

발간등록번호

11-1541000-000685-14

국가어항 외곽시설(방파제 등) 설계파 검토 및 안전성 평가 용역

보 고 서

- 1차년도 -

2010. 12



국가어항 외곽시설(방파제 등)
설계파 검토 및 안전성평가 용역


보

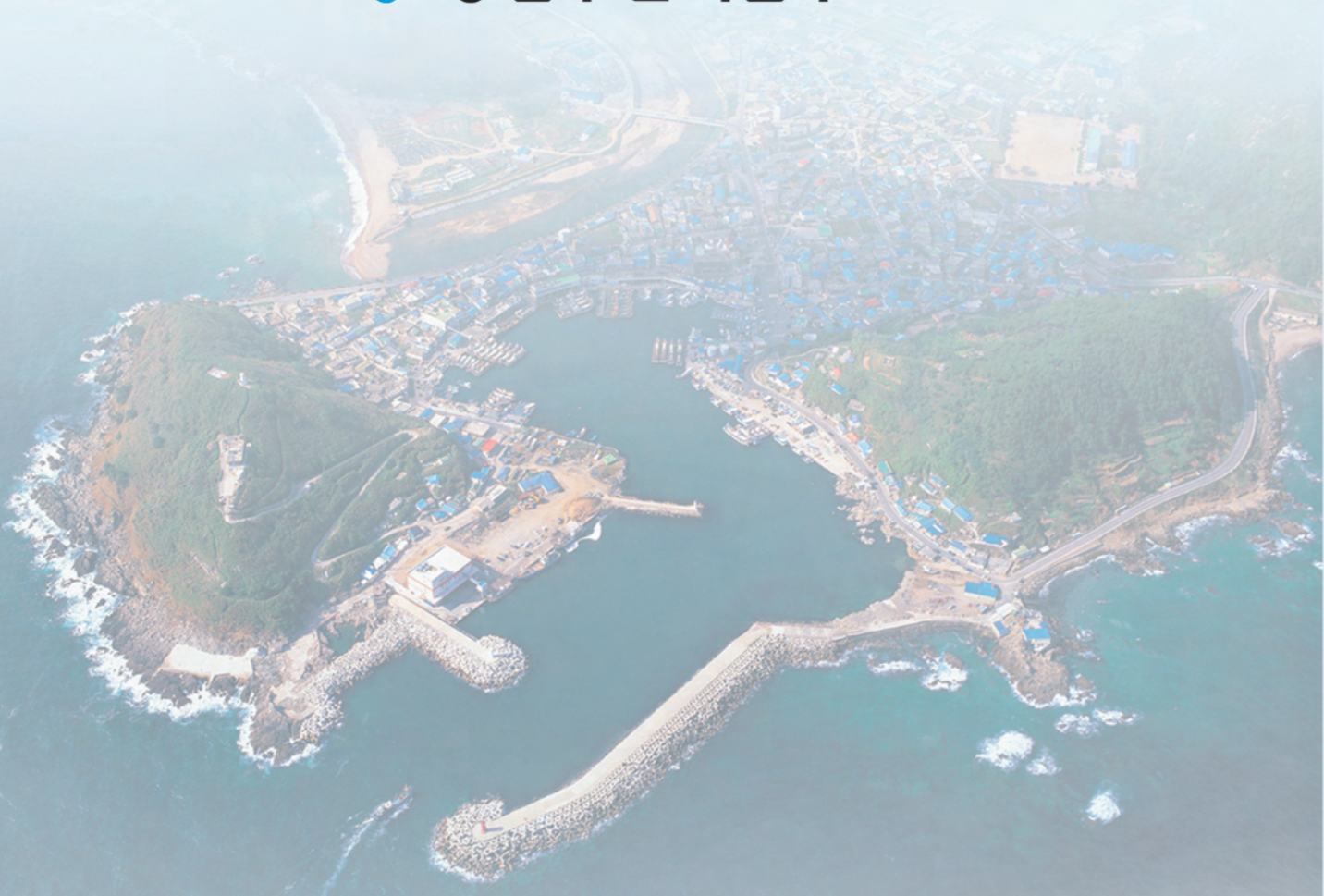
고


서

2010. 12

농림수산식품부

 농림수산식품부



 농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부장관 귀하

2010년 6월 11일 귀 부와 계약 체결한 국가어항 외곽시설(방파제 등) 설계
파 검토 및 안전성 평가(1차년도) 용역에 대하여 귀 부의 제반 지시사항을 준수
하고, 성실히 완료하였으므로 그 결과를 보고서로 제출합니다.

2010 년 12월

(주) 혜 인 이 엔 씨
대 표 이 사 고 진 석

특수법인 한국어촌어항협회
회 장 심 호 진

한 국 해 양 연 구 원
원 장 강 정 극

< 목 차 >

제 1 장 과업의 개요	1
1.1 과업의 목적	1
1.2 과업의 대상위치	1
1.3 과업기간	2
1.4 과업의 범위 및 내용	2
1.5 과업수행 흐름도	3
제 2 장 국내·외 태·폭풍 등에 의한 피해 및 보수·보강 사례조사	5
2.1 한반도에 영향을 미친 주요 태풍	5
2.1.1 태풍의 개요	5
2.1.2 한반도에 영향을 미치는 주요 태풍 현황	7
2.2 국내 태·폭풍 등에 의한 피해현황 및 보수·보강 사례 조사	23
2.2.1 국내 피해현황 조사	23
2.2.2 태·폭풍 피해 및 보수·보강 현황조사	27
2.3 국외 태·폭풍 등에 의한 피해현황 및 보수·보강 사례 조사	45
2.3.1 국외(일본) 태풍피해 현황	45
2.3.2 일본의 주요항만 보수·보강 사례	55
2.4 외곽시설(방파제 등) 피해유형별 원인분석	58
2.4.1 기본방향	58
2.4.2 피해유형별 원인분석	58
2.5 국가별 피해복구 정책 및 방향	62
2.5.1 국내 피해복구 정책 및 방향	62
2.5.2 국외(일본) 피해복구 정책 및 방향	65
제3장 수치모형실험	69
3.1 설계과 산정	69
3.1.1 실험개요	69
3.1.2 심해설계과 추산	69

3.1.3 천해 설계파 산출 모델의 입력자료의 생산	72
3.1.4 천해설계파 추산	73
3.1.5 항별 구조물별 설계파 산정	95
3.2 항내 정온도 산정	101
3.2.1 실험개요	101
3.2.2 실험방법	101
3.2.3 대상어항 선정	102
3.2.4 항내정온도 검토 및 평면배치계획 수립	103
제4장 안전성 평가 및 보수·보강 계획 수립	147
4.1 총괄	147
4.1.1 개요	147
4.1.2 안정성 평가	149
4.1.3 보수·보강 방안 수립	157
4.1.4 개략 공사비 산정	160
4.1.5 보수·보강공사 추진절차	161
4.2 장호항	162
4.2.1 기초자료조사	162
4.2.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	175
4.2.3 보수·보강방안 수립	182
4.3 죽변항	187
4.3.1 기초자료조사	187
4.3.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	212
4.3.3 보수·보강 방안수립	223
4.4 축산항	238
4.4.1 기초자료조사	238
4.4.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	253
4.4.3 보수·보강 방안 수립	262
4.5 대보항	270
4.5.1 기초자료조사	270
4.5.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	288
4.5.3 보수·보강 방안 수립	297
4.6 양포항	298

4.6.1 기초자료조사	298
4.6.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	319
4.6.3 보수·보강방안 수립	330
4.7 정자항	342
4.7.1 기초자료조사	342
4.7.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	363
4.7.3 보수·보강 방안 수립	372
4.8 방어진항	376
4.8.1 기초자료조사	376
4.8.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	393
4.8.3 보수·보강 방안 수립	401
4.9 미조(남)항	405
4.9.1 기초자료조사	405
4.9.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	420
4.9.3 보수·보강 방안 수립	428
4.10 외포항	429
4.10.1 기초자료조사	429
4.10.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	445
4.10.3 보수·보강 방안 수립	454
4.11 지세포항	462
4.11.1 기초자료조사	462
4.11.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	480
4.11.3 보수·보강 방안 수립	486
4.12 능양항	491
4.12.1 기초자료조사	491
4.12.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	502
4.12.3 보수·보강 방안 수립	509
4.13 김녕항	513
4.13.1 기초자료조사	513
4.13.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	529
4.13.3 보수·보강 방안 수립	536
4.14 위미항	539
4.14.1 기초자료조사	539

4.14.2 피해원인 분석 및 안전성 평가	556
4.14.3 보수·보강 방안 수립	565
제5장 보수·보강 우선순위 선정	573
5.1 기본방향	573
5.2 보수·보강 우선순위 대상항 선정	574
5.2.1 태·폭풍피해 현황	574
5.2.2 항내정온도	575
5.2.3 안전성평가	576
5.2.4 보수·보강 우선순위 대상항 선정	577
5.3 우선순위 평가항목 및 기준 설정	578
5.4 보수·보강 우선순위 선정	580
제 6 장 결론 및 건의	583
6.1 결 론	583
6.2 건 의	584

<그 립 목 차>

<그림 2.1.1> 주요태풍 최대풍속 및 발생기간	7
<그림 2.1.2> 태풍경로도	11
<그림 2.1.3> 태풍 사라의 진로도 및 개요	18
<그림 2.1.4> 태풍 루사의 진로도 및 위성사진	19
<그림 2.1.5> 태풍 매미의 진로도 및 위성사진	21
<그림 2.1.6> 태풍 나비의 진로도 및 위성사진	22
<그림 2.1.7> 포항 영일만 태풍 나비 내습 전경사진	22
<그림 2.2.1> 국내 주요 국가어항 위치도	23
<그림 2.2.2> 국내 주요 항만 위치도	25
<그림 2.3.1> 일본 주요 항만시설 위치도	45
<그림 2.3.2> 일본 태풍피해 사례지역	46
<그림 3.1.1> 설계파 추산 흐름도	70
<그림 3.1.2> 주요 연안 격자점의 위치도	71
<그림 3.1.3> 설계파 검색 프로그램에 의한 재기년도별 설계파의 검색 예	71
<그림 3.1.4> 심해 설계파의 격자점의 심해설계파를 경계조건으로 사용한 예	72
<그림 3.1.5> 장호항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	82
<그림 3.1.6> 장호항 인근 파고분포도(전파향)	82
<그림 3.1.7> 죽변항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	83
<그림 3.1.8> 죽변항 인근 파고분포도(전파향)	83
<그림 3.1.9> 축산항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	84
<그림 3.1.10> 축산항 인근 파고분포도(전파향)	84
<그림 3.1.11> 대보항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	85
<그림 3.1.12> 대보항 인근 파고분포도(전파향)	85
<그림 3.1.13> 양포항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	86
<그림 3.1.14> 양포항 인근 파고분포도(전파향)	86
<그림 3.1.15> 정자항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	87
<그림 3.1.16> 정자항 인근 파고분포도(전파향)	87
<그림 3.1.17> 방어진항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	88
<그림 3.1.18> 방어진항 인근 파고분포도(전파향)	88
<그림 3.1.19> 외포항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	89
<그림 3.1.20> 외포항 인근 파고분포도(전파향)	89
<그림 3.1.21> 지세포항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	90
<그림 3.1.22> 지세포항 인근 파고분포도(전파향)	90
<그림 3.1.23> 능양항 최대파 파고 · 파향선도(전파향)	91

<그림 3.1.24> 능양향 인근 파고분포도(전파향)	91
<그림 3.1.25> 미조향 최대파 파고·파향선도(전파향)	92
<그림 3.1.26> 미조향 인근 파고분포도(전파향)	92
<그림 3.1.27> 김녕향 최대파 파고·파향선도(전파향)	93
<그림 3.1.28> 김녕향 인근 파고분포도(전파향)	93
<그림 3.1.29> 위미향 최대파 파고·파향선도(전파향)	94
<그림 3.1.30> 위미향 인근 파고분포도(전파향)	94
<그림 3.2.1> 등파고선도(현상태, ESE파향 내습시)	105
<그림 3.2.2> 등파고선도(계획1안, ESE파향 내습시)	106
<그림 3.2.3> 등파고선도(계획2안, ESE파향 내습시)	107
<그림 3.2.4> 등파고선도(현상태, E파향 내습시)	113
<그림 3.2.5> 등파고선도(계획1안, E파향 내습시)	114
<그림 3.2.6> 등파고선도(계획2안, E파향 내습시)	115
<그림 3.2.7> 등파고선도(현상태, E파향 내습시)	120
<그림 3.2.8> 등파고선도(계획1안, E파향 내습시)	121
<그림 3.2.9> 등파고선도(계획2안, E파향 내습시)	122
<그림 3.2.10> 등파고선도(계획3안, E파향 내습시)	123
<그림 3.2.11> 등파고선도(현상태, SE파향 내습시)	129
<그림 3.2.12> 등파고선도(계획1안, SE파향 내습시)	130
<그림 3.2.13> 등파고선도(계획2안, SE파향 내습시)	131
<그림 3.2.14> 등파고선도(현상태, E파향 내습시)	136
<그림 3.2.15> 파고분포도(현상태, SSW파향 내습시)	141
<그림 3.2.16> 파고분포도(계획1안, SSW파향 내습시)	142
<그림 3.2.17> 파고분포도(계획2안, SSW파향 내습시)	143
<그림 4.1.1> 1차년도 대상 국가어항	147
<그림 4.1.2> 안전성 평가 흐름도	149
<그림 4.1.3> 경사식 방파제의 안전성 평가범위 선정	150
<그림 4.1.4> 상치콘크리트 보수·보강방안	158
<그림 4.1.5> 사석경사제 피복재 보수·보강방안(1)	158
<그림 4.1.6> 사석경사제 피복재 보수·보강방안(2)	159
<그림 4.1.7> 제체 보수·보강 방안	159
<그림 4.1.8> 보수·보강계획 이후 추진 절차	161
<그림 4.2.1> 강수량(mm)	163
<그림 4.2.2> 바람장미도	165
<그림 4.2.3> 수심 및 지형측량도	168
<그림 4.2.4> 지질조사 주상도	170

<그림 4.2.5> 장호항 현황도	172
<그림 4.2.6> 기존 시설현황	172
<그림 4.2.7> 방파제 표준단면도(1구간)	173
<그림 4.2.8> 방파제 표준단면도(2구간)	174
<그림 4.2.9> 방파제 표준단면도(3구간)	174
<그림 4.2.10> 방파제 표준단면도	174
<그림 4.2.11> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)	185
<그림 4.2.12> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)	185
<그림 4.2.13> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강3안)	185
<그림 4.3.1> 강수량(mm)	188
<그림 4.3.2> 바람장미도	190
<그림 4.3.3> 3차원 수심도	193
<그림 4.3.4> 수심 및 지형측량도	194
<그림 4.3.5> 지질조사 주상도(물양장 구간)	200
<그림 4.3.6> 지질조사 주상도(남방파제 구간)	201
<그림 4.3.7> 지질조사 주상도(동방파제 구간)	202
<그림 4.3.8> 지질조사 주상도(배후매립 구간)	203
<그림 4.3.9> 지질조사 주상도(해수소통 구간)	204
<그림 4.3.10> 지질조사 주상도(물양장 개축 구간)	205
<그림 4.3.11> 측면향 현황도	207
<그림 4.3.12> 기존 시설현황	207
<그림 4.3.13> 동방파제 표준단면도(1구간)	208
<그림 4.3.14> 동방파제 표준단면도(2구간)	209
<그림 4.3.15> 동방파제 표준단면도(3구간)	209
<그림 4.3.16> 동방파제 표준단면도(4구간)	209
<그림 4.3.17> 동방파제 표준단면도(5구간)	210
<그림 4.3.18> 동방파제 표준단면도(6구간)	210
<그림 4.3.19> 남방파제 표준단면도(1구간)	210
<그림 4.3.20> 남방파제 표준단면도(2~3구간)	211
<그림 4.3.21> 남방파제 표준단면도(4구간)	211
<그림 4.3.22> 남방파제 표준단면도(5구간)	211
<그림 4.3.23> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)	227
<그림 4.3.24> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)	227
<그림 4.3.25> 보수·보강 표준단면도(2~3구간, 보강안)	227
<그림 4.3.26> 보수·보강 표준단면도(4구간, 보강안)	228
<그림 4.3.27> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	228

<그림 4.3.28> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강안)	228
<그림 4.3.29> 보수·보강 표준단면도(1구간, 계획1안)	229
<그림 4.3.30> 보수·보강 표준단면도(1구간, 계획2안)	229
<그림 4.3.31> 보수·보강 표준단면도(2구간, 계획안)	229
<그림 4.3.32> 보수·보강 표준단면도(3구간, 계획안)	230
<그림 4.3.33> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획안)	230
<그림 4.3.34> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	233
<그림 4.3.35> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획안)	233
<그림 4.3.36> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	234
<그림 4.3.37> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획안)	234
<그림 4.3.38> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	234
<그림 4.3.39> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획안)	235
<그림 4.3.40> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	235
<그림 4.3.41> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획안)	235
<그림 4.3.42> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	236
<그림 4.3.43> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획안)	236
<그림 4.3.44> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	236
<그림 4.4.1> 강수량(mm)	239
<그림 4.4.2> 바람장미도	240
<그림 4.4.3> 수심 및 지형측량도	244
<그림 4.4.4> 지질조사 주상도	247
<그림 4.4.5> 축산항 현황도	249
<그림 4.4.6> 기존 시설현황	249
<그림 4.4.7> 북방파제 표준단면도(1구간)	250
<그림 4.4.8> 북방파제 표준단면도(2구간)	251
<그림 4.4.9> 북방파제 표준단면도(3구간)	251
<그림 4.4.10> 북방파제 표준단면도(4구간)	251
<그림 4.4.11> 북방파제 표준단면도(5구간)	252
<그림 4.4.12> 동방파제 표준단면도(1구간)	252
<그림 4.4.13> 동방파제 표준단면도(2구간)	252
<그림 4.4.14> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)	264
<그림 4.4.15> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강안)	264
<그림 4.4.16> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)	267
<그림 4.4.17> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)	267
<그림 4.4.18> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강1안)	268
<그림 4.4.19> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강2안)	268

<그림 4.5.1> 강수량(mm)	271
<그림 4.5.2> 바람장미도	272
<그림 4.5.3> 최강 창조류	276
<그림 4.5.4> 최강 낙조류	276
<그림 4.5.5> 수심 및 지형측량도	278
<그림 4.5.6> 지질조사 주상도	280
<그림 4.5.7> 대보항 현황도	282
<그림 4.5.8> 기존 시설현황	282
<그림 4.5.9> 북방파제 표준단면도(1구간)	283
<그림 4.5.10> 북방파제 표준단면도(2구간)	284
<그림 4.5.11> 북방파제 표준단면도(3구간)	284
<그림 4.5.12> 북방파제 표준단면도(4구간)	284
<그림 4.5.13> 북방파제 표준단면도(5구간)	285
<그림 4.5.14> 북방파제 표준단면도(6구간)	285
<그림 4.5.15> 북방파제 표준단면도(7구간)	285
<그림 4.5.16> 동방파제 표준단면도(1구간)	286
<그림 4.5.17> 동방파제 표준단면도(2구간)	286
<그림 4.5.18> 도제 표준단면도(1구간)	286
<그림 4.5.19> 도제 표준단면도(2구간)	287
<그림 4.6.1> 강수량(mm)	299
<그림 4.6.2> 바람장미도	300
<그림 4.6.3> 최강 창조류	304
<그림 4.6.4> 최강 낙조류	304
<그림 4.6.5> 2차원 수심도	306
<그림 4.6.6> 수심 및 지형측량도	307
<그림 4.6.7> 지질조사 주상도	312
<그림 4.6.8> 양포항 현황도	314
<그림 4.6.9> 기존 시설현황	314
<그림 4.6.10> 북방파제 표준단면도(1구간)	315
<그림 4.6.11> 북방파제 표준단면도(2구간)	316
<그림 4.6.12> 북방파제 표준단면도(3구간)	316
<그림 4.6.13> 북방파제 표준단면도(4구간)	316
<그림 4.6.14> 북방파제 표준단면도(5구간)	317
<그림 4.6.15> 북방파제 표준단면도(6구간)	317
<그림 4.6.16> 방사제 표준단면도(1구간)	318
<그림 4.6.17> 방사제 표준단면도(2구간)	318

<그림 4.6.18> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)	336
<그림 4.6.19> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)	336
<그림 4.6.20> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강1안)	337
<그림 4.6.21> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강2안)	337
<그림 4.6.22> 보수·보강 표준단면도(3~4구간, 보강1안)	338
<그림 4.6.23> 보수·보강 표준단면도(3~4구간, 보강2안)	338
<그림 4.6.24> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강1안)	339
<그림 4.6.25> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강2안)	339
<그림 4.6.26> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강3안)	339
<그림 4.6.27> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강1안)	340
<그림 4.6.28> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강2안)	340
<그림 4.7.1> 강수량(mm)	343
<그림 4.7.2> 바람장미도	344
<그림 4.7.3> 최강 창조류	348
<그림 4.7.4> 최강 낙조류	348
<그림 4.7.5> 수심 및 지형측량도	351
<그림 4.7.6> 조사위치도	352
<그림 4.7.7> 조사지역 지질도 및 지질계통표	353
<그림 4.7.8> 지질조사 주상도	355
<그림 4.7.9> 정자향 현황도	357
<그림 4.7.10> 기존 시설현황	357
<그림 4.7.11> 북방파제 표준단면도(1구간)	358
<그림 4.7.12> 북방파제 표준단면도(2구간)	359
<그림 4.7.13> 북방파제 표준단면도(3구간)	359
<그림 4.7.14> 북방파제 표준단면도(4구간)	359
<그림 4.7.15> 북방파제 표준단면도(5구간)	360
<그림 4.7.16> 북방파제 표준단면도(6구간)	360
<그림 4.7.17> 북방파제 표준단면도(7구간)	360
<그림 4.7.18> 북방파제 표준단면도(8구간)	361
<그림 4.7.19> 남방파제 표준단면도(1구간)	361
<그림 4.7.20> 남방파제 표준단면도(2구간)	361
<그림 4.7.21> 남방파제 표준단면도(3구간)	362
<그림 4.7.22> 도제 표준단면도(1구간)	362
<그림 4.7.23> 도제 표준단면도(2구간)	362
<그림 4.7.24> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강안)	374
<그림 4.8.1> 강수량(mm)	377

<그림 4.8.2> 바람장미도	378
<그림 4.8.3> 최강 창조류	382
<그림 4.8.4> 최강 낙조류	382
<그림 4.8.5> 수심 및 지형측량도	383
<그림 4.8.6> 지질조사 주상도	386
<그림 4.8.7> 방어진항 현황도	388
<그림 4.8.8> 기존 시설현황	388
<그림 4.8.9> 북방파제 표준단면도(1구간)	389
<그림 4.8.10> 북방파제 표준단면도(2구간)	390
<그림 4.8.11> 북방파제 표준단면도(3구간)	390
<그림 4.8.12> 북방파제 표준단면도(4구간)	390
<그림 4.8.13> 남방파제 표준단면도(1구간)	391
<그림 4.8.14> 남방파제 표준단면도(2구간)	391
<그림 4.8.15> 남방파제 표준단면도(3구간)	391
<그림 4.8.16> 파제제 표준단면도	392
<그림 4.8.17> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)	403
<그림 4.9.1> 강수량(mm)	406
<그림 4.9.2> 바람장미도	407
<그림 4.9.3> 최강 창조류	411
<그림 4.9.4> 최강 낙조류	411
<그림 4.9.5> 수심 및 지형측량도	412
<그림 4.9.6> 지질조사 주상도	414
<그림 4.9.7> 미조항 현황도	416
<그림 4.9.8> 기존 시설현황	416
<그림 4.9.9> 서방파제 표준단면도(1, 3구간)	417
<그림 4.9.10> 서방파제 표준단면도(2구간)	418
<그림 4.9.11> 서방파제 표준단면도(4구간)	418
<그림 4.9.12> 서방파제 표준단면도(5구간)	418
<그림 4.9.13> 동방파제 표준단면도(1구간)	419
<그림 4.9.14> 동방파제 표준단면도(2구간)	419
<그림 4.10.1> 강수량(mm)	430
<그림 4.10.2> 바람장미도	431
<그림 4.10.3> 최강 창조류	435
<그림 4.10.4> 최강 낙조류	435
<그림 4.10.5> 수심 및 지형측량도	437
<그림 4.10.6> 지질조사 주상도	440

<그림 4.10.7> 외포항 현황도	442
<그림 4.10.8> 기존 시설현황	442
<그림 4.10.9> 동방과제 표준단면도(1구간)	443
<그림 4.10.10> 동방과제 표준단면도(2구간)	444
<그림 4.10.11> 동방과제 표준단면도(3구간)	444
<그림 4.10.12> 서방과제 표준단면도	444
<그림 4.10.13> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)	457
<그림 4.10.14> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강1안)	457
<그림 4.10.15> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강2안)	458
<그림 4.10.16> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강3안)	458
<그림 4.10.17> 보수·보강 표준단면도(3구간, 보강안)	459
<그림 4.10.18> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)	460
<그림 4.11.1> 강수량(mm)	463
<그림 4.11.2> 바람장미도	464
<그림 4.11.3> 최강 창조류	468
<그림 4.11.4> 최강 낙조류	468
<그림 4.11.5> 2차원 수심도	470
<그림 4.11.6> 수심 및 지형측량도	471
<그림 4.11.7> 조사지역 지질도	474
<그림 4.11.8> 지질조사 주상도	476
<그림 4.11.9> 지세포항 현황도	478
<그림 4.11.10> 기존 시설현황	478
<그림 4.11.11> 서방과제 표준단면도	479
<그림 4.11.12> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)	489
<그림 4.11.13> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)	489
<그림 4.12.1> 강수량(mm)	492
<그림 4.12.2> 바람장미도	493
<그림 4.12.3> 수심 및 지형측량도	497
<그림 4.12.4> 능양항 현황도	499
<그림 4.12.5> 기존 시설현황	499
<그림 4.12.6> 서방과제 표준단면도	500
<그림 4.12.7> 동방과제 표준단면도	501
<그림 4.12.8> 보수·보강 표준단면도(서방과제, 보강안)	511
<그림 4.12.9> 보수·보강 표준단면도(동방과제, 보강안)	511
<그림 4.13.1> 강수량(mm)	514
<그림 4.13.2> 바람장미도	515

<그림 4.13.3> 최강 창조류	519
<그림 4.13.4> 최강 낙조류	519
<그림 4.13.5> 수심 및 지형측량도	521
<그림 4.13.6> 지질조사 주상도(방파제)	523
<그림 4.13.7> 지질조사 주상도(물양장)	524
<그림 4.13.8> 김녕항 현황도	525
<그림 4.13.9> 기존 시설현황	525
<그림 4.13.10> 서방파제 표준단면도(1구간)	526
<그림 4.13.11> 서방파제 표준단면도(2구간)	527
<그림 4.13.12> 서방파제 표준단면도(3구간)	527
<그림 4.13.13> 서방파제 표준단면도(4구간)	527
<그림 4.13.14> 동방파제 표준단면도(1구간)	528
<그림 4.13.15> 동방파제 표준단면도(2구간)	528
<그림 4.13.16> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강안)	537
<그림 4.14.1> 강수량(mm)	540
<그림 4.14.2> 바람장미도	541
<그림 4.14.3> 최강 창조류	545
<그림 4.14.4> 최강 낙조류	545
<그림 4.14.5> 수심 및 지형측량도	547
<그림 4.14.6> 지질조사 주상도	549
<그림 4.14.7> 위미항 현황도	551
<그림 4.14.8> 기존 시설현황	551
<그림 4.14.9> 동방파제 표준단면도(1구간)	552
<그림 4.14.10> 동방파제 표준단면도(2구간)	553
<그림 4.14.11> 동방파제 표준단면도(3구간)	553
<그림 4.14.12> 동방파제 표준단면도(4구간)	553
<그림 4.14.13> 동방파제 표준단면도(5구간)	554
<그림 4.14.14> 동방파제 표준단면도(6구간)	554
<그림 4.14.15> 동방파제 표준단면도(7구간)	554
<그림 4.14.16> 동방파제 표준단면도(8구간)	555
<그림 4.14.17> 서방파제 표준단면도(1구간)	555
<그림 4.14.18> 서방파제 표준단면도(2구간)	555
<그림 4.14.19> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)	568
<그림 4.14.20> 보수·보강 표준단면도(2~3구간, 보강안)	568
<그림 4.14.21> 보수·보강 표준단면도(4~5구간, 보강안)	569
<그림 4.14.22> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강안)	569

<그림 4.14.23> 보수·보강 표준단면도(7구간, 보강안)	570
<그림 4.14.24> 보수·보강 표준단면도(8구간, 보강안)	570
<그림 5.1.1> 보수·보강 우선순위 결정 절차	573

< 표 목 차 >

[표 2.1.1] 열대저기압과 태풍의 구분	5
[표 2.1.2] 강풍반경(15m/s)에 따른 태풍구분	6
[표 2.1.3] 주요 태풍현황	8
[표 2.1.3] 주요 태풍현황 (계속)	9
[표 2.1.3] 주요 태풍현황 (계속)	10
[표 2.1.4] 태풍 루사의 진로	19
[표 2.1.5] 태풍 매미의 진로	20
[표 2.1.6] 태풍 『매미』 통과시 최대풍속 및 순간최대풍속(2003년 9월 12일)	21
[표 2.1.7] 파랑관측 결과	21
[표 2.1.8] 주요 태풍 통과시의 최저기압	21
[표 2.1.9] 태풍 나비의 진로	22
[표 2.2.1] 국내 태풍 피해 국가어항 현황	24
[표 2.2.2] 국내 태풍 피해 항만 현황	26
[표 2.3.1] 원인별 피해시설수	46
[표 2.3.2] 연도별 태풍 발생수(1971~2005년)	47
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황	48
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)	49
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)	50
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)	51
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)	52
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)	53
[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)	54
[표 3.1.1] 장호항 시설별·파향별 최대파고 분포	74
[표 3.1.2] 죽변항 시설별·파향별 최대파고 분포	75
[표 3.1.3] 축산항 시설별·파향별 최대파고 분포	76
[표 3.1.4] 대보항 시설별·파향별 최대파고 분포	76
[표 3.1.5] 양포항 시설별·파향별 최대파고 분포	77
[표 3.1.6] 정자항 시설별·파향별 최대파고 분포	78
[표 3.1.7] 방어진항 시설별·파향별 최대파고 분포	78
[표 3.1.8] 외포항 시설별·파향별 최대파고 분포	79
[표 3.1.9] 지세포항 시설별·파향별 최대파고 분포	79
[표 3.1.10] 능양항 시설별·파향별 최대파고 분포	79
[표 3.1.11] 미조항 시설별·파향별 최대파고 분포	80
[표 3.1.12] 김녕항 시설별·파향별 최대파고 분포	80

[표 3.1.13] 위미항 시설별·파향별 최대파고 분포	81
[표 3.1.14] 항별·구간별 구조물 설계파	95
[표 3.1.14] 항별·구간별 구조물 설계파(계속)	96
[표 3.1.14] 항별·구간별 구조물 설계파(계속)	97
[표 3.1.14] 항별·구간별 구조물 설계파(계속)	98
[표 3.1.14] 항별·구간별 구조물 설계파(계속)	99
[표 3.1.14] 항별·구간별 구조물 설계파(계속)	100
[표 3.2.1] 수역시설 사용이 가능한 최대파고	101
[표 3.2.2] 반사율의 개략치	101
[표 3.2.3] 1차년도 대상어항 선정	102
[표 3.2.4] 실험안	103
[표 3.2.5] 항내 정은 수면적	104
[표 3.2.6] 물양장 전면 파고분포	104
[표 3.2.7] 항내 파고별 백분율	108
[표 3.2.8] 실험안	111
[표 3.2.9] 항내 정은 수면적	111
[표 3.2.10] 물양장 전면 파고분포	112
[표 3.2.11] 항내 파고별 백분율	116
[표 3.2.12] 실험안	118
[표 3.2.13] 항내 정은 수면적	119
[표 3.2.14] 물양장 전면 파고분포	119
[표 3.2.15] 항내 파고별 백분율	124
[표 3.2.16] 실험안	127
[표 3.2.17] 항내 정은 수면적	127
[표 3.2.18] 물양장 전면 파고분포	128
[표 3.2.19] 항내 파고별 백분율	132
[표 3.2.20] 실험안	134
[표 3.2.21] 항내 정은 수면적	134
[표 3.2.22] 물양장 전면 파고분포	135
[표 3.2.23] 항내 파고별 백분율	137
[표 3.2.24] 실험안	139
[표 3.2.25] 항내 정은 수면적	139
[표 3.2.26] 물양장 전면 파고분포	140
[표 3.2.27] 항내 파고별 백분율	144
[표 4.1.1] 안전성 평가 대상 및 어항선정	148
[표 4.1.2] 설계고조위 산정방법	150

[표 4.1.3] 설계조위 결정	151
[표 4.1.4] 마루높이 산정기준	151
[표 4.1.5] 마루높이 검토기준	151
[표 4.1.6] 피복재 소요질량 검토기준	152
[표 4.1.7] 상부공 및 제체 안전율	152
[표 4.1.8] 안정성 평가 결과	154
[표 4.1.9] 보수·보강 대상시설	155
[표 4.1.10] 개략공사비	156
[표 4.1.11] 개략공사비	160
[표 4.1.12] 개략공사비	161
[표 4.2.1] 기상개황	162
[표 4.2.2] 월별 기온	163
[표 4.2.3] 월별 강수량	164
[표 4.2.4] 월별풍속	164
[표 4.2.5] 현상일수	166
[표 4.2.6] 작업불가능 일수 산정기준	166
[표 4.2.7] 작업가능일수	166
[표 4.2.8] 장호항의 조위	167
[표 4.2.9] 심해 설계파 제원	167
[표 4.2.10] 외곽시설 시설제원	173
[표 4.2.11] 안정성 검토 설계기준	176
[표 4.2.12] 방파제 시설현황	177
[표 4.2.13] 안전성 검토 결과	181
[표 4.2.14] 기존단면 안전성 검토결과	181
[표 4.2.15] 보수·보강 대상시설	182
[표 4.2.16] 방파제 보수·보강 단면 제원	183
[표 4.2.17] 방파제 보수·보강 방안	183
[표 4.2.18] 보수·보강 단면 비교(1구간)	184
[표 4.3.1] 기상개황	187
[표 4.3.2] 월별 기온	188
[표 4.3.3] 월별 강수량	189
[표 4.3.4] 월별풍속	189
[표 4.3.5] 현상일수	189
[표 4.3.6] 작업불가능 일수 산정기준	191
[표 4.3.7] 작업가능일수	191
[표 4.3.8] 죽변항의 조위	192

[표 4.3.9] 심해 설계파 제원	193
[표 4.3.10] 주요 구조물 현황	195
[표 4.3.11] 시추조사 결과	199
[표 4.3.12] 지층개요	199
[표 4.3.13] 외곽시설 시설제원	208
[표 4.3.14] 방파제 피해 현황	212
[표 4.3.15] 기존 설계파와 금회 구조물 설계파 파고 증가비	213
[표 4.3.16] 안정성 검토 설계기준	214
[표 4.3.17] 방파제 시설현황	216
[표 4.3.18] 안전성 검토 결과	221
[표 4.3.19] 기존단면 안전성 검토결과	222
[표 4.3.20] 보수·보강 대상시설	223
[표 4.3.21] 동방파제 보수·보강 단면 제원	224
[표 4.3.22] 동방파제 보수·보강 방안	225
[표 4.3.23] 보수·보강 단면 비교	226
[표 4.3.24] 남방파제 보수·보강 단면 제원	231
[표 4.3.25] 남방파제 보수·보강 방안	232
[표 4.3.26] 보수·보강 단면 비교	233
[표 4.4.1] 기상개황	238
[표 4.4.2] 월별 기온	239
[표 4.4.3] 월별 강수량	239
[표 4.4.4] 월별풍속	241
[표 4.4.5] 현상일수	241
[표 4.4.6] 작업불가능 일수 산정기준	242
[표 4.4.7] 작업가능일수	242
[표 4.4.8] 축산항의 조위	243
[표 4.4.9] 심해 설계파 제원	243
[표 4.4.10] 시추조사 결과	246
[표 4.4.11] 외곽시설 시설제원	250
[표 4.4.12] 안정성 검토 설계기준	254
[표 4.4.13] 방파제 시설현황	255
[표 4.4.14] 안전성 검토 결과	260
[표 4.4.15] 기존단면 안전성 검토결과	261
[표 4.4.16] 보수·보강 대상시설	262
[표 4.4.17] 북방파제 보수·보강 단면 제원	263
[표 4.4.18] 북방파제 보수·보강 방안	264

[표 4.4.19] 동방파제 보수·보강 단면 제원	265
[표 4.4.20] 동방파제 보수·보강 방안	265
[표 4.4.21] 보수·보강 단면 비교	266
[표 4.5.1] 기상개황	270
[표 4.5.2] 월별 기온	271
[표 4.5.3] 월별 강수량	271
[표 4.5.4] 월별풍속	273
[표 4.5.5] 현상일수	273
[표 4.5.6] 작업불가능 일수 산정기준	274
[표 4.5.7] 작업가능일수	274
[표 4.5.8] 대보항의 조위	275
[표 4.5.9] 심해 설계파 제원	275
[표 4.5.10] 외곽시설 시설제원	283
[표 4.5.11] 안정성 검토 설계기준	289
[표 4.5.12] 방파제 시설현황	290
[표 4.5.13] 안전성 검토 결과	295
[표 4.5.14] 기존단면 안전성 검토결과	296
[표 4.6.1] 기상개황	298
[표 4.6.2] 월별 기온	299
[표 4.6.3] 월별 강수량	299
[표 4.6.4] 월별풍속	301
[표 4.6.5] 현상일수	301
[표 4.6.6] 작업불가능 일수 산정기준	302
[표 4.6.7] 작업가능일수	302
[표 4.6.8] 양포항의 조위	303
[표 4.6.9] 심해 설계파 제원	305
[표 4.6.10] 주요 구조물 현황	308
[표 4.6.11] 외곽시설 시설제원	315
[표 4.6.12] 방파제 피해 현황	319
[표 4.6.13] 기존 설계파와 금회 구조물 설계파 파고 증가비	320
[표 4.6.14] 안정성 검토 설계기준	321
[표 4.6.15] 방파제 시설현황	323
[표 4.6.16] 안전성 검토 결과	328
[표 4.6.17] 기존단면 안전성 검토결과	329
[표 4.6.18] 보수·보강 대상시설	330
[표 4.6.19] 방파제 보수·보강 단면 제원	332

[표 4.6.20] 북방파제 보수·보강 방안	333
[표 4.6.21] 보수·보강 단면 비교	334
[표 4.7.1] 기상개황	342
[표 4.7.2] 월별 기온	343
[표 4.7.3] 월별 강수량	343
[표 4.7.4] 월별풍속	345
[표 4.7.5] 현상일수	345
[표 4.7.6] 작업불가능 일수 산정기준	346
[표 4.7.7] 작업가능일수	346
[표 4.7.8] 정자향의 조위	347
[표 4.7.9] 심해 설계파 제원	349
[표 4.7.10] 주요 구조물 현황	350
[표 4.7.11] 시추조사 결과	354
[표 4.7.12] 외곽시설 시설제원	358
[표 4.7.13] 안정성 검토 설계기준	364
[표 4.7.14] 방파제 시설현황	365
[표 4.7.15] 안전성 검토 결과	370
[표 4.7.16] 기존단면 안전성 검토결과	371
[표 4.7.17] 보수·보강 대상시설	372
[표 4.7.18] 방파제 보수·보강 단면 제원	374
[표 4.7.19] 북방파제 보수·보강 방안	374
[표 4.8.1] 기상개황	376
[표 4.8.2] 월별 기온	377
[표 4.8.3] 월별 강수량	377
[표 4.8.4] 월별풍속	379
[표 4.8.5] 현상일수	379
[표 4.8.6] 작업불가능 일수 산정기준	380
[표 4.8.7] 작업가능일수	380
[표 4.8.8] 방어진항의 조위	381
[표 4.8.9] 심해 설계파 제원	381
[표 4.8.10] 시추조사 결과	385
[표 4.8.11] 외곽시설 시설제원	389
[표 4.8.12] 안정성 검토 설계기준	394
[표 4.8.13] 방파제 시설현황	395
[표 4.8.14] 안전성 검토 결과	399
[표 4.8.15] 기존단면 안전성 검토결과	400

[표 4.8.16] 보수·보강 대상시설	401
[표 4.8.17] 남방파제 보수·보강 단면 제원	403
[표 4.8.18] 남방파제 보수·보강 방안	403
[표 4.9.1] 기상개황	405
[표 4.9.2] 월별 기온	406
[표 4.9.3] 월별 강수량	406
[표 4.9.4] 월별풍속	408
[표 4.9.5] 현상일수	408
[표 4.9.6] 작업불가능 일수 산정기준	409
[표 4.9.7] 작업가능일수	409
[표 4.9.8] 미조항의 조위	410
[표 4.9.9] 심해 설계파 제원	410
[표 4.9.10] 조류	411
[표 4.9.11] 외곽시설 시설제원	417
[표 4.9.12] 안정성 검토 설계기준	421
[표 4.9.13] 방파제 시설현황	422
[표 4.9.14] 안전성 검토 결과	427
[표 4.9.15] 기존단면 안전성 검토결과	427
[표 4.10.1] 기상개황	429
[표 4.10.2] 월별 기온	430
[표 4.10.3] 월별 강수량	430
[표 4.10.4] 월별풍속	432
[표 4.10.5] 현상일수	432
[표 4.10.6] 작업불가능 일수 산정기준	433
[표 4.10.7] 작업가능일수	433
[표 4.10.8] 외포항의 조위	434
[표 4.10.9] 심해 설계파 제원	434
[표 4.10.10] 조류	435
[표 4.10.11] 외곽시설 시설제원	443
[표 4.10.12] 방파제 피해 현황	445
[표 4.10.13] 기존 설계파와 금회 구조물 설계파 파고 증가비	446
[표 4.10.14] 안정성 검토 설계기준	447
[표 4.10.15] 방파제 시설현황	448
[표 4.10.16] 중간피복재 소요규격 산정 결과	451
[표 4.10.17] 안전성 검토 결과	452
[표 4.10.18] 기존단면 안전성 검토결과	453

[표 4.10.19] 보수·보강 대상시설	454
[표 4.10.20] 동방파제 보수·보강 단면 제원	455
[표 4.10.21] 동방파제 보수·보강 방안	456
[표 4.10.22] 보수·보강 단면 비교	456
[표 4.10.23] 서방파제 보수·보강 단면 제원	460
[표 4.10.24] 서방파제 보수·보강 방안	460
[표 4.11.1] 기상개황	462
[표 4.11.2] 월별 기온	463
[표 4.11.3] 월별 강수량	463
[표 4.11.4] 월별풍속	465
[표 4.11.5] 현상일수	465
[표 4.11.6] 작업불가능 일수 산정기준	466
[표 4.11.7] 작업가능일수	466
[표 4.11.8] 지세포항의 조위	467
[표 4.11.9] 심해 설계파 제원	469
[표 4.11.10] 주요 구조물 현황	472
[표 4.11.11] 시추조사 결과	475
[표 4.11.12] 외곽시설 시설제원	479
[표 4.11.13] 안정성 검토 설계기준	481
[표 4.11.14] 방파제 시설현황	482
[표 4.11.15] 안전성 검토 결과	485
[표 4.11.16] 기존단면 안전성 검토결과	485
[표 4.11.17] 보수·보강 대상시설	486
[표 4.11.28] 서방파제 보수·보강 단면 제원	487
[표 4.11.19] 서방파제 보수·보강 방안	487
[표 4.11.20] 보수·보강 단면 비교	488
[표 4.12.1] 기상개황	491
[표 4.12.2] 월별 기온	492
[표 4.12.3] 월별 강수량	492
[표 4.12.4] 월별풍속	494
[표 4.12.5] 현상일수	494
[표 4.12.6] 작업불가능 일수 산정기준	495
[표 4.12.7] 작업가능일수	495
[표 4.12.8] 능양항의 조위	496
[표 4.12.9] 외곽시설 시설제원	500
[표 4.12.10] 안정성 검토 설계기준	503

[표 4.12.11] 방파제 시설현황	504
[표 4.12.12] 안전성 검토 결과	508
[표 4.12.13] 기존단면 안전성 검토결과	508
[표 4.12.14] 보수·보강 대상시설	509
[표 4.12.15] 방파제 보수·보강 단면 제원	510
[표 4.12.16] 방파제 보수·보강 방안	510
[표 4.13.1] 기상개황	513
[표 4.13.2] 월별 기온	514
[표 4.13.3] 월별 강수량	514
[표 4.13.4] 월별풍속	516
[표 4.13.5] 현상일수	516
[표 4.13.6] 작업불가능 일수 산정기준	517
[표 4.13.7] 작업가능일수	517
[표 4.13.8] 김녕항의 조위	518
[표 4.13.9] 심해 설계파 제원	518
[표 4.13.10] 외곽시설 시설제원	526
[표 4.13.11] 안정성 검토 설계기준	530
[표 4.13.12] 방파제 시설현황	531
[표 4.13.13] 안전성 검토 결과	535
[표 4.13.14] 기존단면 안전성 검토결과	535
[표 4.13.15] 보수·보강 대상시설	536
[표 4.13.16] 방파제 보수·보강 단면 제원	537
[표 4.13.17] 북방파제 보수·보강 방안	537
[표 4.14.1] 기상개황	539
[표 4.14.2] 월별 기온	540
[표 4.14.3] 월별 강수량	540
[표 4.14.4] 월별풍속	542
[표 4.14.5] 현상일수	542
[표 4.14.6] 작업불가능 일수 산정기준	543
[표 4.14.7] 작업가능일수	543
[표 4.14.8] 위미항의 조위	544
[표 4.14.9] 심해 설계파 제원	546
[표 4.14.10] 외곽시설 시설제원	552
[표 4.14.11] 안정성 검토 설계기준	557
[표 4.14.12] 방파제 시설현황	558
[표 4.14.13] 안전성 검토 결과	563

[표 4.14.14] 기존단면 안전성 검토결과	564
[표 4.14.15] 보수·보강 대상시설	565
[표 4.14.16] 방파제 보수·보강 단면 제원	567
[표 4.14.17] 북방파제 보수·보강 방안	567
[표 5.2.1] 태·폭풍피해 및 보수보강 현황	574
[표 5.2.2] 정온도실험 대상항	575
[표 5.2.3] 항내정온도 실험결과	575
[표 5.2.4] 안전성 평가결과	576
[표 5.2.5] 태·폭풍피해 및 보수보강 현황	577
[표 5.3.1] 보수·보강 우선순위 평가 항목 및 기준	579
[표 5.4.1] 어항기능 평가결과	580
[표 5.4.2] 피해현황 평가결과	580
[표 5.4.3] 설계파검토 평가결과	581
[표 5.4.4] 안전성 평가결과	581
[표 5.4.5] 항내정온도 평가결과	582
[표 5.4.6] 보수·보강 우선순위 선정결과	582

제1장 과업의 개요

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업의 대상위치
- 1.3 과업기간
- 1.4 과업의 범위 및 내용
- 1.5 과업수행 흐름도

제 1 장 과업의 개요

1.1 과업의 목적

- 최근 지구온난화 등과 같은 기상이변에 따른 해수면 상승과 태풍의 강도변화 등으로 어항시설에 대한 자연재해가 증가추세에 있어 이에 대한 대처방안 마련이 필요한 실정이다.
- 한국해양연구원에서 재산정한 「전해역 심해파 추산보고서Ⅱ」(2005, 한국해양연구원)을 근거로 어항별 설계과고를 재추정하고 시설물에 대한 안전성 평가와 대책을 마련함으로써 어항시설물의 안전성 확보 및 국민의 생명과 재산을 보호 하는데 그 목적이 있다.
- 또한 보수·보강 계획 수립시 이에 대한 공사비를 산정하여 국가어항 정비계획 수립시 근거자료로 활용한다.

1.2 과업의 대상위치

- 전국 81개 국가어항
 - 1차년도 : 13개 국가어항(강원도, 경상북도, 경상남도, 울산광역시, 제주특별자치도)

대 상 항	주 소	위 치 도
장 호 항	강원도 삼척시 근덕면 장호리	
죽 변 항	경상북도 울진군 죽변면 죽변리	
축 산 항	경상북도 영덕군 축산면 축산리	
대 보 항	경상북도 포항시 남구 대보면 대보리	
양 포 항	경상북도 포항시 남구 장기면 양포리	
정 자 항	울산광역시 북구 정자동	
방 어 진 항	울산광역시 동구 방어동	
외 포 항	경상남도 거제시 장목면 외포리	
지 세 포 항	경상남도 거제시 일운면 지세포리	
능 양 항	경상남도 통영시 사랑면 양지리	
미 조(남)항	경상남도 남해군 미조면 미조리	
김 녕 항	제주특별자치도 제주시 구좌읍 김녕리	
위 미 항	제주특별자치도 서귀포시 남원읍 위미리	

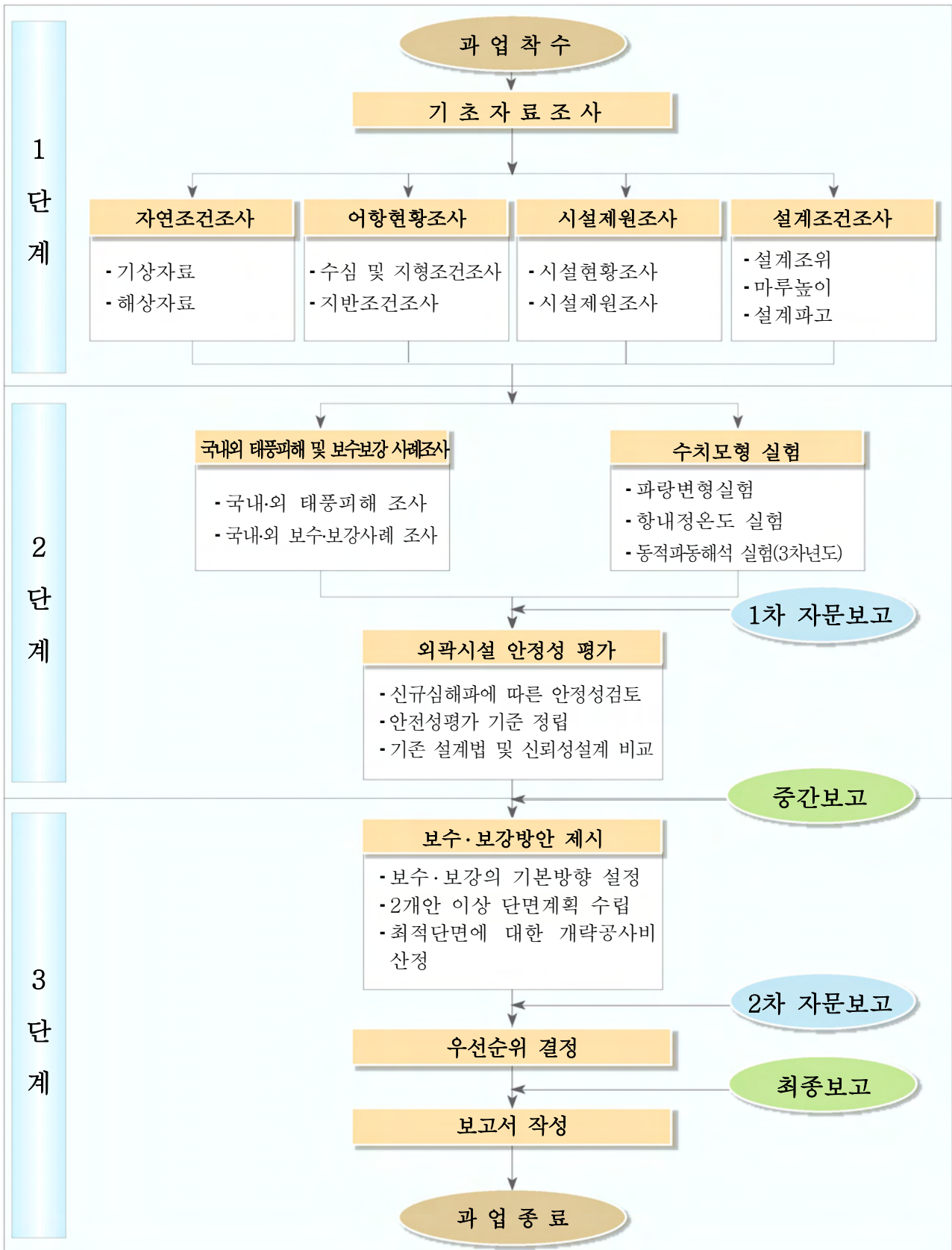
1.3 과업기간

- 착수일로부터 31개월
 - 1차년도 : 7개월(2010년 6월 1일 ~ 2010년 12월 31일)
 - 2차년도 : 12개월(2011년 1월 1일 ~ 2011년 12월 31일)
 - 3차년도 : 12개월(2012년 1월 1일 ~ 2012년 12월 31일)

1.4 과업의 범위 및 내용

구 분		내 용
기 초 자 료 조 사	1) 자연조건조사 2) 어항현황조사 3) 시설제원조사 4) 설계조건조사	<ul style="list-style-type: none"> • 기상자료(바람, 강우, 기온 등), 해상자료(파랑, 조석 등) 등 • 수심조건, 지형조건, 지반조건 • 국가어항 외곽시설 연혁, 보수·보강현황, 평면 및 단면 등 • 설계조위, 마루높이, 설계파고
국 내 · 외 태 풍 피 해 및 보 수 · 보 강 사 례 조 사	1) 국내·외 태풍피해 조사 2) 국내·외 보수·보강 사례조사	<ul style="list-style-type: none"> • 지역별, 단면형식별 피해규모 • 태풍피해 유형별 분류 • 피해원인별 보수·보강 대책사례
수 치 모 형 실 험	1) 설계파 산정 2) 항내정온도 검토 3) 동적파동해석 실험	<ul style="list-style-type: none"> • 트인해안과 반차폐된 해안으로 나누어 설계파 산정 • 이상시와 평상시의 항내정온도 평가 • 현상태와 보강단면의 안전성 비교
안 전 성 평 가 및 보 수 · 보 강 방 안 제 시	1) 기존시설 안전성 평가 2) 피해 외곽시설 보수·보강계획 수립 3) 개략공사비 산정	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 및 신규 심해설계파에 따른 시설의 안전성 평가 • 단면계획 수립 및 최적단면 선정 • 보수·보강 단면에 따른 개략공사비 산정

1.5 과업수행 흐름도



제2장 국내외 태·폭풍 등에 의한 피해 및 보수·보강사례조사

- 2.1 한반도에 영향을 미친 주요 태풍
- 2.2 국내 태·폭풍 등에 의한 피해현황 및 보수·보강 사례조사
- 2.3 국외 태·폭풍 등에 의한 피해현황 및 보수·보강 사례조사
- 2.4 외곽시설(방파제 등) 피해유형별 원인분석
- 2.5 국가별 피해복구 정책 및 방향

제 2 장 국내·외 태·폭풍 등에 의한 피해 및 보수·보강 사례조사

2.1 한반도에 영향을 미친 주요 태풍

2.1.1 태풍의 개요

1) 태풍의 구분

- 태풍은 북태평양 남서부인 필리핀 부근해역에서 발생하는 열대성 저기압 중에서 중심부근의 최대 풍속이 17m/s 이상되는 강한 폭풍우를 동반하는 것을 말하며, 연중 28개 정도가 발생하고 이중 2~3개가 우리나라에 직·간접적으로 영향을 주고 있다.
- 폭풍우는 반드시 태풍을 동반하는 것은 아니고, 온대성 저기압에서도 발생하는 경우가 많으며 그 발생원인과 양상이 서로 다르기 때문에 열대성 및 온대성 저기압으로 구별된다.
- 세계기상기구(WMO)에서는 중심부근의 최대풍속에 따라 4계급으로 분류하고, 우리나라와 일본은 열대폭풍(TS, Tropical Storm)이상을 태풍이라 하며 계급별 구분 기준은 다음과 같다.

[표 2.1.1] 열대저기압과 태풍의 구분

중심부근 최대풍속	세계기상기구 (WMO)	우리나라	일본	미국 (JTWC)	미국 (NHC)			
17m/s 미만	TD	열대저기압	약한 열대저기압	TD	TD			
17~25m/s 미만	TS	약	-	TS	TS			
25~33m/s 미만	STS					중		
33~43m/s 미만	TY	태풍	태풍	TY	Hurricane (Category1)			
43~44m/s 미만					강	강	Hurricane (Category2)	
44~50m/s 미만					매우강	매우강	TY	Hurricane (Category3)
50~54m/s 미만								매우강
54~59m/s 미만		매우강	매우강	TY	Hurricane (Category5)			
59~65m/s 미만					매우강	매우강	TY	
65~69m/s 미만		매우강	매우강	TY				TY
69m/s 이상					매우강	매우강	매우강	

TD : Tropical Depression (약한 열대저기압), TS : Tropical Storm (열대 폭풍)
STS : Severe Tropical Storm (강한 열대폭풍), TY : Typhoon (태풍)

- 태풍단계의 강도 구분에는 각국의 차이가 있으며, 우리나라와 일본은 태풍의 크기를 강풍 반경(15m/s)에 따라 다음과 같이 분류한다.

[표 2.1.2] 강풍반경(15m/s)에 따른 태풍구분

강풍반경	300km 미만	300km 이상	500km 이상	800km 이상	비 고
우리나라	소형	중형	대형	초대형	
일 본	-		대형	초대형	

2) 태풍의 경로

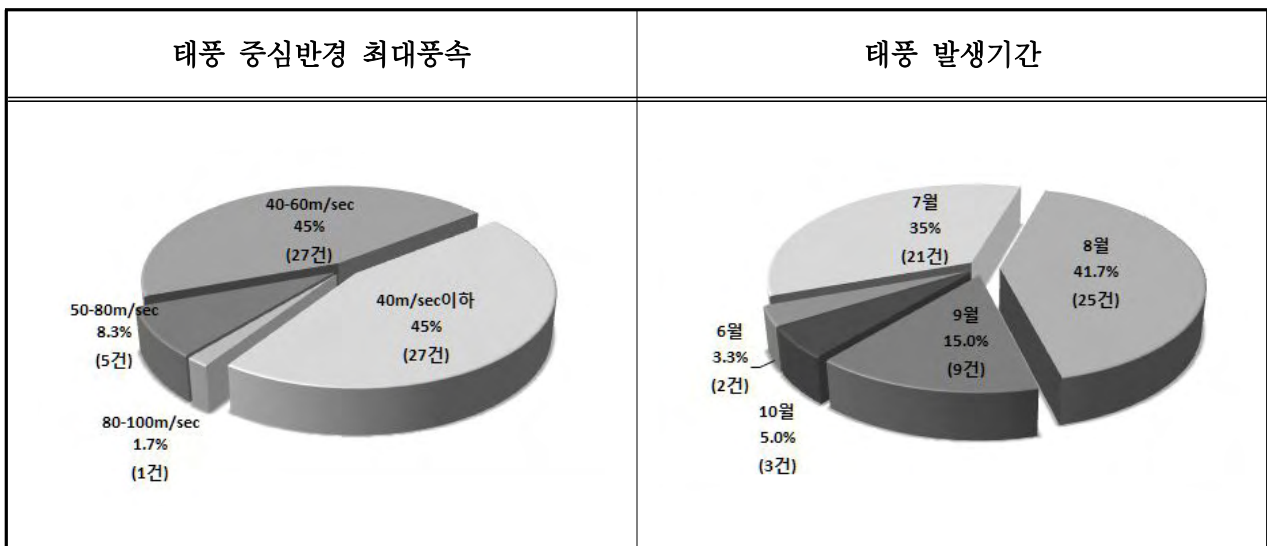
- 우리나라 부근을 통과하는 태풍경로를 살펴보면 크게 다음과 같이 3가지 유형으로 분류된다.
 - 한반도 남해안과 일본 구주사이를 통과하여 북동쪽으로 진행 후 동해로 이동하는 태풍
 - 한반도 서해를 북상하여 만주로 이동하는 태풍
 - 제주도 부근에서 북상하다가 경기만 부근에서 한반도의 가장 좁은 부분인 중부를 횡단하여 동해북부로 이동하는 태풍
- 상기 태풍경로 중 남해를 거쳐 동해로 빠지는 태풍은 동남해안에 가장 위력적인 영향을 미치고, 남해에서 서해로 북상하는 태풍도 남해안에 풍랑 등을 크게 유발시켜 많은 피해를 끼치는 것으로 나타났다.
- 국내발생 태풍은 태평양에서 발생하는 저기압에 의한 선풍으로 하절기에 2~3회 정도 발생하여 한반도를 통과한 후 소멸되거나 동해로 빠져나가고 있다.

2.1.2 한반도에 영향을 미치는 주요 태풍 현황

1) 태풍 발생현황

- 59년간(1951년~2009년)의 태풍 중에서 한반도에 가장 큰 영향을 미친 60개의 주요 태풍의 목록번호, 이름, 발생기간 및 중심최저기압 등을 요약정리하면 다음 [표 2.1.3]과 같다.
- [표 2.1.3]과 같이, 1979년 제11호 태풍 'Judy', 1983년 제10호 태풍 'Forrest'는 태풍 중심 최저기압이 각각 887hPa, 885hPa를 기록하여 900hPa 이하인 경우도 있다.
- 그러나, 태풍은 고위도로 북상하면서 강도가 약해지는 경우가 대부분이며 한반도에 상륙할 당시의 태풍 강도와는 많은 차이가 있다.
- 특히, 최근에는 주로 강도가 큰 태풍이 자주 내습하는 경향이 있으나, 실제 발생 태풍의 강도는 큰 차이를 보이지 않고 있다.
- 그러나, 우리나라 남해안을 포함한 태풍 이동경로상의 해역에서는 지구온난화의 영향으로 수온이 상승하여 태풍이 고위도로 북상하면서도 세력이 어느 정도 유지되어 진행되는 경향이 있다. 그러므로, 지구 온난화로 수온이 상승함으로 인해 태풍의 이동경로와 내습강도에 영향을 미치는 것으로 사료된다.
- 60개 주요 태풍 중심반경의 최대풍속 및 영향기간에 대한 분석결과 최대풍속은 40m/s이하가 47.2%이며, 발생기간은 8월에 가장 많이 출현하는 것으로 분석되었다.

<그림 2.1.1> 주요태풍 최대풍속 및 발생기간



[표 2.1.3] 주요 태풍현황

태풍 번호	태풍이름	발생일	발생위치		중 심 최저기압 (hPa)	중 심 최대풍속 (m/s)	영향기간 (월.일~월.일)	피해구간
			N	E				
5914	SARAH	1959. 9. 11	13.6	146.5	905	87	9.15~9.18	중·남부
6015	CARMEN	1960. 8. 15	24.0	128.8	970	39	8.22~8.23	중북부,서해안
6110	HELEN	1961. 7. 23	11.9	146.3	975	51	8.2~8.4	전국
6304	SHIRLEY	1963. 6. 12	12.8	135.3	935	72	6.19~6.20	남부,동해안
6615	WINNIE	1966. 8. 21	28.0	132.0	971	31	8.23~8.25	호남,서해안
6617	BETTY	1966. 8. 21	18.2	168.9	986	31	8.29~8.31	전국
7120	POLLY	1971. 8. 4	11.0	142.7	980	31	8.9~8.12	중부,서해안
7303	BILLIE	1973. 7. 11	10.0	129.0	916	67	7.18~7.19	서해안
7310	IRIS	1973. 8. 7	17.7	140.9	972	44	8.16~8.18	전국
7408	GILDA	1974. 6. 26	17.0	150.0	944	46	7.6~7.7	남부
7502	MAMIE	1975. 7. 24	17.3	143.3	992	21	7.30~7.31	남해안,서해안
7808	WENDY	1978. 7. 22	18.5	139.5	962	41	8.1~8.3	남해안
7911	JUDY	1979. 8.16	12.0	147.9	887	69	8.24~8.26	남부
8110	OGDEN	1981. 7. 27	22.0	148.5	975	33	7.31~8. 2	서해안,남해안
8118	AGNES	1981. 8. 26	16.0	148.0	947	49	8.31~9. 4	전국
8210	BESS	1982. 7. 22	10.9	165.0	901	72	8.1~8.3	동해안
8211	CECIL	1982. 8. 4	16.0	130.0	914	64	8.12~8.15	전국
8508	KIT	1985. 7. 31	21.5	146.0	960	36	8.8~8.11	전국
8520	BRENDA	1985. 9. 30	15.8	129.6	960	44	10.5~10.6	남부
8605	NANCY	1986. 6. 21	10.8	132.8	960	38	6.23~6.25	영·호남,충청
8613	VERA	1986. 8. 13	17.0	133.5	925	45	8.27~8.29	전국
8705	THELMA	1987. 7. 7	11.0	150.0	915	50	7.15~7.16	전국
8712	DINAH	1987. 8. 21	11.7	150.7	915	50	8.30~8.31	전국(충청제외)
8911	JUDY	1989. 7. 21	11.0	141.0	940	50	7.28~7.29	경기,충남,영·호남
9109	CAITLIN	1991. 7. 22	12.0	138.5	940	40	7.28~7.30	영남,전남,제주

[표 2.1.3] 주요 태풍현황 (계속)

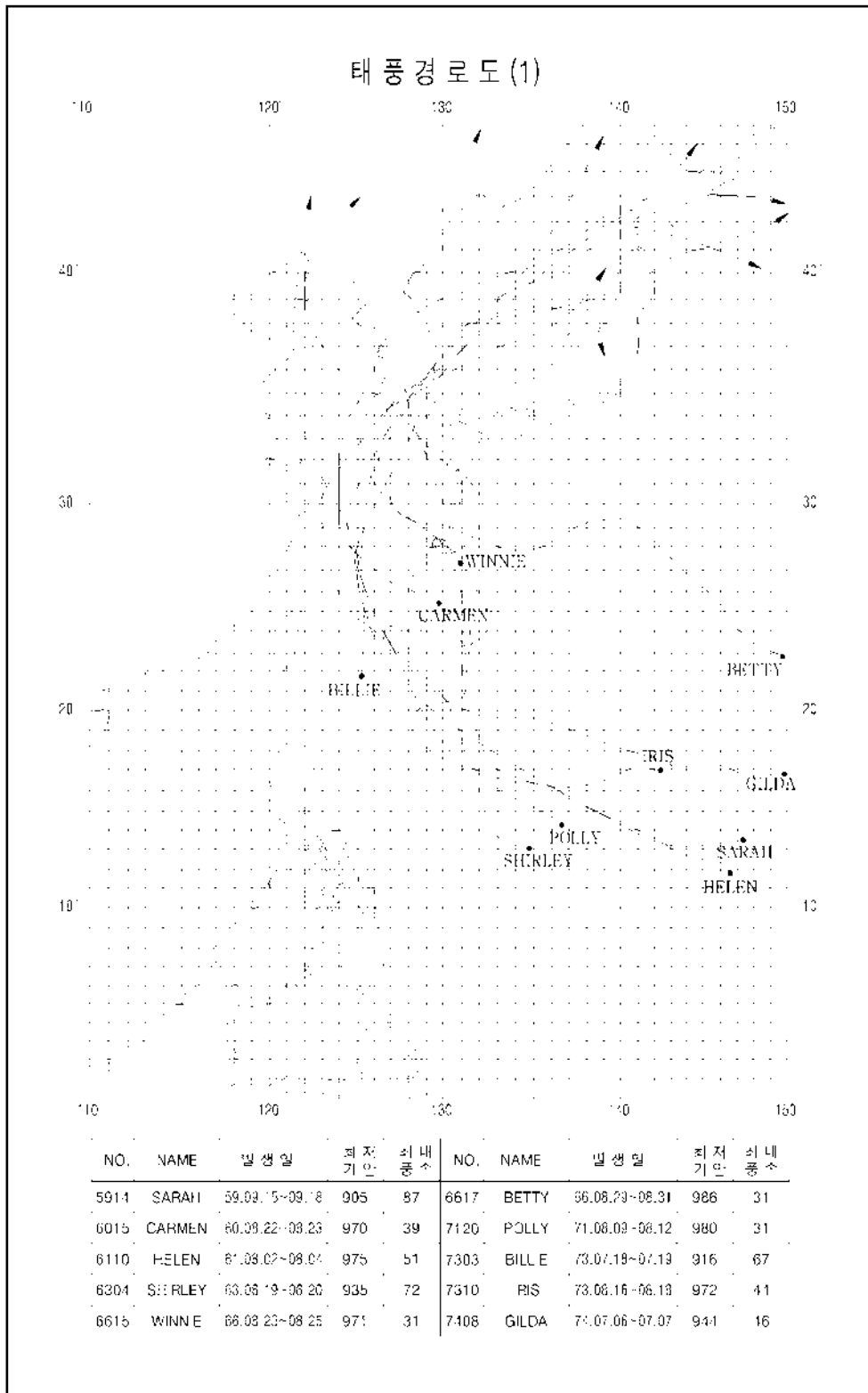
태풍 번호	태풍이름	발생일	발생위치		중 심 최저기압 (hPa)	중 심 최대풍속 (m/s)	영향기간 (월.일~월.일)	피해구간
			N	E				
9112	GLADYS	1991. 8. 15	22.0	153.0	965	30	8.22~8.26	강원,충북, 영.호남,제주
9219	TED	1992. 9. 18	14.1	140.0	985	25	9.22~9.26	중부,영.호남
9306	PERCY	1993. 7. 27	21.0	130.4	975	30	7.29~7.30	경기,충남,경북
9307	ROBYN	1993. 8. 1	7.0	154.0	940	43	8. 8~8.11	강원,남부
9407	WALT	1994. 7. 14	11.0	129.0	915	55	7.26~7.28	남해안,제주
9411	BRENDAN	1994. 7. 25	14.3	129.5	992	23	7.31~8.1	전국
9413	DOUG	1994. 8. 1	15.0	144.0	925	50	8. 9~8.12	제주,전남
9414	ELLIE	1994. 8. 6	28.5	146.5	965	35	8.14~8.16	경기
9429	SETH	1994. 10. 2	8.5	160.0	910	55	10.10~10.12	전국(제주제외)
9503	FAYE	1995. 7. 16	16.0	141.9	950	40	7.22~7.24	제주,경남,전남
9612	KIRK	1996. 8. 5	26.7	130.7	955	38	8.5~8.16	제주,경남
9711	TINA	1997. 7. 31	13.3	135.0	950	40	8.7~8. 9	남해안,제주
9809	YANNI	1998. 9. 28	21.5	124.0	965	33	9.28~9.30	전국
9810	ZEB	1998. 10. 11	11.0	141.5	900	55	10.11~10.18	동해안,남해안
9905	NEIL	1999. 7. 25	22.0	127.5	980	25	7.26~7.28	중부,서해
9907	OLGA	1999. 7. 30	14.8	133.3	970	33	8.2~8.4	동해안,남해안
9908	PAUL	1999. 8. 4	20.0	140.0	985	23	8.4~8.7	제주
0004	KAI-TAK	2000. 7. 6	19.6	120.0	960	39	7.10~7.11	중부,남부,제주
0006	BOLAVEN	2000. 7. 26	25.2	126.4	980	28	7.30~7.31	중부,남부
0012	PRAPIROON	2000. 8. 27	19.0	131.7	965	36	8.31~9.1	전국
0014	SAOMAI	2000. 9. 3	16.2	150.0	925	49	9.12~9.16	전국
0205	RAMMASUN	2002. 6. 29	11.3	136.4	945	44	7.4~7.6	전국
0209	FENGSHEN	2002. 7. 15	24.1	150.0	920	51	7.26~7.27	전남,제주
0215	RUSA	2002. 8. 23	21.2	150.0	950	41	8.30~9.1	전국
0314	MAEMI	2003. 9. 5	11.0	149.0	910	54	9.12~9.13	전국
0407	MINDULLE	2004. 6. 23	14.0	147.0	940	46	7.2~7.4	제주,남부
0415	MEGI	2004. 8. 16	18.0	133.0	970	33	8.17~8.19	전국
0514	NABI	2005. 8. 29	14.5	135.0	925	49	9.6~9.7	제주,동남해안

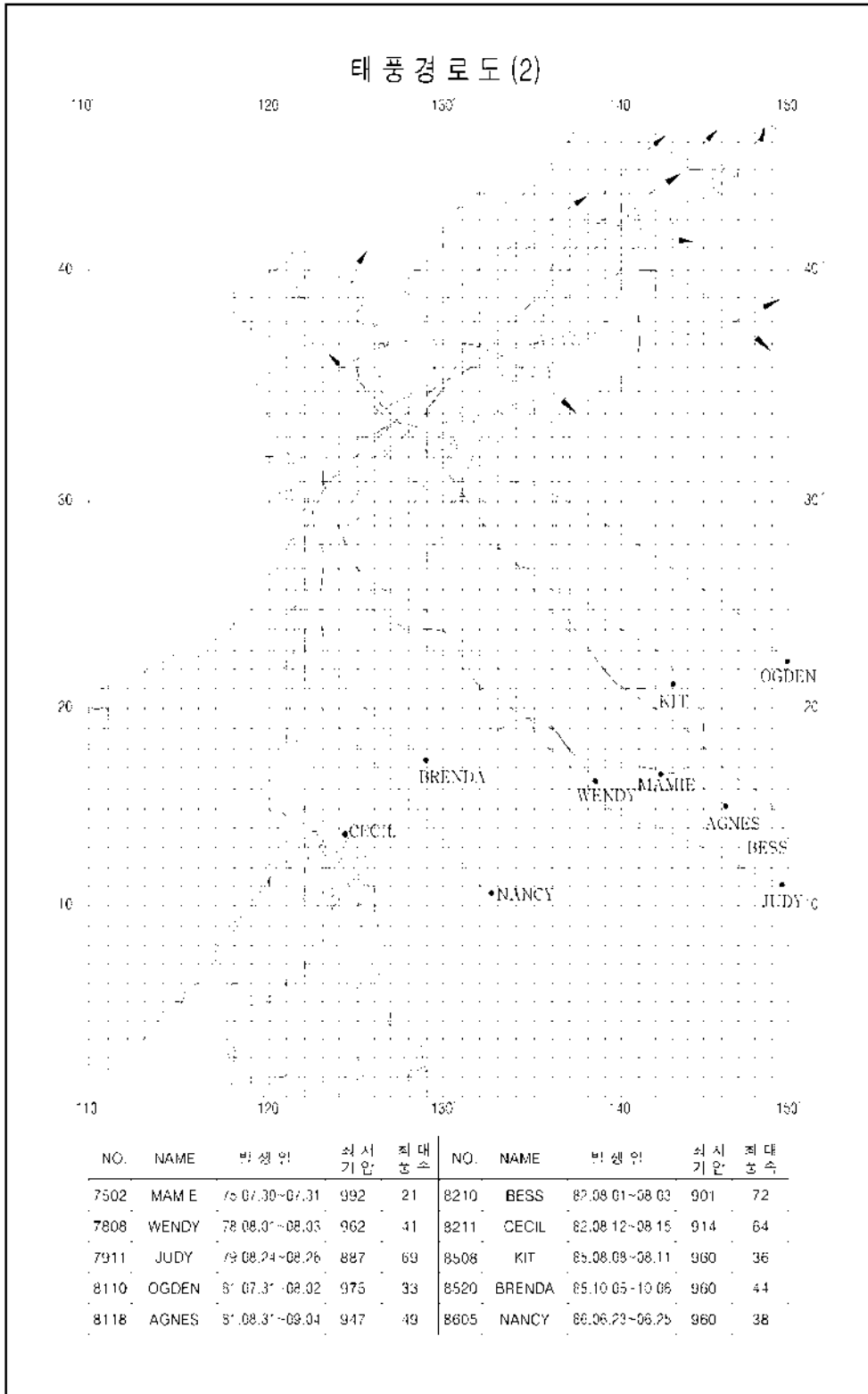
[표 2.1.3] 주요 태풍현황 (계속)

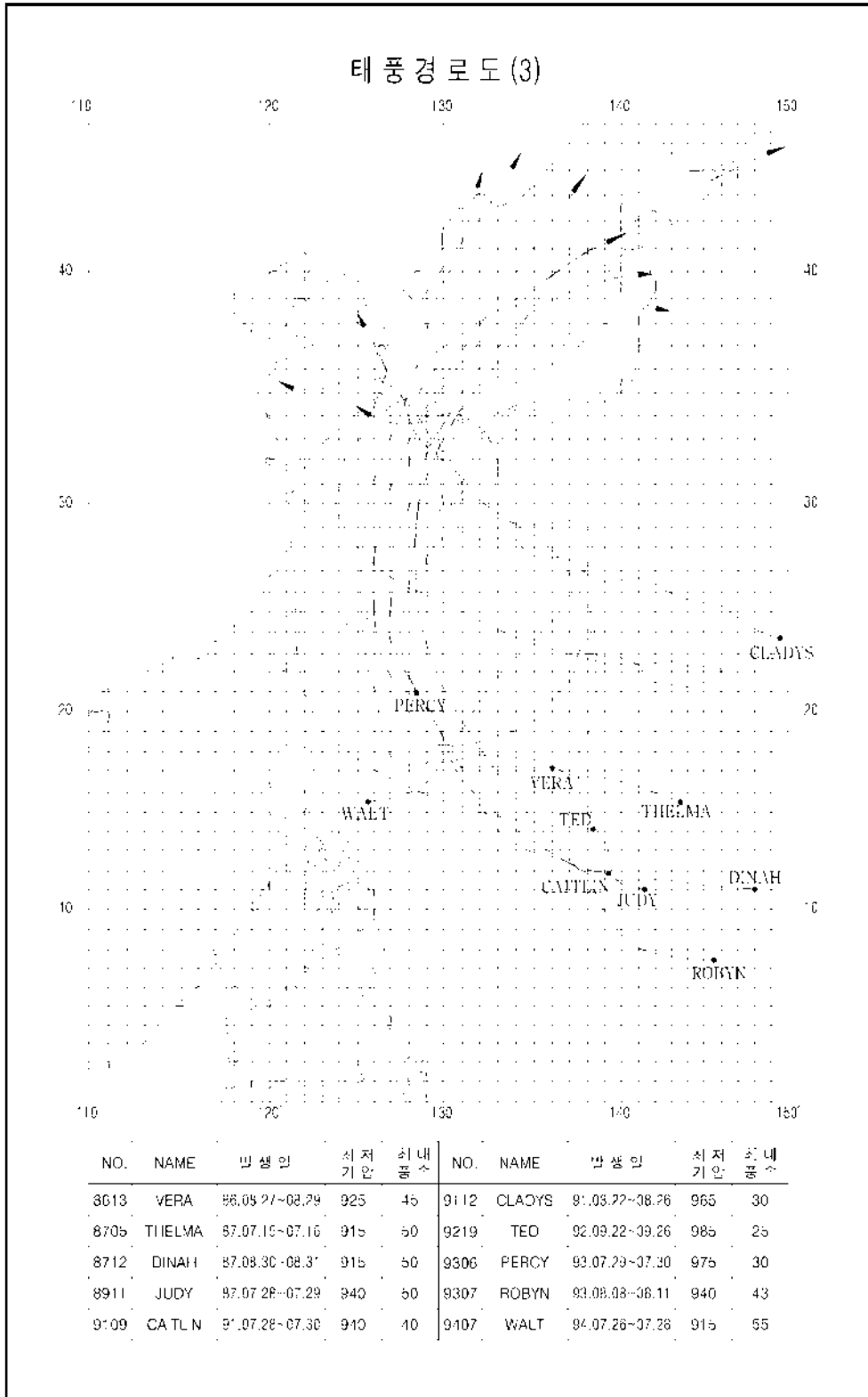
태풍 번호	태풍이름	발생일	발생위치		중 심 최저기압 (hPa)	중 심 최대풍속 (m/s)	영향기간 (월.일~월.일)	영향구간
			N	E				
0603	EWINIAR	2006. 7. 1	37.6	127.9	920	51	7.9~7.10	제주 남부지방
0610	WUKONG	2006. 8. 13	25.7	138.4	980	23	8.18~8.19	동남해안
0613	SHANSHAN	2006. 9. 10	16.8	134.8	925	52	9.17~9.18	남부 동해안
0704	MAN-YI	2007. 7. 9	7.5	144.3	930	50	7.14~7.15	제주 남부지방
0705	USAGI	2007. 7. 29	40.7	139.0	945	45	8.3~8.4	제주 동남해안
0711	NARI	2007. 9. 13	22.7	132.9	935	50	9.15~9.16	제주 남부지방
0807	KALMAEGI	2008. 7. 15	18.1	123.7	960	39	7.19~7.20	경기, 충청, 강원

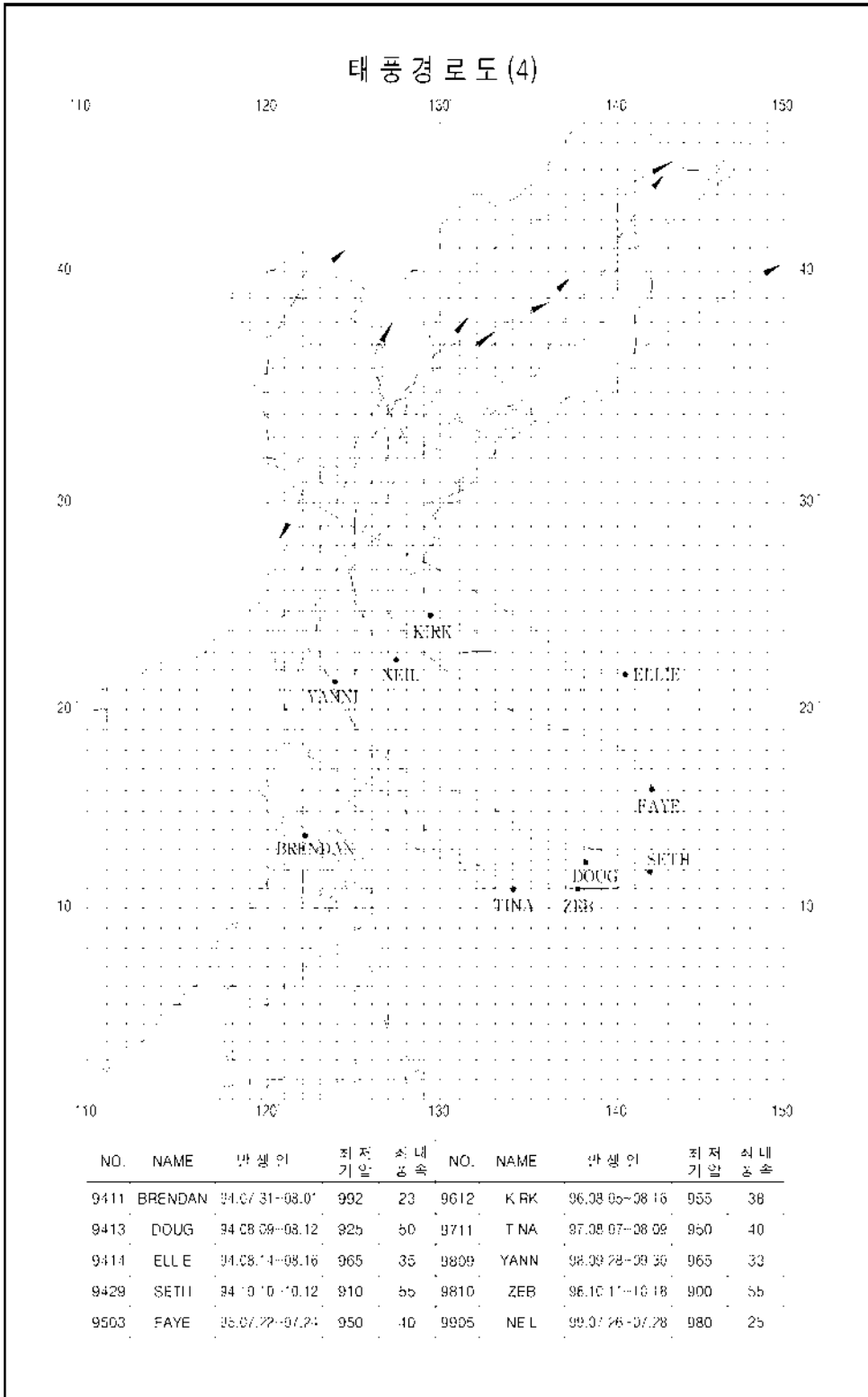
자료 : 한국태풍 80년보(중앙기상대 1984), 기상연보(1985~2009년)

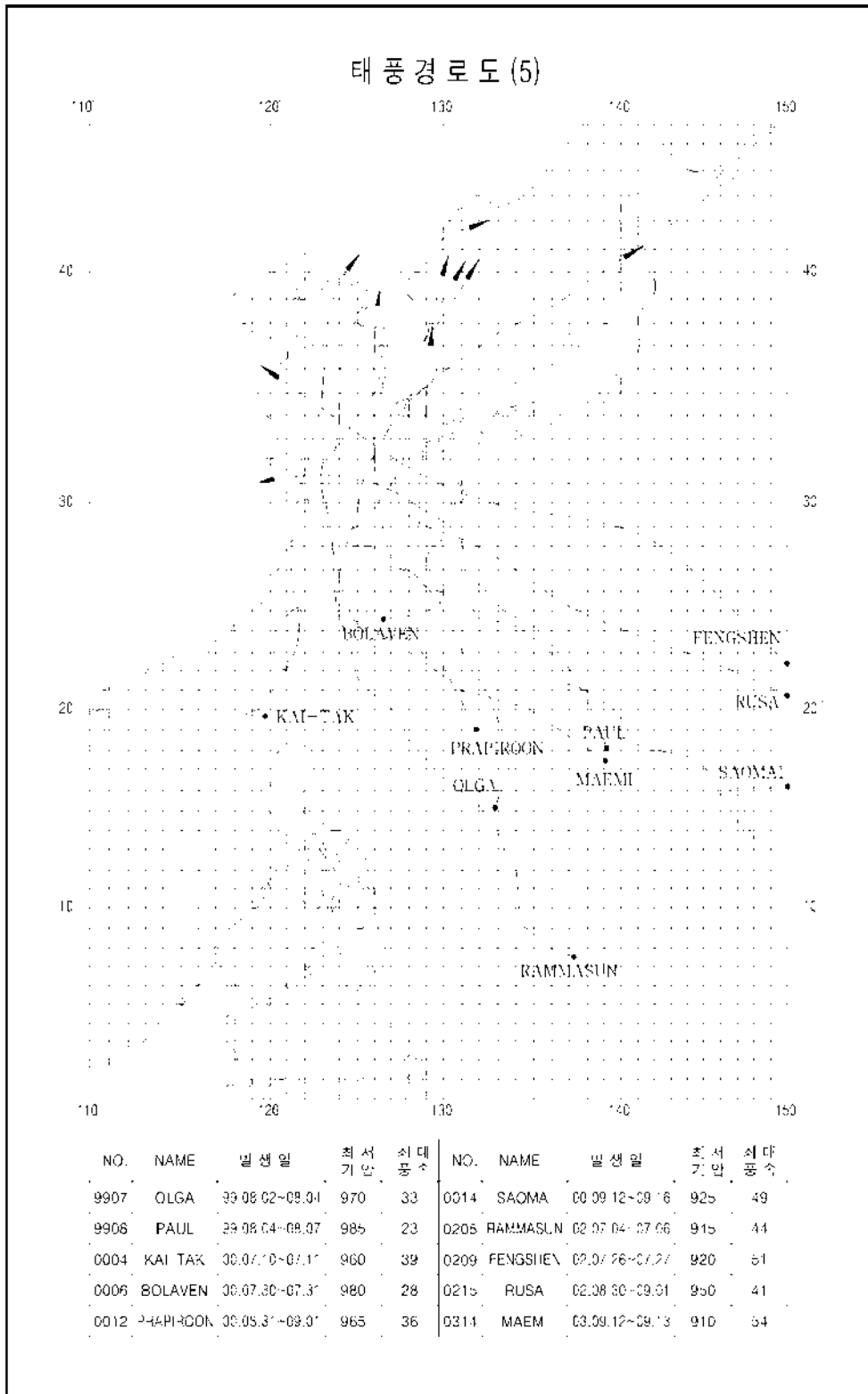
<그림 2.1.2> 태풍경로도

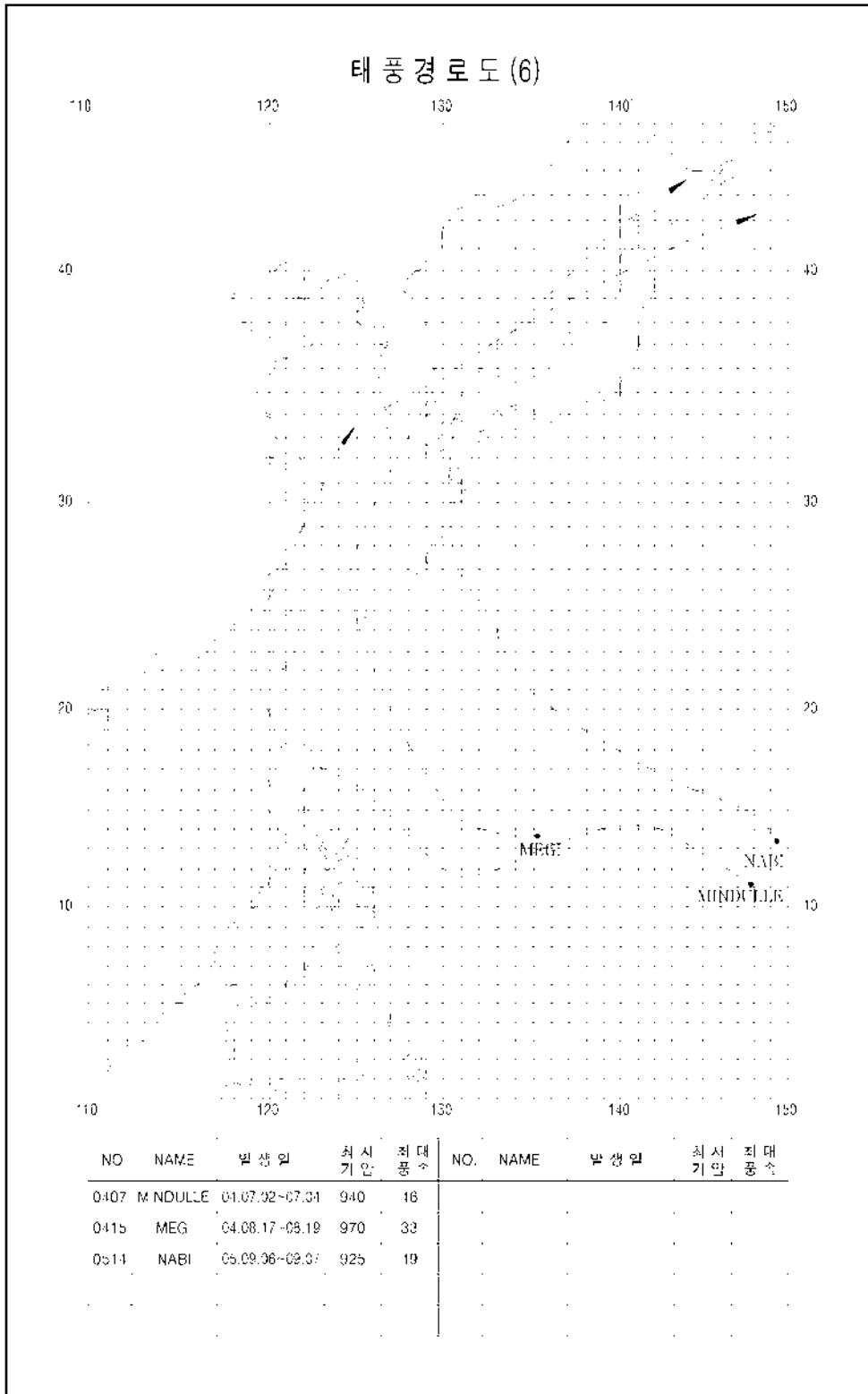




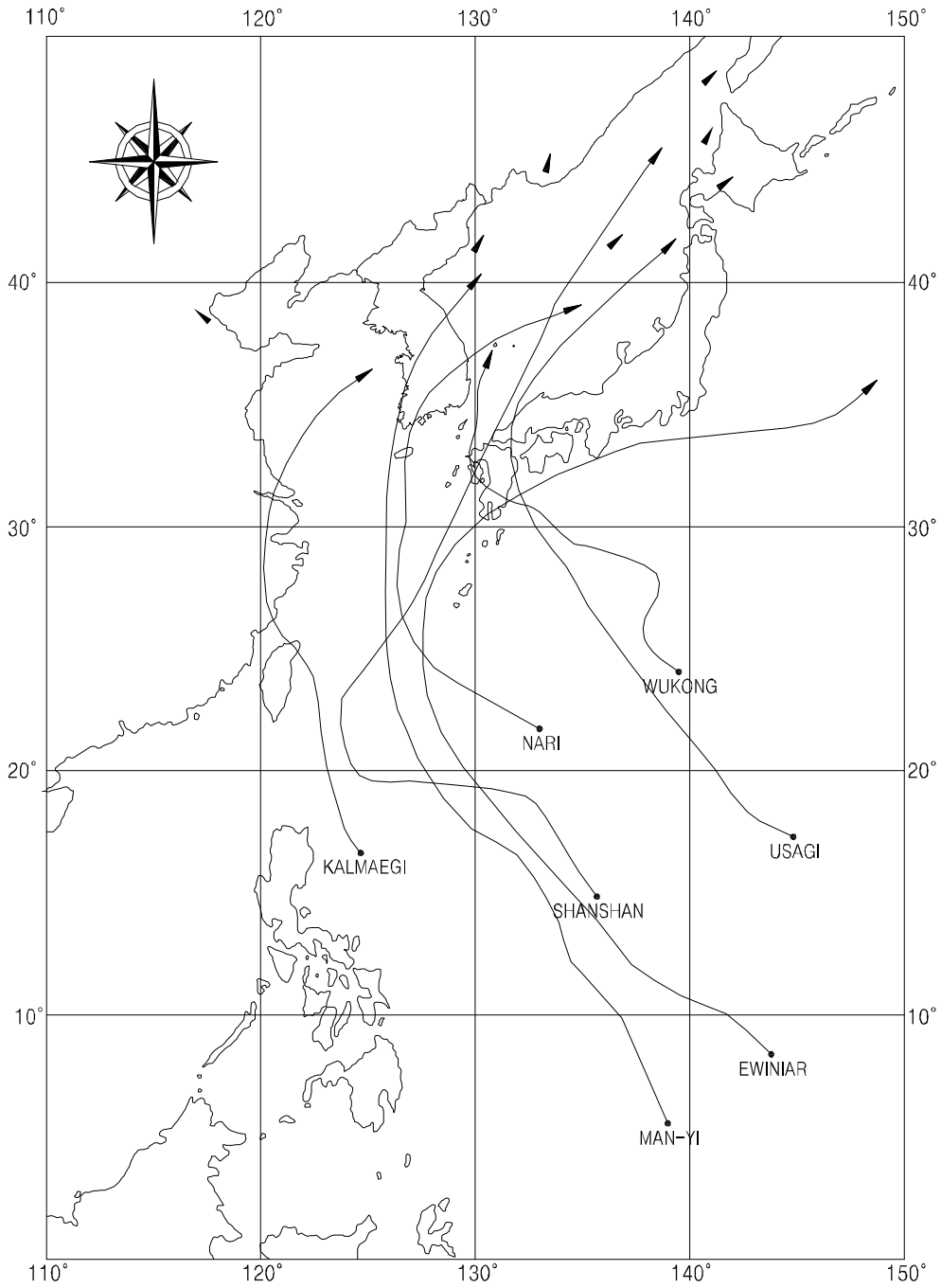








태풍 경로도 (7)



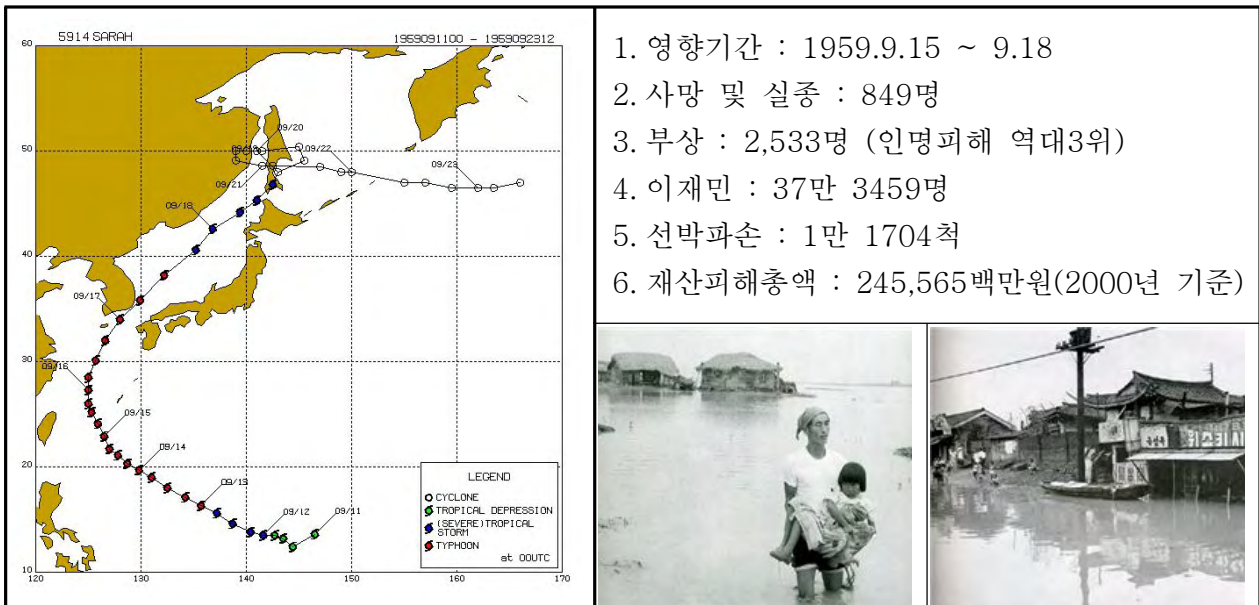
NO.	NAME	NO.	NAME	NO.	NAME	NO.	NAME	NO.	NAME
0603	EWINIAR	0705	USAGI						
0610	WUKONG	0711	NARI						
0613	SHANSHAN	0807	KALMAEGI						
0704	MAN-YI								

2) 주요 태풍 현황

가) 태풍 사라

- 1959년 9월에 발생한 태풍 사라 (태풍번호 5914, 국제명 SARAH)는 열대저기압 등급 중에서 가장 높은 “카테고리 5급”까지 발달했던 태풍으로, 대한민국 최대 명절인 추석날 한반도를 강타하여 당시 사회에 큰 상처를 남겼다.
- 1959년 9월 12일 괌 섬 서쪽 해상에서 발생한 태풍 사라는 점차 발달하면서 북서진하여, 9월 15일 일본 오키나와 부근 해상에 이르러서는 중심기압 905hPa, 1분 평균 최대풍속 85m/s에 달하는 매우 강력한 태풍이 되었다.
- 태풍은 미야코섬 부근을 통과한 뒤 전향하여, 한반도를 향해 북상하기 시작, 북위 30°를 넘어 서면서 서서히 쇠약해지기 시작했지만 그럼에도 중심기압 935hPa의 강한세력을 유지하였고, 추석이었던 9월 17일 오전 12시경에 중심기압 945hPa의 세력으로 부산 앞 바다를 통과했다.
- 중심기압 945hPa의 강력한 세력으로 한반도에 접근한 태풍 사라의 위력은 한반도에 영향을 미쳤던 과거의 다른 태풍에 비해 월등한 것으로 상륙을 하지 않았음에도 남부 지방에서는 전례 없는 폭풍우가 일어났다.
- 호우와 함께 동반된 강풍으로 제주에서는 최대순간풍속 46.9m/s가 관측되어 당시 최대순간풍속 역대 1위를 기록했으며, 그 외에도 울릉도에서 46.6m/s, 여수에서 46.1m/s 등이 관측되었다.

<그림 2.1.3> 태풍 사라의 진로도 및 개요



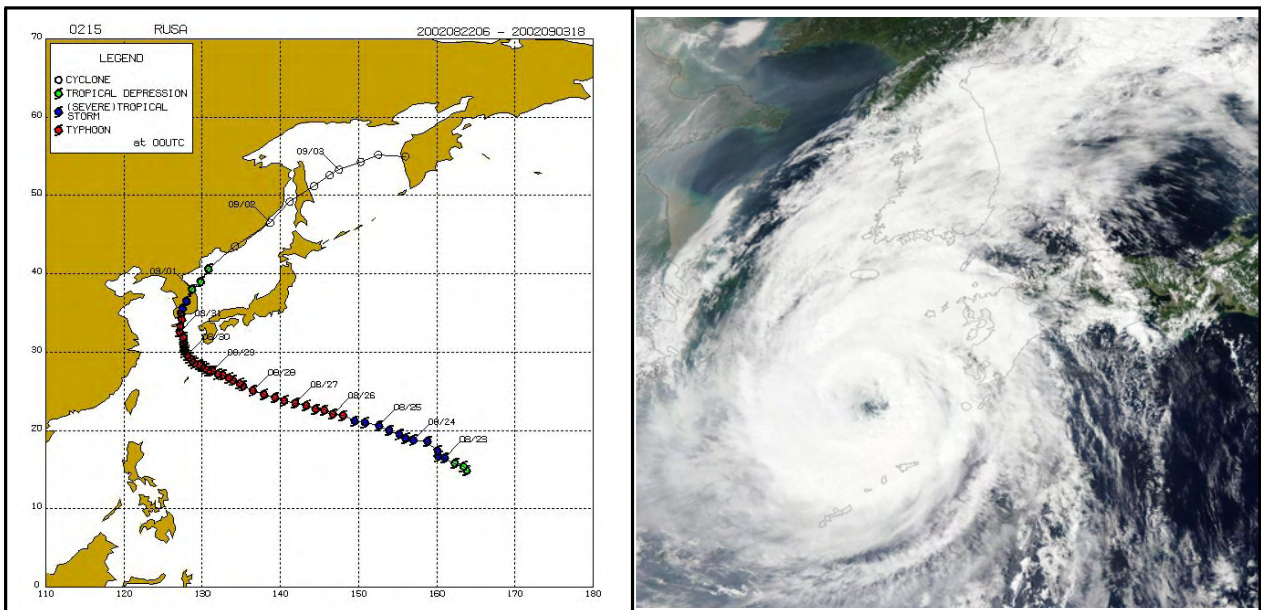
나) 태풍 루사

- 2002년 8월 23일 서태평양 마리아나제도의 관섬에서 동북쪽으로 1,800km 떨어진 해상에서 열대성 폭풍으로 발달해 29~30일 중심기압이 950hPa로 강해지면서 태풍으로 바뀌었다.
- 이어 일본 규슈[九州]의 가고시마[鹿兒島] 남쪽 해상을 거쳐 31일 12시 무렵 제주도 서귀포 동쪽 58km 지점에서 방향을 북쪽으로 바꾸어 같은 날 15시 30분경 전라남도 고흥반도 남쪽 해안에 상륙하였다. 그 뒤 전라남도 순천, 전라북도 남원·무주, 충청북도 영동·보은·충주, 강원도 평창·인제·강릉·속초를 지나 9월 1일 15시경 속초 북동쪽 130km 지점에서 열대성저기압으로 약화되어 소멸하였다.
- 태풍으로 인해 강릉지방의 경우 연평균강수량(1,402mm)의 62%인 870.5mm가 하루만에 내렸으며, 8월 평균강수량의 3.3배에 달했다.
- 피해 규모는 124명이 사망하고 60명이 실종되었으며, 2만 7619세대 8만 8625명의 이재민이 발생하였다. 또한, 건물 17,046동과 농경지 143,261ha가 물에 잠기고, 전국의 도로·철도·전기·통신 등 주요 기간망과 생활 기반시설이 붕괴되거나 마비되어 총 5조 4696억 원의 재산 피해가 발생했다.

[표 2.1.4] 태풍 루사의 진로

8월 31일 (12시)	8월 31일 (18시)	9월 1일 (03시)	9월 1일 (12시)	9월 1일 (15시)
제주도 서귀포 동쪽 58km	전남 순천	충북 보은	강원 인제	강원 속초 130km

<그림 2.1.4> 태풍 루사의 진로도 및 위성사진



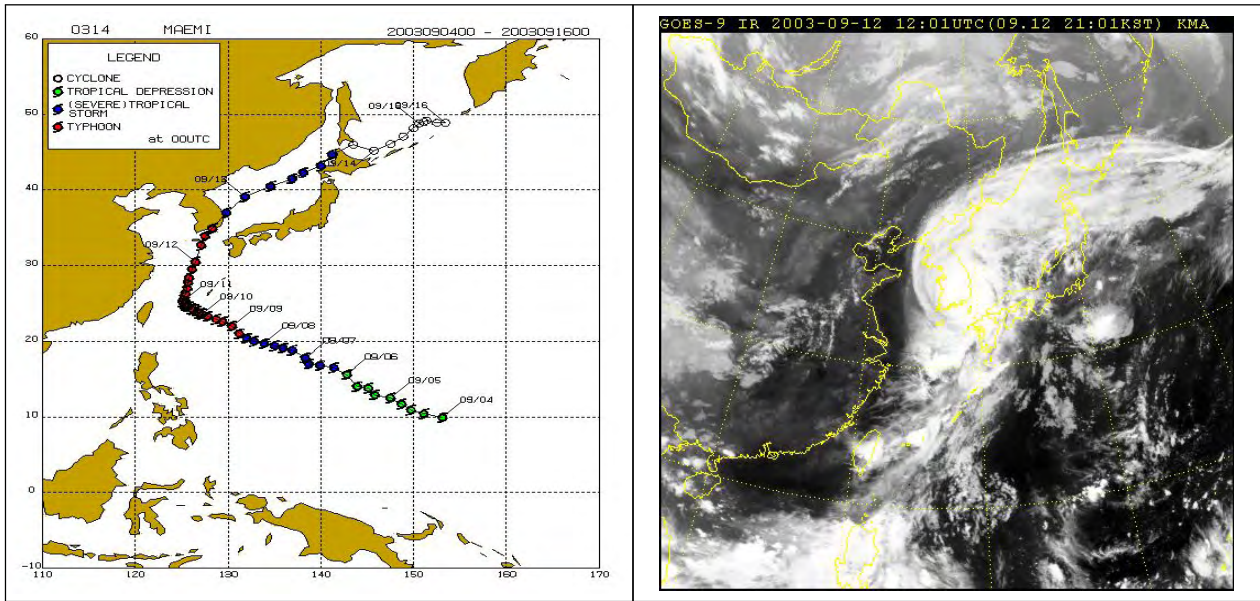
다) 태풍 매미

- 태풍 매미가 우리나라 기상관측 이래 순간최대 풍속 최대값을 경신한 주된 원인은 우리나라를 통과한 태풍 중 중심기압이 가장 낮았으며, 우리나라를 중심으로 북쪽에는 찬 성질을 가진 대륙 고기압이 위치하고 남쪽에는 발달한 열대 대기압인 태풍이 위치하여 고기압과 태풍간의 기압경도력이 강했기 때문이다.
- 해 일
 - 태풍 매미가 사천만을 통과한 이후 태풍의 위험반원에 위치한 남해안의 동측인 통영, 마산 및 부산 등에서 부진동을 제외한 해일고는 각각 143cm, 248cm, 77cm의 높은 값을 나타냈다.
 - 특히, 마산항에서는 예보 고조위 191cm 보다 높은 248cm의 해일고(고조위 편차)가 발생하였는데, 이는 마산항이 진해만의 내측에 위치하여 강한 남풍에 의한 긴 취송거리에 걸친 해수수송으로 인한 해수퇴적 현상이 발생되고 부진동과 해파가 가세함으로서 마산항에서의 해일피해가 더욱 심했다.
- 태풍매미에 의한 남·동해안의 해일현상 분석
 - 태풍매미는 남해안 중부인 사천시로 상륙하여 북동진하면서 태풍의 위험반원에 속하는 광양, 통영, 마산, 부산항 등지에서 1.0~2.5m의 고조위 편차를 발생시켜 큰 해일피해를 입혔다.
 - 특히, 마산항에서는 대조기 고조시 예보조위 191cm에 해일에 의한 해면상승 248cm와 부진동의 진폭 13cm가 추가되어 총 452cm까지 해면이 상승하였는데, 이는 남쪽으로 개방되어 있는 마산만의 안쪽으로 취송거리가 긴 강한 남풍에 의한 해수수송으로 해수퇴적현상이 현저하였기 때문이다.
 - 이밖에 진해만의 최대유의파고(H_s)가 6m 이상이었음을 감안할 때 마산항에서도 해파의 영향이 가세하며 마산항 부두 일대에 해일피해가 극심하였던 것으로 볼 수 있다.

[표 2.1.5] 태풍 매미의 진로

9월12일 (18시)	9월12일 (20시)	9월12일 (21시)	9월12일 (23시)	9월13일 (00시)	9월13일 (01시)	9월13일 (02시)	9월13일 (02시30분)
제주시 성산포 동쪽	경남 사천시 부근 착륙	경남 함안군 부근	대구 남서쪽 20km부근	대구 북동쪽 35km부근	경북 청송군 부근	경북 울진군 부근	동해안 진출

<그림 2.1.5> 태풍 매미의 진로도 및 위성사진



[표 2.1.6] 태풍 『매미』 통과시 최대풍속 및 순간최대풍속(2003년 9월 12일)

(단위 : m/s)

지 역	제 주	고 산	여 수	통 영	부 산
최 대 풍 속(시:분)	35.5(18:12)	51.1(16:05)	35.9(19:51)	30.0(20:53)	26.1(22:10)
순간최대풍속(시:분)	60.0(18:11)	60.0(16:10)	49.2(18:57)	43.8(20:57)	42.7(21:01)

[표 2.1.7] 파랑관측 결과

구 분	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{1/3} (sec)	비 고
부산신항 동방파제 전면	8.0	10.8	16.6	
울산신항 전면	9.4	14.7	-	
거제도 부이	7.0	16.0	16.7	

[표 2.1.8] 주요 태풍 통과시의 최저기압

구 분	사 라	셀 마	루 사	매 미
일 자	1959. 9. 17	1987. 7. 15	2002. 8. 31	2003. 9. 12
지 역	부산	여수	여수	통영
최저기압	952	972	970	954

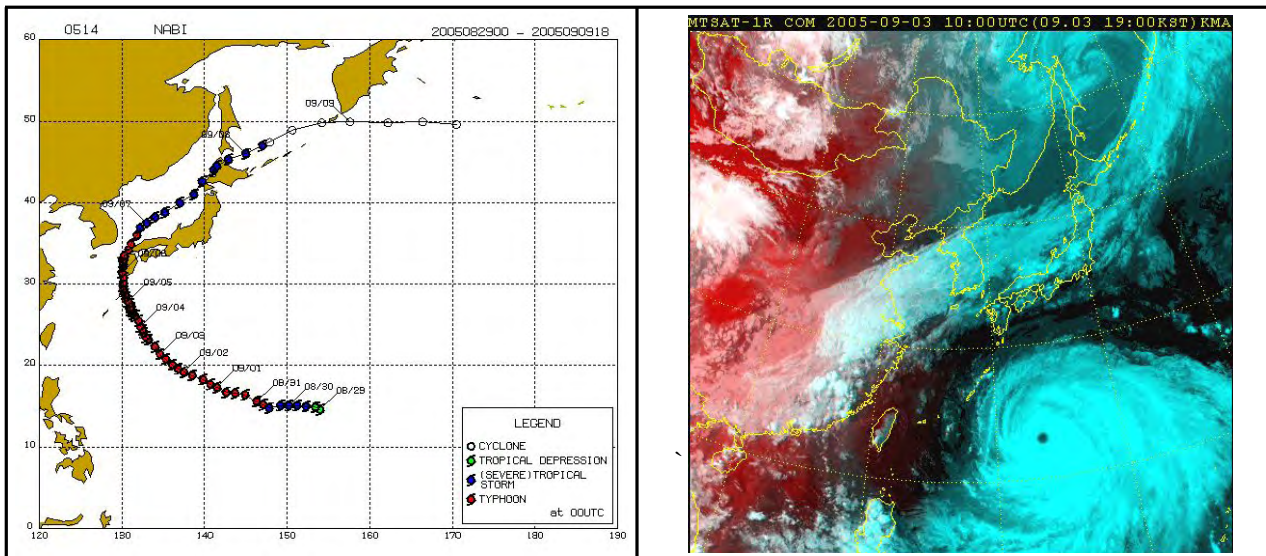
라) 태풍 나비

- 태풍 나비(NABI)는 2005년 8월 29일 21시경 미국의 괌 동북동쪽 해상 1,210km 지점에서 발생하여 우리나라 동해안을 거쳐 2005년 9월 8일 15시경 소멸되었으며, 중심 최대기압 925hPa, 중심최대풍속 49m/sec를 기록한 초강력 태풍이었다.
- 우리나라는 태풍 나비로 인해 6명이 사망하고 약 1,120억원의 재산피해가 발생하였다.

[표 2.1.9] 태풍 나비의 진로

9월6일 (12시)	9월6일 (15시)	9월6일 (18시)	9월6일 (21시)	9월7일 (00시)	9월7일 (03시)	9월7일 (06시)
일본 가고시마 북북서 50km	일본 가고시마 북쪽 160km	부산 남동쪽 230km	부산 동남동쪽 200km	부산 동쪽 210km	독도 남쪽 140km	독도 동남동쪽 80km

<그림 2.1.6> 태풍 나비의 진로도 및 위성사진



<그림 2.1.7> 포항 영일만 태풍 나비 내습 전경사진



2.2 국내 태·폭풍 등에 의한 피해현황 및 보수·보강 사례 조사

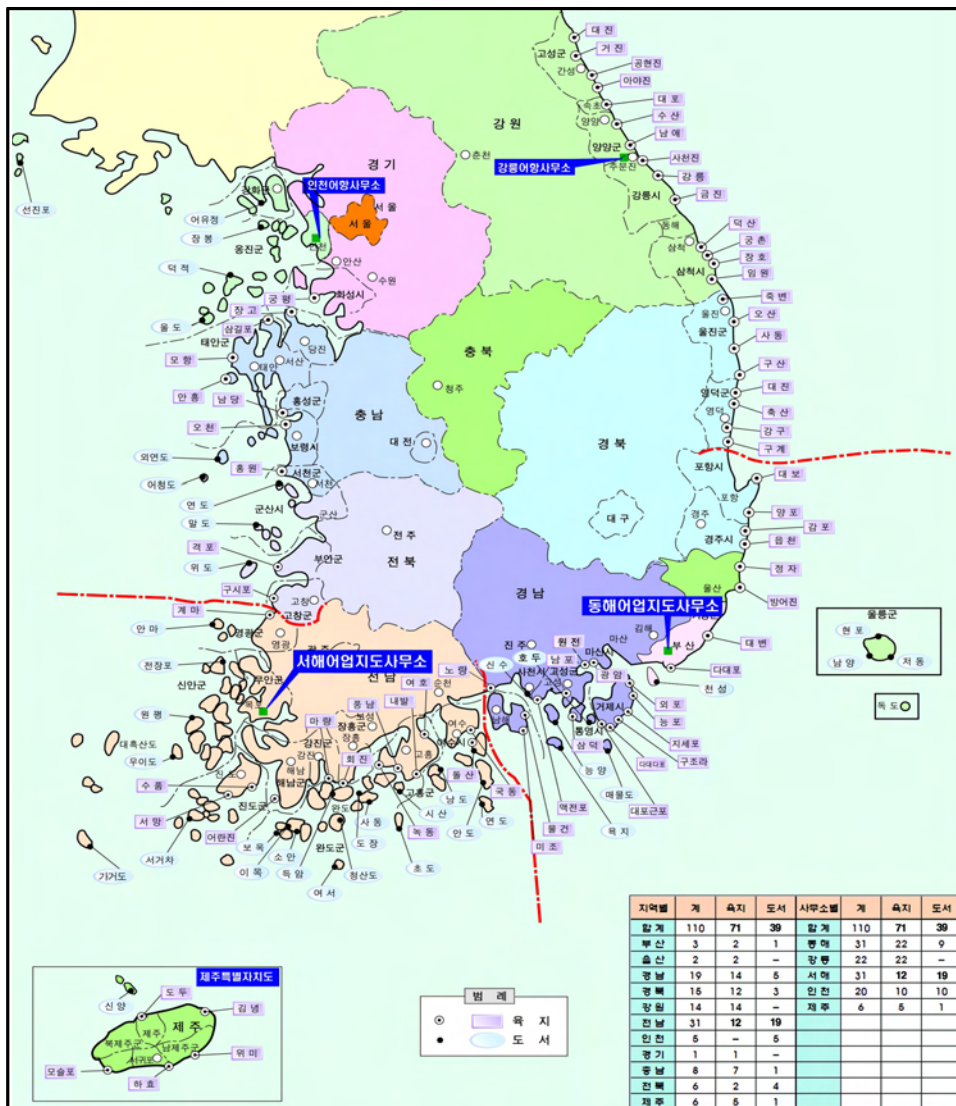
2.2.1 국내 피해현황 조사

1) 태·폭풍에 의한 피해

가) 국가어항

- 1976년~2009년 사이 국내 국가어항의 태풍피해 사례를 조사한 결과 이 기간에 내습하여 피해를 끼친 주요 태풍은 총 16개이다.
- 한반도에 영향을 미친 주요 태풍 중 1985년 태풍 “브랜드”, 2002년 태풍 “루사”, 2003년 태풍 “매미” 내습시에 피해가 가장 많은 것으로 나타났으며 방파제에 피해를 입힌 태풍 및 피해 국가어항을 전체적으로 요약·정리하면 다음 [표 2.2.1]과 같다.

<그림 2.2.1> 국내 주요 국가어항 위치도



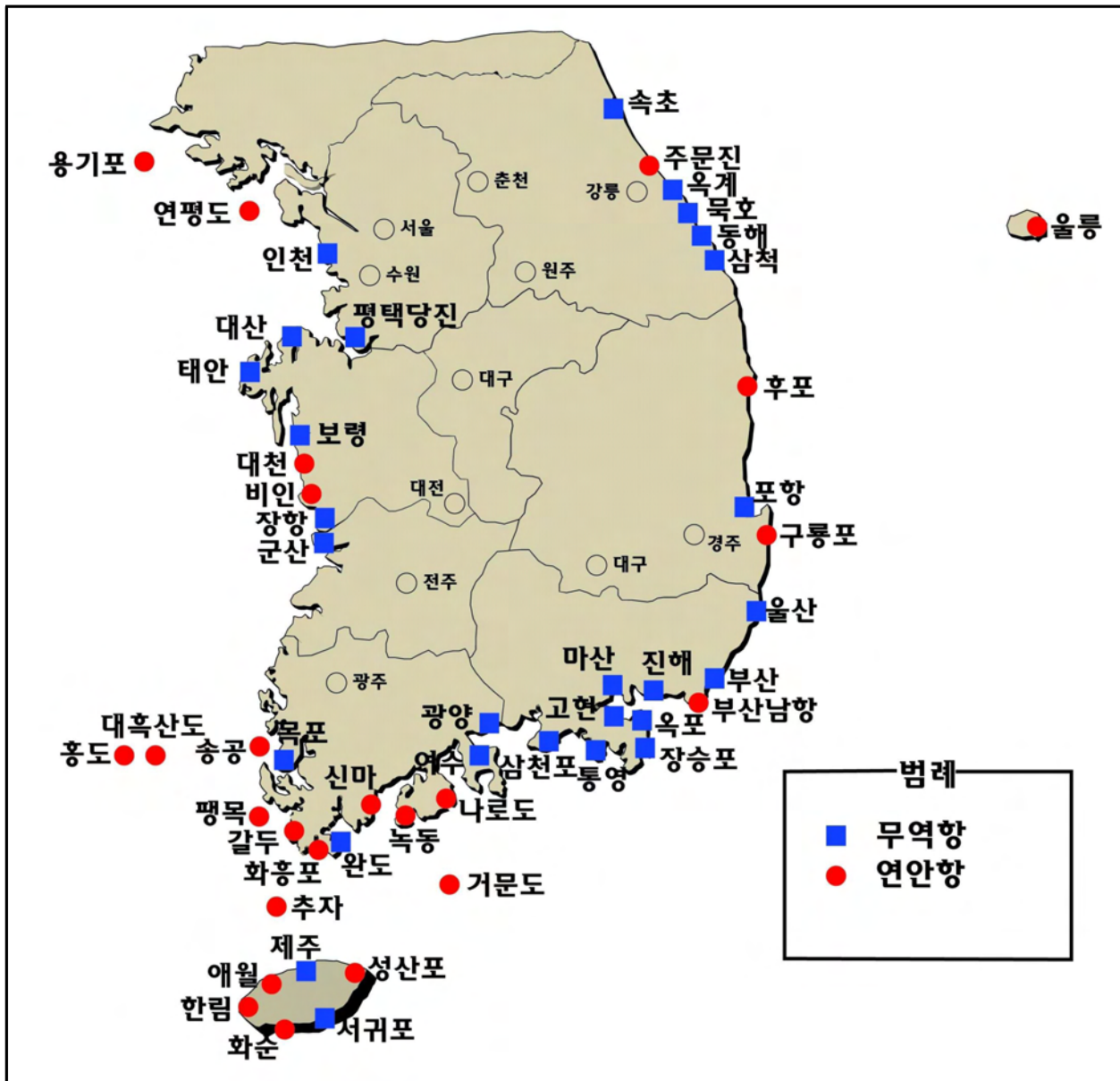
[표 2.2.1] 국내 태풍 피해 국가어항 현황

번호	연 도	기 간	태풍명	피해 국가어항
1	1976	9/14~15	태풍7호 프랜	죽변항
2	1986	8/28~29	태풍13호 베라	구조라항
3	1987	7/15~16	태풍5호 셀마	구조라항
4	1987	8/31~9/1	태풍12호 다이너	감포항
5	1991	7/29~30	태풍9호 캐틀린	감포항
6	1995	7/23~24	태풍3호 페이	물건항, 외포항
7	1997	8/8~9	태풍11호 티나	대변항
8	1999	8/2~4	태풍7호 올가	연도항
9	2000	8/31~9/1	태풍12호 프라피룬	거제도항, 연도항, 하효항
10	2002	7/4~8	태풍5호 라마순	가제도항
11	2002	8/30~9/1	태풍15호 루사	대변항, 시산항, 임원항, 위도항, 감포항, 도두항, 여서항
12	2003	9/12~13	태풍14호 매미	대변항, 구조라항, 매물도항, 물건항, 여서항, 감포항, 모슬포남항, 임원항
13	2004	7/4	태풍7호 민들레	남양항
14	2004	8/19	태풍15호 메기	감포항
15	2005	9/7	태풍14호 나비	임원항, 강구항

나) 연안항 및 무역항

- 1976년~2009년 사이 국내항만의 태풍피해 사례를 조사한 결과 이 기간에 내습하여 피해를 끼친 주요 태풍은 총 21개로 나타났다.
- 한반도에 영향을 미친 주요 태풍 중 1985년 태풍 “브랜드”, 2002년 태풍 “루사” 및 2003년 태풍 “매미” 내습시에 피해가 가장 많은 것으로 나타났으며 방파제에 피해를 입힌 태풍 및 피해항만을 전체적으로 요약정리하면 [표 2.2.2]과 같다.

<그림 2.2.2> 국내 주요 항만 위치도



[표 2.2.2] 국내 태풍 피해 항만 현황

번호	연 도	기 간	태풍명	피 해 항 만
1	1976	9/14~15	태풍7호 프렌	포항구항
2	1979	8/15~18	태풍10호 어빙	부산남항, 서귀포항
3	1981	9/1~4	태풍18호 애그니스	부산남항, 감천항, 화순항
4	1982	8/12~13	제11호 세실리아	서귀포항
5	1983	9/27~30	태풍10호 포레스트	제주항
6	1984	8/20~21	태풍10호 홀리	여수항
7	1985	8/14~15	태풍9호 리	인천항
8	1985	8/31~9/1	태풍13호 애드	울릉(도동)항
9	1985	10/5~6	태풍20호 브랜다	부산남항, 부산북항, 포항구항, 후포항, 삼척항, 울릉(도동)항, 주문진항, 속초항
10	1986	8/28~29	태풍13호 베라	후포항
11	1987	7/15~16	태풍5호 셀마	감천항, 거문도항, 삼천포항
12	1987	8/31~9/1	태풍12호 다이너	구룡포항, 포항신항, 후포항, 울릉(도동)항
13	1991	7/29~30	태풍9호 캐클린	구룡포항
14	1995	7/23~24	태풍3호 페이	여수항, 삼천신항
15	1997	9/14~17	태풍19호 올리와	성산포항
16	1998	9/30~10/1	태풍9호 예니	거문도항
17	1999	8/2~4	태풍7호 올가	여수항, 서귀포항, 광양항
18	2000	8/31~9/1	태풍12호 프라피룬	서귀포항
19	2000	9/16~17	태풍14호 사오마이	울릉(사동)항
20	2002	8/30~9/1	태풍15호 루사	거문도항, 제주항, 성산포항, 화순항, 후포항, 묵호항
21	2003	9/12~13	태풍14호 매미	부산남항, 부산신항, 통영항, 여수항, 장승포항, 거문도항, 구룡포항, 삼천포항, 성산포항, 서귀포항, 후포항, 울릉(사동)항, 울릉(도동)항

2.2.2 태·폭풍 피해 및 보수·보강 현황조사

1) 국가어항

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
임원항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '02.09.01 태풍명 : 제15호 루사 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 동방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 6.7m 주기 : 14.0sec 파향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제두부 47m 토사유실 15,000m³ 피해액: 800백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '03.09.12 태풍명 : 제14호 매미 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 동방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 6.7m 주기 : 14.0sec 파향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> 동방파제 TTP파손 51개, 유실79개 남방파제 TTP유실 6개, 사석 1,288m³유실 물양장사석 416m³유실 	<ul style="list-style-type: none"> 동방파제 TTP 제작, 인양 거치 남방파제 TTP, 사석 인양 거치 및 투하 물양장사석 인양 투하
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '05.09.07 태풍명 : 제14호 나비 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 7m 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 동방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 6.7m 주기 : 14.0sec 파향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> 상치콘크리트 근고블럭 이탈 15m 두부구간 32톤 및 40톤 TTP이탈 피해액 : 400백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 원상복구 복구액 : 400백만원
죽변항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '76.09.14 태풍명 : 제7호 프랜 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 23.3m/s - 실측파고 : 10.4m 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 6.0m 주기 : 11.0sec 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 사석유실 442m³ 피해액 : 5백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피복석 : 442m³ 복구비 : 5백만원
강구항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '05. 9. 7 태풍명 : 제14호 나비 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 북방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 3.5m 주기 : 9.0sec 파향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> 북방파제 내측 사석 유실 70m 피해액 : 100백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 원상복구 복구비 : 100백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '05. 12. 6 태풍명 : 너울피해 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 북방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 3.5m 주기 : 9.0sec 파향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> 북방파제 내측 사석 유실 80m 외하측 TTP(5톤급) 유실 22m 피해액 : 435백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 자체복구 복구비 : 435백만원
양포항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '98.1.15~16 태풍명 : 폭풍래습 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 25m/s - 실측파고 : 6~7m 	<ul style="list-style-type: none"> 시설명 : 방파제 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 5.2m 주기 : 10.5sec 파향 : ENE 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 160m 피해액 : 782백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 복구 160m 복구비 : 782백만원

국가어항 인력시설(방파제 등) 설계피검토 및 안전성 평가 용역

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
감 포 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '87. 8. 31 • 태 풍 명 : 제12호 다이너 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 38m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 7.4m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : E, ENE (SE 39.8m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석유실 600m² 유실 • T.T.P 12.5톤 80개 • 물양장 169m • 피해액 : 336백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 336백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '91. 7.29 • 태 풍 명 : 제9호 캐틀린 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 35m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 7.4m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : E, ENE 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석유실 11,000m² • T.T.P 350개 • 방파유실 : 15개 • 상치콘크리트 침하 10m • 피해액 : 530백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 530백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 8. 31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 도제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.3m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : S, SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 TTP 58m 유실 • 피해액 : 144백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 144백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9. 12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 북방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.6m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : E, ESE 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 내측 사석유실 117m, T.T.P이탈 30m • 도제 사석유실 47m, T.T.P이탈 84m • 피해액 : 593백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 사석고르기 117m, T.T.P재거치 130m • 도제 사석고르기 47m, T.T.P재거치 77m • 복구비 : 593백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '04. 8. 19 • 태 풍 명 : 제15호 메기 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 북방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.6m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : E, ESE 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 내측 사석 유실 130m • 피해액 : 500백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 500백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '04. 7. 4 • 태 풍 명 : 제7호 민들레 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 6.8m • 주 기 : 11.0sec • 파 향 : SSW, S 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 유실 40m • 피해액 : 1,700백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 1,700백만원
대 변 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '97. 8. 8~9 • 태 풍 명 : 제11호 티나 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 40m/s - 실측파고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 4.6m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 10m, 사석 24,932m² • T.T.P 45개 • 피해액 : 660백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 10m • 사석 24,932m² • 고르기 4,393m³ • T.T.P 45개 • 복구비 : 660백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
대 변 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 8.31~9.1 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 4.6m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제T.T.P 유실 160m • 피해액 : 1,146백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 1,146백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9.12~9.13 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 41m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 4.6m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제상부파손 60m • 방파제T.T.P 및 사석, 피복석유실 400m • 피해액 : 15,242백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 제거 및 설치 60m • T.T.P 유실보수 및 단면보강 • 복구비 : 15,242백만원
외 포 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '95. 7.23 • 태 풍 명 : 제3호 페이 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 43m/s - 실측파고 : 8~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.3m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 86개 유실 및 이탈 • T.T.P 피복사석 • 피해액 : 82백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 56개 • T.T.P 99개 • 복구비 : 82백만원
구 조 라 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '86.8.28 • 태 풍 명 : 제13호 베라 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : 5~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 2.5m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • 축조된 피복석 23m 유실 • 피해액 : 5백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 23m 보수 • 복구비 : 5백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '87. 7. 5 • 태 풍 명 : 제5호 셀마 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 27m/s - 실측파고 : 6~7m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 2.5m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 교란 37m • 피해액 : 21백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 보강 27m • T.T.P보강 13m 75개 • 복구비 : 21백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9. 12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 54m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 2.5m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 T.T.P, 피복석, 속채움석 유실 257m • 상치 전도 20m • 피해액 : 600백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 600백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
매물도항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9. 12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 54m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 4.5m • 주기 : 13.0sec • 파향 : SW 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 T.T.P 파손 및 유실 157m • 피해액 : 130백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 제작 거치 80EA • T.T.P 인양 제거치 390EA • 복구비 : 130백만원
물진항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '95. 7.23 • 태풍명 : 제3호 페이 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 43m/s - 실측파고 : 8~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.3m • 주기 : 13.0sec • 파향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 254개 유실 및 이탈 • 피해액 : 394백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 254개 • 사석투하교르기 645㎡ • 복구비 : 394백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9. 12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 54m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.3m • 주기 : 13.0sec • 파향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 기부(30m) 및 두부구간 T.T.P이탈 및 유실 • 피해액 : 700백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 제작 거치 244EA • T.T.P 인양 제거치 362EA • 복구비 : 700백만원
연도항 (전남)	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99. 8. 2 • 태풍명 : 제7호 올라 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 30m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.0m • 주기 : 13.0sec • 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 파손 14m • 피해액 : 300백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 복구 6m • 복구비 : 300백만원
시산항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 8.29~9.1 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 45m/s - 실측파고 : 6~9m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설명 : 남방파제 외 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 3.3m • 주기 : 6.5sec • 파향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> • 파제제 TTP유실 19개 • 남방파제 TTP유실 61개 사석유실 및 이완 • 중방파제 TTP유실10개 • 피해액 : 70백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상 복구 • 복구비 : 70백만원
여서항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 8. 31 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 34.5m/s - 실측파고 : 7~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.5m • 주기 : 9.1sec • 파향 : ENE 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 상치콘크리트 전도 80m • TTP 및 피복석 유실 155m • 피해액 : 3,850백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치 천단승고 및 확폭 (320m) • 외항측 잔해제거 및 TTP보강(1,329개) • 복구비 : 3,850백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
여 서 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9. 12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 36.8m/s - 실측파고 : 5~9m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 동방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.5m • 주 기 : 9.1sec • 파 향 : ENE 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방과제 외항측 TTP 및 사석유실 58m • 도제 속채움석 및 피복석 유실 60m • 피해액 : 377백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 외항측 TTP 보강(135개) • 도제 사석 보강 1식 (2,109m³) • 복구비 : 377백만원
가 거 도 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '00.8.31 • 태 풍 명 : 제12호 프라피룬 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 47.4m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 파 고 : 8.3m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 두부 64m유실 • TTP이탈 및 사석유실 • 상치콘크리트 전도 • 제간부 436m부분유실 • 피복재(X-block) 및 사석 유실 • 피해액 : 17,200백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 제두부 25m 보강 • TTP 64톤 → CUBE 108톤 • 제간부 1식 • 외항측 TTP보강 • 배면 포장 1식 • 복구비 : 17,200백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 7.4~7.5 • 태 풍 명 : 제5호 라마순 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 31m/s - 실측파고 : 8~12m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 파 고 : 8.3m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치 30m 전도 및 변형 • TTP 66개 유실 • 배면콘크리트 침하 • 피해액 : 504백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치 타설 1식 • 블록 제작 • TRIPOD 10개 • TTP 8개 • 복구비 : 504백만원
연 도 항 (전북)	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '00. 8.31 • 태 풍 명 : 제12호 프라피룬 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 남방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 4.5m • 주 기 : 10.0sec • 파 향 : NW 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 190m 이완 • 피해액 : 77백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 77백만원
위 도 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 8. 31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 30m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 북방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 1.9m • 주 기 : 5.3sec • 파 향 : WNW 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방과제 피복석 30m 이완 • 항내도로 10m 유실 • 피해액 : 67백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 67백만원
말 도 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '93. 6. 2 • 태 풍 명 : 폭풍시 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 4m이상 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 서방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 3.6m • 주 기 : 9.5sec • 파 향 : WSW 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업장 50m • 서방과제 7m 및 사석 유실 • 피해액 : 196백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업장 50m • 서방과제 7m 및 사석 유실 • 복구비 : 196백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
모 항 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '97.1.1~2 • 태 풍 명 : - • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 12.3m/s - 실측파고 : 4~6m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.5m • 주 기 : 9.0sec • 파 향 : NW 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 파손 22m • 피해액 : 516백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 복구 22m • 복구비 : 516백만원
도 두 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02. 8. 31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 41m/s - 실측파고 : 6~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 남방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 파 고 : 5.3m • 주 기 : 11.0sec • 파 향 : NW 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방파제 T.T.P(40톤) 파손 12개 • 피해액 : 56백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 56백만원
하 효 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '00. 8.31 • 태 풍 명 : 제12호 프라피룬 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : 3~5m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 6.3m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 가두부 T.T.P 및 피복석 유실, 파손 8개 • 피복석유실 180m³ • 피해액 : 27백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P제거 및 제작 거치 8개 • 피복석 유실보수 • 복구비 : 27백만원
모 슬 포 남 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03. 9. 12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : 6~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.5m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 TTP 파손 및 이완 60m • 피해액 : 139백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 139백만원

2) 연안항 및 무역항

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
부 산 남 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '79.08.15~08.18 • 태 풍 명 : 제10호 어빙 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 45m/s - 실측과고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 5.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W (NNE 34.7m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 12.5톤 및 피복석 289m 유실 • 피해액 : 283백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 289m 복구 • 복구비 : 283백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '81.09.01~09.04 • 태 풍 명 : 제18호 애그니스 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 45m/s - 실측과고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 12.5톤 및 피복석 등 509m 유실 • 피해액 : 78백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 복구 • 물양장 및 기타 • 복구비 : 78백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.10.05 • 태 풍 명 : 제20호 브랜다 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 40m/s - 실측과고 : 5.5m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 5.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 파제제사석 및 피복석 132m 유실 • 남향 서방파제 T.T.P 12.5톤 및 피복석 등 100m • 피해액 : 31백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 31백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.13 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 4.91m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전난간 229m • 출입문과손 1개소 • 피복석 260m³ 유실 • T.T.P 16톤 50개 • 피해액 : 174백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전난간 229m • 출입문 1개소 • 피복석 260m³ 복구 • T.T.P 16톤 50개 제작 • 복구비 : 174백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 4.87m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 5.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전난간 234m 파손 • 출입문 2개소 파손 • 피복석 30m³ 유실 • 피해액 : 69백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전난간 234m • 출입문 2개소 • 피복석 30m³ 복구 • 복구비 : 69백만원
부 산 북 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.10.05 • 태 풍 명 : 제20호 브랜다 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 40m/s - 실측과고 : 5.5m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 남방파제 • 구조형식 : 블록식혼성제 • 설계과고 : 7.3m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 82m • 피해액 : 4백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치 82m 복구 • 복구비 : 4백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '98.01.15 • 태 풍 명 : 동계계절풍 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 14~18m/s - 실측과고 : 3~4m/s 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 남방파제 • 구조형식 : 블록식혼성제 • 설계과고 : 7.3m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 상 치 132m • 피복석 145m • 가체철 50m • 피해액 : 452백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상 치 132m • 피복석 145m • 가체철 50m • 복구비 : 452백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '01.11 • 태 풍 명 : 보수보강 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 조도방파제 • 구조형식 : 케이슨혼성제 • 설계과고 : 6.14m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 케이슨벽체콘크리트 파손 3.16m³ • 상치 Con'c 파손 8.3m³ • T.T.P 12.5톤 침하 및 유실 578개 • 난간설치 1,416m • 피해액 : 1,198백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 1,198백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
부 산 감 천 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '81.09.01~09.04 • 태풍명 : 제18호 애그니스 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 45m/s - 실측과고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 케이슨혼성제 • 설계과고 : 5.8m • 주 기 : 12.0sec • 파 향 : SSW (NNE 34.7m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 114m² 파손 • 케이슨 속채움재료 2,014m³ 유실 • 피해액 : 12백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 12백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '87.07.15~07.16 • 태풍명 : 제5호 쉘마 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 35m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 케이슨혼성제 • 설계과고 : 8.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 서방파제 상치콘크리트 26m파손 • T.T.P 32톤 및 피복 석, 사석 등 • 피해액 : 150백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 150백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '01.11 • 태풍명 : 보수보강 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 케이슨혼성제 • 설계과고 : 5.8m • 주 기 : 12.0sec • 파 향 : SSW 	<ul style="list-style-type: none"> • 케이슨벽체 파손 • 콘크리트 보강 • T.T.P 침하 및 유실 • 피해액 : 321백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 321백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '01.11 • 태풍명 : 보수보강 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 케이슨혼성제 • 설계과고 : 8.0m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 속채움 유실 • 상치콘크리트 유실 • T.T.P 침하 및 유실 • 피해액 : 390백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 390백만원
부 산 신 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 7.37m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 경사식 • 설계과고 : 5.5m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • 두부구간 상치콘크리트 침하 및 전도 • T.T.P 32톤 약 200개 유실 • 피해액 : 4,000백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석 운반 투하 및 고르기 • 피복석 투하 및 고르기 • T.T.P 32톤 600개 제작 거치 • 콘크리트 600m³타설 • 복구비 : 4,000백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
여 수 항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '84.08.20~08.21 태 풍 명 : 제10호 홀리 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제명 : 동방과제 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 6.0m 주 기 : 13.0sec 과 향 : SSE (NE 35.5m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> 동방과제 상치 콘크리트 52m 파손 방과제 70m 파손 T.T.P 12.5톤 및 피복석, 사석 등 유실 피해액 : 450백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 원상복구 복구비 : 450백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '95.07.23 태 풍 명 : 제3호 페이 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 35m/s - 실측과고 : 5~6m 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제명 : 서방과제 구조형식 : 케이슨혼성제 설계과고 : 4.0m 주 기 : 12.0sec 과 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> 서방과제 T.T.P 106m 피해액 : 103백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 원상복구 복구비 : 103백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '95.07.23 태 풍 명 : 제3호 페이 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 35m/s - 실측과고 : 5~6m 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제명 : 동방과제 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 6.0m 주 기 : 13.0sec 과 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> 동방과제 피복석 7.5m 유실 피해액 : 84백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 과제제 보수 복구비 : 84백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '99.08.02 태 풍 명 : 제7호 올라 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 30m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제명 : 서방과제 구조형식 : 케이슨혼성제 설계과고 : 4.0m 주 기 : 12.0sec 과 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> 사석 400m³ 유실 피해액 : 30백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 사석 유실분 보강 복구비 : 30백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '99.08.02 태 풍 명 : 제7호 올라 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : - 주 기 : - 과 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 신항내 가호안 사석 123m³, 피복석 144m³, 오락방지막 10경간 피해액 : 25백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 원상복구 복구비 : 25백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '99.08.02 태 풍 명 : 제7호 올라 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제명 : 동방과제 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : - 주 기 : - 과 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 안전난간대 22경간파손 피해액 : 20백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 안전난간대 22경간 설치 복구비 : 20백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '02.08.31 태 풍 명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 콘크리트블럭 설계과고 : - 주 기 : - 과 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 2부두 안전난간 0m 파손 피해액 : 3백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 안전난간 3경간 설치 복구비 : 3백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '02.08.31 태 풍 명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨 설계과고 : - 주 기 : - 과 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 1부두 상치콘크리트 50m 파손 피해액 : 24백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 원상복구 복구비 : 24백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
여수항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 콘크리트블럭 • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 크루즈부두 뒷채움사석 619m³, 필터사석 26m³ 유실 • 피해액 : 21백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 21백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전난간 840m 파손 • 피해액 : 25백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 25백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 투기장 가호안 162m, 제두부 22m, 피복석 400m 유실 • 해액 : 920백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 920백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 여수구항 돌제호안 15m 파손 • 피해액 : 150백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 150백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 여수구항 남산동호안 유실 3개소, 침하 1개소 • 피해액 : 15백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 15백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 7.13m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 6.01m • 주기 : 13.0sec • 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 240m 유실 및 교란 • 안전난간 860m 파손 • 포장콘크리트 20m 파손 • 피해액 : 873백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 240m 복구 • 안전난간 860m 복구 • 포장콘크리트 20m 복구 • 복구비 : 873백만원
광양항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99.08.02 • 태풍명 : 제7호 올가 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 30m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 0.5m • 주기 : 5.34sec • 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석유실 14,000m³ • 피해액 : 236백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 유실보수
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99.08.02 • 태풍명 : 제7호 올가 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 투기장 가호안 잡석 1,320m, 토석 1,240m, 유실 • 피해액 : 564백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 564백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 낙포부두 Fender 3기 파손 • 피해액 : 300백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 낙포부두 Fender 기 제작설치 • 복구비 : 300백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 낙포부두호안 350m 파손 • 피해액 : 20백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 30백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계과고 : - • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 낙포부두 후면호안석축 및 남산동호안 350m 유실 • 피해액 : 157백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 157백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
거 문 도 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '87.07.05 • 태 풍 명 : 제5호 쉐마 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 27m/s - 실측과고 : 6~7m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 동방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.7m • 주 기 : 11sec • 과 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방과제 95m • T.T.P 12.5톤 및 피복석 유실 • 피해액 : 43백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 43백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '98.10. 1 • 태 풍 명 : 제9호 예니 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 동방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.7m • 주 기 : 11.0sec • 과 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 37m 교란 • 피해액 : 180백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방과제 37m 보강 • 복구비 : 180백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 6.19m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 동방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.7m • 주 기 : 11.0sec • 과 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 400m 유실 및 교란 • 피복석 120m 유실 • 피해액 : 2,000백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 12.5톤 제작 및 거치 • T.T.P 16.0톤 제작 및 거치 • 복구비 : 2,000백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 4.02m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 제1동방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 2.8 • 주 기 : 13.0sec • 과 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 150m 유실 • 피해액 : 577백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 150m 복구 • 복구비 : 577백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 3.37m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 제1서방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 2.8 • 주 기 : 13.0sec • 과 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 110m 유실 • 피해액 : 366백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 110m 복구 • 복구비 : 366백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 2.58m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 북방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 2.8m • 주 기 : 6.0sec • 과 향 : N 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 20개 유실 • 피해액 : 14백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 20개 복구 • 복구비 : 14백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태 풍 명 : 제15호 루사 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 중력식 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 과 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 표지관리소 접안시설 (40×9m) 유실 • 피해액 : 1500백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 1500백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 3.65m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 제1서방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 2.8m • 주 기 : 13.0sec • 과 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 0.5m³ 80m 유실 • 피해액 : 930백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 0.5m³ 80m 단면복구 • 복구비 : 930백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 6.81m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 동방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.7m • 주 기 : 11.0sec • 과 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 12.5톤 60m 유실 및 교란 • T.T.P 16톤 20m 유실 및 교란 • 피복석 20m 유실 • 피해액 : 201백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 12.5톤 60m 복구 • T.T.P 16톤 20m 복구 • 피복석 20m 복구 • 복구비 : 201백만원
<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 2.53m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제명 : 북방과제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 2.8m • 주 기 : 6.0sec • 과 향 : N 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 5톤 70m 유실 및 교란 • 피복석 40m 유실 • 피해액 : 249백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 5톤 70m 복구 • 피복석 40m 복구 • 복구비 : 249백만원 	

국가어항 인력시설(방파제 등) 설계기준도 및 안전성 평가 용역

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
통영항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 1.8m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동호만 남방파제 • 구조형식 : 혼성제 • 설계과고 : 2.4m • 주기 : 5.0sec • 파향 : S10E 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석유실 • 사석유실 • T.T.P 전도 • 피해액 : 51백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 투하 및 고르기 • T.T.P 5톤 23개 제작 거치 • 복구비 : 70백만원
성산포항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '97.09.15 • 태풍명 : 제19호 올리와 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 38m/s - 실측과고 : 7~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 6.5m • 주기 : 15.0sec • 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 25톤 40개 • 피복석 1m³급 276m³ • 피해액 : 80백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 25톤 40개 제작 및 거치 • 피복석 276m³ 복구 • 복구비 : 100백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 8.46m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 6.5m • 주기 : 15.0sec • 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 25톤 19개 • T.T.P 32톤 13개 • T.T.P 40톤 1개 • 안전휀스 40개 • 피복석 46m 유실 • 피해액 : 190백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 25톤 62개 • T.T.P 32톤 30개 • T.T.P 40톤 1개 • 안전휀스 40개 • 피복석 육상 투하 • 복구비 : 214백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 9.05m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 6.5m • 주기 : 15.0sec • 파향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 내측사석 및 피복석 50m 유실 • 안전휀스 22개 파손 • 피해액 : 262백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석 운반 투하 • 피복석 운반투하 고르기 • 안전휀스 22경간 복구 • 복구비 : 338백만원
장승포항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : 4.04m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 3.4m • 주기 : 12.0sec • 파향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 8톤 300개 유실 • 피해액 : 193백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 8톤 300개 복구 • 복구비 : 193백만원
제주항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '83.09.27~09.30 • 태풍명 : 제10호 포레스트 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 28.7m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 5.8m • 주기 : 11.0sec • 파향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제두부 사석 14m 유실 • 피해액 : 66백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 66백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.30~08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 5.43m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 6.3m • 주기 : 11.0sec • 파향 : NW 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 23m전도 • T.T.P 127개 유실 • 사석 13천m³ 유실 • 안전난간 70 경간 파손 및 피복 코팅파손 • 피해액:550백만원(추정) 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 32톤 51개 복구 • T.T.P 16톤 76개 복구 • 상치콘크리트 23m 타설 • 사석각종투하 • 난간제작 및 피복코팅 • 복구비 : 857백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.30 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 3.96m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 5.8m • 주기 : 11.0sec • 파향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치부 70m 파손 및 침하 • 기초사석 및 피복석 3,150m³ 유실 • 피해액 : 520백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 2,961m³ 타설 • 기초사석투하 및 고르기 • 피복석 투하 및 고르기 • 페콘크리트 2,961m³ 처리 • 복구비 : 593백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
제주항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - 실측과고 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 연장(3차)공사 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : • 주 기 : • 파 향 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석, 피복석유실 40m • 피해액 : 140백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석투하 및 고르기 • 피복석 투하 및 고르기 • 복구비 : 250백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - 실측과고 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 어항구방파제 축조(5차)공사 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : • 주 기 : • 파 향 : 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 파손 및 유실 20m • 피해액 : 10백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 32톤 18개 제작 및 거치 • T.T.P 32톤 65개 인양 및 거치 • 복구비 : 80백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - 실측과고 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 서방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : • 주 기 : • 파 향 : 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P유실 27m • 안전난간파손 8경간 • 피해액 : 504백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 32톤 제작 및 거치 127개 • 사석 및 피복석 투하, 고르기 • 복구비 : 705백만원
인천항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.08.14 • 태풍명 : 제9호 태풍“리” • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 2.7m • 주 기 : 6.3sec • 파 향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방파제 피복석 소단 유실 400m • 호안석축 파손 390m • 남향호안 석축파손 21개소 • 피해액 : 7백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구
군장항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '98.11.16~11.18 • 태풍명 : 폭풍내습 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 25m/s - 실측과고 : 5m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.8m • 주 기 : 7sec 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 37m • 피해액 : 370백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 37m
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : 18m/s 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 4.8m • 주 기 : 8.7sec • 파 향 : W 및 WNW 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 체체사석 100m 유실 • 각종고르기피해 100m • 피해액:412백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 체체사석 및 각종 고르기 100m • 복구비 : 415백만원
화순항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '81.09.01 • 태풍명 : 제18호 애그니스 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 구방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : • 주 기 : • 파 향 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 유실 28m • 피해액:84백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '81.09.01 • 태풍명 : 제18호 애그니스 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 설계과고 : • 주 기 : • 파 향 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 유실 15m • 피해액:20백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구 • 복구비 : 38백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 TTP 72톤급 70개 파손 • 피해액 : 210백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해TTP(72톤)인양 70개 • TTP(72톤)제작 및 거치 70개 • 복구비 : 309백만원

국가어항 인력시설(방파제 등) 설계기준도 및 안전성 평가 용역

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
화순항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : • 주 기 : • 파 향 : 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 TTP(80톤) 71개 파손 • 피해액:640백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해TTP(80톤)인양 177개 • TTP(80톤)제작 및 거치 71개 • TTP(80톤)인양거치 106개 • 복구비: 700백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '06.07.10 • 태풍명 : 제3호 에위니아 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP 유실 <ul style="list-style-type: none"> -A구간75m:TTP140개 -B구간65m:TTP65개 • 피해액 : 910백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP(72톤)제작및거치 205개 • TTP(72톤)인양 거치 203개 • 콘크리트깨기 및 적재 5,904m³ • 복구비 : 2,000백만원
서귀포항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '77.09.10 • 태풍명 : 제9호 베이브 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 동방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제유실 30m • 피해액 : 7백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구 • 복구비 : 7백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '79. 8.15~8.18 • 태풍명 : 제10호 어빙 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 45m/s - 실측과고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 10.9m • 주 기 : 12sec • 파 향 : S (NE 40.2m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 8.5m • 피해액 : 80만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제복구 8.5m • 물양장 및 기타 • 복구비 : 77백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '82.08.12 • 태풍명 : 제11호 세실 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 45m/s - 실측과고 : 6~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 10.9m • 주 기 : 12sec • 파 향 : S (NE 40.2m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 사석 유실 70m • 사석 18.7m² • TTP유실 30개 • 피해액 : 313백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99.8.2~8.03 • 태풍명 : 제7호 올가 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 30m/s - 실측과고 : 5~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 외항방파제 • 구조형식 : 혼성제 • 설계과고 : 9.1m • 주 기 : 13sec • 파 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치Con'c 30m 이탈 • TTP와 Tripod 약 90EA 유실 • 사석 유실 2,500m³ • 피해액 : 520백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 기초사석 2,000m³ • 피복석 500m³ • TTP 72톤 제작 및 거치 70개 • TRIPOD 27톤 제작 및 거치 20개 • 복구비:788백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99. 8. 2~8. 3 • 태풍명 : 제7호 올가 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 30m/s - 실측과고 : 5~8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 중력식 • 설계과고 : 9.1m • 주 기 : 13sec • 파 향 : SE 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 20m (120m³) 융기 • 피해액 : 39백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트 제거 및 설치 20m
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '00.08.31 • 태풍명 : 제12호 프라피룬 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 남방파제 • 구조형식 : - • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방파제 TTP 64톤 급 64개 파손 • 피해액 : 235백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP 제작 및 거치 63개(64톤급) • 복구비:423백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '00.08.31 • 태풍명 : 제12호 프라피룬 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 외항방파제 • 구조형식 : - • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP 파손 4개 • 피해액 : 19백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP 72톤 제작 및 거치 4개 • TTP 인양제거 4개 • 복구비:31백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
서귀포항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '03.09.12 태풍명 : 제14호 매미 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제명 : 외항방과제 구조형식 : - 설계과고 : - 주기 : - 과향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 외항방과제 TTP (72톤급) 520개 및 기초 사석 유실 100m 피해액 : 9,900백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 외항방과제 태풍피해 복구 실시설계용역 외항방과제 태풍피해 복구 복구비:9,900백만원
삼천포항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '87.07.05 태풍명 : 제5호 셀마 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 27m/s - 실측과고 : 6~7m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 5.4m 주기 : 15sec 과향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> 피복석 750m² 피해액 : 11백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 사면피복석 750m²
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '03.09.12 태풍명 : 제14호 매미 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : - 주기 : - 과향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 삼천포 신항항 과제제 유실 15m 피해액 : 53백만원 	<ul style="list-style-type: none"> TTP 제작, 거치 119EA Con'c 타설 36m³
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '95.07.23 태풍명 : 제3호 페이 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 43m/s - 실측과고 : 8~10m/s 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 6.9m 주기 : 14sec 과향 : S 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제 TTP 파손 10개, 유실침하 100m 피해액 : 50백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제복구 100m
구룡포항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '87.08.31 태풍명 : 제12호 다이너 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 38m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 9.0m 주기 : 13sec 과향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> 방피 28개 사석 2,081m² TTP(20톤)유실 60개 피해액 : 39백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '91.07.29 태풍명 : 제9호 캐클린 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 35m/s - 실측과고 : 9~11m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 9.0m 주기 : 13sec 과향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> TTP 48개 상치콘크리트 침하 12m 사석유실 6,900m² 피해액 : 191백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '03.09.12 태풍명 : 제14호 매미 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : - 주기 : - 과향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 남방과제 필터사석 200m 유실(가호안) TTP 9m유실 피해액 : 58백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 가호안 복구 101m 남방과제 TTP 복구 80개 복구비 : 70백만원
포항구항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '76.09.14 태풍명 : 제7호 프랜 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속: 17m/s - 실측과고 : 6.0m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 5.2m 주기 : 12sec 과향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> 피복석 파손 89.0m 피해액 : 33백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피복석 복구 89.0m
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '85.10.05 태풍명 : 제20호 브랜다 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : 10.7m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계과고 : 5.2m 주기 : 12sec 과향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> 방과제 사석 유실 25m 피해액 : 66백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구

국가어항 인력시설(방파제 등) 설계기준도 및 안전성 평가 용역

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계파고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
포항 신항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '87.08.31 태풍명 : 제12호 다이너 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 38m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨혼성제 설계파고 : 5.2m 주기 : 10sec 파향 : NE 	<ul style="list-style-type: none"> TTP(20톤) 250개 피해액 : 95백만원 	<ul style="list-style-type: none"> TTP(20톤) 250개
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '85.10.05 태풍명 : 제20호 브랜다 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 40m/s - 실측파고 : 10m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 7.7m 주기 : 14sec 파향 : E, NE 	<ul style="list-style-type: none"> 사석 7,400m² 방파 60개 상치콘크리트 및 TTP 유실 70개 피해액 : 193백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 사석 11,400m² 방파베락 50개 TTP 60개 상치콘크리트 482m²
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '86.08.28 태풍명 : 제13호 베라 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 49m/s - 실측파고 : 8~9m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석경사제 설계파고 : 7.7m 주기 : 14sec 파향 : E, NE 	<ul style="list-style-type: none"> 상치콘크리트 209m² 사석유실 620m² TTP유실 165개 피해액 : 83백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 상치콘크리트 209m² 사석투하 766m² TTP 122개 방파 거치 10개
후포 항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '87.08.31 태풍명 : 12호 다이너 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 38m/s - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨혼성제 설계파고 : 7.7m 주기 : 14sec 파향 : E, ENE 	<ul style="list-style-type: none"> 사석유실 4,300m² 방파유실 20개 TTP유실 50개 상치콘크리트 파손 25m 피해액 : 6백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '02.08.31 태풍명 : 제15호 루사 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨혼성제 설계파고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 TTP 51m 유실 피해액 : 650백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구 복구비 : 700백만원
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '03.09.12 태풍명 : 제14호 매미 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨혼성제 설계파고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 TTP 및 사석 유실 204m 피해액 : 735백만원 	<ul style="list-style-type: none"> TTP 사석 복구 232.5m 복구비 : 920백만원
울릉 사동 항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '00.09.16 태풍명 : 제14호 사오마이 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 경사제 설계파고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 TTP 유실 220m 피복석 유실 20m 피해액 : 506백만원 	<ul style="list-style-type: none"> TTP복구 156개 피복석 복구 224m²
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '03.09.12 태풍명 : 제14호 매미 상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 경사제 설계파고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 상치Con'c 파손 80m TTP 및 사석, 피복석 유실 230m 피해액 : 5,429백만원 	<ul style="list-style-type: none"> 상치 Con'c 360m, 사석 복구 350m TTP 복구 210m 복구비 : 7,189백만원

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
울릉 사 동 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '04.08.19 • 태풍명 : 제15호 메기 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방과제 상치Con'c침하 40m • 사석 및 TTP유실 100m • 피해액 : 1,592백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구 • 복구비: 1,612백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '04.08.19 • 태풍명 : 제15호 메기 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방과제 사석 및 TTP 유실 70m • 피해액 : 918백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구 • 복구비: 918백만원
울릉 도 동 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.10. 5~10. 6 • 태풍명 : 제20호 브랜다 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 40m/s - 실측과고 : 10.7m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : 7.6m • 주 기 : 12sec • 파 향 : SSW 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP 유실 360개 • TTP 제작장 및 TTP 30개(10톤) • 피해액 : 905백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.8.31~9. 1 • 태풍명 : 제13호 애드 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 35m/s - 실측과고 : 7m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : 7.6m • 주 기 : 13sec • 파 향 : S, SE 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP(20톤) 유실 45개 • 피해액 : 46백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP(20톤) 43개
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '87.08.31 • 태풍명 : 제12호 다이너 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 35m/s - 실측과고 : 7m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : 7.6m • 주 기 : 12sec • 파 향 : S, SW 	<ul style="list-style-type: none"> • 북과 TTP 유실 85개 • 상치콘크리트 40m² • 피해액 : 65백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 남방과제 TTP 유실 8m • 피해액 : 40백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP(20톤) 복구 16개
삼 척 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.10.05~06 • 태풍명 : 제20호 브랜다 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : 10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 8.4m • 주 기 : 14sec • 파 향 : E, NE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제 TTP 침하 350m • 유과제 벽전도 60m • 물양장포장 400m² • 피해액 : 54백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP 복구 350m • 과제벽 복구 60m • 물양장 등
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.09.01 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제연장 11.5m 유실 • TTP(5톤) 10m 구간이 탈 및 토사퇴적 • 피해액 : 470백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제 11.5m 복구 • TTP 복구 10m • 토사제거
묵 호 항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '91.02.15~16 • 태풍명 : 폭풍내습 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 8.2m • 주 기 : 14sec • 파 향 : E 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석유실 859m² • 방피유실 6개 • TTP 유실 260개 • 상치침하 19m • 피해액 : 210백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해시설 원상복구
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.09.01 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : - - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방과제 TTP(40톤) 파손 25개, 유실 137개 • 사석유실 7,646m² 및 토사퇴적 • 피해액 : 768백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • TTP(40톤) 제작거치 25개, 인양 재거치 137개 • 토사제거

국가어항 인력시설(방파제 등) 설계기준도 및 안전성 평가 용역

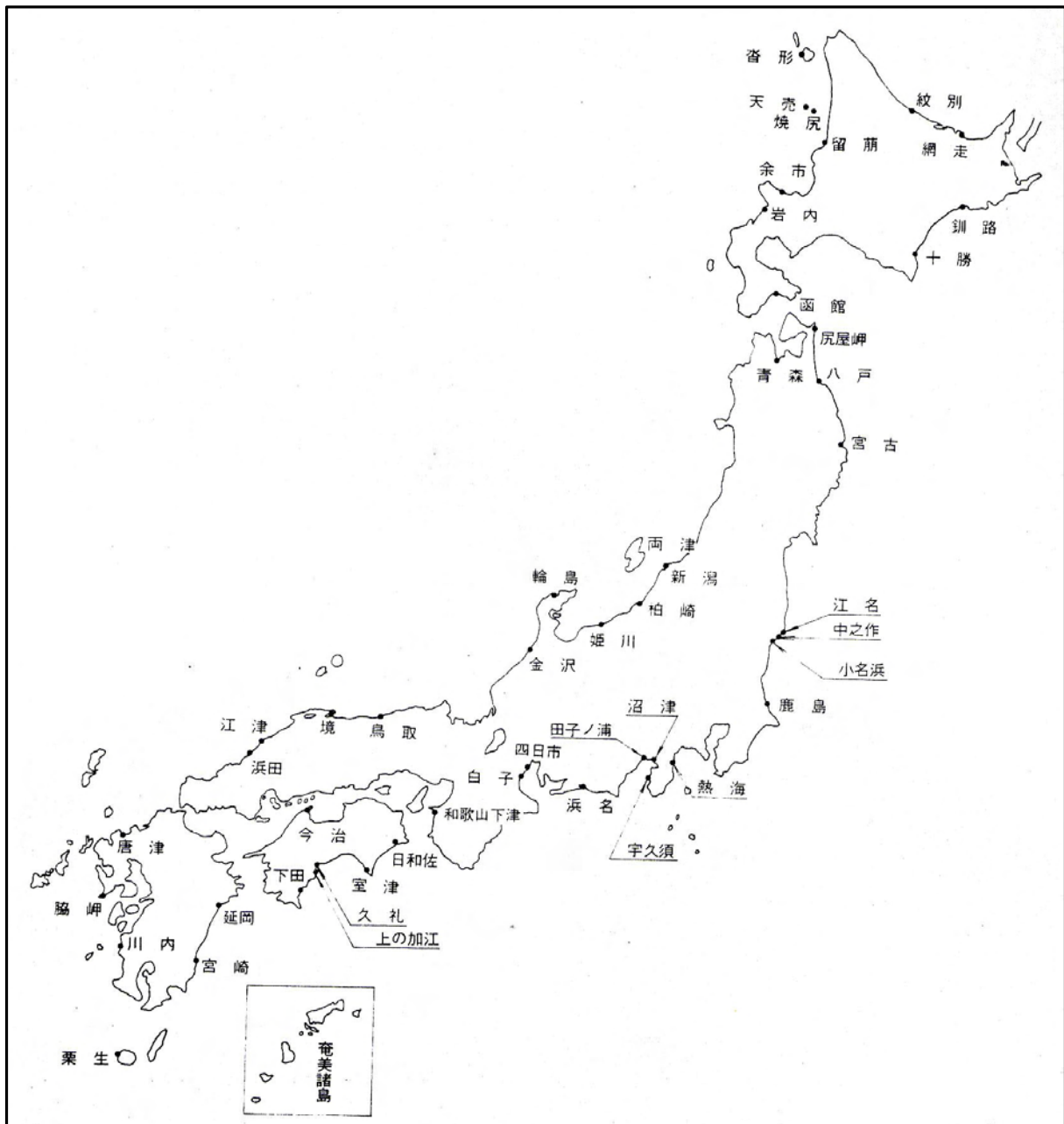
항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
동해항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '87.02.03 • 태풍명 : 폭풍내습 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - 실측과고 : 8.85m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 8.2m • 주 기 : 14sec • 파 향 : E, ENE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 1,500m 중 900m가 10~15cm 내향쪽으로 탈출 및 침하 • 피해액 : 1,673백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 외항측에 TTP (5톤) 및 상치콘크리트
홍도항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99. 2. 3~2 .4 • 태풍명 : 폭풍내습 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 최대풍속 : 24m/s - 실측과고 : 5.3m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 중력식 • 설계과고 : 4.7m • 주 기 : 7.0sec • 파 향 : NNW 	<ul style="list-style-type: none"> • 상부 8.4m 파손 • 블록 1개파손 • 사석쇄굴 90m² • 근근블록 6개 파손 • 피해액 : 300백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 상부 8.4m 복구타설 1식 • 블록 15개 • 방충재 보수 및 기타 1식
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.07. • 태풍명 : 제5호 라마순 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파호안 피복석, 사석, T.T.P 유실 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구
완도항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99.08.03 • 태풍명 : 제7호 올가 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구수협활선어 공판장 전면물양장 석축 80m², 사석 250m² • 피해액 : 15백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 15백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99.08.03 • 태풍명 : 제7호 올가 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 군내리호안 사석 1,000m² 유실 (L=50m) • 피해액 : 55백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 55백만원
목포항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '99.08.03 • 태풍명 : 제7호 올가 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : - • 주 기 : - • 파 향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 대반동호안 피복석 350m² 유실 • 피해액 : 40백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 • 복구비 : 40백만원
주문진항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.10.05~06 • 태풍명 : 제20호 브랜다 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 8.1m • 주 기 : 14sec • 파 향 : E, NE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 사석 유실 4,000m² • TTP침하, 유실 120개 • 블체유실 15m • 호안피복석 180m² • 피해액 : 100백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구
속초항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '85.10.05~06 • 태풍명 : 제20호 브랜다 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 사석경사제 • 설계과고 : 8.0m • 주 기 : 14sec • 파 향 : E, NE 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석 2,260m² • TTP 침하 107개 • 피해액 : 200백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석복구 2,350m² • TTP 157개
울산항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '02.08.31 • 태풍명 : 제15호 루사 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 41m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : 5.6m • 주 기 : 15sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 울산신항 중앙방파 호안 TTP(25톤) 20개 유실 • 피해액 : 450백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해내용 원상복구 • 복구비 : 450백만원
	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '03.09.12 • 태풍명 : 제14호 매미 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 54m/s - 실측과고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 경사제 • 설계과고 : 6.0m(방파제) 5.6m(방파호안) • 주 기 : 15sec • 파 향 : S10W 	<ul style="list-style-type: none"> • 울산신항 중앙방파제 100m, 중앙방파호안 120m 유실 • 피해액: 3,000백만원 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복석거치및 고르기 • TTP인양 및 거치 2,200개 • 복구비: 4,000백만원

2.3 국외 태·폭풍 등에 의한 피해현황 및 보수·보강 사례조사

2.3.1 국외(일본) 태풍피해 현황

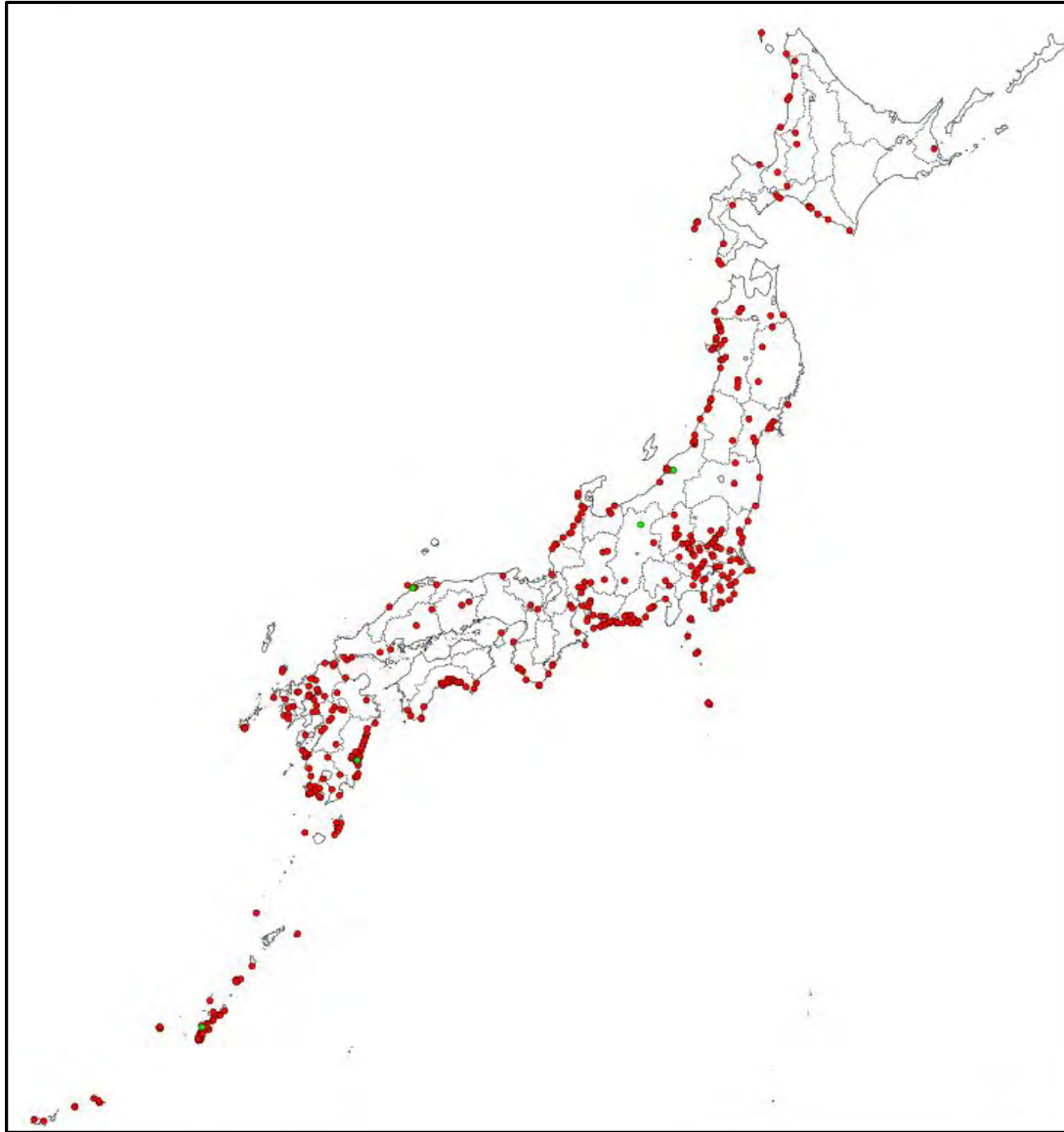
- 일본의 방파제 설계 및 시공기술은 과거의 태풍 및 폭풍 등에 의한 피해사례 등을 참고하여 현재에도 개발과 개선이 지속적으로 수행되고 있다.
- 방파제 파괴구조는 구조형식에 따라 다르게 발생하며 국내의 경우는 피해사례자료의 축적이 비교적 적으나, 일본은 1960년대부터 방파제 피해사례에 대한 대안을 찾기 위해 많은 노력을 기울이고 있다.
- 따라서, 안정성 높은 외곽시설(방파제) 설계의 신뢰성 있는 기초자료 획득을 목적으로 일본의 방파제 피해사례를 조사하였다. 일본의 태풍피해가 발생한 주요항만의 위치는 다음 <그림 2.3.1>과 같다.

<그림 2.3.1> 일본 주요 항만시설 위치도



- [표 2.3.1]은 피해사례 가운데 총 피해 시설수에 대해 기상요인별 분포를 나타낸 것이다.
- 일반 항만시설의 주요 피해 현황을 살펴보면 기상요인별 피해는 태풍72%, 저기압 14%, 동계계절풍은 11%, 지진 1%, 기타 2%로 태풍에 의한 피해가 대부분이다.

<그림 2.3.2> 일본 태풍피해 사례지역



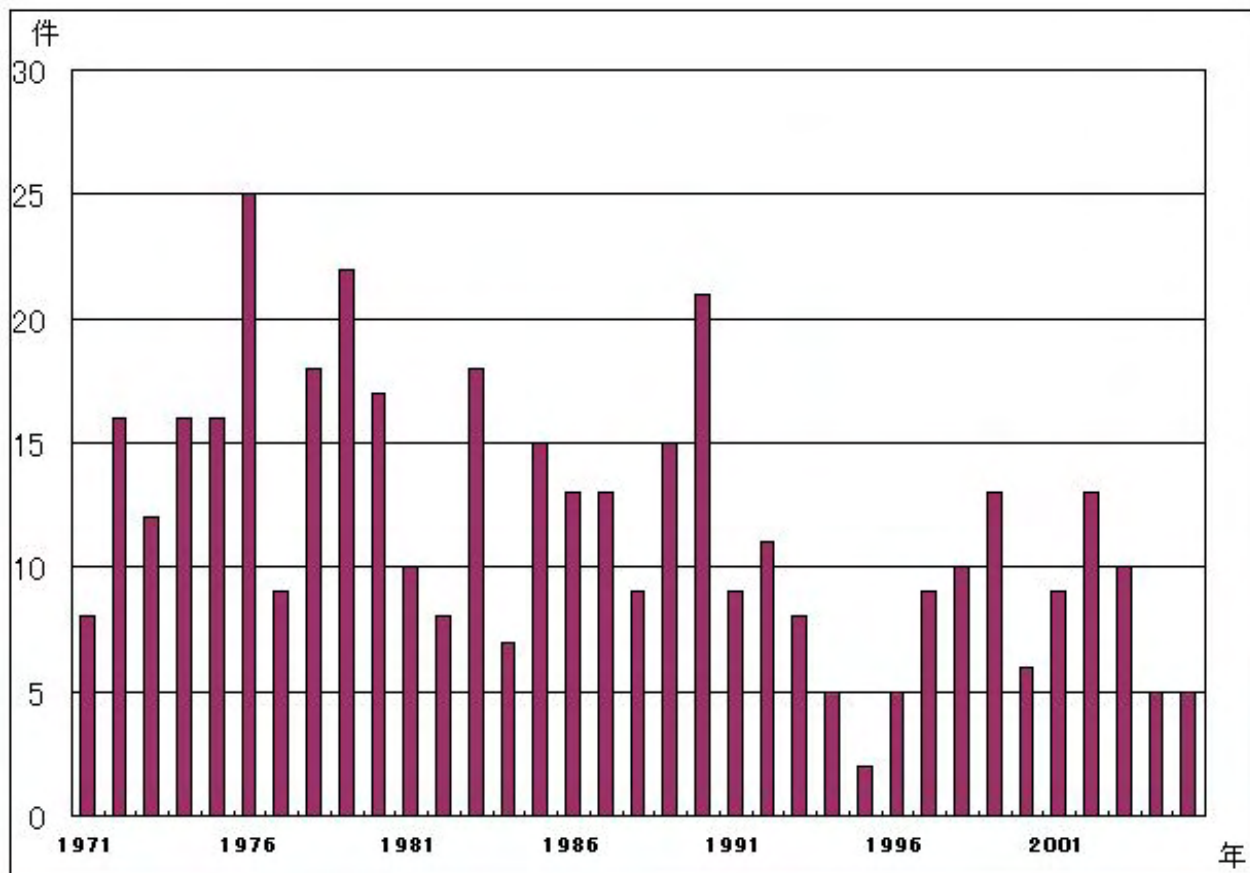
- 특히, 당초 설계과고 이상의 고파랑이 내습하여 피해가 발생한 경우는 52.6%로 이는 설계과의 과소 평가 또는 해양환경변화로 인한 심해설계과의 증대 등에 의한 것으로 분석된다.
- 또한, 설계과고 이하의 파랑이 내습하여 피해가 발생한 경우는 47.4% 정도이나 본 내습과고는 관측이 33%에 불과하며, 대부분 피해발생 후 추정된 것이다.

[표 2.3.1] 원인별 피해시설수

태풍	동절기풍랑	저기압(풍랑)	지진	기타	합계
1,565	246	302	8	52	2,173

[표 2.3.2] 연도별 태풍 발생수(1971~2005년)

연도	발생수	연도	발생수	연도	발생수	연도	발생수	연도	발생수	연도	발생수
1971	8	1977	9	1983	18	1989	15	1995	2	2001	9
1972	16	1978	18	1984	7	1990	21	1996	5	2002	13
1973	12	1979	22	1985	15	1991	9	1997	9	2003	10
1974	16	1980	17	1986	13	1992	11	1998	10	2004	5
1975	16	1981	10	1987	13	1993	8	1999	13	2005	5
1976	25	1982	8	1988	9	1994	5	2000	6		



[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
小樽	島방파제	태풍	• 피복사석, 기초사석, 근고블럭의 이탈	-/5.0
"	島방파제	저기압	"	-/4.5
"	북방파제	계절풍	"	-/4.1
岩内	서방파제	계절풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈, 제체의 경사	-/4.0**
"	"	태풍	• 제체의 이동, 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/4.5**
"	"	저기압	• 제체의 이동·이탈·경사, 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/5.0**
"	"	태풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈	4.0/5.0**
"	"	태풍	"	5.0/5.0**
"	"	계절풍	"	-/5.0**
"	"	계절풍	• 제체의 이동	4.48/3.94
網走	북방파제(丁)	저기압	"	-/6.5**
"	"	저기압	• 상부공의 파괴	-/6.0**
"	"	저기압	• 피복사석 이탈, 근고블럭 비산, 상부공 파괴	4.4/4.4
"	"(乙)	저기압	• 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/3.0**
"	동방파제	저기압	• 케이슨 균열, 케이슨내의 모래유실, 상부콘크리트 침하	5.2/4.0
留萌	남방파제	계절풍	• 케이슨의 이동, 경사	-/7.5
"	"	태풍	• 제체의 이동, 근고블럭의 이탈, 상부공의 파괴	-/4.0
"	"	태풍	• 제체의 이동, 상부공의 파괴	-/6.0
"	"	계절풍	• 기초사석, 근고블럭의 이탈, 제체하부 기초블럭의 유출	-/4.0
楸法華	동방파제	태풍	• 제체의 이동, 상부공 일부 균열, parapet의 파괴	3.1/4.0
"	"	태풍	• 제체의 이동, 상부공 파괴	3.1/5.0
"	"	태풍	• 제체의 이동, 근고블럭의 이탈, T.T.P. 이탈	5.0/4.9
"	"	저기압	• 피복사석, T.T.P. 이탈, parapet 파괴	3.1/5.0
稚内	북방파제	저기압	• 피복사석, 근고블럭의 이탈, 상부공 피해	-/3.5
"	"	태풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/4.0
秋田	남방파제	저기압	• 피복사석의 이탈, 상부콘크리트의 피해	-/-
"	"	저기압	• 제체의 경사, 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/5.0
"	"	태풍	• 제체의 이동, 기초사석의 이탈, 상부콘크리트 피해	-/5.0
"	"	계절풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/-
"	"	계절풍	• 피복사석의 이탈	-/6.0

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
酒田	북방파제	저기압	• 피복사석, 기초사석, 근고블럭의 이탈	-/-
"	"	태풍	"	-/-
"	"	태풍	• 제체의 경사, 피복사석의 이탈, 상부콘크리트 피해	-/5.2
"	남방파제	저기압	• 피복사석, 기초사석, 근고블럭의 이탈, 상부콘크리트의 피해	-/-
"	"	태풍	"	-/-
酒田	남방파제	저기압	• 제체의 이동, 피복사석, 근고블럭의 이탈, 상부콘크리트의 피해	7.0/6.0
"	"	태풍	• 제체의 이동, 상부콘크리트의 피해	7.0/5.2
"	"	태풍	• 피복사석, 기초사석, 근고블럭의 이탈	-/6.0
新潟	서방파제	저기압	"	6.5/7.0
"	서돌제	저기압	• 피복사석, 기초사석, 근고블럭의 이탈, 상부콘크리트의 피해	-/5.0
"	"	저기압	• 기초사석, 근고블럭의 이탈, 상부콘크리트의 피해	-/5.0
"	"	저기압	• 상부공의 피해	-/4.0
富山	동방파제	태풍	• 피복사석, 기초사석, 근고블럭의 이탈	-/3.0
"	"	태풍	"	-/3.5
小名浜	서외방파제	태풍	• 피복사석의 이탈	9.8/6.0
"	서방파제	태풍	• 제체의 경사, 기초사석의 이탈	6.1/5.23
清水	興津방파제	태풍	• 제체의 이동	4.5/6.0
神戸	제1방파제	태풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈	2.5/2.3
"	"	태풍	• 제체의 이동, 경사, 피복사석, 근고블럭, 소파공의 이탈	3.0/3.8
"	"	태풍	• 제체의 이동, 피복사석, 기초사석, 소파공의 이탈	4.35/4.35
"	제3방파제	태풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈	2.5/1.2
"	"	태풍	• 제체의 이동, 피복사석, 근고블럭의 이탈	2.5/4.35
"	제5방파제	태풍	• 제체의 경사	3.0/3.8
"	長田방파제	태풍	• 제체의 경사, 소파공의 이탈, 상부콘크리트의 피해	3.0/3.8
和歌山下津	本港남방파제	태풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈, 상부콘크리트의 피해	5.0/4.0
"	本港북방파제	태풍	• 피복사석, 근고블럭의 이탈, 기초부의 파괴	-/5.7**
"	"	태풍	• 제체의 이동, 피복사석, 근고블럭의 이탈	-/4.0**
"	北港서방파제	태풍	• 제체의 이동	5.0/6.0
"	本港副방파제	태풍	• 제체의 이동, 경사, 침하	5.0/6.25
"	南港방파제	태풍	• 제체의 이동, 소파공의 이탈, 침하	3.5/4.0

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
姫路	節磨동방파제	태풍	•제체의 경사	3.4/3.8
"	妻鹿서방파제	태풍	•제체의 이동	3.0/3.8
小松島	북방파제	태풍	•피복사석, 기초사석의 이탈, 벽체 블럭의 이동, 침하	2.5/2.5
高知	龍頭岬방파제	태풍	•피복사석의 이탈	-/4.0
博多	船溜방파제	태풍	•상부공의 파괴	-/-
荻田	동방파제	태풍	•피복사석의 이탈	2.3/1.9
鹿兒島	新波止場	태풍	•피복사석의 이탈, 전단면의 붕괴	-/3.5
"	三五郎波止場	태풍	•인공블럭의 제체가 붕괴	-/3.5
紋別	島방파제	저기압	•케이슨, 근고블럭 이동, T.T.P., 기초사석 이탈	5.0/5.0*
網走	북방파제(丁)	저기압	•상부공 및 근고공 파괴	-/5.5*
"	" (甲)	저기압	•상부공 파괴, 피복석 이탈	-/4.0*
"	동방파제	저기압	•케이슨 파괴 및 균열	4.0/3.7
釧路	북방파제	저기압	•상부공 파괴, 기초사석, 근공블럭 이탈	-/4.0*
"	西港동방파제	태풍	•케이슨 이동, 기초사석 이탈	4.5/4.7
"	"	저기압	•케이슨 이동, 기초사석 이탈	5.0/5.8
十勝	남방파제	저기압	•케이슨, 상부공 파괴	3.8/4.8
杵形	서방파제	저기압	•케이슨 이동, 상부공 파괴, 피복석, 근고블럭 이탈	-/6.4
"	"	저기압	•케이슨 이동, 상부공 파괴, 기초사석, 피복석, 근고블럭 이탈	6.0/5.7
天賣	북방파제	저기압	•케이슨 이동, T.T.P., 기초사석, 근고블럭 이탈	4.0/-
燒尻	북방파제	저기압	•케이슨 이동, 상부공 파괴, T.T.P., 기초사석, 근고블럭 이탈	3.5/5.0*
留萌	남방파제	저기압	•케이슨 경사, 상부공, 기초공 파괴	-/4.9
余市	남방파제	저기압	•피복석, 기초사석 이탈	3.0/4.0*
岩内	서방파제(A부)	저기압	•케이슨, 상부공 파괴, T.T.P. 이탈	5.46/4.0
"	서방파제	저기압	•케이슨 이동·파괴	4.8/5.2
函館	서방파제	저기압	•피복석, 기초사석, 근고블럭 이탈	5.5/6.0*
新潟東	서방파제	저기압	"	6.6/6.8
兩津	북방파제	계절풍	•T.T.P. 이탈	3.5/4.5
柏崎	서방파제	계절풍	•제체 이동·침하, 피복석, 기초사석, 근고블럭 이탈	5.5/5.8*
姫川	서방파제	저기압	•케이슨 이동·침하·파손, 피복석 이탈	5.5/7.9
輪島	제1방파제	저기압	•제체블럭 이탈, 상부공 파괴	4.5/5.0*

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
金澤	서방과제	저기압	• 케이슨 이동, 피복석, 근고블럭 이탈	6.0/4.0
青森	油川地區, 동방과제	태풍	• 케이슨 이동, 피복석 이탈	2.5/2.5*
尻屋岬	방과제	태풍	• 케이슨 이동	4.0/4.5*
八戸	河原木, 동방과제	태풍	• 케이슨 이동·균열, T.T.P., 피복석 이탈	5.8/4.8
"	"	저기압	• 케이슨 이동·균열	5.8/4.6
宮古	出岐방과제	저기압	• 케이슨 이동, 상부공 균열	4.0/4.6
江名	沖방과제	태풍	• 케이슨 이동, T.T.P., 기초사석 이탈	6.0/4.4*
中之作	방과제(E)	태풍	• 소파공(中空삼각블럭) 이탈	5.3/7.0*
小名浜	제1서방과제	저기압	• 케이슨 이동·파괴, 피복공, 기초사석 이탈	6.2/8.7
"	제2서방과제	저기압	• 케이슨 이동, 피복석, 기초사석 이탈	6.1/5.0
小名浜	제2서방과제	저기압	• 케이슨 침하, 기초사석, 근고블럭 이탈	6.1/6.8
鹿島	外港地區남방과제	저기압	• 케이슨 이동, 피복공, 기초사석의 이탈	6.0/7.0
"	"	저기압	"	6.0/7.0
熱海	동방과제	저기압	• 케이슨 이동, 피복석, 기초사석, 근고블럭 이탈	3.5/7.0*
沼津	外港서방과제	태풍	• 케이슨 이동·침하, T.T.P. 이탈	4.9/5.4
"	外港동방과제	태풍	• 케이슨 이동, T.T.P. 이탈	4.9/5.4
宇久須	방과제	태풍	• 케이슨 이동·침하, 피복석, 기초사석 이탈	3.4/-
田子の浦	서방과제	태풍	• 케이슨의 경사	8.0/9.2
浜名	동도류제	태풍	• 체체블럭 경사, T.T.P. 이탈	-/5.6
浜名	"	태풍	• T.T.P., 상부콘크리트 블록 이탈	4.5/5.6
四日市	旭방과제	태풍	• 케이슨 이동, 상부공 파손	4.0/3.5
白子	남방과제	태풍	• 체체, 상부공 균열, 피복석 이탈	2.1/4.0*
鳥取	加露地區동방과제	저기압	• T.T.P. 침하이탈, 체체블럭의 滑動	6.0/7.6
境	外港地區방과제	태풍	• 체체블럭 이동·침하, 피복석, 기초사석 이탈	-/3.0*
江津	須田地區도류제	호우	• T.T.P.체 침하이탈, 세굴	-/-
浜田	서방과제	저기압	• 상부공, 체체셀블럭 전도, T.T.P. 이탈	6.0/8.0
"	"	저기압	• 상부공, 체체셀블럭 전도	6.0/8.0
和歌山下津	南港外방과제	태풍	• 케이슨 균열, 피복석, 기초사석, 근고블럭 이탈	6.3/2.6
日和佐	북방과제	태풍	• 피복석, 기초사석, 근고블럭 이탈	5.0/4.5
今治	동방과제	태풍	• 체체블럭, 상부공 전도, 피복석, 기초사석 이탈	-/3.5

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
室津	後免제1방파제	태풍	•소파공(中空삼각블럭) 이탈	10.0/6.5*
久礼	双名島방파제	태풍	•근고공 이탈	5.0/5.0
"	鎌田서방파제	태풍	•제체練石, 근고사석 이탈	5.0/5.0
上の加江	釜ヶ窪방파제	태풍	•근고사석 이탈	-/5.0
下田	港口도류제	태풍	•T.T.P.제 침하이탈	6.8/5.0
唐津	東港地區서방파제	저기압	•케이슨 이동	2.3/-
脇岬	북방파제	태풍	•케이슨 이동·침하	2.5/4.5*
延岡	남도류제	태풍	•T.T.P.제 침하이탈	4.5/4.0
宮崎	중도류제	태풍	"	4.3/4.0
"	북도류제	태풍	"	4.3/4.0
川内	도류제	장마전선	•소파공(육각블럭) 이탈, 세굴	5.0/-
栗生	방파제	태풍	•육각블럭제 침하이탈	5.0/3.0
留萌	서방파제	계절풍	•제체의 이동, 소파공의 이탈	8.85/6.8
石狩灣新	島방파제	저기압	•소파공의 이탈, 해저지반의 세굴	5.6/3.8
根室	花咲地區內방파제	태풍	•제체의 이동	1.8/1.9
釧路	西港地區남방파제	태풍	•제체의 파손, 소파공의 이탈	6.3/5.9
鴛泊	本港地區방파제	저기압	•제체의 이동, 경사, 피복공, 기초사석, 근고공, 소파공의 이탈	4.9/5.8
天塩	本港地區북도류제	저기압	•소파공의 이탈, 해저지반의 세굴, 세굴방지공 파손	4.0/4.0
"	本港地區남도류제	저기압	•제체의 경사, 기초사석, 근고공의 이탈, 해저지반의 세굴	-/7.0
増毛	북방파제	저기압	•제체의 이동, 피복공, 근고공의 이탈	5.5/6.6
むつ小川原	남방파제	저기압	•소파공의 이탈	5.7/5.27
八戸	白銀地區서방파제	저기압	•제체의 이동, 파손, 소파공의 이탈	5.5/6.84
"	八太郎地區 북방파제	저기압	•소파공의 이탈	5.5/6.84
深浦	동방파제	저기압	•피복공, 기초사석, 근고공, 소파공의 이탈	7.0/6.2
"	서방파제	저기압	•피복공의 이탈	7.6/6.3
"	"	저기압	•제체의 이동, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	7.6/6.26
"	"	계절풍	•제체의 이동, 근고공의 이탈	7.6/6.2
久慈	방파제	저기압	•소파공의 이탈, 파손	-/6.89
宮古	藤原방파제	저기압	•피복공, 기초사석의 이탈	4.0/4.5
"	"	계절풍	•제체의 이동, 피복공, 기초사석, 근고공, 소파공의 이탈, 파손	4.4/4.6

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
宮古	藤原방파제	계절풍	• 소파공의 이탈	4.0/7.31
八木	南港방파제	저기압	• 제체의 파손, 소파공의 이탈, 파손	-/6.89
金華山	방파제	태풍	• 제체의 이동, 소파공의 이탈	-/5.95
酒田	北港地區북방파제	계절풍	• 제체의 파손, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	10.7/10.8
"	北港地區매립호안	저기압	• 제체의 이동, 경사, 파손, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	3.3/6.1
鼠ヶ關	서방파제	저기압	• 소파공의 이탈	-/5.28
小名浜	本港地區沖방파제	태풍	• 제체의 이동, 파손, 기초사석, 근고공의 이탈	7.4/9.15
"	小船留방파제	태풍	• 제체의 이동	2.7/6.10
"	제2서방파제	태풍	• 제체의 이동, 파손, 피복공, 소파공의 이탈	6.1/6.10
鹿島	남방파제(F,G區)	계절풍	• 소파공의 이탈	8.6/6.37
大洗	本港地區서방파제	저기압	• 피복공, 기초사석, 근고공 이탈, 해저지반의 세굴	-/3.74
新潟	東港地區서방파제	저기압	• 제체의 이동, 경사, 파손, 피복공, 근고공의 이탈	7.5/7.5
"	西港地區 제2서방파제	저기압	• 제체의 이동, 경사, 기초사석, 근고공의 이탈, T.T.P. 8톤 침하, 이동	7.0/7.1
福井	남방파제	저기압	• 피복공, 기초사석의 이탈	7.5/6.23
"	"	계절풍	• 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	8.0/7.0
内浦	音海地區 内浦방파제	계절풍	• 제체의 경사, 파손, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈, 해저지반의 세굴	-/6.58
御前崎	동방파제	태풍	• 제체의 이동, 경사, 파손, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈, 소파공의 이탈, 파손	9.5/7.2
熱海	방파제	태풍	• 제체의 이동, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	5.2/10.45
鵜殿	川原地區방파제	태풍	• 제체의 경사, 피복공의 이탈	6.8/10.51
姫路	西部工業地區網于 서방파제	태풍	• 피복공, 기초사석의 이탈	-/2.7
新宮	三輪崎地區 북방파제	태풍 태풍	• 제체의 이동, 파손, 피복공, 기초사석의 이탈	-/4.21
境	外津地區방파제	태풍	• 제체의 이동, 피복공, 근고공, 소파공의 이탈	4.1/5.3
赤碓	松ヶ谷地區 沖방파제	계절풍	• 소파공의 이탈	-/4.9
三崎	井野浦제1방파제	태풍	• 제체 이동, 기초사석 이탈, 셀블럭內 사석 흡출	-/3.5
佐賀	鹿島방파제	태풍	• 소파공의 이탈	-/8.41

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

[표 2.3.3] 주요항만별 피해원인 및 현황(계속)

항명	시설명	기상상황	주요 피해상황	파고비
宮崎	남방파제	태풍 태풍	• 피복공, 기초사석의 이탈, 해저지반의 세굴, 상부공의 침하	6.7/4.62
志浦志	沖방파제	태풍	• 체체의 이동, 경사, 파손, 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	7.7/5.6
〃	外港地區동방파제	태풍	• 피복공, 기초사석, 근고공의 이탈	-/8.3
大里	大里地區서방파제	태풍	• 체체의 이동, 소파공의 이탈	4.4/6.0
宮之浦	북방파제	태풍	• 체체의 이동	-/5.9
土屋久永田	〃	태풍	• 소파공의 이탈, 침하, 파손	-/7.0**
和泊	和泊地區남방파제	태풍	• 소파공의 이탈, 침하	-/14.26 -/14.96
那覇	新港地區중방파제	태풍	• 체체의 이동, 경사, 기초사석의 이탈,	6.5/6.5
〃	〃	태풍	• 기초사석의 이탈, 세굴	1.5/4.08
〃	〃	계절풍	• 기초사석의 이탈	6.5/4.61
徳仁	久高地區방파제	태풍	• 기초사석의 이탈, 소파공의 이탈	-/3.81

(주) * 소파블럭피복제, ** 목측, *** 피복공의 경사, 파고비: 설계파고/내습파고, 단위: m

2.3.2 일본의 주요항만 보수·보강 사례

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계파고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
岩内항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '69.2.5~2. 6 • 태풍명 : 폭풍내습 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - 실측파고 : 5.2m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 4.8m • 주기 : 11sec • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 케이슨2함 이동, 이중 1함은 덩개콘크리트 파괴로 속채움재료 유실 	<ul style="list-style-type: none"> • 상부공 제거 • 속채움재료 유출된 부분은 수중콘크리트 및 쇄석으로 보충 • 항외측 소파공 시공
新潟東항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '70.1.31 • 태풍명 : 폭풍내습 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - 실측파고 : 6.75m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 6.0~6.6m • 주기 : 12sec • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 법선의 지반이 세굴되어 기초사석, 피복석 침하이탈, 근고블럭 이동 	<ul style="list-style-type: none"> • 기초사석 보충 • 근고블럭 재설치
柏崎항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '66.1.19~20 • 태풍명 : 동절기풍랑 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 5.8m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 콘크리트식 혼성제 • 설계파고 : 5.5m • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 기초사석 및 피복석 이탈 • 근고블럭의 이동 • 체체의 이동·침하 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해구간 전면에 12ton급 중공삼각블럭 설치
尻屋岬항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '67.9.21~22 • 태풍명 : 태풍27호 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 4.5m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 4.0m • 주기 : 7.3sec • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 케이슨 항내측으로 0.57~0.87m 이동 	<ul style="list-style-type: none"> • 항외측에 소파공 설치
中の作항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '71.9.11~13 • 태풍명 : 태풍26호 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 7.0m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 5.3m • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 중공삼각블럭 이탈 • 호안의 중공삼각블럭 및 콘크리트블록 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> • 체체의 보강 • 소파공의 천단 + 5.0m 까지 높여 복구
熱海항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '72.1.11~12 • 태풍명 : 저기압 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 7.0m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 5.3m • 주기 : 9.0sec • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해구간 100.82m • 케이슨 9함 이동 • 항내측 피복석, 기초 사석, 근고블럭 이탈 • 항외측 피복석, 기초 사석 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> • 선단의 2함 바로거치 • 항내측 피해 원상복구 • 항외측 전연장에 걸쳐 소파공 설치
沼津항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '65.9.17~18 • 태풍명 : 태풍24호 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : 5.42m 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 5.42m • 주기 : 12.0sec • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 피해구간 321.9m • 케이슨 14함 이동 • 케이슨전면 TTP 이탈 • 항내측 피복석 피해 	<ul style="list-style-type: none"> • 항내측 피해 원상복구 • 이동한 케이슨 재거치 • 항외측 소파공 복구 • 체체침하 지점은 상부 공을 시공
宇久須항	<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '67.10.27~28 • 태풍명 : 태풍34호 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측파고 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조형식 : 케이슨식혼성제 • 설계파고 : 3.4m • 주기 : - • 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> • 선단 케이슨2함 이동·침하 • 항외측의 피복석, 기초 사석 및 항내측 피복석 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> • 항외측에 소파공 설치 • 항내측 피복석은 복구

국가어항 인력시설(방파제 등) 설계기준도 및 안전성 평가 용역

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
四日市항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '72.9.16 태풍명 : 태풍20호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 3.5m(추산) 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : 4.0m 주기 : 7.4sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 이동 상부 파라펫 14곳에서 파괴·균열 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 항내측 피복석 보강후 그위에 근고블럭 설치 파라펫 원상복구
脇岬항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '70.8.14 태풍명 : 태풍9호 - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 4.5m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : 2.5m 주기 : 7.0sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 체체가 이동하여 마운드사석 중앙에 침하 및 기울어짐 근고블럭 침하 	<ul style="list-style-type: none"> 항외측에 사석을 속채운한 TTP로 소파공 설치 상부공 재시공
駕泊항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.10.24~25 태풍명 : 저기압 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 5.8m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : 4.9m 주기 : 11.0sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 2함 이동·탈락 소파블럭 20m, 근고블럭 30m, 사석마운드 10m 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> 새로운설계과에 의해 단면변경 전면 소파블럭 증대 케이슨 피복블럭 증대 속채움사석으로 마운드 형성
久慈항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.3.21~22 태풍명 : 저기압 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 6.89m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 소파블럭 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> 피해가 발생한 전체 수량을 제작 및 거치
宮古항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '80.12.23~24 태풍명 : 동절기풍랑 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 7.31m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : 4.0m 주기 : 11.0sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 소파블럭 세굴 및 침하 	<ul style="list-style-type: none"> 피해수량 제작·보충
八木항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.3.21~22 태풍명 : 저기압 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 6.89m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 사석블럭식경사제 설계과고 : 5.3m 주기 : 9.0sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨식혼성제 상부 공 파손 사석블럭식 경사제의 소파블럭 이탈, 침하 	<ul style="list-style-type: none"> 파손 상부공 원상복구 소파블럭 피해수량 제작 및 거치
金華山항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '81.8.23 태풍명 : 태풍15호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 5.95m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 사석블럭식경사제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 사석블럭식 경사제의 소파블럭 이탈 케이슨식 혼성제의 케이슨 이동 	<ul style="list-style-type: none"> 사석블럭식 경사제 피해 원상복구 케이슨 전면 소파블럭 설치
小名浜항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '81.8.22~23 태풍명 : 태풍15호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 6.10m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : 6.1m 주기 : 14.0sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 9함 이동, 그중 1함 속채움재 유실 소파블럭이 전연장 452m에 걸쳐 비산, 침하 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 이동부분은 소파블럭톤 시공 소파블럭 이탈부분은 원상복구
大洗항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '81.4.20 태풍명 : 저기압 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 3.74m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석식경사제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 체체의 선단부가 세굴되어 피복블럭과 기초 사석이 침하, 붕괴 	<ul style="list-style-type: none"> 세굴방지 매트 부설 피해 원상복구

항명	피해일시 및 해상조건	피해시설 설계과고	피해내용 및 피해금액	복구내용 및 복구금액
熱海항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.7.31~8.3 태풍명 : 태풍10호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 10.45m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : 5.2m 주기 : 9.0sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 이동 근고공, 피복공에 피해발생 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 바로 거치 근고공, 피복공 복구 및 항외측에 소파공 시공
新宮항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.8.1 태풍명 : 태풍10호 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 16.0m/s - 실측과고 : 4.21m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨이 연장 130m에 걸쳐 이동 	<ul style="list-style-type: none"> 속채움제가 유출된 케이슨은 상부공을 보완하여 복구 균열이 발생한 케이슨은 상부공을 시추하여 시멘트를 속채움재로 주입
	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.9.12 태풍명 : 태풍18호 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 18.0m/s - 실측과고 : 4.21m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 이동한 케이슨 파손, 속채움재 유출 	
赤碕항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.1.28~29 태풍명 : 동절기풍랑 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 4.9m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 소파블록 침하, 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구
佐賀항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '80.9.11~29 태풍명 : 태풍13호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 8.41m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석블록경사제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 소파블록 유실, 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> 피해내용 원상복구
志布志항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.8.27 태풍명 : 태풍13호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 8.3m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 사석식경사제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 경사제의 피복블록 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> 이탈된 사석 보충시공 항내측·항외측 중공 삼각블록 거치
大里항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '80.10.13~14 태풍명 : 폭풍내습 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 24.1m/s - 실측과고 : 6.0m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 셸블록식직립제 설계과고 : 4.4m 주기 : 9.6sec 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 셸블록 이탈 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식을 케이슨식 혼성제로 변경하여 복구
宮ノ浦항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '80.10.13~14 태풍명 : 태풍19호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : - - 실측과고 : 5.9m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 케이슨 이동 	<ul style="list-style-type: none"> 직립부 전면에 소파블록을 설치하여 안전성 향상
土屋久永田항	<ul style="list-style-type: none"> 피해일시 : '82.8.26 태풍명 : 태풍13호 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 20.7m/s - 실측과고 : 7.0m 	<ul style="list-style-type: none"> 구조형식 : 케이슨식혼성제 설계과고 : - 주기 : - 파향 : - 	<ul style="list-style-type: none"> 소파블록 이탈, 침하 	<ul style="list-style-type: none"> 소파블록 보충 사면경사 변경

2.4 외곽시설(방파제 등) 피해유형별 원인분석

2.4.1 기본방향

- 방파제 태풍 피해사례 분석결과에 따르면 태풍피해 원인은 다음과 같은 4가지 유형으로 구분된다.(CEM, 2002)
 - 설계결함에 의한 피해
 - 하중초과(파고증가)에 의한 피해
 - 구조물 노후화에 의한 피해
 - 시공결함에 의한 피해
- 상기와 같이 태풍피해 4가지 유형 중 국내 국가어항 및 항만의 방파제 피해현황은 하중초과에 의한 피해가 대부분이며, 이와 같은 피해는 파고증가, 월파, 처내림, 두부 다방향 파랑내습 등으로 구분하여 피해유형을 분류한다.

