

발간등록번호

11-1541000-001105-01

<http://rri.ekr.or.kr>

간척농지 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정 연구

A Study on the Flooding Analysis for
Multi-Utilization of Reclaimed Tidelands

2011. 12.



농림수산식품부



한국농촌공사

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “간척농지 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정 연구”
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2011년 12월

연구기관명 : 한국농어촌공사 농어촌연구원
책임연구원 : 박 명 수
연구 원 : 전 건 영
송 재 도

공동 연구기관 : 청솔엔지니어링
책임연구원 : 김 관 중
연구 원 : 안 성 호

요 약 문

1. 연구과제명 : 간척농지 다각적 활용을 위한 침수안전지역
설정 연구

2. 연구기간 : 2011. 2. ~ 2011. 12.

3. 연구의 목적

본 연구는 기존 간척농지를 다각적으로 활용하기 위해 수리수문학적 특성을 분석하고, 사전 침수분석대책 결과를 토대로 간척지 받 및 다각적 활용을 위한 개발가능면적과 기술·정책적 지원방향을 모색하는 것을 기본으로 하고 있다. 최근의 강우현상을 반영하여 기존 간척농지의 빈도별 침수안전지역을 재검토함으로써 첨단 수출농업, 친환경 축산 특히 발작물 재배를 위한 수문학적 안전성을 파악하고 체계적인 관리계획을 수립할 수 있다.

4. 연구의 전제 및 적용 유의사항

간척농지의 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정을 위해서는 수문분석의 기초자료인 유역특성인자(CN, Tc 등), 담수호 내용적, 외조위 관측 등의 세밀한 재조사를 바탕으로 한 침수분석이 필요하나, 연구수행의 여건상 기본계획서, 준공기록지 등을 활용하여, 빈도별 무침수 조건에 대해 분석하였다.

구 분	주요항목	비 고
수문기초자료	담수호 내용적, 조위 관측자료, 담수호 관리수위, CN, Tc 등	준공기록지, 기본계획서를 토대로 분석

기본조사 이후 시간경과에 따른 토양유실 등 담수호, 배수로 내용적 변동은 고려하지 못하였으며 향후 수도작 지구를 밭작물 재배 등으로 전용하면서 발생될 수 있는 침수현상 등을 해소하기 위해서는 적절한 배수기반시설을 설치하여야 할 것으로 판단된다. 본 연구결과를 「매립지등의 관리·처분에 관한 규정(농림수산식품부장관 훈령 제270호), 제8조(매립지등의 관리·처분 계획 수립)」에 따라 자율영농구역 및 타작물 영농구역으로 구분하여 활용 할 경우 토양특성, 수리시설 및 용수관리 특성을 감안하여야 한다.

5. 연구 결과

1) 조사측량 현황

7개지구(석문, 이원, 부사, 삼산, 군내, 보전, 고흥) 6,657ha에 대한 수준점을 현지매설, BM 및 간척농지 고저측량을 실시하였음.

구 분		지 구 명						
		석문	이원	부사	삼산	군내	보전	고흥
수준점매설		10	3	7	3	5	3	5
고저 측량	면적(ha)	1,968	847	825	283	464	213	2,057
	평균 침하고(m)	(-)0.18	(-)0.12	(-)0.14	(-)0.04	(+)0.11	(+)0.10	(+)0.07
배수문조사 (개소)		15	5	20	4	4	1	11

2) 기상관측소 현황

각 지구 유역내에 설치되어 있는 기상관측소가 없어, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소의 2일 연속 빈도별 확률강우량이 큰 기상관측소의 강우자료를 이용하여, 기상관측소 채택함. Max(전기간, 30년빈도)

지구명	관측소명	위치(주소)	해발표고 (EL.m)	관측 개시일	비고
석문	서산	충남 서산시 석림동 491-5	25.9	1969.01.01 (43개년)	
이원	서산	충남 서산시 석림동 491-5	25.9	1969.01.01 (43개년)	
부사	보령	충남 보령시 요암동	17.9	1964.01.01 (48개년)	
삼산	고흥	전남 고흥군 고흥읍 행정리	53.3	1972.01.01 (40개년)	
군내	해남	전남 해남군 해남읍 남천리	4.6	1971.01.01 (41개년)	
보전	해남	전남 해남군 해남읍 남천리	4.6	1971.01.01 (41개년)	
고흥	고흥	전남 고흥군 고흥읍 행정리	53.3	1972.01.01 (40개년)	

3) 설계홍수량 산정

공사 침수분석 프로그램(RMS)를 이용, 각 지구 소유역에 대한 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년)을 산정

<표 5-1> 석문지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
①지점	1,333.2	1,431.3	1,555.3	1,668.6	1,723.1	배수갑문
②지점	1,262.9	1,355.8	1,473.3	1,580.5	1,632.2	
③유역	1,124.3	1,209.4	1,317.0	1,415.3	1,462.6	
④유역	1,015.8	1,092.7	1,189.9	1,278.7	1,321.5	
⑤유역	888.5	957.2	1,046.8	1,128.1	1,167.6	
⑥유역	-	-	-	-	-	해당없음
⑦유역	-	-	-	-	-	해당없음

<표 5-2> 이원지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	195.0	209.0	227.0	243.3	251.2	배수갑문지점
1MDC	73.8	79.3	86.3	92.6	95.7	⑦,⑧,⑨,⑩,⑪,⑫,⑬유역
2MDC	61.8	66.4	72.3	77.6	80.1	②,③,④,⑤유역
3MDC	35.1	37.8	41.2	44.4	45.9	①유역
①유역	35.1	37.8	41.2	44.4	45.9	
②유역	13.4	14.6	16.2	17.2	18.3	
③유역	40.6	44.1	48.6	52.7	54.7	
④유역	18.1	19.5	21.4	23.1	23.9	
⑤유역	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	논유역
⑥유역	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5	논유역
⑦유역	9.5	10.3	11.4	12.4	12.9	
⑧유역	2.1	2.2	2.4	2.6	2.7	논유역
⑨유역	5.0	5.4	6.0	6.5	6.8	
⑩유역	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	논유역
⑪유역	31.9	34.5	37.8	40.9	42.4	
⑫유역	22.5	24.4	26.8	29.1	30.1	
⑬유역	17.0	18.4	20.1	21.7	22.5	
⑭유역	-	-	-	-	-	

<표 5-3> 부사지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	홍수량 산정법	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
		20년	30년	50년	80년	100년	
①유역	HMS	1,088.9	1,187.8	1,311.5	1,425.1	1,478.9	배수갑문
②유역	"	1,089.4	1,188.4	1,312.5	1,426.3	1,480.1	
③유역	"	956.9	1,044.4	1,154.0	1,254.4	1,302.0	
④유역	"	955.5	1,043.0	1,152.4	1,252.7	1,300.1	
⑤유역	"	889.8	982.7	1,100.2	1,209.6	1,262.1	
⑥유역	"	831.9	919.7	1,030.8	1,133.5	1,183.2	
⑦유역	"	748.6	828.4	929.7	1,023.9	1,069.0	
⑧유역	"	718.4	795.7	894.6	986.1	1,029.8	
⑨유역	"	689.7	765.1	860.7	949.8	992.8	
⑩유역	"	678.8	753.3	847.6	935.8	978.1	보령댐

<표 5-4> 삼산지구 소유역별 홍수량 선정결과

유역번호	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	232.5	257.0	288.1	316.6	329.9	배수갑문지점(①~⑦유역)
①유역	22.9	25.2	28.1	30.8	32.0	
②유역	95.5	105.5	118.2	129.8	135.3	
③유역	87.8	97.0	108.7	119.5	124.5	
④유역	5.6	6.1	6.9	7.5	7.8	1호배수문지점
⑤유역	8.7	9.6	10.7	11.7	12.2	2호배수문지점
⑥유역	9.9	10.9	12.2	13.4	14.0	3호배수문지점
⑦유역	49.7	54.3	60.1	64.9	66.8	담수호 유역

<표 5-5> 군내지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	428.4	471.5	525.3	574.6	597.7	배수갑문지점
①유역	282.7	311.8	348.1	381.2	396.8	
②유역	90.5	100.0	111.8	122.5	127.6	1호배수문지점
③유역	66.2	73.2	81.9	89.8	93.6	2호배수문지점
④유역	24.6	27.3	30.8	34.0	35.5	3호배수문지점
⑤유역	111.7	121.7	133.6	145.1	150.4	담수호유역

<표 5-6> 보전지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
담수호유역	76.8	84.6	94.5	103.3	107.6	배수갑문지점
①유역	54.6	60.4	67.8	74.4	77.6	1호승수로
②유역	44.1	48.6	54.1	59.1	61.5	배수장 (기계배제)
③유역	9.5	10.5	11.8	12.9	13.5	3호승수로
④유역	30.8	33.9	37.6	41.2	42.8	담수호

<표 5-7> 고흥지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	544.8	599.3	668.5	732.0	762.2	배수갑문지점
A지점	219.9	243.4	272.9	300.1	312.8	
B지점	387.0	427.2	477.8	524.1	546.1	
C지점	405.9	447.5	499.9	548.1	570.9	
①유역	16.1	18.0	20.3	22.5	23.5	
②유역	22.6	25.1	28.4	31.4	32.9	
③유역	21.6	24.1	27.2	30.1	31.5	
④유역	23.0	25.4	28.5	31.3	32.6	
⑤유역	107.5	118.5	132.3	144.9	150.9	
⑥유역	26.7	29.5	33.0	36.3	37.8	
⑦유역	219.9	243.4	272.9	300.1	312.8	
⑧유역	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	
⑨유역	55.4	60.8	67.5	73.7	76.7	
⑩유역	76.5	84.0	93.5	102.2	106.4	
⑪유역	48.0	52.7	58.6	64.1	66.7	
⑫유역	86.3	93.9	103.5	112.3	116.5	답수호유역

4) 간척농지 침수분석 결과 요약

간척농지 7개지구의 총 면적 6,657ha에 대해 20년, 30년, 50년, 80년, 100년 빈도로 구분하여 침수면적, 무침수면적을 산출하였다. 침수면적비율은 20년 빈도 2,942ha(44.2%), 30년 빈도 3,280ha(49.3%), 50년 빈도 3,564ha(53.5%), 80년 빈도 3,806ha(57.2%), 100년 빈도 3,995ha(60.0%)로 분석되었다.

지구	개발 면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
석문	1,968	783	1,185	822	1,146	862	1,106	891	1,077	951	1,017
이원	847	84	763	111	736	144	703	185	662	232	615
부사	825	468	357	485	340	502	323	521	304	537	288
삼산	283	132	151	139	144	144	139	150	133	151	132
군내	464	347	117	364	100	382	82	387	77	401	63
보전	213	90	123	101	112	112	101	123	90	126	87
고흥	2,057	1,038	1,019	1,258	799	1,418	639	1,549	508	1,597	460
계 (%)	6,657	2,942	3,715	3,280	3,377	3,564	3,093	3,806	2,851	3,995	2,662
		44.2%	55.8%	49.3%	50.7%	53.5%	46.5%	57.2%	42.8%	60.0%	40%

5) 간척농지 지구별 침수안전지역 설정

간척농지 7개지구의 총 면적 6,657ha에 대해 30년, 50년 빈도로 구분하여 침수안전지역을 설정하였다. 침수면적비율은 30년 빈도 4,879ha(73.0%), 50년 빈도 5,015ha(75.0%)로 분석되었다.

구분	침수분석(ha)		침수안전지역 설정(ha)		비고
	30년침수	50년침수	30년침수	50년침수	
석문	30년침수	822(42%)	30년침수	1,191(61%)	습지 120ha 포함
	30년무침수	1,146(58%)	30년무침수	777(39%)	
	50년침수	862(44%)	50년침수	1,258(64%)	
	50년무침수	1,106(56%)	50년무침수	710(36%)	
이원	30년침수	111(13%)	30년침수	160(19%)	습지 외서
	30년무침수	736(87%)	30년무침수	687(81%)	
	50년침수	144(17%)	50년침수	195(23%)	
	50년무침수	703(83%)	50년무침수	652(77%)	
부사	30년침수	485(59%)	30년침수	713(86%)	
	30년무침수	340(41%)	30년무침수	112(14%)	
	50년침수	502(61%)	50년침수	726(88%)	
	50년무침수	323(39%)	50년무침수	99(12%)	
삼산	30년침수	139(49%)	30년침수	213(75%)	습지 13ha 포함
	30년무침수	144(51%)	30년무침수	70(25%)	
	50년침수	144(51%)	50년침수	216(76%)	
	50년무침수	139(49%)	50년무침수	67(24%)	
군내	30년침수	364(78%)	30년침수	457(98%)	
	30년무침수	100(22%)	30년무침수	7(2%)	
	50년침수	382(82%)	50년침수	457(98%)	
	50년무침수	82(18%)	50년무침수	7(2%)	
보전	30년침수	101(47%)	30년침수	161(76%)	
	30년무침수	112(53%)	30년무침수	52(24%)	
	50년침수	112(53%)	50년침수	169(79%)	
	50년무침수	101(47%)	50년무침수	44(21%)	
고흥	30년침수	1,258(61%)	30년침수	1,984(96%)	습지 외서
	30년무침수	799(39%)	30년무침수	73(4%)	
	50년침수	1,418(69%)	50년침수	1,994(97%)	
	50년무침수	639(31%)	50년무침수	63(3%)	
총계	30년침수	3,280(49%)	30년침수	4,879(73%)	
	30년무침수	3,377(51%)	30년무침수	1,778(27%)	
	50년침수	3,564(54%)	50년침수	5,015(75%)	
	50년무침수	3,093(46%)	50년무침수	1,642(25%)	

SUMMARY

A Study on the Flooding Analysis for Multi-Utilization of Reclaimed Tidelands

Many reclaimed tideland projects in Korea have been conducted to secure the food self-sufficiency. In fact, the domestic food self-sufficiency has been greatly improved and reclaimed tideland projects contribute to Korea's economic and social development directly or indirectly replacing agricultural lands from urbanization, industrialization. As result, current self-sufficiency of rice reach 97% while rate of upland crops has less than 30% of self-sufficiency rate and Corn, wheat, soybeans, etc. are virtually dependent on imports. Domestic price of crop is expected to be unstable by trend of international grain prices. Therefore, developing reclaimed tidelands as upland which is originally constructed for paddy fields could be a good option to become steady in domestic crop market and dedicate to ensure a stable food security.

As part of effort, central government prepared for drawing up the basic design and key policy direction to utilize reclaimed tidelands as multi-functional sites. they are promoting many projects in those areas such as horticulture complex, agricultural export sites, livestock industrial complex. However, the existing areas of reclaimed land have been primarily designed for paddy-field which is sanctioned to be flooded. For that reason, the study to prepare measures for dealing with disasters in reclaimed tidelands is required in order to utilize those sites for infra construction of multi-utilization in those sites and The result of flooding analysis in this study can suggest policy direction for practical utilization of reclaimed tidelands

Key words: Flooding Analysis, Multi-Utilization of Reclaimed Tidelands

- 목 차 -

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	1
제2절 연구의 범위 및 유의사항	3
제3절 기대성과 및 활용방안	4
제2장 간척농지 활용계획 및 사례조사	5
제1절 대규모 간척지 활용계획	5
1. 대규모 간척지 활용 기본구상	5
2. 대규모 간척지 활용의 효율적 추진방안	6
제2절 간척지 관리지침 및 시설현황	7
1. 간척지시설 관리지침의 홍수관리	7
2. 간척지 시설현황	8
제3절 간척지 관련 설계기준 변천	10
1. 배수개선사업 설계기준 변천	10
2. 간척지 받기반조성 계획 설계요령	11
제4절 간척농지 침수안전지역 검토 사례	14
1. 국내의 사례	14
2. 외국의 사례	18
제3장 대상간척지 및 기초자료 조사	21
제1절 대상간척지	21
1. 대상간척지의 선정	21
2. 조사대상 간척지 현황	21
제2절 기초자료 조사	22
1. 기존 설계자료 분석	22
2. 유역내 시설물 현황 조사	23
제3절 간척농지 지형현황 조사	28
1. 현지확인 수준측량의 목적	28
2. 지형현황측량자료 분석	29
제4장 간척 농지별 수문분석	33

제1절 석문간척농지	33
1. 유역현황	33
2. 확률강우량 산정	36
3. 설계홍수량 산정	40
4. 홍수위 추적	73
제2절 이원간척농지	79
1. 유역현황	79
2. 확률강우량 산정	81
3. 설계홍수량 산정	86
4. 홍수위 추적	115
제3절 부사간척농지	120
1. 유역현황	120
2. 확률강우량 산정	123
3. 설계홍수량 산정	127
3. 설계홍수량 산정	158
4. 홍수위 추적	187
제4절 삼산간척농지	195
1. 유역현황	195
2. 확률강우량 산정	198
3. 설계홍수량 산정	202
4. 홍수위 추적	216
제5절 군내간척농지	221
1. 유역현황	221
2. 확률강우량 산정	224
3. 설계홍수량 산정	229
4. 홍수위 추적	241
제6절 보전간척농지	246
1. 유역현황	246
2. 확률강우량 산정	249
3. 설계홍수량 산정	254
4. 홍수위 추적	265
제7절 고흥간척농지	272
1. 유역현황	272
2. 확률강우량 산정	275

3. 설계홍수량 산정	279
4. 홍수위 추적	300
제5장 간척농지 침수분석 결과 및 침수안전지역 설정	306
제1절 간척농지 소유역별 침수분석 결과 요약	306
1. 석문간척농지 침수분석 결과요약	306
2. 이원간척농지 침수분석 결과요약	311
3. 부사간척농지 침수분석 결과요약	314
4. 삼산간척농지 침수분석 결과요약	318
5. 군내간척농지 침수분석 결과요약	319
6. 보전간척농지 침수분석 결과요약	321
7. 고흥간척농지 침수분석 결과요약	322
제2절 지구별 침수안전지역 설정	325
1. 석문간척농지 침수안전지역	327
2. 이원간척농지 침수안전지역	328
3. 부사간척농지 침수안전지역	329
4. 고흥간척농지 침수안전지역	330
5. 군내간척농지 침수안전지역	331
6. 보전간척농지 침수안전지역	332
7. 삼산간척농지 침수안전지역	333
제6장 결론 및 요약	334
제1절 결론	334
제2절 요약	338
참고문헌	341
부록 1. 지구별 기준점 조사측량	343
부록 2. 토지개량사업 계획설계기준 배수편(일본)	407
부록 3. 침수피해 현황('11. 7)	414

< 표 차 례 >

<표 2-1> 지구별 특성화 방향	5
<표 2-2> 지구별 용도별 면적	6
<표 2-3> 방조제 시설현황	8
<표 2-4> 방조제 설치년도별 시설현황	8
<표 2-5> 관리자별 시설 종별 대상 시설 현황	9
<표 2-6> 배수개선 수리시설물 계획설계 기준의 변천	11
<표 2-7> 간척지 받기만조성 계획설계요령 주요 내용	12
<표 2-9> 화옹 7지구의 설계기준	15
<표 2-10> 대상용지별 홍수량 산정기준	17
<표 2-11> 하치로 가타 간척지 개요	19
<표 2-12> 히이카와(수계) 침수구역도 개요	20
<표 3-1> 조사대상 간척지 현황	21
<표 3-2> 조사대상 간척지(방조제) 현황	22
<표 3-3> 석문지구 소유역별 배수문 제원표	24
<표 3-4> 이원지구 소유역별 배수문 제원표	25
<표 3-5> 부사지구 소유역별 배수문 제원표	26
<표 3-6> 삼산지구 소유역별 배수문 제원표	27
<표 3-7> 군내지구 소유역별 배수문 제원표	27
<표 3-8> 보전지구 소유역별 배수문 제원표	27
<표 3-9> 고흥지구 소유역별 배수문 제원표	28
<표 3-10> 석문지구 고저측량 결과 요약	30
<표 3-11> 이원지구 고저측량 결과 요약	30
<표 3-12> 부사지구 고저측량 결과 요약	31
<표 3-13> 삼산지구 고저측량 결과 요약	31
<표 3-14> 군내지구 고저측량 결과 요약	32
<표 3-15> 보전지구 고저측량 결과 요약	32
<표 3-16> 고흥지구 고저측량 결과 요약	32
<표 4-1> 유역지상인자	34
<표 4-2> 토지이용상황	35
<표 4-3> 기상관측소 현황	36
<표 4-4> 빈도별 1일 확률강우량	37
<표 4-5> 빈도별 2일 확률강우량	37
<표 4-6> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	37
<표 4-7> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	38

<표 4-8> 빈도별 시간별 2일 강우량	39
<표 4-9> 석문지구 소유역별 홍수량 선정결과	40
<표 4-10> 소유역별 홍수량 산정결과 요약	41
<표 4-11> 석문지구 전체 유역특성자료	44
<표 4-12> 석문지구 Routing 특성자료	44
<표 4-13> 전체유역의 유달시간	45
<표 4-14> 유역 경사도	46
<표 4-15> 지점별 유역의 유달시간	47
<표 4-16> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	49
<표 4-17> 논유역 표고별 유로장	52
<표 4-18> 소유역별 도달시간	54
<표 4-19> 송산 ①유역 경사도	54
<표 4-20> 송산 ②유역 경사도	55
<표 4-21> 송산 ②유역 구간별 경사	56
<표 4-22> 송산 ③유역 경사도	56
<표 4-23> 송산 ④유역 경사도	57
<표 4-24> 송산 ④유역 구간별 경사	58
<표 4-25> 송산 ⑤유역 경사도	58
<표 4-26> 송산 ⑥유역 경사도	60
<표 4-27> 송산 ⑥유역 구간별 경사	60
<표 4-28> 송산 ⑦유역 경사도	61
<표 4-29> 송산 ⑦유역 구간별 경사	61
<표 4-30> 석문 ①유역 경사도	62
<표 4-31> 석문 ①유역 구간별 경사	62
<표 4-32> 석문 ②유역 경사도	63
<표 4-33> 석문 ②유역 구간별 경사	63
<표 4-34> 석문 ③유역 경사도	64
<표 4-35> 석문 ③유역 구간별 경사	64
<표 4-36> 석문 ④유역 경사도	65
<표 4-37> 석문 ④유역 구간별 경사	65
<표 4-38> 석문 ⑤유역 경사도	66
<표 4-39> 석문 ⑤유역 구간별 경사	66
<표 4-40> 석문 ⑥유역 경사도	67
<표 4-41> 석문 ⑥유역 구간별 경사	67
<표 4-42> 석문 ⑦유역 경사도	68
<표 4-43> 석문 ⑦유역 구간별 경사	68
<표 4-44> 석문 ⑧유역 경사도	69

<표 4-45> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)	70
<표 4-46> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	73
<표 4-47> 석문지구 담수호 지점별 홍수위 추적결과	74
<표 4-48> 조위관측자료	77
<표 4-49> 석문 담수호 내용적표 (1992년)	78
<표 4-50> 유역지상인자	80
<표 4-51> 토지이용상황	81
<표 4-52> 기상관측소 현황	82
<표 4-53> 빈도별 1일 확률강우량	83
<표 4-54> 빈도별 2일 확률강우량	83
<표 4-55> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	84
<표 4-56> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	84
<표 4-57> 빈도별 시간별 2일 강우량	85
<표 4-58> 이원지구 소유역별 홍수량 선정결과	86
<표 4-59> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도	87
<표 4-60> 논유역 표고별 유로장	89
<표 4-61> 이원 2MDC유역 경사도	91
<표 4-62> 이원 2MDC유역 구간별 경사	91
<표 4-63> 이원 1호배수간선 경사도	93
<표 4-64> 이원 1호배수간선 구간별 경사	93
<표 4-65> 이원 ①유역 경사도	95
<표 4-66> 이원 ①유역 구간별 경사	95
<표 4-67> 이원 ②유역 경사도	96
<표 4-68> 이원 ②유역 구간별 경사	96
<표 4-69> 이원 ③유역 경사도	97
<표 4-70> 이원 ③유역 구간별 경사	97
<표 4-71> 이원 ④유역 경사도	98
<표 4-72> 이원 ④유역 구간별 경사	98
<표 4-73> 이원 ⑤유역 경사도	99
<표 4-74> 이원 ⑥유역 경사도	100
<표 4-75> 이원 ⑦유역 경사도	101
<표 4-76> 이원 ⑦유역 구간별 경사	101
<표 4-77> 이원 ⑧유역 경사도	102
<표 4-78> 이원 ⑨유역 경사도	103
<표 4-79> 이원 ⑨유역 구간별 경사	103
<표 4-80> 이원 ⑩유역 경사도	104
<표 4-81> 이원 ⑪유역 경사도	105

<표 4-82> 이원 ⑪유역 구간별 경사	105
<표 4-83> 이원 ⑫유역 경사도	106
<표 4-84> 이원 ⑫유역 구간별 경사	106
<표 4-85> 이원 ⑬유역 경사도	107
<표 4-86> 이원 ⑬유역 구간별 경사	107
<표 4-87> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)	108
<표 4-89> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	113
<표 4-90> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	115
<표 4-91> 조위관측자료	118
<표 4-92> 이원 담수호 내용적표	119
<표 4-93> 유역지상인자	121
<표 4-94> 토지이용상황	122
<표 4-95> 기상관측소 현황	123
<표 4-96> 빈도별 1일 확률강우량	124
<표 4-97> 빈도별 2일 확률강우량	124
<표 4-98> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	125
<표 4-99> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	125
<표 4-100> 빈도별 시간별 2일 강우량	126
<표 4-101> 제1안, 보령댐 홍수 조절시(지점별 홍수량 결과)	128
<표 4-102> 제2안, 보령댐 홍수 조절 미반영시(지점별 홍수량 결과)	128
<표 4-103> 부사지구 소유역별 홍수량 선정결과	129
<표 4-104> 부사지구 전체 유역특성자료	132
<표 4-105> 부사지구 Routing 특성자료	132
<표 4-106> 논유역 경사도	134
<표 4-107> 배수갑문 지점의 경사도	134
<표 4-108> 부사 배수갑문지점 구간별 경사	135
<표 4-109> 배수갑문 지점의 경사도	136
<표 4-110> 부사 배수갑문지점 구간별 경사	136
<표 4-111> 보령댐 상류부 B유역의 경사도	138
<표 4-112> 보령댐 상류부 B유역 구간별 경사	138
<표 4-113> 보령댐 상류부 C유역의 경사도	140
<표 4-114> 보령댐 상류부 C유역 구간별 경사	141
<표 4-115> 보령댐 상류부 D유역의 경사도	142
<표 4-116> 보령댐 상류부 D유역 구간별 경사	142
<표 4-117> 보령댐 하류부 1유역의 경사도	144
<표 4-118> 보령댐 하류부 1유역 구간별 경사	144
<표 4-119> 보령댐 하류부 1-1유역의 경사도	145

<표 4-120> 보령댐 하류부 1-1구역 구간별 경사	145
<표 4-121> 보령댐 하류부 2구역의 경사도	145
<표 4-122> 보령댐 하류부 2구역 구간별 경사	145
<표 4-123> 보령댐 하류부 2-1구역 경사도	146
<표 4-124> 보령댐 하류부 2-1구역 구간별 경사	146
<표 4-125> 보령댐 하류부 3구역의 경사도	147
<표 4-126> 보령댐 하류부 3구역 구간별 경사	147
<표 4-127> 보령댐 하류부 4구역의 경사도	149
<표 4-128> 보령댐 하류부 4구역 구간별 경사	149
<표 4-129> 보령댐 하류부 5구역의 경사도	151
<표 4-130> 보령댐 하류부 5구역 구간별 경사	151
<표 4-131> 보령댐 하류부 6구역의 경사도	152
<표 4-132> 보령댐 하류부 6구역 구간별 경사	152
<표 4-133> 부사지구 전체구역 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	153
<표 4-134> 보령댐 상류 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	154
<표 4-135> 보령댐 하류 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	155
<표 4-136> 부사지구 소유역별 RMS 홍수량 산정결과 요약	158
<표 4-137 > 논구역 표고별 유로장	160
<표 4-138> ①구역 경사도	162
<표 4-139> ①구역 구간별 경사	162
<표 4-140> ②구역 경사도	163
<표 4-141> ②구역 구간별 경사	163
<표 4-142> ③구역 경사도	165
<표 4-144> ④구역 구간별 경사	166
<표 4-145> ⑤구역 경사도	167
<표 4-146> ⑤구역 구간별 경사	167
<표 4-147> ⑥구역 경사도	168
<표 4-148> ⑦구역 경사도	169
<표 4-149> ⑦구역 구간별 경사	169
<표 4-150> ⑧구역 경사도	170
<표 4-151> ⑧구역 구간별 경사	170
<표 4-152> ⑨구역 경사도	171
<표 4-153> ⑩구역 경사도	172
<표 4-154> ⑪구역 경사도	173
<표 4-155> ⑪구역 구간별 경사	173
<표 4-156> ⑫구역 경사도	174
<표 4-157> ⑫구역 구간별 경사	174

<표 4-158> ⑬유역 경사도	175
<표 4-159> ⑬유역 구간별 경사	175
<표 4-160> ⑭유역 경사도	176
<표 4-161> ⑭유역 구간별 경사	176
<표 4-162> ⑮유역 경사도	177
<표 4-163> ⑮유역 구간별 경사	177
<표 4-164> 유역 경사도	178
<표 4-165> 유역 구간별 경사	178
<표 4-166> 유역 경사도	179
<표 4-167> 유역 구간별 경사	179
<표 4-168> 유역 경사도	180
<표 4-169> 유역 구간별 경사	180
<표 4-170> 유역 경사도	181
<표 4-171> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)	182
<표 4-172> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	187
<표 4-173> 부사지구 담수호 지점별 홍수위 추적결과	188
<표 4-174> 조위관측자료	191
<표 4-175> 부사 담수호 내용적표	192
<표 4-176> 부사지구 보령댐 내용적표	193
<표 4-176> 부사지구 보령댐 내용적표	194
<표 4-177> 유역지상인자	196
<표 4-178> 토지이용상황	197
<표 4-179> 기상관측소 현황	198
<표 4-180> 빈도별 1일 확률강우량	199
<표 4-181> 빈도별 2일 확률강우량	199
<표 4-182> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	200
<표 4-183> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	200
<표 4-184> 빈도별 시간별 2일 강우량	201
<표 4-185> 빈도별 확률강우량 비교	201
<표 4-186> 삼산지구 소유역별 홍수량 선정결과	202
<표 4-187> 논유역 표고별 유로장	204
<표 4-188> 삼산 ①유역 경사도	206
<표 4-189> 삼산 ①유역 구간별 경사	206
<표 4-190> 삼산 ②유역 경사도	207
<표 4-191> 삼산 ②유역 구간별 경사	207
<표 4-192> 삼산 ③유역 경사도	208
<표 4-193> 삼산 ③유역 구간별 경사	208

<표 4-194> 삼산 ④유역 경사도	209
<표 4-195> 삼산 ⑤유역 경사도	210
<표 4-196> 삼산 ⑥유역 경사도	211
<표 4-197> 삼산 ⑥유역 구간별 경사	211
<표 4-198> 삼산 ⑦유역 경사도	212
<표 4-199> 삼산 ⑦유역 구간별 경사	212
<표 4-200> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)	213
<표 4-201> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	216
<표 4-202> 조위관측자료	219
<표 4-203> 삼산 담수호 내용적표	220
<표 4-204> 유역지상인자	222
<표 4-205> 토지이용상황	223
<표 4-206> 기상관측소 현황	224
<표 4-207> 빈도별 1일 확률강우량	225
<표 4-208> 빈도별 2일 확률강우량	226
<표 4-209> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	226
<표 4-210> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	227
<표 4-211> 빈도별 시간별 2일 강우량	228
<표 4-212> 빈도별 확률강우량 비교	228
<표 4-213> 군내지구 소유역별 홍수량 선정결과	229
<표 4-214> 군내 ①유역 경사도	232
<표 4-215> 군내 ①유역 구간별 경사	232
<표 4-216> 군내 ②유역 경사도	234
<표 4-217> 군내 ②유역 구간별 경사	234
<표 4-218> 군내 ③유역 경사도	235
<표 4-219> 군내 ③유역 구간별 경사	235
<표 4-220> 군내 ④유역 경사도	236
<표 4-221> 군내 ④유역 구간별 경사	236
<표 4-222> 군내 ⑤유역 경사도	237
<표 4-223> 군내 ⑤유역 구간별 경사	237
<표 4-224> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	238
<표 4-225> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	241
<표 4-226> 조위관측자료	244
<표 4-227> 군내 담수호 내용적표	245
<표 4-228> 유역지상인자	247
<표 4-229> 토지이용상황	248
<표 4-230> 기상관측소 현황	249

<표 4-231> 빈도별 1일 확률강우량	250
<표 4-232> 빈도별 2일 확률강우량	251
<표 4-233> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	251
<표 4-234> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	252
<표 4-235> 빈도별 시간별 2일 강우량	253
<표 4-236> 빈도별 확률강우량 비교	253
<표 4-237> 보전지구 소유역별 홍수량 선정결과	254
<표 4-238> 논유역 표고별 유로장	256
<표 4-239> 보전 ①유역 경사도	257
<표 4-240> 보전 ①유역 구간별 경사	257
<표 4-241> 보전 ②유역 경사도	259
<표 4-243> 보전 ③유역 경사도	260
<표 4-244> 보전 ③유역 구간별 경사	260
<표 4-245> 보전 ④유역 경사도	261
<표 4-246> 보전 ④유역 구간별 경사	261
<표 4-247> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역	262
<표 4-248> 관측소별 빈도별 홍수위 분석 결과요약(담수호 Peak 내홍수위)	265
<표 4-249> 빈도별 홍수위 분석 결과요약(배수장유역 Peak 내홍수위)	265
<표 4-250> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	266
<표 4-251> 조위관측자료	270
<표 4-252> 보전 담수호 내용적표(배수장유역 348ha제외)	271
<표 4-253> 유역지상인자	273
<표 4-254> 토지이용상황	274
<표 4-255> 기상관측소 현황	275
<표 4-256> 빈도별 1일 확률강우량	276
<표 4-257> 빈도별 2일 확률강우량	276
<표 4-258> 빈도별 시간별 1일 강우분포율	277
<표 4-259> 빈도별 시간별 2일 강우분포율	277
<표 4-260> 빈도별 시간별 2일 강우량	278
<표 4-261> 빈도별 확률강우량 비교	278
<표 4-262> 고흥지구 소유역별 홍수량 선정결과	279
<표 4-263> 논유역 표고별 유로장	282
<표 4-264> 고흥 B지점 경사도	283
<표 4-265> 고흥 B지점 구간별 경사	284
<표 4-266> 고흥 ①유역 경사도	284
<표 4-267> 고흥 ①유역 구간별 경사	285
<표 4-268> 고흥 ②유역 경사도	286

<표 4-269> 고흥 ②유역 구간별 경사	286
<표 4-270> 고흥 ③유역 경사도	287
<표 4-271> 고흥 ③유역 구간별 경사	287
<표 4-272> 고흥 ④유역 경사도	288
<표 4-273> 고흥 ④유역 구간별 경사	288
<표 4-274> 고흥 ⑤유역 경사도	289
<표 4-275> 고흥 ⑤유역 구간별 경사	289
<표 4-276> 고흥 ⑥유역 경사도	290
<표 4-277> 고흥 ⑥유역 구간별 경사	290
<표 4-278> 고흥 ⑦유역 경사도	291
<표 4-279> 고흥 ⑦유역 구간별 경사	291
<표 4-280> 고흥 ⑧유역 경사도	292
<표 4-281> 고흥 ⑨유역 경사도	293
<표 4-282> 고흥 ⑨유역 구간별 경사	293
<표 4-283> 고흥 ⑩유역 경사도	294
<표 4-284> 고흥 ⑪유역 경사도	295
<표 4-285> 고흥 ⑪유역 구간별 경사	295
<표 4-286> 고흥 ⑫유역 경사도	296
<표 4-287> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)	297
<표 4-288> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약	300
<표 4-290> 조위관측자료	304
<표 4-291> 고흥 담수호 내용적표	305
<표 5-1> 석문 간척농지 빈도별 침수면적	306
<표 5-2> 석문 간척농지 빈도별 침수면적(공구별)	307
<표 5-3> 석문지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)	308
<표 5-4> 석문지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조, 계속)	309
<표 5-5> 간척농지 침수분석 흐름도	310
<표 5-6> 이원 간척농지 빈도별 침수면적	311
<표 5-7> 이원 간척농지 빈도별 침수면적(소유역별)	312
<표 5-8> 이원지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)	312
<표 5-9> 이원지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)	313
<표 5-10> 부사 간척농지 빈도별 침수면적	314
<표 5-11> 부사지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)	315
<표 5-12> 부사지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조, 계속)	316
<표 5-13> 부사지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조, 계속)	317
<표 5-14> 삼산 간척농지 빈도별 침수면적	318
<표 5-15> 삼산지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)	318

<표 5-16> 군내 간척농지 빈도별 침수면적	319
<표 5-17> 군내지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)	320
<표 5-18> 보전 간척농지 빈도별 침수면적	321
<표 5-19> 보전지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)	321
<표 5-20> 보전지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)	321
<표 5-21> 고흥 간척농지 빈도별 침수면적	322
<표 5-22> 고흥지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)	323
<표 5-23> 고흥지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조, 계속)	324
<표 5-24> 지구별 침수안전지역 설정	325
<표 5-25> 지구별 침수안전지역 설정(계속)	326
<표 6-1> 지구별 측량성과	334
<표 6-2> 지구별 기상관측소 현황	335
<표 6-3> 석문지구 소유역별 홍수량 선정결과	335
<표 6-4> 이원지구 소유역별 홍수량 선정결과	336
<표 6-5> 부사지구 소유역별 홍수량 선정결과	336
<표 6-6> 삼산지구 소유역별 홍수량 선정결과	337
<표 6-7> 군내지구 소유역별 홍수량 선정결과	337
<표 6-8> 보전지구 소유역별 홍수량 선정결과	337
<표 6-9> 고흥지구 소유역별 홍수량 선정결과	338
<표 6-10> 지구별 침수면적 현황	339
<표 6-11> 지구별 침수안전지역 설정	340
<표 7-1> 수준점 성과표 현황	344
<표 7-2> 수준점 성과표 현황	358
<표 7-3> 수준점 성과표 현황	365
<표 7-4> 수준점 성과표 현황	376
<표 7-5> 수준점 성과표 현황	383
<표 7-6> 수준점 성과표 현황	392
<표 7-7> 수준점 성과표 현황	399
<표 7-8> 한국과 일본의 설계기준 비교	409

< 그림 차례 >

<그림 2-1> 방조제 시설현황	9
<그림 2-2> 화옹7지구 침수분석 평면도	16
<그림 2-3> 새만금 5공구 토지요이용 계획	17
<그림 4-1> 기상관측소 지배구역도	37
<그림 4-2> 석문지구 홍수유출량추정 유역도	42
<그림 4-3> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도	43
<그림 4-4> 석문지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)	75
<그림 4-5> 석문지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)	75
<그림 4-6> 조위관측자료	76
<그림 4-7> 기상관측소 지배구역도	82
<그림 4-9> 홍수위 추적결과(대조, 최초내수위 : EL(-)0.70m)	116
<그림 4-10> 홍수위 추적결과(소조, 최초내수위 : EL(-)0.70m)	116
<그림 4-11> 조위관측자료	117
<그림 4-12> 기상관측소 지배구역도	123
<그림 4-13> 부사지구 유역도	130
<그림 4-14> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도	131
<그림 4-17> 부사지구 12개 대유역 유역도(S=1:50,000)	157
<그림 4-18> 부사지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)	189
<그림 4-19> 부사지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)	189
<그림 4-20> 조위관측자료	190
<그림 4-21> 기상관측소 지배구역도	198
<그림 4-22> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도	203
<그림 4-23> 삼산지구 담수호 홍수위 추적결과(소조)	217
<그림 4-24> 삼산지구 담수호 홍수위 추적결과(대조)	217
<그림 4-25> 조위관측자료	218
<그림 4-26> 기상관측소 지배구역도	224
<그림 4-27> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도	230
<그림 4-28> 군내지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)	242
<그림 4-29> 군내지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)	242
<그림 4-30> 조위관측자료	243
<그림 4-31> 기상관측소 지배구역도	249
<그림 4-32> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(담수호유역, 소조)	267
<그림 4-33> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(담수호유역, 대조)	267
<그림 4-34> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(기계배제유역, 소조)	268

<그림 4-35> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(기계배제구역, 대조)	268
<그림 4-36> 조위관측자료	269
<그림 4-37> 기상관측소 지배구역도	275
<그림 4-38> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도	280
<그림 4-39> 고흥지구 담수호 홍수위 추적결과(배수감문 지점, 대조)	302
<그림 4-40> 고흥지구 담수호 홍수위 추적결과(배수감문 지점, 소조)	302
<그림 4-41> 조위관측자료	303
<그림 7-1> 석문지구 TBM 위치도	345
<그림 7-2> 이원지구 TBM 위치도	359
<그림 7-3> 부사지구 TBM 위치도	366
<그림 7-4> 삼산지구 TBM 위치도	377
<그림 7-5> 군내지구 TBM 위치도	384
<그림 7-6> 보전지구 TBM 위치도	393
<그림 7-7> 고흥지구 TBM 위치도	400
<그림 7-8> 일본의 「토지개량사업계획설계기준」	410
<그림 7-9> 일본의 「토지개량사업계획설계기준」 (계속)	411
<그림 7-10> 일본의 「토지개량사업계획설계기준」 (계속)	412
<그림 7-11> 일본의 「토지개량사업계획설계기준」 (계속)	413

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

우리나라의 간척사업은 우량 농지를 확보함으로써 식량자급률 향상이 주요 목적으로 진행되었다. 실제 우리나라의 식량자급률은 크게 향상되었고, 이와 더불어 급속한 도시화, 산업화로 잠식되는 농경지를 대체하는 용지를 제공하는 등 간척사업은 그간 우리나라의 경제 및 사회 발전에 직·간접적으로 크게 기여하여 왔다. 현재 국내 식량자급률 보면 쌀은 자급률이 97%에 달하나 일반 밭작물은 자급률 30%로 매우 낮으며, 옥수수, 밀, 콩 등은 거의 수입에 의존하고 있는 실정이며, 또한, 사료 자급률은 '06년 기준 82%로 나머지는 대부분 수입에 의존하고 있어 국제곡물가가 상승할 경우 국내 곡물 및 사료 등 수도작 이외의 식량수급 불균형이 발생하여 곡물조달에 어려움이 예상되므로 간척지를 식량, 사료 등의 곡물 생산기질로 활용하기 위해서는 간척지의 농업기반을 수도작 중심에서 밭작물 중심으로 전환하여 농경지를 복합농업이 가능한 범용 농경지로 조성하면 곡물생산에 대한 농지의 활용도는 매우 높아질 것이며, 식량수급 사정에 따른 정책적으로 식량의 생산량 조정이 가능하게 되어 안정적 식량 확보에 기여 할 수 있다.

그에 따라 정부에서는 간척지를 다양한 용도로 활용할 수 있도록 대규모 간척지 활용 기본구상('10)을 마련하여 첨단 수출농업, 축산, 일반원예단지 등 간척지 밭작물 재배에 대한 정착사업을 추진하고 있다. 그러나 기존 간척지는 논 위주로 개발되어 설계 및 작물특성상 홍수시 침수를 허용하고 있어 밭으로 조성하는데 침수방지를 위한 기반시설에 대한 확충이 필요한 상황이다. 따라서, 벼 위주 기반시설이 완공된 간척지를 대상으로 밭 조성이 가능하도록 예산의 중복투자를 최소화하여 인프라를 지원할 수 있는 침수, 배수불량 등의 재해안정성에 대한 기술적인 검토가 필요한 상황이다.

한편, 간척농지의 다원적 활용을 위한 농지조성과 관련된 연구수행 실적을 살펴보면 다음과 같다.

- 간척지 다각적 활용 방안 연구('08, 농어촌연구원)
 - 간척지에 경쟁력 있는 밭기반 조성기술 개발
 - 간척지 작목선정 및 최적 작부체계 평가
 - 간척지 밭이용 경제성 분석 및 방향제시
- 간척지의 효율적 활용방안 연구('09, 농촌경제연구원, 농어촌연구원)

- 간척지의 농업적 활용에 대한 기본구상 제시
- 간척지의 재배작물 선정 및 평가
- 간척지의 용도별 토지이용 배분
- 간척지 받기반조성 계획설계요령('10, 농어촌연구원)
 - 간척지 다각적 활용 정책추진을 위한 기술적 근거 확보
 - 간척지 받기반 조성에 필요한 설계, 시공, 유지관리 기준 마련

간척농지 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정연구는 기존간척농지 설계당시의 침수에 대한 빈도별 계획홍수량, 계획홍수위 등을 간척농지 개발사업 이후부터 현재까지의 수문기상자료로 재검토하여 간척농지의 수문학적 침수안전지역을 평가하고 다양한 간척지 활용을 위한 계획 수립시 기초자료 등으로 활용하기 위함을 주된 목표로 하고 있다. 본 과제의 총 연구기간은 2011년 1년으로 총 연구비는 1.2억 원이다.

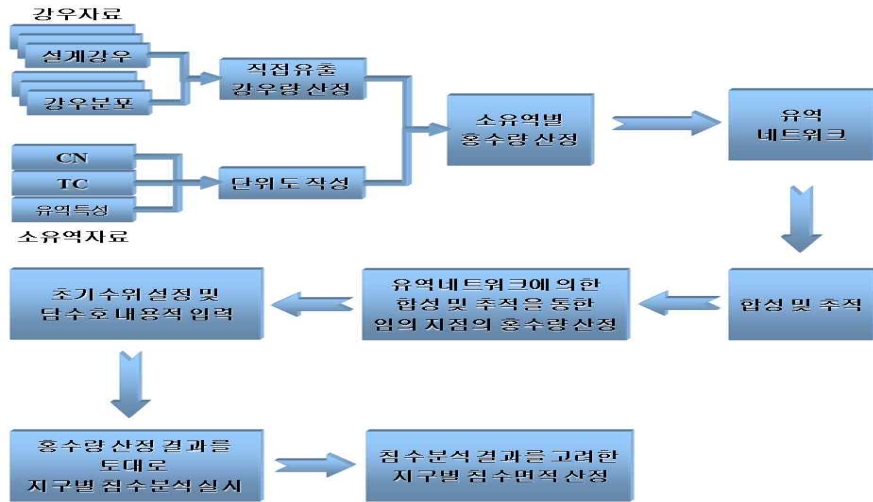
제2절 연구의 범위 및 유의사항

1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 충청남도 : 3 지구(석문, 이원, 부사(남포), 3,640ha), 전라남도 : 4 지구(군내, 보전, 삼산, 고흥, 3,017ha)이며, 내용적 범위는 다음과 같다.

조사 내용	업무량	비고
기초자료 조사	7지구	유역특성 인자
지형 수준측량 및 평가	6,657ha	고저 측량
강우분석 및 홍수량산정	7지구	최근 기상자료 30년 이상
배수갑문 능력검토	7지구	침수분석 포함
간척지구별 침수안전지역 설정	7지구	지구별 침수안전지역 제시

2. 연구의 방법 및 절차



3. 연구의 전제 및 적용 유의사항

간척농지의 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정을 위해서는 수문분석의 기초자료인 유역특성인자(CN, Tc 등), 담수호 내용적, 외조위 관측 등의 세밀한 재조사를 바탕으로 한 침수분석이 필요하나, 연구수행의 여건상 기본계획서, 준공기록지 등을 활용하여, 빈도별 무침수 조건에 대해 분석하였다.

구 분	주요항목	비 고
수문기초자료	담수호 내용적, 조위 관측자료, 담수호 관리수위, CN, Tc 등	준공기록지, 기본계획서를 토대로 분석

기본조사 이후 시간경과에 따른 토양유실 등 담수호, 배수로 내용적 변동은 고려하지 못하였으며 향후 수도작 지구를 밭작물 재배 등으로 전용하면서 발생될 수 있는 침수현상 등을 해소하기 위해서는 적절한 배수기반시설을 설치하여야 할 것으로 판단된다. 본 연구결과를 「매립지등의 관리·처분에 관한 규정(농림수산식품부장관 훈령 제270호), 제8조(매립지등의 관리·처분 계획 수립)」에 따라 자율영농구역 및 타작물 영농구역으로 구분하여 활용 할 경우 토양특성, 수리시설 및 용수관리 특성을 감안하여야 한다.

제3절 기대성과 및 활용방안

1. 연구의 방법

본 연구는 2010년 5월에 장관 고시된 「대규모 간척지 활용 기본구상」 내용을 기초로 아직 매각 또는 처리되지 않은 서남해안 간척농지를 대상으로 시행하며, 현재 공사중인 새만금, 화옹지구 등과 연계추진이 되도록 기초 자료를 확보할 계획이다. 그렇게 함으로서 다양한 간척지 활용을 위한 종합계획을 수립할 수 있는 기본 방향을 제시하는데 주안점을 둔다.

본 연구를 통해서 다음과 같은 연구성과를 기대할 수 있다.

- 농간척지 받기반 조성 정책사업 추진 근거 마련
 - 간척지 받기반, 범용농지 정비 기술체계화로 안정적 생산기반 기술 선도
 - 고효율 간척농지로 조성하여 안정적 식량생산에 기여
 - 간척지 활용 정책사업 지원을 위한 기반조성 기술검토 자료로 활용
 - 발작물 재배면적 증가를 통한 농가소득증가 및 지역경제활성화에 기여
- 한편, 본 연구로 인한 구체적인 활용방안은 다음과 같다.
- 간척지의 다각적 활용을 위한 정책기초자료 제공
 - 농업생산기반정비사업 기본계획 조사, 설계 활용
 - 농업회사, 농업법인의 재배작물 다양화 등 영농계획 수립 지원
 - 이상기후에 따른 안정적이고 규모화된 농산업단지 확보

제2장 간척농지 활용계획 및 사례조사

제1절 대규모 간척지 활용계획

1. 대규모 간척지 활용 기본구상

정부에서는 화옹간척지구 등 12지구 총 54,379ha 중 30,394ha를 수출농업, 친환경 축산 등 다양한 간척지 활용을 위한 「대규모 간척지 활용 기본구상」을 2010년 5월에 장관고시 하였으며, 지구별 특성화 방향은 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 지구별 특성화 방향

지구명	특성화 방향	지구명	특성화 방향
화 옹	축산·채종, 관광 농업복합단지	고 흥	침단수출원에·바이오에너지단지
시 화	근교농업·침단수출원예단지	군 내	기능성 특수미 생산단지
석 문	채소·과수·원예 등 채종단지	보 전	기능성 특수미 생산단지
이 원	수출·관광용 화훼특화단지	영산강	특화작목 생산·가공단지
남 포	친환경·고품질 미곡생산단지	새만금	선진농업단지
삼 산	친환경축산단지		

간척지구별 토지이용계획을 구체적으로 살펴보면, 간척지구별 토양·기온·풍속·용수 등 기술적인 입지여건과 지역의 농업여건 및 농정 방향 등을 고려하여 특화품목을 선정되었으며, 또한 각 간척지구의 용도별 면적은 전체 간척지를 대상으로 한 품목별 도입 면적과 용도별 면적을 간척지구별로 배분하는 방식으로 설정되었다. 이를 요약하면 <표 2-2>과 같다.

이와 같이 기본구상의 주요 내용을 토대로 농식품산업특구 활용계획을 수립, 농식품산업 특구 지정 후 임대절차를 거쳐 활용을 계획하고 있으며, 농식품산업특구지정 및 관리 등 추진절차 등은 관련 법률 마련을 예정 중이다.

<표 2-2> 지구별 용도별 면적

지구	간척지 농업적 활용								
	합계 (ha)	침단 수출 원예	일반 원예 단지	채종 단지	친환경 축산단지	농식품가공 및 물류지원	관광 농업 단지	생태 환경 단지	복합 곡물 단지
계	30,394	3,000	2,185	1,533	3,000	1,536	394	653	18,093
화옹	4,482	200	400	677	800	174	84	79	2,068
시화	3,636	300	116	100	650	120	10	441	1,899
석문	1,968	200	288	451	534	20	30	120	325
이원	847	300	-	-	113	10	10	-	414
부사	825	-	61	-	140	5	20	-	599
삼산	283	-	-	-	22	3	-	13	245
고흥	2,057	200	-	-	67	20	10	-	1,760
군내	464	-	-	-	-	-	-	-	464
보전	213	-	-	-	-	-	-	-	213
영산강 Ⅲ-1	3,093	130	220	-	-	44	30	-	2,669
영산강 Ⅲ-2	3,956	170	-	-	100	39	-	-	3,647
새만금	8,570	1,500	1,100	305	574	1,101	200	-	3,790

2. 대규모 간척지 활용의 효율적 추진방안

간척농지는 지형적으로 평평하여 대규모 농업을 실시하기에 유리한 조건을 가지고 있으며, 국유지로서 정부 주도의 계획적 이용이 가능하다. 반면, 토양의 염분농도가 높고, 지반이 연약하며, 저지대로서 침수 우려가 많고 농업용수 문제를 안고 있어 효율적으로 이용하기 위해서는 계획적·장기적 접근이 필요하다. 따라서, 간척지 활용의 효율적인 추진을 위해서는 토지이용계획 수립 대상 12개 간척지(새만금 포함)의 공사 완료 시기인 2018년임을 감안하면 미래지향의 관점이 필수적이다.

대규모 간척지 활용의 효율적 추진방안을 살펴보면 전체 간척지를 대상으로 개발계획을 수립하고, 지구별로 특성화하여 단지를 조성하되, 단계적으로 추진하며, 관리기구를 설립하여 지속적으로 관리하도록 한다. 세부적으로 나열하면 다음과 같다.

- 체계적 개발계획 수립: 11개 간척지(새만금 제외)에 대해 지구별 종합개발계획 수립
- 간척지구별 특성화 단지 조성: 12개 간척지의 입지여건과 특성에 따라 용도를 특화하여 단지를 조성하도록 한다.

- 단계적 추진: 용도별 단지를 일괄 조성하기 어려울 경우 단계적으로 추진하며, 미조성 단지는 과도적으로 곡물재배 등에 이용하도록 한다.
- 관리기구·지속적 관리: 간척지를 임대할 경우 관리기구가 필요하며, 농업적 활용의 극대화를 위해서는 지속적 관리와 지원이 필요하다.
 - 지속적 관리·지원: 공동구입, 공동판매, 기술·경영 상담, 품질·브랜드 관리 등
 - 지역과 품목에 따라서는 지구 단독 또는 인접 시·군을 포함하는 권역을 대상으로 농산업클러스터로 발전할 수 있도록 연관기구를 집적하는 방안을 검토하도록 한다.

제2절 간척지 관리지침 및 시설현황

1. 간척지시설 관리지침의 홍수관리

간척지구의 관리지침은 주 수원공으로 조성된 담수호의 방조제 및 부속 제시설물의 효율적인 운영과 관리에 필요한 기준을 규정함을 목적으로 하며, 용수관리, 홍수관리, 방조제의 관리, 설비기기의 관리, 수질관리 등에 대한 지침을 담고 있다. 관리지침의 홍수관리에 대한 일반적인 사항을 살펴보면 다음과 같다.

홍수관리의 일반사항은 홍수시의 담수호 관리는 항상 기상·수문 상황을 파악하여 유입량·저수위 등을 예측하고 이 예측결과를 활용하여 방류를 결정하여야 한다고 되어 있다. 간척지구의 관리규정은 담수호의 이용 및 운영에 관한 사항, 홍수경보, 방조제에서의 방류, 수문조작, 점검정비 및 조사측정, 관리비용에 관한 사항을 다루도록 되어 있다.

담수호의 수위 관리에 대해 구체적으로 살펴보면 평상시 수위관리(1월1일~6월20일, 9월21일~12월31일)는 관리수위를 원칙으로 한다. 관리수위를 유지하기 위한 수위조절 시에는 갑문의 일부를 작동하며, 갑문작동 시에는 매회 교대로 작동하여 각각의 수문작동상태를 확인한다. 매회교대로 작동하는 수문중 이상상태가 발견되면 즉시 보수토록하여 홍수기 작동에 항시 대비토록 한다. 홍수기 수위제한(6월21일~9월20일)는 평상시 관리수위보다 낮추어 관리한다. 홍수유입량 배제시는 작동가능한 전수문을 작동하여 조기에 배제시킬 수 있도록 한다. 홍수기의 제한수위 유지를 위한 수위조절 시에는 평상시와 동일하게 작동토록 한다. 호우주의보·경보 등 많은 강우가 예상될 때나 폭우가 시작되었을 때는 담수호 수위가 제한수위 이하가 되더라도 방류가 가능한 시간에 사전 방류를 할 수 있다.

담수의 방류는 원칙적으로 저수위가 계획 만수위를 초과할 경우, 홍수기간 중 저수위가 만수위를 넘지 않도록 예비 방류할 경우 그리고 방조제의 점검보수를 하기 위하여 필요할 경우 방류할 수 있다. 배수갑문의 방류는 가능한 한 하류부의 급격한 충격을 피하도록 외수위가 배수갑문 바닥 표고보다 높을 때 하도록 한다.

2. 간척지 시설현황

현재 간척지 방조제는 전국에 모두 1,596개소로 171.1천ha의 농경지를 보호하고 있으며, 이중 96개소가 국가관리 방조제로 지정되어 관리되고 있다. 이중에 한국농어촌공사 관리시설이 151개소로 전체 방조제의 9.5%를 차지하고 있으며, 나머지는 시·군 등 지방자치단체에서 관리하고 있다. 이를 설치년도 별로 살펴보면 1960년도 이전에 설치된 간척지 방조제가 1,047개소로 전체 방조제의 65.6%를 차지하고 있어 60년 이상이 경과되었으며, 1961년~1980년도 사이에 설치되어 30년 이상이 경과된 방조제도 28.5%에 달하여 30년 이상 노후화된 시설이 전체의 94.1%에 이르고 있다.

<표 2-3> 방조제 시설현황

관 리 구 분	시설수	면 적 (ha)	방 조 제		배수갑문	
			조	길이(km)	개소수	문비수(연)
계	1,596	171,100	1,945	1,163	2,274	4,478
국가관리	96	118,000	132	283	249	1,361
지방자치단체관리 (관리지정포함)	1,500	53,100	1,813	880	2,025	3,117

※ 자료출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 2010년

<표 2-4> 방조제 설치년도별 시설현황

구분	계		30년미만 (’81년이후)		30~50년미만 (’61~’80)		50년이상 (’60년이전)	
	시설수	%	시설수	%	시설수	%	시설수	%
계	1,596	100	94	5.9	455	28.5	1,047	65.6
공사관리	151	100	23	15.2	39	25.8	89	59.0
시군관리	1,445	100	71	4.9	416	28.8	958	66.3

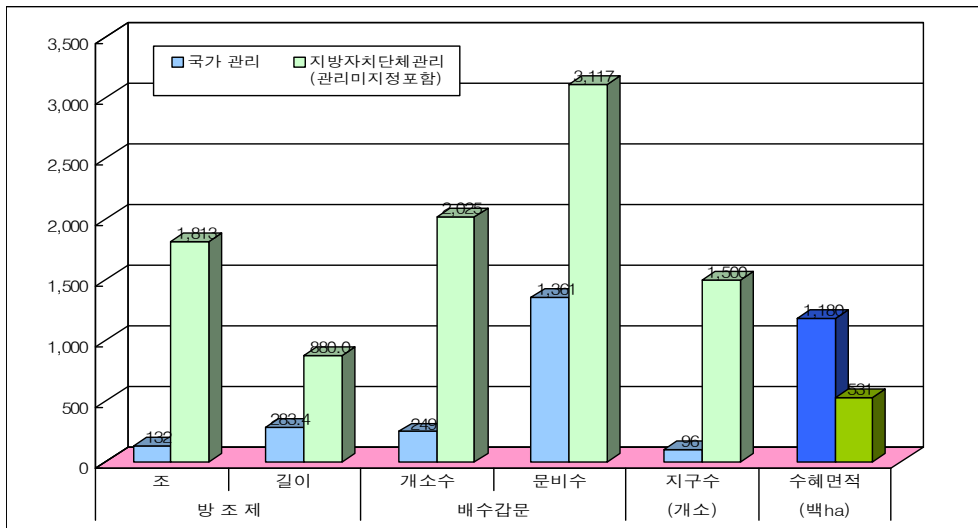
※ 자료출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 2010년

관리자별, 시설 종별 현황을 살펴보면 한국농어촌공사에서 관리하고 있는 방조제의 경우 농어촌정비법 제2조 제4호의 규정에 의한 농업기반시설 중 방조제 관리법에 따른 국가관리 방조제(1종)는 75개소, 같은 법에 의한 지방자치단체 관리 방조제(2종)는 71개소이다. <표 2-5>

<표 2-5> 관리자별 시설 종별 대상 시설 현황

구 분		방 조 제
합 계	계	1,596
	1종 시설	104
	2종 시설	1,480
	기 타	12
공사관리	계	151
	1종 시설	75
	2종 시설	71
	기 타	5
시·군 관리	계	1,445
	1종 시설	29
	2종 시설	1,409
	기 타	7

<그림 2-1> 방조제 시설현황



제3절 간척지 관련 설계기준 변천

1. 배수개선사업 설계기준 변천

간척지에 관련된 대한 설계기준에는 배수편이 있으며, 그 동안의 농어촌정비법 등 각종 관련 법규의 개정 및 제도의 신설, 실무에서 제기되었던 개선사항, 사회·경제·환경적 여건의 변화 및 새로운 기술도입의 필요성에 따라 제·개정되어 왔다.

배수편은 최초 1970년에 농지개량사업 계획기준으로 제정되어 1983년도에 1차 개정해 각종 농업용 배수시설의 사업계획을 수립하는데 적용되어 오다가 2001년도에 2차 개정되었다.

○ 제정 및 개정

- 1970. 12 농지개량사업 계획기준 **배수편** 제정
- 1975. 12 암거배수(지하배수)편 분리 제정
- 1983. 9 **배수편 개정**(암거배수 통합)
- 1984. 12 양·배수장편 제정
- 1988. 9 수로공편 개정(배수로 포함)
- 1991. 11 해면간척편 개정(지구 내 배수계획 포함)
- 1996. 1 경지정리편 개정
- 2001. 3 **배수편 개정**

한편, 배수개선사업에 대한 과거의 계획설계 기준을 살펴보면, <표 2-6>에서 보는 바와 같이 배수개선 수리시설물의 계획기준 강우, 외수위, 담수 계속시간 및 관수에 대한 기준은 1983년 1차 개정과 2001년 2차 개정이 동일하며, 기준 또한 허용담수심을 고려된 논농사 위주의 계획설계를 적용하도록 되어있다. 따라서, 간척농지를 계획설계 기준이 상이한 시설원예부지, 과수원, 밭작물 등 담수 및 관수에 매우 취약한 시설, 작물을 계획할 경우 막대한 피해가 예상된다.

<표 2-6> 배수개선 수리시설물 계획설계 기준의 변천

항 목	1970. 12 제정	1983. 9 개정	2001 개정 이후
계획기준 강우	10년 빈도	20년빈도로 하되, 지구의 여건 고려	1983.9 개정과 동일
계획기준 외수위	대조평균 만조위 또는 소조시 조위 곡선	소조시 또는 대조시 평균조위 곡선 양정 결정시는 최고조위 확률 계산치	"
담수 계속시간	30cm를 초과시 24시간을 넘지 않도록 계획 ※'79이후 48시간 또는 24시간 적용	허용담수를 초과할 경우 담수계속시간은 24시간내 배제	"
관 수	기준 없음 → 12시간이내 적용	관수는 피하는 정도가 좋다.	"

※ 자료 : 농업생산기반정비사업계획설계기준(배수편), 2001, 농업기반공사

2. 간척지 받기반조성 계획 설계요령

간척지 받기반조성 계획 설계요령은 농어촌정비법 (2009년 6월 9일 법률 제9763호)에 의거 시행하는 농어촌정비사업 중 농업생산기반정비사업으로 간척지에 받기반 조성 계획설계에 관련된 내용 중 조사, 영농계획, 구획계획, 용·배수계획, 토층개량계획, 제염계획, 농도 및 포장 암거배수계획 등을 수립하는데 적용한다.

개별 간척지 받기반조성사업의 설계와 시공에 있어서는 현지 및 사회여건에 맞도록 적절히 이 지침을 적용할 것이며, 특히 받관개 계획 수립에 관련된 사항은 농업생산기반정비사업 관개편을 참조하고, 간척지내 배수에 관련된 사항은 농업생산기반정비사업 배수편을 참조하면 되나 설계강우량 빈도는 간척지가 침수되기 쉬운 점을 고려하여 본 지침에 의거하며, 기타 간척지 받기반 조성계획과 관련한 설계, 시공 및 유지관리 등에 대해서는 농업생산기반정비사업 계획설계기준 및 관련지침에 따른다. 이 지침은 간척지 받기반 조성계획을 원만하게 수립하는데 필요한 일반적인 원칙을 제시한 것으로 시설원예, 축산 등 개별 단지에 대해서는 특수성을 고려하여 포괄적인 개념의 받기반조성에 관하여 기술되어 있다. <표 2-7>는 간척지 받기반조성 계획설계요령 주요 내용이다.

<표 2-7> 간척지 받기반조성 계획설계요령 주요 내용

구 분	기본방침	계획기준치의 결정
배수 계획	<ul style="list-style-type: none"> - 지반의 경사가 완만하고 지하수위가 높은 간척지에서 배수계획을 수립할 때는 경지에 내린 빗물이 밭의 보전, 작물의 습해, 영농기계의 작업효율 등에 중요한 영향을 주므로 신중한 대처가 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 설계강우량 : 기상이변에 따른 국지적 집중호우에 대비하여 최근의 이상강우가 배수계획 수립에 반영될 수 있도록 하며, 수문통계학적으로 신빙성 확보를 위하여 30개년 이상의 강우관측자료를 30년 빈도로 분석하여 채택한다. - 계획기준 내수위 : 홍수시의 배수계획을 세우는 기준 내수위로 홍수시 침투수위의 허용 상한수위이며, 간척지 받기반시 원칙적으로 무담수로 계획하도록 한다. - 계획기준 외수위 : 배수로, 배수문, 배수펌프장 등 배수시설물의 배제량을 결정짓는 수위로, 해당시설물의 설계빈도와 동일하게 결정하도록 하며, 침수분석시 외수는 30년 빈도 하천 홍수위로 하고, 실양정 결정시에는 하천등급별 계획홍수위를 활용한다. - 밭작물 재배가능 계획기준 최저담고 : 밭작물 재배가 가능한 구역중 가장 낮은 곳에 위치하고 있는 단지로 원칙적으로 밭작물 재배가능지역은 무침수, 무관수를 전제를 하도록 한다.

<표 2-8> 간척지 받기반조성 계획설계요령 주요 내용(계속)

구분	기본방침	침수방지계획기준
침수 분석	<p>- 간척지 밭작물 재배가능지에 대한 침수분석은 단지내 내수위 변동, 배수불량의 원인분석, 밭작물가능지역의 평가, 배수시설규모 결정 등의 전체 등의 전체 배수계획을 수립하는 기본적인 자료이다.</p>	<p>- 30년 2일 빈도 계획기준 내수위와 30년 2일빈도 계획기준 외수위로 구한 내수위가 무침수 기준을 만족하도록 한다. 간척지에서 최저전고는 30년 빈도 2일 연속강우량의 침수분석상에서 검토한 계획기준 내수위이상으로 설정하도록 하며, 설계자의 판단에 따라 필요시 그 기준은 상향하여 설정할 수 있다. 또한, 목초, 밭윤환, 일반 밭작물, 다년생작물 등 다양한 밭작물의 침수방지를 위해서는 장기지반침하, 국부적 침수 등 여유고를 고려할 수 있다.</p> <p>- 시행전 침수분석 : 간척지 받기반조성이전 침수상황을 이론적으로 조사분석하는 자료로 30년빈도 2일 연속강우량으로 분석하여 최대 내수위를 산정하도록 한다.</p> <p>- 시행후 침수분석 : 개략적인 침수방지대책안을 가지고 단지 조성후 배수시설규모, 침수정도 등을 분석하는 것으로 사업의 타당성 평가에 활용이 가능하며, 앞서 기술한 바와 같이 밭작물 재배가능구역은 무침수, 무관수를 전제를 하도록 한다.</p>

※ 자료출처 : 간척지 받기반조성 계획설계요령, 2010. 12, 농어촌연구원

제4절 간척농지 침수안전지역 검토 사례

1. 국내의 사례

국내의 기존 간척지 개발사업은 국토확장 및 우량농지 조성, 다목적 수자원개발, 육운개선, 농민소득 증대 및 지역개발을 목적으로 답작 위주의 토지이용계획을 실시하여 왔다. 하지만 쌀의 공급과잉과 전작단지, 수질개선 및 생태환경복원 등 다양한 토지이용계획 수립에 대한 니즈(Needs)로 간척농지내 적정 빈도에 침수분석이 필요한 실정이다.

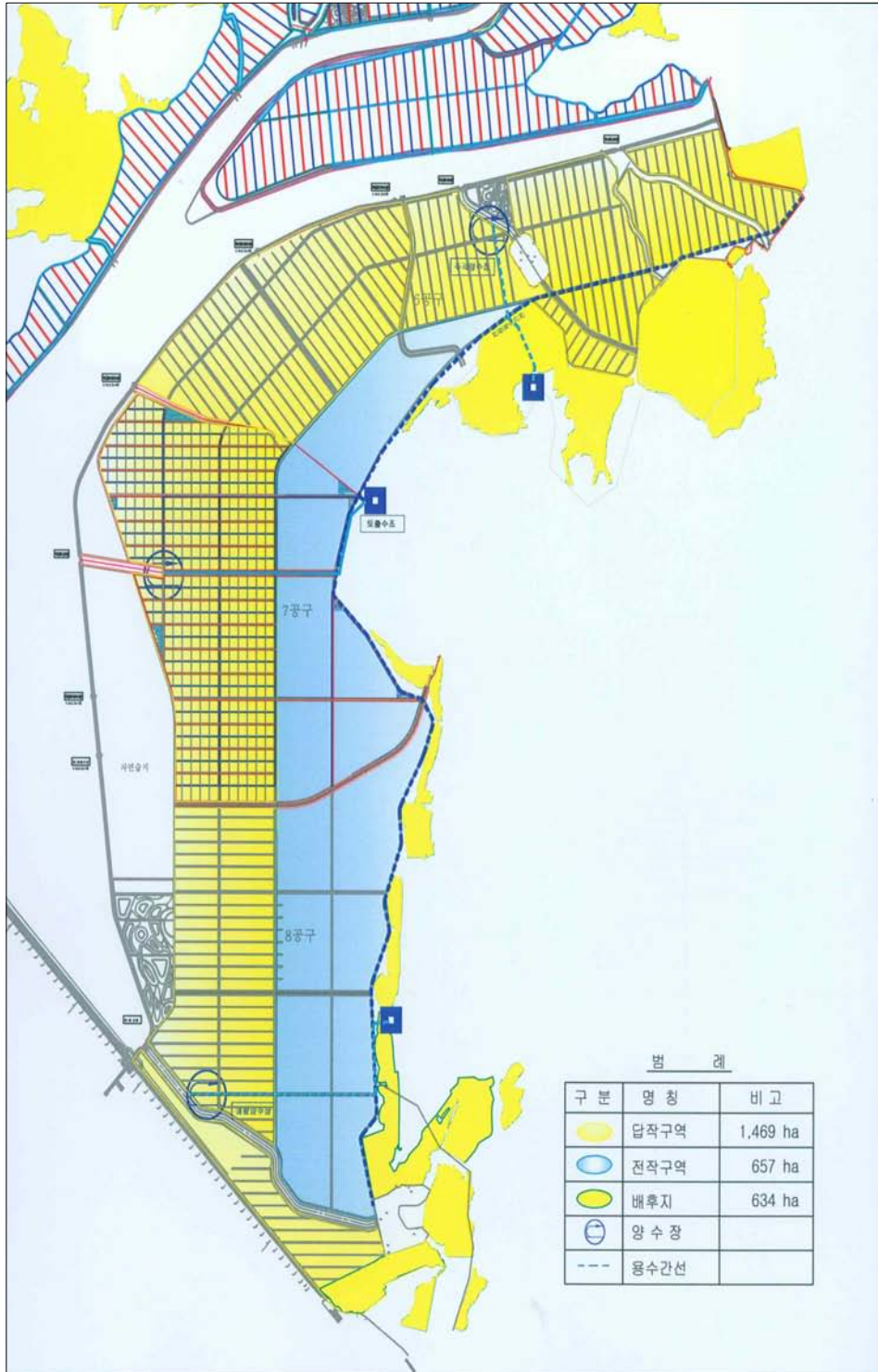
토지이용 변화와 최근 기상여건을 고려한 간척농지 침수안전지역 검토에 대한 국내 사례를 살펴보면 화옹7지구와 새만금 5공구가 대표적이며, 화옹 7지구의 사례를 살펴보면 화옹 7지구의 토지이용은 토질, 침수분석, 도로망 그리고 최근 기상패턴을 고려하여 수도작, 시설원예단지, 통합영농단지 및 영농지원시설단지(물류유통, 뉴타운)등 다양하게 계획하였다. 침수분석은 50년 빈도 2일 강우량 등을 적용하여 최저표고를 결정하고, 무담수 무침수를 원칙으로 하였다. 침수분석결과 각 배수구역의 최저답고는 EL(+)0.20.m로 7공구 면적의 2/3가 해당되었다.

