농림수산식품부

국가어항 외곽시설(방파제 등)
설계파검토 및 안전성평가 용역

<2차년도>

보 고 서

제 3 권

2011 . 12

농림수산식품부

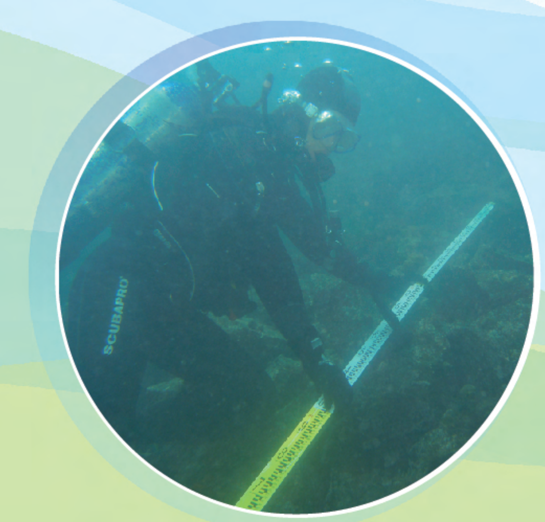
발간등록번호
11-1541000-001171-14

국가어항 외곽시설(방파제 등) 설계파 검토 및 안전성 평가 용역(2차년도)

보 고 서

- 제 3 권 보수·보강계획 수립편(동해어업관리단 제주특별자치도) -

2011. 12



농림수산식품부

<목 차>

<그 림 목 차>

<표 목 차>

제1장 신수항

제 1 장 신수항

1.1 기초자료조사

1.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 국립해상공원 관할에 있는 본 신수항은 사천시 신수도에 위치하며 삼천포항으로부터 약 2.4km거리에 있다.
- 본항의 생활권역은 삼천포항이며 입지적인 모든면에서 삼천포항과는 불가분의 관계이다.
- 신수도는 동경 128°04′, 북위 34°54′에 위치하며, 3개의 낮은 구릉으로 이루어져 있고 남북으로 길게 뻗어 있으며 해안선의 요철이 심하다.
- 본항의 간만의 차는 총 3.0m에 이르며, 지형적인 영향으로 총 2.5knot의 조류속을 나타내고 있다. 항내수심은 2.0m 미만이 대부분이다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(남해) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 1.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.5
		풍 향		NW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	37.2
		풍 향		NNW
	평균풍속		m/sec	1.7
기 온	연 평 균		℃	14.1
	최 고			37.8
	최 저			-11.6
강수량	연 평 균		mm	1,839.5
	일 최 다			410.0

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	109.8
	흐 림		109.8
	안 개		4.5
	강 수		41.5
	강 설		4.7
	결 빙		62.9
	뇌 전		7.4
	폭 풍		4.7
	기 온		0.3
작업 일수	육 상		221
	해 상		232

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 남해 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.1℃이며, 월평균기온은 1월 1.8℃, 8월 25.9℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 37.8℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.6℃ (2005년 12월)로 나타났다.

[표 1.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

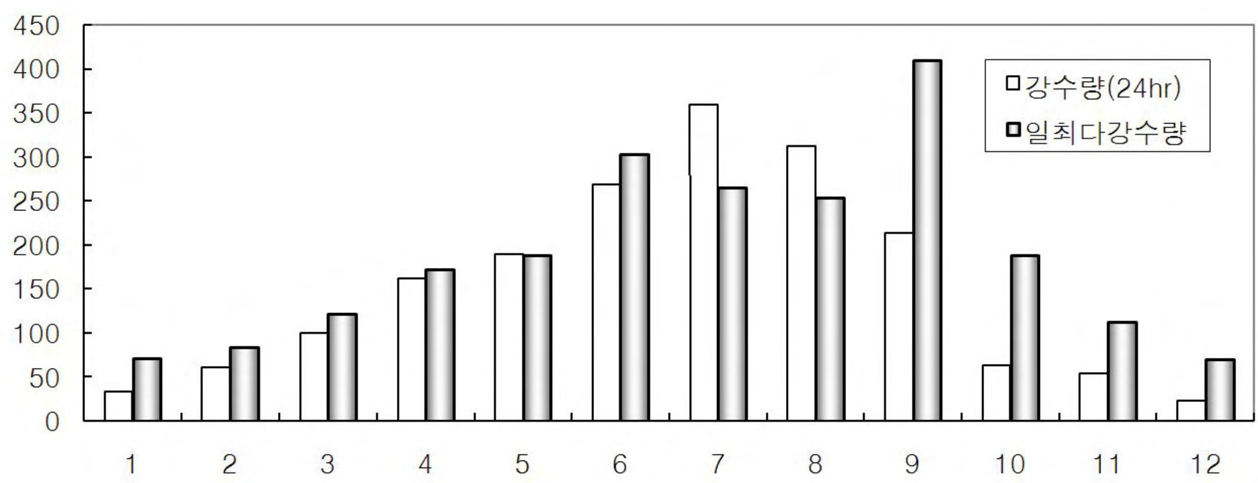
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	1.8	3.7	7.9	13.4	17.8	21.4	24.9	25.9	21.8	16.5	10.0	4.3	14.1
최 고	18.5	21.5	24.4	28.1	33.5	32.9	37.8	37.6	34.1	28.8	24.6	20.2	37.8
최 저	-11.3	-10.6	-7.3	-1.0	5.5	10.8	15.7	16.5	9.2	1.2	-4.6	-11.6	-11.6

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 남해 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,843.8mm, 연최소 강수량은 2008년의 1081.4mm이며, 연평균 강수량은 1,839.5mm로 나타난다.

<그림 1.1.1> 강수량(mm)



[표 1.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

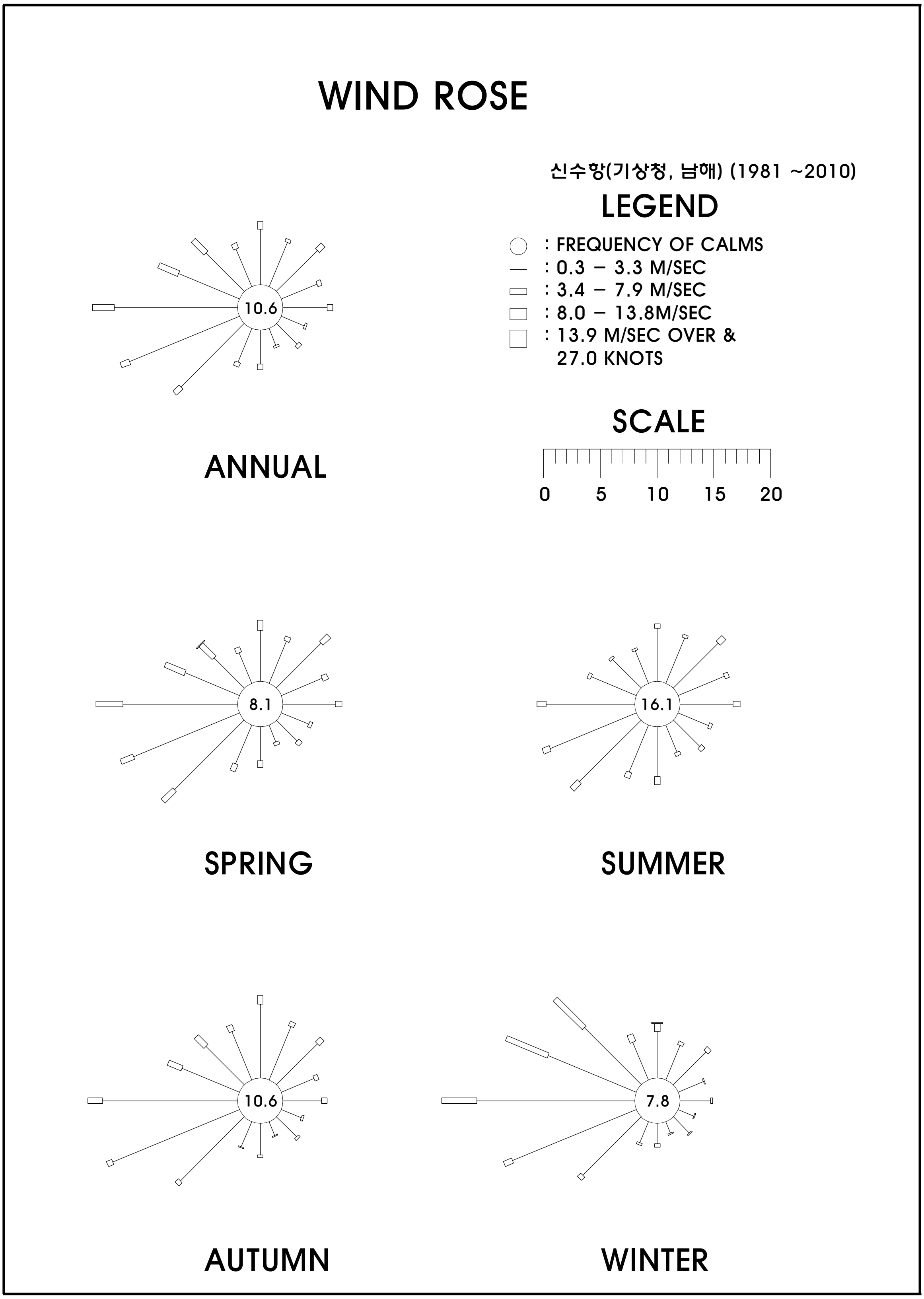
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	32.9	60.8	99.9	161.8	189.7	268.3	359.3	312.2	213.4	63.7	54.1	23.4	1839.5
일최다	71.4	84.0	122.0	171.5	188.5	303.0	264.5	254.0	410.0	188.0	112.5	70.5	410.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 남해 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은1.7m/sec, 최대 풍속은 NW방향에서 18.5m/sec로 나타난다.

<그림 1.1.2> 바람장미도



[표 1.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		1.9	1.9	2.0	1.9	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.8	1.7
최 대		13.5	18.5	14.0	15.5	15.6	15.5	18.4	18.0	15.6	13.8	14.5	14.8	18.5
		NW	N	NW	NE	SSW	S	NNW	SE	N	WNW	NW	NW	NW
순간최대		20.2	23.0	23.1	24.1	24.7	21.2	32.0	30.7	37.2	22.4	20.4	20.7	37.2
		NW	NW	W	NW	SE	WNW	ESE	ENE	NNW	W	NW	WNW	NNW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 남해 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 109.8일로 약 30%이고 흐린 날씨는 109.8일로 나타났다.
- 안개발생일수는 4.5일, 강수일수는 41.5일, 폭풍일수는 4.7일로 나타났다.

[표 1.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	14.7	11.8	8.6	8.8	8.1	2.8	4.0	5.0	6.4	11.7	12.7	15.2	109.8
흐 림	14.7	11.8	8.6	8.8	8.1	2.8	4.0	5.0	6.4	11.7	12.7	15.2	109.8
안 개	0.1	0.1	0.5	0.8	0.6	0.7	0.6	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	4.5
강 수	1.2	2.0	3.0	3.9	4.3	5.2	7.1	6.2	4.2	1.8	1.8	0.8	41.5
강 설	1.9	1.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	4.7
결 빙	21.2	16.1	6.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	16.2	62.9
뇌 전	0.0	0.1	0.2	0.6	0.6	0.7	2.1	1.9	0.7	0.3	0.2	0.0	7.4
폭 풍	0.5	0.5	0.4	0.7	0.5	0.2	0.4	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4	4.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 남해 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 1.1.6] 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)

• 신수항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 232일, 육상작업 가능일수는 221일로서 연가동률이 63%와 60% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 1.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	40.28	103.19	143.47	221.53
해 상	23.68	108.47	132.15	232.85

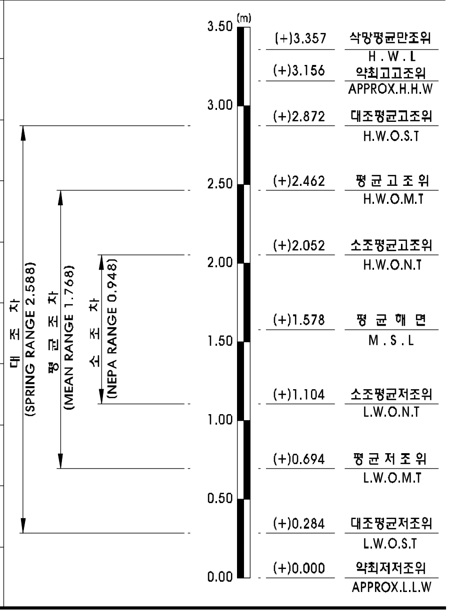
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 남해 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

• 신수항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)3.156m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.872m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.578m이며, 대조차2.588m, 평균조차 1.768m, 소조차 0.948m로 나타났다.

[표 1.1.8] 신수항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	335.7	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	315.6	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	287.2	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	246.2	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	205.2	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	157.8	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	110.4	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	69.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	28.4	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

• 삼천포 및 신수항부근의 조류형상은 반일조류형으로 1일2회 창조류, 낙조류를 수반하며 대체적으로 낙조류가 우세함을 나타낸다.
본 항과 삼천포항 중간해역의 최강 조류속은 창조시 2.11kn, 낙조시 2.93kn 정도로 상당히 강한 유속을 보이고 있다.
한편 창선도와 본항의 중간해역은 창조시 1.73kn, 낙조시 2.15kn의 유속을 나타내고 있다.

다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 1.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
신수항 기본조사 및 시설계획 용역보고서(1981.12)	SW	2.0	10.0	심해파
	N 및 NW	1.1	4.2	풍파

1.1.2 기존자료조사

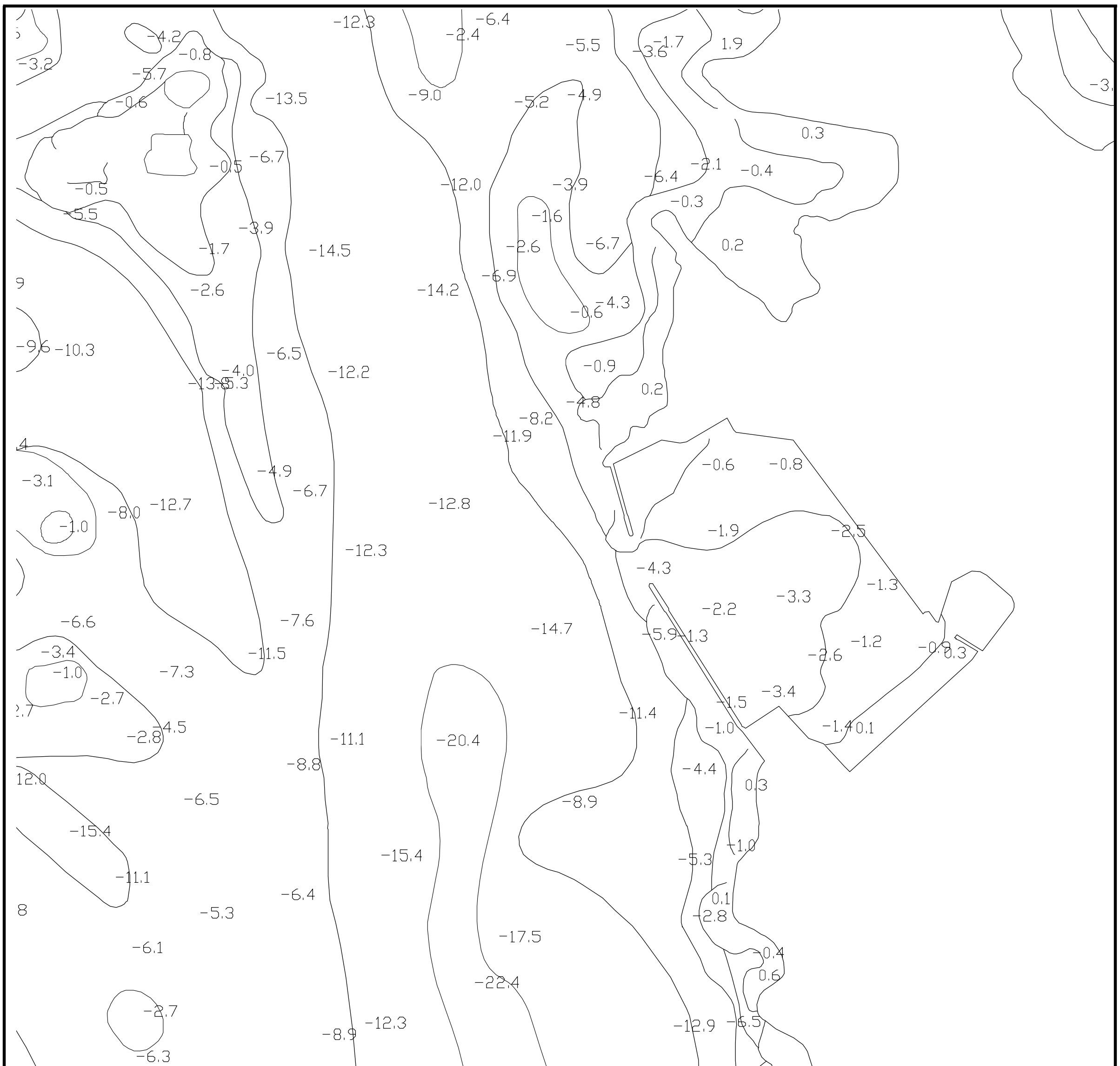
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “신수항 기본조사 및 시설계획용역 보고서(1981. 12)”에 수록된 신수항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 1.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 신수항 기본조사 및 시설계획용역 보고서(1981. 12)

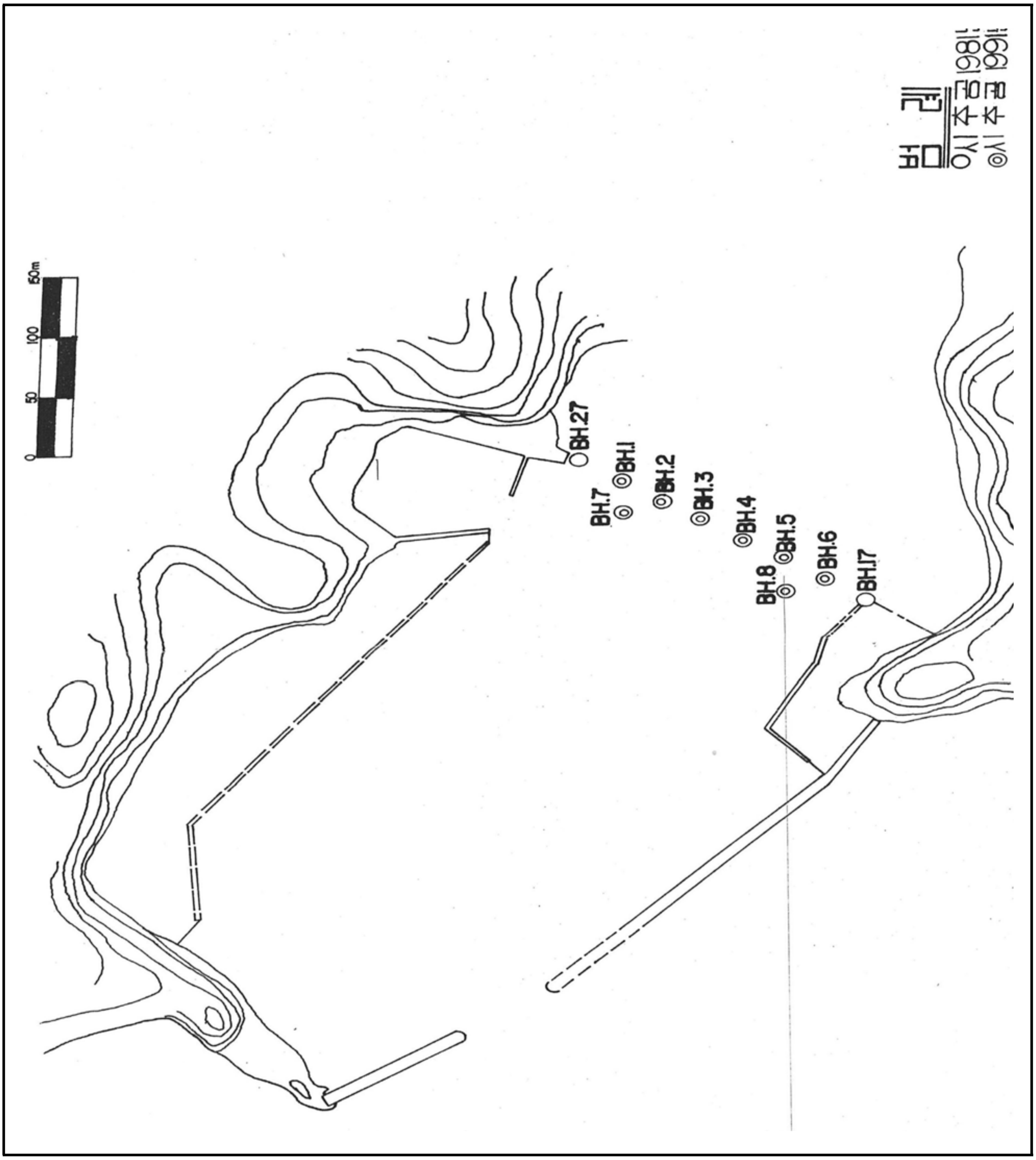
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “신수항 지질조사 보고서(1991. 12)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 1.1.4> 조사위치도



다) 시추조사 결과 요약

- 해성퇴적층(세립토)

• 지표로부터 4.2~11.9m까지 고압축성 점토층이 분포하고 있으며, 지표 부근에는 다량의 패각 등을 함유하고 있다. 상부는 매우 연약하여 표준관입시험시 자중에 의하여 관입되며, 하부는 표준관입시험에 의한 N치는 1~3회로 매우 연약 내지는 연약한 연경도를 가지고 있다.

- 기저퇴적층(조립토)

• 해성퇴적층인 세립토층 하부에 분포하고 있는 기저퇴적층은 BH-3, 4, 6, 8 지점에 현지표하 9.7~12.7m까지 분포하고 있으며, 구성토질은 실트모래, 모래실트 층으로 이루어져 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 3~31회로 측정되었다.

-풍화대

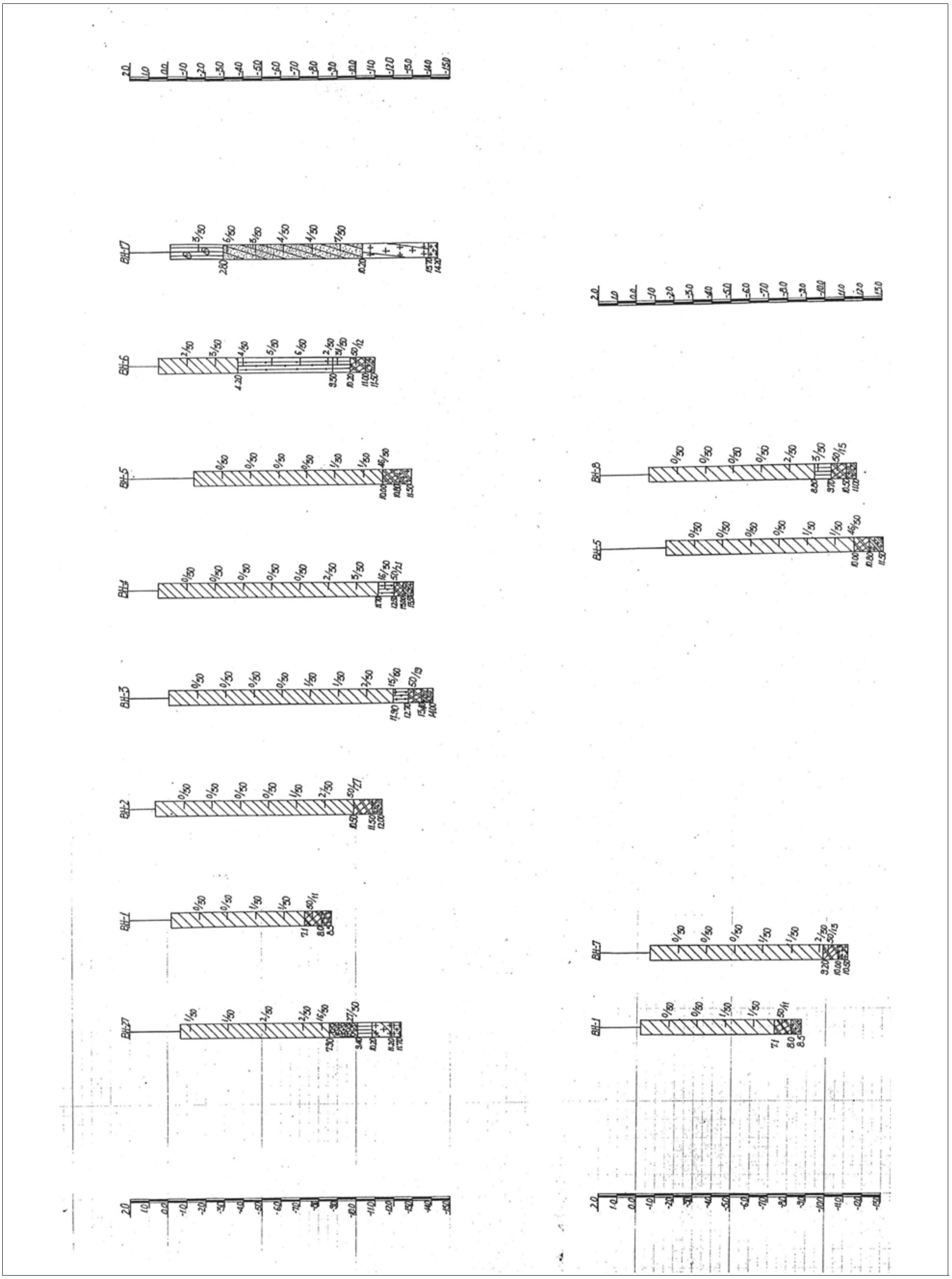
• 퇴적층 하부에 발달하고 있는 풍화대는 기반암이 오랜 기간 풍화작용을 받아 형성된 토층으로 지표하 8.0~13.4m 까지 분포하고 있으며 풍화정도는 완전 풍화된 상태이다.

• 모암의 조직과 구조는 암반으로서의 성질은 상실하였고, 표준관입시험에 의한 N치는 46~50회 이상으로 대부분 50회를 상회하는 매우 견고한 지반이다.

-기반암

• 본 지역에 분포하는 기반암은 퇴적암이 셰일 및 사암층으로 이루어져 있으며, 주성분은 석영, 장석 및 운모로 균열 및 절리가 발달되어 있다.

<그림 1.1.5> 지질조사 주상도



※ 자료 : 신수항 지질조사 보고서(1991. 12, 수산청)

1.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

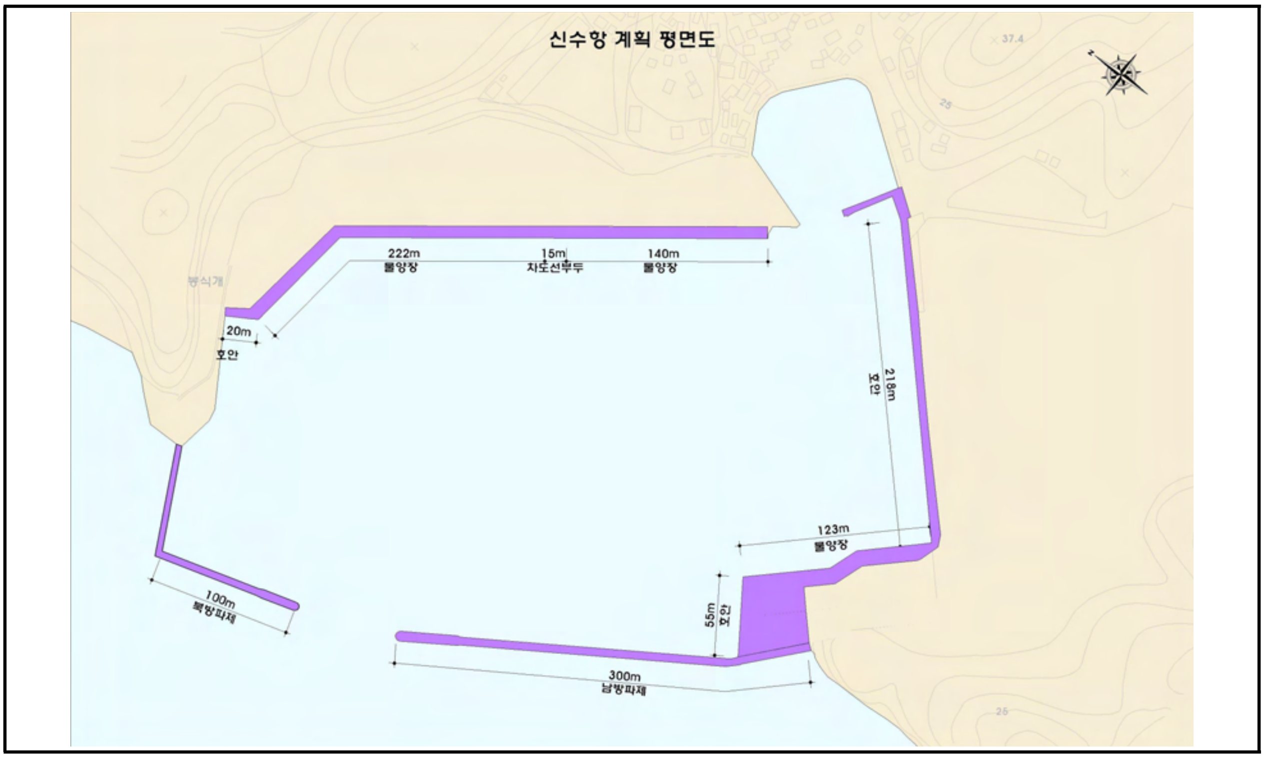
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제3종 어항 지정	
1981년	기본시설계획 수립	
1998년	기본시설 완공	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2001년	준설공사 완료	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석식경사제	100m	
	남방파제	사석식경사제	300m	
	호안(남측)	사석식	55m	
	호안(매립지)	사석식	218m	
	호안(북측)	사석식	20m	
계류 시설	물양장(동측)	중력식	362m	
	물양장(남측)	중력식	123m	
	차도선부두	중력식	15m	

<그림 1.1.6> 신수항 현황도



<그림 1.1.7> 기존 시설현황

남방파제

남방파제(두부)

북방파제

물양장

1.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
사천시청 해양수산과	•준설토 투기장 호안 전면이 항내에 가장 정온이 확보되는 구간으로 기상악화시 대피 및 휴식부두로 사용가능하도록 직립호안 설치요망 •백중사리시 물양장 및 배후지가 일부 침수되므로 이에 대한 대책 마련 필요 •기존물양장이 일부파손 및 노후화되어 보수·보강이 필요하며, 계단식 물양장을 직립형태로 전환 요망 •방파제 두부측 사석이 일부 침하 및 유실되어 보수·보강 필요
주민의견	•남방파제 물양장에 바지선, 군함 등 대형선 등의 정박으로 접안시설 콘크리트 블록 상부 파손 •방파제 두부 침하로 상치콘크리트와 사석 사이에 공극발생 •준설토 투기장 전면에 물양장 건설로 소형선 접안시설로 활용 •태풍시 해일 피해가 발생하였으며 피항으로서의 기능을 수행하여 100척 이상의 어선이 대형 해경선 등이 피항 •소속 어선척수는 약 50척으로 최대 30t급 어선이 있음 •거의 1년 내내 성어기로 채낚기(외줄낚시), 자망 등을 수행하고 있으며, 주요 생산물은 볼락, 장어, 게 등 다양함
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 남방파제 및 북방파제는 피복석으로 피복되어 있으며, 상태는 양호한 것으로 조사되었지만 남방파제 두부측이 침하되어 상치콘크리트와 이격되어 있다.
- 남방파제 배후 물양장에서는 바지선, 해경선 등과 같은 대형선이 정박하여 접안시설이 일부 파손되었다.

1.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

1.2.1 개요

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

1.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

1.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)3.156m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 통영항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 신수항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)3.357m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 3.156m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 3.357m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 북방파제에서 1.7m, 남방파제 1.4~1.6m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
북방파제	1구간 (No.0+0.0~No.7+0.0)	SSW	1.7	3.7
	2구간 (No.7+0.0~No.10+0.0)	SSW	1.7	3.7
남방파제	1구간 (No.0+0.0~No.5+0.0)	SSW	1.4	3.7
	2구간 (No.5+0.0~No.25+5.0)	SSW	1.6	3.7
	3구간 (No.25+5.0~No.30+0.0)	SSW	1.6	3.7

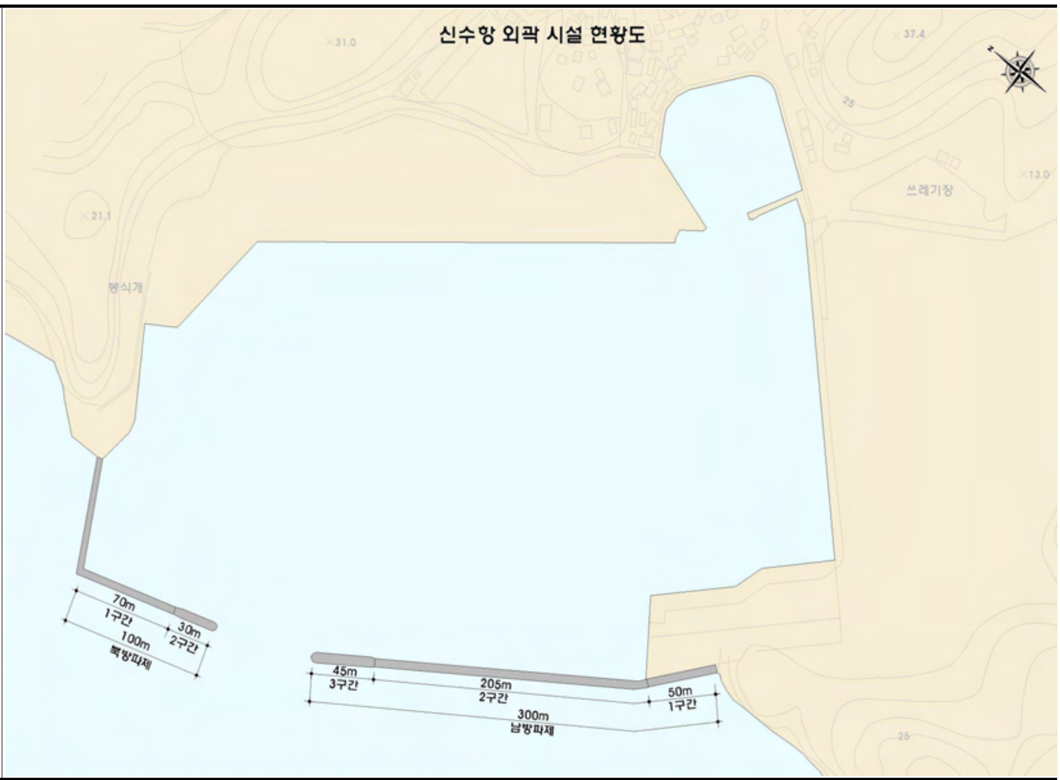
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 신수항의 안정성 평가 대상시설은 북방파제 100m(2구간), 남방파제 300m(3구간)으로 선정하였다.

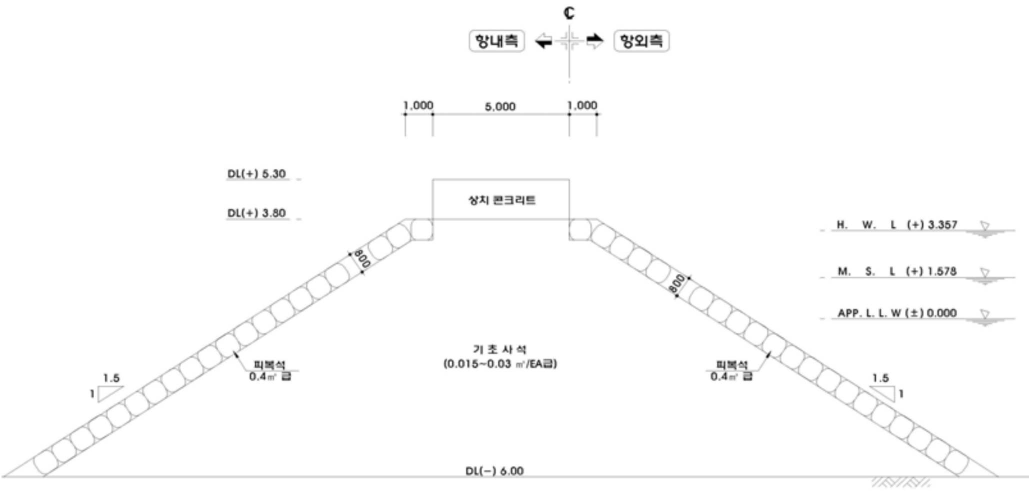
[표 1.2.1] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

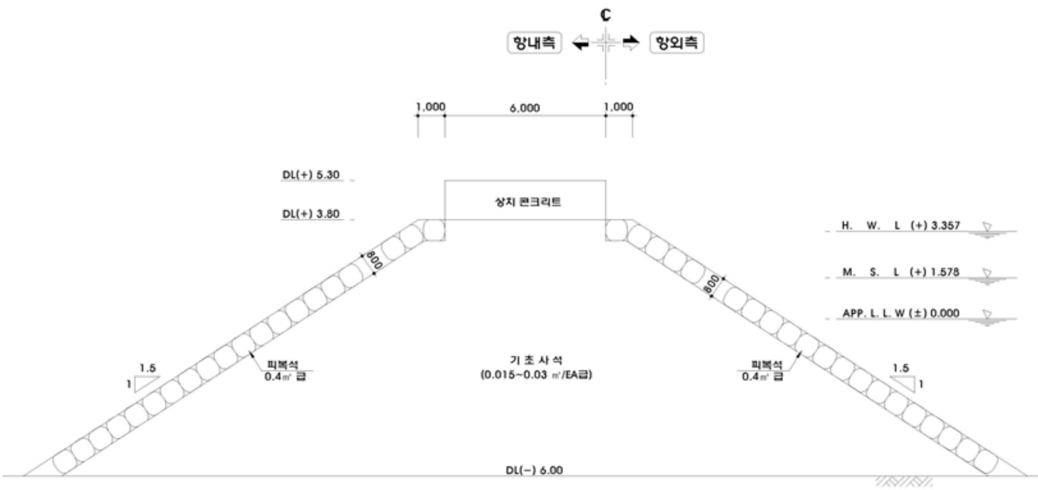


구　　분	북방파제	남방파제
연　　장	100m	300m
구조형식	사석경사제	사석경사제
준공년도	1983년	1987년
전면수심	D.L(-)6.0m	D.L(-)3.0~5.0m
마루높이	D.L(+)5.3m	D.L(+)4.8~6.4m
피 복 재	피복석 0.4㎥/EA	피복석 0.8㎥/EA
총 구 간	2개 구간	3개 구간

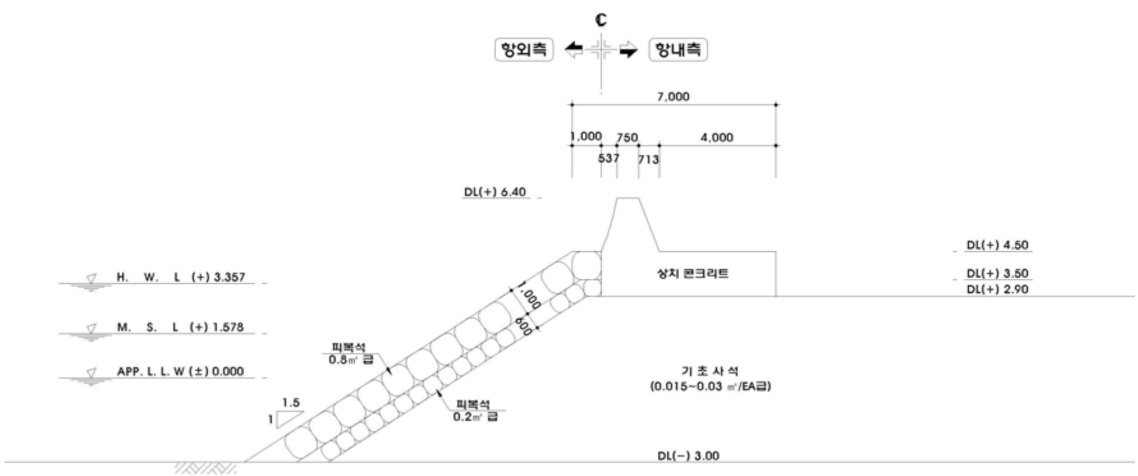
<그림 1.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



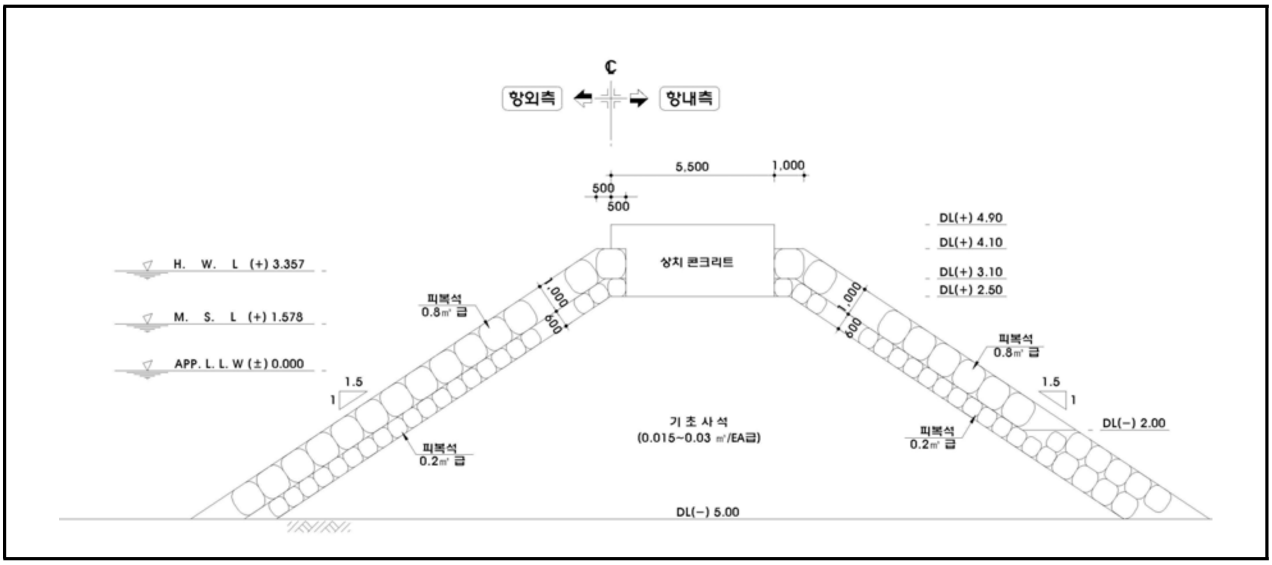
<그림 1.2.2> 북방파제 표준단면도(2구간)



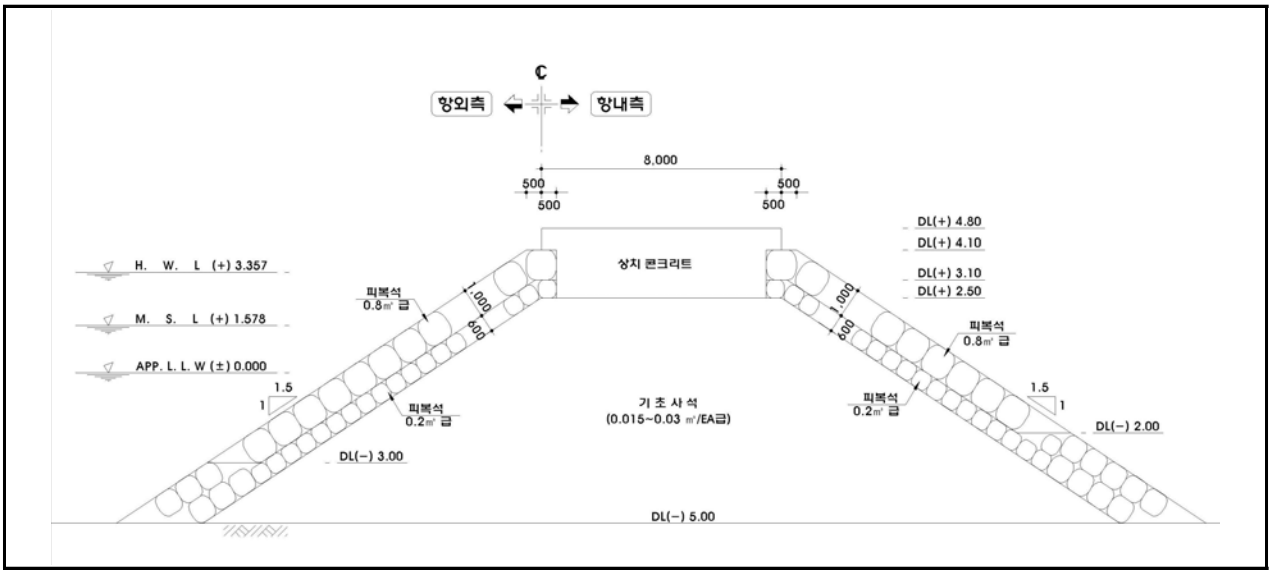
<그림 1.2.3> 남방파제 표준단면도(1구간)



<그림 1.2.4> 남방파제 표준단면도(2구간)



<그림 1.2.5> 남방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 북방파제의 마루높이 검토 결과 전 구간에서 마루높이를 만족하는 것으로 나타났다.
- 남방파제 1구간은 배후시설이 있어 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 적용하였으며, 검토결과 2~3구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
북방파제	1구간	5.1	-	-	3.7	5.1	5.3	OK
	2구간	5.1	-	-	3.7	5.1	5.3	OK
남방파제	1구간	4.8	4.2	6.2	3.4	6.2	6.4	OK
	2구간	5.0	-	-	3.6	5.0	4.9	N.G
	3구간	5.0	-	-	3.5	5.0	4.8	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 북방파제와 남방파제 전 구간에서 소요질량을 만족하여 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
북방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.3m^3	피복석 0.4m^3	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.4m^3	피복석 0.4m^3	OK	-	-	-
남방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.2m^3	피복석 0.8m^3	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.2m^3	피복석 0.8m^3	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.3m^3	피복석 0.8m^3	OK	-	-	-

라) 구조물 안정검토

- 북방파제 및 남방파제 전 구간에서 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
북방파제	1구간	3.70	OK	19.76	OK	1.53	OK
	2구간	4.44	OK	28.45	OK	1.62	OK
남방파제	1구간	3.44	OK	13.31	OK	-	-
	2구간	3.59	OK	13.85	OK	1.87	OK
	3구간	5.10	OK	29.15	OK	2.09	OK

1.2.4 평가 및 결론

- 북방파제는 전구간에서 마루높이와 피복재 소요 중량을 만족하며 상부공 및 제체안정성이 확보되어 보강이 필요하지 않는 것으로 나타났다.
- 남방파제의 경우 2, 3구간에서 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 1.2.2] 안정성 검토 결과

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">북방파제</th><th colspan="3">남방파제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마루 높이 (D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>5.3</td><td>5.3</td><td>6.4</td><td>4.9</td><td>4.8</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>5.1</td><td>5.1</td><td>6.2</td><td>5.0</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>N.G</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피복재 소요중량</td><td colspan="2">현 황</td><td>피복석 0.4m³</td><td>피복석 0.4m³</td><td>피복석 0.8m³</td><td>피복석 0.8m³</td><td>피복석 0.8m³</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>피복석 0.3m³</td><td>피복석 0.4m³</td><td>피복석 0.2m³</td><td>피복석 0.2m³</td><td>피복석 0.3m³</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부공및 제체안정</td><td rowspan="6">상시</td><td rowspan="2">활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>3.70</td><td>4.44</td><td>3.44</td><td>3.59</td><td>5.10</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도 (1.2)</td><td>산정</td><td>19.76</td><td>28.45</td><td>13.31</td><td>13.85</td><td>29.15</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>1.53</td><td>1.62</td><td>-</td><td>1.87</td><td>2.09</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td></tr>
</table>

1.3 보수·보강 방안 수립

- 신수항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 남방파제 2, 3구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났으나, 외곽시설과 접안시설과의 거리가 멀어 일부 월파되어도 항내 정온도에는 영향이 미미할 것으로 판단되며, 마루높이 상향이 약 0.1~0.2m로 시공성 및 경제성이 불리하므로 마루높이 보강을 제외하였다.
- 향후, 피해발생시 및 정비계획시 좀더 정밀한 검토 후 보수 · 보강 계획을 수립하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

제 2 장 맥전포항

2.1 기초자료조사

2.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 맥전포항이 위치한 경남 고성은 남해에 접경한 입지적 성격으로 인해 지세상의 고도는 낮은 편이나 군의 동서를 가로지르는 병영산맥(兵營山脈)의 존재 때문에 저산성 산지들이 군의 서부와 동부에 상당수 분포되어 있다. 고성반도에도 거류산(巨流山, 571m) · 벽방산(碧芳山, 650m) 등의 산지가 산재하나 당동만(塘洞灣)의 변두리에는 작은 평야가 있다.
- 맥전포항은 북위34°54′01″, 동경128°09′54″로서 경남 고성군 하일면 춘암리에 위치한 항으로, 사량도 북서쪽으로 5.3km떨어진 곳에 있으며, 마을 중앙에는 신기들이 펼쳐져 있고, 남쪽으로는 남해와 접해 있다.
- 맥전포항은 남동쪽에 실리도가 있어 남동풍이 불어오는 경우 풍파로부터 안전한 지리적 여건을 갖추고 있으며, 어선이 이용하기에 용이한 입지적 조건을 갖추고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(통영) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 2.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.8
		풍 향		S
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	46.6
		풍 향		SE
	평균풍속		m/sec	2.5
기 온	연 평 균		℃	14.4
	최 고			36.9
	최 저			-10.7
강수량	연 평 균		mm	1,427.5
	일 최 다			259.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	114.0
	흐 림		103.5
	안 개		18.1
	강 수		36.3
	강 설		4.3
	결 빙		78.8
	뇌 전		11.8
	폭 풍		31.7
	기 온		0.1
작업 일수	육 상		213
	해 상		216

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 25.9℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 36.9℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.7℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 2.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

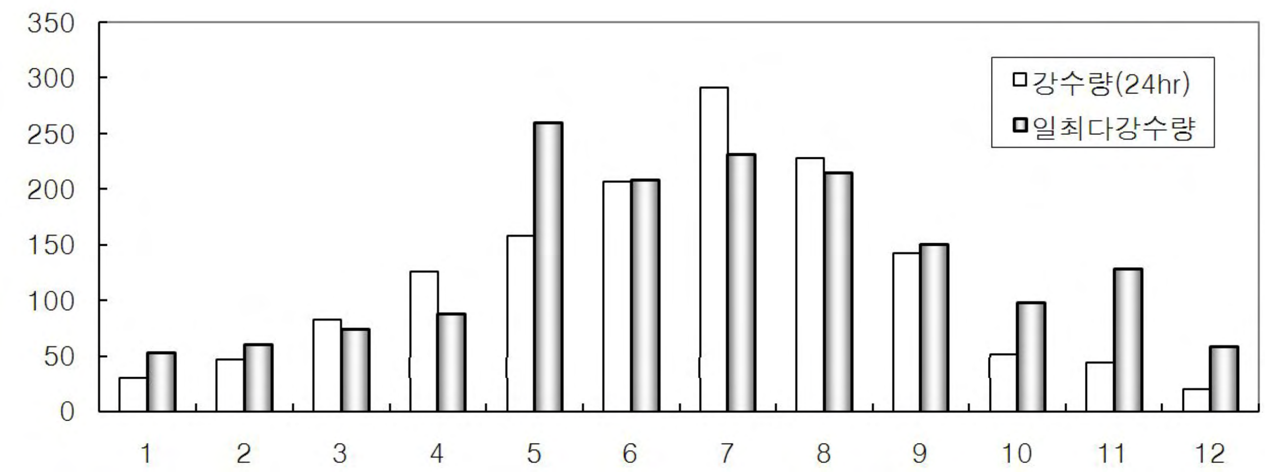
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.5	8.3	13.3	17.4	20.8	24.2	25.9	22.3	17.3	11.1	5.4	14.4
최 고	18.4	19.0	21.6	26.7	30.7	30.8	36.9	36.2	33.5	29.3	24.8	19.6	36.9
최 저	-10.7	-9.8	-4.3	-0.4	6.1	11.4	15.6	18.1	11.9	2.7	-2.8	-8.4	-10.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,555.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 792.5mm이며, 연평균 강수량은 1,427.mm로 나타난다.

<그림 2.1.1> 강수량(mm)



[표 2.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

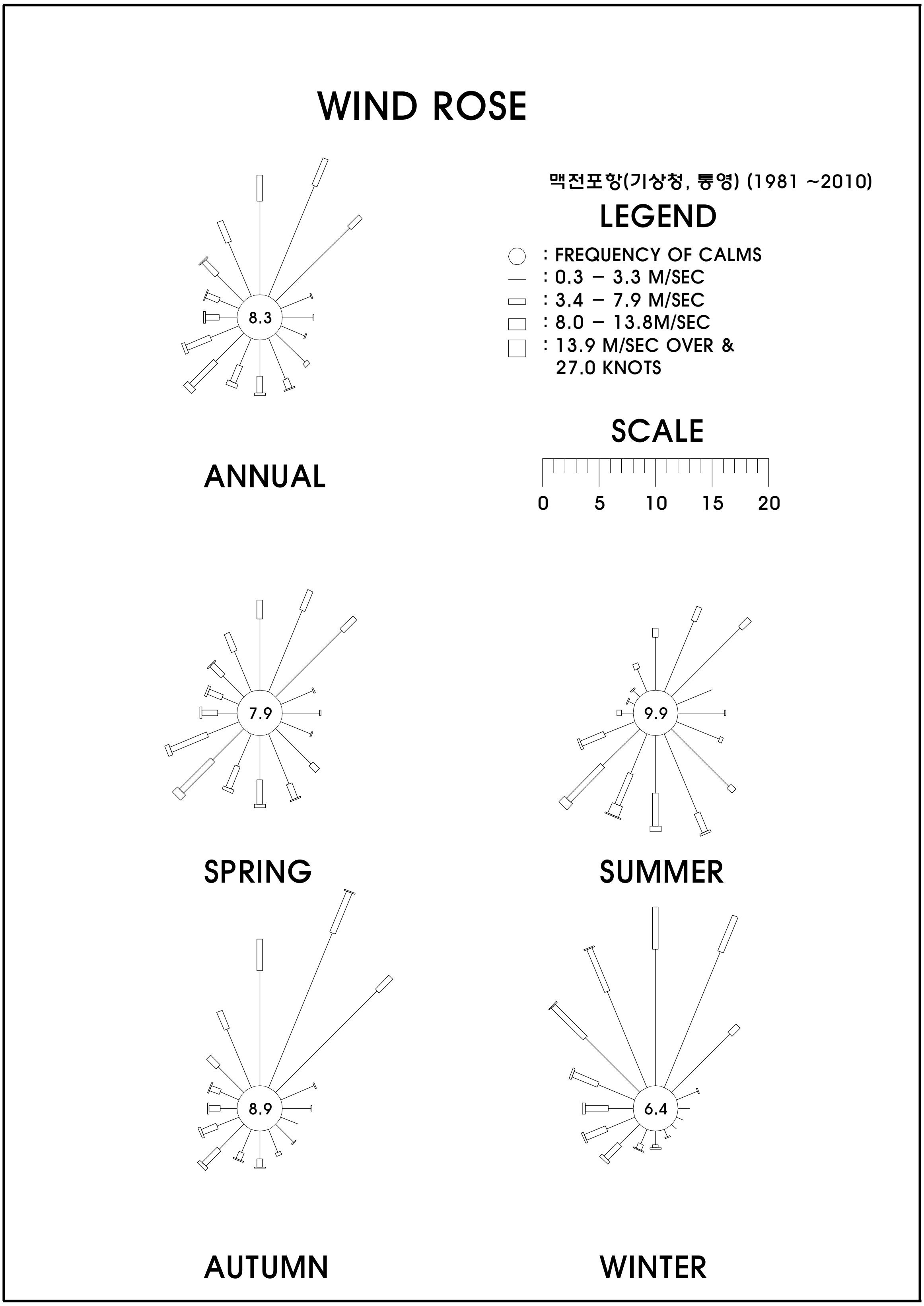
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	30.6	46.9	83.0	125.4	157.7	206.4	291.4	228.1	142.0	51.0	44.5	20.5	1427.5
일최다	52.9	60.5	74.5	88.2	259.5	208.5	231.5	214.6	150.9	98.2	128.9	58.7	259.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.5m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 31.8m/sec로 나타난다.

<그림 2.1.2> 바람장미도



[표 2.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.5	2.6	2.8	2.7	2.4	2.2	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.5
최 대		18.3	21.0	18.7	22.7	20.0	19.0	26.7	23.7	31.8	22.3	18.0	17.5	31.8
		SSW	S	WSW	WSW	SSE	SW	SSW	S	S	SSE	WSW	W	S
순간최대		24.4	32.2	30.8	36.0	32.0	33.4	46.6	37.0	43.8	39.0	23.3	30.7	46.6
		S	SW	SSE	SW	SSW	S	SE	NW	SSW	SSE	WSW	WSW	SE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.0일로 약 31%이고 흐린 날씨는 103.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 18.1일, 강수일수는 36.3일, 폭풍일수는 31.7일로 나타났다.

[표 2.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.5	11.9	9.6	8.7	7.5	3.7	3.0	5.1	6.2	11.9	14.3	16.6	114.0
흐 림	4.4	5.8	8.7	8.5	10.3	13.5	17.3	11.4	10.6	5.4	4.7	2.9	103.5
안 개	0.2	0.4	0.5	1.5	2.5	3.9	6.8	1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	18.1
강 수	1.1	1.7	3.0	3.6	3.8	4.6	6.6	5.3	3.4	1.3	1.2	0.7	36.3
강 설	1.6	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	4.3
결 빙	25.7	19.2	7.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8	21.4	78.8
뇌 전	0.1	0.1	0.3	0.8	0.9	1.0	3.0	3.1	1.2	0.6	0.6	0.1	11.8
폭 풍	2.0	3.2	3.6	3.7	2.5	2.2	4.5	2.9	1.8	1.2	2.0	2.1	31.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 2.1.6] 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)

• 맥전포항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 216일, 육상작업 가능일수는 213일로서 연가동률이 59%와 58% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 2.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	51.62	99.60	151.22	213.78
해 상	48.06	100.72	148.78	216.22

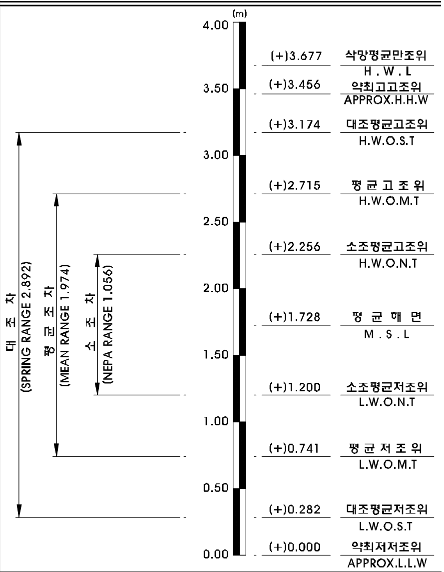
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

• 맥전포항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)3.456m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)3.174m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.728m이며, 대조차 2.892m, 평균조차 1.974m, 소조차 1.056m로 나타났다.

[표 2.1.8] 맥전포항의 조위

구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭망평균만조위	(H.W.L)	D.L(+) 367.7	
약최고고조위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 345.6	
대조평균고조위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 317.4	
평균고조위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 271.5	
소조평균고조위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 225.6	
평균해면	(M.S.L)	D.L(+) 172.8	
소조평균저조위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 120.0	
평균저조위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 74.1	
대조평균저조위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 28.2	
약최저저조위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

• 맥전포항 인근의 창조류는 북서류 하여 대방수도로 유입하면서 유속을 가속화하고 낙조류는 이와 반대로 흐른다.

다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 2.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
맥전포항 기본조사 및 시설계획 보고서 (1985.12)	SSW S	4.3 1.34	15.0 10.5	
맥전포항 정비계획 조사용역 보고서 (1992.02)	SSW	4.3	15.0	
어촌어항복합공간(맥전포항) 기본설계용역 요약보고서(2006.09)	SE SSE S SSW	11.39 12.40 9.38 5.25	15.4 16.4 14.4 11.2	

2.1.2 기존자료조사

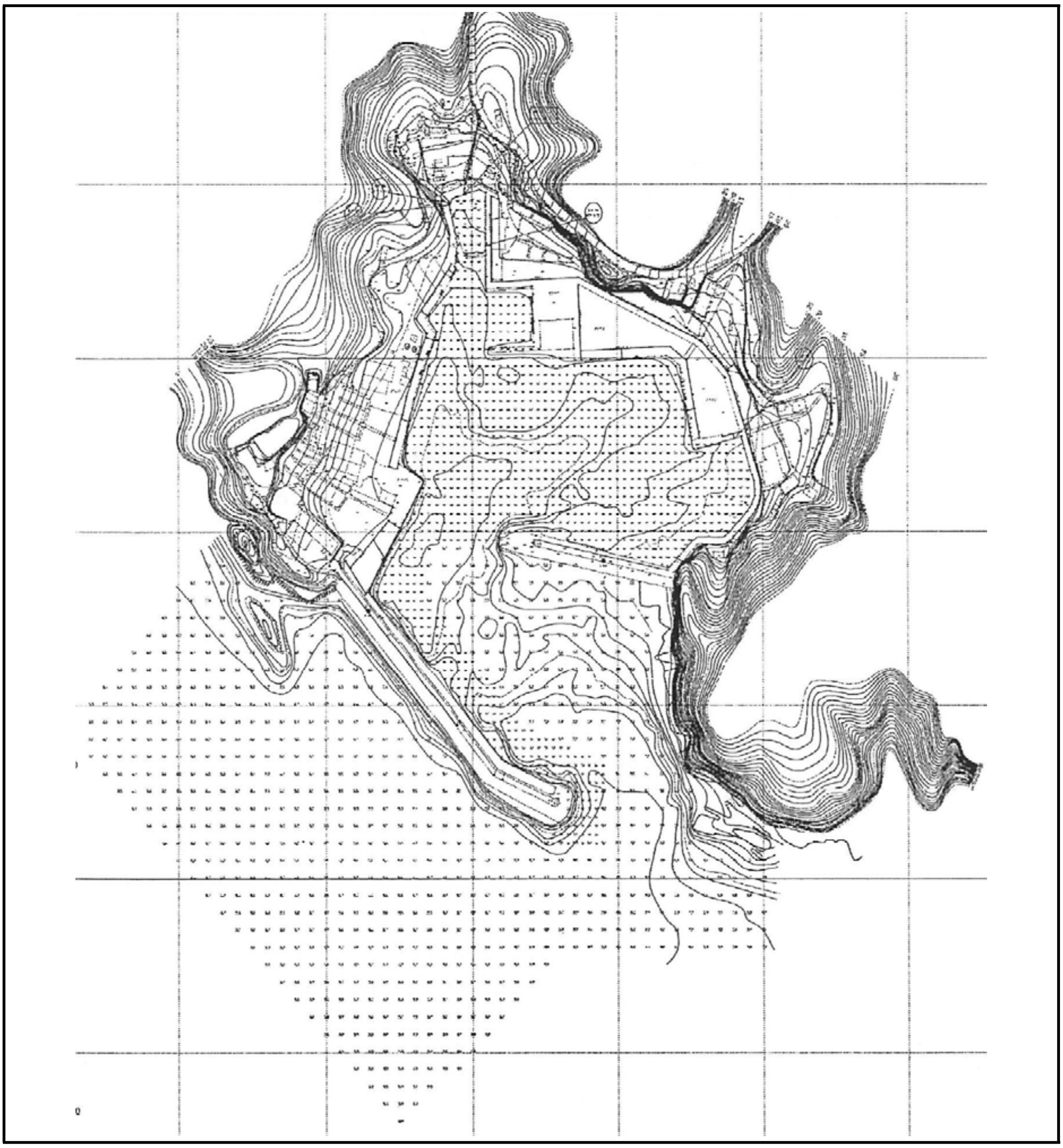
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “어촌·어항복합공간(맥전포항) 기본설계용역 보고서(2006. 09) ”에 수록된 맥전포항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 2.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 어촌·어항복합공간(맥전포항) 기본설계용역 보고서(2006. 09)

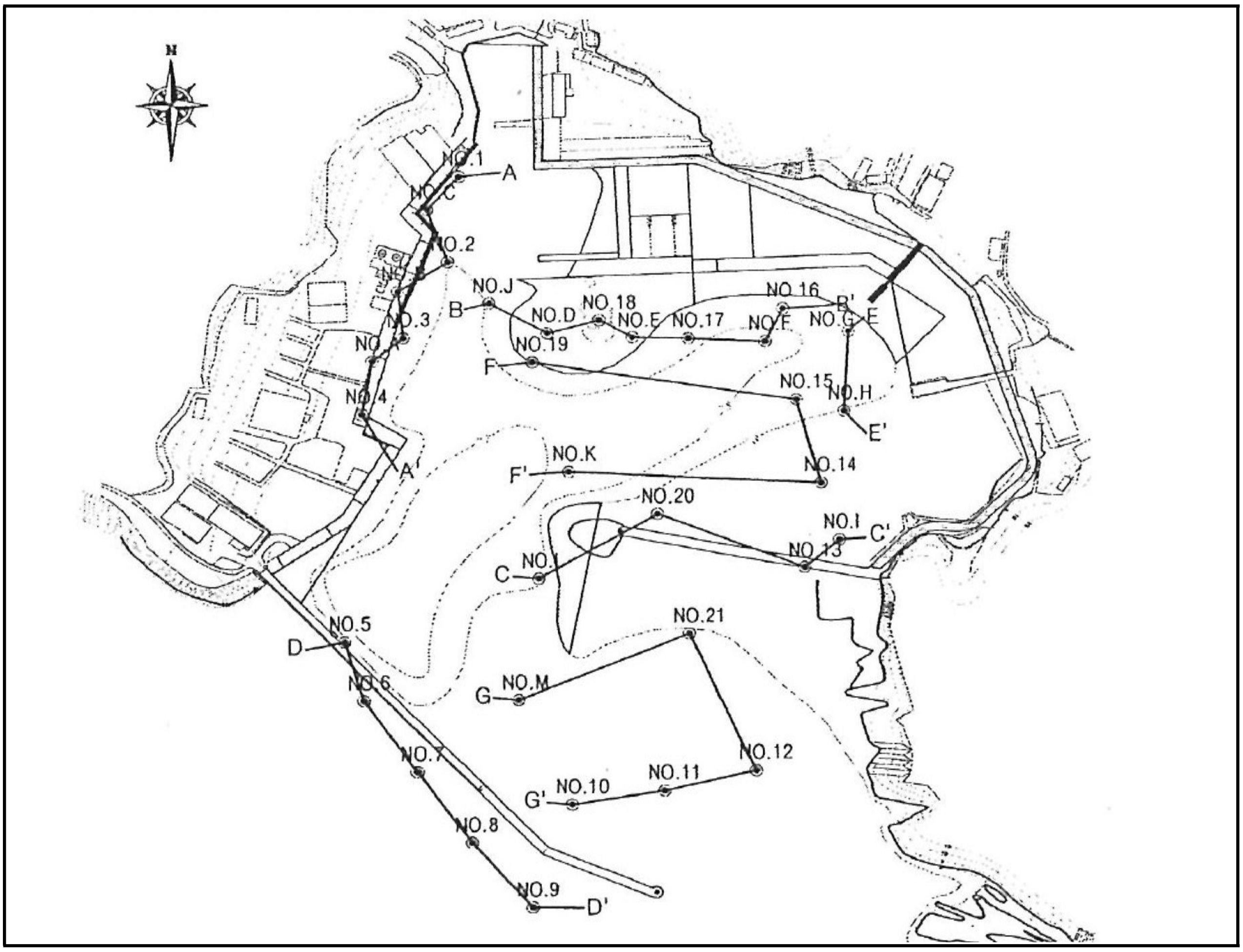
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “어촌·어항복합공간(맥전포항)기본설계용역 보고서(2006. 09)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 2.1.4> 조사위치도



다) 지형 및 지질

- 지맥은 동북에서 서남으로, 지세는 서북이 높고 동남이 기울은 편이며 큰 강이나 높은 산이 없으나 사방이 기복하고 하천은 군의 중심부에서 사방으로 흐르고 있으며, 해안도서와 만이 많은 리아스식 해안으로 소하천변에 크고 작은 들이 조성되어 있다.
- 북쪽으로 579m의 향로봉과 405m의 다복산이 위치하고 있고 동북으로는 좌이산(396m), 장등산(132m), 서쪽으로는 봉화산(170m)이 가로막고 있어 북동 및 서풍의 영향을 피할 수 있다.

- 항 전면에는 크고 작은 섬들이 있어 바람의 일부를 차단시켜주고 있으나 항 남쪽은 대양으로 열려 있어 바람의 영향을 많이 받고 있다.
- 항내 수심은 평균 3m로 간만조에 관계없이 어선정박이 가능하며 항 입구의 수심도 7m이상이어서 어선의 입출항에 양호한 조건을 갖추고 있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 조사위치로는 방파제 및 물양장구간의 25개소, 항내 해역 9개소, 합 34개소이며, 본항은 해안에 인접한 지역으로서 해저퇴적층의 발달이 비교적 적고 기반암이 빨리 출현하며 부분적으로는 연암반이 해저면에 노출하고 있고, 기반암의 풍화대인 풍화토 및 풍화암층은 No.14,F,G,H 지점에서만 분포하는 등의 특색을 나타내고 있다.

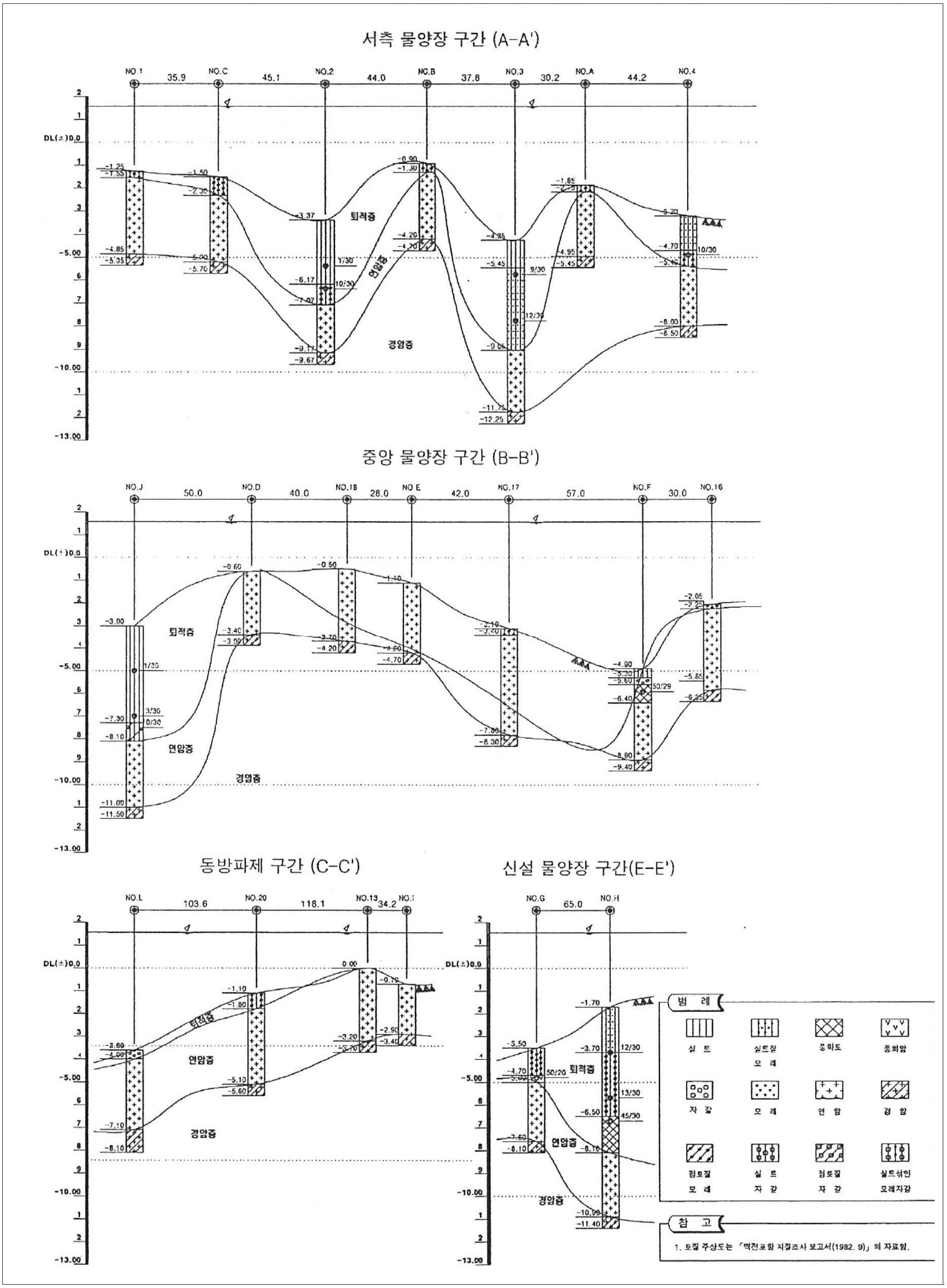
[표 2.1.10] 시추조사 결과

구 분	점토 (실트)	모래	자갈	풍화암	연암	경암	계	SPT	자연시료채취
1			0.3		3.3	0.5	4.1		
2	2.8		0.9		2.1	0.5	6.3	2	1
3	4.8				2.7	0.5	8.0	2	3
4	1.5		0.7		2.6	0.5	5.3	1	1
5	4.5	4.5			3.4	0.5	12.9	4	
6		0.7			3.4	0.5	4.6		
7		0.4			3.3	0.5	4.2		
8	0.8	2.5			3.4	0.5	7.2	2	
9	3.3				3.5	0.5	7.3	1	2
10			0.3		3.8	0.5	4.6		
11			0.1		3.7	0.5	4.3		
12			0.2		3.2	0.5	3.9		
13					3.2	0.5	3.7		
14	3.7	1.7			3.2	0.5	9.1	4	1
15	0.2	1.1			3.2	0.5	5.0	1	
16			0.2		3.6	0.5	4.3		
17			0.3		4.4	0.5	5.2		
18					3.2	0.5	3.7		
19					2.8	0.5	3.3		
20			0.7		3.3	0.5	4.5		
21		0.3			3.6	0.5	4.4		
A			0.3		2.8	0.5	3.6		
B			0.4		2.9	0.5	3.8		
C			0.8		2.9	0.5	4.2		
D					2.8	0.5	3.3		
E					3.1	0.5	3.6		
F	1.2		0.3		2.5	0.5	4.5	1	
G	1.2			0.3	2.6	0.5	4.6	1	1
H	1.6	4.8			2.8	0.5	9.7	3	1
I					2.2	0.5	2.7		
J	5.1				2.9	0.5	8.5	3	2
k		1.4	0.6		3.8	0.5	6.3	1	
L			0.4		3.1	1.0	4.5		
M			0.3		2.4	0.5	3.2		
계	30.7	17.4	6.8	0.3	105.7	17.5	178.4	26	12

[표 2.1.11] 지층구성 상태 및 표준관입시험 결과표

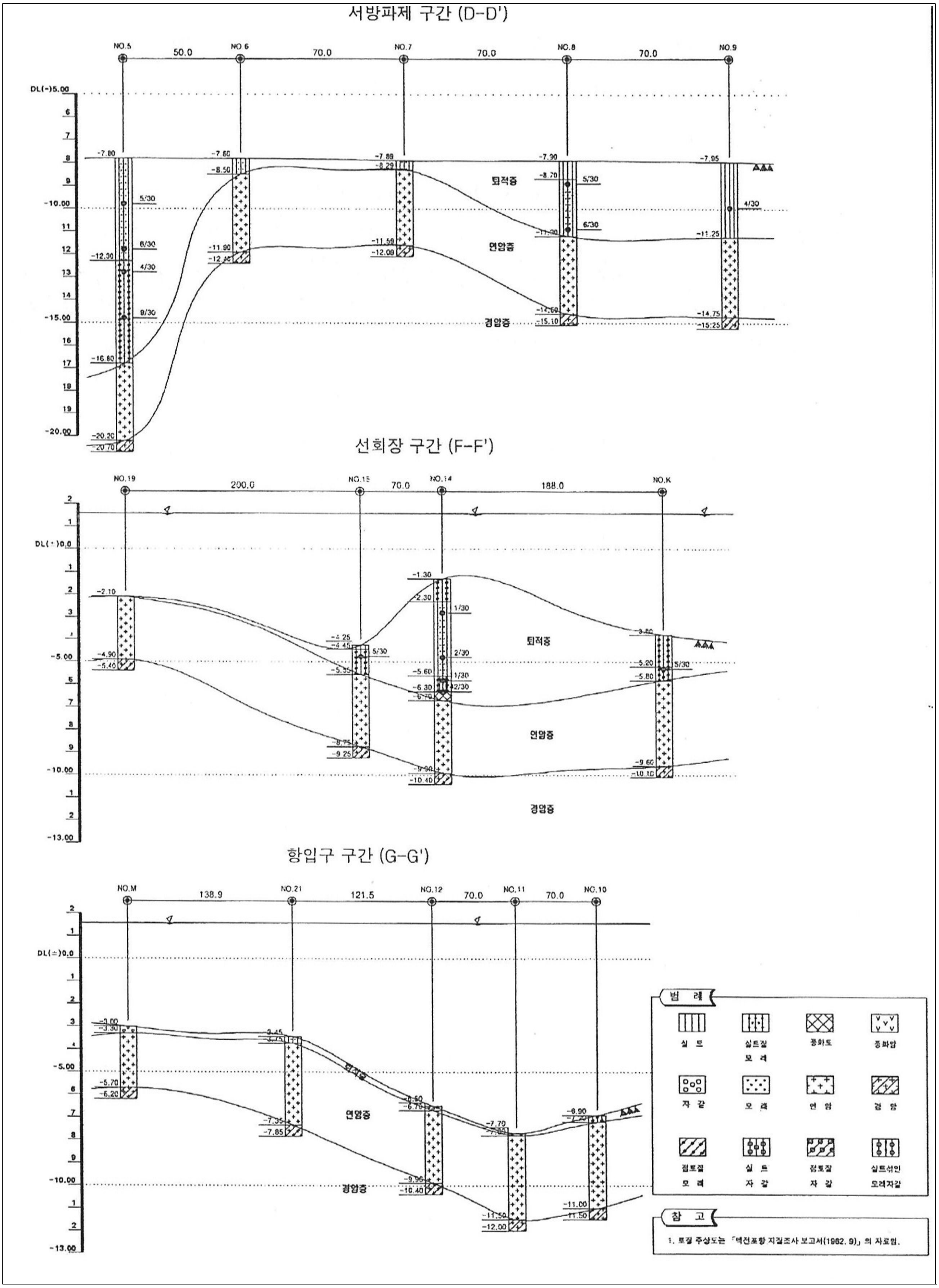
<table>
<tr><th>공 번</th><th>지 층</th><th>심 도
D.L(-) m</th><th>구성 상태</th><th>N값</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td>실트질 자갈층</td><td>1.25~1.55</td><td>·약간의 실트섞인 자갈</td><td></td><td rowspan="3">동방파제</td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>1.55~4.85</td><td>·균열이 매우 심하며 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>4.85~5.35</td><td>·균열 및 절리가 있는 혈암</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">5</td><td>실트질 모래층</td><td>7.8~12.3</td><td>·약간의 조개껍질이 혼합된 실트섞인 모래층으로 느슨함</td><td>5/30~6/30</td><td rowspan="22">서방파제</td></tr>
<tr><td>자갈·모래질 실트층</td><td>12.3~16.8</td><td>·약간의 자갈 및 모래가 혼합된 실트층</td><td>4/30~9/30</td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>16.8~20.2</td><td>·균열 및 절리가 매우 심하며 약간의 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>20.2~20.7</td><td>·신선한 혈암으로 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">6</td><td>실트질 모래층</td><td>7.8~8.5</td><td>·조개껍질 및 실트섞인 모래층</td><td></td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>8.5~11.9</td><td>·균열 및 절리가 매우 심하며 약간의 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>11.9~12.4</td><td>·신선한 유문암으로 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">7</td><td>실트질 모래층</td><td>7.89~8.29</td><td>·조개껍질 및 실트섞인 모래</td><td></td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>8.29~11.59</td><td>·균열 및 절리가 매우 심하며 약간의 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>11.59~12.09</td><td>·약간의 절리가 있는 유문암</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">8</td><td>실트층</td><td>7.9~8.7</td><td>·약간의 조개껍질이 혼합된 실트</td><td></td></tr>
<tr><td>실트질 모래층</td><td>8.7~11.2</td><td>·조개껍질 및 실트섞인 모래</td><td>5/30~6/30</td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>11.2~14.6</td><td>·균열 및 절리가 매우 심하며 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>14.6~15.1</td><td>·시선한 유문암으로 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">9</td><td>실트층</td><td>7.95~11.25</td><td>·모래섞인 실트로 대단히 연약하며 조개껍질이 섞여있음
·SM으로 분류됨</td><td>4/30</td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>11.25~14.75</td><td>·균일 및 절리가 매우 심하며 코아발생
·SC로 분류됨</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>14.75~15.25</td><td>·신선한 유문암으로 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">13</td><td>연암층</td><td>0~3.2</td><td>·균열 및 절리가 매우심하며 약간의 코아발생</td><td></td><td rowspan="5">동방파제</td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>3.2~3.7</td><td>·약간의 절 리가 있는 혈암</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">20</td><td>실트 모래질 자갈층</td><td>1.1~1.8</td><td>·실트 및 모래섞인 자갈층</td><td></td></tr>
<tr><td>연암층</td><td>1.8~5.1</td><td>·균열 및 절리가 매우 심하며 코아발생</td><td></td></tr>
<tr><td>경암층</td><td>5.1~5.6</td><td>·신선한 유문암으로 코아발생</td><td></td></tr>
</table>

<그림 2.1.5> 지질조사 주상도(1)



※ 자료 : 어촌·어항복합공간(맥전포항)기본설계용역 보고서(2006. 09, 해양수산부)

<그림 2.1.6> 지질조사 주상도(2)



※ 자료 : 어촌·어항복합공간(맥전포항)기본설계용역 보고서(2006. 09, 해양수산부)

2.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1975년	제1종 어항 지정	
1985년	기본시설 수립	
1989년	기본시설 완공	
1998년	정비계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2005년	정비계획 완료	
2006년	어촌어항복합공간 기본설계용역	
2007년	맥전포항복합공간 실시설계용역	
2008년	어촌어항복합공간 공사(2008.5 ~ 2011.02)	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽 시설	서방파제	사석식경사제	405m	
	동방파제	사석식경사제	200m	
	호안	사석식	250m	
	직립호안	중력식	116m	
계류 시설	물양장(서측)	중력식	380m	
	물양장(동측)	중력식	216m	
	선류장	중력식,사석식	1식	
	선양장	중력식	45m	
기타 시설	해안도로	콘크리트포장	750m	

<그림 2.1.7> 맥전포항 현황도

<그림 2.1.8> 기존 시설현황

서방파제(외측)

서방파제(내측)

동방파제(외측)

동방파제(상부)

2.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
고성군청 해양수산과	•방파제는 특별한 피해는 없었으나, 태풍매미시 위판장 시설이 침수등 피해 발생 •동방파제 두부구간에 공연장 등 데크시설요청 •선양장 및 동측물양장 인근 등을 매립하여 관광객의 주차장 등으로 활용 필요 •선류장 남측의 암초 준설·제거 필요 •동방파제 기부측 관광객의 안전을 위해 도로확폭 필요 – 현재 도로폭이 좁아 회차가 불가능하여 관광객의 불편이 발생 •서방파제 기부측에 해수소통구 등의 항내수질 개선을 위한 대책마련 필요
풍원종합건설	•항내 암준설 필요 •동측 물양장 남측을 매립하여 활용필요 •항내 오염이 심각하므로 해수소통구(서방파제) 등의 설치 요망
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 서방파제 및 동방파제 외측 피복재인 T.T.P의 상태 및 거치상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 어촌어항 복합공간 조성사업에 따라 공사가 진행중에 있으며, 상치콘크리트 상부 및 물양장 인근에 친수시설을 건설하였다.

2.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

2.2.1 개요

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

2.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

2.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)3.456m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 통영항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 맥전포항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)3.677m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 3.456m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 3.677m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 서방파제에서 3.9~4.1m, 동방파제 2.7m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.23+5.0)	S	4.1	15.4
	2구간 (No.23+5.0~No.31+0.0)	S	3.9	15.4
	3구간 (No.31+0.0~No.35+5.0)	S	3.9	15.4
	4구간 (No.35+5.0~No.39+0.0)	S	3.9	15.4
	5구간 (No.39+0.0~No.39+8.0)	S	3.9	15.4
	6구간 (No.39+8.0~No.40+5.0)	S	3.9	15.4
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.1+3.0)	S	2.7	15.4
	2구간 (No.1+3.0~No.11+3.0)	S	2.7	15.4
	3구간 (No.11+3.0~No.19+5.0)	S	2.7	15.4
	4구간 (No.19+5.0~No.20+0.0)	S	2.7	15.4

2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

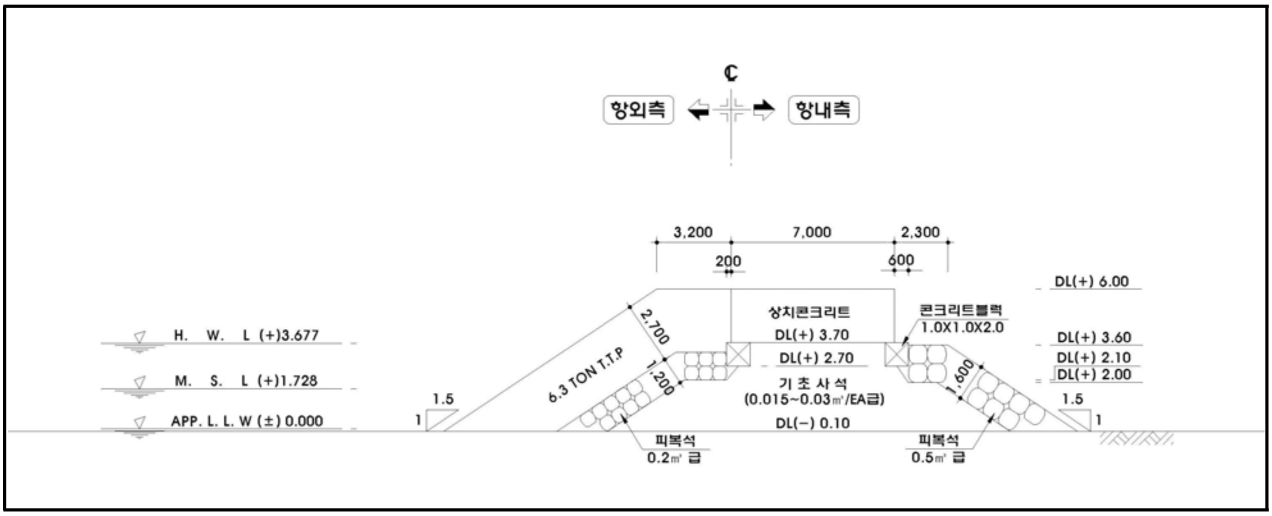
- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 맥전포항의 안정성 평가 대상시설은 서방파제 405m(6구간), 동방파제200m(4구간)으로 선정하였다.

[표 2.2.1] 외곽시설 현황

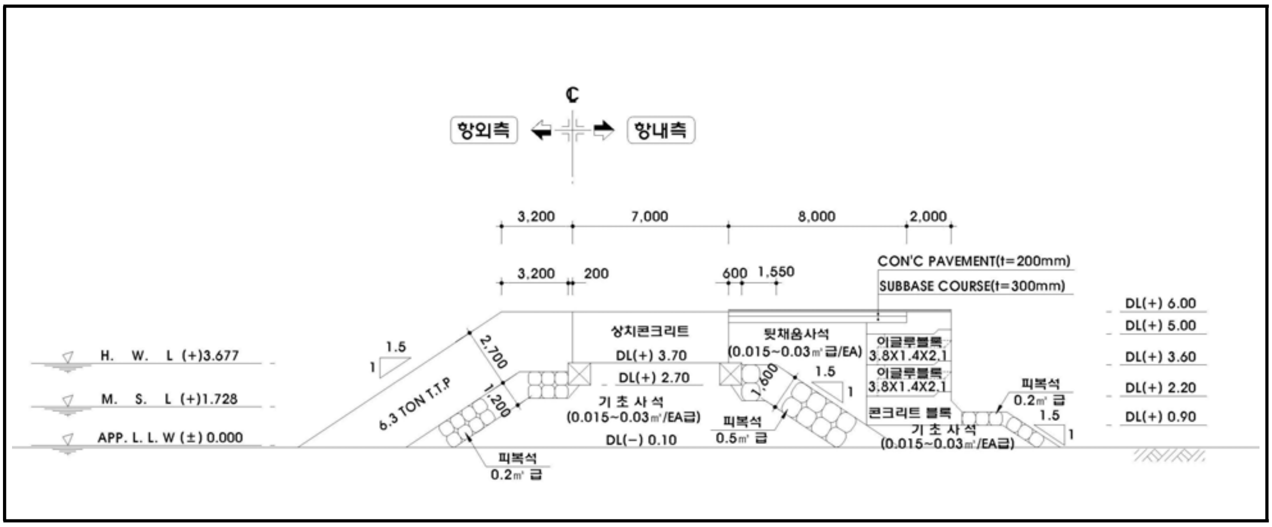
방 파 제 시설현황도

구 분	서방파제	동방파제
연 장	405m	200m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1997년	2004년
전면수심	D.L(-)6.4~9.0m	D.L(-)0.1~4.5m
마루높이	D.L(+)6.5~7.0m	D.L(+)6.0m
피 복 재	T.T.P 6.3/10/12.5 ton	T.T.P 6.3 ton
총 구 간	6개 구간	4개 구간

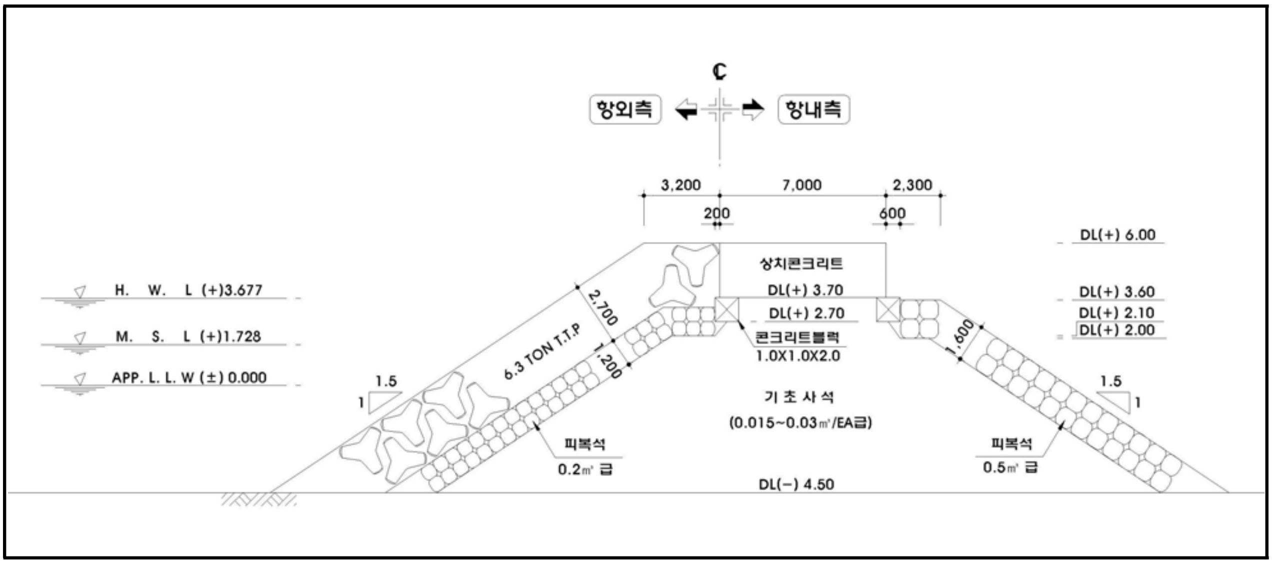
<그림 2.2.1> 동방파제 표준단면도(1구간)



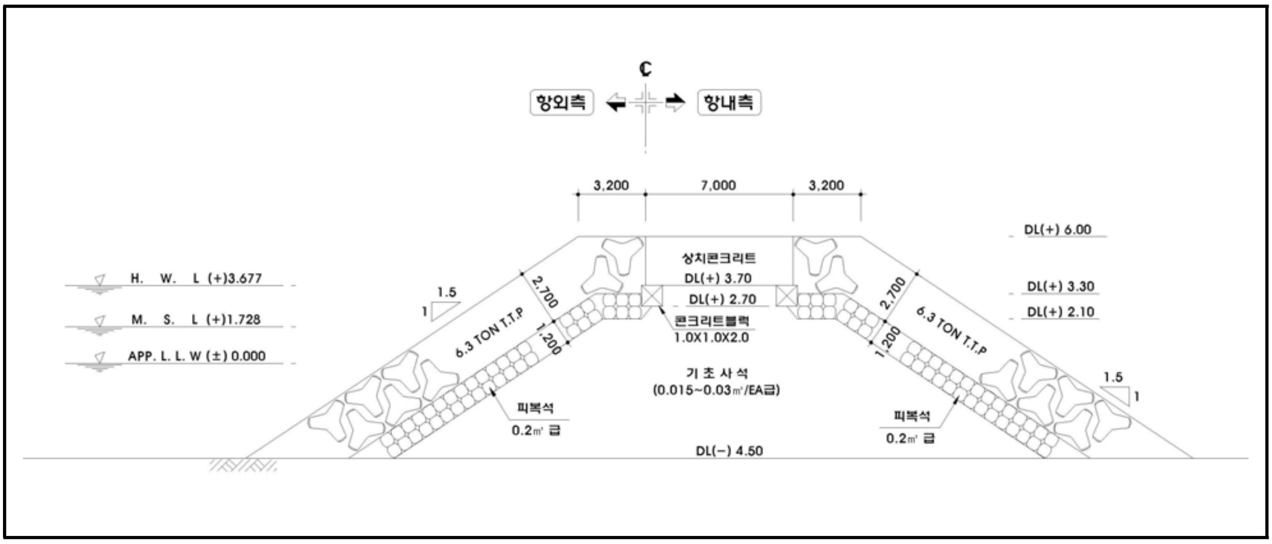
<그림 2.2.2> 동방파제 표준단면도(2구간)



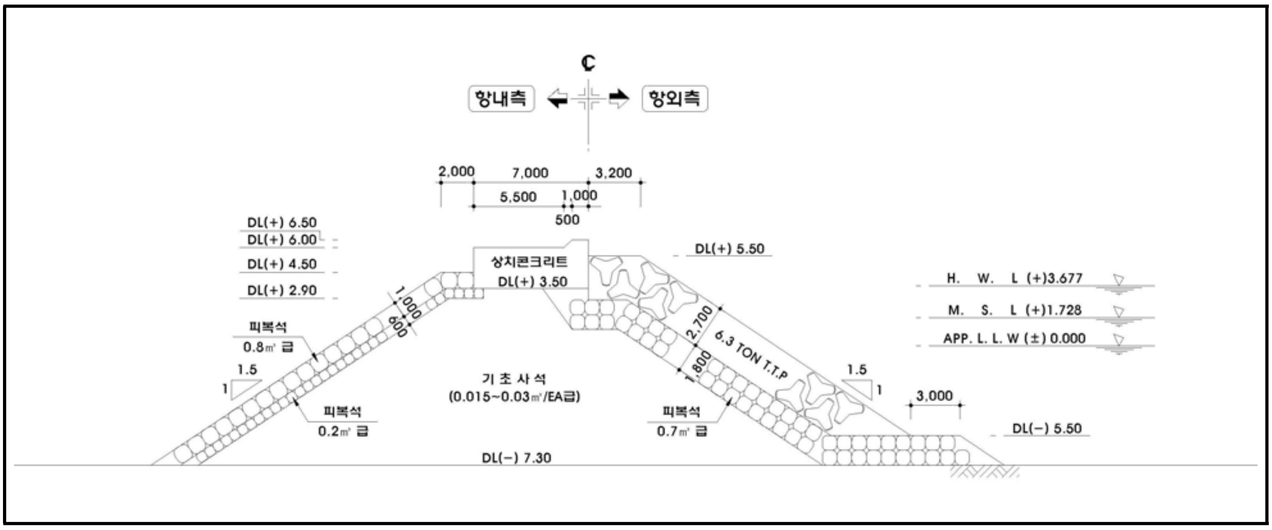
<그림 2.2.3> 동방파제 표준단면도(3구간)



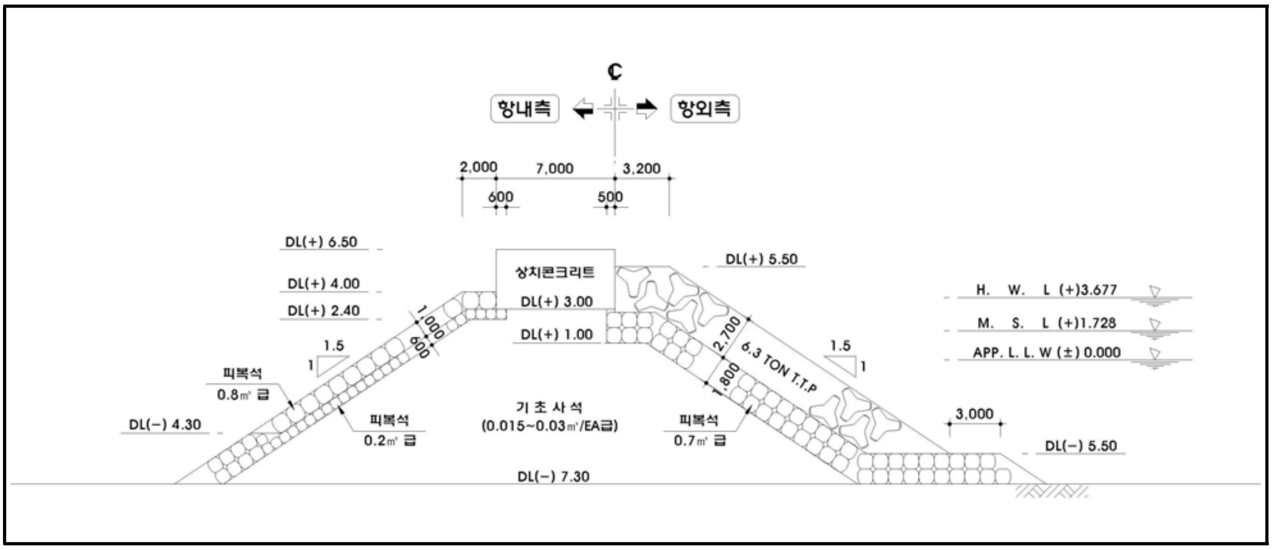
<그림 2.2.4> 동방파제 표준단면도(4구간)



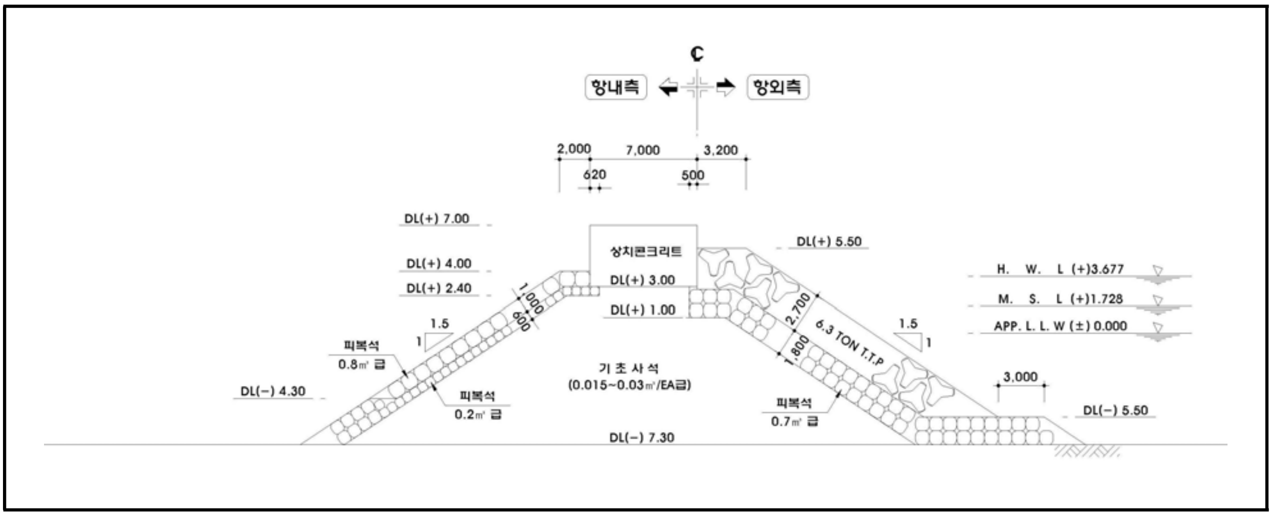
<그림 2.2.5> 서방파제 표준단면도(1구간)



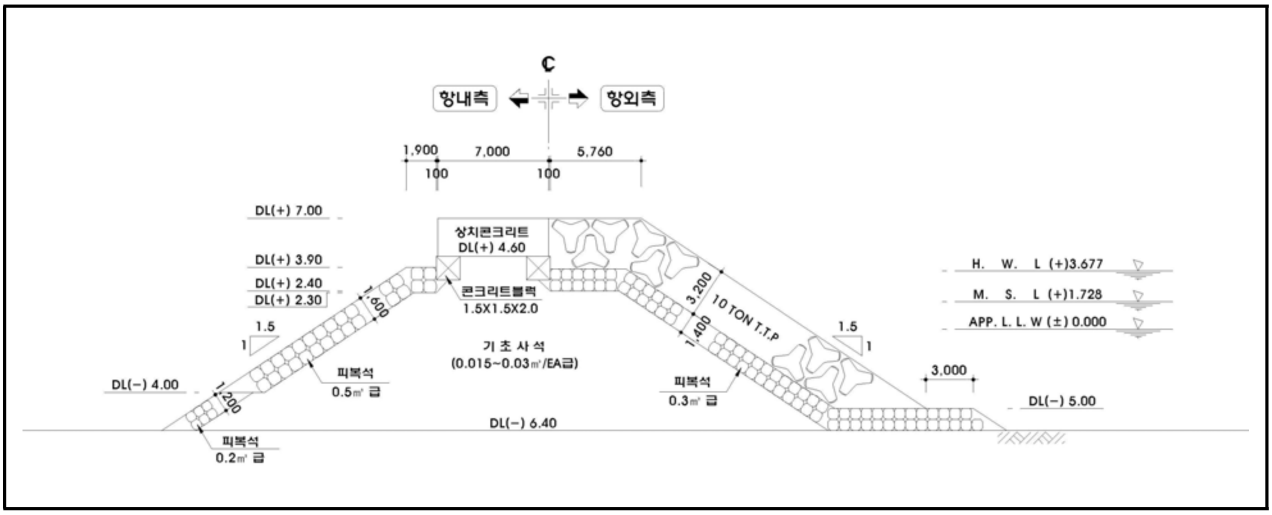
<그림 2.2.6> 서방파제 표준단면도(2구간)



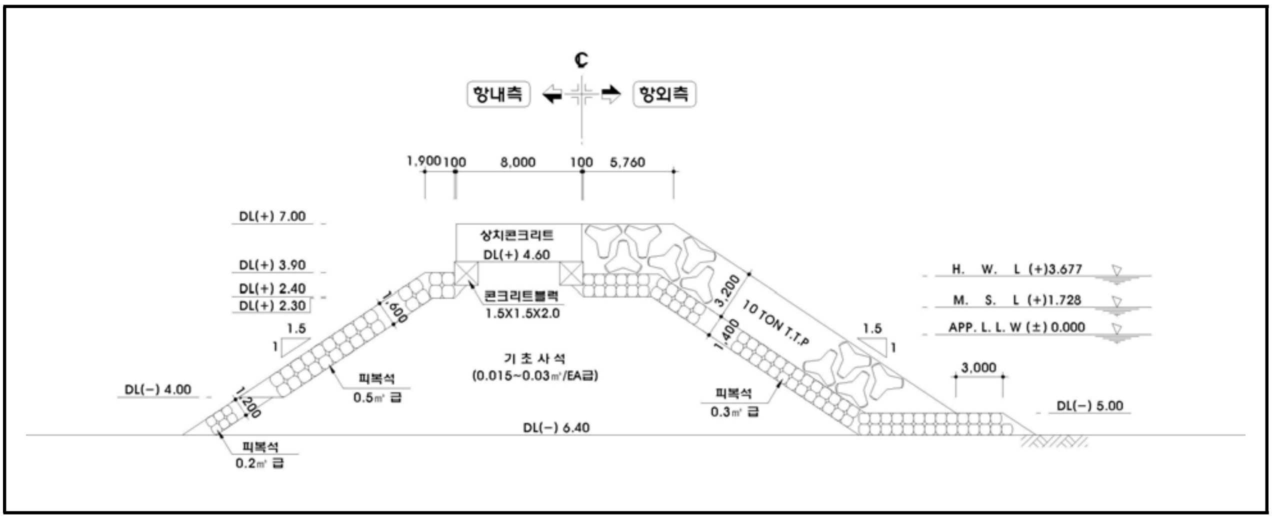
<러그림 2.2.7> 서방파제 표준단면도(3구간)



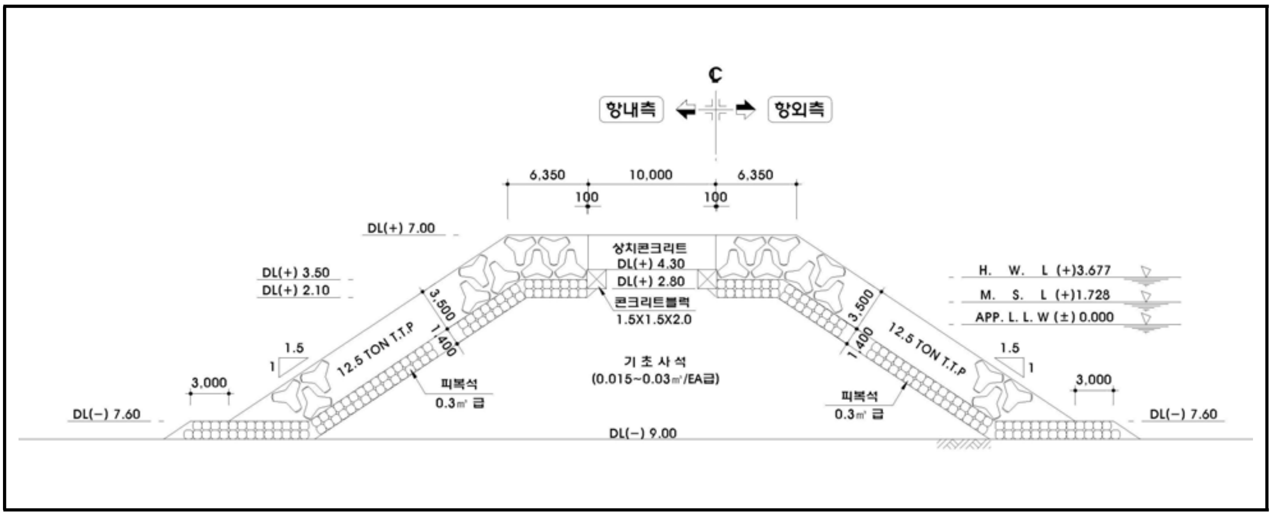
<그림 2.2.8> 서방파제 표준단면도(4구간)



<그림 2.2.9> 서방파제 표준단면도(5구간)



<그림 2.2.10> 서방파제 표준단면도(6구간)



나) 마루높이 검토

- 서방파제와 동방파제 마루높이 검토 결과 전 구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
서방파제	1구간	7.8	-	-	6.4	7.8	6.5	N.G
	2구간	7.6	-	-	6.2	7.6	6.5	N.G
	3구간	7.6	-	-	6.2	7.6	7.0	N.G
	4구간	7.6	-	-	6.2	7.6	7.0	N.G
	5구간	7.6	-	-	6.2	7.6	7.0	N.G
	6구간	7.6	-	-	6.3	7.6	7.0	N.G
동방파제	1구간	6.4	-	-	4.6	6.4	6.0	N.G
	2구간	6.4	-	-	5.1	6.4	6.0	N.G
	3구간	6.4	-	-	5.0	6.4	6.0	N.G
	4구간	6.4	-	-	5.0	6.4	6.0	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 서방파제 1~3구간에 외측 피복재 T.T.P 8ton이 필요한 것으로 산정되었으나, 현재 T.T.P 6.3ton으로 건설되어 있어 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 모두 소요질량을 만족하는 것으로 나타났다.
- 동방파제는 전구간 피복재 소요질량을 만족하는 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
서방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 8.0ton	T.T.P 6.3ton	N.G	피복석 0.2m³	피복석 0.7m³	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 8.0ton	T.T.P 6.3ton	N.G	피복석 0.2m³	피복석 0.7m³	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 8.0ton	T.T.P 6.3ton	N.G	피복석 0.2m³	피복석 0.7m³	OK
	4구간	비쇄파대	T.T.P 8.0ton	T.T.P 10.0ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.3m³	OK
	5구간	비쇄파대	T.T.P 8.0ton	T.T.P 10.0ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.3m³	OK
	6구간	비쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.3m³	피복석 0.3m³	OK
동방파제	1구간	쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 6.3ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.2m³	OK
	2구간	쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 6.3ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.2m³	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 6.3ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.2m³	OK
	4구간	비쇄파대	T.T.P 4.0ton	T.T.P 6.3ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.2m³	OK

라) 구조물 안정검토

- 서방파제 1구간에서 활동이 0.76, 2구간의 활동이 1.10, 4구간에서의 활동이 1.12로 안정이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
서방파제	1구간	0.76	N.G	2.23	OK	1.35	OK
	2구간	1.10	N.G	3.14	OK	1.35	OK
	3구간	1.25	OK	3.34	OK	1.33	OK
	4구간	1.12	N.G	3.32	OK	1.32	OK
	5구간	1.28	OK	4.27	OK	1.41	OK
	6구간	-	-	-	-	-	-
동방파제	1구간	3.01	OK	8.00	OK	2.42	OK
	2구간	2.94	OK	7.77	OK	-	-
	3구간	1.73	OK	4.10	OK	1.64	OK
	4구간	-	-	-	-	-	-

2.2.4 평가 및 결론

- 서방파제는 전구간에서 마루높이, 1~3구간에서 피복재 소요중량, 1구간, 2구간, 4구간에서 활동에 대한 안정성이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.
- 동방파제의 경우 전구간에서 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 2.2.2] 안정성 검토 결과

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="6">서방파제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th><th>4구간</th><th>5구간</th><th>6구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마루높이 (D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>6.5</td><td>6.5</td><td>7.0</td><td>7.0</td><td>7.0</td><td>7.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>7.8</td><td>7.6</td><td>7.6</td><td>7.6</td><td>7.6</td><td>7.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피복재 소요중량</td><td colspan="2">현 황</td><td>T.T.P
6.3ton</td><td>T.T.P
6.3ton</td><td>T.T.P
6.3ton</td><td>T.T.P
10.0ton</td><td>T.T.P
10.0ton</td><td>T.T.P
12.5ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>T.T.P
8.0ton</td><td>T.T.P
8.0ton</td><td>T.T.P
8.0ton</td><td>T.T.P
8.0ton</td><td>T.T.P
8.0ton</td><td>T.T.P
12.5ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부공및제체안정</td><td rowspan="6">상시</td><td rowspan="2">활동
(1.2)</td><td>산정</td><td>0.76</td><td>1.10</td><td>1.25</td><td>1.12</td><td>1.28</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>OK</td><td>N.G</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도
(1.2)</td><td>산정</td><td>2.23</td><td>3.14</td><td>3.34</td><td>3.32</td><td>4.27</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선활동
(1.2)</td><td>산정</td><td>1.35</td><td>1.35</td><td>1.33</td><td>1.32</td><td>1.41</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td></tr>
</table>

[표 2.2.2] 계속

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">동방파제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th><th>4구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마 루
높 이
(D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>6.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>6.4</td><td>6.4</td><td>6.4</td><td>6.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피 복 재
소 요 중 량</td><td colspan="2">현 황</td><td>T.T.P 6.3ton</td><td>T.T.P 6.3ton</td><td>T.T.P 6.3ton</td><td>T.T.P 6.3ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 4.0ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부
공및
제체
안정</td><td rowspan="6">상
시</td><td rowspan="2">활동
(1.2)</td><td>산정</td><td>3.01</td><td>2.94</td><td>1.73</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도
(1.2)</td><td>산정</td><td>8.00</td><td>7.77</td><td>4.10</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선활동
(1.2)</td><td>산정</td><td>2.42</td><td>-</td><td>1.64</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>-</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td></tr>
</table>

2.3 보수·보강 방안 수립

2.3.1 개요

- 동방파제는 전 구간에 대하여 마루높이가 부족한 것으로 검토되었으나 일부 월파를 허용하여도 항내정온도에는 영향이 없을 것으로 판단되며, 특히 현재 상부에 데크 등 친수시설이 설치되어있어 보강시 친수시설의 훼손 등이 불가피하므로 경제성 및 이용성을 고려하여 보수・보강 계획을 미수립 하였다.
- 따라서, 맥전포항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수・보강이 필요한 대상시설은 서방파제 전구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 2.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
서방파제	1구간	235m	○
	2구간	75m	○
	3구간	45m	○
	4구간	35m	○
	5구간	8m	○
	6구간	7m	○
동방파제	1구간	13m	
	2구간	100m	
	3구간	82m	
	4구간	5m	

2.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

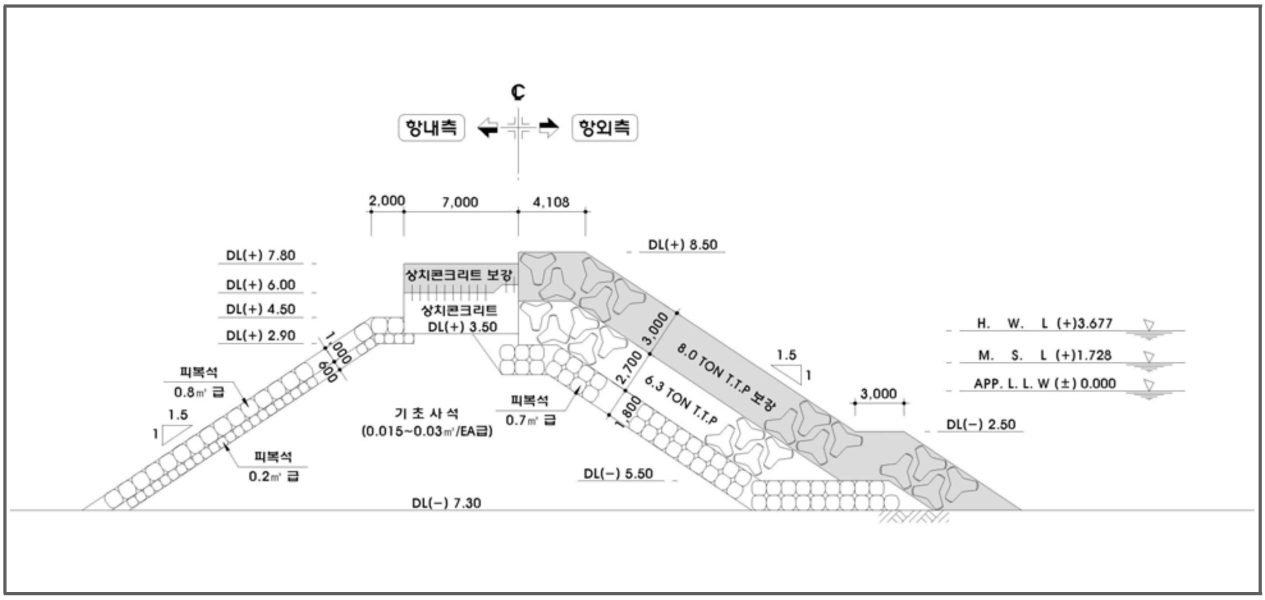
1) 서방파제

- 전구간 소요 마루높이가 미달되는 것으로 검토되어 상치 콘크리트를 증고하고, 증고시 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 계획하였다.
- 마루높이는 1구간은 D.L(+) 7.8m, 2~6구간은 D.L(+) 7.6m로 산정되었으나 인접구간과의 시공성을 고려하여 전구간을 D.L(+) 7.8m로 증고하여 소요 마루높이를 확보하였다.
- 피복재 소요질량은 서방파제 1~3구간이 부족하여 기존 T.T.P 위에 T.T.P 8.0ton을 덧씌우기로 보강하여 안정성을 확보하였다.
- 상부공 안정성이 미확보된 1, 2, 4구간에 대해서는 상치콘크리트 증고에 따라 안정이 확보되었다.

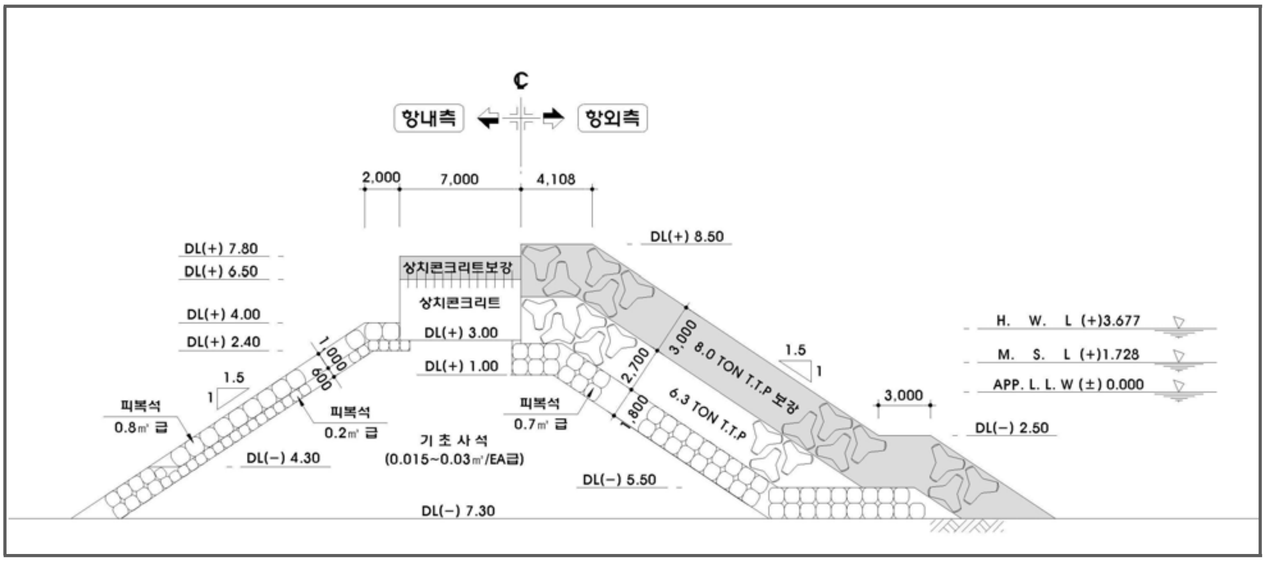
[표 2.3.2] 서방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	비고
시설연장		235m	75m	45m	35m	8m	7m	405m
마 루 높 이	현황	D.L(+)6.5m	D.L(+)6.5m	D.L(+)7.0m	D.L(+)7.0m	D.L(+)7.0m	D.L(+)7.0m	
	계획	D.L(+)7.8m	D.L(+)7.8m	D.L(+)7.8m	D.L(+)7.8m	D.L(+)7.8m	D.L(+)7.8m	
외 측 피복재	현황	T.T.P 6.3ton	T.T.P 6.3ton	T.T.P 6.3ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 12.5ton	
	계획	T.T.P 8.0ton	T.T.P 8.0ton	T.T.P 8.0ton	-	-	-	

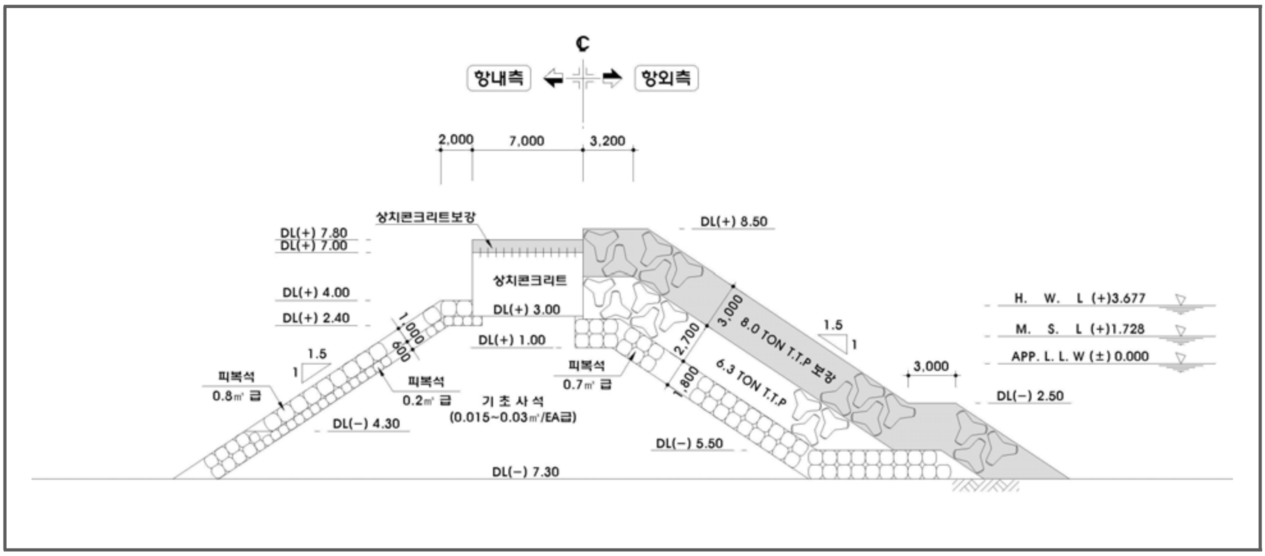
<그림 2.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



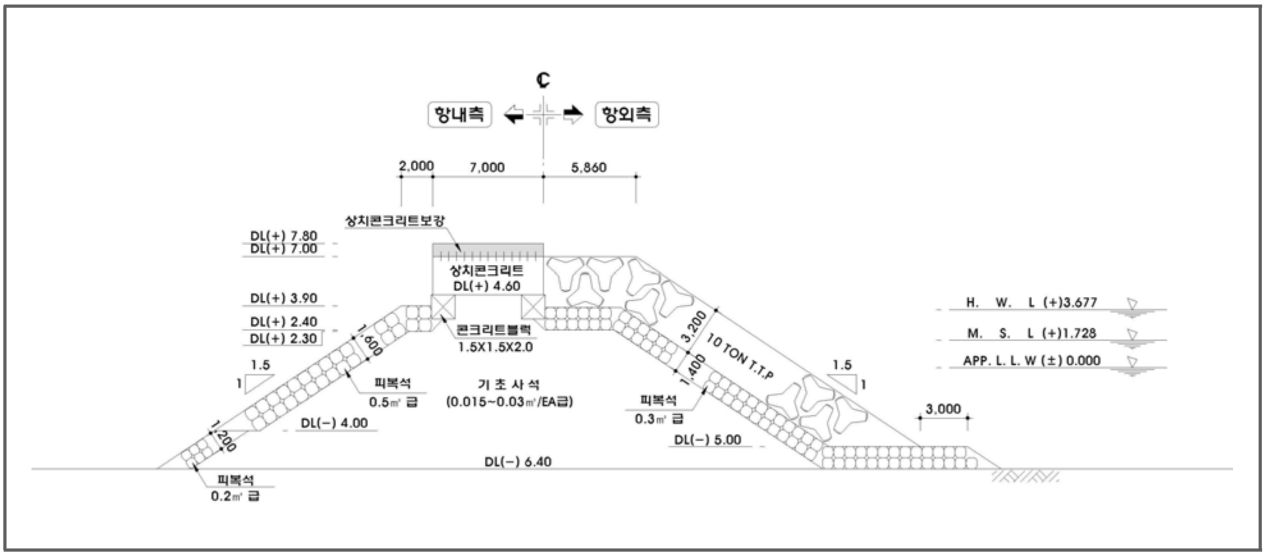
<그림 2.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



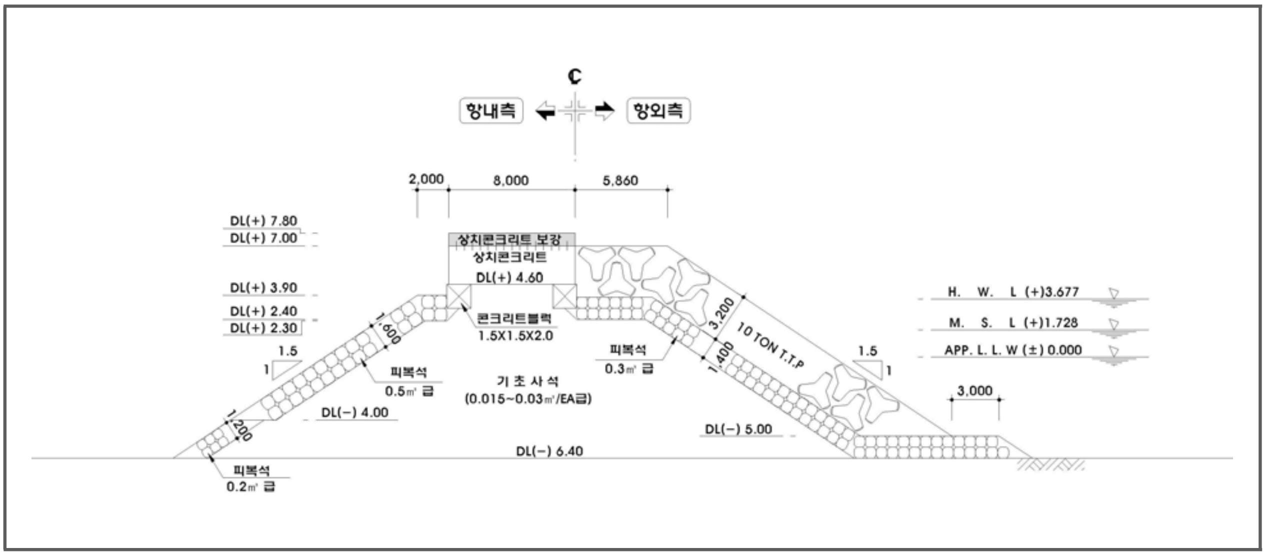
<그림 2.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



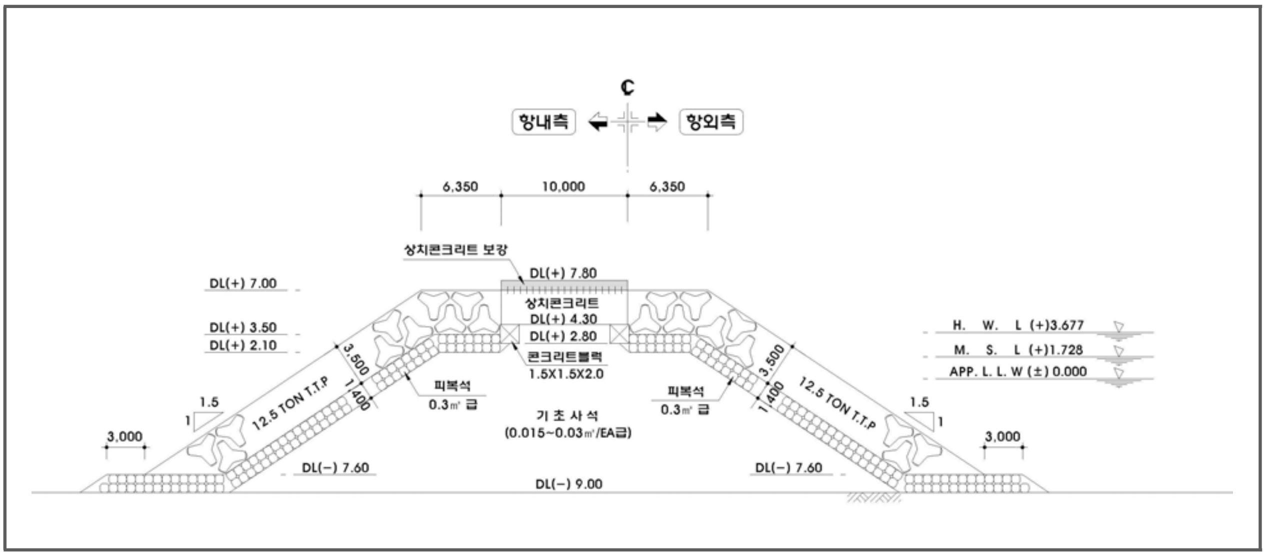
<그림 2.3.4> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강안)



<그림 2.3.5> 보수 · 보강 표준단면도(5구간, 보강안)



<그림 2.3.6> 보수 · 보강 표준단면도(6구간, 보강안)



2) 유용계획

- 서방파제 1~3구간에 대한 피복재 보강시 기존 T.T.P를 제거할 경우 상치콘크리트의 완전피복을 위해 기존 피복석 위에 신규로 사석 및 피복석을 설치하여야하므로 시공성이 떨어진다.
- 또한, 현재로서는 맥전포항 또는 인근 어항에 제거된 T.T.P의 유용성이 어려우므로 기존 T.T.P 위에 덧씌우는 방법으로 보강계획을 수립하였으나, 차후 정비 및 보강계획시 면밀한 유용방안을 재검토하여야할 것으로 사료된다.

2.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간주유소 평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 맥전포항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 73억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
서방파제	405	-	7,262	
1구간	235	20	4,700	· 상치 보강, 피복재 보강
2구간	75	20	1,500	· 상치 보강, 피복재 보강
3구간	45	19	855	· 상치 보강, 피복재 보강
4구간	35	4	140	· 상치 보강
5구간	8	4	32	· 상치 보강
6구간	7	5	35	· 상치 보강
부 대 비	-	-	50	· 등대이설(1기)
합 계	405	-	7,312	

제3장 욕지항

제 3 장 욕지항

3.1 기초자료조사

3.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 욕지항이 위치하는 욕지도는 경상남도 통영시 욕지면에 속하는 섬으로 통영에서 남서쪽으로 21.4㎞ 떨어져 있으며, 동경 128°18′, 북위 34°36′에 위치하고 있다.
- 이 섬의 최고봉인 천황봉(天皇峰, 392m)은 급경사를 이루면서 해안에 몰입하여 곳곳에 험준한 벼랑을 이루고 있다. 해안은 굴곡이 심하며, 북동해안 중앙에는 깊숙한 만이 발달하고 있어 욕지항으로 이용되고 있다.
- 욕지항은 서북쪽으로는 약과봉, 서남쪽으로는 천황산, 남동쪽으로는 통영항에서 출발하는 정기여객선이 운항되는 여객선터미널이 자리 잡고 있으며 면적 0.56㎢의 유인도인 국도(國島)가 딸려 있다.
- 자연마을로는 불곡(佛谷)·어둔골(昏谷)·입석(立石)·야포(冶浦)·북바우·노적(露積)·관청(觀淸)·통포(桶浦)·단초포(丹草浦) 등이 있다

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(통영) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 3.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.8
		풍 향		S
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	46.6
		풍 향		SE
	평균풍속		m/sec	2.5
기 온	연 평 균		℃	14.4
	최 고			36.9
	최 저			-10.7
강수량	연 평 균		mm	1,427.5
	일 최 다			259.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	114.0
	흐 림		103.5
	안 개		18.1
	강 수		36.3
	강 설		4.3
	결 빙		78.8
	뇌 전		11.8
	폭 풍		31.7
	기 온		0.1
작업 일수	육상		213
	해상		216

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 25.9℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 36.9℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.7℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 3.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

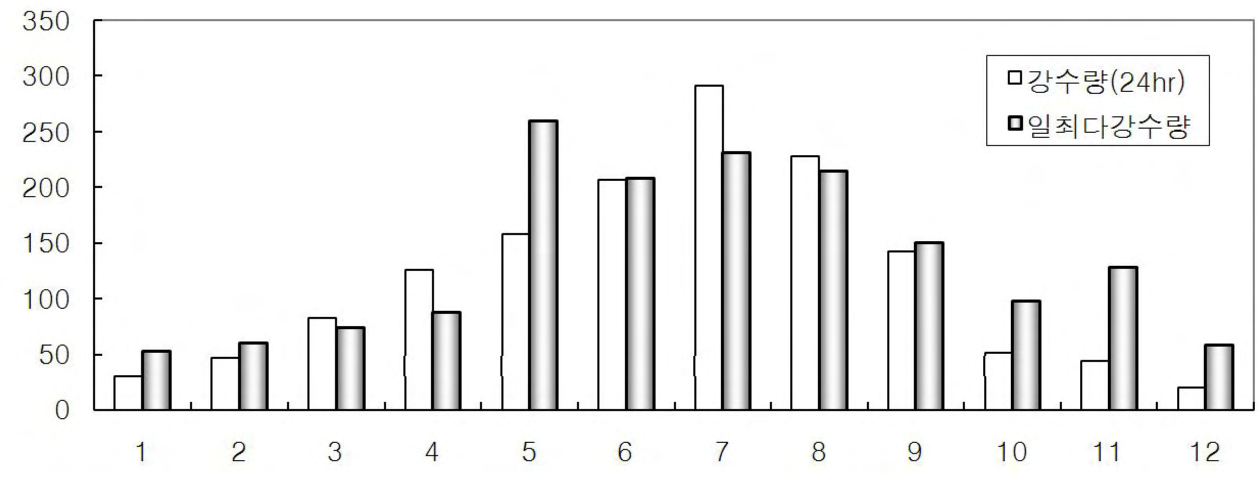
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.5	8.3	13.3	17.4	20.8	24.2	25.9	22.3	17.3	11.1	5.4	14.4
최 고	18.4	19.0	21.6	26.7	30.7	30.8	36.9	36.2	33.5	29.3	24.8	19.6	36.9
최 저	-10.7	-9.8	-4.3	-0.4	6.1	11.4	15.6	18.1	11.9	2.7	-2.8	-8.4	-10.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,555.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 792.5mm이며, 연평균 강수량은 1,427.mm로 나타난다.

<그림 3.1.1> 강수량(mm)



[표 3.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

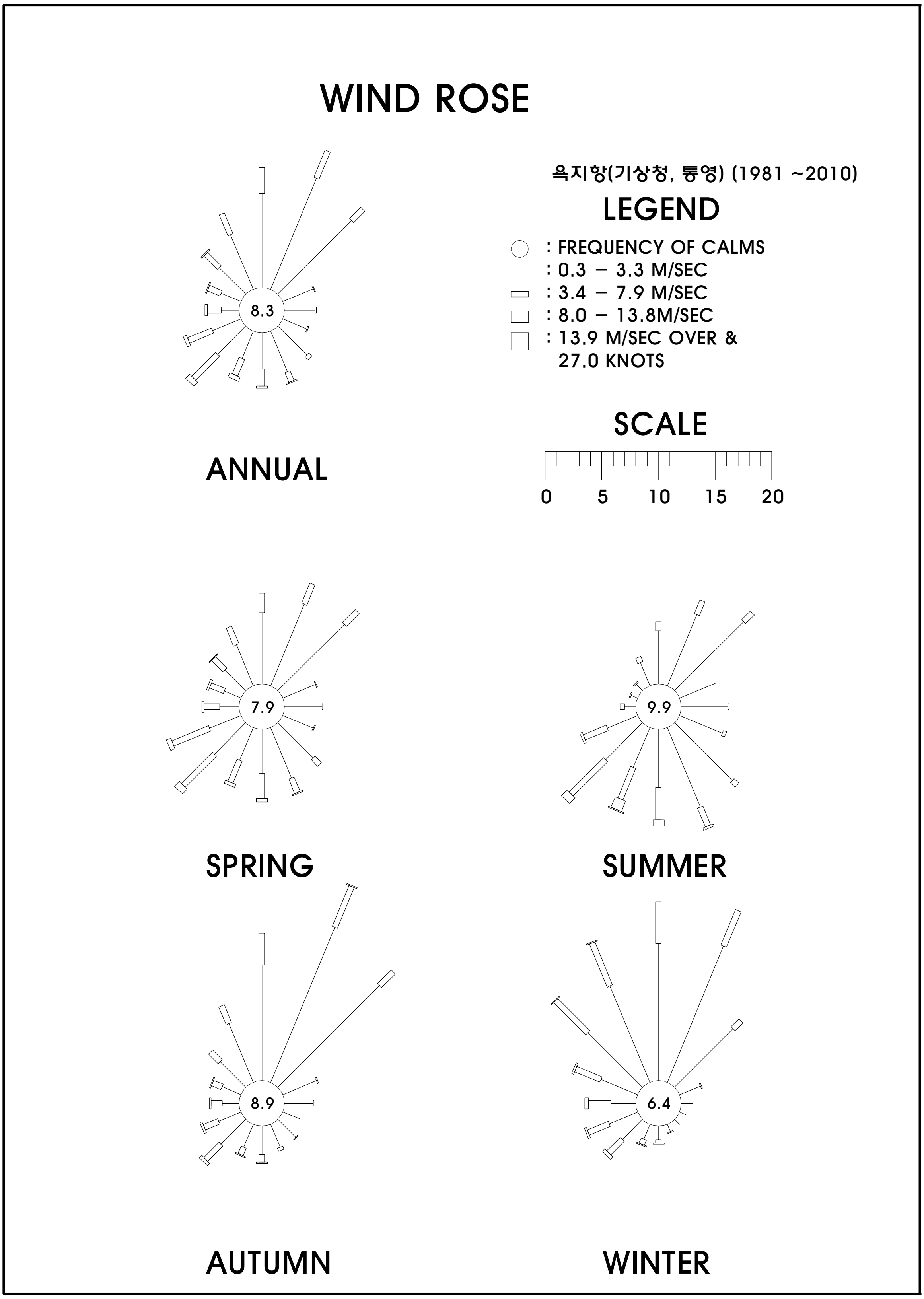
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	30.6	46.9	83.0	125.4	157.7	206.4	291.4	228.1	142.0	51.0	44.5	20.5	1427.5
일최다	52.9	60.5	74.5	88.2	259.5	208.5	231.5	214.6	150.9	98.2	128.9	58.7	259.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.5m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 31.8m/sec로 나타난다.

<그림 3.1.2> 바람장미도



[표 3.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.5	2.6	2.8	2.7	2.4	2.2	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.5
최 대		18.3	21.0	18.7	22.7	20.0	19.0	26.7	23.7	31.8	22.3	18.0	17.5	31.8
		SSW	S	WSW	WSW	SSE	SW	SSW	S	S	SSE	WSW	W	S
순간최대		24.4	32.2	30.8	36.0	32.0	33.4	46.6	37.0	43.8	39.0	23.3	30.7	46.6
		S	SW	SSE	SW	SSW	S	SE	NW	SSW	SSE	WSW	WSW	SE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.0일로 약 31%이고 흐린 날씨는 103.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 18.1일, 강수일수는 36.3일, 폭풍일수는 31.7일로 나타났다.

[표 3.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 / 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.5	11.9	9.6	8.7	7.5	3.7	3.0	5.1	6.2	11.9	14.3	16.6	114.0
흐 림	4.4	5.8	8.7	8.5	10.3	13.5	17.3	11.4	10.6	5.4	4.7	2.9	103.5
안 개	0.2	0.4	0.5	1.5	2.5	3.9	6.8	1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	18.1
강 수	1.1	1.7	3.0	3.6	3.8	4.6	6.6	5.3	3.4	1.3	1.2	0.7	36.3
강 설	1.6	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	4.3
결 빙	25.7	19.2	7.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8	21.4	78.8
뇌 전	0.1	0.1	0.3	0.8	0.9	1.0	3.0	3.1	1.2	0.6	0.6	0.1	11.8
폭 풍	2.0	3.2	3.6	3.7	2.5	2.2	4.5	2.9	1.8	1.2	2.0	2.1	31.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 3.1.6] 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)

- 욕지항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 216일, 육상작업 가능일수는 213일로서 연가동률이 59%와 58% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 3.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	51.62	99.60	151.22	213.78
해 상	48.06	100.72	148.78	216.22

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

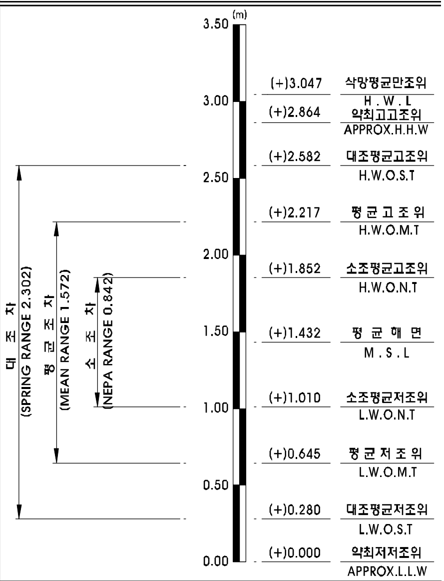
3) 해상조건

가) 조위

- 욕지항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)2.864m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.582m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.432m이며, 대조차 2.302m, 평균조차 1.572m, 소조차 0.842m로 나타났다.

[표 3.1.8] 욕지항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	304.7	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	286.4	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	258.2	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	221.7	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	185.2	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	143.2	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	101.0	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	64.5	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	28.0	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	



※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 본 조사지역내 해역의 조류방향 및 유속을 관측하기 위하여 욕지항내 해상에 부표를 띄워 조류관측을 실시하였으며, 유속은 0.2㎧이고, 유향은 북동방향으로 나타났다. 수로국의 조사 결과에 의하면 욕지항 부근의 창조류는 여수항의 저조전 약 10분에 전류가 시작되어 여수항의 저조후 약 2시간 20분후에 최강류시가 되고 그 유속은 0.72㎧ 이며 유향은 북서방향이다. 낙조류는 여수항의 고조전 1시간 40분경에 전류가 시작되어 고조후 2시간 40분경에 최강류가 되어 남동방향으로 0.97㎧의 유속으로 흐른다.

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 3.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
욕지항 기본조사 및 시설계획보고서 (1988.11)	NNE NE	3.1 2.91	5.71 5.41	

3.1.2 기존자료조사

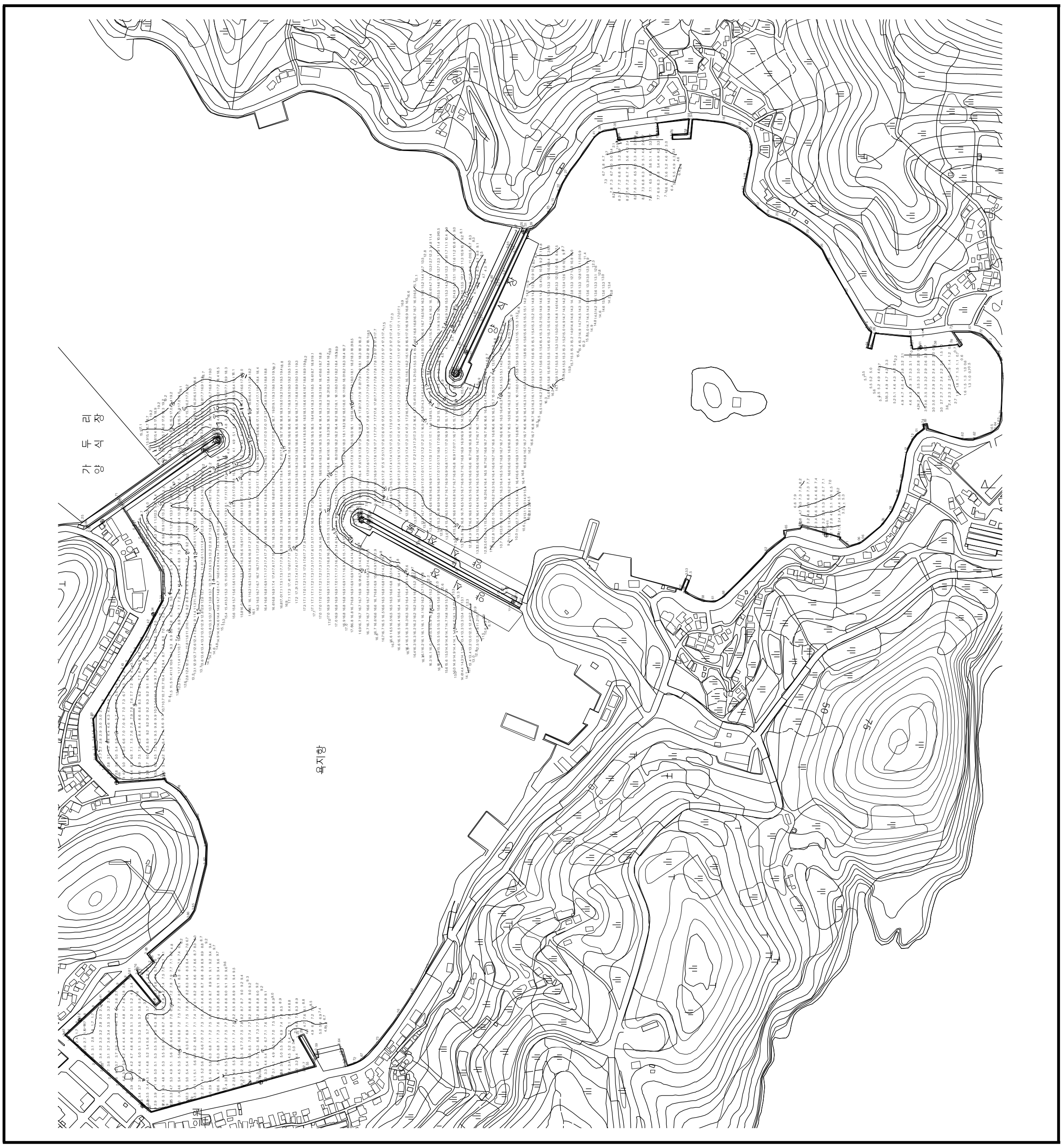
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009. 12)”에 수록된 욕지항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 3.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009. 12)

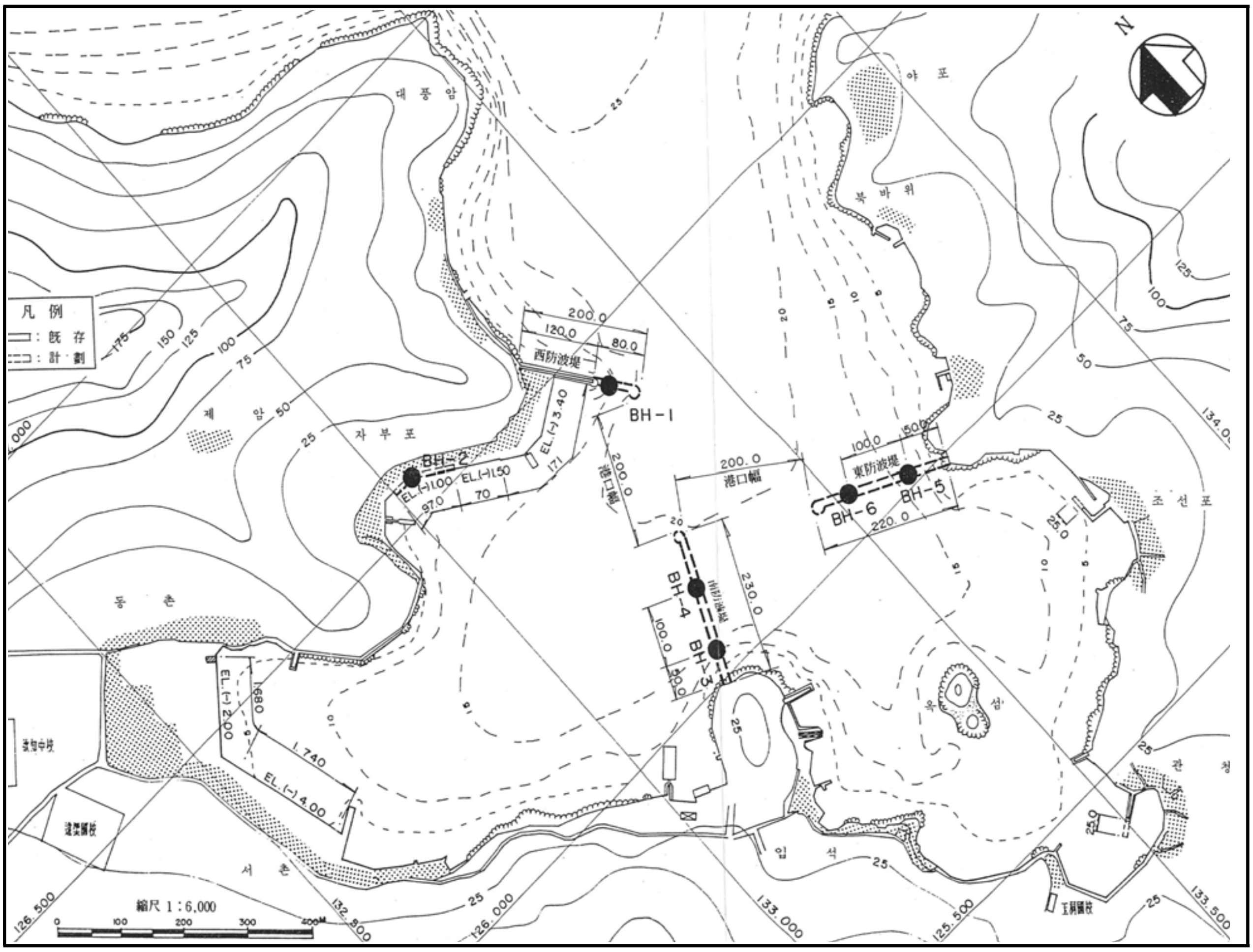
3.1.3 지반조사

가) 개 요

• 지반조사 자료는 기존에 수행된 “욕지항 기본조사 및 시설계획 보고서(1988. 11)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 3.1.4> 조사위치도



다) 지형 및 지질

• 항 서쪽으로는 천황산과 약과봉이, 동쪽과 남쪽으로는 해발 200m 내외의 산봉우리가 병풍처럼 둘러쳐져 있어 외해로부터 바람을 막아주는 천혜의 어항조건을 갖추고 있다. 이로인해 파랑의 의한 영향은 거의 받지 않는 편이다.

라) 시추조사 결과 요약

- 해성퇴적토층

• 해수의 운반퇴적작용에 의해 형성된 층으로서 두께가 5.0~6.5m 이고 5%미만의 조개껍질을 함유하며 표준관입 N치는 1로써 상대밀도가 매우 연약한 토층이다. 대체적으로 Fat Clay에 속하는 본 층은 높은 함수상태와 고소성을 갖는 토질로서 통일분류로는 CH 군에 속한다. 보링공 No.2, No.3, No.5에서는 본층은 존재하지 않는다.

- 기저퇴적토층

• 해성퇴적토층 아래에 분포하는 이 층은 두께가 1.3~4.5m이고 N치가 10~43로 상대밀도가 중간(Midium)내지 조밀(Dense)한 상태이며 통일분류로는 GM, SM 군에 속하며 보링공 No.2,No.3, No.5은 본 층이 표사층으로 출현한다.

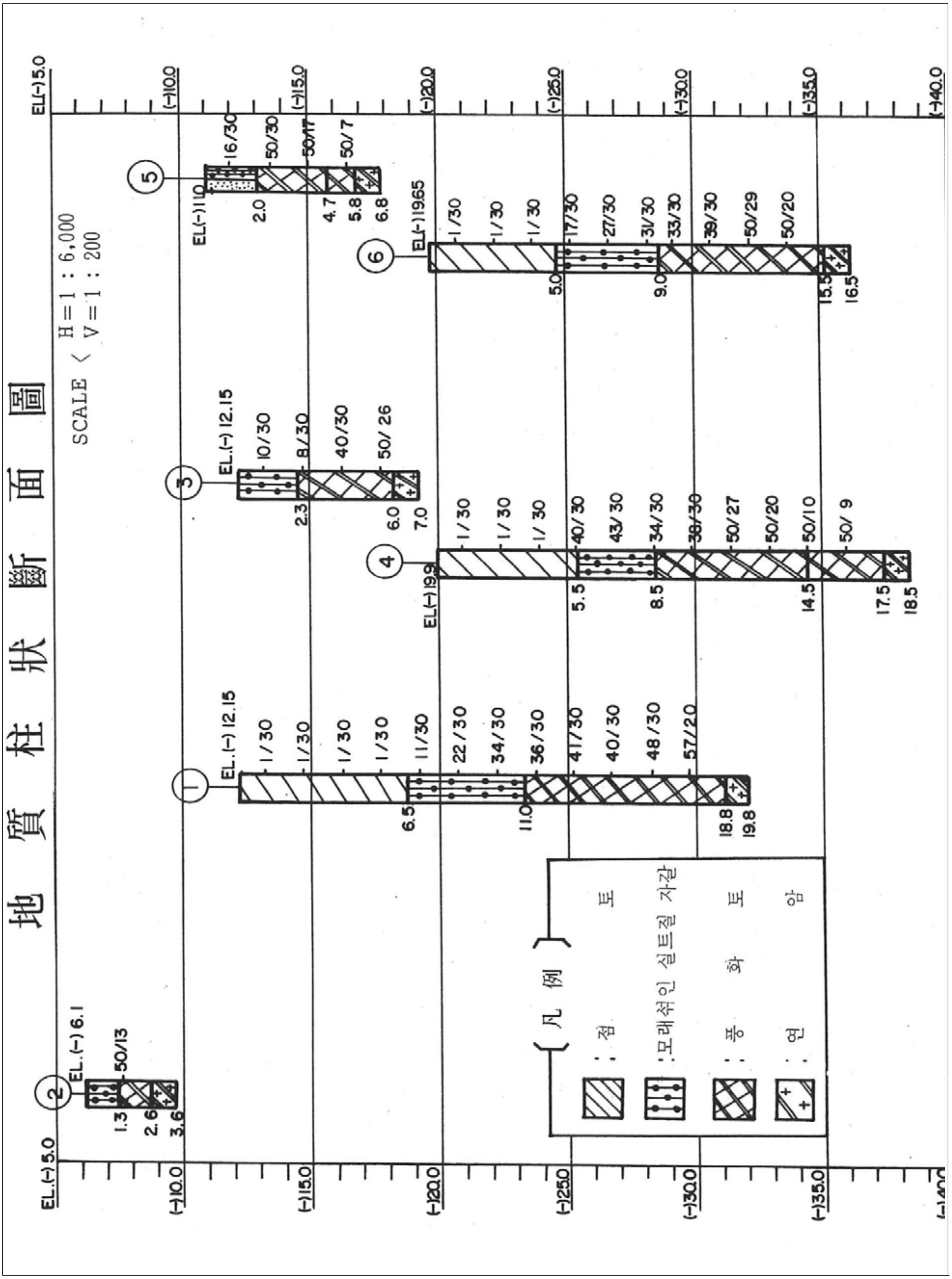
- 풍화토층

• 모암이 풍화작용을 받아 토사화되어 원위치에 전달되어 있는 토층은 3.0~3.8m 두께로 분포되어 있으며 풍화토층과 풍화암층의 N치는 각각 33~37, 50이상을 상회하는 치밀한 상대밀도를 나타내고 있다.

- 기반암층

• 본 지역에 분포하는 기반암은 연암으로서 균열과 절리가 발달되어 있어 Core회수율은 대표적으로 적었다.

<그림 3.1.5> 지질조사 주상도



※ 자료 : 욕지항 기본조사 및 시설계획 보고서(1988. 11, 수산청)

3.1.4 어항현황 및 시설제원 조사

1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1971년	제3종 어항 지정	
1988년	기본시설계획 수립	
1996년	기본시설 완공	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽 시설	동방파제	사석식경사제	208m	
	서방파제	사석식경사제	200m	
	남방파제	사석식경사제	230m	
	기존방파제(돌제)	사석식경사제	50m	
	파제제	사석식경사제	50m	
계류 시설	물양장(조선포)	중력식	50m	
	물양장(관청)	중력식	50m	
	물양장(입석)	중력식	50m	
	물양장(서촌)	중력식	452m	
	물양장(자부포)	중력식	3388m	
	선양장	중력식	30m	
	도선장	중력식	20m	
기타 시설	호안도로	콘크리트 포장	250m	

<그림 3.1.6> 욕지항 현황도

<그림 3.1.7> 기존 시설현황

서방파제

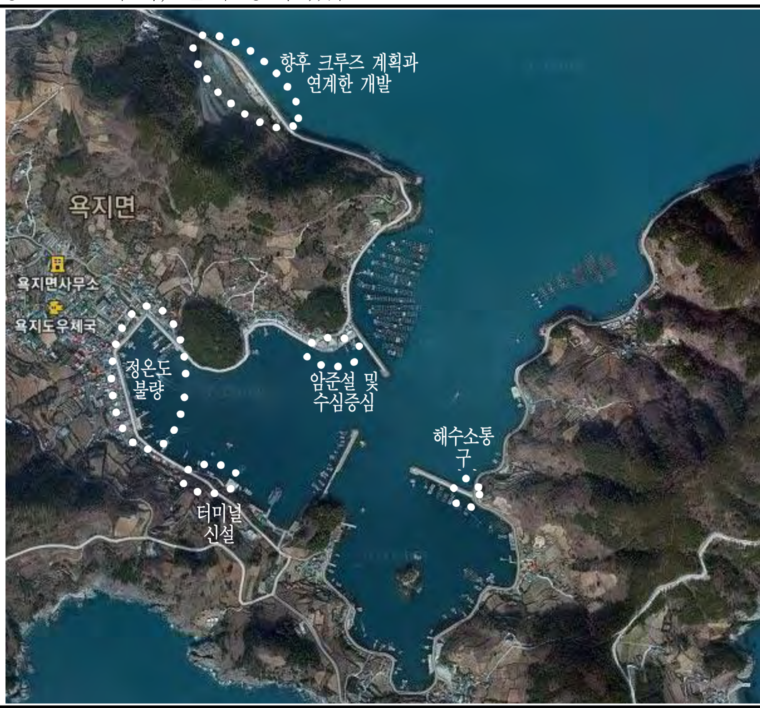
동방파제

남방파제

접안시설

3.1.5 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
통영시청 해양수산과	•통영시에서 욕지항에 관광시설을 추가하여 다기능어항으로 개발 계획이 있음 •서방파제를 연장하여 항내정온도 향상 필요 •서방파제 및 동방파제 기부측에 해수소통구 설치 필요 •서측 물양장 부근의 수제선 정비 및 마리나시설 유치 예정 •여객선터미널 및 차도선부두를 선양장 인근으로 이전·통합하여 관리 필요 •물양장 부두뜰을 현재 도로로 이용하고 있어 어민불편이 크므로 물양장 및 호안도로를 확폭하여 차량안전 및 작업공간 확보가 필요 •방파제 및 호안도로 등에 안전난간 설치요망
욕지 수협	•수협전면 부두 저면에 암초가 있어 간조시 접안함에 있어 전복의 위험이 있음 •수협전면 부두에 곡주설치 요망 •현재 이원화되어 운영중인 접안시설을 통합하여 터미널 신설 •인근 부두의 곡주 위치 변경 요망
주민의견	•석산 인근에 향후 지자체 크루즈 계획과 연계한 접안시설 건설 •동방파제에 해수소통구 설치 •현재 개별로 운영되고 있는 여객선 부두를 이전 건설하여 교통란 해소, 어민들의 부두뜰 활용 •물양장 충돌방지목이 노후화로 인해 대부분 소실되었음 •소속어선은 400척으로 20~30t이 주를 이루고 있으며, 성어기인 7~3월에는 최대 200t급 어선이 정박 •주요 생산물은 우럭, 멸치 등이 있음
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 서방파제, 동방파제 외측에는 모두 T.T.P로 피복되어 있으며, 상태는 모두 양호하나, 상치콘크리트 상부 일부구간에서 침하 또는 노후화로 인해 일부 소상된 것으로 조사되었다.
- 남방파제는 군사시설 내에 위치해 있어 실제 조사는 할 수 없었으나 육안으로 확인한 결과 양호한 것으로 조사되었다.
- 항내는 차도선 입출항으로 인해 차량 통행이 많아 승선시 지체시간이 발생하였다.

3.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

3.2.1 개요

• 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.

• 안정성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계파 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 구조물 설계파고를 재추산하여 그 결과를 기초로 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

3.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

• 해당사항 없음

3.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)2.864m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 통영항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 욕지항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)3.047m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 2.864m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 3.047m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 서방파제에서 2.2m, 동방파제와 남방파제에서 1.9m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.5+5.0)	NE	2.2	5.8
	2구간 (No.5+5.0~No.18+0.0)	NE	2.2	5.8
	3구간 (No.18+0.0~No.20+0.0)	NE	2.2	5.8
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.18+8.0)	NNE	1.9	5.9
	2구간 (No.18+8.0~No.20+8.0)	NNE	1.9	5.9
남방파제	1구간 (No.0+0.0~No.15+0.0)	ENE	1.9	5.8
	2구간 (No.15+0.0~No.21+0.0)	ENE	1.9	5.8
	3구간 (No.21+0.0~No.23+0.0)	ENE	1.9	5.8

2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

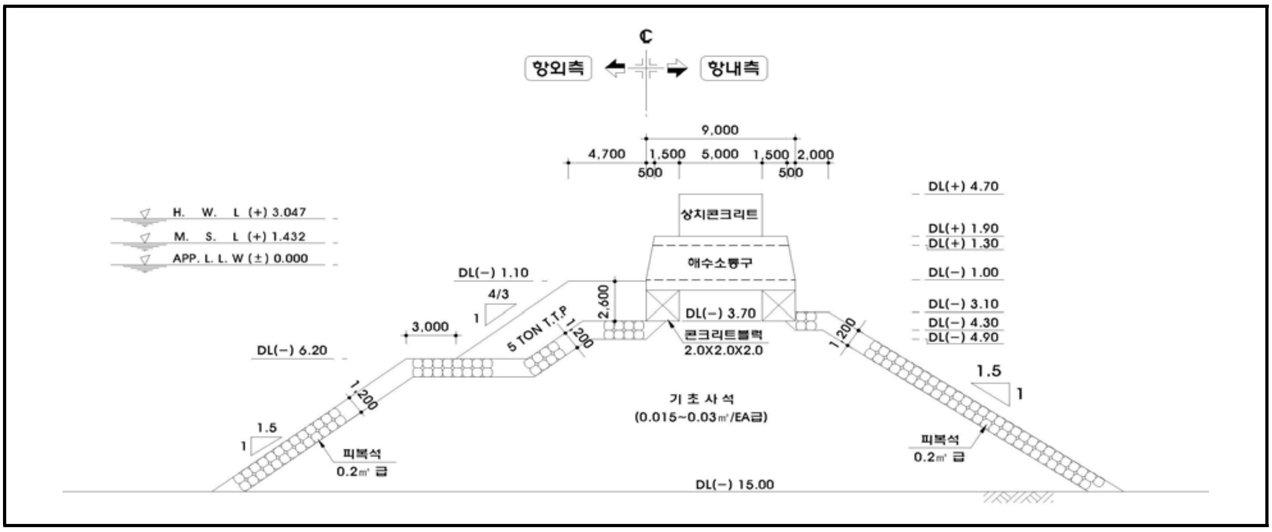
- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 욕지항의 안정성 평가 대상시설은 서방파제 200m(3구간), 남방파제 230m(3구간), 동방파제 208m(2구간)으로 선정하였다.

[표 3.2.1] 외곽시설 현황

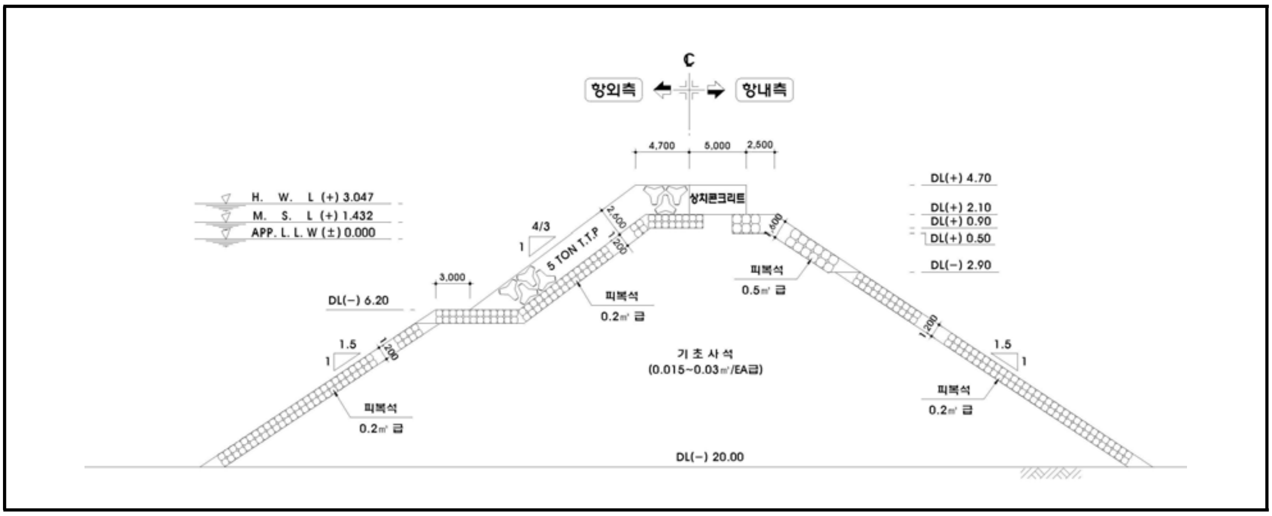
방 파 제 시설현황도

구 분	서방파제	동방파제	남방파제
연 장	200m	208m	230m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제, 해수소통구	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1995년	1996년	1991년
전면수심	D.L(-)20.0m	D.L(-)20.0m	D.L(-)15.0~20.0m
마루높이	D.L(+)4.7m	D.L(+)4.7m	D.L(+)4.7m
피 복 재	T.T.P 5.0 ton	T.T.P 5.0 ton	T.T.P 5.0 ton
총 구 간	3개 구간	2개 구간	3개 구간

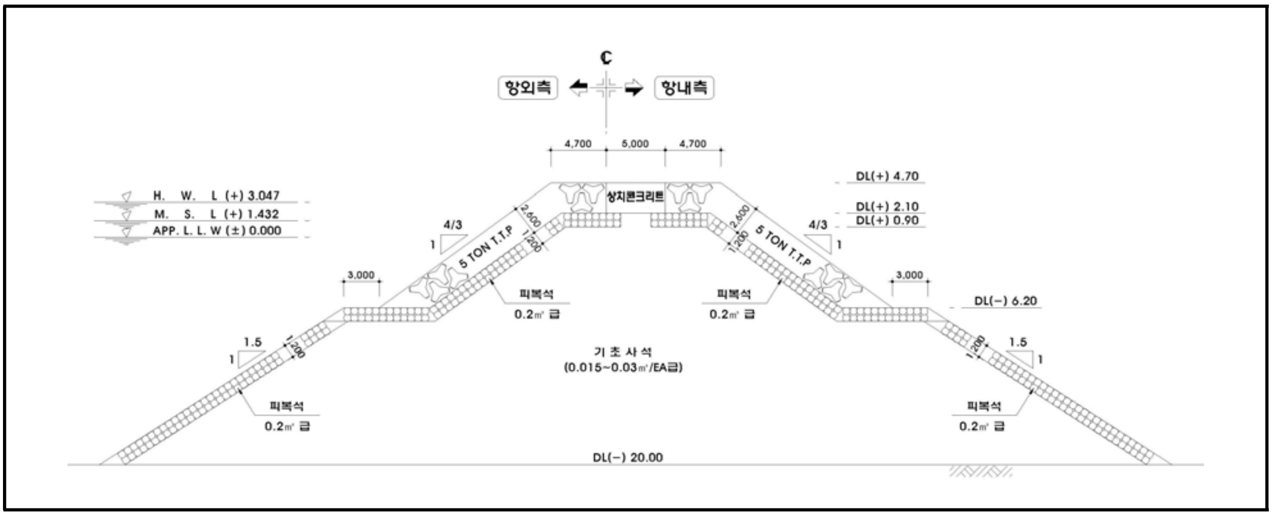
<그림 3.2.1> 남방파제 표준단면도(1구간)



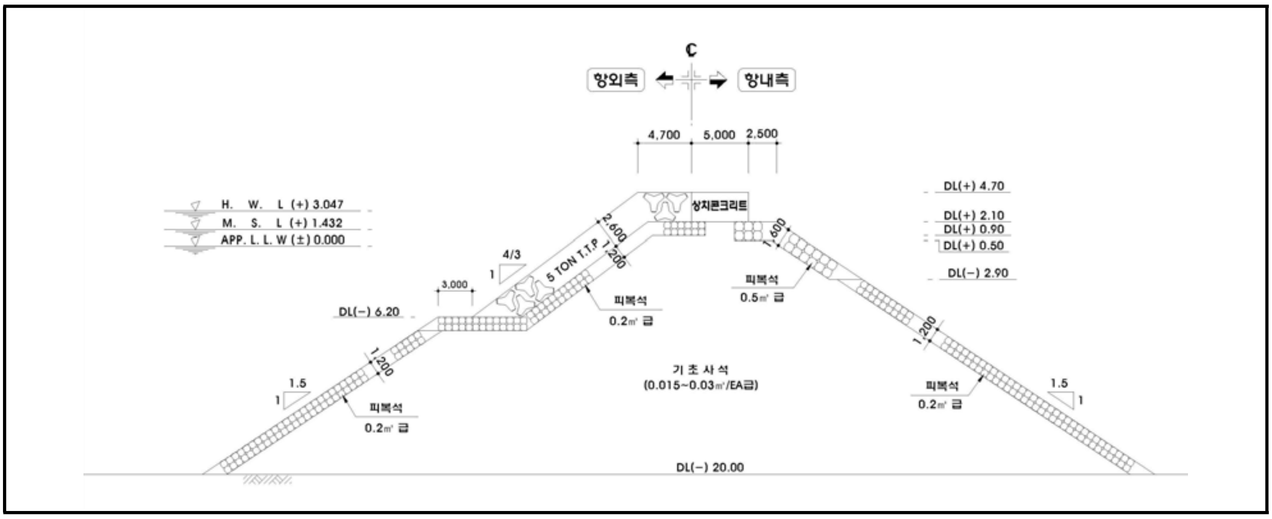
<그림 3.2.2> 남방파제 표준단면도(2구간)



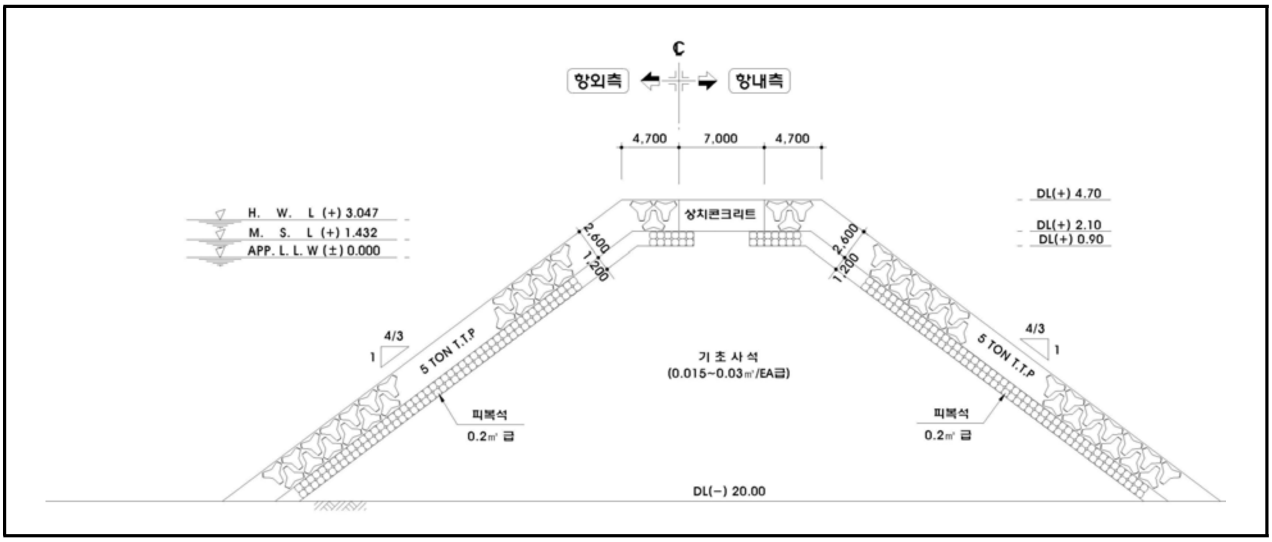
<그림 3.2.3> 남방파제 표준단면도(3구간)



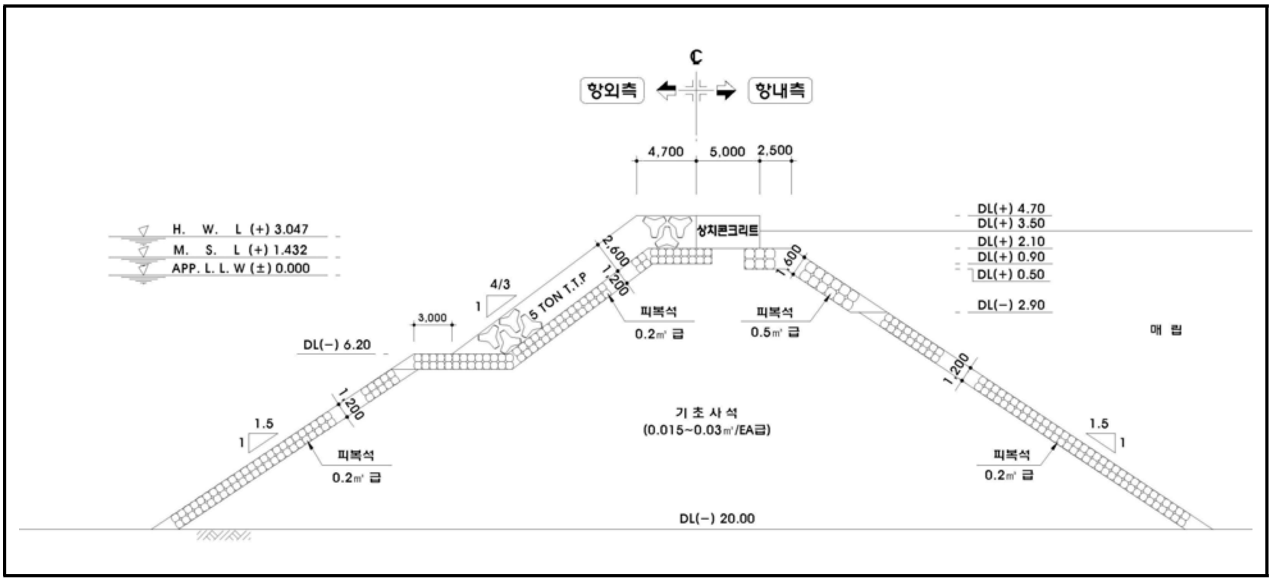
<그림 3.2.4> 동방파제 표준단면도(1구간)



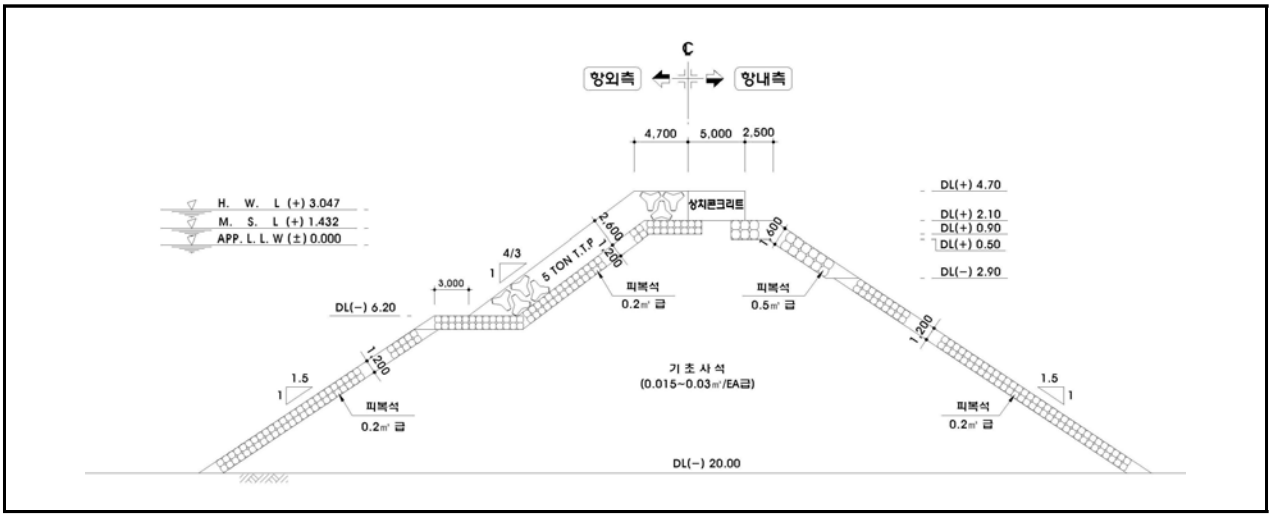
<그림 3.2.5> 동방파제 표준단면도(2구간)



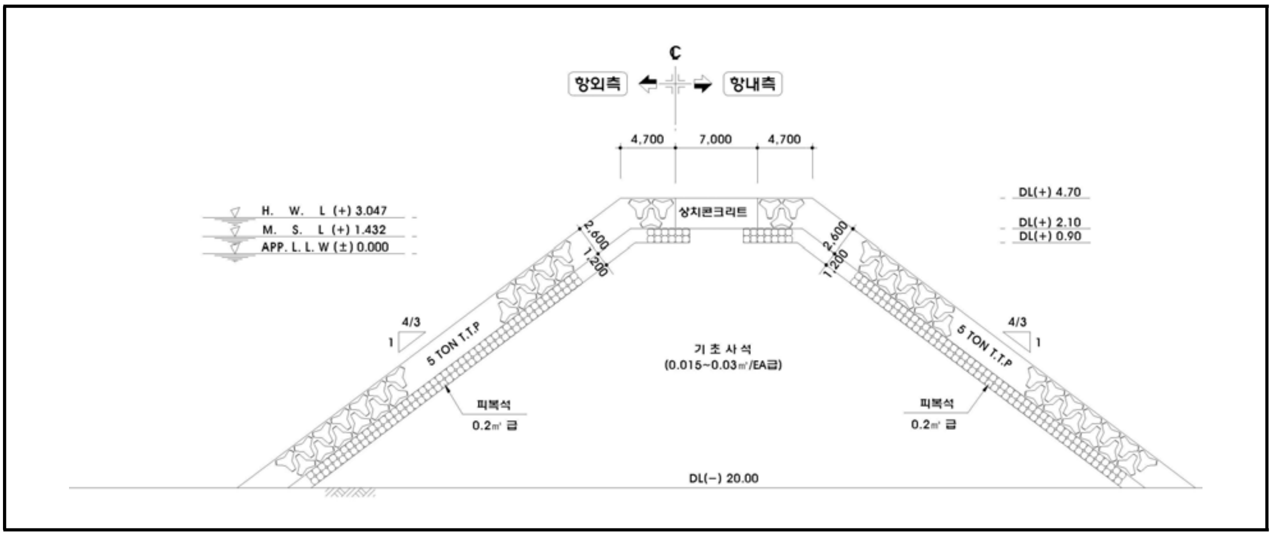
<그림 3.2.6> 서방파제 표준단면도(1구간)



<그림 3.2.7> 서방파제 표준단면도(2구간)



<그림 3.2.8> 서방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 서방파제 1구간은 배후에 물양장 및 어항시설이 인접해있어 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 적용한 결과 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용한 결과 전구간에서 마루높이가 부족한 것으로 검토되었다.
- 동방파제와 남방파제 또한 제 1 방법과 제 4 방법을 적용한 결과 전구간에서 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
서방파제	1구간	5.3	4.2	4.9	4.0	5.3	4.7	N.G
	2구간	5.3	-	-	4.0	5.3	4.7	N.G
	3구간	5.3	-	-	3.9	5.3	4.7	N.G
동방파제	1구간	5.0	-	-	3.7	5.0	4.7	N.G
	2구간	5.0	-	-	3.6	5.0	4.7	N.G
남방파제	1구간	5.0	-	-	3.7	5.0	4.7	N.G
	2구간	5.0	-	-	3.7	5.0	4.7	N.G
	3구간	5.0	-	-	3.7	5.0	4.7	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 검토결과 서방파제와 동방파제, 남방파제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
서방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
동방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 1.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
남방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 1.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 1.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.2m^3	OK

라) 구조물 안정검토

- 서방파제와 동방파제, 남방파제 전구간에서 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
서방파제	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	2.00	OK	6.07	OK	1.33	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-
동방파제	1구간	2.45	OK	7.66	OK	1.35	OK
	2구간	-	-	-	-	-	-
남방파제	1구간	2.16	OK	5.01	OK	1.62	OK
	2구간	2.46	OK	7.67	OK	1.35	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

3.2.4 평가 및 결론

- 평가결과 외곽시설 전구간에서 피복재 소요중량, 상부공 및 제체공의 안정성이 확보되나 마루높이가 부족하여 전구간 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 3.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				서방파제			동방파제		남방파제		
				1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	1구간	2구간	3구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
		금 회		5.3	5.3	5.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
		판 정		N.G	N.G	N.G	N.G	N.G	N.G	N.G	N.G
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton
		금 회		T.T.P 2.0ton	T.T.P 2.0ton	T.T.P 2.0ton	T.T.P 1.0ton	T.T.P 2.0ton	T.T.P 1.0ton	T.T.P 1.0ton	T.T.P 2.0ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	2.00	-	2.45	-	2.16	2.46	-
			판정	-	OK	-	OK	-	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	-	6.07	-	7.66	-	5.01	7.67	-
			판정	-	OK	-	OK	-	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	-	1.33	-	1.35	-	1.62	1.35	-
			판정	-	OK	-	OK	-	OK	OK	-
보강 계획 수립				필 요	필 요	필 요	필 요	필 요	필 요	필 요	필 요

3.3 보수·보강 방안 수립

3.3.1 개요

- 동방파제와 남방파제는 지형 특성상 일부 월파를 하여도 항내정온도 및 시설 이용에는 영향이 적을 것으로 사료되므로 경제성 등을 감안하여 마루높이에 대한 보수·보강을 제외하였다.
- 따라서, 욕지항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수 · 보강이 필요한 대상시설은 서방파제 전 구간으로 평가되었다.
- 보수 · 보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 3.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
서방파제	1구간	55m	○
	2구간	125m	○
	3구간	20m	○
동방파제	1구간	188m	
	2구간	20m	
남방파제	1구간	150m	
	2구간	60m	
	3구간	20m	

3.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

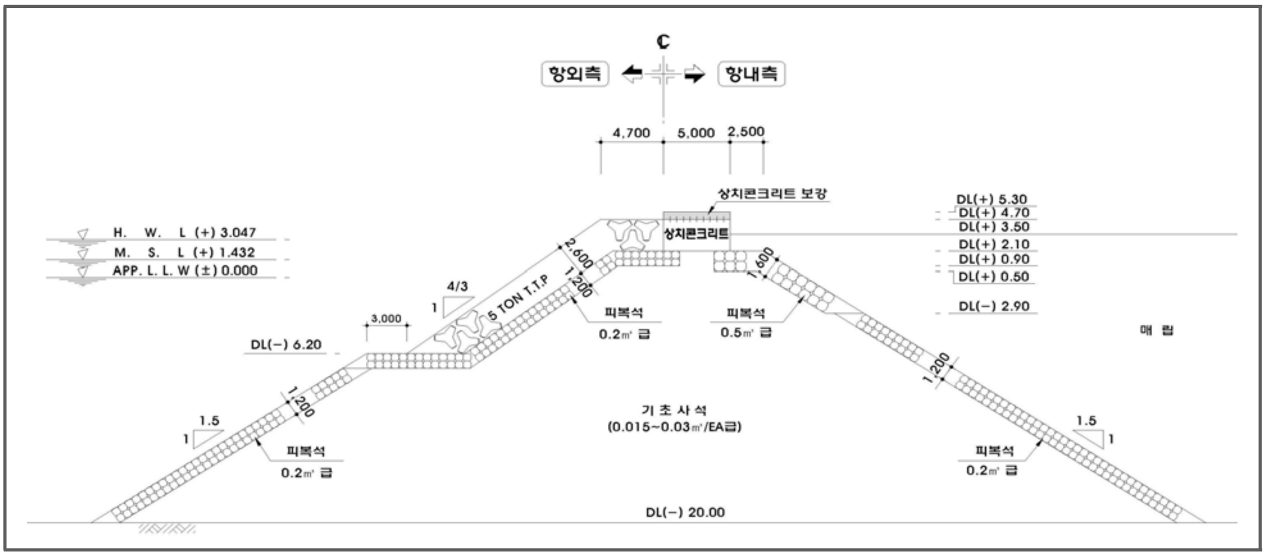
1) 서방파제

- 개정 심해파를 고려한 서방파제의 검토결과, 마루높이가 전구간에서 미달되는 것으로 검토되었으며, 소요 마루높이 확보를 위하여 상치콘크리트를 D.L(+) 5.3m 증고하여 안정을 확보하였다.
- 마루높이 증고시 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 계획하였다.