2.4.2 피해유형별 원인분석

1) 국가어항

항 별	시설명 (원설계파)	피해 건수	피해현황 및 피해원인	피해유형 분류
임원항	방파제 (6.7m)	3	• 태풍 “루사”와 “나비”시 고파랑 내습으로 두부 유실과 상치콘크리트 근고블럭 이탈 (마루높이 및 T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
죽변항	방파제 (6.0m)	1	• 태풍 “프랜” 등 고파랑 내습으로 방파제 사석 유실 (소요중량 부족)	파고증가
강구항	북방파제 (3.5m)	2	• 태풍 “나비” 및 너울에 의하여 후사면 피복석 유실 및 외항측 T.T.P 유실 (마루높이, T.T.P소요중량 부족)	파고증가
양포항	방파제 (5.2m)	1	• 폭풍내습에 따른 고파랑에 의하여 방파제 전구간에 피해 발생	구조물 노후화
감포항	방파제 (7.4m)	2	• 태풍 “다이너”와 “캐틀린”시 고파랑 내습으로 사석 및 T.T.P 유실, 방파 유실 및 상치콘크리트 침하 (마루높이, T.T.P소요중량 부족)	파고증가 구조물 노후화
	도제 (5.3m)	1	• 태풍 “루사”시 고파랑 내습으로 T.T.P 유실 (T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
	북방파제 (5.6m)	2	• 태풍 “매미”와 “메기”시 고파랑 내습으로 후사면 사석 및 T.T.P 이탈 발생(TTP소요중량 부족)	파고증가

항 별	시설명 (원설계파)	피해 건수	피해현황 및 피해원인	피해유형 분류
남양항	방파제 (6.8m)	1	• 태풍 “민들레”시 고파랑 내습으로 방파제 유실	파고증가
대변항	방파제 (4.6m)	3	• 태풍 “티나”, “루사”, “매미”시 고파랑 내습으로 TTP, 사석 및 피복석 유실 (마루높이, T.T.P소요중량 부족)	파고증가 구조물 노후화
외포항	방파제 (5.3m)	1	• 태풍 “페이”시 고파랑 내습으로 T.T.P 유실 (T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
구조라항	방파제 (2.5m)	3	• 태풍 “베라”, “셀마”, “매미”시 고파랑 내습 및 월 파에 의한 피복석 교란 및 유실, T.T.P유실, 일부구 간 상치전도 발생(마루높이, T.T.P 소요중량 부족)	파고증가 구조물 노후화
매물도항	방파제 (4.5m)	1	• 태풍 “매미”시 고파랑 내습으로 T.T.P 파손 및 유실 발생(T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
물건항	방파제 (5.3m)	2	• 태풍 “페이”와 “매미”시 고파랑 내습으로 T.T.P 이탈 및 유실 발생(T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
연도항 (전남)	방파제 (5.0m)	1	• 태풍 “올가”시 고파랑 내습으로 방파제 파손	파고증가
시산항	방파제 (3.3m)	1	• 태풍 “루사”시 고파랑 내습으로 파제체 T.T.P 유 실, 남방파제 T.T.P 및 사석 유실, 중방파제 T.T.P 유실(T.T.P 및 피복재 소요중량 부족)	파고증가
여서항	동방파제 (5.5m)	2	• 태풍 “루사”와 “매미”시 고파랑 내습으로 상치 콘 크리트 전도, T.T.P 및 사석 유실(마루높이, T.T.P 및 사석 소요중량 부족)	파고증가
가거도항	방파제 (8.3m)	2	• 태풍 “ 프라피룬”과 “라마순”시 고파랑 내습으로 두부 유실, T.T.P 이탈 및 사석 유실, 상치 콘크 리트 전도, 체간부 부분 유실(마루높이 및 T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
연도항 (전북)	남방파제 (4.5m)	1	• 태풍 “프라피룬”시 고파랑 내습으로 피복석 이완 (피복석 소요중량 부족)	파고증가

항 별	시설명 (원설계파)	피해 건수	피해현황 및 피해원인	피해유형 분류
위도항	북방파제 (1.9m)	1	• 태풍 “루사”시 고파랑 내습으로 피복석 이완 (피복석 소요중량 부족)	파고증가
말도항	서방파제 (3.6m)	1	• 폭풍으로 인한 고파랑 내습시 사석 유실(사석 소 요중량 부족)	파고증가
모항항	방파제 (5.5m)	1	• 고파랑 내습으로 방파제 파손	파고증가
도두항	남방파제 (5.3m)	1	• 태풍 “루사”시 고파랑 내습으로 T.T.P 파손 (T.T.P 소요중량 부족)	파고증가
하효항	방파제 (6.3m)	1	• 태풍 “프라피룬”시 파랑 내습으로 가두부 T.T.P 및 피복석 유실(T.T.P 및 피복석 소요중량 부족)	파고증가
모슬포남항	방파제 (5.5m)	1	• 태풍 “매미”시 파랑 내습으로 T.T.P 파손 및 이 완(T.T.P 소요중량 부족)	파고증가

2) 무역항 및 연안항

항 별	시설명 (원설계파)	피해 건수	피해현황 및 피해원인	피해유형 분류
제주항	동방파제 (5.8m)	2	• 태풍 포레스트와 루사시 제간부 월파에 의한 상치부와 후사면 피복석 유실(마루높이 부족)	월파
	서방파제 (6.3m)	1	• 태풍 루사시, 전사면 TTP, 상부공, 후사면 피복석 유실 (마루높이 및 TTP 소요중량 부족)	파고증가
성산포항	동방파제 (6.5m)	3	• 태풍 “루사” 및 “매미” 등 고파랑 내습으로 제간부 TTP, 후사면 피복석 유실 • 태풍 “매미” 내습시 후사면 피복석 유실 (마루높이 및 TTP 소요중량 부족)	파고증가
여수항	동방파제 (5.9m)	3	• 태풍 매미 등 고파랑 내습으로 TTP, 상치콘크리트, 후사면 피복석 유실(마루높이, TTP소요중량 부족)	파고증가
	서방파제 (4.0m)	2	• 저조위 처내림(Down Rush)에 의한 소단부 피복석 유실	처내림
거문도항	동방파제 (4.7m)	4	• 태풍 루사 및 매미 등의 고파랑 내습으로 제간부 TTP 및 후사면 피복석 유실, 두부 TTP 유실(마루높이/TTP 소요중량 부족)	파고증가
	제1동방파제 (2.8m)	1	• 태풍 루사시 고파랑 내습으로 제간부 전사면 피복석 유실(TTP 5tonf급 보강설치)	파고증가
	제1서방파제 (2.8m)	2	• 태풍 루사 및 매미시 고파랑 내습으로 전사면 피복석 유실(TTP 5tonf급 보강설치)	파고증가
	북방파제(동,서) (2.8m)	2	• 태풍 루사 내습시 풍파에 의한 고파랑 내습으로 두부TTP 유실	두부 다방향파랑
부산항	부산남향 동방파제 (4.0m)	2	• 태풍 애그니스 및 매미시 제간부 TTP 및 후사면 피복석 유실	파고증가
	부산남향 서방파제 (5.0m)	3	• 태풍 브랜드 내습시 제간부 TTP 유실(TTP 및 마루높이 증가), 태풍 매미시 TTP 중량부족으로 두부, TTP/후사면 피복석 유실	파고증가
	부산북향 조도 방파제(6.14m)	1	• 반복 파랑에 의한 상치콘크리트 및 TTP 보강	파고증가
	부산북향 남 방파제(7.3m)	2	• 외곽방파제 설치이전 고파랑에 의한 상치콘크리트 피해, 동계 계절풍의 고파랑에 의한 두부피해	구조물 노후화
통영항	동호항 남방파제 (2.4m)	1	• 태풍 매미시 파랑내습으로 두부 피복석 피해(TTP 설치)	파고증가
장승포항	동방파제 (3.4m)	1	• 태풍 매미시 고파랑 내습으로 두부 전사면 TTP유실	파고증가

2.5 국가별 피해복구 정책 및 방향

2.5.1 국내 피해복구 정책 및 방향

1) 특별재난지역 선정기준

- 대규모 재난
 - 정부차원의 통합적인 대처가 필요한 재난
 - 중앙사고 대책본부의 설치가 필요한 재난
- 재난이 발생한 시·도의 행정능력이나 재정능력으로는 재난의 수습이 현저히 곤란하다고 인정되는 재난
- 정부차원의 행정·재정 및 경제상의 지원이 필요하다고 인정되는 재난
- 사회의 안녕질서 및 산업경제활동에 중대한 영향을 미치는 재난
- 소방방재청

시군구 재정규모	특별재난지역 선정기준(총 재산 피해액)
100억원미만 시군구	35억원이상
100~350억원미만	50억원이상
350~600억원미만	65억원이상
600~850억원미만	80억원이상
850억원이상	95억원이상

2) 재난 및 안전관리의 절차

- 재난의 발생 → 특별한 조치가 필요할때, 중앙위원회의 심의를 거쳐 특별재난지역으로 선포할 것을 대통령에게 건의(중앙재난안전대책 본부장) → 해당지역 특별재난지역으로 선포(대통령) → 재난복구계획의 수립시행(재난관리책임기관의 장)

가) 특별재난지역에 대한 지원

- 국가나 지방자치단체는 응급대책 및 재난구호와 복구에 필요한 행정상·재정상·금융상·의료상의 특별지원을 할 수 있음

나) 비용의 부담

아) 응원(지원)에 소요되는 비용의 부담

- 응원을 받은 지방자치단체가 그 소요비용 부담
- 다른 지방자치단체가 이익 받은 경우 → 이익을 받은 지방자치단체가 일부 부담
- 관계지방자치단체가 협의하여 정하되 성립되지 아니한 때에는 지방자치법 제 140조의 규정에 의하여 조정 신청가능

b) 보상금의 부담 및 지급기준

- 국가의 업무 또는 시설과 관계되는 경우 → 국가가 부담
- 지방자치단체의 업무 또는 시설과 관계되는 경우 → 지방자치단체가 부담
- 유족에 대한 보상금 지급 순서는 다음과 같다.
 - ① 배우자
 - ② 미성년자인 자녀
 - ③ 부모
 - ④ 조부모
 - ⑤ 성년인 자녀
 - ⑥ 형제자매
- * 동순위의 유족이 2인 이상인 경우 : 같은 금액으로 나누어 지급
- * 태아 : 이미 출생한 것으로 간주

c) 재난관리기금의 운용

- 대통령령이 정하는 재난의 예방 및 응급조치 외의 용도에는 사용하지 못하며, 수입은 전액을 재난관리기금에 편입한다.
- 재난관리기금의 용도는 다음과 같다.
 - ① 재난위험시설 등의 안전진단 및 보수·보강 등 정비
 - ② 중점관리대상시설 등의 안전진단
 - ③ 대피 또는 퇴거명령을 이행하는 주민에 대하여 임대주택으로의 이주지원
 - ④ 시·도 및 시·군·구의 조례로 정하는 재난의 예방
 - ⑤ 재난 발생, 재난발생의 위험이 높은 때에 인명구조 및 피해시설의 응급복구 등의 응급조치
 - ⑥ 재난의 예방을 위하여 필요한 연구용역

다) 손실보상

- 국가나 지방자치단체가 보상, 또는 손실을 입은 자와 그 조치를 한 중앙행정기관의 장, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 협의하여 보상한다.
- 협의가 성립되지 아니하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 토지수용위원회(「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제 83조~86조 규정 준용)에 재결을 신청한다.

3) 재난구호 및 재난복구비용 부담기준 등에 관한 규정

- 국고의 부담 및 지원 기준

최근 3년간의 보통세·조정교부금 및 재정보전금을 합산한 금액의 연 평균액	시·군구 동일 재난기간 발생 피해액
100억원 미만	14억원
100억원 이상 350억원 미만	20억원
350억원 이상 600억원 미만	26억원
600억원 이상 850억원 미만	32억원
850억원 이상	38억원

- 중앙본부장이 필요하다고 인정하는 경우 국고지원 대상에서 제외되거나 지방상수도를 격일제 이상으로 제한급수 하는 지역에 대하여 본부회의의 심의를 거친 경우에 지원 가능하다.
- 특별재난지역“ 별표1과 별표3의 부담률에 의해 산출한 지방비 부담총액에 제5조제1항 각 호에 해당하는 금액의 2.5배를 초과하는 경우에는 별표2의 기준에 따른 금액을 추가하여 국고에서 지원이 가능하다.
- 재난지원금은 재난 구호 및 재난 복구에 대하여 지급하되 별표3의 재난등급별 재난지원금 기준표에 따라 산정한다.
- 재난복구비용의 산정기준은 기능복원사업에 소요되는 비용을 원칙으로 하되, 개선복구사업에 소요되는 비용으로도 산정 가능하다.
- 제 4조에 규정되지 않은 재난구호 및 재난복구비용은 재난관리책임기관의 장 및 시설물 소유자가 부담한다.
- 규정한 것 외에 재난복구비용은 중앙본부장이 본부회의 협의의 거쳐 정한다.

2.5.2 국외(일본) 피해복구 정책 및 방향

1) 부담법 관계

근거법규	• 공공토목시설 재해복구사업비 국고 부담법(1951년 3월 31일 법률 제97호)
목적	• 공공토목시설 재해복구사업비는 지방공공단체의 재정력에 적응하도록 국가의 부담을 정하여 재해의 신속한 복구를 도모하여 공공의 복지 확보를 목적으로 함
정의	• 「재해」는 폭풍, 홍수, 고조, 지진 기타 이상 자연현상으로 발생하는 재해를 말하며 「재해복구사업」은 재해로 인해 필요가 발생하는 사업으로 재해관련시설을 원형으로 복구할 것을 목적으로 함
대상시설	<ul style="list-style-type: none"> • 어항 <ul style="list-style-type: none"> - 기본시설 - 외곽시설 : 방파제, 방사제, 방조제, 도류제, 수문, 갑문, 호안, 제방, 돌제 및 흥벽 - 계류시설 : 안벽, 물양장, 계선부표, 계선말뚝, 잔교, 부잔교 및 선양장 - 수역시설 : 향로 및 박지 - 기능시설 - 운송시설 : 철도, 도로, 주차장, 다리, 운하 및 헬리콥터 • 해안 : 국토보전을 위하여 방호가 필요한 해안 혹은 이에 설치되는 방제, 호안, 돌제 등 해안을 방호하기 위한 시설
국고 부담율	• 재해복구사업비 및 해당 지방공공단체의 해당연도 표준세 수입에 따라 다르지만 기준은 2/3(홋카이도, 낙도, 아마미, 오키나와는 4/5)
근거법규	• 공공토목시설 재해복구사업비 국고부담법
채택범위 (채택될 수 없는 요인)	<ul style="list-style-type: none"> • 최대풍속 15m 미만의 바람으로 발생한 재해 • 폭풍 혹은 그 여파로 인한 이상 고조 또는 파랑(파도를 포함). 또는 해일에 의한 재해로 피해정도가 비교적 경미하다고 인정되는 것 • 최대 24시간 강수량 80mm 미만의 강우로 발생한 재해 • 단, 다음과 같은 경우는 제외함 <ol style="list-style-type: none"> ① 시간당 강수량과 연속 강수량이 특히 많은 경우 ② 하천연안 어항시설은 경계수위(경계수위의 규정이 없는 경우는 하안고(河岸高:저수위에서 천단까지의 높이를 말한다.)의 50%정도의 수위)이상의 출수(出水)인 경우 ③ 하상저하(河床低下) 등 하천형태의 변동으로 경계수위 규정이 적당하지 않은 경우 해당 경계수위 이하의 출수. ④ 비교적 장시간에 걸친 융설 출수(融雪出水).
적용제외	<ul style="list-style-type: none"> • 한군데 공사비용이 도도부현 혹은 지정도시와 관련되어 120만 엔, 시정촌과 관련된 것은 60만 엔에 미치지 않는 것 • 공사비용에 비해 그 효과가 현저하게 작은 것 • 유지공사로 간주해야 하는 것 • 명확한 설계의 불충분함이나 혹은 공사시행의 소홀함으로 발생되었다고 인정되는 재해와 관련된 것 • 유지관리의무를 태만히 한 것으로 인해 발생되었다고 인정되는 재해와 관련된 것 • 하천, 항만 및 어항의 매몰과 관련된 것. 단, 유지상 혹은 공익상 특별히 필요하다고 인정되는 것은 제외 • 천연 하천연안 및 해안의 흠괴(欠壞)와 관련된 것. 단, 유지상 혹은 공익상 특별히 필요하다고 인정되는 것은 제외함 • 재해복구사업 이외의 사업 공사시행 중 발생한 재해와 관련된 것 • 높이 1m미만의 소제, 폭 2m미만의 도로, 기타 주무대신이 정한 소규모시설과 관련된 것

2) 잠정법 관계

근거법규	<ul style="list-style-type: none"> • 농림수산업시설 재해복구사업비국고보조의 잠정조치와 관련된 법률 (1950년 5월 10일 법률 제169호)
목적	<ul style="list-style-type: none"> • 농지, 농업용 시설, 임업용 시설, 어업용 시설 및 공동이용시설(이하 「농지 등」 이라고 한다.)의 재해복구사업에 필요한 비용에 따라 국가가 보조하여 농림수산업유지를 도모함과 동시에 그 경영의 안정에 기여할 것을 목적으로 한다.
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 「재해」는 폭풍, 홍수, 고조, 지진 기타 이상 기상현상으로 발생한 재해를 말하며 「재해복구사업」은 재해로 필요가 발생하는 사업으로 재해와 관련된 농지 등을 원형으로 복구할 것을 목적으로 하는 공사를 말한다.
대상시설	<ul style="list-style-type: none"> • 어업용 시설 <ul style="list-style-type: none"> ① 연안어장정비개발시설(1984년 5월 11일 법률 제 28호로 추가) <ul style="list-style-type: none"> - 소파제, 이안제, 잠제, 호안, 제방, 돌제, 도류제, 수로(항만에 의한 것은 제외) 혹은 착정기질 ② 어항시설 <ul style="list-style-type: none"> - 어업의 근거지가 되는 수역 및 육지에 있거나 수산업협동조합의 유지관리에 속하는 방파제, 방사제, 방조제, 도류제, 수문, 갑문, 호안, 제방, 돌제, 흥벽, 안벽, 물양장, 계선부표, 계선말뚝, 부잔교, 선양장, 항로 혹은 박지 • 수산업공동이용시설(1955년 8월 17일 법률 제164호로 추가) <ul style="list-style-type: none"> ① 수산업협동조합 등 영리를 목적으로 하지 않는 법인소유와 관련된 것 <ul style="list-style-type: none"> - 수산물창고, 수산업생산 자재창고, 수산물처리공시설, 수산업용 생산자재 제조시설, 공동작업장, 산지시장(수양)시설, 치어생산시설, 양식시설, 수산업용 기구(어선을 포함)수리 시설, 통신시설, 전기 공급 시설, 제빙냉동냉장시설, 급수시설, 급유시설, 공해방지시설 ② 지방공공단체 소유와 관련된 것 <ul style="list-style-type: none"> - 치어생산시설, 공해방지시설
국고보조율	<ul style="list-style-type: none"> • 어업용 시설과 관련된 것 • 해당재해복구사업 사업비의 10분의 6.5 • 공동이용시설과 관련된 것 • 해당재해복구사업 사업비의 10분의 2
채택범위 (채택할 수 없는 요인)	<ul style="list-style-type: none"> • 부담법과 동일
적용제외	<ul style="list-style-type: none"> • 한곳의 공사비용이 40만 엔에 미치지 않는 것 • 다른 것은 부담법과 동일

3) 재해관련사업관계(예산보조사업)

가) 재해관련사업

사업 내용	<ul style="list-style-type: none"> 부담법에 의해 재해복구사업으로 채택된 것 혹은 이것을 포함한 일련의 시설 재발 재해 방지나 구조물강화 등을 도모하기 위하여 재해복구사업과 함께 시행하는 공사
대상 시설	<ul style="list-style-type: none"> 부담법이 적용되는 전 시설이 대상
국고 보조율	<ul style="list-style-type: none"> 기준은 5/10(연안에 대해서는 홋카이도·낙도 5.5/10, 오키나와 6/10, 아마미 2/3)
채택 기준	<ul style="list-style-type: none"> 재해관련사업은 원칙적으로 다른 개량계획이 없는 것으로 다음에서 것으로 한다. <ol style="list-style-type: none"> ① 월파(越波) 혹은 월수(越水)로 국부적으로 피해가 발생된 곳 및 이와 이어지는 미 재해발생구역에서 흉벽공, 피복공 혹은 소파공을 신설하는 공사. ② 붕괴된 방파제, 호제, 안벽 등과 이어지는 취약한 잔존시설을 개축 혹은 보강하는 공사. ③ 방파제, 돌제 등으로 피복된 어항시설 혹은 해안시설이 월파 혹은 월수로 재해발생이 분명한 경우에 월파 혹은 월수를 막아 재해를 방지하기 위하여 방파제, 돌제 등에 흉벽공 등을 신설하여 시행하는 공사. ④ 매몰된 항로, 박지 등의 준설공사에 따라 그 원인을 제거할 것을 목적으로 도류제, 방사제 등의 독 증축공사를 시행하는 공사 혹은 필요한 최소한도의 도류제, 방사제 등을 신설하는 공사 ⑤ 재해발생구역과 접속되는 미 재해발생구역도 포함한 해당재해발생지역의 제방 높이 혹은 단면에 맞춘 독 증축공사나 혹은 확대하여 시행하는 경우의 증축부분 혹은 확대부분 공사 혹은 흉벽을 신설하는 공사 ⑥ 재해가 발생된 곳의 재발방지를 위하여 토사의 퇴적을 도모함과 동시에 파도의 힘을 감소시키거나 혹은 견고함을 유지하기 위한 돌제, 이안제, 방사제 등을 신설하는 공사 ⑦ 재해의 정도가 극심하여 재해복구공사만으로는 충분한 효과를 기대할 수 없는 경우 일정한 계획으로 개량하여 재발방지를 시행하는 공사 ⑧ 주변상황으로부터 재해시설 재발방지를 위하여 미재해구역도 포함한 법선(法線)을 변경하는 공사 ⑨ 부잔교의 재발방지를 위하여 가동교의 인양장치를 신설하는 공사 ⑩ 재해가 발생된 목조시설의 피해부분을 영구구조물로 재해복구 공사를 시행함과 동시에 나머지부분을 방치하는 것이 복구효과유지상 현저하게 부적당하다고 인정되는 경우 그 영구구조물에 준하여 필요한 최소한도로 개축하는 공사
채택 한도	<ul style="list-style-type: none"> 원칙적으로 1건당 공사비는 도도부현 및 지정도시는 800만 엔 이상 시정촌은 600만 엔 이상으로 하며 재해복구공사비에 비해 100%를 넘지 않는 범위내의 금액으로 한다.

나) 재해관련 어업취락환경시설복구사업

사업 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 폭풍, 홍수, 고조, 지진 기타 이상 기상현상으로 재해가 발생된 시설의 재해복구(부담법 혹은 잠정법에 의한 재해복구)와 관련하여 동일어항구역 내에서 동일한 재해로 피해를 입은 어업취락환경시설을 원형으로 복구하는 공사
대상 시설	<ul style="list-style-type: none"> • 어업취락배수시설, 수산음료잡용수시설, 녹지·광장시설(식물재배는 제외), 방재안전시설
국고 보조율	<ul style="list-style-type: none"> • 5/10
채택 요건	<ul style="list-style-type: none"> • 다음에 열거한 요건을 모두 만족할 것 <ol style="list-style-type: none"> ① 본 사업과 관련된 수익호수가 2호 이상일 것 ② 본 사업과 관련된 공사비가 200만 엔 이상일 것 ③ 본 사업이 다음의 어느 것에도 해당되지 않는 것일 것 <ul style="list-style-type: none"> - 유지공사로 간주되는 것 - 분명한 설계의 불완전함과 공사시행의 소홀함이 원인이 되어 발생하였다고 인정되는 재해와 관련된 것 - 유지관리 의무를 태만히 한 것이 원인이 되어 발생하였다고 인정되는 재해와 관련된 것 - 본 사업이외의 사업공사시행 중 발생한 재해와 관련된 것

다) 재해관련긴급 대규모 표착유수 등의 처리대책사업

사업 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수, 태풍 등으로 해안에 표착된 대규모 유수 등이 해안보전시설의 기능을 저해하는 경우 서둘러 유수 등의 처리(집적, 선별, 적입, 운반 및 소각 등)를 실시한다.
대상 시설	<ul style="list-style-type: none"> • 해안보전구역과 시설(제방, 돌제, 호안, 흉벽, 이안제, 모래사장 등)기능을 저해하는 유수 등
국고 보조율	<ul style="list-style-type: none"> • 1/2 (보조대상이 되는 처리량은 표착량의 70%가 된다.)
채택 기준	<ul style="list-style-type: none"> • 유수가 해안보전구역 내에 표착되어 해안보전시설구역 및 이들 시설로부터 1km이내의 구역에 표착되는 경우로 표착량이 1,000m³이상 • 공사비가 200만엔 이상인 것

제3장 수치모형실험

3.1 설계파 산정

3.2 항내 정온도 산정

제 3 장 수치모형실험

3.1 설계파 산정

3.1.1 실험개요

- 설계파 산정 수치모형 실험은 『국가어항 외곽시설(방파제 등)설계파 검토 및 안전성 평가』 용역을 수행함에 있어 대상어항 81개 국가어항 인근해역의 파랑변형을 예측하여 항내 정온도 검토를 위한 대상 어항을 채택하고, 외곽시설에 대한 구조물 설계파를 산정하여 단면의 안전성 검토시 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.
- 입사경계조건은 트인 해안에서는 2005년 12월 한국해양연구원에서 발표한 “전해역 심해설계파 추정보고서 II”를 기초로 파랑제원을 채택하였으며, 반차폐 내만에서는 어항별로 30개 태풍을 선정하여 수치실험을 통해 산정하였다.
- 천해파랑 모델은 방파제와 같은 외곽시설 설계에 필요한 파랑의 제원 산출시 반사의 영향을 고려하지 않았고 진행과 성분만을 고려해야 하는 경우에는 파랑의 천수, 굴절, 쇄파 등을 모의 할 수 있는 SWAN모델을 채택하였다.
- 수치실험의 기본이 되는 정밀한 수심자료를 위해 광역수심에서는 국립해양조사원에서 발행된 전체 수치해도 및 해도를 활용하였으며, 연안역을 벗어난 지역의 수심은 최(1999) 및 서(2007)의 수심자료를 사용하여 60m격자를 수립하였다. 또한, 상세역은 국립해양 조사원의 고해상도 축척의 수치해도, 최근에 수행된 용역의 측량수심, 한국어촌어항협회에서 매년 수행하고 있는 안전진단시의 측량수심 등을 활용하여 20m격자를 수립하였다.
- 설계파 산정 실험은 넓은 영역에 대해 정도 높은 실험을 수행하기 위해 광역, 상세역으로 나누어 수행하였으며, 상세역의 입사경계는 nesting기법을 이용하여 산정하였다.

3.1.2 심해설계파 추산

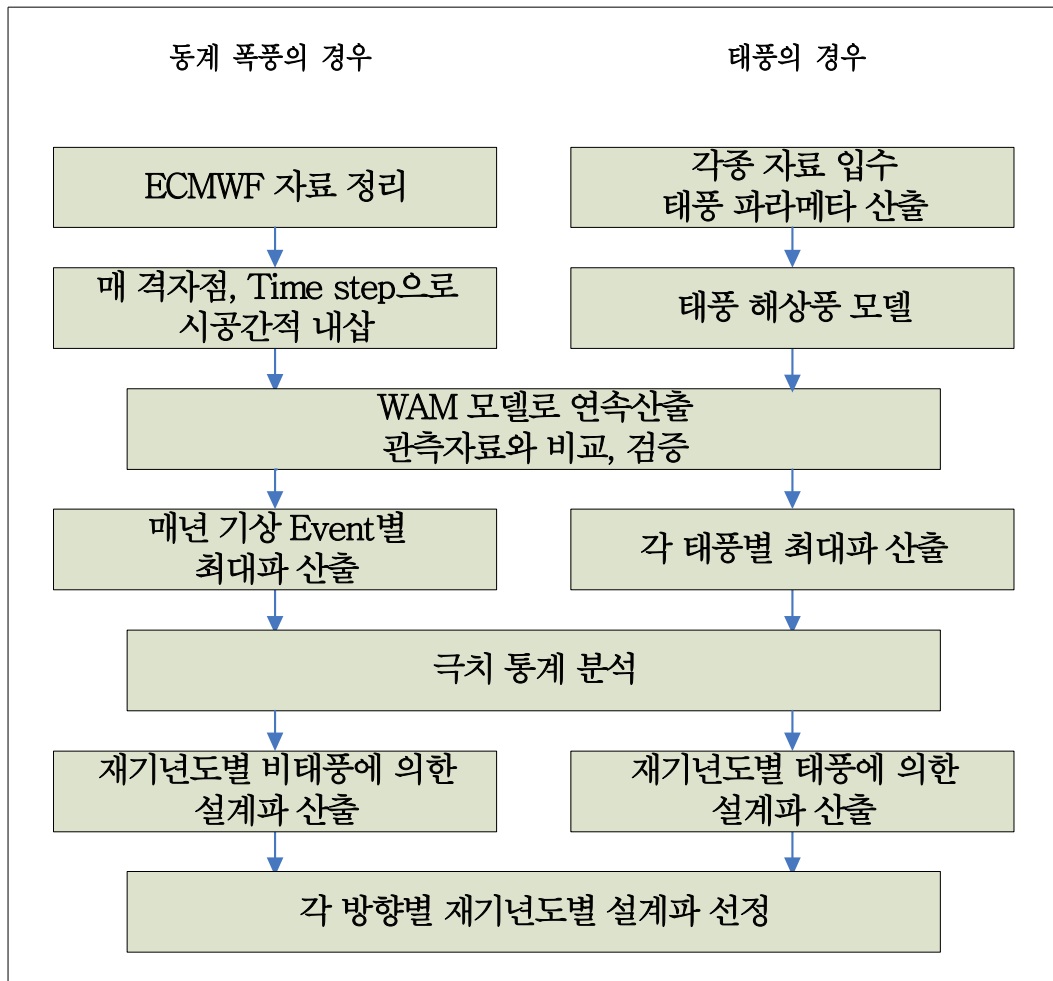
1) 심해 설계파의 제원

- 한국해양연구원에서는 지난 “천해파랑 산출 시스템 구축 용역”사업과 “해상파랑관측 및 조사”사업 등을 통해 유럽 중규모 예보센터(ECMWF)에서 spectral model에 의해 재분석한 매 6시간 간격의 전지구 Gaussian 격자점 자료를 이용하여 1/6도 간격의 격자망에서 1979년에서 2003년까지 25년간에 대한 장기파랑자료를 재산출하여 정밀도가 개선된 데이터베이스를 구축하였으며, 태풍에 의한 이상파랑시에는 ECMWF의 바람자료가 태풍의 중심 부근에서의 공간변화를 나타내기에는 해상도가 불충분하여 53년간(1951년~2003년)의 128개 태풍에 대하

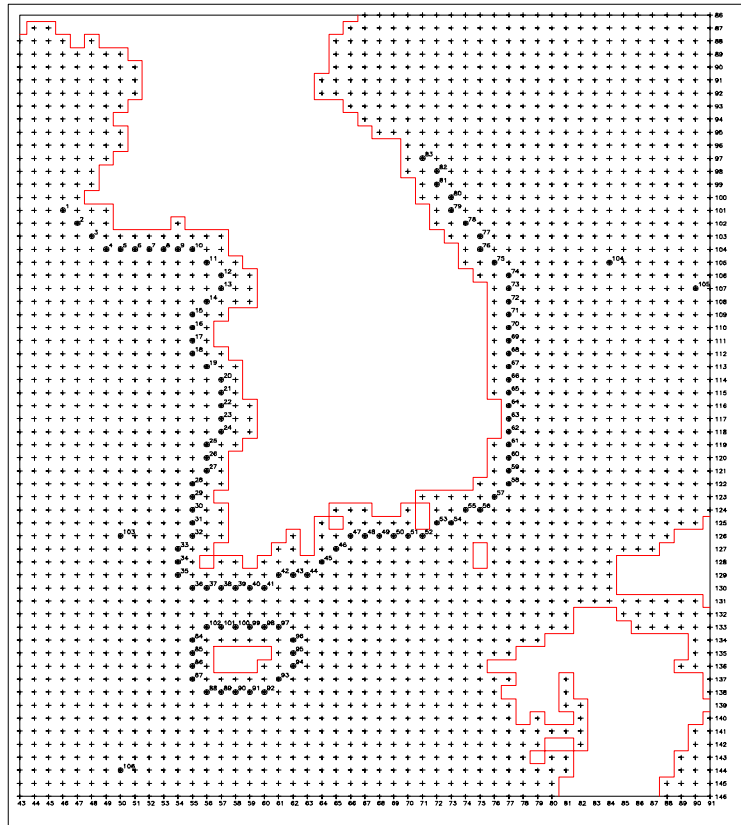
여 태풍해상풍 모델에 의해 산출된 바람장을 이용하여 WAM 통해 태풍시의 파랑을 산출하였다. 장기간 파랑 산출에 의한 설계파 추산의 흐름도는 <그림 3.1.1>과 같으며, 설계파 산출 격자점은 <그림 3.1.2>와 같다.

- 1979년부터 2003년까지 25년간의 기간에 대해 연속 산출한 파랑 자료와 1951년 ~ 2003년 사이의 주요 태풍에 대해 산출한 파랑 자료를 각각 극치 통계 분석을 실시한 16개 방향별로 산출된 설계파를 입사경계 조건의 제원으로 사용하였다.

<그림 3.1.1> 설계파 추산 흐름도



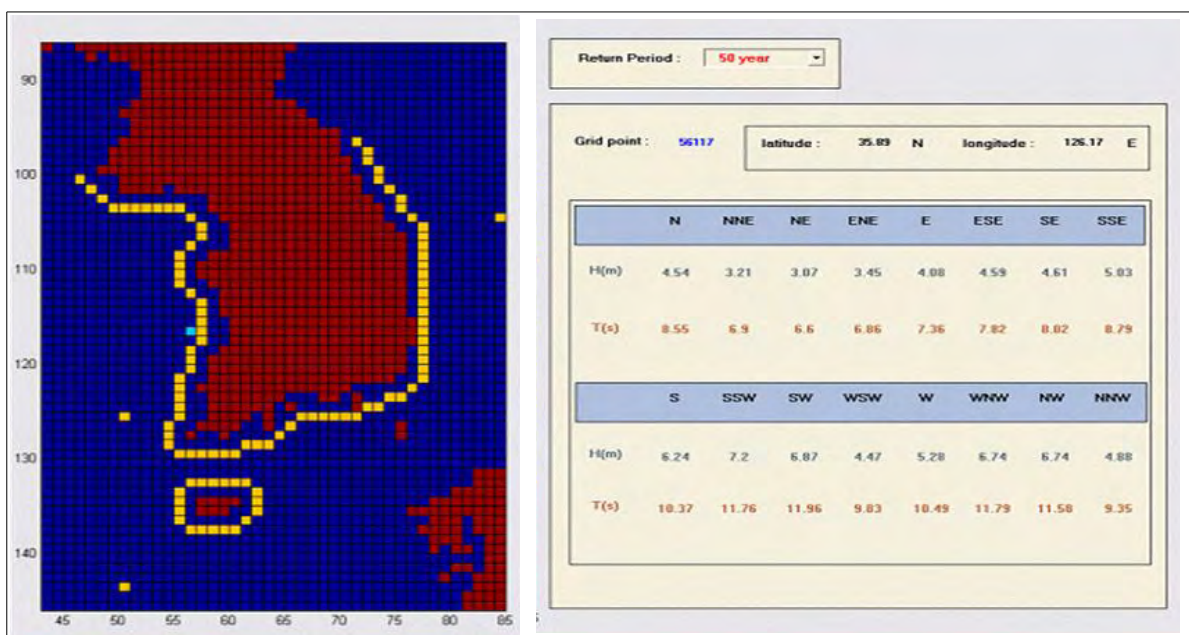
<그림 3.1.2> 주요 연안 격자점의 위치도



2) 천해파 모델 경계면에서 설계파의 유의파 정보 결정

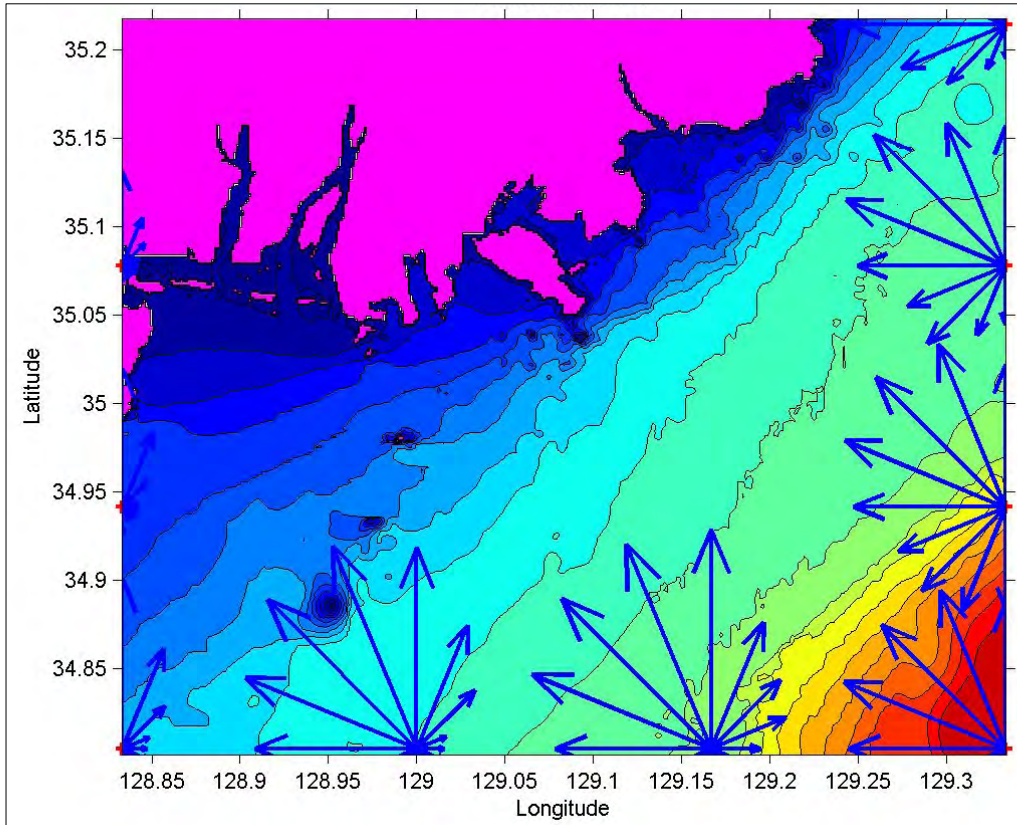
- 해양연구원에서 제공한 프로그램으로 <그림 3.1.3>에서 보는 바와 같이 18km 격자간격의 격자점에 대해 각 재기년도별 16개 방향별 설계파의 파고, 주기, 방향 정보를 획득할 수 있다.

<그림 3.1.3> 설계파 검색 프로그램에 의한 재기년도별 설계파의 검색 예



- 천해파랑 모델의 경계와 심해설계과의 격자점이 일치하도록 천해파랑 모델의 격자범위를 설정하여, 경계상에 있는 심해 설계과의 격자점에서의 방향별 입사설계과의 파고와 주기를 경계조건으로 활용할 수 있도록 하였다.

<그림 3.1.4> 심해 설계과의 격자점의 심해설계과를 경계조건으로 사용한 예



3.1.3 천해 설계과 산출 모델의 입력자료의 생산

- 천해 설계과를 산출하기 위해서는 심해 입사 설계과 자료를 바탕으로 천해 파랑 모델의 수립에 필요한 수심 자료, 해일 및 조류의 영향을 고려하기 위한 자료, 국지 해상풍 작용의 영향을 고려하기 위한 해상풍 자료 등 여러 환경 자료가 필요하다.

1) 수심자료

- 정밀한 수심자료를 구축하기 위하여 연안에서의 수심은 국립해양조사원에서 발행된 전체 수치해도, 해도의 원도자료에서 데이터를 취하고, 연안역을 벗어난 지역의 수심은 최(1999) 및 서(2007)의 수심자료를 이용하였다.
- 대한민국에서 발간한 212종의 dxf파일 형식의 수치해도와 측심과 등심선 자료가 1000~5000개로 이루어진 276개 도엽(분도 포함)등의 기존의 수심자료를 일정한 크기의 해역 단위로 자료를 정리하고, 고해상도 축적의 해도를 우선으로 수심을 개선하여 각 어항의 60m 간격의 수심 격자망을 수립하였고, 최근 수행된 용역의 측량수심, 한국어촌어항협회에서 매년 수행하고 있는 안전진단시의 측량수심 등을 활용하여 20m 격자를 수립하였다.

2) 기상입력자료

- 방파제 등 구조물의 설계, 퇴적물 이동 및 이에 따른 해안선 변화 등 주요한 문제는 태풍 등 이상파랑에 의해 일어나므로 이상파랑 시 정확한 파랑 산출이 무엇보다도 중요하고, 이상 파고시의 설계파 산출에서 가장 중요한 오차는 해상풍이므로 (V.J. Cardone, 1996) 해상풍에서의 오차를 줄이는 것이 중요하다.
- 해상풍 모델을 비태풍시와 태풍시로 나누어 수립하였는데 비태풍시는 Weather Research and Forecasting model(이후 WRF 모델)을, 태풍시는 미육군 공병대 태풍해상풍 모델(US Army Corps of Engineers wind model, 이후 CE 모델)을 선정하였다.

3.1.4 천해설계파 추산

1) 개요

- 천해 설계파의 산출은 수치모델에 의해 우선 광역에 대한 파랑 산출이 이루어지고, 연안의 입사파 정보를 생산하여 이를 입력으로 천해파 변환 모델에 의해 변환하여 구조물 설치 지점에서 장기간의 천해파 자료를 확보하여 이를 극치 통계 분석을 통해 이루어져야 하지만, 이 방법을 적용하기 위해서는 많은 양의 천해파랑 변환 모델을 적용해야하는 번거로움과 많은 계산 시간이 필요하다.
- 이에 천해파 변환에서 장기 입사파 자료의 극치 분석을 통해 입사 설계파를 먼저 구하고 이를 원하는 천해 지점에서 천해파랑으로 변환하여 간단하게 천해 설계파를 구하는 방법을 이용하여 왔으나, 근래에 와서는 전산기의 발달로 많은 양의 천해파 변환 계산이 빠른 시간 내에 가능하게 되어 더욱 정확한 천해 설계파의 산정 방법의 채용이 가능하게 되었고, 본 연구에서는 천해 설계파 산출 방법에 대한 평가를 통하여 효과적인 천해 설계파를 구하는 방법을 제시하여 사용하였다.

2) 천해파랑 변환에서 해상풍의 영향 분석

- 천해 설계파는 주로 충분히 발달한 경우에 주로 일어나기 때문에 연안에서 비교적 좁은 지역에서 바람의 영향이 크게 중요하지 않는 경우가 대부분이다.
- 하지만, 파랑에너지가 섬반도 등에 의해 감소되는 경우 파의 스펙트럼이 평형 상태에 못 미쳐 파랑의 진행 중에 국지 바람에 의해 파랑이 성장하게 되어 파고가 다시 증가되게 되는데, 이 때는 천해 파랑 변환에 국지적 바람의 영향을 고려해야 한다.

가) 해상풍 영향을 무시한 천해파랑 변환에 의한 천해 설계파 산출

- 트인 연안의 경우, 천해 설계파 산정은 연안 입사파를 장기 산출하여 극치통계처리하여 재기년도별 설계파를 설정하고 이를 천해지역의 국지 모델 경계조건으로 사용하여 굴절, 천수, 해저마찰소산, 회절 등 주요 메카니즘을 고려하여 계산한다(해상풍은 무시함).

- 각 방향별 입사 설계파를 천해 파랑으로 변환하여 각 격자점의 천해파를 구하여 주어진 격자점에서 가장 큰 값을 천해 설계파로 제공한다. 실제 연안 구조물 설계시에 천해파의 크기뿐 아니라 구조물에 작용하는 방향도 중요하므로 방향별 입사 설계파로부터 구한 천해에서의 파랑정보를 모두 제공한다.

나) 국지 해상풍의 작용을 무시할 수 없는 경우의 천해 설계파 산출

- 반폐쇄 내만의 경우 외해에서 생성된 파랑에너지가 섬·반도 등에 의해 감소하게 되는데 이 경우에는 파의 스펙트럼이 평형 상태에 못 미쳐 파랑의 진행 중에 국지 바람에 의해 파랑이 성장하게 되어 파고가 다시 증가되게 되므로 천해 파랑 변환에 이를 고려해야 한다.
- 반 폐쇄 내만에서의 경우 과거 50년 동안의 128개의 태풍을 대상으로 항만별 상위 30개의 태풍을 선정하여 각 태풍에 대해 광역 모델의 결과를 이용하여 천해 변환하여 1시간 단위의 천해파를 계산하고, 항만별 30개 태풍에서 계산된 천해파에서 각 태풍별 최대치를 구하여 격자별로 극치분석을 실시하였다.

3) 항별 천해설계파 산정

- 대상어항을 트인어항과 반차폐된 어항으로 나누어 천해설계파를 산정하였다. 이러한 천해설계파는 구조물 설계파 결정시 기초자료로 활용하였다.
- 재현빈도는 50년 빈도를 사용하였으며, 현상태 평면에 대해 실험을 수행하였다. 또한, 삭망평 균만조위로 수심보정하여 구조물의 안정성을 확보토록 하였다.
- 1차년도 대상어항의 시설별, 주간별 및 파향별 천해설계파 산정 결과를 다음에 제시하였다.

가) 장호항

- 장호항은 동쪽의 돌출부에 의해 동쪽 및 남동계열의 입사파의 영향은 작게 나타났고, 북쪽에서의 입사파에 영향을 받는다.
- 방파제의 경우 최대 5.22m 를 나타내는데 이는 NNE 방향에서 입사한 파에 의한 것이다.

[표 3.1.1] 장호항 시설별 · 파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	
트인어항	장호항	북방파제	1구간	파고(m)	0.81	3.36	4.75	3.58	2.12	1.87
				주기(s)	8.68	11.07	12.59	11.53	13.41	12.55
			2구간	파고(m)	0.85	3.02	4.91	3.84	3.61	3.05
				주기(s)	8.68	11.07	12.59	11.53	13.41	12.55
			3구간	파고(m)	1.01	3.50	5.45	4.96	5.39	4.11
				주기(s)	8.68	11.07	12.59	11.53	13.41	12.55
		방사제	파고(m)	0.64	1.11	0.97	0.55	0.38	0.18	
			주기(s)	8.68	11.07	12.59	11.53	13.41	12.55	

나) 죽변항

- 죽변항은 동방파제 전면부에 최대 6.11m의 파고를 나타내었는데, 이는 외해경계에서 SSE파향으로 입사하는 파에 의한 것이고, 남방파제의 경우 최대 파고가 5.95m로 나타났다.

[표 3.1.2] 죽변항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	ENE	E	ESE	SE	SSE	
트인어항	죽변항	동방파제	1구간	파고(m)	3.64	5.01	4.32	4.84	5.76
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			2구간	파고(m)	3.04	5.02	4.40	4.97	5.88
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			3구간	파고(m)	3.81	5.22	4.57	5.20	6.04
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			4구간	파고(m)	3.99	5.55	5.00	6.06	6.48
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			5구간	파고(m)	5.19	6.19	5.21	6.49	6.55
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			6구간	파고(m)	5.20	6.11	4.95	6.01	6.05
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
		남방파제	1구간	파고(m)	2.73	3.75	2.87	2.98	4.00
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			2구간	파고(m)	2.93	4.43	3.83	4.05	4.84
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			3구간	파고(m)	3.22	5.05	4.42	4.81	5.42
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			4구간	파고(m)	3.82	5.51	4.85	5.61	5.91
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74
			5구간	파고(m)	3.92	5.58	4.88	5.73	5.95
				주기(s)	13.38	12.46	10.44	11.80	12.74

다) 축산항

- 북방파제의 전면 최대파고는 외해 경계에서 E 파향이 내습하였을 때의 7.96m 이고, 동방파제의 경우 5.11m로 이는 외해 경계에서 ESE 방향에서 입사하는 파에 의한 것이다.

라) 대보항

- 북방파제의 전면 최대파고는 외해 경계에서 ENE파향이 내습하였을 때의 2.62m이고, 남방파제의 경우 전면 최대 파고가 0.31m 이하로 나타났다. 한편, 도제 전면 최대파고는 2.8m를 나타내었다.

[표 3.1.3] 축산항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	
트인 어항	축 산 항	북방파제	1구간	파고(m)	3.11	3.24	1.80	2.89	2.33	1.97	1.66
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81
			2구간	파고(m)	3.41	3.55	1.80	3.33	2.88	2.52	2.25
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81
			3구간	파고(m)	3.66	3.81	3.85	3.72	3.33	3.05	2.78
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81
			4구간	파고(m)	3.86	4.01	4.11	4.16	3.93	3.56	3.13
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81
			5구간	파고(m)	4.62	5.35	6.78	7.96	7.70	6.62	5.83
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81
		동방파제	1구간	파고(m)	2.96	3.52	4.21	4.62	4.40	4.01	3.57
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81
			2구간	파고(m)	2.19	3.29	4.24	5.06	5.11	4.74	4.28
				주기(s)	11.57	11.95	12.78	12.86	12.23	11.65	12.81

[표 3.1.4] 대보항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	
트인 어항	대 보 항	북방파제	1구간	파고(m)	0.68	1.12	1.31	1.30	1.32	1.27	1.25	1.31
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			2구간	파고(m)	0.65	1.40	1.67	1.65	1.67	1.64	1.59	1.64
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			3구간	파고(m)	0.62	1.54	1.90	1.87	1.90	1.87	1.81	1.84
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			4구간	파고(m)	0.59	1.83	2.59	2.55	2.62	2.56	2.41	2.33
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			5구간	파고(m)	0.51	1.69	2.53	2.50	2.59	2.50	2.31	2.18
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			6구간	파고(m)	0.40	1.09	1.58	1.48	1.45	1.34	1.19	1.08
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			7구간	파고(m)	0.40	1.09	1.58	1.48	1.45	1.34	1.19	1.08
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
		남방파제	1구간	파고(m)	0.06	0.04	0.04	0.04	0.07	0.09	0.13	0.17
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			2구간	파고(m)	0.16	0.31	0.30	0.25	0.22	0.20	0.16	0.15
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
		도 제	1구간	파고(m)	0.37	1.68	2.29	2.37	2.45	2.36	2.15	2.11
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57
			2구간	파고(m)	0.53	1.32	2.73	2.72	2.80	2.70	2.52	2.37
				주기(s)	7.00	9.79	11.57	11.84	12.05	12.91	12.49	12.57

마) 양포항

- 양포항 방파제의 전면 최대파고는 7.34m로 계산되었고, 이는 외해 경계에서 ESE 파향이 내습하였을 때의 결과이다.

[표 3.1.5] 양포항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	ENE	E	ESE	SE	SSE	
트인어항	양포항	북방파제	1구간	파고(m)	2.80	4.09	4.57	4.08	3.31
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
			2구간	파고(m)	3.20	5.39	6.23	5.30	3.85
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
			3구간	파고(m)	3.56	5.74	6.85	5.44	3.79
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
			4구간	파고(m)	3.76	5.86	6.91	5.47	3.77
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
			5구간	파고(m)	5.36	7.00	7.34	5.75	3.93
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
			6구간	파고(m)	5.04	6.20	6.20	4.28	2.74
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
		방사제	1구간	파고(m)	0.51	1.12	1.51	1.11	0.83
				주기(s)	11.55	12.71	12.94	12.68	12.73
2구간	파고(m)		0.34	0.75	1.07	0.79	0.60		
	주기(s)		11.55	12.71	12.94	12.68	12.73		

바) 정자항

- E 방향으로 열려있는 정자항의 외해 입사파고의 최대값은 SSE 방향에서 10.37m 이지만, 향남동쪽의 돌출부에 의해 남동 계열의 파랑은 차단된다.
- 북방파제의 전면 최대파고는 5.10m이며, 남방파제의 경우 1.83m이다. 외해 경계에서 ENE, ESE 방향에서 입사하는 파에 의한 것이고, 도제에서의 최대파는 6.27m 를 나타낸다.

사) 방어진항

- 북방파제의 전면 최대파고는 외해 경계에서 S 파향이 내습하였을 때의 3.05m이고, 남방파제의 경우 4.29m로 나타났다.

[표 3.1.6] 정자항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	
트인 어항	정 자 항	북방파제	1구간	파고(m)	1.12	1.11	0.93	0.83	0.85	0.85
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			2구간	파고(m)	1.83	2.13	2.29	2.39	2.36	2.29
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			3구간	파고(m)	1.90	2.29	2.53	2.80	2.85	2.68
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			4구간	파고(m)	1.90	2.29	2.53	2.80	2.85	2.68
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			5구간	파고(m)	1.90	2.56	2.94	3.67	3.68	3.62
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			6구간	파고(m)	1.87	2.98	3.53	4.49	4.78	4.22
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
		7구간	파고(m)	1.99	3.59	4.37	4.94	5.10	4.41	
			주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85	
		8구간	파고(m)	1.97	3.54	4.12	4.29	4.17	3.63	
			주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85	
		남방파제	1구간	파고(m)	0.25	0.44	0.48	0.49	0.50	0.48
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			2구간	파고(m)	0.87	1.64	1.83	1.74	1.64	1.47
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
			3구간	파고(m)	0.56	1.24	1.57	1.66	1.55	1.34
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
		도 제	1구간	파고(m)	2.33	3.75	4.70	5.37	5.85	5.40
				주기(s)	11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85
2구간	파고(m)		2.26	4.40	5.01	5.73	6.27	5.74		
	주기(s)		11.12	11.70	11.55	12.06	12.94	12.85		

[표 3.1.7] 방어진항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	E	ESE	SE	SSE	S	SSW		
트인 어항	방 어 진 항	북방파제	1구간	파고(m)	2.18	2.28	2.40	2.25	2.60	2.48	
				주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61	
			2구간	파고(m)	2.58	2.69	2.90	2.60	3.05	2.60	
				주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61	
			3구간	파고(m)	2.55	2.68	2.86	2.50	2.90	2.16	
				주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61	
			4구간	파고(m)	2.62	2.84	3.04	2.70	3.03	2.24	
				주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61	
			남방파제	1구간	파고(m)	2.13	2.72	3.28	4.05	4.05	1.85
					주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61
				2구간	파고(m)	2.03	2.65	3.29	4.20	4.29	2.96
					주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61
		3구간		파고(m)	1.11	1.43	1.78	1.63	2.29	2.99	
				주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61	
		파 제 제	파고(m)	1.57	1.53	1.54	1.56	1.43	1.31		
			주기(s)	12.14	12.97	12.91	13.44	13.16	11.61		

아) 외포항

- SSE 파향의 파가 수심의 변화에 의해 외포항쪽으로 굴절되어 입사하여 외포항의 외해쪽의 동방파제에서의 최대파고는 7.53m, 항 안쪽의 서방파제에서의 전면 최대파고는 2.84m 를 나타낸다.

[표 3.1.8] 외포항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	ESE	SE	SSE	S	
트인어항	외포항	동방파제	1구간	파고(m)	5.58	5.73	5.41	3.69
				주기(s)	13.43	14.49	17.17	16.44
			2구간	파고(m)	7.31	7.42	6.35	3.88
				주기(s)	13.43	14.49	17.17	16.44
			3구간	파고(m)	7.49	7.53	6.34	3.79
				주기(s)	13.43	14.49	17.17	16.44
		서방파제	파고(m)	2.26	2.84	2.69	1.70	
			주기(s)	13.43	14.49	17.17	16.44	

자) 지세포항

- 외포항과 마찬가지로 ESE 파향의 파가 수심의 변화에 의해 지세포항 쪽으로 굴절되어 입사하여 지세포항의 서방파제에서의 최대파고는 5.11m를 나타낸다.

[표 3.1.9] 지세포항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	E	ESE	SE	SSE
트인어항	지세포항	서방파제	파고(m)	4.77	5.11	4.63	4.60
			주기(s)	12.73	13.43	14.49	17.17

차) 능양항

- 능양항은 국지 해상풍의 영향을 고려하였는데, 외해 경계조건에서의 최대파고는 태풍 사라(5914)에 의한 13.03m이다.
- 능양항의 50년 빈도의 파고는 서방파제에서 최대 2.24m, 동방파제에서 최대 2.45m 를 나타내었다.

[표 3.1.10] 능양항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분		비고
반차폐된어항	능양항	서방파제	파고(m)	2.24	• 30개 태풍산정결과를 활용한 50년빈도 극치분석 결과
			주기(s)	13.8	
		동방파제	파고(m)	2.45	
			주기(s)	13.8	

카) 미조남향

- 미조항은 국지 해상풍의 영향을 고려하였는데, 외해 경계조건에서의 최대파고는 태풍 사라(5914)에 의한 13.39m이다.
- 미조항의 50년 빈도의 파고는 서방파제에서 최대 2.39m, 동방파제에서 최대 2.95m 를 나타내었다.

[표 3.1.11] 미조항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분		비고	
			파고(m)	주기(s)		
반차 폐된 어항	미조 (남)항	서방파제	1구간	파고(m)	2.13	• 30개 태풍산정결과를 활용한 50년빈도 극치분석 결과
				주기(s)	13.8	
			2구간	파고(m)	2.32	
				주기(s)	11.8	
			3구간	파고(m)	2.25	
				주기(s)	7.3	
			4구간	파고(m)	2.39	
				주기(s)	13.8	
			5구간	파고(m)	2.39	
				주기(s)	13.8	
	동방파제	1구간	파고(m)	2.72		
			주기(s)	13.8		
		2구간	파고(m)	2.95		
			주기(s)	13.8		

타) 김녕항

- 서방파제는 N파향의 파랑내습시 최대 5.16m의 파고를 나타냈고, 동방파제는 E파향의 파랑이 굴절변형하여 3.23m의 파고를 나타낸다.

[표 3.1.12] 김녕항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E		
				파고(m)	주기(s)	파고(m)	주기(s)	파고(m)	주기(s)	파고(m)	주기(s)	파고(m)
트인 어항	김 녕 항	서방파제	1구간	파고(m)	3.14	2.77	2.21	1.87	1.51	1.41	1.42	
				주기(s)	12.59	9.95	11.20	11.64	12.60	13.77	15.31	
			2구간	파고(m)	3.86	3.78	4.59	4.13	4.26	4.52	4.69	
				주기(s)	12.59	9.95	11.20	11.64	12.60	13.77	15.31	
			3구간	파고(m)	4.55	4.49	5.13	4.03	4.27	4.80	5.03	
				주기(s)	12.59	9.95	11.20	11.64	12.60	13.77	15.31	
			4구간	파고(m)	4.56	4.50	5.16	3.80	4.02	4.61	4.85	
				주기(s)	12.59	9.95	11.20	11.64	12.60	13.77	15.31	
			동방파제	1구간	파고(m)	0.39	1.15	2.17	2.07	2.67	3.13	3.23
					주기(s)	12.59	9.95	11.20	11.64	12.60	13.77	15.31
	2구간	파고(m)		0.13	0.48	0.52	0.57	0.83	1.03	1.08		
		주기(s)		12.59	9.95	11.20	11.64	12.60	13.77	15.31		

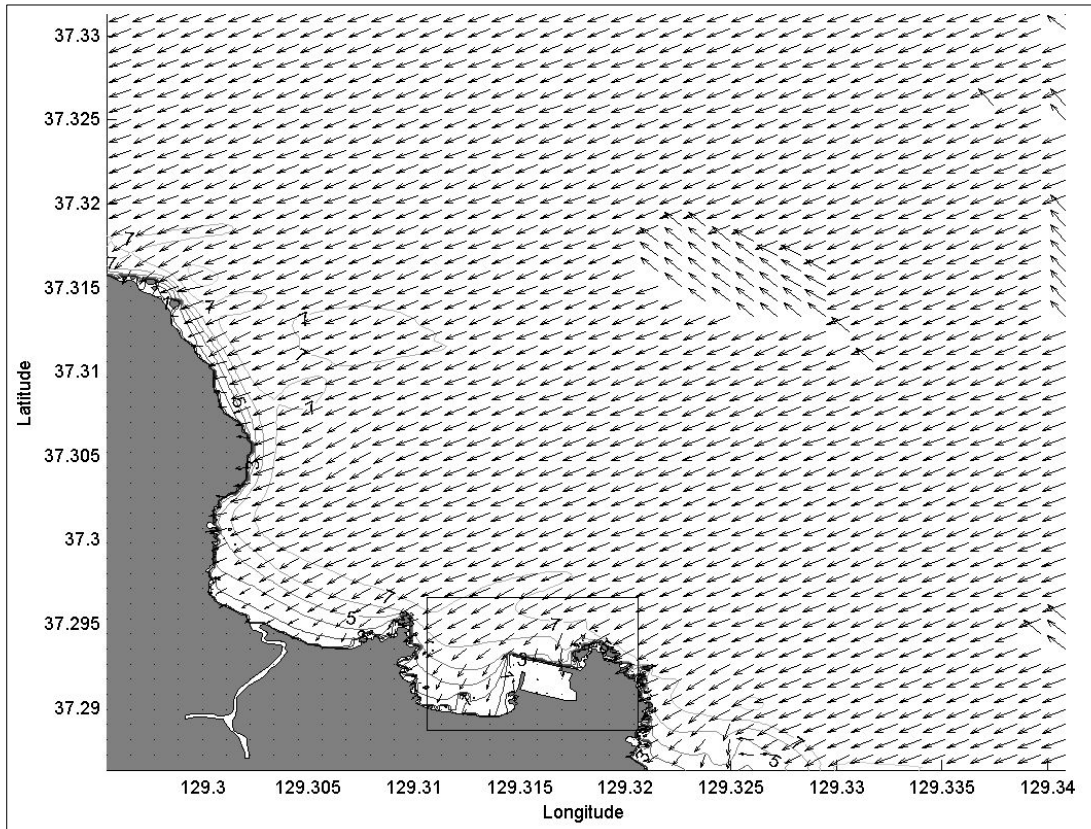
따) 위미항

- 위미항의 동방과제에서는 최대 8.02m, 서방과제에서는 최대 4.98m 의 파고를 나타낸다.

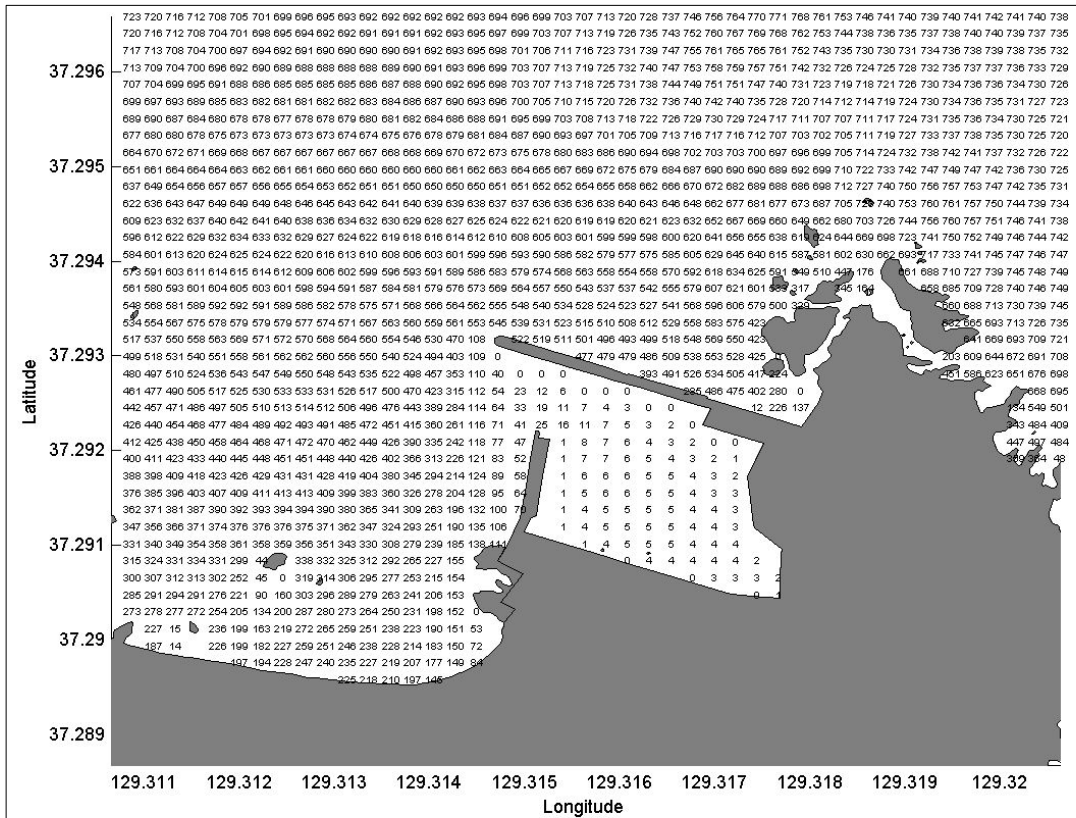
[표 3.1.13] 위미항 시설별·파향별 최대파고 분포

지형	항명	시설물	구분	SE	SSE	S	SSW	SW	
트인 어항	위 미 항	동방과제	1구간	파고(m)	4.29	4.17	3.75	3.02	1.94
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			2구간	파고(m)	4.68	4.59	4.16	3.31	1.84
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			3구간	파고(m)	5.11	5.06	4.60	3.51	1.84
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			4구간	파고(m)	6.19	6.23	5.68	3.83	1.77
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			5구간	파고(m)	6.86	6.94	6.25	3.78	1.62
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			6구간	파고(m)	7.47	7.46	6.89	4.66	2.89
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			7구간	파고(m)	7.81	7.63	6.80	4.54	2.73
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			8구간	파고(m)	8.02	7.80	6.91	4.67	2.99
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
		서방과제	1구간	파고(m)	4.39	4.95	4.98	3.89	2.47
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86
			2구간	파고(m)	2.69	3.49	4.12	3.55	2.55
				주기(s)	15.16	15.01	14.06	12.97	11.86

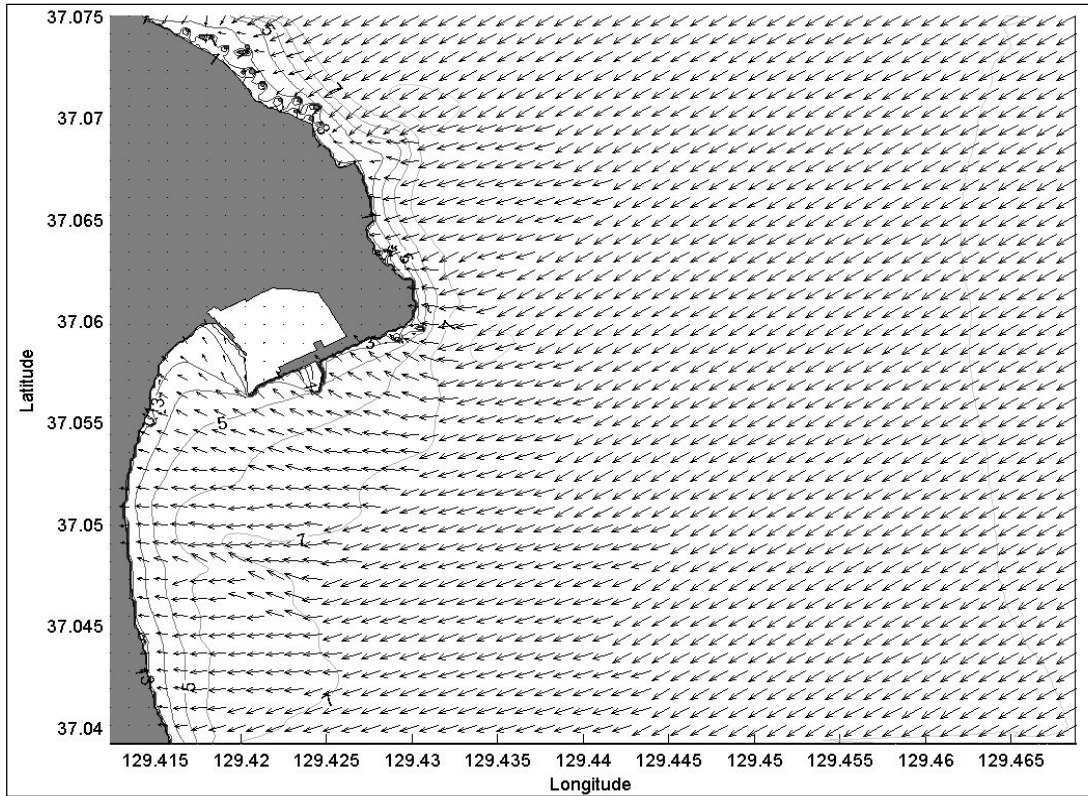
<그림 3.1.5> 장호항 최대파 파고·파향선도(전파향)



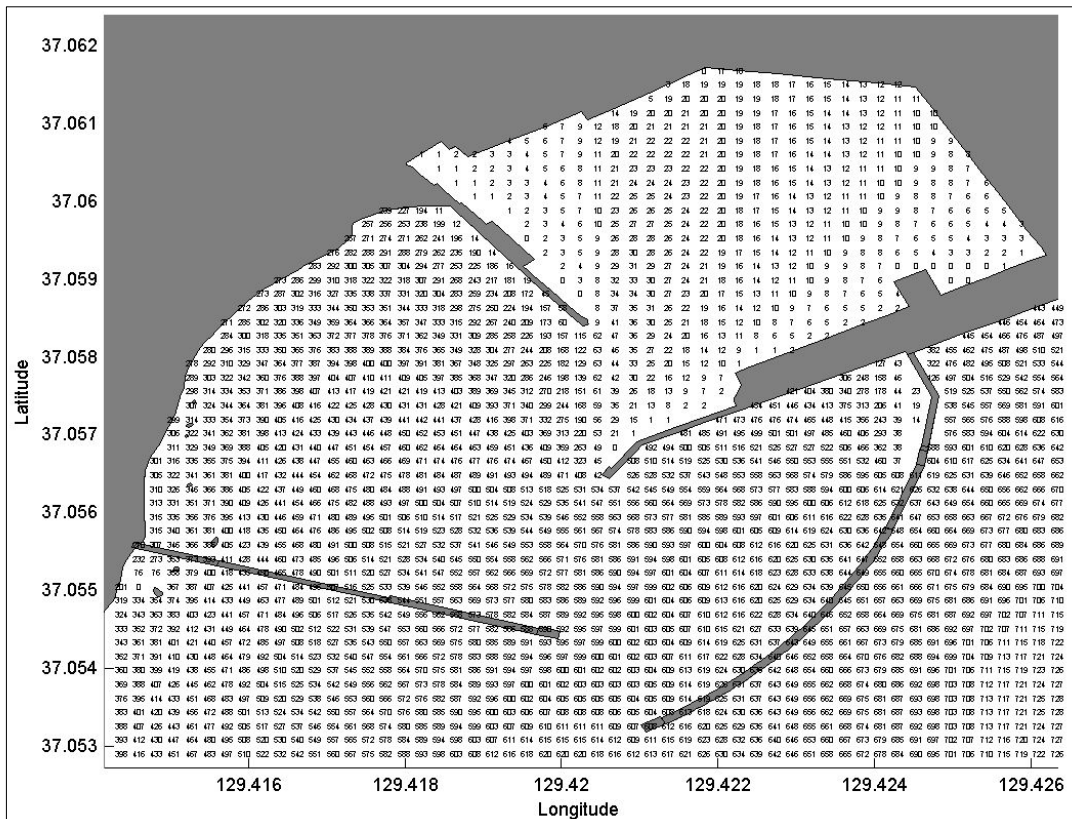
<그림 3.1.6> 장호항 인근 파고분포도(전파향)



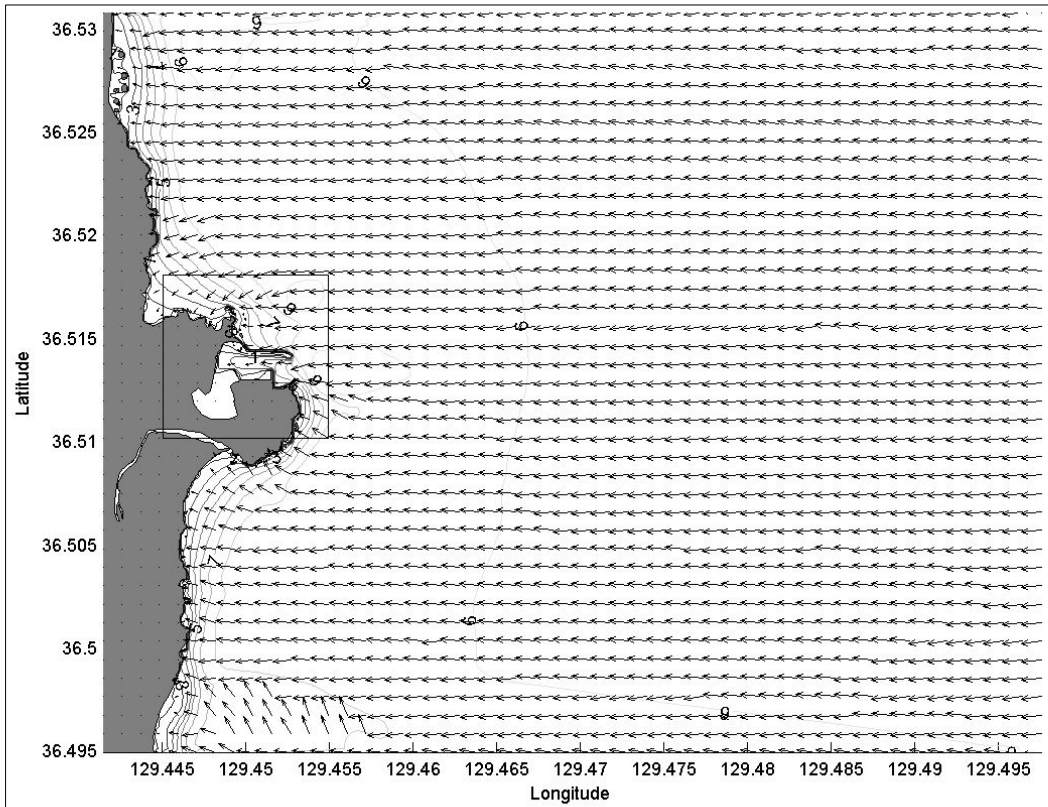
<그림 3.1.7> 죽변항 최대파 파고·파향선도(전파향)



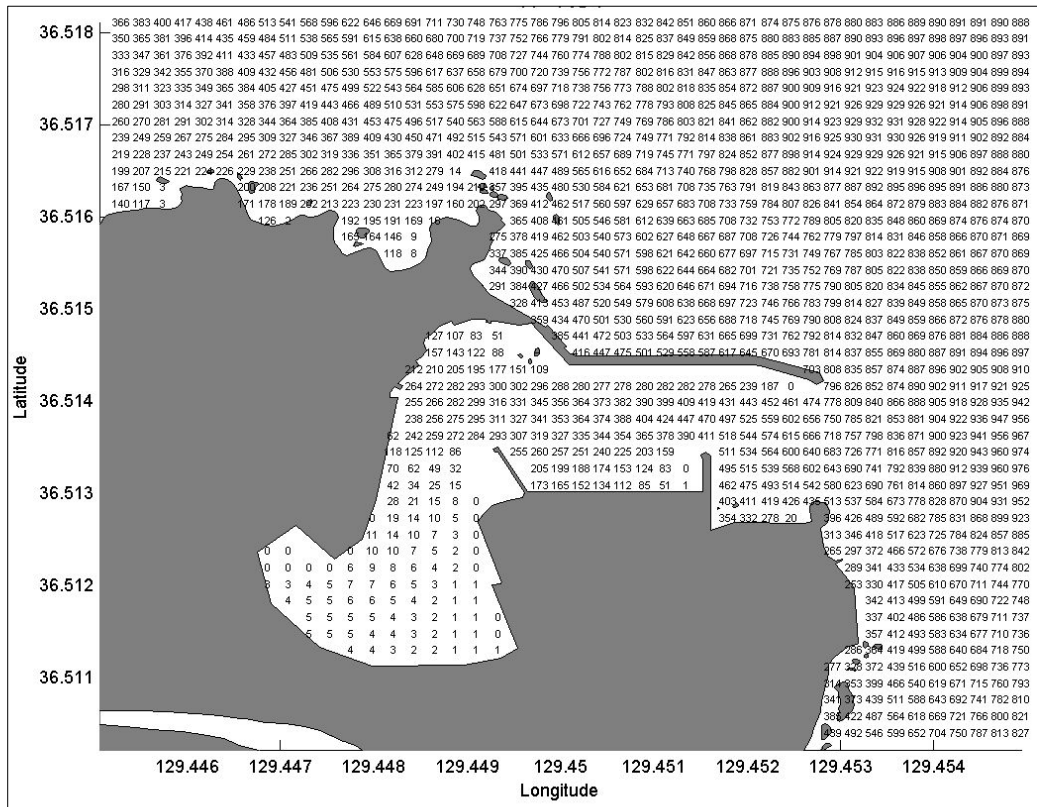
<그림 3.1.8> 죽변항 인근 파고분포도(전파향)



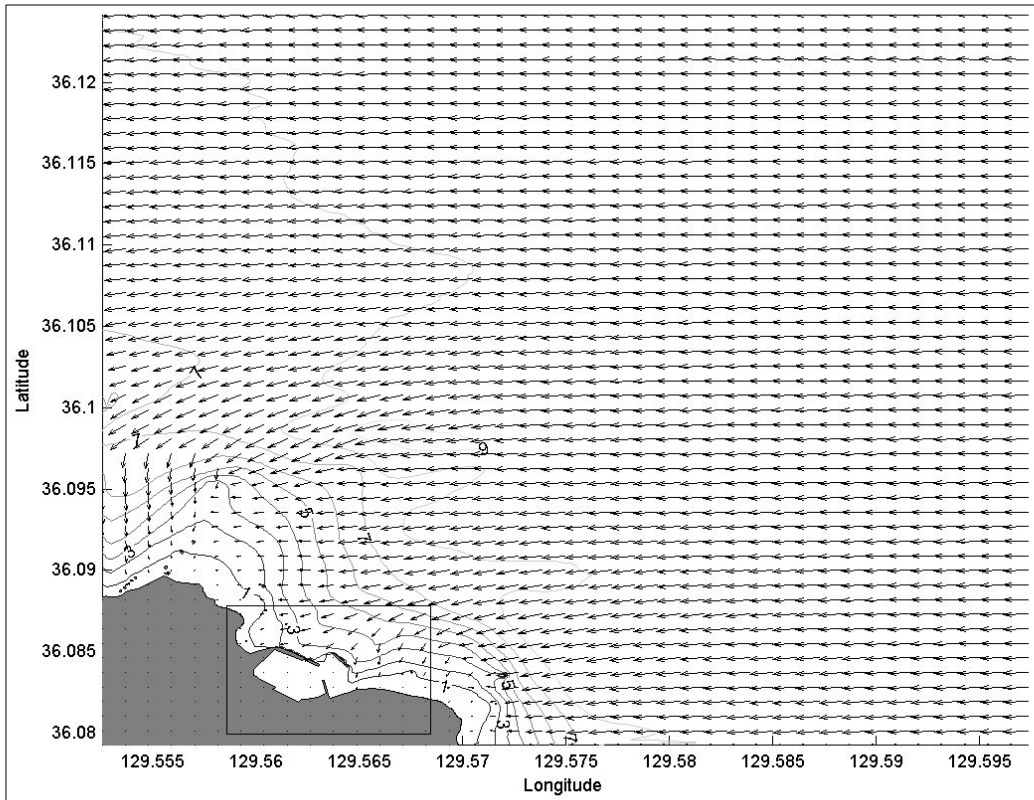
<그림 3.1.9> 축산항 최대파 파고·파향선도(전파향)



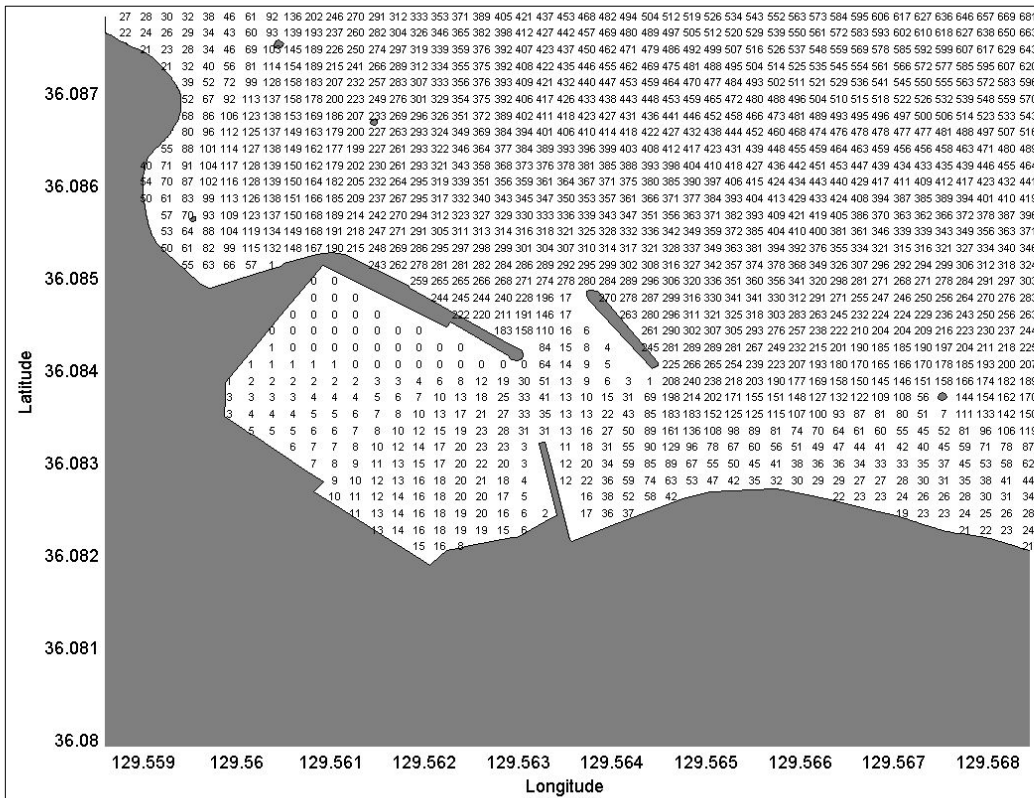
<그림 3.1.10> 축산항 인근 파고분포도(전파향)



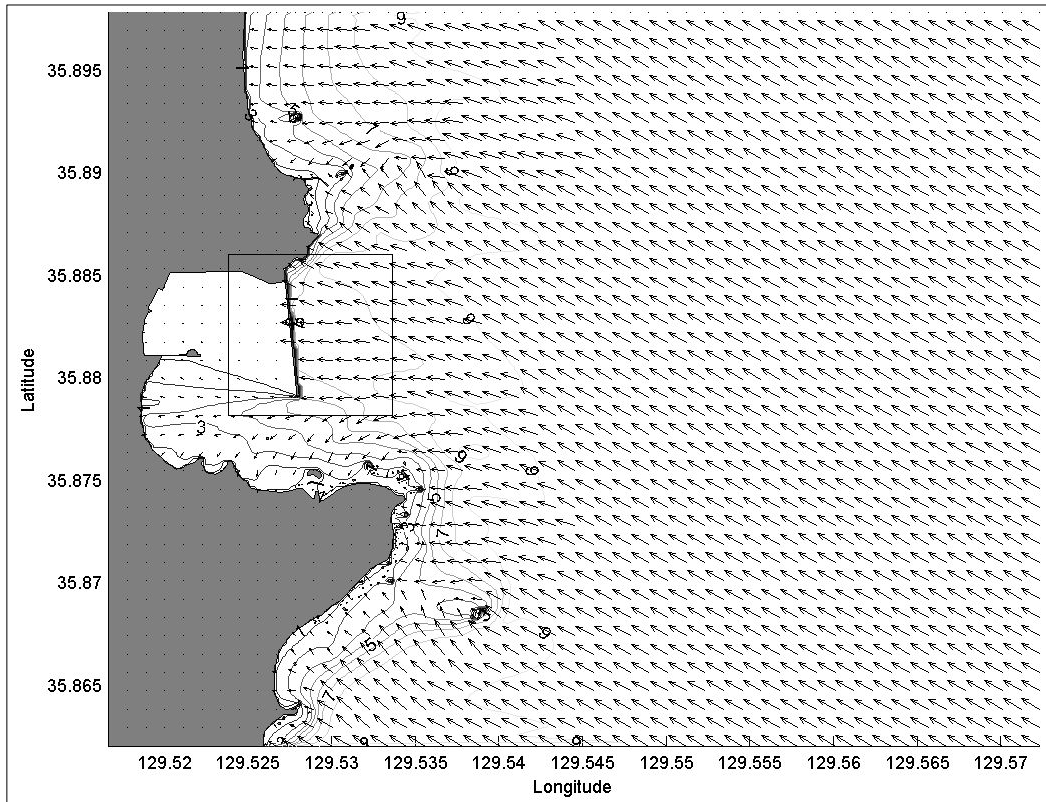
<그림 3.1.11> 대보항 최대파 파고·파향선도(전파향)



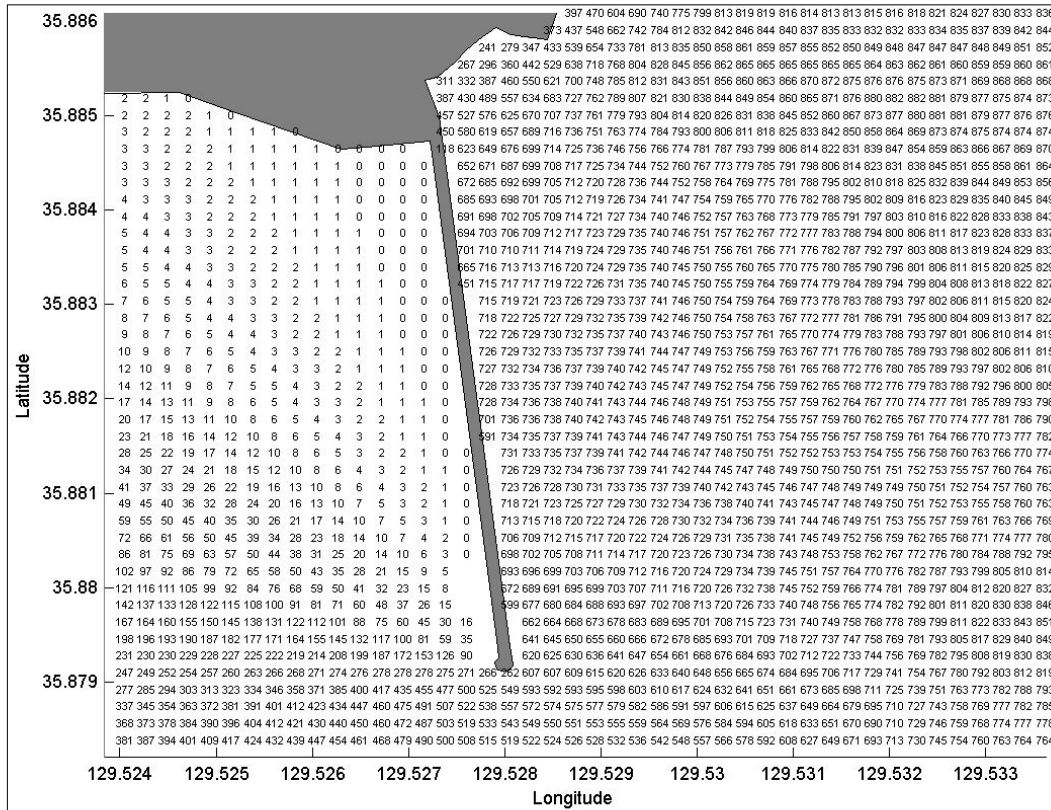
<그림 3.1.12> 대보항 인근 파고분포도(전파향)



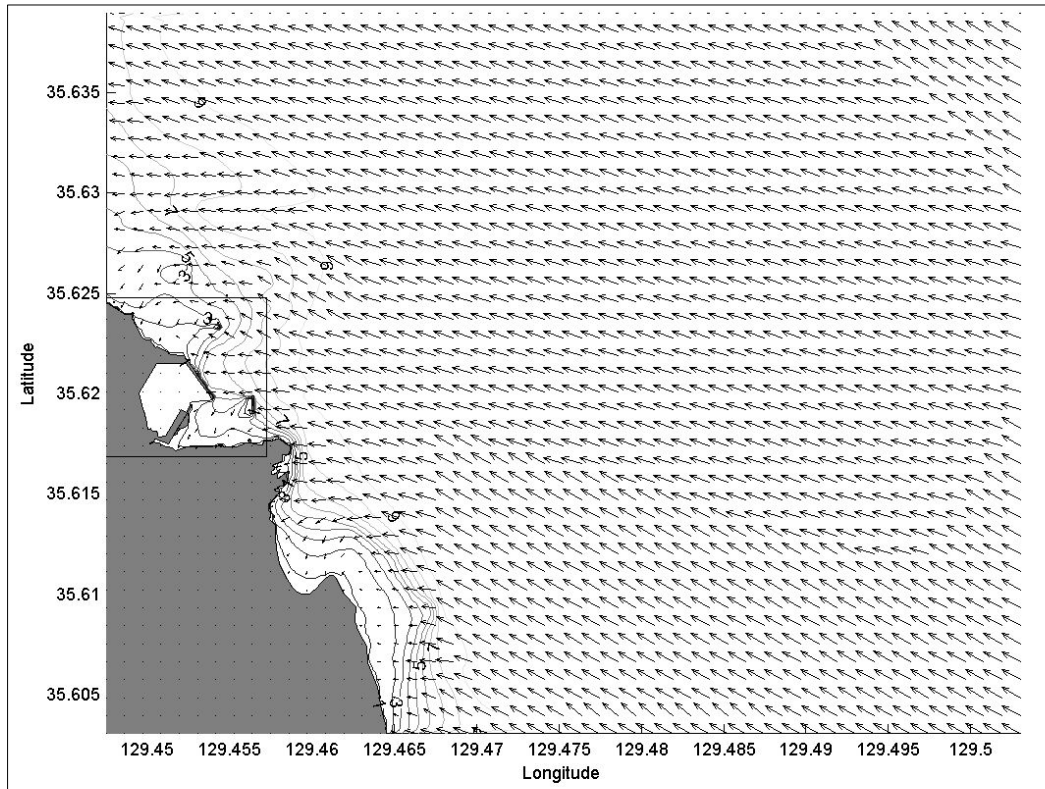
<그림 3.1.13> 양포항 최대파 파고·파향선도(전파향)



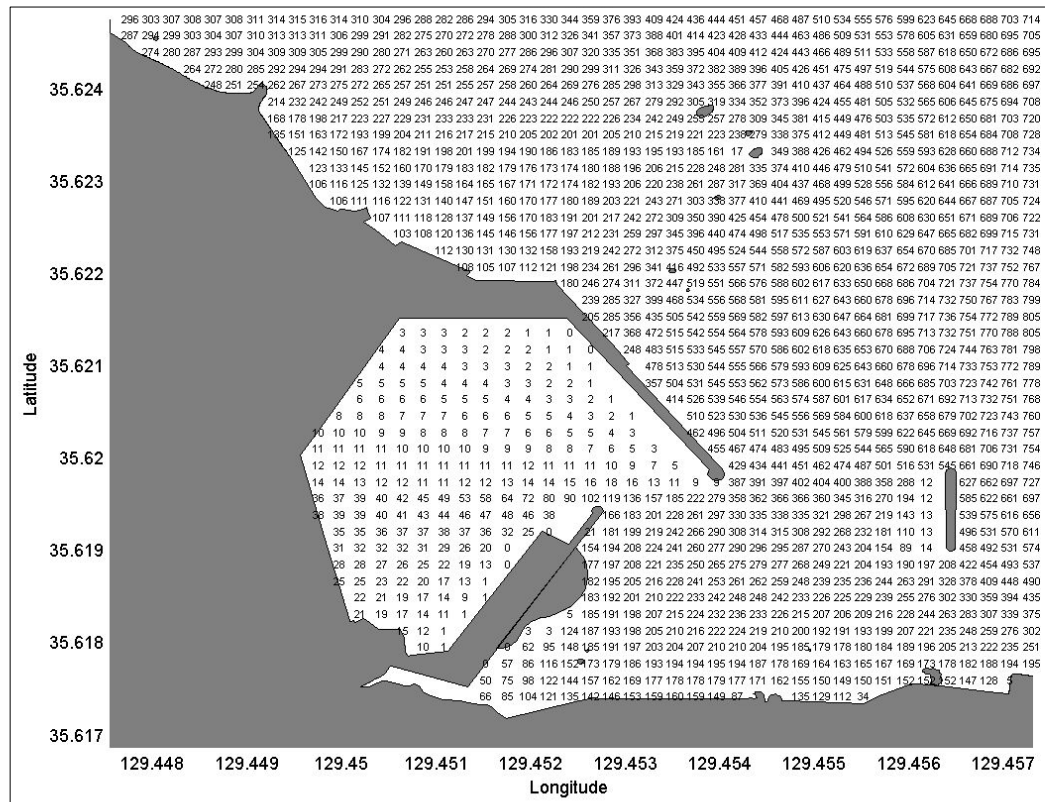
<그림 3.1.14> 양포항 인근 파고분포도(전파향)



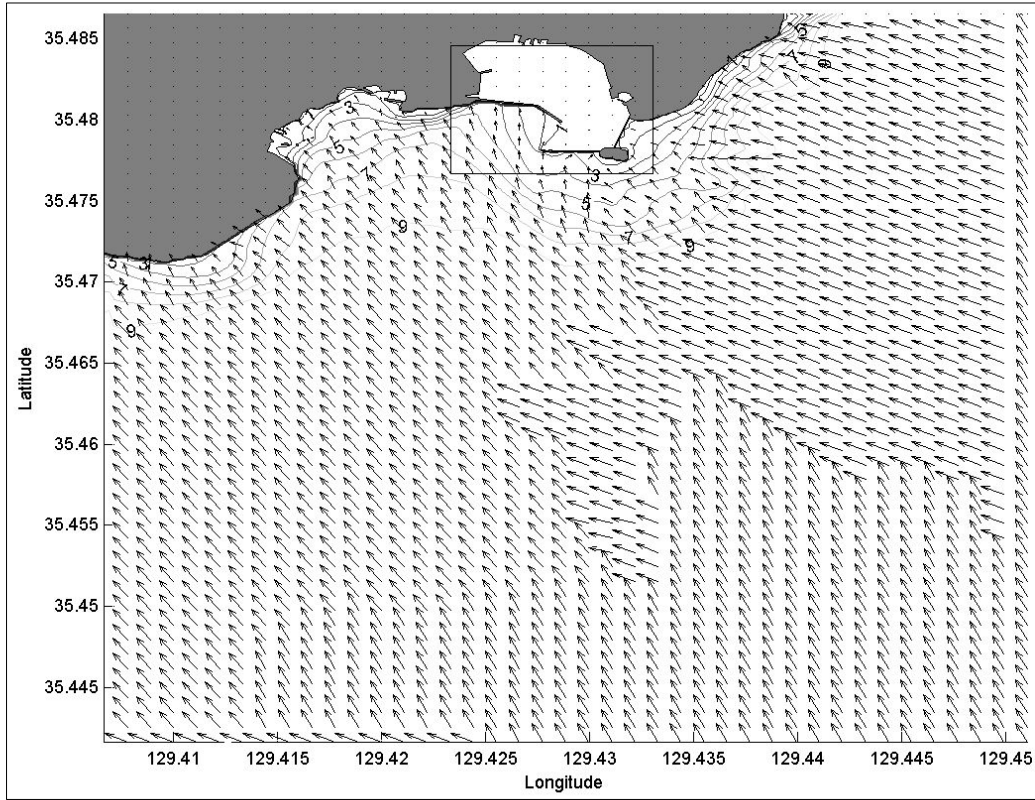
<그림 3.1.15> 정자향 최대파 파고·파향선도(전파향)



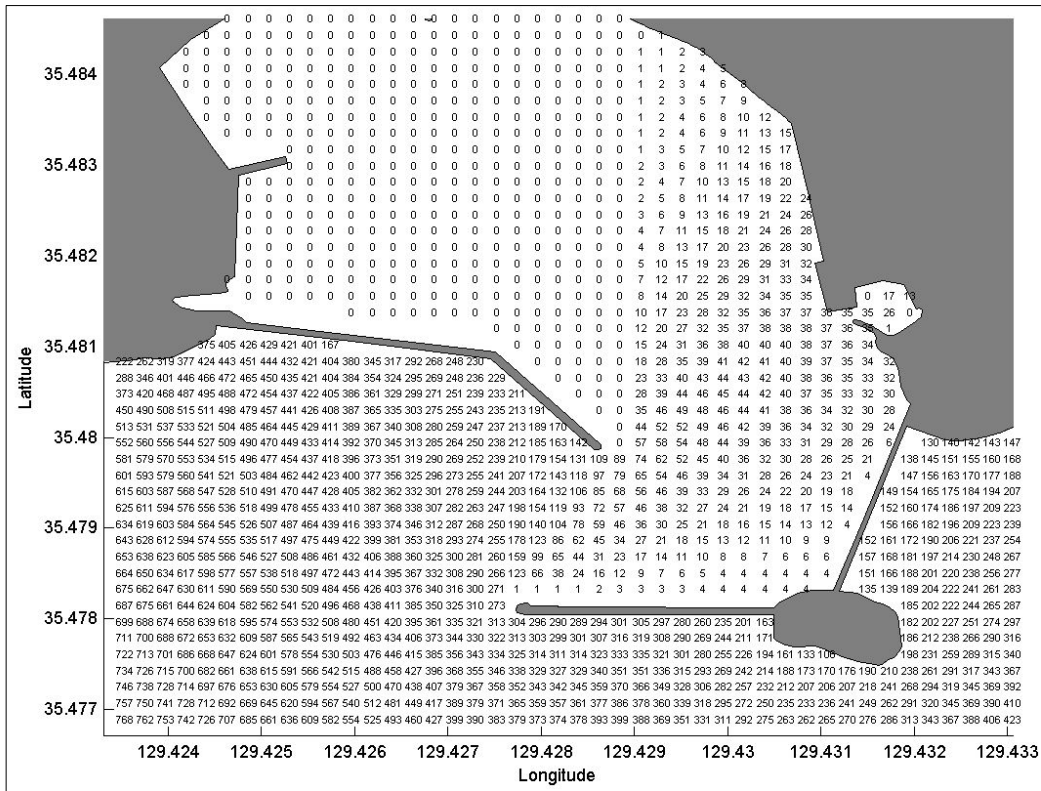
<그림 3.1.16> 정자향 인근 파고분포도(전파향)



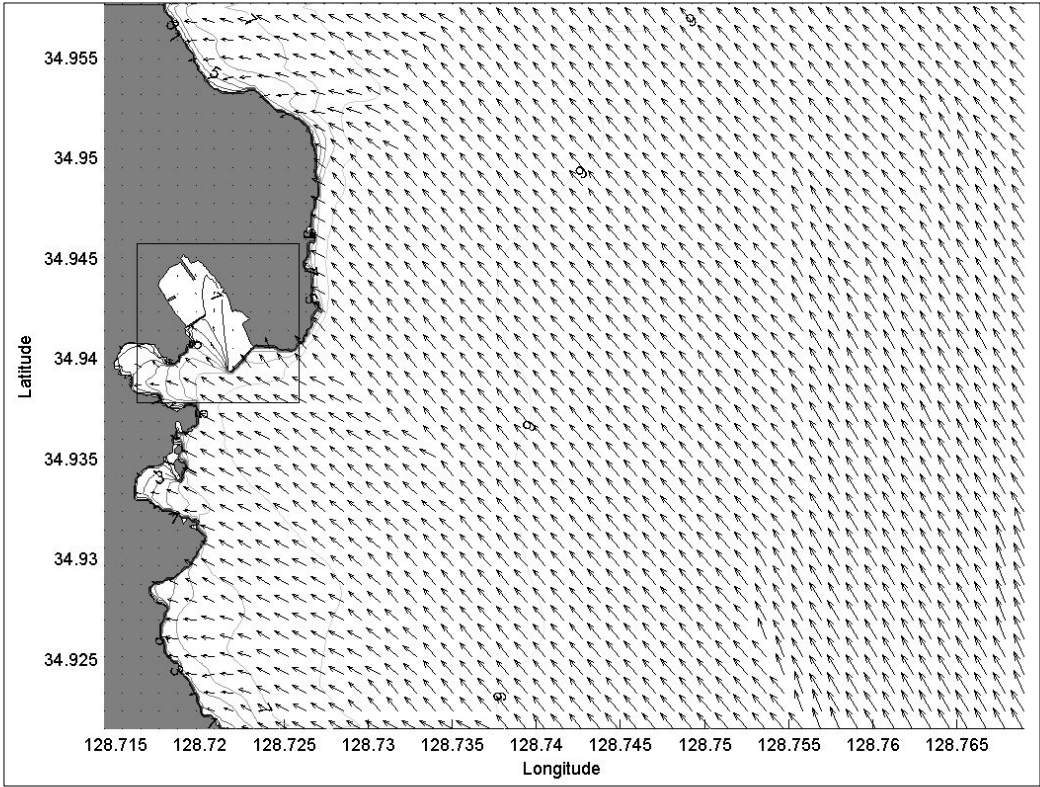
<그림 3.1.17> 방어진항 최대파 파고·파향선도(전파향)



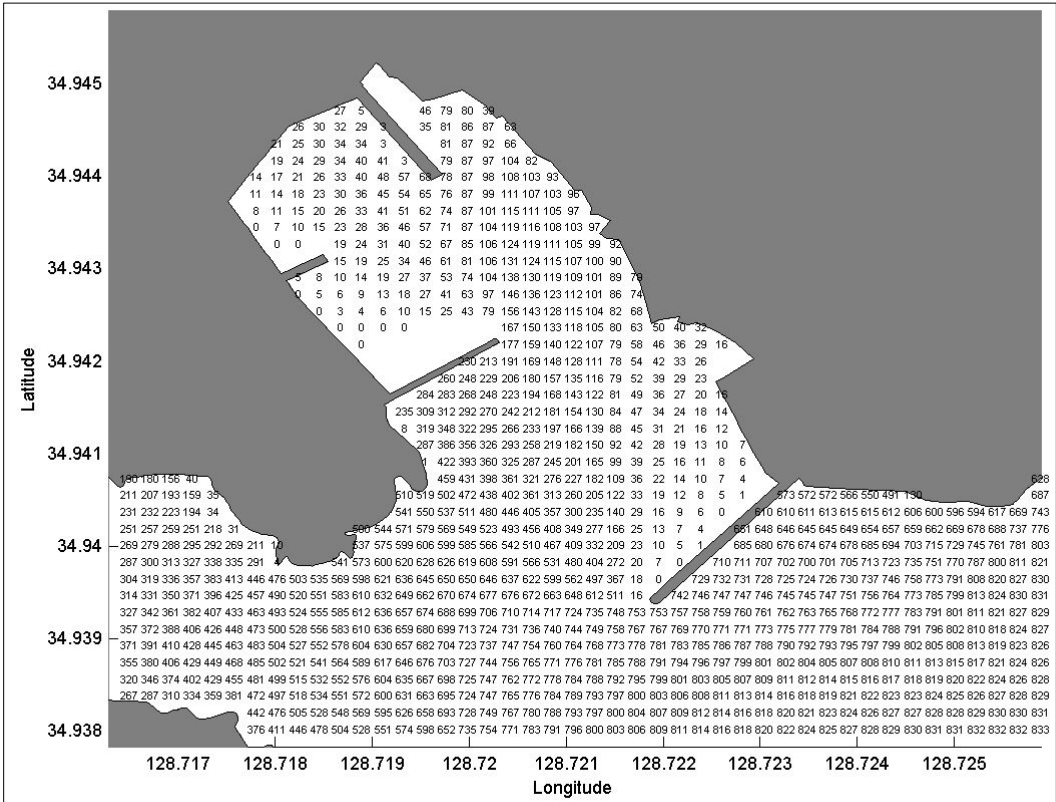
<그림 3.1.18> 방어진항 인근 파고분포도(전파향)



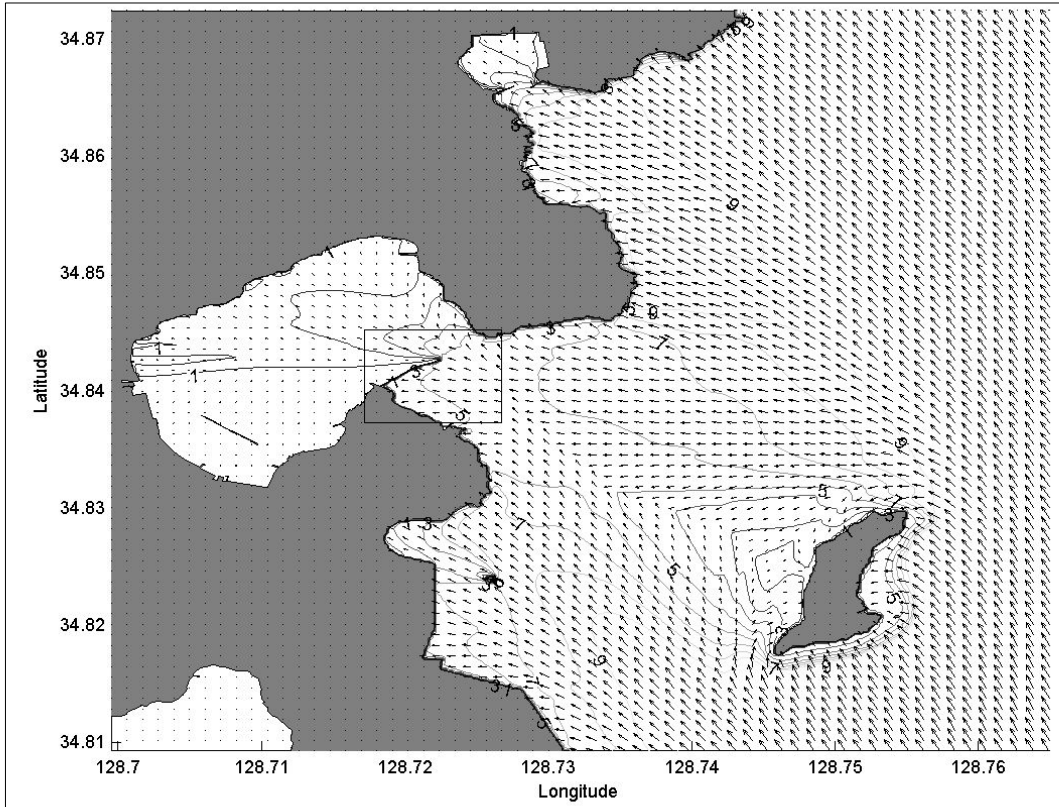
<그림 3.1.19> 외포항 최대파 파고·파향선도(전파향)



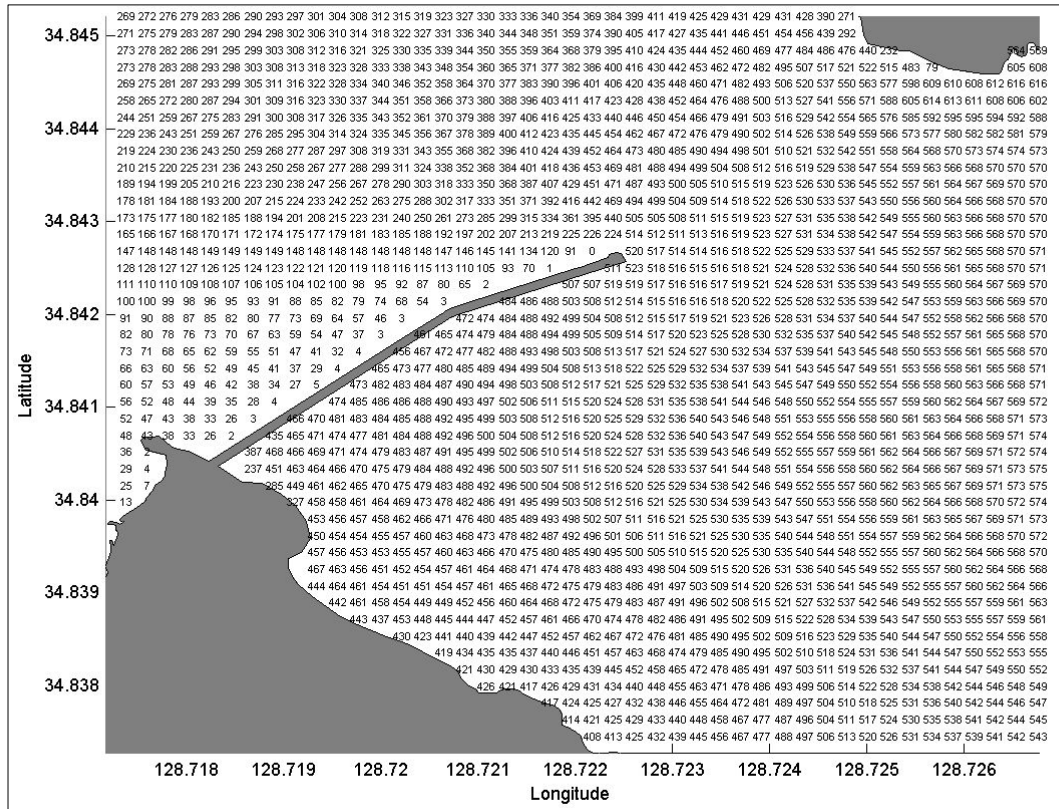
<그림 3.1.20> 외포항 인근 파고분포도(전파향)



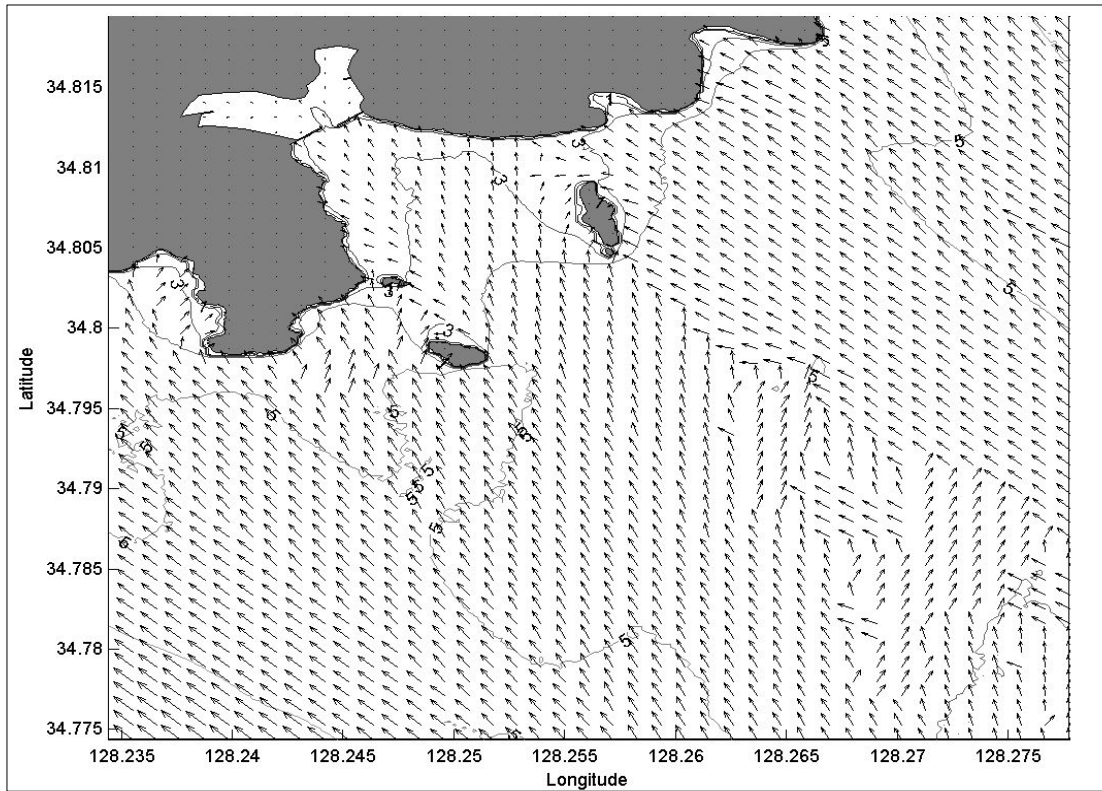
<그림 3.1.21> 지세포항 최대파 파고·파향선도(전파향)



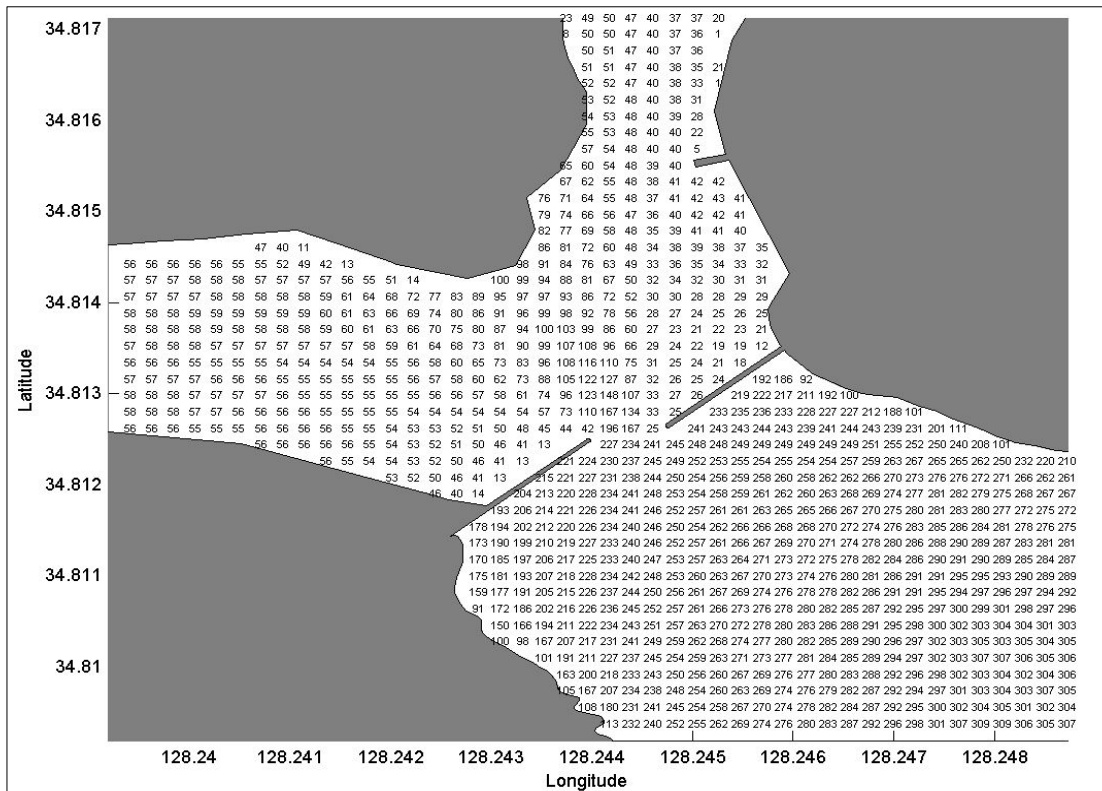
<그림 3.1.22> 지세포항 인근 파고분포도(전파향)



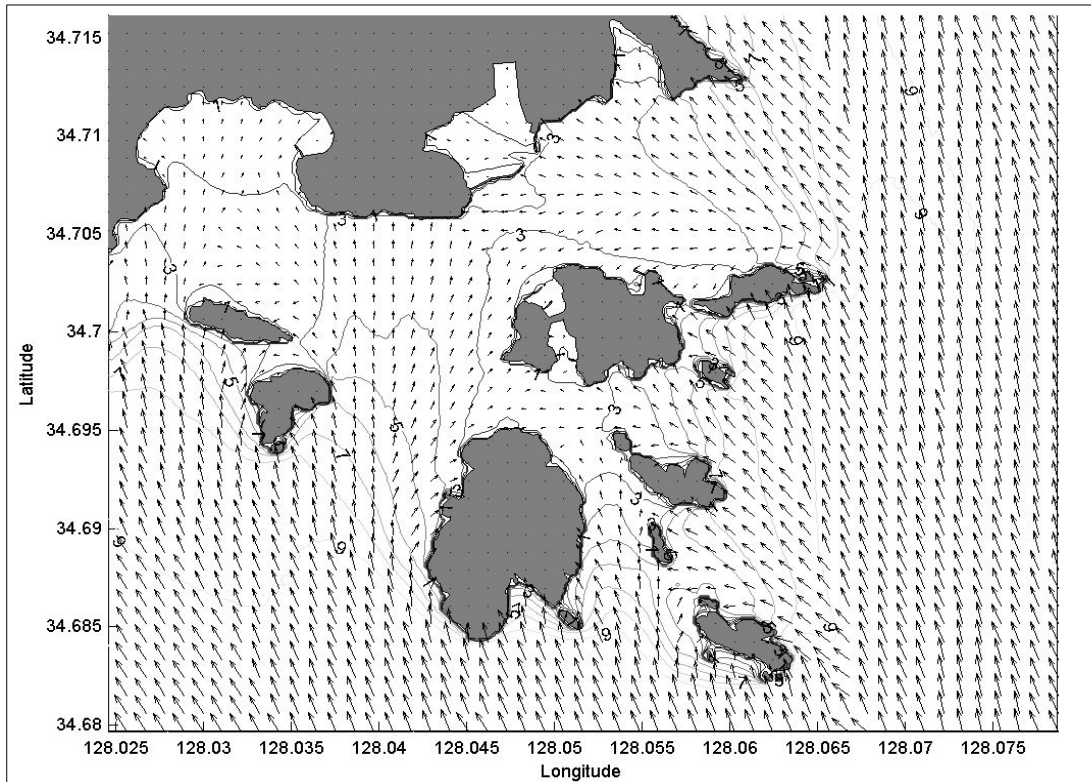
<그림 3.1.23> 능양항 최대파 파고·파향선도(전파향)



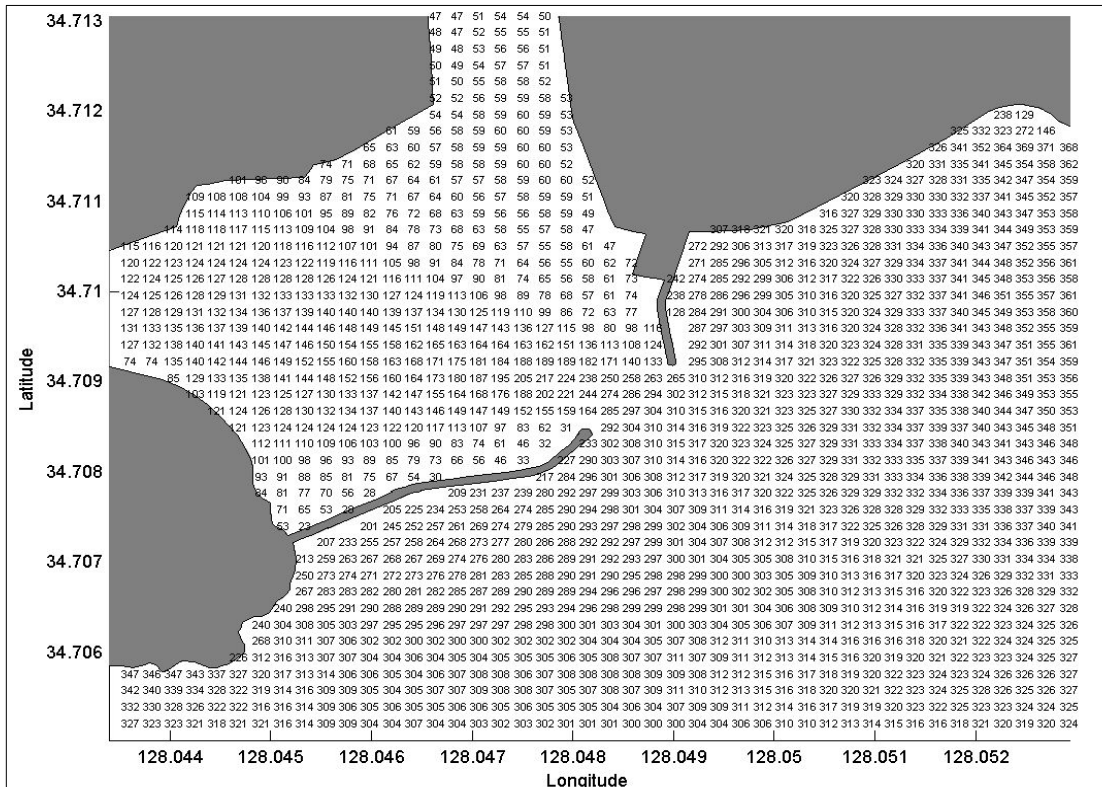
<그림 3.1.24> 능양항 인근 파고분포도(전파향)



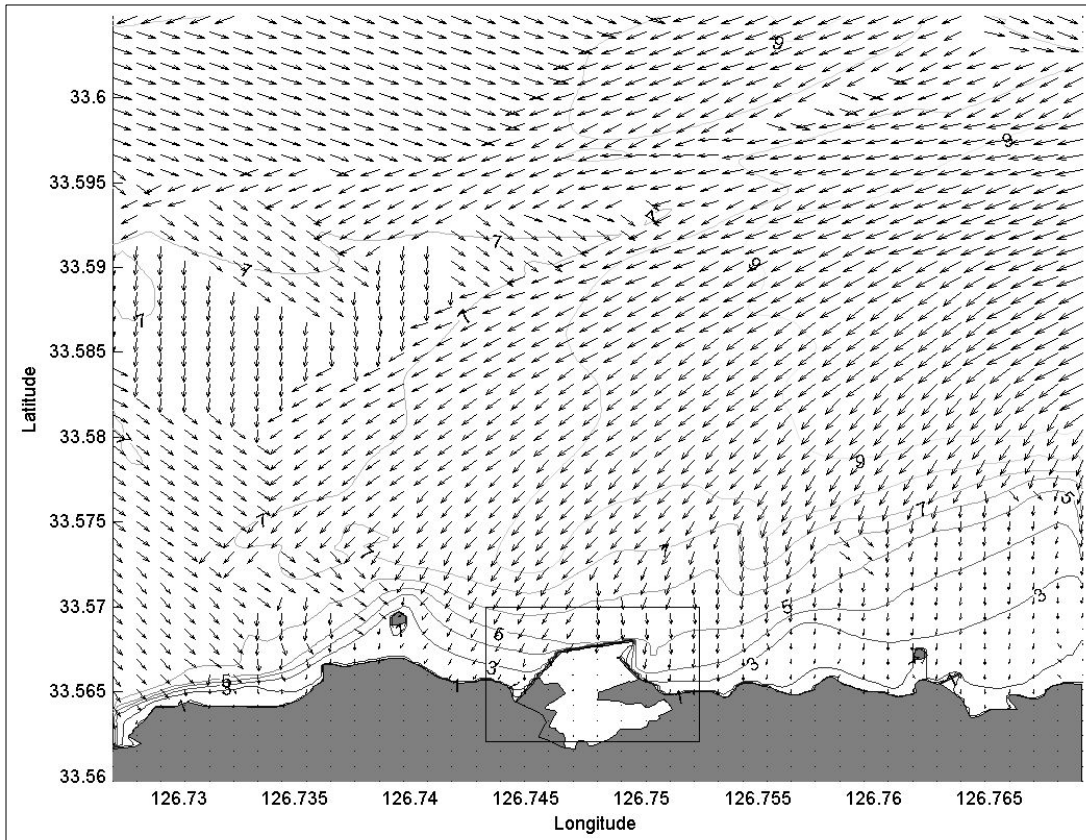
<그림 3.1.25> 미조항 최대파 파고·파향선도(전파향)



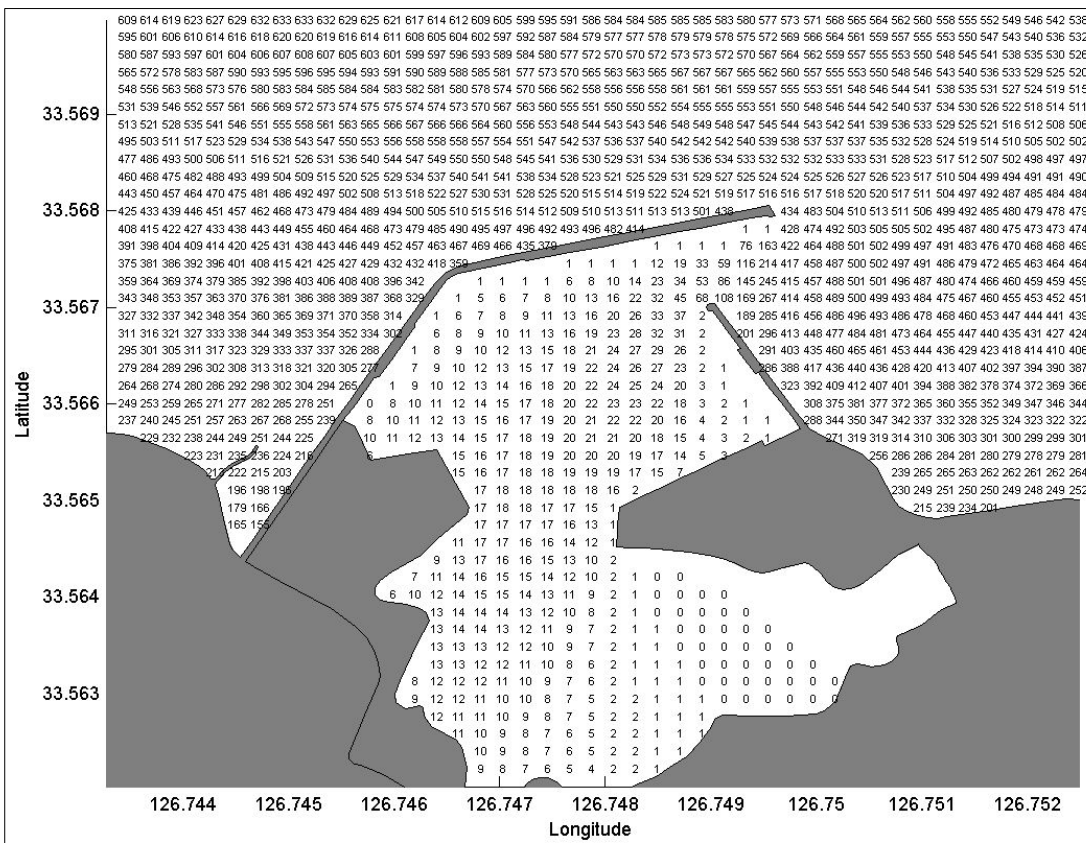
<그림 3.1.26> 미조항 인근 파고분포도(전파향)



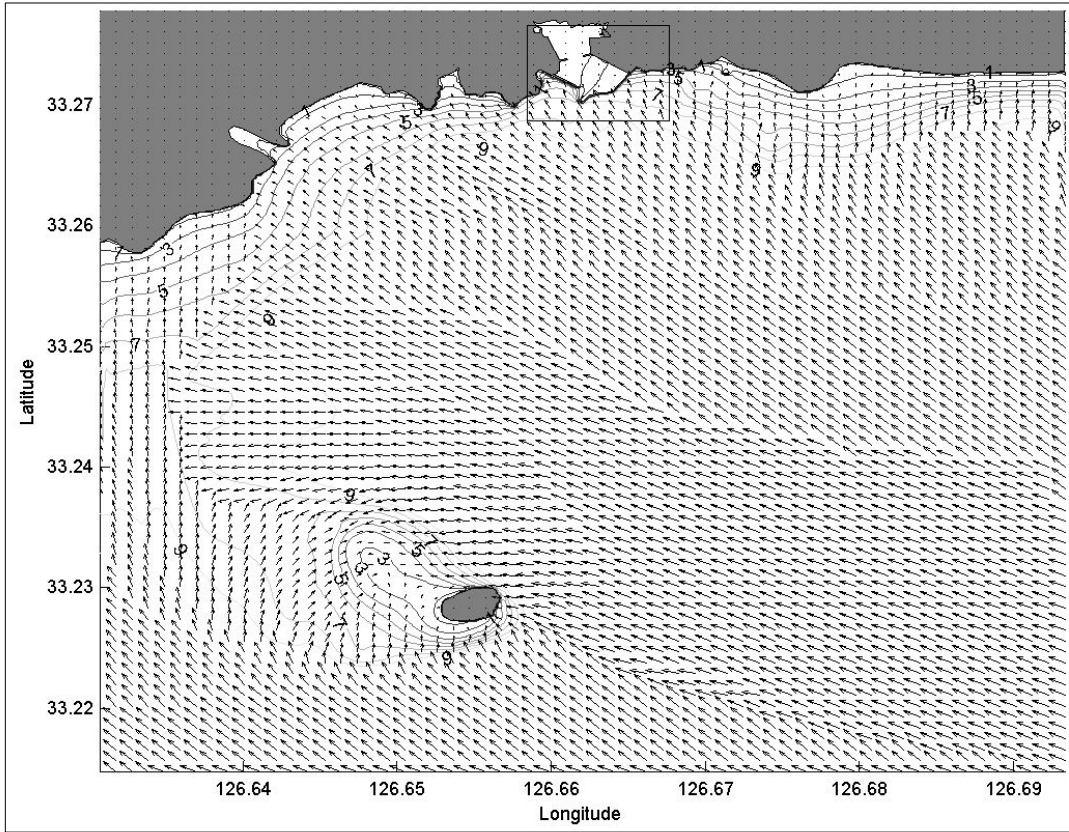
<그림 3.1.27> 김녕항 최대파 파고·파향선도(전파향)



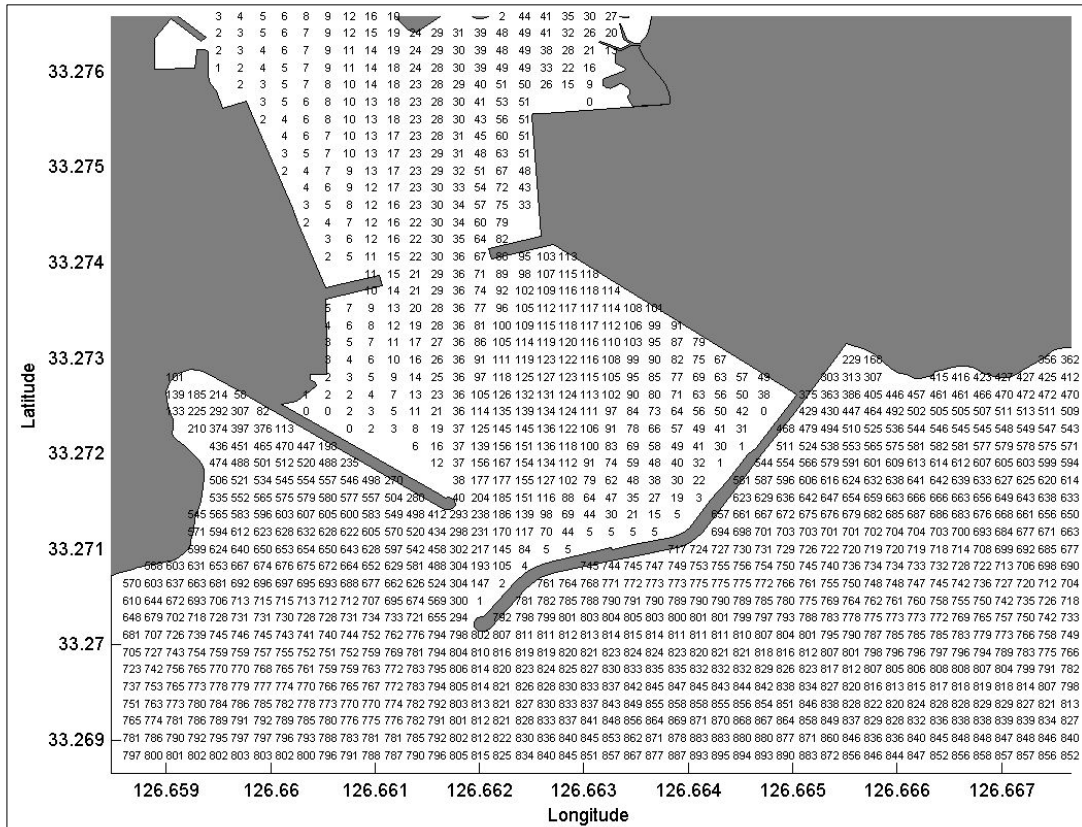
<그림 3.1.28> 김녕항 인근 파고분포도(전파향)



<그림 3.1.29> 위미항 최대파 파고·파향선도(전파향)



<그림 3.1.30> 위미항 인근 파고분포도(전파향)



3.1.5 항별 구조물별 설계파 산정

- 천해 설계파 산정결과를 기초로 기존 구조물 구간의 기존 설계파와 금회 설계파를 기초로 설계파를 산정하였다. 기본적으로 금회 개정신규심해설계파 결과가 과거 실험결과보다 신뢰성이 높으므로 금회 설계파를 기초로 구조물 설계파를 적용하였다.
- 설계파 적용구간은 기존 구조물 설계파 적용구간을 참고로 하여 채택하였다.
- 구조물설계파 산정결과 죽변항, 축산항, 양포항, 외포항, 지세포항의 경우 기존 설계파 보다 증가하였으며, 그 외 어항은 기존 설계파와 유사하거나 감소하는 것으로 산정되었다.
- 특히, 양포항의 경우 기존 설계파보다 약 2.0m 이상 증가하는 것으로 나타났으나, 대보항의 경우 지형적 영향으로 기존설계파보다 현저히 낮은 1.4~2.8m 정도로 산정되었다.

[표 3.1.14] 항별 · 구간별 구조물 설계파

항명	시설물		구분	구조물 설계파		채택
				기존	금회	
장호항	동방파제	1구간	파고(m)	3.1	4.8	4.8
			주기(s)	12.0	12.6	12.6
		2구간	파고(m)	6.1	5.0	5.0
			주기(s)	12.0	12.6	12.6
		3구간	파고(m)	6.7	5.5	5.5
			주기(s)	12.0	12.6	12.6
	방사제	파고(m)	1.5	1.2	1.2	
		주기(s)	12.0	11.1	11.1	
죽변항	동방파제	1구간	파고(m)	4.0	6.1	6.1
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		2구간	파고(m)	4.0	6.1	6.1
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		3구간	파고(m)	4.0	6.1	6.1
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		4구간	파고(m)	5.6	6.6	6.6
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		5구간	파고(m)	6.0	6.6	6.6
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		6구간	파고(m)	6.0	6.6	6.6
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
	남방파제	1구간	파고(m)	2.7	4.0	4.0
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		2구간	파고(m)	4.2	5.5	5.5
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		3구간	파고(m)	4.2	5.5	5.5
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
		4구간	파고(m)	5.5	6.0	6.0
			주기(s)	11.0	12.8	12.8
5구간	파고(m)	5.5	6.0	6.0		
	주기(s)	11.0	12.8	12.8		

[표 3.1.14] 항별 · 구간별 구조물 설계파(계속)

항명	시설물		구분	구조물 설계파		채택
				기존	금회	
축산항	북방파제	1구간	파고(m)	1.7	1.8	1.8
			주기(s)	12.0	12.8	12.8
		2구간	파고(m)	4.2	1.8	1.8
			주기(s)	12.0	12.8	12.8
		3구간	파고(m)	4.5	4.2	4.2
			주기(s)	12.0	12.9	12.9
		4구간	파고(m)	5.0	4.2	4.2
			주기(s)	12.0	12.9	12.9
		5구간	파고(m)	6.8	8.0	8.0
			주기(s)	12.0	12.9	12.9
	동방파제	1구간	파고(m)	5.0	5.2	5.2
			주기(s)	12.0	12.3	12.3
		2구간	파고(m)	5.0	5.2	5.2
			주기(s)	12.0	12.3	12.3
대보항	북방파제	1구간	파고(m)	0.7	1.4	1.4
			주기(s)	12.0	11.6	11.6
		2구간	파고(m)	1.2	2.7	2.7
			주기(s)	12.0	12.1	12.1
		3구간	파고(m)	1.2	2.7	2.7
			주기(s)	12.0	12.1	12.1
		4구간	파고(m)	1.8	2.7	2.7
			주기(s)	12.0	12.1	12.1
		5구간	파고(m)	5.8	2.7	2.7
			주기(s)	12.0	12.1	12.1
		6구간	파고(m)	5.8	2.7	2.7
			주기(s)	12.0	12.1	12.1
		7구간	파고(m)	5.8	2.7	2.7
			주기(s)	12.0	12.1	12.1
	남방파제	1구간	파고(m)	4.3	0.4	0.4
			주기(s)	12.0	9.8	9.8
		2구간	파고(m)	5.2	0.4	0.4
			주기(s)	12.0	9.8	9.8
도 제	1구간	파고(m)	4.5	2.8	2.8	
		주기(s)	12.0	12.1	12.1	
	2구간	파고(m)	4.5	2.8	2.8	
		주기(s)	12.0	12.1	12.1	

[표 3.1.14] 항별 · 구간별 구조물 설계파(계속)

항명	시설물		구분	구조물 설계파		채택		
				기존	금회			
양포항	북방파제	1구간	파고(m)	2.8	4.6	4.6		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		2구간	파고(m)	5.2	6.3	6.3		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		3구간	파고(m)	5.2	7.0	7.0		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		4구간	파고(m)	5.2	7.0	7.0		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		5구간	파고(m)	5.2	7.4	7.4		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		6구간	파고(m)	5.2	7.4	7.4		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
	방사제	1구간	파고(m)	0.9	1.6	1.6		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		2구간	파고(m)	0.9	1.1	1.1		
			주기(s)	10.5	13.0	13.0		
		정자항	북방파제	1구간	파고(m)	1.8	1.2	1.2
					주기(s)	12.0	11.2	11.2
2구간	파고(m)			6.3	2.9	2.9		
	주기(s)			12.0	13.0	13.0		
3구간	파고(m)			6.3	2.9	2.9		
	주기(s)			12.0	13.0	13.0		
4구간	파고(m)			6.3	2.9	2.9		
	주기(s)			12.0	13.0	13.0		
5구간	파고(m)			6.3	5.1	5.1		
	주기(s)			12.0	13.0	13.0		
6구간	파고(m)			6.3	5.1	5.1		
	주기(s)			12.0	13.0	13.0		
7구간	파고(m)	6.3		5.1	5.1			
	주기(s)	12.0		13.0	13.0			
8구간	파고(m)	6.3		5.1	5.1			
	주기(s)	12.0		13.0	13.0			
남방파제	1구간	파고(m)	1.82	0.5	0.5			
		주기(s)	12.0	13.0	13.0			
	2구간	파고(m)	5.89	1.9	1.9			
		주기(s)	12.0	11.6	11.6			
	3구간	파고(m)	5.89	1.9	1.9			
		주기(s)	12.0	11.6	11.6			
	도 제	1구간	파고(m)	5.5	5.9	5.9		
			주기(s)	14.0	13.0	13.0		
2구간		파고(m)	5.5	6.3	6.3			
		주기(s)	14.0	13.0	13.0			

[표 3.1.14] 항별 · 구간별 구조물 설계파(계속)

항명	시설물		구분	구조물 설계파		채택	
				기준	금회		
방어진항	북방파제	1구간	파고(m)	5.6	2.6	2.6	
			주기(s)	14.0	13.2	13.2	
		2구간	파고(m)	5.6	3.1	3.1	
			주기(s)	14.0	13.2	13.2	
		3구간	파고(m)	5.6	3.1	3.1	
			주기(s)	14.0	13.2	13.2	
		4구간	파고(m)	5.6	3.1	3.1	
			주기(s)	14.0	13.2	13.2	
		남방파제	1구간	파고(m)	4.9	4.3	4.3
				주기(s)	14.0	13.2	13.2
			2구간	파고(m)	4.9	4.3	4.3
				주기(s)	14.0	13.2	13.2
	3구간		파고(m)	4.9	4.3	4.3	
			주기(s)	14.0	13.2	13.2	
	파제제		파고(m)	2.5	1.6	1.6	
			주기(s)	11.0	12.2	12.2	
	미조(남)항	동방파제	1구간	파고(m)	3.8	3.0	3.0
				주기(s)	14.0	13.8	13.8
			2구간	파고(m)	3.8	3.0	3.0
				주기(s)	14.0	13.8	13.8
남방파제		1구간	파고(m)	2.8	2.4	2.4	
			주기(s)	14.0	13.8	13.8	
		2구간	파고(m)	2.8	2.4	2.4	
			주기(s)	14.0	13.8	13.8	
		3구간	파고(m)	2.8	2.4	2.4	
			주기(s)	14.0	13.8	13.8	
		4구간	파고(m)	3.8	2.4	2.4	
			주기(s)	14.0	13.8	13.8	
		5구간	파고(m)	3.8	2.4	2.4	
			주기(s)	14.0	13.8	13.8	

[표 3.1.14] 항별 · 구간별 구조물 설계파(계속)

항명	시설물		구분	구조물 설계파		채택
				기존	금회	
외포항	동방파제	1구간	파고(m)	4.8	5.8	5.8
			주기(s)	14.0	14.5	14.5
		2구간	파고(m)	5.3	7.5	7.5
			주기(s)	14.0	14.5	14.5
		3구간	파고(m)	5.3	7.5	7.5
			주기(s)	14.0	14.5	14.5
	서방파제		파고(m)	3.0	2.9	2.9
			주기(s)	14.0	14.5	14.5
지세포항	서방파제		파고(m)	4.2	5.2	5.2
			주기(s)	9.0	13.5	13.5
능양항	서방파제		파고(m)	2.5	2.3	2.3
			주기(s)	6.41	13.8	13.8
	동방파제		파고(m)	2.5	2.5	2.5
			주기(s)	6.41	13.8	13.8
김녕항	서방파제	1구간	파고(m)	4.0	3.2	3.2
			주기(s)	11.0	12.6	12.6
		2구간	파고(m)	5.0	4.7	4.7
			주기(s)	11.0	15.4	15.4
		3구간	파고(m)	6.3	5.2	5.2
			주기(s)	11.0	11.2	11.2
		4구간	파고(m)	6.3	5.2	5.2
			주기(s)	11.0	11.2	11.2
	동방파제	1구간	파고(m)	4.0	3.3	3.3
			주기(s)	11.0	15.4	15.4
		2구간	파고(m)	4.0	3.3	3.3
			주기(s)	11.0	15.4	15.4

[표 3.1.14] 항별 · 구간별 구조물 설계파(계속)

항명	시설물		구분	구조물 설계파		채택
				기존	금회	
위미항	북방파제	1구간	파고(m)	4.2	4.3	4.3
			주기(s)	14.0	15.2	15.2
		2구간	파고(m)	5.7	5.2	5.2
			주기(s)	14.0	15.2	15.2
		3구간	파고(m)	5.7	5.2	5.2
			주기(s)	14.0	15.2	15.2
		4구간	파고(m)	7.5	7.0	7.0
			주기(s)	14.0	15.1	15.1
		5구간	파고(m)	7.9	7.0	7.0
			주기(s)	14.0	15.1	15.1
		6구간	파고(m)	8.1	7.9	7.9
			주기(s)	14.0	15.2	15.2
		7구간	파고(m)	8.1	7.9	7.9
			주기(s)	14.0	15.2	15.2
		8구간	파고(m)	8.1	7.9	7.9
			주기(s)	14.0	15.2	15.2
	서방파제	1구간	파고(m)	4.9	5.0	5.0
			주기(s)	8.5	14.1	14.1
		2구간	파고(m)	4.9	5.0	5.0
			주기(s)	8.5	14.1	14.1

3.2 항내 정온도 산정

3.2.1 실험개요

- 본 실험은 태풍 등 이상파 내습시 항내로 전파된 파랑특성을 분석하여 현상태 및 항내 정온도 향상을 위한 평면배치안에 대해 항내 정온도를 검토하여 평면배치 및 단면 형식 결정에 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.
- 항내정온도 검토는 부두 전면 파고분포를 『항만 및 어항 설계 기준』(2005, 해양수산부)에서 제시한 수역시설 사용이 가능한 최대파고로 하여 이상시에서의 한계파고는 수역시설 사용이 가능한 최대파고 중 항내 묘박 및 정박가능 최대 파고인 0.6m를 채택하였으며, 평상시에는 양육, 준비가 가능한 최대파고인 0.3m를 기준으로 항내 정온도를 검토하였다.

[표 3.2.1] 수역시설 사용이 가능한 최대파고

(단위 : m)

구 분	수역시설 수심	
	3.0m 이하	3.0m 이상
항내 묘박 및 정박가능 최대 파고	0.60	0.70
항로 사용가능 최대 파고	0.90	1.20
양육, 준비가 가능한 파고	0.30	0.40
휴식이 가능한 최대파고	0.40	0.50

주) 박지의 정온도에 대해서는 박지내의 파고로 평가하는 것이 통례이지만 필요에 따라서는 연파 및 항주파 등의 영향도 함께 고려해야 한다.

3.2.2 실험방법

- 설계파 산정 수치모형실험결과를 기초로 대상어항 및 실험 파향을 결정하였다. 또한, 입사경계는 이상시에는 설계파 산정 결과를 내삽하여 결정하였으며, 평상시에는 파고의 시계열 자료를 활용하여 채택하였다.
- 수심은 삭망평균만조위를 보정하여 항내 정온도를 평가하였다.
- 항내 정온도 검토를 위한 실험안은 항별 지형적인 특징 및 향후 개발방향 등을 고려하여 설정하였으며, 항내 정온도 검토를 위한 수치모형 실험에 사용된 반사계수는 Goda가 제시한 반사율 개략치를 사용하였다.

[표 3.2.2] 반사율의 개략치

구 조 형 식	반사계수	구 조 형 식	반사계수
직립벽(천단이 정수면 위)	0.7~1.0	이형소파블럭사면	0.3~0.5
직립벽(천단이 정수면 아래)	0.5~0.7	직립소파구조물	0.3~0.8
사석사면(1:2~3경사)	0.3~0.6	자연해빈	0.05~0.2

3.2.3 대상어항 선정

- 항내 정온도 검토를 위한 대상어항은 외해에서 고파랑내습지역(설계파고 6개이상), 개정 신규심해파가 기존 심해설계파보다 증가한 어항, 대상어항의 주파향이 변화한 입사파랑의 다방향성을 나타내는 어항, 과거 항내 정온이 불량하여 피해가 발생한 지역, 현지의견, 현재 어항의 개발상태와 같은 6개 선정 기준으로 채택하였다.
- 6개 기준 중 과거 항내 정온도 불량에 따른 어선의 피해발생과 현지조사시 어민 및 지자체 의견이 있는 지역에 대해서는 현재 항내 정온도가 불량 할 것으로 판단하여 반영하였으며,
- 금회 설계과를 검토하여 과거 파랑에 비해 설계파가 크게 증가하고, 내습파랑이 큰 지역에 대해서는 추가적으로 검토하였다.
- 하지만, 현재 시공중인 국가어항에 대해서는 항내 정온도 산정에 따른 평면배치 계획 수립시 이에 대해 시공중인 현장에 대해서는 실험결과를 반영하는데 어려우므로 대상어항에서 제외하였다.
- 이러한 6개 기준 검토결과 축산항, 대보항, 양포항, 외포항, 김녕항, 위미항 등 6개 항을 정온도 실험 대상항으로 선정하였다.

[표 3.2.3] 1차년도 대상어항 선정

항명	고파랑 내습지역	내습파랑 증가	입사파랑의 다방향성	피해이력	현지의견 수렴	개발상태	선정
장호항	○	×	×	×	×	완 공	
죽변항	○	○	○	○	×	시공중	
축산항	○	○	×	×	○	완 공	○
대보항	×	×	○	○	○	완 공	○
양포항	○	○	○	○	○	완 공	○
정자항	○	○	○	×	×	완 공	
방어진항	×	×	○	×	×	완 공	
미조(남)항	×	×	○	×	○	완 공	
외포항	○	○	×	×	○	완 공	○
지세포항	○	○	×	×	○	계획중	
능양항	×	×	×	×	×	완 공	
김녕항	○	×	○	×	○	완 공	○
위미항	○	×	○	×	○	완 공	○


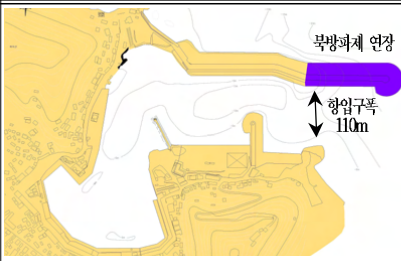
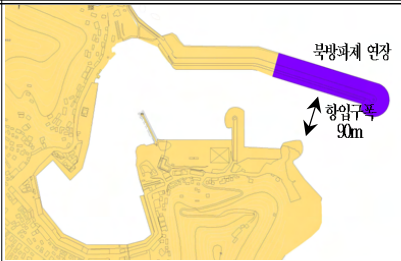
3.2.4 항내정온도 검토 및 평면배치계획 수립

1) 축산항

가) 항내정온도 검토 결과

- 축산항은 항세 및 지형적인 특성상 NE 및 E계열 파랑이 내습하여 항내 정온도에 악영향을 미칠 것으로 판단되며, 이러한 파향을 고려하여 평면배치시 고파랑 내습 차단, 항입구부 협소 및 선박의 대형화 추세에 따라 동방파제 연장에 따른 항로 축소보다는 북방파제 연장에 따른 항내정온도 확보를 고려하였다.
- 실험안은 외해에서 전파되는 파랑 중 빈도가 가장 높은 NE계열 파랑을 효과적으로 차폐하는 계획1안과 항 입구폭은 협소해지나 항의 정온도 확보를 위한 계획2안을 채택하였다.

[표 3.2.4] 실험안

현상태	계획1안	계획2안
 <p>북방파제 동방파제</p>	 <p>북방파제 연장 항입구폭 110m</p>	 <p>북방파제 연장 항입구폭 90m</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 395m • 동방파제 90m 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 150m 연장 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 200m 연장

가) 이상시

- 현상태 실험결과, 외해에서 발달된 파랑은 축산항 입구부를 통해 동방파제 후면 물양장에서 정온이 확보되지 않은 것으로 나타났으며, 항내측으로 전파된 파랑은 내항 북측에서는 일부 구간이 소란한 것으로 나타났으나, 내항 동방파제에 의해 남측으로는 파랑이 차폐되어 그 영향이 미미한 것으로 나타났다.
- 계획1안 실험결과, 북방파제 연장에 따라 N계열의 파랑은 효과적으로 차폐하여 정온도가 확보되나, E계열 파랑내습시 동방파제 배후의 물양장에서 정온이 확보되지 않는 것으로 나타났다.
- 계획2안 실험결과, 북방파제 연장에 따라 NE~ESE파랑이 효과적으로 차폐되어 항 전체적으로 정온도가 확보되는 것으로 나타났다.

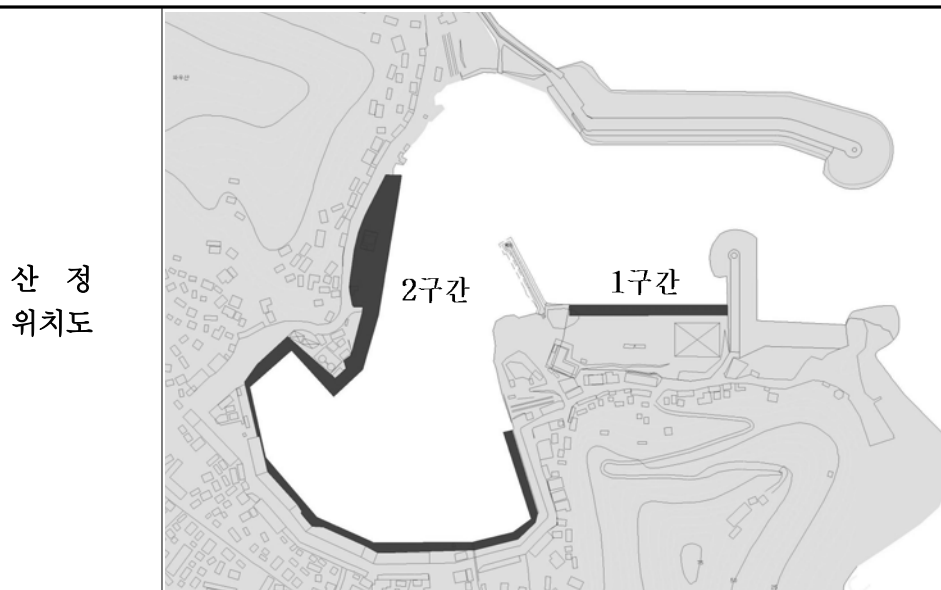
[표 3.2.5] 항내 정은 수면적

(단위 : m²)

구 분	현상태	계획1안	계획2안
NE	70,975	88,375	94,950
E	72,675	88,350	93,900
ESE	62,900	72,450	93,900
SE	66,525	74,000	85,650

[표 3.2.6] 물양장 전면 파고분포

(단위 : m)



구 분	현상태		계획1안		계획2안	
	1구간	2구간	1구간	2구간	1구간	2구간
N	0.56~1.05	0.01~0.43	0.23~0.42	0.01~0.18	0.04~0.07	0.01~0.02
E	0.64~1.12	0.01~0.37	0.28~0.48	0.01~0.19	0.15~0.30	0.01~0.10
ESE	0.73~1.39	0.02~0.60	0.51~1.05	0.01~0.45	0.13~0.27	0.01~0.11
SE	0.63~1.32	0.02~0.60	0.44~1.03	0.01~0.37	0.24~0.55	0.01~0.19

<그림 3.2.1> 등파고선도(현상태, ESE파향 내습시)



<그림 3.2.2> 등파고선도(계획1안, ESE파향 내습시)



<그림 3.2.3> 등파고선도(계획2안, ESE파향 내습시)



b) 정상시

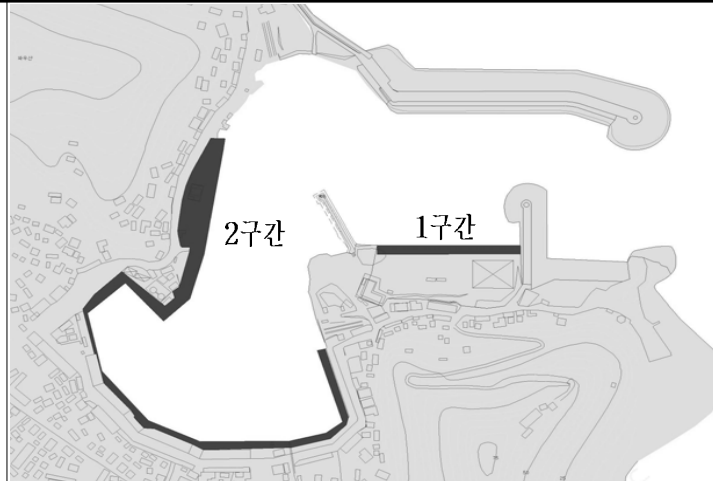
- 현재상태 실험결과, 물양장 전면에서는 양육가능 파고인 0.3m 이하가 90% 이상 확보되는 것으로 나타나 정상시 물양장 이용에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- 휴식가능 파고 0.4m 미만은 97%이상 확보되어 정상시 어선의 휴식에도 영향이 없을 것으로 사료된다.

[표 3.2.7] 항내 파고별 백분율

(단위 : %)


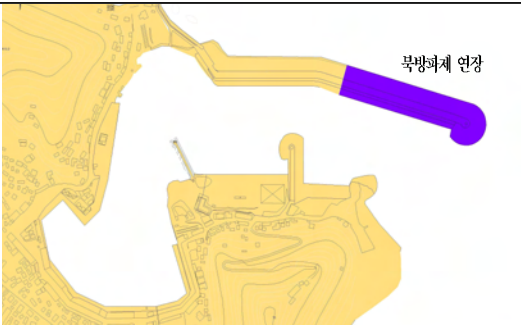
구 분	1구간		2구간		비고
	빈도	누계	빈도	누계	
0.0 ~ 0.1m	65.1	65.1	59.7	59.7	• 양육부두 : 0.3m • 휴식부두 : 0.4m
0.1 ~ 0.2m	19.5	84.6	22.3	82.0	
0.2 ~ 0.3m	9.3	93.9	11.0	93.0	
0.3 ~ 0.4m	3.5	97.4	3.8	96.8	
0.4 ~ 0.5m	1.6	99.0	1.7	98.5	
0.5 ~ 0.6m	0.6	99.6	0.9	99.4	
0.6 ~ 0.7m	0.2	99.8	0.4	99.8	
0.7 ~ 0.8m	0.1	100.0	0.1	99.9	
0.8 ~ 0.9m	0.0	100.0	0.1	100.0	
0.9 ~ 1.0m	0.0	100.0	0	100.0	

산 정
위치도



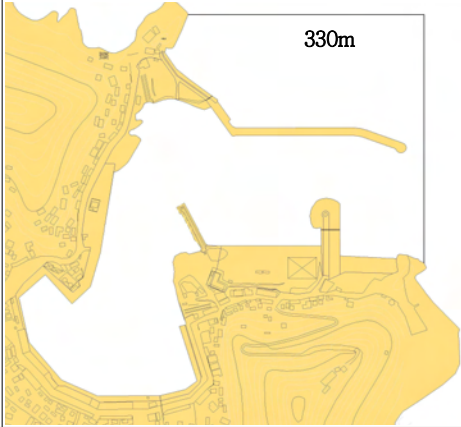
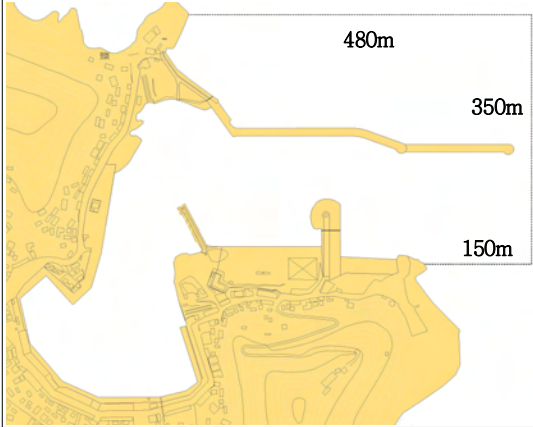
나) 평면배치계획 수립

- 평면배치는 항내 정온확보, 선박의 통항성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 계획을 수립하였다.
- 계획1안은 E계열 파랑내습시 동방파제배후 물양장에서의 항내정온은 확보되지 않으나, 북방파제 두부의 강한 남향류를 효과적으로 제거하였으며, 항내정온 및 정온수면적이 확보되므로 이상시 항내측으로 대피함으로서 피항기능을 수행할 수 있고, 내습빈도가 큰 N계열 파랑(57%)의 효과적인 차폐를 통해 동방파제배후 물양장에서의 항내 정온도 확보 및 선박의 안정적인 운항을 할 수 있을 것으로 사료된다.
- 계획2안은 계획1안과 같이 북방파제 두부의 남향류가 제거되었으며, 모든 파향의 파랑에 대해 정온이 확보되는 것으로 나타났으나, 항입구폭이 약 90m로 계획1안 110m보다 좁아 선박 운항성이 저하될 것으로 사료된다.
- 따라서, E계열 파랑내습시 일부구간에서 정온이 불리하지만 최근 어선의 대형화에 따른 충분한 항입구폭 확보와 경제성이 유리한 계획1안을 채택·건의한다.

구 분	계획1안	계획2안
평면도		
개 요	• 북방파제 150m 연장	• 북방파제 200m 연장
물양장 전면과고(m)	0.01~1.05	0.01~0.55
항내정온 수면적(m ²)	72,450	85,650
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 연장에 따라 NE파향 차폐로 선박 운항에 유리 • 현상태에서 항 입구폭 최대 확보 • E계열 파랑 내습시 항내정온 불리 	<ul style="list-style-type: none"> • 내습파랑의 효과적인 차단 • 항입구폭 감소에 따른 선박의 통항성 저하 • 경제성 불리
공 사 비	168억원	241억원
건 의	○	

다) 항계선 검토

- 축산항 북방파제 연장안은 기존 항계선 외측으로 계획되어 있어 북방파제 연장을 위해서는 기존 항계선을 변경해야 한다.



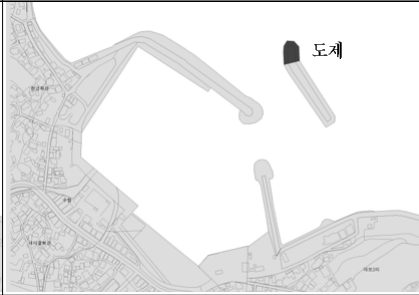
구 분	현 재	변 경
개 요	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 기부 돌출부에서 정동으로 해상 330m 점과 이점에서 정남으로 죽도 돌출부와 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면 	<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 기부 돌출부에서 정동으로 480m 점에서 정남으로 350m에서 정서로 죽도 돌출부와 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면
항 계 선	 <p>330m</p>	 <p>480m 350m 150m</p>

2) 대보항

가) 항내정온도 검토 결과

- 대보항은 항세, 지형 및 파랑 특성상 E계열 파랑이 내습하여 항내 정온도에 악영향을 미칠 것으로 판단되며, 이러한 파향을 고려하여 평면배치시 파랑 내습 차단 및 선박운항의 안정성을 확보를 위한 평면배치계획을 수립하였다.
- 대보항은 선박의 통항성을 우선적으로 고려하여 도제 연장시 외해에서 항내진입시 북방파제와 도제사이의 항로폭을 최대한 확보하기 위한 계획1안과 북방파제와 동방파제 사이의 항로폭을 확보하기 위한 계획2안을 실험안으로 채택하였다.

[표 3.2.8] 실험안

현상태	계획1안	계획2안
		
<ul style="list-style-type: none"> • 도제 110m • 북방파제 380m • 동방파제 150m 	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 30m 연장 • 동방파제 20m 절개 	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 30m 연장

a) 이상시

- 현상태 실험결과, ENE파향, E파향에 대해서 1구간, 2구간에서 항내 정온이 불량한 것으로 나타났으며, 항내 정온수면적은 약 64,000m²로 산정되었다.
- 계획1안과 계획2안은 방파제 연장에 따라 항내 수역면적에서 파고는 0.6m내로 산정되어 항내 정온은 양호한 것으로 나타났다.

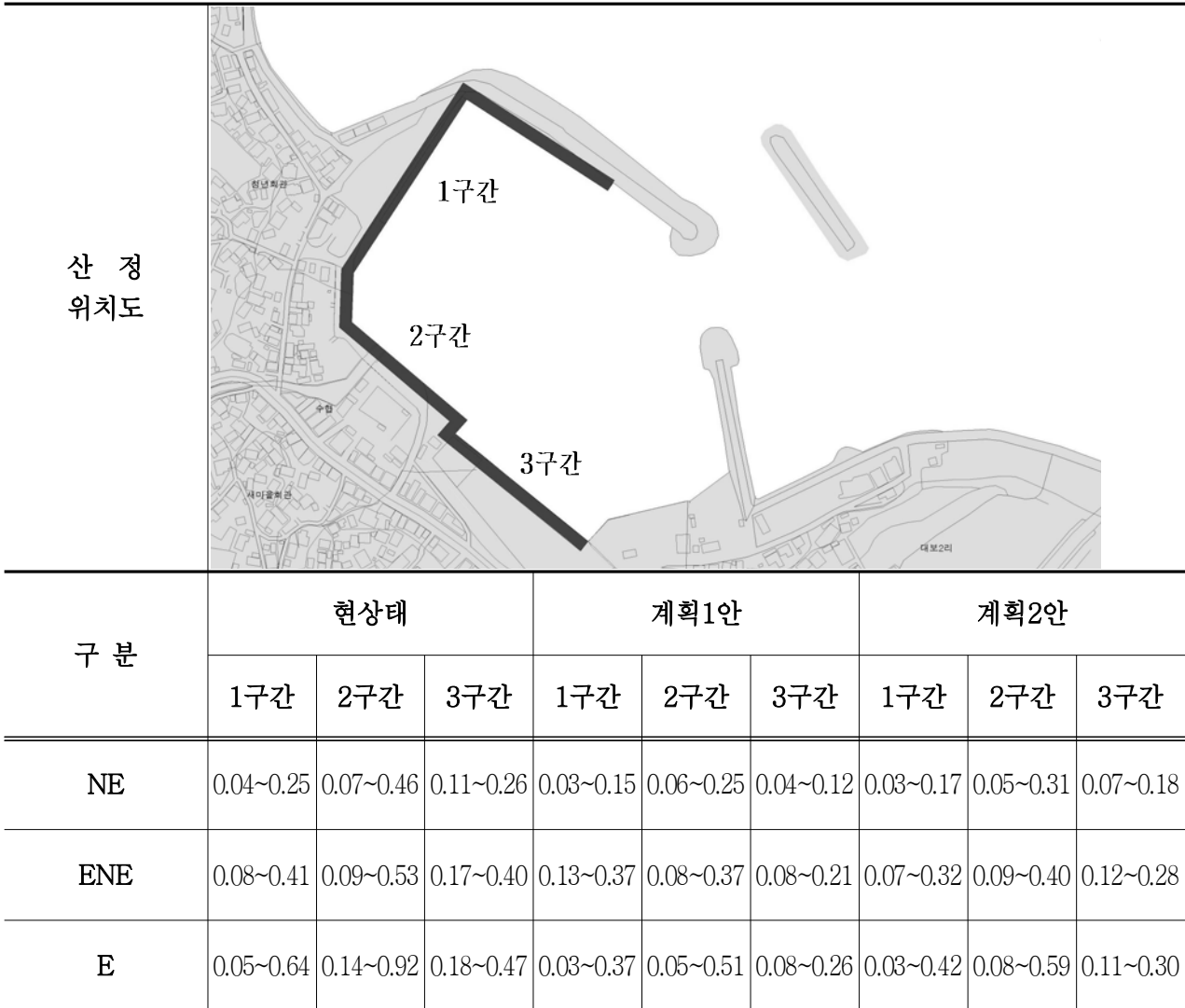
[표 3.2.9] 항내 정온 수면적

(단위 : m²)

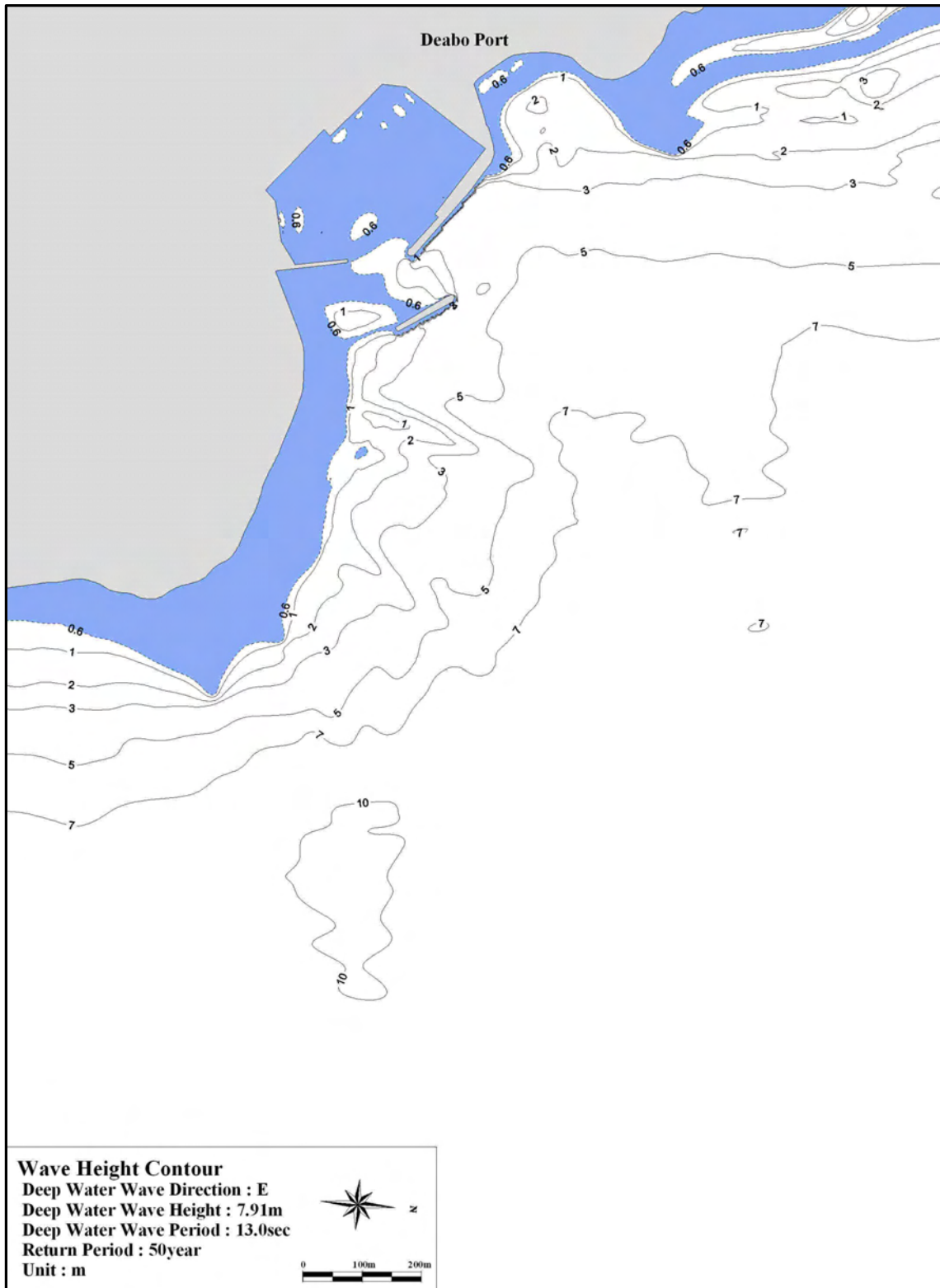
구 분	현상태	계획1안	계획2안
NE	68,625	68,700	68,700
ENE	66,525	68,450	68,450
E	63,875	68,800	68,225

[표 3.2.10] 물양장 전면 파고분포

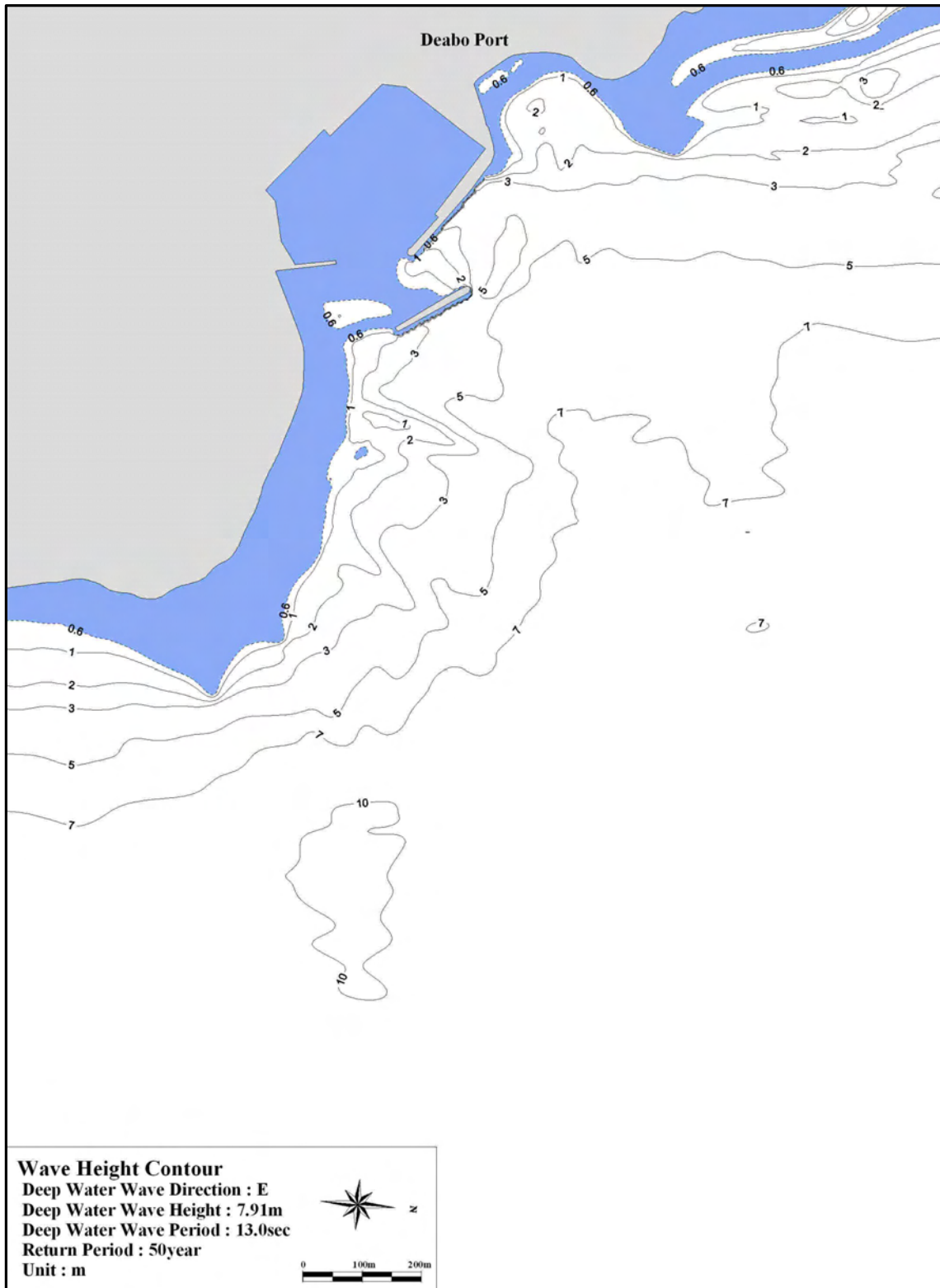
(단위 : m)



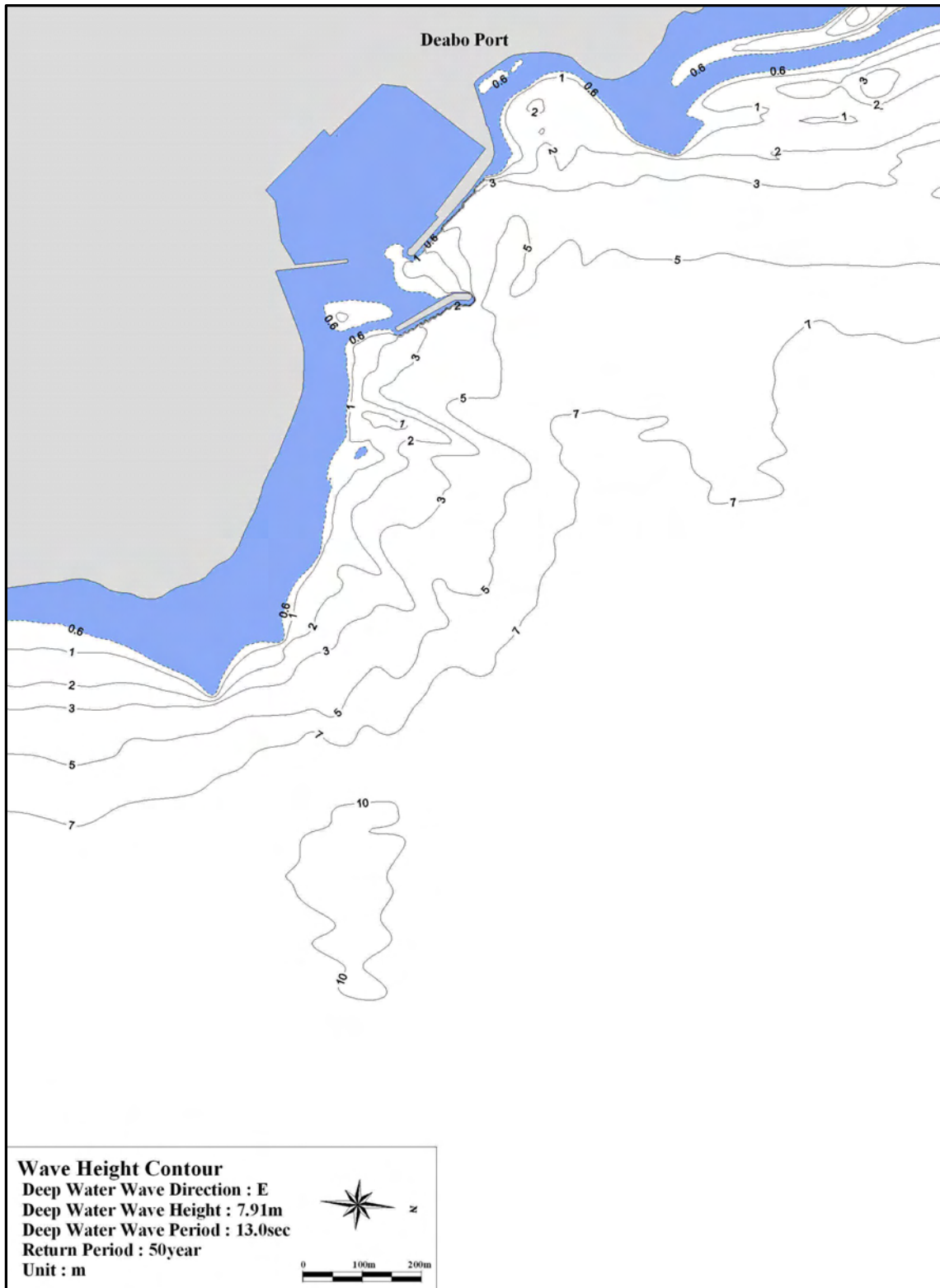
<그림 3.2.4> 등파고선도(현상태, E파향 내습시)



<그림 3.2.5> 등파고선도(계획1안, E파향 내습시)



<그림 3.2.6> 등파고선도(계획2안, E파향 내습시)



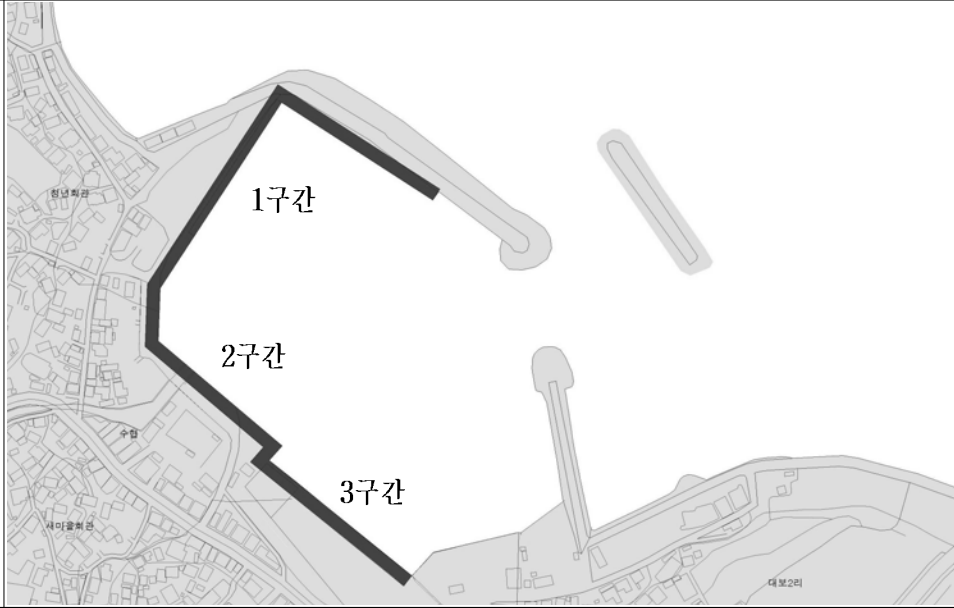
b) 평상시

- 현재상태 실험결과, 물양장 전면에서는 양육가능 파고인 0.3m 이하가 97% 이상 확보되는 것으로 나타나 평상시 물양장 이용에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- 휴식가능 파고 0.4m 미만은 99%이상 확보되어 평상시 어선의 휴식에도 영향이 없을 것으로 사료된다.