<표 2-9> 및 <그림 2-2>는 화옹7지구 설계기준 및 침수분석 평면도이다.

<표 2-9> 화용 7지구의 설계기준

구 분	현행(벼 재배기준)	개선(원예작물)안	비고
대상작물	-벼	-원예작물 + 벼	
설계강우량	-20년 빈도 2일 연속강우량	-30년 빈도 2일 연속강우량	
배수장 규모	-담수허용(0.3m) -침수0.7m범위내에서 24시간 배제	-담수 허용하지 않음 -침수 허용하지 않음	
배수로 규모	-20년 빈도 1일 강우량 -배수간선 : 즉시배제 -배수지선, 지거 : 24시간 우량 24시간 배제	-30년 빈도 1일 강우량 -배수간선 : 즉시배제 -배수지선, 지거 : 4시간 우량 4시간 배제	배수로 반영
계획기준 수위	-내수위 : 최저논표고 + 허용담수심(0.3m) -외수위 : 배수장(20년빈도)	-내수위 : 원예작물 최저표고(무담수) -외수위 : 배수장(20년빈도)	
7공구계획 기준수위	-peak 내수위 EL(-)0.037m -최저담 표고:EL(-)0.70 m -허용담수심(0.3m)고려	-peak내수위:EL(+)0.20m -최저담표고:EL(+)0.20m -무담수심 고려	50년빈도 홍수위 EL(+)0.53

<그림 2-2> 화용7지구 침수분석 평면도



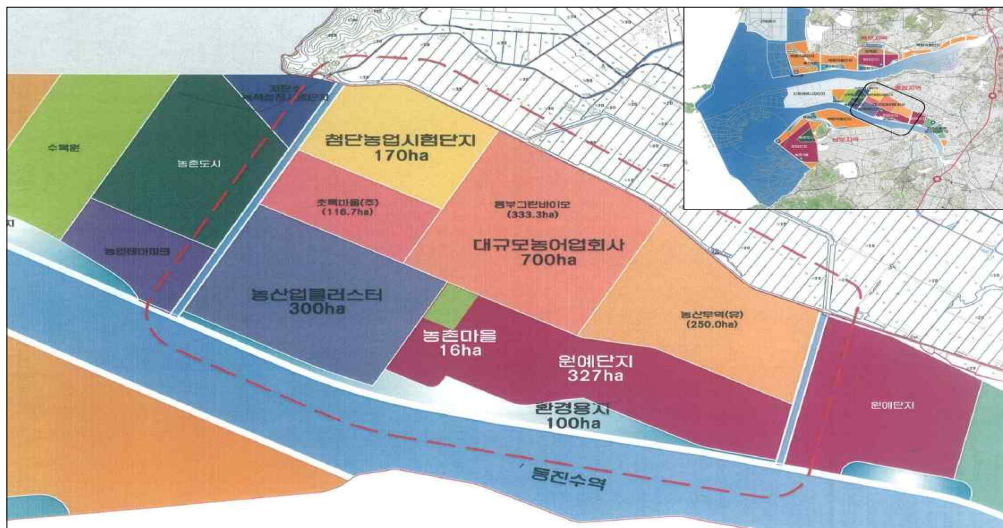
한편, 현재 실시 설계중인 새만금 5공구의 경우 대규모농어업회사, 원예단지, 농산업클러스터 등 주요 인프라 시설이 집중 설치되는 지역으로 현행 수도작 개념의 20년 빈도보다 상향 조정하여 30년이상 빈도의 홍수량을 적용하였으면, 강우지속시간은 48시간 강우 지속시간을 설계강우량으로 선정하였으며, 대상용지별 홍수량 산정기준을 살펴보면 다음과 같다.

<표 2-10> 대상용지별 홍수량 산정기준

해당 용지	설계강우량	설계홍수량 산정	비 고
수도작(단일작)	20년빈도 2일 연속강우량	SCS방법 (RMS모형)	
전작(범용화 포함)용지, 원예(일반, 시설)단지, 자연순환형 유기농업단지, 첨단농업시험단지, 대규모농어업회사, 묘목장, 수목원	30년빈도 2일 연속강우량	SCS방법 (RMS모형)	
저탄소녹색성장시범용지, 농촌마을, 농산업클러스터, 농업테마파크, 농촌도시, 주요시설부지(연구, 지원시설 등)	100년빈도 2일 연속강우량	SCS방법 (RMS모형)	

침수분석 결과를 토대로 새만금 5공구 전체 유역에 대한 토지이용계획을 살펴보면 다음과 같다.

<그림 2-3 새만금 5공구 토지이용 계획



2. 외국의 사례

해외 선진 농업국사례의 경우 간척농지에 대하여 고소득 밭작물, 원예시설 및 낙농 등 다각적 활용을 통해 농가소득 향상에 노력하고 있다. 특히, 일본의 경우 '70년대 이후부터는 밭으로만 개발을 하여왔고, 네덜란드는 간척초기부터 원예중심의 밭조성과 낙농 위주의 개발을 해왔다. 간척농지 조성방식에 있어서 우리나라는 객토를 병행한 개수로 중심의 무암거방식으로 조성한 반면 일본과 네덜란드는 관수로 중심의 암거배수를 이용한 기반조성을 실시하였다. 본 보고서에서는 간척지여건이 유사한 일본에서의 간척지 내부 농지의 설계빈도와 빈도별 침수안전지역설정에 대한 사례를 살펴 보도록 한다.

① 하치로 가타 간척지

국영 하치로 가타 간척 사업은 담수호로 관개용수를 확보하여 대규모 농지를 조성하고, 홍수방재기능을 목적으로 1977년에 준공되었다. 지구의 특징을 살펴보면 하치로가타 간척지는 해수면보다 낮은 곳에 위치하고 있으며 배수가 극히 불량한 중점질 토양으로서 간척지 남쪽으로는 담수호가 조성되어 있고 북쪽으로는 승수로가 조성되어 있어서, 사방이 물로 둘러싸인 간척 지대이다.

<표 2-11>에서 하치로가타 간척지 내부를 살펴보면 중앙 간척지는 연장 51.5km의 제방을 둘러싸고서 지구내에서 발생하는 유출수는 중앙 간선배수로를 따라 흘러서 배수장을 통해 조정지로 양정하고 있다. 배수로에 대한 계획 배수는 30년 확률 강우량(80mm/s)이 기준으로 20년 확률 강우량을 기준으로 하는 국내와 상이 한 것으로 나타났으며, 일본의 계획 배수기준이 기상이변에 따른 국지적 집중호우에 더 안전한 것으로 판단된다.

이러한 농업기반을 바탕으로 하치로가타 간척지 내부에 11,755ha의 농경지가 조성되어 있고 이중 8,875ha에서는 쌀을 생산하는 한편, 24.5%인 2880ha에서는 벼 대신 대두, 녹두, 호박, 야채 등 밭작물과 원예작물이 생산되고 있다. 이같은 간척지에서 24.5%의 밭작물 재배는 일본 전체 논 면적중 쌀 생산조정제 실시면적비율과 유사한 결과를 나타내고 있다. 이러한 하치로가타 간척지의 용배수 설비와 규모화 영농으로 인해 ha당 쌀 생산비

용은 일본전국 평균비용 보다 24%나 저렴하여 농업인들은 상대적으로 높은 소득을 유지하고 있는 실정이다.. 간척지의 지속적인 농업 생산과 주민 생활의 안정을 도모하기 위해 간척지내 3개의 주요 배수장이 설치되어 있으며, 지구에 대한 개요는 다음과 같다.

<표 2-11> 하치로 가타 간척지 개요

개 요		비 고
목 적	관개용수 확보, 대규모 농지 조성	<p>概要図</p> <p>■テレメーター-雨量、排水位情報の発信</p>
특 징	<ul style="list-style-type: none"> - 배수시설을 이용한 간척농지내부에 강제배수 시키는 일반적인 형태임 - 계획 배수는 30년 빈도(80m³/s) 	
주요 배수장	남부배수장 2,200mm×1,450kW×12m³/s×2 대 1,800mm×970kW×8m³/s×2 대	
	북부배수장 2,200mm×1,460 kW×12m³/s×2 대 1,800mm×980kW×8m³/s×2 대	
	방구(方口)배수장 1,000mm×270kW×2.05m³/s×2 대 1,500mm×710kW×5.40m³/s×1 대	

② 시마네현 침수 상정 구역도

시마네현에서는 홍수 예보에 따른 침수피해의 최소화를 목적으로 17개의 주요 하천에 하천 침수 상정 구역을 지정 발표했다. <표 2-12>는 17개 주요 하천 중 히이카와(수계)의 하천 구간에 대한 홍수 범의 규정에 의하여 지정된 침수 상정 구역 및 해당 구간이 침수하는 경우 예상되는 수심 등을 보여준다. 이 침수 상정 구역은 히이카와(수계)의 하천 정비 상황 등을 감안하여 홍수 방어에 관한 계획의 기본이 되는 강우(50년빈도)가 내릴 경우 예상되는 침수 상황을 시뮬레이션을 통해 구한 것이다.

<표 2-12> 히이카와(수계) 침수구역도 개요

개 요	
목 적	홍수 예보에 따른 침수피해 최소화
특 징	2009년 3월 24일 작성 히이카와(수계)의 홍수 방어에 관한 계획을 기본으로(50년 빈도 강우) 범람하는 침수 상황을 시뮬레이션 하였음
0.5m 미만 지역	
0.5 ~ 1.0m 미만 지역	
1.0 ~ 2.0m 미만 지역	
2.0 ~ 5.0m 미만 지역	
5.0m 이상의 지역	

제3장 대상간척지 및 기초자료 조사

제1절 대상간척지

1. 대상간척지의 선정

간척농지 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정연구는 대규모 간척 활용 기본구상(2010년 5월)을 토대로 마련하였다. 기존간척농지는 설계당시의 침수에 대한 빈도별 홍수량, 홍수위 등을 간척농지 개발사업 이후부터 현재까지의 수문기상자료로 재검토하여 간척농지의 수문학적 침수안전지역을 평가하고 다양한 간척지 활용을 위한 계획 수립시 기초자료를 확보하기 위한 것이다. 따라서 기본구상에 고시된 화옹지구 등 12지구 총 54,379ha중 농업적 활용 30,394ha에 대한 전반적인 수문조사를 통하여 침수지역 설정하여야 한다. 그러나 총 12 간척지구중 화옹, 시화, 새만금 등 5지구는 현재 내부개발이므로 이를 제외한 7지구(준공후 미처분, 6657ha)를 대상으로 연구를 실시한다. 대상간척지는 다음과 같다.

<표 3-1> 조사대상 간척지 현황

지구명	위 치		면 적(ha)			사업 기간	시행자
	도	시·군	계	농업	비농업		
			6,657	6,657	-		
석문	충남	당진	1,968	1,968	-	'87~'05	당진군
부사	충남	보령	825	825	-	'85~'07	보령시
고흥	전남	고흥	2,057	2,057	-	'91~'08	고흥군
군내	전남	진도	464	464	-	'91~'08	진도군
보진	전남	진도	213	213	-	'87~'96	진도군
이원	충남	태안	847	847	-	'90~'09	태안군
삼산	전남	장흥	283	283	-	'97~'09	장흥군

2. 조사대상 간척지 현황

본 연구과제의 조사대상 간척지는 모두 7개소이며, 조사대상 간척지를 지역별로 분류하면 충남 3개소, 전남 4개소이다. 조사 대상간척지 중 저수 용량과 유역면적이 가장 큰 간척지는 석문간척지이다.

<표 3-2>는 조사대상 간척지(방조제) 목록과 개략적인 제원을 나타낸 것이다.

<표 3-2> 조사대상 간척지(방조제) 현황

번호	지구명	간척농지 면적 (ha)	배수문 제원			
			저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)
1	석 문	1,968	15.0	10.5	8	-4.00
2	부 사	825	9.4	4.0	9	-4.50
3	고 흥	2,057	6.5	5.8	4	-4.00
4	군 내	464	5.0	3.0	6	-3.00
5	보 진	213	2.5	2.5	2	-3.50
6	이 원	847	4.0	3.0	6	-3.00
7	삼 산	283	5.0	4.5	4	-3.00

제2절 기초자료 조사

각 간척지구의 침수안전지역을 설정을 목적으로 배수갑문의 수리수문학 적 검토를 하기 위해서는 각 유역에 대한 담수호 내용적, 주요 시설물 제 원 및 유역특성인자(CN, Tc, 유역면적 등), 외조위 관측 등의 세밀한 조사를 바탕으로 침수분석이 필요하나, 과제의 시급성과 연구비를 고려하여 기초자료는 기존의 관련자료(준공기록지, 기본계획서 등)를 활용하였다.

1. 기존 설계자료 분석

대상 간척지 7개소에 대하여 침수분석 및 침수안전지역을 검토하기 위하여 기존 설계자료를 수집하고 분석하였으며 기존 설계자료를 분석함으로써 설계 당시의 여건과 수문분석의 적정성을 확인할 수 있다.

기존 설계자료는 간척지(방조제) 설치시 준공기록자료, 방조제의 설계서,

개보수계획 및 개보수 설계자료 등을 참고 할 수 있다. 또한 방조제의 관리지침 및 유지관리 계획서의 자료를 수집하면 방조제의 홍수시 경계태세 및 홍수시 방류조작, 운영방법에 대한 자료를 얻을 수 있다.

2. 유역내 시설물 현황 조사

유역내 수리시설물은 유출현상에 많은 영향을 미친다. 특히 방조제와 같은 대규모 수공구조물이 하류부에 위치할 경우에는 유역내 시설물에 의하여 홍수도달시간의 지체, 총유량의 저류 및 침투유량의 감쇄를 유도하기 때문에 하류부의 홍수량은 크게 달라진다. 따라서 금회 현장조사에서는 유역내의 수리시설물에 대한 현황조사를 통하여 각 대상 유역별로 정리하고 홍수유출분석에 활용하였다.

<표 3-3> 석문지구 소유역별 배수문 제원표

구분	소유역	외수위 적용지점	유역면적 (ha)	배수문 제원				비고
				저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
송산공구	①	4지점	34.1	1.0	L=20m 1.0	1.0	1.50 -0.80	탐구 토구
	②	5지점	59.2	1.0	1.0	2.0	0.00	탐구
	③	5지점	74.4	1.0	1.0	2.0	-0.80	탐구
	④	5지점	110.5	1.0	1.0	2.0	0.00	탐구
	⑤	5지점	75.9	1.0	1.0	2.0	-0.80	탐구
	⑥	6지점	1073.7	2.0	1.5	5.0	-2.50	탐구
	⑦	7-2지점	294.9	2.0	1.5	2.0	-2.10	탐구
석문공구	①	4지점	7.8	D=1.0	L=20m	-	1.60 0.00	탐구 토구
	②	5지점	102.3	1.0	1.5	1.0	-0.50 -1.00	탐구 토구
	③	6-1지점	60.5	1.0	1.0	1.0	-1.90 -2.30	탐구 토구
	④	7-1지점	371.7	2.0	2.0	2.0	-2.30 -2.80	탐구 토구
	④	7-1지점	371.7	D=1.0	L=20m	-	-1.70 -2.30	탐구 토구
	⑤	7-1지점	472.8	2.0	2.0	2.0	-2.80 -3.20	탐구 토구
	⑤	7-1지점	472.8	2.0	1.8	2.0	-1.70 -2.70	탐구 토구
	⑥		91.6	D=0.8	L=10m	-	-2.10 -2.30	탐구 토구
	⑦	4-1지점	3.6	D=0.8	L=20m	-	1.40 -0.70	탐구 토구
	⑧	4-2지점	26.2	1.5	1.5	1.0	1.20 1.00	탐구 토구

※ 홍수량은 20년빈도 홍수량임.

<표 3-4> 이원지구 소유역별 배수문 제원표

구분	외수위 적용지점	유역면적 (ha)	배수문 제원				비고
			저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
전체유역	배수갑문	3,647.0	4.0	3.0	6.0	-3.00	
1MDC	담수호	1,425.5	(L=8.0) 4.0	3.0	12.0	-1.95 -2.15	탐구 토구
2MDC	담수호	1,192.4	(L=8.0) 4.0	3.0	10.0	-1.65 -1.75	탐구 토구
3MDC	담수호	622.0	(L=8.0) 3.5	3.0	5.0	-1.40 -1.50	탐구 토구
㉔유역	담수호	72.3	D=1.0	L=12.5		-0.90 -1.46	탐구 토구

<표 3-5> 부사지구 소유역별 배수문 제원표

구분	외수위 적용지 점	유역면적 (ha)	배수문 제원				비고
			배수갑문	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
배수 갑문	담수호	28,867.0	9.4	4.0	9.0	-4.50	
①	담수호	334.8	3.0	2.0	3.0	0.81	
①	담수호	334.8	D=1.0	L=10m	-	0.11 -0.19	탐구 토구
②	담수호	127.6	1.9	1.3	3.0	-0.76	
③	담수호	22.8	D=1.0	L=10m	-	0.34 0.04	탐구 토구
④	담수호	176.9	2.0	1.0	3.0	-0.55	
⑤	담수호	100.0	2.0	1.8	3.0	-0.58	
⑤	담수호	100.0	2.0	1.5	1.0	-1.11	
⑥	담수호	17.6	D=1.0	L=10m	-	-0.40 -0.70	탐구 토구
⑦	담수호	106.2	1.0	1.0	1.0	-0.70	
⑧	담수호	178.8	D=1.0	L=10m	-	-1.86 -2.16	탐구 토구
⑨	담수호	48.5	1.0	1.0	1.0	-0.64	
⑩	담수호	79.5	1.5	1.5	1.0	1.22	
⑪	담수호	1,254.4	2.5	2.5	10.0	-2.80	
⑫	담수호	10.3	1.5	1.5	1.0	0.83	
⑬	담수호	86.6	D=1.2	L=10m	-	-0.28 -0.58	탐구 토구
⑭	담수호	786.4	2.0	2.0	5.0	-2.17	
⑮	담수호	26.4	D=1.2	L=10m	-	-3.00 -3.30	탐구 토구
⑯	담수호	50.9	D=1.2	L=10m	-	-1.53 -1.83	탐구 토구
⑰	담수호	53.2	D=1.2	L=10m	-	-1.73 -2.03	탐구 토구
⑱	담수호	21.0	D=1.2	L=10m	-	-0.91 -1.21	탐구 토구
⑲	담수호	25.8	1.5	1.5	1.0	-1.41	

<표 3-6> 삼산지구 소유역별 배수문 제원표

구분	외수위 적용지점	유역면적 (ha)	배수문 제원				비고
			저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
전체유역	배수갑문	1,700.0	5.0	4.5	4.0	-3.00	
④ 유역	담수호	79.3	3.5	2.5	2.0	-1.50	1호 배수문
⑤ 유역	담수호	131.7	3.5	2.5	3.0	-1.50	2호 배수문
⑥ 유역	담수호	47.1	3.5	2.5	2.0	-1.50	3호 배수문

<표 3-7> 군내지구 소유역별 배수문 제원표

구분	외수위 적용지점	유역면적 (ha)	배수문 제원				비고
			저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
전체유역	배수갑문	639.0	2.5	2.5	2.0	-3.50	

<표 3-8> 보전지구 소유역별 배수문 제원표

구분	외수위 적용지점	유역면적 (ha)	배수문 제원				비고
			저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
전체유역	배수갑문	5,745.0	5.0	3.0	6.0	-3.00	
② 유역	담수호	955.5	2.5	2.5	8.0	-2.20	1호 배수문
③ 유역	담수호	655.2	2.5	2.5	6.0	-2.20	2호 배수문
④ 유역	담수호	206.8	2.5	2.5	2.0	-2.20	3호 배수문

<표 3-9> 고흥지구 소유역별 배수문 제원표

구분	배수문 호수	유역 번호	유역 면적 (ha)	배수문 제원				비고
				저폭(B) (m)	높이(H) (m)	런수	Sill표고 (EL.m)	
전체 유역	배수갑문지점		5,811.6	6.5	5.8	4	-4.00	
1공구	제1호 배수문	⑥유역	223.2	2.8	2.0	4	-1.89	
	제2호 배수문	⑤유역	1,092.6	2.8	2.5	12	-2.84	
	제3호 배수문	④유역	188.9	2.8	2.0	2	-1.87	
	제4호 배수문	③유역	167.4	2.8	2.0	4	-1.40	
	제5호 배수문	②유역	151.9	2.8	2.0	2	-1.75	
	제6호 배수문	①유역	112.4	2.8	2.0	1	-1.76	
	제7호 배수문	⑧유역	15.5	2.8	2.0	1	-1.35	
2공구	제1호 배수문	⑩유역	1,508.4	2.8	2.0	1	-1.89	
	제2호 배수문	⑩유역	1,508.4	2.8	2.0	2	-3.74	
	제3호 배수문	⑩유역	1,508.4	2.8	2.0	2	-4.08	
	배암	⑨유역	758.3	2.8	2.5	12	-1.72	

제3절 간척농지 지형현황 조사

1. 현지확인 수준측량의 목적

기존 간척농지의 수문학적 침수안전지역을 검토하기 위해서는 시설물 제원자료를 토대로 빈도별 홍수량을 산정하고 담수호 홍수추적을 실시하여 빈도별 홍수위 설정을 통해 침수면적을 판단함으로써 가능하다.

홍수추적의 주요변수는 담수호의 내용적, 간척농지의 표고 및 방류시설의

제원이 필수적이며 축조년대가 오래된 간척농지는 준공 후 장기침하가 발생하여 기존 간척농지의 계획표고 자료가 있는 경우라도 지형측량을 통해 간척농지의 표고 자료를 보완하여야 한다.

그러나 지형측량은 사업비가 많이 들고 기간이 많이 소요되어 본 과업기간에 수행하기 어려우므로 본 과업에서는 간척농지내 침수피해에 취약한 최저답고이상의 농지에 대한 대표적인 답(논)이나 지형의 일부를 측량하고 이를 기존 간척농지의 계획표고 자료와 비교하여 표고를 수정한 뒤 개략적인 최저답고 이상의 표고 자료를 구축하였다.

2. 지형현황측량자료 분석

침수안전지역 설정을 위해 각 대상간척지를 소유역의 농경지, 도로 및 배수로 마다 지형도($S=1/5000$)에 GPS측량기로 고저측량을 실시하였으며, 현지확인 수준측량 결과 및 기존 간척농지의 계획표고를 이용하여 구축된 최저답고 이상 표고의 개략적인 추정절차를 요약하면 다음과 같다.

- ① 간척농지의 최저답고를 중심으로 농지(논)의 대표 표고를 측량한다.
- ② 측량결과를 최저답고를 중심으로 수치지도에 이기한다.
- ③ 측량결과와 기존 계획표고의 차이 비교, 확인한다.
- ④ 조정한 농지(논) 표고점을 기본자료로 지구내 농지의 표고를 적성한다.
- ⑥ 조정한 지구별 농지(논)의 표고자료는 간척지의 빈도별 홍수위 산정결과를 토대로 지구별 침수안전지역을 작성한다.

현지확인 수준측량 결과 석문간척지가 준공당시 계획표고와 큰 차이(-0.18m)를 보였으며, 군내, 이원 간척지의 순으로 차이를 보였다. 석문간척지가 준공당시 계획표고와 가장 큰 차이를 보이는 이유는 준공 후 발생한 장기 침하발생, 다른 대상 간척지에 비해 농지의 표고분포가 다양하다는 점그리고 현재 간척농지내 조사료 단지등 용도 변경이 가장 많았기 때문에 발생한 것으로 판단된다.

<표 3-10~16>는 금회 과업에서 추출한 각 간척농지별 고저측량 결과를 나타낸 것이다.

<표 3-10> 석문지구 고저측량 결과 요약

공구	구역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차 (m)	비 고
		당 초	현 재		
송산 공구	①구역	2.43~3.15	2.26~3.05	(-)0.11	
	②구역	1.50~3.52	1.98~3.37	(-)0.18	
	③구역	0.84~2.41	0.64~2.26	(-)0.17	
	④구역	0.89~2.13	0.86~1.96	(+)0.01	
	⑤구역	0.29~1.16	0.14~1.19	(-)0.09	
	⑥구역	-0.16~3.49	-0.49~3.33	(-)0.20	
	⑦구역	-0.05~0.86	-0.33~1.28	(-)0.21	
	소 계			(-)0.18	
석문 공구	①구역	1.48	2.03	(+)0.55	
	②구역	0.57~2.93	0.10~2.55	(-)0.48	
	③구역	0.21~1.79	-0.38~1.33	(-)0.34	
	④구역	-1.00~3.05	-1.02~2.86	(-)0.15	
	⑤구역	-1.00~3.41	-1.19~3.26	(-)0.14	
	⑥구역	-1.00~3.16	-1.23~3.09	(-)0.07	
	⑦구역	3.22~3.49	3.06~3.09	(-)0.33	
	⑧구역	2.09~3.22	1.90~3.11	(-)0.05	
소 계			(-)0.18		
계			(-)0.18		

<표 3-11> 이원지구 고저측량 결과 요약

지구명	구역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차(m)	비 고
		당 초	현 재		
이원지구	①구역	0.30~2.93	0.23~3.93	-0.13	
	②구역	1.42~2.65	0.96~3.30	-0.15	
	③구역	1.89~2.94	1.91~3.04	+0.01	
	④구역	1.37~2.70	0.89~2.67	-0.22	
	⑤구역	0.50~1.48	0.19~0.93	-0.17	
	⑥구역	0.50~1.53	0.19~1.99	-0.18	
	⑦구역	0.58~2.42	0.39~2.14	-0.13	
	⑧구역	0.60~1.13	0.47~1.02	+0.04	
	⑨구역	1.13~2.66	1.04~2.63	-0.13	
	⑩구역	0.63~2.13	0.59~2.05	+0.01	
	⑪구역	1.73~1.93	1.60~1.85	-0.08	
	⑫구역	2.34~2.77	2.47~2.68	0.00	
	⑬구역	0.62~1.79	0.49~3.00	0.00	
	소 계			-0.12	

<표 3-12> 부사지구 고저측량 결과 요약

지구명	유역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차 (m)	비 고
		당 초	현 재		
부사지구	①유역	2.10~2.55	1.77~3.56	-0.25	
	②유역	1.73~2.75	1.02~2.11	-0.53	
	③유역	1.48~2.39	1.12~1.95	-0.41	
	④유역	2.44~2.45	1.94~2.42	-0.29	
	⑤유역	1.25~2.50	1.23~2.19	-0.07	
	⑥유역	0.70~1.42	0.69~1.54	+0.03	
	⑦유역	0.50~1.37	0.37~1.24	-0.09	
	⑧유역	0.37~4.10	0.28~3.01	-0.12	
	⑨유역	0.35~1.46	0.30~1.37	-0.04	
	⑩유역	0.30~0.80	0.04~0.87	-0.01	
	⑪유역	0.30~2.03	0.03~2.21	-0.15	
	⑫유역	0.40~0.60	0.21~0.34	-0.19	
	⑬유역	0.59~1.47	0.38~1.23	-0.13	
	⑭유역	0.40~2.90	0.17~2.61	-0.18	
	⑮유역	0.40~1.37	-0.04~1.17	-0.22	
	⑯유역	0.40~3.11	0.08~2.96	-0.22	
	⑰유역	0.40~2.85	-0.04~1.99	-0.24	
	⑱유역	0.40~1.00	0.10~0.97	-0.14	
	⑲유역	0.40~0.50	0.08~0.33	-0.21	
	소 계			-0.14	

<표 3-13> 삼산지구 고저측량 결과 요약

지구명	유역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차 (m)	비 고
		당 초	현 재		
삼산지구	④유역	-0.10~0.60	-0.24~0.67	-0.07	
	⑤유역	-0.10~2.35	-0.33~2.16	-0.10	
	⑥유역	-0.10~0.65	-0.25~2.44	+0.14	
	소 계			-0.04	

<표 3-14> 군내지구 고저측량 결과 요약

지구명	유역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차(m)	비 고
		당 초	현 재		
군내지구	②유역	-1.60~0.50	-0.25~0.61	0.11	
	③유역	-0.15~0.21	-0.12~0.44	0.11	
	④유역	-0.15~0.30	-0.14~0.36	0.11	
	소 계			0.11	

<표 3-15> 보전지구 고저측량 결과 요약

지구명	유역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차(m)	비 고
		당 초	현 재		
보전지구	②유역	-1.70~2.44	-1.70~2.44	(+)0.10	
	소 계			(+)0.10	

<표 3-16> 고흥지구 고저측량 결과 요약

공구	유역번호	농경지 표고(EL.m)		평균 표고차(m)	비 고
		당 초	현 재		
고흥지구	①유역	-0.60~0.36	-0.69~0.67	0.02	
	②유역	-0.50~1.23	-0.37~1.44	0.27	
	③유역	-0.35~0.84	-0.37~1.08	0.07	
	④유역	-0.57~1.13	-0.40~1.09	0.04	
	⑤유역	-0.42~0.46	-0.62~0.68	0.07	
	⑥유역	-0.35~0.16	-0.51~0.17	0.00	
	⑦유역	-	-	-	
	⑧유역	-0.16~0.16	-0.14~0.36	0.08	
	⑨유역	-0.27~0.74	-0.19~0.71	0.07	
	⑩유역	-1.01~0.92	-0.97~0.95	0.08	
	⑪유역	-	-	-	
	⑫유역	-	-	-	
	소 계			0.07	

제4장 간척 농지별 수문분석

제1절 석문간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

석문지구는 유로장 29.1km, 유역면적 25,217ha의 법정 준용하천인 역천이 주하천이다. 유역의 좌는 대호담수호 유역과 접하고 우는 당진군 면천면과 순성면, 당진읍, 송산면으로 이어지는 해발 558m에서 40m에 이르는 분수령을 경계로 하고 있다.

역천은 하천정비가 이루어져있는 대규모 하천이다. 그 본류는 서산군 운산면 소재 일락산과 옥양봉 사이 계곡에서 발원하여 해발 450m의 수정봉을 우로 돌아 운산면 산수동 부락에서 우리나라 최초의 사이폰식 여수토 구조를 가진 유역면적 2,590ha(관개면적 1,277.30ha, 저수량 782.90m³)의 고풍저수지를 만나고 다시 계속 유하하여 당진읍과 고대면, 송산면 등 3개면 경계지점에 이르러서는 본 하천의 제2지천인 당진천과 합류, 석문담수호에 유입된다.

유역형상은 남에서 북으로 긴 장방형이며 유역내에는 산지와 경지가 약 25:75의 비율로 구성된다. 산지부는 산림의 대부분이 침엽수로서 빈약한 편이며, 유역의 상류로 갈수록 암반 노출이 많고 풍화대, 마사질토가 얇게 피복된 반면 하류부는 점토성 토질이 깊은 심도로 피복되었다. 경지부는 대부분이 역천변에 조성되어 고풍저수지 수혜구역과 상류 일부 지역을 제외하면 모두가 삼교호에서 관개용수가 공급된다. 역천 주변의 경지는 현재 역천이 잘 정비되어 홍수시 침수피해는 없으나 석문담수호에서는 담수호 홍수위가 높아 간척농지의 일부 침수피해가 예상되고 있다.

유역내 산업은 답작농업이 주를 이루고 역천 하류부에는 소규모공장들이 난립하고 있다. 교통상황은 유역 중앙에 위치한 당진읍을 중심으로 32번 국도를 비롯해서 사방으로 도로망을 구성하고 있어 교통은 편리한 편이다.

따라서 석문지구의 유역은 유역면적에 비해 경지의 이용률이 높아 평상시 수자원의 소비량이 많고, 유역의 피복임상상태도 수자원 함양에 불리한

조건으로 보인다. 이는 곧 담수호에서는 수자원확보에 불리한 유역조건이 될 수 있는 것으로 판단된다.

② 유역지상인자

석문지구 유역특성을 지상인자로 표시하면 <표4-1>에서 보는바와 같이 유역면적은 약 252.2km², 주하천인 역천의 유로장이 27.4km에 달하는 대유역이며, 유역형상은 남북방향으로 긴 장방향으로 형성되어 유역평균폭이 9.8 km, 유역형상계수가 0.4로서 유역면적(25,217ha)에 비해 유로장이 긴 반면 유역경사에 있어서는 평균 1/80로서 상당히 급한 편이다, 이렇게 볼때 석문 지구의 유역은 강우에 의한 유출은 빠른 시간에 이루어질 것으로 추측된다. 이는 <표 4-1>의 유달시간이 3.4시간인 것으로 보아서도 짐작이 가능하다.

주하천의 평균경사는 강우의 침투량이나 유출의 결정에 영향을 주며 지표면에서의 유출속도 즉 강우의 유달시간(Time of concentration : Tc)을 좌우하는 요소 중의 하나이다. 경사가 급할수록 지표면 유출의 속도는 빨라지므로 유달시간이 단축되며 침투유량도 커지게 된다. 전체적으로 본 유역의 하류부는 완경사로서 하천 등 배수조직이 잘 발달되어 침투홍수량이 크지 않게 나타날 것으로 판단된다.

본 지구의 유역중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 유역지상인자

구 분	단 위	산 출 결 과	비 고
유역면적	km ²	252.2	
유로장	km	27.4	
남북길이	km	34.2	
동서길이	km	12.5	
유역평균폭	km	9.8	유역면적/유로장
유역형상계수	-	0.4	유역평균폭/유로장
유역평균경사	-	1/80	
유달시간	hr	3.4	

③ 토지이용 상황

본 지구 유역에서 강우-유출특성을 규명하기 위해서는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태 등에 대한 자세한 조사가 필요하다. 따라서 1:25,000 도면과 현지조사를 기초로 하고 배수계통을 고려하여 14개 소유역으로 구분한 소유역도를 작성하였다.

유역조사 결과는 논외의 경우 미사질 양토, 세사토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 사양토, 황적색의 양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출량은 중간정도로 나타날 것으로 추정된다.

소유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 각 소유역별 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다.

유역의 토지이용분포는 <표4-2>에서 보는바와 같이 경지와 산지가 대부분이며 대지, 도로, 호수, 수로, 기타 등으로 분포된다. <표4-2>를 살펴보면 전체 유역면적 25,217ha 중 경지가 차지하는 비율이 27.1%(6,846ha)가 되며, 산지 65.9%(16,609ha), 기타 7.0%(1,762ha)의 토지이용상태가 분포하고 있다.

경지는 간척농지를 포함해서 약 26.1%가 답작이며 약 1%는 전작으로 이용되고 있다.

<표 4-2> 토지이용상황

답	전	산지	대, 도	호, 수로	계
6,584 (26.1)	262 (1.0)	16,609 (65.9)	486 (1.9)	1,276 (5.1)	25,217 (100.0)

주 : ()는 비율(%)임.

2. 확률강우량 산정

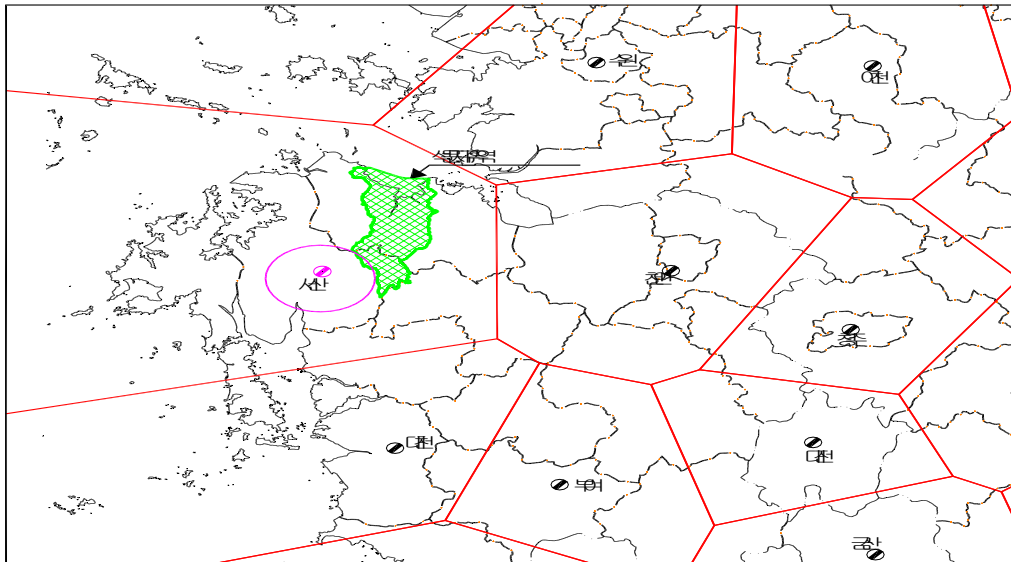
① 강우관측소 현황

본 지구 유역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 서산관측소, 궁평관측소, 수원관측소가 있으며, 가장 인접한 관측소는 서산관측소이므로 수문분석을 위한 강우자료는 서산관측소의 강우자료를 이용하였다. 지구유역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 <표 4-3>과 같으며 티센망은 <그림4-1>과 같다.

<표 4-3> 기상관측소 현황

관측소	관측종별	위 치			해발고 (EL.m)	관 측 개시일	관 할 관서명	채택
		지 명	경 도	위 도				
서산	T/M	충청남도 서산시 석림동 491-5	126-30	36-46	25.9	1969.1.1	기상청	◎
수원	T/M	경기도 수원시 권선구 서둔동 208-16	126-59	37-16	33.6	1964.1.1	기상청	
궁평	T/M	충청남도 당진군 송악면 궁평리	127-00	36-44	-	1989.1.1	한국농어촌공사	

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)



<그림 4-1> 기상관측소 지배유역도

② 확률강우량

서산 관측소의 1968년부터 2010년까지 관측된 전체 43개년과 최근 30개년의 강우기록을 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 분석치가 크게 나타나는 서산관측소의 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였으며, 그 결과는 <표 4-8>와 같다.

<표 4-4> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Cho w		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	136.1	142.9	128.2	135.7	129.3	136.7	128.0	135.0	129.3	133.8	130.5	136.7
10	186.5	191.9	187.8	193.4	195.7	203.4	187.5	192.9	188.9	194.1	188.8	192.9
20	203.0	208.0	212.9	217.2	224.4	232.1	213.1	217.8	212.6	219.6	211.3	215.5
30	211.7	216.4	227.3	230.8	240.8	248.6	227.8	232.1	225.8	234.1	223.6	228.1
50	221.7	226.2	245.3	247.7	261.4	269.3	246.3	250.1	242.0	252.1	238.5	243.7
80	230.2	234.4	261.6	262.9	280.2	288.2	263.1	266.5	256.3	268.3	251.6	257.6
100	234.1	238.3	269.6	270.3	289.2	297.2	271.1	274.2	263.2	276.1	257.8	264.4
200	245.5	249.3	293.8	292.7	316.8	324.9	295.8	298.3	283.6	299.6	276.2	284.4
기왕 최대	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5
채택						◎						

<표 4-5> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Cho w		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	184.4	196.2	168.4	180.6	173.1	185.4	171.0	182.6	166.5	175.0	168.9	179.2
10	268.2	281.7	269.1	282.9	283.7	301.7	269.9	283.4	271.5	283.9	269.7	280.8
20	295.8	309.8	313.9	328.0	331.3	351.8	312.5	326.9	317.4	333.5	314.3	327.6
30	310.1	324.4	340.1	354.2	358.7	380.6	337.1	351.8	343.8	362.4	340.4	355.5
50	326.8	341.4	373.4	387.3	392.9	416.6	367.7	383.1	376.7	398.8	373.4	391.4
80	340.9	355.8	404.1	417.7	424.2	449.6	395.7	411.7	406.4	432.0	403.8	425.0
100	347.6	362.5	419.3	432.8	439.1	465.2	409.0	425.2	421.0	448.3	418.8	441.8
200	366.4	381.7	465.8	478.7	485.1	513.6	450.2	467.2	464.7	497.6	464.8	494.1
기왕 최대	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2
채택						◎						

<표 4-6> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	10.0	8.6	8.4	8.2	8.2	8.1	8.0	7.9	7.8
20	14.5	12.3	11.9	11.7	11.6	11.4	11.3	11.2	11.0
30	18.1	15.4	14.9	14.7	14.5	14.4	14.2	14.0	13.8
40	21.5	18.5	18.1	17.8	17.6	17.4	17.3	17.1	16.8
50	24.2	20.9	20.3	20.1	19.8	19.6	19.4	19.3	19.0
60	26.0	22.1	21.5	21.1	20.8	20.6	20.4	20.2	19.9
90	31.1	26.2	25.4	25.0	24.6	24.3	24.0	23.7	23.3
120	35.7	29.8	28.7	28.3	27.8	27.4	27.2	26.8	26.3
180	44.6	38.0	36.8	36.2	35.7	35.4	35.0	34.6	34.0
240	51.2	44.6	43.4	42.7	42.3	41.8	41.5	41.1	40.5
360	61.6	53.7	52.3	51.6	50.9	50.5	50.2	49.7	49.0
540	74.3	67.6	66.4	65.9	65.6	65.3	64.7	64.6	64.0
720	83.9	80.7	80.1	79.7	79.6	79.5	79.3	79.2	79.0
900	91.5	89.7	89.5	88.9	89.3	89.0	88.8	88.9	88.8
1080	93.8	92.1	92.2	92.0	92.1	92.4	91.7	91.9	91.5
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-7> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	8.8	7.5	7.3	7.2	7.1	7.0	7.0	6.8	6.8
20	12.7	10.7	10.4	10.3	10.0	9.9	9.9	9.7	9.6
30	15.8	13.4	13.0	12.9	12.5	12.5	12.4	12.2	12.0
40	18.8	16.1	15.7	15.6	15.2	15.1	15.1	14.8	14.6
50	21.2	18.2	17.6	17.6	17.1	17.0	16.9	16.7	16.5
60	22.8	19.3	18.6	18.5	18.0	17.9	17.8	17.5	17.3
90	27.3	22.8	22.0	21.9	21.3	21.1	21.0	20.5	20.3
120	31.3	25.9	24.9	24.8	24.0	23.8	23.7	23.2	22.9
180	39.1	33.1	31.9	31.8	30.9	30.7	30.5	29.9	29.6
240	44.8	38.8	37.6	37.4	36.5	36.3	36.2	35.6	35.3
360	53.9	46.8	45.4	45.2	44.0	43.8	43.8	43.0	42.6
540	65.0	58.8	57.6	57.8	56.7	56.7	56.5	55.9	55.8
720	73.4	70.3	69.5	69.9	68.8	69.0	69.2	68.5	68.8
900	80.1	78.1	77.7	77.9	77.2	77.2	77.4	76.9	77.3
1080	82.0	80.2	80.0	80.7	79.6	80.2	80.0	79.5	79.7
1440	87.5	87.1	86.8	87.7	86.4	86.8	87.2	86.5	87.1

<표 4-8> 빈도별 시간별 2일 강우량

시간 (분)	빈도별강우량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	13.7	17.5	19.4	20.5	21.9	23.2	23.7	25.7	21.4
20	19.8	25.0	27.7	29.1	31.1	32.9	33.7	36.4	30.2
30	24.7	31.3	34.7	36.5	39.0	41.4	42.2	45.6	37.9
40	29.4	37.7	41.9	44.2	47.3	50.1	51.3	55.5	46.1
50	33.1	42.5	47.2	49.9	53.3	56.5	57.7	62.5	52.0
60	35.6	45.0	49.8	52.5	56.1	59.4	60.7	65.6	54.5
90	42.6	53.4	58.9	62.0	66.2	70.0	71.4	77.1	64.0
120	48.8	60.6	66.7	70.3	74.9	79.1	80.8	87.0	72.1
180	61.0	77.3	85.3	90.1	96.2	101.9	103.9	112.5	93.4
240	70.0	90.6	100.6	106.2	113.8	120.6	123.4	133.7	111.2
360	84.2	109.2	121.5	128.2	137.0	145.5	149.1	161.5	134.4
540	101.6	137.4	154.2	163.9	176.7	188.2	192.4	209.9	175.8
720	114.7	164.1	185.9	198.1	214.5	229.0	235.6	257.3	216.8
900	125.1	182.5	207.8	221.0	240.4	256.5	263.8	288.8	243.7
1,080	128.1	187.3	213.9	228.7	248.1	266.2	272.6	298.6	251.3
1,440	136.7	203.4	232.1	248.6	269.3	288.2	297.2	324.9	274.5
2,880	185.4	301.7	351.8	380.6	416.6	449.6	465.2	513.6	432.2

3. 설계홍수량 산정

석문지구 배수갑문(15.0m×10.5m×8련, Sill표고 EL(-)4.00)을 통하여 내부 유역의 빈도별 2일 연속 홍수유입량을 서해바다에 배제함으로서 농경지 침수피해를 방지하기 위한 배수갑문능력검토를 하였으며, 석문지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년) 산정은 한국농어촌공사에서 개발한 RMS(River Modeling System)을 이용하여 산정하였다.

① 설계홍수량 산정

석문지구 담수호 지점별(①~⑦) 홍수량 산정을 위해 송산공구 7개 소유역과 석문공구 8개 소유역으로 구분하여 RMS프로그램으로 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년)을 산정하였고, 석문담수호 배수갑문 지점 등 7개 지점의 빈도별 계획홍수량을 분석한 결과는 <표4-10>과 같고, 15개 소유역의 침수분석을 위한 소유역별 빈도별 홍수유입량 산정 내용은 <표4-11>와 같다.

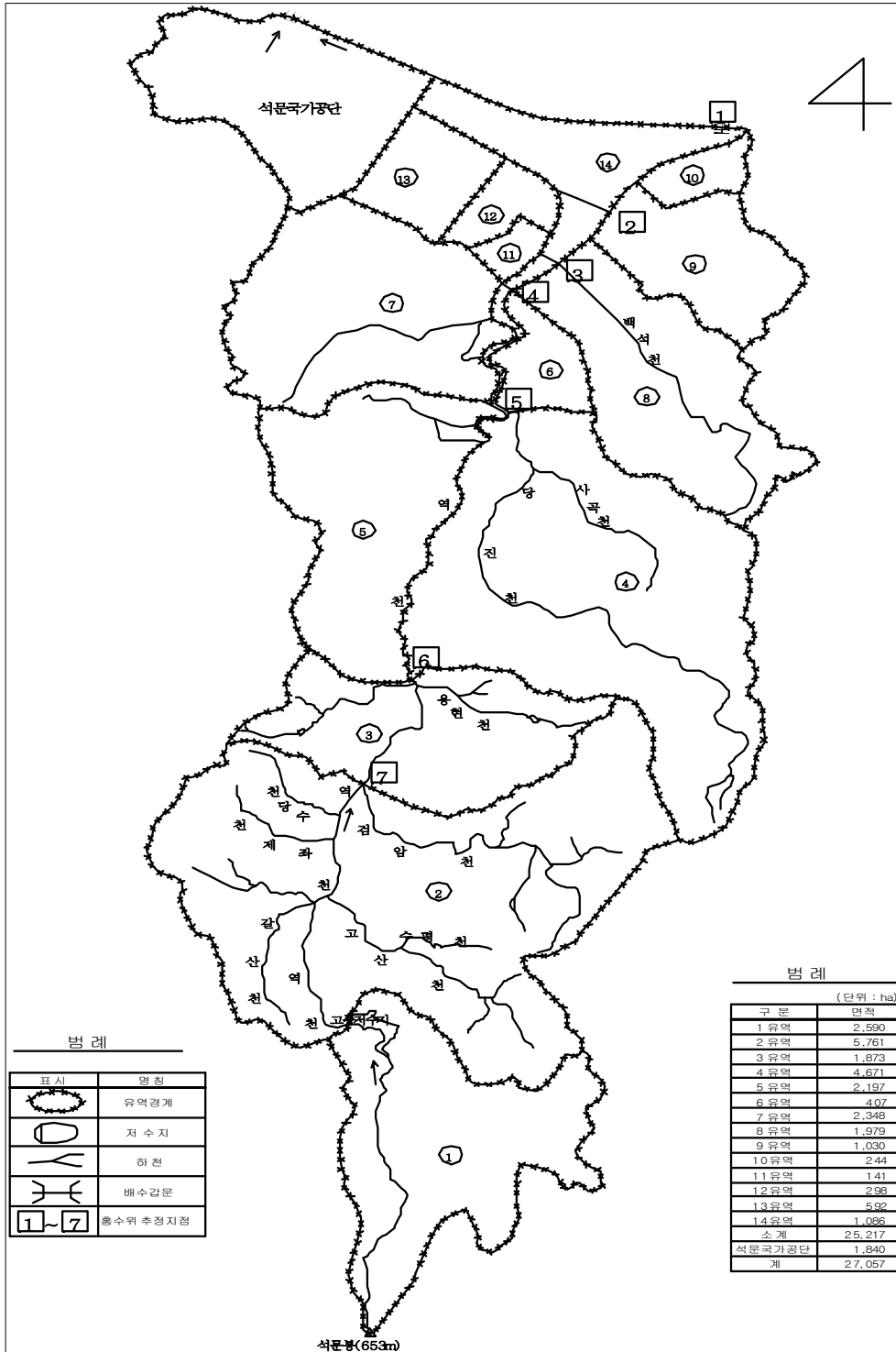
<표 4-9> 석문지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
①지점	1,333.2	1,431.3	1,555.3	1,668.6	1,723.1	배수갑문
②지점	1,262.9	1,355.8	1,473.3	1,580.5	1,632.2	
③유역	1,124.3	1,209.4	1,317.0	1,415.3	1,462.6	
④유역	1,015.8	1,092.7	1,189.9	1,278.7	1,321.5	
⑤유역	888.5	957.2	1,046.8	1,128.1	1,167.6	
⑥유역	-	-	-	-	-	해당없음
⑦유역	-	-	-	-	-	해당없음

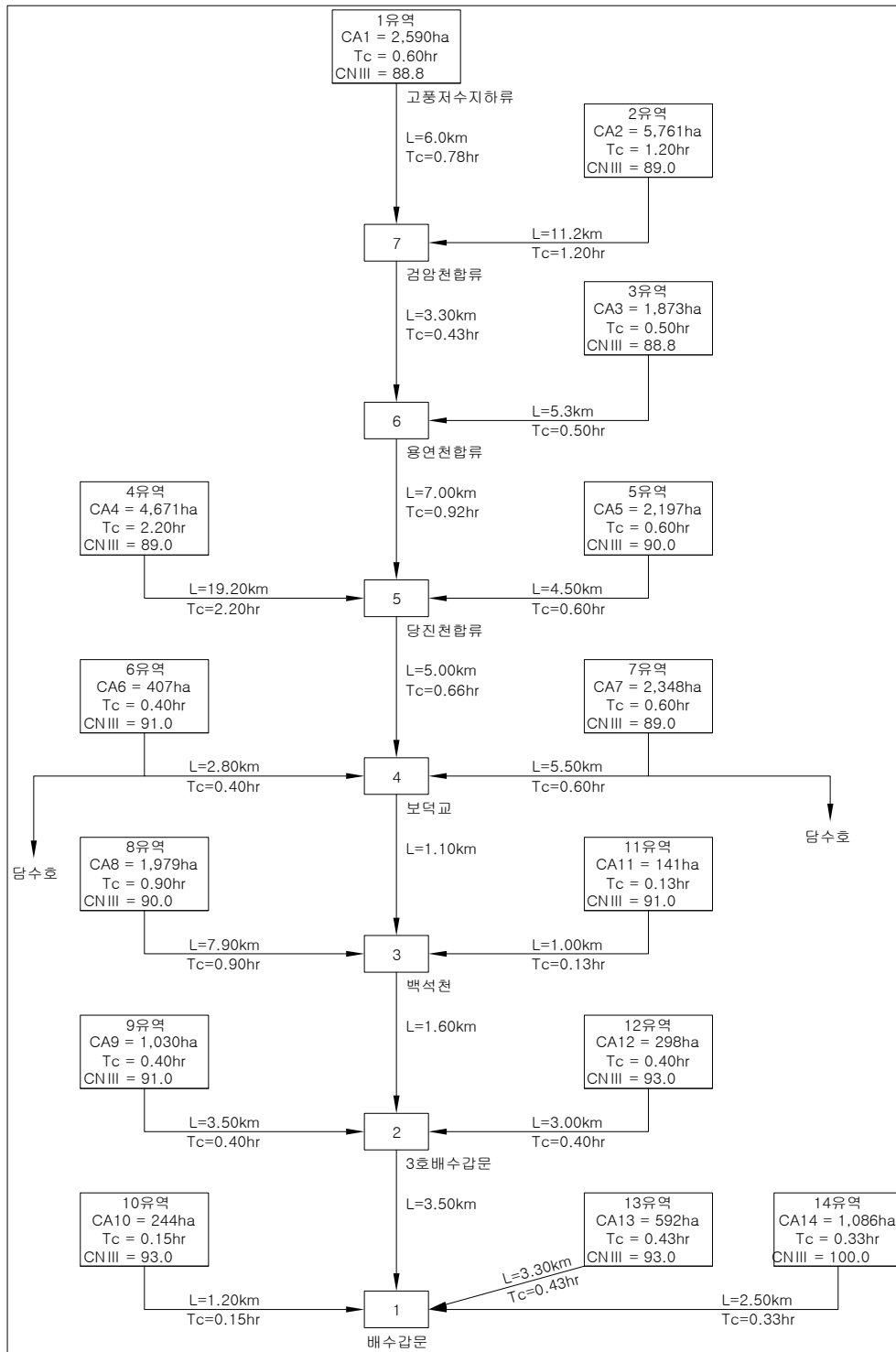
<표 4-10> 소유역별 홍수량 산정결과 요약

공구	유역 번호	유역면적 (ha)	20년 빈도	30년 빈도	50년 빈도	80년 빈도	100년 빈도	비고
송산 공구	1유역	34.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	단위 m ³ /s
	2유역	59.2	4.3	4.7	5.2	5.6	5.8	
	3유역	74.4	2.6	2.8	3.0	3.3	3.4	
	4유역	110.5	6.2	6.7	7.4	7.9	8.2	
	5유역	75.9	2.7	2.9	3.2	3.4	3.5	
	6유역	1,073.7	45.6	48.9	53.2	57.1	59.0	
	7유역	294.9	15.5	16.7	18.3	19.7	20.4	
석문 공구	1유역	7.8	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	
	2유역	102.3	6.9	7.5	8.2	8.9	9.3	
	3유역	60.5	4.7	5.1	5.6	6.0	6.3	
	4유역	371.7	17.6	18.9	20.5	22.0	22.7	
	5유역	472.8	23.0	24.6	26.7	28.6	29.6	
	6유역	91.6	5.8	6.2	6.8	7.4	7.6	
	7유역	3.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	
	8유역	26.2	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	

<그림 4-2> 석문지구 홍수유출량추정 유역도



<그림 4-3> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도



<표 4-11> 석문지구 전체 유역특성자료

유역번호	유역면적 (ha)	유로장 (km)	유달시간 (hr)	유출곡선지수 CNIII	비 고
①	2,590	6.1	0.60	88.8	
②	5,761	11.2	1.20	89.0	
③	1,873	5.3	0.50	88.8	
④	4,671	19.2	2.20	89.0	
⑤	2,197	4.5	0.60	90.0	
⑥	407	2.8	0.40	91.0	
⑦	2,348	5.5	0.60	89.0	
⑧	1,979	7.9	0.90	90.0	
⑨	1,030	3.5	0.40	91.0	
⑩	244	1.2	0.15	93.0	
⑪	141	1.0	0.13	91.0	
⑫	298	3.0	0.40	93.0	
⑬	592	3.3	0.43	93.0	
⑭	1,086	2.5	0.33	94.0	
계	25,217				

<표 4-12> 석문지구 Routing 특성자료

Routing 번호	유로장 (km)	시점표고 (EL.m)	종점표고 (EL.m)	Routing 시간(hr)	비 고
7	12.1	317.0	17.0	1.38	검암천 합류점
6	3.5	17.0	8.0	0.46	용연천 합류점
5	7.4	8.0	0.2	0.98	당진천 합류점
4	4.4	0.2	-4.0	0.58	보덕교(양수장) 지점
3	-	-	-	-	백석천 합류점
2	-	-	-	-	3호 배수문 지점
1	-	-	-	-	배수갑문
계	27.4			3.40	

② 유달시간 계산

유달시간(T_c)은 지형도상에서 구한 구간별 유로장 및 표고차를 이용하여 급경사인 고풍저수지 상류부와 완경사인 저수지 하류부로 나누어서 상류부는 Rizha 공식을 사용하고 하류부는 Kraven 공식을 사용하여 산출하였다. 전체유역에 대한 유달시간은 <표4-13>에서 보는바와 같으며 각 유역별 유

달시간 및 Routing 시간은 고풍저수지 상류부를 제외한 모든 계산에 Kraven 공식을 적용하여 산출하였다.

$$\text{Rizha 공식 : } Tc = 0.0139 \frac{L}{S^{0.6}} (hr)$$

여기서 L은 유로장(km)이며 S는 표고차/유로장으로 나타낸 경사이다.

$$\text{Kraven 공식 : } Tc = \frac{L}{3.6 W} (hr)$$

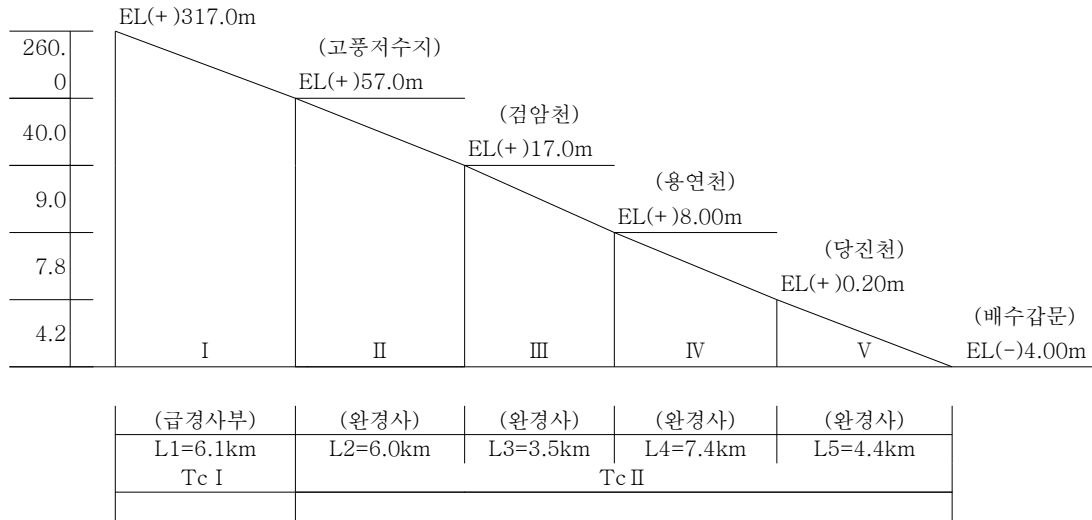
여기서 L과 S는 상기식의 경우와 같으며 W는 S>1/100일땐 3.5m/sec, 1/200<S<1/100일 경우 3.0m/sec, S<1/200일땐 2.1m/sec이다.

<표 4-13> 전체유역의 유달시간

구 간	유로장 (km)	표고차 (m)	경사 (km/km)	유달시간 (hr)	적용공식	비 고
고풍지 상류부	6.10	260.0	0.0426 (1/23)	0.60	Rizha	
고풍지 하류부	21.30	61.0	0.0028 (1/357)	2.80	Kraven	W=2.1m/s
전체유역	27.40			3.40		

유달시간 계산

<표 4-14> 유역 경사도



지점별 유달시간 계산

급경사구간인 고풍저수지의 상류부와 완경사구간인 고풍저수지 하류부로 구분하여 상류부는 Rizha공식을 사용하고 고풍저수지 하류부는 Kraven공식을 사용하고 유달시간을 기존자료와 같이 산출하였다.

○ 유달시간(Tc I) 계산

- 급경사구간 : Raha공식적용

$$Tc I = \frac{L}{W1} \qquad W1 = 20 \times \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6}$$

$$W1 = 20 \times \left(\frac{260}{6,100}\right)^{0.6} = 3.011(m/s)$$

여기서 Tc = 유달시간(sec), H = 최상류지점과 유역출구까지의 고저차(m)

W1 = 홍수도달시간(m/s), L = 최상류지점과 유역출구까지의 수평거리(m)

$$\therefore Tc I = \frac{L}{W1} = \frac{6,100}{3.011} = 2.025(sec) = 0.60(hr)$$

- 완경사구간 : Kraven 공식적용

$$Tc II = \frac{L}{W II}$$

여기서 Tc = 유달시간(sec) L=유로연장(m) W=유역평균경사(m/s)로
W는 S>1/100일땐 3.5m/sec, 1/200<S<1/100일 경우 3.0m/sec, S<1/200
일땐 2.1m/sec 적용함.

$$Tc II = \frac{L}{3.6w} (hr) = \frac{6.0}{3.6 \times 2.1} = 0.78 (hr)$$

$$Tc III = \frac{L}{3.6w} = \frac{3.5}{3.6 \times 2.1} = 0.46 (hr)$$

$$Tc IV = \frac{L}{3.6w} = \frac{7.4}{3.6 \times 2.1} = 0.98 (hr)$$

$$Tc V = \frac{L}{3.6w} = \frac{4.4}{3.6 \times 2.1} = 0.58 (hr)$$

∴ Tc I + Tc II + Tc III + Tc IV + Tc V = 3.40hr 임

<표 4-15> 지점별 유역의 유달시간

지점별	유역면적 (ha)	유로장 (km)	표고차 (m)	유달시간 (hr)	적용공식	비고
7	8,351	12.1	300.0	1.38	Rizha Kraven	고풍저수지 상류 검암천 합류점
6	10,224	3.5	9.0	0.46	Kraven	용연천 합류점
5	17,092	7.4	7.8	0.98	Kraven	당진천 합류점
4	19,847	4.4	4.2	0.58	Kraven	보덕교(양수장)합류점
3	21,967	-	-	-	Kraven	백석천 합류점
2	23,887	-	-	-	Kraven	3호배수문
1	25,217	-	-	-	Kraven	배수갑문
계	25,217	27.4		3.40		

③ 유출곡선지수 산출

전체유역의 유역피복임상에 따른 유출곡선지수 산출내역을 정리하면 <표3-14>에서 보는바와 같고 선형함수조건Ⅱ(AMC Ⅱ)에서 구한 CNⅡ를 CNⅢ로 환산하는 공식은 다음과 같다.

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10 + 0.13 CN_{II}}$$

<표 4-16> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역

① 지점별	② 토 지 이 용	③ 피복처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토 양 군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역면 적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNⅡ&Ⅲ)
[7]지점 (검암천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	60	5,280	CNⅡ=77.5
	답	C&T	Poor	C	80	530	42,400	
	전	C	Poor	C	80	120	9,600	
	임		Poor	C	77	7,581	583,737	CNⅢ=89.0
	대			C	82	10	820	
	호				100	50	5,000	
	계					8,351	646,837	
[6]지점 (용연천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	350	30,800	CNⅡ=77.8
	답	C&T	Poor	C	80	500	40,000	
	전	C	Poor	C	80	160	12,800	
	임		Poor	C	77	9,014	694,078	CNⅢ=89.0
	대			C	82	120	9,840	
	호				100	80	8,000	
	계					10,224	795,518	
[5]지점 (당진천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	1,300	114,400	CNⅡ=78.5
	답	C&T	Poor	C	80	2,000	160,000	
	전	C	Poor	C	80	200	16,000	
	임		Poor	C	77	13,192	1,015,784	CNⅢ=89.0
	대			C	82	200	16,400	
	호				100	200	20,000	
	계					17,092	1,342,584	
[4]지점 (보덕교 합류점)	답	SR	Poor	C	88	1,900	167,200	CNⅡ=79.0
	답	C&T	Poor	C	80	3,000	240,000	
	전	C	Poor	C	80	220	17,600	
	임		Poor	C	77	13,987	1,076,999	CNⅢ=90.0
	대			C	82	380	31,160	
	호				100	360	36,000	
	계					8,351	646,837	

<표 4-16> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역(계속)

① 지점별	② 토지 이용 상태	③ 피복처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토 양 군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역면 적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNⅡ&Ⅲ)
③지점 (백석천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	2,200	193,600	CNⅡ=79.3 CNⅢ=90.0
	답	C&T	Poor	C	80	3,800	304,000	
	전	C	Poor	C	80	240	19,200	
	임		Poor	C	77	14,787	1,138,599	
	대			C	82	420	34,440	
	호				100	520	52,000	
	계					23,887	1,907,078	
②지점 (3호 배수문)	답	SR	Poor	C	88	2,319	204,072	CNⅡ=79.8 CNⅢ=91.0
	답	C&T	Poor	C	80	4,120	329,600	
	전	C	Poor	C	80	180	14,400	
	임		Poor	C	77	15,678	1,207,206	
	대			C	82	400	32,800	
	호				100	1,190	119,000	
	계					25,217	2,012,577	
①지점 (배수갑 문 합류점)	답	SR	Poor	C	88	2,319	204,072	CNⅡ=79.8 CNⅢ=91.0
	답	C&T	Poor	C	80	4,265	341,200	
	전	C	Poor	C	80	262	20,960	
	임		Poor	C	77	16,609	1,278,893	
	대			C	82	486	39,852	
	호				100	1,276	127,600	
	계					0	0	

④ 소유역별 홍수도달시간(Tc) 계산

유역에 내리는 강우에 따라 침투유량이 발생하는 시간적 특성이나 수리학적으로 유역이 어떠한 반응을 일으키는지를 시간으로 나타낸 것을 ‘유역반응 시간’이라고 하며, 이 유역반응 시간을 나타내는 주요인자는 집중시간, 지체시간, 기저시간, 평형상태 유달시간, 그리고 담수발생시간 등이 있다.

유역반응을 통해 나타나는 시간변수는 홍수량 측정에 매우 중요한 요소이다. 특히 합리식을 사용할 때의 유달시간(Tc)은 더욱 중요하며, 시간변수의 정확도는 설계홍수량 측정시 침투홍수량과 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 유달시간(Time of concentration, Tc)산정은 여러 가지 방법이 제시되고 있으나, 각 식에 대응하는 요소로 유로장 및 구배에 따라 적용방법을 달리한다.

본 지구의 유달시간(Tc)계산은 산지부, 경사지는 California 도로국 공식을, 평야부는 배수로 평균허용유속공식을 적용하여 계산한 다음 합산하여 적용하였다.

(1) Rizha 공식(산지부 적용)

산지부에서 평야부로($S \geq 1/200$) 옮겨가는 곳에 적용 할 수 있는 방법으로 다음과 같이 표시된다.

$$T_c = \frac{L}{W_1}, \quad W_1 = 20 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6}$$

여기서 Tc : 유달 시간(sec)

W1 : 홍수 도달 속도 (m/s)

L : 최상류지점과 유역 출구까지의 수평거리(m)

H : 최상류지점과 유역 출구까지의 고·저차(m)

경사도가 다른 경우 변곡지점으로 나누어 각 구간별로 계산하여 합산한다.

(2) California 도로국 공식(산지부, 경사지 적용)

California Culverts Practice(1942)에서 California의 산간 소유역에 대하여 유도한 것으로 근본적으로 Kirpich의 테네시지역 공식과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{H} \right)^{0.385}$$

여기서 Tc : 유달 시간(h)

L : 가장 긴 유로장 (km)

H : 유역출구와 주 유로에 따른 최원점과의 고저차 (m)

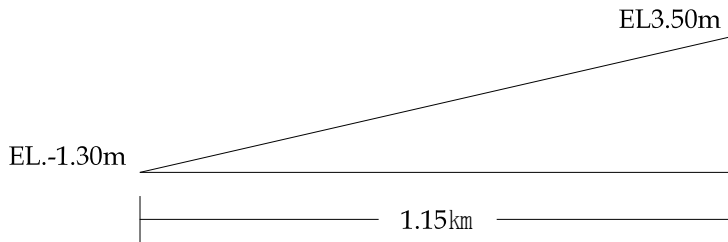
유로의 경사도가 다른 경우 각각의 변곡지점으로 부터 가중

평균한 평균경사도를 구한 후 적용한다.

(3) 논유역만 있는 경우

유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <표4-21>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.