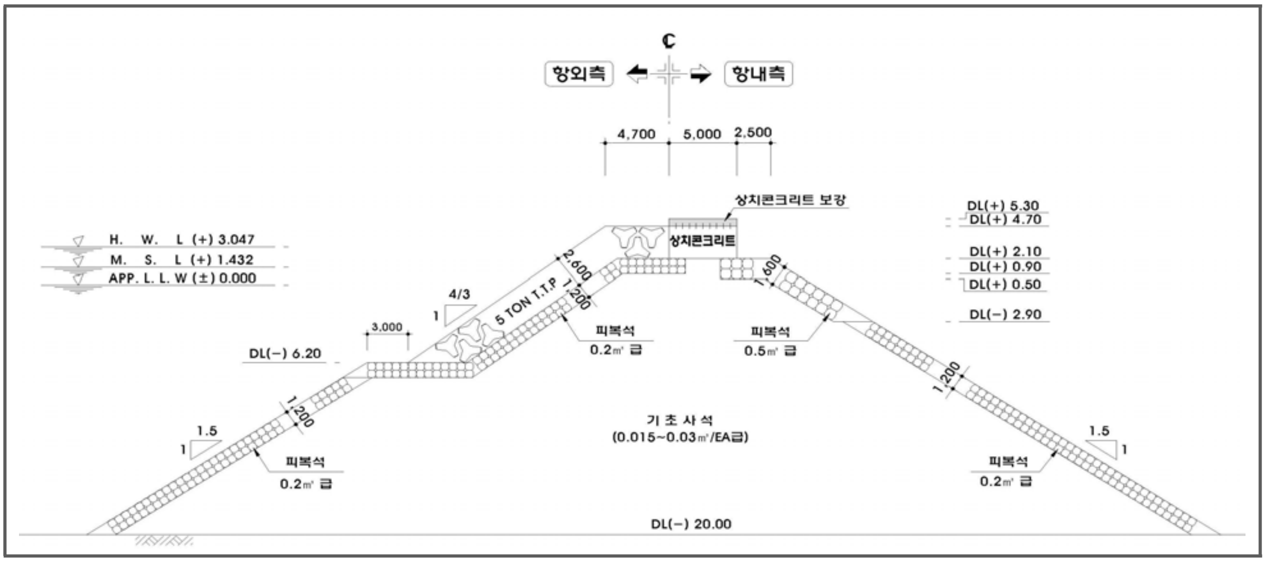
[표 3.3.2] 서방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비고
시설연장		55.0m	125.0m	20.0m	200.0m
마 루 높 이	현황	D.L(+)4.7m	D.L(+)4.7m	D.L(+)4.7m	
	계획	D.L(+)5.3m	D.L(+)5.3m	D.L(+)5.3m	
외 측 피복재	현황	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	
	계획	-	-	-	

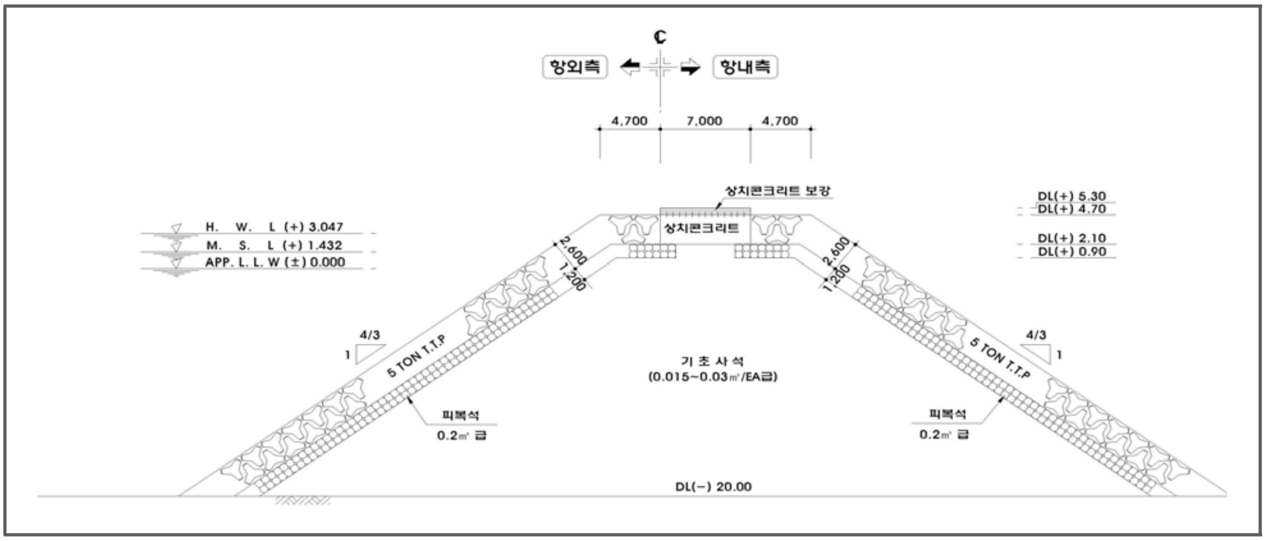
<그림 3.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



<그림 3.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 3.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



3.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

• 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

• 욕지항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 7억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
서방파제	200		620	
1구간	55	3	165	·상치 보강
2구간	125	3	375	·상치 보강
3구간	20	4	80	·상치 보강
부 대 비	-	-	50	·등대이설(1기)
합 계	200		670	

제4장 삼덕항

제 4 장 삼덕항

4.1 기초자료조사

4.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 삼덕항은 통영시 남단에 위치하고 있는 국가어항으로 삼면은 육지와 인접되어 있고 남측으로는 바다로 열려있는 만의 형태를 이루고 있으며, 외해와 열려있는 남측전면도 항입구 가까운 곳에 크고 작은 섬들로 에워쌓여 있어 천연항으로서의 양호한 조건을 갖춘 항이다.
- 항의 북측에는 높이 100m정도의 장군봉이 있으며 동측에는 당포성이 자리잡고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(통영) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 4.1.1] 기상개황

구 분			단위	제원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.8
		풍 향		S
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	46.6
		풍 향		SE
	평균풍속		m/sec	2.5
기 온	연 평 균		℃	14.4
	최 고			36.9
	최 저			-10.7
강수량	연 평 균		mm	1,427.5
	일 최 다			259.5

구 분		단위	제원
현상일수	맑 음	일	114.0
	흐 림		103.5
	안 개		18.1
	강 수		36.3
	강 설		4.3
	결 빙		78.8
	뇌 전		11.8
	폭 풍		31.7
	기 온		0.1
작업일수	육 상		213
	해 상		216

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 25.9℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 36.9℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.7℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 4.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

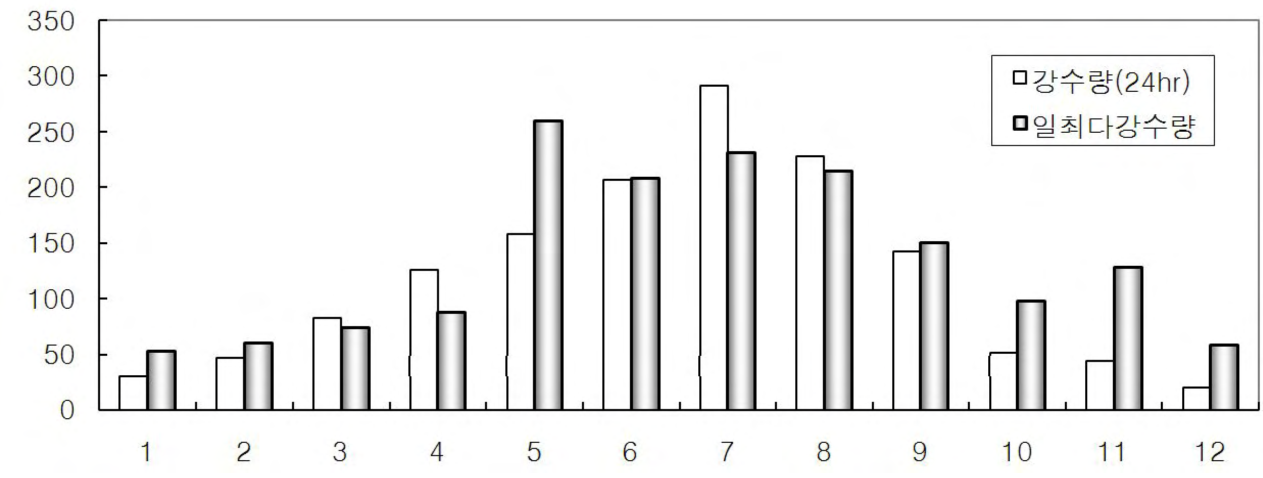
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.5	8.3	13.3	17.4	20.8	24.2	25.9	22.3	17.3	11.1	5.4	14.4
최 고	18.4	19.0	21.6	26.7	30.7	30.8	36.9	36.2	33.5	29.3	24.8	19.6	36.9
최 저	-10.7	-9.8	-4.3	-0.4	6.1	11.4	15.6	18.1	11.9	2.7	-2.8	-8.4	-10.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,555.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 792.5mm이며, 연평균 강수량은 1,427.mm로 나타난다.

<그림 4.1.1> 강수량(mm)



[표 4.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

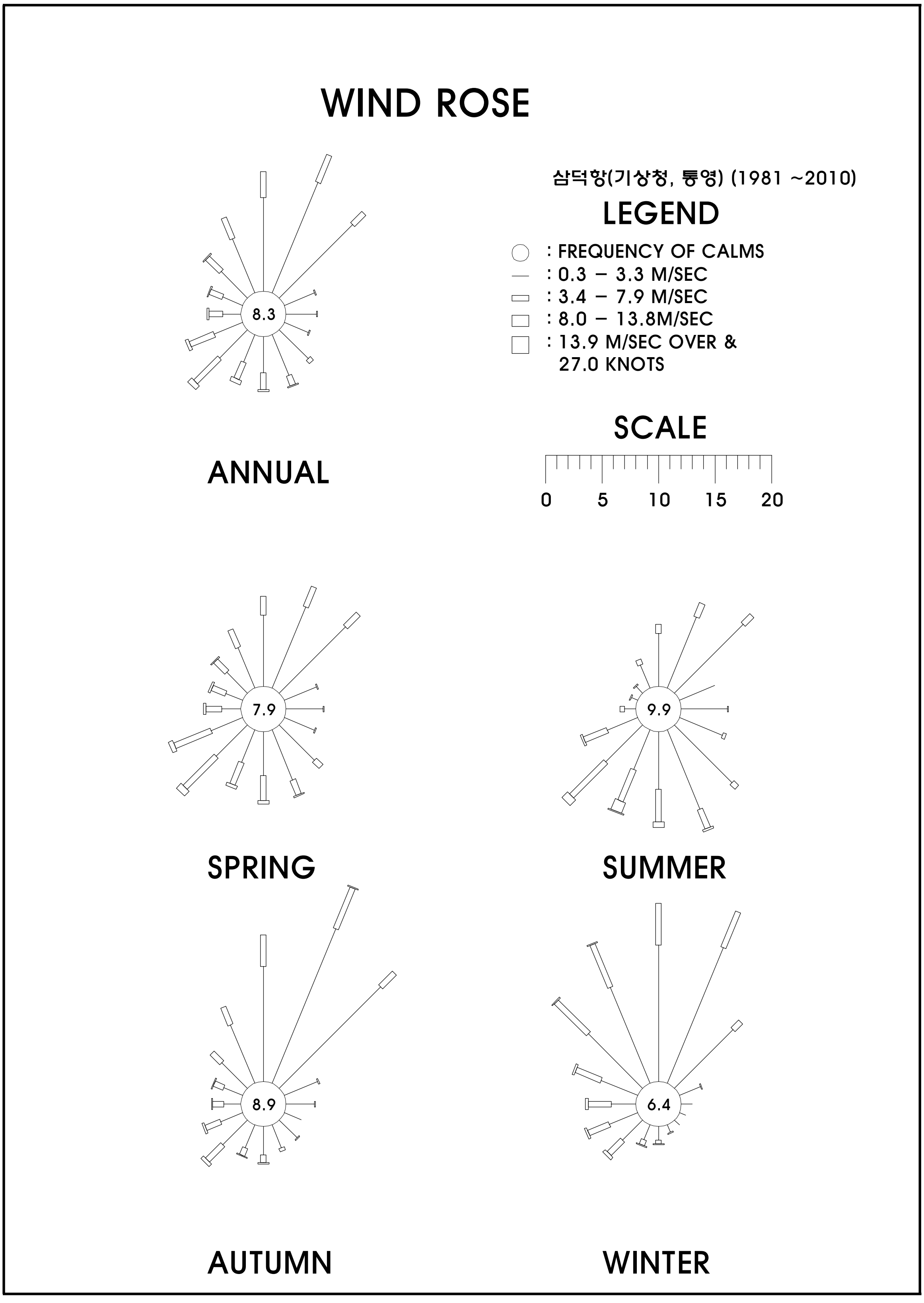
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	30.6	46.9	83.0	125.4	157.7	206.4	291.4	228.1	142.0	51.0	44.5	20.5	1427.5
일최다	52.9	60.5	74.5	88.2	259.5	208.5	231.5	214.6	150.9	98.2	128.9	58.7	259.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.5m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 31.8m/sec로 나타난다.

<그림 4.1.2> 바람장미도



[표 4.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.5	2.6	2.8	2.7	2.4	2.2	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.5
최 대		18.3	21.0	18.7	22.7	20.0	19.0	26.7	23.7	31.8	22.3	18.0	17.5	31.8
		SSW	S	WSW	WSW	SSE	SW	SSW	S	S	SSE	WSW	W	S
순간최대		24.4	32.2	30.8	36.0	32.0	33.4	46.6	37.0	43.8	39.0	23.3	30.7	46.6
		S	SW	SSE	SW	SSW	S	SE	NW	SSW	SSE	WSW	WSW	SE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.0일로 약 31%이고 흐린 날씨는 103.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 18.1일, 강수일수는 36.3일, 폭풍일수는 31.7일로 나타났다.

[표 4.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.5	11.9	9.6	8.7	7.5	3.7	3.0	5.1	6.2	11.9	14.3	16.6	114.0
흐 림	4.4	5.8	8.7	8.5	10.3	13.5	17.3	11.4	10.6	5.4	4.7	2.9	103.5
안 개	0.2	0.4	0.5	1.5	2.5	3.9	6.8	1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	18.1
강 수	1.1	1.7	3.0	3.6	3.8	4.6	6.6	5.3	3.4	1.3	1.2	0.7	36.3
강 설	1.6	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	4.3
결 빙	25.7	19.2	7.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8	21.4	78.8
뇌 전	0.1	0.1	0.3	0.8	0.9	1.0	3.0	3.1	1.2	0.6	0.6	0.1	11.8
폭 풍	2.0	3.2	3.6	3.7	2.5	2.2	4.5	2.9	1.8	1.2	2.0	2.1	31.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 4.1.6] 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)

- 삼덕항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 216일, 육상작업 가능일수는 213일로서 연가동률이 59%와 58% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 4.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	51.62	99.60	151.22	213.78
해 상	48.06	100.72	148.78	216.22

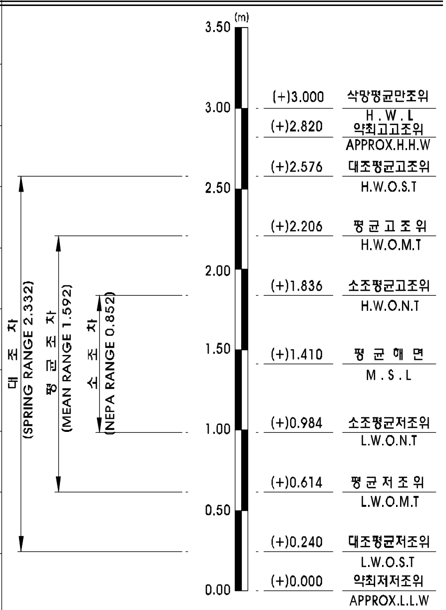
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

• 삼덕항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)2.820m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.576m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.410m이며, 대조차 2.332m, 평균조차 1.592m, 소조차 0.852m로 나타났다.

[표 4.1.8] 삼덕항의 조위

구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 300.0	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 282.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 257.6	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 220.6	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 183.6	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+) 141.0	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 98.4	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 61.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 24.4	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

• 삼덕항은 부근의 파랑과 조류속이 미약하고 항주변에는 암초가 산재해 있어 향후 물양장 개발로 인한 특기할 만한 표사유동은 없을 것으로 사료된다.

다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 4.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
삼덕항 기본조사 및 시설계획 용역 보고서(1993.9)	SSW	2.51	5.32	

4.1.2 기존자료조사

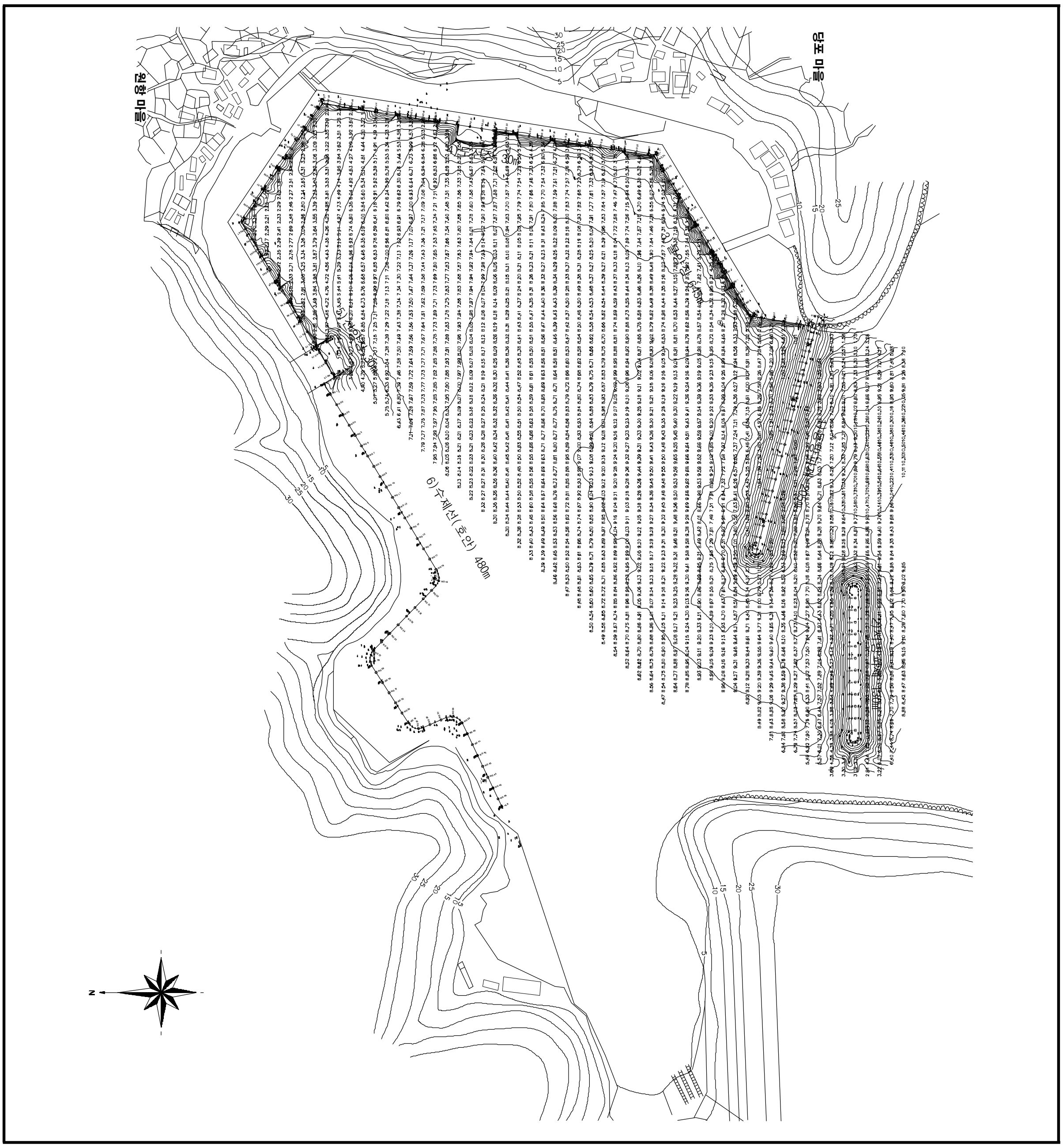
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2010. 12)”에 수록된 삼덕항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 4.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2010. 12)

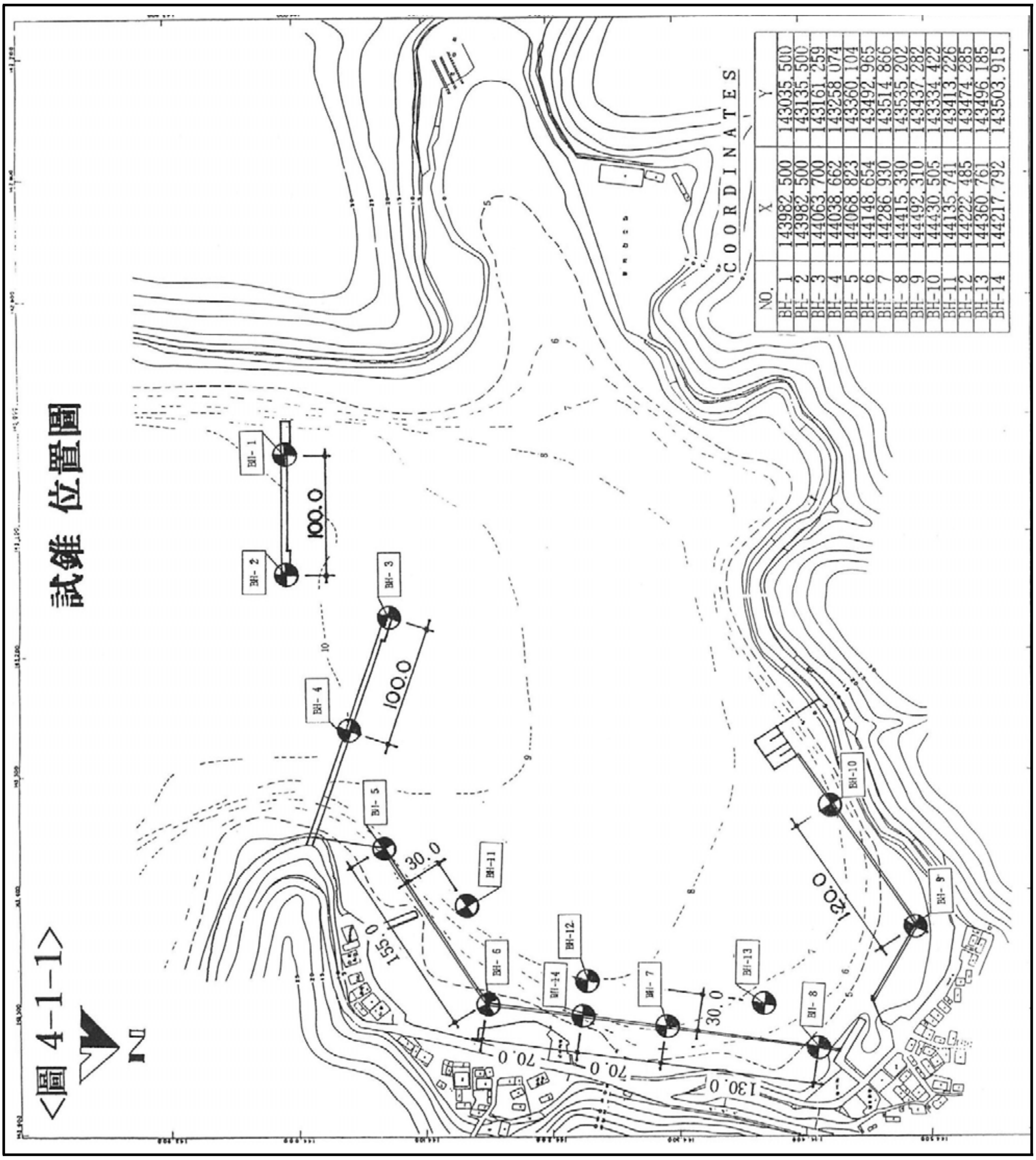
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 "삼덕항 기본조사 및 실시설계용역 보고서(1993. 09)"를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 4.1.4> 조사위치도



NO.	X	Y
BH-1	143982.500	143035.500
BH-2	143982.500	143135.500
BH-3	144063.700	143161.259
BH-4	144038.662	143258.074
BH-5	144068.823	143360.104
BH-6	144148.654	143492.965
BH-7	144286.930	143514.866
BH-8	144415.330	143535.202
BH-9	144492.310	143437.282
BH-10	144430.505	143334.422
BH-11	144135.741	143413.226
BH-12	144222.485	143474.285
BH-13	144360.761	143496.185
BH-14	144217.792	143503.915

공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
No. 1	9.7	143,982.500	143,035.500	서방파제
No. 2	10.2	143,982.500	143,135.500	
No. 3	9.6	144,063.700	143,161.259	동방파제
No. 4	10.0	144,038.662	143,258.074	
No. 5	6.9	144,068.823	143,360.104	물양장
No. 6	3.2	144,148.654	143,492.965	
No. 7	7.2	144,286.930	143,514.866	
No. 8	1.0	144,415.330	143,535.202	
No. 9	1.3	144,492.310	143,437.282	
No. 10	6.7	144,430.505	143,334.422	
No. 11	8.1	144,135.741	143,413.226	
No. 12	7.9	144,222.485	143,474.285	
No. 13	6.7	144,360.761	143,496.185	
No. 14	6.0	144,217.792	143,503.915	

다) 지형 및 지질

- 삼덕항은 미륵도 서쪽에 자리잡고 있으며, 삼면은 육지와 연결돼 있고 남쪽만 바다로 열려있어 만의 형태를 띠고 있다. 외해와 열려있는 남측전면도 항 입구 가까운 곳도 곤리도(昆里島)를 비롯, 크고 작은 섬들로 에워싸여 있어 천연항으로서 양호한 입지조건을 갖추고 있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 해성퇴적토층

- 본 지층은 해수의 유속 및 운반, 퇴적작용에 의해 퇴적된 층으로 구성토질은 상부지층 대부분이 실트섞인 점토층으로 구성되어 연약층을 형성하고, 하부 지층은 대부분 실트섞인 모래층과 모래섞인 자갈층 및 모래섞인 실트층이 혼재하여 분포하는데 다만 BH-7, 9, 10, 14 지역에서는 점토층이 존재하지 않는 것으로 조사되었다. 각 층의 두께는 점토층이 0.90~12.40m, 모래층이 0.60~3.30m, 자갈층이 0.30~3.20m, 실트층이 2.10~4.80m 정도이고, 표준관입시험에 의한 N치는 점토층이 0~1회 정도로 매우 연약한 상태를 나타내고, 모래층은 1~50회, 자갈층은 7~50회 정도를 나타내 같은 층에서도 차이가 큰 것으로 조사되었으나 이는 표준관입시험시 모래층 및 자갈층에 섞여 있는 조개껍질 등의 분포유무에 따라 N치가 크게 변화되었을 것으로 판단되고, 상대밀도는 전반적으로 느슨 내지 보통조밀한 상태를

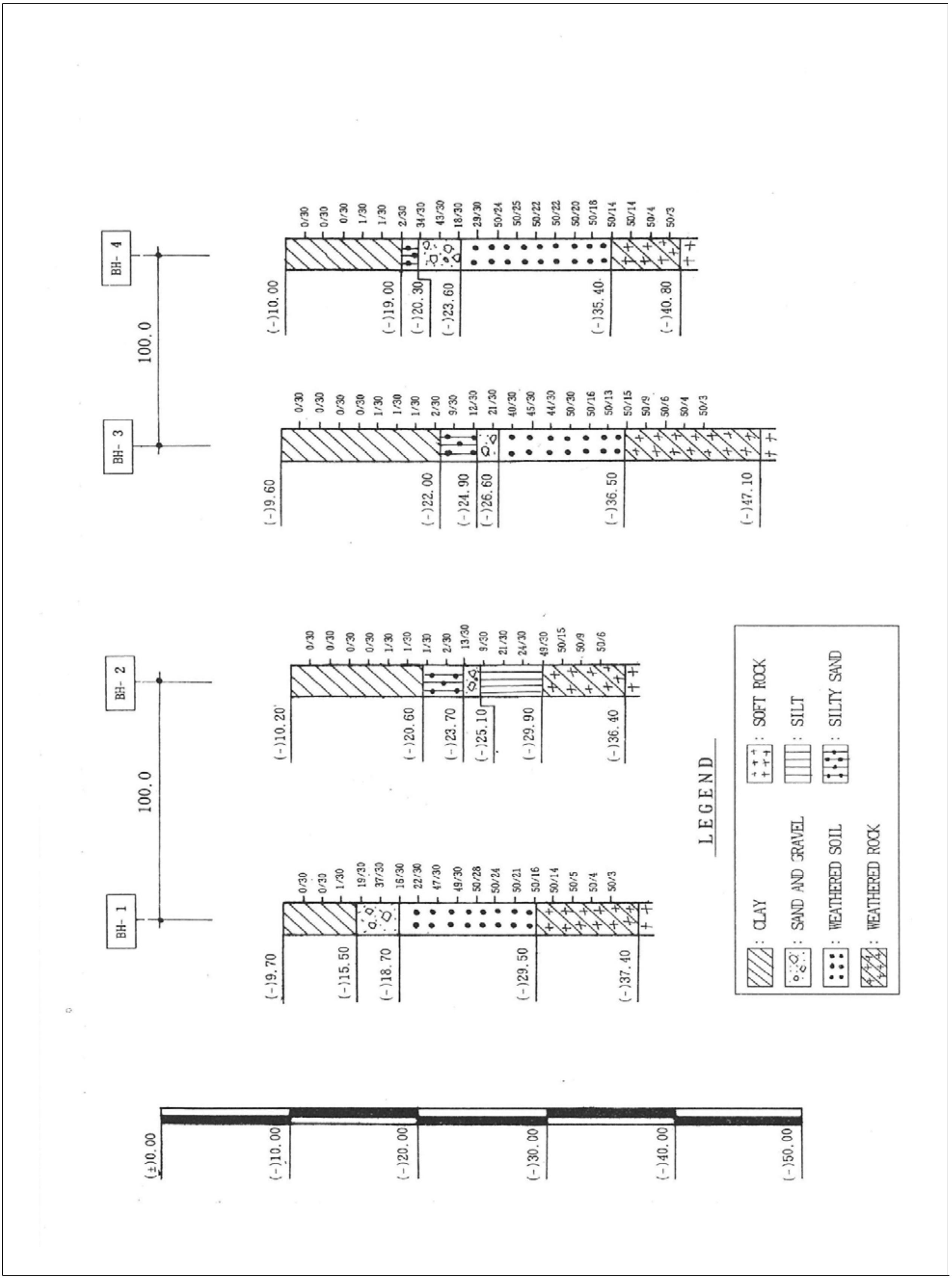
나타내고 있다.

- 풍화잔류토층
  - 본 층은 퇴적토층 하부의 모암이 풍화작용에 의해 실트, 점토 및 모래 등으로 분해되어 원위치에 잔류되어 분포하는 지층으로 토성은 전반적으로 실트섞인 모래층 내지 점토섞인 실트층 등으로 구성되어 있으며, 조류의 방향 및 유속에 따라 0.9~11.8m 정도의 두께로 분포하는데 조류의 유속이 빠른 지역에서는 풍화잔류토층이 분포하지 않거나 층 두께가 얇은 것으로 나타났다. 표준관입시험치(N)는 16~50회 정도로 차이를 나타내나 대부분 N=40회 이상의 매우 조밀한 상대밀도를 나타냈다.
- 기반암층(풍화암층, 연암층)
  - 본 지층은 모암이 풍화작용에 의하여 형성된 지층으로 풍화의 정도에 따라 풍화암층, 연암층으로 구분되며 구조물의 지지층으로 고려될 수 있는 지층이다.
  - 본 조사지역의 풍화암층은 대부분 지표면하 1.20~26.90m 정도의 깊이에 분포하는데 모암의 구조 및 조직은 남아있으나 풍화가 바랭한 상태이므로 시추작업시 코아의 채취는 불가능 하였다. 연암층은 풍화암층 하부에 3.30~30.80m 정도의 심도에서 분포하며 균열 및 절 리가 발달되어 있고 암질이 매우 불량하여 코아 회수율은 20~30% 정도를 나타냈다.

[표 4.1.10] 시추조사 결과

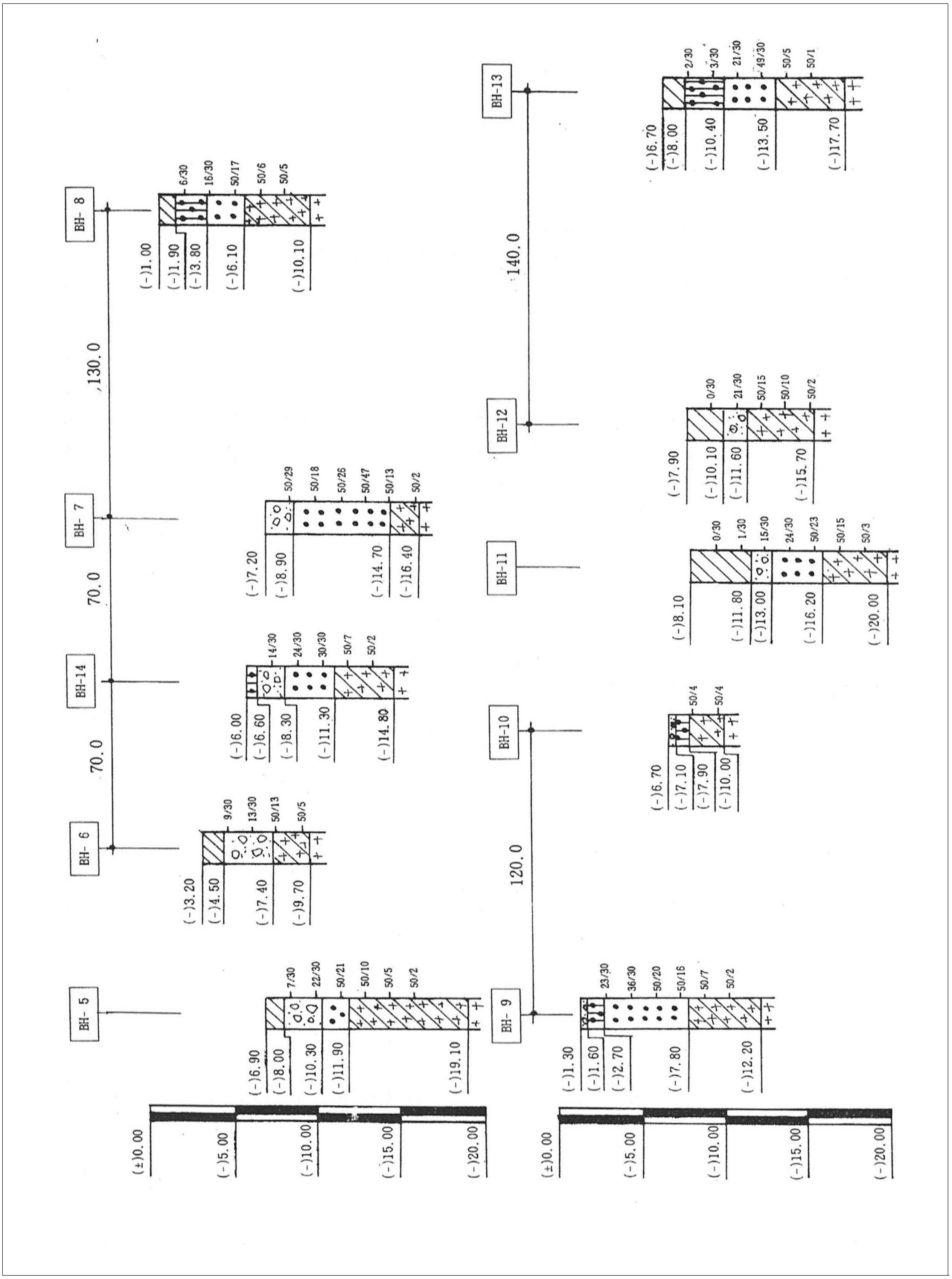
구 분	점토	모래 자갈	실트	실트질 모래	풍화토	풍화암	연암	총계	SPT(회)	비 고
No.1	5.8	3.2	-	-	10.8	7.9	1.0	28.7	17	서방파제
No.2	10.4	1.4	4.8	3.1	-	6.5	1.0	27.2	16	
No.3	12.4	1.7	-	2.9	9.9	10.6	1.0	38.5	22	동방파제
No.4	9.0	3.3	-	1.3	11.8	5.4	1.0	31.8	20	
No.5	1.1	2.3	-	-	1.6	7.2	1.0	13.2	6	물양장
No.6	1.3	2.9	-	-	-	2.3	1.0	7.5	4	
No.7	-	1.7	-	-	5.8	1.7	1.0	10.2	6	
No.8	0.9	-	-	1.9	2.3	4.0	1.0	10.1	5	
No.9	-	0.3	-	1.1	5.1	4.4	1.0	11.9	6	
No.10	-	0.4	-	0.8	-	2.1	1.0	4.3	2	
No.11	3.7	1.2	-	-	3.2	3.8	1.0	12.9	7	
No.12	2.2	1.5	-	-	-	4.1	1.0	8.8	5	
No.13	1.3	-	-	2.4	3.1	4.2	2.0	13.0	6	
No.14	-	1.7	-	0.6	3.0	3.5	1.0	9.8	5	
계	48.1	21.9	4.8	14.1	56.6	67.7	15.0	227.9	127	

<그림 4.1.5> 지질조사 주상도(1)



※ 자료 : 삼덕항 기본조사 및 실시설계용역 보고서(1993. 09, 수산청)

<그림 4.1.6> 지질조사 주상도(2)



※ 자료 : 삼덕항 기본조사 및 실시설계용역 보고서(1993. 09, 수산청)

4.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

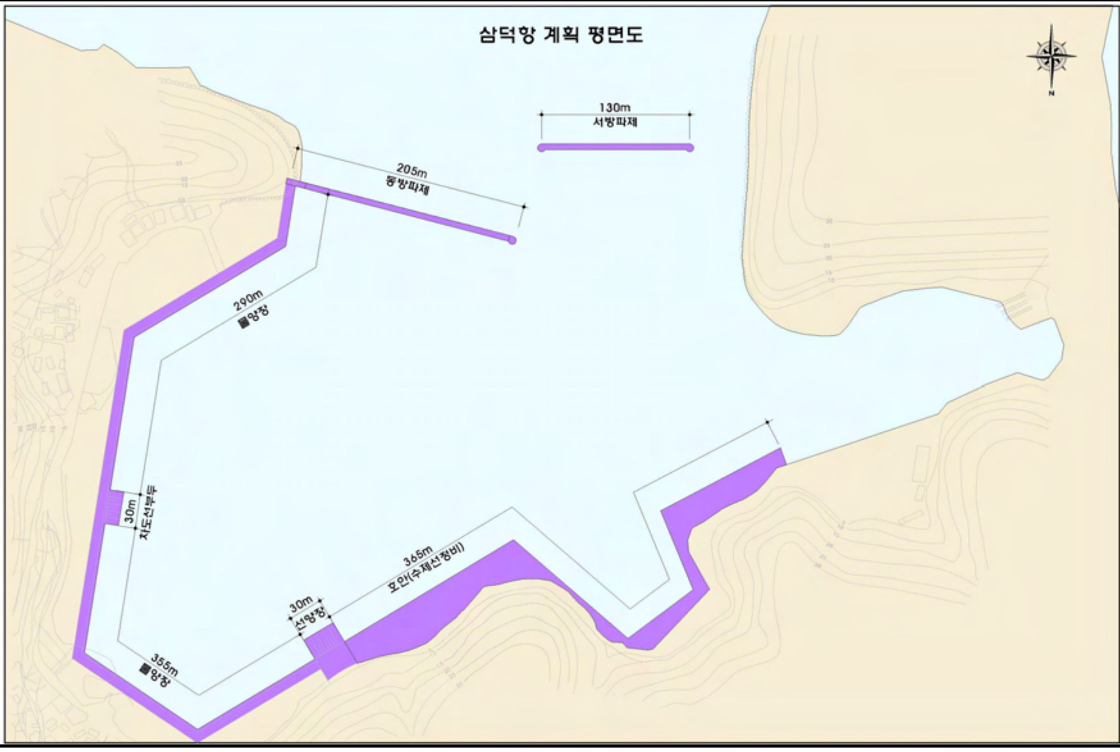
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1991년	제1종 어항 지정	
1993년	기본시설계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2003년	기본시설 완공	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽시설	동방파제	사석식경사제	205m	
	서방파제	사석식경사제	130m	
	호안	중력식	365m	수제선 정비
계류시설	물양장	중력식	645m	
	차도선부두	중력식	30m	
	선양장	중력식	30m	

<그림 4.1.7> 삼덕항 현황도



<그림 4.1.8> 기존 시설현황

동방파제

서방파제

여객선 부두

물양장

4.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
통영시청 해양수산과	•서측 호안부근을 일부 매립하여 수제선 정비 및 호안도로 설치필요 •항내오염 저감을 위해 동방파제 일부구간에 해수소통구 설치요망 •여객선 터미널을 건립하여 여러 운수회사로 분리되어 있는 여객선 선착장등을 통합 정비 요망
주민의견	•항내 가두리 양식으로 선박 운항이 어려움 •항 입구부가 좁아 여객선 입항시 어선과 충돌 위험 •여객선 터미널과 같은 부대시설 신설 •어민들이 활용할 부두뜰이 도로로 활용되어 불편 •성어기는 7~12월에 약 200척 정도가 입항하고 있으며, 15~20t의 어선이 주를 이룸
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 동방파제 및 서방파제는 피복석으로 피복되어 있으며, 거치상태는 양호하고, 상치콘크리트 일부가 변형되었지만 전반적인 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 여객선 입출항시 어선들이 항 입구에서 대기 중에 있어 불편사항 호소하였다.

4.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

4.2.1 개요

• 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.

• 안정성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계파 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 구조물 설계파고를 재추산하여 그 결과를 기초로 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

4.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

• 해당사항 없음

4.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)2.820m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 통영항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 삼덕항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)3.000m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 2.820m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 3.000m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 서방파제와 동방파제에서 1.9m로 산정되었다.

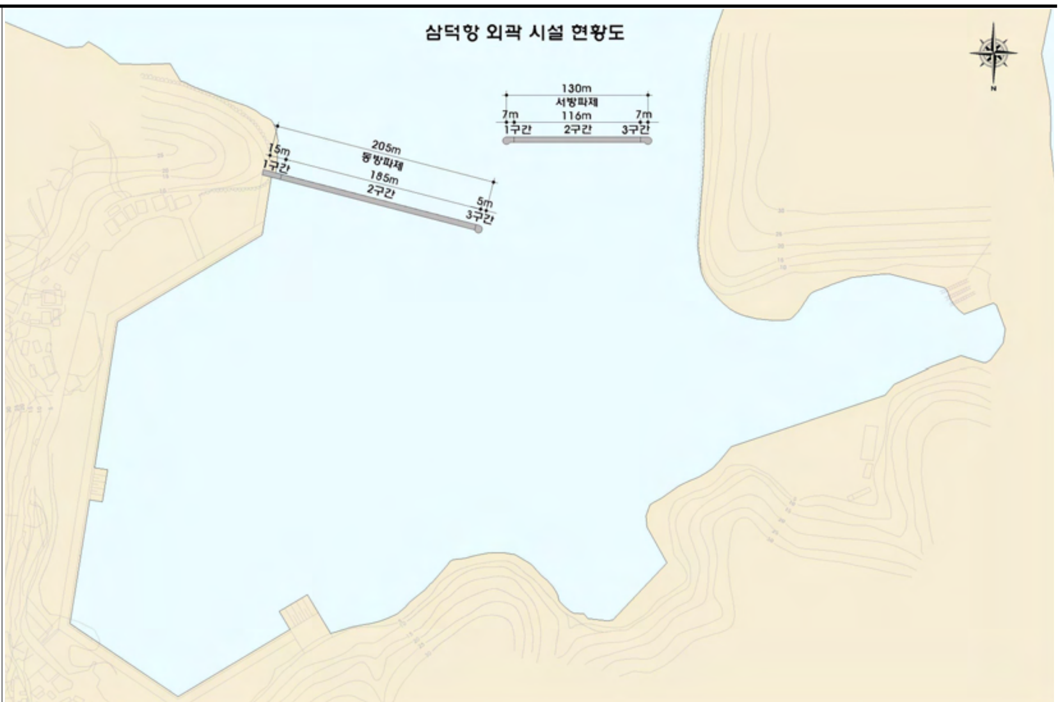
구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.0+7.0)	S	1.9	5.5
	2구간 (No.0+7.0~No.12+3.0)	S	1.9	5.5
	3구간 (No.12+3.0~No.13+0.0)	S	1.9	5.5
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.1+5.0)	S	1.9	5.5
	2구간 (No.1+5.0~No.20+0.0)	S	1.9	5.5
	3구간 (No.20+0.0~No.20+5.0)	S	1.9	5.5

2) 안정성 평가

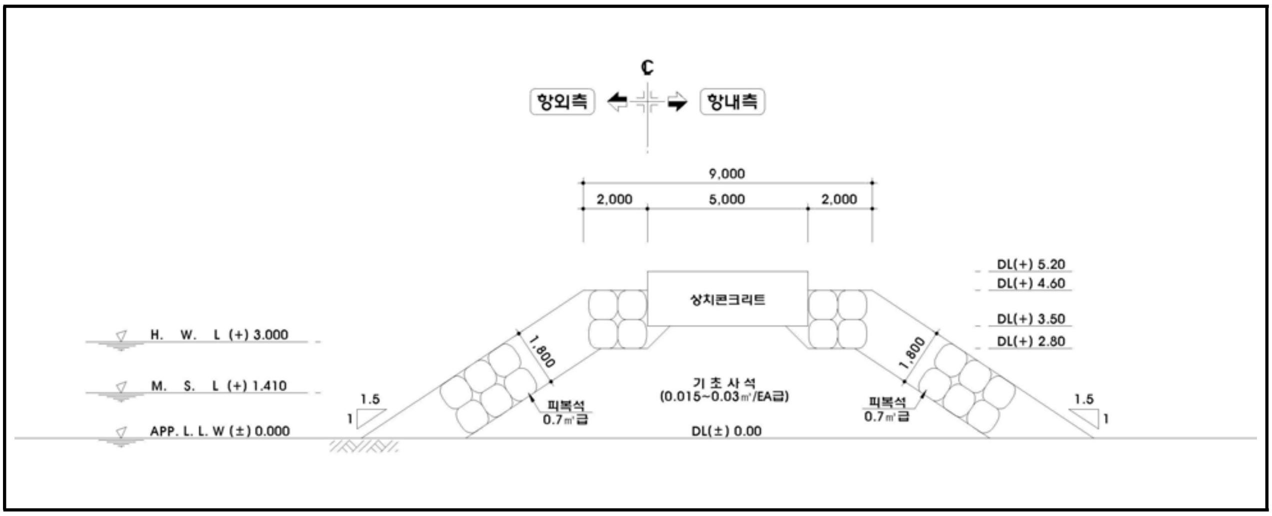
가) 평가대상시설

- 안정성평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 삼덕항의 안정성 평가 대상시설은 서방파제 130m(3구간), 동방파제205m(3구간)으로 선정하였다.

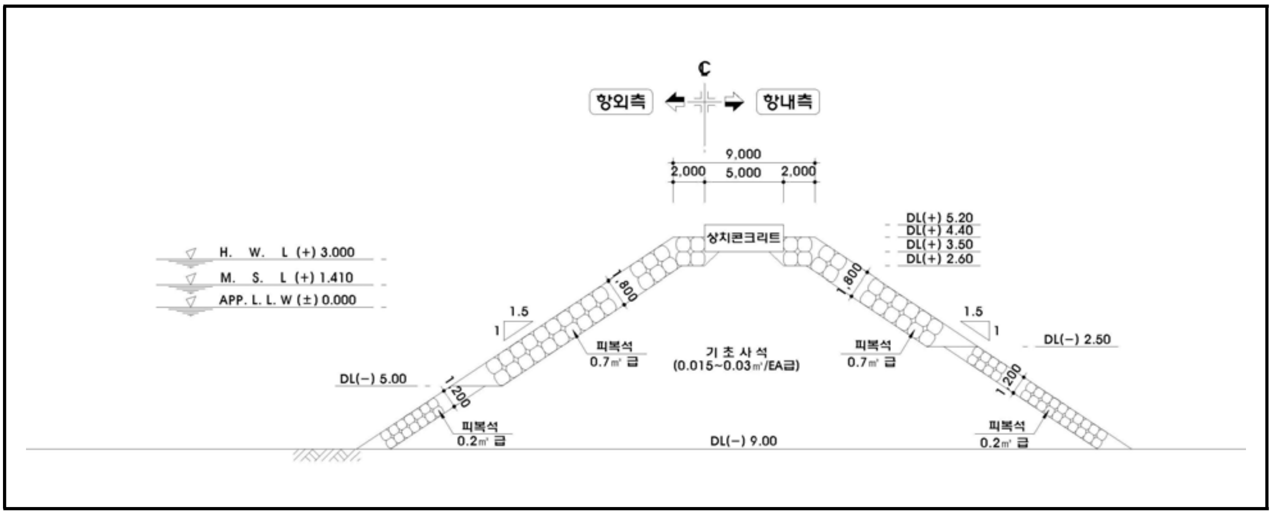
[표 4.2.1] 외곽시설 현황

<table>
<tr><td>방 파 제
시설현황도</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><th>구 분</th><th>서방파제</th><th>동방파제</th></tr>
<tr><td>연 장</td><td>130m</td><td>205m</td></tr>
<tr><td>구조형식</td><td>사석경사제</td><td>사석경사제</td></tr>
<tr><td>준공년도</td><td>1999년</td><td>2003년</td></tr>
<tr><td>전면수심</td><td>D.L(-)9.0m</td><td>D.L(±)0.0 ~ D.L(-)9.0m</td></tr>
<tr><td>마루높이</td><td>D.L(+)5.2m</td><td>D.L(+)5.2m</td></tr>
<tr><td>피 복 재</td><td>피복석 0.7/0.9㎥/EA</td><td>피복석 0.7/0.9㎥/EA</td></tr>
<tr><td>총 구 간</td><td>3개 구간</td><td>3개 구간</td></tr>
</table>

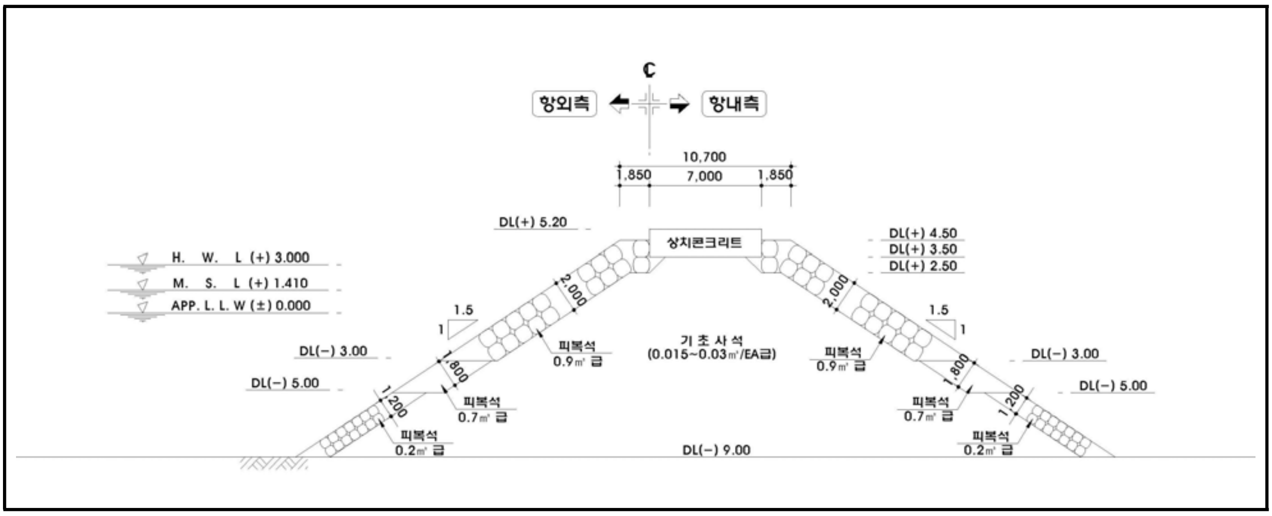
<그림 4.2.1> 동방파제 표준단면도(1구간)



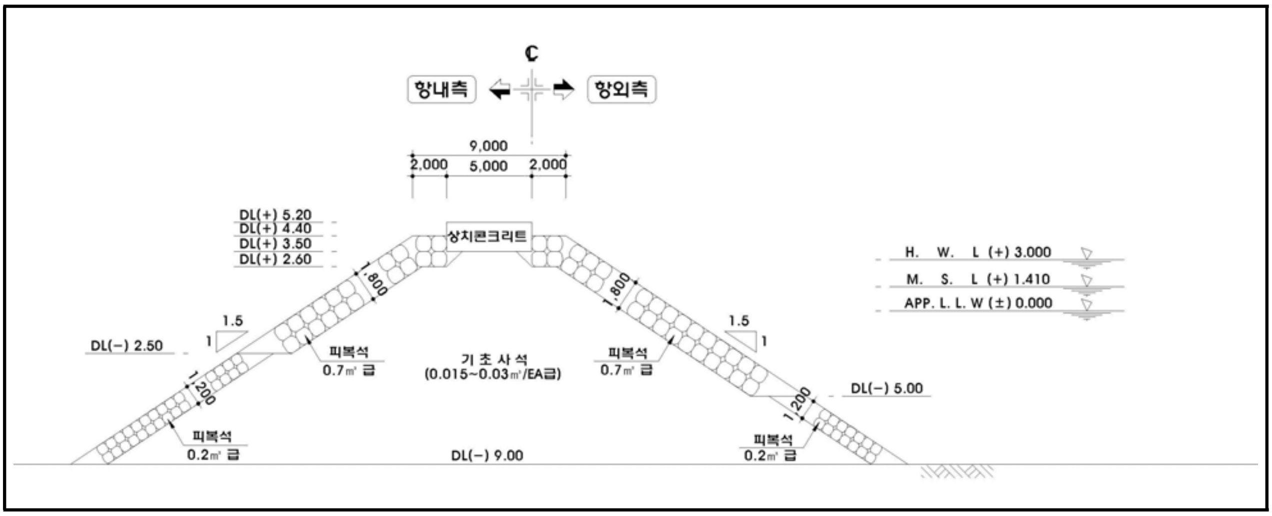
<그림 4.2.2> 동방파제 표준단면도(2구간)



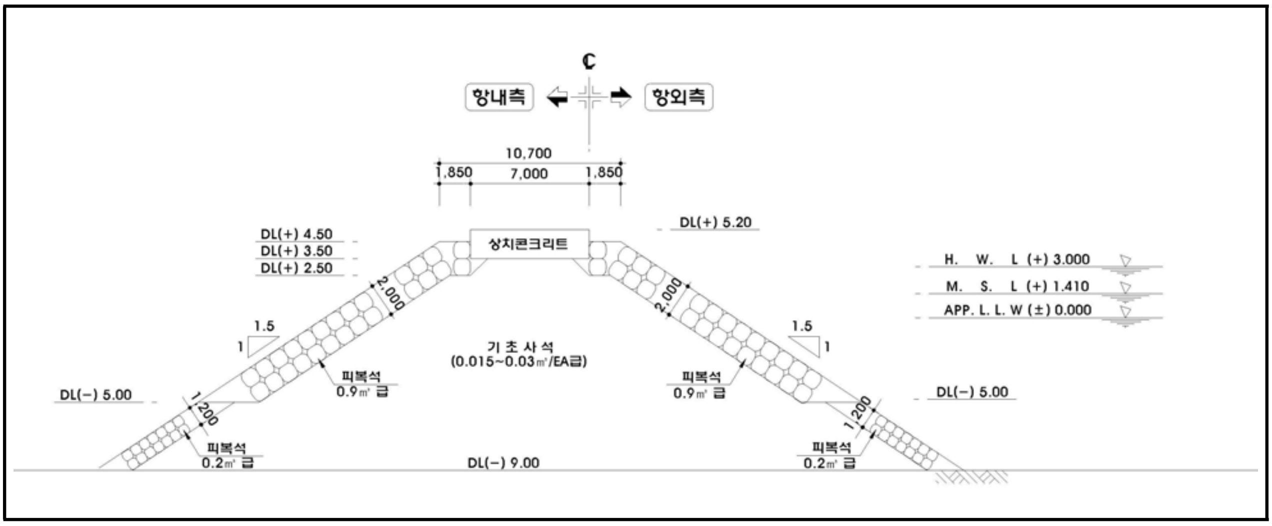
<그림 4.2.3> 동방파제 표준단면도(3구간)



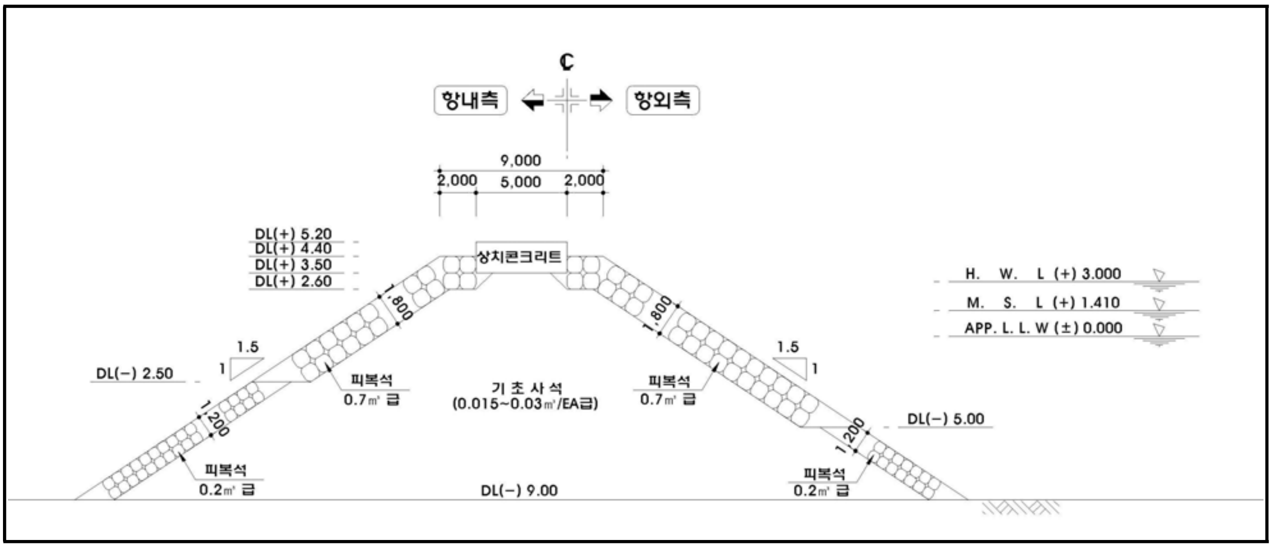
<그림 4.2.4> 서방파제 표준단면도(1구간)



<그림 4.2.5> 서방파제 표준단면도(2구간)



<그림 4.2.6> 서방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후시설이 없는 서방파제와 동방파제에 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 검토한 결과 전 구간에서 마루높이를 만족하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
서방파제	1구간	4.9	-	-	3.7	4.9	5.2	OK
	2구간	4.9	-	-	3.8	4.9	5.2	OK
	3구간	4.9	-	-	3.7	4.9	5.2	OK
동방파제	1구간	4.9	-	-	3.2	4.9	5.2	OK
	2구간	4.9	-	-	3.8	4.9	5.2	OK
	3구간	4.9	-	-	3.7	4.9	5.2	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 서방파제와 동방파제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량이 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
서방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.6㎥	피복석 0.7㎥	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 0.9㎥	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.6㎥	피복석 0.7㎥	OK	-	-	-
동방파제	1구간	쇄파대	피복석 0.6㎥	피복석 0.7㎥	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 0.7㎥	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.6㎥	피복석 0.9㎥	OK	-	-	-

라) 구조물 안정검토

- 서방파제와 동방파제 전구간에서 활동, 전도, 직선 활동에 대해 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
서방파제	1구간	3.17	OK	14.90	OK	1.61	OK
	2구간	4.44	OK	29.19	OK	1.75	OK
	3구간	3.17	OK	14.90	OK	1.61	OK
동방파제	1구간	5.46	OK	29.53	OK	2.77	OK
	2구간	3.17	OK	14.90	OK	1.61	OK
	3구간	4.44	OK	29.19	OK	1.75	OK

4.2.4 평가 및 결론

- 서방파제와 동방파제 전 구간에서 마루높이와 피복재 소요 중량을 만족하며, 상부공 및 제체 안정이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

[표 4.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				서방파제			동방파제		
				1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
		금 회		4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		피복석 0.7㎥	피복석 0.9㎥	피복석 0.7㎥	피복석 0.7㎥	피복석 0.7㎥	피복석 0.9㎥
		금 회		피복석 0.6㎥	피복석 0.3㎥	피복석 0.6㎥	피복석 0.6㎥	피복석 0.3㎥	피복석 0.6㎥
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.17	4.44	3.17	5.46	3.17	4.44
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		전도 (1.2)	산정	14.90	29.19	14.90	29.53	14.90	29.19
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	1.61	1.75	1.61	2.77	1.61	1.75
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

4.3 보수·보강 방안 수립

- 삼덕항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 전구간에 대하여 안정성이 확보되어 보수 · 보강 계획을 미수립 하였다.

제5장 호두항

제 5 장 호두항

5.1 기초자료조사

5.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 호두항은 통영시 한산면 용호리의 용초도에 위치하며 용초도는 동서로 약간 긴 면적 약 4.5㎢의 섬으로 높고 낮은 지협에 의하여 동·서 2부분으로 분리되며, 동쪽은 높이 199m로 험준한 산이 있고 중앙에 秀東山(높이 193m)이 서쪽에는 166m의 산이 있으며 이 양분된 산의 골짜기 부분에 호두항이 자리잡고 있다.
- 항 주위로는 한산도, 추봉도, 비진도, 죽도 등이 위치하고 있어 외해로부터의 파랑을 막아주어 항구로써 양호한 입지조건을 갖추고 있으며 해안선은 전반적으로 완만하고 저질은 모래로 형성되어 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(통영) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 5.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.8
		풍 향		S
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	46.6
		풍 향		SE
	평균풍속		m/sec	2.5
기 온	연 평 균		℃	14.4
	최 고			36.9
	최 저			-10.7
강수량	연 평 균		mm	1,427.5
	일 최 다			259.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	114.0
	흐 림		103.5
	안 개		18.1
	강 수		36.3
	강 설		4.3
	결 빙		78.8
	뇌 전		11.8
	폭 풍		31.7
	기 온		0.1
작업 일수	육 상		213
	해 상		216

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 25.9℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 36.9℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.7℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 5.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

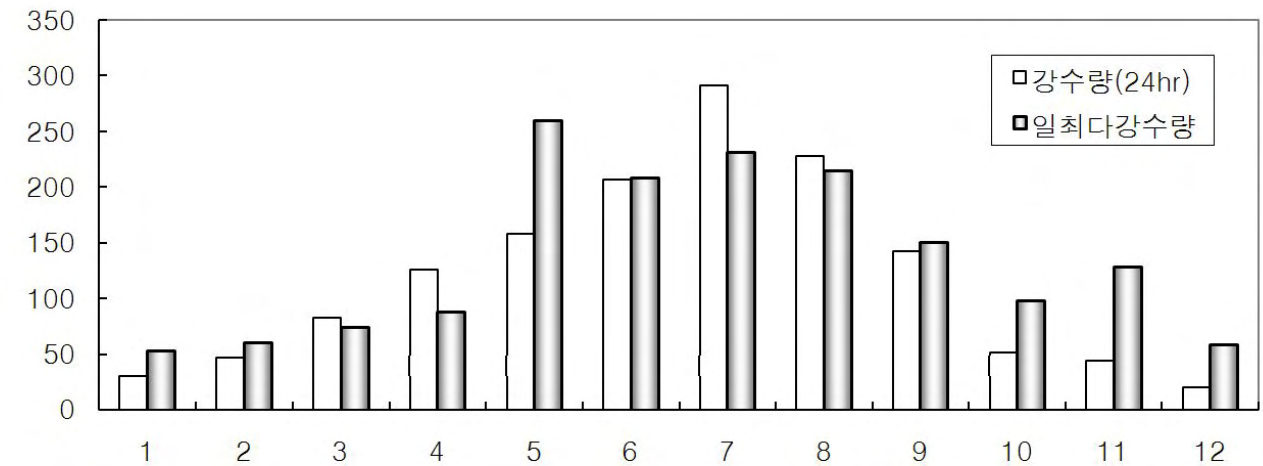
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.5	8.3	13.3	17.4	20.8	24.2	25.9	22.3	17.3	11.1	5.4	14.4
최 고	18.4	19.0	21.6	26.7	30.7	30.8	36.9	36.2	33.5	29.3	24.8	19.6	36.9
최 저	-10.7	-9.8	-4.3	-0.4	6.1	11.4	15.6	18.1	11.9	2.7	-2.8	-8.4	-10.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,555.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 792.5mm이며, 연평균 강수량은 1,427.mm로 나타난다.

<그림 5.1.1> 강수량(mm)



[표 5.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

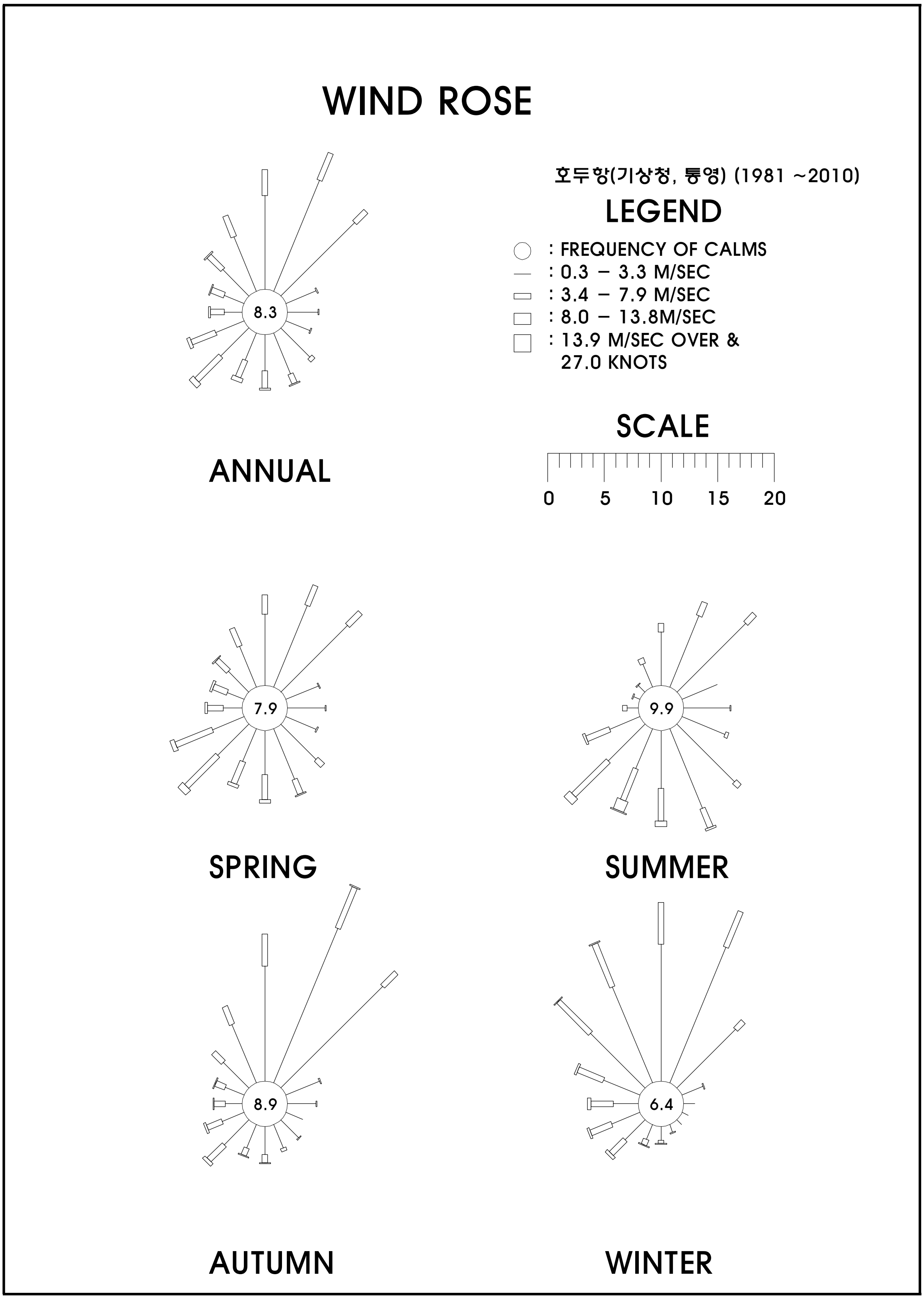
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	30.6	46.9	83.0	125.4	157.7	206.4	291.4	228.1	142.0	51.0	44.5	20.5	1427.5
일최다	52.9	60.5	74.5	88.2	259.5	208.5	231.5	214.6	150.9	98.2	128.9	58.7	259.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.5m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 31.8m/sec로 나타난다.

<그림 5.1.2> 바람장미도



[표 5.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.5	2.6	2.8	2.7	2.4	2.2	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.5
최 대		18.3	21.0	18.7	22.7	20.0	19.0	26.7	23.7	31.8	22.3	18.0	17.5	31.8
		SSW	S	WSW	WSW	SSE	SW	SSW	S	S	SSE	WSW	W	S
순간최대		24.4	32.2	30.8	36.0	32.0	33.4	46.6	37.0	43.8	39.0	23.3	30.7	46.6
		S	SW	SSE	SW	SSW	S	SE	NW	SSW	SSE	WSW	WSW	SE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.0일로 약 31%이고 흐린 날씨는 103.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 18.1일, 강수일수는 36.3일, 폭풍일수는 31.7일로 나타났다.

[표 5.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.5	11.9	9.6	8.7	7.5	3.7	3.0	5.1	6.2	11.9	14.3	16.6	114.0
흐 림	4.4	5.8	8.7	8.5	10.3	13.5	17.3	11.4	10.6	5.4	4.7	2.9	103.5
안 개	0.2	0.4	0.5	1.5	2.5	3.9	6.8	1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	18.1
강 수	1.1	1.7	3.0	3.6	3.8	4.6	6.6	5.3	3.4	1.3	1.2	0.7	36.3
강 설	1.6	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	4.3
결 빙	25.7	19.2	7.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8	21.4	78.8
뇌 전	0.1	0.1	0.3	0.8	0.9	1.0	3.0	3.1	1.2	0.6	0.6	0.1	11.8
폭 풍	2.0	3.2	3.6	3.7	2.5	2.2	4.5	2.9	1.8	1.2	2.0	2.1	31.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 5.1.6] 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)

• 호두항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 216일, 육상작업 가능일수는 213일로서 연가동률이 59%와 58% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 5.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	51.62	99.60	151.22	213.78
해 상	48.06	100.72	148.78	216.22

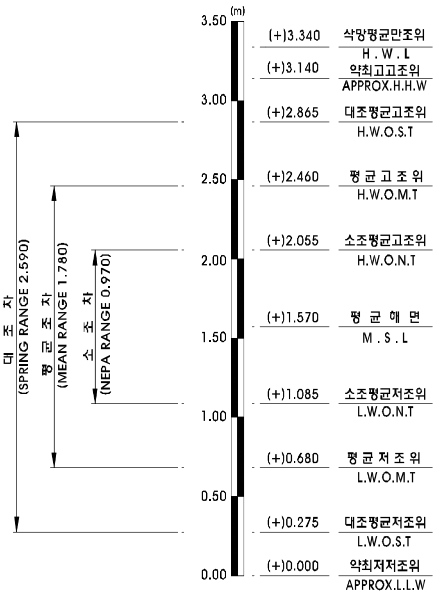
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 호두항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)3.140m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.865m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.570m이며, 대조차 2.590m, 평균조차 1.780m, 소조차 0.970m로 나타났다.

[표 5.1.8] 호두항의 조위

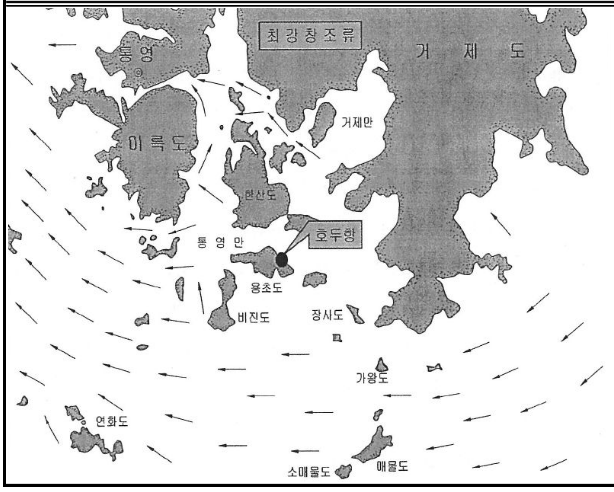
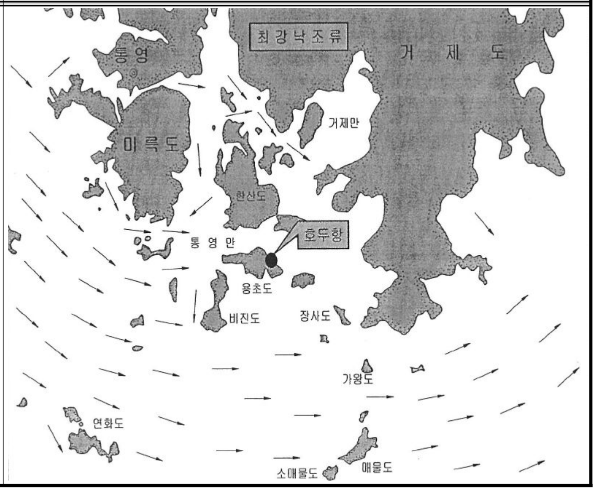
구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 334.0	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 314.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 286.5	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 246.0	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 205.5	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+) 157.0	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 108.5	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 68.0	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 27.5	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 본 항 전면은 장강수도로 한산도와 추봉도를 북측으로 하고 용초도와 죽도를 남측으로 한 수도로서 동서의 길이 약7.4㎞, 폭 0.9~2.4㎞이며 통영해 만을 횡단하여 서쪽의 조도수도까지를 장강이라고하고 수심은 20~40m 정도이다.
- 전면해역에 흐르는 창조류는 외해에서 유입하여 매물도 부근에서 일부는 거제도 남단과 매물도 사이를 흐르면서 유속을 가속화하여 연화열도 북방을 경유 내만으로 유입하고 일부는 매물도 남방을 서류하며 낙조류는 이와 반대로 흐른다.
- 이 부근의 창(낙)조류는 부산항 조석의 저(고)조후 1.0~2.2(0~10)시경에 전류하여 고(저)저후 0~1.0(1.0~2.2)시경까지 약5.0~5.2(7.2~7.4)시간 지속되고 최강 창,낙조류는 년간 평균 대조기에 0.9~2.6(1.0~2.4)kn로써 고(저)조전 1.8~2.4(1.6~2.3) 시경에 최강이 일어난다. 본항 전면에 흐르는 조류는 창조시 0.9~18.kn 정도이고, 낙조시 0.9~1.2kn 정도이며, 본항이 위치한 용초도 및 인근지역에 대한 최강창조류 및 낙조류에 대한 조류분포 현황은 다음과 같다.

<그림 5.1.3> 최강 창·낙조류

최 강 창 조 류	최 강 낙 조 류
	

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 5.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
호두항 실시설계 용역 보고서(2004.02)	SSW	10.2	14.0	

5.1.2 기존자료조사

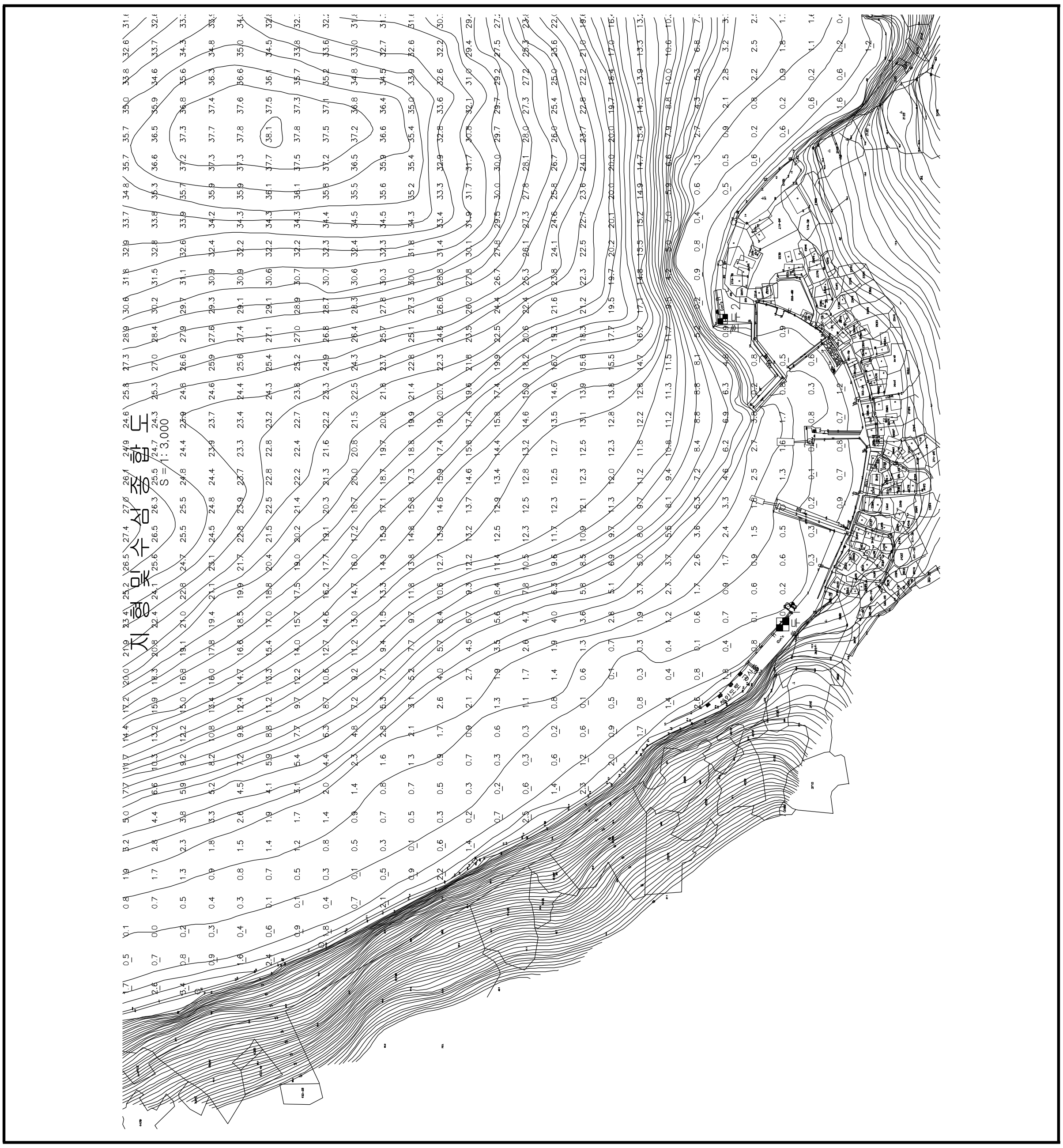
1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 “호두항 기본설계용역 보고서(2000. 06)”에 수록된 호두항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 5.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 호두항 기본설계용역 보고서(2000. 06)

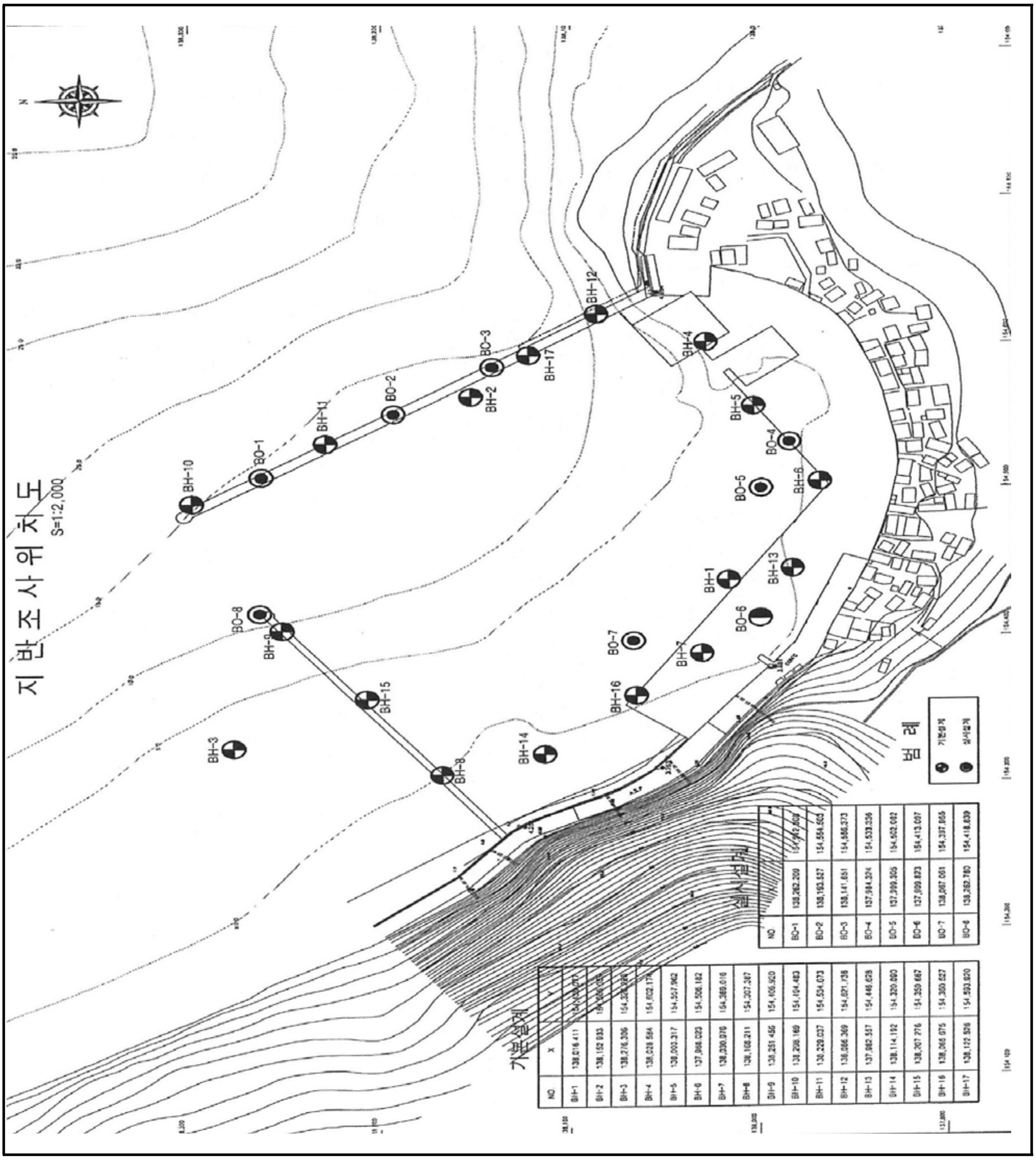
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “호두항 실시설계 용역 보고서(2004. 02)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 5.1.5> 조사위치도



공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	0.9	138,016.411	154,439.077	물양장
BH-2	13.8	138,152.933	154,566.059	동방파제
BH-3	3.3	138,276.306	154,326.288	서방파제
BH-4	+0.8	138,028.584	154,602.174	물양장
BH-5	1.7	138,003.317	154,557.962	물양장
BH-6	+0.4	137,968.023	154,506.182	물양장
BH-7	0.3	138,030.976	154,389.016	물양장
BH-8	0.1	138,168.211	154,307.387	서방파제
BH-9	9.1	138,251.456	154,406.920	서방파제
BH-10	15.5	138,298.169	154,494.483	동방파제
BH-11	13.8	138,229.037	154,534.673	동방파제
BH-12	8.8	138,086.369	154,621.736	동방파제
BH-13	+0.3	137,982.557	154,446.628	동방파제
BH-14	+0.3	138,114.192	154,320.890	유보구간
BH-15	3.0	138,207.276	154,359.667	서방파제
BH-16	0.5	138,065.675	154,360.527	물양장
BH-17	13.8	138,122.526	154,593.920	동방파제
BO-1	14.5	138,262.209	154,512.308	동방파제
BO-2	13.5	138,193.527	154,554.503	동방파제
BO-3	14.2	138,141.651	154,586.373	동방파제
BO-4	0.5	137,984.324	154,533.336	물양장
BO-5	1.3	137,999.305	154,502.082	물양장
BO-6	0.4	137,999.823	154,413.097	물양장
BO-7	1.4	137,067.061	154,397.955	물양장
BO-8	11.8	138,262.780	154,418.839	서방파제

다) 지형 및 지질

- 남해안은 리아스식 해안선이 발달하여 굴곡이 심하고 해안선에서 멀지 않은 곳에 크고 작은 섬들을 형성하고 있는게 특징이다. 지질은 채취된 core 및 주변지역을 중심으로 검토한 결과 응회암류가 널리 발달된 것으로 판단된다.

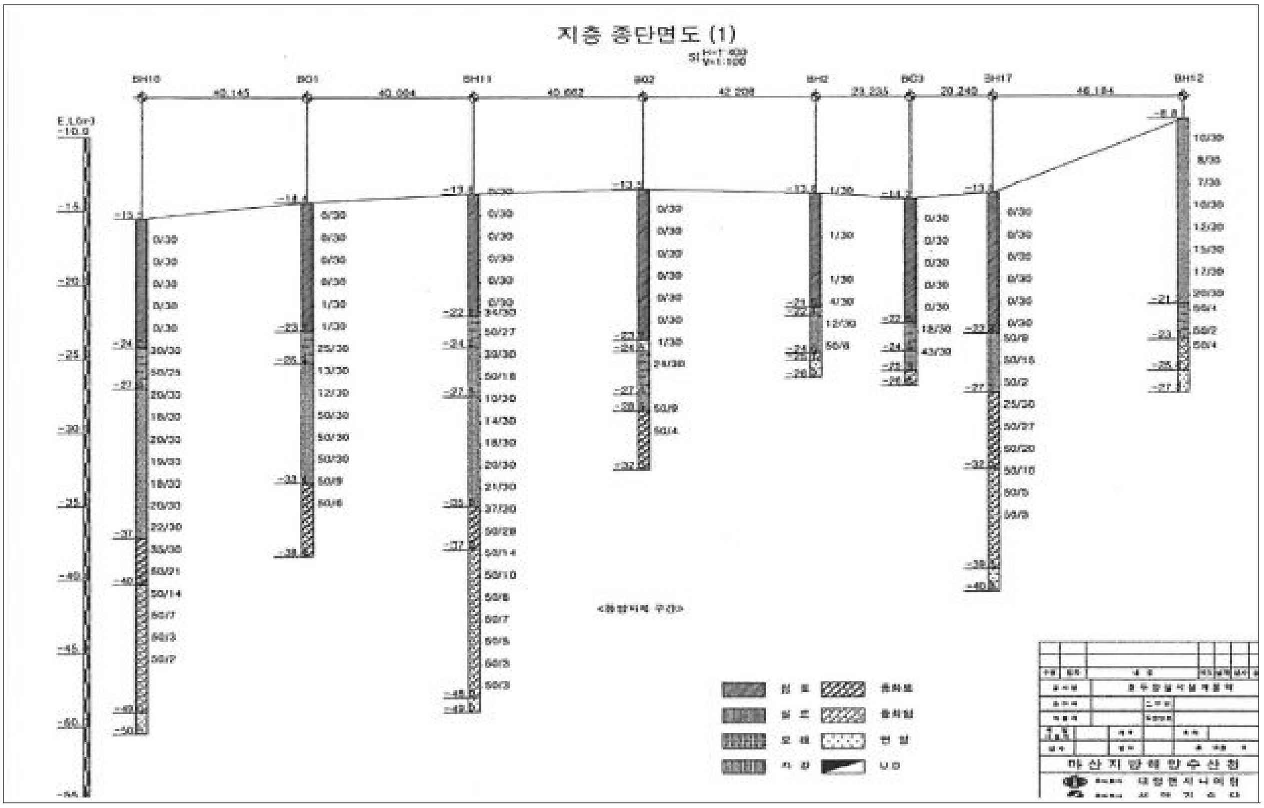
라) 시추조사 결과 요약

- 본 조사지역에 대한 시추조사 결과 수직적인 지층 구성상태는 퇴적층, 풍화대층(풍화잔류토층, 풍화암층)과 기반암인 연암의 순서로 구성되어 있으며, 본 기반암 상부에 부정합으로 피복되어 있는 제 4기 충적층은 퇴적층으로서 해수의 유입범위에 의해 광범위하게 퇴적되어 분포하고 있으며, 구성토질은 주로 실트질토 및 세립·중립의 모래, 자갈등이다.

[표 5.1.10] 시추조사 결과

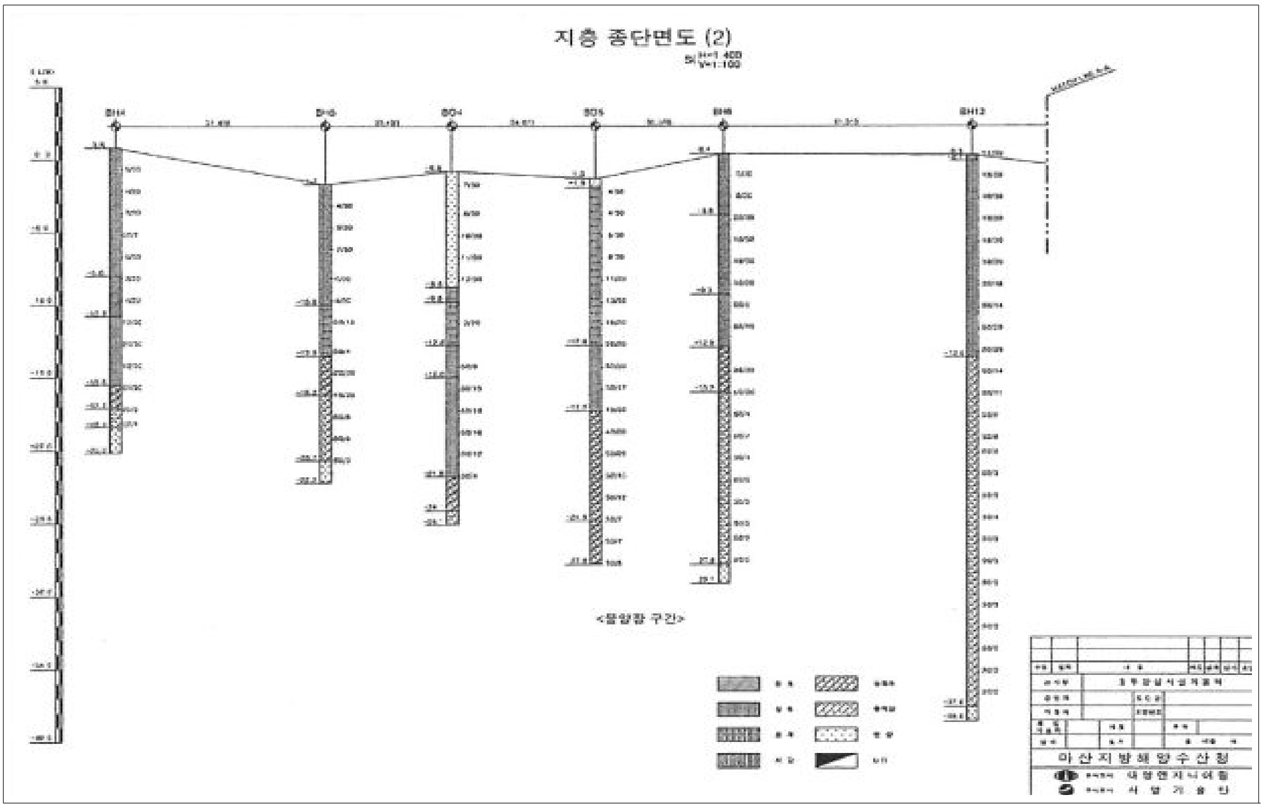
구 분	BO-1	BO-2	BO-3	BO-4	BO-5	BO-6	BO-7	BO-8	총 계
점 토(m)	8.7	10.2	8.4	-	-	-	-	0.5	27.8
모 래(m)	2.2	3.7	1.9	14.2	16.0	6.0	5.0	5.8	54.8
풍화토(m)	8.1	1.1	1.3	6.8	7.5	9.0	10.5	11.2	55.5
풍화암(m)	5.0	4.0	-	2.3	3.0	3.0	5.0	6.5	28.8
연 암(m)	-	-	1.0	1.0	-	-	-	-	2.0
계	24.0	19.0	12.6	24.3	26.5	18.0	20.5	24.0	168.9
SPT(회)	14	10	7	12	18	12	13	14	100

<그림 5.1.6> 지질조사 주상도(1)



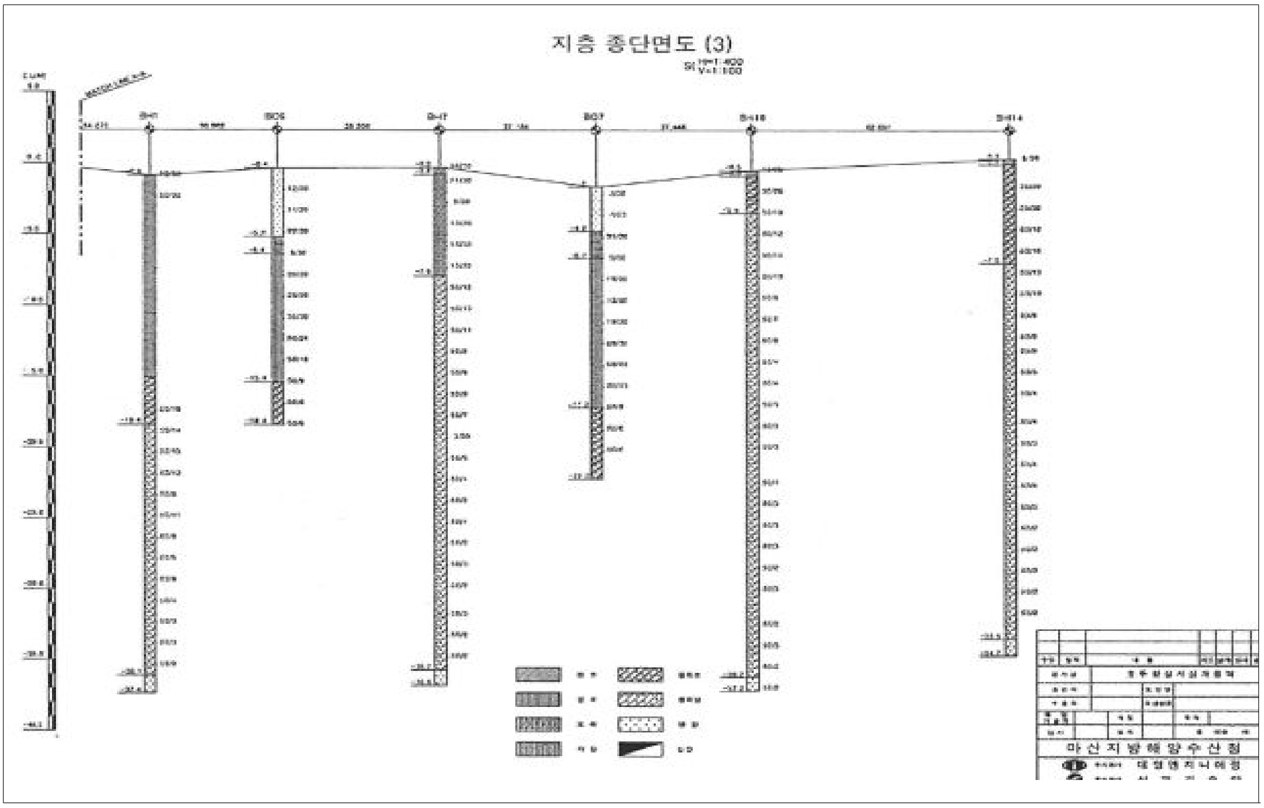
※ 자료 : 호두항 실시설계 용역 보고서(2004. 02, 마산지방해양수산청)

<그림 5.1.7> 지질조사 주상도(2)



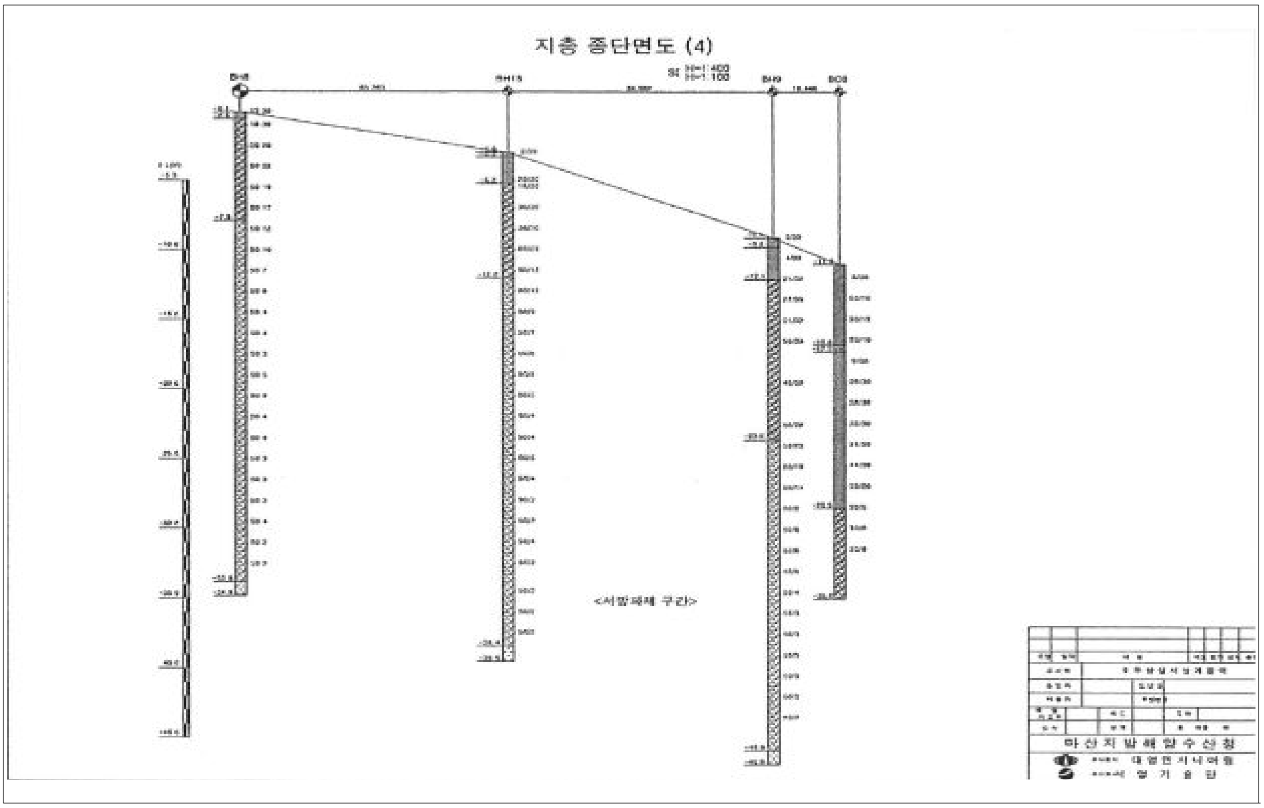
※ 자료 : 호두항 실시설계 용역 보고서(2004. 02, 마산지방해양수산청)

<그림 5.1.8> 지질조사 주상도(3)



※ 자료 : 호두항 실시설계 용역 보고서(2004. 02, 마산지방해양수산청)

<그림 5.1.9> 지질조사 주상도(4)



※ 자료 : 호두항 실시설계 용역 보고서(2004. 02, 마산지방해양수산청)

5.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

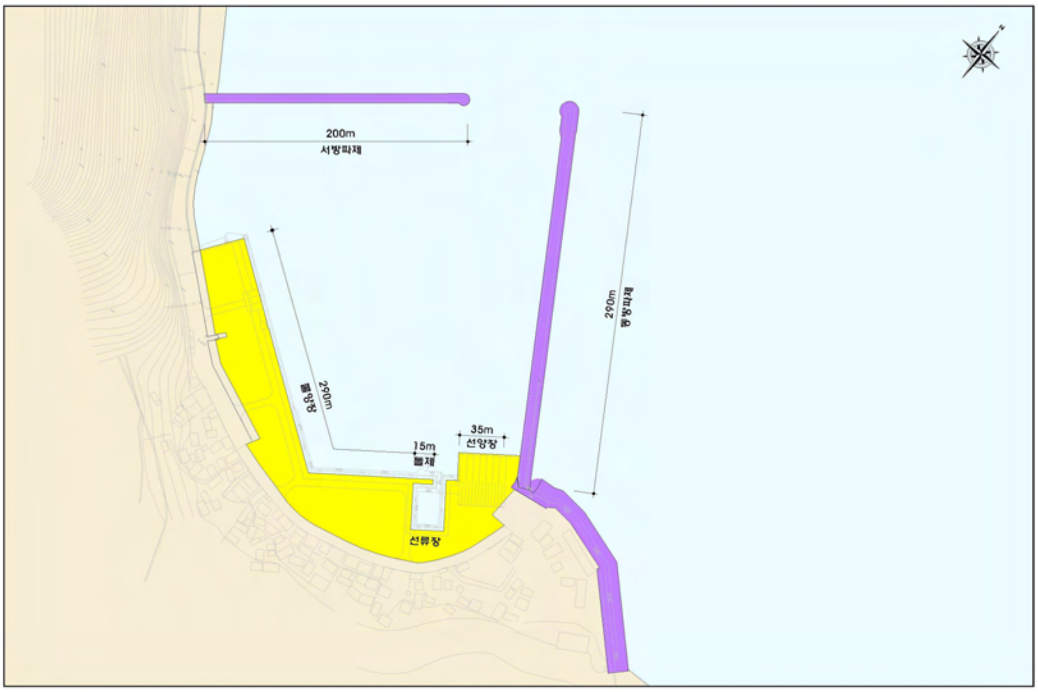
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1998년	제3종 어항 지정	
2000년	기본시설계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2004년	실시설계	
2004년	공사착수	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	동방파제	사석식경사제	290m (200m)	공사중 ( )현재 시공완료구간
	서방파제	사석식경사제	200m	공사중
	호안	옹벽식	185m	공사중
계류 시설	선양장	콘크리트블럭식	35m	공사중
	물양장	콘크리트블럭식	290m	공사중
	돌제	중력식	15m	공사중

<그림 5.1.10> 호두항 현황도



<그림 5.1.11> 기존 시설현황

동방파제

서방파제

물 양 장

방파호안

5.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
통영시청 해양수산과	•동방파제 기부측에 계획된 선양장은 기상악화시 내습파의 영향이 크므로 유보지 인근으로 이전 설치 요망 •어민복지회관 및 쓰레기 처리장 필요
주민의견	•동방파제 두부까지 T.T.P 설치 요망(현재 기부측만 계획) •서방파제에 해수소통구 설치 •매립토 적치에 따른 비산먼지가 많아 조속한 시공 또는 비산방지막 설치 요망 •현재 도로계획이 있어 기존도로와 연결시 동시 시공 요망 •방파호안을 연장하여 태풍시 발생할 수 있는 피해 방지 •어민복지관, 공용창고 등으로 활용할 수 있는 복지관 건립 요망 •선양장 위치 이전요망(동측 → 서측) •호두항 소속 어선은 약 60척으로 3~4t내외의 소형어선이 주를 이루고 있으며, 주로 미역양식을 하고 있음 •항내 정온은 양호(하지만 북서풍 내습시 항내 정온 일부 불량)
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

• 현재 동방파제, 서방파제, 물양장 일부 시공중에 있는 것으로 조사되었다.

5.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

5.2.1 개요

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

5.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

5.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)3.140m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 통영항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 호두항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)3.340m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 3.140m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 3.340m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 동방파제에서 2.0m, 서방파제에서 1.4m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.2+0.0)	E	2.0	5.0
	2구간 (No.2+0.0~No.7+0.0)	E	2.0	5.0
	3구간 (No.7+0.0~No.27+0.0)	E	2.0	5.0
	4구간 (No.27+0.0~No.29+0.0)	E	2.0	5.0
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.5+5.0)	NNE	1.4	3.8
	2구간 (No.5+5.0~No.18+5.0)	NNE	1.4	3.8
	3구간 (No.18+5.0~No.20+0.0)	NNE	1.4	3.8

2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

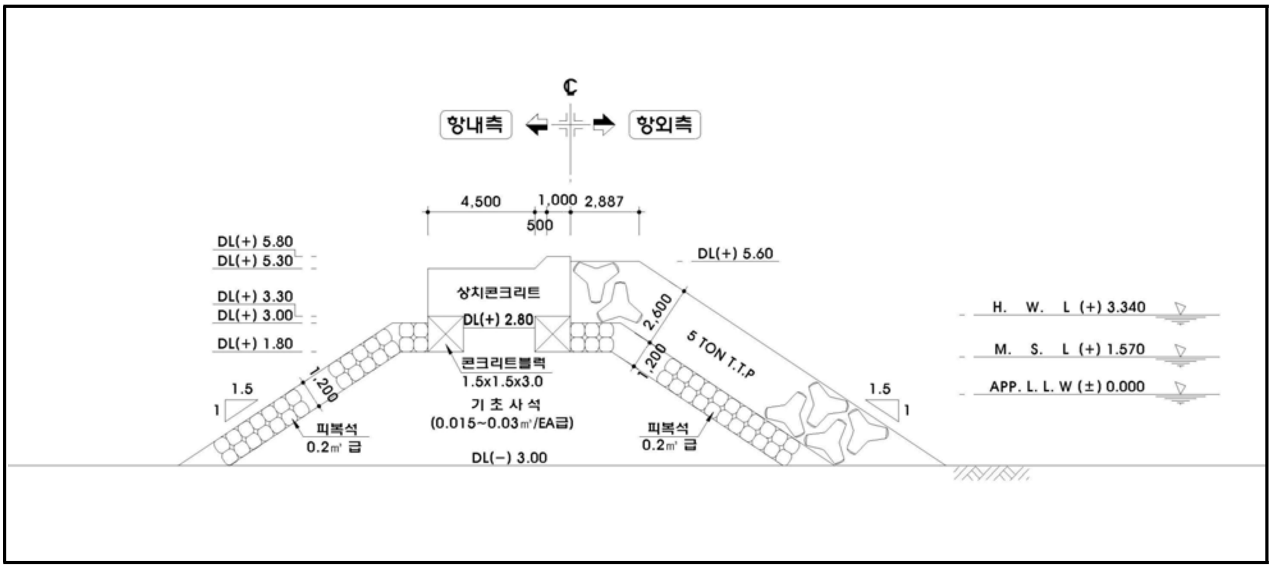
- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 호두항의 안정성 평가 대상시설은 동방파제 290m(4구간), 서방파제 200m(3구간)으로 선정하였다.

[표 5.2.1] 외곽시설 현황

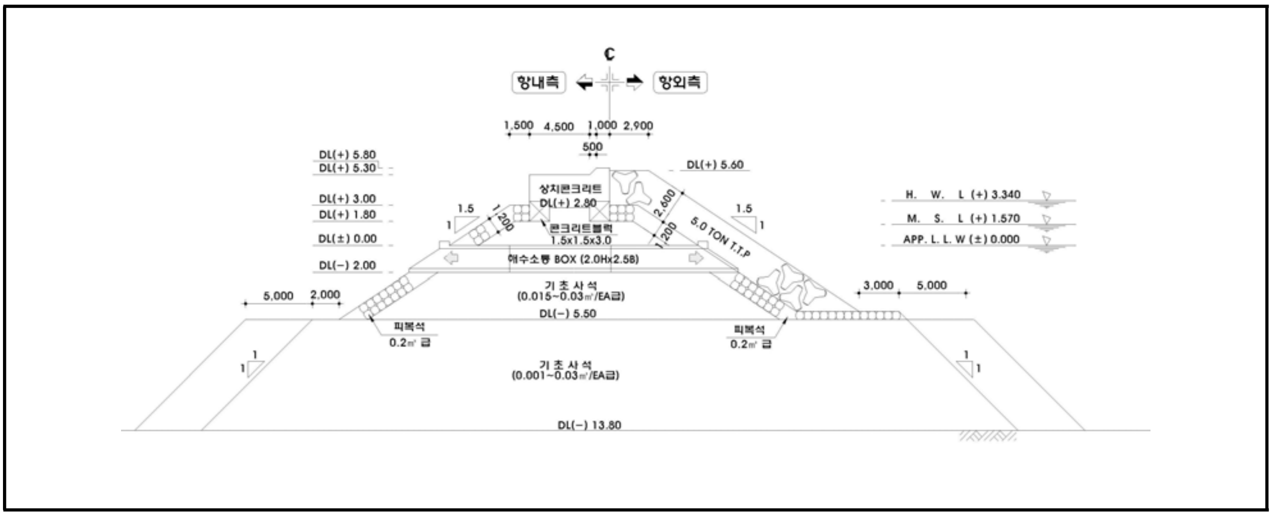
방 파 제 시설현황도

구 분	동방파제	서방파제
연 장	290m	200m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제, 사석경사제	사석경사제
준공년도	시공중	시공중
전면수심	D.L(-)3.0~15.5m	D.L(+)0.7~D.L(-)11.8m
마루높이	D.L(+)5.3~5.8m	D.L(+)4.1m
피 복 재	T.T.P 5.0 ton, 피복석 0.6/0.9㎥/EA	피복석 0.2/0.3㎥/EA
총 구 간	4개 구간	3개 구간

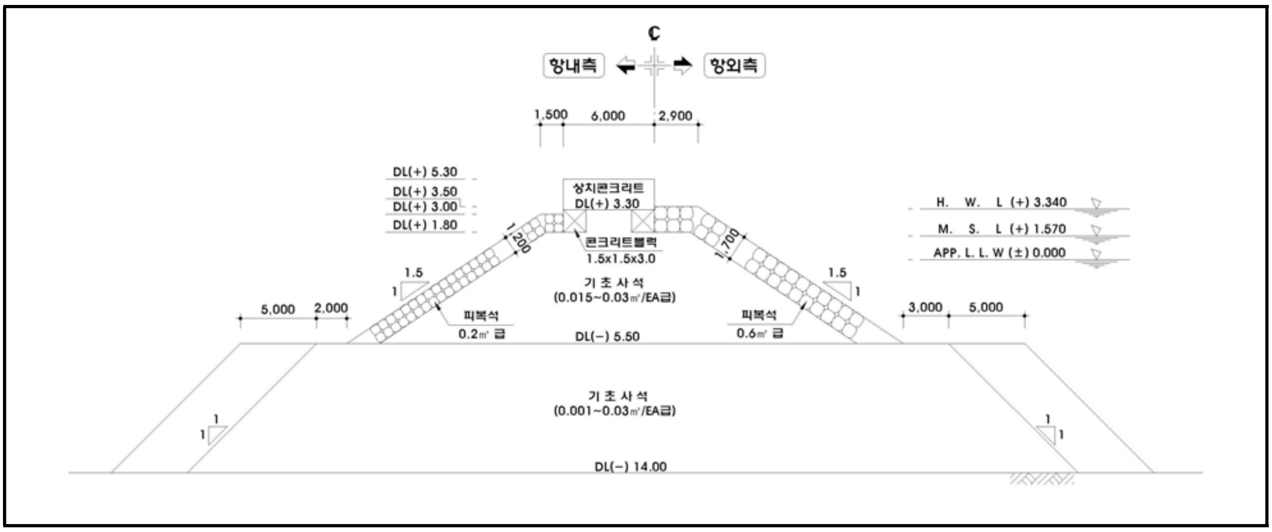
<그림 5.2.1> 동방파제 표준단면도(1구간)



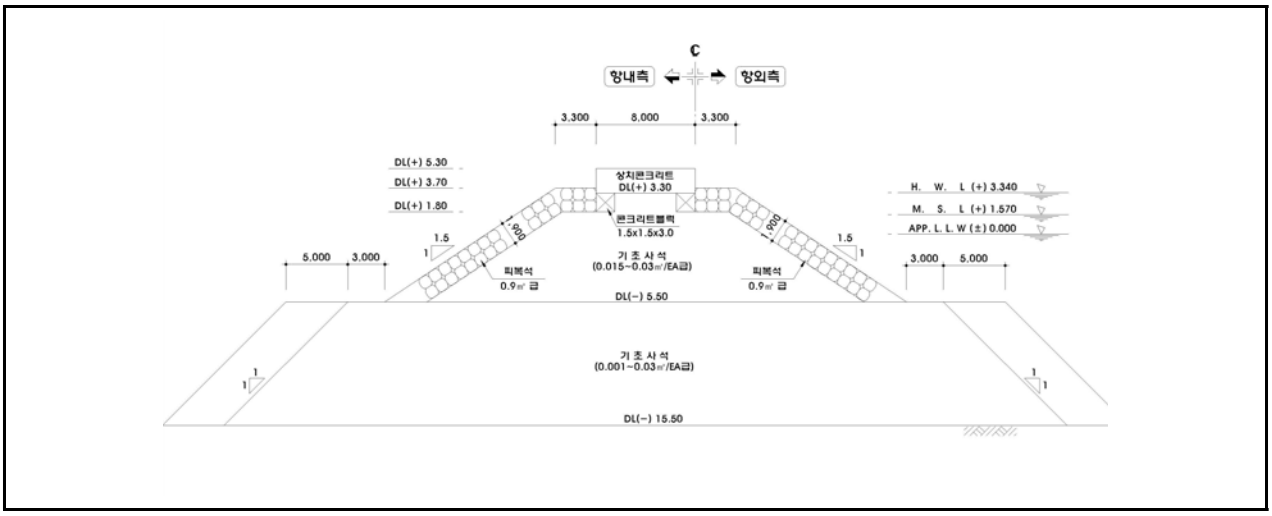
<그림 5.2.2> 동방파제 표준단면도(2구간)



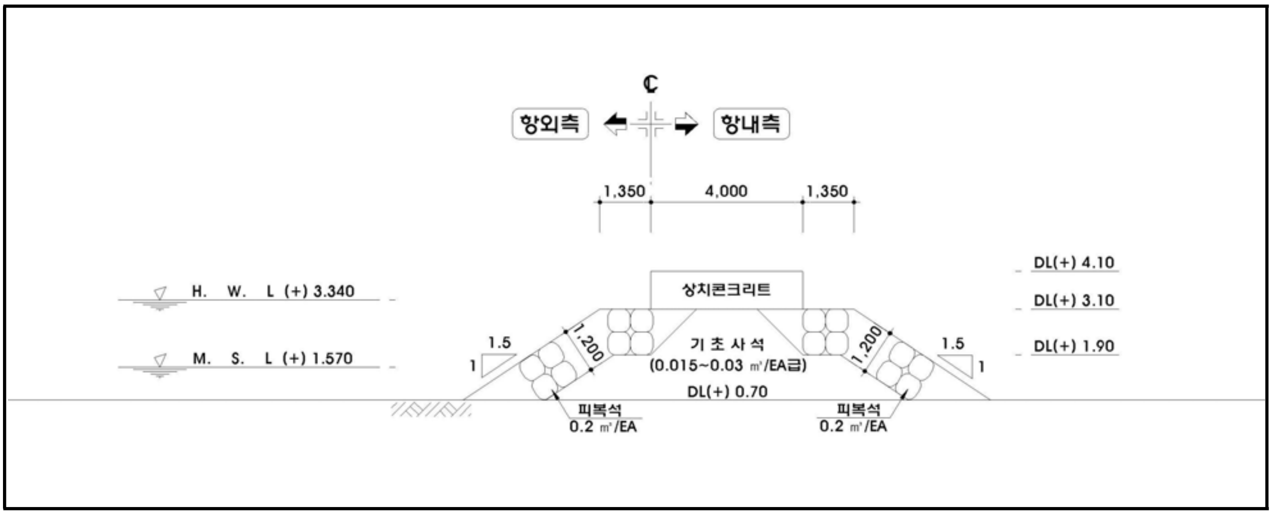
<그림 5.2.3> 동방파제 표준단면도(3구간)



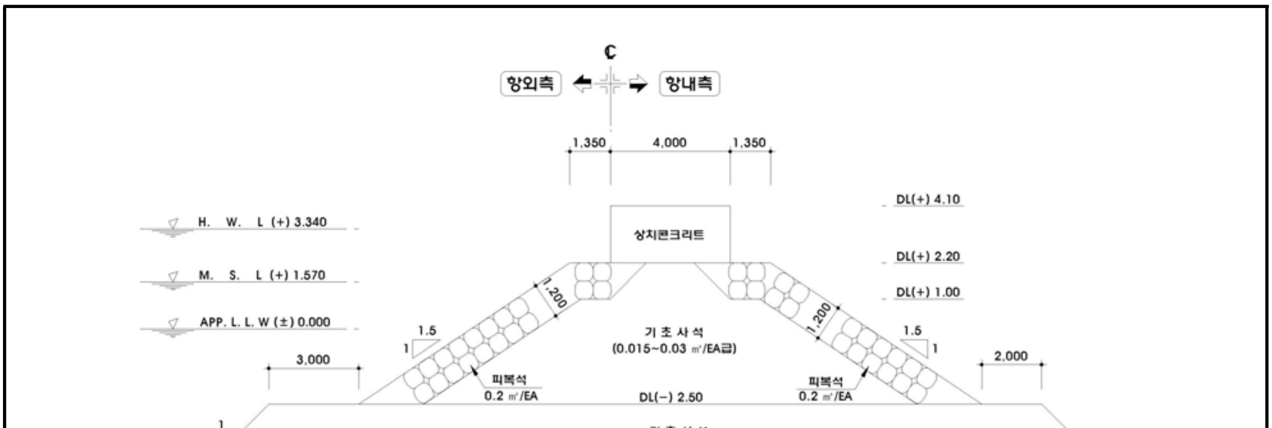
<그림 5.2.4> 동방파제 표준단면도(4구간)



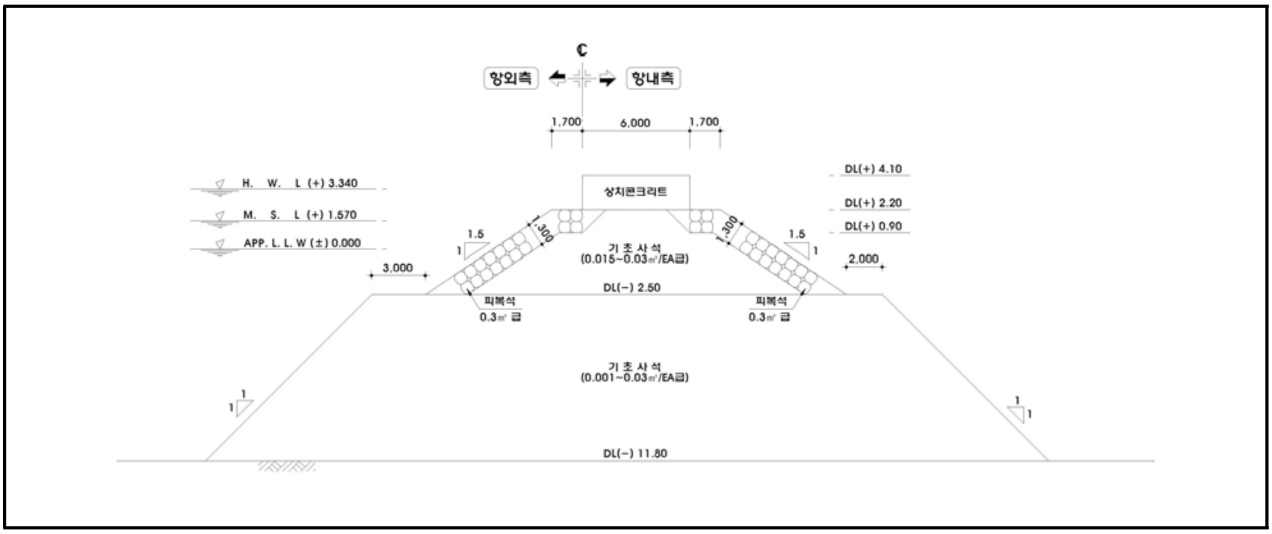
<그림 5.2.5> 서방파제 표준단면도(1구간)



<그림 5.2.6> 서방파제 표준단면도(2구간)



<그림 5.2.7> 서방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후에 이용시설이 없는 동방파제와 서방파제의 마루높이 검토는 제 1 방법과 제 4 방법을 적용한 결과 동방파제 3, 4구간 구간과 서방파제 전구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
동방파제	1구간	5.4	-	-	3.8	5.4	5.8	OK
	2구간	5.4	-	-	3.9	5.4	5.8	OK
	3구간	5.4	-	-	4.1	5.4	5.3	N.G
	4구간	5.4	-	-	4.0	5.4	5.3	N.G
서방파제	1구간	4.8	-	-	2.7	4.8	4.1	N.G
	2구간	4.8	-	-	3.4	4.8	4.1	N.G
	3구간	4.8	-	-	3.3	4.8	4.1	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 동방파제와 서방파제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
동방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	3구간	비쇄파대	피복석 0.4㎥	피복석 0.6㎥	OK	-	-	-
	4구간	비쇄파대	피복석 0.6㎥	피복석 0.9㎥	OK	-	-	-
서방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.3㎥	OK	-	-	-

라) 구조물 안정검토

• 서방파제 1구간에서는 활동에 대한 안정이 확보되지 않는 것으로 나타났으나, 그 외 구간은 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
동방파제	1구간	3.49	OK	8.16	OK	1.98	OK
	2구간	3.23	OK	7.42	OK	1.72	OK
	3구간	3.33	OK	8.15	OK	1.74	OK
	4구간	-	-	-	-	-	-
서방파제	1구간	1.09	N.G	4.26	OK	1.67	OK
	2구간	2.15	OK	6.71	OK	1.60	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

5.2.4 평가 및 결론

- 동방파제는 전구간에서 소요 피복재 중량 및 상부공 안정성이 확보되나 3, 4구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.
- 서방파제의 경우 전구간에서 마루높이가 부족하며, 1구간에서 활동에 대한 안정이 미확보 되는 것으로 나타났다.

[표 5.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				동방파제				서방파제		
				1구간	2구간	3구간	4구간	1구간	2구간	3구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		5.8	5.8	5.3	5.3	4.1	4.1	4.1
		금 회		5.4	5.4	5.4	5.4	4.8	4.8	4.8
		판 정		OK	OK	N.G	N.G	N.G	N.G	N.G
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 5.0ton	T.T.P 5.0ton	피복석 0.6㎥	피복석 0.9㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.3㎥
		금 회		T.T.P 2.0ton	T.T.P 2.0ton	피복석 0.4㎥	피복석 0.6㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.49	3.23	3.33	-	1.09	2.15	-
			판정	OK	OK	OK	-	N.G	OK	-
		전도 (1.2)	산정	8.16	7.42	8.15	-	4.26	6.71	-
			판정	OK	OK	OK	-	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	1.98	1.72	1.74	-	1.67	1.60	-
			판정	OK	OK	OK	-	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	필 요	필 요	필 요	필 요	필 요

5.3 보수·보강 방안 수립

5.3.1 개요

- 동방파제 3, 4구간은 마루높이가 부족한 것으로 평가되었으나 마루높이 부족분이 0.1m로 보강을 제외하여도 어항이용에는 문제가 없을 것으로 사료된다.
- 따라서, 호두항의 외곽시설 중 보수・보강이 필요한 대상시설은 서방파제 전구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 5.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
동방파제	1구간	20m	
	2구간	50m	
	3구간	200m	
	4구간	20m	
서방파제	1구간	55m	○
	2구간	130m	○
	3구간	15m	○

5.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

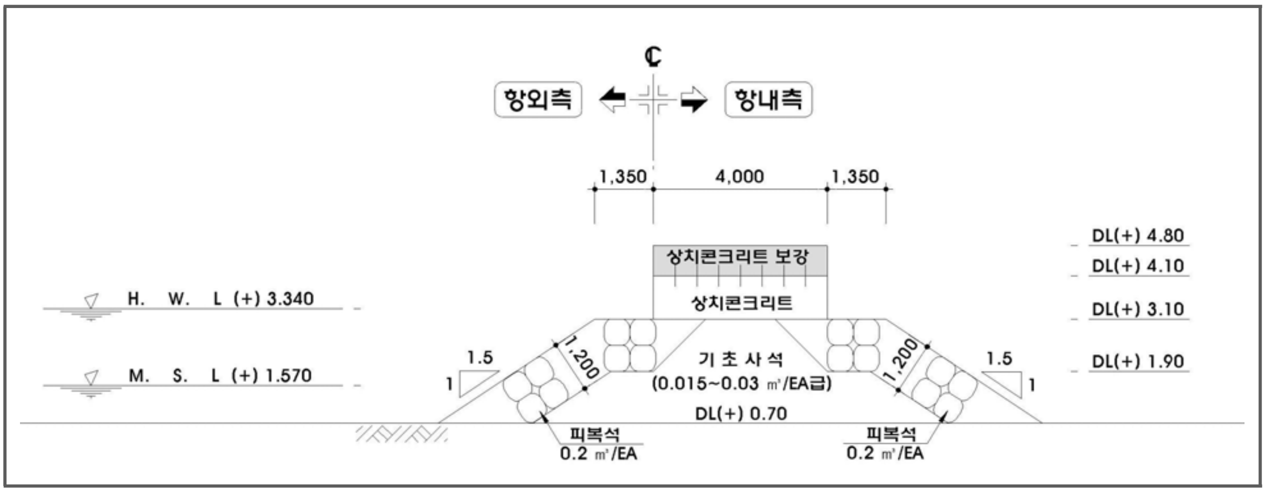
1) 서방파제

- 전구간에서 소요 마루높이가 미달되는 것으로 검토되어, 소요 마루높이 확보를 위해 상치콘크리트를 D.L(+) 4.8m로 0.7m 증고하였으며, 기존 상치와의 접합부는 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였다.
- 1구간에서는 활동에 대한 안정성이 미확보 되었지만, 마루높이를 증고에 따라 안정이 확보되었다.

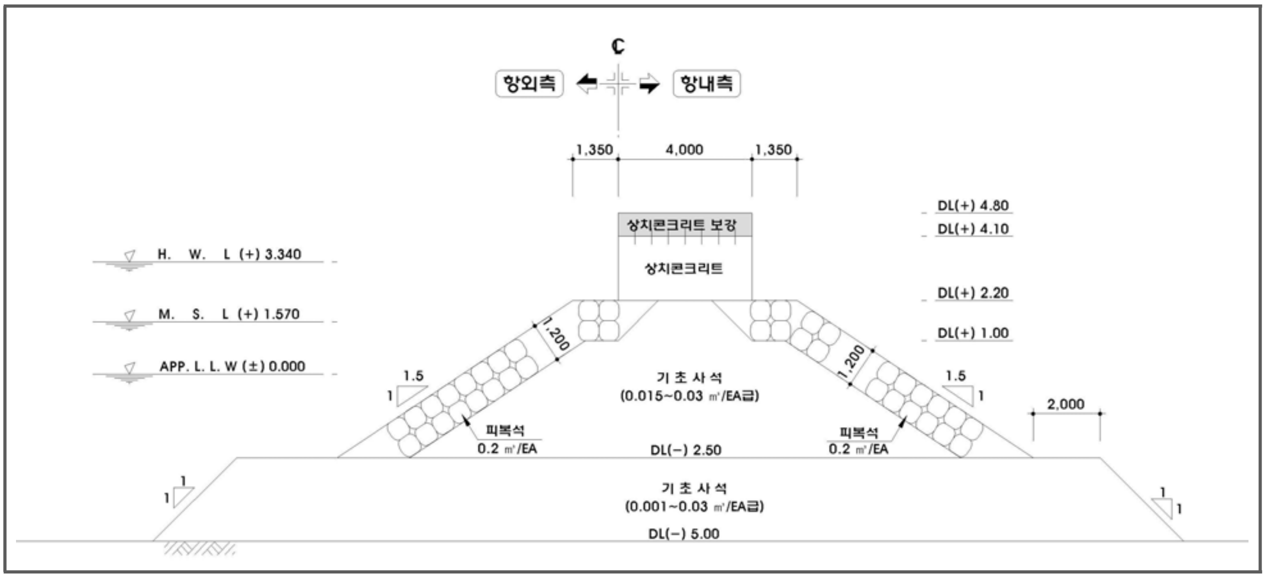
[표 5.3.2] 서방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비고
시설연장		55m	130m	15m	200m
마루 높이	현황	D.L(+)4.1m	D.L(+)4.1m	D.L(+)4.1m	
	계획	D.L(+)4.8m	D.L(+)4.8m	D.L(+)4.8m	
외측 피복재	현황	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.3㎥	
	계획	-	-	-	

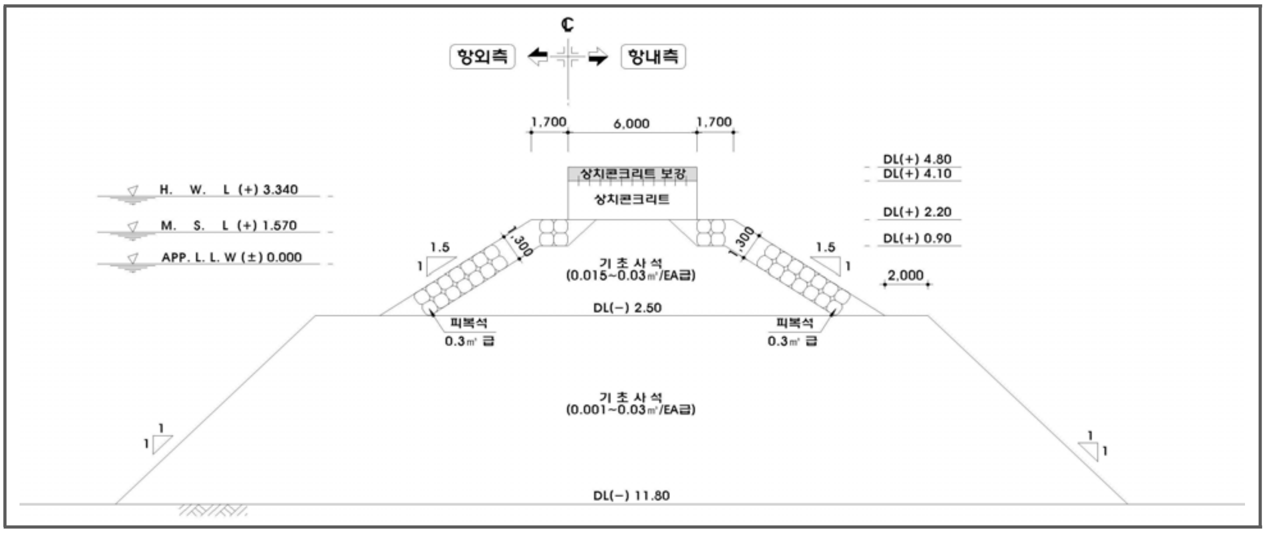
<그림 5.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



<그림 5.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 5.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



5.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소 평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사　　석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 호두항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 6억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
서방파제	200	-	615	
1구간	55	3	165	· 상치 보강
2구간	130	3	390	· 상치 보강
3구간	15	4	60	· 상치 보강
부 대 비	-	-	-	· 현재 시공 중으로 등대 이설비 미포함
합 계	200	-	615	

제6장 매물도항

제 6 장 매물도항

6.1 기초자료조사

6.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 매물도항이 위치하는 매물도는 경남 통영시 한산면 매죽리에 위치해 있으며 북쪽에 어유도, 남서쪽에 소매물도가 있으며, 멀리 북쪽 해상 일대는 한려해상국립공원이다. 최고점은 섬 중앙에 솟아 있는 장군봉(127m)이며, 사면은 급경사를 이룬다. 해안은 서쪽 해안을 제외하면 대부분 암석해안을 이루어 곳곳에 해식애가 발달하였다
- 매물도(당금)항은 북위34°38′53″, 동경128°34′28″이며, 거제도 남서단 망산각으로부터 남쪽 약 6.8km 떨어진 매물도 서안에 있는 어항이다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(통영) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 6.1.1] 기상개황

구분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	31.8
		풍 향		S
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	46.6
		풍 향		SE
	평균풍속		m/sec	2.5
기 온	연 평 균		℃	14.4
	최 고			36.9
	최 저			-10.7
강수량	연 평 균		mm	1,427.5
	일 최 다			259.5

구분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	114.0
	흐 림		103.5
	안 개		18.1
	강 수		36.3
	강 설		4.3
	결 빙		78.8
	뇌 전		11.8
	폭 풍		31.7
	기 온		0.1
작업 일수	육 상		213
	해 상		216

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.4℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 25.9℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 36.9℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.7℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 6.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

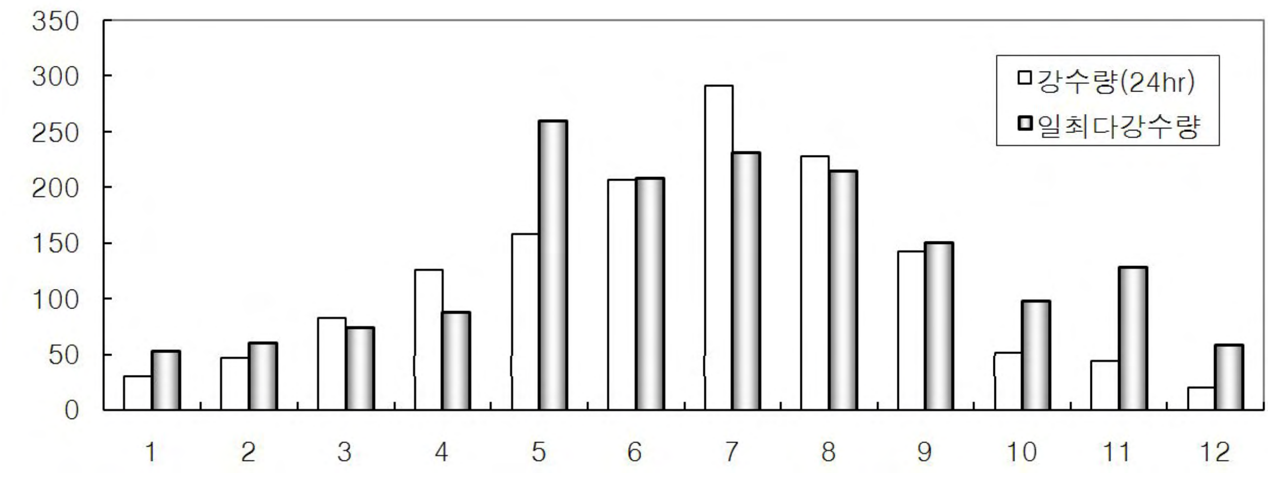
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.5	8.3	13.3	17.4	20.8	24.2	25.9	22.3	17.3	11.1	5.4	14.4
최 고	18.4	19.0	21.6	26.7	30.7	30.8	36.9	36.2	33.5	29.3	24.8	19.6	36.9
최 저	-10.7	-9.8	-4.3	-0.4	6.1	11.4	15.6	18.1	11.9	2.7	-2.8	-8.4	-10.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,555.1mm, 연최소 강수량은 1994년의 792.5mm이며, 연평균 강수량은 1,427.5mm로 나타난다.

<그림 6.1.1> 강수량(mm)



[표 6.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

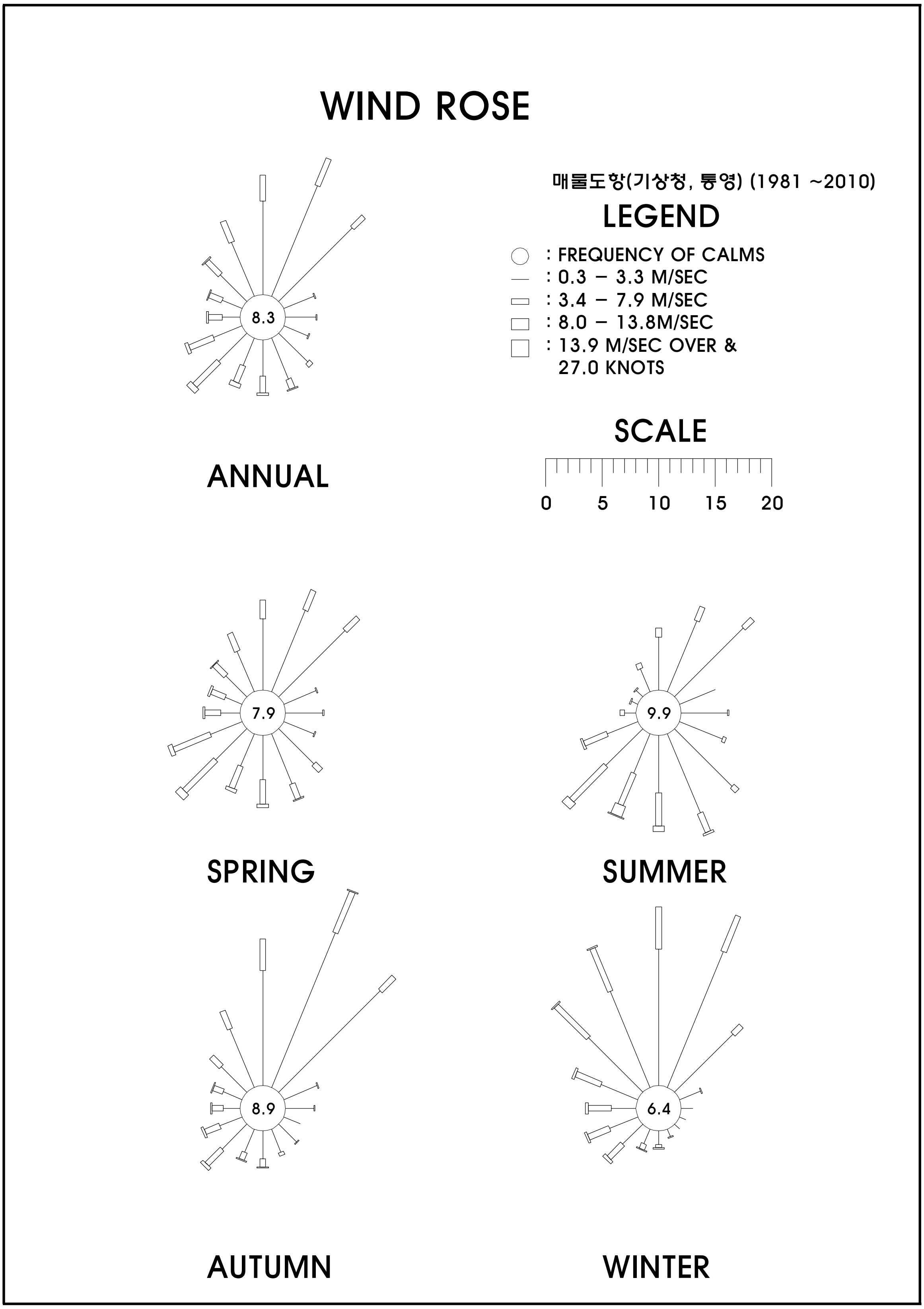
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	30.6	46.9	83.0	125.4	157.7	206.4	291.4	228.1	142.0	51.0	44.5	20.5	1427.5
일최다	52.9	60.5	74.5	88.2	259.5	208.5	231.5	214.6	150.9	98.2	128.9	58.7	259.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.5m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 31.8m/sec로 나타난다.

<그림 6.1.2> 바람장미도



[표 6.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.5	2.6	2.8	2.7	2.4	2.2	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.5
최 대		18.3	21.0	18.7	22.7	20.0	19.0	26.7	23.7	31.8	22.3	18.0	17.5	31.8
		SSW	S	WSW	WSW	SSE	SW	SSW	S	S	SSE	WSW	W	S
순간최대		24.4	32.2	30.8	36.0	32.0	33.4	46.6	37.0	43.8	39.0	23.3	30.7	46.6
		S	SW	SSE	SW	SSW	S	SE	NW	SSW	SSE	WSW	WSW	SE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 114.0일로 약 31%이고 흐린 날씨는 103.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 18.1일, 강수일수는 36.3일, 폭풍일수는 31.7일로 나타났다.

[표 6.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 / 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.5	11.9	9.6	8.7	7.5	3.7	3.0	5.1	6.2	11.9	14.3	16.6	114.0
흐 림	4.4	5.8	8.7	8.5	10.3	13.5	17.3	11.4	10.6	5.4	4.7	2.9	103.5
안 개	0.2	0.4	0.5	1.5	2.5	3.9	6.8	1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	18.1
강 수	1.1	1.7	3.0	3.6	3.8	4.6	6.6	5.3	3.4	1.3	1.2	0.7	36.3
강 설	1.6	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	4.3
결 빙	25.7	19.2	7.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8	21.4	78.8
뇌 전	0.1	0.1	0.3	0.8	0.9	1.0	3.0	3.1	1.2	0.6	0.6	0.1	11.8
폭 풍	2.0	3.2	3.6	3.7	2.5	2.2	4.5	2.9	1.8	1.2	2.0	2.1	31.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 6.1.6] 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)

• 매물도항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 216일, 육상작업 가능일수는 213일로서 연가동률이 59%와 58% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 6.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	51.62	99.6	151.22	213.78
해 상	48.06	100.72	148.78	216.22

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 통영 : 1981~2010년)

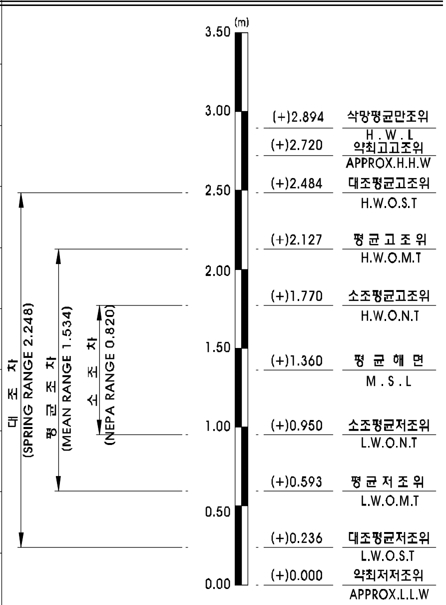
3) 해상조건

가) 조위

- 매물도항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)2.720m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.484m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.360m이며, 대조차 2.248m, 평균조차 1.534m, 소조차 0.820m로 나타났다.

[표 6.1.8] 매물도항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	289.4	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	272.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	248.4	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	212.7	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	177.0	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	136.0	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	95.0	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	59.3	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	23.6	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	



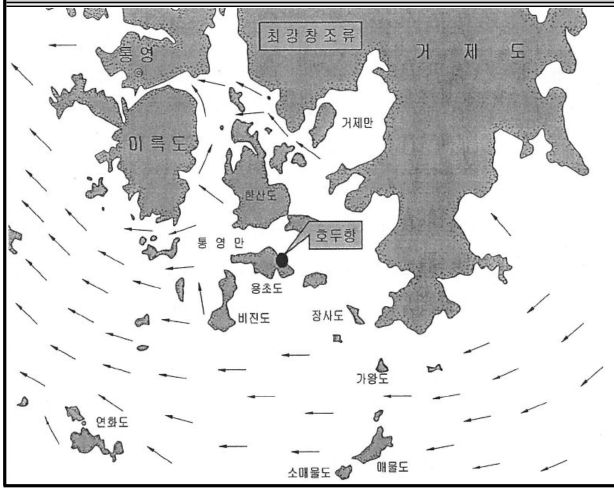
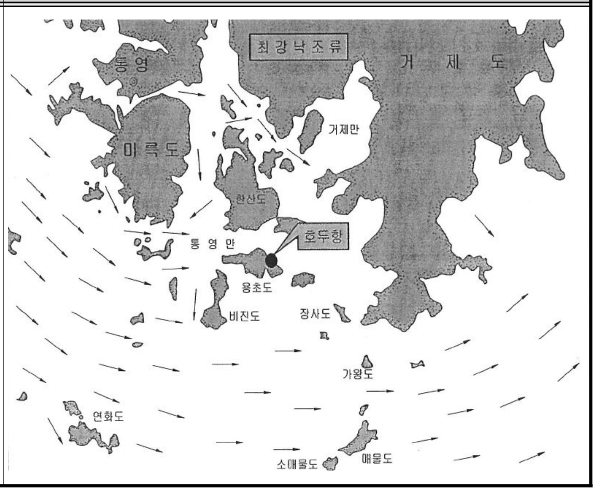
※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 본 항 전면은 장강수도로 한산도와 추봉도를 북측으로 하고 용초도와 죽도를 남측으로 한 수도로서 동서의 길이 약7.4㎞, 폭 0.9~2.4㎞이며 통영해 만을 횡단하여 서쪽의 조도수도까지를 장강이라고하고 수심은 20~40m 정도이다. 전면해역에 흐르는 창조류는 외해에서 유입하여 매물도 부근에서 일부는 거제도 남단과 매물도 사이를 흐르면서 유속을 가속화하여 연화열도 북방을 경유 내만으로 유입하고 일부는 매물도 남방을 서류하며 낙조류는 이와 반대로 흐른다.

  이 부근의 창(낙)조류는 부산항 조석의 저(고)조후 1.0~2.2(0~10)시경에 전류하여 고(저)저후 0~1.0(1.0~2.2)시경까지 약5.0~5.2(7.2~7.4)시간 지속되고 최강 창,낙조류는 년간 평균대조기에 0.9~2.6(1.0~2.4)Kn로써 고(저)조전 1.8~2.4(1.6~2.3) 시경에 최강이 일어난다. 본 항 전면에 흐르는 조류는 창조시 0.9~18.Kn 정도이고, 낙조시 0.9~1.2Kn 정도이며, 본항이 위치한 용초도 및 인근지역에 대한 최강창조류 및 낙조류에 대한 조류분포 현황은 다음과 같다

<그림 6.1.3> 최강 창·낙조류

최 강 창 조 류	최 강 낙 조 류
	

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 6.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
매물도항 기본조사 및 시설계획 용역 보고서(1993.09)	S SSW	10.1 9.3	14.0 13.0	

6.1.2 기존자료조

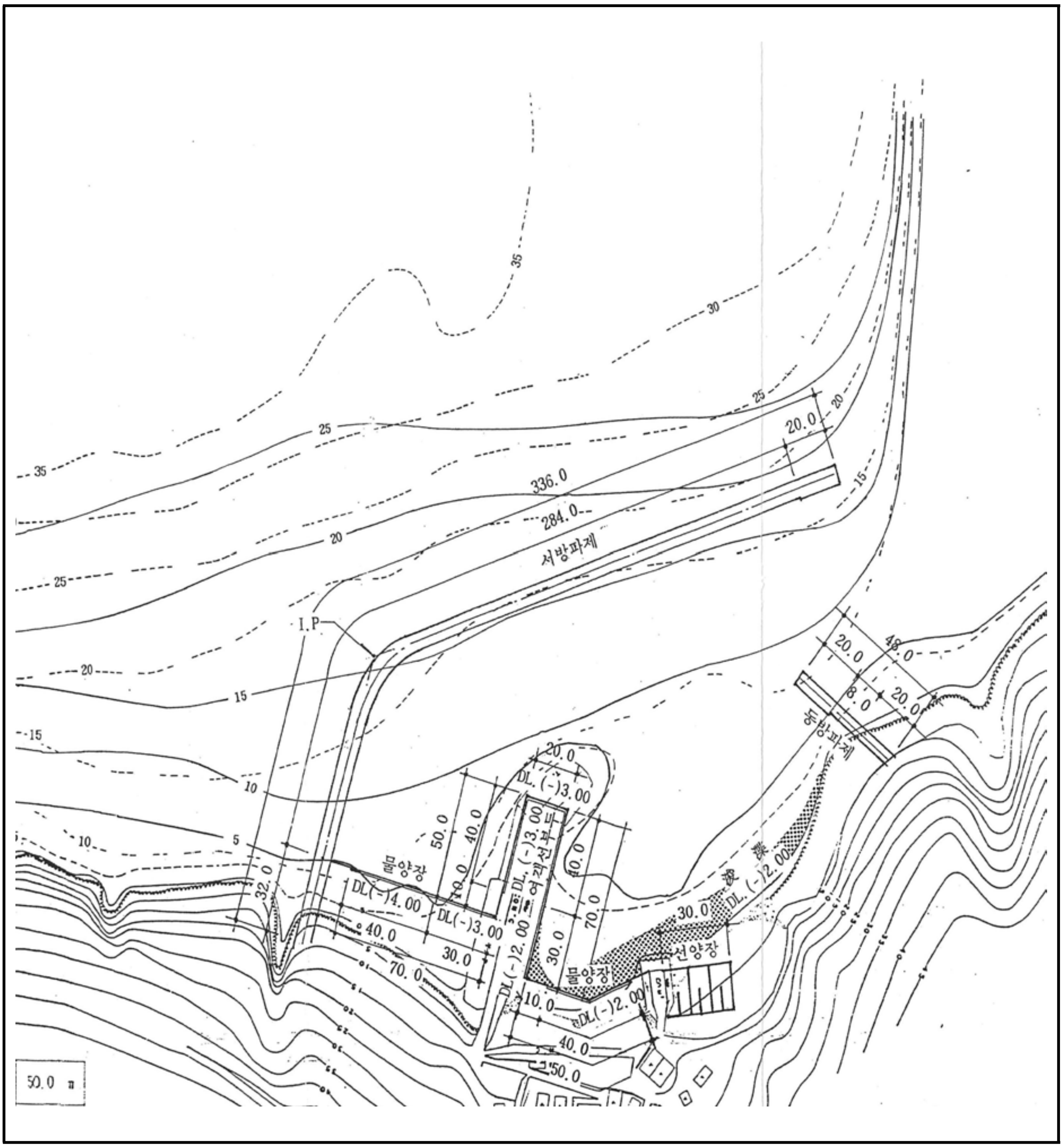
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 "매물도항 기본조사 및 시설계획용역 재검토 보고서(1994. 05)"에 수록된 매물도항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 6.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 매물도항 기본조사 및 시설계획용역 재검토 보고서(1994. 05)

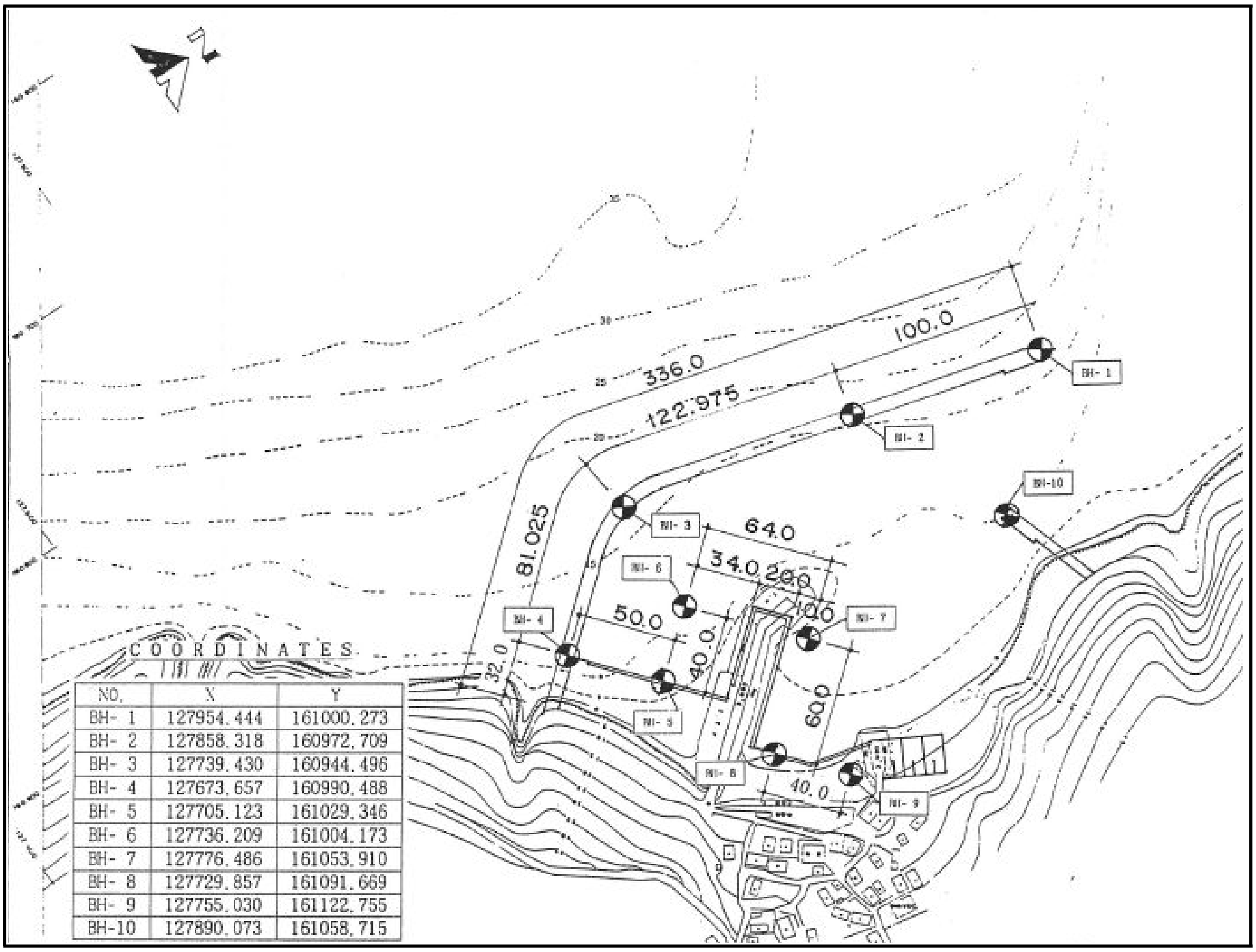
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 "매물도항 기본조사 및 시설계획 용역 재검토 보고서(1994. 05)"를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 6.1.5> 조사위치도



NO.	X	Y
BH- 1	127954.444	161000.273
BH- 2	127858.318	160972.709
BH- 3	127739.430	160944.496
BH- 4	127673.657	160990.488
BH- 5	127705.123	161029.346
BH- 6	127736.209	161004.173
BH- 7	127776.486	161053.910
BH- 8	127729.857	161091.669
BH- 9	127755.030	161122.755
BH-10	127890.073	161058.715

공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
No. 1	17.30	144,014,500	143,351,500	
No. 2	16.00	144,068,823	143,360,104	
No. 3	16.00	144,148,654	143,492,965	
No. 4	11.30	144,425,206	143,536,766	
No. 5	7.00	144,492,310	143,437,282	
No. 6	11.20	144,430,505	143,324,422	
No. 7	5.80	144,012,372	143,359,729	
No. 8	1.80	144,038,662	143,258,074	
No. 9	2.10	143,982,500	143,135,500	
No. 10	10.10	143,982,500	143,945,500	

다) 지형 및 지질

• 매물도항은 섬 북측상단의 당금(唐金)부락 전면에 위치해 있는데, 항의 후면인 남측과 동측은 60~100m 내외의 산으로 둘러싸여 있고 북동측 전면에는 어유도가 위치해 있다. 그러나 남서측, 서측, 북서측은 외해로 열려있어 여름철에는 태풍의 영향을 많이 받고 있다

라) 시추조사 결과 요약

- 해성퇴적층

• 본 지층은 해수의 유속 및 운반으로 구성된 토층으로 대부분 실트섞인 모래(SW-SM)층과 모래섞인 자갈층(GW)이 혼재하여 분포한다.

• 각지역별 층후는 모래층이 04.40~0.54m 정도로써 비교적 얇은 층후를 나타낸다.

• 표준관입시험에 의한 N치는 모래층이 9~18회, 자갈층은 14~59회로써 같은 층에서도 차이가 큰 것으로 조사되었으나, 이는 모래층 및 자갈층에 섞여있는 조개껍질의 유무에 따라 N치가 크게 변화되었을 것으로 판단되며, 상대 밀도는 전체적으로 느슨한 상태를 나타낸다.

- 풍화잔류토층

• 본 층은 퇴적토층 하부 모암이 풍화작용에 의해 실트, 점토 및 모래층 으로 분해되어 원 위치에 잔류되어 분포하는 지층으로 토성은 전반적으로 실트섞인 모래층 내지 점토섞인 실트층등으로 구성 되었다.

• 본 조사지역에서는 BH-5 지역에서 만 1.9m 정도의 두께로 분포하는 것으로 조사되었다.

• 표준관입시험에 의한 N치는 27~60회 정도이고 상대밀도는 보통 조밀 내지는 조밀한 상태인 것으로 조사되었다.

- 풍화암층

• 조류의 작용에 의하여 BH-3, BH-5, BH-9 지역에서만 0.60~2.00m 층후로 분포한다.

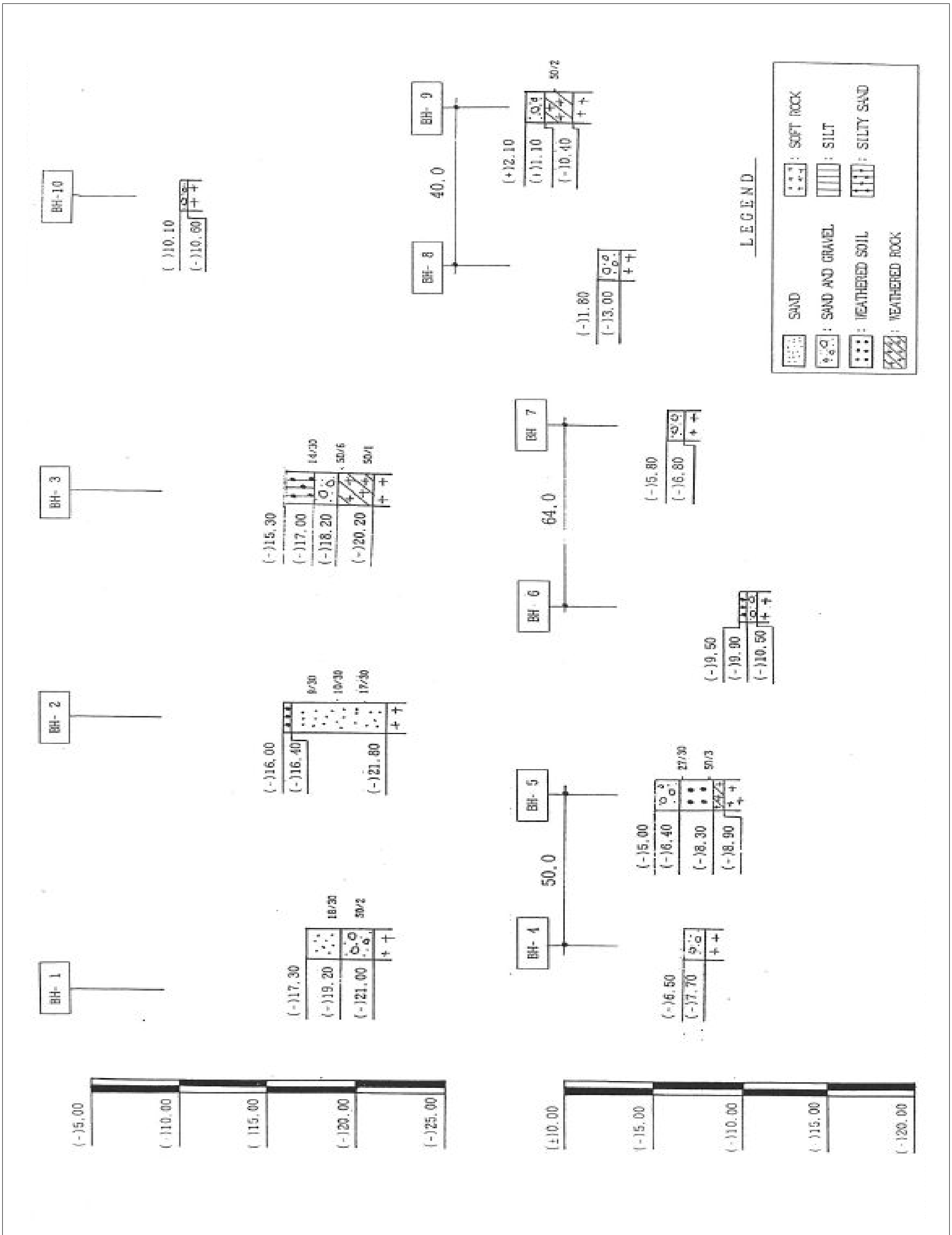
- 연암층

• 풍화암층 하부에 0.50~5.80m의 심도에서 분포하나 절리가 발달되어 있는 것으로 나타난다.

[표 6.1.10] 시추조사 결과

구 분	실트질 모 래	모 래	모래자갈	풍화토	풍화암	연 암	총 계	비 고
No.1	-	1.9	1.8	-	-	1.0	4.7	서방파제
No.2	0.4	5.4	-	-	-	1.0	6.8	
No.3	1.7	-	1.2	-	2.0	1.0	5.9	
No.4	-	-	1.2	-	-	1.0	2.2	
No.5	1.4	-	-	1.9	06	1.0	4.9	물양장
No.6	0.4	-	0.6	-	-	1.0	2.0	
No.7	-	-	1.0	-	-	1.0	2.0	
No.8	-	-	1.2	-	-	1.0	2.2	
No.9	-	-	1.0	-	1.5	1.0	3.5	
No.10	-	-	0.5	-	-	1.0	1.5	
총 계	3.9	7.3	8.5	1.9	4.1	10.0	35.7	동방파제

<그림 6.1.6> 지질조사 주상도



※ 자료 : 매물도항 기본조사 및 시설계획 용역 재검토 보고서(1994. 05, 수산청)

6.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

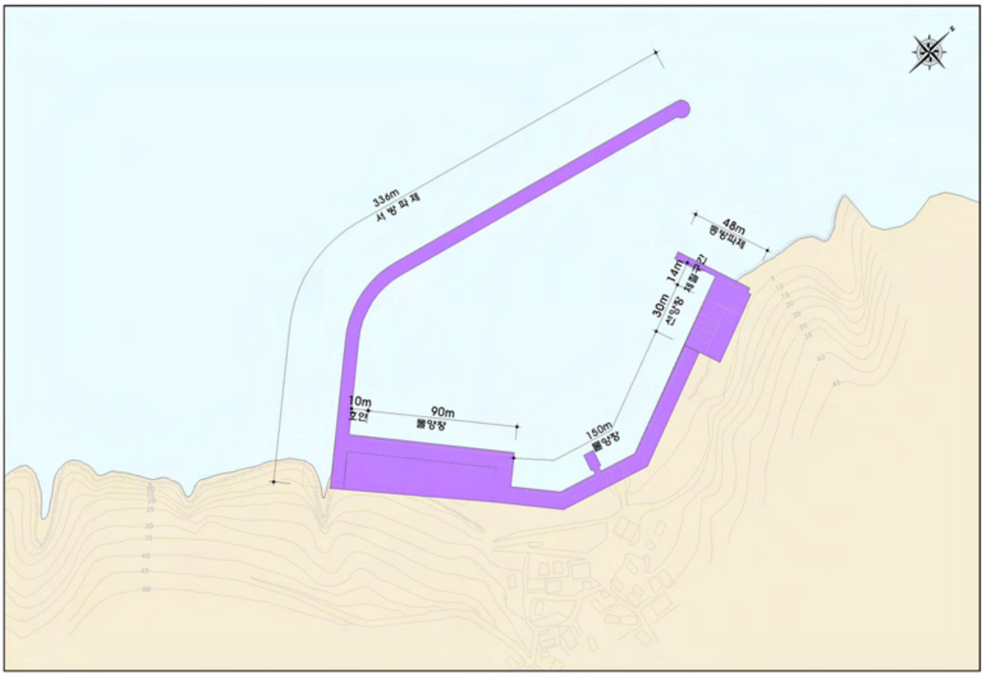
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1991년	제3종 어항 지정	
1993년	기본시설계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2005년	기본시설 완공	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	서방파제	사석식경사제	336m	
	동방파제	사석식경사제	48m	
계류 시설	물양장	중력식	260m	
	선양장	중력식	30m	
	부잔교	부유식	1기	

<그림 6.1.7> 매물도항 현황도



<그림 6.1.8> 기존 시설현황

항 전경

동방파제

서방파제

접안시설

6.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
통영시청 해양수산과	•특별한 의견사항 없음
주민의견	•평상시에는 항내 정온이 양호하나, 태풍시 동방파제에서 월파가 발생하며, 항내정온이 확보되지 않아 통영항으로 피항 •충돌방지목이 썩어 부식되어 있으므로 교체요망 •서방파제 굴곡부에서 일부 T.T.P 흘러내림 발생 •항내측에서 해초, 쓰레기 등으로 인해 수심이 부족하며 하절기시에는 부식이 발생하여 항내오염이 심하므로 항내 준설요망 •서방파제에 해수소통구 건설 요망 •매물도 당금 어촌계 어선은 12척이며 최대 7t급 •1년 내내 많은 어선이 입항하고 있으며 주로 40t급 어선이 주류를 이루고 있음 •주요 생산물은 참돔, 농어, 볼락 등이 있음
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 서방파제의 곡부에서 일부 흘러내림이 발생하였지만, 전체적인 거치상태는 양호하며, 동방파제는 사석피복형식으로 시공되었다.
- 현재, 가고 싶은 섬 매물도 시범사업 건설공사가 진행중에 있다.