[표 3.2.11] 항내 파고별 백분율

(단위 : %)


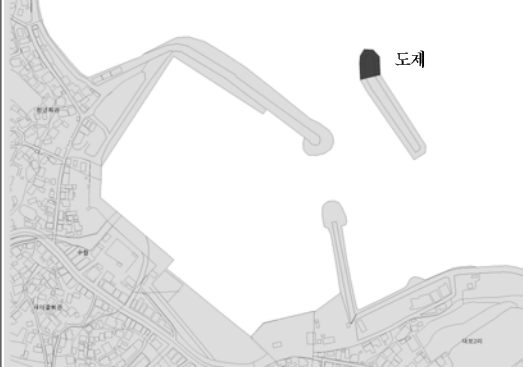
산 정 위치도



구 분	1구간		2구간		3구간		비고
	빈도	누계	빈도	누계	빈도	누계	
0.0 ~ 0.1m	83.1	83.1	76.3	76.3	78.5	78.5	• 양육부두 : 0.3m • 휴식부두 : 0.4m
0.1 ~ 0.2m	15.3	98.4	20.3	96.6	20.1	98.6	
0.2 ~ 0.3m	1.6	100.0	3.1	99.7	1.3	99.9	
0.3 ~ 0.4m	0.0	100.0	0.3	100.0	0.1	100.0	
0.4 ~ 0.5m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
0.5 ~ 0.6m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
0.6 ~ 0.7m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
0.7 ~ 0.8m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
0.8 ~ 0.9m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	
0.9 ~ 1.0m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	

나) 평면배치계획 수립

- 평면배치는 항내정온도 실험 평가 결과, 시공성, 경제성 등을 고려하여 계획을 수립하였다.
- 계획1안과 계획2안에 대한 비교·분석한 결과, 전체적인 시공성, 경제성 등이 우수하고 선박의 통행에도 유리한 계획1안을 채택·건의한다.





구 분	계획1안	계획2안
평면도		
개 요	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 30m 연장 • 동방파제 20m 절개 	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 30m 연장
물양장 전면과고(m)	0.03~0.51	0.03~0.59
항내정온 수면적(m ²)	68,450	68,225
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 내습파랑의 효과적인 차단 • 선박의 통행성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 내습파랑의 효과적인 차단
공 사 비	20억	16억
건 의	○	

3) 양포항

가) 항내정온도 검토 결과

- 양포항은 항세, 지형 및 파랑 특성상 E계열 파랑(E, ENE파향)이 내습하여 항내 정온도에 악 영향을 미칠 것으로 판단되며, 이러한 파향을 고려하여 평면배치시 고파랑 내습 차단 및 선박 운항의 안정성을 확보를 위한 평면배치계획을 수립하였다.
- 외해에서 항내로 전파된 파랑 및 바람에 의한 풍파차단을 위한 계획1안, 북방파제 연파 및 외해에서 전파되는 파랑을 효과적으로 차단하기 위한 계획2안, 외해파랑의 항 인근해역으로 전파를 극저지하기 위한 계획3안을 실험안으로 채택하였다.

[표 3.2.12] 실험안

현상태	계획1안	계획2안	계획3안
			
<ul style="list-style-type: none"> • 북방파제 700m • 방 사 제 450m 	<ul style="list-style-type: none"> • 파제제 300m 신설 	<ul style="list-style-type: none"> • 익제 300m 신설 	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 350m 신설

가) 이상시

- 현상태 실험결과, 1구간에서는 연파, 2~3구간에서는 회절파에 의해서 모든 실험파향에 대해 항내측에서 1m이상의 파랑이 발생하였다.
- 계획1안 실험결과, 3구간에서 0.6m 내외의 파가 발생하는 것으로 나타났으나 전반적인 항내정온도는 양호한 것으로 나타났다.
- 계획2안 실험결과, 익제 건설에 따라 연파 및 회절파를 효과적으로 차단하여 항내 접안시설 전면에서는 0.6m미만의 파고분포를 나타내었다. 그러나, 3구간 전면에서 일부 소란한 지역이 발생하였다.
- 계획3안 실험결과, 항내측과 항외측에서도 정온한 것으로 나타났다.

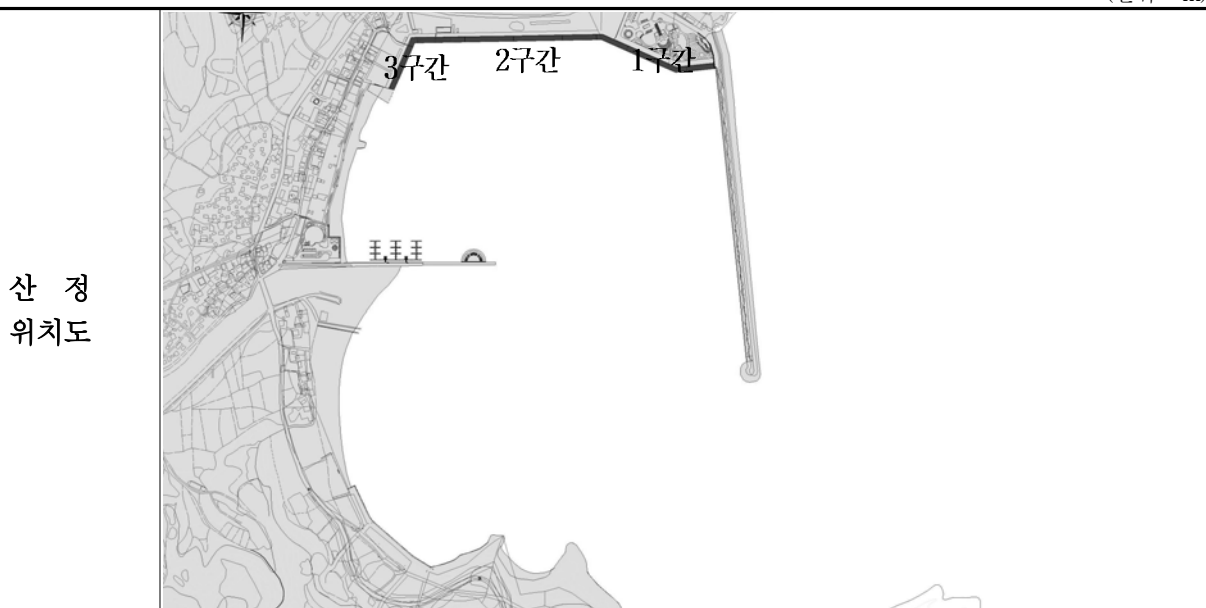
[표 3.2.13] 항내 정은 수면적

(단위 : m²)

구 분	현상태	계획1안	계획2안	계획3안
E	106,825	183,225	260,975	379,600
ESE	116,375	179,850	248,125	376,825
SE	168,000	193,700	268,550	379,800

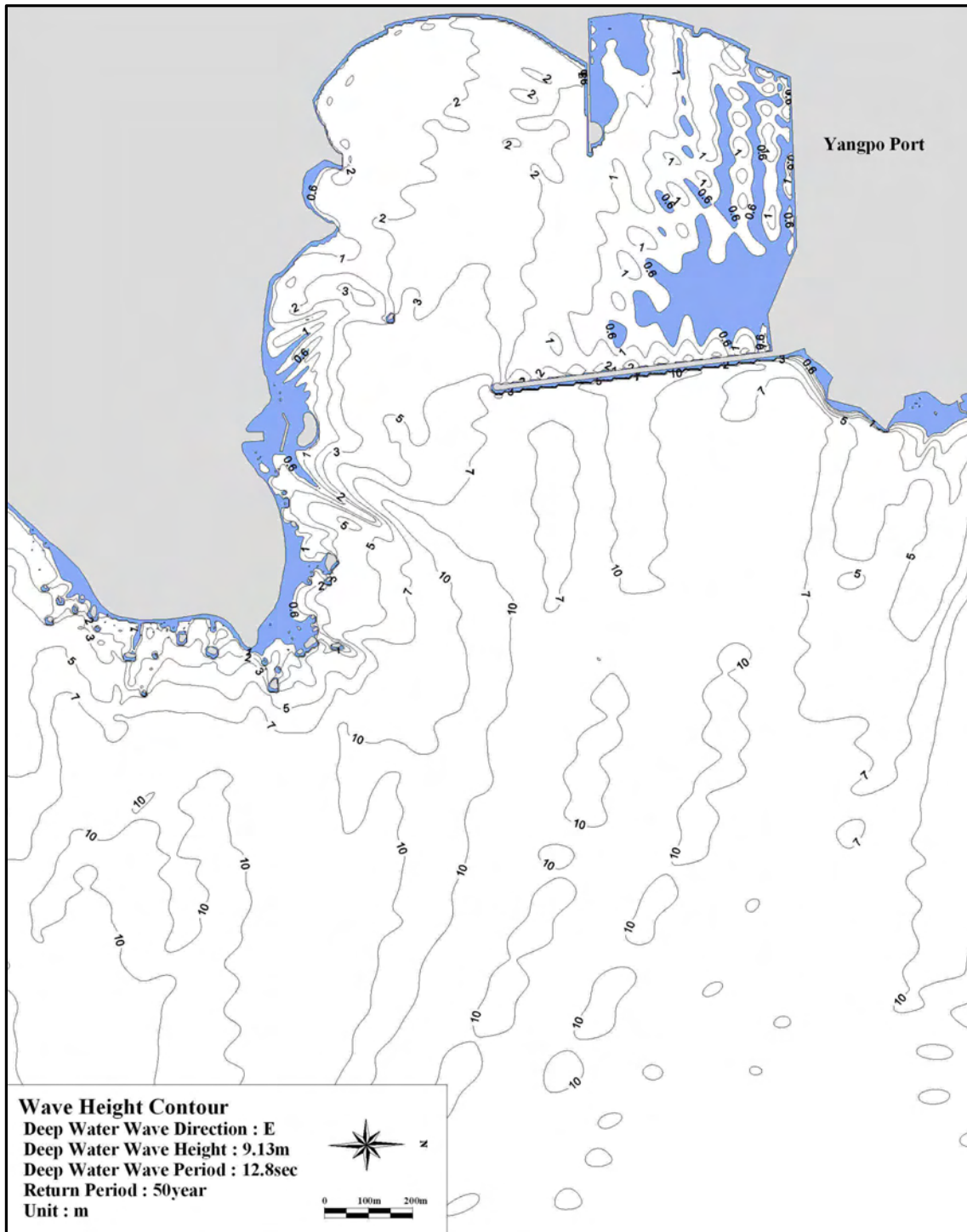
[표 3.2.14] 물양장 전면 파고분포

(단위 : m)

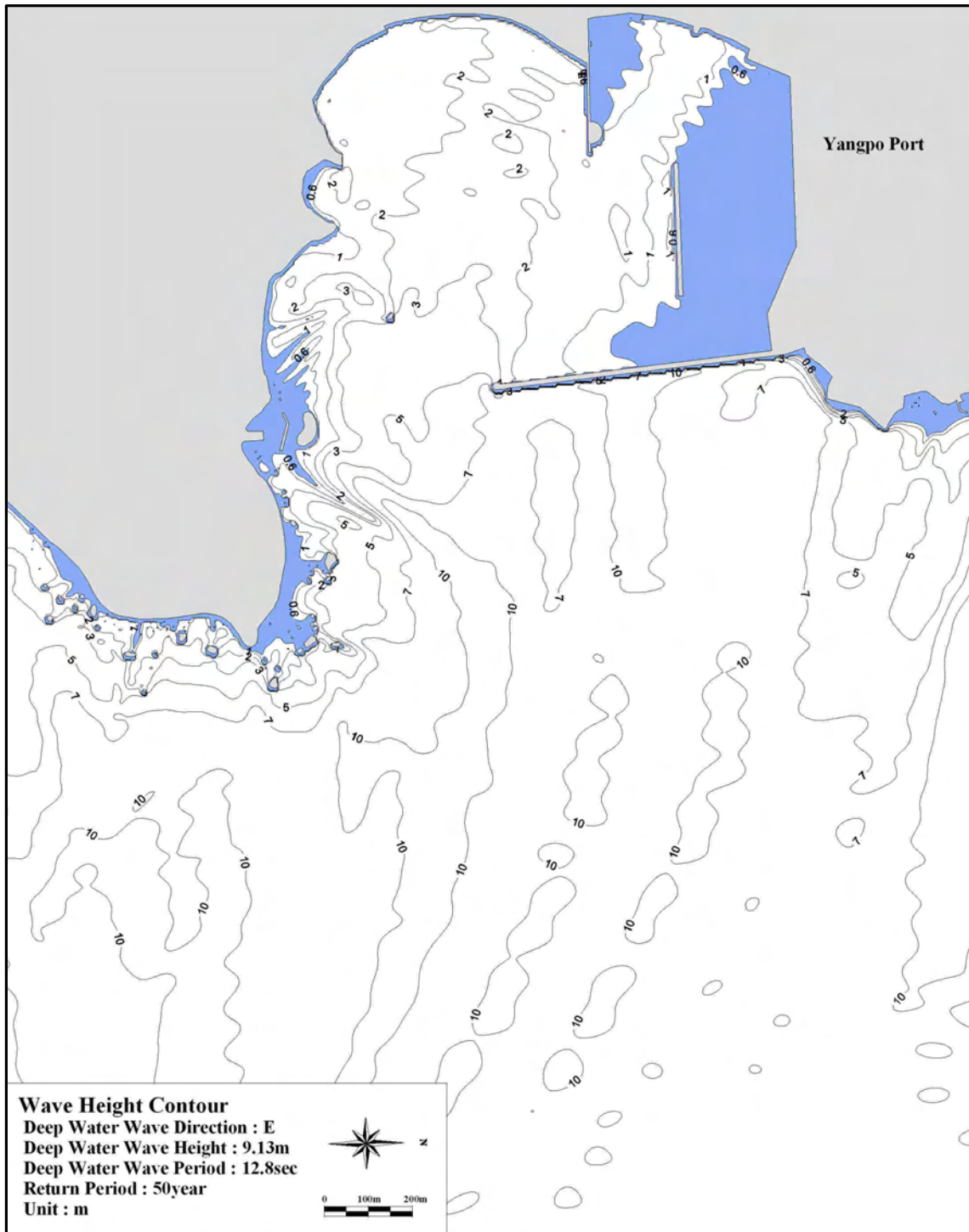


구 분	현상태			계획1안			계획2안			계획3안		
	1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간
E	0.19~0.70	0.34~1.21	1.03~1.95	0.19~0.43	0.09~0.41	0.14~0.87	0.19~0.43	0.09~0.41	0.14~0.87	0.04~0.15	0.07~0.28	0.23~0.43
ESE	0.23~0.84	0.34~1.92	0.73~1.50	0.17~0.40	0.11~0.56	0.21~0.93	0.17~0.40	0.11~0.56	0.21~0.93	0.03~0.24	0.09~0.54	0.20~0.46
SE	0.11~0.87	0.42~1.03	0.59~1.88	0.15~0.40	0.11~0.49	0.22~0.63	0.04~0.21	0.09~0.44	0.30~0.77	0.01~0.11	0.04~0.18	0.11~0.28

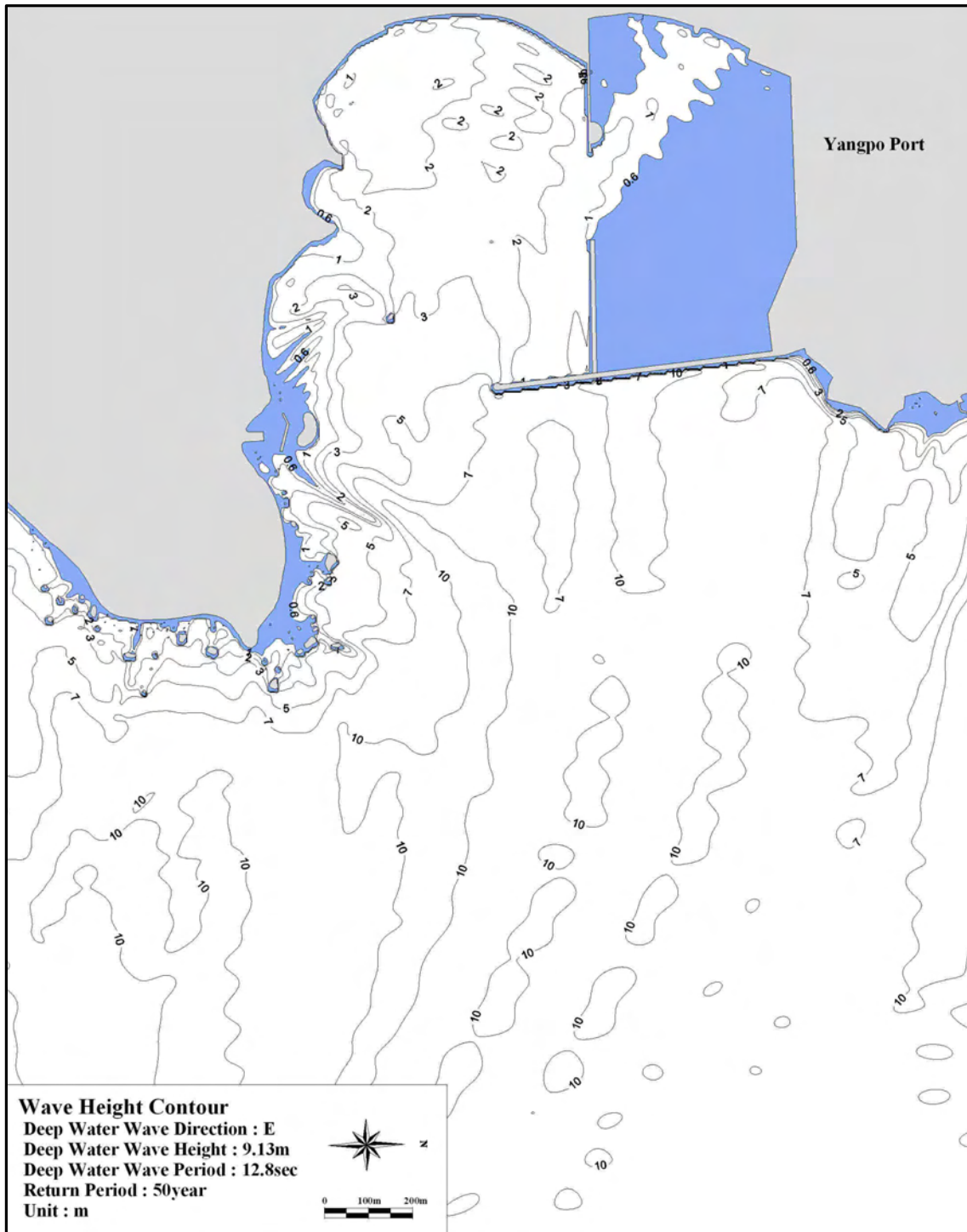
<그림 3.2.7> 등파고선도(현상태, E파향 내습시)



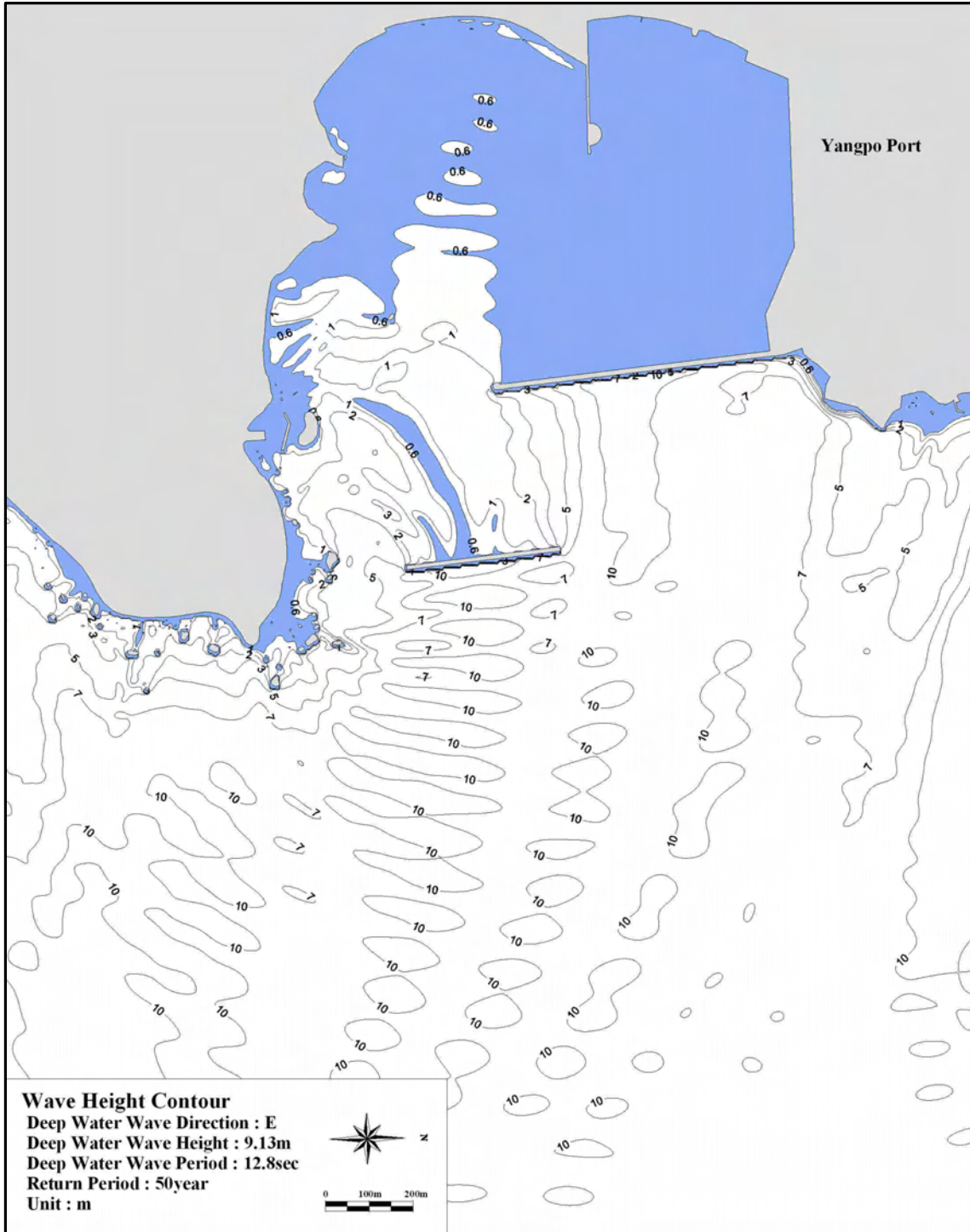
<그림 3.2.8> 등파고선도(계획1안, E파향 내습시)



<그림 3.2.9> 등파고선도(계획2안, E파향 내습시)



<그림 3.2.10> 등파고선도(계획3안, E파향 내습시)




b) 평상시

- 현재상태 실험결과, 물양장 전면에서는 양육가능 파고인 0.3m 이하가 99% 이상 확보되는 것으로 나타나 평상시 물양장 이용에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- 휴식가능 파고 0.4m 미만은 100%이상 확보되어 평상시 어선의 휴식에도 영향이 없을 것으로 사료된다.

[표 3.2.15] 항내 파고별 백분율

(단위 : %)




산 정 위치도



구 분	1구간		2구간		3구간		비고
	빈도	누계	빈도	누계	빈도	누계	
0.0 ~ 0.1m	76.7	76.7	71.6	71.6	60.9	60.9	• 양육부두 : 0.3m • 휴식부두 : 0.4m
0.1 ~ 0.2m	20.9	97.6	26.2	97.8	33.6	94.5	
0.2 ~ 0.3m	2.2	99.8	2.1	99.9	5.0	99.5	
0.3 ~ 0.4m	0.2	100.0	0.1	100.0	0.5	100.0	
0.4 ~ 0.5m	0	100.0	0	100.0	0	100.0	
0.5 ~ 0.6m	0	100.0	0	100.0	0	100.0	
0.6 ~ 0.7m	0	100.0	0	100.0	0	100.0	
0.7 ~ 0.8m	0	100.0	0	100.0	0	100.0	
0.8 ~ 0.9m	0	100.0	0	100.0	0	100.0	
0.9 ~ 1.0m	0	100.0	0	100.0	0	100.0	

나) 평면배치계획 수립

- 평면배치는 항내 정온확보, 선박의 통항성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 계획을 수립하였다.
- 항내 파제제 설치안을 단면계획에 따라 계획1-1안과 1-2안으로 나누어 계획하였다.
- 계획1-1안은 파제제 단면을 사석경사식으로 계획하여 외해에서 전파된 파랑을 효과적으로 차폐하여 항내정온도를 확보하였다. 또한, 양포항의 지리적인 위치에 의해 발생하는 바람에 의한 파랑을 물양장 전면에 설치된 파제제에 의해 효과적으로 차단하여 항내 정온은 이상시 뿐만 아니라 평상시에도 양호할 것으로 사료된다. 하지만, 방파제와 파제제 사이의 해역으로 선박이 진입하여 물양장 접안시 다소 불편할 것으로 판단된다.
- 계획 1-2안은 파제제 단면을 부방파제 형식으로 계획하여 만내에서 발생한 파랑을 효과적으로 차단하여 항내정온도를 확보토록 하였다. 전체적인 특징은 계획1안과 비슷하나 부방파제의 특성상 장주기파랑에 대한 차폐효과는 일반적으로 부족한 것으로 나타나 이에 대한 검증은 수리실험을 통해 검증이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 하지만, 향후 양포항 확장시 사석경사식과 같은 경우, 거의 영구구조물로 제거시 매우 어려울 것으로 생각되나 부방파제 형식은 이러한 단점을 극복하여 제거시 매우 효율적으로 판단된다.
- 계획2안은 외해에서 전파되는 파랑 및 북방파제에서 발생하는 연파를 차단하여 항내정온을 확보하였다. 하지만, 익제와 방파제 사이의 해역으로 전파된 바람에 의한 파랑을 차단하지 못해 평상시 일부 물양장 전면에서의 정온이 불량할 것으로 판단된다.
- 계획3안은 북방파제 외측에 건설된 도제에 의해 항내측 뿐만 아니라 외측에서도 정온이 확보되는 것으로 나타났다. 하지만, 외해에 건설되어 시공성 경제성이 불량한 것으로 나타났다.
- 따라서, 선박의 통항성은 다소 불편하나, 이상시 및 평상시 바람에 의한 물양장 전면의 파고감소, 경제성 등을 고려하여 계획1안을 채택건의한다.

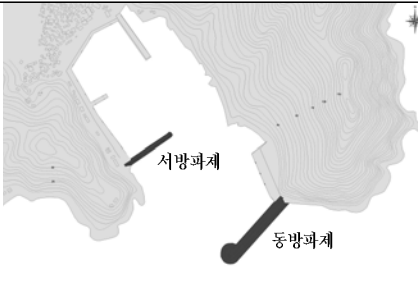


구 분	계획1-1안	계획1-2안	계획2안	계획2안
평면도				
개 요	<ul style="list-style-type: none"> 파제제 300m 신설 - 사석경사식 	<ul style="list-style-type: none"> 파제제 300m 신설 - 부유식 	<ul style="list-style-type: none"> 익제 300m 신설 	<ul style="list-style-type: none"> 도제 350m 신설
물양장 전면파고(m)	0.09~0.93		0.04~0.93	0.01~0.54
항내정온 수면적(m ²)	179,850		248,125	376,825
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> 외해 및 바람에 의한 파랑차단 효과적 항내 선박운항 불리 항내측 접근시 시야 차단 	<ul style="list-style-type: none"> 바람에 의한 파랑차단 효과적 장래 항의 확장시 방파제 제거를 통해 용이 경제성 및 유지보수 불리 	<ul style="list-style-type: none"> 외해 파랑 항내 차단 효과적 선박 통항성 비교적 양호 	<ul style="list-style-type: none"> 내습파랑의 효과적인 차단 시공 및 경제성 불리
공 사 비	120억	221억	155억	323억
건 의	○			

4) 외포항

가) 항내정온도 검토 결과

- 외포항은 항세, 지형 및 파랑 특성상 SE파향이 내습하여 항내 정온도에 악영향을 미칠 것으로 판단된다. 또한, 우천시 하천을 통해 항내로 토사가 유입되므로 이러한 영향 등을 고려하여 평면배치시 고파랑 내습 차단 및 선박운항의 안정성 확보를 위한 평면배치계획을 수립하였다.
- 이상시 대피를 위한 항내정온수면적 확보를 위해 내항 물양장 인근 해역의 정온도를 확보하는 계획1안과 내항 물양장 뿐만 아니라 항후 선박의 대형화에 따라 동방파제 인근 물양장 해역 개발시를 고려한 계획2안을 실험안으로 채택하였다.

[표 3.2.16] 실험안

현상태	계획1안	계획2안
		
<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 200m • 서방파제 144m 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 연장 50m 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 연장 100m

a) 이상시

- 현상태 실험결과, SE파향에 대해서 2구간 일부지역에서 정온이 불량한 것으로 나타났다. 3구간에서는 고파랑과 회절파에 의해 모든 파향에 대해 정온이 불량한 것으로 나타났다.
- 계획1안 실험결과, 1구간과 2구간에서 전파향에 대해 모두 정온이 확보되는 것으로 나타났지만, 3구간에서는 항내 정온이 확보되지 않는 것으로 나타났다.
- 계획2안 실험결과, 1구간과 2구간 뿐만 아니라 3구간에서도 정온이 양호한 것으로 나타났다.

[표 3.2.17] 항내 정온 수면적

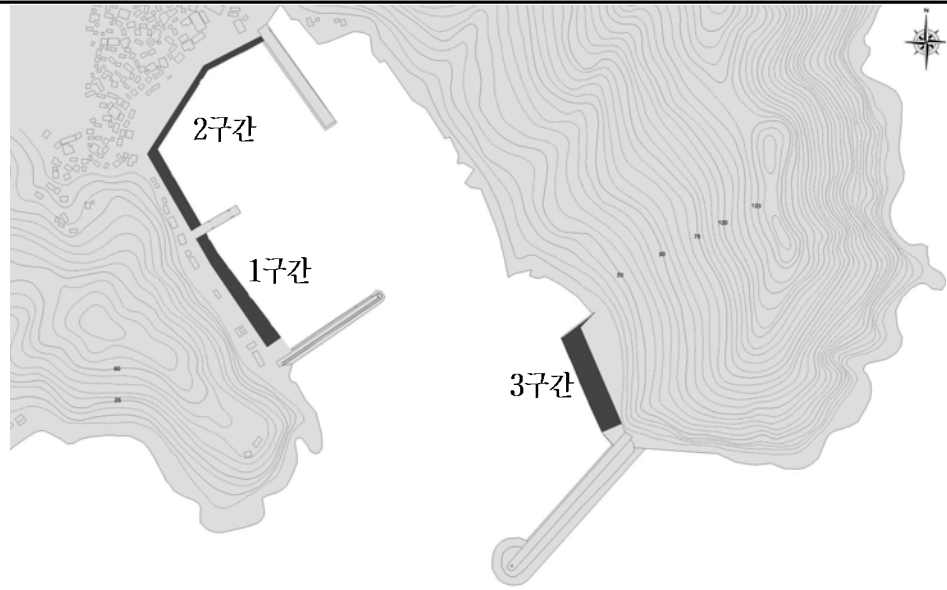
(단위 : m²)

구 분	현상태	계획1안	계획2안
SE	33,850	52,100	65,825
SSE	45,175	49,725	70,000
S	49,600	57,625	71,950

[표 3.2.18] 물양장 전면 파고분포

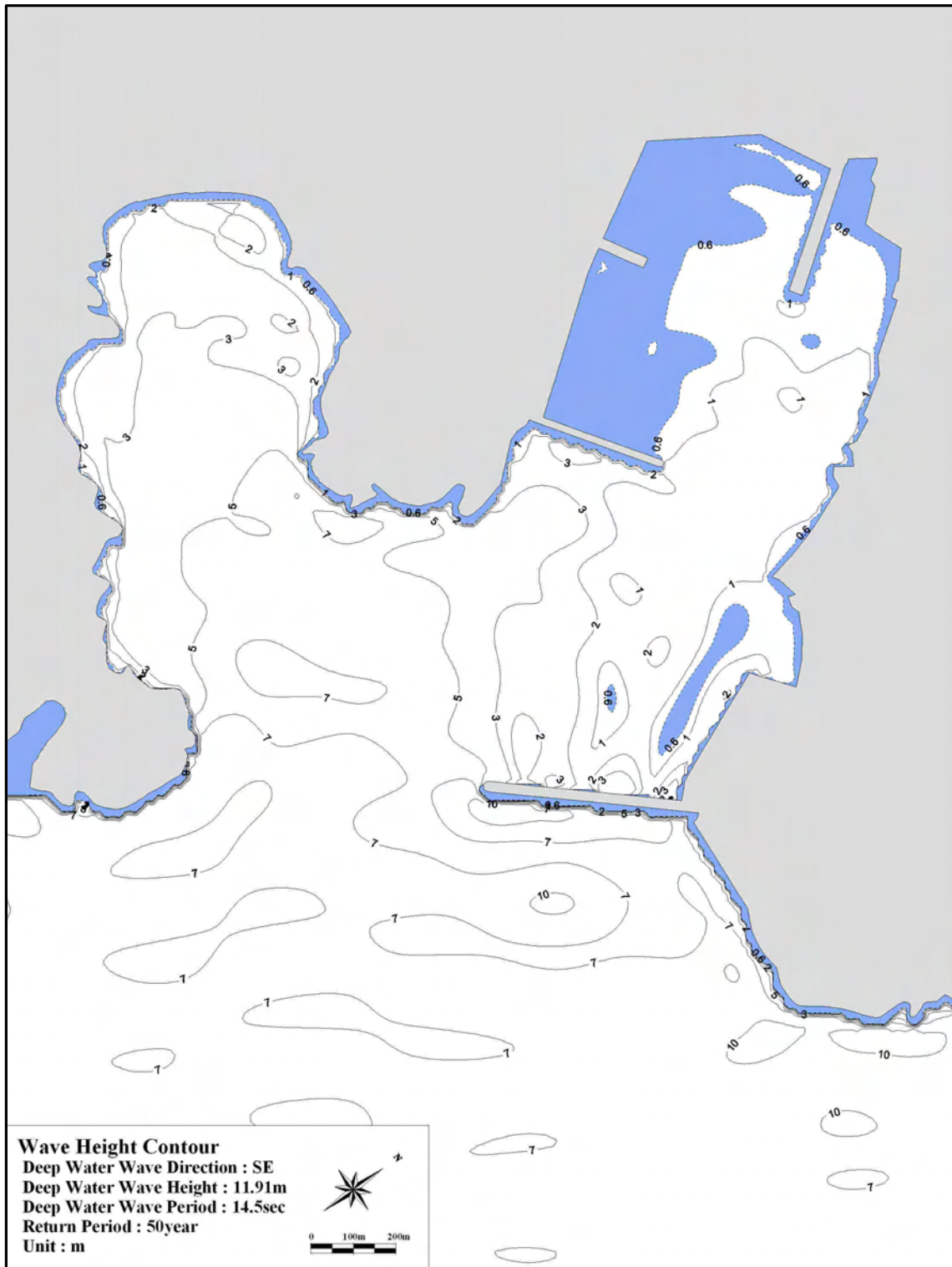
(단위 : m)

산 정
위치도

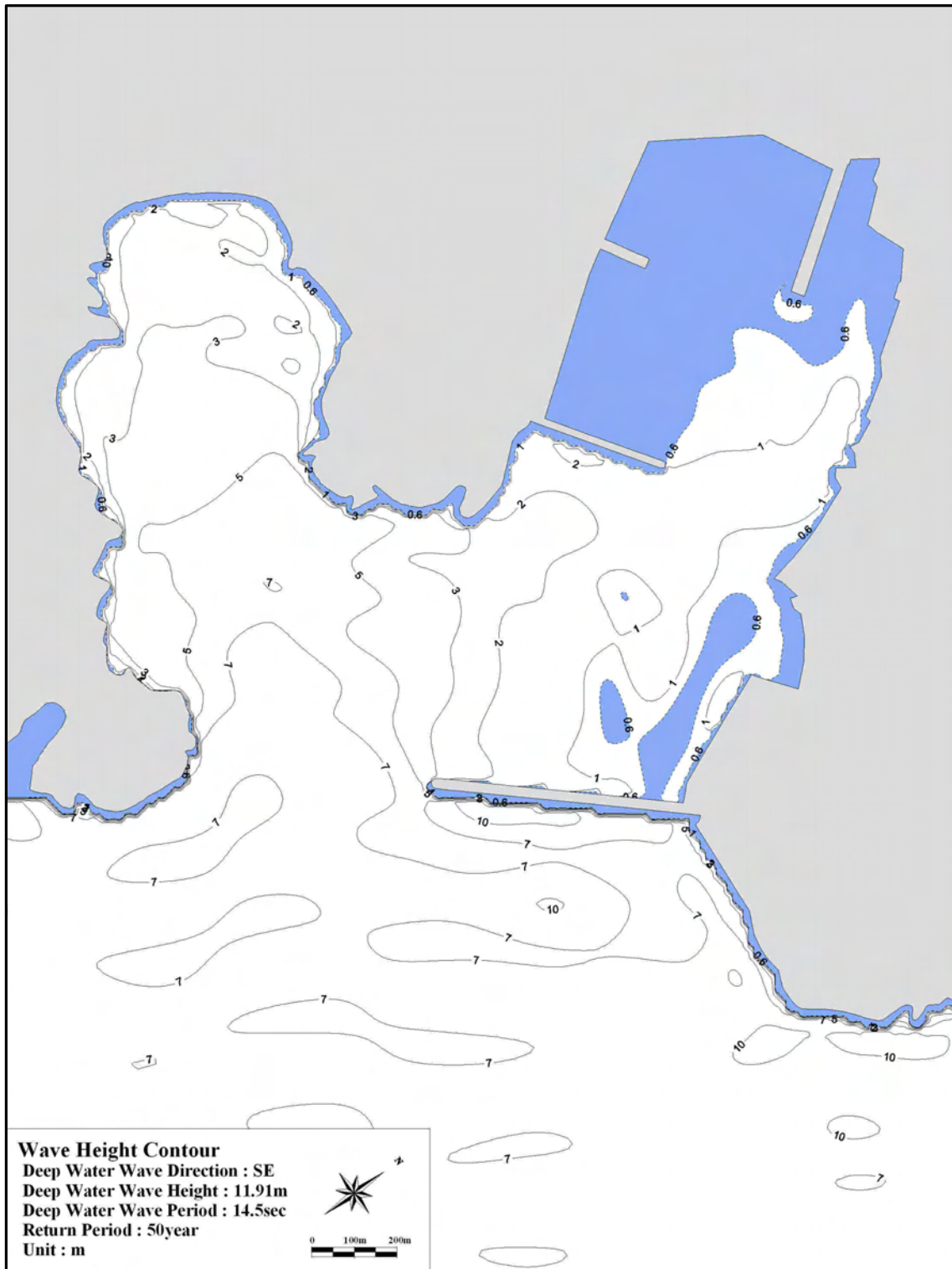


구 분	현상태			계획1안			계획2안		
	1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간
SE	0.17~0.61	0.15~0.98	1.20~2.28	0.12~0.38	0.10~0.47	0.67~1.51	0.07~0.21	0.05~0.20	0.35~0.54
SSE	0.26~0.43	0.01~0.12	1.29~2.40	0.17~0.27	0.01~0.08	0.86~1.42	0.08~0.12	0.01~0.03	0.27~0.58
S	0.01~0.17	0.01~0.05	0.74~1.78	0.01~0.11	0.01~0.02	0.48~0.68	0.03~0.06	0.01~0.02	0.15~0.21

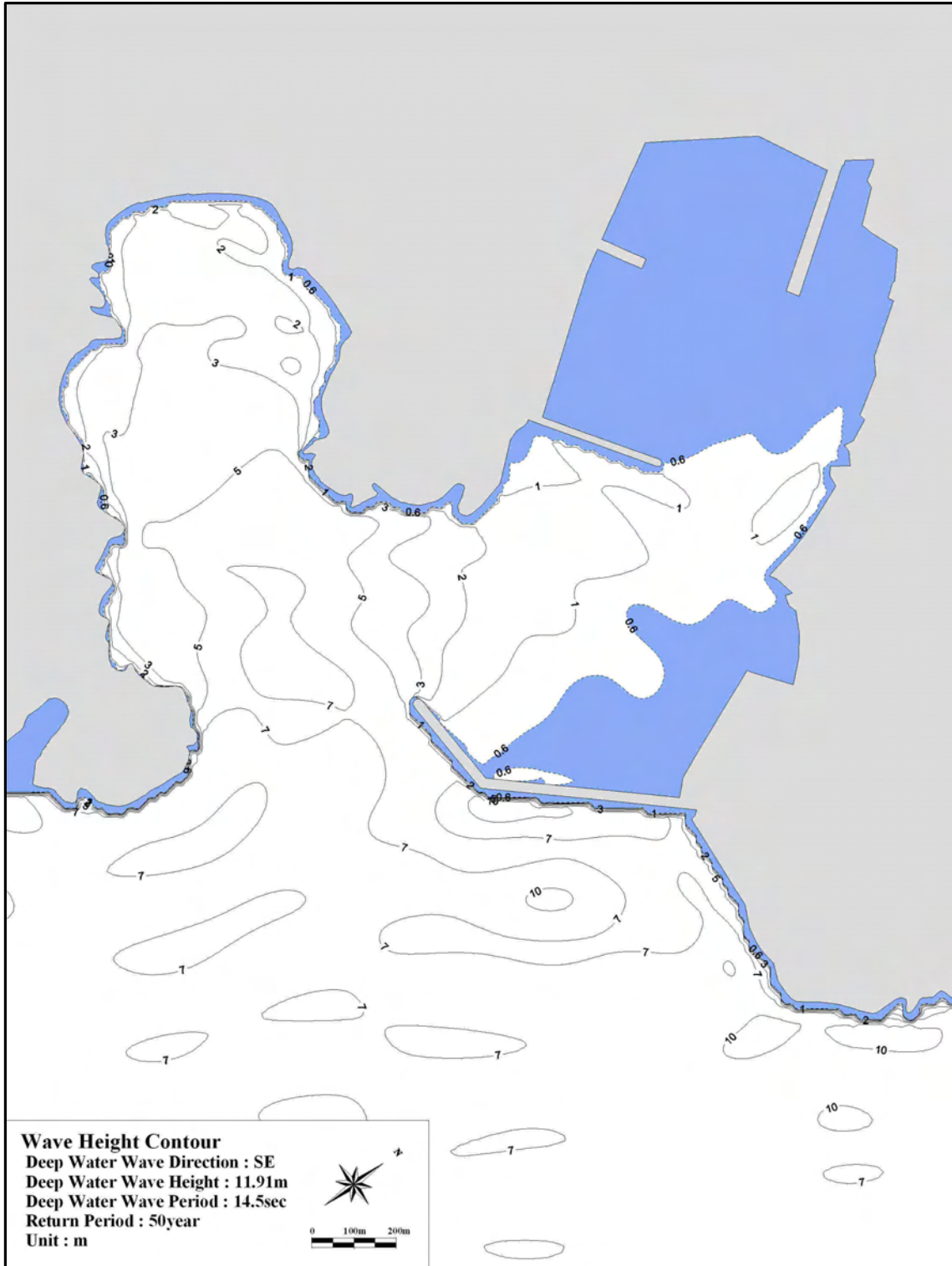
<그림 3.2.11> 등파고선도(현상태, SE파향 내습시)



<그림 3.2.12> 등파고선도(계획1안, SE파향 내습시)



<그림 3.2.13> 등파고선도(계획2안, SE파향 내습시)

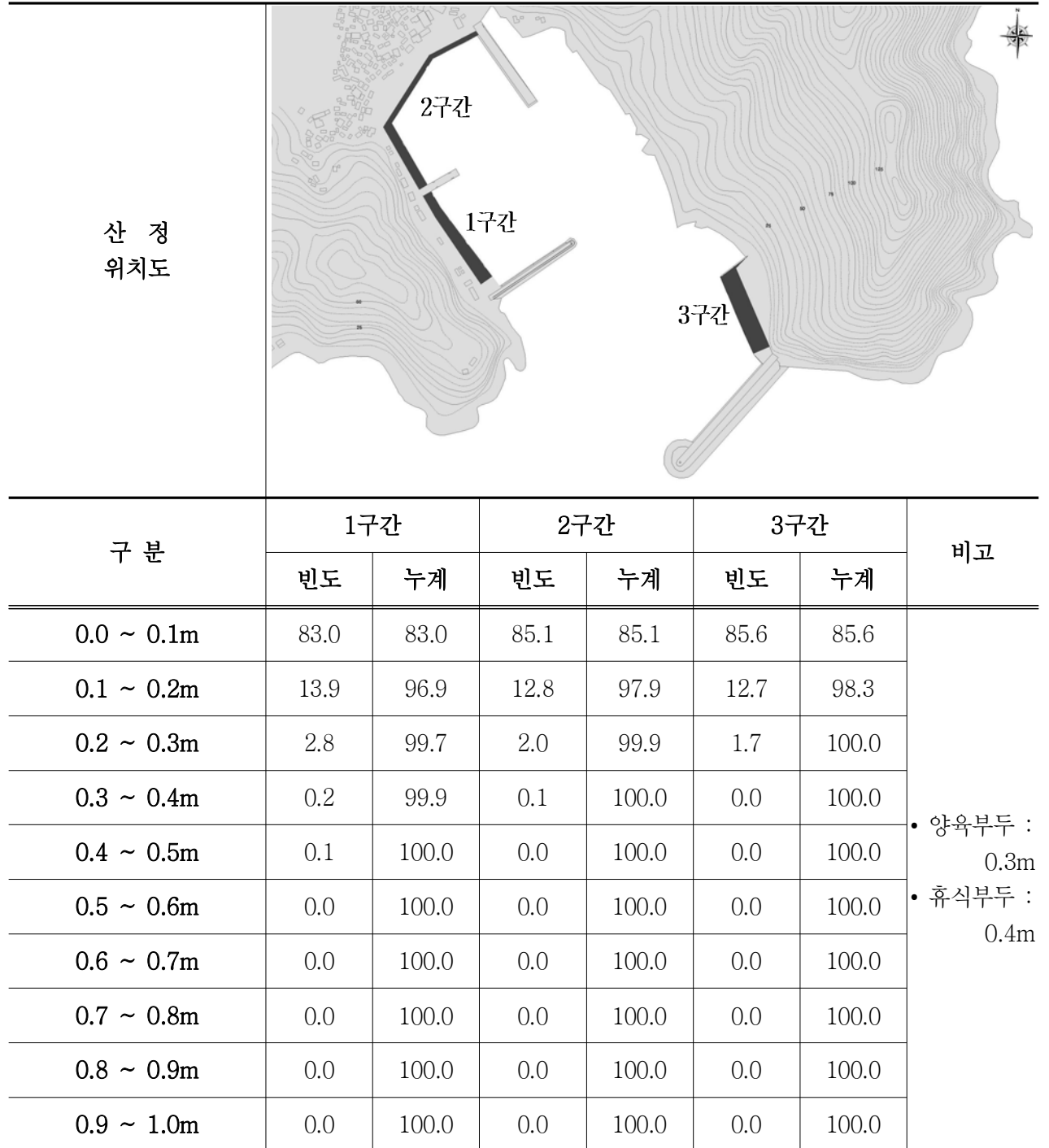


b) 정상시

- 현재상태 실험결과, 물양장 전면에서는 양육가능 파고인 0.3m 이하가 99% 이상 확보되는 것으로 나타나 정상시 물양장 이용에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- 휴식가능 파고 0.4m 미만은 100%이상 확보되어 정상시 어선의 휴식에도 영향이 없을 것으로 사료된다.


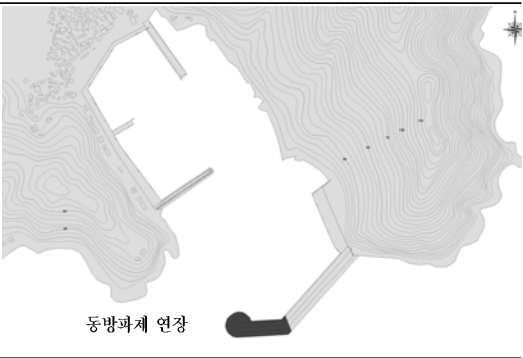
[표 3.2.19] 항내 파고별 백분율

(단위 : %)



나) 평면배치계획 수립

- 평면배치는 항내 정온확보, 선박의 통항성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 계획을 수립하였다.
- 계획1안은 외해에서 발달된 고파랑으로 인해 서방과제 배후의 항내측 물양장에서는 정온을 확보하였으나, 동방과제 배후 물양장에서는 정온이 확보되지 않는 것으로 나타났다.
- 계획2안은 항 전체적으로 정온도를 확보할 수 있으나, 홍수시 외포천에서 유입되는 토사에 의해 항내매몰이 증가할 것으로 사료된다.
- 따라서, 계획1안과 계획2안에 대한 비교·분석한 결과, 금회 제안평면은 경제성이 우수하고 선박의 통항에도 유리한 계획1안을 채택·건의한다.

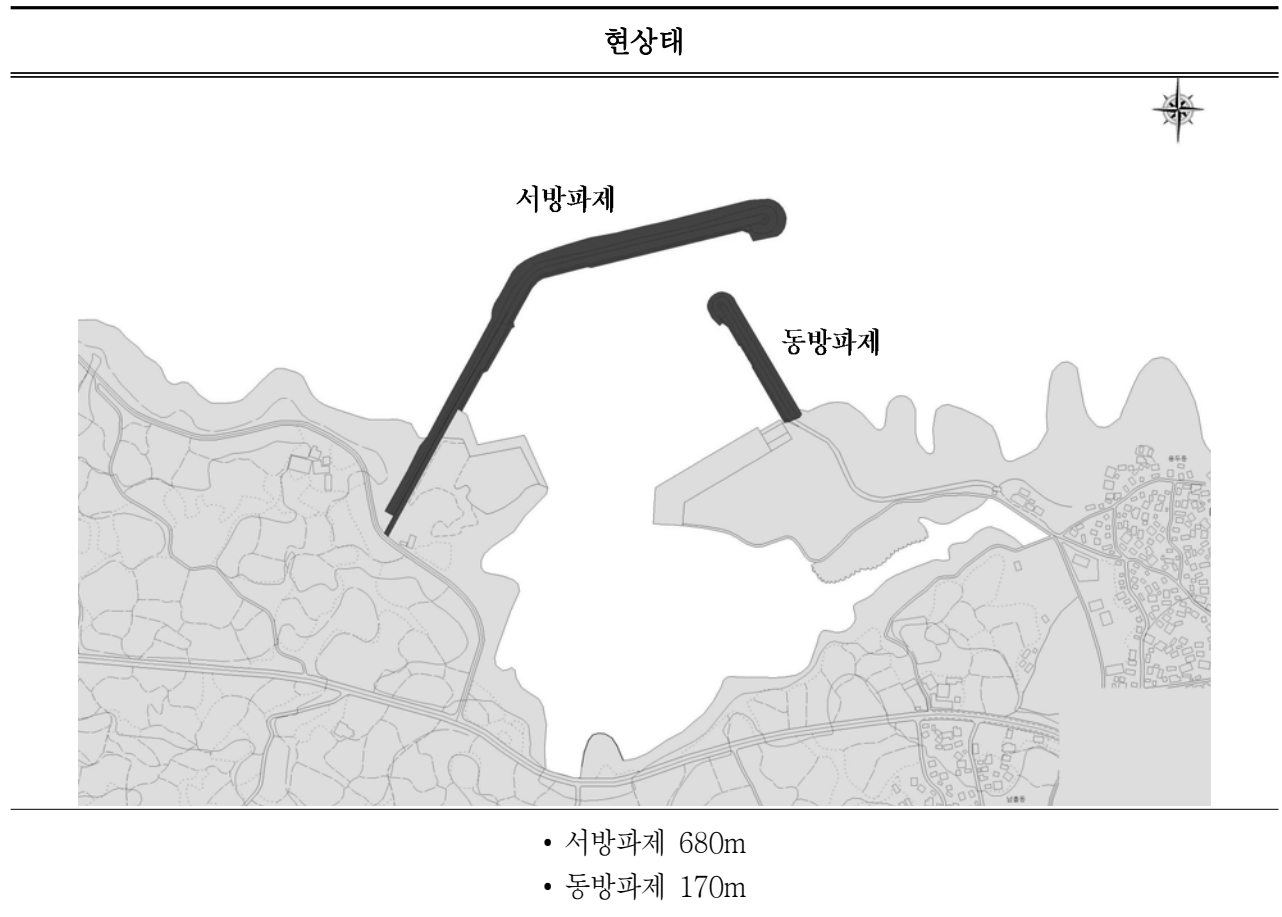
구 분	계획1안	계획2안
평면도		
개 요	• 동방과제 50m 연장	• 동방과제 100m 연장
물양장 전면과고(m)	• 서방과제 : 0.01~0.47 • 동방과제 : 0.48~1.51	• 서방과제 : 0.01~0.21 • 동방과제 : 0.15~0.58
항내정온 수면적(m ²)	49,725	65,825
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 항내측 내습파랑의 효과적인 차단 • 동방과제 배후 물양장 정온불량 • 선박운항성 저하 최소화 	<ul style="list-style-type: none"> • 항내·외측 내습파랑의 효과적인 차단 • 동방과제 접안시설 효율적인 활용 • 항 입구폭 감소에 따른 선박운항성 저하 • 홍수시 항내매몰 위험
공사비	58억	124억
건 의	○	

5) 김녕항

가) 항내정온도 검토 결과

- 김녕항은 항세, 지형 및 파랑 특성상 E계열(E, ENE, E파향) 파랑이 내습하여 항내 정온도에 악영향을 미칠 것으로 판단되어 수치실험을 수행하였다.

[표 3.2.20] 실험안



나) 이상시

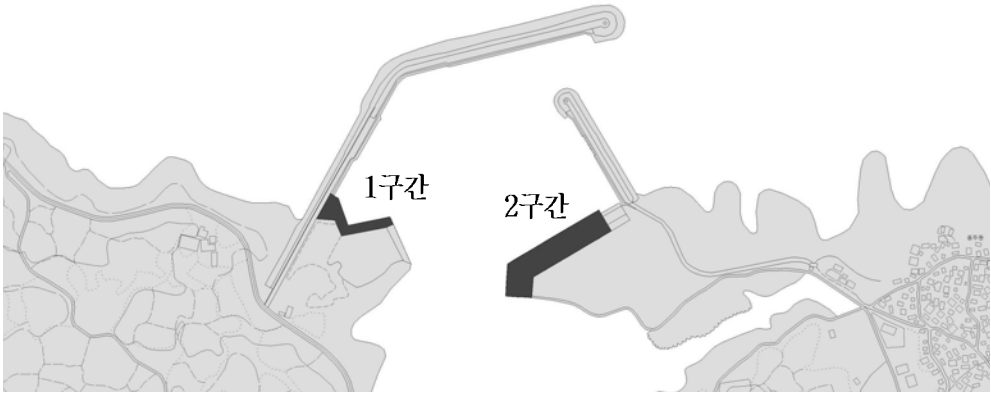
- 현상태 실험결과, 항입구부로 전파된 파랑은 1구간으로 전파되지만 0.6m미만의 파고분포를 나타냈으며, 2구간에서의 파고분포는 약 0.3m 내외로 나타났다.

[표 3.2.21] 항내 정온 수면적

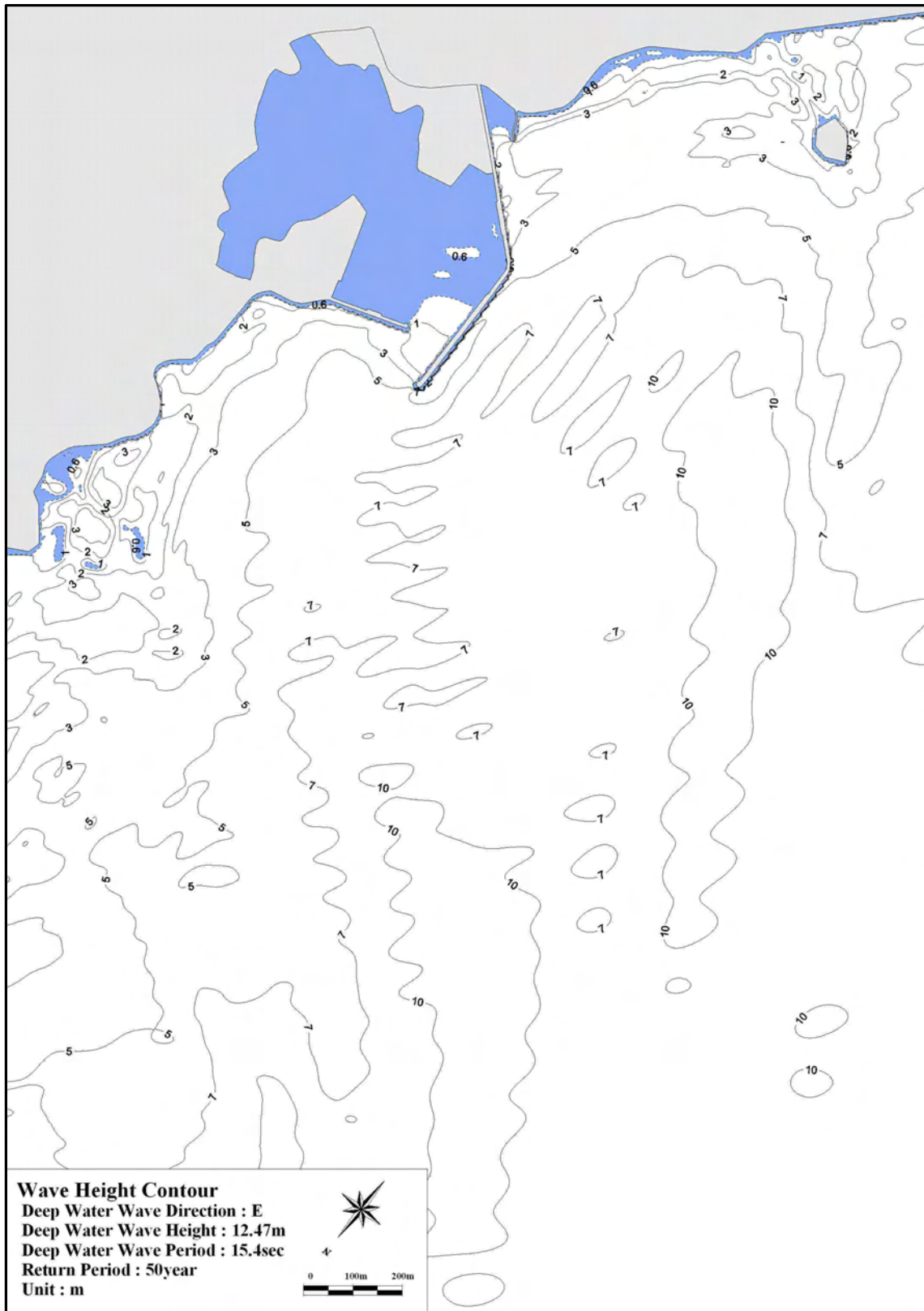
(단위 : m²)

구 분	현상태
NE	83,500
ENE	77,300
E	76,250

[표 3.2.22] 물양장 전면 파고분포

산 정 위치도		
구 분	1구간	2구간
NE	0.16~0.38m	0.13~0.30m
ENE	0.15~0.45m	0.16~0.33m
E	0.21~0.57m	0.11~0.39m

<그림 3.2.14> 등파고선도(현상태, E파향 내습시)



b) 평상시

- 현재상태 실험결과, 물양장 전면에서는 양육가능 파고인 0.3m 이하가 100% 이상 확보되는 것으로 나타나 평상시 물양장 이용에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- 휴식가능 파고 0.4m 미만은 100%이상 확보되어 평상시 어선의 휴식에도 영향이 없을 것으로 사료된다.

[표 3.2.23] 항내 파고별 백분율

(단위 : %)

구 분	1구간		2구간		비고
	빈도	누계	빈도	누계	
0.0 ~ 0.1m	60.5	60.5	70.1	70.1	<ul style="list-style-type: none"> • 양육부두 : 0.3m • 휴식부두 : 0.4m
0.1 ~ 0.2m	33.4	93.9	29.9	100.0	
0.2 ~ 0.3m	6.1	100.0	0	100.0	
0.3 ~ 0.4m	0	100.0	0	100.0	
0.4 ~ 0.5m	0	100.0	0	100.0	
0.5 ~ 0.6m	0	100.0	0	100.0	
0.6 ~ 0.7m	0	100.0	0	100.0	
0.7 ~ 0.8m	0	100.0	0	100.0	
0.8 ~ 0.9m	0	100.0	0	100.0	
0.9 ~ 1.0m	0	100.0	0	100.0	

나) 평면배치계획 수립

- 현상태 항내 정온도가 확보되어 평면배치계획은 미수립하였다.

6) 위미항

가) 항내정온도 검토 결과

- 위미항은 항세, 지형 및 파랑 특성상 S계열(S, SSW, SW파향) 파랑이 내습하여 항내 정온도에 악영향을 미칠 것으로 판단되며, 이러한 파향을 고려하여 평면배치시 고파랑 내습 차단 및 선박운항의 안정성 확보를 위한 평면배치계획을 수립하였다.
- 주방파제인 동방파제와 서방파제 사이의 해역으로 전파되는 파랑의 차폐를 위해 동방파제를 연장하는 계획1안과 도제를 신설하는 계획2안을 실험안으로 채택하였다.

[표 3.2.24] 실험안

현상태	계획1안	계획2안
		
<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 500m • 서방파제 190m 	<ul style="list-style-type: none"> • 동방파제 100m 연장 	<ul style="list-style-type: none"> • 도제 150m 연장

a) 이상시

- 현상태 실험결과, SW방향에서 전파되는 파랑에 대한 차폐가 이루어지지 않아 SSW, SW파향에 대해 3구간은 파고가 약 1.0m내외의 파고를 나타내어 항내정온도가 불량한 것으로 나타났다. 서방파제 배후인 1구간과 내항에 위치한 2, 4구간에서의 정온도는 양호한 것으로 나타났다.
- 계획1안 실험결과, 동방파제 연장에 따라 S, SSW파향이 차폐되어 3구간 전면에서 0.6m미만의 파고로 항 전체에 대한 정온이 확보되는 것으로 나타났다.
- 계획2안 실험결과, 도제건설에 따라 효과적인 파랑의 차폐가 이루어져 어항 전체에 대해 정온이 양호한 것으로 나타났다.

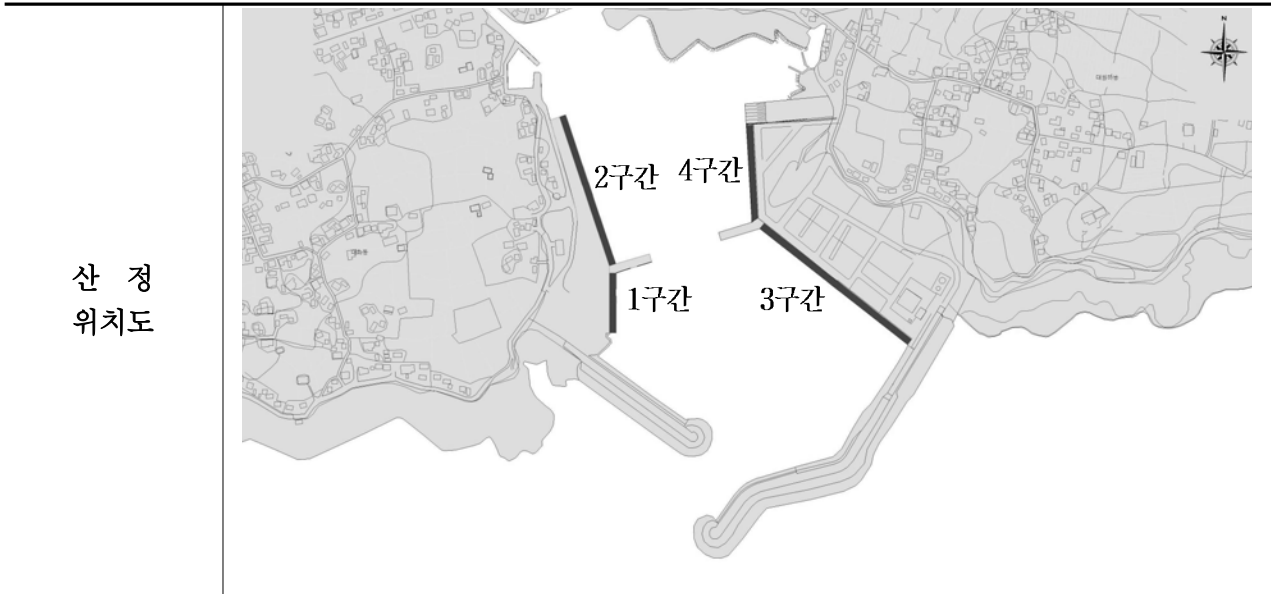
[표 3.2.25] 항내 정온 수면적

(단위 : m²)

구 분	현상태	계획1안	계획2안
S	126,075	145,825	141,550
SSW	74,575	142,050	137,025
SW	121,700	147,700	151,100

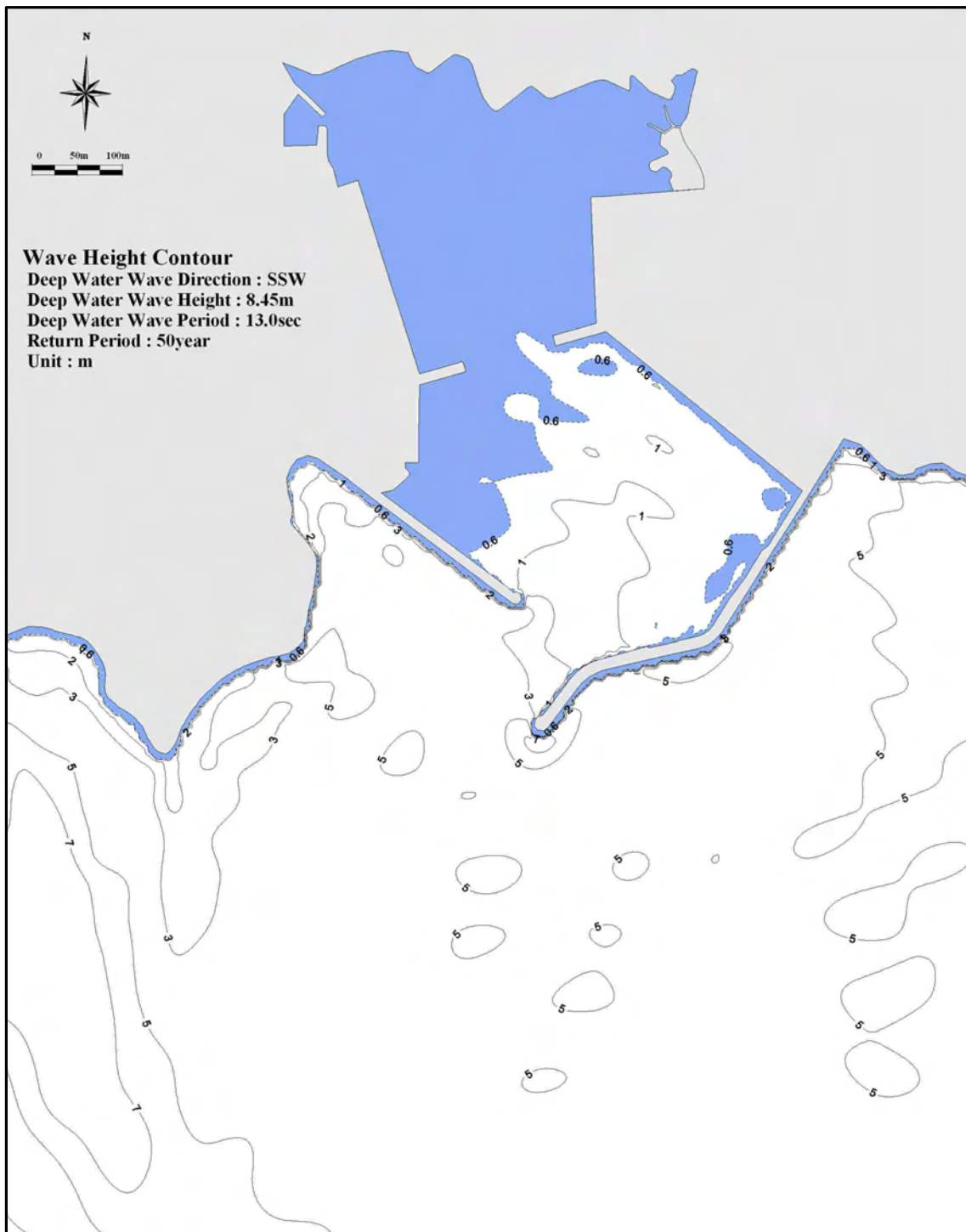
[표 3.2.26] 물양장 전면 파고분포

(단위 : m)

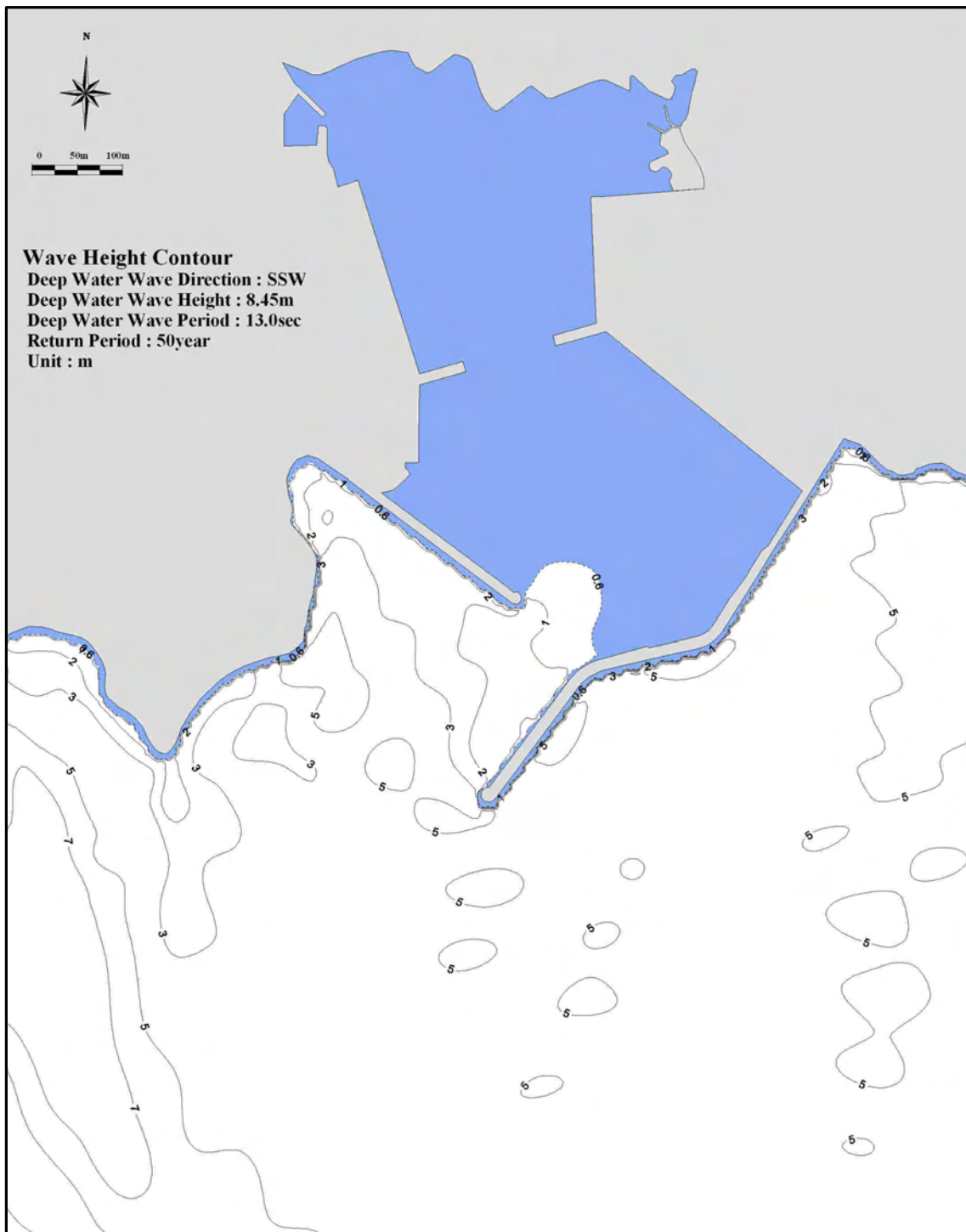


구 분	현상대				계획1안				계획2안			
	1구간	2구간	3구간	4구간	1구간	2구간	3구간	4구간	1구간	2구간	3구간	4구간
S	0.14~0.25	0.03~0.14	0.33~0.52	0.13~0.22	0.11~0.17	0.04~0.07	0.22~0.35	0.07~0.09	0.12~0.18	0.03~0.04	0.27~0.39	0.03~0.05
SSW	0.26~0.48	0.06~0.12	0.63~0.98	0.13~0.27	0.17~0.21	0.02~0.05	0.30~0.45	0.05~0.10	0.15~0.25	0.03~0.06	0.32~0.51	0.06~0.13
SW	0.22~0.23	0.04~0.07	0.39~0.64	0.05~0.13	0.10~0.13	0.02~0.03	0.21~0.32	0.04~0.06	0.10~0.13	0.02~0.03	0.24~0.32	0.02~0.06

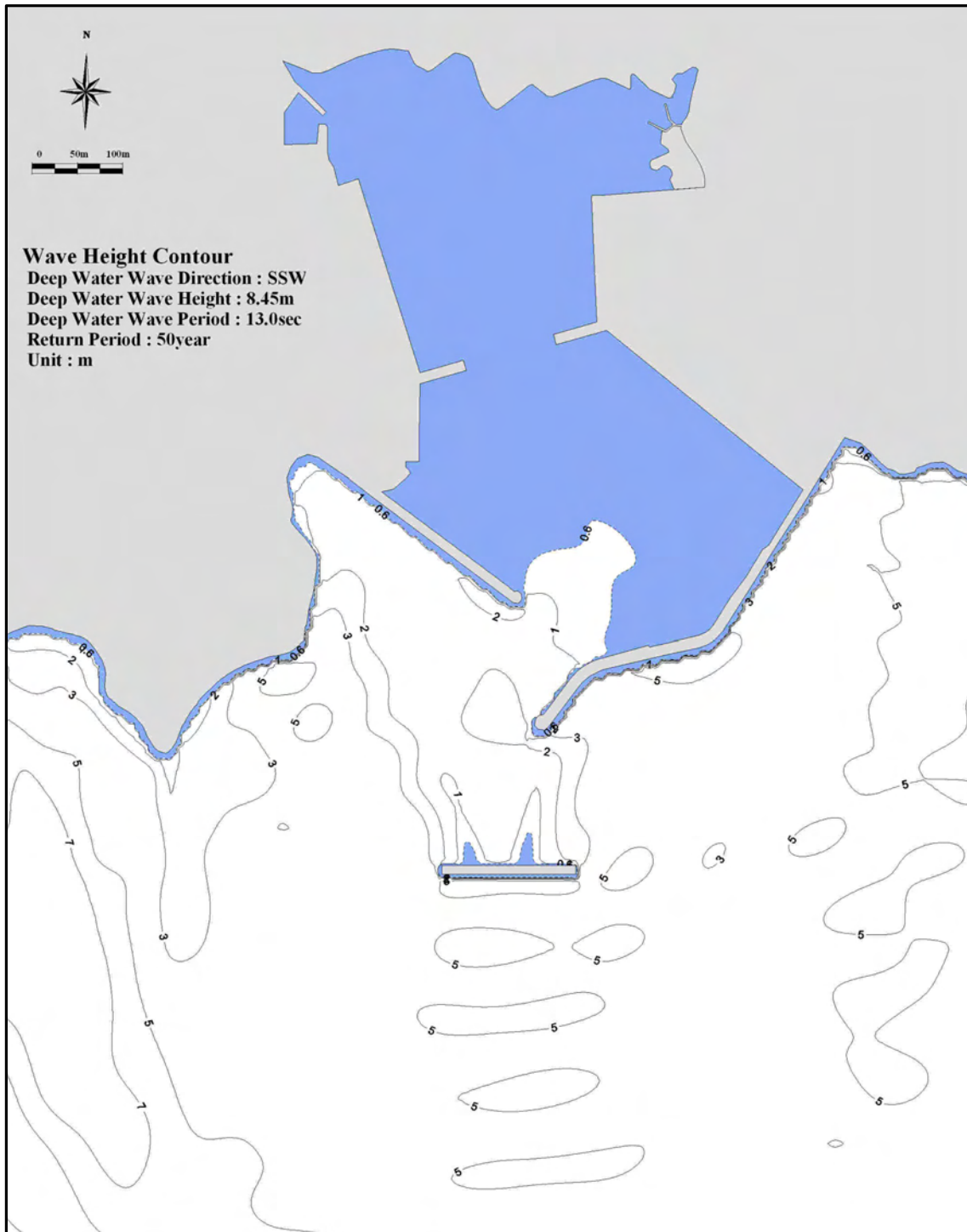
<그림 3.2.15> 파고분포도(현상태, SSW파향 내습시)



<그림 3.2.16> 파고분포도(계획1안, SSW파향 내습시)



<그림 3.2.17> 파고분포도(계획2안, SSW파향 내습시)



b) 평상시

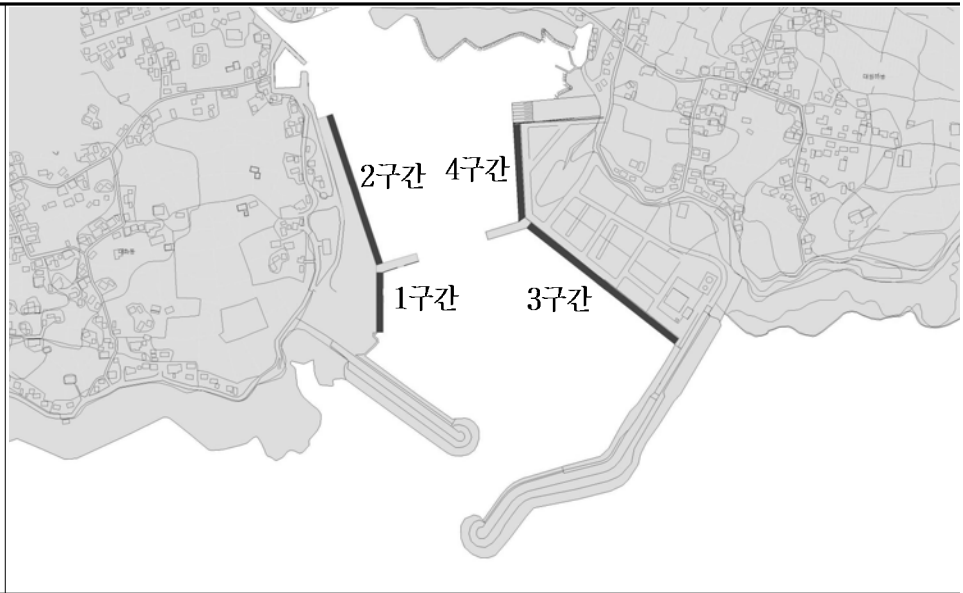
- 현재상태 실험결과, 물양장 전면에서는 양육가능 파고인 0.3m 이하가 84% 이상 확보되는 것으로 나타나 평상시 물양장 이용에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- 휴식가능 파고 0.4m 미만은 92%이상 확보되어 평상시 어선의 휴식에도 영향이 없을 것으로 사료된다.

[표 3.2.27] 항내 파고별 백분율

(단위 : %)



구 분	1구간		2구간		3구간		4구간		비고
	빈도	누계	빈도	누계	빈도	누계	빈도	누계	
0.0 ~ 0.1m	62.0	59.1	83.2	83.2	57.6	57.6	78.2	78.2	• 양육부두 : 0.3m • 휴식부두 : 0.4m
0.1 ~ 0.2m	17.4	72.8	13.5	96.7	12.8	70.4	16.2	94.4	
0.2 ~ 0.3m	11.9	90.1	3.3	100.0	14.7	85.1	5.4	99.8	
0.3 ~ 0.4m	6.2	97.2	0.0	100.0	7.7	92.8	0.2	100.0	
0.4 ~ 0.5m	1.8	99.3	0.0	100.0	4.4	97.2	0.0	100.0	
0.5 ~ 0.6m	0.4	99.8	0.0	100.0	1.7	98.9	0.0	100.0	
0.6 ~ 0.7m	0.2	99.9	0.0	100.0	0.6	99.5	0.0	100.0	
0.7 ~ 0.8m	0.1	100.0	0.0	100.0	0.3	99.8	0.0	100.0	
0.8 ~ 0.9m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.1	99.9	0.0	100.0	
0.9 ~ 1.0m	0.0	100.0	0.0	100.0	0.1	100.0	0.0	100.0	
1.0m 이상	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	

산 정 위치도



나) 평면배치계획 수립

- 평면배치는 항내정온도 실험 평가 결과, 시공성, 경제성 등을 고려하여 계획을 수립하였다.
- 계획1안과 계획2안에 대한 비교·분석한 결과, 금회 제안평면은 전체적인 시공성, 경제성 등이 우수하고 선박의 통항에도 유리한 계획1안을 채택건의한다.

구 분	계획1안	계획2안
평면도		
개 요	• 동방과제 100m 연장	• 도제 150m 신설
물양장 전면과고(m)	0.02~0.45	0.02~0.51
항내정온 수면적(m ²)	142,050	137,025
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 내습과랑의 효과적인 차단 • 시공 및 경제성 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 내습과랑의 효과적인 차단 • 해상공사에 따른 시공성 및 경제성 불리
공사비	105억	188억
건 의	○	

제4장 안전성 평가 및 보수· 보강 계획 수립

- 4.1 총괄
- 4.2 장호항
- 4.3 죽변항
- 4.4 측산항
- 4.5 대보항
- 4.6 양포항
- 4.7 정자항
- 4.8 방어진항
- 4.9 미조(남)항
- 4.10 외포항
- 4.11 지세포항
- 4.12 능양항
- 4.13 김녕항
- 4.14 위미항

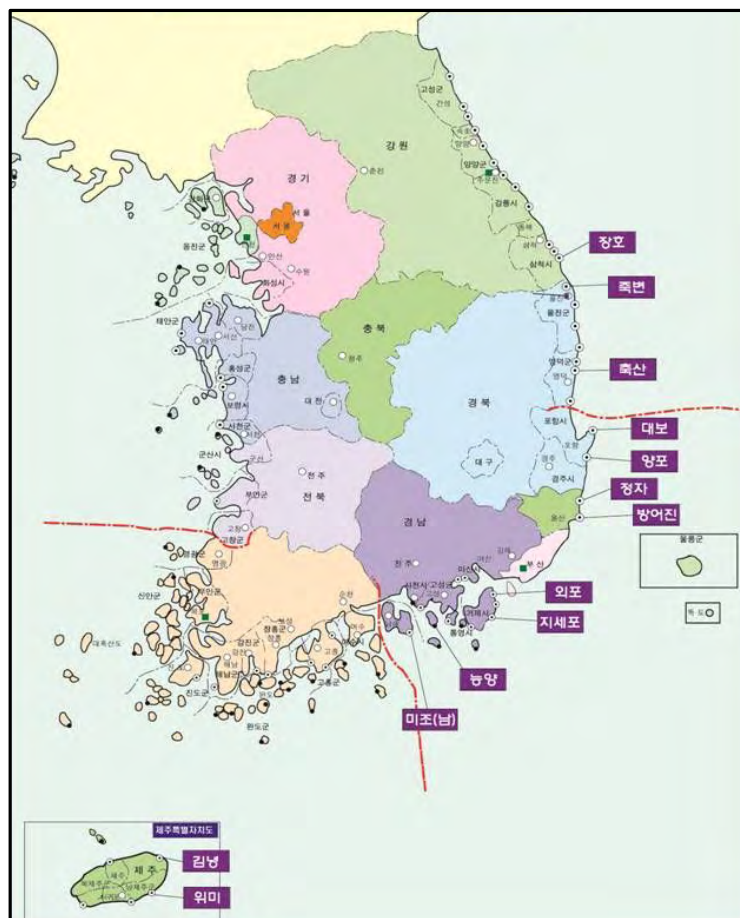
제 4 장 안전성 평가 및 보수·보강 계획 수립

4.1 총괄

4.1.1 개요

- 안전성 평가대상은 1차년도 13개 국가어항의 주요 시설 중 태풍 및 폭풍피해 방지를 위한 외곽시설인 방파제를 평가대상으로 선정하였다.
- 1차년도 용역에서 수집·분석한 각 항별, 구간별 방파제 단면을 대상으로 개정된 심해 설계과를 고려하여 마루높이, 상치콘크리트, 체체로 나누어 안정성 평가를 수행하여 안정이 확보되지 않는 외곽 시설에 대해서 보수보강 계획을 수립하였다.
- 그러나, 항별로 외곽시설이 향후 방파제 보강계획 및 방파제 관련계획이 수립된 어항 및 외곽시설에 대해서는 중복투자의 문제점이 있으므로 관련계획 분석을 통해 금회 안전성 평가대상에서 제외하였다.

<그림 4.1.1> 1차년도 대상 국가어항



[표 4.1.1] 안전성 평가 대상 및 어항선정

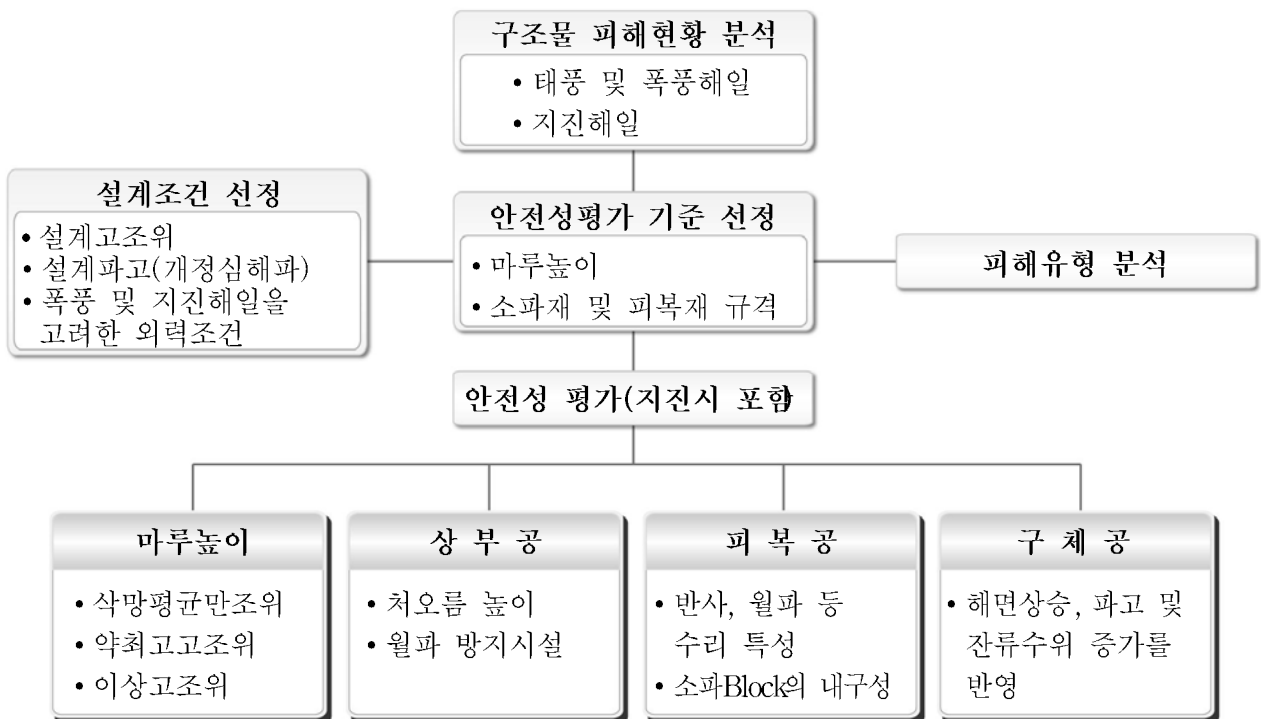
항 별	정온도	마루높이	피복재 소요 중량	상부공		제체 직선활동	보수보강 계획 수립
				활동	전도		
장호항	-	×	×	×	×	×	○
죽변항	-	×	×	×	×	×	○
축산항	×	×	×	×	○	○	○
대포항	×	○	○	○	○	○	×
양포항	×	×	×	×	×	×	○
정자항	-	○	×	○	○	○	○
방어진항	-	×	○	○	○	○	○
미조(남)항	-	○	○	○	○	○	×
외포항	×	×	×	×	×	×	○
지세포항	-	×	×	×	○	×	○
능양항	-	×	○	×	○	○	○
김녕항	○	×	○	○	○	○	○
위미항	×	×	×	×	×	×	○

4.1.2 안정성 평가

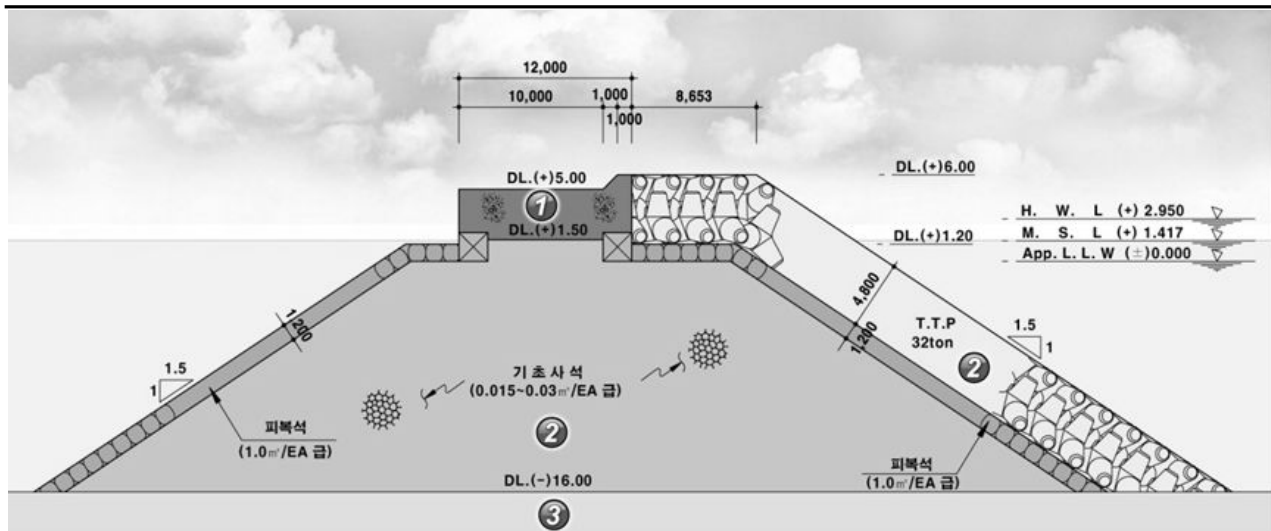
1) 안전성평가 범위

- 안전성 평가대상은 국가어항 110개어항 중 각 항별로 외곽시설이 공사중이거나, 향후 방파제 보강계획 및 방파제 관련계획이 수립된 항만 및 외곽시설에 대해서는 중복투자의 문제점이 있으므로 관련계획 분석을 통해 금회 정밀안전성 평가대상에서 제외한 81개항의 주요 시설 중 태풍 및 해일피해 방지를 위한 외곽시설인 방파제를 평가대상으로 선정하였다.
- 방파제 단면에 대한 정확한 안전성 평가를 위해서는 각 시설물별로 수심측량, 현황측량, 지반 조사 및 실험 등의 현장조사가 필요하나, 본 과업에서는 정밀한 현장조사를 전제로 하는 지반 조건을 포함한 전체 체체 안전성 평가는 불가능하고 지반상부 체체부만을 평가범위로 설정하였으며,
- 금회 안전성 평가 결과 보수보강이 필요한 것으로 평가된 시설에 대해서는 향후 정밀한 현장 조사를 실시하여 보수·보강 계획을 수립함이 타당할 것으로 판단된다.
- 안전성평가는 안전성 평가 기준을 선정한 후 마루높이, 상부공, 피복공, 구체공 등의 평가 항목에 대한 평가를 수행하였다.
- 또한, 최근 국내외에서 지진이 발생하고 있으므로 이에 대한 영향을 고려하고자 지진시 안전성 검토를 수행하였고, 지반의 액상화에 대한 영향평가를 위해 설계기준에 따라 대상어항을 선정하고 검토대상이 발생하였을 시에는 간편법에 의한 액상화 평가를 수행하였다.

<그림 4.1.2> 안전성 평가 흐름도



<그림 4.1.3> 경사식 방파제의 안전성 평가범위 선정



① 상부공	② 제체공	③ 기초지반(필요시)
<ul style="list-style-type: none"> • 마루높이 검토 • 상치 활동 · 전도 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복재 소요질량 검토 • 직선활동 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 사석마운드 지지력

2) 안전성 평가항목

가) 설계조위 결정

- 설계조위는 약최고고조위, 삭망평균고조위 및 천문조와 폭풍해일, 지진해일 등에 의한 이상조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계고조위의 산정방법은 다음과 같다.

[표 4.1.2] 설계고조위 산정방법

구분	적용방법
제1방법	약최고고조위 • 설계지역에서 관측자료 또는 인근 관측자료의 내삽에 의해 산정
제2방법	삭망평균고조위 • 대상지역의 관측자료 와 인근 항만의 삭망평균만조위의 내삽법에 의한 산정
제3방법	이상조위 • 삭망평균만조위에 폭풍해일고를 더한 조위

- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 조위를 설계조위로 적용하였다.

[표 4.1.3] 설계조위 결정

구 분	설 계 조 위
마루높이 산정	• 제 1, 2 방법 중 가장 큰 조위 설계조위로 적용
구조물 안정성 검토	• 구조물에 가장 불리한 조위

나) 마루높이 검토

- 외곽시설의 마루높이는 항만 및 어항 설계기준에 의한 방법, 월파량에 의한 방법, 처오름 높이에 의한 방법, 전달파고를 고려한 방법의 4가지 방법을 비교·검토하였다.

[표 4.1.4] 마루높이 산정기준

구 분	산 정 방 식
제1방법	항만 및 어항설계기준에 의한 방법 설계조위 + $0.6H_{1/3} \sim 1.25H_{1/3}$
제2방법	월파량에 의한 방법 $h/H_0' = g/\sqrt{2g(H_0')^3}$
제3방법	처오름 높이에 의한 방법 $R = H_0' \times R/H_0' \times Y \times K$
제4방법	파고전달율에 의한 방법 $H_T = K_{TO} \times H_I$

- 외곽시설의 마루높이는 항내 박지 수면적, 배후 시설물 유무, 대상선박의 규모 등을 고려하여 방파제의 경우 최소 $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하였으며, 방파호안의 경우 배후 시설물의 월파 방지를 위하 최소 $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 검토하였다.

[표 4.1.5] 마루높이 검토기준

구 분	검토 기준	적용 기준	허용월파량
방파제	항내 수면적 충분, 배후시설 영향 없음	1.0 $H_{1/3}$ 이상 확보, 허용월파량 적용	0.04m ³ /m/s
	항내 수면적 협소, 배후시설 영향 있음	1.0 $H_{1/3}$ 이상 확보, 허용월파량 적용	0.04m ³ /m/s

다) 피복재 소요질량 검토

- 기존 방파제의 피복재 소요질량 검토는 방파제 형식, 사면 경사, 피복재 종류 등의 조건을 고려한 피복재 소요질량 산정식을 적용하여 검토를 수행하였다.
- 경사제의 경우 사면경사 1: 1.5구간은 Hudson공식과 Van Der Meer 공식 중 최대값을 적용하였으며, 그 외 경사구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용 가능한 Van Der Meer 공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.
- 직립제 및 혼성제의 경우 설치수심, 사석부의 두께, 전면 어깨폭 및 구배 등의 사석부 형상이 고려된 확장된 다니모또식을 적용하여 소요질량을 산정하였다.

- 또한, 방파제 제두부구간은 파가 여러 방향에서 내습하고 피복재는 전방보다 후방으로 떨어지는 위험이 있으므로, 제간부 질량의 1.5배를 적용하여 산정하였다.

[표 4.1.6] 피복재 소요질량 검토기준

구 분		Hudson공식	Van Der Meer	확장된 다니모또식
공 식		$M = \frac{\rho_r \cdot H_{1/3}}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \alpha}$ 여기서, M : 사석 또는 블록의 안정에 필요한 최소질량(t) ρ_r : 사석 또는 블록의 밀도 H : 안정계산에 사용하는 파고 S_r : 사석 또는 블록의 해수에 대한 비중 N_s^3 : 피복재의 형상, 구배 또는 피해율에 의해 결정되는 계수		
N_s^3		$K_D \cdot \cot \alpha$	$(3.75 \times \frac{N_{od}^{0.5}}{N_z^{0.25}} + 0.85) \times S_{om}^{-0.2}$	$\max(1.8, \{1.3 \cdot \frac{21-K}{K^{0.6}} \cdot \frac{h}{H_{1/3} + 1.5 \exp[-15 \cdot (\frac{1-K}{K^{0.6}}) \cdot \frac{h}{H_{1/3}}]\})$
특 징		<ul style="list-style-type: none"> • K_D 값에 의한 소요질량 산정 • 파랑조건은 파고만이 고려되고 파장은 고려되지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 안정수 N_s에 의해 소요질량 산정 • 파랑조건 중 파고와 주기 모두 고려 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 안정수 N_s에 의해 소요질량 산정 • 설치수심, 사석부 형상 등 고려 가능
설계파고		<ul style="list-style-type: none"> • 적용파고 ($H_{1/3}, H_{1/10}$)에 대한 명확한 기준이 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • $H_{1/3}$에 상응하는 불규칙파 	<ul style="list-style-type: none"> • $H_{1/3}$에 상응하는 불규칙파
적용 구조물	경사제 T.T.P(1:1.5)	○	○	×
	경사제 T.T.P(1:1.5외)	○	×	×
	혼성제	×	×	○
	직립제	×	×	○

라) 상부공 및 제체안정 검토

- 방파제 상부공에 작용하는 파력공식은 Goda(合田)의 파력공식을 적용하여 상시 및 지진시 상치콘크리트의 활동(Sliding) 및 전도(Overturning)에 대한 안정검토를 수행하였다.
- 제체의 안정성검토는 상시와 지진시에 직선활동 검토를 수행하였다.

[표 4.1.7] 상부공 및 제체 안전율

구 분	상시			지진시		
	상부공		제 체	상부공		제체
	활동	전도	직선활동	활동	전도	직선활동
안전율	1.2	1.2	1.2	1.0	1.1	1.0

라) 액상화 평가

- 느슨한 포화사질토 등은 지진에 의하여 액상화하여 구조물에 피해를 주는 경우가 있으므로 필요한 경우 구조물의 설계 시에 액상화의 영향을 고려하여야 한다.
- 다음의 경우에는 액상화 평가를 생략할 수 있다.

① 지진구역 II에서 내진 2등급 항만구조물	② 지하수위 위의 지반
③ 표준관입저항치(N치)가 20 이상인 지반	④ 대상지반심도가 20m 이상인 지반
⑤ 소성지수(PI)가 10 이상이고 점토성분이 20% 이상인 지반	⑥ 세립토 함유량이 35% 이상인 지반
	⑦ 상대밀도가 80% 이상인 지반
⑧ 지층분류가 S _A ~S _D 인 지반(30m 평균 N값)	

■ 간편법에 의한 액상화 평가

- 지진규모 6.5를 기준으로 Seed & Idriss방법에 따라 액상화 간편예측을 수행한다.
- 각 해당지층 지반최대가속도를 이용하여 진동전단응력비(CSR)를 산정하고, 표준관입시험값(N값)을 이용하여 액상화 전단저항응력비(CRR)를 산정한 후 액상화에 대한 안정성 여부를 판정한다.
- Seed & Idriss 방법은 많은 지진기록 및 피해사례에 대한 분석을 통해 보편적으로 현장에서 획득하기 용이한 표준관입저항값(N값)과 액상화 전단저항응력비의 관계를 이용하여 간편하게 액상화 가능성을 검토할 수 있는 방법이다.
- 전단저항응력비 산정 시 사용되는 N값은 표준관입시험 수행 시에 발생할 수 있는 오차(상재하중, 로드 길이, 케이싱 규격, 헤머 효율, 세립분 함유량)를 제거하기 위하여 수정계수를 도입하고 있으며, 지진응답해석을 통한 지층별 지반최대가속도를 이용하여 진동전단응력비를 산정한다.
- 지반의 액상화 전단저항응력비와 지진 시 발생하는 진동전단응력비로부터 액상화에 대한 안정성여부를 평가한다.

$$F_s = \frac{(\tau_\ell / \sigma_{v0}')_{6.5}}{(\tau_d / \sigma_{v0}')} \quad (\text{기준안전율 } F_s \geq 1.5)$$

여기서, $(\tau_\ell / \sigma_{v0}')_{6.5}$: 지진규모 6.5로 보정된 액상화 전단저항응력비(CRR6.5)

(τ_d / σ_{v0}') : 지진시 발생하는 진동전단응력비(CSR)

σ_{v0}' : 액상화를 평가하고자 하는 깊이의 유효 상재압

3) 안전성평가 결과

- 국가어항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 11개 어항, 15개 시설, 연장 4,056m, 대상단면 40개로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타내는 경제성, 시공성 등을 고려한 단면을 제시하였다.
- 또한, 지진시 액상화검토 결과 금회 13개 국가어항은 액상화에 대해 안전한 것으로 나타났다.

[표 4.1.8] 안정성 평가 결과

항별	시설물	마루 높이 (DL(+))	피복재 소요중량 (ton)	상 시			지 진 시		
				상부공		제체	상부공		제체
				활동	전도	직선활동	활동	전도	직선활동
장호항	방 파 제	×	×	×	×	×	×	×	×
	방 사 제	○	○	○	○	○	○	○	○
죽변항	동방파제	×	×	×	○	○	×	○	○
	남방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
축산항	북방파제	×	×	×	○	○	×	○	○
	동방파제	○	×	○	○	○	○	○	○
대보항	북방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	남방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	도 제	○	○	○	○	○	○	○	○
양포항	북방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
	방 사 제	○	○	○	○	○	○	○	○
정자항	북방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	남방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	도제	○	×	○	○	○	○	○	○
방어진항	북방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	남방파제	×	○	○	○	○	○	○	○
	파제제	○	○	○	○	○	○	○	○
미조(남)항	동방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	서방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
외포항	동방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
	서방파제	×	○	×	○	○	×	○	○
지세포항	서방파제	×	×	×	○	×	×	○	×
능양항	서방파제	×	○	×	○	○	×	○	○
	동방파제	×	○	×	○	○	×	○	○
김녕항	서방파제	×	○	○	○	○	○	○	○
	동방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
위미항	동방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
	서방파제	○	○	○	○	○	○	○	○

주) ○ : 안전성 확보, × : 안전성 미확보

[표 4.1.9] 역상화 평가 대상검토 결과

항별	시설물	① 지진구역II 내진2등급	② 지하수위 위의 지반	③ N치가 20이상	④ 지반심도 20m이상	⑤ 소성지진10이상 점도성분20%이상	⑥ 세립토 함유량 35%이상	⑦ 상대밀도 80%이상	⑧ 지질조건 Sa~Sd	판정
장호항	방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
	방사제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
죽변항	동방과제	×	×	×	×	○	○	×	○	O.K
	남방과제	×	×	×	×	○	○	×	○	O.K
축산항	북방과제	×	×	○	×	-	-	-	○	O.K
	동방과제	×	×	○	×	-	-	-	○	O.K
대보항	북방과제	×	×	-	×	-	-	×	○	O.K
	남방과제	×	×	-	×	-	-	×	○	O.K
	도제	×	×	-	×	-	-	×	○	O.K
양포항	북방과제	×	×	×	×	-	×	×	○	O.K
	방사제	×	×	×	×	-	×	×	○	O.K
정자항	북방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
	남방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
	도제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
방어진항	북방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
	남방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
	과제제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
미조(남)항	동방과제	×	×	-	×	-	-	-	○	O.K
	서방과제	×	×	-	×	-	-	-	○	O.K
외포항	동방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
	서방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
지세포항	서방과제	×	×	×	×	-	-	×	○	O.K
능양항	서방과제	×	×	×	×	-	-	-	○	O.K
	동방과제	×	×	×	×	-	-	-	○	O.K
김녕항	서방과제	○	×	○	×	-	-	-	○	O.K
	동방과제	○	×	○	×	-	-	-	○	O.K
위미항	동방과제	○	×	○	×	-	-	×	○	O.K
	서방과제	○	×	○	×	-	-	×	○	O.K

주) ○ : 검토대상 제외, × : 검토대상

[표 4.1.10] 보수·보강 대상시설

항 별	외곽시설	시설연장		대상단면	
		전체	대상	전체	대상
장호항	방파제	290m	90m	3	1
	방사제	196m	-	1	-
죽변항	동방파제	680m	655m	6	6
	남방파제	500m	500m	5	5
축산항	북방파제	395m	240m	6	2
	동방파제	90m	90m	2	2
대보항	북방파제	380m	-	7	-
	남방파제	150m	-	2	-
	도 제	110m	-	2	-
양포항	북방파제	700m	700m	6	6
	방 사 제	450m	-	2	-
정자항	북방파제	430m	-	8	-
	남방파제	250m	-	3	-
	도제	100m	20m	2	1
방어진항	북방파제	250m	-	4	-
	남방파제	420m	20m	3	1
	파제제	270m	-	1	-
미조(남)항	서방파제	300m	-	5	-
	동방파제	170m	-	2	-
외포항	동방파제	200m	200m	3	3
	서방파제	144m	144m	1	1
지세포항	서방파제	450m	450m	1	1
능양항	서방파제	170m	170m	1	1
	동방파제	140m	140m	1	1
김녕항	서방파제	680m	137m	4	1
	동방파제	170m	-	2	-
위미항	동방파제	500m	500m	8	8
	서방파제	190m	-	2	-
총 계	15개	8,775m	4,056m	93	40

4.1.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

- 보수·보강은 마루높이, 피복재, 상치콘크리트, 제체로 나누어 계획을 수립하였다. 기본적으로 현재 구조물을 최대한 활용하며 안정성, 시공성, 경제성을 고려하여 현재 구조물의 유용이 어려울 경우에는 재시공하는 것으로 계획하였다.
- 마루높이 및 상치콘크리트는 기존 콘크리트에 파라펫 또는 덧씌우기를 하여 증고하였으며 기존 상치콘크리트와 보강 콘크리트와의 일체성을 높이기 위해 전단철근을 계획하였다.
- 피복재는 소요규격 피복재를 전면에 배치하고 시공시 피복재의 활출 방지를 위해 소단을 설치하였다.
- 제체는 직선활동에 따른 안정성 확보를 위해 향내측 단면 확폭에 따른 안정성 증대 및 직립형태일 경우 전면 피복을 통한 파력감소 계획을 수립하였다.

2) 보수·보강 방안

가) 상치콘크리트 보수·보강

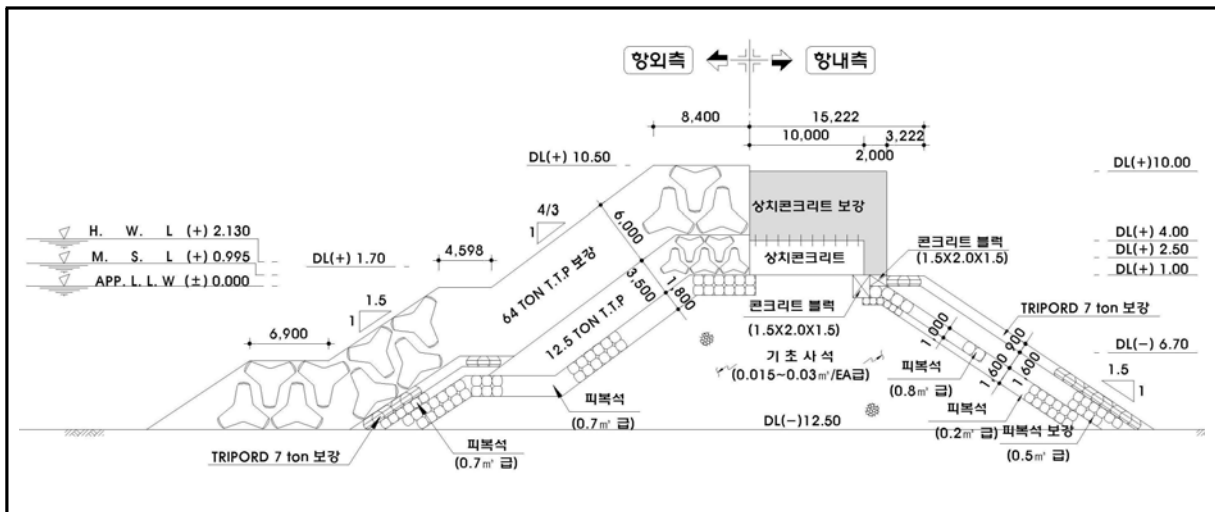
a) 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + 1.0H_{1/3} 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

b) 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규 콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

<그림 4.1.4> 상치콘크리트 보수·보강방안

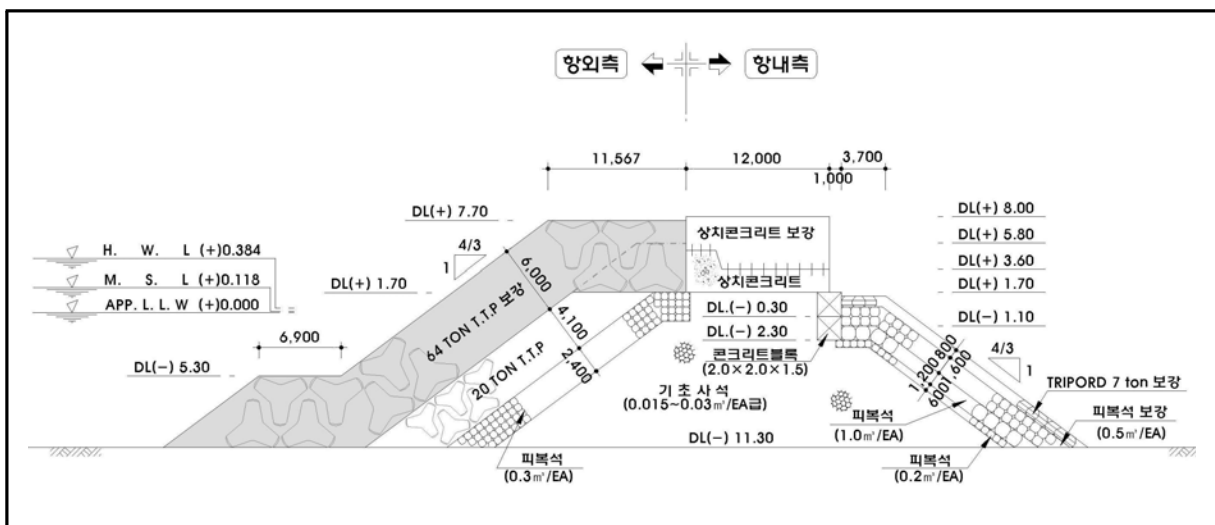


- 기존 상치에 파라펫을 설치하여 소요 마루높이 확보
- 기존 상치콘크리트를 보강하여 활동에 대한 상치 안정성 확보

나) 피복재 보수·보강

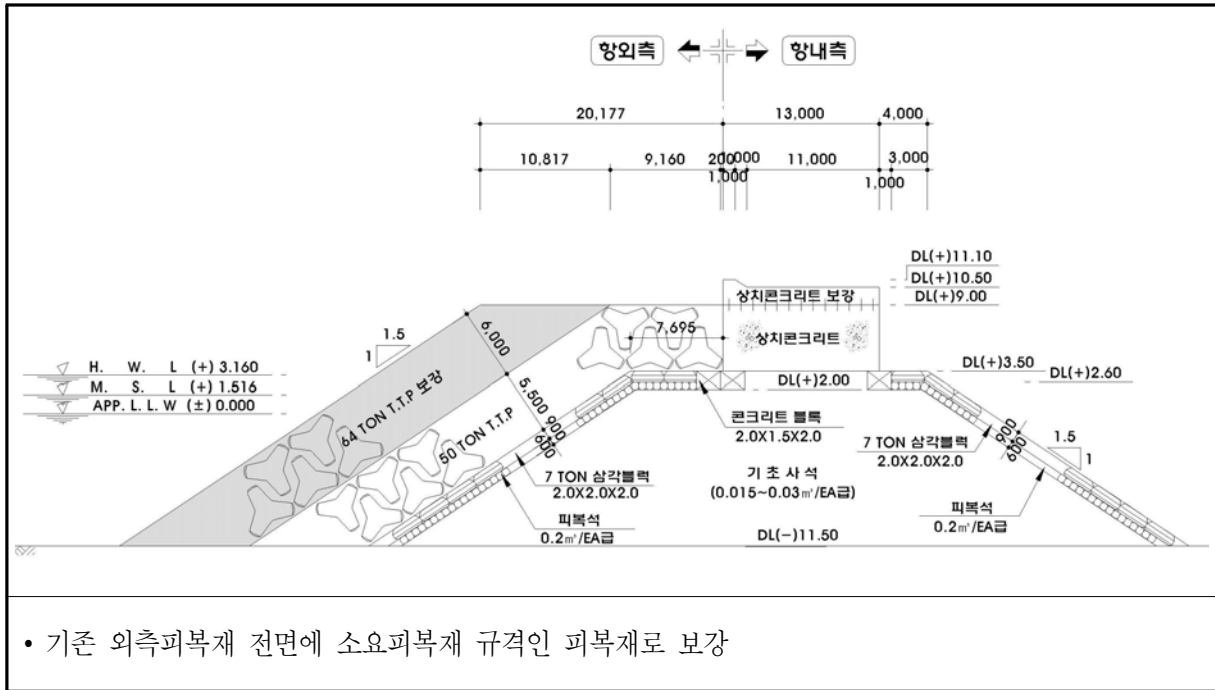
- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.
- 또한, 기존 T.T.P 활용이 어려울 시에는 제거후 소요 피복재 규격의 피복재로 재시공하도록 하였다.

<그림 4.1.5> 사석경사제 피복재 보수·보강방안(1)



- 기존 외측피복재 상부구간을 제거하고, 소요피복재 규격으로 전면 소단부 및 전면 보강

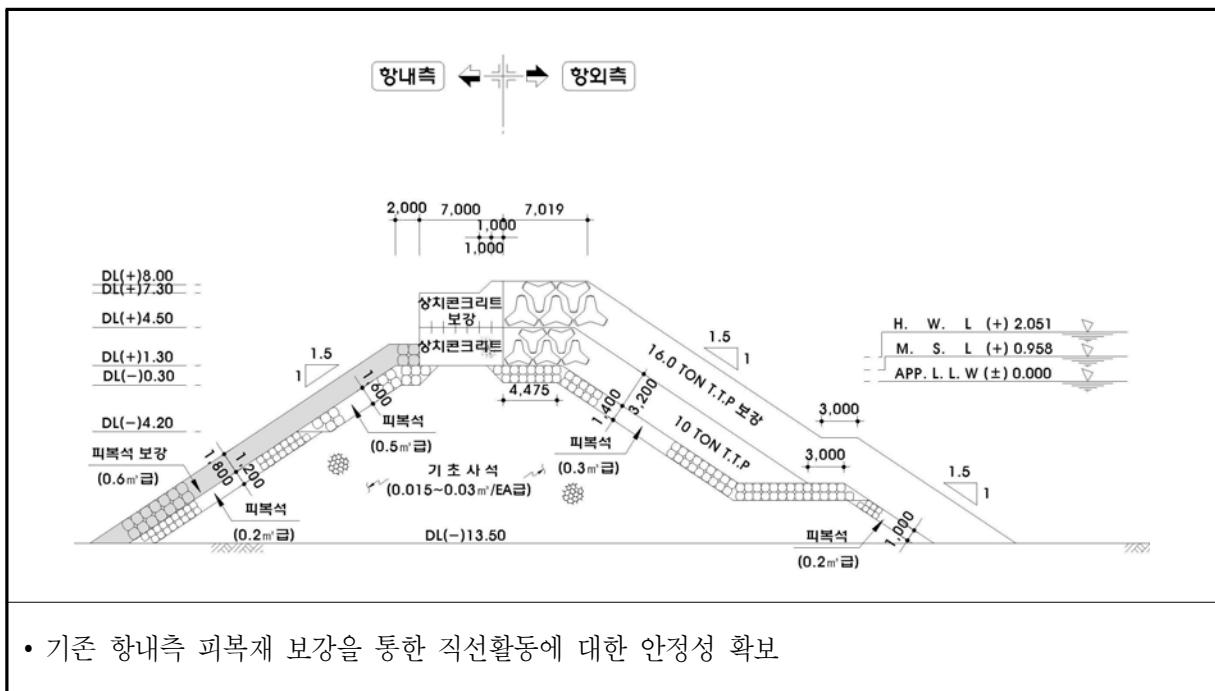
<그림 4.1.6> 사석경사제 피복재 보수·보강방안(2)



다) 제체 안정성

- 직선활동 검토결과 제체 안정성이 미달되는 구간에 대해서는 안정성, 시공성, 경제성 등을 고려하여 보강계획을 수립하였다.
- 기본적으로 파력감소를 위한 상치콘크리트를 피복하고 이러한 방법으로 안정미확보시 향내측 피복재를 보강하도록 하였다.

<그림 4.1.7> 제체 보수·보강 방안



4.1.4 개략 공사비 산정

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

2) 개략공사비 산정결과

- 국가어항 13개항의 보수·보강 개략공사비 산정결과 총 약 1,176억원이 소요되는 것으로 추정되었으며, 각항별 보수·보강 개략공사비는 다음과 같다.

[표 4.1.11] 개략공사비

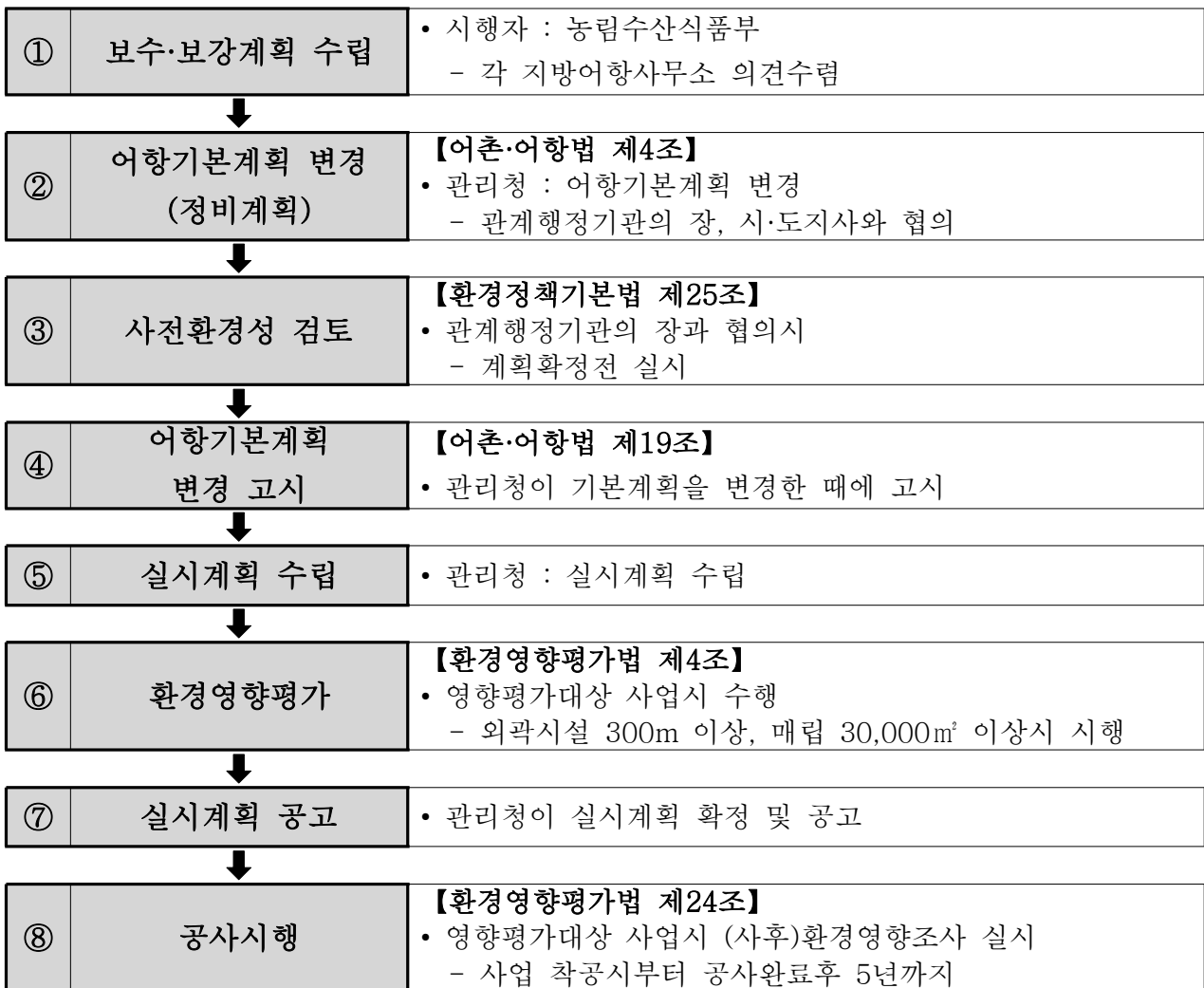
(단위 : 백만원)

항 별	개략 공사비			보 강 개 요
	보수·보강 공사비	정온도 개선안	총 계	
장호항	1,740	-	1,740	• 신규단면
죽변항	23,094	-	23,094	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강, 신규단면
축산항	9,660	16,800	26,460	• 상치 보강, 피복재 보강
대보항	-	2,000	2,000	-
양포항	44,057	12,000	56,057	• 상치 보강, 피복재 보강
정자항	1,080	-	1,080	• 피복재 보강
방어진항	40	-	40	• 상치 보강
미조(남)항	-	-	-	-
외포항	14,251	5,800	20,051	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강
지세포항	16,250	-	16,250	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강
능양항	720	-	720	• 상치 보강
김녕항	137	-	137	• 상치 보강
위미항	6,590	10,500	17,090	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강
합 계	117,619	47,100	164,719	• 정온도 개선 포함시 약 1,647억원

4.1.5 보수·보강공사 추진절차

- 1차년도 용역에서 정온도 개선대책 및 보수·보강계획이 수립된 어항의 경우 향후추진절차를 <그림 4.1.8>과 같이 제시하였다.
- 1차년도 대상항 중 정온도 개선대책이 수립된 어항의 경우 정비계획을 통해 정밀한 정온도 평가를 수행 후 기본계획변경고시를 추진하는 것이 바람직하며, 그 외 보수·보강만 시행할 경우 바로 실시 계획 수립(확정) 및 공고 후 공사를 시행하는 절차를 따르는 것이 타당하다(<표4.1.12>참조).

<그림 4.1.8> 보수·보강계획 이후 추진 절차



[표 4.1.12] 보수·보강 추진방법별 추진절차

구 분	시행 절차	비 고
외곽시설 보수·보강만 시행	⑤번 실시계획 수립 및 공고후 시행	
정비계획없이 정온도 개선 포함 보수·보강 시행	③번 사전환경성검토부터 순차적으로 시행	축산항 등
정비계획 시행	②번 어항기본계획변경부터 순차적으로 시행	외포항 등

4.2 장호항

4.2.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 장호항이 위치한 삼척시 일대는 태백산맥이 동과 서로 분수령을 이루고 있고, 크고 작은 여러 지맥으로 인하여 심한 구릉기복을 이룬다. 험산이 급박하여 평야가 적은편이며 해안에 이르러 험준한 암벽을 이루어 바다의 수심은 깊은 편이다.
- 주위의 두타산, 청옥산, 사금산 등 명산이 북에서 남으로 뻗어 분수령을 이루고 대부분이 산간 지로서 구릉을 형성하여 대체로 동고서저, 혹은 동급서완의 지세를 이루며 비교적 단조로운 해안선을 이루고 있다.
- 마음천, 가곡천 등 하천을 태백산맥을 분수령으로 하여 해안까지 뻗어있는 산줄기를 타고 동해로 흘러 들며 긴 해안선을 따라 항·포구를 중심으로 어촌이 형성되어 있어 풍부한 해산물과 깨끗한 백사장, 연안을 따라 형성된 기암괴석의 절경으로 많은 관광객이 내방하고 있다.
- 근덕면은 서쪽으로 노곡면 경계에서 시작되는 입봉산맥의 산줄기가 본면 서쪽으로 뻗어 노곡면과 경계를 이루고 있으며, 삼척시와 경계안 한치재로부터 27.4km의 해안선이 펼쳐져 있으며 그 사이에 들입재와 갑봉산이 있다.
- 또한 본면 중앙을 7번 국도가 관통하고 있으며 교가에서 노곡면 하월산리까지 통하는 도로와 동막리에서 문영재를 넘어 태백시까지 통하는 도로가 있어 바다와 산과 하천이 고루 조화된 동해안 관광개발이 증추지로서의 개발이 기대된다.

[표 4.2.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분		단 위	제 원	
바 랫	최대풍속	풍 속	m/sec	26.7	현상 일수	일	맑 음	109.1
		풍 향		WSW			흐 립	105.0
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	41.3			안 개	11.5
		풍 향		WSW			강 수	44.6
	평균풍속		m/sec	2.4			강 설	12.4
기 온	연 평 균		℃	12.6	결 빙	88.4		
	최 고			37.5	뇌 전	10.9		
	최 저			-14.0	폭 풍	24.1		
강수량	연 평 균		mm	1,310.0	기 온	1.6		
	일 최 다			319.5				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.6℃이며, 월평균기온은 1월이 0.9℃, 8월이 23.5℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 37.5℃(1992년 7월), 최저기온은 -14.0℃(2001년 1월)로 나타났다.

[표 4.2.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

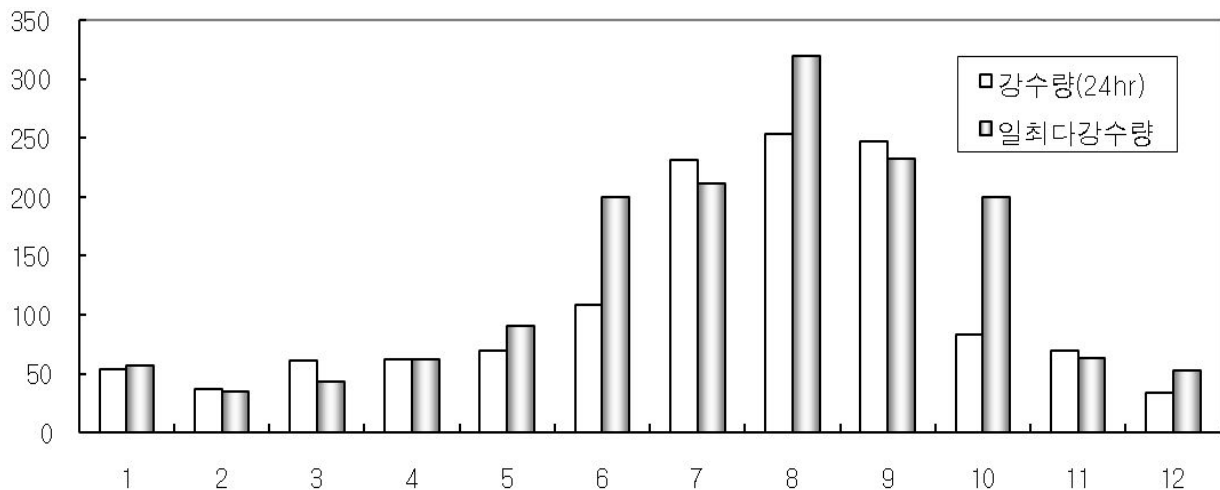
구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	0.9	2.7	6.5	12.1	16.1	19.5	23.0	23.5	19.7	15.0	9.1	3.5	12.6
최고	16.1	23.7	26.9	32.6	33.2	35.2	37.5	35.9	34.2	29.7	24.4	18.4	37.5
최저	-14.0	-13.3	-6.9	-3.3	2.4	8.8	12.2	13.8	7.4	-0.1	-7.2	-11.9	-14.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최대 강수량은 2006년의 1,967.1mm, 연최소 강수량은 1995년의 754.8mm이며, 연평균 강수량은 1,310.0mm로 나타났다.

<그림 4.2.1> 강수량(mm)



[표 4.2.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	53.6	36.7	61.1	62.0	69.2	108.3	231.6	253.4	247.5	83.2	69.7	33.7	1,310.0
일최다	56.9	34.3	42.9	62.5	90.9	199.5	211.5	319.5	232.0	200.0	63.0	53.0	319.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.4m/sec, 최대 풍속은 WSW방향에서 26.7m/sec로 나타났다.

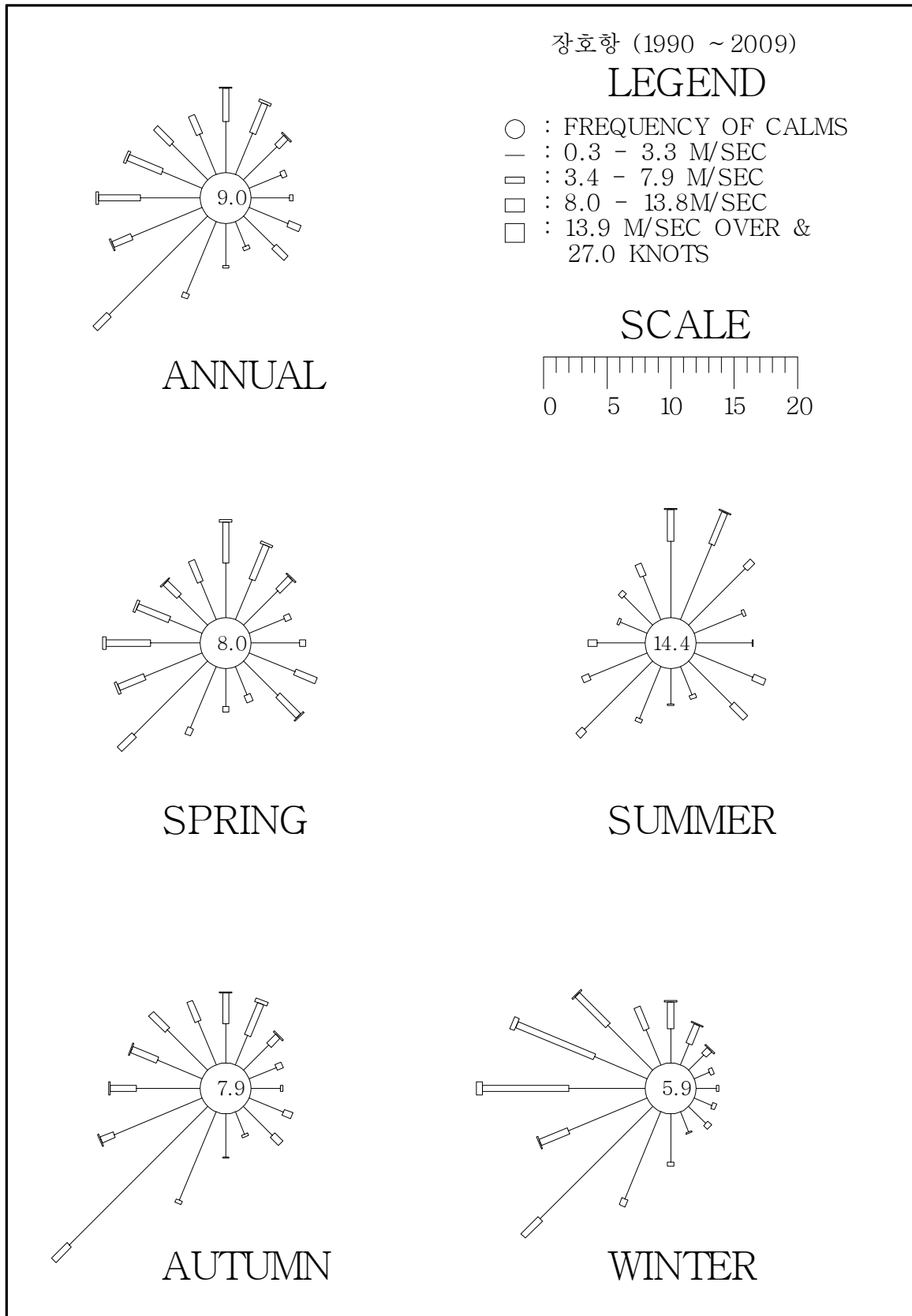
[표 4.2.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.9	2.8	2.8	2.8	2.4	2.0	1.8	1.8	2.2	2.4	2.6	2.8	2.4
최 대	26.7	15.6	16.7	18.7	16.7	12.2	14.5	17.0	20.9	15.7	16.4	14.0	26.7
	WSW	W	WNW	W	WNW	SE	SE	N	NNE	N	WSW	N	WSW
순간최대	41.3	29.5	25.7	32.1	28.7	24.0	23.5	26.2	28.8	27.7	25.4	25.7	41.3
	WSW	WNW	WSW	WNW	NW	NNW	SE	N	NNW	WNW	WSW	WNW	WSW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

<그림 4.2.2> 바람장미도



d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 109.1일로 약 29.8% 이고 흐린 날씨는 105.0일로 나타났다.
- 안개발생일수는 11.5일, 강수일수는 44.6일, 폭풍일수는 24.1일로 나타났다.

[표 4.2.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분	월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
	맑음	15.6	11.3	9.8	9.4	7.9	4.3	2.6	3.4	4.8	11.1	12.8	16.1	109.1
흐림	5.1	4.8	7.6	6.7	9.7	13.6	17.2	14.4	11.1	6.0	5.3	3.5	105.0	
안개	0.0	0.1	0.1	0.5	1.8	4.5	2.7	1.4	0.2	0.1	0.1	0.0	11.5	
강수	2.3	2.0	3.0	2.8	3.2	3.8	6.9	6.9	6.3	2.7	2.8	1.9	44.6	
강설	4.4	3.2	2.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	12.4	
결빙	27.4	20.9	11.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	6.6	21.6	88.4	
뇌전	0.1	0.0	0.2	0.5	1.7	1.6	2.8	2.4	0.7	0.6	0.3	0.0	10.9	
폭풍	3.5	2.1	3.4	4.4	2.1	0.7	0.3	0.5	1.3	1.2	2.1	2.5	24.1	

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.2.6] 작업불가능 일수 산정기준

구분	해상	육상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 삼척시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 262일, 육상작업 가능일수는 251일로서 년가동율이 72%와 69% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.2.7] 작업가능일수

구분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공휴일	계	
육상	58.21	55.47	113.68	251.32
해상	45.05	57.86	102.91	262.09

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 장호항의 조위는 약최고만조위(Approx. H.H.W)가 (+)0.350m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 (+)0.254m, 평균해면(M.S.L)이 (+)0.175m이며, 대조차 0.158m, 평균조차 0.116m, 소조차 0.074m로 나타났다.

[표 4.2.8] 장호항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 41.9	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 35.0	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 25.4	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 23.3	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 21.2	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 17.5	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 13.8	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 11.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 9.6	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(삼척)

b) 조류

- 동해안의 조류는 전반적으로 연안근해에 있어서 일정한 조류라고 할 만한 것이 없고, 다만 바람에 의해서 생기는 미약한 표면류가 있을 뿐으로 해류에 의해서 일어나고 해류의 강약에 따라 유향, 유속이 모두 변하며 대체로 그 유속은 1노트 이하를 보고 있다.

c) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.2.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
장호항 정비계획조사 보고서(1994.08)	NE	8.2	13.0	
	NNE	7.2	12.0	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

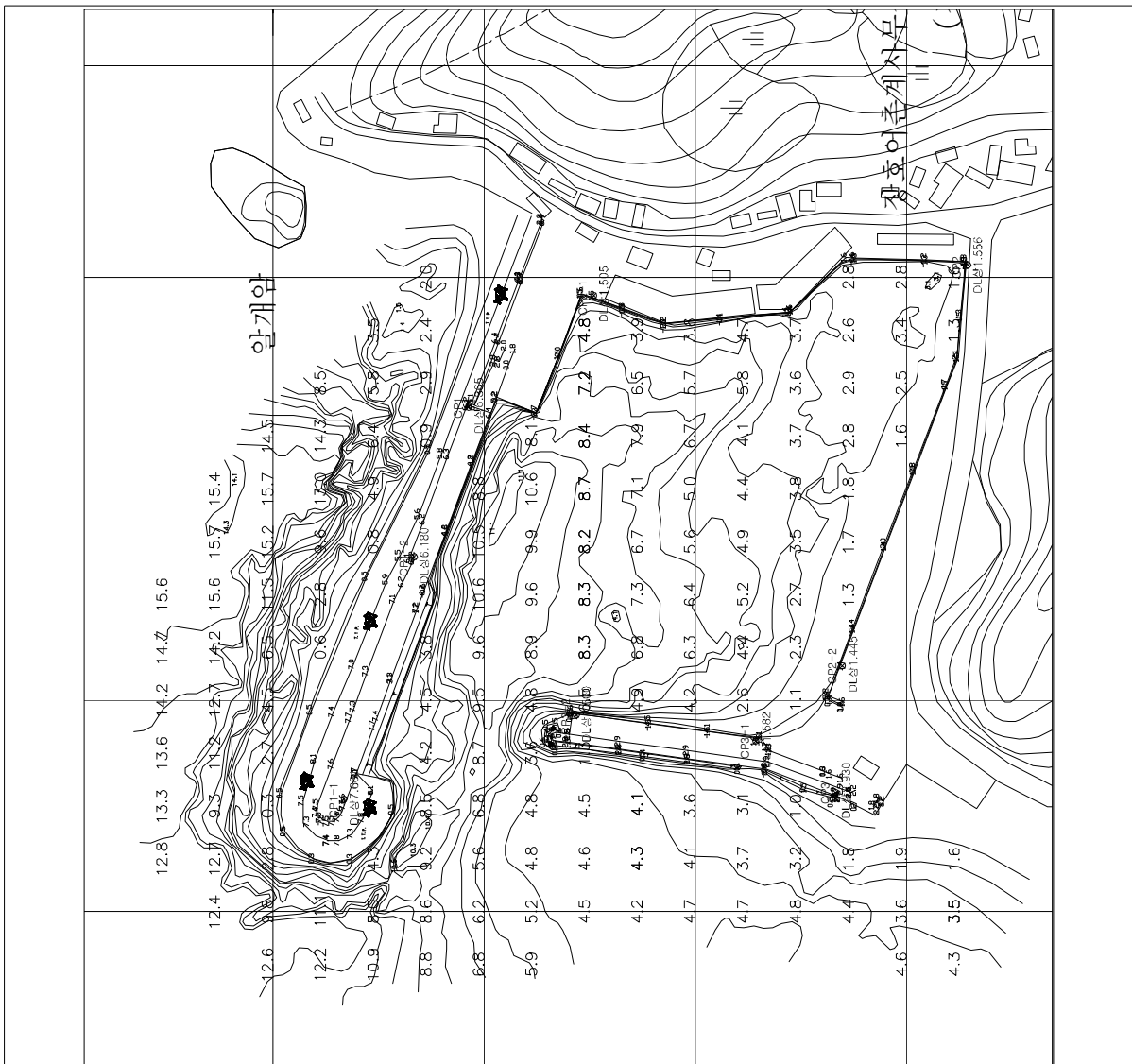
a) 개요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2008.12)”에 수록된 장호항 정밀점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

- 장호항의 항내 수심은 D.L(-)2.0m에서 (-)10.0m정도의 수심분포를 나타내며 항 입구에서는 방파제 두부측은 D.L(-)9.0m~(-)13.0m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타내며, 방사제 외측은 D.L(-)3.0m~(-)5.0m정도의 수심분포를 나타낸다.

<그림 4.2.3> 수심 및 지형측량도



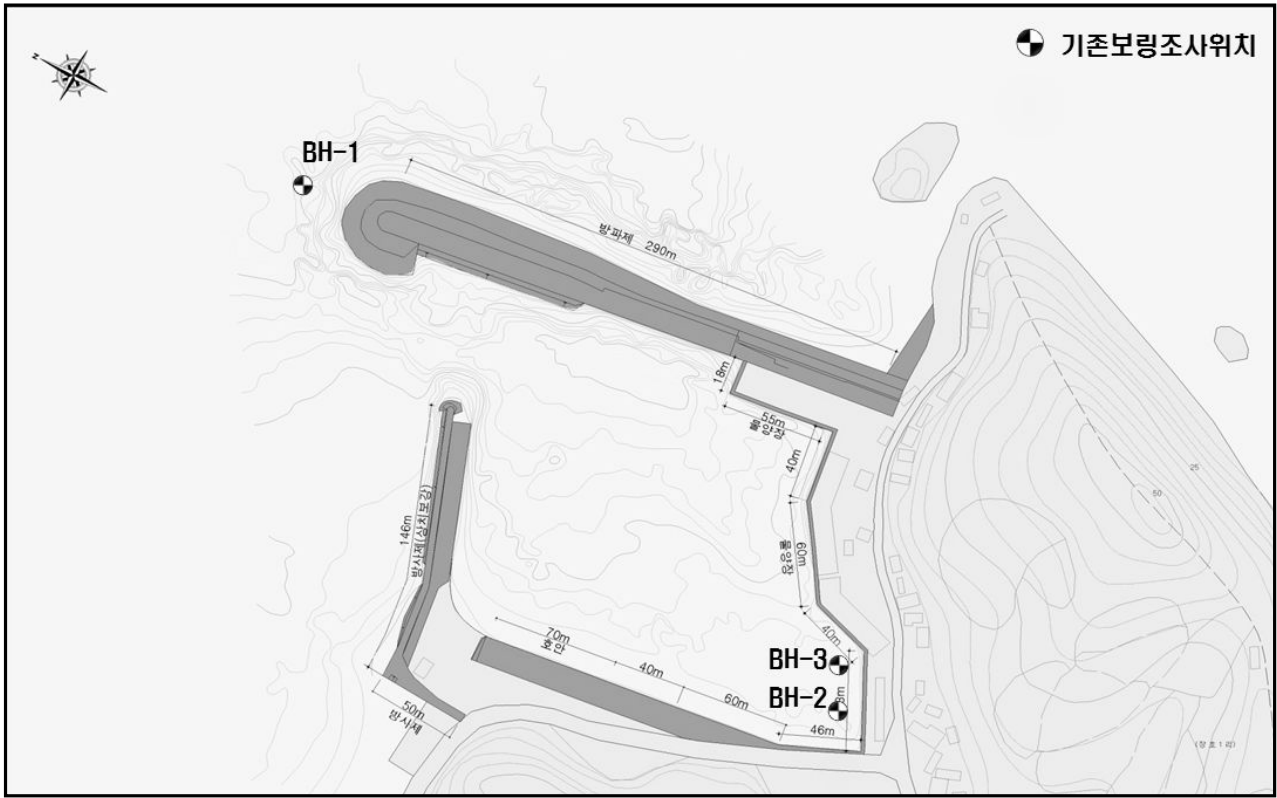
※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2008.12, 한국어촌어항협회)

나) 지반조사

a) 개요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “장호항 정비계획조사 보고서(1994. 08)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	11.5	420,872	227,856	
BH-2	1.9	420,573	228,079	
BH-3	0.9	420,572	228,104	

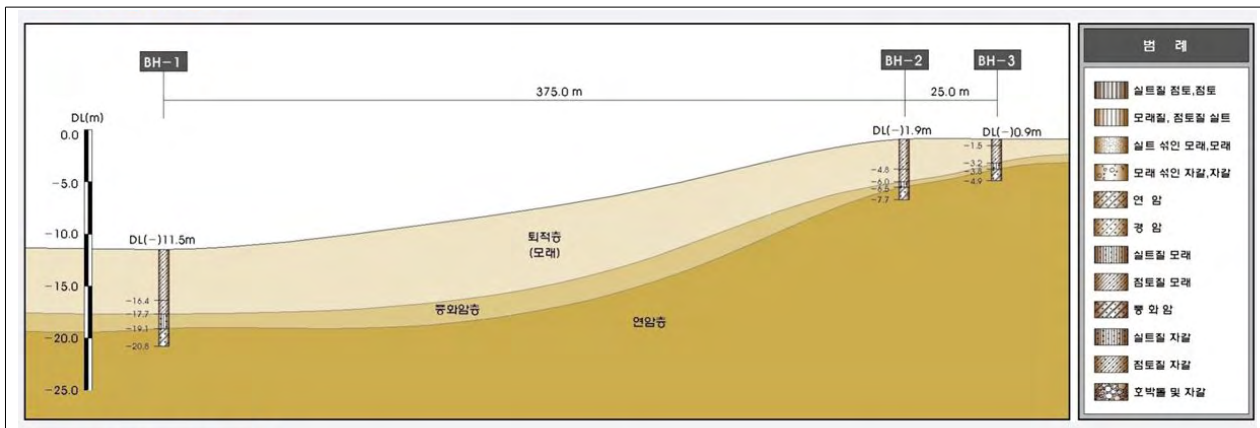
c) 지형 및 지질

- 본 조사지역은 행정구역상 강원도 삼척시 근덕면 장호리에 위치하고 있다. 조사지역의 서측으로는 동해안 고속도로가 지나고 태백시와 인접하며, 북측으로는 동해시와 인접하며 동측으로는 동해와 접한다.

- 본 조사지역의 산계는 철마산(417.7m), 검봉산(681.6m), 셋갓산(688.2m)를 잇는 북북서 방향이 우세하게 발달되어 있다. 또한 수계의 발달 양상은 대체로 산계와 직각을 이루고 있는데 그 방향은 남남동 방향으로 발달되어 있다.
- 본 조사지역은 중생대 쥐라기초에 시작한 대보조산활동에 의해 형성된 대보화강암류가 주를 이루고 있으며, 영남변성암 복합체를 관입한 형태를 띠고 있고 제4기의 충적층에 의해 피복당하고 있음 대보화강암류의 근원인 대보조산운동은 지층의 변형뿐 아니라 변성 작용과 심성암의 관입작용도 동시에 일으켰으며, 이들의 구조선은 옥천지향사대의 축과 나란한 북동-동서방향으로 발달되어 있다.

d) 시추조사 결과 요약

<그림 4.2.4> 지질조사 주상도



※ 자료 : 장호항 정비계획조사 보고서(1994.08, 수산청)

구 분	BH-1	BH-2	BH-3	총 계	비 고
점 토(m)	-	-	-	-	
모 래(m)	6.20	3.40	0.60	10.20	
자 갈(m)	1.40	1.20	1.70	4.30	
풍화토(m)	-	-	-	-	
풍화암(m)	-	-	-	-	
연 암(m)	2.30	1.20	1.70	5.20	
계	9.30	5.80	4.00	19.70	
SPT(회)	5	2	1	8	

3) 어항현황 및 시설제원 조사

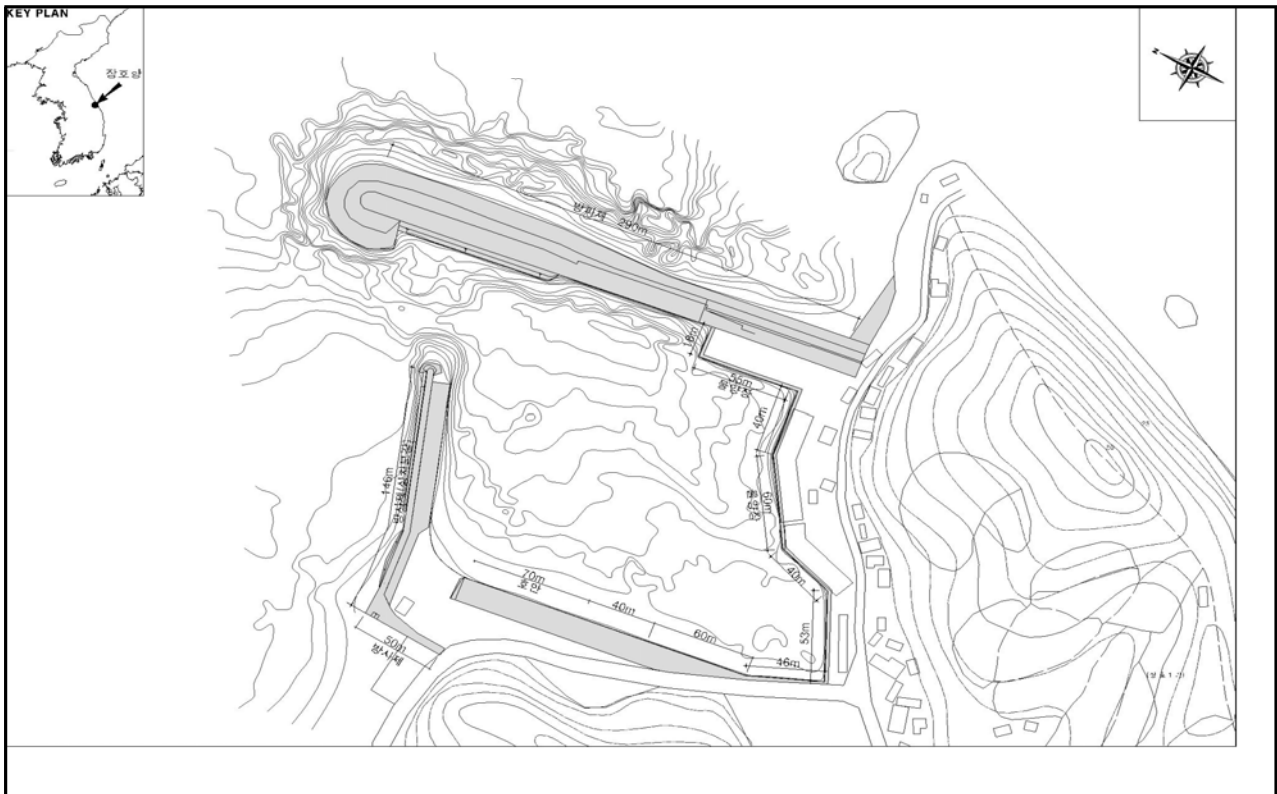
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1973년	기본시설계획 수립	
1998년	안전도 진단 용역조사	
1993년	정비계획 수립	
1999년	방파제 및 호안공사 완료	
2006년	장호항 안전난간 피해복구공사	

나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	방 파 제	사석경사식	290m	
	방 사 제	사석경사식	196m	
계류 시설	물 양 장	콘크리트블럭식	417m	
	호 안	콘크리트블럭식	70m	

<그림 4.2.5> 장호항 현황도



<그림 4.2.6> 기존 시설현황



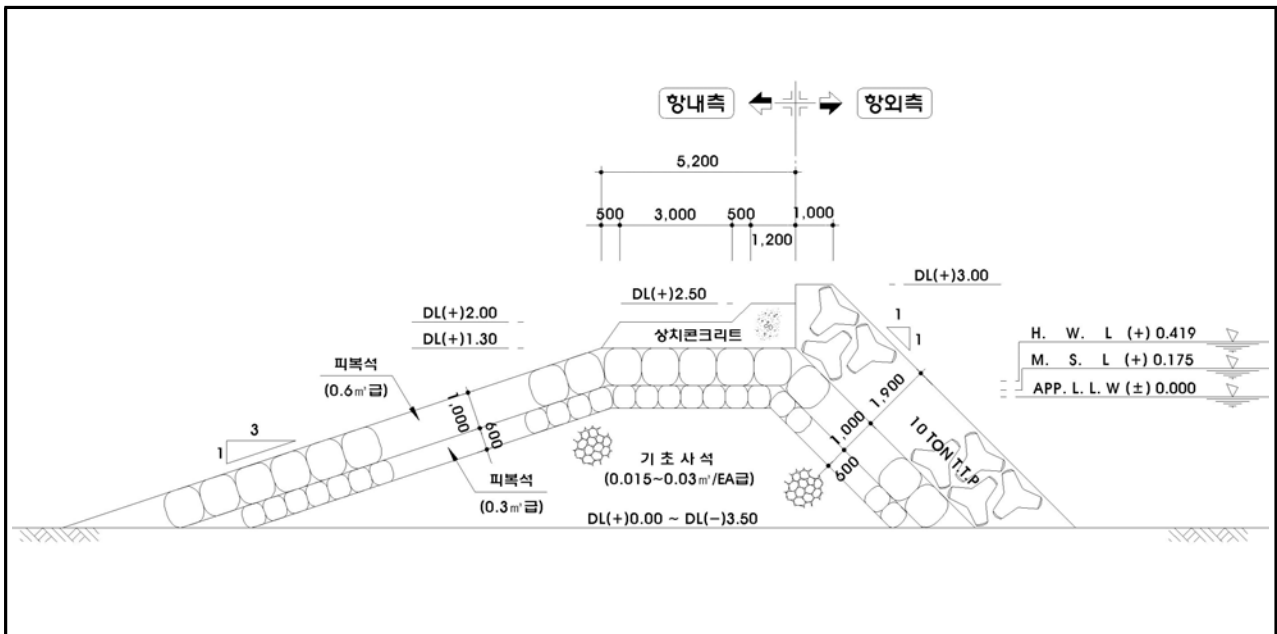
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 장호항 방파제는 중량 10/20/40tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 290m이고, 방사제는 0.6㎡ 사석으로 피복된 사석경사제 형식으로 연장은 196m이며 상세 시설제원은 [표 4.2.10]과 같다.

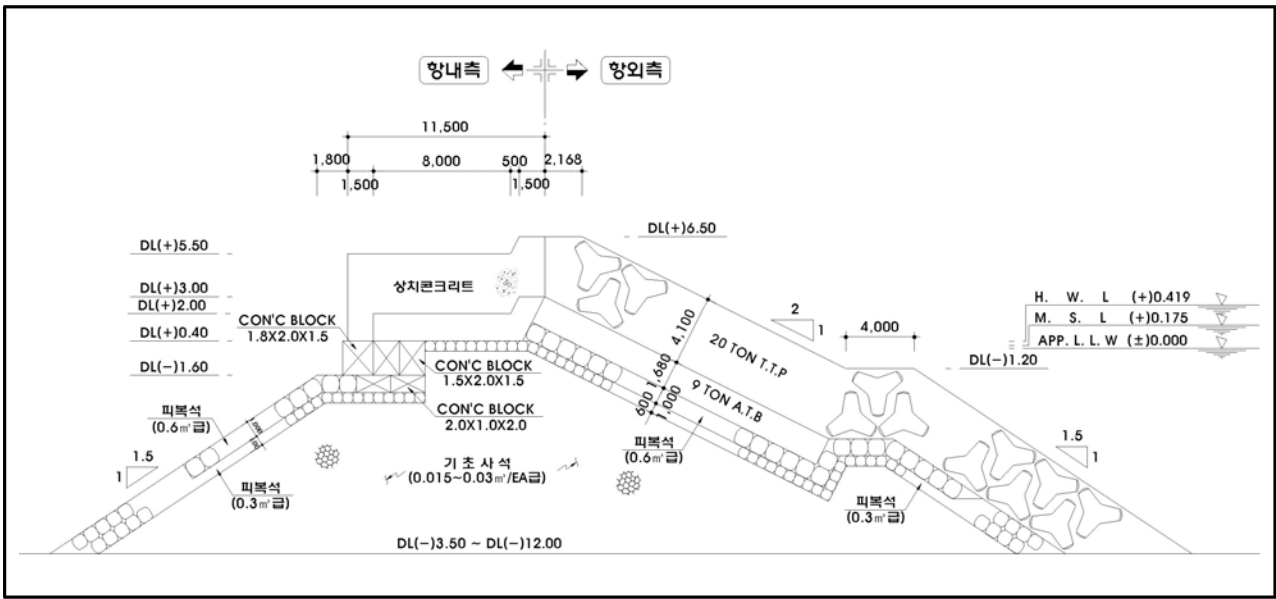
[표 4.2.10] 외곽시설 시설제원

구분	방파제	방사제	비고
연장	290m	196m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	사석경사제	
준공년도	1999년	1983년	
전면수심	D.L(-)3.50m~12.0m	D.L(-)8.50m	
마루높이	D.L(+)2.5m~7.5m	D.L(+)1.5m	
피복재	10/20/40tonf T.T.P	0.6㎡(사석)	

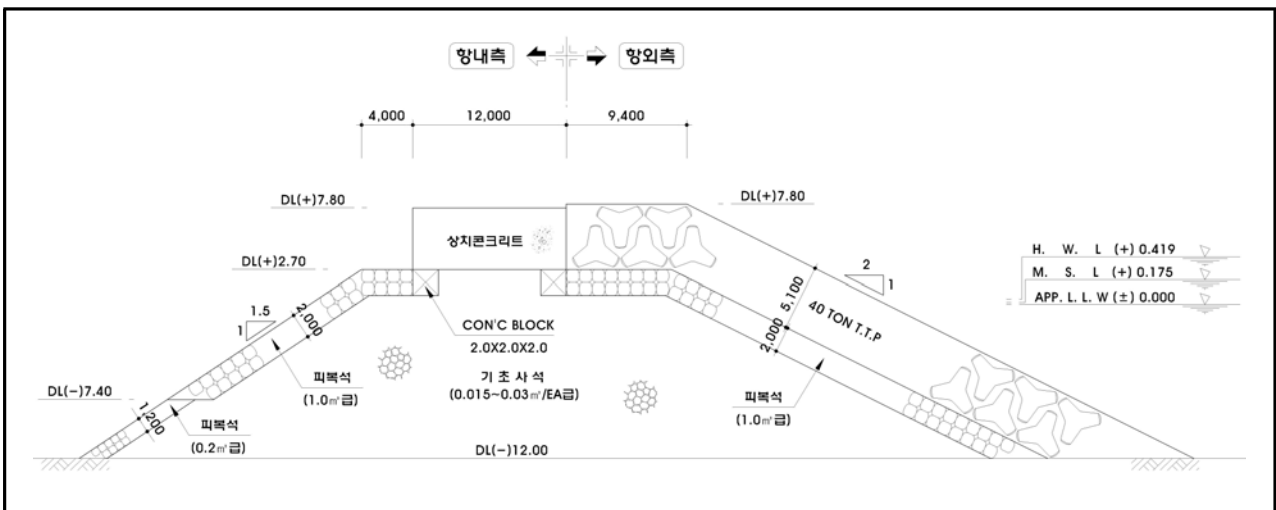
<그림 4.2.7> 방파제 표준단면도(1구간)



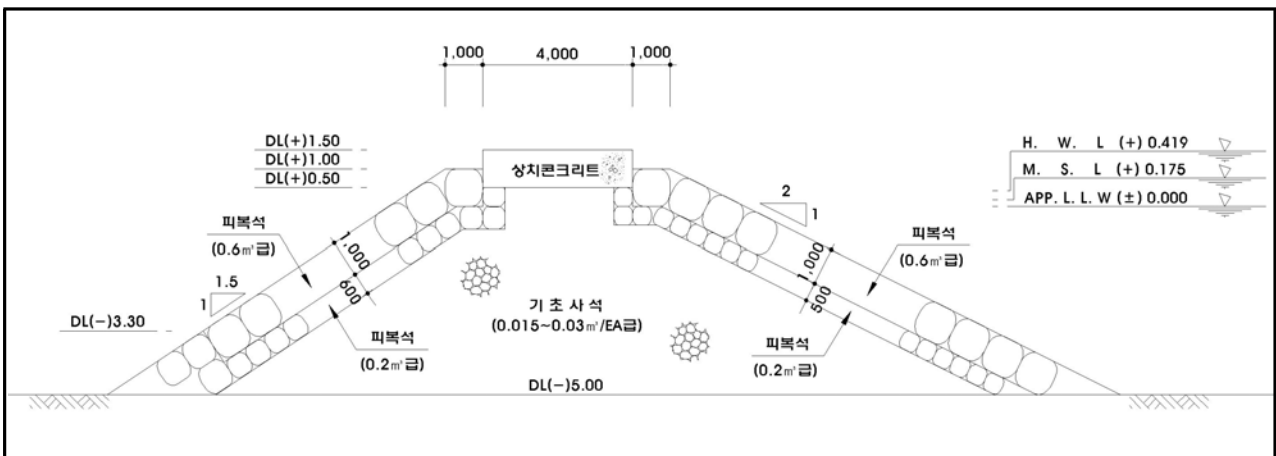
<그림 4.2.8> 방파제 표준단면도(2구간)



<그림 4.2.9> 방파제 표준단면도(3구간)



<그림 4.2.10> 방파제 표준단면도



4.2.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계과고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안정성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안정성 평가

가) 설계조건 및 기준

a) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 41.9	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 35.0	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 25.4	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 23.3	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 21.2	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 17.5	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 13.8	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 11.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 9.6	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(삼척)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.2.11] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월과량에 의한 방법	
	제3방법	치오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
방파제	1구간 (No.0+0.0~No.9+0.0)	4.8	13.0	NNE	50년
	2구간 (No.9+0.0~No.16+7.0)	5.0	13.0	NNE	
	3 구간 (No.16+7.0~No.29+0.0)	5.5	13.0	NNE	
방사제		1.2	11.1	N	

나) 안전성 평가

가) 기본방향

- 태풍폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계과에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 방파제와 방사제로 시설현황은 [표 4.2.12]과 같다.

[표 4.2.12] 방파제 시설현황

<p>방 파 제 시설현황도</p>		
<p>구 분</p>	<p>방 파 제</p>	<p>방 사 제</p>
<p>연 장</p>	<p>290m</p>	<p>196m</p>
<p>구조형식</p>	<p>T.T.P 피복 사석경사제</p>	<p>사석경사제</p>
<p>준공년도</p>	<p>1999년</p>	<p>1983년</p>
<p>전면수심</p>	<p>D.L(-)3.50m~12.0m</p>	<p>D.L(-)8.50m</p>
<p>마루높이</p>	<p>D.L(+)2.5m~7.5m</p>	<p>D.L(+)1.5m</p>
<p>피 복 재</p>	<p>10/20/40tonf T.T.P</p>	<p>0.6m³(사석)</p>
<p>검토구간</p>	<p>3개 구간</p>	<p>1개 구간</p>

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계 조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 35.0m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 41.9m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법	제2방법	제3방법	제4방법			
방파제	1구간	DL.(+)5.30	DL.(+)3.00	DL.(+)4.70	DL.(+)3.50	DL.(+)5.30	DL.(+)2.15	NG
	2구간	DL.(+)5.50	DL.(+)5.70	DL.(+)7.10	DL.(+)5.20	DL.(+)5.50	DL.(+)6.50	OK
	3구간	DL.(+)6.00	DL.(+)6.40	DL.(+)7.60	DL.(+)5.90	DL.(+)6.00	DL.(+)7.50	OK
방 사 제		DL.(+)1.60	DL.(+)0.80	DL.(+)3.00	DL.(+)1.00	DL.(+)0.80	DL.(+)1.50	OK

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방과제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
방과제	1구간	5.45 ~ 7.76	3.92	비쇄파대
	2구간	6.92 ~ 9.73	12.42	비쇄파대
	3구간	7.38 ~ 10.38	12.42	비쇄파대
방 사 제		1.92 ~ 2.77	5.42	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고	
방과제	1구간	T.T.P 20.0TON (1:1)	T.T.P 12.5TON (1:1.5)	T.T.P 10.0TON	NG
	2구간	T.T.P 12.5TON	T.T.P 12.5TON	T.T.P 20.0TON	OK
	3구간	T.T.P 16.0TON	T.T.P 16.0TON	T.T.P 40.0TON	OK
방사제	피복석 0.1m ³ /EA	피복석 0.1m ³ /EA	피복석 0.6m ³ /EA	OK	

■ **중간피복재 소요규격 산정**

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분		소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
방파제	1구간	1.23 ~ 1.84	0.50	0.60	O.K
	2구간	0.77 ~ 1.15	0.50	0.60	O.K
	3구간	0.97 ~ 1.45	0.50	1.00	O.K
방사제		0.018 ~ 0.027	0.10	0.20	O.K

e) **구조물 안정검토**

■ **상부공**

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선 활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
방파제	1구간	-0.63 < 1.2	N.G	-7.13 < 1.2	N.G	-0.57 < 1.0	N.G	-6.61 < 1.1	N.G
	2구간	2.01 > 1.2	O.K	6.36 > 1.2	O.K	1.48 > 1.0	O.K	4.67 > 1.1	O.K
	3구간	2.51 > 1.2	O.K	7.04 > 1.2	O.K	1.69 > 1.0	O.K	4.78 > 1.1	O.K
방사제		1.79 > 1.2	O.K	18.29 > 1.2	O.K	1.26 > 1.0	O.K	9.76 > 1.1	O.K

■ **제체공**

- 제체 안정성 검토는 직선 활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
방파제	1구간	1.04 < 1.2	N.G	0.88 < 1.0	N.G
	2구간	1.20 > 1.2	O.K	1.01 > 1.0	O.K
	3구간	1.73 > 1.2	O.K	1.41 > 1.0	O.K
방사제		1.75 > 1.2	O.K	1.38 > 1.0	O.K

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 동방파제 및 남방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.2.13]와 같다.

[표 4.2.13] 안전성 검토 결과

구 분		방파제			방사제	
		1구간	2구간	3구간		
구조물 설계파	파고(m)	4.80	5.00	5.50	1.20	
	주기(s)	13.00	13.00	13.00	11.10	
	파향	NNE	NNE	NNE	N	
마루 높이 (DL.(+),m)	현황	2.15	6.50	7.50	1.50	
	금회 (판정)	5.30 (NG)	5.50 (OK)	6.00 (OK)	0.80 (OK)	
피복재 소요중량 (ton)	현황	T.T.P 10.0	T.T.P 20.0	T.T.P 40.0	피복석 0.6m ³	
	금회 (판정)	T.T.P 20.0 (NG)	T.T.P 12.5 (OK)	T.T.P 16.0 (OK)	피복석 0.1m ³ (OK)	
상부 및 체 안 정	상시	활동 (판정)	-0.63 (NG)	2.01 (OK)	2.51 (OK)	1.79 (OK)
		전도 (판정)	-7.13 (NG)	6.36 (OK)	7.04 (OK)	18.29 (OK)
		직선활동 (판정)	1.04 (NG)	1.20 (OK)	1.73 (OK)	1.75 (OK)
	지진시	활동 (판정)	-0.57 (NG)	1.48 (OK)	1.69 (OK)	1.26 (OK)
		전도 (판정)	-6.61 (NG)	4.67 (OK)	4.78 (OK)	9.76 (OK)
		직선활동 (판정)	0.88 (NG)	1.01 (OK)	1.41 (OK)	1.38 (OK)

- 장호향 방파제는 과거 태풍에 의한 피해가 발생하지 않았으며 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 방파제 1구간에서 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않아 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 그러므로, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 현재 시공이 완료된 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 체체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화 할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.2.14] 기존단면 안전성 검토결과

구 분		안전성 검토결과	보강여부
방파제	1구간 : No.0+0.0~No.9+0.0	×	필요
	2구간 : No.9+0.0~No.16+7.0	○	불필요
	3구간 : No.16+7.0~No.29+0.0	○	불필요
방사제		○	불필요

4.2.3 보수·보강방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 장호항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 방파제 1개 구간으로 시설규모는 90m이며, 대상단면 1개로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.2.15] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
방파제	1구간	90m	○
	2구간	77m	
	3구간	123m	
방사제		196m	

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $0.6H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.

- 사석경사재의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 방파제

- 안정성 평가 결과에 따른 보수보강 계획 수립시 기존의 피복재 상향 및 마루높이증가 같은 보강계획보다는 전면의 해역을 친수공간으로 활용가능 하도록 이안제 등을 설치하여 기존 방파제의 안정성 확보와 친수공간 확보가 가능하도록 평면계획을 수립하고 경제성을 검토하였다.
- 북방파제의 안전성 검토결과, 마루높이는 1구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되었으며, 피복재 소요질량은 방파제 전구간에서 비교적 안정성이 확보되었으나, 1구간에 대하여 외측피복재 및 상치콘크리트의 안정성이 미확보되는 것으로 나타났다.
- 보강 계획은 평면계획을 통한 보강과 단면계획을 통한 계획을 수립하였다. 평면계획은 안전성 미확보 구간의 파고를 감소하기 위해 이안제를 설치안을 계획하였다. 이에 대한 단면계획으로는 T.T.P 16.0ton을 난적하여 파랑의 차단 및 해수교환을 최대화하여 배후해역의 오염저감하는 보강1안과 친수형태의 사석경사식 방파제를 설치하는 보강2안을 계획하였다. 보강3안은 기존 보강방법을 활용하여 외측피복재를 T.T.P 12.5ton로 보강하고 상치콘크리트를 보강하여 안정성을 확보하였다.
- 검토결과, 이안제 설치를 통한 배후지역의 이용성 증대와 해수교환에 유리한 보강1안을 채택 건의한다.

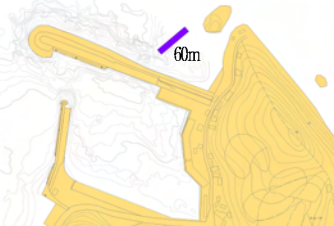
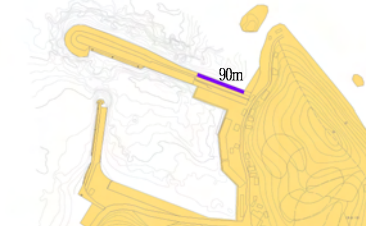
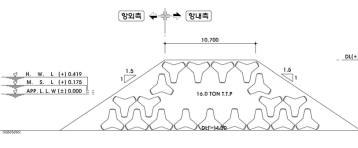
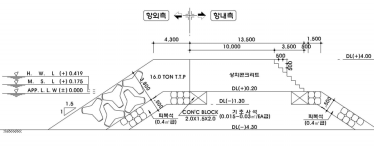
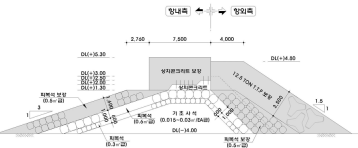
[표 4.2.16] 방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비 고
시설연장		90.0m	77.0m	123.0m	290.0m
마루 높이	현황	DL(+)2.5m	DL(+)6.5m	DL(+)7.5m	
	계획	DL(+)5.3m	-	-	
외측 피복재	현황	T.T.P 10.0ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 40.0ton	
	계획	T.T.P 12.5ton	-	-	

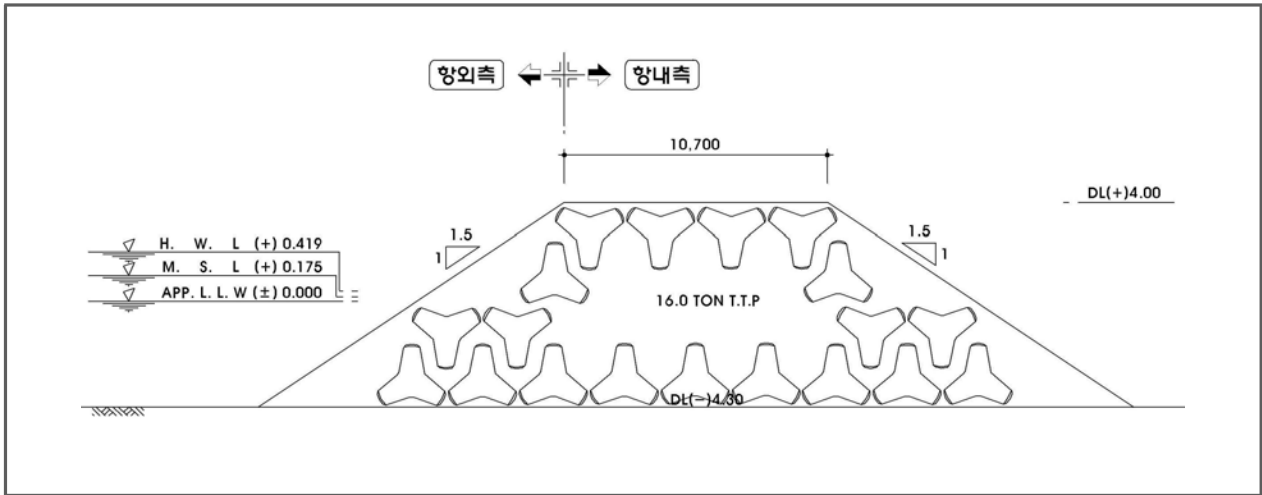
[표 4.2.17] 방파제 보수·보강 방안

평 면	단 면	보수·보강 방안	비 고
1구간	보강1안	<ul style="list-style-type: none"> • 0.6H_{1/3}를 기준으로 월파를 허용하여 마루높이(DL(+)4.00m)로 계획 • 해수소통을 위해 T.T.P 16.0ton를 난적하여 방파제를 설치 	채택 건의
	보강2안	<ul style="list-style-type: none"> • 상치콘크리트는 관광객들의 편의를 고려하여 배후에 계단을 설치 • T.T.P 16.0ton을 1:1.5경사로 계획 	
	보강3안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 마루높이를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)5.30m) 확보 • 기존 T.T.P 10.0ton을 1:1.5경사의 T.T.P 12.5ton으로 보강 • 기존 상치콘크리트를 보강하여 활동, 전도, 직선활동에 대한 안정성 확보 	

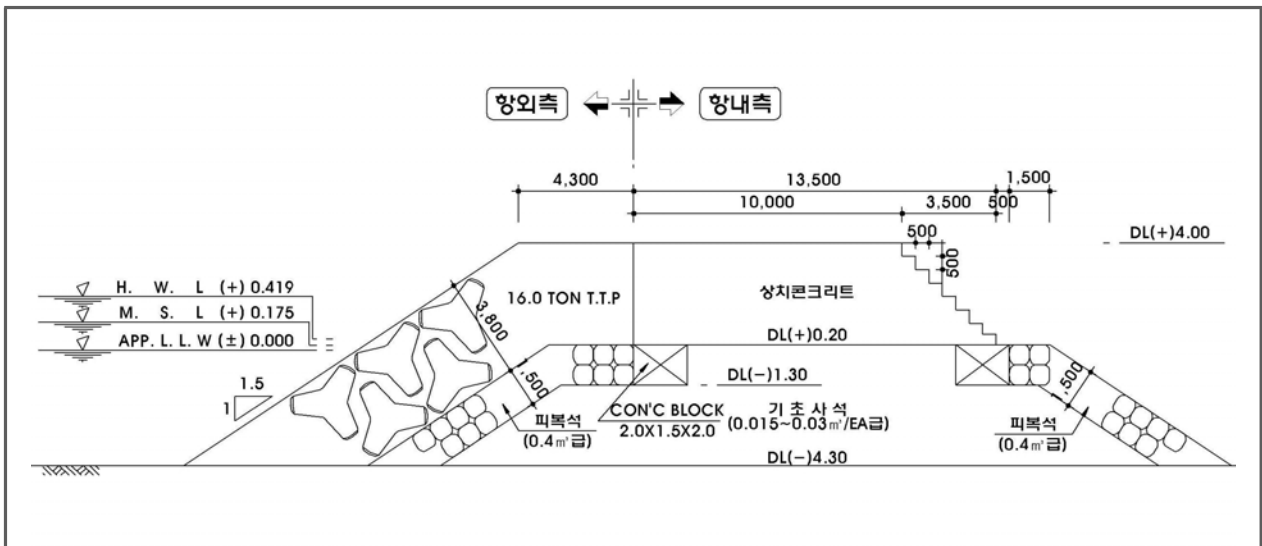
[표 4.2.18] 보수·보강 단면 비교(1구간)

구분	보강1안	보강2안	보강3안
평면도			
단면 형상			
개략 공사비	29백만원/m	24백만원/m	21백만원/m
총공사비	17억원	14억원	19억원
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 파랑의 차단으로 배후해역 활용성 증대 • 해수교환에 유리하여 배후해역 오염저감 • 경제성 양호 	<ul style="list-style-type: none"> • 효과적인 파랑 차단으로 배후해역 활용성 증대 • 친수성 증대 • 경제성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 단면 제거치를 통한 안전성 증대 • 마루높이 상향으로 경관성, 친수성 불리 • 시공성 및 경제성 불량
채택 건의	◎		

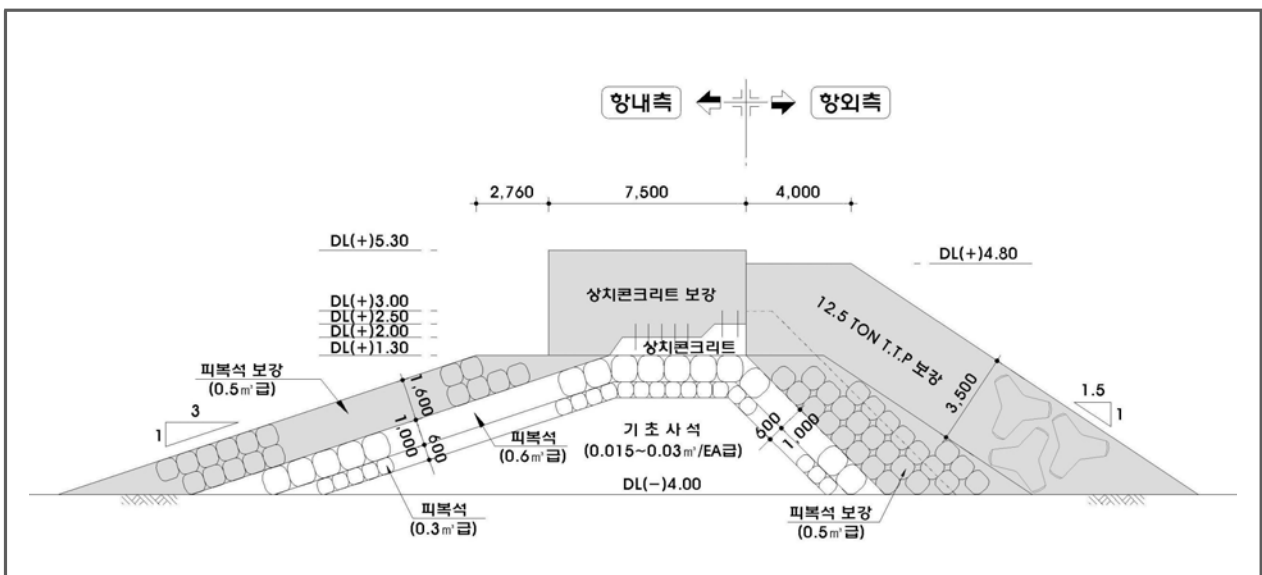
<그림 4.2.11> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)



<그림 4.2.12> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)



<그림 4.2.13> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강3안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 장호항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 17.4억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단 가	공사비	비 고
방파제	60		1,740	
1구간	60	29	1,740	· 신규 시설
부 대 비	-		-	
합 계			1,740	

4.3 측면향

4.3.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 울진군은 경상북도 최동북단에 위치하고 있으며 북쪽은 갈령산을 경계로 강원도 삼척시 원덕읍에 접하고, 서쪽은 봉화군 소천면에 접하여 낙동강 지류인 조항천이 경계가 되고 있다.
- 측면은 울진군의 북면, 서면, 근남면, 울진읍을 포함한 북부권에 속하고 동쪽은 동해가 접하여 북면과 울진읍 사이에 위치하고 있다.
- 백두대간의 중심 허리로 태백산맥의 하단부 동쪽에 위치하여 서쪽에는 험준한 산들이 길게 뻗어 있으며, 동쪽은 동해안과 접하여 서고동저의 지형을 이루고 있다.
- 해안선을 따라 대부분 농경지 또는 취락지가 형성되어 있고, 해안지역은 해안선과 국도 7호선을 따라 평탄한 농경지 또는 산악지형의 구릉지와 취락지로 형성되어 있다.
- 지질은 주로 중생대 백악기에 형성된 화강편마암과 수정편마암으로 구성되어 있으며, 평지에는 사질토, 산지에는 편암이 노출되어 있다.
- 해안선은 대부분이 단조롭게 형성되어 있지만 측면향을 중심으로 북쪽으로 후정해수욕장에 이르는 곳은 해안선을 따라 가파른 절벽과 백사장이 곳곳에 분포하고 있다.
- 측면면의 경우 서쪽으로 190m 이상의 산지가 형성되어 있는 특징을 나타내며 자연 지형을 따라 지방도 920호선이 내륙을 관통하고 있다.
- 측면면의 경사 분석결과 서쪽의 일부분을 제외하고는 13도 이하의 구릉지 지형으로 형성되어 있고 측면향을 중심으로 경사도 및 표고가 낮은 지형이 나타나며, 표고 100m 이하이면서 경사도가 15°이하인 자연적 가용면적은 측면향을 중심으로 남북으로 길게 나타난다.

[표 4.3.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원	
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.7	현상 일수	맑 음	112.0
		풍 향		W		흐 름	102.1
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	51.9		안 개	14.3
		풍 향		W		강 수	32.7
	평균풍속		m/sec	3.7		강 설	9.4
기 온	연 평 균	℃	12.9	결 빙	86.1		
	최 고		36.0	뇌 전	11.5		
	최 저		-12.7	폭 풍	46.1		
강수량	연 평 균	mm	1,200.1	기 온		1.2	
	일 최 다		279.0				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.9℃이며, 월평균기온은 1월이 1.4℃, 8월이 23.7℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 36.0℃(2007년 7월), 최저기온은 -12.7℃(2004년 1월)로 나타났다.

[표 4.3.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

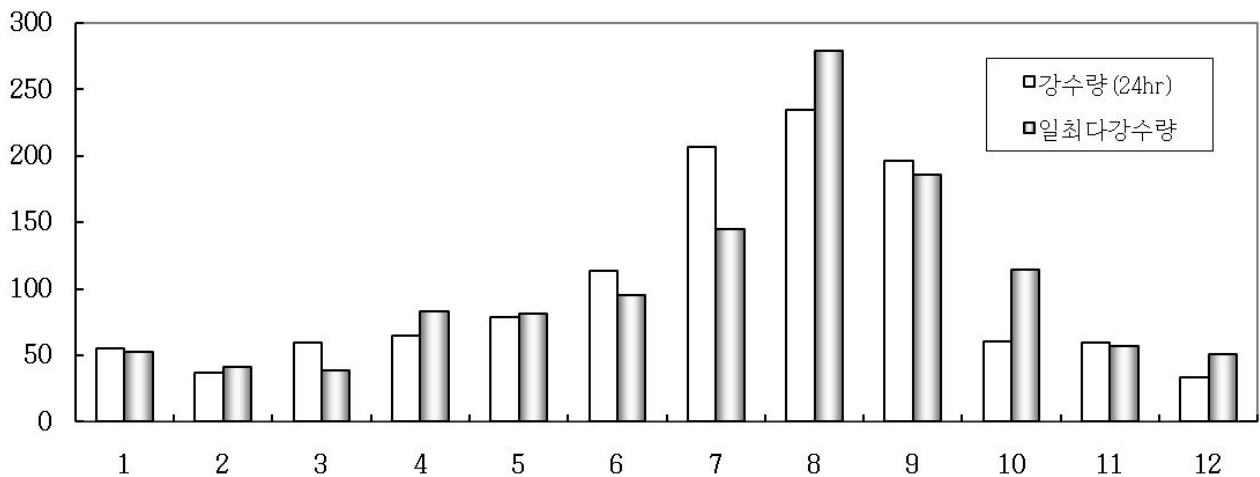
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	1.4	3.2	6.9	12.3	16.2	19.3	23.0	23.7	20.0	15.2	9.4	3.9	12.9
최 고	13.8	22.1	25.2	33.7	31.6	33.6	36.0	35.6	33.7	29.7	23.9	18.2	36.0
최 저	-12.7	-10.5	-6.8	-0.5	5.4	10.7	15.8	16.0	8.7	4.1	-6.1	-10.7	-12.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 63%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 2003년의 1,788.7mm, 연최소 강수량은 1995년의 623.0mm이며, 연평균 강수량은 1,200.1mm로 나타난다.

<그림 4.3.1> 강수량(mm)



[표 4.3.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	55.2	37.3	59.5	64.4	79.0	113.8	206.7	234.3	196.2	60.8	59.6	33.3	1,200.1
일최다	52.7	41.0	39.0	82.9	81.5	95.0	144.5	279.0	185.5	114.4	57.0	50.8	279.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 3.7m/sec, 최대 풍속은 W방향에서 31.7m/sec로 나타난다.

[표 4.3.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	4.2	4.0	4.0	4.1	3.5	3.1	3.1	3.1	3.5	3.6	3.8	4.0	3.7
최대	31.7	16.4	16.0	17.5	15.0	20.7	24.2	22.7	28.2	22.0	17.5	25.7	31.7
	W	W	NNW	W	WNW	ESE	ESE	NW	ESE	ESE	W	W	W
순간최대	51.9	41.0	28.9	31.2	34.0	28.0	33.3	33.8	35.8	34.2	32.3	43.0	51.9
	W	SW	W	W	W	NW	ESE	NW	N	ESE	W	W	W

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.0일로 약 30.7%이고 흐린 날씨는 102.1일로 나타났다.
- 안개발생일수는 14.3일, 강수일수는 32.7일, 폭풍일수는 46.1일로 나타났다.

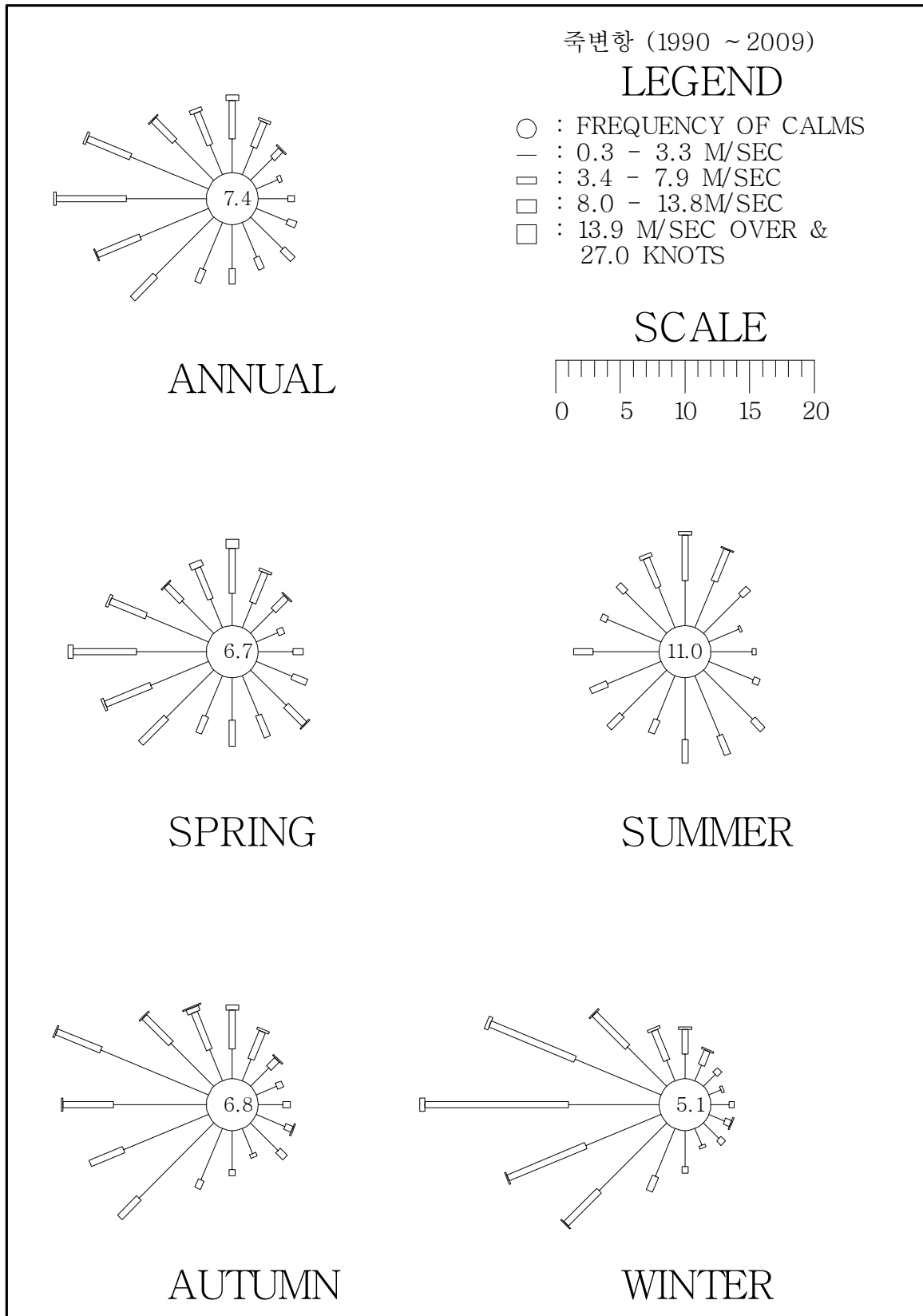
[표 4.3.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분	월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음		15.5	11.7	9.8	9.5	8.7	3.7	2.8	3.9	4.9	10.7	13.7	17.1	112.0
흐림		5.1	4.5	7.3	6.7	8.9	12.9	16.8	13.5	11.0	6.4	5.2	3.8	102.1
안개		0.0	0.1	0.0	0.6	2.1	4.9	4.2	2.0	0.3	0.0	0.1	0.0	14.3
강수		2.0	1.4	2.3	1.9	2.5	3.1	5.3	5.2	4.4	1.8	1.7	1.1	32.7
강설		3.0	2.6	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	9.4
결빙		26.9	21.0	10.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.4	20.5	86.1
뇌전		0.1	0.0	0.3	0.4	1.6	1.4	3.0	3.0	0.8	0.6	0.3	0.0	11.5
폭풍		4.9	4.4	5.2	6.7	4.0	1.9	1.7	1.8	3.1	4.1	4.1	4.2	46.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

<그림 4.3.2> 바람장미도



e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고, 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정하였다.