<표 4-17> 논유역 표고별 유로장



- 논 유역

$$T_{cp} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4\text{min} = 0.49\text{hr}$$

$$T_{cc} = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4\text{min} = 1.10\text{hr}$$

$$T_c = T_{cp} + T_{cc} = 1.59\text{hr}$$

여기서, T_{cp} (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_{cc} (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표

현된다.

$$- \text{논 유역 유달시간}(T_c) = 0.49\text{hr} + \text{논 구획 유달시간}(\text{hr})$$

(4) 배수로 평균허용유속 공식(평야부 적용)

배수로의 허용 평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수 단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이면 된다. 따라서 홍수시 유속은 $V=0.70 \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공 단면인 경우)로 계산하였고, 콘크리트 구조물 등의 구간은 최대 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 하였다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

여기서 T_c : 유달시간(h)

L : 배수로 연장(m)

V : 홍수시 허용평균 최대유속(m/s)

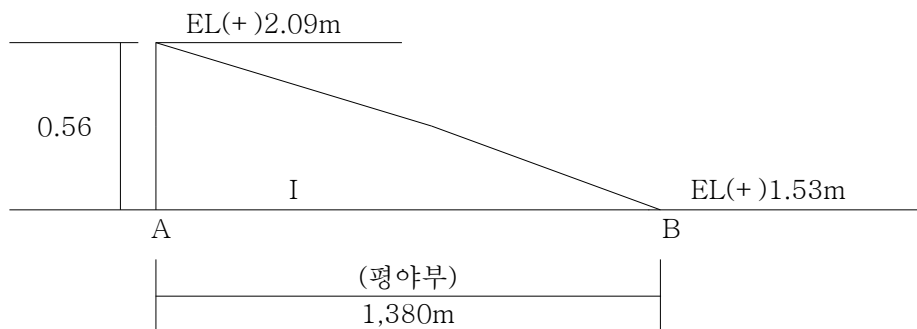
<표 4-18> 소유역별 도달시간

공 구 명	유역 번호	유역면적 (ha)	구간별 시간(hr)	Tc(hr)	비 고
송산공구	①	34.06	Tc1+Tc2 = 0.36+0.49	0.85	논유역
	②	59.19	Tc1 = 1.00	1.00	
	③	74.40	Tc1+Tc2 = 0.49+0.49	0.98	논유역
	④	110.54	Tc1 = 1.93	1.93	
	⑤	75.86	Tc1+Tc2 = 0.40+0.49	0.89	논유역
	⑥	1,073.73	Tc1 = 2.69	2.69	
	⑦	294.91	Tc1 = 1.35	1.35	
	소계	1,722.69			
석문공구	①	7.81	Tc1 = 0.38	0.38	
	②	102.32	Tc1 = 0.71	0.71	
	③	60.53	Tc1 = 0.63	0.63	
	④	371.71	Tc1 = 2.24	2.24	
	⑤	472.78	Tc1 = 2.05	2.05	
	⑥	91.58	Tc1 = 1.69	1.69	
	⑦	3.59	Tc1 = 0.16	0.16	
	⑧	26.19	Tc1+Tc2 = 0.15+0.49	0.64	논유역
소계	1,136.51				
합 계	2,859.20				

(1) 송산공구

송산공구 ①유역 TC계산

<표 4-19> 송산 ①유역 경사도



I 구간 홍수도달시간 계산(Tc)

- 평야부 : 배수로 평균 허용유속공식 적용($V=0.70 \times 1.50 = 1.05\text{m/s}$)

$$\circ T_{c I} = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{1,380}{1.05 \times 3,600} = 0.36\text{hr}$$

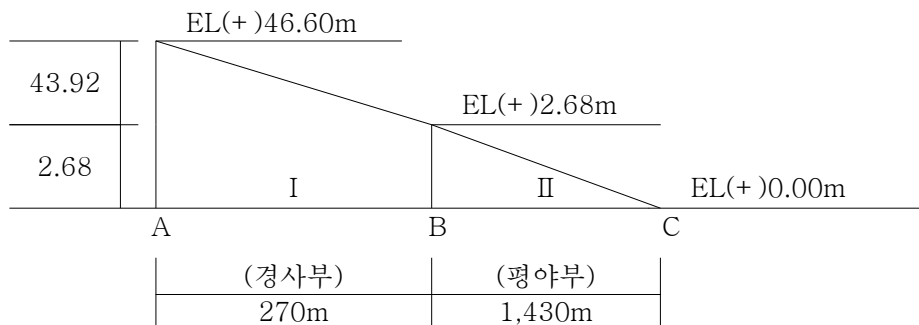
- 논유역 : 논 필지 유달시간

$$\circ T_{c II} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.37\text{min} = 0.49\text{hr}$$

$$T_c = T_{c I} + T_{c II} = 0.36 + 0.49 = 0.85\text{hr}$$

송산공구 ②유역 TC계산

<표 4-20> 송산 ②유역 경사도



I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-21> 송산 ②유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		46.60					
B	0.27	2.68	43.92	162.67	12.75	0.021	
C	1.43	0.00	2.68	1.87	1.37	1.044	
계	1.70					1.065	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.70}{1.065} \right)^2 = 2.547 \text{ m/km}$$

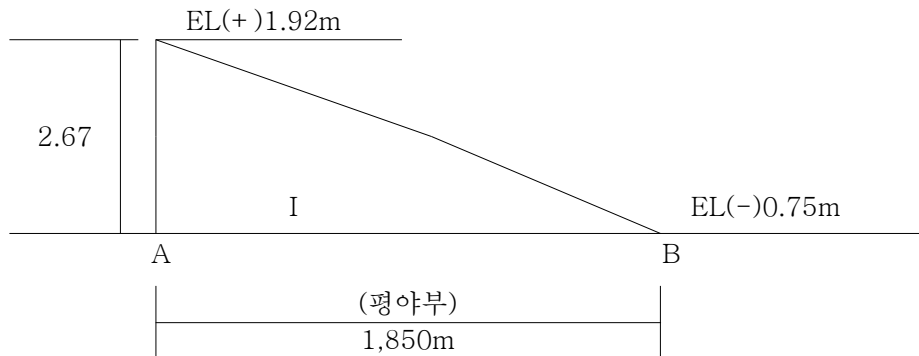
$$\Delta H = li \times S = 1.70 \times 2.547 = 4.33 \text{ m}$$

$$T_{cI} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.70^3}{4.33} \right\}^{0.385} = 0.995 \text{ hr} \approx 1.00 \text{ hr}$$

$$T_c = T_{cI} = 1.00 \text{ hr}$$

송산공구 ③유역 TC계산

<표 4-22> 송산 ③유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc)

- 평야부 : 배수로 평균 허용유속공식 적용($V=0.70 \times 1.50 = 1.05\text{m/s}$)

$$\circ Tc I = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{1,850}{1.05 \times 3,600} = 0.49\text{hr}$$

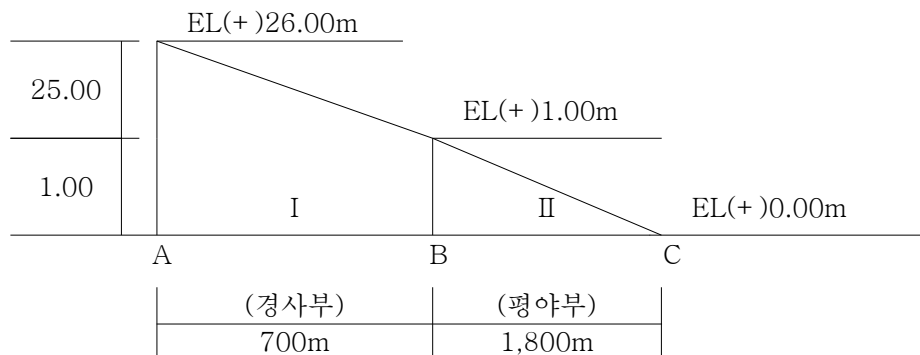
- 논유역 : 논 필지 유달시간

$$\circ Tc II = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.37\text{min} = 0.49\text{hr}$$

$$Tc = Tc I + Tc II = 0.49 + 0.49 = 0.98\text{hr}$$

송산공구 ④유역 TC계산

<표 4-23> 송산 ④유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

○ 경사부 : California 도로국공식

<표 4-24> 송산 ④유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		26.00					
B	0.70	1.00	25.00	35.71	5.98	0.117	
C	1.80	0.00	1.00	0.56	0.75	2.400	
계	2.50					2.517	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.50}{2.517} \right)^2 = 0.986 \text{ m/km}$$

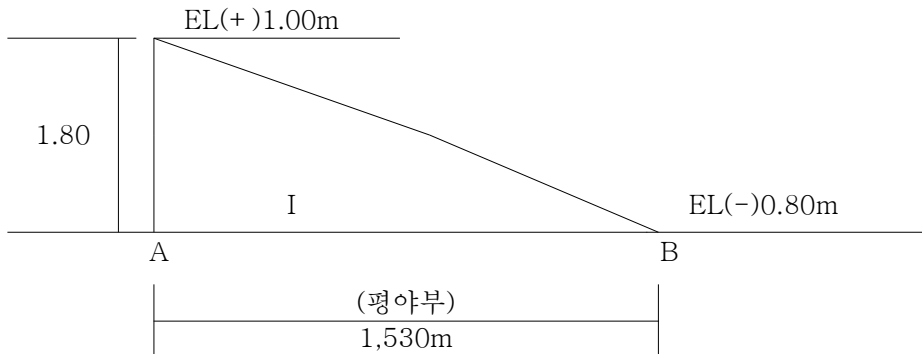
$$\Delta H = li \times S = 2.50 \times 0.986 = 2.46 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.50^3}{2.46} \right\}^{0.385} = 1.93 \text{ hr}$$

○ $T_c = T_c I = 1.93 \text{ hr}$

송산공구 ⑤유역 TC계산

<표 4-25> 송산 ⑤유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(T_c)

- 평야부 : 배수로 평균 허용유속공식 적용($V=0.70 \times 1.50 = 1.05\text{m/s}$)

$$\circ T_{c I} = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{1,530}{1.05 \times 3,600} = 0.40\text{hr}$$

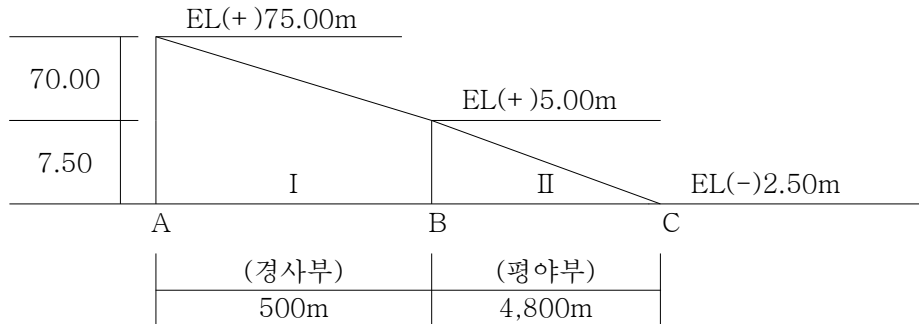
- 논유역 : 논 필지 유달시간

$$\circ T_{c II} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.37\text{min} = 0.49\text{hr}$$

$$\circ T_c = T_{c I} + T_{c II} = 0.40 + 0.49 = 0.89\text{hr}$$

송산공구 ⑥유역 TC계산

<표 4-26> 송산 ⑥유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-27> 송산 ⑥유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		75.00					
B	0.50	5.00	70.00	140.00	11.83	0.042	
C	4.80	-2.50	7.50	1.56	1.25	3.840	
계	5.30					3.882	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{5.30}{3.882} \right)^2 = 1.864 \text{m/km}$$

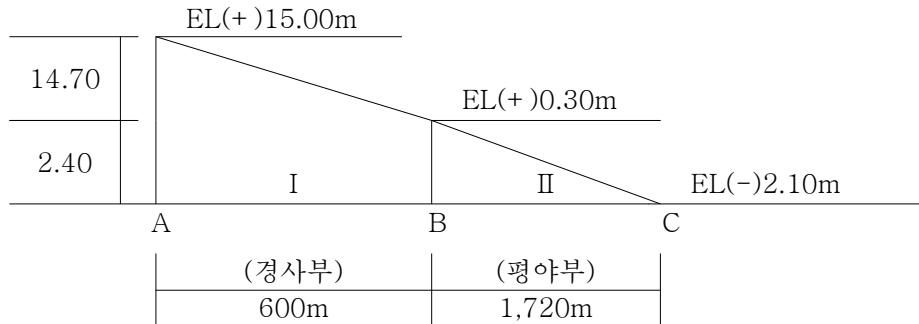
$$\Delta H = li \times S = 5.30 \times 1.864 = 9.88 \text{m}$$

$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.30^3}{9.88} \right\}^{0.385} = 2.69 \text{hr}$$

$$Tc = Tc I = 2.69 \text{hr}$$

송산공구 ㉞구역 TC계산

<표 4-28> 송산 ㉞구역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-29> 송산 ㉞구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		15.00					
B	0.60	0.30	14.70	24.50	4.95	0.121	
C	1.72	-2.10	2.40	1.40	1.18	1.458	
계	2.32					1.579	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{Si}} \right\}^2 = \left(\frac{2.32}{1.579} \right)^2 = 2.158 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.32 \times 2.158 = 5.00 \text{ m}$$

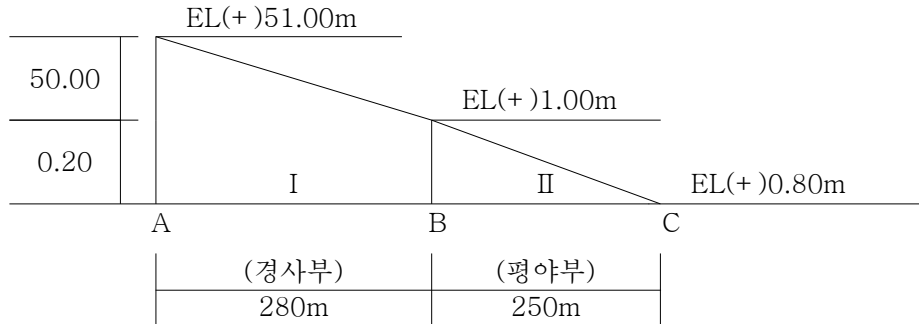
$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.32^3}{5.00} \right\}^{0.385} = 1.35 \text{ hr}$$

○ Tc = Tc I = 1.35hr

(2) 석문공구

석문공구 ①유역 TC계산

<표 4-30> 석문 ①유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-31> 석문 ①유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		51.00					
B	0.28	1.00	50.00	178.57	13.36	0.021	
C	0.25	0.80	0.20	0.80	0.89	0.280	
계	0.53					0.301	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{0.53}{0.301} \right)^2 = 3.100 \text{ m/km}$$

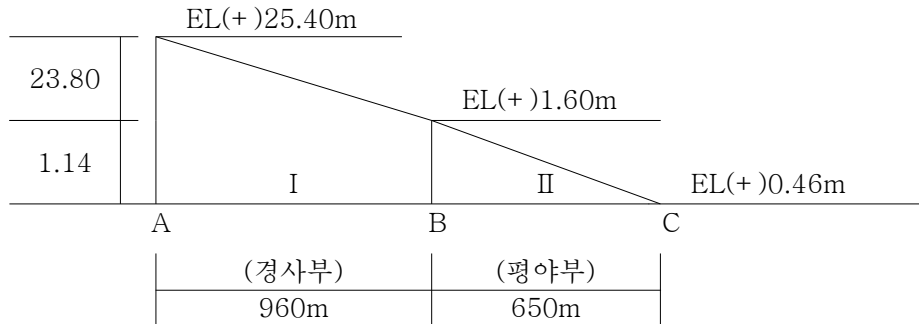
$$\Delta H = li \times S = 0.53 \times 3.100 = 1.64 \text{ m}$$

$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 0.53^3}{1.64} \right\}^{0.385} = 0.38 \text{ hr}$$

○ $Tc = Tc I = 0.38 \text{ hr}$

석문공구 ②유역 TC계산

<표 4-32> 석문 ②유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-33> 석문 ②유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		25.40					
B	0.96	1.60	23.80	24.79	4.98	0.193	
C	0.65	0.46	1.14	1.75	1.32	0.492	
계	1.61					0.685	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{Si}} \right\}^2 = \left(\frac{1.61}{0.685} \right)^2 = 5.524 \text{ m/km}$$

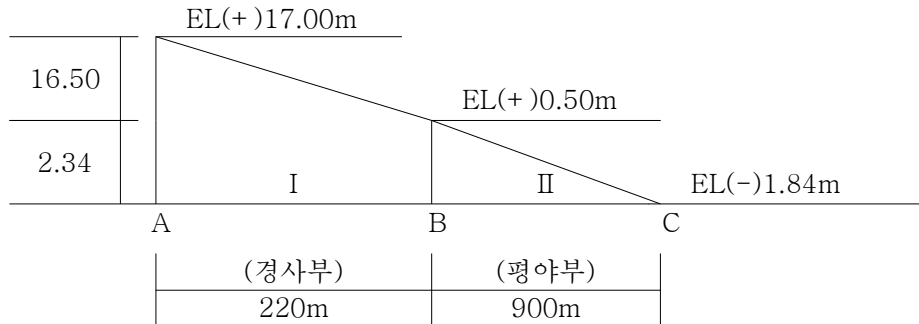
$$\Delta H = li \times S = 1.61 \times 5.524 = 8.89 \text{ m}$$

$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.61^3}{8.89} \right\}^{0.385} = 0.71 \text{ hr}$$

○ Tc = Tc I = 0.71hr

석문공구 ③유역 TC계산

<표 4-34> 석문 ③유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-35> 석문 ③유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		17.00					
B	0.22	0.50	16.50	75.00	8.66	0.025	
C	0.90	-1.84	2.34	2.60	1.61	0.559	
계	1.12					0.584	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.12}{0.584} \right)^2 = 3.678 \text{m/km}$$

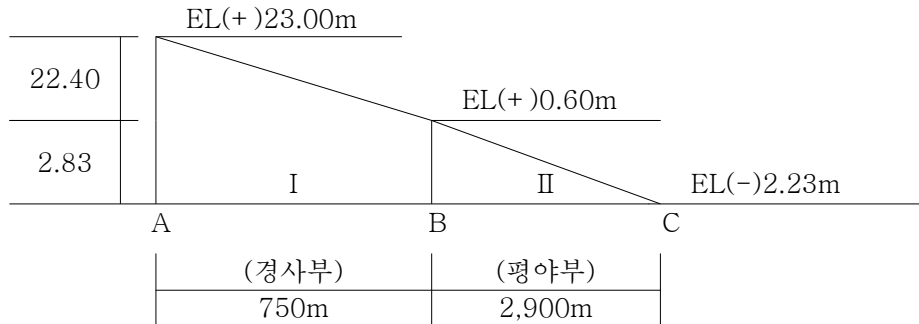
$$\Delta H = li \times S = 1.12 \times 3.678 = 4.12 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.12^3}{0.584} \right\}^{0.385} = 0.63 \text{hr}$$

○ Tc = Tc I = 0.63hr

석문공구 ④유역 TC계산

<표 4-36> 석문 ④유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-37> 석문 ④유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		23.00					
B	0.75	0.60	22.40	29.87	5.47	0.137	
C	2.90	-2.23	2.83	0.98	0.99	2.929	
계	3.65					3.066	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{3.65}{3.066} \right)^2 = 1.417 \text{ m/km}$$

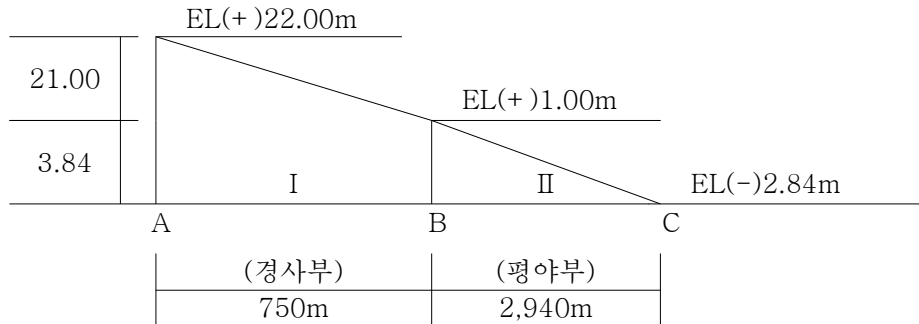
$$\Delta H = li \times S = 3.65 \times 1.417 = 5.17 \text{ m}$$

$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.65^3}{5.17} \right\}^{0.385} = 2.24 \text{ hr}$$

○ Tc = Tc I = 2.24hr

석문공구 ⑤유역 TC계산

<표 4-38> 석문 ⑤유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-39> 석문 ⑤유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		22.00					
B	0.75	1.00	21.00	28.00	5.29	0.142	
C	2.94	-2.84	3.84	1.31	1.14	2.579	
계	3.69					2.721	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{3.69}{2.721} \right)^2 = 1.839 \text{m/km}$$

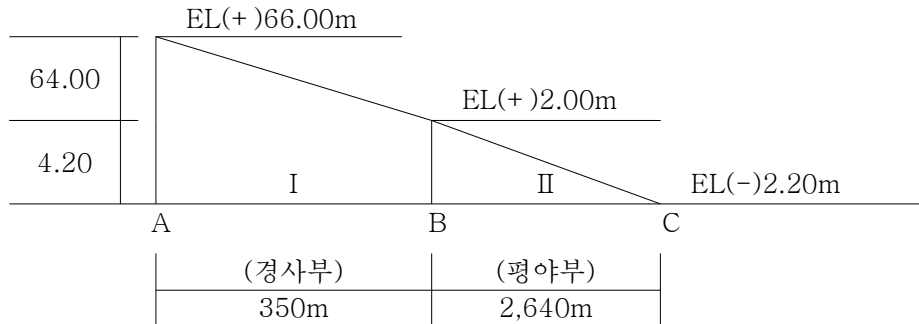
$$\Delta H = li \times S = 3.69 \times 1.839 = 6.78 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.69^3}{6.78} \right\}^{0.385} = 2.05 \text{hr}$$

○ Tc = Tc I = 2.05hr

석문공구 ⑥유역 TC계산

<표 4-40> 석문 ⑥유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-41> 석문 ⑥유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		66.00					
B	0.35	2.00	64.00	182.86	13.52	0.026	
C	2.64	-2.20	4.20	1.59	1.26	2.095	
계	2.99					2.121	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.99}{2.121} \right)^2 = 1.987 \text{ m/km}$$

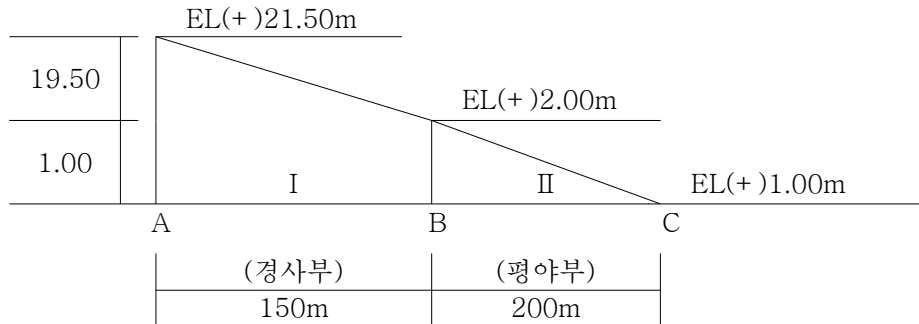
$$\Delta H = li \times S = 2.99 \times 1.987 = 5.94 \text{ m}$$

$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.99^3}{5.94} \right\}^{0.385} = 1.69 \text{ hr}$$

○ Tc = Tc I = 1.69hr

석문공구 ㉞구역 TC계산

<표 4-42> 석문 ㉞구역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc I)

- 경사부 : California 도로국공식

<표 4-43> 석문 ㉞구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		21.50					
B	0.15	2.00	19.50	130.00	11.40	0.013	
C	0.20	1.00	1.00	5.00	2.24	0.089	
계	0.35					0.102	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{0.35}{0.102} \right)^2 = 11.774 \text{m/km}$$

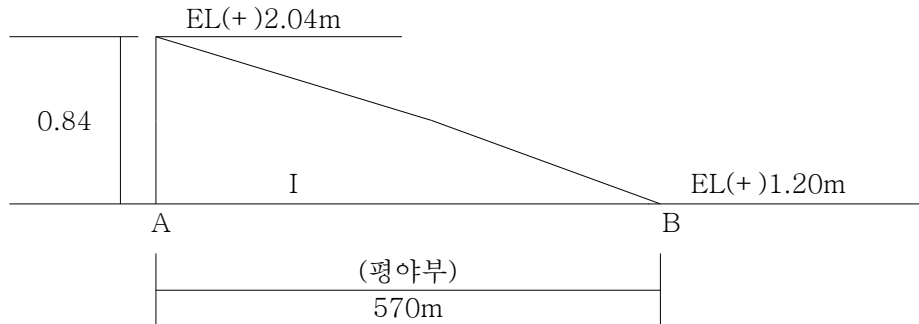
$$\Delta H = li \times S = 0.35 \times 11.774 = 4.12 \text{m}$$

$$Tc I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 0.35^3}{4.12} \right\}^{0.385} = 0.16 \text{hr}$$

○ Tc = Tc I = 0.16hr

석문공구 ⑧유역 TC계산

<표 4-44> 석문 ⑧유역 경사도



○ I 구간 홍수도달시간 계산(Tc)

- 평야부 : 배수로 평균 허용유속공식 적용($V=0.70 \times 1.50 = 1.05\text{m/s}$)

$$\circ Tc I = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{570}{1.05 \times 3,600} = 0.15\text{hr}$$

- 논유역 : 논 필지 유달시간

$$\circ Tc II = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.37\text{min} = 0.49\text{hr}$$

$$\circ Tc = Tc I + Tc II = 0.15 + 0.49 = 0.64\text{hr}$$

⑤ 소유역별 홍수도달시간(Tc) 계산

석문지구 전체 간척농지를 15개 소유역으로 구분하여 피복 임상에 따른 유출곡선지수(CNIII) 산출내역은 당초 설계내역을 이용하였으며 유출곡선 지수 산출내용은 다음과 같다.

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{II}}$$

<표 4-45> 소유역별 유출곡선지수(CN_{III})

유역별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	CN _{II}	CN _{III}	비고
전체 (배수갑문)	답	SR	Poor	C	88		
	답	C&T	"	C	80		
	전	C	"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	호				100		
	소계					91	
송산 ①유역	답	C&T	Poor	C	84		
	소계					92	
송산 ②유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	소계					92	
송산 ③유역	답	C&T	Poor	C	84		
	소계					92	
송산 ④유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	소계					91	
송산 ⑤유역	답	C&T	Poor	C	84		
	소계					92	

<표 4-45> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

유역별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	CNⅡ	CNⅢ	비고
송산 ⑥유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	도				82		
	과				80		
	구				88		
	소계					91	
송산 ⑦유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	도				82		
	소계					91	
석문 ①유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	소계					90	
석문 ②유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	소계					91	
석문 ③유역	답	C&T	Poor	C	84		
	임		"	C	77		
	소계					92	

<표 4-45> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

유역별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	CNⅡ	CNⅢ	비고
석문 ④유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	소계					92	
석문 ⑤유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	소계					92	
석문 ⑥유역	답	C&T	Poor	C	84		
	전		"	C	80		
	임		"	C	77		
	대				82		
	소계					92	
석문 ⑦유역	답	C&T	Poor	C	84		
	임		"	C	77		
	소계					92	
석문 ⑧유역	답	C&T	Poor	C	84		
	소계					92	

4. 홍수위 추적

기후변화에 따른 석문지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 석문지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 25,217ha의 빈도별 홍수유입량을 RMS를 이용해 산정하고, 당초 간척농지 설계당시(1992)의 내용적과 실측된 조위자료를 이용하여 배수갑문 능력검토를 <표 4-49>와 같이 분석하였으며, 석문지구 담수호 빈도별 홍수위를 추적한 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었다.

석문지구 배수갑문(15.0m×10.5m×8련, Sill표고 EL(-)4.00m) 능력검토의 제1안은 관리수위 EL(-)1.70m를 최초내수위로 하여 분석한 (안)과, 제2안은 사수위 EL(-)3.00m를 최초내수위로 하는 2개안을 비교 검토한 결과 제1안은 유지관리가 간편하고 비용이 절감되며, 제2안은 유지관리가 불리하고 비용이 과다하게 소요되어, 제1안인 관리수위(EL(-)1.70m)를 최초내수위로 채택하여 석문지구 담수호 빈도별, 지점별 홍수위를 <표 4-42>과 같이 추적하였다.

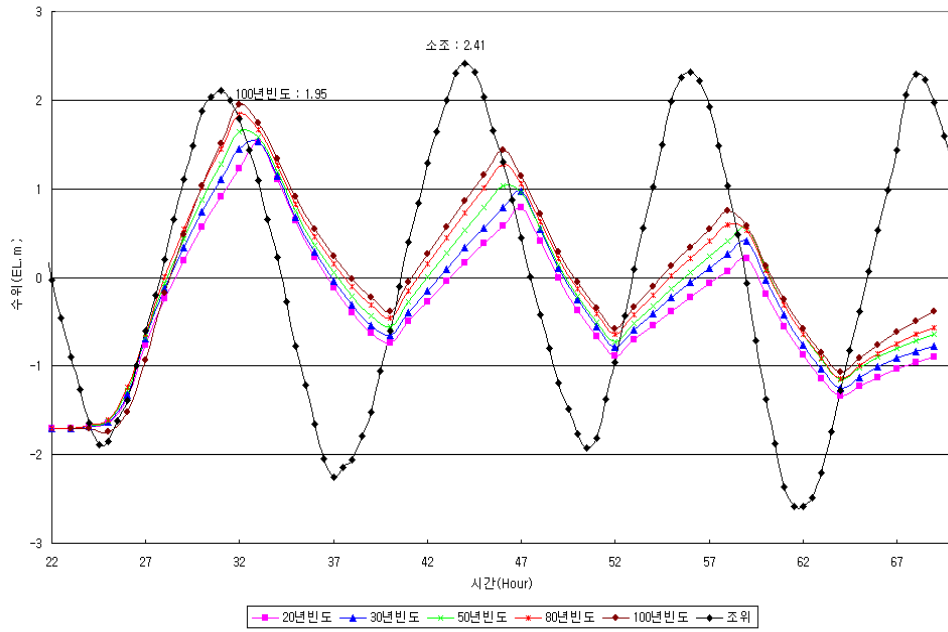
<표 4-46> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구 분		조 위	빈 도 별 홍 수 위 (EL.m)					채 택	비 고
			20년	30년	50년	80년	100년		
제1 안	최초내수위 : EL(-)1.70m (관리수위)	소 조	1.518	1.539	1.643	1.844	1.950	◎	제한내수위 : EL(-)4.00m
		대 조	1.277	1.560	1.652	1.798	1.911		
제2 안	최초내수위 : EL(-)3.00m (사수위)	소 조	1.069	1.283	1.585	1.603	1.647		제한내수위 : EL(-)4.00m
		대 조	0.926	1.157	1.530	1.679	1.682		

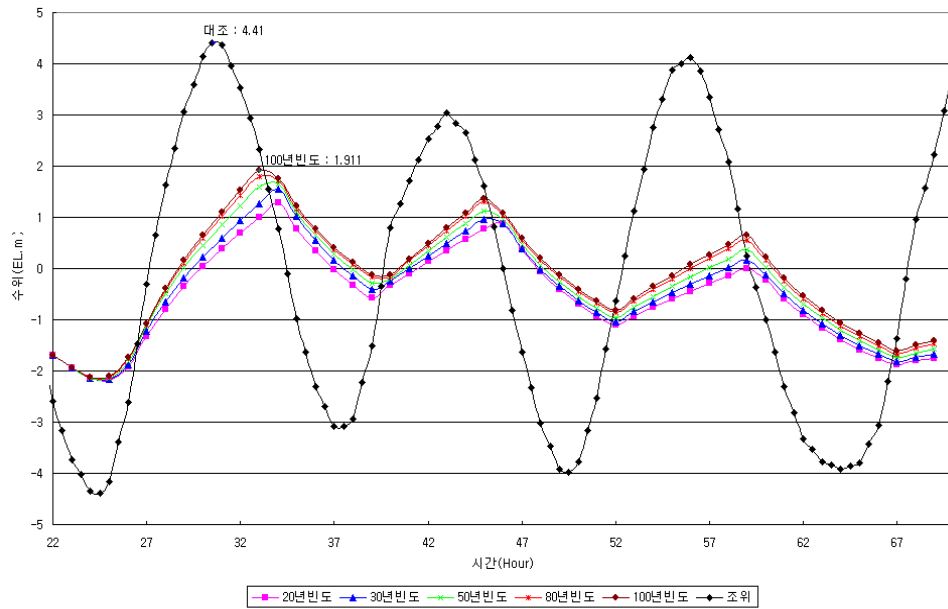
<표 4-47> 석문지구 담수호 지점별 홍수위 추적결과

홍수위 추적지점	홍수위 적용지점		누가 거리 (km)	재현기간별 홍수위(EL.m)					비 고
	송산공구	석문공 구		20년	30년	50년	80년	100 년	
4-2		⑦유역	7.8	2.47	2.58	2.75	2.93	3.02	
4-1		⑧유역	7.2	2.00	2.08	2.23	2.41	2.51	
4	①유역	①유역	4.5	1.64	1.68	1.79	1.99	2.09	
3	②,③,④,⑤ 유역		3.8	1.57	1.60	1.71	1.91	2.02	백석천 합류점
2	⑥유역		2.4	1.52	1.54	1.64	1.84	1.95	
1-2		④,⑤,⑥ 유역	1.4	1.52	1.54	1.64	1.84	1.95	
1-1	⑦유역		0.4	1.52	1.54	1.64	1.84	1.95	담수호
1			0.0	1.52	1.54	1.64	1.84	1.95	배수갑문 지점

<그림 4-4> 석문지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)



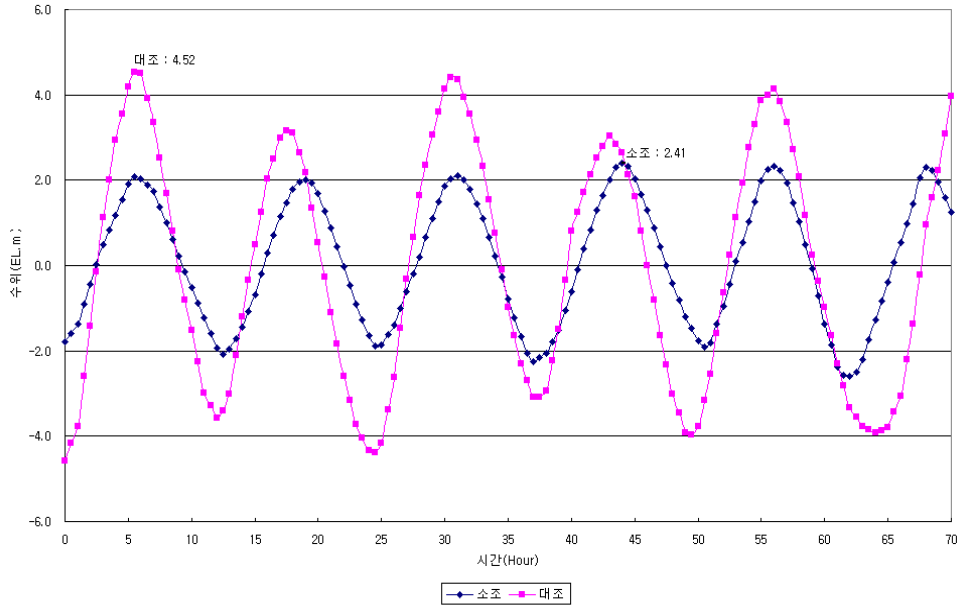
<그림 4-5> 석문지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)



① 조위관측자료 설정

석문지구내 조위관측자료는 석문지구 외곽공사 설계시(1985.06.05~1985.07.04, 30일간) 충남 당진군 석문면 가곡리 성구미항에서 측정한 조위관측자료 중 대조 및 소조시의 자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며, 조위관측자료를 요약하면 <표4-51>과 같다.

<그림 4-6> 조위관측자료



<표 4-48> 조위관측자료

소 조					대 조				
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
0.00	-1.80	36.00	-1.66		0.00	-4.58	36.00	-2.31	
1.00	-1.36	37.00	-2.25		1.00	-3.77	37.00	-3.09	
2.00	-0.44	38.00	-2.06		2.00	-1.41	38.00	-2.94	
3.00	0.49	39.00	-1.52		3.00	1.12	39.00	-1.50	
4.00	1.18	40.00	-0.61		4.00	2.93	40.00	0.80	
5.00	1.92	41.00	0.40		5.00	4.20	41.00	1.72	
6.00	2.04	42.00	1.29		6.00	4.51	42.00	2.53	
7.00	1.74	43.00	2.00		7.00	3.35	43.00	3.04	
8.00	1.00	44.00	2.41		8.00	1.70	44.00	2.65	
9.00	0.22	45.00	2.03		9.00	-0.10	45.00	1.61	
10.00	-0.51	46.00	1.30		10.00	-1.51	46.00	0.01	
11.00	-1.23	47.00	0.45		11.00	-2.99	47.00	-1.64	
12.00	-1.93	48.00	-0.42		12.00	-3.57	48.00	-3.02	
13.00	-1.97	49.00	-1.19		13.00	-3.01	49.00	-3.91	
14.00	-1.45	50.00	-1.77		14.00	-1.20	50.00	-3.78	
15.00	-0.69	51.00	-1.81		15.00	0.50	51.00	-2.54	
16.00	0.30	52.00	-0.96		16.00	2.03	52.00	-0.63	
17.00	1.14	53.00	0.09		17.00	2.98	53.00	1.12	
18.00	1.79	54.00	1.02		18.00	3.11	54.00	2.76	
19.00	2.02	55.00	1.98		19.00	2.17	55.00	3.87	
20.00	1.68	56.00	2.32		20.00	0.53	56.00	4.13	
21.00	0.89	57.00	1.93		21.00	-1.10	57.00	3.35	
22.00	-0.03	58.00	1.03		22.00	-2.59	58.00	2.09	
23.00	-0.90	59.00	-0.07		23.00	-3.73	59.00	0.25	
24.00	-1.64	60.00	-1.38		24.00	-4.34	60.00	-0.99	
25.00	-1.85	61.00	-2.37		25.00	-4.16	61.00	-2.30	
26.00	-1.39	62.00	-2.59		26.00	-2.61	62.00	-3.32	
27.00	-0.61	63.00	-2.20		27.00	-0.31	63.00	-3.77	
28.00	0.20	64.00	-1.28		28.00	1.64	64.00	-3.92	
29.00	1.11	65.00	-0.39		29.00	3.06	65.00	-3.80	
30.00	1.87	66.00	0.53		30.00	4.15	66.00	-3.06	
31.00	2.11	67.00	1.44		31.00	4.37	67.00	-1.37	
32.00	1.79	68.00	2.29		32.00	3.54	68.00	0.95	
33.00	1.09	69.00	1.97		33.00	2.33	69.00	2.22	
34.00	0.22	70.00	1.24		34.00	0.77	70.00	3.97	
35.00	-0.78				35.00	-0.98			

② 담수호 내용적표 작성

석문지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석의 내용적자료는 당초 간척농지 설계시(1992년) 담수호 방수제 축조후의 내용적표를 배수감문 능력검토 입력자료로 이용하였다.

<표 4-49> 석문 담수호 내용적표 (1992년)

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-9.5	-	-	-	-	-	담수호
-9.0	8,266	4,133	0.5	2,067	2,067	EL-2.50m
-8.5	33,667	20,967	0.5	10,483	12,550	준설시
-8.0	70,776	52,222	0.5	26,111	38,661	
-7.5	128,173	99,475	0.5	49,737	88,398	중앙배수로
-7.0	183,757	155,965	0.5	77,983	166,380	EL-3.50m
-6.5	224,625	204,191	0.5	102,096	268,476	준설시
-6.0	278,336	251,481	0.5	125,740	394,216	
-5.5	381,079	329,708	0.5	164,854	559,070	담수호면적
-5.0	530,740	455,910	0.5	227,955	787,025	:증가
-4.5	831,756	681,248	0.5	340,624	1,127,649	
-4.0	1,796,246	1,314,001	0.5	657,001	1,784,649	배수감문Sill표고
-3.5	4,171,688	2,983,967	0.5	1,491,984	3,276,633	EL-4.00m
-3.0	4,755,048	4,463,368	0.5	2,231,684	5,508,317	외수위
-2.5	7,481,763	6,118,406	0.5	3,059,203	8,567,519	
-2.0	7,573,305	7,527,534	0.5	3,763,767	12,331,286	
-1.7	7,628,624	7,600,965	0.3	2,280,289	14,611,576	관리수위
-1.5	7,665,503	7,647,064	0.2	1,529,413	16,140,988	
-1.0	7,874,569	7,770,036	0.5	3,885,018	20,026,006	배수감문
-0.5	8,008,711	7,941,640	0.5	3,970,820	23,996,826	15.0m×10.5m×8런
0.0	8,152,686	8,080,699	0.5	4,040,349	28,037,176	(B×H×런)
0.5	8,237,627	8,195,157	0.5	4,097,578	32,134,754	
1.0	8,365,478	8,301,553	0.5	4,150,776	36,285,530	
1.5	8,456,381	8,410,930	0.5	4,205,465	40,490,995	
2.0	8,569,382	8,512,882	0.5	4,256,441	44,747,436	
2.5	8,677,352	8,623,367	0.5	4,311,684	49,059,119	
3.0	8,831,901	8,754,627	0.5	4,377,313	53,436,432	
3.5	8,967,040	8,899,471	0.5	4,449,735	57,886,168	
4.0	9,108,596	9,037,818	0.5	4,518,909	62,405,077	

제2절 이원간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

태안군은 충남 서북부지역에 반도형으로 위치하며 동으로 서산시, 보령시, 홍성군과의 경계를 이루고 있으며, 나머지 삼면은 서해에 접하고 있다. 해안은 리아스식 해안을 이루고 있으며, 대체로 높은 산악지역이나 하천은 발달되어 있지 않고, 완경사를 가진 구릉지대를 이루고 있다.

이원지구 간척농지사업지구는 충청남도 태안군 이원면과 원북면에 소재하고, 동경 $126^{\circ} 12' \sim 126^{\circ} 18'$ 와 북위 $36^{\circ} 51' \sim 36^{\circ} 54'$ 사이에 위치하고 있으며, 지구의 서쪽으로 표고 EL.50.0m ~ EL.94.0m의 무명산들로 둘러싸여 있고, 동쪽으로는 가제산(EL.186.0m)이 위치하고 있다.

유역내 원북면의 이곡리, 이원면의 당산리, 포지리 등에 4개의 소하천과 2개의 소류지가 있으며 대부분이 낮은 구릉지대이며 평야부에는 일부 논이 산재하고 있고, 서남해안 간척사업으로 조성한 이원지구 간척농지가 분포하고 있다. 이원면 포지리와 당산리에 소재하고 있는 소류지는 0.3ha 내외의 규모로 저수용량은 약 1.8백 m^3 로 기설 농지의 농업용수 공급에도 부족할 것으로 추정된다.

전체 유역면적 3,911ha 중에서 태안화력발전소 회사장면적 264ha를 제외한 유역면적 3,647ha의 토지이용현황은 논이 차지하는 구성비가 유역면적의 36.9%(1,348ha)에 이른다. 또한, 밭의 구성비는 10.4%, 산림, 농가, 담수호 및 기타면적의 비율은 52.7%로 구성되어 있다. 이원지구 유역내의 수종은 해양성 기후에 적합한 침엽수가 주종을 이루고 있으며, 전반적으로 산림의 식생상태는 보통인 상태이다. 산림지의 토양은 사양토, 황적색의 양토가 주종을 이루고 1.0~1.5m 이하는 풍화암, 연암으로 구성되어 있어 강우시 유출현상이 빠른 시간에 발생할 것으로 판단되며 논외 토양은 미사질 양토, 양질 세사토로 전반적으로 농지가 비옥한 편이다.

또한, 지구내 당산리에서는 용수원의 부족으로 배수문을 막아 임시 저류지 형태로 사용하고 있는 실정이며, 유역내에 저수지 등 신규 수자원의 개발이 어려운 상황으로서 간척사업으로 조성된 담수호에서 용수공급이 가능하도록 검토하는 것이 바람직하다.

② 유역지상인자

이원지구의 유역형상은 부채꼴 모양으로 간척농지를 중심으로 타원형으로 분포하고 있어 유입하천이 거의 없으며 하천의 규모가 상당히 작은 편이다. 이는 유역의 형상계수, 하천밀도로도 판단이 가능하다.

유역의 형상계수가 크면 유로연장에 비해 그 나비가 넓고 반대로 형상계수가 작으면 가늘고 긴 유역을 말한다. 이원지구의 유역 형상계수는 1.04로 유로장이 짧고 폭이 넓은 유역을 의미하며, 이러한 형상의 유역에서는 유역내 홍수가 일시에 도달하게 됨으로서 첨두홍수량이 장방형의 유역보다 상대적으로 크게 나타난다. 또한 하천밀도계수가 0.161로 하천의 발달이 매우 미약하다. 주하천의 평균경사는 강우의 침투량이나 유출의 결정에 영향을 주며 지표면에서의 유출속도 즉 강우의 유달시간(Time of concentration : Tc)을 좌우하는 요소중의 하나이다. 경사가 급할수록 지표면 유출의 속도는 빨라지므로 유달시간이 단축되며 첨두유량도 커지게 된다. 전체적으로 본 유역은 완경사로서 하천 등 배수조직이 빈약하여 첨두홍수량이 크지 않게 나타날 것으로 판단된다.

본 지구의 유역 중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-53>과 같다.

<표 4-50> 유역지상인자

구 분	단 위	산 출 결 과	비 고
유역면적	ha	3,647.0	
유로장	km	5.90	
남북길이	km	18.4	
동서길이	km	32.6	
유역평균폭	km	6.18	
유역형상계수	-	1.04	
하천밀도	km/km ²	0.161	
기복량	-	0.011	
주하천평균경사	m/km	2.951	

③ 토지이용 상황

본지구의 유역조사 결과 논외의 경우 미사질 양토, 세사토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 사양토, 황적색의 양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출량은 중간정도로 나타날 것으로 추정된다.

유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산림지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다. 태안화력발전소 회사장 유역을 제외한 유역의 토지이용 현황은 전체 3,647ha 면적중 논이 차지하는 비율이 36.9%, 밭이 10.4%, 산림지 및 기타의 비율은 52.7%로 구분되어 논외의 면적비율이 큰 것으로 나타났다.

<표 4-51> 토지이용상황

유역면적	경 지			산 립	기 타	비 고
	소 계	논	밭			
3,647	1,729	381	1,348	1,459	459	

2. 확률강우량 산정

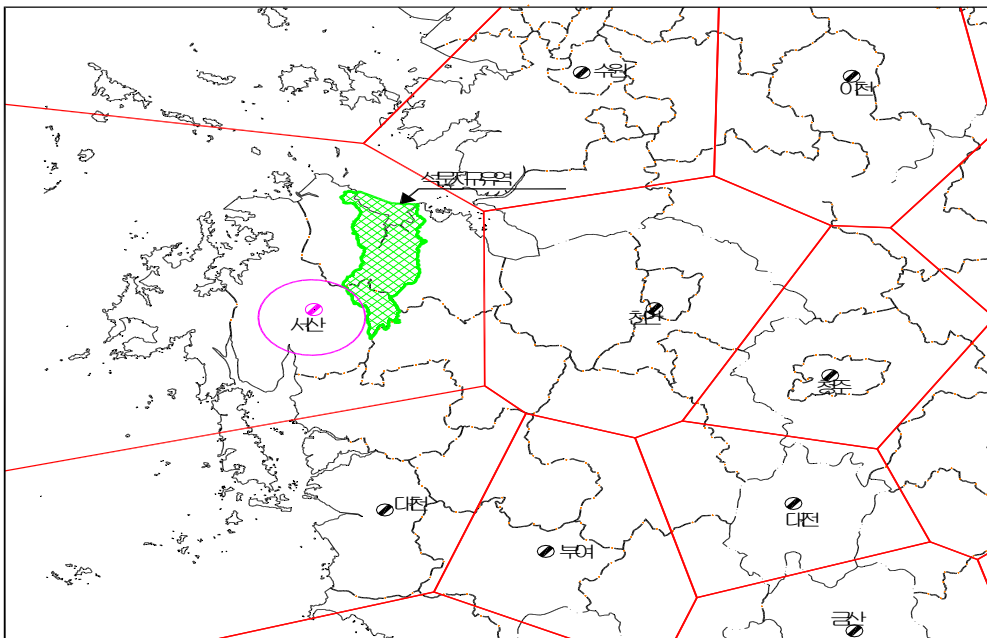
① 강우관측소 현황

본 지구 유역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 서산관측소, 궁평관측소, 수원관측소가 있으며, 가장 인접한 관측소는 서산관측소이므로 수문분석을 위한 강우자료는 서산관측소의 강우자료를 이용하였다. 지구유역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 <표 4-3>과 같으며 티센망은 <그림4-1>과 같다.

<표 4-52> 기상관측소 현황

관측소	관측 종별	위 치			해발고 (EL.m)	관 측 개시일	관 할 관서명	채택
		지 명	경 도	위 도				
서산	T/M	충청남도 서산시 석림동 491-5	126-30	36-46	25.9	1969.1.1	기상청	◎
수원	T/M	경기도 수원시 권선구 서둔동 208-16	126-59	37-16	33.6	1964.1.1	기상청	
궁평	T/M	충청남도 당진군 송악면 궁평리	127-00	36-44	-	1989.1.1	한국농어촌 공사	

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)



<그림 4-7> 기상관측소 지배구역도

② 확률강우량

서산 관측소의 1968년부터 2010년까지 관측된 전체 43개년과 최근 30개년의 강우기록을 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 분석치가 크게 나타나는 서산관측소의 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였으며, 그 결과는 <표 4-8>와 같다.

<표 4-53> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Cho w		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	136.1	142.9	128.2	135.7	129.3	136.7	128.0	135.0	129.3	133.8	130.5	136.7
10	186.5	191.9	187.8	193.4	195.7	203.4	187.5	192.9	188.9	194.1	188.8	192.9
20	203.0	208.0	212.9	217.2	224.4	232.1	213.1	217.8	212.6	219.6	211.3	215.5
30	211.7	216.4	227.3	230.8	240.8	248.6	227.8	232.1	225.8	234.1	223.6	228.1
50	221.7	226.2	245.3	247.7	261.4	269.3	246.3	250.1	242.0	252.1	238.5	243.7
80	230.2	234.4	261.6	262.9	280.2	288.2	263.1	266.5	256.3	268.3	251.6	257.6
100	234.1	238.3	269.6	270.3	289.2	297.2	271.1	274.2	263.2	276.1	257.8	264.4
200	245.5	249.3	293.8	292.7	316.8	324.9	295.8	298.3	283.6	299.6	276.2	284.4
기왕 최대	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5	274.5
채택						◎						

<표 4-54> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Cho w		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	184.4	196.2	168.4	180.6	173.1	185.4	171.0	182.6	166.5	175.0	168.9	179.2
10	268.2	281.7	269.1	282.9	283.7	301.7	269.9	283.4	271.5	283.9	269.7	280.8
20	295.8	309.8	313.9	328.0	331.3	351.8	312.5	326.9	317.4	333.5	314.3	327.6
30	310.1	324.4	340.1	354.2	358.7	380.6	337.1	351.8	343.8	362.4	340.4	355.5
50	326.8	341.4	373.4	387.3	392.9	416.6	367.7	383.1	376.7	398.8	373.4	391.4
80	340.9	355.8	404.1	417.7	424.2	449.6	395.7	411.7	406.4	432.0	403.8	425.0
100	347.6	362.5	419.3	432.8	439.1	465.2	409.0	425.2	421.0	448.3	418.8	441.8
200	366.4	381.7	465.8	478.7	485.1	513.6	450.2	467.2	464.7	497.6	464.8	494.1
기왕 최대	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2	432.2
채택						◎						

<표 4-55> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	10.0	8.6	8.4	8.2	8.2	8.1	8.0	7.9	7.8
20	14.5	12.3	11.9	11.7	11.6	11.4	11.3	11.2	11.0
30	18.1	15.4	14.9	14.7	14.5	14.4	14.2	14.0	13.8
40	21.5	18.5	18.1	17.8	17.6	17.4	17.3	17.1	16.8
50	24.2	20.9	20.3	20.1	19.8	19.6	19.4	19.3	19.0
60	26.0	22.1	21.5	21.1	20.8	20.6	20.4	20.2	19.9
90	31.1	26.2	25.4	25.0	24.6	24.3	24.0	23.7	23.3
120	35.7	29.8	28.7	28.3	27.8	27.4	27.2	26.8	26.3
180	44.6	38.0	36.8	36.2	35.7	35.4	35.0	34.6	34.0
240	51.2	44.6	43.4	42.7	42.3	41.8	41.5	41.1	40.5
360	61.6	53.7	52.3	51.6	50.9	50.5	50.2	49.7	49.0
540	74.3	67.6	66.4	65.9	65.6	65.3	64.7	64.6	64.0
720	83.9	80.7	80.1	79.7	79.6	79.5	79.3	79.2	79.0
900	91.5	89.7	89.5	88.9	89.3	89.0	88.8	88.9	88.8
1080	93.8	92.1	92.2	92.0	92.1	92.4	91.7	91.9	91.5
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-56> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	8.8	7.5	7.3	7.2	7.1	7.0	7.0	6.8	6.8
20	12.7	10.7	10.4	10.3	10.0	9.9	9.9	9.7	9.6
30	15.8	13.4	13.0	12.9	12.5	12.5	12.4	12.2	12.0
40	18.8	16.1	15.7	15.6	15.2	15.1	15.1	14.8	14.6
50	21.2	18.2	17.6	17.6	17.1	17.0	16.9	16.7	16.5
60	22.8	19.3	18.6	18.5	18.0	17.9	17.8	17.5	17.3
90	27.3	22.8	22.0	21.9	21.3	21.1	21.0	20.5	20.3
120	31.3	25.9	24.9	24.8	24.0	23.8	23.7	23.2	22.9
180	39.1	33.1	31.9	31.8	30.9	30.7	30.5	29.9	29.6
240	44.8	38.8	37.6	37.4	36.5	36.3	36.2	35.6	35.3
360	53.9	46.8	45.4	45.2	44.0	43.8	43.8	43.0	42.6
540	65.0	58.8	57.6	57.8	56.7	56.7	56.5	55.9	55.8
720	73.4	70.3	69.5	69.9	68.8	69.0	69.2	68.5	68.8
900	80.1	78.1	77.7	77.9	77.2	77.2	77.4	76.9	77.3
1080	82.0	80.2	80.0	80.7	79.6	80.2	80.0	79.5	79.7
1440	87.5	87.1	86.8	87.7	86.4	86.8	87.2	86.5	87.1

<표 4-57> 빈도별 시간별 2일 강우량

시간 (분)	빈도별강우량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	13.7	17.5	19.4	20.5	21.9	23.2	23.7	25.7	21.4
20	19.8	25.0	27.7	29.1	31.1	32.9	33.7	36.4	30.2
30	24.7	31.3	34.7	36.5	39.0	41.4	42.2	45.6	37.9
40	29.4	37.7	41.9	44.2	47.3	50.1	51.3	55.5	46.1
50	33.1	42.5	47.2	49.9	53.3	56.5	57.7	62.5	52.0
60	35.6	45.0	49.8	52.5	56.1	59.4	60.7	65.6	54.5
90	42.6	53.4	58.9	62.0	66.2	70.0	71.4	77.1	64.0
120	48.8	60.6	66.7	70.3	74.9	79.1	80.8	87.0	72.1
180	61.0	77.3	85.3	90.1	96.2	101.9	103.9	112.5	93.4
240	70.0	90.6	100.6	106.2	113.8	120.6	123.4	133.7	111.2
360	84.2	109.2	121.5	128.2	137.0	145.5	149.1	161.5	134.4
540	101.6	137.4	154.2	163.9	176.7	188.2	192.4	209.9	175.8
720	114.7	164.1	185.9	198.1	214.5	229.0	235.6	257.3	216.8
900	125.1	182.5	207.8	221.0	240.4	256.5	263.8	288.8	243.7
1,080	128.1	187.3	213.9	228.7	248.1	266.2	272.6	298.6	251.3
1,440	136.7	203.4	232.1	248.6	269.3	288.2	297.2	324.9	274.5
2,880	185.4	301.7	351.8	380.6	416.6	449.6	465.2	513.6	432.2

3. 설계홍수량 산정

이원지구 배수갑문(4.0m×3.0m×6련)을 통하여 내부구역의 빈도별 2일 연속 홍수유입량을 서해바다에 배제함으로서 농경지 침수피해를 방지하기 위한 배수갑문능력검토를 하였으며, 이원지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년) 산정은 한국농어촌공사에서 개발한 RMS(River Modeling System)을 이용하여 산정하였다.

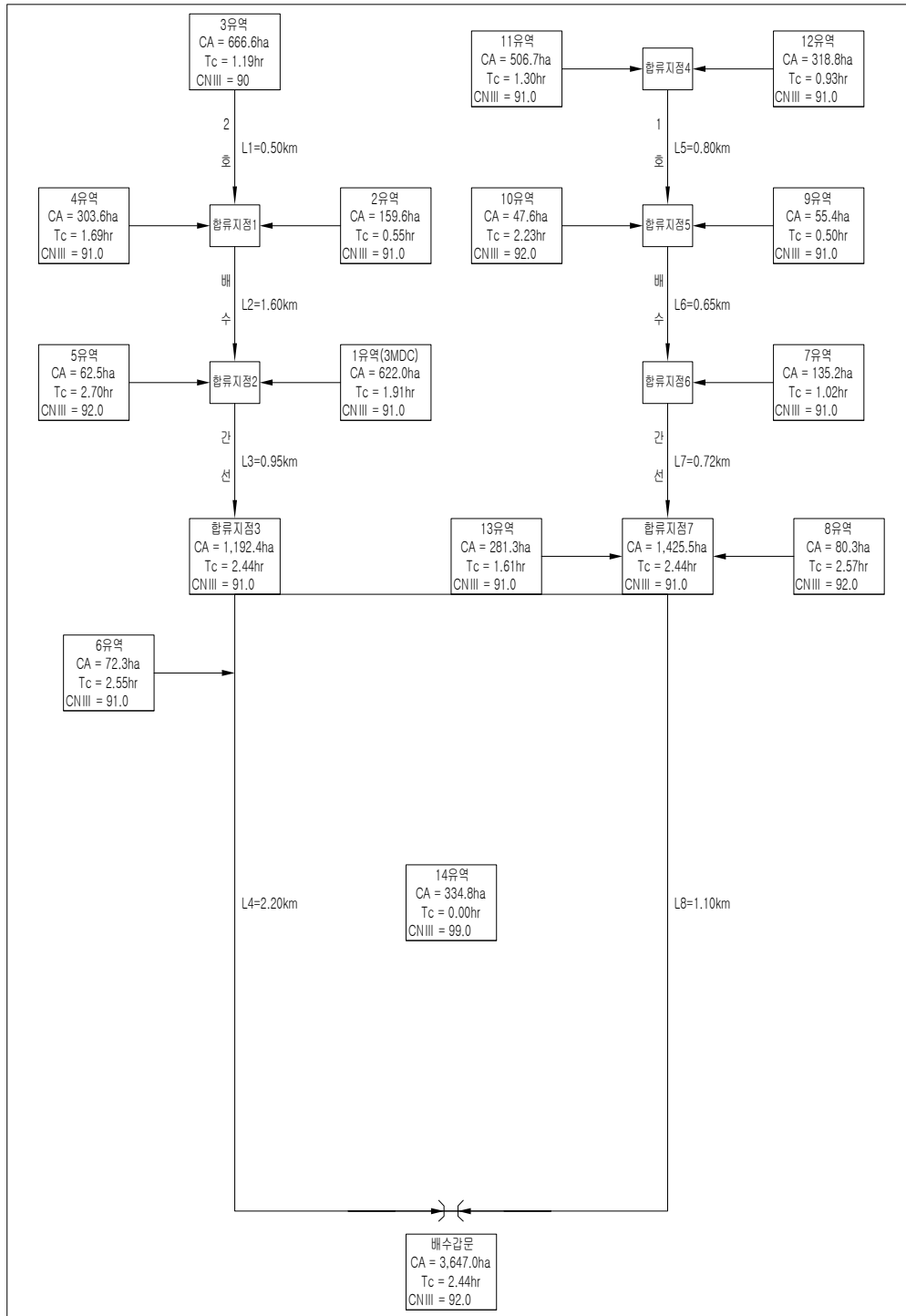
① 설계홍수량 산정

이원지구 침수안전지역 설정을 위한 홍수량은 전체구역(배수갑문 지점)면적 3,647.0ha 중 A구역(1MDC) 구역면적 1,425.5ha, B구역(2MDC) 구역면적 1,192.4ha, C구역(3MDC) 구역면적 622.0ha, D구역(⑥구역) 구역면적 72.3ha의 빈도별 2일 연속 홍수유입량(20, 30, 50, 80, 100년)을 RMS를 이용하여 배수갑문 능력검토에 의해 각 구역의 홍수위를 추적하여 침수안전지역을 설정하는데 목적이 있으며 각 구역별 홍수유입량 산정 내용은 <표4-61>과 같다.

<표 4-58> 이원지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체구역	195.0	209.0	227.0	243.3	251.2	배수갑문지점
1MDC	73.8	79.3	86.3	92.6	95.7	⑦,⑧,⑨,⑩,⑪,⑫,⑬구역
2MDC	61.8	66.4	72.3	77.6	80.1	②,③,④,⑤구역
3MDC	35.1	37.8	41.2	44.4	45.9	①구역
①구역	35.1	37.8	41.2	44.4	45.9	
②구역	13.4	14.6	16.2	17.2	18.3	
③구역	40.6	44.1	48.6	52.7	54.7	
④구역	18.1	19.5	21.4	23.1	23.9	
⑤구역	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	논구역
⑥구역	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5	논구역
⑦구역	9.5	10.3	11.4	12.4	12.9	
⑧구역	2.1	2.2	2.4	2.6	2.7	논구역
⑨구역	5.0	5.4	6.0	6.5	6.8	
⑩구역	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	논구역
⑪구역	31.9	34.5	37.8	40.9	42.4	
⑫구역	22.5	24.4	26.8	29.1	30.1	
⑬구역	17.0	18.4	20.1	21.7	22.5	
⑭구역	-	-	-	-	-	

<표 4-59> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도



② 유달시간 계산

한 유역으로부터의 유출은 유역특성의 영향을 받는다. 유역특성은 일반적으로 유역면적, 유역의 경사, 유역형상, 유로에서의 단면 형상 등의 유로특성 등을 의미한다. 이러한 요소들은 유역내에 내린 강우가 특정 지점까지 도달하는데 걸리는 시간을 결정지으며 침투유출량의 크기를 결정하게 된다. 이와같이 유역의 가장 먼지점으로부터 유역출구까지 도달하는데 소요되는 시간을 도달시간 또는 유달시간이라 하며 일반적으로 유역의 특성인자와 도달시간의 경험공식에 의한 산정하는 것이 보통이다.

금회 분석에서는 유달시간의 산정을 위하여 California도로국 공식을 사용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

여기서 L : 유역의 유로장 (km)

ΔH : 유역의 평균고도 (m)

유역의 평균고도는 경사자승법에 의거 산출하였으며 산출식은 다음과 같다.

$$\Delta H = S \times L$$

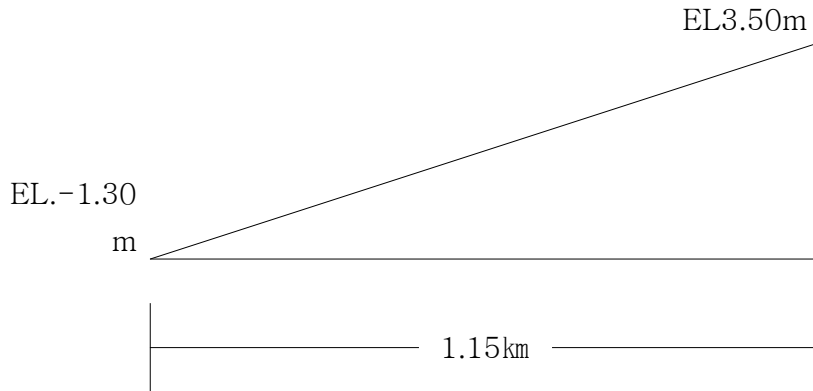
$$\text{단, } S = \left[\frac{\sum l_i}{\sum (l_i) / \sqrt{S_i}} \right]^2$$

여기서 l_i : 구간별 유로장 (km)

S_i : 구간별 경사도 (구간별 표고차/구간별 유로장)

유역만 있는 경우 : 유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <표4-63>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.

<표 4-60> 논유역 표고별 유로장



논 유역

$$T_{cp} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4 \text{min} = 0.49 \text{hr}$$

$$T_{cc} = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4 \text{min} = 1.10 \text{hr}$$

$$T_c = T_{cp} + T_{cc} = 1.59 \text{hr}$$

여기서, T_{cp} (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_{cc} (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표현된다.

$$\text{논 유역 유달시간}(T_c) = 0.49 \text{hr} + \text{논 구획 유달시간}(\text{hr})$$

배수로 평균허용유속공식 (평야부 배수로 적용) : 배수로의 허용평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이면 된다. 따라서 유속은 $V=0.70\text{m/s} \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공단면인 경우)로 계산하고, 환경블록 및 콘크리트 개거 등의 구

간은 최대허용평균유속 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 계산한다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

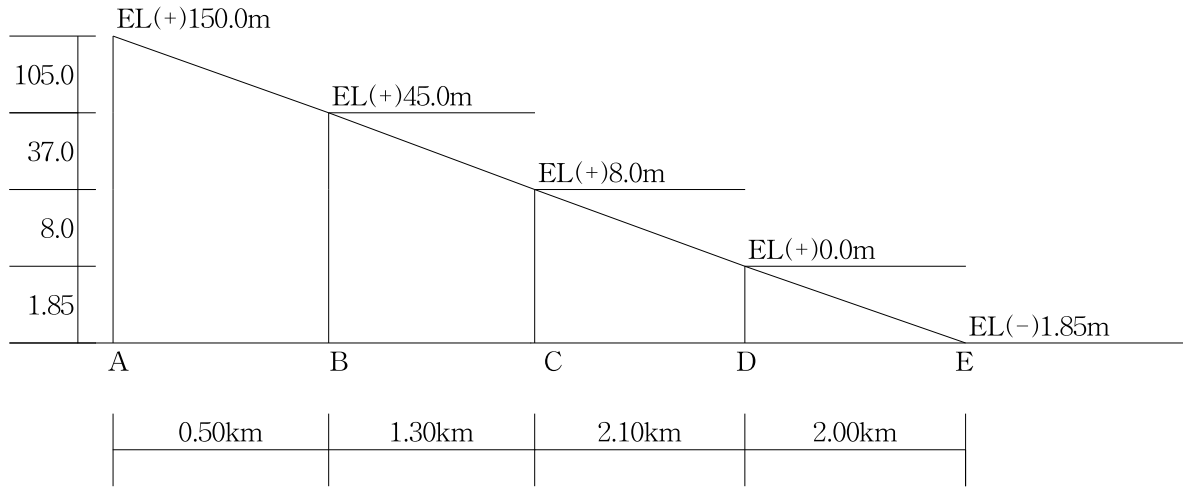
여기서 T_c : 유달시간(hr)

L : 배수로연장 (m)

V : 홍수시 허용평균 최대유속 (m/s)

전체유역 유달시간 (Tc)계산 (2MDC)

<표 4-61> 이원 2MDC유역 경사도



2MDC 유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-62> 이원 2MDC유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		150.00					
B	0.50	45.00	105.00	210.00	14.491	0.0345	
C	1.30	8.00	37.00	28.462	5.335	0.245	
D	2.10	0.00	8.00	3.810	1.952	1.076	
E	2.00	-1.85	1.85	0.925	0.962	2.079	
계	5.90					3.4345	

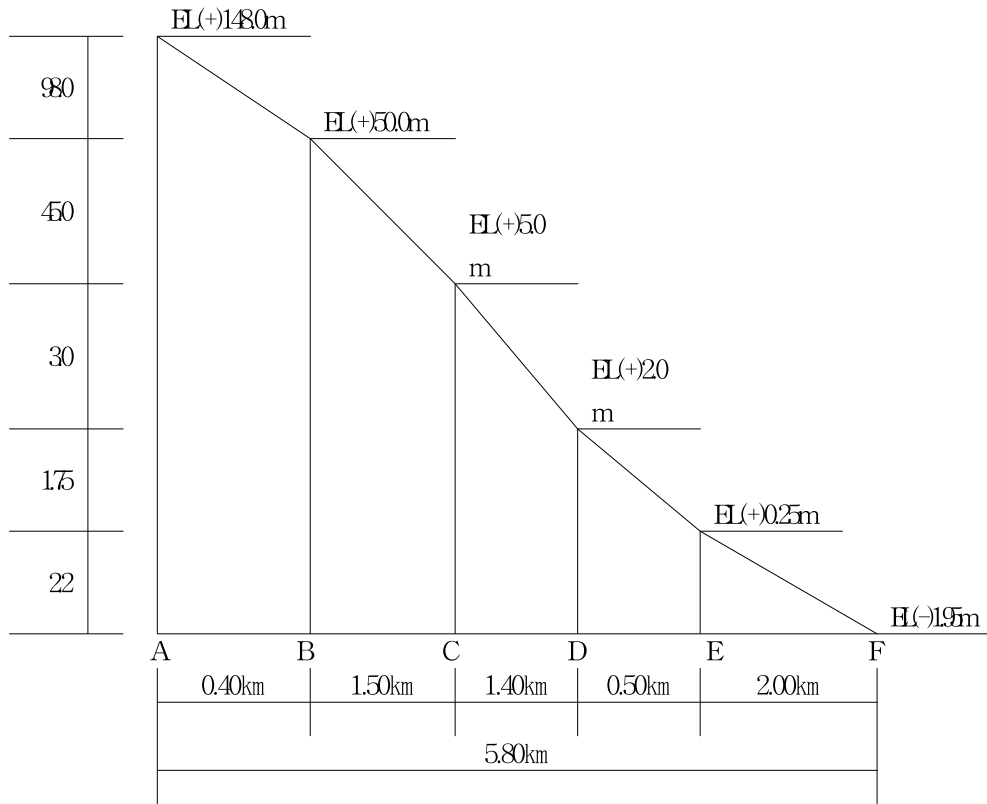
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{5.90}{3.4345} \right)^2 = 2.951 \text{ (m/km)}$$

$$\Delta H = li \times S = 5.90 \times 2.951 = 17.4109 \text{ (m)}$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.90^3}{17.4109} \right\}^{0.385} = 2.44(\text{hr})$$

1호 배수간선 유달시간 (Tc) 계산

<표 4-63> 이원 1호 배수간선 경사도



①유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-64> 이원 1호 배수간선 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		148.00					
B	0.40	50.00	98.00	245.00	15.652	0.025	
C	1.50	5.00	45.00	30.00	5.477	0.274	
D	1.40	2.00	3.00	2.143	1.464	0.956	
E	0.50	0.25	1.75	3.50	1.871	0.267	
F	2.00	-1.95	2.20	1.10	1.048	1.908	
계	5.80					3.430	

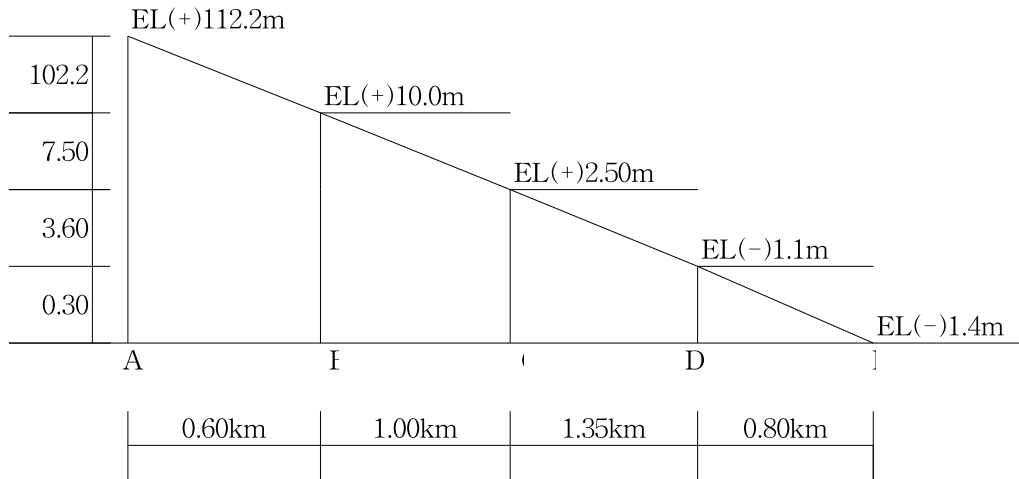
$$S = \left\{ \frac{\Sigma li}{\Sigma li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{5.80}{3.430} \right)^2 = 2.859(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 5.80 \times 2.859 = 16.582(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.80^3}{16.582} \right\}^{0.385} = 2.44(\text{hr})$$

○ ①유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-65> 이원 ①유역 경사도



○ ①유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-66> 이원 ①유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		112.20					
B	0.60	10.00	102.20	170.333	13.051	0.046	
C	1.00	2.50	7.50	7.50	2.739	0.365	
D	1.35	(-)1.10	3.60	2.769	1.664	0.781	
E	0.80	(-)1.40	0.30	0.375	0.612	1.307	
계	3.70					2.499	

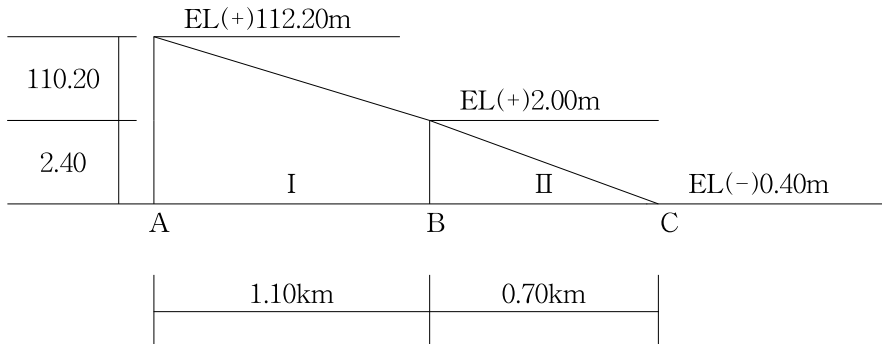
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{3.70}{2.499} \right)^2 = 2.192(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 3.70 \times 2.192 = 8.11(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.70^3}{8.11} \right\}^{0.385} = 1.91(\text{hr})$$

○ ②유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-67> 이원 ②유역 경사도



○ ②유역 홍수도달시간(Tc) 계산

<표 4-68> 이원 ②유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		112.20					
B	1.10	2.00	110.20	100.181	10.009	0.111	
C	0.70	(-)0.40	2.40	3.428	1.851	0.378	
계	1.80					0.489	

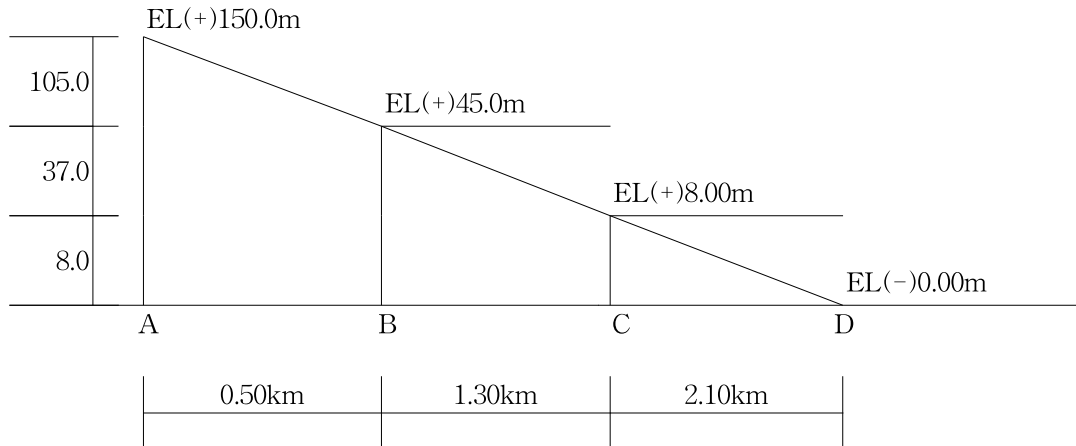
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{1.80}{0.489} \right)^2 = 13.549(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 1.80 \times 13.549 = 24.388(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.80^3}{24.388} \right\}^{0.385} = 0.55(\text{hr})$$

○ ③유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-69> 이원 ③유역 경사도



○ ③유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-70> 이원 ③유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		150.00					
B	0.50	45.00	105.00	210.000	14.491	0.0345	
C	1.30	8.00	37.00	28.462	5.335	0.2436	
D	2.10	0.00	8.00	3.809	1.957	1.073	
계	3.90					1.3511	