6.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

6.2.1 개요

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

6.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 태풍으로 인해 발생되는 막대한 피해는 해수면 상승을 동반한 해일과 고파랑 내습이 주요 피해원인으로 작용한다.
- 태풍으로 인한 매물도항 방파제 피해현황을 간략히 정리하면 [표 6.2.1]과 같다.

[표 6.2.1] 방파제 피해 현황

피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액
• 피해일시 : ‘03. 9. 12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 - 중심최대풍속 : 54m/s - 실측파고 : -	• 시 설 명 : 서방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 4.5m • 주 기 : 13.0sec • 파 향 : SW	• 방파제 T.T.P 파손 및 유실 157m • 피해액 : 130백만원

2) 구조물 설계파고 분석

- 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석하였다.
- 대상어항 서방파제의 파고는 전구간에 걸쳐 모두 감소한 것으로 나타났고, 동방파제에서는 모두 증가한 것으로 나타났으며, 기존 설계파와 비교한 내용은 [표 6.2.2]과 같다.

[표 6.2.2] 구조물 설계파 파고 증가비

구역 및 구분		기존 설계파			금회 설계파			파고비
		파향	파고 (m)	주기 (s)	파향	파고 (m)	주기 (s)	
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.3+5.0)	SW	4.5	13.0	WSW	2.8	8.9	0.62(▽)
	2구간 (No.3+5.0~No.31+6.0)	SW	4.5	13.0	WSW	3.8	8.8	0.84(▽)
	3구간 (No.31+6.0~No.33+6.0)	SW	4.5	13.0	WSW	3.8	8.8	0.84(▽)
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.2+3.0)	SSW	0.5	13.0	NNE	1.3	11.8	2.6(▲)
	2구간 (No.2+3.0~No.2+8.0)	SSW	0.5	13.0	NNE	1.3	11.8	2.6(▲)
	3구간 (No.2+8.0~No.4+3.0)	SSW	0.5	13.0	NNE	1.3	11.8	2.6(▲)

3) 피해원인 분석

- 대상어항은 2003년 제14호 태풍 매미에 의해 방파제 피해가 발생하였는데, 이는 태풍내습시 내습한 파랑이 설계파보다 큰 파고가 내습하여 발생된 것으로 판단되나, 현재 태풍 매미 내습 파랑은 설계기준인 50년 빈도를 초과하는 파랑으로 연구된바 보수 · 보강은 경제성을 고려하여 기존 50년 빈도 설계파를 적용하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

6.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)2.720m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 통영항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 매물도항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)2.894m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 2.720m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 2.894m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 서방파제에서 2.8~3.8m, 동방파제에서 1.3m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.3+5.0)	WSW	2.8	8.9
	2구간 (No.3+5.0~No.31+6.0)	WSW	3.8	8.8
	3구간 (No.31+6.0~No.33+6.0)	WSW	3.8	8.8
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.2+3.0)	N	1.3	11.8
	2구간 (No.2+3.0~No.2+8.0)	N	1.3	11.8
	3구간 (No.2+8.0~No.4+8.0)	N	1.3	11.8

2) 안정성 평가

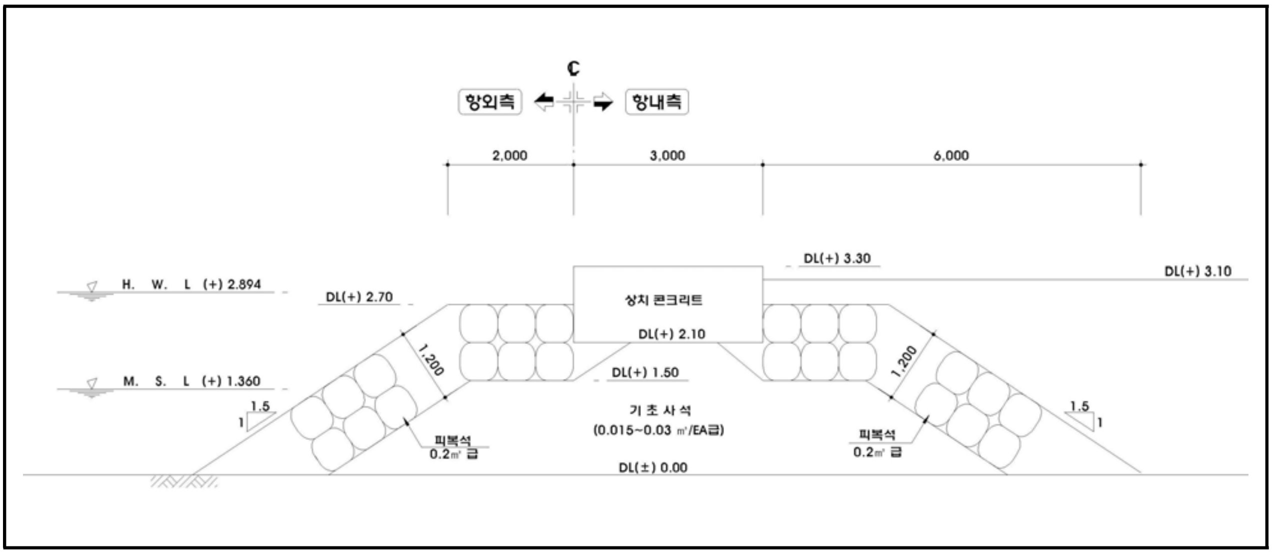
가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 매물도항의 안정성 평가 대상시설은 서방파제 336m(3구간), 동방파제 48m(3구간)으로 선정하였다.

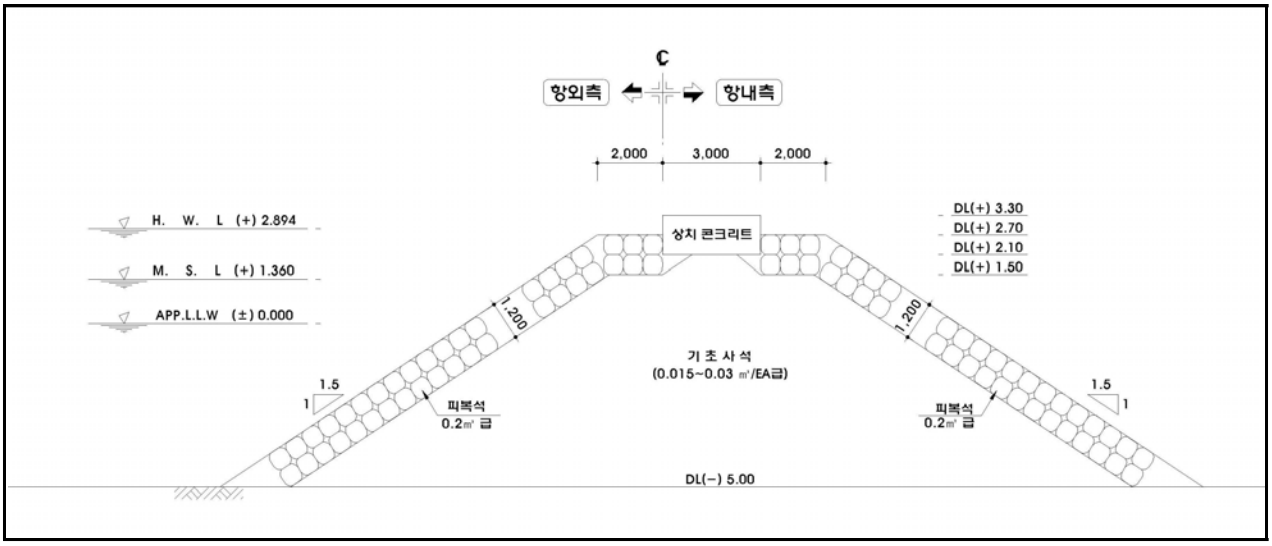
[표 6.2.3] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도		
구 분	동방파제	서방파제
연 장	48m	336m
구조형식	사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	2004년	2005년
전면수심	D.L(±)0.0~D.L(-)7.0m	D.L(-)11.0~17.0m
마루높이	D.L(+)3.3m	D.L(+)7.3~8.2m
피 복 재	피복석 0.2㎥/EA	T.T.P 12.5/16 ton
총 구 간	3개 구간	3개 구간

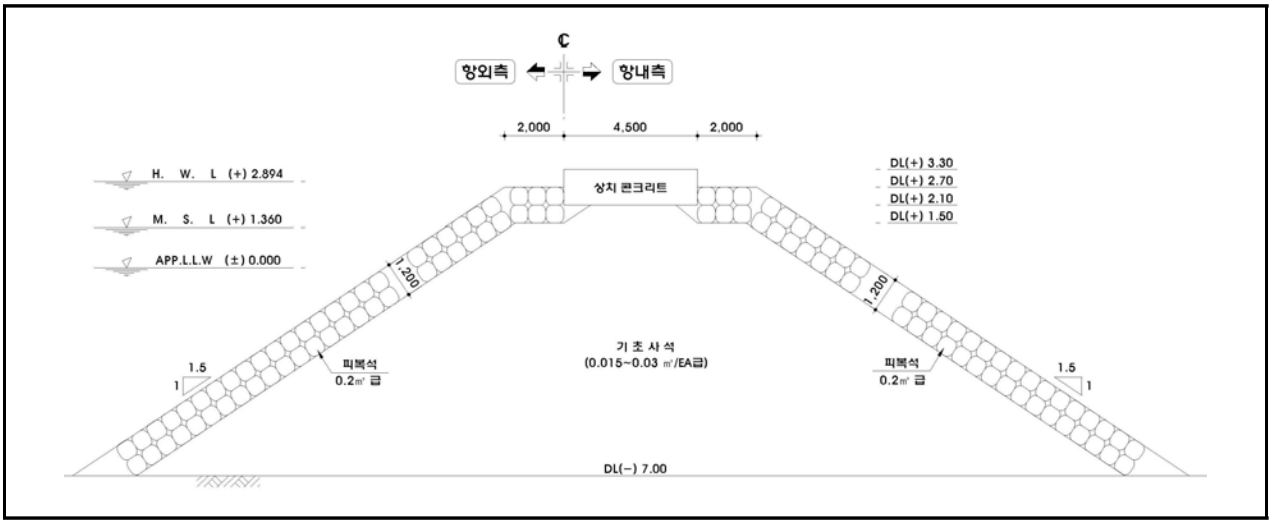
<그림 6.2.1> 동방파제 표준단면도(1구간)



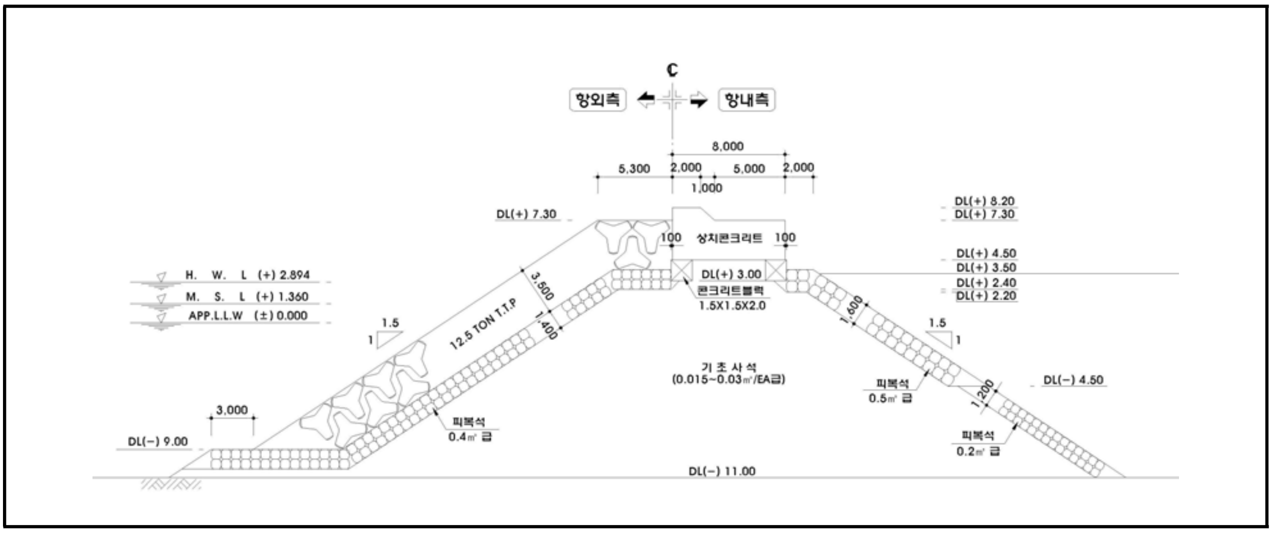
<그림 6.2.2> 동방파제 표준단면도(2구간)



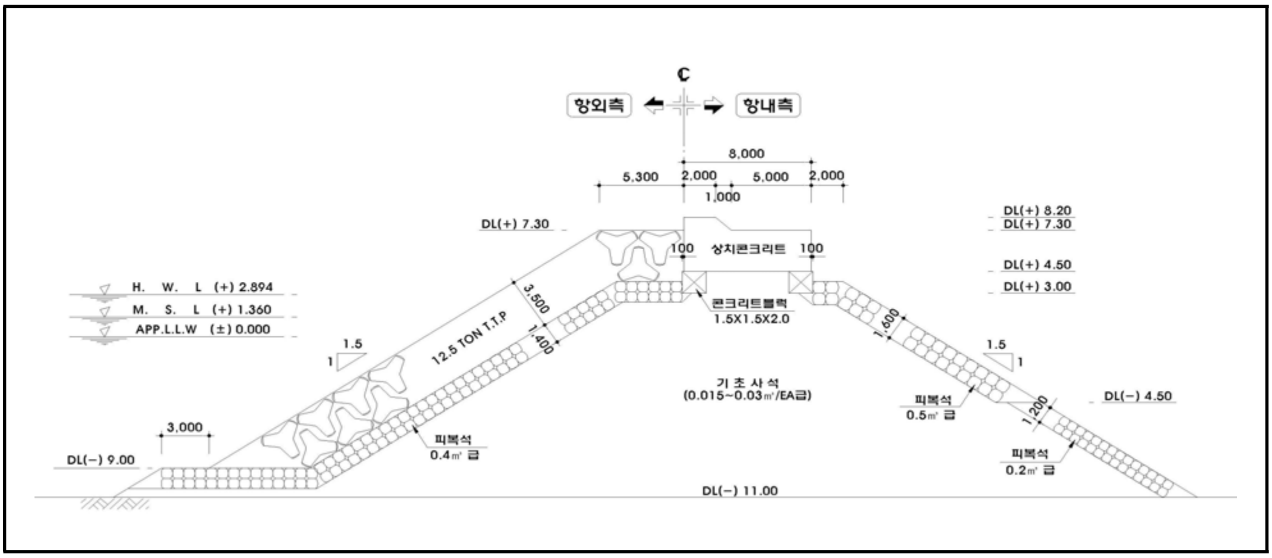
<그림 6.2.3> 동방파제 표준단면도(3구간)



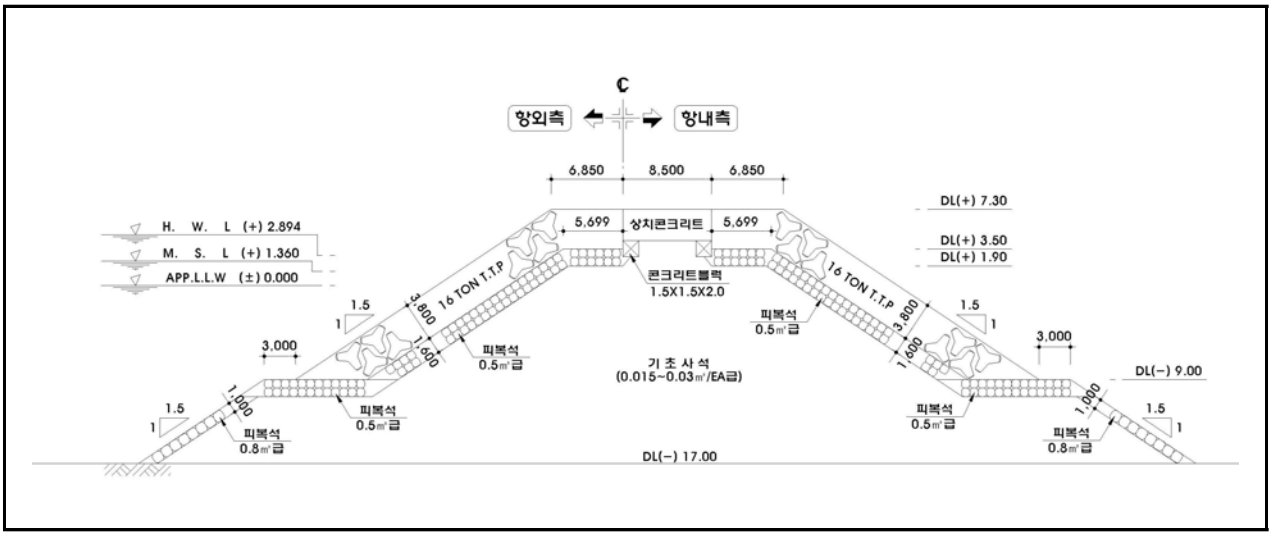
<그림 6.2.4> 서방파제 표준단면도(1구간)



<그림 6.2.5> 서방파제 표준단면도(2구간)



<그림 6.2.6> 서방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후시설이 있는 동방파제 1구간과 서방파제 1구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 적용하였으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 검토하였다.
- 검토결과 제 3 방법의 경우 다소 과대하게 산정되어 배후시설의 이용성 등을 감안하여 서방파제 1구간은 DL(+) 5.7m, 동방파제 1구간은 DL(+) 4.2m로 적용하였다.
- 서방파제는 검토결과 전구간에서는 마루높이를 만족하는 것으로 나타났으나, 동방파제는 전구간에서 마루높이가 부족한 것으로 검토되었다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
서방파제	1구간	5.7	4.5	8.9	4.2	5.7	8.2	OK
	2구간	6.7	-	-	5.1	6.7	8.2	OK
	3구간	6.7	-	-	5.1	6.7	7.3	OK
동방파제	1구간	4.2	3.5	4.9	2.5	4.2	3.3	N.G
	2구간	4.2	-	-	3.0	4.2	3.3	N.G
	3구간	4.2	-	-	3.0	4.2	3.3	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 서방파제와 동방파제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
서방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.4㎥	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 10.0ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.3㎥	피복석 0.4㎥	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 16.0ton	OK	피복석 0.3~0.4㎥	피복석 0.5㎥	OK
동방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-

라) 구조물 안정검토

• 동방파제 2구간의 활동이 0.40, 전도가 0.80으로 안정이 미확보 되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
서방파제	1구간	3.34	OK	10.97	OK	-	-
	2구간	2.15	OK	6.38	OK	2.15	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-
동방파제	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	0.40	N.G	0.80	N.G	1.43	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

6.2.4 평가 및 결론

- 서방파제는 전 구간에서 마루높이와 피복재 소요 중량, 상부공 및 제체 안정성이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.
- 동방파제의 경우 전 구간에서 마루높이가 부족하고 2구간에서 활동과 전도에 대한 안정성이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 6.2.4] 안정성 검토 결과

구 분				서방파제			동방파제		
				1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		8.2	8.2	7.3	3.3	3.3	3.3
		금 회		5.7	6.7	6.7	4.2	4.2	4.2
		판 정		OK	OK	OK	N.G	N.G	N.G
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 16.0ton	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥
		금 회		T.T.P 3.2ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 12.5ton	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.34	2.15	-	-	0.40	-
			판정	OK	OK	-	-	N.G	-
		전도 (1.2)	산정	10.97	6.38	-	-	0.80	-
			판정	OK	OK	-	-	N.G	-
		직선 활동 (1.2)	산정	-	2.15	-	-	1.43	-
			판정	-	OK	-	-	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	필 요	필 요	필 요

6.3 보수·보강 방안 수립

6.3.1 개요

- 매물도항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수・보강이 필요한 대상시설은 동방파제 전 구간으로 평가되었다.
- 이러한 시설에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 6.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
동방파제	1구간	23m	○
	2구간	5m	○
	3구간	20m	○
서방파제	1구간	35m	
	2구간	281m	
	3구간	20m	

6.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

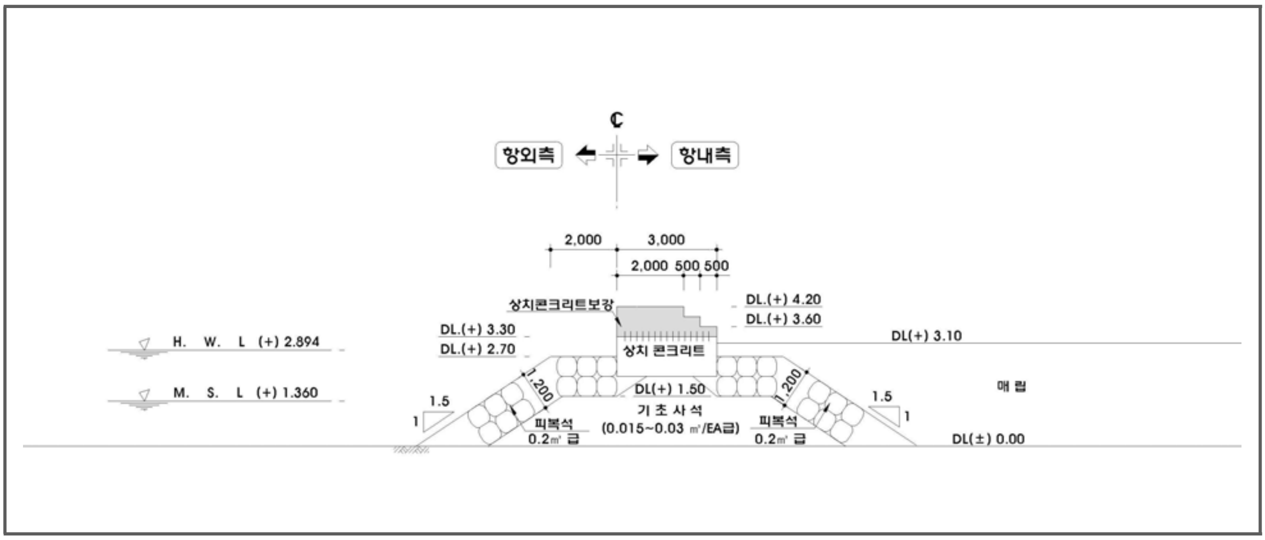
1) 동방파제

- 개정 심해파를 고려한 동방파제의 검토결과, 구조물 설계파가 약 0.8m 상승하여, 소요 마루높이가 전구간에서 미달되는 것으로 검토되어 소요 마루높이를 D.L.(+) 4.2m로 증고하여 안정성을 확보하였다.
- 1구간의 경우 배후부지와의 이용성 증대를 위해 계단형태로 상치콘크리트를 계획하였다.
- 활동, 전도 등의 상치 안정이 미확보 된 2구간에 대해서는 상치콘크리트를 증고하고 4.5m로 확폭하여 안정을 확보하였다.

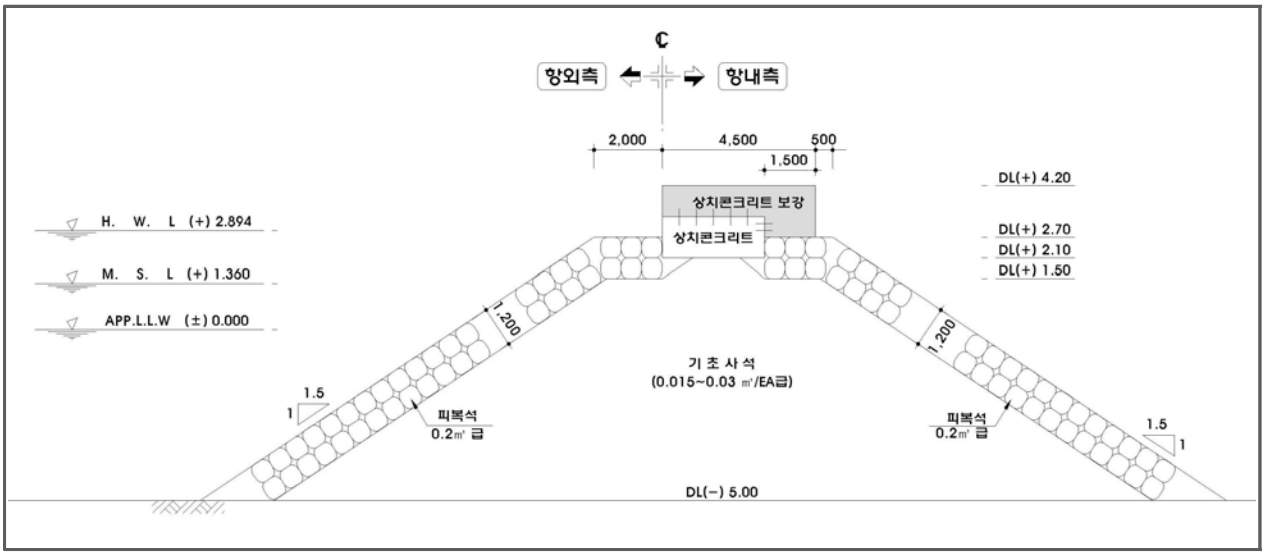
[표 6.3.2] 동방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비고
시설연장		23m	5m	20m	48m
마루 높이	현황	D.L(+)3.3m	D.L(+)3.3m	D.L(+)3.3m	
	계획	D.L(+)4.2m	D.L(+)4.2m	D.L(+)4.2m	
외측 피복재	현황	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	
	계획	-	-	-	

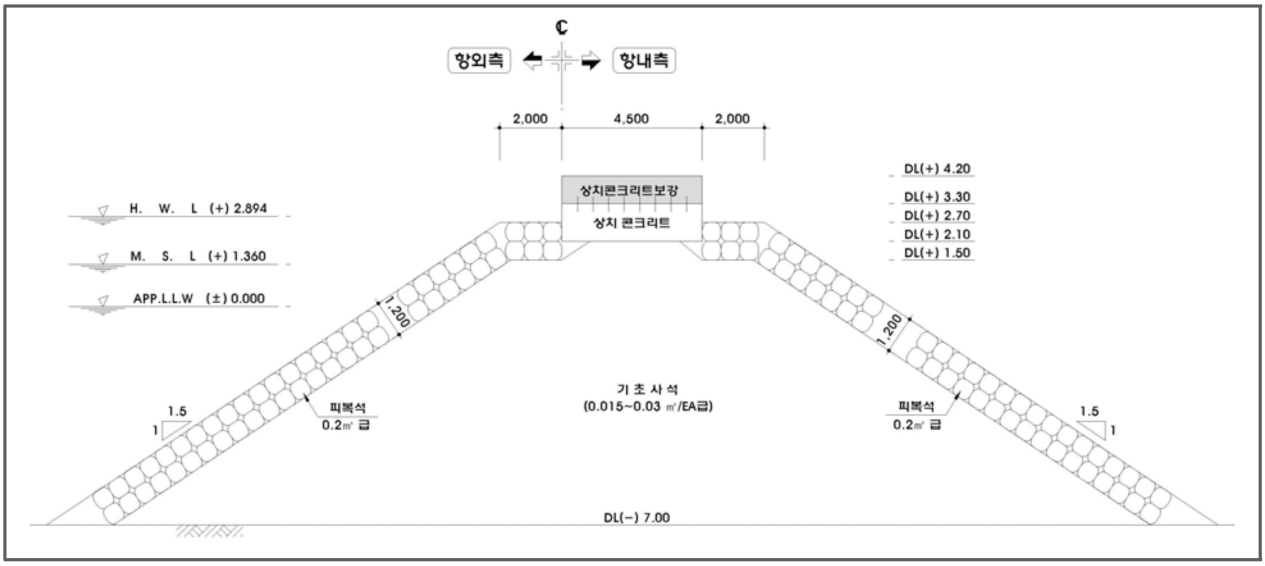
<그림 6.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



<그림 6.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 6.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



6.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수 · 보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
  - 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
  - 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
  - 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
  - 사 석 : 견적기준 적용
  - 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 매물도항 보수 · 보강에 소요되는 개략공사비는 약 2억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
동방파제	48	-	121	
1구간	23	2	46	· 상치 보강
2구간	5	3	15	· 상치 보강
3구간	20	3	60	· 상치 보강
부 대 비	-	-	50	· 등대이설(1기)
합 계	48	-	171	

제7장 원전항

제 7 장 원전항

7.1 기초자료조사

7.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 원전항은 마산, 진해항과 거제, 통영항을 운항하는 마산의 최남단에 위치한 항으로 전면에는 실리도가 자리잡고 있어 파랑을 막아주고 있으나 거리가 가까워 협수로 형태를 형성하고 있어 조류의 영향을 비교적 많이 받는 곳이다.
- 또한 원전항은 주위의 자연경관과 풍부한 어족자원으로 관광객(낚시, 레져)이 많이 내방하고 있어 실리도와 연계된 낚시, 레져를 이용하면 관광어항으로서도 좋은 입지적 조건을 갖추고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 16년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(창원) : 1985~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 7.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	25.3
		풍 향		S
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	38.8
		풍 향		SSE
	평균풍속		m/sec	2.1
기 온	연 평 균		℃	14.9
	최 고			39.0
	최 저			-11.3
강수량	연 평 균		mm	1,566.1
	일 최 다			268.0

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	126.8
	흐 림		94.7
	안 개		4.9
	강 수		37.8
	강 설		5.3
	결 빙		67.1
	뇌 전		11.5
	폭 풍		6.2
	기 온		0.1
작업 일수	육 상		220
	해 상		230

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.9℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 26.5℃로 나타났다.
- 조사기간(1985년~2010년) 중의 최고 기온은 39.0℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.3℃ (1991년 2월)로 나타났다.

[표 7.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

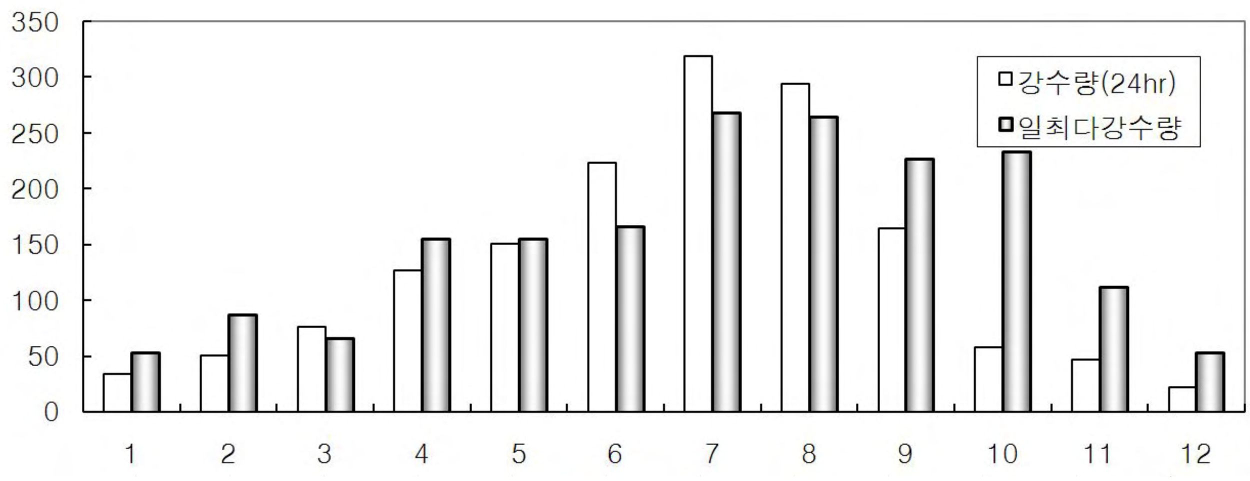
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.7	8.6	13.9	18.3	21.7	25.2	26.5	22.8	17.5	10.9	5.0	14.9
최 고	17.9	20.0	23.5	30.0	32.8	33.2	39.0	37.1	35.4	29.8	24.4	20.9	39.0
최 저	-10.5	-11.3	-5.8	0.0	6.9	10.9	15.9	17.9	10.9	2.7	-3.2	-10.1	-11.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1985년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,897.4mm, 연최소 강수량은 1994년의 814.2mm이며, 연평균 강수량은 1,566.1mm로 나타난다.

<그림 7.1.1> 강수량(mm)



[표 7.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

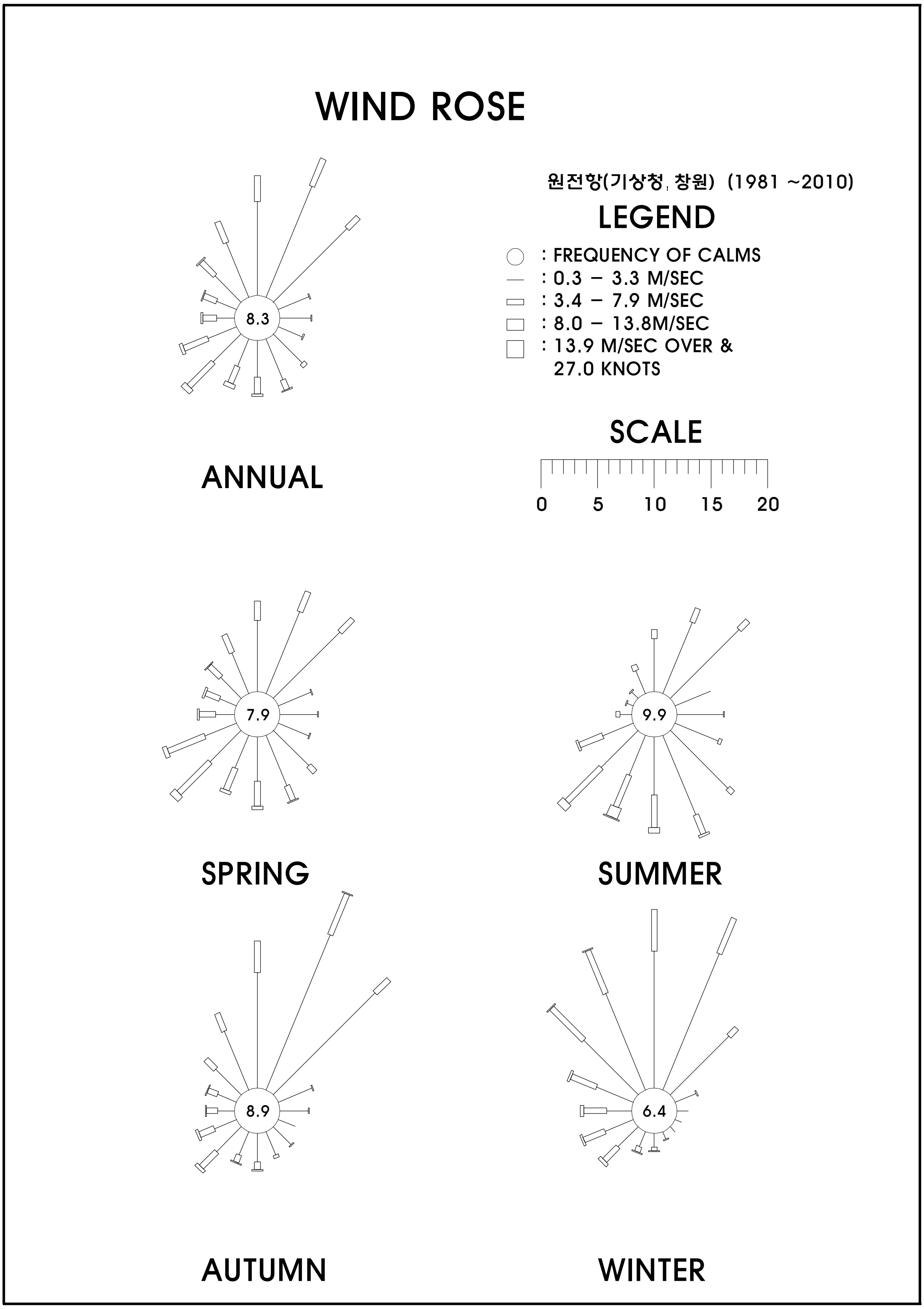
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	34.1	50.7	76.3	126.8	150.8	223.0	319.2	293.9	164.4	57.6	47.0	22.3	1566.1
일최다	52.7	87.0	66.0	155.0	154.8	166.0	268.0	264.5	227.1	233.4	112.0	53.0	268.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.1m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 25.3m/sec로 나타난다.

<그림 7.1.2> 바람장미도



[표 7.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9	2.1	2.1
최 대		12.3	13.0	16.3	19.0	14.0	13.2	25.3	20.7	24.7	16.7	16.7	13.0	25.3
		N	WNW	N	SSW	NW	NW	S	NNW	SSE	WNW	N	NNE	S
순간최대		23.7	25.1	24.0	35.0	23.0	22.0	38.0	37.0	38.8	23.2	32.0	25.0	38.8
		W	NNW	SE	SSW	NNE	NW	SE	SSE	SSE	SSW	NNW	WNW	SSE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 :1985~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 126.8일로 약 35%이고 흐린 날씨는 94.7일로 나타났다.
- 안개발생일수는 4.9일, 강수일수는 37.8일, 폭풍일수는 6.2일로 나타났다.

[표 7.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.2	13.3	10.2	10.0	9.3	4.9	3.6	5.4	7.0	13.1	16.1	17.7	126.8
흐 림	4.3	5.0	8.0	7.2	9.2	12.2	15.6	11.4	10.4	5.0	3.8	2.6	94.7
안 개	0.3	0.2	0.5	0.7	0.9	1.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	4.9
강 수	1.3	1.6	2.8	3.5	3.8	5.0	6.7	6.2	3.3	1.5	1.3	0.8	37.8
강 설	2.2	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	5.3
결 빙	24.1	17.3	5.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	18.0	67.1
뇌 전	0.0	0.0	0.3	0.6	0.8	0.9	3.4	3.5	1.0	0.5	0.5	0.0	11.5
폭 풍	0.3	0.7	0.4	0.5	0.3	0.2	0.7	0.8	0.6	0.5	0.7	0.5	6.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 7.1.6] 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)

- 원전항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 230일, 육상작업 가능일수는 220일로서 연가동률이 63%와 60% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 7.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	41.55	102.80	144.35	220.65
해 상	26.79	107.49	134.28	230.72

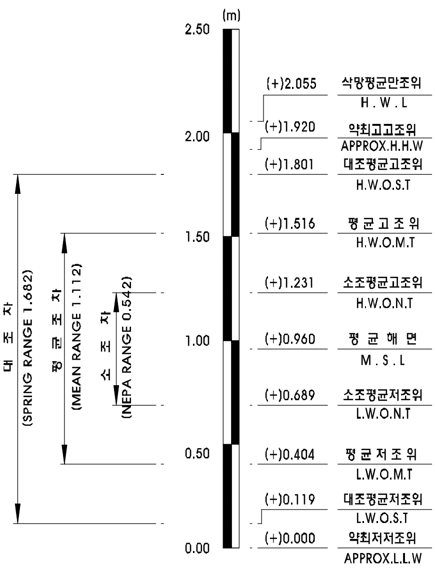
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 원전항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)1.920m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)1.801m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.960m이며, 대조차 1.682m, 평균조차 1.112m, 소조차 0.542m로 나타났다.

[표 7.1.8] 원전항의 조위

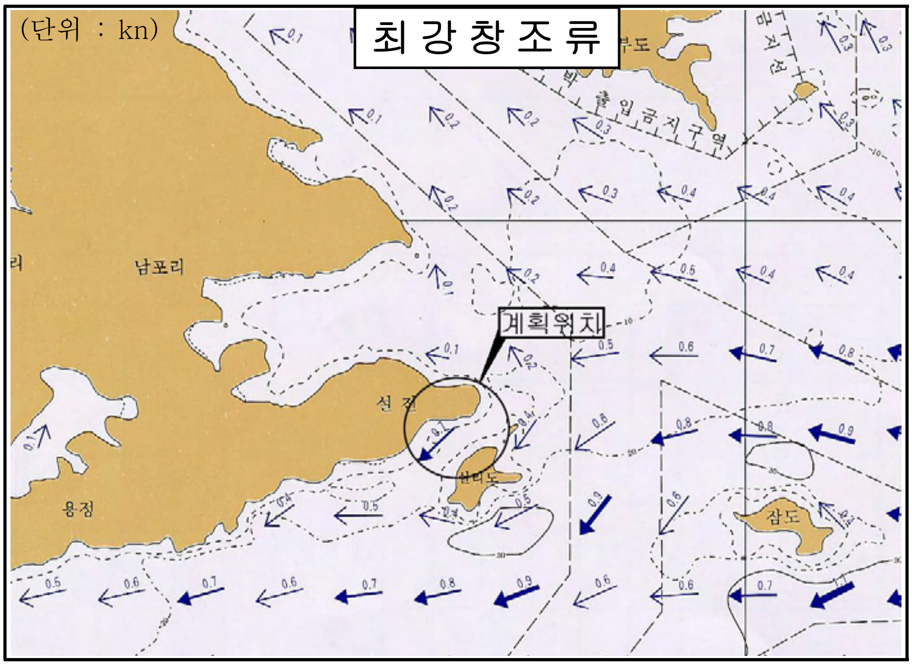
구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 205.5	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 192.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 180.1	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 151.6	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 123.1	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+) 96.0	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 68.9	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 40.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 11.9	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

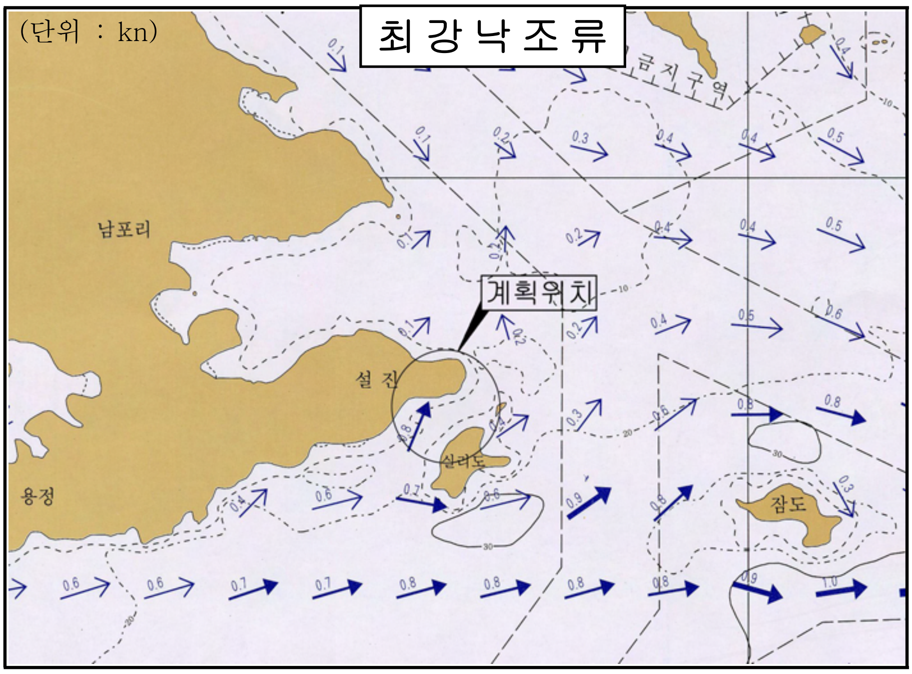
※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 진해만 및 마산항일대 해역의 창조류는 동측으로부터 가덕도~거제도 사이를 거쳐 유입하여 마산항 및 견내량 해협으로 유입되고, 낙조류는 이와 반대로 유출한다.
- 창조류는 진해항의 저조후 0.6시경에 전류하여 고조후 0.6시경까지 6.2시간 지속되며 최강창조류는 주류역에서 저조후 3.4시경에 평균대조기 최강유속이 0.5~1.3kn에 이른다.
- 낙조류는 고조후 0.6시경에 전류하여 저조후 0.6시경까지 6.2시간 지속되며 최강낙조류는 주류역에서 고조후 3.3시경에 평균대조기 최강유속이 0.4~1.3kn에 이른다.
- 해양수산부 국립해양조사원에서 발행된 조류도에 나타난 원전항 주변해역의 창·낙조시 최강유속은 0.7~0.8kn 정도이다.

<그림 7.1.3> 최강 창·낙조류





7.1.2 기존자료조사

1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 “원전항 실시설계용역 보고서(2001. 11)”에 수록된 원전항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 7.1.4> 수심 및 지형측량도

※ 자료 : 원전항 실시설계용역 보고서(2001. 11)

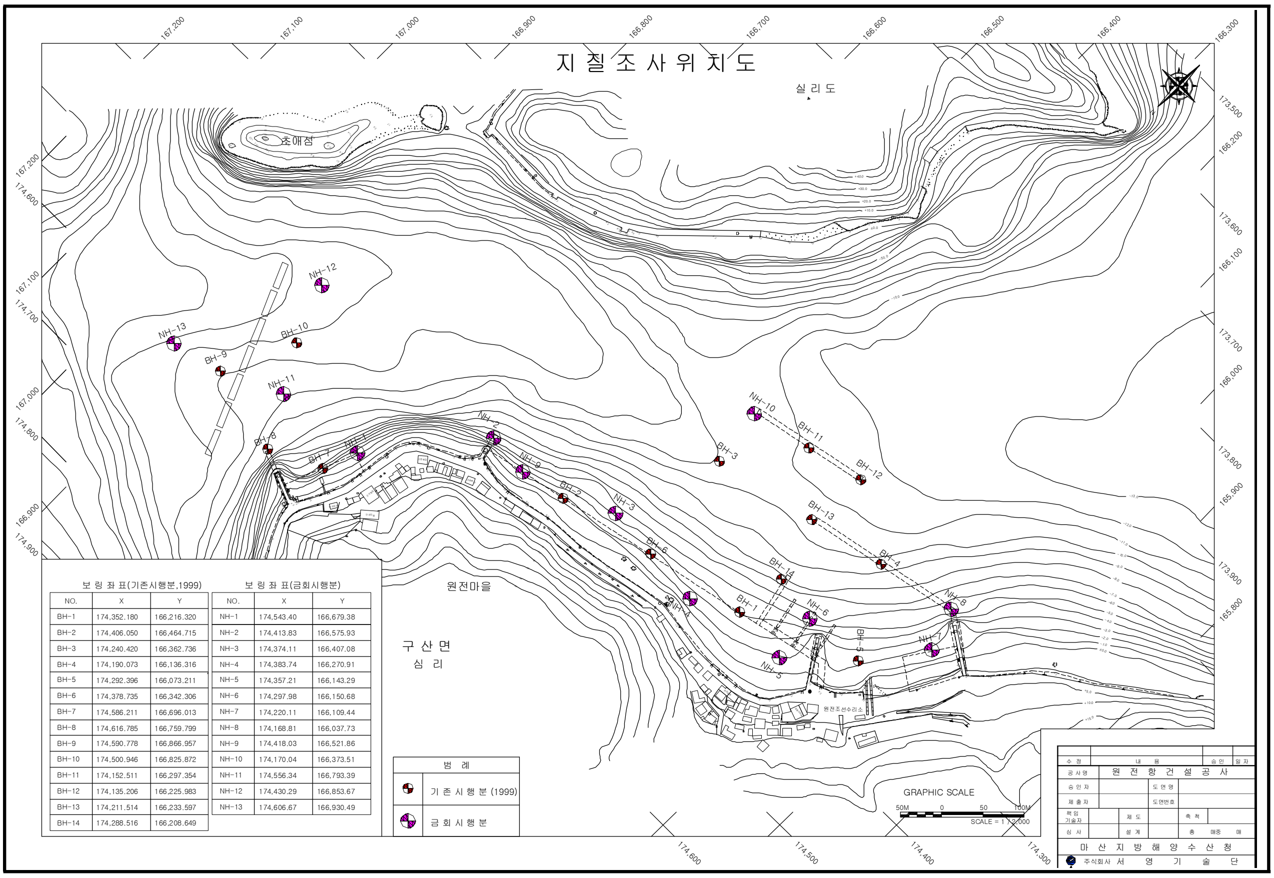
2) 지반조사

가) 개 요

• 지반조사 자료는 기존에 수행된 “원전항 실시설계용역 보고서(2001. 11)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 7.1.5> 조사위치도



보 링 좌 표(기존시행분,1999)

NO.	X	Y
BH-1	174,352.180	166,216.320
BH-2	174,406.050	166,464.715
BH-3	174,240.420	166,362.736
BH-4	174,190.073	166,136.316
BH-5	174,292.396	166,073.211
BH-6	174,378.735	166,342.306
BH-7	174,586.211	166,696.013
BH-8	174,616.785	166,759.799
BH-9	174,590.778	166,866.957
BH-10	174,500.946	166,825.872
BH-11	174,152.511	166,297.354
BH-12	174,135.206	166,225.983
BH-13	174,211.514	166,233.597
BH-14	174,288.516	166,208.649

보 링 좌 표(금회시행분)

NO.	X	Y
NH-1	174,543.40	166,679.38
NH-2	174,413.83	166,575.93
NH-3	174,374.11	166,407.08
NH-4	174,383.74	166,270.91
NH-5	174,357.21	166,143.29
NH-6	174,297.98	166,150.68
NH-7	174,220.11	166,109.44
NH-8	174,168.81	166,037.73
NH-9	174,418.03	166,521.86
NH-10	174,170.04	166,373.51
NH-11	174,556.34	166,793.39
NH-12	174,430.29	166,853.67
NH-13	174,606.67	166,930.49

공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	4.3	174,352.18	166,216.32	2000. 1
BH-2	2.3	174,406.05	166,464.72	
BH-3	10.3	174,240.42	166,362.74	
BH-4	10.1	174,190.07	166,136.32	
BH-5	2.2	174,292.40	166,073.21	2000. 4
BH-6	2.5	174,378.74	166,342.31	
BH-7	3.6	174,586.21	166,696.01	
BH-8	11.0	174,616.79	166,759.80	
BH-9	13.3	174,590.78	166,866.96	
BH-10	13.6	174,500.95	166,825.87	
BH-11	11.1	174,152.51	166,297.35	
BH-12	11.3	174,135.21	166,225.98	
BH-13	10.4	174,211.51	166,233.60	
BH-14	7.6	174,288.52	166,208.65	
NH-1	2.7	174,543.40	166,679.38	2001. 6
NH-2	5.6	174,413.83	166,575.93	
NH-3	4.4	174,374.11	166,407.08	
NH-4	2.5	174,383.74	166,270.91	
NH-5	1.9	174,357.21	166,143.29	
NH-6	5.5	174,297.98	166,150.68	
NH-7	1.7	174,220.11	166,019.44	
NH-8	5.5	174,168.81	166,037.73	
NH-9	2.4	174,418.03	166,521.86	
NH-10	10.5	174,170.04	166,373.51	
NH-11	12.1	174,556.34	166,793.39	
NH-12	14.5	174,430.29	166,853.67	
NH-13	14.9	174,606.67	166,930.49	

다) 지형 및 지질

- 본 지역은 행정구역상 경남 마산시 구산면 원전리 일원으로 조사지역 주변의 산계는 부지 북서측의 옥녀봉(해발 175.7m), 금주산(해발 95m), 서측의 경두산(해발 173.1m)이 일정한 산계의 형성 없이 독립적으로 발달하고 있다.
- 본역의 수계는 특별한 하천의 발달이 없이 산계의 방향성에 따라 비교적 짧은 수지상의 소지류를 이루면서 남해로 유입되고 있다.
- 본 조사지역의 기반암은 중생대 쥬라기 및 백악기의 화강편마암과 안산암질암이 주류를 이루고 있으며, 지역적으로 퇴적암이 소규모로 분포하고 있다. 또한 이들 암체는 부분적으로 석영맥 등에 의해 관입되어 분포하고 있다.
- 본 조사지역 해상으로 해성퇴적층이 비교적 두꺼운 층후로 분포를 보이며, 점성토, 모래 및 자갈등이 주로 분포하고 있고, 점성토층은 매우 연약한 상태로 분포하고 있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 퇴적층

- 본 층은 바람, 조류 등의 물리적 작용에 의해 퇴적된 층으로써 조사지역 최상부를 구성하고 있으며 0.6~24.9m의 층후로 구성되어 있고, 상부에는 모래 및 점성토, 하부에는 모래 및 자갈이 분포하고 있다. 특히 동방파제 및 북방파제 지역인 BH-8, 9 ,10 및 NH-11, 12, 13공에서 연약한 모래층 및 점성토층(N치-rod자중관입에서 6이하)이 3.6~23.7m의 두께로 비교적 깊게 분포하고 있다.

- 풍화대층

- 풍화대층은 기반이 오랜기간동안 물리적 또는 화학적 작용에 의해 풍화를 받아 원지반에서 잔류하고 있는 층으로 풍화정도에 따라 풍화토층과 풍화암층으로 구분한다. 풍화토층은 모암이 토사화되어 원지반에 잔류하고 있는 층이며, 풍화암층은 모암의 조직과 구조는 유지하고 있으나 역학적 성질은 거의 상실한 층으로 실제 지반에는 그 구분이 명확하지 않고 금회 조사에서는 표준관입시험에 의한 관입저항치(N)를 50회/15cm를 기준으로 하여 풍화토와 풍화암층으로 구분하였다.

- 연암층

- 모암인 편마암(Gneiss)이 풍화작용을 받아 심한풍화~보통풍화(HW~MW)된 상태로 전 조사공에서 분포하고 갈색, 회갈색 및 청회색을 띄고 있다. 시추조사 결과 회수된 코아를 관찰하면 암질상태는 균열 및 절리가 매우 발달 되어 있어 전반적으로 코아회수율이 저조하게 나타났으며, 절리 및 파쇄면을 따라 풍화가 진행중이고 암질은 약함 ~ 보통강함 정도를 나타내고 있다. 시추작업 과정에서 채취된 암석 Core는 전반적으로 암편상 및 단주상 코아 형태로 회수 되었다.

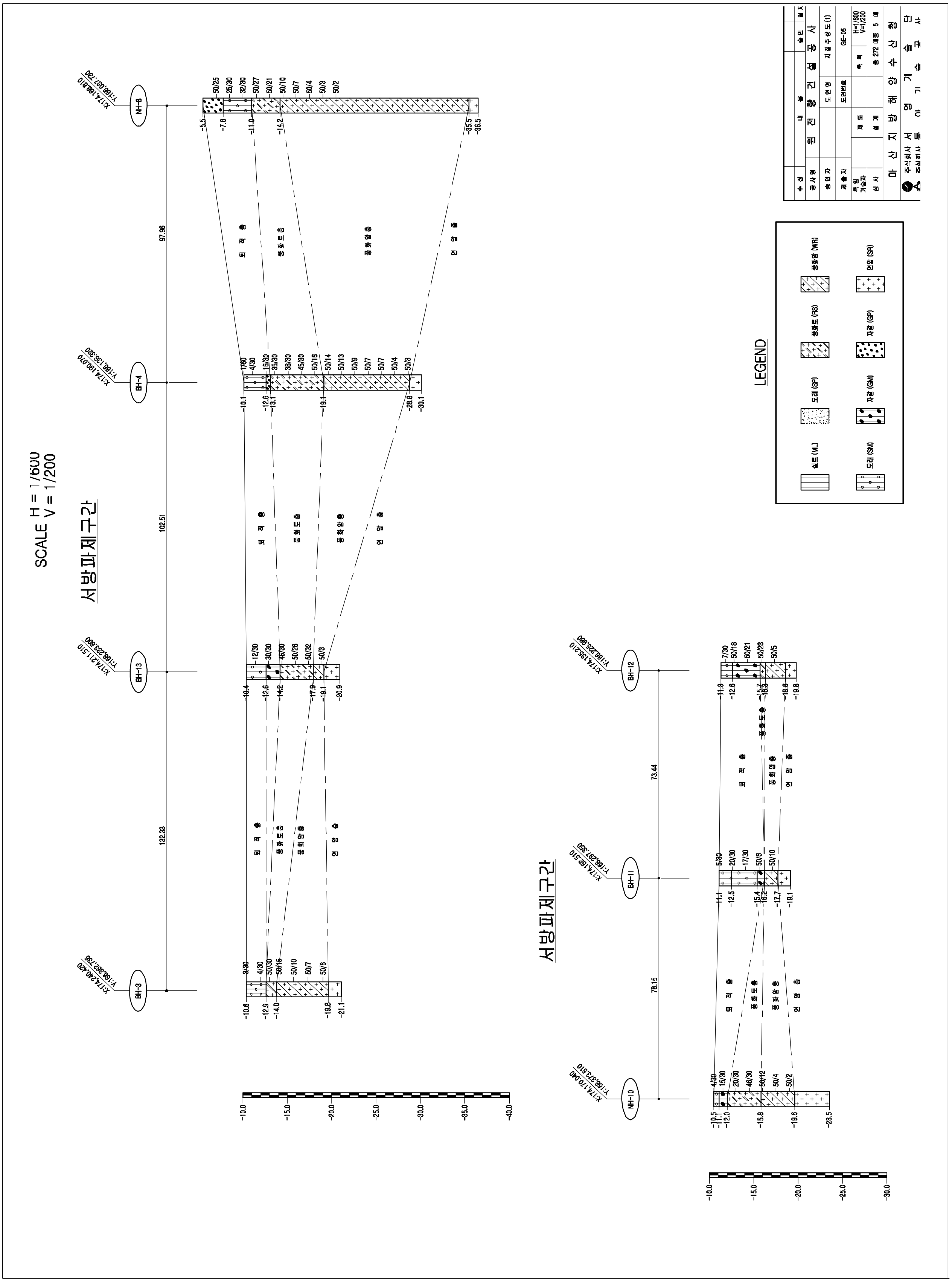
[표 7.1.9] 시추조사 결과

구 분	점성토	모래	자갈	전석	풍화토	풍화암	연암	계	비 고
BH-1	-	3.1	-	-	5.4	9.3	1.2	3.1	
BH-2	-	-	0.6	-	-	0.3	3.6	0.6	
BH-3	-	2.3	-	-	1.1	5.8	1.3	2.3	
BH-4	-	2.5	0.5	-	6.0	9.7	1.3	20.0	
BH-5	-	2.5	0.9	-	3.3	6.3	2.0	15.0	
BH-6	-	0.8	2.1	-	-	9.2	1.0	13.1	
BH-7	-	-	1.3	-	2.1	1.2	1.9	6.5	
BH-8	3.6	3.5	3.4	-	-	-	1.4	13.5	
BH-9	19.6	0.2	0.7	-	2.4	-	1.1	24.0	
BH-10	14.4	2.0	1.2	-	2.2	-	1.2	21.0	
BH-11	-	4.3	0.8	-	-	1.5	1.4	8.0	
BH-12	-	1.3	3.1	-	-	2.3	1.2	8.5	
BH-13	-	2.2	1.6	-	3.7	1.2	1.8	10.5	
BH-14	-	2.4	1.1	-	1.7	11.3	1.5	18.0	
소 계	37.6	27.1	17.3	-	27.9	58.1	21.9	164.1	

[표 7.1.9] 계속

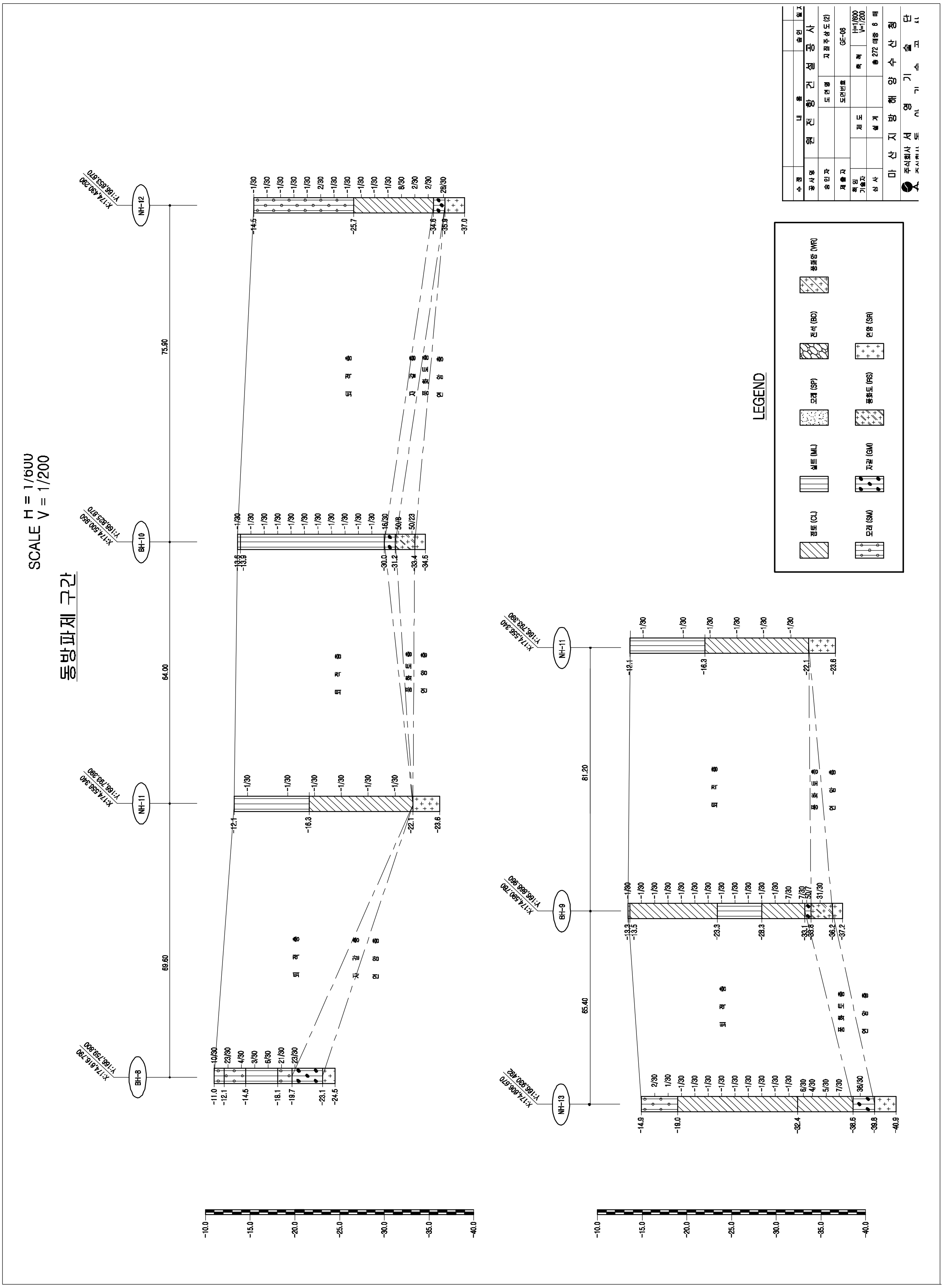
구 분	점성토	모래	자갈	전석	풍화토	풍화암	연암	계	비 고
NH-1	-	3.5	-	1.5	1.9	3.6	1	11.5	
NH-2	-	-	3.7	-	-	4.3	2	10	
NH-3	-	-	2.5	-	1.8	6.9	1.6	12.8	
NH-4	-	0.6	6.7	-	-	7.7	1	16	
NH-5	-	1.1	1.7	-	2.9	4.8	2.5	13	
NH-6	-	1.2	1.7	-	1.3	8.8	1.5	14.5	
NH-7	-	2.8	2.7	-	3.1	2.4	2	13	
NH-8	-	2.3	3.2	-	3.2	21.3	1	31	
NH-9	-	-	-	1.6	1.4	3.5	1.5	8	
NH-10	-	0.6	0.9	-	3.8	3.8	3.9	13	
NH-11	10	-	-	-	-	-	1.5	11.5	
NH-12	8.9	112	1.3	-	-	-	1.1	22.5	
NH-13	19.6	4.1	1.2	-	-	-	1.1	26	
소 계	38.5	27.4	25.6	3.1	19.4	67.1	21.7	202.8	
합 계	76.1	54.5	42.9	3.1	47.3	125.2	43.6	367	

<그림 7.1.6> 지질조사 주상도(1)



※ 자료 : 원전항 실시설계용역 보고서(2001. 11, 수산청)

<그림 7.1.7> 지질조사 주상도(2)



※ 자료 : 원전항 실시설계용역 보고서(2001. 11, 수산청)

7.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

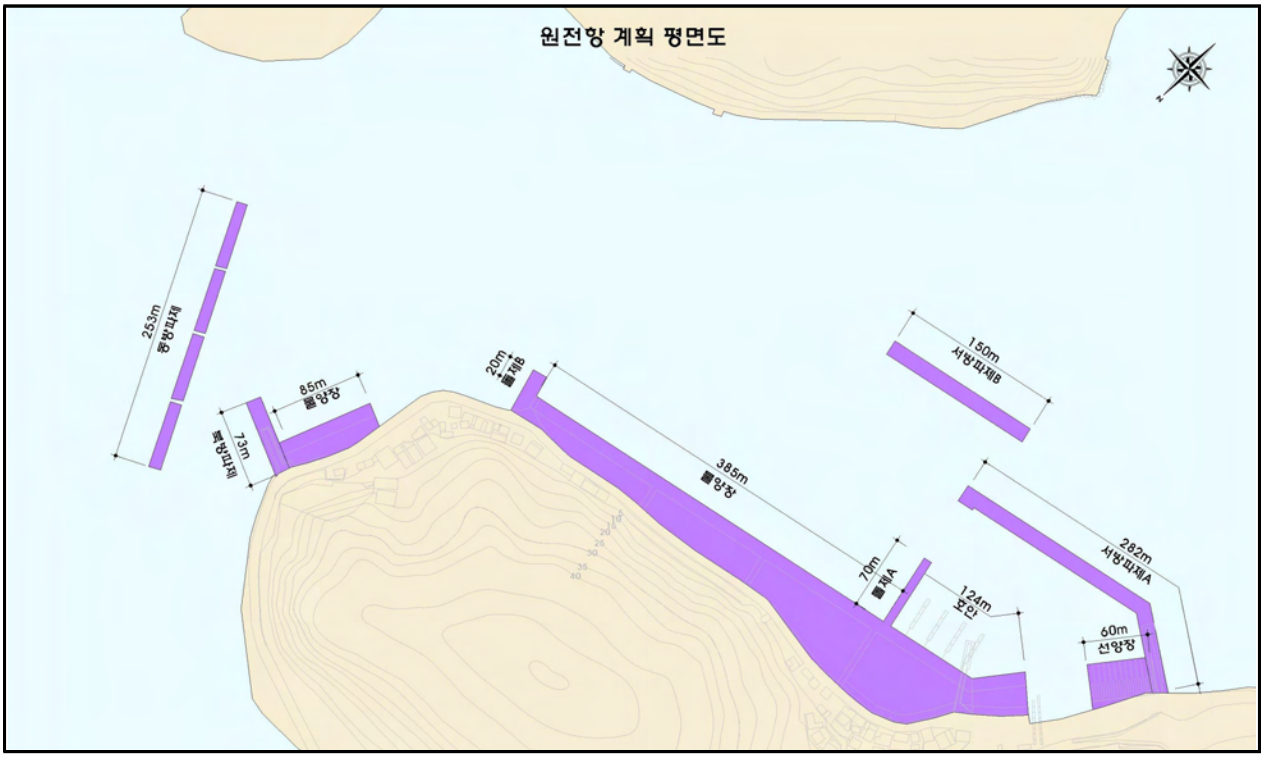
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1998년	제1종 어항 지정	
2000년	기본시설계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2001년	실시설계	
2002년	대안입찰, 착수	
2005년	물양장 개축공사 시행	
2007년	기본시설 완공	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽시설	동방파제	부유식	253m	
	서방파제	블록식혼성제	432m	
	북방파제	사석식경사제, 블록식혼성제	73m	
	돌제 A	블록식혼성제	70m	
	돌제 B	블록식혼성제	20m	
	호안	중력식	124m	
계류시설	물양장	블록식혼성제	470m	
	선양장	중력식	60m	
	부잔교	부유식	3기	

<그림 7.1.8> 원전항 현황도



<그림 7.1.9> 기존 시설현황

서방파제(외측)

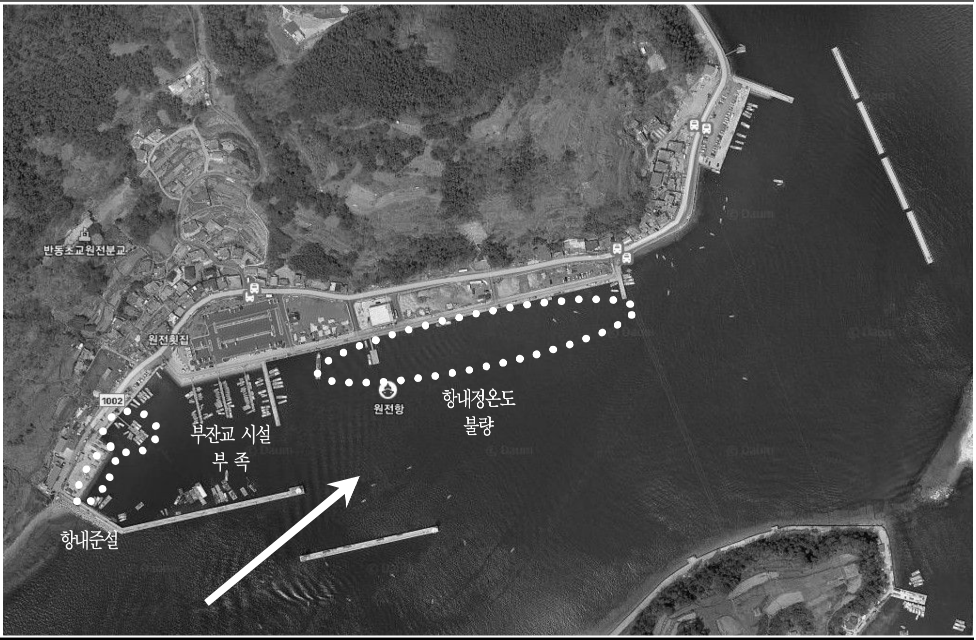
서방파제(내측)

서방파제(기부측)

서방파제(상부)

7.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
창원시청	•특별한 의견사항 없음
주민의견	•파랑에 의한 피해는 없음 •외측 서방파제와 내측 서방파제 사이의 해역으로 파랑이 전파되어 항내 정온도 불량 •부잔교 접안시 원전항 및 타지 선박이 같이 접안하여 접안시설 부족에 따른 민원 발생 •간조시 선양장을 이용하지 못해 준설이 필요 •성어기는 전어, 청어잡이 배로 인해 9~10월이며, 외래어선은 10t급 어선이 7~8 척 입항 •원전항 어선은 1~5t 소형선으로 100여척 정도가 소속되어 있음
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 원전항은 최근 새롭게 단장해 서방파제의 T.T.P 거치 및 안전난간의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 원전항은 어선의 정박기능 뿐만 아니라 관광기능을 동시에 수행하고 있다.
- 관광객 및 낚시객들이 다른 주변항에 비해서 많이 이용하고 있는 것으로 조사되었다.

7.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

7.2.1 개요

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

7.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

7.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)1.920m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 부산신항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 원전항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)2.055m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 1.920m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 2.055m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 동방파제에서 2.8m, 북방파제에서 1.8m, 서방파제A에서 2.4m, 서방파제B에서 2.6m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.25+3.0)	SE	2.8	5.5
북방파제	1구간 (No.0+0.0~No.2+5.0)	NNE	1.8	4.3
	2구간 (No.2+5.0~No.4+9.0)	NNE	1.8	4.3
	3구간 (No.4+9.0~No.6+7.0)	NNE	1.8	4.3
	4구간 (No.6+7.0~No.7+3.0)	NNE	1.8	4.3
서방파제A	1구간 (No.0+0.0~No.8+2.0)	SSE	2.4	6.2
	2구간 (No.8+2.0~No.16+2.0)	SSE	2.4	6.2
	3구간 (No.16+2.0~No.26+7.0)	SSE	2.4	6.2
	4구간 (No.26+7.0~No.28+2.0)	SSE	2.4	6.2
서방파제B	1구간 (No.0+0.0~No.9+0.0)	SE	2.6	6.1
	2구간 (No.9+0.0~No.14+1.0)	SE	2.6	6.1
	3구간 (No.14+1.0~No.15+0.0)	SE	2.6	6.1

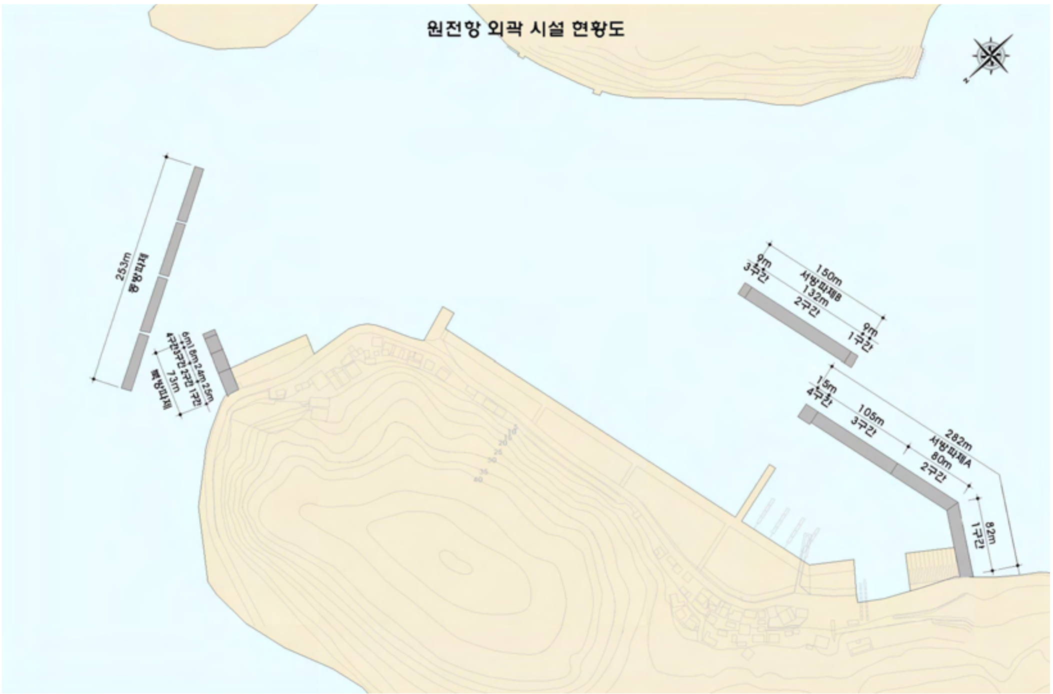
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 원전항의 안정성 평가 대상시설은 동방파제 253m(1구간), 북방파제 73m(4구간), 서방파제A 282m(4구간), 서방파제B 150m(3구간)으로 선정하였다.

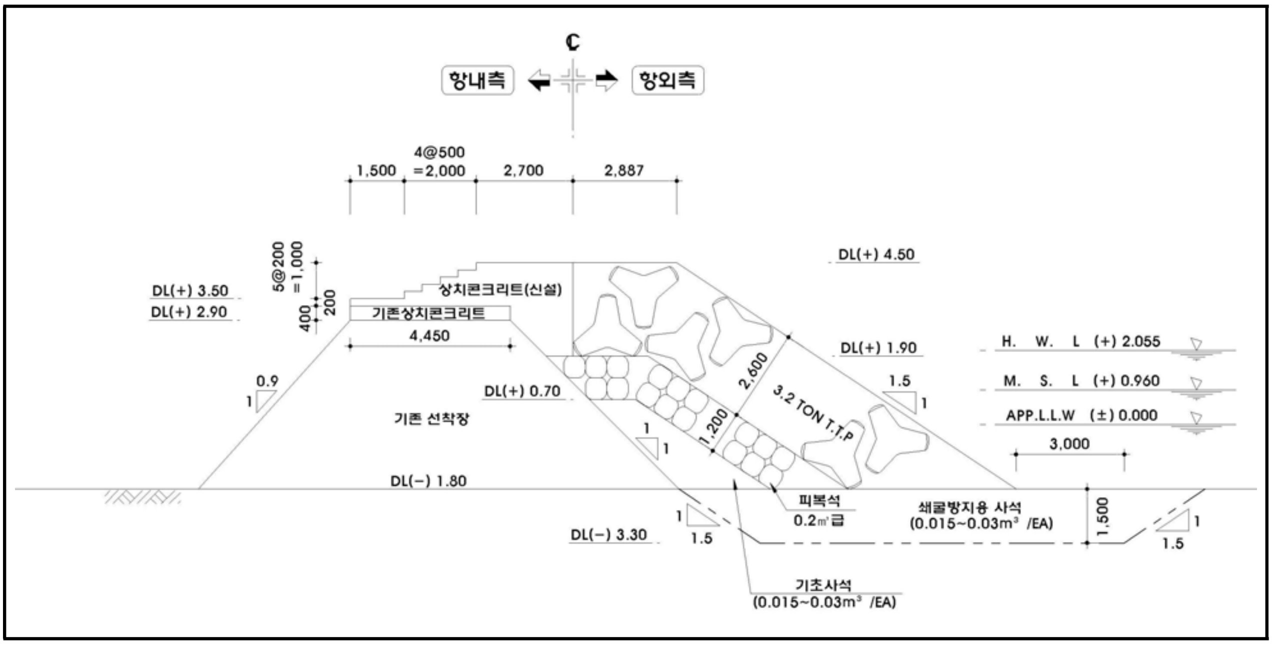
[표 7.2.1] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

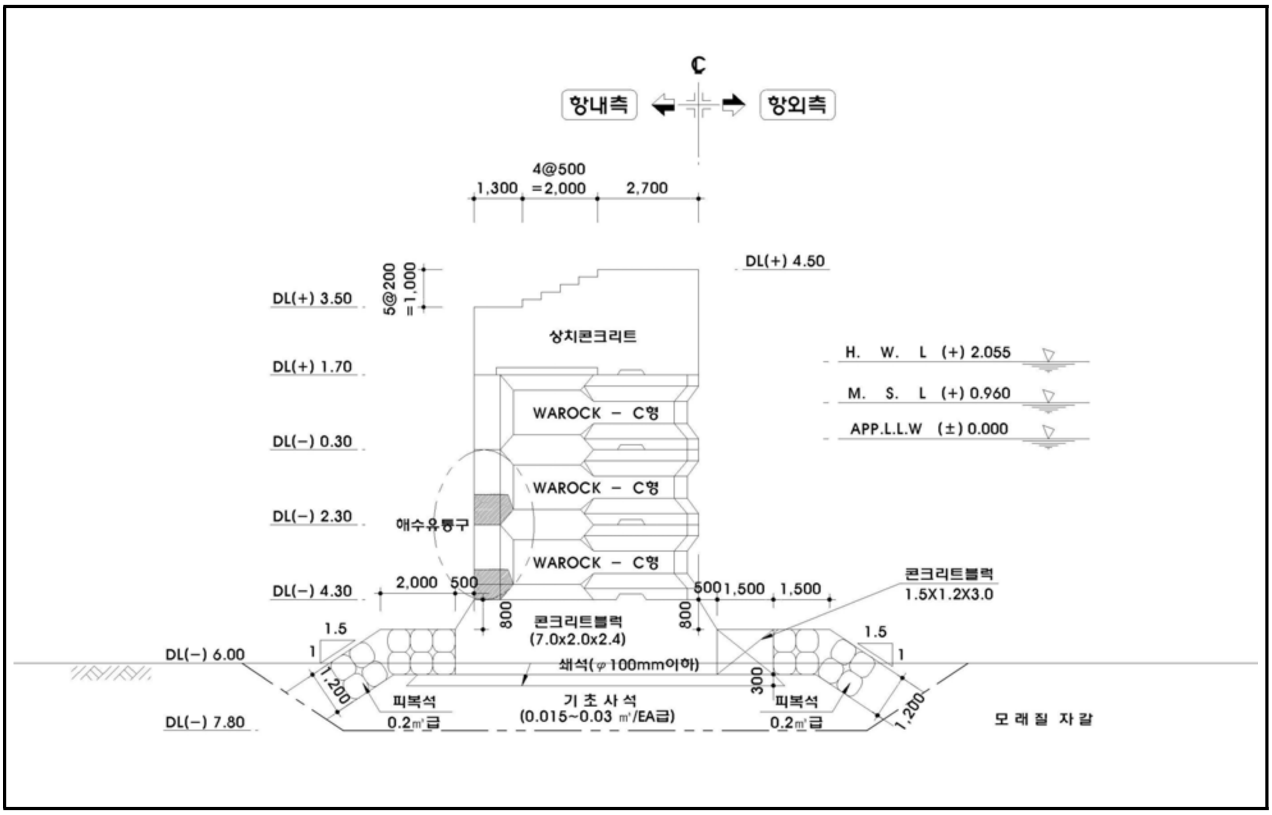


구 분	동방파제	북방파제	서방파제A	서방파제B
연 장	253m	73m	282m	150m
구조형식	부유식	사석경사제, 직립제	T.T.P 피복 사석경사제, 직립제	직립제
준공년도	2005년	2005년	2007년	-
전면수심	D.L(-)16.0m	D.L(-)1.5~10.0m	D.L(-)1.8~10.1m	D.L(-)10.5~11.0m
마루높이	-	D.L(+)3.4m	D.L(+)4.5m	D.L(+)4.5m
피 복 재	-	피복재 0.1/0.2㎥/EA	T.T.P 3.2 ton, 피복재 0.2㎥/EA	피복재 0.2㎥/EA
총 구 간	1개 구간	4개 구간	4개 구간	3개 구간

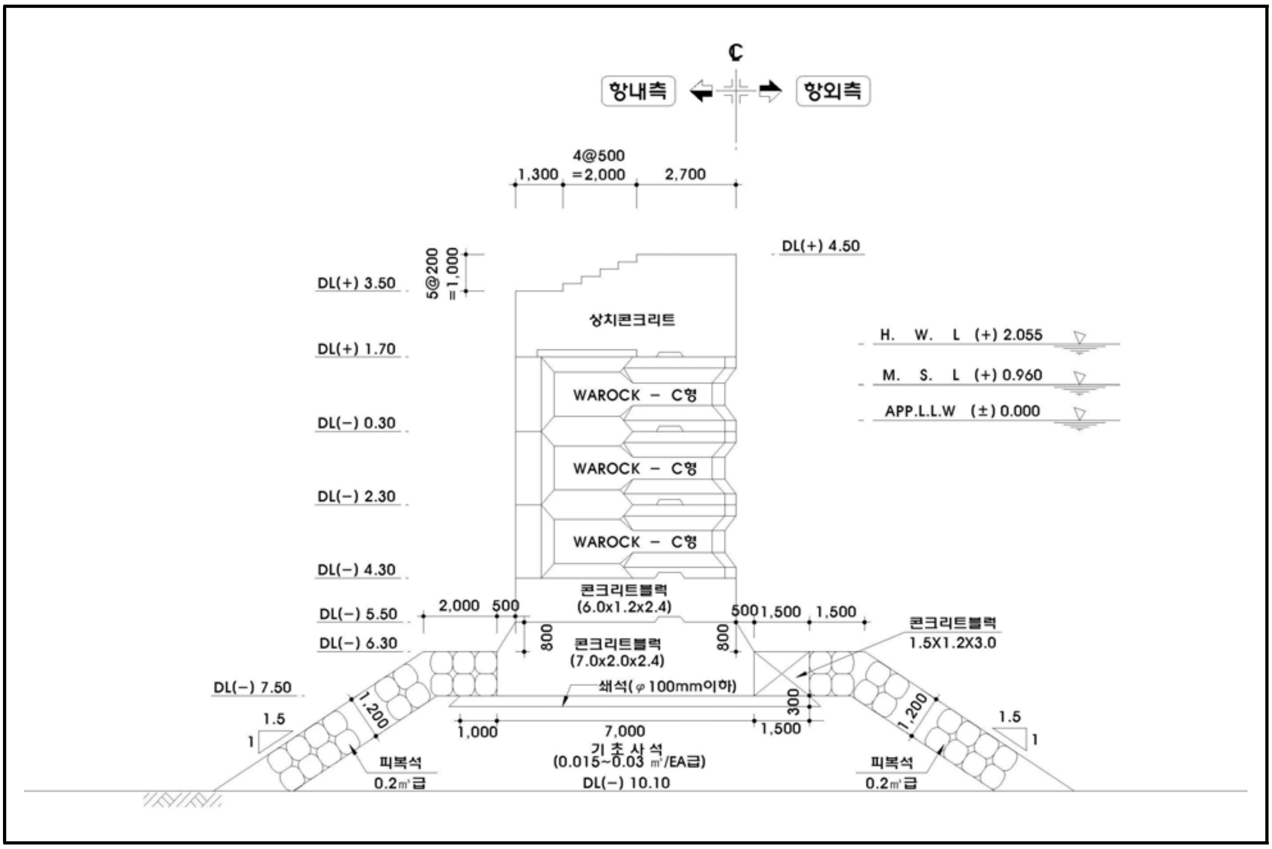
<그림 7.2.1> 서방파제A 표준단면도(1구간)



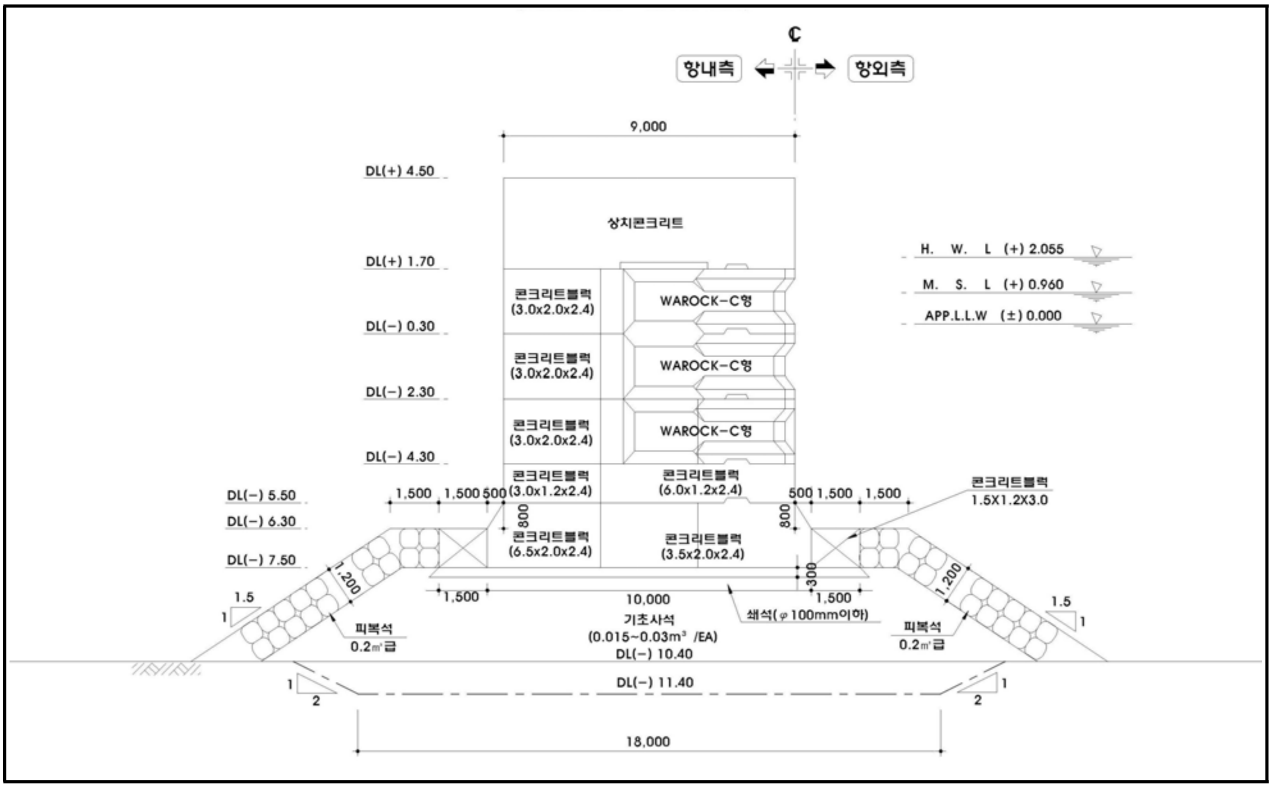
<그림 7.2.2> 서방파제A 표준단면도(2구간)



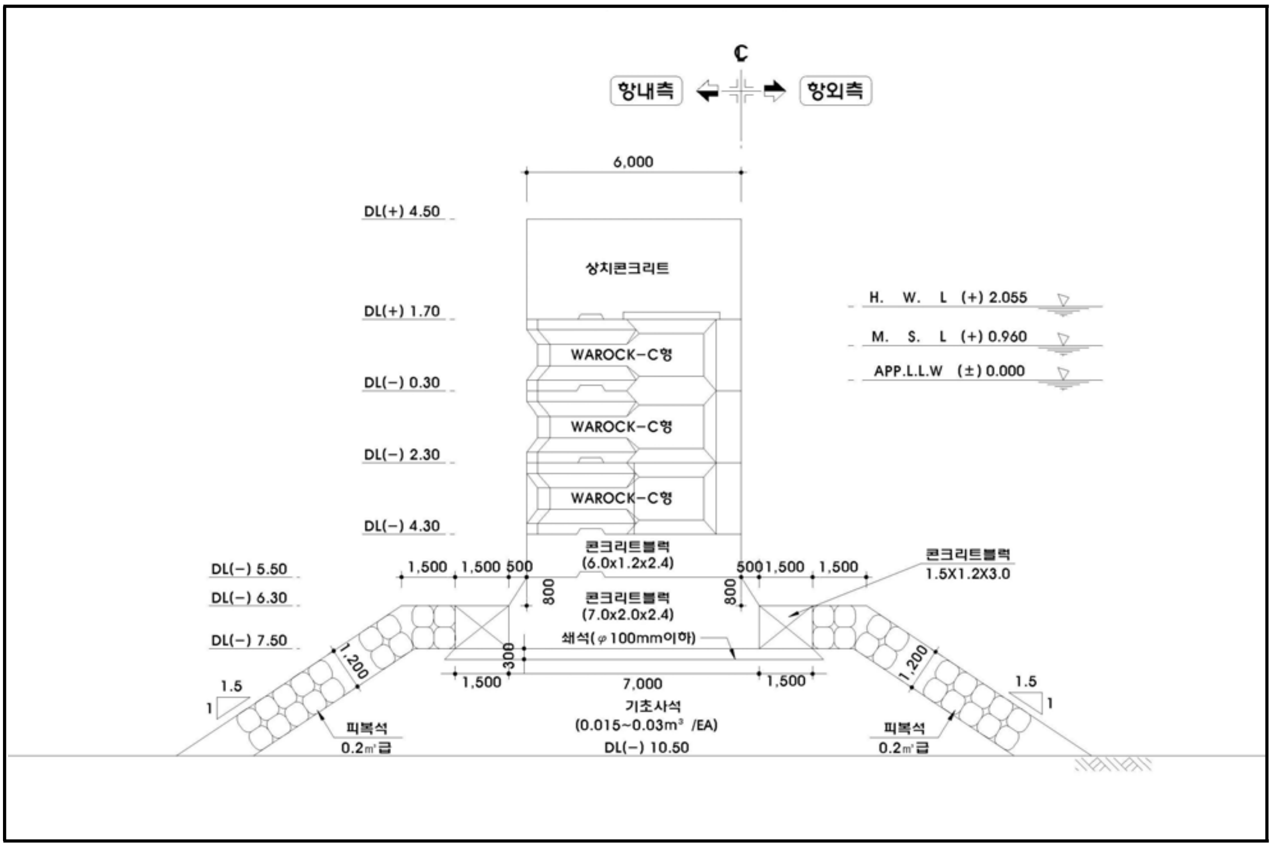
<그림 7.2.3> 서방파제A 표준단면도(3구간)



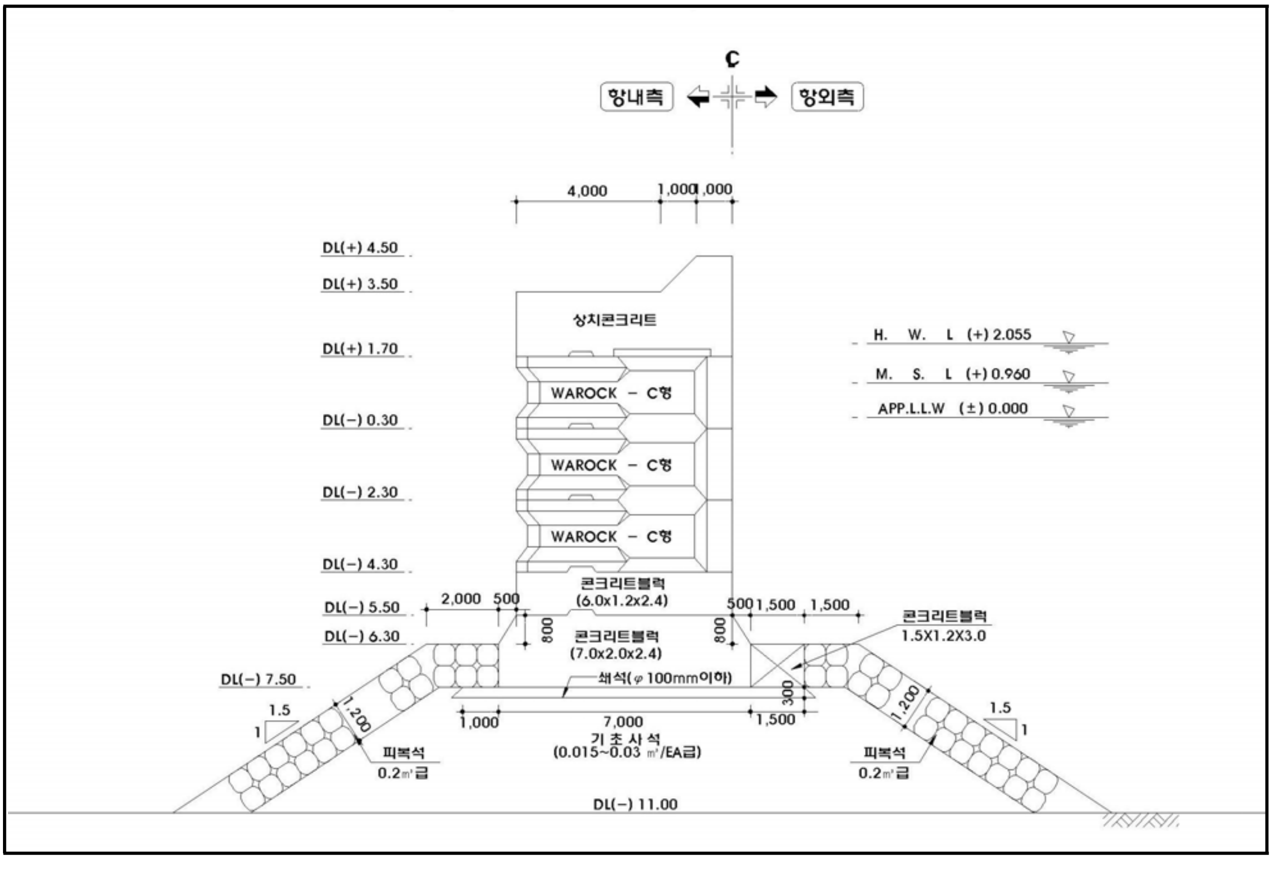
<그림 7.2.4> 서방파제A 표준단면도(4구간)



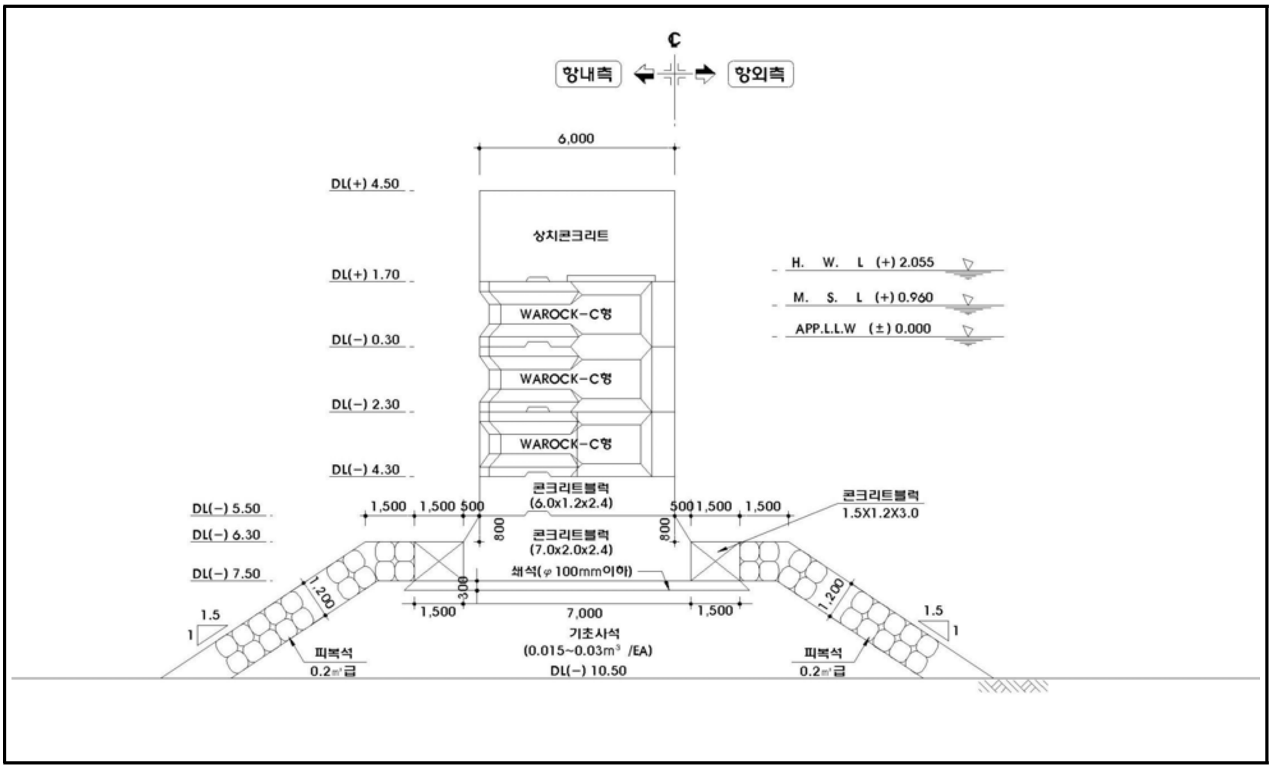
<그림 7.2.5> 서방파제B 표준단면도(1구간)



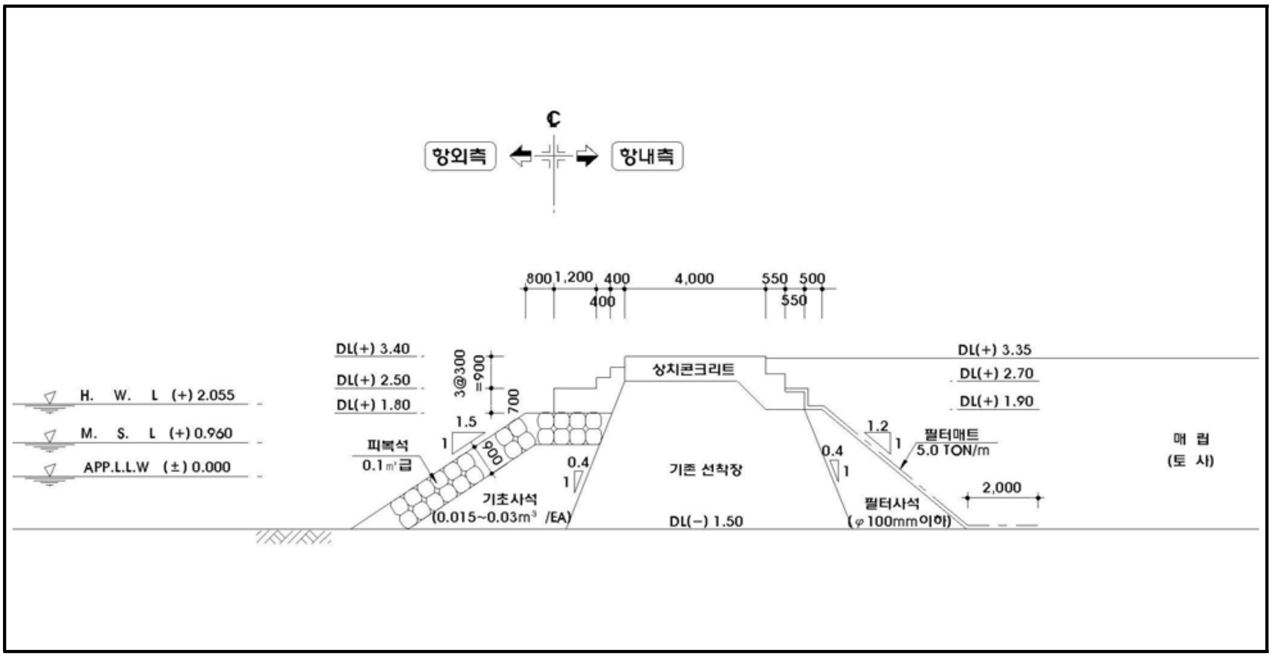
<그림 7.2.6> 서방파제B 표준단면도(2구간)



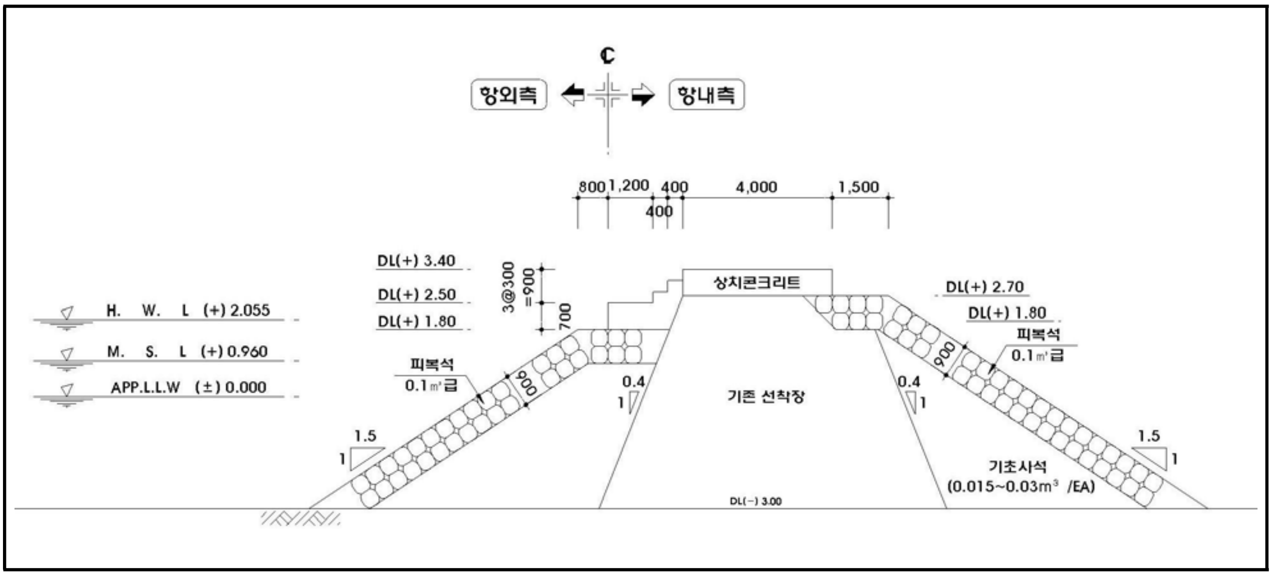
<그림 7.2.7> 서방파제B 표준단면도(3구간)



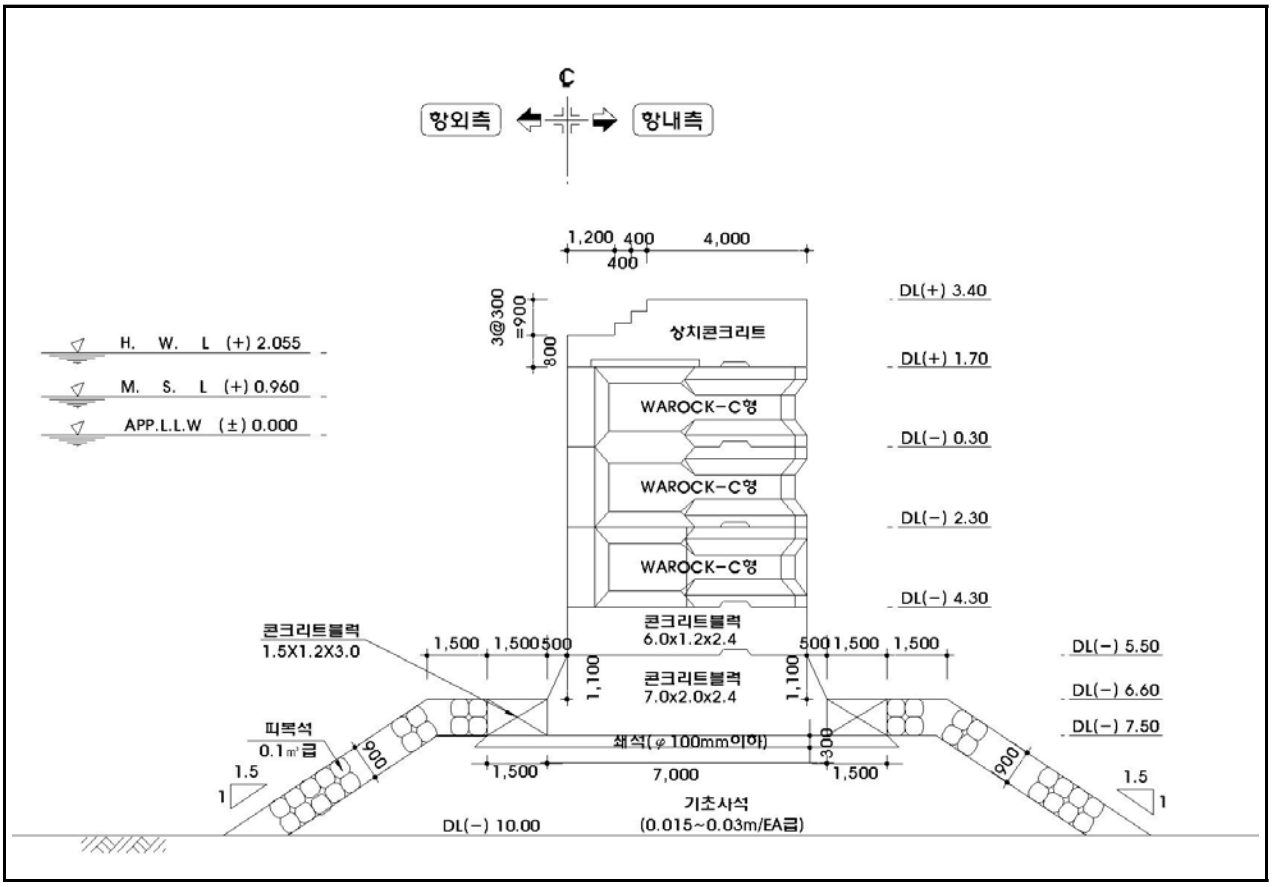
<그림 7.2.8> 북방파제 표준단면도(1구간)



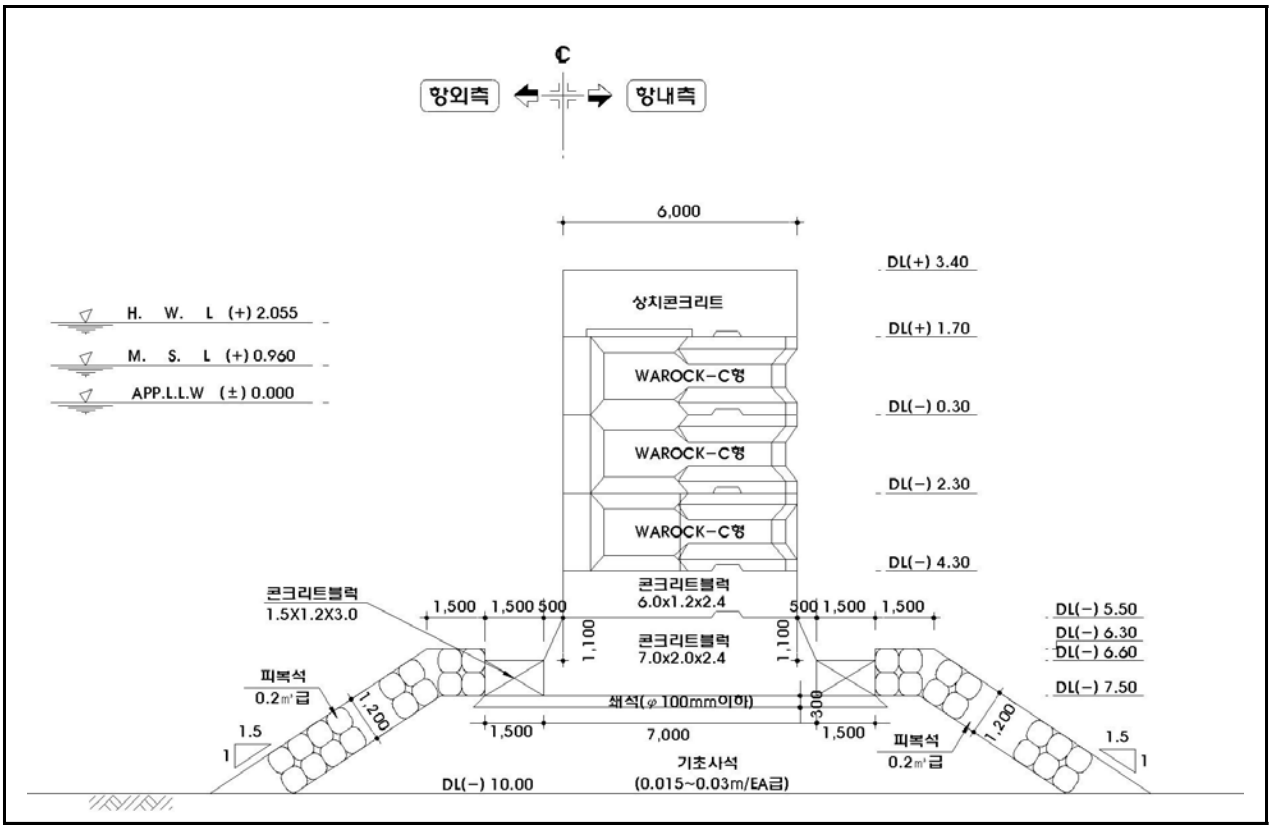
<그림 7.2.9> 북방파제 표준단면도(2구간)



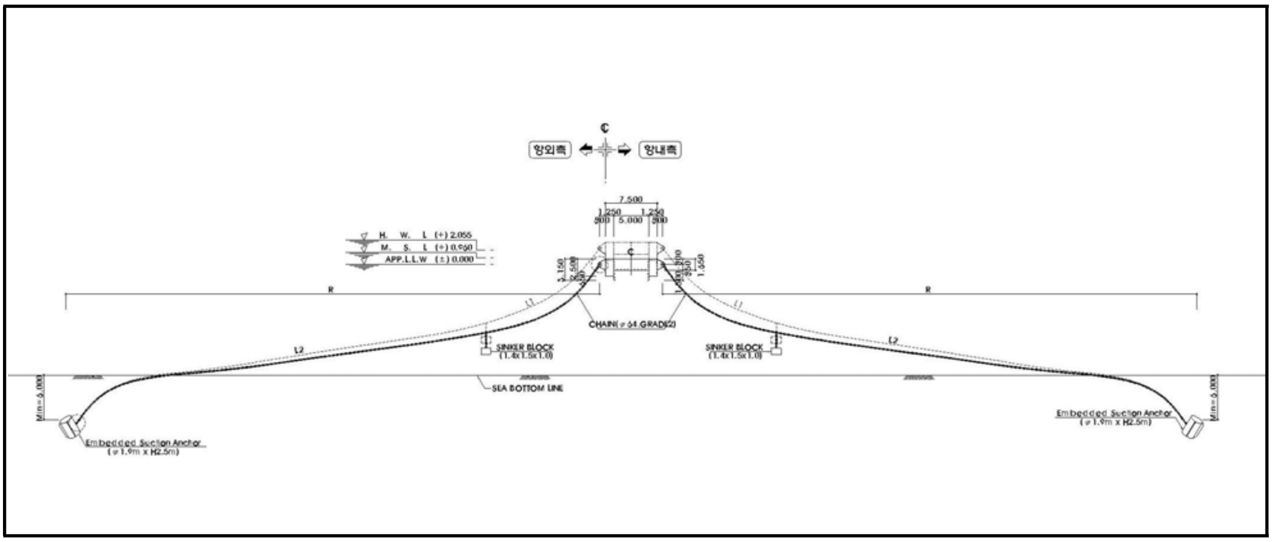
<그림 7.2.10> 북방파제 표준단면도(3구간)



<그림 7.2.11> 북방파제 표준단면도(4구간)



<그림 7.2.12> 동방파제 표준단면도(1구간)



나) 마루높이 검토

- 배후에 주차장시설이 있는 북방파제 1구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하였다.
- 검토결과 북방파제는 전구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났으며, 서방파제 A, B는 마루높이를 확보하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
동방파제	1구간	부유식 방파제						
북방파제	1구간	3.9	3.2	4.2	2.0	4.2	3.4	N.G
	2구간	3.9	-	-	2.3	3.9	3.4	N.G
	3구간	3.9	-	-	2.5	3.9	3.4	N.G
	4구간	3.9	-	-	2.6	3.9	3.4	N.G
서방파제A	1구간	4.5	-	-	2.7	4.5	4.5	OK
	2구간	4.5	-	-	3.4	4.5	4.5	OK
	3구간	4.5	-	-	3.7	4.5	4.5	OK
	4구간	4.5	-	-	3.3	4.5	4.5	OK
서방파제B	1구간	4.4	-	-	3.6	4.4	4.5	OK
	2구간	4.4	-	-	3.6	4.4	4.5	OK
	3구간	4.4	-	-	3.6	4.4	4.5	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 검토결과 북방파제 1~2구간은 피복석 0.3m^{3}이 필요한 것으로 산정되었으나, 3~4구간은 안정한 것으로 나타났다.
- 서방파제A는 전구간 모두 피복재 소요질량이 확보되어 안정한 것으로 나타났다.
- 서방파제B 1, 3구간은 외측 피복재 피복석 0.4m^3, 2구간은 외측 피복재 피복석 0.3m^{3}이 필요한 것으로 산정되었으나 1~3구간 모두 현재 피복석이 0.2m^{3}으로 보강이 필요한 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
동방파제	1구간	비쇄파대	부유식 방파제					
북방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 0.1㎥	N.G	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 0.1㎥	N.G	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.1㎥	피복석 0.1㎥	OK	-	-	-
	4구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
서방파제 A	1구간	쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	2구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
	4구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
서방파제 B	1구간	비쇄파대	피복석 0.4㎥	피복석 0.2㎥	N.G	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 0.2㎥	N.G	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.4㎥	피복석 0.2㎥	N.G	-	-	-

라) 구조물 안정검토

- 서방파제B 2구간의 활동이 1.14로 안정이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.
- 북방파제, 서방파제A는 전구간 모두 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시						지 진 시					
		상부공				제체공		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정	산정	판정	산정	판정	산정	판정
동방파제	1구간	부유식 방파제											
북방파제	1구간	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2구간	2.90	OK	5.49	OK	-	-	-	-	-	-	-	-
	3구간	1.71	OK	4.27	OK	2.84	OK	1.32	OK	2.67	OK	2.10	OK
	4구간	2.46	OK	4.47	OK	2.88	OK	1.79	OK	2.76	OK	2.13	OK
서방파제 A	1구간	2.61	OK	12.96	OK	1.43	OK	-	-	-	-	-	-
	2구간	1.68	OK	2.94	OK	3.27	OK	1.33	OK	2.39	OK	2.37	OK
	3구간	1.66	OK	2.58	OK	2.14	OK	1.32	OK	1.86	OK	1.69	OK
	4구간	3.07	OK	5.45	OK	2.81	OK	2.13	OK	3.64	OK	2.18	OK
서방파제 B	1구간	1.86	OK	2.44	OK	2.10	OK	1.46	OK	1.78	OK	1.55	OK
	2구간	1.14	N.G	2.27	OK	1.84	OK	0.95	N.G	1.68	OK	1.49	OK
	3구간	1.86	OK	2.44	OK	2.10	OK	1.46	OK	1.78	OK	1.55	OK

7.2.4 평가 및 결론

- 북방파제는 전구간에서 마루높이가 부족하며 1~2 구간은 피복재 소요 중량이 부족하여 보강이 필요한 것으로 평가되었다.
- 서방파제A는 마루높이와 피복재 소요 중량, 상부 및 제체공의 안정성이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.
- 서방파제B는 전 구간에서 피복재 소요 중량이 부족하여 피복재 보강이 필요하며, 2구간은 활동에 대한 안정이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 7.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				동방파제	북방파제			
				1구간	1구간	2구간	3구간	4구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		-	3.4	3.4	3.4	3.4
		금 회		-	4.2	3.9	3.9	3.9
		판 정		-	N.G	N.G	N.G	N.G
피복재 소요중량		현 황		-	피복석 0.1㎥	피복석 0.1㎥	피복석 0.1㎥	피복석 0.2㎥
		금 회		-	피복석 0.3㎥	피복석 0.3㎥	피복석 0.1㎥	피복석 0.2㎥
		판 정		-	N.G	N.G	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	-	2.90	1.71	2.46
			판정	-	-	OK	OK	OK
		전도 (1.2)	산정	-	-	5.49	4.27	4.47
			판정	-	-	OK	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	-	-	-	2.84	2.88
			판정	-	-	-	OK	OK
	지진시	활동 (1.2)	산정	-	-	-	1.32	1.79
			판정	-	-	-	OK	OK
		전도 (1.2)	산정	-	-	-	2.67	2.76
			판정	-	-	-	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	-	-	-	2.10	2.13
			판정	-	-	-	OK	OK
보강 계획 수립				불 필 요	필 요	필 요	필 요	필 요

[표 7.2.2] 계속

구 분				서방파제A			
				1구간	2구간	3구간	4구간
마루 높이 (D.L(+),m)		현 황		4.5	4.5	4.5	4.5
		금 회		4.5	4.5	4.5	4.5
		판 정		OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 3.2ton	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥
		금 회		T.T.P 3.2ton	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥
		판 정		OK	OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	2.61	1.68	1.66	3.07
			판정	OK	OK	OK	OK
		전도 (1.2)	산정	12.96	2.94	2.58	5.45
			판정	OK	OK	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	1.43	3.27	2.14	2.81
			판정	OK	OK	OK	OK
	지진시	활동 (1.0)	산정	-	1.33	1.32	2.13
			판정	-	OK	OK	OK
		전도 (1.0)	산정	-	2.39	1.86	3.64
			판정	-	OK	OK	OK
		직선활동 (1.0	산정	-	2.37	1.69	2.18
			판정	-	OK	OK	OK
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

[표 7.2.2] 계속

구 분				서방파제B		
				1구간	2구간	3구간
마루 높이 (D.L(+),m)	현 황			4.5	4.5	4.5
	금 회			4.4	4.4	4.4
	판 정			OK	OK	OK
피복재 소요중량	현 황			피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥
	금 회			피복석 0.4㎥	피복석 0.3㎥	피복석 0.4㎥
	판 정			N.G	N.G	N.G
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	1.86	1.14	1.86
			판정	OK	N.G	OK
		전도 (1.2)	산정	2.44	2.27	2.44
			판정	OK	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	2.10	1.84	2.10
			판정	OK	OK	OK
	지진시	활동 (1.0)	산정	1.46	0.95	1.46
			판정	OK	N.G	OK
		전도 (1.0)	산정	1.78	1.68	1.78
			판정	OK	OK	OK
		직선활동 (1.0)	산정	1.55	1.49	1.55
			판정	OK	OK	OK
보강 계획 수립				필 요	필 요	필 요

7.3 보수·보강 방안 수립

7.3.1 개요

- 원전항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수・보강이 필요한 대상시설은 북방파제 및 서방파제B 전구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 7.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
동방파제	1구간	253m	
북방파제	1구간	25m	○
	2구간	24m	○
	3구간	18m	○
	4구간	6m	○
서방파제A	1구간	82m	
	2구간	80m	
	3구간	105m	
	4구간	15m	
서방파제B	1구간	9m	○
	2구간	132m	○
	3구간	9m	○

7.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

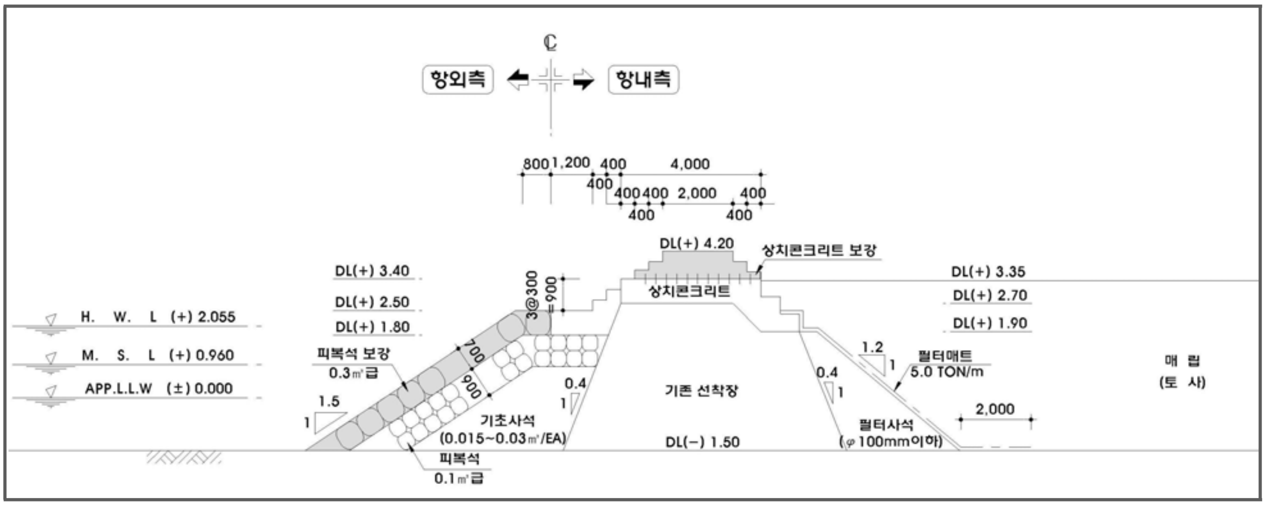
1) 북방파제

- 구조물 설계파가 증가하여, 소요 마루높이가 전구간에서 미달되는 것으로 검토되어 소요 마루높이 확보를 위하여 상치콘크리트를 D.L(+) 4.2m로 증고 하였다.
- 마루높이는 1구간은 D.L(+) 4.2m, 2~4구간은 D.L(+) 3.9m로 산정되었으나, 방파제 상부의 이용성 등을 감안하여 전구간 D.L(+) 4.2m를 증고하였으며, 마루높이 증고시 기존 상치와의 일체성과 친수성을 고려하여 계단식으로 상치를 증고하여 안정성을 확보하였다
- 1~2구간은 외측피복재 소요질량이 부족하여 피복석 0.3m^3로 보강하여 안정성을 확보하였다.

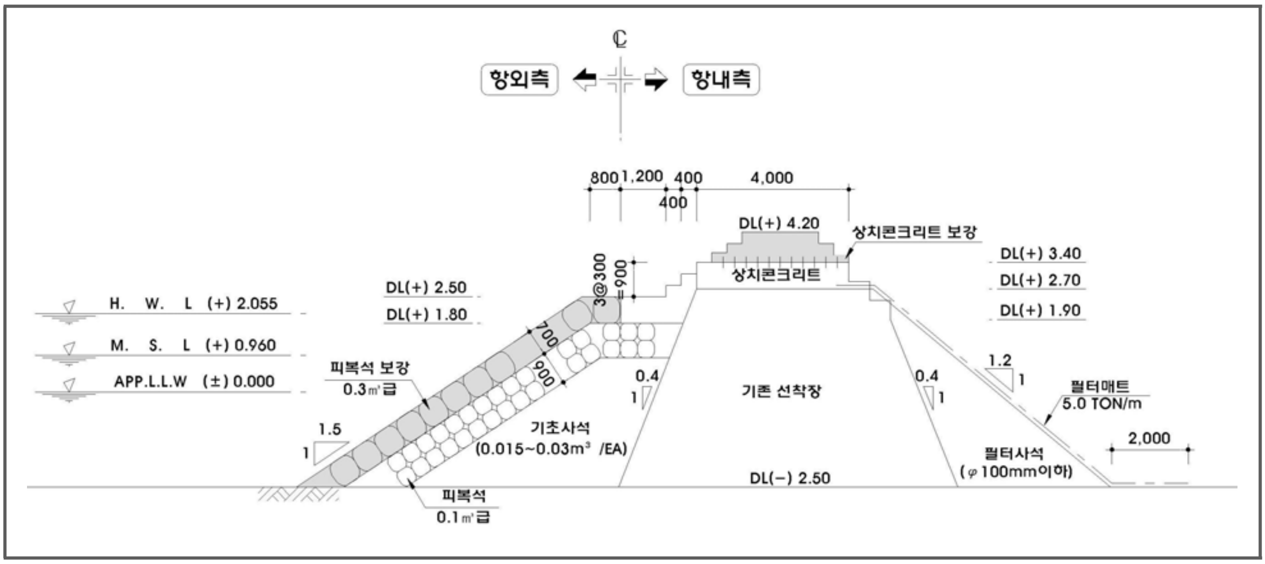
[표 7.3.2] 북방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	4구간	비고
시설연장		25.0m	24.0m	18.0m	6.0m	73m
마 루 높 이	현황	D.L(+)3.4m	D.L(+)3.4m	D.L(+)3.4m	D.L(+)3.4m	
	계획	D.L(+)4.2m	D.L(+)4.2m	D.L(+)4.2m	D.L(+)4.2m	
외 측 피복재	현황	피복석 0.1㎥	피복석 0.1㎥	피복석 0.1㎥	피복석 0.2㎥	
	계획	피복석 0.3㎥	피복석 0.3㎥	-	-	

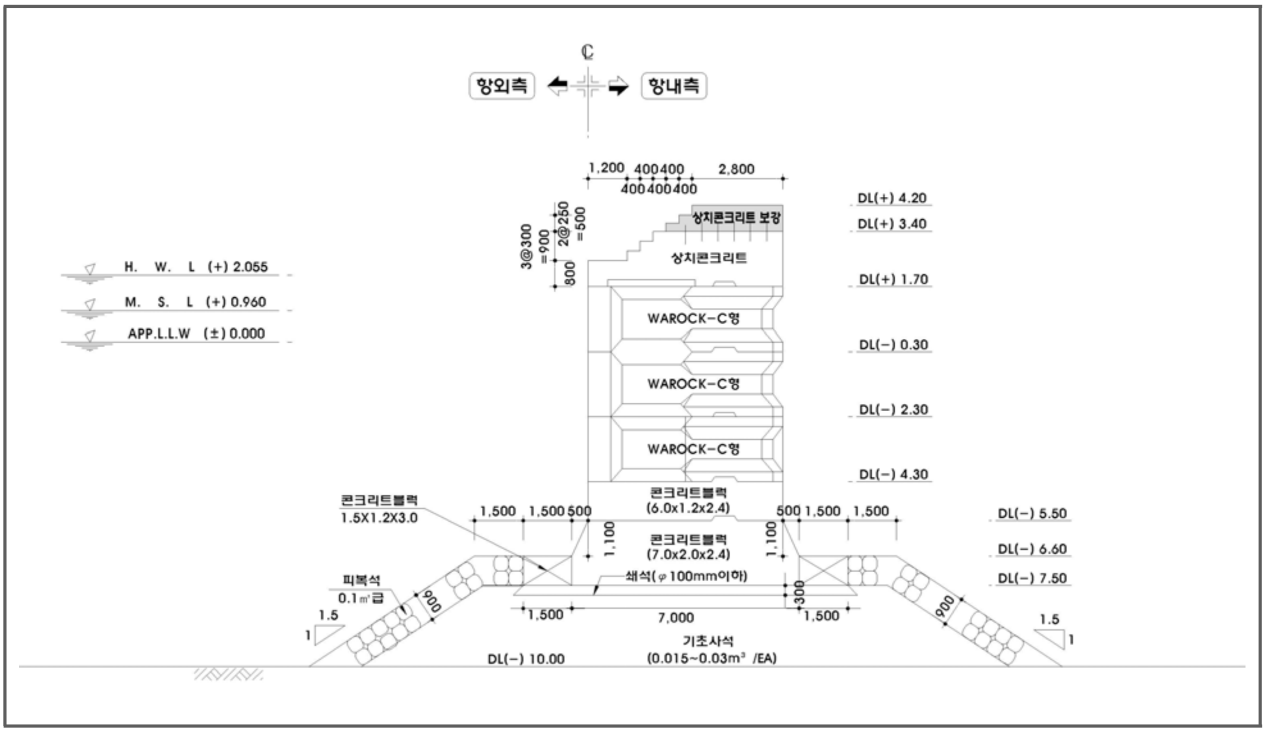
<그림 7.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



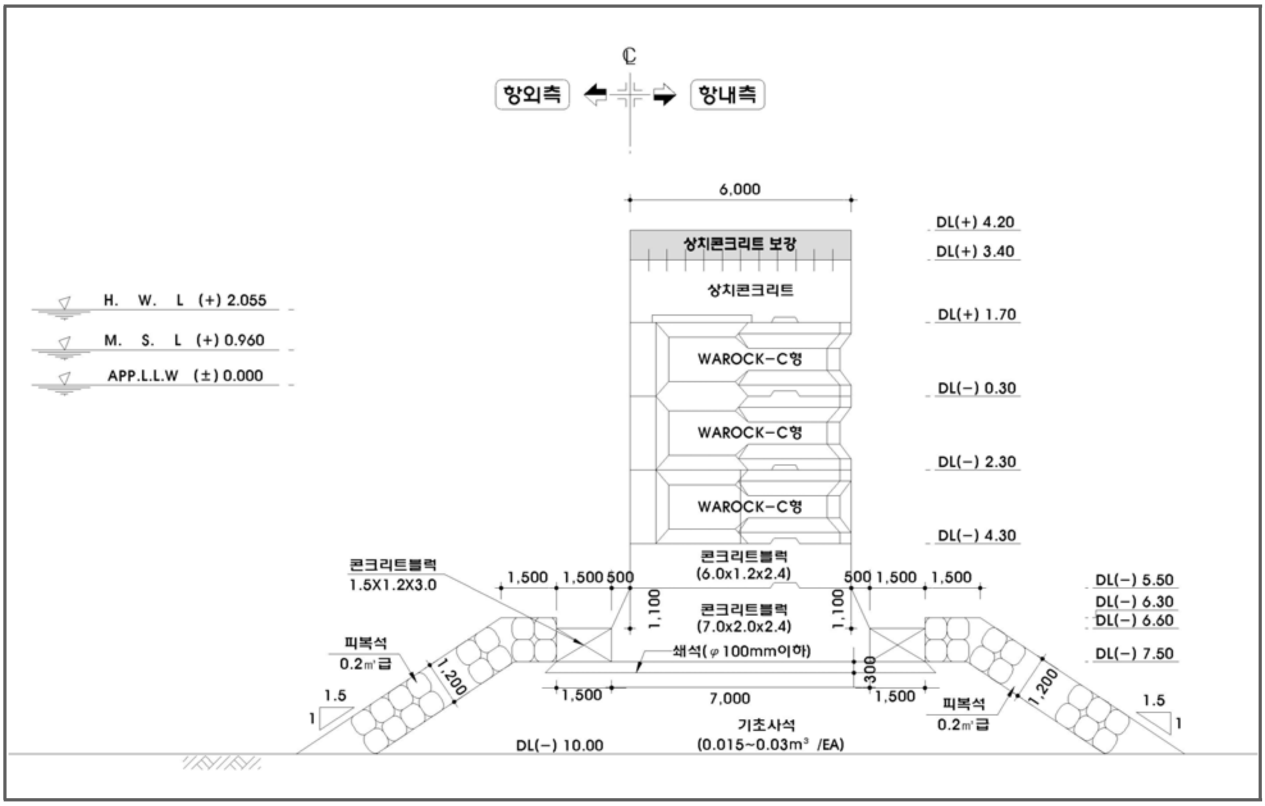
<그림 7.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 7.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



<그림 7.3.4> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강안)



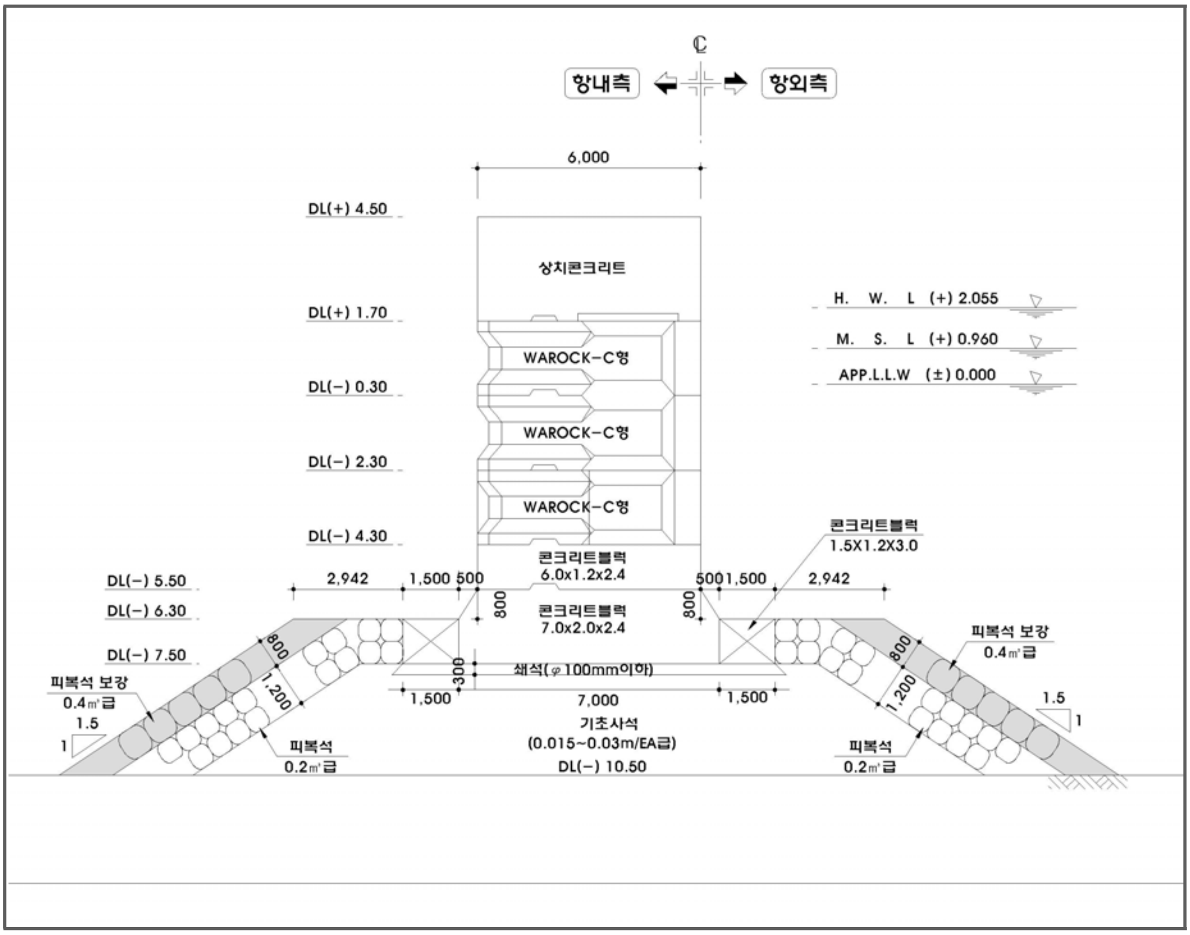
2) 서방파제B

- 서방파제B의 2구간은 활동에 대한 안정성이 확보되지 않아 상치콘크리트를 보강하여 안정성을 확보하였다.
- 서방파제B의 피복재 검토결과, 1, 3구간은 기존 피복석 0.2㎥ 위에 피복석 0.4㎥를 덧씌우기로 보강하였으며, 2구간은 기존 피복석 0.2㎥ 위에 피복석 0.3㎥를 보강하여 안정성을 확보하였다.

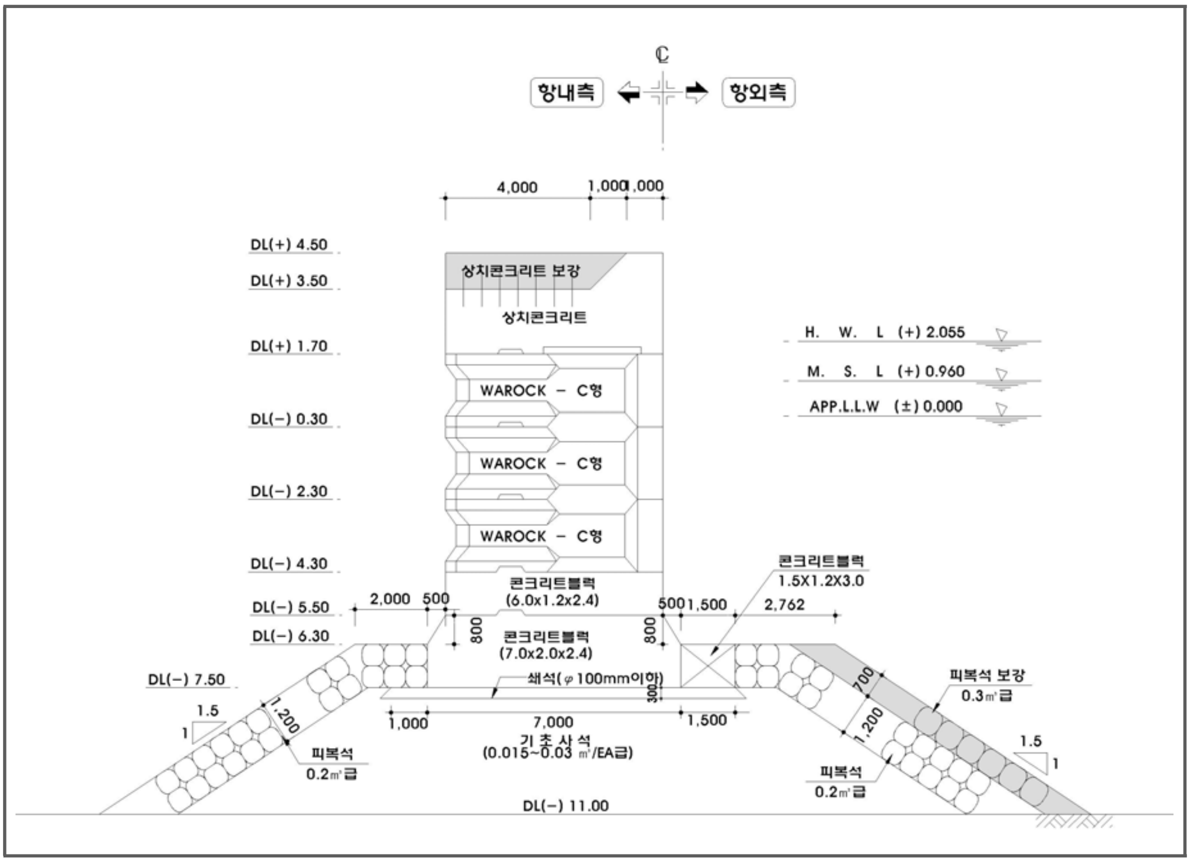
[표 7.3.3] 서방파제B 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비 고
시설연장		9m	132m	9m	150m
마 루 높 이	현황	D.L(+)4.5m	D.L(+)4.5m	D.L(+)4.5m	
	계획	-	D.L(+)4.5m	-	상치콘크리트보강
외 측 피복재	현황	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	
	계획	피복석 0.4㎥	피복석 0.3㎥	피복석 0.4㎥	

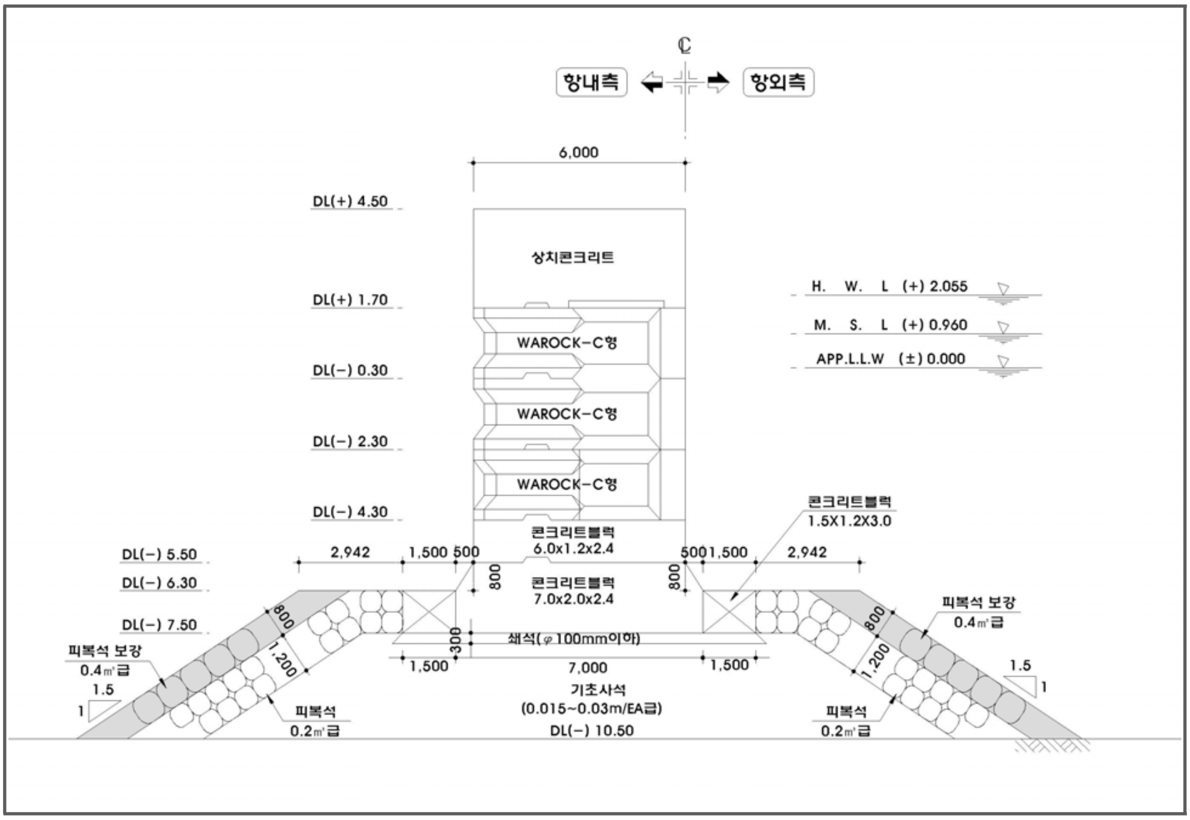
<그림 7.3.5> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



<그림 7.3.6> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 7.3.7> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



7.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 원전항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 8억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
북방파제	73		195	
1구간	25	3	75	· 상치 보강, 피복재 보강
2구간	24	3	72	· 상치 보강, 피복재 보강
3구간	18	2	36	· 상치 보강
4구간	6	2	12	· 상치 보강
서방파제B	150		582	
1구간	9	3	27	· 피복재 보강
2구간	132	4	528	· 상치 보강, 피복재 보강
3구간	9	3	27	· 피복재 보강
합 계	223		777	

제8장 광암항

제 8 장 광암항

8.1 기초자료조사

8.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 광암항은 북위35°06′11″, 동경128°29′52″에 위치하며 서쪽으로는 진북면, 동쪽으로는 구산면, 현동과 접하며 북쪽으로는 내서읍, 남쪽으로는 진해만이 있다. 또한 대부분이 무학산에서 뻗은 구릉지로 구성되어 있다.
- 광암항이 위치한 진동면은 2000년대부터 택지지구와 산업지구를 같이 조성하는 자족형 신도시지구 조성 사업이 진행되고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 16년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(창원) : 1985~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 8.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원	구 분		단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	25.3	현상일수	맑 음	일	126.8
		풍 향		S		흐 림		94.7
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	38.8		안 개		4.9
		풍 향		SSE		강 수		37.8
	평균풍속		m/sec	2.1		강 설		5.3
						결 빙		67.1
기 온	연 평 균		℃	14.9		뇌 전		11.5
	최 고			39.0		폭 풍		6.2
	최 저			-11.3		기 온		0.1
강수량	연 평 균		mm	1,566.1	작업일수	육 상		220
	일 최 다			268.0		해 상		230

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 14.9℃이며, 월평균기온은 1월 2.8℃, 8월 26.5℃로 나타났다.
- 조사기간(1985년~2010년) 중의 최고 기온은 39.0℃(1994년 7월), 최저기온은 -11.3℃ (1991년 2월)로 나타났다.

[표 8.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

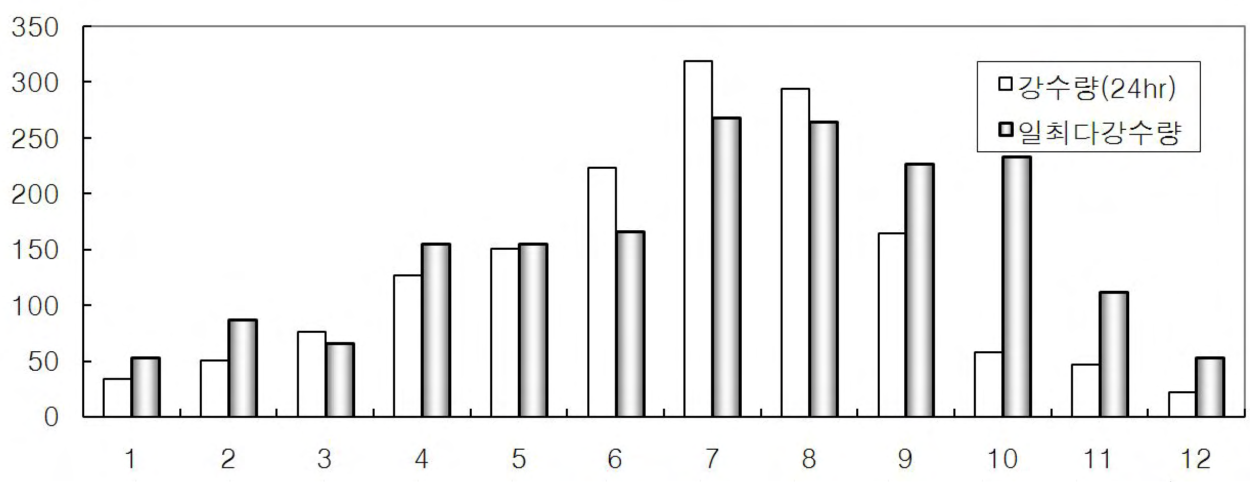
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.8	4.7	8.6	13.9	18.3	21.7	25.2	26.5	22.8	17.5	10.9	5.0	14.9
최 고	17.9	20.0	23.5	30.0	32.8	33.2	39.0	37.1	35.4	29.8	24.4	20.9	39.0
최 저	-10.5	-11.3	-5.8	0.0	6.9	10.9	15.9	17.9	10.9	2.7	-3.2	-10.1	-11.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1985년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 2,897.4mm, 연최소 강수량은 1994년의 814.2mm이며, 연평균 강수량은 1,566.1mm로 나타난다.

<그림 8.1.1> 강수량(mm)



[표 8.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

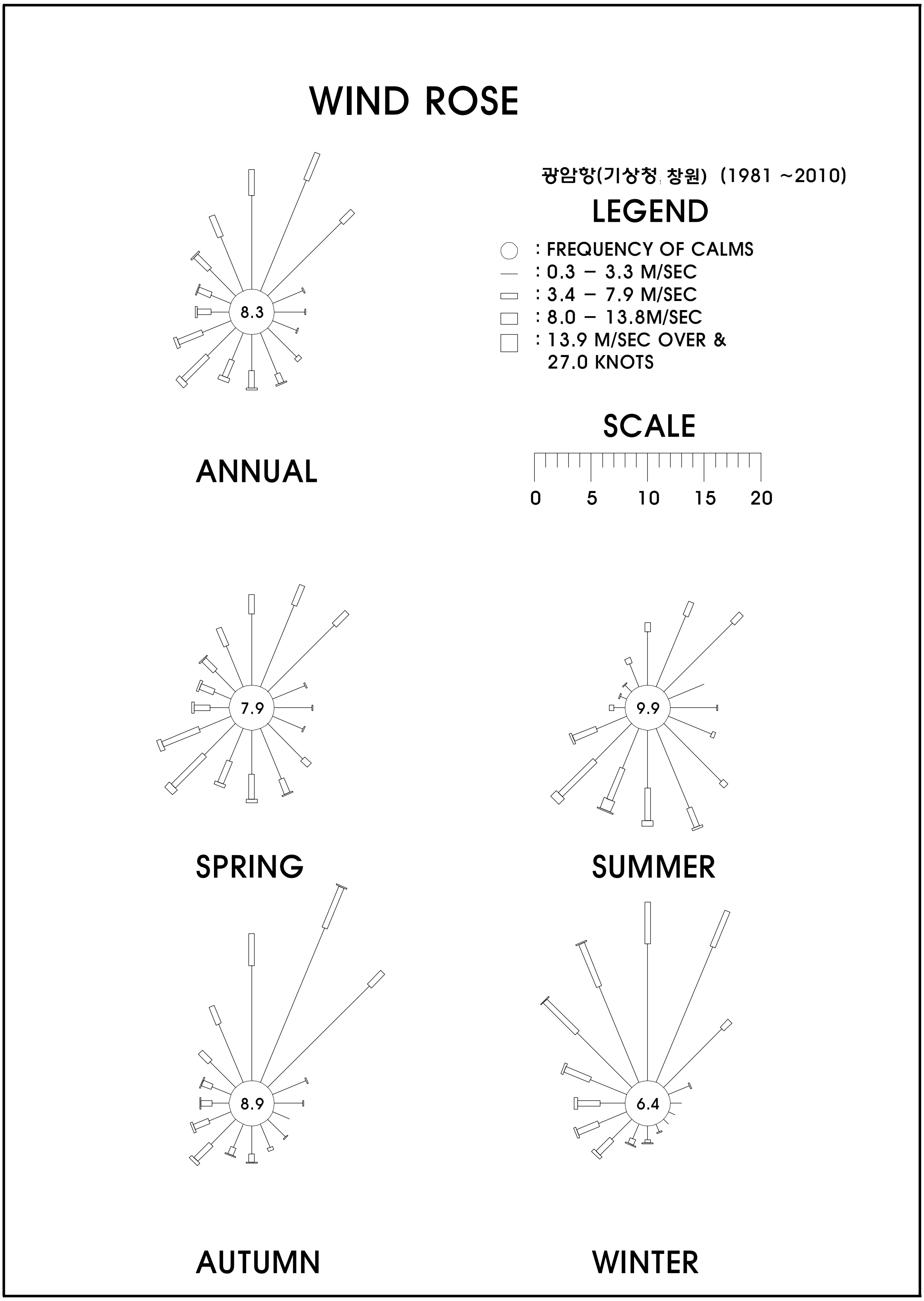
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	34.1	50.7	76.3	126.8	150.8	223.0	319.2	293.9	164.4	57.6	47.0	22.3	1566.1
일최다	52.7	87.0	66.0	155.0	154.8	166.0	268.0	264.5	227.1	233.4	112.0	53.0	268.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.1m/sec, 최대 풍속은 S방향에서 25.3m/sec로 나타난다.

<그림 8.1.2> 바람장미도



[표 8.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9	2.1	2.1
최 대		12.3	13.0	16.3	19.0	14.0	13.2	25.3	20.7	24.7	16.7	16.7	13.0	25.3
		N	WNW	N	SSW	NW	NW	S	NNW	SSE	WNW	N	NNE	S
순간최대		23.7	25.1	24.0	35.0	23.0	22.0	38.0	37.0	38.8	23.2	32.0	25.0	38.8
		W	NNW	SE	SSW	NNE	NW	SE	SSE	SSE	SSW	NNW	WNW	SSE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 :1985~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 126.8일로 약 35%이고 흐린 날씨는 94.7일로 나타났다.
- 안개발생일수는 4.9일, 강수일수는 37.8일, 폭풍일수는 6.2일로 나타났다.

[표 8.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.2	13.3	10.2	10.0	9.3	4.9	3.6	5.4	7.0	13.1	16.1	17.7	126.8
흐 림	4.3	5.0	8.0	7.2	9.2	12.2	15.6	11.4	10.4	5.0	3.8	2.6	94.7
안 개	0.3	0.2	0.5	0.7	0.9	1.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	4.9
강 수	1.3	1.6	2.8	3.5	3.8	5.0	6.7	6.2	3.3	1.5	1.3	0.8	37.8
강 설	2.2	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	5.3
결 빙	24.1	17.3	5.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	18.0	67.1
뇌 전	0.0	0.0	0.3	0.6	0.8	0.9	3.4	3.5	1.0	0.5	0.5	0.0	11.5
폭 풍	0.3	0.7	0.4	0.5	0.3	0.2	0.7	0.8	0.6	0.5	0.7	0.5	6.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 8.1.6] 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)

- 광암항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 230일, 육상작업 가능일수는 220일로서 연가동률이 63%와 60% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 8.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	41.55	102.80	144.35	220.65
해 상	26.79	107.49	134.28	230.72

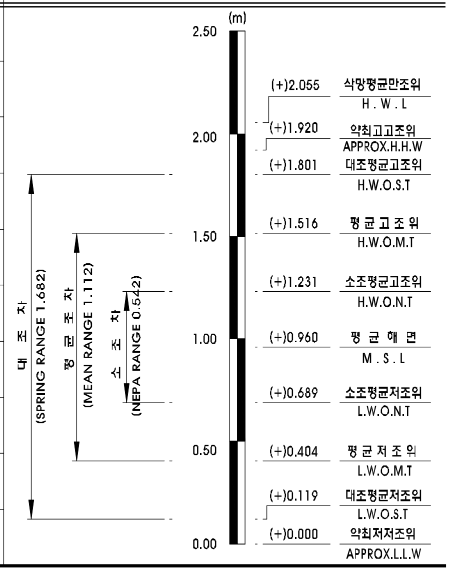
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 창원 : 1985~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 광암항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)1.920m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)1.801m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.960m이며, 대조차 1.682m, 평균조차 1.112m, 소조차 0.542m로 나타났다.

[표 8.1.8] 광암항의 조위

구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 205.5	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 192.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 180.1	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 151.6	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 123.1	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+) 96.0	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 68.9	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 40.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 11.9	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

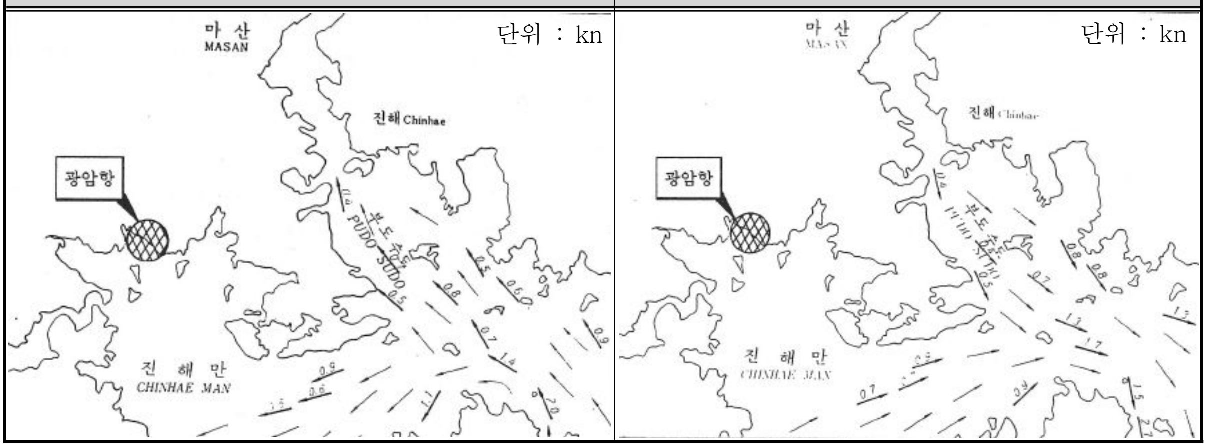
※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 본 항 근해해역의 조류속은 계기측정치는 없으나 수로국에 의한 조류개황에 의하면 진해만 해역의 창조 및 낙조시의 해류속은 약 0.7kn 정도이다.

<그림 8.1.3> 최강 창·낙조류

최 강 창 조 류	최 강 낙 조 류



8.1.2 기존자료조사

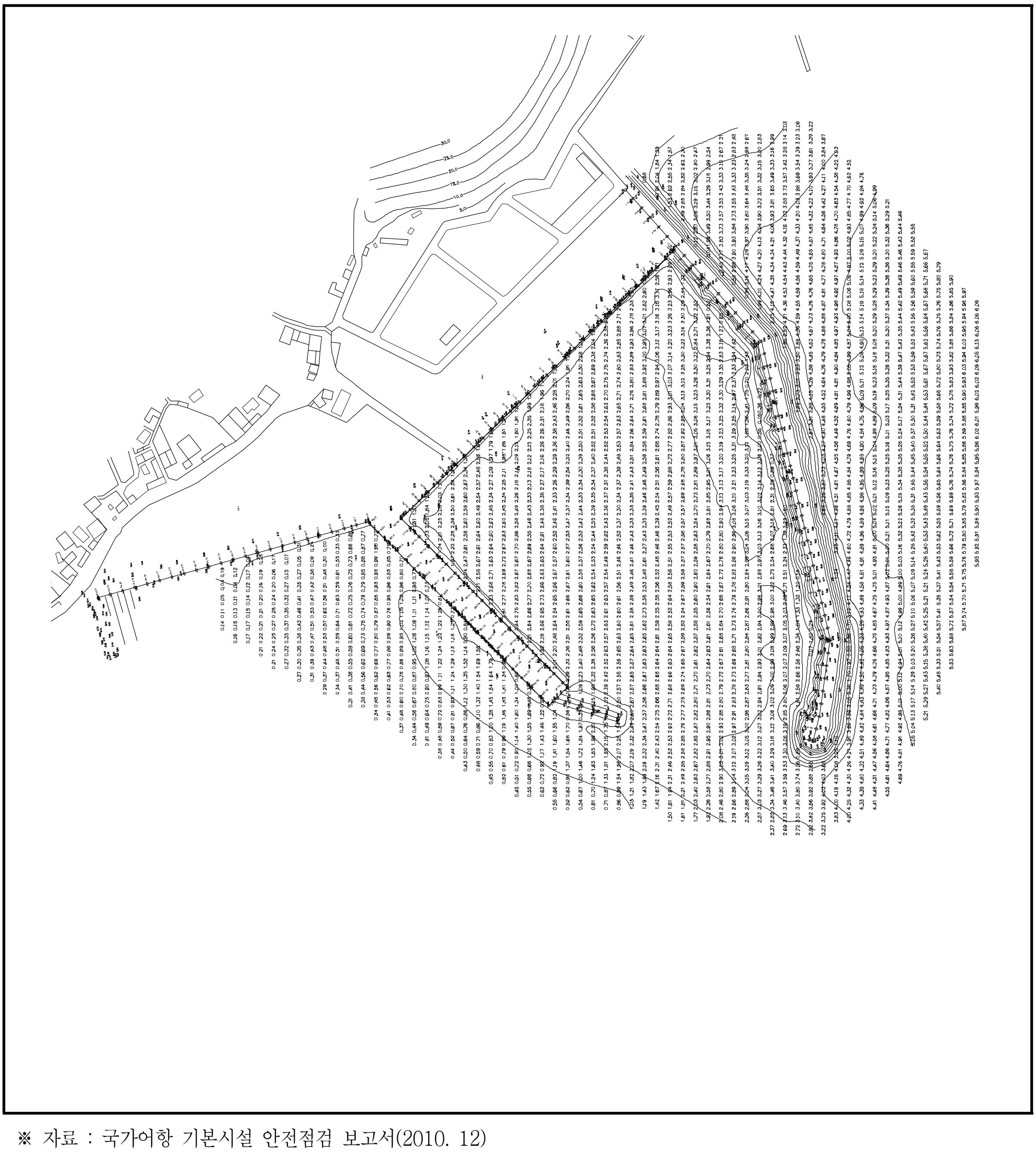
1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2010. 12)”에 수록된 광암항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 8.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2010. 12)

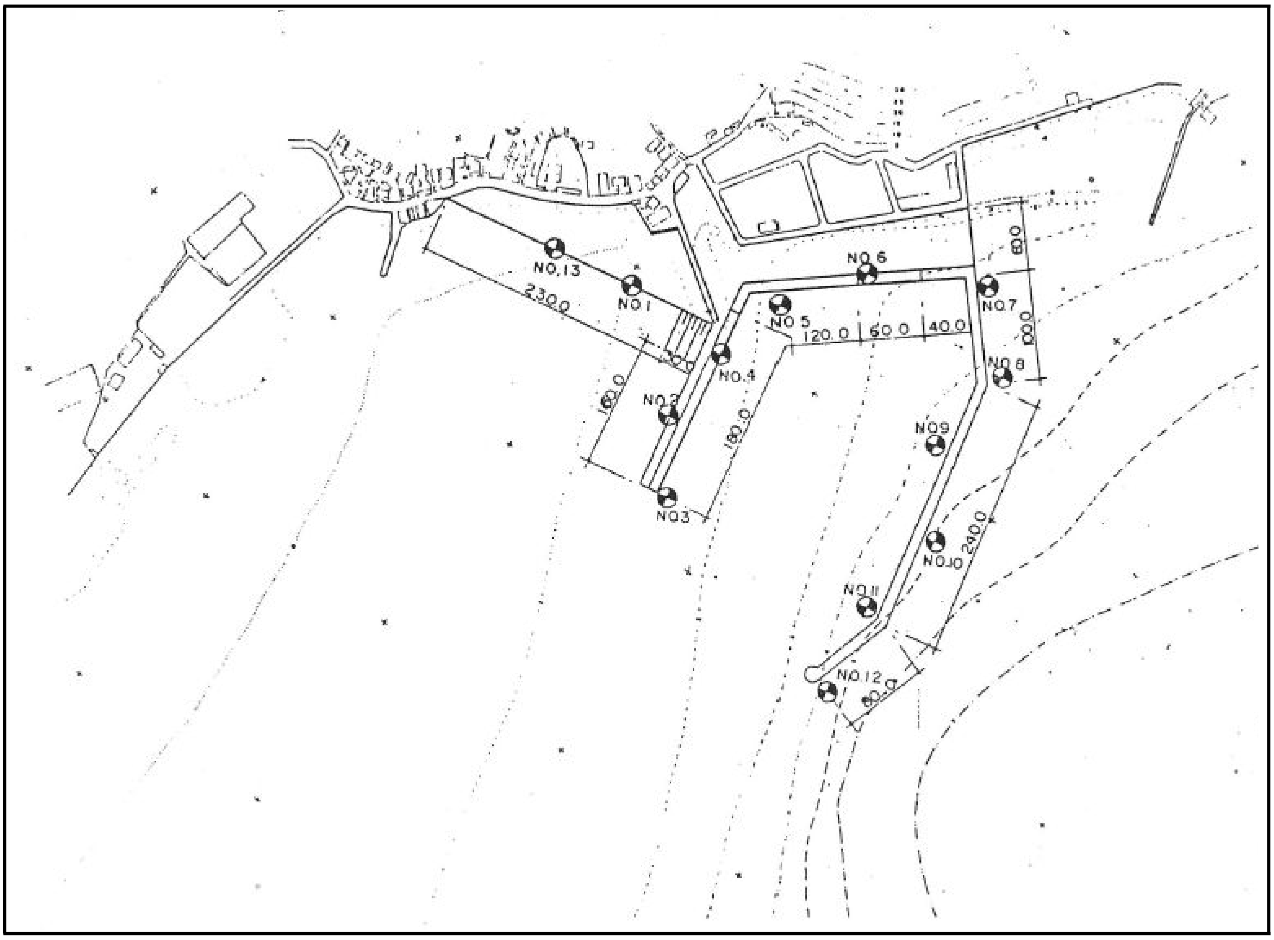
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “광암항 기본조사 및 시설계획용역 보고서(1993. 09)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 8.1.5> 조사위치도



공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	1.0	178,493	154,086	
BH-2	1.5	178,397	154,010	
BH-3	1.5	178,355	154,946	
BH-4	1.4	178,390	154,082	
BH-5	2.2	178,373	154,155	
BH-6	2.7	178,325	154,221	
BH-7	3.4	178,227	154,274	
BH-8	4.1	178,169	154,244	
BH-9	4.4	178,179	154,129	
BH-10	5.0	178,132	154,058	
BH-11	4.8	178,140	154,974	
BH-12	4.1	178,134	154,889	
BH-13	+0.2	178,571	154,071	

다) 지형 및 지질

- 광암항은 북측으로 125.3m의 무명산이 북동측으로 약 200m의 고지가 있어 이를 정점으로 방사상으로 능선이 분포하고 있다.
- 광암항의 서측에는 대봉천이 서남쪽으로 흘러 진해만으로 유입되고 있고, 동측으로는 주로 소류지, 다구 소류지와 같은 농사를 위한 소류지들이 있다. 지역적으로 복잡한 지질분포를 이루고 있으나, 광암항에 분포하는 지질은 중생대 백악기의 퇴적암층인 하양층군중 진동층이 기반암을 이루며 셰일과 사암이 주로 분포하고 있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 점토층

• 해수의 운반 및 퇴적작용에 의해 형성된 층으로 B-1, 7 조사공을 제외한 나머지 지역에서 토층의 최상부를 형성하며 지표로부터 심도 4.5m 까지 0.9~4.5m 의 층두께로 분포하고 있다. 주요 구성성분은 암갈색의 실트질 점토로 표준관입시험치 N=1~2회로 매우 연약한 층이다

- 실트층

• B-1, 7 조사공 지역의 최상부에 분포하는 층으로 지표로부터 3.8m 까지 0.8~3.8m 의 층두께로 분포하고 있다. 주요 구성성분은 암갈색의 실트, 모래질 실트로 표준관입시험치 N=1회로 상부 해류의 의해 퇴적된 매우 연약한 상태를 나타내고 있다

- 모래층

• B-3번 조사공의 실트층 하부에 2~9m 의 층두께로 분포하는 본 층은 그 주요 구성성분이 청회색의 실트 점토섞인 모래, 자갈섞인 실트질 모래이며, 표준관입시험치 N=13~21회의 느슨내지 보통의 상대밀도를 보인다

- 자갈층

• 조사지역중 B-6을 제외한 전 지역에서 발견되며 심도 0.0~4.5m로부터 2.9~6.0m의 층두께로 분포하고 있다. 주요 구성성분은 회갈색 또는 황갈색의 모래섞인 자갈 또는 실트 모래섞인 자갈로 표준관입시험치 N=13~50회로 보통-매우 조밀한 상대밀도를 보인다

- 풍화토층

• B-2, 6, 13 조사공에서 발견되며 지표하 3.6~6.0m로부터 1.1~4.9m의 층두께로 분포하며 표준관입시험치 N=18~50회로 보통-매우 조밀한 상태의 상대밀도를 보인다

- 풍화암층

• B-1, 4, 5, 6, 13 조사공의 지표하 4.5~8.5m로부터 1.5~3.3m의 층두께로 분포하는 본 층은 기반암이 풍화작용에 의해 변질되어 형성된 층으로 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나, 그 역학적 성질은 상실한 상태이다.

표준관입시험시 N=50회 이상으로 매우 조밀한 상태이며, 표준관입시험시 Drive Hammer의 낙하에너지에 의해 황갈색을 띠는 실트질 모래로 완전히 파쇄된다.

- 연암층

• 지표하 6.5~10.2m로부터 분포하며 회갈색을 띠는 셰일 연암이다.

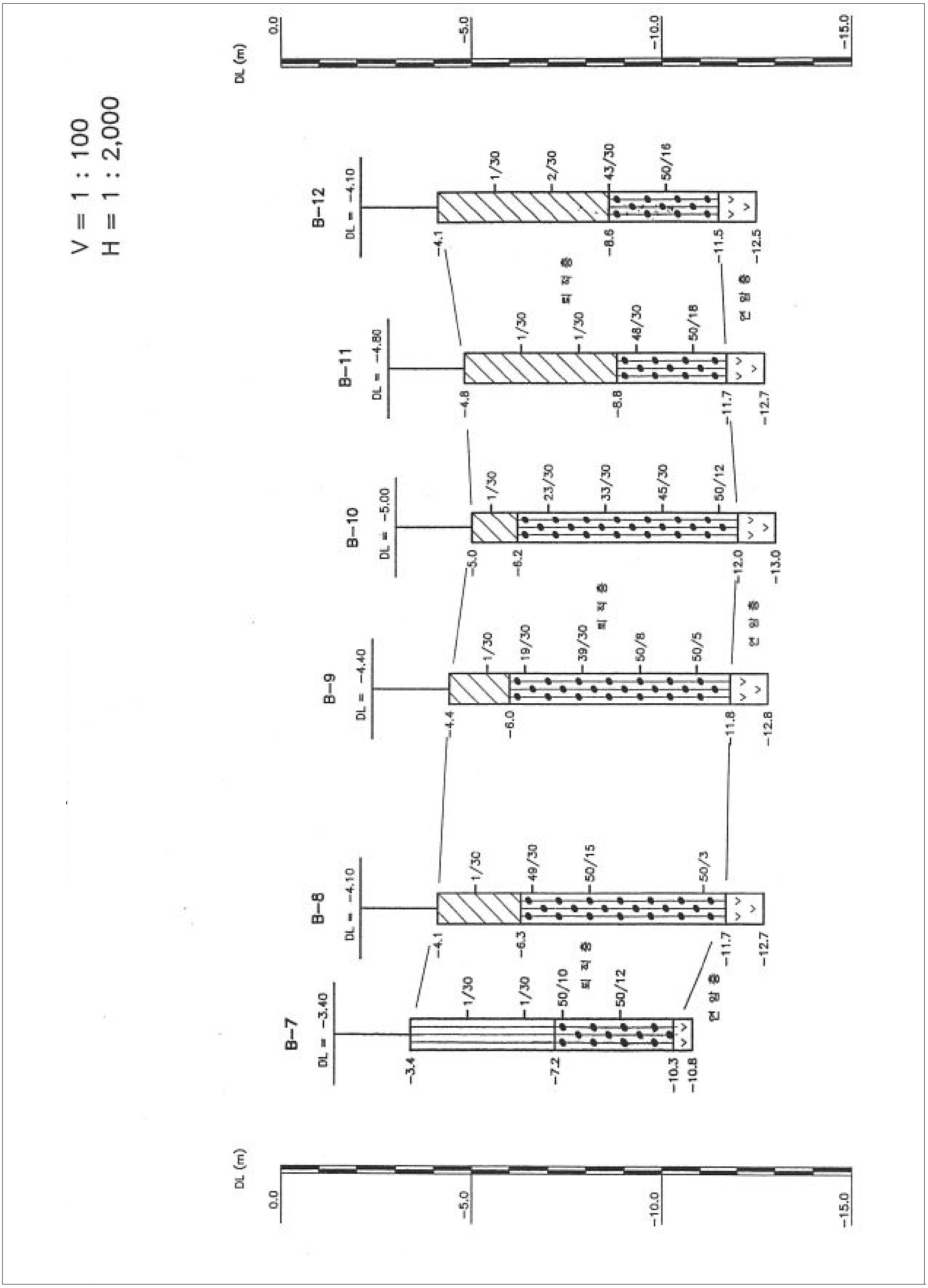
균열 및 절리의 발달로 인해 암편상의 코아가 회수되며 코아 회수율은 매우 저조한 편이다.