[표 4.3.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 울진군 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 252일, 육상작업 가능일수는 253일로서 년가동율이 육·해상 모두 69% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.3.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	55.64	55.94	111.58	253.42
해 상	57.24	55.65	112.89	252.11

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 죽변항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 (+)0.268m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 (+)0.186m, 평균해면(M.S.L)이 (+)0.134m이며, 대조차 0.104m, 평균조차 0.088m, 소조차 0.072m로서 조석 간만의 차가 매우 적다.

[표 4.3.8] 죽변항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 39.7	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 26.8	
대 조 평 균 고 조 위 (H . W . O . S . T)	DL(+) 18.6	
평 균 고 조 위 (H . W . O . M . T)	DL(+) 17.8	
소 조 평 균 고 조 위 (H . W . O . N . T)	DL(+) 17.0	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 13.4	
소 조 평 균 저 조 위 (L . W . O . N . T)	DL(+) 9.8	
평 균 저 조 위 (L . W . O . M . T)	DL(+) 9.0	
대 조 평 균 저 조 위 (L . W . O . S . T)	DL(+) 8.2	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(죽변)

b) 조류

- 죽변항 전면해상의 조류는 대조차가 0.2m내외로 매우 미약하고, 조류방향은 창조류는 남류하고 낙조류는 북류한다. 따라서 외곽시설물을 설치할 경우 조류에 의한 영향보다는 파랑에 의한 해류의 흐름이 탁월할 것으로 사료된다.
- 죽변항 전면 해역 3개소에 유속계를 설치하여 관측한 결과, 본 지역의 최강 조류속은 다음과 같이 나타난다.
 - 북향류 : 유향 36° ~ 353°, 유속 7 ~ 12cm/sec
 - 남향류 : 유향 190° ~ 246°, 유속 2 ~ 28cm/sec

c) 파랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.3.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
죽변항 정비계획용역 보고서(2001.10)	NE	7.7	12.0	
	SSE	7.2	11.0	
죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02)	NNE	7.3	12.0	
	NE	7.7	12.0	
	SSE	7.2	11.0	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

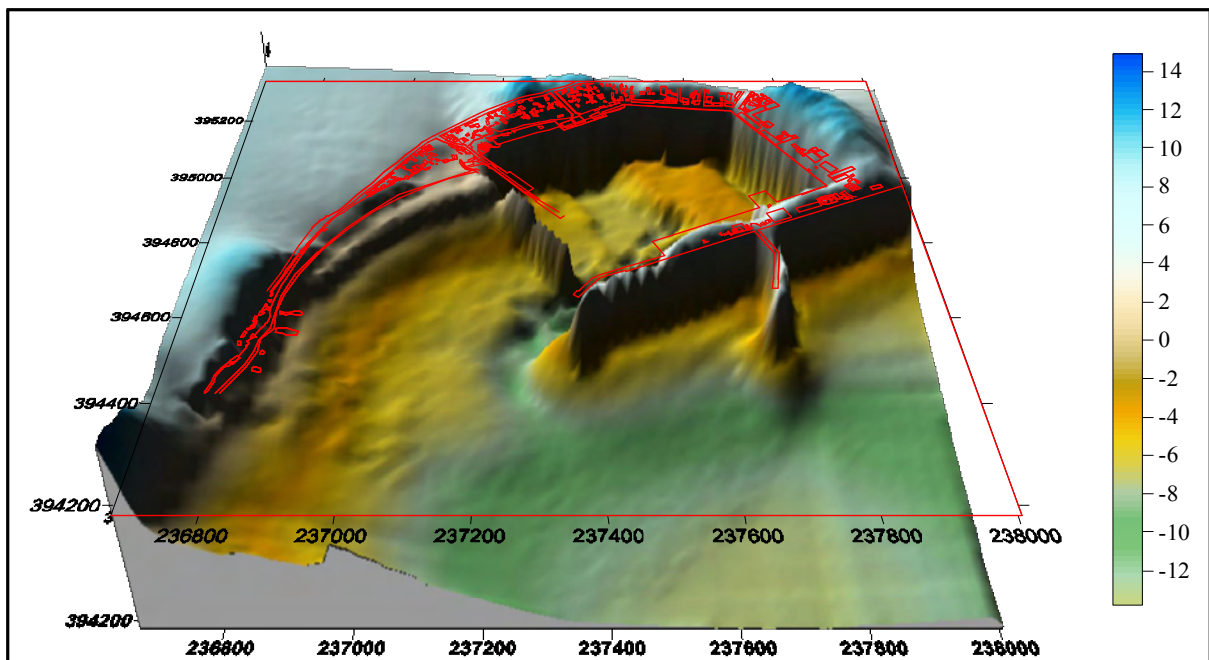
a) 개 요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “죽변항 실시설계용역 보고서(2005. 02)”를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

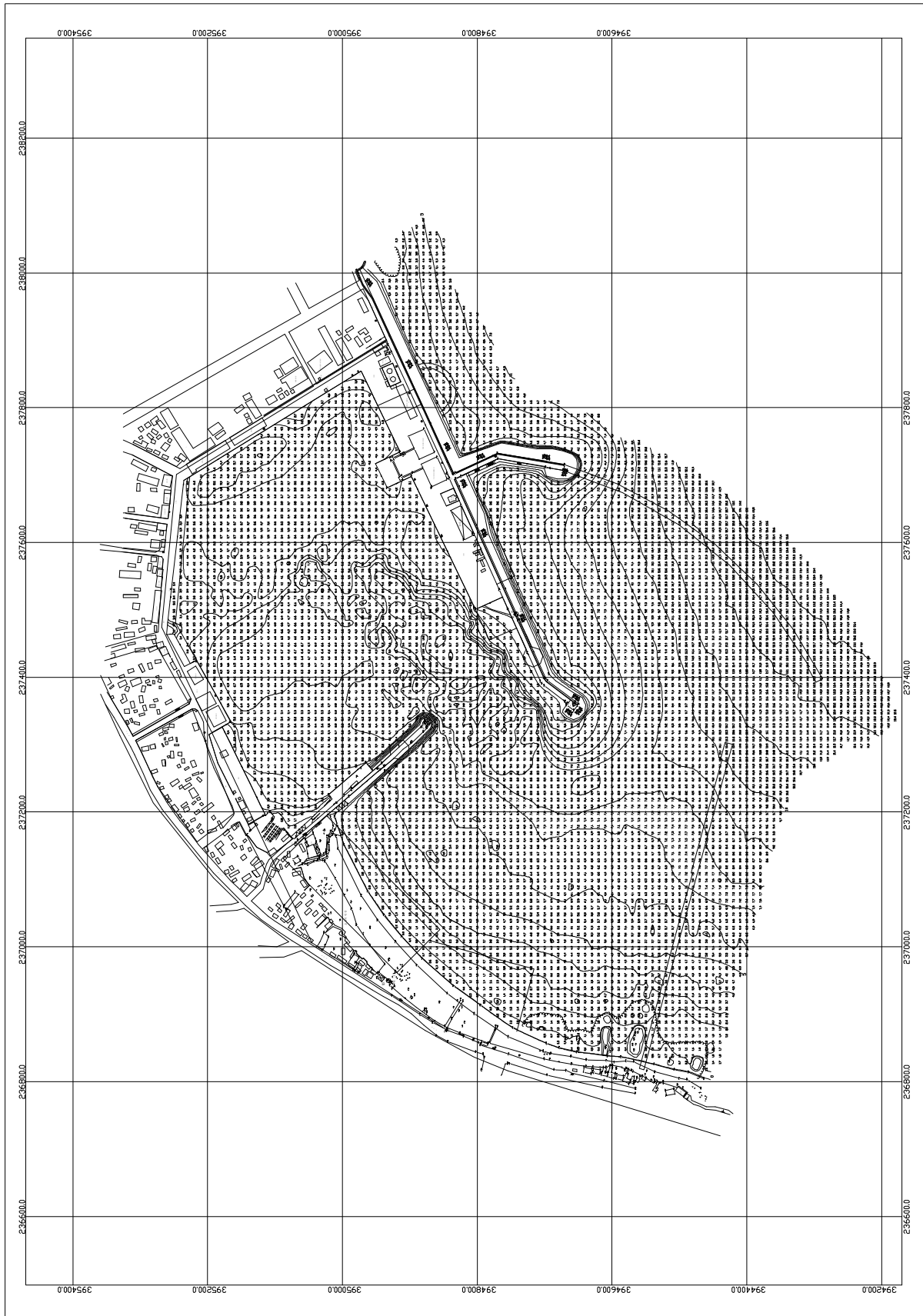
- 기존 항내의 수심은 계획수심인 DL.(-)3.5m 이하를 유지하는 것으로 조사되었으며, 화물부두 전면은 DL.(-)6.0m 이하를 유지하는 것으로 조사되었다.
- 시설예정부지의 수심은 동방과제가 DL.(-)5.0m~DL.(-)12.0m, 남방과제가 DL.(-)1.0m~DL.(-) 10.0m, 물양장 구간이 DL.(-)2.0m~DL.(-)3.0m로 분포되어 있는 것으로 조사되었다.

<그림 4.3.3> 3차원 수심도



※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

<그림 4.3.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

3) 지장물 현황

- 지장물 현황은 기존에 수행된 “죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02)”를 기초로 정리하였다.

[표 4.3.10] 주요 구조물 현황

번호	재 질	규 모	높 이	용 도	비 고	
B4	흙관	D=500	DL.(+)0.580		정비계획	
B5	"	"	DL.(+)0.694			
B6	"	"	DL.(+)0.557			
B7	"	"	DL.(+)0.527			
B8	철근콘크리트박스	2.5×1.5	DL.(+)0.175			
B9	흙관	D=800	DL.(+)0.137			
B10	"	"	DL.(-)0.049			
B11	철근콘크리트박스	1.6×1.2	DL.(-)0.002			
B12	흙관	D=800	DL.(+)0.663			
B13	"	D=600	DL.(+)0.032			
B14	철근콘크리트박스	1.6×1.2	DL.(-)0.010			
B15	흙관	D=800	DL.(+)0.157			
B16	"	"	DL.(+)0.061			
B17	"	"	DL.(-)0.165			
B18	"	"	DL.(+)0.054			
B19	"	"	DL.(+)0.054			
B20	철근콘크리트박스	0.3×0.3	DL.(+)1.018			
1	철근콘크리트박스	0.5×0.6	DL.(+)0.379	우 수		실시설계
2	"	0.8×0.8	DL.(+)0.872	우 수		
3	PVC	D=100	DL.(+)1.823	생활하수		
4	"	D=80	DL.(+)2.027	생활하수		
5	THP	D=250	DL.(+)2.243	생활하수		
6	주철관	D=600	DL.(+)2.484	우 수		
7	PVC	D=100	DL.(+)3.203	생활하수		
8	"	D=100	DL.(+)3.713	생활하수		
9	철근콘크리트박스	1.2×1.2	DL.(+)1.734	우 수		
10	주철관	D=200	DL.(+)3.754	생활하수		
11	철근콘크리트박스	1.0×1.0	DL.(+)1.647	우 수		
12	THP	D=400	DL.(+)4.230	우 수		
13	PVC	D=100	DL.(+)3.608	생활하수		
14	THP	D=200	DL.(+)3.026	생활하수		
15	"	D=200	DL.(+)3.131	생활하수		

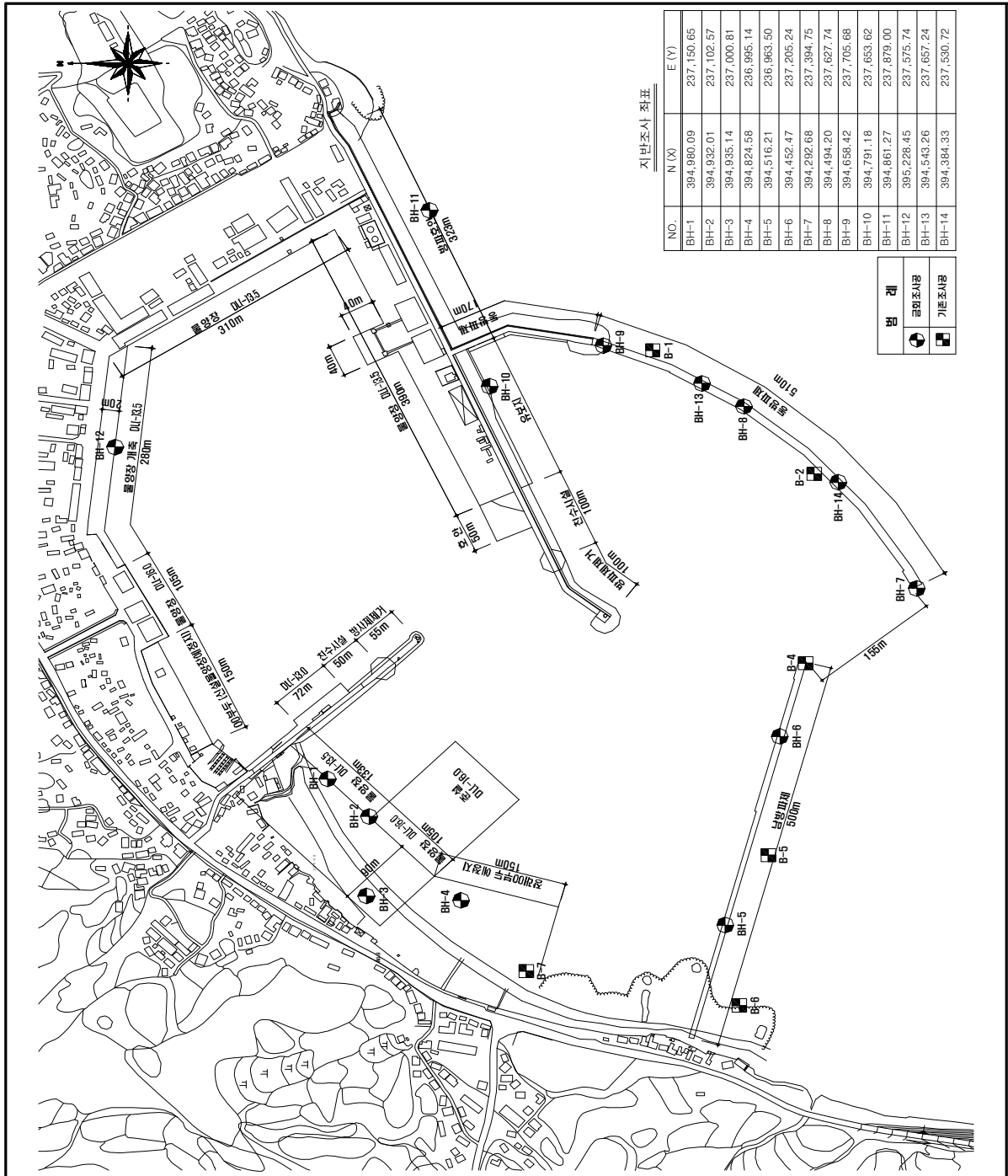
※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

나) 지반조사

가) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “죽변항 실시설계용역 보고서(2005. 02)”를 기초로 정리하였다.

2) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	1.5	394,980.09	237,150.65	물양장
BH-2	2.1	394,932.01	237,102.57	
BH-3	+1.0	394,935.14	237,000.81	
BH-4	1.9	394,824.58	236,995.14	
BH-5	4.7	394,516.21	236,963.50	남방과제
BH-6	8.6	394,452.47	237,205.24	
BH-7	12.3	394,292.68	237,394.75	동방과제
BH-8	11.7	394,494.20	237,627.74	
BH-9	5.2	394,658.42	237,705.68	
BH-10	3.8	394,791.18	237,653.62	동방과제 배후구간
BH-11	4.0	394,861.27	237,879.00	해수교환시설 구간
BH-12	4.4	395,228.45	237,575.74	기존 물양장
BH-13	10.6	394,543.26	237,657.24	동방과제
BH-14	12.5	394,384.33	237,530.72	

c) 지형 및 지질

- 죽변항은 행정구역상 경상북도 울진군 죽변면 일원이며 한반도의 동해안에 위치하고 있다. 북쪽으로는 후정해수욕장이 위치하고 있으며 서쪽으로는 쇠치봉 등 작은 산들과 소하천이 위치하고 있고, 소하천은 남쪽의 두천천과 합류하거나 동해로 합류한다. 남쪽으로는 봉평해수욕장이 위치하고 있으며 동쪽으로는 동해와 접한 지역이다.
- 주변 지질은 1993년 한국자원연구소에서 발간한 지질도(축척 1:50,000)에 의하면 본 조사 지역에 분포하고 있는 지질은 선캠브리아기 편암대와 우백질 화강암으로 구성되어 있으며 부구리 인근에는 제4기 충적층으로 구성되고, 화성리, 봉평리 지역은 선캠브리아기 흑운모 화강편마암으로 구성되어 있다. 죽변항의 기반암은 편암대와 화강암으로 판단된다.
- 우백질화강암은 원탑읍 일대와 죽변리에 소규모 암주상이나 맥상으로 분포하는 우백색을 띤 화강질암으로 호산리층, 화강편마암과 홍제시화강암을 비조화적으로 관입하며 조선계에 의해 피복된다.
- 선캠브리아기 편암대는 호산리를 중심으로 동북방 태봉산과 서북방 검봉산 등을 연결시킨 지역에 광대하게 발달한다. 호산리층은 선캠브리아기에 대비되는 변성퇴적대이며 각종 화강편암류에 의해서 관입되는데 이는 앞서 서술한 지역이외에 죽변리 지역에 소규모 분포되며 후기관입한 21개의 각종 화성암체내에 포로암상으로 무작위적으로 산출되고 있다.

d) 시추조사 결과 요약

- 본 조사지역의 지반상태 파악을 위해 14개소(물양장(1) : 4개소, 남방과제 : 2개소, 동방과제 : 5개소, 물양장(2) : 1개소, 해수교환 : 1개소, 기존 물양장 개축 : 1개소)에 대하여 시추조사를 실시하였다. 본 지역의 시추조사결과 지층 분포상태는 일반적으로 현 지표면 하로부터 퇴적층, 풍화대(풍화토, 풍화암), 연암의 순으로 분포하고 있다.
- 퇴적층은 크게 퇴적모래로 분포하고 있으나 동방과제 구간에서는 퇴적점성토가 일부지역에 한정되어 분포한다. 그 하부에 풍화대층이 분포하며, 표준관입시험결과인 N값 50(회)/10(cm)를 기준으로 풍화토와 풍화암을 분류한 결과 풍화토층은 일부구간(BH-6, 14)에서만 나타나고, 풍화암층은 BH-4, 10, 11, 13, 14번 공을 제외한 전조사 공에서 확인하였다. 기반암은 전 조사공에서 확인하였으며 균열 및 절리가 발달됨을 확인하였다.

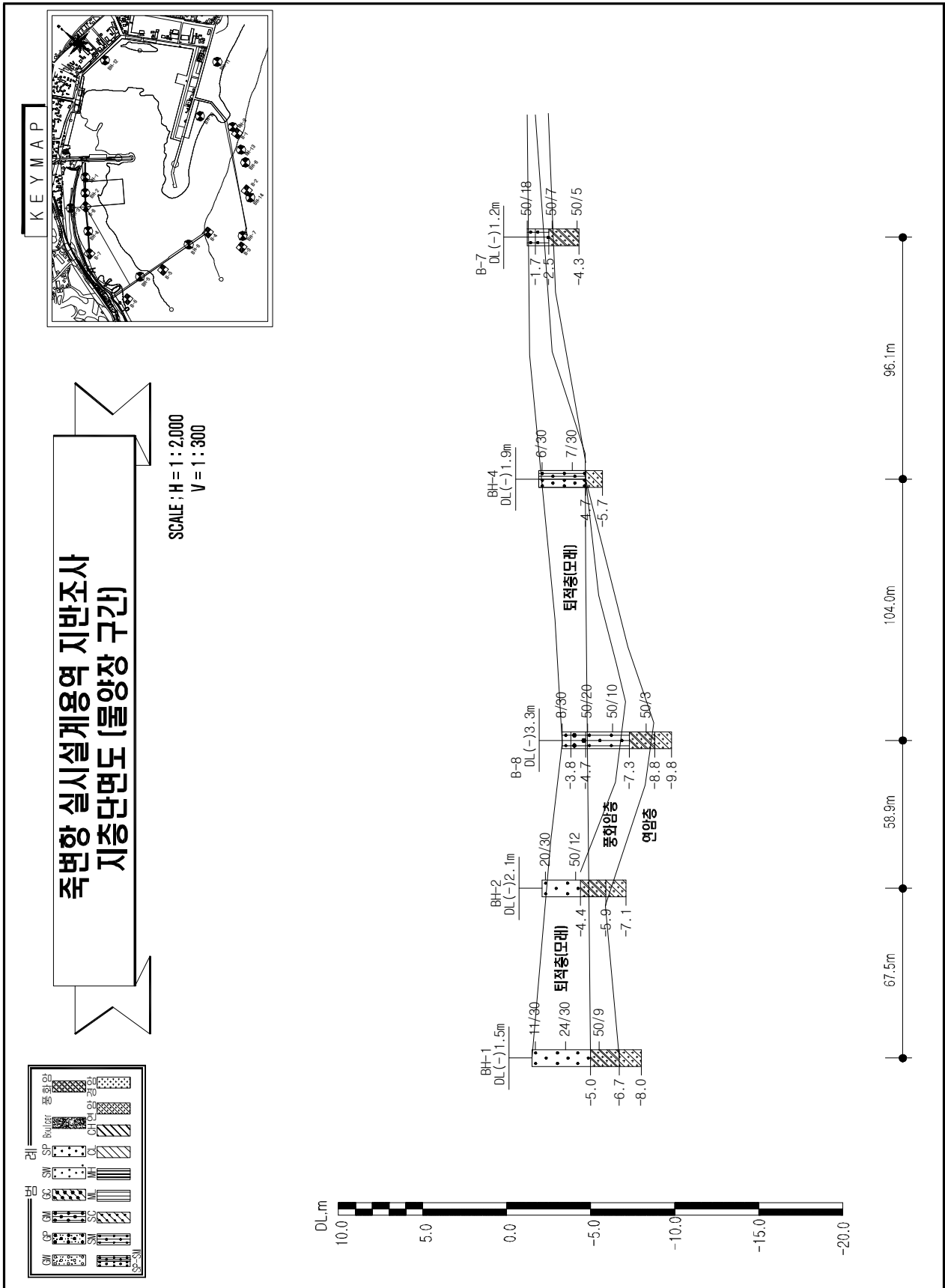
[표 4.3.11] 시추조사 결과

구 분	공 번	퇴 적 층(m)			풍화토(m)		연 암 (m)	계 (m)	SPT (회)	비 고
		점토	모래	자갈	풍화토	풍화암				
물양장(1) 및 안 벽	BH-1	-	3.5	-	-	1.7	1.3	6.5	3	
	BH-2	-	2.3	-	-	1.5	1.2	5.0	2	
	BH-3	-	4.2	-	-	1.9	1.0	7.1	3	
	BH-4	-	2.8	-	-	-	1.0	3.8	2	
남방과제	BH-5	-	1.2	-	-	1.3	1.5	4.0	2	
	BH-6	-	8.2	-	1.0	1.3	1.0	11.5	6	
동방과제	BH-7	-	10.5	-	-	2.3	1.0	13.8	7	
	BH-8	3.0	7.5	-	-	2.0	1.0	13.5	7	
	BH-9	-	15.5	-	-	1.2	1.3	18.0	9	
	BH-13	0.5	7.3	-	-	-	1.2	9.0	4	
	BH-14	1.1	8.4	-	2.0	-	1.0	12.5	6	
물양장(2)	BH-10	-	7.8	-	-	-	1.2	9.0	4	
해수교환	BH-11	-	6.8	-	-	-	1.2	8.0	4	
기존 물양장 개 축	BH-12	-	1.7	-	-	1.8	3.0	6.5	2	
총 계		4.6	87.7	-	3.0	15.0	17.9	128.2	61	

[표 4.3.12] 지층개요

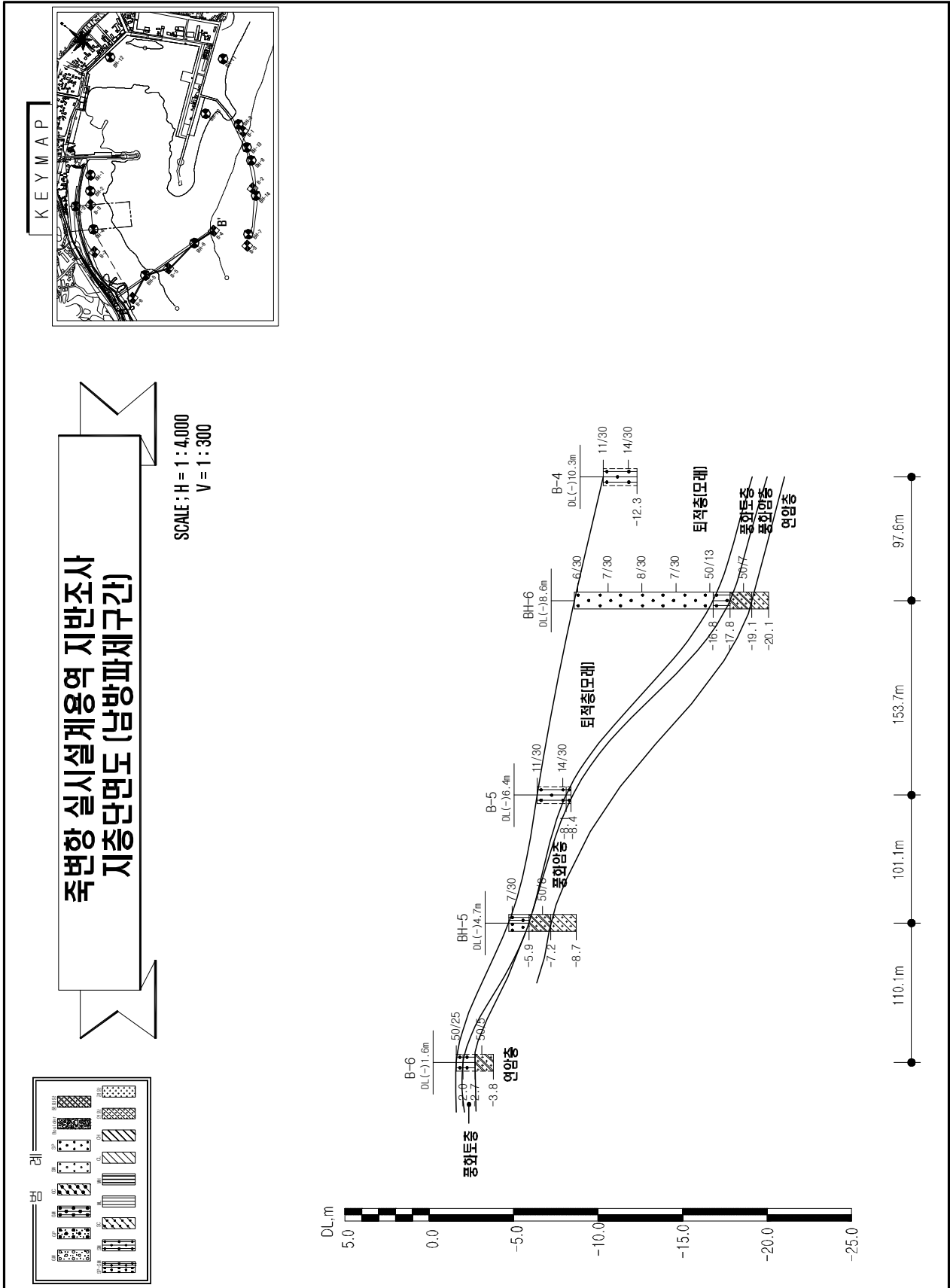
지 층		구 성 토 질 및 압 중	층후(m)	N값	비 고
퇴 적 층	상부	모래 내지 실트질 모래	1.2~15.5	6/30~50/12	전 시추공
	하부	모래질 점토	0.5~3.0	5/30~21/30	BH-8, BH-13, BH-14번 공
풍화토층		실트질 모래	1.0~2.0	23/30	BH-6, BH-14번 공
풍화암층		실트질 모래로 분해	1.2~2.3	50/8~50/2	BH-4,10,11,13,14번 공 제외
연 암		화강암류	1.0 이상	-	전 시추공

<그림 4.3.5> 지질조사 주상도(물양장 구간)



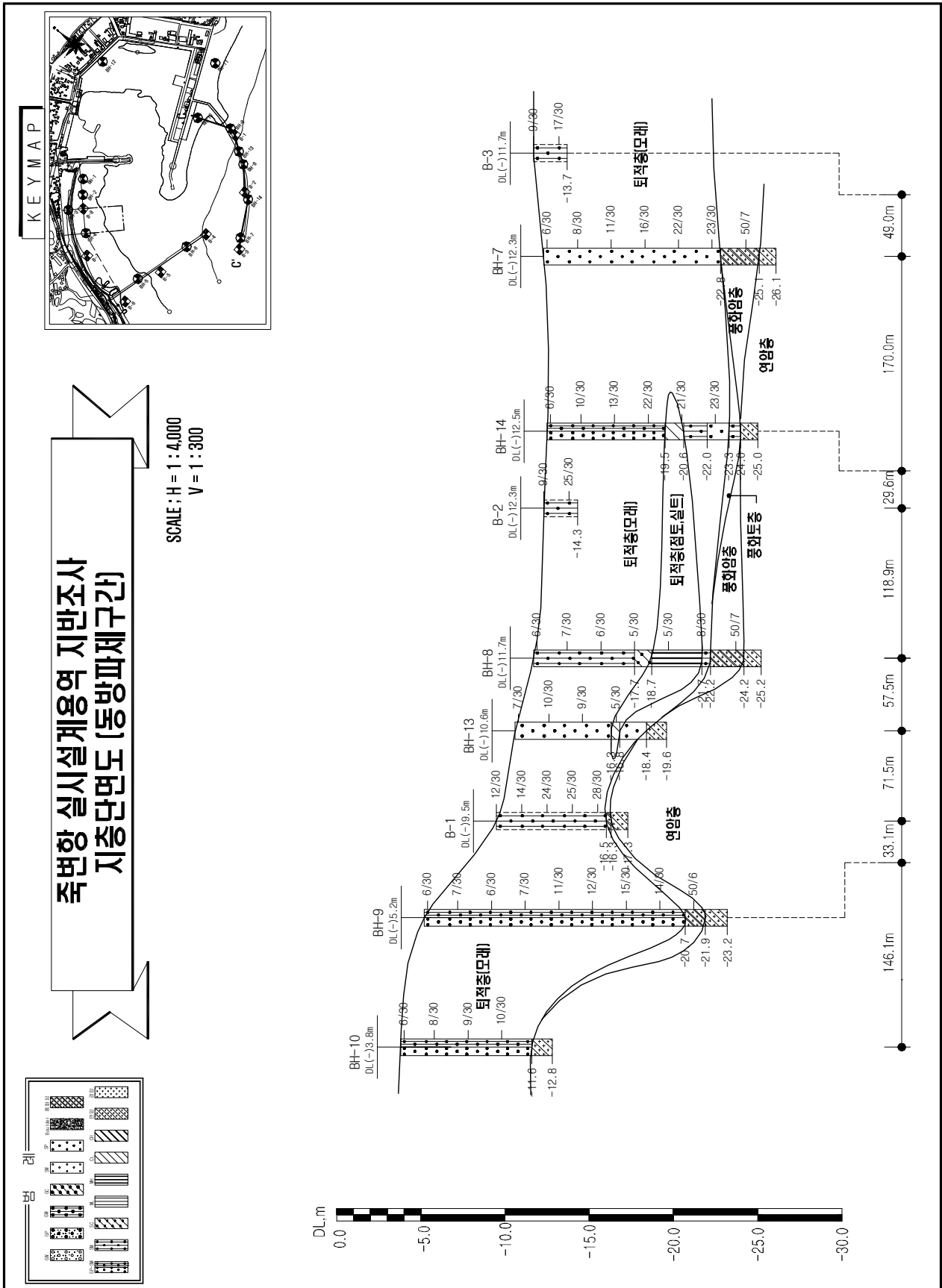
※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

<그림 4.3.6> 지질조사 주상도(남방파제 구간)



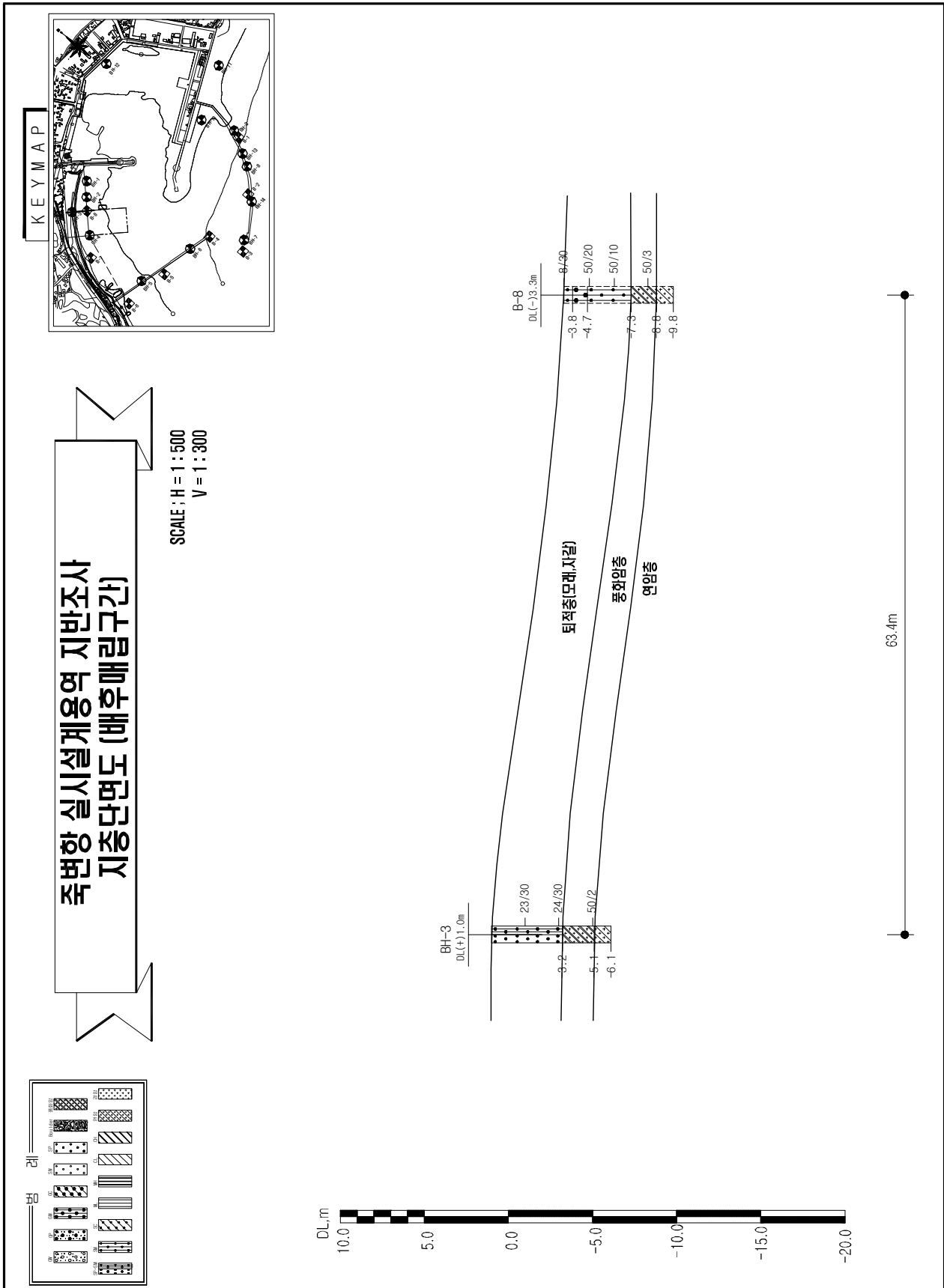
※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

<그림 4.3.7> 지질조사 주상도(동방파제 구간)



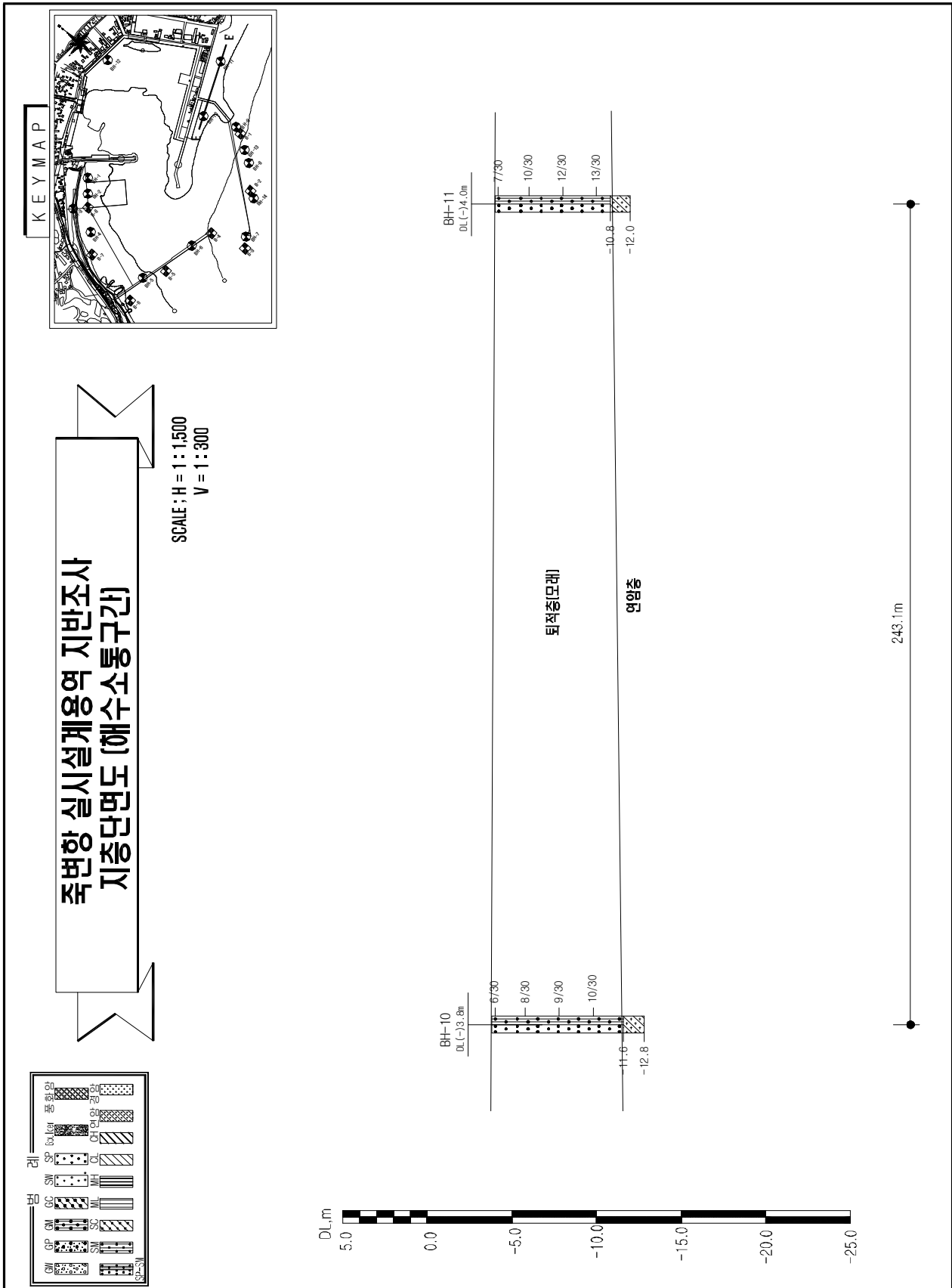
※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

<그림 4.3.8> 지질조사 주상도(배후매립 구간)



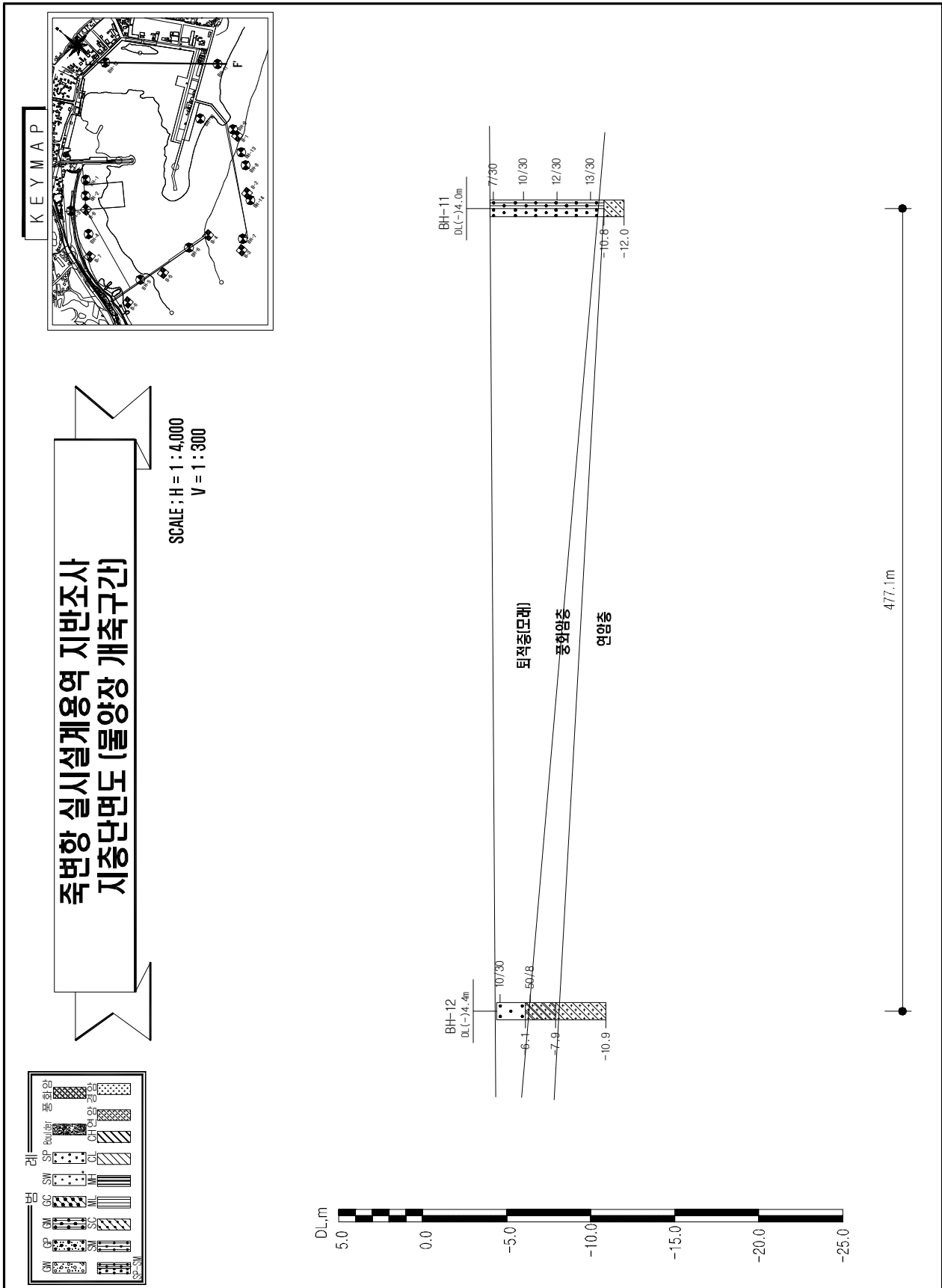
※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

<그림 4.3.9> 지질조사 주상도(해수소통 구간)



※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

<그림 4.3.10> 지질조사 주상도(불양장 개축 구간)



※ 자료 : 죽변항 실시설계용역 보고서(2005.02, 포항지방해양수산청)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

가) 연혁

년도	구 분	비 고
1995년	제1종 어항 지정(연안항에서 전환)	
1997년	항내 매몰방지대책 수립	
2001년	정비계획용역 시행	
2002년	환경영향평가용역 시행	
2004년	실시설계용역 시행	
2005년	물양장 개축공사 시행	
2006년	해안선변화 모니터링용역 시행	

나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	동방파제	사석경사식	680m	
	방파호안	사석경사식	323m	
	방사제	사석경사식	308m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	1,545m	
	돌 제	콘크리트블럭식	40m	

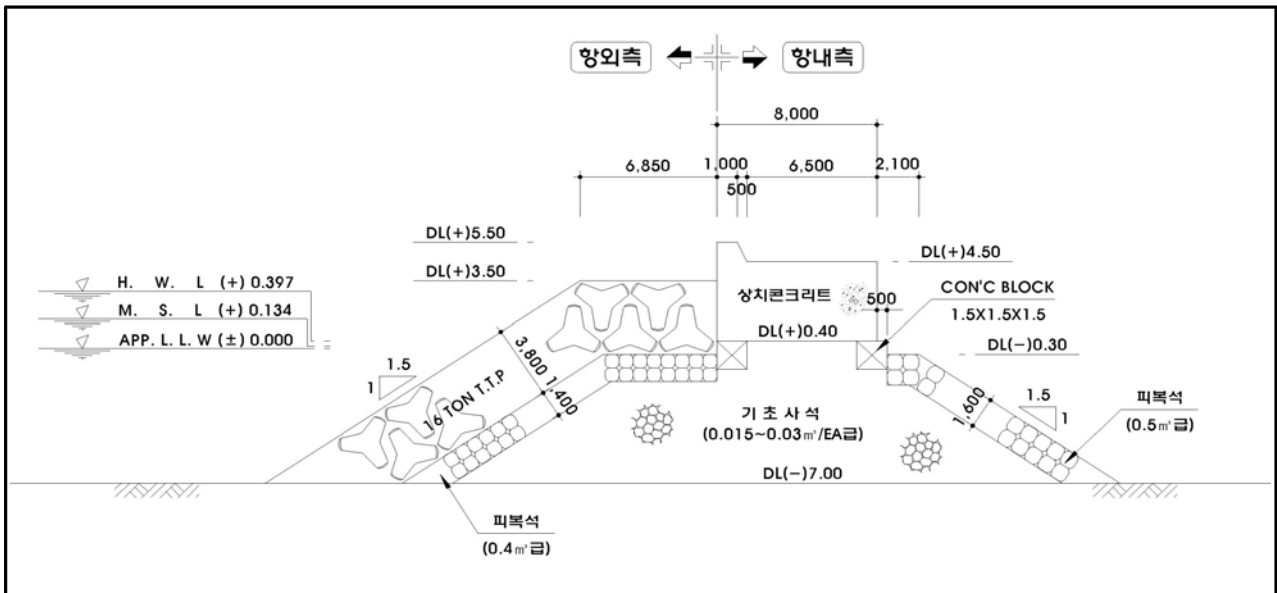
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 주변항 동방파제는 중량 16/20/25/32/50tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 계획 연장은 680m으로 현재 213m가 축조되어 있고 남방파제는 현재 500m가 계획되어 있으며, 상세 시설제원은 [표 4.3.13]과 같다.

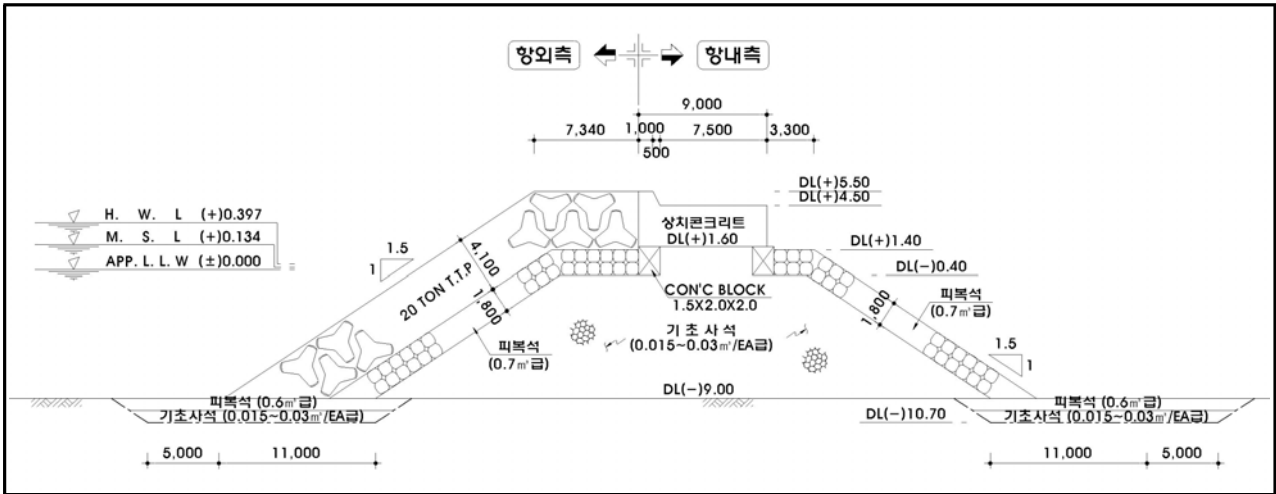
[표 4.3.13] 외곽시설 시설제원

구 분	동방파제	남방파제	비 고
연 장	680m(213m 축조)	500m(계획)	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	공사중	미시공(계획)	
전면수심	DL.(-)7.0~12.3m	DL.(-)1.0~10.2m	
마루높이	DL.(+)5.5~6.1m	DL.(+)3.0~5.2m	
피복재	16/20/25/32/50tonf	12.5/20/32tonf	

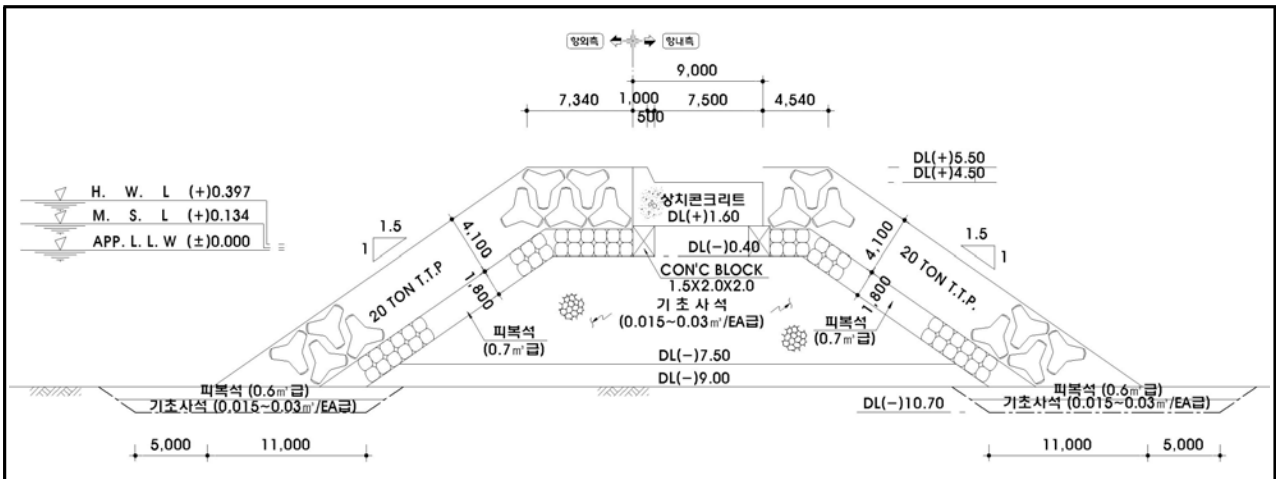
<그림 4.3.13> 동방파제 표준단면도(1구간)



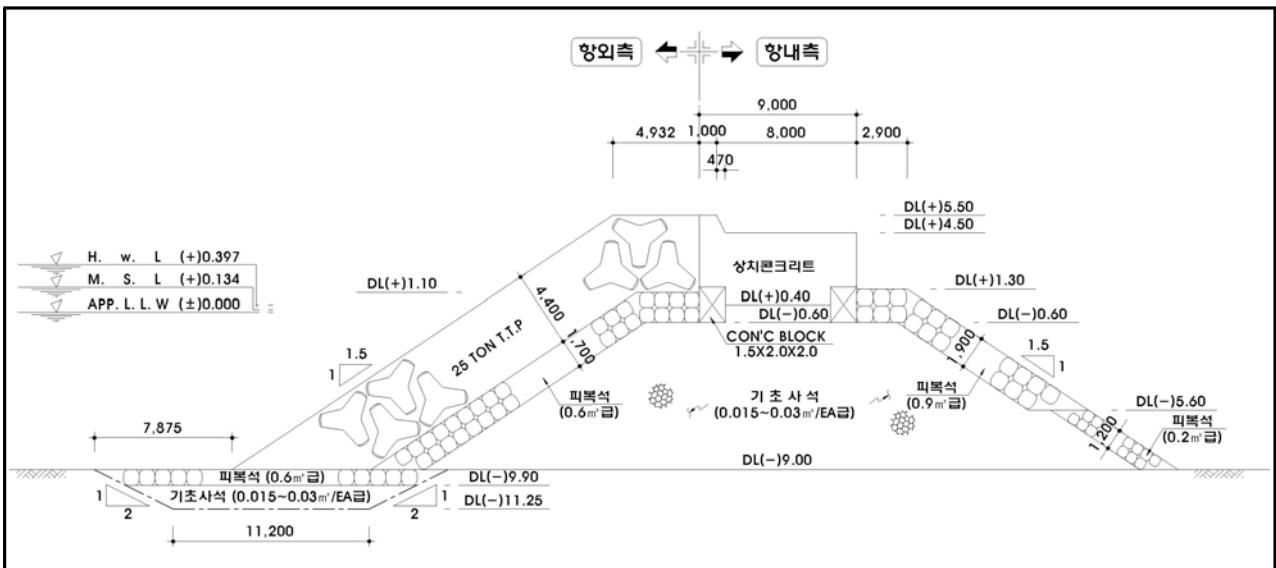
<그림 4.3.14> 동방파제 표준단면도(2구간)



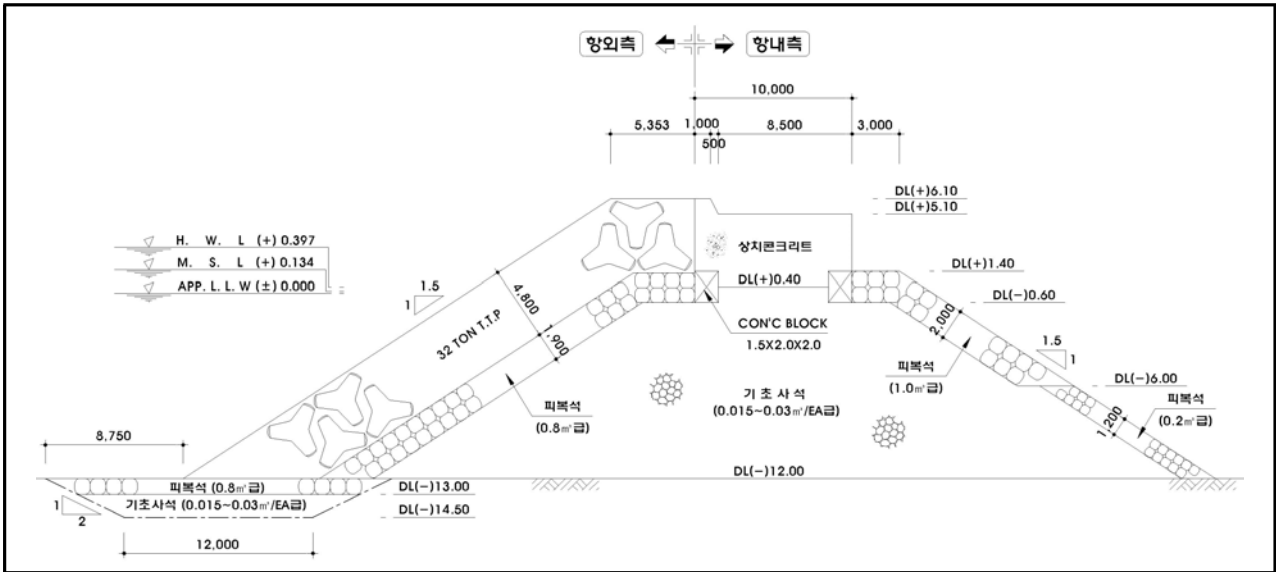
<그림 4.3.15> 동방파제 표준단면도(3구간)



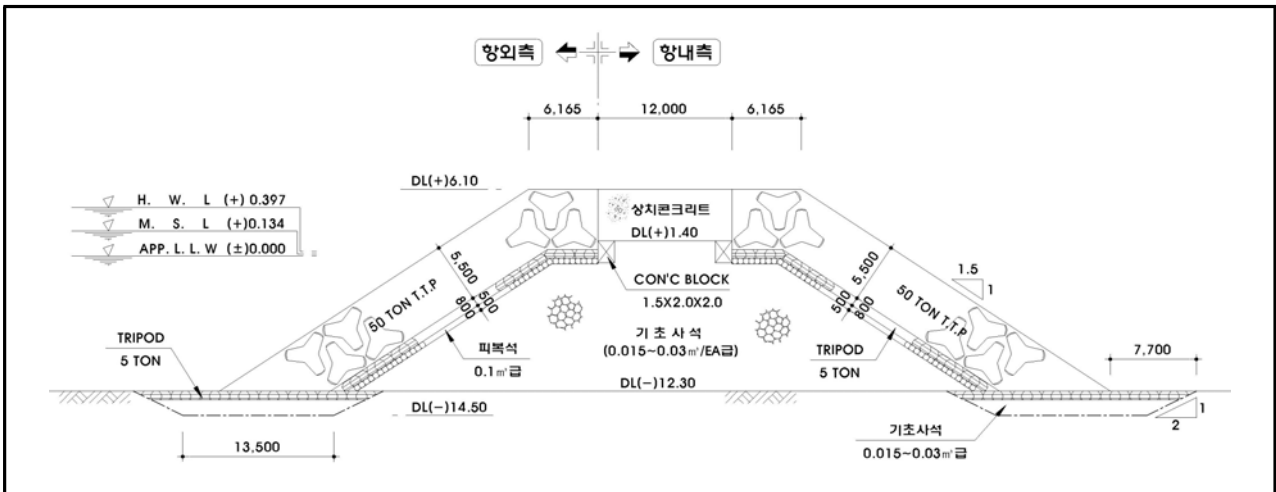
<그림 4.3.16> 동방파제 표준단면도(4구간)



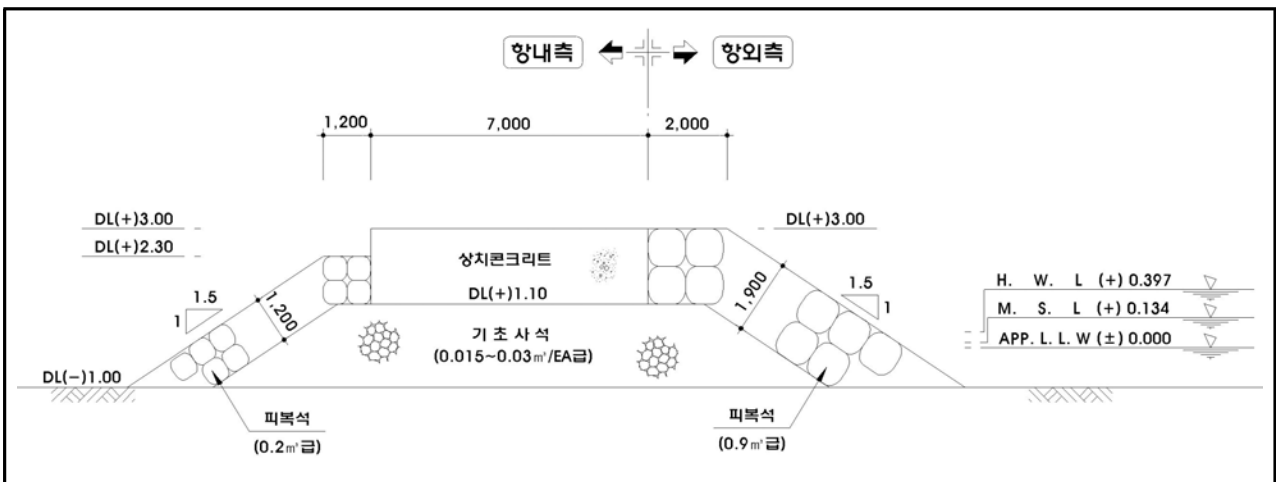
<그림 4.3.17> 동방파제 표준단면도(5구간)



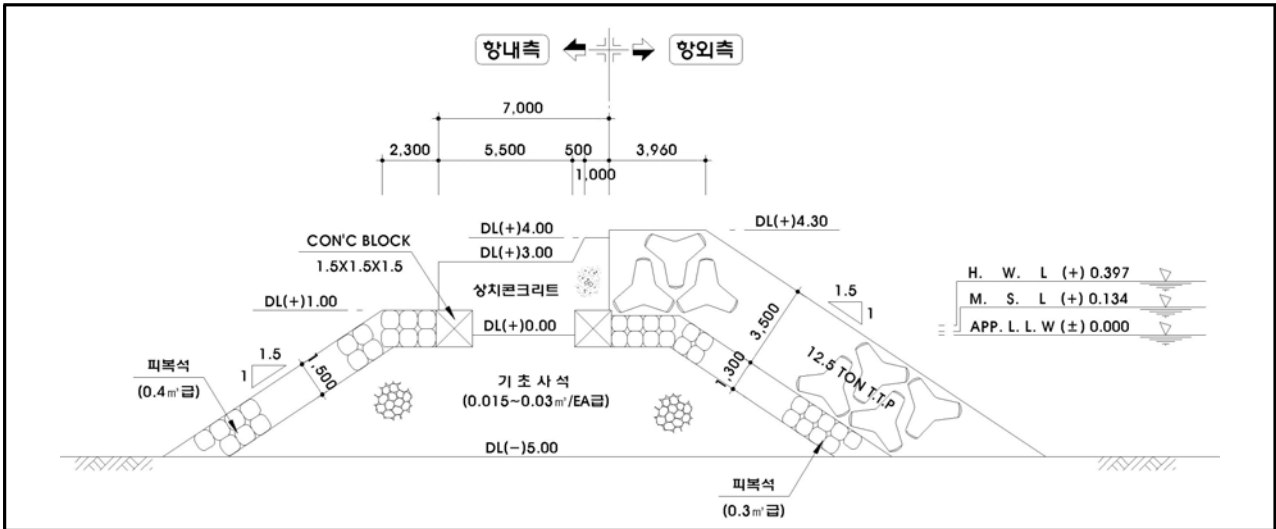
<그림 4.3.18> 동방파제 표준단면도(6구간)



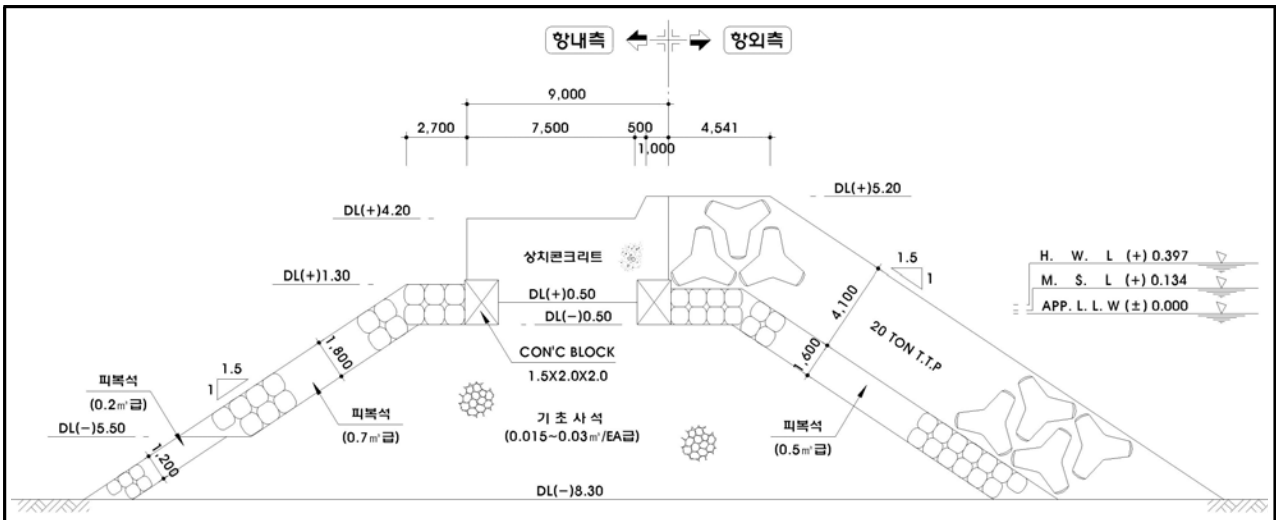
<그림 4.3.19> 남방파제 표준단면도(1구간)



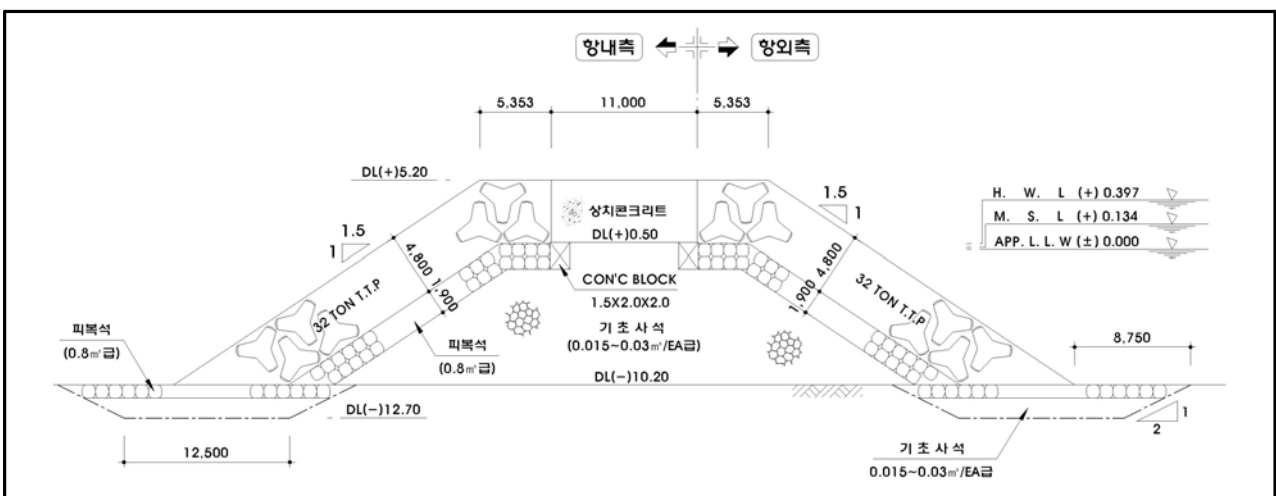
<그림 4.3.20> 남방파제 표준단면도(2~3구간)



<그림 4.3.21> 남방파제 표준단면도(4구간)



<그림 4.3.22> 남방파제 표준단면도(5구간)



4.3.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안정성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

가) 외곽시설 피해사례 분석

- 태풍으로 인해 발생하는 막대한 피해는 해수면 상승을 동반한 해일과 고파랑 내습이 주요 피해원인으로 작용한다.
- 지금까지 태풍으로 인한 측면항 방파제 피해현황을 간략히 정리하면 [표 4.3.14]와 같다.

[표 4.3.14] 방파제 피해 현황

피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액
<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '76.09.14 • 태 풍 명 : 제7호 프랜 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 23.3m/s - 실측파고 : 10.4m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 6.0m • 주 기 : 11.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 사석유실 442m³ • 피해액 : 5백만원

나) 방파제 설계파고 분석

- 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석한다.
- 대상어항 동방파제와 남방파제의 파고는 전구간에 걸쳐 모두 증가한 것으로 나타났으며, 최대증가율은 1.53로 나타났다. 기존 설계파와 비교한 내용은 [표 4.3.15]과 같다.

[표 4.3.15] 기존 설계파와 금회 구조물 설계파 파고 증가비

시 설 명		기존설계파			개정설계파			파고비
		파고(m)	주기(s)	파향	파고(m)	주기(s)	파향	
동방파제	(1)구간 No.0+0.0~No.14+3.0	4.0	11.0	SSE	6.1	12.8	SSE	1.53(▲)
	(2)구간 No.14+3.0~No.15+0.0	4.0	11.0	SSE	6.1	12.8	SSE	1.53(▲)
	(3)구간 No.15+0.0~No.17+0.0	4.0	11.0	SSE	6.1	12.8	SSE	1.53(▲)
	(4)구간 No.17+0.0~No.27+0.0	5.6	11.0	SSE	6.6	12.8	SSE	1.18(▲)
	(5)구간 No.27+0.0~No.65+5.0	6.0	11.0	SSE	6.6	12.8	SSE	1.10(▲)
	(6)구간 No.65+5.0~No.68+0.0	6.0	11.0	SSE	6.6	12.8	SSE	1.10(▲)
남방파제	(1)구간 No.0+0.0~No.10+0.0	2.7	11.0	SSE	4.0	12.8	SSE	1.48(▲)
	(2)구간 No.10+0.0~No.19+0.0	4.2	11.0	SSE	5.5	12.8	SSE	1.31(▲)
	(3)구간 No.19+0.0~No.30+0.0	4.2	11.0	SSE	5.5	12.8	SSE	1.31(▲)
	(4)구간 No.30+0.0~No.47+5.0	5.5	11.0	SSE	6.0	12.8	SSE	1.09(▲)
	(5)구간 No.47+5.0~No.50+0.0	5.5	11.0	SSE	6.0	12.8	SSE	1.09(▲)

다) 피해원인 분석

- 대상어항은 1976년 제7호 태풍 프랜에 의해 방파제 피해가 발생하였는데, 이는 태풍내습시 해일에 따른 조위상승과 설계파고 6.0m보다 큰 파랑 내습에 따른 피해로 사료된다.
- 금회 산정된 구조물 설계파의 증가에 따라 향후 측면향 인근해역에 고파랑 내습에 따른 피해가 발생할 것으로 예상된다.

3) 기존 시설물 안정성 평가

가) 설계조건 및 기준

아) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 39.7	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 26.8	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 18.6	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 17.8	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 17.0	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 13.4	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 9.8	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 9.0	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 8.2	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(죽변)

바) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.3.16] 안정성 검토 설계기준

구 분	적용방법	비 고	
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월과량에 의한 방법	
	제3방법	치오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

b) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.14+3.0)	6.1	12.8	SSE	50년
	2구간 (No.14+3.0~No.15+0.0)	6.1	12.8	SSE	
	3구간 (No.15+0.0~No.17+0.0)	6.1	12.8	SSE	
	4구간 (No.17+0.0~No.27+0.0)	6.6	12.8	SSE	
	5구간 (No.27+0.0~No.65+5.0)	6.6	12.8	SSE	
	6구간 (No.65+5.0~No.68+0.0)	6.6	12.8	SSE	
남방파제	1구간 (No.0+0.0~No.10+0.0)	4.0	12.8	SSE	
	2구간 (No.10+0.0~No.19+0.0)	5.5	12.8	SSE	
	3구간 (No.19+0.0~No.30+0.0)	5.5	12.8	SSE	
	4구간 (No.30+0.0~No.47+5.0)	6.0	12.8	SSE	
	5구간 (No.47+5.0~No.50+0.0)	6.0	12.8	SSE	

나) 기존단면 안정성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계과에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 제체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 동방파제와 남방파제로 시설현황은 [표 4.3.17]과 같다.

[표 4.3.17] 방파제 시설현황

방 파 제 시설현황도																								
	구 분	<table border="1"> <thead> <tr> <th>동방파제</th> <th>남방파제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>연 장</td> <td>680m(213m 축조)</td> <td>500m(계획)</td> </tr> <tr> <td>구조형식</td> <td>T.T.P 피복 사석경사제</td> <td>T.T.P 피복 사석경사제</td> </tr> <tr> <td>준공년도</td> <td>2001년</td> <td>미시공(계획)</td> </tr> <tr> <td>전면수심</td> <td>DL.(-)7.0~12.3m</td> <td>DL.(-)3.0~10.2m</td> </tr> <tr> <td>마루높이</td> <td>DL.(+)5.5~6.1m</td> <td>DL.(+)3.0~5.2m</td> </tr> <tr> <td>피 복 재</td> <td>16/20/25/32/50tonf</td> <td>12.5/20/32tonf</td> </tr> <tr> <td>검토구간</td> <td>6개 구간</td> <td>5개 구간</td> </tr> </tbody> </table>	동방파제	남방파제	연 장	680m(213m 축조)	500m(계획)	구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	준공년도	2001년	미시공(계획)	전면수심	DL.(-)7.0~12.3m	DL.(-)3.0~10.2m	마루높이	DL.(+)5.5~6.1m	DL.(+)3.0~5.2m	피 복 재	16/20/25/32/50tonf	12.5/20/32tonf	검토구간	6개 구간
동방파제	남방파제																							
연 장	680m(213m 축조)	500m(계획)																						
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제																						
준공년도	2001년	미시공(계획)																						
전면수심	DL.(-)7.0~12.3m	DL.(-)3.0~10.2m																						
마루높이	DL.(+)5.5~6.1m	DL.(+)3.0~5.2m																						
피 복 재	16/20/25/32/50tonf	12.5/20/32tonf																						
검토구간	6개 구간	5개 구간																						

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 26.8m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 39.7m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
동방파제	1구간	DL.(+)6.50	DL.(+)5.40	DL.(+)7.50	DL.(+)6.00	DL.(+)6.50	DL.(+)5.50	N.G
	2구간	DL.(+)6.50	DL.(+)6.60	DL.(+)7.70	DL.(+)6.20	DL.(+)6.50	DL.(+)5.50	N.G
	3구간	DL.(+)6.50	DL.(+)6.70	DL.(+)7.70	DL.(+)6.20	DL.(+)6.50	DL.(+)5.50	N.G
	4구간	DL.(+)7.00	DL.(+)6.90	DL.(+)8.10	DL.(+)6.50	DL.(+)7.00	DL.(+)5.50	N.G
	5구간	DL.(+)7.00	DL.(+)8.00	DL.(+)8.30	DL.(+)6.70	DL.(+)7.00	DL.(+)6.10	N.G
	6구간	DL.(+)7.00	DL.(+)8.00	DL.(+)8.30	DL.(+)6.70	DL.(+)7.00	DL.(+)6.10	N.G
남방파제	1구간	DL.(+)4.40	DL.(+)1.50	DL.(+)5.10	DL.(+)1.00	DL.(+)4.40	DL.(+)3.00	N.G
	2~3구간	DL.(+)5.90	DL.(+)3.89	DL.(+)6.50	DL.(+)5.10	DL.(+)5.90	DL.(+)4.00	N.G
	4구간	DL.(+)6.40	DL.(+)6.20	DL.(+)7.50	DL.(+)5.80	DL.(+)6.40	DL.(+)5.20	N.G
	5구간	DL.(+)6.40	DL.(+)6.20	DL.(+)7.50	DL.(+)5.80	DL.(+)6.40	DL.(+)5.20	N.G

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방과제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
동방과제	1구간	7.24 ~ 9.74	7.397	쇄파대
	2구간	7.60 ~ 10.13	9.397	쇄파대
	3구간	7.60 ~ 10.13	9.397	쇄파대
	4구간	8.15 ~ 10.85	9.397	쇄파대
	5구간	8.51 ~ 11.31	12.397	비쇄파대
	6구간	-	-	-
남방과제	1구간	3.81 ~ 5.11	1.397	비쇄파대
	2~3구간	6.41 ~ 8.62	5.397	비쇄파대
	4구간	7.42 ~ 9.89	8.697	쇄파대
	5구간	-	-	-

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고	
동방과제	1구간	32.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	N.G
	2구간	32.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	N.G
	3구간	32.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	N.G
	4구간	40.0 TON T.T.P	40.0 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	N.G
	5구간	40.0 TON T.T.P	40.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	N.G
	6구간	50.0 TON T.T.P	50.0 TON T.T.P	50.0 TON T.T.P	O.K
남방과제	1구간	8.0 TON T.T.P	8.0 TON T.T.P	피복석 0.9m³급	N.G
	2~3구간	20.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	N.G
	4구간	32.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	N.G
	5구간	50.0 TON T.T.P	50.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	N.G

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m³/ea)	현 황 (m³/ea)	비 고	
동방과제	1구간	1.92 ~ 2.88	0.7	0.4	N.G
	2구간	1.92 ~ 2.88	0.7	0.7	O.K
	3구간	1.92 ~ 2.88	0.7	0.7	O.K
	4구간	2.46 ~ 3.68	1.0	0.6	N.G
	5구간	2.46 ~ 3.68	1.0	0.8	N.G
	6구간	3.07 ~ 4.60	TRIPORD 5.0 TON	TRIPORD 5.0 TON	O.K
남방과제	1구간	0.50 ~ 0.74	0.2	-	N.G
	2~3구간	1.23 ~ 1.84	0.7	0.3	N.G
	4구간	1.92 ~ 2.88	0.8	0.5	N.G
	5구간	3.07 ~ 4.60	TRIPORD 5.0 TON	0.8	N.G

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분	상시				지진시				
	활 동		전 도		활 동		전 도		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
동방 파제	1구간	1.40 > 1.20	O.K	2.55 > 1.20	O.K	1.15 > 1.00	O.K	2.18 > 1.10	O.K
	2구간	1.41 > 1.20	O.K	3.67 > 1.20	O.K	1.12 > 1.00	O.K	4.26 > 1.10	O.K
	3구간	1.41 > 1.20	O.K	3.67 > 1.20	O.K	1.12 > 1.00	O.K	2.92 > 1.10	O.K
	4구간	1.77 > 1.20	O.K	3.72 > 1.20	O.K	1.44 > 1.00	O.K	2.97 > 1.10	O.K
	5구간	1.14 < 1.20	N.G	2.11 > 1.20	O.K	0.98 < 1.00	N.G	1.80 > 1.10	O.K
	6구간	-	-	-	-	-	-	-	-
남방 파제	1구간	0.61 < 1.20	N.G	1.25 > 1.20	O.K	0.51 < 1.00	N.G	1.03 < 1.10	N.G
	2~3구간	0.51 < 1.20	N.G	0.83 < 1.20	N.G	0.46 < 1.00	N.G	0.75 < 1.10	N.G
	4구간	1.87 > 1.20	O.K	4.23 > 1.20	O.K	1.52 > 1.00	O.K	3.46 > 1.10	O.K
	5구간	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분	상시		지진시		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
동방파제	1구간	1.32 > 1.20	O.K	1.15 > 1.00	O.K
	2구간	1.59 > 1.20	O.K	1.35 > 1.00	O.K
	3구간	1.59 > 1.20	O.K	1.35 > 1.00	O.K
	4구간	1.57 > 1.20	O.K	1.34 > 1.00	O.K
	5구간	1.25 > 1.20	O.K	1.09 > 1.00	O.K
	6구간	-	-	-	-
남방파제	1구간	1.75 > 1.20	O.K	1.50 > 1.00	O.K
	2~3구간	0.97 < 1.20	N.G	0.87 < 1.00	N.G
	4구간	1.63 > 1.20	O.K	1.39 > 1.00	O.K
	5구간	-	-	-	-

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 동방파제 및 남방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.3.18]와 같다.

[표 4.3.18] 안전성 검토 결과

구 분		동방파제						
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	
구 설 조 계 물 파	파고(m)	6.10	6.10	6.10	6.60	6.60	6.60	
	주기(s)	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	
	파 향	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	
마 뉘 루 이 (DL.(+),m)	현 황	5.50	5.50	5.50	5.50	6.10	6.10	
	금 회 (판 정)	6.50 (NG)	6.50 (NG)	6.50 (NG)	7.00 (NG)	7.00 (NG)	7.00 (NG)	
피 복 재 량 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 16.0	T.T.P 20.0	T.T.P 20.0	T.T.P 25.0	T.T.P 32.0	T.T.P 50.0	
	금 회 (판 정)	T.T.P 32.0 (NG)	T.T.P 32.0 (NG)	T.T.P 32.0 (NG)	T.T.P 40.0 (NG)	T.T.P 40.0 (NG)	T.T.P 50.0 (OK)	
상 공 제 안 부 및 체 정	상 시	활 동 (판 정)	1.40 (OK)	1.41 (OK)	1.41 (OK)	1.77 (OK)	1.14 (NG)	-
		전 도 (판 정)	2.55 (OK)	3.67 (OK)	3.67 (OK)	3.72 (OK)	2.11 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.32 (OK)	1.59 (OK)	1.59 (OK)	1.57 (OK)	1.25 (OK)	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	1.15 (OK)	1.12 (OK)	1.12 (OK)	1.44 (OK)	0.98 (NG)	-
		전 도 (판 정)	2.18 (OK)	4.26 (OK)	2.92 (OK)	2.97 (OK)	1.80 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.15 (OK)	1.35 (OK)	1.35 (OK)	1.34 (OK)	1.09 (OK)	-

구 분		남방파제				
		1구간	2~3구간	4구간	5구간	
구 설 조 계 물 파	파고(m)	4.0	5.5	6.0	6.0	
	주기(s)	12.8	12.8	12.8	12.8	
	파 향	SSE	SSE	SSE	SSE	
마 뉘 루 이 (DL.(+),m)	현 황	3.00	4.00	5.20	5.20	
	금 회 (판 정)	4.40 (NG)	5.90 (NG)	6.40 (NG)	6.40 (NG)	
피 복 재 량 소 요 중 량 (t o n)	현 황	피복석 0.9m ³	T.T.P 12.5	T.T.P 20.0	T.T.P 32.0	
	금 회 (판 정)	T.T.P 8.0 (NG)	T.T.P 20.0 (NG)	T.T.P 32.0 (NG)	T.T.P 40.0 (NG)	
상 공 제 안 부 및 체 정	상 시	활 동 (판 정)	0.61 (NG)	0.51 (NG)	1.87 (OK)	-
		전 도 (판 정)	1.25 (OK)	0.83 (NG)	4.23 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.75 (OK)	0.97 (NG)	1.63 (OK)	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	0.51 (NG)	0.46 (NG)	1.52 (OK)	-
		전 도 (판 정)	1.03 (NG)	0.75 (NG)	3.46 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.50 (OK)	0.87 (NG)	1.39 (OK)	-

- 측면항 방파제 피해원인을 종합적으로 분석·정리하면 태풍에 의한 고파랑 내습시 수심에 따른 쇄파발생과 파랑집중, 월파 등이 주요 원인으로 분석된다.
- 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계과의 재산정 결과, 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토된다.
- 따라서, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 제체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.3.19] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
동방파제	1구간 : No.0+0.0~No.14+3.0	×	필요
	2구간 : No.14+3.0~No.15+0.0	×	필요
	3구간 : No.15+0.0~No.17+0.0	×	필요
	4구간 : No.17+0.0~No.27+0.0	×	필요
	5구간 : No.27+0.0~No.65+5.0	×	필요
	6구간 : No.65+5.0~No.68+0.0	×	필요
남방파제	1구간 : No.0+0.0~No.10+0.0	×	필요
	2구간 : No.10+0.0~No.19+0.0	×	필요
	3구간 : No.19+0.0~No.30+0.0	×	필요
	4구간 : No.30+0.0~No.47+5.0	×	필요
	5구간 : No.47+5.0~No.50+0.0	×	필요

4.3.3 보수·보강 방안수립

1) 기본방향

가) 개요

- 측면항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강 및 단면수정이 필요한 대상시설은 동방파제와 남방파제 전 구간이며, 시설규모 1,180m, 대상단면 11개로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.3.20] 보수·보강 대상시설

외곽시설	시설연장	대상시설	
동방파제	1구간	143m	○
	2구간	7m	○
	3구간	20m	○
	4구간	100m	○
	5구간	385m	○
	6구간	25m	○
남방파제	1구간	100m	○
	2구간	90m	○
	3구간	110m	○
	4구간	175m	○
	5구간	25m	○

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $0.6H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.

- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사제의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 동방파제

- 개정 심해파를 고려한 동방파제의 검토결과, 구조물 설계과가 약 0.6m ~ 2.1m 상승으로 인하여, 소요 마루높이가 전구간에서 미달되는 것으로 검토되었다. 그래서 소요 마루높이 확보를 위하여 상치를 증고하였다.
- 마루높이 증고시 기존 상치와 접합되는 1~4구간 일부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였으며, 5~6구간은 상치를 증고하여 안전성을 확보하도록 하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 동방파제 1~4구간 일부는 피복재를 보강하여 안전성을 확보하였으며, 5~6구간은 기존설계단면의 피복재를 교체하여 안전성을 확보하였다.
- 또한, 상부공 안정성이 미확보된 5구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안전성을 확보토록 하였다.
- 기존단면을 보강하고 신설단면에 대해서는 설계변경하는 경우(1안) 공사비 증가분은 약 158억원으로 산정되었으며, 정비공사 완료후 보강시에는 225억원(42% 증가)이 필요할 것으로 추정되므로 신설단면 착공전 설계변경하여 공사를 진행하는 것이 경제적인 것으로 사료된다.

[표 4.3.21] 동방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	비 고
시설연장		143.0m	7.0m	20.0m	100.0m	385.0m	25.0m	680m
마루 높이	현황	DL(+)5.5m	DL(+)5.5m	DL(+)5.5m	DL(+)5.5m	DL(+)6.1m	DL(+)6.1m	
	계획	DL(+)6.5m	DL(+)6.5m	DL(+)6.5m	DL(+)7.0m	DL(+)7.0m	DL(+)7.0m	
외측 피복재	현황	T.T.P 16.0ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 25.0ton	T.T.P 32.0ton	T.T.P 50.0ton	
	계획	T.T.P 32.0ton	T.T.P 32.0ton	T.T.P 32.0ton	T.T.P 40.0ton	T.T.P 40.0ton	T.T.P 50.0ton	

[표 4.3.22] 동방파제 보수·보강 방안

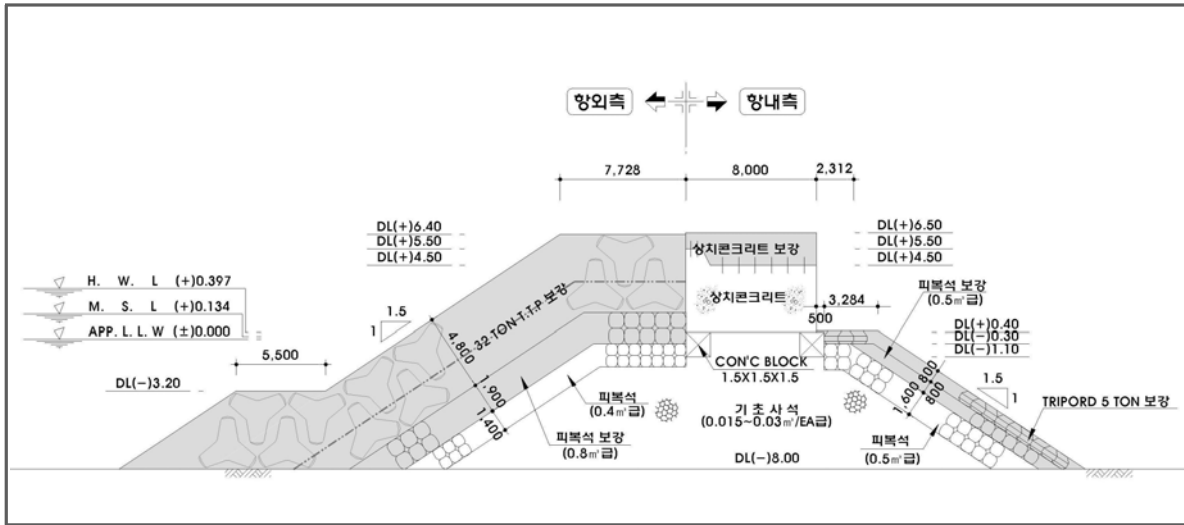
단 면		보수·보강 방안	비 고
1구간	보강1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))6.50m 확보 • 기존 16.0 TON T.T.P를 유용하고(남방파제 1구간) 피복석 0.8m³와 32.0 TON T.T.P를 보강하여 안전성 확보 • 향내측에 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	채 택 건 의
	보강2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))6.50m 확보하였으며, 향 외측 파라펫을 1.0m 설치하여 상치안전성을 확보 • 기존 16.0 TON T.T.P 전면 32.0 TON T.T.P를 보강하여 안전성 확보 • 향내측에 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	
	보강3안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))6.50m 확보 • 기존 피복석 16.0 TON T.T.P를 유용하고(동방파제 우각부), 피복석 0.8m³ 보강 후 동방파제 5구간의 32.0 TON T.T.P 유용하여 안전성 확보 • 향내측에 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
2~3구간	보강1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))6.50m 확보 • 기존 20.0 TON T.T.P를 유용하고(남방파제 2구간) 32.0 TON T.T.P로 보강하여 안전성 확보 • 향내측에 TRIPORD 5.0 TON을 보강하여 안전성을 확보 	채 택 건 의
	보강2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))6.50m 확보 • 기존 피복석 20.0 TON T.T.P를 일부 제거하여 유용하고(남방파제 2구간) 동방파제 5구간의 32.0 TON T.T.P 유용하여 안전성 확보 • 향내측에 TRIPORD 5.0 TON을 보강하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
4구간	보강1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))7.00m 확보 • 기존 25.0 TON T.T.P를 유용하고(남방파제 3구간) 피복석 0.6m³ 및 TRIPORD 5.0 TON과 40.0 TON T.T.P를 보강하여 안전성 확보 • 향내측에 TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	채 택 건 의
	보강2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))7.00m 확보 • 기존 25.0 TON T.T.P를 일부 제거하고 40.0 TON T.T.P를 보강하여 안전성 확보 • 향내측에 TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강

단 면		보수·보강 방안	비 고
5구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL(+))7.00) 확보 기존 설계단면의 25.0 TON T.T.P를 40.0 TON T.T.P로 변경하였으며, TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 전면부 중간피복 및 내측 피복에 대한 안전성을 확보 	채 택 건 의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))7.00m) 확보 기존 32.0 TON T.T.P를 유용하고(남방과제 4구간) 40.0 TON T.T.P를 보강하여 안전성 확보 향내측에 TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
6구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL(+))7.00) 확보 기존 설계단면의 32.0 TON T.T.P를 50.0 TON T.T.P로 변경하였으며, TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 전면부 중간피복에 대한 안전성을 확보 	채 택 건 의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))7.00m) 확보 	정비공사 완공 후 보강

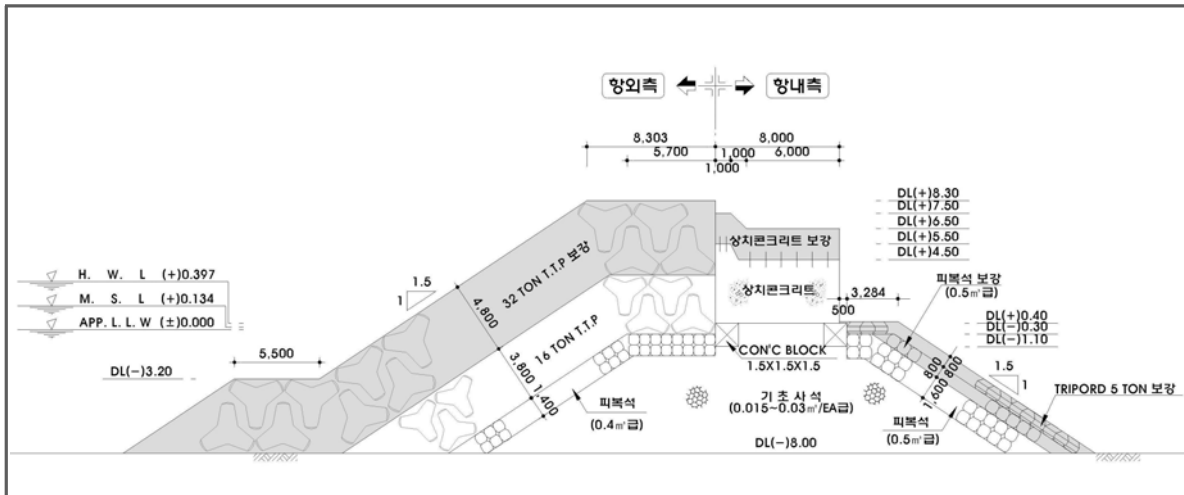
[표 4.3.23] 보수·보강 단면 비교

구 분	보강1안	보강2안
단 면 형 상		
1 구 간 개 략 공사비	35백만원/m	31백만원/m
장 단점	<ul style="list-style-type: none"> 기존 피복재 남방과제에 활용하여 경제성 확보 시공성 불량 	<ul style="list-style-type: none"> 기존단면을 최대한 활용 마루높이 상향등으로 조망권 불량 인접구간과의 연속성 결여
채택 건의	◎	

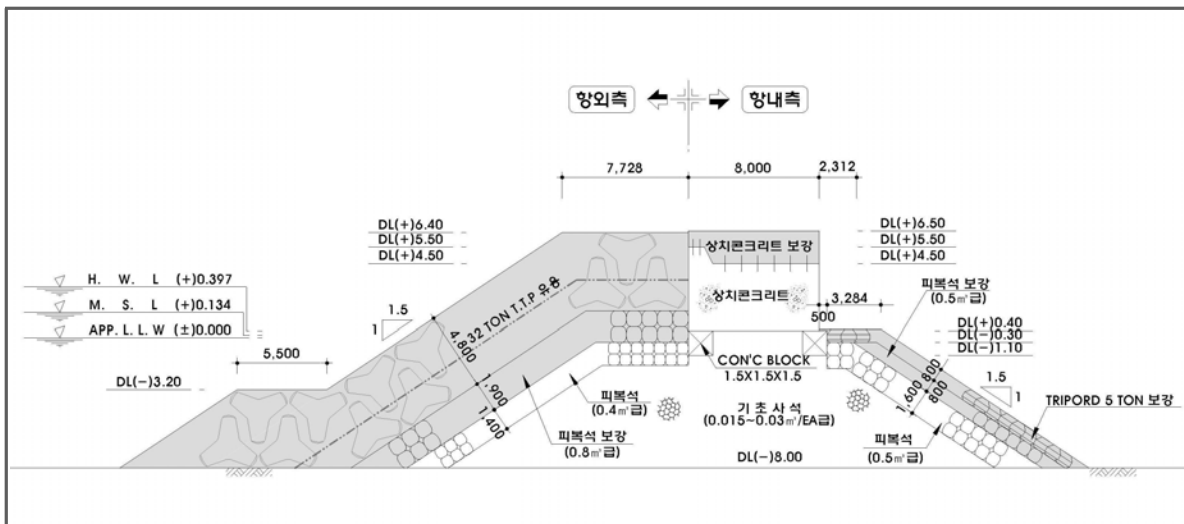
<그림 4.3.23> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)



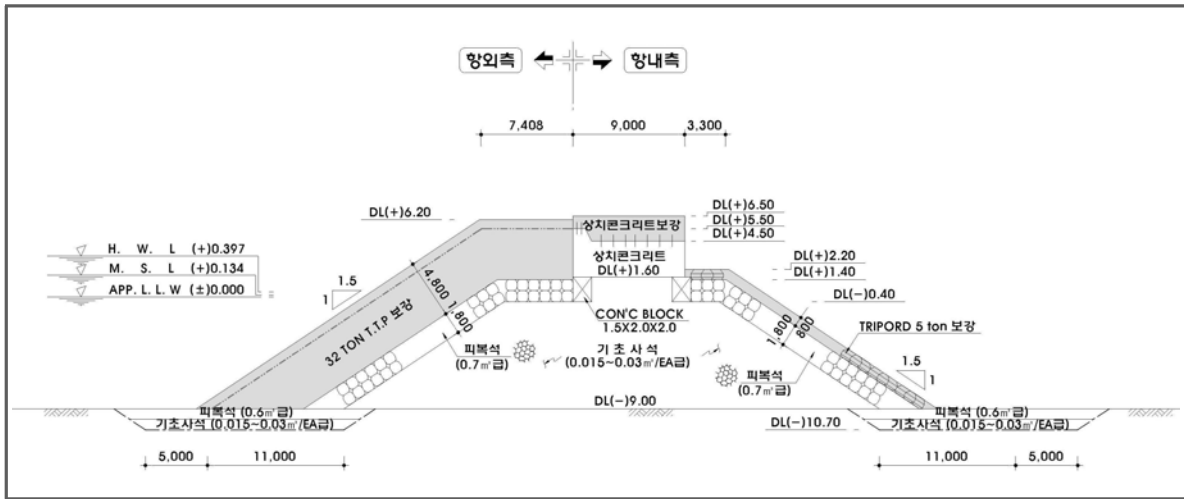
<그림 4.3.24> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)



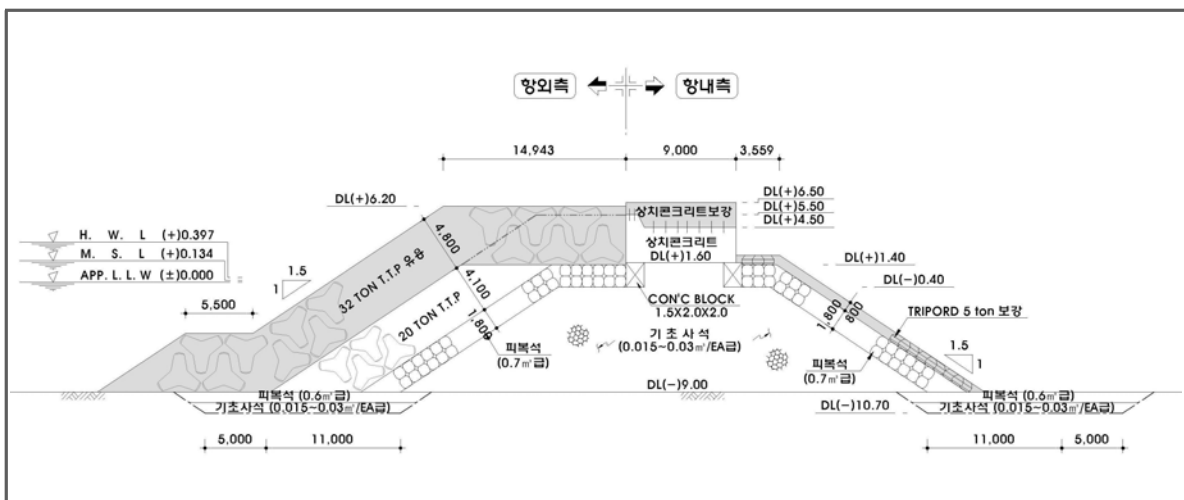
<그림 4.3.25> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강3안)



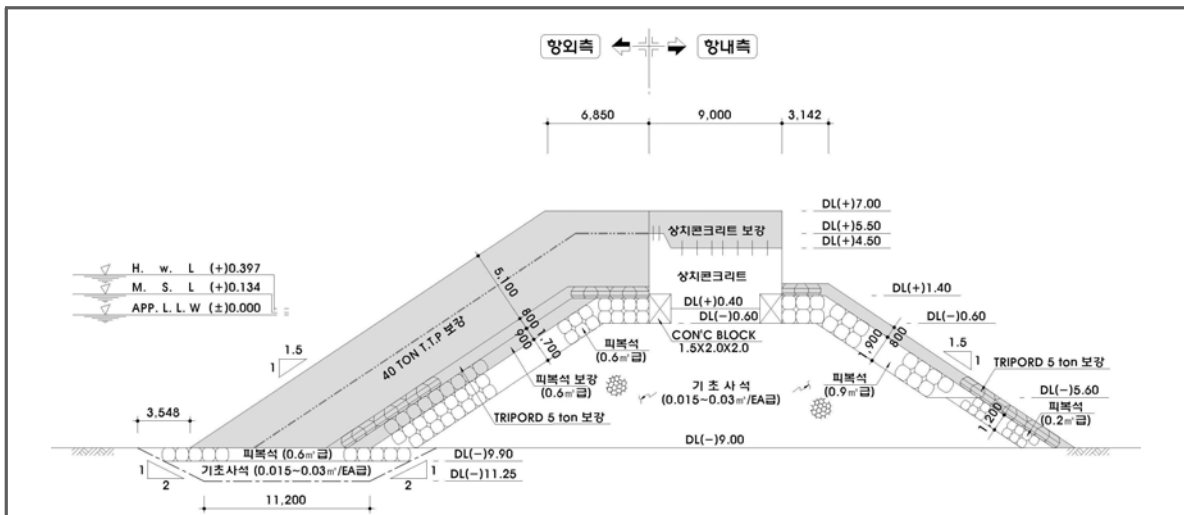
<그림 4.3.26> 보수·보강 표준단면도(2~3구간, 보강1안)



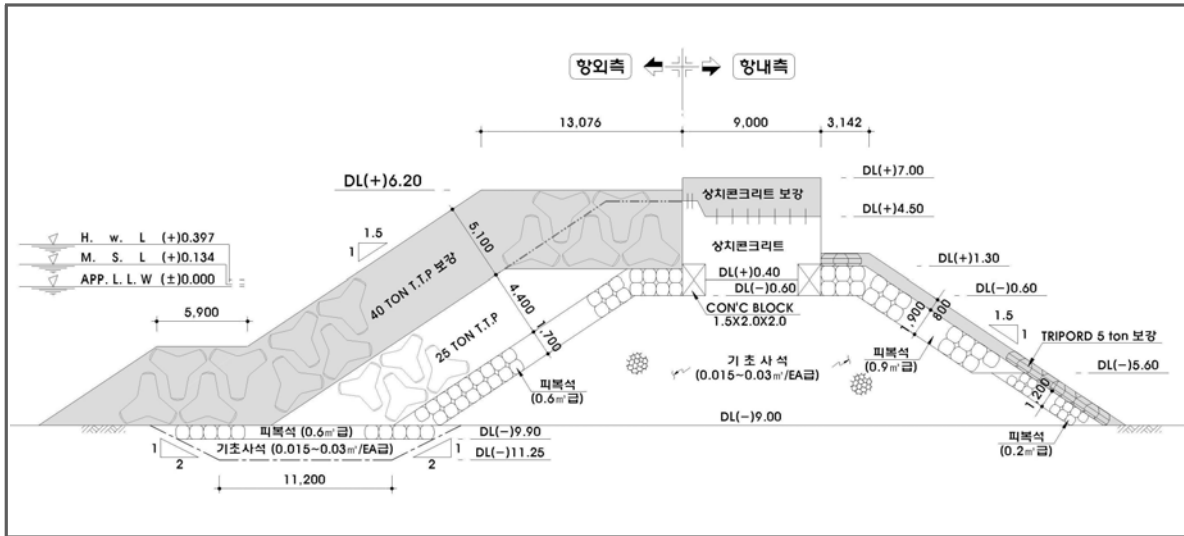
<그림 4.3.27> 보수·보강 표준단면도(2~3구간, 보강2안)



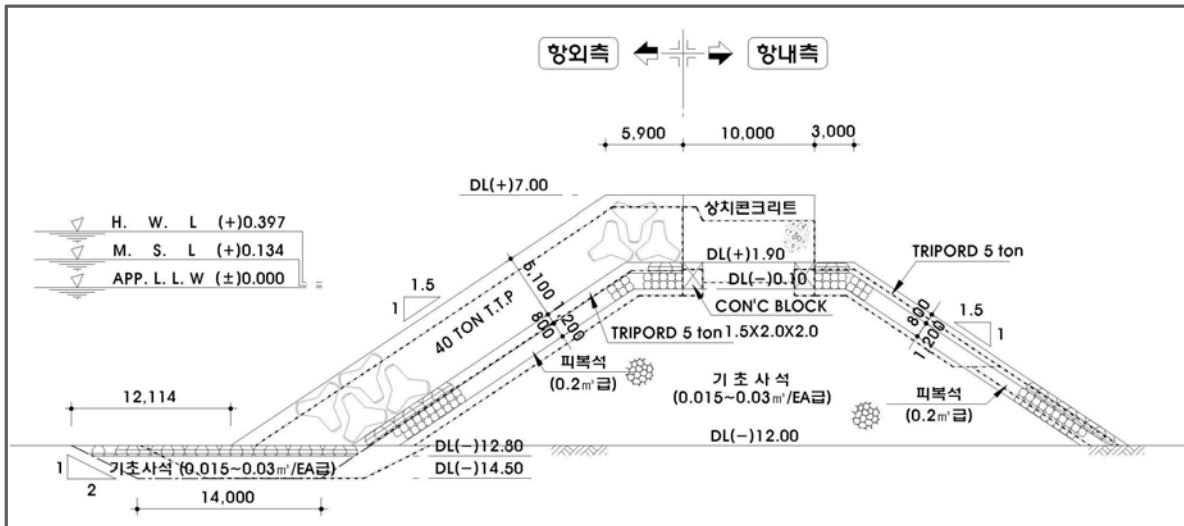
<그림 4.3.28> 보수·보강 표준단면도(4구간, 보강1안)



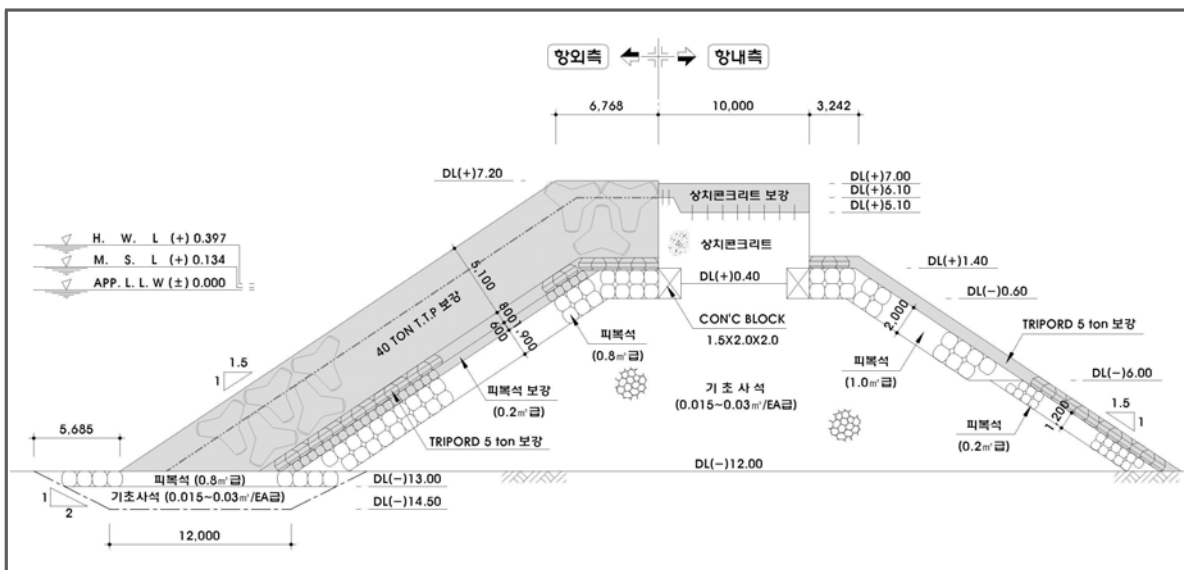
<그림 4.3.29> 보수·보강 표준단면도(4구간, 보강2안)



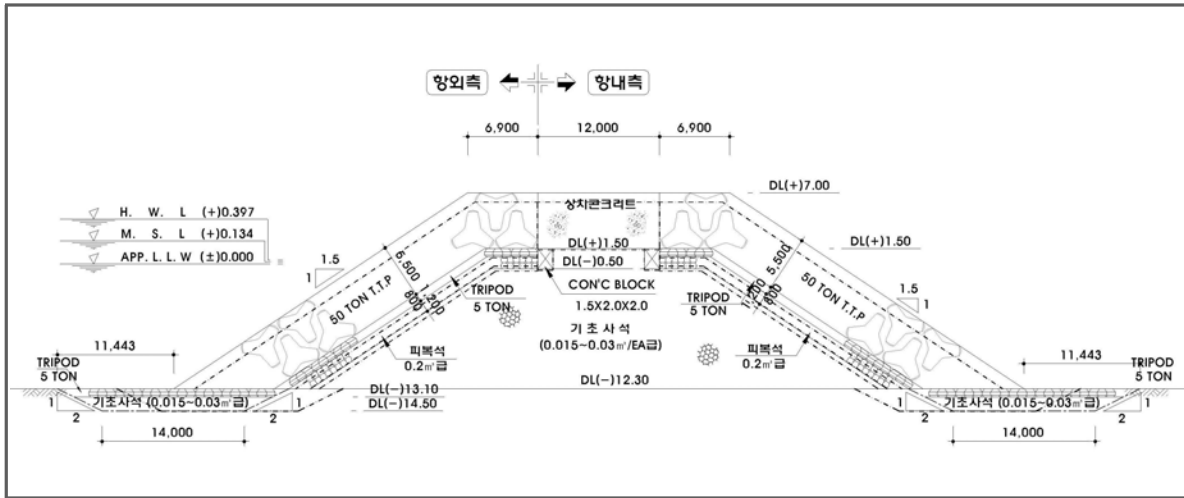
<그림 4.3.30> 보수·보강 표준단면도(5구간, 계획1안)



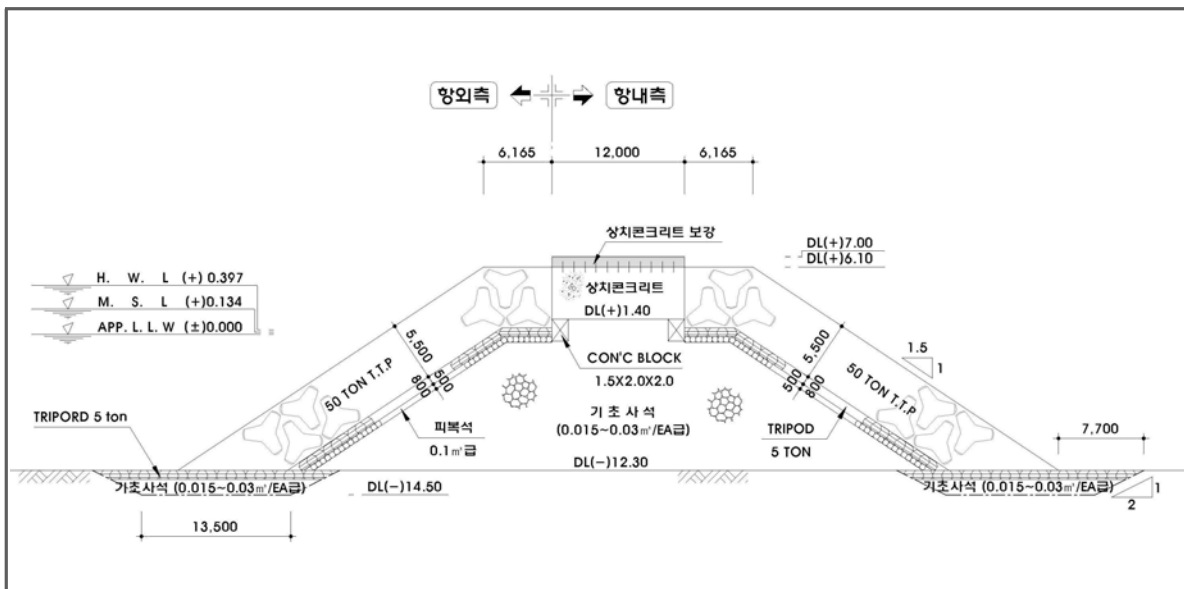
<그림 4.3.31> 보수·보강 표준단면도(5구간, 계획2안)



<그림 4.3.32> 보수·보강 표준단면도(6구간, 계획1안)



<그림 4.3.33> 보수·보강 표준단면도(6구간, 계획2안)



나) 남방파제

- 개정 심해파를 고려한 남방파제의 검토결과, 구조물 설계파가 약 0.5 ~ 1.3m 상승으로 전구간에 대하여 소요 마루높이가 미달되는 것으로 검토되었으며, 소요 마루높이 확보를 위해 상치를 증고하여 안전성을 확보하였다. 그리고 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 1구간(피복석 0.9m³에서 → 16.0 TON T.T.P 유용), 2구간(12.5 TON T.T.P → 20.0 TON T.T.P 유용), 3구간(12.5 TON T.T.P → 25.0 TON T.T.P 유용), 4구간(20.0 TON T.T.P → 32.0 TON T.T.P), 5구간(32.0 TON T.T.P → 40.0 TON T.T.P)의 피복재를 변경하여 안정성을 확보하였다.
- 또한, 상부공 안정성이 미확보된 1~3구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보하였다.
- 기존단면을 보강하고 신설단면에 대해서는 설계변경하는 경우(1안) 공사비 증가분은 약 74억원으로 산정되었으며, 정비공사 완료후 보강시(2안)에는 80억원으로 산정되었다.

[표 4.3.24] 남방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	비 고
시설연장		100m	90m	110m	175m	25m	500m
마루높이	현황	DL(+)3.0m	DL(+)4.0m	DL(+)4.0m	DL(+)5.2m	DL(+)5.2m	
	계획	DL(+)4.5m	DL(+)5.9m	DL(+)5.9m	DL(+)6.4m	DL(+)6.4m	
외측피복재	현황	피복석 0.6m ³	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 32.0ton	
	계획	T.T.P 16.0ton 유용	T.T.P 20.0ton 유용	T.T.P 25.0ton 유용	T.T.P 32.0ton 유용	T.T.P 50.0ton	

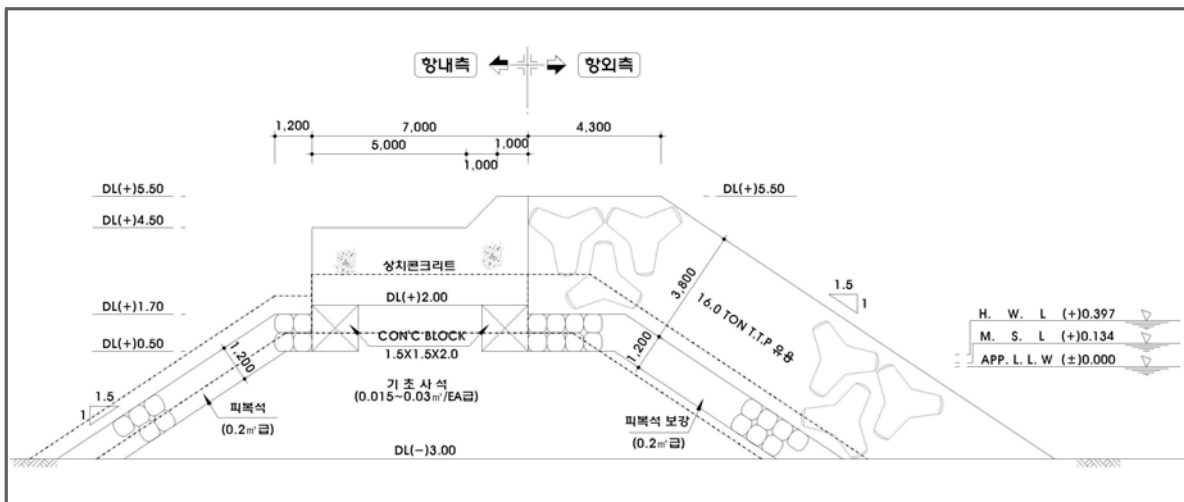
[표 4.3.25] 남방파제 보수·보강 방안

단 면		보수·보강 방안	비 고
1구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)4.50m 확보하고 남방파제 2구간의 연결성을 고려해 0.5m 더 증고하여 안정성을 확보 • 기존 피복석 0.9m³을 북방파제 1구간의 16.0 TON T.T.P 유용하여 안정성을 확보 	채택 건의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)4.50m 확보 • 기존 피복석 0.9m³을 8.0 TON T.T.P로 변경하여 안정성을 확보 • 상치를 증고 및 보강하여 활동에 대한 안정성을 확보 	
	계획3안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.00m 확보 • 기존 피복석 0.9m³을 남방파제 2~3구간의 12.5 TON T.T.P 유용하여 안정성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
2구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)5.90m 확보 • 기존 피복석 12.5 TON T.T.P를 북방파제 2~3구간의 20.0 TON T.T.P 유용하여 안정성을 확보 	채택 건의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.40m 확보 • 기존 피복석 12.5 TON T.T.P를 유용하고(남방파제 1구간), 피복석 0.5m³ 보강 후 남방파제 4구간의 20.0 TON T.T.P 유용하여 안전성 확보 • 항내측에 피복석 0.7m³ 을 보강하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
3구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)5.90m 확보 • 기존 피복석 12.5 TON T.T.P를 북방파제 4구간의 25.0 TON T.T.P 유용하여 안정성을 확보 	채택 건의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.40m 확보 • 기존 피복석 12.5 TON T.T.P를 유용하고(남방파제 1구간), 피복석 0.5m³ 보강 후 남방파제 4구간의 20.0 TON T.T.P 유용하여 안전성 확보 • 항내측에 피복석 0.7m³ 을 보강하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
4구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.40m 확보 • 기존 피복석 20.0 TON T.T.P를 32.0 TON T.T.P로 변경하여 안정성을 확보 	채택 건의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.40m 확보 • 기존 피복석 20.0 TON T.T.P를 유용하고(남방파제 2~3구간), 피복석 0.8m³ 보강 후 동방파제 5구간 및 남방파제 5구간의 32.0 TON T.T.P 유용하여 안전성 확보 • 항내측에 피복석 0.8m³ 을 보강하여 안전성을 확보 	정비공사 완공 후 보강
5구간	계획1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.40m 확보 • 기존 피복석 32.0 TON T.T.P를 50.0 TON T.T.P로 변경하여 안정성을 확보 • TRIPORD 5.0 TON을 설치하여 안정성을 확보함 	채택 건의
	계획2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치계획을 증고하여 소요 마루높이(DL+)6.40m 확보 • 기존 피복석 32.0 TON T.T.P를 일부 제거 및 유용 후(남방파제 4구간) 50.0 TON T.T.P로 보강하여 안정성을 확보 	정비공사 완공 후 보강

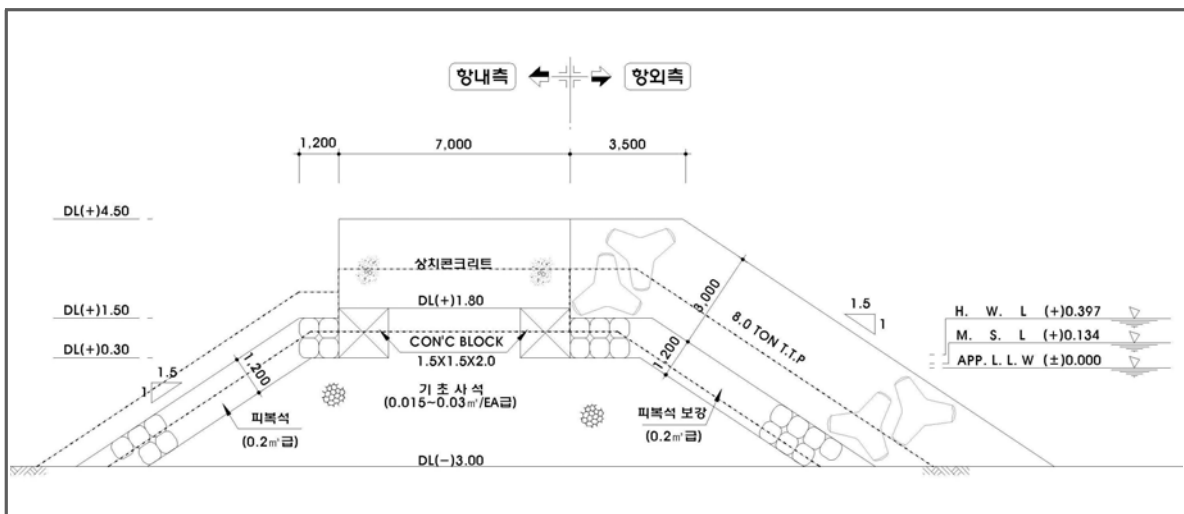
[표 4.3.26] 보수·보강 단면 비교

구분	계획1안	계획2안
단면형상		
1구간		
개략공사비	7백만원/m	13백만원/m
장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 유용에 따른 경제성 양호 • 규격상향에 따른 안정성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성 불량
채택건의	◎	

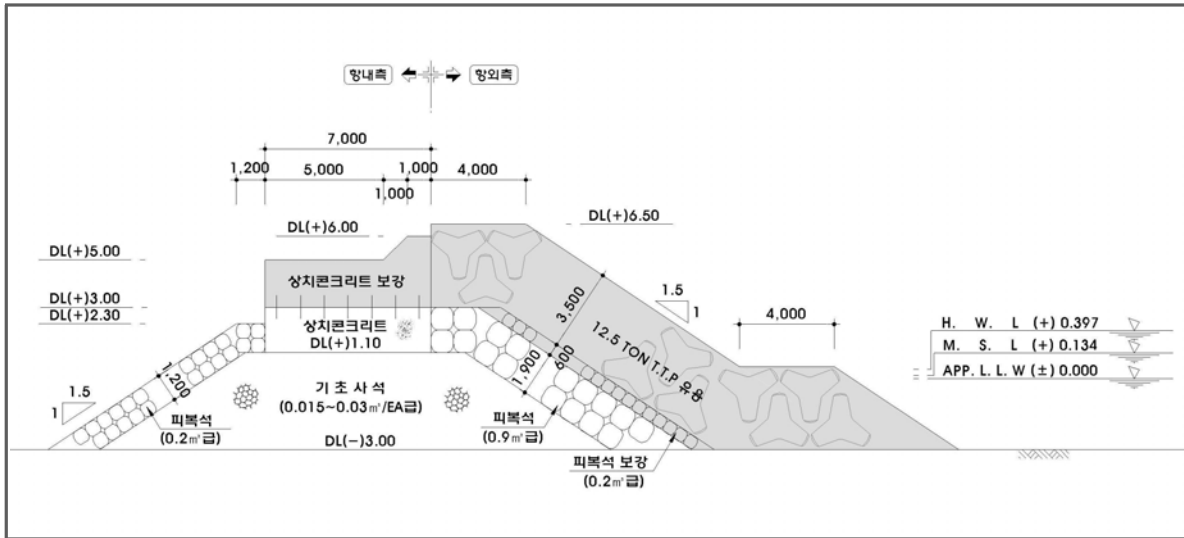
<그림 4.3.34> 보수·보강 표준단면도(1구간, 계획1안)



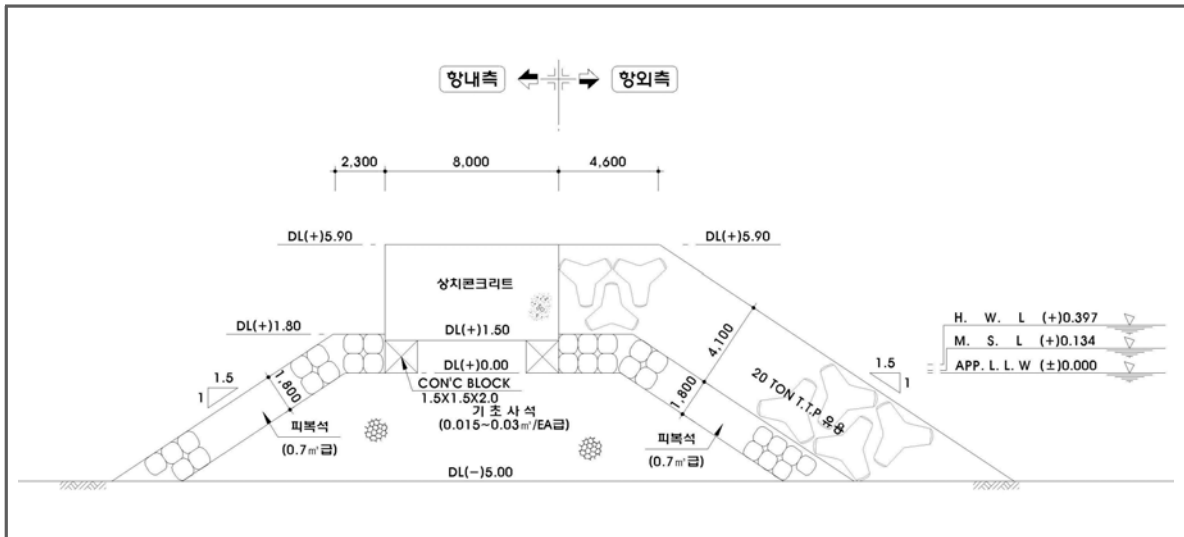
<그림 4.3.35> 보수·보강 표준단면도(1구간, 계획2안)



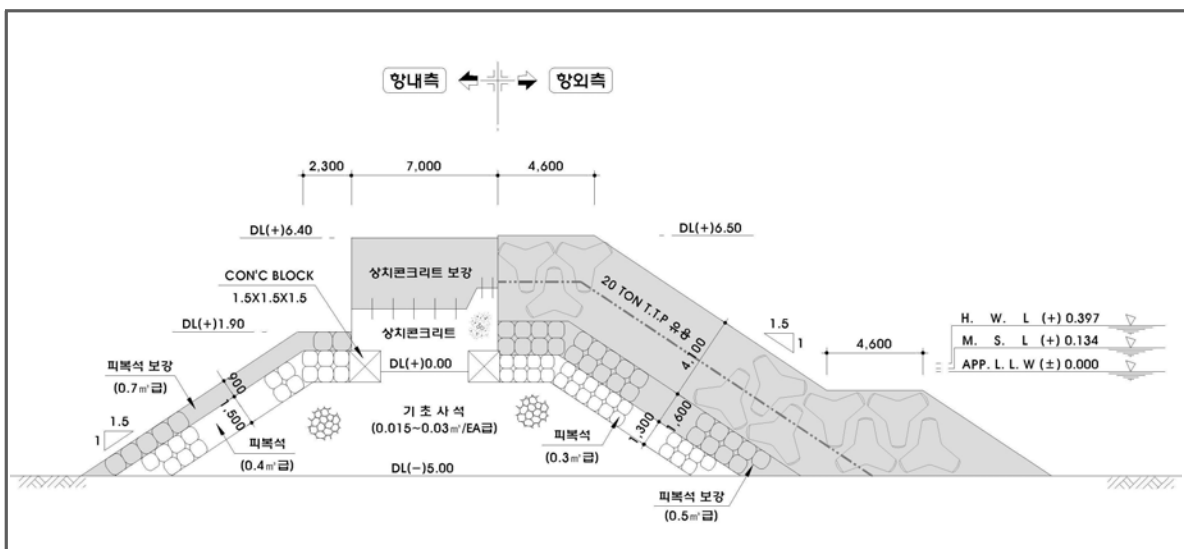
<그림 4.3.36> 보수·보강 표준단면도(1구간, 계획3안)



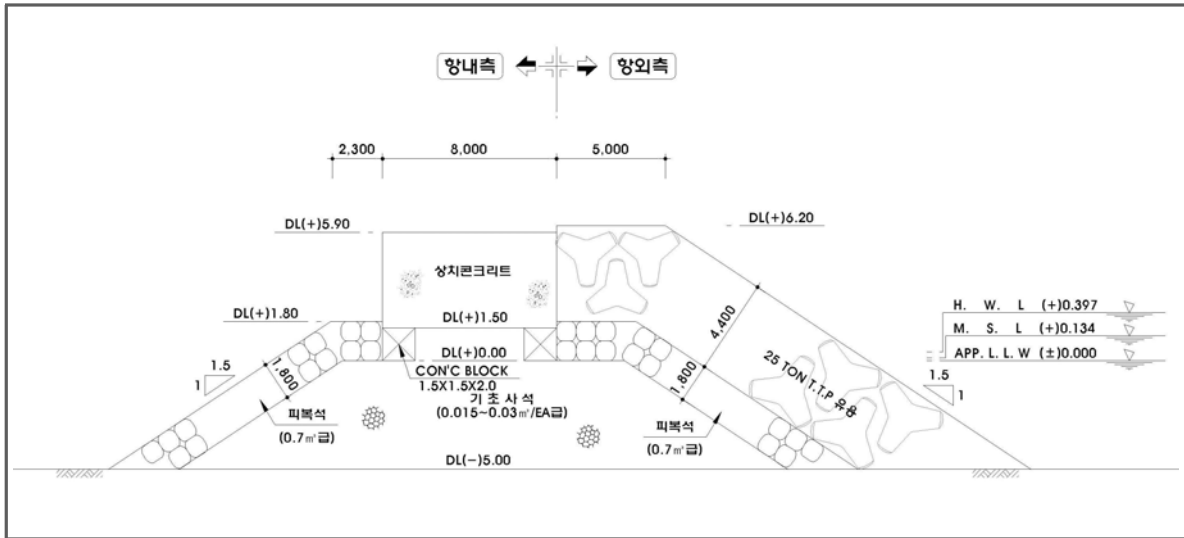
<그림 4.3.37> 보수·보강 표준단면도(2구간, 계획1안)



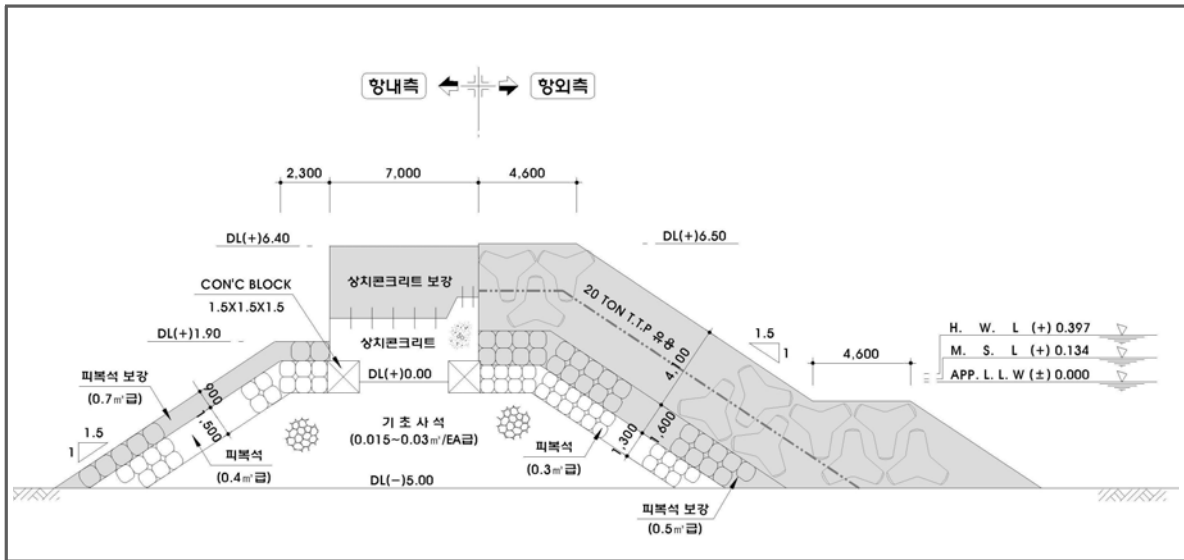
<그림 4.3.38> 보수·보강 표준단면도(2구간, 계획2안)



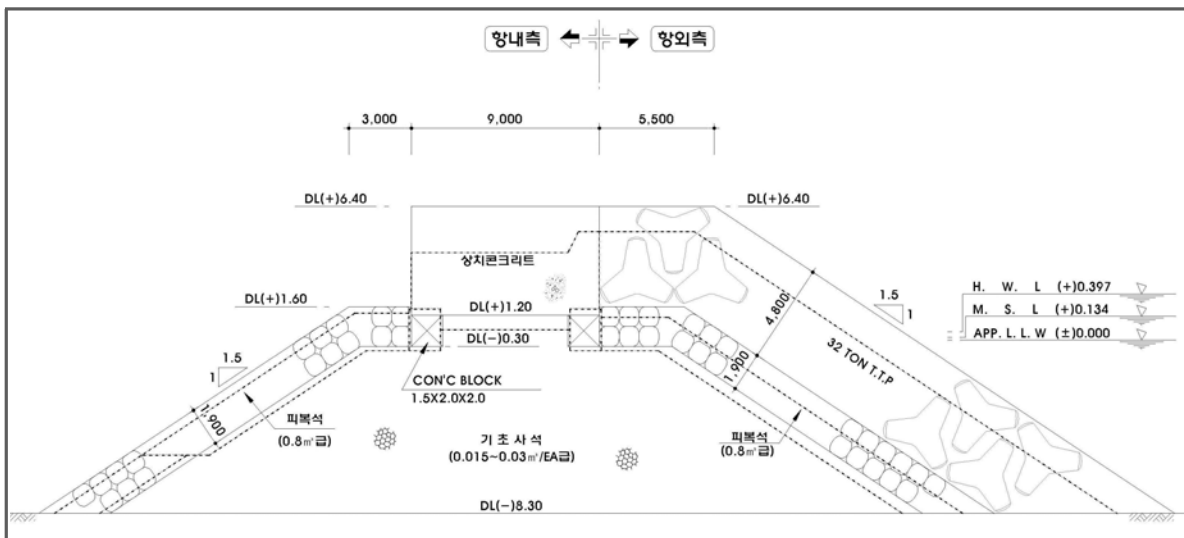
<그림 4.3.39> 보수·보강 표준단면도(3구간, 계획1안)



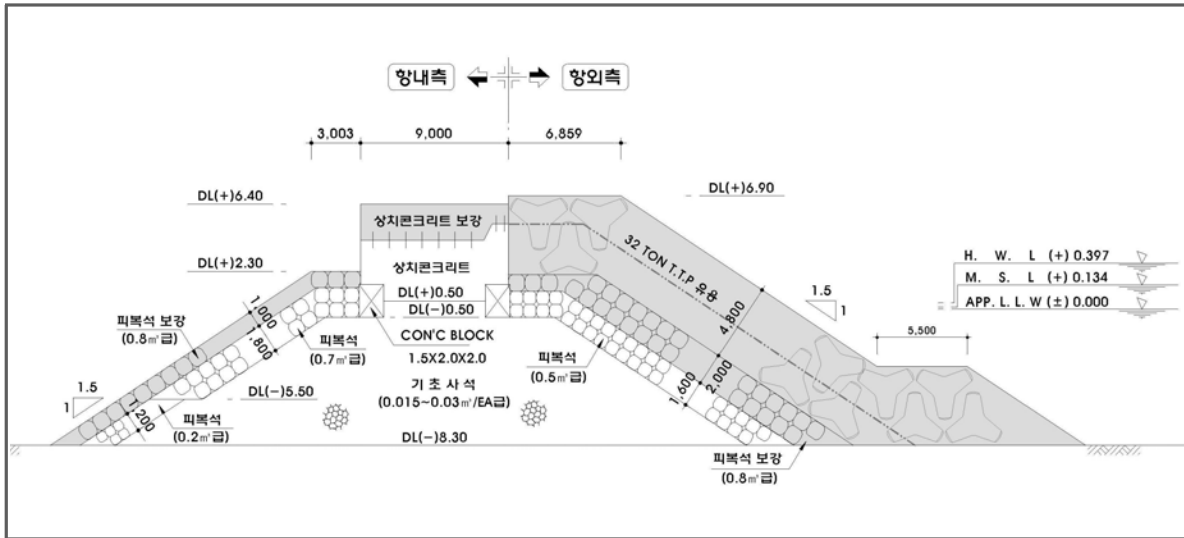
<그림 4.3.40> 보수·보강 표준단면도(3구간, 계획2안)



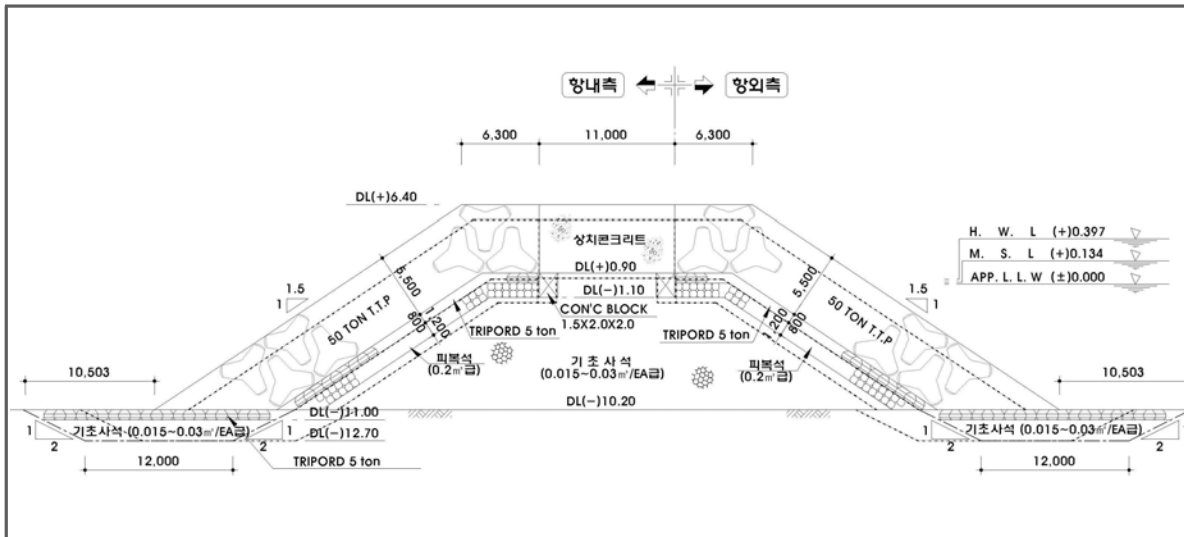
<그림 4.3.41> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획1안)



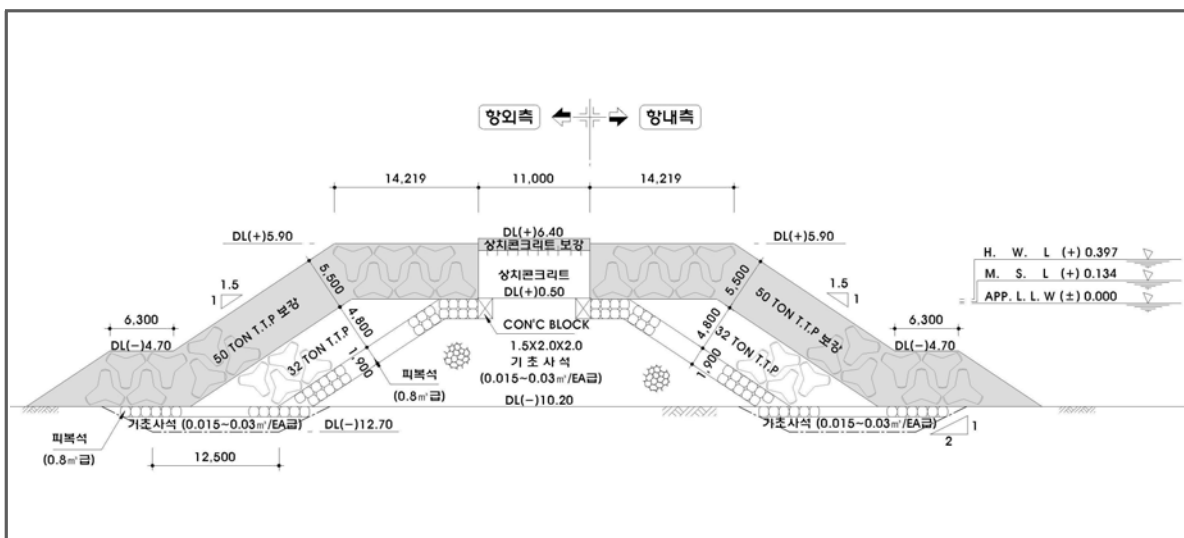
<그림 4.3.42> 보수·보강 표준단면도(4구간, 계획2안)



<그림 4.3.43> 보수·보강 표준단면도(5구간, 계획1안)



<그림 4.3.44> 보수·보강 표준단면도(5구간, 계획2안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 죽변항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 231억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단 가	공사비	비 고
동방파제	680		15,744	
1구간	143	35	5,005	· 상치보강, 피복재 보강, 항내측 보강
2구간	7	27	189	· 상치보강, 피복재 보강, 항내측 보강
3구간	20	27	540	· 상치보강, 피복재 보강, 항내측 보강
4구간	100	36	3,600	· 상치보강, 피복재 보강, 항내측 보강
5구간	385	16	6,160	· 신규계획
6구간	25	10	250	· 신규계획
남방파제	500		7,350	
1구간	100	7	700	· 신규계획
2구간	90	7	630	· 신규계획
3구간	110	17	1,870	· 신규계획
4구간	175	20	3,500	· 신규계획
5구간	25	26	650	· 신규계획
부 대 비	-		-	
합 계	1,180		23,094	

4.4 축산항

4.4.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 본 항에 위치한 영덕군 축산면은 면적 59.36km², 인구 4,234명(2003년), 18개리로 이루어져 있고, 북쪽은 영해면 서쪽으로 지품면, 남쪽으로 영덕읍과 접하며, 동쪽은 동해에 면한다.
- 조선시대에는 영해부에 속하였으나, 1914년 영덕군에 합병되면서 축산면이 되었다.
- 지형은 서쪽에는 태백산맥이 뻗어있고, 봉화산-망월산-용당산-화림산등에 둘러싸여 있어 전반적으로 구릉성 지형을 이루며, 이들 산지에서 발원하는 동로천이 사방으로 흘러내린다.
- 해안선은 단조롭고 해안까지 산지가 임박하여 항구 발달에 불리하나 북동쪽의 축산항은 강구와 더불어 영덕군의 2대 어항을 이룬다.
- 축산항의 북측은 봉화산, 남측은 죽도산으로 가로 막혀 있어 하절기 태풍의 영향은 받지 않으나 항 입구가 동측으로 열려 있어 동해 선풍의 직접적인 영향을 받으며 항내 수심은 대체로 (-)3.0~(-)14.0m이고 해저질은 실트질 모래로 구성되어 있다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.4.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원	
바 랫	최대풍속	풍 속	m/sec	18.3	현상 일수	맑 음	112.6
		풍 향		NNE		흐 립	99.5
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.7		안 개	9.4
		풍 향		NNE		강 수	30.4
	평균풍속		m/sec	2.6		강 설	8.4
기 온	연 평 균	℃	13.1	결 빙		91.1	
	최 고		37.7	뇌 전		11.5	
	최 저		-14.2	폭 풍		26.4	
강수량	연 평 균	mm	1,125.4	기 온		1.2	
	일 최 다		296.0				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 13.1℃이며, 월평균기온은 1월이 1.0℃, 8월이 24.1℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 37.7℃(2008년 7월), 최저기온은 -14.2℃(2001년 1월)로 나타났다.

[표 4.4.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

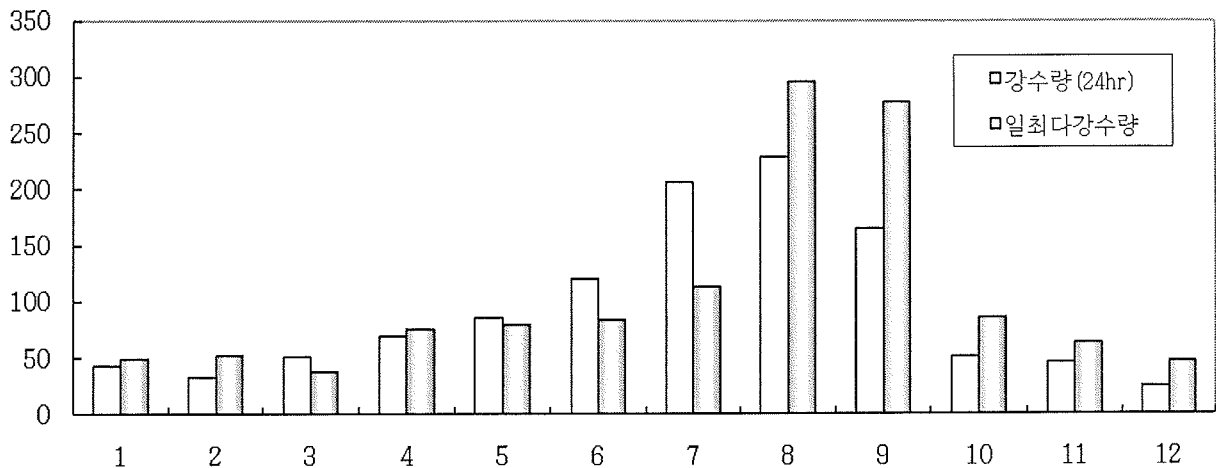
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	1.0	3.0	6.8	12.5	16.6	20.1	23.7	24.1	20.0	14.9	9.1	5.5	13.1
최 고	16.8	24.1	26.8	34.0	32.5	36.9	37.7	37.6	34.5	29.0	24.8	20.4	37.7
최 저	-14.2	-12.8	-7.0	-3.6	1.5	7.9	11.1	13.0	7.0	0.6	-6.5	-11.8	-14.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 2003년의 1,841.2mm, 연최소 강수량은 1995년의 558.2mm이며, 연평균 강수량은 1,125.4mm로 나타났다.

<그림 4.4.1> 강수량(mm)



[표 4.4.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

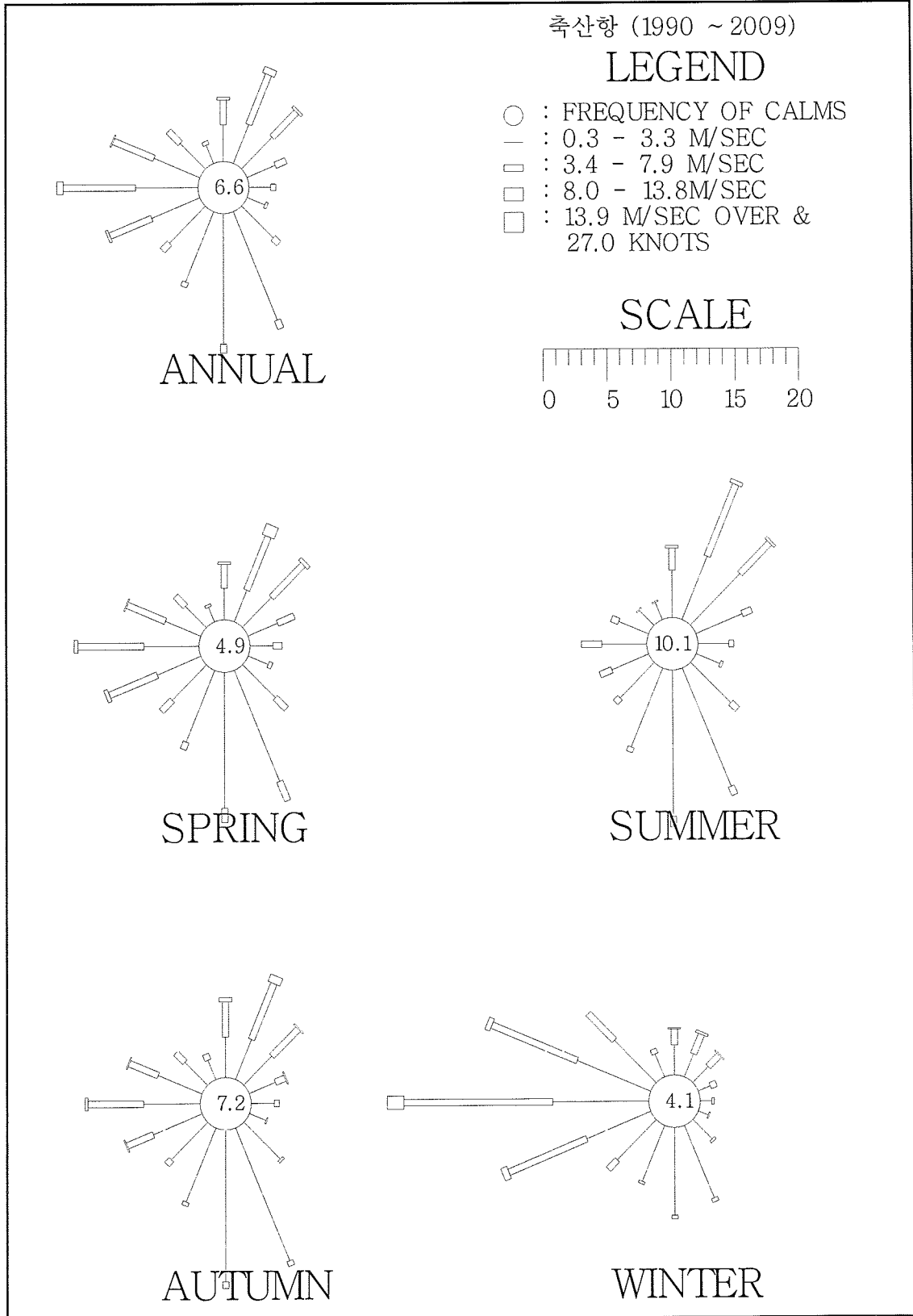
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	42.9	33.0	51.5	69.6	85.8	120.3	206.9	229.0	164.5	51.4	45.9	24.6	1,125.4
일최다	49.6	52.0	38.5	75.5	80.0	83.5	113.5	296.0	277.5	86.0	63.5	47.3	296.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 NNE방향에서 18.3m/sec로 나타난다.

<그림 4.4.2> 바람장미도



[표 4.4.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	3.1	3.0	2.9	2.9	2.5	2.2	2.0	2.0	2.2	2.3	2.3	3.0	2.6
최대	18.2	16.2	16.1	15.6	13.6	12.2	11.8	16.4	18.3	14.9	14.8	15.5	18.3
	WSW	W	WSW	WSW	NNE	N	ESE	SE	NNE	NNE	NNE	W	NNE
순간최대	28.6	26.6	27.2	25.6	22.0	19.2	21.7	27.6	32.7	23.8	25.3	27.1	32.7
	WNW	W	W	WSW	NNE	NNE	SE	NNE	NNE	NNE	WNW	WSW	NNE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태는 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.6일로 약 30.8% 이고 흐린 날씨는 99.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 9.4일, 강수일수는 30.4일, 폭풍일수는 26.4일로 나타난다.

[표 4.4.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	15.7	12.3	9.5	9.4	8.9	4.4	2.8	3.8	5.6	10.9	13.1	16.2	112.6
흐림	5.1	4.6	7.4	6.8	9.0	13.1	16.6	12.6	10.0	5.9	4.9	3.5	99.5
안개	0.0	0.1	0.1	0.5	1.4	3.4	2.4	1.2	0.2	0.0	0.0	0.1	9.4
강수	1.6	0.8	1.8	2.3	2.6	3.0	5.6	5.2	3.7	1.6	1.4	0.8	30.4
강설	2.9	2.4	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	8.4
결빙	27.8	21.4	12.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.2	20.9	91.1
뇌전	0.1	0.0	0.3	0.3	1.2	1.6	3.1	3.5	0.6	0.5	0.3	0.0	11.5
폭풍	4.2	2.7	3.3	3.4	1.6	0.6	0.7	0.9	1.6	1.5	1.9	4.0	26.4

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정하였다.

[표 4.4.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 영덕군 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 265일, 육상작업 가능일수는 261일로서 년가동율이 73%와 72% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.4.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	45.95	57.69	103.64	261.36
해 상	10.99	58.59	99.58	265.42

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 축산항의 조위는 약최고만조위(Approx. H.H.W)가 DL(+)0.262m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 DL(+)0.174m, 평균해면(M.S.L)이 DL(+)0.131m이며, 대조차 0.086m, 평균조차 0.068m, 소조차 0.05m로서 조석 간만의 차가 매우 적다.

[표 4.4.8] 축산항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 41.9	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 26.2	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 17.4	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 16.5	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 15.6	
평 균 해 면 (M.S.L)	DL(+) 13.1	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 10.6	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 9.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 8.8	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성파표(축산)

b) 조류

- 동해안의 조류는 전반적으로 연안근해에 있어서 일정한 조류라고 할 만한 것이 없고, 다만 바람에 의해서 생기는 미약한 표면류가 있을 뿐으로 해류에 의해서 일어나고 해류의 강약에 따라 유향, 유속이 모두 변하며 대체로 그 유속은 1노트 이하를 보고 있다.

c) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.4.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
축산항 정비계획용역 보고서(2004.12)	NNE	7.3	12.0	
	E	5.4	9.0	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

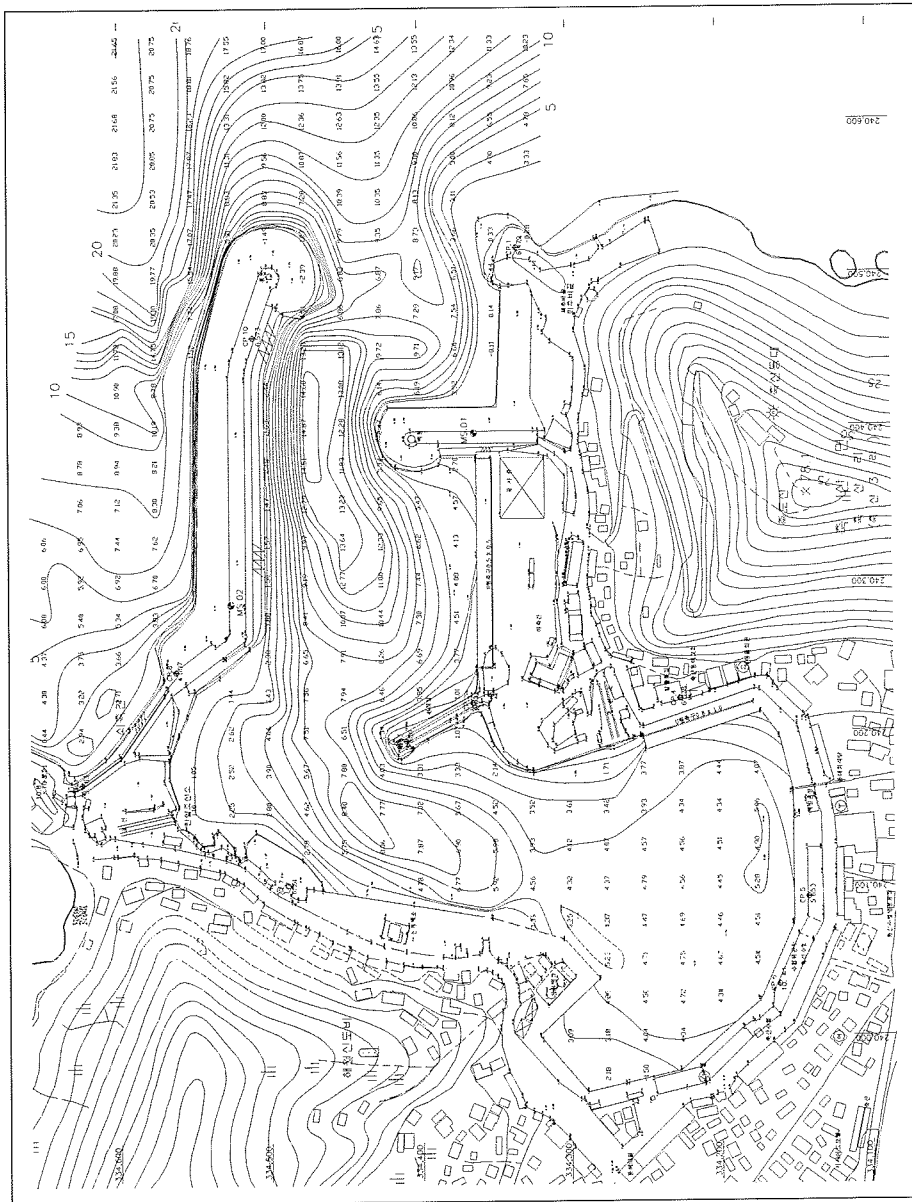
a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “축산항 정비계획용역 보고서(2004. 12)”를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

- 축산항의 수심 분포는 수심도에서 보는 바와 같이 전반적으로 항 내의 수심은 D.L(-)4m 에서 (-)15m 정도의 수심분포를 나타나며 항 입구(홍등앞부분)에서는 D.L(-)6m~(-)7m 정도의 수심을 보이며 외항으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.4.3> 수심 및 지형측량도



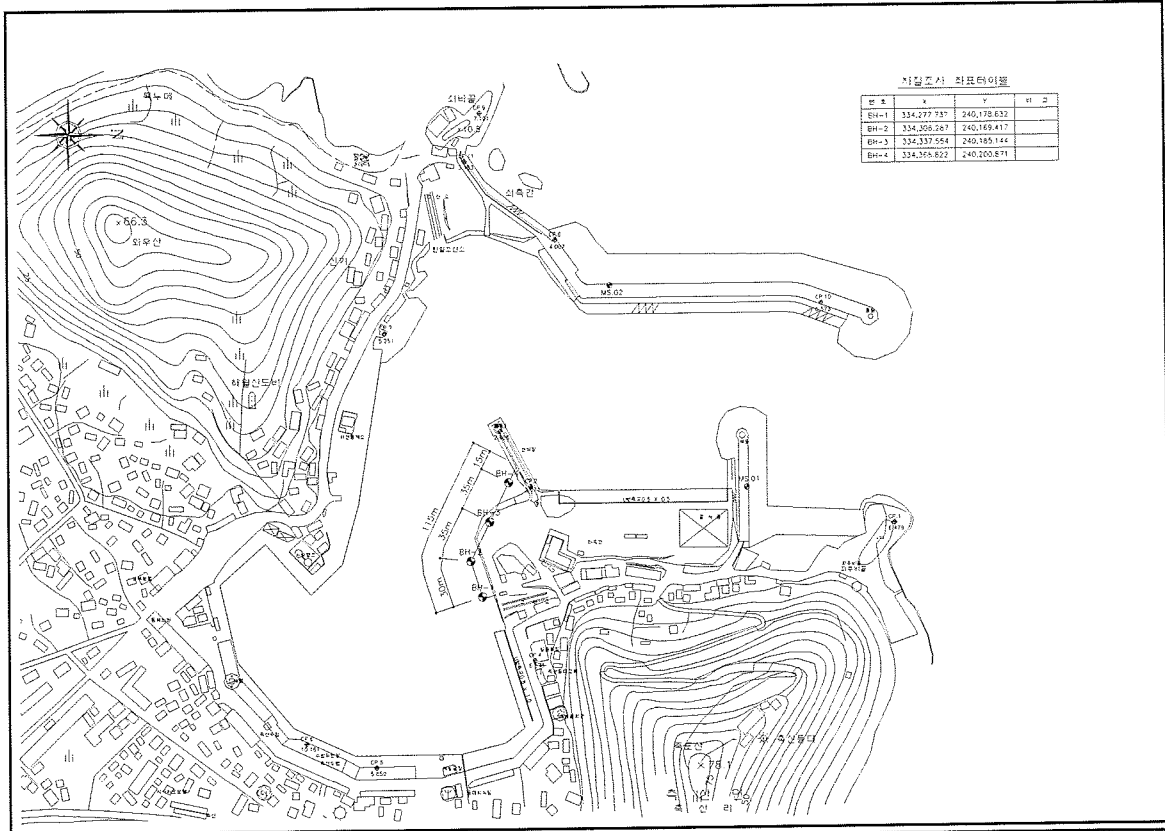
※ 자료 : 축산항 정비계획용역 보고서(2004.12, 해양수산부)

나) 지반조사

가) 개요

• 지형측량 자료는 기존에 수행된 “축산항 정비계획용역 보고서(2004. 12)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	1.40	334,277.737	240,178.632	
BH-2	1.90	334,306.287	240,169.417	
BH-3	(+)2.10	334,337.554	240,185.144	
BH-4	1.40	334,368.822	240,200.871	

c) 지형 및 지질

- 본 항에 위치한 영덕군 축산면은 면적 59.36km², 인구 4,234명(2003년), 18개리로 이루어져 있다. 북쪽은 영해면 서쪽으로 지품면, 남쪽으로 영덕읍과 접하며, 동쪽은 동해에 면한다.
- 조선시대에는 영해부에 속하였으나, 1914년 영덕군에 합병되면서 축산면이 되었다.
- 지형은 서쪽에는 태백산맥이 뻗어있고, 봉화산·망월산·용당산·화림산등에 둘러싸여 있어 전반적으로 구릉성 지형을 이룬다.
- 또, 이들 산지에서 발원하는 동로천이 사방으로 흘러내린다.
- 해안선은 단조롭고 해안까지 산지가 임박하여 항구 발달에 불리하나 북동쪽의 축산항은 강구와 더불어 영덕군의 2대 어항을 이룬다.
- 축산항의 북측은 봉화산, 남측은 죽도산으로 가로 막혀 있어 하절기 태풍의 영향은 받지 않으나 항 입구가 동측으로 열려 있어 동해 선풍의 직접적인 영향을 받으며 항내 수심은 대체로 (-)3.0 ~ (-)14.0m이고 해저질은 실트질 모래로 구성되어 있다.

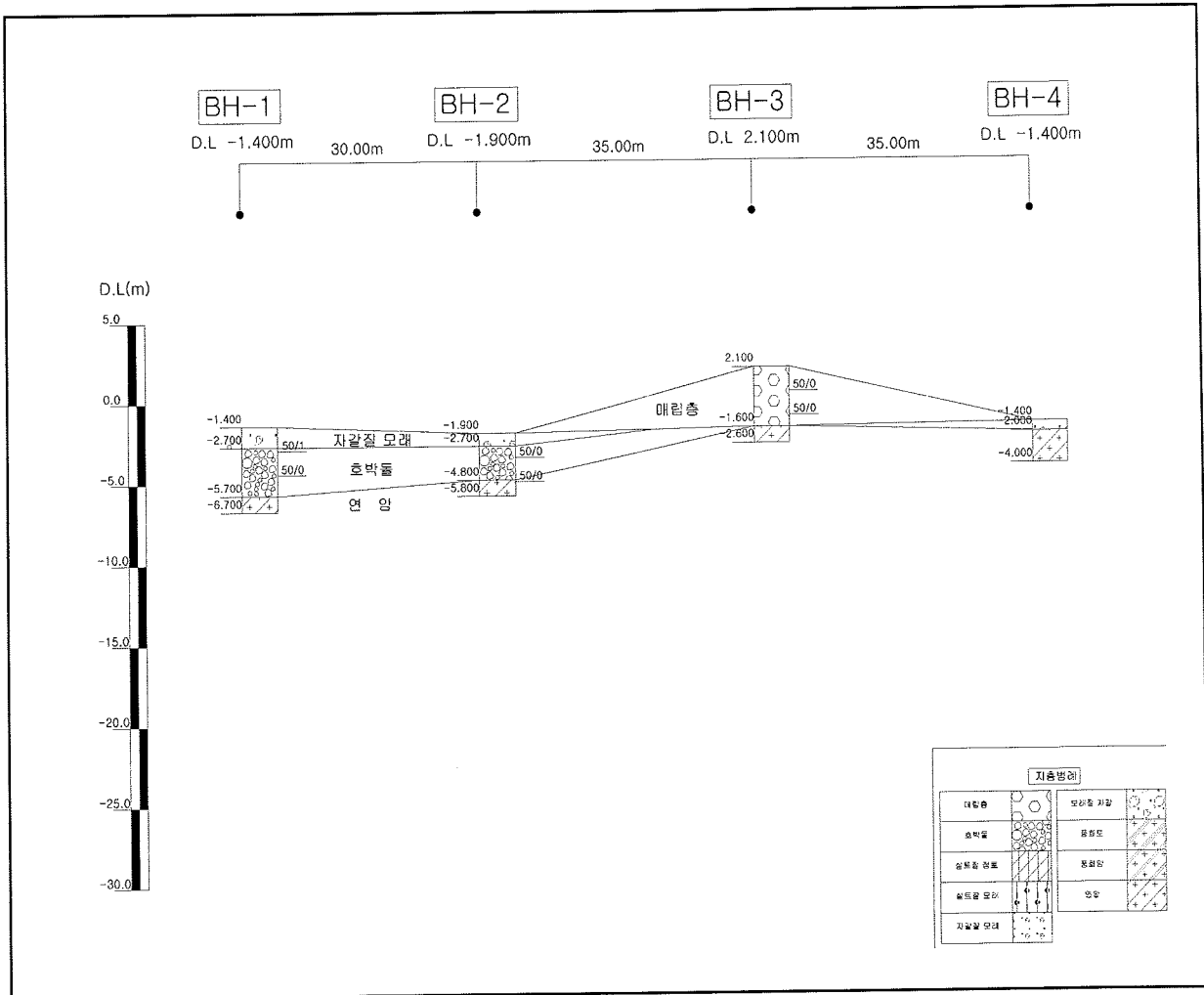
d) 시추조사 결과 요약

- 조사지역은 매립층, 풍화토, 풍화암으로 이루어져 있다.
- 풍화대층은 모암이 심한 풍화를 받아 형성되었으며, 모암의 기본조직이 거의 남아 있고, 화학적 및 물리적 성질은 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있다.
- 연암은 풍화암보다 신선하고 높은 경도를 갖고 있으며, 절리 및 균열이 발달하고, 이들 불연속면을 따라 풍화 변질작용을 받은 기반암으로, 시추조사시 코어회수가 매우 저조하거나 불가능한 상태여서 굴진속도, 순환수의 누수정도 및 Slime, 팽물의 풍화도 등을 참고하여 구분하였다.

[표 4.4.10] 시추조사 결과

공 번	매립층	자갈질 모래층	호박돌층	연 암	계	비 고
BH - 1	-	1.3	3.0	1.0	5.3	
BH - 2	-	0.8	2.1	1.0	3.9	
BH - 3	3.7	-	-	1.0	4.7	
BH - 4	-	0.6	-	2.0	2.6	
소 계	3.7	2.7	5.1	5	16.5	

<그림 4.4.4> 지질조사 주상도



※ 자료 : 축산항 정비계획용역 보고서(2004.12, 해양수산부)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

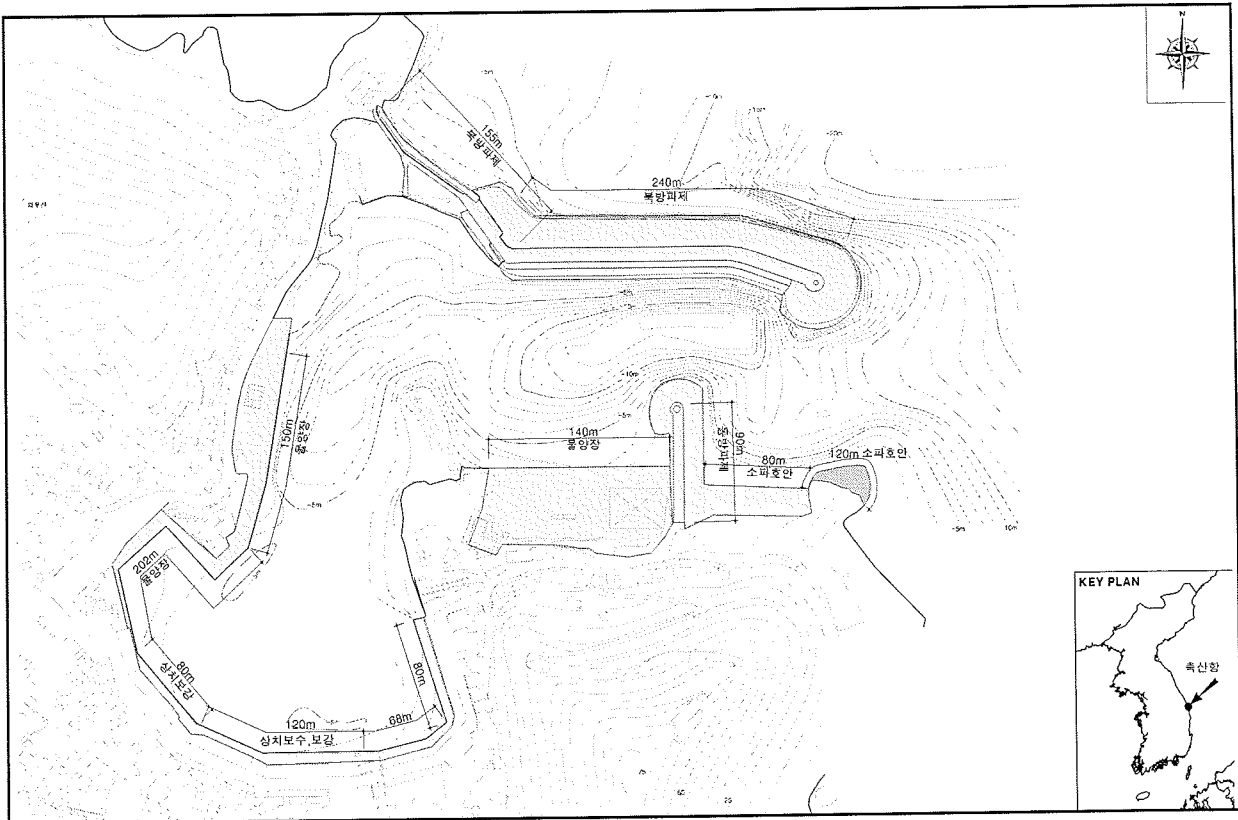
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1988년	안전도 진단 실시	
1990년	접안시설 소요연장 조사	
1993년	정비계획 수립	
1995년	환경영향평가 시행	
2004년	정비계획 수립	

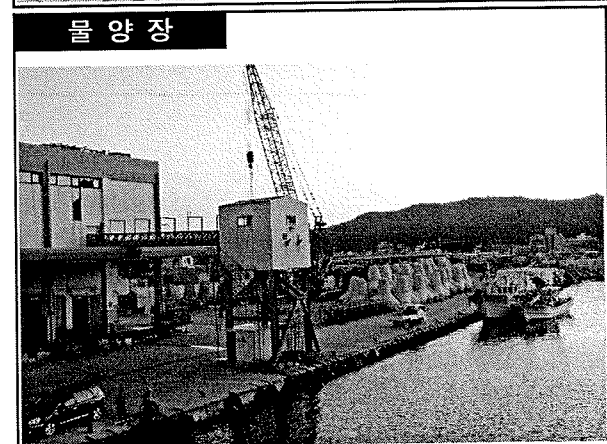
나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석경사식	395m	
	동방파제	사석경사식	150m	
	소파호안	중력식	110m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	940m	
	접속호안	중력식	10m	

<그림 4.4.5> 축산항 현황도



<그림 4.4.6> 기존 시설현황



다) 기존 외곽시설 시설제원

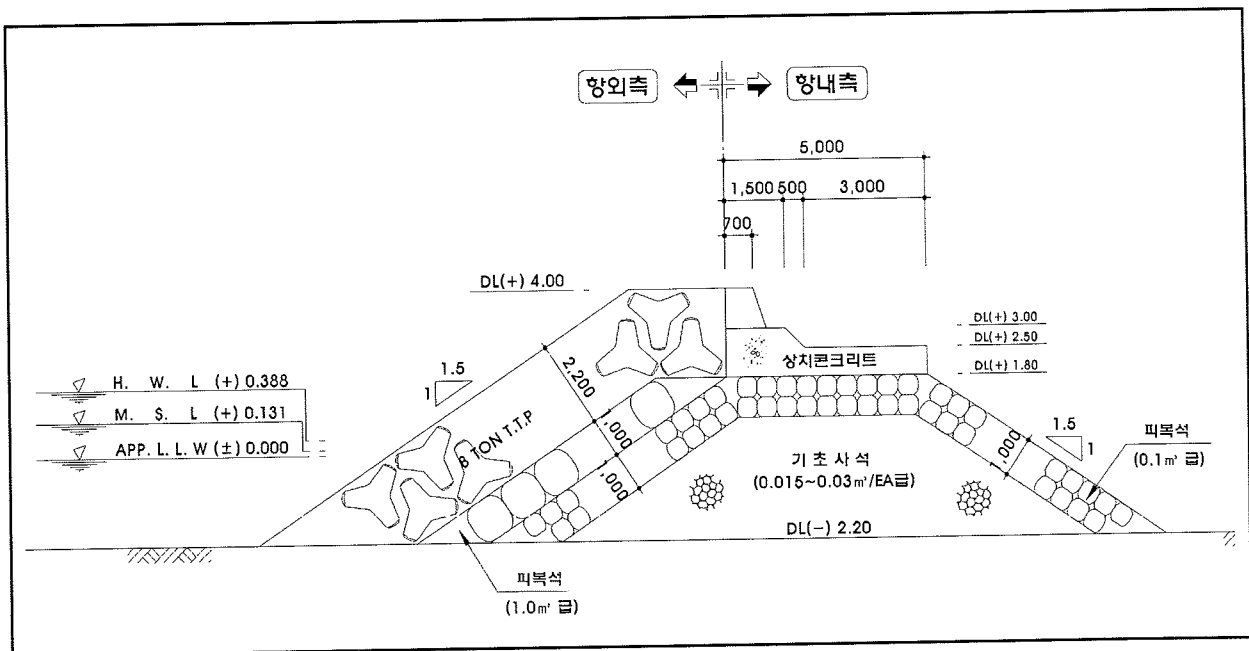
가) 시설제원

- 축산항 북방파제는 중량 8/16/40tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 계획 연장은 395m이며 동방파제는 중량 16/25tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 상세 시설제원은 [표 4.4.11]과 같다.

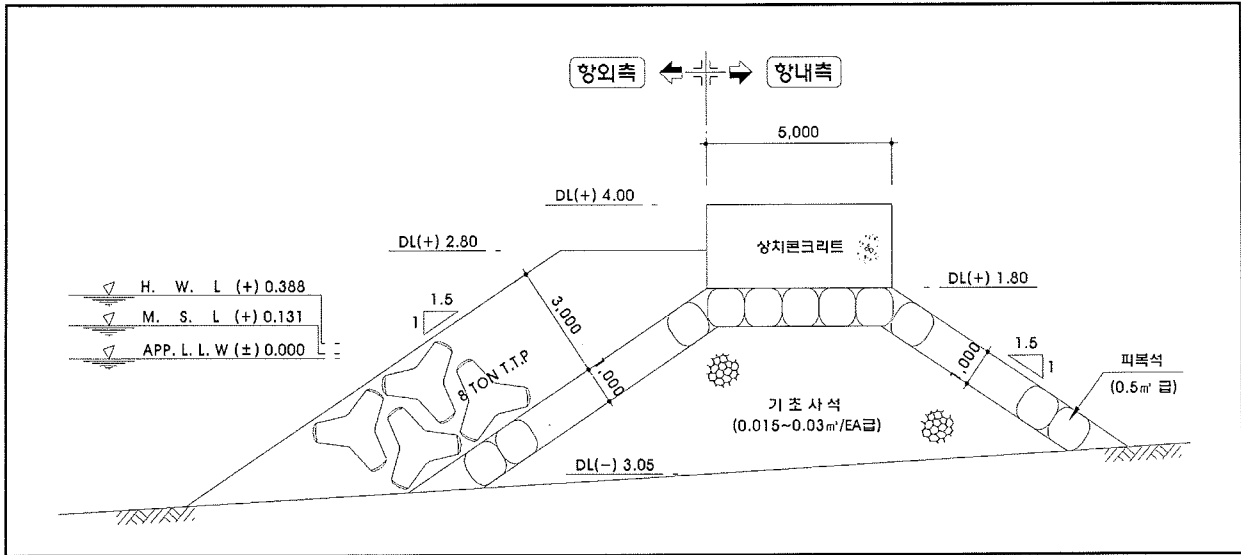
[표 4.4.11] 외곽시설 시설제원

구 분	북방파제	동방파제	비 고
연 장	395m	150m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	2000년	2004년	
전면수심	DL.(-)2.2~7.5m	DL.(-)9.00m	
마루높이	DL.(+)4.0~7.0m	DL.(+)6.40m	
피복재	8/16/40tonf	16/25tonf	

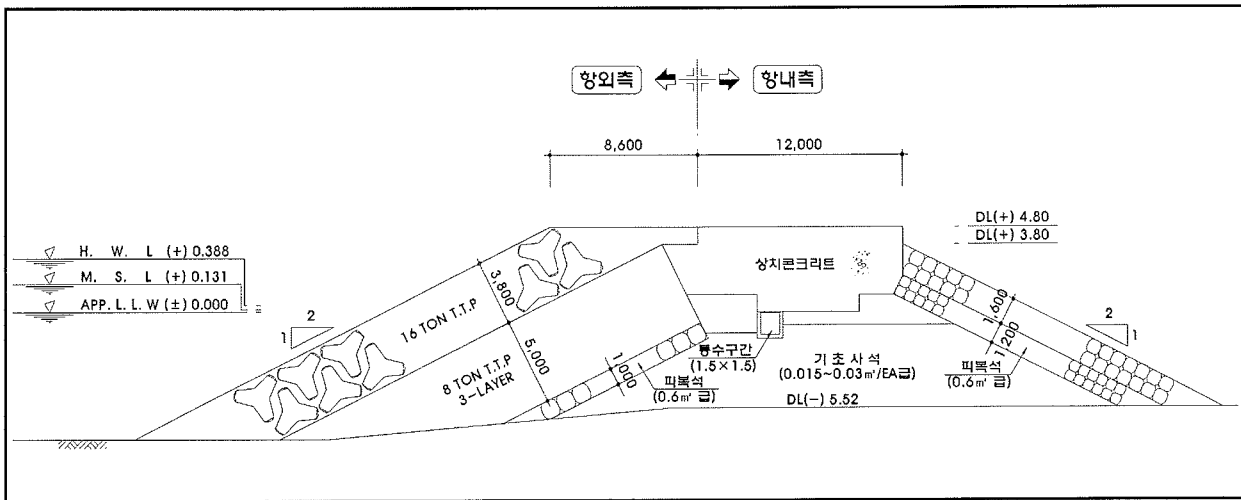
<그림 4.4.7> 북방파제 표준단면도(1구간)



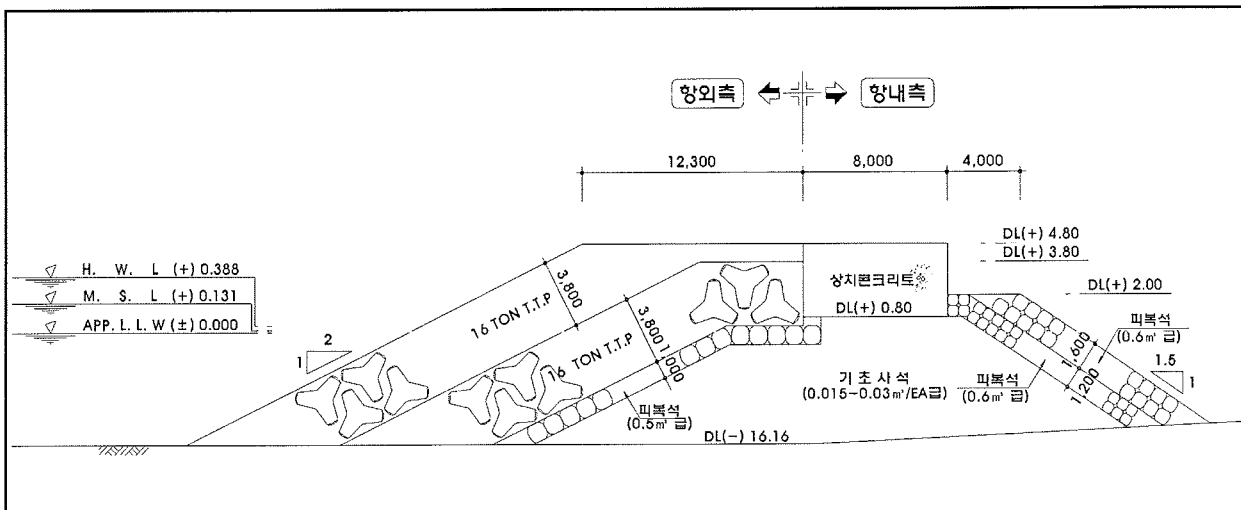
<그림 4.4.8> 북방파제 표준단면도(2구간)



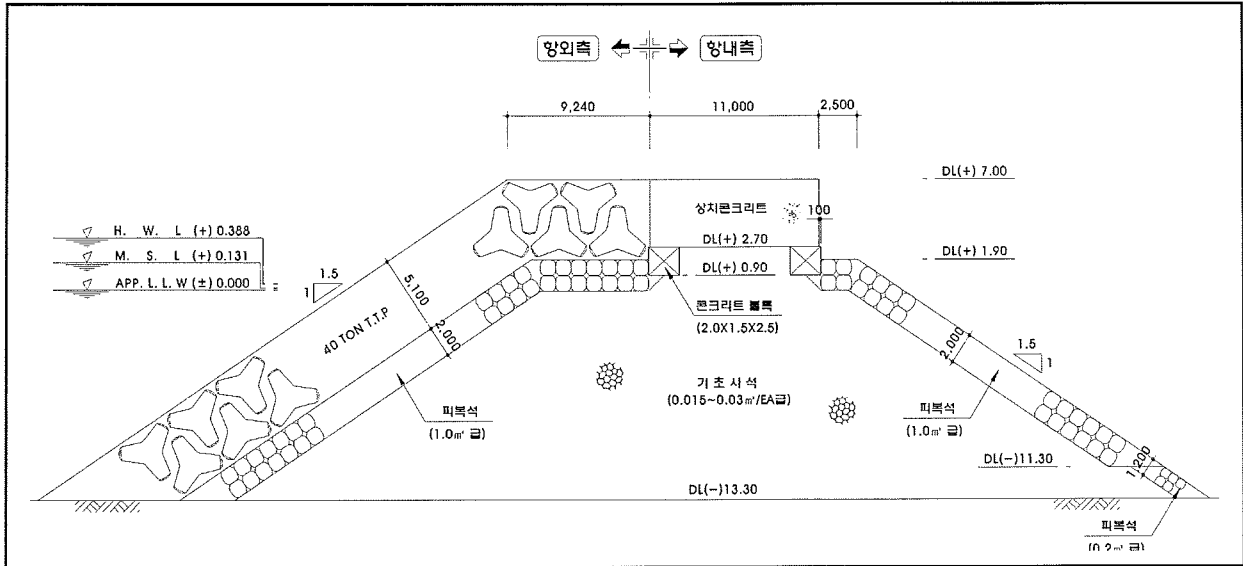
<그림 4.4.9> 북방파제 표준단면도(3구간)



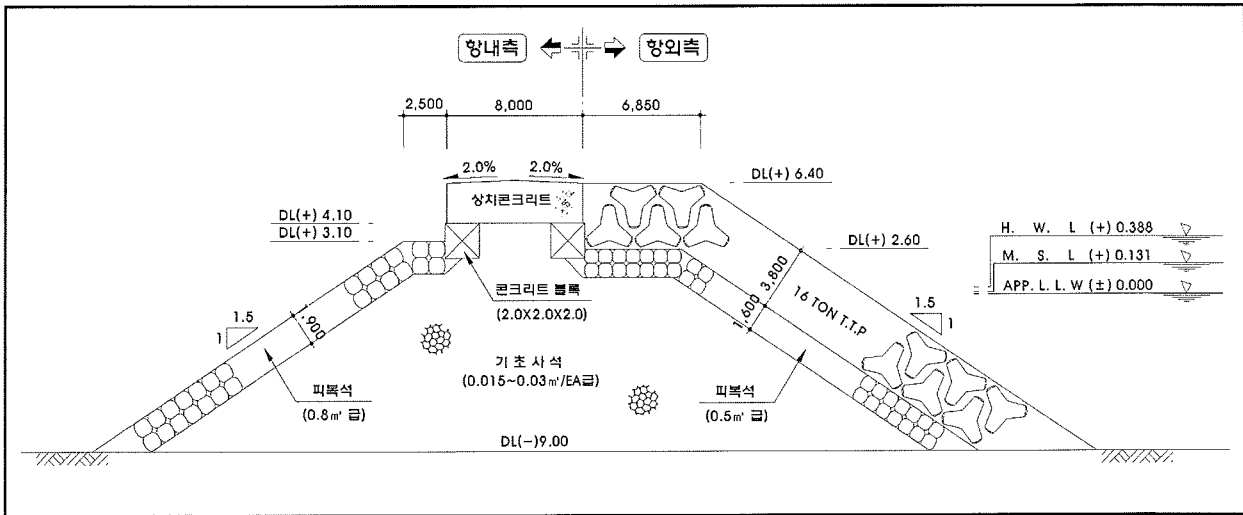
<그림 4.4.10> 북방파제 표준단면도(4구간)



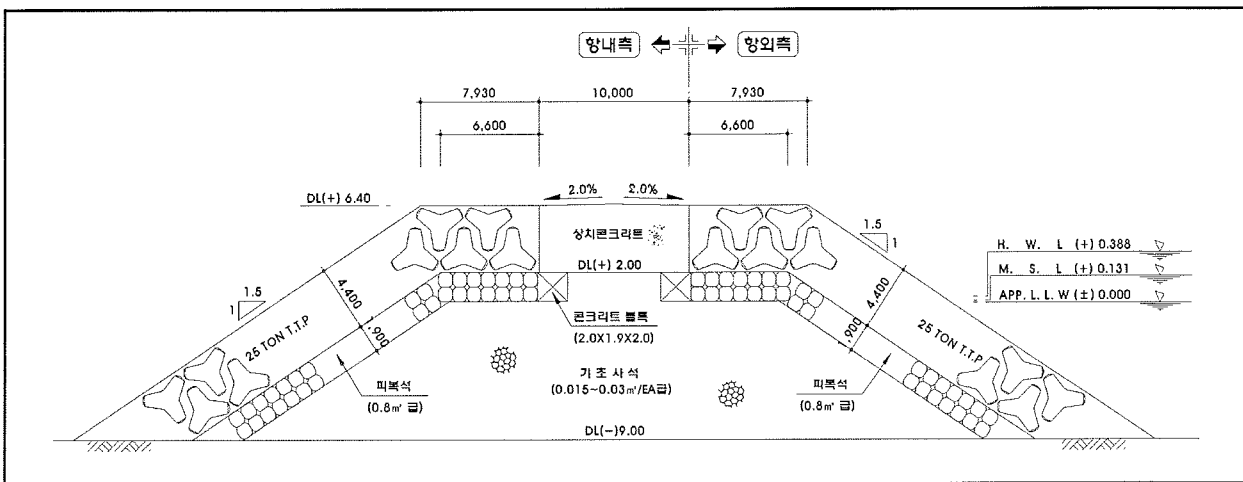
<그림 4.4.11> 북방파제 표준단면도(5구간)



<그림 4.4.12> 동방파제 표준단면도(1구간)



<그림 4.4.13> 동방파제 표준단면도(2구간)



4.4.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계과고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요증량의 적정성, 상치콘 크리트의 활동·전도, 체체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

다) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H. H. W)	DL(+) 38.	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 26.2	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 17.4	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 16.5	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 15.6	
평 균 해 면 (M. S. L)	DL(+) 13.1	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 10.6	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 9.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 8.8	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(삼척)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적인고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.4.12] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월과랑에 의한 방법	
	제3방법	처오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
북방파제	1구간 (No.0~No.9+7.5)	1.8	12.8	ENE	50년
	2구간 (No.9+7.5~No.10+8.0)	1.8	12.8	ENE	
	3구간 (No.10+8.0~No.13+8.0)	4.2	12.9	E	
	4구간 (No.13+8.0~No.15+5.0)	4.2	12.9	E	
	5구간 (No.15+5.0~No.37+5.0)	8.0	12.9	E	
	6구간 (No.37+5.0~No.39+5.0)	8.0	12.9	E	
동방파제	1구간 (No.0~No.7)	5.2	12.3	ESE	50년
	2구간 (No.7~No.9)	5.2	12.3	ESE	

다) 기존단면 안전성 평가

가) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 북방파제와 동방파제로 시설현황은 [표 4.4.13]과 같다.

[표 4.4.13] 방파제 시설현황

방 파 제 시설현황도		
	북방파제	동방파제
구 분	북방파제	동방파제
연 장	395m	90m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	2000년	2004년
전면수심	DL.(-)2.2~7.5m	DL.(-)9.00m
마루높이	DL.(+)4.0~7.0m	DL.(+)6.40m
피 복 재	8/16/40tonf	16/25tonf
검토구간	6개 구간	2개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 26.2m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 38.8m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
북방파제	1구간	DL.(+)2.20	DL.(+)1.60	DL.(+)2.70	DL.(+)2.00	DL.(+)2.20	DL.(+)4.00	O.K
	2구간	DL.(+)2.20	DL.(+)1.80	DL.(+)2.90	DL.(+)2.00	DL.(+)2.20	DL.(+)4.00	O.K
	3구간	DL.(+)4.60	DL.(+)4.40	DL.(+)5.50	DL.(+)3.90	DL.(+)4.60	DL.(+)4.80	O.K
	4구간	DL.(+)4.60	DL.(+)4.70	DL.(+)5.50	DL.(+)3.70	DL.(+)4.60	DL.(+)4.80	O.K
	5구간	DL.(+)8.40	DL.(+)9.30	DL.(+)9.90	DL.(+)8.40	DL.(+)8.40	DL.(+)7.00	N.G
	6구간	DL.(+)8.40	DL.(+)9.30	DL.(+)9.90	DL.(+)8.40	DL.(+)8.40	DL.(+)7.00	N.G
동방파제	1구간	DL.(+)5.60	DL.(+)5.90	DL.(+)6.80	DL.(+)5.20	DL.(+)5.60	DL.(+)6.40	O.K
	2구간	DL.(+)5.60	DL.(+)5.90	DL.(+)6.80	DL.(+)5.20	DL.(+)5.60	DL.(+)6.40	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방과제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
북방과제	1구간	2.16 ~ 3.85	2.588	쇄파대
	2구간	2.29 ~ 4.08	3.438	쇄파대
	3구간	4.64 ~ 8.59	5.908	쇄파대
	4구간	4.66 ~ 8.74	6.548	쇄파대
	5구간	9.18 ~ 16.06	13.688	쇄파대
동방과제	1구간	5.84 ~ 10.77	9.388	쇄파대
	2구간	-	-	-

■ 피복재 소요질량 산정

구 분		계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
북방과제	1구간	1.0 TON T.T.P	1.0 TON T.T.P	8.0 TON T.T.P	O.K
	2구간	1.0 TON T.T.P	1.0 TON T.T.P	8.0 TON T.T.P	O.K
	3구간	10.0 TON T.T.P	10.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	4구간	10.0 TON T.T.P	10.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	5구간	50.0 TON SEALOCK	60.0 TON SEALOCK	40.0 TON T.T.P	N.G
	6구간	70.0 TON SEALOCK	70.0 TON SEALOCK	40.0 TON T.T.P	N.G
동방과제	1구간	20.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	N.G
	2구간	32.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	N.G

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고	
북방파제	1구간	0.06 ~ 0.09	0.1	1.0	O.K
	2구간	0.06 ~ 0.09	0.1	0.5	O.K
	3구간	0.62 ~ 9.20	0.3	0.6	O.K
	4구간	0.62 ~ 9.20	0.3	0.5	O.K
	5구간	3.32 ~ 4.98	TRIPORD 5.0 ton	1.0	N.G
	6구간	4.67 ~ 7.00	TRIPORD 7.0 ton	1.0	N.G
동방파제	1구간	1.23 ~ 1.84	0.5	0.5	O.K
	2구간	1.92 ~ 2.88	0.8	0.8	O.K

a) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
북방 파재	1구간	1.32 > 1.20	O.K	12.59 > 1.20	O.K	1.11 > 1.00	O.K	10.09 > 1.10	O.K
	2구간	4.16 > 1.20	O.K	15.66 > 1.20	O.K	2.84 > 1.00	O.K	10.47 > 1.10	O.K
	3구간	2.36 > 1.20	O.K	7.79 > 1.20	O.K	1.80 > 1.00	O.K	5.65 > 1.10	O.K
	4구간	1.63 > 1.20	O.K	5.07 > 1.20	O.K	1.33 > 1.00	O.K	4.07 > 1.10	O.K
	5구간	0.93 < 1.20	N.G	2.64 > 1.20	O.K	0.79 < 1.00	N.G	2.26 > 1.10	O.K
	6구간	-	-	-	-	-	-	-	-
동방 파재	1구간	1.30 > 1.20	O.K	4.17 > 1.20	O.K	1.05 > 1.00	O.K	3.40 > 1.10	O.K
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
북방파재	1구간	1.77 > 1.20	O.K	1.52 > 1.00	O.K
	2구간	1.76 > 1.20	O.K	1.52 > 1.00	O.K
	3구간	1.67 > 1.20	O.K	1.45 > 1.00	O.K
	4구간	1.75 > 1.20	O.K	1.52 > 1.00	O.K
	5구간	1.23 > 1.20	O.K	1.09 > 1.00	O.K
	6구간	-	-	-	-
동방파재	1구간	1.49 > 1.20	O.K	1.30 > 1.00	O.K
	2구간	-	-	-	-

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 북방파제 및 동방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.4.14]와 같다.