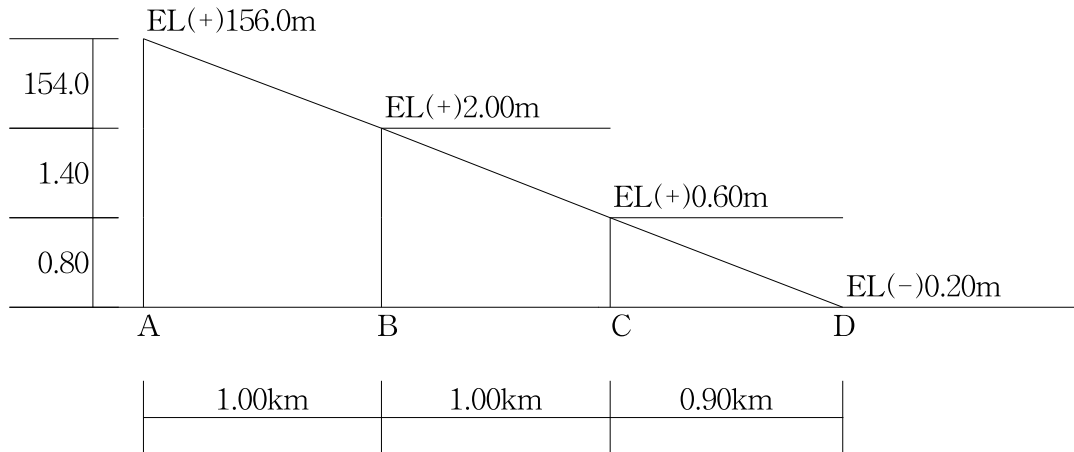
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{3.90}{1.3511} \right)^2 = 8.332(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 3.90 \times 8.332 = 32.495(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.90^3}{32.495} \right\}^{0.385} = 1.19(\text{hr})$$

○ ④유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-71> 이원 ④유역 경사도



○ ④유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-72> 이원 ④유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		156.0					
B	1.00	2.00	154.0	154.0	12.409	0.080	
C	1.00	0.60	1.40	1.40	1.183	0.845	
D	0.90	(-)0.20	0.80	0.888	0.942	0.955	
계	2.90					1.880	

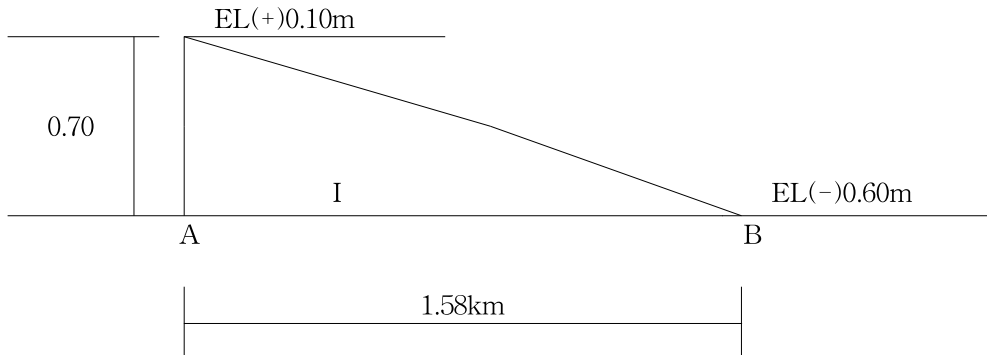
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{2.90}{1.88} \right)^2 = 2.379(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 2.90 \times 1.88 = 5.452(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.90^3}{5.452} \right\}^{0.385} = 1.69(\text{hr})$$

○ ⑤유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-73> 이원 ⑤유역 경사도



○ ⑤유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 배수로 유달시간

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 1580)^{0.467}}{0.0004^{0.234}} = \frac{21.169}{0.16028} = 132.07(\text{min}) = 2.20(\text{hr})$$

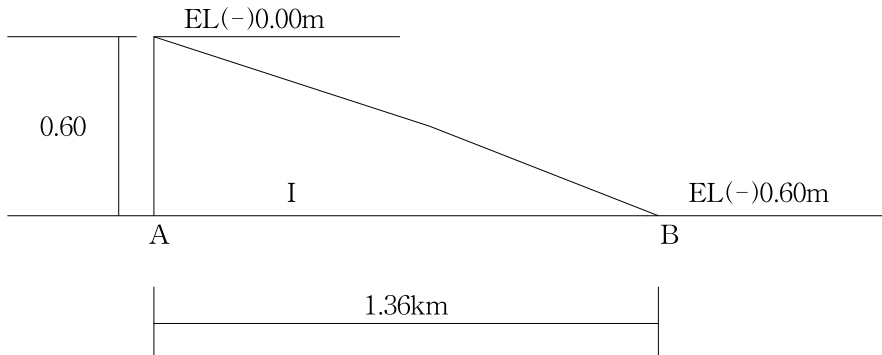
- 논유역 유달시간(Tc2)계산

$$Tc2 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 150)^{0.467}}{0.002^{0.234}} = \frac{7.0498}{0.2335} \approx 30.19(\text{min}) \approx 0.50(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 2.20 + 0.50 = 2.70(\text{hr})$$

○ ⑥유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-74> 이원 ⑥유역 경사도



○ ⑥유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 배수로 유달시간

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 1.360)^{0.467}}{0.0004^{0.234}} = \frac{19.738}{0.16028} = 123.14(\text{min}) = 2.05(\text{hr})$$

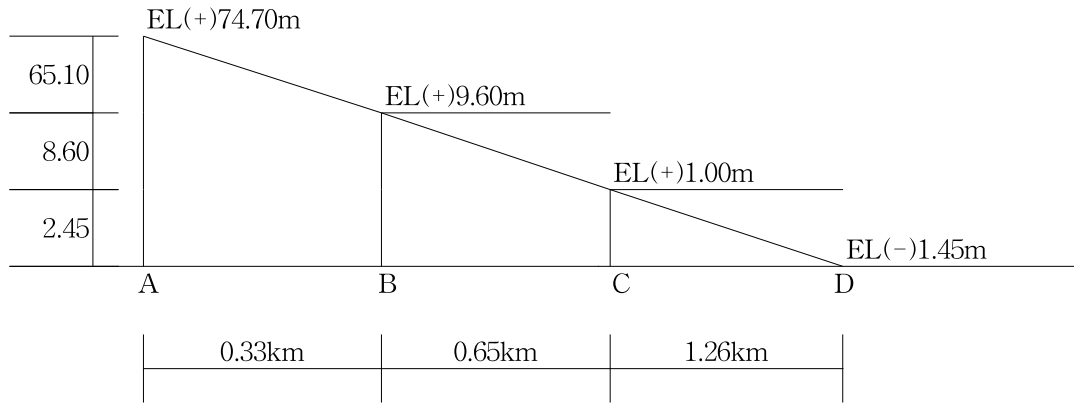
- 논유역 유달시간(Tc2)계산

$$Tc2 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 150)^{0.467}}{0.002^{0.234}} = \frac{7.0498}{0.2335} \approx 30.19(\text{min}) \approx 0.50(\text{hr})$$

∴ Tc=Tc1+Tc2=2.05+0.50=2.55(hr)

○ ㉞구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-75> 이원 ㉞구역 경사도



○ ㉞구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-76> 이원 ㉞구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		74.70					
B	0.33	9.60	65.10	197.272	14.045	0.0234	
C	0.65	1.00	8.60	13.23	3.637	0.1788	
D	1.26	(-)1.45	2.45	1.944	1.394	0.9038	
계	2.24					1.106	

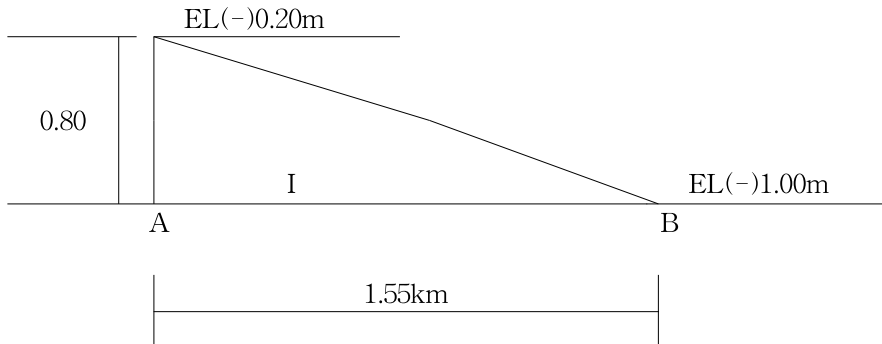
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{2.24}{1.106} \right)^2 = 4.102(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 2.24 \times 4.10 = 9.184(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.24^3}{9.184} \right\}^{0.385} = 1.02(\text{hr})$$

○ ⑧유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-77> 이원 ⑧유역 경사도



○ ⑧유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 배수로 유달시간

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 1.550)^{0.467}}{0.0005^{0.234}} = \frac{20.981}{0.16887} = 124.24(\text{min}) = 2.07(\text{hr})$$

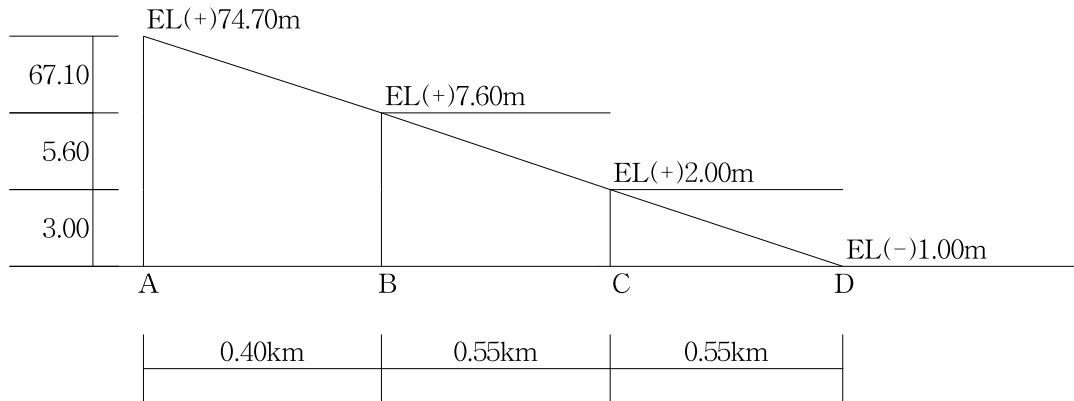
- 논유역 유달시간(Tc2)계산

$$Tc2 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 150)^{0.467}}{0.002^{0.234}} = \frac{7.0498}{0.2335} \approx 30.19(\text{min}) \approx 0.50(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 2.07 + 0.50 = 2.57(\text{hr})$$

○ ㉑유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-78> 이원 ㉑유역 경사도



○ ㉑유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-79> 이원 ㉑유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		74.70					
B	0.40	7.60	67.10	167.75	12.951	0.0308	
C	0.55	2.00	5.60	10.181	3.190	0.1724	
D	0.55	(-)1.00	3.00	5.454	2.335	0.2355	
계	1.50					0.4387	

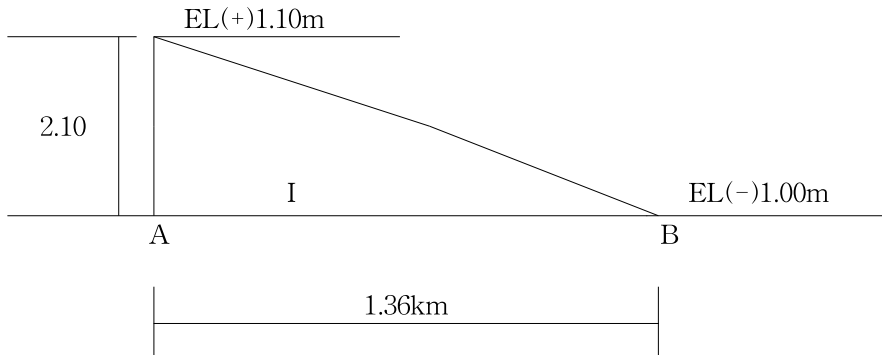
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{1.50}{0.4387} \right)^2 = 11.69(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 1.50 \times 11.69 = 17.535(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.50^3}{17.535} \right\}^{0.385} = 0.50(\text{hr})$$

○ ⑩유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-80> 이원 ⑩유역 경사도



○ ⑩유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 배수로 유달시간

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 1500)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = \frac{20.662}{0.1986} = 104.03(\text{min}) = 1.73(\text{hr})$$

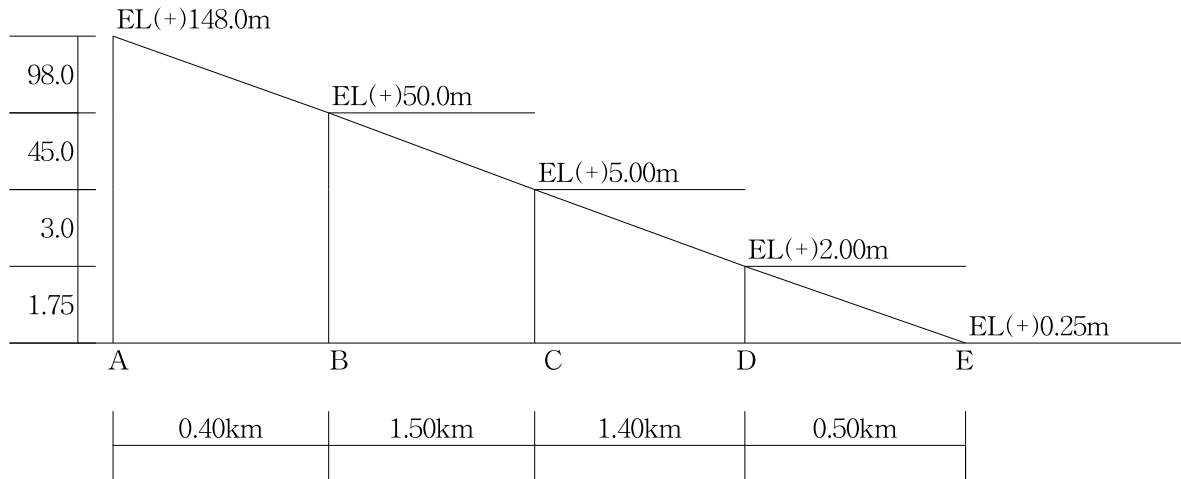
- 논유역 유달시간(Tc2)계산

$$Tc2 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 150)^{0.467}}{0.002^{0.234}} = \frac{7.0498}{0.2335} \approx 30.19(\text{min}) \approx 0.50(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 1.73 + 0.50 = 2.23(\text{hr})$$

○ ⑪유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-81> 이원 ⑪유역 경사도



○ ⑪유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-82> 이원 ⑪유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		148.00					
B	0.40	50.00	98.00	245.00	15.652	0.025	
C	1.50	5.00	45.00	30.00	5.477	0.274	
D	1.40	2.00	3.00	2.143	1.462	0.957	
E	0.50	0.25	1.75	3.50	1.871	0.267	
계	3.80					1.523	

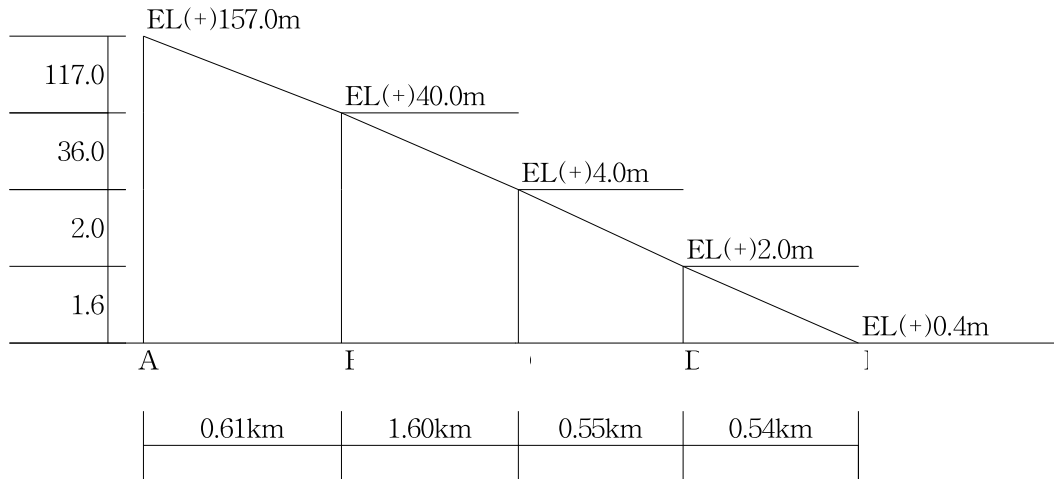
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{3.80}{1.523} \right)^2 = 6.225(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 3.80 \times 6.225 = 23.655(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.80^3}{23.655} \right\}^{0.385} = 1.30(\text{hr})$$

○ ⑫유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-83> 이원 ⑫유역 경사도



○ ⑫유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-84> 이원 ⑫유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		157.0					
B	0.61	40.0	117.0	191.803	13.849	0.044	
C	1.60	4.00	36.0	22.500	4.743	0.337	
D	0.55	2.00	2.0	3.636	1.907	0.288	
E	0.54	0.40	1.6	2.963	1.721	0.313	
계	3.30					0.982	

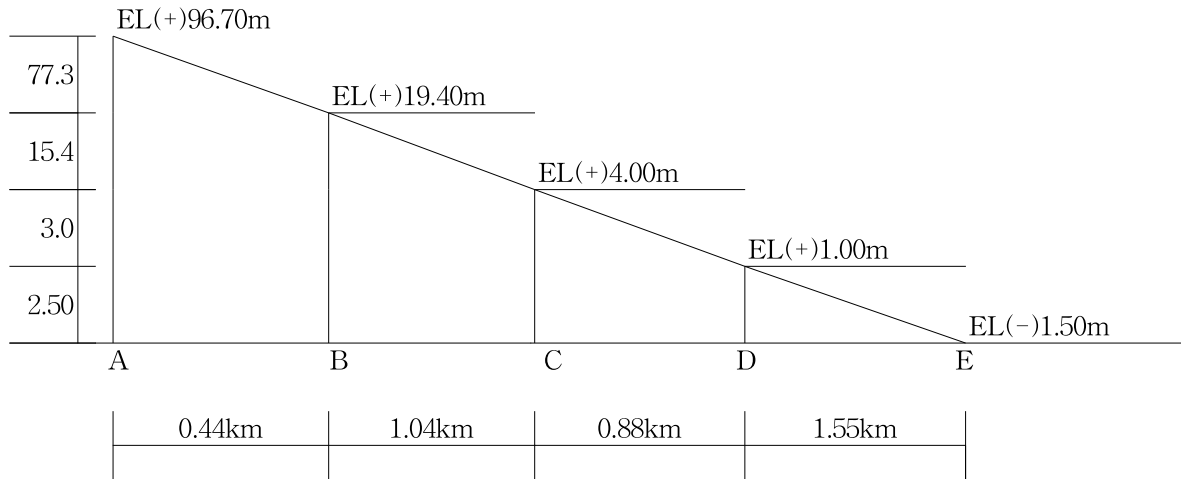
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{3.30}{0.982} \right)^2 = 11.292(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 3.30 \times 11.292 = 37.263(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.30^3}{37.263} \right\}^{0.385} = 0.93(\text{hr})$$

○ ⑬유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-85> 이원 ⑬유역 경사도



○ ⑬유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-86> 이원 ⑬유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		96.70					
B	0.44	19.40	77.3	175.682	13.254	0.033	
C	1.04	4.00	15.40	14.808	3.848	0.270	
D	0.88	1.00	3.00	3.409	1.846	0.476	
E	1.55	(-)1.50	2.50	1.613	1.270	1.220	
계	3.91					1.999	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{3.91}{1.999} \right)^2 = 3.825(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 3.91 \times 3.825 = 14.955(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.91^3}{14.955} \right\}^{0.385} = 1.61(\text{hr})$$

③ 유출곡선지수 산출

유출량 자료가 없는 경우에는 유역의 토양특성과 식생피복상태 등에 대한 상세한 자료만으로도 총우량으로부터 초과강우량을 산정할 수 있는 SCS 방법이 미계측 유역의 유출량 산정에 널리 사용되고 있다.

SCS방법에서는 유출량의 크기에 직접적으로 영향을 미치는 인자로서 유역을 형성하고 있는 토양의 종류와 토지이용 혹은 식생피복의 종류, 처리상태 및 토양의 수문학적인 조건 등을 고려하여 이들 인자들이 직접유출에 미치는 복합적인 영향을 양적으로 표시하고자 하였으며 강우가 있기 이전의 선행토양함수조건도 고려하였다. SCS에서는 이들 토양형, 토지이용, 처리상태 및 토양조건에 따라 총우량으로부터 유역의 잠재유출능력을 표시하는 유출곡선지수(runoff Curve Number, CN)를 정의함으로써 유출에 이들이 미치는 영향을 간접적으로 고려하게 된다.

소유역별로 토양형, 토지이용, 수문학적인 침투조건을 고려하여 유출곡선지수(CN)를 산출한 자세한 내역은 <표4-90~94>와 같다.

<표 4-87> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)

지점 별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
전체 유역 (배수 갑문)	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=81.5
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=92.0
	호				100	
	계					

<표 4-88> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출 곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
⑦,⑧,⑨ ⑩,⑪,⑫ ⑬ 유역합 (1MDC)	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=79.8
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
②,③ ④,⑤ 유역합 (2MDC)	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=79.2
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
①유역 (3MDC)	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=80.3
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
②유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=79.8
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					

<표 4-88> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출 곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
③유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=78.8
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=90.0
	호				100	
	계					
④유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=80.1
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
⑤유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=81.2
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=92.0
	호				100	
	계					
⑥유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=79.7
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					

<표 4-88> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출 곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
⑦유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=80.5
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
⑧유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=81.2
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=92.0
	호				100	
	계					
⑨유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=79.4
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
⑩유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=82.2
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=92.0
	호				100	
	계					

<표 4-88> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출 곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
⑪유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=79.2
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
⑫유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=78.8
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
⑬유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=80.1
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=91.0
	호				100	
	계					
⑭유역	답	SR	Poor	C	84	
	답	C&T	Poor	C	80	
	전	C	Poor	C	79	CNⅡ=98.9
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ=99.0
	호				100	
	계					

<표 4-89> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역

① 지점별	② 토 지 이 용	③ 피복처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토양군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역 면적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNⅡ&Ⅲ)
⑦지점 (검암천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	60	5,280	CNⅡ=77.5 CNⅢ=89.0
	답	C&T	Poor	C	80	530	42,400	
	전	C	Poor	C	80	120	9,600	
	임		Poor	C	77	7,581	583,737	
	대			C	82	10	820	
	호				100	50	5,000	
	계					8,351	646,837	
⑥지점 (용연천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	350	30,800	CNⅡ=77.8 CNⅢ=89.0
	답	C&T	Poor	C	80	500	40,000	
	전	C	Poor	C	80	160	12,800	
	임		Poor	C	77	9,014	694,078	
	대			C	82	120	9,840	
	호				100	80	8,000	
	계					10,224	795,518	
⑤지점 (당진천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	1,300	114,400	CNⅡ=78.5 CNⅢ=89.0
	답	C&T	Poor	C	80	2,000	160,000	
	전	C	Poor	C	80	200	16,000	
	임		Poor	C	77	13,192	1,015,784	
	대			C	82	200	16,400	
	호				100	200	20,000	
	계					17,092	1,342,584	
④지점 (보덕교 합류점)	답	SR	Poor	C	88	1,900	167,200	CNⅡ=79.0 CNⅢ=90.0
	답	C&T	Poor	C	80	3,000	240,000	
	전	C	Poor	C	80	220	17,600	
	임		Poor	C	77	13,987	1,076,999	
	대			C	82	380	31,160	
	호				100	360	36,000	
	계					8,351	646,837	

<표 4-89> 유출곡선지수(CNIII) 산출내역(계속)

① 지점별	② 토지 이용 상태	③ 피복처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토양 군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역 면적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNII&III)
③지점 (백석천 합류점)	답	SR	Poor	C	88	2,200	193,600	CN II =79.3
	답	C&T	Poor	C	80	3,800	304,000	
	전	C	Poor	C	80	240	19,200	
	임		Poor	C	77	14,787	1,138,599	CN III =90.0
	대			C	82	420	34,440	
	호				100	520	52,000	
	계					23,887	1,907,078	
②지점 (3호 배수문)	답	SR	Poor	C	88	2,319	204,072	CN II =79.8
	답	C&T	Poor	C	80	4,120	329,600	
	전	C	Poor	C	80	180	14,400	
	임		Poor	C	77	15,678	1,207,206	CN III =91.0
	대			C	82	400	32,800	
	호				100	1,190	119,000	
	계					25,217	2,012,577	
①지점 (배수갑 문 합류점)	답	SR	Poor	C	88	2,319	204,072	CN II =79.8
	답	C&T	Poor	C	80	4,265	341,200	
	전	C	Poor	C	80	262	20,960	
	임		Poor	C	77	16,609	1,278,893	CN III =91.0
	대			C	82	486	39,852	
	호				100	1,276	127,600	
	계					0	0	

4. 홍수위 추적

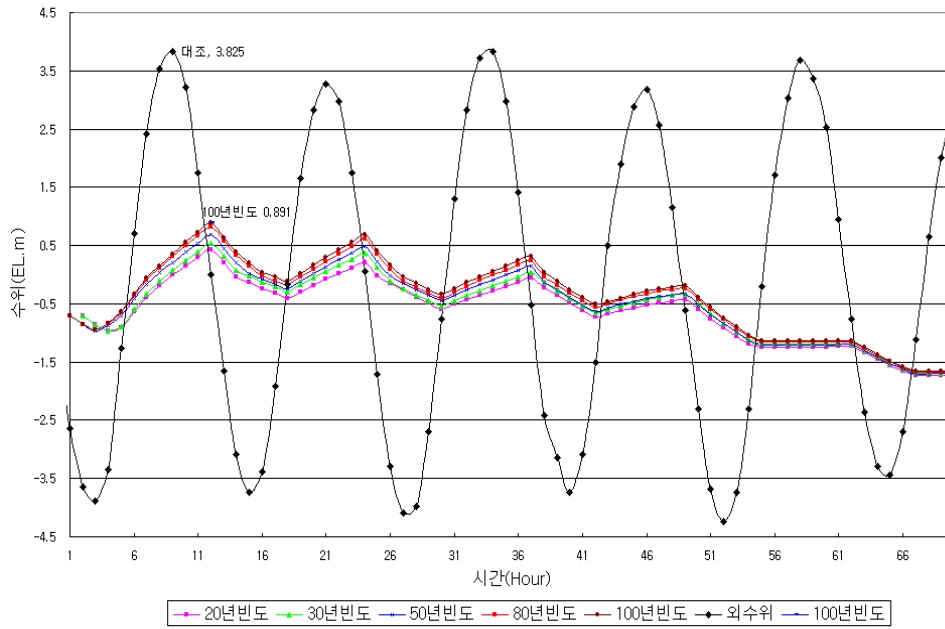
이원지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 이원지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 3,647ha의 빈도별 홍수유입량을 RMS로 산정하고, 당초 간척농지 설계당시(1999.06)의 내용적과 실측된 조위자료를 활용하여 배수갑문 능력검토한 결과 <표4-95>과 같이 이원지구 담수호 빈도별 홍수위를 추적한 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었다.

이원지구 배수갑문(4.0m×3.0m×6련, Sill표고 EL(-)3.00m) 능력검토의 제1안은 관리수위 EL(-)0.70m를 최초내수위로 하여 분석한 (안)과, 제2안은 사수위 EL(-)2.00m를 최초내수위로 하는 2개안을 비교 검토한 결과 제1안은 유지관리가 간편하고 비용이 절감되며, 제2안은 유지관리가 불리하고 비용이 과다하게 소요되어 제1안인 관리수위(EL(-)0.70m)를 최초내수위로 채택하여 빈도별 홍수위를 추적하였다.

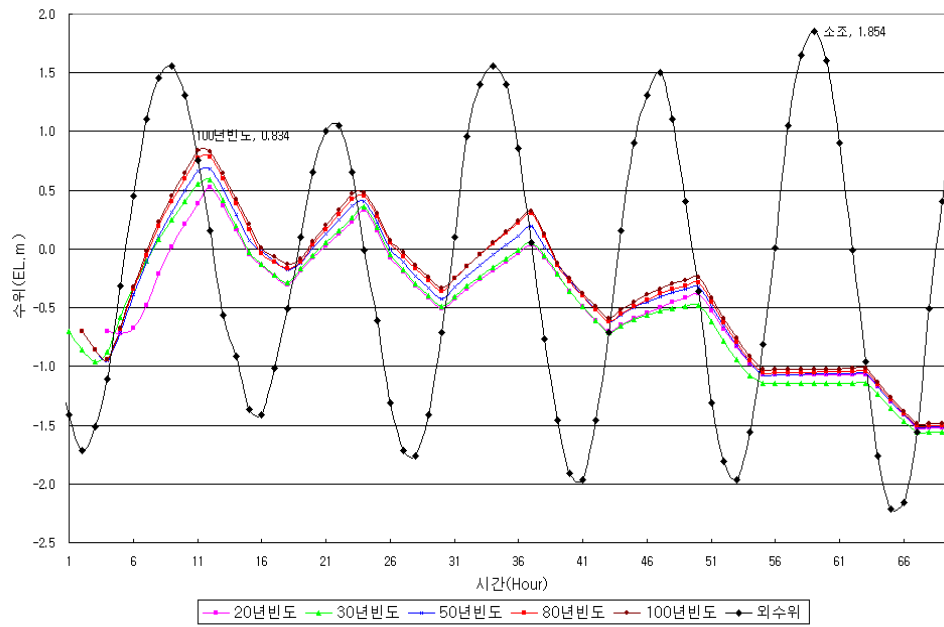
<표 4-90> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구 분		조 위	빈 도 별 홍 수 위 (EL.m)					채 택	비 고
			20년	30년	50년	80년	100년		
제1 안	최초내수위 : EL(-)0.70m (관리수위)	소 조	0.526	0.588	0.683	0.782	0.834	◎	제한내수위 : EL(-)3.00m
		대 조	0.429	0.542	0.689	0.826	0.891		
제2 안	최초내수위 : EL(-)2.00m (사수위)	소 조	0.017	0.167	0.348	0.509	0.515		제한내수위 : EL(-)3.00m
		대 조	-0.090	0.096	0.272	0.350	0.389		

<그림 4-9> 홍수위 추적결과(대조, 최초내수위 : EL(-)0.70m)



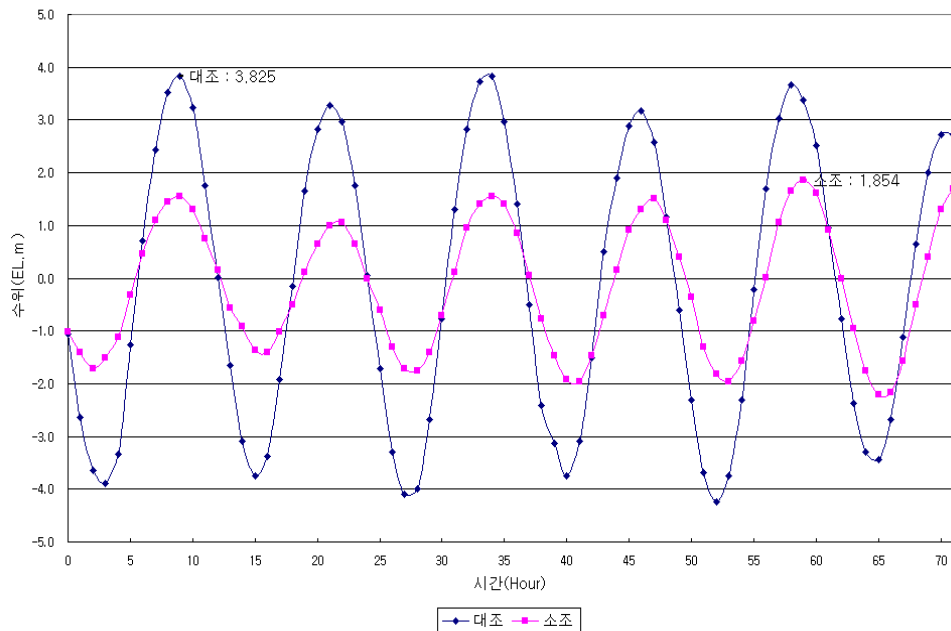
<그림 4-10> 홍수위 추적결과(소조, 최초내수위 : EL(-)0.70m)



① 조위관측자료 설정

이원지구내 조위관측자료는 이원지구 방조제 최종체절 완료 후(1998.04.26 ~1998.05.26, 31일간) 방조제 시점부 민어도 선착장에서 측정한 조위관측자료 중 대조 및 소조시의 자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며, 조위관측자료 결과를 요약하면 <표4-96>과 같다.

<그림 4-11> 조위관측자료



<표 4-91> 조위관측자료

대 조					소 조				
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
0.00	-1.062	36.00	1.404		0.00	-1.012	36.00	0.854	
1.00	-2.638	37.00	-0.512		1.00	-1.412	37.00	0.054	
2.00	-3.638	38.00	-2.412		2.00	-1.712	38.00	-0.762	
3.00	-3.888	39.00	-3.138		3.00	-1.512	39.00	-1.462	
4.00	-3.338	40.00	-3.738		4.00	-1.112	40.00	-1.912	
5.00	-1.262	41.00	-3.088		5.00	-0.312	41.00	-1.962	
6.00	0.704	42.00	-1.512		6.00	0.454	42.00	-1.462	
7.00	2.425	43.00	0.504		7.00	1.104	43.00	-0.712	
8.00	3.525	44.00	1.904		8.00	1.454	44.00	0.154	
9.00	3.825	45.00	2.875		9.00	1.554	45.00	0.904	
10.00	3.225	46.00	3.175		10.00	1.304	46.00	1.304	
11.00	1.754	47.00	2.575		11.00	0.754	47.00	1.504	
12.00	0.004	48.00	1.154		12.00	0.154	48.00	1.104	
13.00	-1.662	49.00	-0.612		13.00	-0.562	49.00	0.404	
14.00	-3.088	50.00	-2.312		14.00	-0.912	50.00	-0.362	
15.00	-3.738	51.00	-3.688		15.00	-1.362	51.00	-1.312	
16.00	-3.388	52.00	-4.238		16.00	-1.412	52.00	-1.812	
17.00	-1.912	53.00	-3.738		17.00	-1.012	53.00	-1.962	
18.00	-0.162	54.00	-2.312		18.00	-0.512	54.00	-1.562	
19.00	1.654	55.00	-0.212		19.00	0.104	55.00	-0.812	
20.00	2.825	56.00	1.704		20.00	0.654	56.00	0.004	
21.00	3.275	57.00	3.025		21.00	1.004	57.00	1.054	
22.00	2.975	58.00	3.675		22.00	1.054	58.00	1.654	
23.00	1.754	59.00	3.375		23.00	0.654	59.00	1.854	
24.00	0.054	60.00	2.525		24.00	-0.012	60.00	1.604	
25.00	-1.712	61.00	0.954		25.00	-0.612	61.00	0.904	
26.00	-3.288	62.00	-0.762		26.00	-1.312	62.00	-0.012	
27.00	-4.088	63.00	-2.362		27.00	-1.712	63.00	-0.962	
28.00	-3.988	64.00	-3.288		28.00	-1.762	64.00	-1.762	
29.00	-2.688	65.00	-3.438		29.00	-1.412	65.00	-2.212	
30.00	-0.762	66.00	-2.688		30.00	-0.712	66.00	-2.162	
31.00	1.304	67.00	-1.112		31.00	0.104	67.00	-1.562	
32.00	2.825	68.00	0.654		32.00	0.954	68.00	-0.512	
33.00	3.725	69.00	2.004		33.00	1.404	69.00	0.404	
34.00	3.825	70.00	2.725		34.00	1.554	70.00	1.304	
35.00	2.975	71.00	2.725		35.00	1.404	71.00	1.704	

② 담수호 내용적표 작성

이원지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석의 내용적자료는 당초 간척농지 설계시(1999.06) 담수호 준설 후 담수호면적 285ha의 내용적표를 배수갑문 능력검토 입력자료로 이용하였다.

<표 4-92> 이원 담수호 내용적표

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-4.6	-	-	-	-	-	
-4.4	1,193	597	0.2	119	119	
-4.2	8,580	4,887	0.2	977	1,097	
-4.0	16,518	12,549	0.2	2,510	3,606	
-3.8	24,398	20,458	0.2	4,092	7,698	
-3.6	44,974	34,686	0.2	6,937	14,635	
-3.4	90,405	67,690	0.2	13,538	28,173	
-3.2	163,736	127,071	0.2	25,414	53,587	
-3.0	1,127,701	645,719	0.2	129,144	182,731	배수갑문Sill표고
-2.8	1,340,891	1,234,296	0.2	246,859	429,590	
-2.6	1,553,046	1,446,969	0.2	289,394	718,984	
-2.5	1,659,142	1,606,094	0.1	160,609	879,593	
-2.4	1,719,020	1,689,081	0.1	168,908	1,048,501	
-2.2	1,839,676	1,779,348	0.2	355,870	1,404,371	
-2.0	1,959,793	1,899,735	0.2	379,947	1,784,318	사수위
-1.8	2,009,964	1,984,879	0.2	396,976	2,181,294	
-1.6	2,060,232	2,035,098	0.2	407,020	2,588,313	
-1.4	2,124,805	2,092,519	0.2	418,504	3,006,817	
-1.2	2,203,280	2,164,043	0.2	432,809	3,439,625	
-1.0	2,281,524	2,242,402	0.2	448,480	3,888,106	
-0.8	2,403,806	2,342,665	0.2	468,533	4,356,639	
-0.7	2,463,076	2,433,441	0.1	243,344	4,599,983	관리수위
-0.6	2,489,536	2,476,306	0.1	247,631	4,847,613	
-0.4	2,543,193	2,516,365	0.2	503,273	5,350,886	
-0.2	2,597,637	2,570,415	0.2	514,083	5,864,969	
0.0	2,653,123	2,625,380	0.2	525,076	6,390,045	
0.5	2,746,424	2,699,774	0.5	1,349,887	7,739,932	
1.0	2,820,371	2,783,398	0.5	1,391,699	9,131,631	
1.5	2,837,582	2,828,977	0.5	1,414,488	10,546,119	

제3절 부사간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

본 지구의 주하천인 웅천천은 부여군 외산면과 청양군 남양면의 경계지점인 해발 624m의 성태산을 경계로 하여 서쪽은 웅천읍 진미산(329m), 옥마산(597m), 성주산(677m), 북쪽은 문봉산(632m)을 유역경계로 하고 동쪽은 부여군 외산면과 은산면을 경계로 해발 200m에서 600m에 이르는 수많은 산 능선을 따라 서천군 서면의 해안선을 거쳐 부사 담수호까지 이어지는 유역면적 28,867ha의 하천으로, 그 본류는 해발 624m의 성태산에서 발원하여 웅천천 계곡을 따라 경사 1/100 ~ 1/700의 급한 하상구배로, 수개의 크고 작은 하천들이 본류인 웅천천에 합류되어 계속 유하하다가 부사 담수호에 유입, 배수갑문을 통해 서해바다로 방류되는 유로장 30.7km의 지방2급 하천이다.

지구의 유역은 유로장에 비해 유역평균폭이 7.2km로 좁은 장방형의 형상이며, 유역 상류부 산간지에는 수많은 탄광들이 산재하여 탄광업이 발달하고 있으며, 하류부로 내려오면서 기설 농경지가 분포하고 있고, 웅천천 하구에는 간척농지가 잘 개발되어 있는 실정이다. 유역면적 28,867ha 중 논면적이 15.8%(4,561ha), 전 면적 1.2%(346ha), 산지 67.0%(19,343ha), 기타 16.0%(4,617ha)로 경지 비율이 낮고 대부분이 산지로 형성되어 있으며 산지는 표토층이 얇고, 암반이 덮여있어 해발표고 200m이상의 급경사를 이루고 있으며, 임상은 대부분 칩엽수로서 빈약한 편이다.

따라서 강우로 인한 유역의 유출은 일시에 일어나서 웅천천 하도로 유입하지만, 하도에 유입한 유출량은 웅천천의 긴 유로를 따라 유하하기 때문에 부사 배수갑문에서의 Peak홍수량은 상당히 감소될 것이나, 본 지구 유역내의 웅천천 중류부에 수자원공사에서 중규모 다목적댐인 보령댐을 준공하여(1989.10 ~ 1992.10, 3개년) 유지관리 하고 있어 보령댐을 통한 본 지구 홍수유입량의 조절능력을 검토한 결과 부사지구 100년 빈도 홍수유입량 18억^m 중 홍수조절량이 1,000만^m(100년 빈도)으로 총 유입량의 약 0.6%만이 조절되고 있고, 7~9월의 홍수기에 홍수유입량의 약 95% 정도가 부사 배수갑문을 통해 서해바다로 유출되고 있어 하천의 수위변화가 심하여 이

수면에서 불리한 유역특성을 가지고 있다.

② 유역지상인자

부사지구 유역특성을 지상인자로 표시하면 <표 4-98>에서 보는바와 같이 유역면적은 약 288.7km², 주하천인 웅천천의 유로장이 3.7km에 달하는 대 유역이며, 유역형상은 남북방향으로 긴 장방형으로 형성되어 유역평균폭이 7.2km, 유역형상계수가 0.3으로서 유역면적(28,867ha)에 비해 유로장이 긴 반면 유역경사에 있어서는 평균 1/100 ~ 1/700으로서 상당히 급한 편이다. 이렇게 볼 때 부사지구의 유역은 강우에 의한 유출은 긴 시간에 이루어질 것으로 판단된다. 전체적으로 본 지구 유역의 하류부는 완경사로서 하천 등 배수조직이 잘 발달되어 침투홍수량이 크지 않게 나타날 것으로 판단된다.

본 지구의 유역중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-98>과 같다.

<표 4-93> 유역지상인자

구 분	단 위	산출결과	비 고
유역면적	km ²	288.7	
유로장	km	30.7	
남북길이	km	31.0	
동서길이	km	11.5	
유역평균폭	km	9.5	유역면적/유로장
유역형상계수	-	0.3	유역평균폭/유로장
유역평균경사	-	1/100~1/700	
유달시간	hr	8.89	

③ 토지이용 상황

본 지구 유역에서 강우-유출특성을 규명하기 위해서는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태 등에 대한 자세한 조사가 필요하다. 따라서 1:25,000 도면과 현지조사를 기초로 하고 배수계통을 고려하여 12개

대유역으로 구분하여 지점별 홍수량 및 홍수위를 추적할 수 있도록 대유역도를 작성하였으며, 침수안전지역 설정을 위한 침수분석은 19개 소유역으로 구분하여 유역도를 작성하였다.

유역조사 결과는 논외의 경우 미사질 양토, 세사토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 사양토, 황적색의 양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출량은 중간정도로 나타날 것으로 추정된다.

소유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 각 소유역별 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다.

유역의 토지이용분포는 경지와 산지가 대부분이며 대지, 도로, 호수, 수로, 기타 등으로 분포된다. <표4-99>를 살펴보면 전체 유역면적 28,867ha 중 경지가 차지하는 비율이 17.0%(4,907ha)가 되며, 산지 67.0%(19,343ha), 기타 16.0%(4,617ha)의 토지이용상태가 분포하고 있다.

경지는 간척농지를 포함해서 약 15.8%(4,561ha)가 답작이며 약 1.2%(346ha)는 전작으로 이용되고 있다.

<표 4-94> 토지이용상황

구분	답	전	산지	대·도	호·수로	계
보령댐 유역	1,272	-	13,469	949	670	16,360
보령댐 하류유역	3,289	346	5,874	2,265	733	12,507
계	4,561 (15.8)	346 (1.2)	19,343 (67.0)	3,214 (11.1)	1,403 (4.9)	28,867 (100.0)

주 : ()는 비율(%)임.

2. 확률강우량 산정

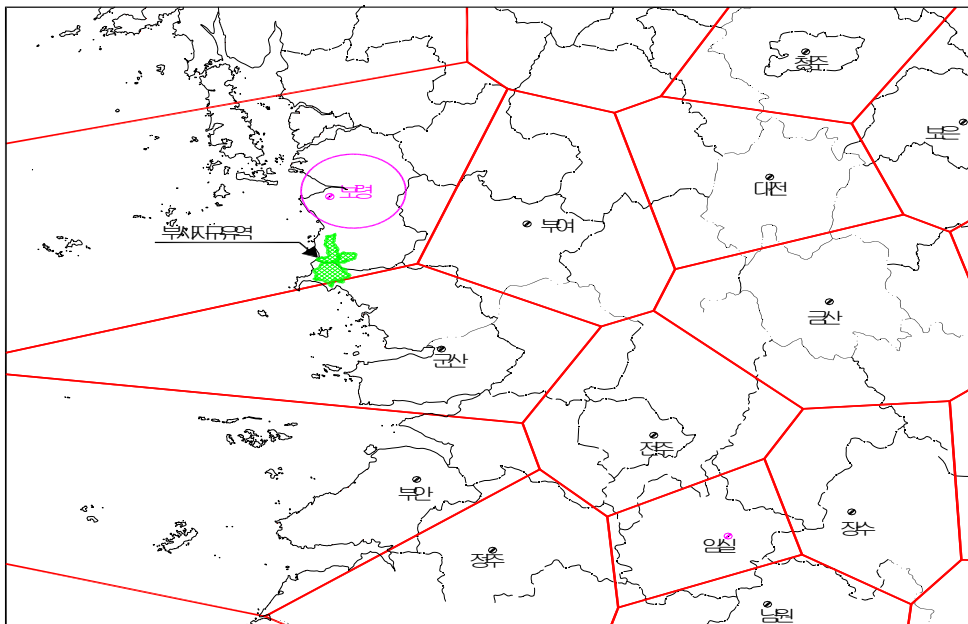
① 강우관측소 현황

본 지구 구역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 군산관측소, 보령관측소가 있으며, 가장 인접한 관측소는 보령관측소이고 빈도별 확률강우량을 비교분석한 결과 보령관측소의 빈도별 확률강우량이 가장 크게 나타나므로 수문분석을 위한 강우자료는 보령관측소의 강우자료를 이용하였다. 지구유역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 다음과 같다.

<표4-95> 기상관측소 현황

관측소	관측 종별	위 치		해발고 (EL.m)	관 측 개시일	관 할 관서명	채택
		지 명	경 도 위 도				
군산	T/M	전북 군산시 내흥동	126-45 36-00	26.9	1969.1.1	기상청	
보령	T/M	충남 보령시 요암동	126-33 36-19	17.9	1964.1.1	기상청	◎

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)



<그림 4-12> 기상관측소 지배구역도

② 확률강우량

보령 관측소의 1973년부터 2010년까지 관측된 전체 38개년과 최근 30개년의 강우기록을 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 분석치가 크게 나타나는 보령관측소의 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였다.

<표 4-96> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Chow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	142.0	144.9	126.2	130.0	132.3	135.7	130.2	133.3	124.5	123.5	126.7	124.6
10	215.7	216.9	215.1	216.8	230.4	233.8	217.2	218.3	217.9	216.7	215.1	210.3
20	239.9	240.5	256.4	256.5	272.7	276.0	254.7	254.9	260.0	261.7	255.8	257.5
30	252.5	252.9	280.9	280.0	297.0	300.2	276.2	276.0	284.4	288.3	280.0	287.9
50	267.2	267.2	312.4	310.0	327.4	330.6	303.1	302.3	315.0	322.3	311.0	329.7
80	279.6	279.3	341.8	338.0	355.2	358.4	327.8	326.4	342.9	353.6	339.9	371.5
100	285.4	285.0	356.4	351.9	368.4	371.5	339.5	337.8	356.6	369.1	354.3	393.4
200	302.0	301.2	401.8	394.7	409.2	412.3	375.6	373.2	397.8	416.4	398.8	465.9
기왕 최대	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5	361.5
채택						◎						

<표 4-97> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Chow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	176.0	181.9	158.7	164.5	164.7	170.9	162.3	168.0	156.4	159.5	157.5	158.1
10	261.6	268.9	261.8	269.3	278.7	289.3	263.4	270.7	264.5	270.8	261.0	264.4
20	289.8	297.5	308.7	316.6	327.9	340.3	306.9	314.9	312.7	322.0	310.2	321.7
30	304.4	312.4	336.3	344.5	356.1	369.6	331.9	340.3	340.6	351.9	339.7	358.2
50	321.5	329.7	371.6	380.0	391.4	406.3	363.2	372.1	375.5	389.7	378.1	408.1
80	335.9	344.4	404.3	412.9	423.8	439.8	391.9	401.2	407.2	424.2	414.3	457.6
100	342.7	351.2	420.6	429.2	439.1	455.7	405.4	415.0	422.7	441.2	432.5	483.4
200	361.9	370.8	470.7	479.5	486.5	505.0	447.5	457.8	469.5	492.6	489.5	567.9
기왕 최대	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5	436.5
채택						◎						

<표 4-98> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	10.8	8.6	8.2	8.0	7.9	7.6	7.6	7.4	7.3
20	17.8	14.5	13.9	13.6	13.4	13.1	13.0	12.7	12.5
30	22.7	18.9	18.2	18.0	17.6	17.3	17.2	16.9	16.6
40	26.8	22.5	21.6	21.4	21.0	20.5	20.5	20.1	19.8
50	30.5	25.7	24.8	24.5	24.1	23.6	23.5	23.1	22.8
60	33.1	28.9	28.1	27.9	27.5	27.1	27.0	26.7	26.4
90	40.6	36.0	35.1	34.9	34.5	34.0	33.9	33.6	33.2
120	46.3	41.1	40.1	39.9	39.4	38.8	38.8	38.4	38.1
180	54.9	52.6	52.1	52.2	52.0	51.5	51.5	51.4	51.4
240	62.2	60.8	60.4	60.7	60.6	60.1	60.1	60.1	60.2
360	71.4	70.3	69.9	70.0	69.9	69.5	69.5	69.6	69.7
540	77.7	77.3	77.2	77.7	77.7	77.0	77.2	77.4	77.5
720	83.9	83.5	83.3	83.7	83.7	83.0	83.2	83.3	83.3
900	89.3	89.4	89.2	89.8	89.7	89.2	89.1	89.6	89.5
1080	93.8	93.8	94.2	94.6	94.6	94.0	94.4	94.3	94.9
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-99> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	9.4	7.5	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.3
20	15.6	12.7	12.1	11.8	11.5	11.4	11.3	11.1	10.8
30	19.9	16.6	15.9	15.5	15.2	15.0	14.9	14.7	14.4
40	23.4	19.7	18.9	18.4	18.1	17.9	17.8	17.6	17.1
50	26.7	22.5	21.6	21.1	20.8	20.6	20.4	20.2	19.7
60	29.0	25.4	24.5	24.1	23.8	23.6	23.5	23.3	22.9
90	35.6	31.6	30.6	30.1	29.7	29.6	29.5	29.3	28.7
120	40.5	36.0	35.0	34.4	34.0	33.9	33.8	33.5	32.9
180	48.1	46.2	45.5	45.0	44.8	44.9	44.9	44.8	44.4
240	54.4	53.4	52.7	52.4	52.3	52.4	52.3	52.5	52.0
360	62.5	61.6	61.0	60.5	60.3	60.6	60.5	60.7	60.3
540	68.0	67.8	67.4	67.0	67.0	67.2	67.2	67.5	67.1
720	73.4	73.3	72.8	72.3	72.2	72.4	72.5	72.7	72.1
900	78.1	78.4	77.9	77.5	77.3	77.8	77.6	78.1	77.4
1080	82.0	82.2	82.3	81.7	81.6	82.0	82.2	82.3	82.1
1440	87.5	87.7	87.3	86.3	86.3	87.2	87.1	87.2	86.5

<표 4-100> 빈도별 시간별 2일 강우량

시간 (분)	빈도별강우량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	16.1	21.8	24.2	25.6	27.5	29.3	30.1	32.7	27.5
20	26.6	36.7	41.2	43.5	46.8	50.1	51.4	56.1	47.1
30	33.9	48.0	54.0	57.3	61.7	66.2	68.0	74.4	62.7
40	40.1	57.0	64.2	68.2	73.5	78.7	81.2	88.7	74.8
50	45.6	65.1	73.5	78.1	84.3	90.4	93.2	101.9	86.0
60	49.5	73.4	83.5	89.0	96.5	103.9	107.2	117.7	99.8
90	60.7	91.4	104.3	111.2	120.8	130.2	134.4	147.8	125.5
120	69.2	104.3	119.1	127.2	138.2	149.0	153.8	169.2	143.7
180	82.1	133.5	154.9	166.4	182.2	197.5	204.5	226.4	193.9
240	93.0	154.4	179.5	193.7	212.4	230.6	238.5	265.0	227.1
360	106.8	178.3	207.6	223.4	245.0	266.6	275.9	306.6	263.0
540	116.1	196.0	229.5	247.8	272.3	295.4	306.3	341.1	292.7
720	125.5	211.9	247.6	267.1	293.3	318.4	330.3	367.1	314.6
900	133.5	226.8	265.0	286.4	314.2	342.0	353.7	394.6	337.9
1,080	140.2	237.9	280.0	301.9	331.4	360.6	374.4	415.5	358.3
1,440	149.5	253.8	297.1	319.0	350.4	383.6	396.9	440.6	377.5
2,880	170.9	289.3	340.3	369.6	406.3	439.8	455.7	505.0	436.5

③ 유역 설계홍수량 산정

부사지구 배수갑문(9.4m×4.0m×9런, Sill표고 EL(-)4.50m)을 통하여 유역 내에 유입하는 빈도별 2일 연속 홍수유입량을 서해바다에 자연배제함으로서 농경지 침수피해에 미치는 영향을 분석하기 위하여 배수갑문능력검토를 하였으며, 부사지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년) 산정은 담수호 지점별(㉠~㉩) 홍수량은 상류에 위치하고 있는 보령댐을 고려하여, 미 육군 공병단 수문공학연구소에서 개발한 HEC-HMS(Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System)을 사용하였으며, 간척농지 19개 소유역은 한국농어촌공사에서 개발한 RMS(River Modeling System)을 이용하여 2일 연속 빈도별 홍수량을 산정하였다.

가. 설계홍수량 산정

부사지구 담수호 지점별(㉠~㉩) 홍수량 및 홍수위 추적을 위하여 12개 대유역으로 구분하여 HEC-HMS를 사용하였다. 제1안은 보령댐에서 홍수조절을 하는 안과, 제2안은 보령댐에서의 홍수 조절을 미반영하는 안을 비교분석하여 <표4-106~107>와 같이 담수호의 홍수량을 추적하였다.

간척농지 침수안전지역 설정을 위한 홍수량 산정은 부사지구 간척농지 유역을 19개 소유역으로 구분하여 RMS를 이용하여 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년)을 산정하였으며 배수갑문 능력검토에 의해 각 소유역에서 빈도별로 침수분석을 하여, 간척농지 침수안전지역을 설정하였다. 부사담수호 배수갑문 지점 등 10개 지점의 빈도별 계획홍수량을 분석한 결과는 <표 4-106~107>와 같고, 간척농지 19개 소유역의 침수분석을 위한 소유역별 빈도별 홍수유입량을 산정한 내용은 <표 4-108>과 같다

<표 4-101> 제1안, 보령댐 홍수 조절시(지점별 홍수량 결과)

지점	홍수량 산정법	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
		20년	30년	50년	80년	100년	
①지점	HMS	1,088.9	1,187.8	1,311.5	1,425.1	1,478.9	배수갑문
②지점	"	1,089.4	1,188.4	1,312.5	1,426.3	1,480.1	
③지점	"	956.9	1,044.4	1,154.0	1,254.4	1,302.0	
④지점	"	955.5	1,043.0	1,152.4	1,252.7	1,300.1	
⑤지점	"	889.8	982.7	1,100.2	1,209.6	1,262.1	
⑥지점	"	831.9	919.7	1,030.8	1,133.5	1,183.2	
⑦지점	"	748.6	828.4	929.7	1,023.9	1,069.0	
⑧지점	"	718.4	795.7	894.6	986.1	1,029.8	
⑨지점	"	689.7	765.1	860.7	949.8	992.8	
⑩지점	"	678.8	753.3	847.6	935.8	978.1	보령댐

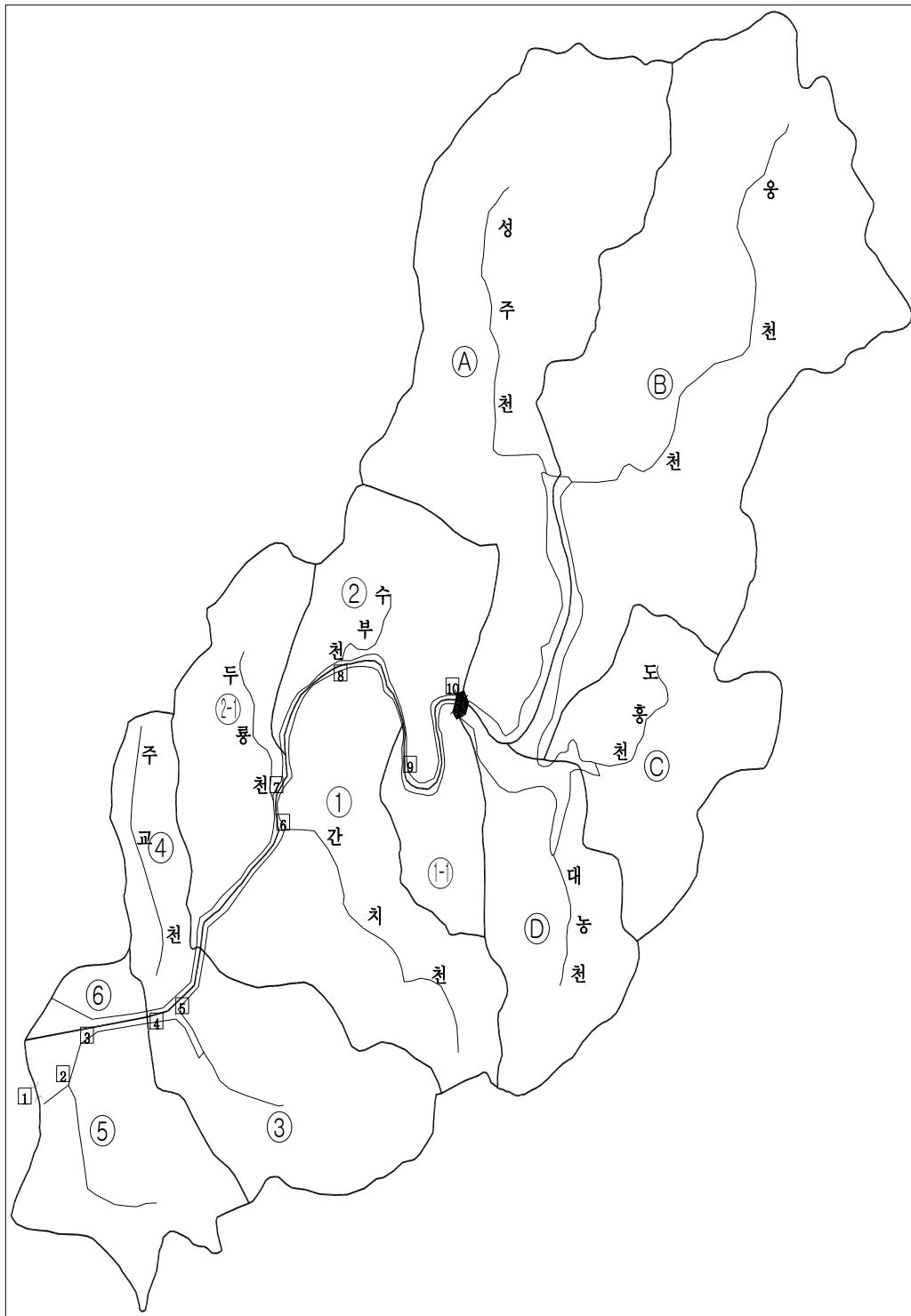
<표 4-102> 제2안, 보령댐 홍수 조절 미반영시(지점별 홍수량 결과)

지점	홍수량 산정법	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
		20년	30년	50년	80년	100년	
①지점	HMS	1,617.3	1,765.3	1,950.5	2,120.1	2,200.6	배수갑문
②지점	"	1,618.2	1,766.2	1,951.1	2,120.7	2,201.3	
③지점	"	1,551.5	1,693.9	1,872.1	2,035.1	2,112.5	
④지점	"	1,551.4	1,693.7	1,871.8	2,034.9	2,112.2	
⑤지점	"	1,519.3	1,659.0	1,833.7	1,993.7	2,069.7	
⑥지점	"	1,430.5	1,562.4	1,727.6	1,879.0	1,950.7	
⑦지점	"	1,302.7	1,423.6	1,575.0	1,713.6	1,779.4	
⑧지점	"	1,287.9	1,407.7	1,557.9	1,695.6	1,760.8	
⑨지점	"	1,257.8	1,374.8	1,521.4	1,656.0	1,719.8	
⑩지점	"	1,220.5	1,334.0	1,476.1	1,606.5	1,668.1	보령댐

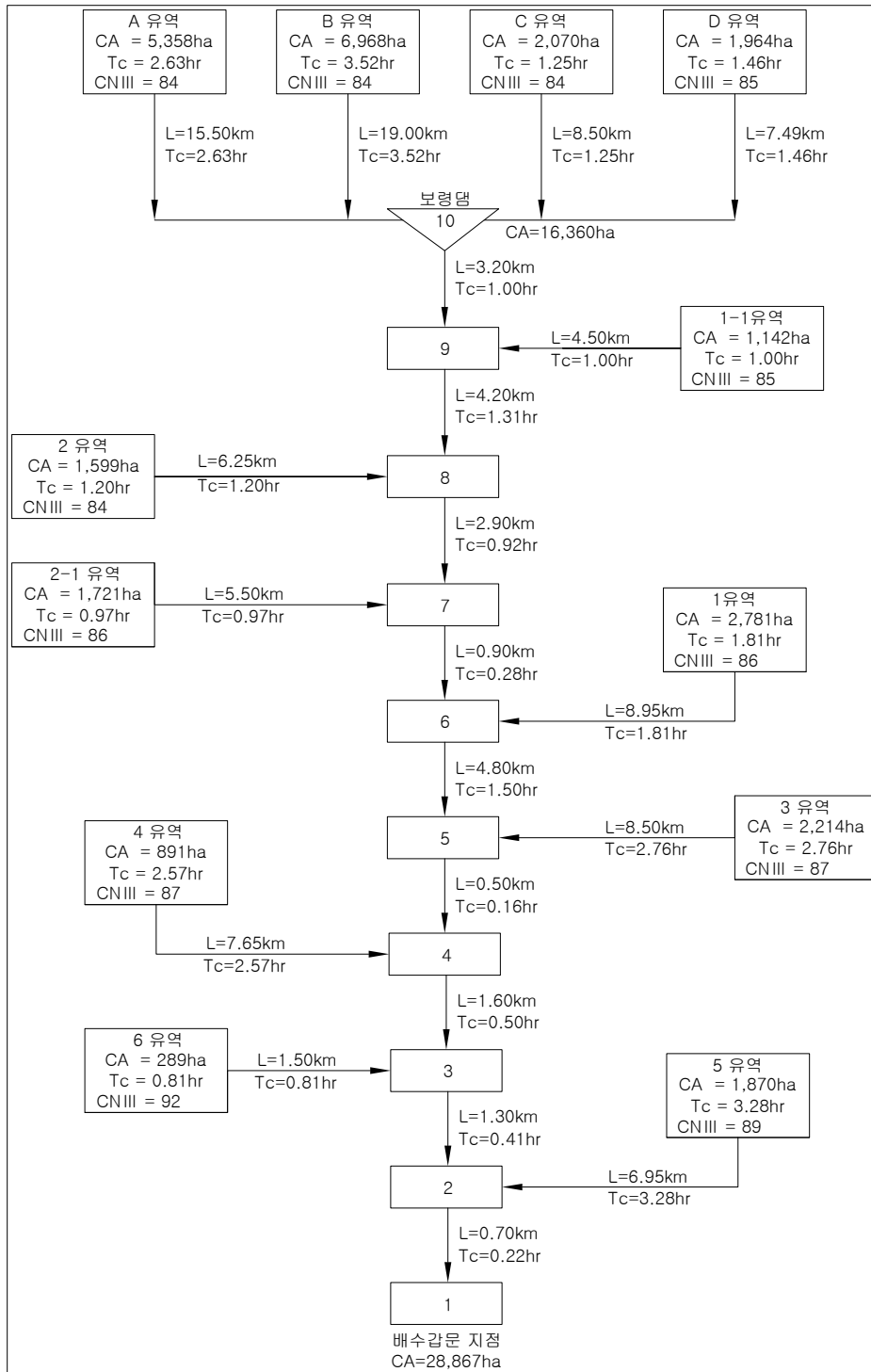
<표 4-103> 부사지구 소유역별 홍수량 선정결과

유역번호	유역면적	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
		20년	30년	50년	80년	100년	
1유역	334.8	37.0	41.0	45.9	50.5	52.8	
2유역	127.6	15.8	17.3	19.2	21.0	21.9	
3유역	22.8	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0	논유역
4유역	176.9	19.9	21.8	24.1	26.3	27.4	
5유역	100.0	12.1	13.2	14.5	15.8	16.4	
6유역	17.6	1.0	1.1	1.2	1.4	1.4	논유역
7유역	106.2	12.5	13.6	15.1	16.4	17.0	
8유역	178.8	18.7	20.5	22.8	24.8	25.8	
9유역	48.5	2.7	3.0	3.4	3.7	3.8	논유역
10유역	79.5	4.2	4.6	5.2	5.7	5.9	논유역
11유역	1254.4	98.1	107.7	119.7	130.7	135.8	
12유역	10.3	1.6	1.7	1.9	2.1	2.2	
13유역	86.6	9.8	10.8	12.0	13.1	13.6	
14유역	786.4	66.6	73.1	81.3	88.7	92.2	
15유역	26.4	4.0	4.4	4.9	5.4	5.6	
16유역	50.9	6.6	7.3	8.1	9.0	9.4	
17유역	53.2	7.8	8.6	9.5	10.3	10.7	
18유역	21.0	3.2	3.5	3.9	4.3	4.4	
19유역	25.8	1.5	1.6	1.8	2.0	2.1	논유역

<그림 4-13> 부사지구 유역도



<그림 4-14> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도



<표 4-104> 부사지구 전체 유역특성자료

유역 번호	유역면적 (ha)	유로장 (km)	유달시간 (hr)	유출곡선지수 CNIII	비 고
㉠	5,358	15.50	2.63	84	보령댐상류
㉡	6,968	19.00	3.52	84	"
㉢	2,070	8.50	1.25	84	"
㉣	1,964	7.49	1.46	85	"
소계	16,360	19.00	3.52	84	보령댐(Ⅰ)지점
①	2,781	8.95	1.81	86	보령댐하류
㉠	1,142	4.50	1.00	85	"
②	1,599	6.25	1.20	84	"
㉡	1,721	5.50	0.97	86	"
③	2,214	8.50	2.76	87	"
④	891	7.65	2.57	87	"
⑤	1,870	6.95	3.28	89	"
⑥	289	1.50	0.81	92	"
소계	12,507	20.10	6.30	85	
계	28,867	39.10	9.82	85	배수갑문(Ⅹ)지점

<표 4-105> 부사지구 Routing 특성자료

Routing 번호	유로장 (km)	시점표고 (EL.m)	종점표고 (EL.m)	Routing 시간(hr)	비 고
Ⅹ	19.00	494.00	30.00	3.52	보령댐지점
⑨	3.20	30.00	15.00	1.00	1-1유역 합류점
⑧	4.20	15.00	1.10	1.31	2유역 합류점
⑦	2.90	1.10	-1.00	0.92	2-1유역 합류점
⑥	0.90	-1.00	-1.40	0.28	1유역 합류점
⑤	4.80	-1.40	-1.50	1.50	3유역 합류점
④	0.50	-1.50	-1.60	0.16	4유역 합류점
③	1.60	-1.60	-3.00	0.50	6유역 합류점
②	1.30	-	-	0.41	5유역 합류점
①	0.70	-	-	0.22	배수갑문 지점
계	39.10			9.82	

나. 유달시간 계산

한 유역으로부터의 유출은 유역특성의 영향을 받는다. 유역특성은 일반적으로 유역면적, 유역의 경사, 유역형상, 유로에서의 단면 형상 등의 유로특성 등을 의미한다. 이러한 요소들은 유역내에 내린 강우가 특정 지점까지 도달하는데 걸리는 시간을 결정지으며 침투유출량의 크기를 결정하게 된다. 이와같이 유역의 가장 먼지점으로부터 유역출구까지 도달하는데 소요되는 시간을 도달시간 또는 유달시간이라 하며 일반적으로 유역의 특성인자와 도달시간의 경험공식에 의한 산정하는 것이 보통이다.

금회 분석에서는 유달시간의 산정을 위하여 California도로국 공식을 사용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

여기서 L : 유역의 유로장 (km)

ΔH : 유역의 평균고도 (m)

유역의 평균고도는 경사자승법에 의거 산출하였으며 산출식은 다음과 같다.

$$\Delta H = S \times L$$

$$\text{단, } S = \left[\frac{\sum l_i}{\sum (l_i) / \sqrt{S_i}} \right]^2$$

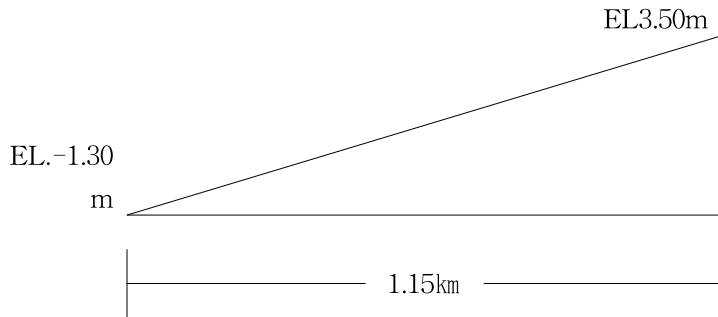
여기서 l_i : 구간별 유로장 (km)

S_i : 구간별 경사도 (구간별 표고차/구간별 유로장)

논유역만 있는 경우 : 유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <그림3-3>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.