[표 8.1.9] 시추조사 결과

구 분	퇴적층				기반암			계	비 고
	점토	실트	모래	자갈	풍화토	풍화암	연암		
B-1	-	0.3	-	4.8	-	2..4	1.0	8.5	
B-2	1.5	-	-	3.9	1.1	-	1.0	7.5	U/D
B-3	2.0	-	2.9	2.1	-	-	1.0	8.0	U/D
B-4	1.4	-	-	3.5	-	3.1	1.0	9.2	
B-5	1.3	-	-	3.2	-	3.2	1.0	8.7	
B-6	3.6	-	-	-	4.9	1.7	1.0	11.2	
B-7	-	3.8	-	3.1	-	-	1.0	7.4	U/D
B-8	-	2.2	-	5.4	-	-	1.0	8.6	U/D
B-9	1.6	-	-	5.8	-	-	1.0	8.4	U/D
B-10	1.2	-	-	5.8	-	-	1.0	8.0	
B-11	4.0	-	-	2.9	-	-	1.0	7.9	U/D
B-12	4.5	-	-	2.9	-	-	1.0	8.4	U/D
B-13	-	-	-	6.0	1.5	1.5	1.0	10.0	
계	21.1	6.3	2.9	49.4	7.5	11.9	12.7	11.8	

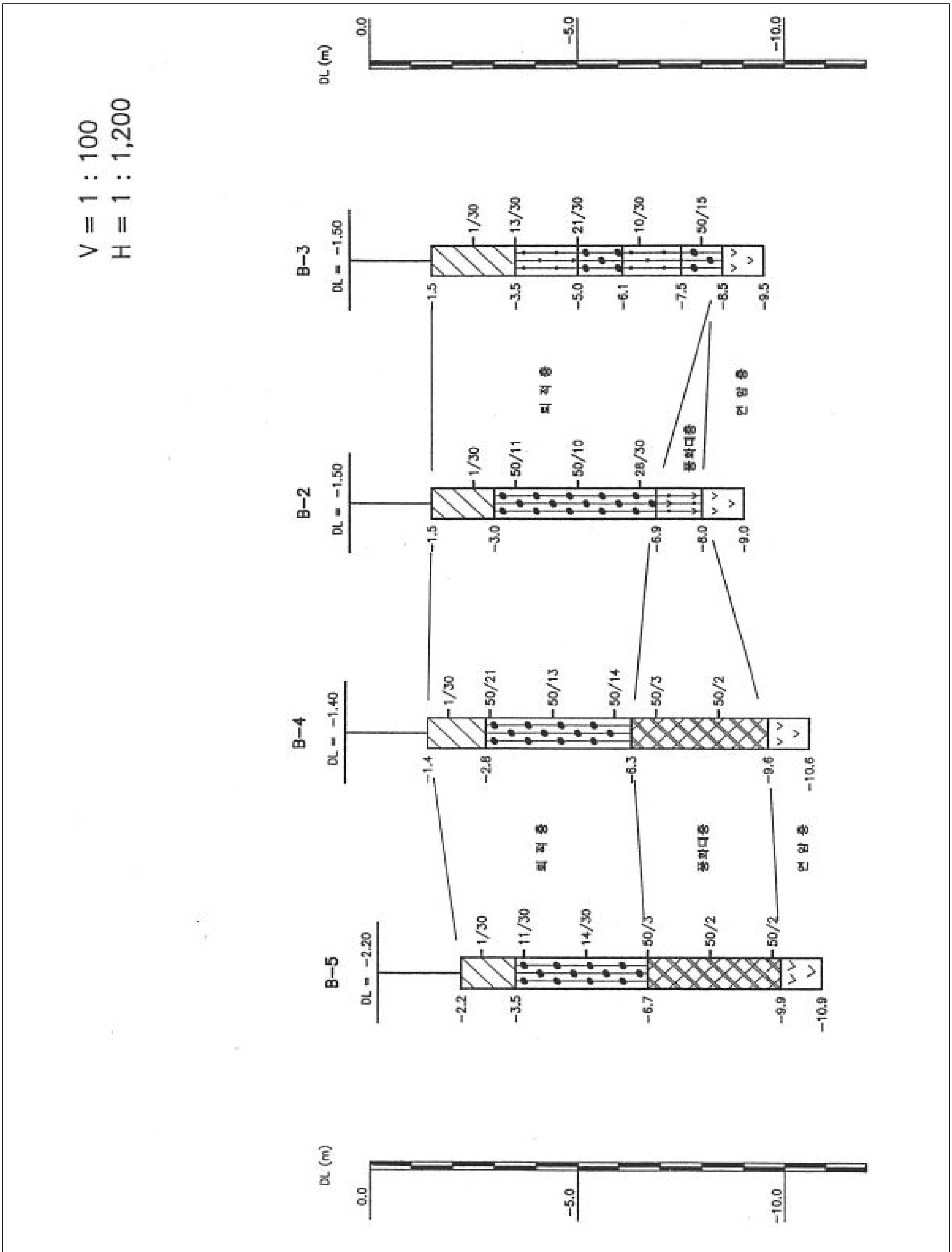
주) U/D (Undisturbed Sample) : 불교란시료

<그림 8.1.6> 지질조사 주상도(1)



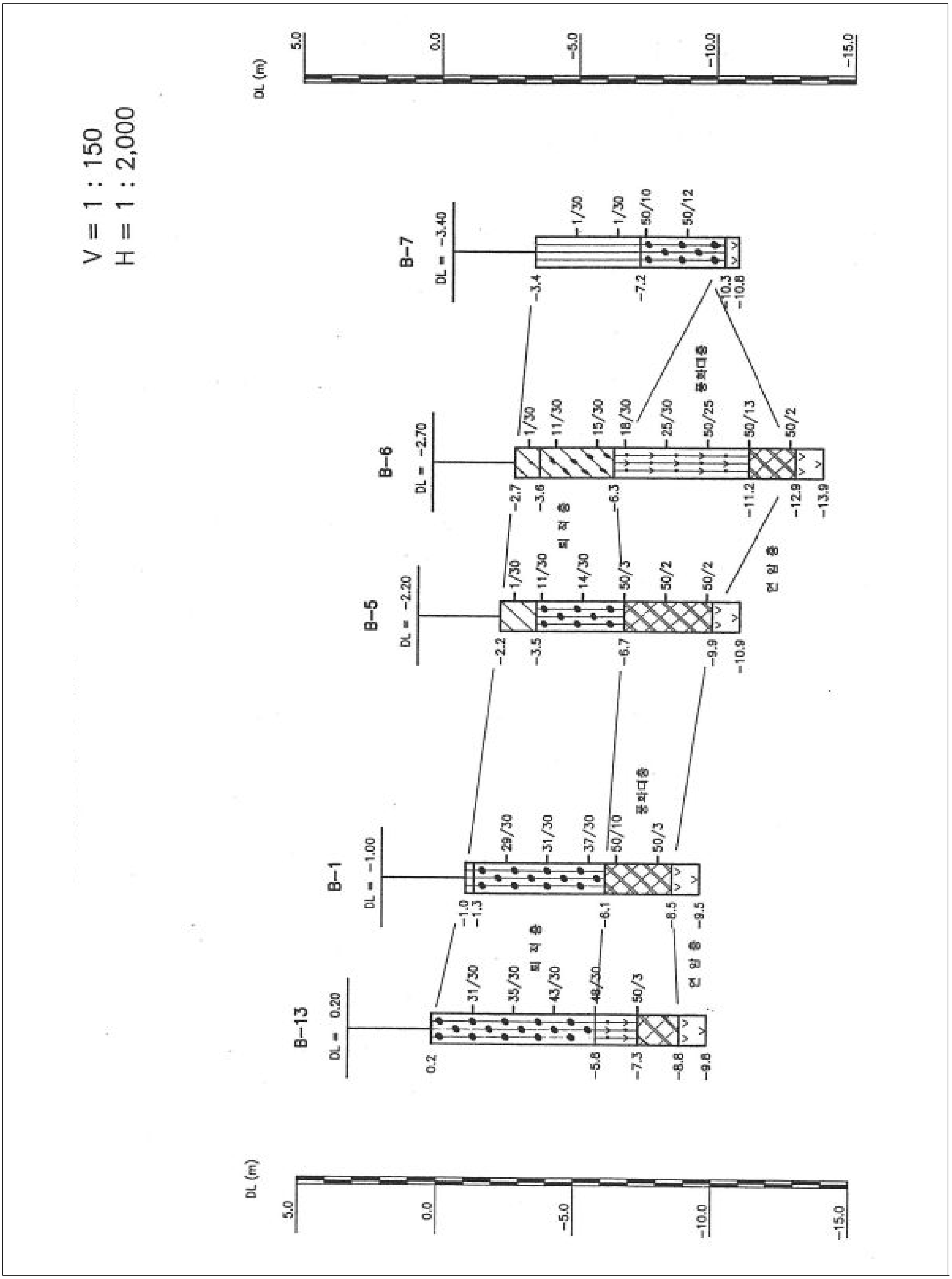
※ 자료 : 광암항 기본조사 및 시설계획용역 보고서(1993. 09,수산청)

<그림 8.1.7> 지질조사 주상도(2)



※ 자료 : 광암항 기본조사 및 시설계획용역 보고서(1993. 09,수산청)

<그림 8.1.8> 지질조사 주상도(3)



※ 자료 : 광암항 기본조사 및 시설계획용역 보고서(1993. 09,수산청)

8.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

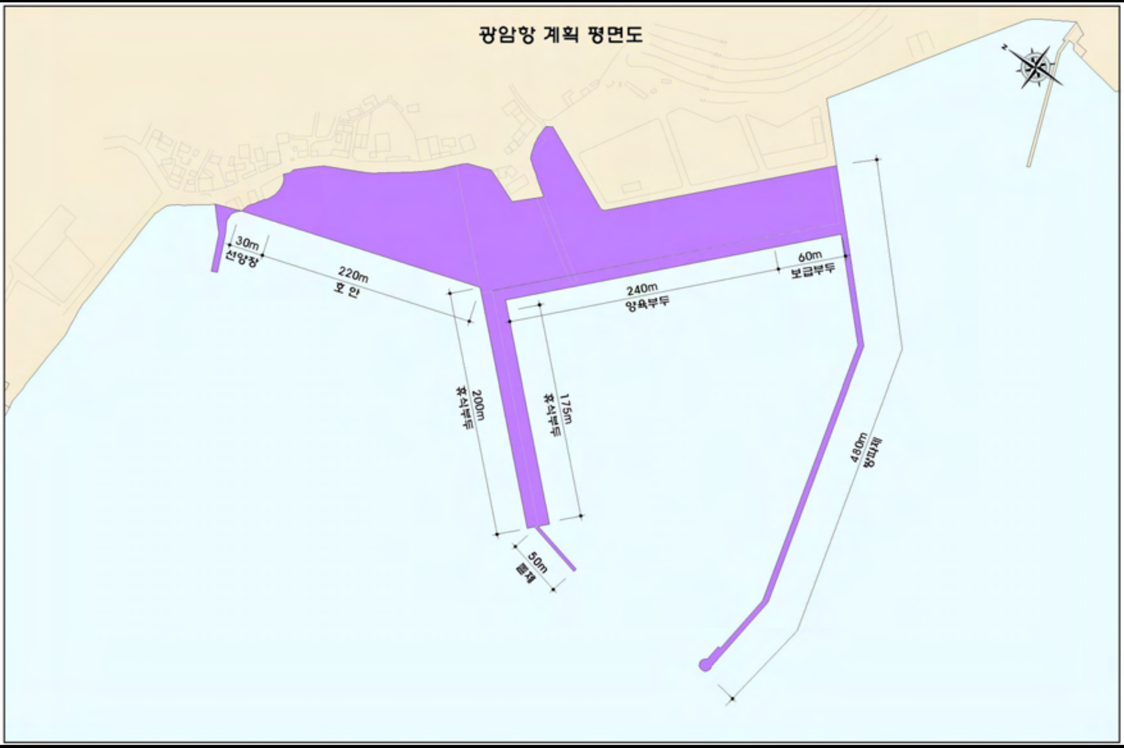
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1991년	제1종 어항 지정	
1993년	기본시설계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2004년	기본시설 완공	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	방파제	사석식경사제	480m	
	돌제방파제	사석식경사제	50m	
	호안	사석식	220m	
계류 시설	물양장	중력식	675m	
	선양장	중력식	30m	

<그림 8.1.9> 광암항 현황도



<그림 8.1.10> 기존 시설현황

방파제(외측)

방파제(내측)

호안

물양장

8.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
창원시청 수산과	•휴식부두 북측이 퇴적되어 준설 및 방사제(도류제) 필요 •항내 준설 필요
주민의견	•관광객 및 타지 어선의 쓰레기 투기, 방파제 인근 그물 등과 같은 어구 방치를 관리할 수 있는 관리권을 어촌계에 위임 요망 •만조시 태풍이 내습할 때 월파가 발생(태풍 매미시)하였으나, 항내 정온도는 양호 •항내 매몰이 발생하여 준설필요 •주요 어선은 10t 미만으로 약 50척이 소속되어 있음 •성어기는 약 9~12월, 외래어선은 주로 전어잡이 배임
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 방파제와 돌제의 외측 피복제인 T.T.P의 거치상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 방파제 인근에 어구 등과 같은 것이 적치되어 있어 현지 어민들의 민원이 발생하고 있다.

8.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

8.2.1 개요

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

8.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

8.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)1.920m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 부산신항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 광암항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)2.055m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 1.920m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 2.055m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 방파제에서 2.3m, 돌제에서 1.0m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
방파제	1구간 (No.0+0.0~No.6+0.0)	S	2.3	6.3
	2구간 (No.6+0.0~No.46+0.0)	S	2.3	6.3
	3구간 (No.46+0.0~No.48+0.0)	S	2.3	6.3
돌제	1구간 (No.0+0.0~No.5+0.0)	SW	1.0	3.6

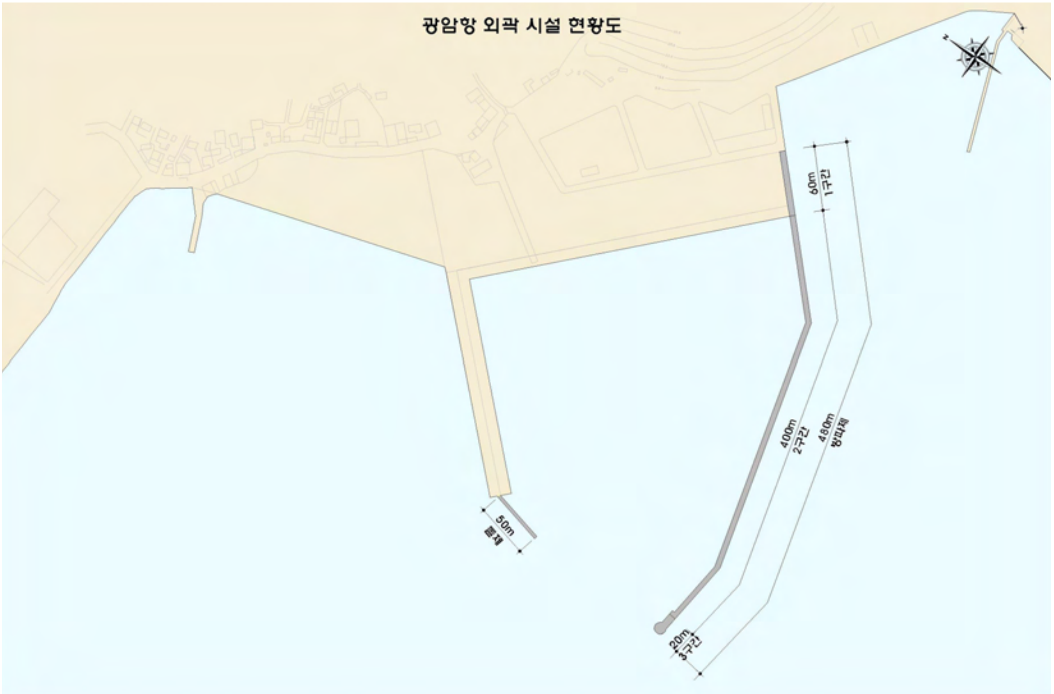
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 광암항의 안정성 평가 대상시설은 방파제 480m(3구간), 돌제 50m(1구간)으로 선정하였다.

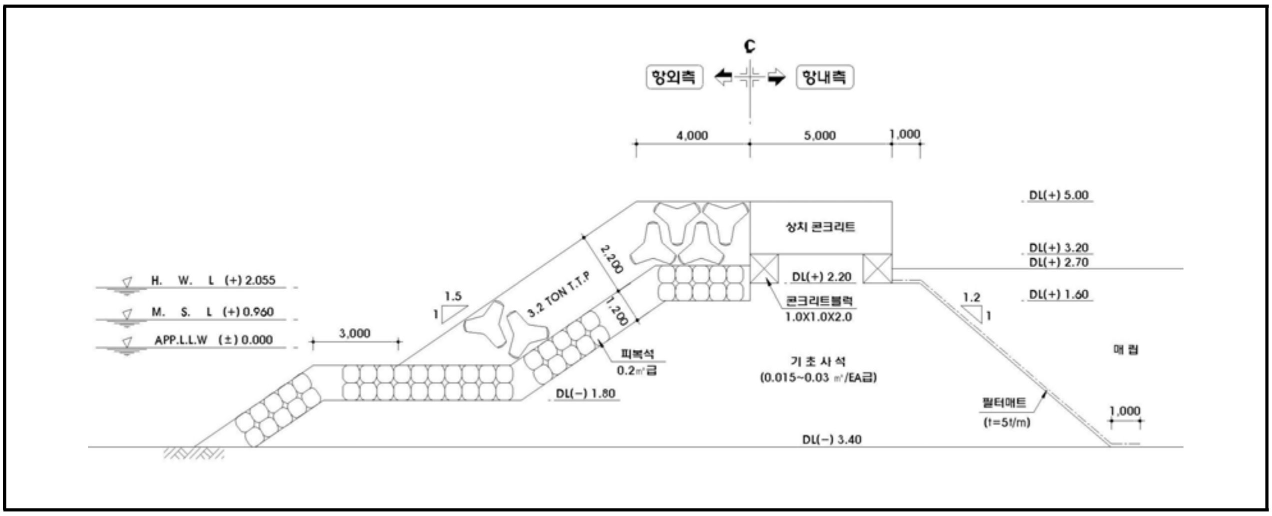
[표 8.2.1] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

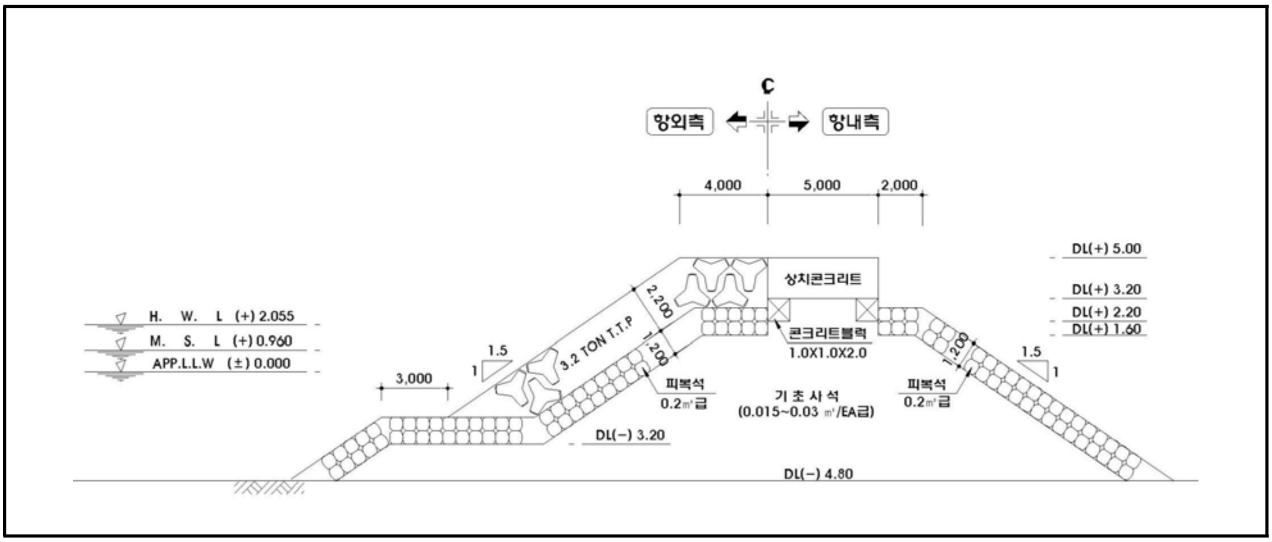


구 분	방파제	돌제
연 장	480m	50m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	사석경사제
준공년도	2004년	2002년
전면수심	D.L(-)3.4~6.2m	D.L(-)1.7m
마루높이	D.L(+)5.0m	D.L(+)2.8m
피 복 재	T.T.P 3.2 ton	피복석 0.2㎥/EA
총 구 간	3개 구간	1개 구간

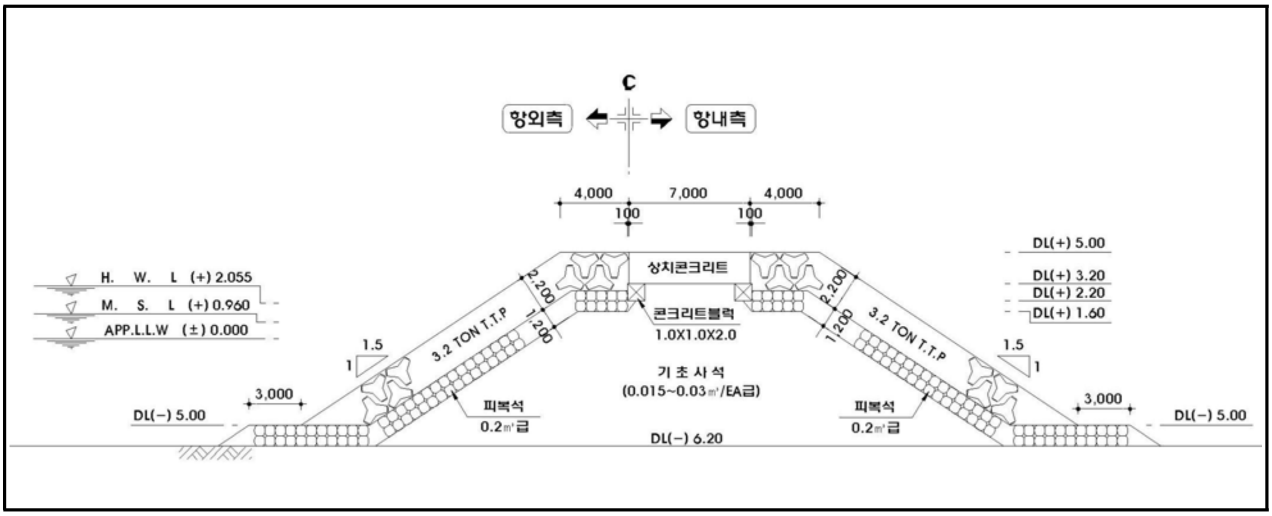
<그림 8.2.1> 방파제 표준단면도(1구간)



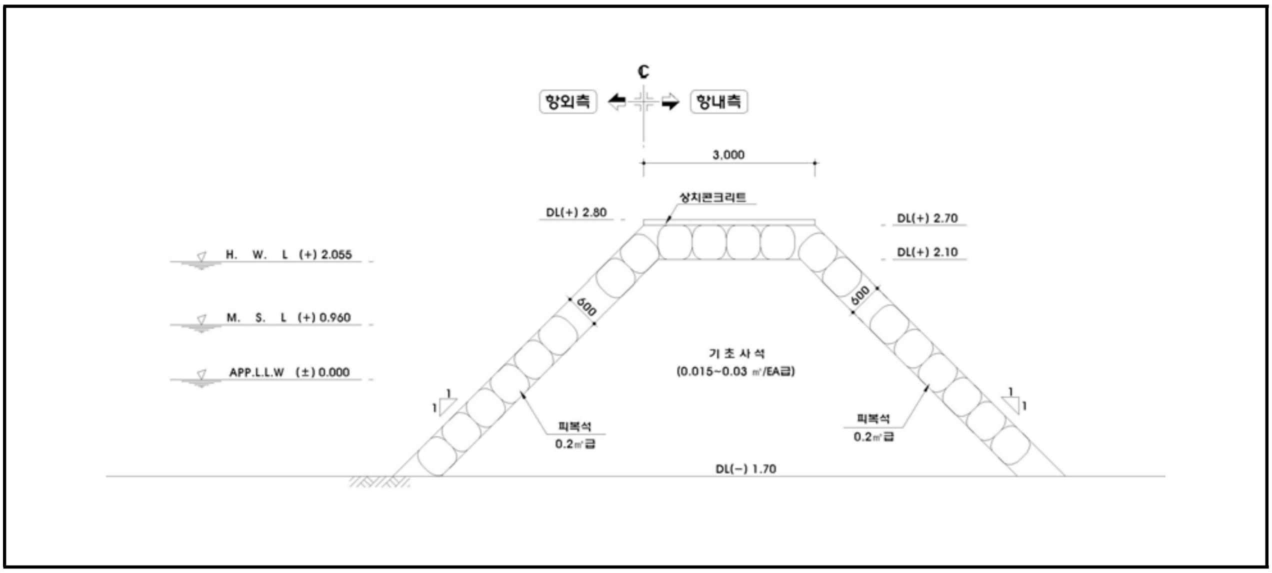
<그림 8.2.2> 방파제 표준단면도(2구간)



<그림 8.2.3> 방파제 표준단면도(3구간)



<그림 8.2.4> 돌제 표준단면도(1구간)



나) 마루높이 검토

- 배후시설이 있는 방파제 1구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 적용한 결과 현재 마루높이로 안정이 확보되는 것으로 검토되었다.
- 방파제 2, 3구간과 돌제는 제 1 방법과 제 4 방법을 적용한 결과 방파제 2, 3구간에서 현재 마루높이로 안정이 확보되나 돌제에서는 마루높이가 부족하여 안정이 미확보되는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
방파제	1구간	4.4	3.4	5.0	3.3	5.0	5.0	OK
	2구간	4.4	-	-	2.9	4.4	5.0	OK
	3구간	4.4	-	-	2.9	4.4	5.0	OK
돌제	1구간	3.1	-	-	1.7	3.1	2.8	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 방파제와 돌제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
돌제	1구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-

라) 구조물 안정검토

- 방파제 전 구간에서 상부공 및 제체공에 대한 안정이 확보되는 것으로 나타났다.
- 돌제는 상부시설이 없어 검토에서 제외하였다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
방파제	1구간	3.00	OK	8.61	OK	-	-
	2구간	3.14	OK	9.04	OK	2.55	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-
돌제	1구간	-	-	-	-	-	-

8.2.4 평가 및 결론

- 방파제는 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공, 제체의 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.
- 돌제의 경우 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 평가되었다.

[표 8.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				방파제			돌제
				1구간	2구간	3구간	1구간
마루높이 (D.L(+),m)	현 황			5.0	5.0	5.0	2.8
	금 회			5.0	4.4	4.4	3.1
	판 정			OK	OK	OK	N.G
피복재 소요중량	현 황			T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	피복석 0.2㎥
	금 회			T.T.P 2.0ton	T.T.P 2.0ton	T.T.P 3.2ton	피복석 0.2㎥
	판 정			OK	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.00	3.14	-	-
			판정	OK	OK	-	-
		전도 (1.2)	산정	8.61	9.04	-	-
			판정	OK	OK	-	-
		직선활동 (1.2)	산정	-	2.55	-	-
			판정	-	OK	-	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	필 요

8.3 보수·보강 방안 수립

- 광암항의 외곽시설에 대한 안정성 평가 결과, 돌제의 마루높이가 부족한 것으로 검토되었으나, 일부 월파를 허용하여도 항내정온도 및 휴식부두 이용에는 문제가 없을 것으로 판단되므로 경제성 및 이용성을 고려하여 마루높이에 대한 보강을 제외하였다.
- 그 외의 시설은 전구간 안정성을 확보하는 것으로 평가되어 보수 · 보강을 미수립하였다.

제9장 대포근포항

제 9 장 대포근포항

9.1 기초자료조사

9.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 대포근포 항이 위치한 저구리만은 저구리와 통영시, 한사면 장사도 사이의 바다로 항내가 동측으로 만입된 천연적인 피항지로서 양호한 조건을 갖추고 있다. 주변에는 용초도, 죽도, 장사도, 봉암도 및 한산도의 크고 작은 섬들이 산재하여 외해 파랑을 막아주는 천연적인 양상이다.
- 현재 본 항은 대포, 근포의 2개 포구로 형성되어 어항개발 및 시설계획 측면에서는 다소 불리한 조건이다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(거제) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 9.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	19.0
		풍 향		NW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.0
		풍 향		SSE
	평균풍속		m/sec	1.6
기 온	연 평 균		℃	14.1
	최 고			38.6
	최 저			-10.1
강수량	연 평 균		mm	1,840.7
	일 최 다			438.3

구 분		단 위	제 원
현상일수	맑 음	일	117.7
	흐 림		107.5
	안 개		4.7
	강 수		41.1
	강 설		3.6
	결 빙		78.2
	뇌 전		7.2
	폭 풍		2.1
	기 온		0.1
작업일수	육 상		222
	해 상		234

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

가) 기온

• 본 지역의 연평균 기온은 14.1℃이며, 월평균기온은 1월 2.1℃, 8월 25.8℃로 나타났다.
• 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 38.6℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.1℃ (2004년 1월)로 나타났다.

[표 9.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

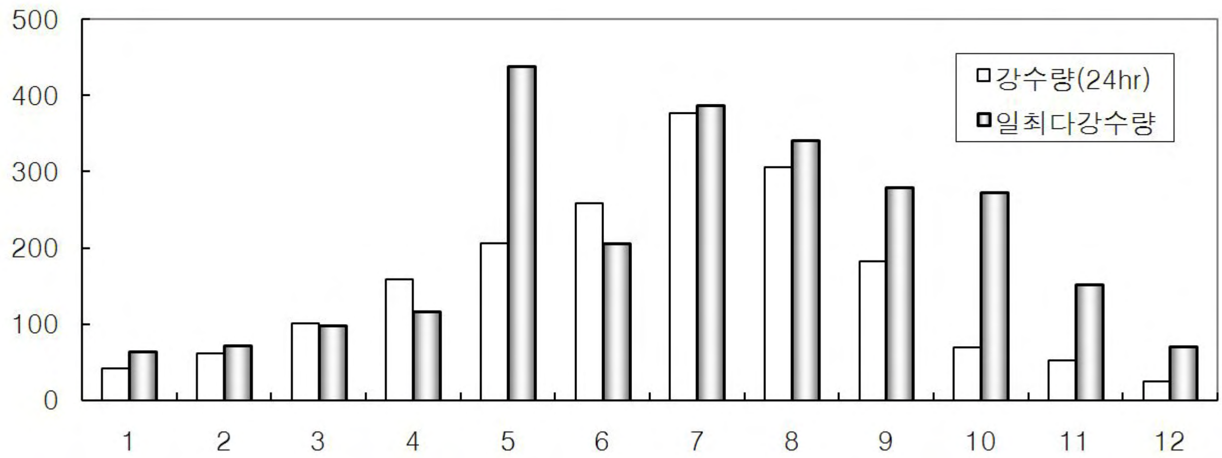
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.1	3.9	7.9	13.2	17.5	20.9	24.5	25.8	21.8	16.4	10.1	4.5	14.1
최 고	17.6	19.4	23.1	27.6	33.1	33.5	38.6	37.4	34.2	27.9	24.0	19.4	38.6
최 저	-10.1	-9.4	-5.9	-1.4	4.8	8.2	13.8	15.6	9.0	1.0	-4.4	-8.9	-10.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

나) 강수

• 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
• 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 3,397.4mm, 연최소 강수량은 1994년의 1,136.0mm이며, 연평균 강수량은 1,840.7mm로 나타난다.

<그림 9.1.1> 강수량(mm)



[표 9.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

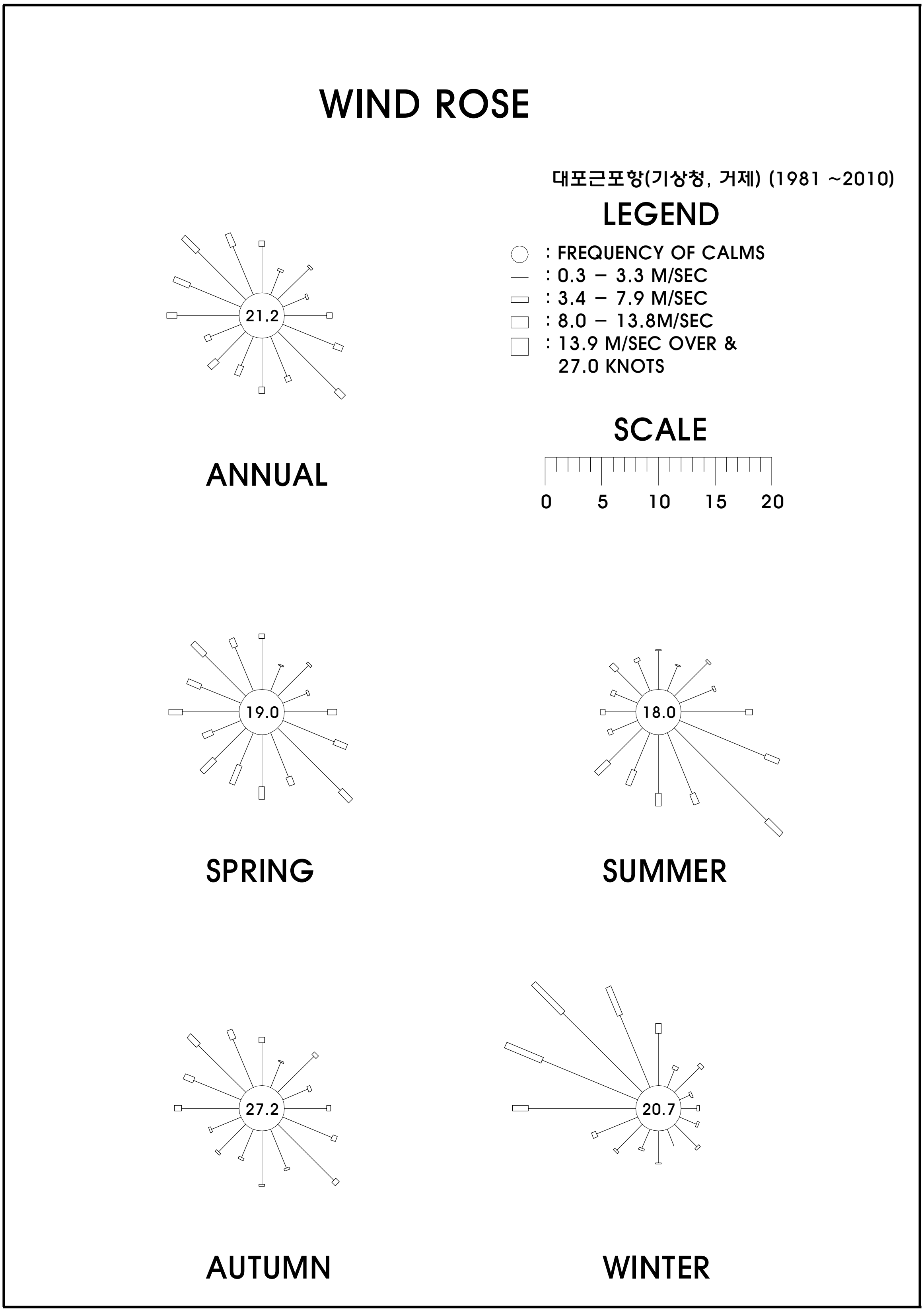
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	41.6	61.9	101.6	158.6	206.4	259.1	377.0	305.7	182.4	69.2	52.2	25.0	1840.7
일최다	64.0	72.5	98.5	117.0	438.3	205.8	387.5	341.2	279.5	273.2	152.0	70.5	438.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

다) 바람

• 연평균 풍속은 1.6m/sec, 최대 풍속은 NW방향에서 19.0m/sec로 나타난다.

<그림 9.1.2> 바람장미도



[표 9.1.4] 월별풍속

(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	1.8	1.7	1.6	1.8	1.6	1.3	1.2	1.4	1.6	1.6
최 대		11.3	10.8	12.7	12.7	11.3	13.0	18.0	19.0	15.3	12.3	10.0	11.1	19.0
		WNW	NW	WNW	WNW	SW	WNW	S	NW	WNW	SE	WNW	WNW	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, 거제 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 117.7일로 약 32%이고 흐린 날씨는 107.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 4.7일, 강수일수는 41.1일, 폭풍일수는 2.1일로 나타났다.

[표 9.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.0	12.5	9.1	9.1	8.9	3.7	3.3	5.3	6.6	12.0	14.4	16.8	117.7
흐 림	4.5	6.3	10.2	9.0	10.1	14.3	16.5	11.9	10.4	5.8	5.6	2.9	107.5
안 개	0.2	0.3	0.2	0.6	0.7	1.0	0.8	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	4.7
강 수	1.3	2.0	3.2	4.0	4.3	5.2	7.4	5.8	3.8	1.7	1.5	0.9	41.1
강 설	1.3	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.6
결 빙	24.9	19.3	8.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	20.1	78.2
뇌 전	0.1	0.0	0.3	0.5	0.6	0.6	1.9	2.1	0.5	0.3	0.3	0.0	7.2
폭 풍	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	2.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 9.1.6] 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)

• 대포근포항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 234일, 육상작업 가능일수는 222일로서 연가동률이 64%와 60% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 9.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	38.37	103.81	142.18	222.82
해 상	21.33	234.44	255.77	234.44

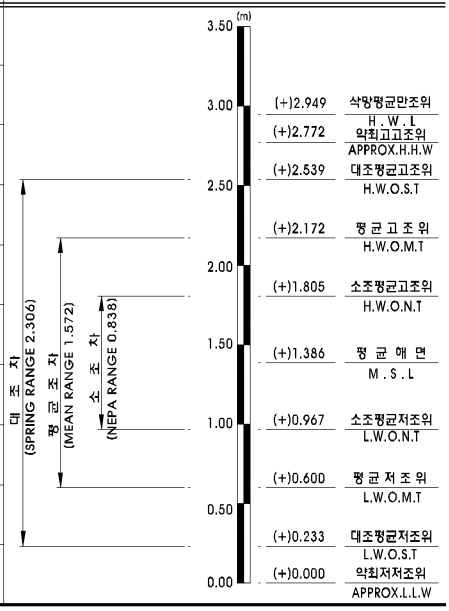
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 대포근포항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)2.772m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.539m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.386m이며, 대조차 2.306m, 평균조차 1.572m, 소조차 0.838m로 나타났다.

[표 9.1.8] 대포근포항의 조위

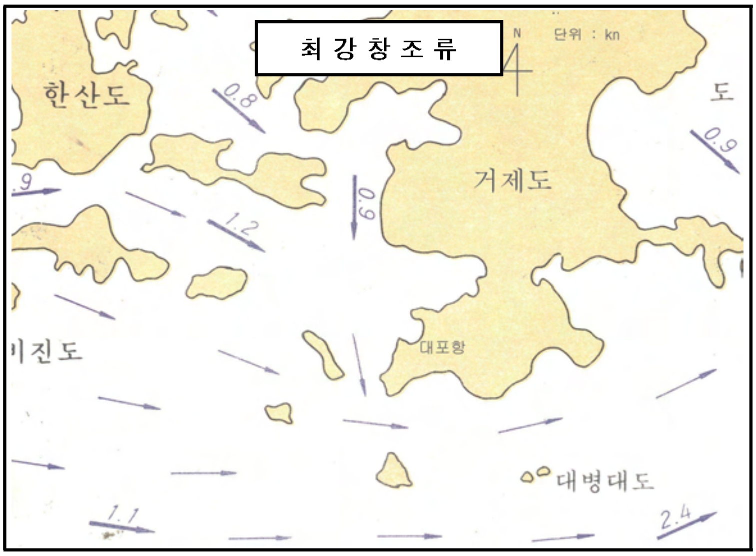
구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 294.9	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 277.2	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 253.9	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 217.2	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 180.5	
평 균 해 면	(M. S .L)	D.L(+) 138.6	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 96.7	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 60.0	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 23.3	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

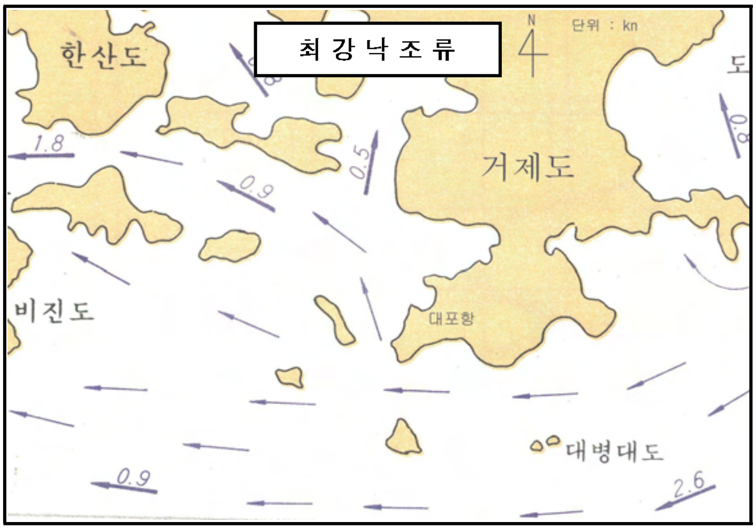
※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 창조류는 외해에서 남서류하여 일부는 가덕수도를 북서류하면서 진해만으로 유입하고 주류는 거제도 동측을 남서류하면서 점차 유속을 가속화하여 거제도 남방에 이르러서는 서류한다.
- 낙조류는 이와 반대로 흐르며 이부근의 창(낙)조류는 부산항 조석의 저(고)조후 1.0~2.2 시경에 전류하여 고(저)조후 0~1.0시경까지 약 5.0~5.2시간 지속된다.
- 최강 창(낙)조류는 년간 평균 대조기에 0.7~2.1kn로서 낙조류가 우세하고 고(저)조전 1.8~2.9시경에 최강이 일어난다.
- 본 항의 인근 해역 창조류는 외해에서 서류~북류하고, 낙조류는 남류~동류한다.
- 항내 조류는 외곽의 조류 방향에 따라 시계방향 또는 반시계 방향으로의 순환류가 존재하기는 하나 대단히 미약하며 특별한 조석 잔차류의 양상도 보이지 않고 있다.

<그림 9.1.3> 최강 창·낙조류





다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 9.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
대포항 기본설계용역보고서(2000.1)	SE	8.0	13.0	항만청(1976)
	S	8.0	13.0	
대포항 기본설계용역보고서(2000.6)	SSE	8.7	12.0	수산청(1988)
	S	10.1	14.0	
	SSW	9.3	13.0	
대포항 기본설계용역보고서(2000.6)	S	9.02		해양연구소파랑정보제공시스템
	SSW	10.85		
	SW	7.04		

9.1.2 기존자료조사

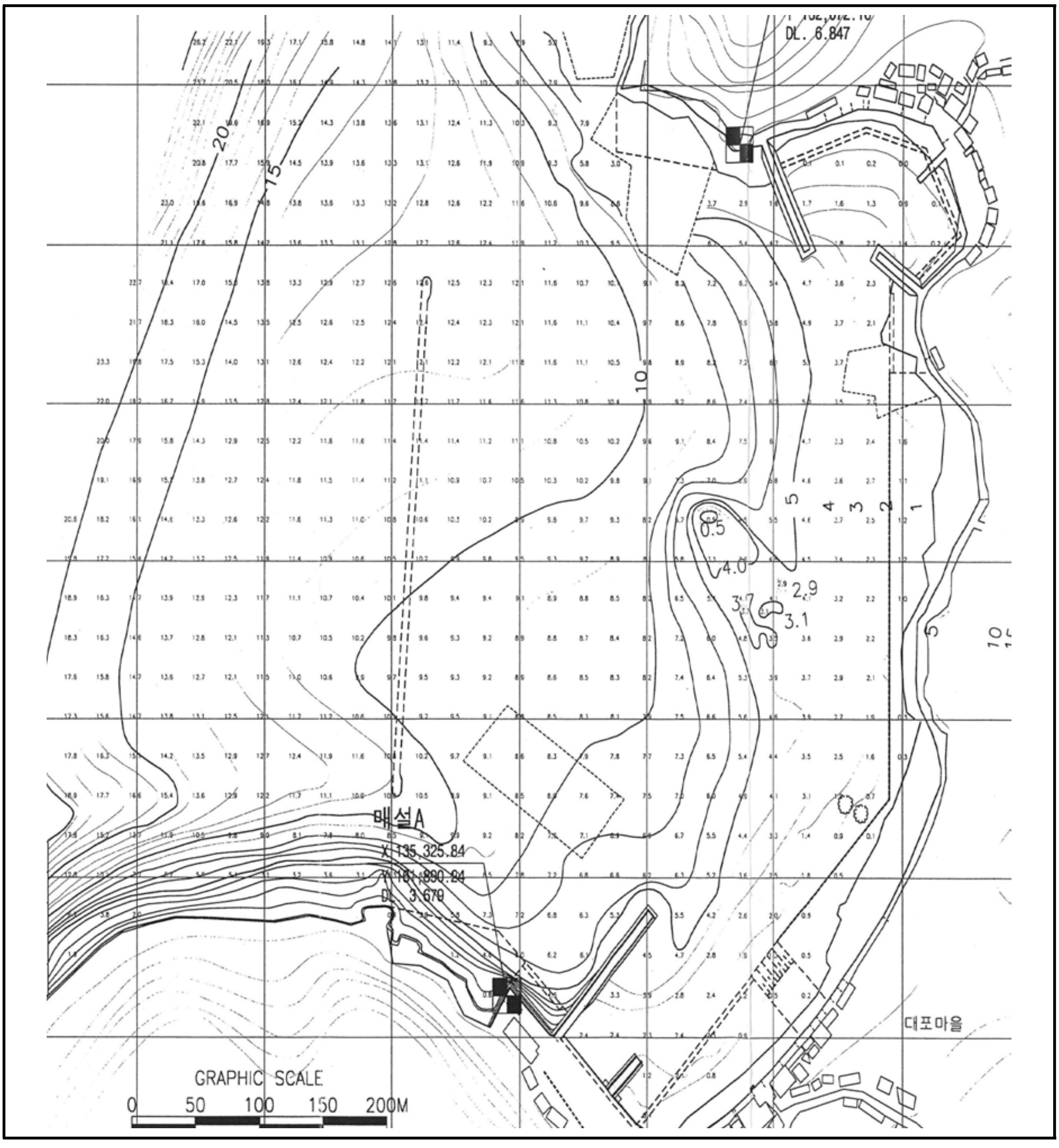
1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 "대포항 실시설계용역 보고서(2004. 02)"에 수록된 항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 9.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 대포항 실시설계용역 보고서(2004. 02)

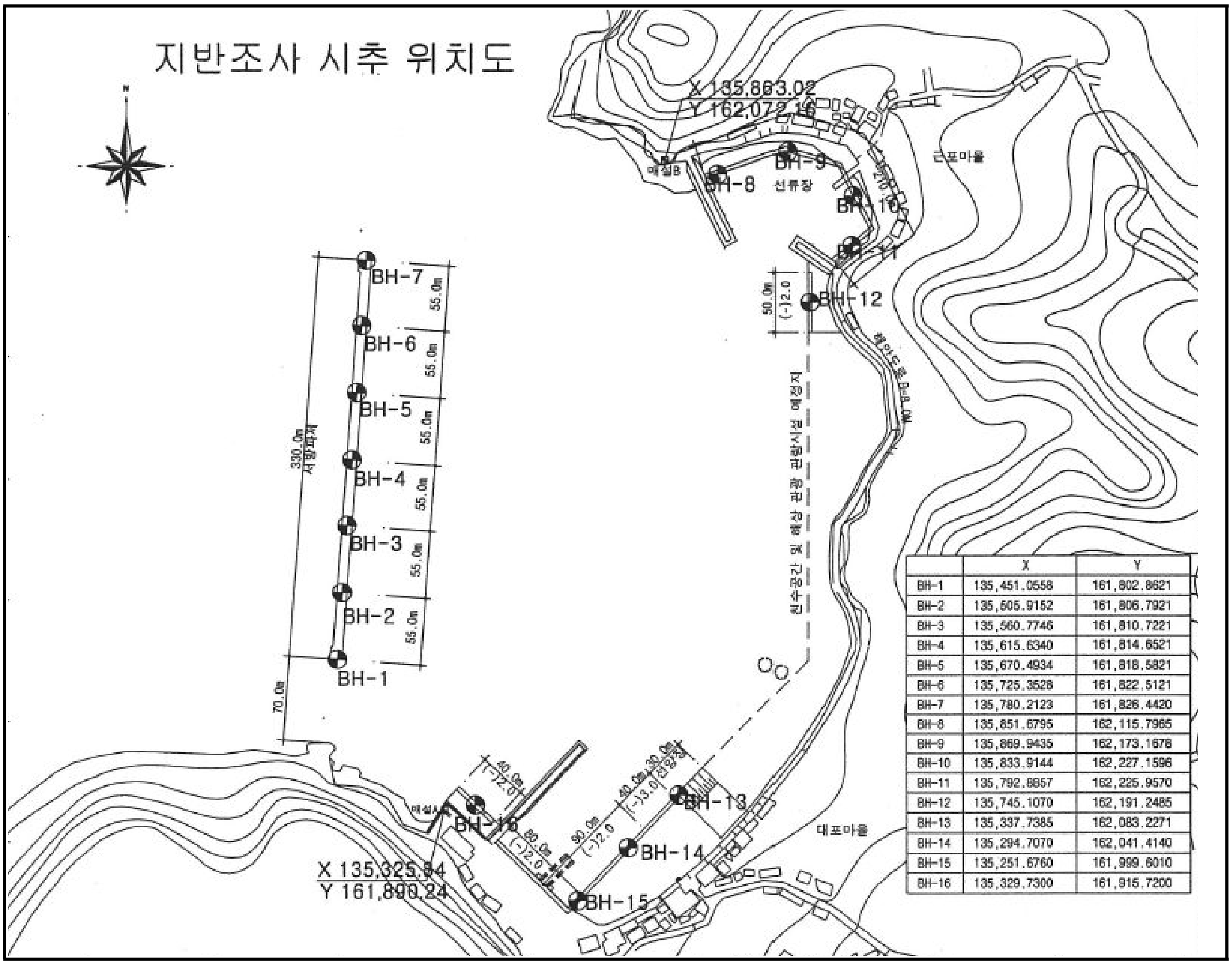
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “대포항 기본설계용역 보고서(2000. 06)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 9.1.5> 조사위치도



	X	Y
BH-1	135,451.0558	161,802.8621
BH-2	135,505.9152	161,806.7921
BH-3	135,560.7746	161,810.7221
BH-4	135,615.6340	161,814.6521
BH-5	135,670.4934	161,818.5821
BH-6	135,725.3528	161,822.5121
BH-7	135,780.2123	161,826.4420
BH-8	135,851.6795	162,115.7965
BH-9	135,869.9435	162,173.1678
BH-10	135,833.9144	162,227.1596
BH-11	135,792.8857	162,225.9570
BH-12	135,745.1070	162,191.2485
BH-13	135,337.7385	162,083.2271
BH-14	135,294.7070	162,041.4140
BH-15	135,251.6760	161,999.6010
BH-16	135,329.7300	161,915.7200

공 번	표 고	좌 표		비 고
	D.L(m)	X	Y	
BH-1	-10.8	135,451	161,802	
BH-2	-10.1	135,505	161,806	
BH-3	-9.7	135,560	161,810	
BH-4	-10.4	135,615	161,814	
BH-5	-11.3	135,670	161,818	
BH-6	-12.1	135,725	161,822	
BH-7	-12.6	135,780	161,826	
BH-8	-0.1	135,851	161,115	
BH-9	0.3	135,869	161,173	
BH-10	0.7	135,833	161,227	
BH-11	0.5	135,792	161,225	
BH-12	-0.4	135,745	161,191	
BH-13	-1.2	135,337	161,083	
BH-14	-2.3	135,294	161,041	
BH-15	-0.6	135,251	161,999	
BH-16	-4.6	135,329	161,915	

다) 지형 및 지질

- 조사지역은 해침으로 인하여 해안선의 굴곡이 심한 지형적 특성을 보이는대, 이는 후빙기에 일어난 해수면의 상승 또는 지반의 침하에 의한 것으로 사료된다.
- 조사지역의 수계로는 상기 산계의 계곡부에서 발원한 소규모의 하천이 방사상으로 흘러 남해로 유입되고 있으며 대체적으로 유로가 짧아 하천의 발달은 미약한 편이다.
- 본 조사지역의 기반암은 중생대 백악기의 흑운모 화강암과 이를 관입하는 중성 - 산성 암맥이며 이를 신생대 제 4기의 충적층이 부정합으로 피복하고 있다.
- 흑운모 화강암은 부지 전체에 분포하고 있으며 중립 - 조립질이며, 현정질, 완정질로 구성광물은 석영, 장석, 흑운모, 각섬석 등이며, 정장석의 함량이 비교적 많은편이기 때문에 암색은 도색을 띠고 있고, 결정들이 조립질인 부분은 풍화면이 거친 특성을 보이고 있다.
- 또한 이를 관입하는 암맥은 부지내에서 수매가 발달하고 있으며, 대체로 산성암맥이나 부지 남측부 해안에는 염기성 암맥이 관입하고 있다. 대체로, 암맥의 크기는 수 미터에 이르며 관입방향은 불규칙하다.
- 상기 암석들은 부정합으로 피복하는 신생대 제 4기의 충적층은 주로 모래 및 점토로 구성되어 있으나 부지에서의 발달은 미약한 편이다.

라) 시추조사 결과 요약

- 실트질 점토층

• 본층은 BH-1 ~ 7번 지역에서 9.0 ~ 25.3m의 층후로 분포하고 있다.

• 본층은 암회색의 실트 섞인 점토로 구성되어 있으며, 지역별로 다량의 패각 내지 모래를 함유하고 있다.

• 표준관입시험 결과 본층의 N치는 0회/30cm ~ 4회/30cm 이상으로 매우 연약 ~ 연약한 연경도를 보이고 있다.

- 점토질 모래층

• 본층은 BH-16번 지역에서 3.5m의 층후로 분포하고 있으며, 본층은 암회색의 점토섞인 모래로 구성되어 있다.

• 표준관입시험 결과 본층의 N치는 1회/30cm ~ 2회/30cm롤 매우 느슨한 상대밀도를 보이고 있다.

- 실트질 모래층

• 본층은 BH-1,8,9,10,12번 지역을 제외한 지역에서 1.4m~13.0m의 층후로 분포하고 있다.

• 본층은 암갈색 내지 암회색의 실트 섞인 세립 내지 중립질 모래로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 본층의 N치는 2회/30cm~50회/30cm 이상으로 매우 느슨 ~ 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

- 자갈질 모래층

• 본층은 BH-1,8,10,12,16번 지역에서 1.2m~4.5m의 층후로 분포하고 있으며, 암회색의 자갈섞인 세립 내지 중립질 모래로 구성되어 있다.

• 표준과입시험 결과 본층의 N치는 11회/30cm~50회/30cm이상으로 중간조밀 ~ 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

- 풍화토

• 본층은 본역 기반암의 풍화토로 BH-8~12번 지역에서 지표하 심도 1.2~3.0m에서 0.8m~5.8m의 층후로 분포하고 있다.

• 본층은 기반암이 완전풍화 ~ 심한풍화 된 상태로 황갈색 내지 암갈색의 실트질 모래 상태로 분포하고 있다.

• 표준관입시험 결과 본층의 N치는 22회/30cm~50회/30cm이상으로 지층의 상대밀도는 중간조밀 ~ 매우조밀한 상태이다.

- 풍화암

• 본층은 본역 기반암의 풍화암으로 BH-8, 10번 지역에서 지표하 심도 6.8m~7.0m에서 3.5m~5.2m의 층후로 분포하고 있다

• 본층은 기반암이 완전풍화 ~ 심한 풍화 된 상태로 황갈~암갈색의 실트질 모래 상태로 분포하

고 있다.

- 표준관입시험 결과 본층의 N치는 50회/10cm이상으로 지층의 상대밀도는 매우 조밀한 상태이다.

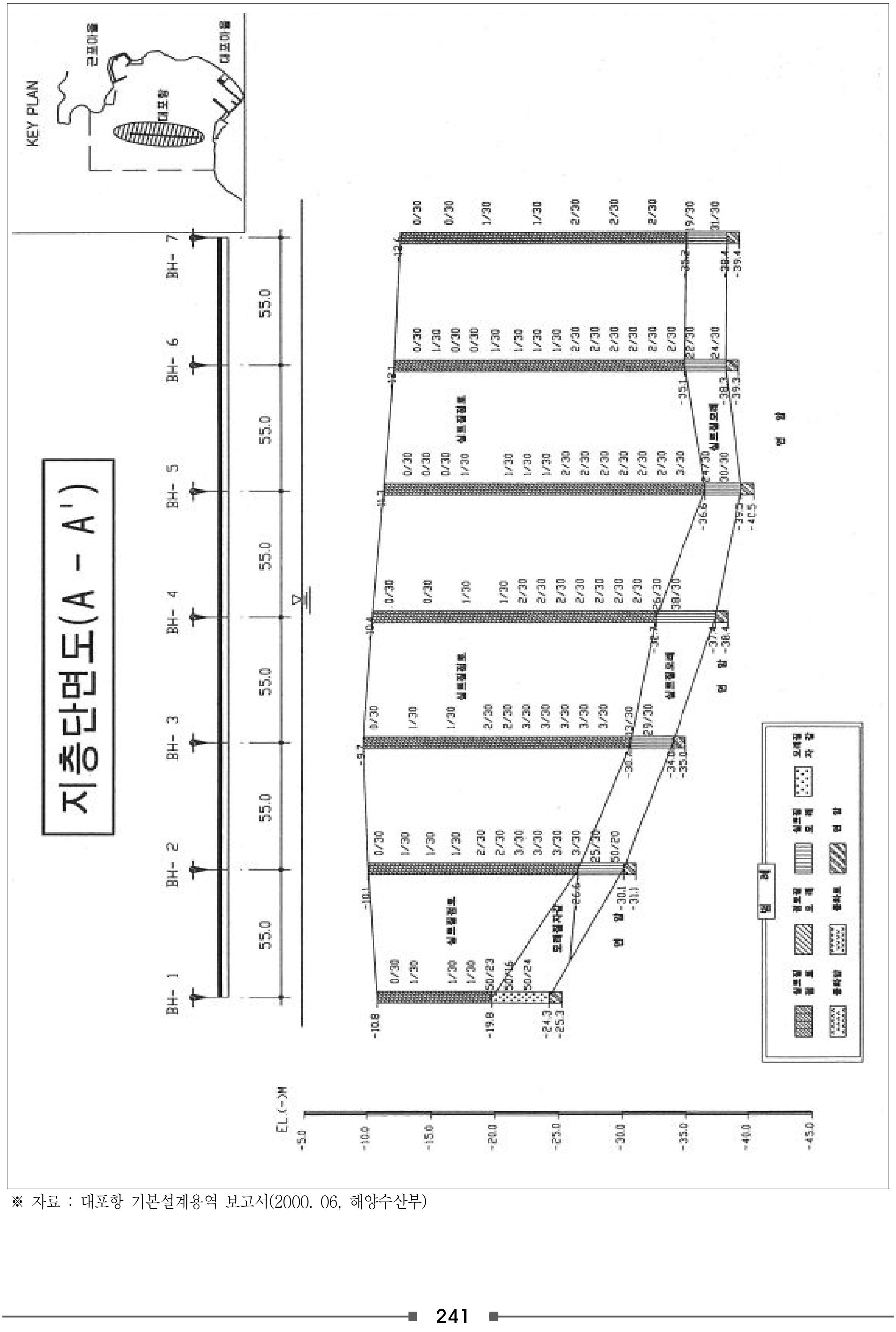
- 연 암

- 본층은 본역의 기반암으로 조사전역에서 지표하 심도 3.0m~28.2m에서 1.0m의 이상의 층후로 분포하고 있다.
- 본암은 기반암이 보통풍화 ~ 심한풍화 된 상태로 암갈색의 색조를 띄며 절리 및 균열이 발달되어 있다.

[표 9.1.10] 시추조사 결과

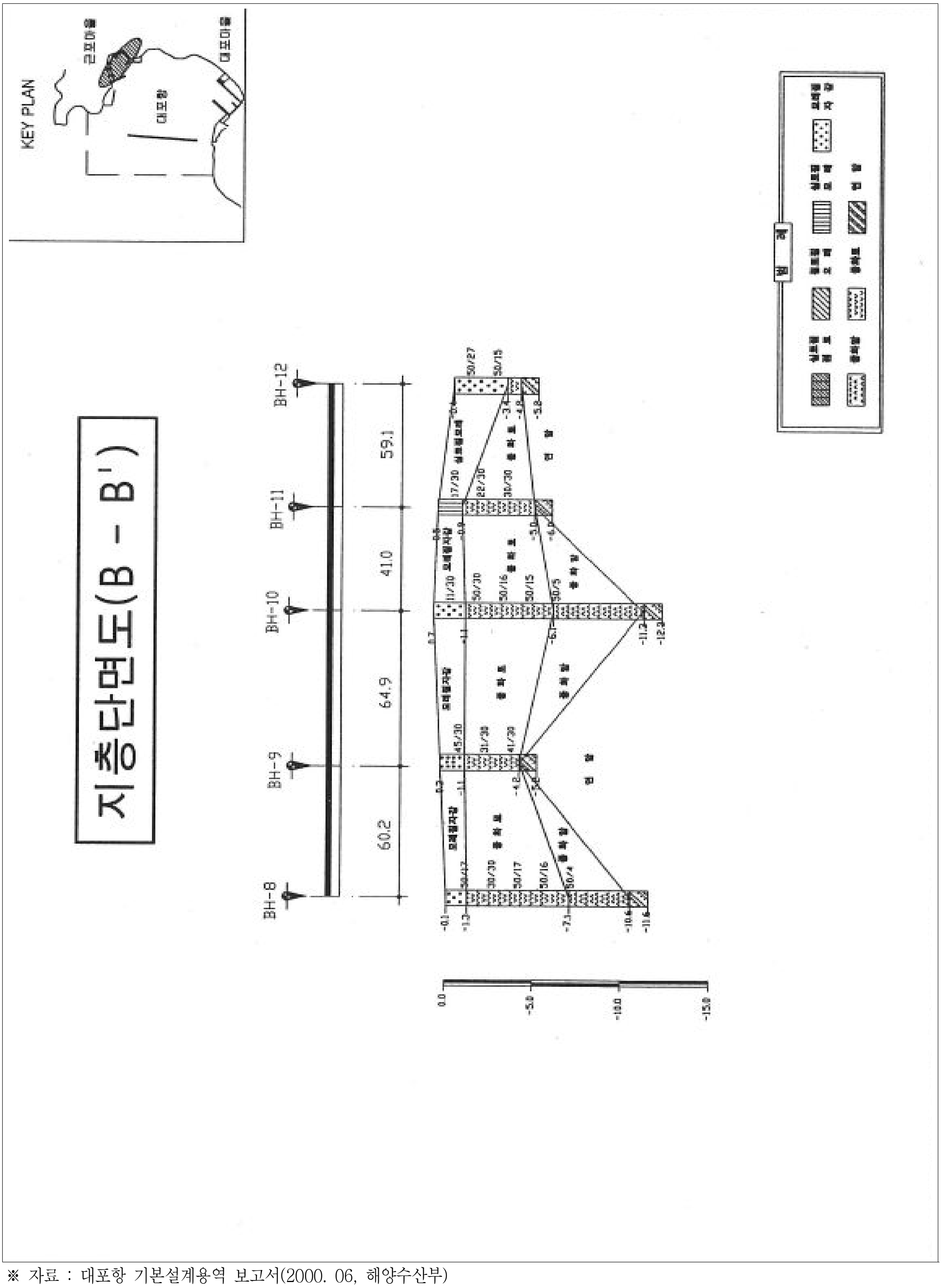
구 분	점성토	사질토			기반암			계	비 고
	실트질 점 토	점토질 모 래	실트질 모 래	모래질 자 갈	풍화토	풍화암	연암		
BH-1	9.0	-	-	4.5	-	-	1.0	14.5	
BH-2	16.5	-	3.5	-	-	-	1.0	21.0	
BH-3	21.0	-	3.3	-	-	-	1.0	25.3	
BH-4	22.3	-	4.7	-	-	-	1.0	28.0	
BH-5	25.3	-	2.9	-	-	-	1.0	29.2	
BH-6	23.0	-	3.2	-	-	-	1.0	27.2	
BH-7	22.6	-	3.2	-	-	-	1.0	26.8	
BH-8	-	-	-	1.2	5.8	3.5	1.0	11.5	
BH-9	-	-	-	1.4	3.1	-	1.0	5.5	
BH-10	-	-	-	1.8	5.0	5.2	1.0	13.0	
BH-11	-	-	1.4	-	4.1	-	1.0	6.5	
BH-12	-	-	-	3.0	0.8	-	1.0	4.8	
BH-13	-	-	10.7	-	-	-	1.0	11.7	
BH-14	-	-	3.0	-	-	-	1.0	4.0	
BH-15	-	-	13.0	-	-	-	1.0	14.0	
BH-16	-	3.5	3.3	2.7	-	-	1.0	1.0	
계	139.7	3.5	52.2	14.6	18.8	8.7	16.0	244	

<그림 9.1.6> 지질조사 주상도(1)



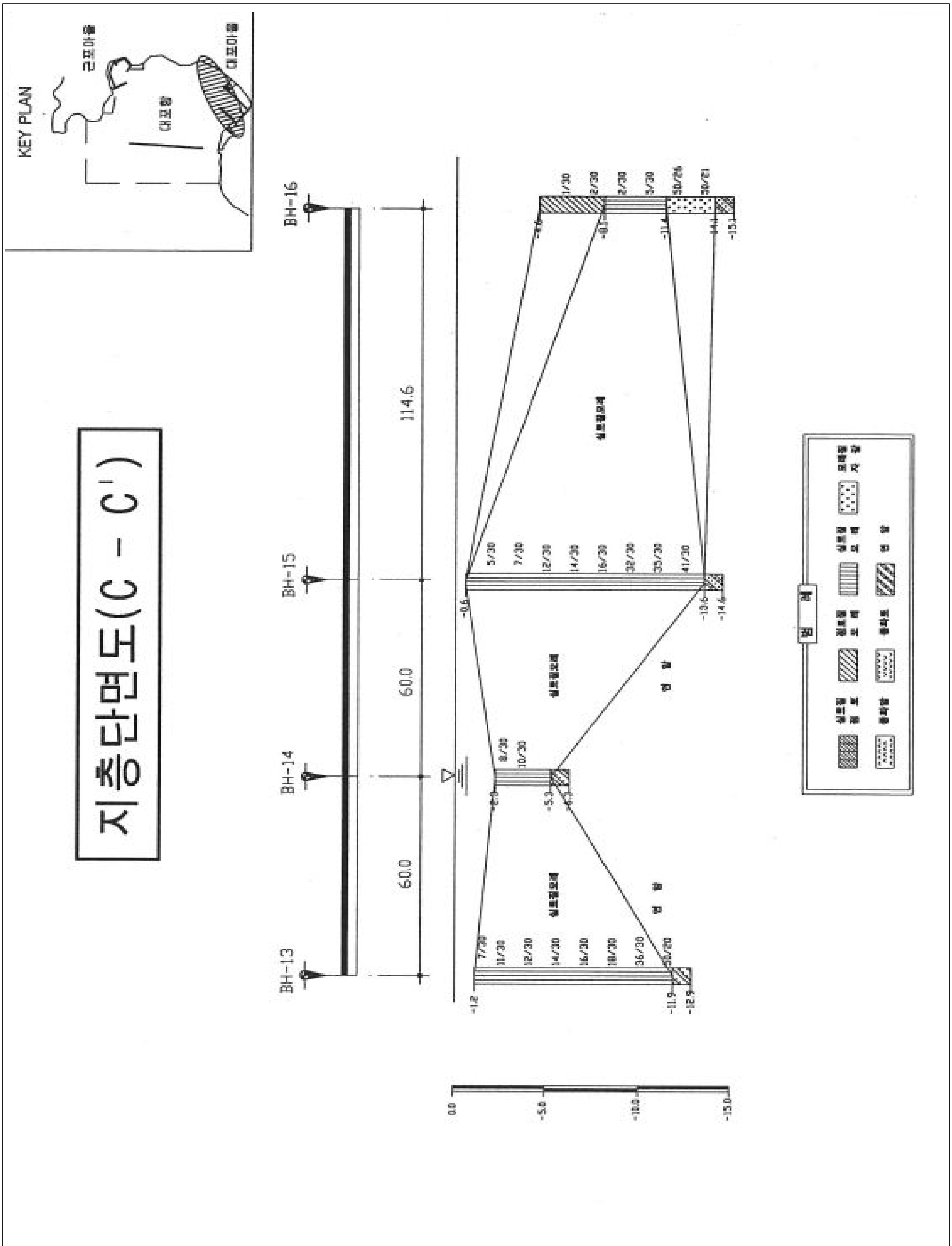
※ 자료 : 대포항 기본설계용역 보고서(2000. 06, 해양수산부)

<그림 9.1.7> 지질조사 주상도(2)



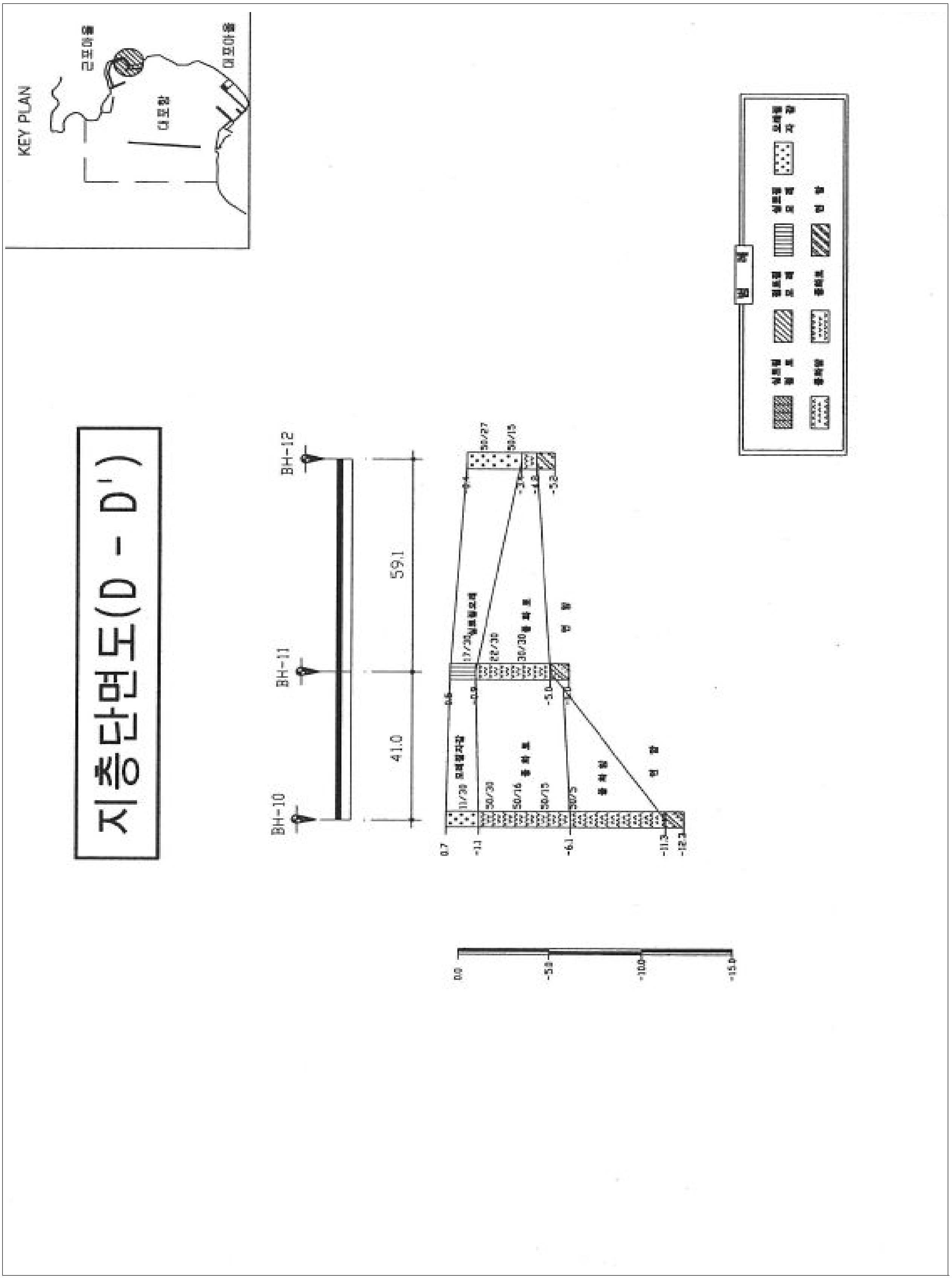
※ 자료 : 대포항 기본설계용역 보고서(2000. 06, 해양수산부)

<그림 9.1.8> 지질조사 주상도(3)



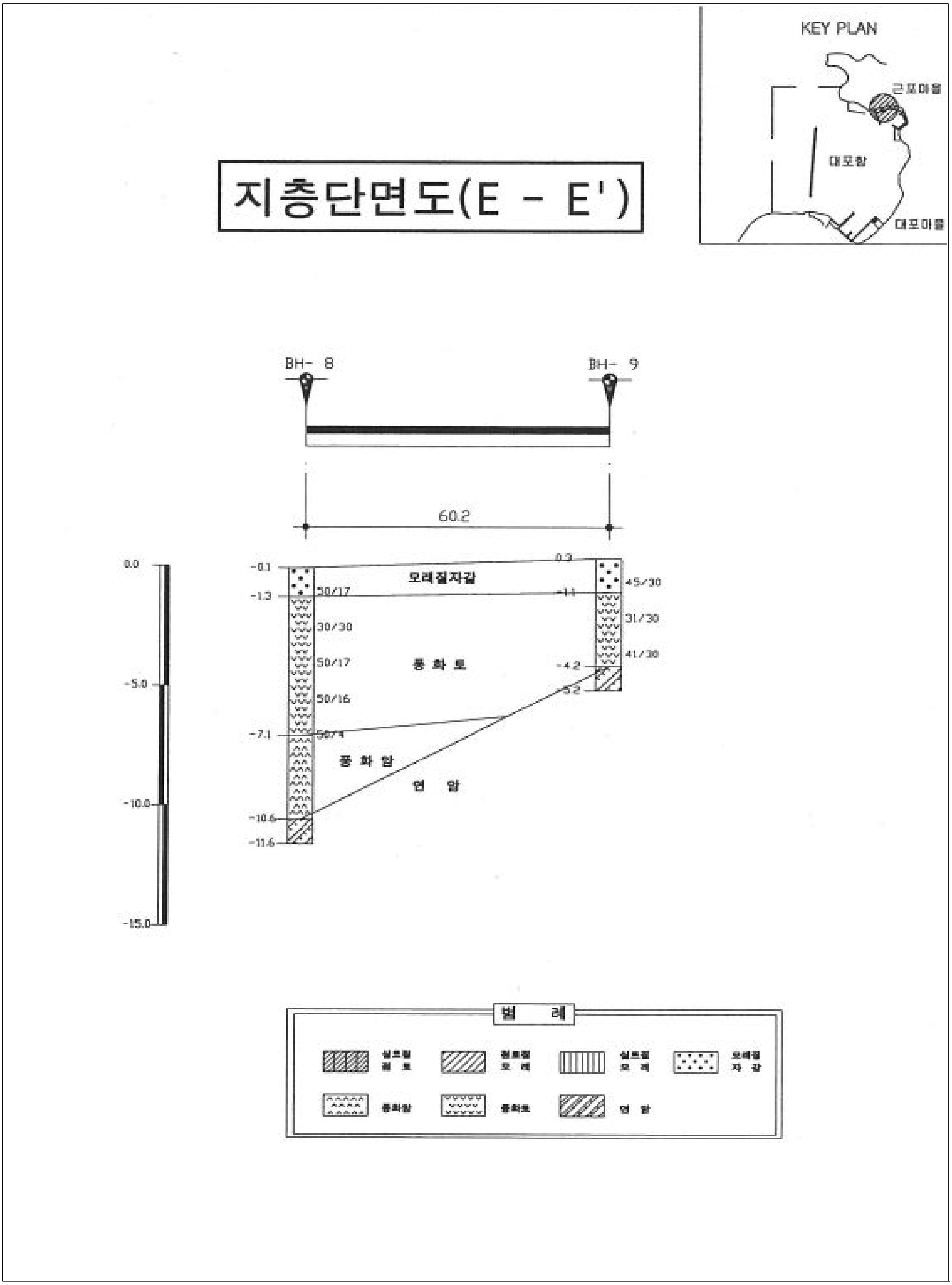
※ 자료 : 대포항 기본설계용역 보고서(2000. 06, 해양수산부)

<그림 9.1.9> 지질조사 주상도(4)



※ 자료 : 대포항 기본설계용역 보고서(2000. 06, 해양수산부)

<그림 9.1.10> 지질조사 주상도(5)



※ 자료 : 대포항 기본설계용역 보고서(2000. 06, 해양수산부)

9.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1998년	제1종 어항 지정	
2000년	기본시설계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2005년	공사 착수	
2008년	대포항건설(2차) 공사	
2008년	대포항 ->대포근포항(국가어항 명칭변경)	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽시설	북방파제	사석식경사제	100m	계획
	서방파제	사석식경사제	300m	공사중
	호안	사석식	145m	계획
계류시설	물양장	중력식	120m	
	물양장	중력식	50m	계획
	유어선부두	중력식	120m	계획
	기존선착장	사석식경사제	175m	
	선류장	중력식	220m	계획
	선양장	중력식	30m	계획
기타시설	해안도로	아스콘 포장	610m	

<그림 9.1.11> 대포근포항 현황도

<그림 9.1.12> 기존 시설현황

서방파제

선착장

선착장

접안시설

9.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

<table>
<tr><th>구 분</th><th>의 견 사 항</th></tr>
<tr><td>거제시청 해양항만과</td><td>•대포근포항은 현재 건설중이므로 시설에 대한 특별한 의견사항은 없음
•마리나시설 전면에 암초 준설 필요(공사시 시행요망)
•대부분의 어항구역이 수역만 지정되어있어, 육상지역의 시설이 대부분 경상남도소유로 되어 있으므로 이에 대한 협의·고시필요</td></tr>
<tr><td>주민의견</td><td>•태풍매미시 근포항 T.T.P 유실
•접안시설 부족에 따라 물양장신설 및 항내 매몰에 따른 준설요망
•외측 방파제 건설에 따라 항내 정온은 양호
•대포어촌계 소속 어선은 약 30척이며 9~11월이 성어기로 새우잡이, 자망때 어선들이 입항</td></tr>
<tr><td>주민의견</td><td>•서방파제 T.T.P톤수 보강요망
•항내 매몰이 심하여 접안의 어려움
•항내매립에 대한 설계변경 원함
•마리나 시설이 들어옴에 따른 주차공간 부족
•마리나 시설 옆 매립지에 어민소득증대사업(특산물 직거래장터)를 할 수 있도록 점사용허가 원함
•근포항의 일반어선은 30여척이며 10t이내의 어선이 주를 이루고 있으며, 외래어선의 경우 최대 100t급의 어선이 연중 입항</td></tr>
<tr><td>의견사항
종 합 도</td><td>
</td></tr>
</table>

2) 현지조사 결과

- 현재 대포근포항 계획에 따라 외측에 서방파제가 신설되고 있으며, 근포항에는 마리나 시설을 위한 공사중에 있다.
- 시공 중인 서방파제 및 근포항 선착장 연장부의 T.T.P를 제외하고는 사석으로 피복되어 있다.

9.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

9.2.1 개요

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

9.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

9.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)2.772m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 부산신항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 대포근포항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)2.949m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 2.772m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 2.949m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 서방파제에서 1.8~2.5m, 북방파제에서 1.9m, 방파호안에서 2.1m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.2+0.0)	SW	1.8	10.8
	2구간 (No.2+0.0~No.12+0.0)	SW	1.8	10.8
	3구간 (No.12+0.0~No.19+0.0)	SW	2.3	10.8
	4구간 (No.19+0.0~No.28+0.0)	SW	2.5	10.7
	5구간 (No.28+0.0~No.30+0.0)	SW	2.5	10.7
북방파제	1구간 (No.0+0.0~No.10+0.0)	SSW	1.9	13.0
방파호안	1구간 (No.0+0.0~No.4+5.0)	SSW	2.1	13.0

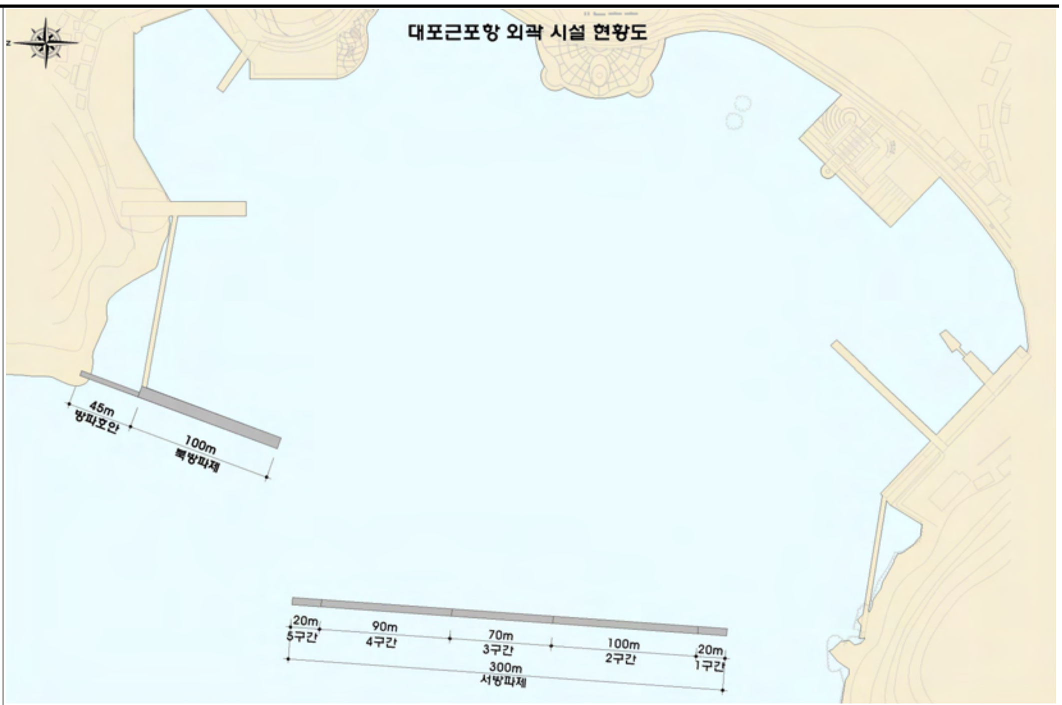
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 대포근포항의 안정성 평가 대상시설은 북방파제 100m(1구간), 서방파제 300m(5구간), 방파호안 45m(1구간)으로 선정하였다.

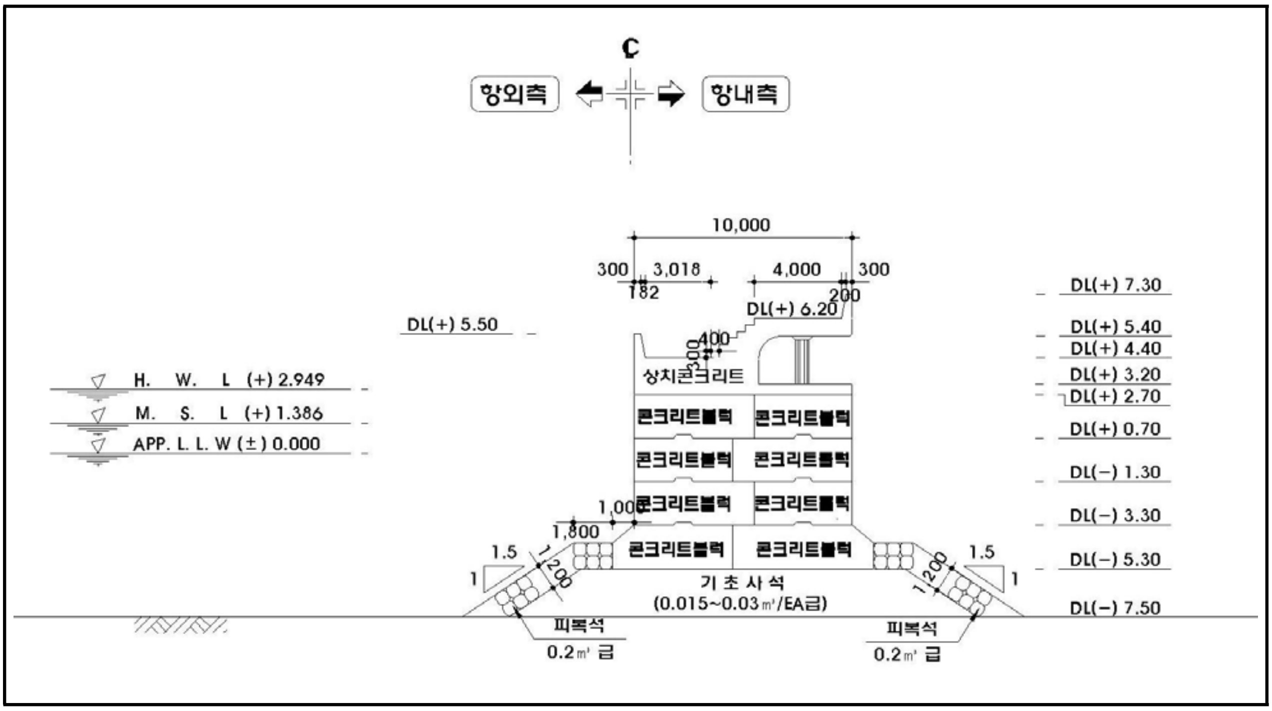
[표 9.2.1] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

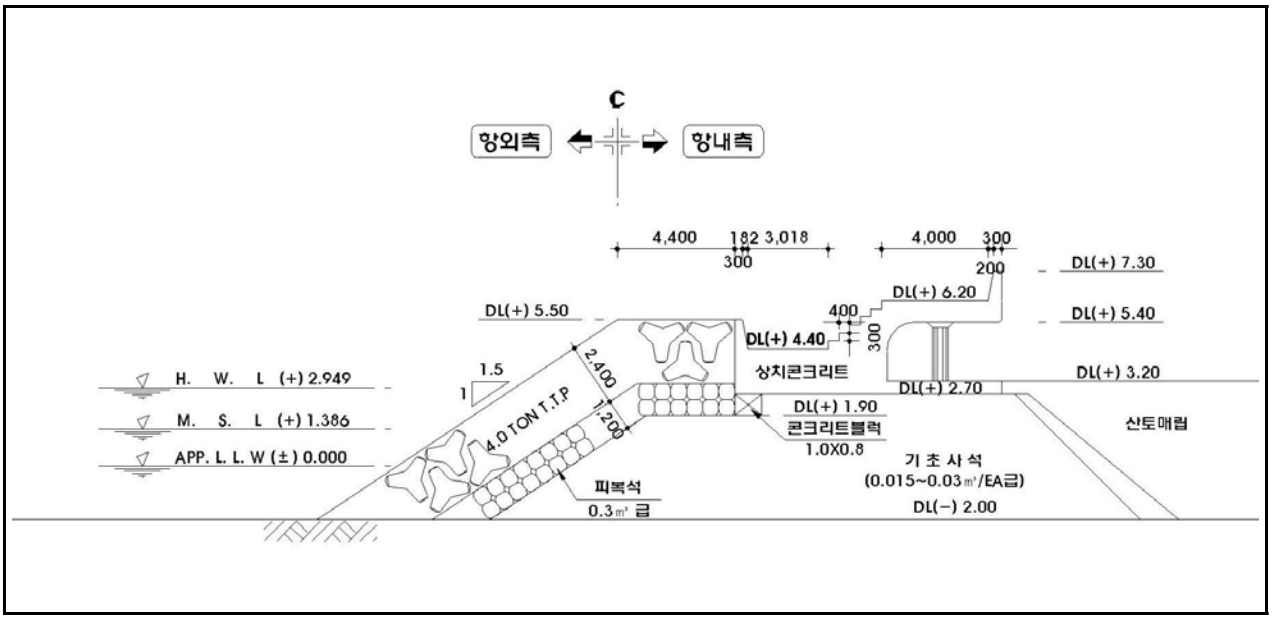


구 분	서방파제	북방파제	방파호안
연 장	300m	100m	45m
구조형식	사석경사제, T.T.P 피복 사석경사제,	직립제	T.T.P 피복 사석경사제,
준공년도	-	-	-
전면수심	D.L(-)9.8~12.4m	D.L(-)7.5m	D.L(-)2.0m
마루높이	D.L(+)4.9~6.0m	D.L(+)5.5m	D.L(+)5.5m
피 복 재	피복석 0.4/0.8/1.0㎥/EA T.T.P 5.0 ton	피복석 0.2㎥/EA	T.T.P 4.0 ton
총 구 간	5개 구간	1개 구간	1개 구간

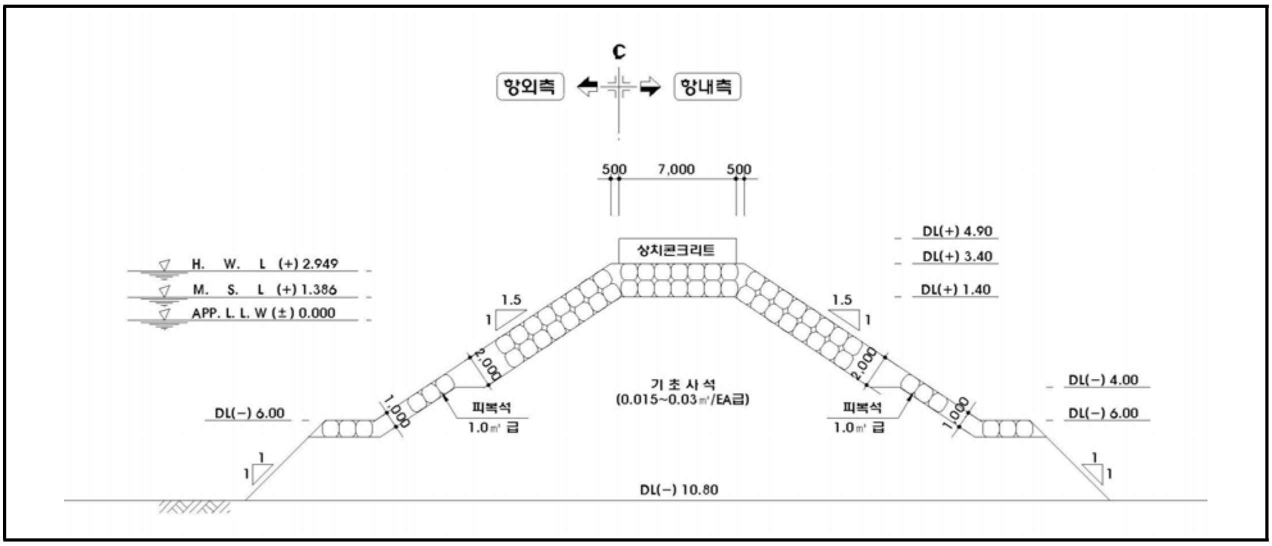
<그림 9.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



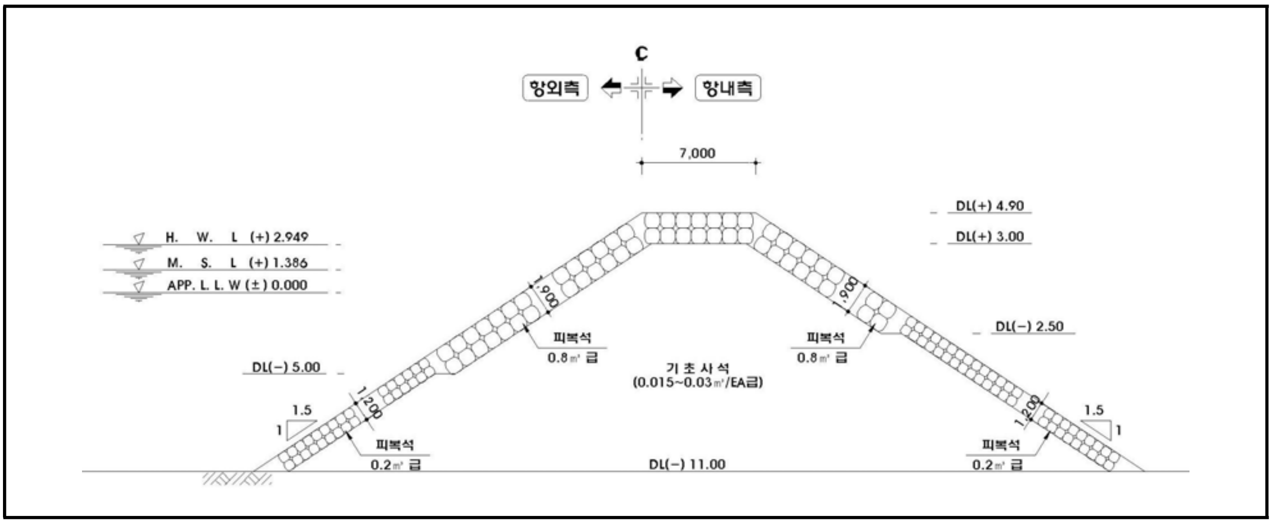
<그림 9.2.2> 방파호안 표준단면도(1구간)



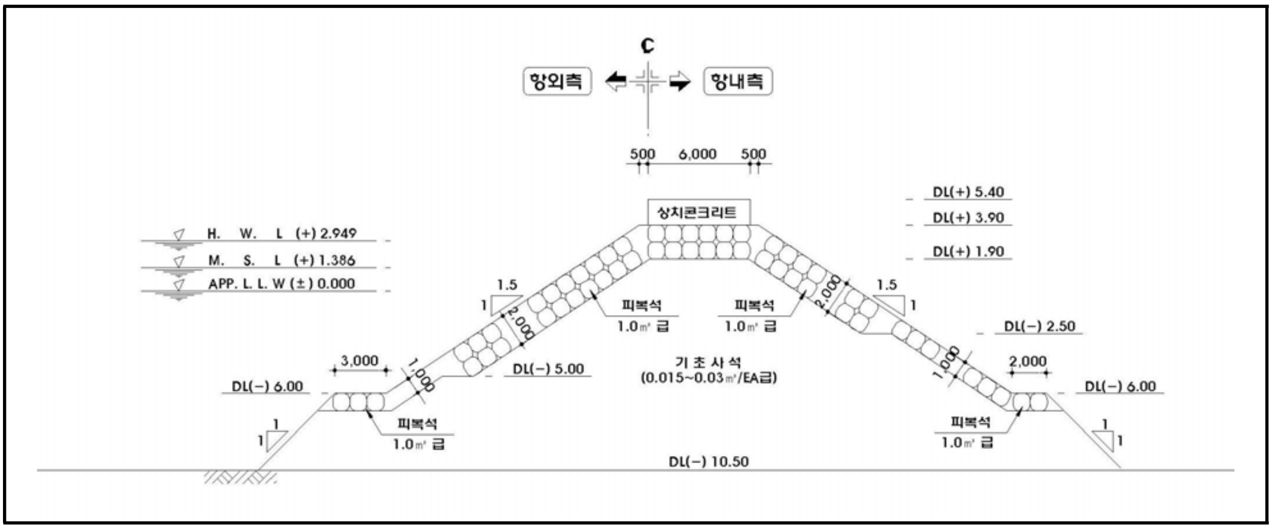
<그림 9.2.3> 서방파제 표준단면도(1구간)



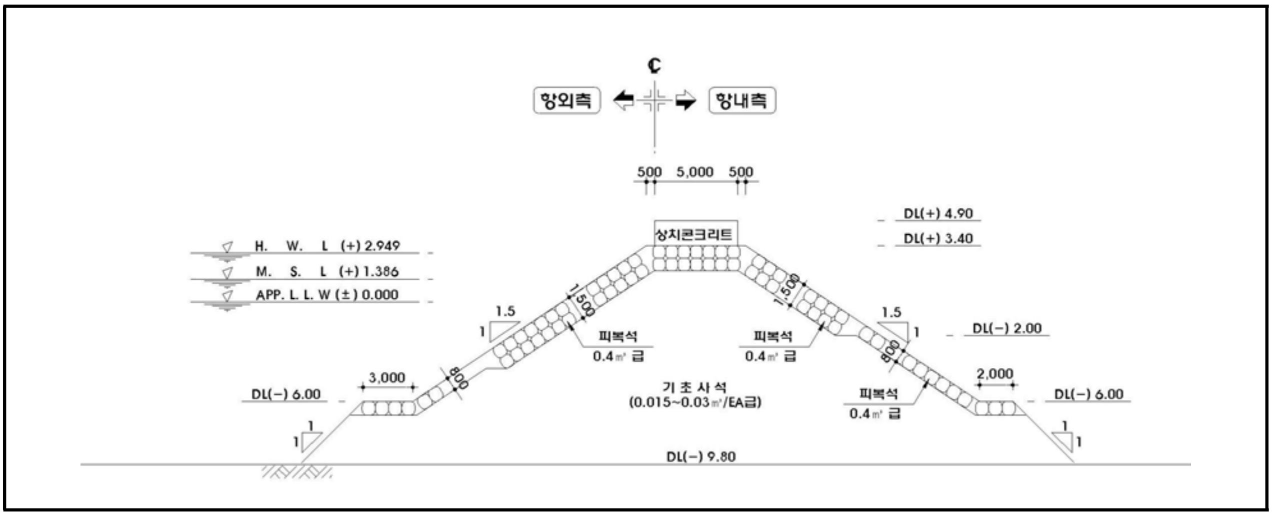
<그림 9.2.4> 서방파제 표준단면도(2구간)



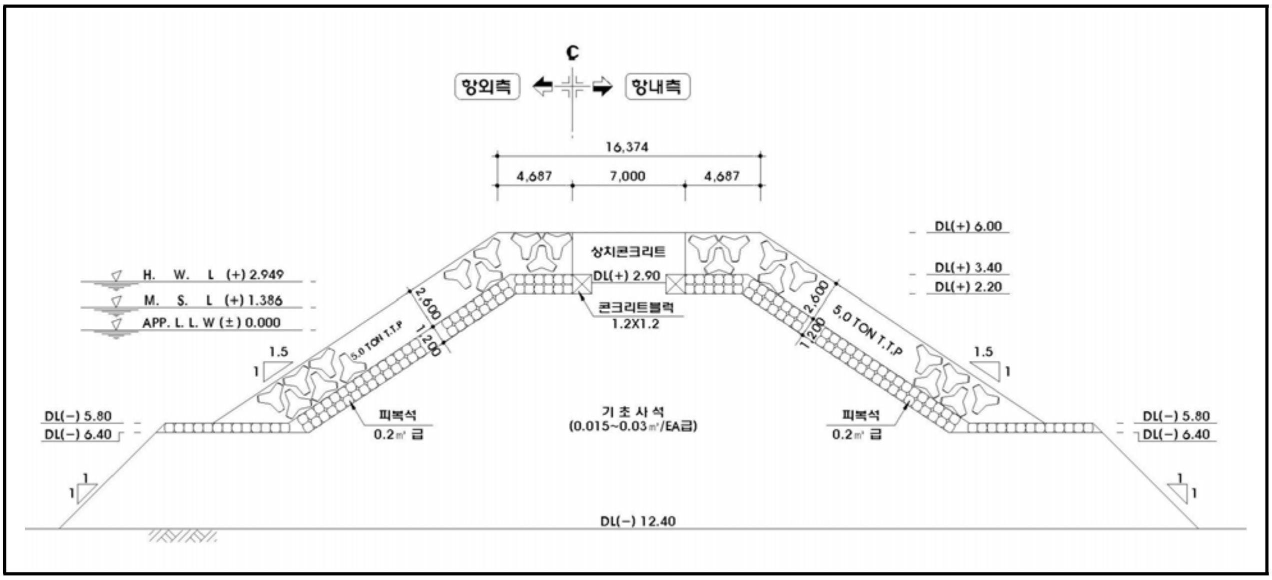
<그림 9.2.5> 서방파제 표준단면도(3구간)



<그림 9.2.6> 서방파제 표준단면도(4구간)



<그림 9.2.7> 서방파제 표준단면도(5구간)



나) 마루높이 검토

- 서방파제는 제 1 방법과 제 4 방법을 적용한 결과 서방파제 4구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났으나, 그 외 구간은 마루높이를 만족하는 것으로 나타났다.
- 북방파제는 전구간 마루높이를 확보하는 것으로 나타났으며, 배후시설이 있는 방파호안은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교한 결과 제 3 방법은 다소 과대하게 산정되어 배후부지의 이용성 및 경제성을 감안하여 D.L(+) 5.2m로 적용하였으며, 현재 마루높이로 안정이 확보되는 것으로 검토되었다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
서방파제	1구간	4.8	-	-	3.7	4.8	4.9	OK
	2구간	4.8	-	-	3.7	4.8	4.9	OK
	3구간	5.3	-	-	4.4	5.3	5.4	OK
	4구간	5.5	-	-	4.7	5.5	4.9	N.G
	5구간	5.5	-	-	4.1	5.5	6.0	OK
북방파제	1구간	4.9	-	-	3.7	4.9	5.5	OK
방파호안	1구간	5.1	5.2	6.3	3.0	5.2	5.5	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 서방파제 4구간의 외측 피복재는 피복석 $0.7m^3$이 필요한 것으로 산정되었으나 현재 피복석 $0.4m^3$으로 축조되어 있어, 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외 시설은 안정성을 확보하는 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
서방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 1.0㎥	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.3㎥	피복석 0.8㎥	OK	-	-	-
	3구간	비쇄파대	피복석 0.6㎥	피복석 1.0㎥	OK	-	-	-
	4구간	비쇄파대	피복석 0.7㎥	피복석 0.4㎥	N.G	-	-	-
	5구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 5.0ton	OK	-	피복석 0.2㎥	OK
북방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK	-	-	-
방파호안	1구간	쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 4.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.3㎥	OK

라) 구조물 안정검토

- 서방파제 4구간에서 활동이 0.83으로 안정이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 모두 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
서방파제	1구간	2.24	OK	14.01	OK	1.50	OK
	2구간	-	-	-	-	-	-
	3구간	1.36	OK	6.65	OK	1.37	OK
	4구간	0.83	N.G	2.80	OK	1.28	OK
	5구간	2.02	OK	5.75	OK	1.83	OK
북방파제	1구간	1.56	OK	4.44	OK	2.36	OK
방파호안	2구간	2.15	OK	13.12	OK	-	-

9.2.4 평가 및 결론

- 서방파제는 4구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공의 안정성이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.
- 북방파제 및 방파호안에서는 전구간 모두 마루높이, 피복재 소요중량, 상부공 및 제체공의 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.

[표 9.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				서방파제					북방파제	방파호안
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	1구간	1구간
마루높이 (D.L(+),m)	현 황			4.9	4.9	5.4	4.9	6.0	5.5	5.5
	금 회			4.8	4.8	5.3	5.5	5.5	4.9	5.2
	판 정			OK	OK	OK	N.G	OK	OK	OK
피복재 소요중량	현 황			피복석 1.0m^3	피복석 0.8m^3	피복석 1.0m^3	피복석 0.4m^3	T.T.P 5.0ton	피복석 0.2m^3	T.T.P 4.0ton
	금 회			피복석 0.3m^3	피복석 0.3m^3	피복석 0.6m^3	피복석 0.7m^3	T.T.P 3.2ton	피복석 0.2m^3	T.T.P 2.0ton
	판 정			OK	OK	OK	N.G	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	2.24	-	1.36	0.83	2.02	1.56	2.15
			판정	OK	-	OK	N.G	OK	OK	OK
		전도 (1.2)	산정	14.01	-	6.65	2.80	5.75	4.44	13.12
			판정	OK	-	OK	OK	OK	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	1.50	-	1.37	1.28	1.83	2.36	-
			판정	OK	-	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

9.3 보수·보강 방안 수립

9.3.1 개요

- 대포근포항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 서방파제 4구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 9.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
서방파제	1구간	20m	
	2구간	100m	
	3구간	70m	
	4구간	90m	○
	5구간	20m	
북방파제	1구간	100m	
방파호안	1구간	45m	

9.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

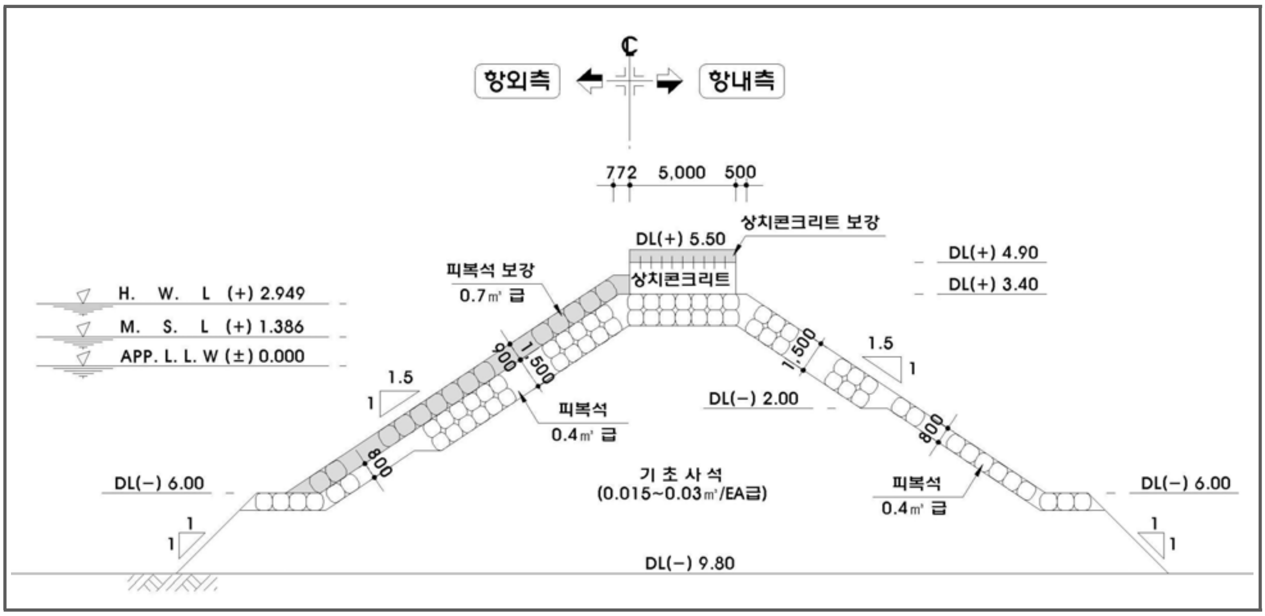
1) 서방파제

- 4구간의 마루높이 및 상부공의 안정성 확보를 위해 상치콘크리트를 D.L(+) 5.5m로 증고하였으며, 마루높이 증고시 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 구상하였으며, 안전성을 확보하도록 하였다.
- 또한, 외측 피복재 안정성 확보를 위해 기존 피복석위에 신규로 피복석 0.7m^3을 덧씌우기로 보강하여 안정성을 확보하였다.

[표 9.3.2] 서방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		4구간	비고
시설연장		90m	90m
마 루 높 이	현황	D.L(+)4.9m	
	계획	D.L(+)5.5m	
외 측 피복재	현황	피복석 0.4㎥	
	계획	피복석 0.7㎥	

<그림 9.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강안)



9.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 대포근포항 보수·보강에 소요되는 개략은 약 5억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
서방파제	90		450	
4구간	90	5	450	• 상치 보강, 피복재 보강
합 계	90		450	

제10장 능포항

제 10 장 능포항

10.1 기초자료조사

10.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 능포항은 거제도의 동해안중부에 위치하며, 동,남 및 서방향은 자연적으로 차폐되어 있으며 북동방향만이 외해로 개방된 천연적인 항이다.
- 항내수심도 5m~15m로 좋은 조건이며 우리나라에 매년 발생하는 태풍시기(8월~10월)에는 피항항으로 유리한 조건을 갖추고 있다.
- 지리적 여건으로는 항이 자연적으로 형성되어 있으며, 조차도 2.0m 내외로 크지 않은 편이다.
- 항내 지질특성은 해안선 인근에서는 자갈 및 모래자갈층으로 접안시설의 기초로서는 양호한 편으로 어항개발에 유리하다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(거제) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 10.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원	구 분		단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	19.0	현상일수	맑 음	일	117.7
		풍 향		NW		흐 림		107.5
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.0		안 개		4.7
		풍 향		SSE		강 수		41.1
	평균풍속		m/sec	1.6		강 설		3.6
기 온	연 평 균		℃	14.1		결 빙		78.2
	최 고			38.6		뇌 전		7.2
	최 저			-10.1		폭 풍		2.1
						기 온		0.1
강수량	연 평 균		mm	1,840.7	작업일수	육 상		222
	일 최 다			438.3		해 상		234

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

가) 기온

• 본 지역의 연평균 기온은 14.1℃이며, 월평균기온은 1월 2.1℃, 8월 25.8℃로 나타났다.

• 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 38.6℃(1994년 7월), 최저기온은 -10.1℃ (2004년 1월)로 나타났다.

[표 10.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	2.1	3.9	7.9	13.2	17.5	20.9	24.5	25.8	21.8	16.4	10.1	4.5	14.1
최 고	17.6	19.4	23.1	27.6	33.1	33.5	38.6	37.4	34.2	27.9	24.0	19.4	38.6
최 저	-10.1	-9.4	-5.9	-1.4	4.8	8.2	13.8	15.6	9.0	1.0	-4.4	-8.9	-10.1

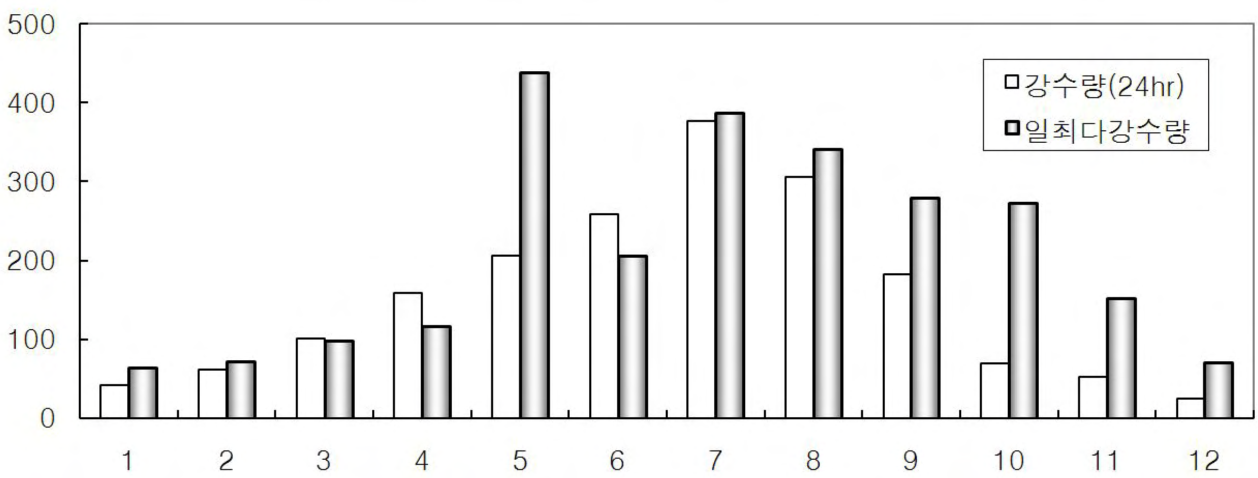
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

나) 강수

• 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.

• 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 3,397.4mm, 연최소 강수량은 1994년의 1,136.0mm이며, 연평균 강수량은 1,840.7mm로 나타난다.

<그림 10.1.1> 강수량(mm)



[표 10.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

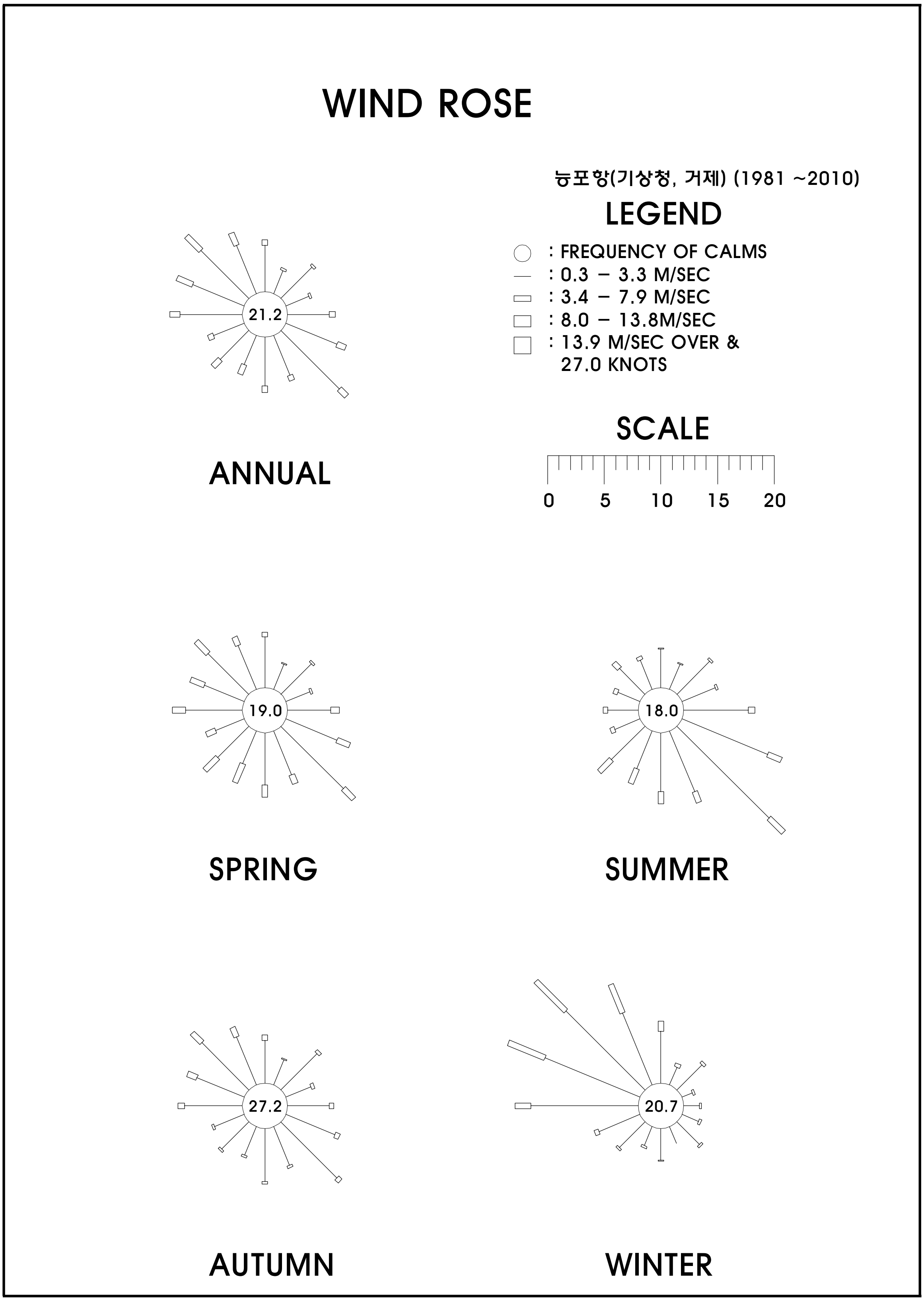
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	41.6	61.9	101.6	158.6	206.4	259.1	377.0	305.7	182.4	69.2	52.2	25.0	1840.7
일최다	64.0	72.5	98.5	117.0	438.3	205.8	387.5	341.2	279.5	273.2	152.0	70.5	438.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 1.6m/sec, 최대 풍속은 NW방향에서 19.0m/sec로 나타난다.

<그림 10.1.2> 바람장미도



[표 10.1.4] 월별풍속

(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	1.8	1.7	1.6	1.8	1.6	1.3	1.2	1.4	1.6	1.6
최 대		11.3	10.8	12.7	12.7	11.3	13.0	18.0	19.0	15.3	12.3	10.0	11.1	19.0
		WNW	NW	WNW	WNW	SW	WNW	S	NW	WNW	SE	WNW	WNW	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, 거제 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 117.7일로 약 32%이고 흐린 날씨는 107.5일로 나타났다.
- 안개발생일수는 4.7일, 강수일수는 41.1일, 폭풍일수는 2.1일로 나타났다.

[표 10.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.0	12.5	9.1	9.1	8.9	3.7	3.3	5.3	6.6	12.0	14.4	16.8	117.7
흐 림	4.5	6.3	10.2	9.0	10.1	14.3	16.5	11.9	10.4	5.8	5.6	2.9	107.5
안 개	0.2	0.3	0.2	0.6	0.7	1.0	0.8	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	4.7
강 수	1.3	2.0	3.2	4.0	4.3	5.2	7.4	5.8	3.8	1.7	1.5	0.9	41.1
강 설	1.3	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.6
결 빙	24.9	19.3	8.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	20.1	78.2
뇌 전	0.1	0.0	0.3	0.5	0.6	0.6	1.9	2.1	0.5	0.3	0.3	0.0	7.2
폭 풍	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	2.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 10.1.6] 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)

- 능포항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 234일, 육상작업 가능일수는 222일로서 연가동률이 64%와 60% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 10.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	38.37	103.81	142.18	222.82
해 상	21.33	109.23	130.56	234.44

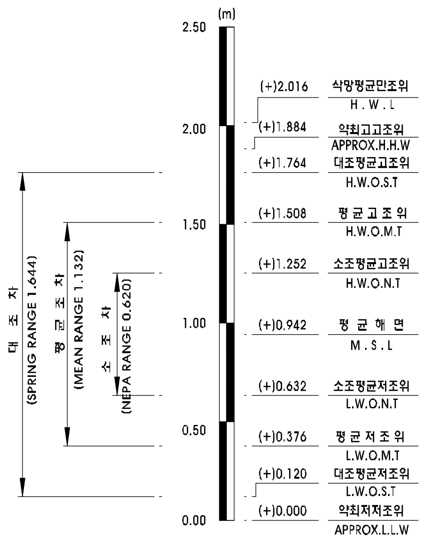
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 거제 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 능포항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)1.884m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)1.764m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.942m이며, 대조차 1.644m, 평균조차 1.132m, 소조차 0.620m로 나타났다.

[표 10.1.8] 능포항의 조위

구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭망평균만조위	(H.W.L)	D.L(+) 201.6	
약최고고조위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 188.4	
대조평균고조위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 176.4	
평균고조위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 150.8	
소조평균고조위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 125.2	
평균해면	(M.S.L)	D.L(+) 94.2	
소조평균저조위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 63.2	
평균저조위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 37.6	
대조평균저조위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 12.0	
약최저저조위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

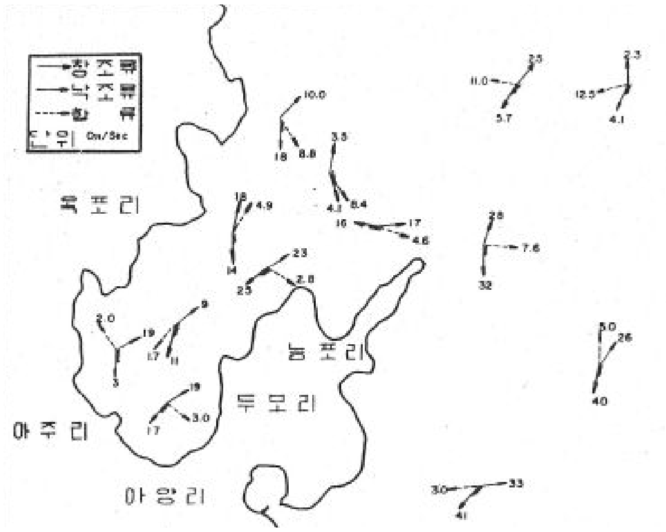
※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 능포항 방파제 인근의 최대 조류속은 16~25㎝/s로 창조시 발생하며 낙조류는 17~23㎝/s이다.
- 방파제에서 대략 조류 방향이 항로 방향과 같거나 또는 예각을 이루고 있으며 유속도 극히 적어 조선상의 문제는 없을 것으로 사료된다.

<그림 10.1.3> 최강 창·낙조류

옥포만부근 창낙조류 및 항류도(표층)



다) 파 랑

- 기존 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 10.1.9] 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
능포항 기본조사용역 보고서(1979.12)	NE	3.3~3.6	7.0	

10.1.2 기존자료조사

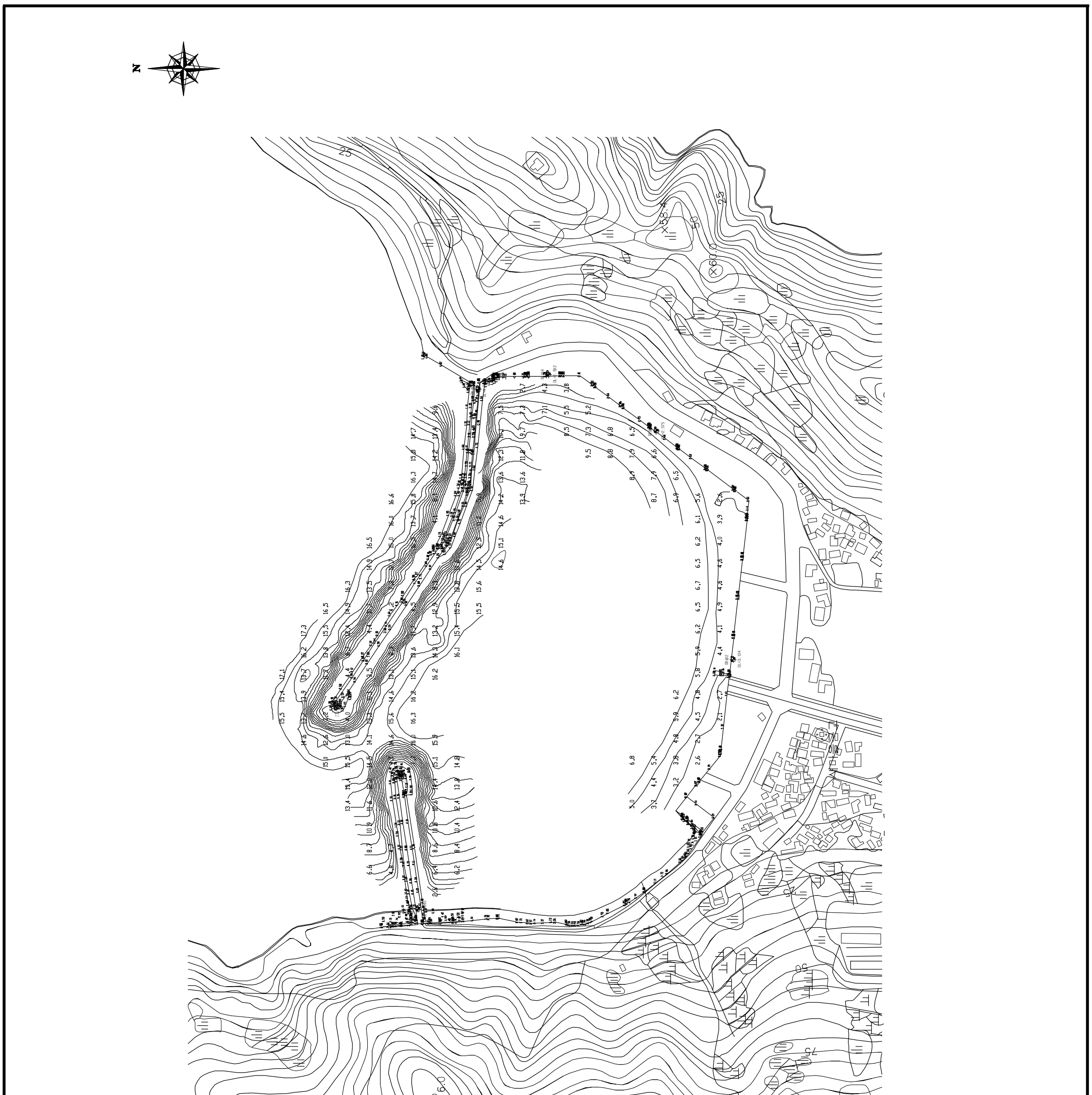
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 "국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2007. 12)"에 수록된 능포항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 10.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2007. 12)

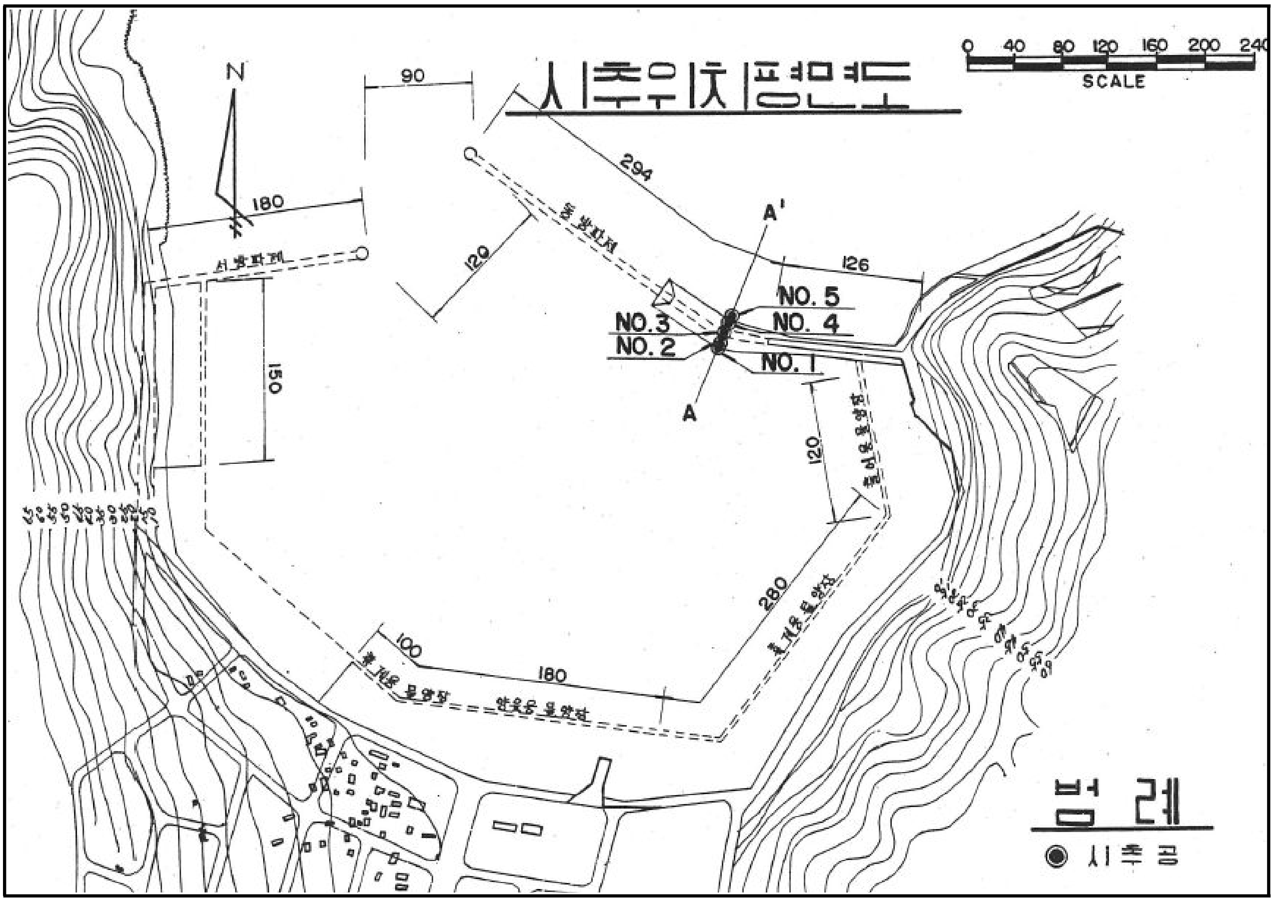
2) 지반조사

가) 개 요

• 지반조사 자료는 기존에 수행된 “능포항 지질조사 보고서(1984. 11)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 10.1.5> 조사위치도



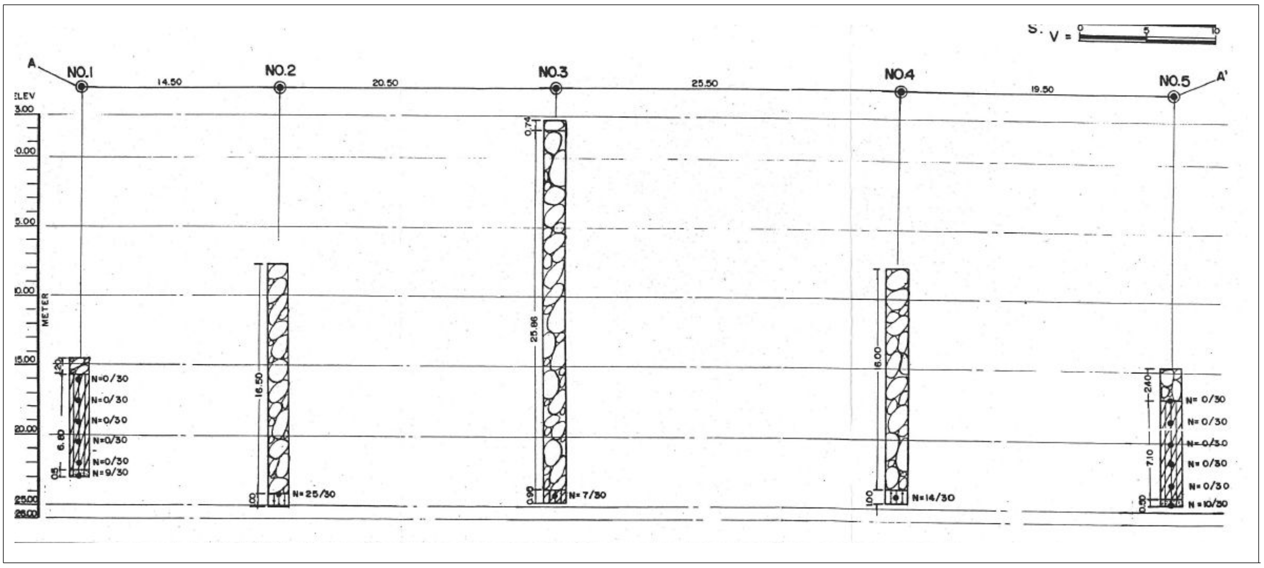
다) 지형 및 지질

• 항내 지질은 해안선 부근에서는 자갈 및 모래자갈층으로 구성, 접안시설에 유리한 조건을 갖추고 있으나 수심이 깊어질수록 진흙층이 많이 나타나고 있다.

• 76년에 조사된 지형 및 지질상태는 육지로부터 비교적 급경사를 이루고 있으며, 수심은 17.0m 내외이며, 해저지질은 매우 연약한 실트점토에 이어 모래, 자갈, 전석의 혼합층이 분포하고, 그 하부에는 부분적으로 풍화암이 분포하고 있고 전반적으로 기반암인 연암이 분포하는 지층을 형성하고 있다.

라) 시추조사 결과

<그림 10.1.6> 지질조사 주상도



※ 자료 : 능포항 지질조사 보고서(1984. 11, 수산청)

10.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

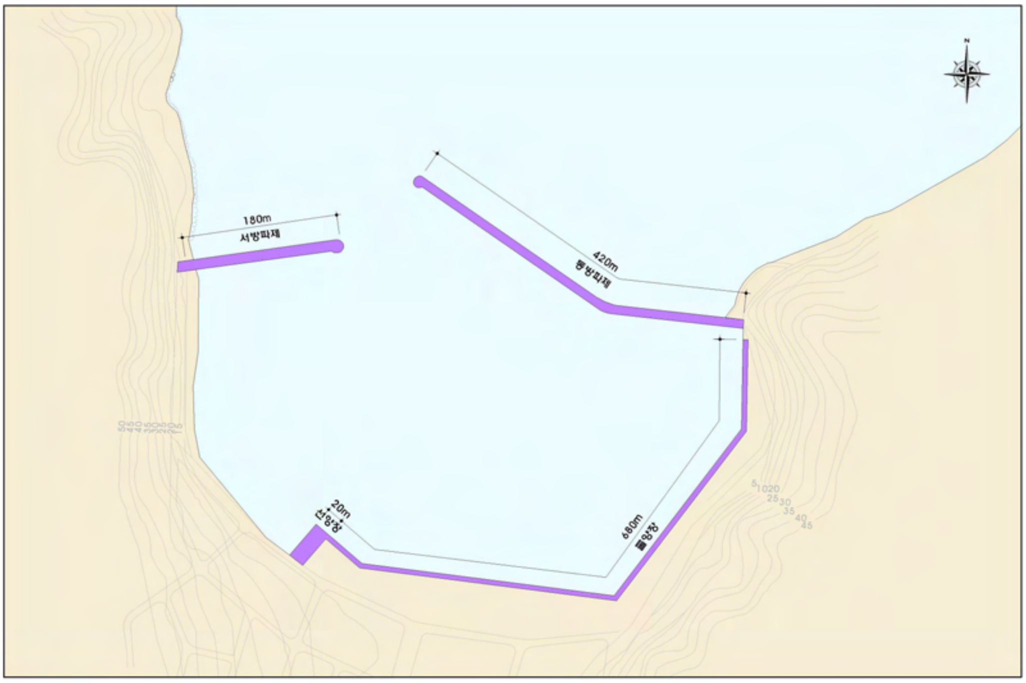
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1979년	기본시설계획 수립	
1989년	시설물안전도진단 용역조사 및 기본시설완공	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	서방파제	사석식경사제	180m	
	동방파제	사석식경사제	420m	
계류 시설	물양장	중력식	680m	
	선양장	중력식	20m	

<그림 10.1.7> 능포항 현황도



<그림 10.1.8> 기존 시설현황

동방파제

서방파제

물 양 장

항입구 조형물

10.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
거제시청 해양항만과	•동방파제 일부구간의 침하현상 발생 •동방파제 기부측 석축(사석)이 일부 이탈하는 등의 피해발생 •서방파제와 선양장 사이를 매립하여 배후부지 확보 및 활용필요
주민의견	•동방파제 침하 •거가대교 완공후 관광객 증가, 그에 대한 안전시설 미흡 •배 접안 시설 주변 인명사고 많음(자살 및 음주) 그에 따른 방호벽 및 인명구조시설 설치 (최근 5년간 차량 10대 및 20명 피해) •능포항의 일반어선은 50여척이며 10t이내의 어선의 주를 이루고 있으며, 외래어선의 경우 최대 100t급의 어선이 5월~11월 사이에 입항
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 동방파제는 최대 약 0.7m 정도 침하가 발생하였으며, 전면 T.T.P 피복이 상치콘크리트 상단에서 약 1.5m 밑에 설치되어 있고, 노후화에 따라 상치콘크리트 상부가 일부 파손이 발생한 것으로 조사되었다.
- 서방파제는 전반적으로 T.T.P 상태가 양호한 것으로 조사되었다.

10.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

10.2.1 개요

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

10.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

10.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)1.884m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 부산신항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 능포항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)2.016m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 1.884m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 2.016m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 동방파제에서 2.5~2.8m, 서방파제에서 2.4~2.6m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.21+3.4)	NNE	2.5	6.0
	2구간 (No.21+3.4~No.40+0.0)	NNE	2.8	6.3
	3구간 (No.40+0.0~No.42+0.0)	NNE	2.8	6.3
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.9+3.0)	NE	2.4	6.3
	2구간 (No.9+3.0~No.15+5.0)	NE	2.6	6.3
	3구간 (No.15+5.0~No.18+0.0)	NE	2.6	6.3

2) 안정성 평가

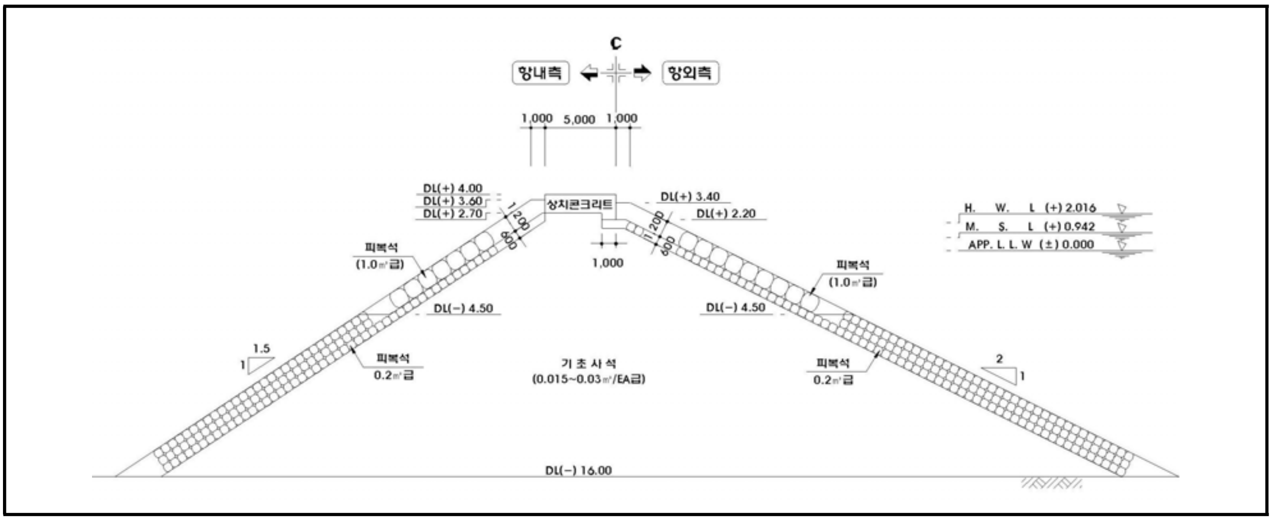
가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 능포항의 안정성 평가 대상시설은 동방파제 420m(3구간), 서방파제 180m(3구간)으로 선정하였다.

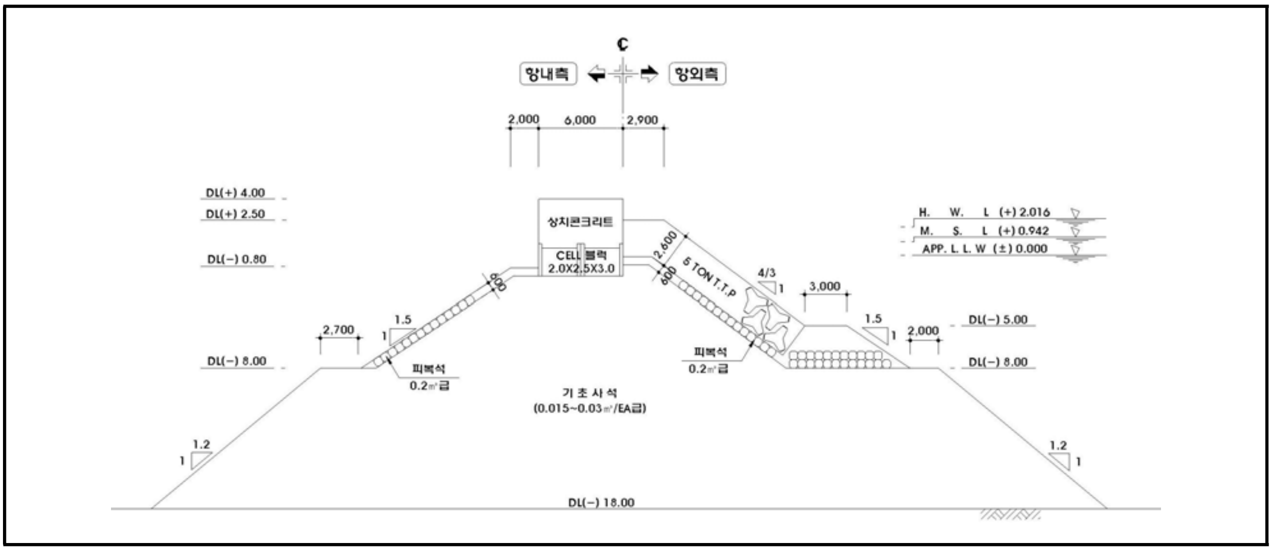
[표 10.2.1] 외곽시설 현황

<table>
<tr><td>방 파 제
시설현황도</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><th>구 분</th><th>동방파제</th><th>서방파제</th></tr>
<tr><td>연 장</td><td>420m</td><td>180m</td></tr>
<tr><td>구조형식</td><td>사석경사제,
T.T.P 피복 사석경사제,</td><td>T.T.P 피복 사석경사제</td></tr>
<tr><td>준공년도</td><td>1988년</td><td>1988년</td></tr>
<tr><td>전면수심</td><td>D.L(-)16.0~18.0m</td><td>D.L(-)15.0~16.0m</td></tr>
<tr><td>마루높이</td><td>D.L(+)4.0m</td><td>D.L(+)4.1~4.35m</td></tr>
<tr><td>피 복 재</td><td>피복석 1.0㎥/EA,
T.T.P 5.0/8.0 ton</td><td>T.T.P 8.0 ton</td></tr>
<tr><td>총 구 간</td><td>3개 구간</td><td>3개 구간</td></tr>
</table>

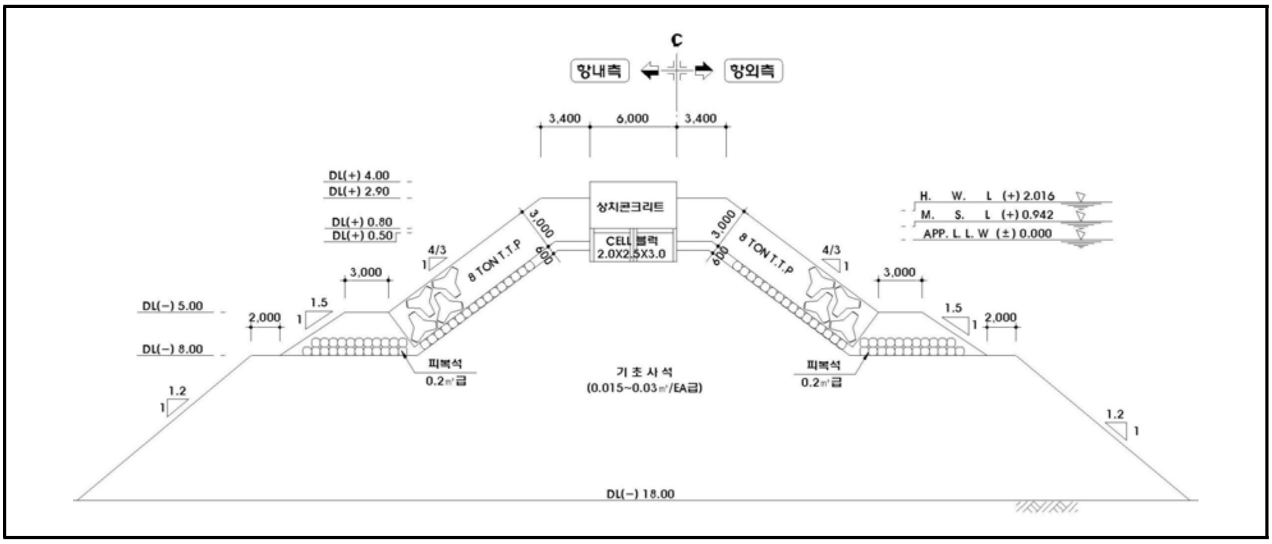
<그림 10.2.1> 동방파제 표준단면도(1구간)



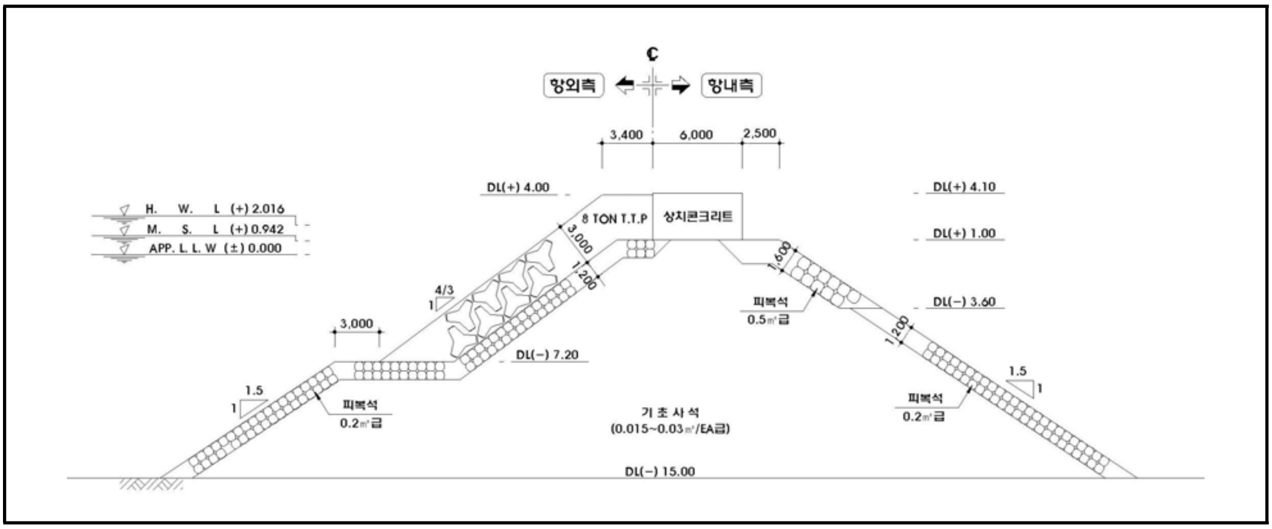
<그림 10.2.2> 동방파제 표준단면도(2구간)



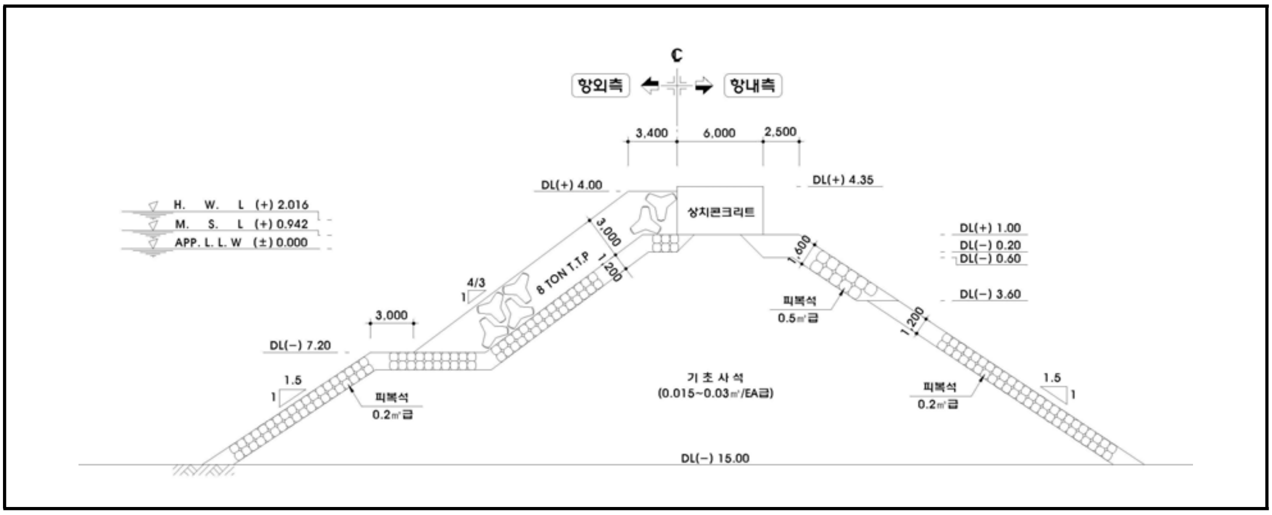
<그림 10.2.3> 동방파제 표준단면도(3구간)



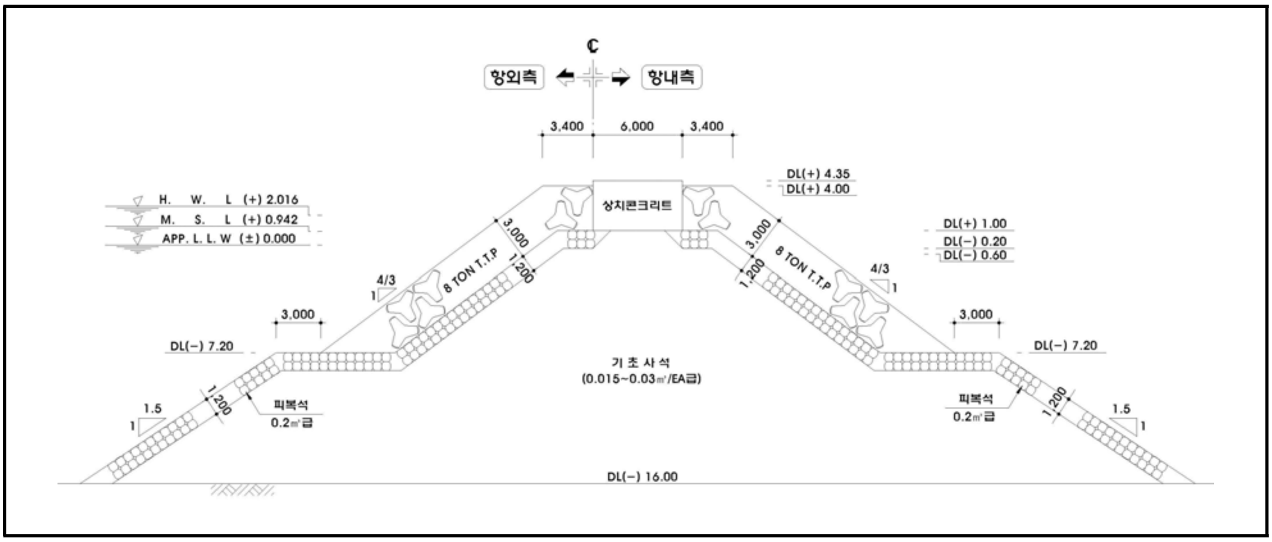
<그림 10.2.4> 서방파제 표준단면도(1구간)



<그림 10.2.5> 서방파제 표준단면도(2구간)



<그림 10.2.6> 서방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 동방파제 및 서방파제의 마루높이 검토는 제 1 방법과 제 4 방법을 비교하여 적용한 결과 전 구간에서 마루높이가 부족한 것으로 검토되었다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
동방파제	1구간	4.6	-	-	3.7	4.6	4.0	N.G
	2구간	4.9	-	-	3.3	4.9	4.0	N.G
	3구간	4.9	-	-	3.3	4.9	4.0	N.G
서방파제	1구간	4.5	-	-	3.1	4.5	4.1	N.G
	2구간	4.7	-	-	3.2	4.7	4.35	N.G
	3구간	4.7	-	-	3.2	4.7	4.35	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 동방파제와 서방파제 전구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
동방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.8㎥	피복석 1.0㎥	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 5.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 5.0ton	T.T.P 8.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
서방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 4.0ton	T.T.P 8.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 4.0ton	T.T.P 8.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 5.0ton	T.T.P 8.0ton	OK	피복석 0.2㎥	피복석 0.2㎥	OK

라) 구조물 안정검토

- 동방파제 2~3구간에서 활동이 0.98, 2구간 직선활동이 1.14, 3구간 직선활동이 1.16으로 안정성이 미확보 되어 보강이 필요한 것으로 검토되었다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
동방파제	1구간	2.26	OK	7.28	OK	1.43	OK
	2구간	0.98	N.G	1.34	OK	1.14	N.G
	3구간	0.98	N.G	1.34	OK	1.16	N.G
서방파제	1구간	2.29	OK	6.04	OK	1.40	OK
	2구간	2.16	OK	5.24	OK	1.37	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

10.2.4 평가 및 결론

- 동방파제 및 서방파제 전구간에서 마루높이가 부족하며, 동방파제 2~3구간은 상부공 및 제체공의 안정이 미확보 되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 10.2.2] 안정성 검토 결과

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="3">동방파제</th><th colspan="3">서방파제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마루높이 (D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.1</td><td>4.35</td><td>4.35</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>4.6</td><td>4.9</td><td>4.9</td><td>4.5</td><td>4.7</td><td>4.7</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피복재 소요중량</td><td colspan="2">현 황</td><td>피복석 1.0㎥</td><td>T.T.P 5.0ton</td><td>T.T.P 8.0ton</td><td>T.T.P 8.0ton</td><td>T.T.P 8.0ton</td><td>T.T.P 8.0ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>피복석 0.8㎥</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 5.0ton</td><td>T.T.P 4.0ton</td><td>T.T.P 4.0ton</td><td>T.T.P 5.0ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부공및 제체안정</td><td rowspan="6">상시</td><td rowspan="2">활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>2.26</td><td>0.98</td><td>0.98</td><td>2.29</td><td>2.16</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도 (1.2)</td><td>산정</td><td>7.28</td><td>1.34</td><td>1.34</td><td>6.04</td><td>5.24</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>1.43</td><td>1.14</td><td>1.16</td><td>1.40</td><td>1.37</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td></tr>
</table>

10.3 보수·보강 방안 수립

10.3.1 개요

- 서방파제의 안전성 평가결과 전구간에서 마루높이가 부족한 것으로 검토되었으나, 방파제 배후에 이용시설이 없고, 일부 월파를 허용하여도 항내정온도 및 시설이용에는 문제가 없을 것으로 판단되어 보수 · 보강 계획을 미수립하였다.
- 따라서, 능포항의 외곽시설에 대한 보수·보강이 필요한 대상시설은 동방파제 전구간으로 평가되었다.
- 이러한 구조물에 대한 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 10.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
동방파제	1구간	213.4m	○
	2구간	186.6m	○
	3구간	20m	○
서방파제	1구간	93m	
	2구간	62m	
	3구간	25m	

10.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

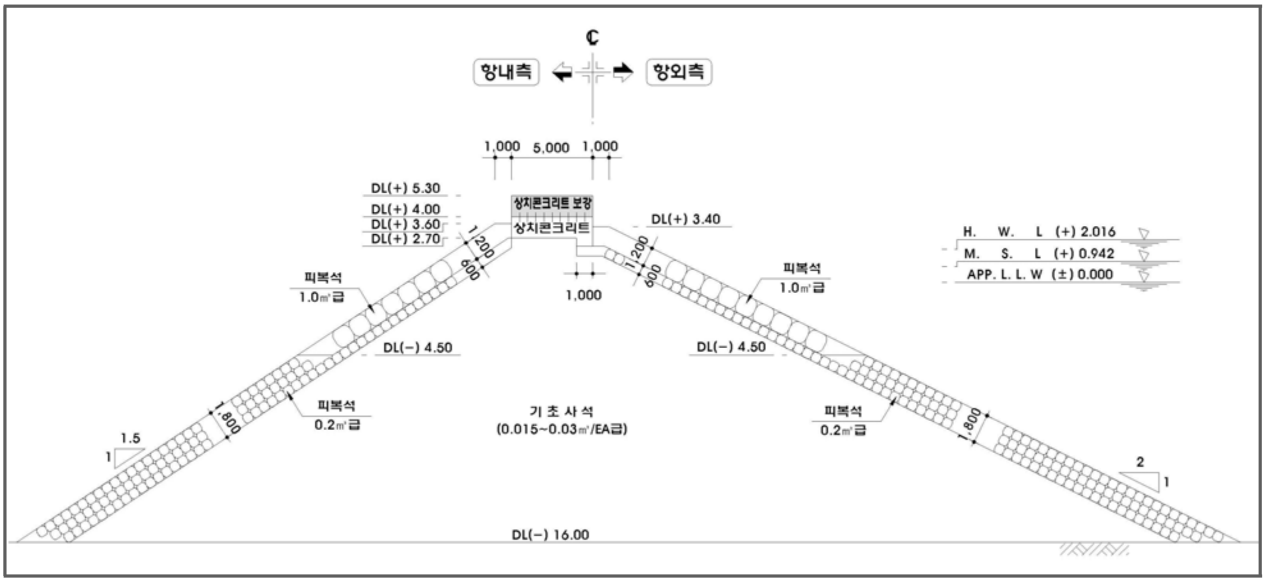
1) 동방파제

- 1구간의 마루높이는 D.L(+) 4.6m로 보강하여야 안정성을 확보할수 있으나, 다른 구간과의 일체성을 위하여 D.L(+) 5.3m로 보강하였다.
- 1구간은 외측 피복재가 D.L(-) 4.5m를 기준으로 상부에는 피복석 1.0m^3, 하부에는 피복석 0.2m^3으로 시공되어 있으며, 금회 설계파 2.5m에 대한 파랑의 영향이 미치는 수심 $2H_{1/3}$ 적용시 D.L(-) 5.0m로 기존 피복석 0.2m^3를 피복석 0.6m^3로 보강하여야 하지만 지형적 특성상 파랑의 영향이 적을것으로 판단되어 보강을 제외하였다.
- 2구간의 마루높이는 D.L(+) 4.9m로 증고하여야 하지만, 활동에 대한 안정성 확보를 위해 마루높이를 D.L(+) 5.3m로 증고하여 소요 마루높이 및 상부공 활동에 대한 안정성을 확보하였으며, 직선활동에 대한 안정성 확보를 위해 항내측에 피복석 0.2m^3을 보강하였다.
- 3구간의 마루높이는 D.L(+) 4.9m로 증고하여 하지만 활동에 대한 안정성 확보를 위해 마루높이를 D.L(+) 5.3m로 증고하여 소요 마루높이 및 상부공 활동에 대한 안정성을 확보하였다.

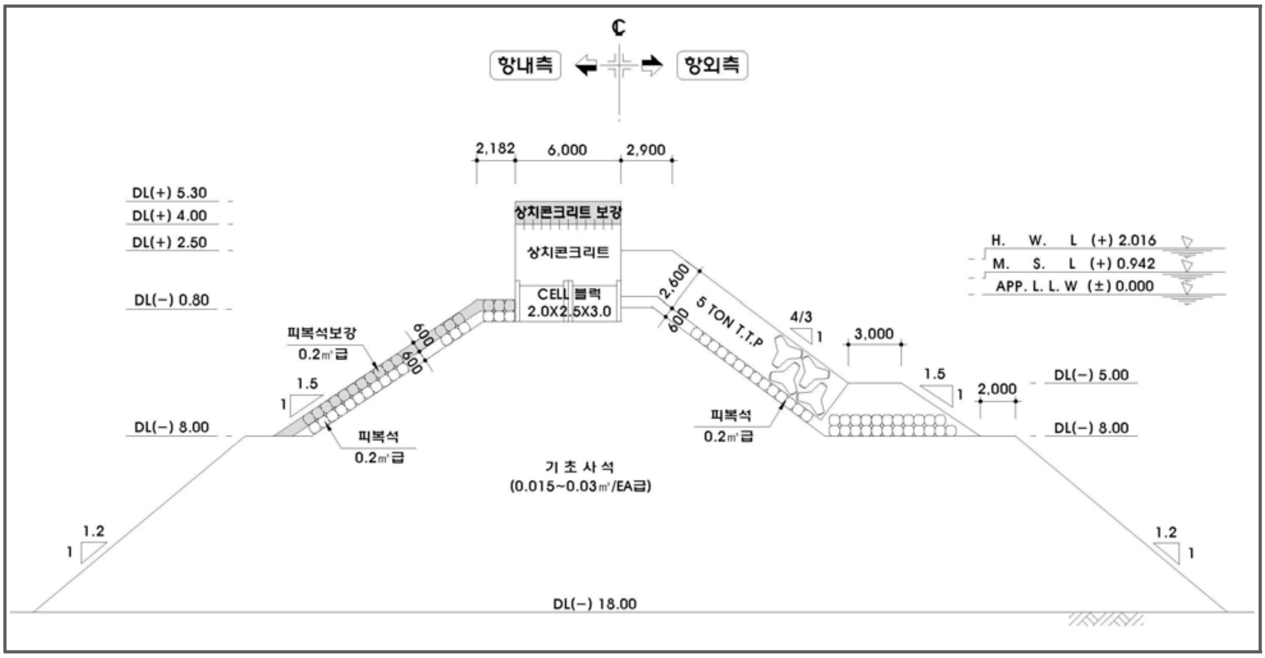
[표 10.3.2] 동방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비고
시설연장		213.4m	186.6m	20m	420m
마 루 높 이	현황	D.L(+)4.0m	D.L(+)4.0m	D.L(+)4.0m	
	계획	D.L(+)5.3m	D.L(+)5.3m	D.L(+)5.3m	
외 측 피복재	현황	피복석 1.0㎥	T.T.P 5.0ton	T.T.P 8.0ton	
	계획	-	-	-	

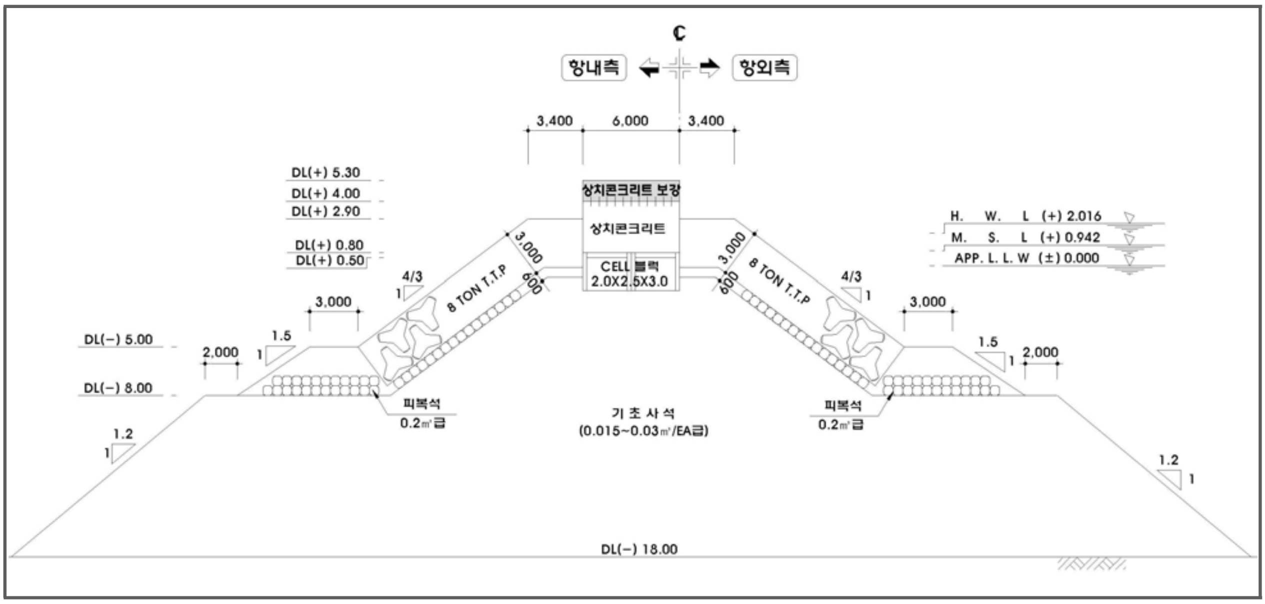
<그림 10.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



<그림 10.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 10.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



10.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

• 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

• 능포항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 17억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
동방파제	420		1,633	
1구간	213.4	3	640	· 상치 보강
2구간	186.6	5	933	· 상치 보강, 항내측 보강
3구간	20	3	60	· 상치 보강
부 대 비	-	-	50	· 등대이설(1기)
합 계	420		1,683	

제11장 대포항

제 11 장 대포항

11.1 기초자료조사

11.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 속초시는 강원도의 동북단에 위치하고 있으며, 동쪽으로는 맑은 동해와 남쪽으로는 쌍천을 경계로 양양군과 접하고 있으며, 북으로는 국사봉을 경계로 고성군과, 서쪽으로는 웅장한 설악산이 경계를 이뤄 양양, 고성, 인제와 접하고 있다.
- 대포항은 강원도 속초시 대포동에 위치하며, 7번 국도를 경계로 하여 태백산맥의 연장부인 대청봉으로부터 해안으로 급경사를 이루는 침식해안이다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(속초) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 11.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	30.5
		풍 향		NNW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	63.7
		풍 향		NNW
	평균풍속		m/sec	2.8
기 온	연 평 균		℃	12.2
	최 고			37.1
	최 저			-16.2
강수량	연 평 균		mm	1,402.1
	일 최 다			314.2

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	102.5
	흐 림		114.7
	안 개		17.0
	강 수		35.3
	강 설		15.6
	결 빙		93.7
	뇌 전		10.9
	폭 풍		46.3
	기 온		3.4
작업 일수	육 상		248
	해 상		249

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 속초 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.2℃이며, 월평균기온은 1월 -0.3℃, 8월 23.7℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 37.1℃(2004년 7월), 최저기온은 -16.2℃ (1981년 2월)로 나타났다.

[표 11.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

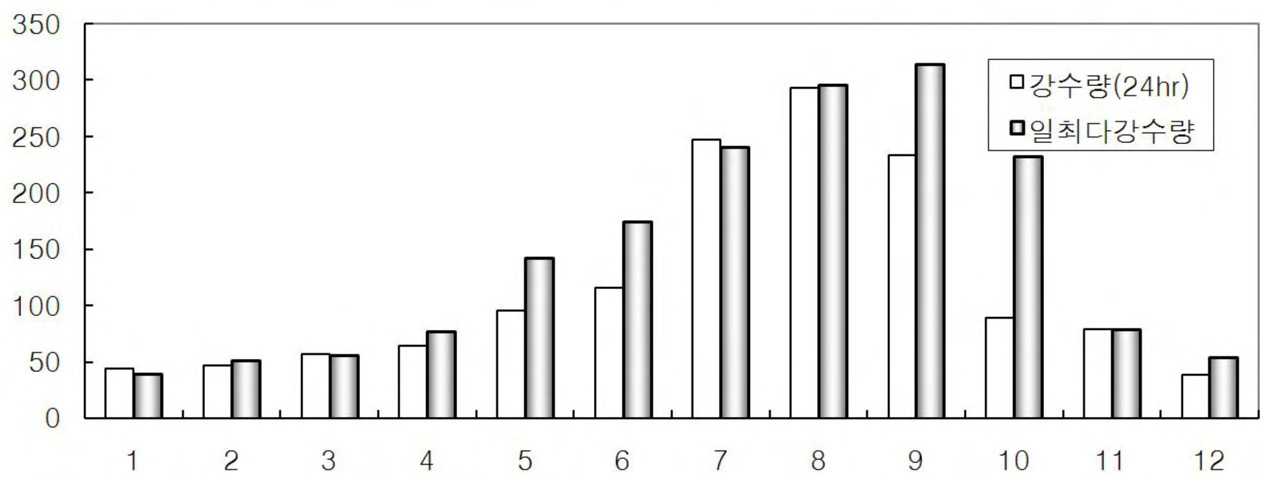
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	-0.3	1.5	5.5	11.5	15.9	19.2	22.8	23.7	19.8	15.0	8.6	2.7	12.2
최 고	15.8	19.1	25.7	32.1	31.8	34.2	37.1	36.0	34.1	29.3	23.9	17.8	37.1
최 저	-15.6	-16.2	-7.9	-2.7	3.8	6.6	12.6	13.7	9.5	-0.3	-6.5	-13.1	-16.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 속초 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 63%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1990년의 2,011.7mm, 연최소 강수량은 1988년의 927.9mm이며, 연평균 강수량은 1402.1mm로 나타난다.

<그림 11.1.1> 강수량(mm)



[표 11.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

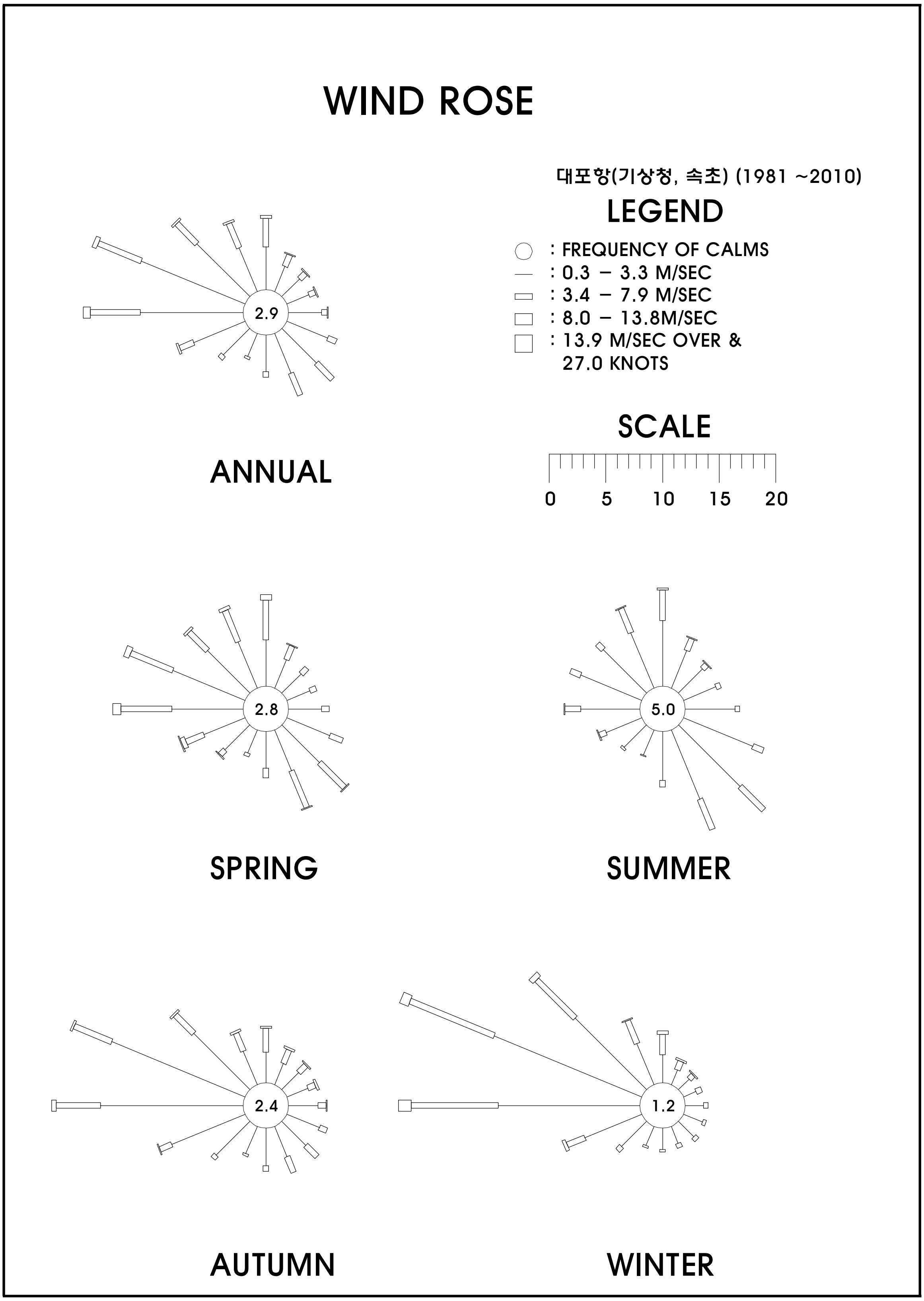
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	44.3	46.9	56.9	64.3	95.5	115.7	246.9	293.0	232.9	88.7	78.8	38.2	1402.1
일최다	39.3	51.3	56.0	77.3	142.3	174.5	241.0	295.5	314.2	232.0	78.5	53.7	314.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 속초 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.8m/sec, 최대 풍속은 NNW방향에서 30.5m/sec로 나타난다.

<그림 11.1.2> 바람장미도



[표 11.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		3.3	3.1	3.1	3.3	3.0	2.4	2.3	2.2	2.4	2.7	3.0	3.2	2.8
최 대	풍속	19.7	19.3	18.0	25.7	20.0	16.0	20.7	21.7	19.0	30.5	19.3	21.8	30.5
	풍향	W	WNW	NNW	SW	WSW	W	ENE	E	ENE	NNW	NE	WNW	NNW
순간최대	풍속	31.5	32.4	28.5	43.0	35.4	23.0	31.1	32.2	24.3	63.7	34.4	32.5	63.7
	풍향	WSW	W	W	SW	WSW	W	ENE	E	ENE	NNW	WSW	WNW	NNW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 속초 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 102.5일로 약 28%이고 흐린 날씨는 114.7일로 나타났다.
- 안개발생일수는 17.0일, 강수일수는 35.3일, 폭풍일수는 46.3일로 나타났다.

[표 11.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	15.6	11.6	8.3	8.2	6.5	3.8	1.9	2.8	5.3	10.5	12.6	15.4	102.5
흐 림	5.2	5.7	8.3	8.4	10.3	15.7	18.6	16.1	11.1	6.1	5.4	3.8	114.7
안 개	0.0	0.2	0.4	1.5	3.5	5.2	4.3	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	17.0
강 수	1.8	1.5	1.8	2.1	2.5	3.4	5.5	5.9	4.6	2.3	2.5	1.4	35.3
강 설	4.7	4.8	3.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	15.6
결 빙	28.0	22.5	12.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	7.5	22.1	93.7
뇌 전	0.0	0.0	0.1	0.6	1.6	2.1	2.5	2.2	0.9	0.7	0.2	0.0	10.9
폭 풍	6.1	4.6	4.5	6.1	4.7	1.6	0.9	1.1	2.1	3.4	4.9	6.3	46.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 속초 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 11.1.6] 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)

• 대포항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 249일, 육상작업 가능일수는 248일로서 연가동률이 68%와 67% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 11.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	62.25	54.75	117.00	248.00
해 상	60.41	55.08	115.49	249.51

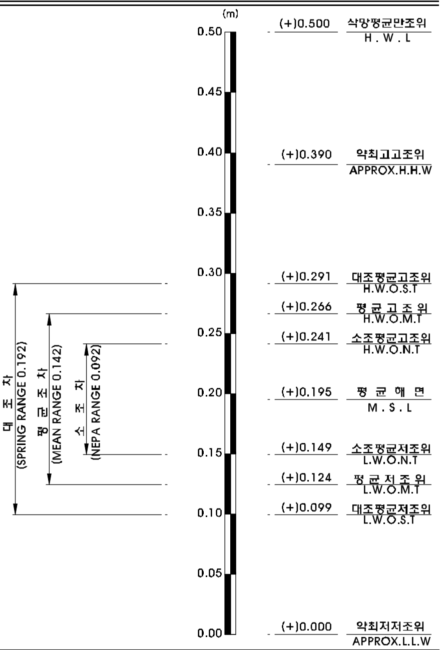
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 속초 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 대포항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.390m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.291m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.195m이며, 대조차 0.192m, 평균조차 0.142m, 소조차 0.092m로 나타났다.

[표 11.1.8] 대포항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭망평균만조위	(H.W.L)	D.L(+)	50.0	
약최고고조위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	39.0	
대조평균고조위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	29.1	
평균고조위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	26.6	
소조평균고조위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	24.1	
평균해면	(M.S.L)	D.L(+)	19.5	
소조평균저조위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	14.9	
평균저조위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	12.4	
대조평균저조위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	9.9	
약최저저조위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 인근 속초항 전면 해역에서 1990년 관측된 유속은 5㎝/s 이하이며, 연안류는 바람의 영향에 따라 방향 및 크기가 변동되는 곳이다.
- 속초항 인근에서는 바람의 영향을 크게 받지 않으며, 유속은 대개 10㎝/s 이하이고 최강유속은 약 20㎝/s이며, 유향은 N~NNW이다. 잔차류는 N 또는 S 방향으로 최대 5㎝/s에 달한다. 잔차류 유향 변화는 국지적인 풍향보다 동해 전역의 해류 특히, 북한 한류의 남하와 풍성 해류의 대순환과 밀접한 관계가 있다고 보아야 할 것이다.