[표 4.4.14] 안전성 검토 결과

구 분		북방파제						동방파제		
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	1구간	2구간	
구 조 물 설 계 파	파고(m)	1.80	1.80	4.20	4.20	8.00	8.00	5.20	5.20	
	주기(s)	12.80	12.80	12.90	12.90	12.90	12.90	12.30	12.30	
	파 향	ENE	ENE	E	E	E	E	ESE	ESE	
마 투 이 (DL.(+),m)	현 황	4.00	4.00	4.80	4.80	7.00	7.00	6.40	6.40	
	금 회 (판 정)	2.20 (OK)	2.20 (OK)	4.60 (OK)	4.60 (OK)	8.40 (NG)	8.40 (NG)	5.60 (OK)	5.60 (OK)	
피 복 재 요 량 (t o n)	현 황	T.T.P 8.0	T.T.P 8.0	T.T.P 16.0	T.T.P 16.0	T.T.P 40.0	T.T.P 40.0	T.T.P 16.0	T.T.P 25.0	
	금 회 (판 정)	T.T.P 1.0 (OK)	T.T.P 1.0 (OK)	T.T.P 10.0 (OK)	T.T.P 10.0 (OK)	Sealock 60.0 (NG)	Sealock 70.0 (NG)	T.T.P 20.0 (NG)	T.T.P 32.0 (NG)	
상 부 및 체 안	상 시	활 동 (판 정)	1.32 (OK)	4.16 (OK)	2.36 (OK)	1.63 (OK)	0.93 (NG)	-	1.30 (OK)	-
		전 도 (판 정)	12.59 (OK)	15.66 (OK)	7.79 (OK)	5.07 (OK)	2.64 (OK)	-	4.17 (OK)	-
		직선활동 (판 정)	1.77 (OK)	1.76 (OK)	1.67 (OK)	1.75 (OK)	1.23 (OK)	-	1.49 (OK)	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	1.11 (OK)	2.84 (OK)	1.80 (OK)	1.33 (OK)	0.79 (NG)	-	1.05 (OK)	-
		전 도 (판 정)	10.09 (OK)	10.47 (OK)	5.65 (OK)	4.07 (OK)	2.26 (OK)	-	3.40 (OK)	-
		직선활동 (판 정)	1.52 (OK)	1.52 (OK)	1.45 (OK)	1.52 (OK)	1.09 (OK)	-	1.30 (OK)	-

- 축산항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었으나, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 그러므로, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 현재 시공이 완료된 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 체체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.4.15] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
북방파제	1구간 : No.0~No.9+7.5	○	불필요
	2구간 : No.9+7.5~No.10+8.0	○	불필요
	3구간 : No.10+8.0~No.13+8.0	○	불필요
	4구간 : No.13+8.0~No.15+5.0	○	불필요
	5구간 : No.15+5.0~No.37+5.0	×	필요
	6구간 : No.37+5.0~No.39+5.0	×	필요
동방파제	1구간 : No.0~No.7	×	필요
	2구간 : No.7~No.9	×	필요

4.4.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 축산항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 북방파제 2개 구간, 방사제 2개구간에 대하여 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.4.16] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북방파제	1구간	97.5m	
	2구간	10.5m	
	3구간	30.0m	
	4구간	17.0m	
	5구간	220.0m	○
	6구간	20.0m	○
방사제	1구간	70.0m	○
	2구간	20.0m	○

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사재의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 북방파제

- 개정 심해파를 고려한 북방파제의 검토결과, 마루높이는 5, 6구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되었으며, 소요 마루높이 확보를 위해 상치를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 북방파제 5, 6구간에서 안정성이 확보되지 않아 5구간에서는 60.0 TON SEALOCK, 6구간에서는 70.0 TON SEALOCK을 보강하여 안정성을 확보하였다.
- 또한, 상부공 안정성이 미확보된 5구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보토록 하였다.

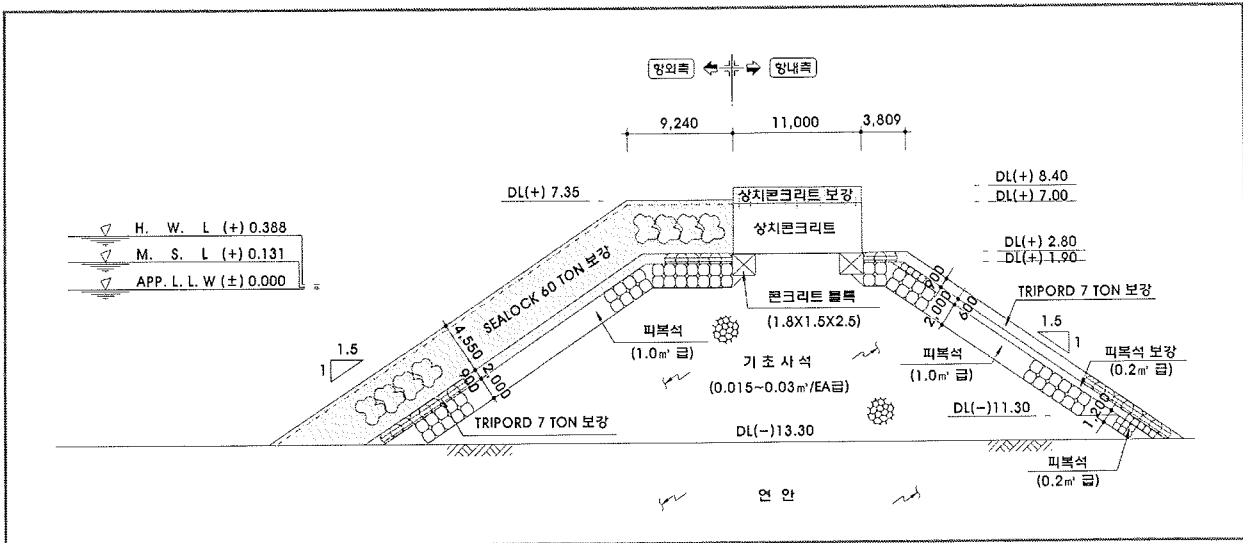
[표 4.4.17] 북방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	비 고
시설연장		97.5m	10.5m	30.0m	17.0m	220.0m	20m	395.0m
마 루 높 이	현황	DL(+)4.0m	DL(+)4.0m	DL(+)4.8m	DL(+)4.8m	DL(+)7.0m	DL(+)7.0m	
	계획	-	-	-	-	DL(+)8.4m	DL(+)8.4m	
외 측 피복재	현황	T.T.P 8.0ton	T.T.P 8.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 40.0ton	T.T.P 40.0ton	
	계획	-	-	-	-	Sealock 60.0ton	Sealock 70.0ton	

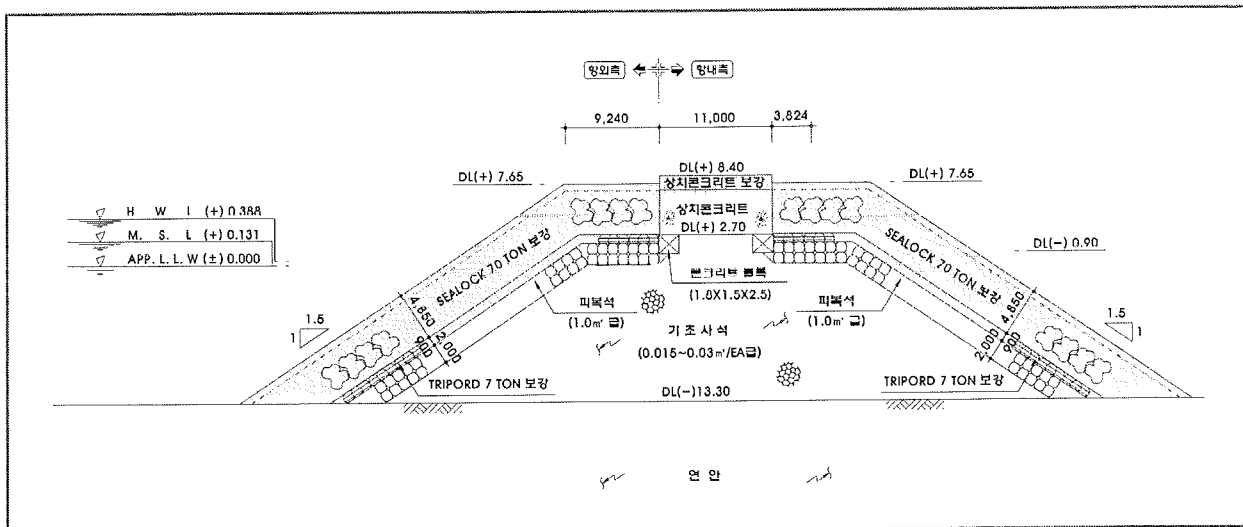
[표 4.4.18] 북방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안	비 고
5구간	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.40m 확보 • 기존 설치되어있는 40.0 TON T.T.P를 제거하고 중간피복재 TRIPORD 7.0 TON을 보강후 60.0 TON SEALOCK를 보강하여 안정성을 확보 • 항내측 피복석 0.2m³를 보강하고 TRIPORD 7.0 TON을 설치하여 안전성을 확보 	
6구간	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.40m 확보 • 기존 설치되어있는 40.0 TON T.T.P를 제거하고 중간피복재 TRIPORD 7.0 TON을 보강후 70 TON SEALOCK를 보강하여 안정성을 확보 	

<그림 4.4.14> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강안)



<그림 4.4.15> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강안)



나) 동방파제

- 개정 심해파를 고려한 동방파제 검토결과, 마루높이는 소요 마루높이 5.6m를 만족하므로 안정한 것으로 나타났다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 동북방파제 1, 2구간구간에서 안정성이 확보되지 않아서 20.0 TON T.T.P 및 32.0 TON T.T.P 이상을 보강하여야 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.
- 따라서, 1구간은 기존 동방파제 두부구간의 T.T.P 25.0ton을 유용하는 보강1안이 경제적으로 판단되어 채택·건의하며, 2구간은 북방파제에서 제거되는 T.T.P 40.0ton을 유용하여 경제성을 확보하는 보강1안을 채택·건의한다.

[표 4.4.19] 동방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	비 고
시설연장		70m	20m	90m
마루 높이	현황	DL(+)6.4m	DL(+)6.4m	
	계획	-	-	
외 측 피복재	현황	T.T.P 16.0ton	T.T.P 25.0ton	
	계획	T.T.P 25.0ton유용	T.T.P 40.0ton유용	

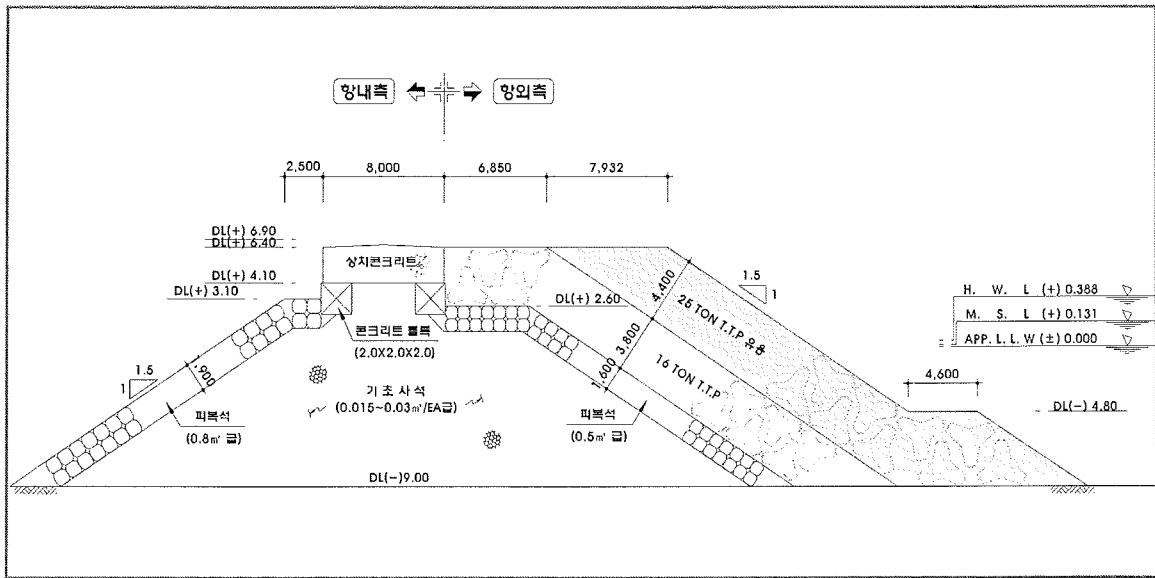
[표 4.4.20] 동방파제 보수·보강 방안

단 면		보수·보강 방안	비 고
1구간	보강1안	• 기존 피복재 전면으로 동방파제 두부구간의 25.0 TON T.T.P를 유용하여 안정성을 확보	채택 건의
	보강2안	• 기존 피복재 전면으로 20.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성 확보	
2구간	보강1안	• 기존 피복재 전면으로 북방파제 5구간의 40.0 TON T.T.P를 유용하여 안정성을 확보	채택 건의
	보강2안	• 기존 피복재 전면으로 32.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성 확보	

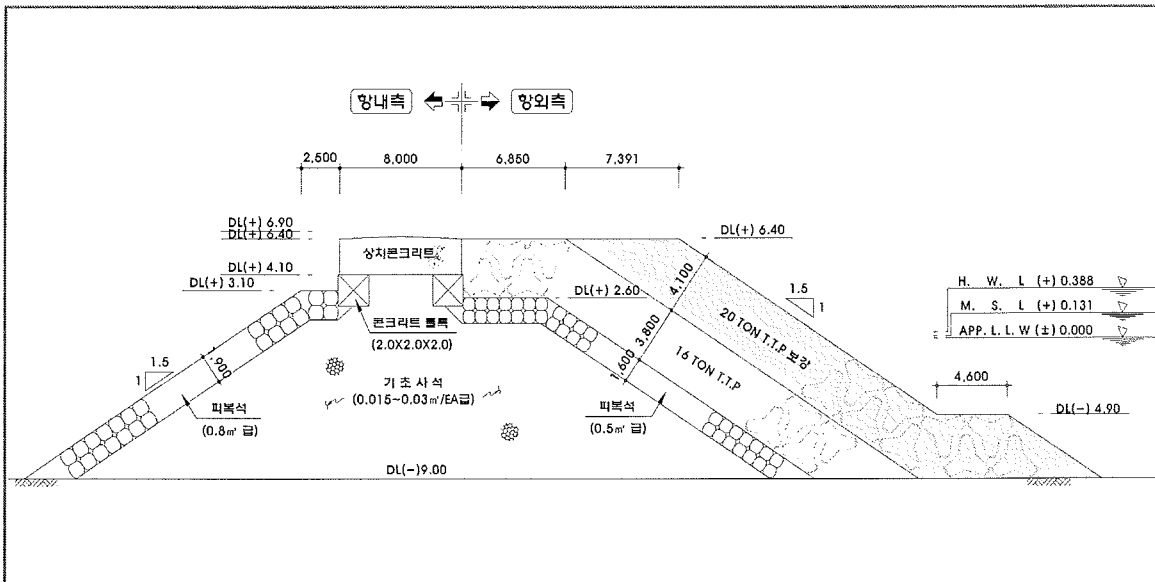
[표 4.4.21] 보수·보강 단면 비교

구분		보강1안	보강2안
1 구간	단면형상		
	개략공사비	4백만원/m	16백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 유용에 따른 경제성 양호 • 피복재 안정성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복재 신규 제작에 따른 경제성 불량
	채택건의	◎	
2 구간	단면형상		
	개략공사비	5백만원/m	33백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 유용에 따른 경제성 양호 • 피복재 안정성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복재 신규 제작에 따른 경제성 불량
	채택건의	◎	

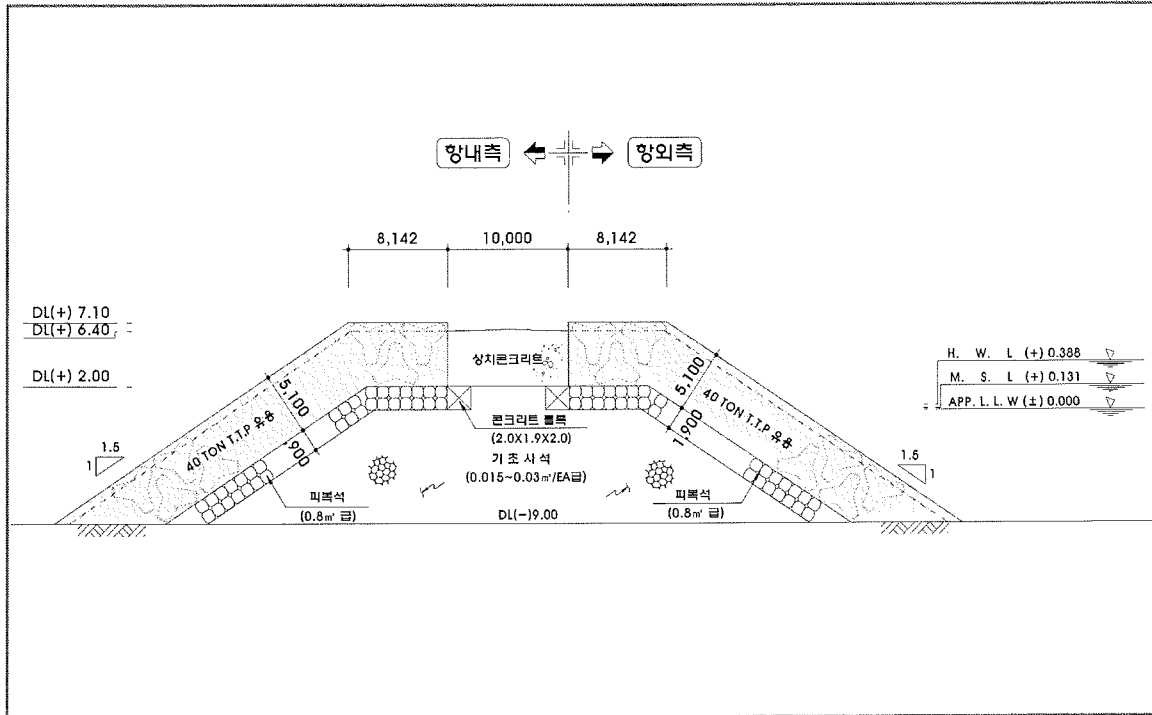
<그림 4.4.16> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)



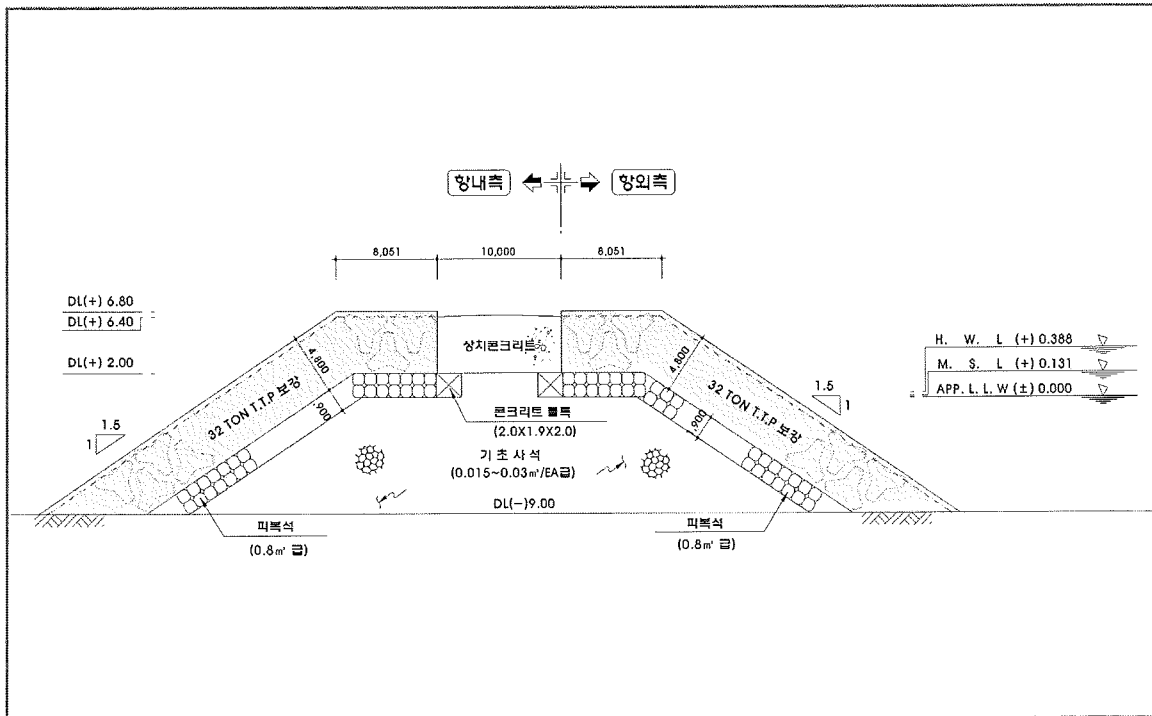
<그림 4.4.17> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)



<그림 4.4.18> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강1안)



<그림 4.4.19> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강2안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 증개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 축산항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 100억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고
북방파제	348.0		9,180	
1구간	-	-	-	
2구간	-	-	-	
3구간	-	-	-	
4구간	-	-	-	
5구간	220.0	37	8,140	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강
6구간	20.0	52	1,040	• 상치 보강, 피복재 보강
동방파제	90.0		380	
1구간	70.0	4	280	• 피복재 보강
2구간	20.0	5	100	• 피복재 보강
부 대 비			100	• 등대 이설(2기)
합 계			9,660	

4.5 대보항

4.5.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 대보항이 속한 포항시는 태백산맥의 남부로서 산악기복이 심하며 서북의 분수령은 청송 및 영천과 경계를 이루고 남부의 대소산악은 경주시와 경계를 이루며 동해에 돌출한 장기곶은 영일만을 형성하고 있다.
- 기타 대소하천은 서북산악에서 기원하여 동해 바다로 흐르나 대개가 유역이 적고 그 사이에 흥해, 연일, 대송, 기계 등의 평야가 있다.
- 동해안은 일반적으로 경사가 급하여 굴곡이 적으나 구룡포, 양포, 대보 등은 천연적으로 양호한 항이다.
- 기후는 온난하여 강설 일수가 적은 편이며, 풍향은 연중에 걸쳐 북동풍이 강하게 불고, 교통은 육로로서 경주, 영덕, 대구 방향으로 통하는 국도와 구룡포와 경주 감포방면, 그리고 기계, 죽장 방면으로 통하는 지방도가 있어 시 전역에 걸쳐 교통이 매우 편리하다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.5.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원		
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.5	현상 일수	일	맑 음	112.5
		풍 향		SSE			흐 립	99.8
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	29.3			안 개	3.9
		풍 향		SSE			강 수	31.6
	평균풍속		m/sec	2.6			강 설	5.9
기 온	연 평 균		℃	14.5			결 빙	72.4
	최 고			38.6			뇌 전	11.9
	최 저			-11.7			폭 풍	8.0
강수량	연 평 균		mm	1,207.6			기 온	5.5
	일 최 다			516.4				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.5℃이며, 월평균기온은 1월이 2.2℃, 8월이 25.7℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 38.6℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.7℃(1991년 2월, 2004년 1월)로 나타났다.

[표 4.5.2] 월별 기온

(단위 : °C)

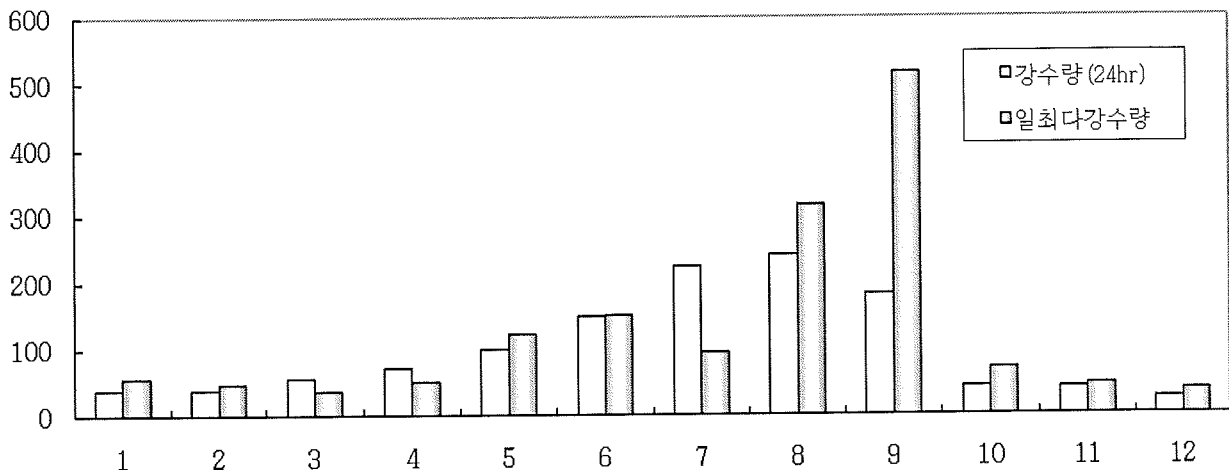
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.2	4.3	8.4	14.1	18.2	21.6	25.1	25.7	21.8	16.9	10.6	4.6	14.5
최 고	17.5	22.7	26.0	32.8	33.9	37.7	38.6	38.2	35.9	30.5	25.4	19.2	38.6
최 저	-11.7	-11.7	-7.1	-0.5	5.6	10.8	15.0	17.2	10.5	1.1	-4.7	-11.6	-11.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 66%가 6월~9월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 2003년의 2,098.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 600.0mm이며, 연평균 강수량은 1,207.6mm로 나타났다.

<그림 4.5.1> 강수량(mm)



[표 4.5.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

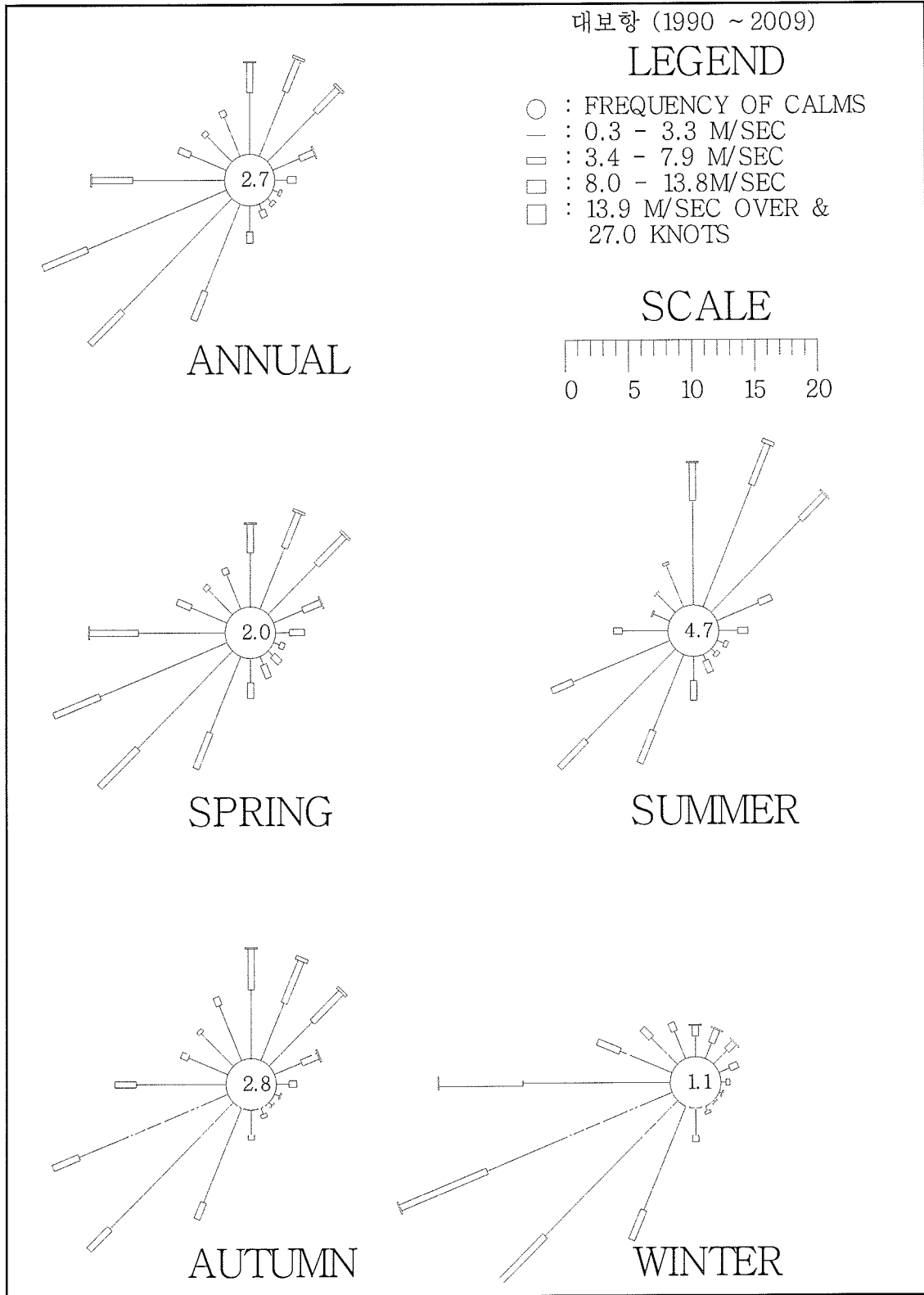
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	39.9	38.3	55.8	71.8	99.5	149.1	223.3	241.1	182.4	41.7	40.0	24.7	1,207.6
일최다	55.6	48.6	36.6	51.0	122.0	150.5	95.1	315.6	516.4	70.1	46.0	36.5	516.4

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 SSE방향에서 18.5m/sec로 나타났다.

<그림 4.5.2> 바람장미도



[표 4.5.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	2.9	2.8	2.9	2.8	2.7	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.6
최대	15.7	13.3	13.3	13.5	12.0	10.3	15.0	17.0	18.5	17.3	13.7	11.0	18.5
	WNW	NNE	NNE	N	NNE	NNW	NNE	NE	SSE	NNE	NE	W	SSE
순간최대	25.1	22.0	24.2	24.5	20.4	21.2	20.9	27.7	29.3	21.8	21.3	23.0	29.3
	NNE	W	N	W	W	N	NW	NE	SSE	NNE	NE	W	SSE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.5일로 약 30.8% 이고 흐린 날씨는 99.8일로 나타났다.
- 안개발생일수는 3.9일, 강수일수는 31.6일, 폭풍일수는 8.0일로 나타났다.

[표 4.5.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	15.3	12.1	9.8	9.5	8.6	4.1	3.0	3.8	4.5	10.7	14.5	16.6	112.5
흐림	5.2	4.9	7.4	6.7	9.1	12.9	15.6	12.8	11.5	6.0	4.5	3.2	99.8
안개	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	1.1	0.9	0.6	0.1	0.0	0.2	0.1	3.9
강수	1.4	1.5	2.0	2.6	2.9	3.4	5.8	5.3	3.5	1.4	0.9	0.9	31.6
강설	2.2	1.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	5.9
결빙	24.9	18.0	6.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.1	18.4	72.4
뇌전	0.0	0.1	0.4	0.6	1.1	0.9	3.2	3.5	1.3	0.4	0.3	0.1	11.9
폭풍	1.0	0.6	1.6	0.5	0.4	0.1	0.6	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	8.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정하였다.

[표 4.5.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 포항시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 267일로서 년가동율이 76%와 73% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 4.5.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	38.15	59.10	97.25	267.75
해 상	26.35	61.23	87.58	277.42

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 대보항의 평균해면은 DL(+) 11.6cm, 약최고고조위는 DL(+) 23.2cm, 평균고조위는 DL(+) 14.5cm, 대조차는 7.7cm, 평균조차는 5.8cm로 나타났다.

[표 4.5.8] 대보항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 37.7	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 23.2	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 15.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 14.5	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 13.5	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 11.6	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 9.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 8.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 7.7	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 녹동, 돌산, 대보항 정비계획 보고서(1995.10)

b) 조류

- 본 항은 영일만 입구부에 위치하고 있어 조류보다는 해류의 유동상태가 우세하다.
- 만내 측류의 유속은 0.4Knot 미만으로 아주 미약하며, 조류는 다른 해역에 비하여 1/4일 조조류가 우세하다. 따라서 항류는 달만갑쪽에서 0.2Knot로 만내에 유입하여 포항제철앞에 이르러 형산강수와 합류하여 장기곶 쪽으로 편향하여 0.2Knot로 유출되고 있다.

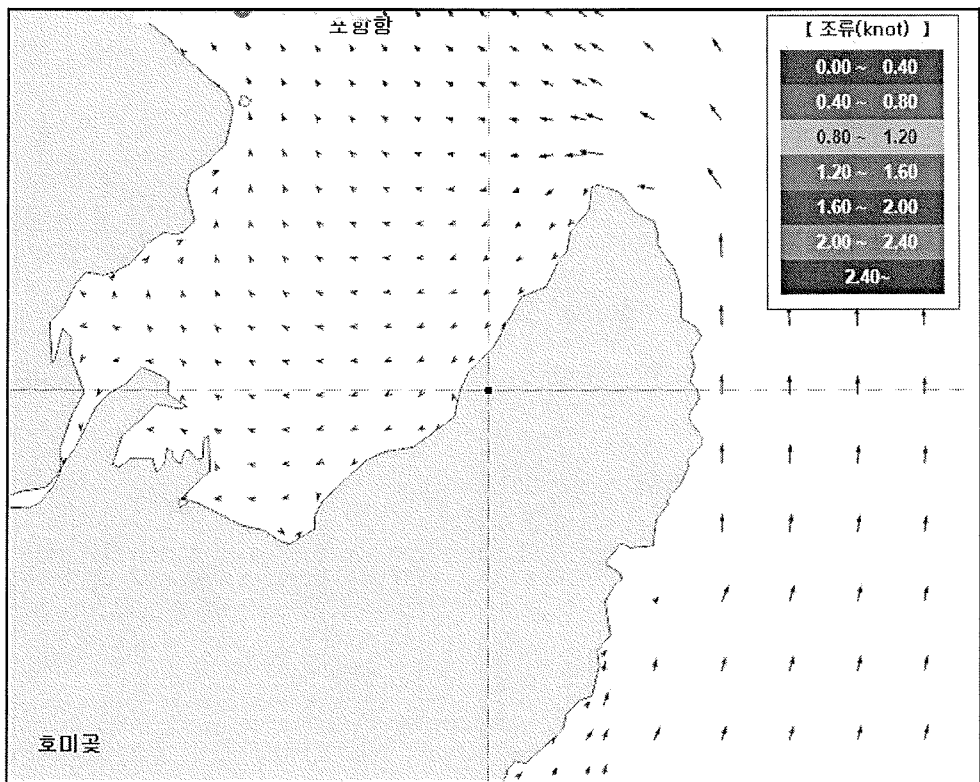
c) 파랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

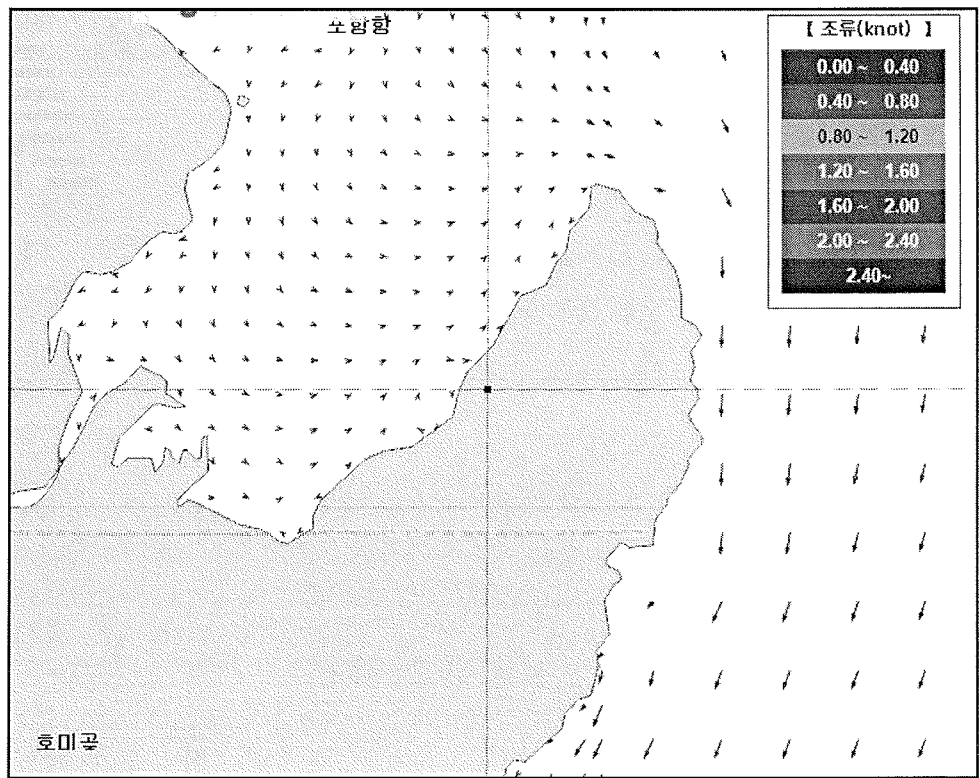
[표 4.5.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
대보항 정비계획(1995)	S	9.0	13.0	
	NNE	7.3	12.0	
	NNE	7.7	12.0	
대보항 기본시설계획 재검토서(도제 설치) (2001.7)	NE	7.7	12.0	
	ENE	5.47	9.0	
	E	4.17	8.0	

<그림 4.5.3> 최강 창조류



<그림 4.5.4> 최강 낙조류



2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

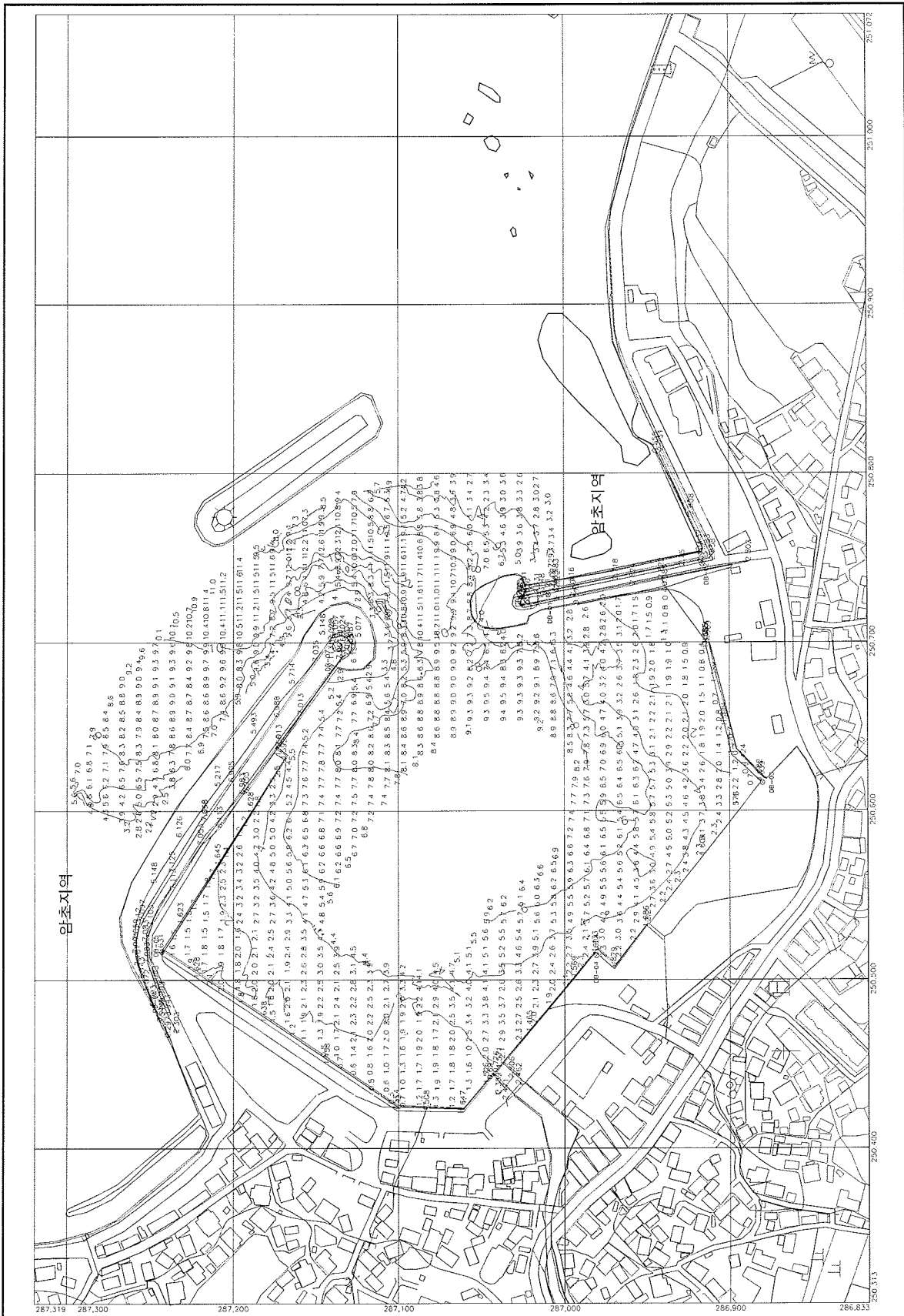
가) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2009.12)”에 수록된 대보항 정밀점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

가) 측량결과

- 대보항의 항내 수심은 D.L(-)1.5m에서 (-)6.0m정도의 수심분포를 나타나며 항 입구에서는 D.L(-)8.0m~(-)11.5m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.5.5> 수심 및 지형측량도



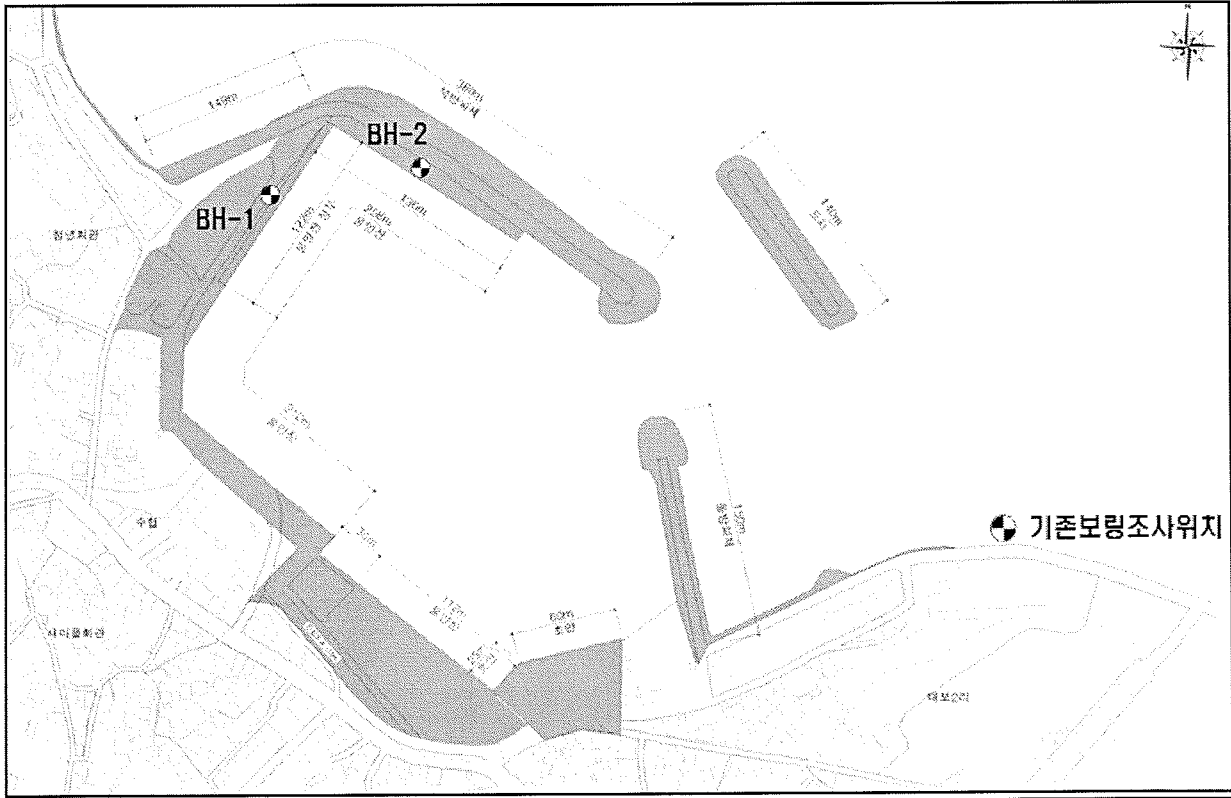
※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009.12, 한국어촌어항협회)

나) 지반조사

a) 개 요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “녹동, 돌산, 대보항 정비계획 보고서(1995.10)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	-	286,892	250,410	
BH-2	-	286,902	250,506	

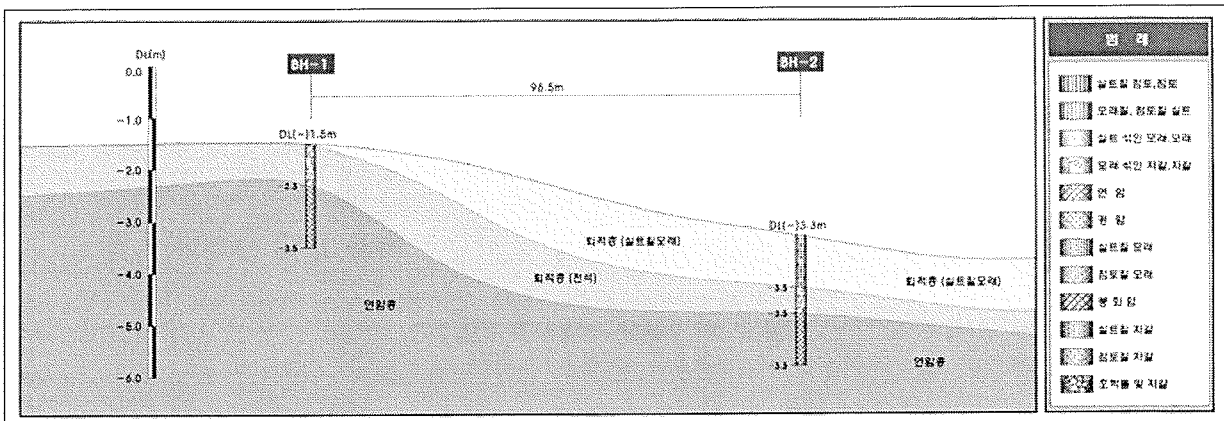
c) 지형 및 지질

- 본 조사지역은 행정구역상 경상북도 포항시 남구 대보면 대보리 일원에 해당되며, 지역적인 산계를 살펴보면 남서측으로 고금산, 봉화봉(119m), 공개산(214m) 등이 위치하고 있는 구룡성 산지의 말단부이며, 동해와 접하고 있다.
- 수계를 살펴보면 본 지역의 산계에 의해 형성된 계곡부 세천이 흘러 대보저수지, 강사저수지, 발산지, 삼정지 등에 집수되었다가 다시 동해로 유입된다.

- 조사지역의 지질분포를 살펴보면 우선 제3기의 셰일(SHALE)과 신생대 제4기의 현무암 및 층적층이 불규칙하게 분포하고 있으며, 동측 해변부에 층적층이 잘 발달되어 있다.
- 본 지역의 전역에 분포하는 셰일암은 대체로 갈색-백갈색을 띄고 있으며, 영일 체일층의 상부에 해당하는 지층으로 니암과 셰일의 호층을 이루고 있으며, 본 지역의 육지부에 위치하고 있는 신생대 제4기 현무암은 조면조립(粗面粗粒) 현무암으로 변정은 거의 알카리 장석이며 석기는 미립의 장석과 대부분 탄분으로 분포하고 있으며, 해변부는 층적층이 잘 발달하고 있으며, 사계, 모래, 실트질사 등으로 구성되어 있으며 비교적 두텁게 구성되어 있다.

d) 시추조사 결과 요약

<그림 4.5.6> 지질조사 주상도



※ 자료 : 녹동, 돌산, 대보항 정비계획 보고서(1995.10, 수산청)

구 분	BH-1	BH-2	총 계	비 고
점 토(m)	-	-	-	
모 래(m)	-	1.0	1.0	
자 갈(m)	0.8	0.5	1.3	
풍화토(m)	-	-	-	
풍화암(m)	-	-	-	
연 암(m)	1.2	1.0	2.2	
계	2.0	2.5	4.5	
SPT(회)	-	1	1	

3) 어항현황 및 시설제원 조사

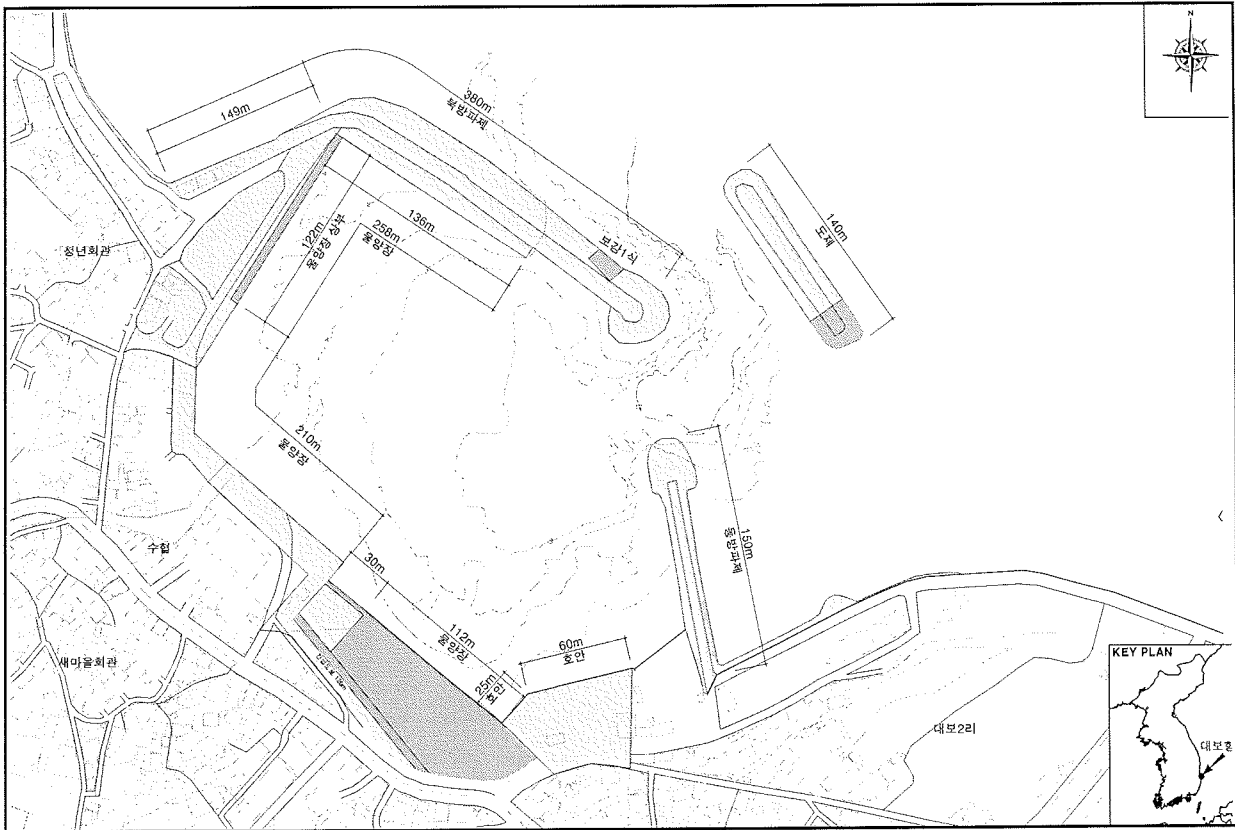
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1984년	기본시설 완공	
1995년	정비계획 수립	
2000년	기본시설 재검토(도체 설치)	
2005년	전체 시설 완공	

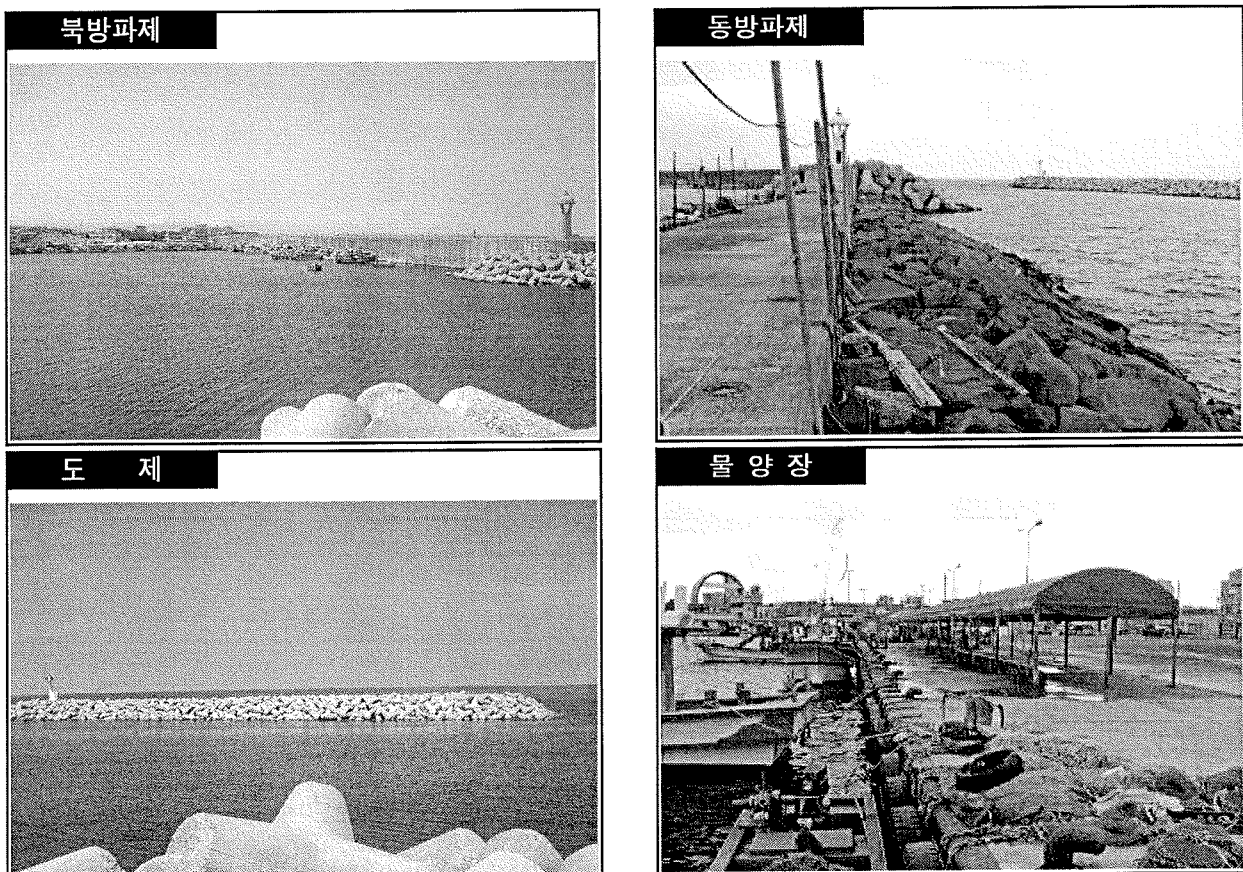
나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석경사식	380m	
	동방파제	사석경사식	150m	
	도 체	사석경사식	110m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	610m	
	호 안	콘크리트블럭식	94m	

<그림 4.5.7> 대보항 현황도



<그림 4.5.8> 기존 시설현황



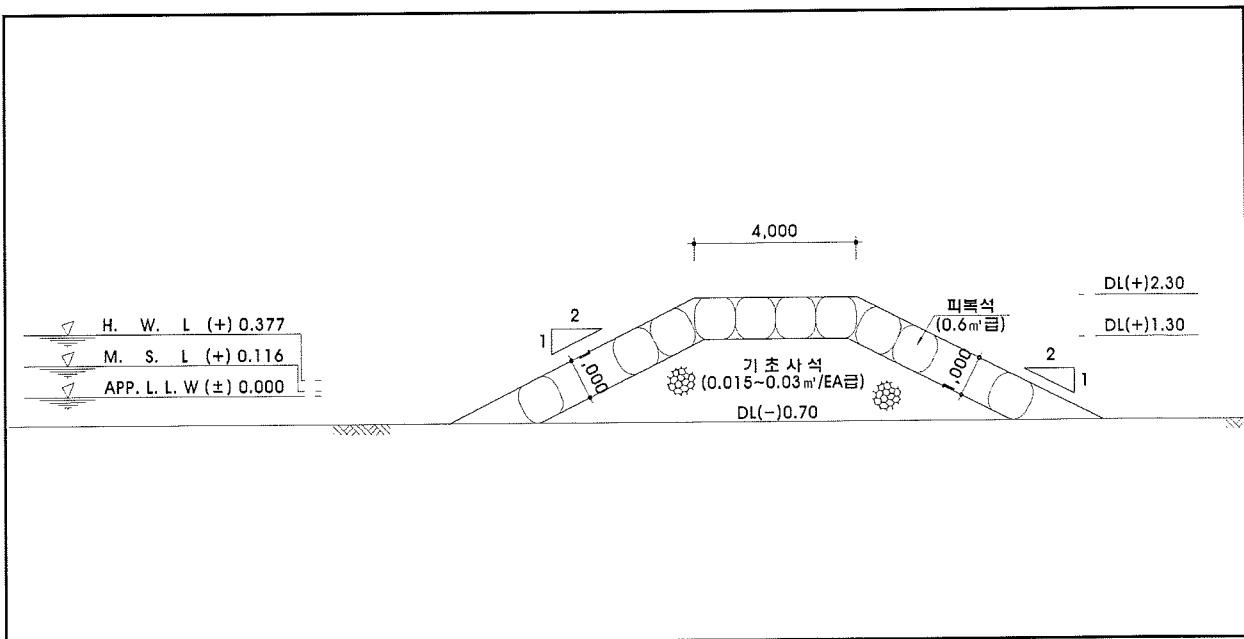
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 대보항 북방파제는 중량 16/25tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 380m이며, 동방파제는 0.8㎡급 사석으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 150m이고, 도제는 32tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 110m이며 상세 시설제원은 [표 4.5.10]과 같다.

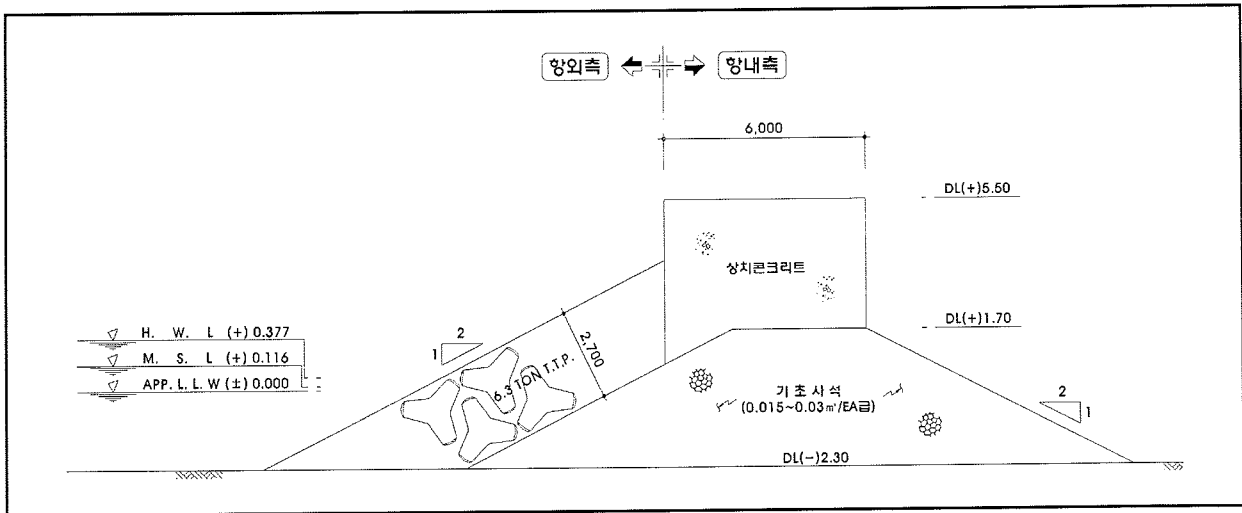
[표 4.5.10] 외곽시설 시설제원

구 분	북방파제	동방파제	도 제	비 고
연 장	380m	150m	110m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	1987년 (2001년 보강)	1986년	2005년	
전면수심	DL.(-)0.7~12.0m	DL.(-)6.0m	DL.(-)11.0~12.3m	
마루높이	DL.(+)2.3~7.0m	DL.(+)2.6~5.0m	DL.(+)5.0~5.4m	
피복재	6.3/16/25tonf	0.8㎡(사석)	25/32tonf	

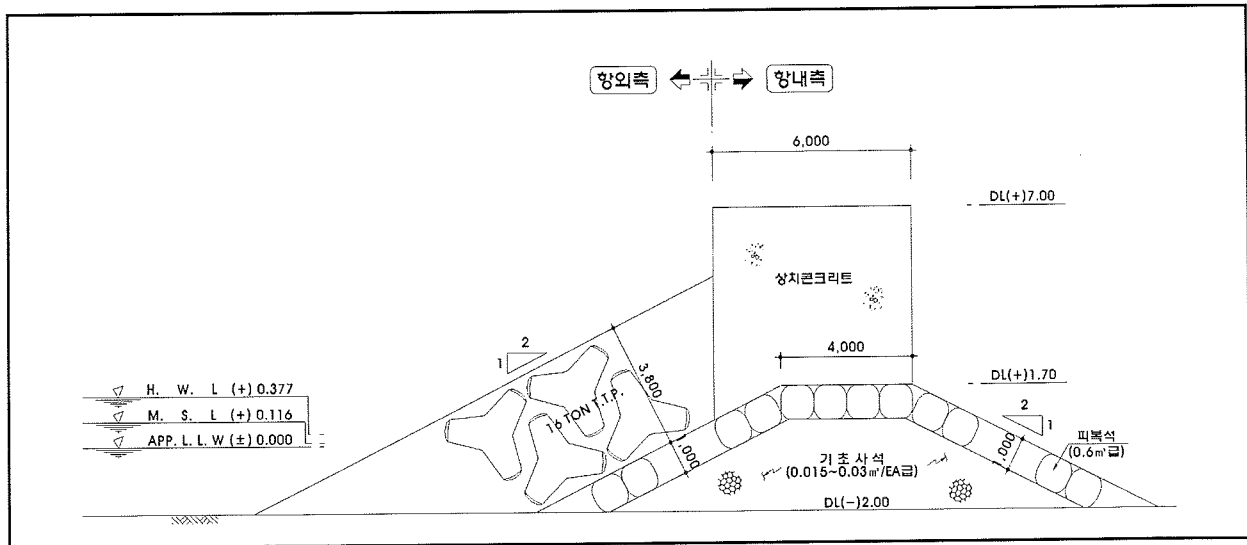
<그림 4.5.9> 북방파제 표준단면도(1구간)



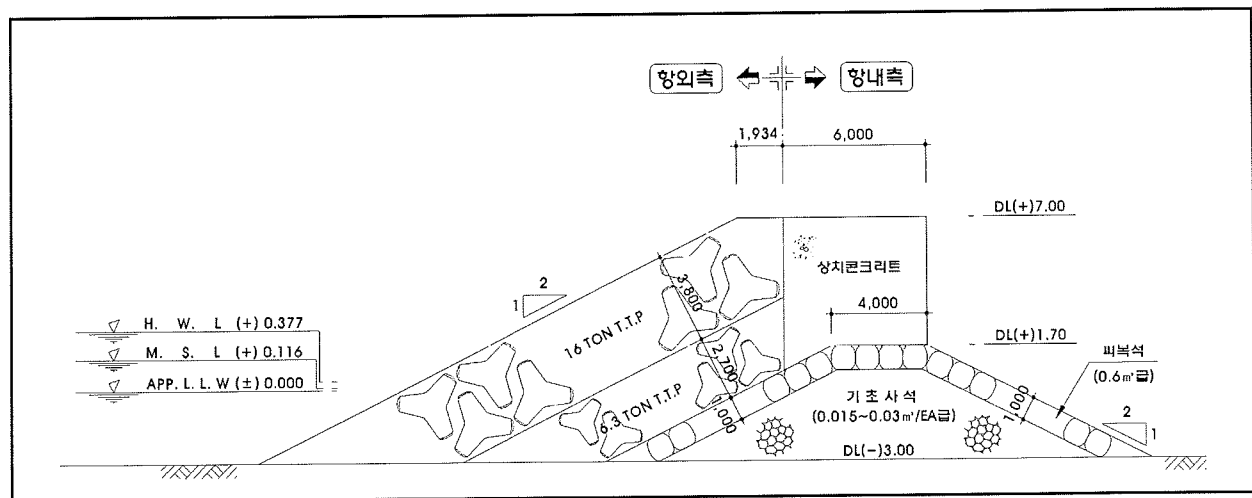
<그림 4.5.10> 북방파제 표준단면도(2구간)



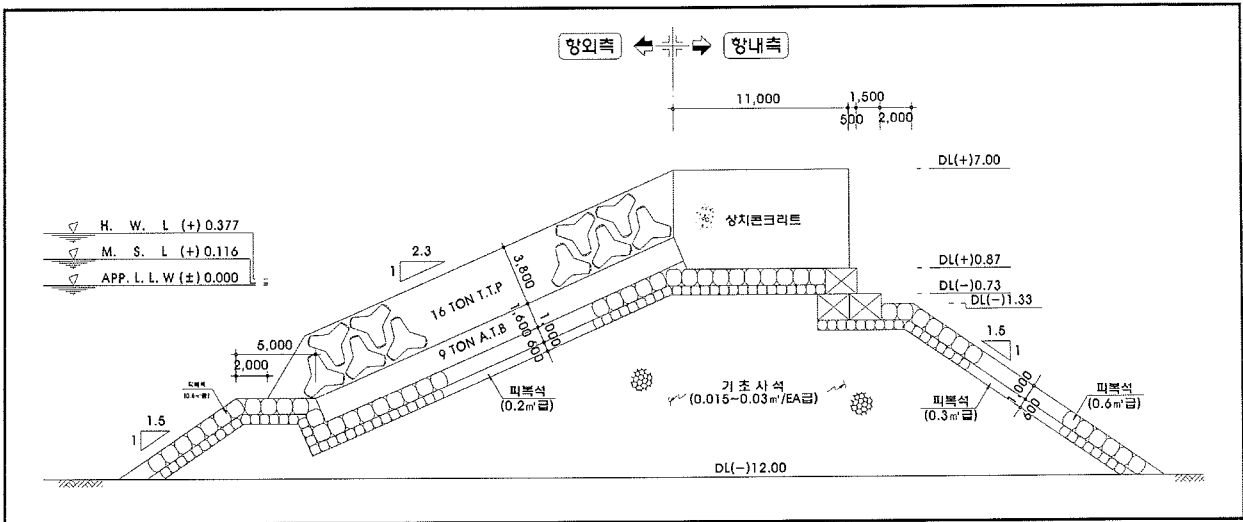
<그림 4.5.11> 북방파제 표준단면도(3구간)



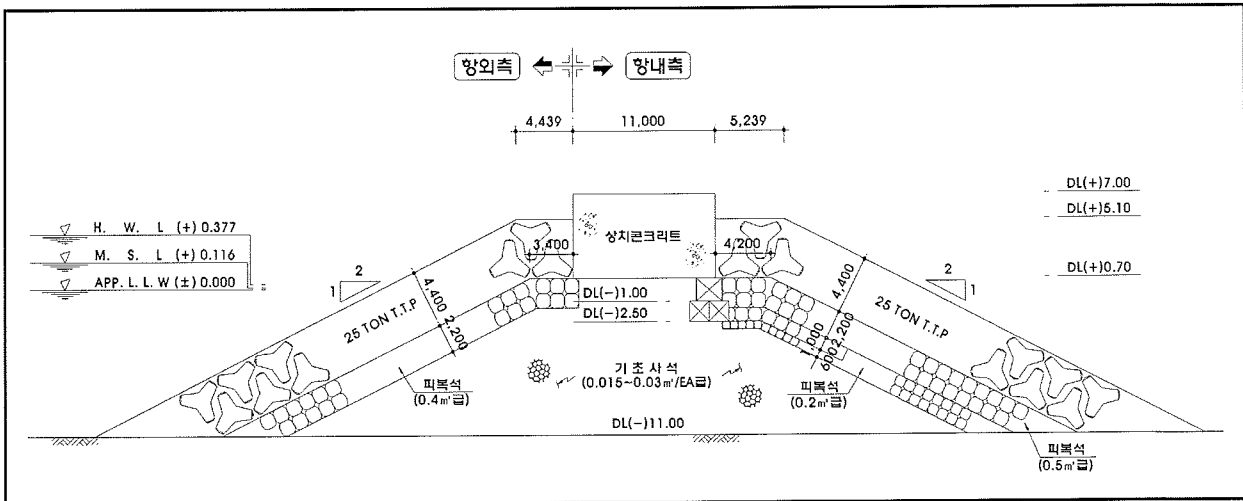
<그림 4.5.12> 북방파제 표준단면도(4구간)



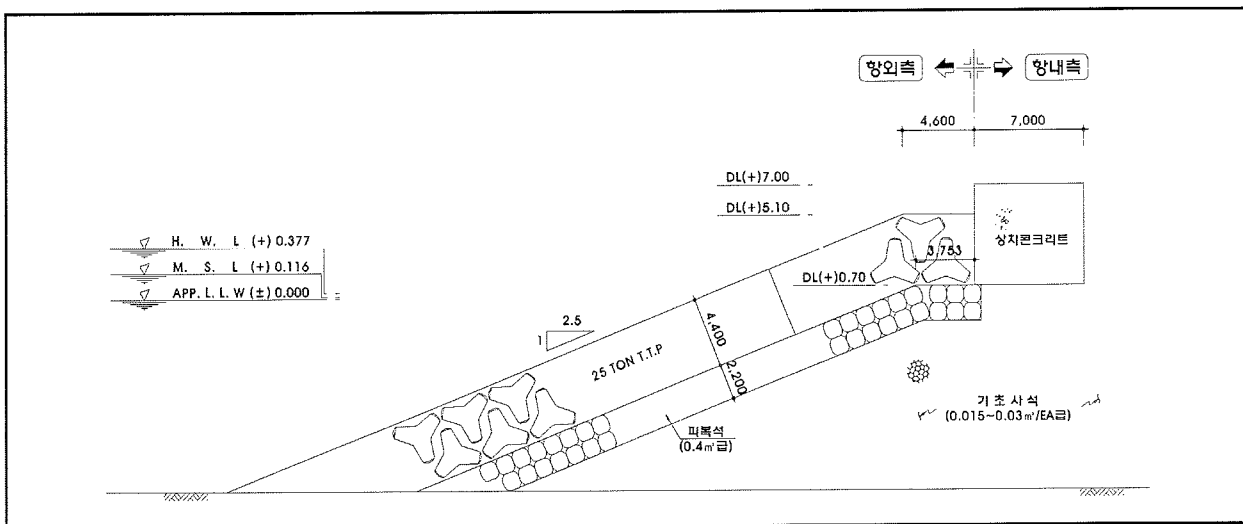
<그림 4.5.13> 북방파제 표준단면도(5구간)



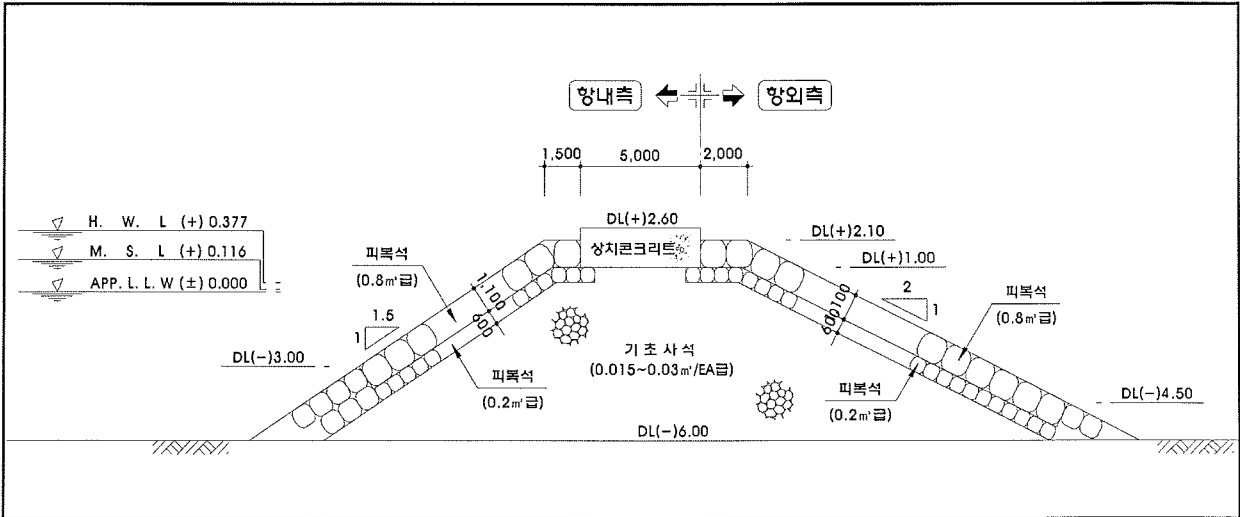
<그림 4.5.14> 북방파제 표준단면도(6구간)



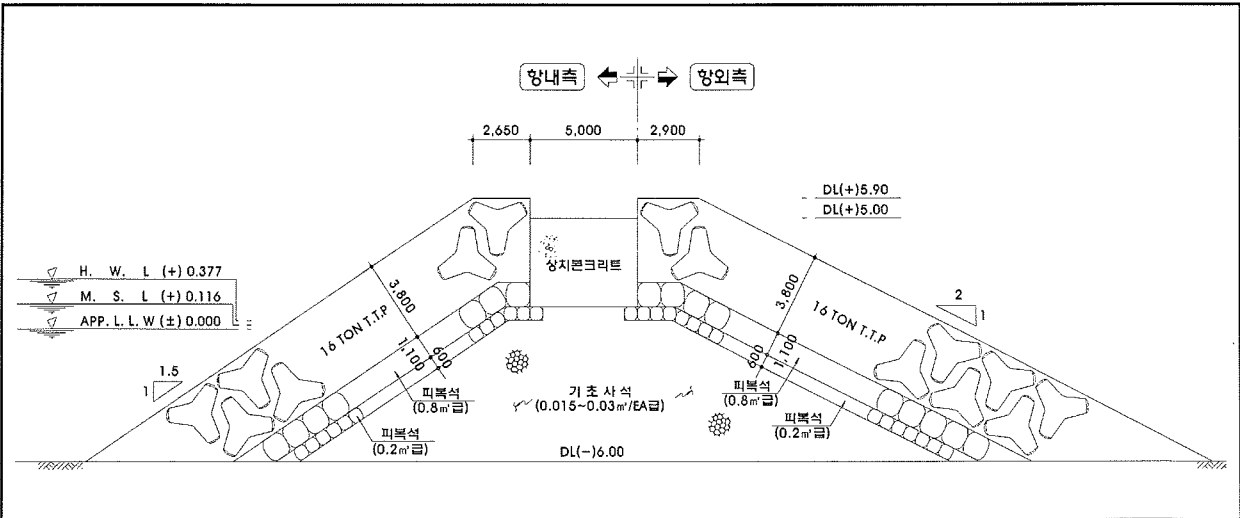
<그림 4.5.15> 북방파제 표준단면도(7구간)



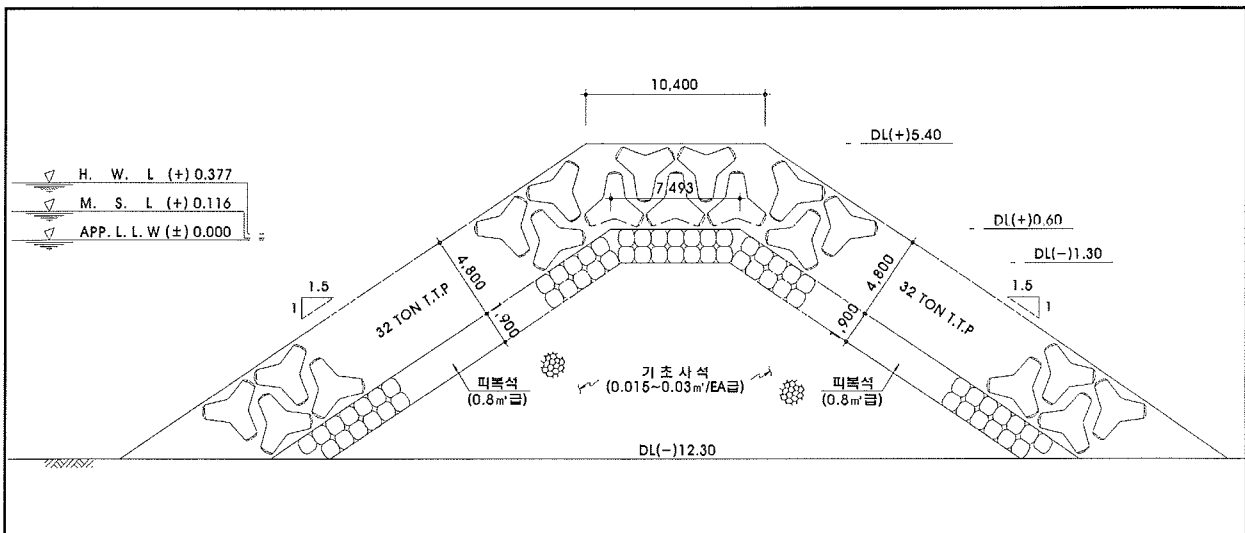
<그림 4.5.16> 동방파제 표준단면도(1구간)



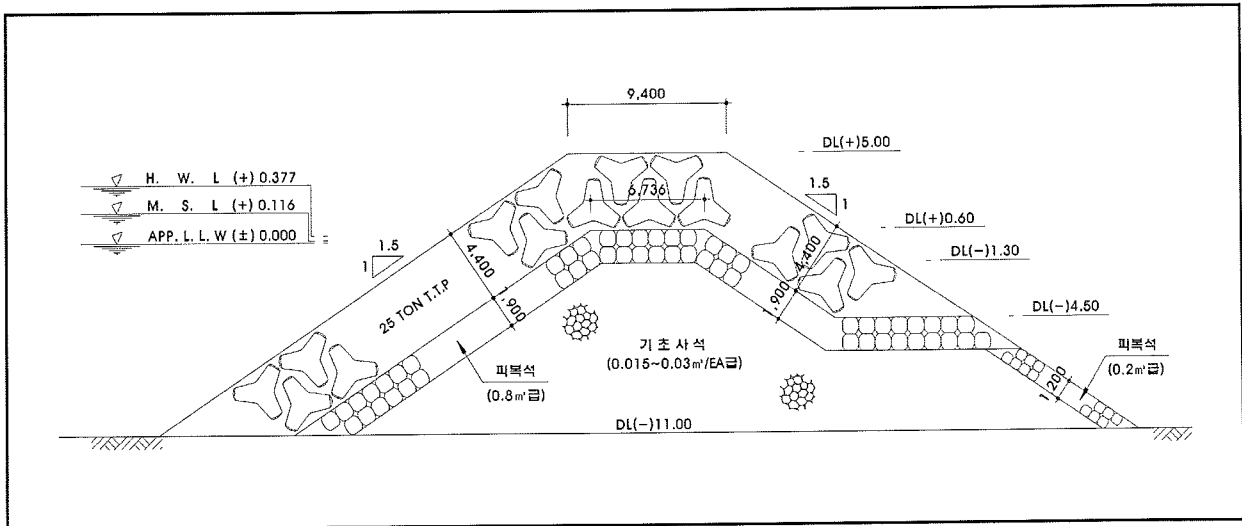
<그림 4.5.17> 동방파제 표준단면도(2구간)



<그림 4.5.18> 도제 표준단면도(1구간)



<그림 4.5.19> 도제 표준단면도(2구간)



4.5.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 체원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 체체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

가) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 37.7	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 23.2	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 15.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 14.5	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 13.5	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 11.6	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 9.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 8.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 7.7	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 녹동, 들산, 대보항 정비계획 보고서(1995.10)

가) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.5.11] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 만 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	치오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

3) 구조물 설계파

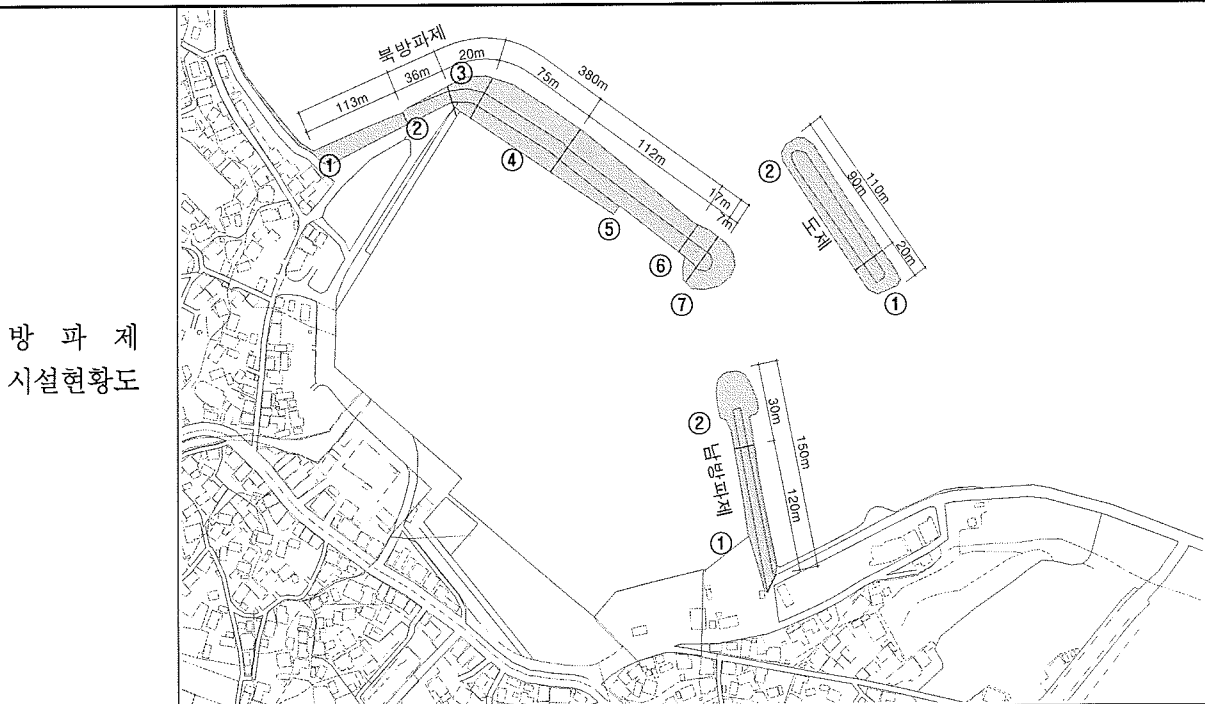
구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
북방파제	1구간 : NO.0+ 0.0~NO.11+ 3.0	1.4	11.6	NNE	50년
	2구간 : NO.11+ 3.0~NO.14+ 9.0	2.7	12.1	NNE	
	3구간 : NO.14+ 9.0~NO.16+ 9.0	2.7	12.1	ENE	
	4구간 : NO.16+ 9.0~NO.24+ 4.0	2.7	12.1	ENE	
	5구간 : NO.24+ 4.0~NO.35+ 6.0	2.7	12.1	ENE	
	6구간 : NO.35+ 6.0~NO.37+ 3.0	2.7	12.1	ENE	
	7구간 : NO.37+ 3.0~NO.38+ 0.0	2.7	12.1	ENE	
동방파제	1구간 : NO.0+ 0.0~NO.12+ 0.0	0.4	9.8	N	
	2구간 : NO.12+ 0.0~NO.15+ 0.0	0.4	9.8	N	
도제	1구간 : NO.0+ 0.0~NO.2+ 0.0	2.8	12.1	ENE	
	2구간 : NO.2+ 0.0~NO.11+ 1.0	2.8	12.1	ENE	

나) 기존단면 안전성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계과에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 제체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 북방파제와 동방파제, 도제로 시설현황은 [표 4.5.12]과 같다.

[표 4.5.12] 방파제 시설현황



방 파 제
시설현황도

구 분	북방파제	동방파제	도 제
연 장	380m	150m	110m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1987년 (2001년 보강)	1986년	2005년
전면수심	DL.(-)0.7~12.0m	DL.(-)6.0m	DL.(-)11.0~12.3m
마루높이	DL.(+)2.3~7.0m	DL.(+)2.6~5.0m	DL.(+)5.0~5.4m
피 복 재	6.3/16/25tonf	0.8m ³ (사석)	25/32tonf
검토구간	7개 구간	2개 구간	2개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 23.2m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 37.7m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
북방파제	1구간	DL.(+)1.80	DL.(+)0.70	DL.(+)2.10	DL.(+)1.00	DL.(+)1.80	DL.(+)2.30	O.K
	2구간	DL.(+)3.10	DL.(+)1.90	DL.(+)3.60	DL.(+)1.50	DL.(+)3.10	DL.(+)5.50	O.K
	3구간	DL.(+)3.10	DL.(+)1.70	DL.(+)3.60	DL.(+)1.20	DL.(+)3.10	DL.(+)7.00	O.K
	4구간	DL.(+)3.10	DL.(+)2.50	DL.(+)3.80	DL.(+)1.80	DL.(+)3.10	DL.(+)7.00	O.K
	5구간	DL.(+)3.10	DL.(+)2.20	DL.(+)6.60	DL.(+)3.40	DL.(+)3.10	DL.(+)7.00	O.K
	6구간	DL.(+)3.10	DL.(+)2.20	DL.(+)6.60	DL.(+)3.40	DL.(+)3.10	DL.(+)7.00	O.K
	7구간	DL.(+)3.10	DL.(+)2.20	DL.(+)6.60	DL.(+)3.40	DL.(+)3.10	DL.(+)7.00	O.K
동방파제	1구간	DL.(+)0.80	DL.(+)0.40	DL.(+)1.40	DL.(+)1.00	DL.(+)0.80	DL.(+)2.60	O.K
	2구간	DL.(+)0.80	DL.(+)0.40	DL.(+)1.40	DL.(+)1.00	DL.(+)0.80	DL.(+)2.60	O.K
도제	1구간	DL.(+)3.20	DL.(+)2.30	DL.(+)6.00	DL.(+)3.30	DL.(+)3.20	DL.(+)5.40	O.K
	2구간	DL.(+)3.20	DL.(+)2.40	DL.(+)5.90	DL.(+)3.20	DL.(+)3.20	DL.(+)5.00	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
북방파제	1구간	1.72 ~ 2.51	1.077	비쇄파대
	2구간	3.25 ~ 4.69	2.677	비쇄파대
	3구간	3.20 ~ 4.61	2.377	비쇄파대
	4구간	3.44 ~ 4.96	3.377	비쇄파대
	5구간	4.10 ~ 5.90	12.377	비쇄파대
	6구간	4.11 ~ 5.90	11.377	비쇄파대
	7구간	-	-	-
동방파제	1구간	0.88 ~ 1.28	6.377	비쇄파대
	2구간	-	-	-
도제	1구간	4.28 ~ 6.15	12.677	비쇄파대
	2구간	4.20 ~ 6.04	11.377	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고	
북방파제	1구간	0.1 m ³ /EA	0.1 m ³ /EA	0.6 m ³ /EA	O.K
	2구간	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	6.3 TON T.T.P	O.K
	3구간	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	4구간	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	5구간	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	6구간	3.2 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	O.K
	7구간	3.2 TON T.T.P	3.2 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	O.K
동방파제	1구간	0.1 m ³ /EA	0.1 m ³ /EA	0.8 m ³ /EA	O.K
	2구간	0.5 TON T.T.P	0.5 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
도제	1구간	3.2 TON T.T.P	3.2 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
	2구간	3.2 TON T.T.P	3.2 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고	
북방파제	1구간	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-
	3구간	0.13 ~ 0.19	0.1	0.6	O,K
	4구간	0.13 ~ 0.19	0.1	6.3 TON T.T.P	O,K
	5구간	0.01 ~ 0.19	0.1	9.0 TON A.T.P	O,K
	6구간	0.01 ~ 0.19	0.1	0.4	O,K
	7구간	0.01 ~ 0.29	0.1	0.4	O,K
동방파제	1구간	0.02 ~ 0.03	0.1	0.2	O,K
	2구간	0.01 ~ 0.05	0.1	0.5	O,K
도제	1구간	0.01 ~ 0.29	0.1	0.8	O,K
	2구간	0.20 ~ 0.29	0.1	0.8	O,K

e) 구조를 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분	상시				지진시				
	활 동		전 도		활 동		전 도		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
북방 파제	1구간	-	-	-	-	-	-	-	-
	2구간	2.12 > 1.20	O.K	5.89 > 1.20	O.K	1.63 > 1.00	O.K	4.27 > 1.10	O.K
	3구간	2.83 > 1.20	O.K	6.74 > 1.20	O.K	2.06 > 1.00	O.K	4.42 > 1.10	O.K
	4구간	5.72 > 1.20	O.K	19.72 > 1.20	O.K	3.34 > 1.00	O.K	8.14 > 1.10	O.K
	5구간	6.38 > 1.20	O.K	26.21 > 1.20	O.K	3.54 > 1.00	O.K	12.16 > 1.10	O.K
	6구간	-	-	-	-	-	-	-	-
	7구간	-	-	-	-	-	-	-	-
동방 파제	1구간	883 > 1.20	O.K	136044 > 1.2	O.K	7.14 > 1.00	O.K	37.0 > 1.10	O.K
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	-
도제	1구간	-	-	-	-	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분	상시		지진시		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
북방파제	1구간	-	-	-	-
	2구간	1.57 > 1.20	O.K	1.30 > 1.00	O.K
	3구간	1.80 > 1.20	O.K	1.47 > 1.00	O.K
	4구간	2.07 > 1.20	O.K	1.65 > 1.00	O.K
	5구간	1.68 > 1.20	O.K	1.37 > 1.00	O.K
	6구간	-	-	-	-
	7구간	-	-	-	-
동방파제	1구간	2.13 > 1.20	O.K	1.69 > 1.00	O.K
	2구간	-	-	-	-
도제	1구간	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 북방파제, 동방파제, 도제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.5.13]와 같다.

[표 4.5.13] 안전성 검토 결과

구 분		북방파제							
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	
구 설 조 계 물 파	파고(m)	1.40	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	
	주기(s)	11.60	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	
	파 향	NNE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	
마 루 이 높 (DL.(+),m)	현 황	2.30	5.50	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	
	금 회 (판 정)	1.80 (OK)	3.10 (OK)	3.10 (OK)	3.10 (OK)	3.10 (OK)	3.10 (OK)	3.10 (OK)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	피복석 0.6m ³	T.T.P 6.3	T.T.P 16.0	T.T.P 16.0	T.T.P 16.0	T.T.P 25.0	T.T.P 25.0	
	금 회 (판 정)	피복석 0.1m ³ (OK)	T.T.P 2.0 (OK)	T.T.P 2.0 (OK)	T.T.P 2.0 (OK)	T.T.P 2.0 (OK)	T.T.P 3.2 (OK)	T.T.P 3.2 (OK)	
상 공 제 안 부 및 체 정	상 시	활 동 (판 정)	-	2.12 (OK)	2.83 (OK)	5.72 (OK)	6.38 (OK)	-	-
		전 도 (판 정)	-	5.89 (OK)	6.74 (OK)	19.72 (OK)	26.21 (OK)	-	-
		직 선 활 동 (판 정)	-	1.57 (OK)	1.80 (OK)	2.07 (OK)	1.68 (OK)	-	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	-	1.63 (OK)	2.06 (OK)	3.34 (OK)	3.54 (OK)	-	-
		전 도 (판 정)	-	4.27 (OK)	4.42 (OK)	8.14 (OK)	12.16 (OK)	-	-
		직 선 활 동 (판 정)	-	1.30 (OK)	1.47 (OK)	1.65 (OK)	1.37 (OK)	-	-

구 분		동방파제		도제		
		1구간	2구간	1구간	2구간	
구 설 조 계 물 파	파고(m)	0.4	0.4	2.8	2.8	
	주기(s)	9.8	9.8	12.1	12.1	
	파 향	N	N	ENE	ENE	
마 루 이 높 (DL.(+),m)	현 황	2.60	5.0	5.40	5.00	
	금 회 (판 정)	0.80 (OK)	0.80 (OK)	3.20 (OK)	3.20 (OK)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	피복석 0.8m ³	T.T.P 16.0	T.T.P 32.0	T.T.P 25.0	
	금 회 (판 정)	피복석 0.1m ³ (OK)	T.T.P 0.5 (OK)	T.T.P 3.2 (OK)	T.T.P 3.2 (OK)	
상 공 제 안 부 및 체 정	상 시	활 동 (판 정)	883 (OK)	-	-	-
		전 도 (판 정)	136044 (OK)	-	-	-
		직 선 활 동 (판 정)	2.13 (OK)	-	-	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	7.14 (OK)	-	-	-
		전 도 (판 정)	37.0 (OK)	-	-	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.69 (OK)	-	-	-

- 대보항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었고, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 전 구간에 걸쳐 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되어 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요하지 않은 것으로 검토되었다.

[표 4.5.14] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
북방파제	1구간 (NO.0+0.0~NO.11+3.0)	○	불필요
	2구간 (NO.11+3.0~NO.14+9.0)	○	불필요
	3구간 (NO.14+9.0~NO.16+9.0)	○	불필요
	4구간 (NO.16+9.0~NO.24+4.0)	○	불필요
	5구간 (NO.24+4.0~NO.35+6.0)	○	불필요
	6구간 (NO.35+6.0~NO.37+3.0)	○	불필요
	7구간 (NO.37+3.0~NO.38+0.0)	○	불필요
남방파제	1구간 (NO.0+0.0~NO.12+0.0)	○	불필요
	2구간 (NO.12+0.0~NO.15+0.0)	○	불필요
도제	1구간 (NO.0+0.0~NO.2+0.0)	○	불필요
	2구간 (NO.2+0.0~NO.11+1.0)	○	불필요

4.5.3 보수·보강 방안 수립

- 대보항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 전구간에 대하여 안정성이 확보된 것으로 검토되었다.

4.6 양포항

4.6.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 본 항은 행정구역상 경상북도 포항시 장기면에 속하며, 과업대상인 양포항의 위치는 양포만의 끝부분인 동경 129° 31', 북위 35° 53'에 위치하고 있다.
- 북측으로는 신창남산, 서측으로는 동악산, 남측으로 백인령으로 둘러싸인 항으로서 항내수심은 6 ~20m로서 항 입구로부터 항내 해안까지 수심은 균일한 경사를 이루고 있다. 해저질은 모래와 자갈로 지반이 견고한 편이며 양포리 서측부 해안 일대는 사질 해빈으로 평탄하고 북측 해안은 당초에는 바위에 노출되어 있었으나 해안도로 전면을 약 70m 매립하여 현재 어항 배후지로 활용하고 있으며 남측 해안 계원리 일대도 암초가 광범위하게 깔려있다.
- 백인령과 신창남산이 이루는 계곡에는 수질이 좋은 양길천이 흐르고 있으며, 하류인 수성리와 양포리 사이에는 평야를 이루어 넓은 농경지가 펼쳐져 있고 주거지는 해안을 따라 남북으로 발달하여 도로의 양측에 밀집되어 있다.
- 동측 해안선 일부는 침식과 매몰이 진행중이며, 서측 해안선은 아주 고운 자갈밭을 이루고 있다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.6.1] 기상개황

구 분		단 위	계 원	구 분		단 위	계 원	
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.5	현상 일수	일	맑 음	112.5
		풍 향		SSE			흐 름	99.8
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	29.3			안 개	3.9
		풍 향		SSE			강 수	31.6
	평균풍속		m/sec	2.6			강 설	5.9
기 온	연 평 균	℃		14.5	결 빙	72.4		
	최 고			38.6	뇌 전	11.9		
	최 저			-11.7	폭 풍	8.0		
강수량	연 평 균	mm		1,207.6	기 온	5.5		
	일 최 다			516.4				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.5℃이며, 월평균기온은 1월이 2.2℃, 8월이 25.7℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 38.6℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.7℃(1991년 2월, 2004년 1월)로 나타났다.

[표 4.6.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

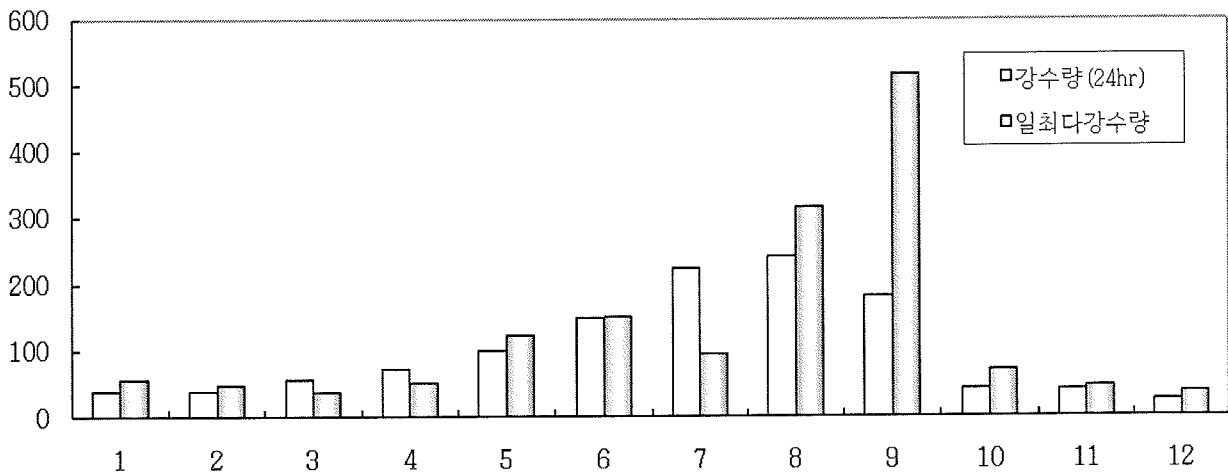
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.2	4.3	8.4	14.1	18.2	21.6	25.1	25.7	21.8	16.9	10.6	4.6	14.5
최 고	17.5	22.7	26.0	32.8	33.9	37.7	38.6	38.2	35.9	30.5	25.4	19.2	38.6
최 저	-11.7	-11.7	-7.1	-0.5	5.6	10.8	15.0	17.2	10.5	1.1	-4.7	-11.6	-11.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 66%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 2003년의 2,098.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 600.0mm이며, 연평균 강수량은 1,207.6mm로 나타났다.

<그림 4.6.1> 강수량(mm)



[표 4.6.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

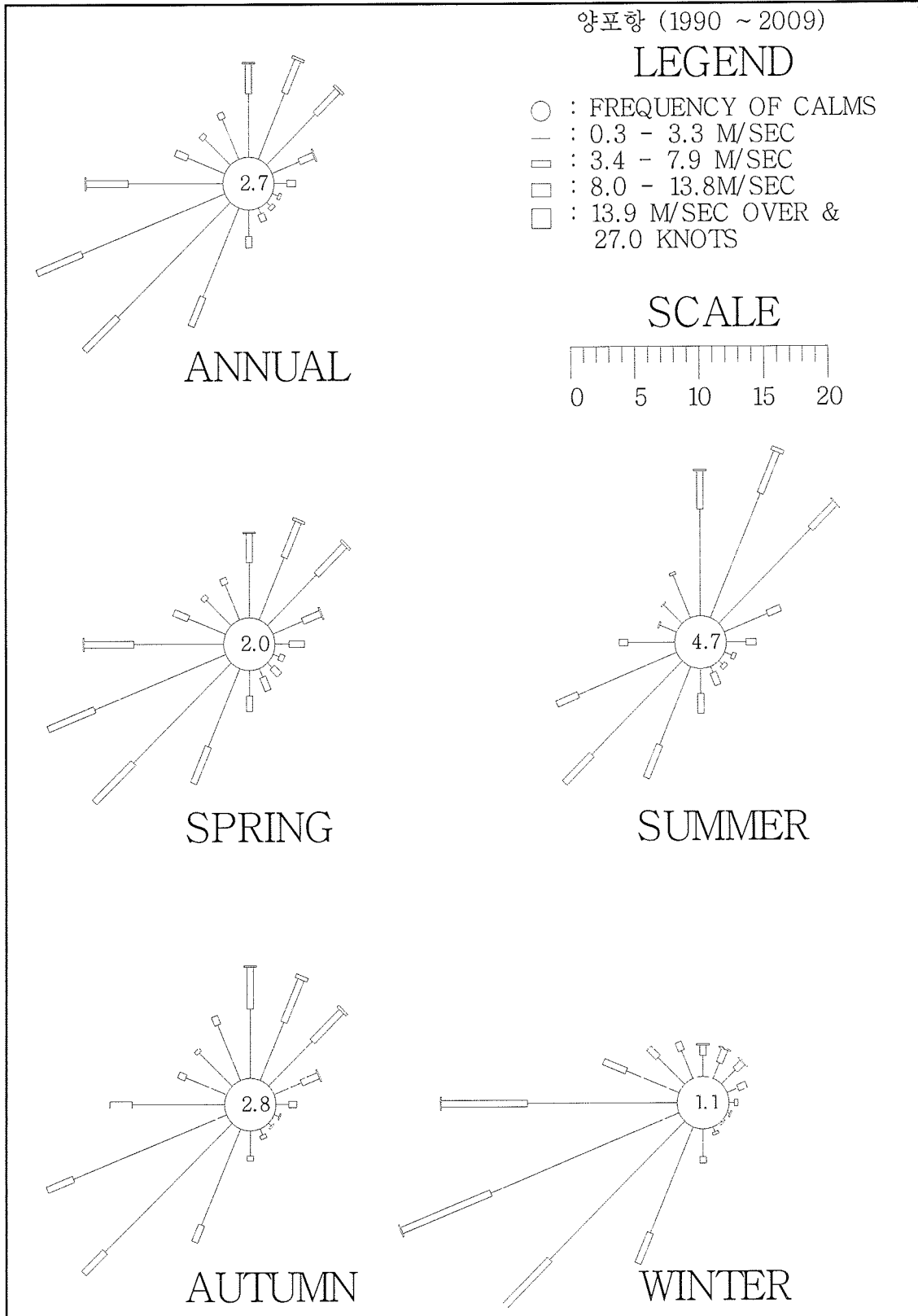
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	39.9	38.3	55.8	71.8	99.5	149.1	223.3	241.1	182.4	41.7	40.0	24.7	1,207.6
일최다	55.6	48.6	36.6	51.0	122.0	150.5	95.1	315.6	516.4	70.1	46.0	36.5	516.4

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 SSE방향에서 18.5m/sec로 나타났다.

<그림 4.6.2> 바람장미도



[표 4.6.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	2.9	2.8	2.9	2.8	2.7	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.6
최대	15.7	13.3	13.3	13.5	12.0	10.3	15.0	17.0	18.5	17.3	13.7	11.0	18.5
	WNW	NNE	NNE	N	NNE	NNW	NNE	NE	SSE	NNE	NE	W	SSE
순간최대	25.1	22.0	24.2	24.5	20.4	21.2	20.9	27.7	29.3	21.8	21.3	23.0	29.3
	NNE	W	N	W	W	N	NW	NE	SSE	NNE	NE	W	SSE

* 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.5일로 약 30.8% 이고 흐린 날씨는 99.8일로 나타났다.
- 안개발생일수는 3.9일, 강수일수는 31.6일, 폭풍일수는 8.0일로 나타난다.

[표 4.6.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	15.3	12.1	9.8	9.5	8.6	4.1	3.0	3.8	4.5	10.7	14.5	16.6	112.5
흐림	5.2	4.9	7.4	6.7	9.1	12.9	15.6	12.8	11.5	6.0	4.5	3.2	99.8
안개	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	1.1	0.9	0.6	0.1	0.0	0.2	0.1	3.9
강수	1.4	1.5	2.0	2.6	2.9	3.4	5.8	5.3	3.5	1.4	0.9	0.9	31.6
강설	2.2	1.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	5.9
결빙	24.9	18.0	6.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.1	18.4	72.4
뇌전	0.0	0.1	0.4	0.6	1.1	0.9	3.2	3.5	1.3	0.4	0.3	0.1	11.9
폭풍	1.0	0.6	1.6	0.5	0.4	0.1	0.6	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	8.0

* 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정하였다.

[표 4.6.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 포항시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 267일로서 년가동율이 76%와 73% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 4.6.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	38.15	59.10	97.25	267.75
해 상	26.35	61.23	87.58	277.42

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 양포항의 조석은 조석형태수가 1.31인 반일주조가 우세한 혼합형으로 일조부등이 적고 매일 2회의 고조와 2회의 저조가 나타난다.
- 양포항의 평균해면은 DL(+) 0.118m, 약최고고조위는 DL(+) 0.236m, 평균고조위는 DL(+) 0.156m, 대조차는 0.102m, 평균조차는 0.076m로 나타났다.

[표 4.6.8] 양포항의 조위

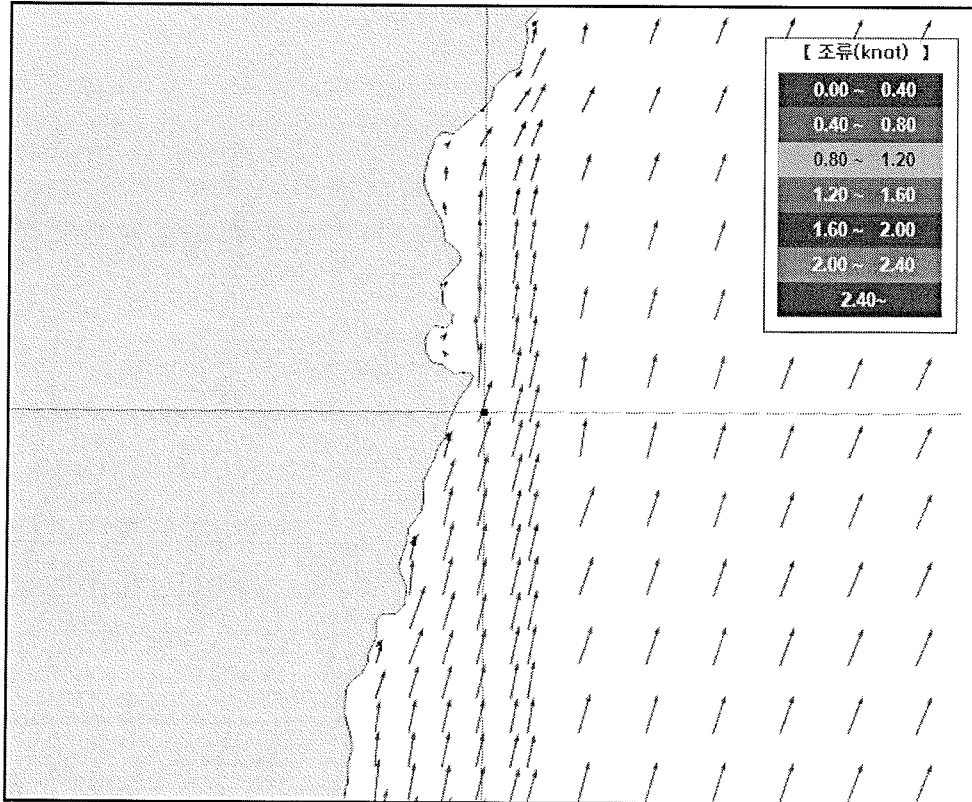
구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 38.4	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 23.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 16.9	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 15.6	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 14.3	
평 균 해 면 (M. S . L)	DL(+) 11.8	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 9.3	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 8.0	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 6.7	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(양포)

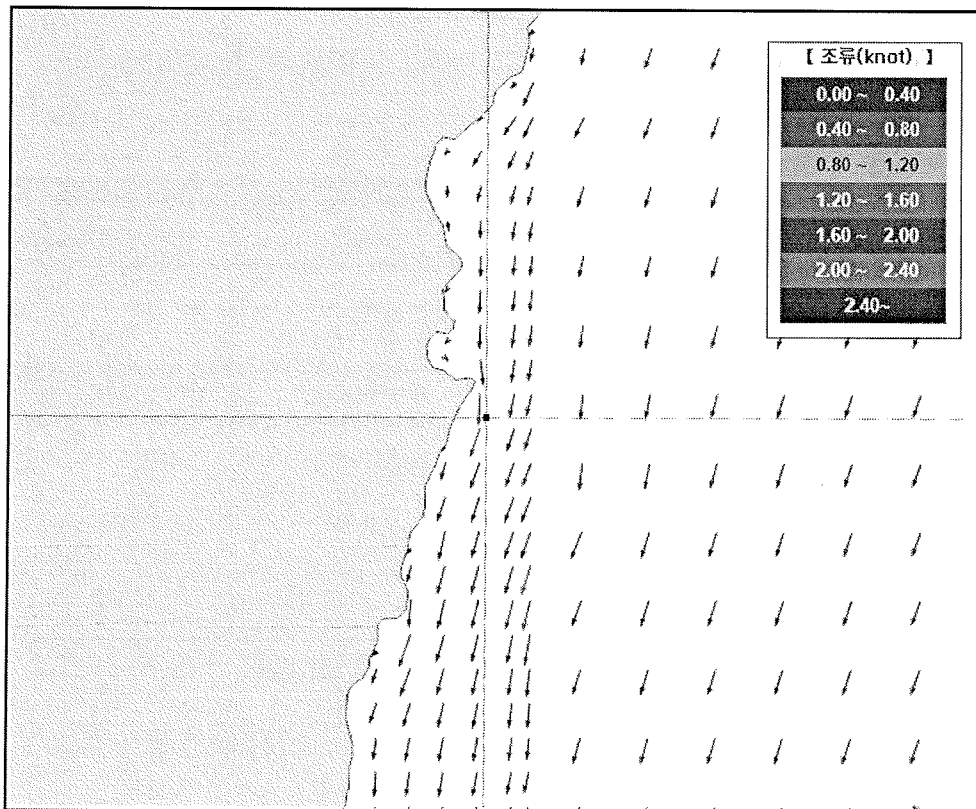
b) 조류

- 양포항의 조류는 매우 약하나 연안류는 우세한 것으로 나타난다.
- 연안류의 유형은 복류하고 있으며, 표층 최강유속은 35cm/sec이고, 내항 부근에서 해안선을 따라 남류하고 있는 반류는 최강유속 29cm/sec이다.

<그림 4.6.3> 최강 창조류



<그림 4.6.4> 최강 낙조류



c) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.6.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
양포항 기본계획(1973, 한국)	-	-	-	
양포항 수리모형실험보고서(1973.12)	-	-	-	
양포항 기본계획(1985, 대영)	-	-	-	
양포항 정비계획(1998, 해양연구소)	-	-	-	
양포항 설계파고추정 및 단면계측 보고서 (1998.11)	ENE	6.4	10.5	
양포 어촌어항복합공간 기본설계용역 보고서(2005.11)	NNE	7.1	11.0	
	ENE	6.4	10.5	
	SES	6.6	10.0	
	E	5.3	9.0	
	S	5.9	10.0	
양포항 어촌어항복합공간 실시설계용역 보고서(2006.08)	ESE	9.34	12.61	
	SE	9.50	12.79	
	E	9.19	12.65	
	ESE	9.26	12.61	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

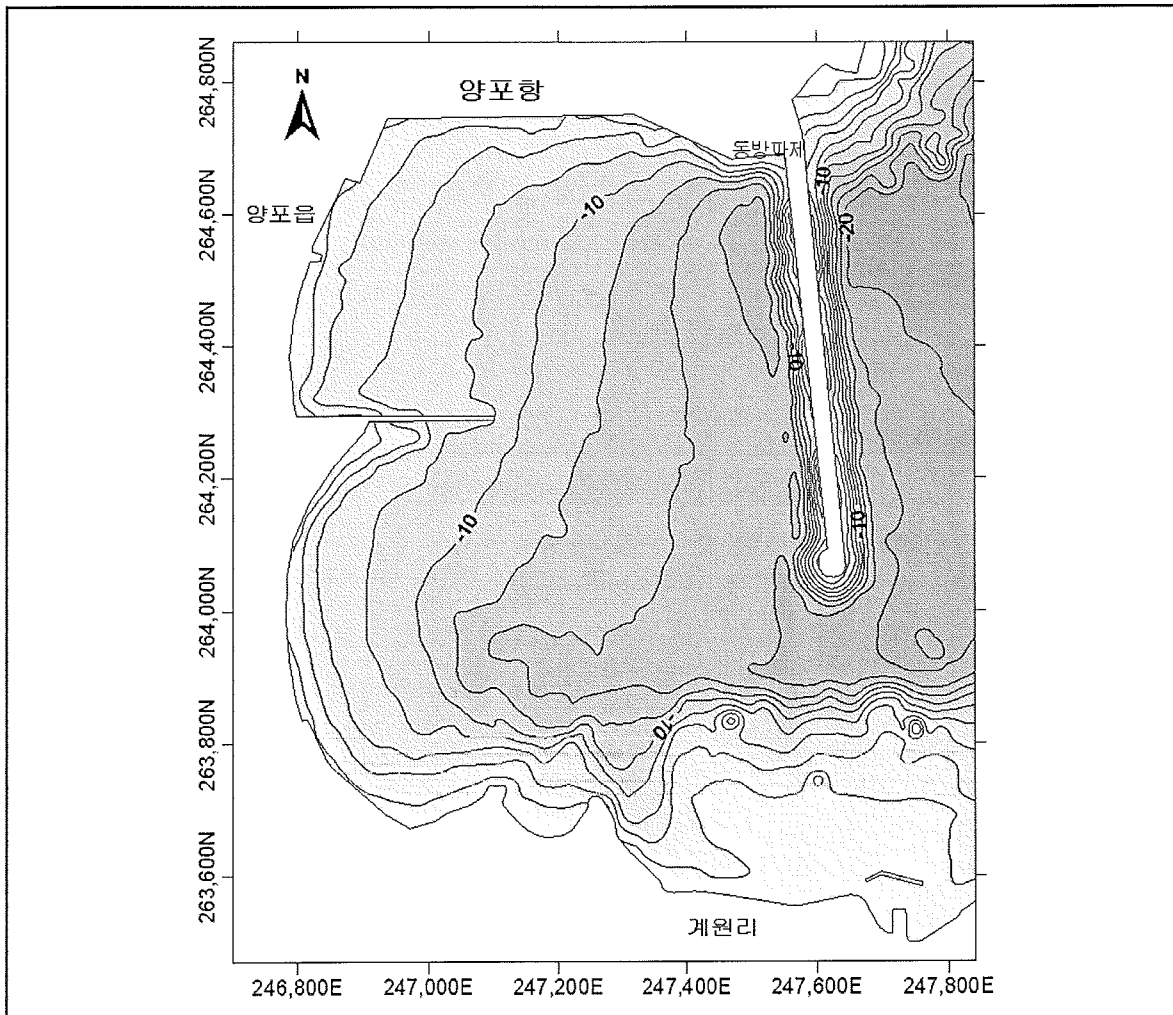
a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “양포항 어촌·어항 복합공간 실시설계용역 보고서(2006.08)”를 기초로 정리하였다.
- 수심 및 지형측량기간은 2006년 4월 21일에 수행되었다.

b) 측량결과

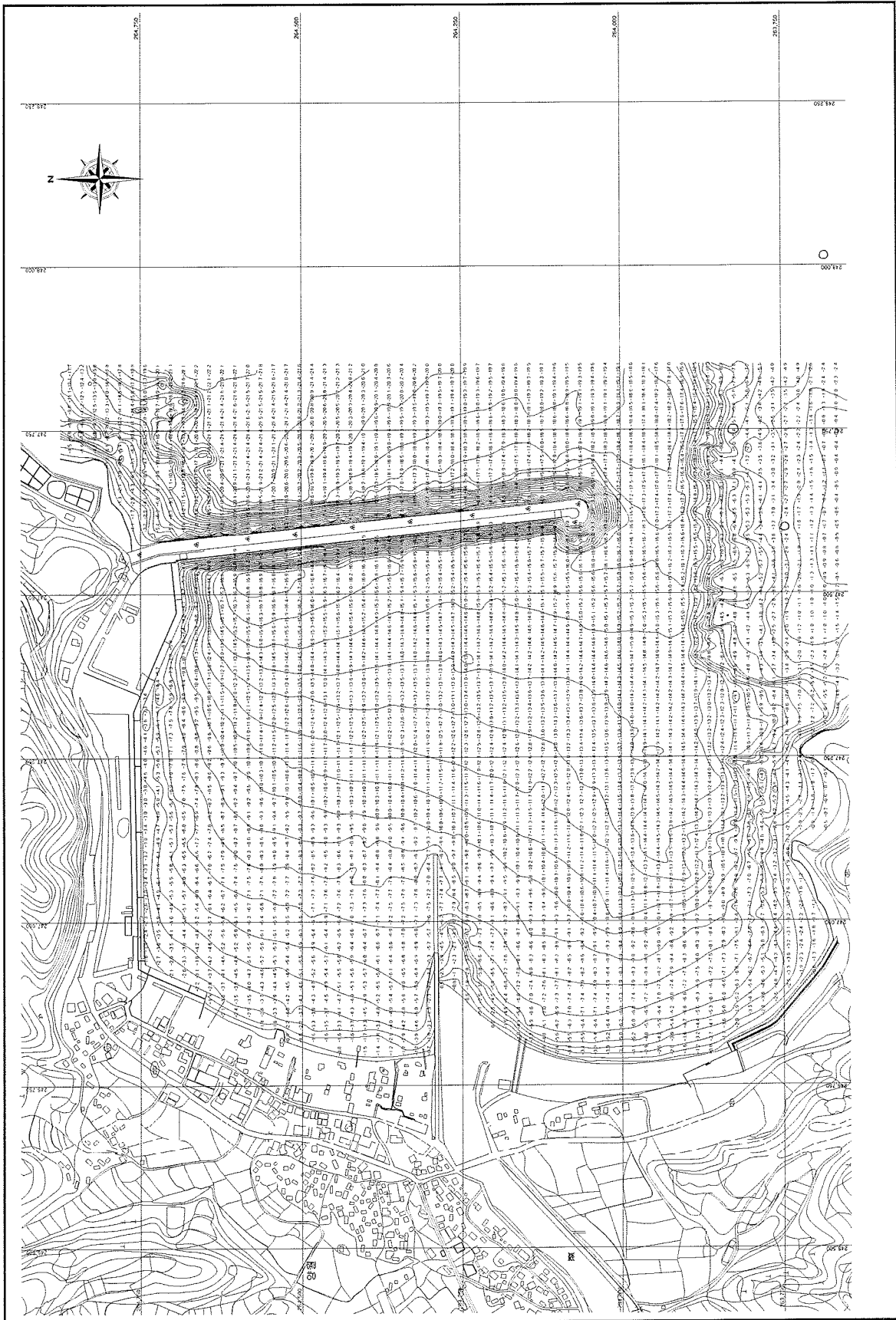
- 대상 지역의 수심은 DL(-)1.0m~DL(-)20.0m 정도로 해안선에 대체로 평행한 등수심선을 형성하고 있으며 해안선에서 멀어질수록 수심이 깊어지는 수심분포를 이룬다. 항내의 수심은 DL(-)1.0m~DL(-)17.0m의 분포를 보이고, 항외는 DL(-)17.0m~DL(-)20.0m의 분포를 보인다.

<그림 4.6.5> 2차원 수심도



※ 자료 : 양포항 어촌·어항 복합공간 실시설계용역 보고서(2006.08, 포항지방해양수산청)

<그림 4.6.6> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 양포항 어촌어항 복합공간 실시설계용역 보고서(2006.08, 포항지방해양수산청)

c) 지장물 현황

- 지장물 현황은 기존에 수행된 “양포항 어촌어항 복합공간 실시설계용역 보고서(2006. 08)”를 기초로 정리하였다.
- 상수시설은 조사결과 포항시에서 운영하는 시설은 양포항내에 인입되어 있지 않고 개인 사업자가 지하수를 개발하여 운영하고 있다.

[표 4.6.10] 주요 구조물 현황

일련 번호	위치(Bessel TM)		표 고 (DL+m)	종 류	구조 및 규격	비 고
	X(N)	Y(E)				
1	264,685.24	247,493.24	0.5	흡관	Φ300	
2	264,703.61	247,423.95	0.5	흡관	Φ300	
3	264,727.99	247,368.54	0.5	흡관	Φ300	
4	264,750.33	247,308.27	0.8	U형 측구	H0.6×W0.6	
5	264,749.13	247,238.29	0.7	U형 측구	H0.6×W0.6	
6	264,747.40	247,138.16	0.8	U형 측구	H0.6×W0.6	
7	264,745.69	247,038.62	0.6	U형 측구	H0.6×W0.6	
8	264,744.66	246,978.33	0.0	BOX	H1.1×W1.5	
9	264,735.71	246,932.66	0.6	U형 측구	H0.6×W0.6	
10	264,672.46	246,904.82	0.6	U형 측구	H0.6×W0.6	
11	264,650.59	246,883.70	0.8	U형 측구	H0.6×W0.6	
12	263,829.18	246,818.67	0.5	흡관	Φ600	
13	263,681.81	246,952.89	0.6	흡관	Φ600	
14	264,525.25	246,147.94	1.4	U형 측구	H0.7×W0.7	
15	264,384.81	246,718.32	2.4	BOX	H2.0×W2.0	

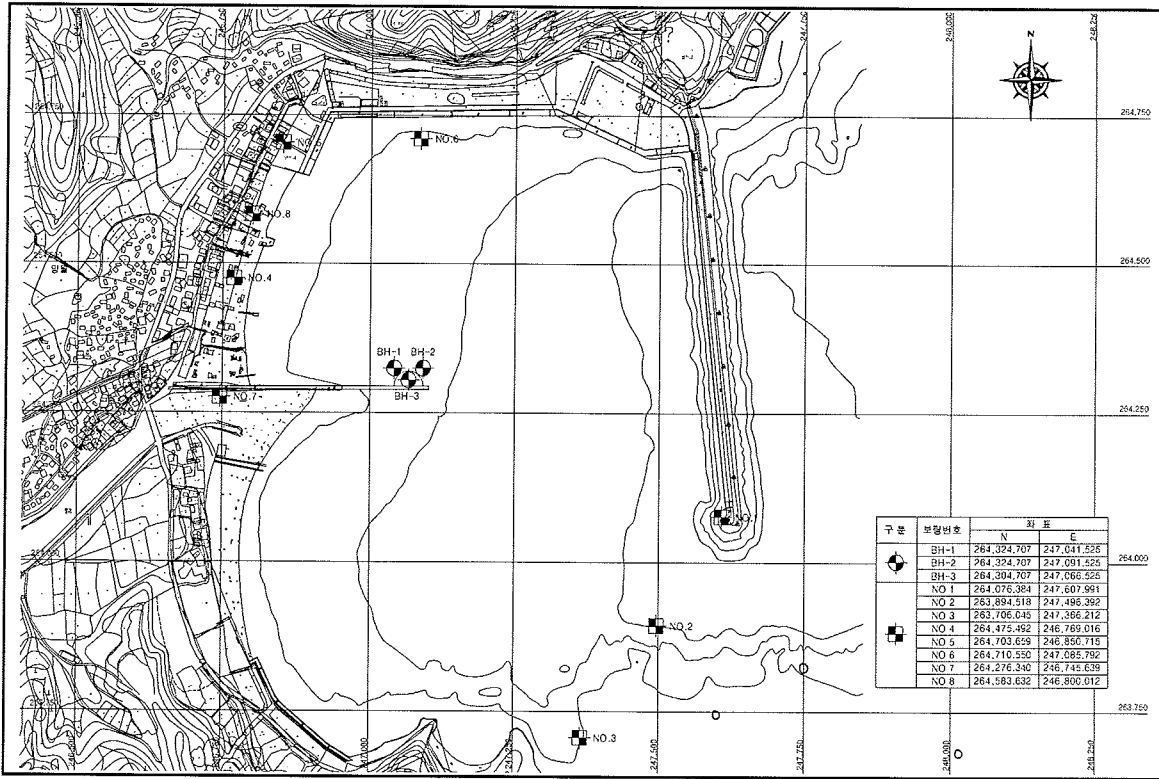
※ 자료 : 양포항 어촌어항 복합공간 실시설계 용역 보고서(2006.08, 포항지방해양수산청)

나) 지반조사

a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “양포항 어촌·어항 복합공간 실시설계용역 보고서(2006. 08)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공 번	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	-	264,324.707	247,041.525	2006년
BH-2	-	264,324.707	247,091.525	
BH-3	-	264,304.707	247,066.525	
NO 1	-	264,076.384	247,607.991	2005년
NO 2	-	263,894.518	247,496.392	
NO 3	-	263,706.045	247,366.212	
NO 4	-	264,475.492	246,769.016	
NO 5	-	264,703.659	246,850.715	
NO 6	-	264,710.550	247,085.792	
NO 7	-	264,276.340	246,745.639	
NO 8	-	264,583.632	246,800.012	

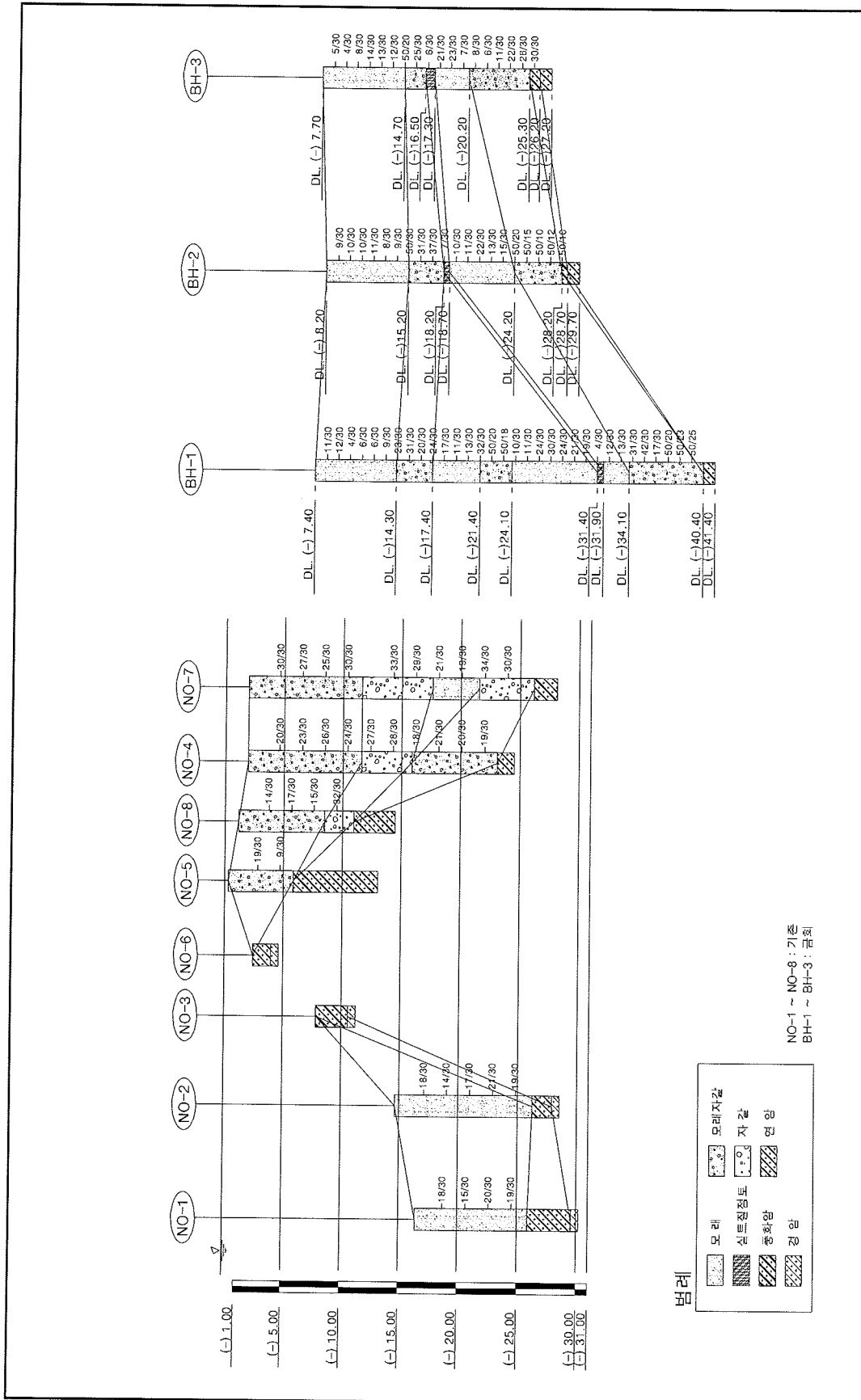
c) 지형 및 지질

- 행정구역상 경상북도 포항시 남구 장기면 양포항 일원이며 북측으로는 영일만과 구룡포읍이 위치하고 서쪽으로는 경주국립공원이 있으며 31번국도가 동해에서 부산에 이르기까지 해안가를 가로지르고 있다.
- 또한, 장기반도의 동부에 해당함. 200m 이하의 구룡성산지를 이루며, 동쪽은 동해에 면해 있으며 서부 산지에서 발원한 여러 개의 소하천이 동해로 흘러드나, 유로가 짧아 동북부해안 일대를 제외하고는 평야를 형성하지 못한다.
- 북서부지역은 태백산맥의 남단에 해당하는 산악지대로 해발고도가 높고 동쪽으로 가면서 점차 낮아져 동해에 이른다. 해안선을 따라 해안단구가 발달되어 있는데 특히 장기곶에서 구룡포에 이르는 해안에는 전형적인 해안단구가 나타난다.
- 지질은 지구대로 단정할 지질연구는 아직 없으나, 흔히 형산강지구대라고 하는 저지대가 영덕군에서 이 지역의 동부를 지나 경주분지-울산만으로 이어져 있으며 이 구조선 동쪽에는 한반도에서 국지적으로 나타나는 신생대 제3기층이 분포한다.
- 이 저지대는 예로부터 영남내륙과 동해안을 잇는 통로역할을 해왔으며, 울진-울산을 잇는 국도와 동해남부선이 통과하고 있고 제3계의 범곡리층군의 창암안산암과 기응회암, 장기층군의 상부탄암층, 놀태리 조면암의 암들로 이루어져 있으며, 제 4계의 충적층과 연일현무암과 양회석안산암이 부정합으로 이루어 있다.

d) 시추조사 결과 요약

공변	토 질 상태			분포구간 (m)	두께 (m)	N-치(회/cm) (TCR/RQD(%))	비고	
	지층	구성 성분	USCS					
BH-1	해성 퇴적 토층	모래	실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	0.0~6.9	6.9	4/30~11/30	
		자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	6.9~10.0	3.1	20/30~31/30	
		모래	소량의 자갈 및 실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	10.0~14.0	4.0	11/30~24/30	
		자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	14.0~16.7	2.7	32/30~50/18	
		모래	자갈 및 실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	16.7~24.0	7.3	10/30~30/30	
		점토	실트섞인 점토	CL	24.0~24.5	0.5	4/30	
		모래	실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	24.5~26.7	2.2	12/30~13/30	
	자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	26.7~33.0	6.3	17/30~50/20		
	연 암 층	균열 및 절리 발달 코아회수율 매우 저조		S.R	33.0~34.0	1.0	(12/0)	
BH-2	해성 퇴적 토층	모래	실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	0.0~7.0	7.0	8/30~11/30	
		자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	7.0~10.0	3.0	31/30~50/30	
		실트	점토섞인 실트	ML	10.0~10.5	0.5	7/30	
		모래	실트섞인 세립 내지 중립 의 모래	SM	10.5~16.0	5.5	10/30~22/30	
		자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	16.0~20.0	4.0	50/20~50/12	
	풍화암층	타격 및 굴진시 실트섞인 모래 및 암편으로 분해됨		WR	20.0~20.5	0.5	50/10	
	연 암 층	균열 및 절리 발달 코아회수율 저조		S.R	20.5~21.5	1.0	(60/0)	
BH-3	해성 퇴적 토층	모래	실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	0.0~7.0	7.0	4/30~14/30	
		자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	7.0~8.8	1.8	25/30~50/20	
		점토	실트섞인 점토	CL	8.8~9.6	0.8	6/30	
		모래	자갈 및 실트섞인 세립 내지 중립의 모래	SM	9.6~12.5	2.9	7/30~23/30	
		자갈	세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈	GP	12.5~17.6	5.1	6/30~26/30	
	풍화토층	세립 내지 조립의 모래 섞인 실트		ML	17.6~18.5	0.9	30/30	
		연 암 층	균열 및 절리 발달 코아회수율 저조		S.R	18.5~19.5	1.0	(42/0)

<그림 4.6.7> 지질조사 주상도



※ 자료 : 양포항 어촌어항 복합공간 실시계획용역 보고서(2006.08, 포항지방해양수산청)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

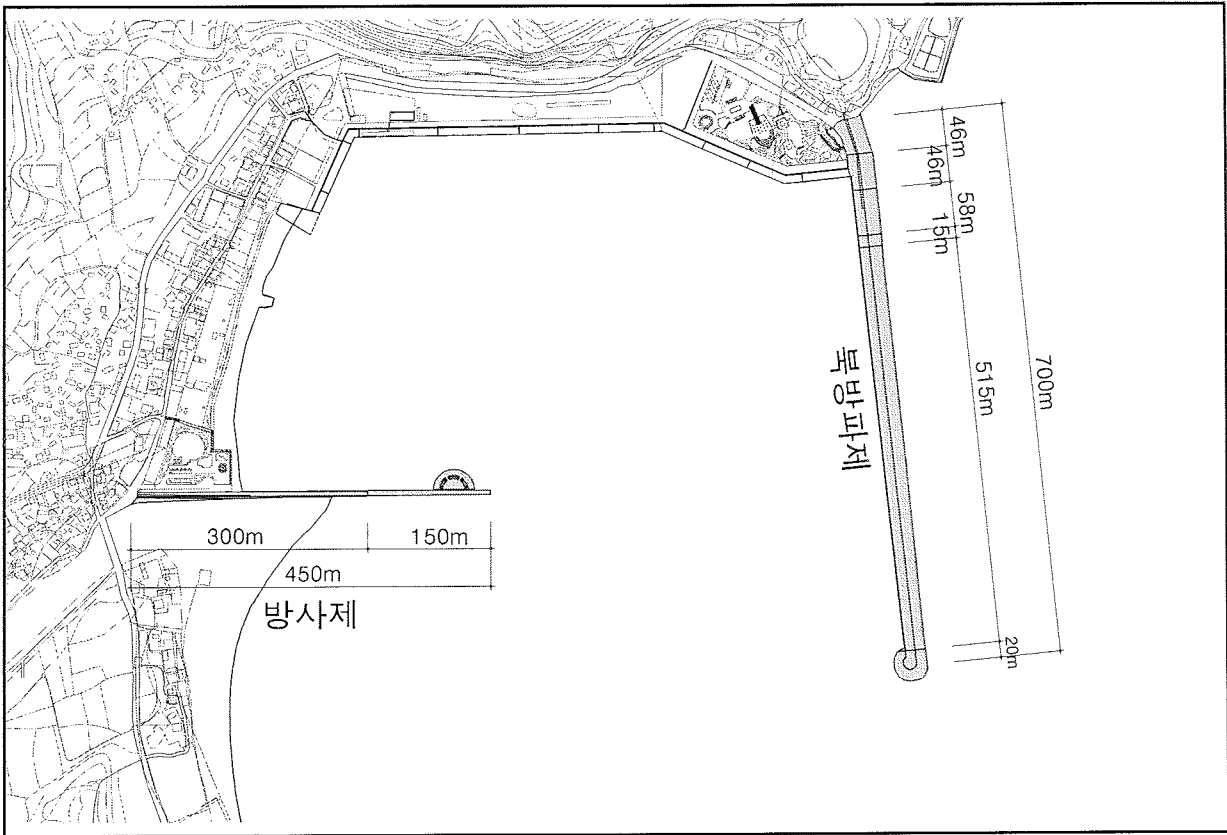
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1985년	기본시설계획 수립	
1989년	기본시설 완공	
1996년	방파제 보강계획 수립	
2002년	해안침식 방지대책 수립	
2004년	어촌어항 복합공간 선정	
2005년	어촌어항 복합공간 기본설계용역	
2006년	어촌어항 복합공간 실시설계용역	
2006년	어촌어항 복합공간 조성사업 착공	

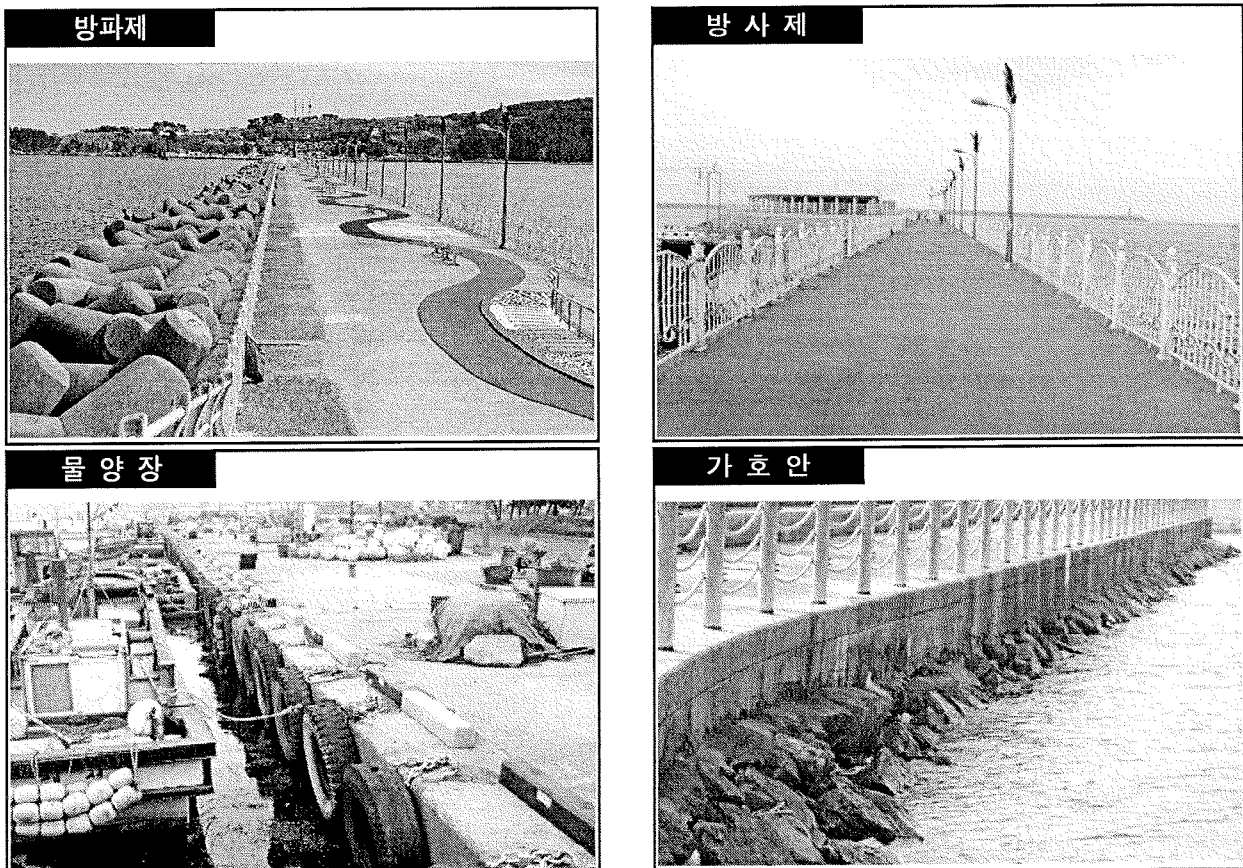
나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	방파제	사석경사식	700m	
	방사제	사석경사식	450m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	720m	
가호안		사석식	230m	

<그림 4.6.8> 양포항 현황도



<그림 4.6.9> 기존 시설현황



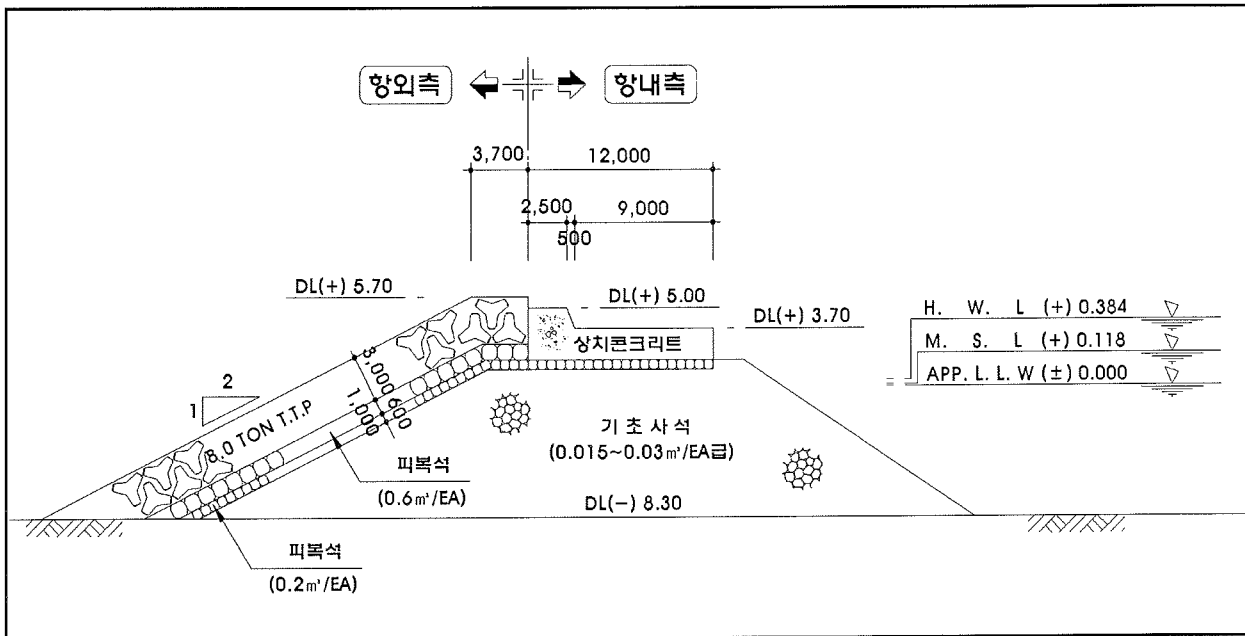
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 양포항 북방파제는 중량 8/12.5/20/32tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 700m이고, 방사제는 0.5m²급 사석으로 피복된 사석경사제 형식 및 직립소파블럭력식으로 시설 연장은 450m이며 상세 시설제원은 [표 4.6.11]과 같다.

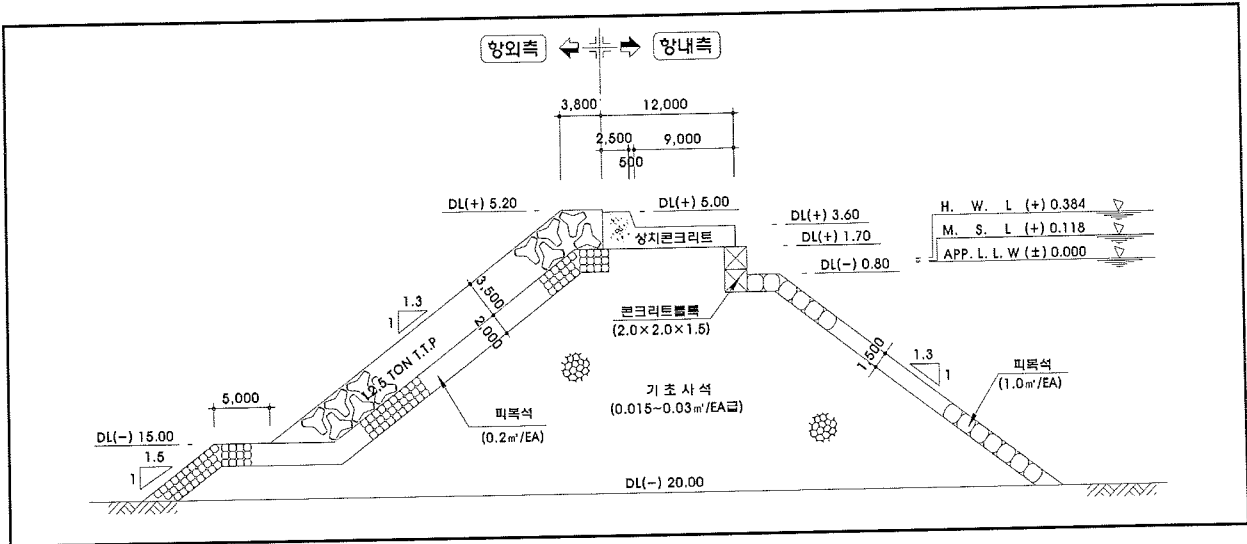
[표 4.6.11] 외곽시설 시설제원

구 분	북방파제	방사제	비 고
연 장	700m	450m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	사석경사제, 직립소파블럭력식	
준공년도	1989년 (‘07~’08 보강공사 시행)	2005년	
전면수심	DL.(-)4.8~18.0m	DL.(+)1.0~(-)7.0m	
마루높이	DL.(+)5.0~6.0m	DL.(+)1.3m	
피 복 재	8/12.5/20/32tonf	0.5m ² (사석)	

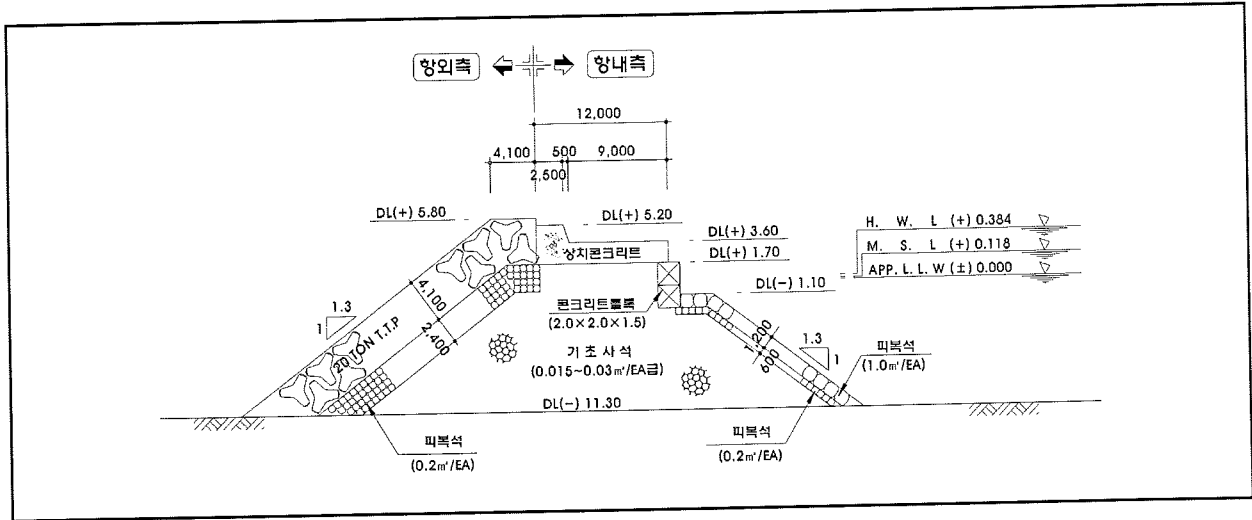
<그림 4.6.10> 북방파제 표준단면도(1구간)



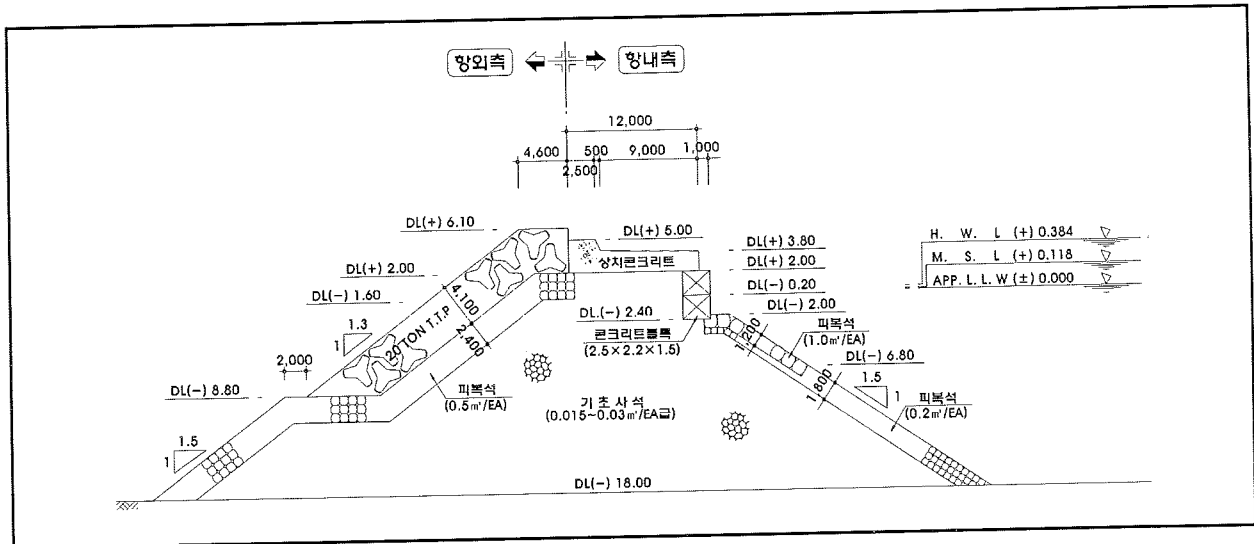
<그림 4.6.11> 북방파제 표준단면도(2구간)



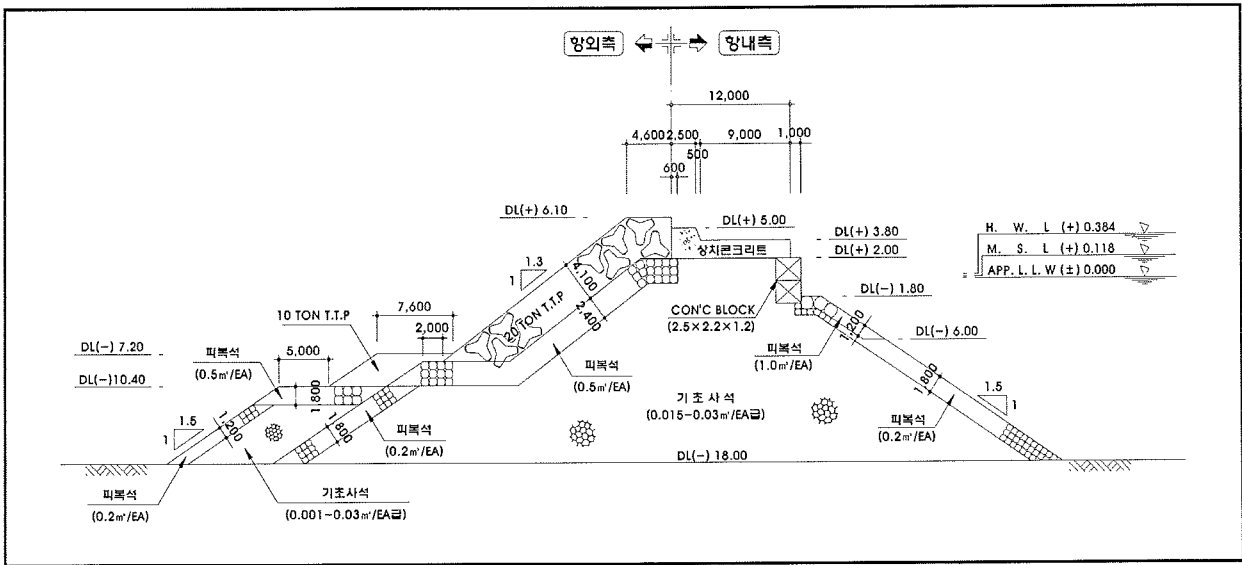
<그림 4.6.12> 북방파제 표준단면도(3구간)



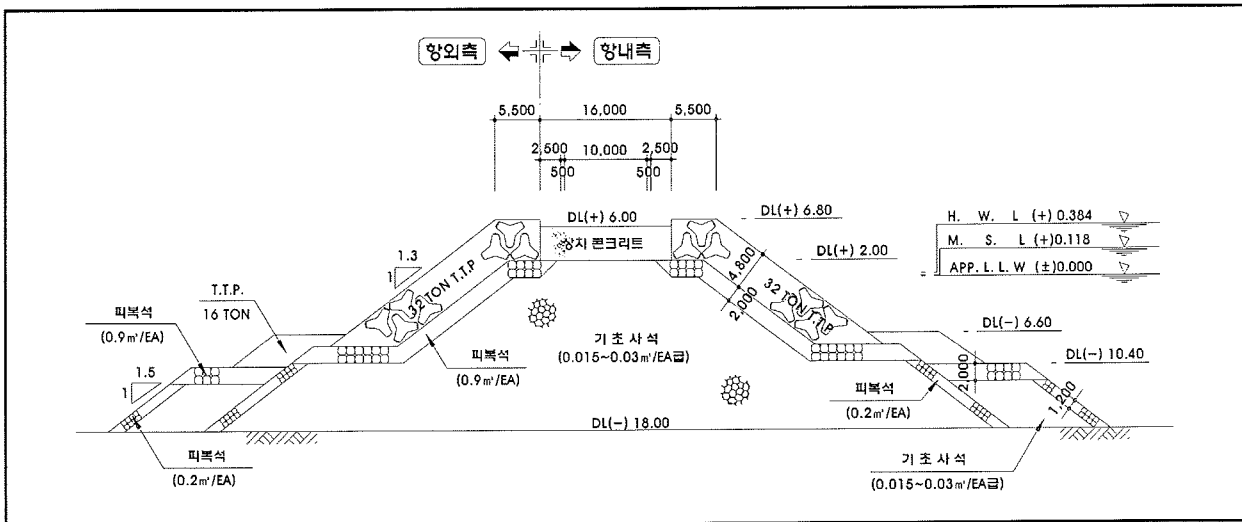
<그림 4.6.13> 북방파제 표준단면도(4구간)



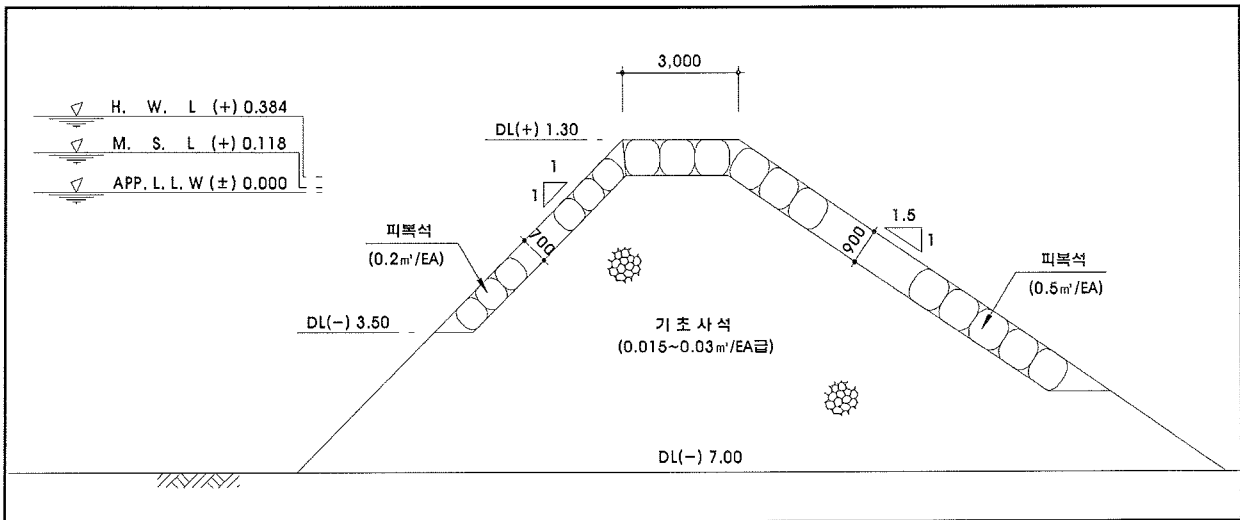
<그림 4.6.14> 북방파제 표준단면도(5구간)



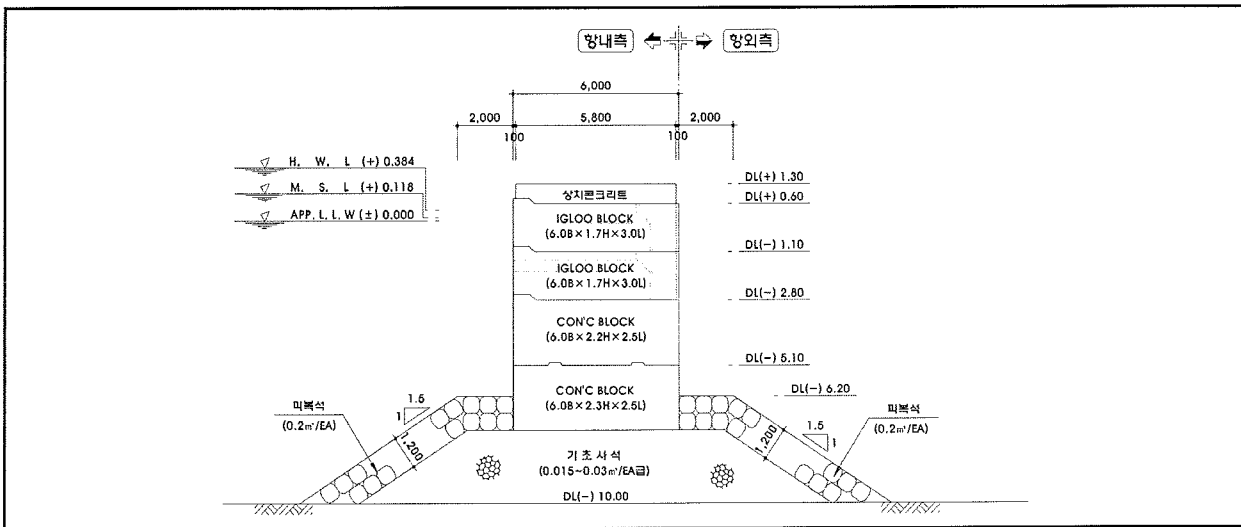
<그림 4.6.15> 북방파제 표준단면도(6구간)



<그림 4.6.16> 방사제 표준단면도(1구간)



<그림 4.6.17> 방사제 표준단면도(2구간)



4.6.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계파 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요증량의 적정성, 상치콘 크리트의 활동·전도, 체체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

가) 외곽시설 피해사례 분석

- 태풍으로 인해 발생하는 막대한 피해는 해수면 상승을 동반한 해일과 고파랑 내습이 주요 피해원인으로 작용한다.
- 따라서, 지금까지 태풍으로 인한 양포항 방파제 피해현황을 간략히 정리하면 [표 4.6.12]와 같다.

[표 4.6.12] 방파제 피해 현황

피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액
<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '98.01.15~16 • 태 풍 명 : 동계 폭풍 • 중심최대풍속 : 25m/s • 파 고 : 6~7m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 북방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.2m • 주 기 : 10.5sec • 파 향 : ENE 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제 160m • 피해액 : 782백만원

나) 방파제 설계파고 분석

- 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석하였다.
- 대상어항 북방파제의 파고는 전구간에 걸쳐 모두 증가한 것으로 나타났고, 최대 파고증가비는 1.78로 나타났으며, 기존 설계파와 비교한 내용은 [표 4.6.13]과 같다.

[표 4.6.13] 기존 설계파와 금회 구조물 설계파 파고 증가비

시 설 명	기존설계파			개정설계파			파고비	
	파고(m)	주기(s)	파향	파고(m)	주기(s)	파향		
북방파제	1구간 : No.0~No.4+6.0	2.8	10.5	ENE	4.6	13.0	ESE	1.64(▲)
	2구간 : No.4+6.0~No.9+2.0	5.2	10.5	ENE	6.3	13.0	ESE	1.21(▲)
	3구간 : No.9+2.0~No.15	5.2	10.5	ENE	7.0	13.0	ESE	1.35(▲)
	4구간 : No.15~No.16+5.0	5.2	10.5	ENE	7.0	13.0	ESE	1.35(▲)
	5구간 : No.16+5.0~No.68	5.2	10.5	ENE	7.4	13.0	ESE	1.42(▲)
	6구간 : No.68~No.70	5.2	10.5	ENE	7.4	13.0	ESE	1.42(▲)
방 사 제	1구간 : No.0~No.30	0.9	10.5	ENE	1.6	13.0	ESE	1.78(▲)
	2구간 : No.30~No.45	0.9	10.5	ENE	1.1	13.0	ESE	1.22(▲)

다) 현지 의견사항 및 건의사항

- 방사제 인근 마리나시설에 접안한 요트피해 발생
- 바람에 의한 항내 정온도 불량
- 월파에 의한 방파제 안전난간 파손

라) 피해원인분석

- 대상어항은 1998년 동계 폭풍에 의해 방파제 피해가 발생하였는데, 이는 폭풍내습시 설계파고 5.2m보다 큰 6~7m 파랑 내습에 따른 피해로 사료된다.
- 금회 산정된 구조물 설계파의 증가에 따라 향후 양포항 인근해역에 원설계시보다 고파랑이 내습하여 구조물에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

아) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 38.4	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 23.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 16.9	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 15.6	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 14.3	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 11.8	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 9.3	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 8.0	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 6.7	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성표(양포)

바) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.6.14] 안정성 검토 설계기준

구 분	적용방법	비 고	
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	저오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
북방파제	1구간 : No.0~No.4+6.0	4.6	13.0	ESE	50년
	2구간 : No.4+6.0~No.9+2.0	6.3	13.0	ESE	
	3구간 : No.9+2.0~No.15	7.0	13.0	ESE	
	4구간 : No.15~No.16+5.0	7.0	13.0	ESE	
	5구간 : No.16+5.0~No.68	7.4	13.0	ESE	
	6구간 : No.68~No.70	7.4	13.0	ESE	
방사제	1구간 : No.0~No.30	1.6	13.0	ESE	
	2구간 : No.30~No.45	1.1	13.0	ESE	

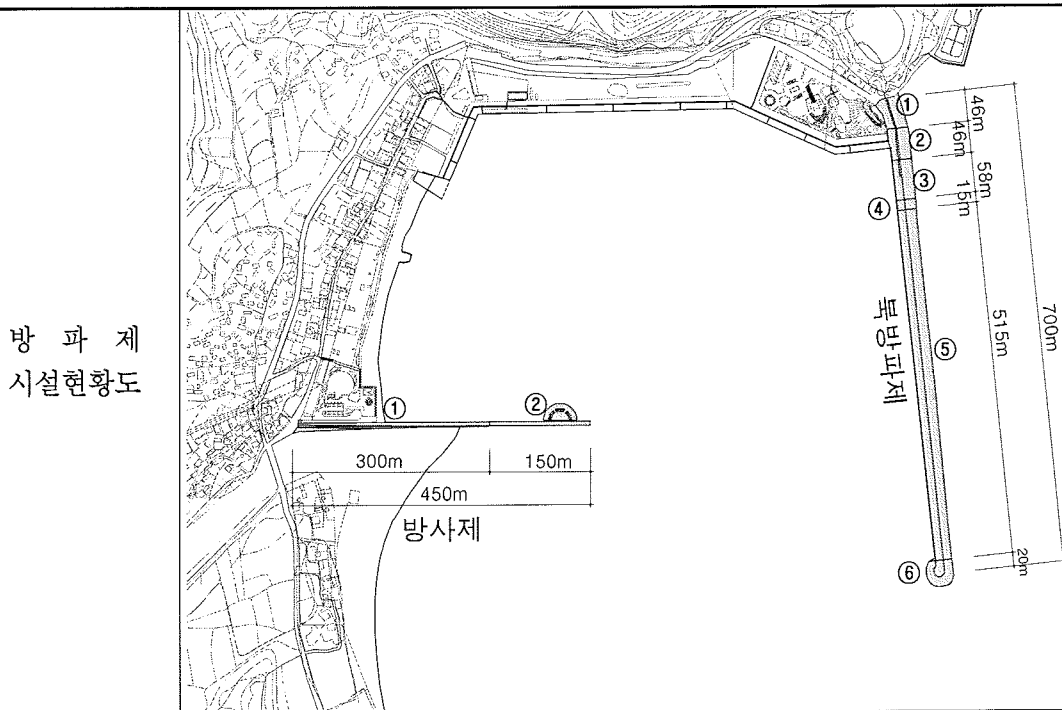
나) 기존단면 안전성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 북방파제와 방사제로 시설현황은 [표 4.6.15]과 같다.

[표 4.6.15] 방파제 시설현황

구 분	북방파제	방사제
연 장	700m	450m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	사석경사제, 직립소파블럭식
준공년도	1989년 (‘07~’08 보강공사 시행)	2005년
전면수심	DL.(-)4.8~18.0m	DL.(+)1.0~(-)7.0m
마루높이	DL.(+)5.0~6.0m	DL.(+)1.3m
피 복 재	8/12.5/20/32tonf	0.5m ³ (사석)
검토구간	6개 구간	2개 구간



b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭만평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭만평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭만평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭만평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭만평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 23.6m	
제2방법	삭만평균만조위	DL.(+) 38.4m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
북방파제	1구간	DL.(+)5.00	DL.(+)5.30	DL.(+)6.40	DL.(+)4.40	DL.(+)5.00	DL.(+)5.00	O.K
	2구간	DL.(+)6.70	DL.(+)7.30	DL.(+)12.90	DL.(+)10.40	DL.(+)6.70	DL.(+)5.00	N.G
	3구간	DL.(+)7.40	DL.(+)8.10	DL.(+)7.80	DL.(+)6.40	DL.(+)7.40	DL.(+)5.20	N.G
	4구간	DL.(+)7.40	DL.(+)8.60	DL.(+)8.30	DL.(+)6.80	DL.(+)7.40	DL.(+)5.00	N.G
	5구간	DL.(+)7.80	DL.(+)9.00	DL.(+)8.60	DL.(+)7.10	DL.(+)7.80	DL.(+)5.00	N.G
	6구간	DL.(+)7.80	DL.(+)9.00	DL.(+)8.60	DL.(+)7.10	DL.(+)7.80	DL.(+)6.00	N.G
방사제	1구간	DL.(+)2.00	DL.(+)1.00	DL.(+)3.20	DL.(+)1.00	DL.(+)1.00	DL.(+)1.30	O.K
	2구간	DL.(+)1.50	DL.(+)0.85	DL.(+)2.50	DL.(+)1.00	DL.(+)0.85	DL.(+)1.30	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
북방파제	1구간	6.10 ~ 8.68	8.684	비쇄파대
	2구간	8.81 ~ 12.37	20.384	비쇄파대
	3구간	8.98 ~ 12.60	11.684	쇄파대
	4구간	9.60 ~ 13.35	18.384	비쇄파대
	5구간	10.06 ~ 14.00	18.384	비쇄파대
	6구간	-	-	-
방사제	1구간	2.71 ~ 3.91	7.384	비쇄파대
	2구간	1.93 ~ 2.79	10.384	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분		계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
북방파제	1구간	10.0 TON T.T.P	10.0 TON T.T.P	8.0 TON T.T.P	N.G
	2구간	40.0 TON T.T.P	40.0 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	N.G
	3구간	64.0 TON T.T.P	64.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	N.G
	4구간	50.0 TON T.T.P	64.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	N.G
	5구간	64.0 TON T.T.P	64.0 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	N.G
	6구간	80.0 TON SEALOCK	80.0 TON SEALOCK	32.0 TON T.T.P	N.G
방사제	1구간	0.2m ³ /EA	0.2m ³ /EA	0.5m ³ /EA	O.K
	2구간	0.2m ³ /EA	0.2m ³ /EA	0.2m ³ /EA	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분		소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
북방파제	1구간	0.62 ~ 0.92	0.3	0.6	O.K
	2구간	2.46 ~ 3.68	1.0	0.2	N.G
	3구간	3.93 ~ 5.89	1.5	0.2	N.G
	4구간	3.07 ~ 4.60	1.2	0.5	N.G
	5구간	3.92 ~ 5.88	1.5	0.5	N.G
	6구간	5.34 ~ 7.99	TRIPORD 7.0	0.9	N.G
방사제	1구간	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
북방파제	1구간	1.12 < 1.20	N.G	6.41 > 1.20	O.K	0.88 < 1.00	N.G	5.28 > 1.10	O.K
	2구간	0.47 < 1.20	N.G	1.85 > 1.20	O.K	0.40 < 1.00	N.G	1.62 > 1.10	O.K
	3구간	0.65 < 1.20	N.G	3.20 > 1.20	O.K	0.52 < 1.00	N.G	2.69 > 1.10	O.K
	4구간	0.26 < 1.20	N.G	0.06 < 1.20	N.G	0.21 < 1.00	N.G	0.05 < 1.10	N.G
	5구간	0.83 < 1.20	N.G	2.65 > 1.20	O.K	0.64 < 1.00	N.G	2.18 > 1.10	O.K
	6구간	-	-	-	-	-	-	-	-
방사제	1구간	-	-	-	-	-	-	-	-
	2구간	1.30 > 1.20	O.K	2.43 > 1.20	O.K	1.01 > 1.00	O.K	1.87 > 1.10	O.K

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
북방파제	1구간	1.62 > 1.20	O.K	1.32 > 1.00	O.K
	2구간	1.19 < 1.20	N.G	0.99 < 1.00	N.G
	3구간	1.26 > 1.20	O.K	1.05 > 1.00	O.K
	4구간	1.12 < 1.20	N.G	0.94 < 1.00	N.G
	5구간	1.22 > 1.20	O.K	1.02 > 1.00	O.K
	6구간	-	-	-	-
방사제	1구간	-	-	-	-
	2구간	1.94 > 1.20	O.K	1.60 > 1.00	O.K

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 북방파제 및 방사제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.6.16] 같다.

[표 4.6.16] 안전성 검토 결과

구 분		북방파제						방사제		
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	1구간	2구간	
구 조 물 설 계 파	파고(m)	4.60	6.30	7.00	7.00	7.40	7.40	1.60	1.60	
	주기(s)	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	
	파 향	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	
마 루 높 이 (DL.(+),m)	현 황	5.00	5.00	5.20	5.00	5.00	6.00	1.30	1.30	
	금 회 (판 정)	5.00 (OK)	6.70 (NG)	7.40 (NG)	7.40 (NG)	7.80 (NG)	7.80 (NG)	2.00 (NG)	2.00 (NG)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 8.0	T.T.P 12.5	T.T.P 20.0	T.T.P 20.0	T.T.P 20.0	T.T.P 320	피복석 0.5m ²	피복석 0.2m ²	
	금 회 (판 정)	T.T.P 10.0 (NG)	T.T.P 40.0 (NG)	T.T.P 64.0 (NG)	T.T.P 50.0 (NG)	T.T.P 64.0 (NG)	Sealock 80.0 (NG)	피복석 0.2m ² (OK)	피복석 0.2m ² (OK)	
상 부 공 및 체 체 안 정	상 시	활 동 (판 정)	1.12 (NG)	0.47 (NG)	0.65 (NG)	0.26 (NG)	0.83 (NG)	-	-	1.30 (OK)
		전 도 (판 정)	6.41 (OK)	1.85 (OK)	3.20 (OK)	0.06 (NG)	2.65 (OK)	-	-	2.43 (OK)
		직선활동 (판 정)	1.62 (OK)	1.19 (NG)	1.26 (OK)	1.12 (NG)	1.22 (OK)	-	-	1.94 (OK)
	지 진 시	활 동 (판 정)	0.88 (NG)	0.40 (NG)	0.52 (NG)	0.21 (NG)	0.64 (NG)	-	-	1.01 (OK)
		전 도 (판 정)	5.28 (OK)	1.62 (OK)	2.69 (OK)	0.05 (NG)	2.18 (OK)	-	-	1.87 (OK)
		직선활동 (판 정)	1.32 (OK)	0.99 (NG)	1.05 (OK)	0.94 (NG)	1.02 (OK)	-	-	1.60 (OK)

- 양포항은 과거 동계 폭풍에 의해 북방파제 일부구간에서 피해가 발생하였으며, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 그러므로, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 현재 시공이 완료된 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 체체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.6.17] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
북방과제	1구간 : No.0~No.4+6.0	×	필요
	2구간 : No.4+6.0~No.9+2.0	×	필요
	3구간 : No.9+2.0~No.15	×	필요
	4구간 : No.15~No.16+5.0	×	필요
	5구간 : No.16+5.0~No.68	×	필요
	6구간 : No.68~No.70	×	필요
방사제	1구간 : No.0~No.30	○	불필요
	2구간 : No.30~No.45	○	불필요

4.6.3 보수·보강방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 양포항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 북방파제 6개 구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.6.18] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북방파제	1구간	46m	○
	2구간	46m	○
	3구간	58m	○
	4구간	15m	○
	5구간	515m	○
	6구간	20m	○
방사제	1구간	300m	
	2구간	150m	

2) 주요 검토항목 및 검토조건

가) 상치콘크리트 보수·보강

a) 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + 1.0 $H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

b) 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규 콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

c) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사제의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 북방파제

- 개정 심해파를 고려한 북방파제의 정밀안전성 검토결과, 마루높이는 전구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어 마루높이를 증고하여 안정성을 확보하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 북방파제 기부측 및 제간부의 경우 12.5 TON T.T.P ~ 64.0 TON T.T.P를 보강하였고, 제두부는 80.0 TON SEALOCK을 보강하여 안정성을 확보하였으며, 방사제는 전구간에서 안정성을 확보한 것으로 검토되었다..
- 또한, 상부공의 북방파제의 마루높이를 증고 및 보강하여 안정성이 미확보된 구간에 대해하여 안정성을 확보토록 하였다.
- 구간별 보강계획 검토결과, 1구간은 2구간의 기존 T.T.P 12.5ton을 유용하여 덧씌우기안이 경제적으로 유리하여 채택·건의하며, 2구간은 기존 T.T.P 12.5ton을 제거하고 T.T.P 40.0ton으로 신규 제작하여 보강하는 안이 양포항 전체적으로 볼 때 경제적으로 타당성을 확보할 수 있는 것으로 사료되어 채택하였다.
- 그 외 구간은 기존 T.T.P 제거시 유용이 어려워 제거하지 않고, 소요 규격에 맞는 피복재를 제작하여 덧씌우기하는 보강1안이 경제적으로 유리하여 채택·건의한다.