유달시간 계산

<표 4-106> 논유역 경사도



- 논 유역

$$T_{cp} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4 \text{min} = 0.49 \text{hr}$$

$$T_{cc} = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4 \text{min} = 1.10 \text{hr}$$

$$T_c = T_{cp} + T_{cc} = 1.59 \text{hr}$$

여기서, T_{cp} (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_{cc} (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표현된다.

$$\text{- 논 유역 유달시간}(T_c) = 0.49 \text{hr} + \text{논 구획 유달시간}(\text{hr})$$

배수로 평균허용유속공식 (평야부 배수로 적용) : 배수로의 허용평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이 된다. 따라서 유속은 $V=0.70\text{m/s} \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공단면인 경우)로 계산하고, 환경블록 및 콘크리트 개거 등의 구간은 최대허용평균유속 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 계산한다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

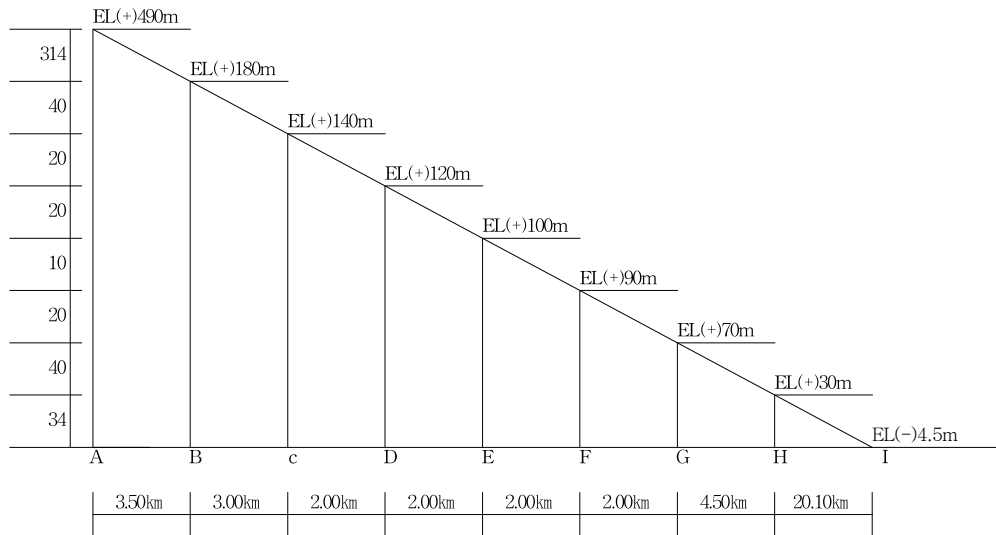
여기서 T_c : 유달시간(hr)

L : 배수로연장 (m)

V : 홍수시 허용평균 최대유속 (m/s)

○ 배수갑문 지점의 유달시간(TC)계산

<표 4-107> 배수갑문 지점의 경사도



○ 배수갑문지점 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-108> 부사 배수갑문지점 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		494.00					
B	3.50	180.00	314.00	89.714	9.472	0.370	
C	3.00	140.00	40.00	13.333	3.651	0.822	
D	2.00	120.00	20.00	10.000	3.162	0.633	
E	2.00	100.00	20.00	10.000	3.162	0.633	
F	2.00	90.00	10.00	5.000	2.236	0.894	
G	2.00	70.00	20.00	10.000	3.162	0.633	
H	4.50	30.00	40.00	8.889	2.981	1.510	
I	20.10	-4.50	34.50	1.716	1.310	15.344	
계	39.10					20.839	

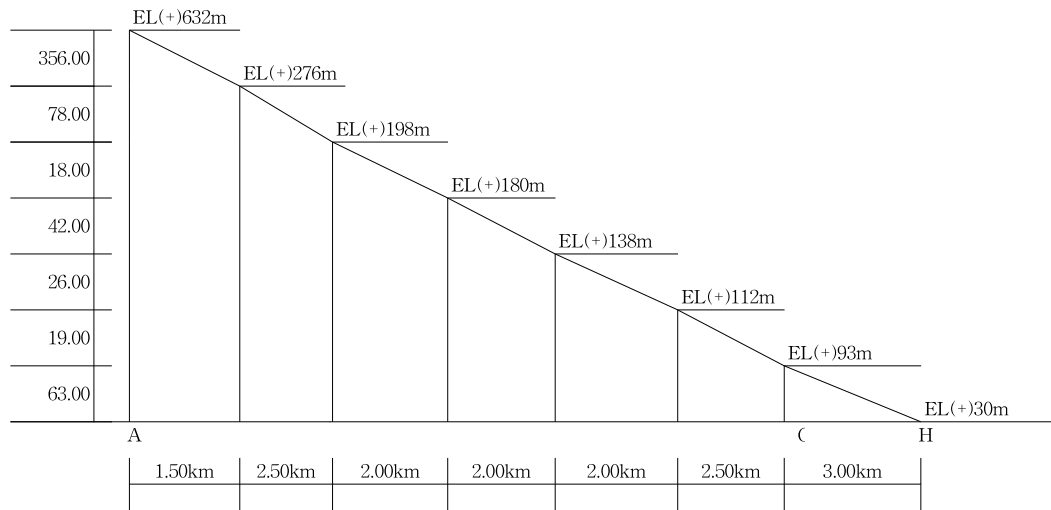
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{39.1}{20.839} \right)^2 = 3.52(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 39.1 \times 3.52 = 137.632(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 39.1^3}{137.632} \right\}^{0.385} = 9.82(\text{hr})$$

○ 보령댐 상류부 A유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-109> 배수갑문 지점의 경사도



○ A유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-110> 부사 배수갑문지점 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	$li/\sqrt{S_i}$	비고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		632.00					
B	1.50	276.00	356.00	237.333	15.406	0.097	
C	2.50	198.00	78.00	31.200	5.586	0.448	
D	2.00	180.00	18.00	9.000	3.000	0.667	
E	2.00	138.00	42.00	21.000	4.583	0.436	
F	2.00	112.00	26.00	13.000	3.606	0.555	
G	2.50	93.00	19.00	7.600	2.757	0.907	
H	3.00	30.00	63.00	21.000	4.583	0.655	
계	15.50					3.765	

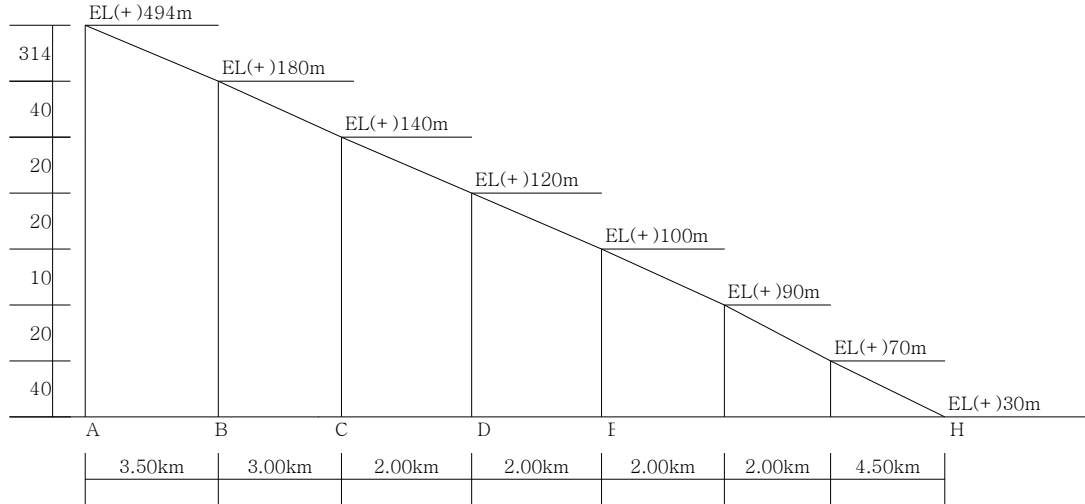
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{15.5}{3.765} \right)^2 = 16.949(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 15.5 \times 16.949 = 262.7095(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 15.50^3}{262.7095} \right\}^{0.385} = 2.63(\text{hr})$$

○ 보령댐 상류부 B구역(보령댐 10지점) 유달시간 (Tc)계산

<표 4-111> 보령댐 상류부 B구역의 경사도



○ B구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-112> 보령댐 상류부 B구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		494.00					
B	3.50	180.00	314.00	89.714	9.472	0.370	
C	3.00	140.00	40.00	13.333	3.651	0.822	
D	2.00	120.00	20.00	10.000	3.162	0.633	
E	2.00	100.00	20.00	10.000	3.162	0.633	
F	2.00	90.00	10.00	5.000	2.236	0.894	
G	2.00	70.00	20.00	10.000	3.162	0.633	
H	4.50	30.00	40.00	8.889	2.981	1.510	
계	19.00					5.495	

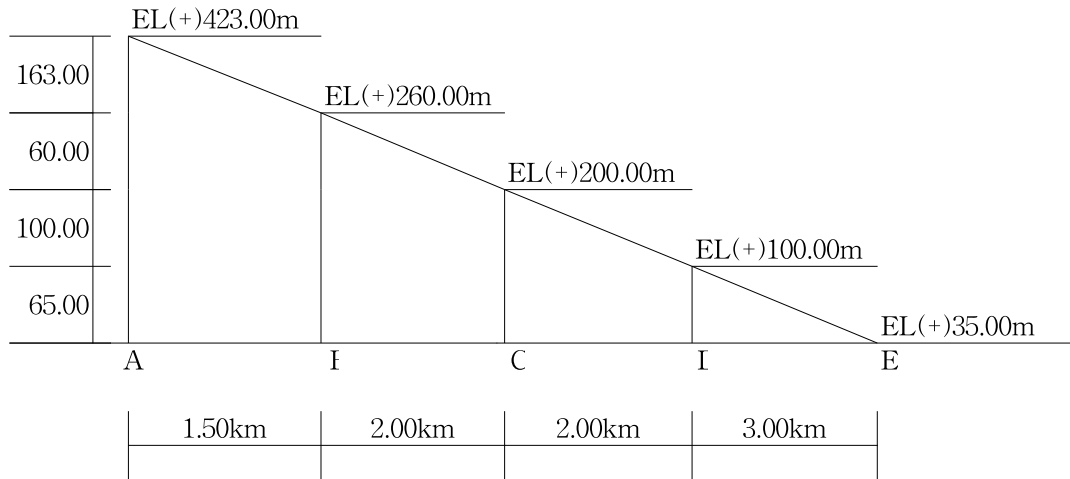
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{19.0}{5.495} \right)^2 = 11.956 (\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 19.0 \times 11.956 = 227.164(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 19.0^3}{227.164} \right\}^{0.385} = 3.52(\text{hr})$$

○ 보령댐 상류부 C구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-113> 보령댐 상류부 C구역의 경사도



○ C구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-114> 보령댐 상류부 C구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		423.00					
B	1.50	260.00	163.00	108.667	10.424	0.144	
C	2.00	200.00	60.00	30.000	5.477	0.365	
D	2.00	100.00	100.00	50.000	7.071	0.283	
E	3.00	35.00	65.00	21.667	4.655	0.644	
계	8.50					1.436	

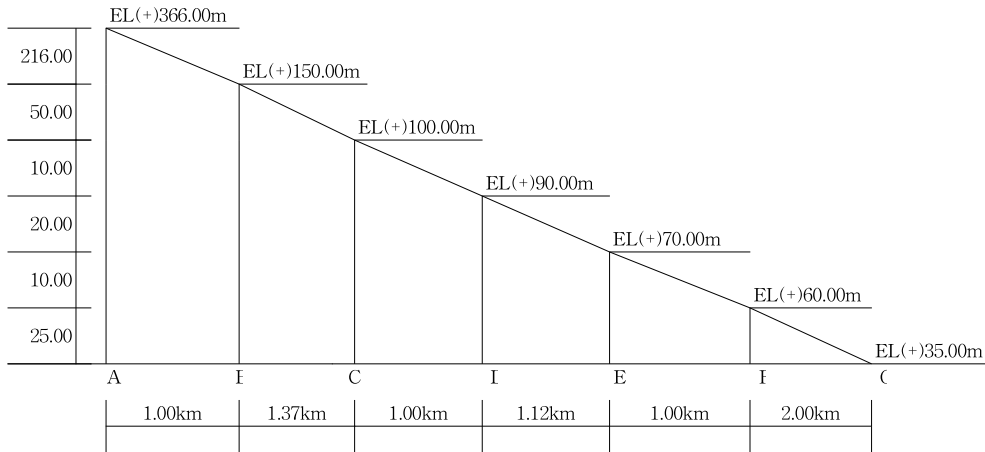
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{8.50}{1.436} \right)^2 = 35.037 \text{ (m/km)}$$

$$\Delta H = li \times S = 8.50 \times 35.037 = 297.8145 \text{ (m)}$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 8.50^3}{297.8145} \right\}^{0.385} = 1.25 \text{ (hr)}$$

○ 보령댐 상류부 D구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-115> 보령댐 상류부 D구역의 경사도



○ D구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-116> 보령댐 상류부 D구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별 경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		366.00					
B	1.00	150.00	216.00	216.000	14.697	0.068	
C	1.37	100.00	50.00	36.496	6.041	0.227	
D	1.00	90.00	10.00	10.000	3.162	0.316	
E	1.12	70.00	20.00	17.857	4.226	0.265	
F	1.00	60.00	10.00	10.000	3.162	0.316	
G	2.00	35.00	25.00	12.500	3.536	0.566	
계	7.49					1.758	

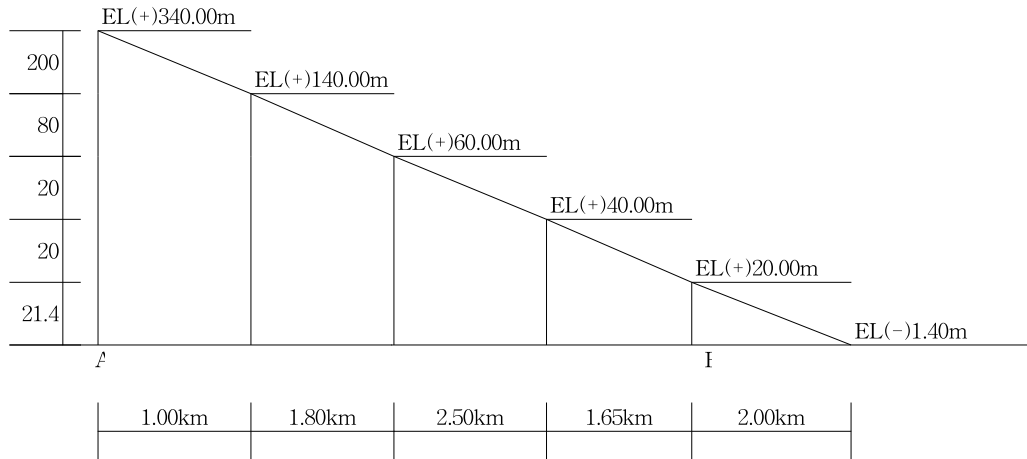
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{7.49}{1.758} \right)^2 = 18.152(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 7.49 \times 18.152 = 135.9585(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 7.49^3}{135.9585} \right\}^{0.385} = 1.46(\text{hr})$$

○ 보령댐 하류부 1유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-117> 보령댐 하류부 1유역의 경사도



○ 1유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-118> 보령댐 하류부 1유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		340.00					
B	1.00	140.00	200.00	200.000	14.142	0.071	
C	1.80	60.00	80.00	44.444	6.667	0.270	
D	2.50	40.00	20.00	8.000	2.828	0.884	
E	1.65	20.00	20.00	12.121	3.482	0.474	
F	2.00	-1.40	21.40	10.700	3.271	0.611	
계	8.95					2.310	

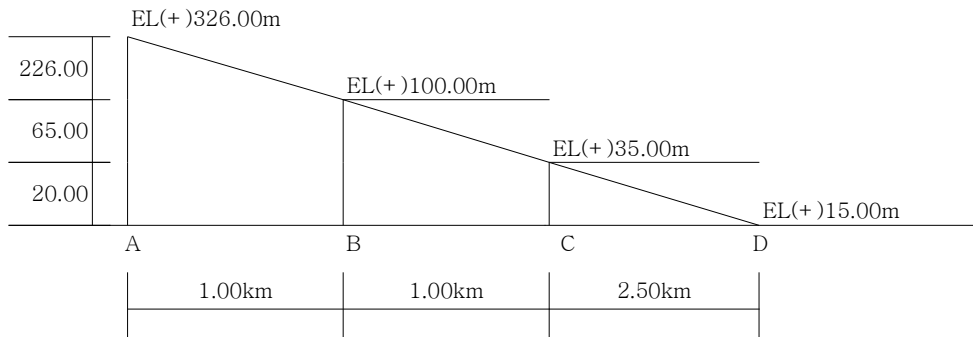
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{8.95}{2.310} \right)^2 = 15.011 \text{ (m/km)}$$

$$\Delta H = li \times S = 8.95 \times 15.011 = 134.3485 \text{ (m)}$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 8.95^3}{134.3485} \right\}^{0.385} = 1.81 \text{ (hr)}$$

○ 보령댐 하류부 1-1구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-119> 보령댐 하류부 1-1구역의 경사도



○ 1-1구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-120> 보령댐 하류부 1-1구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		326.00					
B	1.00	100.00	226.00	226.000	15.033	0.067	
C	1.00	35.00	65.00	65.000	8.062	0.124	
D	2.50	15.00	20.00	8.000	2.828	0.884	
계	4.50					1.075	

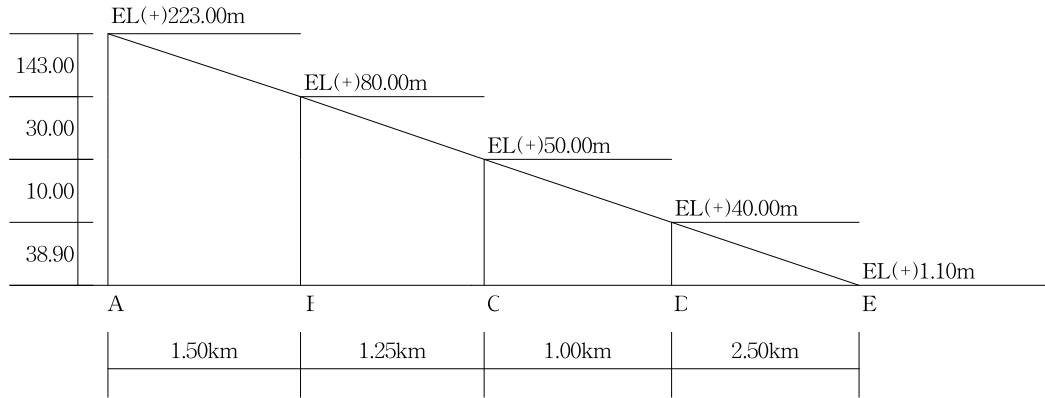
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{4.50}{1.075} \right)^2 = 17.523(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 4.50 \times 17.523 = 78.8535(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 4.50^3}{78.8535} \right\}^{0.385} = 1.00(\text{hr})$$

○ 보령댐 하류부 2구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-121> 보령댐 하류부 2구역의 경사도



○ 2구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-122> 보령댐 하류부 2구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		223.00					
B	1.50	80.00	143.00	95.333	9.764	0.154	
C	1.25	50.00	30.00	24.000	4.899	0.255	
D	1.00	40.00	10.00	10.000	3.162	0.316	
E	2.50	1.10	38.90	15.560	3.945	0.634	
계	6.25					1.359	

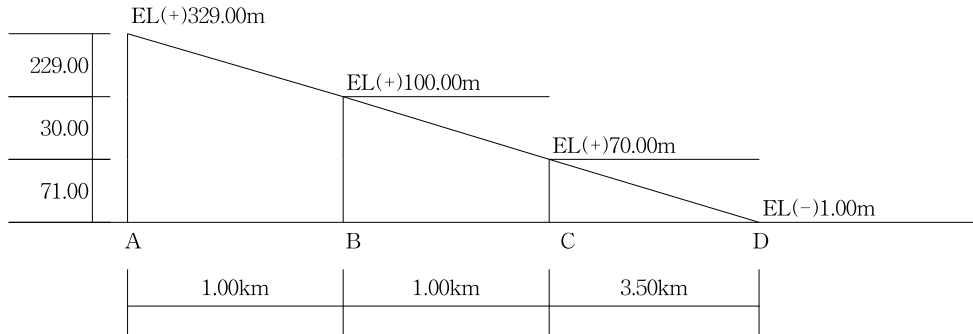
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{6.25}{1.359} \right)^2 = 21.151 \text{ (m/km)}$$

$$\Delta H = li \times S = 6.25 \times 21.151 = 132.1938 \text{ (m)}$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 6.25^3}{132.1938} \right\}^{0.385} = 1.20 \text{ (hr)}$$

○ 보령댐 하류부 2-1구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-123> 보령댐 하류부 2-1구역 경사도



○ 2-1구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-124> 보령댐 하류부 2-1구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		329.00					
B	1.00	100.00	229.00	229.000	15.133	0.066	
C	1.00	70.00	30.00	30.000	5.477	0.183	
D	3.50	-1.00	71.00	20.286	4.504	0.777	
계	5.50					1.026	

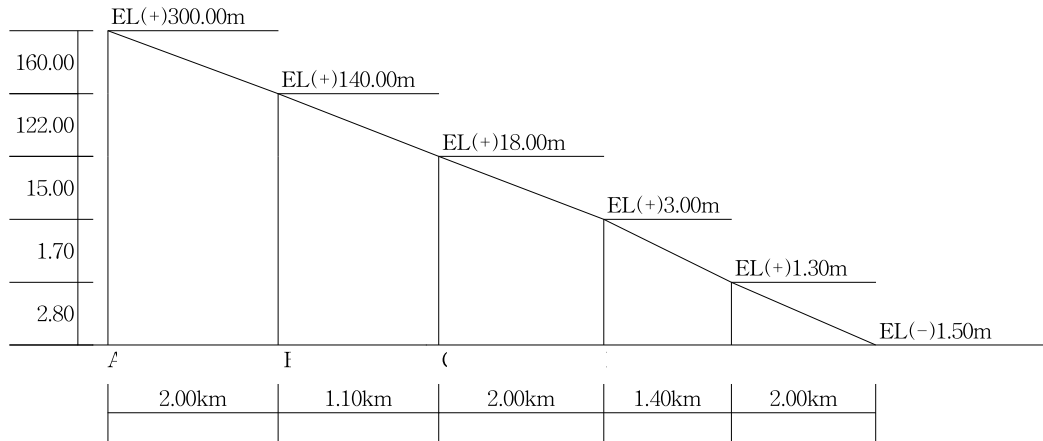
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{5.50}{1.026} \right)^2 = 28.736 (\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 5.50 \times 28.736 = 158.048 (\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.50^3}{158.048} \right\}^{0.385} = 0.97 (\text{hr})$$

○ 보령댐 하류부 3유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-125> 보령댐 하류부 3유역의 경사도



○ 3유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-126> 보령댐 하류부 3유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		300.00					
B	2.00	140.00	160.00	80.000	8.944	0.224	
C	1.10	18.00	122.00	110.909	10.531	0.104	
D	2.00	3.00	15.00	7.500	2.739	0.730	
E	1.40	1.30	1.70	1.214	1.102	1.270	
F	2.00	-1.50	2.80	1.400	1.183	1.691	
계	8.50					4.019	

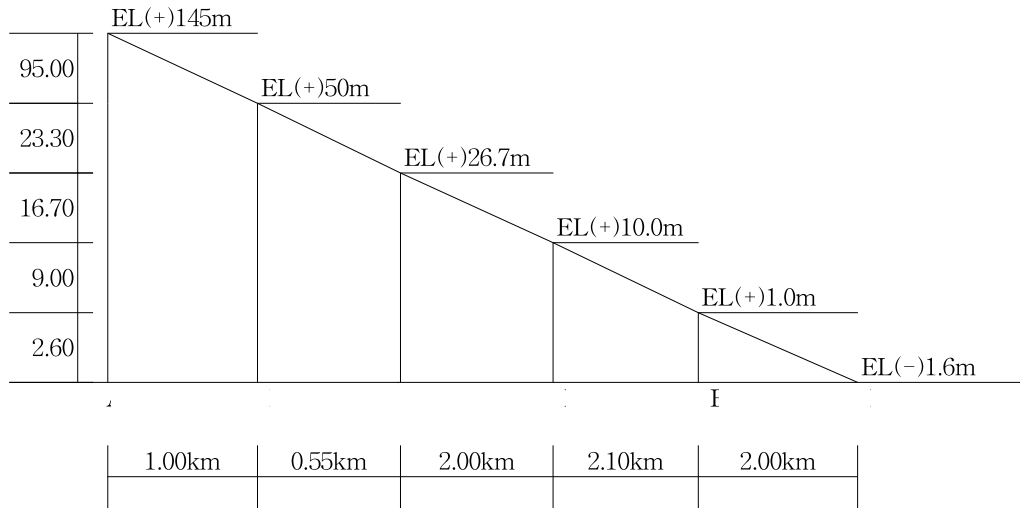
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{8.50}{4.019} \right)^2 = 4.473 (\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 8.50 \times 4.473 = 38.0205 (\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 8.50^3}{38.0205} \right\}^{0.385} = 2.76 (\text{hr})$$

○ 보령댐 하류부 4구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-127> 보령댐 하류부 4구역의 경사도



○ 4구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-128> 보령댐 하류부 4구역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		145.00					
B	1.00	50.00	95.00	95.000	9.747	0.103	
C	0.55	26.70	23.30	42.364	6.509	0.084	
D	2.00	10.00	16.70	8.350	2.890	0.692	
E	2.10	1.00	9.00	4.286	2.070	1.014	
F	2.00	-1.60	2.60	1.300	1.140	1.754	
계	7.65					3.647	

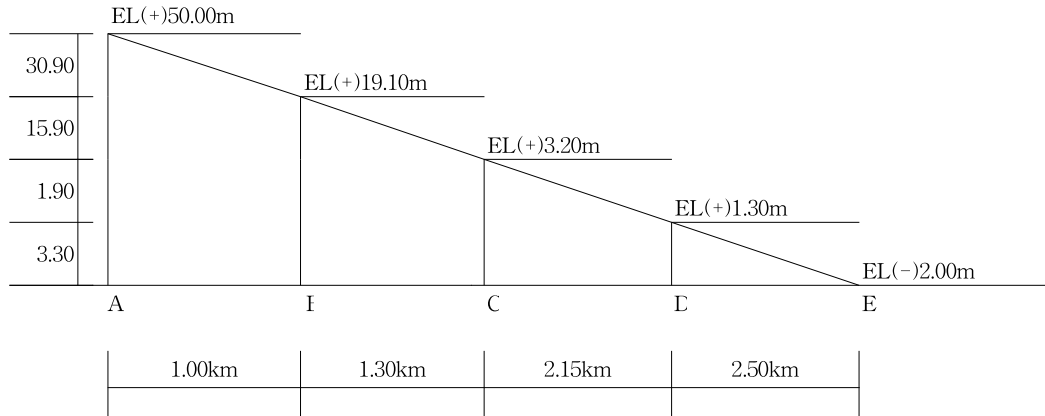
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{7.65}{3.647} \right)^2 = 4.4(\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 7.65 \times 4.4 = 33.66(\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 7.65^3}{33.65} \right\}^{0.385} = 2.57(\text{hr})$$

○ 보령댐 하류부 5유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-129> 보령댐 하류부 5유역의 경사도



○ 5유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-130> 보령댐 하류부 5유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		50.00					
B	1.00	19.10	30.90	30.900	5.559	0.180	
C	1.30	3.20	15.90	12.231	3.497	0.372	
D	2.15	1.30	1.90	0.884	0.940	2.287	
E	2.50	-2.00	3.30	1.320	1.149	2.176	
계	6.95					5.015	

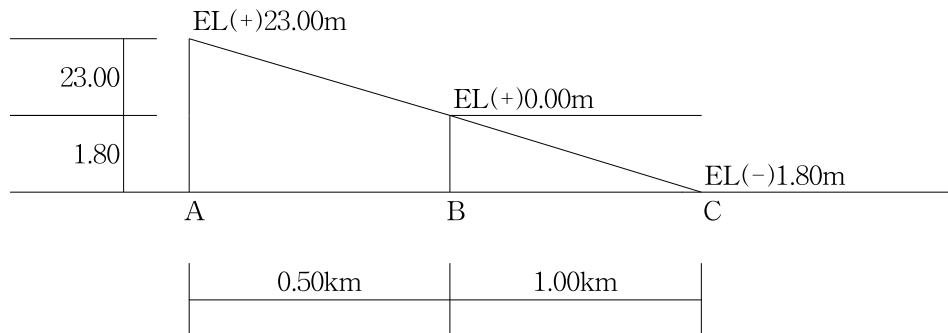
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{si}} \right\}^2 = \left(\frac{6.95}{5.015} \right)^2 = 1.921 \text{ (m/km)}$$

$$\Delta H = li \times S = 6.95 \times 1.921 = 13.351 \text{ (m)}$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 6.95^3}{13.351} \right\}^{0.385} = 3.28 \text{ (hr)}$$

○ 보령댐 하류부 6유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-131> 보령댐 하류부 6유역의 경사도



○ 6유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-132> 보령댐 하류부 6유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		23.00					
B	0.50	0.00	23.00	46.000	6.782	0.074	
C	1.00	-1.80	1.80	1.800	1.342	0.745	
계	1.50					0.819	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{s_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.50}{0.819} \right)^2 = 3.354 (\text{m/km})$$

$$\Delta H = li \times S = 1.50 \times 3.354 = 5.031 (\text{m})$$

$$\therefore T_{c1} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.50^3}{5.031} \right\}^{0.385} = 0.81 (\text{hr})$$

다. 유출곡선지수 산출

전체유역의 유역피복임상에 따른 유출곡선지수 산출내역을 정리하면 <표3-138>에서 보는바와 같고 선행함수조건Ⅱ(AMC Ⅱ)에서 구한 CNⅡ를 CNⅢ로 환산하는 공식은 다음과 같다.

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10 + 0.13 CN_{II}}$$

<표 4-133> 부사지구 전체유역 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역

① 지점별	② 토지이용 상태	③ 피복차리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토양군	⑥ 유출곡선 지수	⑦ 유역면적 (ha)	⑧ ⑥×⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNⅡ&Ⅲ)
전체 유역 (배수 갑문 지점)	답	SR	Good	B	78	4,561	355,758	CN Ⅱ= 70.5
	전	C&T	Poor	B	74	346	25,604	
	임		Poor	B	66	19,343	1,276,638	
	대				74	3,214	237,836	
	하천기타	SR			100	1,403	140,300	CN Ⅲ= 85
	계					28,867	2,036,136	

<표 4-134> 보령댐 상류 유출곡선지수(CNIII) 산출내역

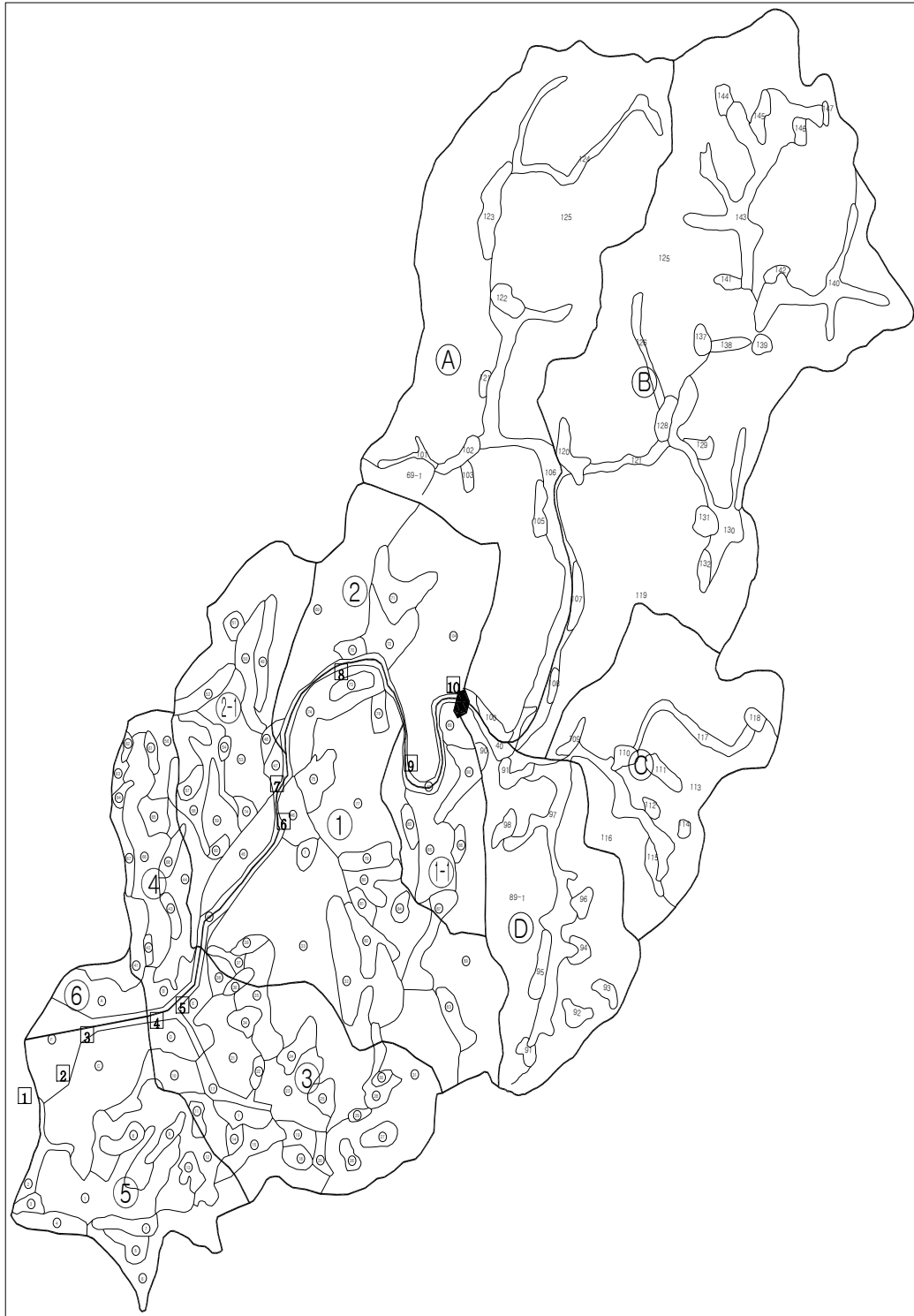
① 지점 별	② 토지이용 상태	③ 피복처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토양 군	⑥ 유출곡선 지수	⑦ 유역면적 (ha)	⑧ ⑥×⑦	⑨ 평균유출곡선지 수 (CNII&III)
A	답	SR	Good	B	78	155.59	12,136.0	CNII= 68.5 CNIII= 84
	전	C&T	Poor	B	74	-	-	
	임		Poor	B	66	4619.25	304,870.5	
	대				74	322.91	23,895.3	
	하천기타	SR			100	259.84	25,984.0	
	계					5,357.59	366,885.8	
B	답	SR	Good	B	78	740.03	57,722.3	CNII= 68.5 CNIII= 84
	전	C&T	Poor	B	74	-	-	
	임		Poor	B	66	5,728.81	378,101.5	
	대				74	317	23,458.0	
	하천기타	SR			100	181.87	18,187.0	
	계					6,967.71	477,468.8	
C	답	SR	Good	B	78	113.88	8,882.6	CNII= 68.7 CNIII= 84
	전	C&T	Poor	B	74	-	-	
	임		Poor	B	66	1,736.34	114,598.4	
	대				74	126.59	9,367.7	
	하천기타	SR			100	93.46	9,346.0	
	계					2,070.27	142,194.7	
D	답	SR	Good	B	78	262.58	20,481.2	CNII= 70.7 CNIII= 85
	전	C&T	Poor	B	74	-	-	
	임		Poor	B	66	1,385.01	91,410.7	
	대				74	181.95	13,464.3	
	하천기타	SR			100	134.89	13,489.0	
	계					1,964.43	138,845.2	

<표 4-135> 보령댐 하류 유출곡선지수(CNIII) 산출내역

① 지점별	② 토지이용 상태	③ 피복처 리 상태	④ 수문학 적 조건	⑤ 토양 군	⑥ 유출곡선 지수	⑦ 유역면적 (ha)	⑧ ⑥×⑦	⑨ 평균유출곡선지수 (CNII&III)
1	답	SR	Good	B	78	658	51,324.0	CNII= 72.0
	전	C&T	Poor	B	74	47	3,478.0	
	임				66	1,311	86,526.0	
	대				74	672	49,728.0	CNIII= 86
	하천가타	SR			100	93	9,300.0	
	계					2,781	200,356.0	
1-1	답	SR	Good	B	78	204	15,912.0	CNII= 70.2
	전	C&T	Poor	B	74	-	0.0	
	임				66	759	50,094.0	
	대				74	142	10,508.0	CNIII= 85
	하천가타	SR			100	37	3,700.0	
	계					1,142	80,214.0	
2	답	SR	Good	B	78	114	8,892.0	CNII= 69.2
	전	C&T	Poor	B	74	-	0.0	
	임				66	1,262	83,292.0	
	대				74	146	10,804.0	CNIII= 84
	하천가타	SR			100	77	7,700.0	
	계					1,599	110,688.0	
2-1	답	SR	Good	B	78	395	30,810.0	CNII= 70.8
	전	C&T	Poor	B	74	68	5,032.0	
	임				66	1033	68,178.0	
	대				74	177	13,098.0	CNIII= 86
	하천가타	SR			100	48	4,800.0	
	계					1,721	121,918.0	

<표 4-135> 보령댐 하류 유출곡선지수(CNIII) 산출내역 <계속>

① 지 점 별	② 토지이용 상태	③ 피복처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토양군	⑥ 유출곡선 지수	⑦ 유역면적 (ha)	⑧ ⑥×⑦	⑨ 평균유출곡선지수 (CNII&III)
3	답	SR	Good	B	78	661	51,558.0	CNII= 73.7 CNIII= 87
	전	C&T	Poor	B	74	86	6,364.0	
	임				66	912	60,192.0	
	대				74	403	29,822.0	
	하천기타	SR			100	152	15,200.0	
	계					2,214	163,136	
4	답	SR	Good	B	78	342	26,676.0	CNII= 73.5 CNIII= 87
	전	C&T	Poor	B	74	41	3,034.0	
	임				66	301	19,866.0	
	대				74	185	13,690.0	
	하천기타	SR			100	22	2,200.0	
	계					891	65,466	
5	답	SR	Good	B	78	768	59,904.0	CNII= 77.6 CNIII= 89
	전	C&T	Poor	B	74	104	7,696.0	
	임				66	243	16,038.0	
	대				74	540	39,960.0	
	하천기타	SR			100	215	21,500.0	
	계					1,870	145,098	
6	답	SR	Good	B	78	147	11,466.0	CNII= 82.6 CNIII= 92
	전	C&T	Poor	B	74	-	-	
	임				66	53	3,498.0	
	대				74	-	-	
	하천기타	SR			100	89	8,900.0	
	계					289	23,864	



<그림 4-17> 부산지구 12개 대유역 유역도(S=1:50,000)

3. 설계홍수량 산정

부사지구내 간척농지의 침수안전지역 설정을 위하여 19개 소유역으로 구분하였으며, 간척농지의 침수를 대상으로 하는 수혜구역내의 각 소유역에서 유입되는 빈도별 홍수량을 산정하였다.

① 설계홍수량 산정

본 지구내 간척농지 19개 소유역의 빈도별 홍수량 산정은 임의의 유역에서 물리적 의미를 갖는 유역특성 인자를 변수로 유출특성을 규정하는 단위도의 작성을 통하여 홍수량을 구하는 S.C.S의 삼각단위도법을 수정 보완하여 일반유역 홍수유출량 산정모형으로 한국농어촌공사에서 구축한 RMS를 이용하여 홍수량을 산출하였다.

<표 4-136> 부사지구 소유역별 RMS 홍수량 산정결과 요약

지점	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
1유역	37.0	41.0	45.9	50.5	52.8	
2유역	15.8	17.3	19.2	21.0	21.9	
3유역	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0	논유역
4유역	19.9	21.8	24.1	26.3	27.4	
5유역	12.1	13.2	14.5	15.8	16.4	
6유역	1.0	1.1	1.2	1.4	1.4	논유역
7유역	12.5	13.6	15.1	16.4	17.0	
8유역	18.7	20.5	22.8	24.8	25.8	
9유역	2.7	3.0	3.4	3.7	3.8	논유역
10유역	4.2	4.6	5.2	5.7	5.9	논유역
11유역	98.1	107.7	119.7	130.7	135.8	
12유역	1.6	1.7	1.9	2.1	2.2	
13유역	9.8	10.8	12.0	13.1	13.6	
14유역	66.6	73.1	81.3	88.7	92.2	
15유역	4.0	4.4	4.9	5.4	5.6	
16유역	6.6	7.3	8.1	9.0	9.4	
17유역	7.8	8.6	9.5	10.3	10.7	
18유역	3.2	3.5	3.9	4.3	4.4	
19유역	1.5	1.6	1.8	2.0	2.1	논유역

② 유달시간 계산

유역에 내리는 강우에 따라 첨두유량이 발생하는 시간적 특성이나 수리학적으로 유역이 어떠한 반응을 일으키는지를 시간으로 나타낸 것을 ‘유역반응 시간’이라고 하며, 이 유역반응 시간을 나타내는 주요인자는 집중시간, 지체시간, 기저시간, 평형상태 유달시간, 그리고 담수발생시간 등이 있다.

유역반응을 통해 나타나는 시간변수는 홍수량 측정에 매우 중요한 요소이다. 특히 합리식을 사용할 때의 유달시간(T_c)은 더욱 중요하며, 시간변수의 정확도는 설계홍수량 측정시 첨두홍수량과 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 유달시간(Time of concentration, T_c)산정은 여러 가지 방법이 제시되고 있으나, 각 식에 대응하는 요소로 유로장 및 구배에 따라 적용방법을 달리한다.

본 지구의 유달시간(T_c)계산은 산지부, 경사지는 California 도로국 공식을, 평야부는 배수로 평균허용유속공식을 적용하여 계산한 다음 합산하여 적용하였다.

(1) Rizha 공식(산지부 적용)

산지부에서 평야부로($S \geq 1/200$) 옮겨가는 곳에 적용 할 수 있는 방법으로 다음과 같이 표시된다.

$$T_c = \frac{L}{W_1}, \quad W_1 = 20 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6}$$

여기서 T_c : 유달 시간(sec)

W_1 : 홍수 도달 속도 (m/s)

L : 최상류지점과 유역 출구까지의 수평거리(m)

H : 최상류지점과 유역 출구까지의 고·저차(m)

경사도가 다른 경우 변곡지점으로 나누어 각 구간별로 계산하여 합산한다.

(2) California 도로국 공식(산지부, 경사지 적용)

California Culverts Practice(1942)에서 California의 산간 소유역에 대하여 유도한 것으로 근본적으로 Kirpich의 테네시지역 공식과 같다.

$$Tc = \left(\frac{0.869 \times L^3}{H} \right)^{0.385}$$

여기서 Tc : 유달 시간(h)

L : 가장 긴 유로장 (km)

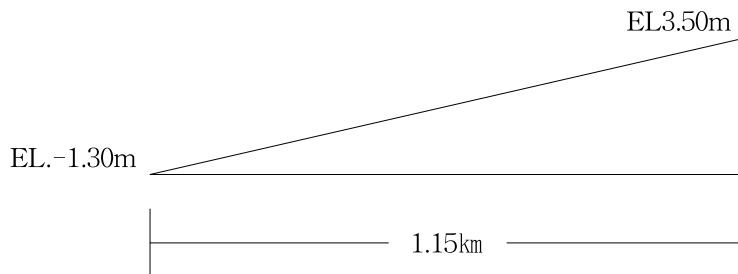
H : 유역출구와 주 유로에 따른 최원점과의 고저차 (m)

유로의 경사도가 다른 경우 각각의 변곡지점으로 부터 가중 평균한 평균경사도를 구한 후 적용한다.

(3) 논유역만 있는 경우

유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <표4-21>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.

<표 4-137 > 논유역 표고별 유로장



- 논 유역

$$T_{cp} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4 \text{min} = 0.49 \text{hr}$$

$$T_{cc} = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4 \text{min} = 1.10 \text{hr}$$

$$T_c = T_{cp} + T_{cc} = 1.59 \text{hr}$$

여기서, T_{cp} (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_{cc} (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표현된다.

$$\text{- 논 유역 유달시간}(T_c) = 0.49 \text{hr} + \text{논 구획 유달시간}(\text{hr})$$

(4) 배수로 평균허용유속 공식(평야부 적용)

배수로의 허용 평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수 단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이면 된다. 따라서 홍수시 유속은 $V=0.70 \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공 단면인 경우)로 계산하였고, 콘크리트 구조물 등의 구간은 최대 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 하였다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

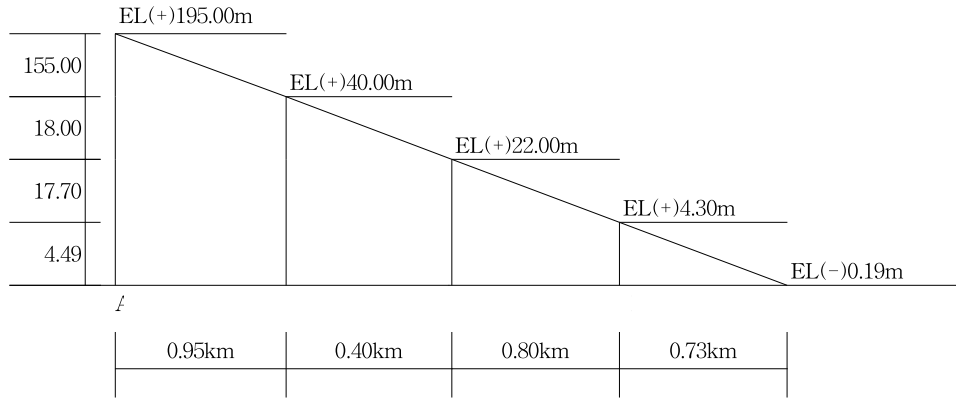
여기서 T_c : 유달시간(h)

L : 배수로 연장(m)

V : 홍수시 허용평균 최대유속(m/s)

①유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-138> ①유역 경사도



○ ①유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-139> ①유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		195.00					
B	0.95	40.00	155.00	163.158	12.773	0.074	
C	0.40	22.00	18.00	45.000	6.708	0.060	
D	0.80	4.30	17.70	22.125	4.704	0.170	
E	0.73	-0.19	4.49	6.151	2.480	0.294	
계	2.88					0.598	

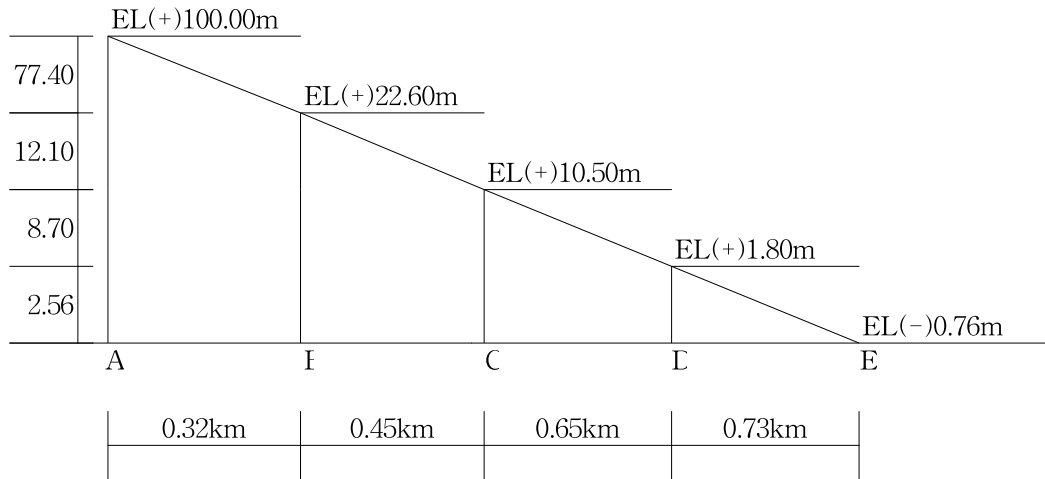
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.88}{0.598} \right)^2 = 23.194 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.88 \times 23.194 = 66.7987 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.88^3}{66.7987} \right\}^{0.385} = 0.64 \text{hr}$$

②유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-140> ②유역 경사도



○ ②유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-141> ②유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	$li/\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		100.00					
B	0.32	22.60	77.40	241.875	15.552	0.021	
C	0.45	10.50	12.10	26.889	5.185	0.087	
D	0.65	1.80	8.70	13.385	3.659	0.178	
E	0.73	-0.76	2.56	3.507	1.873	0.390	
계	2.15					0.676	

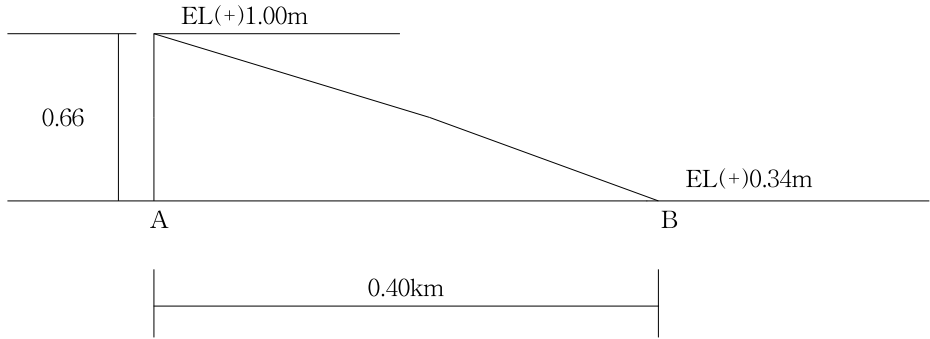
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.15}{0.675} \right)^2 = 10.115 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.15 \times 10.115 = 21.7473 \text{ m}$$

$$T_{c I} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.15^3}{21.7473} \right\}^{0.385} = 0.7 \text{hr}$$

③유역 유달시간 (Tc)계산 (논만 있는유역)

<표 4-142> ③유역 경사도



○ ③유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

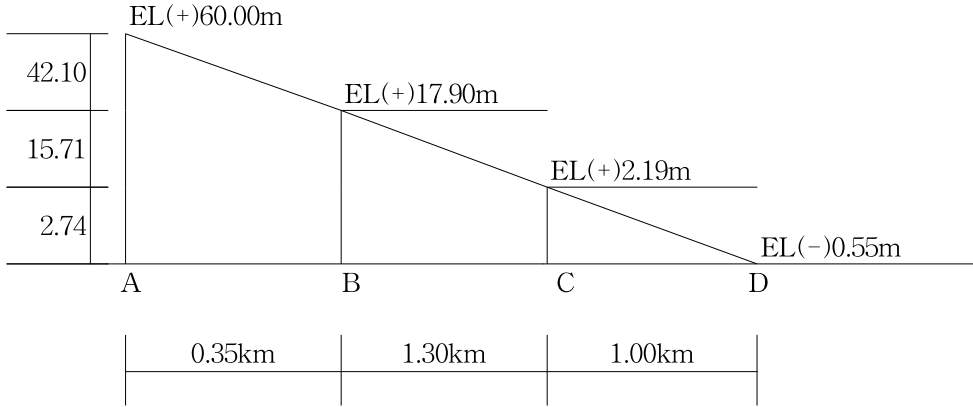
$$T_{cp} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

$$T_{cc} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 400)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 40.67(\text{min}) = 0.67(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = T_{cp} + T_{cc} = 0.49 + 0.67 = 1.16(\text{hr})$$

④유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-143> ④유역 경사도



○ ④유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-144> ④유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		60.00					
B	0.35	17.90	42.10	120.286	10.967	0.032	
C	1.30	2.19	15.71	12.085	3.476	0.374	
D	1.00	-0.55	2.74	2.740	1.655	0.604	
계	2.65					1.010	

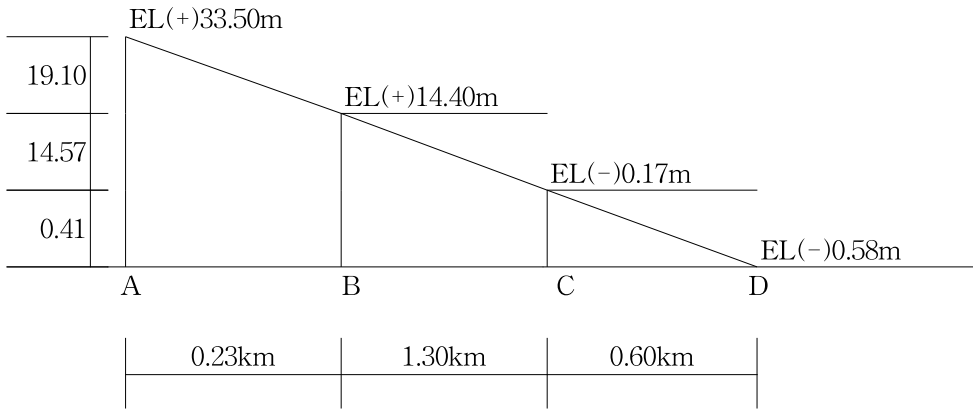
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.65}{1.010} \right)^2 = 6.884 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.65 \times 6.884 = 18.2426 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.65^3}{18.2426} \right\}^{0.385} = 0.95 \text{ hr}$$

⑤유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-145> ⑤유역 경사도



○ ⑤유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-146> ⑤유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		33.50					
B	0.23	14.40	19.10	83.043	9.113	0.025	
C	1.30	-0.17	14.57	11.208	3.348	0.388	
D	0.60	-0.58	0.41	0.683	0.826	0.726	
계	2.13					1.139	

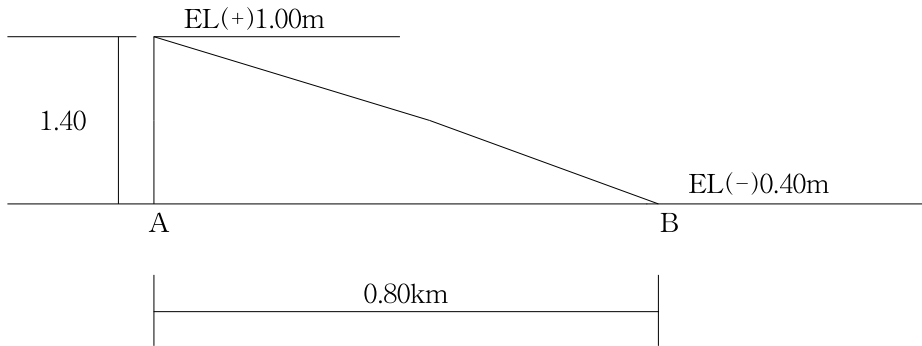
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.13}{1.139} \right)^2 = 3.497 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.13 \times 3.497 = 7.4486 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.13^3}{7.4486} \right\}^{0.385} = 1.05 \text{ hr}$$

⑥유역 유달시간 (Tc)계산 (논만 있는유역)

<표 4-147> ⑥유역 경사도



○ ⑥유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

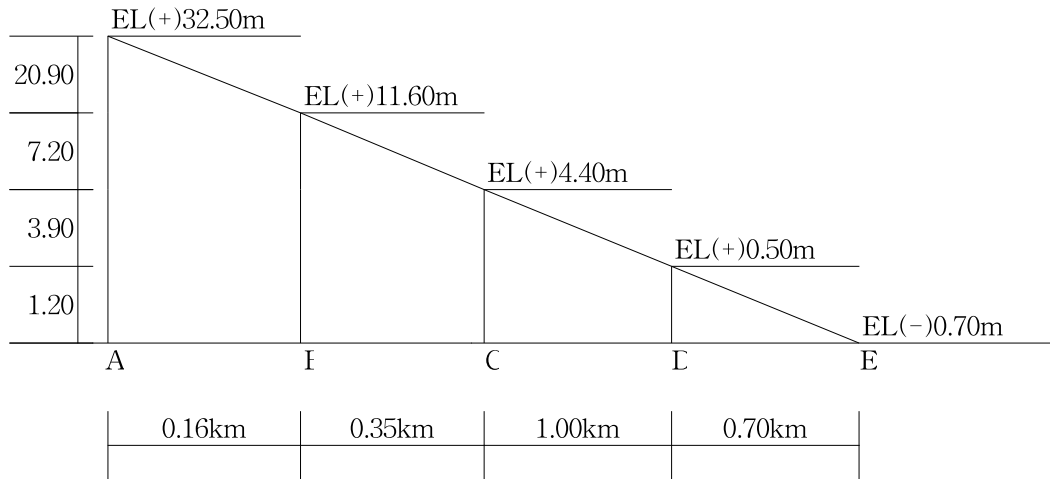
$$T_{cp} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

$$T_{cc} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 800)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 56.22(\text{min}) = 0.93(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = T_{cp} + T_{cc} = 0.49 + 0.93 = 1.42(\text{hr})$$

⑦유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-148> ⑦유역 경사도



○ ⑦유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-149> ⑦유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		32.50					
B	0.16	11.60	20.90	130.625	11.429	0.014	
C	0.35	4.40	7.20	20.571	4.536	0.077	
D	1.00	0.50	3.90	3.900	1.975	0.506	
E	0.70	-0.70	1.20	1.714	1.309	0.535	
계	2.21					1.132	

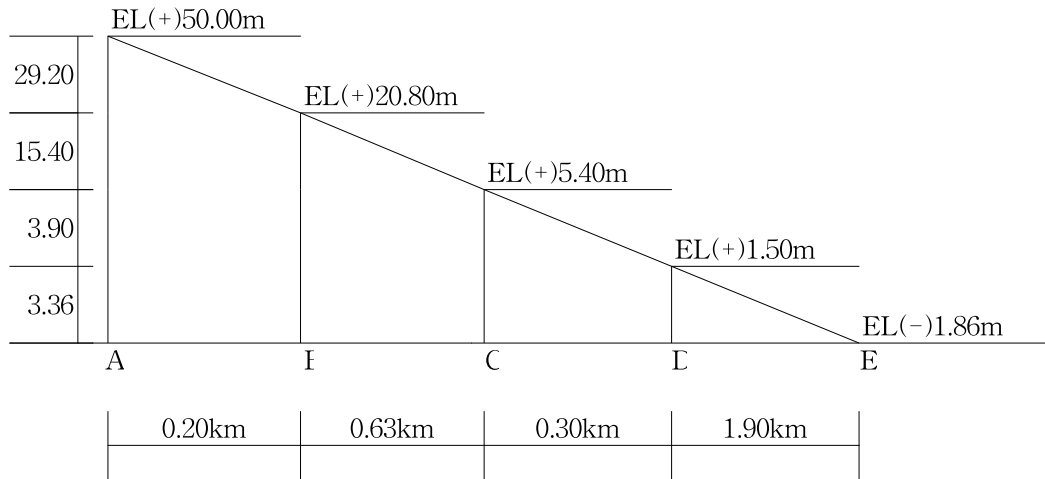
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.21}{1.132} \right)^2 = 3.811 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.21 \times 3.811 = 8.4223 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.21^3}{8.4223} \right\}^{0.385} = 1.04 \text{hr}$$

⑧유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-150> ⑧유역 경사도



○ ⑧유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-151> ⑧유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		50.00					
B	0.20	20.80	29.20	146.000	12.083	0.017	
C	0.63	5.40	15.40	24.444	4.944	0.127	
D	0.30	1.50	3.90	13.000	3.606	0.083	
E	1.90	-1.86	3.36	1.768	1.330	1.429	
계	3.03					1.656	

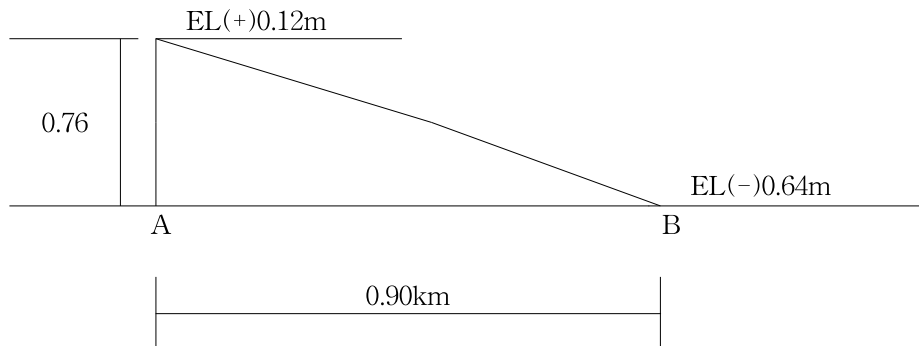
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{3.03}{1.656} \right)^2 = 3.348 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 3.03 \times 3.348 = 10.1444 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.03^3}{10.1444} \right\}^{0.385} = 1.40 \text{ hr}$$

⑨유역 유달시간 (Tc)계산 (논만 있는유역)

<표 4-152> ⑨유역 경사도



○ ⑨유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

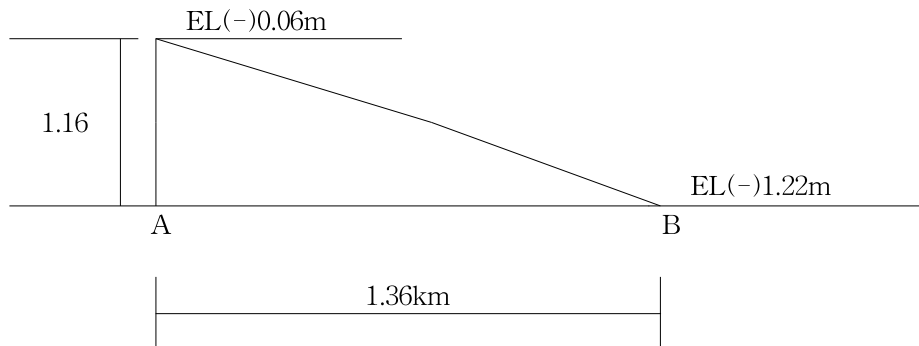
$$T_{cp} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

$$T_{cc} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 900)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 59.40(\text{min}) = 0.99(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = T_{cp} + T_{cc} = 0.49 + 0.99 = 1.48(\text{hr})$$

⑩유역 유달시간 (Tc)계산 (논만 있는유역)

<표 4-153> ⑩유역 경사도



○ ⑩유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

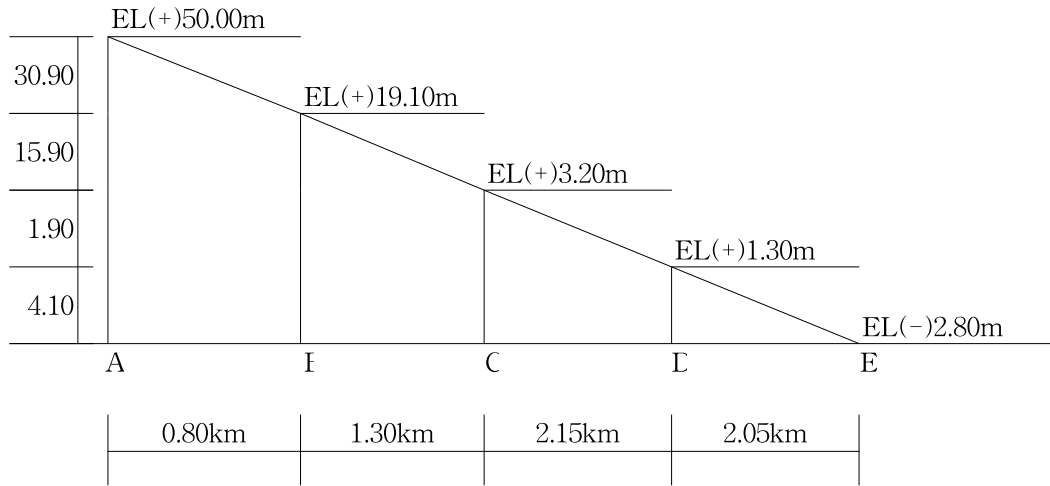
$$T_{cp} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

$$T_{cc} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 1360)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 72.0(\text{min}) = 1.20(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = T_{cp} + T_{cc} = 0.49 + 1.20 = 1.69(\text{hr})$$

⑪유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-154> ⑪유역 경사도



○ ⑪유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-155> ⑪유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		50.00					
B	0.80	19.10	30.90	38.625	6.215	0.129	
C	1.30	3.20	15.90	12.231	3.497	0.372	
D	2.15	1.30	1.90	0.884	0.940	2.287	
E	2.05	-2.80	4.10	2.000	1.414	1.450	
계	6.30					4.238	

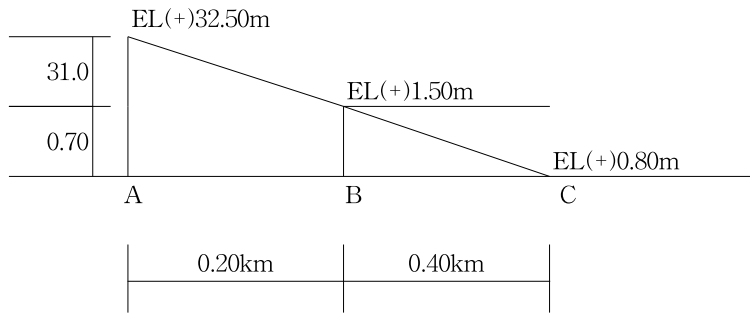
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{6.30}{4.238} \right)^2 = 2.21 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 6.30 \times 2.21 = 13.923 \text{m}$$

$$T_{c I} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 6.30^3}{13.923} \right\}^{0.385} = 2.88 \text{hr}$$

㉔구역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-156> ㉔구역 경사도



○ ㉔구역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-157> ㉔구역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		32.50					
B	0.20	1.50	31.00	155.000	12.450	0.016	
C	0.40	0.80	0.70	1.750	1.323	0.302	
계	0.60					0.318	

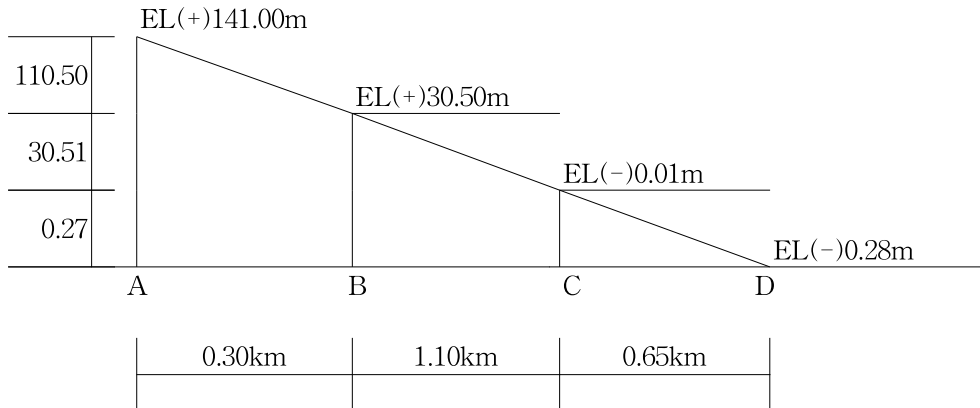
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{Si}} \right\}^2 = \left(\frac{0.60}{0.318} \right)^2 = 3.56 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 0.60 \times 3.56 = 2.136 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 0.60^3}{2.136} \right\}^{0.385} = 0.39 \text{hr}$$

⑬유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-158> ⑬유역 경사도



○ ⑬유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-159> ⑬유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		141.00					
B	0.30	30.50	110.50	368.333	19.192	0.016	
C	1.10	-0.01	30.51	27.736	5.266	0.209	
D	0.65	-0.28	0.27	0.415	0.644	1.009	
계	2.05					1.234	

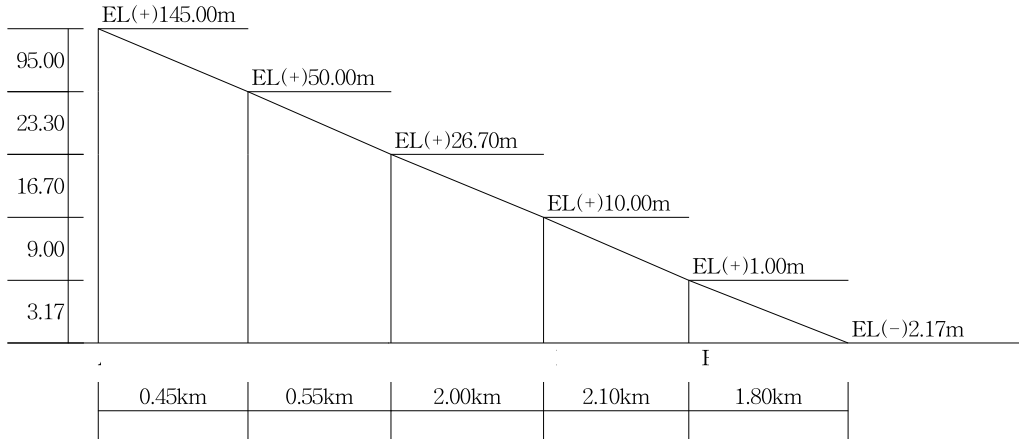
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.05}{1.234} \right)^2 = 2.76 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.05 \times 2.76 = 5.658 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.05^3}{5.658} \right\}^{0.385} = 1.11 \text{ hr}$$

⑭유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-160> ⑭유역 경사도



○ ⑭유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-161> ⑭유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		145.00					
B	0.45	50.00	95.00	211.111	14.530	0.031	
C	0.55	26.70	23.30	42.364	6.509	0.084	
D	2.00	10.00	16.70	8.350	2.890	0.692	
E	2.10	1.00	9.00	4.286	2.070	1.014	
F	1.80	-2.17	3.17	1.761	1.327	1.356	
계	6.90					3.177	

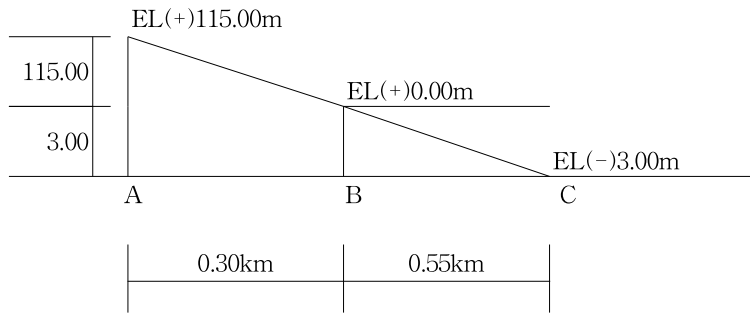
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{Si}} \right\}^2 = \left(\frac{6.90}{3.177} \right)^2 = 4.717 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 6.90 \times 4.717 = 32.5473 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 6.90^3}{32.5473} \right\}^{0.385} = 2.31 \text{hr}$$

⑮유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-162> ⑮유역 경사도



○ ⑮유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-163> ⑮유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			\sqrt{Si}	li/ \sqrt{Si}	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		115.00					
B	0.30	0.00	115.00	383.333	19.579	0.015	
C	0.55	-3.00	3.00	5.455	2.336	0.235	
계	0.85					0.250	

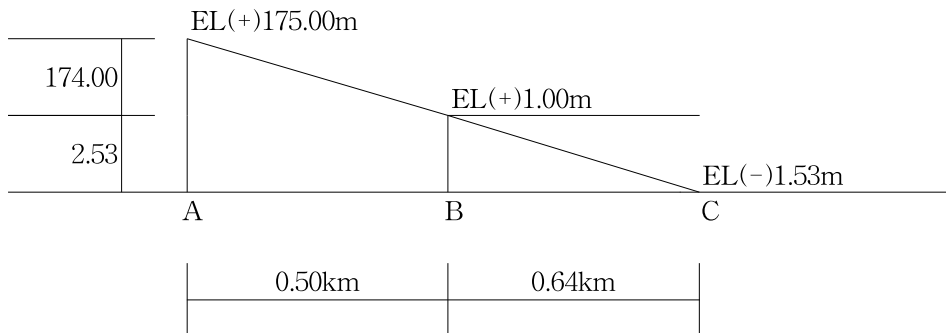
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{Si}} \right\}^2 = \left(\frac{0.85}{0.250} \right)^2 = 11.56 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 0.85 \times 11.56 = 9.826 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 0.85^3}{9.826} \right\}^{0.385} = 0.33 \text{ hr}$$

⑩유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-164> ⑩유역 경사도



○ ⑩유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-165> ⑩유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		175.00					
B	0.50	1.00	174.00	348.000	18.655	0.027	
C	0.64	-1.53	2.53	3.953	1.988	0.322	
계	1.14					0.349	

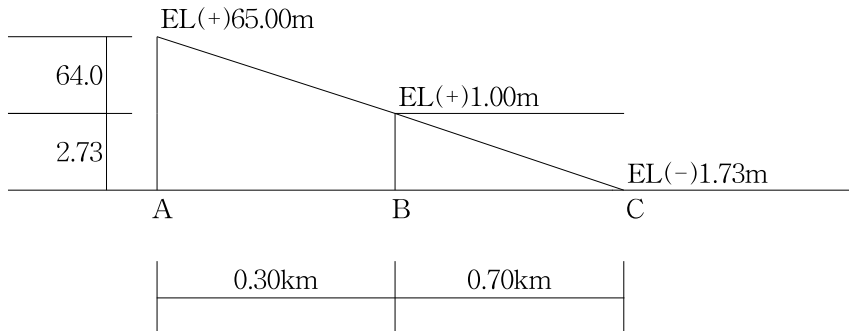
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.14}{0.349} \right)^2 = 10.67 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.14 \times 10.67 = 12.1638 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.14^3}{12.1638} \right\}^{0.385} = 0.42 \text{hr}$$

⑰유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-166> ⑰유역 경사도



○ ⑰유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-167> ⑰유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		65.00					
B	0.30	1.00	64.00	213.333	14.606	0.021	
C	0.70	-1.73	2.73	3.900	1.975	0.354	
계	1.00					0.375	

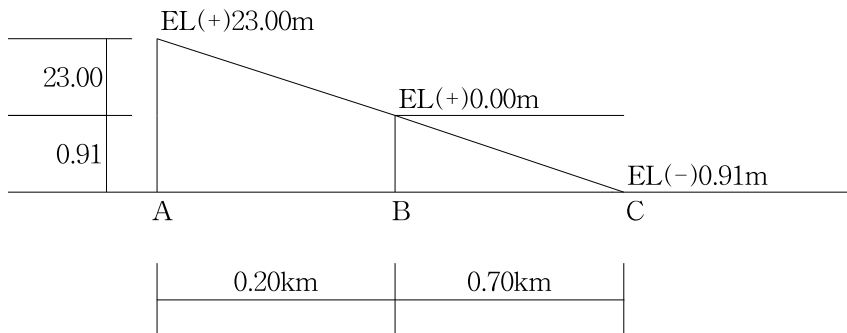
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.00}{0.375} \right)^2 = 7.111 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.00 \times 7.111 = 7.111 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.00^3}{7.111} \right\}^{0.385} = 0.45 \text{ hr}$$

⑬유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-168> ⑬유역 경사도



○ ⑬유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-169> ⑬유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		23.00					
B	0.20	0.00	23.00	115.000	10.724	0.019	
C	0.70	-0.91	0.91	1.300	1.140	0.614	
계	0.90					0.633	

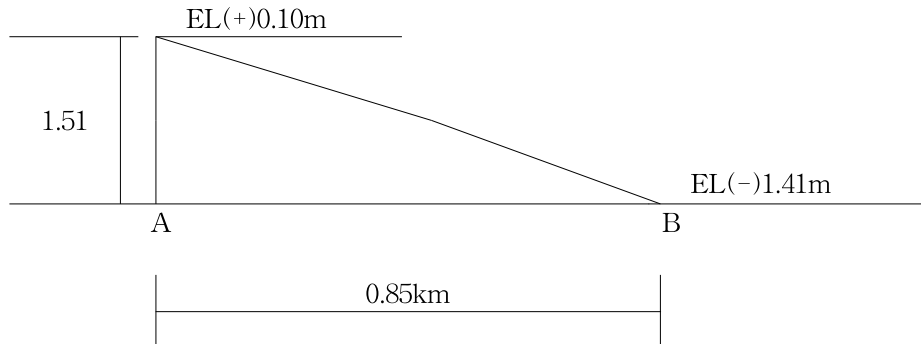
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{0.90}{0.633} \right)^2 = 2.022 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 0.90 \times 2.022 = 1.8198 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 0.90^3}{18.198} \right\}^{0.385} = 0.67 \text{hr}$$

⑱ 유역 유달시간 (Tc) 계산 (논만 있는 유역)

<표 4-170> ⑱ 유역 경사도



○ ⑱ 유역 홍수도달시간(Tc) 계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식 적용)

- 논유역 유달시간(Tc1) 계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$T_{cp} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

$$T_{cc} = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 850)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 57.8(\text{min}) = 0.96(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = T_{cp} + T_{cc} = 0.49 + 0.96 = 1.45(\text{hr})$$

③ 유출곡선지수 산출

부사지구 전체 간척농지를 19개 소유역으로 구분하여 피복 임상에 따른 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역은 당초 설계내역을 이용하였으며 유출곡선지수 산출내용은 다음과 같다.