다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 11.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
대포항 정비계획 조사용역보고서(1997.12)	SSE	7.4	11.0	
	NE	8.0	13.0	
	SE	8.0	13.0	항만청(1976)
	S	8.0	13.0	
대포항 기본설계용역보고서(2000.06)	SSE	8.7	12.0	수산청(1988) 채택
	S	10.1	14.0	
	SSW	9.3	13.0	
	S	9.02		해양연구소파랑 정보제공시스템
	SSW	10.85		
	SW	7.04		

11.1.2 기존자료조사

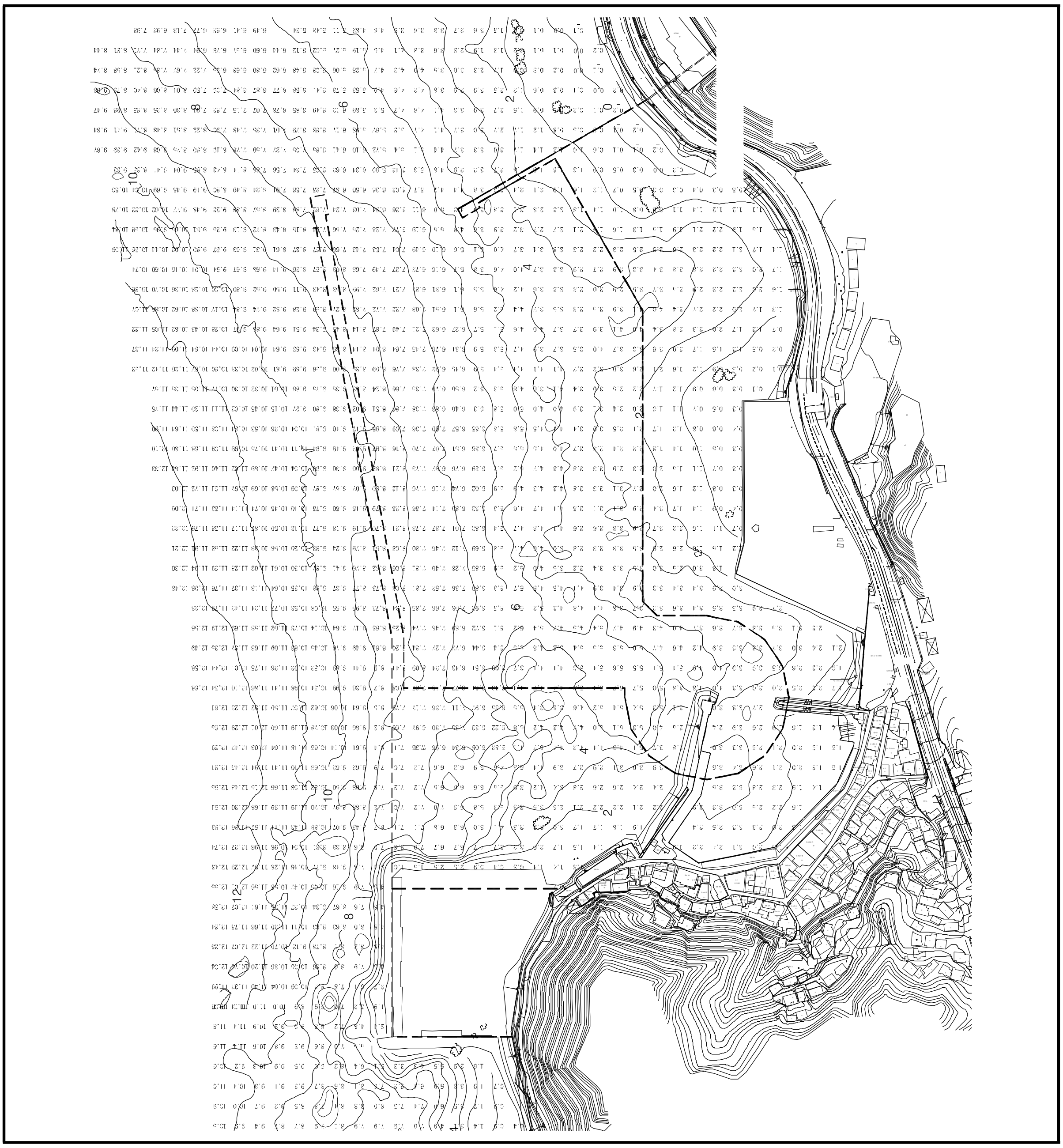
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 "대포항 실시설계용역 보고서(2003. 09) "에 수록된 대포항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 11.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 대포항 실시설계용역 보고서(2003. 09)

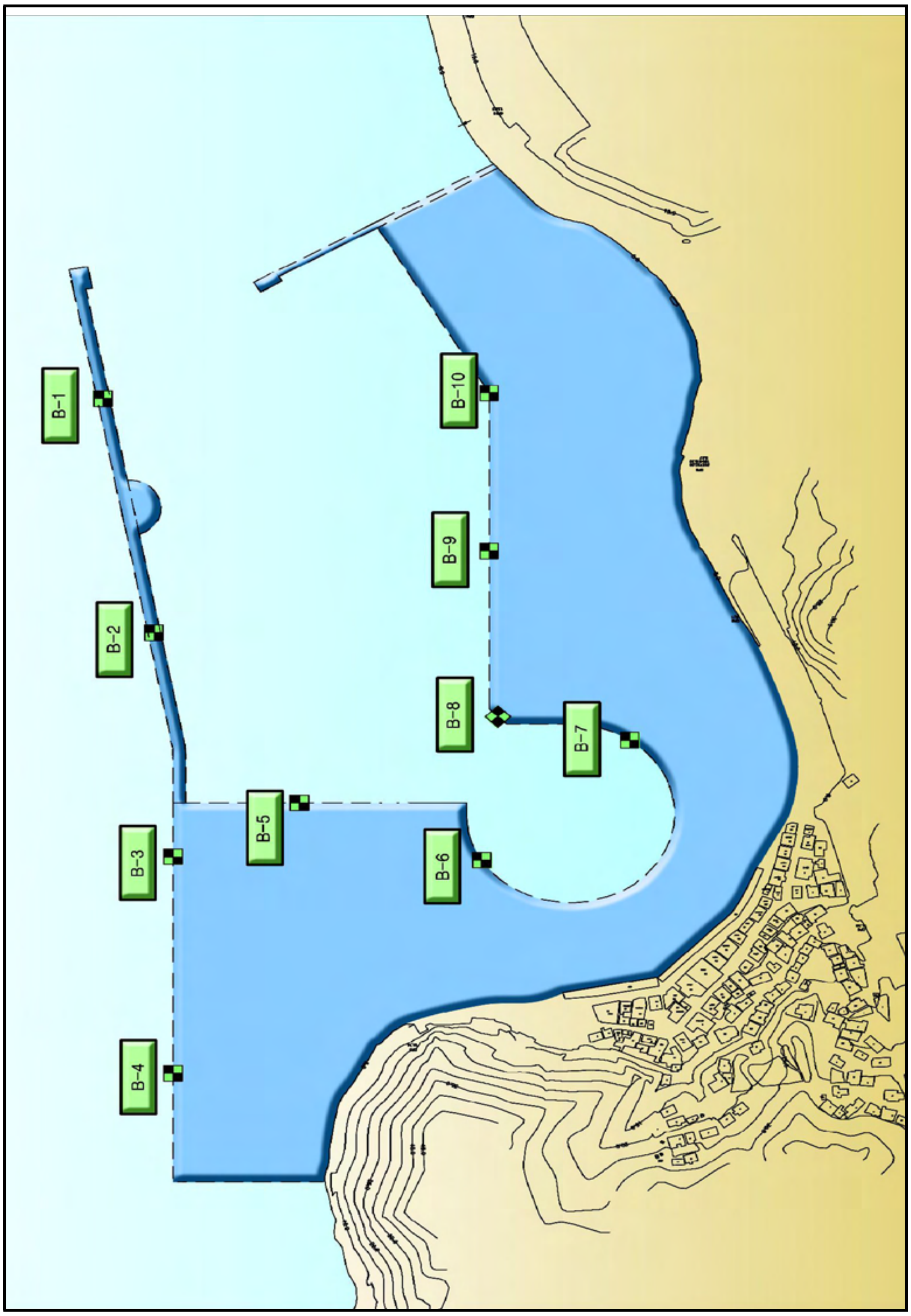
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 "대포항개발 비관리청 어항시설공사 실시설계용역(2003.09)"를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 11.1.4> 조사위치도



공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH - 1	- 8.70	518,669.9922	165,880.2595	
BH - 2	- 8.70	518,886.3083	165,840.1677	
BH - 3	- 7.00	519,093.3671	165,825.1657	
BH - 4	- 7.50	519,293.3671	165,825.1657	
BH - 5	- 5.60	519,043.3671	165,725.1657	
BH - 6	- 3.00	519,096.1648	165,581.1842	
BH - 7	- 2.90	518,985.5555	165,463.8783	
BH - 8	- 3.80	518,963.8049	165,568.0308	
BH - 9	- 2.10	518,810.6700	165,575.1657	
BH - 10	- 2.30	518,664.6700	165,575.1657	

다) 지형 및 지질

- 대포항은 7번국도를 경계로 태백산맥의 연장부인 대청봉이 고봉을 이루고 있으며, 해안으로 접근하면서 급경사의 침식해안을 이룬다. 수계는 태백산맥에서 발원한 소지류가 형성되어 동해바다로 유입되며, 쌍천과 청초천이 대표적이며 하천부 주위로 평야가 발달되어있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 본 조사 지역의 수직적인 지층구성은 퇴적층, 풍화대(풍화잔류토층, 풍화암층), 기반암의 순으로 형성되어있다.
- 퇴적층은 소량의 실트 및 점토를 함유한 세립·중립의 모래층에 자갈을 함유하며, 부분적으로 전석이 혼재되어 있는 층으로 조사지역 전반에 걸쳐서 최상부에 0.4~1.4m의 박층으로 넓게 형성되어있다.
- 풍화토층은 기반암이 오랜기간 풍화작용을 받아 원위치에 그대로 잔류되어 토사화된 토층으로 실트질모래로 이루어져있으며, BH-4, BH-9, BH-10을 제외한 전 조사공에서 확인되었다. 분포심도는 DL.(-)4.1~9.7m에서 최초 출현하여 DL.(-)1.1~8.1m의 층후로 확인되었다. 표준관입시험 결과에 의하면 N값은 32타/30cm ~ 50타/11cm로 조밀~매우 조밀한 상대밀도를 나타낸다.
- 풍화암층은 기반암의 풍화암층으로 암의 조직이나 구조는 유지하고 있으나 충격과 수분에 약한 암으로 본래의 역학적 성질은 크게 저하되어있는 층으로 실트질 모래로 이루어져있다. 본 층은 BH-4를 제외한 전 조사공에서 확인되며 분포심도는 DL.(-)2.8~17.2m에서 최초 출현하여 DL.(-)2.9~5.0m의 층후로 확인되었다.

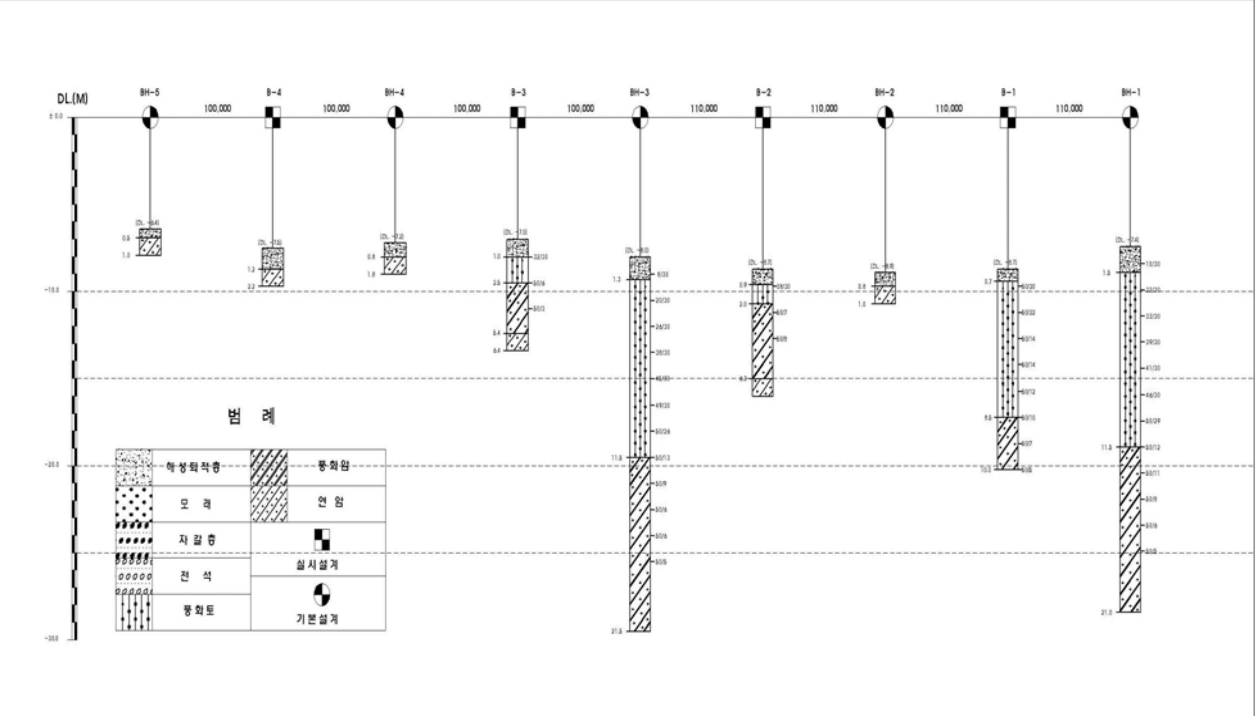
[표 11.1.10] 시추조사 결과

공 번	시추조사					표준관입 시험 (S.P.T)	비 고
	퇴적층	풍화토	풍화암	연 암	계		
B - 1	0.7	7.8	3.0	-	11.5	8 회	
B - 2	0.9	1.1	4.3	1.0	7.3	3 회	
B - 3	1.0	3.0	2.9	1.0	8.4	5 회	
B - 4	1.2	-	-	1.0	2.2	-	
B - 5	0.4	8.1	3.0	-	11.5	7 회	
B - 6	0.7	7.7	3.0	-	11.4	7 회	
B - 7	1.2	4.8	3.0	-	9.0	6 회	
B - 8	0.9	7.1	3.0	-	11.0	7 회	
B - 9	1.4	-	5.0	-	6.4	3 회	
B -10	0.5	-	5.0	-	5.5	3 회	
계	8.9	39.6	32.2	3.0	84.2	49 회	

[표 11.1.11] 표준관입시험 결과 (N치/심도)

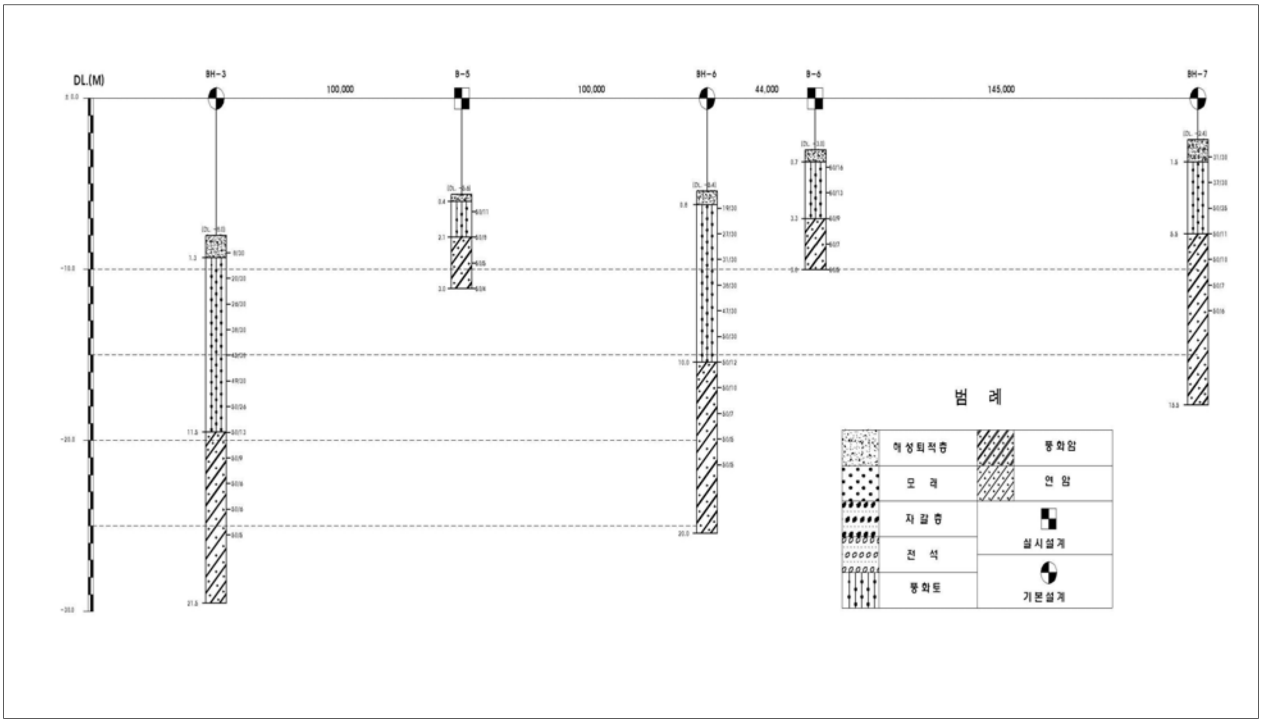
구 분	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	BH-6	BH-7	BH-8	BH-9	BH-10
1 회	50/29 (1.0)	38/30 (1.0)	32/30 (1.0)	-	50/17 (1.0)	50/16 (1.0)	50/15 (1.5)	42/30 (1.0)	-	50/10 (1.0)
2 회	50/22 (2.5)	50/7 (2.5)	50/6 (2.5)	-	50/18 (2.5)	50/13 (2.5)	50/13 (3.0)	50/27 (2.5)	50/10 (2.5)	50/9 (2.5)
3 회	50/14 (4.0)	50/8 (4.0)	50/12 (4.0)	-	50/16 (4.0)	50/14 (4.0)	50/12 (4.5)	50/15 (4.0)	50/9 (4.0)	50/8 (4.0)
4 회	50/14 (5.5)	-	50/3 (5.5)	-	50/17 (5.5)	50/15 (5.5)	50/3 (6.0)	50/11 (5.5)	50/7 (5.5)	-
5 회	50/12 (7.0)	-	50/3 (7.0)	-	50/17 (7.0)	50/16 (7.0)	50/3 (7.5)	50/12 (7.0)	-	-
6 회	50/10 (8.5)	-	-	-	50/11 (8.5)	50/4 (8.5)	50/3 (9.0)	50/9 (8.5)	-	-
7 회	50/7 (10.0)	-	-	-	50/8 (10.0)	50/3 (10.0)	-	50/3 (10.0)	-	-
8 회	50/5 (11.5)	-	-	-	50/4 (11.5)	-	-	-	-	-

<그림 11.1.5> 지질조사 주상도(1)



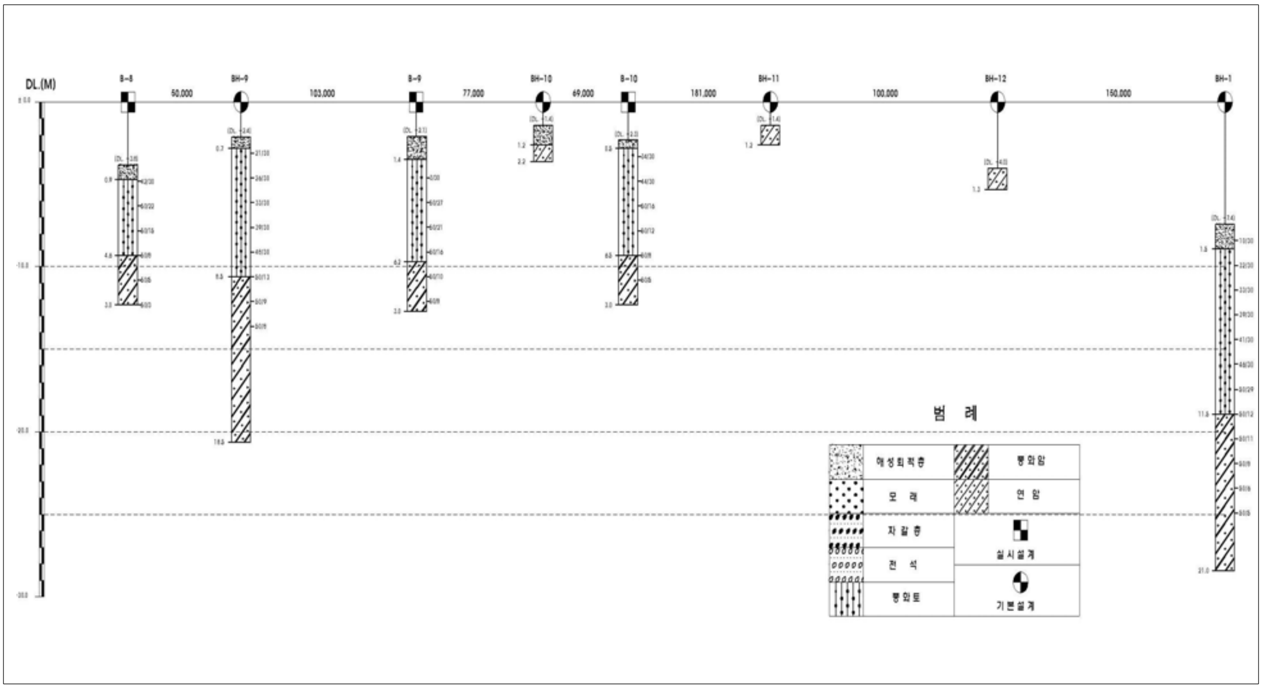
※ 자료 : 대포항개발 비관리청 어항시설공사 실시설계용역(2003.09, 속초시)

<그림 11.1.6> 지질조사 주상도(2)



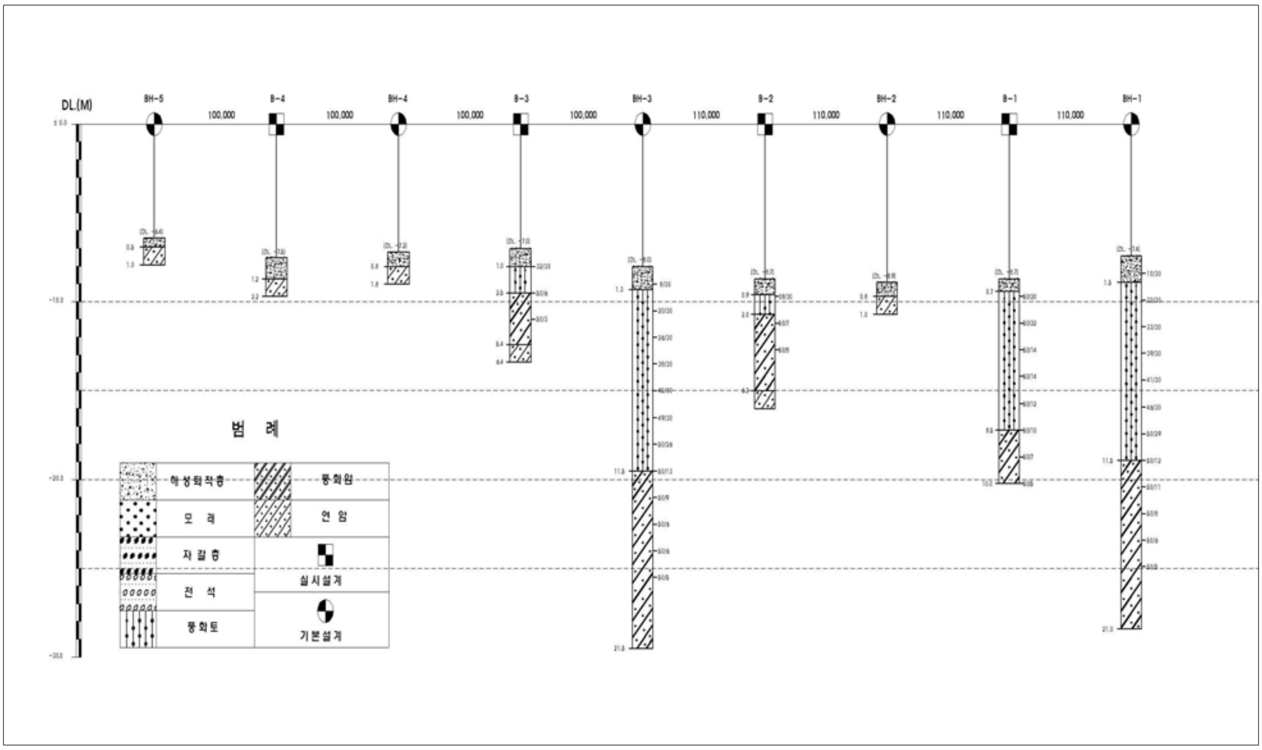
※ 자료 : 대포항개발 비관리청 어항시설공사 실시설계용역(2003.09, 속초시)

<그림 11.1.7> 지질조사 주상도(3)



※ 자료 : 대포항개발 비관리청 어항시설공사 실시설계용역(2003.09, 속초시)

<그림 11.1.8> 지질조사 주상도(4)



※ 자료 : 대포항개발 비관리청 어항시설공사 실시설계용역(2003.09, 속초시)

11.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

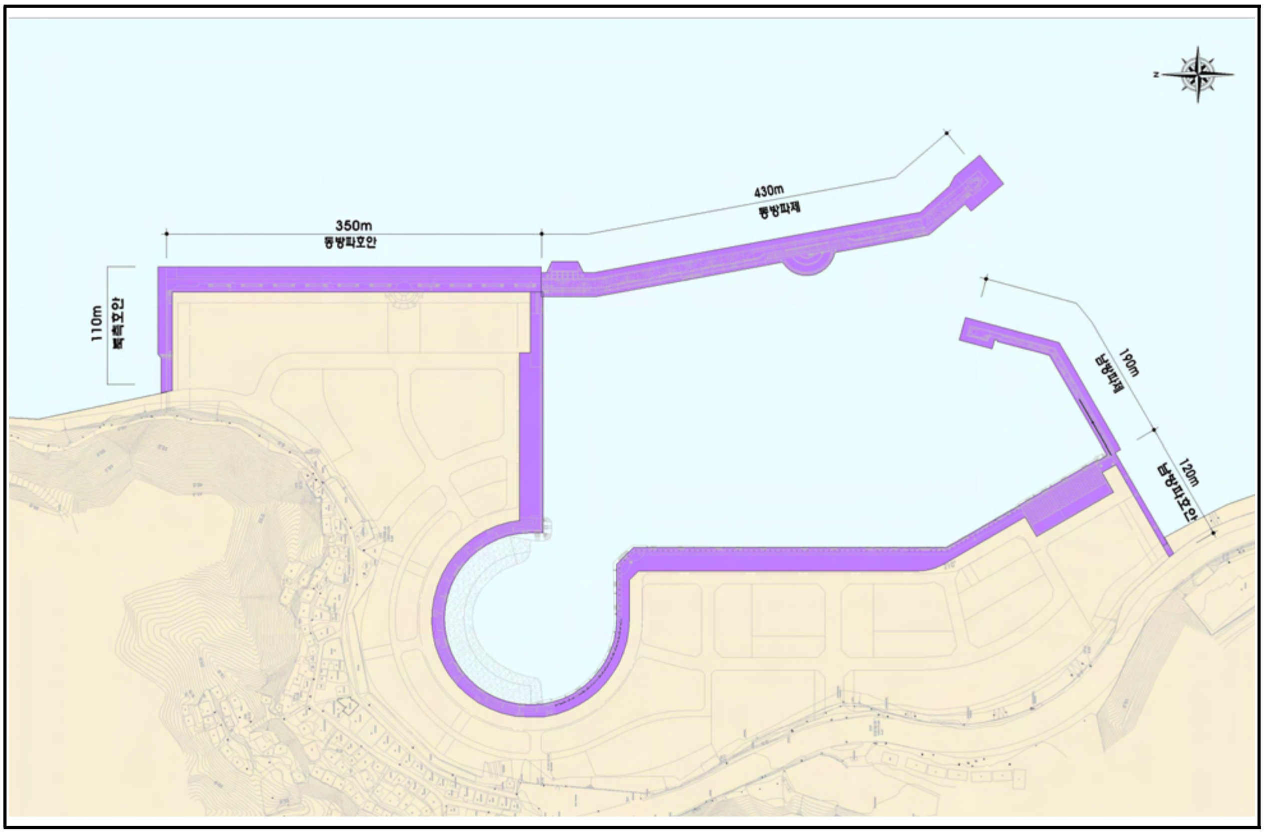
1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1972년	공사착수	
1988년	시설물 안전도 진단 실시	
1993년	보강공사 완료	
1997년	어항시설정비계획 실시	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2002년	기본협약체결(해양수산부, 속초시)	
2003년	속초시 공사착수(정부:2006년 착수)	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽 시설	동방파제(신규)	사석식경사제	430m	
	남방파제(신규)	사석식경사제	190m	
	북측호안	소파식	110m	
	동방파호안	중력식	350m	
	남방파호안	중력식	120m	
계류 시설	물양장(시공중)	중력식	740m	

<그림 11.1.9> 대포항 현황도



<그림 11.1.10> 기존 시설현황

동방파제

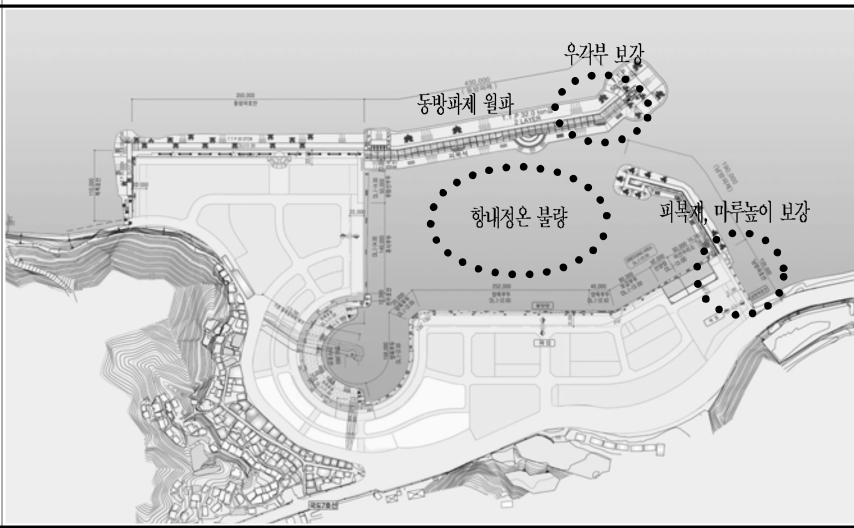
남방파제

물 양 장

북측호안

11.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
속초시 대포항 개발사무소	•항내정온도 불량으로 어선피해발생(2011.2.28) •향후 모니터링 결과에 따른 정온도 개선대책 강구 필요
대포항 감리단	•항내 정온도 불량에 따른 개선대책 필요 •동방파제 월파에 따른 우각부 단면 보강 요망 •남방파제 호안 마루높이가 D.L(+) 2.0m로 월파의 위험이 있음
대포수협	•위판장 위치는 현재 주차장 인근에서 대포항 내측에 위치한 방파호안 인근으로 이전하여 관광객들이 회센터, 관광지 등을 이용할 수 있도록 동선 확보 •해수소통구가 물양장과 접해있어 접안에 어려움 발생(대책 필요)
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 현재 공사중으로 동방파제 및 남방파제의 등대, 안전난간 등 마무리 시공 중이고, 항내 배후시설 부지조성은 마무리 되었으며 상부시설은 미시공 되었으며, 월파방지를 위해 동방파제 상치는 반파공으로 시공되어 있다.
- 남방파제 기부측과 인근 해안도로의 일부구간이 $0.1m^3$/EA급 피복석으로 설치되어있어 파고증가시 피해발생이 우려된다.

11.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

11.2.1 개요

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

11.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

11.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.390m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 속초항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 대포항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.500m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.390m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.500m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 북측 호안에서 2.3~3.7m, 동방파호안에서 4.7~4.9m, 동방파제에서 5.2m, 남방파 호안에서 0.7~1.3m, 남방파제에서 3.9~4.3m로 산정되었다.

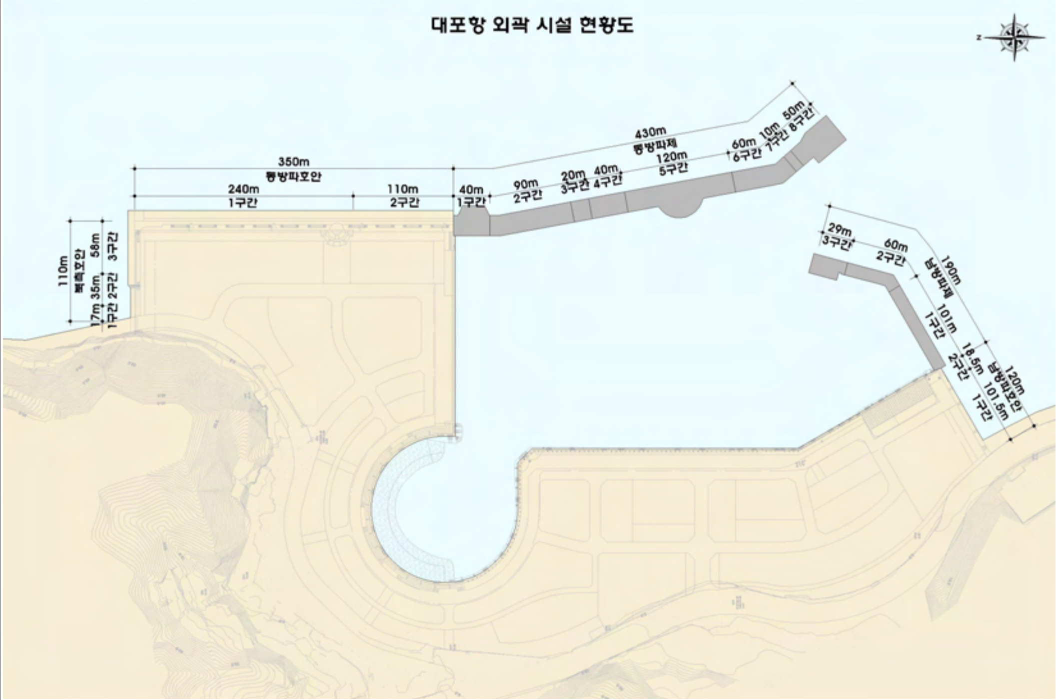
구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
북측호안	1구간 : (No.0+0.0~No.1+7.0)	E	2.3	10.4
	2구간 : (No.1+7.0~No.5+2.0)	ESE	2.8	11.2
	3구간 : (No.5.2.0~No.11+0.0)	ESE	3.7	11.2
동방파호안	1구간 : (No.0+0.0~No.24+0.0)	ESE	4.7	11.2
	2구간 : (No.24+0.0~No.35+0.0)	ESE	5.0	11.2
동방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.4+0.0)	ESE	5.2	11.2
	2구간 : (No.4+0.0~No.13+0.0)	ESE	5.2	11.2
	3구간 : (No.13+0.0~No.15+0.0)	ESE	5.2	11.2
	4구간 : (No.15+0.0~No.19+0.0)	ESE	5.2	11.2
	5구간 : (No.19+0.0~No.31+0.0)	ESE	5.2	11.2
	6구간 : (No.31+0.0~No.37+0.0)	ESE	5.2	11.2
	7구간 : (No.37+0.0~No.38+0.0)	ESE	5.2	11.2
	8구간 : (No.38+0.0~No.43+0.0)	ESE	5.2	11.2
남방파호안	1구간 : (No.0+0.0~No.10+1.5)	SE	0.7	11.6
	2구간 : (No.10+1.5~No.12+0.0)	ESE	1.3	11.2
남방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.10+1.0)	ESE	3.9	11.2
	2구간 : (No10+1.0~No.16+1.0)	ESE	4.3	11.2
	3구간 : (No16+1.0~No.19+0.0)	ESE	4.3	11.2

2) 안정성 평가

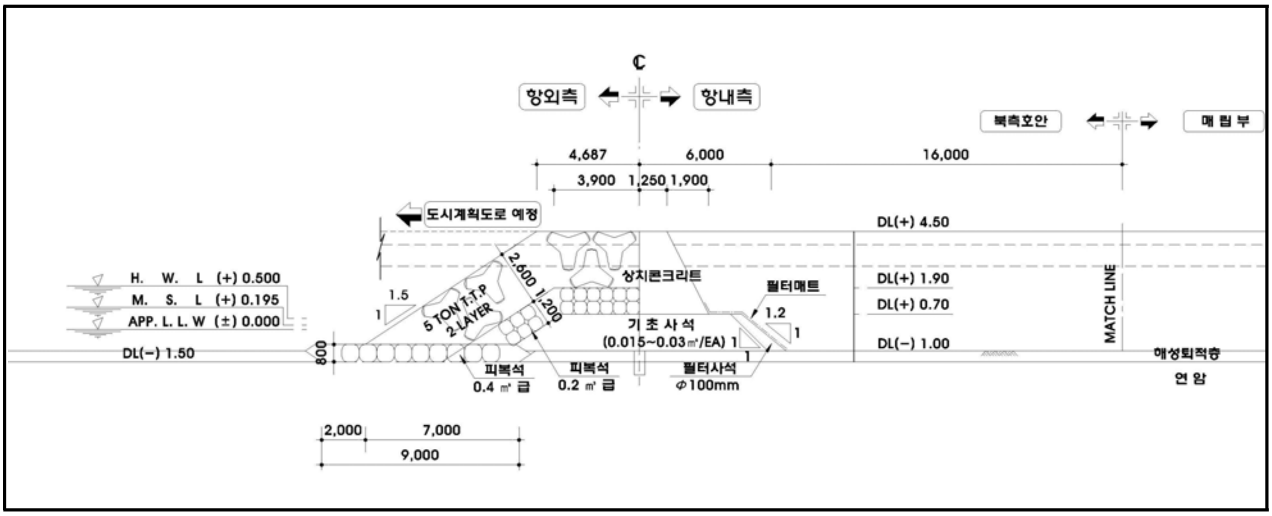
가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 대포항의 안정성 평가 대상시설은 북측호안 110m(3구간), 동방파호안 350m(2구간), 동방파제 430m(8구간), 남방파제 190m(3구간), 남방파호안 120m(2구간)으로 선정하였다.

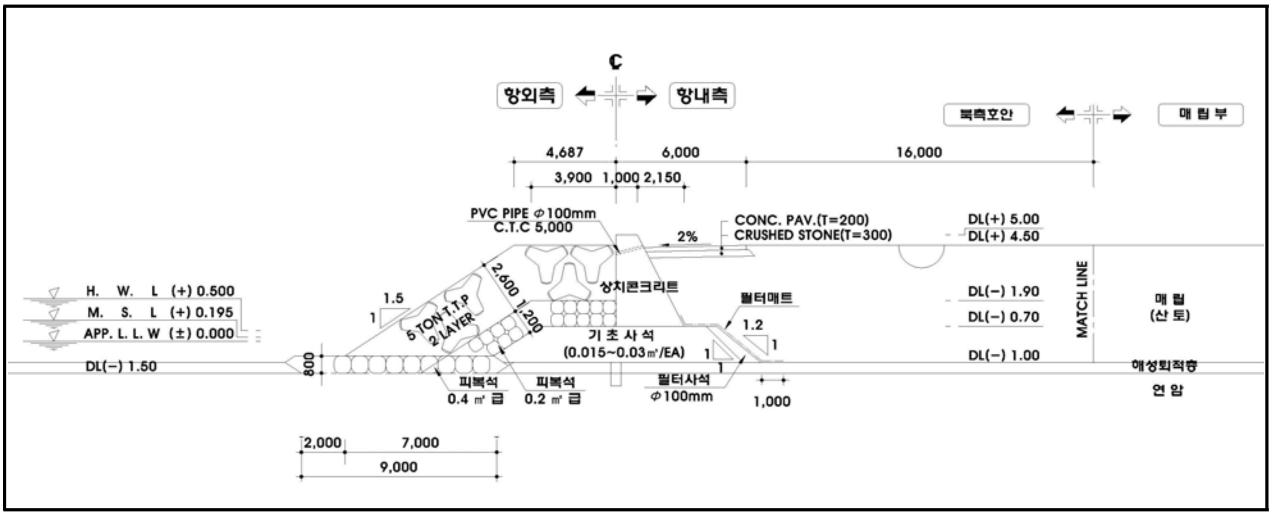
[표 11.2.1] 외곽시설 현황

<table>
<tr><td>방 파 제
시설현황도</td><td colspan="5">
</td></tr>
<tr><th>구 분</th><th>북측호안</th><th>동방파호안</th><th>동방파제</th><th>남방파호안</th><th>남방파제</th></tr>
<tr><td>연 장</td><td>110m</td><td>350m</td><td>430m</td><td>120m</td><td>190m</td></tr>
<tr><td>구조형식</td><td>소파식</td><td>T.T.P 피복
사석경사제</td><td>T.T.P 피복
사석경사제</td><td>중력식</td><td>사석경사제</td></tr>
<tr><td>준공년도</td><td>2006년</td><td>2009년</td><td>2011년</td><td>2009년</td><td>2011년</td></tr>
<tr><td>전면수심</td><td>D.L(-)1.0~6.4m</td><td>D.L(-)7.0~7.5m</td><td>D.L(-)8.2~8.9m</td><td>D.L(-)0.5m</td><td>D.L(-)3.0~7.0m</td></tr>
<tr><td>마루높이</td><td>D.L(+)4.5~7.0m</td><td>D.L(+)8.5m</td><td>D.L(+)8.5~9.5m</td><td>D.L(+)2.0m</td><td>D.L(+)4.5~4.8m</td></tr>
<tr><td>피 복 재</td><td>T.T.P
5.0~20.0ton</td><td>T.T.P 32.0ton</td><td>T.T.P
32.0~50.0ton</td><td>피복석 0.1㎥/EA,
T.T.P 10.0ton</td><td>T.T.P 10.0ton</td></tr>
<tr><td>총 구 간</td><td>3개 구간</td><td>2개 구간</td><td>8개 구간</td><td>2개 구간</td><td>3개 구간</td></tr>
</table>

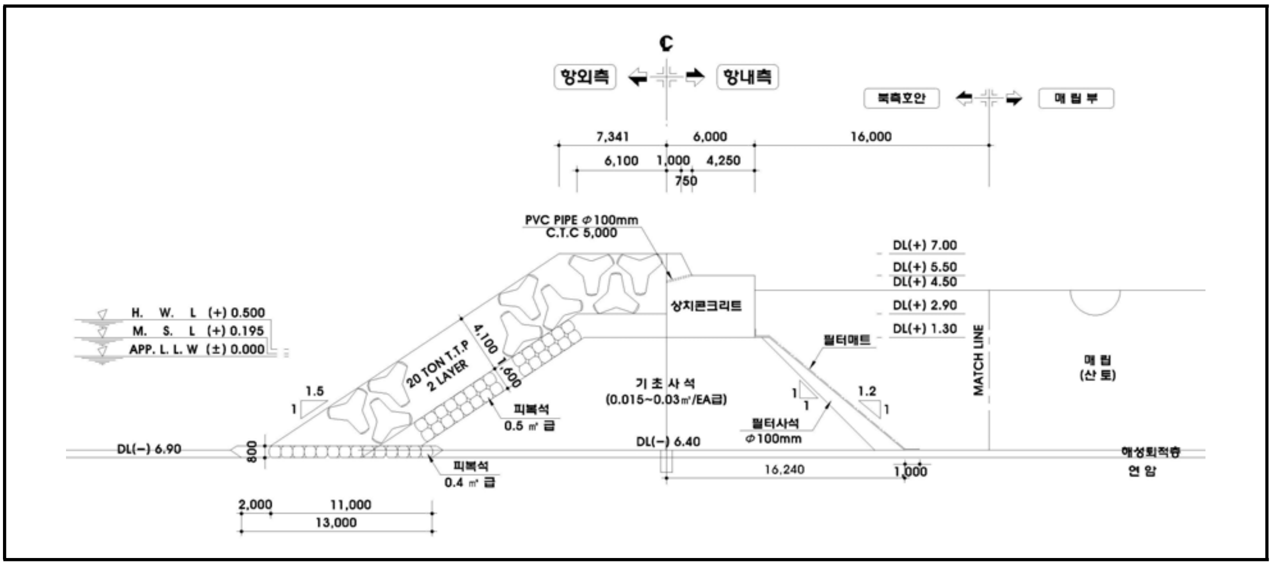
<그림 11.2.1> 북측호안 표준단면도(1구간)



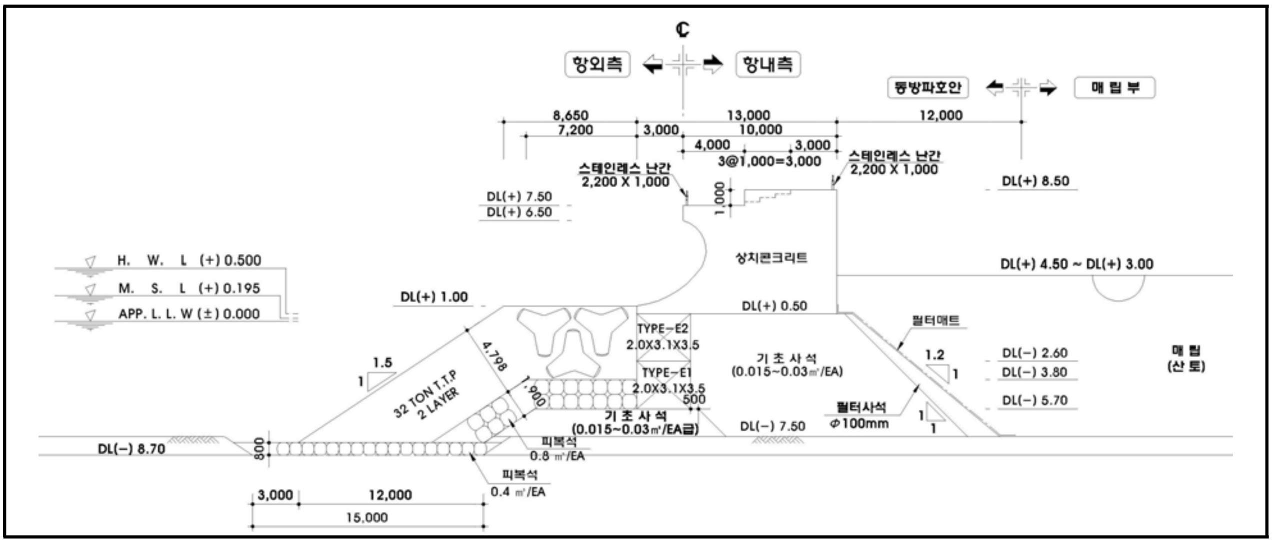
<그림 11.2.2> 북측호안 표준단면도(2구간)



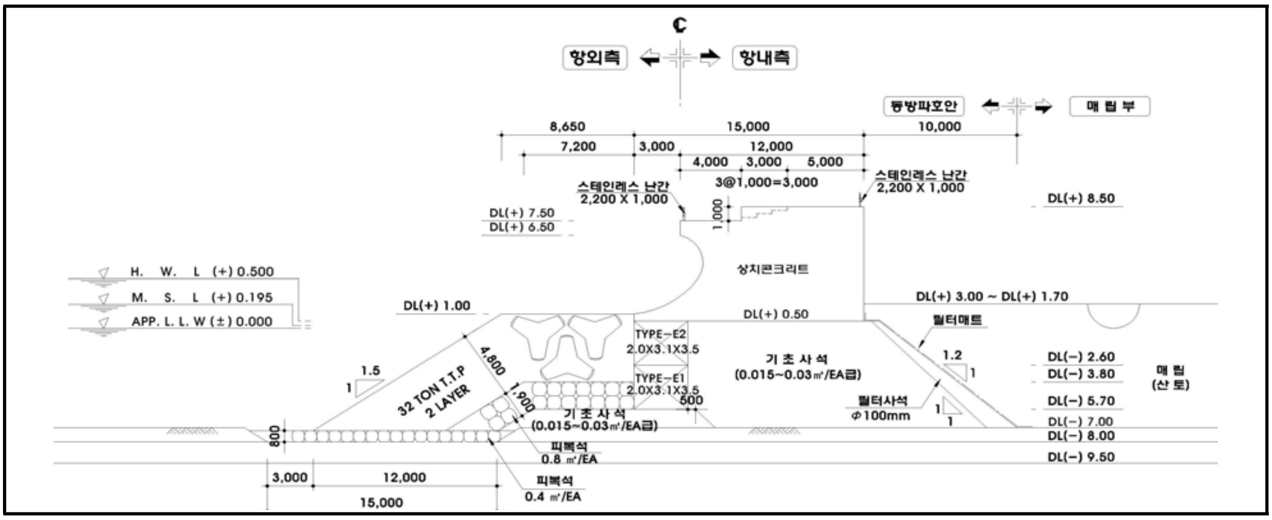
<그림 11.2.3> 북측호안 표준단면도(3구간)



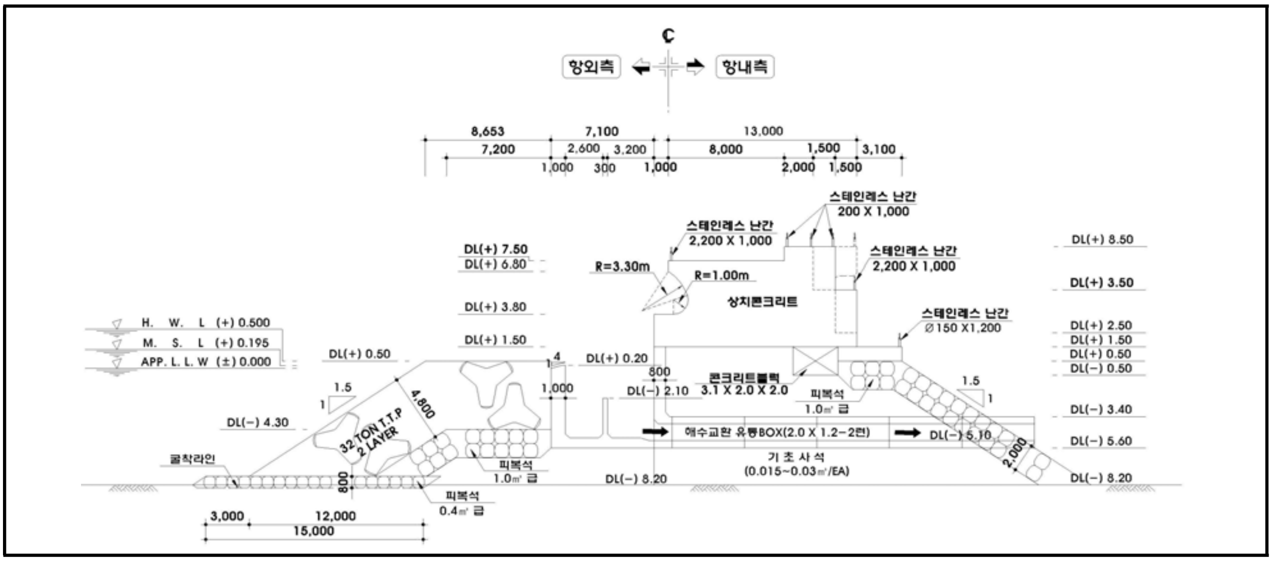
<그림 11.2.4> 동방파호안 표준단면도(1구간)



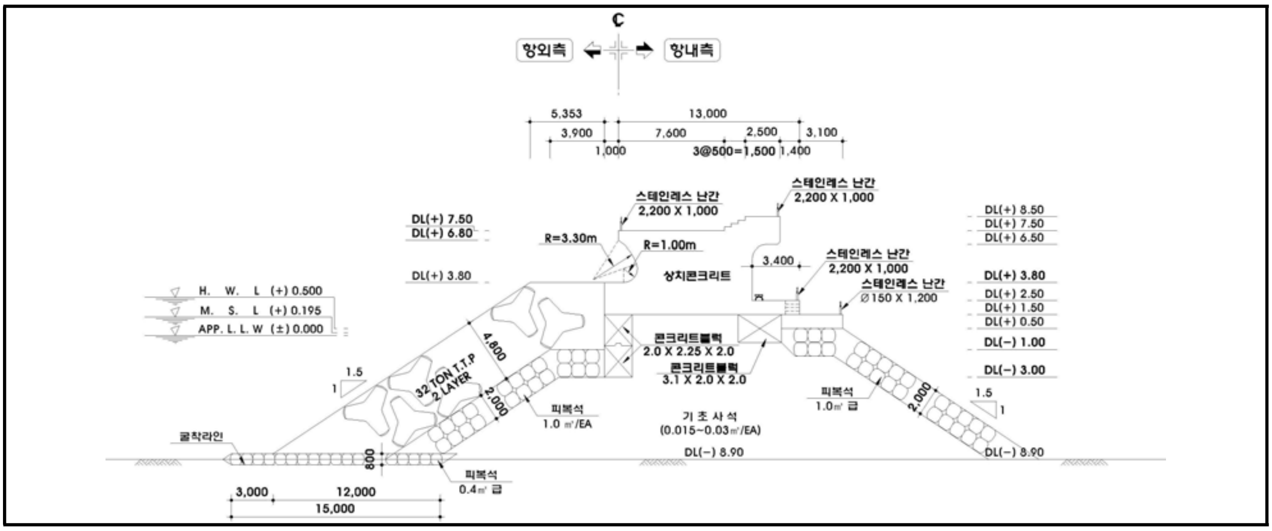
<그림 11.2.5> 동방파호안 표준단면도(2구간)



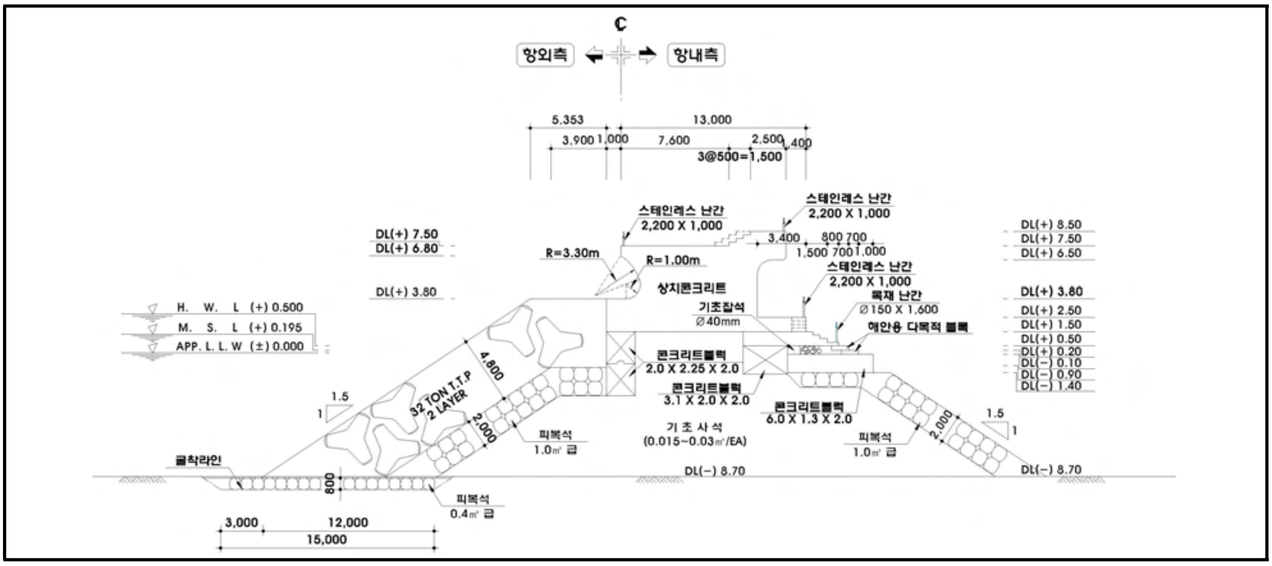
<그림 11.2.6> 동방파제 표준단면도(1구간)



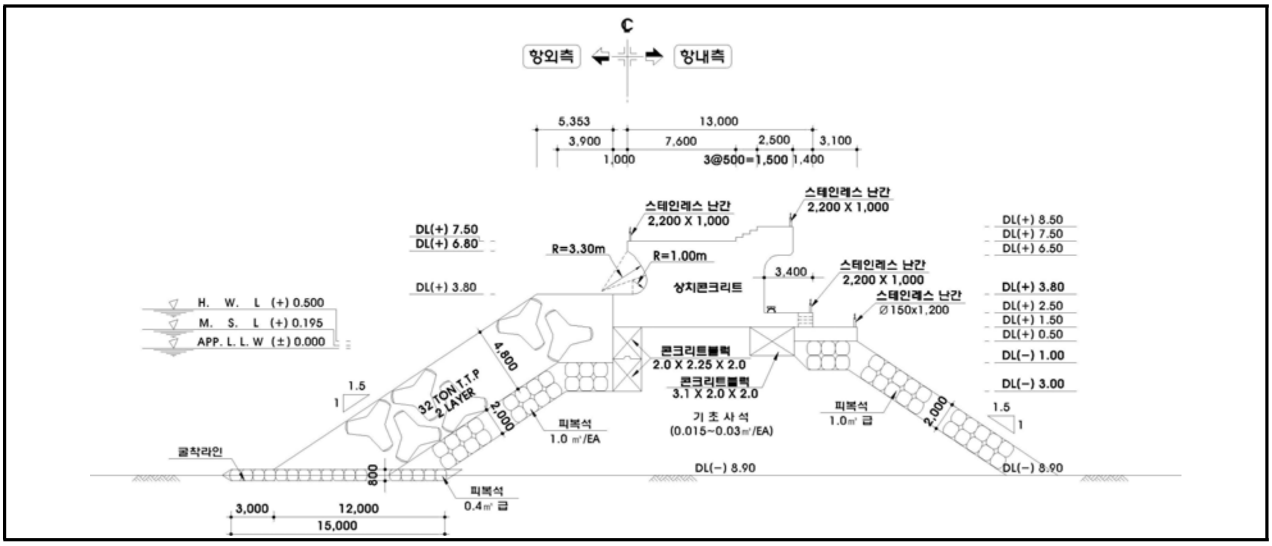
<그림 11.2.7> 동방파제 표준단면도(2구간)



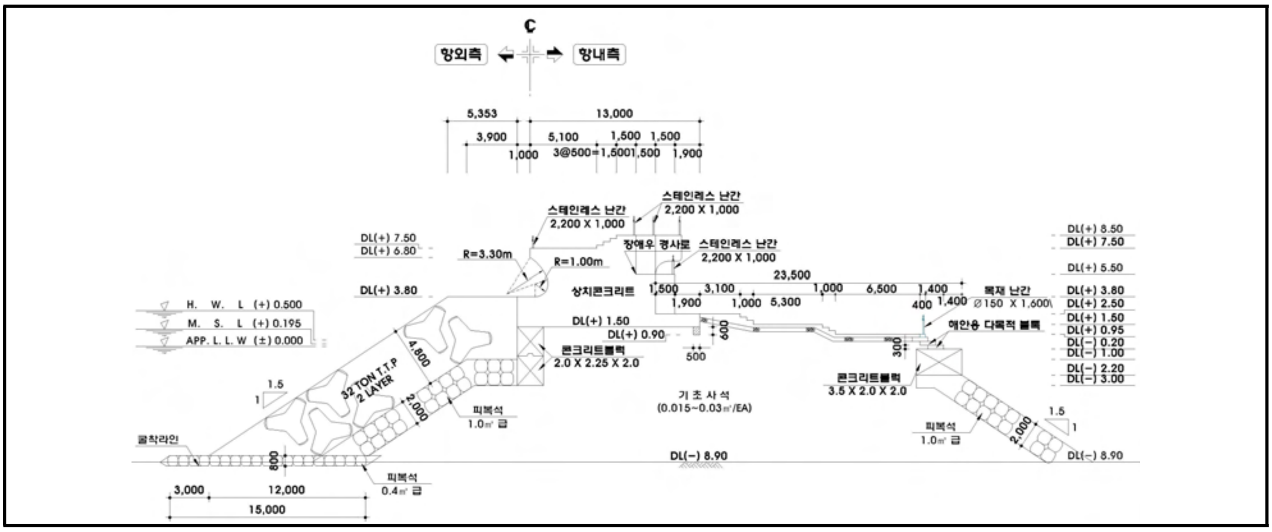
<그림 11.2.8> 동방파제 표준단면도(3구간)



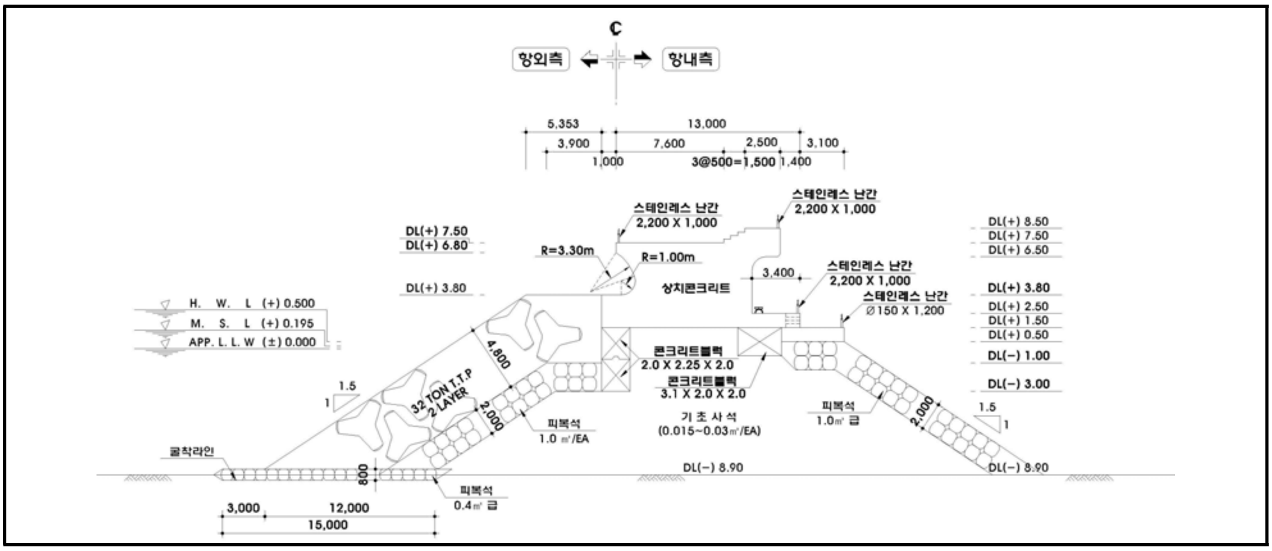
<그림 11.2.9> 동방파제 표준단면도(4구간)



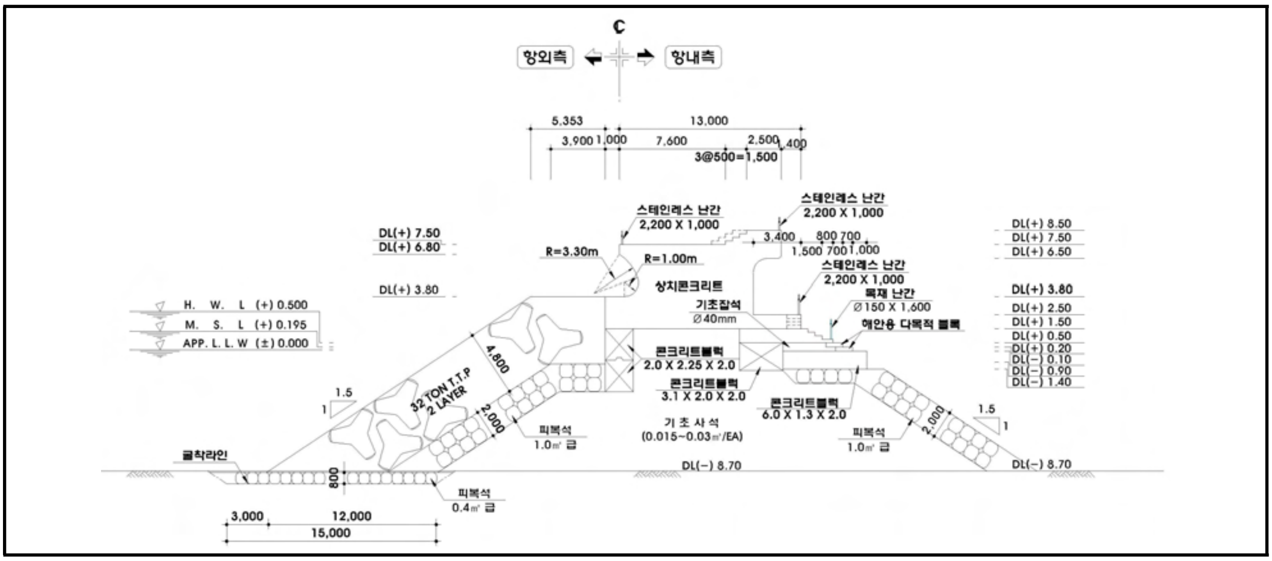
<그림 11.2.10> 동방파제 표준단면도(5구간)



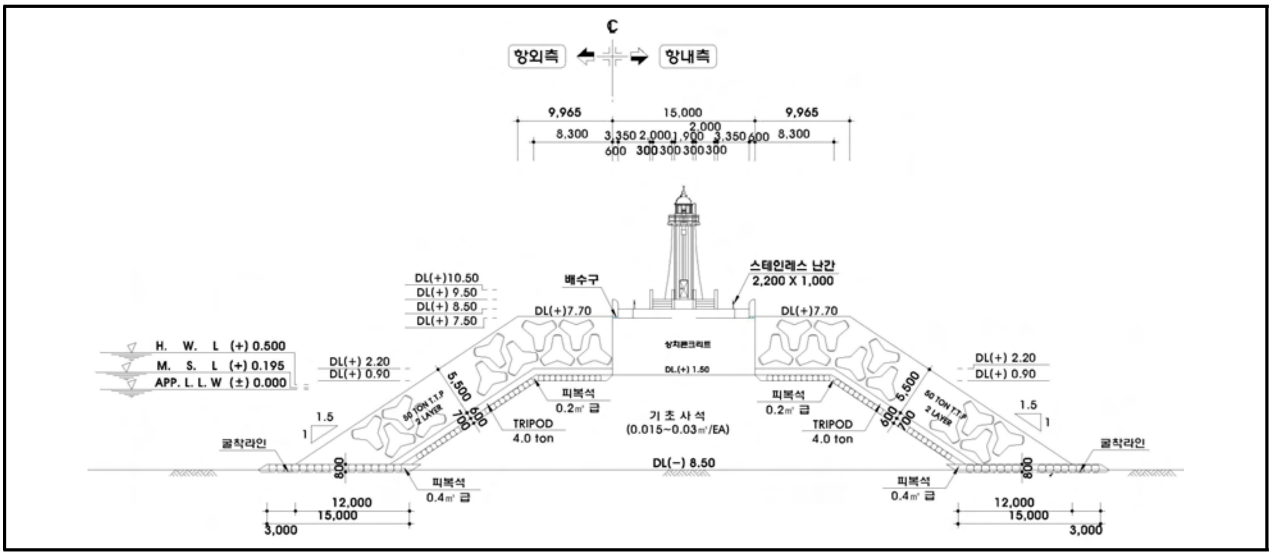
<그림 11.2.11> 동방파제 표준단면도(6구간)



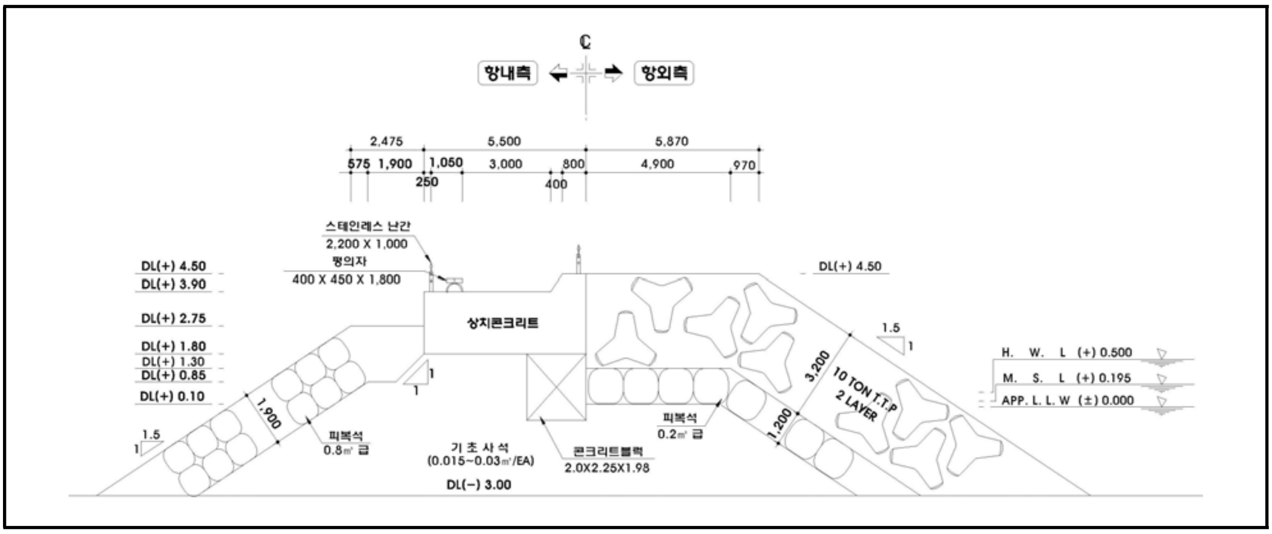
<그림 11.2.12> 동방파제 표준단면도(7구간)



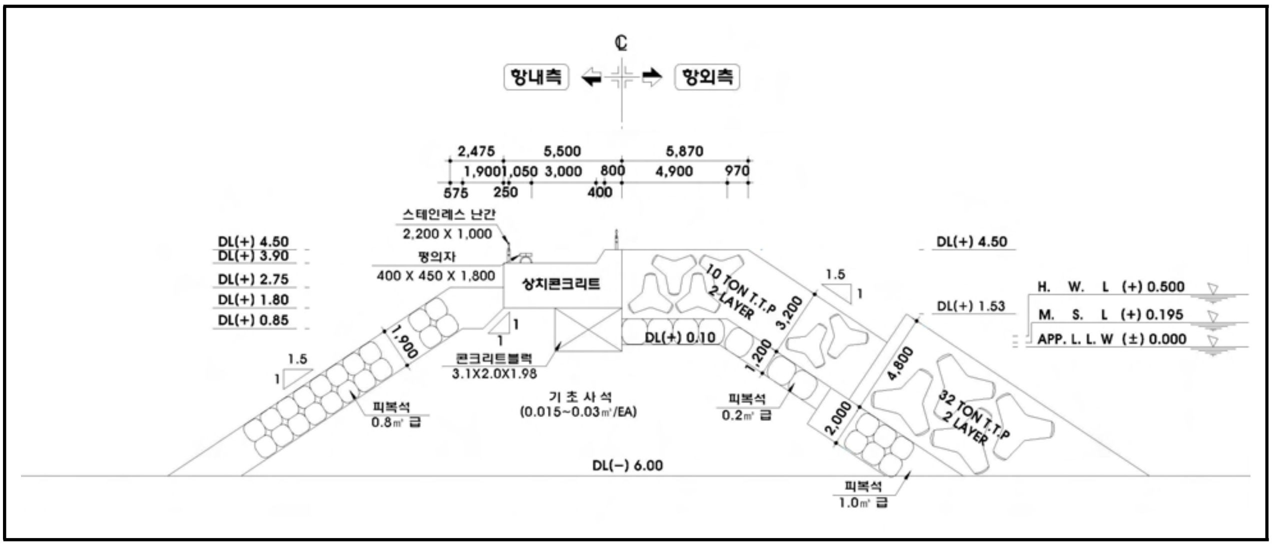
<그림 11.2.13> 동방파제 표준단면도(8구간)



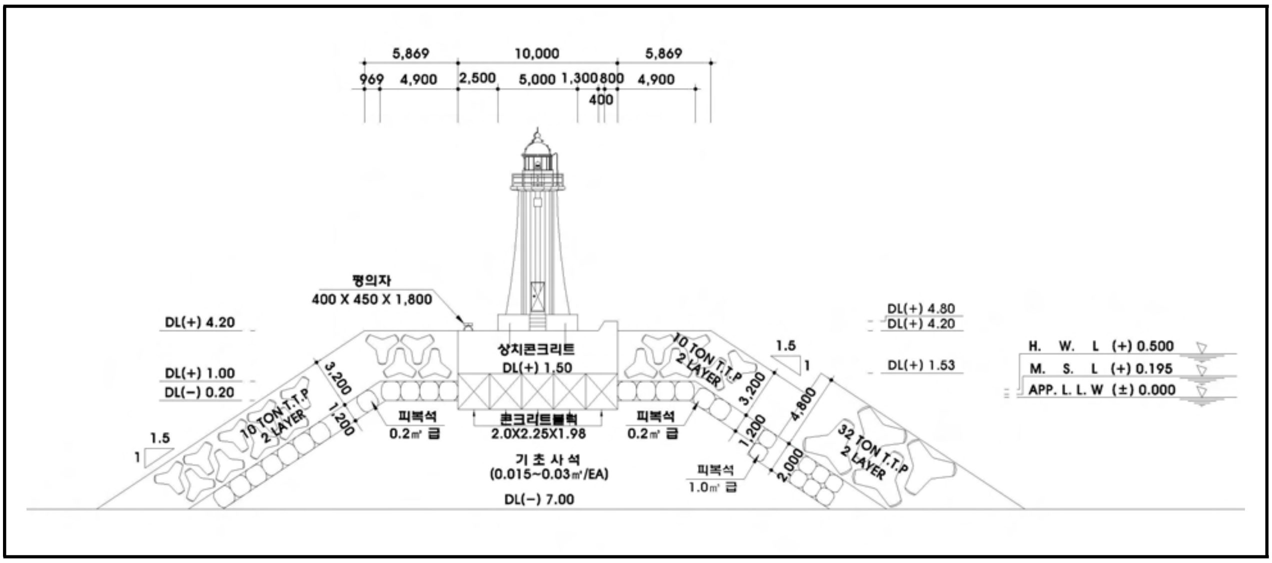
<그림 11.2.14> 남방파제 표준단면도(1구간)



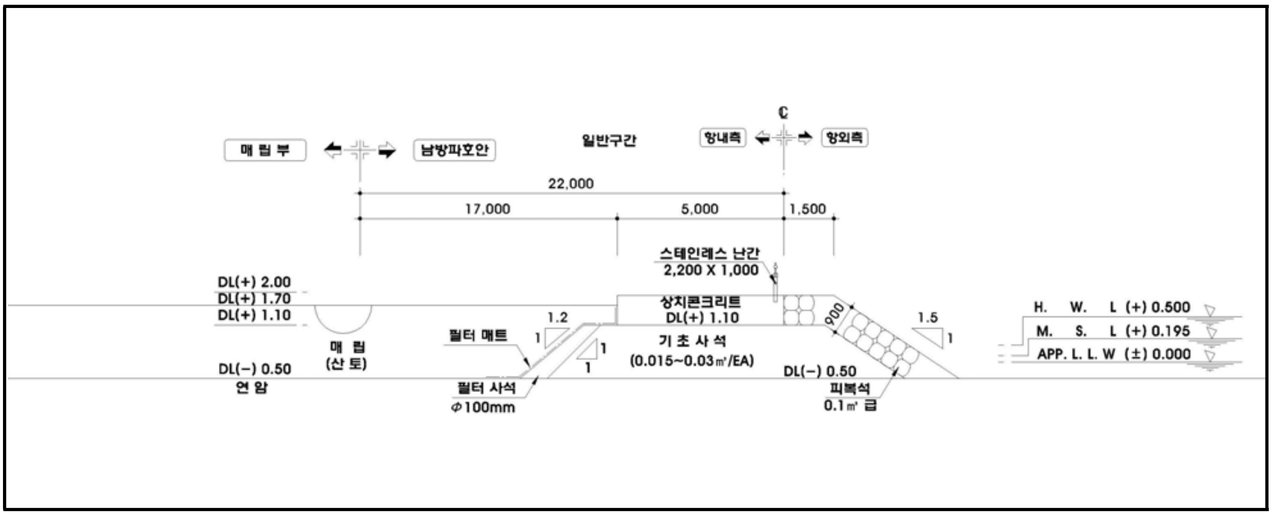
<그림 11.2.15> 남방파제 표준단면도(2구간)



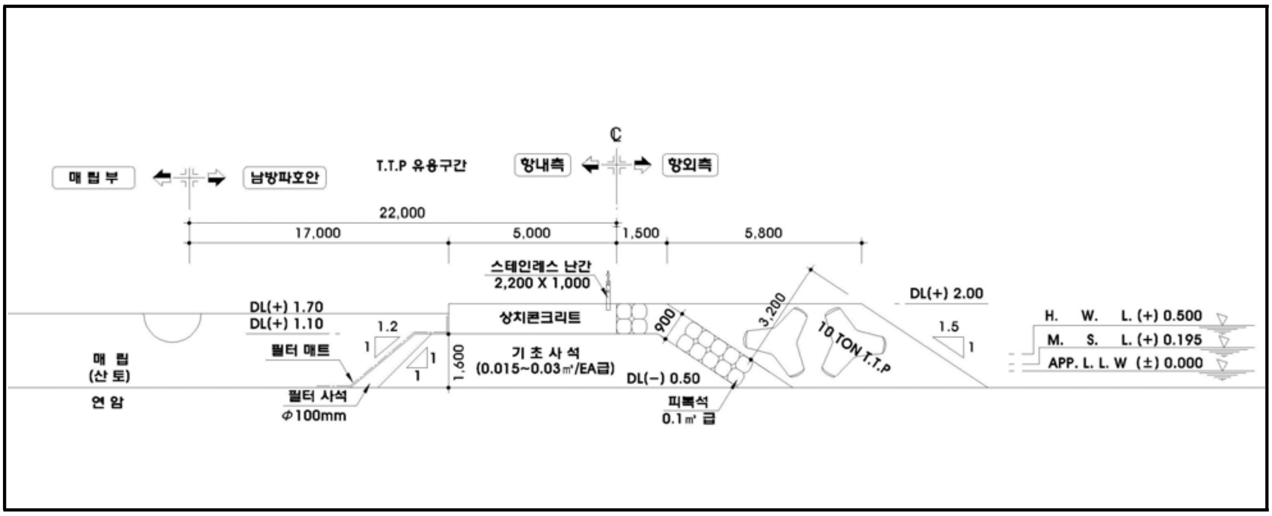
<그림 11.2.16> 남방파제 표준단면도(3구간)



<그림 11.2.17> 남방파호안 표준단면도(1구간)



<그림 11.2.18> 남방파호안 표준단면도(2구간)



나) 마루높이 검토

- 배후시설이 있는 북측호안, 동방파호안, 남방파호안 전 구간에서 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교 · 검토한 결과 전 구간에서 마루높이가 만족하는 것으로 나타났다.
- 배후시설이 없는 동방파제, 남방파제 전 구간에서 제 1 방법과 제 4 방법을 검토한 결과 남방파제 2구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">마루높이 산정</th><th rowspan="2">적 용
마루높이</th><th rowspan="2">현 황
마루높이</th><th rowspan="2">판 정</th></tr>
<tr><th>제1방법
($1.0H_{1/3}$+설계조위)</th><th>제2방법
(월파량)</th><th>제3방법
(처오름높이)</th><th>제4방법
(전달파고)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">북측호안</td><td>1구간</td><td>2.8</td><td>1.7</td><td>2.0</td><td>1.1</td><td>2.8</td><td>4.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>3.3</td><td>1.9</td><td>2.3</td><td>1.7</td><td>3.3</td><td>5.0</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>3.8</td><td>2.6</td><td>4.5</td><td>7.0</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동방파호안</td><td>1구간</td><td>5.2</td><td>5.4</td><td>6.2</td><td>3.3</td><td>6.2</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>5.5</td><td>5.5</td><td>6.5</td><td>3.5</td><td>6.5</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="8">동방파제</td><td>1구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.7</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.7</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.7</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>4구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.8</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>5구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.8</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>6구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.8</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>7구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.7</td><td>5.7</td><td>8.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>8구간</td><td>5.7</td><td>-</td><td>-</td><td>3.7</td><td>5.7</td><td>9.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="2">남방파호안</td><td>1구간</td><td>1.2</td><td>0.9</td><td>1.0</td><td>-</td><td>1.2</td><td>2.0</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>1.8</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>-</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="3">남방파제</td><td>1구간</td><td>4.4</td><td>-</td><td>-</td><td>2.7</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>4.8</td><td>-</td><td>-</td><td>3.2</td><td>4.8</td><td>4.5</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>4.8</td><td>-</td><td>-</td><td>3.1</td><td>4.8</td><td>4.8</td><td>OK</td></tr>
</table>

다) 피복재 소요질량 검토

- 남방파제 2구간에서 외측 피복재 T.T.P 12.5ton, 3구간에서 T.T.P 16.0ton이 필요한 것으로 나타났으나 현재 T.T.P 10ton으로 건설되어 있어 안정성이 미확보 되는 것으로 나타났으며, 그 외 시설들은 안정이 확보되는 것으로 검토되었다.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th rowspan="2">쇄파여부</th><th colspan="3">외측 피복재 소요 질량</th><th colspan="3">중간 피복재 소요 질량</th></tr>
<tr><th>산 정</th><th>현 황</th><th>판 정</th><th>산 정</th><th>현 황</th><th>판 정</th></tr>
<tr><td rowspan="3">북측호안</td><td>1구간</td><td>비쇄파대</td><td>T.T.P 2ton</td><td>T.T.P 5ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.1m^3</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>비쇄파대</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 5ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.1m^3</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 8ton</td><td>T.T.P 20ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>피복석 0.5m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="2">동방파 호안</td><td>1구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 16ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.4~0.5m^3</td><td>피복석 0.8m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 16ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.4~0.5m^3</td><td>피복석 0.8m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="8">동방파제</td><td>1구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>4구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>5구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>6구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>7구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 20ton</td><td>T.T.P 32ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.5~0.6m^3</td><td>피복석 1.0m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>8구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 32ton</td><td>T.T.P 50ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.8~1.0m^3</td><td>Tripod 4ton</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="2">남방파 호안</td><td>1구간</td><td>쇄파대</td><td>피복석 0.1m^3</td><td>피복석 0.1m^3</td><td>OK</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>비쇄파대</td><td>T.T.P 0.5ton</td><td>T.T.P 10ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.1m^3</td><td>피복석 0.1m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="3">남방파제</td><td>1구간</td><td>비쇄파대</td><td>T.T.P 8ton</td><td>T.T.P 10ton</td><td>OK</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 12.5ton</td><td>T.T.P 10ton</td><td>N.G</td><td>피복석 0.3~0.4m^3</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>N.G</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>쇄파대</td><td>T.T.P 16ton</td><td>T.T.P 10ton</td><td>N.G</td><td>피복석 0.4~0.5m^3</td><td>피복석 0.2m^3</td><td>N.G</td></tr>
</table>

라) 구조물 안정검토

- 남방파제 1구간에서 활동이 0.72, 2구간에서 활동이 0.63으로 안정이 미확보되는 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 안정이 확보되는 것으로 검토되었다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
북측호안	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-	-	-
	3구간	-	-	-	-	-	-
동방파호안	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-	-	-
동방파제	1구간	2.63	OK	8.48	OK	1.68	OK
	2구간	2.12	OK	8.04	OK	1.65	OK
	3구간	2.11	OK	8.00	OK	1.62	OK
	4구간	2.12	OK	8.04	OK	1.65	OK
	5구간	2.25	OK	8.47	OK	2.14	OK
	6구간	2.12	OK	8.04	OK	1.65	OK
	7구간	2.11	OK	8.00	OK	1.62	OK
	8구간	-	-	-	-	-	-
남방파호안	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-	-	-
남방파제	1구간	0.72	N.G	1.65	OK	1.25	OK
	2구간	0.63	N.G	1.55	OK	1.20	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

11.2.4 평가 및 결론

- 북측호안 동방파호안 및 동방파제는 전 구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량을 만족하여 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.
- 남방파호안 또한 전 구간에서 마루높이와 피복재 소요 중량을 만족하여 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.
- 남방파제의 경우 설계파 증가로 2~3구간에서 피복재 소요 중량이 부족하며, 1~2구간에서 활동에 대한 안정이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 11.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				북측호안			동방파호안	
				1구간	2구간	3구간	1구간	2구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		4.5	5.0	7.0	8.5	8.5
		금 회		2.8	3.3	4.5	6.2	6.5
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 5ton	T.T.P 5ton	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton
		금 회		T.T.P 2ton	T.T.P 3.2ton	T.T.P 8ton	T.T.P 16ton	T.T.P 16ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	-	-	-	-
			판정	-	-	-	-	-
		전도 (1.2)	산정	-	-	-	-	-
			판정	-	-	-	-	-
		직선활동 (1.2)	산정	-	-	-	-	-
			판정	-	-	-	-	-
보강 계획 수립				불필요	불필요	불필요	불필요	불필요

구 분				동방파제							
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	8구간
마루 높이 (D.L(+),m)	현 황			8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	9.5
	금 회			5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
	판 정			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량	현 황			T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	T.T.P 50ton
	금 회			T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton
	판 정			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	2.63	2.12	2.11	2.12	2.25	2.12	2.11	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	8.48	8.04	8.00	8.04	8.47	8.04	8.00	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	1.68	1.65	1.62	1.65	2.14	1.65	1.62	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요

구 분				남방파호안		남방파제		
				1구간	2구간	1구간	2구간	3구간
마루 높이 (D.L(+),m)	현 황			2.0	2.0	4.5	4.5	4.8
	금 회			1.2	1.8	4.4	4.8	4.8
	판 정			OK	OK	OK	N.G	OK
피복재 소요중량	현 황			피복석 0.1m^3	T.T.P 10ton	T.T.P 10ton	T.T.P 10ton	T.T.P 10ton
	금 회			T.T.P 0.5ton	T.T.P 0.5ton	T.T.P 8ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 16.0ton
	판 정			OK	OK	OK	N.G	N.G
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	-	0.72	0.63	-
			판정	-	-	N.G	N.G	-
		전도 (1.2)	산정	-	-	1.65	1.55	-
			판정	-	-	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	-	-	1.25	1.20	-
			판정	-	-	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	필 요	필 요	필 요

11.3 보수·보강 방안 수립

11.3.1 개요

- 대포항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수・보강이 필요한 대상시설은 남방파제 전구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.
- 그러나, 대포항의 경우 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다. 따라서, 3차년도에 구조물 설계파 및 안전성 평가를 재수행한 후 최종 보수 · 보강계획을 수립할 예정이다.

[표 11.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북측호안	1구간	17m	
	2구간	35m	
	3구간	58m	
동방파호안	1구간	240m	
	2구간	110m	
동방파제	1구간	40m	
	2구간	90m	
	3구간	20m	
	4구간	40m	
	5구간	120m	
	6구간	60m	
	7구간	10m	
	8구간	50m	
남방파호안	1구간	101.5m	
	2구간	18.5m	
남방파제	1구간	101m	○
	2구간	60m	○
	3구간	29m	○

11.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

1) 남방파제

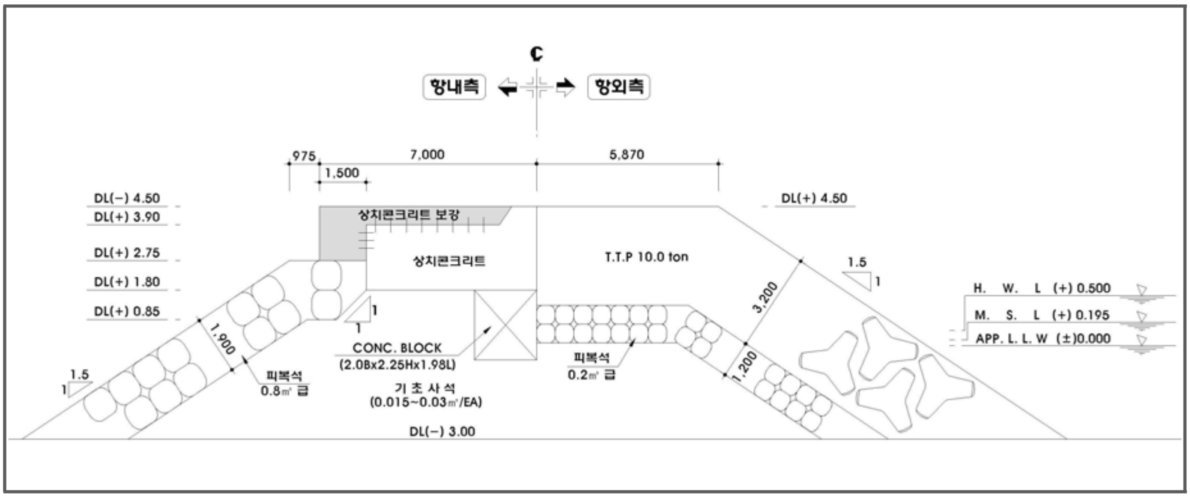
- 남방파제 1구간은 설계파 증가에 따라 상치콘크리트의 안정이 미확보되어 7.0m로 확폭하여 안정성을 확보토록 계획하였다.

- 2구간의 경우 마루높이 산정결과 DL(+) 4.8m로 0.3m 증고하여야 하나, 전면에 소단을 설치하여 월파 및 처오름을 저감하도록 계획하여 마루높이 증고는 제외하였으며, 상치콘크리트의 활동에 대한 안정성을 확보하기 위해 상치폭을 7.5m로 확폭하여 안정성을 확보하였다.
- 기존 상치콘크리트와 접합되는 부분은 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보하도록 보강단면을 계획하였다.
- 또한, 2구간 및 3구간의 외측 피복재 보강을 위해 2구간 외측 저면에 설치된 T.T.P 32.0ton을 제거하여 두부인 3구간에 유용하고, 기존 2~3구간 상부에 거치된 T.T.P 10.0ton은 제거하여 2구간 저면에 1:2로 소단을 설치한 후 그 위에 T.T.P 12.5ton을 신규 제작하여 거치하여 안정성확보 및 월파를 저감하도록 계획하였으며, 3구간의 부족한 T.T.P 32.0ton은 신규 제작하는 것으로 계획하였다.

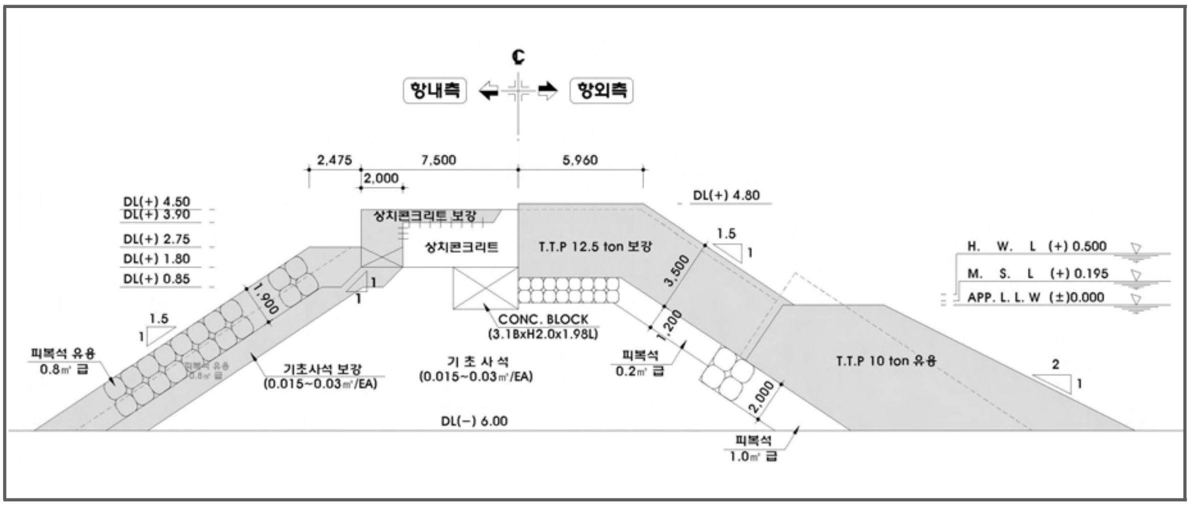
[표 11.3.2] 남방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	2구간	3구간	비고
시설연장		101m	60m	29m	190m
마 루 높 이	현황	D.L(+)4.5m	D.L(+)4.8m	D.L(+)4.8m	
	계획	D.L(+)4.5m	-	-	상치콘크리트 확폭
외 측 피복재	현황	T.T.P 10.0ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 10.0ton	
	계획	-	T.T.P 12.5on	T.T.P 32.0ton	

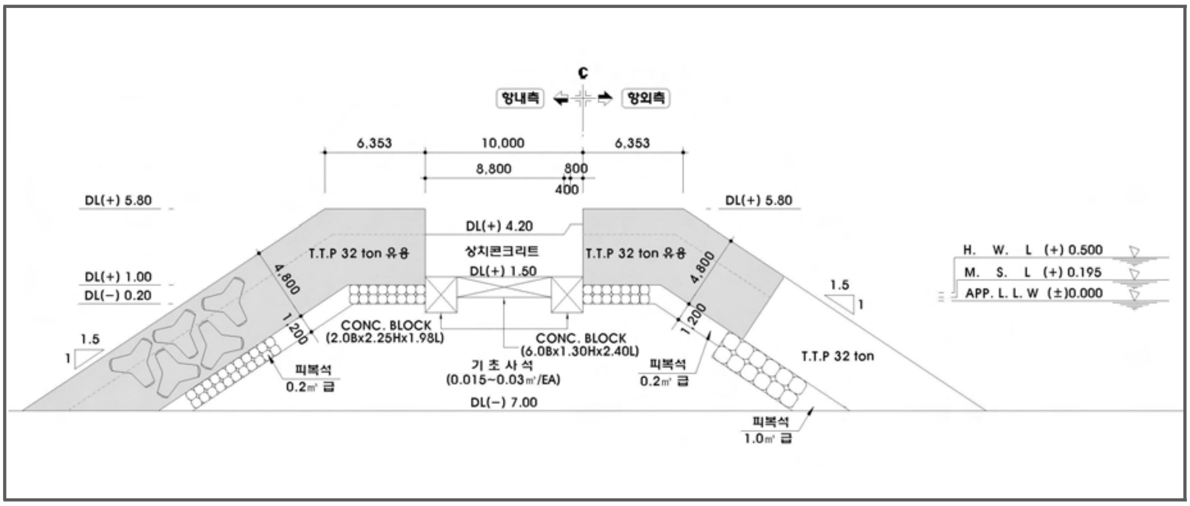
<그림 11.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



<그림 11.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



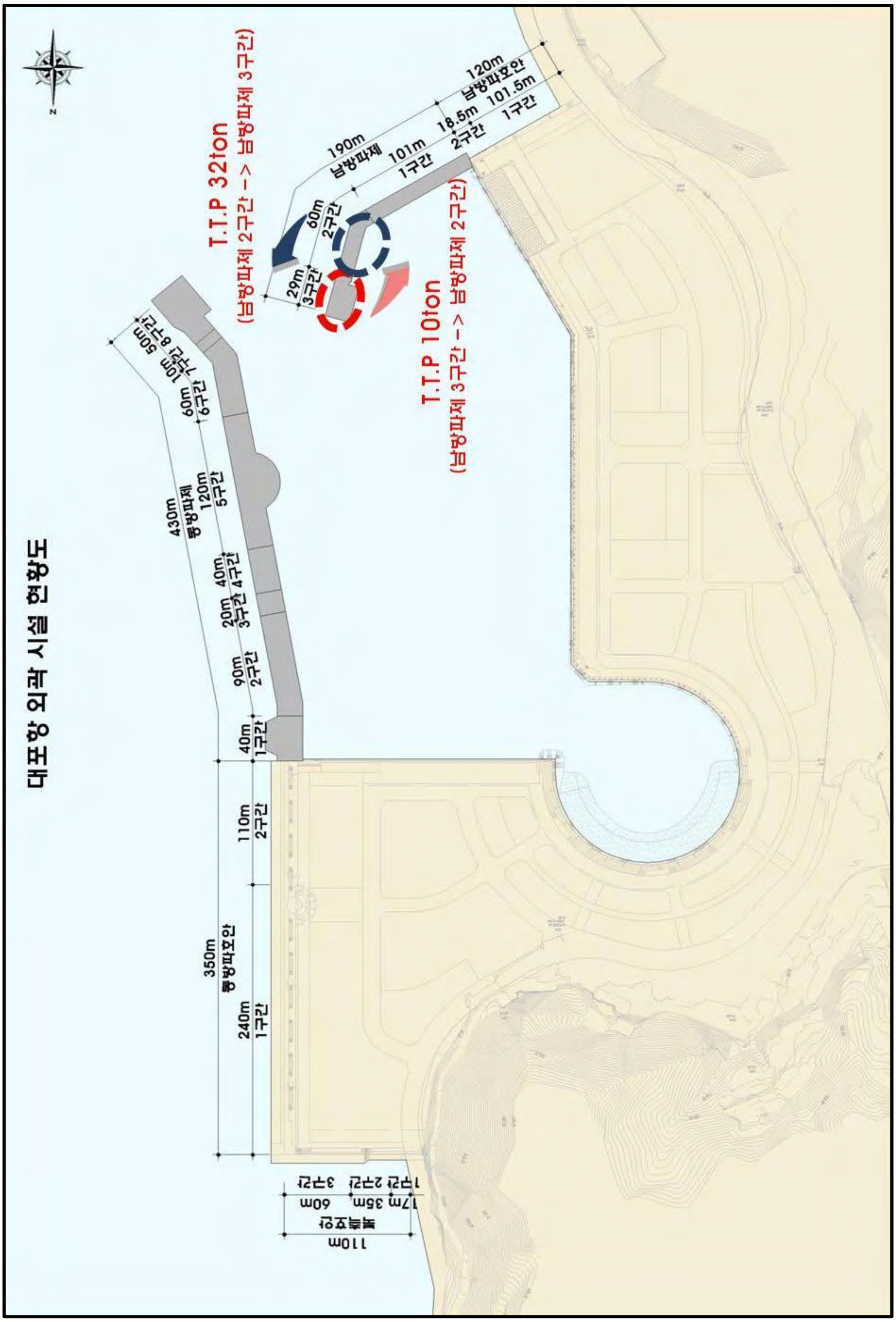
<그림 11.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



2) 유용계획

- 남방파제 3구간에서 제거되는 T.T.P 10ton을 남방파제 2구간에 유용하고 남방파제 2구간에서 제거되는 T.T.P 32ton을 3구간에 유용하는 안을 계획하였다.

<그림 11.3.4> 유용계획



11.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수 · 보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월4주 주간 주유소 평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 대포항 보수 · 보강에 소요되는 개략공사비는 약 20억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
남방파제	190		1,967	
1구간	101	3	303	• 상치 보강
2구간	60	20	1,200	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측보강
3구간	29	16	464	• 피복재 보강
합 계	190		1,967	

제12장 사천진항

제 12 장 사천진항

12.1 기초자료조사

12.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 사천진항이 속해있는 강릉시는 북에서 남으로 내려뻗은 태백산맥의 동편에 위치한 지역으로 서부는 대부분의 중산간지역으로 형성되어 있으며, 산맥이 동쪽으로 내려오면서 원만한 지대로 넓게 형성되어 평야와 시가지를 이루고 있다.
- 해안선에서의 밀물과 썰물의 차이는 불과 30cm내외로 해안에서 경사가 급하므로 조간대는 거의 형성되지 않으며 해안선은 매우 단조롭고 직선적이며 좁고 긴 사빈이 발달되어 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(강릉) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 12.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍속	m/sec	21.0
		풍향		SSW
	순 간 최대풍속	풍속	m/sec	41.6
		풍향		SSW
	평균풍속		m/sec	2.6
기 온	연 평 균		℃	13.1
	최 고			39.3
	최 저			-15.7
강수량	연 평 균		mm	1,464.4
	일 최 다			870.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	92.3
	흐 림		109.2
	안 개		9.9
	풍향		37.1
	강 설		16.8
	결 빙		85.1
	뇌 전		11.7
	폭 풍		17.9
	기 온		2.3
작업 일수	육 상		211
	해 상		221

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 13.1℃이며, 월평균기온은 1월 0.4℃, 8월 24.6℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 39.3℃(1994년 7월), 최저기온은 -15.7℃ (1981년 2월)로 나타났다.

[표 12.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

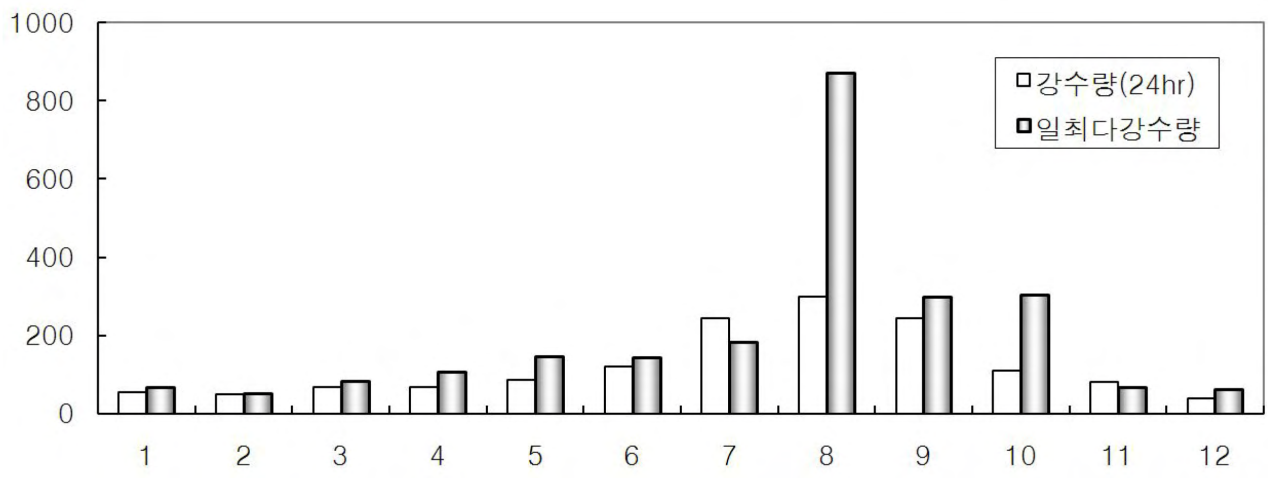
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	0.4	2.2	6.3	12.9	17.6	20.8	24.2	24.6	20.3	15.5	9.2	3.4	13.1
최 고	16.0	21.4	27.1	33.6	35.1	36.9	39.3	38.9	35.8	31.2	25.9	20.2	39.3
최 저	-15.6	-15.7	-7.1	-1.2	4.4	6.2	13.1	14.4	8.5	-0.5	-5.8	-11.1	-15.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 62%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 2003년의 2,095.4mm, 연최소 강수량은 1995년의 962.2mm이며, 연평균 강수량은 1464.4mm로 나타난다.

<그림 12.1.1> 강수량(mm)



[표 12.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

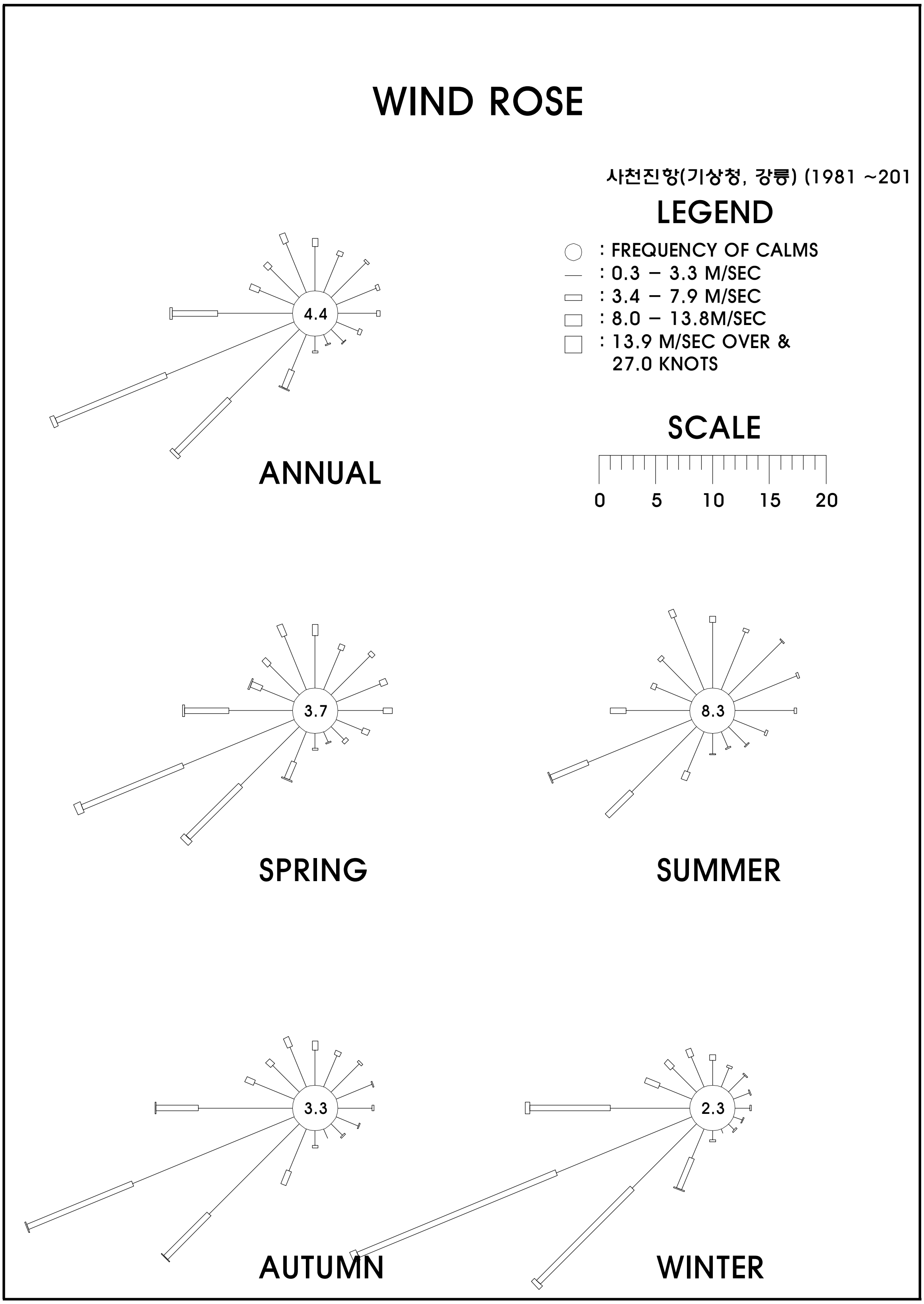
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	55.1	49.6	68.9	68.7	87.0	120.6	242.8	298.9	243.8	110.4	80.3	38.3	1464.4
일최다	66.8	51.5	82.7	107.5	145.6	143.0	183.5	870.5	297.5	304.0	67.1	63.0	870.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 SSW방향에서 21.0m/sec로 나타난다.

<그림 12.1.2> 바람장미도



[표 12.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		3.5	3.1	2.8	2.8	2.4	1.8	1.8	1.7	2.0	2.5	3.0	3.4	2.6
최 대	풍속	16.3	18.0	18.7	21.0	15.3	13.5	12.0	11.2	11.1	16.0	18.0	14.3	21.0
	풍향	W	WSW	SSW	SSW	SW	SSW	ESE	WSW	SW	NNW	WSW	SW	SSW
순간최대	풍속	32.4	28.1	27.3	41.6	33.0	22.3	31.8	26.4	21.8	28.7	29.6	32.2	41.6
	풍향	SW	WSW	SW	SSW	WSW	WSW	ESE	ESE	NNW	NNW	W	WSW	SSW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 92.3일로 약 25%이고 흐린 날씨는 109.2일로 나타났다.
- 안개발생일수는 9.9일, 강수일수는 37.1일, 폭풍일수는 17.9일로 나타났다.

[표 12.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	14.1	10.4	8.0	7.1	6.3	3.4	2.2	2.8	3.9	9.3	11.4	13.4	92.3
흐 림	5.5	5.4	7.9	8.1	10.1	14.4	17.1	14.7	11.1	6.4	5.0	3.5	109.2
안 개	0.2	0.3	0.4	0.8	1.1	2.7	2.2	1.6	0.3	0.1	0.1	0.1	9.9
강 수	1.9	1.6	2.4	2.1	2.4	3.4	5.8	6.2	5.1	2.5	2.4	1.3	37.1
강 설	5.3	5.1	3.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.3	16.8
결 빙	26.1	21.6	11.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	18.8	85.1
뇌 전	0.0	0.1	0.1	0.7	1.5	1.9	2.8	2.9	0.7	0.7	0.2	0.1	11.7
폭 풍	3.2	1.8	2.8	2.6	1.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.8	1.3	2.7	17.9

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 12.1.6] 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)

- 사천진항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 221일, 육상작업 가능일수는 211일로서 연가동률이 60%와 57% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 12.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	54.26	98.75	153.01	211.99
해 상	39.86	103.33	143.16	221.81

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

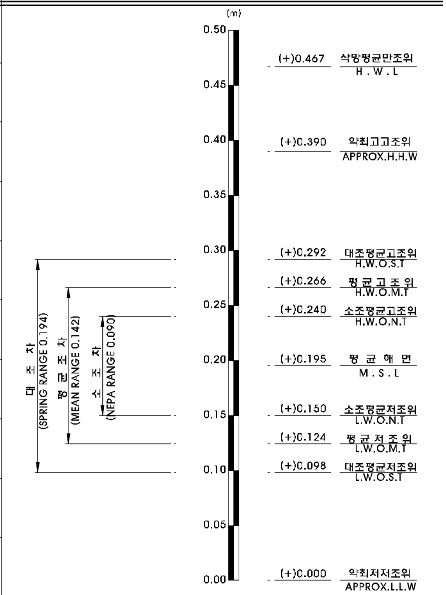
3) 해상조건

가) 조위

- 사천진항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.390m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.292m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.195m이며, 대조차 0.194m, 평균조차 0.142m, 소조차 0.090m로 나타났다.

[표 12.1.8] 사천진항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	46.7	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	39.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	29.2	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	26.6	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	24.0	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	19.5	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	15.0	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	12.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	9.8	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	



※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 사천진항 전면해상의 조류는 조차가 0.3m 내외로 매우 미약하며, 조류 방향은 창조류는 남류하며 낙조류는 북류한다. 따라서, 해안에 방파제등 구조물을 설치할 경우 조류에 의한 영향보다는 파랑에 의한 해류의 흐름이 탁월하여 본 항을 포함한 대부분의 어항이 해류의 흐름으로 인해 침식 및 매몰현상이 발생하는 것으로 사료된다.

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 12.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
사천진항 실시설계용역보고서(2004.03)	NE E ESE SE	8.1 8.0 6.0 6.5	13.0 14.0 10.0 10.0	

12.1.2 기존자료조사

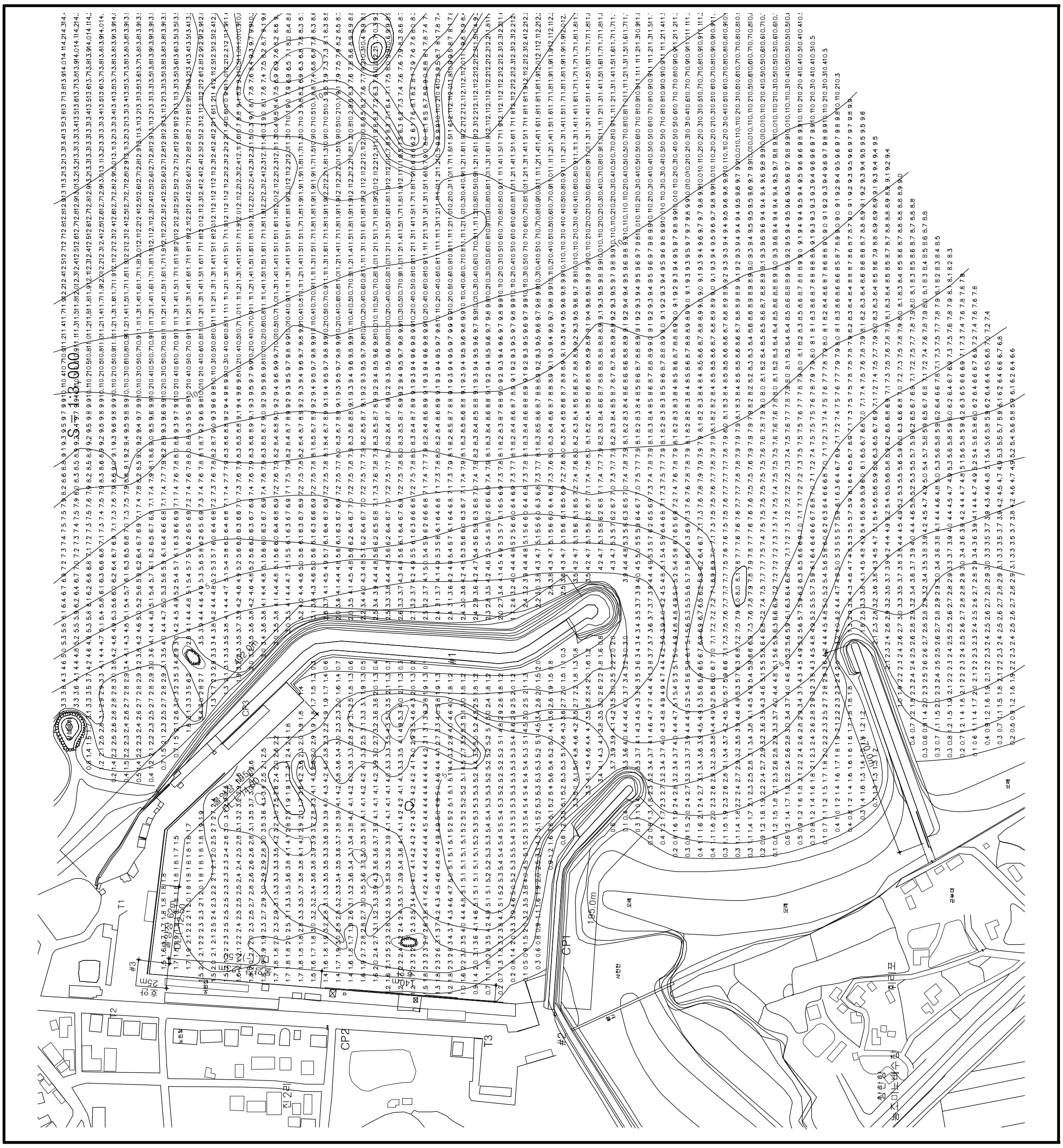
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “사천진항 실시설계용역 보고서(2004. 03)”에 수록된 사천진항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 12.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 사천진항 실시설계용역 보고서(2004. 03)

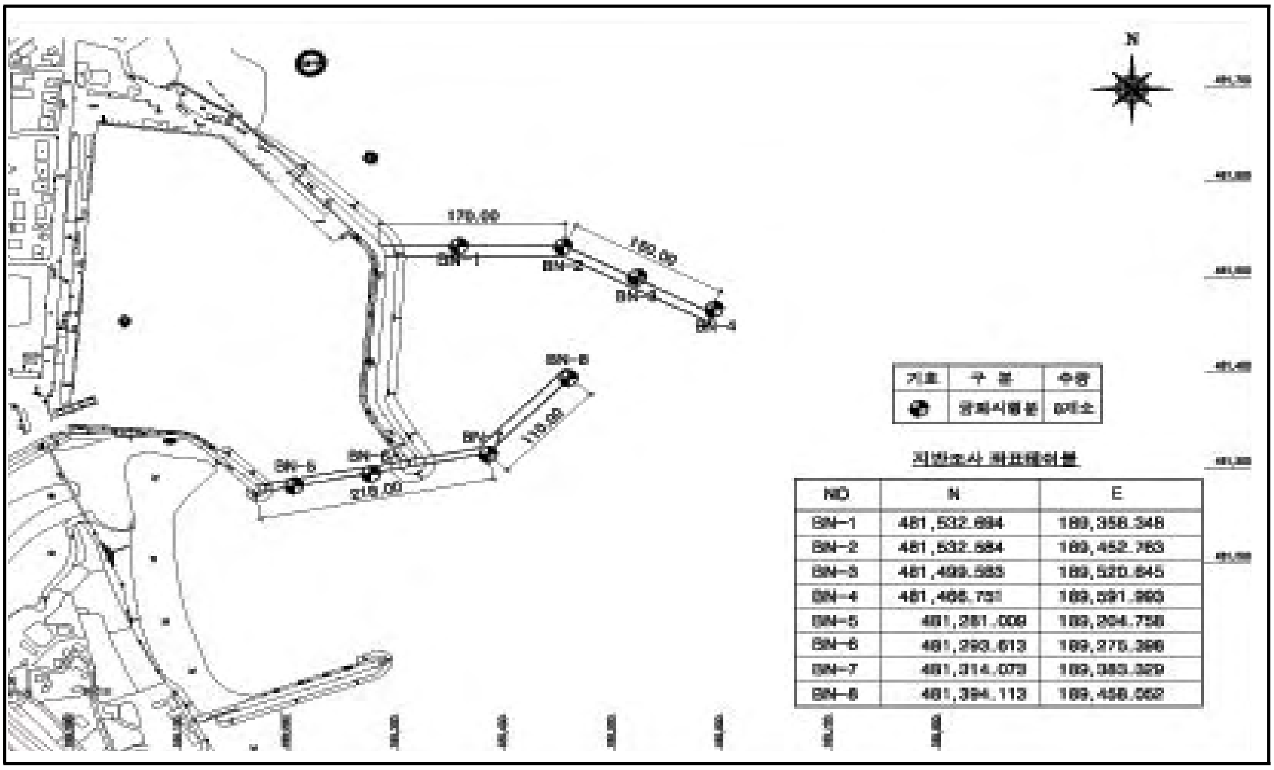
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 "사천진항 실시설계용역 보고서(2004. 03)"를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 12.1.4> 조사위치도



공 번	표 고 D.L(-) m	좌	표	비 고
		X	Y	
BH-1	5.4	481,532.694	189,356.348	
BH-2	8.6	481,532.584	189,452.763	
BH-3	9.8	481,499.583	189,520.645	
BH-4	11.0	481,466.751	189,591.993	
BH-5	3.8	481,281.009	189,204.758	
BH-6	1.9	481,293.613	189,275.398	
BH-7	6.1	481,314.073	189,383.329	
BH-8	8.4	481,394.113	189,458.052	

다) 시추조사 결과 요약

- 실트질 모래

• 조사지역내 BN-1, 7번공을 제외한 전 공에서 2.6~6.0m의 두께로 확인되었으며, 황갈~회색을 보이는 본 층은 실트와 세립질 모래가 혼재되어 있다.

• 본 층에 대한 표준관입시험 결과 N값은 8~26회로 느슨-보통조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

- 모래

• 조사지역내 BN-1,3,4,7,8번 공에서 2.0~4.4m의 두께로 확인 되었다.

• 황갈색을 보이는 본 층은 BN-3,4번 공에서는 세립질 모래가 퇴적되어 있고 BN-1,7,8번 공에서는 세립~중립질 모래가 퇴적되어 있다.

• 본 층에 대한 표준관입시험 결과 N값은 16~50회 이상으로 보통-매우 조밀할 상대밀도를 보이고 있다.

- 모래자갈

• 조사지역내 BN-5번 공에서 0.6m의 두께로 확인되었으며 회색을 보이는 본 층은 모래와 자갈이 혼재되어 있다.

- 풍화토

• 본 층은 기반암이 완전풍화되어 암의 조직이나 구조는 어느 정도 잔류하나 화학적 조성 및 역학적 특성은 완전히 상실하고 실트 또는 모래로 토양화 되어 있다.

• 조사지역내 BN-3,4,7,8번 공에서 1.5~2.0m의 두께로 분포하는 것으로 확인되었으며, 하부 풍화암과는 표준관입시험에 의한 N값 50/10를 기준으로 구분하였다.

• 황갈-회갈색을 띠고 있는 본 층에 대한 표준관입시험 결과 N값은 10~50회 이상으로 보통-매우조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

- 풍화암

• 본 암은 기반암이 심한 풍화를 받은 것으로 암의 구조 및 조직은 유지하고 있으나 암의 역학적 성질은 거의 상실한 상태이다.

• 본 층은 조사 지역내 BN-6번 공을 제외한 전 공에서 조사당시 지표기준으로 3.2~9.0m하부에서부터 분포하는 것으로 확인되었다.

- 연암

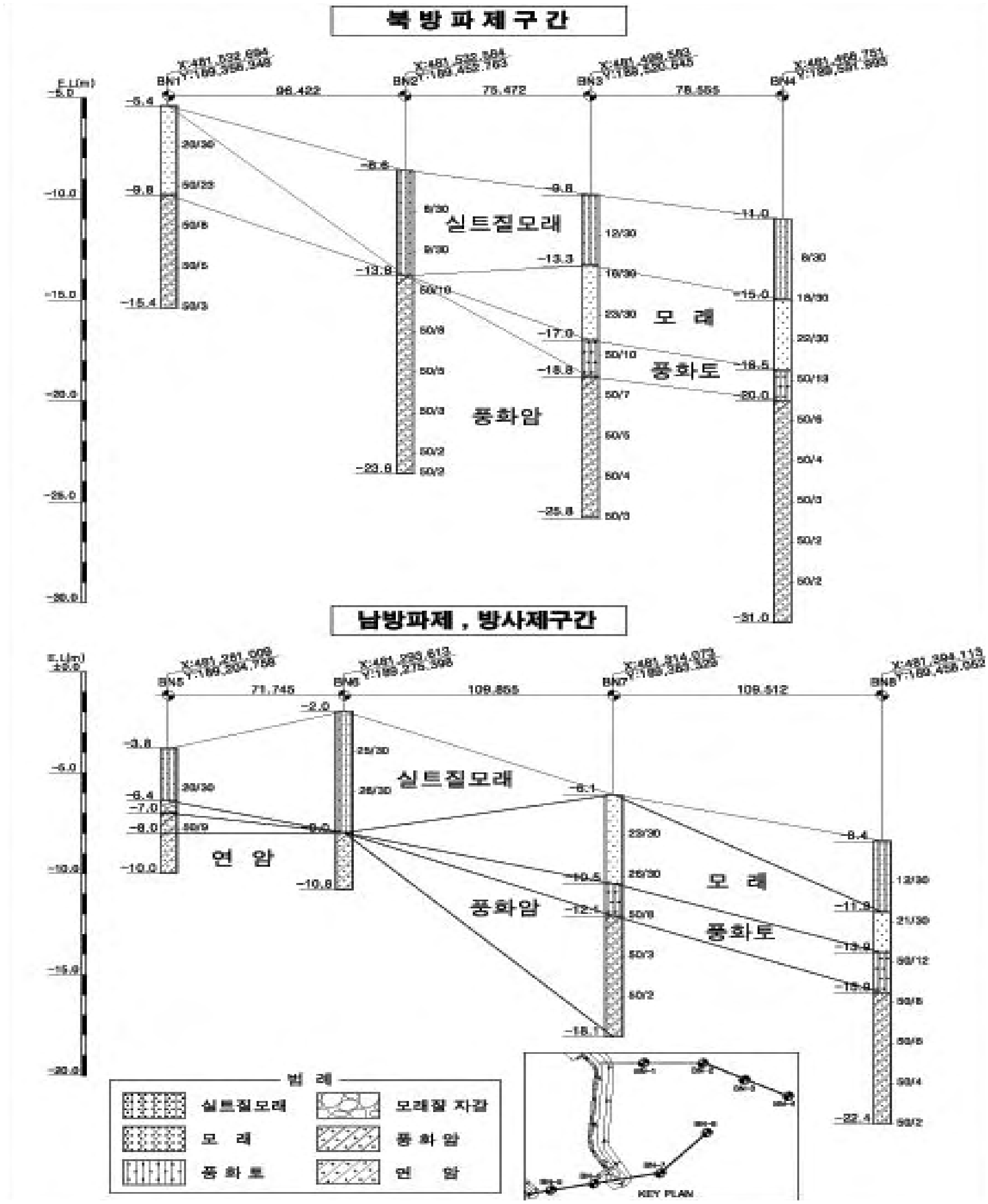
• 본 암은 조사지역내 BH-5,6번 공에서 조사당시 지표하 4.2~6.0m 하부에서부터 분포하고 있는 것으로 확인되었다.

• 심한-보통 풍황상태와 약함~보통강함의 강도를 가지고 있다.

[표 12.1.10] 시추조사 결과

구 분	실트질 모 래	모 래	모래자갈	풍화토	풍화암	연 암	총 계	비 고
BN-1	-	4.4	-	-	5.6	-	10.0	
BN-2	5.2	-	-	-	9.8	-	15.0	
BN-3	3.5	3.7	-	1.8	7.0	-	16.0	
BN-4	4.0	3.5	-	1.5	11.0	-	20.0	
BN-5	2.6	-	0.6	-	1.0	2.0	6.2	
BN-6	6.0	-	-	-	-	2.8	8.8	
BN-7	-	4.4	-	1.6	6.0	-	12.0	
BN-8	3.5	2.0	-	2.0	6.5	-	14.0	
8개소	24.8	18.0	0.6	6.9	46.9	4.8	102.0	

<그림 12.1.5> 지질조사 주상도



※ 자료 : 사천진항 실시설계용역 보고서(2004.03, 동해지방해양수산청)

12.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

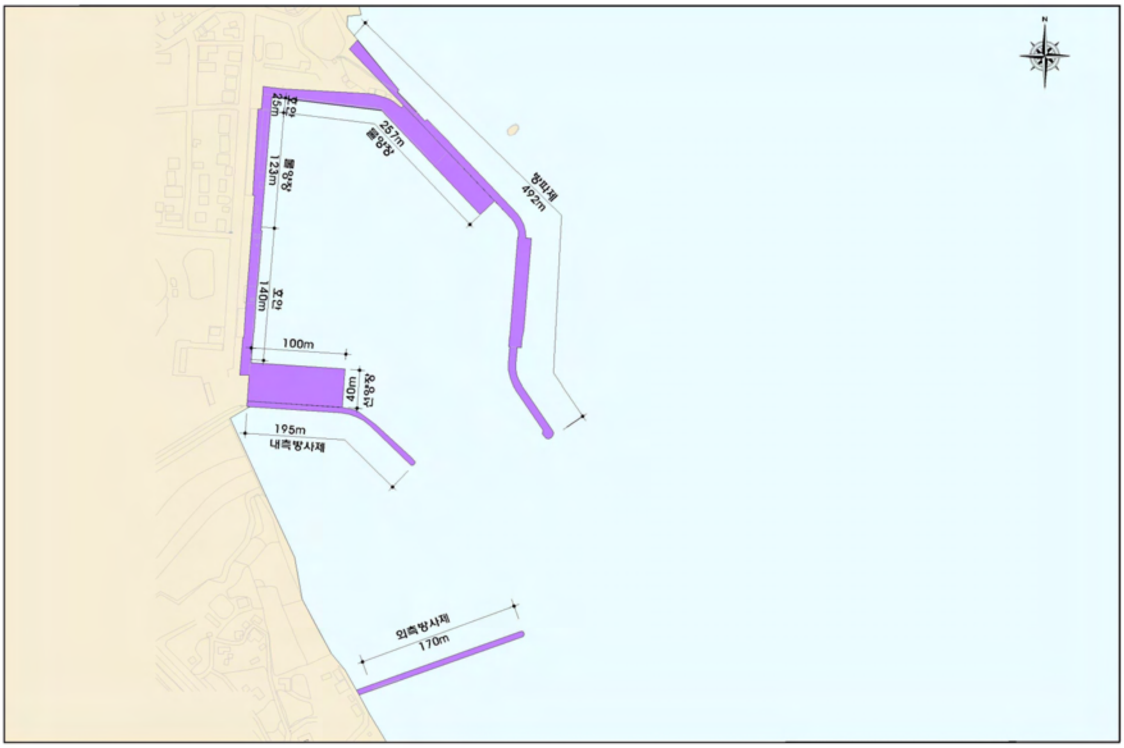
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1982년	기본시설계획 수립	
1988년	시설물 안전도 진단 실시	
1996년	수치모형실험 실시	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2007년	모니터링 조사용역	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽시설	방파제	사석식경사제	492m	
	내측방사제	사석식경사제	195m	
	외측방사제	사석식경사제	170m	
	호안	사석식	165m	
계류시설	물양장	중력식	380m	
	선양장	중력식	30m	

<그림 12.1.6> 사천진항 현황도



<그림 12.1.7> 기존 시설현황

방파제

내측방사제

외측방사제

물양장

12.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
강릉시청 해양수산과	•2011년 1월 동해안 월파시 안전난간 파손, 월파 피해 발생 •항내 매몰이 매우 심해 선박의 입·출항이 어려움
주민의견	•항내 매몰이 심해 선박의 입·출항이 어려우므로 준설 요망
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 항입구 준설을 위해 준설선이 투입되었으나 매몰이 심하여 항입구로 진입하지 못하고 있으며, 방파제 및 외측방사제에서 T.T.P와 상치콘크리트에서 일부 피해가 발생하였다.

<그림 12.1.8> 피해현황

T.T.P 파손

상치콘크리트파손

12.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

12.2.1 개요

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

12.2.2 피해원인 분석

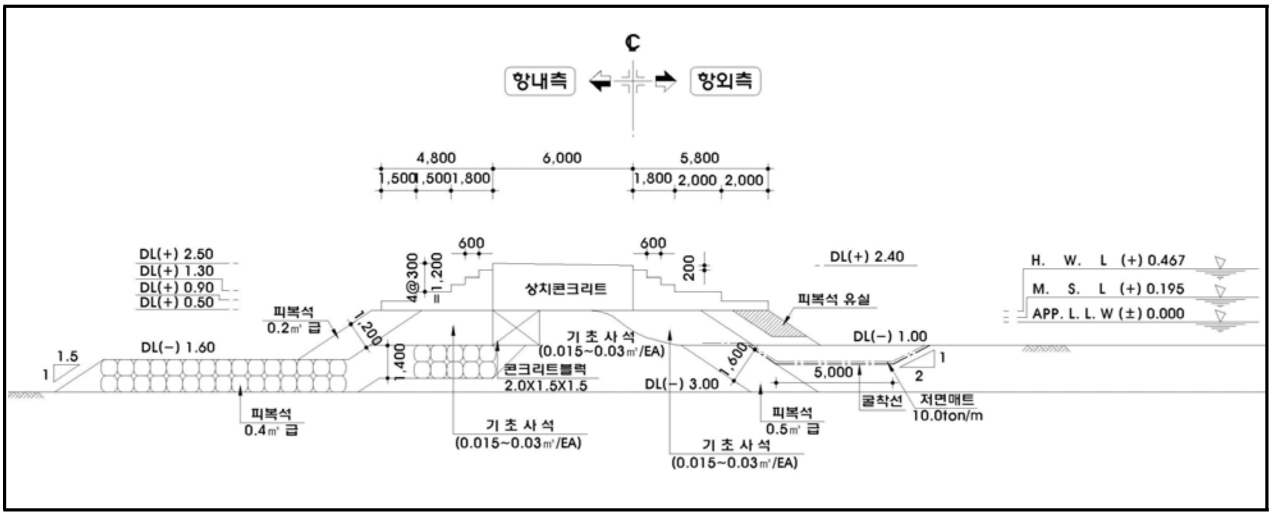
1) 피해현황

- 최근 동해안에 빈번하게 발생되고 있는 너울성 고파랑에 의해 방파제 등 외곽시설의 피해가 가중되고 있다.
- 사천진항은 금회 현장조사결과 내측방사제 및 외측방사제의 일부구간이 이러한 고파랑에 의한 월파가 번번히 발생하여 점진적으로 피해가 누적되어 현재 구조물의 안전성에 심각한 영향을 미칠 정도로 피해가 진행되어 정밀한 피해조사를 수행하였다.
- 금회 조사된 사천진항의 피해현황을 간략히 정리하면 [표 12.2.1]과 같다.

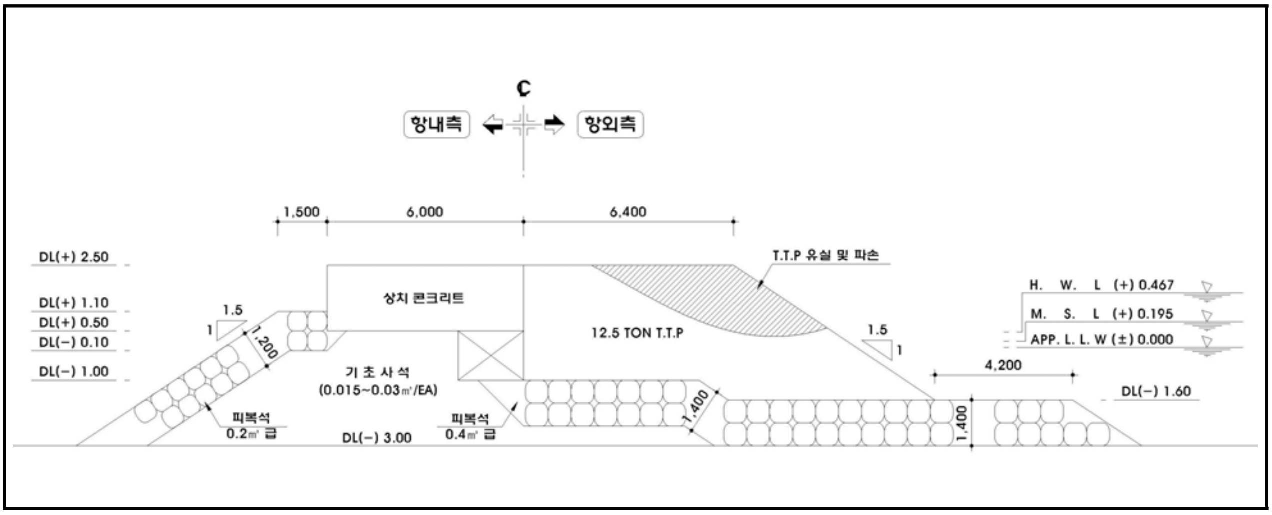
[표 12.2.1] 방파제 피해 현황

피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액	
• 시 설 명 : 외측방사제 • 구조형식 : 사석경사제 • 파 고 : 2.3 m • 주 기 : 9.0 sec • 파 향 : ESE	• 외측방사제	- 12.5 ton T.T.P 파손 : 43EA - 12.5 ton T.T.P 유실 : 70EA - 내측피복석(0.5㎥) 유실 : 1196㎥ - 기초사석 유실 : 240㎥ - 상치콘크리트 손상 : 1440㎥
• 시 설 명 : 내측방사제 • 구조형식 : 사석경사제 • 파 고 : 1.5 m • 주 기 : 9.0 sec • 파 향 : ESE	• 내측방사제	- 12.5 ton T.T.P 파손 : 25EA - 12.5 ton T.T.P 유실 : 27EA - 피복석(0.5㎥) 유실 : 45㎥

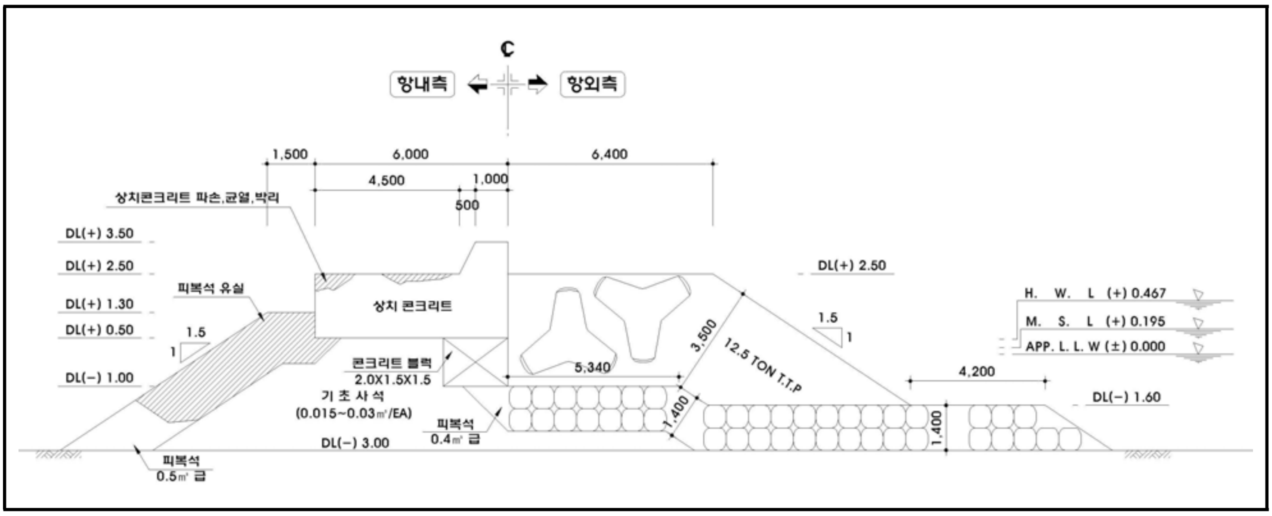
<그림 12.2.1> 내측방파제 피해단면도(1구간)



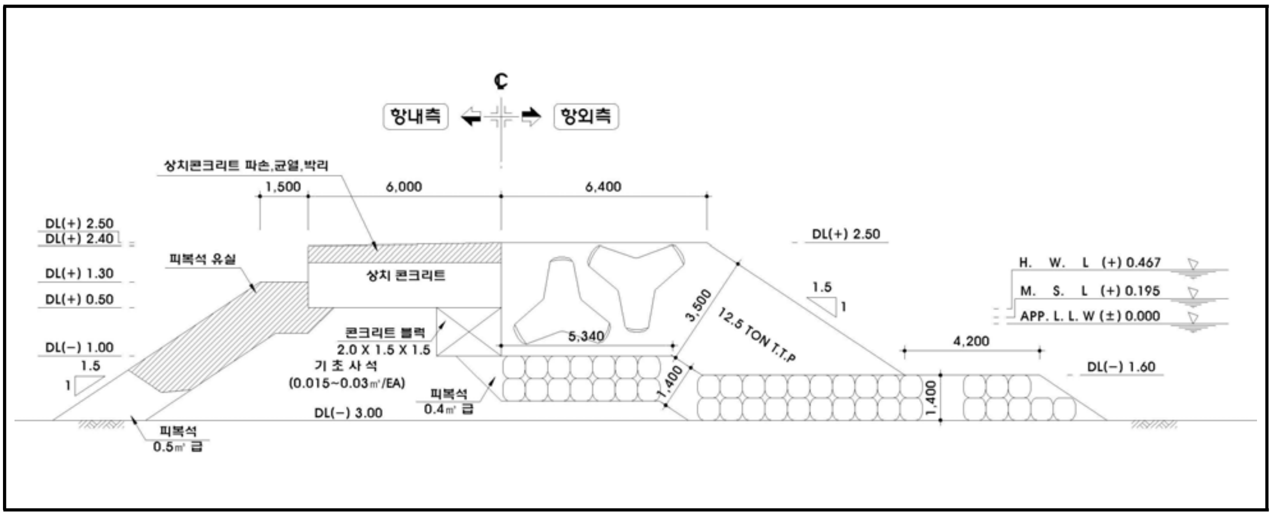
<그림 12.2.2> 내측방파제 피해단면도(2구간)



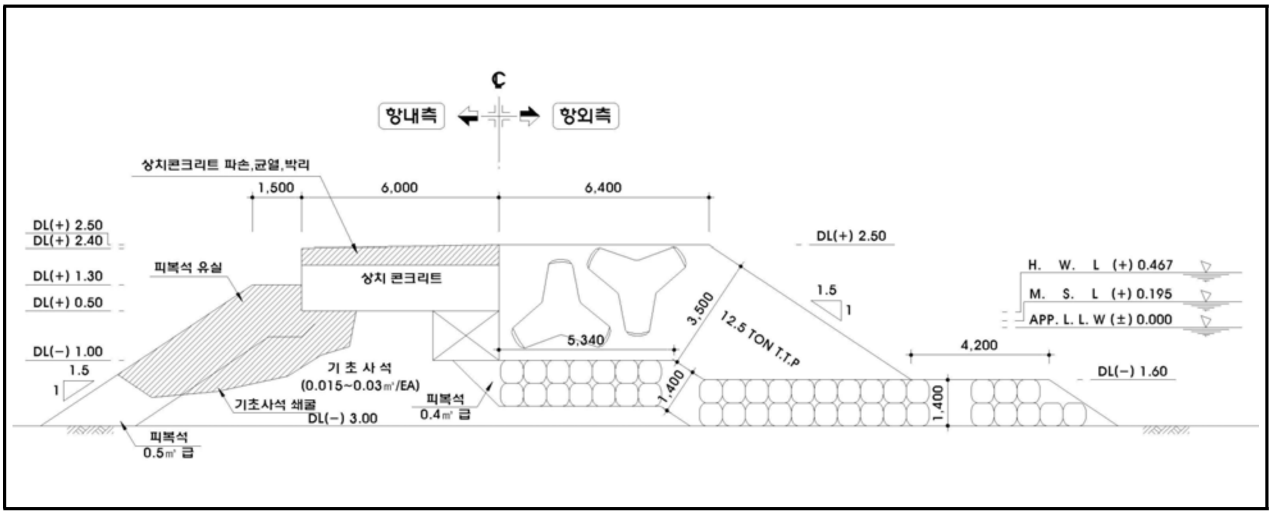
<그림 12.2.3> 외측방파제 피해단면도(1구간 일부구간)



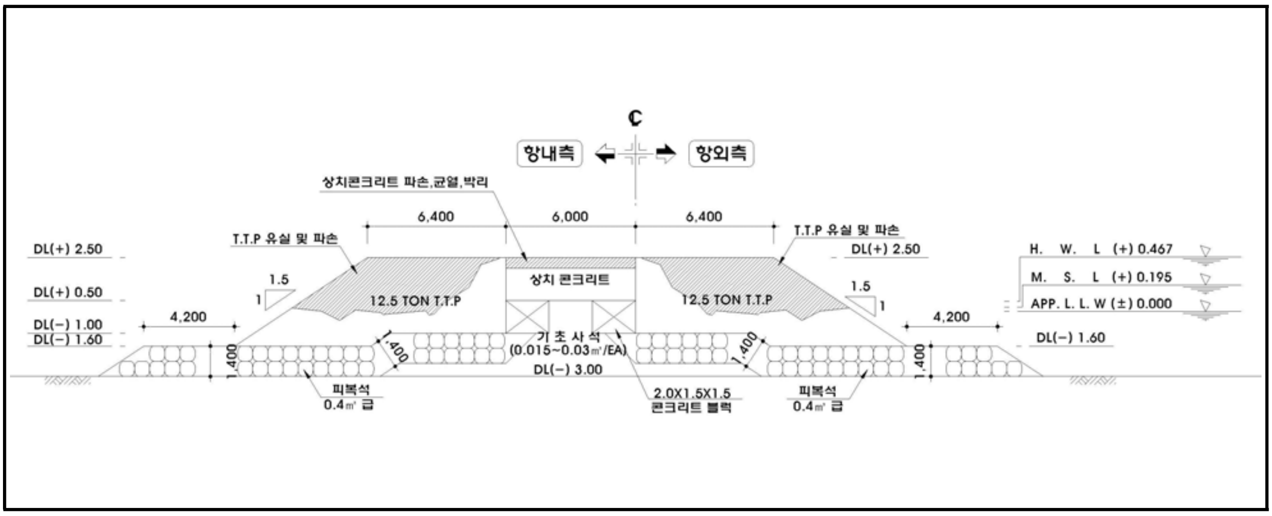
<그림 12.2.4> 내측방파제 피해단면도(2-1구간)



<그림 12.2.5> 내측방파제 피해단면도(2-2구간)



<그림 12.2.6> 외측방파제 피해단면도(3구간)



2) 구조물 설계파고 분석

- 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석하였다.
- 대상어항 방파제의 파고는 일부구간에서 증가하는 것으로 나타났고, 외측방사제 및 내측방사제는 고파랑에 의한 월파 피해가 있는 2~3구간에서 설계파가 증가하는 것으로 나타났다.
- 기존 설계파와 금회 설계파를 비교한 내용은 [표 12.2.2]와 같다.

[표 12.2.2] 구조물 설계파 파고 증가비

구역 및 구분		기존 설계파			금회 설계파			파고비
		파향	파고 (m)	주기 (s)	파향	파고 (m)	주기 (s)	
방파제	1구간 (No.0+0.0~No.6+8.5)	NE	3.5	13.0	NE	2.0	11.4	0.57(▽)
	2구간 (No.6+8.5~No.9+9.0)	NE	3.5	13.0	ENE	2.5	12.4	0.71(▽)
	3구간 (No.9+9.0~No.11+5.0)	NE	3.5	13.0	ENE	2.8	12.4	0.80(▽)
	4구간 (No.11+5.0~No.22+2.5)	NE	3.5	13.0	ESE	3.4	11.1	0.97(▽)
	5구간 (No.22+2.5~No.38+2.1)	NE	3.5	13.0	ESE	4.0	11.1	1.14(▲)
	6구간 (No.38+2.1~No.47+2.0)	NE	3.5	13.0	ESE	3.9	11.1	1.11(▲)
	7구간 (No.47+2.0~No.49+7.0)	NE	3.5	13.0	ESE	4.0	11.1	1.14(▲)
내측방사제	1구간 (No.0+0.0~No.14+0.0)	ESE	1.5	9.0	ESE	1.2	11.1	0.80(▽)
	2구간 (No14+0.0~No.17+5.0)	ESE	1.5	9.0	ESE	2.1	11.1	1.40(▲)
	3구간 (No17+5.0~No.19+5.0)	ESE	1.5	9.0	ENE	2.1	11.1	1.40(▲)
외측방사제	1구간 (No.0+0.0~No.3+0.0)	ESE	2.3	9.0	ENE	0.6	12.4	0.26(▽)
	2구간 (No.3+0.0~No.15+0.0)	ESE	2.3	9.0	ESE	2.6	11.1	1.13(▲)
	3구간 (No15+0.0~No.17+5.0)	ESE	2.3	9.0	ESE	2.6	11.1	1.13(▲)

3) 피해원인 분석

- 대상어항의 피해원인을 분석한 결과 내측방사제는 사천천의 홍수시 강한 유속에 선단부 세굴에 의해 소파블럭의 일부유실 현상과 방파제에 의한 회절파 및 태풍시의 SE계열의 내습파랑에 의해 두부구간의 피복재 유실이 발생한 것으로 사료된다.
- 외측방사제는 최근 빈번히 발생하는 겨울철의 너울성 파랑에 의해 두부구간의 소파블럭과 방사제 제간부 내측의 피복석이 유실되어 기초사석유실 및 상치콘크리트의 파손이 발생한 것으로 사료되며, 방사제 구조물 특성상 월파허용 구조물로 장기간의 월파에 따른 상치콘크리트 상부의 박리 및 노후화 현상이 복합적으로 발생하여 피해가 난 것으로 판단된다.
- 현재 외측방사제의 피해정도가 심각하여 향후 태풍 및 고파랑 내습시 피해가 누적되어 구조물 안정에 심각한 영향을 미칠 것으로 예상되므로 시급히 보수·보강이 필요할 것으로 사료된다.

12.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.390m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 묵호항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 사천진항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.467m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.390m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.467m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 방파제에서 2.0~4.0m, 내측방파제에서 1.2~2.1m, 외측방사제 0.6~2.6m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
방파제	1구간 (No.0+0.0~No.6+8.5)	NE	2.0	11.4
	2구간 (No.6+8.5~No.9+9.0)	ENE	2.5	12.4
	3구간 (No.9+9.0~No.11+5.0)	ENE	2.8	12.4
	4구간 (No.11+5.0~No.22+2.5)	ESE	3.4	11.1
	5구간 (No.22+2.5~No.38+2.1)	ESE	4.0	11.1
	6구간 (No.38+2.1~No.47+2.0)	ESE	3.9	11.1
	7구간 (No.47+2.0~No.49+7.0)	ESE	4.0	11.1
내측방사제	1구간 (No.0+0.0~No.14+0.0)	ESE	1.2	11.1
	2구간 (No14+0.0~No.17+5.0)	ESE	2.1	11.1
	3구간 (No17+5.0~No.19+5.0)	ESE	2.1	11.1
외측방사제	1구간 (No.0+0.0~No.3+0.0)	ENE	0.6	12.4
	2구간 (No.3+0.0~No.15+0.0)	ESE	2.6	11.1
	3구간 (No15+0.0~No.17+5.0)	ESE	2.6	11.1

2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

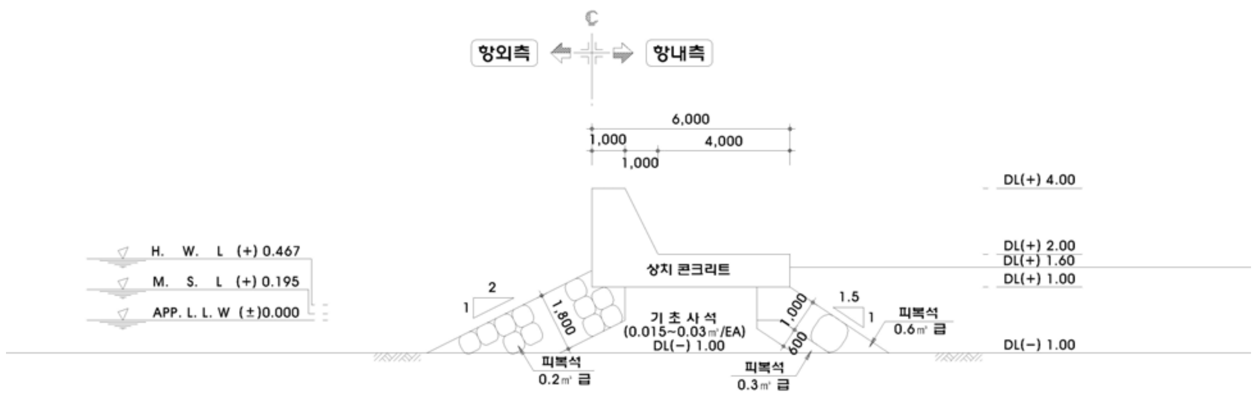
- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 사천진항의 안정성 평가 대상시설은 방파제 497m(7구간), 내측방사제 195m(3구간), 외측방사제 175m(3구간)으로 선정하였다.

[표 12.2.3] 외곽시설 현황

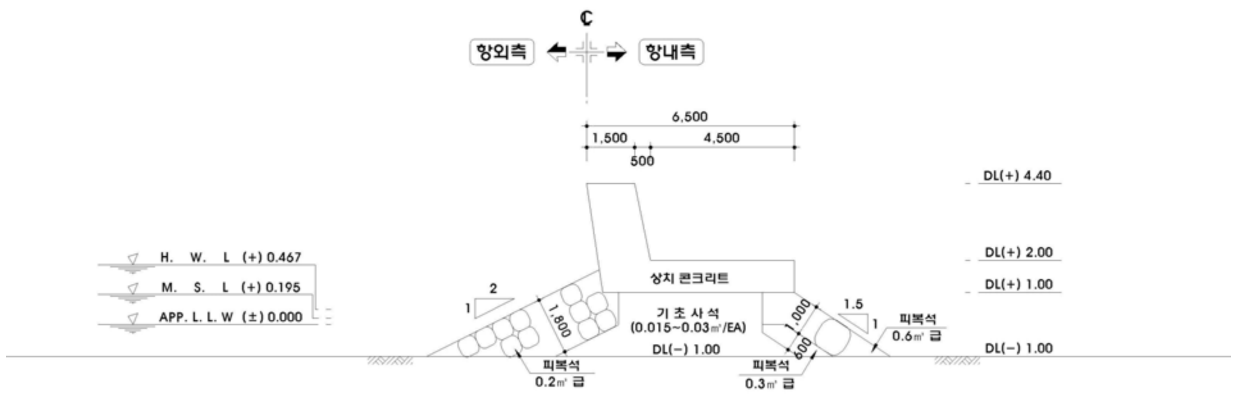
방 파 제 시설현황도

구 분	방파제	내측방사제	외측방사제
연 장	497m	195m	175m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1988년	2004년	1988년
전면수심	D.L(-)1.0~6.0m	D.L(-)2.5~3.0m	D.L(-)3.0m
마루높이	D.L(+)4.0~6.0m	D.L(+)2.4~2.5m	D.L(+)2.5~3.5m
피 복 재	피복석 0.2m^3/EA, T.T.P 12.5~20.0 ton	피복석 0.5m^3/EA, T.T.P 12.5 ton	T.T.P 12.5 ton
총 구 간	7개 구간	3개 구간	3개 구간

<그림 12.2.7> 방파제 표준단면도(1구간)

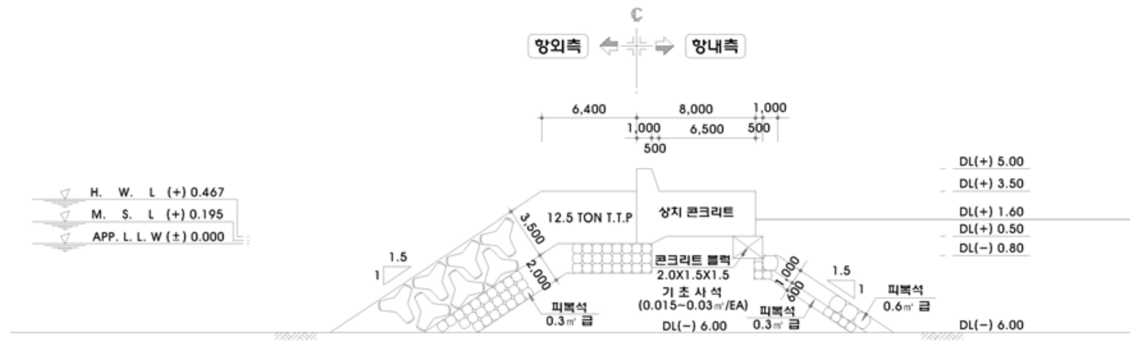


<그림 12.2.8> 방파제 표준단면도(2구간)

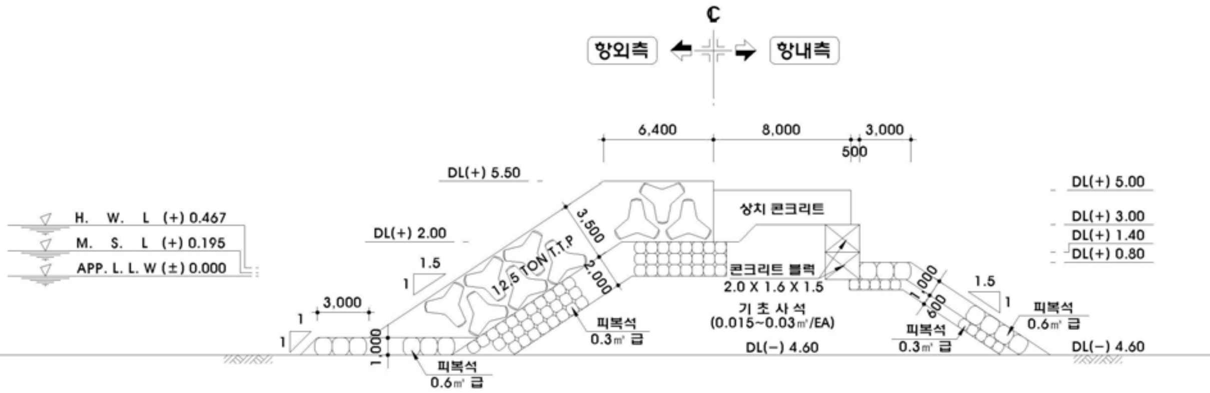


<그림 12.2.9> 방파제 표준단면도(3구간)

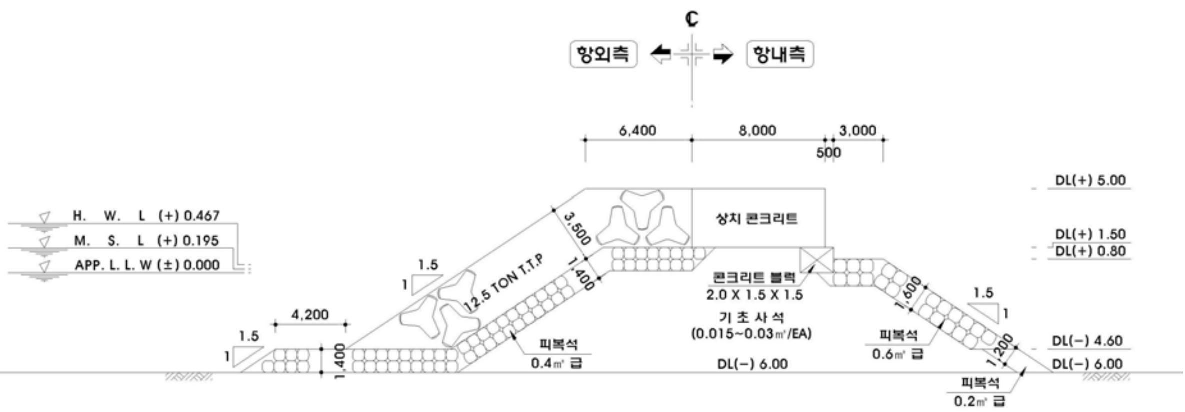
<그림 12.2.10> 방파제 표준단면도(4구간)



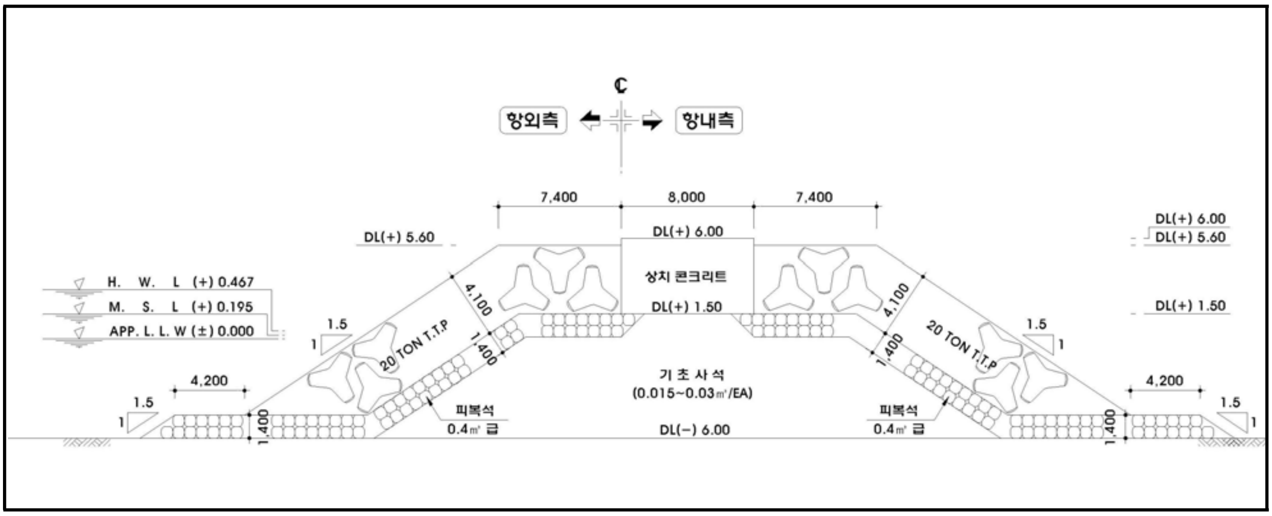
<그림 12.2.11> 방파제 표준단면도(5구간)



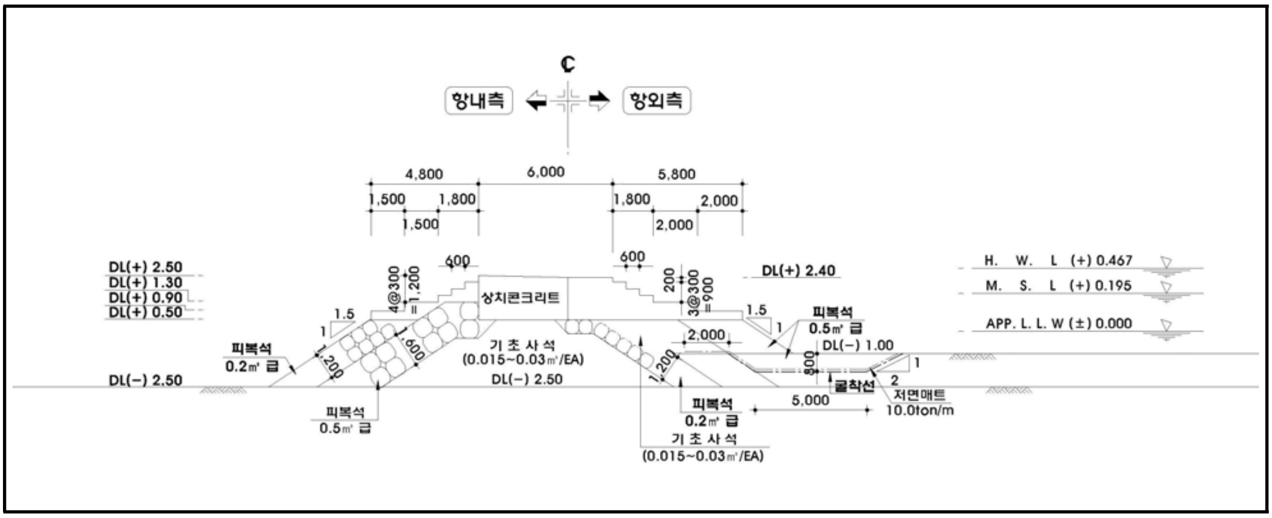
<그림 12.2.12> 방파제 표준단면도(6구간)



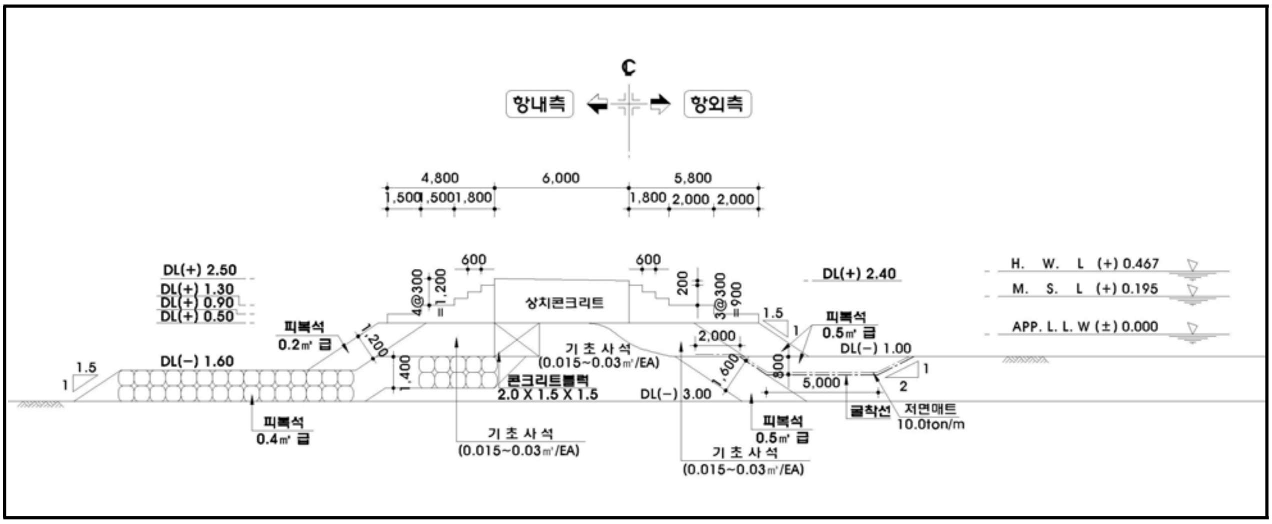
<그림 12.2.13> 방파제 표준단면도(7구간)



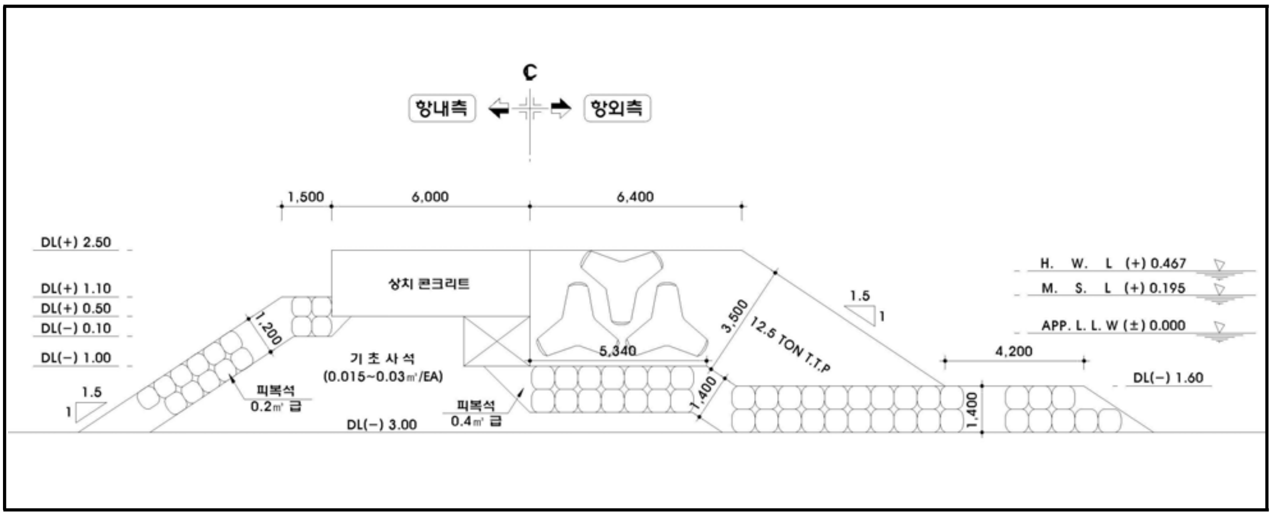
<그림 12.2.14> 내측방사제 표준단면도(1구간)



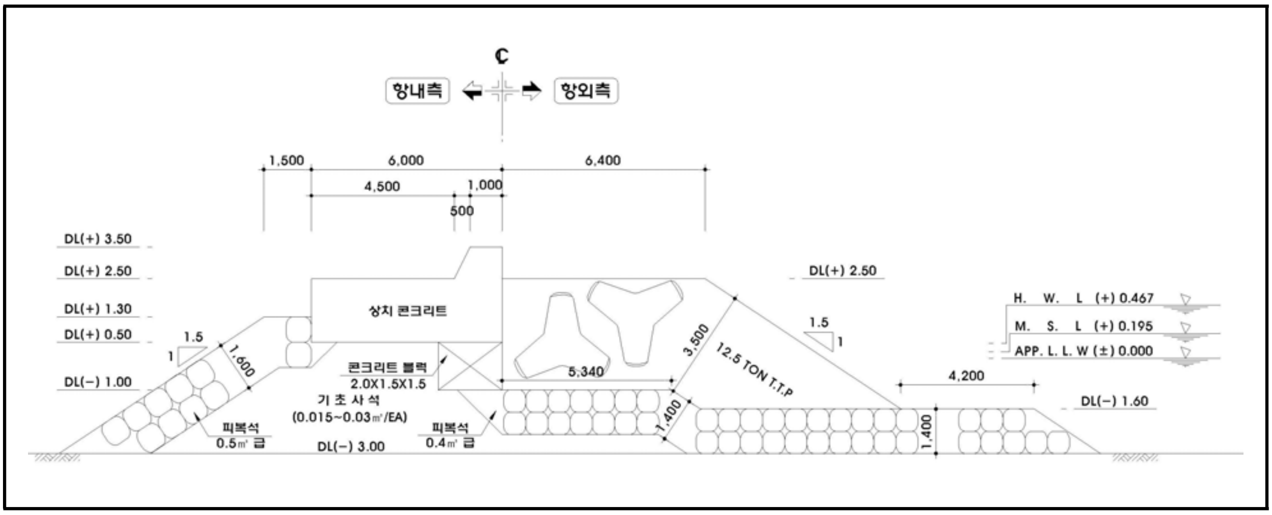
<그림 12.2.15> 내측방사제 표준단면도(2구간)



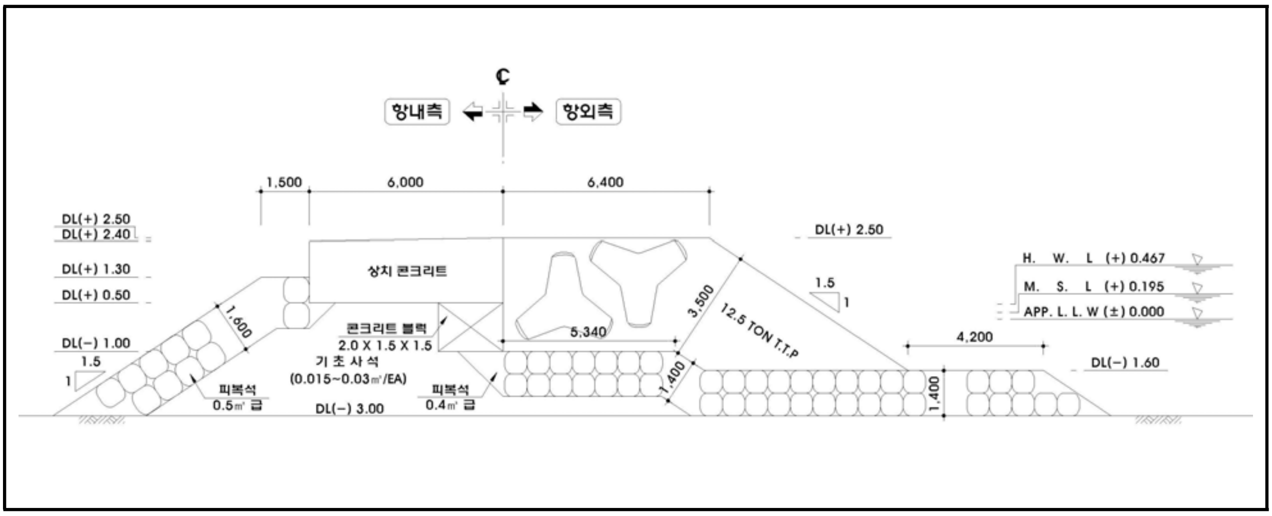
<그림 12.2.16> 내측방사제 표준단면도(3구간)



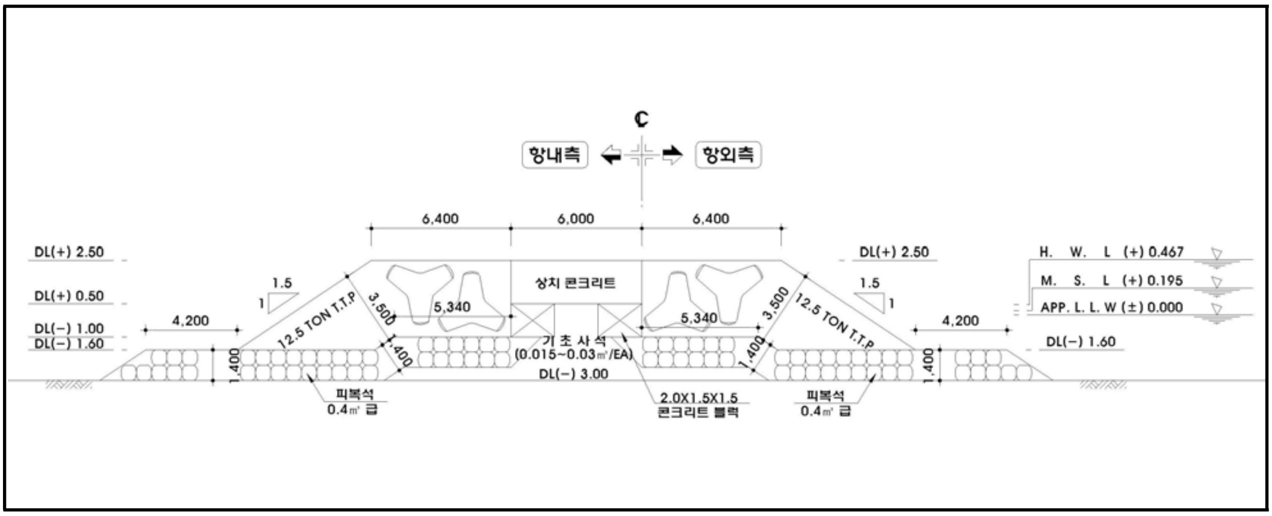
<그림 12.2.17> 외측방사제 표준단면도(1구간)



<그림 12.2.18> 외측방사제 표준단면도(2구간)



<제림 12.2.19> 외측방사제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후시설이 있는 방파제 1~4구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 적용하였으며, 이외 구조물에 대해서는 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하였다.
- 검토결과 방파제 전구간과 내측 방사제 1구간은 소요 마루높이를 확보하는 것으로 나타났으나, 내측방사제 2, 3구간과, 외측방사제 2, 3구간은 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
방파제	1구간	2.5	1.5	2.1	-	2.5	4.0	OK
	2구간	3.0	1.8	2.4	-	3.0	4.4	OK
	3구간	3.3	1.9	2.4	-	3.3	5.0	OK
	4구간	3.9	4.3	4.7	2.3	4.7	5.0	OK
	5구간	4.5	-	-	2.8	4.5	5.0	OK
	6구간	4.4	-	-	2.7	4.4	5.0	OK
	7구간	4.5	-	-	2.8	4.5	6.0	OK
내측방사제	1구간	1.7	-	-	-	1.7	2.4	OK
	2구간	2.6	-	-	-	2.6	2.4	N.G
	3구간	2.6	-	-	-	2.6	2.5	N.G
외측방사제	1구간	1.1	-	-	-	1.1	3.5	OK
	2구간	3.1	-	-	1.4	3.1	2.5	N.G
	3구간	3.1	-	-	1.4	3.1	2.5	N.G

다) 피복재 소요질량 검토

- 검토결과 방파제 1, 2 구간과 내측방사제 2구간에서 외측피복재의 안정성이 미확보되는 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 모두 소요중량을 만족하는 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.4m^3	피복석 0.2m^3	N.G	-	-	-
	2구간	비쇄파대	피복석 0.7m^3	피복석 0.2m^3	N.G	-	-	-
	3구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.2m^3	OK
	4구간	쇄파대	T.T.P 5ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.3m^3	OK
	5구간	쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.3m^3	피복석 0.3m^3	OK
	6구간	쇄파대	T.T.P 8ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.4m^3	OK
	7구간	쇄파대	T.T.P 16ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.4m^3	피복석 0.4m^3	OK
내 측 방사제	1구간	비쇄파대	피복석 0.2m^3	피복석 0.5m^3	OK	-	-	-
	2구간	쇄파대	피복석 0.8m^3	피복석 0.5m^3	N.G	-	-	-
	3구간	쇄파대	T.T.P 2ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.4m^3	OK
외 측 방사제	1구간	비쇄파대	T.T.P 0.5ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.4m^3	OK
	2구간	쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.4m^3	OK
	3구간	쇄파대	T.T.P 4ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.4m^3	OK

라) 구조물 안정검토

- 방파제, 내측방사제 및 외측방사제 전 구간에서 활동 , 전도, 직선활동에 대한 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
방파제	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-	-	-
	3구간	-	-	-	-	-	-
	4구간	1.52	OK	4.09	OK	1.36	OK
	5구간	2.50	OK	6.39	OK	1.95	OK
	6구간	2.04	OK	5.83	OK	1.95	OK
	7구간	-	-	-	-	-	-
내측방사제	1구간	2.53	OK	9.12	OK	2.62	OK
	2구간	1.99	OK	5.50	OK	2.91	OK
	3구간	2.08	OK	5.00	OK	2.36	OK
외측방사제	1구간	10.45	OK	32.90	OK	4.35	OK
	2구간	2.26	OK	5.90	OK	2.60	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

12.2.4 평가 및 결론

- 방파제의 경우 1~2구간은 피복재 소요 중량이 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외는 안정성을 확보하는 것으로 평가되었다.
- 내측방사제는 2, 3구간에서 마루높이가 부족하며, 2구간에서 피복재 소요 중량이 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났다.
- 외측방사제의 1구간은 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공 및 제체공의 안정이 확보되어 보강이 필요하지 않으나, 2~3구간은 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 평가되었다.

[표 12.2.4] 안정성 검토 결과

구 분				방파제						
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간
마루 높이 (D.L(+),m)		현 황		4.0	4.4	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0
		금 회		2.5	3.0	3.3	4.7	4.5	4.4	4.5
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.2m^3$	T.T.P 20ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20ton
		금 회		피복석 $0.4m^3$	피복석 $0.7m^3$	T.T.P 3.2ton	T.T.P 5.0ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 8.0ton	T.T.P 16.0ton
		판 정		N.G	N.G	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	-	-	1.52	2.50	2.04	-
			판정	-	-	-	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	-	-	-	4.09	6.39	5.83	-
			판정	-	-	-	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	-	-	-	1.36	1.95	1.95	-
			판정	-	-	-	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				필 요	필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

[표 12.2.4] 계속

구 분				내측방사제			외측방사제		
				1구간	2구간	3구간	1구간	2구간	3구간
마루 높이 (D.L(+),m)		현 황		2.4	2.4	2.5	3.5	2.5	2.5
		금 회		1.7	2.6	2.6	1.1	3.1	3.1
		판 정		OK	N.G	N.G	OK	N.G	N.G
피복재 소요중량		현 황		피복석 0.5m^3	피복석 0.5m^3	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton
		금 회		피복석 0.2m^3	피복석 0.8m^3	T.T.P 2.0ton	T.T.P 0.5ton	T.T.P 3.2ton	T.T.P 4.0ton
		판 정		OK	N.G	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	2.53	1.99	2.08	10.45	2.26	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	9.12	5.50	5.00	32.90	5.90	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	2.62	2.91	2.36	4.35	2.60	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	필 요	필 요	불 필 요	필 요	필 요

12.3 보수·보강 방안 수립

12.3.1 개요

- 사천진항의 외곽시설에 대해 개정된 심해설계파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 내측방사제 2~3구간과 외측방사제 1구간 일부구간, 2~3구간으로 나타났다.
- 방파제의 안정성 평가 결과 1~2구간에서 피복재 소요 중량이 부족하여 보강이 필요하나, 현재 방파제 전면(1~2구간)이 DL(+) 4.0m까지 모래로 퇴적되어있어 파랑 내습에 의한 피복재의 피해는 발생하지 않을 것으로 판단되어 보수 · 보강을 제외하였다.
- 내측방사제 안정성 평가 결과 2~3구간의 마루높이가 부족하여 증고가 필요하고, 2구간의 피복재를 피복석 $0.8m^3$으로 보강하여야 하나, 현재 1~2구간 외측은 콘크리트 계단으로 시공되어있고 전면 하부는 일부 모래 등으로 퇴적되어있어 파랑내습에 의한 월파 및 피복재 피해는 적을 것으로 예상된다. 그러나 사천천의 홍수시 유속에 의해 일부 저면 피복석 및 두부구간의 소파블럭이 유실되어 구조물 안전에 악영향을 미칠것으로 예상되므로 기존단면을 기준으로 원상복구계획을 수립토록 계획하였다.
- 외측방사제의 경우 2~3구간의 마루높이는 D.L(+)3.1m가 필요하나 방사제 배후시설이 없고, 외해에서 전파되는 파랑의 차단 효과 보다는 해안 침식 방지를 목적으로 하므로 일부 월파를 허용하여 항만 및 어항설계기준의 $0.6H_{1/3}$을 만족하는 현재 마루높이 D.L(+)2.5m를 유지하는 것으로 계획하였으며, 현재 장기간의 월파 및 고파랑 내습으로 인해 피해가 발생하여 구조물 안전성에 심각한 영향이 예상되므로 기존 단면형상대로 피해구간에 대해 원상복구하는 것으로 계획하였다.
- 그러나 사천진항의 경우 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다. 따라서, 금회에는 구조물의 피해심각성을 고려하여 피해구간의 원상복구계획을 수립하고 3차년도에 구조물 설계파 및 안전성 평가를 재수행하여 최종 보수 · 보강 계획을 수립할 예정이다.