[표 4.6.19] 방파제 보수·보강 단면 제원

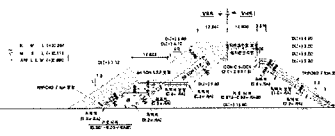
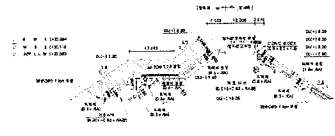
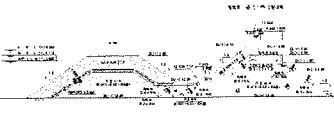
구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	비 고
시설연장		46.0m	46.0m	58.0m	15.0m	515.0m	20.0m	700.0m
마루 높이	현황	DL(+)5.0m	DL(+)5.0m	DL(+)5.2m	DL(+)5.0m	DL(+)5.0m	DL(+)6.0m	
	계획	DL(+)5.7m	DL(+)7.0m	DL(+)8.0m	DL(+)8.0m	DL(+)8.0m	DL(+)8.0m	
외 측 피복재	현황	T.T.P 8.0ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 32.0ton	
	계획	T.T.P 12.5ton 유용	T.T.P 40.0ton	T.T.P 64.0ton	T.T.P 64.0ton	T.T.P 64.0ton	Sealock 80.0ton	

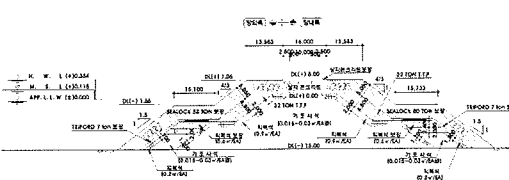
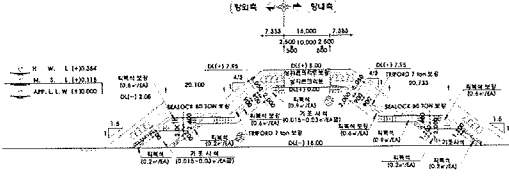
[표 4.6.20] 북방파제 보수·보강 방안

단 면		보수·보강 방안	비 고
1구간	보강 1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)5.70m 확보 항외측 피복재 전면에 북방파제 2구간의 12.5 TON T.T.P를 유용하여 안정성을 확보 	채택 건의
	보강 2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)5.70m 확보 항외측 피복재 전면에 10.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 	
2구간	보강 1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)7.00m 확보 항외측 피복재 12.5 TON T.T.P를 유용하고 피복석 0.5m³, TRIPORD 5.0 TON과 피복재 40.0 TON T.T.P 보강하여 안정성을 확보 항내측 피복재를 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 5.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	채택 건의
	보강 2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)7.00m 확보 항외측 피복재를 40.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 항내측 피복재를 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 5.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	
3~4구간	보강 1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.00m 확보 기존 피복재 20.0 TON T.T.P를 일부 유용하고, 64.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 항내측 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 7.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	채택 건의
	보강 2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.00m 확보 기존 피복석 20.0 TON T.T.P를 제거, 피복석 0.5m³와 TRIPORD 5.0 TON을 보강하고 64.0 TON T.T.P를 시공하여 안정성을 확보 항내측 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 7.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	
5구간	보강 1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.00m 확보 기존 20.0 TON T.T.P 일부 유용하고, 피복석 0.6m³ 보강후 64.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 항내측 피복석 1.0m³를 보강하고 TRIPORD 7.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	채택 건의
	보강 2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.00m 확보 기존 20.0 TON T.T.P를 제거하고 피복석 0.5m³, TRIPORD 5.0 TON와 64.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 항내측 피복석 0.5m³를 보강하고 TRIPORD 5.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	
	보강 3안	<ul style="list-style-type: none"> 방파제 전면에 천단고 2m, 폭 25.7m의 64.0 TON T.T.P 잠재를 보강하여 기존 방파제에 안정성을 확보 	
6구간	보강 1안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.00m 확보 기존 32.0 및 16.0 TON T.T.P를 일부 유용하고, 피복석 0.6m³, TRIPORD 7.0 TON, 80.0 TON SEALOCK을 보강하여 안정성 확보 	채택 건의
	보강 2안	<ul style="list-style-type: none"> 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL+)8.00m 확보 기존 32.0, 16.0 TON T.T.P를 유용하고 피복석 0.6m³, TRIPORD 7.0 TON, 80.0 TON SEALOCK을 보강하여 안정성을 확보 	

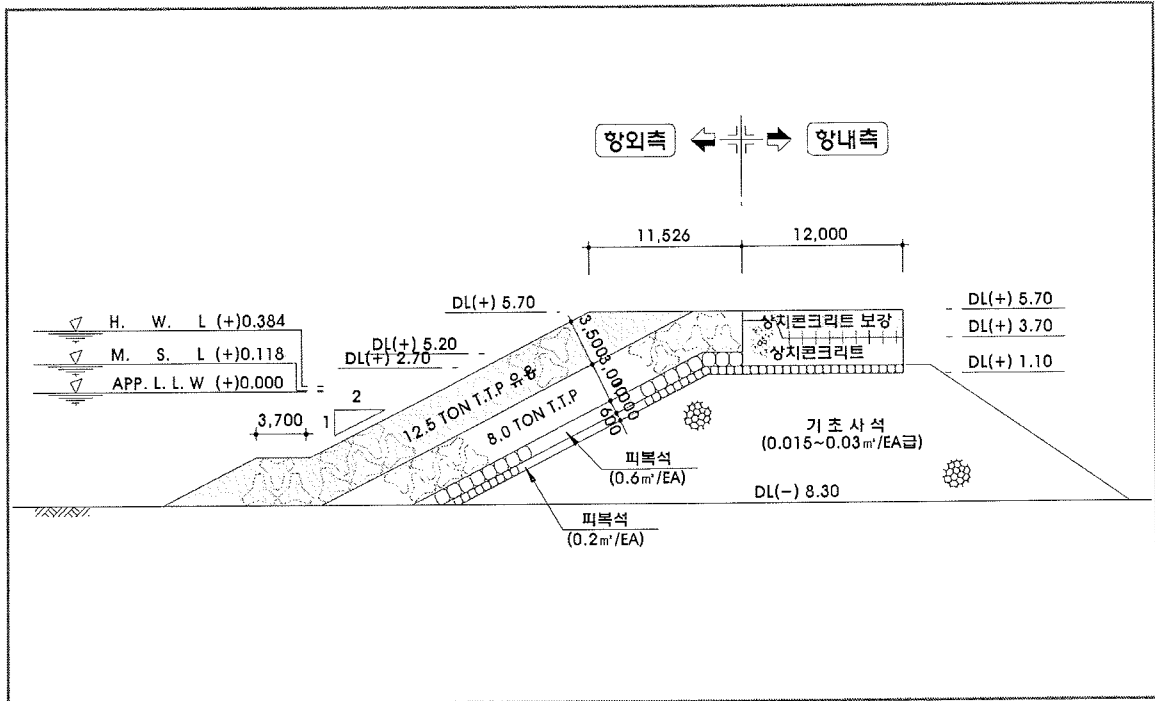
[표 4.6.21] 보수·보강 단면 비교

구분	보강1안	보강2안	
1 구간	단면형상		
	개략공사비	7백만원/m	22백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 유용에 따른 경제성 양호 • 피복재 안정성 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 피복재 신규 제작에 따른 경제성 불량
	채택건의	◎	
2 구간	단면형상		
	개략공사비	88백만원/m	68백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 단면 정비에 따른 시공성 양호 • 기존 피복재 제거 후 유용 • 경제성 불리 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성 양호 • 기존 단면 활용에 따른 시공성 저하
	채택건의	◎	
3~4 구간	단면형상		
	개략공사비	44백만원/m	53백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 제거 후 유용 • 경제성 양호 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 제거 후 유용 • 경제성 불리
	채택건의	◎	

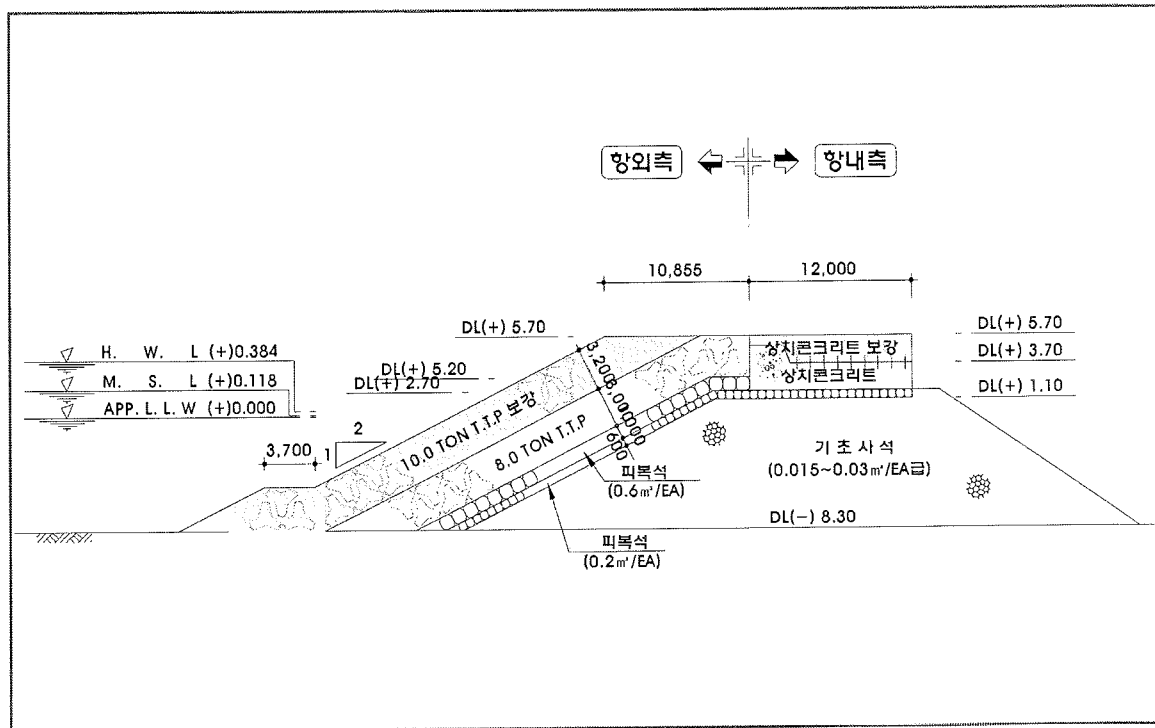
구분	보강1안	보강2안	보강3안	
5 구간	단면형상			
	개략공사비	67백만원/m	74백만원/m	99백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> 기존 피복재 유용에 따른 경제성 양호 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 피복재 제거 후 보강 피복재 거치에 따른 경제성 불리 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 단면 보강계획 미수립 이안제 설치에 따른 경제성 불리
	채택건의	◎		

구분	보강1안	보강2안	
6 구간	단면형상		
	개략공사비	96백만원/m	121백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> 기존 단면 활용에 따른 경제성 양호 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 피복재 제거에 따른 경제성 불리
	채택건의	◎	

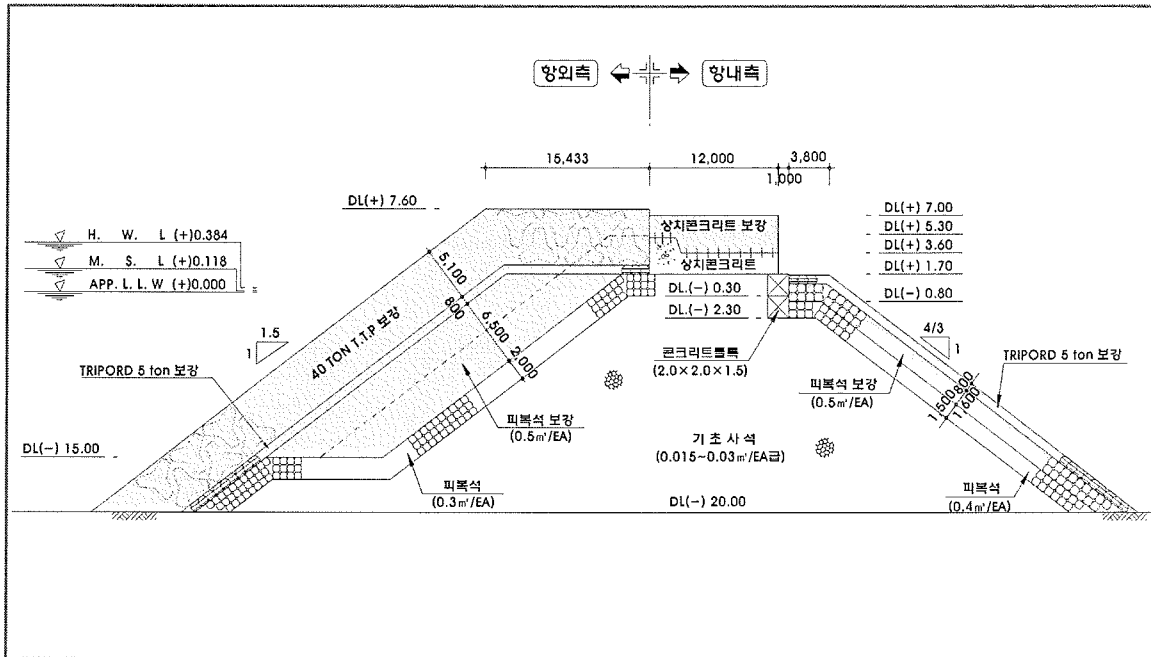
<그림 4.6.18> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)



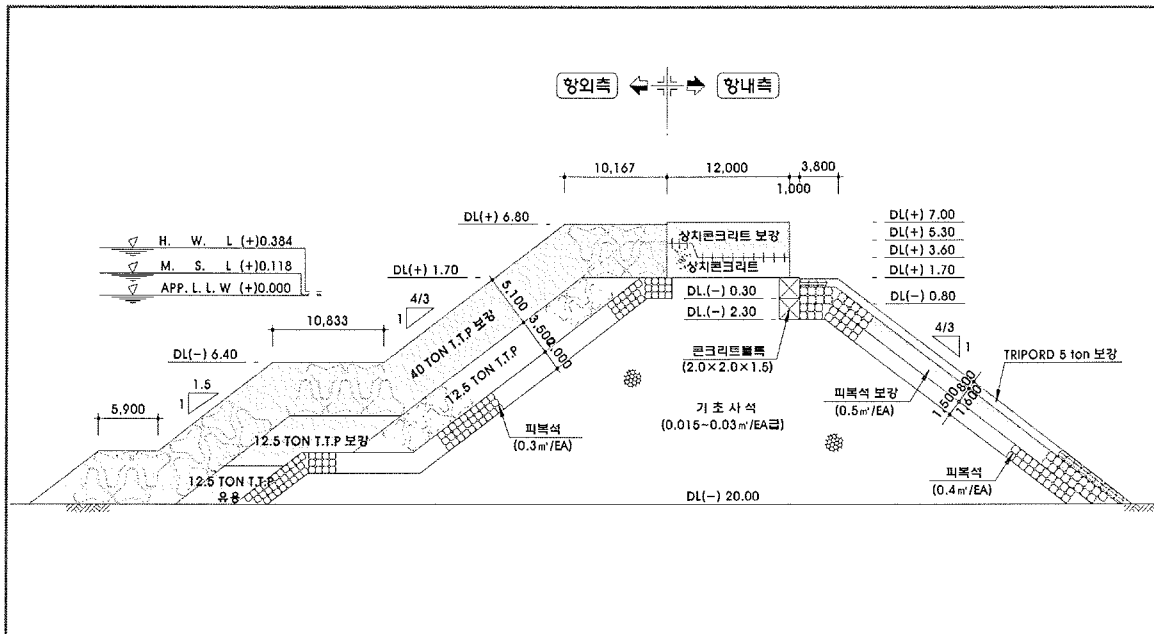
<그림 4.6.19> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)



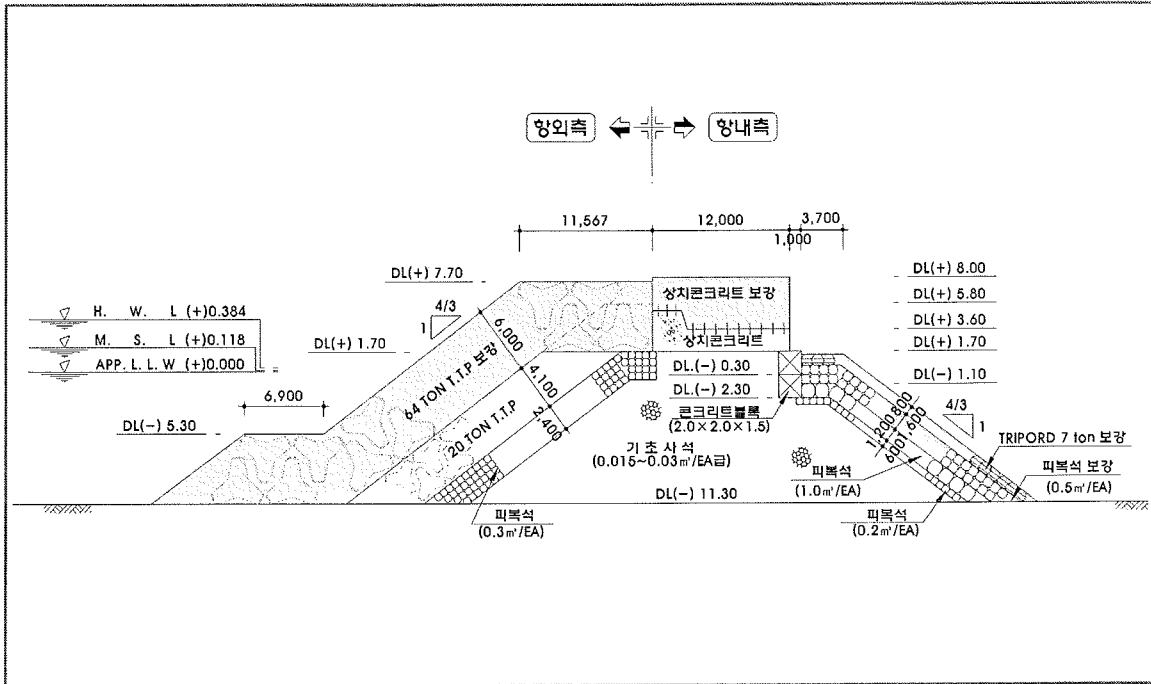
<그림 4.6.20> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강1안)



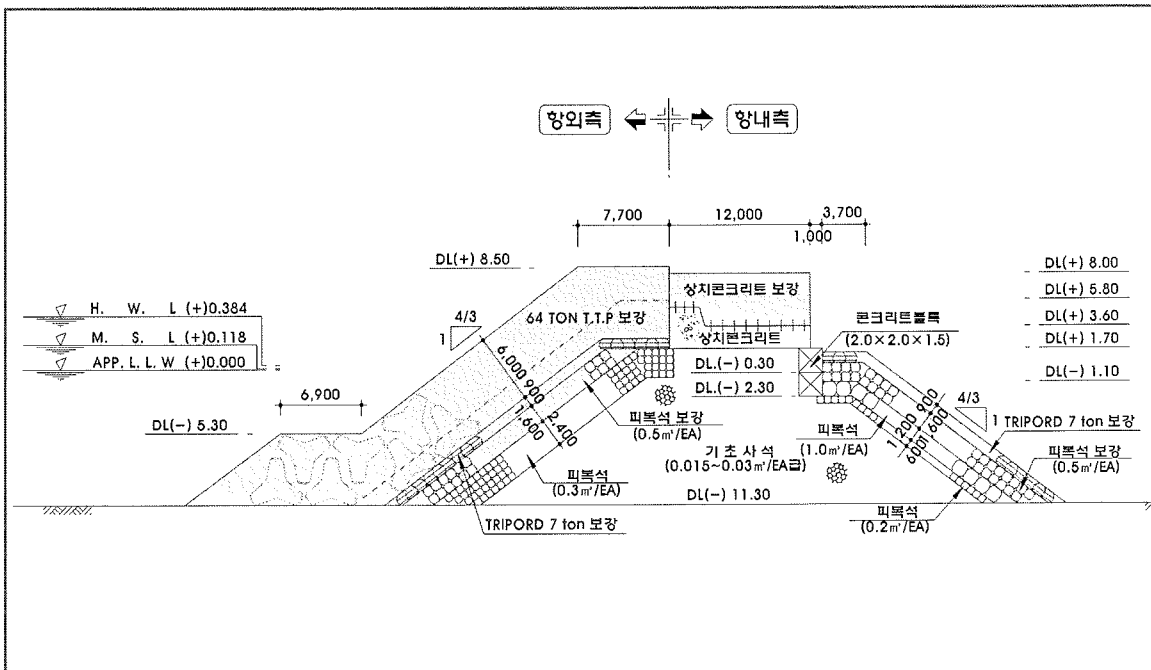
<그림 4.6.21> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강2안)



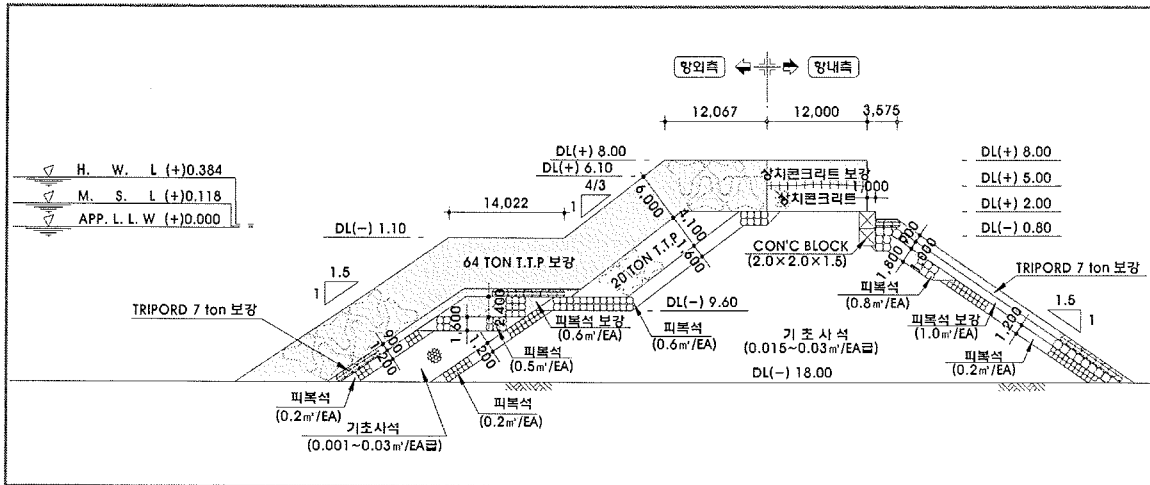
<그림 4.6.22> 보수·보강 표준단면도(3~4구간, 보강1안)



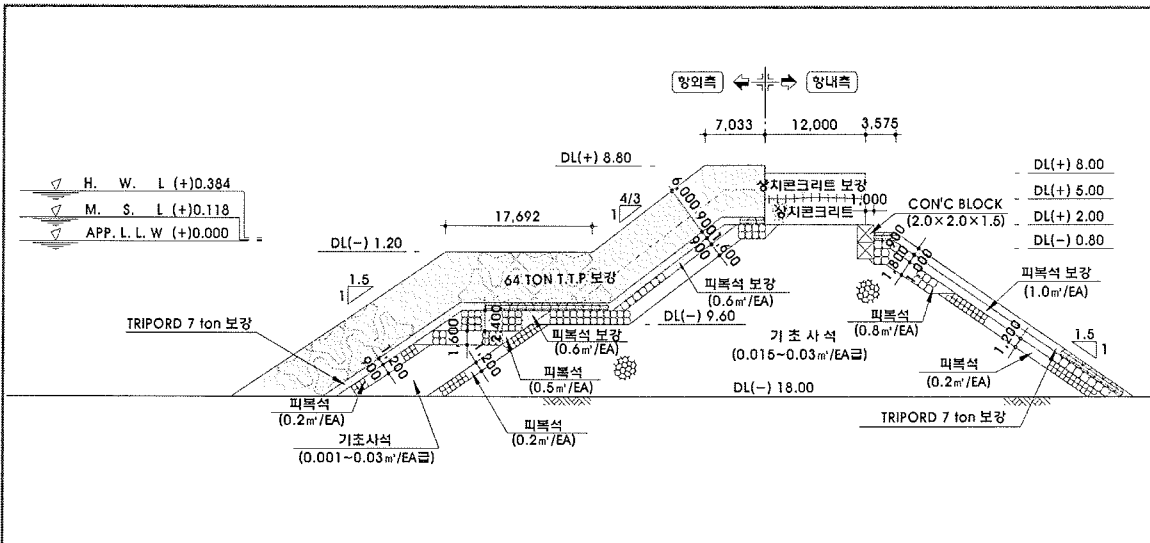
<그림 4.6.23> 보수·보강 표준단면도(3~4구간, 보강2안)



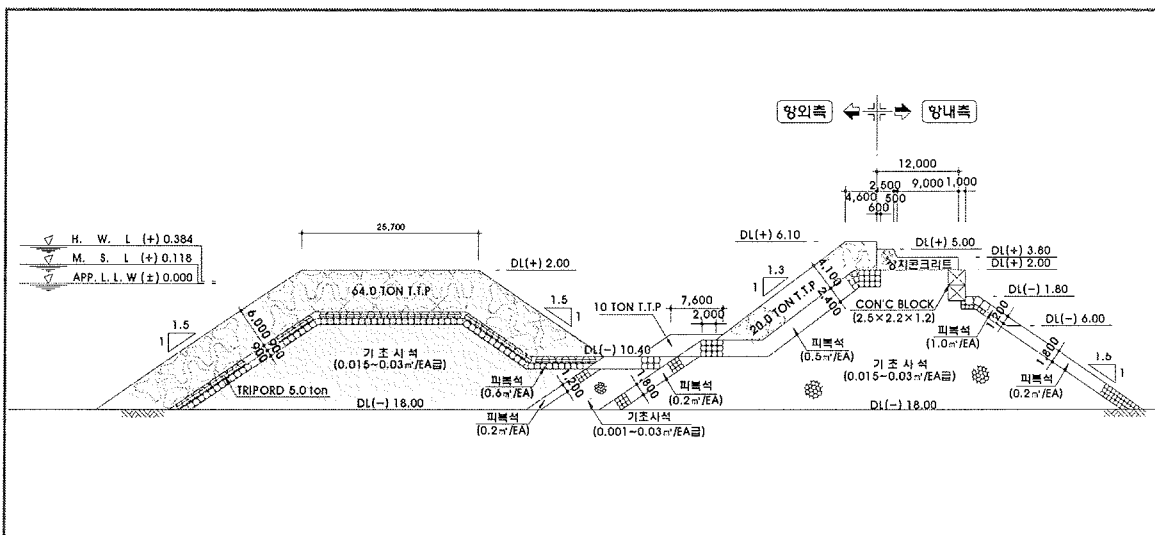
<그림 4.6.24> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강1안)



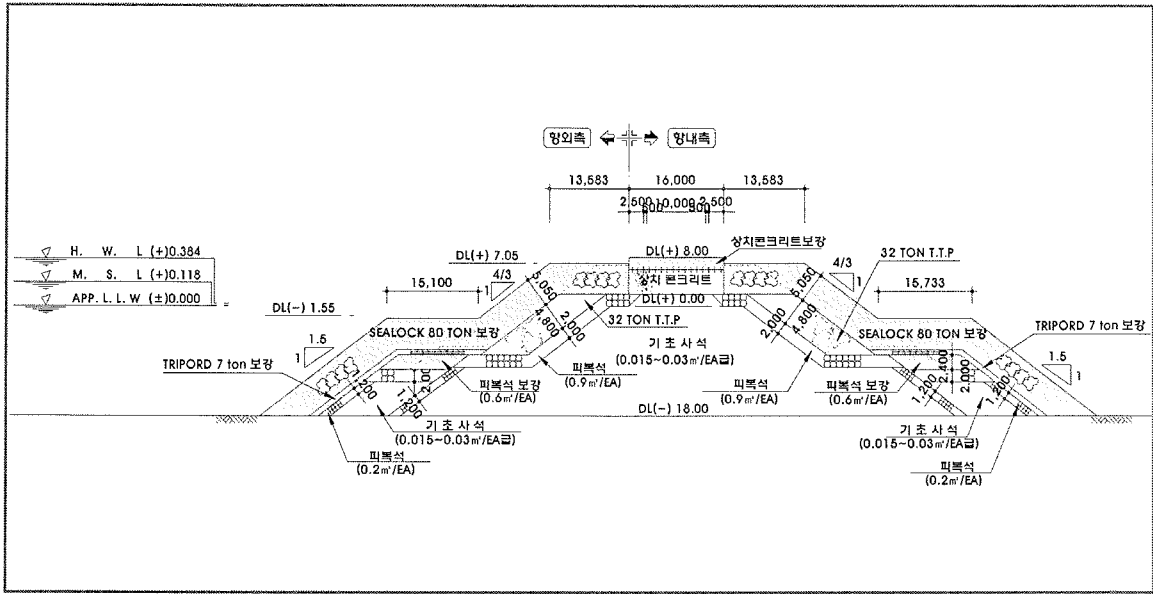
<그림 4.6.25> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강2안)



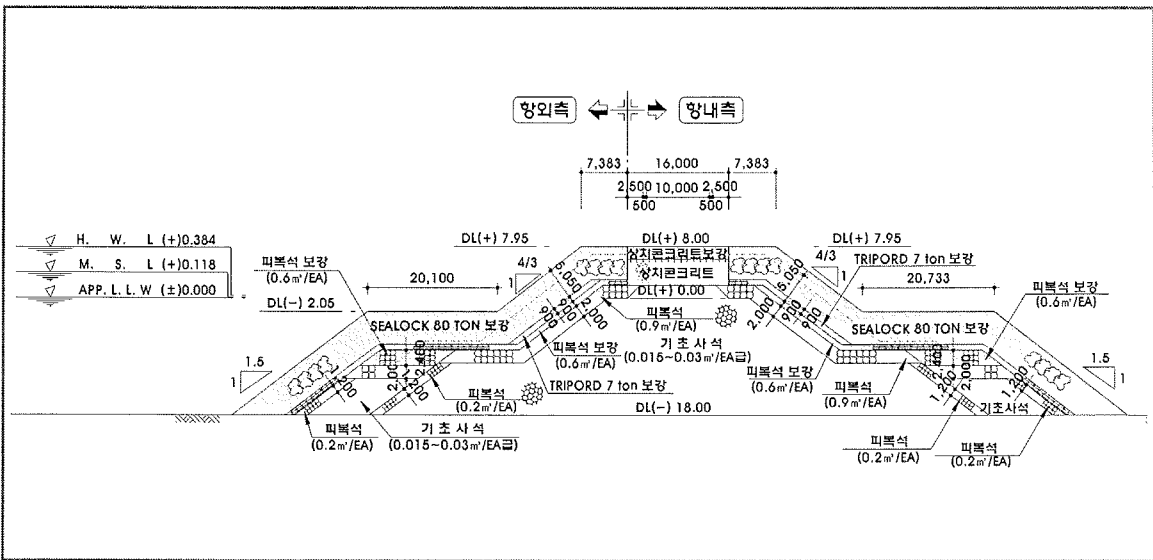
<그림 4.6.26> 보수·보강 표준단면도(5구간, 보강3안)



<그림 4.6.27> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강1안)



<그림 4.6.28> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강2안)



나) 방사제

- 개정 심해파를 고려한 방사제의 검토결과, 마루높이는 1, 2구간에서 대하여 $1.0H_{1/3}$ 에는 미달하나, 허용율파량($0.004\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$)은 만족하는 것으로 검토되어 경제성을 감안하여 증고하지 않는 것이 좋을것으로 판단된다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 방사제 전구간에서 안정성이 확보되는 것으로 검토되었다.

3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 양포항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 440억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고	
북방파제	700		44,007		
1차년도	1구간	46	7	322	· 상치 보강, 피복재 보강
	2구간	46	88	4,048	· 상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
	3구간	58	44	2,552	· 상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
	4구간	15	44	660	· 상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
	5구간	120	67	8,040	· 상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
	소 계			15,622	
2차년도	5구간	395	67	26,465	· 상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
	6구간	20	96	1,920	· 상치 보강, 피복재 보강
	소 계			28,385	
방 사 제	-		-		
1구간	-	-	-		
2구간	-	-	-		
부 대 비	-	-	50	· 등대 이설(1기)	
합 계			44,057		

4.7 정자항

4.7.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 정자항은 서측으로 동대산(해발 444m), 무룡산(해발 452.9m) 등으로 내륙과 차단되어 있는 관계로 동서간 육상 운송로로서는 울산시와 정자 간을 연결하는 포장도로가 있을 뿐이며 남북간 해안선을 잇는 도로가 본항을 통과한다.
- 항입구는 폭 약 300m(수심 DL(-)10.00m)로서 동측으로 개방되어 있으며 남측, 북측은 수심이 얇고 암초가 산재하고 있어, 항개발 및 항로에 제약을 받는다.
- 항내 수심은 약 5~10m로서 양호하며 해저지질은 모래질, 이토 혹은 이토질 모래로 판단되나 항내 및 항입구 주변에 암초가 산재해 있는 점 등으로 미루어 볼 때 분포심도가 깊지 않을 것으로 추정된다.
- 본 항의 남측으로 정자천이 흐르고 있으나 유역면적이 적으며 정자천 하구에 암초들이 있는 점 등으로 볼 때 유사량은 적을 것으로 판단된다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.7.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원		
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.3	현상 일수	일	맑 음	114.2
		풍 향		ESE			흐 립	97.6
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	33.2			안 개	6.4
		풍 향		NE			강 수	34.3
	평균풍속		m/sec	2.1			강 설	5.0
기 온	연 평 균		℃	14.4			결 빙	83.6
	최 고			38.2			뇌 전	13.2
	최 저			-11.8			폭 풍	4.7
강수량	연 평 균		mm	1,303.4	기 온	0.5		
	일 최 다			417.8				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월이 2.4℃, 8월이 25.8℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 38.2℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.8℃(1990년 1월, 1991년 2월)로 나타났다.

[표 4.7.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

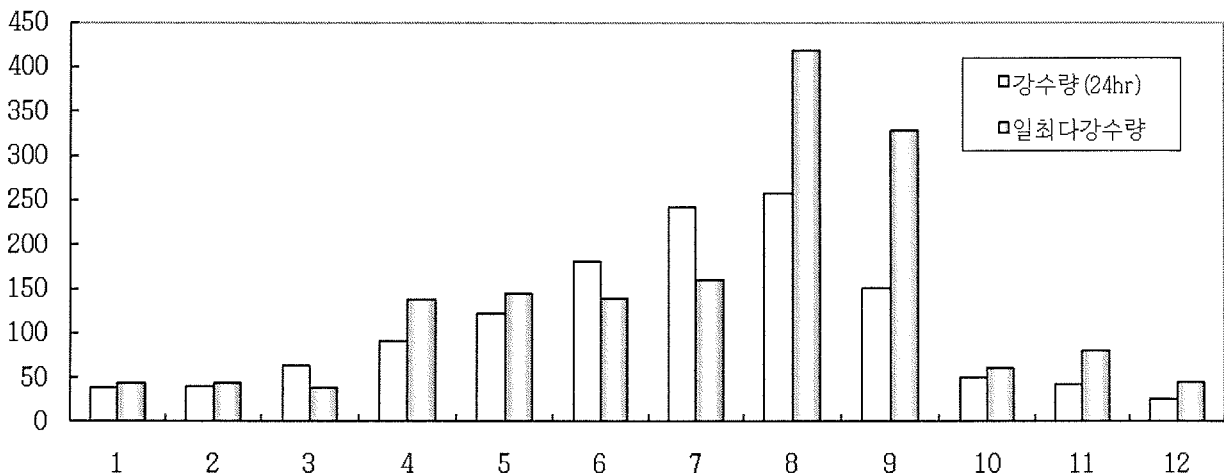
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.4	4.4	8.3	13.8	18.0	21.5	25.1	25.8	21.7	16.5	10.3	4.6	14.4
최 고	19.2	24.2	23.9	31.0	32.6	35.5	38.2	37.4	35.6	29.5	26.4	19.6	38.2
최 저	-11.8	-11.8	-5.8	-1.1	5.0	10.8	13.9	15.0	10.3	1.4	-6.1	-10.4	-11.8

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1991년의 2,058.9mm, 연최소 강수량은 1995년의 693.0mm이며, 연평균 강수량은 1,303.4mm로 나타난다.

<그림 4.7.1> 강수량(mm)



[표 4.7.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

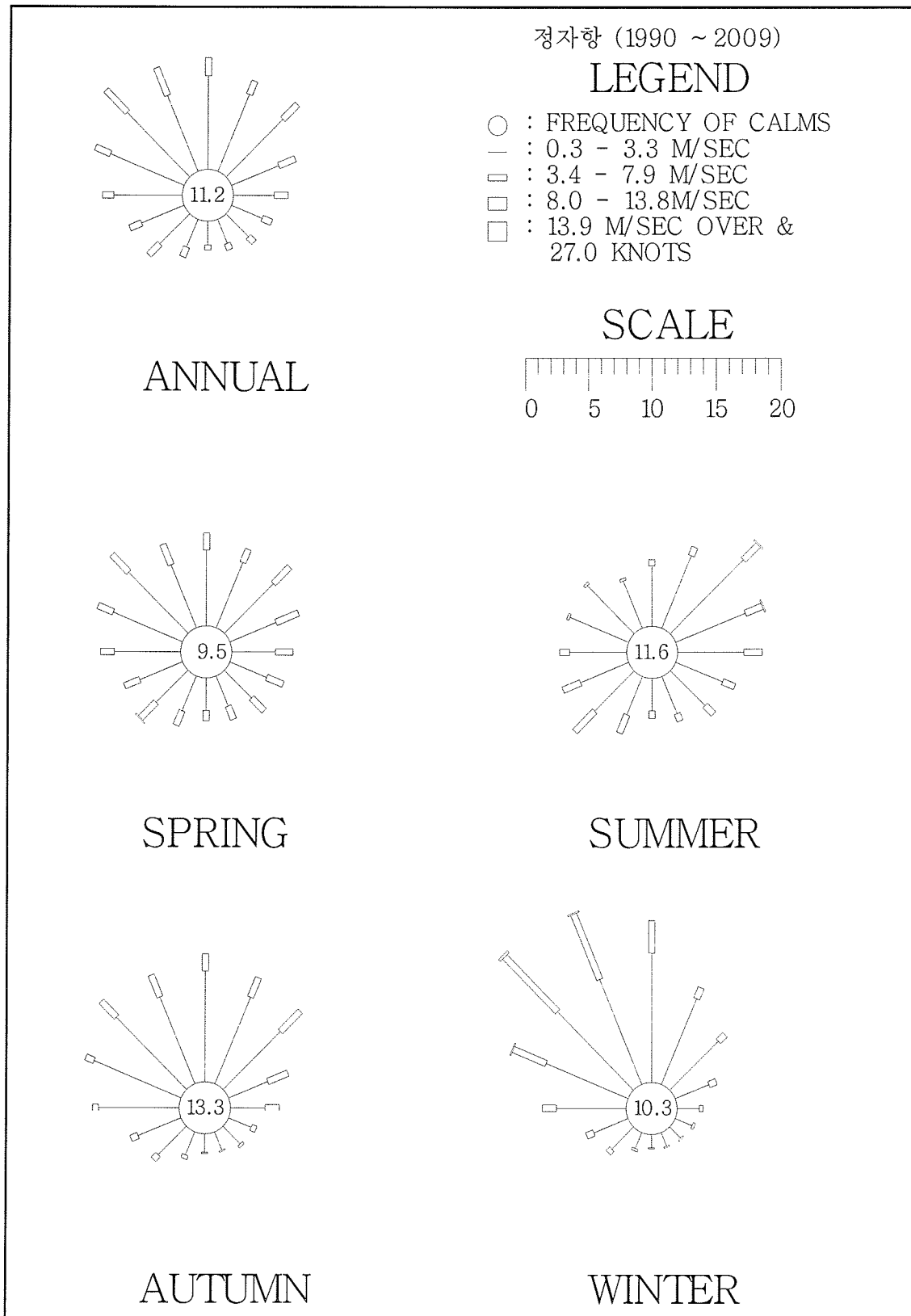
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	38.2	39.5	63.8	91.1	122.2	180.8	242.4	257.4	150.9	50.1	42.1	24.9	1,303.4
일최다	43.9	43.4	38.5	137.8	144.0	138.5	160.0	417.8	327.5	60.0	80.1	44.4	417.8

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.1m/sec, 최대 풍속은 ESE방향에서 18.3m/sec로 나타난다.

<그림 4.7.2> 바람장미도



[표 4.7.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	2.3	2.4	2.4	2.4	2.1	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.9	2.1	2.1
최대	14.7	12.2	14.7	13.0	13.0	12.3	11.7	14.8	18.3	9.5	14.3	13.3	18.3
	NW	NW	WSW	WNW	WSW	ENE	ESE	ENE	ESE	NE	NNW	WNW	ESE
순간최대	26.8	23.3	27.0	20.2	21.0	21.5	27.3	29.1	33.2	21.0	24.6	22.1	33.2
	NE	WNW	SW	NW	SW	NE	S	ENE	NE	NNE	N	NE	NE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.2일로 약 31.3% 이고 흐린 날씨는 97.6일로 나타났다.
- 안개발생일수는 6.4일, 강수일수는 34.3일, 폭풍일수는 4.7일로 나타났다.

[표 4.7.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	14.9	11.3	10.1	10.1	8.5	3.8	3.5	4.7	5.5	11.1	14.0	16.7	114.2
흐림	5.0	5.0	7.6	7.1	9.0	12.7	14.6	11.7	11.0	5.5	4.9	3.5	97.6
안개	0.1	0.1	0.3	0.6	1.3	2.1	1.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	6.4
강수	1.5	1.4	2.5	2.8	3.6	4.2	5.6	5.8	3.3	1.5	1.3	0.8	34.3
강설	1.7	1.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	5.0
결빙	25.9	20.0	9.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.9	22.2	83.6
뇌전	0.1	0.1	0.4	0.6	1.2	1.2	3.5	3.9	1.3	0.5	0.4	0.0	13.2
폭풍	0.8	0.6	0.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.0	0.2	0.4	4.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정하였다.

[표 4.7.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 울산광역시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 266일로서 년가동율이 76%와 73% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 4.7.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	40.08	58.75	98.83	266.17
해 상	26.24	61.25	87.49	277.51

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 정자항의 조석은 조석 형태수(Tide Factor)가 0.65로 반일주조가 우세한 반일주조와 일주조의 혼합형태를 보인다.
- 평균고조간격은 달이 이 지역의 자오선 경과 후 6시 20분에 나타났으며, 평균해면(M.S.L)은 0.213m, 약최고고조위(Approx.H.H.W) 0.426m, 대조차(SP. RANGE) 0.264m로 나타났다.

[표 4.7.8] 정자항의 조위

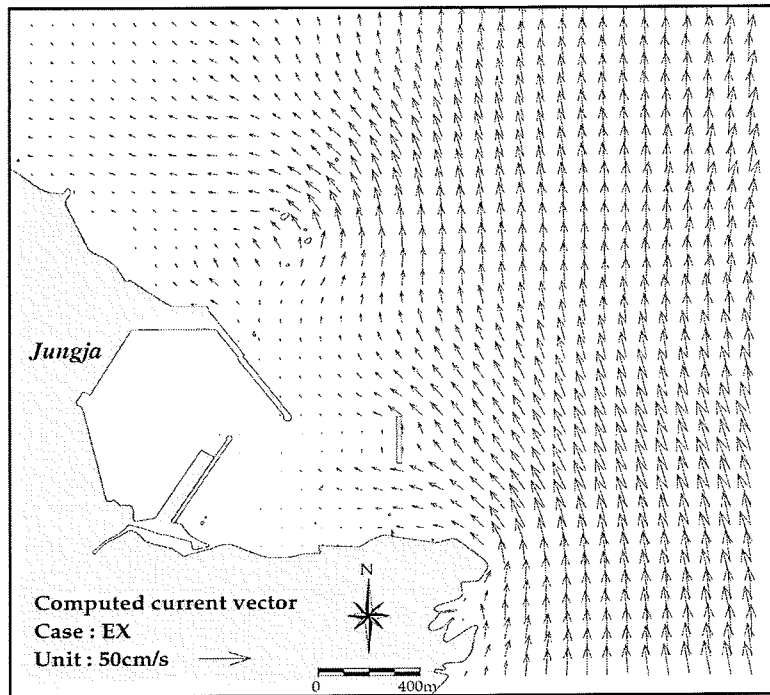
구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 46.2	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 42.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 34.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 30.0	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 25.5	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 21.3	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 17.1	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 12.6	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 8.1	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(정자)

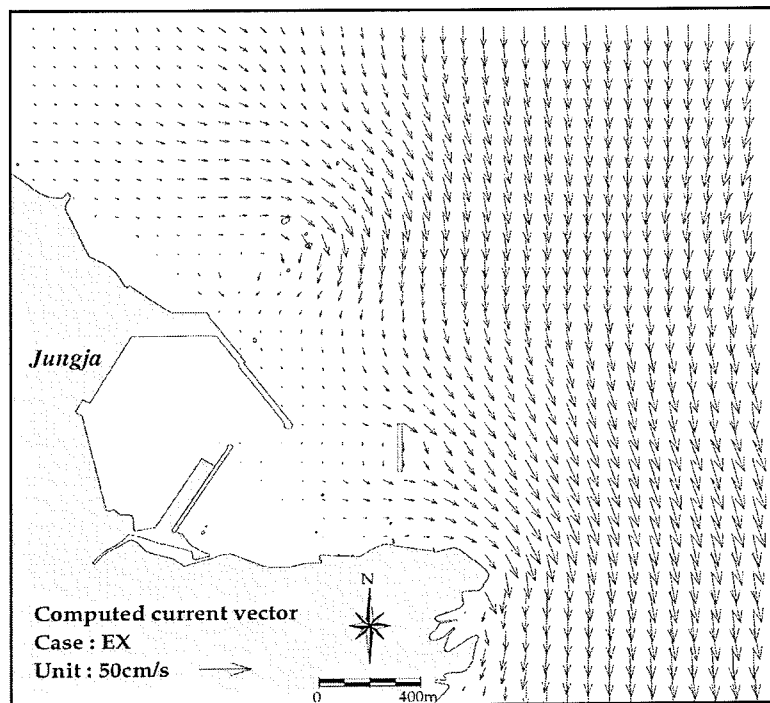
b) 조류

- 동해안의 조류는 조석의 영향이 거의 미치지 않고 있으며, 연안류로서 0.5m/s 정도의 미약한 표면류만 있고, 해류는 유향, 유속 등의 변화에 의하여 차이는 있으나 유속은 1knot(약 0.5m/s) 이하이다.
- 동해에서 난류의 유속은 해역과 계절에 따라 상당한 차이가 있으나, 해역전체로 볼 때 0.5m/s 정도이며 겨울철에는 느리고 여름철에는 빠르게 나타났다.
- 정자항의 외해측 조류는 0.2~0.4m/s 정도로서 북~북동방향의 해류가 흐르고 있으며 계절에 따라 변화하고, 정자항 내측의 조류속은 0.01m/s 내외로 나타났다.

<그림 4.7.3> 최강 창조류



<그림 4.7.4> 최강 낙조류



c) 파랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.7.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
정자항 기본조사 및 시설계획 보고서 (1986.11)	NE~E	8.00	14.0	
정자모슬포항 정비계획 조사용역 보고서 (1998.03)	E	8.00	14.0	
	ENE	8.00	14.0	
	NE	8.00	14.0	
정자항 어촌어항 복합공간 조성공사 보 고서(2006.08)	NE	6.58	10.15	
	ENE	6.56	10.05	
	E	8.60	12.14	
	ESE	10.25	12.97	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

a) 개 요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “정자항 어촌·어항 복합공간 조성공사 보고서(2006. 08)”를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

- 정자항 항내에서 평균 약 5m의 수심분포를 보이며, 항입구로 갈수록 점차 깊어지며 항입구에서 약 DL(-)9m수심을 나타낸다.
- 항선류장의 수심은 DL(-)2.1m~DL(-)3.0m 분포를 보인다.

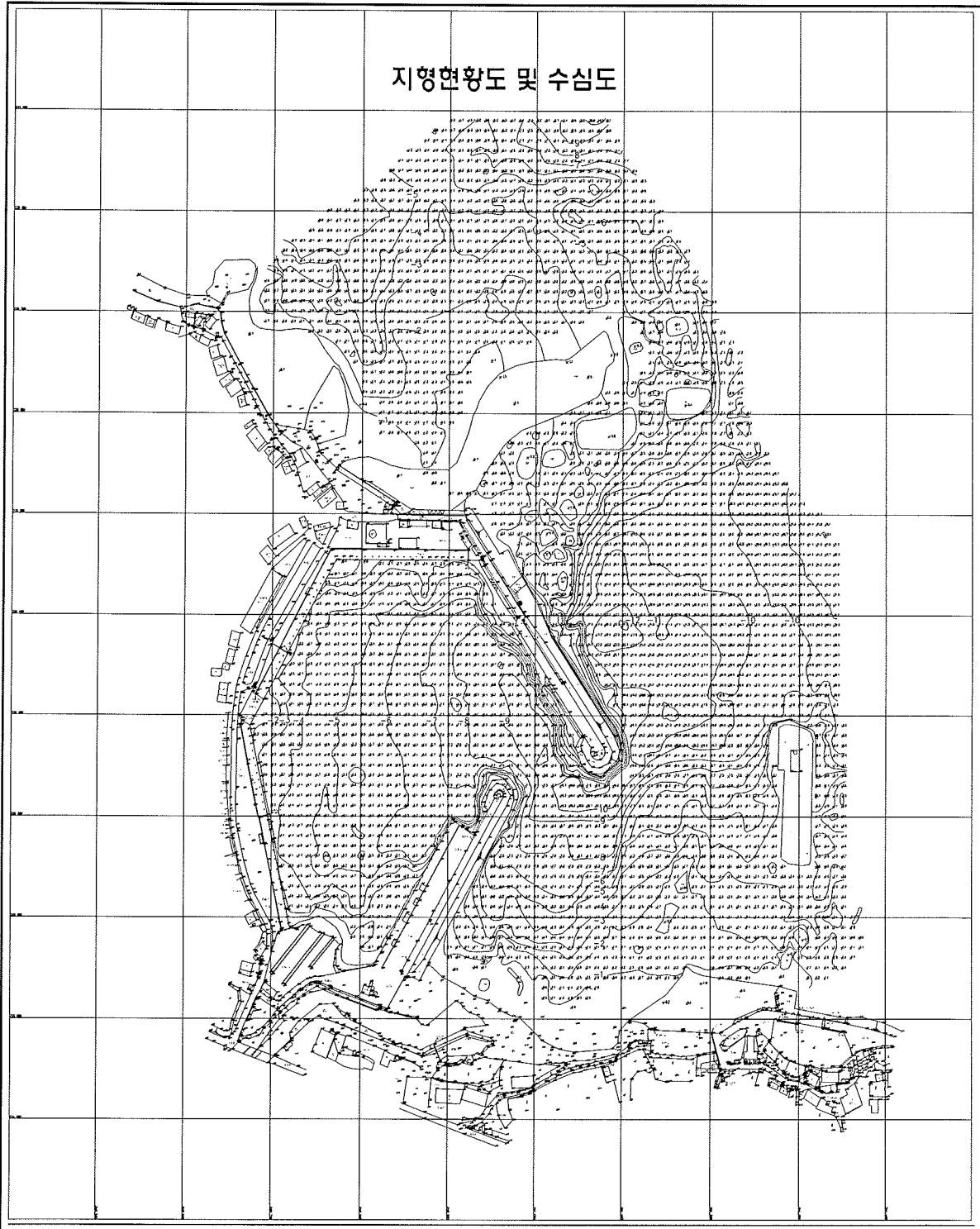
c) 지장물 현황

- 지장물 현황 자료는 기존에 수행된 “정자항 어촌·어항 복합공간 조성공사 보고서(2006. 08)”를 기초로 정리하였다.

[표 4.7.10] 주요 구조물 현황

종 류	단 위	수 량	비 고
건물	m ²	1366.5	26동
한전주	개소	20	
체신주	개소	4	
가로등	개소	26	
가로등제어기	개소	2	
상수맨홀	개소	6	
통신맨홀	개소	7	
하수맨홀	개소	20	
오수맨홀	개소	6	

<그림 4.7.5> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 정자항 어촌·어항 복합공간 조성공사 보고서(2006.08, 울산지방해양수산청)

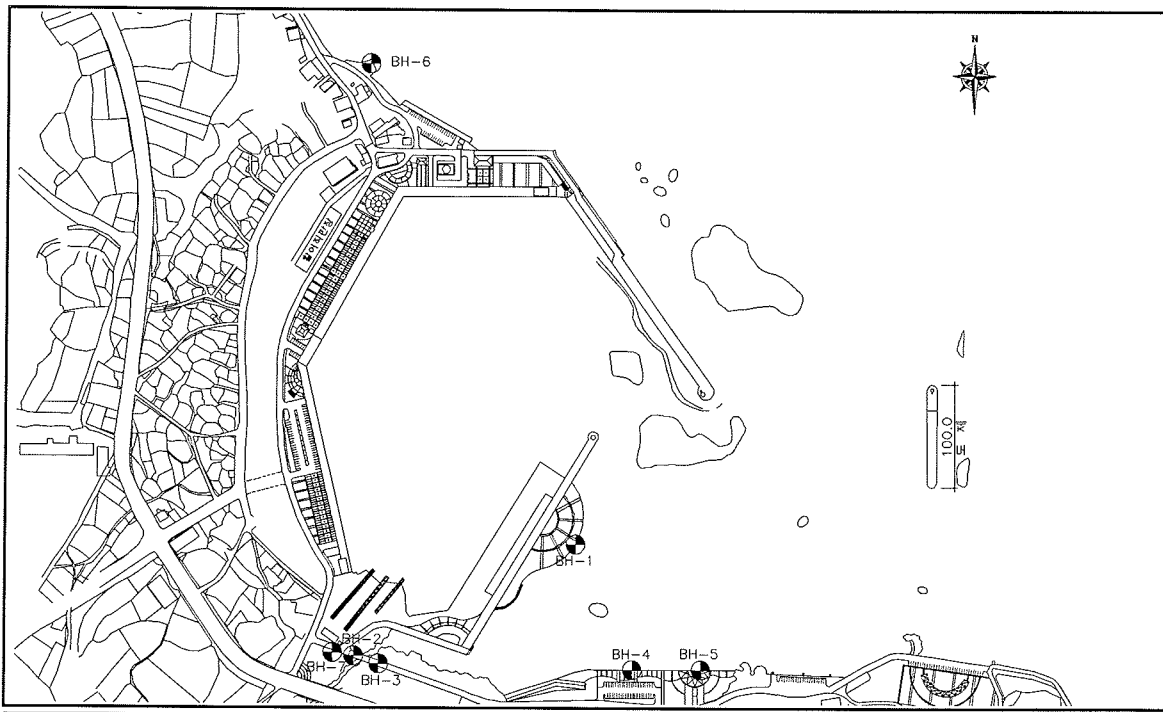
나) 지반조사

a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “정자항 어촌어항 복합공간 조성공사 보고서(2006. 08)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도

<그림 4.7.6> 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	-4.79	235,110.694	240,940.903	해상
BH-2	0.50	235,004.161	240,719.050	육상
BH-3	0.90	234,995.259	240,740.424	육상
BH-4	0.38	234,988.570	240,998.281	육상
BH-5	-0.11	234,988.570	241,067.275	육상
BH-6	1.60	235,577.132	240,736.948	육상
BH-7	2.55	235,005.185	240,701.848	육상

c) 지형 및 지질

- 본 조사지역 지질개요를 살펴보면 백악기말 퇴적암류인 진동층이 분포하고 상부에는 신생대 제3기 퇴적층인 어일층군으로 산성 화산암의 상부에 부정합으로 놓이며 원마도가 우수한 5cm 내외의 역들로 이루어진 역암 최하위를 구성하는 중성 응회암, 응회질 사암과 약 3회의 현무암용암류가 포함된다. 중상부는 산성 화산암류들과 역암으로 이루어지며 상부는 역암과 사암으로 구성되는 해성퇴적층이 분포한다.
- 진동층은 실트암이나 사암, 역암 또는 석회질 세일이 협재하며 층리의 발달이 양호하고 박리상을 잘 분리되며 어일층군의 최상부는 다량의 패류 화석들이 산출된다. 상부로부터 역암 및 역질 사암에서 점차 하부로 가면서 세립질의 사암, 사암-실트암 호층 및 적~흑색세일로 변화하는 특징을 보인다.

<그림 4.7.7> 조사지역 지질도 및 지질계통표



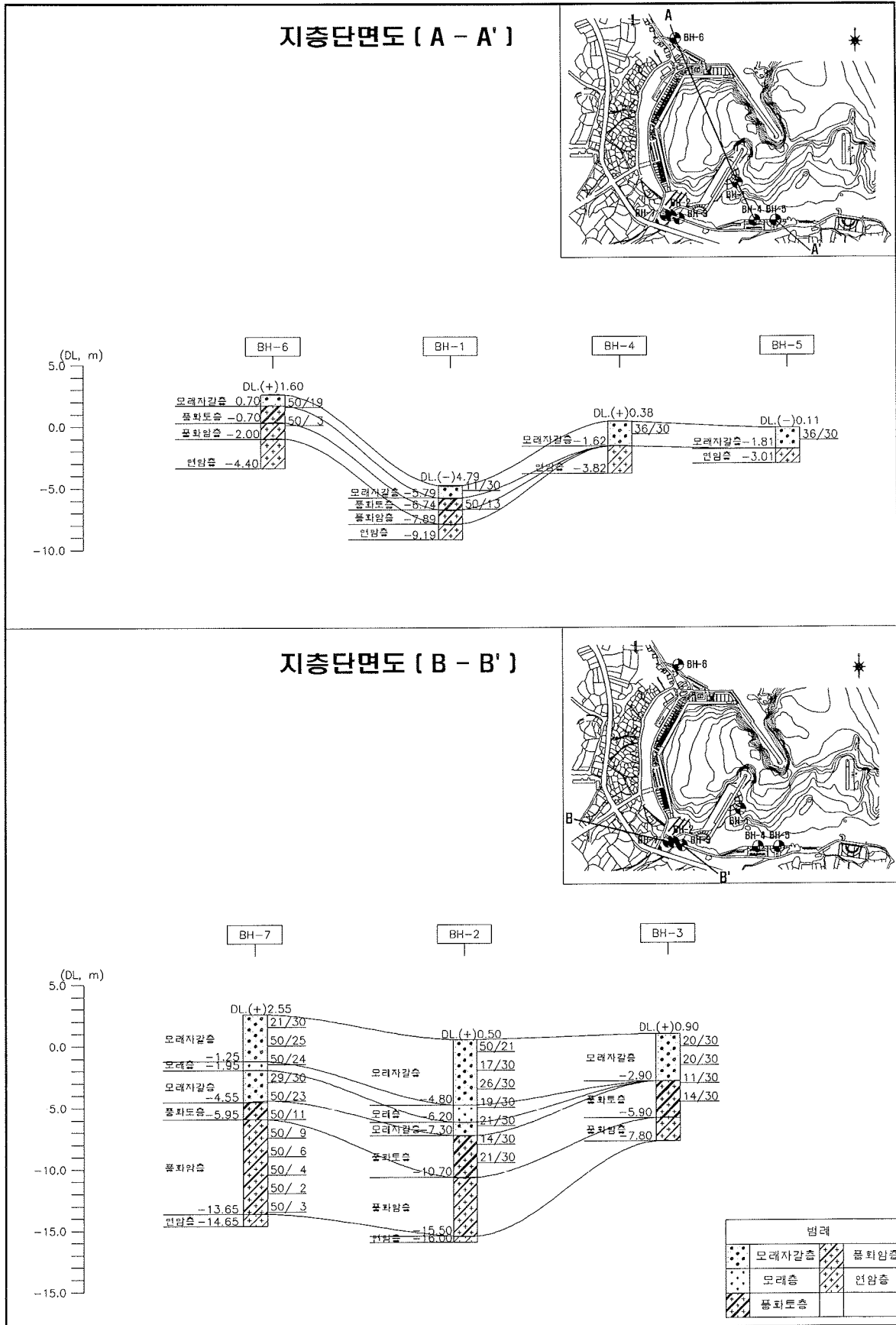
d) 시추조사 결과 요약

- 본 조사는 조사위치도에 표시한 바와 같이 7개소(해상 1개소, 육상 6개소)에 대하여 실시하였으며, 본 조사지역의 개략적인 지층구성은 최상부로부터 해성퇴적층 및 하성퇴적층(모래층, 모래자갈층), 풍화대(풍화토층, 풍화암층), 기반암층(연암층)의 순으로 나타난다.

[표 4.7.11] 시추조사 결과

공번	심도		N 치 (회/cm)	상대밀도	심도		N 치 (회/cm)	상대밀도
	GL, m	DL, m			GL, m	DL, m		
BH-1	0.4	-5.19	11/30	보통조밀	1.9	-6.69	50/13	매우조밀
BH-2	1.0	-0.50	50/21	매우조밀	7.0	-6.50	15/30	보통조밀
	2.5	-2.00	17/30	보통조밀	8.5	-8.00	14/30	보통조밀
	4.0	-3.50	26/30	보통조밀	10.0	-9.50	21/30	보통조밀
	5.5	-5.00	19/30	보통조밀				
BH-3	1.0	-0.10	20/30	보통조밀	4.0	-3.10	11/30	보통조밀
	2.5	-1.60	20/30	보통조밀	5.5	-4.60	14/30	보통조밀
BH-4	1.0	-0.62	36/30	조밀				
BH-5	1.0	-1.11	36/30	조밀				
BH-6	1.0	0.60	50/19	매우조밀	2.5	-0.90	50/3	매우조밀
BH-7	1.0	1.55	21/30	보통조밀	10.0	-7.45	50/9	매우조밀
	2.5	0.05	50/25	매우조밀	11.5	-8.95	50/6	매우조밀
	4.0	-1.45	50/24	매우조밀	13.0	-10.45	50/4	매우조밀
	5.5	-2.95	29/30	보통조밀	14.5	-11.95	50/2	매우조밀
	7.0	-4.45	50/23	매우조밀	16.0	-13.45	50/3	매우조밀
	8.5	-5.95	50/11	매우조밀				

<그림 4.7.8> 지질조사 주상도



3) 어항현황 및 시설제원 조사

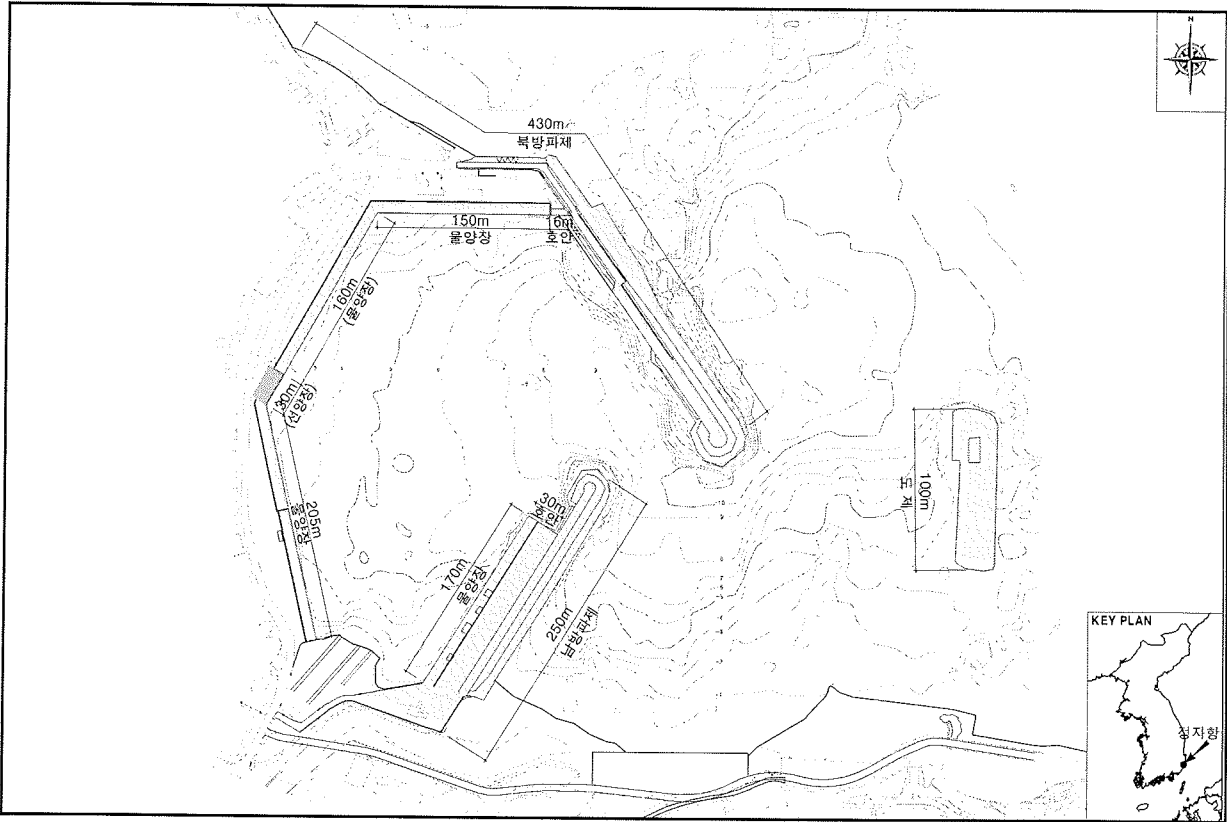
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1986년	기본조사 및 시설계획 수립	
1990년	기본시설 완공	
1998년	정비계획 조사용역 실시	
2004년	어촌·어항 복합공간 선정	
2006년	어촌·어항 복합공간 실시설계	
2006년	어촌·어항 복합공간 조성공사 착수	

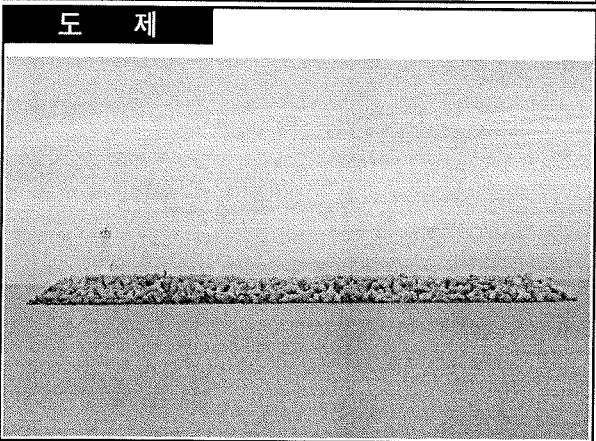
나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석경사식	430m	
	남방파제	사석경사식	250m	
	도 제	사석경사식	100m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	795m	
	호안	사석식	98m	

<그림 4.7.9> 정자항 현황도



<그림 4.7.10> 기존 시설현황



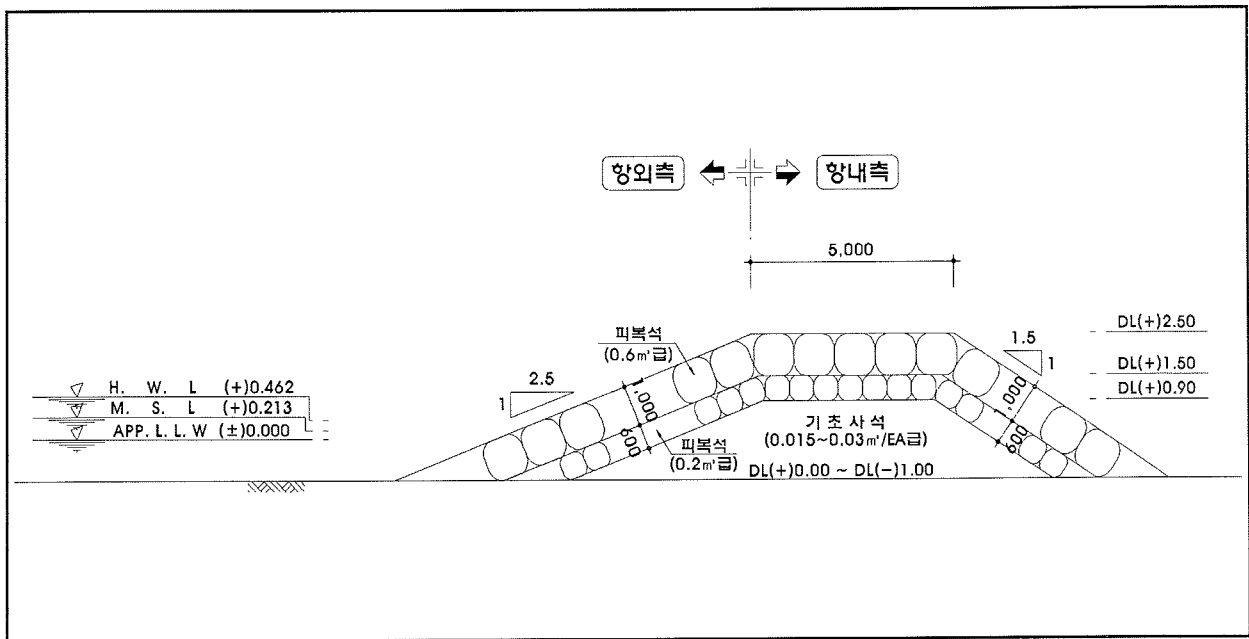
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 정자향 북방파제는 중량 10/16/32tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 430m이고 남방파제는 중량 12.5/16tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 250m, 도제는 중량 32tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 연장은 100m이며, 상세 시설제원은 [표 4.7.12]과 같다.

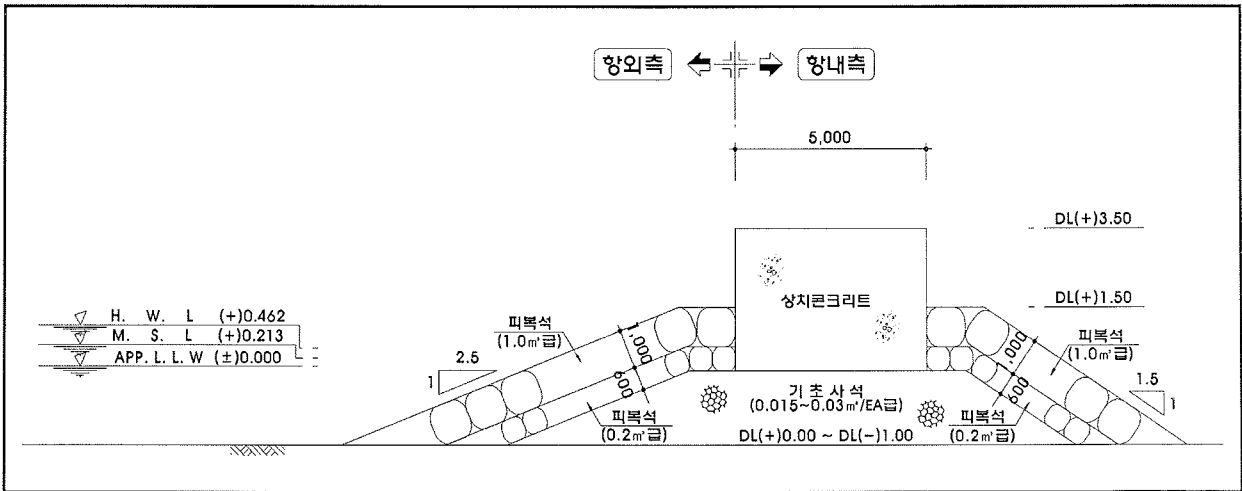
[표 4.7.12] 외곽시설 시설제원

구 분	북방파제	남방파제	도 제	비 고
연 장	430m	250m	100m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식	
준공년도	1990년 이전	1990년 이전	2005년	
전면수심	DL(-)5.0~10.0m	DL(-)2.0~8.0m	DL(-)3.5m	
마루높이	DL(+)2.0~7.0m	DL(+)2.5~5.1m	DL(+)6.5~7.5m	
피복재	10/16/32tonf	12.5/16tonf	32tonf	

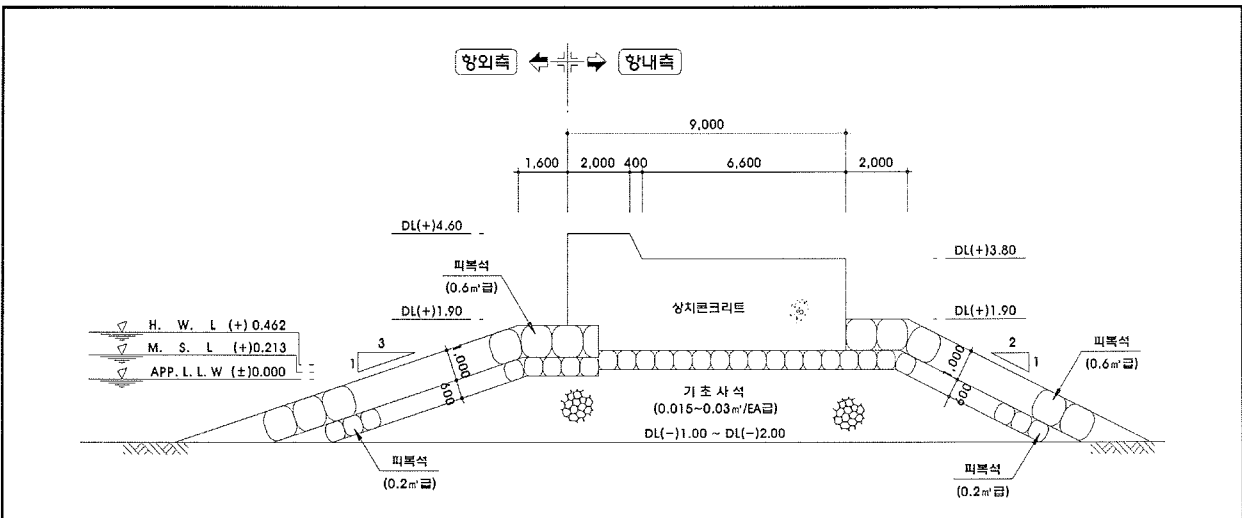
<그림 4.7.11> 북방파제 표준단면도(1구간)



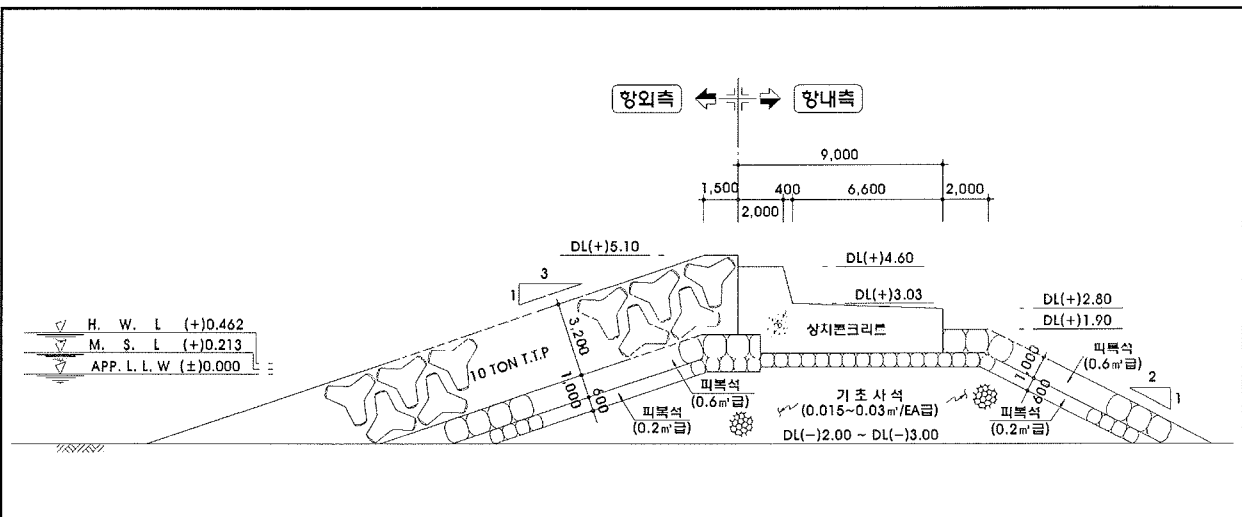
<그림 4.7.12> 북방파제 표준단면도(2구간)



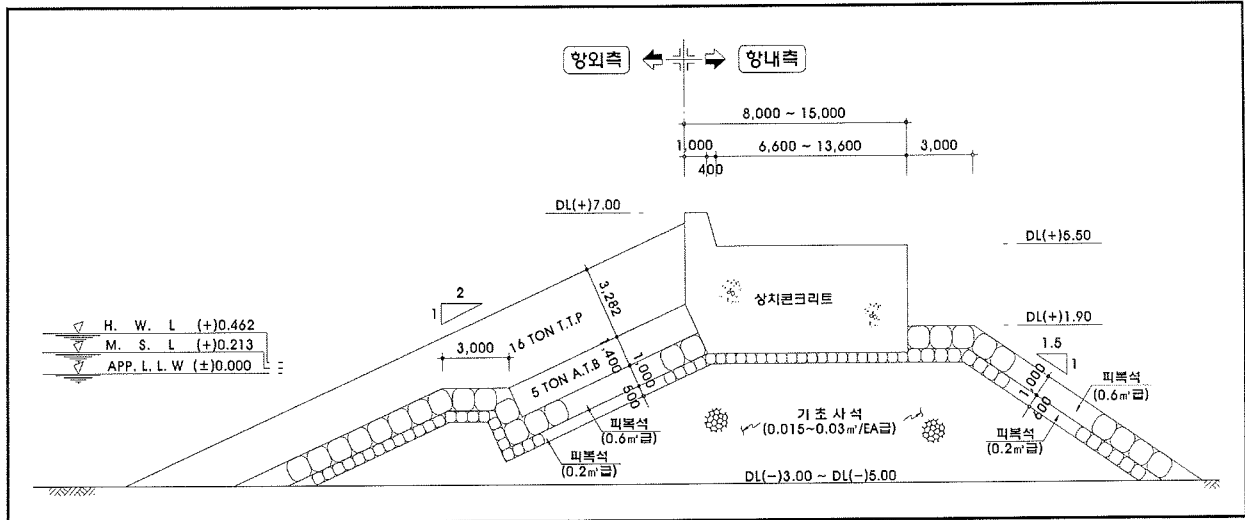
<그림 4.7.13> 북방파제 표준단면도(3구간)



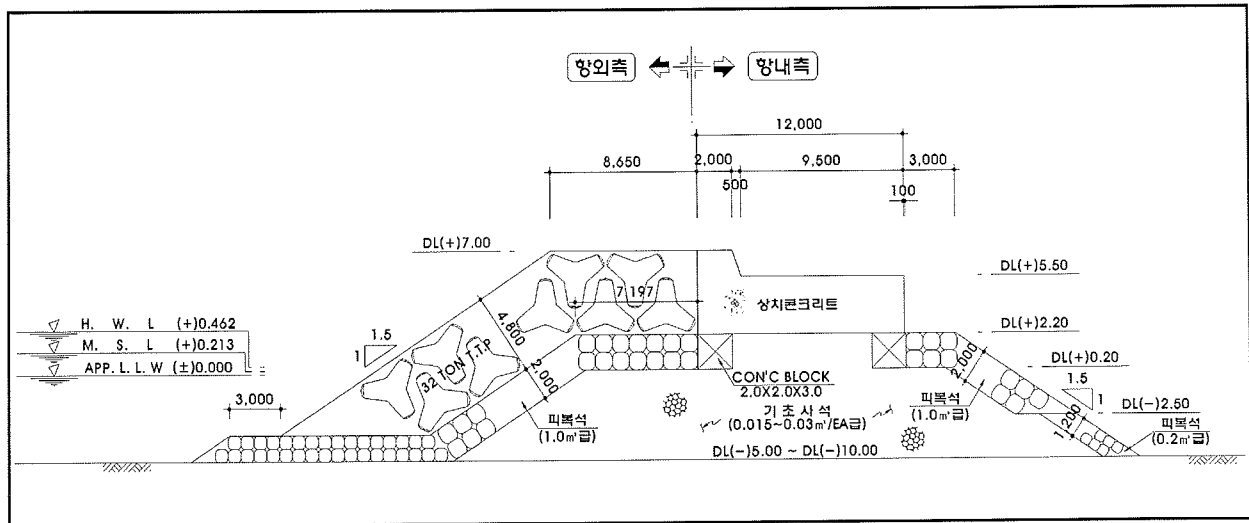
<그림 4.7.14> 북방파제 표준단면도(4구간)



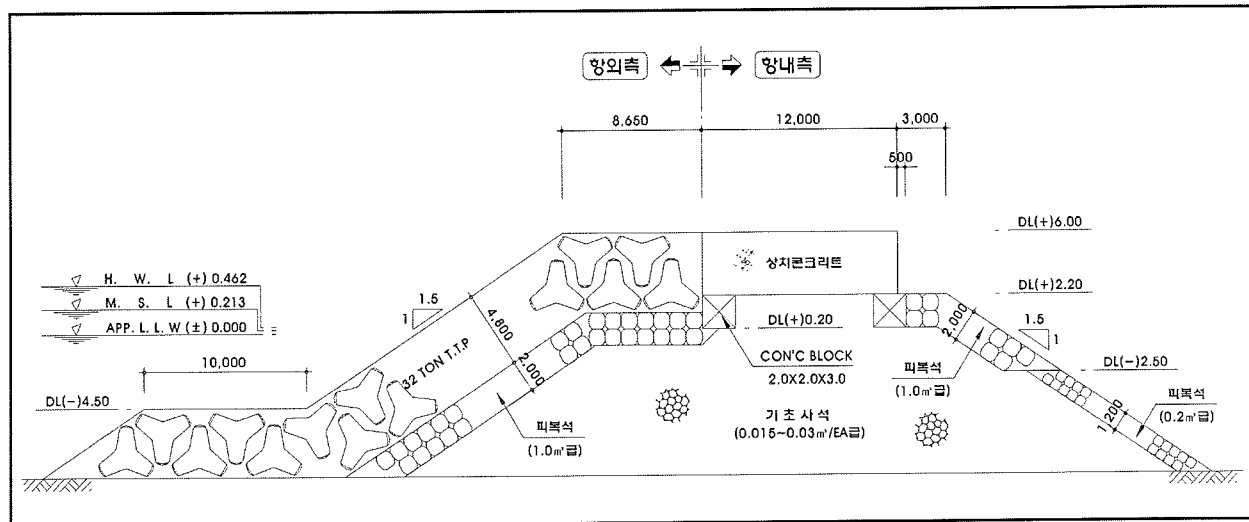
<그림 4.7.15> 북방파제 표준단면도(5구간)



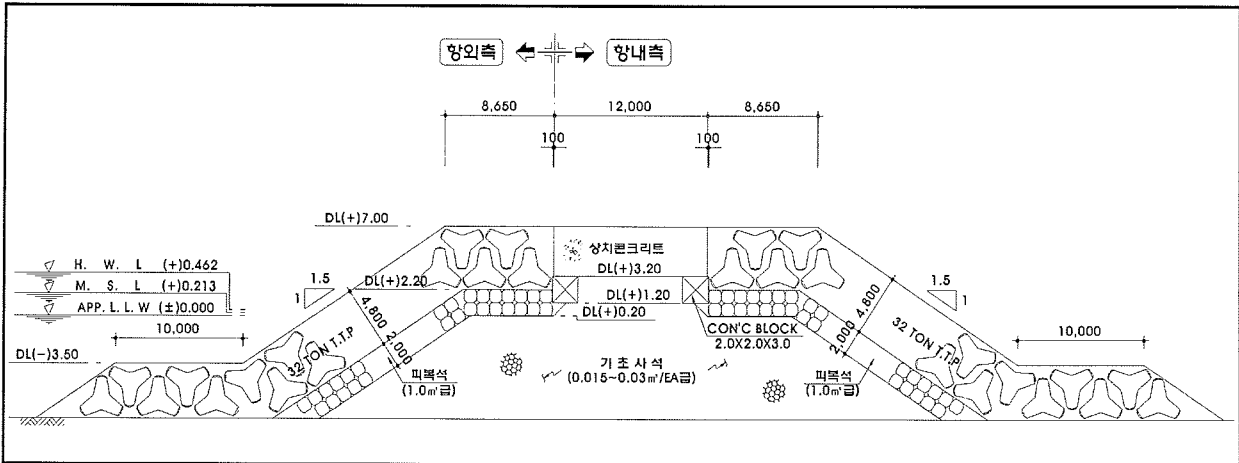
<그림 4.7.16> 북방파제 표준단면도(6구간)



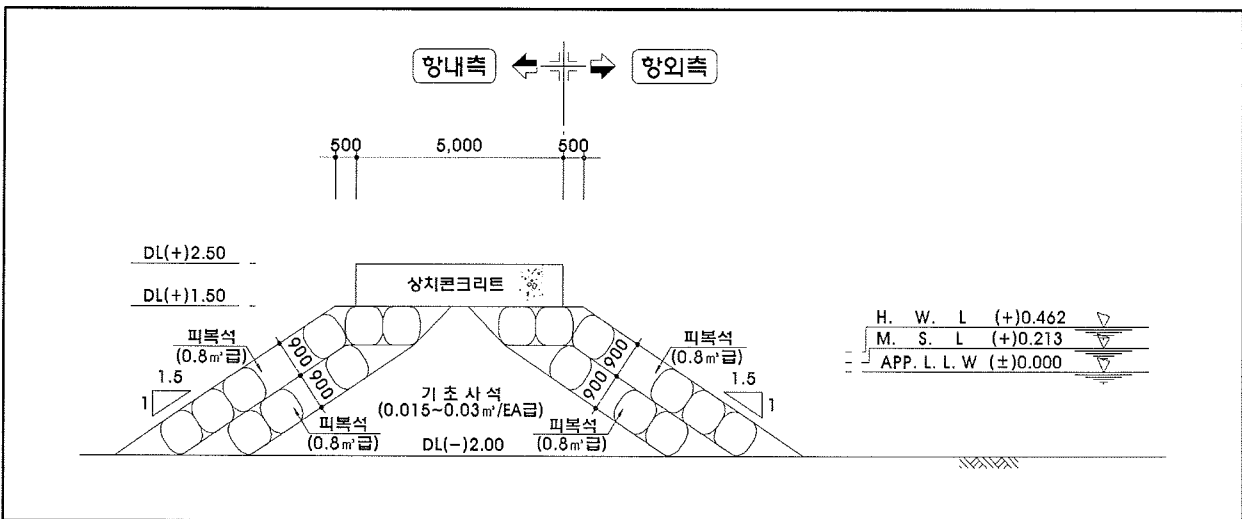
<그림 4.7.17> 북방파제 표준단면도(7구간)



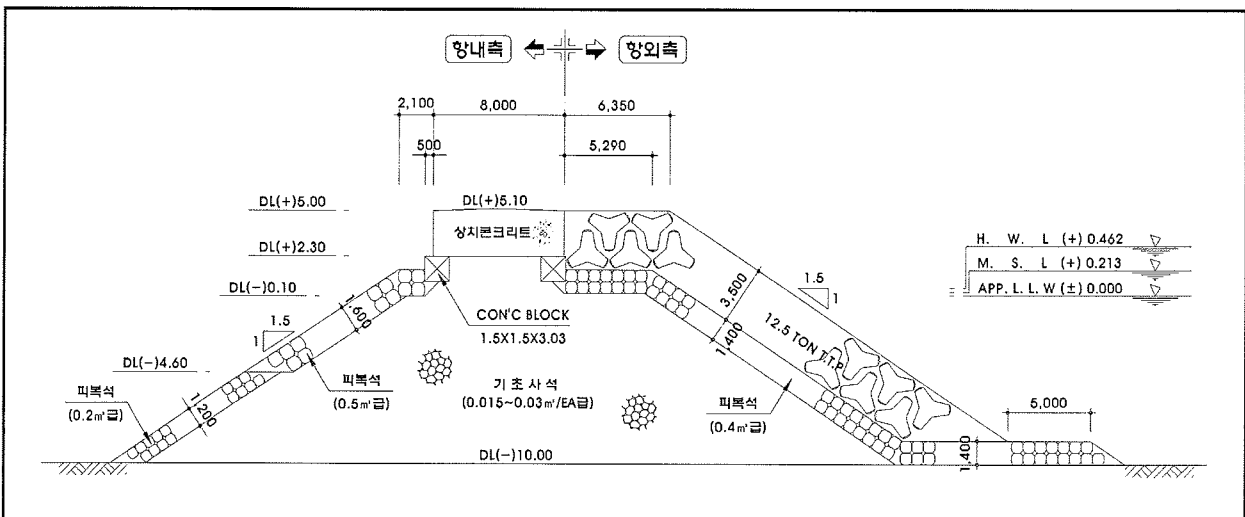
<그림 4.7.18> 북방파제 표준단면도(8구간)



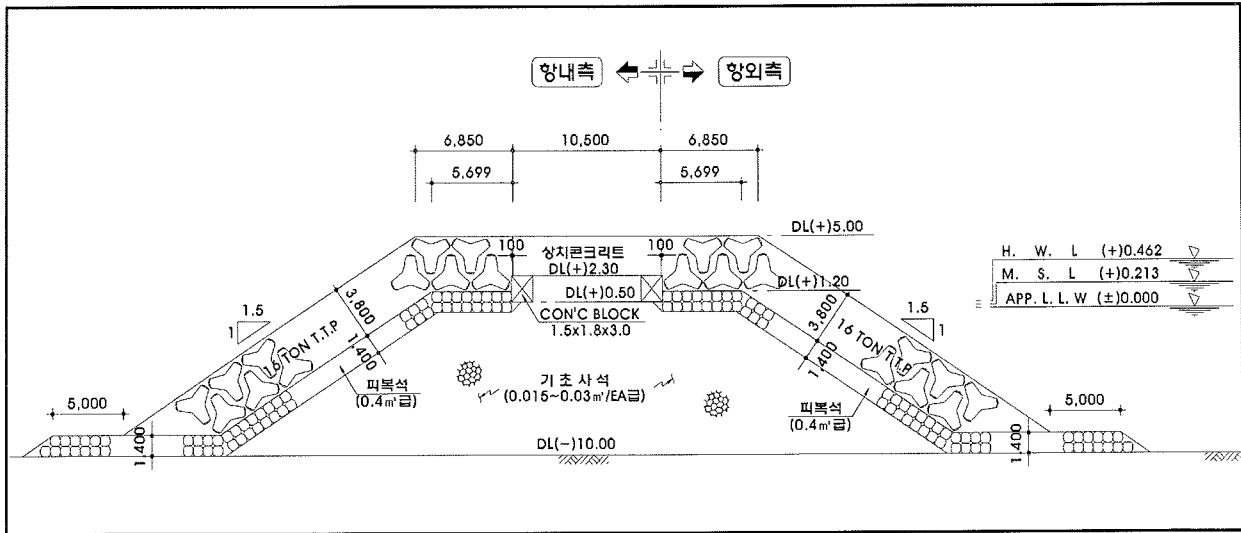
<그림 4.7.19> 남방파제 표준단면도(1구간)



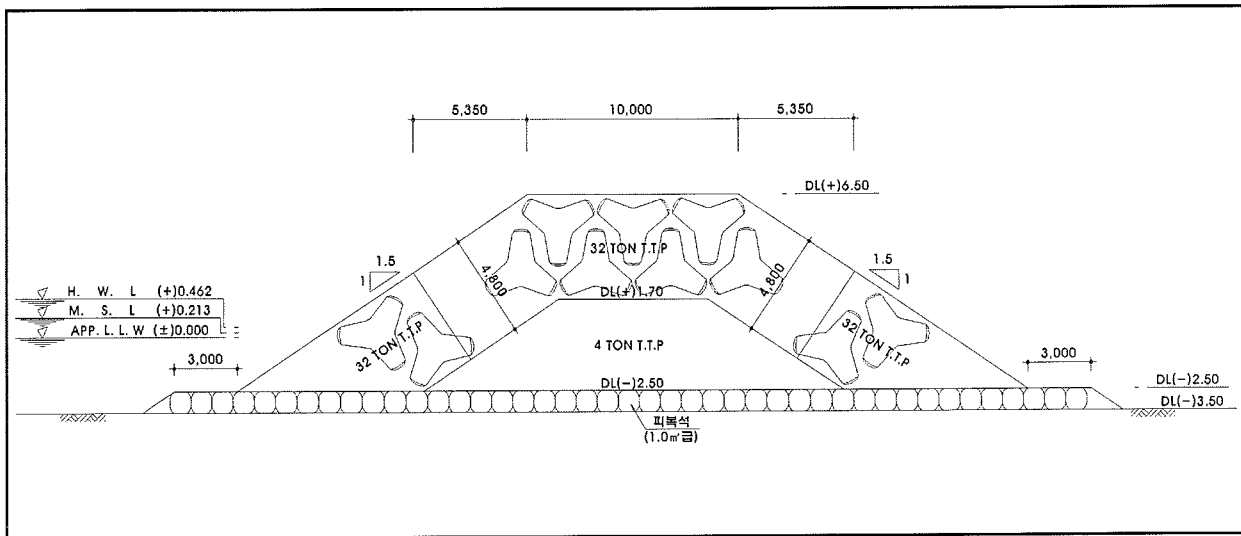
<그림 4.7.20> 남방파제 표준단면도(2구간)



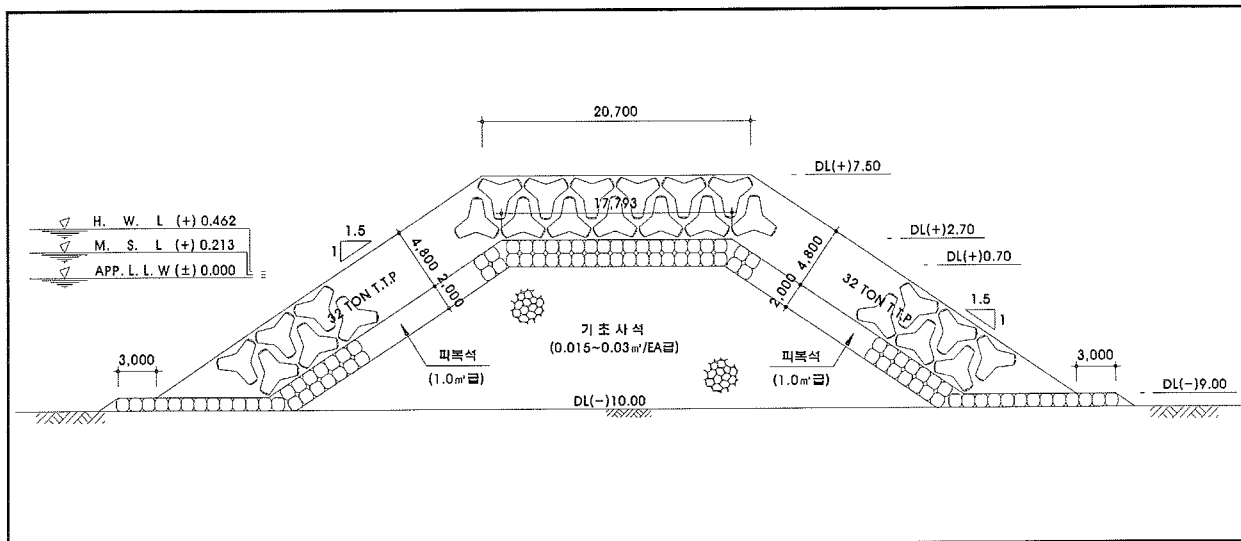
<그림 4.7.21> 남방파제 표준단면도(3구간)



<그림 4.7.22> 도제 표준단면도(1구간)



<그림 4.7.23> 도제 표준단면도(2구간)



4.7.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계과고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

아) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 46.2	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 42.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 34.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 30.0	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 25.5	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 21.3	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 17.1	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 12.6	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 8.1	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성표(정자)

비) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.7.13] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	치오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
북방파제	1구간 : No.0~No.6+6.0	1.3	11.2	NNE	50년
	2구간 : No.6+6.0~No.20	2.9	13.0	ESE	
	3구간 : No.20~No.22+9.0	2.9	13.0	ESE	
	4구간 : No.22+9.0~No.27+3.8	2.9	13.0	ESE	
	5구간 : No.25+8.0~No.27+3.8	5.1	13.0	ESE	
	6구간 : No.27+3.8~No.29	5.1	13.0	ESE	
	7구간 : No.29~No.41	5.1	13.0	ESE	
	8구간 : No.41~No.43	5.1	13.0	ESE	
남방파제	1구간 : No.0~No.4	0.5	13.0	ESE	50년
	2구간 : No.4~No.23	1.9	11.6	ENE	
	3구간 : No.23~No.25	1.9	12.1	ENE	
도제	1구간 : No.0~No.8	5.9	13.0	ESE	50년
	2구간 : No.8~No.10	6.3	13.0	ESE	

다) 기존단면 안전성 평가

가) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계과에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 북방파제, 남방파제, 도제로 시설현황은 [표 4.7.14]과 같다.

[표 4.7.14] 방파제 시설현황

방 파 제 시설현황도			
	구 분	북방파제	남방파제
연 장	430m	250m	100m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식
준공년도	1990년 이전	1990년 이전	2005년
전면수심	DL(-)5.0~10.0m	DL(-)2.0~8.0m	DL(-)3.5m
마루높이	DL(+)2.5~7.0m	DL(+)2.5~5.1m	DL(+)6.5~7.5m
피 복 재	10/16/32tonf	12.5/16tonf	32tonf
검토구간	8개 구간	3개 구간	2개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭만평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭만평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭만평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭만평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭만평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 42.6m	
제2방법	삭만평균만조위	DL.(+) 46.2m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
북방파제	1구간	DL(+)1.70	DL(+)1.00	DL(+)2.10	DL(+)1.00	DL(+)1.70	DL(+)2.50	O.K
	2구간	DL(+)3.40	DL(+)1.40	DL(+)3.80	DL(+)1.00	DL(+)3.40	DL(+)3.50	O.K
	3구간	DL(+)3.40	DL(+)1.90	DL(+)4.10	DL(+)1.00	DL(+)3.40	DL(+)4.60	O.K
	4구간	DL(+)3.40	DL(+)2.80	DL(+)4.00	DL(+)1.50	DL(+)3.40	DL(+)4.60	O.K
	5구간	DL(+)5.60	DL(+)4.10	DL(+)6.50	DL(+)4.80	DL(+)5.60	DL(+)7.00	O.K
	6구간	DL(+)5.60	DL(+)5.90	DL(+)6.90	DL(+)5.20	DL(+)5.60	DL(+)7.00	O.K
	7구간	DL(+)5.60	DL(+)6.10	DL(+)7.00	DL(+)5.30	DL(+)5.60	DL(+)6.00	O.K
	8구간	DL(+)5.60	DL(+)6.10	DL(+)7.00	DL(+)5.30	DL(+)5.60	DL(+)7.00	O.K
남방파제	1구간	DL(+)1.00	DL(+)0.50	DL(+)1.30	DL(+)1.00	DL(+)1.00	DL(+)2.50	O.K
	2구간	DL(+)2.40	DL(+)1.40	DL(+)4.60	DL(+)1.60	DL(+)2.40	DL(+)5.10	O.K
	3구간	DL(+)2.40	DL(+)1.40	DL(+)4.60	DL(+)1.40	DL(+)2.40	DL(+)5.00	O.K
도 제	1구간	DL(+)6.40	DL(+)3.10	DL(+)6.60	DL(+)5.00	DL(+)6.40	DL(+)6.50	O.K
	2구간	DL(+)6.80	DL(+)7.30	DL(+)8.10	DL(+)6.20	DL(+)6.80	DL(+)7.50	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 외류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분	쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고	
북방파제	1구간	1.62 ~ 2.36	1.462	비쇄파대
	2구간	3.07 ~ 4.45	1.462	비쇄파대
	3구간	3.42 ~ 4.93	2.462	비쇄파대
	4구간	3.63 ~ 5.26	3.462	비쇄파대
	5구간	6.00 ~ 8.73	5.462	비쇄파대
	6구간	7.29 ~ 10.26	10.462	비쇄파대
	7구간	7.41 ~ 10.42	11.462	비쇄파대
	8구간	-	-	-
남방파제	1구간	0.82 ~ 1.21	2.462	비쇄파대
	2구간	3.08 ~ 4.43	10.462	비쇄파대
	3구간	-	-	-
도 제	1구간	6.51 ~ 9.24	3.962	비쇄파대
	2구간	7.98 ~ 11.31	10.462	쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고	
북방파제	1구간	0.1 m ³ /ea	0.1 m ³ /ea	1.0 m ³ /ea	O.K
	2구간	0.9 m ³ /ea	0.9 m ³ /ea	1.0 m ³ /ea	O.K
	3구간	0.9 m ³ /ea	0.9 m ³ /ea	1.0 m ³ /ea	O.K
	4구간	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	10.0 TON T.T.P	O.K
	5구간	12.5 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	6구간	16.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
	7구간	16.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
	8구간	25.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
남방파제	1구간	0.1 m ³ /ea	0.1 m ³ /ea	0.8 m ³ /ea	O.K
	2구간	1.0 TON T.T.P	1.0 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	O.K
	3구간	2.0 TON T.T.P	1.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
도 제	1구간	25.0 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
	2구간	40.0 TON T.T.P	40.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	N.G

■ 중간피복재 소요규격 산정

• 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고	
북방파제	1구간	0.02 ~ 0.03	0.1	0.2	O.K
	2구간	0.16 ~ 0.24	0.1	0.2	O.K
	3구간	0.16 ~ 0.24	0.1	0.2	O.K
	4구간	0.13 ~ 0.19	0.1	1.0	O.K
	5구간	0.77 ~ 1.15	0.4	5.0 TON A.T.P	O.K
	6구간	0.97 ~ 1.45	0.5	1.0	O.K
	7구간	0.97 ~ 1.45	0.5	1.0	O.K
	8구간	1.54 ~ 2.30	0.8	1.0	O.K
남방파제	1구간	0.02 ~ 0.03	0.1	0.8	O.K
	2구간	0.07 ~ 0.10	0.1	0.4	O.K
	3구간	0.13 ~ 0.19	0.1	0.4	O.K
도 제	1구간	1.54 ~ 2.30	0.8	4.0 TON T.T.P	O.K
	2구간	2.46 ~ 3.68	1.0	1.0	O.K

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분	상시				지진시				
	활 동		전 도		활 동		전 도		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
북방 파제	1구간	-	-	-	-	-	-	-	
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	
	3구간	1.92 > 1.20	O.K	7.74 > 1.20	O.K	1.41 > 1.00	O.K	5.78 > 1.10	O.K
	4구간	1.58 > 1.20	O.K	6.76 > 1.20	O.K	1.17 > 1.00	O.K	4.66 > 1.10	O.K
	5구간	1.23 > 1.20	O.K	2.79 > 1.20	O.K	1.01 > 1.00	O.K	2.24 > 1.10	O.K
	6구간	2.09 > 1.20	O.K	5.42 > 1.20	O.K	1.57 > 1.00	O.K	4.49 > 1.10	O.K
	7구간	2.17 > 1.20	O.K	6.82 > 1.20	O.K	1.48 > 1.00	O.K	4.75 > 1.10	O.K
	8구간	-	-	-	-	-	-	-	-
남방 파제	1구간	57.53 > 1.20	O.K	706.68 > 1.20	O.K	6.34 > 1.00	O.K	53.92 > 1.10	O.K
	2구간	6.58 > 1.20	O.K	22.11 > 1.20	O.K	3.32 > 1.00	O.K	10.14 > 1.10	O.K
	3구간	-	-	-	-	-	-	-	-
도 제	1구간	-	-	-	-	-	-	-	
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분	상시		지진시		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
북방파제	1구간	-	-	-	
	2구간	-	-	-	
	3구간	2.46 > 1.20	O.K	2.05 > 1.00	O.K
	4구간	2.37 > 1.20	O.K	1.86 > 1.00	O.K
	5구간	1.50 > 1.20	O.K	1.27 > 1.00	O.K
	6구간	1.93 > 1.20	O.K	1.57 > 1.00	O.K
	7구간	1.80 > 1.20	O.K	1.47 > 1.00	O.K
	8구간	-	-	-	-
남방파제	1구간	2.43 > 1.20	O.K	1.86 > 1.00	O.K
	2구간	1.78 > 1.20	O.K	1.44 > 1.00	O.K
	3구간	-	-	-	-
도 제	1구간	-	-	-	
	2구간	-	-	-	

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 북방파제, 남방파제, 도제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.7.15]와 같다.

[표 4.7.15] 안전성 검토 결과

구 분		북방파제								
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	8구간	
구 설 계 물 파	파고(m)	1.20	2.90	2.90	2.90	5.10	5.10	5.10	5.10	
	주기(s)	11.20	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	
	파 향	NNE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	
마 루 이 높 (DL.(+),m)	현 황	2.50	3.50	4.60	4.60	7.00	7.00	6.00	7.00	
	금 회 (판 정)	1.70 (OK)	3.40 (OK)	3.40 (OK)	3.40 (OK)	5.60 (OK)	5.60 (OK)	5.60 (OK)	5.60 (OK)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	파복석 10m'	파복석 10m'	파복석 10m'	T.T.P 100	T.T.P 160	T.T.P 320	T.T.P 320	T.T.P 320	
	금 회 (판 정)	파복석 01m' (OK)	파복석 09m' (OK)	파복석 09m' (OK)	T.T.P 200 (OK)	T.T.P 125 (OK)	T.T.P 160 (OK)	T.T.P 160 (OK)	T.T.P 250 (OK)	
상 부 및 공 제 안 정	상 시	활 동 (판 정)	-	-	1.92 (OK)	1.58 (OK)	1.23 (OK)	2.09 (OK)	2.17 (OK)	-
		전 도 (판 정)	-	-	7.74 (OK)	6.76 (OK)	2.79 (OK)	5.42 (OK)	6.82 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	-	-	2.46 (OK)	2.37 (OK)	1.50 (OK)	1.93 (OK)	1.80 (OK)	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	-	-	1.41 (OK)	1.17 (OK)	1.01 (OK)	1.57 (OK)	1.48 (OK)	-
		전 도 (판 정)	-	-	5.78 (OK)	4.66 (OK)	2.24 (OK)	4.49 (OK)	4.75 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	-	-	2.05 (OK)	1.86 (OK)	1.27 (OK)	1.57 (OK)	1.47 (OK)	-

구 분		남방파제			도제		
		1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	
구 설 계 물 파	파고(m)	0.5	1.9	1.9	5.9	6.3	
	주기(s)	13.0	11.6	12.1	13.0	13.0	
	파 향	ESE	ENE	ENE	ESE	ESE	
마 루 이 높 (DL.(+),m)	현 황	2.50	5.10	5.00	6.50	7.50	
	금 회 (판 정)	1.00 (OK)	2.40 (OK)	2.40 (OK)	6.40 (OK)	6.80 (OK)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	파복석 0.8m'	T.T.P 12.5	T.T.P 16.0	T.T.P 32.0	T.T.P 32.0	
	금 회 (판 정)	파복석 0.1m' (OK)	T.T.P 1.0 (OK)	T.T.P 2.0 (OK)	T.T.P 25.0 (OK)	T.T.P 40.0 (NG)	
상 부 및 공 제 안 정	상 시	활 동 (판 정)	57.53 (OK)	6.58 (OK)	-	-	-
		전 도 (판 정)	706.68 (OK)	22.11 (OK)	-	-	-
		직 선 활 동 (판 정)	2.43 (OK)	1.78 (OK)	-	-	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	6.34 (OK)	3.32 (OK)	-	-	-
		전 도 (판 정)	53.92 (OK)	10.14 (OK)	-	-	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.86 (OK)	1.44 (OK)	-	-	-

- 정자항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었고, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 도제 2구간에서 피복재의 보강방안이 필요한 것으로 검토되었다.

[표 4.7.16] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
북방파제	1구간 : No.0~No.6+6.0	○	불필요
	2구간 : No.6+6.0~No.20	○	불필요
	3구간 : No.20~No.22+9.0	○	불필요
	4구간 : No.22+9.0~No.27+3.8	○	불필요
	5구간 : No.25+8.0~No.27+3.8	○	불필요
	6구간 : No.27+3.8~No.29	○	불필요
	7구간 : No.29~No.41	○	불필요
	8구간 : No.41~No.43	○	불필요
남방파제	1구간 : No.0~No.4	○	불필요
	2구간 : No.4~No.23	○	불필요
	3구간 : No.23~No.25	○	불필요
도제	1구간 : No.0~No.8	○	불필요
	2구간 : No.8~No.10	×	필요

4.7.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 정자항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 도제 1개 구간, 연장 20m로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.7.17] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북방파제	1구간	66.0m	
	2구간	134.0m	
	3구간	29.0m	
	4구간	29.0m	
	5구간	15.8m	
	6구간	16.2m	
	7구간	120.0m	
	8구간	20.0m	
남방파제	1구간	40.0m	
	2구간	190.0m	
	3구간	20.0m	
도 제	1구간	80.0m	
	2구간	20.0m	○

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $0.6H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

■ 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사재의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 도 제

- 개정 심해파를 고려한 도제의 검토결과, 마루높이는 전구간에 대하여 소요 마루높이를 만족하는 것으로 검토되었다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 도제의 2구간에서 안정성이 미확보되어 40.0 TON T.T.P로 보강하여 안정성을 확보하였다.

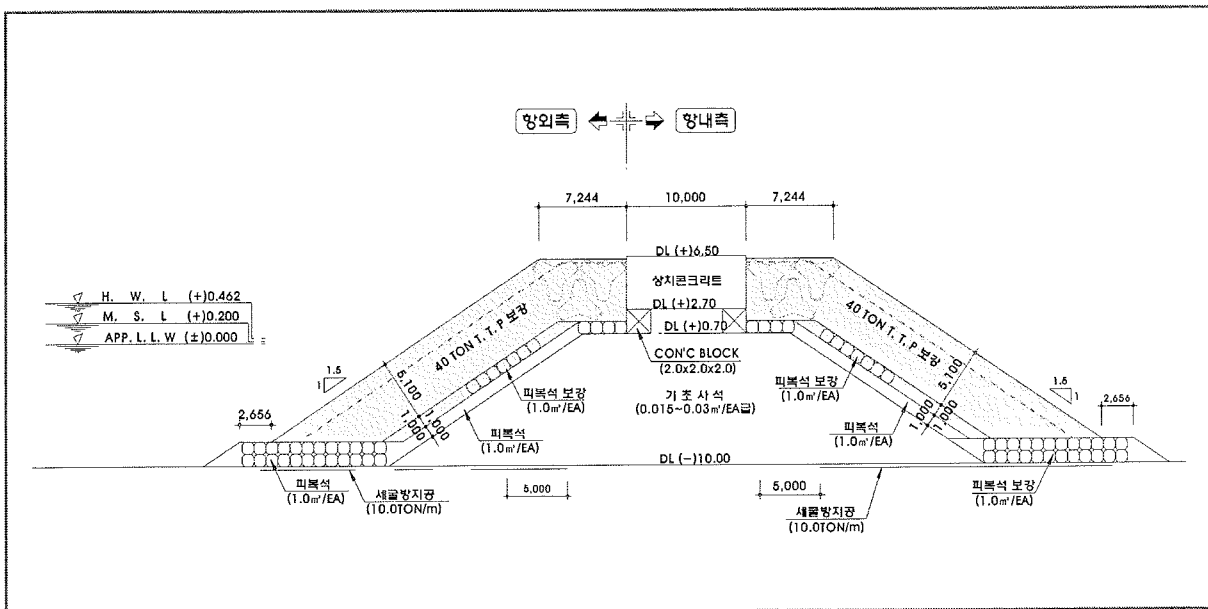
[표 4.7.18] 방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	비 고
시설연장		80.0m	20.0m	100.0m
마루 높이	현황	DL(+)6.5m	DL(+)7.5m	
	계획	-	-	
외측 피복재	현황	T.T.P 32.0ton	T.T.P 32.0ton	
	계획	-	T.T.P 40.0ton	

[표 4.7.19] 북방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안
2구간	• 기존 피복재에 32.0ton T.T.P를 제거하여 제간부에 유용하고 40.0 ton T.T.P를 신규 제작 및 보강하여 안정성 확보

<그림 4.7.24> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 정자항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 10.8억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고
북방과제	-		-	
1구간	-	-	-	
2구간	-	-	-	
3구간	-	-	-	
4구간	-	-	-	
5구간	-	-	-	
6구간	-	-	-	
7구간	-	-	-	
8구간	-	-	-	
남방과제	-		-	
1구간	-	-	-	
2구간	-	-	-	
3구간	-	-	-	
도 계	20		1,080	
1구간	-	-		
2구간	20.0	54	1,080	· 피복재 보강
합 계			1,080	

4.8 방어진항

4.8.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 방어진항은 울산시 방어동 지선에 자리잡은 유서깊은 원형을 이룬 천연적으로 양호한 항이며, 근래에 와서는 관광지로서 각광을 받고 있다.
- 자연의 지형을 이용해서 어항으로 개발된 본 항은, 북.서.동(방어 1,2,3동) 3면이 천연적으로 육지와 산지로 둘러쌓여 오목한 면을 이루고 있다.
- 항의 입구는 남방향으로 개방되어 있으며, 항내 수심은 어항으로서 양호한 편이며 약 150,000m²의 수면적을 확보하고 있다.
- 특히, 항입구에는 「슬도」라는 암초섬이 있으며 이부근의 해안선에 형성되어 있는 암초군은 천연방파제 구실을 하고 있어 어항 입지 조건상 양호성을 입증하고 있다.
- 슬도와 방어1동 육지부 사이에는 암초의 연속으로 수심이 얕아 방파제의 축조와 섬에서 남서 방향으로 북방파제 등 외곽시설이 축조되어 항내수면적이 확대된다.
- 본 항은 용수, 전력, 연료, 생산재소비 유통기구 등을 울산지역내에서 쉽게 공급 또는 제공 받을 수 있을 뿐 아니라 주요 후방 간선도로망을 통하여 육로수송의 원활을 기할 수 있다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.8.1] 기상개항

구 분		단 위	제 원	구 분		단 위	제 원	
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.3	현상 일수	일	맑 음	114.2
		풍 향		ESE			흐 름	97.6
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	33.2			안 개	6.4
		풍 향		NE			강 수	34.3
	평균풍속		m/sec	2.1			강 설	5.0
기 온	연 평 균		℃	14.4	결 빙	83.6		
	최 고			38.2	뇌 전	13.2		
	최 저			-11.8	폭 풍	4.7		
강수량	연 평 균		mm	1,303.4	기 온	0.5		
	일 최 다			417.8				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월이 2.4℃, 8월이 25.8℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 38.2℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.8℃(1990년 1월, 1991년 2월)로 나타났다.

[표 4.8.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

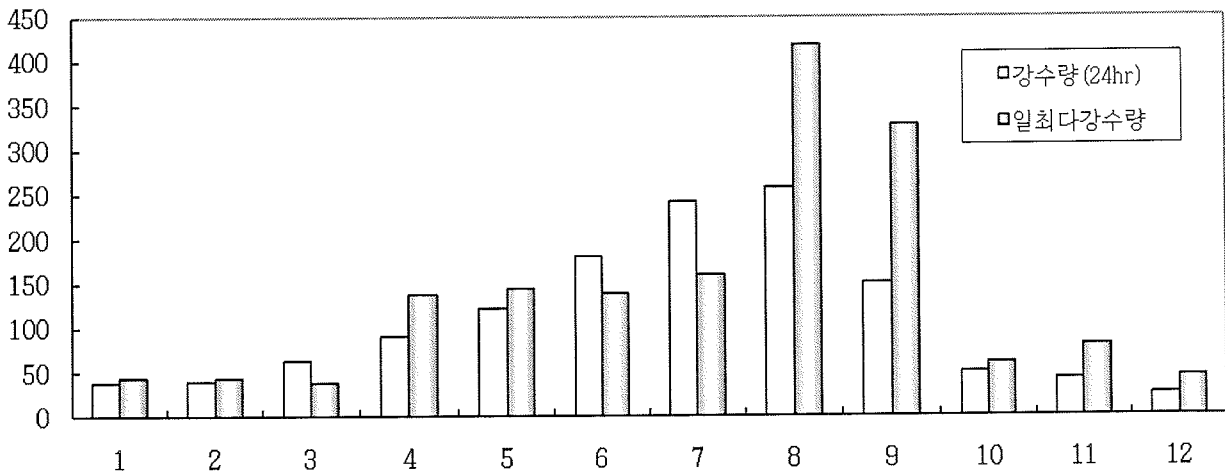
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.4	4.4	8.3	13.8	18.0	21.5	25.1	25.8	21.7	16.5	10.3	4.6	14.4
최 고	19.2	24.2	23.9	31.0	32.6	35.5	38.2	37.4	35.6	29.5	26.4	19.6	38.2
최 저	-11.8	-11.8	-5.8	-1.1	5.0	10.8	13.9	15.0	10.3	1.4	-6.1	-10.4	-11.8

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1991년의 2,058.9mm, 연최소 강수량은 1995년의 693.0mm이며, 연평균 강수량은 1,303.4mm로 나타난다.

<그림 4.8.1> 강수량(mm)



[표 4.8.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

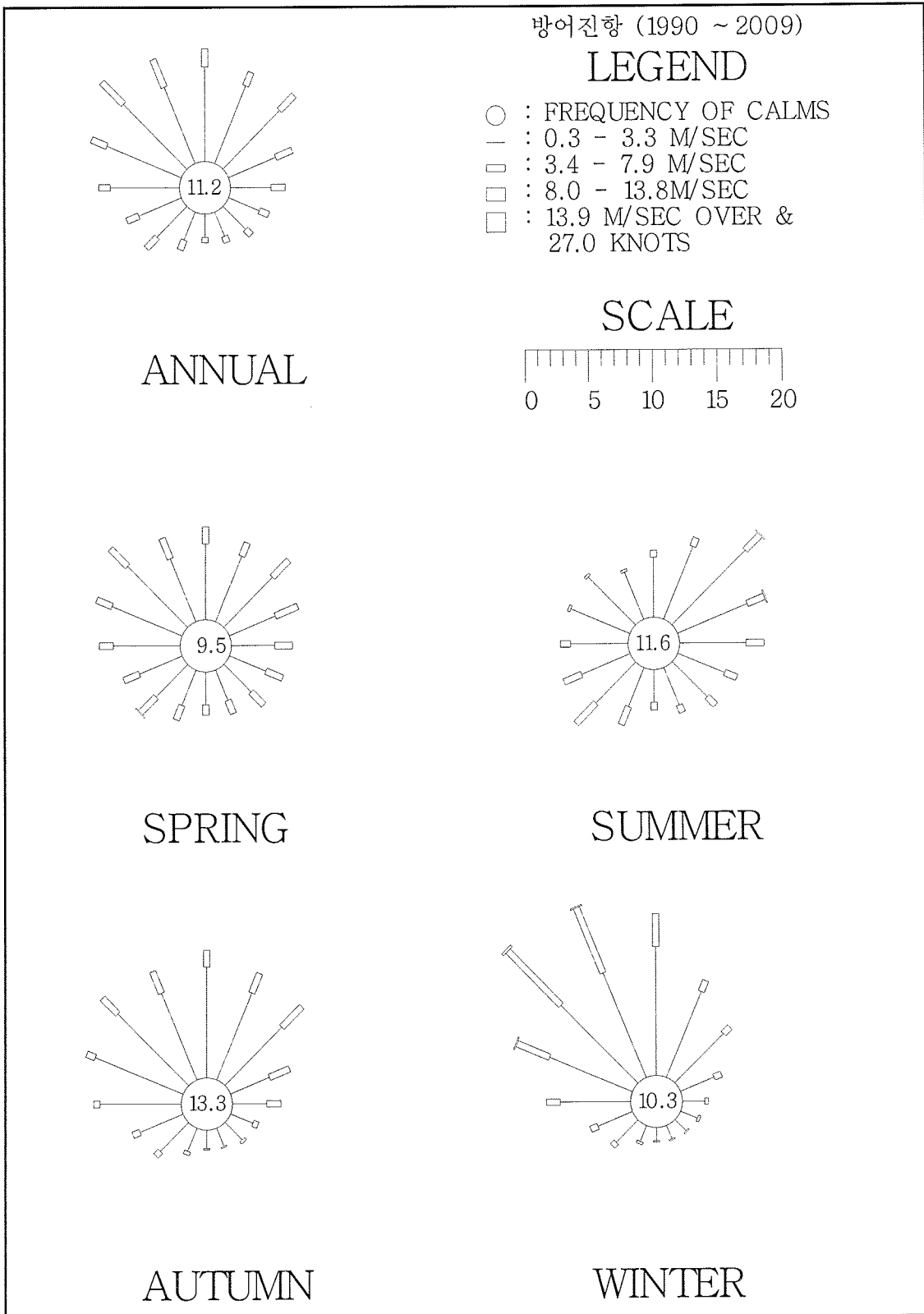
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	38.2	39.5	63.8	91.1	122.2	180.8	242.4	257.4	150.9	50.1	42.1	24.9	1,303.4
일최다	43.9	43.4	38.5	137.8	144.0	138.5	160.0	417.8	327.5	60.0	80.1	44.4	417.8

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.1m/sec, 최대 풍속은 ESE방향에서 18.3m/sec로 나타났다.

<그림 4.8.2> 바람장미도



[표 4.8.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	2.3	2.4	2.4	2.4	2.1	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.9	2.1	2.1
최대	14.7	12.2	14.7	13.0	13.0	12.3	11.7	14.8	18.3	9.5	14.3	13.3	18.3
	NW	NW	WSW	WNW	WSW	ENE	ESE	ENE	ESE	NE	NNW	WNW	ESE
순간최대	26.8	23.3	27.0	20.2	21.0	21.5	27.3	29.1	33.2	21.0	24.6	22.1	33.2
	NE	WNW	SW	NW	SW	NE	S	ENE	NE	NNE	N	NE	NE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.2일로 약 31.3% 이고 흐린 날씨는 97.6일로 나타난다.
- 안개발생일수는 6.4일, 강수일수는 34.3일, 폭풍일수는 4.7일로 나타났다.

[표 4.8.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	14.9	11.3	10.1	10.1	8.5	3.8	3.5	4.7	5.5	11.1	14.0	16.7	114.2
흐림	5.0	5.0	7.6	7.1	9.0	12.7	14.6	11.7	11.0	5.5	4.9	3.5	97.6
안개	0.1	0.1	0.3	1.0	1.3	2.1	1.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	6.4
강수	1.5	1.4	2.5	2.8	3.6	4.2	5.6	5.8	3.3	1.5	1.3	0.8	34.3
강설	1.7	1.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	5.0
결빙	25.9	20.0	9.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.9	22.2	83.6
뇌전	0.1	0.1	0.4	1.0	1.2	1.2	3.5	3.9	1.3	0.5	0.4	0.0	13.2
폭풍	0.8	1.0	0.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	1.0	0.0	0.2	0.4	4.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.8.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 울산광역시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 266일로서 년가동율이 76%와 73% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.8.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	40.08	58.75	98.83	266.17
해 상	26.24	61.25	87.49	277.51

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 방어진의 평균해면은 DL(+) 0.308m, 약최고고조위는 DL(+) 1.016m, 평균고조위는 DL(+) 0.545m, 대조차는 DL(+) 0.474m, 평균조차는 DL(+) 0.328m로 나타났다.

[표 4.8.8] 방어진항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 66.9	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 61.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 54.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 47.2	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 39.9	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 30.8	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 21.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 14.4	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 7.1	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준점성과표(방어진)

b) 조류

- 동해안의 조류는 전반적으로 연안근해에 있어서 일정한 조류라고 할 만한 것이 없고, 다만 바람에 의해서 생기는 미약한 표면류가 있다.
- 해류에 의해서 일어나고 해류의 강약에 따라 유향, 유속이 모두 변하며, 대체로 그 유속은 1 노트 이하이나 울산만 부근에서 썰물 때 유속은 1.3노트 내외를 보인다.

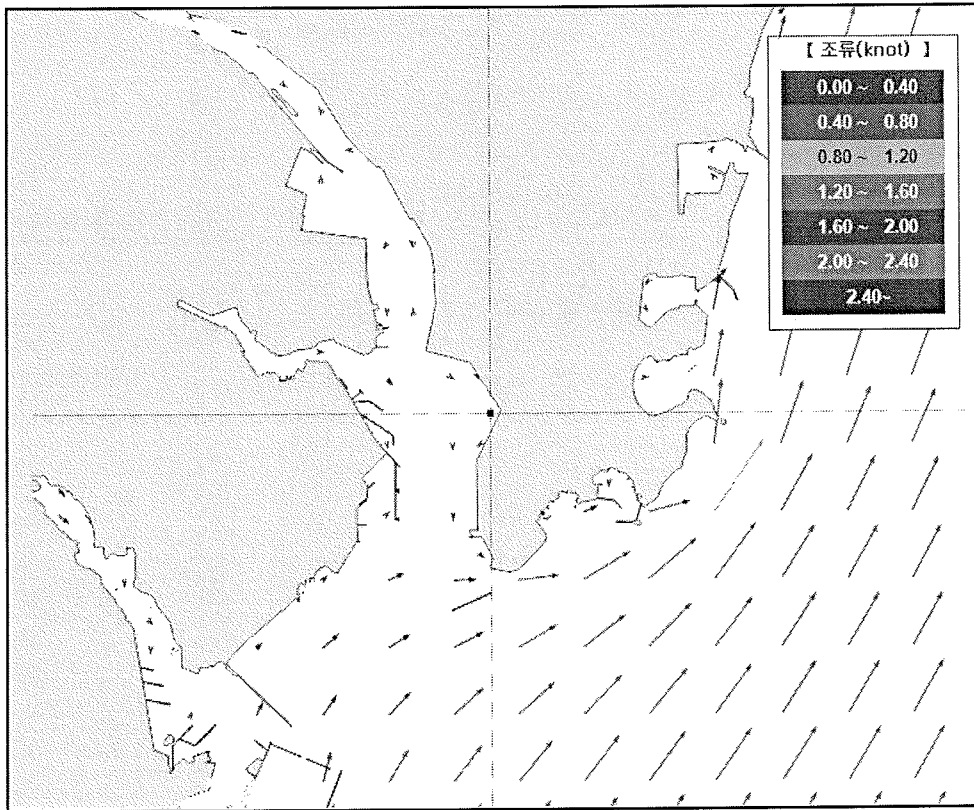
c) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

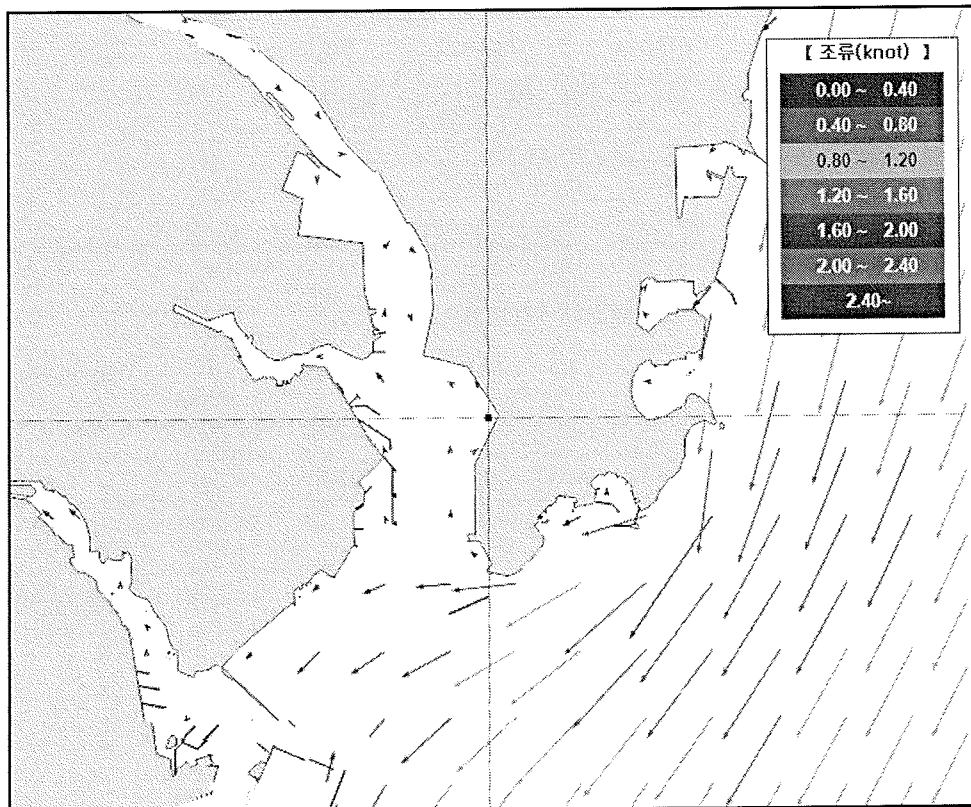
[표 4.8.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
방어진항 정비계획용역 보고서 (2004.12)	SSE	7.2	11.0	
	SSW	10.2	14.0	

<그림 4.8.3> 최강 창조류



<그림 4.8.4> 최강 낙조류



2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

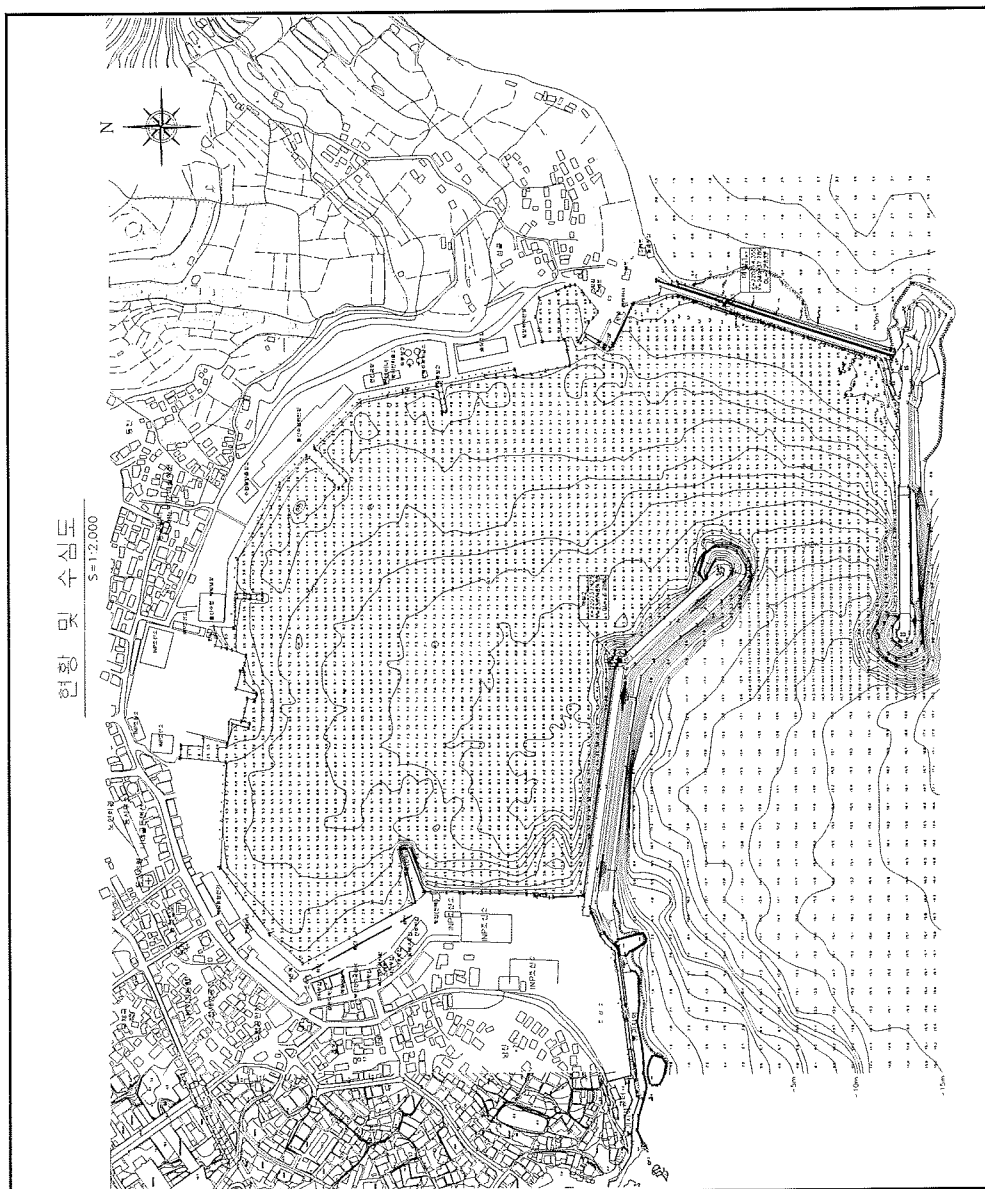
a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “방어진항 정비계획용역 보고서(2004. 12)”를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

- 대상 지역의 수심 분포는 전반적으로 항내의 수심은 DL(-)1.0m~DL(-)9.0m 정도의 수심 분포를 나타내며 항입구(남방과제 두부구간)에서는 DL(-)15.0m~DL(-)17.0m 정도의 수심이 나타나고 있으며, 완만한 경사의 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.8.5> 수심 및 지형측량도



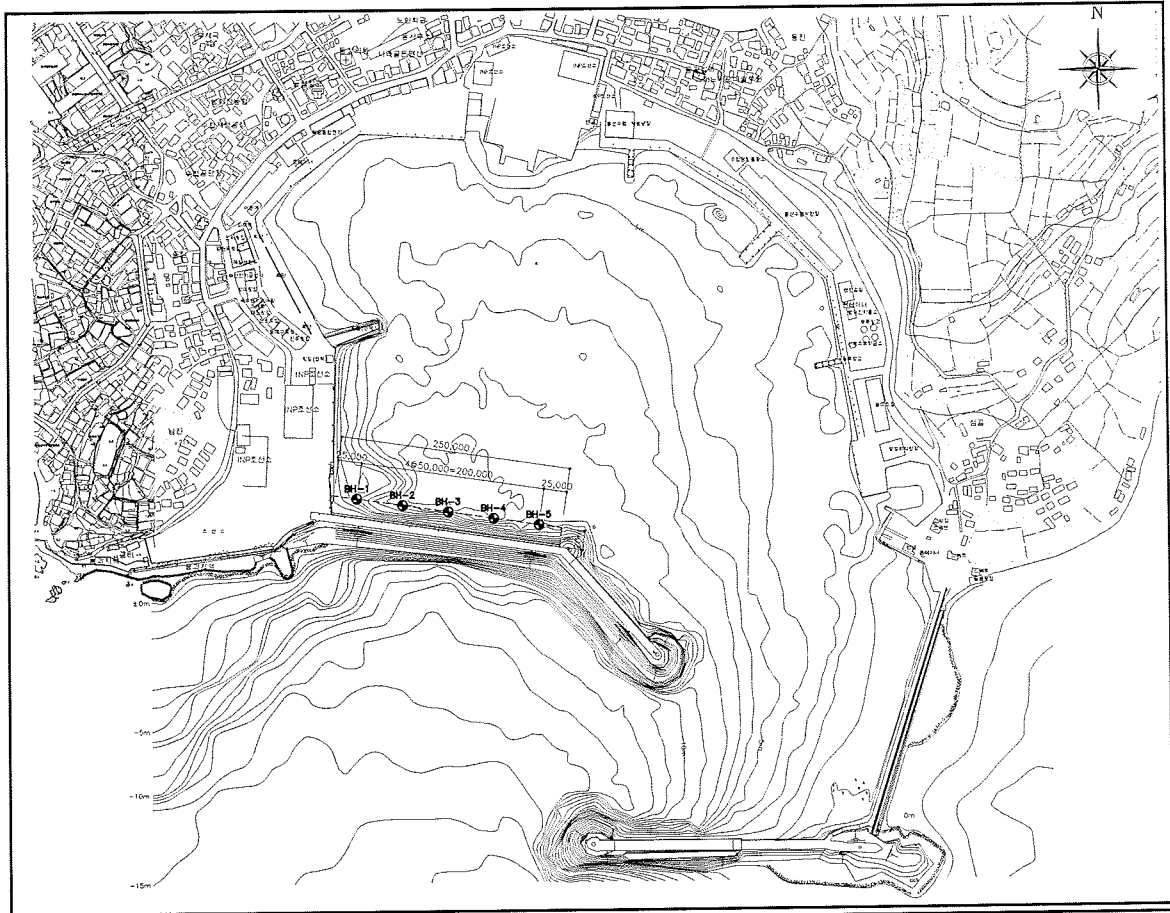
※ 자료 : 방어진항 정비계획용역 보고서(2004.12, 해양수산부)

나) 지반조사

a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “방어진항 정비계획용역 보고서(2004. 12)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	-2.483	220,292.475	238,523.026	2004년
BH-2	-8.277	220,285.228	238,572.498	
BH-3	-8.835	220,277.981	238,621.970	
BH-4	-9.229	220,270.734	238,671.442	
BH-5	-9.118	220,263.487	238,720.914	

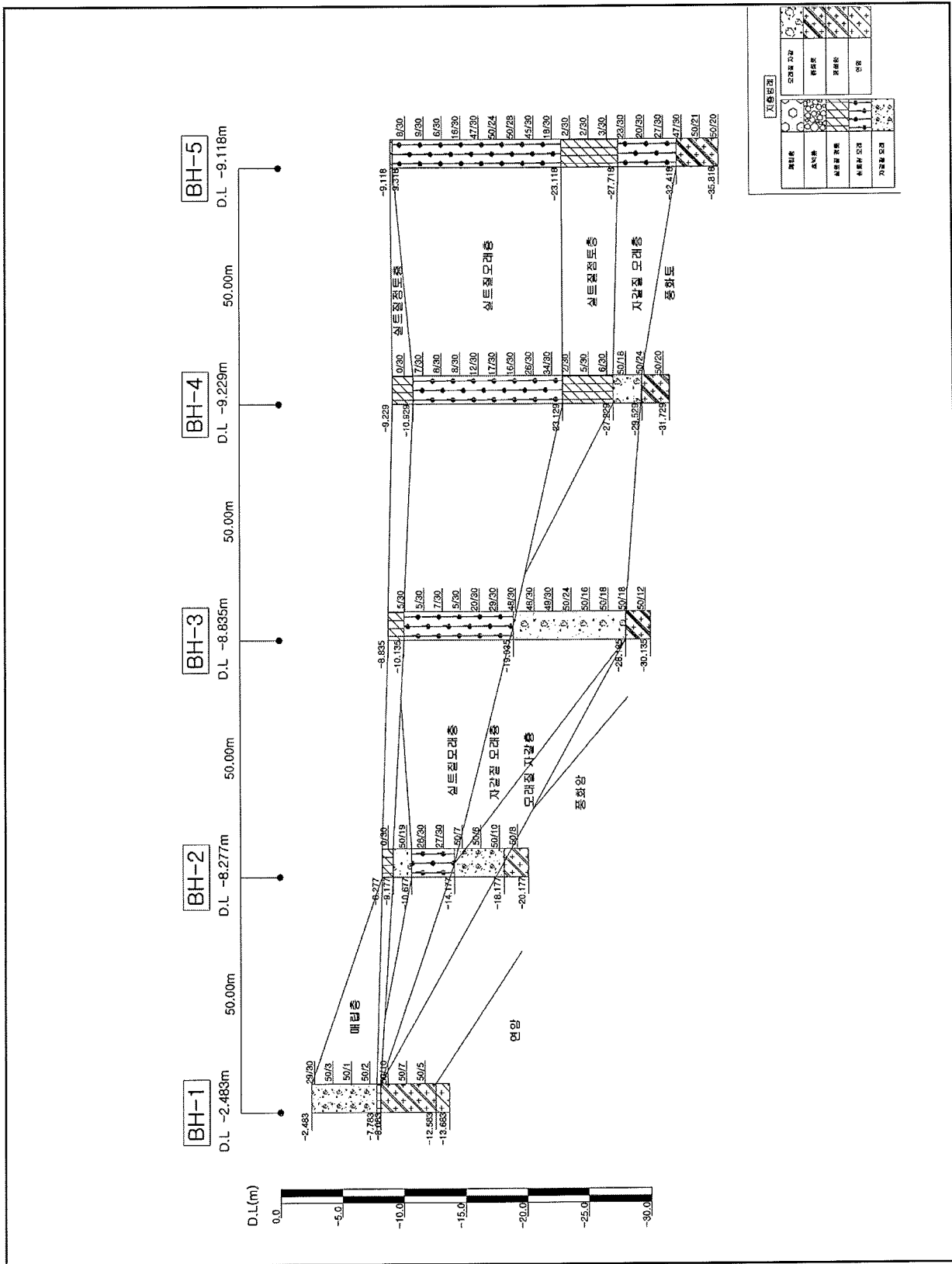
c) 시추조사 결과 요약

- 시추조사 결과에 의하면 조사지역은 매립층, 퇴적층(점토, 모래, 자갈) 및 풍화토, 풍화암, 연암으로 이루어진다.
- 풍화대층은 모암이 심한 풍화를 받아 형성되었으며, 모암의 기본조직이 거의 남아 있고, 화학적 및 물리적 성질은 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있다.
- 연암은 풍화암보다 신선하고 높은 경도를 갖고 있으며, 절리 및 균열이 발달하고 이들 불연속면을 따라 풍화 변질작용을 받은 기반암으로, 시추조사시 코어 회수가 매우 저조하거나 불가능한 상태여서 굴진속도, 순환수의 누수정도 및 Slime, 광물의 풍화도 등을 참고하여 구분한다.

[표 4.8.10] 시추조사 결과

공 변	실트질 점토층	실트질 모래층	자갈질 모래층	모래질 자갈층	풍화토	풍화암	연 암	계	비 고
BH - 1	-	-	-	5.6	-	4.5	1.1	11.2	
BH - 2	0.9	3.5	1.5	4.0	-	2.0	-	11.9	
BH - 3	1.3	8.9	9.1	-	2.0	-	-	21.3	
BH - 4	5.8	12.2	2.3	-	2.2	-	-	22.5	
BH - 5	4.8	18.5	-	-	3.4	-	-	26.7	
소 계	12.8	43.1	12.9	9.6	7.6	6.5	1.1	93.6	

<그림 4.8.6> 지질조사 주상도



※ 자료 : 방어진항 정비계획용역 보고서(2004.12, 해양수산부)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

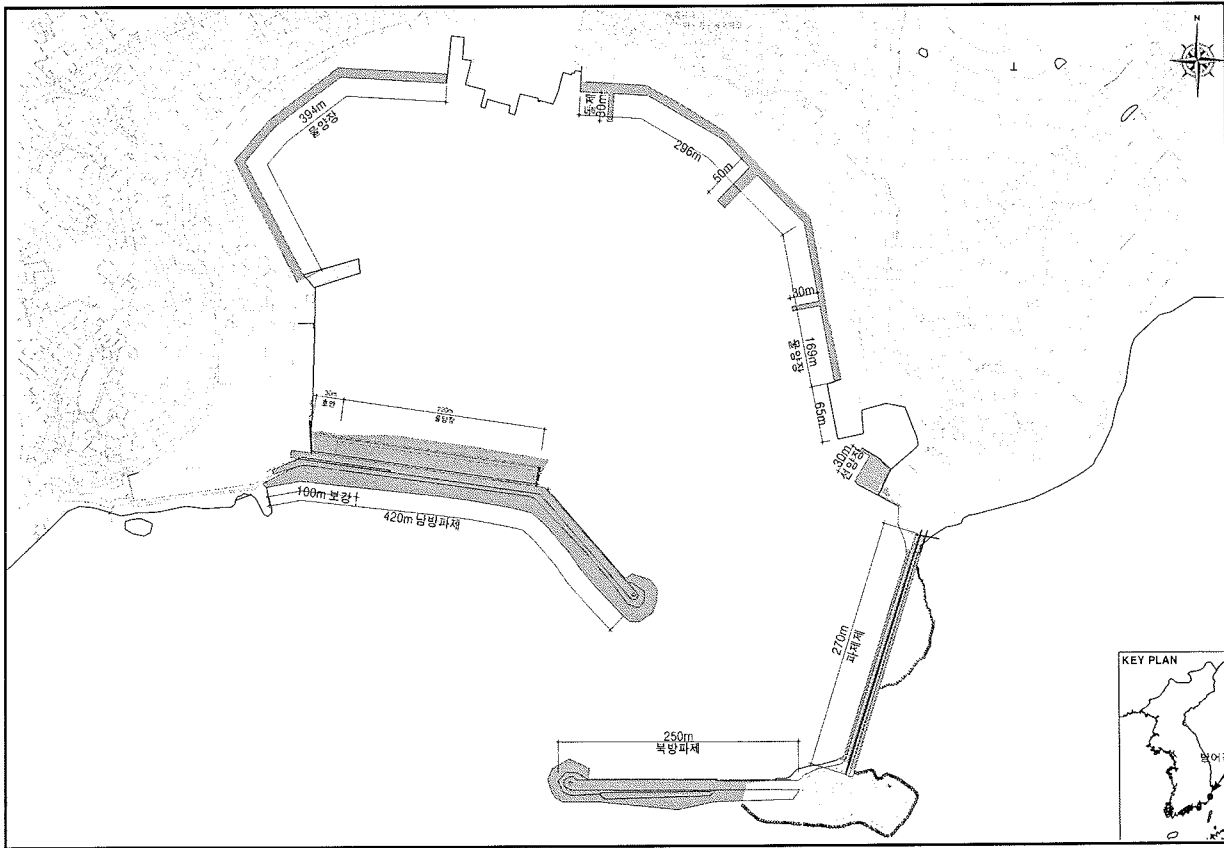
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1980년	기본시설계획 수립	
1998년	기본시설 완공	
2002년	하수차집관거 시설공사	
2004년	어항정비계획 용역	

나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석경사식	250m	
	남방파제	사석경사식	420m	
	파 제 제	사석경사식	270m	
계류 시설	물 양 장	콘크리트블럭식	904m	
	돌제식 물양장	콘크리트블럭식	110m	
	선 양 장	콘크리트블럭식	30m	

<그림 4.8.7> 방어진항 현황도



<그림 4.8.8> 기존 시설현황



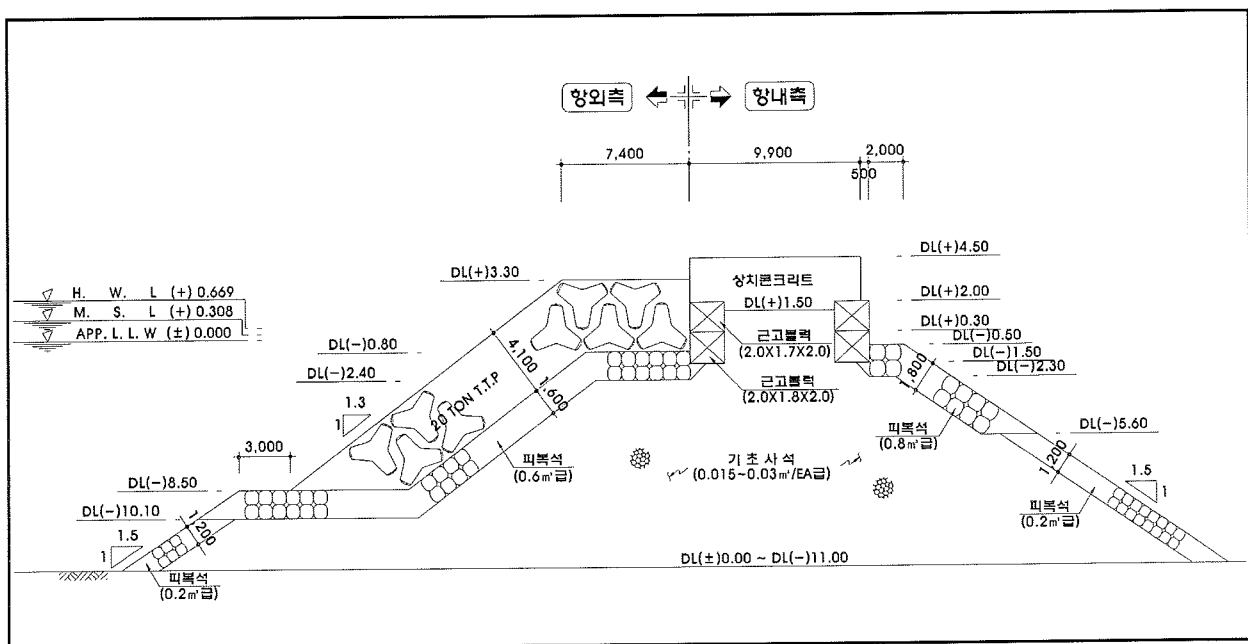
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 방어진항 북방파제는 중량 20/32/40tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 250m이고, 남방파제는 중량 10/16/25tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설연장은 420m, 파제제는 32tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설연장은 270m이며, 상세 시설제원은 [표 4.8.11]과 같다.

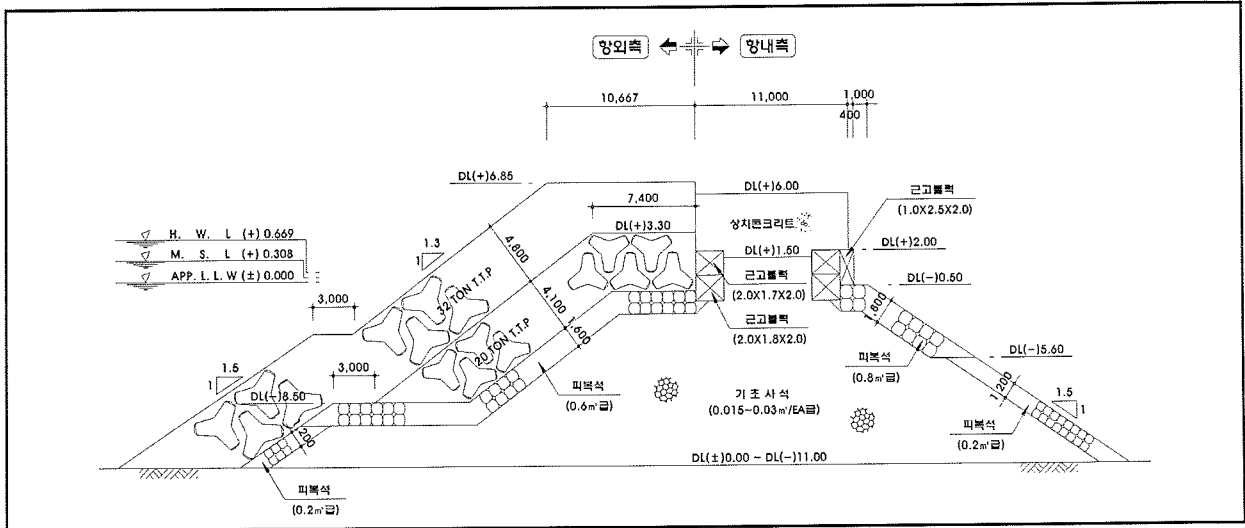
[표 4.8.11] 외곽시설 시설제원

구 분	북방파제	남방파제	파제제	비 고
연 장	250m	420m	270m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식	
준공년도	1998년	1997년	1989년	
전면수심	DL(-)0.0~13.0m	DL(-)0.0~10.0m	DL(-)0.0~2.0	
마루높이	DL.(+)4.5~6.0m	DL.(+)4.0~6.0m	DL.(+)2.50m	
피복재	20/32/40tonf	10/16/25tonf	32tonf	

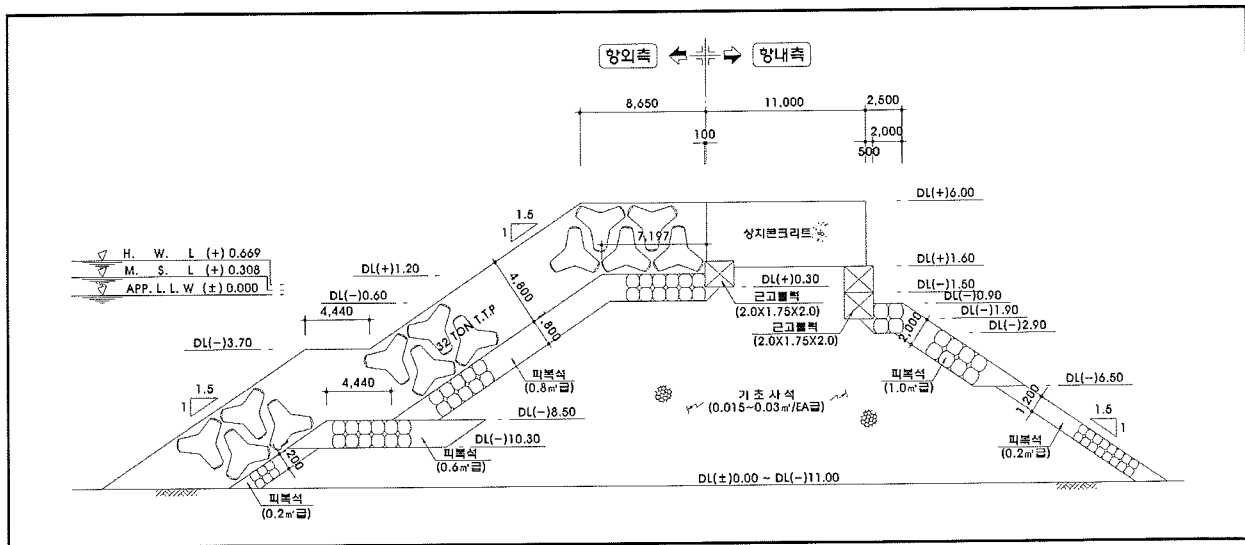
<그림 4.8.9> 북방파제 표준단면도(1구간)



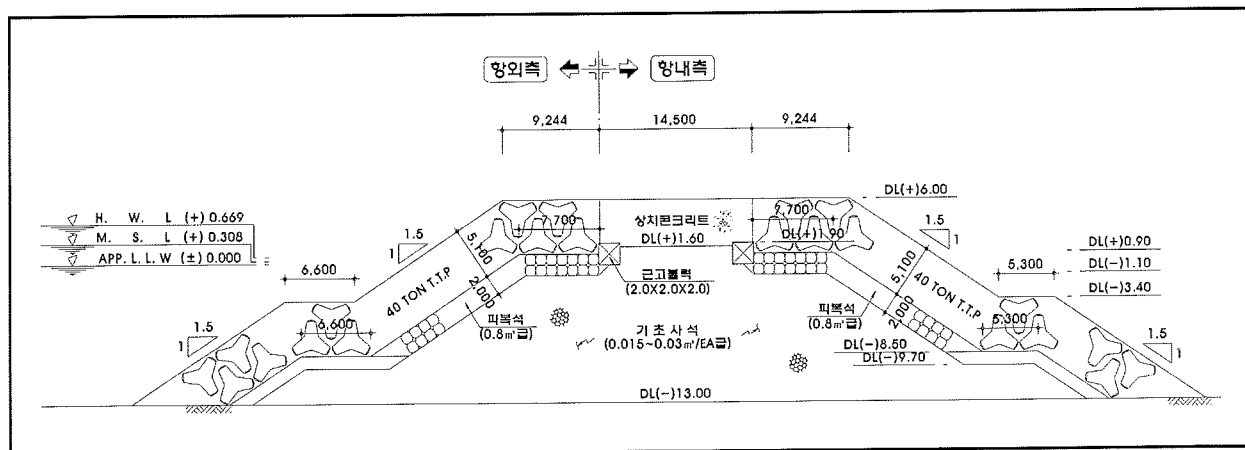
<그림 4.8.10> 북방파제 표준단면도(2구간)



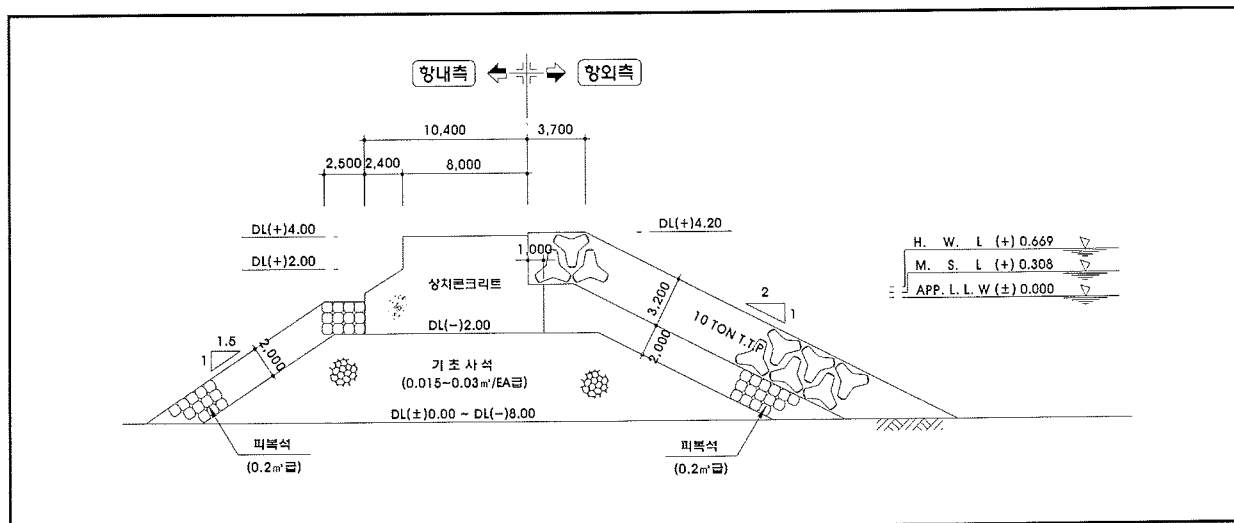
<그림 4.8.11> 북방파제 표준단면도(3구간)



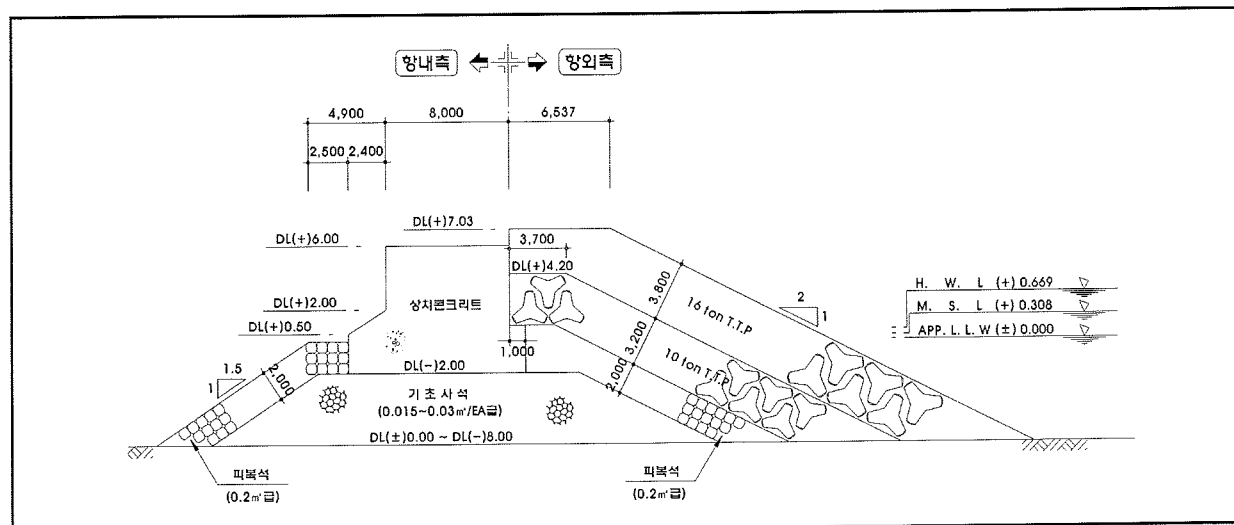
<그림 4.8.12> 북방파제 표준단면도(4구간)



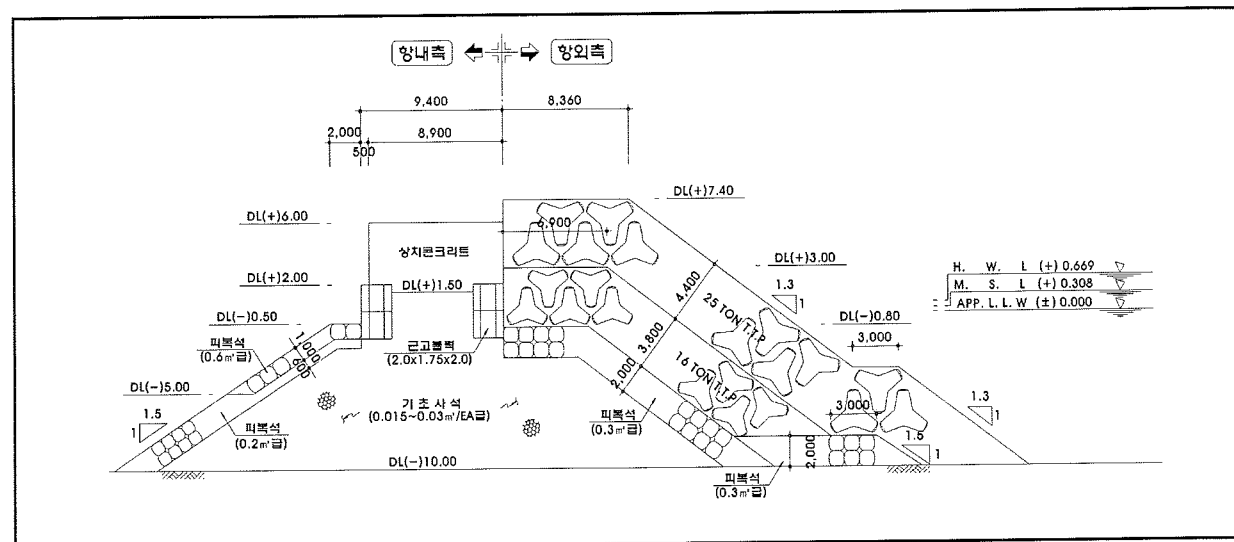
<그림 4.8.13> 남방파제 표준단면도(1구간)



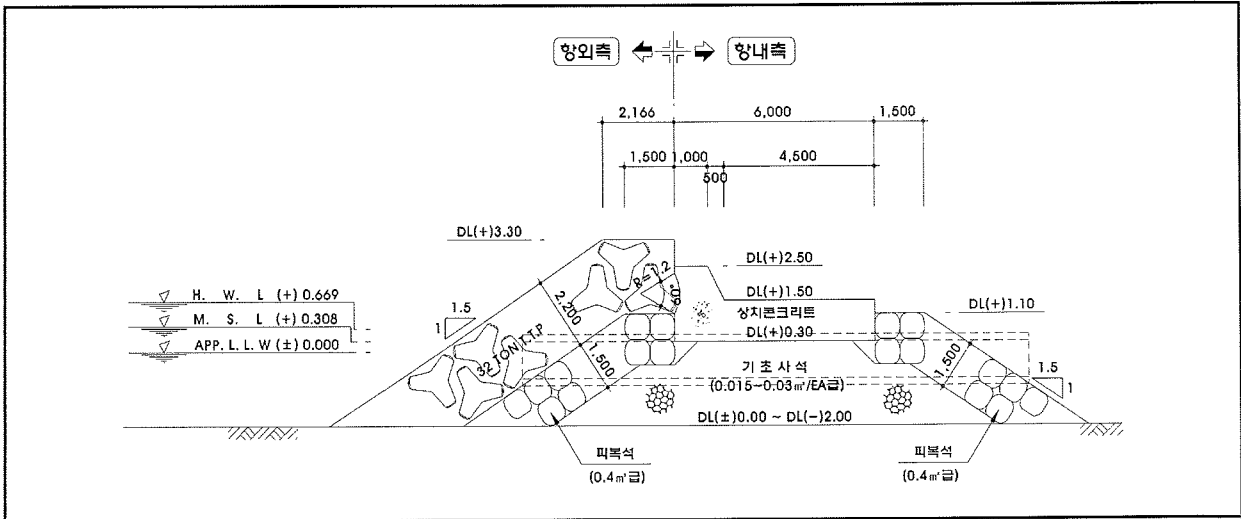
<그림 4.8.14> 남방파제 표준단면도(2구간)



<그림 4.8.15> 남방파제 표준단면도(3구간)



<그림 4.8.16> 파제제 표준단면도



4.8.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

아) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 66.9	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 61.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 54.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 47.2	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 39.9	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 30.8	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 21.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 14.4	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 7.1	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준점성과표(방어진)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.8.12] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	치오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

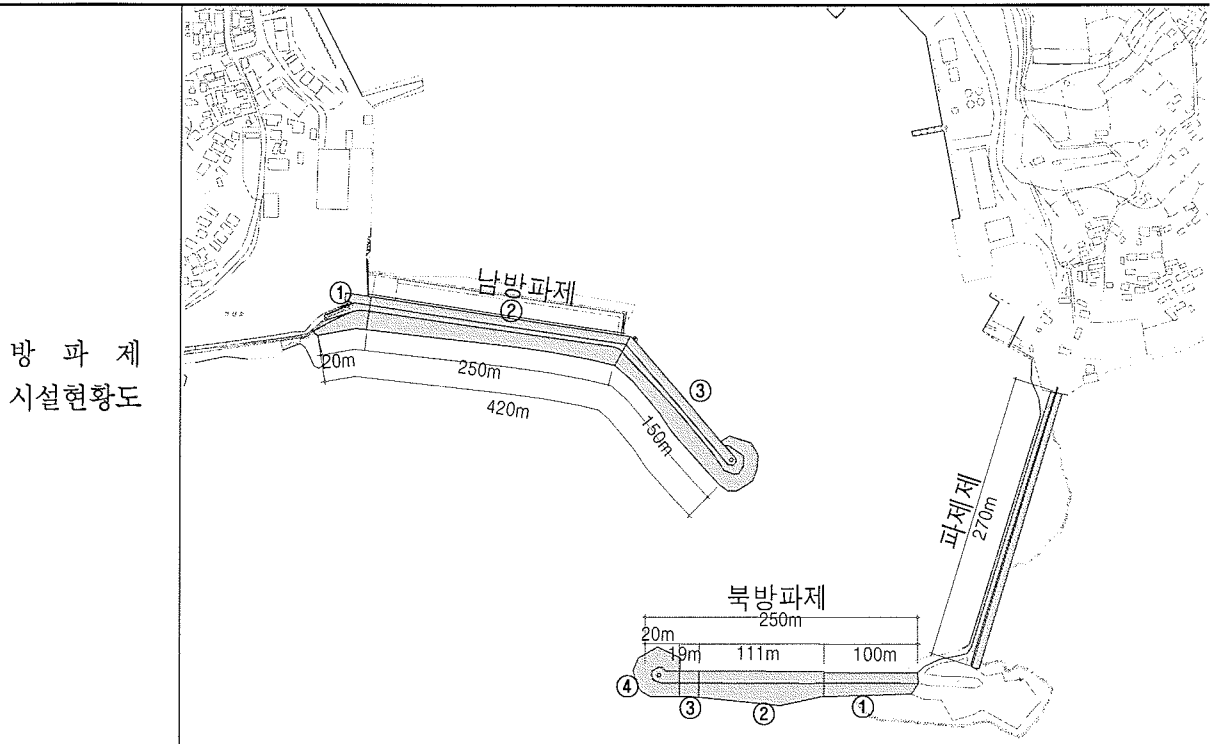
구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
북방파제	1구간 : No.0+0.0~No.10+0.0	2.6	13.2	S	50년
	2구간 : No.10+0.0~No.21+1.0	3.1	13.2	S	
	3구간 : No.21+1.0~No.23+0.0	3.1	13.2	S	
	4구간 : No.23+0.0~No.25+0.0	3.1	13.2	S	
남방파제	1구간 : No.0+0.0~No.2+0.0	4.3	13.2	S	
	2구간 : No.2+0.0~No.27+0.0	4.3	13.2	S	
	3구간 : No.27+0.0~No.42+0.0	4.3	13.2	S	
파제제		1.6	12.2	E	

나) 기존단면 안전성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계과에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 제체의 안정성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 북방파제, 남방파제, 파제제로 시설현황은 [표 4.8.13]과 같다.

[표 4.8.13] 방파제 시설현황



구 분	북방파제	남방파제	파제제
연 장	250m	420m	270m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식	T.T.P 피복 사석경사식
준공년도	1998년	1997년	1989년
전면수심	DL.(-)0.0~13.0m	DL.(-)0.0~10.0m	DL.(-)0.0~2.0
마루높이	DL.(+)4.5~6.0m	DL.(+)4.0~6.0m	DL.(+)2.50m
피복재	20/32/40tonf	10/16/25tonf	32tonf
검토구간	4개 구간	3개 구간	1개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 61.6m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 66.9m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법	제2방법	제3방법	제4방법			
북방파제	1구간	DL(+)3.30	DL(+)2.40	DL(+)5.50	DL(+)2.90	DL(+)3.30	DL(+)4.50	O.K
	2구간	DL(+)3.80	DL(+)3.00	DL(+)6.40	DL(+)3.80	DL(+)3.80	DL(+)6.00	O.K
	3구간	DL(+)3.80	DL(+)3.00	DL(+)6.60	DL(+)3.90	DL(+)3.80	DL(+)6.00	O.K
	4구간	DL(+)3.80	DL(+)3.00	DL(+)6.60	DL(+)3.90	DL(+)3.80	DL(+)6.00	O.K
남방파제	1구간	DL(+)5.00	DL(+)5.90	DL(+)6.30	DL(+)4.50	DL(+)5.00	DL(+)4.00	NG
	2구간	DL(+)5.00	DL(+)5.90	DL(+)6.30	DL(+)4.50	DL(+)5.00	DL(+)6.00	O.K
	3구간	DL(+)5.00	DL(+)5.90	DL(+)6.30	DL(+)4.50	DL(+)5.00	DL(+)6.00	O.K
파제제		DL(+)2.30	DL(+)1.90	DL(+)2.70	DL(+)1.00	DL(+)2.30	DL(+)2.50	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방과제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
북방과제	1구간	3.47 ~ 6.62	11.669	비쇄파대
	2구간	4.02 ~ 7.58	11.616	비쇄파대
	3구간	4.02 ~ 7.58	11.669	비쇄파대
	4구간	-	-	-
남방과제	1구간	5.02 ~ 9.30	8.669	쇄파대
	2구간	5.02 ~ 9.30	8.669	쇄파대
	3구간	-	-	-
과제제		1.85 ~ 3.57	2.669	쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분		계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
북방과제	1구간	3.2 TON T.T.P	3.2 TON T.T.P	20.0 TON T.T.P	O.K
	2구간	4.0 TON T.T.P	4.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
	3구간	4.0 TON T.T.P	4.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K
	4구간	5.0 TON T.T.P	5.0 TON T.T.P	40.0 TON T.T.P	O.K
남방과제	1구간	8.0 TON T.T.P	8.0 TON T.T.P	10.0 TON T.T.P	O.K
	2구간	8.0 TON T.T.P	8.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	O.K
	3구간	12.5 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	25.0 TON T.T.P	O.K
과제제		0.5 TON T.T.P	0.5 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분		소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
북방파제	1구간	0.20 ~ 0.29	0.1	1.0	O.K
	2구간	0.25 ~ 0.37	0.1	1.0	O.K
	3구간	0.25 ~ 0.37	0.1	0.8	O.K
	4구간	0.31 ~ 0.46	0.2	0.8	O.K
남방파제	1구간	0.50 ~ 0.74	0.2	0.2	O.K
	2구간	0.50 ~ 0.74	0.2	0.2	O.K
	3구간	0.77 ~ 1.15	0.3	0.3	O.K
파제제		0.04 ~ 0.05	0.1	0.4	O.K

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
북방 파제	1구간	3.07 > 1.20	O.K	6.47 > 1.20	O.K	2.15 > 1.00	O.K	4.57 > 1.10	O.K
	2구간	3.46 > 1.20	O.K	8.01 > 1.20	O.K	2.35 > 1.00	O.K	5.07 > 1.10	O.K
	3구간	3.65 > 1.20	O.K	8.36 > 1.20	O.K	2.36 > 1.00	O.K	5.68 > 1.10	O.K
	4구간	-	-	-	-	-	-	-	-
남방 파제	1구간	1.31 > 1.20	O.K	4.30 > 1.20	O.K	1.04 > 1.00	O.K	3.43 > 1.10	O.K
	2구간	1.64 > 1.20	O.K	3.87 > 1.20	O.K	1.27 > 1.00	O.K	3.10 > 1.10	O.K
	3구간	-	-	-	-	-	-	-	-
파제제		1.37 > 1.20	O.K	5.27 > 1.20	O.K	1.03 > 1.00	O.K	4.22 > 1.10	O.K

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
북방파제	1구간	1.61 > 1.20	O.K	1.15 > 1.00	O.K
	2구간	1.58 > 1.20	O.K	1.30 > 1.00	O.K
	3구간	1.47 > 1.20	O.K	1.22 > 1.00	O.K
	4구간	-	-	-	-
남방파제	1구간	1.69 > 1.20	O.K	1.39 > 1.00	O.K
	2구간	1.79 > 1.20	O.K	1.47 > 1.00	O.K
	3구간	-	-	-	-
파제제		2.21 > 1.20	O.K	1.73 > 1.00	O.K

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 북방파제, 남방파제, 파제제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.8.14]와 같다.

[표 4.8.14] 안전성 검토 결과

구 분		북방파제				남방파제			파제제	
		1구간	2구간	3구간	4구간	1구간	2구간	3구간		
구조물 설계파	파고(m)	2.60	3.10	3.10	3.10	4.30	4.30	4.30	1.60	
	주기(s)	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	12.20	
	파향	S	S	S	S	S	S	S	E	
마루이 높(DL(+),m)	현황	4.50	6.00	6.00	6.00	4.00	6.00	6.00	2.50	
	금회 (판정)	3.30 (OK)	3.80 (OK)	3.80 (OK)	3.80 (OK)	5.00 (NG)	5.00 (OK)	5.00 (OK)	2.30 (OK)	
피복재 요량 (ton)	현황	T.TP 20.0	T.TP 32.0	T.TP 32.0	T.TP 40.0	T.TP 10.0	T.TP 16.0	T.TP 25.0	T.TP 32.0	
	금회 (판정)	T.TP 3.2 (OK)	T.TP 4.0 (OK)	T.TP 4.0 (OK)	T.TP 5.0 (OK)	T.TP 8.0 (OK)	T.TP 8.0 (OK)	T.TP 12.5 (OK)	T.TP 12.5 (OK)	
상공제안 부및 지진시	상시	활동 (판정)	3.07 (OK)	3.46 (OK)	3.65 (OK)	-	1.31 (OK)	1.64 (OK)	-	1.37 (OK)
		진도 (판정)	6.47 (OK)	8.01 (OK)	8.36 (OK)	-	4.30 (OK)	3.87 (OK)	-	5.27 (OK)
		직선활동 (판정)	1.61 (OK)	1.58 (OK)	1.47 (OK)	-	1.69 (OK)	1.79 (OK)	-	2.21 (OK)
	지진시	활동 (판정)	2.15 (OK)	2.35 (OK)	2.36 (OK)	-	1.04 (OK)	1.27 (OK)	-	1.03 (OK)
		진도 (판정)	4.57 (OK)	5.07 (OK)	5.68 (OK)	-	3.43 (OK)	3.10 (OK)	-	4.22 (OK)
		직선활동 (판정)	1.15 (OK)	1.30 (OK)	1.22 (OK)	-	1.39 (OK)	1.47 (OK)	-	1.73 (OK)

- 방어진항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었으나, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 남방파제 기부측에서 마루높이 및 피복재에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재, 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 그러므로, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 현재 시공이 완료된 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 제체단면의 보강을 통해 고평랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.8.15] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
북방파제	1구간 : No.0+0.0~No.10+0.0	○	불필요
	2구간 : No.10+0.0~No.21+1.0	○	불필요
	3구간 : No.21+1.0~No.23+0.0	○	불필요
	4구간 : No.23+0.0~No.25+0.0	○	불필요
남방파제	1구간 : No.0+0.0~No.2+0.0	×	필요
	2구간 : No.2+0.0~No.27+0.0	○	불필요
	3구간 : No.27+0.0~No.42+0.0	○	불필요
파제제		○	불필요

4.8.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 방어진항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 남방파제 1개가 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.8.16] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북방파제	1구간	100m	
	2구간	111m	
	3구간	19m	
	4구간	20m	
남방파제	1구간	20m	○
	2구간	250m	
	3구간	150m	
파제제		270m	

나) 주요 검토항목 및 검토조건

가) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사제의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 남방파제

- 개정 심해파를 고려한 남방파제의 검토결과, 방파제 1구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 마루높이를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 남방파제 전 구간에서 안정성이 확보되는 것으로 검토되었다.
- 상부공 안정성은 전 구간에 대하여 안정한 것으로 검토되었다.

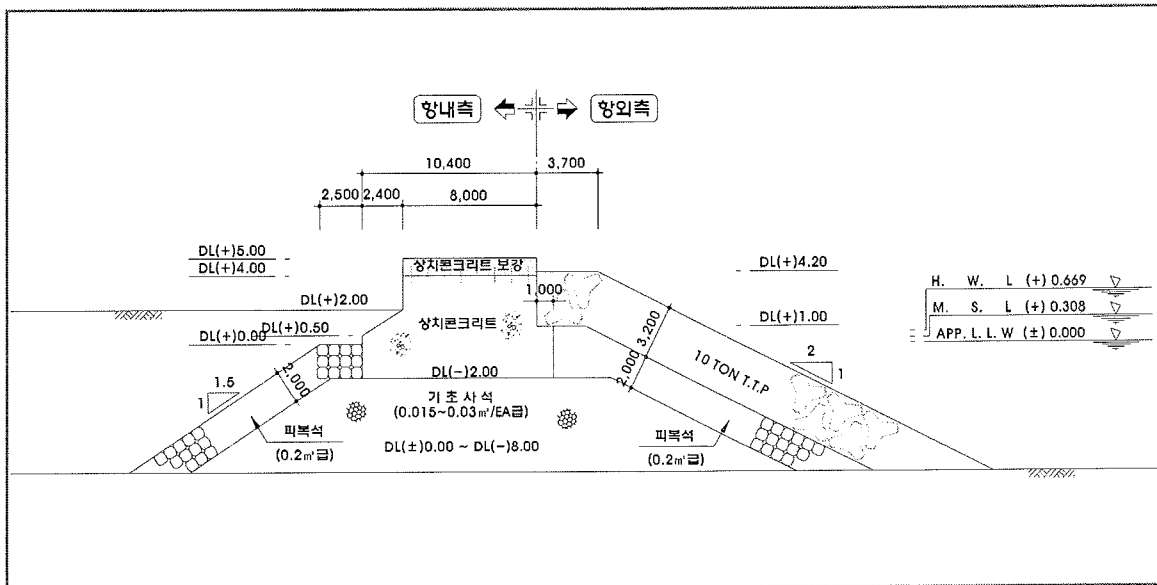
[표 4.8.17] 남방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비 고
시설연장		20m	250m	150m	420m
마루 높이	현황	DL(+)4.0m	DL(+)6.0m	DL(+)6.0m	
	계획	DL(+)5.0m	-	-	
외 측 피복재	현황	T.T.P 10.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 25.0ton	
	계획	-	-	-	

[표 4.8.18] 남방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안
1구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)5.00m) 확보

<그림 4.8.17> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 방어진항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 4천만원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고
북방파제	-		-	
1구간	-	-	-	
2구간	-	-	-	
3구간	-	-	-	
4구간	-	-	-	
남방파제	20		40	
1구간	20	2	40	·상치 보강
2구간	-	-	-	
3구간	-	-	-	
파 제 제	-	-	-	
부 대 비	-	-	-	
합 계			40	

4.9 미조(남)항

4.9.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 남해안 중부에 위치한 본 항은 북위 34°29'~34°26', 동경 127°48'~128°7'에 위치하고 있으며, 1973년 6월 남해대교의 개통으로 하동권과 육로로 연결되었고, 삼천포, 통영, 부산 등 항 구도시와도 직접항로가 열려있다.
- 본 항이 위치한 남해군은 경상도와 전라도의 경계를 이루는 노령산맥의 마지막 줄기로 지세는 기복이 심하고 산세는 험준하고 망운산(786m), 금산(701m), 송등산(627m) 등 높은 산이 많은 반면, 평야는 협소하고, 하천의 유역면적 또한 협소하여 농업용수가 부족한 형편이다.
- 남해군은 본도와 창선도, 2개의 큰 섬을 주축으로 13개의 유인도와 50개의 무인도서로 구성되어 있으며, 천해가 발달하여 천해의 수산양식장을 확보하고 있으며 연해의 수심은 30~50m로 광활한 대륙붕을 형성하여 섬진강에서 흘러드는 각종 먹이를 찾아 많은 어종들이 운집하고 있다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.9.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원		
바 랫	최대풍속	풍 속	m/sec	1.85	현상 일수	일	맑 음	111.6
		풍 향		N			흐 립	97.6
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	37.2			안 개	12.2
		풍 향		NNW			강 수	41.2
	평균풍속		m/sec	1.7			강 설	7.2
기 온	연 평 균		℃	14.2			결 빙	70.2
	최 고			37.8			뇌 전	11.9
	최 저			-11.6			폭 풍	0.9
강수량	연 평 균		mm	1,919.6	기 온	0.3		
	일 최 다			140.0				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.2℃이며, 월평균기온은 1월이 2.2℃, 8월이 25.7℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 37.8℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.6℃(2005년 12월)로 나타났다.

[표 4.9.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

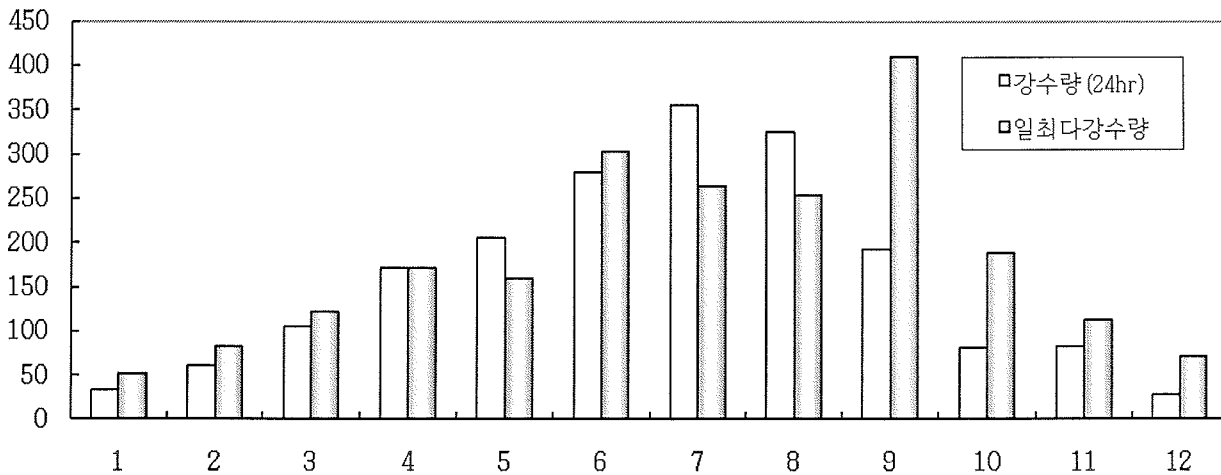
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.2	4.0	8.0	13.5	17.7	21.4	24.9	25.7	21.9	16.6	10.3	4.5	14.2
최 고	18.5	21.5	24.4	28.1	33.5	32.8	37.8	37.0	34.1	28.8	24.6	18.5	37.8
최 저	-11.3	-11.0	-7.3	-5.0	6.0	10.8	15.7	16.5	10.5	3.5	-4.6	-11.6	-11.6

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 5월~8월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,843.8mm, 연최소 강수량은 2008년의 1,081.4mm이며, 연평균 강수량은 1,919.6mm로 나타났다.

<그림 4.9.1> 강수량(mm)



[표 4.9.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

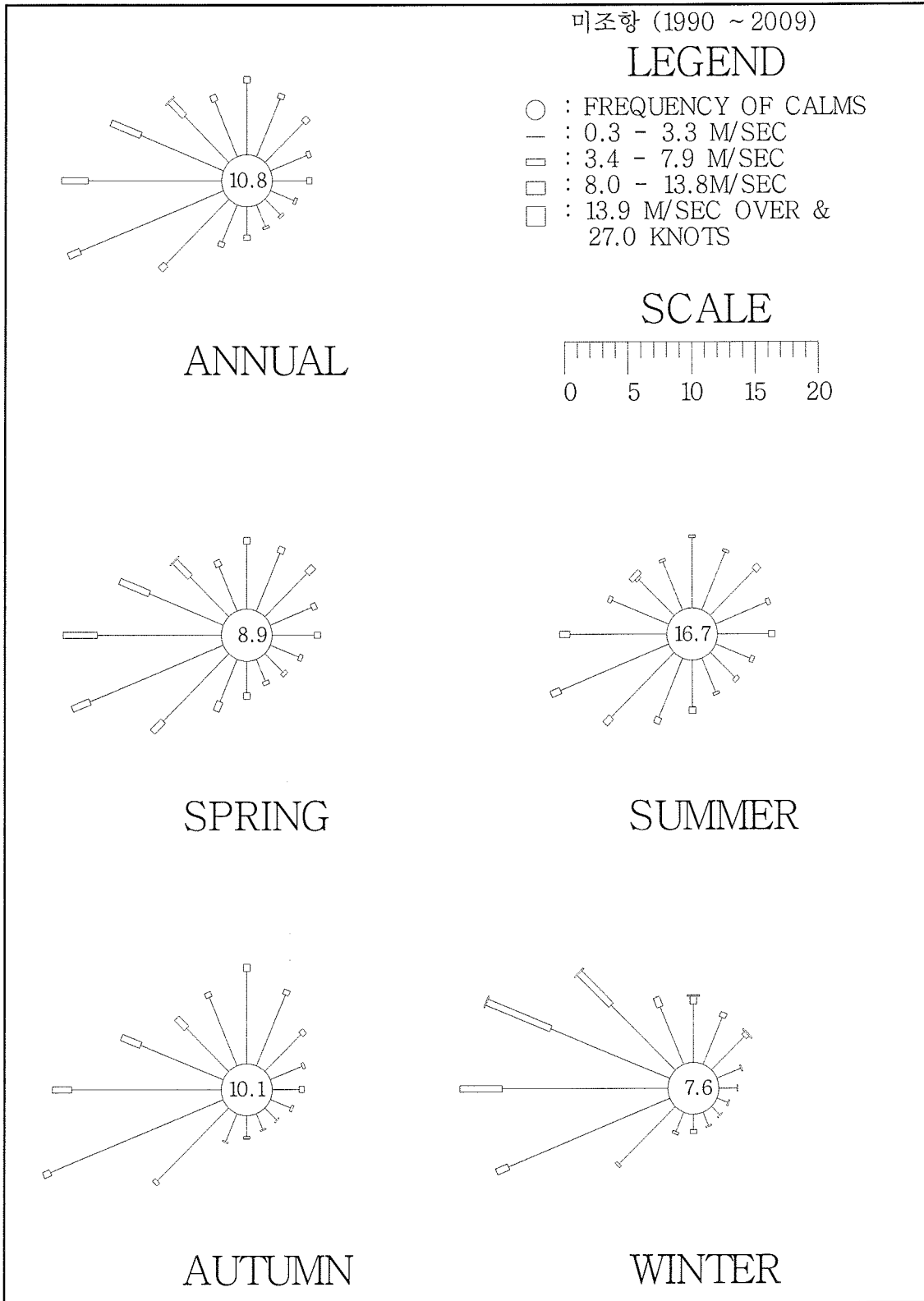
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	32.8	61.0	105.0	171.3	205.2	280.0	356.0	325.1	191.9	81.3	82.5	27.9	1,919.6
일최다	51.0	82.5	122.0	171.5	159.7	303.0	264.5	254.0	410.0	188.0	112.5	70.5	410.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 1.7m/sec, 최대 풍속은 N방향에서 18.5m/sec로 나타난다.

<그림 4.9.2> 바람장미도



[표 4.9.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	2.0	1.9	1.9	1.9	1.7	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	1.7	1.8	1.7
최대	13.0	18.5	12.0	15.5	14.5	15.5	18.4	15.3	15.6	11.7	10.5	14.0	18.5
	WNW	N	NW	NE	SSE	S	NNW	SSW	N	WNW	WNW	NNE	N
순간최대	22.9	25.5	23.1	24.1	24.7	25.2	32.0	30.7	37.2	22.4	22.3	27.6	37.2
	SW	WNW	W	NW	SE	SSE	ESE	ENE	NNW	W	WNW	NW	NNW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 111.6일로 약 31.0% 이고 흐린 날씨는 97.6일로 나타났다.
- 안개발생일수는 12.2일, 강수일수는 41.2일, 폭풍일수는 0.9일로 나타난다.

[표 4.9.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	13.8	12.1	10.4	9.6	8.6	3.9	3.3	4.7	6.5	12.1	12.7	13.9	111.6
흐림	5.3	4.7	7.9	8.2	9.6	13.9	15.0	10.5	9.2	5.2	4.4	3.7	97.6
안개	0.2	0.1	0.7	1.9	1.8	2.5	3.2	0.5	0.3	0.3	0.5	0.2	12.2
강수	1.1	1.9	3.1	4.0	4.7	5.3	6.6	6.4	3.7	1.6	1.9	0.9	41.2
강설	2.8	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8	7.2
결빙	24.2	18.4	6.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	17.8	70.2
뇌전	0.2	0.1	0.4	0.8	1.0	1.4	3.1	2.7	1.1	0.5	0.5	0.1	11.9
폭풍	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.9.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 남해군 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 261일로서 년가동율이 76%와 72% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.9.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	46.14	57.66	103.80	261.20
해 상	27.14	61.09	88.23	276.77

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 미조항의 조위는 약최고만조위(Approx. H.H.W)가 DL(+).3.426m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 DL(+).3.125m, 평균해면(M.S.L)이 DL(+).1.713m이며, 대조차 2.824m, 평균조차 1.938m, 소조차 1.052m로 나타난다.

[표 4.9.8] 미조항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+).357.2	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+).342.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+).312.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+).268.2	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+).223.9	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+).171.3	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+).118.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+).74.4	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+).30.1	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±).0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(미조리)

b) 파 랑

- 미조 항은 남향과 북향으로 분리되어 있으며 남향은 항내가 북측으로 만입되어 있어 하기 태풍의 직접적인 영향을 받으나 북향은 항내가 남측으로 만입되어 태풍보다는 오히려 NE~E방향의 계절풍의 영향을 받는다.
- 설계파는 '88년도 수산청에서 시행(해양 연구소 추정)한 해역별 심해파 추정 결과치를 적용한다.

[표 4.9.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
미조, 청산도항 정비계획조사 보고서 (1994.12, 수산청)	S	9.9m	14 sec	채택
	SSE	8.7m	12 sec	

c) 조류

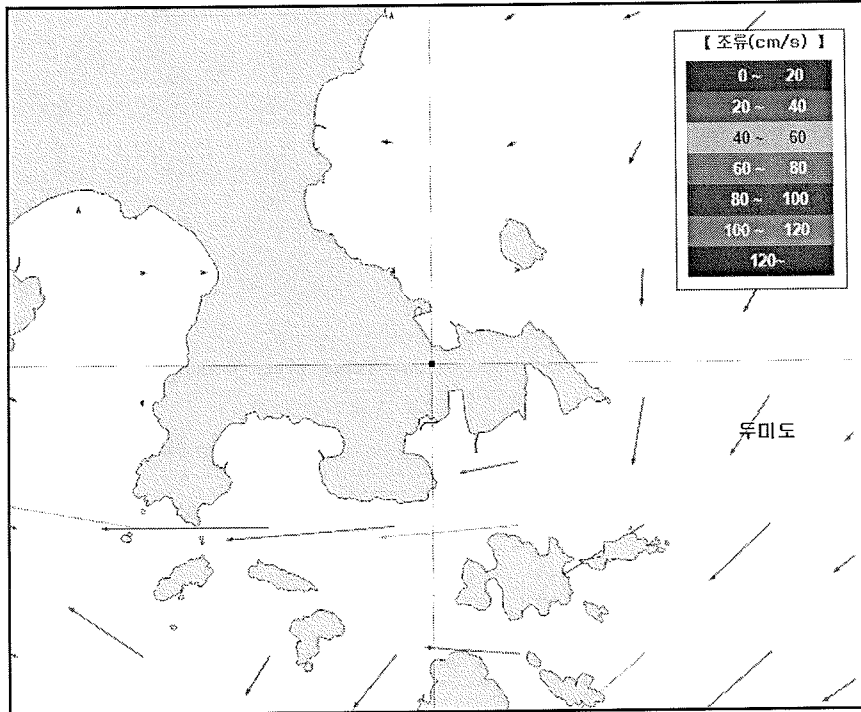
- 본 항의 창조류는 육지도 남단을 거쳐 서측으로 흐르고, 낙조류는 이화 반대로 흐르며 인근의 최강유속은 미조군도 남측으로 창조시 0.7Knot, 낙조시 1.0Knot로 보통인 편이며 본항의 최강유속 및 유향은 다음과 같다.

[표 4.9.10] 조류

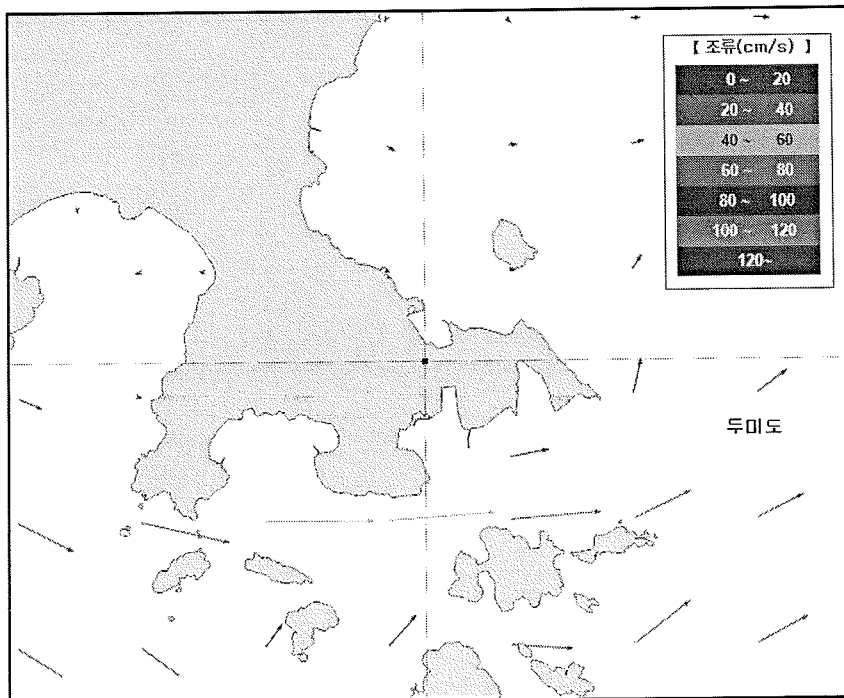
구 분	유 향	유 속	비 고
최강 창조류	NNW	0.7 Knot	미조군도 남측
최강 낙조류	E	1.0 Knot	미조군도 남측

※ 자료 : 미조, 청산도항 정비계획조사 보고서(1994.12, 수산청)

<그림 4.9.3> 최강 창조류



<그림 4.9.4> 최강 낙조류



2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

a) 개요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2010.12)”에 수록된 미조(남)항 정밀 점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

- 미조(남)항의 항내 수심은 D.L(-)2.0m에서 (-)7.0m정도의 수심분포를 나타내며 항 입구에서는 D.L(-)11.0m~(-)13.0m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.9.5> 수심 및 지형측량도



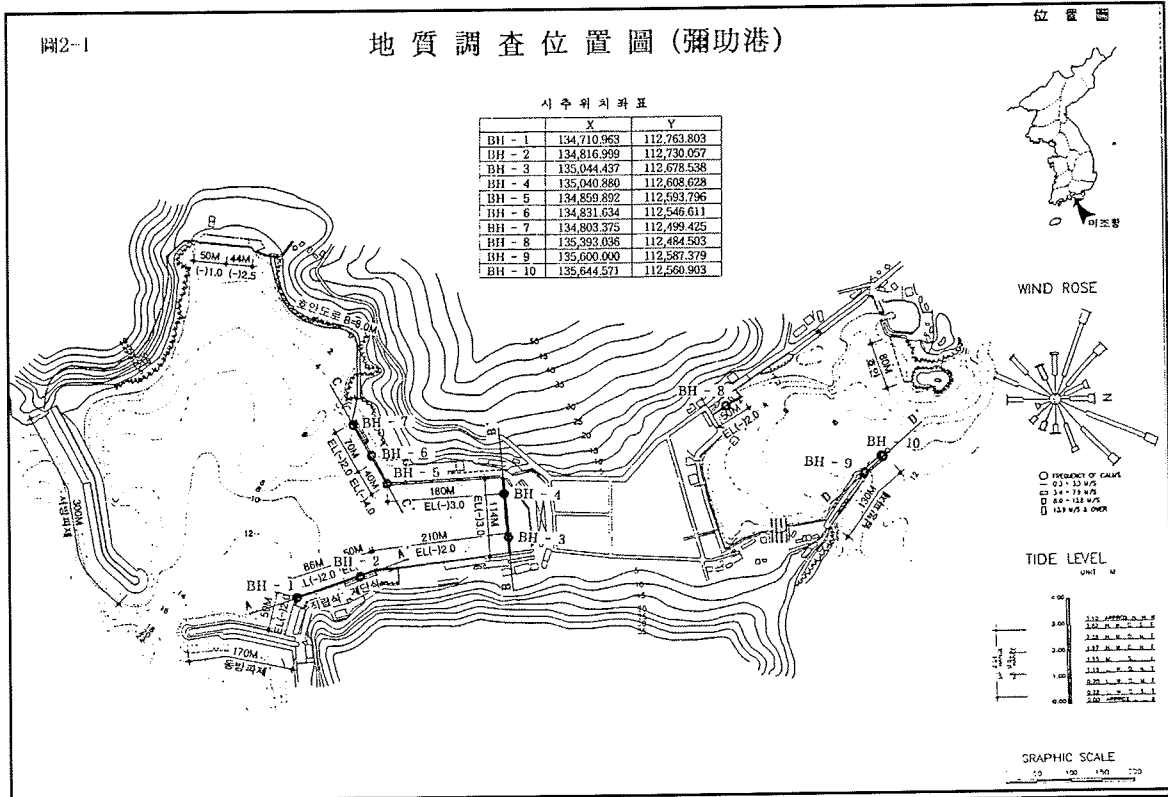
※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검보고서(2010.12, 한국어촌어항협회)

나) 지반조사

a) 개요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “미조, 청산도항 정비계획조사 보고서(1994.12, 수산청)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공번	표고 DL.(-) m	좌표		비고
		X	Y	
BH-1	-	134,710.963	112,763.803	
BH-2	-	134,816.999	112,730.057	
BH-3	-	135,044.437	112,678.538	
BH-4	-	135,040.880	112,608.628	
BH-5	-	134,859.892	112,593.796	
BH-6	-	134,831.634	112,546.611	
BH-7	-	134,803.375	112,499.425	
BH-8	-	135,393.036	112,484.503	
BH-9	-	135,600.000	112,587.379	
BH-10	-	135,655.571	112,560.903	

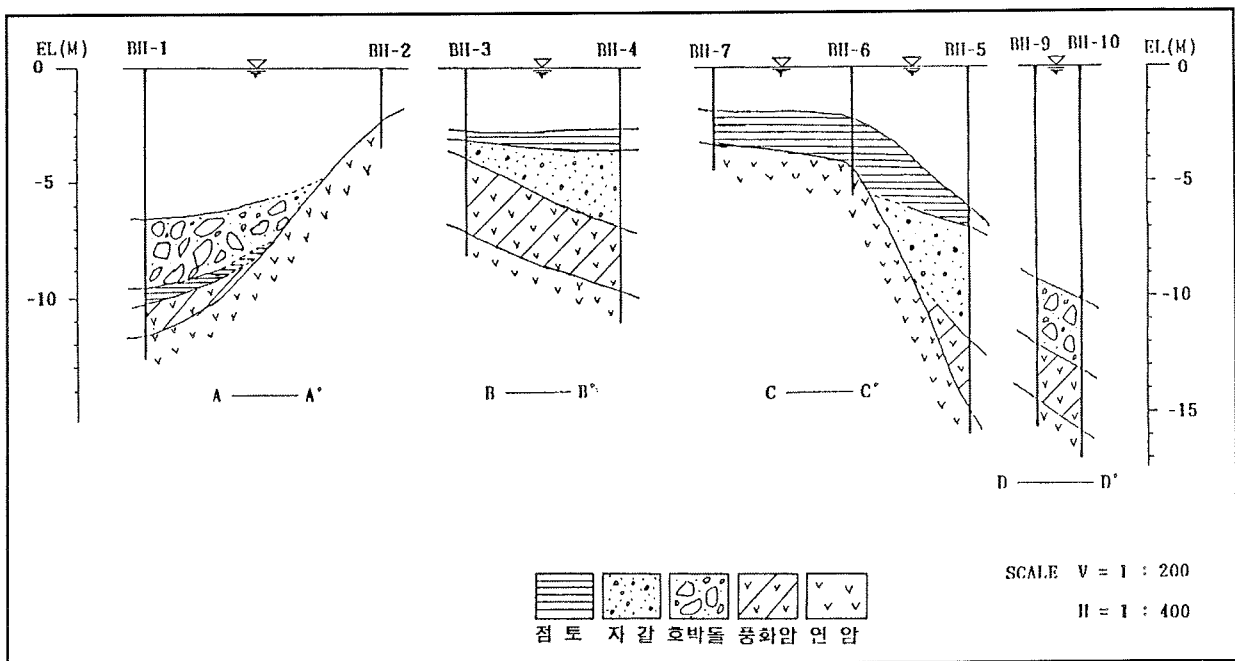
c) 지형 및 지질

- 본 항은 남해도의 최남단에 위치하여 남, 북향으로 분리되어 있으며, 남향은 S방향, 북향은 E방향으로 열려 있고, 주위는 산으로 둘러싸여 있으며 항내수심은 항입구가 (-)10~12m로 양호하다.
- 지질은 중생대 백악기 유천층군의 괴상안산암류가 기반암으로 분포하고 있으며, 제4기의 해성퇴적층이 부정합으로 피복하고 있다.
- 본 안산암은 대체로 괴상이며 주로 녹회색, 자색 또는 암회색을 띠며 죽염석화작용의 변질을 받아 녹염석, 녹니석이 많이 관찰되어 전체적인 암색이 녹회색을 띄고 있다.

d) 시추조사 결과 요약

구분 공번	해성퇴적층			기반암		계
	호박돌	점토	모래	풍화암	연암	
BH- 1	3.0	0.7	-	1.4	1.0	6.1
BH- 2	-	-	-	-	1.0	1.0
BH- 3	-	0.5	0.8	5.2	1.0	7.5
BH- 4	-	0.8	3.7	2.5	1.0	8.0
BH- 5	-	0.5	5.0	3.0	1.0	9.5
BH- 6	-	1.5	-	-	1.0	2.5
BH- 7	-	1.5	-	-	1.0	2.5
BH- 8	1.3	-	-	0.5	1.0	2.8
BH- 9	2.8	-	-	2.5	1.0	6.3
BH-10	3.0	-	-	2.7	1.0	6.7
계	10.1	5.5	9.5	17.8	10.0	52.9

<그림 4.9.6> 지질조사 주상도



3) 어항현황 및 시설제원 조사

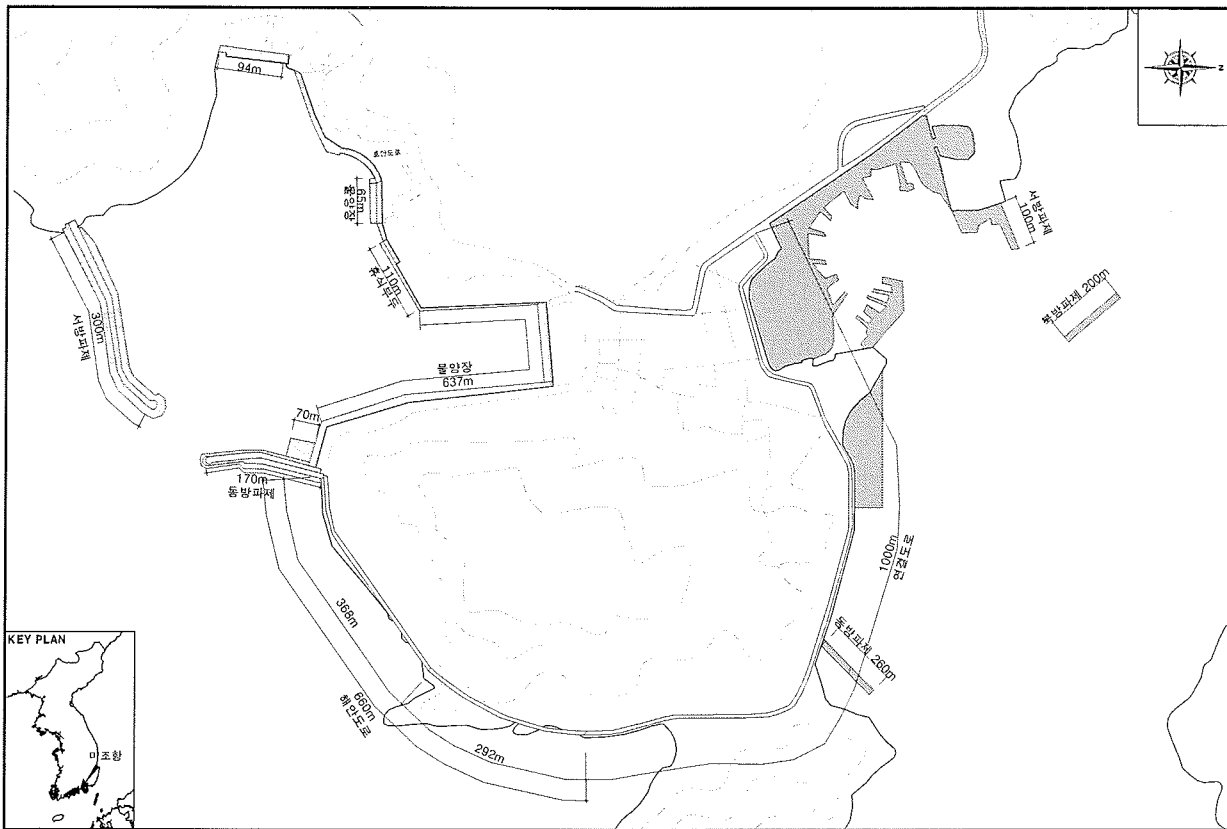
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1984년	기본시설 완공	
1994년	미조(남)항 정비계획 수립	
2007년	미조(북)항 실시설계 용역 실시	

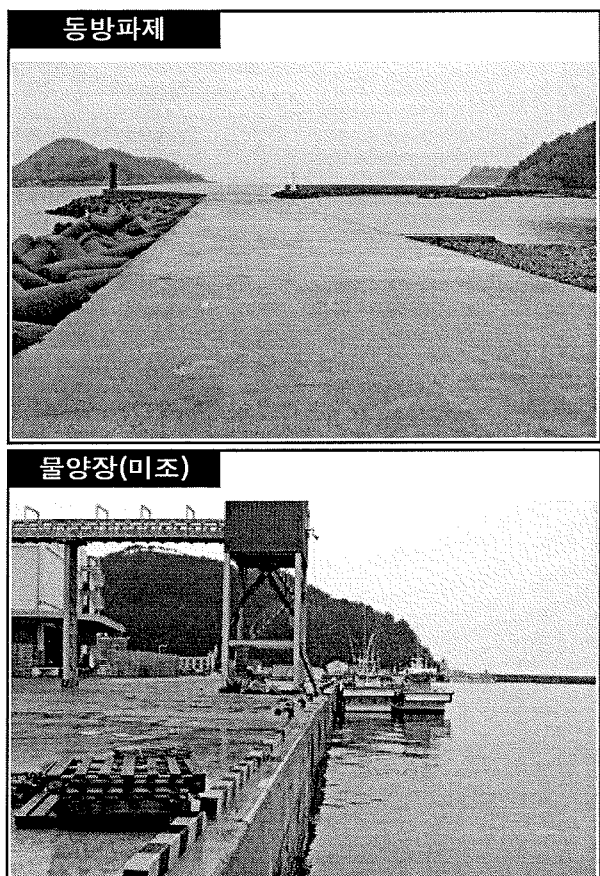
나) 기존시설현황(미조(남)항)

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	서방파제	사석경사식	300m	
	동방파제	사석경사식	170m	
계류 시설	물양장	콘크리트블록식	956m	
기타 시설	호안도로	콘크리트 포장	992m	

<그림 4.9.7> 미조항 현황도



<그림 4.9.8> 기존 시설현황



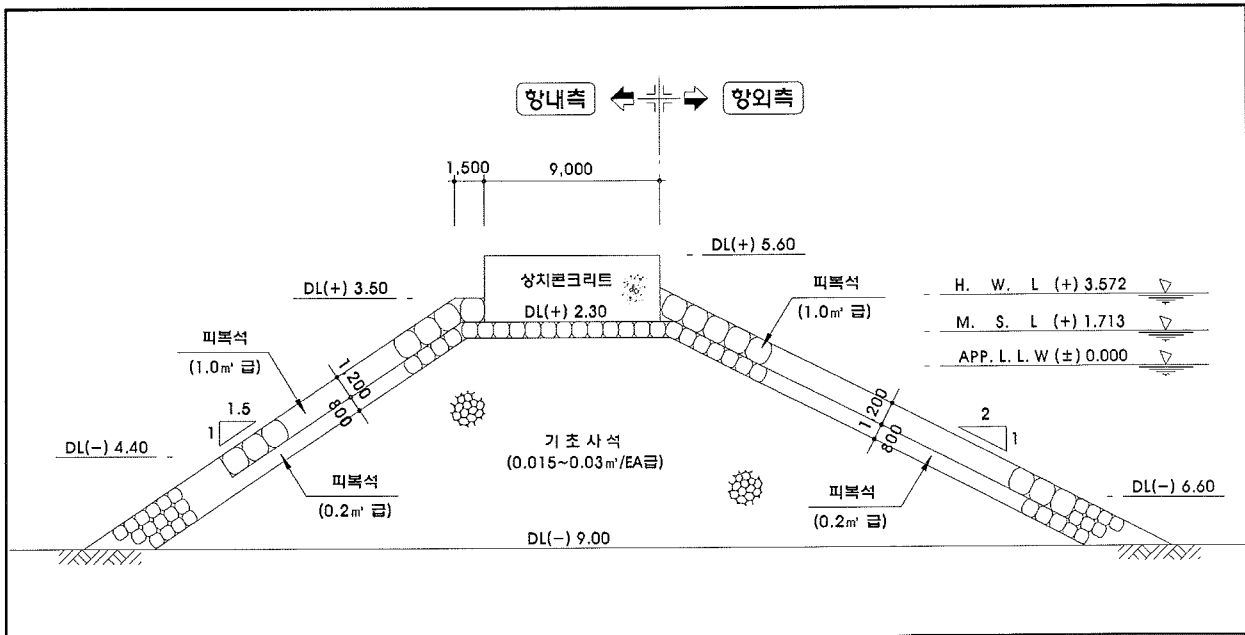
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 미조(남)향 서방파제는 중량 5/12.5tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 300m이며, 동방파제는 중량 8/12.5tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 170m이며 상세 시설제원은 [표 4.9.11]과 같다.