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{II}}$$

<표 4-171> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
①유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 75.2 CNⅢ = 88
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
	대			C	82	
	도로				82	
	계					
②유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 79.2 CNⅢ = 91
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
	대			C	82	
	도로				82	
	계					
③유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 85.0 CNⅢ = 94
	계					

<표 4-171> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ) (계속)

지점별	토지이용 상태	피복치 리 상태	수문학 적 조건	토양군	유출곡 선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
④유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 80.2
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
	대			C	82	CNⅢ = 91
	과				79	
	계					
⑤유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 83.6
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
	대			C	82	CNⅢ = 93
	과				79	
	계					
⑥유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 85.0
						CNⅢ = 94
	계					
⑦유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 81.5
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
						CNⅢ = 92
	계					

<표 4-171> 소유역별 유출곡선지수(CNIII) (계속)

지점별	토지이용 상태	피복치 리 상태	수문학 적 조건	토양군	유출곡 선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
⑧유역	답	SR	Good	C	85	CNII = 80.8 CNIII = 92
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
	대			C	82	
	계					
⑨유역	답	SR	Good	C	85	CNII = 84.6 CNIII = 94
	임		Poor	C	73	
	계					
⑩유역	답	SR	Good	C	85	CNII = 85.0 CNIII = 94
	계					
⑪유역	답	SR	Good	C	85	CNII = 81.0 CNIII = 92
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	73	
	대			C	82	
	도			C	82	
	유				100	
	과				79	
	구				100	
	계					

<표 4-171> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ) (계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
⑫유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 80.0 CNⅢ = 91
	임		Poor	C	72	
	대			C	82	
	도			C	82	
	계					
⑬유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 78.9 CNⅢ = 91
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	72	
	대			C	82	
	도				82	
	구				100	
	계					
⑭유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 79.8 CNⅢ = 91
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	72	
	대			C	82	
	도				82	
	과				79	
	구				100	
	계					
⑮유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 82.0 CNⅢ = 92
	임	C&T	Poor	C	72	
	도		Poor		82	
	구				100	
	계					

<표 4-171> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ) (계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
⑩유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 78.3 CNⅢ = 90
	임		Poor	C	72	
	도				82	
	구				100	
	계					
⑪유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 84.3 CNⅢ = 93
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	72	
	도				82	
	구				100	
	계					
⑫유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 83.1 CNⅢ = 93
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		Poor	C	72	
	대			C	82	
	도				82	
	구				100	
	계					
⑬유역	답	SR	Good	C	85	CNⅡ = 85.1 CNⅢ = 94
	전	C&T	Poor	C	79	
	대			C	82	
	도				82	
	구				100	
	계					

4. 홍수위 추적

부사지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 부사지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 28,867ha의 빈도별 홍수유입량을 HEC-HMS를 이용, 보령댐 홍수조절 능력을 감안하여 산정하였으며, 당초 간척농지 설계당시(1989)의 내용적과 실측된 조위자료를 이용하여 배수갑문 능력검토를 하였으며, 부사담수호 지점별 홍수위는 HEC-RAS를 이용하여 필요지점의 홍수위를 추적한 결과, 대조시가 더 악조건으로 나타났다.

부사지구 배수갑문(9.4m×4.0m×9련, Sill표고 EL(-)4.50m, 관리수위 EL(-)0.50m)에서 배수갑문 능력검토에 의해 제1안은 보령댐 홍수조절을 반영하여 분석하고, 제2안은 보령댐 홍수조절을 반영하지 않고 분석하는 2개 안으로 비교 분석한 결과 제2안(보령댐 홍수조절 미반영)이 악조건으로 분석되었으나, 현재 보령댐에서 100년빈도시 1,000만^m을 홍수조절하고 있으므로 보령댐의 홍수조절을 반영하는 제1안을 배수갑문 지점의 홍수위로 채택하여 부사지구 담수호의 빈도별, 지점별 홍수위를 추적하였다.

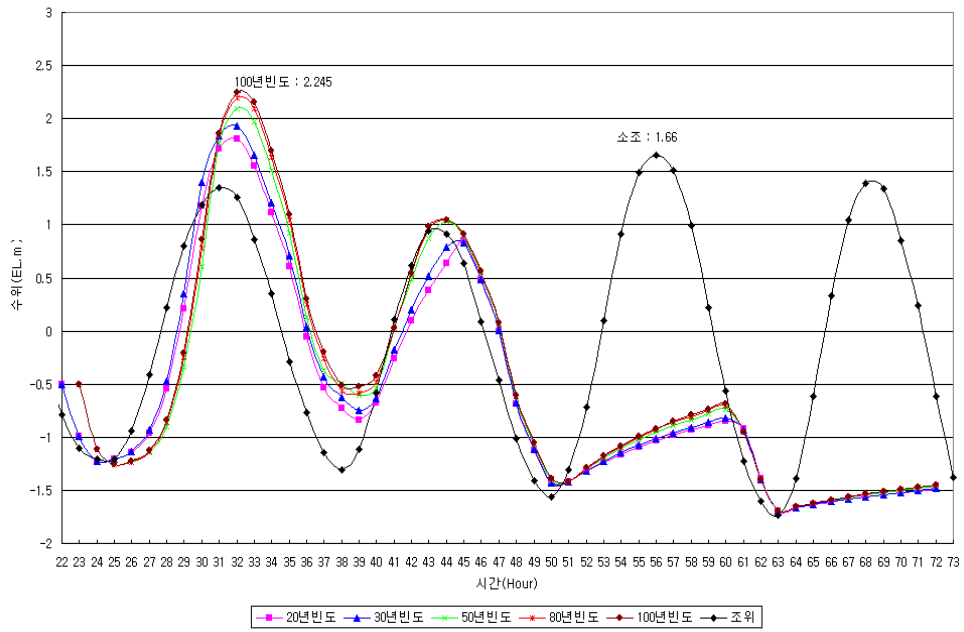
<표 4-172> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구 분		조 위	빈 도 별 홍 수 위 (EL.m)					채 택	비 고
			20년	30년	50년	80년	100년		
제1안	보령댐 홍수조절시	소 조	1.812	1.927	2.097	2.198	2.245		
		대 조	2.413	2.677	2.835	3.136	3.333	◎	
제2안	보령댐 홍수조절 미반영시	소 조	2.093	2.228	2.403	2.569	2.656		
		대 조	2.653	2.876	3.022	3.237	3.350		

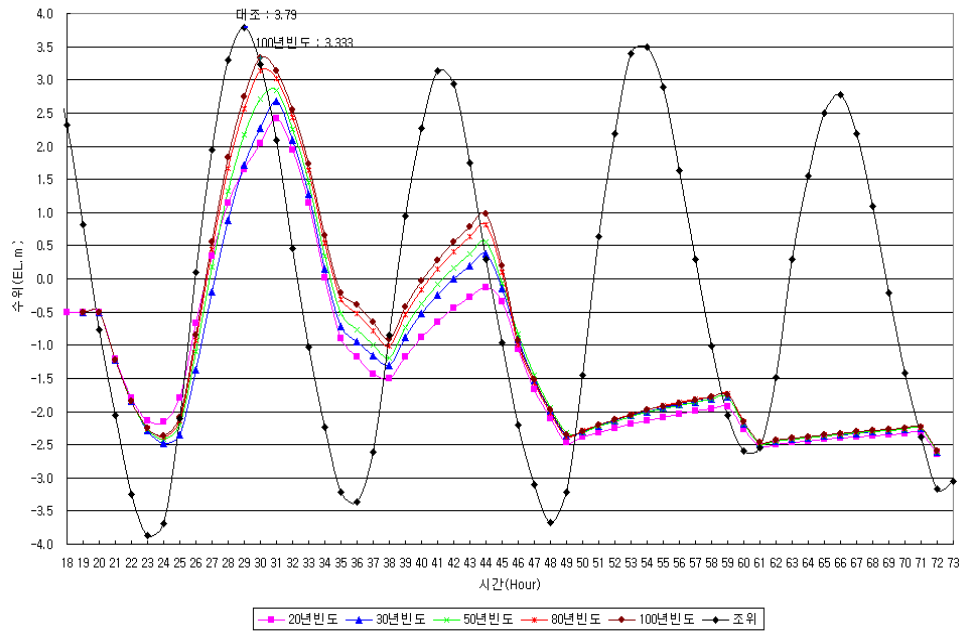
<표 4-173> 부사지구 담수호 지점별 홍수위 추적결과

홍수위 추적지점	홍수위 적용지점	누가 거리 (km)	재현기간별 홍수위(EL.m)					비 고
			20년	30년	50년	80년	100년	
6지점		8.90	4.080	4.260	4.490	4.680	4.780	
5-5지점	①유역	6.50	3.310	3.540	3.750	4.000	4.130	
5-4지점	①유역	5.60	3.020	3.270	3.470	3.740	3.890	
5-3지점	②유역	5.00	2.830	3.090	3.280	3.570	3.730	
5-2지점	⑬유역	4.80	2.770	3.030	3.220	3.510	3.680	
5-1지점	③유역	4.60	2.710	2.970	3.160	3.450	3.630	
5지점	④, ⑤, ⑥유역	4.10	2.550	2.820	3.000	3.310	3.500	
4지점	⑦, ⑭유역	3.60	2.520	2.790	2.960	3.270	3.470	
3-4지점	⑮유역	3.20	2.520	2.790	2.960	3.270	3.470	
3-3지점	⑨유역	2.80	2.510	2.780	2.950	3.260	3.460	
3-2지점	⑯유역	2.60	2.510	2.780	2.950	3.260	3.460	
3-1지점	⑰유역	2.40	2.510	2.780	2.950	3.260	3.460	
3지점	⑩유역	2.00	2.500	2.770	2.940	3.250	3.450	
2지점	⑧, ⑪, ⑱, ⑲유역	0.70	2.413	2.677	2.835	3.136	3.333	
1지점	⑫유역	-	2.413	2.677	2.835	3.136	3.333	배수감문

<그림 4-18> 부사지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)



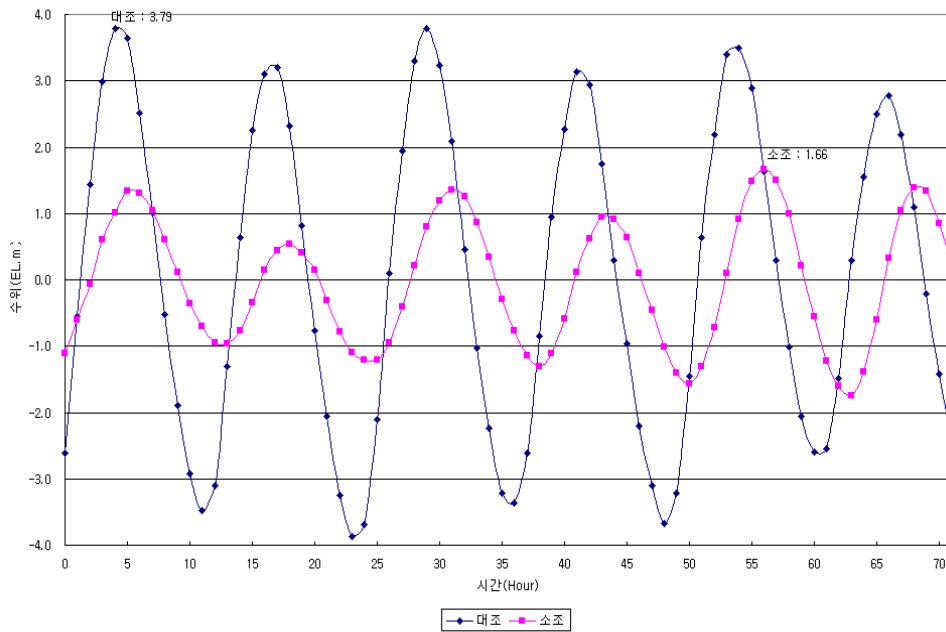
<그림 4-19> 부사지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)



① 조위관측자료 설정

부사지구내 조위관측자료는 부사지구 외곽공사 기본조사 설계시(1984.04.03 ~1984.05.02, 30일간) 충남 보령시 대천읍 신목리 대천항에서 측정한 조위관측자료 중 대조(84.04.17~84.04.20) 및 소조시(84.04.24~84.04.27)의 자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며, 조위관측자료를 요약하면 다음과 같다.

<그림 4-20> 조위관측자료



<표 4-174> 조위관측자료

소 조				대 조					
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
0.00	-2.62	37.00	-2.61		0.00	-1.11	37.00	-1.14	
1.00	-0.56	38.00	-0.85		1.00	-0.61	38.00	-1.31	
2.00	1.44	39.00	0.94		2.00	-0.06	39.00	-1.11	
3.00	2.99	40.00	2.27		3.00	0.60	40.00	-0.58	
4.00	3.79	41.00	3.14		4.00	1.01	41.00	0.11	
5.00	3.64	42.00	2.94		5.00	1.34	42.00	0.62	
6.00	2.51	43.00	1.74		6.00	1.30	43.00	0.94	
7.00	1.01	44.00	0.29		7.00	1.05	44.00	0.91	
8.00	-0.52	45.00	-0.96		8.00	0.61	45.00	0.64	
9.00	-1.89	46.00	-2.21		9.00	0.12	46.00	0.09	
10.00	-2.92	47.00	-3.11		10.00	-0.36	47.00	-0.46	
11.00	-3.48	48.00	-3.67		11.00	-0.70	48.00	-1.01	
12.00	-3.10	49.00	-3.21		12.00	-0.94	49.00	-1.41	
13.00	-1.31	50.00	-1.46		13.00	-0.97	50.00	-1.56	
14.00	0.64	51.00	0.64		14.00	-0.76	51.00	-1.31	
15.00	2.25	52.00	2.19		15.00	-0.34	52.00	-0.72	
16.00	3.11	53.00	3.39		16.00	0.14	53.00	0.10	
17.00	3.20	54.00	3.49		17.00	0.44	54.00	0.91	
18.00	2.32	55.00	2.89		18.00	0.54	55.00	1.49	
19.00	0.81	56.00	1.64		19.00	0.41	56.00	1.66	
20.00	-0.76	57.00	0.29		20.00	0.14	57.00	1.51	
21.00	-2.06	58.00	-1.01		21.00	-0.31	58.00	0.99	
22.00	-3.25	59.00	-2.06		22.00	-0.79	59.00	0.22	
23.00	-3.87	60.00	-2.59		23.00	-1.10	60.00	-0.56	
24.00	-3.69	61.00	-2.54		24.00	-1.21	61.00	-1.23	
25.00	-2.11	62.00	-1.48		25.00	-1.20	62.00	-1.60	
26.00	0.09	63.00	0.29		26.00	-0.94	63.00	-1.74	
27.00	1.94	64.00	1.55		27.00	-0.41	64.00	-1.39	
28.00	3.29	65.00	2.49		28.00	0.22	65.00	-0.61	
29.00	3.79	66.00	2.77		29.00	0.80	66.00	0.33	
30.00	3.24	67.00	2.19		30.00	1.19	67.00	1.04	
31.00	2.09	68.00	1.09		31.00	1.35	68.00	1.39	
32.00	0.46	69.00	-0.21		32.00	1.26	69.00	1.34	
33.00	-1.03	70.00	-1.42		33.00	0.86	70.00	0.85	
34.00	-2.23	71.00	-2.39		34.00	0.35	71.00	0.24	
35.00	-3.21	72.00	-3.17		35.00	-0.29	72.00	-0.61	
36.00	-3.36	73.00	-3.05		36.00	-0.77	73.00	-1.38	

② 담수호 내용적표 작성

부사지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석의 내용적자료는 당초 간척농지 설계시(1989년) 담수호 방수제 축조후의 내용적표를 배수갑문 능력검토 입력자료로 이용하였다.

<표 4-175> 부사 담수호 내용적표

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-8.2	900	-	-	-	-	
-8.0	3,196	2,048	0.2	410	410	
-7.0	19,454	11,325	1.0	11,325	11,735	
-6.0	42,192	30,823	1.0	30,823	42,558	
-5.0	127,453	84,823	1.0	84,823	127,380	
-4.5	943,001	535,227	0.5	267,614	394,994	배수갑문Sill
-4.0	1,197,010	1,070,006	0.5	535,003	929,996	
-3.5	2,416,481	1,806,746	0.5	903,373	1,833,369	사수위
-3.0	2,706,679	2,561,580	0.5	1,280,790	3,114,159	
-2.5	2,911,655	2,809,167	0.5	1,404,584	4,518,743	
-2.0	3,169,944	3,040,800	0.5	1,520,400	6,039,142	
-1.5	3,267,486	3,218,715	0.5	1,609,358	7,648,500	
-1.0	3,390,159	3,328,823	0.5	1,664,411	9,312,911	
-0.5	3,522,869	3,456,514	0.5	1,728,257	11,041,168	관리수위
0.0	3,811,771	3,667,320	0.5	1,833,660	12,874,828	
0.5	3,830,117	3,820,944	0.5	1,910,472	14,785,300	
1.0	3,923,283	3,876,700	0.5	1,938,350	16,723,650	
1.5	4,013,865	3,968,574	0.5	1,984,287	18,707,937	
2.0	4,071,275	4,042,570	0.5	2,021,285	20,729,222	
2.5	4,212,605	4,141,940	0.5	2,070,970	22,800,192	
3.0	4,366,576	4,289,591	0.5	2,144,795	24,944,987	
3.5	4,536,124	4,451,350	0.5	2,225,675	27,170,662	
4.0	4,600,076	4,568,100	0.5	2,284,050	29,454,712	

<표 4-176> 부사지구 보령댐 내용적표

표고 (EL.m)	면적 (ha)	평균면적 (ha)	고차 (m)	내용적 (ha.m)	누가내용적 (ha.m)	비고
33.0	-	-	-	-	-	
35.0	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	
36.0	5.88	3.94	1.00	3.94	5.94	
37.0	9.76	7.82	1.00	7.82	13.76	
38.0	13.64	11.70	1.00	11.70	25.46	
39.0	17.52	15.58	1.00	15.58	41.04	
40.0	21.40	19.46	1.00	19.46	60.50	
41.0	30.72	26.06	1.00	26.06	86.56	
42.0	40.04	35.38	1.00	35.38	121.94	
43.0	49.36	44.70	1.00	44.70	166.64	
44.0	58.68	54.02	1.00	54.02	220.66	
45.0	68.00	63.34	1.00	63.34	284.00	
46.0	83.54	75.77	1.00	75.77	359.77	
47.0	99.08	91.31	1.00	91.31	451.08	
48.0	114.62	106.85	1.00	106.85	557.93	
49.0	130.16	122.39	1.00	122.39	680.32	
50.0	145.70	137.93	1.00	137.93	818.25	저수위
51.0	166.16	155.93	1.00	155.93	974.18	
52.0	186.62	176.39	1.00	176.39	1,150.57	
53.0	207.08	196.85	1.00	196.85	1,347.42	
54.0	227.54	217.31	1.00	217.31	1,564.73	
55.0	248.00	237.77	1.00	237.77	1,802.50	
56.0	270.84	259.42	1.00	259.42	2,061.92	
57.0	293.68	282.26	1.00	282.26	2,344.18	
58.0	316.52	305.10	1.00	305.10	2,649.28	
59.0	339.36	327.94	1.00	327.94	2,977.22	
60.0	362.20	350.78	1.00	350.78	3,328.00	
61.0	385.96	374.08	1.00	374.08	3,702.08	
62.0	409.72	397.84	1.00	397.84	4,099.92	
63.0	433.48	421.60	1.00	421.60	4,521.52	
64.0	457.24	445.36	1.00	445.36	4,966.88	여수토언체
65.0	481.00	469.12	1.00	469.12	5,436.00	
66.0	503.68	492.34	1.00	492.34	5,928.34	
67.0	526.36	515.02	1.00	515.02	6,443.36	
68.0	549.04	537.70	1.00	537.70	6,981.06	
69.0	571.72	560.38	1.00	560.38	7,541.44	
70.0	594.40	583.06	1.00	583.06	8,124.50	
71.0	613.80	604.10	1.00	604.10	8,728.60	
72.0	633.20	623.50	1.00	623.50	9,352.10	
73.0	652.60	642.90	1.00	642.90	9,995.00	

<표 4-176> 부사지구 보령댐 내용적표

표고 (EL.m)	면적 (ha)	평균면적 (ha)	고차 (m)	내용적 (ha.m)	누가내용적 (ha.m)	비고
74.0	672.00	662.30	1.00	662.30	10,657.30	상시만수위
75.0	690.00	681.00	1.00	681.00	11,338.30	
76.0	707.60	698.80	1.00	698.80	12,037.10	
77.0	725.20	716.40	1.00	716.40	12,753.50	
78.0	742.80	734.00	1.00	734.00	13,487.50	
79.0	760.40	751.60	1.00	751.60	14,239.10	
80.0	778.00	769.20	1.00	769.20	15,008.30	

제4절 삼산간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

삼산지구는 남해안 득량만에 접해있는 지구로서 행정구역상 전남 장흥군 관산읍 속해있으며, 유역내에는 기 완성된 간척농지가 넓게 분포하고 있다. 해안은 리아스식 해안을 이루고 있으며, 대체로 높은 산악지역이나 하천은 발달되어 있지 않고, 완경사를 가진 구릉지대를 이루고 있다.

삼산지구 간척농지사업지구는 전라남도 장흥군 관산읍에 소재하고, 동경 126° 57' ~ 127° 00' 와 북위 34° 29' ~ 34° 33' 사이에 위치하고 있으며, 지구의 동쪽으로는 남해바다에 접하고, 북쪽은 소악봉(EL.243.2m), 동쪽은 천관산(EL.724.3m), 남쪽은 우산도(EL.61.2m)가 위치하고 있다.

유역 내에는 관산읍 외동리의 부안천과 관산읍 방촌리의 대평천 등 2개의 소하천과 1개의 무명천이 있으며, 대부분이 낮은 구릉지대로 평야부에는 기존 농경지 213ha가 산재하여 있고, 서남해안 간척사업으로 조성한 삼산지구 간척농지 283ha가 분포하고 있다. 삼산지구에 소재하고 있는 소류지는 부안제외 1개소가 있으나 기설 농지 213ha에 대한 농업용수 공급에도 부족할 것으로 추정된다.

삼산지구 전체 유역면적 1,700ha의 토지이용현황은 논이 차지하는 구성비가 유역면적의 32.0%(544.1ha)에 이른다. 또한, 밭의 구성비는 8.2%(139.1ha), 산림, 농가, 담수호 및 기타면적의 비율은 59.8%(1,016.8ha)로 구성되어 있다. 삼산지구 유역내의 수종은 해양성 기후에 적합한 침엽수가 주종을 이루고 있으며, 전반적으로 산림의 식생상태는 보통인 상태이다. 산림지의 토양은 미사질 양토이고, 일부 육지부에 인접한 가장자리에는 사양토와 자갈이 포함된 사력질 또는 암반 노출지가 분포되어 있어 강우시 유출현상이 빠른 시간에 발생할 것으로 판단되며, 간척농지의 토양은 미사질 양토, 양질 점질토로 전반적으로 농지가 비옥한 편이다.

② 유역지상인자

전반적으로 유역형상은 부채꼴 또는 직사각형 모양으로 간척농지를 중심으로 분포하고 있으며 유입하천은 부안천과 대평천 2개소가 있으나, 하천의 규모가 상당히 작은 편이다. 이는 유역의 형상계수, 하천밀도로도 판단이 가능하다.

유역의 형상계수가 크면 유로연장에 비해 그 나비가 넓고 반대로 형상계수가 작으면 가늘고 긴 유역을 말한다. 삼산지구의 유역 형상계수는 0.561으로 유로장이 짧고 폭이 넓은 유역을 의미하며, 이러한 형상의 유역에서는 유역내 홍수가 일시에 도달하게 됨으로서 첨두홍수량이 장방형의 유역보다 상대적으로 크게 나타난다. 또한 하천밀도계수가 0.323로 하천의 발달이 매우 미약하다.

본 지구의 유역중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-1>과 같다.

<표 4-177> 유역지상인자

구 분	단 위	산출결과	비 고
유역면적	ha	1,700	
유로장	km	5.50	
남북길이	km	5.20	
동서길이	km	3.80	
유역평균폭	km	3.09	
유역형상계수	-	0.561	
하천밀도	km/km ²	0.323	
기복량	-	0.011	
주하천평균경사	m/km	6.647	

③ 토지이용 상황

삼산지구 7개 소유역에서 강우-유출특성을 규명하기 위해서는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태 등에 대한 자세한 조사가 필요하다. 따라서 1:25,000 도면과 현지조사를 기초로 하고 배수계통을 고려하여 7개 소유역으로 구분한 소유역도를 작성하였다.

유역조사 결과는 논외의 경우 미사질 양토, 미사질 점토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 미사질 양토, 미사질 식양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출량은 중간정도로 나타날 것으로 추정된다.

소유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 각 소유역별 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다.

7개의 소유역으로 구분한 삼산지구의 소유역별 토지이용상태에서 소유역별 토지이용 현황은 전체 1,700.0ha 면적 중 논이 차지하는 비율이 32.0%(544.1ha), 밭이 8.2%(139.1ha), 산림지 및 기타의 비율은 59.8%(1,016.8ha)로 구분되어 논의 면적비율이 큰 것으로 나타났다.

<표 4-178> 토지이용상황

유역면적	경 지			산 립	기 타
	소 계	논	밭		
1,700	683	544	139	749	268
100.0	40.2	32.0	8.2	44.0	15.8

주 : ()는 비율(%)임.

2. 확률강우량 산정

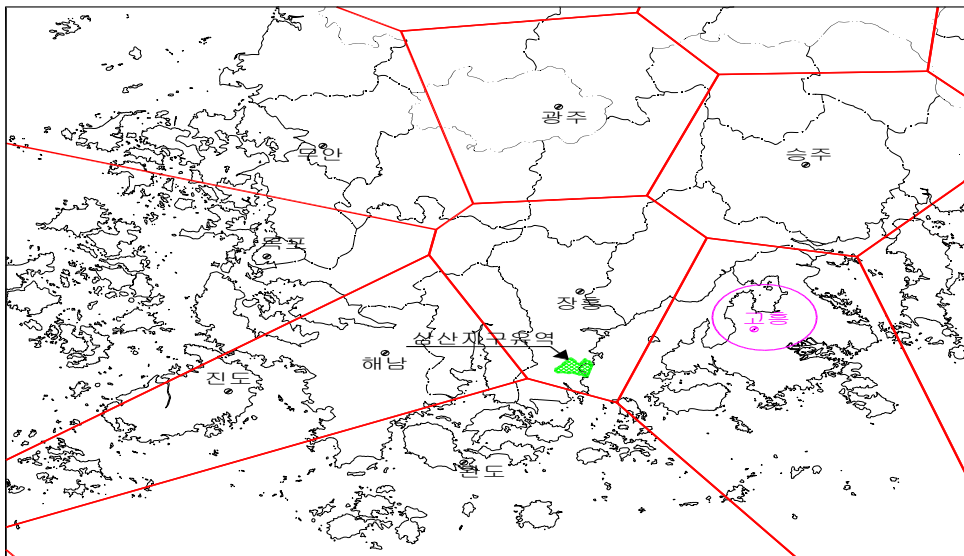
① 강우관측소 현황

본 지구 유역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 장흥관측소, 해남관측소, 고흥관측소가 위치하고 있다. 티센망상으로는 장흥관측소가 가장 인접해 있으나, 해안에 위치한 삼산간척농지의 강우패턴이 고흥관측소가 유역을 대표할 수 있는 지배관측소이라는 점과 「계획지구를 중심으로 주위의 모든 기상관측소를 대상으로 연 최고치 계열의 강우자료를 수집하여 수문학적으로 계획지구를 대표할 수 있는 지배관측소의 강우자료를 선정한다.」(양배수장 설계편배)를 고려하여 고흥관측소의 강우자료를 이용하여 홍수유출량을 산정하였다. 지구유역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 다음과 같다.

<표 4-179> 기상관측소 현황

관측소	관측 종별	위 치			해발고 (EL.m)	관 측 개시일	관 할 관서명	채택
		지 명	경 도	위 도				
장흥	T/M	전남 장흥군 장흥읍 축내리	126-55	34-41	44.5	1972.01	기상청	
해남	T/M	전남 해남군 해남읍 남천리	126-34	34-33	4.6	1971.02	기상청	
고흥	T/M	전남 고흥군 고흥읍 행정리	127-16	34-37	53.3	1972.01	기상청	◎

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)



<그림 4-21> 기상관측소 지배유역도

② 확률강우량

고흥 관측소의 1973년부터 2010년까지 관측된 전체 38개년과 최근 30개년의 강우기록을 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였다.

<표 4-180> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Chow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	179.1	186.1	159.0	163.2	166.7	173.2	164.1	169.8	148.6	133.8	130.5	136.7
10	272.3	287.9	272.6	286.2	291.0	311.8	274.2	290.0	269.6	194.7	188.8	192.9
20	303.0	321.4	323.8	344.3	344.5	371.5	321.6	341.8	330.5	219.6	211.3	215.5
30	318.9	338.9	354.9	379.1	375.3	405.9	348.9	371.6	367.0	234.7	223.6	228.1
50	337.5	359.1	394.9	424.0	413.7	448.8	383.0	408.8	413.9	252.1	238.5	243.7
80	353.2	376.3	432.2	466.1	448.9	488.1	414.2	442.9	457.5	283.3	251.6	257.6
100	360.6	384.3	450.8	487.2	465.6	506.7	429.0	459.0	479.1	276.1	257.8	264.4
200	381.5	407.2	508.4	552.7	517.3	564.4	474.8	509.1	545.4	299.6	276.2	284.4
기왕 최대	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	274.5	274.5	274.5
채택						◎						

<표 4-181> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Chow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	222.8	231.0	195.1	199.8	206.6	214.1	203.1	209.7	189.1	175.0	168.9	179.2
10	345.5	363.8	343.3	360.3	370.1	395.0	348.1	366.5	347.0	283.9	287.7	280.8
20	385.9	407.5	413.5	437.3	440.5	472.8	410.4	434.0	421.3	333.5	314.3	327.6
30	406.9	430.2	455.5	483.7	481.0	517.6	446.3	472.9	465.0	332.4	310.4	355.5
50	431.4	456.7	509.8	544.0	531.7	573.6	491.2	521.5	520.3	388.8	373.4	391.4
80	452.0	479.1	560.8	600.8	578.0	624.8	532.3	565.9	571.2	432.0	408.8	425.0
100	461.7	489.5	586.3	629.3	600.0	649.1	551.7	587.0	596.2	448.3	418.8	441.8
200	489.3	519.4	665.7	718.4	668.0	724.4	612.0	652.2	672.3	476.6	464.8	491.7
기왕 최대	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	432.2	432.2	432.2
채택						◎						

<표 4-182> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	8.4	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.5	8.4	8.4
20	13.3	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7
30	17.0	16.4	16.3	16.3	16.2	16.1	16.2	16.0	16.0
40	19.9	19.0	18.8	18.7	18.6	18.5	18.6	18.4	18.3
50	22.5	21.4	21.2	21.2	21.1	21.0	21.0	20.8	20.7
60	24.5	23.3	23.0	22.9	22.8	22.7	22.7	22.5	22.4
90	29.7	29.1	28.9	28.9	28.8	28.7	28.8	28.6	28.5
120	35.6	34.7	34.5	34.5	34.4	34.3	34.3	34.2	34.0
180	43.6	43.1	42.9	42.9	42.8	42.7	42.9	42.6	42.5
240	50.5	50.3	50.1	50.2	50.2	50.1	50.3	50.0	50.0
360	60.7	60.9	60.9	61.0	60.9	60.9	61.1	61.0	61.0
540	71.3	71.8	71.7	71.9	71.9	71.7	72.0	71.7	71.7
720	80.0	77.8	77.0	77.2	76.9	76.5	76.6	76.2	75.9
900	86.6	84.4	83.8	84.1	83.9	83.5	83.6	83.2	82.8
1080	92.1	89.7	89.4	89.5	88.8	88.7	88.7	88.2	87.9
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-183> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	6.9	5.6	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8	4.7
20	11.6	10.4	10.1	10.0	9.8	9.7	9.7	9.6	9.5
30	14.6	13.3	12.9	12.8	12.6	12.5	12.5	12.4	12.2
40	17.3	16.4	16.1	16.0	15.8	15.8	15.8	15.7	15.6
50	19.8	19.2	19.0	18.9	18.8	18.7	18.7	18.7	18.6
60	21.9	21.5	21.2	21.2	21.0	21.0	21.0	21.0	20.8
90	26.5	25.9	25.5	25.5	25.3	25.2	25.2	25.2	25.0
120	30.9	30.0	29.6	29.5	29.3	29.2	29.2	29.2	28.9
180	38.2	37.5	37.0	37.0	36.7	36.6	36.7	36.6	36.4
240	44.6	42.8	42.1	42.0	41.5	41.3	41.4	41.3	40.9
360	54.4	50.4	49.2	48.8	48.2	47.8	47.9	47.6	47.0
540	66.9	62.4	61.0	60.7	59.8	59.4	59.5	59.2	58.4
720	74.3	69.5	68.0	67.6	66.9	66.4	66.4	66.1	65.5
900	78.6	74.2	72.5	72.2	71.3	71.0	71.0	70.8	70.1
1080	82.1	79.1	78.0	77.8	77.1	76.6	76.9	76.7	75.9
1440	89.2	87.5	86.0	85.8	85.4	84.9	85.4	85.3	84.6

<표 4-184> 빈도별 시간별 2일 강수량

시간 (분)	빈도별강수량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	14.8	22.2	25.2	27.0	29.0	31.1	31.9	35.1	29.2
20	24.8	41.0	47.6	51.5	56.1	60.6	62.8	69.5	58.8
30	31.2	52.4	61.1	66.3	72.4	78.1	81.1	89.8	76.0
40	37.0	64.8	76.2	83.0	90.9	98.5	102.4	113.9	96.8
50	42.3	75.9	89.7	97.8	107.5	116.8	121.6	135.6	115.5
60	46.9	84.8	100.3	109.6	120.6	131.0	136.3	152.0	129.6
90	56.8	102.2	120.8	131.8	144.8	157.5	163.7	182.5	155.8
120	66.1	118.5	139.8	152.6	167.8	182.3	189.6	211.3	180.1
180	81.8	148.1	174.9	191.3	210.3	228.6	238.1	265.4	226.4
240	95.5	169.2	199.1	217.3	237.9	258.2	268.8	299.0	254.7
360	116.5	199.0	232.5	252.4	276.3	298.6	310.6	344.7	292.2
540	143.2	246.4	288.4	313.9	343.2	371.0	386.0	428.6	363.4
720	159.1	274.6	321.5	349.8	383.4	415.0	431.1	478.5	407.4
900	168.2	293.1	342.8	373.4	408.9	443.4	461.0	512.9	436.4
1,080	175.8	312.4	368.8	402.6	442.3	478.4	499.1	555.7	472.5
1,440	191.0	345.6	406.6	444.1	489.8	530.5	554.0	618.0	526.2
2,880	214.1	395.0	472.8	517.6	573.6	624.8	649.1	724.4	622.4

<표 4-185> 빈도별 확률강수량 비교

구 분(관측소)		빈도별 2일강수량(mm)					채택	비 고
		20년	30년	50년	80년	100년		
장흥	전년	421.9	459.1	505.7	548.3	568.5		1974~2010
	30년	430.2	469.0	517.4	561.8	582.8		
해남	전년	399.1	435.3	480.6	522.0	541.6		1973~2010
	30년	427.2	467.2	517.1	562.9	584.6		
고흥	전년	440.5	481.0	531.6	578.0	599.9		1973~2010
	30년	472.8	517.6	573.6	624.8	649.1	◎	

3. 설계홍수량 산정

삼산지구 배수갑문(5.0m×4.5m×4런, Sill표고 EL(-)3.00m)을 통하여 내부 유역의 홍수유입량을 남해바다에 자연배제함으로서 농경지 침수피해를 방지하기 위하여 배수갑문능력검토를 하였으며, 기후변화에 따른 삼산지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 침수분석설계기준인 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년) 산정은 한국농어촌공사에서 개발한 RMS(River Modeling System)을 이용하여 산정하였다.

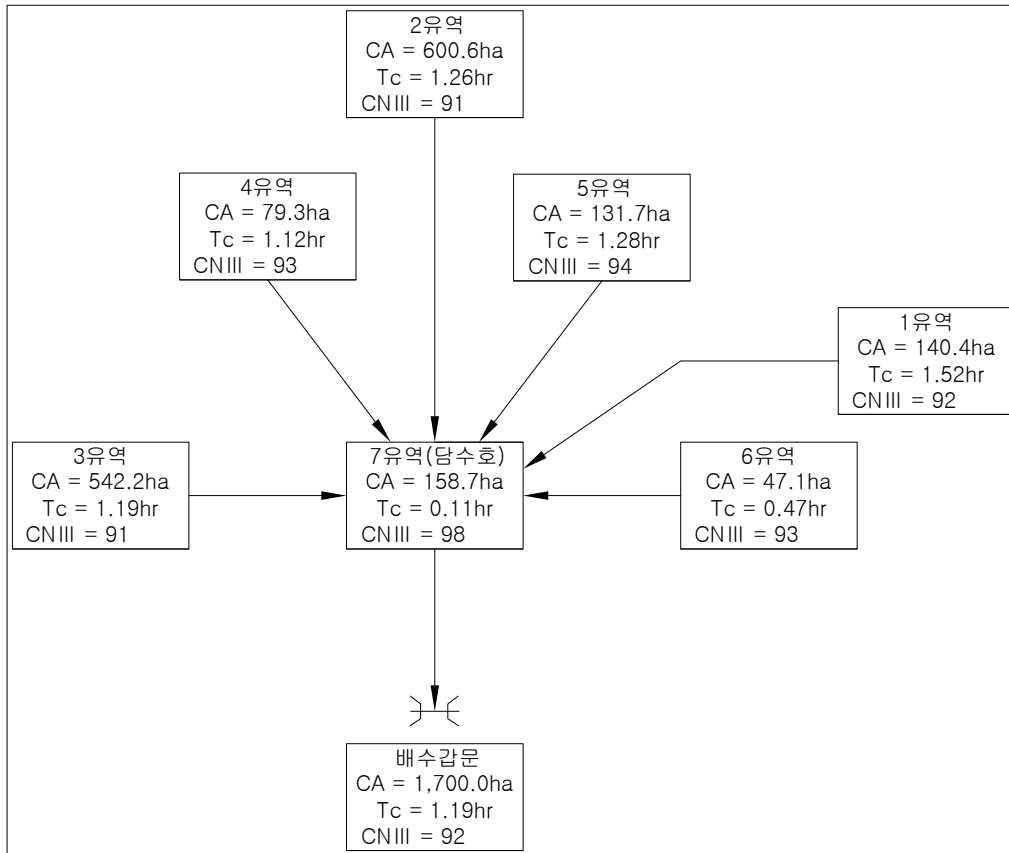
① 설계홍수량 산정

기후변화에 따른 삼산지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 홍수량 산정은 전체유역면적 1,700ha(배수갑문 지점), 1유역 140.40ha, 2유역 600.60ha, 3유역 542.20ha, 4유역 79.30ha, 5유역 131.70ha, 6유역 47.10ha의 빈도별 계획홍수량을 분석하였으며 분석결과는 <표 4-196>과 같다.

<표 4-186> 삼산지구 소유역별 홍수량 선정결과

유역번호	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	232.5	257.0	288.1	316.6	329.9	배수갑문지점 (①~⑦유역)
①유역	22.9	25.2	28.1	30.8	32.0	
②유역	95.5	105.5	118.2	129.8	135.3	
③유역	87.8	97.0	108.7	119.5	124.5	
④유역	5.6	6.1	6.9	7.5	7.8	1호배수문지점
⑤유역	8.7	9.6	10.7	11.7	12.2	2호배수문지점
⑥유역	9.9	10.9	12.2	13.4	14.0	3호배수문지점
⑦유역	49.7	54.3	60.1	64.9	66.8	담수호 유역

<그림 4-22> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도



② 유달시간 계산

한 유역으로부터의 유출은 유역특성의 영향을 받는다. 유역특성은 일반적으로 유역면적, 유역의 경사, 유역형상, 유로에서의 단면 형상 등의 유로특성 등을 의미한다. 이러한 요소들은 유역내에 내린 강우가 특정 지점까지 도달하는데 걸리는 시간을 결정지으며 침투홍수량의 크기를 결정하게 된다. 이와같이 유역의 가장 먼지점으로부터 유역출구까지 도달하는데 소요되는 시간을 홍수도달시간 또는 유달시간이라 하며 일반적으로 유역의 특성인자와 홍수도달시간의 경험공식에 의한 산정하는 것이 보통이다.

- 1) 근회 분석에서는 유달시간의 산정을 위하여 California도로국 공식을 적용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

여기서 L : 유역의 유로장 (km)

ΔH : 유역의 평균고도 (m)

유역의 평균고도는 경사자승법에 의거 산출하였으며 산출식은 다음과 같다.

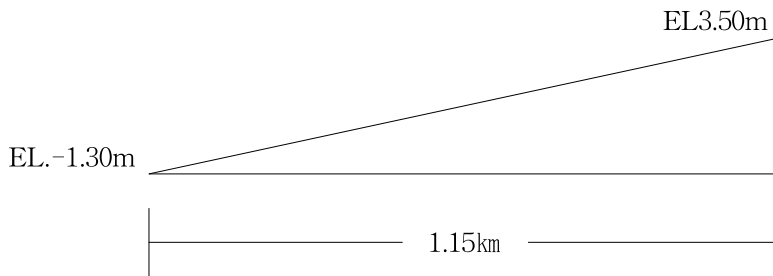
$$\Delta H = S \times L$$

$$\text{단, } S = \left[\frac{\sum l_i}{\sum (l_i) / \sqrt{S_i}} \right]^2$$

여기서 l_i : 구간별 유로장 (km)

S_i : 구간별 경사도 (구간별 표고차/구간별 유로장)

- 2) 논유역만 있는 경우 : 유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <그림3-3>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.



<표 4-187> 논유역 표고별 유로장

- 논 유역

$$T_{cp} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4 \text{min} = 0.49 \text{hr}$$

$$T_{cc} = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4 \text{min} = 1.10 \text{hr}$$

$$T_c = T_{cp} + T_{cc} = 1.59 \text{hr}$$

여기서, T_{cp} (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_{cc} (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표현된다.

$$\text{- 논 유역 유달시간}(T_c) = 0.49 \text{hr} + \text{논 구획 유달시간}(\text{hr})$$

3) 배수로 평균허용유속공식 (평야부 배수로 적용) : 배수로의 허용평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이면 된다. 따라서 유속은 $V=0.70\text{m/s} \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공단면인 경우)로 계산하고, 환경블록 및 콘크리트 개거 등의 구간은 최대허용평균유속 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 계산한다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

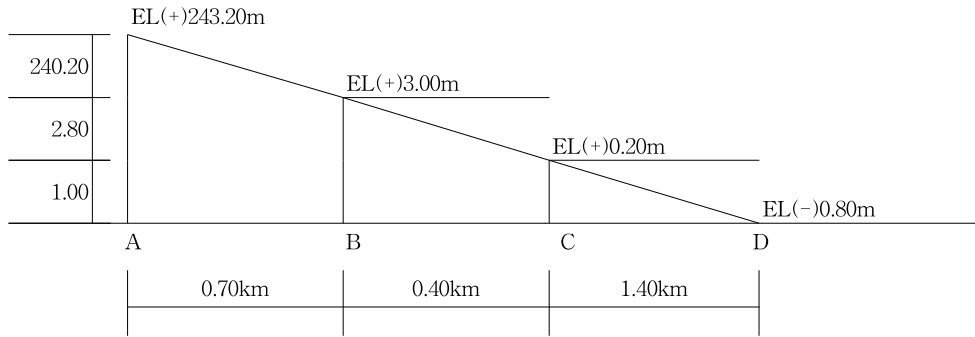
여기서 T_c : 유달시간(hr)

L : 배수로연장 (m)

V : 홍수시 허용평균 최대유속 (m/s)

①유역 유달시간 (T_c)계산

<표 4-188> 삼산 ①유역 경사도



○ ①유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-189> 삼산 ①유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		243.20					
B	0.70	3.00					
C	0.40	0.20	240.20	343.143	18.524	0.038	
D	1.40	-0.80		7.000	2.646	0.151	63.00
계	2.50		2.80	0.714	0.845	1.657	4.90

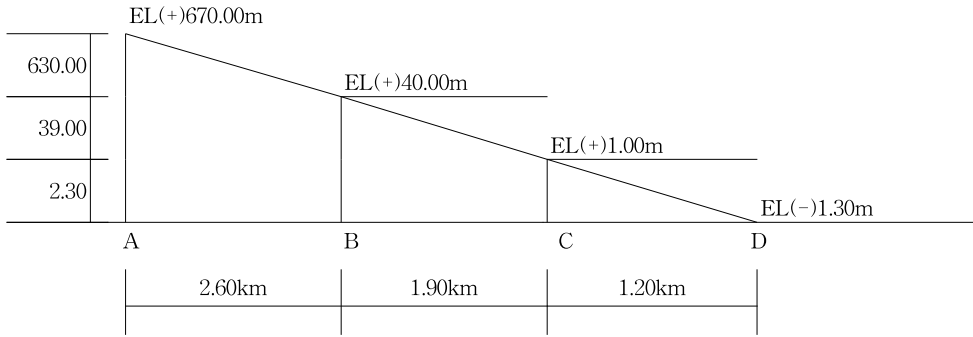
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.50}{1.846} \right)^2 = 1.834 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.50 \times 1.834 = 4.585 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.50^3}{4.585} \right\}^{0.385} = 1.52 \text{hr}$$

②유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-190> 삼산 ②유역 경사도



○ ②유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-191> 삼산 ②유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		670.00					
B	2.60	40.00	630.00	242.308	15.566	0.167	
C	1.90	1.00	39.00	20.526	4.531	0.419	
D	1.20	-1.30	2.30	1.917	1.385	0.866	
계	5.70					1.452	

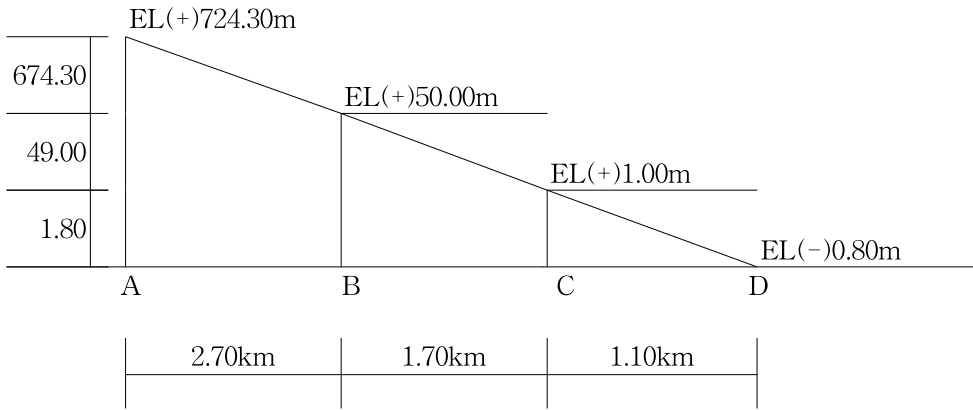
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{5.70}{1.452} \right)^2 = 15.41 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 5.70 \times 15.41 = 87.837 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.70^3}{87.837} \right\}^{0.385} = 1.26 \text{hr}$$

③유역 유달시간 (Tc)계산 (전체유역 및 ③유역)

<표 4-192> 삼산 ③유역 경사도



○ ③유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-193> 삼산 ③유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		724.30					
B	2.70	50.00	674.30	249.741	15.803	0.171	
C	1.70	1.00	49.00	28.824	5.369	0.317	
D	1.10	-0.80	1.80	1.636	1.279	0.860	
계	5.50					1.348	

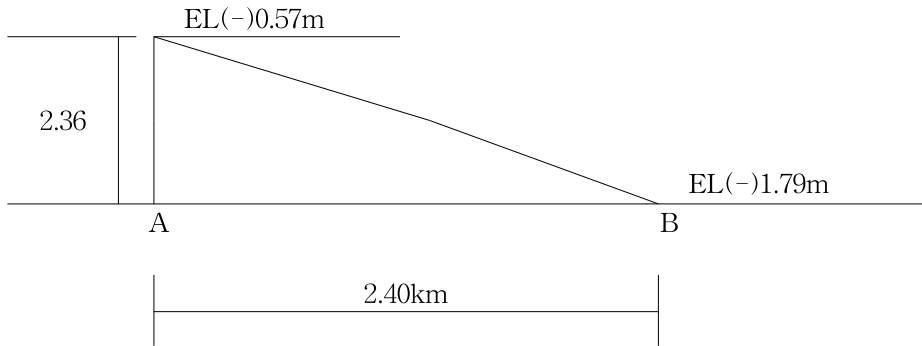
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{5.50}{1.348} \right)^2 = 16.647 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 5.50 \times 16.647 = 91.5585 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.50^3}{91.5585} \right\}^{0.385} = 1.19 \text{ hr}$$

④유역 유달시간 (Tc)계산 (1호 배수문)

<표 4-194> 삼산 ④유역 경사도



○ ④유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

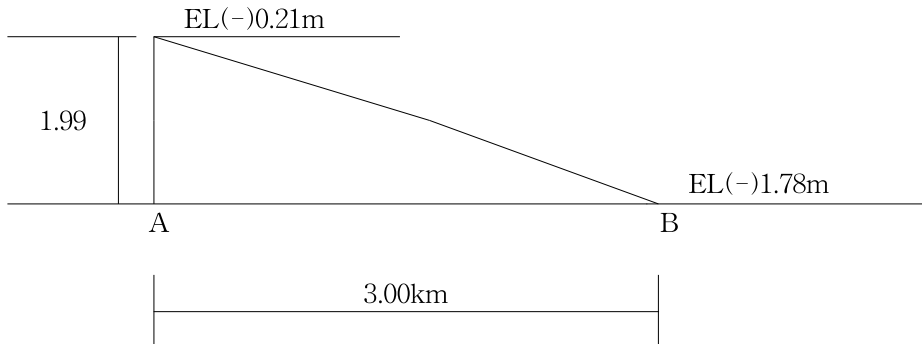
- 배수로 평균유속공식(Tc2)

$$Tc2 = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{2,400}{1.05 \times 3,600} = 0.63(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 0.49 + 0.63 = 1.12(\text{hr})$$

⑤유역 유달시간 (Tc)계산 (2호 배수문)

<표 4-195> 삼산 ⑤유역 경사도



○ ⑤유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

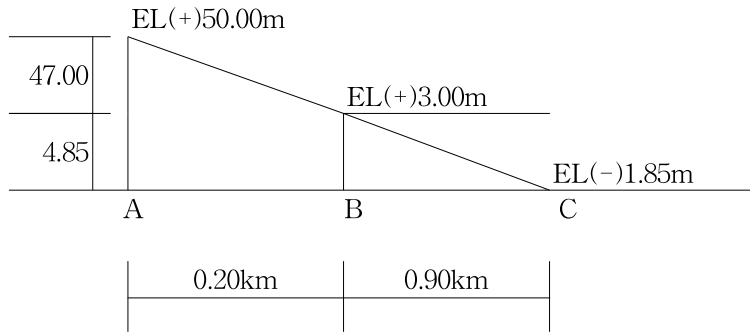
- 배수로 평균유속공식(Tc2)

$$Tc2 = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{3,000}{1.05 \times 3,600} = 0.79(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 0.49 + 0.79 = 1.28(\text{hr})$$

⑥유역 유달시간 (Tc)계산 (3호 배수문)

<표 4-196> 삼산 ⑥유역 경사도



○ ⑥유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-197> 삼산 ⑥유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		50.00					
B	0.20	3.00	47.00	235.00	15.33	0.013	
C	0.90	-1.85	4.85	5.39	2.32	0.388	
계	1.10					0.401	

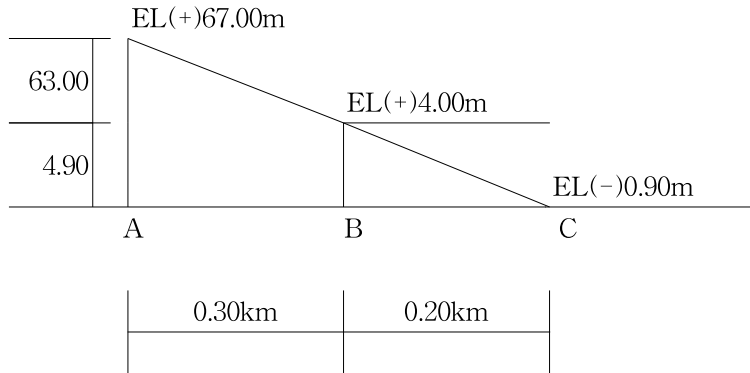
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.10}{0.401} \right)^2 = 7.525 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.10 \times 7.525 = 8.2775 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.10^3}{8.2775} \right\}^{0.385} = 0.47 \text{hr}$$

⑦유역 유달시간 (Tc)계산 (답수호)

<표 4-198> 삼산 ⑦유역 경사도



○ ⑦유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-199> 삼산 ⑦유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		67.00					
B	0.30	4.00	63.00	210.000	14.491	0.021	
C	0.20	-0.90	4.90	24.500	4.950	0.040	
계	0.50					0.061	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{0.50}{0.061} \right)^2 = 67.186 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 0.50 \times 67.186 = 33.593 \text{ m}$$

$$T_{c I} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.50^3}{33.593} \right\}^{0.385} = 0.11 \text{ hr}$$

③ 유출곡선지수 산출

유출량 자료가 없는 경우에는 유역의 토양특성과 식생피복상태 등에 대한 상세한 자료만으로도 총우량으로부터 초과강우량을 산정할 수 있는 SCS 방법이 미계측 유역의 유출량 산정에 널리 사용되고 있다.

SCS방법에서는 유출량의 크기에 직접적으로 영향을 미치는 인자로서 유역을 형성하고 있는 토양의 종류와 토지이용 혹은 식생피복의 종류, 처리상태 및 토양의 수문학적인 조건 등을 고려하여 이들 인자들이 직접유출에 미치는 복합적인 영향을 양적으로 표시하고자 하였으며 강우가 있기 이전의 선행토양함수조건도 고려하였다.

삼산지구 전체 간척농지를 소유역으로 구분하여 피복 임상에 따른 유출곡선지수(CNIII) 산출내역은 당초 설계내역을 이용하였으며 유출곡선지수 산출내용은 다음과 같다.

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{II}}$$

<표 4-200> 소유역별 유출곡선지수(CNIII)

지점별	토지 이용 상태	피복 처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
전체 유역 (배수 갑문)	답	SR	Poor	C	85	CNII = 82.3
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	CNIII = 92.0
	호				100	
	계					

<표 4-200> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)(계속)

지점별	토지 이용 상태	피복 처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
①유역	답	SR	Poor	C	85	CNⅡ = 81.4 CNⅢ = 92.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					
②유역	답	SR	Poor	C	85	CNⅡ = 80.3 CNⅢ = 91.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					
③유역	답	SR	Poor	C	85	CNⅡ = 79.9 CNⅢ = 91.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					
④유역 (1호 배수문)	답	SR	Poor	C	85	CNⅡ = 84.0 CNⅢ = 93.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					

<표 4-200> 소유역별 유출곡선지수(CNIII)(계속)

지점별	토지 이용 상태	피복 처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
⑤유역 (2호 배수문)	답	SR	Poor	C	85	CNII = 850 CNIII = 94.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					
⑥유역 (3호 배수문)	답	SR	Poor	C	85	CNII = 83.9 CNIII = 93.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					
⑦유역 (담수호)	답	SR	Poor	C	85	CNII = 95.8 CNIII = 98.0
	답	C&T	Poor	C	84	
	전	C&T	Poor	C	81	
	임		Poor	C	77	
	대			C	82	
	호				100	
	계					

4. 홍수위 추적

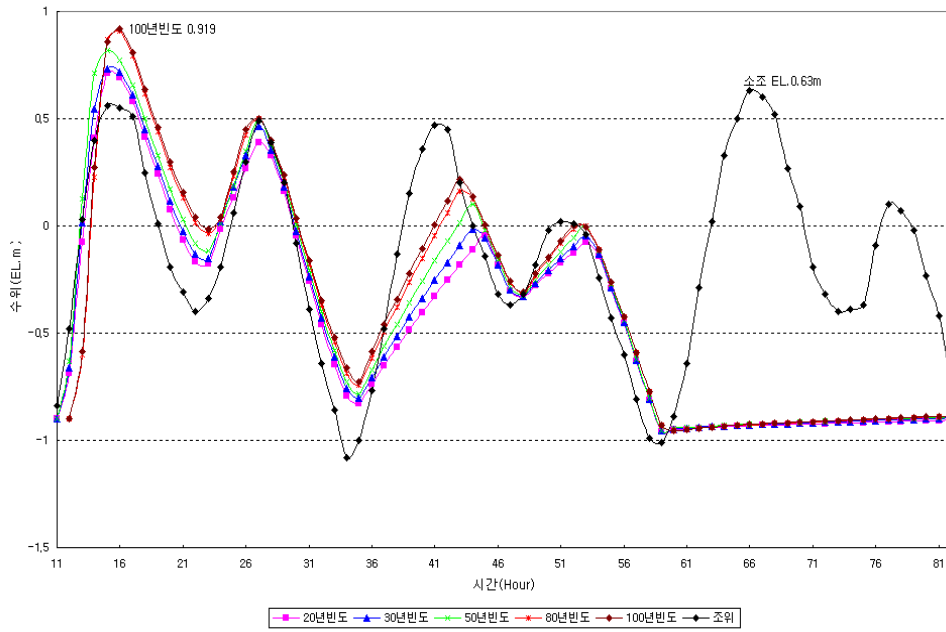
기후변화에 따른 삼산지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 삼산지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 1,700ha의 빈도별 홍수유입량을 RMS를 이용해 산정하고, 당초 간척농지 설계당시(2000)의 내용적과 실측된 조위자료를 이용하여 배수갑문 능력검토를 분석하였으며, 삼산지구 담수호 빈도별 홍수위를 추적한 결과 대조시가 더 약조건으로 분석되었다.

삼산지구 배수갑문(5.0m×4.5m×4런, Sill표고 EL(-)3.00m) 능력검토의 제1안은 관리수위 EL(-)0.90m를 최초내수위로 하여 분석한 (안)과, 제2안은 사수위 EL(-)2.50m를 최초내수위로 하는 2개안을 비교 검토한 결과 제1안은 유지관리가 간편하고 비용이 절감되며, 제2안은 유지관리가 불리하고 비용이 과다하여 제1안인 관리수위(EL(-)0.90m)를 최초내수위로 채택하여 삼산지구 담수호 빈도별 홍수위를 <표 4-213>과 같이 추적하였다.

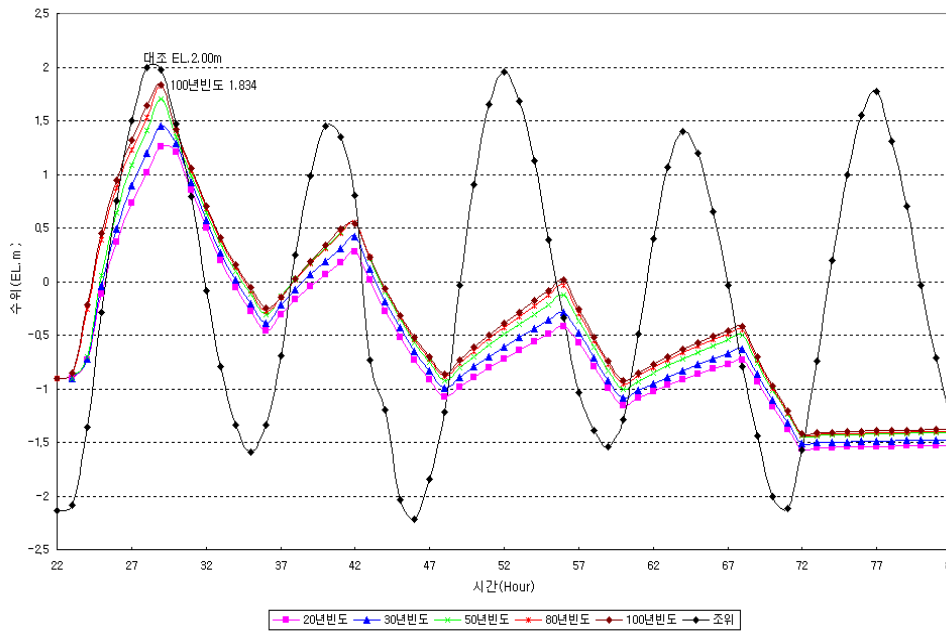
<표 4-201> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구 분		조 위	빈 도 별 홍 수 위 (EL.m)					채 택	비 고
			20년	30년	50년	80년	100년		
제1 안	최초내수위 : EL(-)0.90m (관리수위)	소 조	0.714	0.733	0.818	0.909	0.919	◎	제한내수위 : EL(-)3.00m
		대 조	1.259	1.452	1.697	1.823	1.834		
제2 안	최초내수위 : EL(-)2.50m (사수위)	소 조	0.628	0.663	0.679	0.693	0.722		제한내수위 : EL(-)3.00m
		대 조	0.813	1.046	1.208	1.262	1.357		

<그림 4-23> 삼산지구 담수호 홍수위 추적결과(소조)



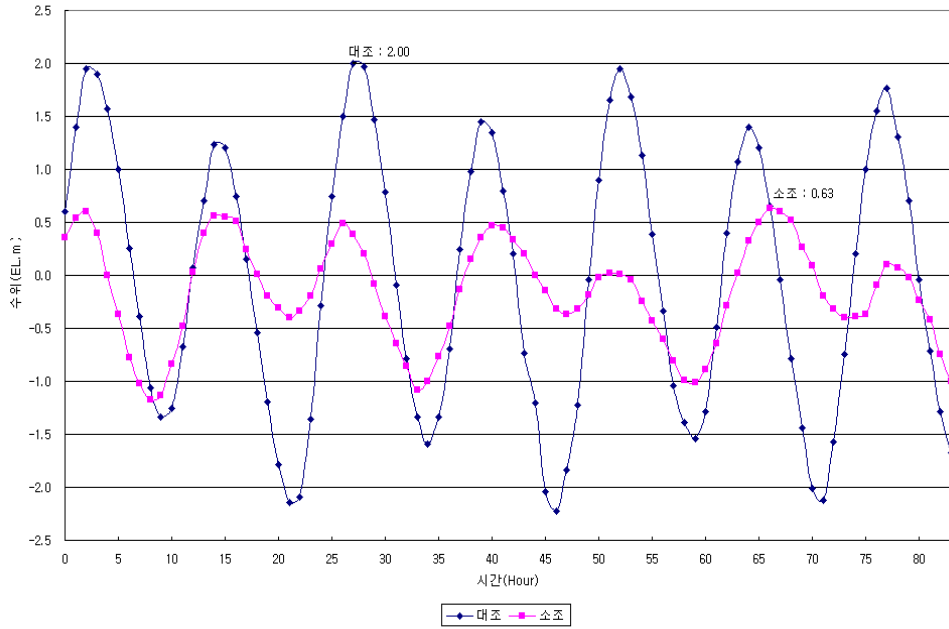
<그림 4-24> 삼산지구 담수호 홍수위 추적결과(대조)



① 조위관측자료 설정

삼산지구내 조위관측자료는 삼산지구 외곽공사 설계시(1988.07.30~1988.08.28) 완도군 고금면 세동리 향도에서 측정한 조위관측자료 중 대조 및 소조시의 조위자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며, 조위관측자료를 요약하면 <표4-51>과 같다.

<그림 4-25> 조위관측자료



<표 4-202> 조위 관측자료

소 조					대 조				
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
1.00	0.60	43.00	-0.73		1.00	0.36	43.00	0.20	
2.00	1.40	44.00	-1.20		2.00	0.54	44.00	0.00	
3.00	1.95	45.00	-2.04		3.00	0.60	45.00	-0.14	
4.00	1.90	46.00	-2.22		4.00	0.40	46.00	-0.32	
5.00	1.57	47.00	-1.84		5.00	0.00	47.00	-0.37	
6.00	1.00	48.00	-1.22		6.00	-0.37	48.00	-0.32	
7.00	0.26	49.00	-0.04		7.00	-0.78	49.00	-0.18	
8.00	-0.39	50.00	0.90		8.00	-1.02	50.00	-0.02	
9.00	-1.06	51.00	1.65		9.00	-1.17	51.00	0.02	
10.00	-1.34	52.00	1.95		10.00	-1.13	52.00	0.01	
11.00	-1.25	53.00	1.68		11.00	-0.84	53.00	-0.04	
12.00	-0.67	54.00	1.13		12.00	-0.48	54.00	-0.24	
13.00	0.07	55.00	0.39		13.00	0.03	55.00	-0.43	
14.00	0.70	56.00	-0.34		14.00	0.40	56.00	-0.60	
15.00	1.23	57.00	-1.04		15.00	0.56	57.00	-0.81	
16.00	1.20	58.00	-1.39		16.00	0.55	58.00	-0.99	
17.00	0.75	59.00	-1.54		17.00	0.51	59.00	-1.01	
18.00	0.15	60.00	-1.29		18.00	0.25	60.00	-0.89	
19.00	-0.54	61.00	-0.49		19.00	0.01	61.00	-0.64	
20.00	-1.19	62.00	0.40		20.00	-0.19	62.00	-0.29	
21.00	-1.79	63.00	1.07		21.00	-0.31	63.00	0.02	
22.00	-2.14	64.00	1.40		22.00	-0.40	64.00	0.33	
23.00	-2.09	65.00	1.20		23.00	-0.34	65.00	0.50	
24.00	-1.36	66.00	0.65		24.00	-0.19	66.00	0.63	
25.00	-0.29	67.00	-0.04		25.00	0.06	67.00	0.60	
26.00	0.75	68.00	-0.79		26.00	0.30	68.00	0.52	
27.00	1.50	69.00	-1.44		27.00	0.49	69.00	0.27	
28.00	2.00	70.00	-2.01		28.00	0.39	70.00	0.09	
29.00	1.97	71.00	-2.12		29.00	0.20	71.00	-0.19	
30.00	1.47	72.00	-1.57		30.00	-0.08	72.00	-0.32	
31.00	0.79	73.00	-0.74		31.00	-0.39	73.00	-0.40	
32.00	-0.09	74.00	0.20		32.00	-0.64	74.00	-0.39	
33.00	-0.79	75.00	1.00		33.00	-0.86	75.00	-0.37	
34.00	-1.34	76.00	1.55		34.00	-1.08	76.00	-0.09	
35.00	-1.59	77.00	1.77		35.00	-1.00	77.00	0.10	
36.00	-1.34	78.00	1.31		36.00	-0.77	78.00	0.07	
37.00	-0.69	79.00	0.70		37.00	-0.48	79.00	-0.02	
38.00	0.25	80.00	-0.04		38.00	-0.13	80.00	-0.23	
39.00	0.98	81.00	-0.71		39.00	0.15	81.00	-0.42	
40.00	1.45	82.00	-1.29		40.00	0.36	82.00	-0.74	

② 담수호 내용적표 작성

삼산지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석의 내용적자료는 당초 간척농지 설계시(2000년) 담수호 방수제 축조후의 내용적표를 배수갑문 능력검토 입력자료로 이용하였다.

<표 4-203> 삼산 담수호 내용적표

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-4.0	400	-	-	-	-	
-3.8	700	550	0.2	110	110	
-3.6	1,100	900	0.2	180	290	
-3.4	1,600	1,350	0.2	270	560	
-3.2	2,400	2,000	0.2	400	960	
-3.0	515,900	259,150	0.2	51,830	52,790	
-2.8	518,300	517,100	0.2	103,420	156,210	
-2.6	526,100	522,200	0.2	104,440	260,650	사수위(EL(-)2.50m)
-2.4	562,700	544,400	0.2	108,880	369,530	
-2.2	641,700	602,200	0.2	120,440	489,970	
-2.0	749,900	695,800	0.2	139,160	629,130	
-1.8	836,800	793,350	0.2	158,670	787,800	
-1.6	899,200	868,000	0.2	173,600	961,400	
-1.4	980,800	940,000	0.2	188,000	1,149,400	
-1.2	1,036,100	1,008,450	0.2	201,690	1,351,090	
-1.0	1,070,500	1,053,300	0.2	210,660	1,561,750	관리수위(EL(-)0.90m)
-0.8	1,127,600	1,099,050	0.2	219,810	1,781,560	
-0.6	1,170,900	1,149,250	0.2	229,850	2,011,410	
-0.4	1,199,400	1,185,150	0.2	237,030	2,248,440	
-0.2	1,210,300	1,204,850	0.2	240,970	2,489,410	
0.0	1,216,500	1,213,400	0.2	242,680	2,732,090	
0.2	1,221,900	1,219,200	0.2	243,840	2,975,930	
0.4	1,228,000	1,224,950	0.2	244,990	3,220,920	
0.6	1,233,600	1,230,800	0.2	246,160	3,467,080	
0.8	1,239,400	1,236,500	0.2	247,300	3,714,380	
1.0	1,244,600	1,242,000	0.2	248,400	3,962,780	
1.2	1,249,300	1,246,950	0.2	249,390	4,212,170	
1.6	1,258,300	1,253,800	0.4	501,520	4,713,690	
2.0	1,266,900	1,262,600	0.4	505,040	5,218,730	
2.6	1,283,000	1,274,950	0.6	764,970	5,983,700	

제5절 군내간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

군내지구의 총 유역면적은 5,745ha로 유역의 형상은 대략 북서에서 동남으로 위치한 삼각형이며 크기는 하류측 밑변이 약 9km, 하류에서 상류측까지의 길이가 약 10km에 이르며 산지 및 기타의 면적이 4,869ha(84.8%), 지구내 간척지 및 담수호의 면적이 876ha(15.2%)이다. 유역의 전반적인 지세는 완만한 편이고 본 지구의 1:25,000 유역도에서 보면 건배산(EL.116.0m), 도암산(EL.110.0m) 및 금골산(EL.140.0m)을 중심으로 낮은 구릉지가 조금씩 발달해 있다.

유역이 주로 발달되어 있는 남측은 유역의 상류부에 설매봉(EL.247.0m), 출석봉(EL.227.0m), 수리봉(EL.380.0m), 천마봉(EL.289.0m), 북산(EL.292.0m) 등 비교적 높은 봉우리들이 분수령에 연해 산재해 있으며, 이로 인해 유역경계 상류부는 경사가 급하고 지세가 험하나 유역의 하류로 내려옴에 따라 경사가 완만한 경지가 대부분이며 유역내에는 수량이 풍부한 큰 하천이 없고 동측의 나리2저수지, 죽전1,2,3저수지, 대야제, 신동제, 연산제 등 수개의 소규모 저수지가 산재해 있으며 이러한 저수지 배수시설과 연결된 몇 개의 유로가 지구내 간척지로 유입하고 있다.