[표 12.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
방파제	1구간	68.5m	
	2구간	30.5m	
	3구간	16.0m	
	4구간	107.5m	
	5구간	159.6m	
	6구간	89.9m	
	7구간	25.0m	
내측방사제	1구간	140.0m	
	2구간	35.0m	○
	3구간	20.0m	○
외측방사제	1구간	30.0m	○ (일부구간:10m)
	2구간	120.0m	○
	3구간	25.0m	○

12.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

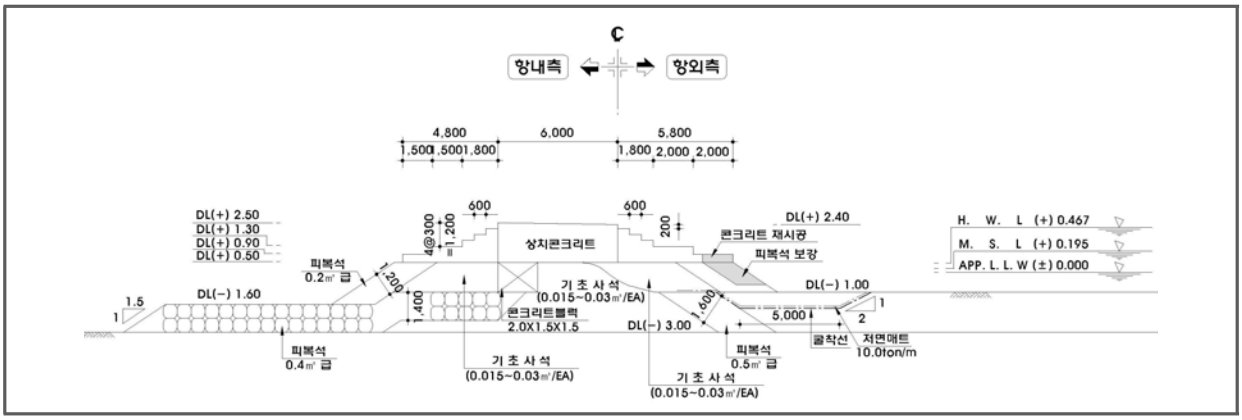
1) 내측방사제

- 내측방사제 2구간은 항외측에 사천천의 홍수시 유속에 의해 저면의 피복석이 유실되어 이를 보강하기위해 기존 상부콘크리트 일부를 제거하고 피복석을 보강한 후 상치를 재시공하는 것으로 복구계획을 수립하였다.
- 3구간은 항외측의 일부 T.T.P 12.5ton이 유실되어 이를 보강하기 위해 덧씌우기로 보수계획을 수립하였으나, 소파블럭간 인터럭킹의 문제로 인해 재유실 및 파손의 우려가 있어 기존 T.T.P를 모두 제거하여 재거치하고 부족한 T.T.P를 일부 제작하여 보강하도록 복구계획을 수립하였다.

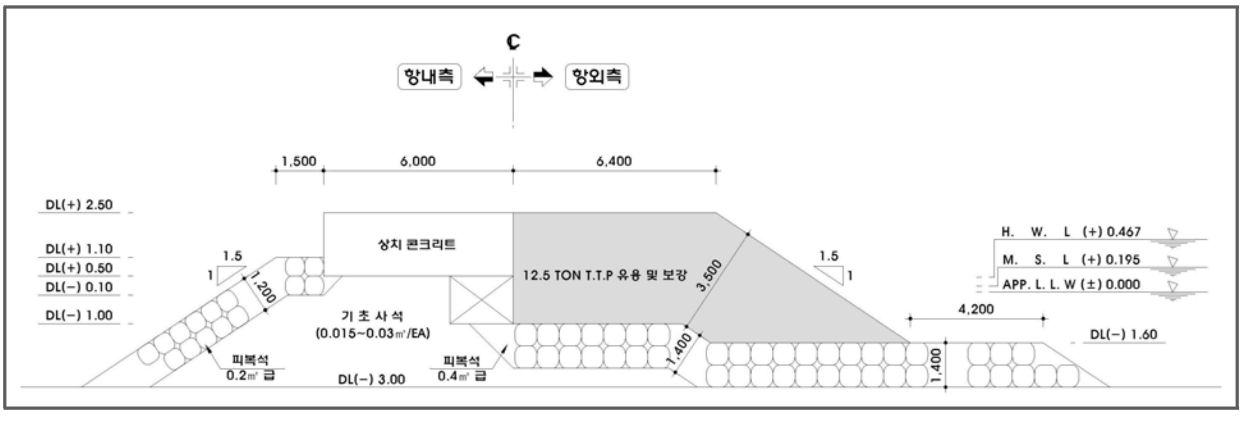
[표 12.3.2] 내측방사제 복구계획

구 분		피 해 현 황	복 구 계 획
2구간	(No 14+0.00 ~ No 17+5.00)	• 피복석 0.5㎥ 유실	• 피복석 0.5㎥ 유용 및 보강
3구간	(No 17+5.00 ~ No 19+5.00)	• T.T.P 12.5ton 유실 및 파손	• T.T.P 12.5ton 유용 및 보강

<그림 12.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 12.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



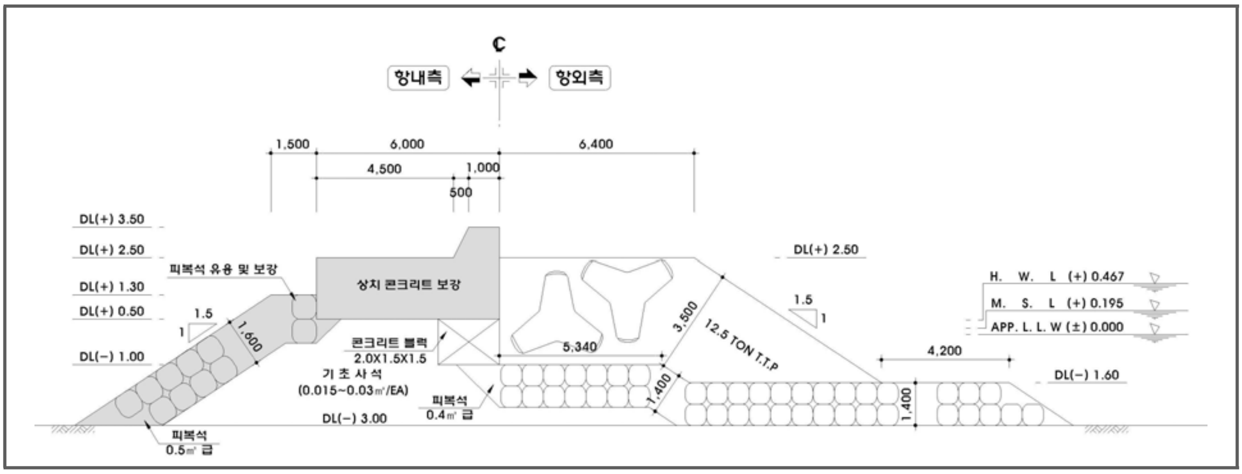
2) 외측방사제

- 외측방사제 2구간은 항내측의 피복석 및 기초사석이 유실되어 상치콘크리트의 파손이 발생되어 이를 보강하기 위해 기존 상치콘크리트를 제거한 후 피복석 및 기초사석을 보강한 후 상치콘크리트를 재시공하는 복구방안을 수립하였다. 또한, 시공의 용이성을 위해 외측 T.T.P를 일부 제거한 후 상치콘크리트를 타설하고 T.T.P를 재거치 하도록 계획하였다.
- 두부구간인 3구간의 복구방안은 소파블럭간 인터록킹을 강화하기 위해 기존 T.T.P 12.5ton을 모두 제거한 후 재거치하고 부족분에 대해서는 신규 제작하여 보강하는 계획을 수립하였으며, 기존 상치가 대부분 파손되어 등대의 안전성에 심각한 영향이 있을 것으로 사료되어 기존 상치콘크리트를 제거한 후 재시공(등대이설 포함)하는 것으로 계획하여 구조물의 안전성을 확보토록 하였다.

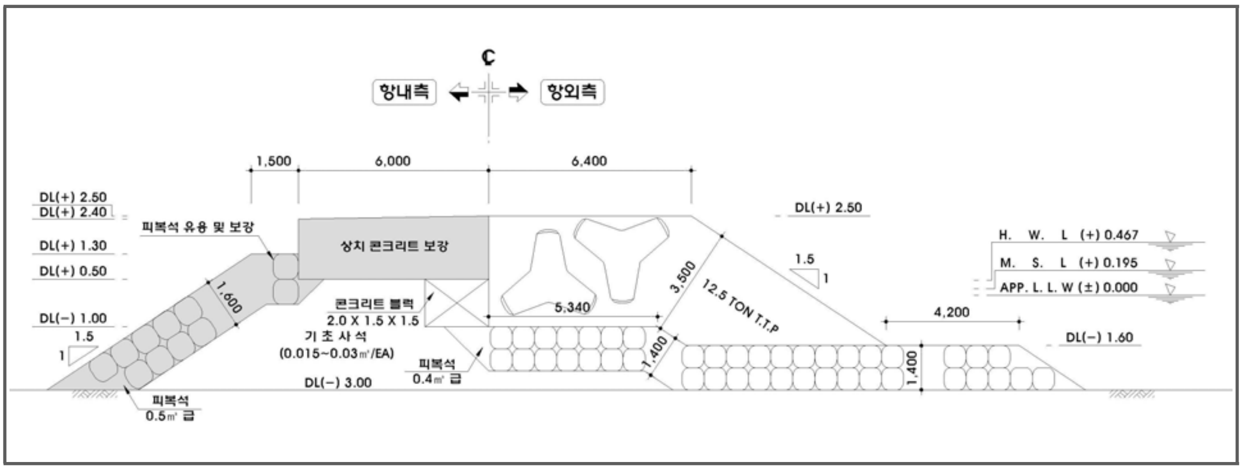
[표 12.3.3] 외측방사제 복구계획

구 분	피 해 현 황	복 구 계 획
1구간 (No 2+0.00 ~ No 3+0.00)	• 상치콘크리트 파손, 균열 박리 • 피복석 0.5㎥ 유실	• 기존상치 제거후 재시공 • 피복석 0.5㎥ 유용 및 보강
2-1구간 (No 3+0.00 ~ No 10+0.00)	• 상치콘크리트 파손, 균열 박리 • 피복석 0.5㎥ 유실	• 기존상치 제거후 재시공 • 피복석 0.5㎥ 유용 및 보강
2-2구간 (No 10+0.00 ~ No 15+0.00)	• 상치콘크리트 파손, 균열 박리 • 피복석 0.5㎥ 유실 • 기초사석 쇄굴	• 기존상치 제거후 재시공 • 피복석 0.5㎥ 유용 및 보강 • 기초사석 보강
3구간 (No 15+0.00 ~ No 17+5.00)	• 상치콘크리트 파손, 균열 박리 • T.T.P 12.5ton 유실 및 파손	• 기존상치 제거후 재시공 • T.T.P 12.5ton 유용 및 보강

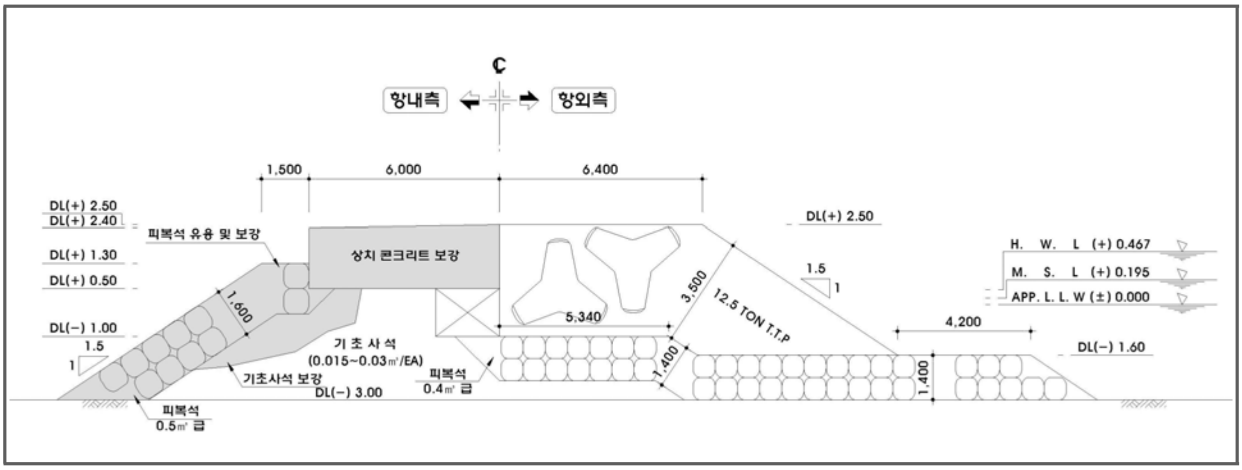
<그림 12.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(1구간일부, 보강안)



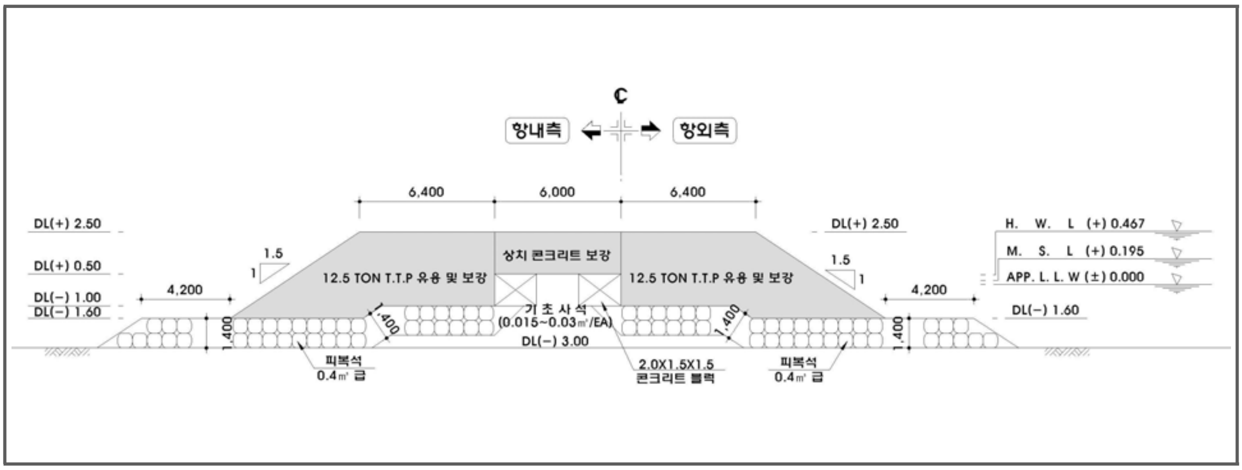
<그림 12.3.4> 보수 · 보강 표준단면도(2-1구간, 보강안)



<그림 12.3.5> 보수 · 보강 표준단면도(2-2구간, 보강안)



<그림 12.3.6> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



12.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소 평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사　　석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 사천진항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 9억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	단가	공사비	비 고
내측방사제	55.0	-	95	
2구간	35.0	1	35	· 피복재 복구
3구간	20.0	3	60	· 피복재 복구
외측방사제	155.0	-	745	
1구간	10.0	4	40	· 항내측 복구, 상치복구
2-1구간	70.0	4	280	· 항내측 복구, 상치복구
2-2구간	50.0	4	200	· 항내측 복구, 상치복구
3구간	25.0	9	225	· 피복재 복구, 상치복구
부대공	-	50	50	· 등대이설(1기)
합 계	210.0	-	890	

제13장 강릉항

제 13 장 강릉항

13.1 기초자료조사

13.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 강릉항은 강릉시의 동측해안으로 극히 평탄한 지역으로 표고차가 거의 나타나지 않으며, 임야의 분포는 적고 주거 및 경작지로 이용되고 있다.
- 남측으로 남대천을 따라 소규모 충적지가 형성되어 있으며 남대천에 유입되는 소지류들이 연결되어 동해에 유입되고 있다.
- 따라서, 본항은 지형윤회상 노년기에서 장년기의 지형에 속한다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(강릉) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 13.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	21.0
		풍 향		SSW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	41.6
		풍 향		SSW
	평균풍속		m/sec	2.6
기 온	연 평 균		℃	13.1
	최 고			39.3
	최 저			-15.7
강수량	연 평 균		mm	1,464.4
	일 최 다			870.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	92.3
	흐 림		109.2
	안 개		9.9
	강 수		37.1
	강 설		16.8
	결 빙		85.1
	뇌 전		11.7
	폭 풍		17.9
	기 온		2.3
작업 일수	육 상		211
	해 상		221

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 13.1℃이며, 월평균기온은 1월 0.4℃, 8월 24.6℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 39.3℃(1994년 7월), 최저기온은 -15.7℃ (1981년 2월)로 나타났다.

[표 13.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

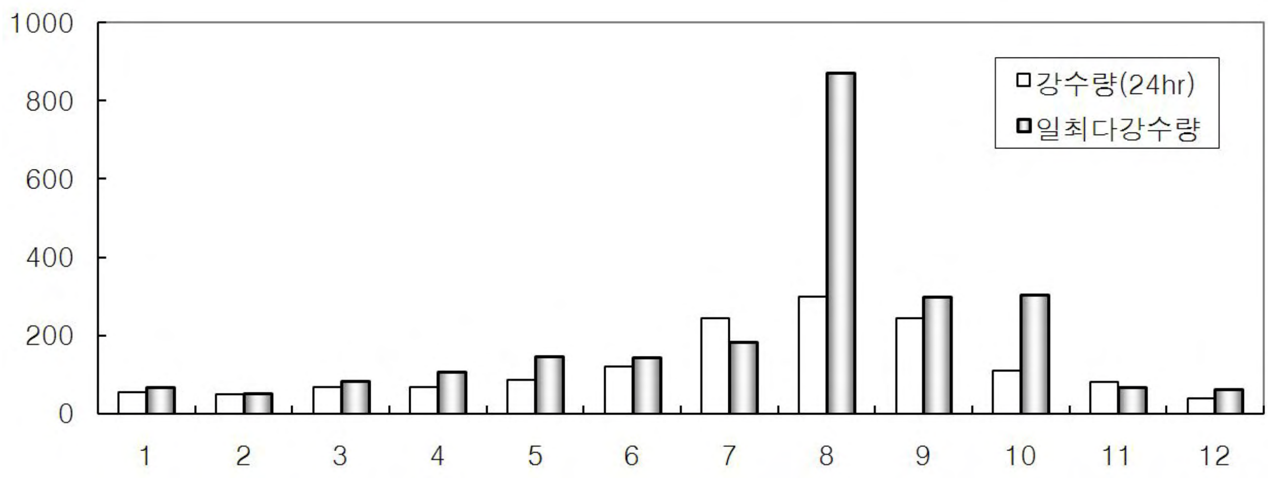
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	0.4	2.2	6.3	12.9	17.6	20.8	24.2	24.6	20.3	15.5	9.2	3.4	13.1
최 고	16.0	21.4	27.1	33.6	35.1	36.9	39.3	38.9	35.8	31.2	25.9	20.2	39.3
최 저	-15.6	-15.7	-7.1	-1.2	4.4	6.2	13.1	14.4	8.5	-0.5	-5.8	-11.1	-15.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 62%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 2003년의 2,095.4mm, 연최소 강수량은 1995년의 962.2mm이며, 연평균 강수량은 1464.4mm로 나타난다.

<그림 13.1.1> 강수량(mm)



[표 13.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

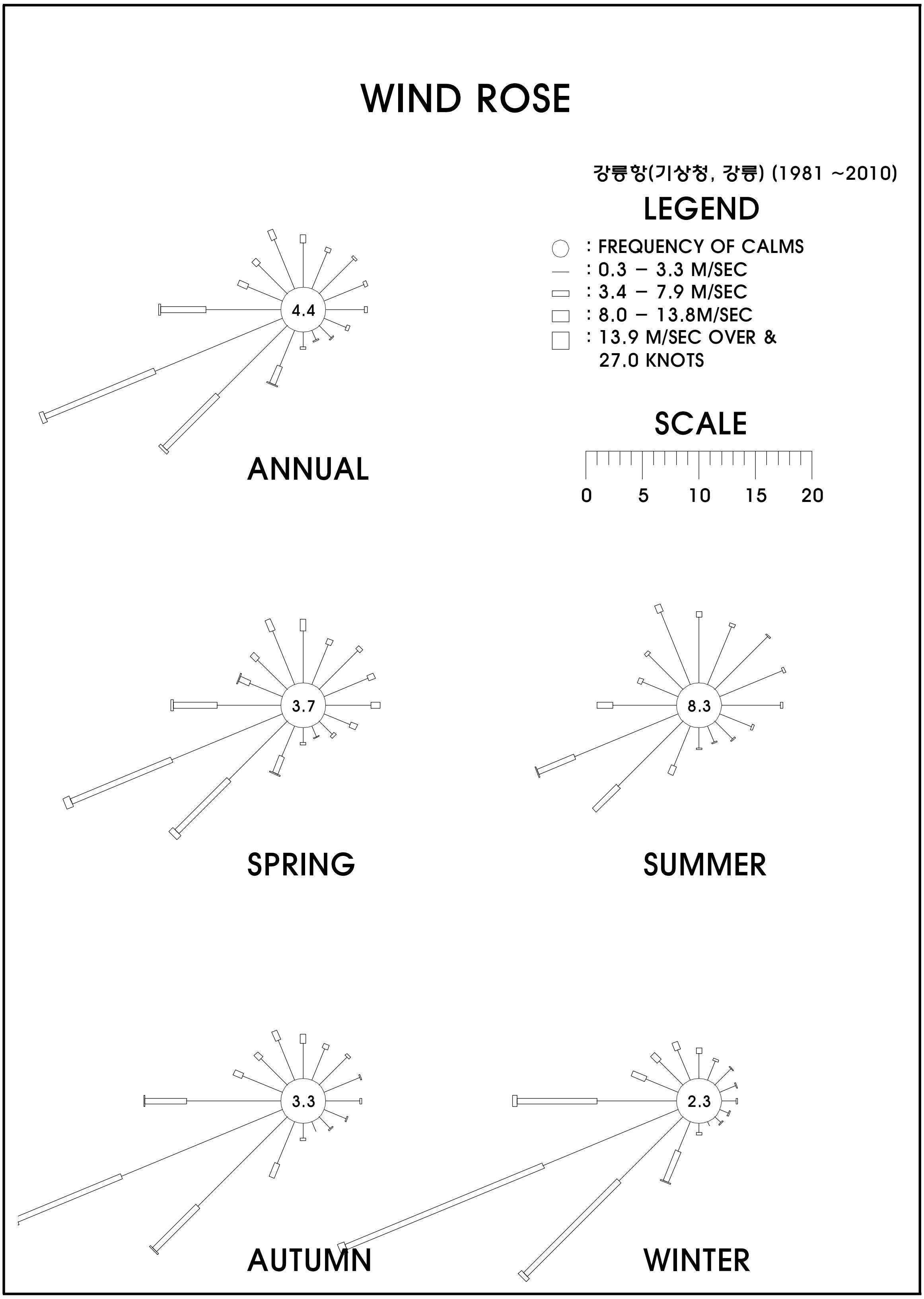
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	55.1	49.6	68.9	68.7	87.0	120.6	242.8	298.9	243.8	110.4	80.3	38.3	1464.4
일최다	66.8	51.5	82.7	107.5	145.6	143.0	183.5	870.5	297.5	304.0	67.1	63.0	870.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 SSW방향에서 21.0m/sec로 나타난다.

<그림 13.1.2> 바람장미도



[표 13.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		3.5	3.1	2.8	2.8	2.4	1.8	1.8	1.7	2.0	2.5	3.0	3.4	2.6
최 대		16.3	18.0	18.7	21.0	15.3	13.5	12.0	11.2	11.1	16.0	18.0	14.3	21.0
		W	WSW	SSW	SSW	SW	SSW	ESE	WSW	SW	NNW	WSW	SW	SSW
순간최대		32.4	28.1	27.3	41.6	33.0	22.3	31.8	26.4	21.8	28.7	29.6	32.2	41.6
		SW	WSW	SW	SSW	WSW	WSW	ESE	ESE	NNW	NNW	W	WSW	SSW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 92.3일로 약 25%이고 흐린 날씨는 109.2일로 나타났다.
- 안개발생일수는 9.9일, 강수일수는 37.1일, 폭풍일수는 17.9일로 나타났다.

[표 13.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	14.1	10.4	8.0	7.1	6.3	3.4	2.2	2.8	3.9	9.3	11.4	13.4	92.3
흐 림	5.5	5.4	7.9	8.1	10.1	14.4	17.1	14.7	11.1	6.4	5.0	3.5	109.2
안 개	0.2	0.3	0.4	0.8	1.1	2.7	2.2	1.6	0.3	0.1	0.1	0.1	9.9
강 수	1.9	1.6	2.4	2.1	2.4	3.4	5.8	6.2	5.1	2.5	2.4	1.3	37.1
강 설	5.3	5.1	3.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.3	16.8
결 빙	26.1	21.6	11.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	18.8	85.1
뇌 전	0.0	0.1	0.1	0.7	1.5	1.9	2.8	2.9	0.7	0.7	0.2	0.1	11.7
폭 풍	3.2	1.8	2.8	2.6	1.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.8	1.3	2.7	17.9

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 13.1.6] 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)

• 강릉항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 221일, 육상작업 가능일수는 211일로서 연가동률이 60%와 57% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 13.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	54.26	98.75	153.01	211.99
해 상	39.86	103.33	143.19	221.81

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

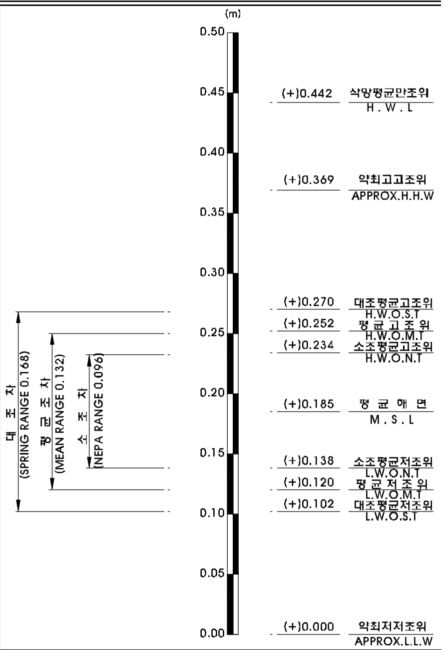
3) 해상조건

가) 조위

- 강릉항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.369m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.270m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.185m이며, 대조차 0.168m, 평균조차 0.132m, 소조차 0.096m로 나타났다.

[표 13.1.8] 강릉항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	44.2	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	36.9	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	27.0	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	25.2	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	23.4	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	18.5	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	13.8	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	12.0	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	10.2	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	



※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 강릉항 전면해상의 조류는 조차가 0.3m 내외로 매우 미약하며, 조류 방향은 창조류는 남류하며 낙조류는 북류한다.

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 13.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
안목항 시설계획검토 보고서(1996.01)	NE	8.1	13.0	
	NE	7.1 3.2~6.5 2.0~2.5	13.0	북방파제 남방파제 방사제

13.1.2 기존자료조사

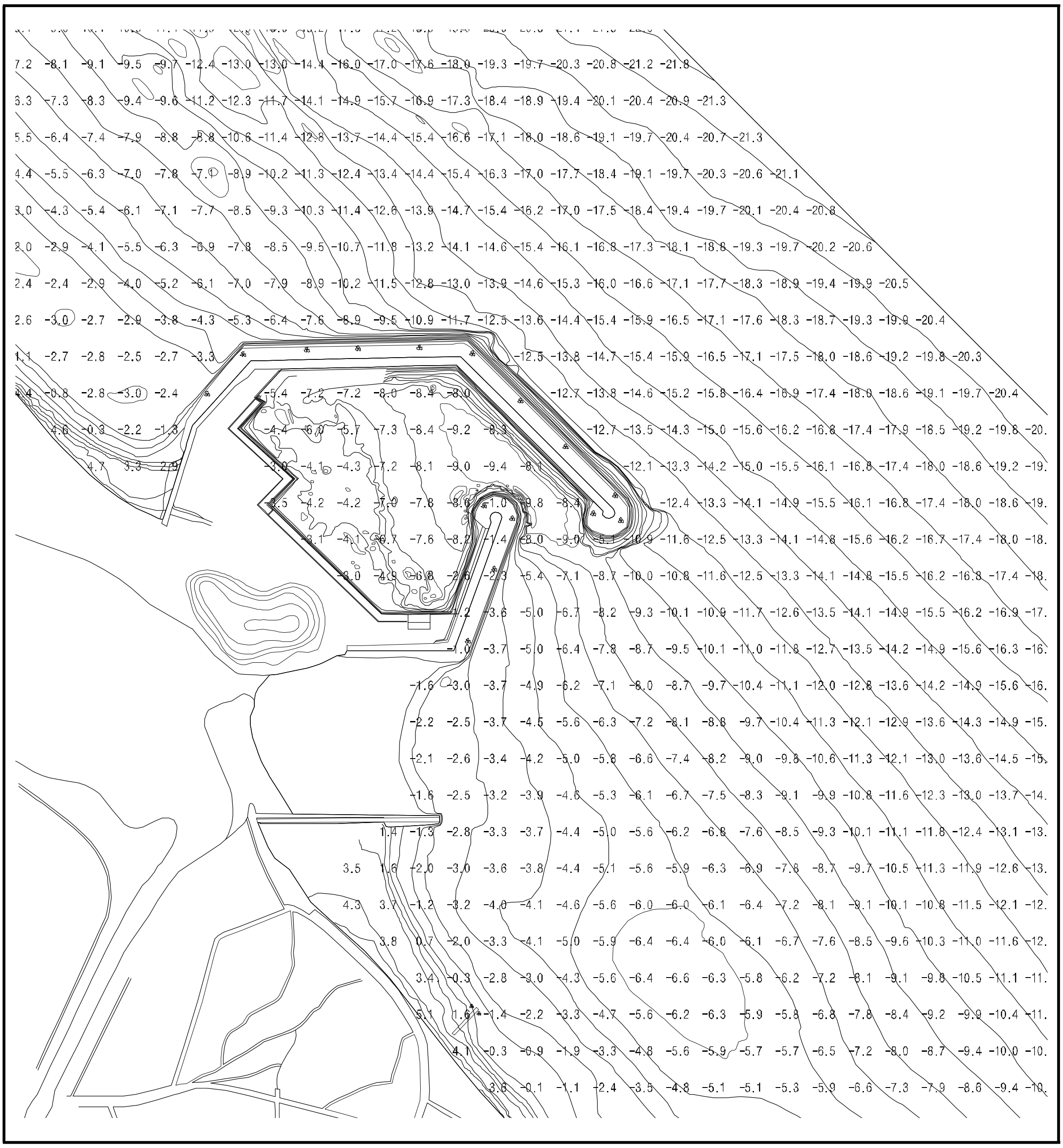
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “강릉항 해안선변화 및 매몰관리 모니터링 조사용역 보고서(2008. 09)”에 수록된 강릉항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 13.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 강릉항 해안선변화 및 매몰관련 모니터링 조사용역 보고서(2008. 09)

13.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

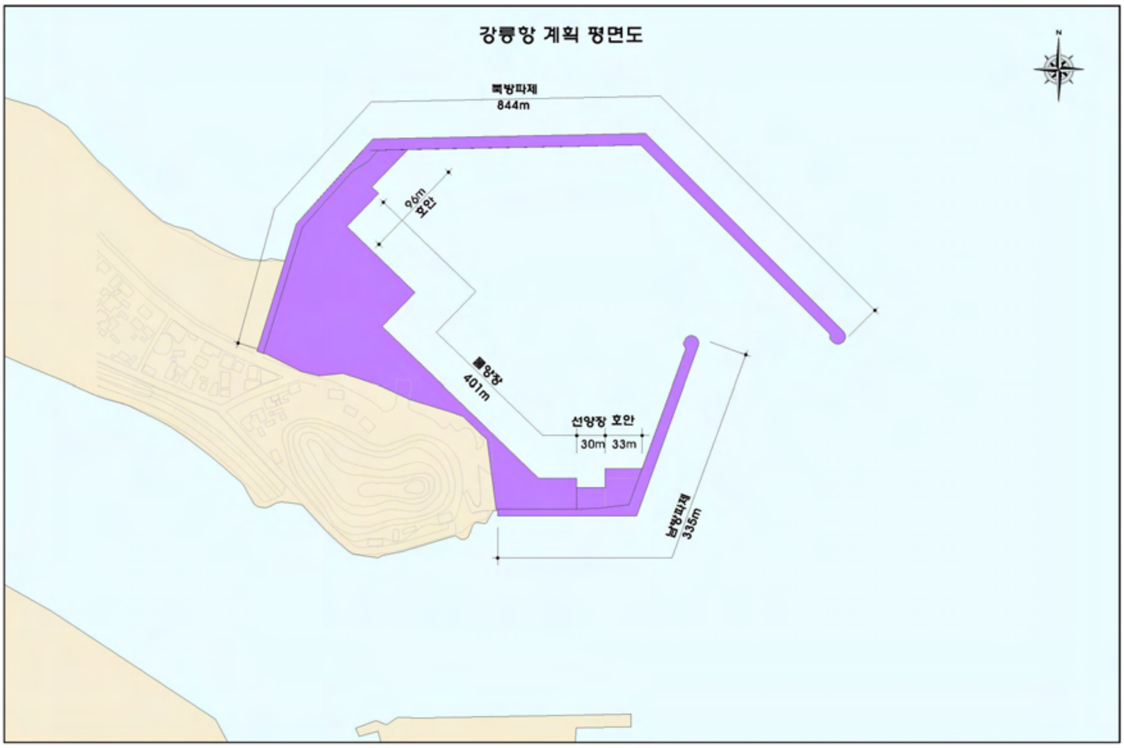
1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1990년	제1종 어항 지정	
1991년	기본시설계획	
1991년	개발착수	
1995년	수치모형실험 실시	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2003년	남방파제공사시행중	
2006년	사후환경영향 조사용역	
2006년	어촌어항복합공간 기본설계용역	
2007년	어촌어항복합공간 실시설계용역	
2007년	모니터링 조사용역	
2008년	어촌종합복합공간 조성공사 착공	
2008년	안목항->강릉항 국가어항 명칭변경	
2008년	해안선 변화 모니터링	

2) 기존시설현황

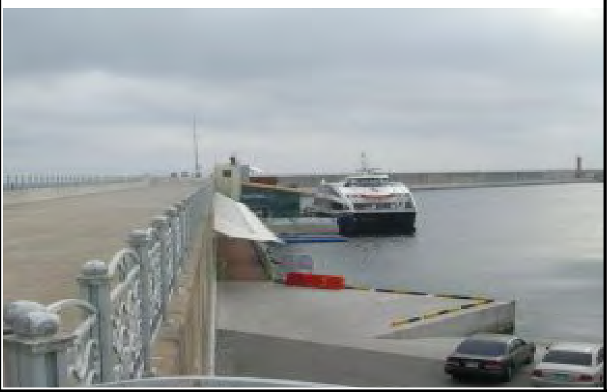
시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽 시설	북방파제	사석식경사제	844m	
	남방파제	사석식경사제	335m	
계류 시설	물양장	중력식	401m	
	선양장	중력식	30m	

<그림 13.1.4> 강릉항 현황도

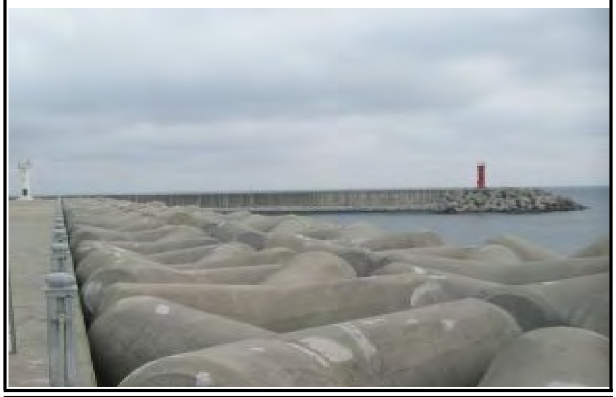


<그림 13.1.5> 기존 시설현황

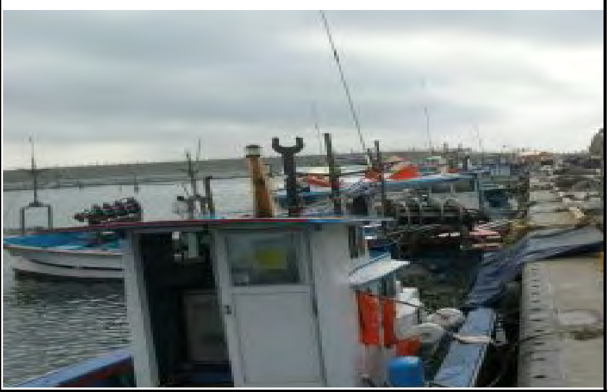
북방파제



남방파제



물 양 장



호 안

13.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
강릉시청 해양수산과	•2008년 2월 방파제 월파 피해 발생 - 3명 사망, 3명 부상 외 현지 구조대 차량 파손 •2011년 1월 방파제 월파 피해 발생 - 안전난간 피해 •항의 입·출항시 선박의 운항이 어렵고, 울릉도 차도선(2,300ton급) 10월 취항을 예정하고 있어 북방파제 연장 및 남방파제 절개 통해 선박통항성 향상 필요 •항내 일부구간에서 매몰
주민의견	•2011년 1월 월파로 인한 안전난간 피해 •항입구폭협소 및 급격한 항로변경으로 선박의 항내 진입이 어려움
의견사항 종합도	

2) 현지조사 결과

- 북방파제 및 남방파제의 외측 피복재의 거치 상태는 양호하며, 월파 피해가 발생한 상치의 안전난간은 대부분 보수가 되어 있었으나 일부구간 파손되었다.
- 현재 울릉도 여객선 취항으로 관광객 수요증가하고 있으며, 향후 울릉도 차도선 취항시 항입구폭 협소로 인한 대책 필요할 것으로 사료된다.

<그림 13.1.6> 피해현황

월파(2008년 2월 24일)

월파(2008년 2월 24일)

차량전복(2008년 2월 24일)

안전난간 파손

13.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

13.2.1 개요

• 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.

• 안정성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계파 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 구조물 설계파고를 재추산하여 그 결과를 기초로 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

13.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

• 해당사항 없음

13.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.369m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 묵호항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 강릉항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.442m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.369m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.442m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 북방파제에서 1.7~5.4m, 남방파제에서 2.0~4.4m로 산정되었다.

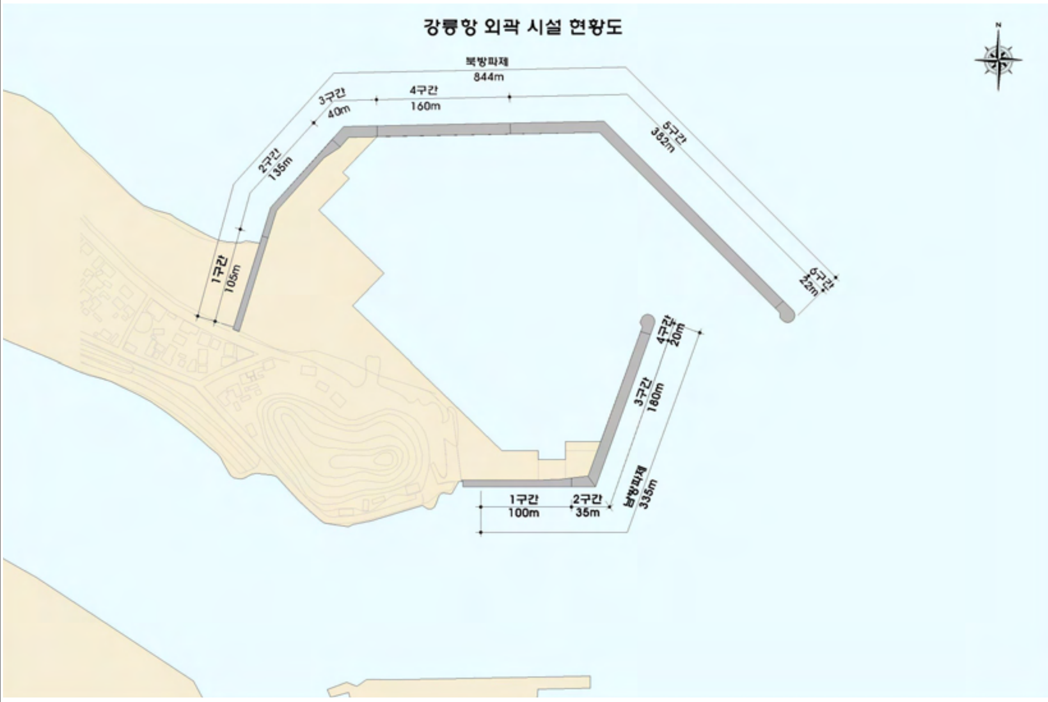
구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
북방파제	1구간 (No.0+0.0~No.10+5.0)	NNE	1.7	11.8
	2구간 (No.10+5.0~No.24+0.0)	NNE	2.6	11.8
	3구간 (No.24+0.0~No.28+0.0)	NE	4.4	11.4
	4구간 (No.28+0.0~No.44+0.0)	NE	5.1	11.4
	5구간 (No.44+0.0~No.82+2.0)	NE	5.4	11.4
	6구간 (No.82+2.0~No.84+4.0)	NE	5.4	11.4
남방파제	1구간 (No.0+0.0~No.10+0.0)	ESE	2.0	11.1
	2구간 (No.10+0.0~No.13+5.0)	ESE	2.0	11.1
	3구간 (No.13+5.0~No.31+5.0)	ESE	4.4	11.1
	4구간 (No.31+5.0~No.33+5.0)	ESE	4.4	11.1

2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

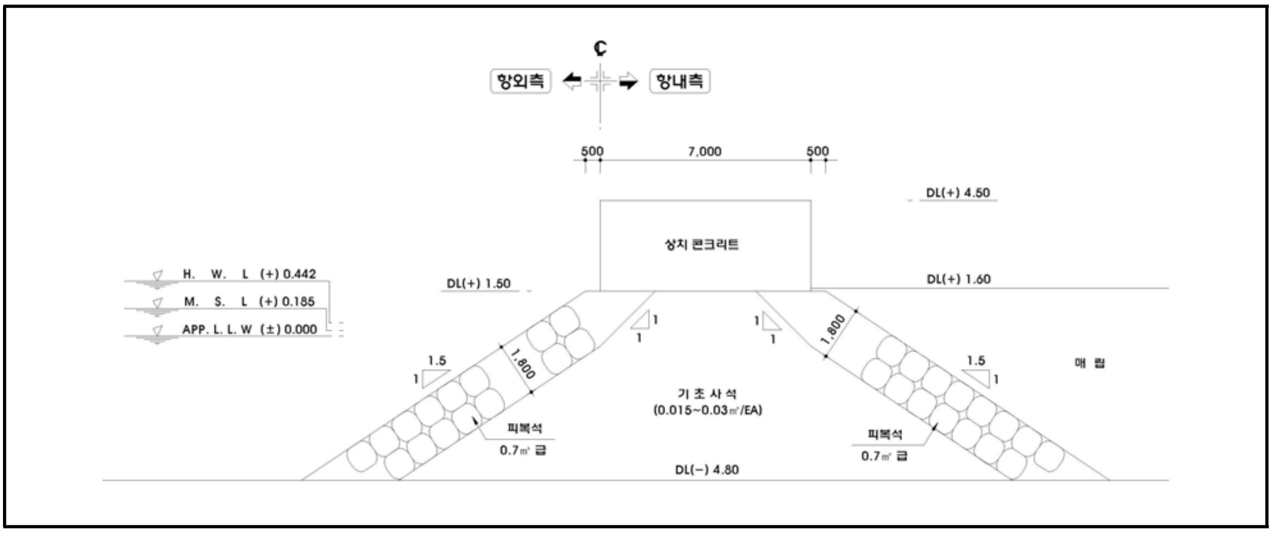
- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 강릉항의 안정성 평가 대상시설은 북방파제 844m(6구간), 남방파제 335m(4구간)으로 선정하였다.

[표 13.2.1] 외곽시설 현황

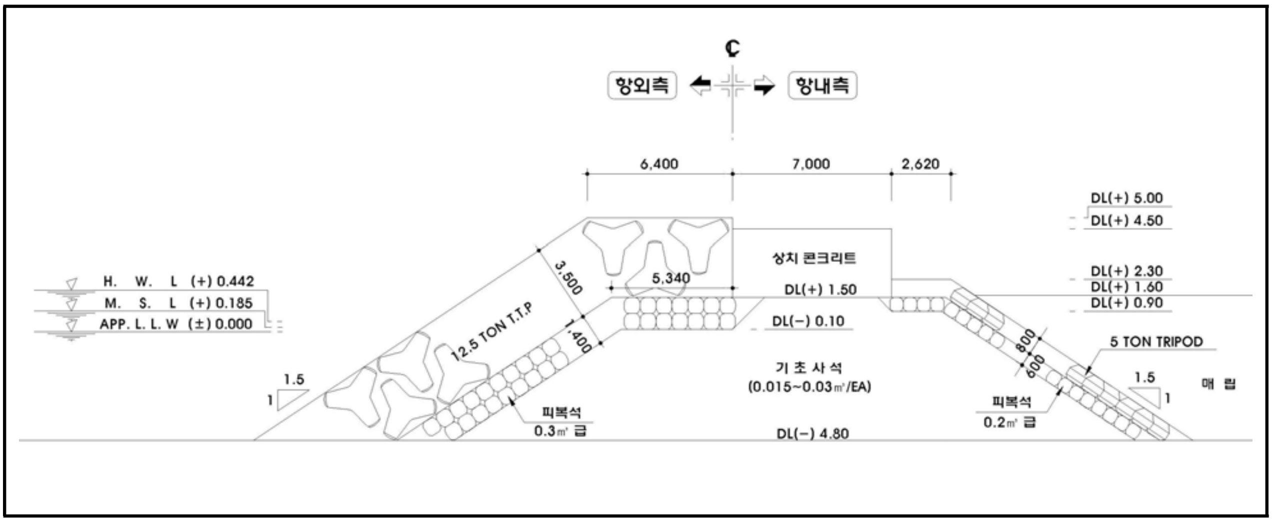
방 파 제 시설현황도	

구 분	북방파제	남방파제
연 장	844m	335m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	2002년	2006년
전면수심	D.L(-)4.8~13.5m	D.L(-)4.0~12.0m
마루높이	D.L(+)4.5~8.5m	D.L(+)3.5~8.0m
피 복 재	피복석 0.7m^3/EA, T.T.P 12.5~50.0 ton	T.T.P 5.0~50.0 ton
총 구 간	6개 구간	4개 구간

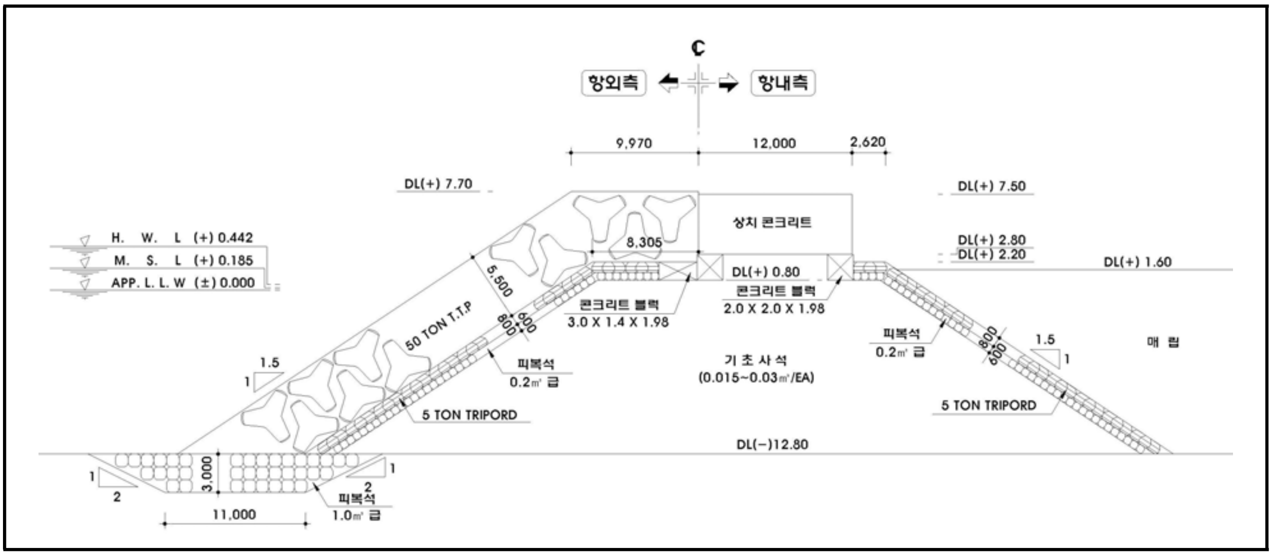
<그림 13.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



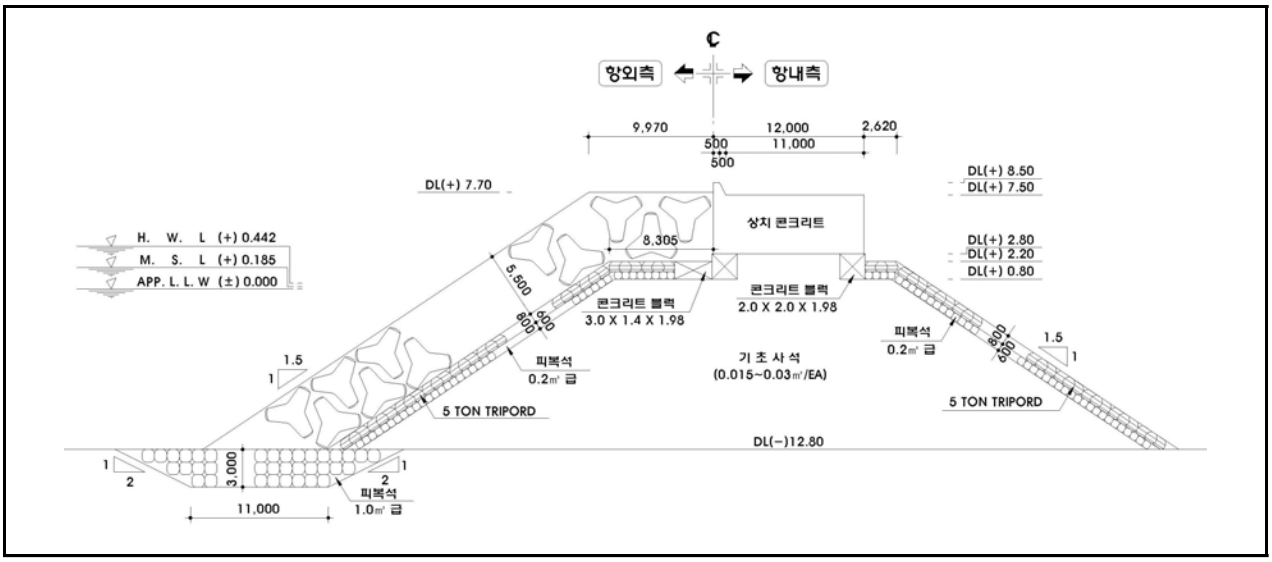
<그림 13.2.2> 북방파제 표준단면도(2구간)



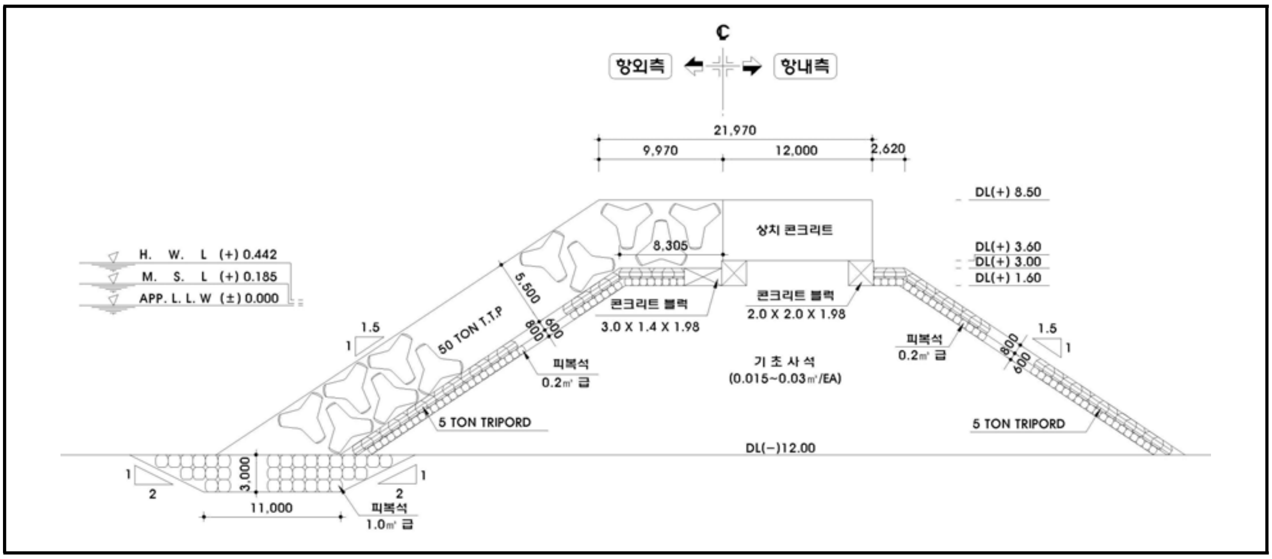
<그림 13.2.3> 북방파제 표준단면도(3구간)



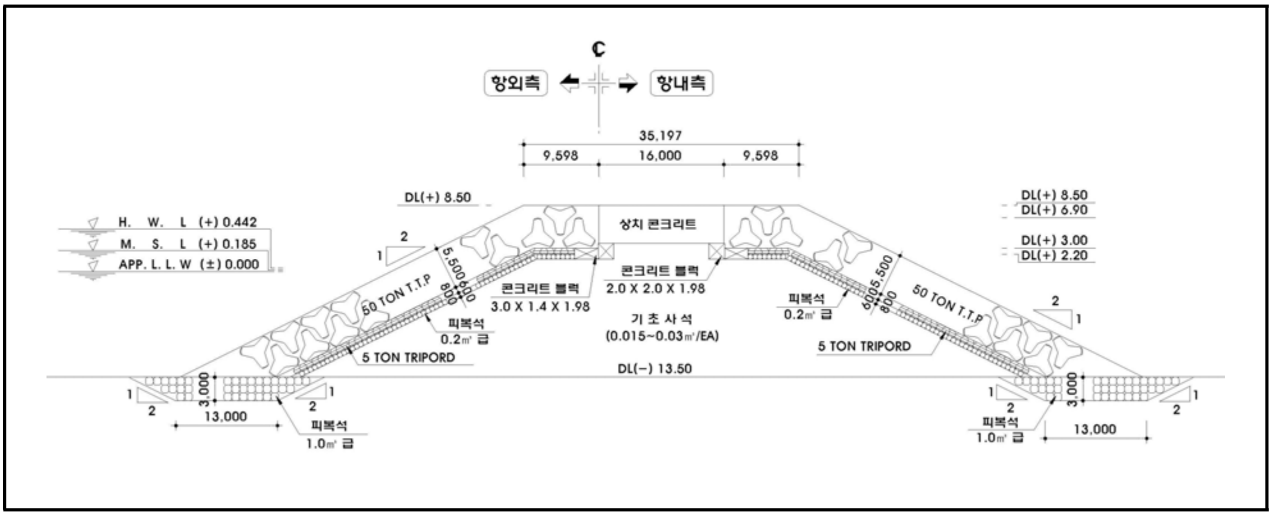
<그림 13.2.4> 북방파제 표준단면도(4구간)



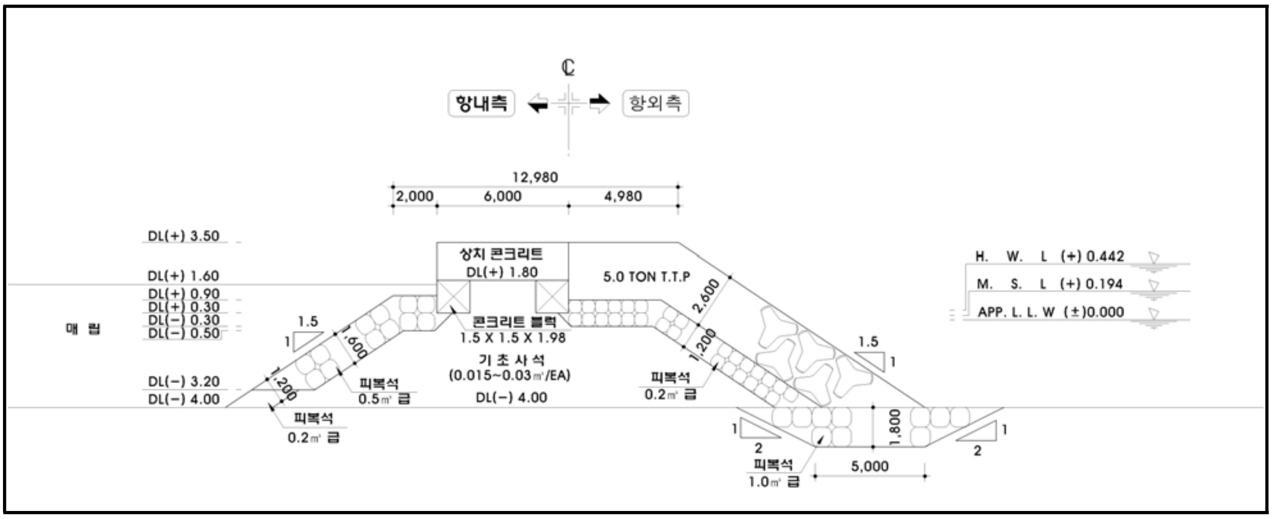
<그림 13.2.5> 북방파제 표준단면도(5구간)



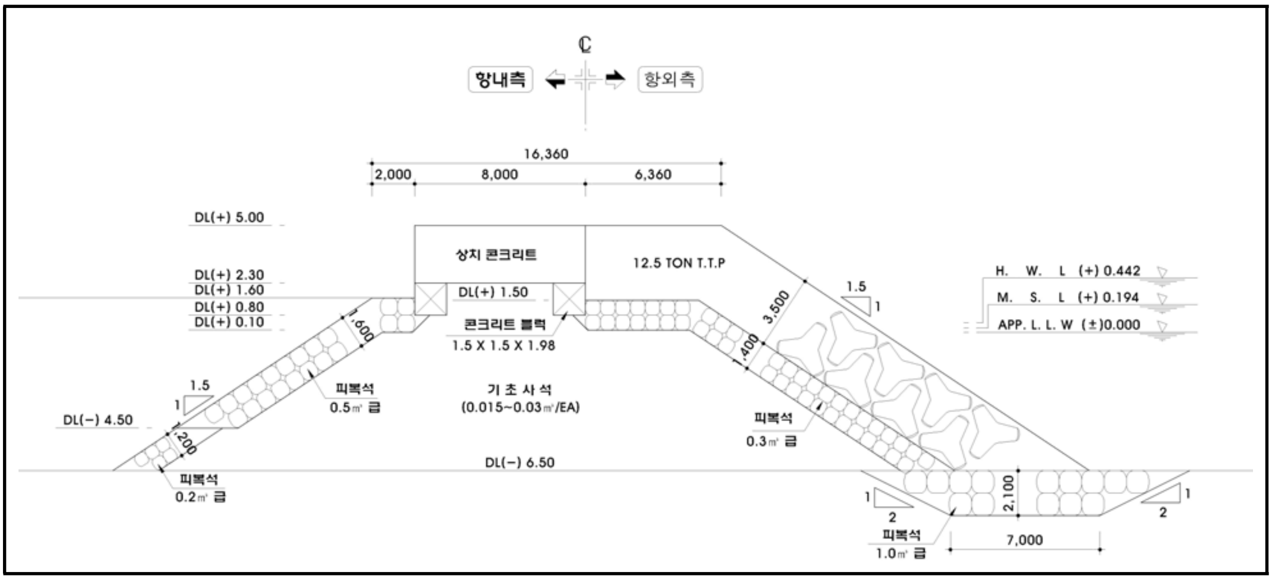
<그림 13.2.6> 북방파제 표준단면도(6구간)



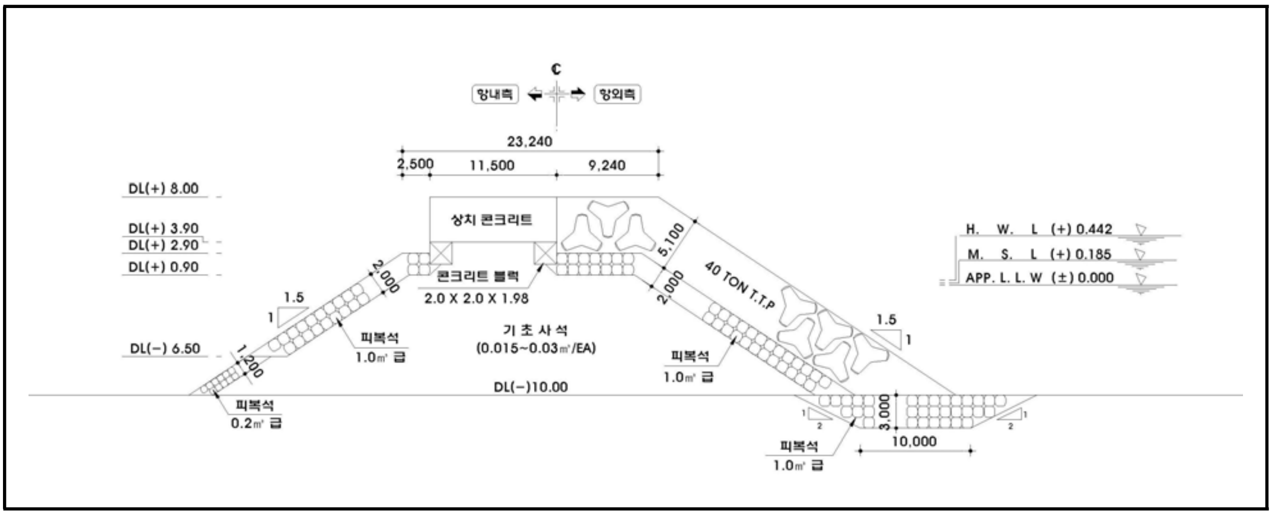
<그림 13.2.7> 남방파제 표준단면도(1구간)



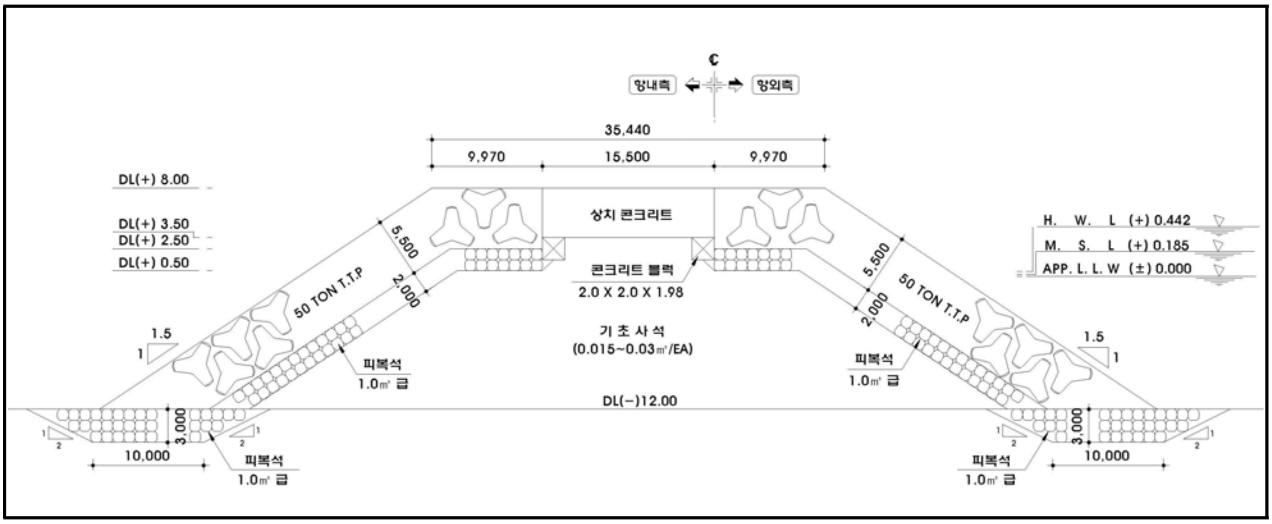
<그림 13.2.8> 남방파제 표준단면도(2구간)



<그림 13.2.9> 남방파제 표준단면도(3구간)



<그림 13.2.10> 남방파제 표준단면도(4구간)



나) 마루높이 검토

- 배후부지가 있는 북방파제 1~3구간과 남방파제 1~2구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 다른 구간에 대해서는 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 산정방법 중 제 3 방법 적용결과 북방파제 3구간과 남방파제 2구간은 다소 과대하게 산정되어 제 1 방법 또는 제 2 방법 결과인 각각 DL(+) 5.4m와 DL(+) 2.5m로 적용하였다.
- 마루높이 검토결과 외곽시설 전 구간에서 소요 마루높이를 확보하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
북방파제	1구간	2.2	1.3	3.9	0.6	3.9	4.5	OK
	2구간	3.1	2.8	3.9	1.5	3.9	4.5	OK
	3구간	4.9	5.4	8.2	3.2	5.4	7.5	OK
	4구간	5.6	-	-	3.8	5.6	8.5	OK
	5구간	5.9	-	-	4.0	5.9	8.5	OK
	6구간	5.9	-	-	3.7	5.9	8.5	OK
남방파제	1구간	2.5	1.7	3.1	0.9	3.1	3.5	OK
	2구간	2.5	1.6	6.8	1.0	2.5	5.0	OK
	3구간	4.9	-	-	3.1	4.9	8.0	OK
	4구간	4.9	-	-	3.1	4.9	8.0	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 북방파제와 남방파제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
북방파제	1구간	비쇄파대	피복석 0.3m^3	피복석 0.7m^3	OK	-	-	-
	2구간	쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.3m^3	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 0.3m^3	TRIPOD 5ton	OK
	4구간	비쇄파대	T.T.P 16ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 0.4~0.5m^3	TRIPOD 5ton	OK
	5구간	비쇄파대	T.T.P 20ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 0.5~0.6m^3	TRIPOD 5ton	OK
	6구간	비쇄파대	T.T.P 32ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 0.8~1.0m^3	TRIPOD 5ton	OK
남방파제	1구간	쇄파대	T.T.P 2ton	T.T.P 5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.2m^3	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 1ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.3m^3	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 40ton	OK	피복석 0.3m^3	피복석 1.0m^3	OK
	4구간	비쇄파대	T.T.P 16ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 0.4~0.5m^3	피복석 1.0m^3	OK

라) 구조물 안정검토

- 북방파제와 남방파제 전 구간에서 활동, 전도, 직선활동에 대한 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
북방파제	1구간	5.67	OK	27.14	OK	1.85	OK
	2구간	13.86	OK	36.44	OK	2.46	OK
	3구간	4.24	OK	11.82	OK	1.71	OK
	4구간	2.82	OK	7.17	OK	1.60	OK
	5구간	3.29	OK	8.64	OK	1.65	OK
	6구간	-	-	-	-	-	-
남방파제	1구간	3.56	OK	10.60	OK	2.09	OK
	2구간	7.13	OK	25.77	OK	2.08	OK
	3구간	4.52	OK	13.46	OK	1.26	OK
	4구간	-	-	-	-	-	-

13.2.4 평가 및 결론

- 안정성 검토결과 북방파제 및 남방파제 전 구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공, 제체 안정이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

[표 13.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				북방파제					
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간
마루높이 (D.L(+),m)	현 황			4.5	4.5	7.5	8.5	8.5	8.5
	금 회			3.9	3.9	5.4	5.6	5.9	5.9
	판 정			OK	OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량	현 황			피복석 0.7m^3	T.T.P 12.5ton	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton
	금 회			피복석 0.3m^3	T.T.P 3.2ton	T.T.P 10ton	T.T.P 16ton	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton
	판 정			OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	5.67	13.86	4.24	2.82	3.29	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	27.14	36.44	11.82	7.17	8.64	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	1.85	2.46	1.71	1.60	1.65	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

[표 13.2.2] 계속

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">남방파제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th><th>4구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마루 높이 (D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>3.5</td><td>5.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>3.1</td><td>2.5</td><td>4.9</td><td>4.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피복재 소요중량</td><td colspan="2">현 황</td><td>T.T.P 5ton</td><td>T.T.P 12.5ton</td><td>T.T.P 40ton</td><td>T.T.P 50ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>T.T.P 2ton</td><td>T.T.P 1ton</td><td>T.T.P 10ton</td><td>T.T.P 16ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부공및 제체안정</td><td rowspan="6">상시</td><td rowspan="2">활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>3.56</td><td>7.13</td><td>4.52</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도 (1.2)</td><td>산정</td><td>10.60</td><td>25.77</td><td>13.46</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>2.09</td><td>2.08</td><td>1.26</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td></tr>
</table>

13.3 보수·보강 방안 수립

- 강릉항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안전성 평가 결과 외곽시설 전구간에 대하여 안정성이 확보되어 보수·보강 계획을 미수립하였다.
- 강릉항의 경우 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다.
- 따라서, 3차년도에 구조물 설계파 및 안전성 평가를 재수행한 후 보수·보강 계획을 수립할 예정이다.

제14장 금진항

제 14 장 금진항

14.1 기초자료조사

14.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 금진항은 동해안 중부에 위치한 천연항으로서 동해의 풍부한 어장을 안고 있으며, 성어기에는 어선들이 모항으로서 정박하고, 남에는 동해시 북에는 강릉시 같은 대도가 인접하고 배후도로는 동해안고속도로의 인터체인지가 불과 6km 지점에 있다. 또한 철도가 본항출입로 입구와 접하여 후방접근기능은 아주 우수한 지형이다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(강릉) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 14.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	21.0
		풍 향		SSW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	41.6
		풍 향		SSW
	평균풍속		m/sec	2.6
기 온	연 평 균		℃	13.1
	최 고			39.3
	최 저			-15.7
강수량	연 평 균		mm	1,464.4
	일 최 다			870.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	92.3
	흐 림		109.2
	안 개		9.9
	강 수		37.1
	강 설		16.8
	결 빙		85.1
	뇌 전		11.7
	폭 풍		17.9
	기 온		2.3
작업 일수	육 상		211
	해 상		221

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 13.1℃이며, 월평균기온은 1월 0.4℃, 8월 24.6℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 39.3℃(1994년 7월), 최저기온은 -15.7℃ (1981년 2월)로 나타났다.

[표 14.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

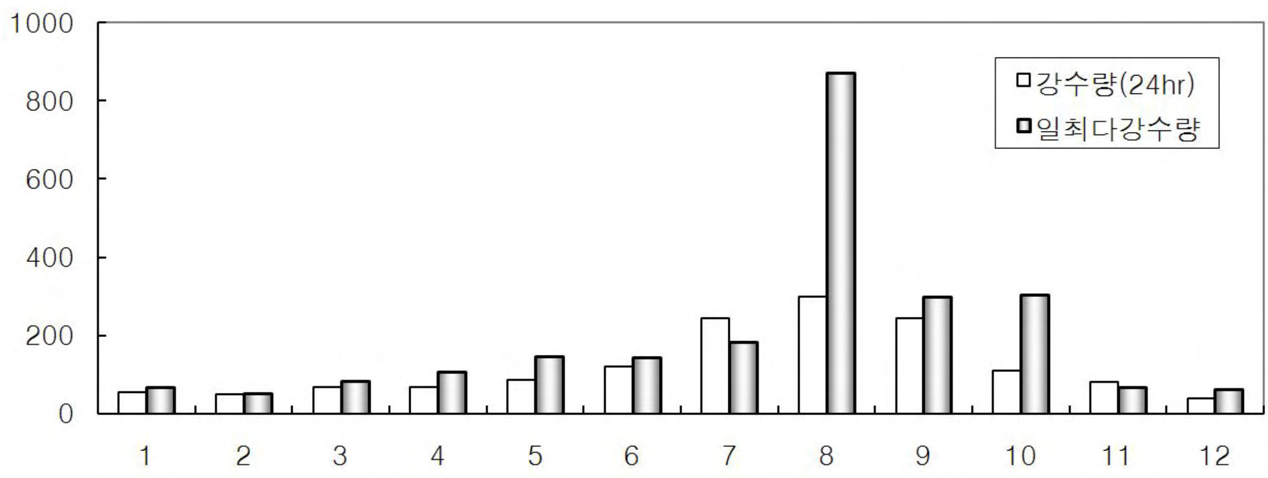
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	0.4	2.2	6.3	12.9	17.6	20.8	24.2	24.6	20.3	15.5	9.2	3.4	13.1
최 고	16.0	21.4	27.1	33.6	35.1	36.9	39.3	38.9	35.8	31.2	25.9	20.2	39.3
최 저	-15.6	-15.7	-7.1	-1.2	4.4	6.2	13.1	14.4	8.5	-0.5	-5.8	-11.1	-15.7

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 62%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 2003년의 2,095.4mm, 연최소 강수량은 1995년의 962.2mm이며, 연평균 강수량은 1464.4mm로 나타난다.

<그림 14.1.1> 강수량(mm)



[표 14.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

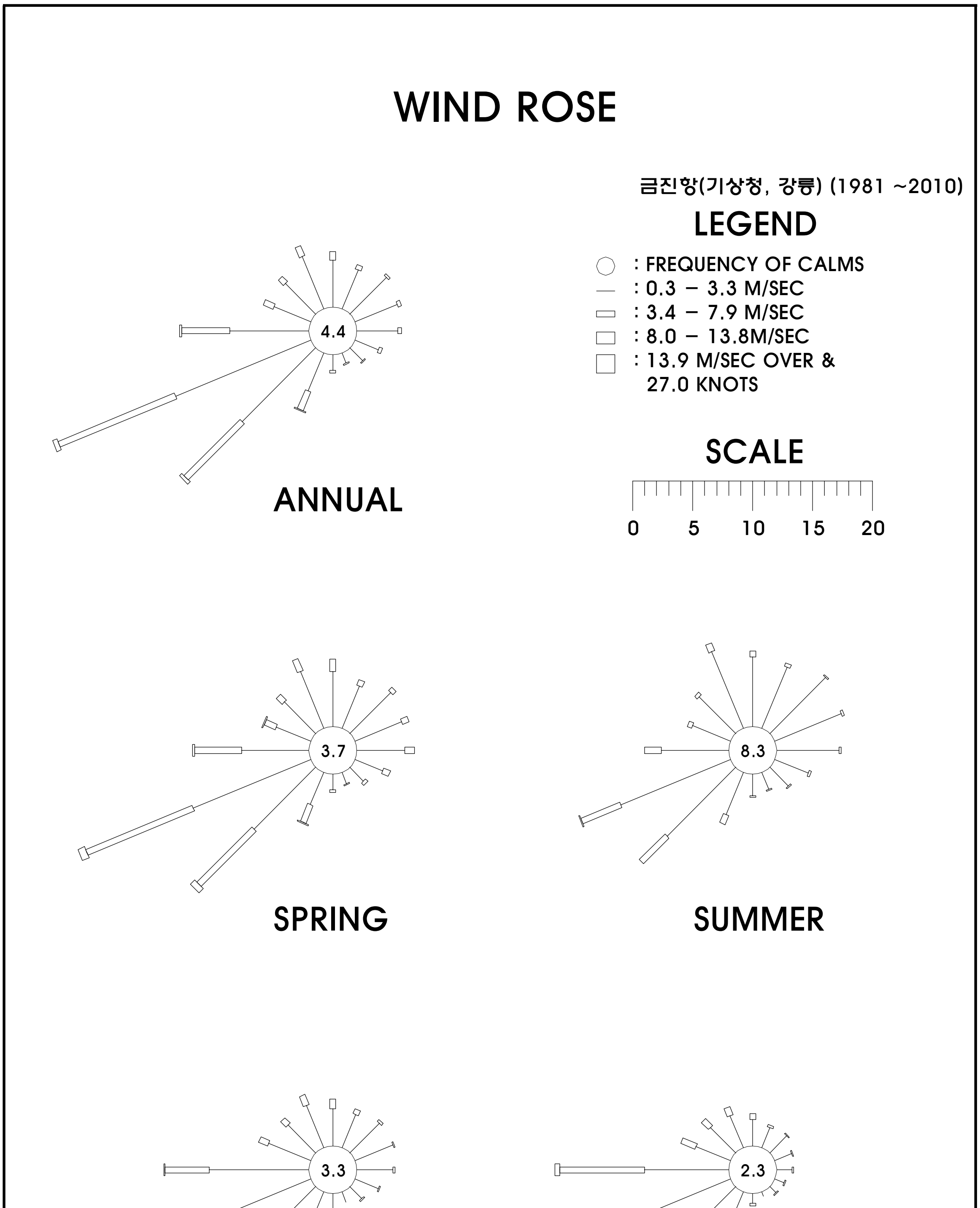
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	55.1	49.6	68.9	68.7	87.0	120.6	242.8	298.9	243.8	110.4	80.3	38.3	1464.4
일최다	66.8	51.5	82.7	107.5	145.6	143.0	183.5	870.5	297.5	304.0	67.1	63.0	870.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

다) 바람

• 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 SSW방향에서 21.0m/sec로 나타난다.

<그림 14.1.2> 바람장미도



[표 14.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		3.5	3.1	2.8	2.8	2.4	1.8	1.8	1.7	2.0	2.5	3.0	3.4	2.6
최 대		16.3	18.0	18.7	21.0	15.3	13.5	12.0	11.2	11.1	16.0	18.0	14.3	21.0
		W	WSW	SSW	SSW	SW	SSW	ESE	WSW	SW	NNW	WSW	SW	SSW
순간최대		32.4	28.1	27.3	41.6	33.0	22.3	31.8	26.4	21.8	28.7	29.6	32.2	41.6
		SW	WSW	SW	SSW	WSW	WSW	ESE	ESE	NNW	NNW	W	WSW	SSW

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 92.3일로 약 25%이고 흐린 날씨는 109.2일로 나타났다.
- 안개발생일수는 9.9일, 강수일수는 37.1일, 폭풍일수는 17.9일로 나타났다.

[표 14.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	14.1	10.4	8.0	7.1	6.3	3.4	2.2	2.8	3.9	9.3	11.4	13.4	92.3
흐 림	5.5	5.4	7.9	8.1	10.1	14.4	17.1	14.7	11.1	6.4	5.0	3.5	109.2
안 개	0.2	0.3	0.4	0.8	1.1	2.7	2.2	1.6	0.3	0.1	0.1	0.1	9.9
강 수	1.9	1.6	2.4	2.1	2.4	3.4	5.8	6.2	5.1	2.5	2.4	1.3	37.1
강 설	5.3	5.1	3.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.3	16.8
결 빙	26.1	21.6	11.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	18.8	85.1
뇌 전	0.0	0.1	0.1	0.7	1.5	1.9	2.8	2.9	0.7	0.7	0.2	0.1	11.7
폭 풍	3.2	1.8	2.8	2.6	1.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.8	1.3	2.7	17.9

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 14.1.6] 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)

• 금진항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 221일, 육상작업 가능일수는 211일로서 연가동률이 60%와 57% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 14.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	54.26	98.75	153.01	211.99
해 상	39.86	103.33	143.19	221.81

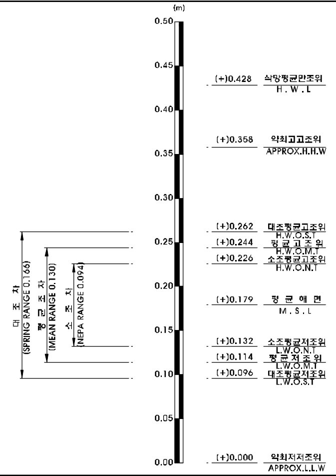
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 강릉 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

• 금진항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.358m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.262m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.179m이며, 대조차 0.166m, 평균조차 0.130m, 소조차 0.094m로 나타났다.

[표 14.1.8] 금진항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	42.8	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	35.8	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	26.2	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	24.4	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	22.6	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	17.9	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	13.2	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	11.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	9.6	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

• 금진항 조류의 방향은 창조시에는 북향류이고 낙조시에는 남향류이며, 조류속은 창조시 0.23kn이고 낙조시 0.50kn이다.

다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 14.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
금진항 수리모형실험 보고서(1983)	ENE	7.7	12.0	

14.1.2 기존자료조사

1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2006. 12)”에 수록된 금진항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 14.1.3> 수심 및 지형측량도

※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2006. 12)

14.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

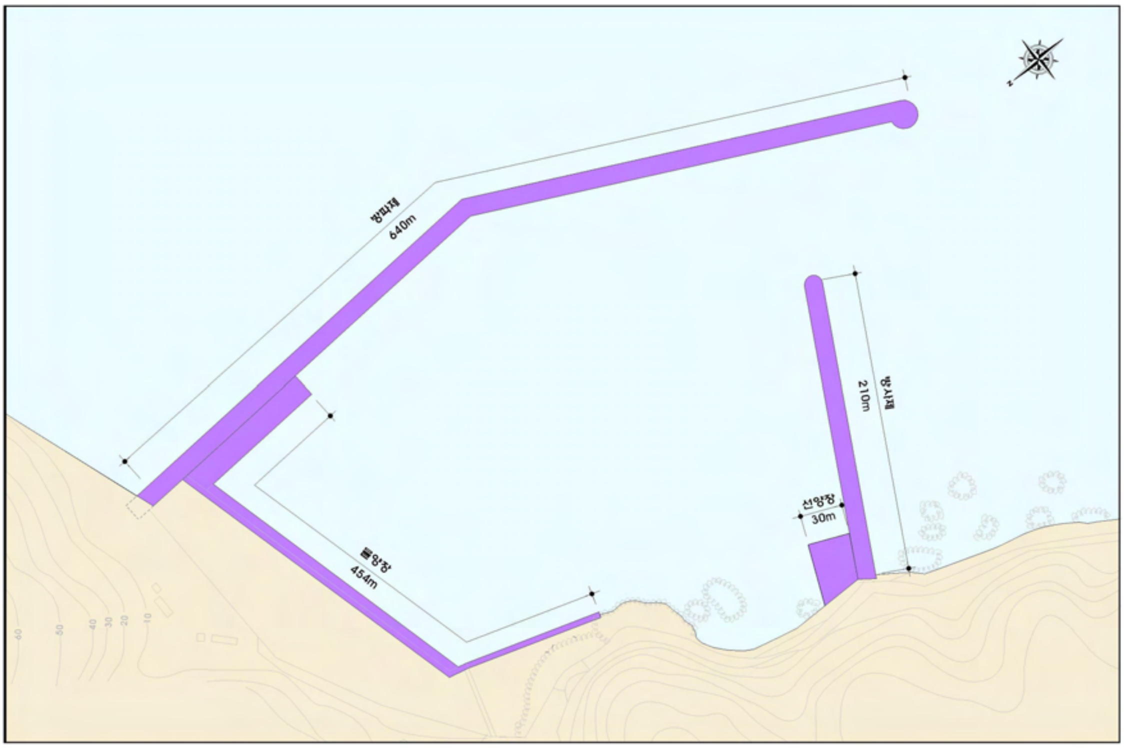
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1980년	기본시설계획 수립	
1983년	수치모형실험 실시	
1990년	기본시설 완공	
1990년	접안시설 소요규모 용역조사	
1997년	방파제 T.T.P 보강공사 시행	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2006년	토사매몰 준설공사	

2) 기존시설현황

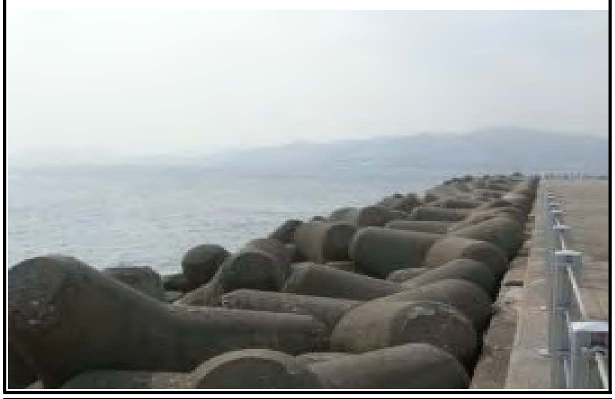
시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	방파제	사석식경사제	640m	
	방사제	사석식경사제	210m	
계류 시설	물양장	중력식	454m	
	선양장	중력식	30m	

<그림 14.1.4> 금진항 현황도

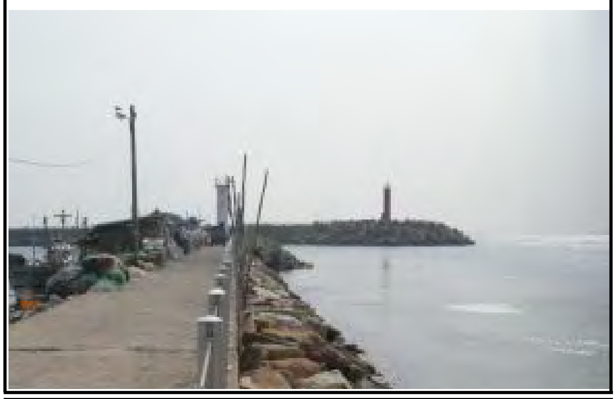


<그림 14.1.5> 기존 시설현황

방파제



방사제

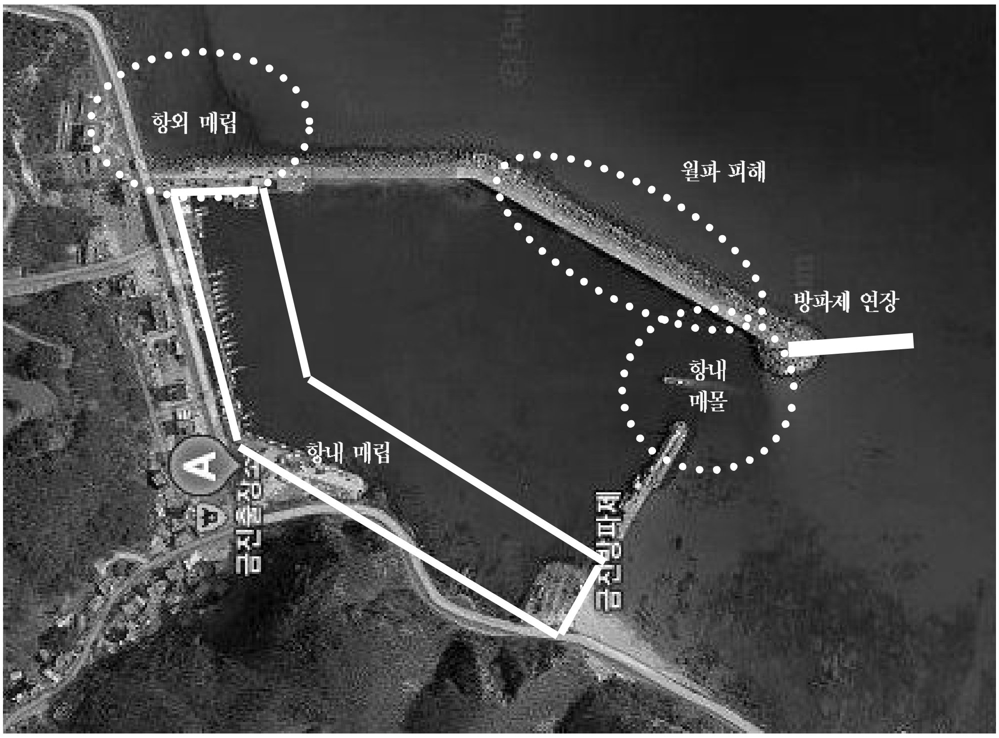


물 양 장

선 양 장

14.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
강릉시청 해양수산과	•『헌화로 해가레져스포츠타운 기본설계 용역』(2009.8, 강릉시)을 수행하여 금진항 개발사업 추진 중 - 항내·외 매립을 통한 관광시설 확충 및 어민작업 공간 확보 •항내 매몰에 따른 선박의 입·출항이 어려움 •항내 정온도 향상을 위해 방파제 연장 검토 •월파에 의한 일부구간 피해 발생
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 방파제는 외측 피복재인 T.T.P의 파손 및 안전난간 파손된 부분이 일부 발견되었으며 방파제 내측에서는 퇴적발생되는 것으로 조사되었다.
- 월파피해가 발생된 일부구간에서는 T.T.P 보강이 이루어 진 것으로 판단된다.
- 항내 매몰이 항입구부와 구조물 인근에서 많이 나타나는 것으로 조사되었다.

<그림 14.1.6> 피해현황

T.T.P 파손

안전난간 파손

14.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

14.2.1 개요

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

14.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

14.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.358m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 묵호항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 금진항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.428m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.358m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.428m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 방파제에서 1.8~4.4m, 방사제에서 1.0m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.3+6.0)	SE	1.8	12.3
	2구간 : (No.3+6.0~No.16+0.6)	ESE	3.9	11.6
	3구간 : (No.16+0.6~No.55+4.6)	ESE	4.4	11.6
	4구간 : (No.55+4.6~No.58+5.0)	ESE	4.4	11.6
	5구간 : (No.58+5.0~No.60+5.0)	ESE	4.4	11.6
	6구간 : (No.60+5.0~No.64+5.0)	ESE	4.4	11.6
방사제	1구간 : (No.0+0.0~No.16+5.0)	SE	1.0	12.3
	2구간 : (No.16+5.0~No.20+5.0)	SE	1.0	12.3
	3구간 : (No.20+5.0~No.21+0.0)	SE	1.0	12.3

2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

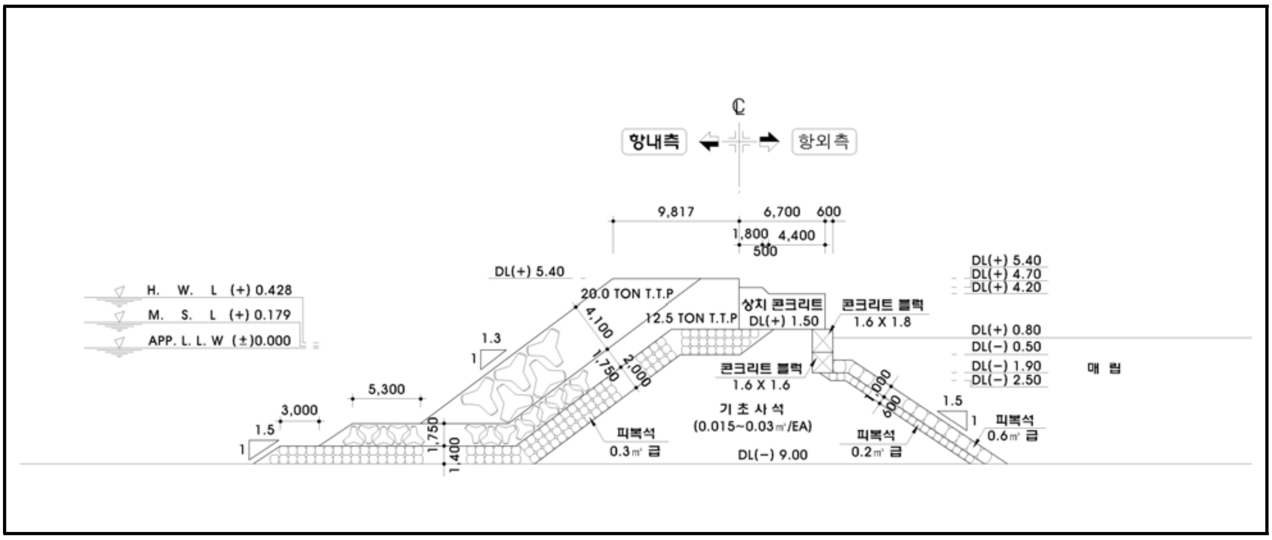
- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 금진항의 안정성 평가 대상 시설은 방파제 645m(6구간), 방사제 210m(3구간)으로 선정하였다.

[표 14.2.1] 외곽시설 현황

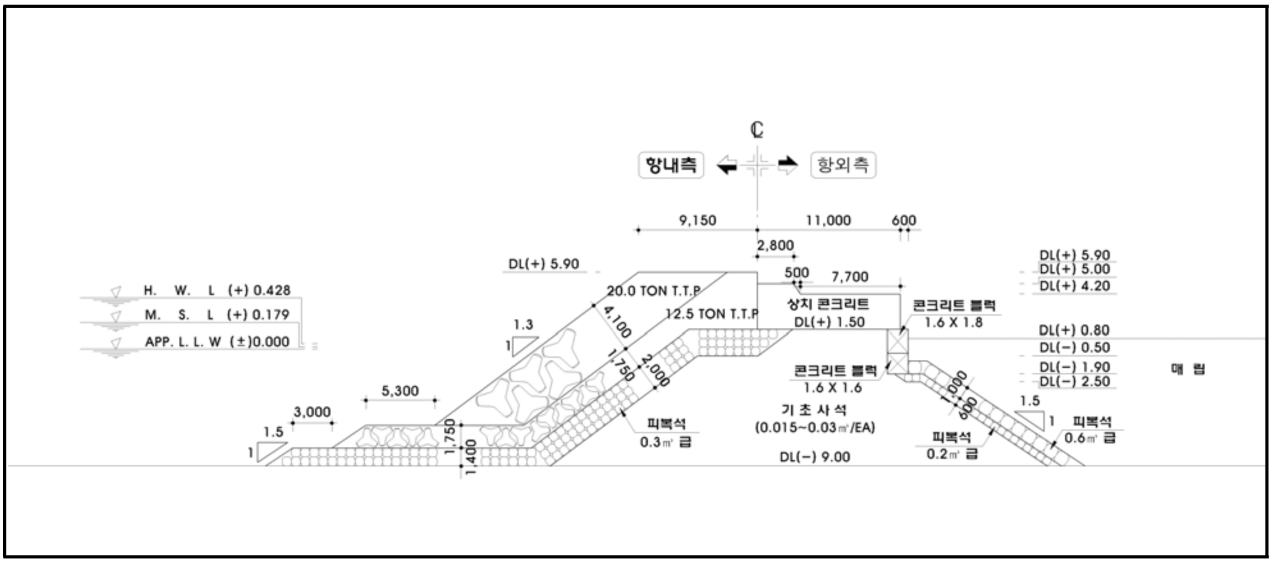
방 파 제 시설현황도

구　분	방파제	방사제
연　장	645m	210m
구조형식	사석경사제	사석경사제
준공년도	1987년	1989년
전면수심	D.L(−)8.0~9.0m	D.L(−)3.2~5.0m
마루높이	D.L(+)4.7~5.5m	D.L(+)2.3~2.5m
피 복 재	T.T.P 20.0~32.0 ton	피복석 0.2m^3/EA, T.T.P 5.0~12.5 ton
총 구 간	6개 구간	3개 구간

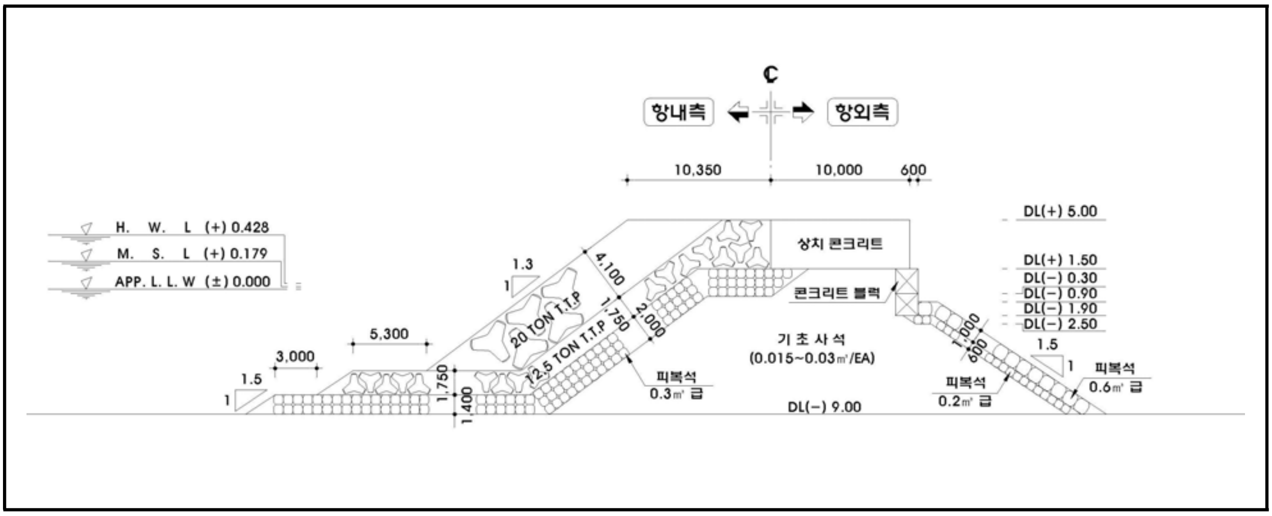
<그림 14.2.1> 방파제 표준단면도(1구간)



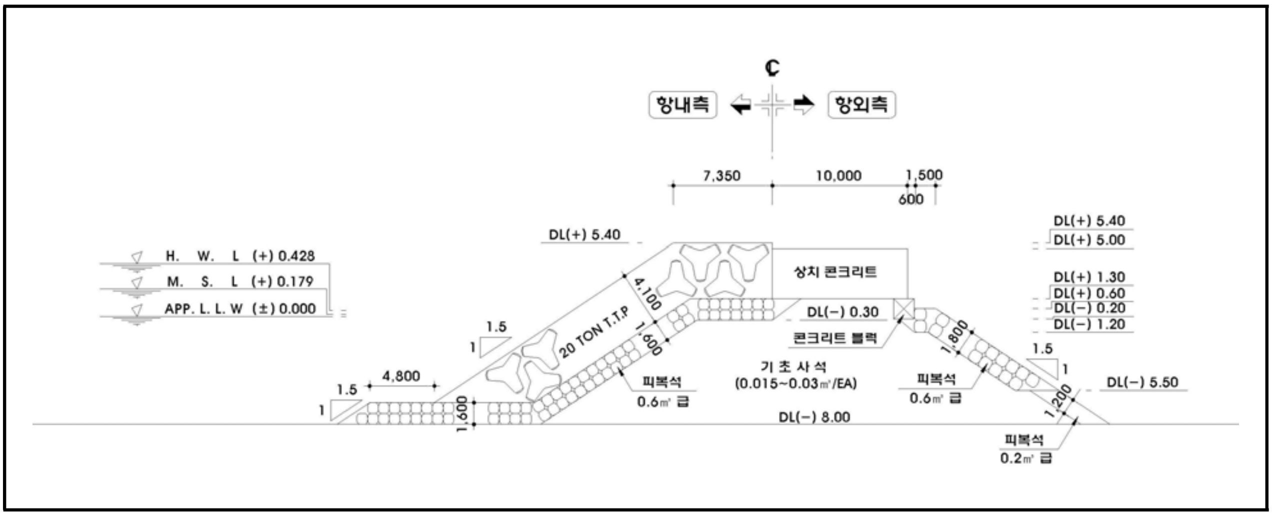
<그림 14.2.2> 방파제 표준단면도(2구간)



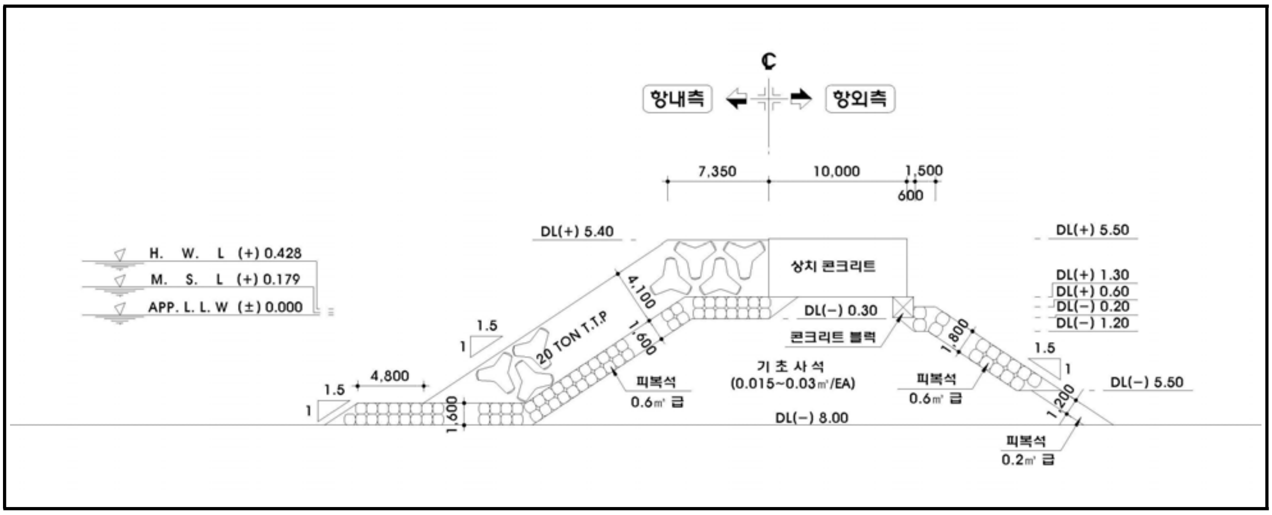
<그림 14.2.3> 방파제 표준단면도(3구간)



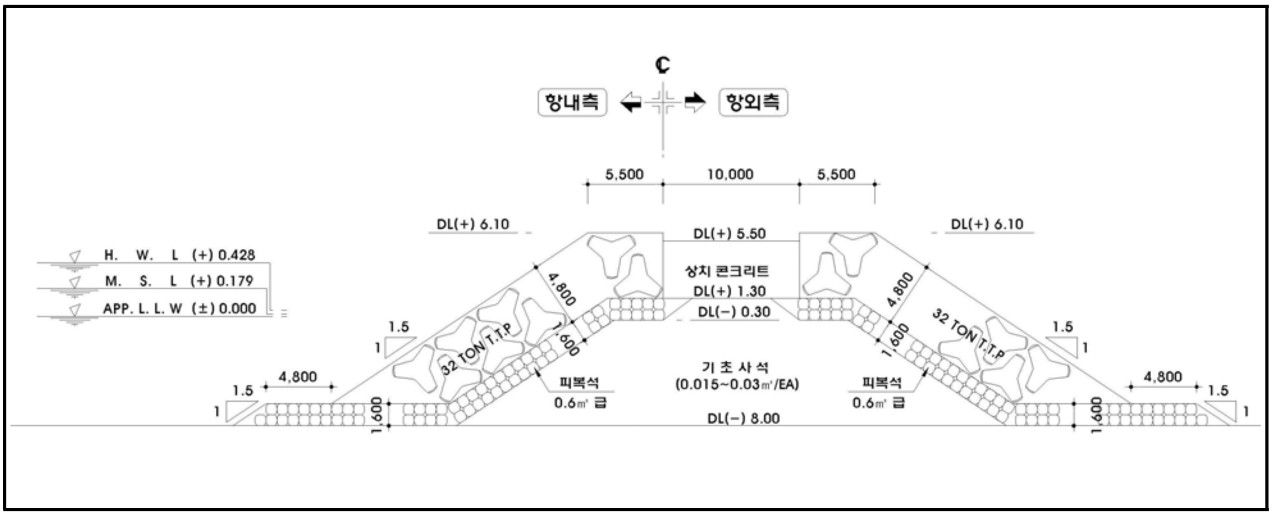
<그림 14.2.4> 방파제 표준단면도(4구간)



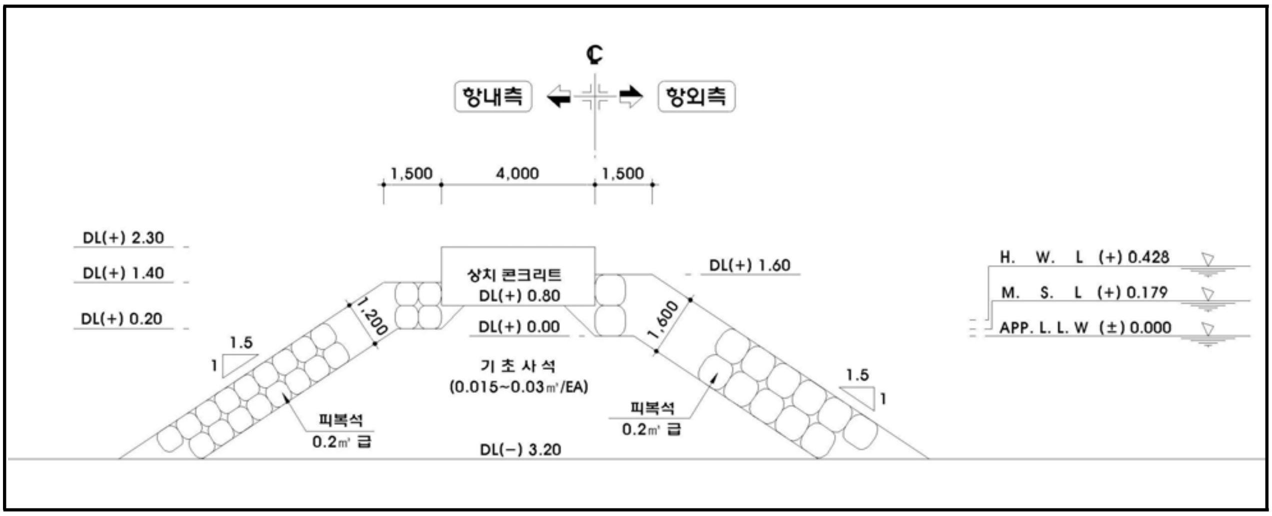
<그림 14.2.5> 방파제 표준단면도(5구간)



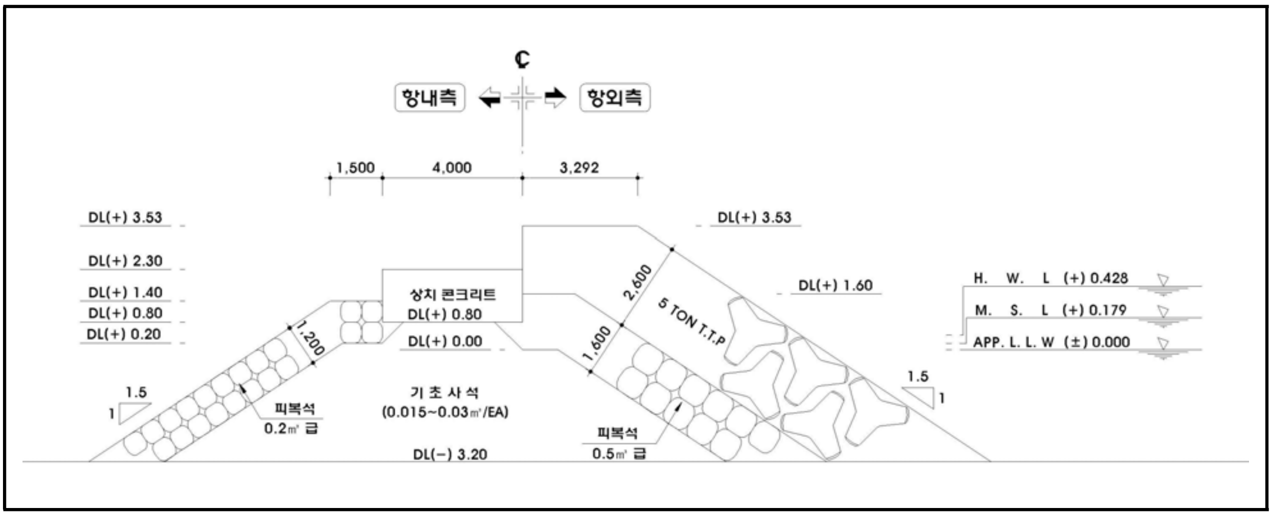
<그림 14.2.6> 방파제 표준단면도(6구간)



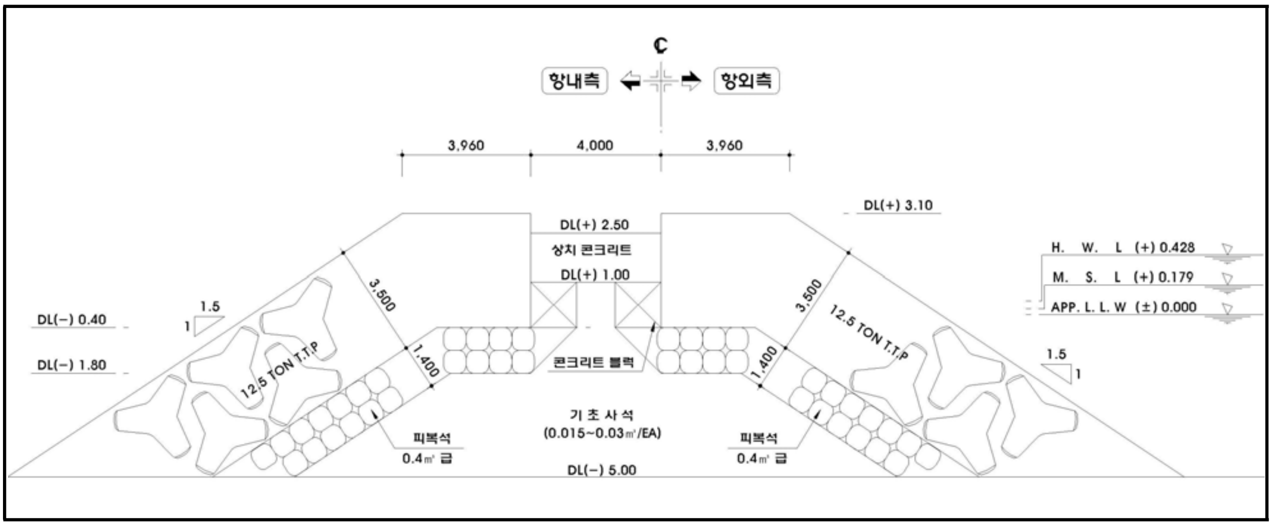
<그림 14.2.7> 방사제 표준단면도(1구간)



<그림 14.2.8> 방사제 표준단면도(2구간)



<그림 14.2.9> 방사제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후부지가 있는 방파제 1~2구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 시설은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 마루높이 검토결과 외곽시설 전구간에서 소요 마루높이를 확보하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 (1.0$H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
방파제	1구간	2.3	1.4	4.2	0.9	4.2	4.7	OK
	2구간	4.4	4.7	4.2	2.7	4.7	5.0	OK
	3구간	4.9	-	-	3.2	4.9	5.0	OK
	4구간	4.9	-	-	3.1	4.9	5.4	OK
	5구간	4.9	-	-	3.1	4.9	5.5	OK
	6구간	4.9	-	-	3.1	4.9	5.5	OK
방사제	1구간	1.5	-	-	-	1.5	2.3	OK
	2구간	1.5	-	-	-	1.5	2.3	OK
	3구간	1.5	-	-	-	1.5	2.5	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 방파제와 방사제 전 구간에서 외측 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 1ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.3m^3	피복석 0.3m^3	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 8ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.2m^3	피복석 0.3m^3	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.3m^3	피복석 0.3m^3	OK
	4구간	쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.3~0.4m^3	피복석 0.6m^3	OK
	5구간	쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20ton	OK	피복석 0.3~0.4m^3	피복석 0.6m^3	OK
	6구간	쇄파대	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton	OK	피복석 0.5~0.6m^3	피복석 0.6m^3	OK
방사제	1구간	비쇄파대	피복석 0.1m^3	피복석 0.2m^3	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파대	T.T.P 0.5ton	T.T.P 5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.5m^3	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 0.5ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.1m^3	피복석 0.4m^3	OK

라) 구조물 안정검토

- 검토결과 북방파제와 남방파제 전 구간에서 활동 및 전도, 직선활동에 대한 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="4">구 분</th><th colspan="6">상 시</th></tr>
<tr><th colspan="4">상부공</th><th colspan="2">제체공</th></tr>
<tr><th colspan="2">활 동</th><th colspan="2">전 도</th><th colspan="2">직선활동</th></tr>
<tr><th>산정</th><th>판정</th><th>산정</th><th>판정</th><th>산정</th><th>판정</th></tr>
<tr><td rowspan="6">방파제</td><td>1구간</td><td>5.38</td><td>OK</td><td>6.22</td><td>OK</td><td>2.93</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>2.38</td><td>OK</td><td>3.49</td><td>OK</td><td>2.76</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>2.22</td><td>OK</td><td>2.78</td><td>OK</td><td>2.51</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>4구간</td><td>2.04</td><td>OK</td><td>5.15</td><td>OK</td><td>2.37</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>5구간</td><td>2.26</td><td>OK</td><td>5.60</td><td>OK</td><td>2.39</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>6구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">방사제</td><td>1구간</td><td>3.73</td><td>OK</td><td>17.59</td><td>OK</td><td>2.11</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>25.94</td><td>OK</td><td>79.08</td><td>OK</td><td>2.42</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

14.2.4 평가 및 결론

- 방파제와 방사제 전 구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공 및 제체공의 안정이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

[표 14.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				방파제					
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		4.7	5.0	5.0	5.4	5.5	5.5
		금 회		4.2	4.7	4.9	4.9	4.9	4.9
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton
		금 회		T.T.P 1ton	T.T.P 8ton	T.T.P 10ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	5.38	2.38	2.22	2.04	2.26	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	6.22	3.49	2.78	5.15	5.60	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	2.93	2.76	2.51	2.37	2.39	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

구 분				방사제		
				1구간	2구간	3구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		2.3	2.3	2.5
		금 회		1.5	1.5	1.5
		판 정		OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		피복석 0.2m^3	T.T.P 5ton	T.T.P 12.5ton
		금 회		피복석 0.1m^3	T.T.P 0.5ton	T.T.P 0.5ton
		판 정		OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.73	25.94	-
			판정	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	17.59	79.08	-
			판정	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	2.11	2.42	-
			판정	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요

14.3 보수·보강 방안 수립

- 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가결과 전구간에 대하여 안정성이 확보되어 보수·보강 계획을 미수립하였다.
- 금진항의 경우 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다. 따라서, 3차년도에 구조물 설계파 및 안전성 평가를 재수행한 후 보수·보강 계획을 수립할 예정이다.

제15장 덕산항

제 15 장 덕산항

15.1 기초자료조사

15.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 덕산항은 북위37°22′38″, 동경129°15′12″로서 강원도 삼척시 근덕면 덕산리에 위치해 있으며, 산줄기가 동쪽으로 길게 뻗어 남애포(南崖浦)의 자연항구를 형성하고 있다. 마읍천과 소한천이 서로 합쳐져 마을 북쪽 해구로 유입된다.
- 본 항은 해안선의 굴곡변화가 좋고, 기이한 형상을 한 기암괴석이 절경을 이루고 있다.
- 덕산항 주변의 덕산해수욕장은 백사장 길이가 580m, 평균 수심 1m 정도로, 삼척시청에서 남쪽으로 12km 떨어진 지점에 마읍천을 사이에 두고 맹방해수욕장과 마주보고 있다. 북쪽으로부터 상맹방리·하맹방리·덕산리에 접하고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 19년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(동해) : 1992~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 15.1.1] 기상개황

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>단 위</th><th>제 원</th><th colspan="2">구 분</th><th>단 위</th><th>제 원</th></tr>
<tr><td rowspan="6">바 람</td><td rowspan="2">최대풍속</td><td>풍 속</td><td>m/sec</td><td>26.7</td><td rowspan="9">현상
일수</td><td>맑 음</td><td rowspan="11">일</td><td>104.9</td></tr>
<tr><td>풍 향</td><td></td><td>WSW</td><td>흐 림</td><td>104.6</td></tr>
<tr><td rowspan="2">순 간
최대풍속</td><td>풍 속</td><td>m/sec</td><td>41.3</td><td>안 개</td><td>12.2</td></tr>
<tr><td>풍 향</td><td></td><td>WSW</td><td>강 수</td><td>33.2</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">평균풍속</td><td rowspan="2">m/sec</td><td rowspan="2">2.6</td><td>강 설</td><td>12.6</td></tr>
<tr><td>결 빙</td><td>85.5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기 온</td><td colspan="2">연 평 균</td><td rowspan="3">℃</td><td>12.5</td><td>뇌 전</td><td>11.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">최 고</td><td>37.1</td><td>폭 풍</td><td>23.3</td></tr>
<tr><td colspan="2">최 저</td><td>-14.0</td><td>기 온</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">강수량</td><td colspan="2">연 평 균</td><td rowspan="2">mm</td><td>1,254.0</td><td rowspan="2">작업
일수</td><td>육 상</td><td>214</td></tr>
<tr><td colspan="2">일 최 다</td><td>319.5</td><td>해 상</td><td>220</td></tr>
</table>

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 동해 : 1992~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.5℃이며, 월평균기온은 1월 0.8℃, 8월 23.6℃로 나타났다.
- 조사기간(1992년~2010년) 중의 최고 기온은 37.1℃(2008년 7월), 최저기온은 -14.0℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 15.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

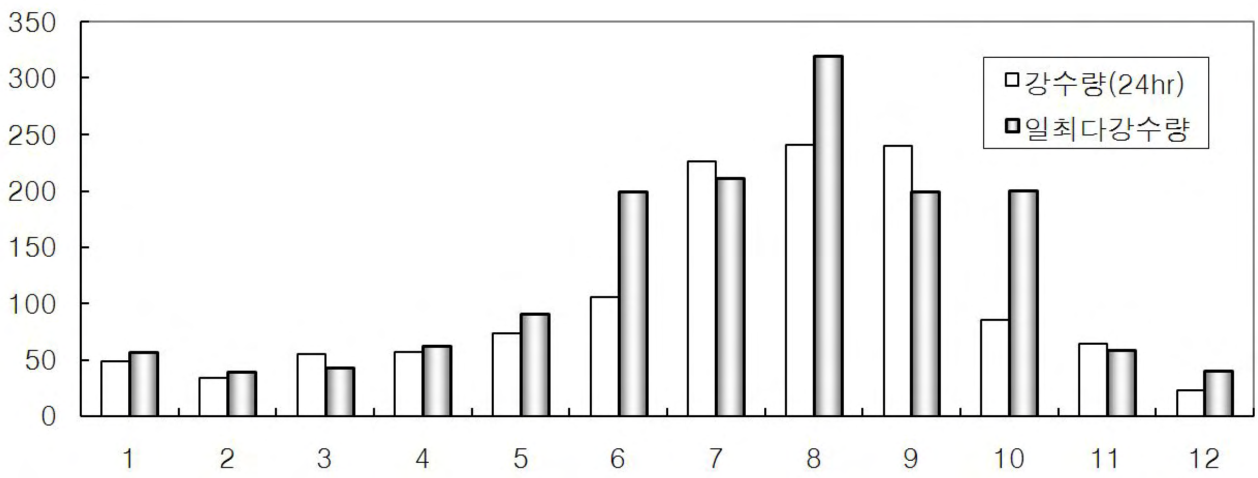
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	0.8	2.6	6.1	11.4	16.1	19.3	23.0	23.6	19.7	15.0	9.0	3.4	12.5
최 고	16.1	23.7	26.9	32.6	31.8	35.2	37.1	37.0	34.2	29.7	24.4	18.4	37.1
최 저	-14.0	-12.7	-6.9	-1.4	3.5	6.0	12.2	14.4	8.3	-0.1	-6.2	-11.9	-14.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 동해 : 1992~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 62%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1992년~2010년)의 연최다 강수량은 2006년의 1,967.1mm, 연최소 강수량은 1995년의 754.8mm이며, 연평균 강수량은 1,254.0mm로 나타난다.

<그림 15.1.1> 강수량(mm)



[표 15.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

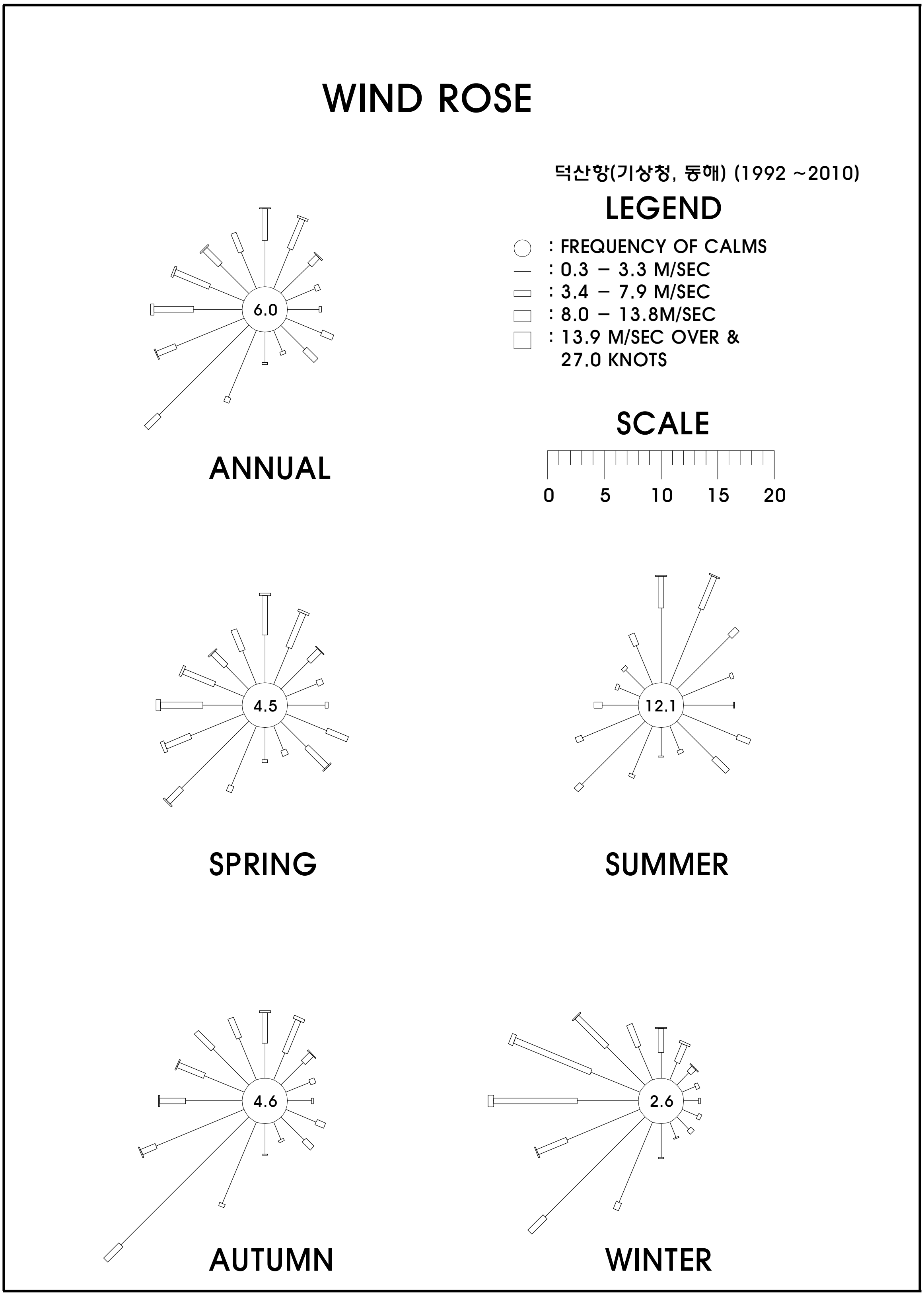
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	48.4	34.3	55.5	56.9	73.7	106.0	226.1	241.0	239.4	85.3	64.7	22.7	1254.0
일최다	56.9	39.0	42.9	62.5	90.9	199.5	211.5	319.5	199.7	200.0	58.9	40.5	319.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 동해 : 1992~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.6m/sec, 최대 풍속은 WSW방향에서 26.7m/sec로 나타난다.

<그림 15.1.2> 바람장미도



[표 15.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		3.0	2.8	2.9	2.9	2.6	2.1	1.9	1.9	2.4	2.6	2.8	3.0	2.6
최 대		26.7	15.6	16.7	18.7	16.7	12.2	14.5	17.0	20.9	15.7	16.4	14.4	26.7
		WSW	W	WNW	W	WNW	SE	SE	N	NNE	N	WSW	WSW	WSW
순간최대		41.3	29.5	26.4	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, 동해 :1992~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 104.9일로 약 29%이고 흐린 날씨는 104.6일로 나타났다.
- 안개발생일수는 12.2일, 강수일수는 33.2일, 폭풍일수는 23.3일로 나타났다.

[표 15.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	14.8	10.8	9.2	8.5	7.8	4.3	2.4	2.9	4.7	10.3	13.0	16.2	104.9
흐 림	4.8	4.4	7.1	6.4	10.1	13.5	16.9	15.2	11.2	6.4	5.3	3.3	104.6
안 개	0.0	0.0	0.3	0.5	1.9	4.7	2.8	1.6	0.2	0.1	0.1	0.0	12.2
강 수	1.6	1.2	1.9	1.7	2.2	2.9	5.0	5.8	5.3	2.3	2.2	1.1	33.2
강 설	4.3	3.5	2.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	12.6
결 빙	26.1	19.9	11.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	6.7	20.7	85.5
뇌 전	0.1	0.0	0.1	0.4	1.5	1.8	2.8	2.7	0.8	0.7	0.3	0.0	11.2
폭 풍	3.1	1.9	3.2	3.9	2.2	0.7	0.3	0.6	1.3	1.3	2.2	2.6	23.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 동해 : 1992~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 15.1.6] 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)

- 덕산항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 220일, 육상작업 가능일수는 214일로서 연가동률이 60%와 58% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 15.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	50.55	99.93	150.48	214.52
해 상	41.55	102.80	144.35	220.65

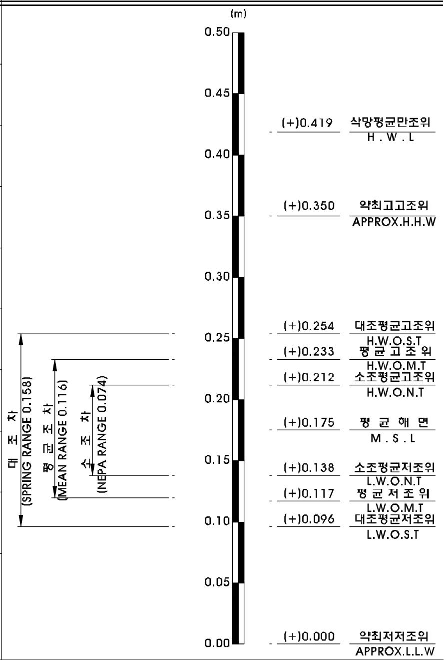
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 동해 : 1992~2010년)

3) 해상조건

가) 조 위

- 덕산항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.350m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.254m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.233m이며, 대조차 0.158m, 평균조차 0.116m, 소조차 0.074m로 나타났다.

[표 15.1.8] 덕산항의 조위

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

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 덕산항 전면해상의 조류는 조차가 0.3m 내외로 매우 미약하며, 조류 방향은 창조류는 남류하며 낙조류는 북류한다.

15.1.2 기존자료조사

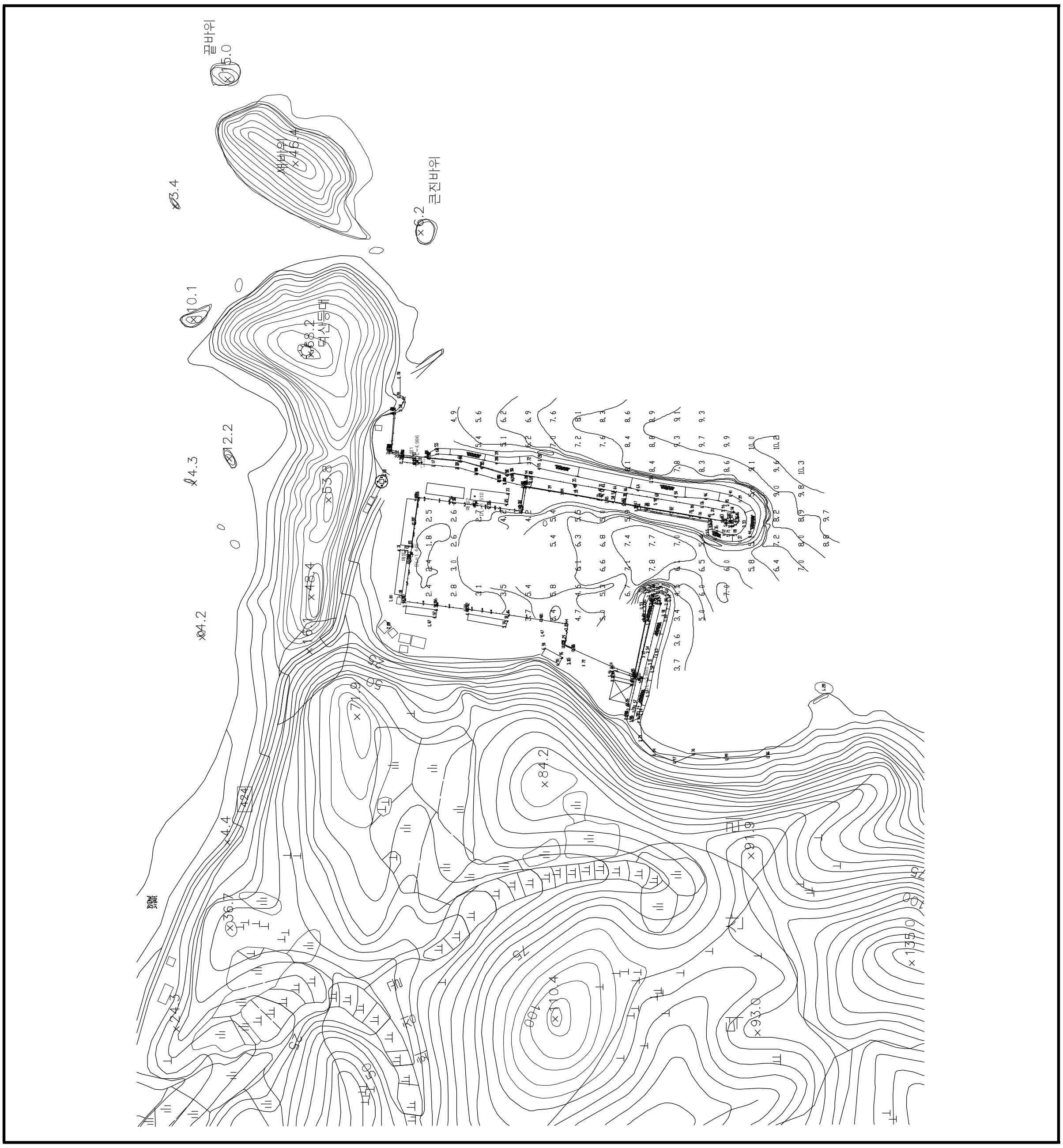
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2007. 12)”에 수록된 덕산항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 15.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2007. 12)

15.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

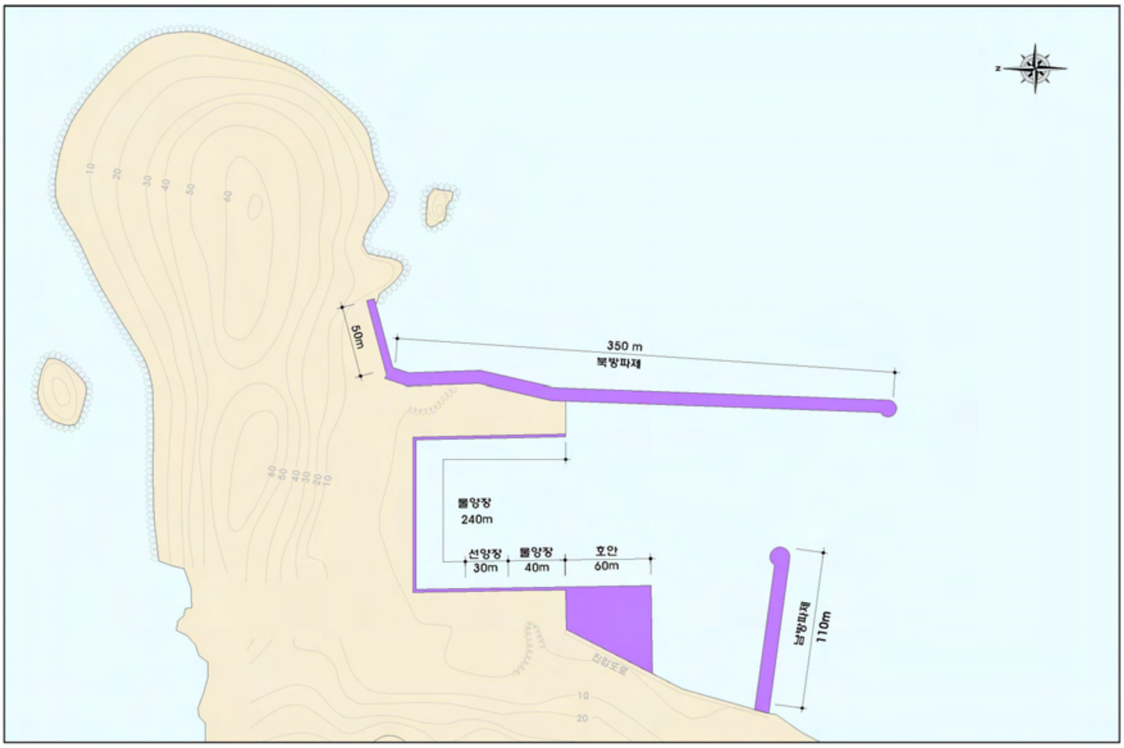
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1982년	기본시설계획 수립	
1988년	안전도 진단 용역조사	
1990년	접안시설소요규모 용역조사	
1994년	기본시설 완성	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2010년	방파제보수공사	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석식경사제	350m	
	남방파제	사석식경사제	110m	
	호안	중력식	60m	
계류 시설	물양장	중력식	280m	
	선양장	중력식	35m	

<그림 15.1.4> 덕산항 현황도



<그림 15.1.5> 기존 시설현황

북방파제

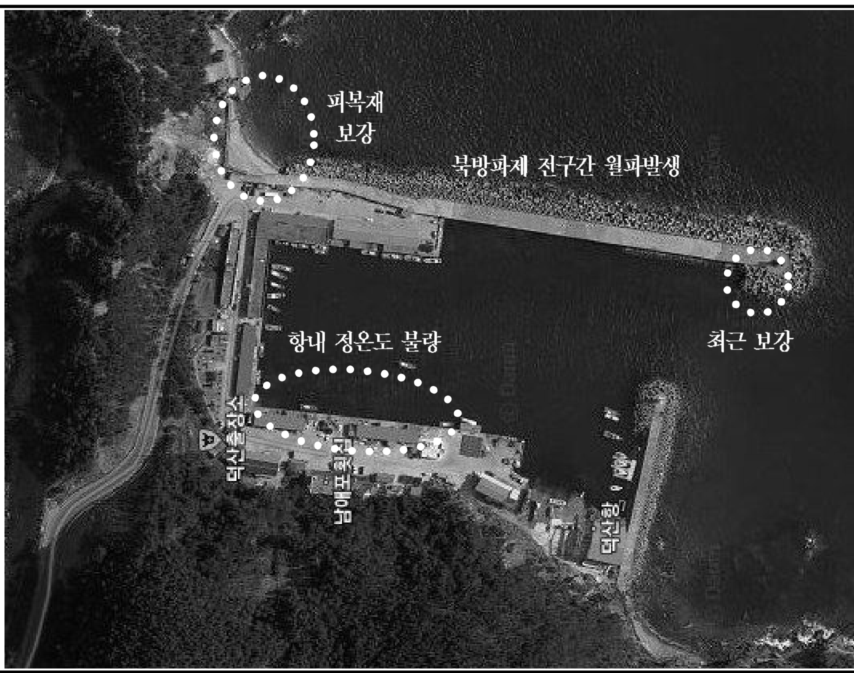
남방파제

물 양 장

호 안

15.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
삼척시청 해양수산과	•월파방지시설에 대한 연구용역 수행중(건국대학교) •북방파제 기부측에 피복재 보강 필요 •현재 남방파제 배후에 요트수리조선소가 위치하고 있어 향후 관련개발 예상
주민의견	•북방파제 전 구간에서 월파발생 •덕산항 주요 어선은 10t미만으로 이상시 항내정온이 불량하여 항 중앙에 앵커링을 하여 정박 •최근 물양장 건설에 따라 반사율 증가 및 연파로 인해 정온 불량 •최근 방파제 두부에 T.T.P보강
의견사항	

2) 현지조사 결과

- 북방파제 기부측을 제외하고는 전반적인 T.T.P의 상태는 양호하며, 북방파제 기부측 물양장에 월파 방지시설이 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

15.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

15.2.1 개요

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

15.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

15.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.350m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 묵호항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 덕산항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.419m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.350m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.419m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 방파제에서 1.8~4.4m, 방사제에서 1.0m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
남방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.6+5.0)	SE	2.4	12.1
	2구간 : (No.6+5.0~No.9+0.0)	SE	2.4	12.1
	3구간 : (No.9+0.0~No.11+0.0)	SE	2.4	12.1
북방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.2+7.0)	SSE	1.1	13.3
	2구간 : (No.2+7.0~No.4+1.0)	SSE	1.7	13.3
	3구간 : (No.4+1.0~No.7+3.0)	ESE	2.9	11.4
	4구간 : (No.7+3.0~No.12+0.0)	E	4.6	12.6
	5구간 : (No.12+0.0~No.14+5.5)	E	4.7	12.6
	6구간 : (No.14+5.5~No.21+5.0)	E	4.8	12.6
	7구간 : (No.21+5.0~No.33+0.0)	ENE	5.0	13.5
	8구간 : (No.33+0.0~No.35+5.0)	ENE	5.0	13.5

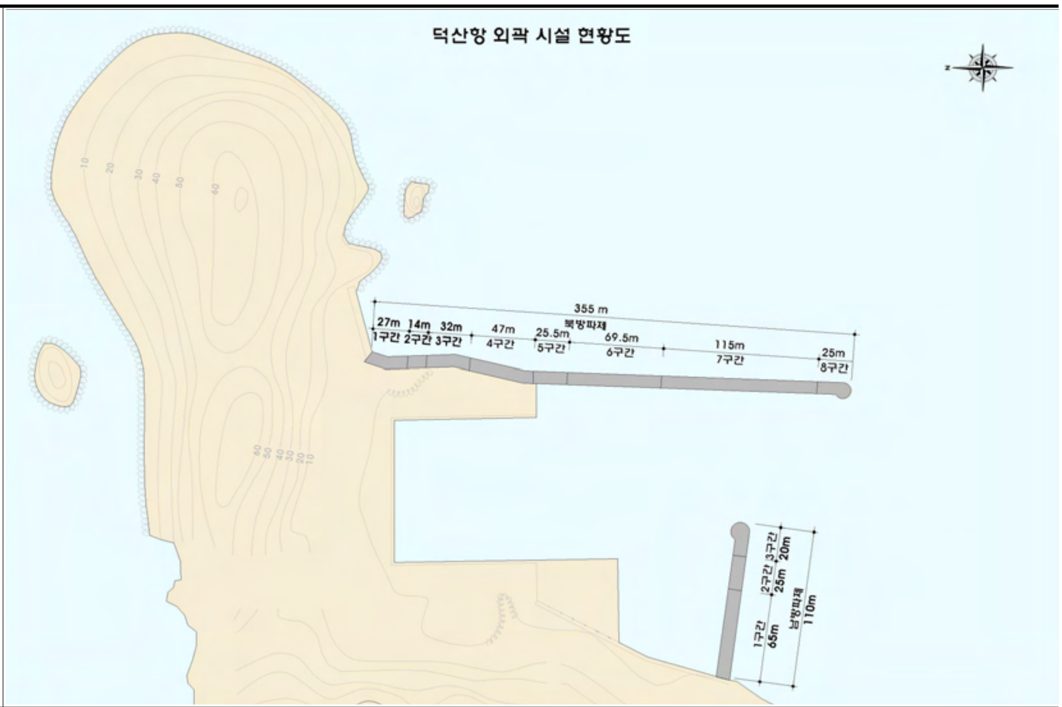
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 덕산항의 안정성 평가 대상시설은 북방파제 355m(8구간), 남방파제 110m(3구간)으로 선정하였다.

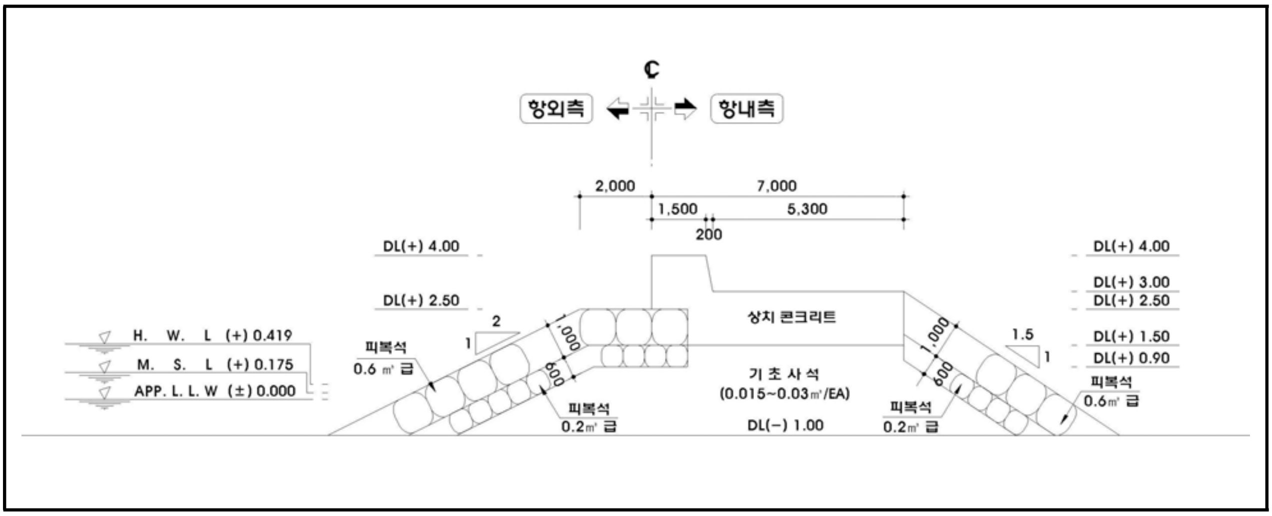
[표 15.2.1] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

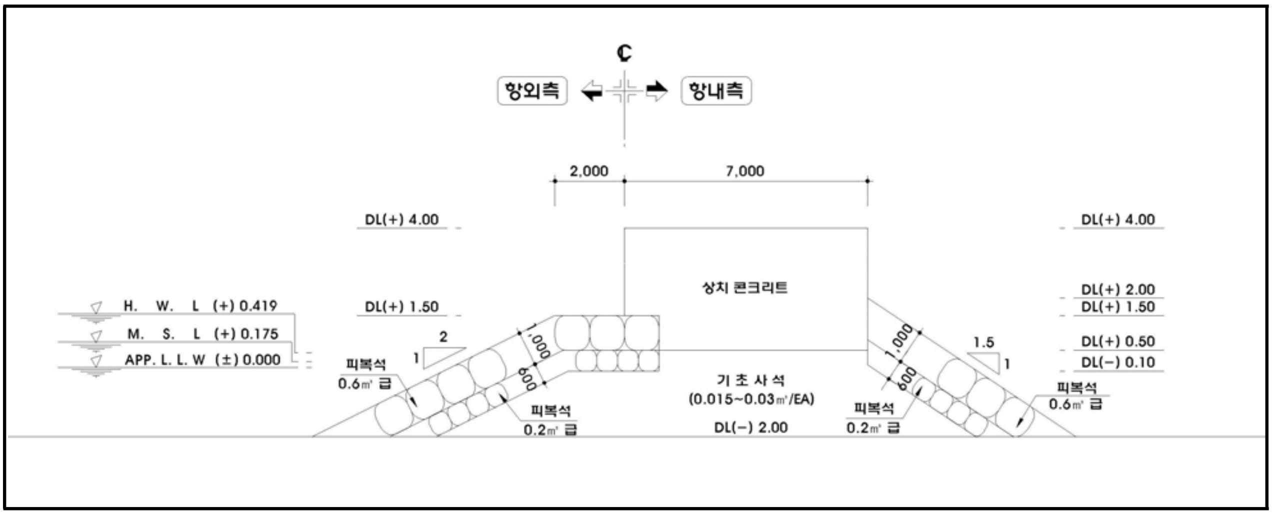


구　　분	북방파제	남방파제
연　　장	355m	110m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제	T.T.P 피복 사석경사제
준공년도	1999년	1990년
전면수심	D.L(-)1.0~10.7m	D.L(-)8.5m
마루높이	D.L(+)3.5~6.4m	D.L(+)3.5m
피 복 재	피복석 0.6m^3/EA, T.T.P 10.0~50.0 ton	T.T.P 5.0~8.0 ton
총 구 간	8개 구간	3개 구간

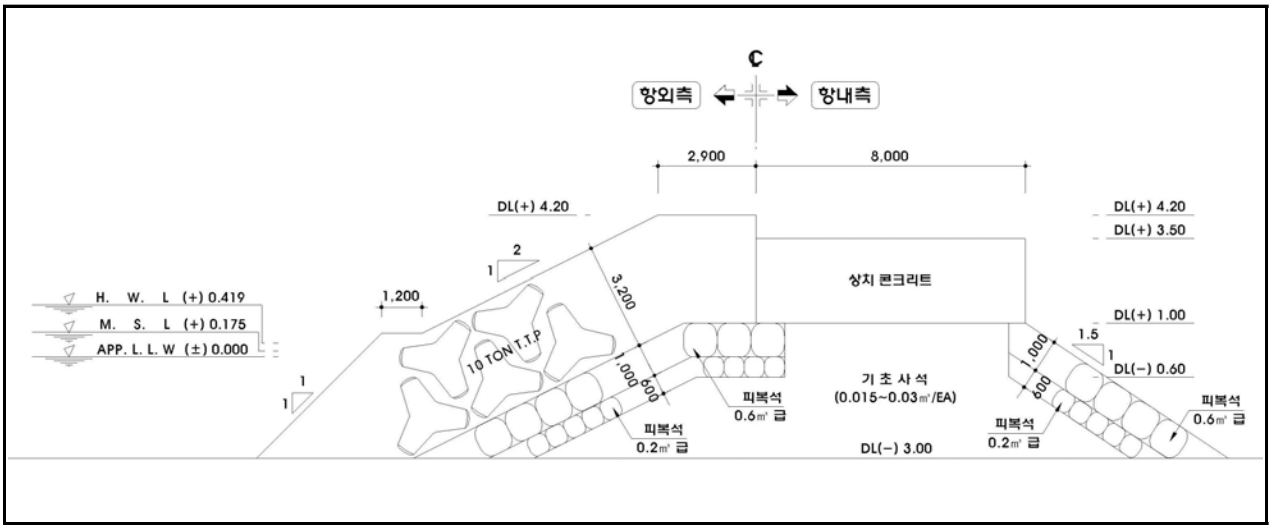
<그림 15.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



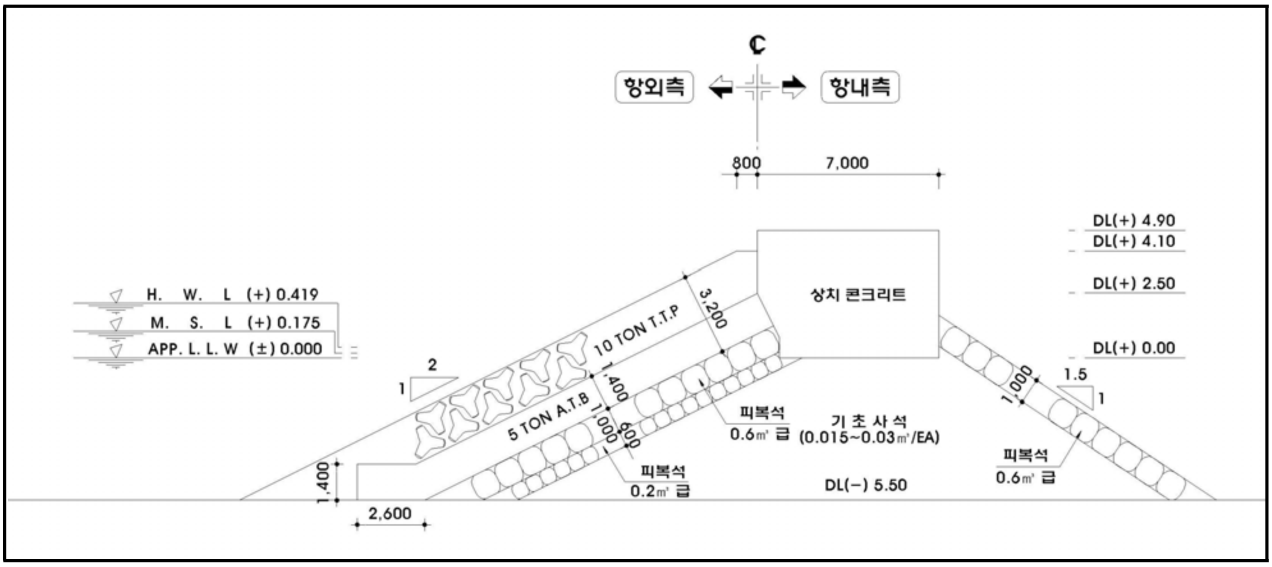
<그림 15.2.2> 북방파제 표준단면도(2구간)



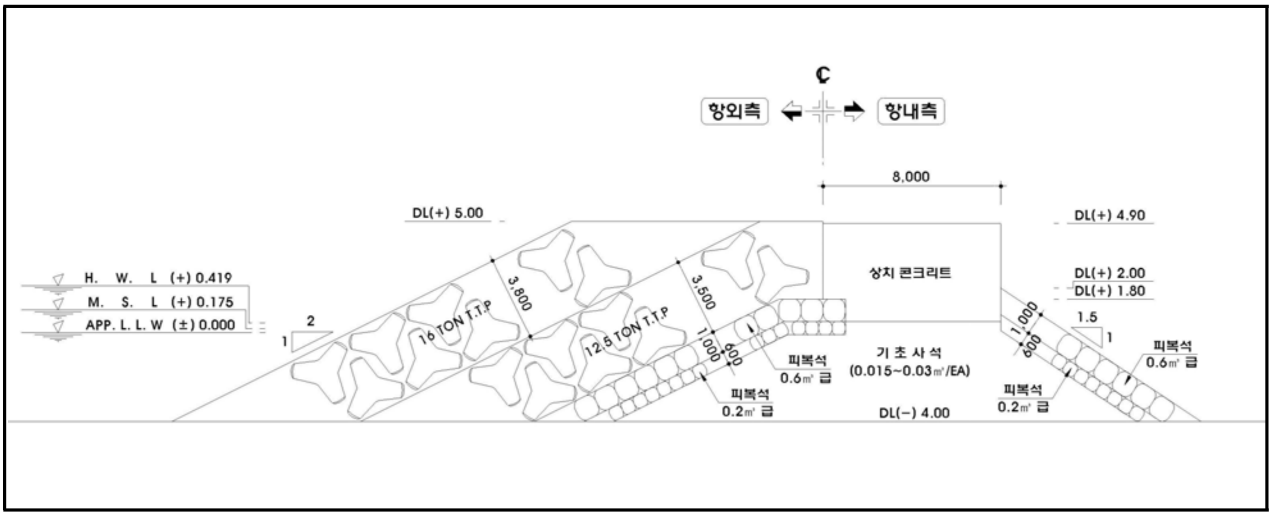
<그림 15.2.3> 북방파제 표준단면도(3구간)



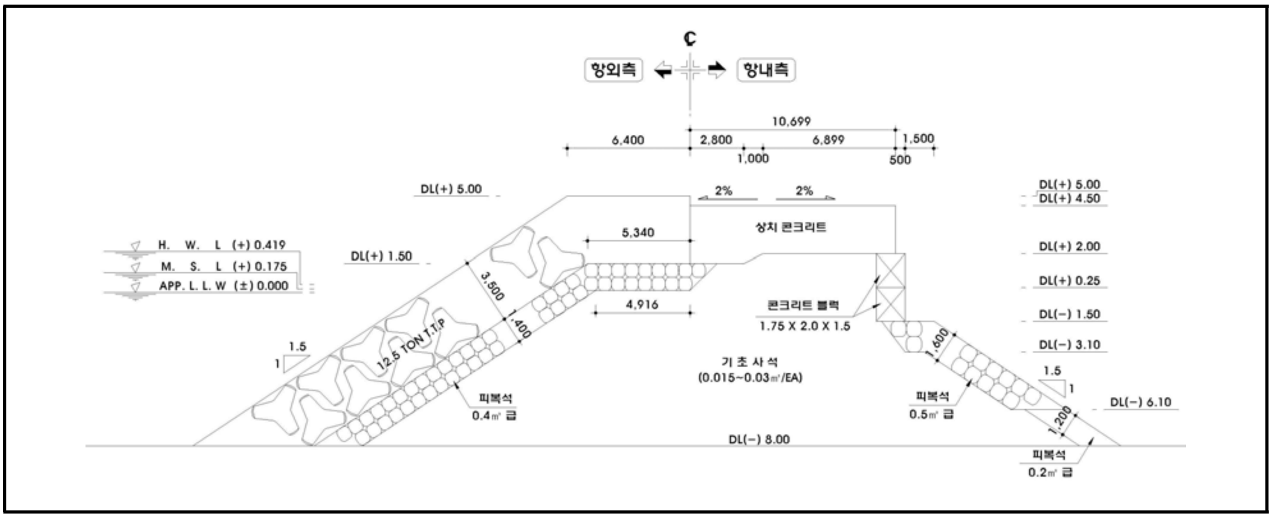
<그림 15.2.4> 북방파제 표준단면도(4구간)



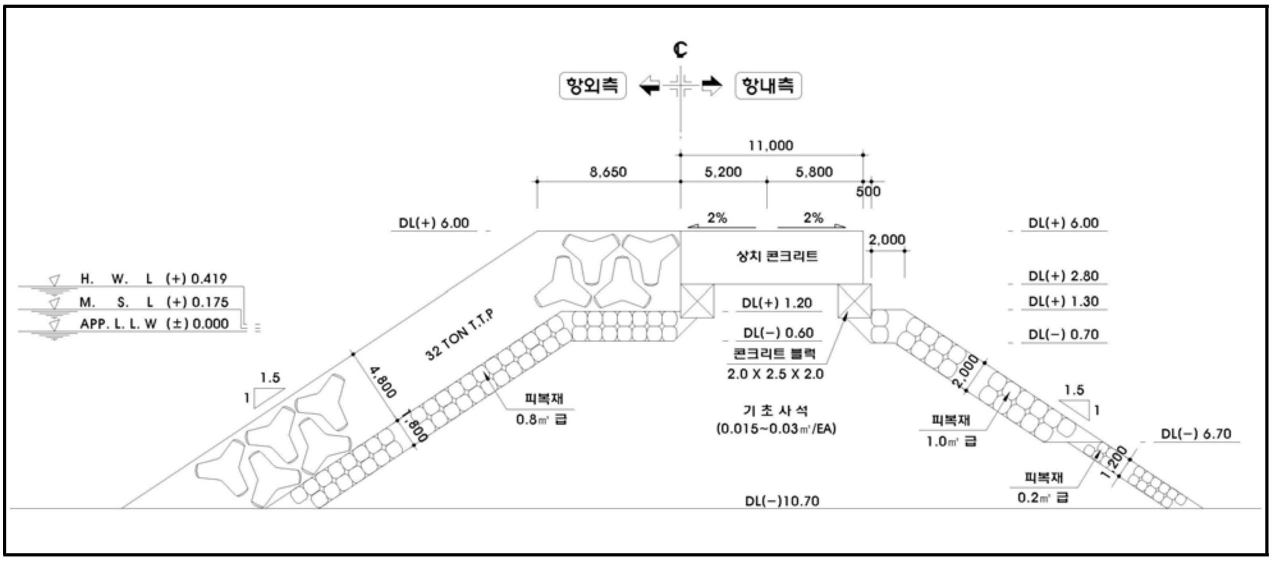
<그림 15.2.5> 북방파제 표준단면도(5구간)



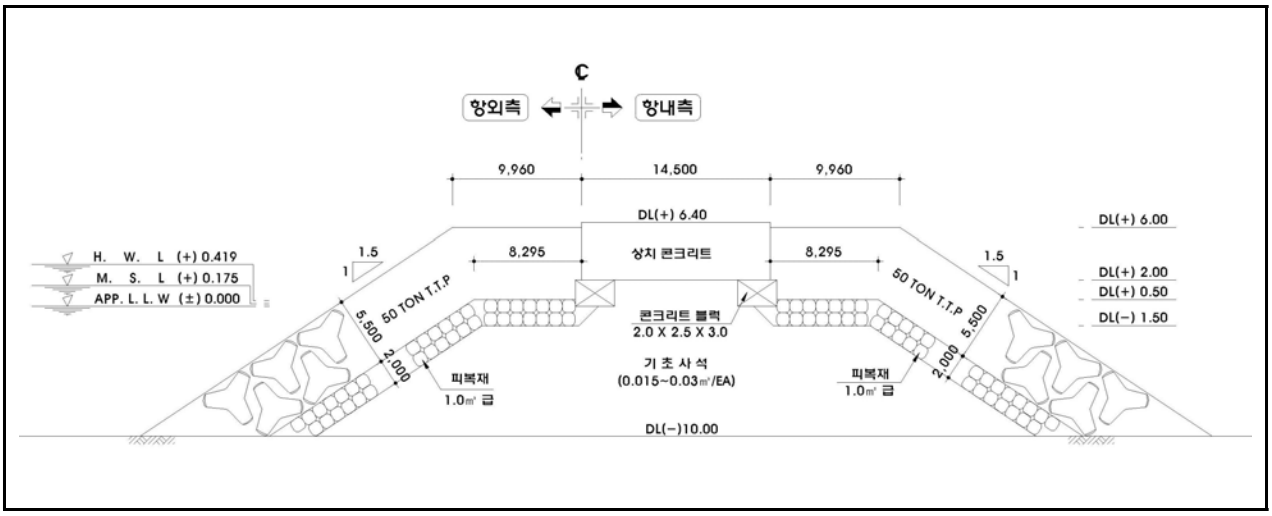
<그림 15.2.6> 북방파제 표준단면도(6구간)



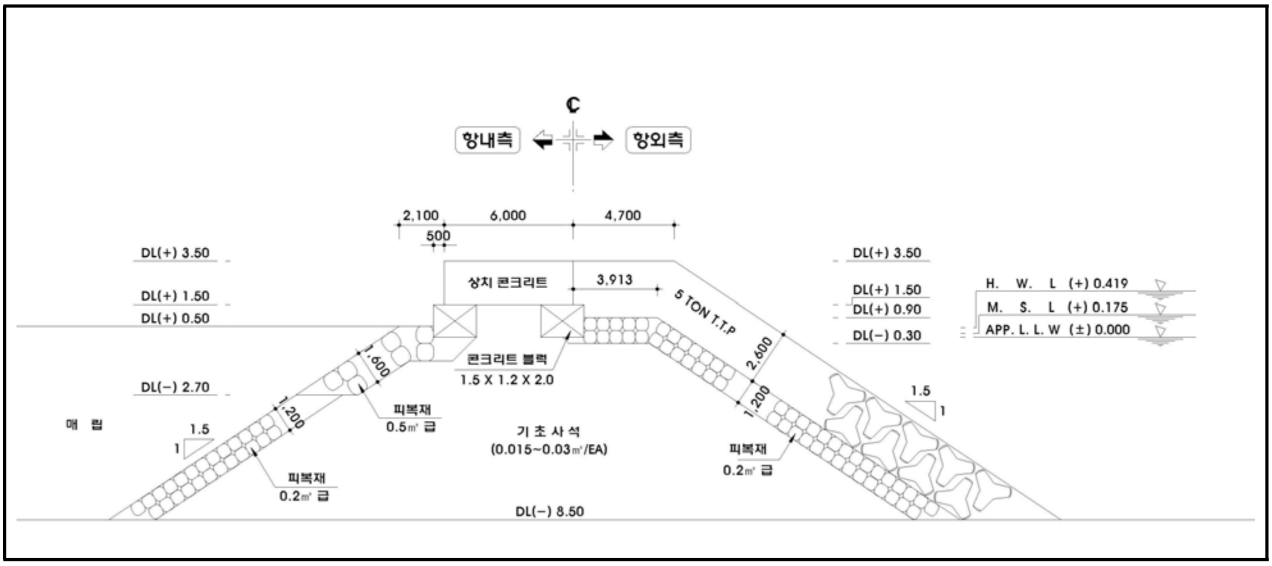
<그림 15.2.7> 북방파제 표준단면도(7구간)



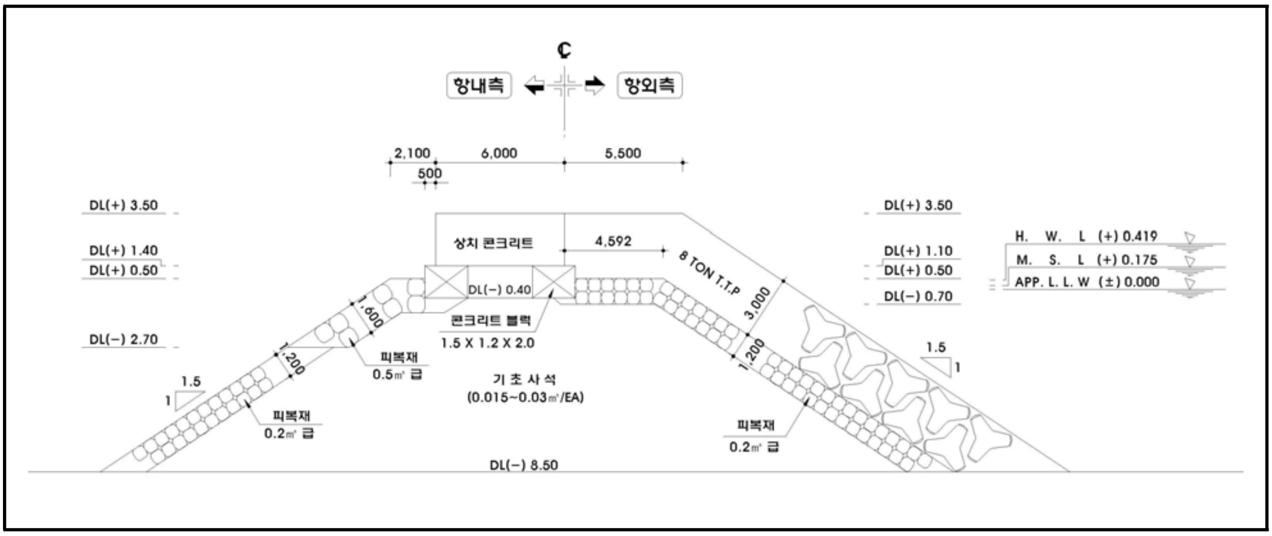
<그림 15.2.8> 북방파제 표준단면도(8구간)



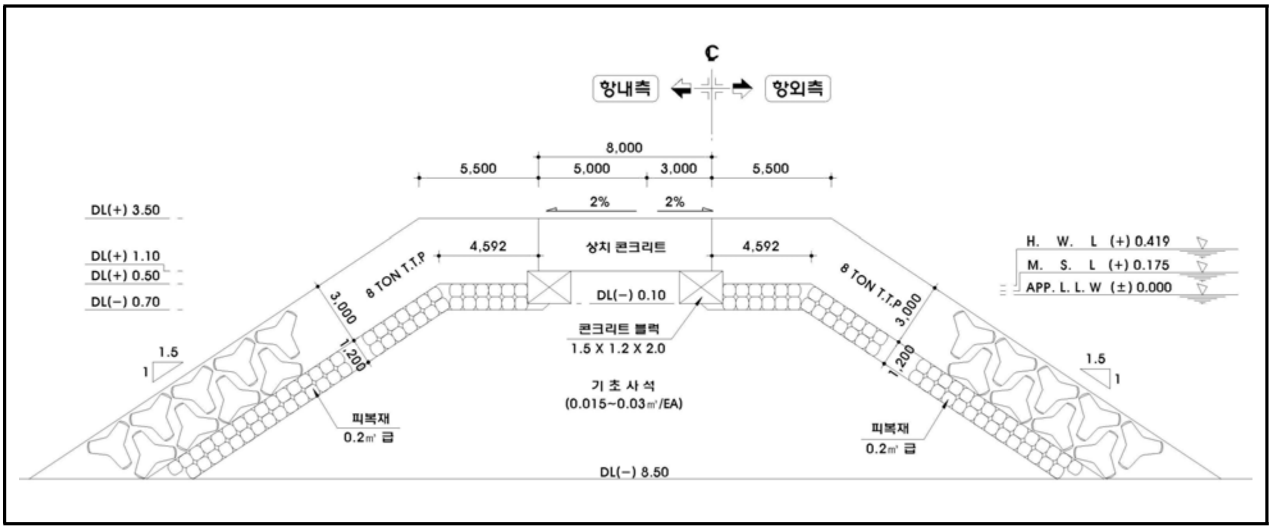
<그림 15.2.9> 남방파제 표준단면도(1구간)



<그림 15.2.10> 남방파제 표준단면도(2구간)



<그림 15.2.11> 남방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후부지가 있는 북방파제 1~4구간과 남방파제 1구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 시설은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 남방파제 1구간의 경우 제 3 방법에 의한 처오름 높이가 과대하게 산정되어 이용성 및 경제성을 고려하여 마루높이를 제 1 방법인 D.L(+) 2.9m로 적용하였다.
- 마루높이 검토결과 북방파제 3~6 구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
남방파제	1구간	2.9	2.4	5.1	1.5	2.9	3.5	OK
	2구간	2.9	-	-	1.5	2.9	3.5	OK
	3구간	2.9	-	-	1.5	2.9	3.5	OK
북방파제	1구간	1.6	1.3	1.7	-	1.7	4.0	OK
	2구간	2.2	2.8	2.6	-	2.8	4.0	OK
	3구간	3.4	3.8	4.3	1.3	4.3	3.5	N.G
	4구간	5.1	5.8	5.9	3.2	5.9	4.9	N.G
	5구간	5.2	-	-	3.2	5.2	4.9	N.G
	6구간	5.3	-	-	3.5	5.3	4.5	N.G
	7구간	5.5	-	-	3.8	5.5	6.0	OK
	8구간	5.5	-	-	3.7	5.5	6.4	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 검토결과 북방파제 6구간에서 외측피복재 T.T.P 16ton이 필요한 것으로 산정되었으나 현재 T.T.P 12.5ton이 건설되어있어 보강이 필요한 것으로 나타났다.
- 또한 북방파제 4~5구간의 중간피복재 소요 질량이 부족한 것으로 나타났으나 현재 외측피복재가 피복되어 있고 피해가 없으므로 안정한 것으로 사료되며, 향후 정비계획시 정밀한 현장조사를 통해 안정성을 검토해야 할 것으로 판단된다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
남방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 2ton	T.T.P 5ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 2ton	T.T.P 8ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	3구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 8ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
북방파제	1구간	쇄파대	피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.6m^3$	OK	-	-	-
	2구간	쇄파대	피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.6m^3$	OK	-	-	-
	3구간	쇄파대	T.T.P 3.2ton	T.T.P 10ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	4구간	쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 10ton	OK	피복석 $0.3m^3$	피복석 $0.2m^3$	N.G
	5구간	비쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 16ton	OK	피복석 $0.3m^3$	피복석 $0.2m^3$	N.G
	6구간	쇄파대	T.T.P 16ton	T.T.P 12.5ton	N.G	피복석 $0.3 \sim 0.4m^3$	피복석 $0.4m^3$	OK
	7구간	비쇄파대	T.T.P 16ton	T.T.P 32ton	OK	피복석 $0.4 \sim 0.5m^3$	피복석 $0.8m^3$	OK
	8구간	쇄파대	T.T.P 25ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 $0.6 \sim 0.8m^3$	피복석 $1.0m^3$	OK

라) 구조물 안정검토

- 남방파제와 북방파제 전 구간에서 활동, 전도, 직선활동에 대한 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
남방파제	1구간	2.16	OK	4.10	OK	1.50	OK
	2구간	2.14	OK	3.90	OK	1.52	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-
북방파제	1구간	11.10	OK	111.58	OK	3.66	OK
	2구간	3.81	OK	14.72	OK	2.61	OK
	3구간	8.93	OK	27.04	OK	2.46	OK
	4구간	1.45	OK	3.41	OK	1.32	OK
	5구간	1.27	OK	6.84	OK	1.36	OK
	6구간	1.60	OK	5.49	OK	2.57	OK
	7구간	2.02	OK	6.54	OK	1.51	OK
	8구간	-	-	-	-	-	-

15.2.4 평가 및 결론

- 남방파제는 전구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공 및 제체공의 안정이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.
- 북방파제는 3~6구간에서 마루높이가 부족하며, 북방파제 6구간에서 피복재 소요중량이 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 15.2.2] 안정성 검토 결과

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="3">남방파제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마루높이(D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>2.9</td><td>2.9</td><td>2.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피복재 소요중량</td><td colspan="2">현 황</td><td>T.T.P 5ton</td><td>T.T.P 8ton</td><td>T.T.P 8ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>T.T.P 2ton</td><td>T.T.P 2ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부공및제체안정</td><td rowspan="6">상시</td><td rowspan="2">활동(1.2)</td><td>산정</td><td>2.16</td><td>2.14</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도(1.2)</td><td>산정</td><td>4.10</td><td>3.90</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선활동(1.2)</td><td>산정</td><td>1.50</td><td>1.52</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td></tr>
</table>

[표 15.2.2] 계속

구 분				북방파제 1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	7구간	8구간
마루 높이 (D.L(+),m)		현 황		4.0	4.0	3.5	4.9	4.9	4.5	6.0	6.4
		금 회		1.7	2.8	4.3	5.9	5.2	5.3	5.5	5.5
		판 정		OK	OK	N.G	N.G	N.G	N.G	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		피복석 $0.6m^3$	피복석 $0.6m^3$	T.T.P 10ton	T.T.P 10ton	T.T.P 16ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 32ton	T.T.P 50ton
		금 회		피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.2m^3$	T.T.P 3.2ton	T.T.P 10ton	T.T.P 10ton	T.T.P 16ton	T.T.P 16ton	T.T.P 25ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	N.G	OK	OK
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	11.10	3.81	8.93	1.45	1.27	1.60	2.02	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	111.58	14.72	27.04	3.41	6.84	5.49	6.54	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	3.66	2.61	2.46	1.32	1.36	2.57	1.51	-
			판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불필요	불필요	필 요	필 요	필 요	필 요	불필요	불필요

15.3 보수·보강 방안 수립

15.3.1 개요

• 덕산항의 외곽시설에 대해 개정된 심해설계파를 적용한 안정성 검토결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 북방파제 3~6구간으로 평가되었다.

• 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

• 그러나, 덕산항의 경우 최근 기후 변화에 따른 심해설계파 변화 경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다. 따라서, 3차년도에 구조물 설계파 및 안정성 평가를 재수행한 후 최종 보수·보강 계획을 수립할 예정이다.

[표 15.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
남방파제	1구간	65m	
	2구간	25m	
	3구간	20m	
북방파제	1구간	27m	
	2구간	14m	
	3구간	32m	○
	4구간	47m	○
	5구간	25.5m	○
	6구간	69.5m	○
	7구간	115m	
	8구간	25m	

15.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

1) 북방파제

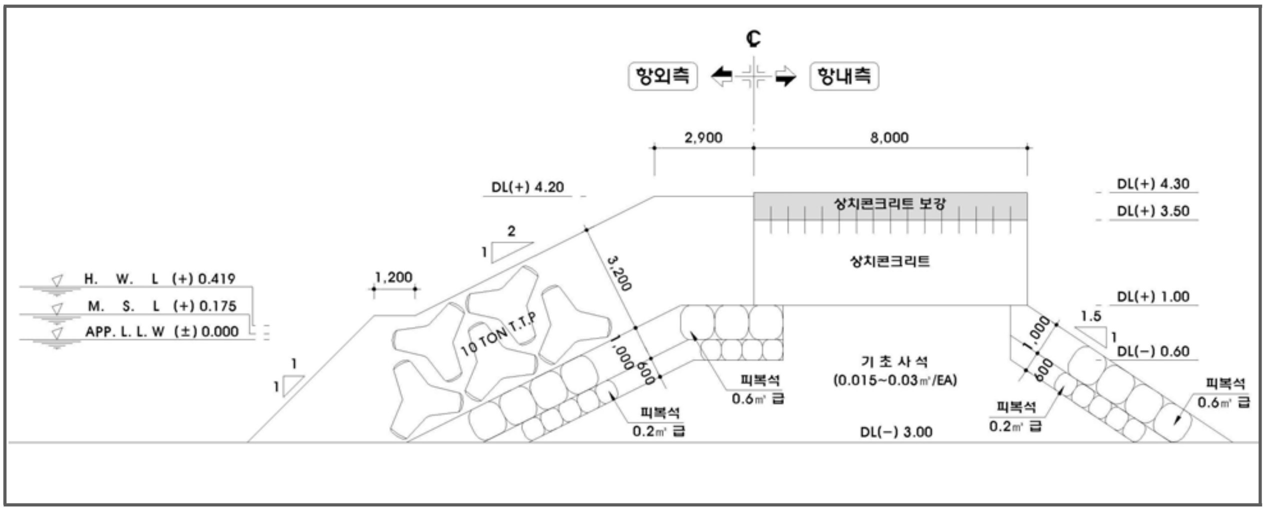
• 마루높이가 부족한 3~6구간에 대해서 3구간은 D.L(+) 4.3m, 4~6구간은 D.L(+) 6.0m로 보강하였는데, 4~6구간은 마루높이 검토시 각각 D.L(+) 5.9m, D.L(+) 5.2m, D.L(+) 5.3m로 산정되었으나 7구간의 마루높이가 D.L(+) 6.0m로 시공되어 있어 인접단면과의 단차를 줄이고 향후 방파제 상부의 친수시설 등 이용성 증대를 위해 마루높이를 D.L(+) 6.0m로 계획하였으며, 마루높이 증고시 천단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 계획하였다.

• 또한 6구간은 외측 피복재가 소요질량보다 미달하여 기존 T.T.P 12.5ton 전면에 T.T.P 16.0ton을 보강하여 안정성을 확보토록 계획하였다.