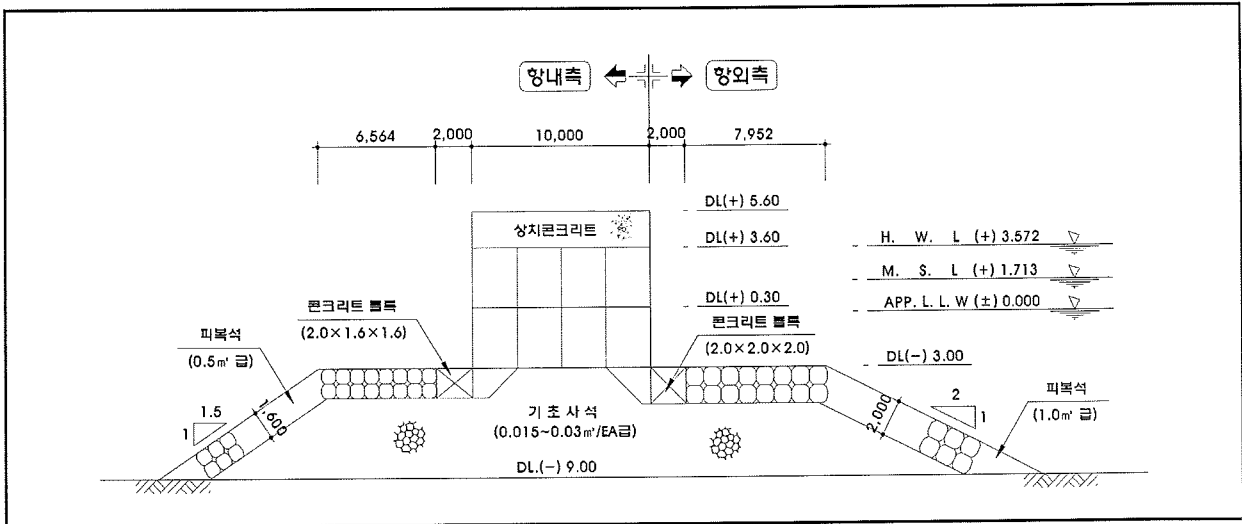
[표 4.9.11] 외곽시설 시설제원

구 분	서방파제	동방파제	비 고
연 장	300m	170m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	1977년	1983년	
전면수심	DL.(-)9.0~10.0m	DL.(-)14.0m	
마루높이	DL.(+)5.0~5.6m	DL.(+)6.6m	
피 복 재	5/12.5tonf	8/12tonf	

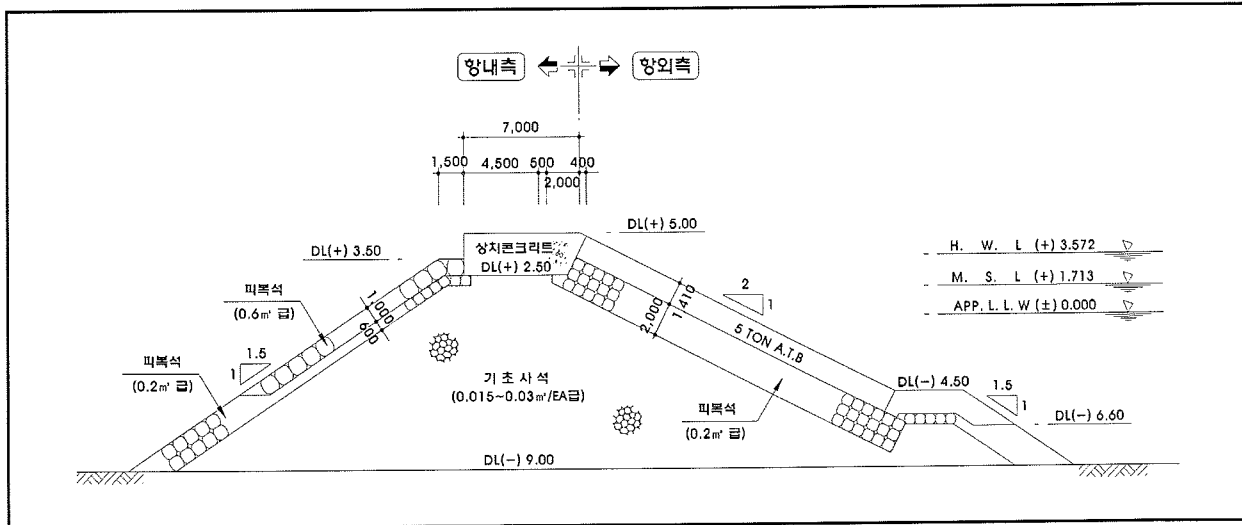
<그림 4.9.9> 서방파제 표준단면도(1, 3구간)



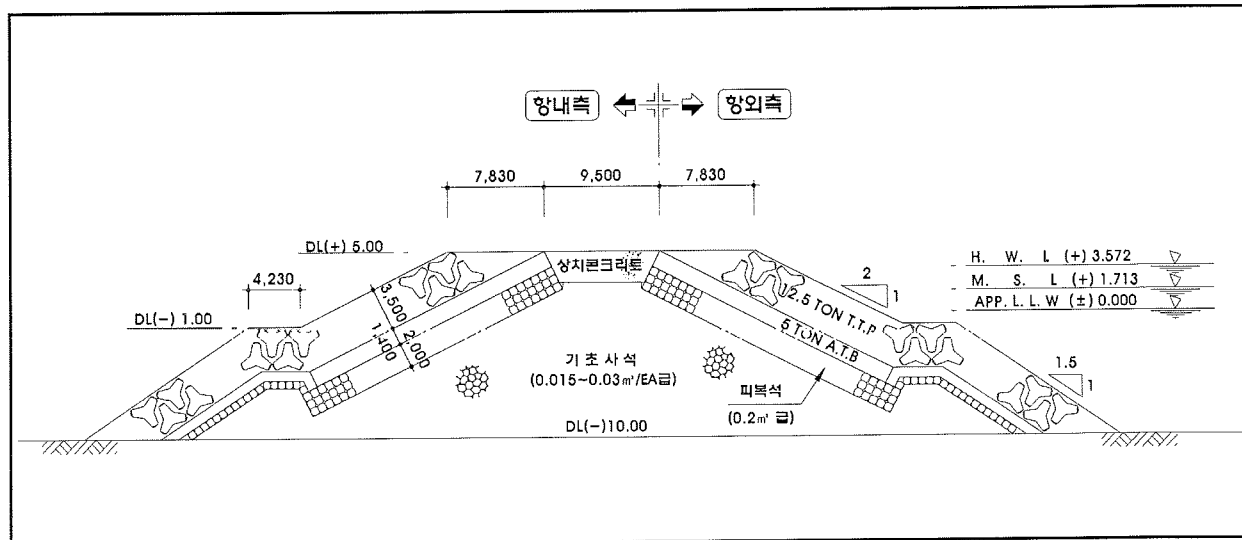
<그림 4.9.10> 서방파제 표준단면도(2구간)



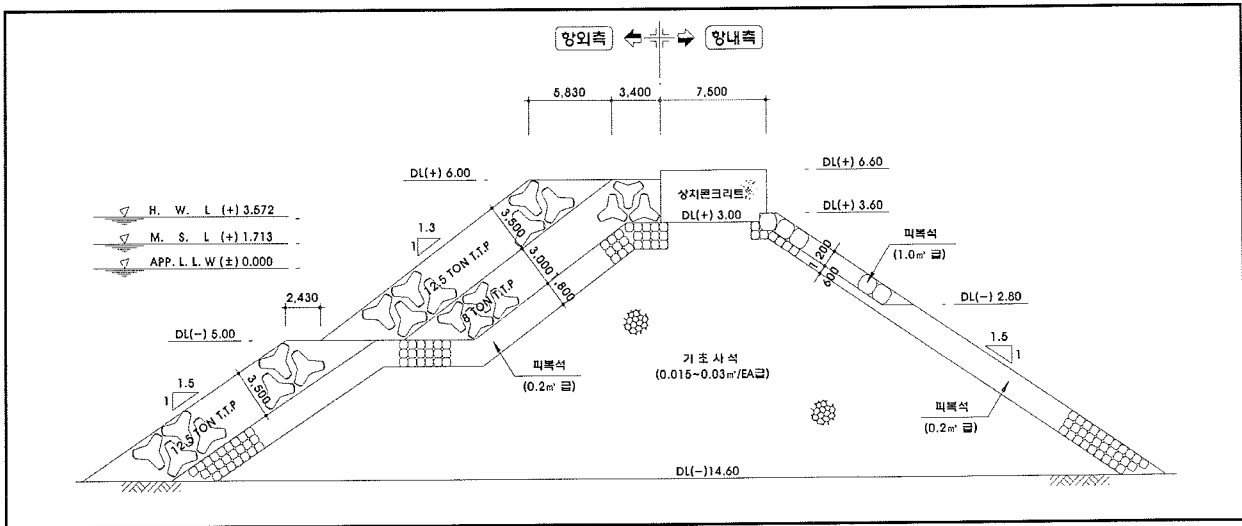
<그림 4.9.11> 서방파제 표준단면도(4구간)



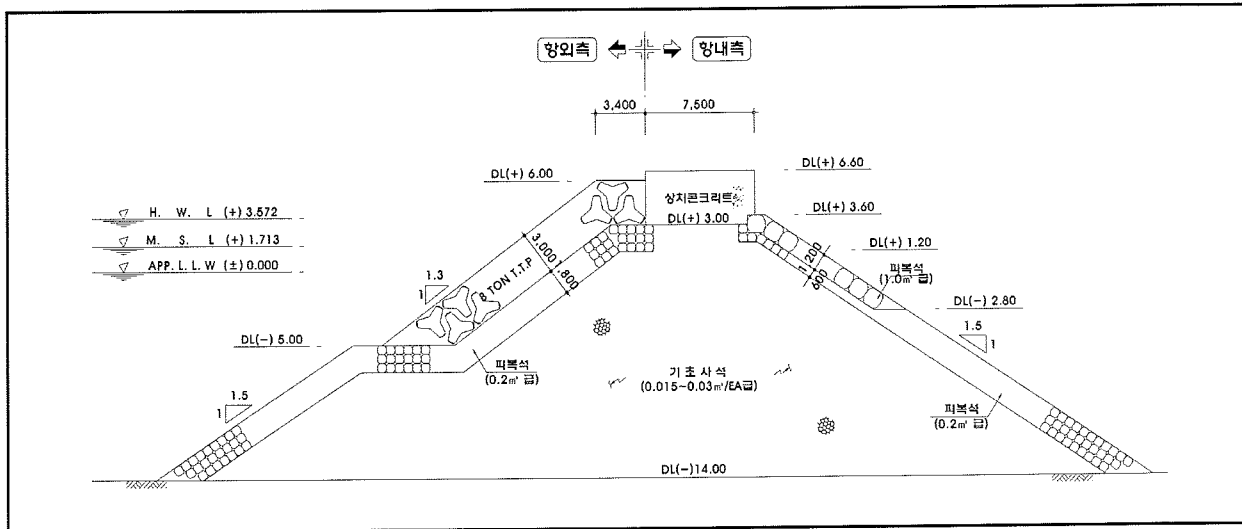
<그림 4.9.12> 서방파제 표준단면도(5구간)



<그림 4.9.13> 동방파제 표준단면도(1구간)



<그림 4.9.14> 동방파제 표준단면도(2구간)



4.9.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

α) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 357.2	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 342.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 312.5	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 268.2	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 223.9	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 171.3	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 118.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 74.4	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 30.1	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(미조리)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.9.12] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	처오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

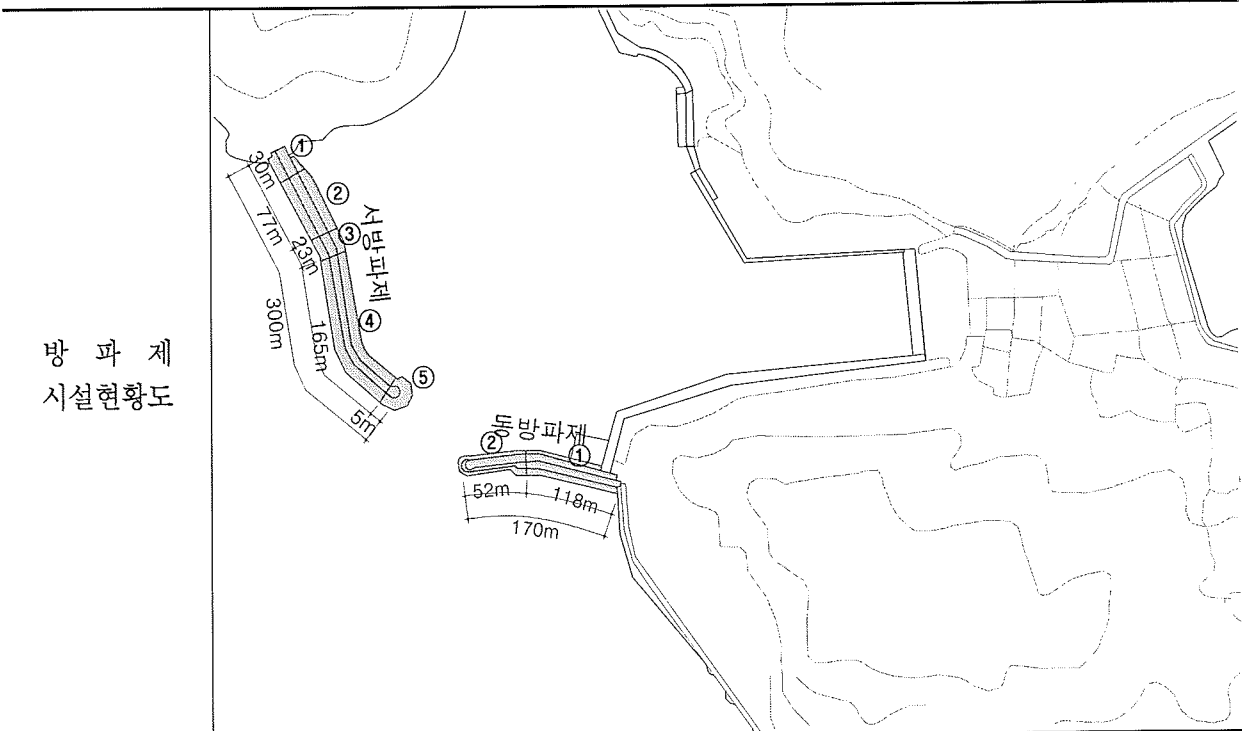
구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
서방파제	1구간 No.0 ~ No.2+9.6	2.4	13.8	S15°E	50년
	2구간 No.2+9.6 ~ No.10.+7.0	2.4	13.8	S15°E	
	3구간 No.10.+7.0 ~ No.13	2.4	13.8	S15°E	
	4구간 No.13 ~ No.29+0.5	2.4	13.8	S15°E	
	5구간 No.29+0.5 ~ No.30	2.4	13.8	S15°E	
동방파제	1구간 No.0 ~ No.11+8.0	3.0	13.8	S15°E	50년
	2구간 No.11+8.0 ~ No.17	3.0	13.8	S15°E	

나) 기존단면 안전성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한 다.
- 금회 평가 외곽시설은 미조(남)항의 서방파제와 동방파제로 시설현황은 [표 4.9.13]과 같다.

[표 4.9.13] 방파제 시설현황



구 분	서방파제	동방파제
연 장	300m	170m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1977년	1983년
전면수심	DL.(-)9.0~10.0m	DL.(-)14.0m
마루높이	DL.(+)5.0~5.6m	DL.(+)6.6m
피 복 재	5/12.5tonf	8/12tonf
검토구간	5개 구간	2개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 342.6m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 357.2m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법	제2방법	제3방법	제4방법			
서방파제	1구간	DL.(+)6.00	DL.(+)5.00	DL.(+)9.10	DL.(+)5.90	DL.(+)5.00	DL.(+)5.60	O.K
	2구간	DL.(+)6.00	DL.(+)5.00	DL.(+)9.10	DL.(+)5.90	DL.(+)5.00	DL.(+)5.60	O.K
	3구간	DL.(+)6.00	DL.(+)5.00	DL.(+)9.10	DL.(+)5.90	DL.(+)5.00	DL.(+)5.60	O.K
	4구간	DL.(+)6.00	DL.(+)5.00	DL.(+)9.10	DL.(+)5.90	DL.(+)5.00	DL.(+)5.00	O.K
	5구간	DL.(+)6.00	DL.(+)5.00	DL.(+)9.10	DL.(+)5.90	DL.(+)5.00	DL.(+)5.00	O.K
동방파제	1구간	DL.(+)6.60	DL.(+)5.60	DL.(+)9.40	DL.(+)6.90	DL.(+)5.60	DL.(+)6.60	O.K
	2구간	DL.(+)6.60	DL.(+)5.60	DL.(+)9.30	DL.(+)6.90	DL.(+)5.60	DL.(+)6.60	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 외류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
서방파제	1구간	DL(-) 3.92 ~ DL(-) 5.67	DL(-) 12.572	비쇄파대
	2구간	DL(-) 3.92 ~ DL(-) 5.67	DL(-) 12.572	비쇄파대
	3구간	DL(-) 3.92 ~ DL(-) 5.67	DL(-) 12.572	비쇄파대
	4구간	DL(-) 3.92 ~ DL(-) 5.67	DL(-) 12.572	비쇄파대
	5구간	-	-	-
동방파제	1구간	DL(-) 4.89 ~ DL(-) 7.00	DL(-) 18.172	비쇄파대
	2구간	DL(-) 4.88 ~ DL(-) 6.96	DL(-) 17.572	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분		계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
서방파제	1구간	피복석 0.5m ³	피복석 0.5m ³	피복석 1.0m ³	O.K
	2구간	피복석 0.5m ³	피복석 0.5m ³	피복석 1.0m ³	O.K
	3구간	피복석 0.5m ³	피복석 0.5m ³	피복석 1.0m ³	O.K
	4구간	A.T.B 2.0ton	A.T.B 2.0ton	A.T.B 5.0	O.K
	5구간	A.T.B 2.0ton	A.T.B 2.0ton	T.T.P 12.5	O.K
동방파제	1구간	T.T.P 4.0ton	T.T.P 4.0ton	T.T.P 12.5	O.K
	2구간	T.T.P 4.0ton	T.T.P 4.0ton	T.T.P 8.0	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분		소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
서방과제	1구간	0.09 ~ 0.14	0.1	0.2	O.K
	2구간	0.09 ~ 0.14	0.1	-	-
	3구간	0.09 ~ 0.14	0.1	0.2	O.K
	4구간	0.14 ~ 0.19	0.1	0.2	O.K
	5구간	0.14 ~ 0.19	0.1	0.2	O.K
동방과제	1구간	0.25 ~ 0.37	0.1	0.2	O.K
	2구간	0.25 ~ 0.37	0.1	0.2	O.K

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방 파제	1구간	1.54 > 1.20	O.K	5.60 > 1.20	O.K	1.23 > 1.00	O.K	4.54 > 1.10	O.K
	2구간	2.12 > 1.20	O.K	13.56 > 1.20	O.K	1.49 > 1.00	O.K	9.35 > 1.10	O.K
	3구간	1.54 > 1.20	O.K	5.60 > 1.20	O.K	1.23 > 1.00	O.K	4.54 > 1.10	O.K
	4구간	1.21 > 1.20	O.K	4.83 > 1.20	O.K	1.01 > 1.00	O.K	4.00 > 1.10	O.K
	5구간	-	-	-	-	-	-	-	-
동방 파제	1구간	1.58 > 1.20	O.K	5.04 > 1.20	O.K	1.26 > 1.00	O.K	3.95 > 1.10	O.K
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파제	1구간	1.55 > 1.20	O.K	1.31 > 1.00	O.K
	2구간	2.09 > 1.20	O.K	1.71 > 1.00	O.K
	3구간	1.55 > 1.20	O.K	1.31 > 1.00	O.K
	4구간	1.43 > 1.20	O.K	1.22 > 1.00	O.K
	5구간	-	-	-	-
동방파제	1구간	1.28 > 1.20	O.K	1.09 > 1.00	O.K
	2구간	-	-	-	-

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 동방파제, 서방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.9.14]와 같다.

[표 4.9.14] 안전성 검토 결과

구 분		서방파제					동방파제			
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	1구간	2구간		
구 조 물 설 계 파	파고(m)	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	3.00	3.00		
	주기(s)	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80		
	파 향	S15°E	S15°E	S15°E	S15°E	S15°E	S15°E	S15°E		
마 루 이 높 이 (DL.(+), m)	현 황	5.60	5.60	5.60	5.00	5.00	6.60	6.60		
	금 회 (판 정)	5.00 (OK)	5.00 (OK)	5.00 (OK)	5.00 (OK)	5.00 (OK)	6.60 (OK)	6.60 (OK)		
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	파복석 1.0m'	파복석 1.0m'	파복석 1.0m'	ATP 50	TTP 125	TTP 125	TTP 80		
	금 회 (판 정)	파복석 0.5m' (OK)	파복석 0.5m' (OK)	파복석 0.5m' (OK)	ATP 20 (OK)	TTP 20 (OK)	TTP 40 (OK)	TTP 40 (OK)		
상부 공 및 제 체 안정	상 시	활 동 (판 정)	1.54 (OK)	2.12 (OK)	1.54 (OK)	1.21 (OK)	-	1.58 (OK)	1.58 (OK)	
		전 도 (판 정)	5.60 (OK)	13.56 (OK)	5.60 (OK)	4.83 (OK)	-	5.04 (OK)	5.04 (OK)	
		직선활동 (판 정)	1.55 (OK)	2.09 (OK)	1.55 (OK)	1.43 (OK)	-	1.28 (OK)	1.28 (OK)	
		지 진 시	활 동 (판 정)	1.23 (OK)	1.49 (OK)	1.23 (OK)	1.01 (OK)	-	1.26 (OK)	1.26 (OK)
			전 도 (판 정)	4.54 (OK)	9.35 (OK)	4.54 (OK)	4.00 (OK)	-	3.95 (OK)	3.95 (OK)
			직선활동 (판 정)	1.31 (OK)	1.71 (OK)	1.31 (OK)	1.22 (OK)	-	1.09 (OK)	1.09 (OK)

- 미조(남)항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었으며, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 서방파제 및 동방파제 전구간에서 안전성이 확보된 것으로 검토되었다.

[표 4.9.15] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
서방파제	1구간 No.0 ~ No.2+9.6	○	불필요
	2구간 No.2+9.6 ~ No.10+7.0	○	불필요
	3구간 No.10.+7.0 ~ No.13	○	불필요
	4구간 No.13 ~ No.29+0.5	○	불필요
	5구간 No.29+0.5 ~ No.30	○	불필요
동방파제	1구간 No.0 ~ No.11+8.0	○	불필요
	2구간 No.11+8.0 ~ No.17	○	불필요

4.9.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 개정 심해파를 고려한 방사체의 검토결과, 마루높이는 1, 2구간에서 대하여 $1.0H_{1/3}$ 에는 미달하나, 허용월파량($0.004\text{m}^3/\text{m/s}$)은 만족하는 것으로 검토되어 경제성을 감안하여 증고하지 않는 것이 좋을 것으로 판단된다.
- 따라서, 미조(남)향의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설이 없는 것으로 평가되었다.

4.10 외포항

4.10.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 거제시는 우리나라 남측에 위치한 두 번째로 큰 섬으로서 주위에는 10개의 유인도서와 50개의 무인도서가 있어 각종 어류의 서식처를 이루고, 특히 이 해역은 맑고 깨끗하여 청정해역으로 지정 보호되어 있다.
- 거제도 북동부에 위치한 본 항은 망월산, 중봉, 대금산, 강망산으로 둘러싸여 있고 대금산, 강망산 계곡에서 시작된 외포천은 본 항의 북서측으로 유입되고 있으며, 본 항의 해저질은 대부분 SILT질 모래로 형성된다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.10.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원	
바 략	최대풍속	풍 속	m/sec	19.0	현상 일수	맑 음	119.0
		풍 향		NW		흐 름	103.8
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.0		안 개	13.5
		풍 향		SSE		강 수	40.4
	평균풍속		m/sec	1.6		강 설	3.3
기 온	연 평 균		℃	14.2		결 빙	75.3
	최 고			38.6		뇌 전	12.0
	최 저			-10.1		폭 풍	2.5
강수량	연 평 균		mm	1,874.2		기 온	0.1
	일 최 다			387.5			

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.2℃이며, 월평균기온은 1월이 2.5℃, 8월이 25.6℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 38.6℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.1℃(2004년 1월)로 나타났다.

[표 4.10.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

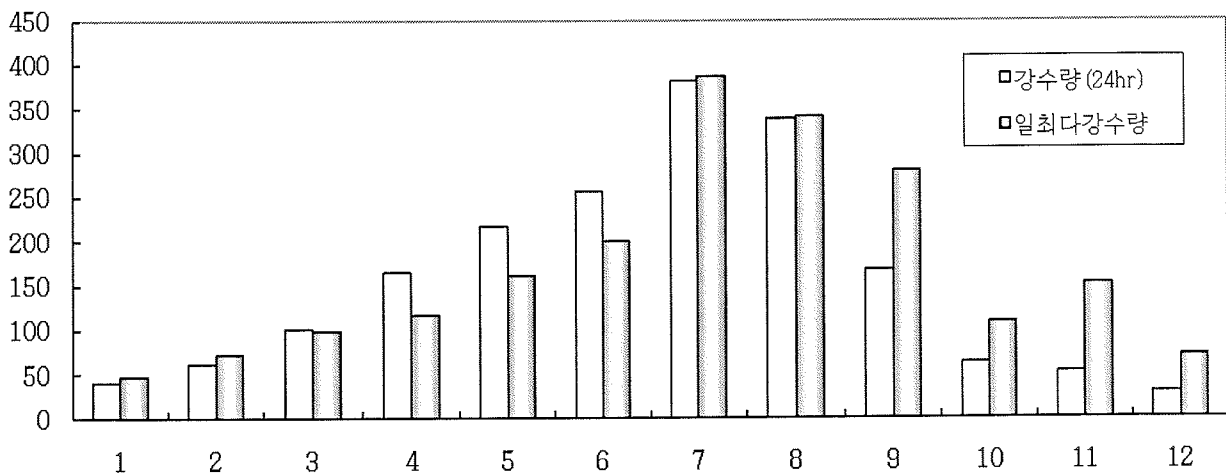
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.5	4.3	8.1	13.3	17.5	20.9	24.5	25.6	21.8	16.5	10.4	4.7	14.2
최 고	17.6	19.4	23.1	27.6	33.1	33.5	38.6	37.4	34.2	27.5	24.0	17.7	38.6
최 저	-10.1	-9.4	-4.5	-1.4	4.8	9.4	15.6	15.6	10.2	2.2	-2.9	-8.1	-10.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 5월~8월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1999년의 3,397.4mm, 연최소 강수량은 1994년의 1,136.0mm이며, 연평균 강수량은 1,874.2mm로 나타났다.

<그림 4.10.1> 강수량(mm)



[표 4.10.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

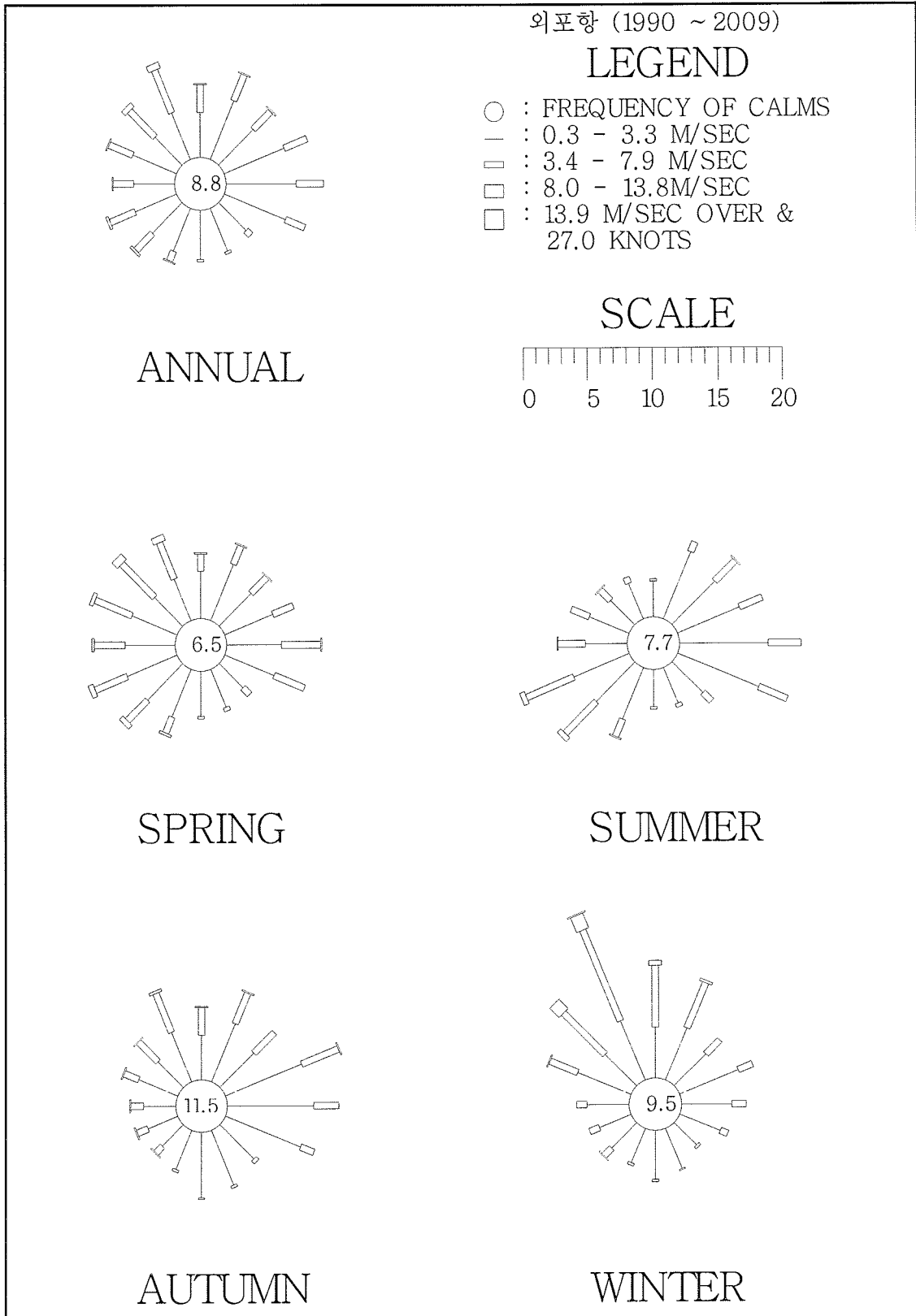
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	40.4	61.6	101.7	164.5	217.0	256.3	381.5	339.0	167.2	62.6	52.5	29.9	1,874.2
일최다	48.0	72.5	98.5	117.0	161.0	200.0	387.5	341.2	279.5	109.5	152.0	70.5	387.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 1.6m/sec, 최대 풍속은 NW방향에서 19.0m/sec로 나타난다.

<그림 4.10.2> 바람장미도



[표 4.10.4] 월별중속

(단위 : m/sec)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	1.7	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.9	1.6	1.3	1.2	1.3	1.6	1.6
최 대	11.3	12.5	12.7	13.0	11.3	14.0	18.0	19.0	15.3	12.3	10.5	11.5	19.0
	WNW	NNW	WNW	SSW	SW	SE	S	NW	WNW	SE	NNW	NW	NW
순간최대	18.0	24.7	21.2	22.7	20.2	21.2	27.7	25.6	32.0	24.5	17.7	17.2	32.0
	NW	SSE	SE	SSE	SE	SSE	ESE	E	SSE	S	W	NW	SSE

* 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 119.0일로 약 32.6% 이고 흐린 날씨는 103.8일로 나타난다.
- 안개발생일수는 13.5일, 강수일수는 40.4일, 폭풍일수는 2.5일로 나타났다.

[표 4.10.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.4	12.5	10.2	9.5	8.2	3.6	3.2	4.8	6.9	12.8	14.8	17.1	119.0
흐 름	5.0	5.2	8.3	8.2	9.9	13.9	16.8	12.4	10.9	4.9	5.4	2.9	103.8
안 개	0.2	0.5	0.5	1.2	1.6	2.9	4.2	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	13.5
강 수	1.3	1.8	3.1	3.7	4.5	5.3	7.4	6.1	3.2	1.6	1.5	0.9	40.4
강 설	1.3	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.3
결 빙	24.7	18.6	7.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	20.5	75.3
뇌 전	0.1	0.1	0.4	0.8	1.1	1.2	3.0	3.1	1.0	1.0	0.5	0.1	12.0
폭 풍	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	2.5

* 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.11.0] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 거제시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 263일로서 년가동율이 76%와 72% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 4.10.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	43.79	58.08	101.87	263.13
해 상	27.31	61.06	88.37	276.63

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 외포항의 조위는 약최고만조위(Approx. H.H.W)가 DL(+).1.990m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 DL(+).1.843m, 평균해면(M.S.L)이 DL(+).0.995m이며, 대조차 1.690m, 평균조차 1.178m, 소조차 0.560m로 나타났다.

[표 4.10.8] 외포항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 213.0	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 199.0	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 184.3	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 155.9	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 127.5	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 99.5	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 71.5	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 43.1	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 14.7	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 어항정비계획 보고서(II)(저동항, 외포항, 장봉항)(1993.11, 수산청)

b) 조류

- 본 항의 전면 해역인 가덕수도 부근의 창조류는 저조 후 약 50분부터 고조 전 40분까지 흐르고 낙조류는 고조 전 40분에 전류하여 고조 후 2시 40분에 최강유속이 된다.

c) 파랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.10.9] 심해 설계파 제원

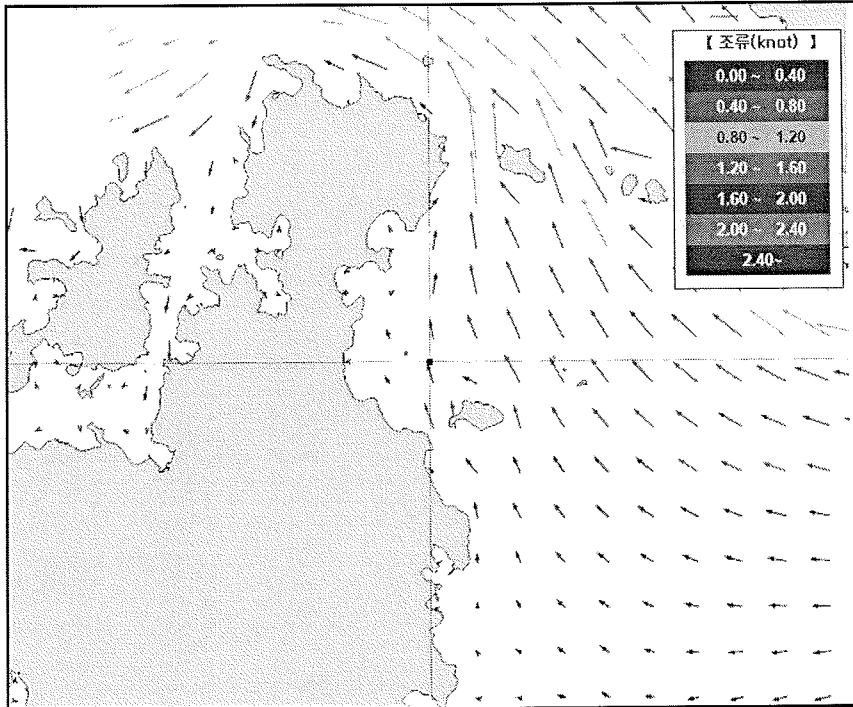
구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
어항정비계획 보고서(II)(저동항, 외포항, 장봉항)(1993.11)	SSW	6.7	10	

[표 4.10.10] 조류

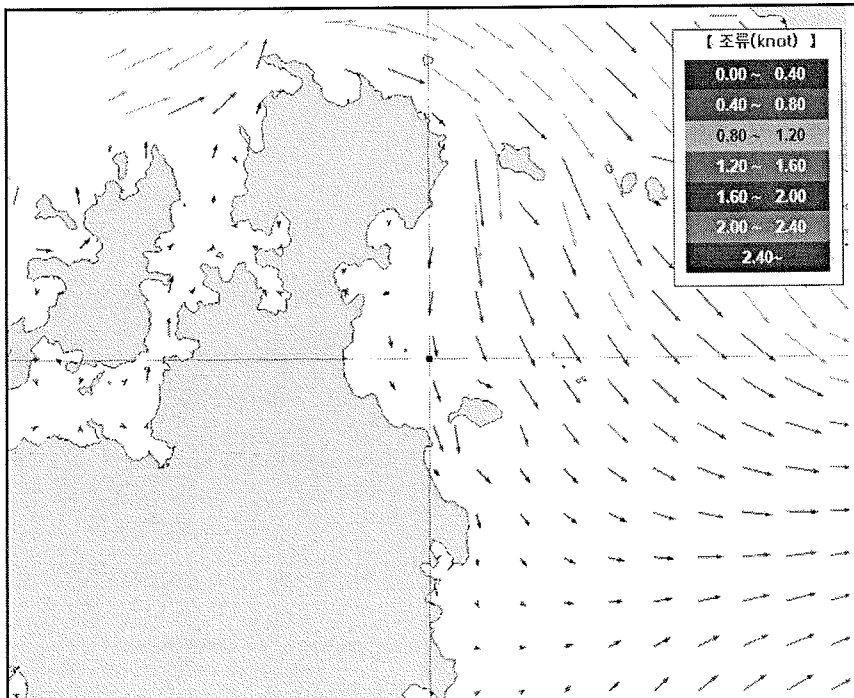
구 분	유향	최강유속	비 고
최강 창조류	서북	1.3Knot	
최강 낙조류	남동	2.0Knot	진해항 고조후 2시 40분

※ 자료 : 어항정비계획 보고서(Ⅱ)(저동항, 외포항, 장봉항)(1993.11, 수산청)

<그림 4.10.3> 최강 창조류



<그림 4.10.4> 최강 낙조류



2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

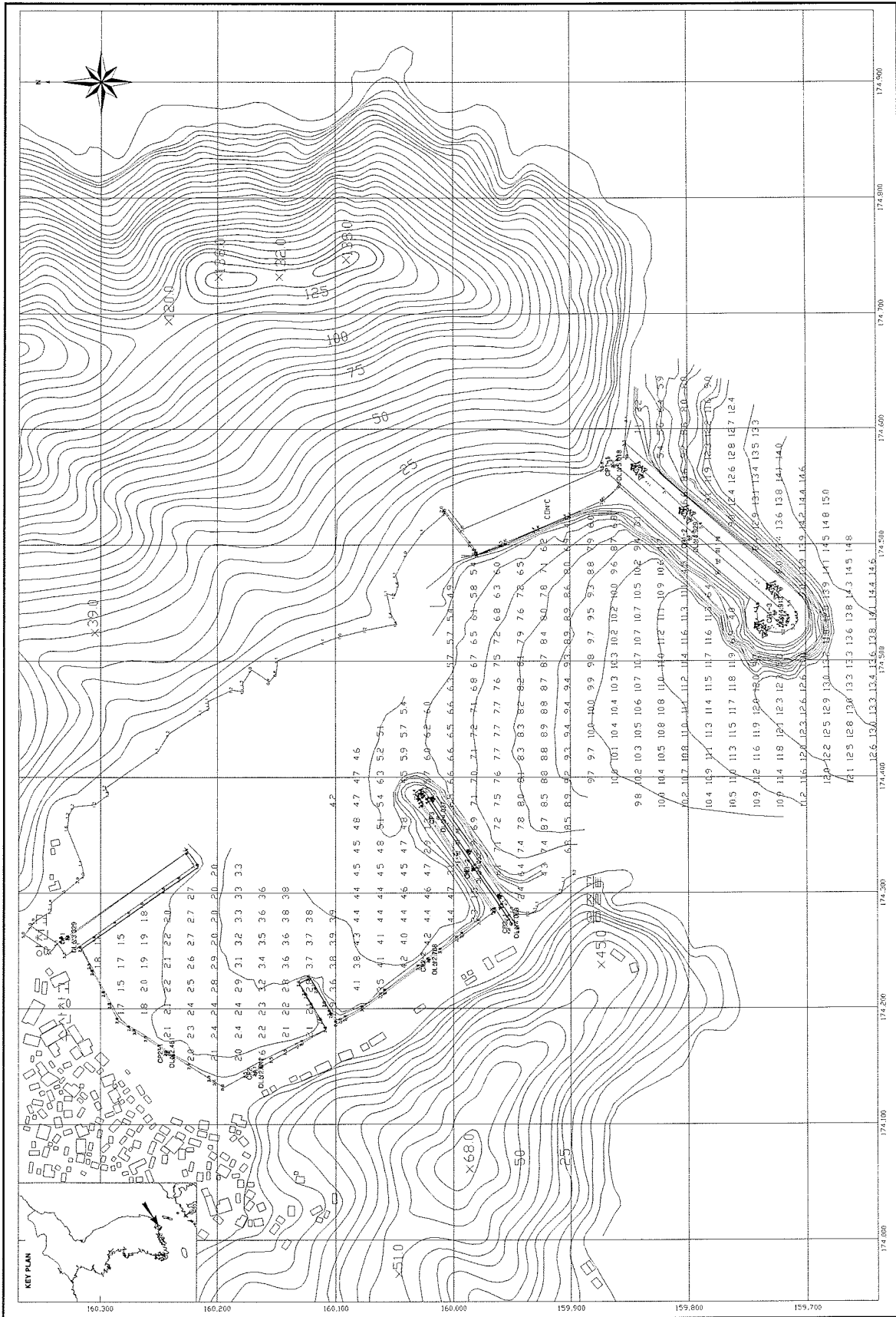
아) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2008.12)”에 수록된 외포항 정밀점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

바) 측량결과

- 외포항의 항내 수심은 D.L(-)2.0m에서 (-)5.0m정도의 수심분포를 나타나며 항 입구에서는 D.L(-)11.0m~(-)13.0m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.10.5> 수심 및 지형측량도



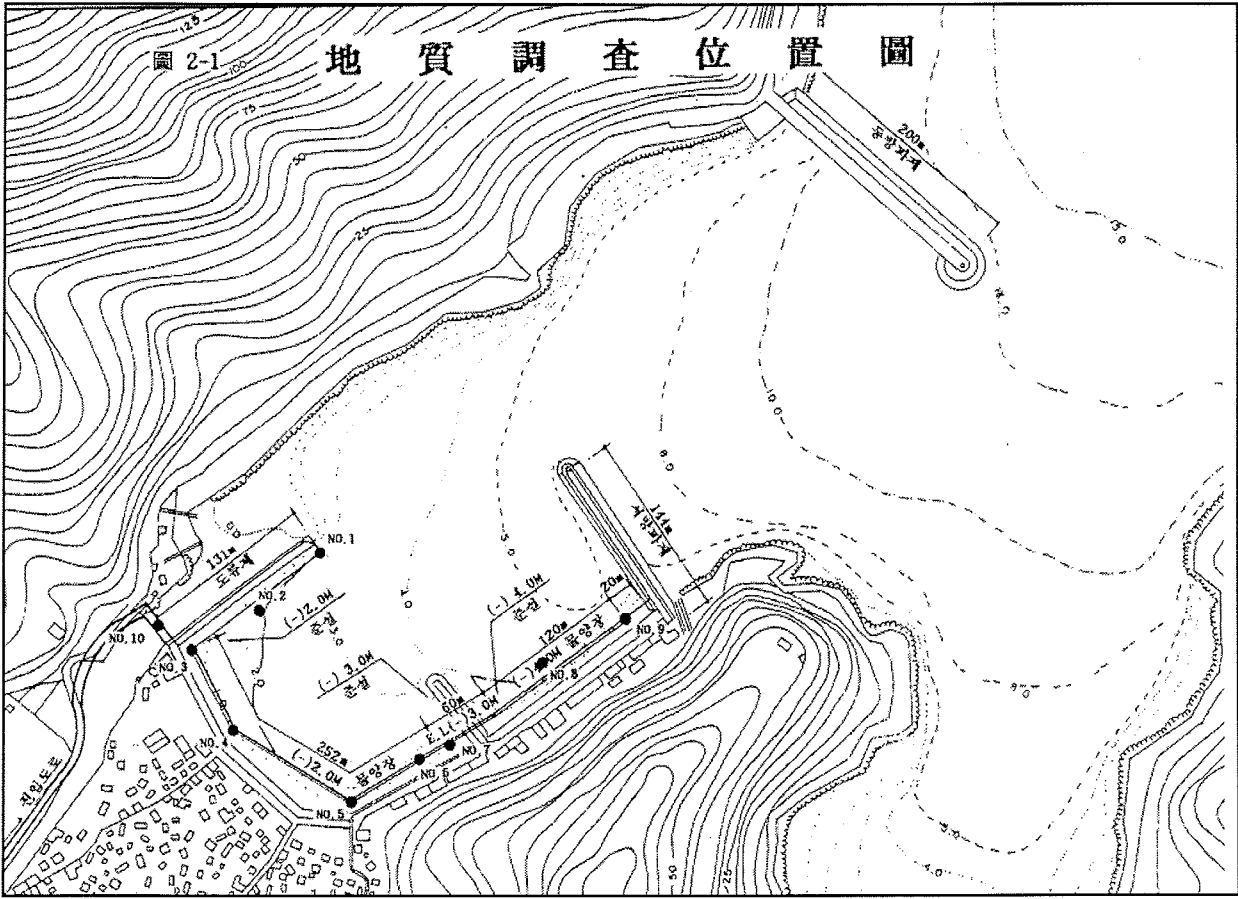
※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2008.12, 한국어촌어항협회)

나) 지반조사

a) 개요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “어항정비계획 보고서(Ⅱ)(저동항, 외포항, 장봉항)(1993. 11)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
No. 1	2.2	160,217.18	174,321.57	
No. 2	1.4	160,266.96	174,279.49	
No. 3	0.5	160,318.60	174,248.40	
No. 4	1.0	160,286.00	174,186.60	
No. 5	1.0	160,196.33	174,130.07	
No. 6	1.4	160,144.95	174,161.05	
No. 7	1.1	160,122.33	174,177.01	
No. 8	3.0	160,042.73	174,234.29	
No. 9	2.5	159,983.34	174,271.67	
No. 10	1.5	160,344.62	174,265.84	

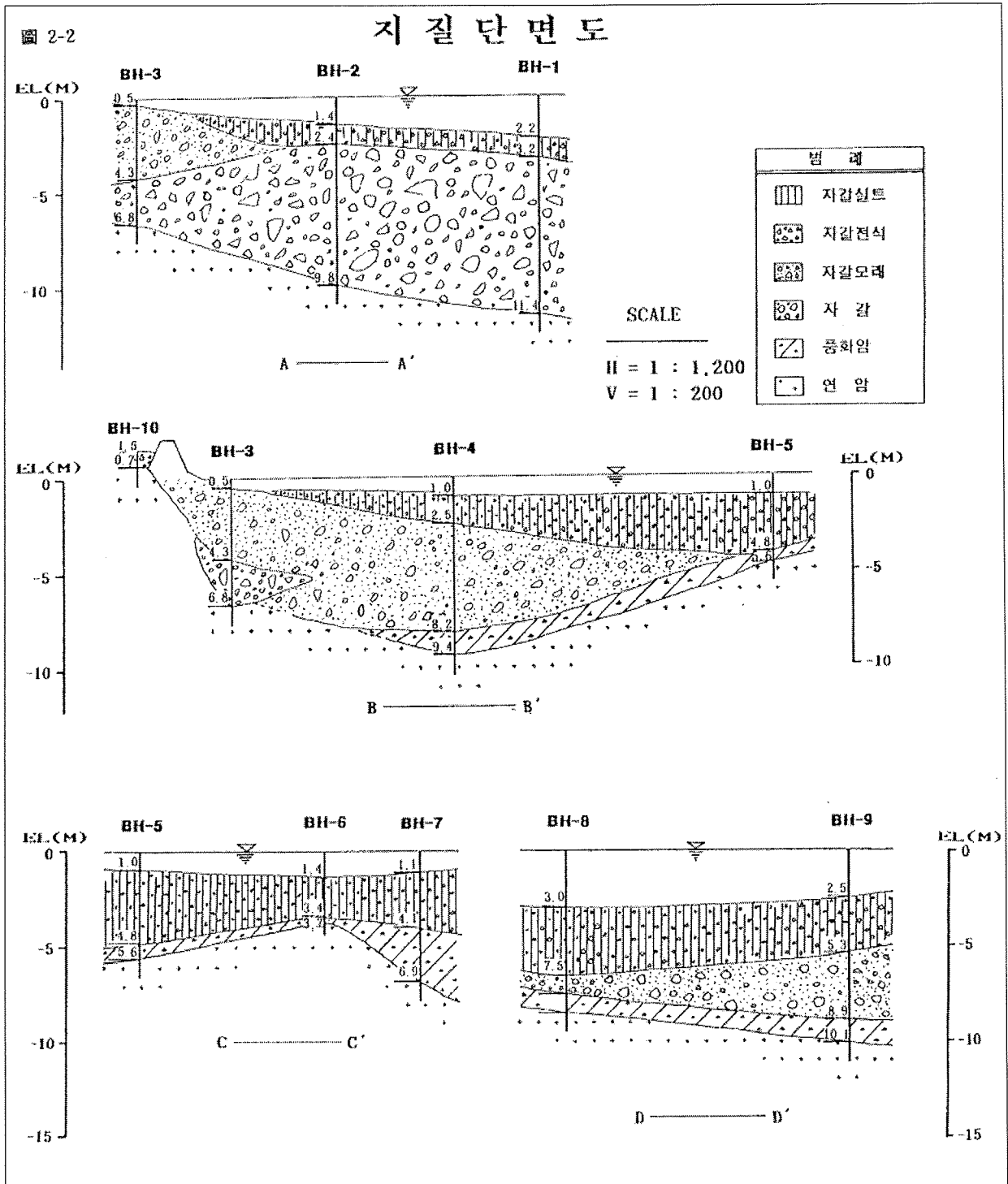
c) 지형 및 지질

- 본 조사지역은 행정구역상 경상남도 거제시 장목면 외포리에 해당되며 지형좌표상 북위 35°20'00", 동경 128°43'30" 부근에 위치한다.
- 금번 조사지역인 외포리는 거제시의 북동쪽에 위치하며, 소규모만을 형성하고 있다.
- 본 조사지역 주변의 지형은 조사지역에서 북동쪽으로는 망월산(226.3m)을 중심으로 남동방향으로 산계가 발달되어 있으며 서남쪽에는 강망산이 방향성없이 불규칙하게 발달되었다. 수계는 상기의 산계를 중심으로 수지상의 지류가 동동류하여 본 조사역으로 유입되고 있다. 본 조사지역 주변의 지형은 지형윤회상 노년기에서 장년기의 지형에 속한다.
- 본 조사지역 주변의 지질은 중생대 백악기에 형성된 화강암류가 기반암으로 분포하고 그 상위에 미고결 해성퇴적층이 부정합으로 피복한다.
- 본 조사지역에 기반암으로 분포하는 화강암류는 거제화강암이라 명명되어 있으며 거제지역에 넓게 분포하는데, 다른 암에 비해 풍화와 침식에 대한 저항력이 강해 해안선을 따라 폭넓게 노출된 상태로 분포한다. 본 지역에 분포하는 거제화강암은 회색, 유백색의 암색을 보이며 주구성물은 석영장석, 사장석, 운모류 등이다.
- 본 조사지역에 분포하는 미고결 해성퇴적층은 주로 자갈 섞인 실트, 자갈섞인 모래 등으로 형성되어 있고, 상부 실트층은 방파제 축조 등에 의한 퇴적환경의 변화로 퇴적이 진행중에 있으며, 산업 쓰레기 등과 배합된 상태로 분포하고 있다.

d) 시추조사 결과 요약

공번/구분	실트	자갈	모래	전석	풍화암	연암	SPT	계
BH- 1	1.0	-	-	8.2	-	1.0	5	10.2
BH- 2	1.0	-	-	7.4	-	1.0	5	9.4
BH- 3	-	-	3.8	2.5	-	1.0	4	7.3
BH- 4	1.5	-	5.7	-	1.2	1.0	5	9.4
BH- 5	3.8	-	-	-	0.8	1.0	3	5.6
BH- 6	2.0	-	-	-	0.3	1.0	1	3.3
BH- 7	3.0	-	-	-	2.8	1.0	3	6.8
BH- 8	4.5	-	1.0	-	1.0	1.0	4	7.5
BH- 9	2.8	-	3.6	-	1.2	1.0	5	8.6
BH-10	-	0.8	-	-	-	1.0	-	1.8
계	19.6	0.8	14.1	18.1	7.3	10.0	35	69.9

<그림 4.11.0> 지질조사 주상도



※ 자료 : 어항정비계획 보고서(II)(저동항, 외포항, 장봉항)(1993.11, 수산청)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

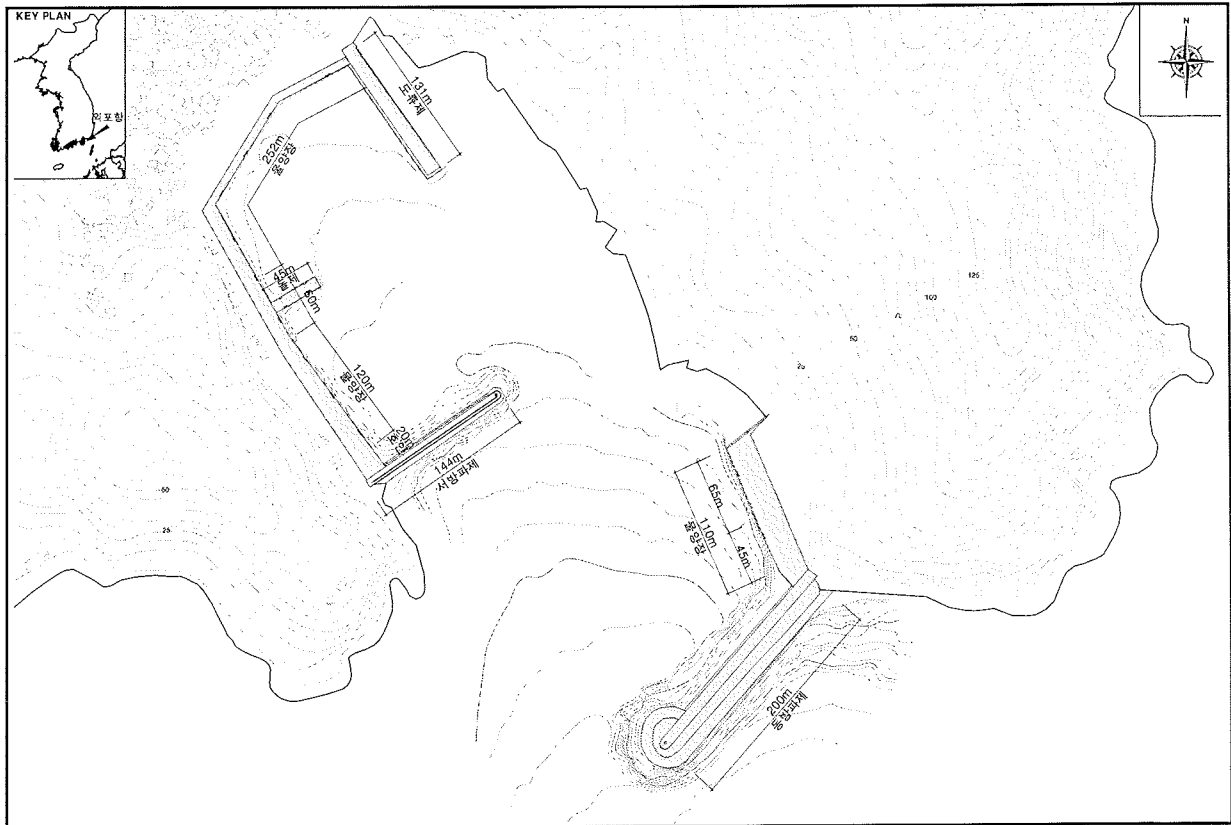
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1985년	기본시설 완공	
1993년	정비계획 수립	
2001년	물양장 공사 완료	

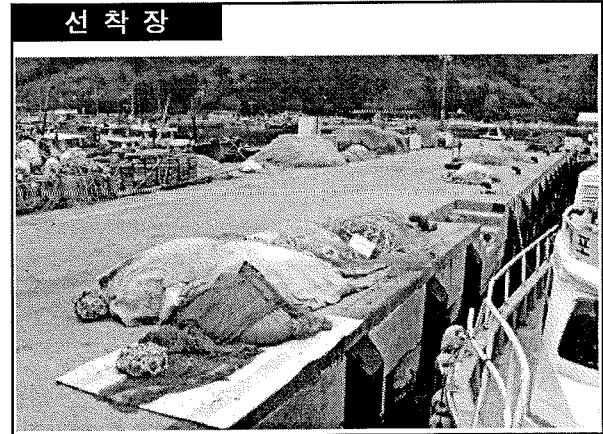
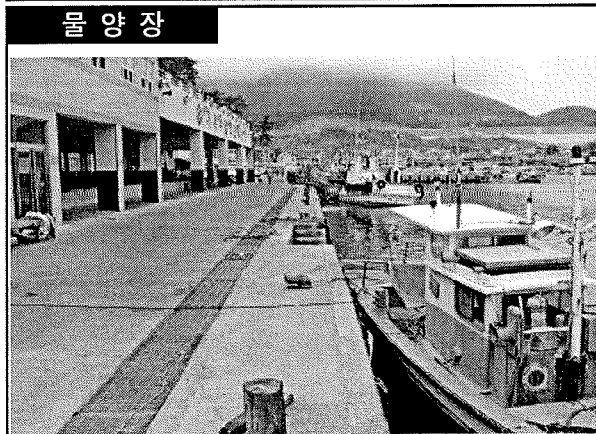
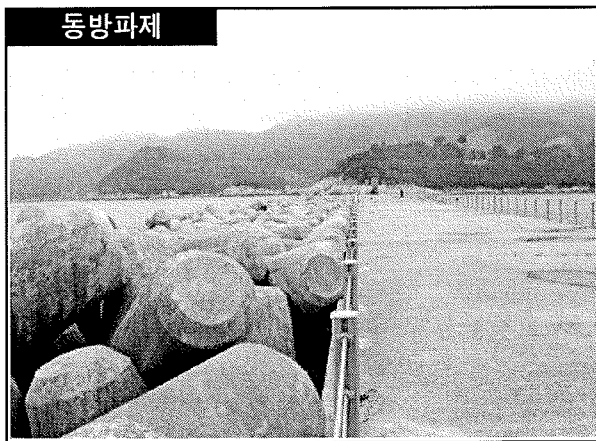
나) 기존시설현황

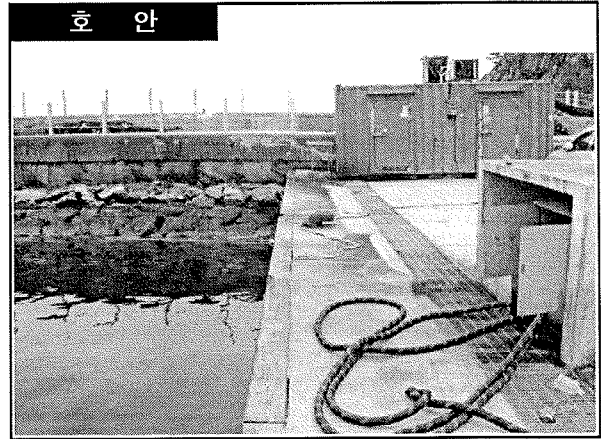
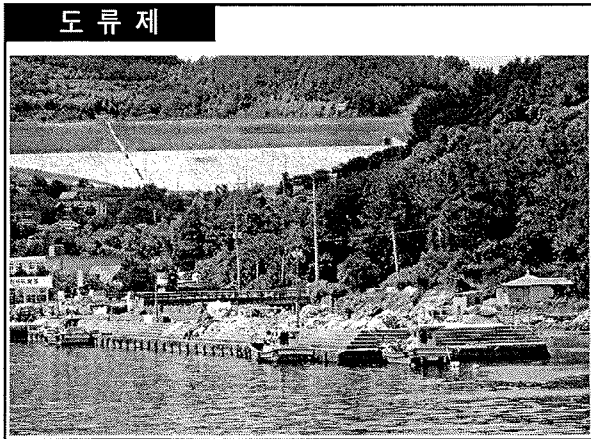
시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	동방파제	사석경사식	200m	
	서방파제	사석경사식	144m	
계류 시설	물 양 장	콘크리트블럭식	532m	
	선착장(돌제)	콘크리트블럭식	45m	
	도류제	사석경사식	131m	
	호 안	사석식	20m	
기타 시설	진입도로	아스콘 포장	380m	

<그림 4.10.7> 외포항 현황도



<그림 4.10.8> 기존 시설현황





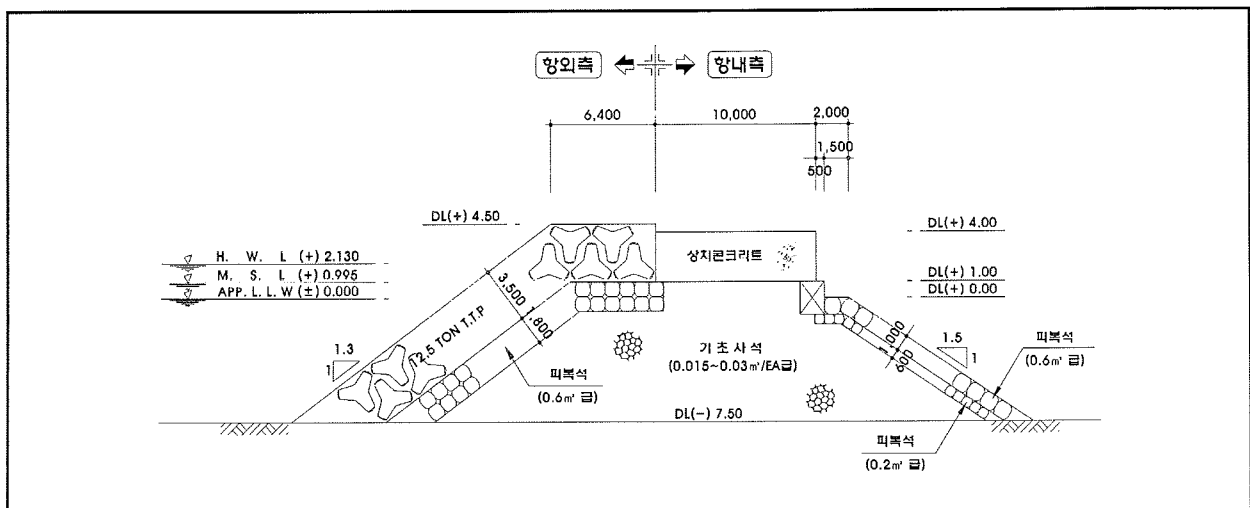
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 외포항 동방파제는 중량 12.5tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 연장은 200m이고, 서방파제는 중량 5tonf A.T.B 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 144m이며 상세 시설제원은 [표 4.10.11]과 같다.

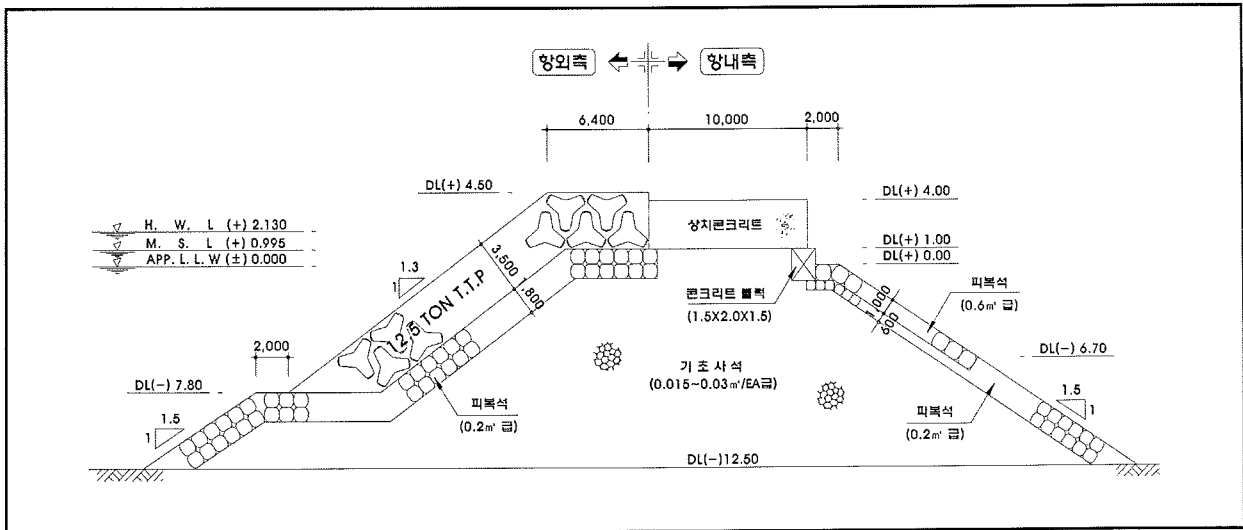
[표 4.10.11] 외곽시설 시설제원

구 분	동방파제	서방파제	비 고
연 장	200m	144m	
구조형식	사석경사제	사석경사제	
준공년도	1985년	1972년	
전면수심	DL(-)4.0~12.5m	DL(-)6.0m	
마루높이	DL(+)4.0m	DL(+)3.4m	
피 복 재	12.5tonf T.T.P	5tonf T.T.P	

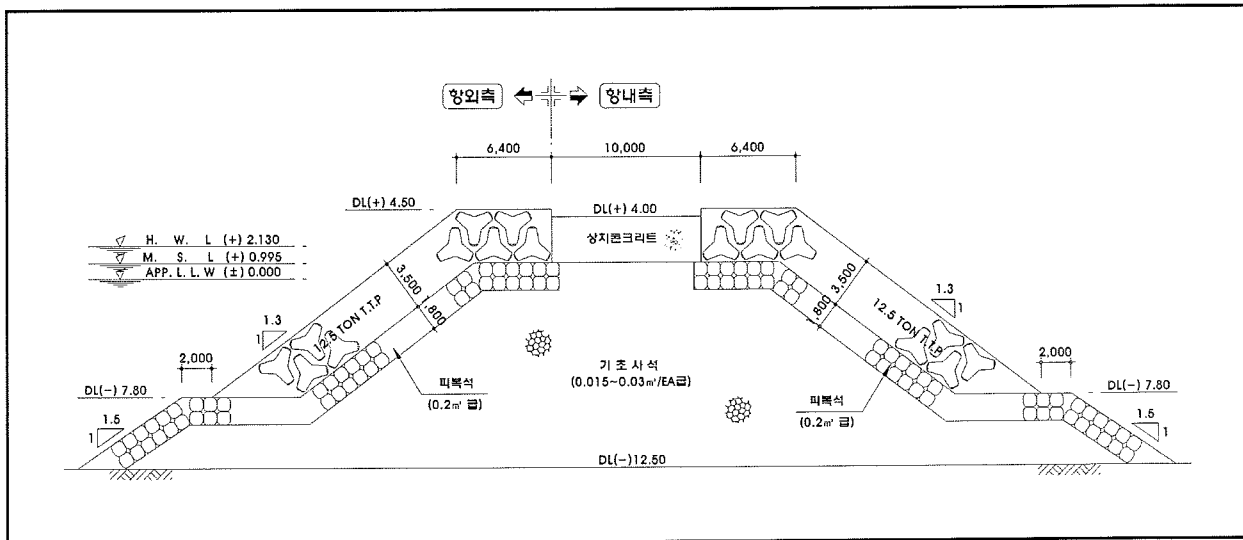
<그림 4.10.9> 동방파제 표준단면도(1구간)



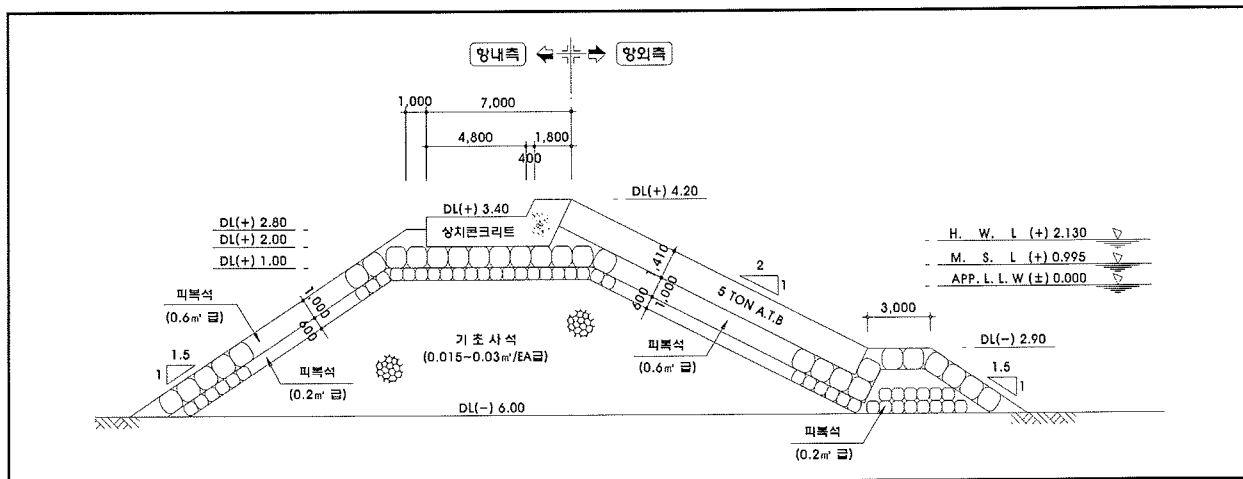
<그림 4.10.10> 동방파제 표준단면도(2구간)



<그림 4.10.11> 동방파제 표준단면도(3구간)



<그림 4.10.12> 서방파제 표준단면도



4.10.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

가) 외곽시설 피해사례 분석

- 태풍으로 인해 발생하는 막대한 피해는 해수면 상승을 동반한 해일과 고파랑 내습이 주요 피해원인으로 작용한다.
- 따라서, 지금까지 태풍으로 인한 외포항 방파제 피해현황을 간략히 정리하면 [표 4.10.12]와 같다.

[표 4.10.12] 방파제 피해 현황

피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액
<ul style="list-style-type: none"> • 피해일시 : '95. 7.23 • 태 풍 명 : 제3호 페이 • 해상조건 <ul style="list-style-type: none"> - 중심최대풍속 : 43m/s - 실측파고 : 8~10m 	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.3m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : SSE 	<ul style="list-style-type: none"> • T.T.P 86개 유실 및 이탈 • T.T.P 피복사석 • 피해액 : 82백만원

나) 방파제 설계파고 분석

- 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석한다.
- 대상어항 서방파제에서는 설계파고가 기존 설계파 보다 0.1m 정도 작아졌으나, 동방파제에서는 선구간에서 모두 증가한 것으로 나타났으며, 최대 증가율은 1.42로 나타났다. 기존 설계파와 비교한 내용은 [표 4.10.13]과 같다.

[표 4.10.13] 기존 설계파와 금회 구조물 설계를 설계파 파고 증가비

시 설 명	기존설계파			개정설계파			파고비	
	파고(m)	주기(s)	파향	파고(m)	주기(s)	파향		
동방파제	1구간 No.0~No.2+6.3	4.8	14.0	SSE	5.8	14.5	SE	1.21(▲)
	2구간 No.2+6.3~No.18	5.3	14.0	SSE	7.5	14.5	SE	1.42(▲)
	3구간 No.18~No.22	5.3	14.0	SSE	7.5	14.5	SE	1.42(▲)
서방파제	3.0	14.0	SSE	2.9	14.5	SE	0.97(▽)	

다) 현지 의견사항 및 건의사항

- 외포항 도류제 인근 항내정은 불량
- 양천천에서 나오는 토사에 의한 항내매물
- 우천을 동반한 태풍시 항내측 접안시설 마루높이가 부족으로 어선피해 발생

라) 피해원인분석

- 대상어항은 1995년 제3호 태풍 페이에 의해 방파제 피해가 발생하였는데, 이는 태풍내습시 해일에 따른 조위상승과 설계파고 5.3m보다 큰 파랑의 내습에 따른 피해로 사료된다.
- 또한, 금회 산정된 구조물 설계파의 증가에 따라 향후 구조물에서의 외포항 인근해역에 고파랑 내습에 따른 피해가 발생될 것으로 예상된다.

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

나) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 213.0	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 199.0	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 184.3	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 155.9	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 127.5	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 99.5	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 71.5	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 43.1	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 14.7	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 어항정비계획 보고서(II)(저동항, 외포항, 장봉항)(1993.11, 수산청)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.10.14] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파재 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	처오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
동방파제	1구간 : No.0~No.2+ 6.3	5.8	14.49	SE	50년
	2구간 : No.2+ 6.3~No.18	7.5	14.49	SE	
	3구간 : No.18~No.22	7.5	14.49	SE	
서방파제		2.9	14.49	SE	

나) 기존단면 안전성 평가

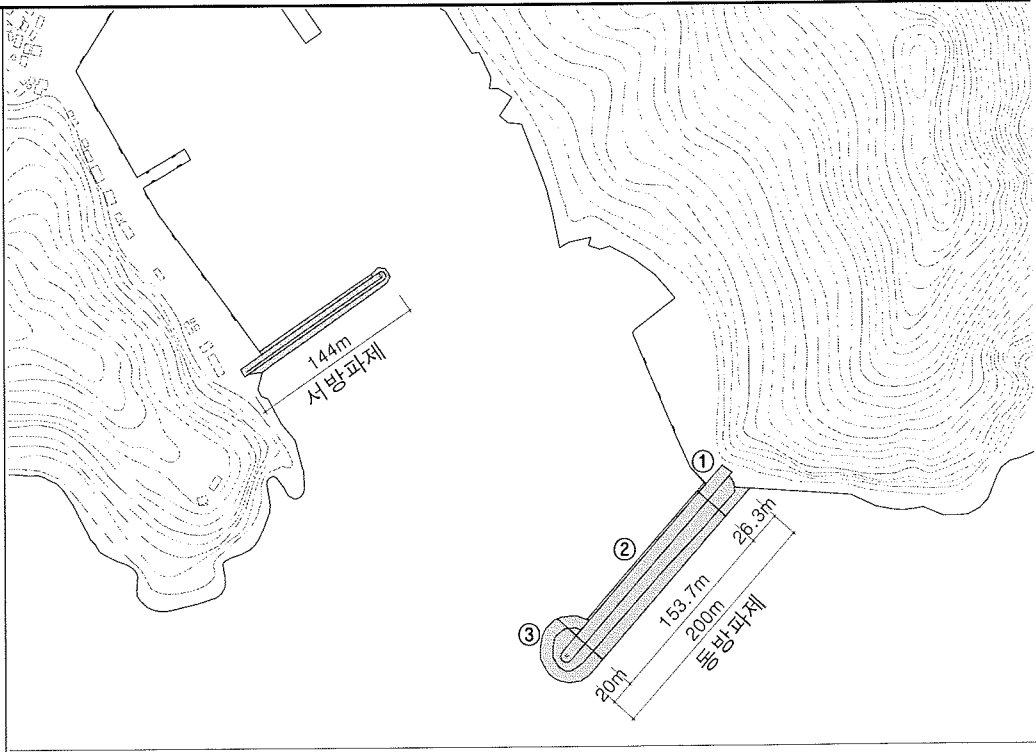
a) 기본방향

- 태풍폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 동방파제와 서방파제로 시설현황은 [표 4.10.15]과 같다.

[표 4.10.15] 방파제 시설현황

구 분	동방파제	서방파제
연 장	200m	144m
구조형식	사석경사제	사석경사제
준공년도	1985년	1972년
전면수심	DL(-)4.0~12.5m	DL(-)6.0m
마루높이	DL(+)4.0m	DL(+)3.4m
피 복 재	12.5tonf T.T.P	5tonf T.T.P
검토구간	3개 구간	1개 구간

방 파 제
시설현황도



b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 199.0m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 213.0m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
동방파제	1구간	DL(+)8.00	DL(+)8.50	DL(+)8.70	DL(+)7.10	DL(+)8.00	DL(+)4.00	N.G
	2구간	DL(+)9.70	DL(+)11.10	DL(+)10.70	DL(+)9.10	DL(+)9.70	DL(+)4.00	N.G
	3구간	DL(+)9.70	DL(+)11.10	DL(+)10.70	DL(+)9.10	DL(+)9.70	DL(+)4.00	N.G
서방파제		DL(+)5.10	DL(+)5.20	DL(+)8.10	DL(+)5.30	DL(+)5.10	DL(+)3.40	N.G

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
동방파제	1구간	7.45 ~ 10.58	9.630	쇄파대
	2구간	9.88 ~ 13.90	14.630	비쇄파대
	3구간	-	-	-
서방파제		4.27 ~ 6.22	8.130	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고	
동방파제	1구간	32.0 TON T.T.P	32.0 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	N,G
	2구간	64.0 TON T.T.P	64.0 TON T.T.P	12.5 TON T.T.P	N,G
	3구간	70.0 TON Sealock	70.0 TON Sealock	12.5 TON T.T.P	N,G
서방파제	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	5.0 TON A.T.B	O.K	

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

[표 4.10.16] 중간피복재 소요규격 산정 결과

구 분		소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
동방파제	1구간	1.92 ~ 2.88	1.0	1.0	N.G
	2구간	3.93 ~ 5.89	TRIPORD 7.0ton	0.7	N.G
	3구간	3.93 ~ 5.89	TRIPORD 7.0ton	0.7	N.G
서방파제		0.13 ~ 0.19	0.1	1.0	O.K

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
동방파제	1구간	0.74 < 1.20	N.G	2.33 > 1.20	O.K	1.01 < 1.00	N.G	1.73 > 1.10	O.K
	2구간	0.12 < 1.20	N.G	-1.25 < 1.20	N.G	0.11 < 1.00	N.G	-1.03 < 1.10	N.G
	3구간	-	-	-	-	-	-	-	-
서방파제		0.81 < 1.20	N.G	3.90 > 1.20	O.K	1.08 < 1.00	N.G	3.35 > 1.10	O.K

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
동방파제	1구간	1.18 < 1.20	N.G	1.02 > 1.00	O.K
	2구간	0.90 < 1.20	N.G	0.88 < 1.00	N.G
	3구간	-	-	-	-
서방파제		1.45 > 1.20	O.K	1.23 > 1.00	O.K

4) 평가 및 결론

- 개정 신규침해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 동방파제 및 서방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.10.17]와 같다.

[표 4.10.17] 안전성 검토 결과

구 분		동방파제			서방파제 (144m)	
		1구간	2구간	3구간		
구 설 조 계 물 파	파고(m)	5.80	7.50	7.50	2.90	
	주기(s)	14.50	14.50	14.50	14.50	
	파 향	SE	SE	SE	SE	
마 루 이 높 (DL.(+),m)	현 황	4.00	4.00	4.00	3.40	
	금 회 (판 정)	8.00 (NG)	9.70 (NG)	9.70 (NG)	5.10 (NG)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 12.5	T.T.P 12.5	T.T.P 12.5	A.T.P 5.0	
	금 회 (판 정)	T.T.P 32.0 (NG)	T.T.P 64.0 (NG)	Sealock 70.0 (NG)	A.T.P 2.0 (OK)	
상 부 공 및 체 체 안 정	상 시	활 동 (판 정)	0.74 (NG)	0.12 (NG)	-	0.81 (NG)
		전 도 (판 정)	2.33 (OK)	-1.25 (NG)	-	3.90 (OK)
		직 선 활 동 (판 정)	1.18 (NG)	0.90 (NG)	-	1.45 (OK)
	지 진 시	활 동 (판 정)	0.61 (NG)	0.11 (NG)	-	0.68 (NG)
		전 도 (판 정)	1.73 (OK)	-1.03 (NG)	-	3.35 (OK)
		직 선 활 동 (판 정)	1.02 (OK)	0.79 (NG)	-	1.23 (OK)

- 외포항 방파제 피해원인을 종합적으로 분석·정리하면 태풍에 의한 고파랑 내습시 수심에 따른 쇄파발생과 파랑집중, 월파 등이 주요 원인으로 분석된다.
- 개정 신규 침해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재 및 상지콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 따라서, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 체체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.10.18] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
동방과제	1구간 : No.0~No.2+6.3	×	필요
	2구간 : No.2+6.3~No.18	×	필요
	3구간 : No.18~No.22	×	필요
서방과제		×	필요

4.10.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 외포항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 동방파제 3개 구간, 서방파제 1개 구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.10.19] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
동방파제	1구간	26.3m	○
	2구간	153.7m	○
	3구간	20.0m	○
서방파제		144.0m	○

나) 주요 검토항목 및 검토조건

가) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치중고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치중고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 진단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사제의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 동방파제

- 개정 심해파를 고려한 동방파제의 검토결과, 마루높이는 전 구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 상치를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 동방파제 전구간에서 안정성이 미확보되어 32.0 TON T.T.P ~ 70.0 TON Sealock를 보강하여 안정성을 확보하였다.
- 또한, 상부공의 안정성이 미확보된 전 구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보토록 하였다.
- 2구간의 보강계획 검토결과, 기존 피복재인 T.T.P 12.5ton 제거시 유용이 어렵고, T.T.P 위에 Sealock 등 다른 유형의 피복재 덧씌우기가 어려움 등 시공성 및 경제성을 감안하여 보강 1안을 채택·건의한다.

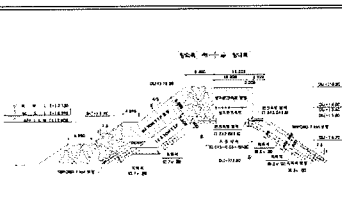
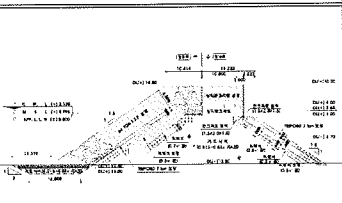
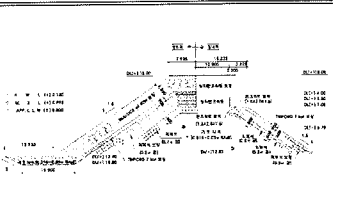
[표 4.10.20] 동방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비 고
시설연장		26.3m	153.7m	20m	200m
마루 높이	현황	DL(+)4.0m	DL(+)4.0m	DL(+)4.0m	
	계획	DL(+)9.0m	DL(+)10.0m	DL(+)10.0m	
외측 피복재	현황	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	
	계획	T.T.P 32.0ton	T.T.P 64.0ton	Sealock 70.0ton	

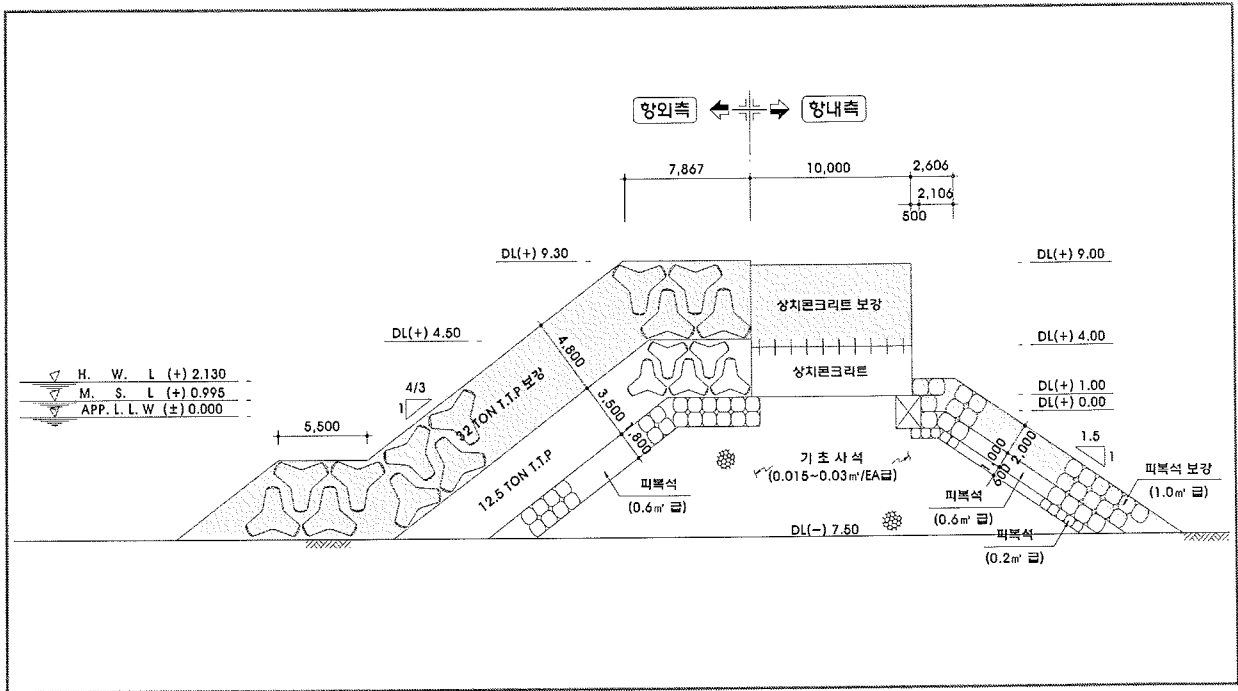
[표 4.10.21] 동방파제 보수·보강 방안

단 면		보수·보강 방안	비 고
1구간		<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))9.00m 확보 • 기존 피복재에 32.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 	
2구간	보강 1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))10.00m 확보 • 기존 피복석에 피복석 0.7m²과 TRIPOD 7.0 TON을 보강한 후 64.0 TON T.T.P를 전면에서 시공하여 안정성을 확보 • 항내측 피복석 0.5m³와 TRIPORD 7.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	채 택 건 의
	보강 2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))10.00m 확보 • 기존 12.5 TON T.T.P를 제거하고 피복석 0.3m³, TRIPORD 7.0 TON, 64.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 • 항내측 피복석 0.5m³과 TRIPORD 7.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	
	보강 3안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))10.00m 확보 • 기존 12.5 TON T.T.P를 제거하고 피복석 0.5m³/ea, TRIPORD 7.0 TON, 60.0 TON SEALOCK를 보강하여 안정성을 확보 • 항내측 피복석 0.5m³와 TRIPORD 7.0 TON을 보강하여 안정성을 확보 	
3구간		<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+))10.00m 확보 • 기존 12.5 TON T.T.P를 제거하고 피복석 0.5m³, TRIPORD 7.0 TON, 70.0 TON SEALOCK를 보강하여 안정성을 확보 	

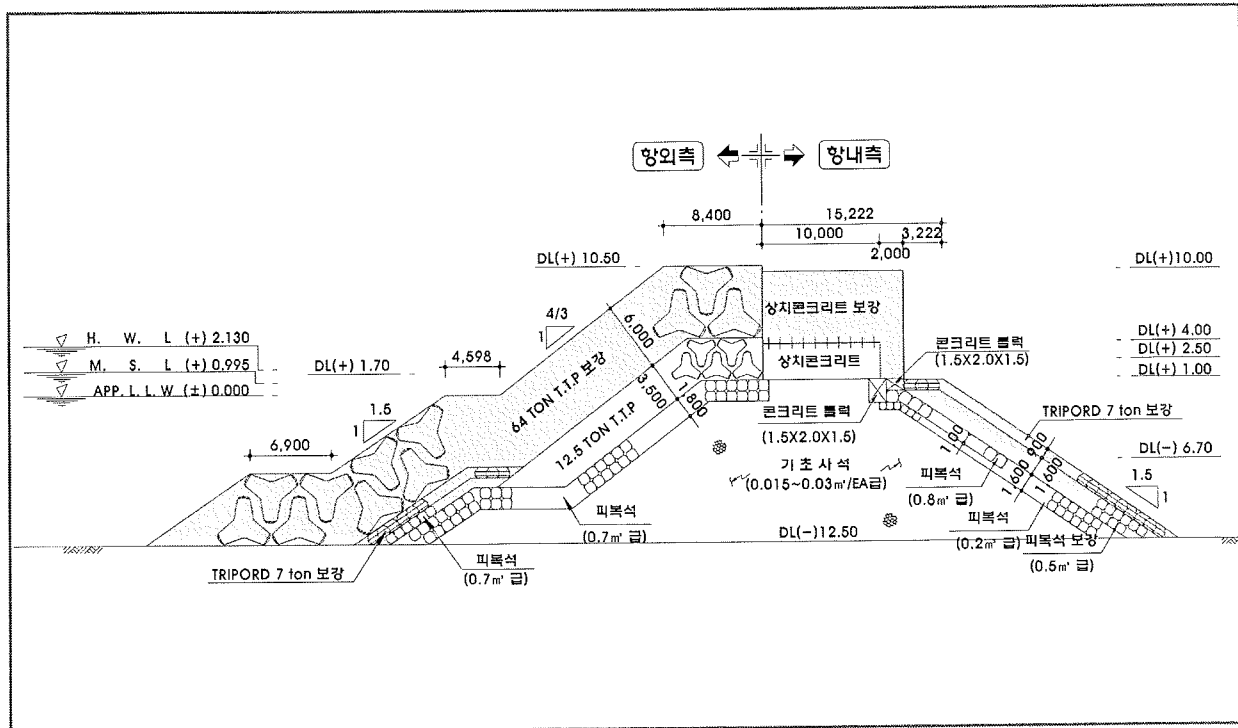
[표 4.10.22] 보수·보강 단면 비교

구 분		보강1안	보강2안	보강3안
2 구 간	단 면 형 상			
	개 략 공사비	68백만원/m	82백만원/m	80백만원/m
	장 단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 단면 최대한 활용 • 경제성 양호 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 제거에 따른 유용계획 수립 • 경제성 불리 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 피복재 제거에 따른 유용계획 수립 • 경제성 불리
	채택 건의	◎		

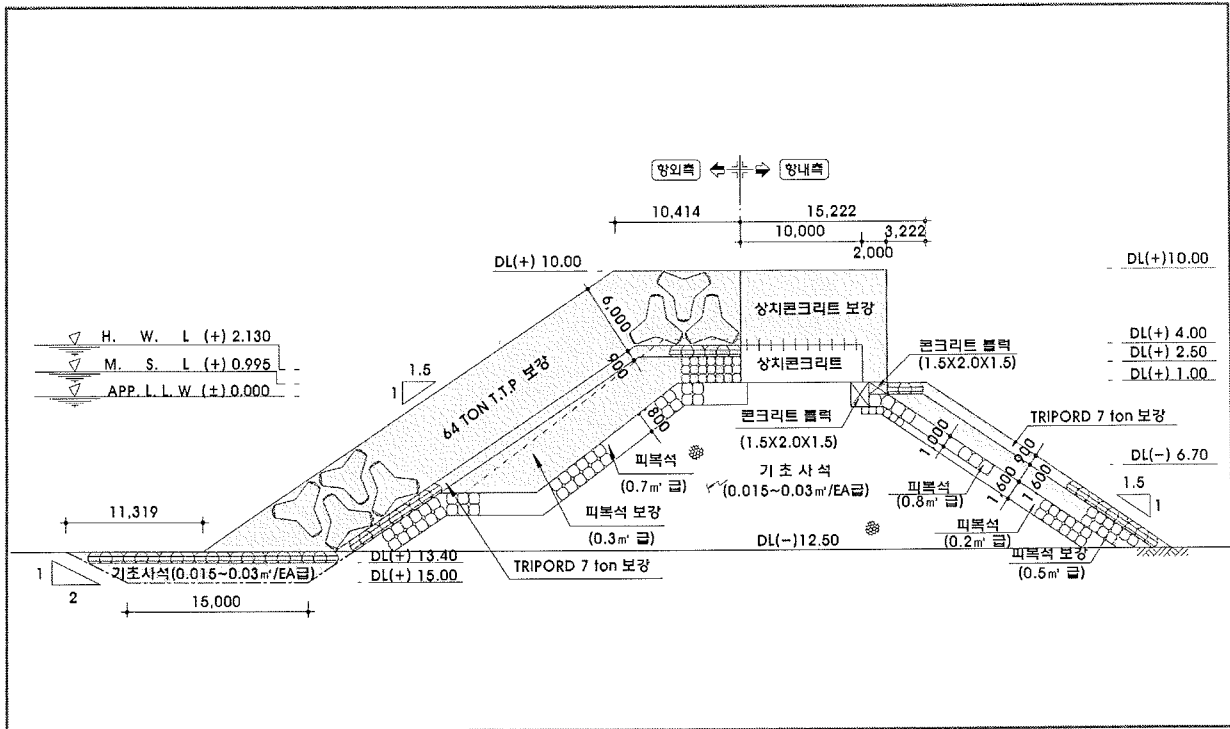
<그림 4.10.13> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)



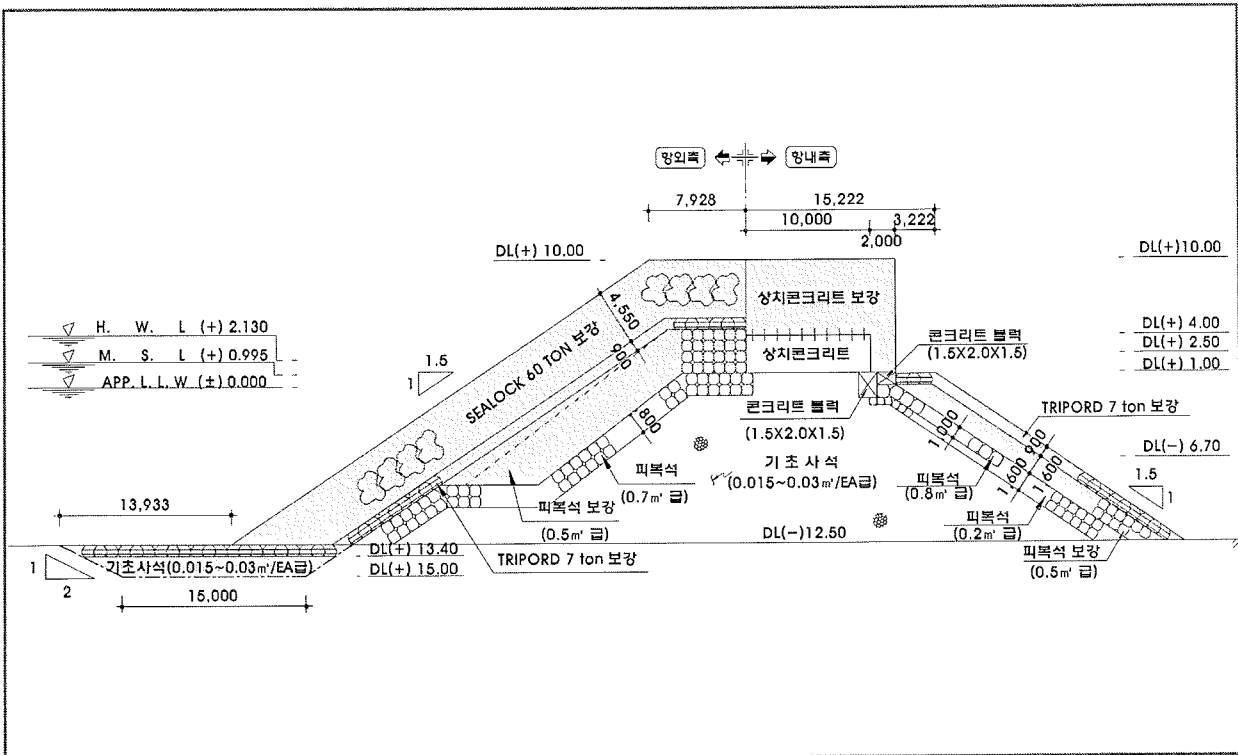
<그림 4.10.14> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강1안)



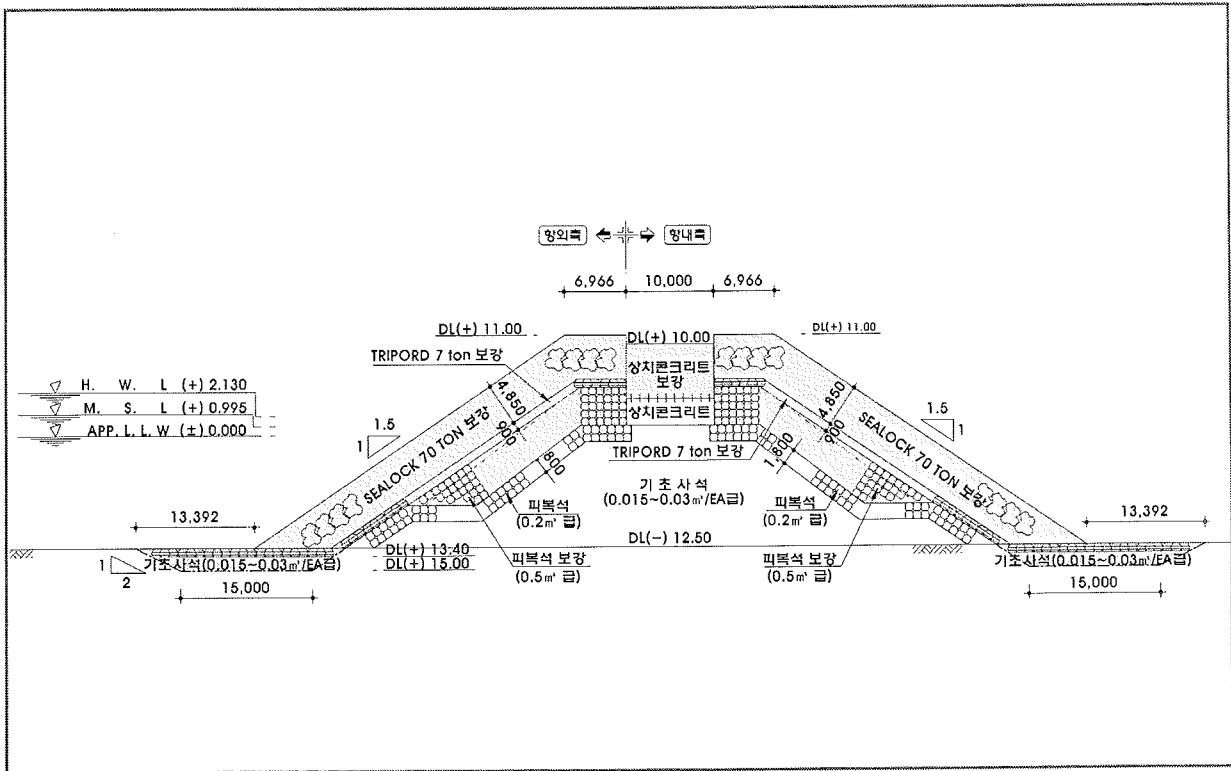
<그림 4.10.15> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강2안)



<그림 4.10.16> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강3안)



<그림 4.10.17> 보수·보강 표준단면도(3구간, 보강안)



나) 서방파제

- 개정 심해파를 고려한 서방파제의 검토결과, 마루높이는 전구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 마루높이를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신·구 콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 서방파제 전구간에서 안정성이 확보되는 것으로 검토되었다.
- 또한, 상부공은 활동에 대하여 안정성이 미확보된 전구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보토록 하였다.

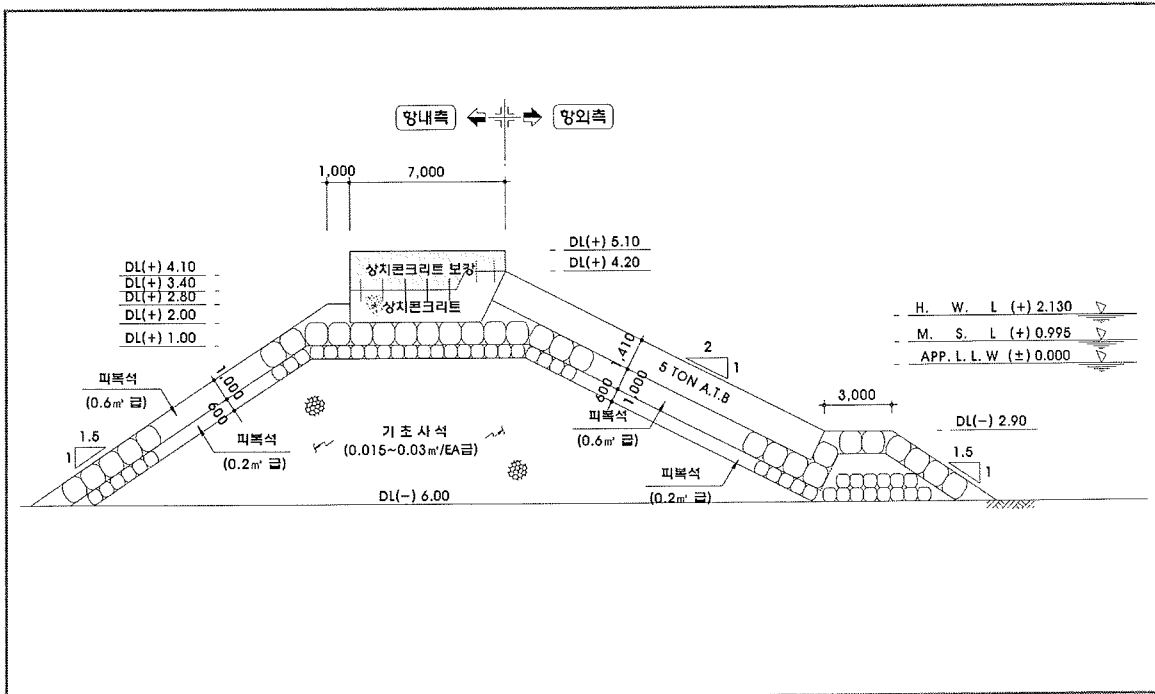
[표 4.10.23] 서방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		서방파제	비 고
시설연장		144m	144m
마루 높이	현황	DL(+)3.4m	
	계획	DL(+)5.1m	
외 측 피복재	현황	A.T.B 5.0	
	계획	-	

[표 4.10.24] 서방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안
1구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)5.10m) 확보

<그림 4.10.18> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 외포항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 142억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단 가	공사비	비 고
동방파제	200.0		13,719	
1구간	26.3	36	947	·상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
2구간	153.7	68	10,452	·상치 보강, 피복재 보강, 향내측 보강
3구간	20.0	116	2,320	·상치 보강, 피복재 보강
서방파제	144.0	3	432	·상치 보강
부 대 비	-	-	100	·등대 이설(2기)
합 계			14,251	

4.11 지세포항

4.11.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 지세포항은 행정구역상 경상남도 거제시 일운면에 속한다. 한반도 남쪽에 위치한 거제도는 총 면적이 약 400km²로서 제주도에 이어 우리나라에서 두 번째로 큰 섬이며, 한려해상국립공원의 심장부에 위치하고 주위에는 크고 작은 10개의 유인도와 52개의 무인도가 산재해 있어 다양한 어류의 서식지를 이루고 있으며, 특히 이 지역의 바닷물은 전국에서 제일 맑고 깨끗하여 청정해역으로 지정·보존되고 있다.
- 거제시 북서부에는 원예농업이 활발한 편이며, 남부는 밭작물, 동남부는 양식업이 발달하여 주민 소득원의 주종을 이루고 있고, 또한 굴곡이 심한 동남부의 해안선은 리아스식 해안을 따라 곳곳에 기암괴석으로 형성되어 절경을 이루고 있어 매년 많은 관광객이 찾고 있다.
- 지세포항은 북측으로 옥녀봉(554.7m), 서측으로 북병산(465.4m), 남측은 샛풍이재(214.1m)로 둘러싸여 있고 또한 동남측 해상 1.5km 지점에는 지심도가 가로막고 있어 하절기에 발생되는 남서방향의 파랑을 차단시켜 천연항을 형성하고 있으며 항내 수심은 항 중앙부가 (-)10.0~(-)15.0m이고, 항입구부는 (-)18.0~(-)20.0m로 양호하며 광활한 수면적(2,700,000m²)을 확보한 천연항으로써 대피항으로는 양호한 항세를 지닌다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.11.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원	
바 랫	최대풍속	풍 속	m/sec	19.0	현상 일수	맑 음	119.0
		풍 향		NW		흐 림	103.8
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.0		안 개	13.5
		풍 향		SSE		강 수	40.4
	평균풍속	m/sec	1.6	강 설		3.3	
기 온	연 평 균	℃	14.2	결 빙	75.3		
	최 고		38.6	뇌 전	12.0		
	최 저		-10.1	폭 풍	2.5		
강수량	연 평 균	mm	1,874.2	기 온	0.1		
	일 최 다		387.5				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.2℃이며, 월평균기온은 1월이 2.5℃, 8월이 25.6℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 38.6℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.1℃(2004년 1월)로 나타났다.

[표 4.11.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

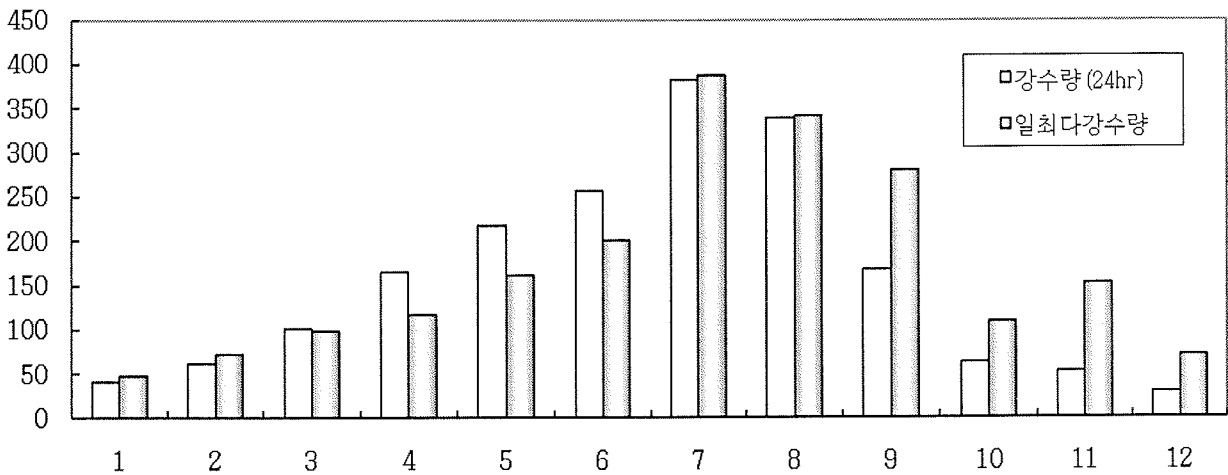
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.5	4.3	8.1	13.3	17.5	20.9	24.5	25.6	21.8	16.5	10.4	4.7	14.2
최 고	17.6	19.4	23.1	27.6	33.1	33.5	38.6	37.4	34.2	27.5	24.0	17.7	38.6
최 저	-10.1	-9.4	-4.5	-1.4	4.8	9.4	15.6	15.6	10.2	2.2	-2.9	-8.1	-10.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 63%가 5월~8월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1999년의 3,397.4mm, 연최소 강수량은 1994년의 1,136.0mm이며, 연평균 강수량은 1,874.2mm로 나타난다.

<그림 4.11.1> 강수량(mm)



[표 4.11.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

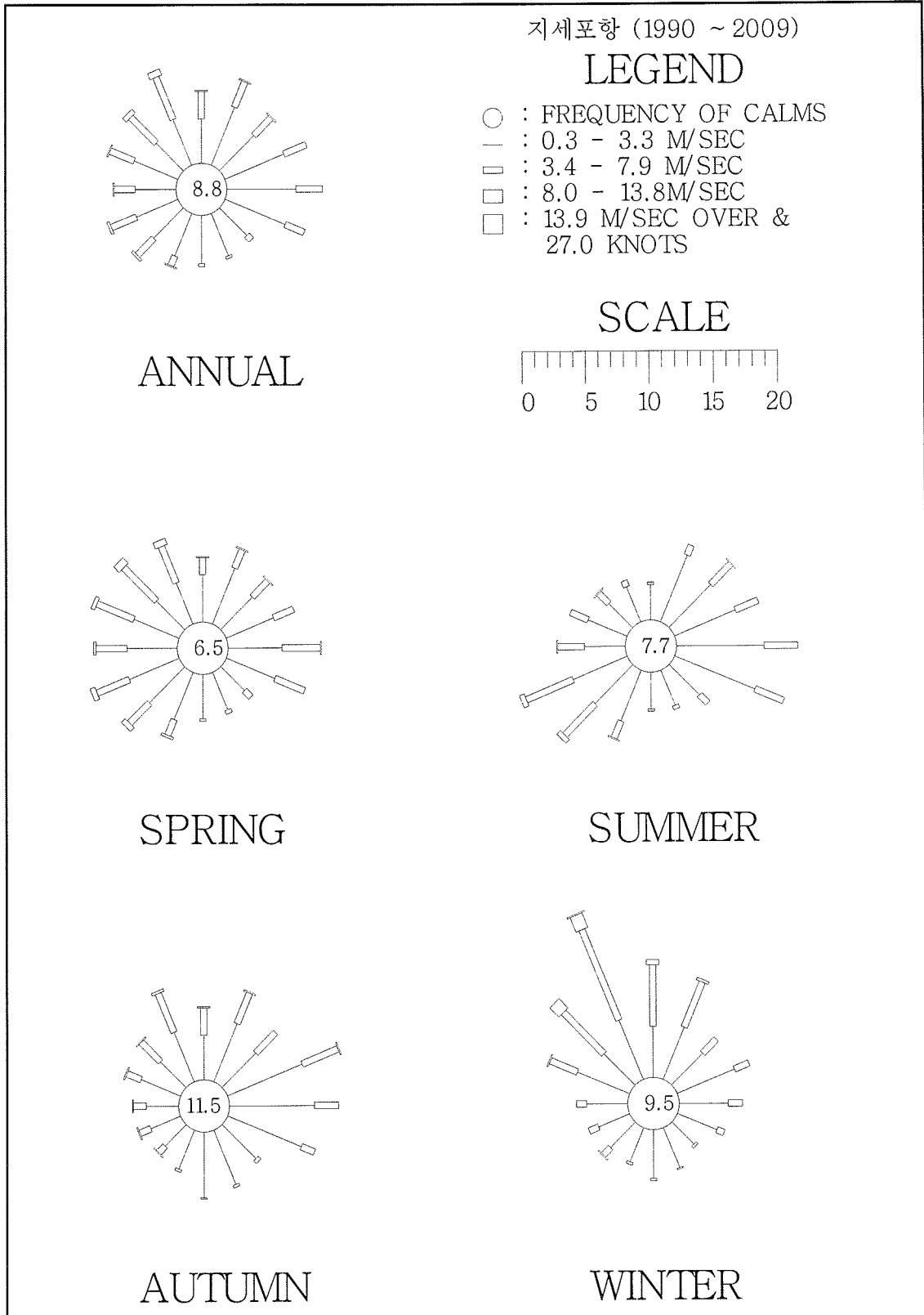
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	40.4	61.6	101.7	164.5	217.0	256.3	381.5	339.0	167.2	62.6	52.5	29.9	1,874.2
일최다	48.0	72.5	98.5	117.0	161.0	200.0	387.5	341.2	279.5	109.5	152.0	70.5	387.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 1.6m/sec, 최대 풍속은 NW방향에서 19.0m/sec로 나타난다.

<그림 4.11.2> 바람장미도



[표 4.11.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	1.7	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.9	1.6	13.2	1.2	1.3	1.6	1.6
최대	11.3	12.5	12.7	13.0	11.3	14.0	18.0	19.0	15.3	12.3	10.5	11.5	19.0
	WNW	NNW	WNW	SSW	SW	SE	S	NW	WNW	SE	NNW	NW	NW
순간최대	18.0	24.7	21.2	22.7	20.2	21.2	27.7	25.6	32.0	24.5	17.7	17.2	32.0
	NW	SSE	SE	SSE	SE	SSE	ESE	E	SSE	S	W	NW	SSE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 119.0일로 약 32.6%이고 흐린 날씨는 103.8일로 나타났다.
- 안개발생일수는 13.5일, 강수일수는 40.4일, 폭풍일수는 2.5일로 나타난다.

[표 4.11.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분	월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
	맑음		15.4	12.5	10.2	9.5	8.2	3.6	3.2	4.8	6.9	12.8	14.8	17.1
흐림		5.0	5.2	8.3	8.2	9.9	13.9	16.8	12.4	10.9	4.9	5.4	2.9	103.8
안개		0.2	0.5	0.5	1.2	1.6	2.9	4.2	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	13.5
강수		1.3	1.8	3.1	3.7	4.5	5.3	7.4	6.1	3.2	1.6	1.5	0.9	40.4
강설		1.3	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.3
결빙		24.7	18.6	7.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	20.5	75.3
뇌전		0.1	0.1	0.4	0.8	1.1	1.2	3.0	3.1	1.0	0.6	0.5	0.1	12.0
폭풍		0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	2.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.11.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 거제시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 277일, 육상작업 가능일수는 263일로서 년기동율이 76%와 72% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.11.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	43.79	58.08	101.87	263.13
해 상	27.31	61.06	88.37	276.63

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 지세포항의 조석은 조석형태수가 0.17인 반일주조로서 매일 2회의 고조와 2회의 저조가 나타난다.
- 지세포항의 평균해면은 95.8cm, 약최고고조위는 191.6cm, 평균고조위는 177.8cm, 대조차는 164.0cm, 평균조차는 113.2cm로 나타났다.

[표 4.11.8] 지세포항의 조위

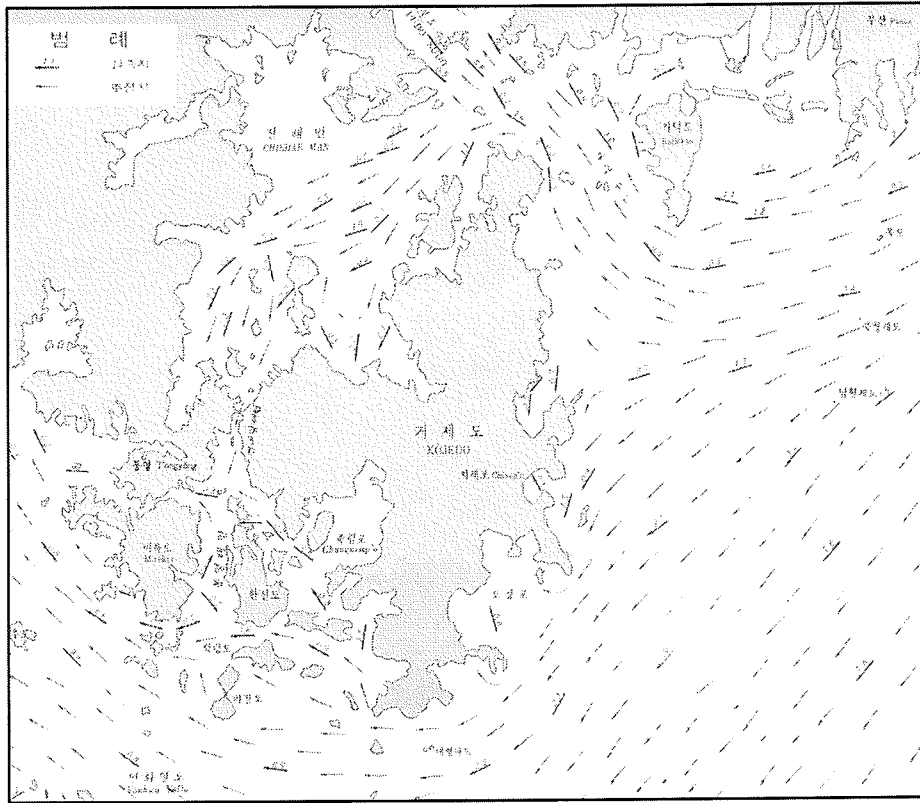
구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+)205.1	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+)191.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+)177.8	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+)152.4	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+)127.0	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 95.8	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 64.6	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 39.2	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 13.8	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ ※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(지세포)

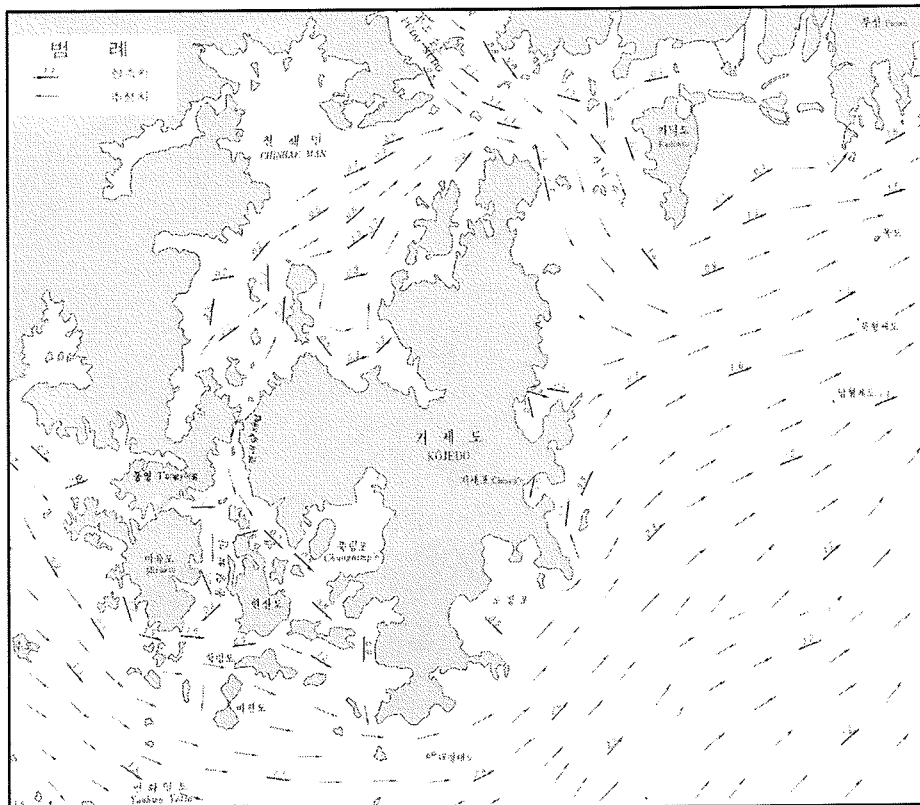
b) 조류

- 지세포항 인근해역인 남해 서부해역의 조류특성을 살펴보면 창조류는 서 또는 남으로 흐르고 낙조류는 동 또는 북으로 흐르며, 거의 고·저조시에 잔류하고 협수도 해역은 그 유속이 1.0~1.5m/s로 흐르고 있다.
- 거제도 동측해역의 조류 특성을 살펴보면 창조류는 외해에서 남서류하여 일부는 가덕수도를 따라 북서류하면서 진해만으로 유입하고, 주류는 거제도 동측을 남서류하면서 점차 유속이 빨라져 거제도 남측에서는 서류가 우세하게 나타나고 있으며, 낙조류는 이와 반대방향으로 흐른다.
- 거제도 부근의 창(낙)조류는 부산항 조석의 저(고)조후 1.0~2.2(0~1.0)시 경에 전류하여 고(저)조후 0~1.0(1.0~2.0)시 경까지 약 5.0~5.2(7.2~7.4)시간 지속 되고, 최강 창(낙)조류는 연간 평균 대조기에 0.4~1.1 (0.4~1.3)m/s로서 낙조류가 우세하게 나타나고 있으며, 고(저)조전 1.8~2.9(1.7~3.0)시 경에 최강유속이 일어난다.

<그림 4.11.3> 최강 창조류



<그림 4.11.4> 최강 낙조류



c) 파랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.11.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
지세포항 기본조사 및 시설계획 보고서 (1988.11)	SSE	5.2	9.0	
지세포항 해수유동 및 파랑변형 보고서 (1995.11)	SSE	5.2	9.0	
지세포항 다기능어항 기본설계용역 보 고서(2005.12)	E	8.27	11.75	
	ESE	11.19	13.32	
	SE	12.40	14.50	
	SSE	13.37	16.16	
지세포항 다기능어항 실시설계용역 보 고서(2008.04)	E	8.27	11.75	
	ESE	11.19	13.32	
	SE	12.40	14.50	
	SSE	13.37	16.16	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

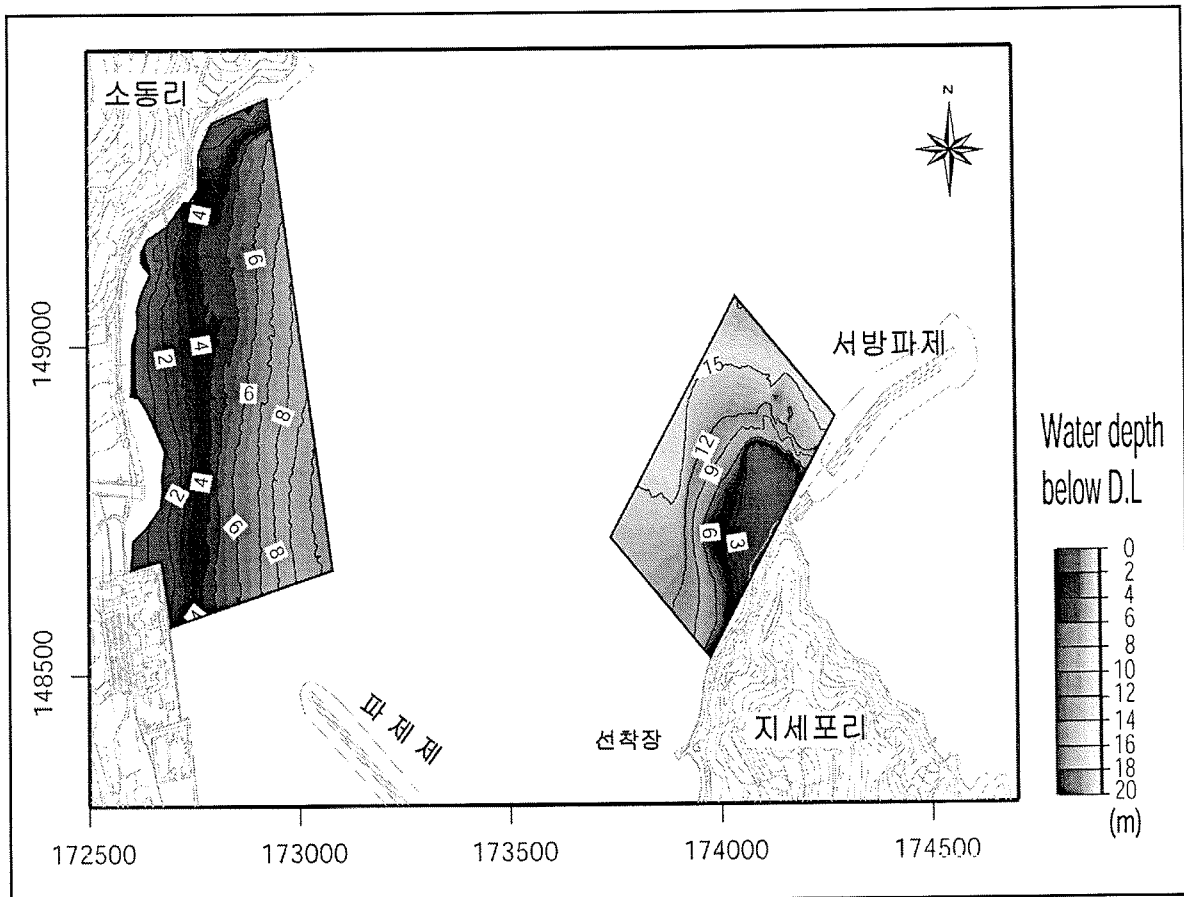
다) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “지세포항 다기능어항 실시설계 용역 보고서(2008. 04)”를 기초로 정리하였다.
- 수심 및 지형측량기간은 2006년 9월 11일~12월 29일에 수행되었다.

비) 측량결과

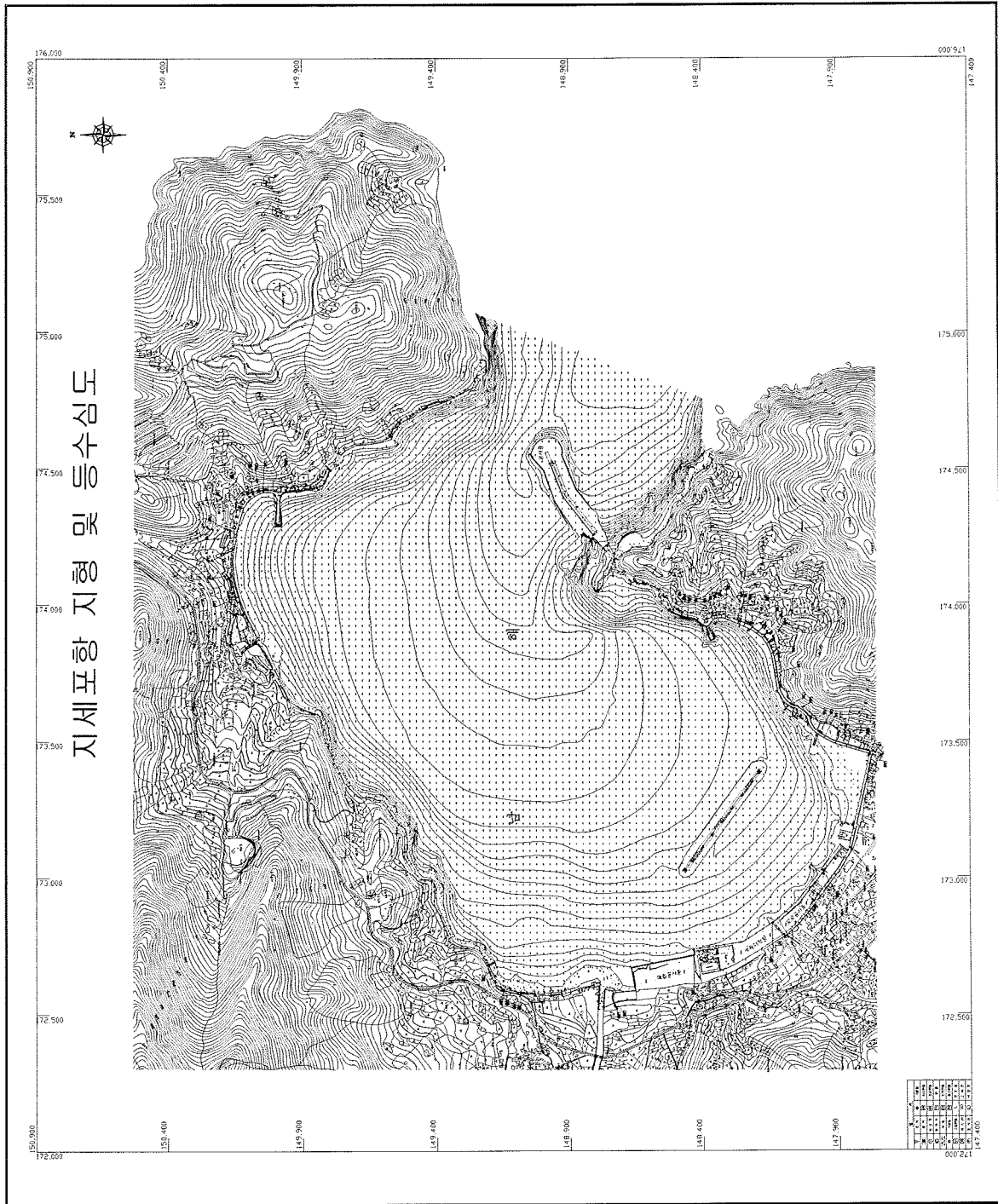
- 본 조사구역의 수심은 약최저저조면(D.L.)을 기준으로 작성하였다. 전체적으로 0.3m(D.L.하)~19.2m(D.L.하) 범위의 수심 분포를 나타내며, 지세포 부근의 수심이 소동리 부근 수심 보다 깊고 경사가 급한 지형을 보인다.

<그림 4.11.5> 2차원 수심도



※ 자료 : 지세포항 다기능어항 실시설계용역 보고서(2008.04, 동해어업지도사무소)

<그림 4.11.6> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 지세포항 다기능어항 실시계획용역 보고서(2008.04, 동해어업지도사무소)

c) 지장물 현황

- 지장물 현황은 기존에 수행된 “지세포항 다기능어항 실시설계 용역 보고서(2008. 04)”를 기초로 정리하였다.
- 조사구역내 각종 지장물 및 주요 구조물은 총 6개로 조사되었으며, 이를 지형도에 일련번호로 부여하여 표시하였으며, 지장물 및 구조물 현황은 [표 4.11.10]과 같다.

[표 4.11.10] 주요 구조물 현황

연 번	종 류	위 치(m)		높 이(m)		비 고
		X	Y	D.L.상	M.S.L.상	
1	배수구	148546.226	174004.307	1.12	1.16	콘크리트
2	배수구	148531.123	173983.844	1.25	0.29	”
3	배수구	149197.086	172659.944	2.11	1.15	철제
4	배수구	149150.604	172594.088	3.16	2.20	”
5	배수구	149088.919	172583.010	3.03	2.07	”
6	배수구	148774.450	174209.720	-1.32	-2.28	콘크리트

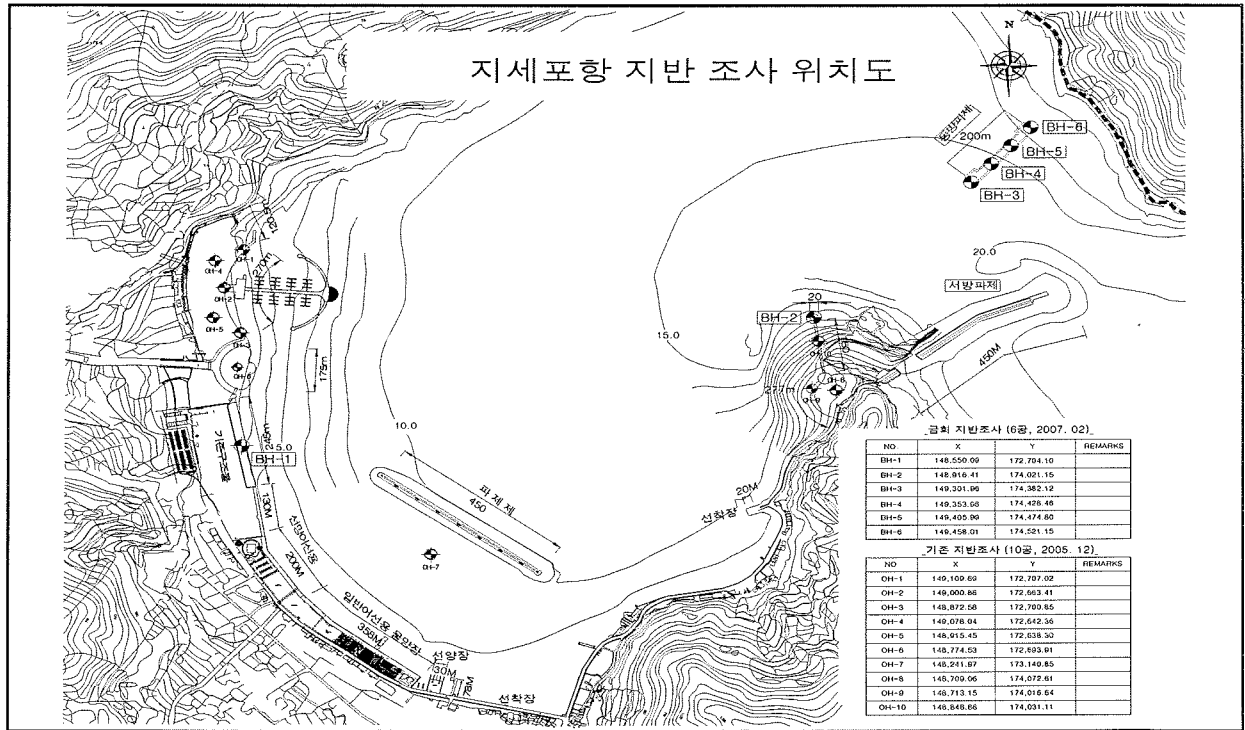
※ 자료 : 지세포항 다기능어항 실시설계용역 보고서(2008.04, 동해어업지도사무소)

나) 지반조사

a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “지세포항 다기능어항 실시설계 용역 보고서(2008. 04)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도

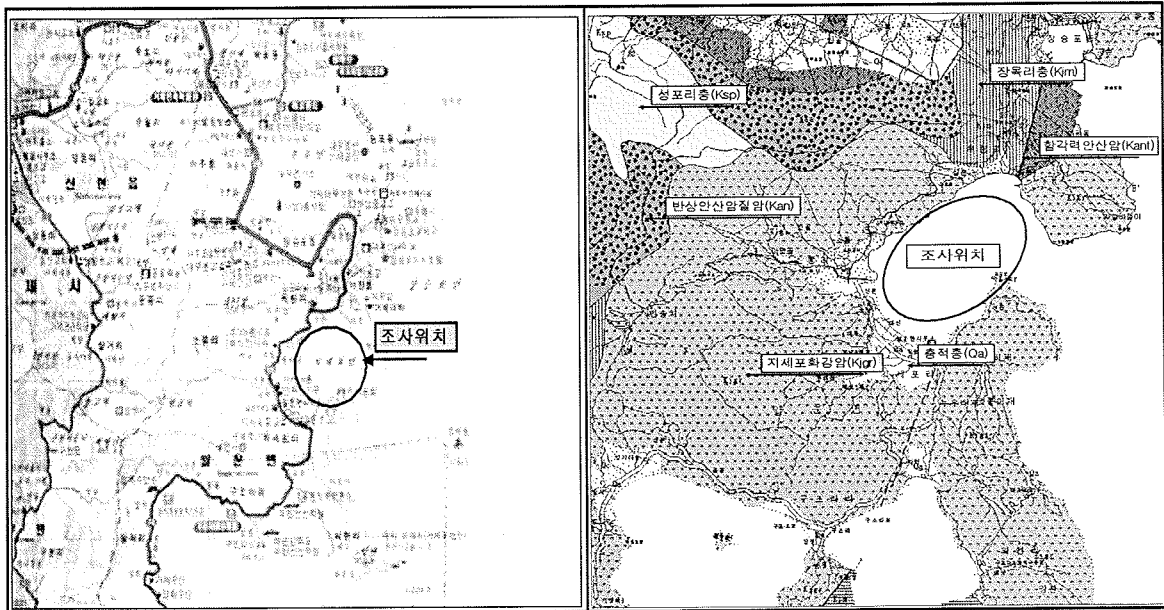


공 번	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	2.50	148,550.09	172,704.10	2006년
BH-2	13.40	148,916.41	174,021.15	
BH-3	16.50	149,301.96	174,382.12	
BH-4	15.40	149,353.98	174,428.46	
BH-5	13.10	149,405.99	174,474.80	
BH-6	8.60	149,458.01	174,521.15	
OH-1	2.30	149,109.69	172,707.02	????년
OH-2	1.60	149,000.88	172,663.41	
OH-3	1.70	148,872.58	172,700.85	
OH-4	1.00	149,078.04	172,642.36	
OH-5	0.60	148,915.45	172,638.30	
OH-6	1.40	148,774.53	172,693.91	
OH-7	8.50	148,241.97	173,140.85	
OH-8	1.80	148,709.06	174,072.61	
OH-9	3.60	148,713.15	174,016.64	
OH-10	8.70	148,848.88	174,031.11	

c) 지형 및 지질

- 본 조사지역은 행정구역상 경상남도 거제시 일운면 지세포리 해상 일원으로 광역적인 지형을 살펴보면 거제지역의 산맥은 태백산맥계가 북쪽으로 이어지고 소백산맥계가 서남쪽에서 견내량을 건너 시래봉에서 시작되는데 이 두 산맥이 어우러져 산과 섬을 만들었다.
- 조사지역인 지세포항은 북병산 신선봉(466m)·옥녀봉(555m)·망산(305m) 등이 솟아 있어 대부분의 지역이 산지를 이루며, 소동리와 지세포리에 소규모의 평야가 분포함. 농업과 수산업을 겸하며, 망치리·구조라리·와현리 등의 일부지역은 한려해상국립공원에 속하며, 임진왜란 때 축조된 석성터가 지세포리에 남아 있다.

<그림 4.11.7> 조사지역 지질도



- 조사지역에서 확인되는 화강암은 암체 전역에 걸쳐 비교적 균일하며 장목리층을 비롯하여 성포리층, 안산암질각력암, 안산암질암대를 관입하였다. 대체로 흑운모화강암과 각섬석-흑운모화강암으로 되어 있으나 주변에서는 우백질 화강암 또는 애플라이트로 접이한다. 또한 안산암질각력암은 대체로 암록색 내지 녹회색 또는 적갈색 내지 암적갈색을 띠며 외래각력도 함유하고 있으나 각력의 대부분은 기질과 유사한 안산암질의 각력으로 고결과정에서 일어난 자연적 쇄설작용에 의하여 생성된 자생 쇄설각력암이다. 충적층은 지세포항 연안에 소규모로 분포한다.

d) 시추조사 결과 요약

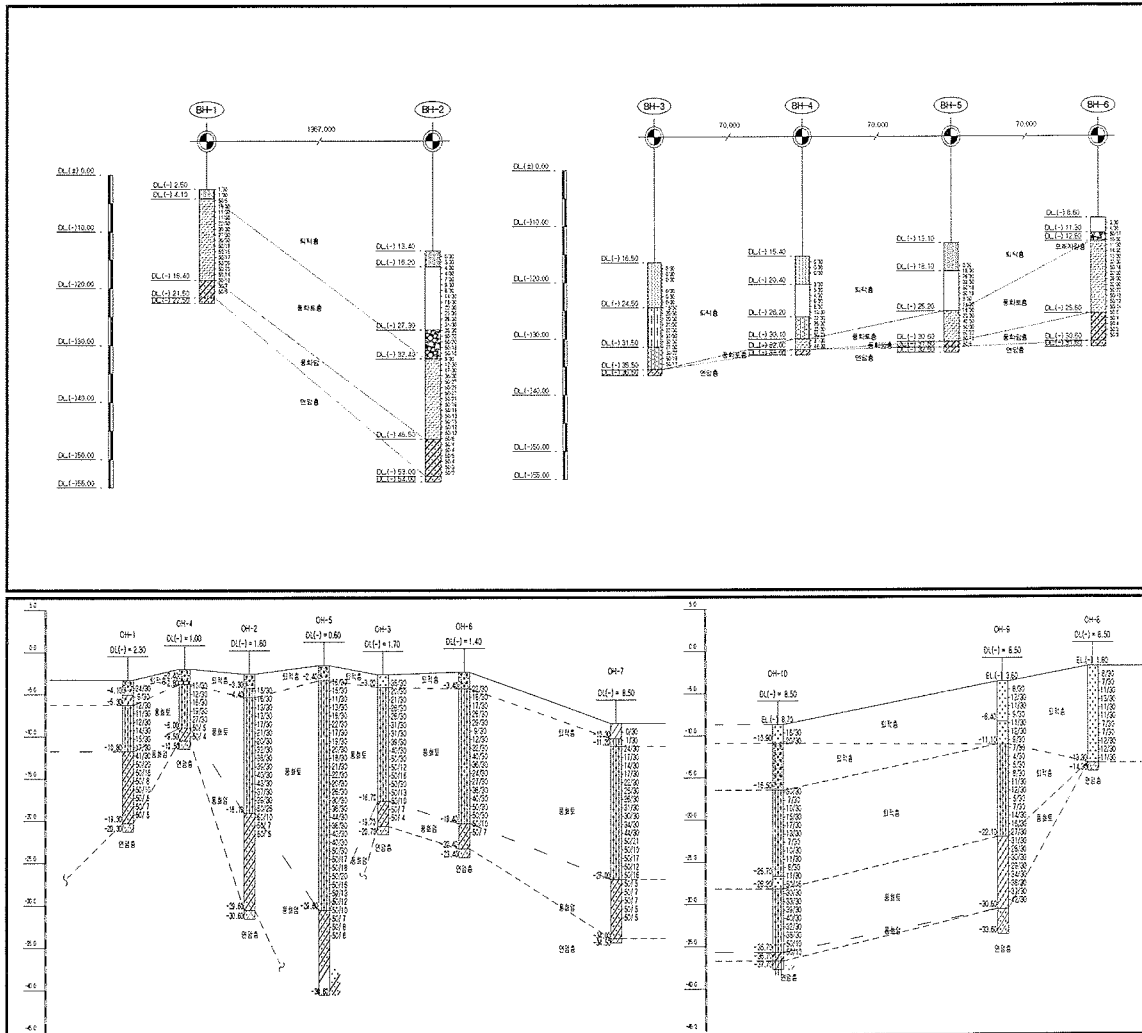
[표 4.11.11] 시추조사 결과

공 변	해성퇴적층 (m)				풍화토층 (m)	풍화암층 (m)	연암층 (m)	계 (m)	SPT 횟수
	실트질 점토층	실트질 모래층	모래층	모래 자갈층					
BH-1	-	1.7	-	-	14.3	3.1	1.0	20.1	19
BH-2	-	2.8	11.1	5.1	14.1	6.5	1.0	40.6	37
BH-3	8.0	-	7.0	4.0	-	-	1.0	20.0	17
BH-4	5.0	-	5.8	3.9	1.9	-	1.0	17.6	15
BH-5	-	5.0	7.1	-	5.4	1.0	1.0	19.5	15
BH-6	-	-	2.7	1.5	12.8	5.0	1.0	23	21
합 계	13.0	9.5	33.7	14.5	48.5	15.6	6.0	140.8	124

공 변	퇴적층 (자갈)	퇴적층 (모래)	풍화토층 (m)	풍화암층 (m)	연암층 (m)	계(m)	SPT 횟수
OH-1	1.80	1.20	8.50	5.50	1.00	18.0	16
OH-2	1.70	1.10	13.70	11.50	1.00	29.0	18
OH-3	-	1.50	13.50	3.00	1.00	19.0	17
OH-4	1.80	-	5.20	1.50	1.00	9.5	7
OH-5	1.80	-	27.20	10.00	-	39.0	31
OH-6	2.00	-	16.0	3.00	1.00	22.0	18
OH-7	1.80 (점토)	0.90	15.80	7.00	0.50	26.0	23
OH-8	-	11.50	-	-	1.00	12.5	11
OH-9	-	11.0	8.50	-	3.00	30.0	26
OH-10	5.60	13.90	7.50	1.00	1.00	29.0	22

※ 자료 : 지세포항 다기능어항 실시설계용역 보고서(2008.04, 동해어업지도사무소)

<그림 4.11.8> 지질조사 주상도



※ 자료 : 지세포항 다기능어항 실시설계용역 보고서(2008.04, 동해어업지도사무소)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

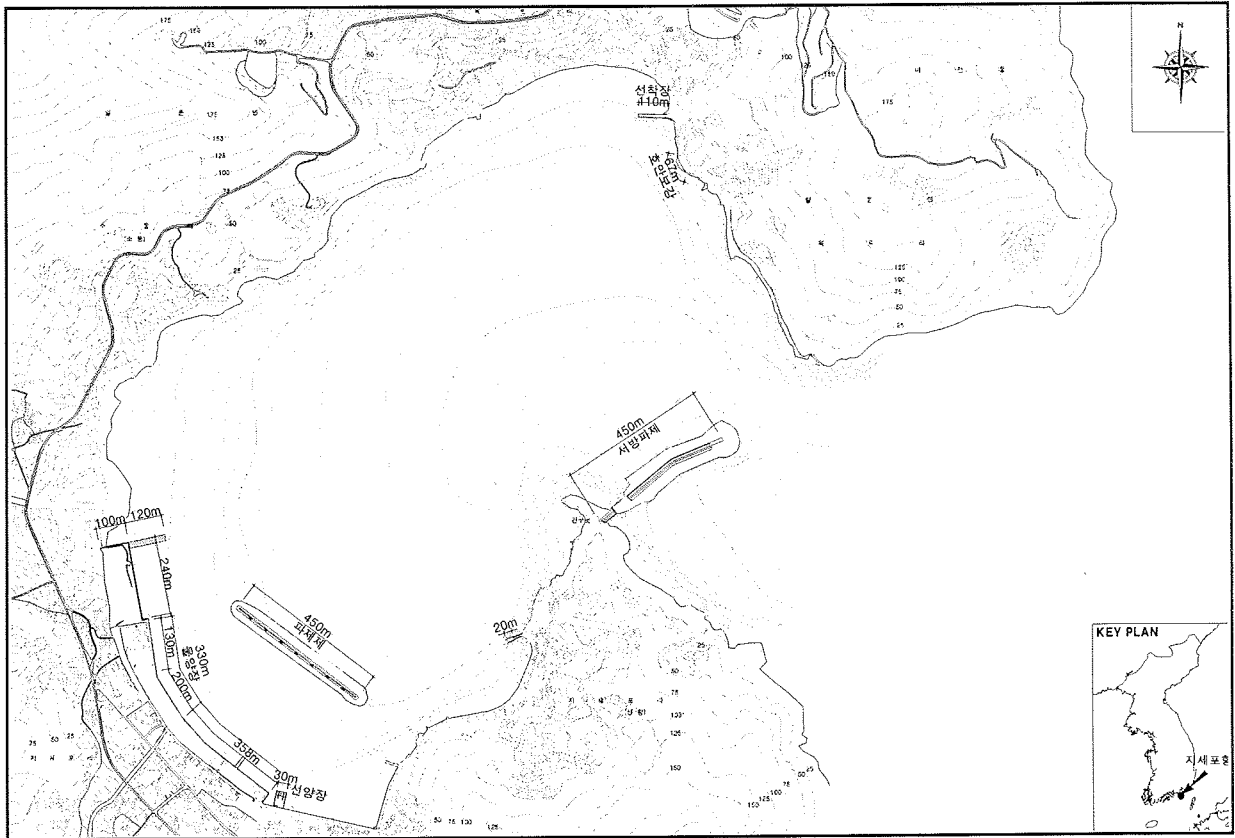
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제3종 어항 지정	
1988년	기본시설계획 수립 및 착공	
1995년	제1종 어항으로 항종 변경	
2001년	서방파제 및 선착장 공사	
2004년	다기능어항 선정	
2005년	다기능어항 기본설계	
2006년	기본시설 완공	
2007년	다기능어항 실시설계	
2008년	다기능어항 조성공사 착공	

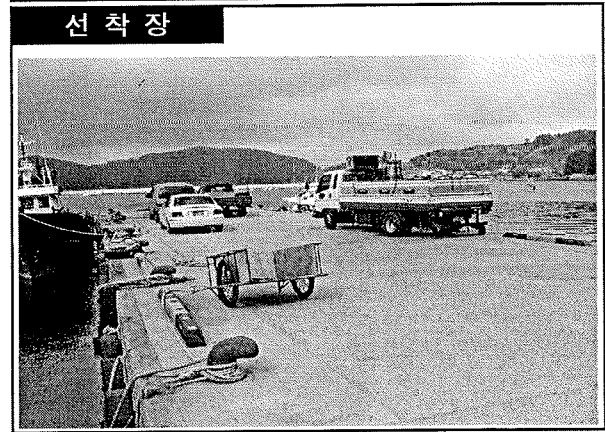
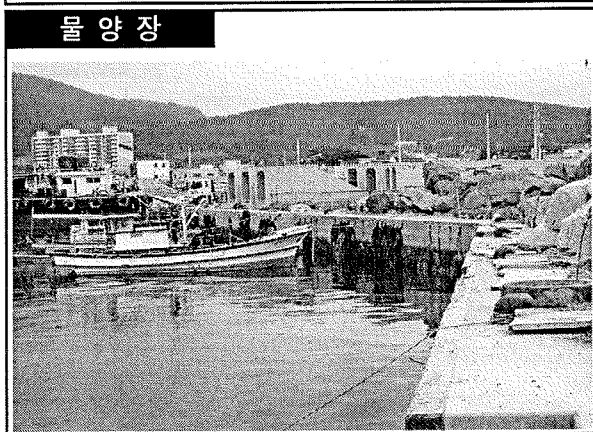
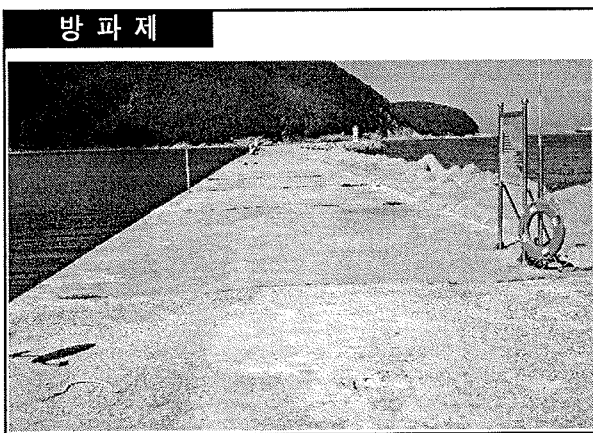
나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시 설 연 장	비 고
외곽 시설	서 방 파 제	사 석 경 사 식	450m	
	파 제 제	사 석 경 사 식	450m	
계류 시설	물 양 장	콘 크 리 트 블 록 식	728m	
	선 착 장	콘 크 리 트 블 록 식	208m	
	선 양 장	콘 크 리 트 블 록 식	30m	
호 안		사 석 경 사 식	240m	

<그림 4.11.9> 지세포항 현황도



<그림 4.11.10> 기존 시설현황



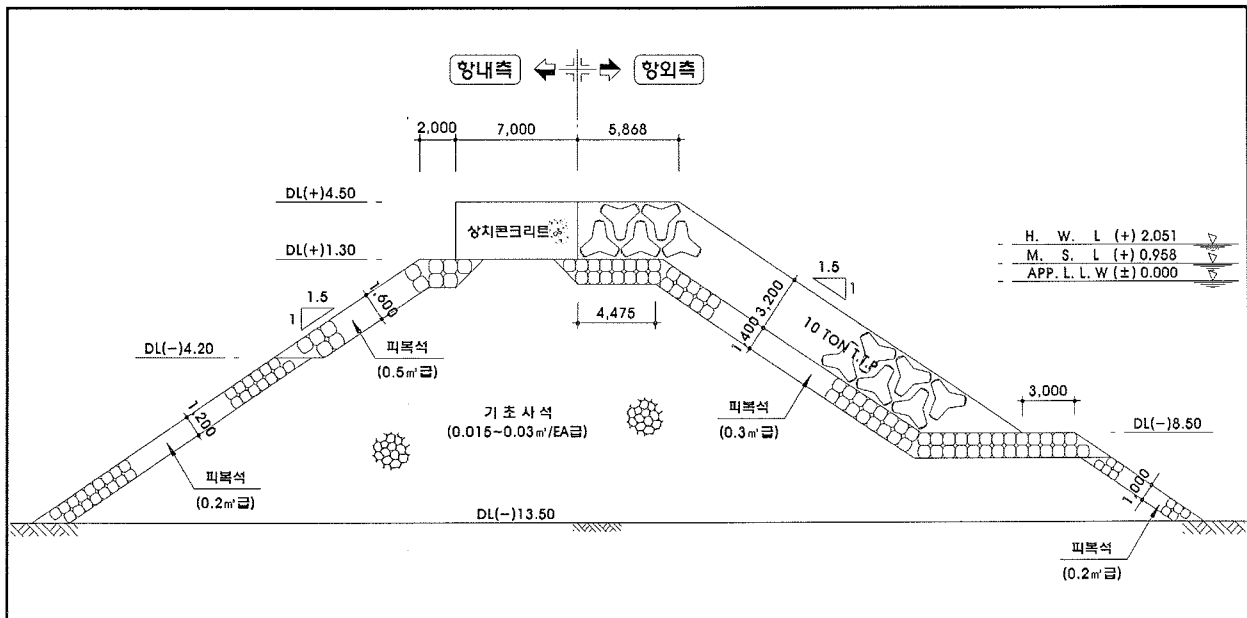
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 지세포항 서방파제는 중량 10tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 450m이며, 상세 시설제원은 다음 [표 4.11.12]과 같다.

[표 4.11.12] 외곽시설 시설제원

구 분	서방파제	비 고
연 장	450m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	2006년	
전면수심	DL.(-)13.50m	
마루높이	DL.(+)4.50m	
피복재	10tonf	

<그림 4.11.11> 서방파제 표준단면도



4.11.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘 크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

아) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+)205.1	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+)191.6	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+)177.8	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+)152.4	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+)127.0	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 95.8	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 64.6	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 39.2	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 13.8	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ ※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성곽표(지세표)

b) 설계기준

- 안전성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.11.13] 안전성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	치오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분	파고	주기	파향	재현빈도
서방파제	5.2	13.50	ESE	50년

나) 기존단면 안전성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 서방파제로 시설현황은 [표 4.11.16]과 같다.

[표 4.11.14] 방파제 시설현황

방 파 제 시설현황도	
구 분	서방파제
연 장	450m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	2006년
전면수심	DL.(-)13.50m
마루높이	DL.(+)4.50m
피 복 재	10tonf
검토구간	1개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 191.6m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 205.1m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법			
서방파제	DL(+)7.30	DL(+)7.30	DL(+)9.00	DL(+)7.30	DL(+)7.30	DL(+)4.50	N.G

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분	쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
서방파제	7.29 ~ 10.36	15.551	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
서방파제	16.0 TON T.T.P	16.0 TON T.T.P	10.0 TON T.T.P	N.G

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
서방파제	0.97 ~ 1.45	0.5	0.3	N.G

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분	상시				지진시			
	활 동		전 도		활 동		전 도	
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파제	0.64 < 1.20	N.G	1.55 > 1.20	O.K	0.64 < 1.00	N.G	1.55 > 1.10	O.K

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분	상시		지진시	
	안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파제	1.11 < 1.20	N.G	0.92 < 1.00	N.G

4) 평가 및 결론

- 금회 수치모형실험에 의해 개정 심해파에 따른 동방파제 구간의 설계파고 재추정 결과를 요약 정리하면 [표 4.11.17]와 같다.

[표 4.11.15] 안전성 검토 결과

구 분		서방파제	
구 조 물 설 계 파	파고(m)	5.20	
	주기(s)	13.50	
	파 향	ESE	
마 루 높 이 (DL.(+), m)	현 황	4.50	
	금 회 (판 정)	7.30 (NG)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 10.0	
	금 회 (판 정)	T.T.P 16.0 (NG)	
상부 공및 제체 안정	상 시	활 동 (판 정)	0.64 (NG)
		전 도 (판 정)	1.55 (OK)
		직선활동 (판 정)	1.11 (NG)
	지 진 시	활 동 (판 정)	0.64 (NG)
		전 도 (판 정)	1.55 (OK)
		직선활동 (판 정)	0.92 (NG)

- 지세포항 방파제 피해원인을 종합적으로 분석·정리하면 태풍에 의한 고파랑 내습시 수심에 따른 쇄파발생과 파랑집중, 월파 등이 주요 원인으로 분석된다.
- 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 따라서, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 제체단면의 보강을 통해 고파랑에 대해 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.11.16] 기존단면 안전성 검토결과

구 분	안전성 검토결과	보강여부
서방파제	×	필요

4.11.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 지세포항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 서방파제 1개로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.11.17] 보수·보강 대상시설

외곽시설	시설연장	대상시설
서방파제	450m	○

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사체의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 서방파제

- 개정 심해파를 고려한 서방파제의 검토결과, 마루높이는 전구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 마루높이를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 동방파제 전구간에서 안정성이 미확보되어 16.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보하였다.
- 보강안 비교검토 결과, 기존 피복재위에 신규 T.T.P 16.0ton을 덧씌우기할 경우, 마루높이가 DL(+)8.0m로 다소 높아 기존 피복재인 T.T.P 10.0ton을 제거하여 동방파제 건설시 유용하는 보강1안이 합리적인 것으로 사료되어 채택·건의한다.
- 또한, 상부공 안정성이 미확보된 전구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보토록 하였다.

[표 4.11.18] 서방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		서방파제	비 고
시설연장		450m	450m
마루 높이	현황	DL(+)4.5m	
	계획	DL(+)7.3m	
외측 피복재	현황	T.T.P 10.0ton	
	계획	T.T.P 16.0ton	

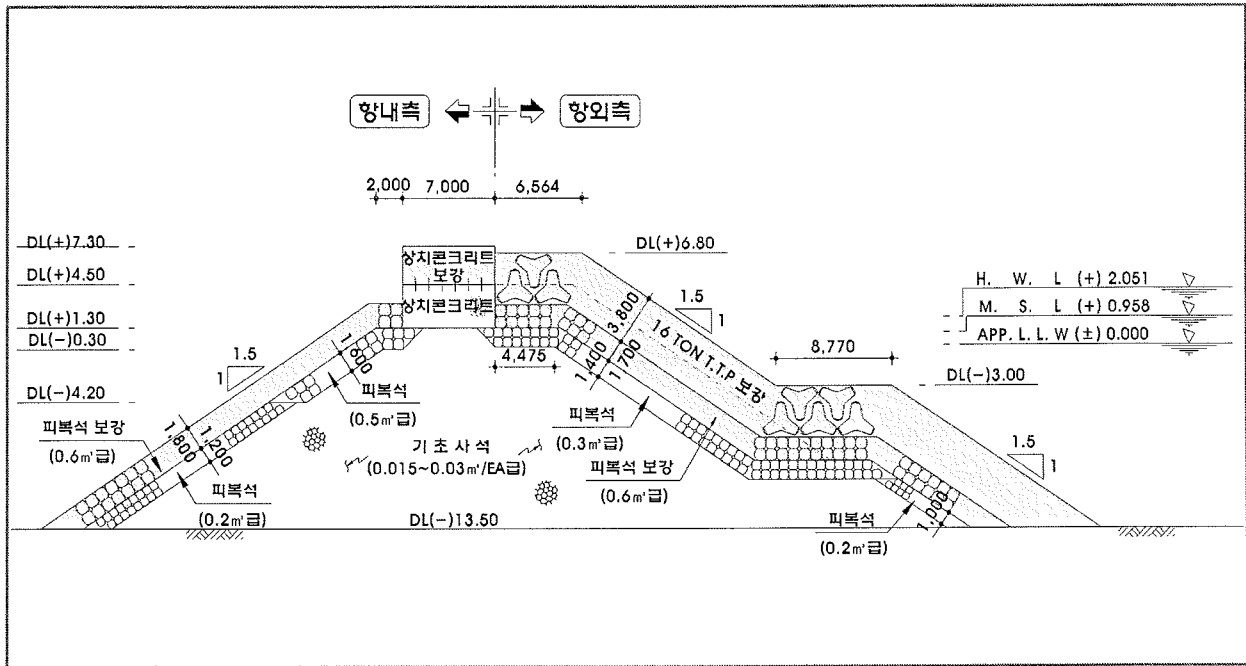
[표 4.11.19] 서방파제 보수·보강 방안

단 면		보수·보강 방안
1구간	보강1안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)7.30m) 확보 • 기존 10.0 TON T.T.P를 제거하고 피복석 0.6m³, 16.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 • 향내측 피복석 0.6m³급을 보강하여 안정성을 확보
	보강2안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)7.30m) 확보하고, 파라펫 0.7m를 설치하여 안정성을 확보 • 기존 단면에 16.0 TON T.T.P를 보강하여 안정성을 확보 • 향내측 피복석 0.6m³급을 보강하여 안정성을 확보

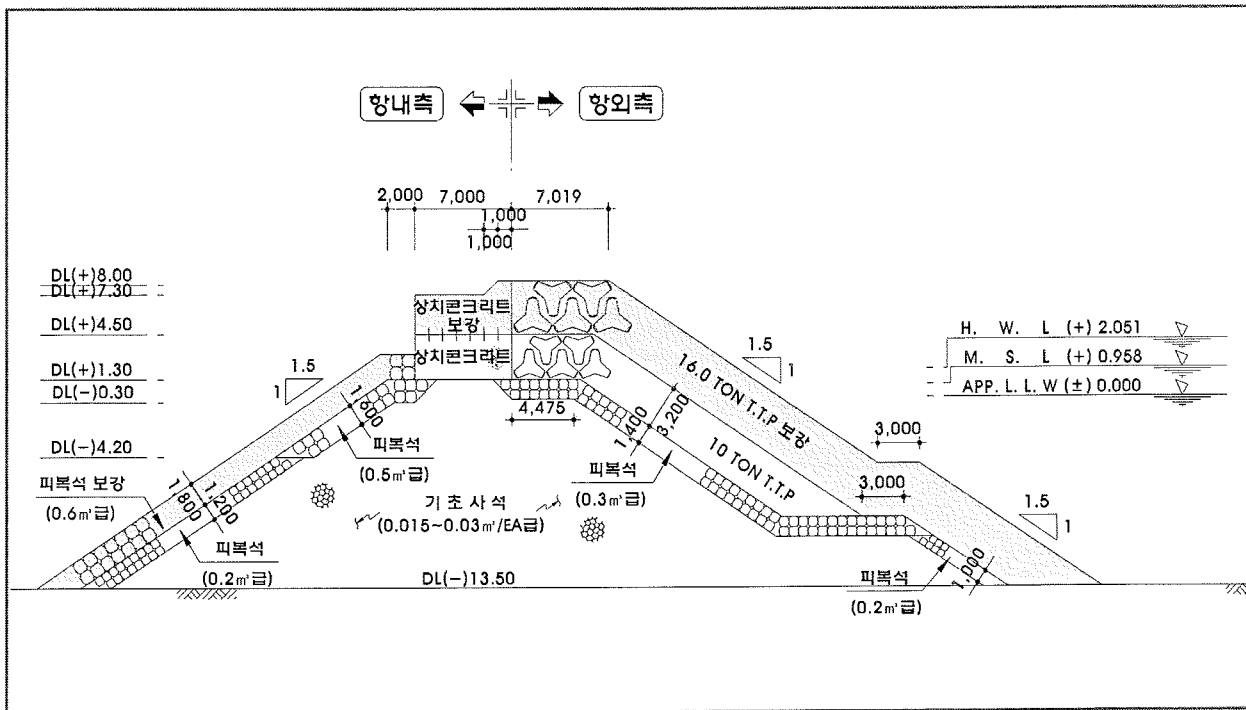
[표 4.11.20] 보수·보강 단면 비교

구분		보강1안	보강2안
1 구간	단면형상		
	개략공사비	36백만원/m	45백만원/m
	장단점	<ul style="list-style-type: none"> • 안전성 확보를 위한 단면 최적화 • 기존 피복재 제거에 따른 유용계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존단면 활용에 의한 단면 확대 • 경제성 불리
	채택건의	◎	

<그림 4.11.12> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강1안)



<그림 4.11.13> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강2안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 지세포항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 162억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고
서 방 파 제	450		16,200	·상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강
1구간	450	36	16,200	
부 대 비	-		50	·등대 이설
합 계			16,250	

4.12 능양항

4.12.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 통영시는 한반도와 경상남도의 남단중심부에 위치하고 있으며 동쪽은 거제시, 남쪽은 공해와 접하고 서쪽은 남해군, 북쪽은 고성군에 접하며 위치는 북위 34° 32'에서 34° 58'이며 동경 128° 08'에서 128° 44'이다.
- 능양항이 위치한 통영시 사랑면의 사랑도는 상도와 하도, 수우도 등 3개의 유인도와 6개의 무인도로 이루어져 있으며, 동쪽으로는 바다 건너 산양면, 남쪽에는 육지면, 서쪽에는 남해군, 북쪽에는 고성군이 자리하고 있다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.12.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원	
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.8	현상 일수	맑 음	118.1
		풍 향		S		흐 립	99.3
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	46.6		안 개	18.7
		풍 향		SE		강 수	37.0
	평균풍속	m/sec	2.5	강 설		4.5	
기 온	연 평 균	℃	14.6	결 빙	76.4		
	최 고		36.9	뇌 전	12.8		
	최 저		-10.7	폭 풍	24.4		
강수량	연 평 균	mm	1,463.8	기 온	0.1		
	일 최 다		231.5				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.6℃이며, 월평균기온은 1월이 3.2℃, 8월이 25.8℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 36.9℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.7℃(2001년 1월)로 나타났다.

[표 4.12.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

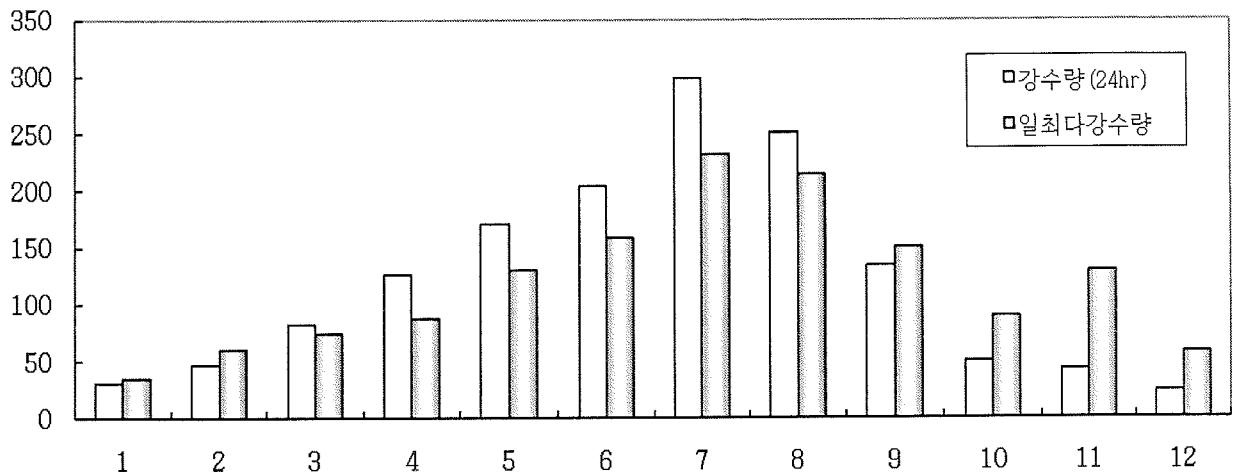
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	3.2	4.9	8.7	13.5	17.4	20.8	24.3	25.8	22.5	17.5	11.4	5.7	14.6
최 고	18.4	19.0	21.6	26.1	30.7	30.8	36.9	36.2	33.0	29.3	24.8	19.6	36.9
최 저	-10.7	-9.8	-4.3	-0.4	6.1	11.4	16.3	18.1	12.3	2.7	-2.5	-8.4	-10.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 63%가 5월~8월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,555.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 792.5mm이며, 연평균 강수량은 1,463.8mm로 나타났다.

<그림 4.12.1> 강수량(mm)



[표 4.12.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

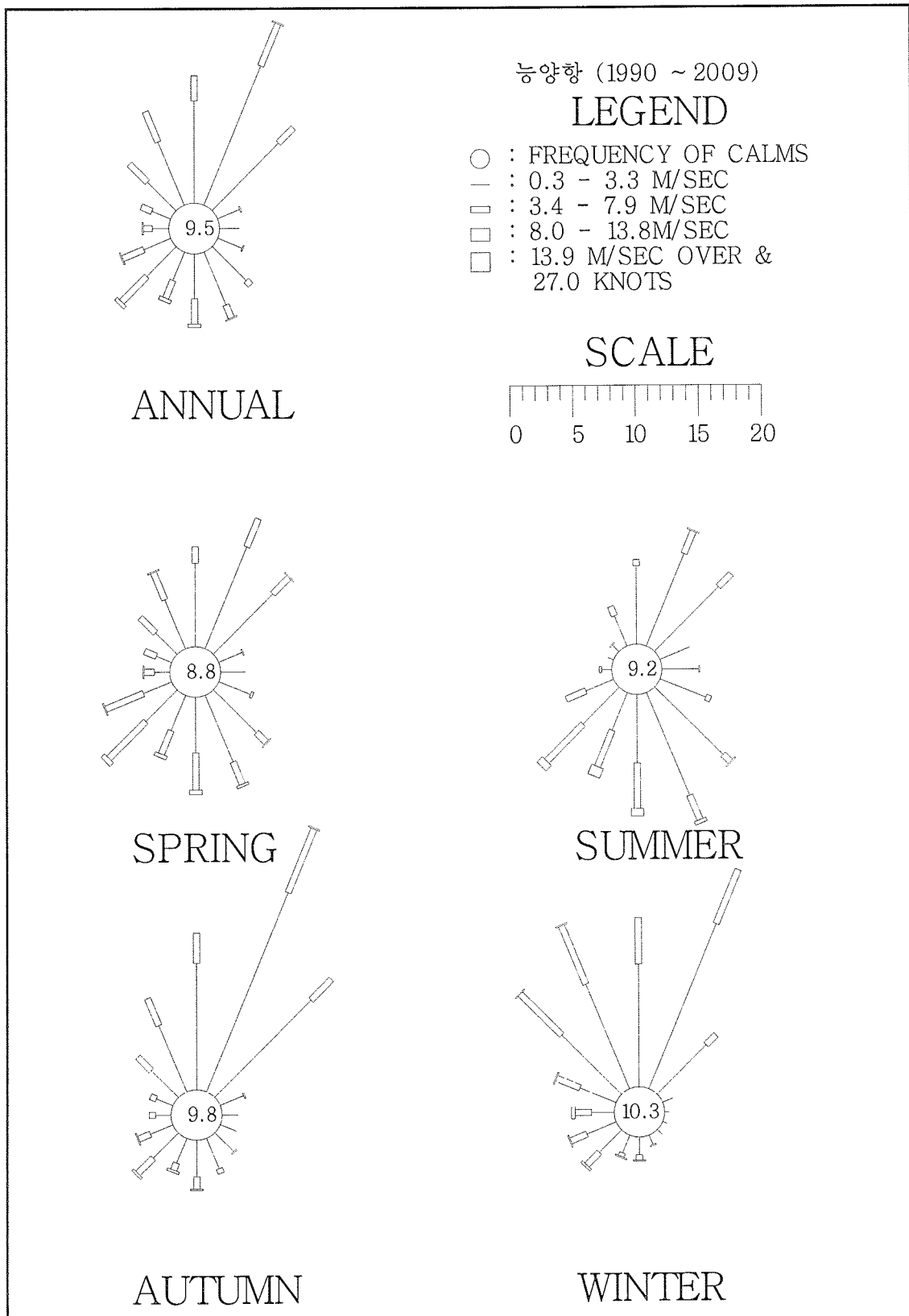
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	30.9	47.4	82.2	126.0	170.7	204.4	299.2	251.5	134.0	50.1	43.2	24.2	1,463.8
일최다	34.6	60.5	74.5	88.2	130.5	158.9	231.5	214.6	150.9	90.0	128.9	58.7	231.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.5m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 31.8m/sec로 나타난다.

<그림 4.12.2> 바람장미도



[표 4.12.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평균	2.7	2.7	2.8	2.7	2.5	2.3	2.7	2.5	2.4	2.3	2.4	2.5	2.5
최대	15.0	17.3	18.1	22.0	20.0	18.8	24.3	21.7	31.8	22.3	16.7	17.5	31.8
	SW	SW	S	SW	SSE	SSW	SE	SSE	S	SSE	SSW	W	S
순간최대	24.2	32.2	30.8	36.0	32.0	33.4	46.6	29.3	43.8	39.0	23.2	23.7	46.6
	S	SW	SSE	SW	SSW	S	SE	SE	SSW	SSE	NE	W	SE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 118.1일로 약 32.3% 이고 흐린 날씨는 99.3일로 나타난다.
- 안개발생일수는 18.7일, 강수일수는 37.0일, 폭풍일수는 24.4일로 나타난다.

[표 4.12.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑음	15.1	12.6	10.5	9.3	8.1	3.9	3.3	5.2	6.8	12.2	14.3	16.8	118.1
흐림	4.9	4.7	7.6	8.0	9.7	13.3	16.5	11.4	10.5	5.1	4.7	2.9	99.3
안개	0.2	0.3	0.6	1.6	2.2	4.3	7.1	1.0	0.7	0.4	0.2	0.1	18.7
강수	1.2	1.6	2.9	3.5	4.2	4.9	6.6	5.6	3.0	1.3	1.3	0.9	37.0
강설	1.7	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	4.5
결빙	24.9	19.0	6.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	20.9	76.4
뇌전	0.1	0.1	0.4	0.8	1.1	1.3	3.4	3.1	1.1	0.7	0.6	0.1	12.8
폭풍	0.9	2.3	2.2	3.4	1.9	2.4	3.9	2.5	1.7	0.6	1.3	1.3	24.4

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.12.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 통영시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 263일, 육상작업 가능일수는 257일로서 년가동율이 72%와 70% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.12.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	50.94	56.79	107.73	257.27
해 상	44.10	58.03	102.13	262.87

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

가) 조위

- 능양항의 조위는 약최고만조위(Approx. H.H.W)가 DL(+)3.055m, 대조평균만조위 (H.W.O.S.T)가 DL(+)2.792m, 평균해면(M.S.L)이 DL(+)4.527m이며, 대조차 2.530m, 평균조차 1.740m, 소조차 0.950m로 나타난다.

[표 4.12.8] 능양항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 325.0	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 305.5	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 279.2	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 239.7	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 200.2	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 152.7	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 105.2	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 65.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 26.2	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(사랑해협 및 능양항)

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

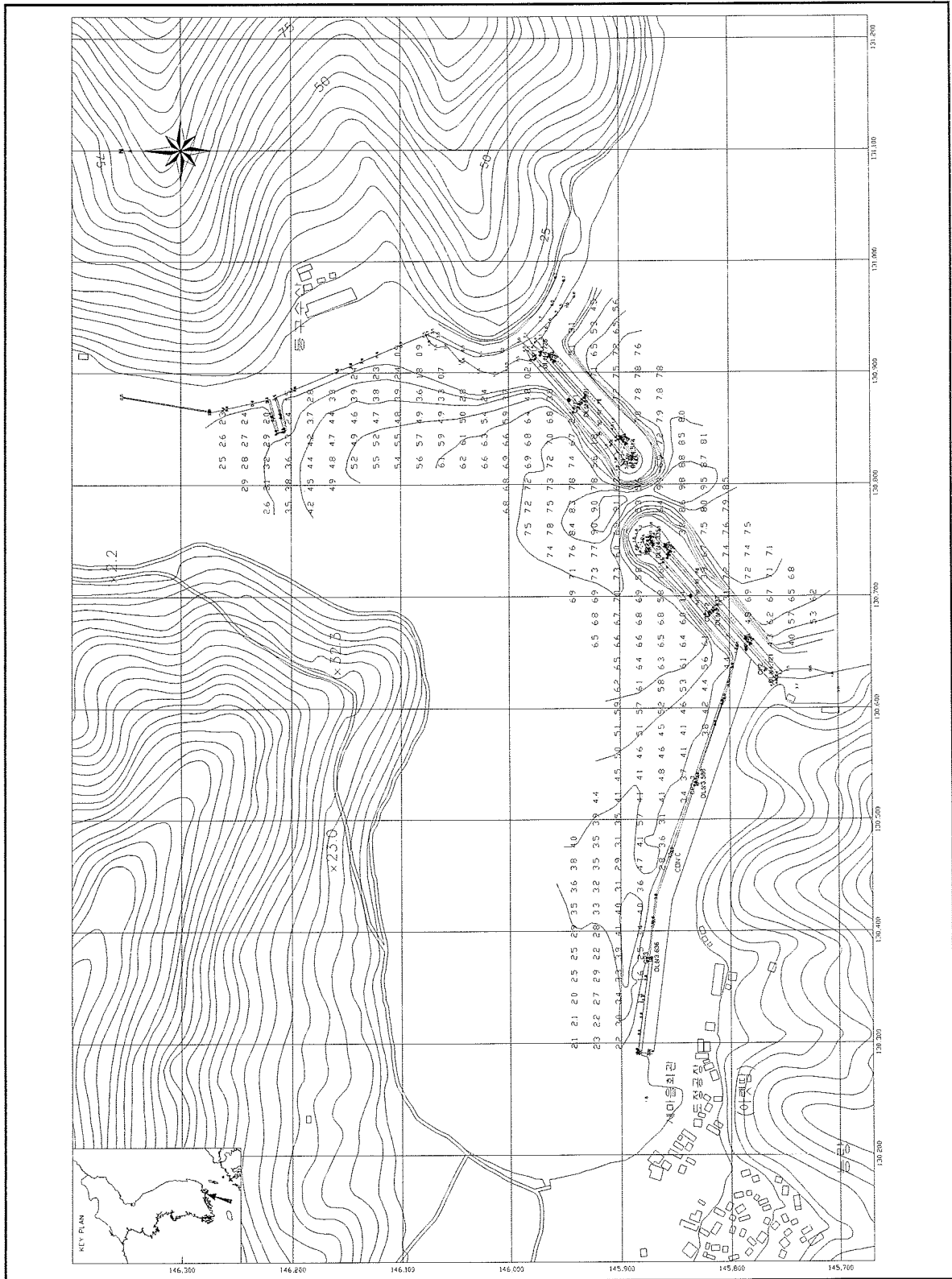
가) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2008.12)”에 수록된 능양항 정밀점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

가) 측량결과

- 능양항의 항내 수심은 D.L(-)2.0m에서 (-)5.0m정도의 수심분포를 나타나며 항 입구에서는 D.L(-)5.0m~(-)9.0m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.12.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검보고서(2008.12, 한국어촌어항협회)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

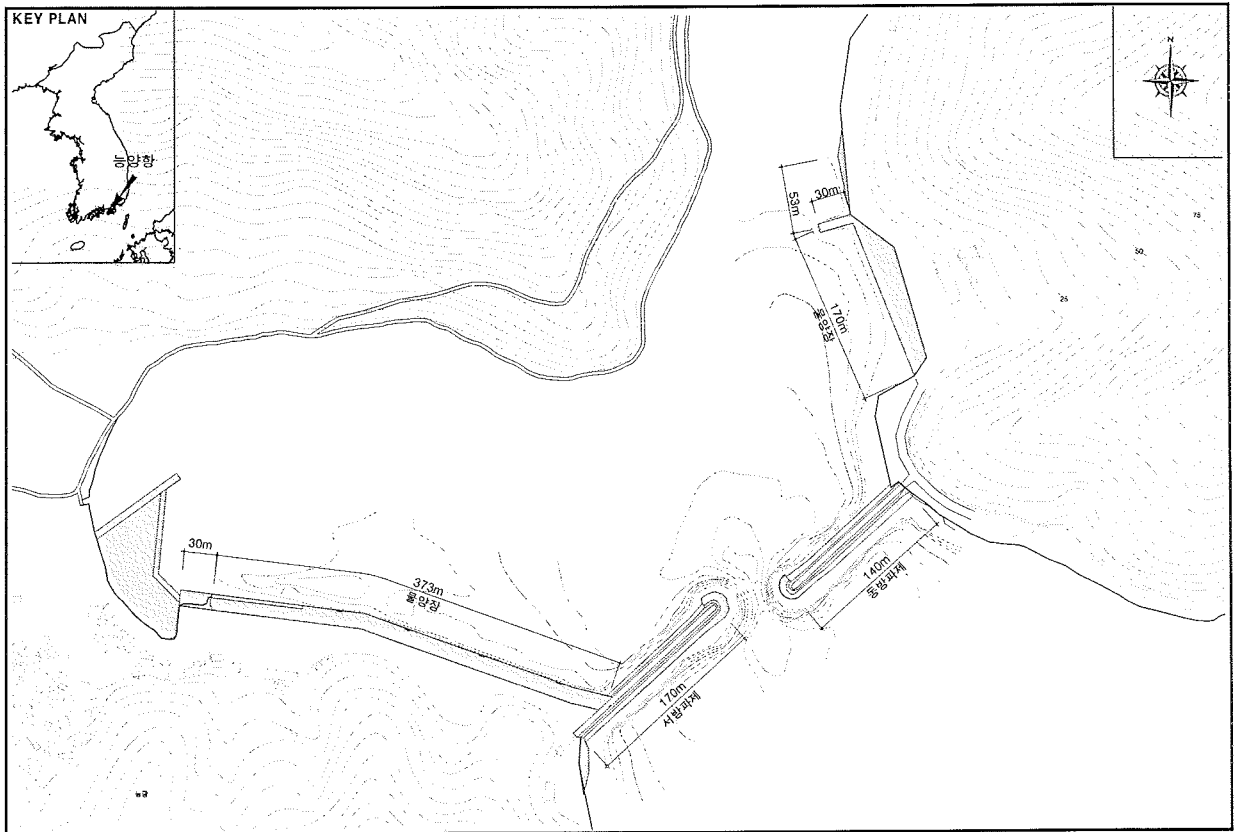
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제3종 어항 지정	
1981년	기본시설계획 수립	
1989년	기본시설 완공	
1990년	접안시설 소요연장 조사용역 실시	

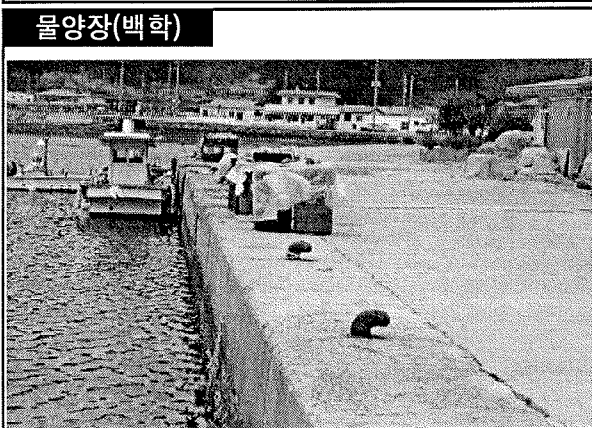
나) 기존시설현황

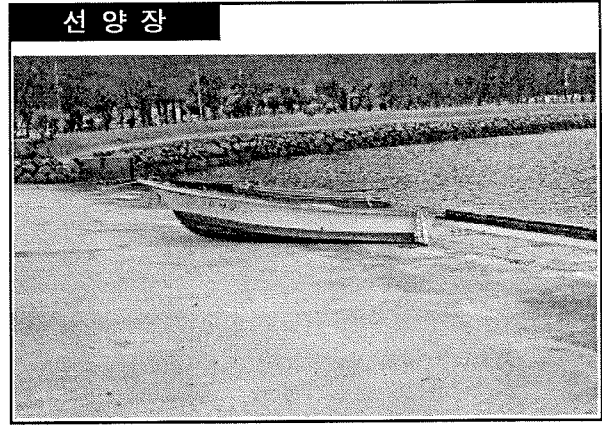
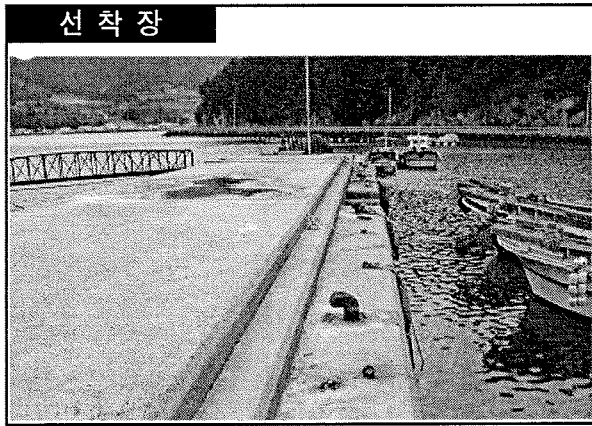
시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	서방파제	사석경사식	170m	
	동방파제	사석경사식	140m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	596m	
	선착장	콘크리트블럭식	30m	
	선양장	콘크리트블럭식	30m	
기타 시설	가호안	사석식	238m	

<그림 4.12.4> 능양항 현황도



<그림 4.12.5> 기존 시설현황





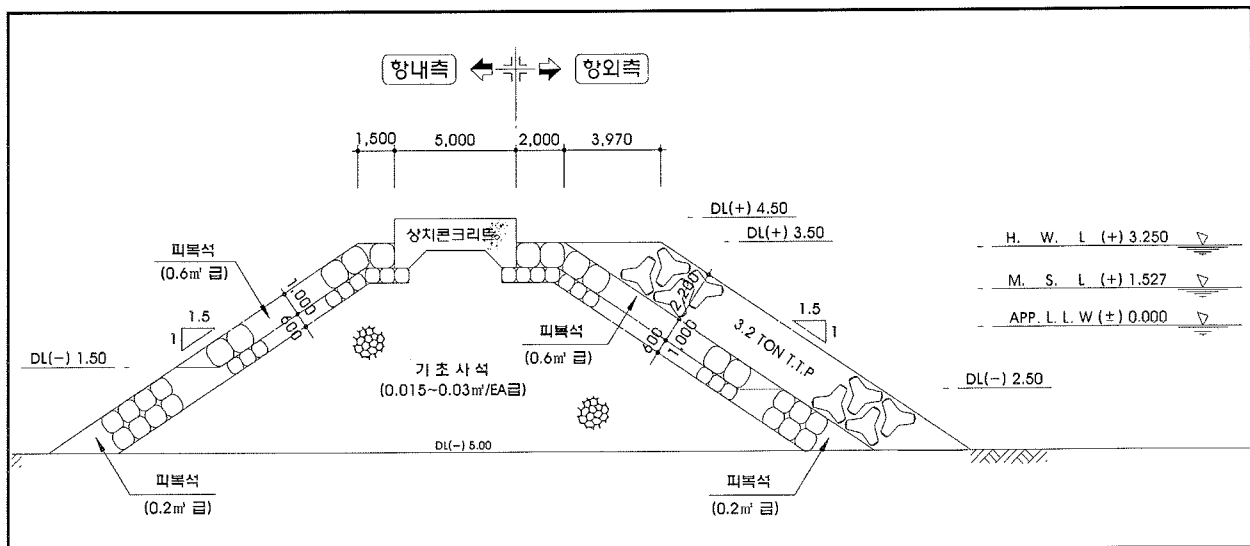
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 능양항 서방파제는 중량 3.2tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 170m이며, 동방파제는 중량 3.2tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 140m이며 상세 시설제원은 [표 4.12.9]과 같다.