군내지구 전체 유역면적 5,745ha의 토지이용현황은 논이 차지하는 구성비가 유역면적의 29.3%(1,682.0ha)에 이른다. 또한, 밭의 구성비는 16.6%(956ha), 산림, 농가, 담수호 및 기타면적의 비율은 54.1%(3,107ha)로 구성되어 있다. 군내지구 유역내의 수종은 해양성 기후에 적합한 침엽수가 주종을 이루고 있으며, 전반적으로 산림의 식생상태는 보통인 상태이다. 산림지의 토양은 사양토, 황적색의 양토가 주종을 이루고 1.0~1.5m 이하는 풍화암, 연암으로 구성되어 있어 강우시 유출현상이 빠른 시간에 발생할 것으로 판단되며 간척농지의 토양은 미사질 양토, 점질토로 전반적으로 농지가 비옥한 편이다.

② 유역지상인자

군내지구 유역특성을 지상인자로 표시하면 <표4-204>에서 보는바와 같이 유역면적은 약 252.2km², 주하천인 역천의 유로장이 27.4km에 달하는 대유역이며, 유역형상은 남북방향으로 긴 장방형으로 형성되어 유역평균폭이 9.8km, 유역형상계수가 0.4로서 유역면적(25,217ha)에 비해 유로장이 긴 반면 유역경사에 있어서는 평균 1/80로서 상당히 급한 편이다, 이렇게 볼때 군내지구의 유역은 강우에 의한 유출은 빠른 시간에 이루어질 것으로 추측된다. 이는 <표4-216>의 유달시간이 3.4시간인 것으로 보아서도 짐작이 가능하다.

주하천의 평균경사는 강우의 침투량이나 유출의 결정에 영향을 주며 지표면에서의 유출속도 즉 강우의 유달시간(Time of concentration : Tc)을 좌우하는 요소 중의 하나이다. 경사가 급할수록 지표면 유출의 속도는 빨라지므로 유달시간이 단축되며 침투유량도 커지게 된다. 전체적으로 본 유역의 하류부는 완경사로서 하천 등 배수조각이 잘 발달되어 침투홍수량이 크지 않게 나타날 것으로 판단된다.

본 지구의 유역중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-216>과 같다.

<표 4-204> 유역지상인자

구 분	단 위	산 출 결 과	비 고
유 역 면 적	ha	5,745	
유 로 장	km	11.00	
남 북 길 이	km	4.00	
동 서 길 이	km	11.00	
유 역 평 균 폭	km	5.22	
유 역 형 상 계 수	-	0.47	
하 천 밀 도	km/km ²	0.19	
기 복 량	-	0.011	
주 하 천 평 균 경 사	m/km	3.674	

③ 토지이용 상황

군내지구 5개 소유역에서 강우-유출특성을 규명하기 위해서는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태 등에 대한 자세한 조사가 필요하다. 따라서 1:25,000 도면과 현지조사를 기초로 하고 배수계통을 고려하여 5개의 소유역으로 구분한 소유역도를 작성하였다.

유역조사 결과는 논외의 경우 미사질 양토, 미사질 점토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 미사질 양토, 미사질 식양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출량은 중간정도로 나타날 것으로 추정된다.

소유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산림지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 각 소유역별 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다.

5개의 소유역으로 구분한 군내지구의 소유역별 토지이용상태에서 소유역별 토지이용 현황은 전체 5,745.0ha 면적 중 논이 차지하는 비율이 29.3%(1,681.83ha), 밭이 16.6%(956.32ha), 산림지 및 기타의 비율은 54.1%(3,106.85ha)로 구분되어 논외의 면적비율이 큰 것으로 나타났다.

<표 4-205> 토지이용상황

유역면적	경 지			산 립	기 타
	소 계	논	밭		
5,745.0	2,638.2	1,681.8	956.3	2,369.7	737.2

2. 확률강우량 산정

① 강우관측소 현황

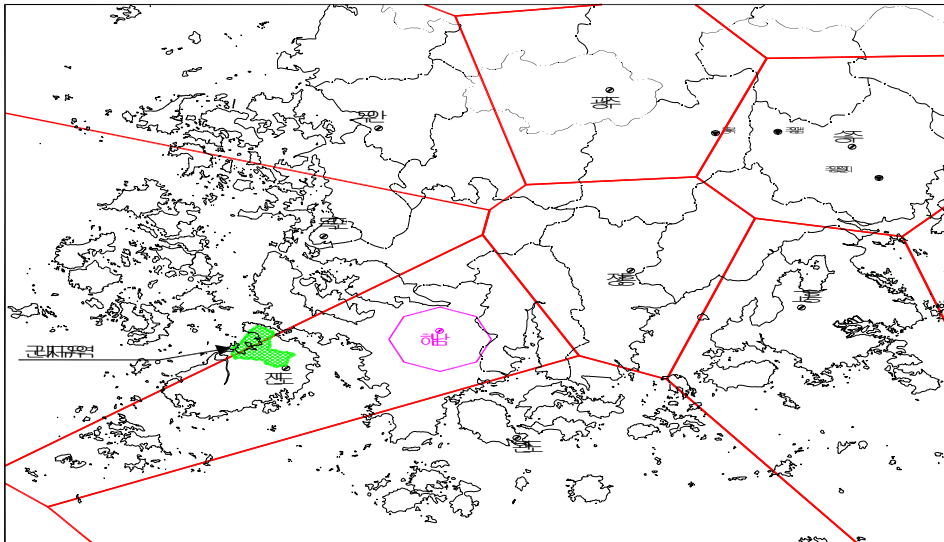
본 지구 구역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 구역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 해남관측소, 목포관측소, 진도관측소가 있다. 진도관측소가 가장 인근에 위치하고 있으나 관측기록이 10년밖에 없어 신뢰성있는 기상자료를 사용하기 어려우며, 주변 관측소 중 본 지구의 강우패턴을 가장 잘 반영한 해남관측소의 강우자료를 이용하여 홍수유출량을 산정하였다. 지구구역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 다음과 같다.

<표4-206> 기상관측소 현황

관측소	관측 종별	위 치			해발고 (EL.m)	관 측 개시일	채택
		지 명	경 도	위 도			
해남	T/M	전남 해남군 해남읍 남천리	126-34	34-33	4.6	1971.02	◎
목포	T/M	전라남도 목포시 연산동 726-3	126-22	34-49	37.4	1904.04	
진도	T/M	전남 진도군 의신면 사천리 산1-6	126-19	34-28	476.4	2001.11	

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)

<그림 4-26> 기상관측소 지배구역도



② 확률강우량

해남 관측소의 1973년부터 2010년까지 관측된 전체 38개년의 강우자료와 최근 30개년의 강우자료를 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 확률강우량이 크게 나타나는 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였다.

<표 4-207> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Crow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	158.6	167.2	140.2	146.8	147.4	155.6	145.1	152.6	127.3	135.5	130.5	136.7
10	242.6	258.3	241.7	256.8	259.4	279.6	244.3	260.1	235.8	253.7	188.8	192.9
20	270.3	288.2	289.1	308.7	307.7	333.0	287.1	306.4	294.0	314.8	211.3	215.5
30	284.7	303.8	317.4	339.7	335.4	363.7	311.7	333.1	329.6	351.8	223.6	228.1
50	301.4	322.0	353.8	379.8	370.1	402.1	342.4	366.4	375.8	399.5	238.5	243.7
80	315.6	337.3	387.8	417.3	401.9	437.3	370.5	396.9	419.3	444.1	251.6	257.6
100	322.2	344.5	404.8	436.1	416.9	453.9	383.9	411.3	441.0	466.3	257.8	264.4
200	341.1	364.9	457.5	494.5	463.5	505.5	425.2	456.0	508.1	534.6	276.2	284.4
기왕 최대	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	274.5	274.5
채택						◎						

<표 4-208> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Cho w		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	204.5	211.2	180.3	183.9	190.0	196.2	187.0	192.2	166.9	172.1	168.9	172.2
10	314.2	329.8	312.8	327.2	336.2	357.6	316.5	332.2	309.2	326.1	337.7	350.8
20	350.3	368.8	374.9	395.5	399.1	427.2	372.3	392.5	382.4	403.8	314.3	327.6
30	369.1	389.1	412.0	436.4	435.3	467.2	404.3	427.2	426.6	450.5	340.4	355.5
50	390.9	412.8	459.8	489.5	480.6	517.2	444.4	470.6	483.7	510.5	373.4	391.4
80	409.4	432.7	504.5	539.4	522.0	562.9	481.1	513.3	536.9	566.3	438.8	450.0
100	418.1	442.1	526.9	564.5	541.6	584.6	498.5	529.1	563.4	594.0	418.8	441.8
200	442.7	468.7	596.3	642.5	602.4	651.8	552.4	587.4	644.8	679.0	464.8	494.5
기왕 최대	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	432.2	432.2
채택						◎						

<표 4-209> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간(분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33 년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	8.1	6.9	6.7	6.6	6.5	6.4	6.4	6.3	6.2
20	13.2	11.3	11.1	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.4
30	16.5	14.1	13.8	13.6	13.4	13.3	13.2	13.0	12.9
40	19.4	16.4	16.0	15.7	15.5	15.3	15.2	15.0	14.8
50	21.8	18.7	18.2	17.9	17.8	17.6	17.5	17.3	17.1
60	23.9	20.8	20.4	20.1	20.0	19.8	19.7	19.4	19.3
90	29.8	26.1	25.7	25.3	25.1	24.9	24.8	24.5	24.3
120	34.1	30.4	29.9	29.5	29.3	29.1	28.9	28.7	28.5
180	41.4	37.3	36.8	36.4	36.1	35.9	35.8	35.4	35.3
240	48.4	44.4	43.9	43.3	43.2	43.0	42.8	42.5	42.3
360	59.4	55.0	54.4	53.9	53.8	53.5	53.4	53.1	52.9
540	73.8	71.3	71.0	70.7	70.6	70.5	70.5	70.2	70.1
720	83.6	81.0	81.3	80.7	80.9	80.7	80.6	80.4	80.5
900	89.8	87.8	87.6	87.1	87.5	87.3	87.4	87.0	87.1
1080	94.9	93.6	94.0	93.9	94.0	93.8	93.9	93.8	93.8
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-210> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	7.2	6.0	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.4
20	11.8	9.9	9.6	9.5	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0
30	14.7	12.4	11.9	11.8	11.6	11.5	11.4	11.3	11.1
40	17.2	14.4	13.8	13.7	13.4	13.3	13.2	13.1	12.8
50	19.3	16.4	15.8	15.6	15.4	15.3	15.2	15.0	14.8
60	21.2	18.3	17.7	17.5	17.3	17.2	17.1	16.9	16.7
90	26.5	22.9	22.2	22.0	21.8	21.6	21.5	21.3	21.0
120	30.3	26.6	25.9	25.7	25.4	25.2	25.1	24.9	24.6
180	36.8	32.7	31.9	31.7	31.3	31.2	31.1	30.8	30.5
240	43.1	38.9	38.0	37.7	37.5	37.3	37.2	37.0	36.7
360	52.8	48.2	47.1	46.9	46.7	46.5	46.4	46.1	45.8
540	65.6	62.5	61.5	61.5	61.2	61.2	61.2	61.0	60.7
720	74.3	71.0	70.4	70.2	70.2	70.1	70.0	69.9	69.8
900	79.9	77.0	75.8	75.8	75.9	75.8	75.9	75.6	75.4
1080	84.4	82.1	81.4	81.7	81.5	81.4	81.5	81.5	81.3
1440	88.9	87.7	86.6	87.1	86.7	86.8	86.8	86.9	86.6

<표 4-211> 빈도별 시간별 2일 강우량

시간 (분)	빈도별강우량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	7.2	6.0	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.4
20	11.8	9.9	9.6	9.5	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0
30	14.7	12.4	11.9	11.8	11.6	11.5	11.4	11.3	11.1
40	17.2	14.4	13.8	13.7	13.4	13.3	13.2	13.1	12.8
50	19.3	16.4	15.8	15.6	15.4	15.3	15.2	15.0	14.8
60	21.2	18.3	17.7	17.5	17.3	17.2	17.1	16.9	16.7
90	26.5	22.9	22.2	22.0	21.8	21.6	21.5	21.3	21.0
120	30.3	26.6	25.9	25.7	25.4	25.2	25.1	24.9	24.6
180	36.8	32.7	31.9	31.7	31.3	31.2	31.1	30.8	30.5
240	43.1	38.9	38.0	37.7	37.5	37.3	37.2	37.0	36.7
360	52.8	48.2	47.1	46.9	46.7	46.5	46.4	46.1	45.8
540	65.6	62.5	61.5	61.5	61.2	61.2	61.2	61.0	60.7
720	74.3	71.0	70.4	70.2	70.2	70.1	70.0	69.9	69.8
900	79.9	77.0	75.8	75.8	75.9	75.8	75.9	75.6	75.4
1,080	84.4	82.1	81.4	81.7	81.5	81.4	81.5	81.5	81.3
1,440	88.9	87.7	86.6	87.1	86.7	86.8	86.8	86.9	86.6
2,880	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-212> 빈도별 확률강우량 비교

구 분(관측소)		빈도별 2일강우량(mm)					채택	비 고
		20년	30년	50년	80년	100년		
목포	전년	267.5	289.2	316.3	341.1	352.9		1915~2010
	30년	335.6	366.5	405.2	440.6	457.3		
해남	전년	399.1	435.3	480.6	522.0	541.6		1973~2010
	30년	427.2	467.2	517.1	562.9	584.6	◎	

3. 설계홍수량 산정

군내지구 배수갑문(5.0m×3.0m×6련, Sill표고 EL(-)3.00m)을 통하여 내부 유역의 홍수유입량을 남해바다에 배제함으로서 농경지 침수피해를 방지하기 위하여 배수갑문능력검토를 하였으며, 군내지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석 설계기준인 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년) 산정은 한국농어촌공사에서 개발한 RMS(River Modeling System)을 이용하여 산정하였다.

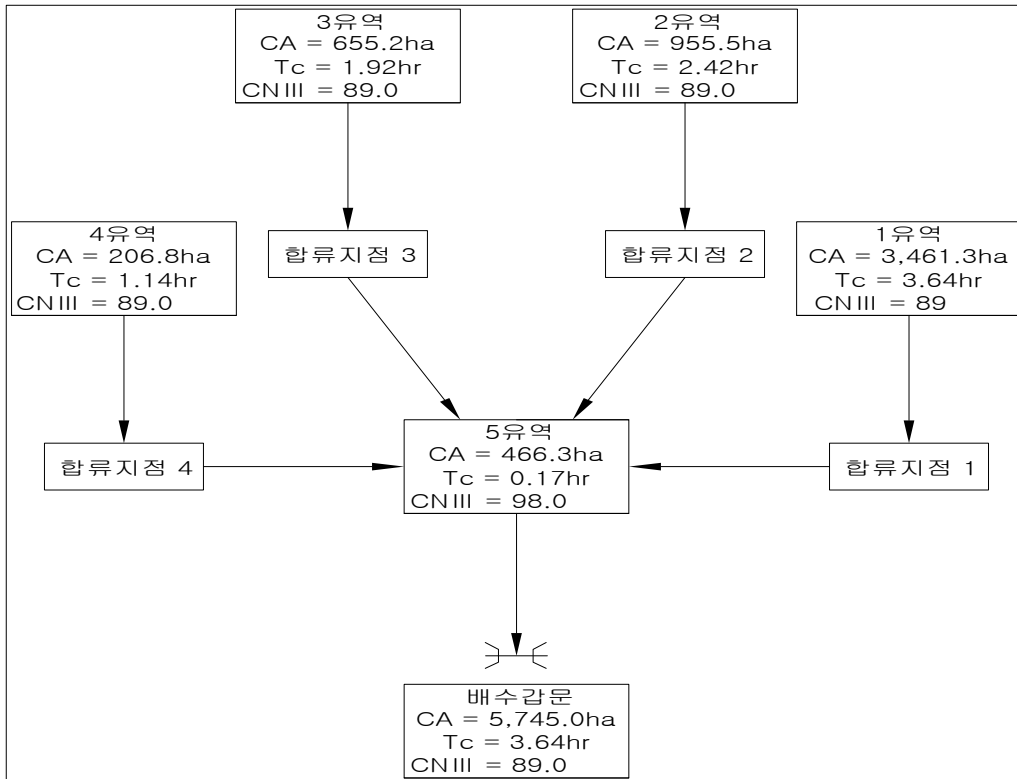
① 설계홍수량 산정

군내지구 침수안전지역 설정을 위한 홍수량은 전체유역면적 5,745ha(배수갑문 지점), 1유역 3,461.28ha, 2유역 955.54ha, 3유역 655.16ha, 4유역 206.76ha의 빈도별 2일 연속 홍수유입량을 RMS으로 산정하여, 배수갑문 능력검토에 의해 각 유역 배수문지점의 홍수위를 추적하였으며 각 유역별 홍수유입량 산정 내용은 다음과 같다.

<표 4-213> 군내지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량 (m³/s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	428.4	471.5	525.3	574.6	597.7	배수갑문지점(①②③④⑤유역)
①유역	282.7	311.8	348.1	381.2	396.8	
②유역	90.5	100.0	111.8	122.5	127.6	1호배수문지점
③유역	66.2	73.2	81.9	89.8	93.6	2호배수문지점
④유역	24.6	27.3	30.8	34.0	35.5	3호배수문지점
⑤유역	111.7	121.7	133.6	145.1	150.4	담수호유역

<그림 4-27> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도



② 유달시간 계산

한 유역으로부터의 유출은 유역특성의 영향을 받는다. 유역특성은 일반적으로 유역면적, 유역의 경사, 유역형상, 유로에서의 단면 형상 등의 유로특성 등을 의미한다. 이러한 요소들은 유역내에 내린 강우가 특정 지점까지 도달하는데 걸리는 시간을 결정지으며 침투홍수량의 크기를 결정하게 된다. 이와같이 유역의 가장 먼지점으로부터 유역출구까지 도달하는데 소요되는 시간을 홍수도달시간 또는 유달시간이라 하며 일반적으로 유역의 특성인자와 홍수도달시간의 경험공식에 의한 산정하는 것이 보통이다.

금회 분석에서는 유달시간의 산정을 위하여 California도로국 공식을 적용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

여기서 L : 유역의 유로장 (km)

ΔH : 유역의 평균고도 (m)

유역의 평균고도는 경사자승법에 의거 산출하였으며 산출식은 다음과 같다.

$$\Delta H = S \times L$$

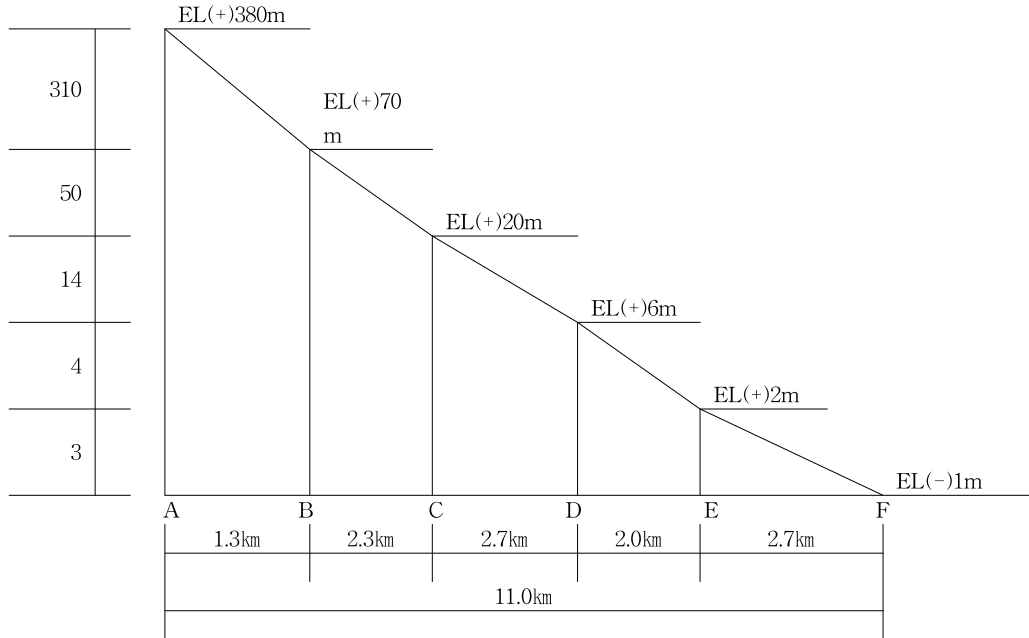
$$\text{단, } S = \left[\frac{\sum l_i}{\sum (l_i) / \sqrt{S_i}} \right]^2$$

여기서 l_i : 구간별 유로장 (km)

S_i : 구간별 경사도 (구간별 표고차/구간별 유로장)

①유역 유달시간 (Tc)계산 (전체유역 및 ①유역)

<표 4-214> 군내 ①유역 경사도



○ ①유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-215> 군내 ①유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		380.00					
B	1.30	70.00	310.00	238.462	15.442	0.084	
C	2.30	20.00	50.00	21.739	4.663	0.493	
D	2.70	6.00	14.00	5.185	2.277	1.186	
E	2.00	2.00	4.00	2.000	1.414	1.414	
F	2.70	-1.00	3.00	1.111	1.054	2.562	
계	11.00					5.739	

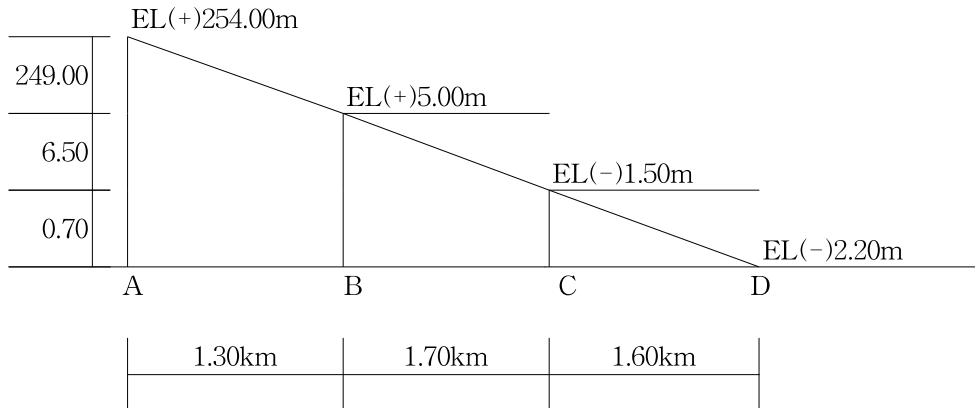
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{11.00}{5.739} \right)^2 = 3.674 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 11.00 \times 3.674 = 40.414m$$

$$T_{c I} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 11.00^3}{40.414} \right\}^{0.385} = 3.64hr$$

②유역 유달시간 (Tc)계산 (1호배수문)

<표 4-216> 군내 ②유역 경사도



○ ②유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-217> 군내 ②유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		254.00					
B	1.30	5.00	249.00	191.538	13.840	0.094	
C	1.70	-1.50	6.50	3.824	1.956	0.869	
D	1.60	-2.20	0.70	0.438	0.662	2.417	
계	4.60					3.380	

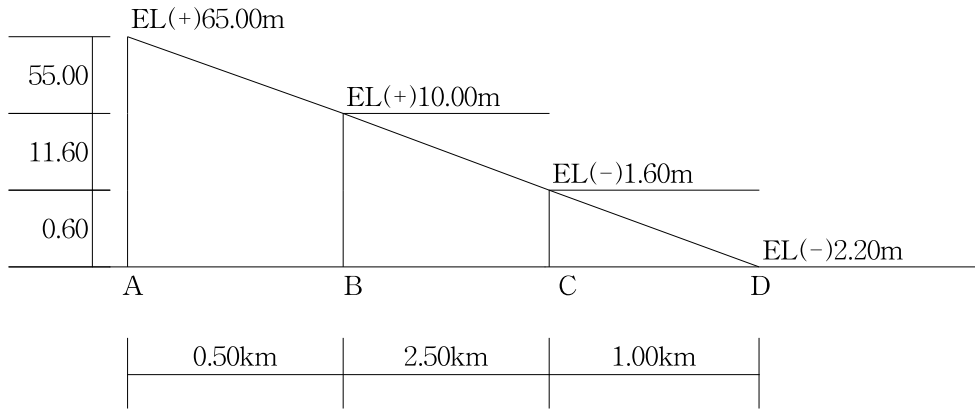
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{4.60}{3.380} \right)^2 = 1.852 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 4.60 \times 1.852 = 8.5192 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 4.60^3}{8.5192} \right\}^{0.385} = 2.42 \text{ hr}$$

③유역 유달시간 (Tc)계산 (2호배수문)

<표 4-218> 군내 ③유역 경사도



○ ③유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-219> 군내 ③유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		65.00					
B	0.50	10.00	55.00	110.000	10.488	0.048	
C	2.50	-1.60	11.60	4.640	2.154	1.161	
D	1.00	-2.20	0.60	0.600	0.775	1.290	
계	4.00					2.499	

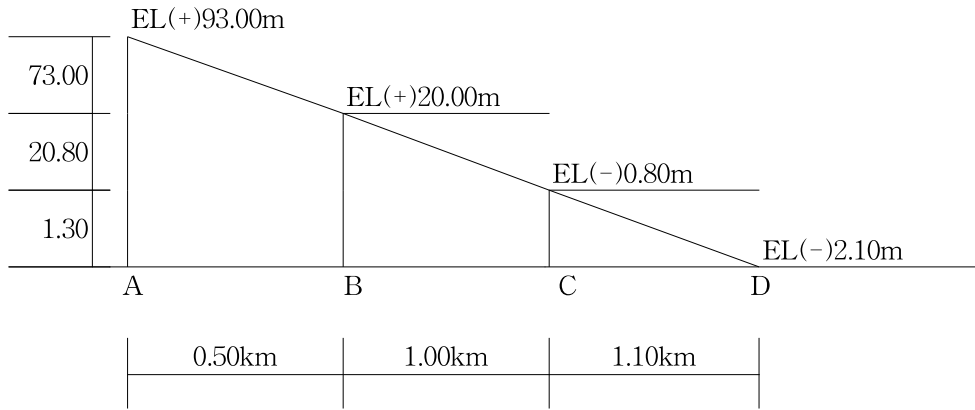
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{4.00}{2.499} \right)^2 = 2.562 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 4.00 \times 2.562 = 10.248 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 4.00^3}{10.248} \right\}^{0.385} = 1.92 \text{ hr}$$

④유역 유달시간 (Tc)계산 (3호배수문)

<표 4-220> 군내 ④유역 경사도



○ ④유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-221> 군내 ④유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		93.00					
B	0.50	20.00	73.00	146.000	12.083	0.041	
C	1.00	-0.80	20.80	20.800	4.561	0.219	
D	1.10	-2.10	1.30	1.182	1.087	1.012	
계	2.60					1.272	

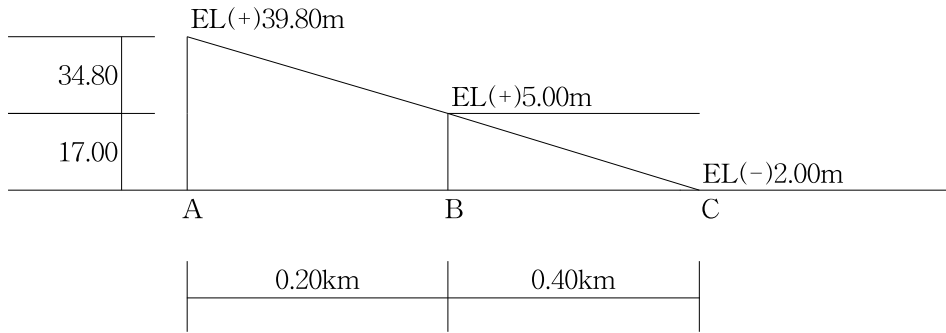
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.60}{1.272} \right)^2 = 4.178 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.60 \times 4.178 = 10.8628 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.60^3}{10.8628} \right\}^{0.385} = 1.14 \text{ hr}$$

⑤유역 유달시간 (Tc)계산 (답수호)

<표 4-222> 군내 ⑤유역 경사도



○ ⑤유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-223> 군내 ⑤유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		39.80					
B	0.20	5.00	34.80	174.000	13.191	0.015	
C	0.40	-2.00	7.00	17.500	4.183	0.096	
계	0.60					0.111	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{0.60}{0.111} \right)^2 = 29.218 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 0.60 \times 29.218 = 17.5308 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 0.60^3}{17.5308} \right\}^{0.385} = 0.17 \text{hr}$$

③ 유출곡선지수 산출

유출량 자료가 없는 경우에는 유역의 토양특성과 식생피복상태 등에 대한 상세한 자료만으로도 총우량으로부터 초과강우량을 산정할 수 있는 SCS 방법이 미계측 유역의 유출량 산정에 널리 사용되고 있다.

SCS방법에서는 유출량의 크기에 직접적으로 영향을 미치는 인자로서 유역을 형성하고 있는 토양의 종류와 토지이용 혹은 식생피복의 종류, 처리상태 및 토양의 수문학적인 조건 등을 고려하여 이들 인자들이 직접유출에 미치는 복합적인 영향을 양적으로 표시하고자 하였으며 강우가 있기 이전의 선행토양함수조건도 고려하였다.

유출곡선지수 산정은 토지이용상태에 따라 수문학적 조건을 구분하고 토양형별, 토지이용상태별 CN값을 산정한 후 토양형별, 토지이용별 면적을 가중인자로하여 유역전체에 대한 AMCⅡ 조건하에서 CNⅡ 값을 산정한 후 토양의 포화상태를 가정하여 AMCⅡ 상태의 CNⅢ 값을 환산한 내역은 다음과 같다.

<표 4-224> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역

① 지점별	② 토지 이용 상태	③ 피복 처리 상태	④ 수문학적 조건	⑤ 토양 군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역면 적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNⅡ&Ⅲ)
전체 유역 (배수 갑문)	답	SR	Poor	C	82	850.9	69,773.8	CNⅡ=77.0
	답	C&T	Poor	C	78	830.9	64,810.2	
	전	C	Poor	C	72	959.4	69,076.8	
	임		Poor	C	71	2,369.7	168,248.7	CNⅢ=89.0
	대			C	85	188.2	15,997.0	
	호				100	545.9	54,590.0	
	계					5,745.0	442,496.5	

<표 4-224> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역(계속)

① 지점별	② 토지 이용 상태	③ 피복 처리 상태	④ 수문 학적 조건	⑤ 토양군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역면적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNⅡ&Ⅲ)
①유역	답	SR	Poor	C	82	349.5	28,659.0	CNⅡ =74.8
	답	C&T	Poor	C	78	524.3	40,895.4	
	전	C	Poor	C	72	533.8	38,433.6	
	임		Poor	C	71	1,813.0	128,723.0	CNⅢ =88.0
	대			C	85	128.0	10,880.0	
	호				100	112.7	11,270.0	
	계					3,461.3	258,861	
②유역 (1호 배수문)	답	SR	Poor	C	82	317.4	26,026.8	CNⅡ =76.8
	답	C&T	Poor	C	78	105.7	8,244.6	
	전	C	Poor	C	72	165.2	11,894.4	
	임		Poor	C	71	313.1	22,230.1	CNⅢ =89.0
	대			C	85	29.3	2,490.5	
	호				100	24.8	2,480.0	
	계					955.5	73,366.4	
③유역 (2호 배수문)	답	SR	Poor	C	82	130.8	10,725.6	CNⅡ =76.2
	답	C&T	Poor	C	78	130.7	10,194.6	
	전	C	Poor	C	72	202.7	14,594.4	
	임		Poor	C	71	149.6	10,621.6	CNⅢ =89.0
	대			C	85	22.0	1,870.0	
	호				100	19.4	1,940.0	
	계					655.2	49,946.2	
④유역 (3호 배수문)	답	SR	Poor	C	82	66.4	5,444.8	CNⅡ =76.4
	답	C&T	Poor	C	78	28.4	2,215.2	
	전	C	Poor	C	72	31.5	2,268.0	
	임		Poor	C	71	71.1	5,048.1	CNⅢ =89.0
	대			C	85	8.3	705.5	
	호				100	1.1	110.0	
	계					206.8	15,791.6	

<표 4-224> 유출곡선지수(CNIII) 산출내역(계속)

① 지점별	② 토지 이용 상태	③ 피복 처리 상태	④ 수문 학적 조건	⑤ 토양군	⑥ 유출 곡선 지수	⑦ 유역 면적 (ha)	⑧ ⑥ × ⑦	⑨ 평균유출곡선 지수 (CNII&III)
⑤유역 (답수호)	답	SR	Poor	C	82	28.7	2,353.4	CNII=95.9
	답	C&T	Poor	C	78	-	-	
	전	C	Poor	C	72	26.2	1,886.4	
	임		Poor	C	71	22.8	1,618.8	CNIII=98.0
	대			C	85	0.6	51.0	
	호				100	388.0	38,800.0	
	계					466.3	44,709.6	

4. 홍수위 추적

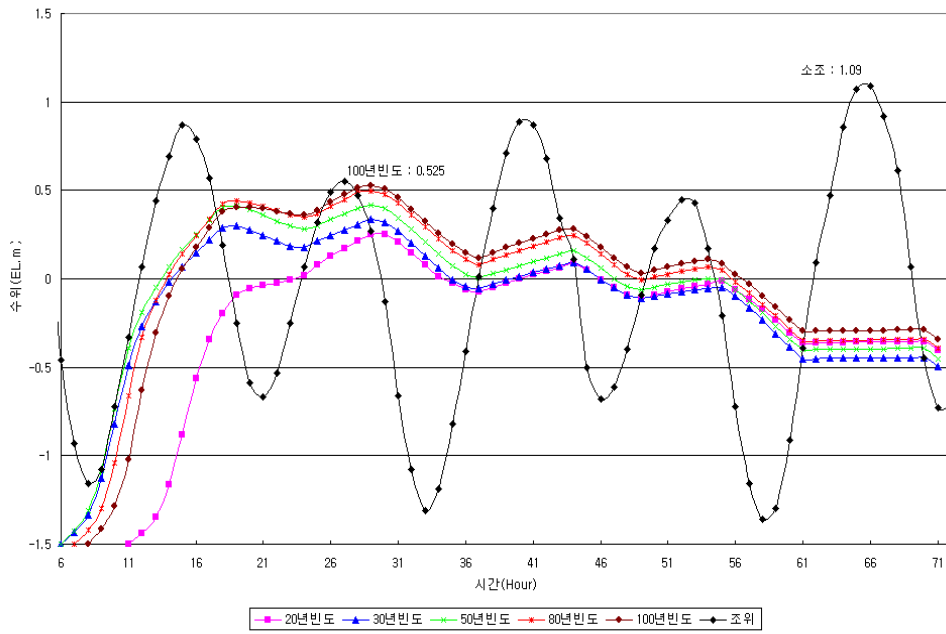
기후변화에 따른 군내지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 군내지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 5,745ha의 빈도별 홍수유입량을 RMS를 이용해 산정하고, 당초 간척농지 설계당시(1996)의 내용적과 실측된 조위자료를 이용하여 배수갑문 능력검토를 하였으며, 군내지구 담수호 빈도별 홍수위를 추적한 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었다.

군내지구 배수갑문(5.0m×3.0m×6련, Sill표고 EL(-)3.00m) 능력검토의 제1안은 관리수위 EL(-)1.50m를 최초내수위로 하여 분석한 (안)과, 제2안은 사수위 EL(-)3.00m를 최초내수위로 하는 2개안을 비교 검토한 결과 제1안은 유지관리가 간편하고 비용이 절감되며, 제2안은 유지관리가 불리하고 비용이 과다하여 제1안인 관리수위(EL(-)1.50m)를 최초내수위로 채택하여 군내지구 담수호 빈도별 홍수위를 <표 4-239>과 같이 추적하였다.

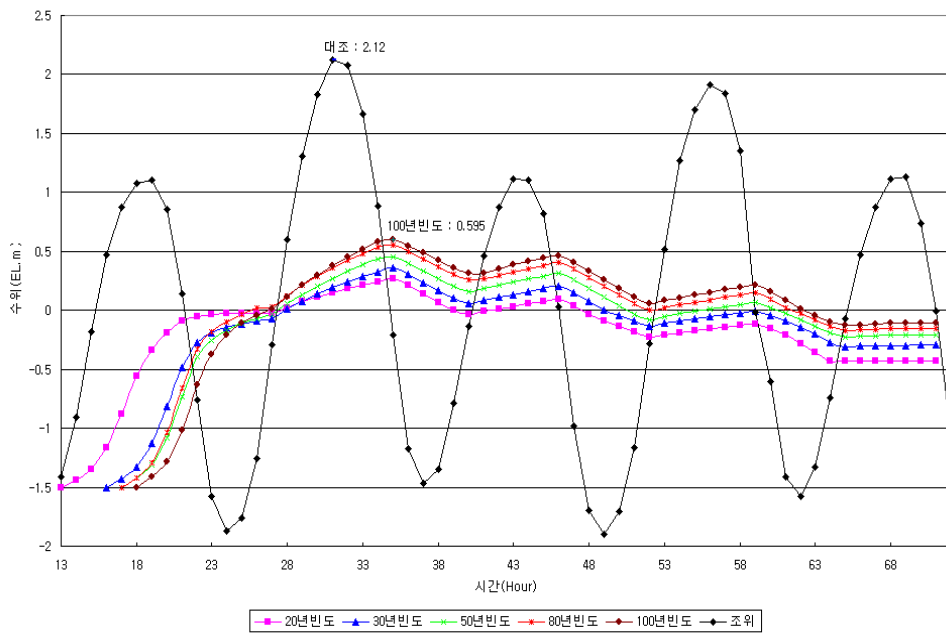
<표 4-225> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구분		조위	빈도별 홍수위 (EL.m)					채택	비고
			20년	30년	50년	80년	100년		
제1안	최초내수위 : EL(-)1.50m (관리수위)	소조	0.252	0.334	0.414	0.445	0.525	◎	제한내수위 : EL(-)3.00m
		대조	0.270	0.357	0.453	0.549	0.585		
제2안	최초내수위 : EL(-)3.00m (사수위)	소조	0.088	0.149	0.233	0.327	0.367		제한내수위 : EL(-)3.00m
		대조	0.023	0.138	0.255	0.355	0.392		

<그림 4-28> 군내지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)



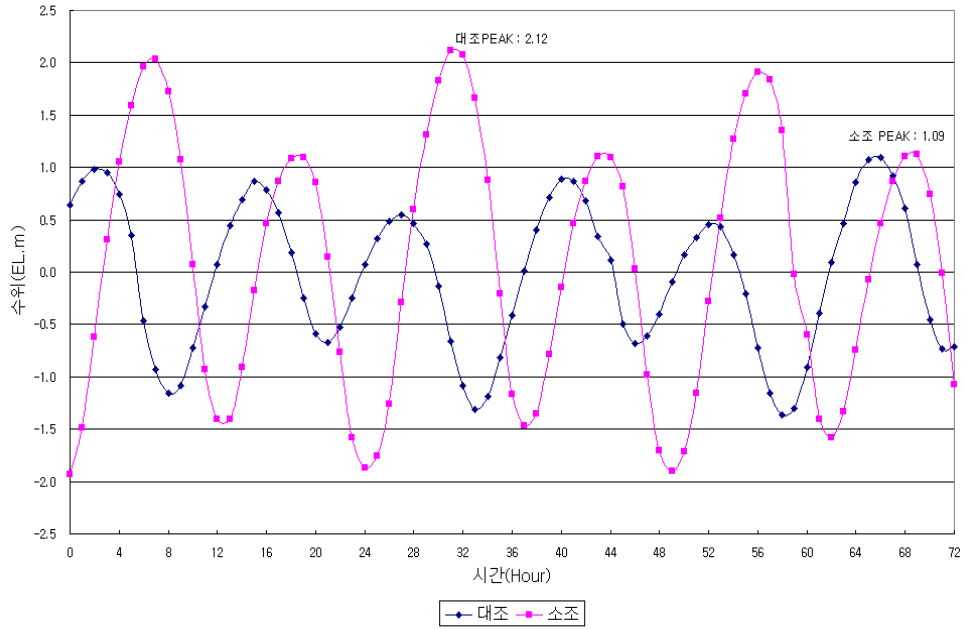
<그림 4-29> 군내지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)



① 조위관측자료 설정

군내지구내 조위관측자료는 군내지구 외곽방조제 설계시(1988.06) 진도군 나리항(가늌목)에서 측정한 조위관측자료 중 대조 및 소조시의 조위자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며,, 조위관측자료를 요약하면 다음과 같다.

<그림 4-30> 조위관측자료



<표 4-226> 조위 관측자료

소 조					대 조				
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
0.00	-1.93	37.00	-1.47		0.00	0.64	37.00	0.01	
1.00	-1.49	38.00	-1.35		1.00	0.87	38.00	0.40	
2.00	-0.62	39.00	-0.79		2.00	0.98	39.00	0.71	
3.00	0.31	40.00	-0.14		3.00	0.95	40.00	0.89	
4.00	1.05	41.00	0.46		4.00	0.74	41.00	0.87	
5.00	1.59	42.00	0.87		5.00	0.35	42.00	0.68	
6.00	1.96	43.00	1.11		6.00	-0.46	43.00	0.34	
7.00	2.04	44.00	1.10		7.00	-0.93	44.00	0.11	
8.00	1.73	45.00	0.82		8.00	-1.16	45.00	-0.50	
9.00	1.07	46.00	0.03		9.00	-1.08	46.00	-0.68	
10.00	0.07	47.00	-0.98		10.00	-0.72	47.00	-0.61	
11.00	-0.93	48.00	-1.70		11.00	-0.33	48.00	-0.40	
12.00	-1.41	49.00	-1.90		12.00	0.07	49.00	-0.09	
13.00	-1.41	50.00	-1.71		13.00	0.44	50.00	0.17	
14.00	-0.91	51.00	-1.16		14.00	0.69	51.00	0.33	
15.00	-0.18	52.00	-0.28		15.00	0.87	52.00	0.45	
16.00	0.47	53.00	0.52		16.00	0.79	53.00	0.43	
17.00	0.87	54.00	1.27		17.00	0.57	54.00	0.17	
18.00	1.08	55.00	1.70		18.00	0.19	55.00	-0.21	
19.00	1.10	56.00	1.91		19.00	-0.25	56.00	-0.72	
20.00	0.86	57.00	1.84		20.00	-0.59	57.00	-1.16	
21.00	0.14	58.00	1.35		21.00	-0.67	58.00	-1.36	
22.00	-0.76	59.00	-0.02		22.00	-0.53	59.00	-1.30	
23.00	-1.58	60.00	-0.60		23.00	-0.25	60.00	-0.91	
24.00	-1.87	61.00	-1.41		24.00	0.07	61.00	-0.39	
25.00	-1.76	62.00	-1.58		25.00	0.32	62.00	0.09	
26.00	-1.26	63.00	-1.33		26.00	0.49	63.00	0.47	
27.00	-0.29	64.00	-0.74		27.00	0.55	64.00	0.86	
28.00	0.60	65.00	-0.07		28.00	0.47	65.00	1.07	
29.00	1.31	66.00	0.47		29.00	0.27	66.00	1.09	
30.00	1.83	67.00	0.87		30.00	-0.13	67.00	0.92	
31.00	2.12	68.00	1.11		31.00	-0.66	68.00	0.61	
32.00	2.08	69.00	1.13		32.00	-1.08	69.00	0.07	
33.00	1.66	70.00	0.74		33.00	-1.31	70.00	-0.45	
34.00	0.88	71.00	-0.01		34.00	-1.19	71.00	-0.73	
35.00	-0.21	72.00	-1.07		35.00	-0.82	72.00	-0.71	
36.00	-1.17				36.00	-0.41			

② 담수호 내용적표 작성

군내지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석의 내용적자료는 당초 간척농지 설계시(1996년) 담수호 방수제 축조후의 내용적표를 배수감문 능력검토 입력자료로 이용하였다.

<표 4-227> 군내 담수호 내용적표

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-4.0	4,788	-	-	-	-	
-3.0	3,022,388	1,513,588	1.0	1,513,588	1,513,588	사수위(EL(-)3.0m)
-2.0	3,514,080	3,268,234	1.0	3,268,234	4,781,822	
-1.8	3,745,656	3,629,868	0.2	725,974	5,507,796	
-1.6	3,836,897	3,791,277	0.2	758,255	6,266,051	관리수위(EL(-)1.5m)
-1.4	4,054,480	3,945,689	0.2	789,138	7,055,189	
-1.2	4,252,535	4,153,508	0.2	830,702	7,885,890	
-1.0	4,428,690	4,340,613	0.2	868,123	8,754,013	
-0.8	4,546,540	4,487,615	0.2	897,523	9,651,536	
-0.6	4,593,922	4,570,231	0.2	914,046	10,565,582	
-0.4	7,164,050	5,878,986	0.2	1,175,797	11,741,379	
-0.2	9,754,905	8,459,478	0.2	1,691,896	13,433,275	
0.0	11,979,009	10,866,957	0.2	2,173,391	15,606,666	
0.2	12,893,659	12,436,334	0.2	2,487,267	18,093,933	
0.4	13,154,193	13,023,926	0.2	2,604,785	20,698,718	
0.6	13,297,625	13,225,909	0.2	2,645,182	23,343,900	
0.8	13,446,753	13,372,189	0.2	2,674,438	26,018,338	
1.0	13,583,931	13,515,342	0.2	2,703,068	28,721,406	
1.5	13,851,327	13,717,629	0.5	6,858,815	35,580,220	
2.0	13,975,472	13,913,400	0.5	6,956,700	42,536,920	

제6절 보전간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

보전지구 간척농지사업지구는 전라남도 진도군 지산면 보전리와 거제리에 소재하고, 동경 126° 08' ~ 126° 12' 와 북위 34° 27' ~ 34° 29' 사이에 위치하고 있으며, 본 지구의 남서쪽으로 표고 EL.98.0m ~ EL.300.0m의 지력산 줄기로 둘러싸여 있고, 동쪽으로는 무명산(EL.168.0m)이 유역경계를 이루고 있다.

유역내 소하천은 없고 작은 구거 4개가 있으며, 대부분이 낮은 구릉지대로 평야부에는 일부 논이 산재하고 있고, 서남해안 간척사업으로 조성한 보전지구 간척농지 213ha가 분포하고 있다. 지산면 보전리와 거제리에 소재하고 있는 소류지 5개소는 0.1ha 내외의 소규모로 저수용량은 약 2.5백m³ 정도로 시설 농지에 대한 농업용수 공급에도 부족할 것으로 추정된다.

전체 유역면적 987ha의 토지이용현황은 논이 차지하는 구성비는 유역면적의 29.6%(292.0ha)에 이른다. 또한, 밭의 구성비는 16.6%, 산림, 농가, 담수호 및 기타면적의 비율은 53.8%로 구성되어 있다. 보전지구 유역내의 수종은 해양성 기후에 적합한 침엽수가 주종을 이루고 있으며, 전반적으로 산림의 식생상태는 보통인 상태이다. 산림지의 토양은 마사질, 미사질 식양토 자갈 및 돌이 섞인 미사질 양토가 주종을 이루고 1.0~1.5m 이하는 풍화암, 연암으로 구성되어 있어 강우시 유출현상이 빠른 시간에 발생할 것으로 판단되며 논외 토양은 미사질 양토, 미사질 식양토로 전반적으로 농지가 비옥한 편이다.

또한, 지구내 보전리 및 거제리에서는 용수원의 부족으로 배수문을 막아 임시 저류지 형태로 사용하고 있는 실정이며, 저수용량은 약 15.0천m³ (1,000m×15m×1.0m)로 추정되었다. 이와 같이 유역내 논들은 대부분 용수원이 부족한 상황으로서 관정 등에 의존하고 있으며, 유역내에 저수지 등 신규 수자원의 개발이 어려운 상황으로서 간척사업으로 조성된 담수호나 소포담수호에서 용수공급이 가능하도록 계획, 검토하는 것이 바람직할 것이다.

② 유역지상인자

전반적으로 유역형상은 부채꼴 모양으로 간척농지(987ha)를 중심으로 타원형으로 분포하고 있으며, 유입하천은 거의 없으며 소유역에서 유입되는 4개소의 배수구거가 간척농지 및 담수호에 유입되고 있다. 이는 유역의 형상계수, 하천밀도로도 판단이 가능하다.

유역의 형상계수가 크면 유로연장에 비해 그 나비가 넓고 반대로 형상계수가 작으면 가늘고 긴 유역을 말한다. 보전지구의 유역 형상계수는 1.025로 유로장이 짧고 폭이 넓은 유역을 의미하며, 이러한 형상의 유역에서는 유역내 홍수가 일시에 도달하게 됨으로서 침투홍수량이 장방형의 유역보다 상대적으로 크게 나타난다. 또한 하천밀도계수가 0.314로 하천의 발달이 매우 미약하다.

본 지구의 유역중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-242>과 같다.

<표 4-228> 유역지상인자

구 분	단 위	산출결과	비 고
유역면적	ha	987.0	
유로장	km	3.10	
남북길이	km	3.25	
동서길이	km	4.50	
유역평균폭	km	3.18	
유역형상계수	-	1.025	
하천밀도	km/km ²	0.314	
기복량	-	0.011	
주하천평균경사	m/km	8.425	

③ 토지이용 상황

보전지구의 4개 소유역에서 강우-유출특성을 규명하기 위해서는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태 등에 대한 자세한 조사가 필요하다. 따라서 1:25,000 도면과 현지조사를 기초로 하고 배수계통을 고려하여 4개의 소유역으로 분할한 보전지구 유역도를 작성하였다.

유역조사 결과는 논외의 경우 미사질 양토, 세사토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 미사질 양토, 자갈섞인 식양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출률 등 토양배수상태는 약간 불량한 것으로 추정된다.

소유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산림지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 각 소유역별 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다.

보전지구의 소유역별 토지이용상태에서 4개의 소유역별 토지이용 현황은 전체 유역면적 987.0ha 면적 중 논이 차지하는 비율이 29.6%(292ha), 밭이 16.6%(164ha), 산림지 및 기타의 비율은 53.8%(531ha)로 구분되어 논외의 면적비율이 큰 것으로 나타났다.

<표 4-229> 토지이용상황

유역면적	경 지			산 립	기 타
	소 계	논	밭		
987 (100.0)	456 (46.2)	292 (29.6)	164 (16.6)	1,276 (41.5)	1,276 (12.3)

주 : ()는 비율(%)임.

2. 확률강우량 산정

① 강우관측소 현황

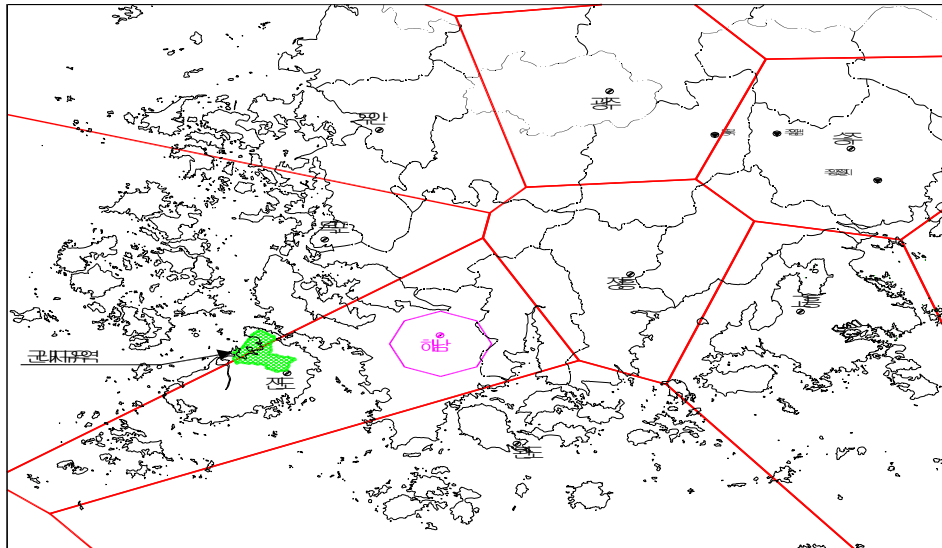
본 지구 구역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 구역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 해남관측소, 목포관측소, 진도관측소가 있다. 진도관측소가 가장 인근에 위치하고 있으나 관측기록이 10년밖에 없어 신뢰성있는 기상자료를 사용하기 어려우며, 주변 관측소 중 본 지구의 강우패턴을 가장 잘 반영한 해남관측소의 강우자료를 이용하여 홍수유출량을 산정하였다. 지구구역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 다음과 같다.

<표4-230> 기상관측소 현황

관측소	관측 종별	위 치			해발고 (EL.m)	관 측 개시일	채택
		지 명	경 도	위 도			
해남	T/M	전남 해남군 해남읍 남천리	126-34	34-33	4.6	1971.02	◎
목포	T/M	전라남도 목포시 연산동 726-3	126-22	34-49	37.4	1904.04	
진도	T/M	전남 진도군 의신면 사천리 산1-6	126-19	34-28	476.4	2001.11	

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)

<그림 4-31> 기상관측소 지배구역도



② 확률강우량

해남 관측소의 1973년부터 2010년까지 관측된 전체 38개년의 강우자료와 최근 30개년의 강우자료를 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 확률강우량이 크게 나타나는 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였다.

<표 4-231> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Crow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	158.6	167.2	140.2	146.8	147.4	155.6	145.1	152.6	127.3	135.5	130.5	136.7
10	242.6	258.3	241.7	256.8	259.4	279.6	244.3	260.1	235.8	253.7	188.8	192.9
20	270.3	288.2	289.1	308.7	307.7	333.0	287.1	306.4	294.0	314.8	211.3	215.5
30	284.7	303.8	317.4	339.7	335.4	363.7	311.7	333.1	329.6	351.8	223.6	228.1
50	301.4	322.0	353.8	379.8	370.1	402.1	342.4	366.4	375.8	399.5	238.5	243.7
80	315.6	337.3	387.8	417.3	401.9	437.3	370.5	396.9	419.3	444.1	251.6	257.6
100	322.2	344.5	404.8	436.1	416.9	453.9	383.9	411.3	441.0	466.3	257.8	264.4
200	341.1	364.9	457.5	494.5	463.5	505.5	425.2	456.0	508.1	534.6	276.2	284.4
기왕 최대	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	477.5	274.5	274.5
채택						◎						

<표 4-232> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Cho w		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	204.5	211.2	180.3	183.9	190.0	196.2	187.0	192.2	166.9	172.1	168.9	172.2
10	314.2	329.8	312.8	327.2	336.2	357.6	316.5	332.2	309.2	326.1	337.7	350.8
20	350.3	368.8	374.9	395.5	399.1	427.2	372.3	392.5	382.4	403.8	314.3	327.6
30	369.1	389.1	412.0	436.4	435.3	467.2	404.3	427.2	426.6	450.5	340.4	355.5
50	390.9	412.8	459.8	489.5	480.6	517.2	444.4	470.6	483.7	510.5	373.4	391.4
80	409.4	432.7	504.5	539.4	522.0	562.9	481.1	513.3	536.9	566.3	438.8	450.0
100	418.1	442.1	526.9	564.5	541.6	584.6	498.5	529.1	563.4	594.0	418.8	441.8
200	442.7	468.7	596.3	642.5	602.4	651.8	552.4	587.4	644.8	679.0	464.8	494.5
기왕 최대	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	606.5	432.2	432.2
채택						◎						

<표 4-233> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간(분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33 년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	8.1	6.9	6.7	6.6	6.5	6.4	6.4	6.3	6.2
20	13.2	11.3	11.1	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.4
30	16.5	14.1	13.8	13.6	13.4	13.3	13.2	13.0	12.9
40	19.4	16.4	16.0	15.7	15.5	15.3	15.2	15.0	14.8
50	21.8	18.7	18.2	17.9	17.8	17.6	17.5	17.3	17.1
60	23.9	20.8	20.4	20.1	20.0	19.8	19.7	19.4	19.3
90	29.8	26.1	25.7	25.3	25.1	24.9	24.8	24.5	24.3
120	34.1	30.4	29.9	29.5	29.3	29.1	28.9	28.7	28.5
180	41.4	37.3	36.8	36.4	36.1	35.9	35.8	35.4	35.3
240	48.4	44.4	43.9	43.3	43.2	43.0	42.8	42.5	42.3
360	59.4	55.0	54.4	53.9	53.8	53.5	53.4	53.1	52.9
540	73.8	71.3	71.0	70.7	70.6	70.5	70.5	70.2	70.1
720	83.6	81.0	81.3	80.7	80.9	80.7	80.6	80.4	80.5
900	89.8	87.8	87.6	87.1	87.5	87.3	87.4	87.0	87.1
1080	94.9	93.6	94.0	93.9	94.0	93.8	93.9	93.8	93.8
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-234> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	7.2	6.0	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.4
20	11.8	9.9	9.6	9.5	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0
30	14.7	12.4	11.9	11.8	11.6	11.5	11.4	11.3	11.1
40	17.2	14.4	13.8	13.7	13.4	13.3	13.2	13.1	12.8
50	19.3	16.4	15.8	15.6	15.4	15.3	15.2	15.0	14.8
60	21.2	18.3	17.7	17.5	17.3	17.2	17.1	16.9	16.7
90	26.5	22.9	22.2	22.0	21.8	21.6	21.5	21.3	21.0
120	30.3	26.6	25.9	25.7	25.4	25.2	25.1	24.9	24.6
180	36.8	32.7	31.9	31.7	31.3	31.2	31.1	30.8	30.5
240	43.1	38.9	38.0	37.7	37.5	37.3	37.2	37.0	36.7
360	52.8	48.2	47.1	46.9	46.7	46.5	46.4	46.1	45.8
540	65.6	62.5	61.5	61.5	61.2	61.2	61.2	61.0	60.7
720	74.3	71.0	70.4	70.2	70.2	70.1	70.0	69.9	69.8
900	79.9	77.0	75.8	75.8	75.9	75.8	75.9	75.6	75.4
1080	84.4	82.1	81.4	81.7	81.5	81.4	81.5	81.5	81.3
1440	88.9	87.7	86.6	87.1	86.7	86.8	86.8	86.9	86.6

<표 4-235> 빈도별 시간별 2일 강우량

시간 (분)	빈도별강우량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	7.2	6.0	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.4
20	11.8	9.9	9.6	9.5	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0
30	14.7	12.4	11.9	11.8	11.6	11.5	11.4	11.3	11.1
40	17.2	14.4	13.8	13.7	13.4	13.3	13.2	13.1	12.8
50	19.3	16.4	15.8	15.6	15.4	15.3	15.2	15.0	14.8
60	21.2	18.3	17.7	17.5	17.3	17.2	17.1	16.9	16.7
90	26.5	22.9	22.2	22.0	21.8	21.6	21.5	21.3	21.0
120	30.3	26.6	25.9	25.7	25.4	25.2	25.1	24.9	24.6
180	36.8	32.7	31.9	31.7	31.3	31.2	31.1	30.8	30.5
240	43.1	38.9	38.0	37.7	37.5	37.3	37.2	37.0	36.7
360	52.8	48.2	47.1	46.9	46.7	46.5	46.4	46.1	45.8
540	65.6	62.5	61.5	61.5	61.2	61.2	61.2	61.0	60.7
720	74.3	71.0	70.4	70.2	70.2	70.1	70.0	69.9	69.8
900	79.9	77.0	75.8	75.8	75.9	75.8	75.9	75.6	75.4
1,080	84.4	82.1	81.4	81.7	81.5	81.4	81.5	81.5	81.3
1,440	88.9	87.7	86.6	87.1	86.7	86.8	86.8	86.9	86.6
2,880	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-236> 빈도별 확률강우량 비교

구 분(관측소)		빈도별 2일강우량(mm)					채택	비 고
		20년	30년	50년	80년	100년		
목포	전년	267.5	289.2	316.3	341.1	352.9		1915~2010
	30년	335.6	366.5	405.2	440.6	457.3		
해남	전년	399.1	435.3	480.6	522.0	541.6		1973~2010
	30년	427.2	467.2	517.1	562.9	584.6	◎	

3. 설계홍수량 산정

보전지구 배수갑문(2.5m×2.5m×2련)을 통하여 내부구역의 빈도별 2일 연속 홍수유입량을 남해바다에 배제함으로서 농경지 침수피해를 방지하기 위한 배수갑문능력검토를 하였으며, 기후변화에 따른 보전지구 간척농지 수리·수문 분석 및 침수안전지역 설정을 위한 침수분석 설계기준인 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년) 산정은 한국농어촌공사에서 개발한 RMS(River Modeling System)을 이용하여 산정하였다.

① 설계홍수량 산정

보전지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 홍수량은 전체구역면적 987.0ha(배수갑문 지점) 중 배수장구역면적 348.0ha를 제외한 유역면적 639ha의 빈도별 2일 연속 홍수유입량(20, 30, 50, 80, 100년)하였다. <표4-251>

<표 4-237> 보전지구 소유역별 홍수량 선정결과

구역번호	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
담수호구역	76.8	84.6	94.5	103.3	107.6	배수갑문지점 (①③④구역)
①구역	54.6	60.4	67.8	74.4	77.6	1호승수로
②구역	44.1	48.6	54.1	59.1	61.5	배수장(기계배제)
③구역	9.5	10.5	11.8	12.9	13.5	3호승수로
④구역	30.8	33.9	37.6	41.2	42.8	담수호

② 유달시간 계산

한 유역으로부터의 유출은 유역특성의 영향을 받는다. 유역특성은 일반적으로 유역면적, 유역의 경사, 유역형상, 유로에서의 단면 형상 등의 유로특성 등을 의미한다. 이러한 요소들은 유역내에 내린 강우가 특정 지점까지 도달하는데 걸리는 시간을 결정지으며 침투홍수량의 크기를 결정하게 된다. 이와같이 유역의 가장 먼지점으로부터 유역출구까지 도달하는데 소요되는 시간을 홍수도달시간 또는 유달시간이라 하며 일반적으로 유역의 특성인자와 홍수도달시간의 경험공식에 의한 산정하는 것이 보통이다.

1) 금회 분석에서는 유달시간의 산정을 위하여 California도로국 공식을 적용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

여기서 L : 유역의 유로장 (km)

ΔH : 유역의 평균고도 (m)

유역의 평균고도는 경사자승법에 의거 산출하였으며 산출식은 다음과 같다.

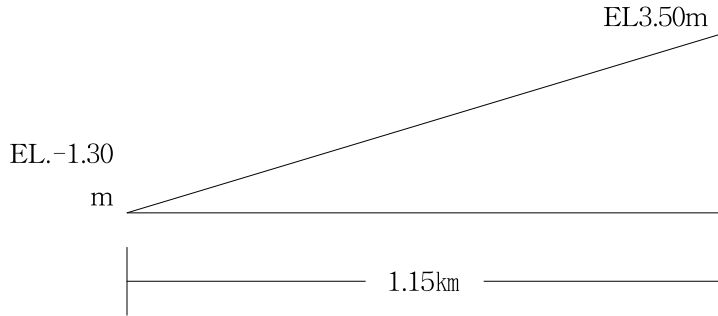
$$\Delta H = S \times L$$

$$\text{단, } S = \left[\frac{\sum l_i}{\sum (l_i) / \sqrt{S_i}} \right]^2$$

여기서 l_i : 구간별 유로장 (km)

S_i : 구간별 경사도 (구간별 표고차/구간별 유로장)

2) 논유역만 있는 경우 : 유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <그림3-3>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.



<표 4-238> 논유역 표고별 유로장

- 논 유역

$$T_{cp} = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4 \text{min} = 0.49 \text{hr}$$

$$T_{cc} = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4 \text{min} = 1.10 \text{hr}$$

$$T_c = T_{cp} + T_{cc} = 1.59 \text{hr}$$

여기서, T_{cp} (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_{cc} (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표현된다.

$$\text{- 논 유역 유달시간}(T_c) = 0.49 \text{hr} + \text{논 구획 유달시간}(\text{hr})$$

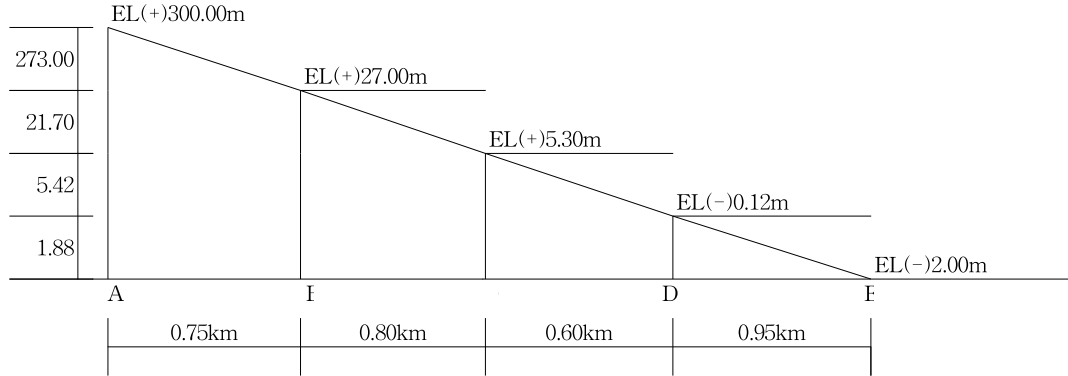
3) 배수로 평균허용유속공식 (평야부 배수로 적용) : 배수로의 허용평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이면 된다. 따라서 유속은 $V=0.70\text{m/s} \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공단면인 경우)로 계산하고, 환경블록 및 콘크리트 개거 등의 구간은 최대허용평균유속 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 계산한다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

여기서 T_c : 유달시간(hr)
 L : 배수로연장 (m)
 V : 홍수시 허용평균 최대유속 (m/s)

○ ①유역 유달시간 (T_c)계산 (전체유역 및 1호승수로)

<표 4-239> 보전 ①유역 경사도



○ ①유역 홍수도달시간(T_c) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-240> 보전 ①유역 구간별 경사

지 점	구간장 l_i (km)	구간별경사(S_i)			$\sqrt{S_i}$	$l_i/\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사 S_i (m/km)			
A		300.00					
B	0.75	27.00	273.00	364.000	19.079	0.039	
C	0.80	5.30	21.70	27.125	5.208	0.154	
D	0.60	-0.12	5.42	9.033	3.005	0.200	
E	0.95	-2.00	1.88	1.979	1.407	0.675	
계	3.10					1.068	

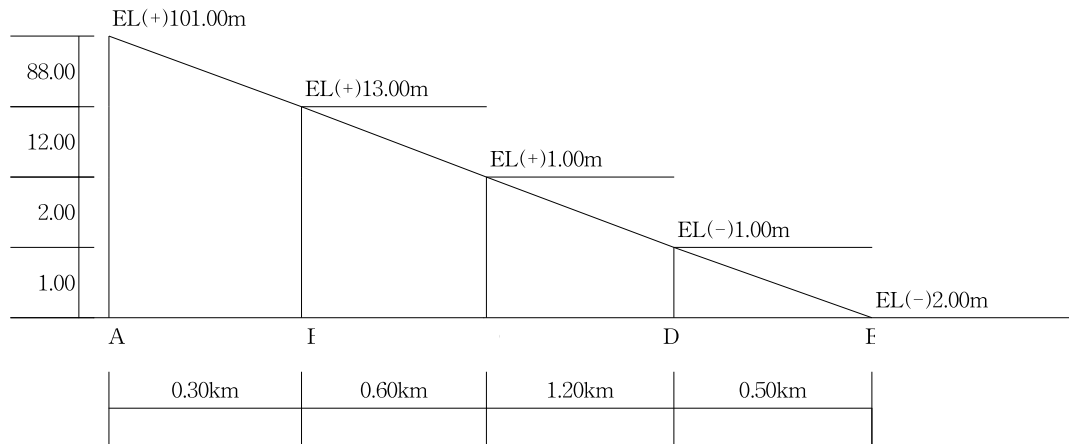
$$S = \left\{ \frac{\sum l_i}{\sum l_i / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{3.10}{1.0698} \right)^2 = 8.425 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = l_i \times S = 3.10 \times 8.425 = 26.1175 \text{ m}$$

$$T_c = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 3.10^3}{26.1175} \right\}^{0.385} = 1.00 \text{hr}$$

○ ②유역 유달시간 (Tc)계산 (기계배제구역)

<표 4-241> 보전 ②유역 경사도



○ ②유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-242> 보전 ②유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		101.00					
B	0.30	13.00	88.00	293.333	17.127	0.018	
C	0.60	1.00	12.00	20.000	4.472	0.134	
D	1.20	-1.00	2.00	1.667	1.291	0.930	
E	0.50	-2.00	1.00	2.000	1.414	0.354	
계	2.60					1.436	

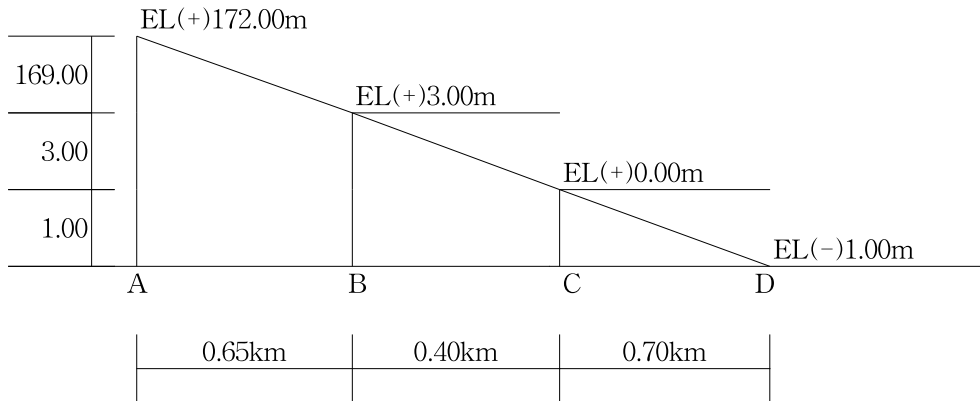
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.60}{1.436} \right)^2 = 3.278 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.60 \times 3.278 = 8.5228 \text{ m}$$

$$T_c = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.60^3}{8.5228} \right\}^{0.385} = 1.25 \text{ hr}$$

○ ③유역 유달시간 (Tc)계산 (3호승수로)

<표 4-243> 보전 ③유역 경사도



○ ③유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-244> 보전 ③유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		172.00					
B	0.65	3.00	169.00	260.000	16.125	0.040	
C	0.40	0.00	3.00	7.500	2.739	0.146	
D	0.70	-1.00	1.00	1.429	1.195	0.586	
계	1.75					0.772	

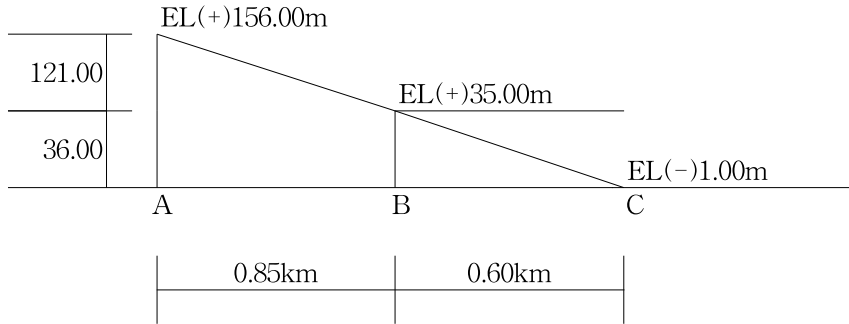
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.75}{0.772} \right)^2 = 5.139 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.75 \times 5.139 = 8.9933 \text{ m}$$

$$T_c = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.75^3}{8.9933} \right\}^{0.385} = 0.78 \text{ hr}$$

○ ④유역 유달시간 (Tc)계산 (담수호)

<표 4-245> 보전 ④유역 경사도



○ ④유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-246> 보전 ④유역 구간별 경사

지 점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		156.00					
B	0.85	35.00	121.00	142.353	11.931	0.071	
C	0.60	-1.00	36.00	60.000	7.746	0.077	
계	1.45					0.148	

$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.45}{0.148} \right)^2 = 95.987 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.45 \times 95.987 = 139.1812 \text{m}$$

$$T_c = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.45^3}{139.1812} \right\}^{0.385} = 0.22 \text{hr}$$

③ 유출곡선지수 산출

유출량 자료가 없는 경우에는 유역의 토양특성과 식생피복상태 등에 대한 상세한 자료만으로도 총우량으로부터 초과강우량을 산정할 수 있는 SCS 방법이 미계측 유역의 유출량 산정에 널리 사용되고 있다.

SCS방법에서는 유출량의 크기에 직접적으로 영향을 미치는 인자로서 유역을 형성하고 있는 토양의 종류와 토지이용 혹은 식생피복의 종류, 처리상태 및 토양의 수문학적 조건 등을 고려하여 이들 인자들이 직접유출에 미치는 복합적인 영향을 양적으로 표시하고자 하였으며 강우가 있기 이전의 선행토양함수조건도 고려하였다.