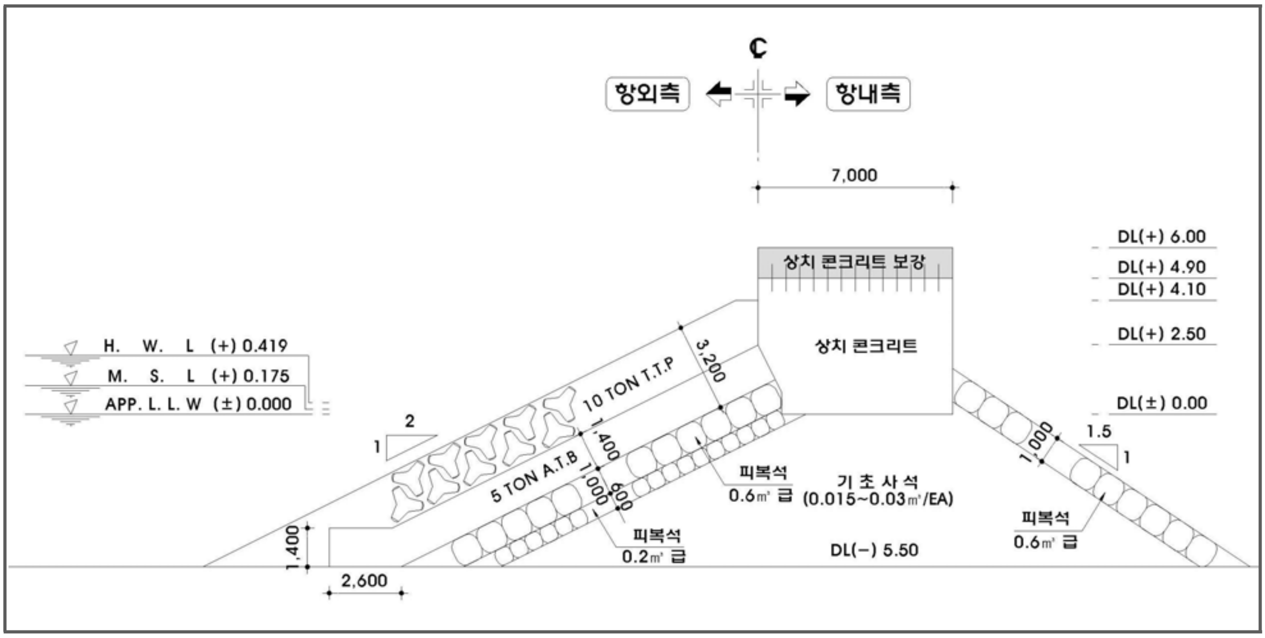
[표 15.3.2] 북방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		3구간	4구간	5구간	6구간	비고
시설연장		32.0m	47.0m	25.5m	69.5m	174m
마 루 높 이	현황	D.L(+)3.5m	D.L(+)4.9m	D.L(+)4.9m	D.L(+)4.5m	
	계획	D.L(+)4.3m	D.L(+)6.0m	D.L(+)6.0m	D.L(+)6.0m	
외 측 피복재	현황	T.T.P 10.0ton	T.T.P 10.0ton	T.T.P 16.0ton	T.T.P 12.5ton	
	계획	-	-	-	T.T.P 16.0ton	

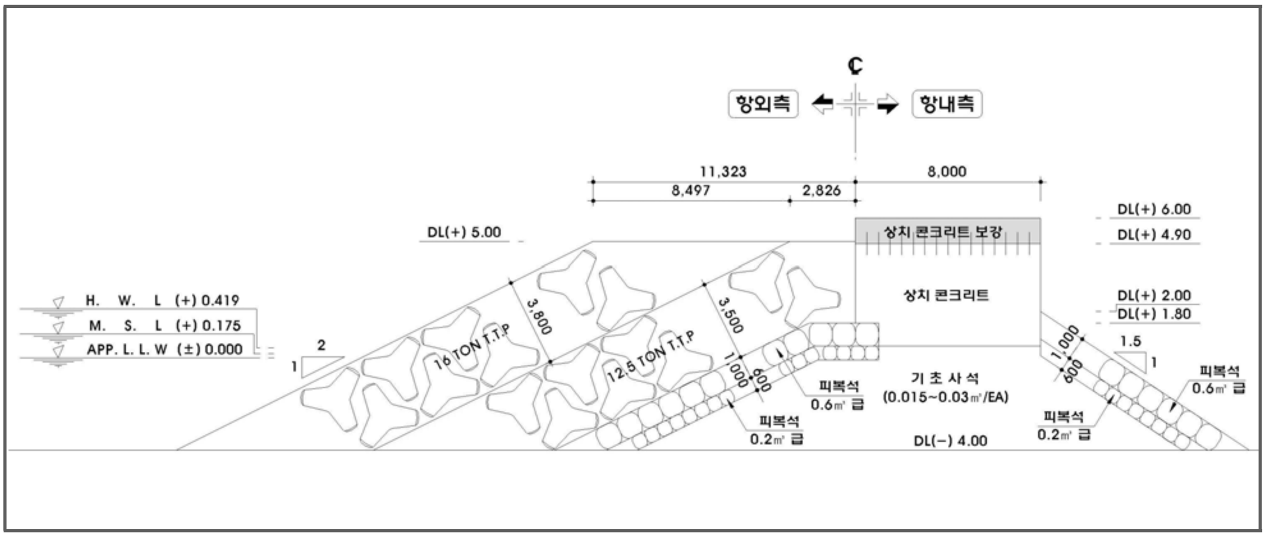
<그림 15.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강안)



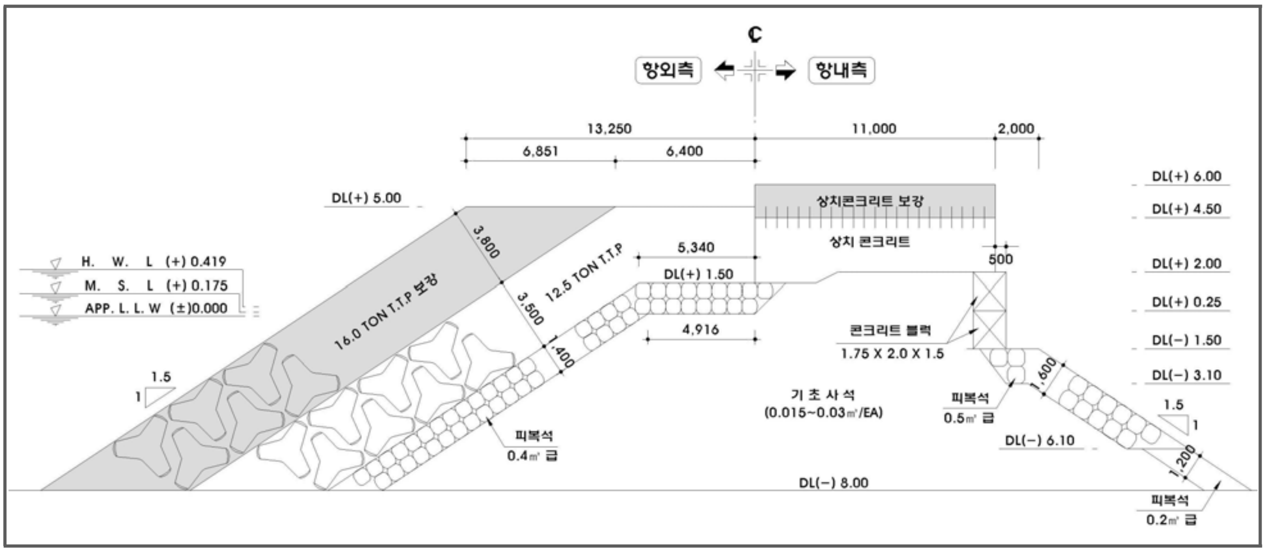
<그림 15.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강안)



<그림 15.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(5구간, 보강안)



<그림 15.3.4> 보수 · 보강 표준단면도(6구간, 보강안)



2) 유용계획

- 북방파제 6구간에 대한 피복석 보강을 하면서 기존의 T.T.P에 대해 유용계획을 검토한 결과 덕산항내에 제거된 T.T.P를 유용할 시설이 없으며, 현재 인근어항의 정비 및 보강계획이 없어 북방파제 6구간은 기존 T.T.P 12.5ton 위에 T.T.P 16ton을 덧씌우는 방법으로 보강계획을 수립하였으며, 차후 주변 어항에 대한 보강계획이 있을시 활용방안을 다시 검토하여야 할 것으로 사료된다.

15.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

• 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.

- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간주유소 평균가 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사　　석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

• 덕산항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 18억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
북방파제	174	-	1,808	
3구간	32	4	128	• 상치 보강
4구간	47	4	188	• 상치 보강
5구간	25.5	4	102	• 상치 보강
6구간	69.5	20	1,390	• 상치 보강, 피복재 보강
합 계	174		1,808	

제16장 구계항

제 16 장 구계항

16.1 기초자료조사

16.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 구계항이 속한 영덕군은 동으로만 동해에 열려 있으며, 강원도로부터 뻗어온 태백산맥이 영덕군 서부를 지나며 각처에 많은 봉우리를 이루고 있다. 크고 작은 하천은 동해로 유입되고 해안선은 굴곡이 완만하며 모래사장이 곳곳에 형성되어 있다.
- 구계항 인근은 서측의 솥발산(302.2m)으로부터 발원한 구계천이 상류측에 있는 구계저수지에 저수되었다가 동해로 유입되고 있으며, 북측과 남측으로는 많은 기암이 있고 그 중앙에는 총 0.5km의 모래사장이 형성되어 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(영덕) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 16.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원	구 분		단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.3	현상일수	맑 음	일	112.1
		풍 향		NNE		흐 림		114.4
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.7		안 개		2.7
		풍 향		NNE		강 수		29.5
	평균풍속		m/sec	2.4		강 설		6.4
						결 빙		97.7
기 온	연 평 균		℃	12.8		뇌 전		8.2
	최 고			38.0		폭 풍		19.3
	최 저			-14.2		기 온		2.5
강수량	연 평 균		mm	1,074.0	작업일수	육 상		223
	일 최 다			296.0		해 상		227

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.8℃이며, 월평균기온은 1월 0.7℃, 8월 24.4℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 38.0℃(1983년 8월), 최저기온은 -14.2℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 16.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

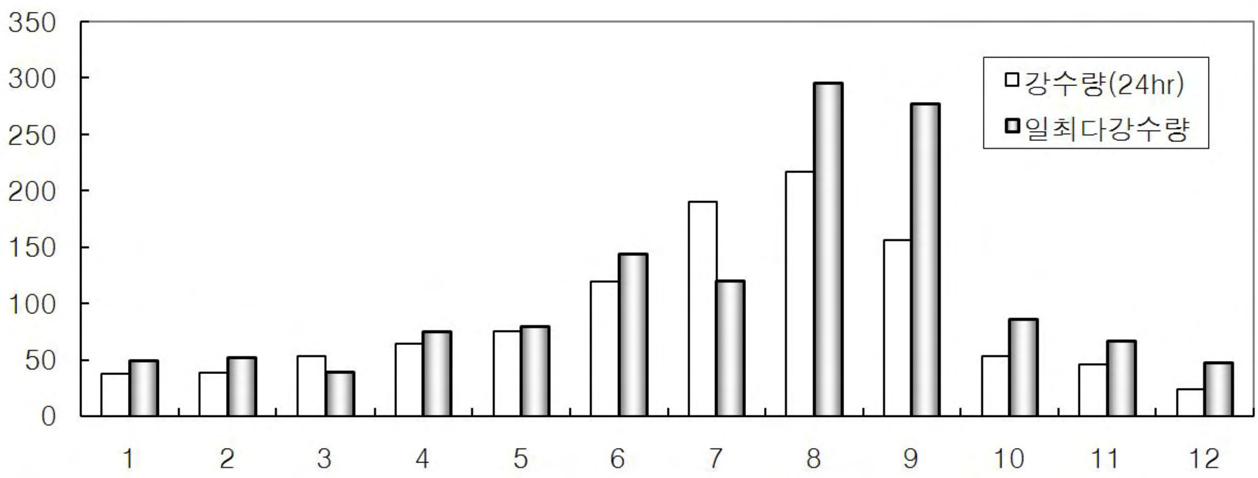
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	0.7	2.4	6.4	12.3	16.7	20.1	23.7	24.4	20.0	14.8	8.8	3.2	12.8
최 고	17.0	24.1	26.9	34.0	35.8	36.9	37.7	38.0	34.5	29.8	25.9	20.7	38.0
최 저	-14.2	-13.5	-7.4	-3.6	1.5	6.0	11.1	13.0	6.4	-1.4	-6.5	-11.8	-14.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 2003년의 1,841.2mm, 연최소 강수량은 1995년의 558.2mm이며, 연평균 강수량은 1,074.0mm로 나타난다.

<그림 16.1.1> 강수량(mm)



[표 16.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

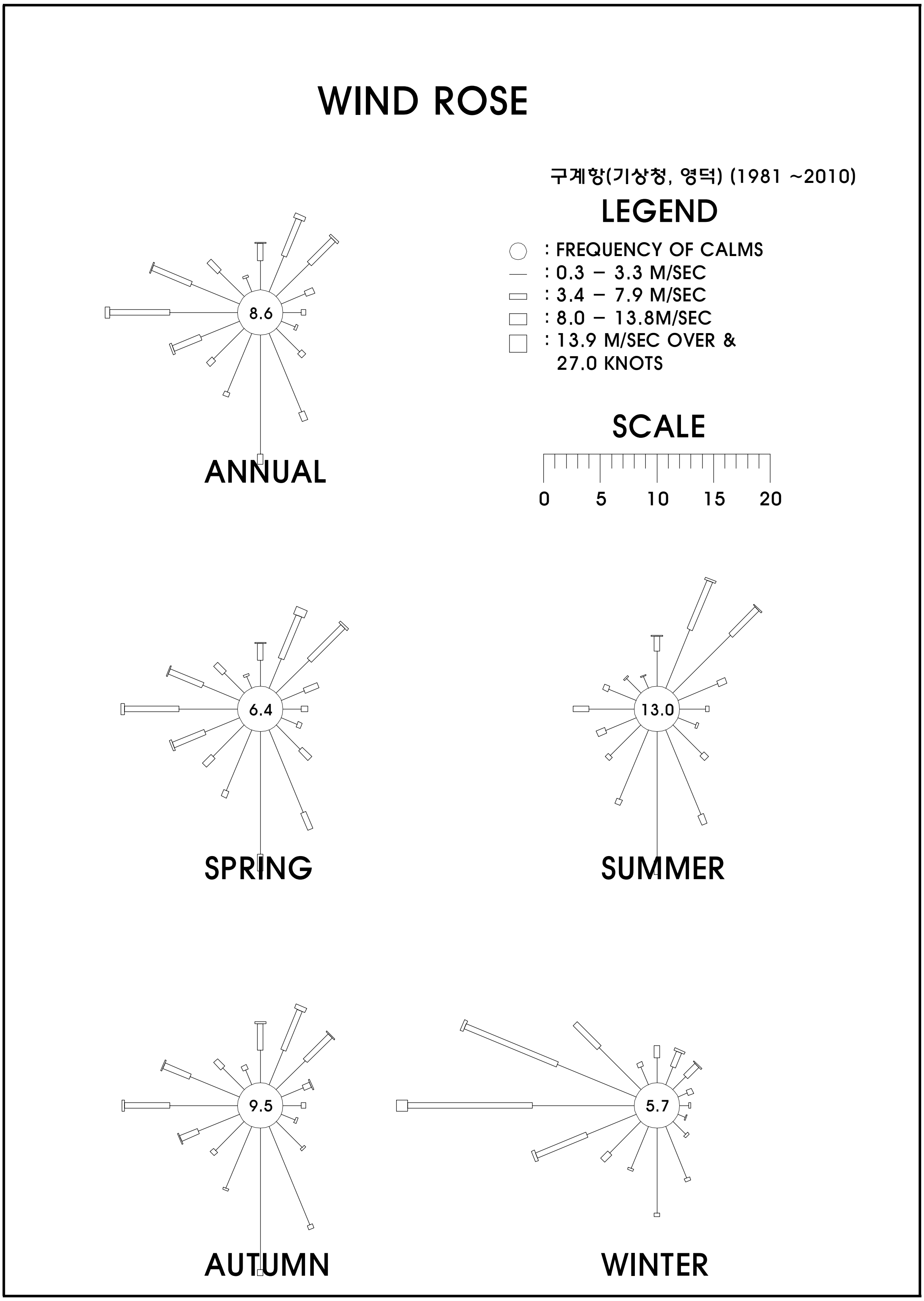
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	37.4	38.7	53.0	64.0	75.6	119.8	189.7	216.9	155.9	53.2	45.6	24.2	1074.0
일최다	49.6	52.0	38.8	75.5	80.0	144.0	120.0	296.0	277.5	86.0	66.5	47.3	296.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.4m/sec, 최대 풍속은 NNE방향에서 18.3m/sec로 나타난다.

<그림 16.1.2> 바람장미도



[표 16.1.4] 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	2.7	2.7	2.4	2.0	1.8	1.9	2.0	2.1	2.4	2.8	2.4
최 대		18.2	16.2	16.1	15.6	13.6	12.2	14.0	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	W	WSW	NNE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.1일로 약 31%이고 흐린 날씨는 114.4일로 나타났다.
- 안개발생일수는 2.7일, 강수일수는 29.5일, 폭풍일수는 19.3일로 나타났다.

[표 16.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.1	12.4	8.9	9.0	7.9	4.5	2.9	4.6	6.3	11.1	12.2	16.2	112.1
흐 림	5.1	6.3	10.5	8.8	10.4	15.3	17.1	13.2	11.5	6.6	5.8	3.8	114.4
안 개	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	1.1	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	2.7
강 수	1.3	1.4	1.9	2.1	2.2	3.1	5.4	4.8	3.7	1.5	1.3	0.8	29.5
강 설	2.2	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	6.4
결 빙	27.6	22.9	13.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	8.6	22.6	97.7
뇌 전	0.0	0.0	0.1	0.2	1.0	1.1	2.3	2.5	0.5	0.4	0.1	0.0	8.2
폭 풍	3.0	2.0	2.4	2.7	1.1	0.4	0.5	0.7	1.1	1.1	1.4	2.9	19.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 16.1.6] 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)

- 구계항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 227일, 육상작업 가능일수는 223일로서 연가동률이 62%와 61% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 16.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	37.47	104.09	141.56	223.44
해 상	30.83	106.20	137.03	227.97

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

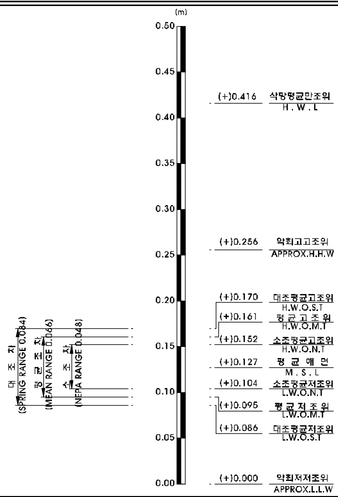
3) 해상조건

가) 조위

• 구계항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.256m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.170m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.127m이며, 대조차 0.084m, 평균조차 0.066m, 소조차 0.048m로 나타났다.

[표 16.1.8] 구계항의 조위

구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 41.6	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 25.6	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 17.0	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 16.1	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 15.2	
평 균 해 면	(M. S .L)	D.L(+) 12.7	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 10.4	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 9.5	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 8.6	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	



※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

• 구계항의 조류는 창조시 북류하고 낙조시 남류한다. 조류속은 창조시는 0.23kn이고 낙조시는 0.50kn이다.

다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 16.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
구계항 기본조사 및 시설계획보고서 (1988.07)	NE SE	7.3 7.0	12.0 11.0	

16.1.2 기존자료조사

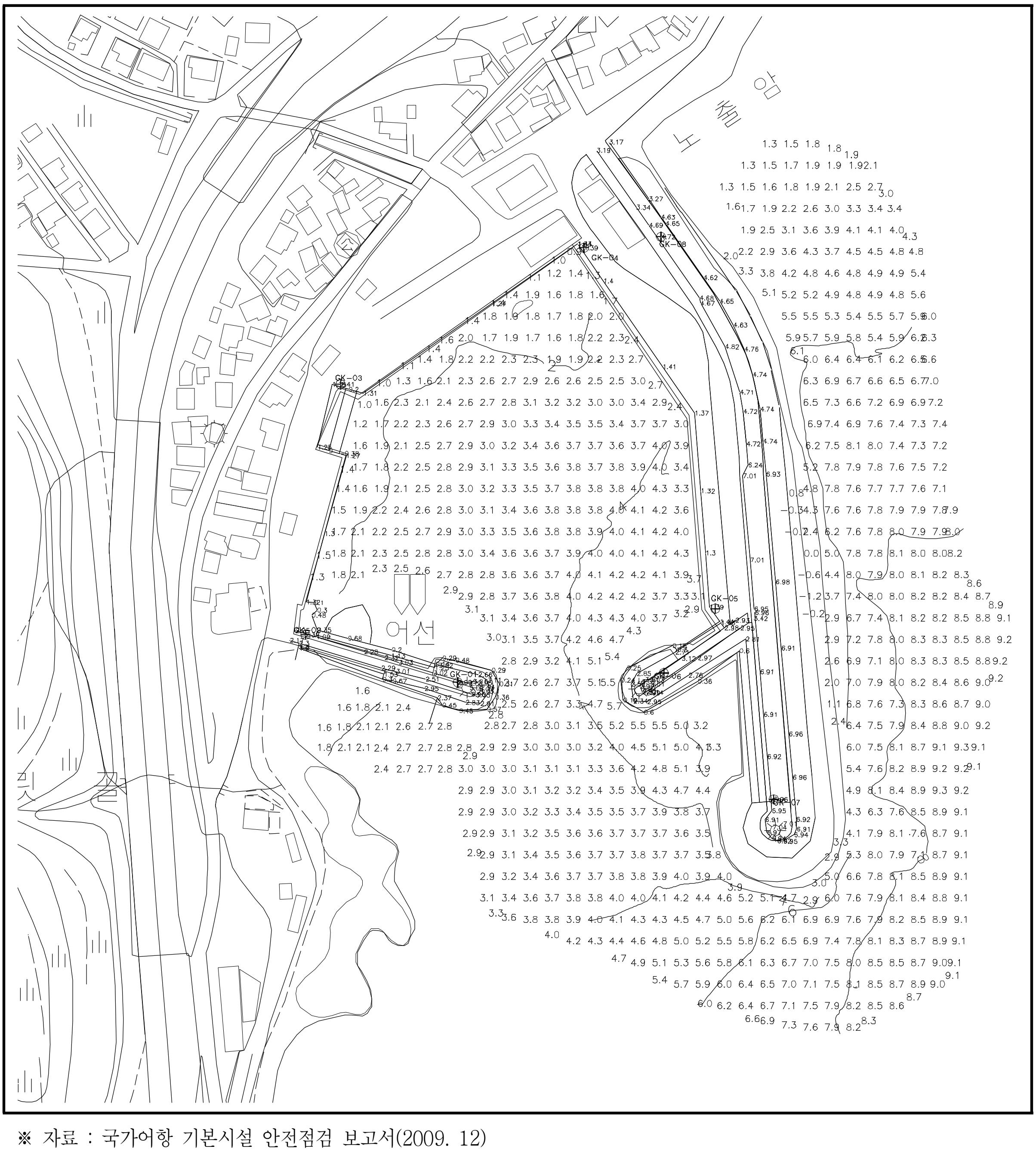
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 "국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009. 12)"에 수록된 구계항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 16.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009. 12)

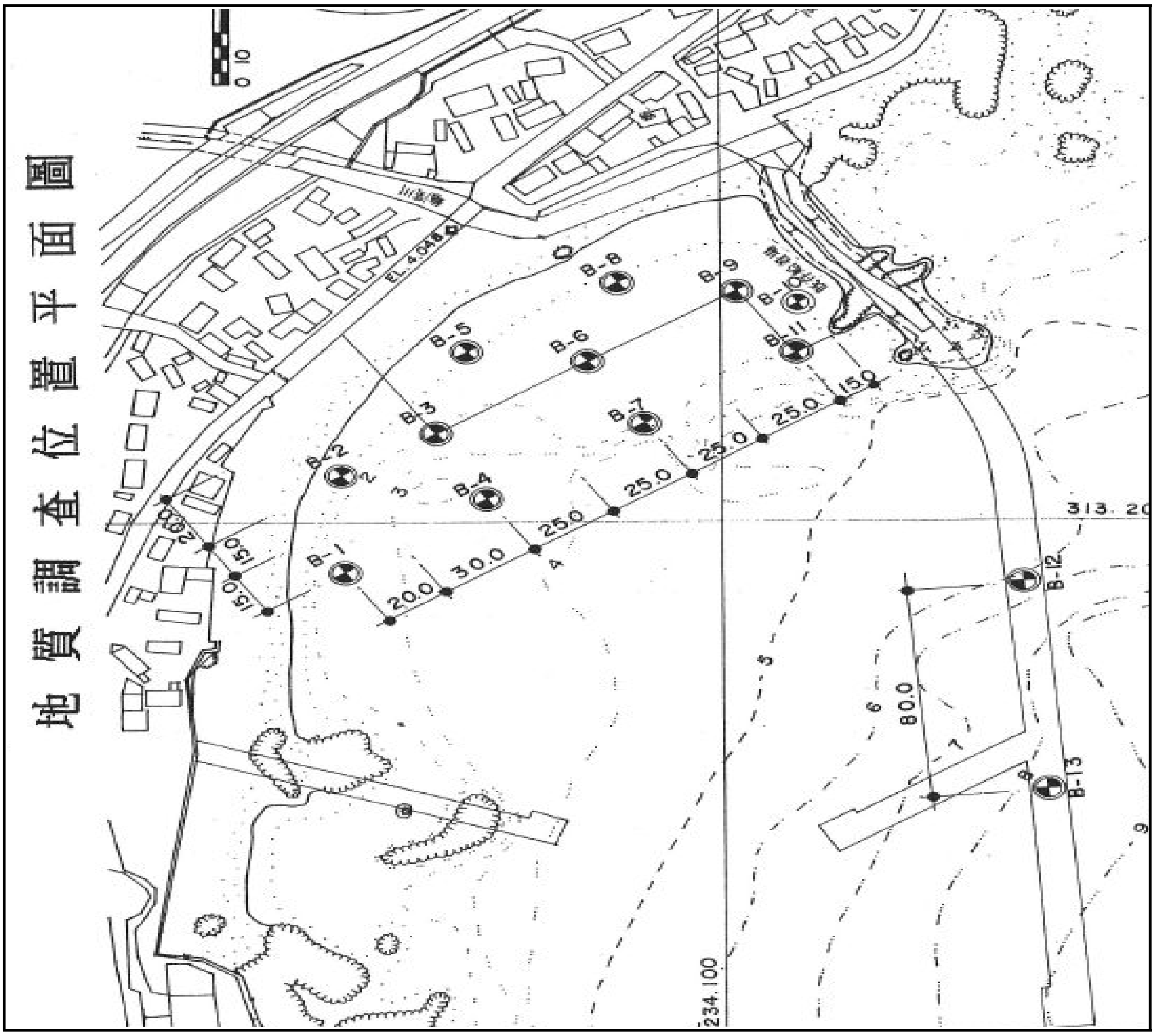
2) 지반조사

가) 개 요

- 지반조사 자료는 기존에 수행된 “구계항 기본조사 및 시설계획 보고서(1988. 07)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 16.1.4> 조사위치도



다) 지형 및 지질

- 구계항 서쪽에 있는 솔발산(302m)으로부터 발원한 구계천이 상류에 있는 구계 저수지에 저수되었다가 동해로 유입되고 있으며 북쪽과 남쪽에는 바위가 많고 그 중앙에 약 0.5km의 모래사장이 형성돼 있다.

- 해저토질은 모래층이 약 3.0m 두께로 표층을 이루고 그 저면은 풍화대가 발달되어 있다.

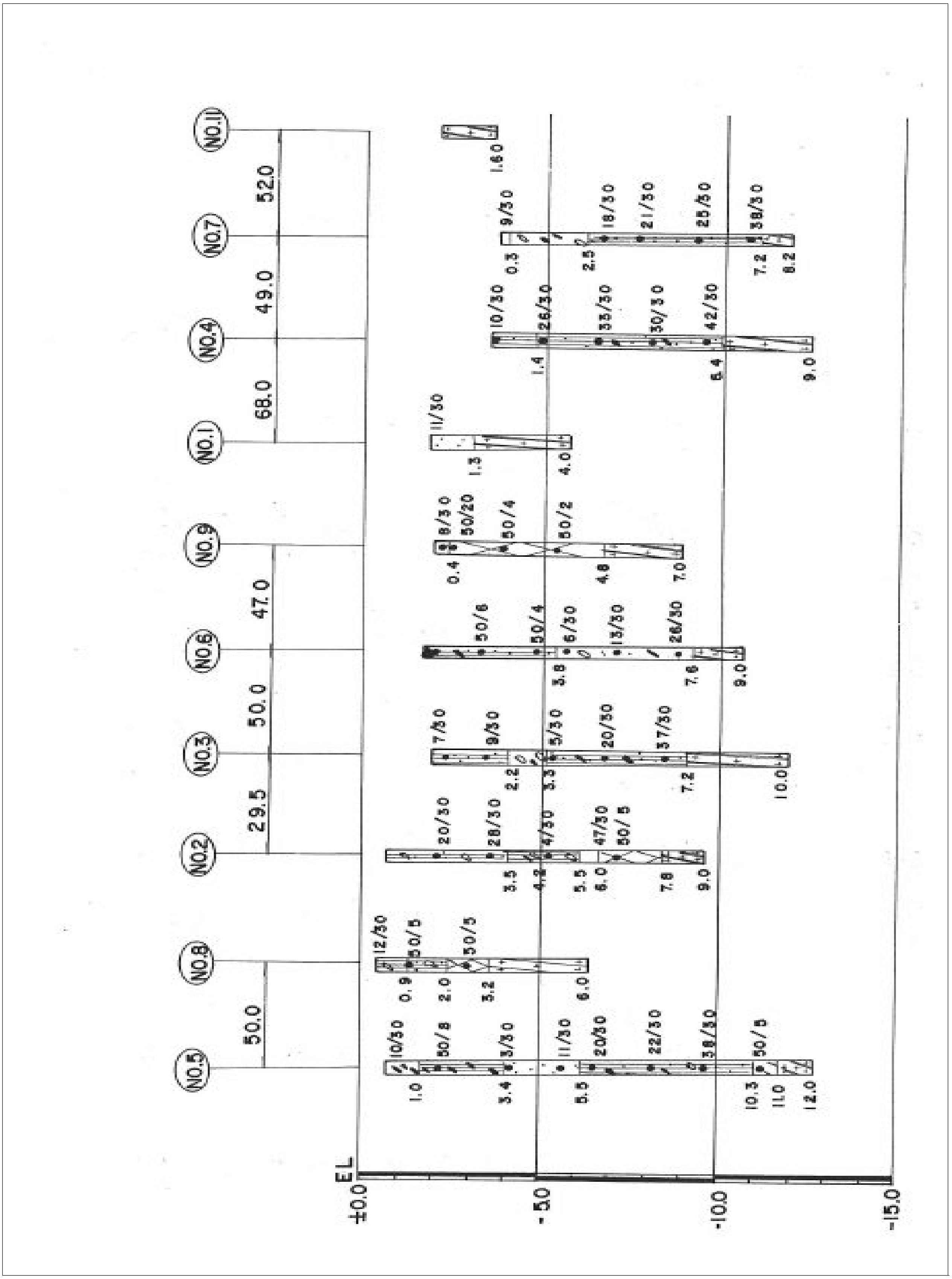
라) 시추조사 결과 요약

- 구계항 지질의 개략적인 연직적 분포상태는 해저지표면으로부터 해수 및 소하천에 의해 실트, 모래, 자갈, 전석등의 퇴적물이 유입 운반되어 퇴적된 퇴적층이 위치하며, 이어서 기반암이 오랜 기간 풍화작용을 받아 형성된 풍화대가 분포한다
- 최하부에는 시대미상의 화강암, 중생대 백악기초에 관입 형성된 중성화산암류 및 이들의 관입에 의한 변성작용으로 형성된 준변성암이 발달하고 있다

[표 16.1.10] 시추조사 결과

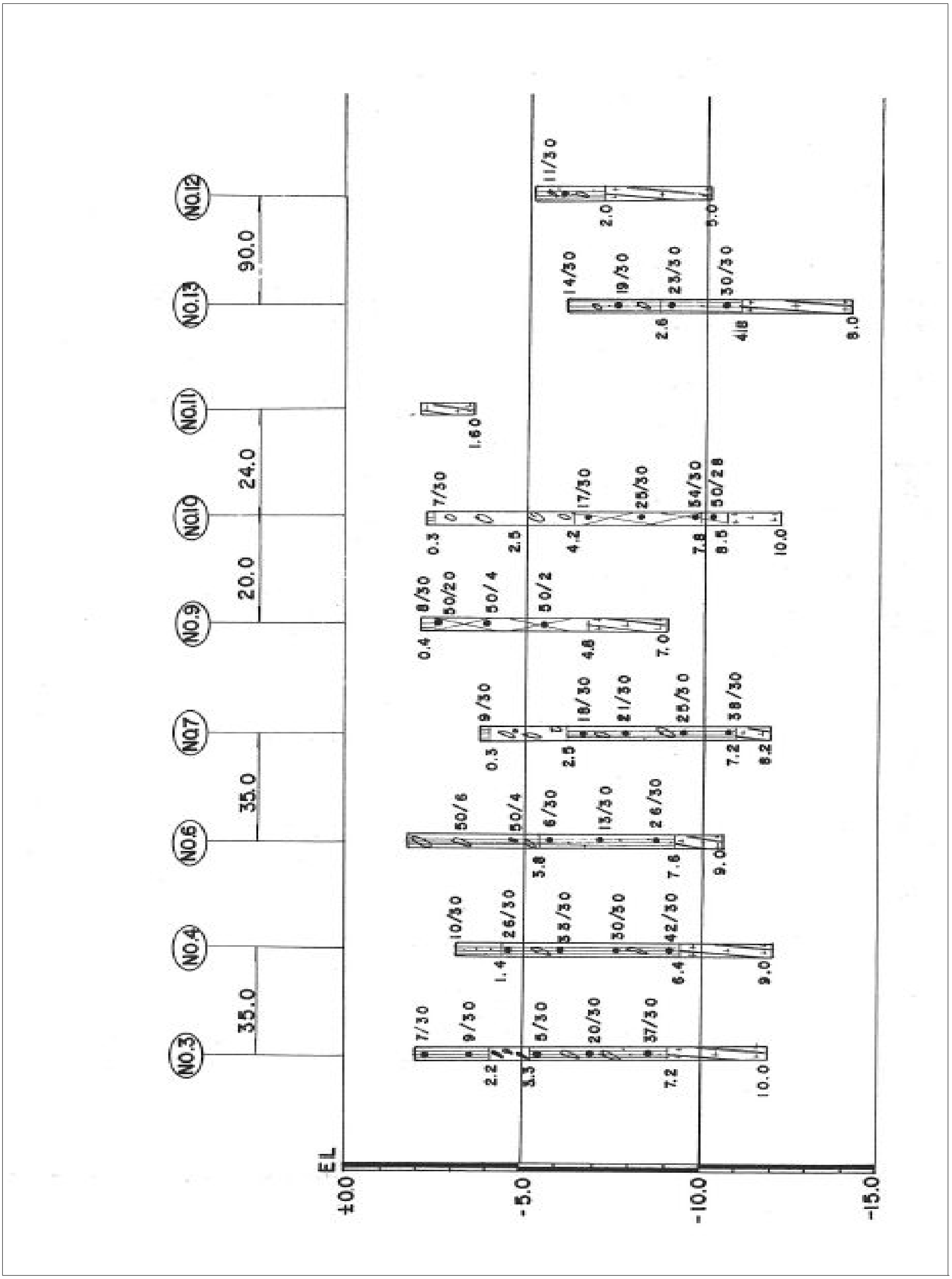
구 분	지반고(m)	모래(m)	자갈(m)	풍화암(m)	연암(m)	계	비 고
BH-1	(-)1.80	1.3	-	-	2.7	4.00	
BH-2	(-)0.70	4.8	1.2	1.8	1.2	9.00	
BH-3	(-)1.90	6.1	1.1	-	2.8	10.00	
BH-4	(-)3.00	6.4	-	-	2.6	9.00	
BH-5	(-)0.80	7.9	2.4	0.7	1.0	12.00	
BH-6	(-)1.60	3.8	3.8	-	1.4	9.00	
BH-7	(-)3.70	5.0	2.2	-	1.0	8.20	
BH-8	(-)0.50	0.9	1.1	1.2	2.8	6.00	
BH-9	(-)1.95	0.4	-	4.4	2.2	7.00	
BH-10	(-)2.23	3.9	3.9	0.7	1.5	10.00	
BH-11	(-)2.10	-	-	-	1.6	1.60	
BH-12	(-)5.20	2.0	-	-	3.0	5.00	
BH-13	(-)5.40	4.8	-	-	3.2	8.00	
계		47.3	15.7	8.8	27.0	98.8	

<그림 16.1.5> 지질조사 주상도(1)



※ 자료 : 구계항 기본조사 및 시설계획 보고서(1988. 07, 수산청)

<그림 16.1.6> 지질조사 주상도(2)



※ 자료 : 구계항 기본조사 및 시설계획 보고서(1988. 07, 수산청)

16.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1988년	기본계획 수립	
1990년	접안시설 소요연장 조사	
1991년	기본시설 완공	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2005년	전체시설완공	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽시설	북방파제	사석식경사제	350m	
	남방파제	사석식경사제	98m	
	파제제	사석식경사제	70m	
계류시설	물양장	중력식	375m	
	선양장	중력식	30m	

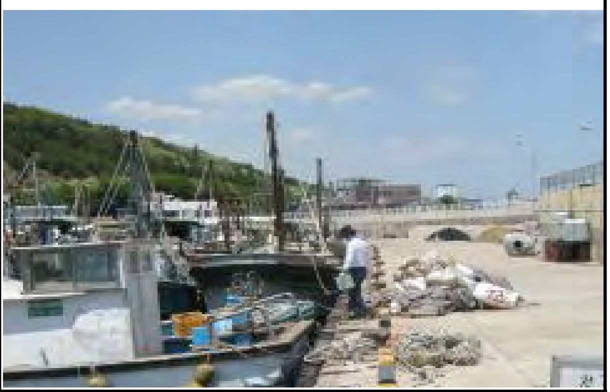
<그림 16.1.7> 구계항 현황도

<그림 16.1.8> 기존 시설현황

북방파제

남방파제

물 양 장



파 제 제

16.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
영덕군청 해양수산과	•어민들의 편의를 위해 남방파제 인근에 어구보관 창고 요망
주민의견	•북방파제 배후 물양장 인근해역은 어항 개발이후 항내준설이 없어 장기간 오염물질 등에 의한 일부매몰 및 오염 발생(준설요망) •북방파제 기부측에 마루높이 증고 및 T.T.P 보강 요망
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 북방파제 기부측은 상치콘크리트 및 T.T.P가 보강되어 있으며, 일부구간에서는 안전난간이 파손되었다.
- 북방파제, 남방파제, 파제제의 외측 T.T.P 거치상태는 양호하나 물양장 인근해역에서 항내 매몰 현상 발생하는 것으로 조사되었다.

<그림 16.1.9> 피해현황 및 보강

상치콘크리트 및 T.T.P 보강

안전난간 파손

16.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

16.2.1 개요

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

16.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

16.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.256m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 포항항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 구계항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.416m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.256m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.416m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 북방파제에서 1.3~6.3m, 남방파제에서 2.4m, 파제제제에서 1.4m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
북방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.3+2.0)	E	1.3	12.8
	2구간 : (No.3+2.0~No.8+6.0)	E	4.0	12.8
	3구간 : (No.8+6.0~No.18+6.0)	E	5.3	12.8
	4구간 : (No.18+6.0~No.26+0.0)	E	5.7	12.8
	5구간 : (No.26+0.0~No.33+0.0)	E	6.3	12.8
	6구간 : (No.33+0.0~No.35+5.0)	E	6.3	12.8
남방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.5+8.0)	SSE	2.4	12.8
	2구간 : (No.5+8.0~No.7+8.0)	SSE	2.4	12.8
	3구간 : (No.7+8.0~No.10+3.0)	SSE	2.4	12.8
파제제	1구간 : (No.0+0.0~No.5+0.0)	SSE	1.4	12.8
	2구간 : (No.5+0.0~No.7+5.0)	SSE	1.4	12.8

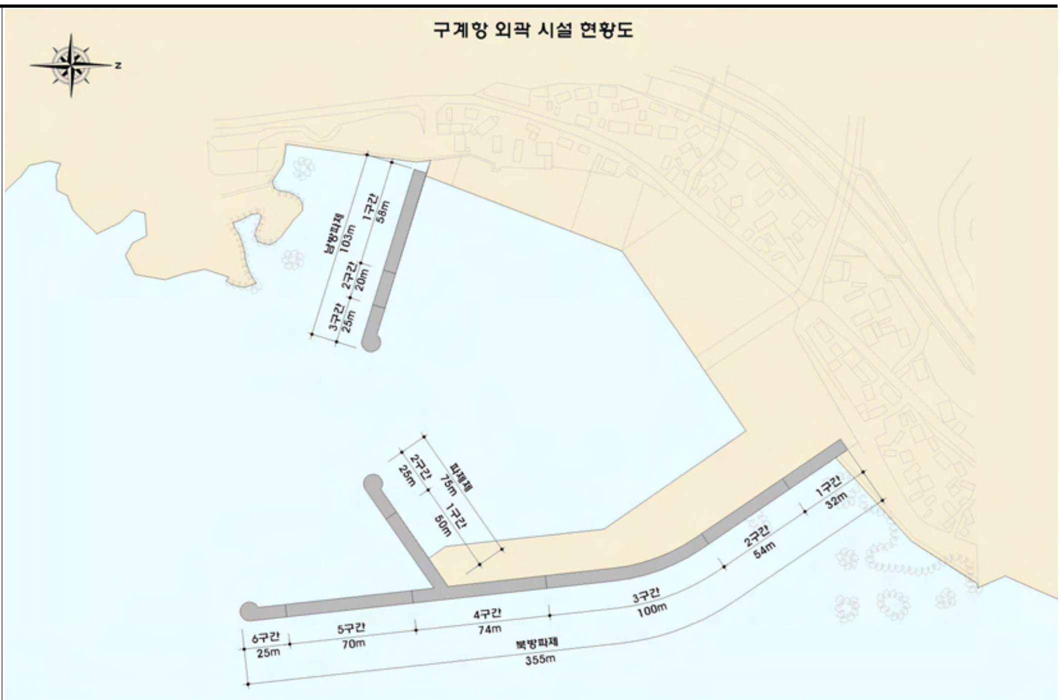
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 구계항의 안정성 평가 대상시설은 남방파제 103m(3구간), 북방파제 355m(6구간), 파제제 75m(2구간)으로 선정하였다.

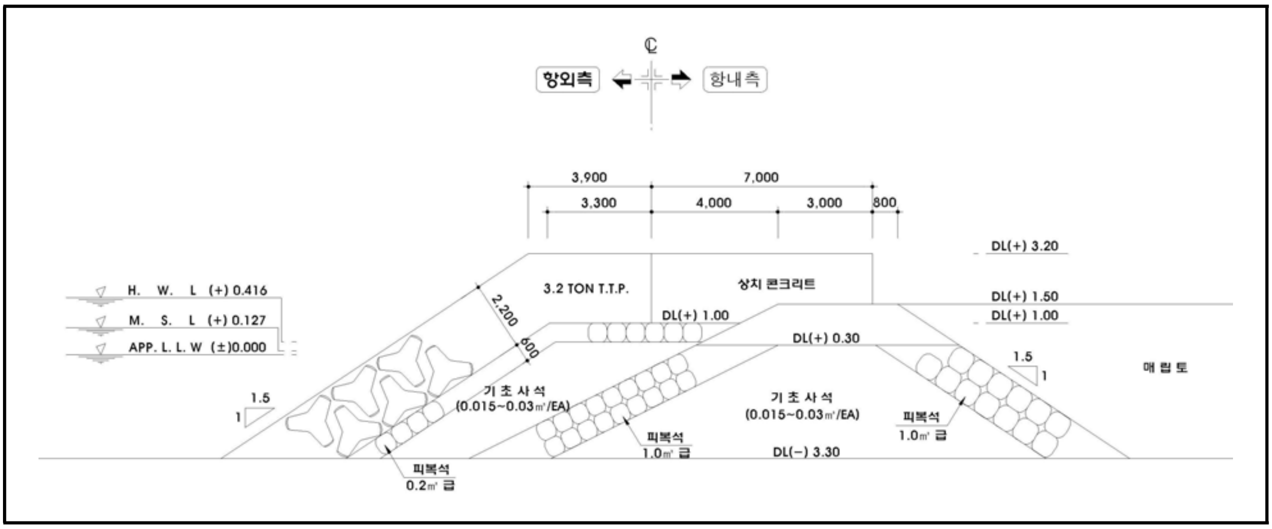
[표 16.2.1] 외곽시설 시설현황

방 파 제 시설현황도

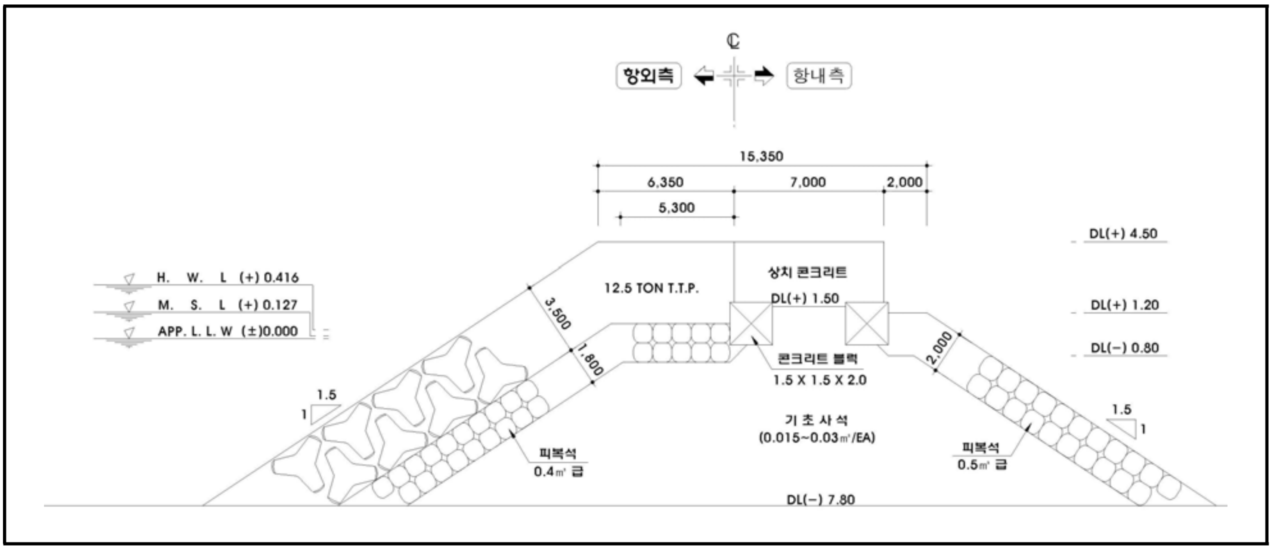


구 분	북방파제	남방파제	파제제
연 장	355m	103m	75m
구조형식	사석경사제	사석경사제	사석경사제
준공년도	1992년	1991년	1991년
전면수심	D.L(-)3.3~7.8m	D.L(-)5.9~8.8m	D.L(-)7.0m
마루높이	D.L(+)3.2~6.8m	D.L(+)2.1~2.8m	D.L(+)2.8m
피 복 재	T.T.P 3.2~40.0 ton	피복석 0.7m^3/EA, T.T.P 3.2 ton	T.T.P 3.2 ton
총 구 간	6개 구간	3개 구간	2개 구간

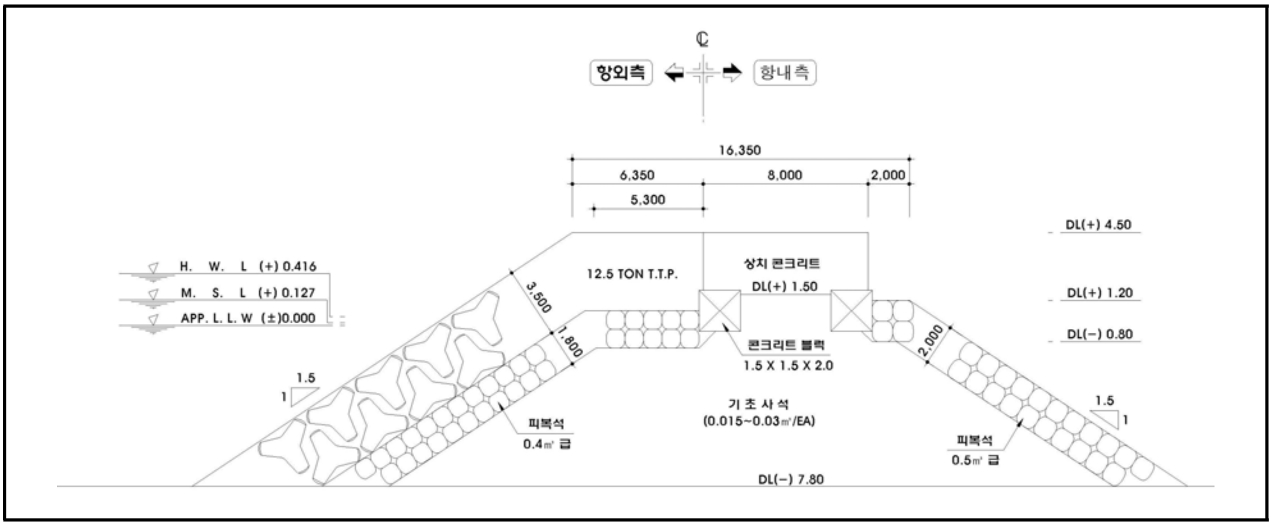
<그림 16.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



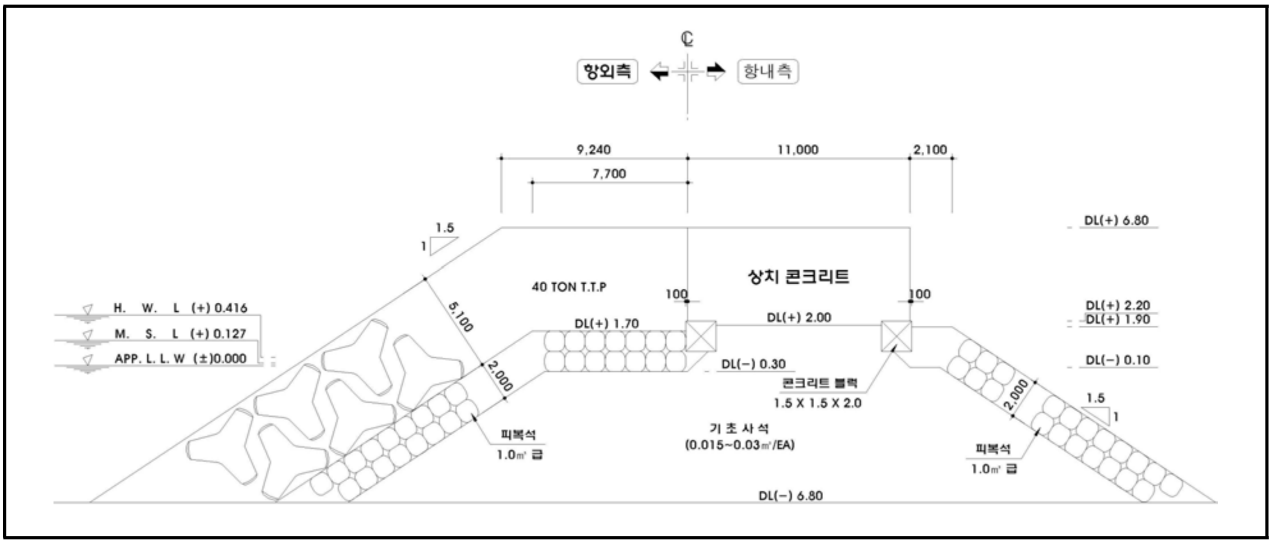
<그림 16.2.2> 북방파제 표준단면도(2구간)



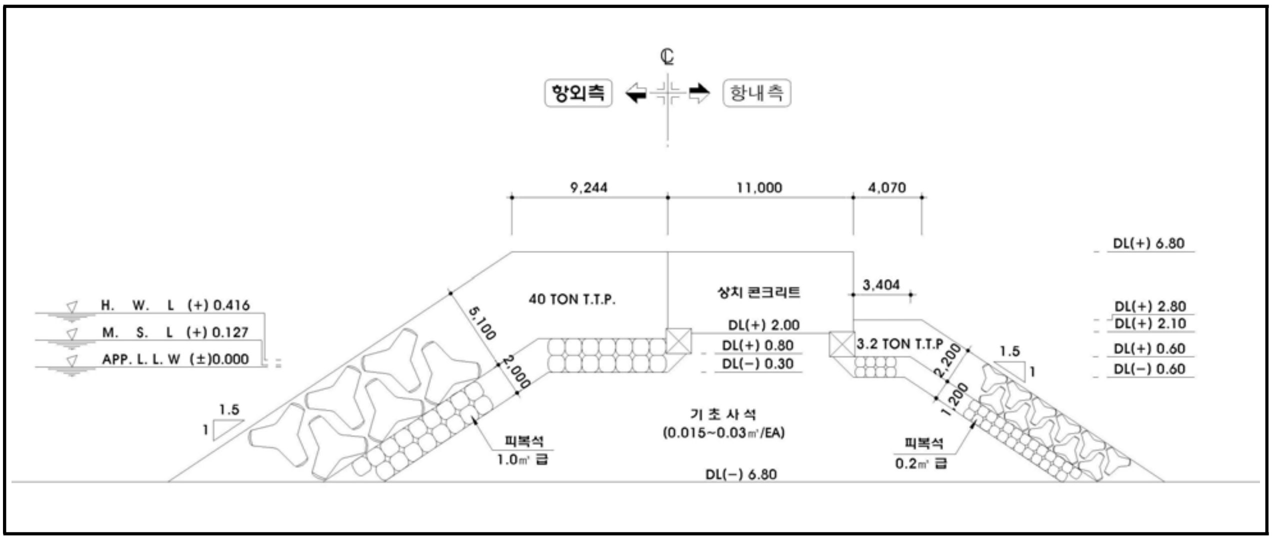
<그림 16.2.3> 북방파제 표준단면도(3구간)



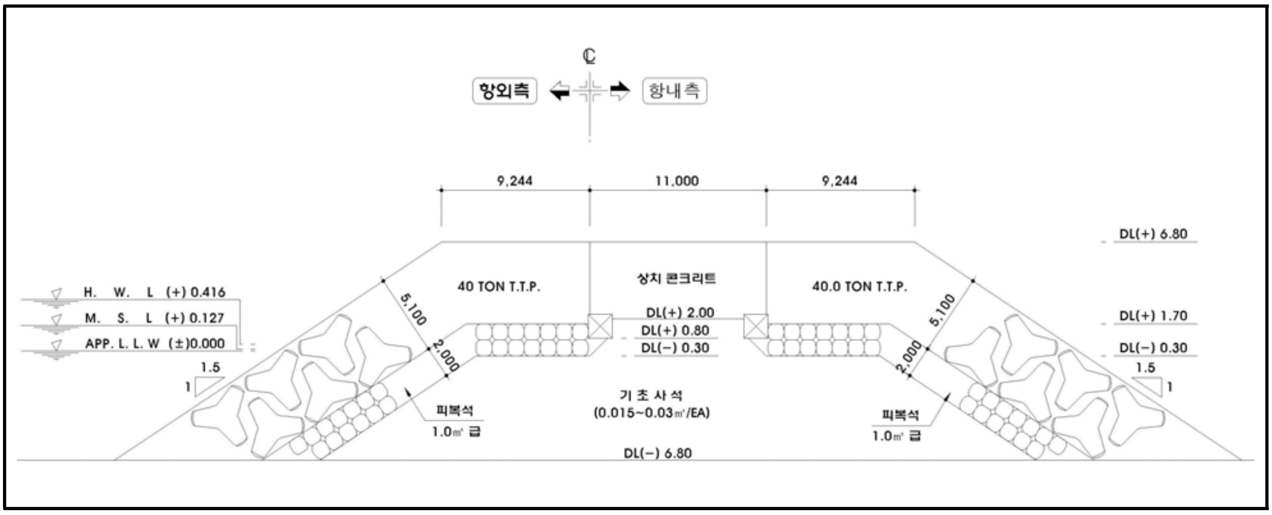
<그림 16.2.4> 북방파제 표준단면도(4구간)



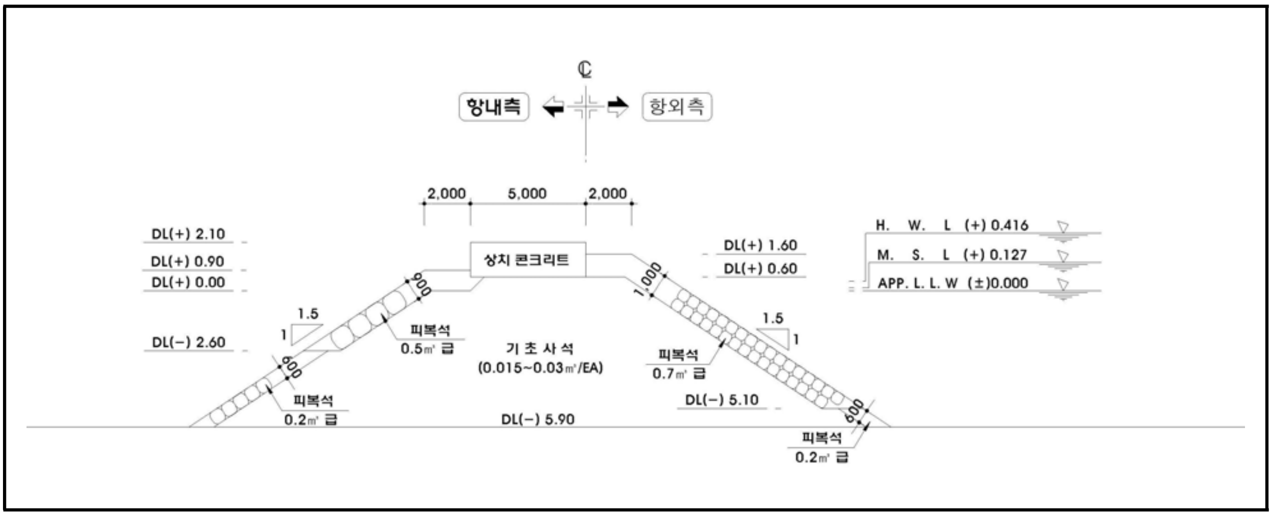
<그림 16.2.5> 북방파제 표준단면도(5구간)



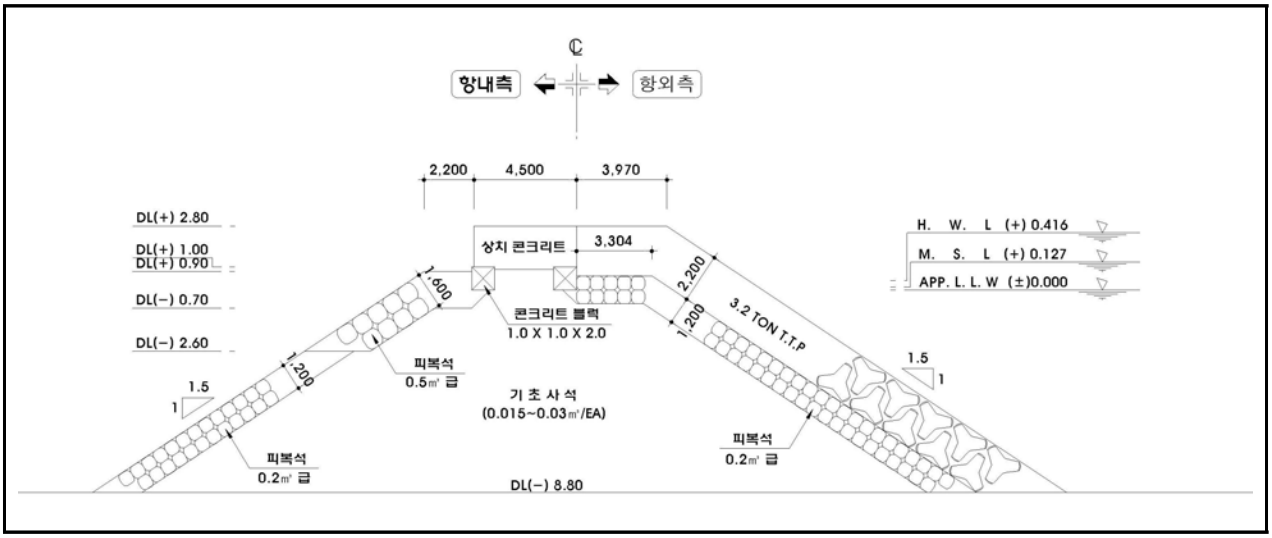
<그림 16.2.6> 북방파제 표준단면도(6구간)



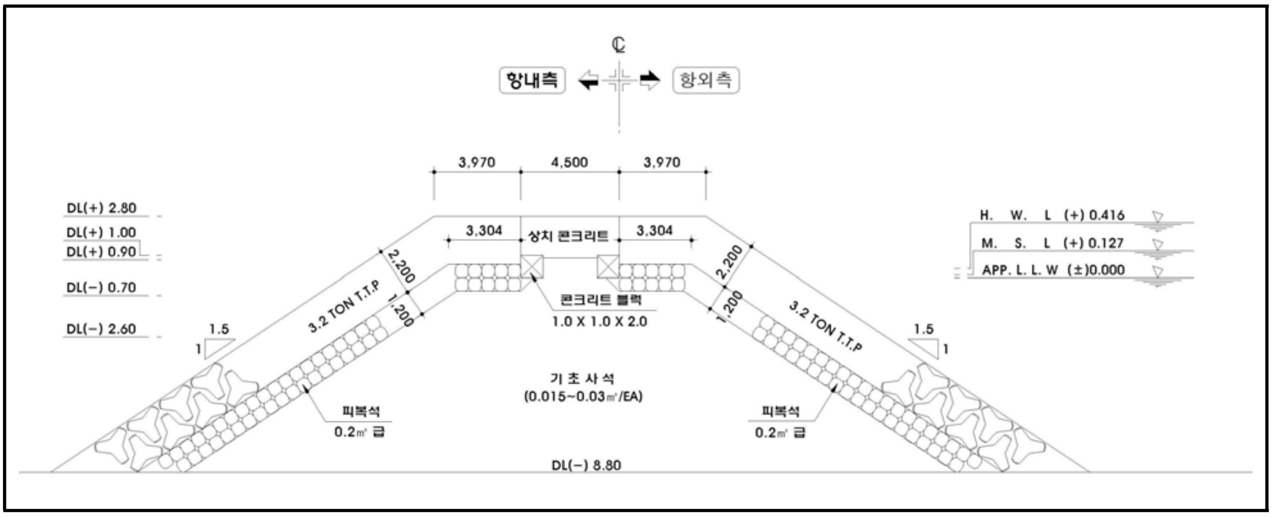
<그림 16.2.7> 남방파제 표준단면도(1구간)



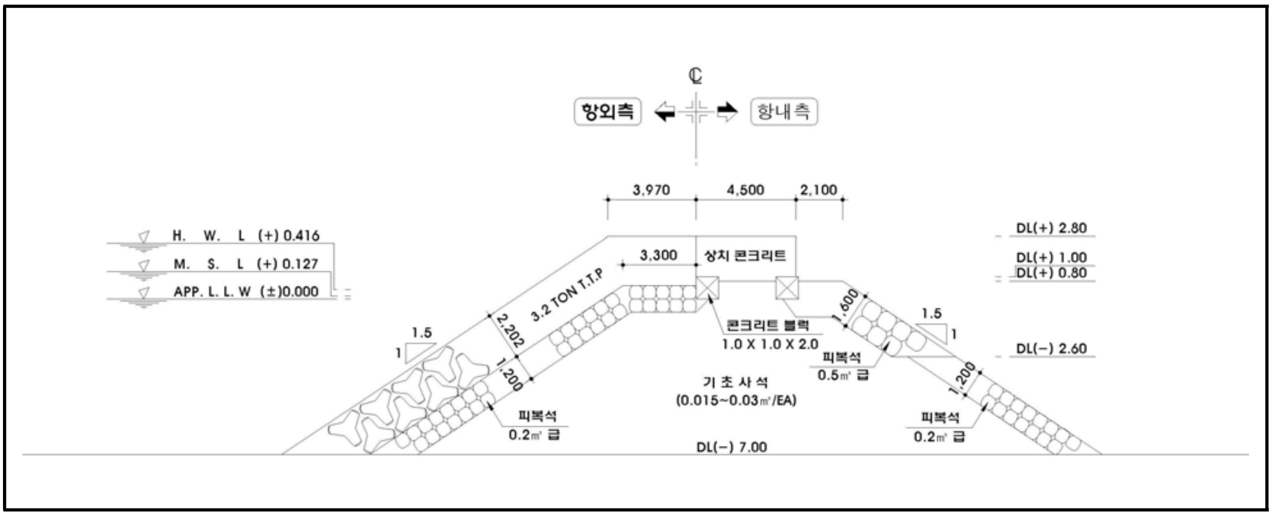
<그림 16.2.8> 남방파제 표준단면도(2구간)



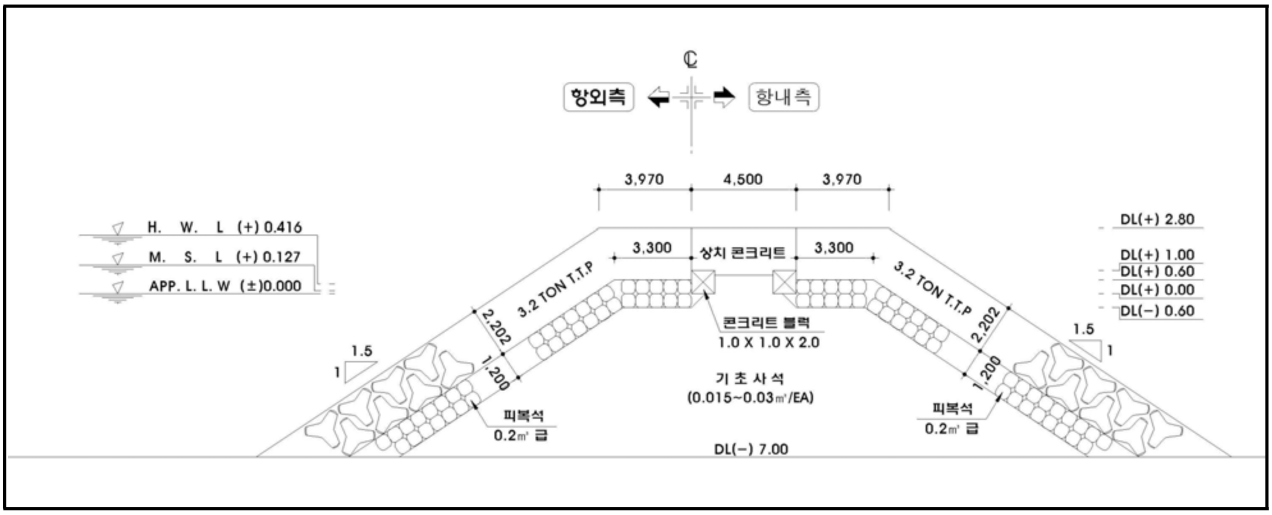
<그림 16.2.9> 남방파제 표준단면도(3구간)



<그림 16.2.10> 파제제 표준단면도(1구간)



<그림 16.2.11> 파제제 표준단면도(2구간)



나) 마루높이 검토

- 배후에 물양장 시설이 있는 북방파제 1~4구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 구간에 대해서는 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 마루높이 산정결과 북방파제 3~4구간의 처오름 높이가 다소 과대한 것으로 판단되어 배후시설의 중요성 및 경제성을 감안하여 마루높이를 DL(+) 6.3m로 적용하였으며, 검토결과 북방파제 2~3구간, 남방파제 전 구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
북방파제	1구간	1.8	1.1	2.4	-	1.8	3.2	OK
	2구간	4.5	5.9	5.6	2.9	5.9	4.5	N.G
	3구간	5.8	6.3	7.1	4.0	6.3	4.5	N.G
	4구간	6.2	6.3	7.4	4.2	6.3	6.8	OK
	5구간	6.8	-	-	4.8	6.8	6.8	OK
	6구간	6.8	-	-	4.8	6.8	6.8	OK
남방파제	1구간	2.9	-	-	2.1	2.9	2.1	N.G
	2구간	2.9	-	-	1.5	2.9	2.8	N.G
	3구간	2.9	-	-	1.5	2.9	2.8	N.G
파제제	1구간	1.9	-	-	0.5	1.9	2.8	OK
	2구간	1.9	-	-	0.5	1.9	2.8	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 검토결과 북방파제 3, 6구간에 피복재 소요 질량이 부족한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 소요질량을 만족하는 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
북방파제	1구간	비쇄파	T.T.P 0.5ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	2구간	비쇄파	T.T.P 8.0ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.4m^3$	OK
	3구간	쇄파	T.T.P 20.0ton	T.T.P 12.5ton	N.G	피복석 $0.5m^3$	피복석 $0.4m^3$	N.G
	4구간	쇄파	T.T.P 25.0ton	T.T.P 40.0ton	OK	피복석 $0.6m^3$	피복석 $1.0m^3$	OK
	5구간	비쇄파	T.T.P 32.0ton	T.T.P 40.0ton	OK	피복석 $0.8m^3$	피복석 $1.0m^3$	OK
	6구간	비쇄파	T.T.P 50.0ton	T.T.P 40.0ton	N.G	Tripod 3.0ton	피복석 $1.0m^3$	N.G
남방파제	1구간	비쇄파	피복석 $0.6m^3$	피복석 $0.7m^3$	OK	-	-	-
	2구간	비쇄파	T.T.P 2.0ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	3구간	비쇄파	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
파제제	1구간	비쇄파	T.T.P 0.5ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	2구간	비쇄파	T.T.P 0.5ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK

라) 구조물 안정검토

- 북방파제, 남방파제 및 파제제 전 구간에서 활동, 전도, 직선활동에 대한 안정이 확보되는 것으로 나타났다.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="4">구 분</th><th colspan="6">상 시</th></tr>
<tr><th colspan="4">상부공</th><th colspan="2">제체공</th></tr>
<tr><th colspan="2">활 동</th><th colspan="2">전 도</th><th colspan="2">직선활동</th></tr>
<tr><th>산정</th><th>판정</th><th>산정</th><th>판정</th><th>산정</th><th>판정</th></tr>
<tr><td rowspan="6">북방파제</td><td>1구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>1.34</td><td>OK</td><td>3.15</td><td>OK</td><td>1.43</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>1.59</td><td>OK</td><td>4.14</td><td>OK</td><td>1.47</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>4구간</td><td>4.57</td><td>OK</td><td>14.24</td><td>OK</td><td>2.07</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>5구간</td><td>1.36</td><td>OK</td><td>3.93</td><td>OK</td><td>1.62</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>6구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">남방파제</td><td>1구간</td><td>1.22</td><td>OK</td><td>4.86</td><td>OK</td><td>1.60</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>1.21</td><td>OK</td><td>3.30</td><td>OK</td><td>1.38</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">파제제</td><td>1구간</td><td>2.87</td><td>OK</td><td>7.07</td><td>OK</td><td>1.67</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

16.2.4 평가 및 결론

- 북방파제는 2~3구간에서 마루높이, 3구간과 6구간에서 피복재 소요 중량이 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 남방파제는 전구간에서 마루높이가 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났다.
- 파제제의 경우 전 구간에서 마루높이와 피복재 소요 중량, 상부공 및 제체공의 안정성이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

[표 16.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				북방파제					
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		3.2	4.5	4.5	6.8	6.8	6.8
		금 회		1.8	5.9	6.3	6.3	6.8	6.8
		판 정		OK	N.G	N.G	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 3.2ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton
		금 회		T.T.P 0.5ton	T.T.P 8ton	T.T.P 20ton	T.T.P 25ton	T.T.P 32ton	T.T.P 50ton
		판 정		OK	OK	N.G	OK	OK	N.G
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	1.34	1.59	4.57	1.36	-
			판정	-	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	-	3.15	4.14	14.24	3.93	-
			판정	-	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	-	1.43	1.47	2.07	1.62	-
			판정	-	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	필 요	필 요	불 필 요	불 필 요	필 요

[표 16.2.2] 계속

<table>
<tr><th colspan="4" rowspan="2">구 분</th><th colspan="3">남방파제</th><th colspan="2">파제제</th></tr>
<tr><th>1구간</th><th>2구간</th><th>3구간</th><th>1구간</th><th>2구간</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">마루 높이 (D.L(+),m)</td><td colspan="2">현 황</td><td>2.1</td><td>2.8</td><td>2.8</td><td>2.8</td><td>2.8</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>2.9</td><td>2.9</td><td>2.9</td><td>1.9</td><td>1.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>N.G</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">피복재 소요중량</td><td colspan="2">현 황</td><td>피복석 0.7m³</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">금 회</td><td>피복석 0.6m³</td><td>T.T.P 2.0ton</td><td>T.T.P 3.2ton</td><td>T.T.P 0.5ton</td><td>T.T.P 0.5ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">판 정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부공및 제체안정</td><td rowspan="6">상시</td><td rowspan="2">활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>1.22</td><td>1.21</td><td>-</td><td>2.87</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전도 (1.2)</td><td>산정</td><td>4.86</td><td>3.30</td><td>-</td><td>7.07</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">직선 활동 (1.2)</td><td>산정</td><td>1.60</td><td>1.38</td><td>-</td><td>1.67</td><td>-</td></tr>
<tr><td>판정</td><td>OK</td><td>OK</td><td>-</td><td>OK</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">보강 계획 수립</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>필 요</td><td>불 필 요</td><td>불 필 요</td></tr>
</table>

16.3 보수·보강 방안 수립

16.3.1 개요

- 구계항 보수 · 보강 계획은 인근 축산항의 보강 공사가 진행중에 있어 이와 연계하여 보수 · 보강 계획을 수립하였다.
- 남방파제 안전성 평가결과 전구간 마루높이가 부족한 것으로 나타났으나 현재 남방파제 배후 및 전면에 암초 등이 산재해있고, 일부 모래등으로 퇴적되어 있어 월파를 허용하여도 항내 정온 및 부두 이용에는 문제가 없을 것으로 판단되므로 마루높이에 대한 보강계획을 미수립하였다.
- 따라서, 보수・보강이 필요한 대상시설은 북방파제 2, 3, 6구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.
- 그러나, 구계항의 경우 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다. 따라서, 3차년도에 구조물 설계파 및 안전성 평가를 재수행한 후 최종 보수 · 보강 계획을 수립할 예정이다.

[표 16.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
남방파제	1구간	58m	
	2구간	20m	
	3구간	25m	
북방파제	1구간	32m	
	2구간	54m	○
	3구간	100m	○
	4구간	74m	
	5구간	70m	
	6구간	25m	○
파제제	1구간	50m	
	2구간	25m	

16.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

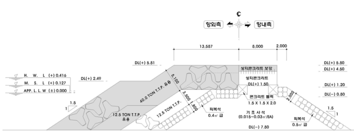
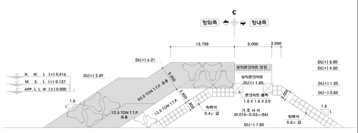
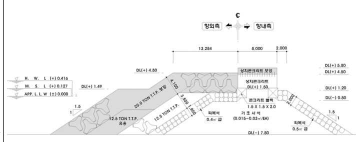
1) 북방파제

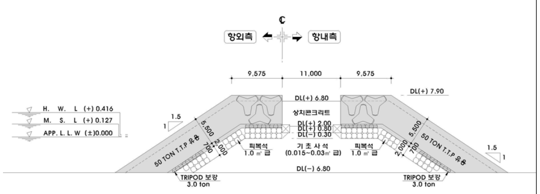
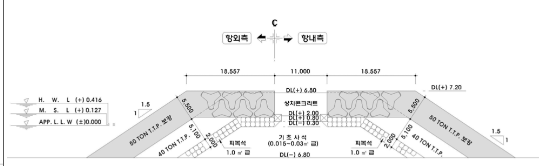
- 2~3구간은 소요 마루높이가 부족하여 마루높이를 각각 각각 D.L(+) 5.9m, D.L(+) 6.3m로 증고하였으며, 마루높이 증고시 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 계획하였다.
- 또한 3, 6구간의 외측 피복재 보강을 위해 축산항에서 제거되는 T.T.P 50.0ton을 유용하는 보강 계획 1안과 축산항 보강 및 정비계획 결과에 따라 T.T.P 50.0ton을 유용할 수 없을 경우 T.T.P 50.0ton과 T.T.P 20.0ton을 신규 제작하여 보강하는 계획2안을 검토하였다.
- 먼저, 3구간 외측피복재 보강 계획1안은 상부의 T.T.P 12.5ton을 일부제거하여 외측전면하부에 소단을 설치하고 6구간에서 제거된 T.T.P 40.0ton을 덧씌우는 구간과 축산항에서 제거된 T.T.P 50.0ton을 덧씌우는 구간으로 분리하여 보강하는 안이며, 계획2안은 1안과 마찬가지로 신규 피복재 거치가 용이하도록 상부 T.T.P 12.5ton을 일부제거하여 전면에 소단을 설치하고 그 위에 T.T.P 20.0ton을 신규 제작하여 덧씌우기하여 안정성을 확보하는 안이다.
- 6구간 계획 1안은 기존 T.T.P 40.0ton을 모두 제거하여 3구간에 유용하고, 중간피복재 Tripod 3.0ton을 거치한 후 그 위에 축산항에서 제거된 T.T.P 50.0ton으로 보강하는 안이며, 계획 2안은 신규피복재 거치가 용이하도록 상부의 기존 T.T.P 40.0ton을 제거하여 파제제 기부측에 월파방지를 위해 유용하고, T.T.P 50.0ton을 신규제작하여 덧씌우기 하는 보강안이다.
- 이상의 외측 피복재 보강계획의 비교 · 검토결과 두부구간인 6구간의 계획2안의 경우 일부 항로폭 감소와 제거된 T.T.P 40.0ton의 폐기 또는 유용방안 마련등 경제성이 불리하므로 3구간과 연계한 계획1안으로 보강하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

[표 16.3.2] 북방파제 보수 · 보강 단면 제원

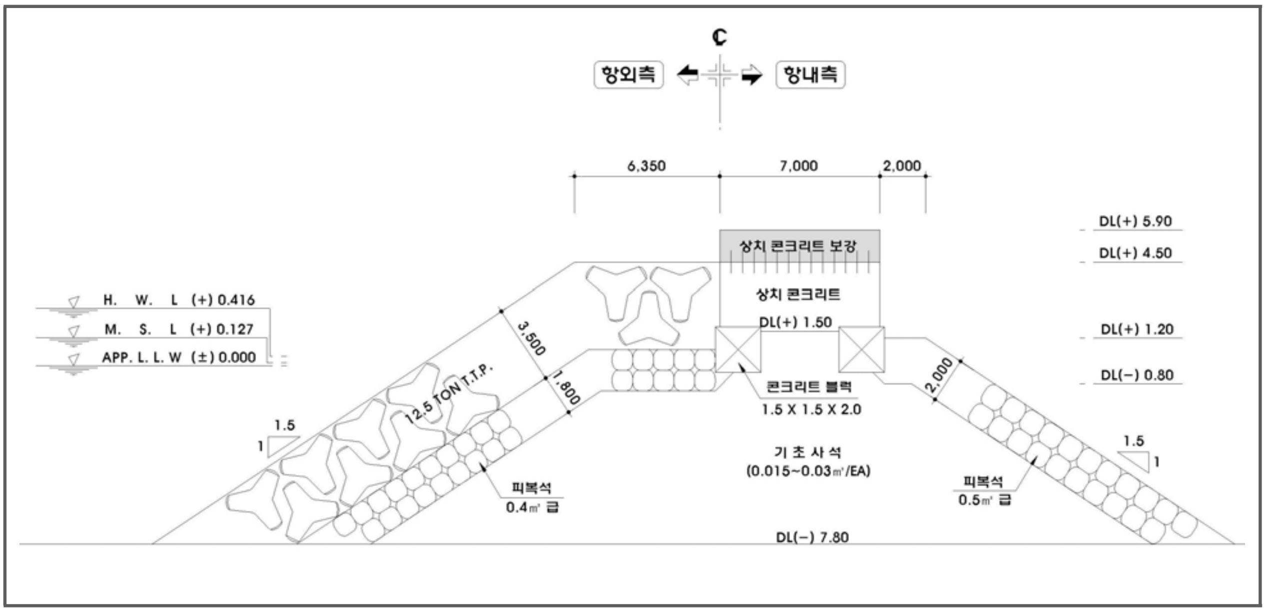
구 분		2구간	3-1구간	3-2구간	6구간	비고
시설연장		54m	57m	43m	25m	179m
마루 높이	현황	D.L(+)4.5m	D.L(+)4.5m	D.L(+)4.5m	D.L(+)6.8m	
	계획	D.L(+)5.9m	D.L(+)6.3m	D.L(+)6.3m	-	
외 측 피복재	현황	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 40ton	
	계획	-	T.T.P 40ton	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton	

[표 16.3.3] 보수 · 보강 단면 비교

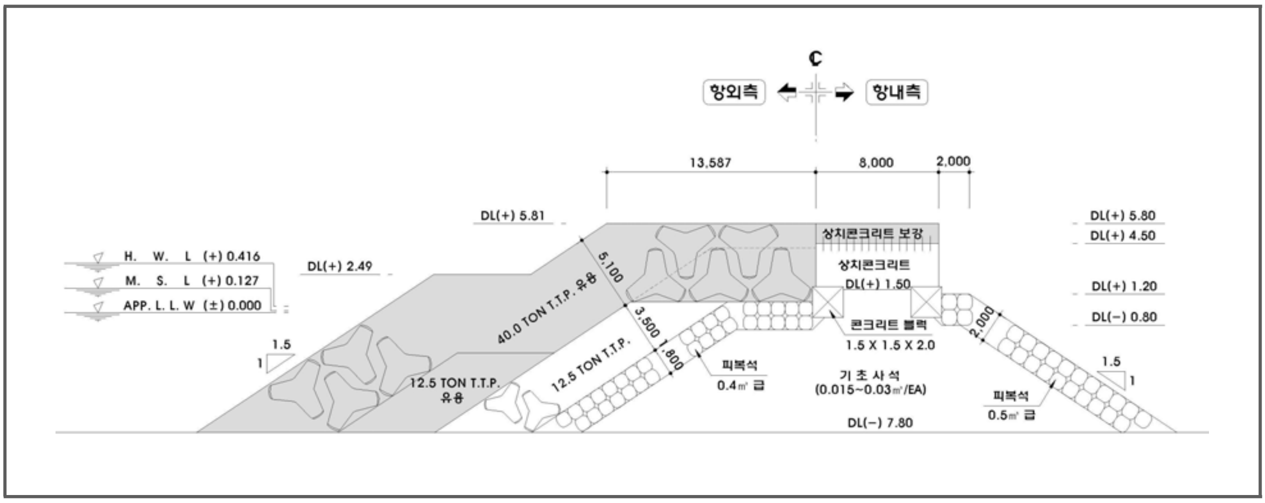
구 분		계획1안		계획2안
		3-1구간	3-2구간	3구간
3 구 간	단 면 형 상			
	개요	• D.L(+)6.30m 증고 • 6구간에서 T.T.P 40ton 유용 후 기존 T.T.P 12.5ton 위에 거치	• D.L(+)6.30m 증고 • 6구간 거치 후 남은 T.T.P 50ton 유용 후 기존 T.T.P 12.5ton 위에 거치	• D.L(+)6.30m 증고 • 기존 T.T.P 12.5ton 위에 T.T.P 20ton 제작 후 거치
	개 략 공사비	18백만원/m	14백만원/m	18백만원/m
	장·단점	• 축산항 및 6구간 T.T.P 유용하여 경제성 우수		• 경제성 불량
	채택 건의	◎		

구 분		계획1안	계획2안
6 구 간	단 면 형 상		
	개요	• TRIPOD 3.0ton 보강 • 축산항에서 T.T.P 50ton 유용 후 기존 T.T.P 40ton 제거 후 거치	• 기존 T.T.P 40ton 위에 T.T.P 50ton 제작 후 거치
	개 략 공사비	27백만원/m	52백만원/m
	장·단점	• 경제성 양호	• 경제성 불량 • 항로폭 감소에 따른 어선 입출항 불리
	채택 건의	◎	

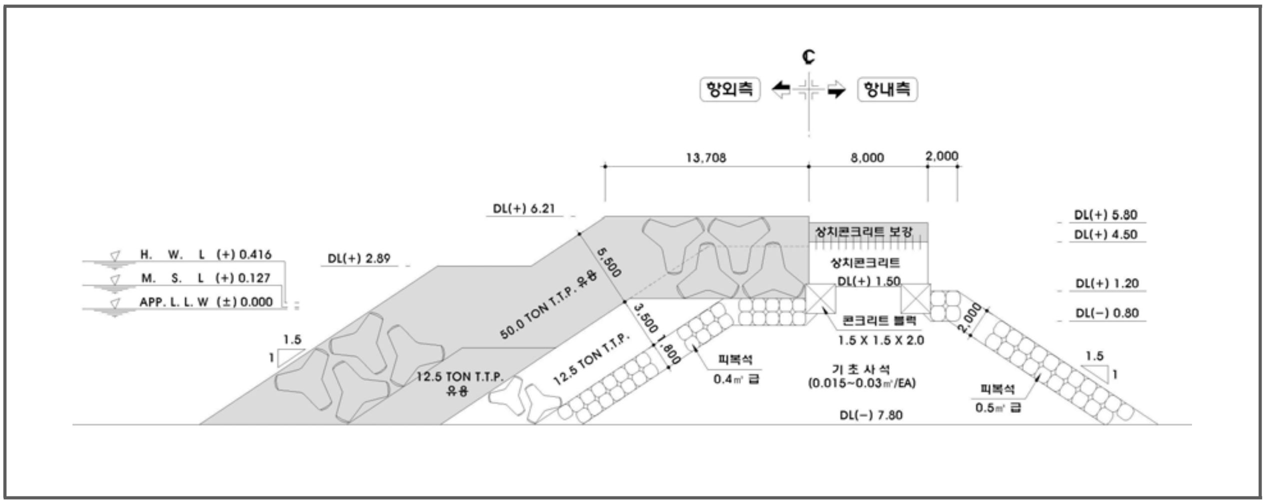
<그림 16.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



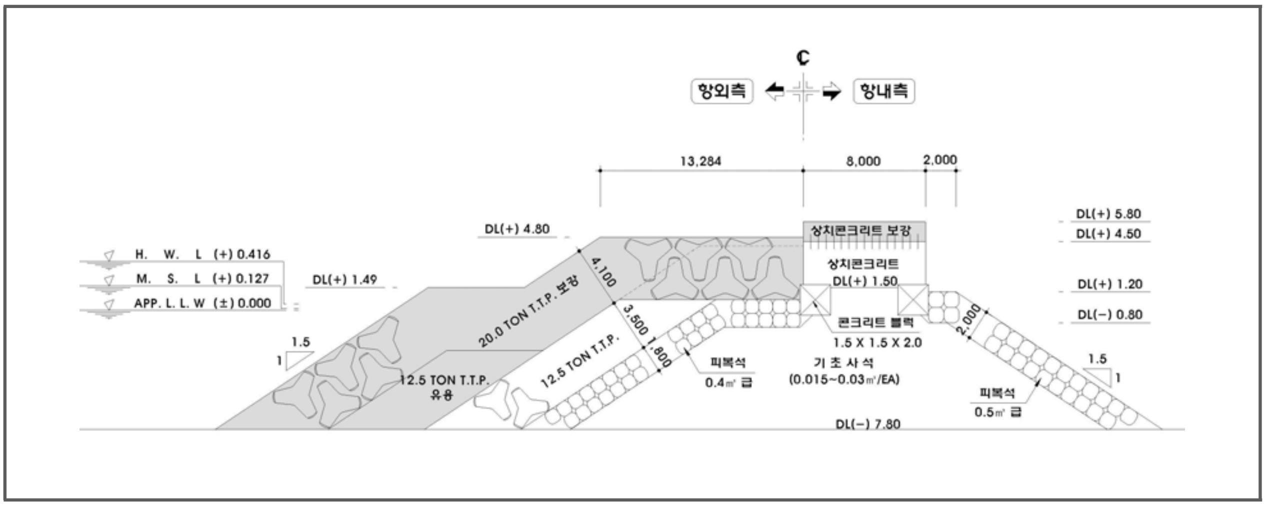
<그림 16.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(3-1구간, 보강1안)



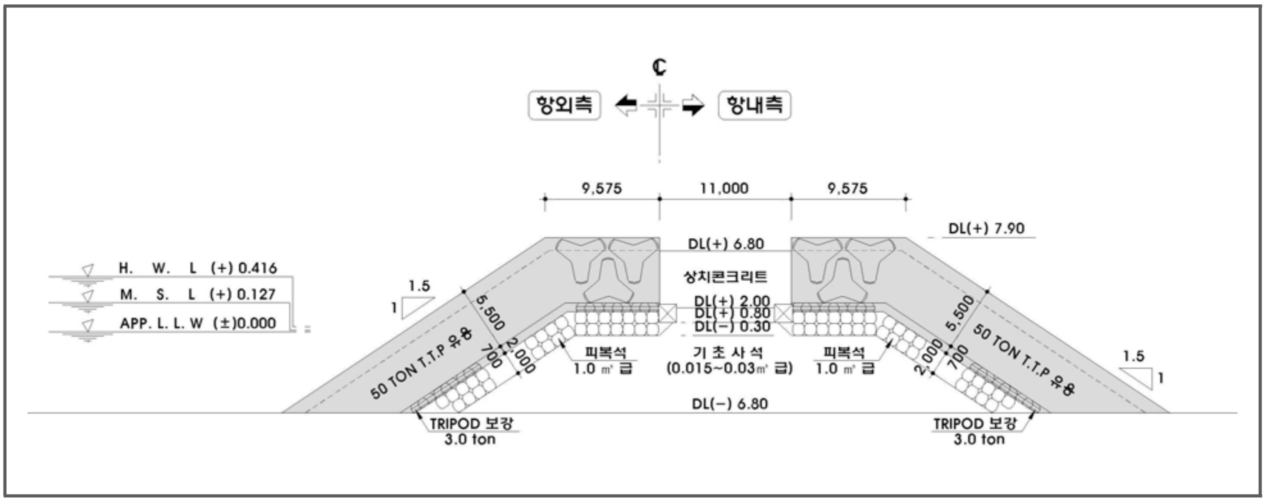
<그림 16.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(3-2구간, 보강1안)



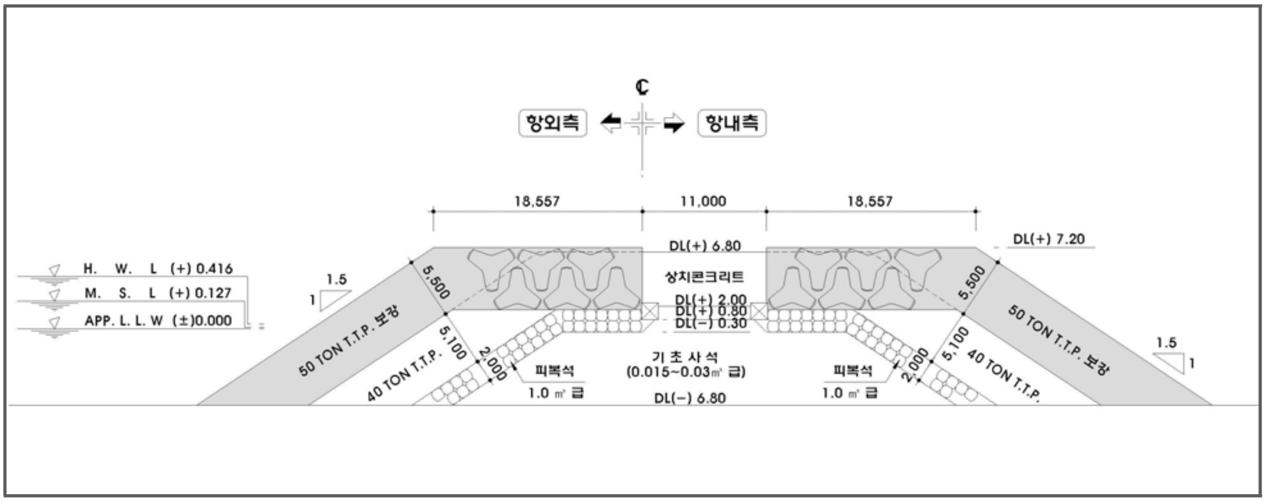
<그림 16.3.4> 보수 · 보강 표준단면도(3구간, 보강2안)



<그림 16.3.5> 보수 · 보강 표준단면도(6구간, 보강1안)



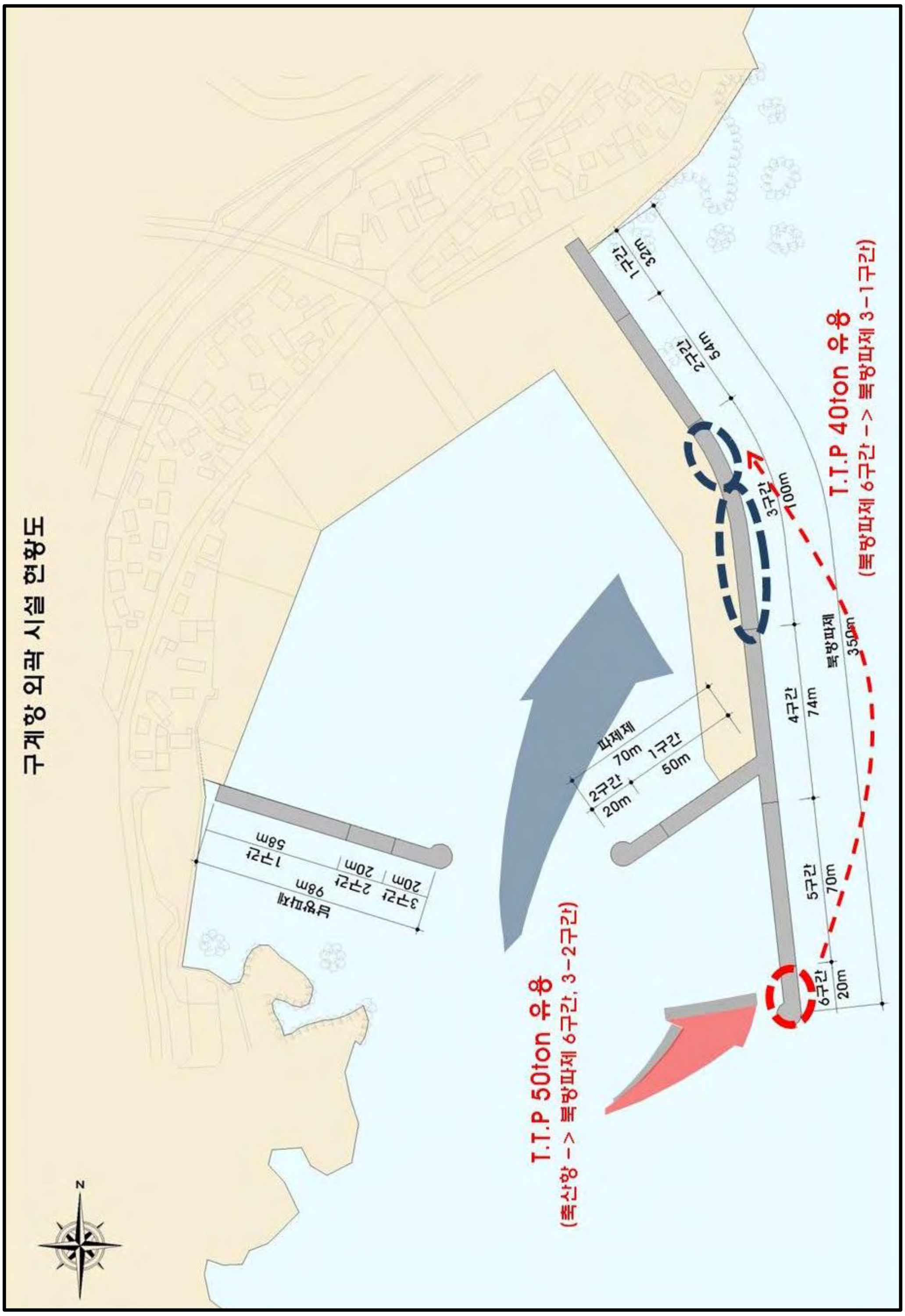
<그림 16.3.6> 보수 · 보강 표준단면도(6구간, 보강2안)



2) 유용계획

- 축산항에서 현재 진행 중인 보강 공사에서 제거될 T.T.P 50ton을 북방파제 3-2구간, 6구간으로 유용하고 북방파제 6구간에서 제거되는 T.T.P 40ton을 북방파제 3-1구간으로 유용하는 계획을 수립하였다.

<그림 16.3.7> 유용계획



16.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사　　석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 구계항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 25억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
북방파제	179		2,519	
2구간	54	4	216	• 상치 보강
3-1구간	57	18	1,026	• 상치 보강, 피복재 보강
3-2구간	43	14	602	• 상치 보강, 피복재 보강
6구간	25	27	675	• 피복재 보강
합 계	179		2,519	

제17장 대진항

제 17 장 대진항

17.1 기초자료조사

17.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 대진항은 경상북도 영덕군 영해면 대진리에 있는 국가어항으로 북쪽으로는 상대산과 대진 해수욕장이 있고 남쪽으로는 크고 작은 산들로 둘러싸여 있다.
- 백사장을 가로 질러 흐르는 송천에서는 담수욕을 즐길 수 있으며, 수심이 깊지 않고, 굴, 백합, 홍합 등의 패류가 흔하며, 멍게와 청어가 주요 어종이다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(영덕) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 17.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	18.3
		풍 향		NNE
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	32.7
		풍 향		NNE
	평균풍속		m/sec	2.4
기 온	연 평 균		℃	12.8
	최 고			38.0
	최 저			-14.2
강수량	연 평 균		mm	1,074.0
	일 최 다			296.0

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	112.1
	흐 림		114.4
	안 개		2.7
	강 수		29.5
	강 설		6.4
	결 빙		97.7
	뇌 전		8.2
	폭 풍		19.3
	기 온		2.5
작업 일수	육 상		223
	해 상		227

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.8℃이며, 월평균기온은 1월 0.7℃, 8월 24.4℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 38.0℃(1983년 8월), 최저기온은 -14.2℃ (2001년 1월)로 나타났다.

[표 17.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

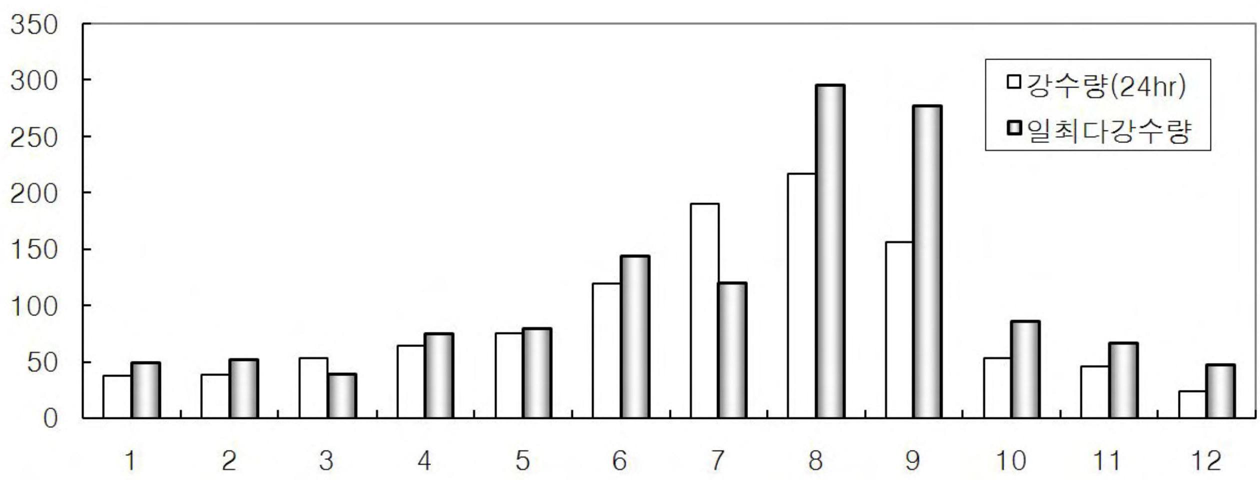
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	0.7	2.4	6.4	12.3	16.7	20.1	23.7	24.4	20.0	14.8	8.8	3.2	12.8
최 고	17.0	24.1	26.9	34.0	35.8	36.9	37.7	38.0	34.5	29.8	25.9	20.7	38.0
최 저	-14.2	-13.5	-7.4	-3.6	1.5	6.0	11.1	13.0	6.4	-1.4	-6.5	-11.8	-14.2

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 64%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 2003년의 1,841.2mm, 연최소 강수량은 1995년의 558.2mm이며, 연평균 강수량은 1,074.0mm로 나타난다.

<그림 17.1.1> 강수량(mm)



[표 17.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

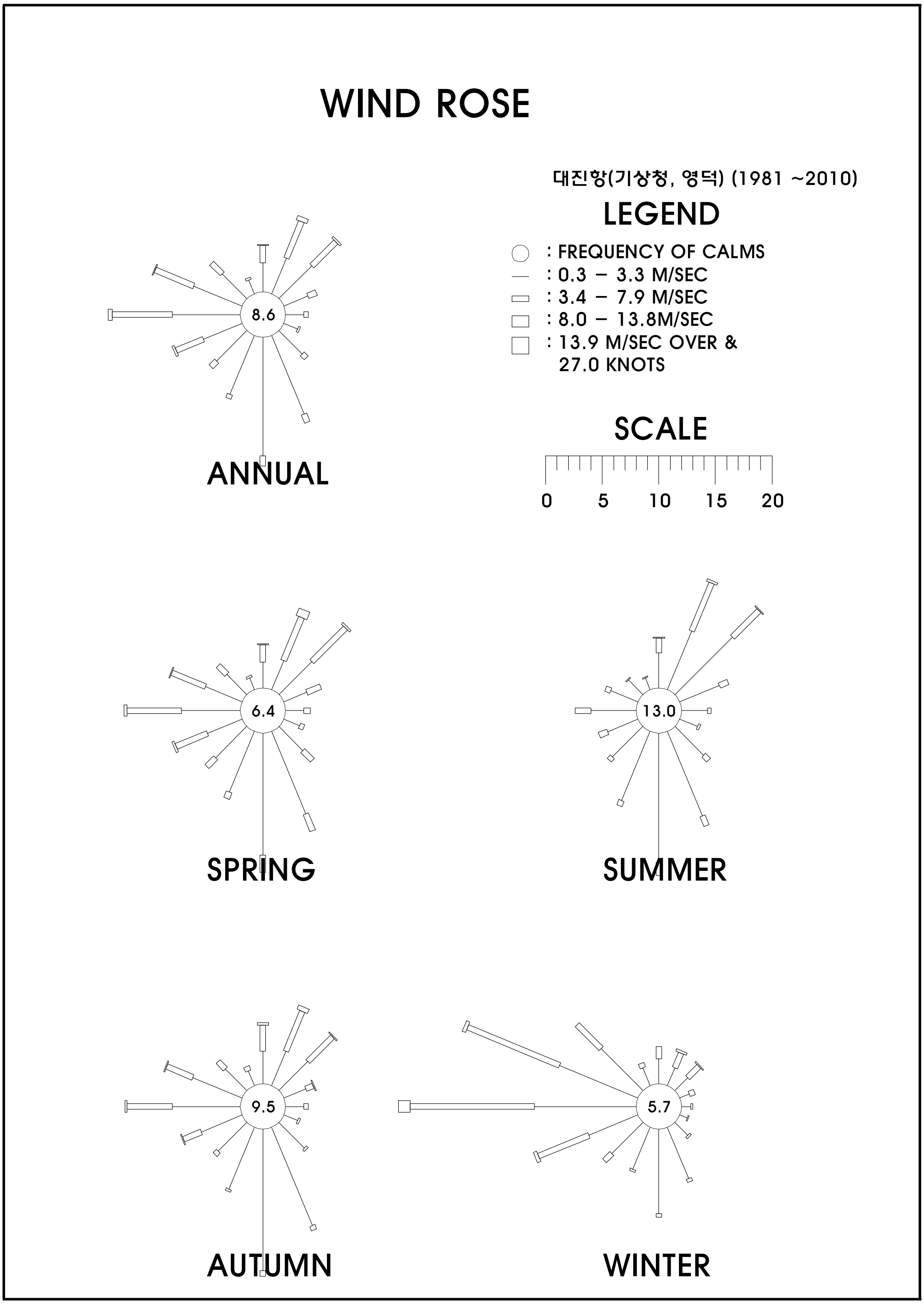
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	37.4	38.7	53.0	64.0	75.6	119.8	189.7	216.9	155.9	53.2	45.6	24.2	1074.0
일최다	49.6	52.0	38.8	75.5	80.0	144.0	120.0	296.0	277.5	86.0	66.5	47.3	296.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.4m/sec, 최대 풍속은 NNE방향에서 18.3m/sec로 나타난다.

<그림 17.1.2> 바람장미도



[표 17.1.4] 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	2.7	2.7	2.4	2.0	1.8	1.9	2.0	2.1	2.4	2.8	2.4
최 대		18.2	16.2	16.1	15.6	13.6	12.2	14.0	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	W	WSW	NNE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.1일로 약 31%이고 흐린 날씨는 114.4일로 나타났다.
- 안개발생일수는 2.7일, 강수일수는 29.5일, 폭풍일수는 19.3일로 나타났다.

[표 17.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.1	12.4	8.9	9.0	7.9	4.5	2.9	4.6	6.3	11.1	12.2	16.2	112.1
흐 림	5.1	6.3	10.5	8.8	10.4	15.3	17.1	13.2	11.5	6.6	5.8	3.8	114.4
안 개	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	1.1	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	2.7
강 수	1.3	1.4	1.9	2.1	2.2	3.1	5.4	4.8	3.7	1.5	1.3	0.8	29.5
강 설	2.2	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	6.4
결 빙	27.6	22.9	13.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	8.6	22.6	97.7
뇌 전	0.0	0.0	0.1	0.2	1.0	1.1	2.3	2.5	0.5	0.4	0.1	0.0	8.2
폭 풍	3.0	2.0	2.4	2.7	1.1	0.4	0.5	0.7	1.1	1.1	1.4	2.9	19.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 17.1.6] 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)

- 대진항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 227일, 육상작업 가능일수는 223일로서 연가동률이 62%와 61% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 17.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	37.47	104.09	141.56	223.44
해 상	30.83	106.20	137.03	227.97

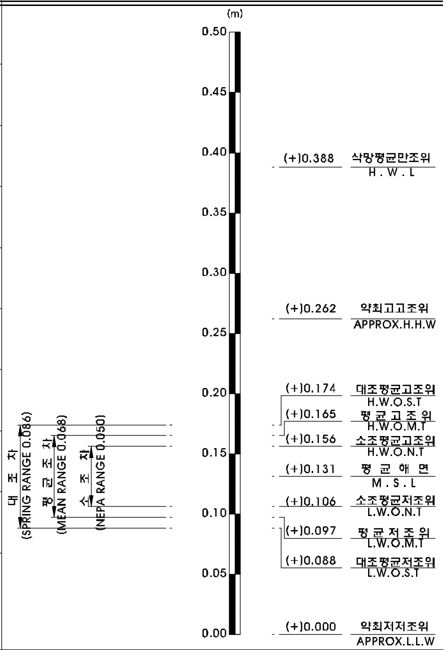
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 영덕 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 대진항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.262m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.174m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.131m이며, 대조차 0.086m, 평균조차 0.068m, 소조차 0.050m로 나타났다.

[표 17.1.8] 대진항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	38.8	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	26.2	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	17.4	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	16.5	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	15.6	
평 균 해 면	(M . S . L)	D.L(+)	13.1	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	10.6	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	9.7	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	8.8	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 조류방향은 조석주기에 관계없이 해안선을 향하여 이동하는 연안류 형태이며, 해안선에서 약 300m 떨어진 해역에서의 순간최대유속은 50cm/s로서 그 흐름이 매우 약한 편이다.

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 17.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
대진 및 현포항 수리모형실험보고서 (1988.10)	ENE ESE	8.0 8.0	12.0 12.0	

17.1.2 기존자료조사

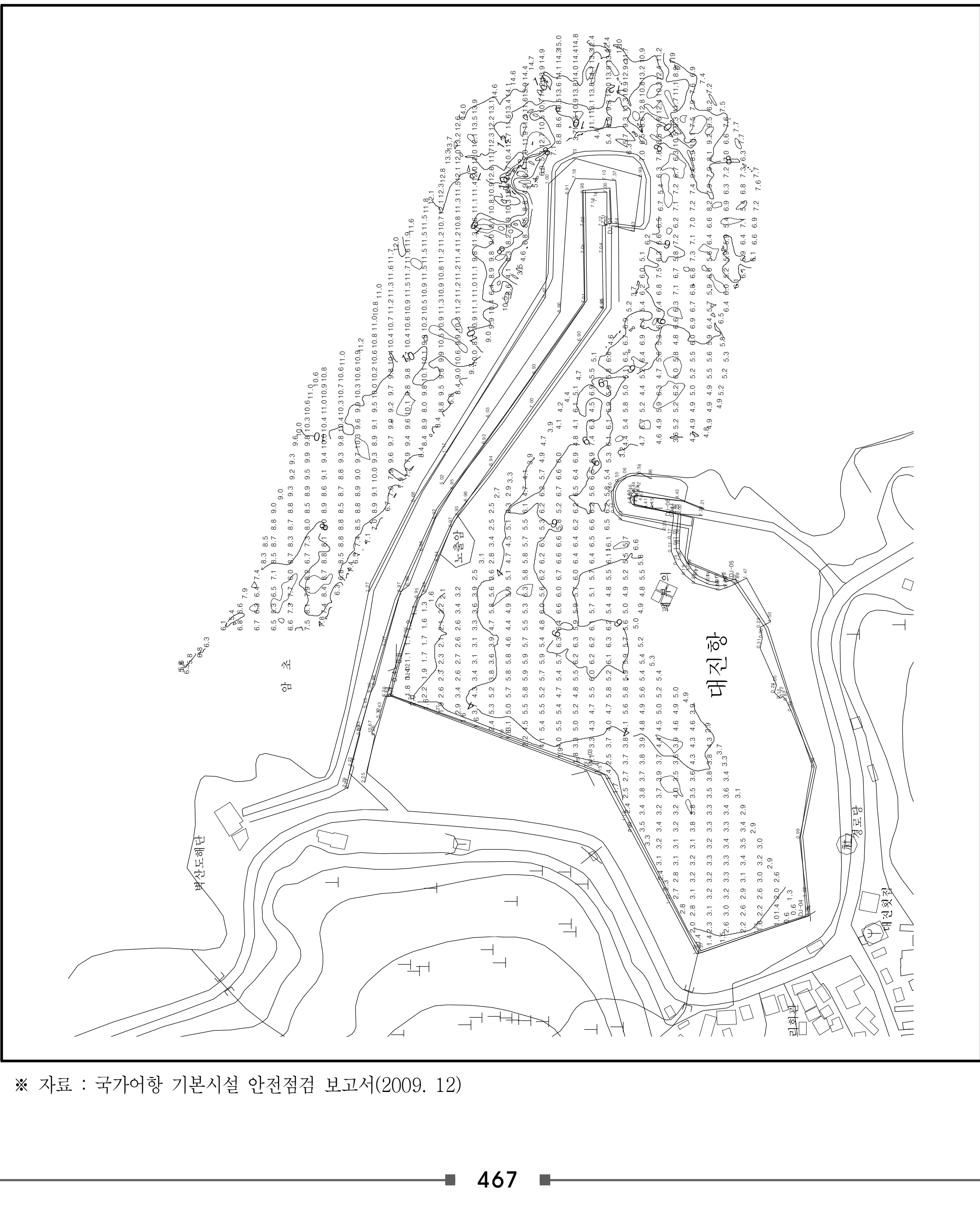
1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009. 12)”에 수록된 대진항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 17.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2009. 12)

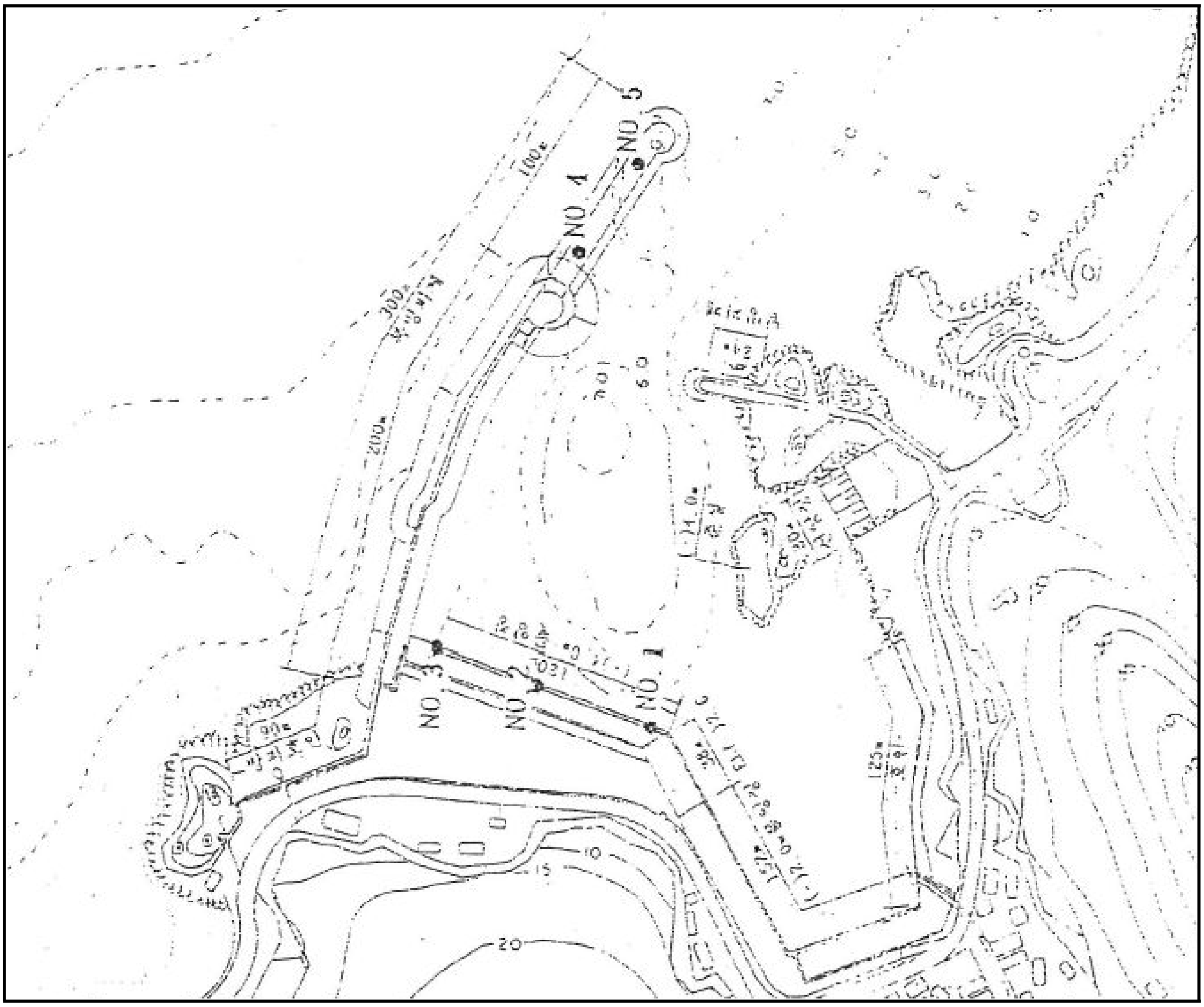
2) 지반조사

가) 개 요

• 지반조사 자료는 기존에 수행된 “어항정비계획 보고서(1)(대진항,축산항,읍천항)(부록)(1993. 11)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 17.1.4> 조사위치도



공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
No.1	3.7	339,792.42	238,688.28	
No.2	2.0	339,848.25	238,710.25	
No.3	0.5	339,895.17	238,728.72	
No.4	7.8	339,813.67	238,923.37	
No.5	7.5	339,784.27	238,963.82	

다) 지형 및 지질

- 대진항 주변의 지질은 선캐브리아기에 형성된 편마암 기반암으로 분포하고 그 상위에 미고결 해성퇴적층이 부정합으로 피복되어 있다.
- 기반암으로 분포하는 편마암은 소백산 편마암 복합체에 속하며 본 지역 부근에만 국부적으로 분포하고 있으며, 본암의 성인은 전기의 원낙층군 및 평행층군을 후기의 화강암질 편마암이 형성될 때 전이 또는 관입되었을 것으로 판단된다.
- 본 지역에 분포하는 편마암의 색조는 회색이며, 구성광물은 석영, 장석, 흑운모, 사장석 등이다.
- 상기 기반암을 부정합으로 덮고 있는 미고결 해성퇴적층은 주로 실트섞인 모래층으로 모래는 중-세립사로 구성되어 있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 모래층

- 본층은 최상부 일부지역 BH-3,BH-4에서 1.3~2.3m의 층두께 분포하고 있으며, 주로 실트섞인 중-세립사로 구성되어 있고 회갈색 색조를 띠고 있다.

- 연암

- 본층은 기반암인 화강암질 편마암으로 조사구간 지표하 심도 0.0~2.3m이하에서 확인되었으며, 1.0m이상 굴진 결과 본암은 모암이 보통풍화를 받은 상태로서 회색 색조를 띠며 절리 및 균열이 발달되어 코어 회수율이 저조한편이며 암편상 코아 내지 단주상 코아로 일부 회수 되었다.

[표 17.1.10] 시추조사 결과

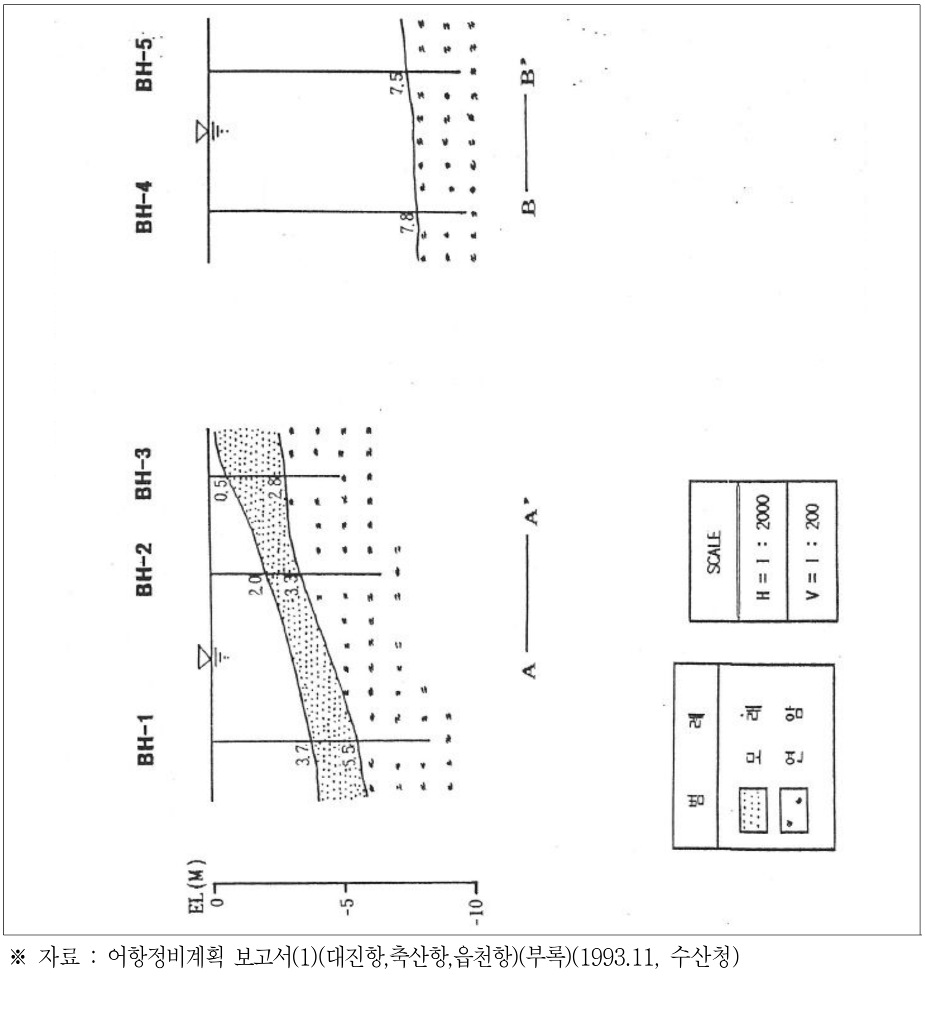
구 분	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	총 계	비 고
모 래(m)	1.8	1.3	2.3	-	-	5.4	
연 암(m)	2.7	3.2	2.2	2.0	2.0	12.1	
계	4.5	4.5	4.5	2.0	2.0	17.5	

<그림 17.1.5> 지질조사 주상도(1)

地	質	柱 狀	層 厚 (m)	說 明	N値	備考
海性堆積層	모 래		1.3 - 2.3	실트 섞인 모래 暗黑色-灰褐色 매우 느슨	1 - 3	
基盤岩	軟 岩		1.0M 以上 確認	普通風化 灰色 節理 및 龜裂 發達		

※ 자료 : 어항정비계획 보고서(1)(대진항,축산항,읍천항)(부록)(1993.11, 수산청)

<그림 17.1.6> 지질조사 주상도(2)



※ 자료 : 어항정비계획 보고서(1)(대진항,축산항,읍천항)(부록)(1993.11, 수산청)

17.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

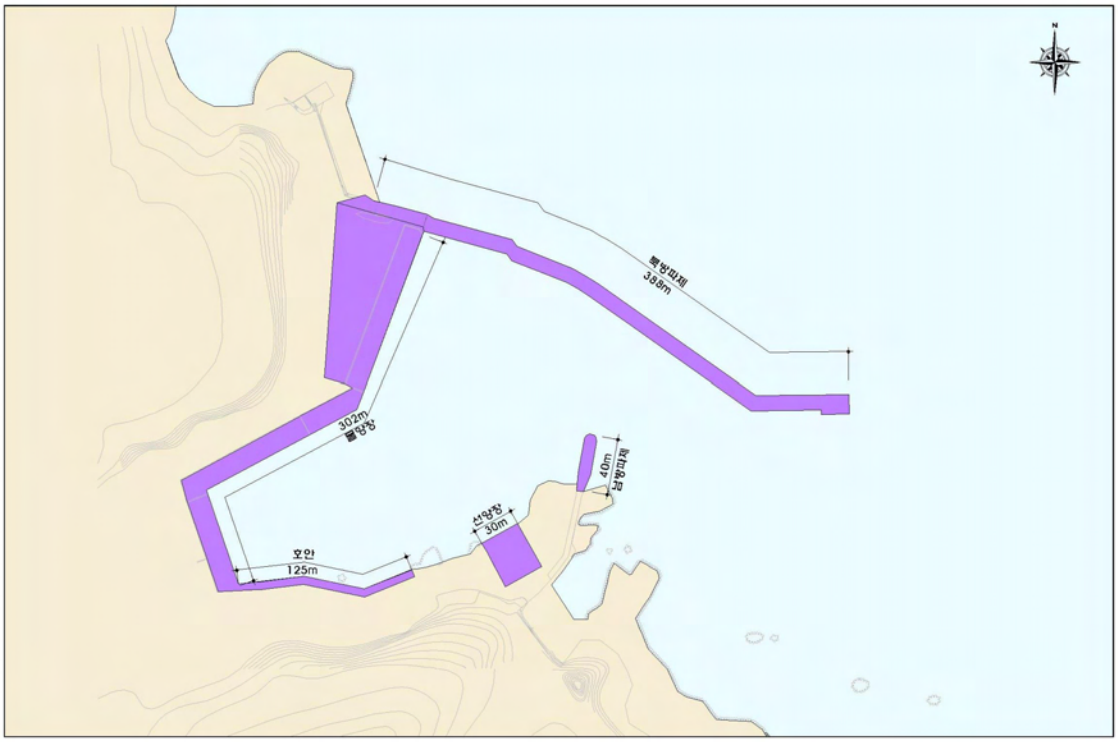
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1975년	수리모형실험	
1983년	기본시설 완공	
1993년	정비계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2004년	방파제 및 물양장 공사 시행	
2005년	어촌어항 복합공간 기본설계용역	

2) 기존시설현황

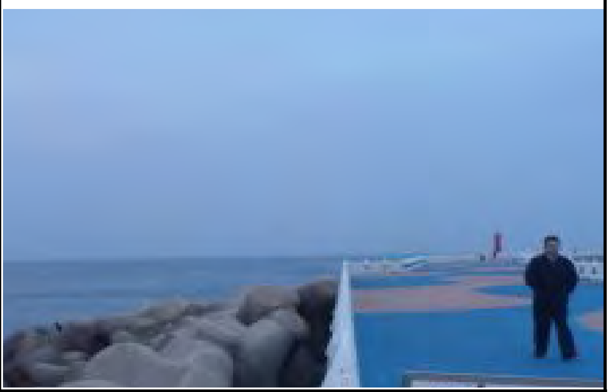
시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석식경사제	388m	
	남방파제	사석식경사제	40m	
	호안	사석식	125m	
계류 시설	물양장	중력식	302m	
	선양장	중력식	30m	

<그림 17.1.7> 대진항 현황도



<그림 17.1.8> 기존 시설현황

북방파제



남방파제

물 양 장

호 안

17.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

<table>
<tr><th>구 분</th><th>의 견 사 항</th></tr>
<tr><td>영덕군청 해양수산과</td><td>•월파에 의한 피해가 발생하여 어촌복합공간조성사업으로 건설된 각종 시설물 및 조경수의 피해가 빈번함
•대진항내 돌출된 암반으로 인해 어선의 진출입이 어렵고 계류시설의 접안수심이 부족하여 어선 정박이 불가능
•2011년 1월에 발생한 너울성 파랑에 의해 피해발생</td></tr>
<tr><td>주민의견</td><td>•월파에 의해 북방파제 상치 친수시설, 안전난간 파손
•항내 매몰에 따른 멍게양식 피해</td></tr>
<tr><td>의견사항</td><td>
</td></tr>
</table>

2) 현지조사 결과

• 어촌복합공간조성사업에 따라 주차장 및 친수시설 등이 잘 갖추어져 있으며, 북방파제 구간에서 월파에 의한 상치콘크리트 친수시설 및 안전난간이 파손되었으나, 일부구간을 제외하고는 외측 T.T.P의 거치상태는 양호한 것으로 조사되었다.

<그림 17.1.9> 피해현황

상치콘크리트 친수시설

안전난간 파손

17.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

17.2.1 개요

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

17.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

17.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.262m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 후포항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 대진항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.388m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.262m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.388m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 북방파제에서 2.6~6.6m, 남방파제에서 2.1m로 산정되었다.

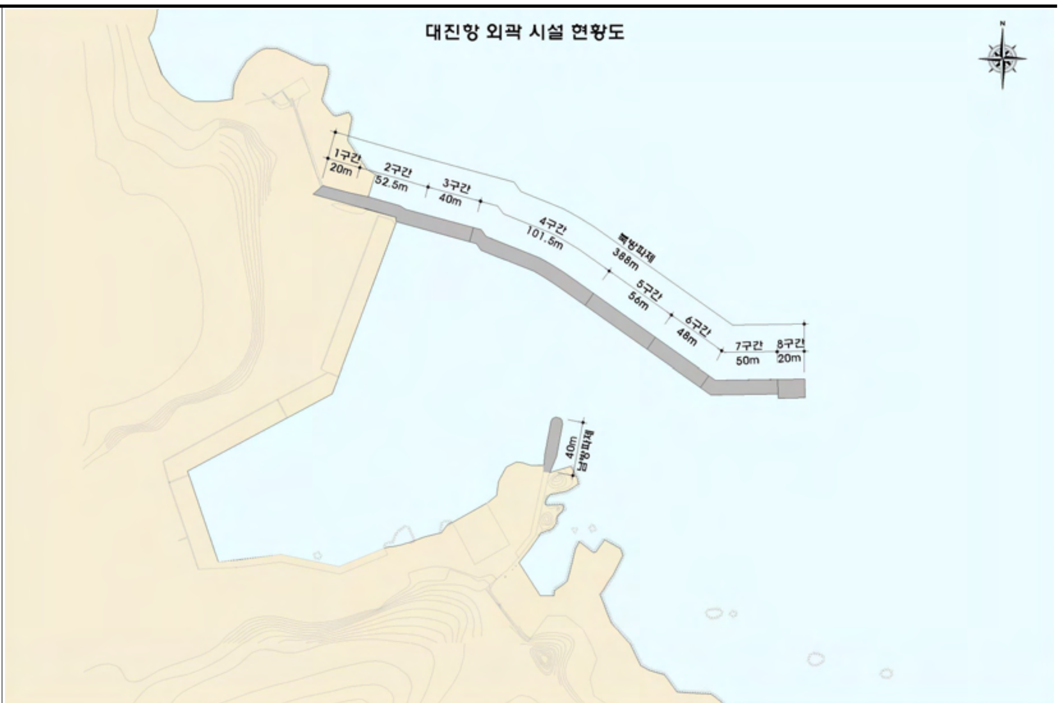
구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
북방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.2+0.0)	ENE	2.60	12.60
	2구간 : (No.2+0.0~No.7+2.5)	ENE	4.20	12.60
	3구간 : (No.7+2.5~No.11+2.5)	ENE	5.90	12.60
	4구간 : (No.11+2.5~No.21+4.0)	ENE	6.60	12.60
	5구간 : (No.21+4.0~No.27+0.0)	ENE	6.60	12.60
	6구간 : (No.27+0.0~No.31+8.0)	ENE	6.60	12.60
	7구간 : (No.31+8.0~No.36+8.0)	ENE	6.60	12.60
	8구간 : (No.36+8.0~No.38+8.0)	ENE	6.60	12.60
남방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.4+0.0)	E	2.10	12.80

2) 안정성 평가

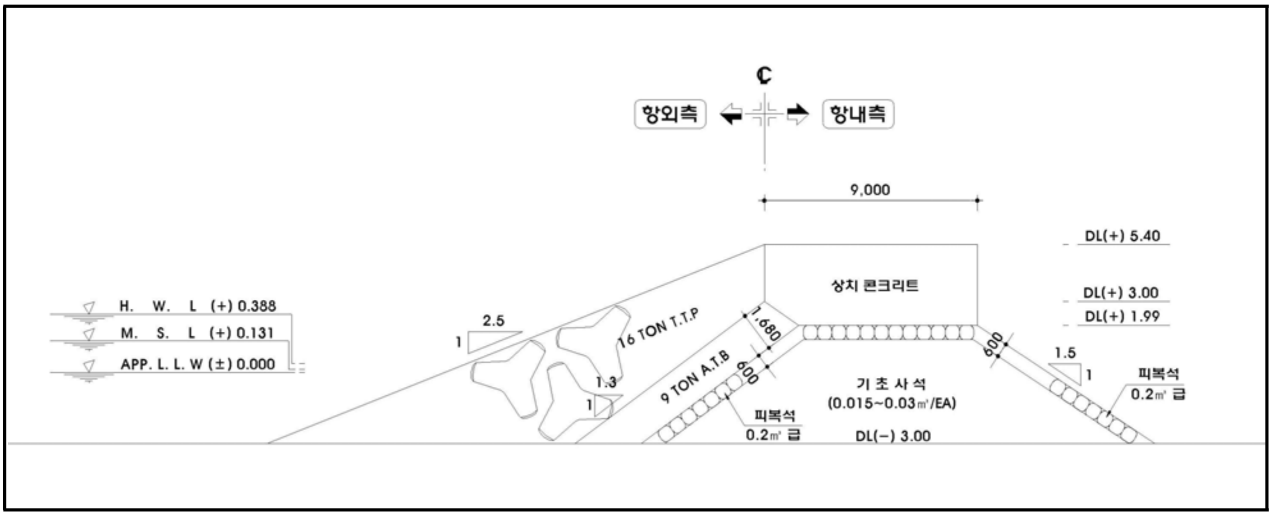
가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 대진항의 안정성 평가 대상시설은 북방파제 388m(8구간), 남방파제 40m(1구간)으로 선정하였다.

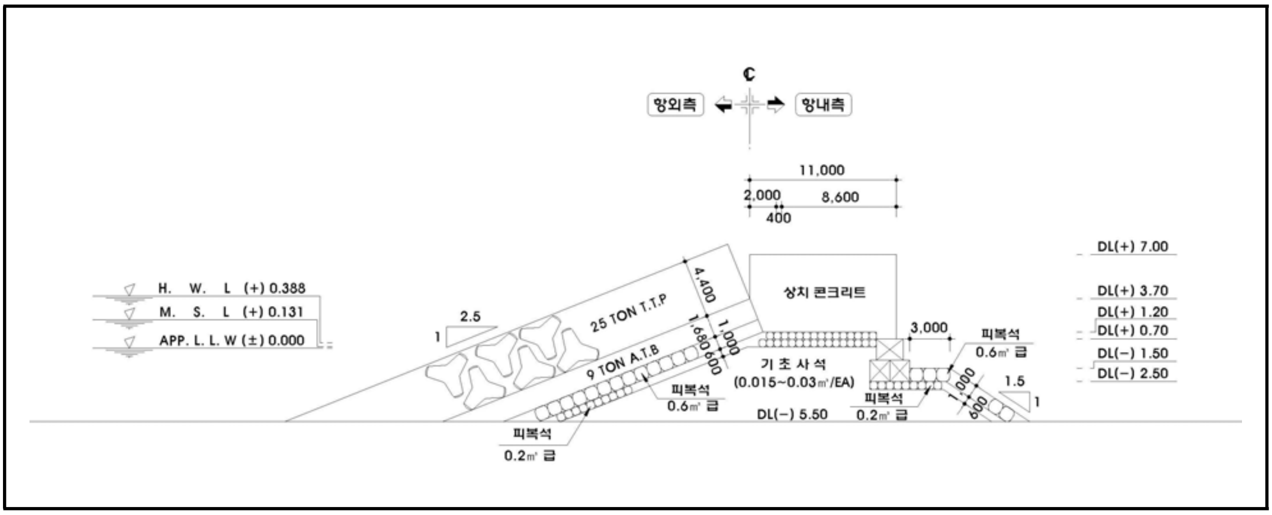
[표 17.2.1] 외곽시설 현황

<table>
<tr><td>방 파 제
시설현황도</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><th>구 분</th><th>북방파제</th><th>남방파제</th></tr>
<tr><td>연 장</td><td>388m</td><td>40m</td></tr>
<tr><td>구조형식</td><td>사석식경사제</td><td>사석식경사제</td></tr>
<tr><td>준공년도</td><td>1990년</td><td>1983년</td></tr>
<tr><td>전면수심</td><td>D.L(-)3.0~9.7m</td><td>D.L(-)7.0m</td></tr>
<tr><td>마루높이</td><td>D.L(+)5.4~7.0m</td><td>D.L(+)4.5m</td></tr>
<tr><td>피 복 재</td><td>T.T.P 16.0~50.0ton</td><td>T.T.P 16.0ton</td></tr>
<tr><td>총 구 간</td><td>8개 구간</td><td>1개 구간</td></tr>
</table>

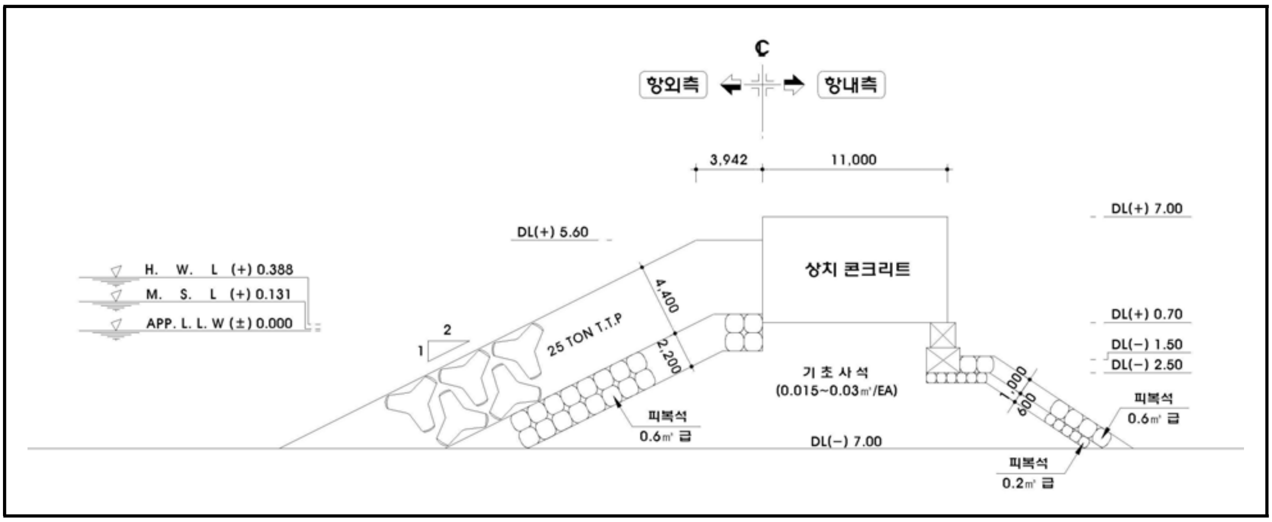
<그림 17.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



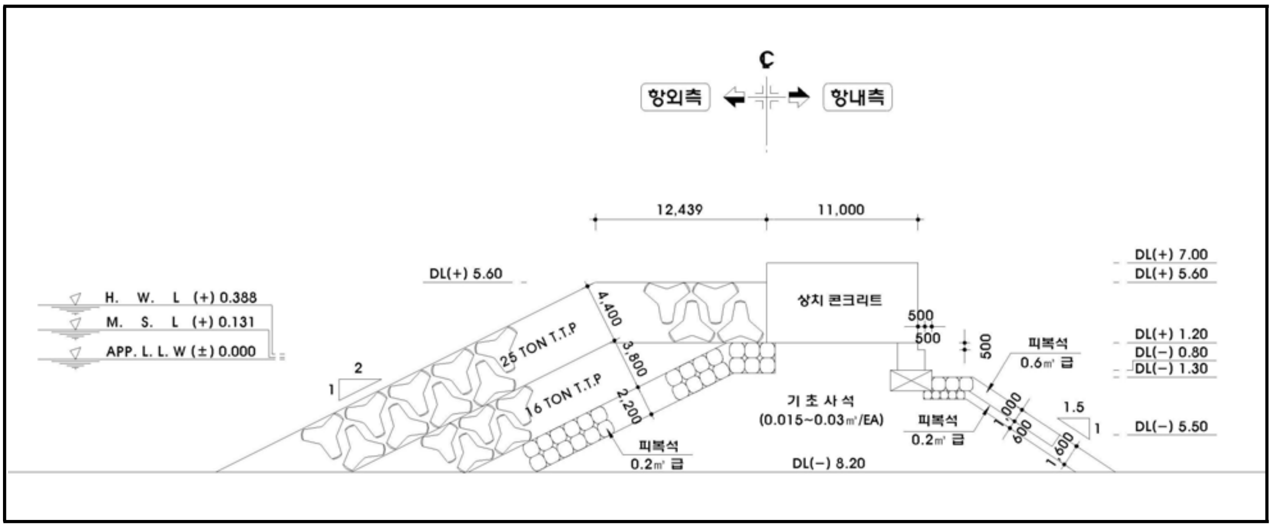
<그림 17.2.2> 북방파제 표준단면도(2구간)



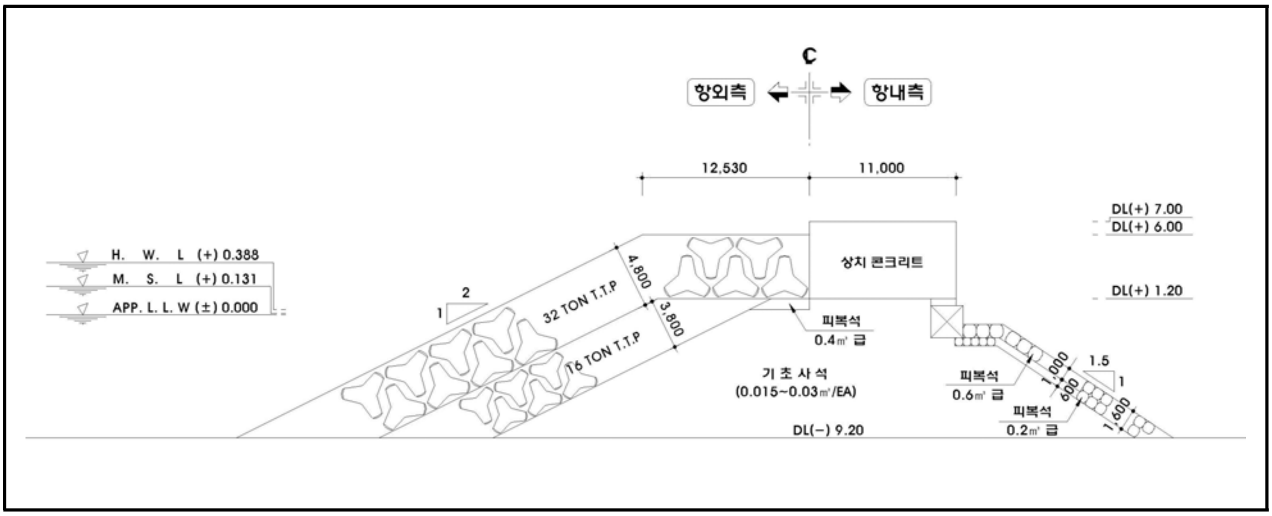
<그림 17.2.3> 북방파제 표준단면도(3구간)



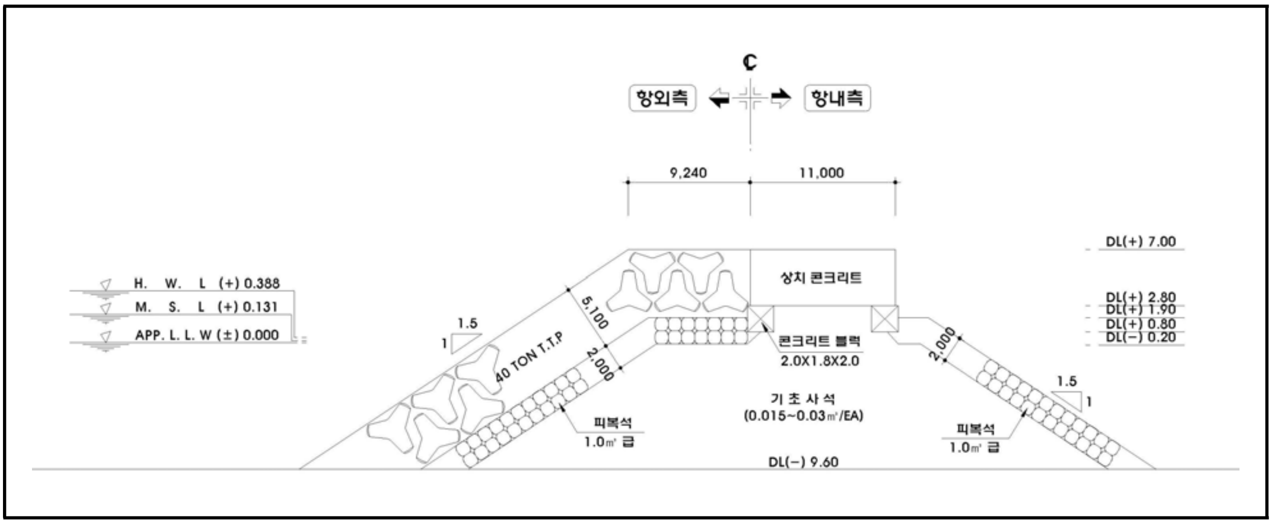
<그림 17.2.4> 북방파제 표준단면도(4구간)



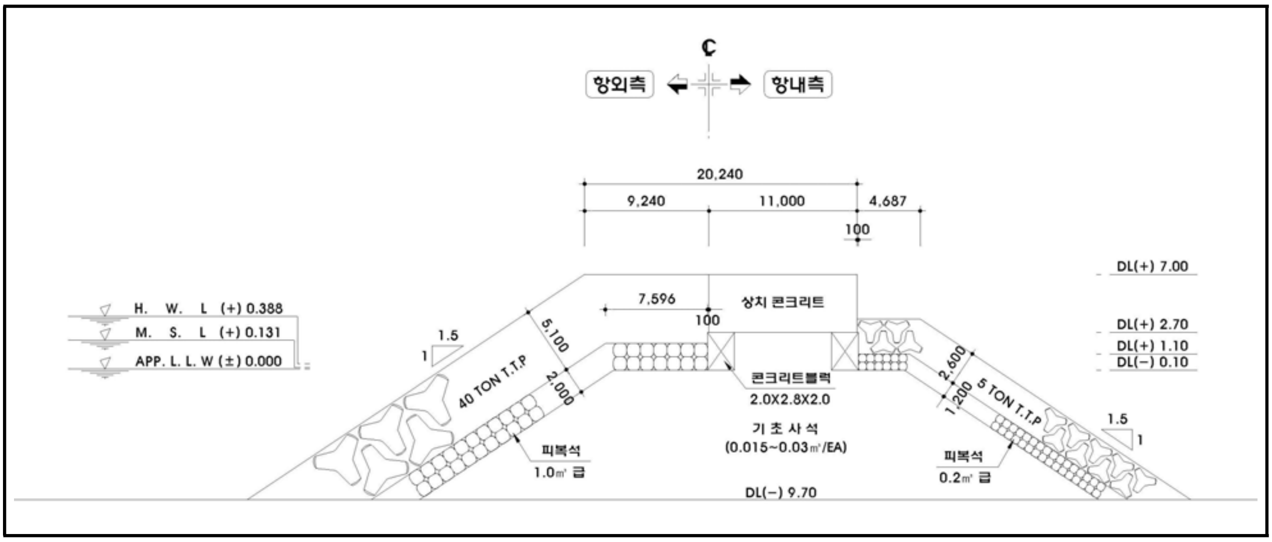
<그림 17.2.5> 북방파제 표준단면도(5구간)



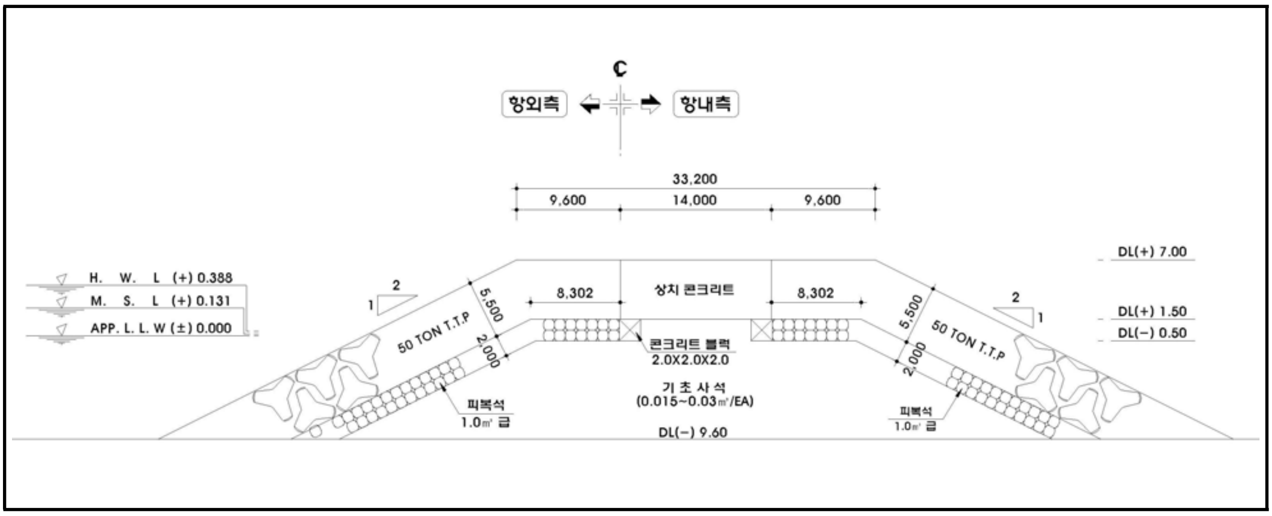
<그림 17.2.6> 북방파제 표준단면도(6구간)



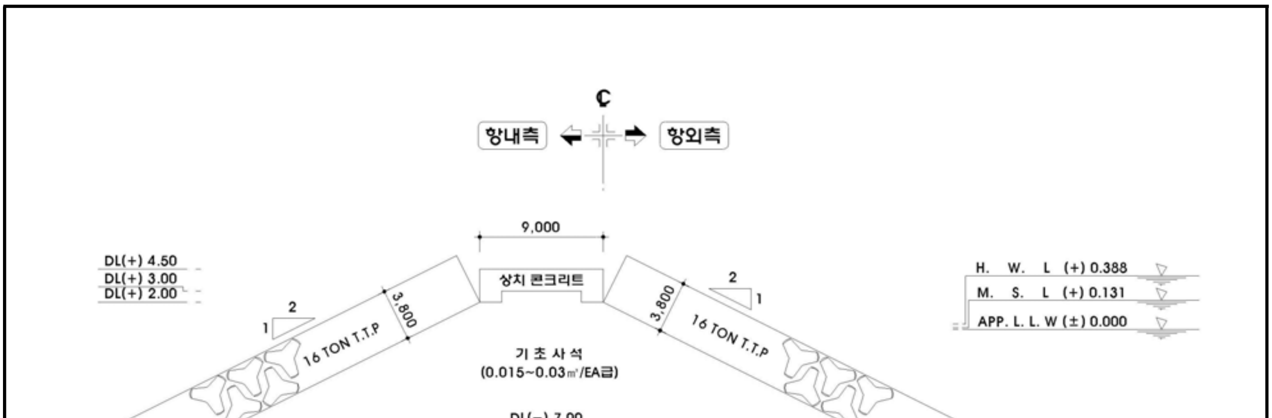
<그림 17.2.7> 북방파제 표준단면도(7구간)



<그림 17.2.8> 북방파제 표준단면도(8구간)



<그림 17.2.9> 남방파제 표준단면도(1구간)



나) 마루높이 검토

- 배후부지가 있는 북방파제 1~2구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 마루높이 검토결과 북방파제와 남방파제 전 구간에서 마루높이가 만족하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
북방파제	1구간	3.0	3.7	3.5	-	3.7	5.4	OK
	2구간	4.6	6.2	5.4	2.5	6.2	7.0	OK
	3구간	6.3	-	-	4.0	6.3	7.0	OK
	4구간	7.0	-	-	4.6	7.0	7.0	OK
	5구간	7.0	-	-	4.6	7.0	7.0	OK
	6구간	7.0	-	-	5.0	7.0	7.0	OK
	7구간	7.0	-	-	5.0	7.0	7.0	OK
	8구간	7.0	-	-	4.6	7.0	7.0	OK
남방파제	1구간	2.5	-	-	0.9	2.5	4.5	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 북방파제 8구간, 남방파제 1구간은 중간 피복재 소요 질량이 부족한 것으로 나타났으나 현재 시공이 완료되어있고, 피해가 발생하지 않아 안정한 것으로 판단되나, 향후 현지 조사를 통한 시설 점검이 필요할 것으로 판단된다.
- 피복재 소요질량 검토결과 북방파제 4구간은 외측 피복재 소요 질량이 부족한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 안정한 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
북방파제	1구간	쇄파대	T.T.P 2ton	T.T.P 16ton	OK	피복석 $0.1m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	2구간	쇄파대	T.T.P 6.3ton	T.T.P 25ton	OK	피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.2m^3$	OK
	3구간	쇄파대	T.T.P 20ton	T.T.P 25ton	OK	피복석 $0.5\sim0.6m^3$	피복석 $0.6m^3$	OK
	4구간	쇄파대	T.T.P 32ton	T.T.P 25ton	N.G	피복석 $0.8\sim1.0m^3$	T.T.P 16ton	OK
	5구간	쇄파대	T.T.P 32ton	T.T.P 32ton	OK	피복석 $0.8\sim1.0m^3$	T.T.P 16ton	OK
	6구간	쇄파대	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	OK	피복석 $1.0m^3$	피복석 $1.0m^3$	OK
	7구간	쇄파대	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	OK	피복석 $1.0m^3$	피복석 $1.0m^3$	OK
	8구간	쇄파대	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 $1.2\sim1.7m^3$	피복석 $1.0m^3$	N.G(OK)
남방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 2ton	T.T.P 16ton	OK	피복석 $0.1m^3$	-	N.G(OK)

라) 구조물 안정검토

- 북방파제와 남방파제 전 구간에서 활동, 전도, 직선활동에 대한 안정성이 확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
북방파제	1구간	164.67	OK	507.50	OK	2.62	OK
	2구간	17.59	OK	38.17	OK	2.32	OK
	3구간	2.75	OK	5.37	OK	3.30	OK
	4구간	2.14	OK	4.16	OK	2.86	OK
	5구간	1.77	OK	3.54	OK	2.46	OK
	6구간	1.38	OK	4.90	OK	1.45	OK
	7구간	1.37	OK	2.16	OK	1.59	OK
	8구간	-	-	-	-	-	-
남방파제	1구간	-	-	-	-	-	-

17.2.4 평가 및 결론

- 북방파제는 4구간에서 피복재 소요질량이 부족하여 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 보강이 필요없는 것으로 평가되었다.
- 남방파제의 경우 전 구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공, 제체 안정성이 확보되어 보강이 필요 없는 것으로 나타났다.

[표 17.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				북방파제			
				1구간	2구간	3구간	4구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		5.4	7.0	7.0	7.0
		금 회		3.7	6.2	6.3	7.0
		판 정		OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 16ton	T.T.P 25ton	T.T.P 25ton	T.T.P 25ton
		금 회		T.T.P 2ton	T.T.P 6.3ton	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton
		판 정		OK	OK	OK	N.G
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	164.67	17.59	2.75	2.14
			판정	OK	OK	OK	OK
		전도 (1.2)	산정	507.50	38.17	5.37	4.16
			판정	OK	OK	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	2.62	2.32	3.30	2.86
			판정	OK	OK	OK	OK
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	필 요

구 분				북방파제				남방파제
				5구간	6구간	7구간	8구간	1구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		7.0	7.0	7.0	7.0	4.5
		금 회		7.0	7.0	7.0	7.0	2.5
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 32ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	T.T.P 50ton	T.T.P 16ton
		금 회		T.T.P 32ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	T.T.P 50ton	T.T.P 2ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	1.77	1.38	1.37	-	-
			판정	OK	OK	OK	-	-
		전도 (1.2)	산정	3.54	4.90	2.16	-	-
			판정	OK	OK	OK	-	-
		직선활동 (1.2)	산정	2.46	1.45	1.59	-	-
			판정	OK	OK	OK	-	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

17.3 보수·보강 방안 수립

17.3.1 개요

• 대진항 보수 · 보강 계획은 인근 축산항의 보강 공사가 진행 중에 있어 이와 연계하여 보수 · 보강 계획을 수립하였다.
• 대진항의 외곽시설에 대한 안전성 평가결과 보수·보강이 필요한 대상시설은 북방파제 4구간으로 평가되었다.
• 이러한 단면에 대해서 보수·보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.
• 그러나, 대진항의 경우 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도에 설계파 재검토 대상상으로 선정되었다. 따라서, 3차년도에 구조물 설계파 및 안전성 평가를 재수행한 후 최종 보수 · 보강계획을 수립할 예정이다.

[표 17.3.1] 보수 · 보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북방파제	1구간	20m	
	2구간	52.5m	
	3구간	40m	
	4구간	101.5m	○
	5구간	56m	
	6구간	48m	
	7구간	50m	
	8구간	20m	
남방파제	1구간	40m	

17.3.2 보수 · 보강방안 비교 및 선정

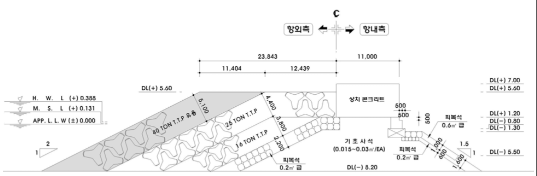
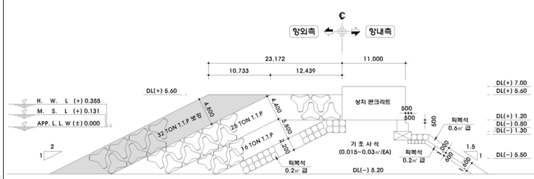
1) 북방파제

• 4구간의 소요 피복재 질량을 확보하기 위해 현재 시공중인 축산항 보강공사시 제거 되는 T.T.P 40ton을 기존 피복재 전면에 유용하고, 부족한 T.T.P 40ton은 신규 제작하여 보강하는 계획 1안과 설계파 증가에 따른 소요 규격인 T.T.P 32.0ton을 신규제작하여 전면에 덧씌우는 계획 2안을 검토하였으며, 검토결과 경제성 및 향후안정성을 감안하여 계획 1안을 채택하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

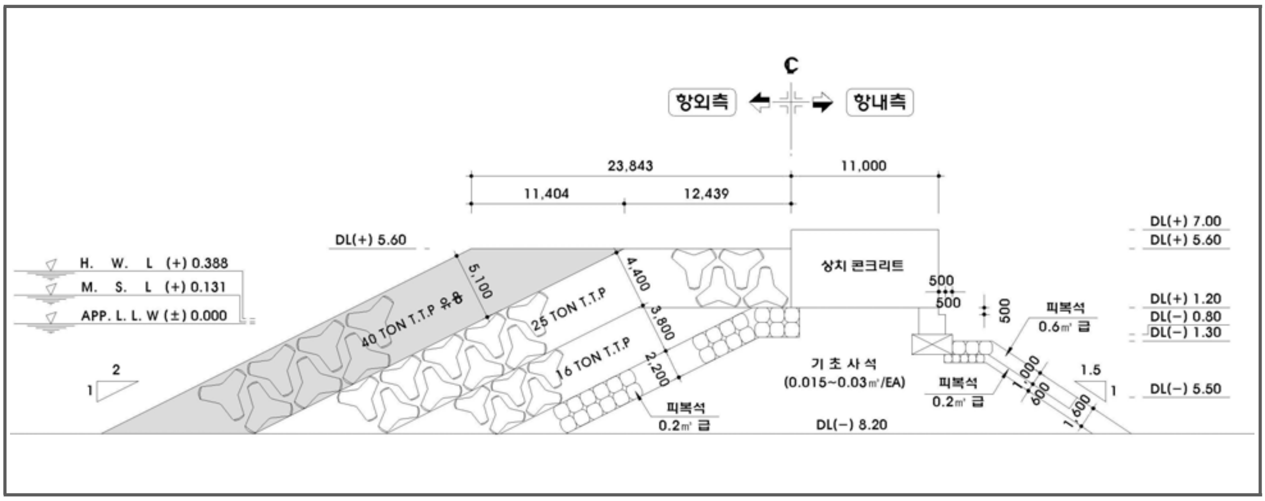
[표 17.3.2] 북방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		4구간	비고
시설연장		101.5m	101.5m
마 루 높 이	현황	D.L(+)7.0m	
	계획	-	
외 측 피복재	현황	T.T.P 25.0ton	
	계획	T.T.P 40.0ton	

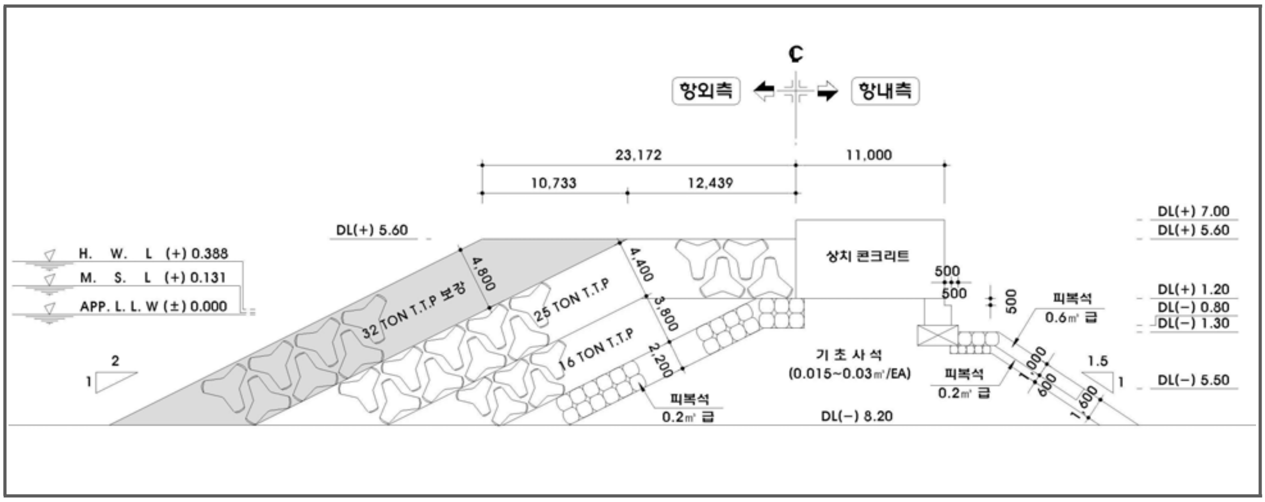
[표 17.3.3] 보수 · 보강 단면 비교

구 분		계획1안	계획2안
4 구 간	단 면 형 상		
	개요	• 축산항에서 제거된 T.T.P 40ton을 유용하고 부족한 T.T.P 40ton을 신규 제작하여 기존 T.T.P 위에 보강	• T.T.P 32ton 신규 제작하여 기존 T.T.P 위에 보강
	개 략 공사비	9백만원/m	19백만원/m
	장·단점	• 기존 피복재 유용에 따른 경제성 양호 • 규격상향에 따른 안정성 증대	• 경제성 불량
	채택 건의	◎	

<그림 17.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강1안)



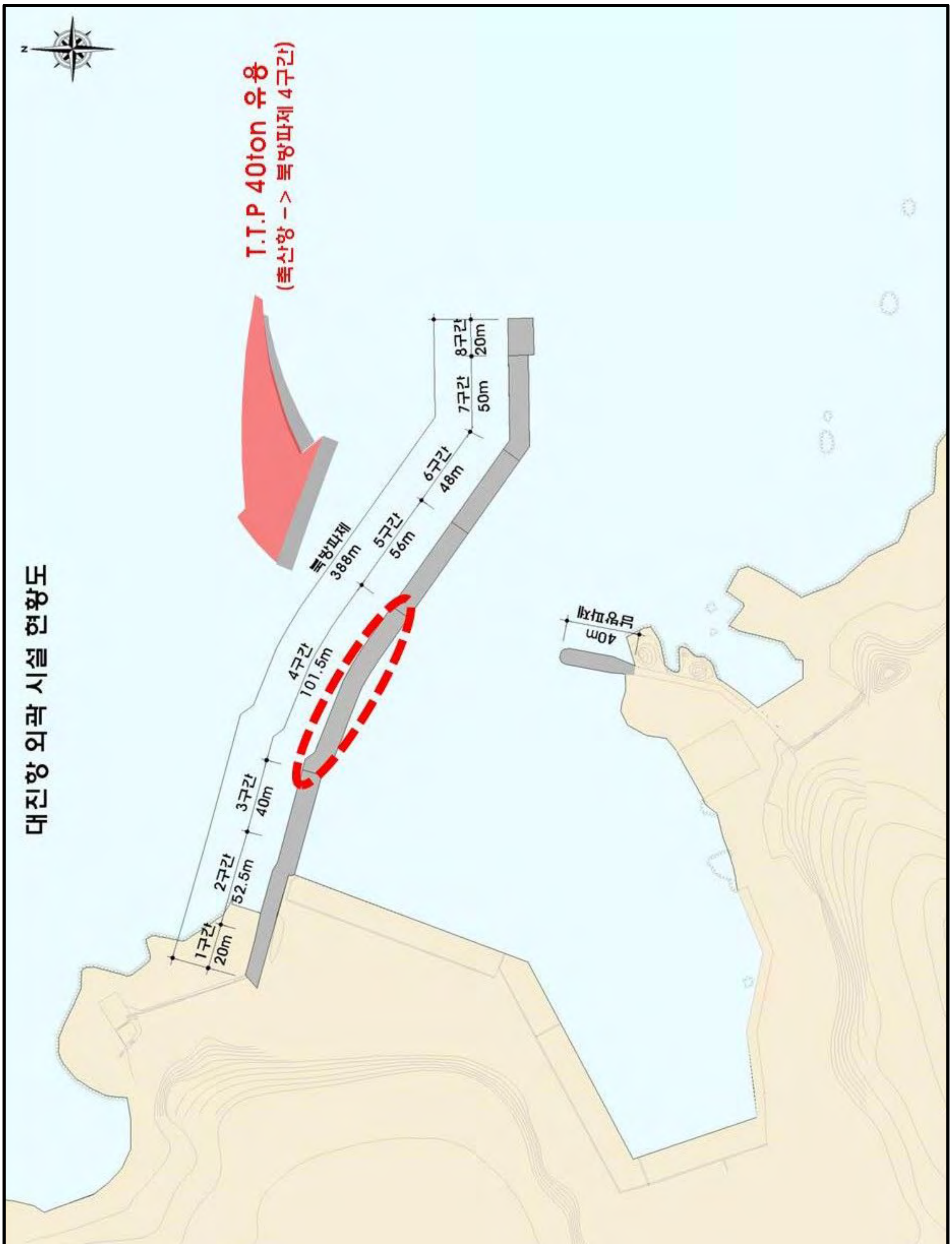
<그림 17.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강2안)



2) 유용계획

- 축산항 보강공사시 제거되는 T.T.P 40ton을 대진항 북방파제 4구간에 유용하도록 계획하였다.

<그림 17.3.3> 유용계획



17.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간주유소 평균가 기준
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 대진항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 9억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
북방파제	101.5		914	
4구간	101.5	9	914	• 피복재 보강
합 계	101.5		914	

제18장 사동항

제 18 장 사동항

18.1 기초자료조사

18.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 사동항은 북위36°49′32″, 동경129°26′49″에 위치해 있으며, 동쪽은 동해와 접하였고, 서쪽은 마악산(馬岳山)을 경계로 삼산리(三山里)가 있으며, 남쪽은 전설이 담긴 도지고개를 지나 척산 3리와 기성리가 있다.
- 사동항 주변지역은 대부분의 지역이 동쪽으로 점차 낮아지는 구릉성 산지이다. 정명천 하구 부근에는 면에서 가장 넓은 기성평야(箕城平野)가 있다. 해안에는 사빈과 사구가 연속적으로 발달해 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(울진) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 18.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	35.0
		풍 향		SW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	51.9
		풍 향		W
	평균풍속		m/sec	3.8
기 온	연 평 균		℃	12.6
	최 고			37.0
	최 저			-14.1
강수량	연 평 균		mm	1,118.9
	일 최 다			279.0

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	112.8
	흐 림		103.3
	안 개		17.0
	강 수		31.2
	강 설		9.1
	결 빙		89.2
	뇌 전		11.0
	폭 풍		57.0
	기 온		1.6
작업 일수	육 상		209
	해 상		204

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 울진 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 12.6℃이며, 월평균기온은 1월 1.0℃, 8월 23.8℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 37.0℃(1992년 7월), 최저기온은 -14.1℃ (1981년 2월)로 나타났다.

[표 18.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

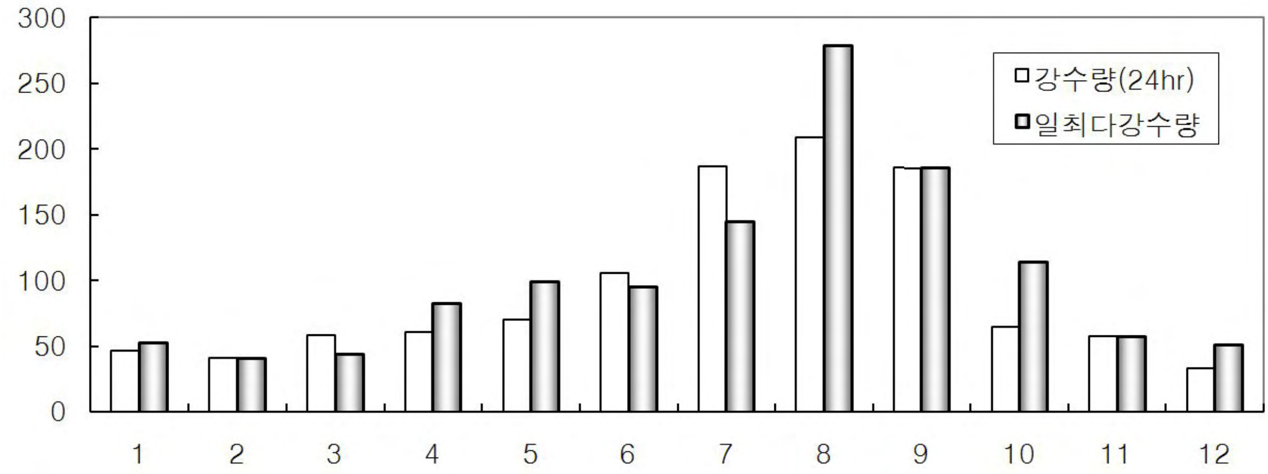
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	1.0	2.5	6.4	12.0	16.1	19.1	22.8	23.8	19.9	15.1	9.1	3.7	12.6
최 고	17.4	22.4	27.7	33.7	33.9	36.0	37.0	37.0	35.4	29.7	25.2	21.0	37.0
최 저	-13.7	-14.1	-6.8	-3.0	2.8	6.5	12.1	14.2	7.8	-0.8	-6.5	-10.7	-14.1

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 울진 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 61%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 2003년의 1,789.7mm, 연최소 강수량은 1995년의 623.0mm이며, 연평균 강수량은 1,118.9mm로 나타난다.

<그림 18.1.1> 강수량(mm)



[표 18.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

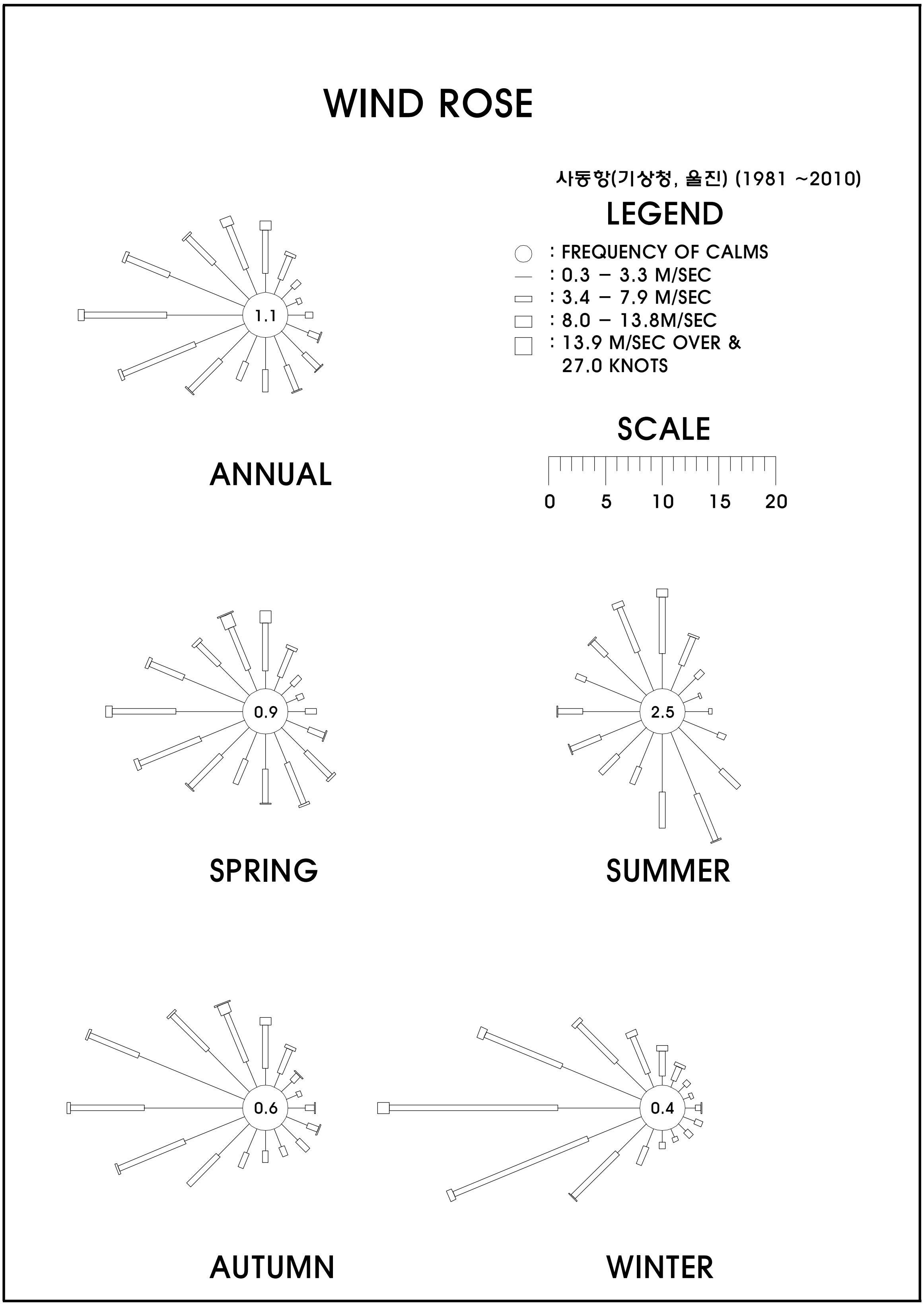
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	46.7	41.3	58.0	61.0	70.0	105.8	186.8	208.8	185.6	64.2	57.3	33.4	1118.9
일최다	52.7	41.0	44.1	82.9	99.0	95.0	144.5	279.0	185.5	114.4	57.0	50.8	279.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 울진 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 3.8m/sec, 최대 풍속은 SW방향에서 35.0m/sec로 나타난다.

<그림 18.1.2> 바람장미도



[표 18.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		4.4	4.2	4.1	4.2	3.8	3.2	3.2	3.2	3.5	3.7	4.0	4.2	3.8
최 대		31.7	21.0	18.7	35.0	21.7	20.7	27.8	28.0	28.2	22.0	17.7	25.7	35.0
		W	N	W	SW	W	ESE	E	SE	ESE	ESE	WNW	W	SW
순간최대		51.9	41.0	29.6	50.0	34.0	28.0	34.2	49.0	36.3	34.2	32.3	43.0	51.9
		W	SW	SSW	SW	W	NW	E	SE	ESE	ESE	W	W	W

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 울진 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 112.8일로 약 31%이고 흐린 날씨는 103.3일로 나타났다.
- 안개발생일수는 17.0일, 강수일수는 31.2일, 폭풍일수는 57.0일로 나타났다.