[표 4.12.9] 외곽시설 시설제원

구 분	서방파제	동방파제	비 고
연 장	170m	140m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	1986년	1987년	
전면수심	DL.(-)5.0m	DL.(-)8.0m	
마루높이	DL.(+)4.5m	DL.(+)4.5m	
피복재	3.2tonf	3.2tonf	

<그림 4.12.6> 서방파제 표준단면도



4.12.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 체체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

α) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 325.0	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 305.5	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 279.2	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 239.7	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 200.2	
평 균 해 면 (M.S.L)	DL(+) 152.7	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 105.2	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 65.7	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 26.2	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(사량해협 및 능양항)

b) 설계기준

- 안전성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.12.10] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최 고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방과재 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	처오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분	파고	주기	파향	재현빈도
서방파재	2.3	13.80	SE	
동방파재	2.5	13.80	S65°E	

나) 기존단면 안전성 평가

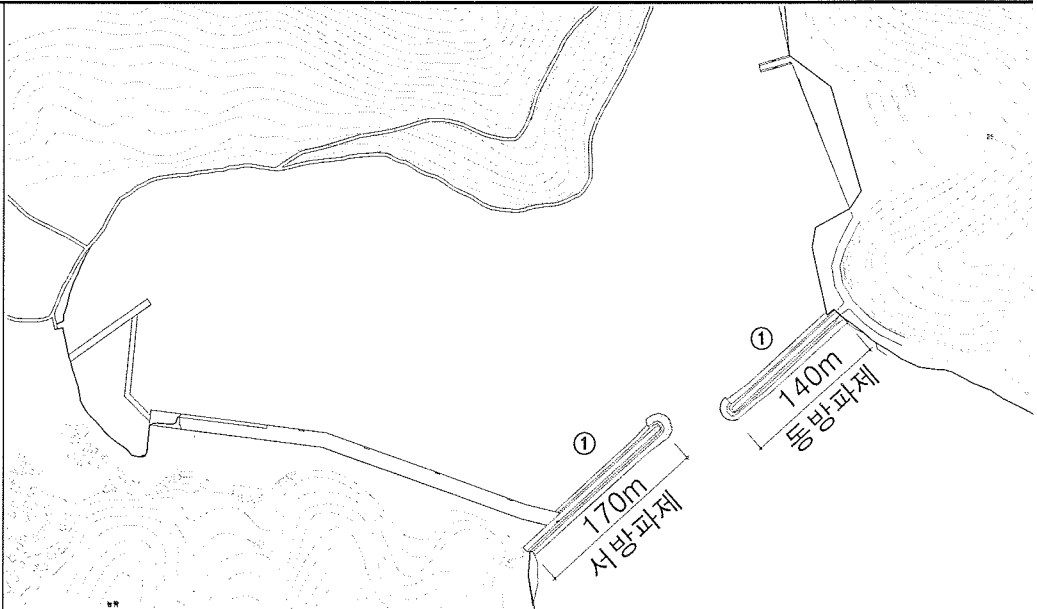
a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 서방파제와 동방파제로 시설현황은 [표 4.12.11]과 같다.

[표 4.12.11] 방파제 시설현황

구 분	서방파제	동방파제
연 장	170m	140m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1986년	1987년
전면수심	DL.(-)5.0m	DL.(-)8.0m
마루높이	DL.(+)4.5m	DL.(+)4.5m
피 복 재	3.2tonf	3.2tonf
검토구간	1개 구간	1개 구간

방 파 제
시설현황도



b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 305.5m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 325.0m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법			
서방파제	DL.(+)5.60	DL.(+)4.70	DL.(+)7.70	DL.(+)5.20	DL.(+)5.60	DL.(+)4.50	N.G
동방파제	DL.(+)5.80	DL.(+)4.90	DL.(+)8.40	DL.(+)5.70	DL.(+)5.80	DL.(+)4.50	N.G

d) 피복재 소요질량 검토

■ 산정방법

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용 가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분	쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
서방파제	3.53 ~ 5.11	8.25	비쇄파대
동방파제	4.02 ~ 5.80	11.25	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
서방파제	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	3.2 TON T.T.P	O.K
동방파제	2.0 TON T.T.P	2.0 TON T.T.P	3.2 TON T.T.P	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
서방파제	0.13 ~ 0.19	0.1	0.6	O.K
동방파제	0.13 ~ 0.19	0.1	0.6	O.K

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분	상시				지진시			
	활 동		전 도		활 동		전 도	
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파재	0.92 < 1.20	N.G	2.03 > 1.20	O.K	0.77 < 1.00	N.G	1.68 > 1.10	O.K
동방파재	0.60 < 1.20	N.G	1.35 > 1.20	O.K	0.49 < 1.00	N.G	1.11 > 1.10	O.K

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분	상시		지진시	
	안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파재	1.40 > 1.20	O.K	1.14 > 1.00	O.K
동방파재	1.46 > 1.20	O.K	1.19 > 1.00	O.K

4) 평가 및 결론

- 금회 신규설계파에 의한 안전성검토 결과를 요약정리하면 [표 4.12.12]와 같다.

[표 4.12.12] 안전성 검토 결과

구 분		서방파제	동방파제	
구 조 물 설 계 파	파고(m)	2.30	2.50	
	주기(s)	13.80	13.80	
	파 향	SE	S65°E	
마 루 높 이 (DL.(+),m)	현 황	4.50	4.50	
	금 회 (판 정)	5.60 (NG)	5.80 (NG)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 3.2	T.T.P 3.2	
	금 회 (판 정)	T.T.P 2.0 (OK)	T.T.P 2.0 (OK)	
상부 공및 제체 안정	상 시	활 동 (판 정)	0.92 (NG)	0.60 (NG)
		전 도 (판 정)	2.03 (OK)	1.35 (OK)
		직선활동 (판 정)	1.40 (OK)	1.46 (OK)
	지 진 시	활 동 (판 정)	0.77 (NG)	0.49 (NG)
		전 도 (판 정)	1.68 (OK)	1.11 (OK)
		직선활동 (판 정)	1.14 (OK)	1.19 (OK)

- 능양항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었으나, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 마루높이 및 상부공의 안전성이 확보되지 않으므로 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 그러므로, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 현재 시공이 완료된 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 제체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.12.13] 기존단면 안전성 검토결과

구 분	안전성 검토결과	보강여부
서방파제	×	필요
동방파제	×	필요

4.12.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 능양항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 서방파제 1개, 동방파제 1개로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.12.14] 보수·보강 대상시설

외곽시설	시설연장	대상시설
서방파제	170m	○
동방파제	140m	○

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치중고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치중고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사제의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 동방파제 및 서방파제

- 개정 심해파를 고려한 서방파제 및 동방파제의 검토결과, 마루높이는 전 구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어 소요 마루높이 확보를 위해 상치를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 서방파제 및 동방파제 전구간에서 안정성이 확보되는 것으로 검토되었다.
- 또한, 상부공은 활동에 대한 안정성이 미확보된 서방파제 및 동방파제에 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보토록 하였다.

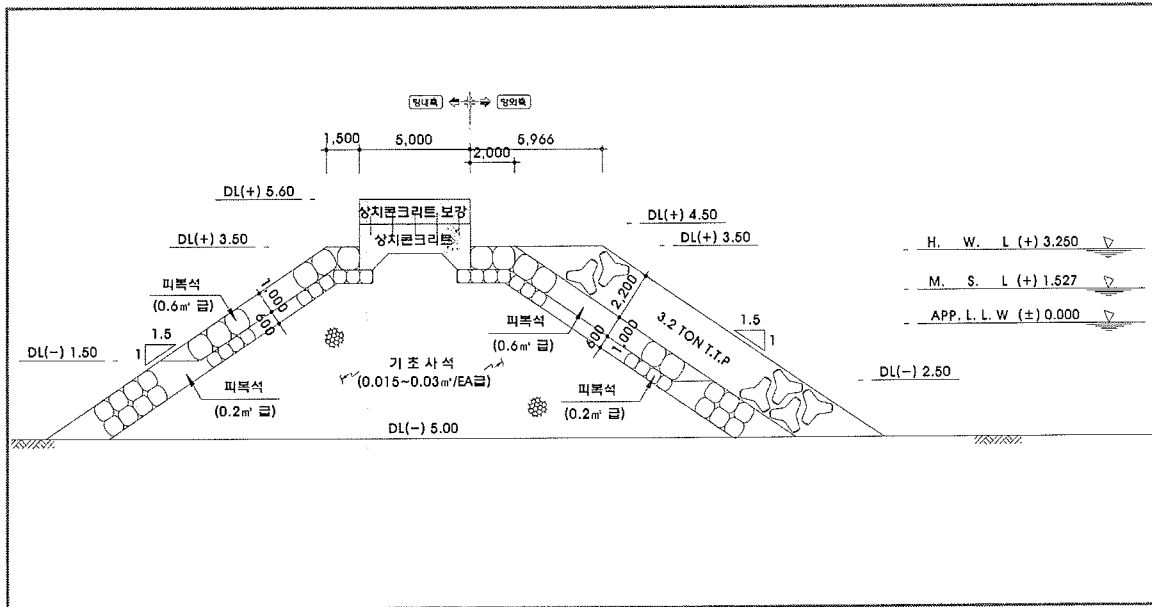
[표 4.12.15] 방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		서방파제	동방파제	비 고
시설연장		170m	140m	
마루 높이	현황	DL(+)4.5m	DL(+)4.5m	
	계획	DL(+)5.6m	DL(+)5.8m	
외 측 피복재	현황	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	
	계획	-	-	

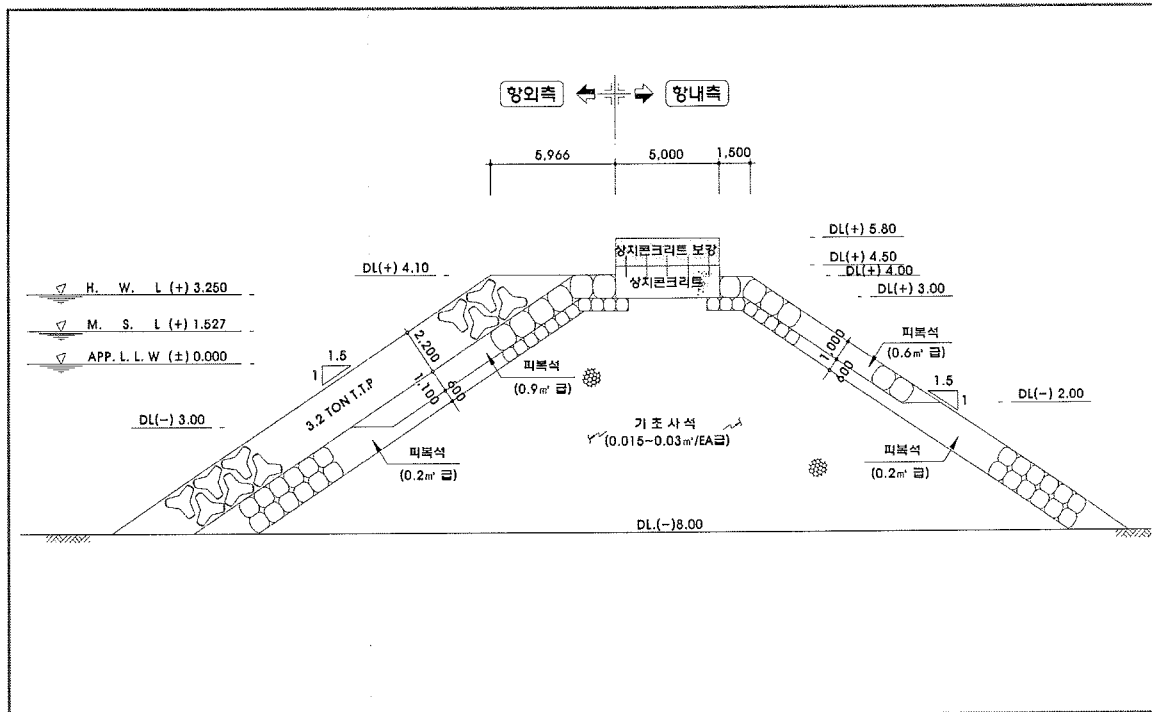
[표 4.12.16] 방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안
서방파제	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)5.60m) 확보
동방파제	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+)5.80m) 확보

<그림 4.12.8> 보수·보강 표준단면도(서방파제, 보강안)



<그림 4.12.9> 보수·보강 표준단면도(동방파제, 보강안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
 - 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
 - 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
 - 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
 - 사 석 : 견적기준 적용
 - 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 능양항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 7.2억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단 가	공사비	비 고
서방파제	170	-	340	
1구간	170	2	340	·상치 보강
동방파제	140	-	280	
1구간	140	2	280	·상치 보강
부 대 비	-	-	100	·등대 이설(2기)
합 계			720	

4.13 김녕항

4.13.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 김녕항은 제주도의 북단에 위치한 제주항으로부터 동측으로 육상 22km, 해상 25km 거리에 위치하며 서측에 위치한 성산포항과 육상 26km, 해상 25km 거리에 위치하고 있다.
- 남측으로부터의 계절풍 및 태풍을 한라산이 본 항을 보호해 주고 있으나 북측방향은 제주해협으로 항입구부가 노출되어 있어 특히 겨울철의 북서방향의 계절풍 영향을 크게 받고 있으므로 방파제의 시설이 시급히 요망되고 있다.
- 항내측은 저조시 대부분 드러나고 수역이 협소하여 소형선들만이 이용할 수 있으며 항외측은 수심이 약 3~4m, 항입구부는 5~7m로서 비교적 양호한 편이나 제주도의 다른 항과 마찬가지로 노출암이 항내에 넓게 분포함. 또한 이용하는 항과 마을이 멀리 떨어져 있어 어항 이용에 다소 불편을 준다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.13.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원	
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	39.5	현상 일수	맑 음	55.3
		풍 향		NW		흐 림	136.0
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	60.0		안 개	14.9
		풍 향		NW		강 수	38.3
	평균풍속		m/sec	3.5		강 설	14.9
기 온	연 평 균		℃	16.0		결 빙	12.4
	최 고			37.4		뇌 전	18.1
	최 저			-9.0		폭 풍	40.9
강수량	연 평 균		mm	1,491.0		기 온	0.0
	일 최 다			420.0			

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 16.0℃이며, 월평균기온은 1월이 6.1℃, 8월이 26.8℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 37.4℃(1998년 8월), 최저기온은 -9.0℃(1997년 1월)로 나타났다.

[표 4.13.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

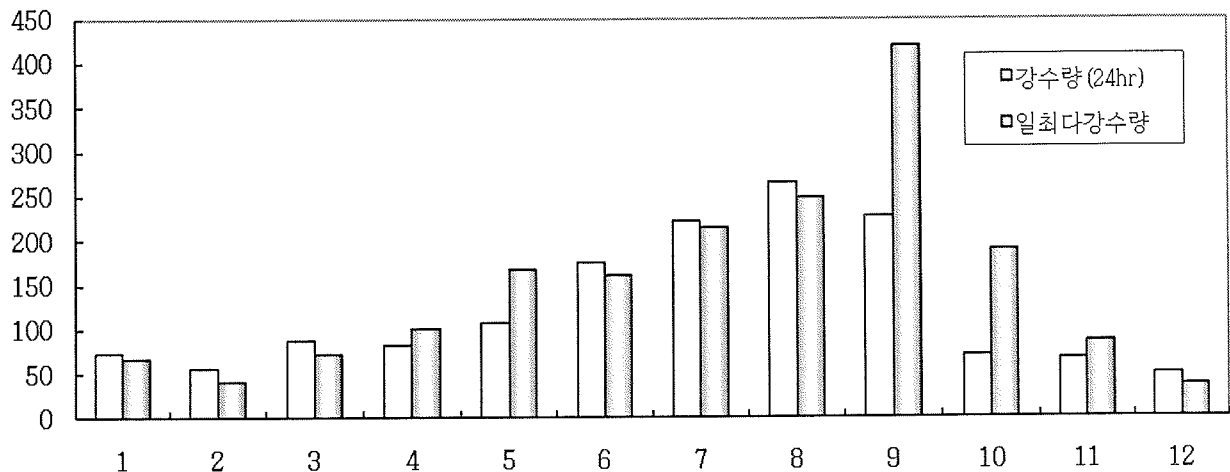
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	6.1	6.8	9.7	14.1	18.0	21.7	26.0	26.8	23.2	18.4	13.2	8.4	16.0
최 고	18.3	24.5	25.3	30.1	31.6	34.5	36.0	37.4	34.4	30.7	25.5	22.1	37.4
최 저	-9.0	-3.3	-0.1	2.8	8.6	13.7	17.2	18.2	13.7	6.9	1.7	-1.5	-9.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 60%가 6월~9월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,526.0mm, 연최소 강수량은 2005년의 872.5mm이며, 연평균 강수량은 1,491.0mm로 나타났다.

<그림 4.13.1> 강수량(mm)



[표 4.13.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

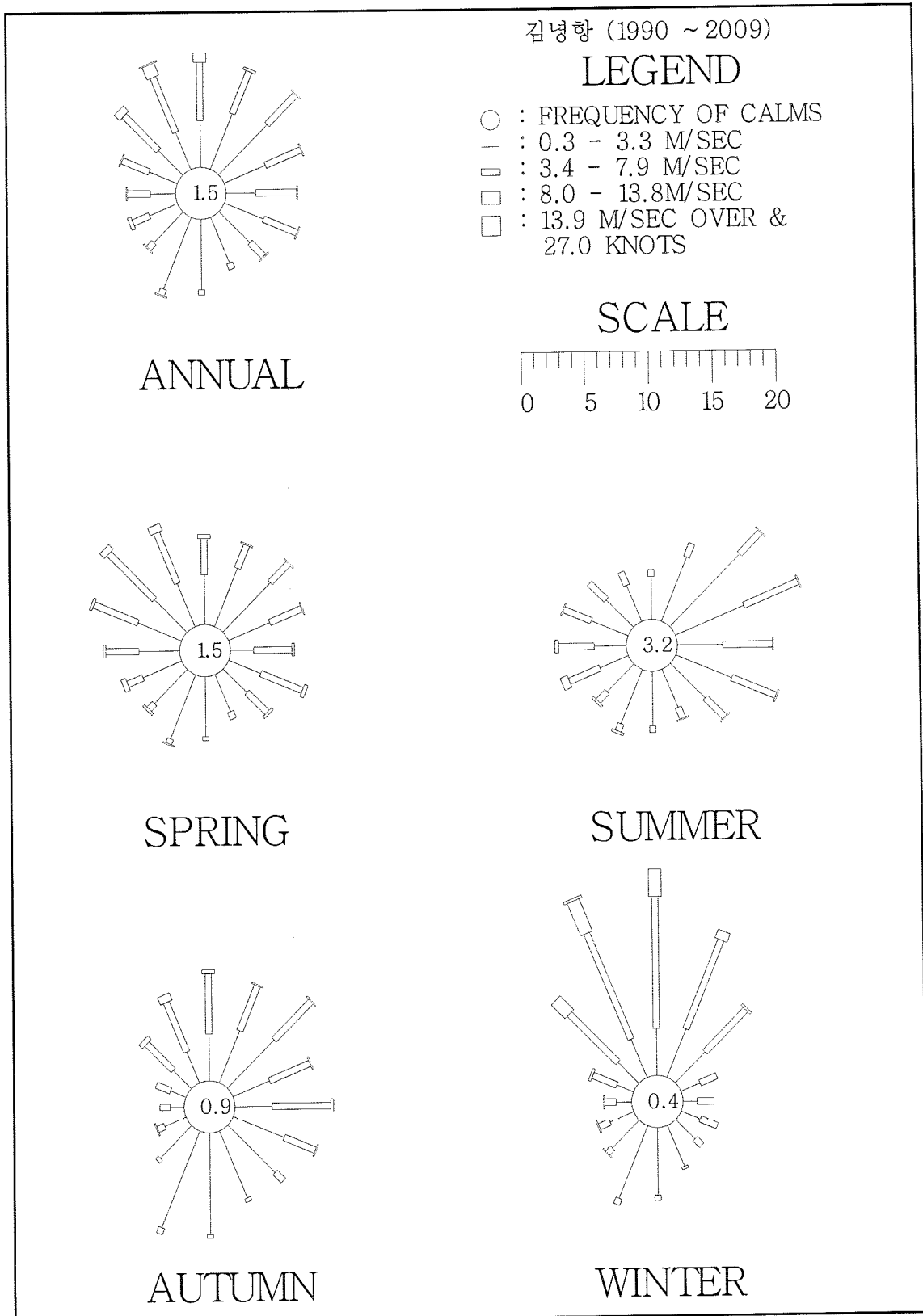
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	74.0	57.1	88.3	82.7	108.2	175.1	222.8	265.7	228.1	71.5	67.5	50.0	1,491.0
일최다	67.0	40.9	72.0	101.6	167.0	161.5	215.0	248.2	420.0	189.3	86.4	36.5	420.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 3.5m/sec, 최대 풍속은 NW방향에서 39.5m/sec로 나타난다.

<그림 4.13.2> 바람장미도



[표 4.13.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	4.3	4.0	5.2	3.3	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	3.1	3.5	4.0	3.5
최 대	16.3	17.0	19.5	17.5	18.0	16.7	19.6	22.3	39.5	16.0	16.7	20.0	39.5
	NW	NW	SW	SSW	SSW	SSE	NW	SSW	NW	NW	NNE	WNW	NW
순간최대	30.3	26.1	31.7	28.3	26.6	34.0	34.3	38.2	60.0	27.8	27.5	33.9	60.0
	NW	NW	SSW	SSW	ESE	SSW	NNW	SE	NW	SE	NW	NNW	NW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 55.3일로 약 15.2% 이고 흐린 날씨는 136.0일로 나타났다.
- 안개발생일수는 14.9일, 강수일수는 38.3일, 폭풍일수는 40.9일로 나타난다.

[표 4.13.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
	맑 음	1.6	2.9	5.7	7.3	6.9	3.0	4.4	3.0	4.6	6.8	5.7	3.4
흐 름	18.1	11.5	10.4	9.4	10.8	13.6	12.3	9.9	10.9	6.6	8.7	13.8	136.0
안 개	0.1	0.2	0.8	1.7	3.5	5.0	2.4	0.3	0.7	0.2	0.0	0.0	14.9
강 수	2.0	2.1	3.2	2.9	3.2	4.8	4.8	5.5	4.0	2.3	2.0	1.5	38.3
강 설	6.6	3.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.5	14.9
결 빙	5.2	4.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	12.4
뇌 전	0.3	0.5	0.9	1.0	1.2	2.2	3.1	5.2	1.3	0.7	1.0	0.7	18.1
폭 풍	6.2	5.4	4.8	4.1	2.2	2.3	2.8	1.8	1.4	1.2	2.9	5.8	40.9

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.13.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 제주시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 248일, 육상작업 가능일수는 244일로서 년가동율이 68%와 67% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.13.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	66.62	53.95	120.60	244.40
해 상	61.73	54.84	116.57	248.43

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

다) 해상조건

a) 조위

- 김녕항 조위는 약최고만조위(Approx. H.H.W)가 DL(+)2.698m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 DL(+)2.320m, 평균해면(M.S.L)이 DL(+)1.349m이며, 대조차 1.942m, 평균조차 1.374m, 소조차 0.804m로 나타난다.

[표 4.13.8] 김녕항의 조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 280.8	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 269.8	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 232.0	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 203.6	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 175.1	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 134.9	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 94.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 66.2	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 37.8	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 김녕항 기본조사 및 시설계획 보고서(1992.05, 수산청)

b) 조류

- 김녕항의 외해측의 조류속은 측정치는 없으나, 과거 수로국에서 조사정리한 조류현황에 의하면 제주해협을 지나는 창조 및 낙조시의 조류속은 약 1.3노트(Knot) 정도이다.

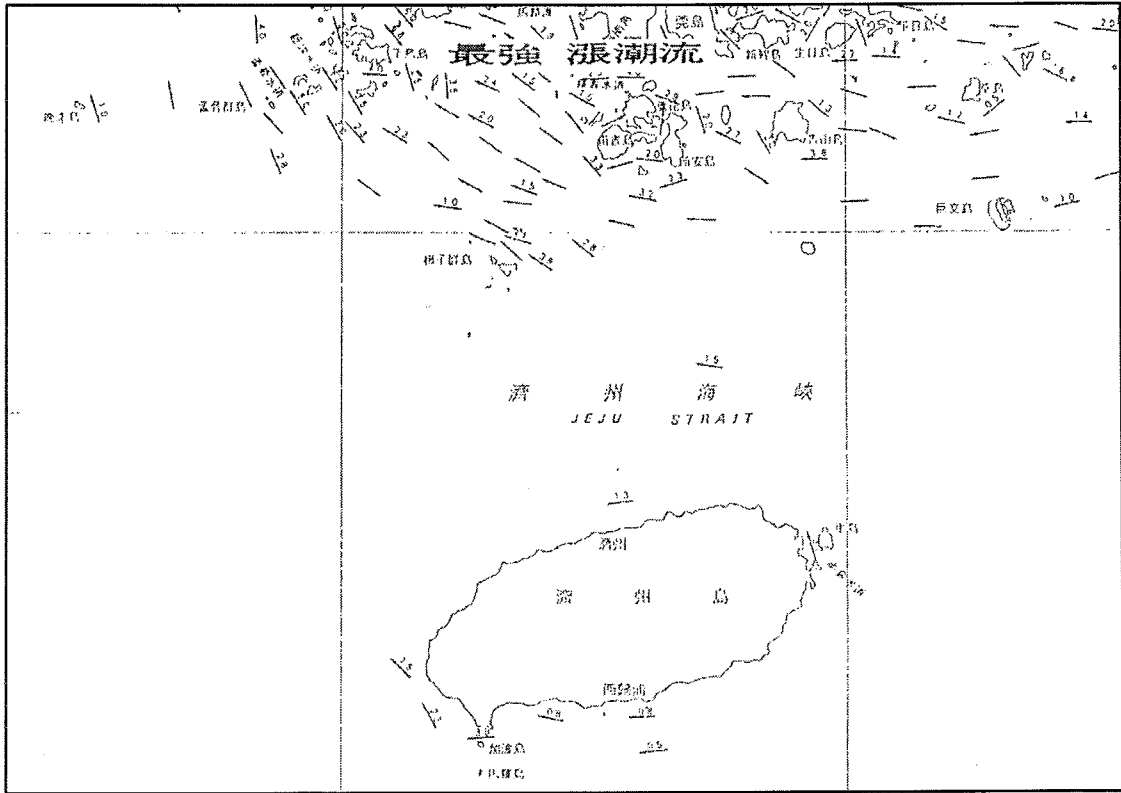
c) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

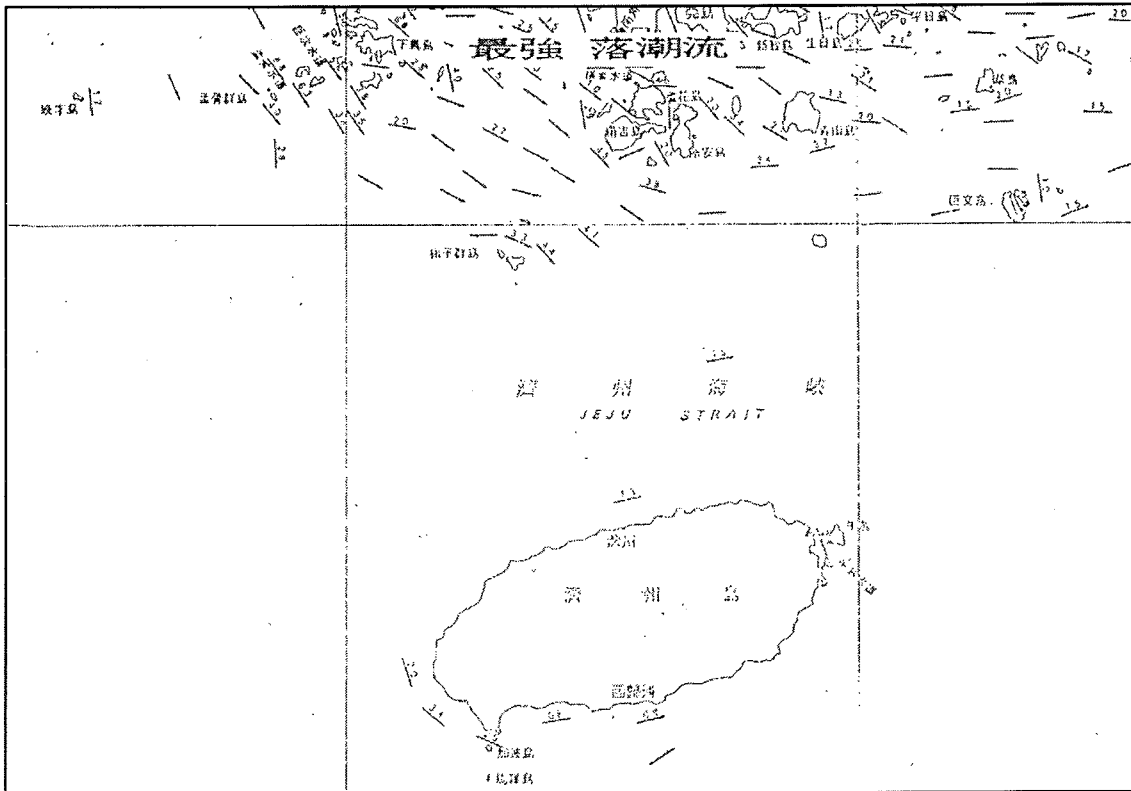
[표 4.13.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
김녕항 기본조사 및 시설계획 보고서 (1992.05)	NNW	7.0	11.0	
	NW	5.4	10.0	

<그림 4.13.3> 최강 창조류



<그림 4.13.4> 최강 낙조류



2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

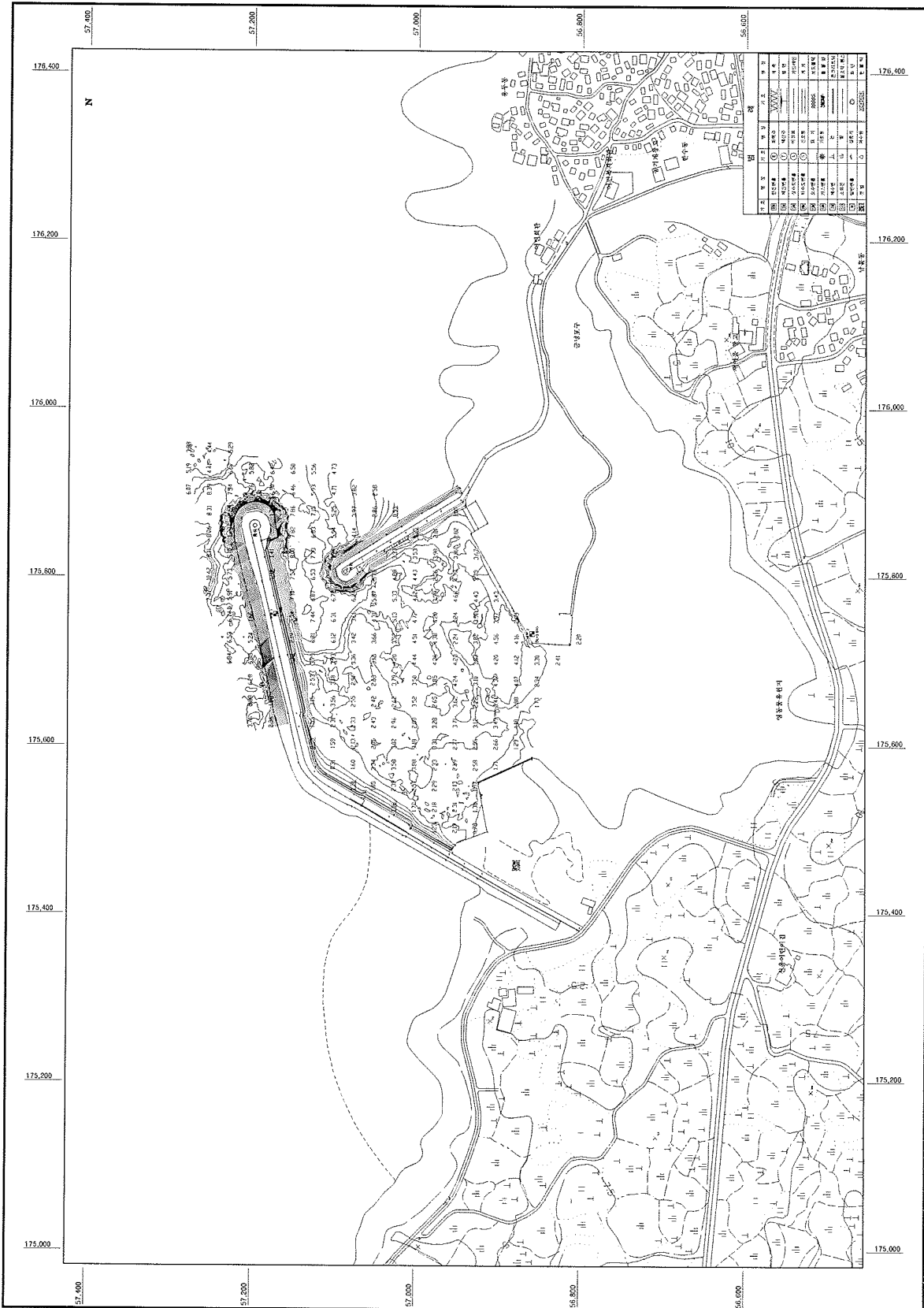
가) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2006.12)”에 수록된 김녕항 정밀점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

가) 측량결과

- 전체적인 수심 분포는 등수심선이 동서북으로 이어지며 항내의 수심은 D.L(-)2m 에서 (-)4m정도의 수심분포를 나타내며 항 입구에서는 D.L(-)6m~(-)8m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

<그림 4.13.5> 수심 및 지형측량도



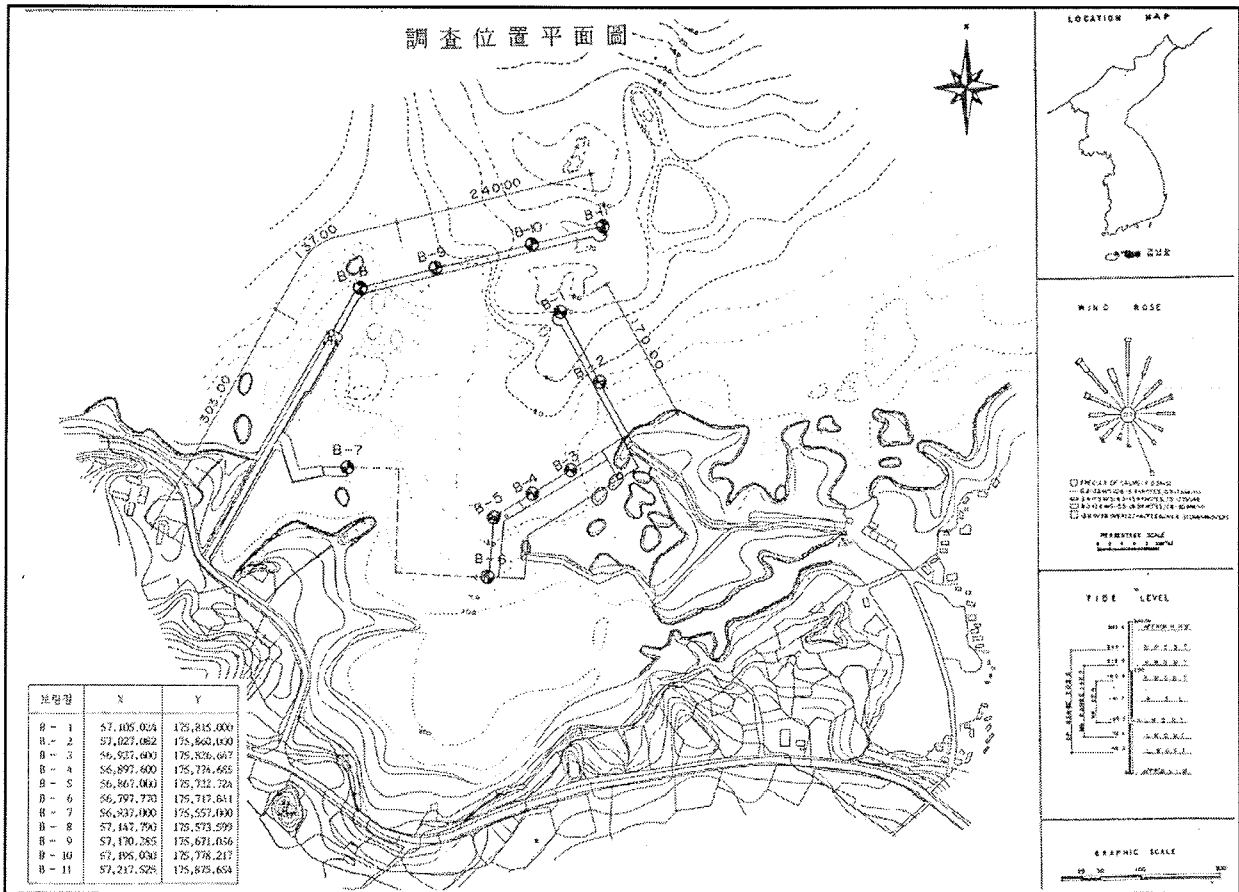
※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2006.12, 한국어촌어항협회)

나) 지반조사

a) 개요

- 지형측량 자료는 기존에 수행된 “김녕항 기본조사 및 시설계획(1992. 05)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



공 변	표 고 DL.(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
B-1	6.7	57,105.024	175,815.000	
B-2	3.6	57,027.082	175,860.000	
B-3	3.6	56,927.600	175,826.647	
B-4	4.2	56,897.600	175,774.685	
B-5	3.7	56,867.000	175,722.724	
B-6	1.9	56,797.770	175,717.841	
B-7	0.8	56,937.000	175,557.000	
B-8	1.8	57,147.790	175,573.599	
B-9	4.1	57,170.2585	175,671.036	
B-10	7.4	57,195.030	175,778.217	
B-11	7.7	57,217.525	175,875.654	

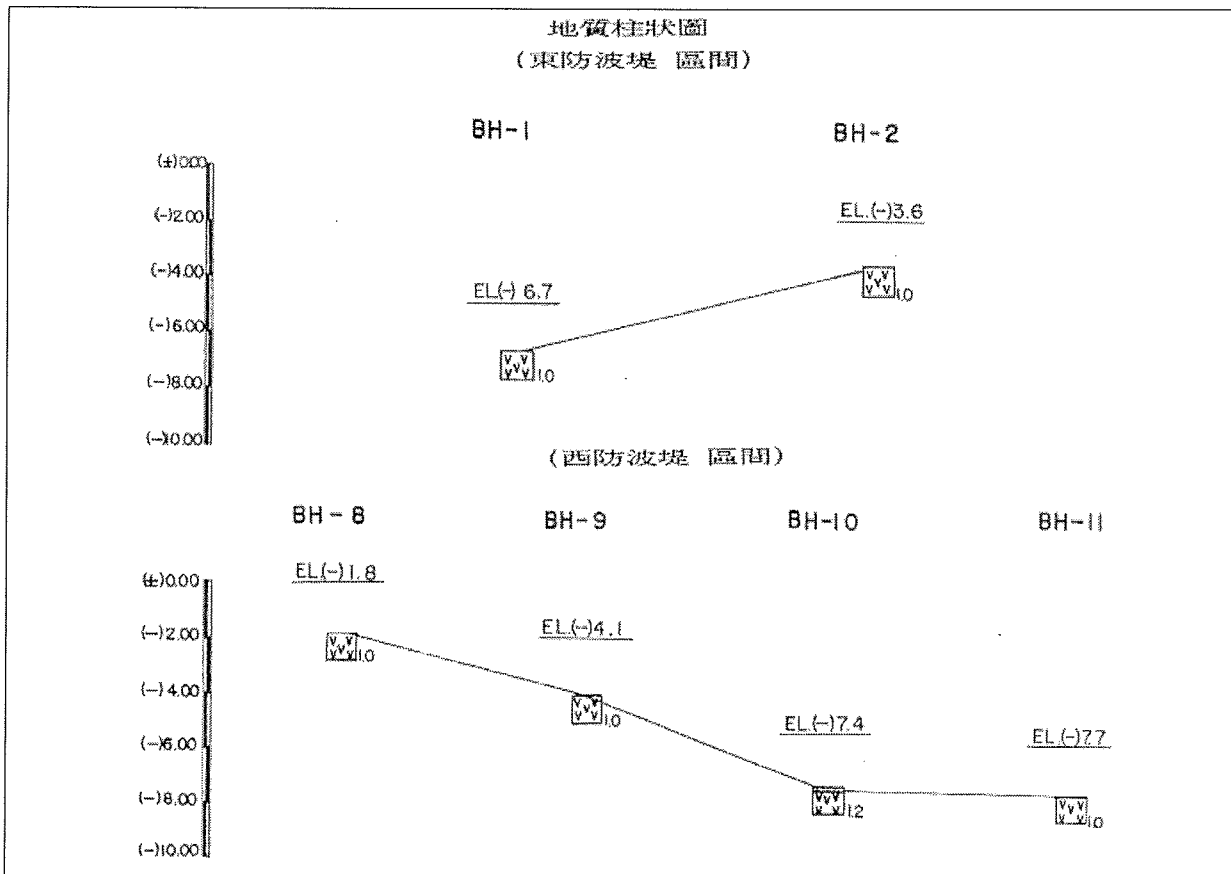
c) 지형 및 지질

- 본 조사지역은 행정구역상 제주도 제주시 구좌읍 서김녕리에 소재하고 있는 김녕항으로 제주시에서 직선거리 약 21km에 위치하고 있다.
- 조사지역의 지형은 한라산의 능선이 쇠잔하여 묘산오름(표고 116.3m), 입산봉(표고 82m)을 이루며 조사지역에 이르러 표고 10~20m의 구릉을 형성하고 있다.
- 조사지역의 수심은 1~7m 정도이며 겨울에는 북동풍, 여름에는 남서풍의 계절풍이 불고 있다.
- 지질은 제4기초의 제주도 화산활동시기를 통해 분출된 화산암류인 현무암이 조사지역에 분포하고 있다.

d) 시추조사 결과 요약

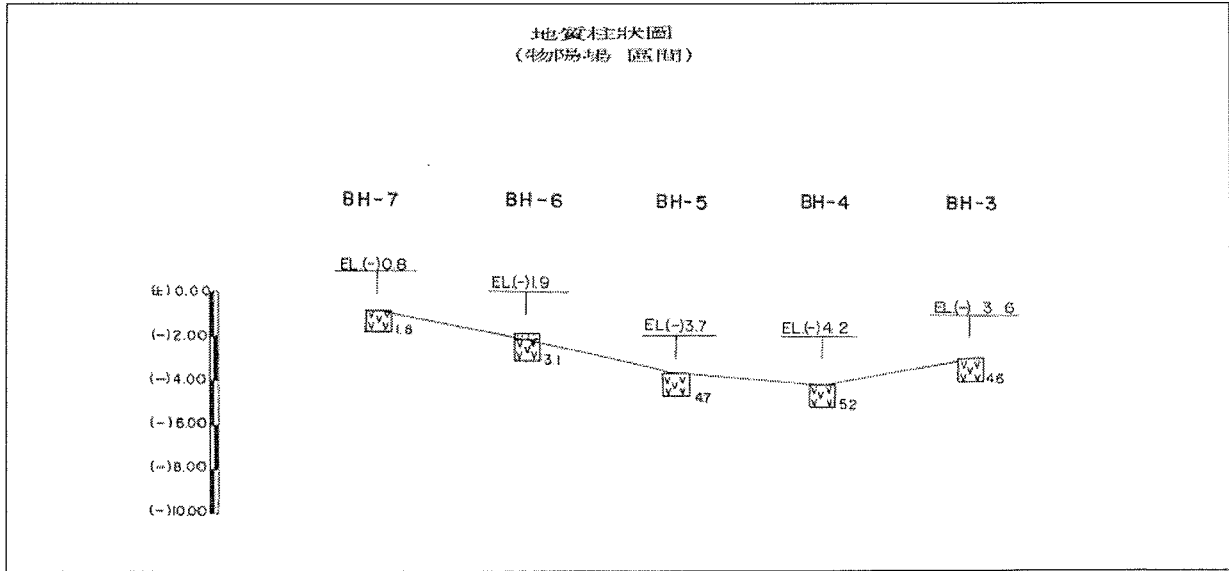
- 지층구성은 해성퇴적층, 기반암의 순으로 구성되어 있다. 해성퇴적층은 실트섞인 모래로 B-6, 10 조사공에 0.2~0.3m의 두께로 분포하고 있는 대부분의 지역에서는 기반암이 노출되어 있거나 두께 10cm 이하의 모래가 덮여 있다.
- 조사지역의 기반암인 현무암은 분화구로부터 분출한 용암류가 저지대로 사행, 관류하는 과정을 통해 가스의 이탈, 냉각고결시 유동 등으로 공동들이 발달된다.

<그림 4.13.6> 지질조사 주상도(방파제)



※ 자료 : 김녕항 기본조사 및 시설계획 보고서(1992.05, 수산청)

<그림 4.13.7> 지질조사 주상도(불양장)



※ 자료 : 김녕항 기본조사 및 시설계획 보고서(1992.05, 수산청)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

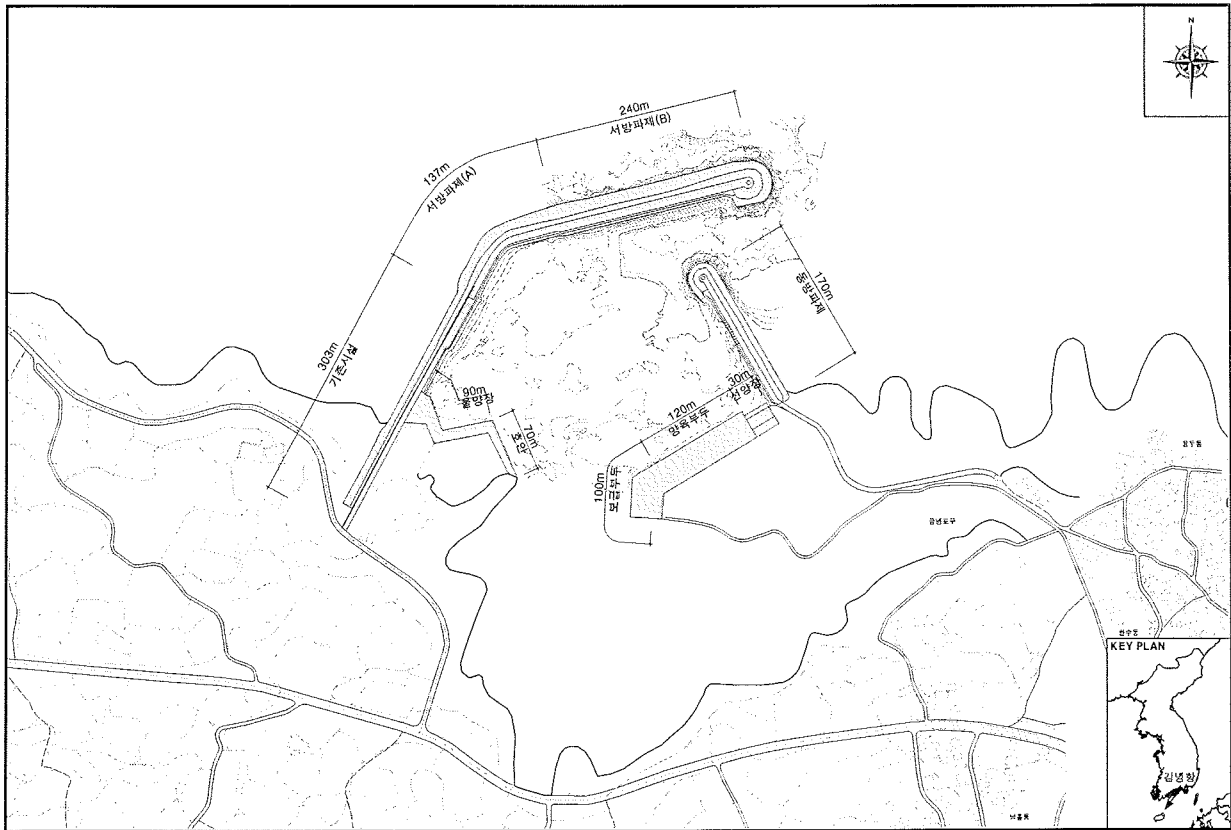
가) 연혁

년도	구분	비고
1972년	제2종 어항 지정	
1991년	제1종 어항 지정	
1992년	기본조사 및 건설계획 수립	
2001년	기본시설 완공	

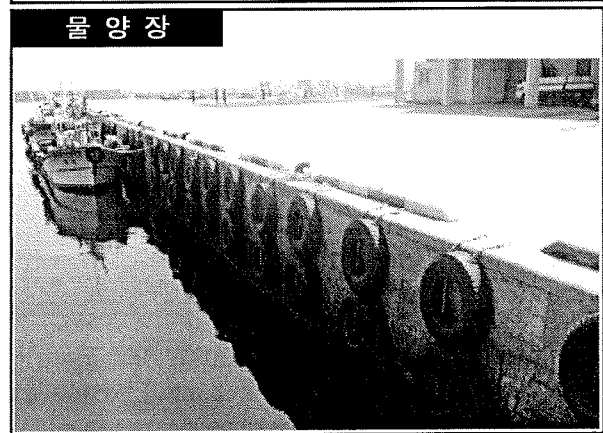
나) 기존시설현황

시설명	구조형식	시설연장	비고
외곽 시설	서방파제	사석경사식	680m
	동방파제	사석경사식	170m
	파제벽	중력식	130m
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	310m
	호안	사석식	70m
	선양장	중력식	30m

<그림 4.13.8> 김녕항 현황도



<그림 4.13.9> 기존 시설현황



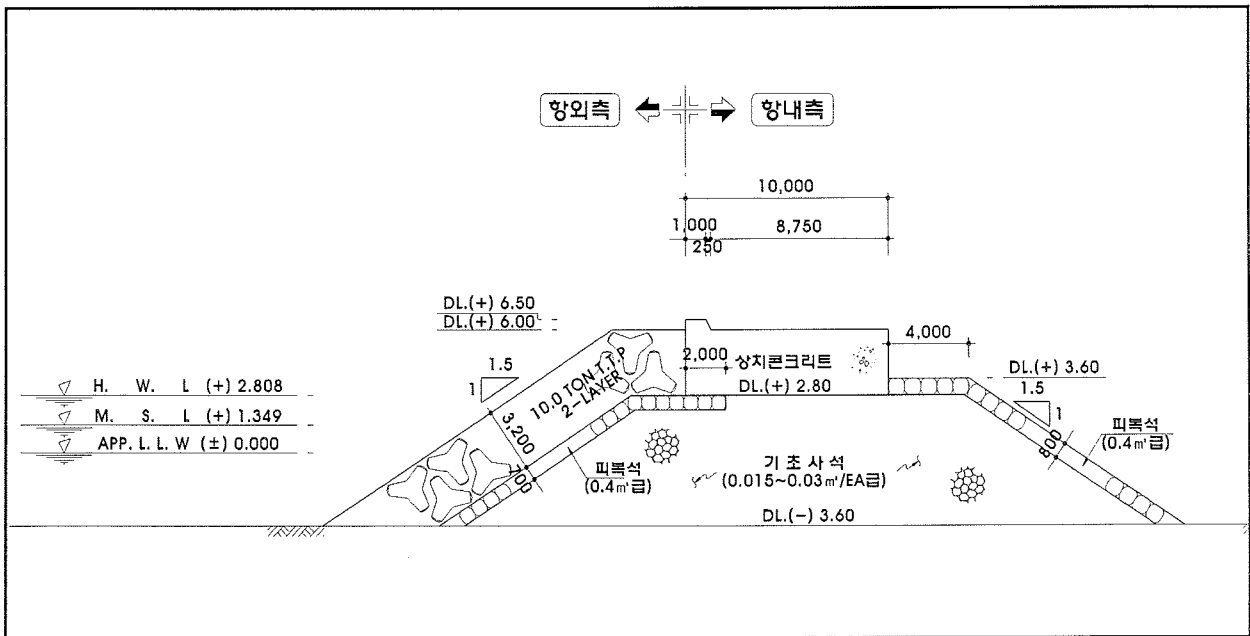
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 김녕항 서방파제는 중량 10/20/40/50tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 680m이고, 동방파제는 중량 10/12.5tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 상세 시설제원은 [표 4.13.10]과 같다.

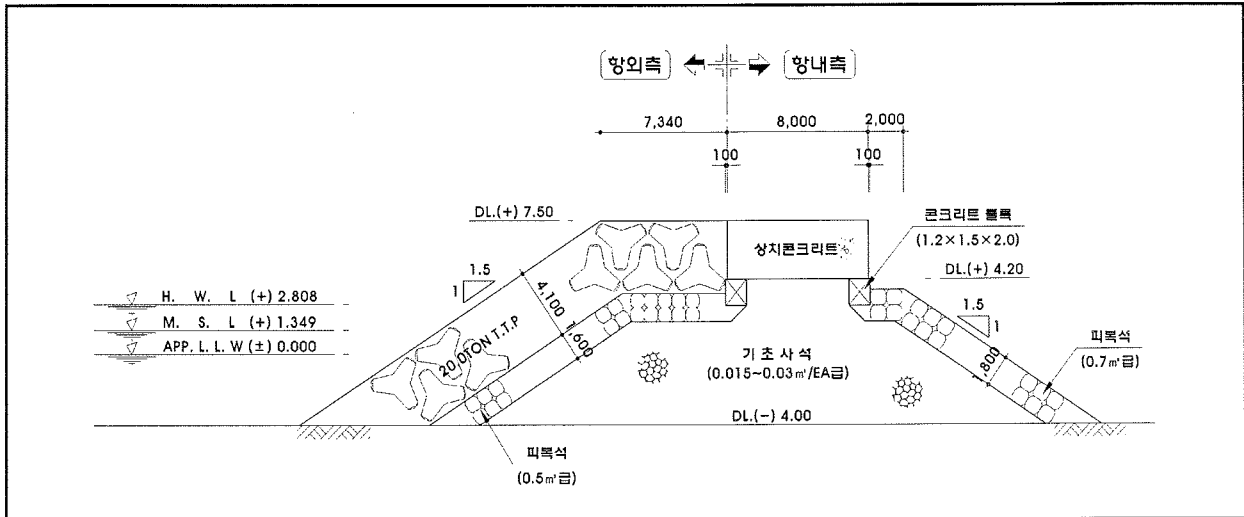
[표 4.13.10] 외곽시설 시설제원

구 분	서방파제	동방파제	비 고
연 장	680m	170m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	1997년	1999년	
전면수심	DL.(-)3.6~8.0m	DL.(-)5.00m	
마루높이	DL.(+)6.5~8.5m	DL.(+)6.50m	
피복재	10/20/40/50tonf	10/12.5tonf	

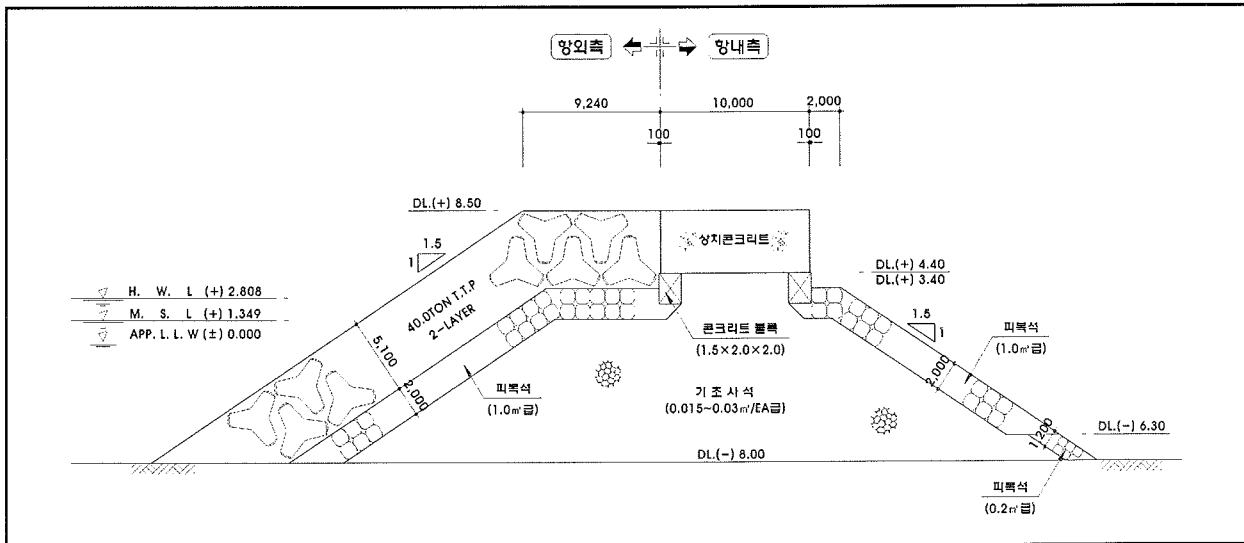
<그림 4.13.10> 서방파제 표준단면도(1구간)



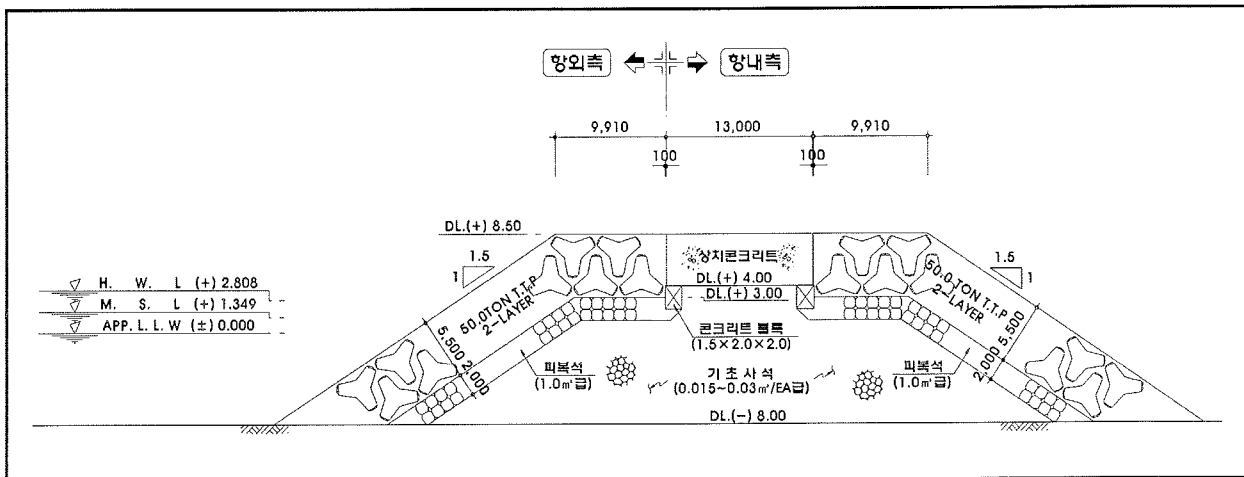
<그림 4.13.11> 서방파제 표준단면도(2구간)



<그림 4.13.12> 서방파제 표준단면도(3구간)



<그림 4.13.13> 서방파제 표준단면도(4구간)



4.13.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

다) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 280.8	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 269.8	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 232.0	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 203.6	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 175.1	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 134.9	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 94.7	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 66.2	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 37.8	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 김녕항 기본조사 및 시설계획 보고서(1992.05, 수산청)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.13.11] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 고 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월과량에 의한 방법	
	제3방법	처오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
서방파제	1구간 : NO.0+ 0.0~NO.30+ 3.0	3.2	12.6	NW	50년
	2구간 : NO.30+ 3.0~NO.44+ 0.0	4.7	15.4	E	
	3구간 : NO.44+ 0.0~NO.66+ 5.0	5.2	11.2	N	
	4구간 : NO.66+ 5.0~NO.68+ 0.0	5.2	11.2	N	
동방파제	1구간 : NO.0+ 0.0~NO.16+ 1.0	3.3	15.4	E	
	2구간 : NO.16+ 1.0~NO.17	3.3	15.4	E	

다) 기존단면 안전성 평가

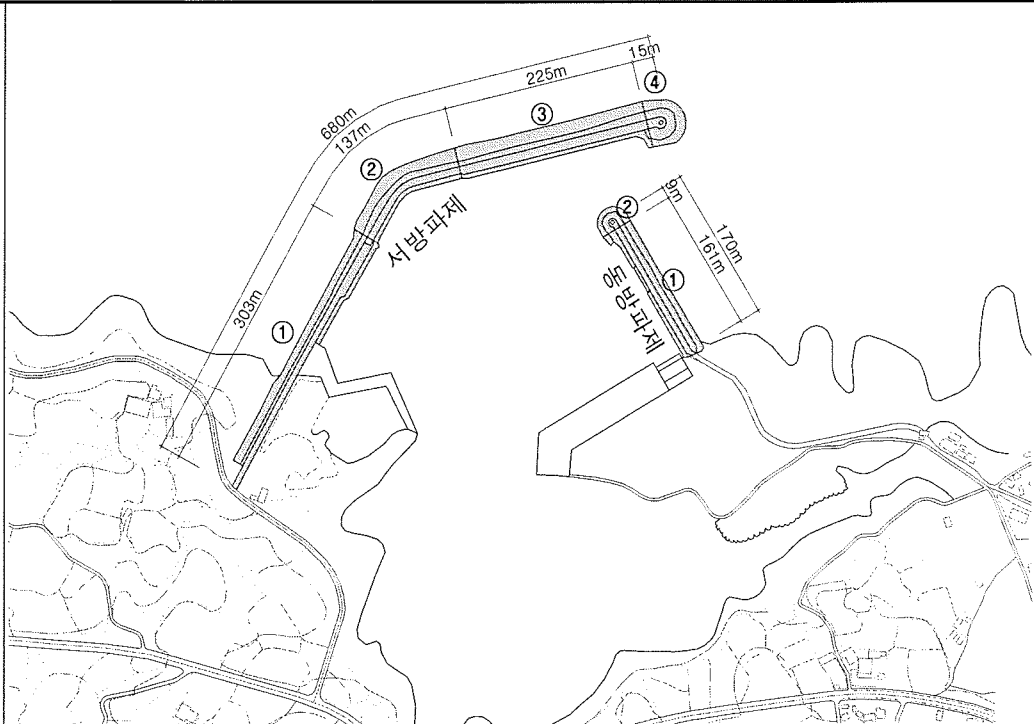
a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 서방파제와 동방파제로 시설현황은 [표 4.13.12]과 같다.

[표 4.13.12] 방파제 시설현황

구분	서방파제	동방파제
연장	680m	170m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1997년	1999년
진면수심	DL.(-)3.6~8.0m	DL.(-)5.00m
마루높이	DL.(+)6.5~8.5m	DL.(+)6.50m
피복재	10/20/40/50tonf	10/12.5tonf
검토구간	4개 구간	2개 구간

방파제
시설현황도



b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균고조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 269.8m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 280.8m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법	제2방법	제3방법	제4방법			
서방파제	1구간	6.00	6.30	6.90	5.00	6.30	6.50	O.K
	2구간	7.60	7.90	8.50	6.90	7.60	7.50	N.G
	3구간	8.10	8.40	9.30	7.60	8.10	8.50	O.K
	4구간	8.10	8.40	9.30	7.60	8.10	8.50	O.K
동방파제	1구간	6.20	6.20	7.40	5.50	6.20	6.50	O.K
	2구간	6.20	6.20	7.40	5.50	6.20	6.50	O.K

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방과제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
북방과제	1구간	DL(-) 4.00 ~ DL(-) 5.76	DL(-) 6.408	비쇄파대
	2구간	DL(-) 5.54 ~ DL(-) 7.98	DL(-) 6.808	쇄파대
	3구간	DL(-) 6.87 ~ DL(-) 9.64	DL(-) 10.808	비쇄파대
	4구간	-	-	-
동방과제	1구간	DL(-) 4.66 ~ DL(-) 6.73	DL(-) 7.808	비쇄파대
	2구간	DL(-) 4.66 ~ DL(-) 6.73	DL(-) 7.808	비쇄파대

■ 피복재 소요질량 산정

구 분		계 산 결 과	적 용	현 황	비 고
서방과제	1구간	T.T.P 4.0ton	T.T.P 4.0ton	T.T.P 10.0	O.K
	2구간	T.T.P 16.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 20.0	O.K
	3구간	T.T.P 16.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 40.0	O.K
	4구간	T.T.P 25.0ton	T.T.P 25.0ton	T.T.P 50.0	O.K
동방과제	1구간	T.T.P 4.0ton	T.T.P 4.0ton	T.T.P 10.0	O.K
	2구간	T.T.P 6.3ton	T.T.P 6.3ton	T.T.P 12.5	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분		소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고
서방파제	1구간	0.25 ~ 0.37	0.1	0.4	O.K
	2구간	0.97 ~ 1.45	0.5	0.5	O.K
	3구간	0.97 ~ 1.45	0.5	1.0	O.K
	4구간	1.54 ~ 2.30	0.8	1.0	O.K
동방파제	1구간	0.25 ~ 0.37	0.1	0.3	O.K
	2구간	0.39 ~ 0.58	0.2	0.3	O.K

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분		상시				지진시			
		활 동		전 도		활 동		전 도	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파제	1구간	2.39 > 1.20	O.K	10.34 > 1.20	O.K	1.81 > 1.00	O.K	7.83 > 1.10	O.K
	2구간	2.53 > 1.20	O.K	6.58 > 1.20	O.K	1.89 > 1.00	O.K	4.98 > 1.10	O.K
	3구간	1.90 > 1.20	O.K	4.78 > 1.20	O.K	1.50 > 1.00	O.K	3.83 > 1.10	O.K
	4구간	-	-	-	-	-	-	-	-
동방파제	1구간	1.67 > 1.20	O.K	4.59 > 1.20	O.K	1.34 > 1.00	O.K	3.70 > 1.10	O.K
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분		상시		지진시	
		안전율	검토결과	안전율	검토결과
서방파제	1구간	2.11 > 1.20	O.K	1.79 > 1.00	O.K
	2구간	1.69 > 1.20	O.K	1.69 > 1.00	O.K
	3구간	1.44 > 1.20	O.K	1.27 > 1.00	O.K
	4구간	-	-	-	-
동방파제	1구간	1.46 > 1.20	O.K	1.28 > 1.00	O.K
	2구간	-	-	-	-

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 서방파제, 동방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.13.13]와 같다.

[표 4.13.13] 안전성 검토 결과

구 분		서방파제				동방파제		
		1구간	2구간	3구간	4구간	1구간	2구간	
구 설 계 파	파고(m)	3.20	4.70	5.20	5.20	3.30	3.30	
	주기(s)	12.60	15.40	11.20	11.20	15.40	15.40	
	파향	NW	E	N	N	E	E	
마 루 이 (DL.(+),m)	현황	6.50	7.50	8.50	8.50	6.50	6.50	
	금회 (판정)	6.30 (OK)	7.60 (NG)	8.10 (OK)	8.10 (OK)	6.20 (OK)	6.20 (OK)	
피 복 재 소 요 중 량 (ton)	현황	T.T.P 10.0	T.T.P 20.0	T.T.P 40.0	T.T.P 50.0	T.T.P 10.0	T.T.P 12.5	
	금회 (판정)	T.T.P 5.0 (OK)	T.T.P 16.0 (OK)	T.T.P 16.0 (OK)	T.T.P 25.0 (OK)	T.T.P 5.0 (OK)	T.T.P 8.0 (OK)	
상 부 및 제 체 안 정	상 시	활동 (판정)	2.39 (OK)	2.53 (OK)	1.90 (OK)	-	1.67 (OK)	-
		전도 (판정)	10.34 (OK)	6.58 (OK)	4.78 (OK)	-	4.59 (OK)	-
		직선활동 (판정)	2.11 (OK)	1.69 (OK)	1.44 (OK)	-	1.46 (OK)	-
	지 진 시	활동 (판정)	1.81 (OK)	1.89 (OK)	1.50 (OK)	-	1.34 (OK)	-
		전도 (판정)	7.83 (OK)	4.98 (OK)	3.83 (OK)	-	3.70 (OK)	-
		직선활동 (판정)	1.79 (OK)	1.69 (OK)	1.27 (OK)	-	1.28 (OK)	-

- 김녕항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었으나, 개정 신규 심해파에 따른 구조물 설계파의 재산정 결과, 서방파제 1개구간에서 마루높이에 따른 안전 미확보 구간이 발생하여 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.

[표 4.13.14] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
서방파제	1구간 : NO.0+0.0~NO.30+3.0	○	불필요
	2구간 : NO.30+3.0~NO.44+0.0	×	필요
	3구간 : NO.44+0.0~NO.66+5.0	○	불필요
	4구간 : NO.66+5.0~NO.68+0.0	○	불필요
동방파제	1구간 : NO.0+0.0~NO.16+1.0	○	불필요
	2구간 : NO.16+1.0~NO.17	○	불필요

4.13.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 김녕항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 서방파제 1개구간, 연장 137m로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.13.15] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
서방파제	1구간	303m	
	2구간	137m	○
	3구간	225m	
	4구간	15m	
동방파제	1구간	160m	
	2구간	10m	

나) 주요 검토항목 및 검토조건

a) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

b) 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공

성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.

- 사석경사제의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 서방파제

- 개정 심해파를 고려한 서방파제의 검토결과, 마루높이는 2구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 파라펫을 설치하여 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 서방파제 전구간에서 안정성이 확보되는 것으로 검토되었다.
- 또한, 상부공 안정성도 전구간에 대하여 안정성이 확보되는 것으로 검토되었다.

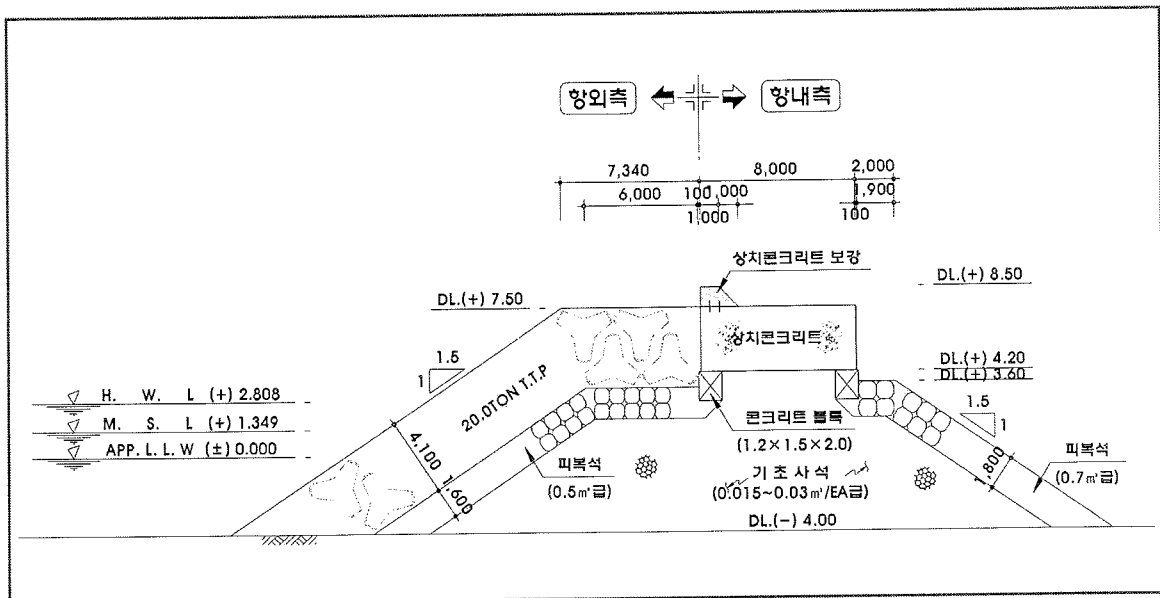
[표 4.13.16] 방파제 보수·보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	비 고
시설연장		303m	137m	225m	15m	680m
마루 높이	현황	DL(+).6.5m	DL(+).7.5m	DL(+).8.5m	DL(+).8.5m	
	계획	-	DL(+).8.5m	-	-	
외 측 피복재	현황	T.T.P 10.0ton	T.T.P 20.0ton	T.T.P 40.0ton	T.T.P 50.0ton	
	계획	-	-	-	-	

[표 4.13.17] 북방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안
2구간	• 기존 상치에 파라펫 0.5m를 설치하여 마루높이(DL(+).8.5m) 확보

<그림 4.13.16> 보수·보강 표준단면도(2구간, 보강안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 김녕항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 1.4억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고
서방파제	137		137	
1구간	-	-	-	
2구간	137	1	137	·상치 보강
3구간	-	-	-	
4구간	-	-	-	
동방파제	-		-	
1구간	-	-	-	
2구간	-	-	-	
부 대 비	-	-	-	
합 계			137	

4.14 위미항

4.14.1 기초자료조사

1) 자연조건조사

가) 지형 및 지세

- 위미항은 서귀포시에서 동측으로 10km 떨어진 동남측 해안에 위치하고 있다.
- 본 항에 속해 있는 서귀포시(구 남제주군)는 해안선이 단순하고 해안 곳곳에 현무암이 단애를 이루는 곳이 많고 용암층 밑을 복류하는 지하수는 해안지대의 용암층 말단부에서 용출되므로 주민들에서 생활식수로 제공됨. 따라서 취락은 대륙부의 일부 산촌을 제외하고 해안선 부근의 용천지대에 형성된다.
- 본 항의 항입구는 남향으로 대양을 향해 열려 있어 바람은 남풍계열의 영향을 많이 받으며, 태풍의 진로에 위치하고 있어, 파랑의 영향도 많이 받고 있다.
- 항내 수심은 D.L(-)1.0~D.L(-)12.0m로 대체로 양호하나, 항의 가장자리에 산재해 있는 노출 암으로 인하여 간조시 항내 수역은 다소 협소한 편이다.

나) 기상조건

- 조사방법 : 기존 20년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청 : 1990~2009)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.14.1] 기상개황

구 분		단 위	제 원	구 분	단 위	제 원		
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	24.0	현상 일수	일	맑 음	64.6
		풍 향		SSE			흐 립	119.6
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	41.0			안 개	20.9
		풍 향		SSE			강 수	46.3
	평균풍속		m/sec	2.9			강 설	9.5
기 온	연 평 균		℃	16.8			결 빙	19.4
	최 고			35.6			뇌 전	15.8
	최 저			-4.2			폭 풍	12.4
강수량	연 평 균		mm	1,940.0	기 온	0.0		
	일 최 다			365.5				

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

a) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 16.8℃이며, 월평균기온은 1월이 7.2℃, 8월이 27.2℃로 나타났다.
- 조사기간(1990년~2009년) 중의 최고 기온은 35.6℃(2004년 8월), 최저기온은 -4.2℃(1990년 1월)로 나타났다.

[표 4.14.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

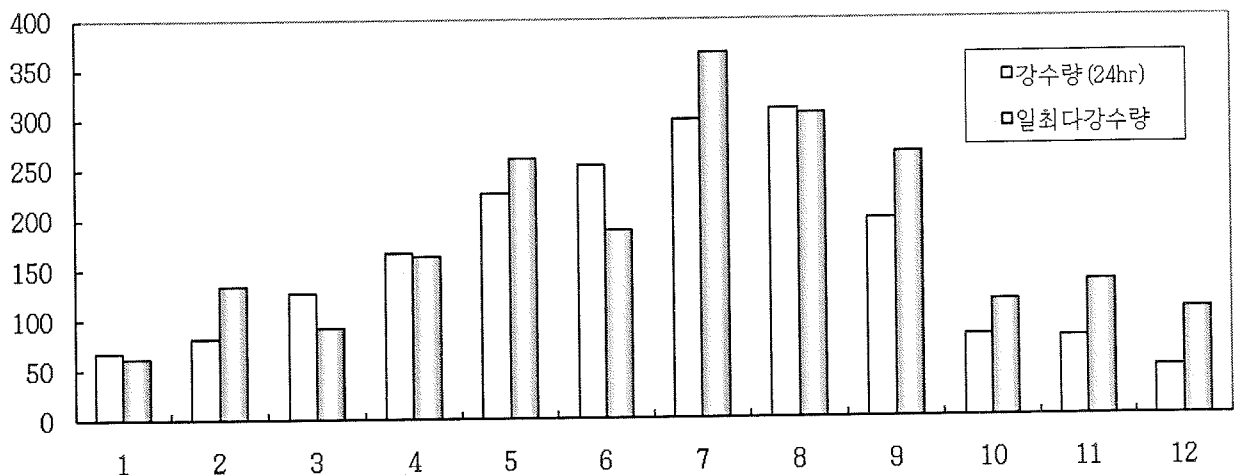
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	7.2	8.2	10.9	14.9	18.7	21.8	25.8	27.2	24.2	19.6	14.0	9.6	16.8
최 고	20.7	19.7	23.8	28.5	29.4	31.5	35.5	35.6	33.6	30.7	28.0	21.1	35.6
최 저	-4.2	-4.0	-2.7	2.4	9.3	14.2	17.8	18.4	14.5	8.1	0.4	-2.9	-4.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

b) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 56%가 5월~8월에 집중된다.
- 조사기간(1990년~2009년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,970.5mm, 연최소 강수량은 2000년의 1,368.5mm이며, 연평균 강수량은 1,944.0mm로 나타났다.

<그림 4.14.1> 강수량(mm)



[표 4.14.3] 월별 강수량

(단위 : mm)

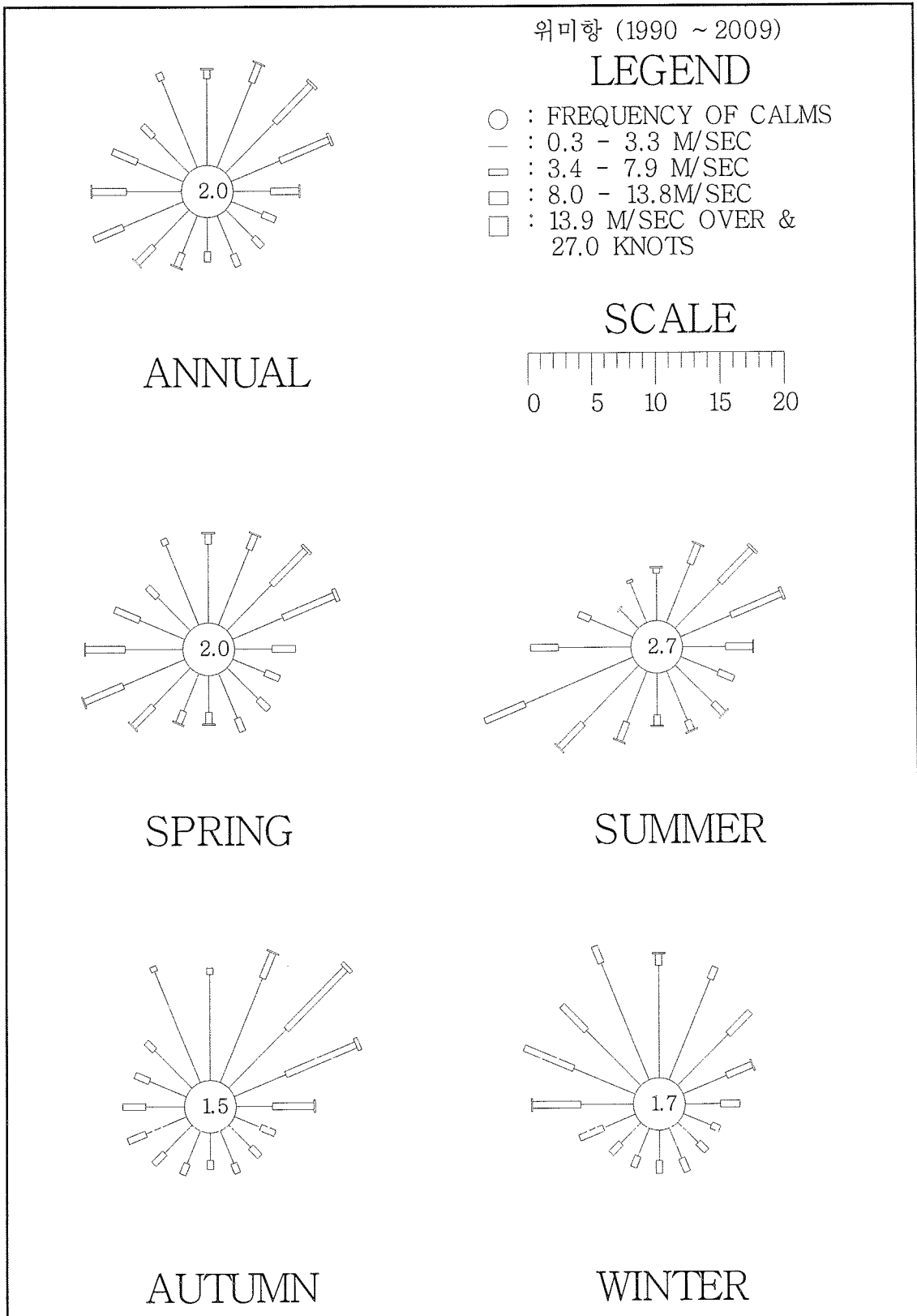
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	68.3	81.6	126.7	166.1	226.1	253.2	298.5	309.5	198.8	82.2	79.3	49.7	1,940.0
일최다	62.5	133.4	92.0	162.6	259.8	188.0	365.5	304.0	265.5	117.0	135.1	106.9	365.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

c) 바람

- 연평균 풍속은 2.9m/sec, 최대 풍속은 SSE방향에서 24.0m/sec로 나타난다.

<그림 4.14.2> 바람장미도



[표 4.14.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.7	2.9	3.1	3.0	2.7	2.6	2.7	3.0	3.3	2.9	2.8	2.7	2.9
최 대	15.0	13.3	14.5	13.0	12.8	17.0	16.7	24.0	16.7	14.5	14.7	12.3	24.0
	NE	ENE	ENE	SSW	SE	ENE	SSE	SSE	NNE	E	SSE	SW	SSE
순간최대	31.4	24.9	27.8	24.0	25.5	25.9	28.7	41.0	36.8	24.7	27.6	25.4	41.0
	NE	WNW	ENE	NW	N	ENE	ENE	SSE	WNW	W	S	SSE	SSE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

d) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 64.6일로 약 17.7% 이고 흐린 날씨는 119.6일로 나타났다.
- 안개발생일수는 20.9일, 강수일수는 46.3일, 폭풍일수는 12.4일로 나타난다.

[표 4.14.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	2.9	5.3	6.6	7.4	6.6	2.4	2.3	2.4	5.7	9.4	7.9	5.7	64.6
흐 름	8.4	7.3	9.9	9.3	11.6	16.6	17.2	10.5	10.2	5.5	6.5	6.6	119.6
안 개	0.1	0.1	0.4	2.5	4.3	6.8	6.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	20.9
강 수	2.3	2.1	4.2	4.0	5.1	6.5	5.8	6.4	4.1	2.1	2.4	1.3	46.3
강 설	3.9	2.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.4	9.5
결 빙	9.2	5.7	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5	19.4
뇌 전	0.2	0.2	0.8	1.0	1.3	1.5	3.3	4.5	1.1	0.7	0.9	0.3	15.8
폭 풍	0.6	1.0	1.7	1.3	0.9	0.7	0.8	1.8	1.7	0.7	0.5	0.7	12.4

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

e) 작업가능일수

- 기상에 의한 작업불가능 일수의 산정은 대한토목학회지에 수록되어 있는 산정기준에 따라 다음과 같이 산정하고 기상조건은 기상연보의 천기일수를 기준하여 산정한다.

[표 4.14.6] 작업불가능 일수 산정기준

구 분	해 상	육 상
폭풍 (10m/s이상)	일수의 70% 취함	일수의 30% 취함
뇌 전	일수의 70% 취함	일수의 70% 취함
기 온 (섭씨 -10℃ 이하)	일수의 50% 취함	일수의 50% 취함
안 개	일수의 30% 취함	일수의 30% 취함
강설, 강수(10mm 이상)	일수의 30% 취함	일수의 70% 취함

※ 자료 : 대한토목학회지(제17권 1호, 「건설기계화 설계상의 문제점」, 1969, P63)

- 서귀포시 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 264일, 육상작업 가능 일수는 250일로서 년가동율이 73%와 68% 작업이 가능한 것으로 산정된다.

[표 4.14.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	60.11	55.13	115.24	249.76
해 상	42.75	58.27	101.02	263.98

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 1990~2009년)

나) 해상조건

a) 조위

- 위미항 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 DL(+)3.032m, 대조평균만조위(H.W.O.S.T)가 DL(+)2.610m, 평균해면(M.S.L)이 DL(+)1.516m이며, 대조차 2.188m, 평균조차 1.514m, 소조차 0.840m로 나타난다.

[표 4.14.8] 위미항의 조위

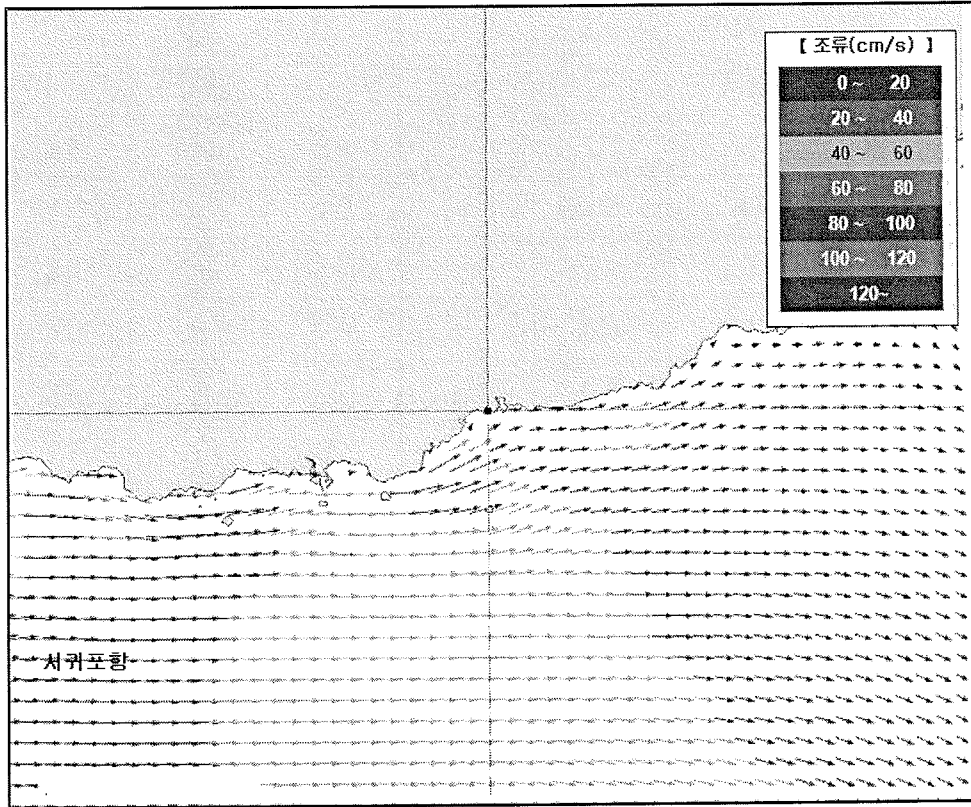
구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 316.0	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 303.2	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 261.0	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 227.3	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 193.6	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 151.6	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 109.6	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 75.9	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 42.2	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표(서귀포)

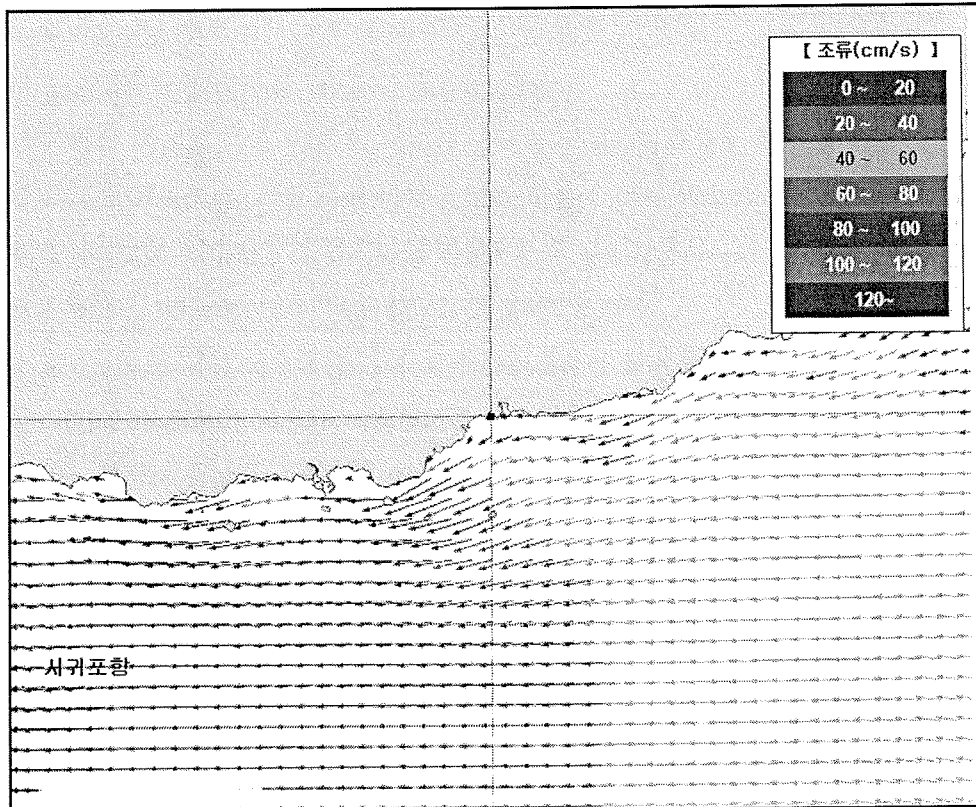
b) 조류

- 제주도 남측 외해에서 조류는 연안에 병행하여 유속이 0.5~0.8노트로 동쪽 및 서쪽으로 흐름. 동쪽으로 흐르는 조류는 고조시후 2~3시에서 다음 고조시전 3~4시까지 흐르며, 서쪽으로 흐르는 조류는 고조시전 3~4시에서 고조시후 2~3시까지 흐른다.
- 한편 해류는 일본 쿠슈 남쪽에 있는 야쿠시마(屋久島)의 서쪽 약 100km 부근에서 구로시오(黒潮) 본류로부터 분류하여 서서쪽으로 약 0.4~1.0노트의 유속으로 흘러 제주도의 남동방 부근에 이르며, 다시 여기에서 북동쪽으로 전류한 후 대마도의 남단에 이르러, 동서 양수로 분류되고 그 주력은 서수도를 거쳐 동해로 들어감. 유속은 서수도에서 1.0~1.5노트이며, 여름철에 최강유속이 3노트에 달할 때도 있으나 동수도에서는 0.5~1.0노트이며, 겨울철에 동류를 볼 수 없을 때도 있다.
- 수로국 자료에 의하면 위미항에 인접한 지귀도 남측의 조류속은 창조류가 0.9노트(동류), 낙조류가 0.6노트(서류)로 흐르고 있다.

<그림 4.14.3> 최강 창조류



<그림 4.14.4> 최강 낙조류



c) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.14.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
위미항 기본조사 및 시설계획 보고서 (1989.11)	S	10.8	14.0	
	SSE	10.8	14.0	

2) 기존자료조사

가) 수심 및 지형측량

a) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검보고서(2008.12)”에 수록된 위미항 정밀점검 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

b) 측량결과

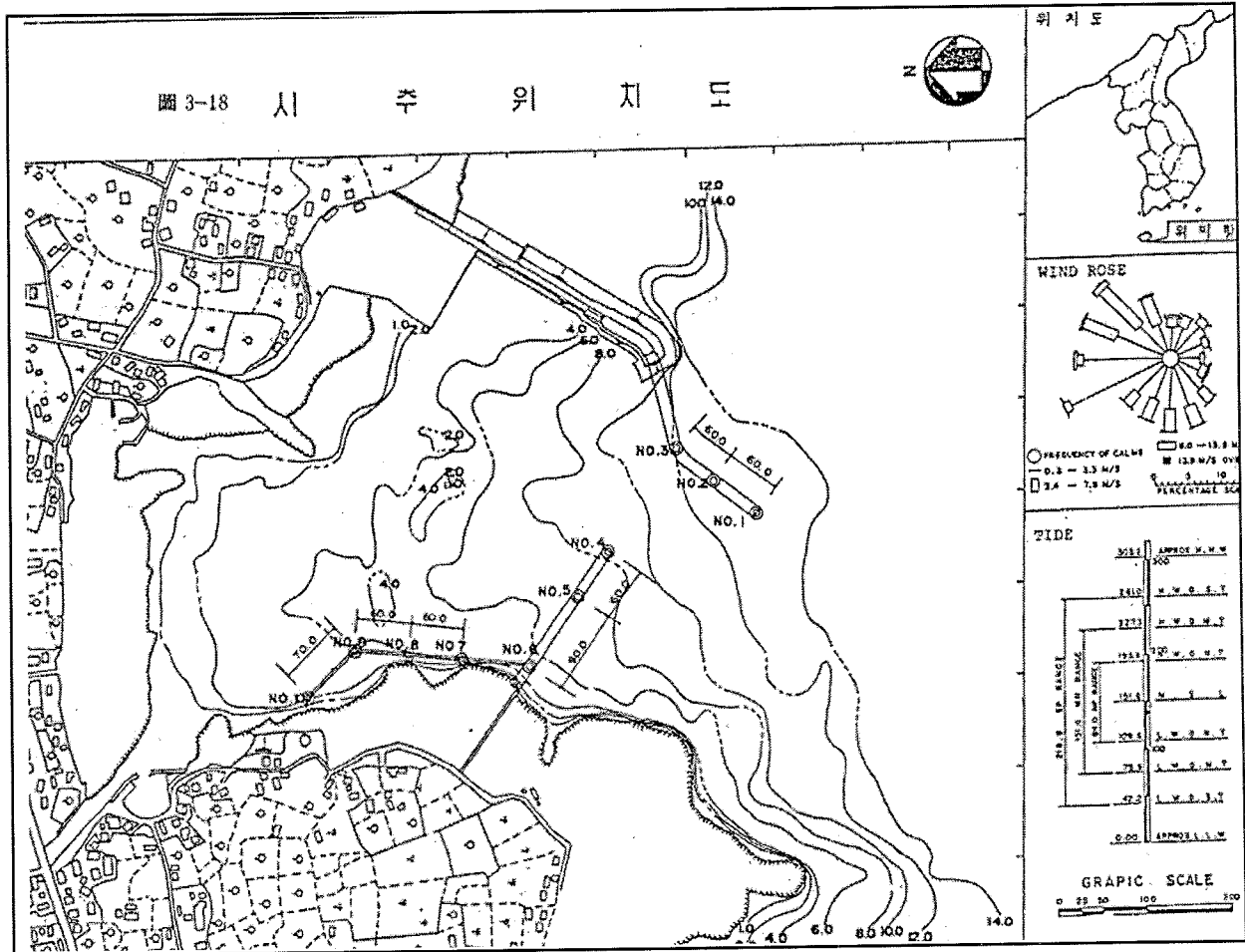
- 전체적인 수심 분포는 등수심선이 동서북으로 이어지며 항내의 수심은 D.L(-)2.0m 에서 (-)4.0m정도의 수심분포를 나타내며 항 입구에서는 D.L(-)6.0m~(-)8.0m정도의 수심을 보이며 항 외측으로 가면서 점점 깊어지는 수심 분포를 나타낸다.

나) 지반조사

a) 개요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “위미항 기본조사 및 시설계획(1989. 11)”를 기초로 정리하였다.

b) 조사위치도



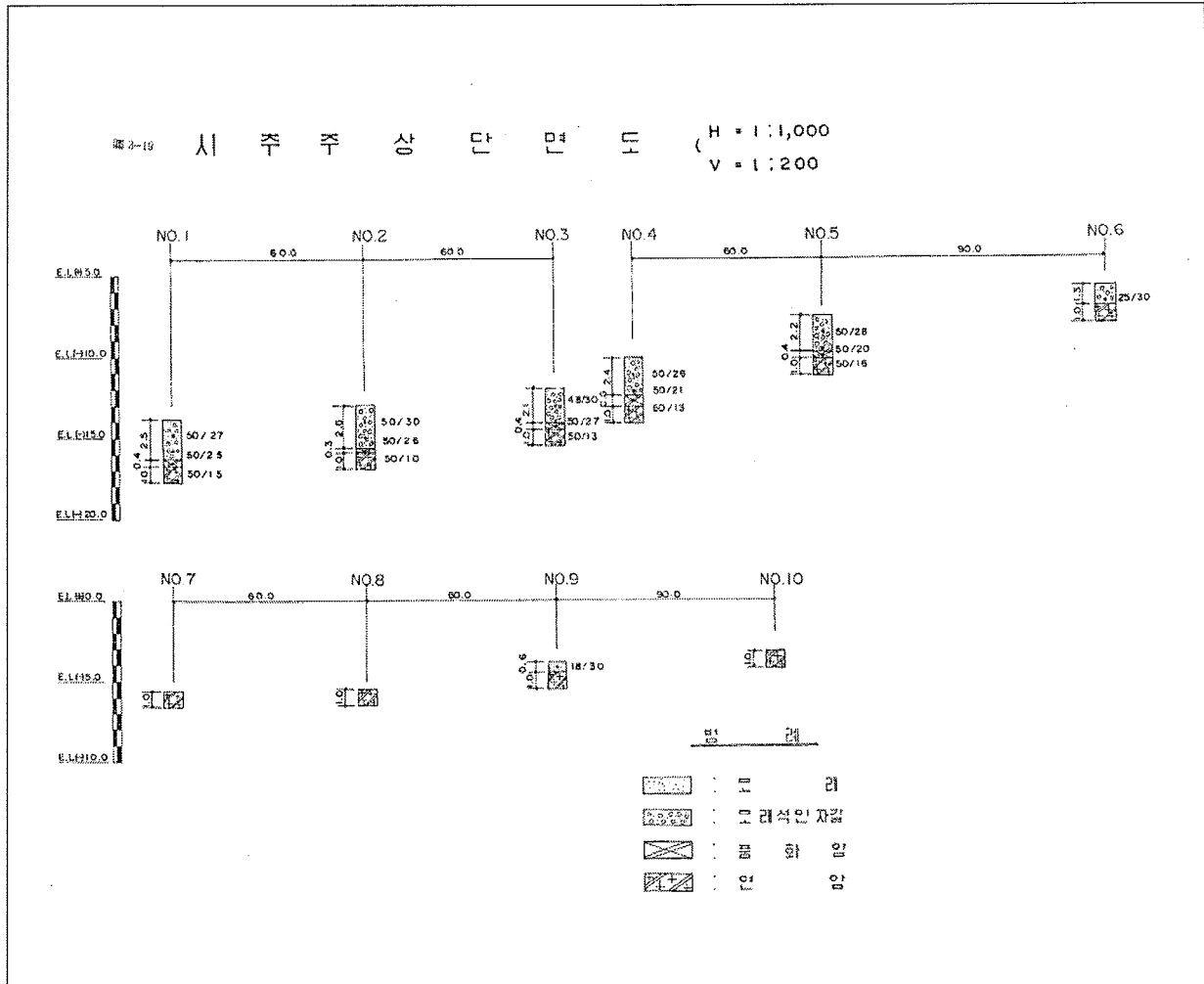
c) 지형 및 지질

- 본 지역의 지질은 신생대 제4기 말엽의 화산활동에 의해 형성된 현무암질암으로 구성되어 있으며 제주도 생성의 기원암으로 판단된다.
- 본 암은 마그마의 분출, 형성시 급속한 냉각작용으로 인하여 기공을 많이 형성하고 있는 다공질로 미립질의 치밀한 조직상태를 나타내고 있다. 이러한 지질을 이루는 본 구역의 상부를 해성퇴적물(자갈 및 모래자갈)에 이어 기반암의 풍화대인 풍화토, 기반암인 연암의 순으로 형성 분포하고 있으며 전 조사공에서 풍화토가 결여되어 나타나며, 연암이 노출되어 나타나기도 한다.

d) 시추조사 결과 요약

- 자갈층 : BH-1~BH-5공의 최상부층 형성, 두께 2.1~2.6m, N치는 40~50의 모래섞인 자갈층
- 모래자갈층 : BH-6, 9에서만 분포, 두께 0.6~1.3m, N치 20~25의 해성퇴적층
- 풍화암층 : BH-1~BH-5공에서 분포, 두께 0.8~0.6m, N치 50 이상의 풍화생성된 지층
- 연암층 : 현무암질암층으로 기반암, 1.0m 두께로만 시추

<그림 4.14.6> 지질조사 주상도



※ 자료 : 위미항 기본조사 및 시설계획 보고서(1989.11, 수산청)

3) 어항현황 및 시설제원 조사

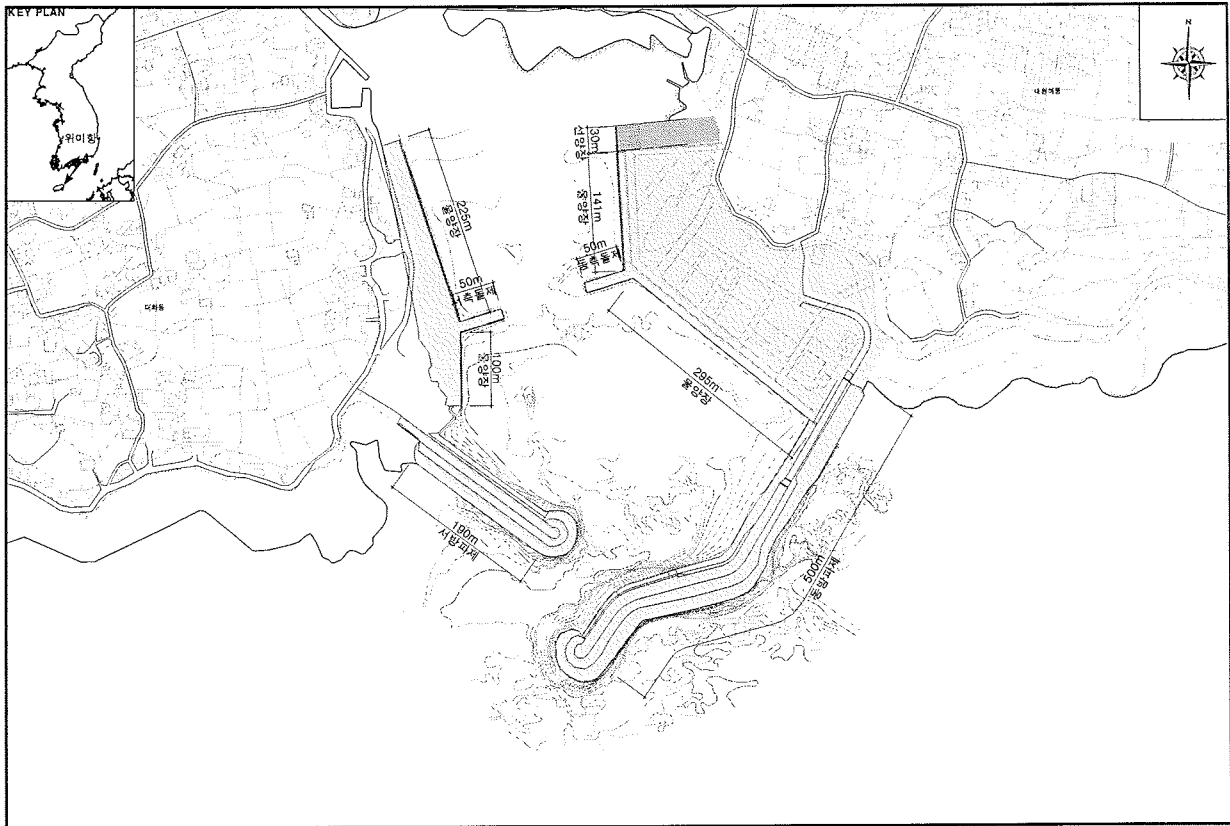
가) 연혁

년도	구 분	비 고
1972년	제2종 어항 지정	
1986년	제1종 어항 지정	
1989년	기본조사 및 시설계획 수립	
1996년	기본시설 완공	
2002년	정비계획 착수	

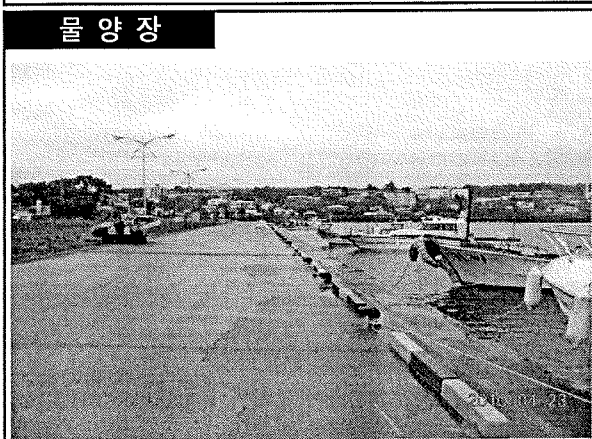
나) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	동방파제	사석경사식	500m	
	서방파제	사석경사식	190m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	760m	
	돌 제	콘크리트블럭식	100m	

<그림 4.14.7> 위미항 현황도



<그림 4.14.8> 기존 시설현황



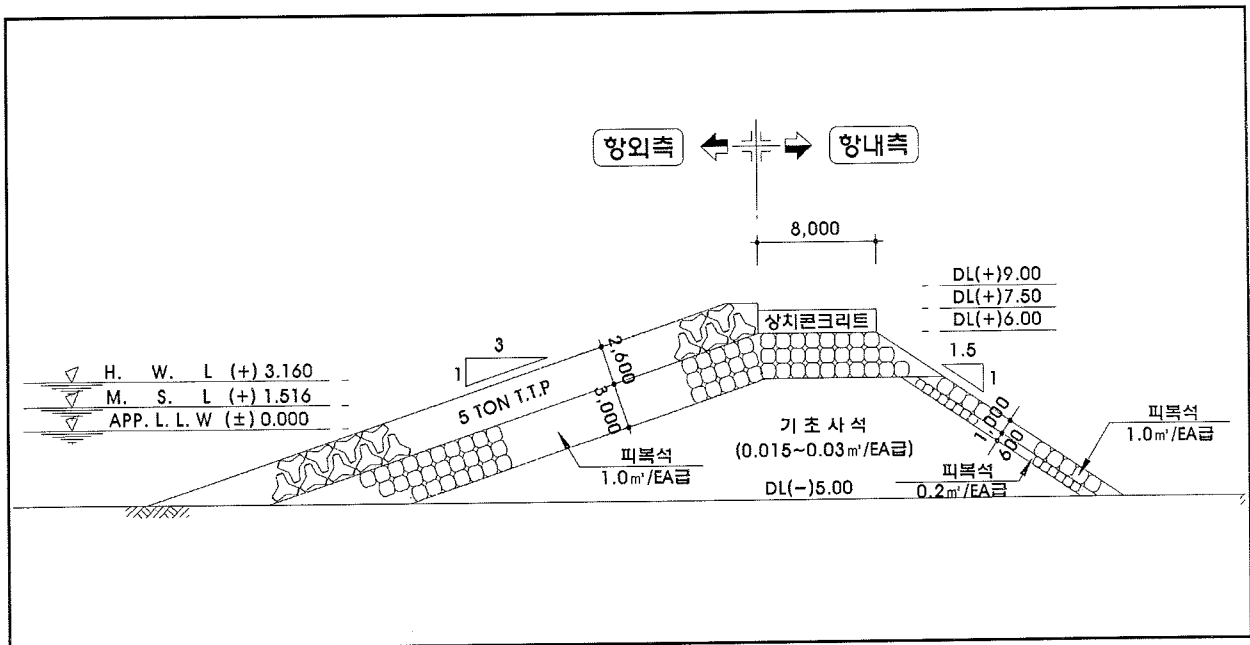
다) 기존 외곽시설 시설제원

- 위미항 동방파제는 중량 5~64tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 시설 연장은 500m이고, 서방파제는 중량 40/64tonf T.T.P 소파블록으로 피복된 사석경사제 형식으로 상세 시설제원은 [표 4.14.10]과 같다.

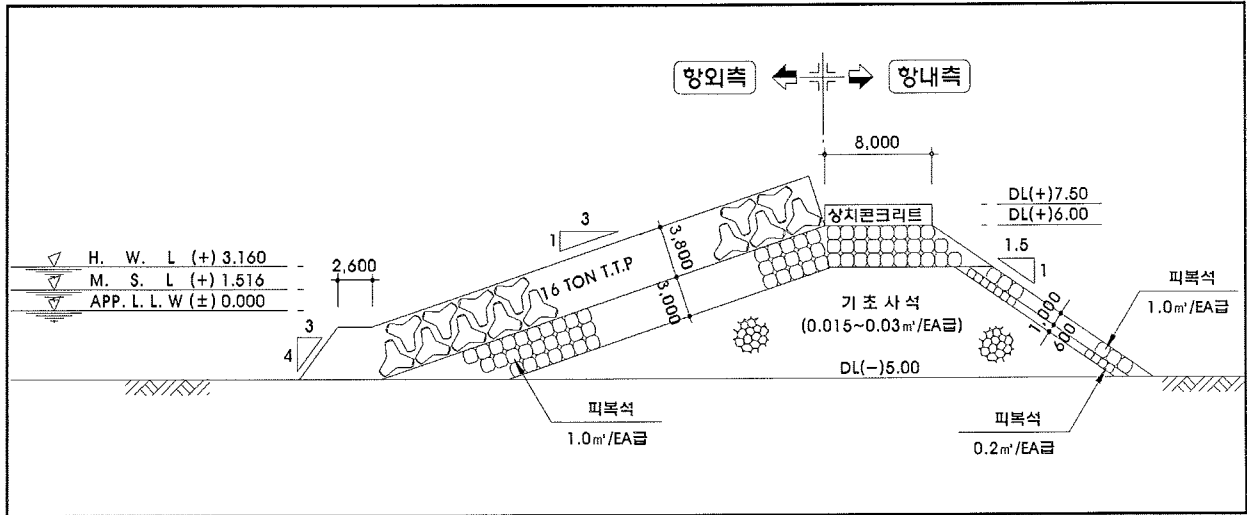
[표 4.14.10] 외곽시설 시설제원

구 분	동방파제	서방파제	비 고
연 장	500m	190m	
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	
준공년도	1992년	1995년	
전면수심	DL(-)4.0~14.0m	DL(-)8.0~14.0m	
마루높이	DL(+)7.5~10.0m	DL(+)8.5~8.8m	
피복재	5/16/25/32/40/50/64tonf T.T.P	40/64tonf T.T.P	

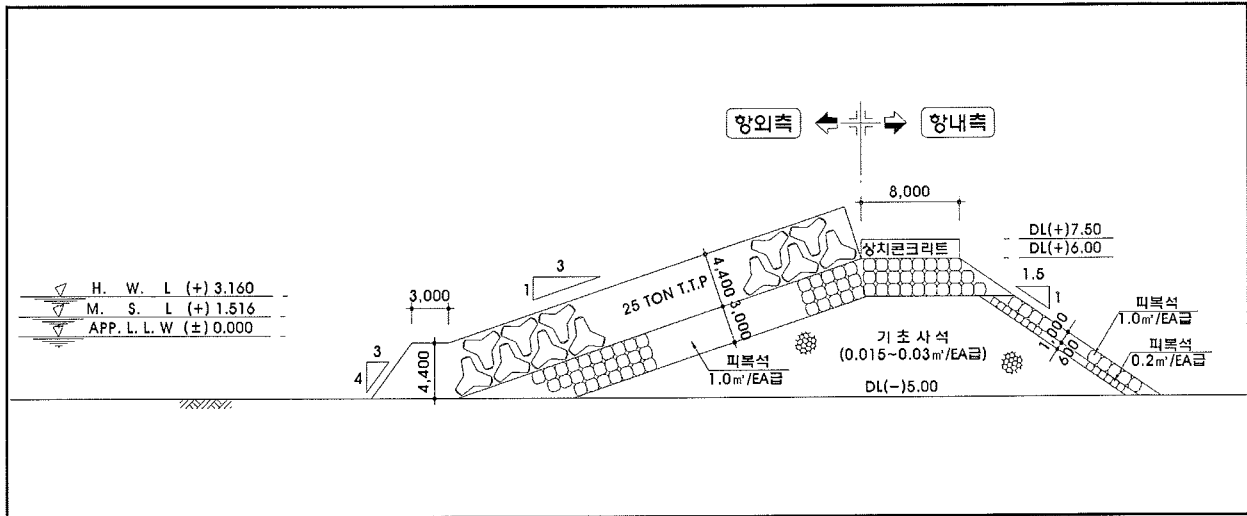
<그림 4.14.9> 동방파제 표준단면도(1구간)



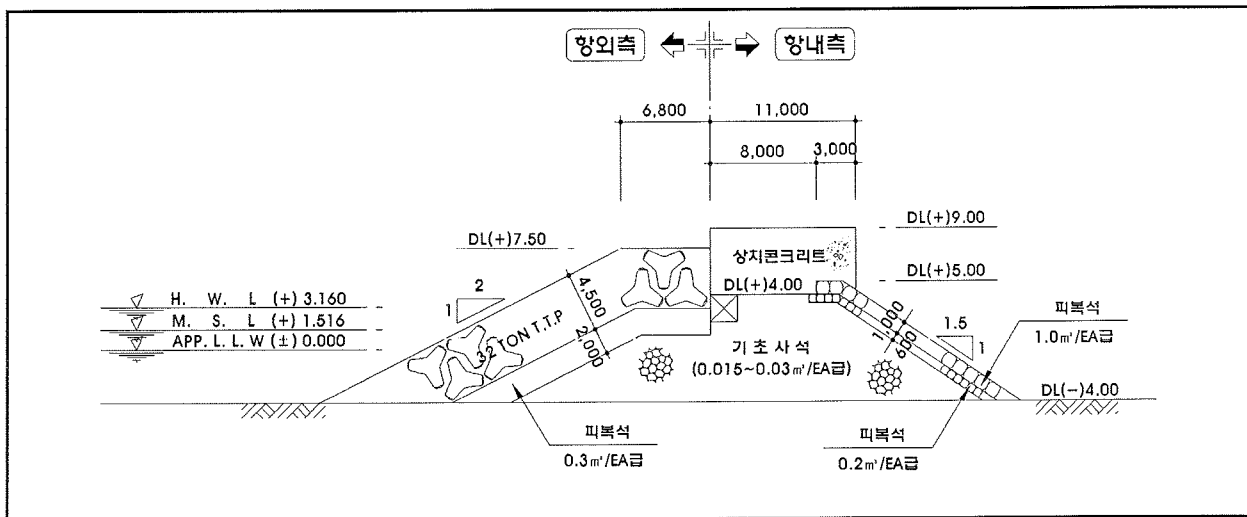
<그림 4.14.10> 동방파제 표준단면도(2구간)



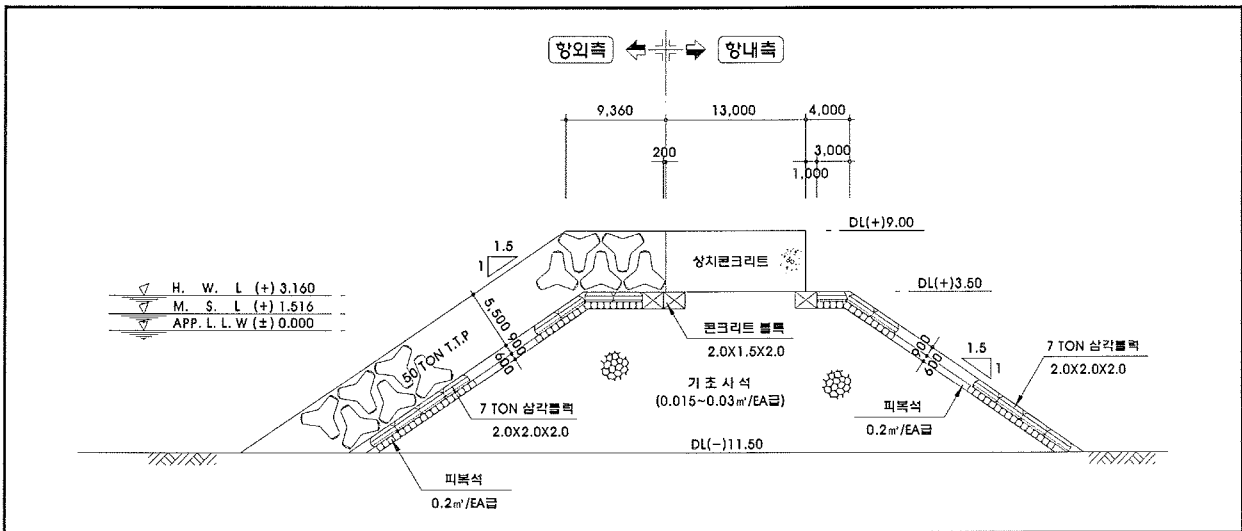
<그림 4.14.11> 동방파제 표준단면도(3구간)



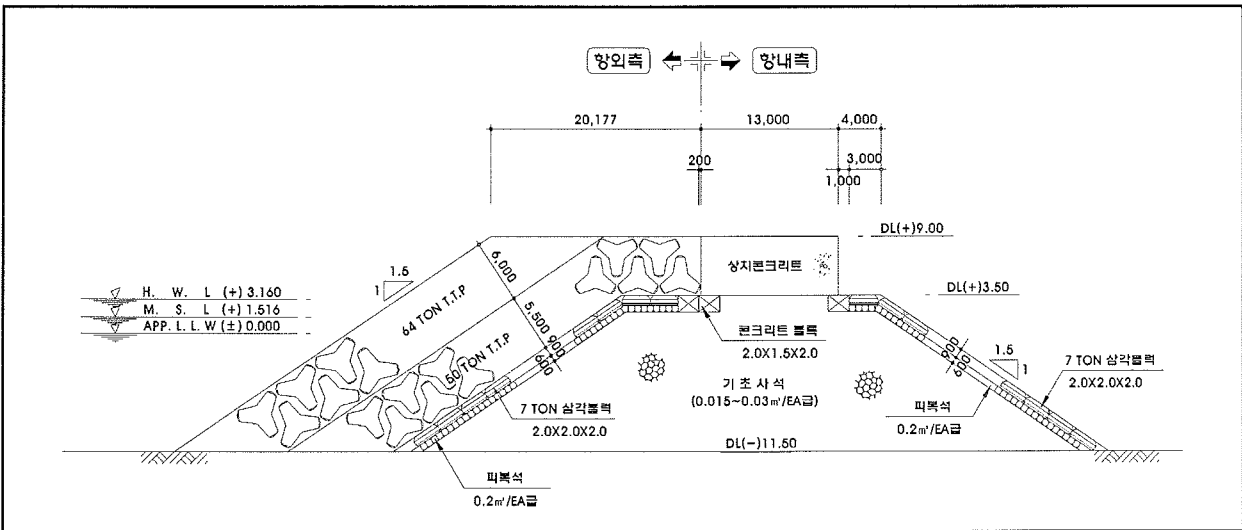
<그림 4.14.12> 동방파제 표준단면도(4구간)



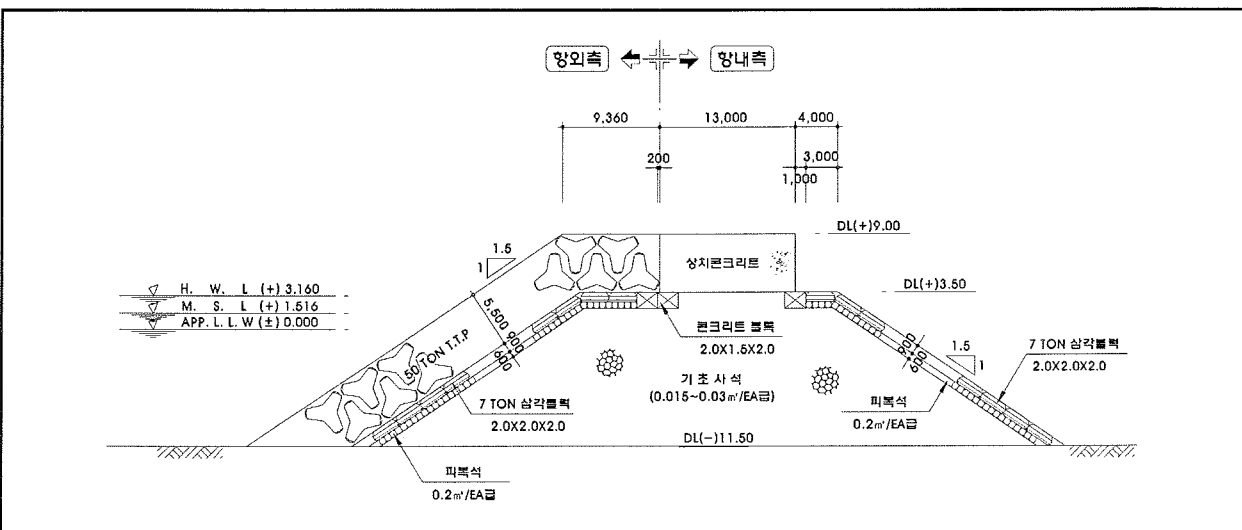
<그림 4.14.13> 동방파제 표준단면도(5구간)



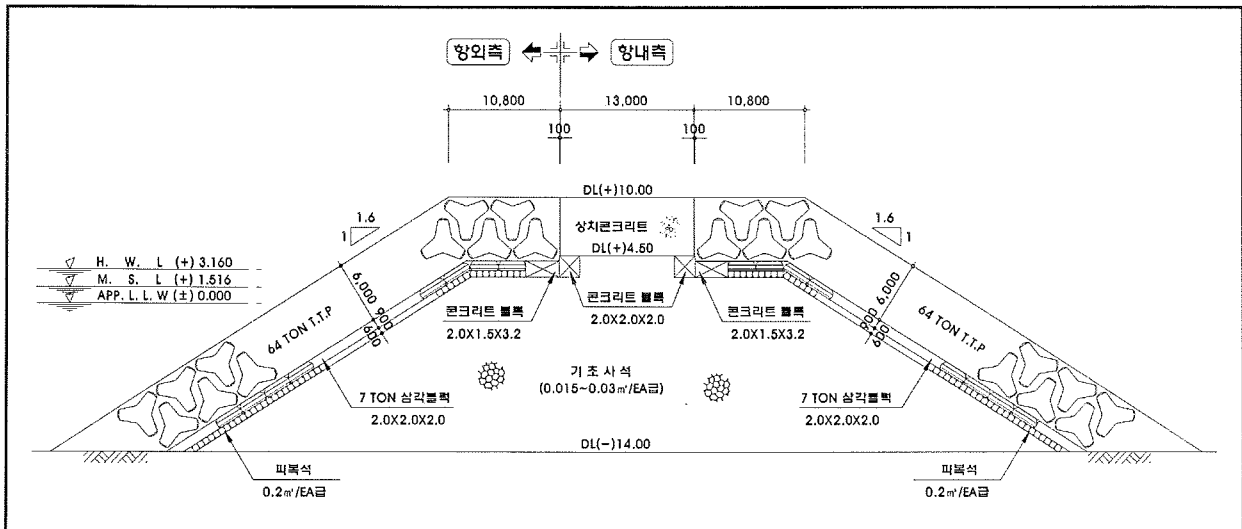
<그림 4.14.14> 동방파제 표준단면도(6구간)



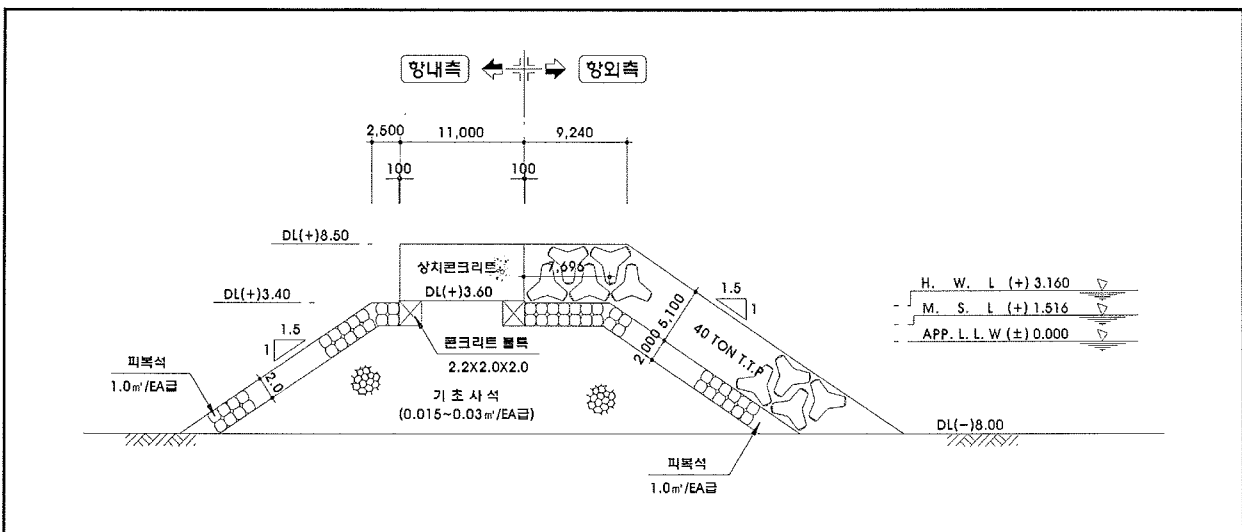
<그림 4.14.15> 동방파제 표준단면도(7구간)



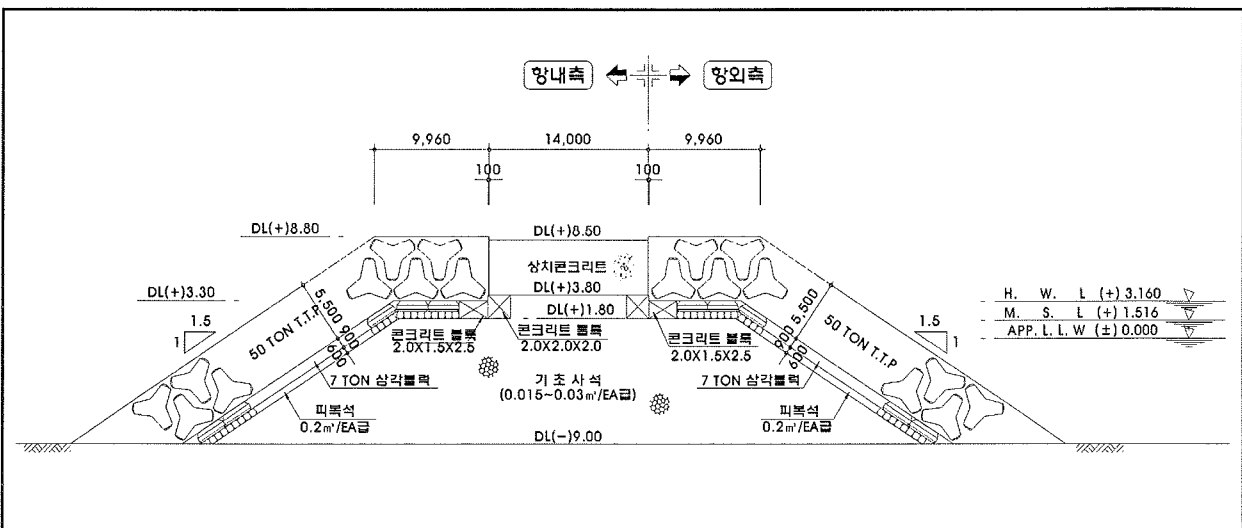
<그림 4.14.16> 동방파제 표준단면도(8구간)



<그림 4.14.17> 서방파제 표준단면도(1구간)



<그림 4.14.18> 서방파제 표준단면도(2구간)



4.14.2 피해원인 분석 및 안전성 평가

1) 개요

- 기존 피해사례 및 보수보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.
- 안전성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계과 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 설계파고를 재추산하여 그 결과에 의거 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

2) 피해현황 및 피해원인 분석

- 해당사항 없음

3) 기존 시설물 안전성 평가

가) 설계조건 및 기준

다) 설계조위

구 분	조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위 (H . H . W)	DL(+) 316.0	
약 최 고 고 조 위 (Approx. H.H.W)	DL(+) 303.2	
대 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.S.T)	DL(+) 261.0	
평 균 고 조 위 (H.W.O.M.T)	DL(+) 227.3	
소 조 평 균 고 조 위 (H.W.O.N.T)	DL(+) 193.6	
평 균 해 면 (M . S . L)	DL(+) 151.6	
소 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.N.T)	DL(+) 109.6	
평 균 저 조 위 (L.W.O.M.T)	DL(+) 75.9	
대 조 평 균 저 조 위 (L.W.O.S.T)	DL(+) 42.2	
약 최 저 저 조 위 (Approx. L.L.W)	DL(±) 0.00	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성곽표(서귀포)

b) 설계기준

- 안정성 평가를 위한 설계기준은 설계조위, 마루높이, 피복재, 소요중량 등을 다음 표과 같이 적용하였다. 각각의 방법에 의해 산정된 자료를 기초로 구조물에 가장 합리적이고 신뢰성이 높은 자료를 적용하였다.

[표 4.14.11] 안정성 검토 설계기준

구 분		적용방법	비 고
설계조위	제1방법	약 최고 고 조 위	
	제2방법	삭 망 평 균 만 조 위	
마루높이	제1방법	방파제 마루높이 산정법	
	제2방법	월파량에 의한 방법	
	제3방법	처오름 높이에 의한 방법	
	제4방법	파고전달율에 의한 방법	
피복재	제1방법	Hudson공식에 의한 방법	
	제2방법	Van der Meer공식에 의한 방법	
상부공	활동, 전도	안전율 1.2 적용	고다식 적용
제 체	직선활동	안전율 1.2 적용	

c) 구조물 설계파

구역 및 구분		파고	주기	파향	재현빈도
동방파제	1구간 : No.0~No.9+ 3.8	4.3	15.2	SE	50년
	2구간 : No.9+ 3.8~No.12+ 2.7	5.2	15.2	SE	
	3구간 : No.12+ 2.7~No.14+ 7.7	5.2	15.2	SE	
	4구간 : No.14+ 7.7~No.21	7.0	15.1	SSE	
	5구간 : No.21~No.25+ 5.0	7.0	15.1	SSE	
	6구간 : No.25+ 5.0~No.33	7.9	15.2	SE	
	7구간 : No.33~No.45+ 9.0	7.9	15.2	SE	
	8구간 : No.45+ 9.0~No.50	8.1	15.2	SE	
서방파제	1구간 : No.0~No.17	5.0	14.1	S	50년
	2구간 : No.17~No.19	5.0	14.1	S	

나) 기존단면 안전성 평가

a) 기본방향

- 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과, 기존 및 금회 구조물 설계파에 의거 기 설정된 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량 및 체체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금회 평가 외곽시설은 동방파제와 서방파제로 시설현황은 [표 4.14.12]과 같다.

[표 4.14.12] 방파제 시설현황

구분	동방파제	서방파제
연장	500m	190m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1992년	1995년
전면수심	DL(-)4.0~14.0m	DL(-)8.0~14.0m
마루높이	DL(+)7.5~10.0m	DL(+)8.5~8.8m
피복재	5/16/25/32/40/50/64tonf T.T.P	40/64tonf T.T.P
검토구간	8개 구간	2개 구간

b) 설계조위 검토

- 설계조위는 약최고고조위와 삭망평균만조위의 실측치 또는 추산치에 기초하여 결정하며, 설계조위의 산정방법은 다음과 같다.
- 제1방법은 약최고고조위를 적용하는 방법이며, 국립해양조사원에서 제시하고 있는 최신 자료를 활용하여 적용하였다. 국립해양조사원 자료에 미미할 시에는 기존 보고서를 참고하였다.
- 제2방법은 국가어항에 대한 삭망평균만조위를 제시하고 있지 않으므로, 인근 무역항에서 제시하고 있는 삭망평균만조위와 대상어항과 인근 무역항의 약최고고조위 비를 활용하여 대상어항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 제1, 2방법 중에서 가장 큰 조위를 설계조위로 적용, 마루높이 검토시 설계조위로 적용하였다.
- 구조물 안정성 검토를 위한 파력 계산시 설계조위는 구조물에 가장 불리하게 작용하는 삭망평균만조위를 설계조위로 적용하였다.

구 분		산정결과	비 고
제1방법	약최고고조위	DL.(+) 303.2m	
제2방법	삭망평균만조위	DL.(+) 316.0m	적용

c) 마루높이 검토

- 항만 및 어항설계기준에서 제시하는 다음의 4가지 방법으로 마루높이를 산정하였다.
- 방파제 적용 마루높이는 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 제1방법과 제2방법을 비교·검토하여 결정하였다.

구 분	마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정	
	제1방법	제2방법	제3방법	제4방법				
동방파제	1구간	7.50	8.70	8.70	7.50	8.70	7.50	N.G
	2구간	8.40	9.10	9.50	7.90	8.40	7.50	N.G
	3구간	8.40	9.10	9.50	7.90	8.40	7.50	N.G
	4구간	10.20	8.40	11.30	9.70	10.20	9.00	N.G
	5구간	10.20	11.40	11.90	10.30	10.20	9.00	N.G
	6구간	11.10	12.70	12.80	11.20	11.10	9.00	N.G
	7구간	11.10	12.70	12.80	11.20	11.10	9.00	N.G
	8구간	-	-	-	-	-	-	-
서방파제	1구간	8.20	9.00	9.50	7.70	8.20	8.50	O.K
	2구간	-	-	-	-	-	-	-

d) 피복재 소요질량 검토

- 경사제방파제 사면경사 1:1.5구간은 Hudson공식과 Van der Meer공식중 최대값을 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 T.T.P 2층거치 및 사면경사 1:1.5의 조건에서만 적용가능한 Van der Meer공식을 제외한 Hudson공식을 기준으로 각 구간별 피복재 소요질량을 산정하였다.

■ 쇄파여부 검토

- 쇄파대에서는 충격쇄파압, 와류 등이 발생되어 구조물에 큰 영향이 미치게 된다.
- 구조물 위치의 쇄파대, 비쇄파대 여부를 판정하여 피복재의 소요질량산정에 적용하기 위한 것으로 이를 산정하기 위하여 대상지역의 평균수심을 기준으로 쇄파수심을 산정하였다.

구 분		쇄파수심 (m)	구조물 축조수심 (m)	비 고
동방파제	1구간	5.76 ~ 7.71	DL(-) 8.160	비쇄파대
	2구간	6.71 ~ 9.00	DL(-) 8.160	쇄파대
	3구간	6.71 ~ 9.00	DL(-) 8.160	쇄파대
	4구간	8.13 ~ 10.87	DL(-) 7.160	비쇄파대
	5구간	9.20 ~ 12.26	DL(-) 14.660	비쇄파대
	6구간	10.21 ~ 13.61	DL(-) 14.660	비쇄파대
	7구간	10.21 ~ 13.61	DL(-) 14.660	비쇄파대
	8구간	-	-	-
서방파제	1구간	6.72 ~ 8.97	DL(-) 11.160	비쇄파대
	2구간	-	-	-

■ 피복재 소요질량 산정

구 분	계 산 결 과	적 용	현 황	판 정	
동방파제	1구간	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	O.K
	2구간	T.T.P 10.0ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 16.0ton	O.K
	3구간	T.T.P 10.0ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 25.0ton	O.K
	4구간	T.T.P 32.0ton	T.T.P 32.0ton	T.T.P 32.0ton	O.K
	5구간	T.T.P 40.0ton	T.T.P 40.0ton	T.T.P 50.0ton	O.K
	6구간	T.T.P 64.0ton	T.T.P 64.0ton	T.T.P 64.0ton	O.K
	7구간	T.T.P 64.0ton	T.T.P 64.0ton	T.T.P 50.0ton	N.G
	8구간	Sealock 80.0ton	Sealock 80.0ton	T.T.P 64.0ton	N.G
서방파제	1구간	T.T.P 16.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 40.0ton	O.K
	2구간	T.T.P 25.0ton	T.T.P 25.0ton	T.T.P 50.0ton	O.K

■ 중간피복재 소요규격 산정

- 중간피복재는 외측 피복재 중량의 1/10 ~ 1/15 규격을 사용한다.

$$W_1 = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) W$$

여기서, W : 외측 피복재의 질량

W_1 : 중간 피복재의 질량

구 분	소요 질량 (tf)	소요 규격 (m ³ /ea)	현 황 (m ³ /ea)	비 고	
동방파제	1구간	0.31 ~ 0.46	0.2	1.0	O.K
	2구간	0.62 ~ 0.92	0.3	1.0	O.K
	3구간	0.62 ~ 0.92	0.3	1.0	O.K
	4구간	1.92 ~ 2.88	1.0	0.3	N.G
	5구간	2.46 ~ 3.68	1.0	TRIPORD 7.0ton	O.K
	6구간	3.93 ~ 5.89	TRIPORD 5.0ton	TRIPORD 7.0ton	O.K
	7구간	3.93 ~ 5.89	TRIPORD 5.0ton	TRIPORD 7.0ton	O.K
	8구간	-	-	-	-
서방파제	1구간	1.00 ~ 1.45	0.5	1.0	O.K
	2구간	-	-	-	-

e) 구조물 안정검토

■ 상부공

- 상부공 안정검토는 활동, 전도, 직선활동에 대하여 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.
- 구조물에 작용하는 파력은 고다식에 의해 산정한다.

구 분	상시				지진시				
	활 동		전 도		활 동		전 도		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
동방 파제	1구간	0.23 < 1.20	N.G	-3.22 < 1.20	N.G	0.18 < 1.00	N.G	-2.53 < 1.10	N.G
	2구간	1.59 > 1.20	O.K	9.10 > 1.20	O.K	1.09 > 1.00	O.K	6.12 > 1.10	O.K
	3구간	1.59 > 1.20	O.K	9.10 > 1.20	O.K	1.09 > 1.00	O.K	6.12 > 1.10	O.K
	4구간	0.79 < 1.20	N.G	1.94 > 1.20	O.K	0.66 < 1.00	N.G	1.65 > 1.10	O.K
	5구간	1.37 > 1.20	O.K	3.36 > 1.20	O.K	1.05 > 1.00	O.K	2.61 > 1.10	O.K
	6구간	1.08 < 1.20	N.G	2.48 > 1.20	O.K	0.86 < 1.00	N.G	2.00 > 1.10	O.K
	7구간	1.08 < 1.20	N.G	2.48 > 1.20	O.K	0.86 < 1.00	N.G	2.00 > 1.10	O.K
	8구간	-	-	-	-	-	-	-	-
서방 파제	1구간	1.88 > 1.20	O.K	4.38 > 1.20	O.K	1.36 > 1.00	O.K	3.27 > 1.10	O.K
	2구간	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 제체공

- 제체 안정성 검토는 직선활동에 대해 “항만 및 어항 설계기준(2005년)”에 의거하여 검토를 수행하였다.

구 분	상시		지진시		
	안전율	검토결과	안전율	검토결과	
동방파제	1구간	1.42 > 1.20	O.K	1.17 > 1.00	O.K
	2구간	1.58 > 1.20	O.K	1.29 > 1.00	O.K
	3구간	1.58 > 1.20	O.K	1.31 > 1.00	O.K
	4구간	0.96 < 1.20	N.G	0.77 < 1.00	N.G
	5구간	1.35 > 1.20	O.K	1.15 > 1.00	O.K
	6구간	1.28 > 1.20	O.K	1.10 > 1.00	O.K
	7구간	1.28 > 1.20	O.K	1.10 > 1.00	O.K
	8구간	-	-	-	-
서방파제	1구간	1.55 > 1.20	O.K	1.15 > 1.00	O.K
	2구간	-	-	-	-

4) 평가 및 결론

- 개정 신규심해파에 의한 금회 수치모형실험 결과에 따른 구조물 설계파를 기초로 동방파제, 서방파제 구간의 안전성 검토결과를 요약정리하면 [표 4.14.13]와 같다.

[표 4.14.13] 안전성 검토 결과

구 분		동방파제								
		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	8구간	
구 조 물 설 계 파	파고(m)	4.30	5.20	5.20	7.00	7.00	7.90	7.90	8.10	
	주기(s)	15.20	15.20	15.20	15.10	15.10	15.20	15.20	15.20	
	파 향	SE	SE	SE	SSE	SSE	SE	SE	SE	
마 루 이 높 이 (DL.(+),m)	현 황	7.50	7.50	7.50	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	
	금 회 (판 정)	8.70 (NG)	8.40 (NG)	8.40 (NG)	10.20 (NG)	10.20 (NG)	11.10 (NG)	11.10 (NG)	11.30 (NG)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 50	T.T.P 160	T.T.P 250	T.T.P 320	T.T.P 500	T.T.P 640	T.T.P 500	T.T.P 640	
	금 회 (판 정)	T.T.P 50 (OK)	T.T.P 100 (OK)	T.T.P 100 (OK)	T.T.P 320 (OK)	T.T.P 400 (OK)	T.T.P 640 (OK)	T.T.P 640 (NG)	Sealock 800 (NG)	
상 부 공 및 제 체 안 정	상 시	활 동 (판 정)	0.23 (NG)	1.59 (OK)	1.59 (OK)	0.79 (NG)	1.37 (OK)	1.08 (NG)	1.08 (NG)	-
		전 도 (판 정)	-3.22 (NG)	9.10 (OK)	9.10 (OK)	1.94 (OK)	3.36 (OK)	2.48 (OK)	2.48 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.42 (OK)	1.58 (OK)	1.58 (OK)	0.96 (NG)	1.35 (OK)	1.28 (OK)	1.28 (OK)	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	0.18 (NG)	1.09 (OK)	1.09 (OK)	0.66 (NG)	1.05 (OK)	0.86 (NG)	0.86 (NG)	-
		전 도 (판 정)	-2.53 (NG)	6.12 (OK)	6.12 (OK)	1.65 (OK)	2.61 (OK)	2.00 (OK)	2.00 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.17 (OK)	1.29 (OK)	1.31 (OK)	0.77 (NG)	1.15 (OK)	1.10 (OK)	1.10 (OK)	-

구 분		서 방 파 제		
		1구간	2구간	
구 조 물 설 계 파	파고(m)	5.00	5.00	
	주기(s)	14.10	14.10	
	파 향	S	S	
마 루 이 높 이 (DL.(+),m)	현 황	8.50	8.50	
	금 회 (판 정)	8.20 (OK)	8.20 (OK)	
피 복 재 소 요 중 량 (t o n)	현 황	T.T.P 20.0 (OK)	T.T.P 32.0 (OK)	
	금 회 (판 정)	2.55 (OK)	3.42 (OK)	
상 부 공 및 제 체 안 정	상 시	활 동 (판 정)	1.88 (OK)	-
		전 도 (판 정)	4.38 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.55 (OK)	-
	지 진 시	활 동 (판 정)	1.36 (OK)	-
		전 도 (판 정)	3.27 (OK)	-
		직 선 활 동 (판 정)	1.15 (OK)	-

- 위미항은 과거 방파제 피해가 발생하지 않은 것으로 조사되었고, 개정 신규 심해파에 따른 안전성 검토에서는 서방파제에 대해서는 보강방안의 수립이 필요하지 않으나 동방파제에 대해서는 마루높이, 피복재, 상부공에서의 안전성이 확보되지 않으므로 피복재 및 상치콘크리트 등의 보강방안의 수립이 필요한 것으로 검토되었다.
- 그러므로, 이러한 단면에 대한 보강방안 수립을 위해서는 보다 종합적인 대책이 요구되나, 현재 시공이 완료된 기존 평면배치안의 재조정 등은 불가능하므로 제체단면의 보강을 통해 고파랑에 대한 내파성을 극대화할 수 있는 보강계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

[표 4.14.14] 기존단면 안전성 검토결과

시 설 명		안전성 검토결과	보강여부
동방파제	1구간 : No.0~No.9+3.8	×	필요
	2구간 : No.9+3.8~No.12+2.7	×	필요
	3구간 : No.12+2.7~No.14+7.7	×	필요
	4구간 : No.14+7.7~No.21	×	필요
	5구간 : No.21~No.25+5.0	×	필요
	6구간 : No.25+5.0~No.33	×	필요
	7구간 : No.33~No.45+9.0	×	필요
	8구간 : No.45+9.0~No.50	×	필요
서방파제	1구간 : No.0~No.17	○	불필요
	2구간 : No.17~No.19	○	불필요

4.14.3 보수·보강 방안 수립

1) 기본방향

가) 개요

- 위미항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 동방파제 8개 구간, 시설규모는 500m로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 4.14.15] 보수·보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
동방파제	1구간	93.8m	○
	2구간	28.9m	○
	3구간	25m	○
	4구간	62.3m	○
	5구간	45m	○
	6구간	75m	○
	7구간	129m	○
	8구간	41m	○
서방파제	1구간	170m	
	2구간	20m	

나) 주요 검토항목 및 검토조건

가) 상치콘크리트 보수·보강

■ 마루높이

- 마루높이 검토결과 소요 마루높이에 미달되는 구간에 대해서는 파라펫 설치, 상치증고 등으로 소요 마루높이를 확보토록 하였다.
- 방파제 배후 시설물 유무 등을 고려하여 방파제는 설계조위 + $1.0H_{1/3}$ 이상을 확보토록 하여 배후 시설물의 월파에 의한 피해를 최소화하도록 보수·보강 방안을 수립하였다.

■ 상부공 안정성

- 상부공 안정성(활동, 전도) 검토결과 안정이 미확보된 구간에 대해서는 상치 확폭, 상치 증고 등을 통해 안정성을 확보토록 하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신규콘크리트의 일체성을 확보토록 보강계획을 수립하였다.
- 또한, 마루높이 증고 및 상치콘크리트 보강에 따라 상치에 작용하는 파력이 증가하는 구간에 대해서는 보수·보강 후 상부 안정성 검토를 추가로 수행하였다.

■ 피복재 보수·보강

- 피복재 소요 질량 검토결과 소요 질량에 미달되는 구간에 대해서는 구조물의 안정성, 시공성, 기존 T.T.P 유용성 및 경제성을 고려한 보강계획을 수립하였다.
- 사석경사체의 경우, 기존 T.T.P 상부구간을 제거하여 전면소단부로 유용하고, 소요 피복재 규격의 T.T.P로 기존 T.T.P 상부를 보강토록 하였다.

2) 보수·보강방안 비교 및 선정

가) 동방파제

- 개정 심해파를 고려한 동방파제의 검토결과, 마루높이는 전구간에서 소요 마루높이에 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 상치를 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 피복재 소요질량 검토결과, 동방파제 6~8구간에서 안정성이 미확보되어 64.0 TON T.T.P를 보강하는 것으로 안정성을 확보하였다.
- 또한, 상부공 안정성이 미확보된 전구간에 대해서는 상치콘크리트 증고 및 보강으로 안정성을 확보토록 하였다.

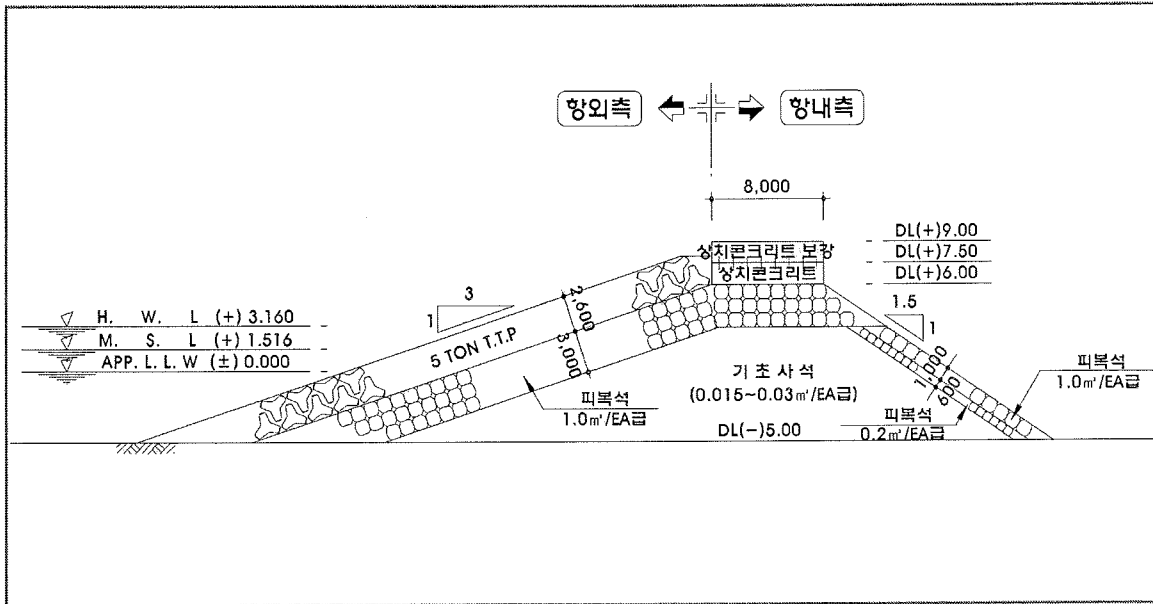
[표 4.14.16] 방파제 보수·보강 단면 제원

구 분	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	8구간	비 고
시설연장	93.8m	28.9m	25m	62.3m	45m	75m	204m	41m	500m
마루높이	현황	DL(+7.5m)	DL(+7.5m)	DL(+7.5m)	DL(+9.0m)	DL(+9.0m)	DL(+9.0m)	DL(+9.0m)	DL(+10.0m)
	계획	DL(+9.0m)	DL(+9.0m)	DL(+9.0m)	DL(+10.5m)	DL(+10.5m)	DL(+11.1m)	DL(+11.1m)	DL(+11.1m)
외측 피복재	현황	T.T.P 5.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 25.0ton	T.T.P 32.0ton	T.T.P 50.0ton	T.T.P 64.0ton	T.T.P 50.0ton	T.T.P 64.0ton
	계획	-	-	-	-	-	-	T.T.P 64.0ton	Sealock 80ton

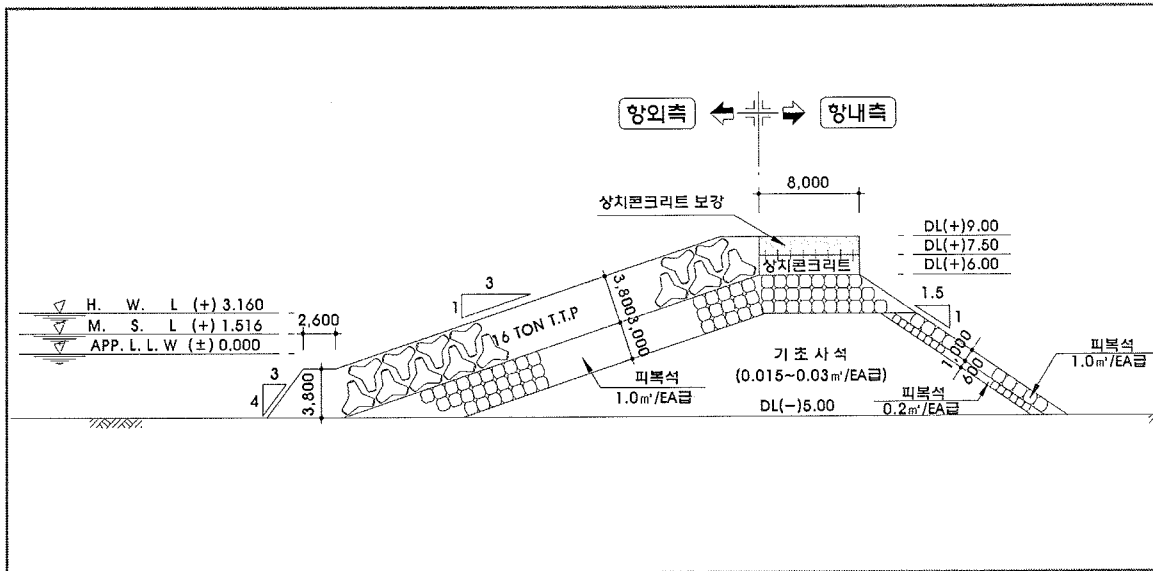
[표 4.14.17] 북방파제 보수·보강 방안

단 면	보수·보강 방안	비 고
1구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+9.00m) 확보	
2~3구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+9.00m) 확보	
4~5구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+10.50m) 확보	
6구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+11.10m) 확보	
7구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+11.10m) 확보 • 기존 피복재 위에 8구간에서 제거된 64.0 TON T.T.P를 유 용하여 안정성을 확보	
8구간	• 기존 상치를 증고하여 소요 마루높이(DL(+11.10m) 확보 • 기존 피복재 64.0 TON T.T.P를 제거하고 80.0 TON Sealock를 보강하여 안정성을 확보	

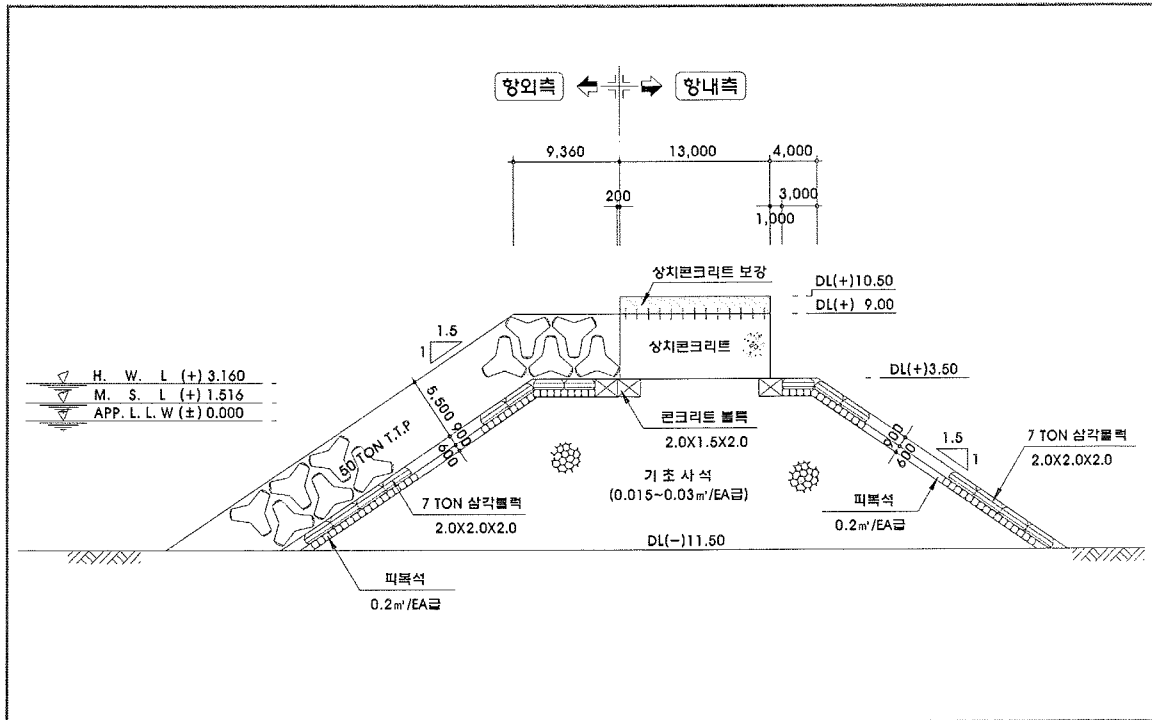
<그림 4.14.19> 보수·보강 표준단면도(1구간, 보강안)



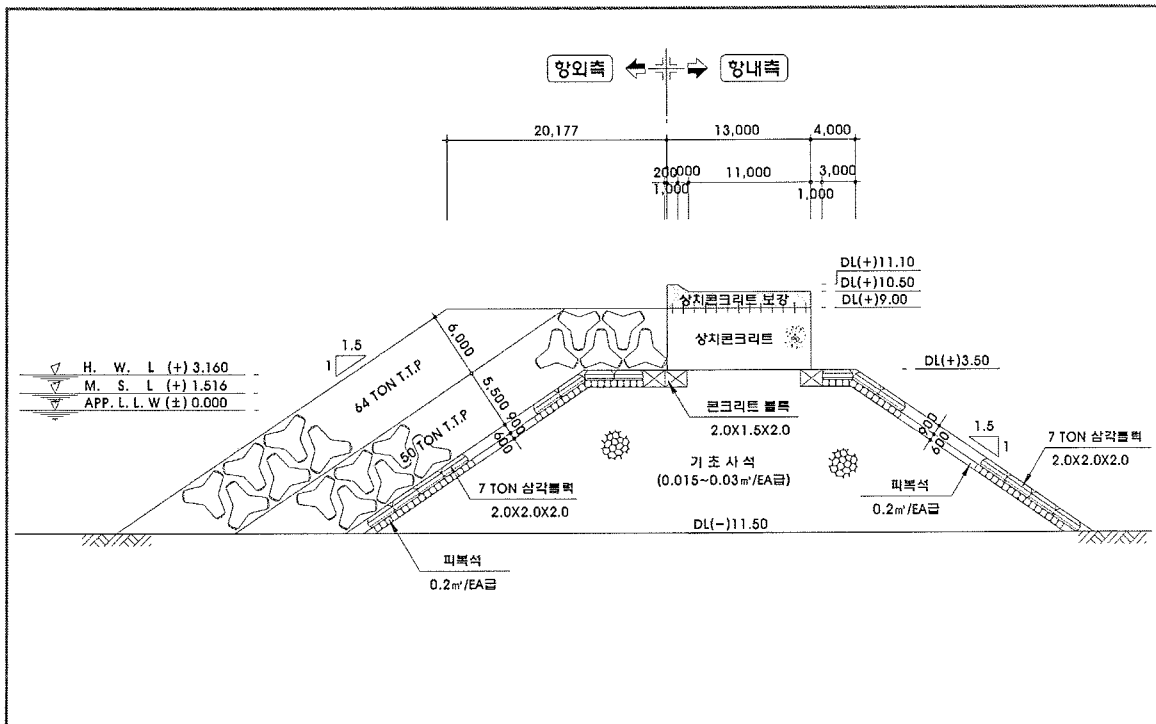
<그림 4.14.20> 보수·보강 표준단면도(2~3구간, 보강안)



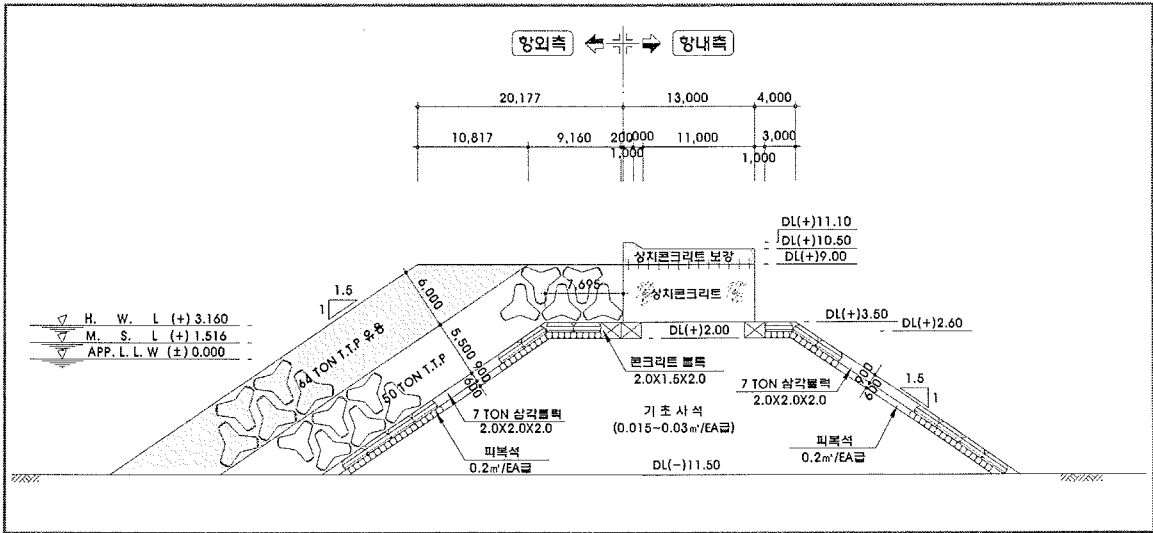
<그림 4.14.21> 보수·보강 표준단면도(4~5구간, 보강안)



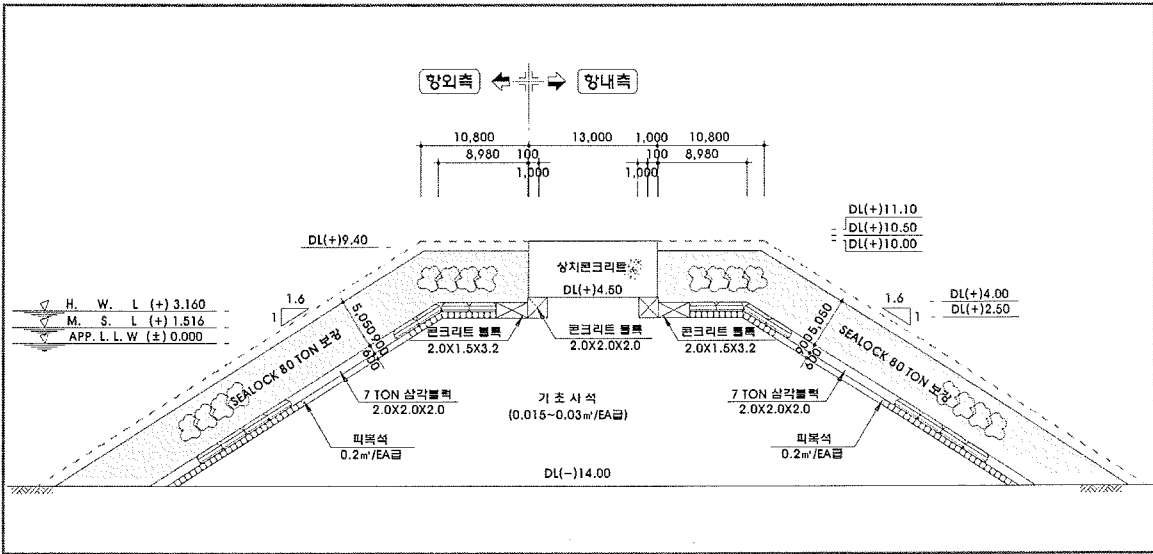
<그림 4.14.22> 보수·보강 표준단면도(6구간, 보강안)



<그림 4.14.23> 보수·보강 표준단면도(7구간, 보강안)



<그림 4.14.24> 보수·보강 표준단면도(8구간, 보강안)



3) 보수·보강 공사비 산출

가) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2010년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2010년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2010년 12월 1일 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 증개 2010년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2010년 12월 물가자료, 물가정보 기준

나) 개략공사비 산정결과

- 위미항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 66억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단 가	공사비	비 고
동방과제	500		6,540	
1구간	93.8	2	188	·상치 보강, 피복석 보강
2구간	28.9	2	58	·상치 보강
3구간	25	2	50	·상치 보강
4구간	62.3	3	187	·상치 보강, 피복석 보강, 항내측 보강
5구간	45	3	135	·상치 보강, 피복석 보강, 항내측 보강
6구간	75	3	225	·상치 보강, 피복석 보강
7구간	129	27	3,483	·상치 보강, 피복석 보강
8구간	41	54	2,214	·상치 보강, 피복석 보강
서방과제	-		-	
1구간	-	-	-	
2구간	-	-	-	
부 대 비			50	·등대이설
합 계			6,590	

제5장 보수·보강 우선순위 선정

5.1 기본방향

5.2 보수·보강 우선순위 대상항 선정

5.3 우선순위 평가항목 및 기준 설정

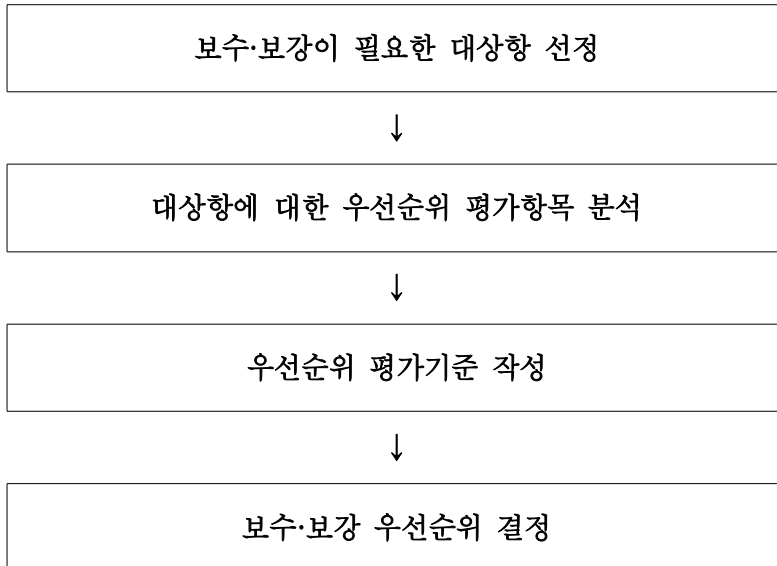
5.4 보수·보강 우선순위 선정

제 5 장 보수·보강 우선순위 선정

5.1 기본방향

- 보수·보강의 우선순위는 1차년도 대상어항인 13개항 중 보수·보강이 필요한 어항을 선정하고, 선정된 항에 대한 어항의 기능, 태풍피해현황, 설계과 검토, 안전성평가, 항내정온도 및 기타 등의 선정기준 통해 대상 국가어항의 보수·보강 우선순위를 결정하고자 한다.

<그림 5.1.1> 보수·보강 우선순위 결정 절차



5.2 보수·보강 우선순위 대상항 선정

- 보수·보강이 필요한 대상항은 크게 과거 태풍 또는 폭풍에 의해 피해가 발생한 어항, 항내정온도 개선이 필요한 어항, 외곽시설의 안전성이 미확보되는 어항으로 구분하여 선정하였다.

5.2.1 태·폭풍피해현황

- 1차년도 대상어항 중 과거 태·폭풍에 의한 피해가 발생한 어항은 다음과 같다.

[표 5.2.1] 태·폭풍피해 및 보수보강 현황

구분	피해횟수	피해내용	피해금액(백만원)	복구내용
장호항	-	-	-	-
죽변항	1	<ul style="list-style-type: none"> • 태풍프렌(1976) • 방파제 사석유실 	5	• 피복석 복구
축산항	-	-	-	-
대보항	-	-	-	-
양포항	1	<ul style="list-style-type: none"> • 폭풍내습(1998) • 방파제 피해 	782	• 방파제 복구
정자항	-	-	-	-
방어진항	-	-	-	-
미조항	-	-	-	-
외포항	1	<ul style="list-style-type: none"> • 태풍페이(1995) • 방파제 TTP유실 	82	• TTP 복구
지세포항	-	-	-	-
능양항	-	-	-	-
김녕항	-	-	-	-
위미항	-	-	-	-

5.2.2 항내정온도

- 항내정온도 개선이 필요한 어항은 설계과고의 증가 및 내습과랑의 다변화되는 어항과 현지조사시 주민의 민원이 있는 어항을 대상으로 항내정온도 실험을 통해 결정하였다.
- 실험결과 1차년도 13개 대상어항 중 항내정온도 개선이 필요한 어항은 총 5개항으로 검토되었다.

[표 5.2.2] 정온도실험 대상항

항명	고과랑 내습지역	내습과랑 증가	입사과랑의 다방향성	피해이력	현지의견 수렴	개발상태	선정
장호항	○	×	×	×	×	완 공	
죽변항	○	○	○	○	×	시공중	
축산항	○	○	×	×	○	완 공	○
대보항	×	×	○	○	○	완 공	○
양포항	○	○	○	○	○	완 공	○
정자항	○	○	○	×	×	완 공	
방어진항	×	×	○	×	×	완 공	
미조(남)항	×	×	○	×	○	완 공	
외포항	○	○	×	×	○	완 공	○
지세포항	○	○	×	×	○	계획중	
능양항	×	×	×	×	×	완 공	
김녕항	○	×	○	×	○	완 공	○
위미항	○	×	○	×	○	완 공	○

[표 5.2.3] 항내정온도 실험결과

구분	정온수면적 확보	계류시설전면 정박가능과고	항내정온도 개선 여부
축산항	확보	일부구간 초과	○
대보항	확보	일부구간 초과	○
양포항	미확보	전구간 초과	○
외포항	확보	일부구간 초과	○
김녕항	확보	만족	×
위미항	확보	일부구간 초과	○

5.2.3 안전성평가

- 설계과 검토결과에 따른 신규설계과에 대한 어항별, 시설별 안전성을 마루높이, 소요피복재 및 제체의 안정성 항목으로 구분하여 평가하였다.
- 평가결과 대보항과 미조항은 안전성을 확보하는 것으로 나타났으며, 11개어항은 안전성이 미확보되어 보수·보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 5.2.4] 안전성 평가결과

항별	시설물	마루 높이 (DL(+))	피복재 소요중량 (ton)	상 시			지 진 시		
				상부공		제체	상부공		제체
				활동	전도	직선활동	활동	전도	직선활동
장호항	방 파 제	×	×	×	×	×	×	×	×
	방 사 제	○	○	○	○	○	○	○	○
죽변항	동방파제	×	×	×	○	○	×	○	○
	남방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
축산항	북방파제	×	×	×	○	○	×	○	○
	동방파제	○	×	○	○	○	○	○	○
대보항	북방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	남방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	도 제	○	○	○	○	○	○	○	○
양포항	북방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
	방 사 제	○	○	○	○	○	○	○	○
정자항	북방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	남방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	도제	○	×	○	○	○	○	○	○
방어진항	북방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	남방파제	×	○	○	○	○	○	○	○
	파제제	○	○	○	○	○	○	○	○
미조(남)항	동방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
	서방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
외포항	동방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
	서방파제	×	○	×	○	○	×	○	○
지세포항	서방파제	×	×	×	○	×	×	○	×
능양항	서방파제	×	○	×	○	○	×	○	○
	동방파제	×	○	×	○	○	×	○	○
김녕항	서방파제	×	○	○	○	○	○	○	○
	동방파제	○	○	○	○	○	○	○	○
위미항	동방파제	×	×	×	×	×	×	×	×
	서방파제	○	○	○	○	○	○	○	○

주) ○ : 안전성 확보, × : 안전성 미확보

5.2.4 보수·보강 우선순위 대상항 선정

- 1차년도 대상 13개 국가어항 중 과거 태·폭풍피해, 항내정온도 및 안전성평가 검토결과 12개 국가어항을 보수·보강 우선순위 대상항으로 선정하였다.

[표 5.2.5] 태·폭풍피해 및 보수보강 현황

구 분	과거 태·폭풍피해	항내정온도개선필요	안전성 미확보	보수·보강 대상
장호항	×	×	○	○
죽변항	○	×	○	○
축산항	×	○	○	○
대보항	×	○	×	○
양포항	○	○	○	○
정자항	×	×	○	○
방어진항	×	×	○	○
미조항	×	×	×	×
외포항	○	○	○	○
지세포항	×	×	○	○
능양항	×	×	○	○
김녕항	×	×	○	○
위미항	×	○	○	○

5.3 우선순위 평가항목 및 기준 설정

- 보수·보강 계획은 설계과 증가 등으로 인해 향후 피해가 예상되는 어항에 대해 피해방지대책을 마련하여 시설물의 안전성을 확보하고, 향후 국가어항 정비계획 수립시 근거자료로 활용하는 데 목적이 있다.
- 따라서, 보수·보강계획 수립은 어업인의 생명과 재산보호 측면을 우선 고려하여야 하며, 수산기능의 원활한 유지 및 기타 친수성 등을 고려하여 계획을 수립하여야 한다. 보수·보강 우선순위 선정의 평가항목은 본 과업의 특성을 감안하여 어항의 기능, 피해현황, 설계과 검토, 안전성평가, 항내정온도 및 기타의 6가지 항목으로 구분하였으며, 외곽시설의 안전성평가에 최우선 평점을 부여하였다.
- 어항의 기능 항목은 어항의 중요도를 평가하는 항목으로 수산물 생산량, 어선척수, 어항규모(계류시설) 등의 세부항목으로 구분하였으며, 전체대상어항의 순위에 따라 수치가 클수록 큰 평점을 부여하였다.
- 피해현황 항목은 보수·보강의 주요목적인 태·폭풍의 피해방지에 중요한 항목으로 과거 피해횟수 및 피해금액을 세부항목으로 구분하였으며, 피해횟수가 많을수록, 피해금액이 클수록 큰 평점을 부여하였고, 태풍이외의 피해에 대해서도 빈도별로 구분하여 이에 대한 영향도 반영하였다.
- 설계과 검토항목은 안전성 평가의 중요항목인 설계과의 증가여부를 평가하는 항목으로 피복재 규격변화가 큰 파고 1.0m증가 여부를 기준으로 평점을 부여하였다.
- 안전성평가 항목은 구조물의 안전성평가 결과를 기준으로 외곽시설 노후도, 안전성미확보 규모, 보수·보강 비용을 세부항목으로 평가결과가 나쁠수록 큰 평점을 부여하였으며, 투자의 효율성 측면에서는 보수·보강 비용이 적을수록 개발 효율성이 커지므로 가중치를 크게 부여하였다.
- 또한, 대상항만의 실시설계가 수립되어 건설공사가 진행중이거나, 발주예정인 어항은 공사시 보수·보강 단면을 고려토록 하기 위해 높은 평점을 부여함으로써 우선순위 결정에 건설공사 시행여부가 반영될 수 있도록 선정기준을 정립하였다.

[표 5.3.1] 보수·보강 우선순위 평가 항목 및 기준

구 분	평가항목	평 점	평가 구분	평점 기준	
어항기능	1. 수산물 생산량 (어획량)	3	$\frac{\text{항별 어획량}}{\text{대상항 최대 어획량}}$	$\frac{F_1}{F_{1\max}} \times 3$	
	2. 선박입출항실적 (어선척수)	3	$\frac{\text{항별 어선척수}}{\text{대상항 최대 어선척수}}$	$\frac{F_2}{F_{2\max}} \times 3$	
	3. 계류시설규모	4	$\frac{\text{항별 시설규모}}{\text{대상항 최대 시설규모}}$	$\frac{F_3}{F_{3\max}} \times 4$	
	계	10			
피해 현황	4. 태풍피해횟수	10	A : 2회 이상 B : 1회 C : 피해없음	A : 10 B : 5 C : 0	
	5. 태풍피해규모(금액)	5	$\frac{\text{항별 피해금액}}{\text{최대 피해금액}}$	$\frac{F_5}{F_{5\max}} \times 4 + 1$	
	6. 태풍이외 피해(빈도)	10	A : 빈번 B : 보통 C : 피해없음	A : 10 B : 5 C : 0	
	계	25			
설계과 검 토	7. 설계과 증가	10	A : 파고 1.0m이상 증가 B : 파고 1.0m미만 증가 C : 동일 또는 감소	A : 10 B : 5 C : 0	
	계	10			
안전성 평 가	8. 외곽시설 노후도	5	A : 불량 B : 보통 C : 양호	A : 5 B : 3 C : 0	
	9. 안전성 평가 결과	피복재	5	$\frac{\text{항별 안전성 미확보규모}}{\text{항별 총 외곽시설규모}}$	$\frac{Fa_1}{T_1} \times 5$
		마루 높이	5	$\frac{\text{항별 안전성 미확보규모}}{\text{항별 총 외곽시설규모}}$	$\frac{Fa_2}{T_2} \times 5$
		제체 안정성	5	$\frac{\text{항별 안전성 미확보규모}}{\text{항별 총 외곽시설규모}}$	$\frac{Fa_3}{T_3} \times 5$
	10. 보수보강 규모	10	$\frac{\text{항별 공사비}}{\text{대상항 최대 공사비}}$	$10 - \left(\frac{F_{10}}{F_{10\max}} \times 9 \right)$	
계	30				
항 내 정온도	11. 정온도	10	A : 불량 B : 보통 C : 양호	A : 10 B : 5 C : 0	
	12. 정온도 확보 공사비	5	$\frac{\text{항별 공사비}}{\text{대상항 최대 공사비}}$	$5 - \left(\frac{F_{12}}{F_{12\max}} \times 4 \right)$	
	계	15			
기 타	13. 공사여부	10	A : 공사중 B : 공사발주예정 C : 공사계획 없음	A : 10 B : 5 C : 0	
	계	10			
합 계		100			

5.4 보수·보강 우선순위 선정

- 보수·보강 대상어항 총 12개항에 대한 우선순위 선정결과 측면항이 최우선적으로 보수·보강이 필요한 어항으로 선정되었다.

[표 5.4.1] 어항기능 평가결과

구 분	수산물 생산량		이용어선수		시설규모		총 평점 (10)
	어획량(톤)	평점	어선척수(척)	평점	시설규모(m)	평점	
장호항	1,299	0.3	210	1.9	417	1.3	3.5
측면항	10,060	2.0	155	1.4	1,307	4.0	7.4
축산항	10,597	2.1	130	1.2	945	2.9	6.2
대보항	683	0.1	102	0.9	670	2.1	3.1
양포항	2,344	0.5	168	1.5	720	2.2	4.2
정자항	1,460	0.3	91	0.8	795	2.4	3.5
방어진항	15,209	3.0	130	1.2	1,034	3.2	7.4
외포항	8,630	1.7	337	3.0	532	1.6	6.3
지세포항	101	0.0	127	1.1	728	2.2	3.3
능양항	33	0.0	126	1.1	596	1.8	2.9
김녕항	129	0.0	126	1.1	340	1.0	2.1
위미항	194	0.0	81	0.7	890	2.7	3.4

[표 5.4.2] 피해현황 평가결과

구 분	태풍피해횟수		태풍피해규모		태풍이의 피해빈도		총 평점 (25)
	피해횟수	평점	피해규모 (백만원)	평점	빈도	평점	
장호항	-	-	-	-	-	-	0.0
측면항	1	5.0	5	1.0	-	-	6.0
축산항	-	-	-	-	빈번	10.0	10.0
대보항	-	-	-	-	-	-	0.0
양포항	1	5.0	782	5.0	보통	5.0	15.0
정자항	-	-	-	-	-	-	0.0
방어진항	-	-	-	-	-	-	0.0
외포항	1	5.0	82	1.4	-	-	6.4
지세포항	-	-	-	-	-	-	0.0
능양항	-	-	-	-	-	-	0.0
김녕항	-	-	-	-	-	-	0.0
위미항	-	-	-	-	-	-	0.0

[표 5.4.3] 설계파검토 평가결과

구 분	설계파 변화량(m)			총 평점 (10)
	기존	금회	변화량	
장호항	3.1	4.8	1.7	10.0
죽변항	4.0	6.1	2.1	10.0
축산항	6.8	8.0	1.2	10.0
대보항	5.8	2.7	-3.1	0.0
양포항	5.2	7.4	2.2	10.0
정자항	5.5	6.3	0.8	5.0
방어진항	4.9	4.3	-0.6	0.0
외포항	5.3	7.5	2.2	10.0
지세포항	4.2	5.2	1.0	10.0
능양항	2.5	2.5	0.0	0.0
김녕항	5.0	4.7	-0.3	0.0
위미항	8.1	7.9	-0.2	0.0

[표 5.4.4] 안전성 평가결과

구 분	외곽시설노후도		안전성 미확보 구간(m)						보수보강 비용		총 평점 (30)
			피복재		마루높이		체체안정성				
	노후도	평점	미확보 구간	평점	미확보 구간	평점	미확보 구간	평점	비용 (억원)	평점	
장호항	양호	0.0	90	0.9	90	0.9	90	0.9	17.4	9.6	12.3
죽변항	양호	0.0	1,155	4.9	1,130	4.8	685	2.9	230.9	5.3	17.9
축산항	보통	3.0	330	3.4	240	2.5	240	2.5	96.6	8.0	19.4
대보항	양호	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
양포항	보통	3.0	700	3.0	654	2.8	680	3.0	440.6	1.0	12.8
정자항	양호	0.0	20	0.1	-	-	-	-	10.8	9.8	9.9
방어진항	양호	0.0	-	-	20	0.1	-	-	0.4	10.0	10.1
외포항	양호	0.0	200	2.9	344	5.0	344	5.0	142.5	7.0	19.9
지세포항	양호	0.0	450	5.0	450	5.0	450	5.0	162.5	6.7	21.7
능양항	양호	0.0	-	-	310	5.0	310	5.0	7.2	9.9	19.9
김녕항	양호	0.0	-	-	137	0.8	-	-	1.4	10.0	10.8
위미항	양호	0.0	129	0.9	500	3.6	401	2.9	65.9	8.7	16.1

[표 5.4.5] 항내정온도 평가결과

구 분	정온도		정온도 확보 비용		총 평점 (15)
	정온도	평점	공사비(억원)	평점	
장호항	양호	0.0	-	-	0.0
죽변항	양호	0.0	-	-	0.0
축산항	불량	10.0	168	1.0	11.0
대보항	보통	5.0	20	4.5	9.5
양포항	불량	10.0	120	2.1	12.1
정자항	양호	0.0	-	-	0.0
방어진항	양호	0.0	-	-	0.0
외포항	보통	5.0	58	3.6	8.6
지세포항	양호	0.0	-	-	0.0
능양항	양호	0.0	-	-	0.0
김녕항	양호	0.0	-	-	0.0
위미항	불량	10.0	105	2.5	12.5

[표 5.4.6] 보수·보강 우선순위 선정결과

구 분	어항기능 (10)	피해현황 (25)	설계과 검토(10)	안전성 평가(30)	항내 정온도(15)	기타 (10)	계 (100)	우선 순위
장호항	3.5	0.0	10.0	12.3	-	0.0	25.8	7
죽변항	7.4	6.0	10.0	17.9	-	10.0	51.3	3
축산항	6.2	10.0	10.0	19.4	11.0	0.0	56.6	1
대보항	3.1	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	12.6	12
양포항	4.2	15.0	10.0	12.8	12.1	0.0	54.1	2
정자항	3.5	0.0	5.0	9.9	-	0.0	18.4	9
방어진항	7.4	0.0	0.0	10.1	-	0.0	17.5	10
외포항	6.3	6.4	10.0	19.9	8.6	0.0	51.2	4
지세포항	3.3	0.0	10.0	21.7	-	0.0	35.0	5
능양항	2.9	0.0	0.0	19.9	-	0.0	22.8	8
김녕항	2.1	0.0	0.0	10.8	-	0.0	12.9	11
위미항	3.4	0.0	0.0	16.1	12.5	0.0	32.0	6

제6장 결론 및 건의

6.1 결 론

6.2 건 의

제 6 장 결론 및 건의

6.1 결론

- 110개 국가어항 중 한국해양연구원에서 재산정한 「전해역 심해파 추산보고서Ⅱ」(2005, 한국해양연구원)를 적용하여 정비계획을 수립한 29개어항을 제외한 81개 대상어항 중 태풍의 주요경로에 위치한 1차년도 13개 대상어항에 대해 설계과 검토 및 외곽시설에 대한 정밀 안전성 평가를 수행하였다.
- 먼저, 태·폭풍피해조사 결과 13개 대상어항 중 죽변항, 양포항, 외포항 등 3개항이 과거 피해가 발생하였으며, 피해금액은 총 869백만원 정도로 모두 원상복구가 실시된 것으로 조사되었다.
- 1차년도 13개 대상어항의 설계과 검토는 섬 등에 차폐된 미조항 및 능양항은 30개 이상의 태·폭풍자료를 이용하여 구조물설계과를 재추산하였으며, 그 외 11개항은 신규심해과를 외해입사경계로 하여 16개 과항에 대해 구조물 설계과를 산정하여 기존설계과와 비교·검토하였다.
- 설계과 검토 결과 축산항, 양포항 및 외포항의 경우 파고가 2.0m 이상 증가하는 것으로 검토되었고, 죽변항, 정자항, 지세포항 및 위미항은 1.0m 내외의 설계파고가 증가되는 것으로 나타났으며, 총 6개 어항의 설계파향 45°이상 변화하는 것으로 검토되어 대상어항 전반적으로 항내정온도 확보 및 외곽시설의 안전성 평가가 필요한 것으로 검토되었다.
- 정밀 안전성 평가(마루높이 검토, 피복재 소요중량 검토, 상부공 및 제체안전성 검토) 결과 대보항 및 미조항을 제외한 11개 어항의 일부구간 재산정된 설계과에 대해 안전성 확보가 어려운 것으로 검토되었다.
- 따라서, 안전성 평가결과 및 항내정온도 검토 결과를 토대로 미조항을 제외한 12개(대보항은 정온도 개선방안만 수립) 어항에 대해 보수·보강계획을 수립하고 개략공사비를 산정하였으며, 총 보수·보강비용은 약 1,647억원(정온도 개선안 471억원 포함) 정도로 산정되었다.
- 이들 12개 국가어항 중에서 현재 시공중에 있는 죽변항은 기존단면 보강 및 신설단면에 대한 설계변경시의 공사비 증가는 231억원이며, 정비공사 완료 후 보강시에는 약 305억이 소요될 것으로 추정되어 신설단면 착공전 설계변경하여 공사하는 것이 경제적인 것으로 사료된다.
- 마지막으로 한정된 예산으로 인해 보수·보강이 시급한 어항을 선정하기 위해 금회 설정한 평가항목을 토대로 보수·보강 우선순위를 선정하였으며, 선정결과 축산항이 최우선 보수·보강이 필요한 것으로 선정되었고, 김녕항 및 대보항이 최하위를 나타내었다.

6.2 건 의

- 한국해양연구원에서 재산정한 「전해역 심해파 추산보고서Ⅱ」(2005, 한국해양연구원)를 적용하여 산출한 구조물 설계파가 기존 설계파보다 증가 또는 파향의 변화로 인하여 보수·보강이 필요한 것으로 검토되었으나, 과거 피해가 발생하지 않은 어항에 대해서는 장기간의 파랑관측 등 모니터링을 통한 설계파의 재검증을 수행할 필요할 것으로 사료된다.
- 본 과업의 목적은 재산정된 설계파에 대한 외곽시설 안전성 평가 및 보수·보강 기준의 확립 및 유형별 정비계획 방안을 모색하는 것으로 구조물설계파 산정시 최신해도 및 과거 수심측량 등 다양한 해저지형자료를 이용하였으나, 대부분 중·소규모의 어항에 내습되는 설계파는 인근지역의 수심변화에 따라 다소 차이가 발생할 수 있으므로 향후 정비계획시 정밀한 수심측량 등에 의한 설계파 재검토가 이루어지는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 또한, 액상화 검토를 위해서는 정밀한 지질조사 자료가 필요하나 기존 문헌을 통한 검토가 이루어지므로 문헌자료가 현재 시공전 최대 30년전 자료이거나 지질 조사 위치도 대상위치가 상이한 경우가 많아 신뢰성이 미흡하다고 판단된다. 따라서, 정확한 액상화 검토를 위해서는 정밀한 지질조사 자료 및 진동 삼축압축실험과 같은 실내실험이 수행되어야한다고 판단된다.
- 항내정온도 실험은 대상어항의 설계파 증가여부, 내습파랑의 다변화 및 주민의견 등을 고려하여 개선 방안을 수립하고 최적안을 제시하였으나, 앞서 언급한 것처럼 향후 정비계획시 최신 해저지형의 고려, 항내 침·퇴적변화 및 해수교환 등 다각적 검토 및 수리모형실험 등을 통해 재검토하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 또한, 정비계획시 재산정된 설계파에 대한 유형별 보수·보강단면 적용시 파랑관측자료 및 관계자 의견을 고려하여 과거피해이력이 없는 항에 대해서는 단계별 보수·보강방안을 검토하는 것이 바람직하다.



제7장 참여기술자 명단



참여기술자 명단

◎ 용역명 : 국가어항 외곽시설(방파제 등) 설계파 검토 및 안전성 평가(1차년도)

분야별	성명	자격증 (취득일)	주민등록번호	학력 (졸업년도)	서명
사업책임	고진석	항만 및 해안기술사 (1996.05.27)	630314-1*****	성균관대학원 (1999)	
분야별 책임	외곽시설 안정성평가 및 보수보강	주재욱	340301-1*****	서울대학교 (1958)	
	태풍피해사례 조사 및 분석	황철민	521221-1*****	방송통신대학교 (1997)	
	설계파 검토	이동영	-	Florida대학원 (1984)	
외곽시설 안정성평가 및 보수·보강 분야 참여기술자	이인수	토질 및 기초기술사 (1996.05.27)	570213-1*****	고려대학교 (1981)	
	윤용직	토목구조기술사 (1996.05.27)	580813-1*****	고려대학교 (1985)	
	안익장	-	650824-1*****	성균관대학원 (1991)	
	김덕구	토목기사 (1994.06.20)	720324-1*****	성균관대학원 (1997)	
	이기재	토목기사 (1998.10.12)	750930-1*****	중앙대학원 (2003)	
	배기용	-	810513-1*****	관동대학원 (2009)	
	박 순	-	810214-1*****	부경대학원 (2009)	
	남광훈	토목기사 (1999.10.25)	740627-1*****	중앙대학원 (2005)	
태풍피해사례 조사 및 분석 분야 참여기술자	성상봉	토목기사 (1992.08.17)	671017-1*****	건국대학원 (2005)	
	장병상	토목기사 (1997.08.04)	721101-1*****	경상대학원 (2001)	
	박경국	토목기사 (1999.07)	750117-1*****	경상대학원 (2002)	
	이대석	-	750425-1*****	아주대학원 (2002)	
	이선희	토목기사 (2005.06.13)	830914-2*****	경원대학교 (2007)	
설계파 산출 분야 참여기술자	강시환	-	451125-1*****	위스칸신대학원 (1977)	
	전기천	-	611014-1*****	서울대학원 (1984)	
	최진용	-	760914-1*****	인하대학원 (2009)	
	박선중	-	760522-1*****	목포대학원 (2010)	
	김형준	토목기사 (2006.08.21)	811020-1*****	중앙대학교 (2009)	