[표 18.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	16.3	12.0	9.4	9.1	8.0	4.0	3.1	4.3	5.0	10.8	13.8	17.0	112.8
흐 림	4.7	5.3	8.1	7.3	8.7	13.0	16.7	13.0	11.2	6.4	5.3	3.6	103.3
안 개	0.0	0.1	0.1	1.1	2.2	5.4	5.3	2.4	0.3	0.0	0.1	0.0	17.0
강 수	1.7	1.6	2.0	1.7	2.2	3.0	5.1	4.9	4.2	1.9	1.7	1.2	31.2
강 설	2.8	2.9	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	9.1
결 빙	27.4	21.4	10.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	21.4	89.2
뇌 전	0.0	0.0	0.2	0.4	1.4	1.4	3.0	3.0	0.8	0.6	0.2	0.0	11.0
폭 풍	6.7	5.5	6.3	7.6	6.4	2.5	1.8	2.7	3.0	4.4	4.8	5.3	57.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 울진 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 18.1.6] 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)

- 사동항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 204일, 육상작업 가능일수는 209일로서 연가동률이 55%와 57% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 18.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	58.11	97.53	155.64	209.36
해 상	64.79	95.41	160.20	204.80

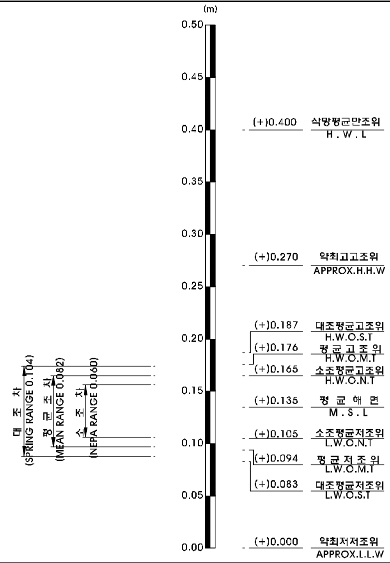
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 울진 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 사동항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)0.270m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)0.187m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)0.135m이며, 대조차 0.104m, 평균조차 0.082m, 소조차 0.060m로 나타났다.

[표 18.1.8] 사동항의 조위

구 분		조 위 (cm)		조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+)	40.0	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+)	27.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+)	18.7	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+)	17.6	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+)	16.5	
평 균 해 면	(M. S .L)	D.L(+)	13.5	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+)	10.5	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+)	9.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+)	8.3	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+)	0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 사동항의 조류자료는 거의 없어 후포항의 조류를 참조하였으며, 1975년 국립건설연구소 시행 "후포항 해양조사보고서"에 의하면 해류는 하절기에 0.3~1.2kn로 흐르며, 동절기에는 0.1~0.4kn로 비교적 연안에 접근하여 흐른다.
- 또한 연안 조류로 창조류는 남류하며, 낙조류는 북류하고 조류속은 0.2~0.3kn를 보인다.

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 18.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
사동항 기본조사 및 시설계획 보고서 (1986.11)	NE~E	8.0	14.0	

18.1.2 기존자료조사

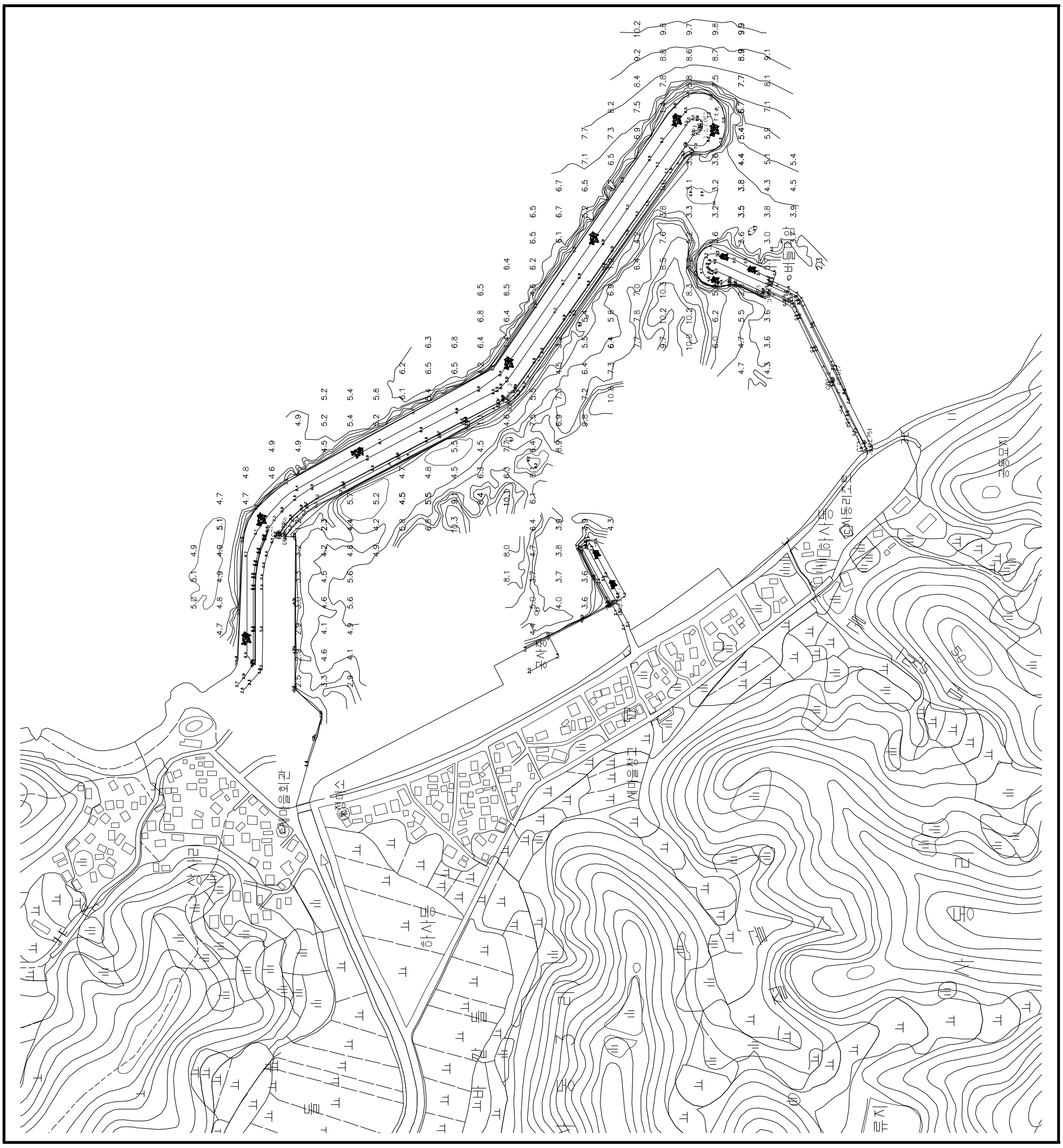
1) 수심측량

가) 개 요

• 수심측량 자료는 “국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2008. 12)”에 수록된 사동항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 18.1.3> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 국가어항 기본시설 안전점검 보고서(2008. 12)

18.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

1) 연혁

년도	구 분	비 고
1991년	제3종 어항 지정	
1992년	기본설계 실시 및 개발착수	
1999년	기본시설 완공	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2003년	정비계획 수립	
2005년	실시설계 용역 완료	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	북방파제	사석식경사제	716m	
	남방파제	사석식경사제	250m	
	방사제	사석식경사제	80m	
계류 시설	물양장	콘크리트블럭식	340m	
	선양장	콘크리트블럭식	30m	

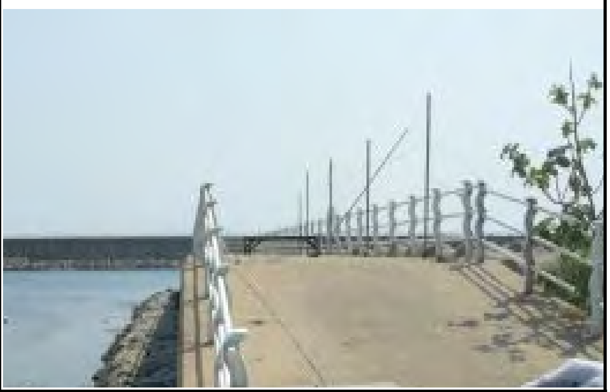
<그림 18.1.4> 사동항 현황도

<그림 18.1.5> 기존 시설현황

북방파제

남방파제

방 사 제



북방파제기부측

18.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
울진군청 해양수산과	•사동항 관련 민원사항이나 계획은 수립되어 있지 않으며, 현지방문을 통해 항내정온도, 매몰 등에 대한 어민의견 수렴 후 건의
주민의견	•항내 매몰에 따라 항내에서 자라는 미역 등에 의해 어선 피해 발생
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 북방파제, 남방파제, 방사제의 외측 피복재 거치상태 및 북방파제 안전난간은 양호한 것으로 조사되었다.
- 북방파제 배후 물양장 인근에서 항내매몰이 육안으로도 확인 가능하였다.

18.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

18.2.1 개요

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

18.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 해당사항 없음

18.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)0.270m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 후포항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 사동항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)0.400m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 0.270m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 0.400m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 북방파제에서 4.2~6.0m, 남방파제에서 3.4~3.7m로 산정되었다.

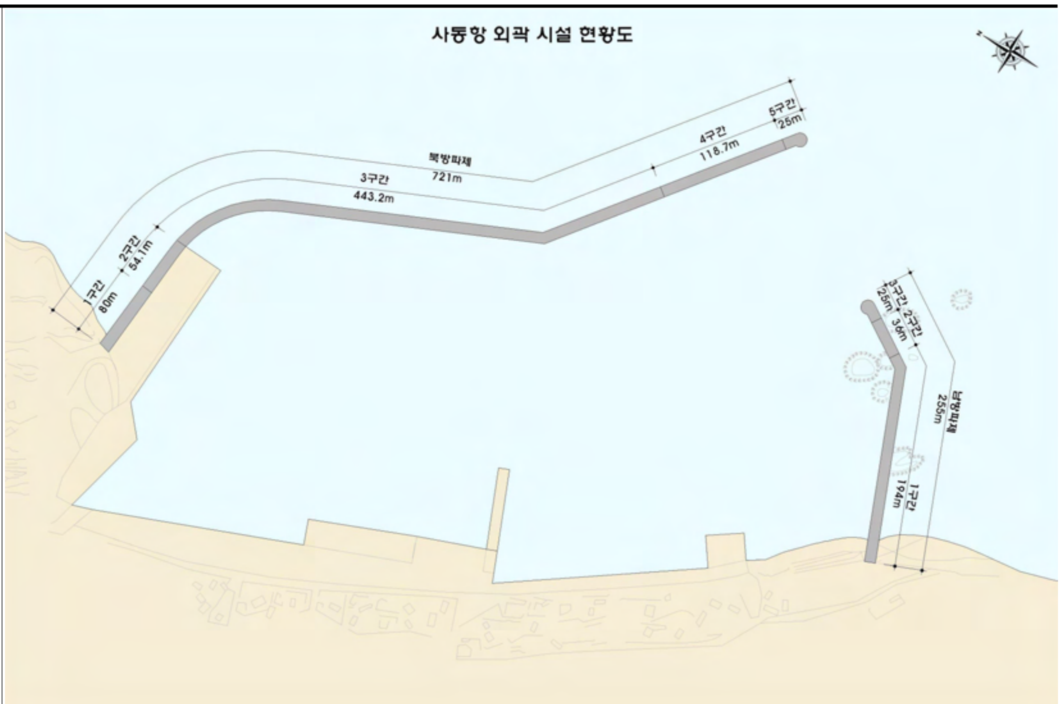
구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
북방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.8+0.0)	E	4.2	12.6
	2구간 : (No.8+0.0~No.13+4.1)	E	4.6	12.6
	3구간 : (No.13+4.1~No.57+7.3)	E	5.6	12.6
	4구간 : (No.57+7.3~No.69+6.0)	E	6.0	12.6
	5구간 : (No.69+6.0~No.72+1.0)	E	6.0	12.6
남방파제	1구간 : (No.0+0.0~No.19+4.0)	E	3.4	12.6
	2구간 : (No.19+4.0~No.23+0.0)	E	3.7	12.6
	3구간 : (No.23+0.0~No.25+5.0)	E	3.7	12.6

2) 안정성 평가

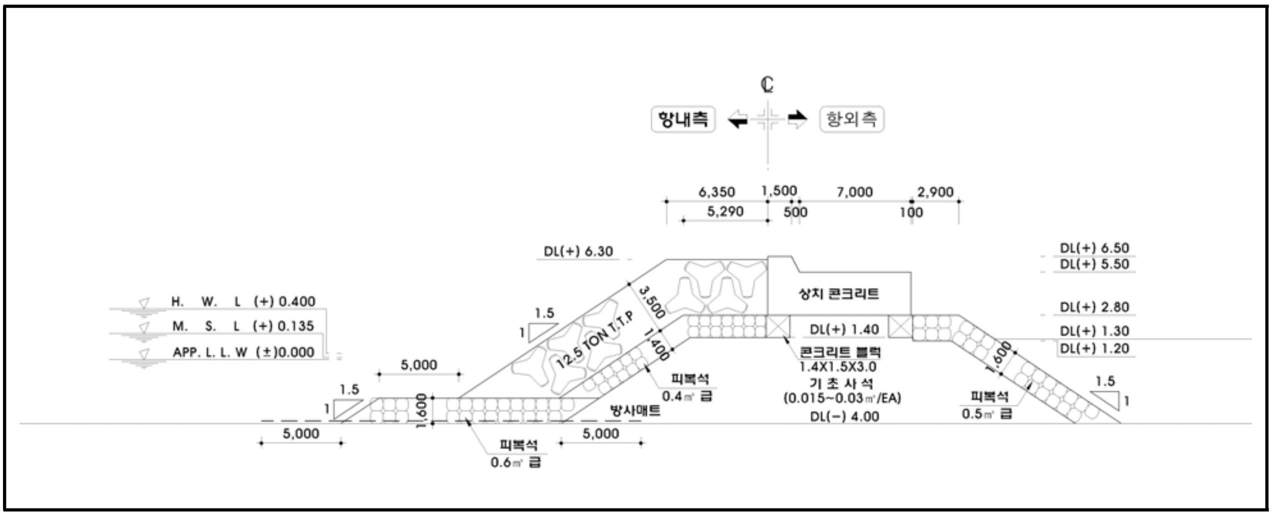
가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 사동항의 안정성 평가 대상시설은 북방파제 721m(5구간), 남방파제 255m(3구간)으로 선정하였다.

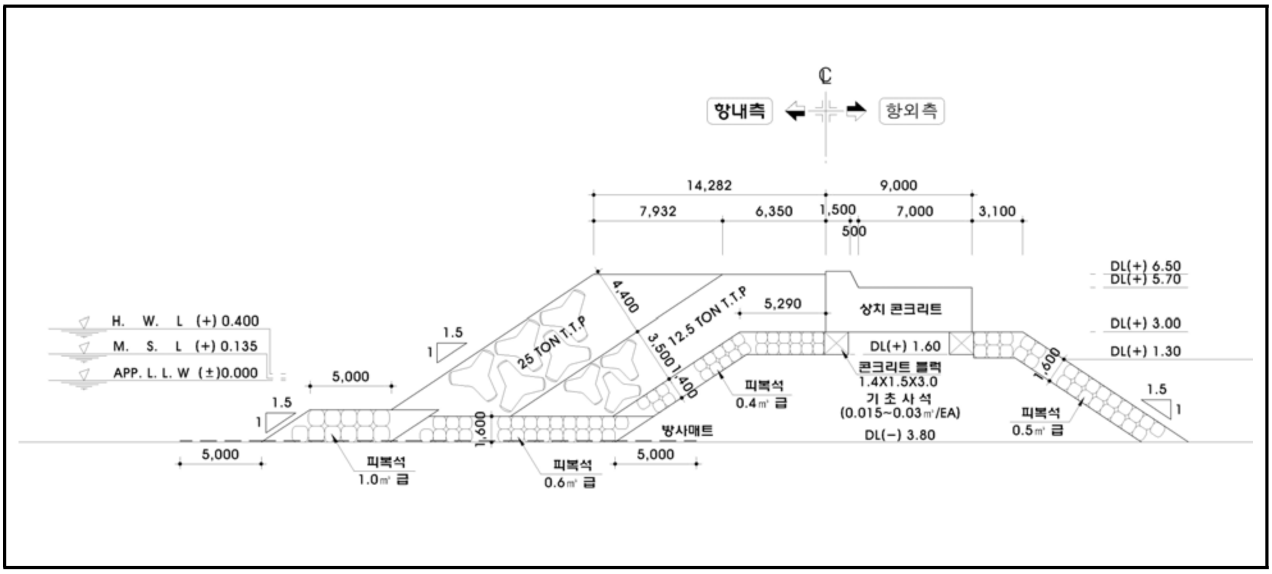
[표 18.2.1] 외곽시설 현황

구 분	북방파제	남방파제
방 파 제 시설현황도		
연 장	721m	255m
구조형식	사석경사제	사석경사제
준공년도	1994년	1996년
전면수심	D.L(-)3.8~10.0m	D.L(-)3.0~7.6m
마루높이	D.L(+)6.5~7.0m	D.L(+)2.5~5.0m
피 복 재	T.T.P 12.5~50.0 ton	피복석 0.7m^3/EA, T.T.P 12.5 ton
총 구 간	5개 구간	3개 구간

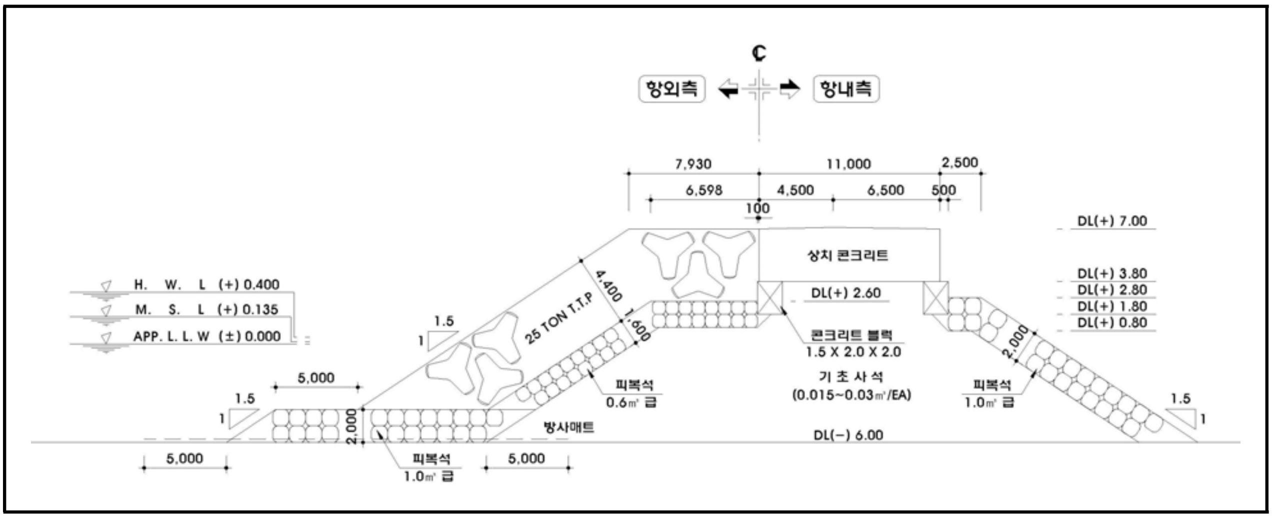
<그림 18.2.1> 북방파제 표준단면도(1구간)



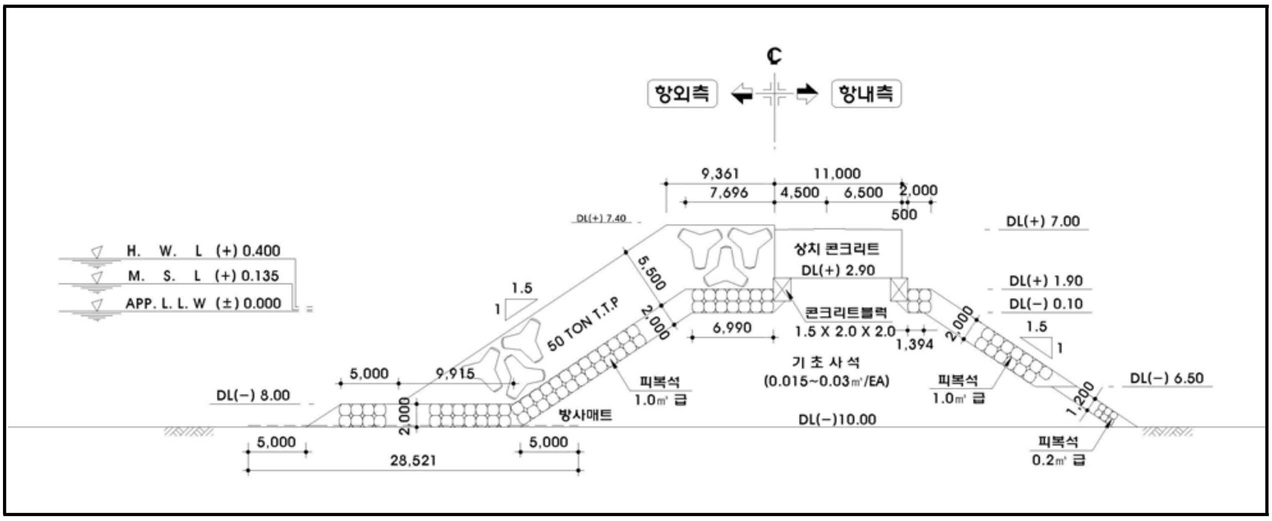
<그림 18.2.2> 북방파제 표준단면도(2구간)



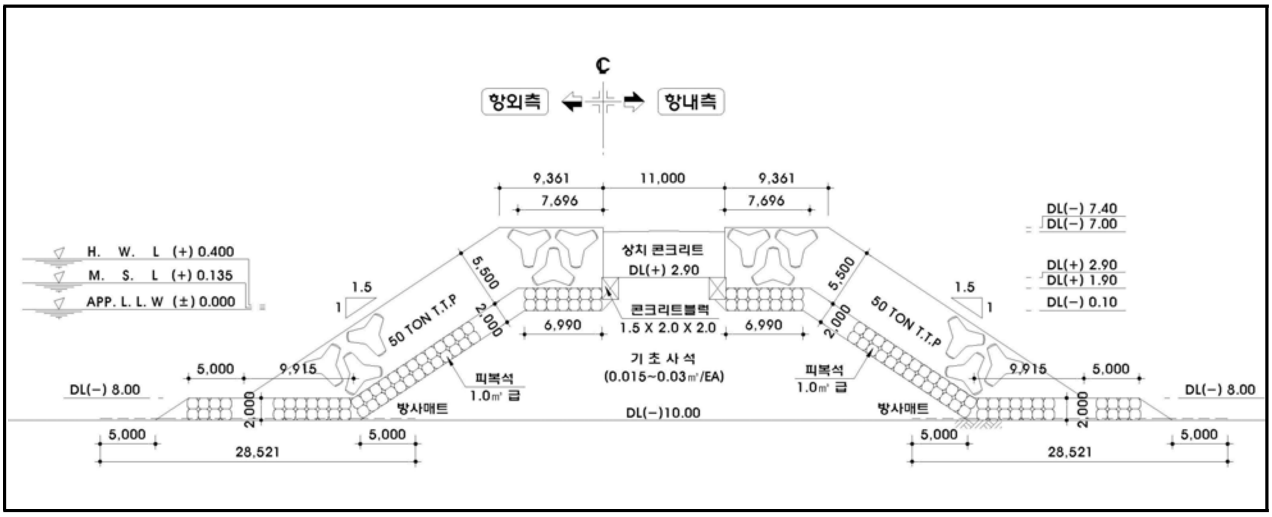
<그림 18.2.3> 북방파제 표준단면도(3구간)



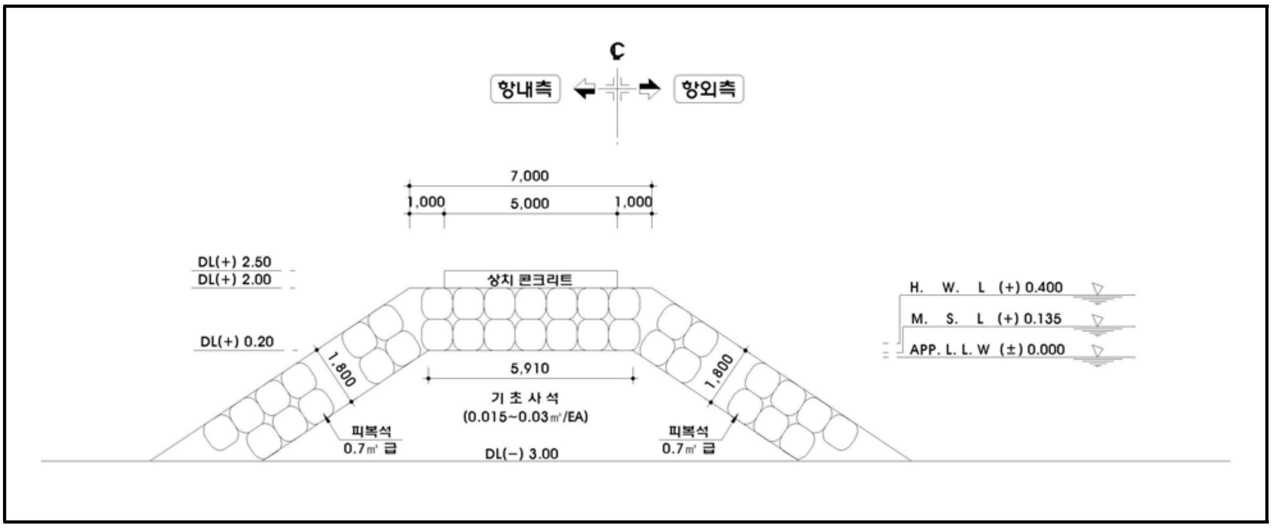
<그림 18.2.4> 북방파제 표준단면도(4구간)



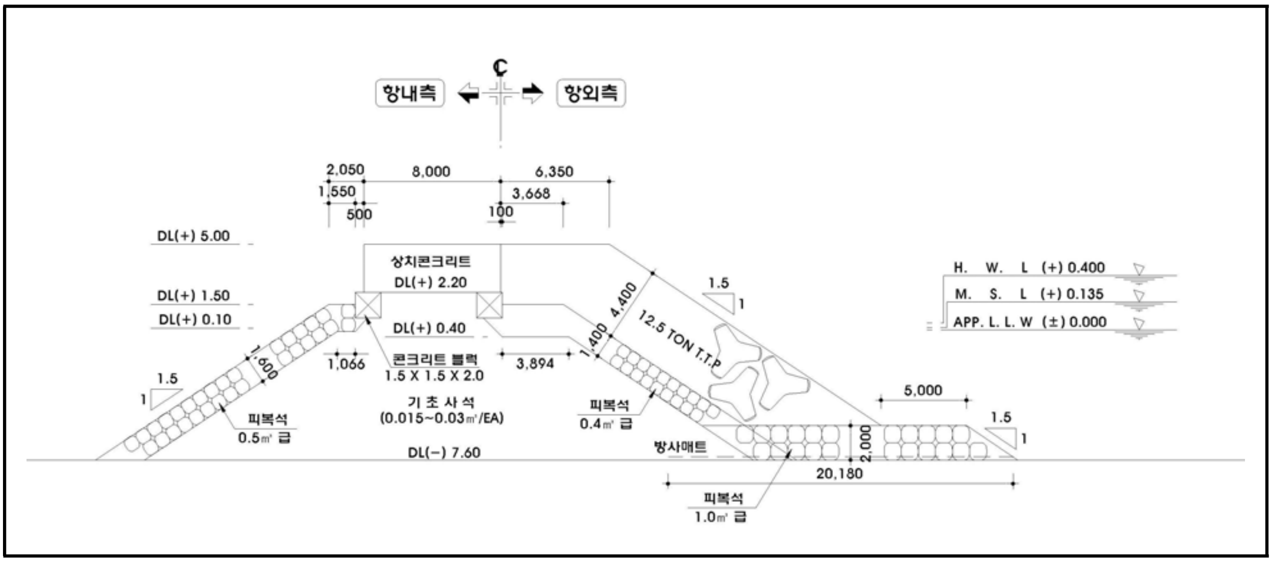
<그림 18.2.5> 북방파제 표준단면도(5구간)



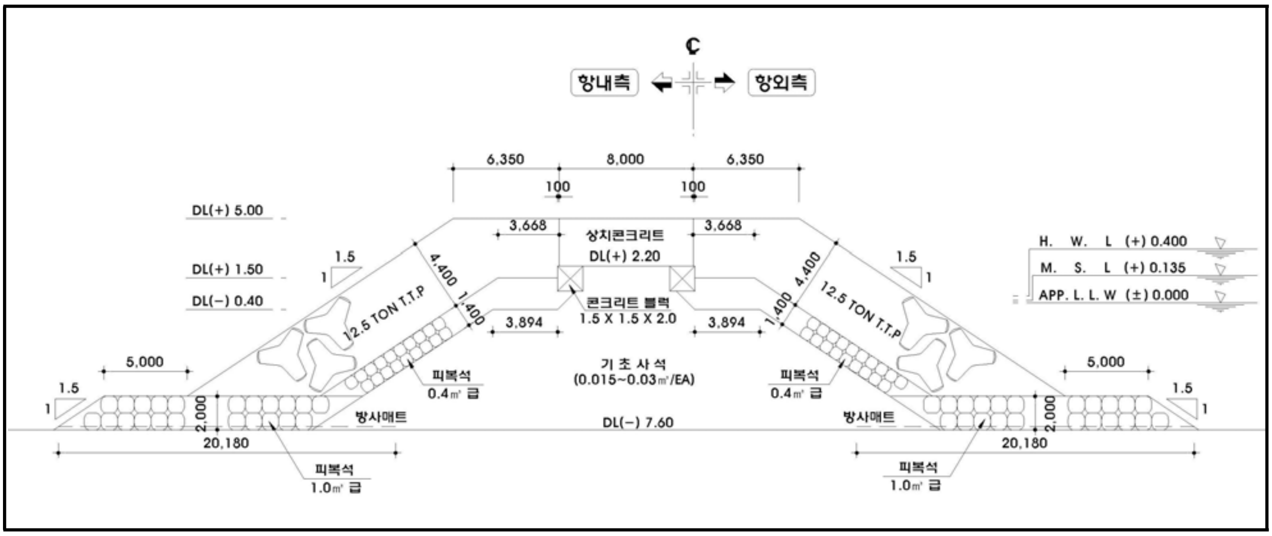
<그림 18.2.6> 남방파제 표준단면도(1구간)



<그림 18.2.7> 남방파제 표준단면도(2구간)



<그림 18.2.8> 남방파제 표준단면도(3구간)



나) 마루높이 검토

- 배후부지가 있는 북방파제 1~2구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 검토결과 남방파제 1구간에서 마루높이가 부족한 것으로 나타났으며, 그 외 구간 및 북방파제 전구간은 소요마루높이를 만족하는 것으로 검토되었다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
북방파제	1구간	4.6	3.9	5.3	2.8	5.3	6.5	OK
	2구간	5.0	3.8	5.4	3.8	5.4	6.5	OK
	3구간	6.0	-	-	4.1	6.0	7.0	OK
	4구간	6.4	-	-	4.6	6.4	7.0	OK
	5구간	6.4	-	-	4.6	6.4	7.0	OK
남방파제	1구간	3.8	-	-	3.2	3.8	2.5	N.G
	2구간	4.1	-	-	2.5	4.1	5.0	OK
	3구간	4.1	-	-	2.5	4.1	5.0	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 북방파제 두부인 5구간에서 중간피복재의 소요질량이 부족한 것으로 검토되었으나, 현재 완공된 상태이며, 현재까지 피해가 발생하지 않아 안정한 것으로 판단되나, 향후 정비계획 시 정밀한 현장 조사를 통해 시설 점검이 필요할 것으로 판단된다.
- 검토결과 남방파제 1구간에 외측 피복재 소요 질량 부족으로 안정성이 미확보 되는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
북방파제	1구간	쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 $0.3m^3$	피복석 $0.4m^3$	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 25ton	OK	피복석 $0.3\sim0.4m^3$	피복석 $0.4m^3$	OK
	3구간	쇄파대	T.T.P 25ton	T.T.P 25ton	OK	피복석 $0.6\sim0.8m^3$	피복석 $0.6m^3$	OK
	4구간	쇄파대	T.T.P 32ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 $0.8\sim1.0m^3$	피복석 $1.0m^3$	OK
	5구간	쇄파대	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton	OK	피복석 $1.2\sim1.7m^3$	피복석 $1.0m^3$	N.G
남방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 3.2ton	피복석 $0.7m^3$	N.G	-	-	-
	2구간	쇄파대	T.T.P 8ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 $0.2m^3$	피복석 $0.4m^3$	OK
	3구간	쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 $0.3m^3$	피복석 $0.4m^3$	OK

라) 구조물 안정검토

- 남방파제 1구간에 활동, 전도에 대한 안정이 확보되지 않는 것으로 나타났으며, 그 외 구간 및 북방파제 전구간은 안정이 확보되는 것으로 검토되었다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
북방파제	1구간	3.79	OK	12.97	OK	2.39	OK
	2구간	1.35	OK	4.46	OK	1.84	OK
	3구간	3.22	OK	16.51	OK	2.07	OK
	4구간	1.67	OK	6.28	OK	1.51	OK
	5구간	-	-	-	-	-	-
남방파제	1구간	-1.79	N.G	-47.60	N.G	1.61	OK
	2구간	2.13	OK	8.86	OK	1.64	OK
	3구간	-	-	-	-	-	-

18.2.4 평가 및 결론

- 북방파제는 전 구간에서 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공, 제체 안정성이 확보되므로 보강이 필요하지 않은 것으로 평가되었다.
- 남방파제의 경우 1구간은 마루높이, 피복재 소요 중량, 상부공에 대한 안정성이 미확보되어 보강이 필요한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 보강이 필요하지 않는 것으로 평가되었다.

[표 18.2.2] 안정성 검토 결과

구 분				북방파제					남방파제		
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	1구간	2구간	3구간
마루높이 (D.L(+),m)		현 황		6.5	6.5	7.0	7.0	7.0	2.5	5.0	5.0
		금 회		5.3	5.4	6.0	6.4	6.4	3.8	4.1	4.1
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	N.G	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 12.5ton	T.T.P 25ton	T.T.P 25ton	T.T.P 50ton	T.T.P 50ton	피복석 $0.7m^3$	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton
		금 회		T.T.P 10ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 25ton	T.T.P 32ton	T.T.P 50ton	T.T.P 3.2ton	T.T.P 8ton	T.T.P 10ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK	N.G	OK	OK
상부공및제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.79	1.35	3.22	1.67	-	-1.79	2.13	-
			판정	OK	OK	OK	OK	-	N.G	OK	-
		전도 (1.2)	산정	12.97	4.46	16.51	6.28	-	-47.60	8.86	-
			판정	OK	OK	OK	OK	-	N.G	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	2.39	1.84	2.07	1.51	-	1.61	1.64	-
			판정	OK	OK	OK	OK	-	OK	OK	-
보강 계획 수립				불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	필요	불필요	불필요

18.3 보수·보강 방안 수립

18.3.1 개요

- 사동항의 외곽시설에 대해 개정된 심해설계파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 보수・보강이 필요한 대상시설은 남방파제 1구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.
- 그러나, 사동항은 최근 기후변화에 따른 심해설계파 변화 경향이 증가할 것으로 예측되어 3차년도 설계파 재검토 대상항으로 선정되었다. 따라서 3차년도에 구조물 설계파 및 안정성 평가를 재수행한 후 최종 보수・보강 계획을 수립할 예정이다.

[표 18.3.1] 보수・보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
북방파제	1구간	80m	
	2구간	54.1m	
	3구간	443.2m	
	4구간	118.7m	
	5구간	25m	
남방파제	1구간	194m	○
	2구간	36m	
	3구간	25m	

18.3.2 보수・보강방안 비교 및 선정

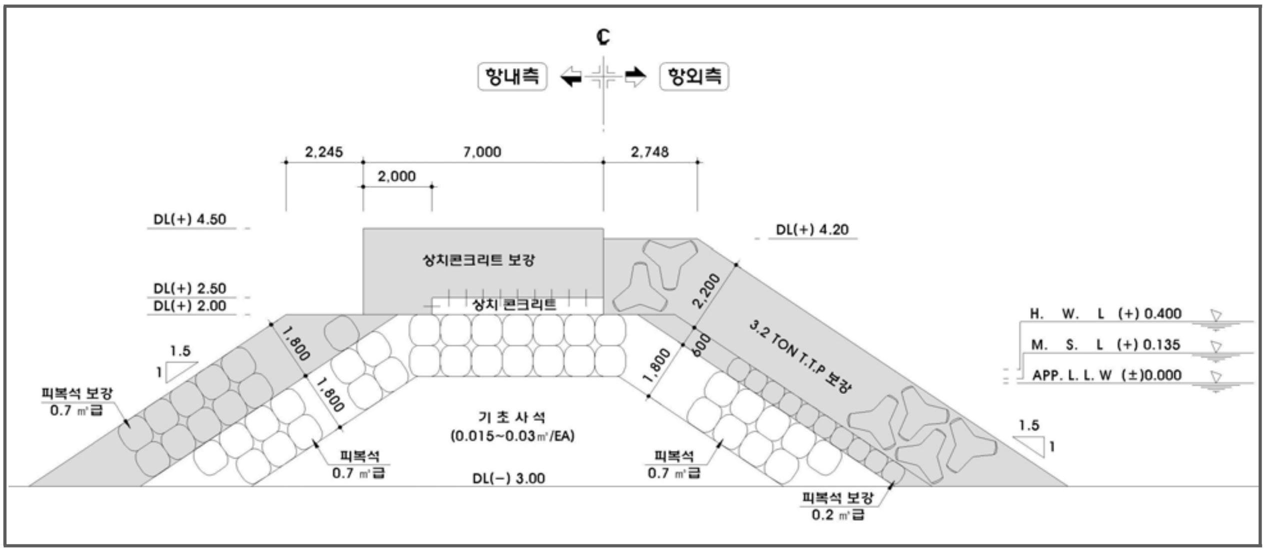
1) 남방파제

- 1구간의 소요 마루높이 확보를 위해 D.L(+) 3.8m로 증고하여야 하나 상치 콘크리트 증고에 따른 파압 증가로 상부공 안정을 확보하기 위해 마루높이를 D.L(+) 4.5m로 증고하고, 상치폭도 7m로 확폭하여 안정을 확보하였으며, 마루높이 증고시 전단철근을 설치하여 신구콘크리트의 일체성을 확보토록 보강단면을 계획하였다.
- 또한, 상치콘크리트 확폭에 따라 항내측에 기존 피복석 위에 신규로 0.7m^3 피복석을 보강하였다.
- 외측 피복재 소요 질량을 확보하기 위해 기존 0.7m^3 피복석 위에 T.T.P 3.2ton을 보강하여 안정성을 확보토록 계획하였다. 그리고 T.T.P 3.2ton 어깨걸이 확보를 위하여 피복석 0.2m^3를 추가로 보강하였다.

[표 18.3.2] 남방파제 보수 · 보강 단면 제원

구 분		1구간	비고
시설연장		194m	194m
마 루 높 이	현황	D.L(+)2.5m	
	계획	D.L(+)4.5m	
외 측 피복재	현황	피복석 $0.7m^3$	
	계획	T.T.P 3.2ton	

<그림 18.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(1구간, 보강안)



18.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사 석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 사동항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 25억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구 분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비 고
남방파제	194		2,522	
1구간	194	13	2,522	• 상치 보강, 피복재 보강, 항내측 보강
합 계	194		2,522	

제19장 모슬포(남)항

제 19 장 모슬포(남)항

19.1 기초자료조사

19.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 모슬포항이 위치한 대정읍의 지층표면은 화산지형의 현무암으로 구성되어 있으며, 대부분의 토지는 과수원 또는 밭으로 이용되고 있다.
- 해안선은 완만하며 해안 곳곳에 현무암이 단애를 이루는 곳이 많다.
- 또한 인근에서는 모슬봉(180.5m)이 가장 높은 지역으로 40m부분에서부터 도출된 기생화산으로 구성되어 있으며 표고 50m이하의 지역이 22.241km²로 전체면적의 88.6%를 차지하고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(고산) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 19.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	51.1
		풍 향		N
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	60.0
		풍 향		N
	평균풍속		m/sec	7.0
기 온	연 평 균		℃	15.6
	최 고			34.3
	최 저			-4.5
강수량	연 평 균		mm	1,142.7
	일 최 다			240.3

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	51.4
	흐 림		145.3
	안 개		26.0
	강 수		32.1
	강 설		10.9
	결 빙		7.2
	뇌 전		14.3
	폭 풍		193.3
	기 온		-
작업 일수	육 상		176
	해 상		135

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 고산 : 1981~2010년)

가) 기온

• 본 지역의 연평균 기온은 15.6℃이며, 월평균기온은 1월 6.2℃, 8월 26.2℃로 나타났다.
• 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 34.3℃(2001년 8월), 최저기온은 -4.5℃(2004년 1월)로 나타났다.

[표 19.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

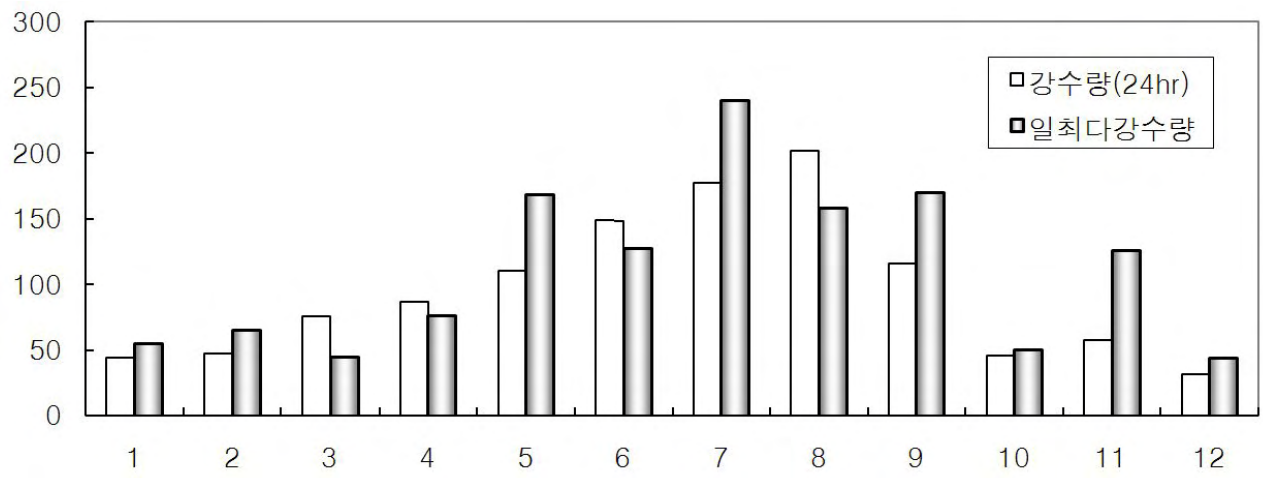
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	6.2	6.7	9.3	13.3	16.8	20.6	24.7	26.2	23.1	18.3	13.3	8.6	15.6
최 고	18.8	19.6	21.4	27.3	27.5	29.5	33.1	34.3	32.2	28.7	23.9	21.6	34.3
최 저	-4.5	-3.0	-2.3	3.3	9.2	12.7	16.8	17.1	14.8	7.3	0.8	-2.0	-4.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 고산 : 1981~2010년)

나) 강수

• 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 56%가 6월~9월에 집중되고 있다.
• 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1999년의 1,874.5mm, 연최소 강수량은 1988년의 735.5mm이며, 연평균 강수량은 1,142.7mm로 나타난다.

<그림 19.1.1> 강수량(mm)



[표 19.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

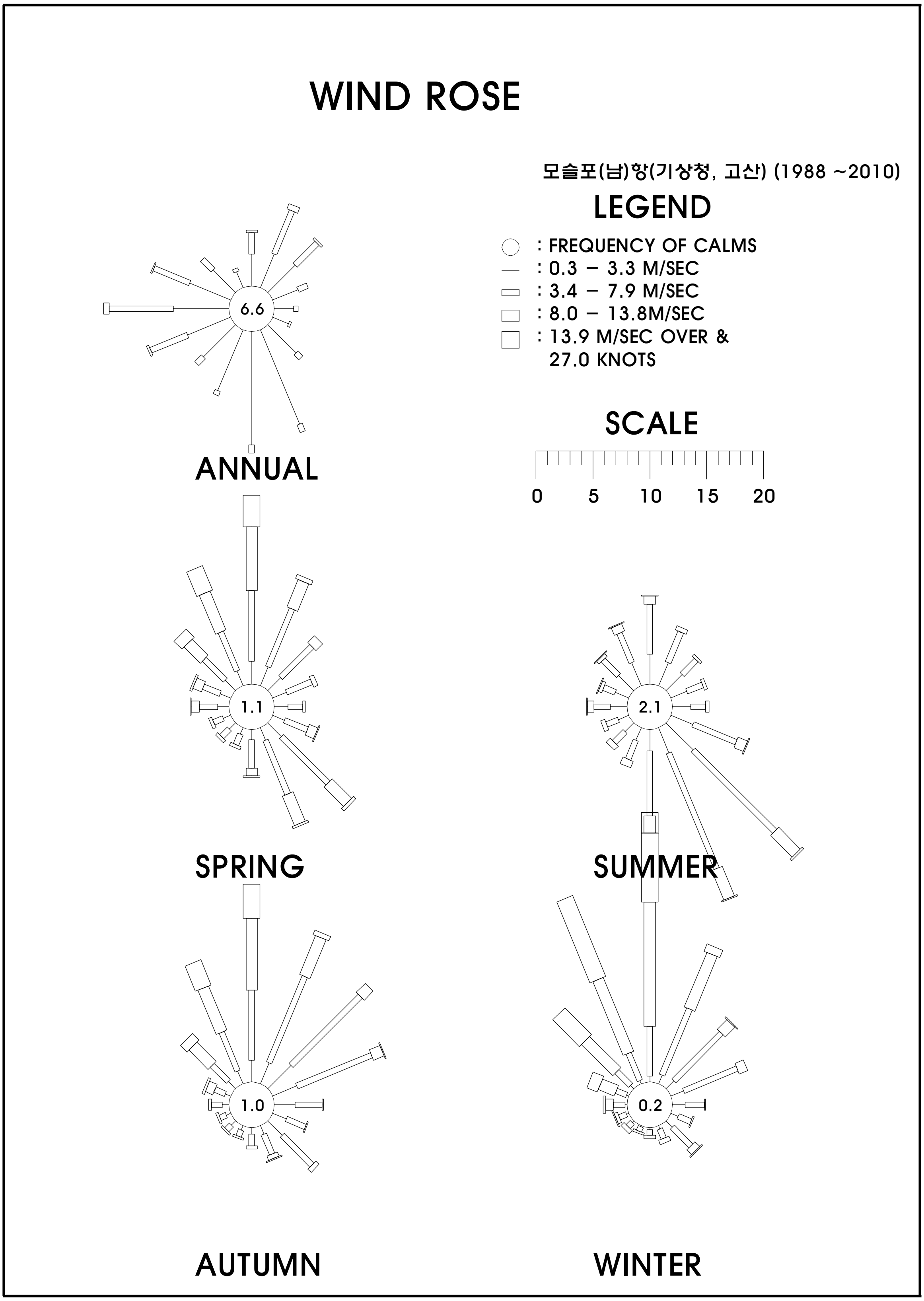
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	43.9	46.9	75.8	86.4	110.2	148.7	178.0	201.8	116.2	45.7	57.4	31.7	1142.7
일최다	55.0	65.0	44.8	76.1	168.1	127.6	240.3	158.0	169.7	50.0	126.2	43.6	240.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 고산 : 1981~2010년)

다) 바람

• 연평균 풍속은 7.0m/sec, 최대 풍속은 N방향에서 51.1m/sec로 나타난다.

<그림 19.1.2> 바람장미도



[표 19.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		9.9	9.3	8.2	6.6	5.6	4.7	5.3	5.2	5.5	6.6	7.9	9.4	7.0
최 대		32.8	33.0	33.3	26.8	24.7	26.3	26.7	43.7	51.1	25.7	31.5	33.9	51.1
		NNW	NNW	NNW	N	N	WNW	W	N	N	NNW	WNW	NNW	N
순간최대		41.2	42.7	40.9	31.8	31.3	35.0	36.4	56.7	60.0	31.1	40.4	41.2	60.0
		WNW	NNW	NNW	NNW	N	WNW	W	N	N	NNW	NNW	NNW	N

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 고산 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 51.4일로 약 14%이고 흐린 날씨는 145.3일로 나타났다.
- 안개발생일수는 26.0일, 강수일수는 32.1일, 폭풍일수는 193.3일로 나타났다.

[표 19.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	1.4	3.0	5.0	6.1	5.6	2.5	2.2	2.4	5.2	8.3	6.0	3.7	51.4
흐 림	17.4	11.4	12.1	10.7	12.5	17.0	16.1	9.6	10.5	6.7	8.0	13.3	145.3
안 개	0.2	0.7	0.9	3.4	5.6	7.8	6.7	0.5	0.1	0.0	0.1	0.0	26.0
강 수	1.3	1.3	2.9	2.8	3.4	4.3	4.5	5.0	2.8	1.5	1.5	0.8	32.1
강 설	4.6	2.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	10.9
결 빙	3.0	3.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	7.2
뇌 전	0.1	0.2	0.8	0.8	1.2	1.2	3.0	4.5	1.1	0.4	0.9	0.1	14.3
폭 풍	25.5	22.2	22.6	16.8	13.2	7.7	8.8	9.4	10.4	15.0	18.3	23.4	193.3

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 고산 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 19.1.6] 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)

- 모슬포(남)항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 135일, 육상작업 가능일수는 176일로서 연가동률이 36%와 48% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 19.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	105.90	82.35	188.25	176.75
해 상	166.02	63.24	229.26	135.74

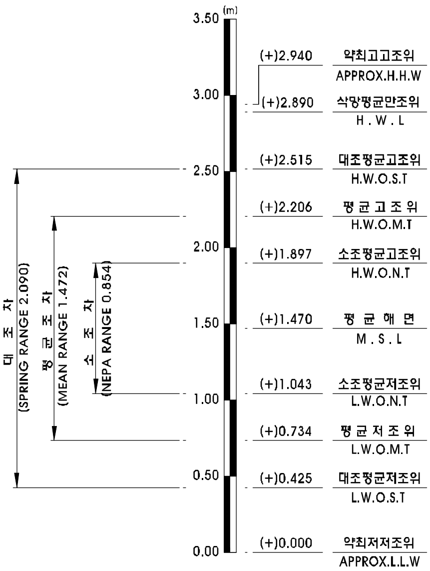
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 고산 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 모슬포(남)항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)2.940m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.515m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.470m이며, 대조차 2.090m, 평균조차 1.472m, 소조차 0.854m로 나타났다.

[표 19.1.8] 모슬포(남)항의 조위

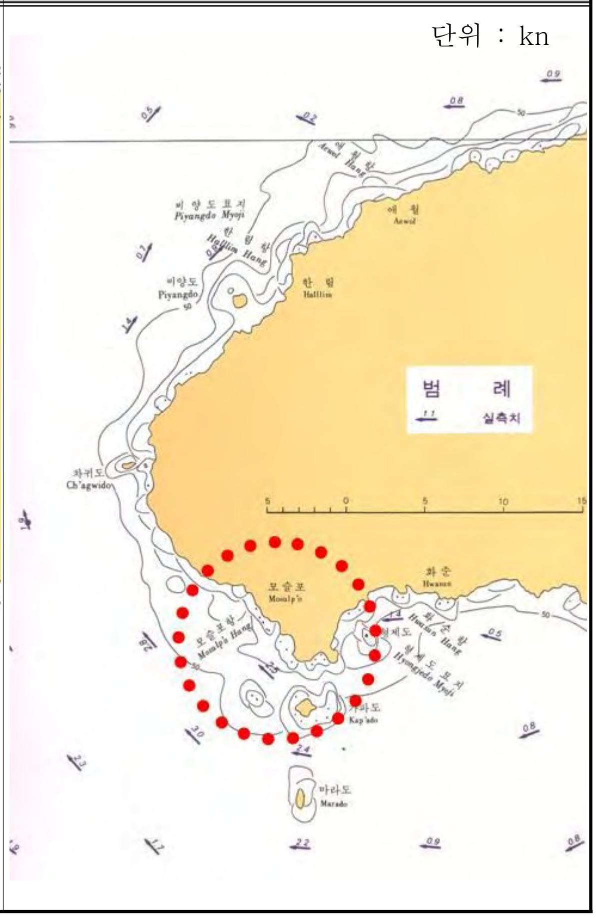
구 분		조 위 (cm)	조 위 도
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 294.0	
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 289.0	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 251.5	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 220.6	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 189.7	
평 균 해 면	(M. S .L)	D.L(+) 147.0	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 104.3	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 73.4	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 42.5	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 모슬포(남)항의 외해측의 조류속은 정확한 측정치는 없으나 국립해양조사원에서 조사한 자료에 의하면 본 항과 가파도 사이의 수로(약3~5kn)에서 창조류는 서 또는 서북방으로 3.8kn, 낙조류는 동 또는 남동방향으로 2.5kn로 흐른다.

<그림 19.1.3> 최강 창·낙조류

최 강 창 조 류	최 강 낙 조 류
	

다) 파 랑

- 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 19.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심 해 설 계 파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
모슬포항 기본조사 및 시설계획 보고서(1987.10)	SE SE	9.41 6.49	13.61 9.37	
	S, SW	10.2	12.0	
모슬포항(운진) 정비계획 조사용역 보고서(1992.02)	S SSE SW	10.9 10.1 10.2	15.0 14.0 12.0	
모슬포(북)항 시설물안전점검 및 기본설계 용역보고서(2004.01)	S SW	10.9 10.2	15.0 15.0	
모슬포항어촌어항 복합공간 기본설계용역 보고서(2006.09)	S	10.9	15.0	
모슬포(북)항 신양항 시설물 보수보강실시 설계보고서(2007.04)	SSE S	11.28 10.70	14.29 13.98	

19.1.2 기존자료조사

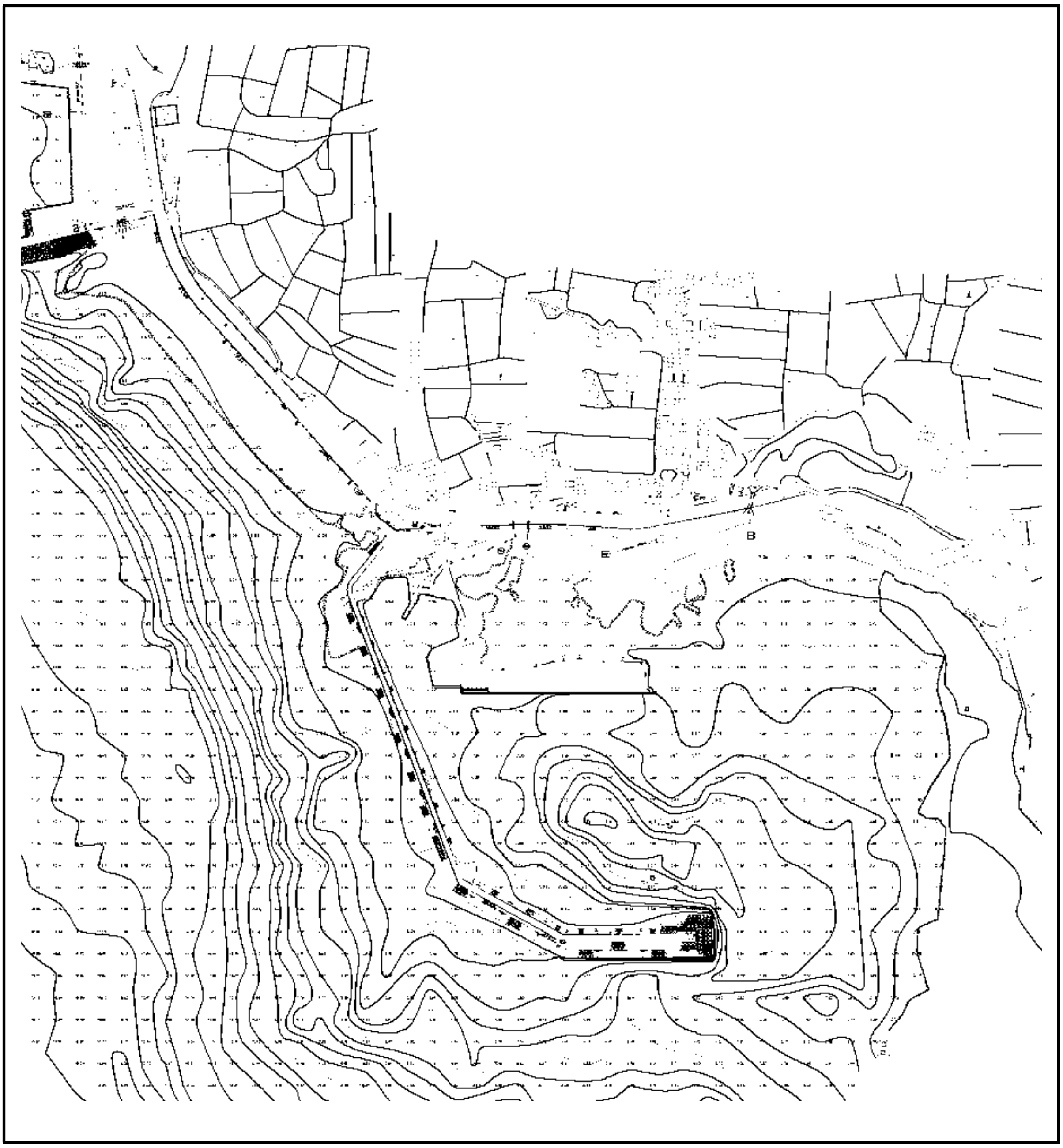
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “어촌·어항 복합공간(모슬포항) 기본설계용역 보고서(2006. 09)”에 수록된 모슬포(남)항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 19.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 어촌·어항 복합공간(모슬포항) 기본설계용역 보고서(2006. 09)

19.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

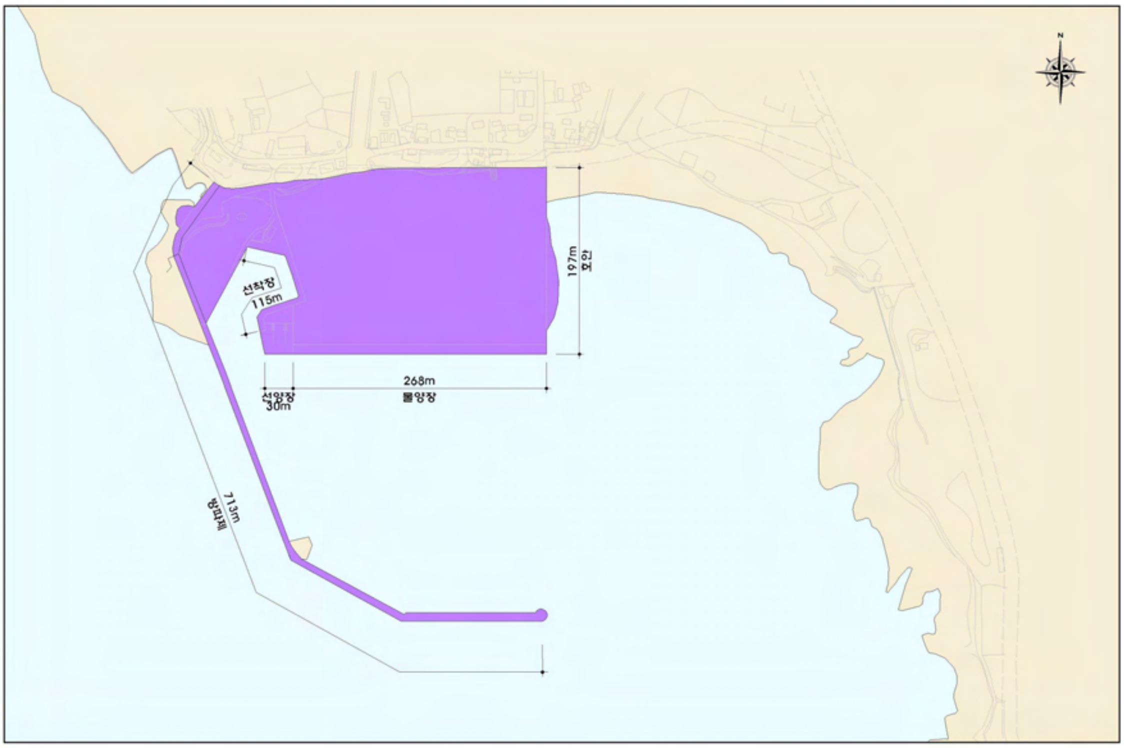
1) 연혁

년도	구　　분	비 고
1971년	제1종 어항 지정	
1980년	수리모형실험 실시	
1987년	기본시설계획 수립	
1991년	기본시설 완공	
1998년	정비계획 수립	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2001년	모슬포 남항 건설공사 착수	
2006년	어촌어항복합공간 기본설계용역	
2007년	어촌어항복합공간 실시설계용역	
2007년	북항 보수.보강 실시설계완료	
2008년	북항 보수.보강 건설공사 착공	
2008년	어촌어항복합공간 건설공사 착공	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비　고
외곽시설	서방파제	사석식경사제	713m	
	동측친수호안	사석식	197m	
계류시설	물양장	중력식	268m	
	선양장	중력식	30m	
	선착장	중력식	115m	

<그림 19.1.5> 모슬포(남)항 현황도



<그림 19.1.6> 기존 시설현황

서방파제

물양장

선양장

선 착 장

19.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
제주도청 항만개발과	•서방파제 기부측 월파로 인해 목재데크 등에 피해가 발생하므로 보강필요
서귀포시청 해양수산과	•제주도청에서 주로 관리하므로 특별한 의견사항 없음
주민의견	•현재 배후부지 공사중으로 이용률이 저조하여 특별한 의견사항 없음
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 서방파제 기부측 T.T.P 미설치 구간에서 월파가 발생한 것으로 판단되나, 그 외 서방파제 구간의 상치콘크리트 및 T.T.P의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 현재 물양장 등은 완공된 상태이나, 기능시설 등이 미완성되어 어선의 항내이용이 저조한 상태이다.

19.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

19.2.1 개요

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

19.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

- 태풍으로 인해 발생되는 막대한 피해는 해수면 상승을 동반한 해일과 고파랑 내습이 주요 피해원인으로 작용한다.
- 태풍으로 인한 모슬포항 방파제 피해현황을 간략히 정리하면 [표 19.2.1]와 같다.

[표 19.2.1] 방파제 피해 현황

피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액
• 피해일시 : '03. 9. 12 • 태 풍 명 : 제14호 매미 • 해상조건 - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : 6~10m	• 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 5.5m • 주 기 : 15.0sec • 파 향 : S	• 방파제 TTP 파손 및 이완 60m • 피해액 : 139백만원

2) 구조물 설계파고 분석

- 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석한다.
- 대상어항 서방파제 4구간을 제외한 모든 구간에서 설계파고가 감소한 것으로 나타났으며, 기존 설계파와 비교한 내용은 [표 19.2.2]와 같다.

[표 19.2.2] 구조물 설계파 파고 증가비

구역 및 구분		기존 설계파			금회 설계파			파고비
		파향	파고 (m)	주기 (s)	파향	파고 (m)	주기 (s)	
서방파제	1구간 (No.0+0.0~No.3+0.0)	SW	2.10	10.0	S	1.60	14.30	0.76(▽)
	2구간 (No.3+0.0~No.8+8.0)	SW	2.70	10.0	S	2.50	14.30	0.93(▽)
	3구간 (No.8+8.0~No.16+8.0)	SW	2.70	10.0	S	2.50	14.30	0.93(▽)
	4구간 (No.16+8.0~No.37+8.0)	SW	2.70	10.0	S	3.20	14.30	1.19(▲)
	5구간 (No.37+8.0~No.42+5.0)	SW	5.10	10.0	S	3.20	14.30	0.63(▽)
	6구간 (No.42+5.0~No.54+3.5)	SW	5.10	10.0	S	3.90	14.30	0.76(▽)
	7구간 (No.54+3.5~No.56+3.0)	SW	5.10	10.0	S	4.40	14.30	0.86(▽)
	8구간 (No.56+3.0~No.67+8.0)	SW	5.10	10.0	S	4.40	14.30	0.86(▽)
	9구간 (No.67+8.0~No.69+3.0)	S	5.50	15.0	S	4.40	14.30	0.80(▽)
	10구간 (No.69+3.0~No.71+3.0)	S	5.50	15.0	S	4.40	14.30	0.80(▽)

3) 피해원인 분석

- 대상어항은 2003년 제14호 태풍 매미에 의해 방파제 피해가 발생하였는데, 이는 방파제가 완공되기전 내습한 파랑에 의해 피해가 발생된 것으로 판단되며, 태풍 매미시의 내습파랑은 50년 빈도를 초과하는 파랑으로 설계파고는 50년 빈도 파랑인 금회 설계파를 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

19.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)2.940m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 모슬포항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 모슬포항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 삭망평균만조위보다 높은 약최고고조위 D.L(+)2.940m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 2.940m	○	실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 2.890m		추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 방파제에서 1.6~4.4m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
방파제	1구간 (No.0+0.0~No.3+0.0)	S	1.6	14.3
	2구간 (No.3+0.0~No.8+8.0)	S	2.5	14.3
	3구간 (No.8+8.0~No.16+8.0)	S	2.5	14.3
	4구간 (No.16+8.0~No.37+8.0)	S	3.2	14.3
	5구간 (No.37+8.0~No.42+5.0)	S	3.2	14.3
	6구간 (No.42+5.0~No.54+3.5)	S	3.9	14.3
	7구간 (No.54+3.5~No.56+3.0)	S	4.4	14.3
	8구간 (No.56+3.0~No.67+8.0)	S	4.4	14.3
	9구간 (No.67+8.0~No.69+3.0)	S	4.4	14.3
	10구간 (No.69+3.0~No.71+3.0)	S	4.4	14.3

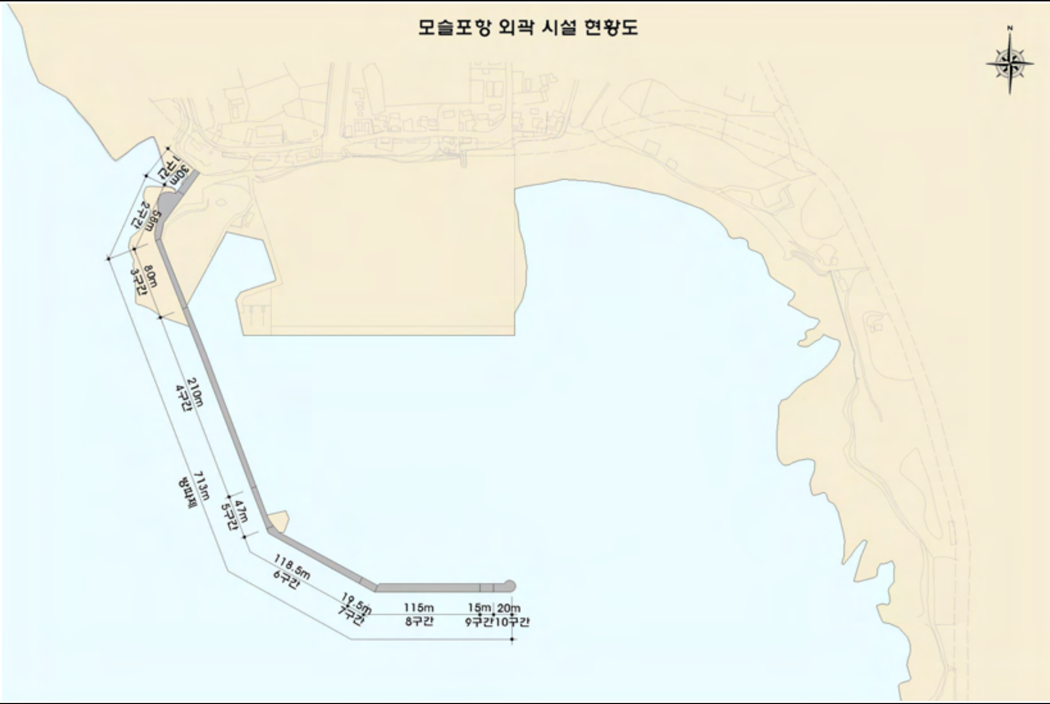
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 모슬포(남)항의 안정성 평가 대상시설은 서방파제 713m(10구간)으로 선정하였다.

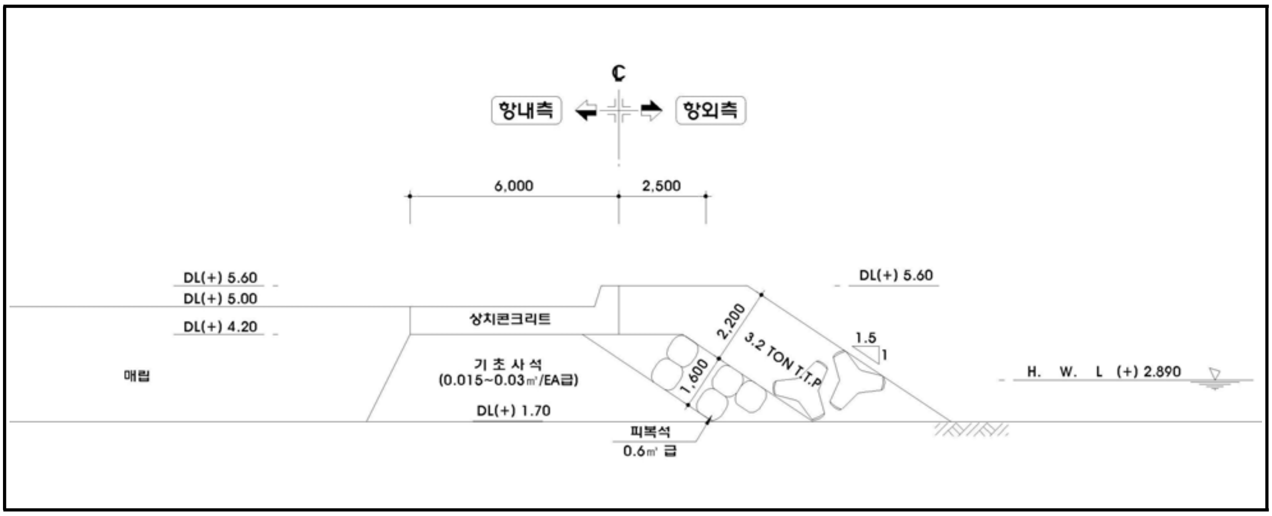
[표 19.2.3] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

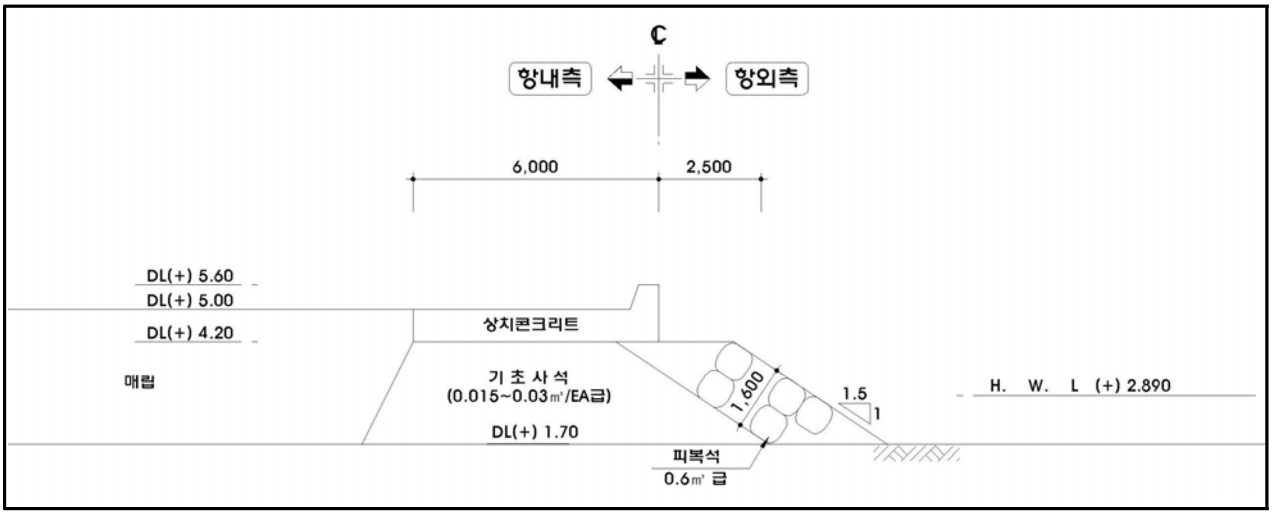


구 분	서방파제
연 장	713m
구조형식	T.T.P 피복 사석경사제, 사석경사제
준공년도	2004년
전면수심	D.L(+)1.70 ~ D.L(-)4.00m
마루높이	D.L(+)5.60 ~ D.L(+)8.70m
피 복 재	T.T.P 3.2/12.5/25.0/32.0 ton, 피복석 0.6㎥/EA
총 구 간	10개 구간

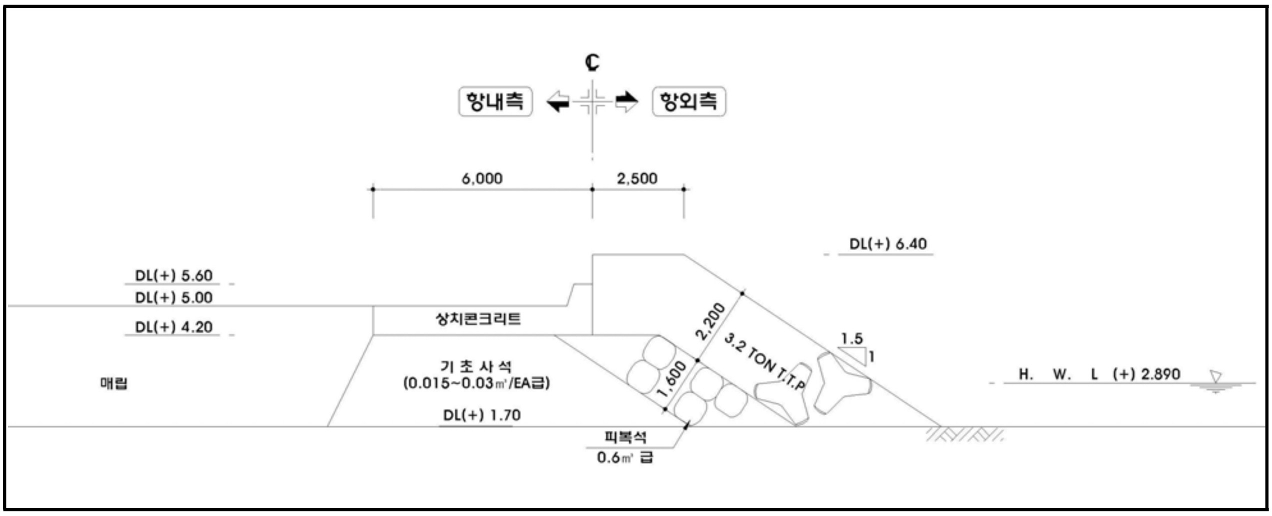
<그림 19.2.1> 서방파제 표준단면도(1구간)



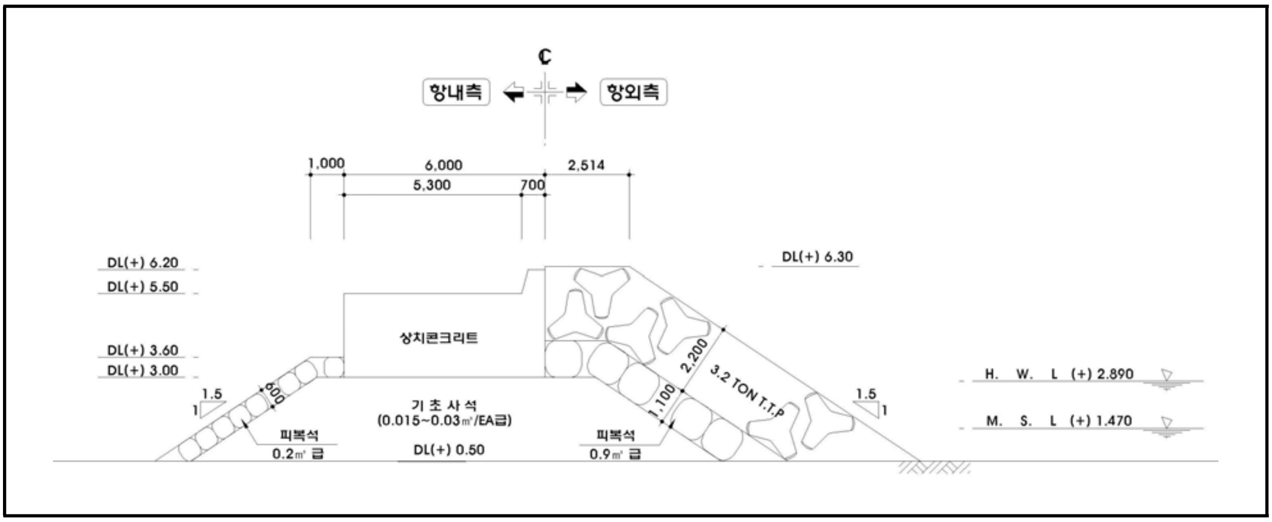
<그림 19.2.2> 서방파제 표준단면도(2구간)



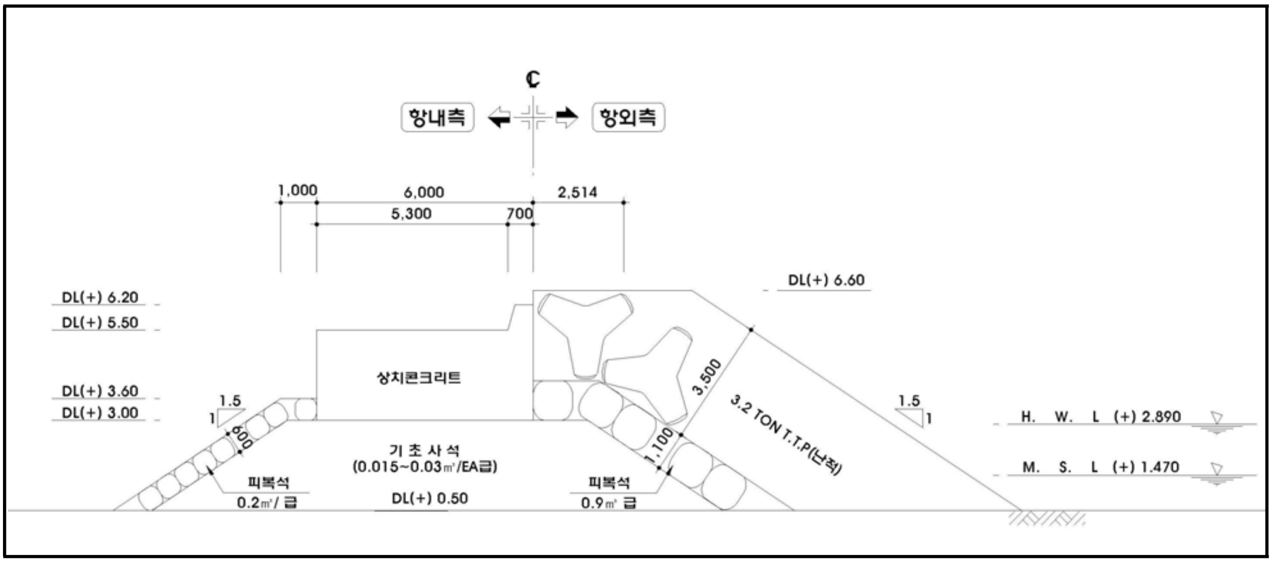
<그림 19.2.3> 서방파제 표준단면도(3구간)



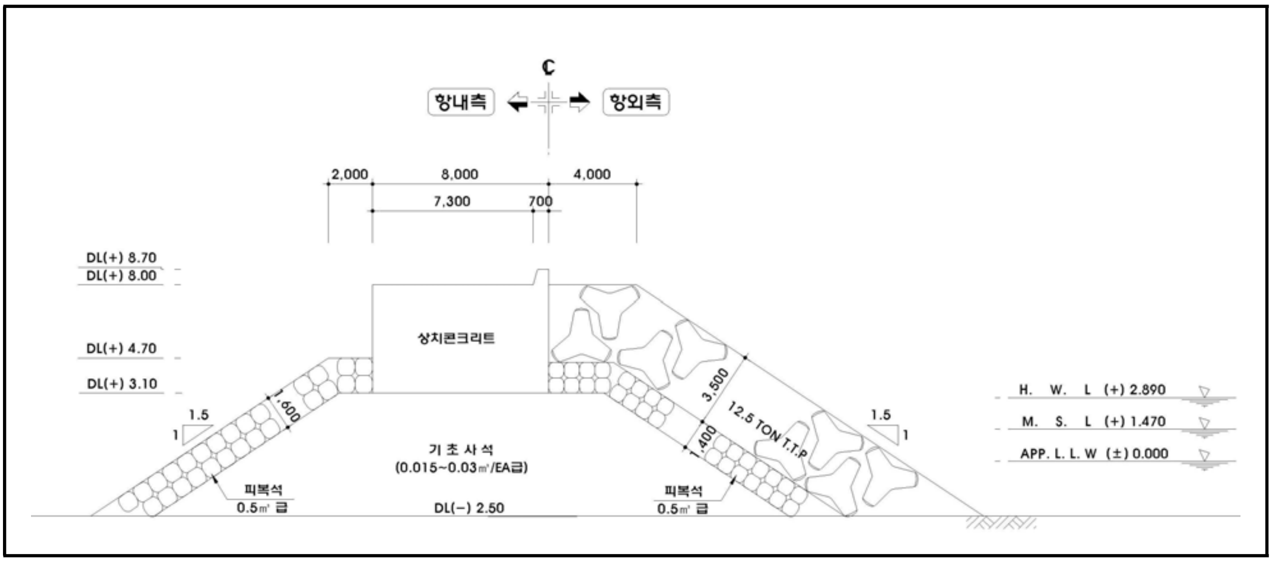
<그림 19.2.4> 서방파제 표준단면도(4구간)



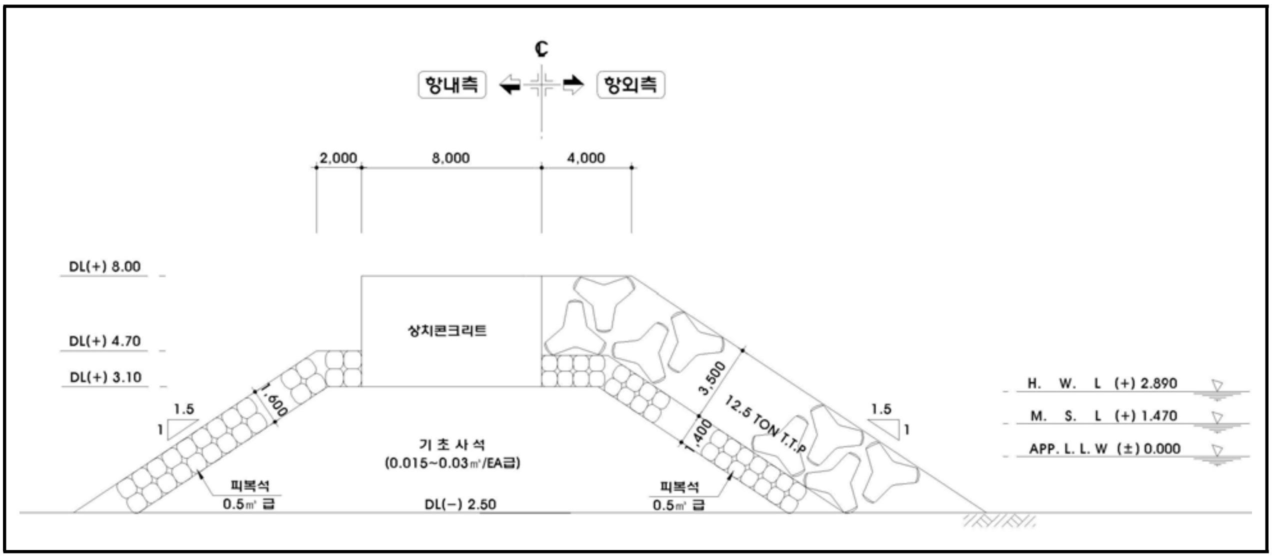
<그림 19.2.5> 서방파제 표준단면도(5구간)



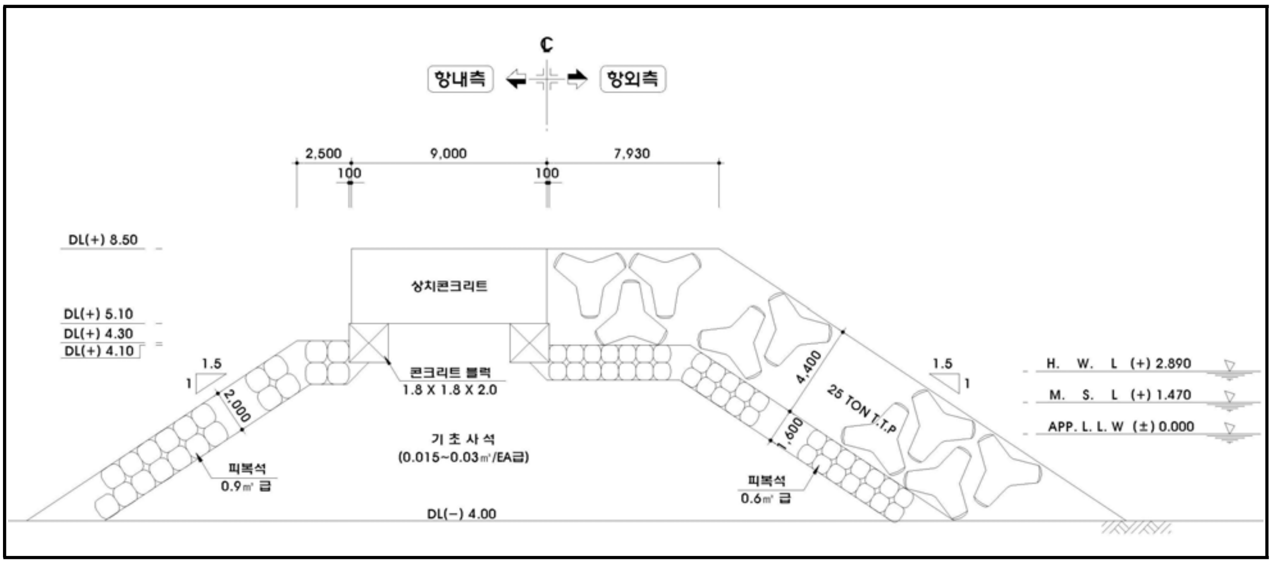
<그림 19.2.6> 서방파제 표준단면도(6구간)



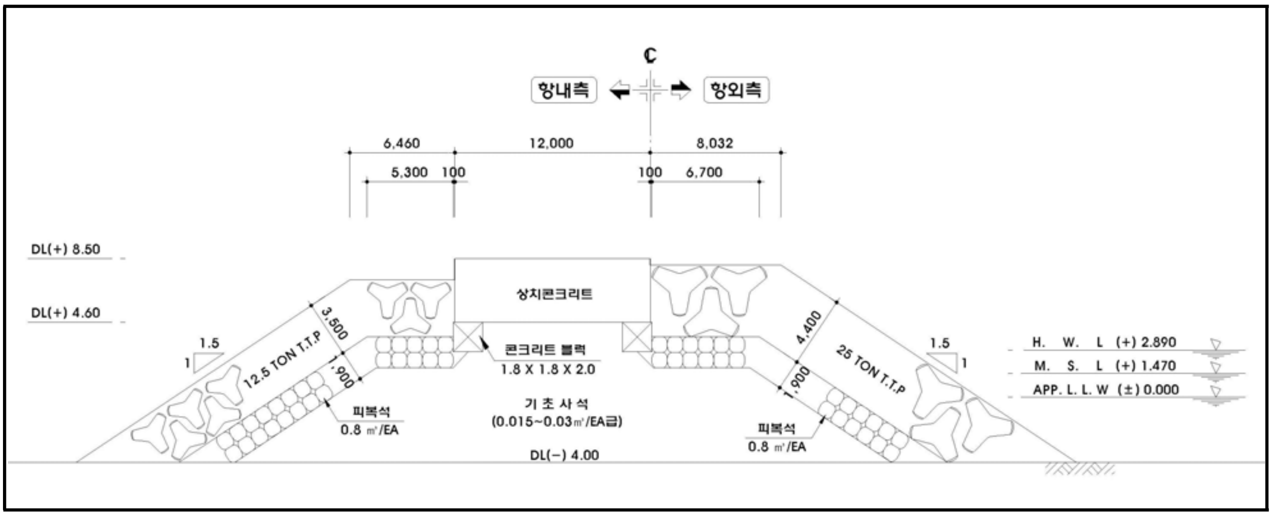
<그림 19.2.7> 서방파제 표준단면도(7구간)



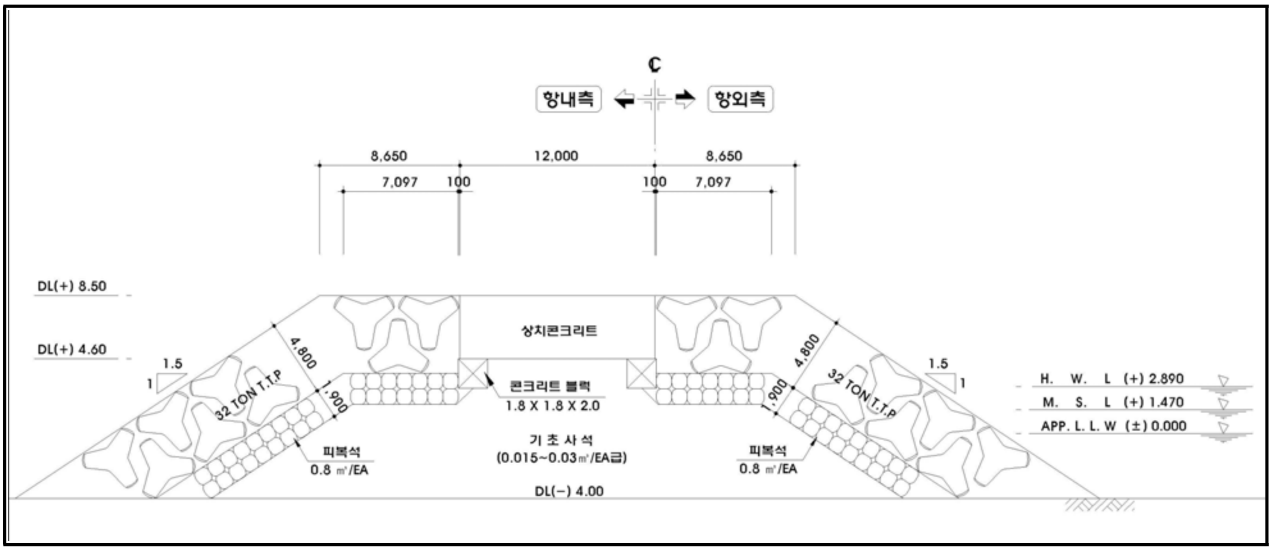
<그림 19.2.8> 서방파제 표준단면도(8구간)



<그림 19.2.9> 서방파제 표준단면도(9구간)



<그림 19.2.10> 서방파제 표준단면도(10구간)



나) 마루높이 검토

- 배후부지가 있는 방파제 1~3구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 마루높이를 적용하였으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하여 마루높이를 결정하였다.
- 마루높이 검토결과 방파제 전 구간에서 소요 마루높이를 확보하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
방파제	1구간	4.5	3.9	4.6	4.0	4.6	5.6	OK
	2구간	5.4	4.1	5.4	4.0	5.4	5.6	OK
	3구간	5.4	4.1	5.4	4.0	5.4	5.6	OK
	4구간	6.1	-	-	4.3	6.1	6.2	OK
	5구간	6.1	-	-	4.3	6.1	6.2	OK
	6구간	6.8	-	-	5.2	6.8	8.7	OK
	7구간	7.3	-	-	5.7	7.3	8.0	OK
	8구간	7.3	-	-	5.7	7.3	8.5	OK
	9구간	7.3	-	-	5.5	7.3	8.5	OK
	10구간	7.3	-	-	5.5	7.3	8.5	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 검토결과 방파제 2구간, 4~5구간에 외측 피복재 소요질량이 부족한 것으로 나타났으며, 그 외 구간은 소요질량을 만족하는 것으로 검토되었다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 0.5ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.2m³	OK
	2구간	비쇄파대	피복석 0.7m³	피복석 0.2m³	N.G	-	-	-
	3구간	비쇄파대	T.T.P 2.0ton	T.T.P 3.2ton	OK	피복석 0.1m³	피복석 0.2m³	OK
	4구간	비쇄파대	T.T.P 4.0ton	T.T.P 3.2ton	N.G	피복석 0.2m³	피복석 0.9m³	OK
	5구간	비쇄파대	T.T.P 4.0ton	T.T.P 3.2ton	N.G	피복석 0.2m³	피복석 0.9m³	OK
	6구간	쇄파대	T.T.P 8.0ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.5m³	OK
	7구간	쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	OK	피복석 0.3m³	피복석 0.5m³	OK
	8구간	쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 25ton	OK	피복석 0.3m³	피복석 0.6m³	OK
	9구간	쇄파대	T.T.P 12.5ton	T.T.P 25ton	OK	피복석 0.3m³	피복석 0.8m³	OK
	10구간	쇄파대	T.T.P 20ton	T.T.P 32ton	OK	피복석 0.5~0.6m³	피복석 0.8m³	OK

라) 구조물 안정검토

- 상부공 및 제체공 안정검토결과 4~5구간에서 활동이 1.01로 안정이 미확보되는 것으로 나타났다.

구 분		상 시					
		상부공				제체공	
		활 동		전 도		직선활동	
		산정	판정	산정	판정	산정	판정
방파제	1구간	-	-	-	-	-	-
	2구간	-	-	-	-	-	-
	3구간	-	-	-	-	-	-
	4구간	1.01	N.G	2.80	OK	1.30	OK
	5구간	1.01	N.G	2.80	OK	1.30	OK
	6구간	3.94	OK	12.82	OK	2.20	OK
	7구간	3.83	OK	11.00	OK	2.19	OK
	8구간	3.77	OK	7.15	OK	2.32	OK
	9구간	4.83	OK	28.73	OK	3.19	OK
	10구간	-	-	-	-	-	-

19.2.4 평가 및 결론

- 방파제 2구간과 4~5구간에서 피복재 소요 중량이 부족하고, 4, 5구간에서는 활동에 대한 안정이 미확보 되어 보강이 필요한 것으로 나타났다.

[표 19.2.4] 안정성 검토 결과

구 분				서방파제				
				1구간	2구간	3구간	4구간	5구간
마루 높이 (D.L(+),m)		현 황		5.6	5.6	5.6	6.2	6.2
		금 회		4.6	5.4	5.4	6.1	6.1
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 3.2ton	피복석 0.2m^3	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton
		금 회		T.T.P 0.5ton	피복석 0.7m^3	T.T.P 2ton	T.T.P 4ton	T.T.P 4ton
		판 정		OK	N.G	OK	N.G	N.G
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	-	-	-	1.01	1.01
			판정	-	-	-	N.G	N.G
		전도 (1.2)	산정	-	-	-	2.80	2.80
			판정	-	-	-	OK	OK
		직선활동 (1.2)	산정	-	-	-	1.30	1.30
			판정	-	-	-	OK	OK
보강 계획 수립				불 필 요	필 요	불 필 요	필 요	필 요

구 분				서방파제				
				6구간	7구간	8구간	9구간	10구간
마루 높이 (D.L(+),m)		현 황		8.7	8.0	8.5	8.5	8.5
		금 회		6.8	7.3	7.3	7.3	7.3
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량		현 황		T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 25ton	T.T.P 25ton	T.T.P 32ton
		금 회		T.T.P 8ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 12.5ton	T.T.P 20ton
		판 정		OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체안정	상시	활동 (1.2)	산정	3.94	3.83	3.77	4.83	-
			판정	OK	OK	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	12.82	11.00	7.15	28.73	-
			판정	OK	OK	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	2.20	2.19	2.32	3.19	-
			판정	OK	OK	OK	OK	-
보강 계획 수립				불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요	불 필 요

19.3 보수·보강 방안 수립

19.3.1 개요

- 모슬포(남)항의 외곽시설에 대해 개정된 심해설계파를 고려한 구조물 안전성 평가결과 보수・보강이 필요한 대상시설은 서방파제 2, 4~5구간으로 평가되었다.
- 이러한 단면에 대해서 보수・보강 계획은 기존단면을 최대한 활용하여 최소의 공사비로 최대의 효과를 나타낼 수 있는 단면을 제시하였다.

[표 19.3.1] 보수・보강 대상시설

외곽시설		시설연장	대상시설
서방파제	1구간	30m	
	2구간	58m	○
	3구간	80m	
	4구간	210m	○
	5구간	47m	○
	6구간	118.5m	
	7구간	19.5m	
	8구간	115m	
	9구간	15m	
	10구간	20m	

19.3.2 보수・보강방안 비교 및 선정

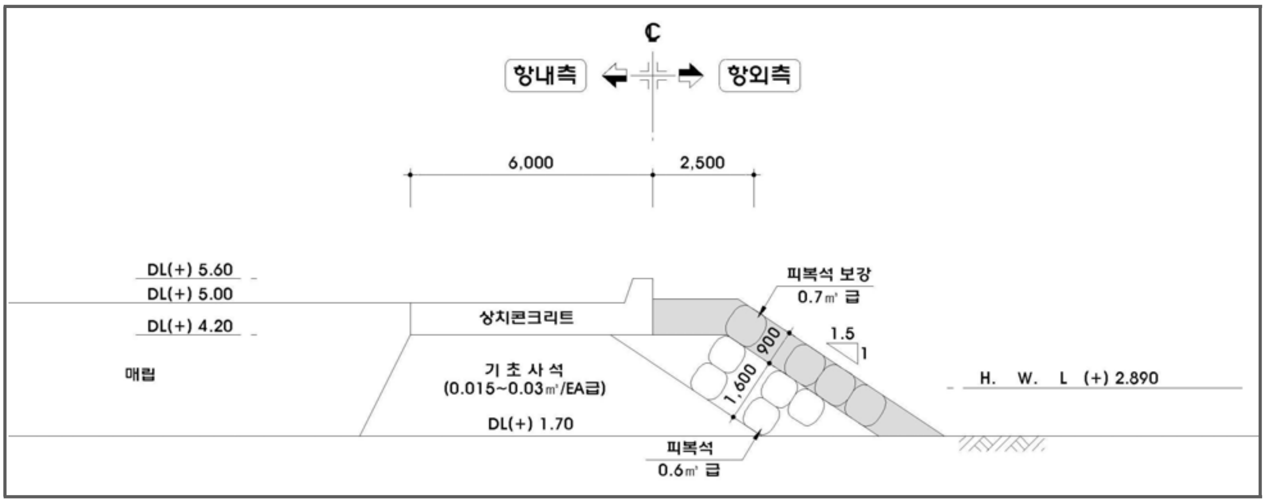
1) 서방파제

- 외측 피복재 소요질량이 부족한 서방파제 2, 4~5구간은 안정성 평가를 기초로 2구간은 피복석 0.7m^3, 4~5구간은 T.T.P 4.0ton으로 기존 피복재 위에 덧씌우기하여 안정성을 확보토록 계획하였다.
- 또한 상부공 안정성이 미확보된 4~5구간에 대해서는 현재 파라펫 높이까지 상치 콘크리트를 보강하여 안정성을 확보하였다.

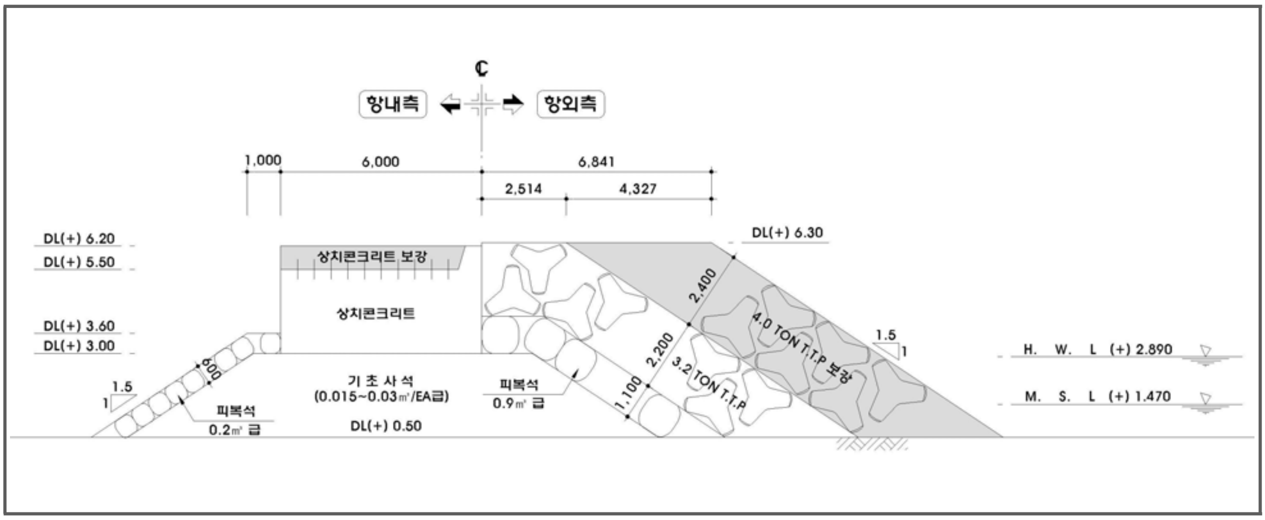
[표 19.3.2] 서방파제 보수・보강 단면 제원

구 분		2구간	4구간	5구간	비고
시설연장		58.0m	210.0m	47.0m	315m
마루 높이	현황	D.L(+)5.6m	D.L(+)6.2m	D.L(+)6.2m	
	계획	-	-	-	
외 측 피복재	현황	피복석 0.6m^3	T.T.P 3.2ton	T.T.P 3.2ton	
	계획	피복석 0.7m^3	T.T.P 4.0ton	T.T.P 4.0ton	

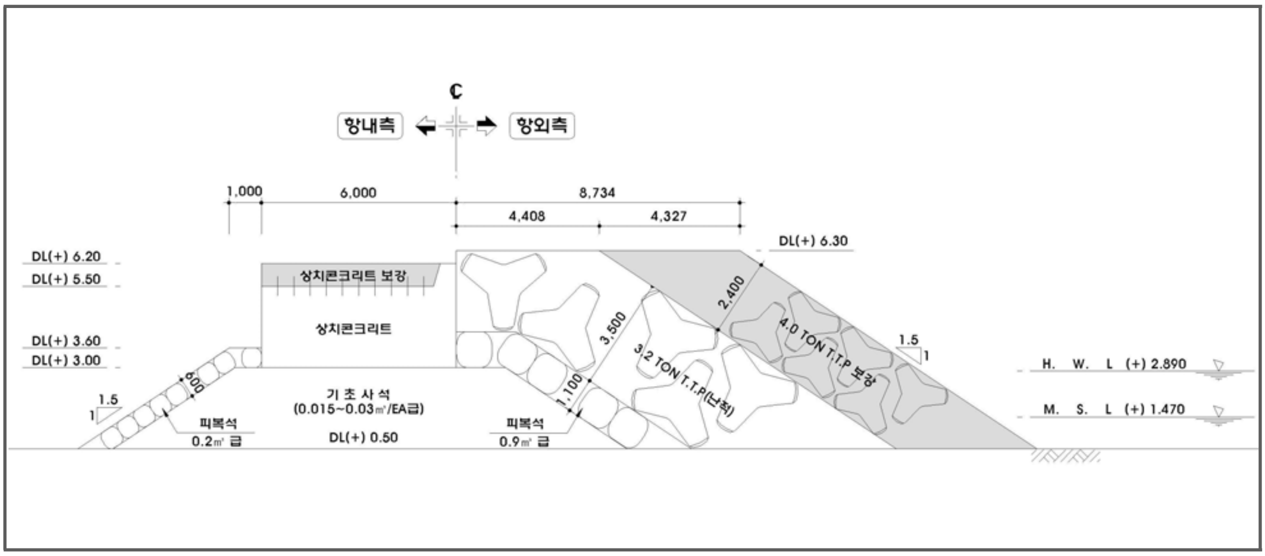
<그림 19.3.1> 보수 · 보강 표준단면도(2구간, 보강안)



<그림 19.3.2> 보수 · 보강 표준단면도(4구간, 보강안)



<그림 19.3.3> 보수 · 보강 표준단면도(5구간, 보강안)



2) 유용계획

- 서방파제 4, 5 구간에 대한 T.T.P 보강을 하면서 기존의 T.T.P에 대해 유용계획을 세운결과, 서방파제 2구간에서 기존 피복석 0.2m^3 보다 큰 피복석 0.7m^3로 보강함에 따라 피복석 0.7m^3 대신 4, 5구간 보강에 따른 기존 T.T.P 3.2ton을 보강하는 계획을 생각해 봤으나, T.T.P 3.2ton을 보강 할 경우, 바다 조망권 확보가 어려워 친수시설 이용에 영향이 있을 것으로 판단하여 4, 5구간 기존 T.T.P 3.2ton 위에 T.T.P 4ton을 덧씌우는 방법으로 보강계획을 수립하였으며, 차후 주변 어항에 대한 보강계획이 있을시 기존 피복재의 활용방안을 재검토하여야 할 것이다.

19.3.3 보수 · 보강 공사비 산출

1) 경비산출 기준

- 보수·보강에 따른 소요경비는 2011년도 정부표준품셈 및 정부발주공사의 견적기준, 가격정보, 물가자료 등을 토대로 산정하였다.
- 인 건 비 : 대한건설협회 2011년 하반기 노임단가 적용
- 유 류 대 : 석유공사석유정보망 2011년 11월 4주 주간 주유소평균가
- 기준환율 : 서울 외국환 중개 2011년 12월 1일 기준
- 사　　석 : 견적기준 적용
- 재 료 비 : 2011년 12월 물가자료, 물가정보 기준

2) 개략공사비 산정결과

- 모슬포항 보수·보강에 소요되는 개략공사비는 약 19억원으로 각 구간별, 공종별 세부 경비는 다음과 같다.

(단위 : 백만원)

구　분	시설규모(m)	m당공사비	공사비	비　고
서방파제	315		1,857	
2구간	58	1	58	• 피복재 보강
4구간	210	7	1,470	• 상치 보강, 피복재 보강
5구간	47	7	329	• 상치 보강, 피복재 보강
합　계	315		1,857	

제20장 하효항

제 20 장 하효항

20.1 기초자료조사

20.1.1 자연조건조사

1) 지형 및 지세

- 하효항이 속해 있는 서귀포시는 전형적인 화산지형으로서 현무암이 표면지형의 주류를 이루고 있고 현무암은 점성이 약한 관계로 완만한 경사를 유지하며 퇴적되고 있는 것이 일반적이다.
- 본 항의 동측은 효돈천까지 해안선이 단조롭고 완만한 경사를 이루고 있으나 서측은 해안선이 절벽으로 미려한 경관을 이루고 있다. 본 항의 항입구는 남측으로 열려 있어 바람은 남풍계열의 영향을 많이 받으며, 태풍의 진로에 위치하고 있어 파랑의 영향도 많이 받고 있다.

2) 기상조건

- 조사방법 : 기존 30년간 통계자료 분석(기상연보, 기상청(서귀포) : 1981~2010)
- 활용방법 : 작업일수 산정 및 설계조건 반영

[표 20.1.1] 기상개황

구 분			단 위	제 원
바 람	최대풍속	풍 속	m/sec	26.2
		풍 향		NNW
	순 간 최대풍속	풍 속	m/sec	44.0
		풍 향		NNE
	평균풍속		m/sec	2.9
기 온	연 평 균		℃	16.6
	최 고			35.6
	최 저			-5.0
강수량	연 평 균		mm	1,923.0
	일 최 다			365.5

구 분		단 위	제 원
현상 일수	맑 음	일	64.1
	흐 림		123.1
	안 개		19.9
	강 수		45.8
	강 설		10.6
	결 빙		22.7
	뇌 전		14.2
	폭 풍		15.6
	기 온		-
작업 일수	육 상		208
	해 상		219

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 서귀포 : 1981~2010년)

가) 기온

- 본 지역의 연평균 기온은 16.6℃이며, 월평균기온은 1월 6.8℃, 8월 27.1℃로 나타났다.
- 조사기간(1981년~2010년) 중의 최고 기온은 35.6℃(2004년 8월), 최저기온은 -5.0℃(1981년 2월)로 나타났다.

[표 20.1.2] 월별 기온

(단위 : ℃)

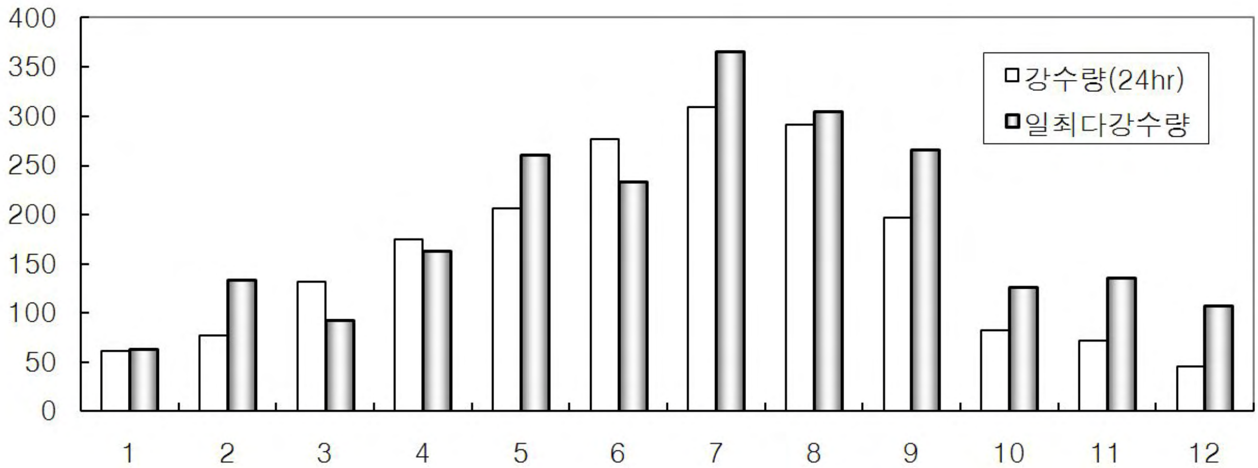
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균	6.8	7.8	10.6	14.8	18.6	21.7	25.6	27.1	23.9	19.3	14.1	9.3	16.6
최 고	20.7	20.4	23.8	28.5	29.4	31.5	35.5	35.6	33.6	30.7	28.0	21.9	35.6
최 저	-4.2	-5.0	-2.7	2.4	8.4	12.7	17.4	18.4	13.7	7.4	0.4	-3.1	-5.0

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 서귀포 : 1981~2010년)

나) 강수

- 본 지역의 강수량 분포는 전체의 약 56%가 6월~9월에 집중되고 있다.
- 조사기간(1981년~2010년)의 연최다 강수량은 1985년의 3,244.3mm, 연최소 강수량은 1984년의 1,145.8mm이며, 연평균 강수량은 1923.0mm로 나타난다.

<그림 20.1.1> 강수량(mm)



[표 20.1.3] 월별 강수량

(단위 :mm)

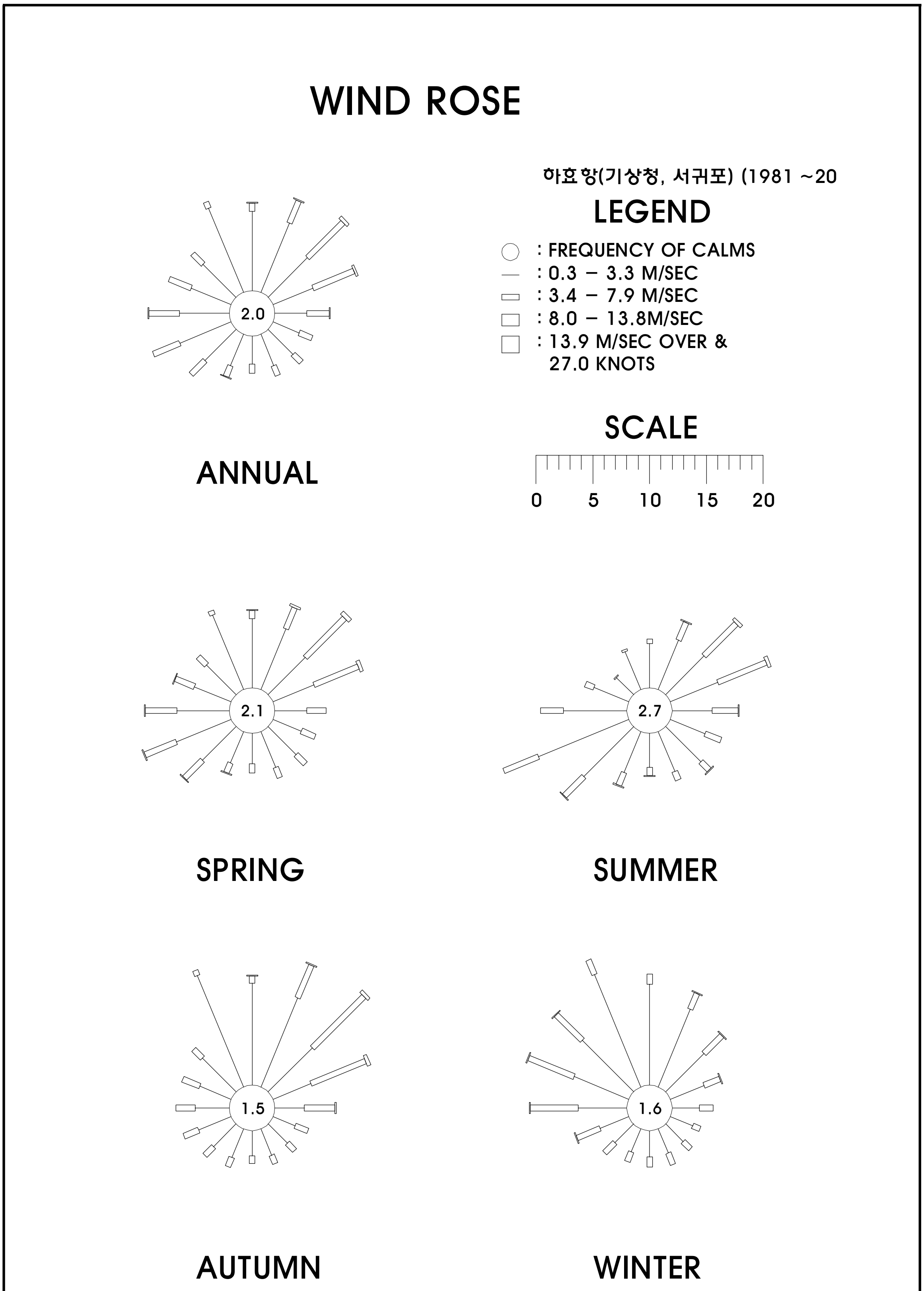
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
월평균	61.0	77.1	131.2	174.9	205.8	276.9	309.8	291.6	196.6	81.6	71.4	45.1	1923.0
일최다	62.5	133.4	92.0	162.6	259.8	232.8	365.5	304.0	265.5	125.5	135.1	106.9	365.5

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 서귀포 : 1981~2010년)

다) 바람

- 연평균 풍속은 2.9m/sec, 최대 풍속은 NNW방향에서 26.2m/sec로 나타난다.

<그림 20.1.2> 바람장미도



[표 20.1.4] 월별풍속

(단위 : m/sec)

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
평 균		2.8	3.0	3.2	3.0	2.7	2.7	2.7	3.0	3.3	3.0	2.8	2.8	2.9
최 대		15.0	15.3	15.7	15.0	14.7	17.0	19.3	26.2	16.7	15.3	14.7	13.3	26.2
		SW	ENE	ENE	NNE	N	ENE	ENE	NNW	SSE	NE	SSE	NNW	NNW
순간최대		31.4	30.0	27.8	29.0	26.8	25.9	28.7	44.0	36.8	28.7	27.6	28.0	44.0
		NE	ENE	ENE	WNW	N	ENE	ENE	NNE	WNW	WNW	S	N	NNE

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 서귀포 :1981~2010년)

라) 현상일수

- 현상일수는 대상지역의 기상상태를 나타내는 자료로 연중 맑음 일수는 64.1일로 약 18%이고 흐린 날씨는 123.1일로 나타났다.
- 안개발생일수는 19.9일, 강수일수는 45.8일, 폭풍일수는 15.6일로 나타났다.

[표 20.1.5] 현상일수

(단위 : 일)

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
맑 음	3.3	4.8	6.3	6.7	6.1	2.4	2.1	2.9	5.4	9.5	8.1	6.5	64.1
흐 림	8.0	8.0	10.7	10.2	12.1	16.3	17.3	10.7	10.9	6.2	6.1	6.6	123.1
안 개	0.0	0.2	0.3	2.2	4.2	6.5	6.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	19.9
강 수	1.9	2.2	3.9	4.3	4.8	6.5	6.1	6.4	4.2	2.0	2.3	1.2	45.8
강 설	4.2	2.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.8	10.6
결 빙	10.4	6.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.3	22.7
뇌 전	0.2	0.1	0.7	0.8	1.1	1.5	3.0	4.2	1.1	0.6	0.7	0.2	14.2
폭 풍	1.0	1.2	2.3	1.8	1.1	1.0	0.9	2.2	1.7	0.9	0.7	0.8	15.6

※ 자료 : 기상연보 (기상청, 서귀포 : 1981~2010년)

마) 작업가능일수

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

[표 20.1.6] 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)

• 하효항 지역의 작업가능 일수를 산정해 보면 해상작업 가능일수는 219일, 육상작업 가능일수는 208일로서 연가동률이 60%와 57% 작업이 가능한 것으로 산정되었다.

[표 20.1.7] 작업가능일수

구 분	작업 불가능 일수			작업가능일수
	기상조건	공 휴 일	계	
육 상	60.07	96.91	156.98	208.02
해 상	43.75	102.09	145.84	219.16

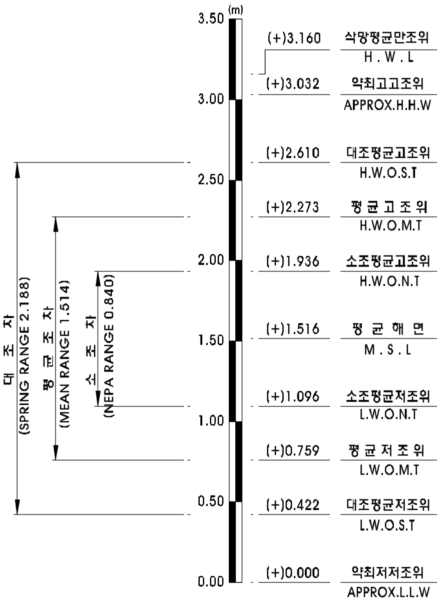
※ 자료 : 기상연보 (기상청, 서귀포 : 1981~2010년)

3) 해상조건

가) 조위

- 하효항의 조위는 약최고고조위(Approx. H.H.W)가 D.L(+)3.032m, 대조평균고조위(H.W.O.S.T)가 D.L(+)2.610m, 평균해면(M.S.L)이 D.L(+)1.516m이며, 대조차 2.188m, 평균조차 1.514m, 소조차 0.840m로 나타났다.

[표 20.1.8] 하효항의 조위

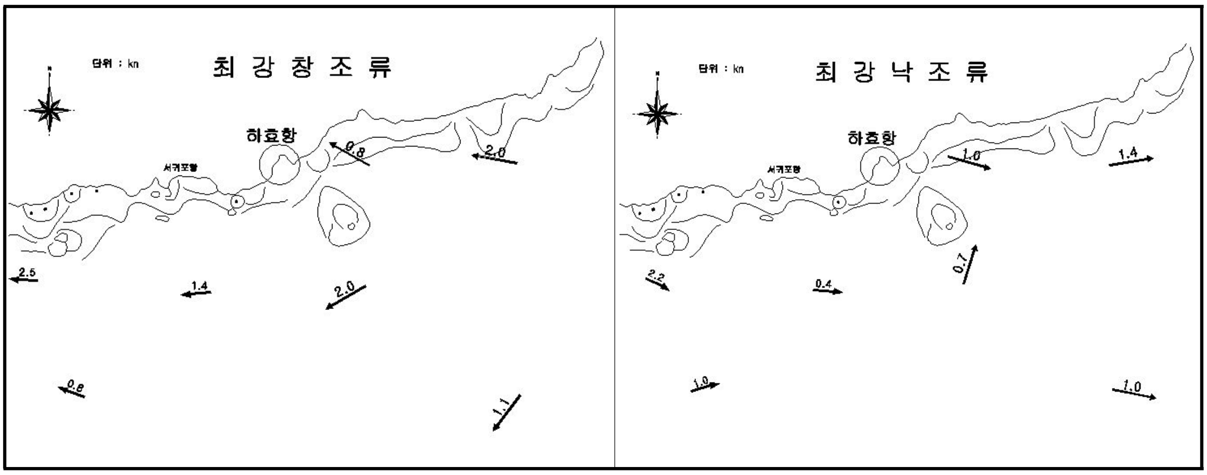
구 분		조 위 (cm)	조 위 도
삭 망 평 균 만 조 위	(H . W . L)	D.L(+) 316.0	
약 최 고 고 조 위	(Approx. H.H.W)	D.L(+) 303.2	
대 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.S.T)	D.L(+) 261.0	
평 균 고 조 위	(H.W.O.M.T)	D.L(+) 227.3	
소 조 평 균 고 조 위	(H.W.O.N.T)	D.L(+) 193.6	
평 균 해 면	(M. S .L)	D.L(+) 151.6	
소 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.N.T)	D.L(+) 109.6	
평 균 저 조 위	(L.W.O.M.T)	D.L(+) 75.9	
대 조 평 균 저 조 위	(L.W.O.S.T)	D.L(+) 42.2	
약 최 저 저 조 위	(Approx. L.L.W)	D.L(+) 0.0	

※ 자료 : 국립해양조사원 기본수준성과표

나) 조 류

- 제주도 남측 조류는 연안에 병행하여 유속이 1.5~0.8knot로 동쪽 및 서쪽으로 흐른다. 동쪽으로 흐르는 조류는 고조시후 2~3시에서 다음 고조시전 3~4시까지 흐르며, 서쪽으로 흐르는 조류는 고조시전 3~4시에서 고조시후 2~3시까지 흐른다.
- 수로국 자료에 의하면 하효항에 인근한 지귀도 남측의 조류속은 창조류가 0.9knot(동류), 낙조류가 0.6knot(서류)로 흐르고 있다.

<그림 20.1.3> 최강 창·낙조류



다) 파 랑

• 기존 심해 설계파 추정결과는 다음과 같다.

[표 20.1.9] 심해 설계파 제원

구 분	심해설계파			비 고
	파 향	파고(m)	주기(sec)	
하효항 기본설계용역보고서(2000.06)	S SSE SE	10.9 10.8 10.4	15.0 14.0 14.0	
하효항 실시설계용역보고서(2002.10)	S SSE SE	10.9 10.8 10.4	15.0 14.0 14.0	
하효항 실시설계용역 수리모형실험보고서(2002.10)	S SSE SE	8.2 7.8 7.8	15.0 14.0 14.0	

20.1.2 기존자료조사

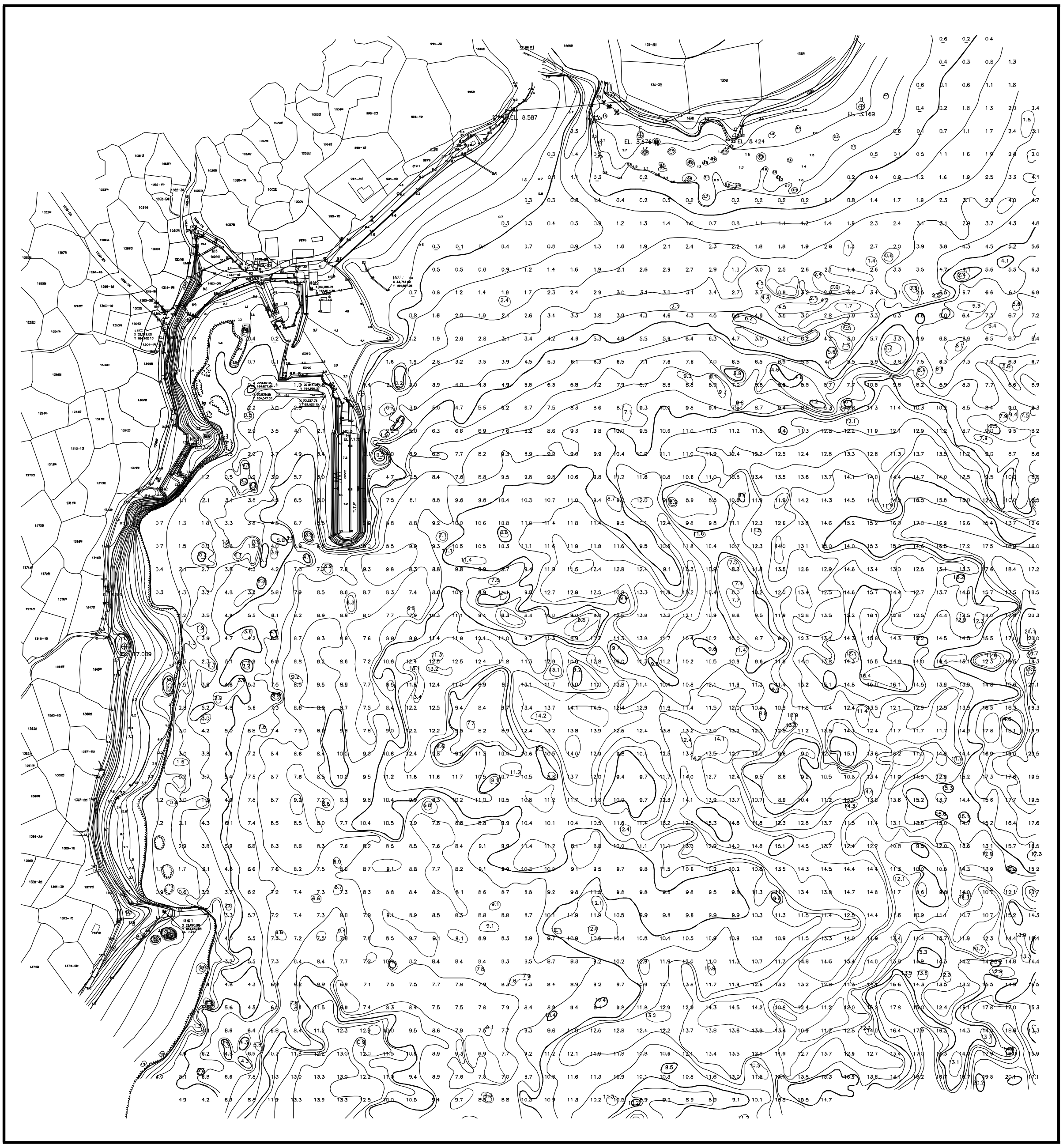
1) 수심측량

가) 개 요

- 수심측량 자료는 “하효항 실시설계용역 보고서(2002. 10)”에 수록된 하효항 수심측량 자료를 기초로 정리하였다.

나) 측량결과

<그림 20.1.4> 수심 및 지형측량도



※ 자료 : 하효항 실시설계용역 보고서(2002. 10)

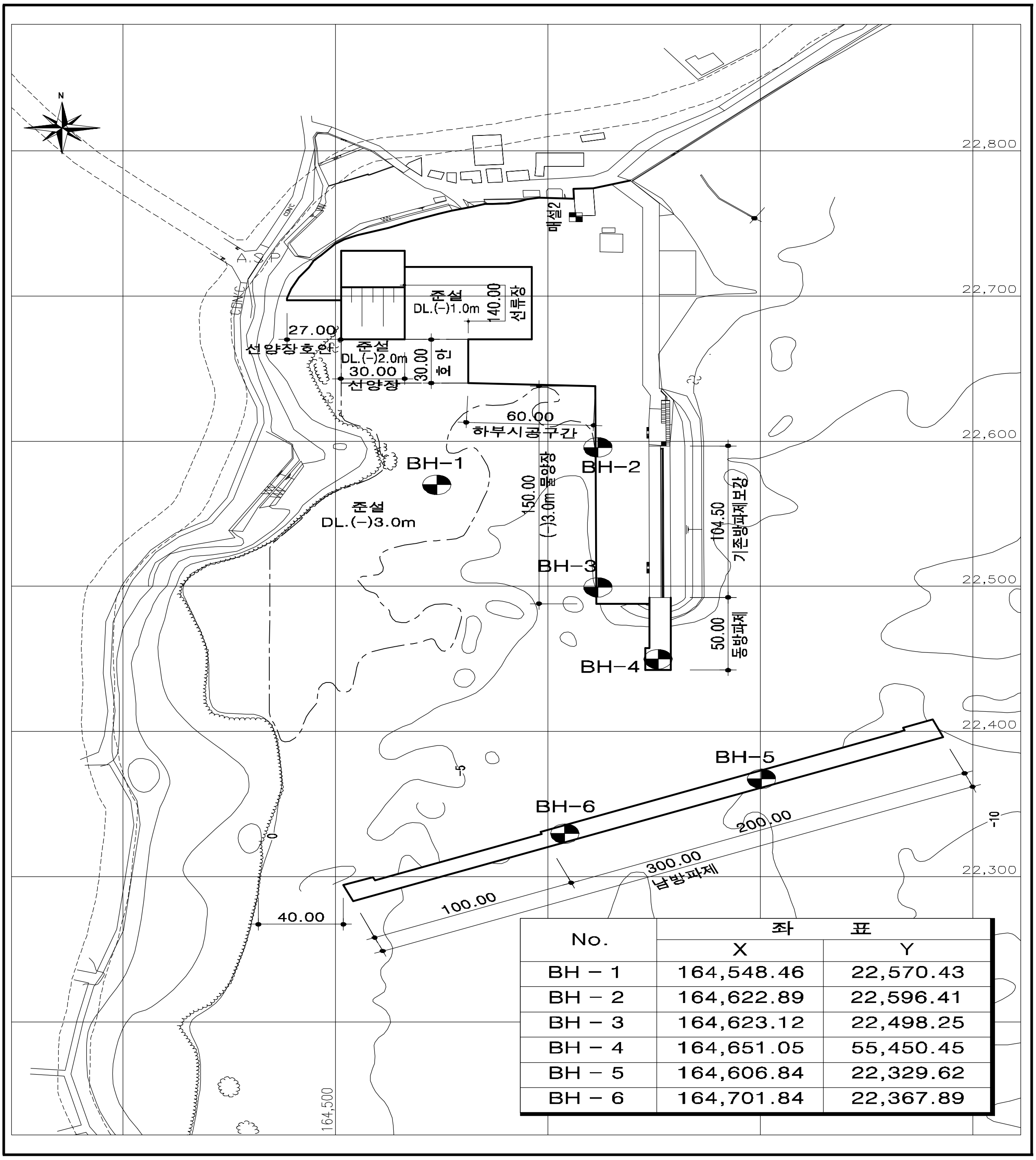
2) 지반조사

가) 개 요

• 지반조사 자료는 기존에 수행된 “하효항 실시설계용역 보고서(2002. 10)”를 기초로 정리하였다.

나) 조사위치도

<그림 20.1.5> 조사위치도



No.	좌 표	
	X	Y
BH - 1	164,548.46	22,570.43
BH - 2	164,622.89	22,596.41
BH - 3	164,623.12	22,498.25
BH - 4	164,651.05	55,450.45
BH - 5	164,606.84	22,329.62
BH - 6	164,701.84	22,367.89

공 번	표 고 D.L(-) m	좌 표		비 고
		X	Y	
BH-1	1.50	164.548.46	22.570.43	
BH-2	2.80	164.622.89	22.596.41	
BH-3	4.10	164.623.12	22.498.25	
BH-4	7.80	164.651.05	22.450.45	
BH-5	10.10	164.606.84	22.329.62	
BH-6	8.80	164.701.84	22.367.89	

다) 지형 및 지질

- 제주도는 전체가 화산도(火山島)로 이루어진 것과 같이 화산 지형의 특색을 잘 보여주고 있는데 과거 5차례에 걸쳐 일어난 화산 활동으로 현무암이 표면지형의 90%를 이루고 있으며, 백록담에서 서귀포구에 이르기까지의 남북사면이 크고(5°내외), 동서사면은 작게(3°내외)나타나고 있다. 따라서 경사도가 완만하고 해발고도가 낮은 용암평원(熔岩平原)은 해안지대에 한정되어 있고 해발고도를 기준으로 100m이하의 저지대에 발달된 용암평원은 내륙 거리가 5km이내를 유지하면서 해안선을 따라 협소하게 분포되고 있다.
- 해저지층은 항내에는 다공질암, 방파제 설치지점은 모래섞인 자갈 및 모래층이 엷게 분포되어 있어 구조물의 기초지반으로는 양호하며 항내로 유입되는 하천은 없다.
- 하효항 동측에는 효돈천이 흐르고 있으나 하상이 암으로 형성되어 있어 항내 유입 표사는 없으나 홍수시 한라산에 퇴적된 낙엽이 효돈천에서 떠내려와 항내로 유입되고 있다.

라) 시추조사 결과 요약

- 모래층

- BH-2,3,6번공 지역에서 조사가 되었으며 2.3 ~ 2.9m의 층후로 분포하고 있다.
- 소량의 자갈 및 패각섞인 모래로 구성 되었으며 암갈색을 띠며 N치 13/30cm~14/30cm이상으로 지층의 밀도는 보통 조밀한 상태이다.

- 모래질 자갈층

- BH-2.3번공 지역에서 조사가 되었으며 1.2~1.4m의 층후로 분포하고 있다.
- 소량의 호박돌 및 중립질의 모래 섞인 자갈로 구성 되었으며 암갈색을 띠며 N치 41/30cm~47/30cm이상으로 지층의 밀도는 조밀한 상태이다.

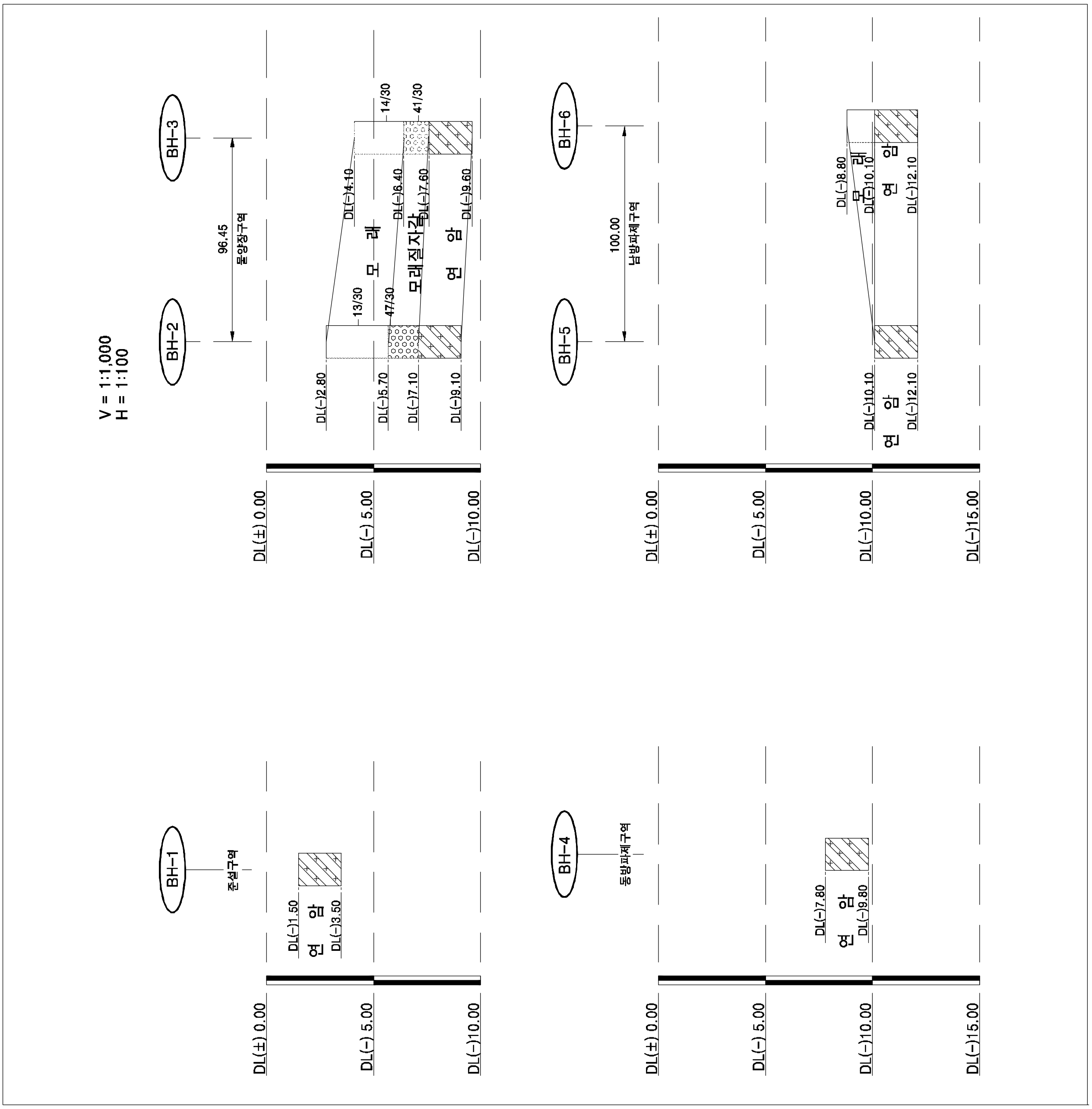
- 연암

- 본층은 기반암으로 전역에서 조사가 되었으며 2.0m의 층후로 분포하고 있다.
- 본층은 기반암이 보통풍화 된 상태로 절리 및 균열이 발달되어 있다

[표 20.1.10] 시추조사 결과

구 분	실트질 모 래	모 래	모래자갈	풍화토	풍화암	연 암	총 계	비 고
BH-1	-	-	-	-	-	2.0	2.0	준설구역
BH-2	-	2.9	1.4	-	-	2.0	6.3	물양장구역
BH-3	-	2.3	1.2	-	-	2.0	5.5	
BH-4	-	-	-	-	-	2.0	2.0	동방파제 구 역
BH-5	-	-	-	-	-	2.0	2.0	남방파제 구 역
BH-6	-	1.3	-	-	-	2.0	3.3	
총 계	-	6.5	2.6	-	-	12.0	21.1	

<그림 20.1.6> 지질조사 주상도



※ 자료 : 하효항 실시설계용역 보고서(2002. 10, 해양수산부)

20.1.3 어항현황 및 시설제원 조사

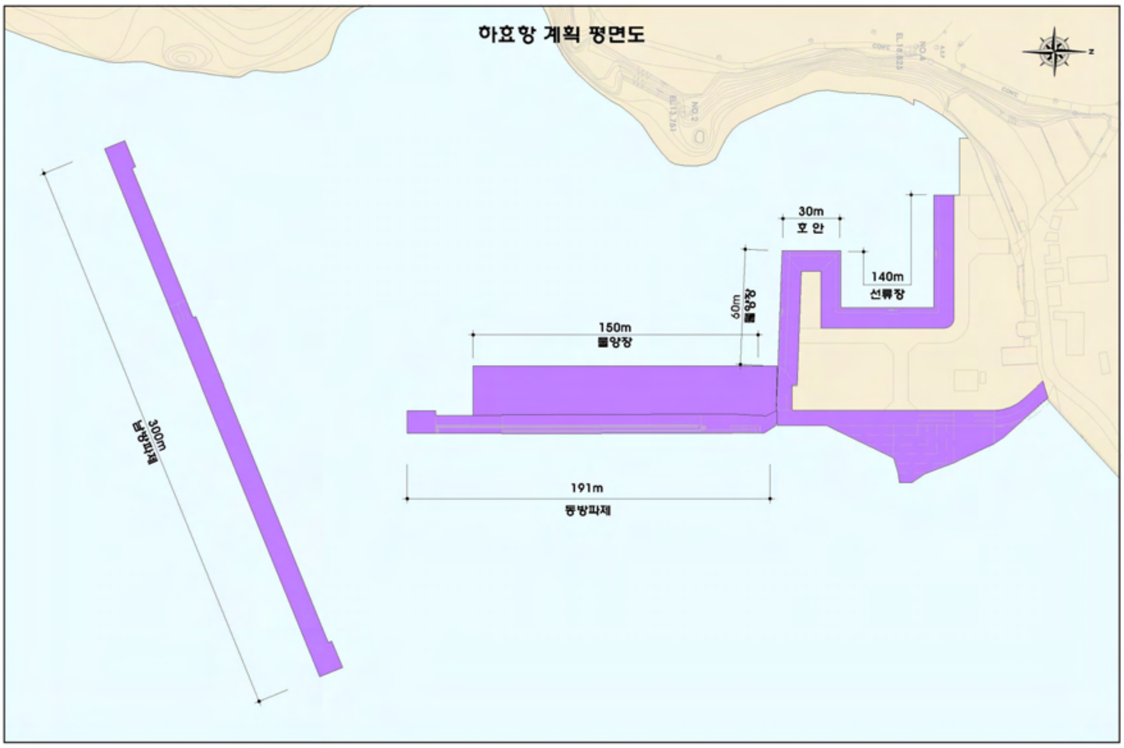
1) 연혁

년도	구 분	비 고
1999년	국가어항 지정	
2000년	기본설계 용역 실시	
2001년	환경영향 평가 협의 완료	
2001년	국가어항으로 항종명칭 변경	
2002년	실시설계 용역 실시	
2002년	개발기본계획 변경고시	
2003년	건설공사 착수	
2006년	4차 건설공사 시행	
2007년	5차 건설공사 시행	
2008년	6차 건설공사 시행	
2009년	7차 건설공사 시행	

2) 기존시설현황

시 설 명		구 조 형 식	시설연장	비 고
외곽 시설	동방파제	사석식경사제	191m	공사중
	남방파제	사석식경사제	300m	
계류 시설	물양장	중력식	210m	공사중
	선류장	중력식	140m	공사중

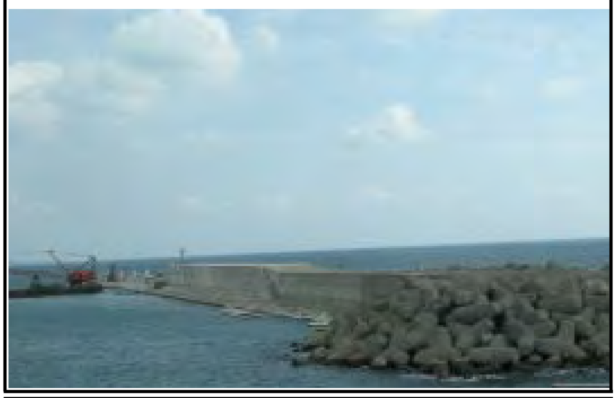
<그림 20.1.7> 하효항 현황도



<그림 20.1.8> 기존 시설현황

동방파제(외측)

남방파제



물 양 장

동방파제(내측)

20.1.4 현지조사 및 의견수렴

1) 의견사항

구 분	의 견 사 항
제주도청 항만개발과	•현재 기본계획상 동방파제 50m연장시 항입구부가 협소하므로 정온도 평가를 통해 50m 연장여부 및 기타 정온도 확보방안 검토필요
서귀포시청 해양수산과	•제주도청에서 주로 관리하므로 특별한 의견사항 없음 •필요시 추후 의견사항 전달
하효 감리단	•현재 남방파제는 90%이상의 공정률을 보이고 있으며, 2010년 곤파스 이후 피해없음. •동방파제 및 남방파제 구간에서 고파랑시 일부 월파 발생
의견사항 종 합 도	

2) 현지조사 결과

- 하효항은 현재 공사중으로 남방파제는 거의 완공되어 있으며, 외곽시설의 상치콘크리트 및 T.T.P의 상태는 현재 양호한 것으로 조사되었다.
- 항 입구부가 동측으로 열려 있어 동방파제 연장에 따라 하계태풍 내습시 항내정온에 영향이 있을 것으로 판단된다.

20.2 피해원인 분석 및 안정성 평가

20.2.1 개요

• 기존 피해사례 및 보수·보강사례를 기초로 원인을 분석하여 기존 시설물의 보강계획 수립시 기초자료로 활용한다.

• 안정성 평가시 검토 및 평가방법은 개정 심해설계파 제원을 기준으로 외곽시설 전 구간에 대해 구조물 설계파고를 재추산하여 그 결과를 기초로 기존단면의 마루높이, 피복석 소요중량의 적정성, 상치콘크리트의 활동·전도, 제체의 직선활동에 대한 안전성 여부를 재평가·분석한다.

20.2.2 피해원인 분석

1) 피해현황

• 태풍으로 인해 발생되는 막대한 피해는 해수면 상승을 동반한 해일과 고파랑 내습이 주요 피해원인으로 작용한다.

• 태풍으로 인한 하효항 방파제 피해현황을 간략히 정리하면 [표 20.2.1]과 같다.

[표 20.2.1] 방파제 피해 현황

피해일시 및 해상조건	피해시설 설계제원	피해내용 및 피해금액
• 피해일시 : ‘00. 8.31 • 태 풍 명 : 제12호 프라피룬 • 해상조건 - 중심최대풍속 : 36m/s - 실측파고 : 3~5m	• 시 설 명 : 방파제 • 구조형식 : 사석경사제 • 설계파고 : 6.3m • 주 기 : 14.0sec • 파 향 : SE	• 가두부 T.T.P 및 피복석 유실, 파손 8개 • 피복석유실 180㎥ • 피해액 : 27백만원

2) 구조물 설계파고 분석

• 당초 기추정된 대상어항 방파제구간의 설계파고와 금회 개정 심해파 제원을 기준으로 재추정한 설계파고를 비교·검토하여 이에 대한 파고증가율을 분석하였다.

• 대상어항 동방파제의 파고는 전구간에 걸쳐 모두 감소한 것으로 나타났고, 남방파제에서는 1,4구간은 증가 2,3구간은 감소한 것으로 나타났으며, 기존 설계파와 비교한 내용은 [표 20.2.2]와 같다.

[표 20.2.2] 구조물 설계파 파고 증가비

구역 및 구분		기존 설계파			금회 설계파			파고비
		파향	파고 (m)	주기 (s)	파향	파고 (m)	주기 (s)	
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.3+6.5)	SE	5.7	14.0	ESE	4.2	15.2	0.74(▽)
	2구간 (No.3+6.5~No.14+1.0)	SE	6.3	14.0	ESE	4.2	15.2	0.67(▽)
	3구간 (No.14+1.0~No.17+6.0)	SE	6.3	14.0	ESE	4.2	15.2	0.67(▽)
	4구간 (No.17+6.0~No.19+1.0)	SE	5.0	14.0	ESE	4.2	15.2	0.84(▽)
남방파제	1구간 (No.0+0.0~No.1+5.0)	SE	6.4	14.0	S	6.7	14.3	1.05(▲)
	2구간 (No.1+5.0~No.10+0.0)	S	7.6	15.0	S	6.5	14.3	0.86(▽)
	3구간 (No.10+0.0~No.28+5.0)	S	7.6	15.0	S	6.7	14.3	0.88(▽)
	4구간 (No.28+5.0~No.30+0.0)	SE	5.6	14.0	S	6.7	14.3	1.20(▲)

3) 피해원인 분석

- 대상어항은 2000년 제12호 태풍 프라피룬에 의해 방파제 피해가 발생하였는데, 이는 현재 계획 시공중인 방파제의 피해가 아닌 기존 방파제의 피해로, 태풍 내습시 기존 방파제의 설계파보다 큰 파랑의 내습에 따른 피해로 사료된다.

20.2.3 기존 시설물 안정성 평가

1) 설계조건

가) 설계조위 결정

- 약최고고조위는 국립해양조사원 기본수준성과표를 기초로 D.L(+)3.032m를 적용하였으며, 삭망평균만조위는 인근 모슬포항의 삭망평균만조위 및 약최고고조위를 기초로 하효항의 삭망평균만조위를 추산하여 적용하였다.
- 설계조위는 약최고고조위보다 높은 삭망평균만조위 D.L(+)3.160m를 적용하였다.

구 분		산정결과	적 용	비고
제1방법	약최고고조위	D.L(+) 3.032m		실측치
제2방법	삭망평균만조위	D.L(+) 3.160m	○	추산치

나) 구조물 설계파

- 금회 구조물 설계파는 방파제에서 4.2~6.7m로 산정되었다.

구역 및 구분		파향	파고(m)	주기(s)
동방파제	1구간 (No.0+0.0~No.3+6.5)	ESE	4.2	15.2
	2구간 (No.3+6.5~No.14+1.0)	ESE	4.2	15.2
	3구간 (No.14+1.0~No.17+6.0)	ESE	4.2	15.2
	4구간 (No.17+6.0~No.19+1.0)	ESE	4.2	15.2
남방파제	1구간 (No.0+0.0~No.1+5.0)	S	6.7	14.3
	2구간 (No.1+5.0~No.10+0.0)	S	6.5	14.3
	3구간 (No.10+0.0~No.28+5.0)	S	6.7	14.3
	4구간 (No.28+5.0~No.30+0.0)	S	6.7	14.3

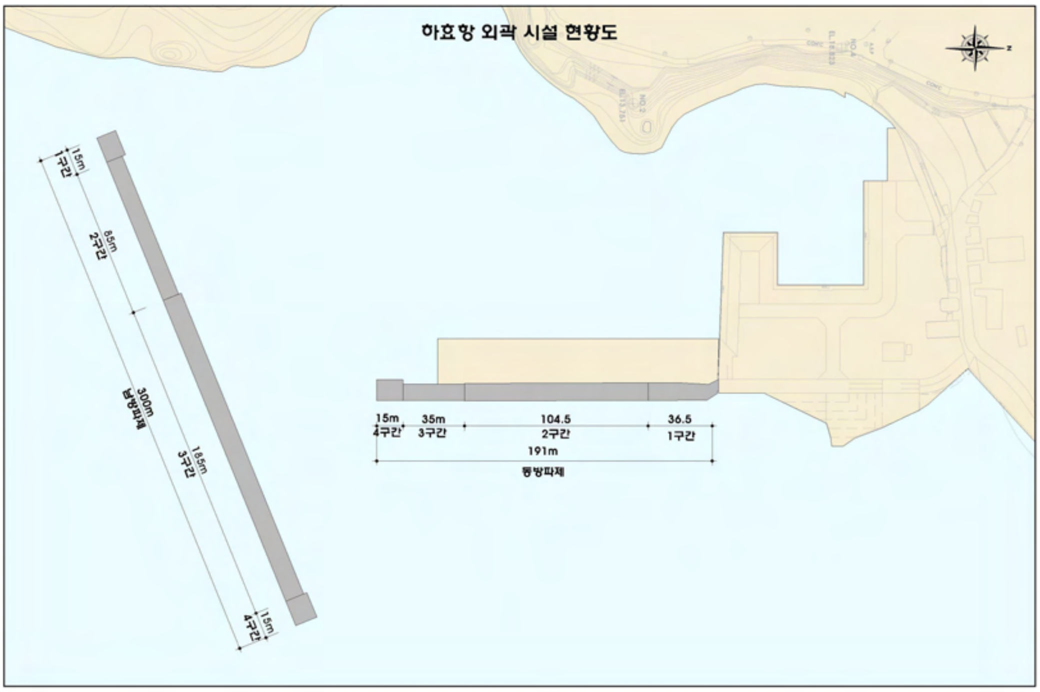
2) 안정성 평가

가) 평가대상시설

- 안정성 평가는 태·폭풍에 따른 피해사례 분석결과와 금회 구조물 설계파를 기초로 방파제 단면에 대한 마루높이, 피복재 소요중량, 제체의 안전성 등을 재평가한 후 보강유무를 결정한다.
- 하효항의 안정성 평가 대상시설을 동방파제 191m(4구간), 남방파제 300m(4구간)으로 선정하였다.

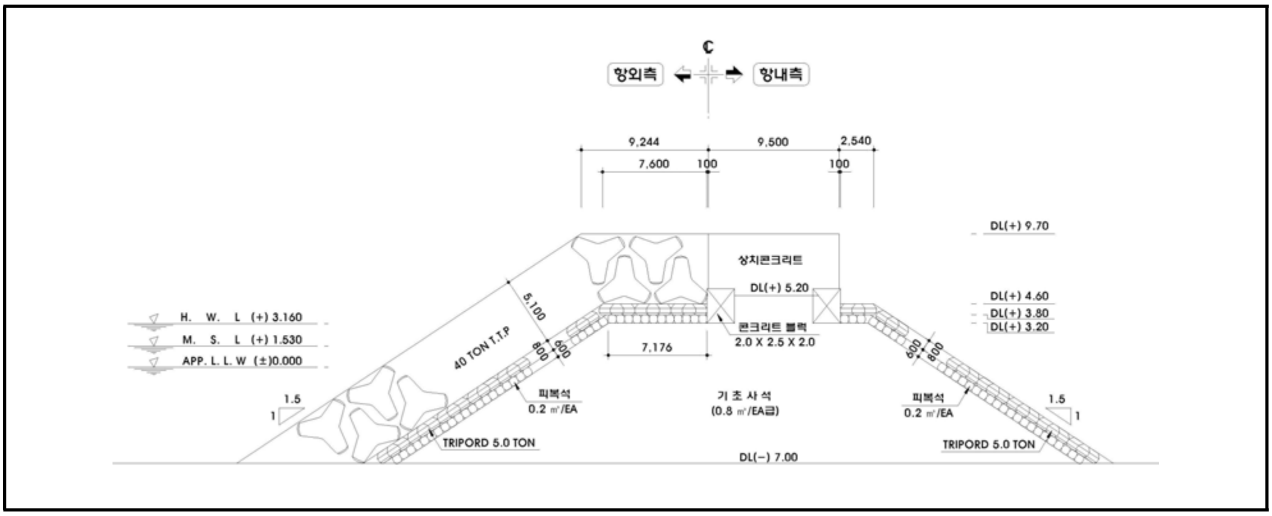
[표 20.2.3] 외곽시설 현황

방 파 제 시설현황도

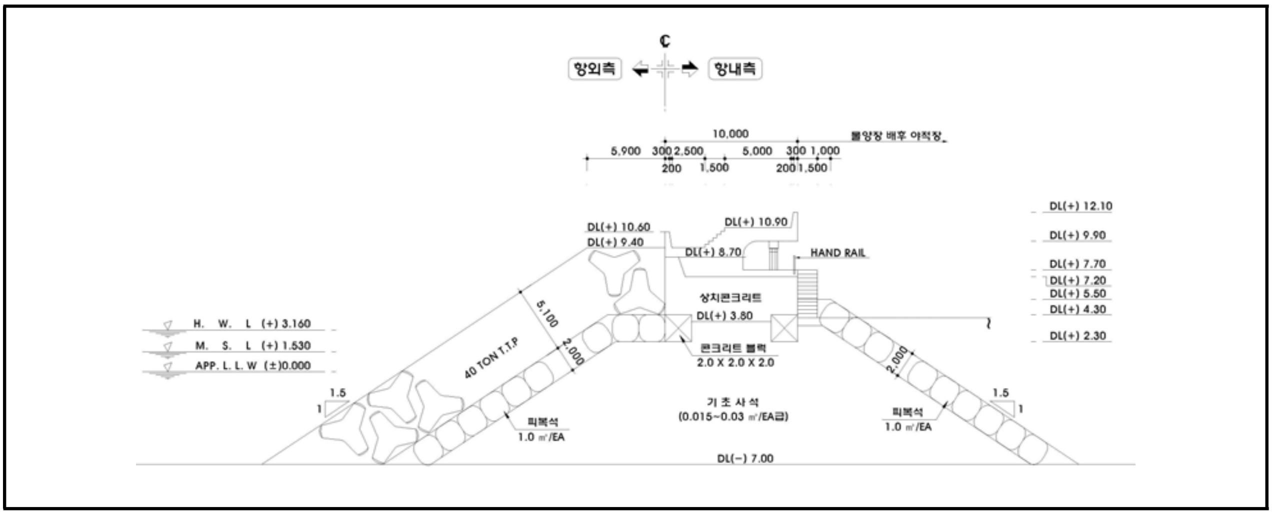


구 분	남방파제	동방파제
연 장	300m	191m
구조형식	사석경사제	사석경사제
준공년도	시공중	시공중
전면수심	D.L(-)4.5~11.0m	D.L(-)7.0m
마루높이	D.L(+)9.7~10.8m	D.L(+)9.7~12.1m
피 복 재	T.T.P 40/64ton	T.T.P 40ton/O.T.P 50ton
총 구 간	4개 구간	4개 구간

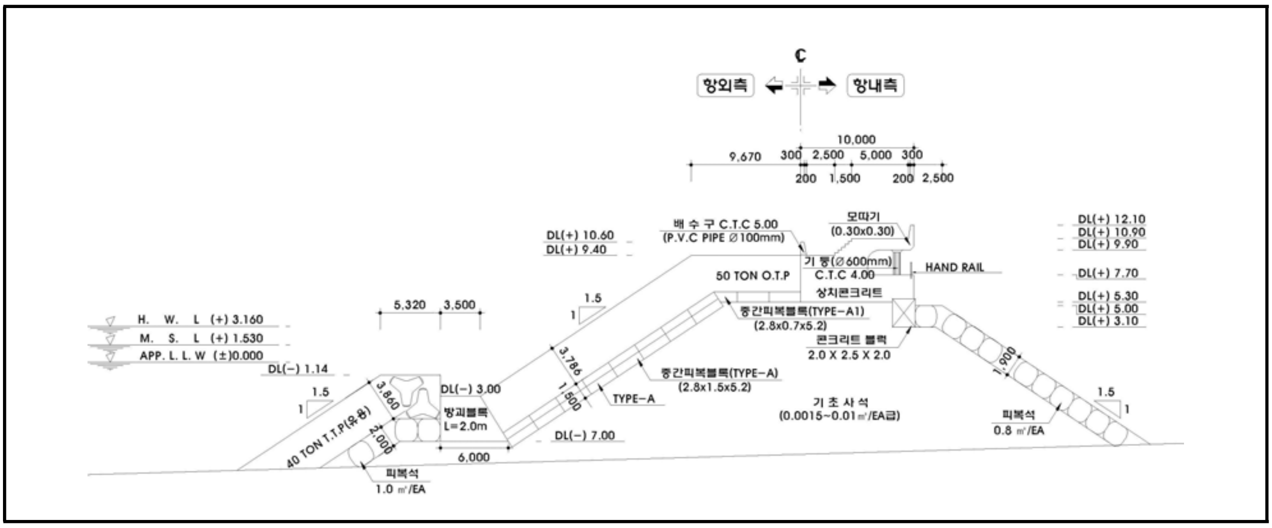
<그림 20.2.1> 동방파제 표준단면도(1구간)



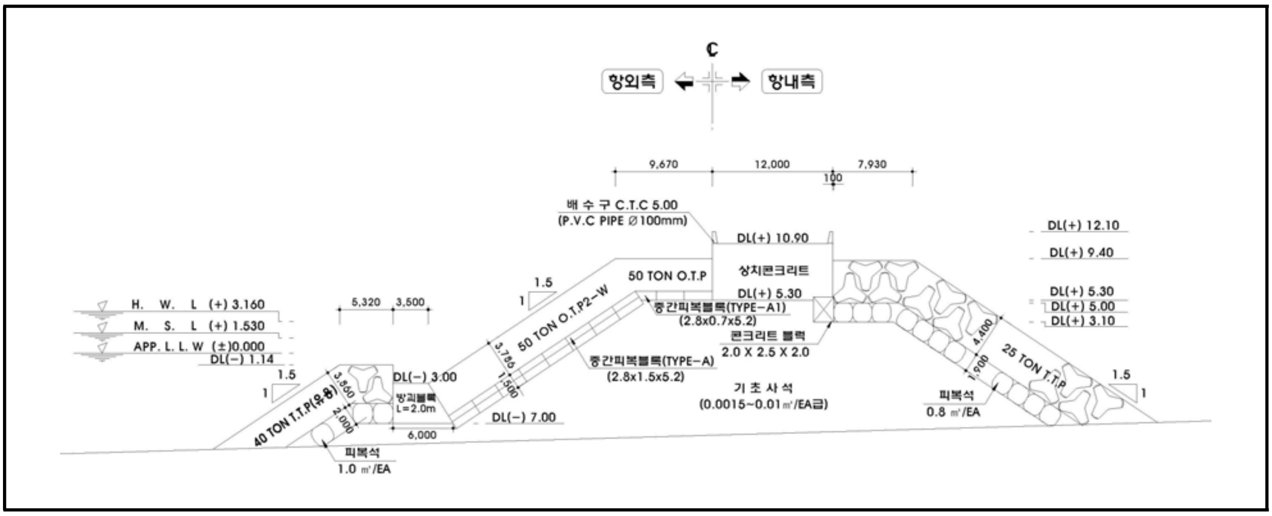
<그림 20.2.2> 동방파제 표준단면도(2구간)



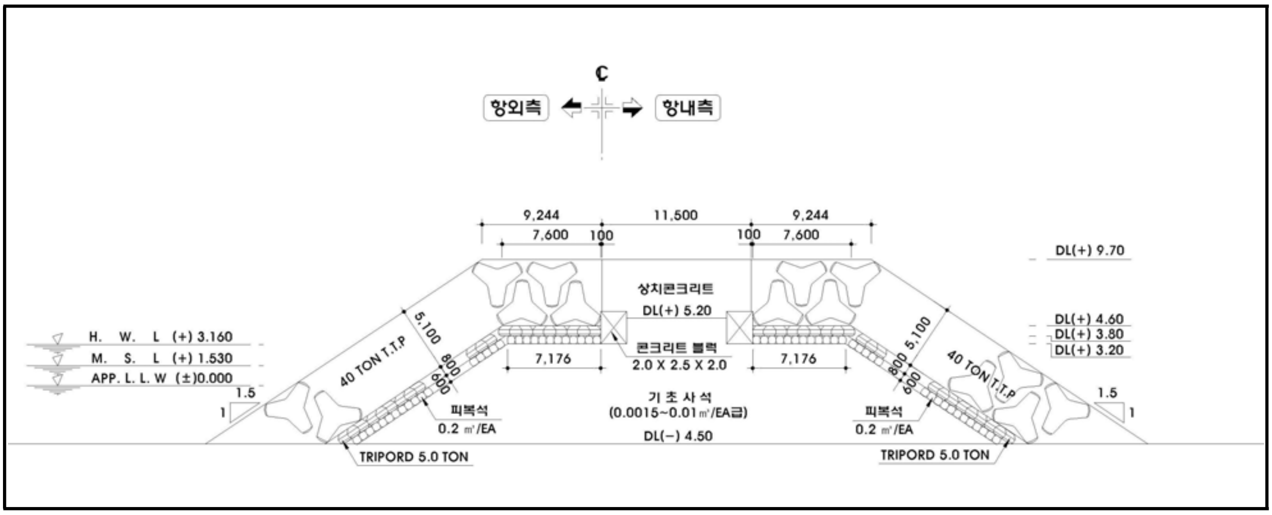
<그림 20.2.3> 동방파제 표준단면도(3구간)



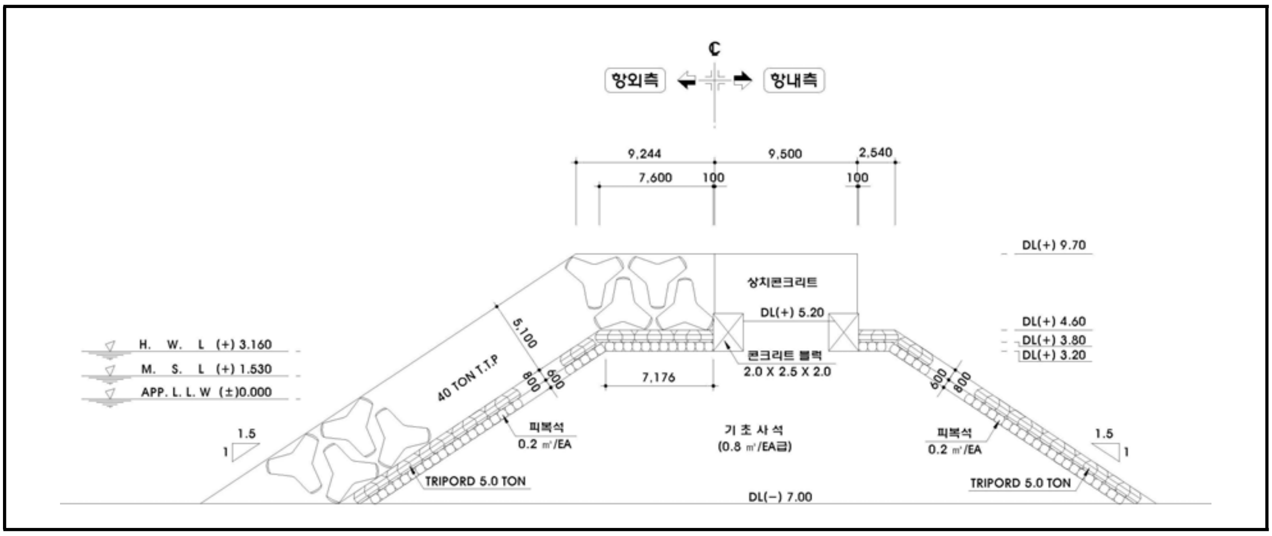
<그림 20.2.4> 동방파제 표준단면도(4구간)



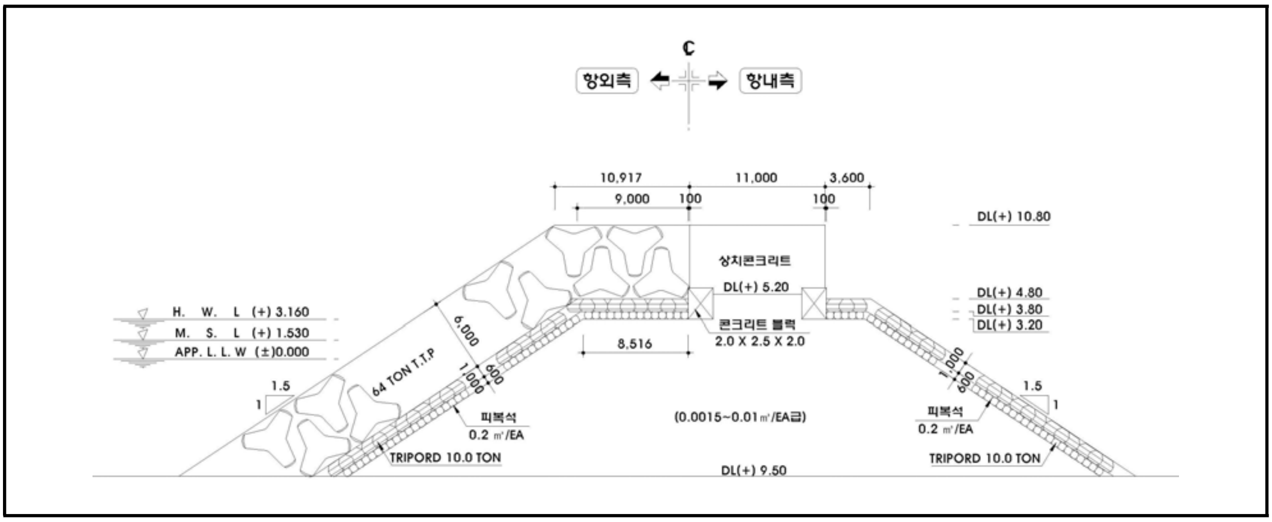
<그림 20.2.5> 남방파제 표준단면도(1구간)



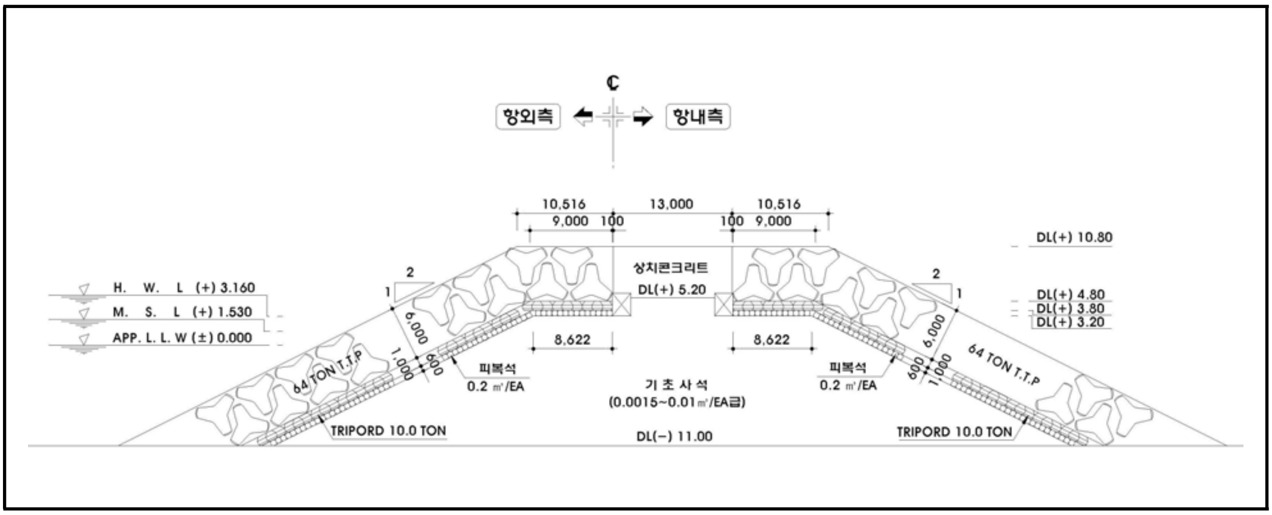
<그림 20.2.6> 남방파제 표준단면도(2구간)



<그림 20.2.7> 남방파제 표준단면도(3구간)



<그림 20.2.8> 남방파제 표준단면도(4구간)



나) 마루높이 검토

- 마루높이 검토시 배후에 물양장 시설이 있는 동방파제 1~2구간은 제 1 방법 ~ 제 4 방법을 비교하여 적용하였으며, 그 외 구간은 제 1 방법과 제 4 방법을 적용하였다.
- 검토결과 동방파제와 남방파제 전 구간에 대해 마루높이가 만족하는 것으로 나타났다.

(단위 : D.L(+), m)

구 분		마루높이 산정				적 용 마루높이	현 황 마루높이	판 정
		제1방법 ($1.0H_{1/3}$+설계조위)	제2방법 (월파량)	제3방법 (처오름높이)	제4방법 (전달파고)			
동방파제	1구간	7.4	9.1	8.8	5.8	9.1	9.7	OK
	2구간	7.4	9.1	8.8	5.8	9.1	12.1	OK
	3구간	7.4	-	-	5.9	7.4	12.1	OK
	4구간	7.4	-	-	5.8	7.4	12.1	OK
남방파제	1구간	9.2	-	-	8.0	9.2	9.7	OK
	2구간	9.7	-	-	7.8	9.7	9.7	OK
	3구간	9.9	-	-	8.0	9.9	10.8	OK
	4구간	9.9	-	-	8.0	9.9	10.8	OK

다) 피복재 소요질량 검토

- 동방파제와 남방파제 전 구간에 대해 피복재 소요 질량을 만족하는 것으로 나타났다.

구 분		쇄파여부	외측 피복재 소요 질량			중간 피복재 소요 질량		
			산 정	현 황	판 정	산 정	현 황	판 정
동방파제	1구간	비쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 40ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 0.2m³	OK
	2구간	비쇄파대	T.T.P 10ton	T.T.P 40ton	OK	피복석 0.2m³	피복석 1.0m³	OK
	3구간	비쇄파대	O.T.P 10ton	O.T.P 50ton	OK	피복석 0.4m³	피복석 1.0m³	OK
	4구간	비쇄파대	O.T.P 10ton	O.T.P 50ton	OK	피복석 0.4m³	피복석 1.0m³	OK
남방파제	1구간	쇄파대	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	OK	TRIPORD 5ton	TRIPORD 5ton	OK
	2구간	쇄파대	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	OK	피복석 0.9m³	TRIPORD 5ton	OK
	3구간	쇄파대	T.T.P 40ton	T.T.P 64ton	OK	피복석 0.9m³	TRIPORD 10ton	OK
	4구간	쇄파대	T.T.P 64ton	T.T.P 64ton	OK	TRIPORD 5ton	TRIPORD 10ton	OK

라) 구조물 안정검토

- 동방파제와 남방파제 전구간에서 활동 및 전도, 직선활동에 대한 안정성이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="4">구 분</th><th colspan="6">상 시</th></tr>
<tr><th colspan="4">상부공</th><th colspan="2">제체공</th></tr>
<tr><th colspan="2">활 동</th><th colspan="2">전 도</th><th colspan="2">직선활동</th></tr>
<tr><th>산정</th><th>판정</th><th>산정</th><th>판정</th><th>산정</th><th>판정</th></tr>
<tr><td rowspan="4">동방파제</td><td>1구간</td><td>2.87</td><td>OK</td><td>6.60</td><td>OK</td><td>1.57</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>2.75</td><td>OK</td><td>7.38</td><td>OK</td><td>1.82</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>2.62</td><td>OK</td><td>8.28</td><td>OK</td><td>1.61</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>4구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">남방파제</td><td>1구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2구간</td><td>1.32</td><td>OK</td><td>2.51</td><td>OK</td><td>1.21</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>3구간</td><td>1.74</td><td>OK</td><td>3.44</td><td>OK</td><td>1.36</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>4구간</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

20.2.4 평가 및 결론

• 동방파제, 남방파제 전구간에서 마루높이와 피복재 소요중량, 상부공 및 제체 안정이 확보되어 보강이 필요하지 않은 것으로 나타났다.

[표 20.2.4] 안정성 검토 결과

구 분				동방파제				남방파제			
				1구간	2구간	3구간	4구간	1구간	2구간	3구간	4구간
마루높이 (D.L(+),m)	현 황			9.7	12.1	12.1	12.1	9.7	9.7	10.8	10.8
	금 회			9.1	9.1	7.4	7.4	9.2	9.7	9.9	9.9
	판 정			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
피복재 소요중량	현 황			T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	O.T.P 50ton	O.T.P 50ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	T.T.P 64ton	T.T.P 64ton
	금 회			T.T.P 10ton	T.T.P 10ton	O.T.P 10ton	O.T.P 12.6ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	T.T.P 40ton	T.T.P 64ton
	판 정			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
상부공및 제체 안정	상시	활동 (1.2)	산정	2.87	2.75	2.62	-	-	1.32	1.74	-
			판정	OK	OK	OK	-	-	OK	OK	-
		전도 (1.2)	산정	6.60	7.38	8.28	-	-	2.51	3.44	-
			판정	OK	OK	OK	-	-	OK	OK	-
		직선활동 (1.2)	산정	1.57	1.82	1.61	-	-	1.21	1.36	-
			판정	OK	OK	OK	-	-	OK	OK	-
보강 계획 수립				불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요	불필요

20.3 보수·보강 방안 수립

- 하효항의 외곽시설에 대해 개정된 심해파를 고려한 구조물 안정성 평가 결과 전 구간에 대하여 안정성이 확보된 것으로 검토되어 보수 · 보강 계획을 미수립하였다.