전체유역의 유역피복임상에 따른 유출곡선지수 산출내역을 정리하면 <표3-14>에서 보는바와 같고 선행함수조건Ⅱ(AMC Ⅱ)에서 구한 CNⅡ를 CNⅢ로 환산하는 공식은 다음과 같다.

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10 + 0.13 CN_{II}}$$

<표 4-247> 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
전체 유역 (①+②+③+④) (배수 갑문)	답	SR	Poor	C	84	CNⅡ= 82.4
	전	C	Poor	C	82	
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNⅢ= 92.0
	호				100	
	계					

<표 4-247> 유출곡선지수(CNIII) 산출내역(계속)

지점별	토지 이용 상태	피복 처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
①,③,④유역 (담수호 유역)	답	SR	Poor	C	84	CNII = 82.4
	전	C	Poor	C	82	
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNIII = 92.0
	호				100	
	계					
①유역 (1호 승수로)	답	SR	Poor	C	84	CNII = 79.7
	전	C	Poor	C	82	
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNIII = 91.0
	호				100	
	계					
②유역 (배수장)	답	SR	Poor	C	84	CNII = 82.3
	전	C	Poor	C	82	
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNIII = 92.0
	호				100	
	계					
③유역 (3호 승수로)	답	SR	Poor	C	84	CNII = 80.5
	전	C	Poor	C	82	
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNIII = 91.0
	호				100	
	계					

<표 4-247> 유출곡선지수(CNIII) 산출내역(계속)

지점별	토지 이용 상태	피복 처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
④유역 (담수호)	답	SR	Poor	C	84	CNII = 90.5
	전	C	Poor	C	82	
	임		Poor	C	77	
	대			C	85	CNIII = 96.0
	호				100	
	계					

4. 홍수위 추적

기후변화에 따른 보전지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 보전지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 987ha중 배수장 유역면적 384ha를 제외한 639ha의 빈도별 홍수유입량을 RMS를 이용하여 산정하였다.

보전지구 배수장 유역은 유역내 배수장을 통하여 남해바다로 전량기계배제(Q=5.8m³/s)를 하는 유역이며, 금회 조사측량으로 실측한 내용적과 당초 간척농지 설계당시 실측된 조위자료를 활용하여 배수갑문 능력을 검토하였다.

<표 4-248> 관측소별 빈도별 홍수위 분석 결과요약(담수호 Peak 내홍수위)

기상관측소	조위	빈도별 홍수위 (EL.m)					채택	비고
		20년	30년	50년	80년	100년		
목포관측소	소조	0.821	0.871	0.948	1.023	1.059		
	대조	0.994	1.091	1.209	1.316	1.339		
해남관측소	소조	0.975	1.062	1.134	1.202	1.243		
	대조	1.223	1.335	1.433	1.547	1.602	◎	

<표 4-249> 빈도별 홍수위 분석 결과요약(배수장유역 Peak 내홍수위)

기상관측소	조위	빈도별 홍수위 (EL.m)					채택	비고
		20년	30년	50년	80년	100년		
목포관측소	소조	-0.907	-0.821	-0.720	-0.629	-0.587		
	대조	-0.907	-0.821	-0.720	-0.629	-0.587		
해남관측소	소조	-0.636	-0.537	-0.425	-0.320	-0.275	◎	
	대조	-0.636	-0.537	-0.425	-0.320	-0.275		

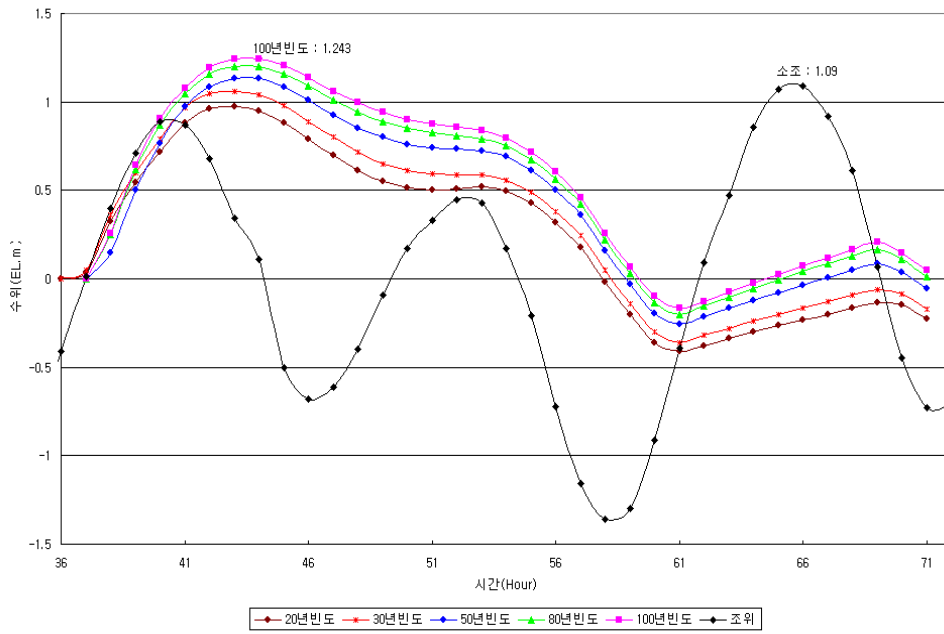
<표4-266>는 담수호의 배수갑문 능력검토시 최초내수위 적용을 관리수

위 EL(+).00m를 적용할 경우와 최초내수위를 사수위 EL(-)2.60m로 적용할 경우를 비교 분석한 자료이며, 담수회 빈도별 홍수위 분석을 위해 초기 내수위는 관리수위로 산정하였다.

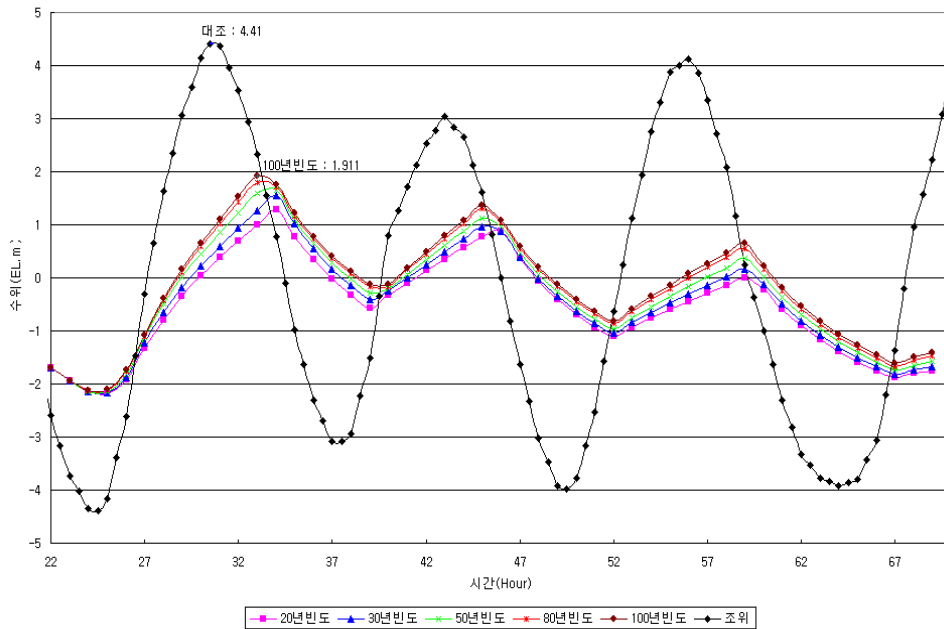
<표 4-250> 담수회 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구 분	조 위	빈도별 홍수위 (ELm)					채 택	비 고
		20년	30년	50년	80년	100년		
최초내수위 : EL(+).00m (관리수위)	소 조	0975	1062	1134	1202	1243		제한내수위 : EL(-)3.00m
	대 조	1223	1335	1433	1547	1602	◎	
최초내수위 : EL(-)2.60m (사수위)	소 조	-002	0039	0174	0283	0336		제한내수위 : EL(-)3.00m
	대 조	-047	-0270	-0132	-006	0067		

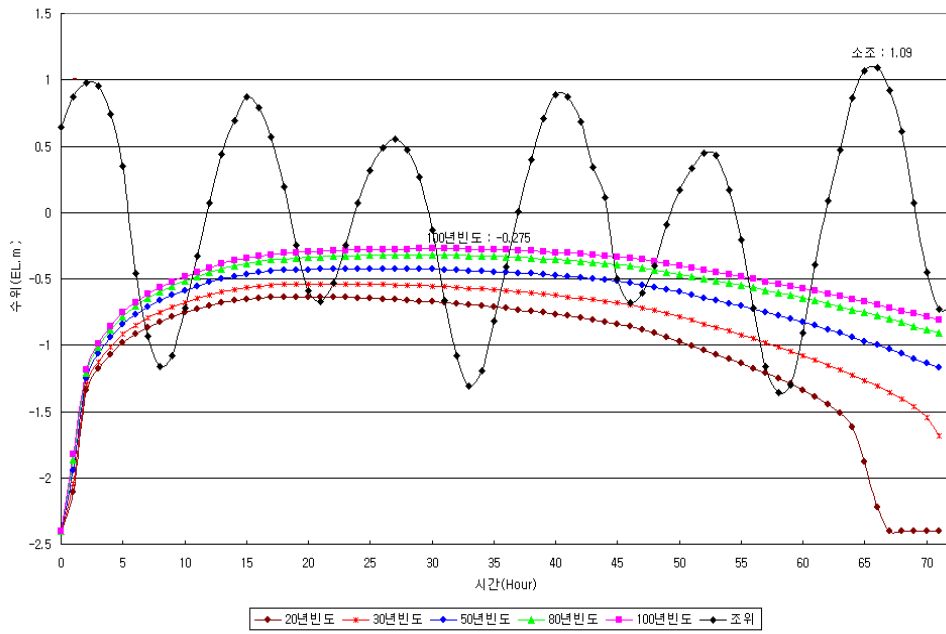
<그림 4-32> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(담수호유역, 소조)



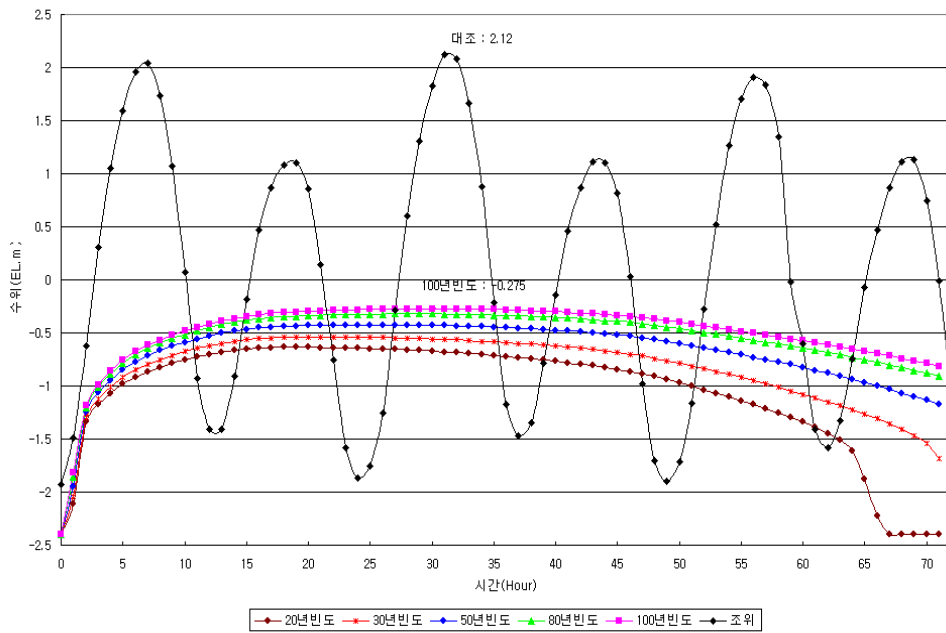
<그림 4-33> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(담수호유역, 대조)



<그림 4-34> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(기계배제구역, 소조)



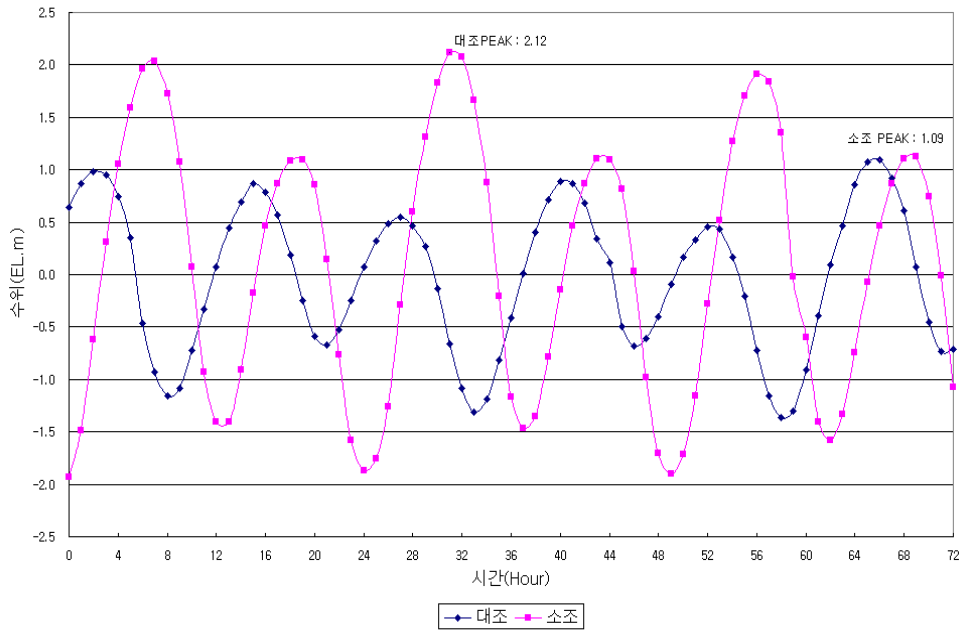
<그림 4-35> 보전지구 담수호 홍수위 추적결과(기계배제구역, 대조)



① 조위관측자료 설정

보전지구내 조위관측자료는 보전지구 외곽공사 설계시(1987.10) 진도군 나리항(가늌목)에서 측정한 조위관측자료 중 대조 및 소조시의 조위자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며, 조위관측자료를 요약하면 다음과 같다.

<그림 4-36> 조위관측자료



<표 4-251> 조위관측자료

소 조				대 조					
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
0.00	-1.93	37.00	-1.47		0.00	0.64	37.00	0.01	
1.00	-1.49	38.00	-1.35		1.00	0.87	38.00	0.40	
2.00	-0.62	39.00	-0.79		2.00	0.98	39.00	0.71	
3.00	0.31	40.00	-0.14		3.00	0.95	40.00	0.89	
4.00	1.05	41.00	0.46		4.00	0.74	41.00	0.87	
5.00	1.59	42.00	0.87		5.00	0.35	42.00	0.68	
6.00	1.96	43.00	1.11		6.00	-0.46	43.00	0.34	
7.00	2.04	44.00	1.10		7.00	-0.93	44.00	0.11	
8.00	1.73	45.00	0.82		8.00	-1.16	45.00	-0.50	
9.00	1.07	46.00	0.03		9.00	-1.08	46.00	-0.68	
10.00	0.07	47.00	-0.98		10.00	-0.72	47.00	-0.61	
11.00	-0.93	48.00	-1.70		11.00	-0.33	48.00	-0.40	
12.00	-1.41	49.00	-1.90		12.00	0.07	49.00	-0.09	
13.00	-1.41	50.00	-1.71		13.00	0.44	50.00	0.17	
14.00	-0.91	51.00	-1.16		14.00	0.69	51.00	0.33	
15.00	-0.18	52.00	-0.28		15.00	0.87	52.00	0.45	
16.00	0.47	53.00	0.52		16.00	0.79	53.00	0.43	
17.00	0.87	54.00	1.27		17.00	0.57	54.00	0.17	
18.00	1.08	55.00	1.70		18.00	0.19	55.00	-0.21	
19.00	1.10	56.00	1.91		19.00	-0.25	56.00	-0.72	
20.00	0.86	57.00	1.84		20.00	-0.59	57.00	-1.16	
21.00	0.14	58.00	1.35		21.00	-0.67	58.00	-1.36	
22.00	-0.76	59.00	-0.02		22.00	-0.53	59.00	-1.30	
23.00	-1.58	60.00	-0.60		23.00	-0.25	60.00	-0.91	
24.00	-1.87	61.00	-1.41		24.00	0.07	61.00	-0.39	
25.00	-1.76	62.00	-1.58		25.00	0.32	62.00	0.09	
26.00	-1.26	63.00	-1.33		26.00	0.49	63.00	0.47	
27.00	-0.29	64.00	-0.74		27.00	0.55	64.00	0.86	
28.00	0.60	65.00	-0.07		28.00	0.47	65.00	1.07	
29.00	1.31	66.00	0.47		29.00	0.27	66.00	1.09	
30.00	1.83	67.00	0.87		30.00	-0.13	67.00	0.92	
31.00	2.12	68.00	1.11		31.00	-0.66	68.00	0.61	
32.00	2.08	69.00	1.13		32.00	-1.08	69.00	0.07	
33.00	1.66	70.00	0.74		33.00	-1.31	70.00	-0.45	
34.00	0.88	71.00	-0.01		34.00	-1.19	71.00	-0.73	
35.00	-0.21	72.00	-1.07		35.00	-0.82	72.00	-0.71	
36.00	-1.17				36.00	-0.41			

② 담수호 내용적표 작성

보전지구 간척농지 침수안전지역 설정을 위한 침수분석의 내용적자료는 당초 간척농지 설계시(1991년) 담수호 전체 유역면적 987ha중 배수장 유역면적 348ha를 제외한 639ha의 내용적표를 배수갑문 능력검토 입력자료로 이용하였다.

<표 4-252> 보전 담수호 내용적표(배수장유역 348ha제외)

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-4.2	-	-	-	-	-	
-4.0	28,100	14,050	0.2	2,810	2,810	
-3.8	125,000	76,550	0.2	15,310	18,120	
-3.6	219,100	172,050	0.2	34,410	52,530	
-3.4	304,200	261,650	0.2	52,330	104,860	
-3.2	373,800	339,000	0.2	67,800	172,660	
-3.0	449,600	411,700	0.2	82,340	255,000	
-2.8	517,300	483,450	0.2	96,690	351,690	
-2.6	699,500	608,400	0.2	121,680	473,370	사수위
-2.4	739,500	719,500	0.2	143,900	617,270	
-2.2	756,100	747,800	0.2	149,560	766,830	
-2.0	767,600	761,850	0.2	152,370	919,200	
-1.8	770,100	768,850	0.2	153,770	1,072,970	
-1.6	776,400	773,250	0.2	154,650	1,227,620	
-1.4	777,600	777,000	0.2	155,400	1,383,020	
-1.2	788,400	783,000	0.2	156,600	1,539,620	
-1.0	799,100	793,750	0.2	158,750	1,698,370	
-0.8	802,500	800,800	0.2	160,160	1,858,530	
-0.6	805,900	804,200	0.2	160,840	2,019,370	
-0.4	809,200	807,550	0.2	161,510	2,180,880	
-0.2	812,700	810,950	0.2	162,190	2,343,070	
0.0	833,600	823,150	0.2	164,630	2,507,700	관리수위
0.2	836,500	835,050	0.2	167,010	2,674,710	
0.4	839,400	837,950	0.2	167,590	2,842,300	
0.6	841,400	840,400	0.2	168,080	3,010,380	
0.8	844,800	843,100	0.2	168,620	3,179,000	
1.0	854,500	849,650	0.2	169,930	3,348,930	
1.2	868,200	861,350	0.2	172,270	3,521,200	
1.4	870,800	869,500	0.2	173,900	3,695,100	
1.6	876,000	873,400	0.2	174,680	3,869,780	
1.8	882,700	879,350	0.2	175,870	4,045,650	
2.0	885,900	884,300	0.2	176,860	4,222,510	
3.0	8,831,901	8,754,627	0.5	4,377,313	53,436,432	

제7절 고흥간척농지

1. 유역현황

① 유역현황

고흥군은 전남 남동부지역에 반도형으로 위치하며, 동으로는 순천만, 여수시, 북으로는 보성군, 순천시, 북서쪽은 남해의 득량만이 접하고 있으며, 고흥군은 삼면이 남해바다에 접하고 있다.

해안선은 리아스식 해안을 이루고 있으며, 고흥지구 간척농지 주변은 높은 산이나, 잘 발달된 하천은 없으며, 낮은 산으로 둘러싸인 완경사의 구릉지대를 이루고 있다.

고흥지구 간척농지 사업지구는 전라남도 고흥군 고흥읍 두원면, 도덕면에 소재하고, 동경 127° 15' ~ 127° 24' 와 북위 34° 37' ~ 34° 46' 사이에 위치하고 있으며, 지구 동쪽으로 학산(EL(+))554.0m), 팔봉산(EL(+))184.0m)이 위치하고, 지구 서쪽은 해발표고 EL(+))100m~EL(+))200m 사이의 무명산들로 둘러싸여 있으며 지구 북쪽은 방조제 및 남해의 득량만이 위치하고 있다.

유역면적 7,320ha의 주하천인 고읍천이(약 5.7km) 서북쪽으로 흐르고, 신양천(약 2.0km)은 남에서 북으로 흘러 고흥담수호에 유입되고 있다. 소류지는 17개소가 있으며 대부분이 구릉지의 기존 답에 용수공급하고 있다.

전체 유역면적 7,320ha 중 논 면적은 41.4%(3,032ha), 밭의 구성비는 12.5%(916.0ha), 산림, 농가, 담수호 및 기타 면적의 비율은 46.1%(3,372ha)로 분포되어 있어 논 면적비율이 큰 것으로 나타났다.

고흥지구 유역내 산지의 산림은 수령 20년 내외의 소나무가 주종을 이루고 있고, 해안가 주변은 아카시아 등 잡목이 많이 산재하고 있다.

해발 10~20m 사이의 구릉지는 대부분이 밭이고 마늘과 보리 등을 재배하고 있으며, 구릉지의 20% 경사지는 유재재배 단지로 이용되고 있다.

산림지의 토양은 도덕면의 배수갑문 주변은 황색의 마사토가 다소 섞인 풍화대가 있고, 간척지 담수호 주변은 토심이 깊은 점성토의 기름진 미사질 양토가 분포하고 있으며, 기존 답도 대부분 미사질 양토가 분포되어 있어 농경지는 비옥한 편이다.

유역내의 기존 답은 소류지, 소형 관정 및 하천에 보를 막아 용수공급하

고 있으나 용수원이 부족하여 해발 EL(+10.0m)이상의 구릉지에 위치한 담은 대부분 밭으로 이용되고 있다.

② 유역지상인자

고흥지구의 유역형상은 직사각형 모양으로 간척농지를 중심으로 직사각형으로 분포하고 있으며, 유입하천은 고흥군 풍양면 천등산에서 발원하는 고읍천이 있으나, 하천의 규모는 지방2급 하천으로 작은 편에 속한다. 이는 유역의 형상계수, 하천밀도로도 판단이 가능하다.

유역의 형상계수가 크면 유로장에 비해 그 나비가 넓고, 반대로 형상계수가 작으면 가늘고 긴 유역을 말한다. 고흥지구 고읍천의 유역형상계수는 0.375로 유로장이 짧고 하천 폭이 넓은 유역을 의미하며, 신양천은 유역형상계수가 0.416으로 유로장이 짧고 하폭이 넓은 유역을 의미한다.

주하천의 평균경사는 강우의 침투량이나 유출의 결정에 영향을 주며 지표면에서의 유출속도 즉 강우의 유달시간(Time of concentration : Tc)을 좌우하는 요소중의 하나이다. 경사가 급할수록 지표면 유출의 속도는 빨라지므로 유달시간이 단축되며 침투유량도 커지게 된다. 전체적으로 본 유역은 완경사로서 하천 등 배수조각이 빈약하여 침투홍수량이 크지 않게 나타날 것으로 판단되다.

본 지구의 유역중에서 간척농지를 포함한 유역에 대한 지상인자들은 <표 4-269>과 같다.

<표 4-253> 유역지상인자

구 분	단 위	고 읍 천	신 양 천	비 고
유역면적	ha	1,694	1,093	
유 로 장	km	7.20	6.00	
남북길이	km	6.75	4.50	
동서길이	km	3.00	2.50	
유역평균폭	km	2.70	2.50	
유역형상계수	-	0.375	0.416	
하천밀도	km/km ²	0.425	0.548	
기 복 량	-	0.025	0.050	
주하천평균경사	-	1/100	1/215	

③ 토지이용 상황

본지구의 소유역에서 강우-유출특성을 규명하기 위해서는 유역의 형상과 하천의 형태, 토양의 특성, 토지이용상태 등에 대한 자세한 조사가 필요하다. 따라서 1:25,000 도면과 현지조사를 기초로 하고 배수계통을 고려하여 12개 소유역으로 구분한 소유역도를 작성하였다.

유역조사 결과는 논이 경우 미사질 양토, 세사토의 토양으로 구성되어 있고, 산림지의 토양은 사양토, 황적색의 양토가 주종을 이루고 있어 침투율 및 유출량은 중간정도로 나타날 것으로 추정된다.

소유역내 토지의 용도별 면적구성비를 조사하고 수문학적 침투조건을 고려함으로써 유출에 미치는 영향을 고려해야 한다. 이는 보통 논, 밭 등 경지의 비율과 산림지의 비율로 나타낼 수 있다. 농가 또는 주거지 등의 불투수지역의 면적 비율도 유출에 중요한 영향을 미치므로 각 소유역별 토지이용상태별 수문학적 토양군에 따라 SCS 유출량 분석에 적용되는 유역내 가중평균 유출곡선지수를 산정할 수 있다.

12개 소유역으로 분할한 고흥지구의 토지이용상태에서 소유역별 토지이용 현황은 전체 7,320ha 면적 중 논이 차지하는 비율이 41.4%(3,032ha), 밭이 12.5%(916ha), 산림지 및 기타의 비율은 46.1%(3,372ha)로 구분되어 논의 면적비율이 큰 것으로 나타났다.

<표 4-254> 토지이용상황

유역면적	유역면적			경 지	산 립	기 타
	소 계	논	밭			
7,320.0 (100.0)	3,948.0 (53.9)	3,032.0 (41.4)	916.0 (12.5)	2,023.0 (27.6)	1,349.0 (18.4)	

주 : ()는 비율(%)임.

2. 확률강우량 산정

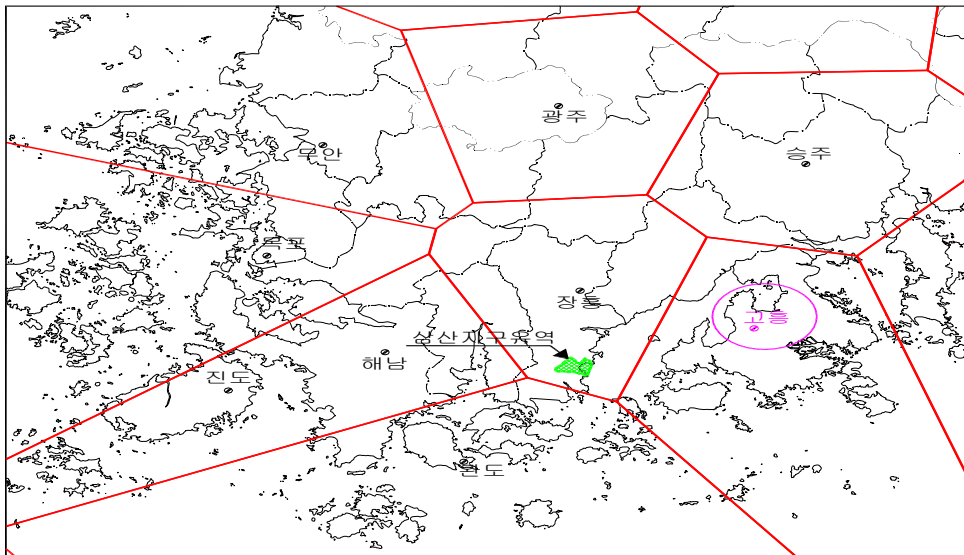
① 강우관측소 현황

본 지구 유역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소로 기상청 산하의 여수관측소, 고흥관측소, 장흥관측소가 있으나, 가장 인접한 관측소는 고흥관측소이므로 수문분석을 위한 기상자료는 고흥관측소의 자료를 이용하였다. 지구유역 인근에 위치하고 있는 기상관측소 현황은 다음과 같다.

<표4-255> 기상관측소 현황

관측소	관측 종별	위 치			해발고 (ELm)	관 측 개시일	관 할 관서명	채택
		지 명	경 도	위 도				
장흥	T/M	전남 장흥군 장흥읍 축내리	126-55	34-41	44.5	1972.01	기상청	
해남	T/M	전남 해남군 해남읍 남천리	126-34	34-33	4.6	1971.02	기상청	
고흥	T/M	전남 고흥군 고흥읍 행정리	127-16	34-37	53.3	1972.01	기상청	◎

자료) 한국수문조사연보(2007, 건설교통부)



<그림 4-37> 기상관측소 지배유역도

② 확률강우량

고흥 관측소의 1973년부터 2010년까지 관측된 전체 38개년과 최근 30개년의 강우기록을 아래와 같이 여섯가지의 분포형으로 빈도분석한 후 Chi-square(x)검정에 의한 분포의 적합도를 검정, 비교하여 최근 30개년의 강우량(Gumbel법)을 본 지구의 확률강우량으로 채택하였다.

<표 4-256> 빈도별 1일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Crow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	179.1	186.1	159.0	163.2	166.7	173.2	164.1	169.8	148.6	133.8	130.5	136.7
10	272.3	287.9	272.6	286.2	291.0	311.8	274.2	290.0	269.6	194.7	188.8	192.9
20	303.0	321.4	323.8	344.3	344.5	371.5	321.6	341.8	330.5	219.6	211.3	215.5
30	318.9	338.9	354.9	379.1	375.3	405.9	348.9	371.6	367.0	234.7	223.6	228.1
50	337.5	359.1	394.9	424.0	413.7	448.8	383.0	408.8	413.9	252.1	238.5	243.7
80	353.2	376.3	432.2	466.1	448.9	488.1	414.2	442.9	457.5	283.3	251.6	257.6
100	360.6	384.3	450.8	487.2	465.6	506.7	429.0	459.0	479.1	276.1	257.8	264.4
200	381.5	407.2	508.4	552.7	517.3	564.4	474.8	509.1	545.4	299.6	276.2	284.4
기왕 최대	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	487.1	274.5	274.5	274.5
채택						◎						

<표 4-257> 빈도별 2일 확률강우량

빈도 (년)	정규분포		대수정규분포		Gumbel		Gumbel-Crow		Pearson		Log-Pearson	
	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년	전체	30년
2.33	222.8	231.0	195.1	199.8	206.6	214.1	203.1	209.7	189.1	175.0	168.9	179.2
10	345.5	363.8	343.3	360.3	370.1	395.0	348.1	366.5	347.0	283.9	289.7	280.8
20	385.9	407.5	413.5	437.3	440.5	472.8	410.4	434.0	421.3	333.5	314.3	327.6
30	406.9	430.2	455.5	483.7	481.0	517.6	446.3	472.9	465.0	332.4	310.4	355.5
50	431.4	456.7	509.8	544.0	531.7	573.6	491.2	521.5	520.3	388.8	373.4	391.4
80	452.0	479.1	560.8	600.8	578.0	624.8	532.3	565.9	571.2	432.0	413.8	425.0
100	461.7	489.5	586.3	629.3	600.0	649.1	551.7	587.0	596.2	448.3	418.8	441.8
200	489.3	519.4	665.7	718.4	668.0	724.4	612.0	652.2	672.3	476.6	444.8	491.7
기왕 최대	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	622.4	432.2	432.2	432.2
채택						◎						

<표 4-258> 빈도별 시간별 1일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	8.4	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.5	8.4	8.4
20	13.3	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7
30	17.0	16.4	16.3	16.3	16.2	16.1	16.2	16.0	16.0
40	19.9	19.0	18.8	18.7	18.6	18.5	18.6	18.4	18.3
50	22.5	21.4	21.2	21.2	21.1	21.0	21.0	20.8	20.7
60	24.5	23.3	23.0	22.9	22.8	22.7	22.7	22.5	22.4
90	29.7	29.1	28.9	28.9	28.8	28.7	28.8	28.6	28.5
120	35.6	34.7	34.5	34.5	34.4	34.3	34.3	34.2	34.0
180	43.6	43.1	42.9	42.9	42.8	42.7	42.9	42.6	42.5
240	50.5	50.3	50.1	50.2	50.2	50.1	50.3	50.0	50.0
360	60.7	60.9	60.9	61.0	60.9	60.9	61.1	61.0	61.0
540	71.3	71.8	71.7	71.9	71.9	71.7	72.0	71.7	71.7
720	80.0	77.8	77.0	77.2	76.9	76.5	76.6	76.2	75.9
900	86.6	84.4	83.8	84.1	83.9	83.5	83.6	83.2	82.8
1080	92.1	89.7	89.4	89.5	88.8	88.7	88.7	88.2	87.9
1440	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<표 4-259> 빈도별 시간별 2일 강우분포율

시간 (분)	빈도별 분포율 (%)								
	2.33 년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	6.9	5.6	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8	4.7
20	11.6	10.4	10.1	10.0	9.8	9.7	9.7	9.6	9.5
30	14.6	13.3	12.9	12.8	12.6	12.5	12.5	12.4	12.2
40	17.3	16.4	16.1	16.0	15.8	15.8	15.8	15.7	15.6
50	19.8	19.2	19.0	18.9	18.8	18.7	18.7	18.7	18.6
60	21.9	21.5	21.2	21.2	21.0	21.0	21.0	21.0	20.8
90	26.5	25.9	25.5	25.5	25.3	25.2	25.2	25.2	25.0
120	30.9	30.0	29.6	29.5	29.3	29.2	29.2	29.2	28.9
180	38.2	37.5	37.0	37.0	36.7	36.6	36.7	36.6	36.4
240	44.6	42.8	42.1	42.0	41.5	41.3	41.4	41.3	40.9
360	54.4	50.4	49.2	48.8	48.2	47.8	47.9	47.6	47.0
540	66.9	62.4	61.0	60.7	59.8	59.4	59.5	59.2	58.4
720	74.3	69.5	68.0	67.6	66.9	66.4	66.4	66.1	65.5
900	78.6	74.2	72.5	72.2	71.3	71.0	71.0	70.8	70.1
1080	82.1	79.1	78.0	77.8	77.1	76.6	76.9	76.7	75.9
1440	89.2	87.5	86.0	85.8	85.4	84.9	85.4	85.3	84.6

<표 4-260> 빈도별 시간별 2일 강우량

시간 (분)	빈도별강우량(mm)								
	2.33년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	기왕 최대
10	14.8	22.2	25.2	27.0	29.0	31.1	31.9	35.1	29.2
20	24.8	41.0	47.6	51.5	56.1	60.6	62.8	69.5	58.8
30	31.2	52.4	61.1	66.3	72.4	78.1	81.1	89.8	76.0
40	37.0	64.8	76.2	83.0	90.9	98.5	102.4	113.9	96.8
50	42.3	75.9	89.7	97.8	107.5	116.8	121.6	135.6	115.5
60	46.9	84.8	100.3	109.6	120.6	131.0	136.3	152.0	129.6
90	56.8	102.2	120.8	131.8	144.8	157.5	163.7	182.5	155.8
120	66.1	118.5	139.8	152.6	167.8	182.3	189.6	211.3	180.1
180	81.8	148.1	174.9	191.3	210.3	228.6	238.1	265.4	226.4
240	95.5	169.2	199.1	217.3	237.9	258.2	268.8	299.0	254.7
360	116.5	199.0	232.5	252.4	276.3	298.6	310.6	344.7	292.2
540	143.2	246.4	288.4	313.9	343.2	371.0	386.0	428.6	363.4
720	159.1	274.6	321.5	349.8	383.4	415.0	431.1	478.5	407.4
900	168.2	293.1	342.8	373.4	408.9	443.4	461.0	512.9	436.4
1,080	175.8	312.4	368.8	402.6	442.3	478.4	499.1	555.7	472.5
1,440	191.0	345.6	406.6	444.1	489.8	530.5	554.0	618.0	526.2
2,880	214.1	395.0	472.8	517.6	573.6	624.8	649.1	724.4	622.4

<표 4-261> 빈도별 확률강우량 비교

구 분(관측소)		빈도별 2일강우량(mm)					채택	비 고
		20년	30년	50년	80년	100년		
장흥	전년	421.9	459.1	505.7	548.3	568.5		1974~2010
	30년	430.2	469.0	517.4	561.8	582.8		
해남	전년	399.1	435.3	480.6	522.0	541.6		1973~2010
	30년	427.2	467.2	517.1	562.9	584.6		
고흥	전년	440.5	481.0	531.6	578.0	599.9		1973~2010
	30년	472.8	517.6	573.6	624.8	649.1	◎	

3. 설계홍수량 산정

고흥지구 배수갑문(6.5m×5.8m×4련, Sill EL(-)4.00m)을 통하여 내부유역의 빈도별 2일 연속 홍수유입량을 서해바다에 배제함으로서 농경지 침수피해를 방지하기 위한 배수갑문능력검토를 하였다.

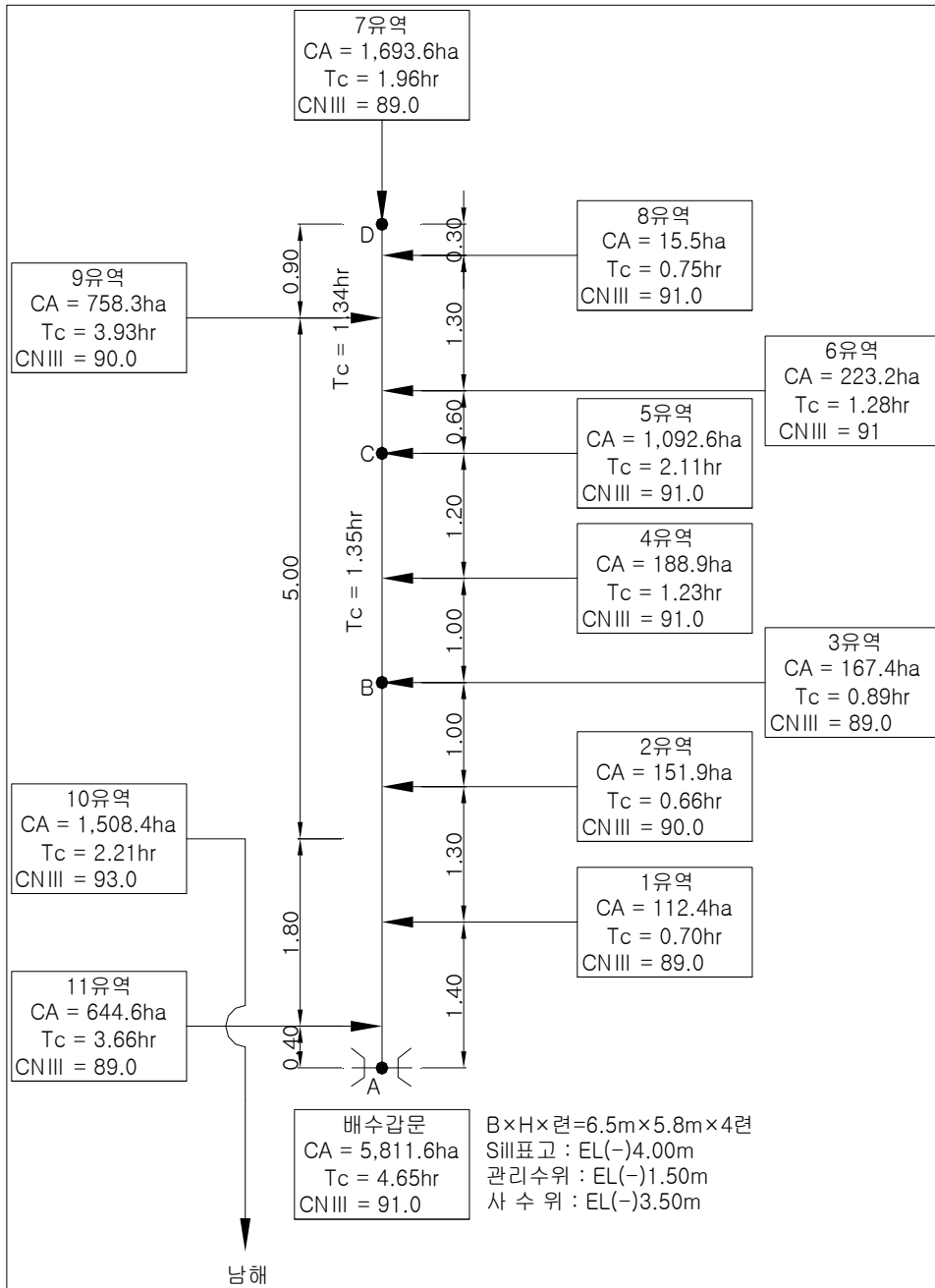
① 설계홍수량 산정

고흥지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 홍수량 산정은 전체유역면적 7,320.0ha 중 ⑩유역면적 1,508.40ha는 기계배제 유역으로써 홍수시는 $Q=7.81\text{m}^3/\text{s}$ 을 남해바다에 배제하고 고흥배수갑문(6.5m×5.8m×4련) 지점에서는 유역면적 5,811.60ha의 홍수유입량만 남해바다로 자연배제하는 계획이며, 배수갑문지점 및 담수호 지점별(A~D) 홍수량과 12개 소유역의 빈도별 2일 연속 홍수유입량(20, 30, 50, 80, 100년))을 산정하였고, 침수분석을 위한 소유역별 빈도별 홍수유입량 산정 내용은 다음과 같다.

<표 4-262> 고흥지구 소유역별 홍수량 선정결과

유역번호	빈도별 홍수량(m^3/s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	544.8	599.3	668.5	732.0	762.2	배수갑문(A)지점
D지점	219.9	243.4	272.9	300.1	312.8	
C지점	387.0	427.2	477.8	524.1	546.1	
B지점	405.9	447.5	499.9	548.1	570.9	
①유역	16.1	18.0	20.3	22.5	23.5	
②유역	22.6	25.1	28.4	31.4	32.9	
③유역	21.6	24.1	27.2	30.1	31.5	
④유역	23.0	25.4	28.5	31.3	32.6	
⑤유역	107.5	118.5	132.3	144.9	150.9	
⑥유역	26.7	29.5	33.0	36.3	37.8	
⑦유역	219.9	243.4	272.9	300.1	312.8	
⑧유역	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	논유역
⑨유역	55.4	60.8	67.5	73.7	76.7	
⑩유역	76.5	84.0	93.5	102.2	106.4	논유역(기계배제)
⑪유역	48.0	52.7	58.6	64.1	66.7	
⑫유역	86.3	93.9	103.5	112.3	116.5	담수호유역

<그림 4-38> 담수호 지점별 홍수량 산정 모식도



② 유달시간 계산

한 유역으로부터의 유출은 유역특성의 영향을 받는다. 유역특성은 일반적으로 유역면적, 유역의 경사, 유역형상, 유로에서의 단면 형상 등의 유로특성 등을 의미한다. 이러한 요소들은 유역내에 내린 강우가 특정 지점까지 도달하는데 걸리는 시간을 결정지으며 침투유출량의 크기를 결정하게 된다. 이와같이 유역의 가장 먼지점으로부터 유역출구까지 도달하는데 소요되는 시간을 도달시간 또는 유달시간이라 하며 일반적으로 유역의 특성인자와 도달시간의 경험공식에 의한 산정하는 것이 보통이다.

- 1) 금회 분석에서는 유달시간의 산정을 위하여 California도로국 공식을 사용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$T_c = \left(\frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

여기서 L : 유역의 유로장 (km)

ΔH : 유역의 평균고도 (m)

유역의 평균고도는 경사자승법에 의거 산출하였으며 산출식은 다음과 같다.

$$\Delta H = S \times L$$

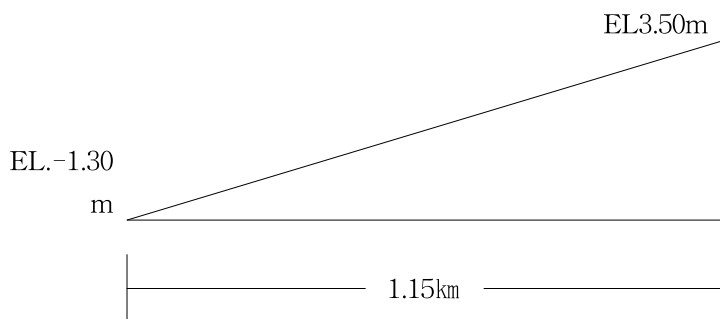
$$\text{단, } S = \left[\frac{\sum l_i}{\sum (l_i) / \sqrt{S_i}} \right]^2$$

여기서 l_i : 구간별 유로장 (km)

S_i : 구간별 경사도 (구간별 표고차/구간별 유로장)

- 2) 논유역만 있는 경우 : 유역전체가 논으로 구성되어 있고, 중앙배수로를 통해 하천으로 배제되는 유역으로서 유역면적 43ha, 유로장 1.15km, 표고차 4.80m이며 표고별 유로장은 <그림3-3>과 같은 유역을 가정한다면 유달시간은 다음과 같이 산정한다.

<표 4-263> 논유역 표고별 유로장



- 논 유역

$$T_p = 1.44 \frac{(0.2 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4 \text{min} = 0.49 \text{hr}$$

$$T_c = 1.44 \frac{(0.2 \times 1,150)^{0.467}}{0.004^{0.234}} = 66.4 \text{min} = 1.10 \text{hr}$$

$$T_c = T_p + T_c = 1.59 \text{hr}$$

여기서, T_p (Time of Concentration at Paddy Area) : 논필지 유달시간

T_c (Time of Concentration at Channel) : 논구획 유달시간

논 유역의 유달시간은 Kerby공식을 적용한다. “배수개선홍수분석시스템 개발”(농어촌진흥공사, 1997, P.150~151) 연구결과에 의하여 유달시간은 논 1필지와 논 구획의 유달시간으로 구분되고 각각의 유달시간을 구한 후 서로 합산한다. 즉, 논 1필지는 유로장(장변) = 100m, 논 평균경사 = 0.001, 지체계수 $n = 0.2$ 를 적용하여 유달시간을 산정한다.

이상의 결과에서 논 유역(장변 100m인 논)의 유달시간은 다음 식으로 표현된다.

- 논 유역 유달시간(T_c) = 0.49hr + 논 구획 유달시간(hr)

3) 배수로 평균허용유속공식 (평야부 배수로 적용) : 배수로의 허용평균 최대유속은 양토일 경우 $V=0.70\text{m/s}$ 이나, 홍수단면 부분에서와 같이 일시적인 유속은 이 값의 1.5배 이상이면 된다. 따라서 유속은 $V=0.70\text{m/s} \times 1.5 = 1.05\text{m/s}$ (토공단면인 경우)로 계산하고, 환경블록 및 콘크리트 개거 등의 구간은 최대허용평균유속 $V=2.0\text{m/s}$ 이하로 계산한다.

$$T_c = \frac{L}{V}$$

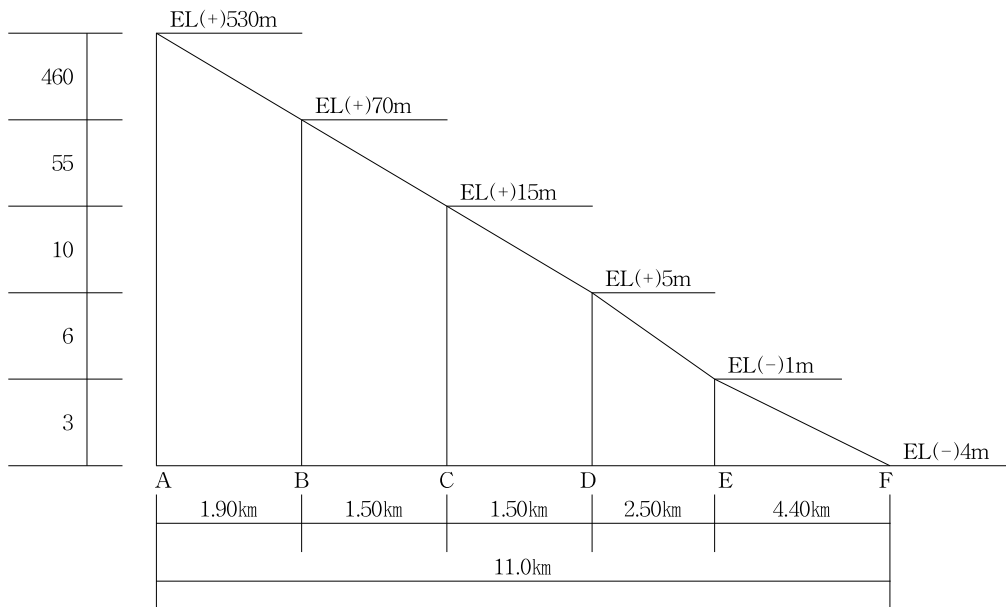
여기서 T_c : 유달시간(hr)

L : 배수로연장 (m)

V : 홍수시 허용평균 최대유속 (m/s)

○ B지점까지 유달시간 (T_c)계산

<표 4-264> 고흥 B지점 경사도



○ B지점 홍수도달시간(T_c) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-265> 고흥 B지점 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		530.00					
B	1.90	70.00	460.00	242.105	15.560	0.122	
C	1.50	15.00	55.00	36.667	6.055	0.248	
D	1.50	5.00	10.00	6.667	2.582	0.581	
E	2.50	-1.00	6.00	2.400	1.549	1.614	
F	4.40	-4.00	3.00	0.682	0.826	5.327	
계	11.80					7.892	

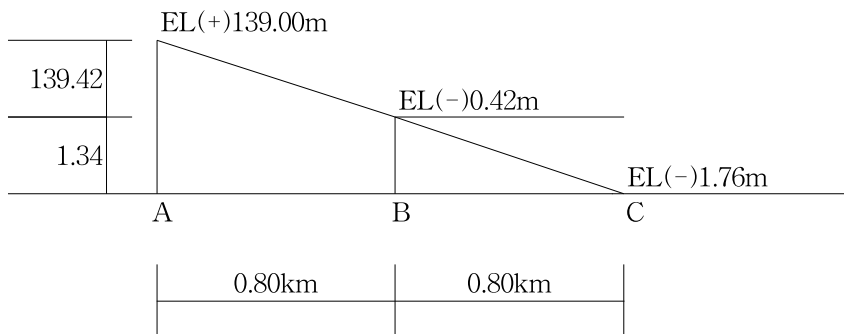
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{11.80}{7.892} \right)^2 = 2.236 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 11.80 \times 2.236 = 26.3848 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 11.80^3}{26.3848} \right\}^{0.385} = 4.65 \text{hr}$$

○ ①유역 유달시간 (Tc) 계산

<표 4-266> 고흥 ①유역 경사도



○ ①유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-267> 고흥 ①유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		139.00					
B	0.80	-0.42	139.42	174.275	13.201	0.061	
C	0.80	-1.76	1.34	1.675	1.294	0.618	
계	1.60					0.679	

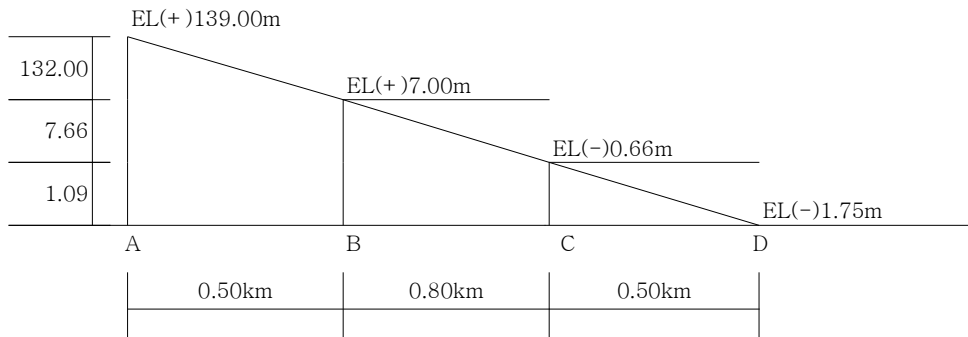
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.60}{0.679} \right)^2 = 5.553 \text{m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.60 \times 5.553 = 8.8848 \text{m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.60^3}{8.8848} \right\}^{0.385} = 0.70 \text{hr}$$

○ ②유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-268> 고흥 ②유역 경사도



○ ②유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-269> 고흥 ②유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		139.00					
B	0.50	7.00	310.00	238.462	15.442	0.084	
C	0.80	-0.66	50.00	21.739	4.663	0.493	
D	0.50	-1.75	14.00	5.185	2.277	1.186	
계	1.80		4.00	2.000	1.414	1.414	

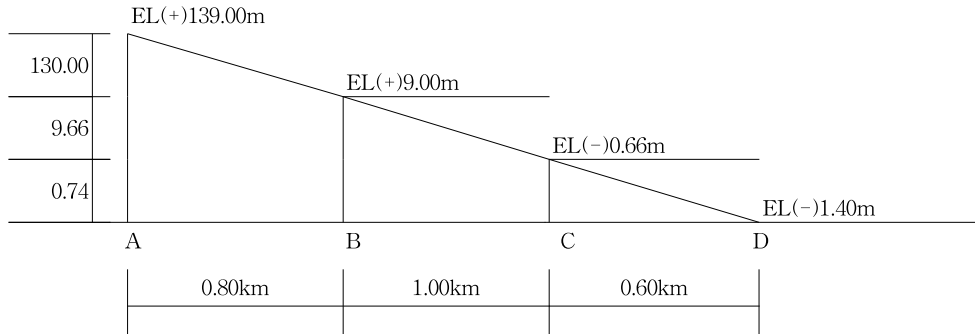
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{1.80}{0.629} \right)^2 = 8.189 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 1.80 \times 8.189 = 14.7402 \text{ m}$$

$$T_{c I} = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 1.80^3}{14.7402} \right\}^{0.385} = 0.66 \text{ hr}$$

○ ③유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-270> 고흥 ③유역 경사도



○ ③유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-271> 고흥 ③유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		139.00					
B	0.80	9.00	130.00	162.500	12.748	0.063	
C	1.00	-0.66	9.66	9.660	3.108	0.322	
D	0.60	-1.40	0.74	1.233	1.110	0.541	
계	2.40					0.926	

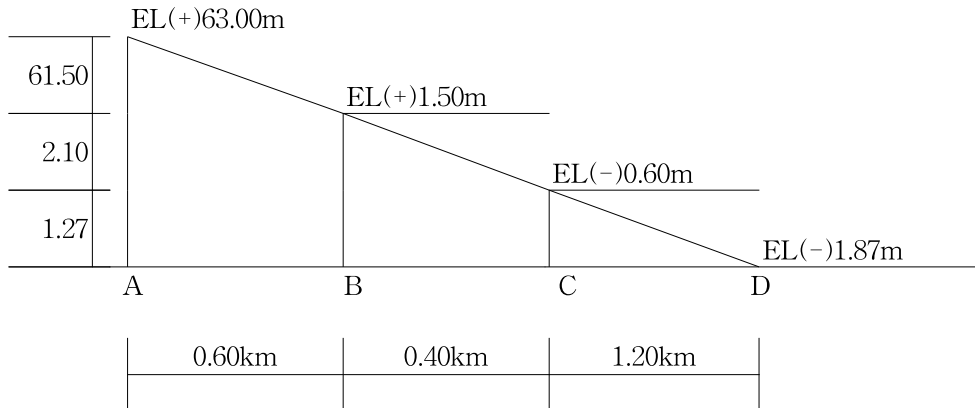
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.40}{0.926} \right)^2 = 6.717 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.40 \times 6.717 = 16.1208 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.40^3}{16.1208} \right\}^{0.385} = 0.89 \text{ hr}$$

○ ④유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-272> 고흥 ④유역 경사도



○ ④유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-273> 고흥 ④유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		63.00					
B	0.60	1.50	61.50	102.500	10.124	0.059	
C	0.40	-0.60	2.10	5.250	2.291	0.175	
D	1.20	-1.87	1.27	1.058	1.029	1.166	
계	2.20					1.400	

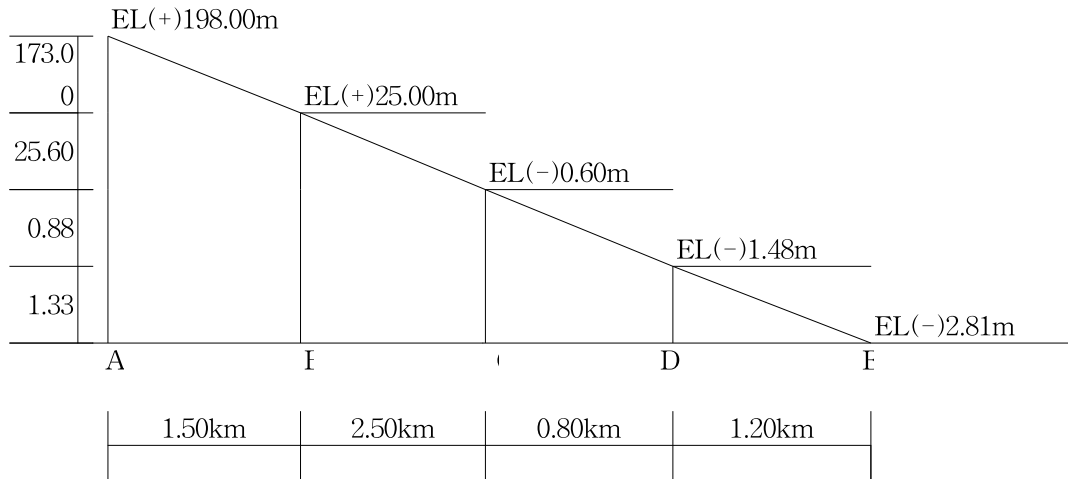
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.20}{1.40} \right)^2 = 2.469 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.20 \times 2.469 = 5.4318 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.20^3}{5.4318} \right\}^{0.385} = 1.23 \text{ hr}$$

○ ⑤유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-274> 교흥 ⑤유역 경사도



○ ⑤유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-275> 교흥 ⑤유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		198.00					
B	1.50	25.00	173.00	115.333	10.739	0.140	
C	2.50	-0.60	25.60	10.240	3.200	0.781	
D	0.80	-1.48	0.88	1.100	1.049	0.763	
E	1.20	-2.81	1.33	1.108	1.053	1.140	
계	6.00					2.824	

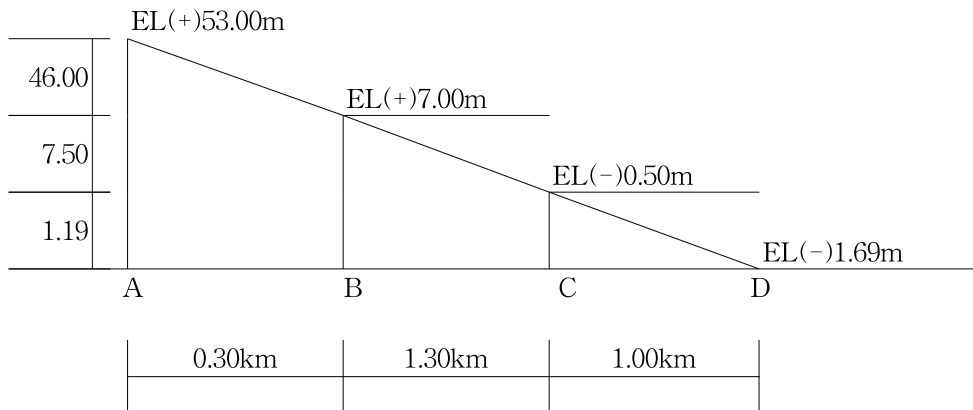
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{6.00}{2.824} \right)^2 = 4.514 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 6.00 \times 4.514 = 27.084 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 6.00^3}{27.084} \right\}^{0.385} = 2.11 \text{ hr}$$

○ ⑥유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-276> 고흥 ⑥유역 경사도



○ ⑥유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-277> 고흥 ⑥유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		53.00					
B	0.30	7.00	46.00	153.333	12.383	0.024	
C	1.30	-0.50	7.50	5.769	2.402	0.541	
D	1.00	-1.69	1.19	1.190	1.091	0.917	
계	2.60					1.482	

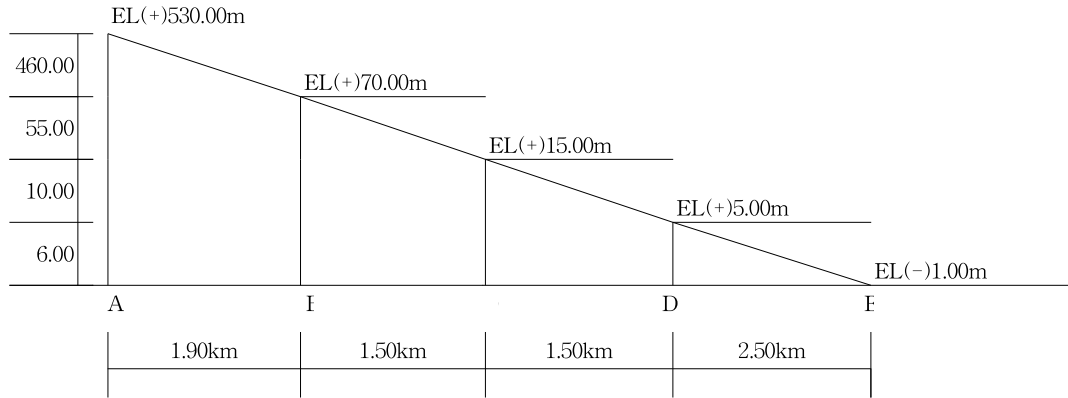
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{2.60}{1.482} \right)^2 = 3.078 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 2.60 \times 3.078 = 8.0028 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 2.60^3}{8.0028} \right\}^{0.385} = 1.28 \text{ hr}$$

○ ⑦유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-278> 고흥 ⑦유역 경사도



○ ⑦유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-279> 고흥 ⑦유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		530.00					
B	1.90	70.00	460.00	242.105	15.560	0.122	
C	1.50	15.00	55.00	36.667	6.055	0.248	
D	1.50	5.00	10.00	6.667	2.582	0.581	
E	2.50	-1.00	6.00	2.400	1.549	1.614	
계	7.40					2.565	

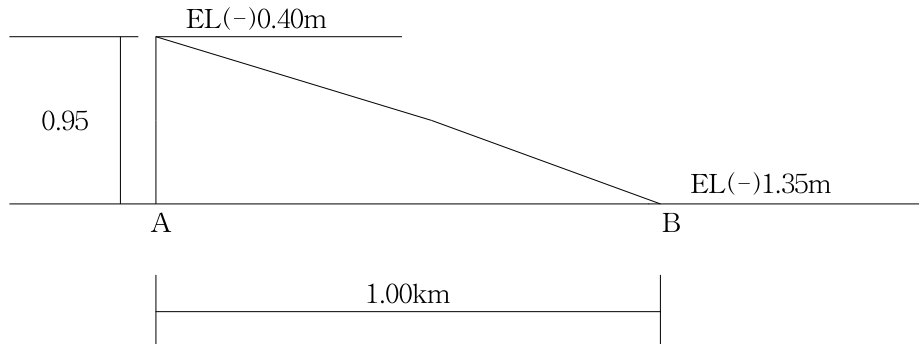
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{7.40}{2.565} \right)^2 = 8.323 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 7.40 \times 8.323 = 61.5902 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 7.40^3}{61.5902} \right\}^{0.385} = 1.96 \text{ hr}$$

○ ⑧유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-280> 고흥 ⑧유역 경사도



○ ⑧유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

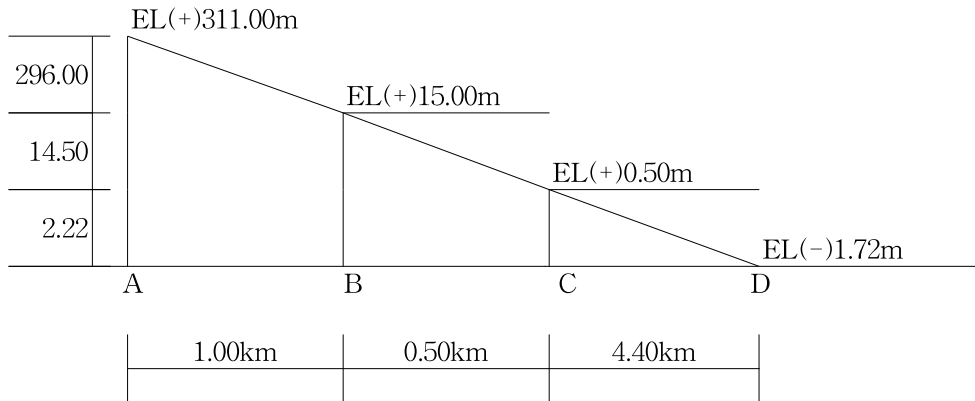
- 배수로 평균유속공식(Tc2)

$$Tc2 = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{1,000}{1.05 \times 3,600} = 0.26(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 0.49 + 0.26 = 0.75(\text{hr})$$

○ ㉑유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-281> 고흥 ㉑유역 경사도



○ ㉑유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-282> 고흥 ㉑유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		311.00					
B	1.00	15.00	310.00	238.462	15.442	0.084	
C	0.50	0.50	50.00	21.739	4.663	0.493	
D	4.40	-1.72	14.00	5.185	2.277	1.186	
계	5.90		4.00	2.000	1.414	1.414	

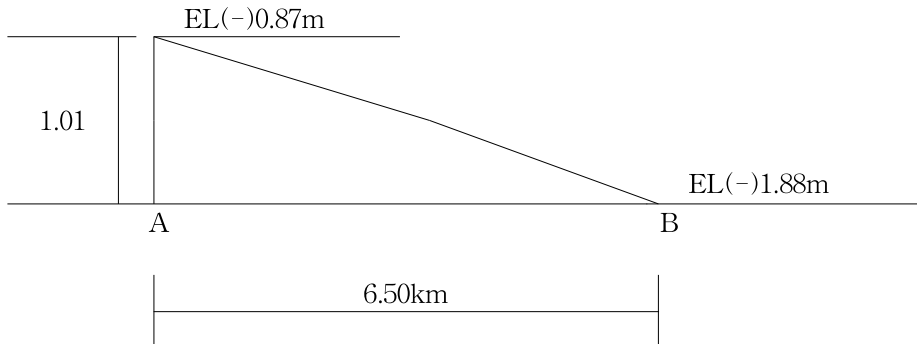
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{5.90}{6.339} \right)^2 = 0.866 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 5.90 \times 0.866 = 5.1094 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.90^3}{5.1094} \right\}^{0.385} = 3.93 \text{ hr}$$

○ ⑩유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-283> 고흥 ⑩유역 경사도



○ ⑩유역 홍수도달시간(Tc)계산은 논유역만 있으므로 배수로 평균유속방법으로

유달시간 계산(Kerby 공식적용)

- 논유역 유달시간(Tc1)계산

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(n \times L)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

여기서, Tc : 유달시간(min) n : 지체계수

L : 유역의 최원점에서 하도시점까지의 유로연장(m)

S : 유역최원점과 하천 발원점까지의 경사(m/m)

$$Tc1 = 1.44 \times \frac{(0.20 \times 100)^{0.467}}{0.001^{0.234}} = 29.4(\text{min}) = 0.49(\text{hr})$$

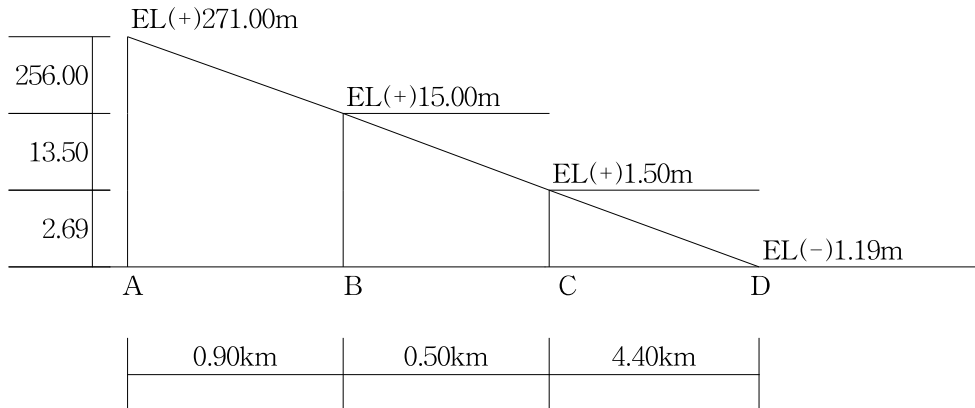
- 배수로 평균유속공식(Tc2)

$$Tc2 = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{6,500}{1.05 \times 3,600} = 1.72(\text{hr})$$

$$\therefore Tc = Tc1 + Tc2 = 0.49 + 1.72 = 2.21(\text{hr})$$

○ ⑪유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-284> 고흥 ⑪유역 경사도



○ ⑪유역 홍수도달시간(Tc) 계산 : California 도로국 공식 적용

<표 4-285> 고흥 ⑪유역 구간별 경사

지점	구간장 li(km)	구간별경사(Si)			$\sqrt{S_i}$	li/ $\sqrt{S_i}$	비 고
		표고(m)	표고차(m)	경사Si(m/km)			
A		271.00					
B	0.90	15.00	256.00	284.444	16.865	0.053	
C	0.50	1.50	13.50	27.000	5.196	0.096	
D	4.40	-1.19	2.69	0.611	0.782	5.627	
계	5.80					5.776	

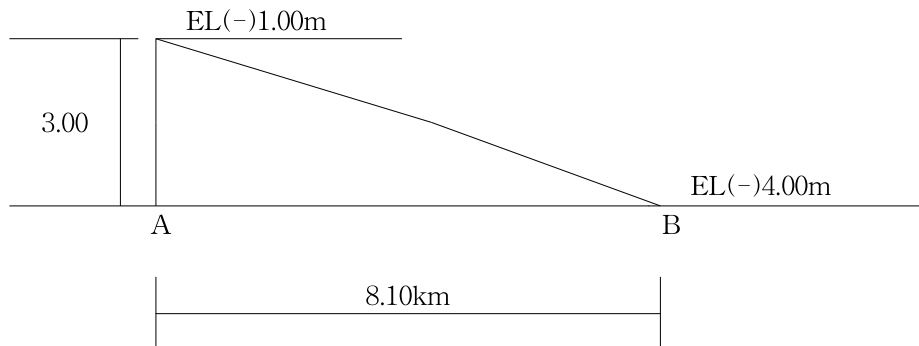
$$S = \left\{ \frac{\sum li}{\sum li / \sqrt{S_i}} \right\}^2 = \left(\frac{5.80}{5.776} \right)^2 = 1.008 \text{ m/km}$$

$$\Delta H = li \times S = 5.80 \times 1.008 = 5.8464 \text{ m}$$

$$T_c I = \left\{ \frac{0.869 \times L^3}{\Delta H} \right\}^{0.385} = \left\{ \frac{0.869 \times 5.80^3}{5.8464} \right\}^{0.385} = 3.66 \text{ hr}$$

○ ⑫유역 유달시간 (Tc)계산

<표 4-286> 고흥 ⑫유역 경사도



○ ⑫유역 홍수도달시간(Tc)계산은 배수로 평균유속공식 적용

- 배수로 평균유속공식

$$T_c = \frac{L}{V \times 3,600} = \frac{8,100}{1.05 \times 3,600} = 2.14(\text{hr})$$

⑤ 유출곡선지수 산출

유출량 자료가 없는 경우에는 유역의 토양특성과 식생피복상태 등에 대한 상세한 자료만으로도 총우량으로부터 초과강우량을 산정할 수 있는 SCS 방법이 미계측 유역의 유출량 산정에 널리 사용되고 있다.

SCS방법에서는 유출량의 크기에 직접적으로 영향을 미치는 인자로서 유역을 형성하고 있는 토양의 종류와 토지이용 혹은 식생피복의 종류, 처리상태 및 토양의 수문학적인 조건 등을 고려하여 이들 인자들이 직접유출에 미치는 복합적인 영향을 양적으로 표시하고자 하였으며 강우가 있기 이전의 SCS에서는 이들 토양형, 토지이용, 처리상태 및 토양조건에 따라 총우량으로부터 유역의 잠재유출능력을 표시하는 유출곡선지수(runoff Curve Number, CN)를 정의함으로서 유출에 이들이 미치는 영향을 간접적으로 고려하게 된다.

고흥지구 전체 간척농지를 소유역으로 구분하여 피복 임상에 따른 유출곡선지수(CNⅢ) 산출내역은 당초 설계내역을 이용하였으며 유출곡선지수 산출내용은 다음과 같다.

$$CNⅢ = \frac{23CNⅡ}{10 + 0.13CNⅡ}$$

<표 4-287> 소유역별 유출곡선지수(CNⅢ)

지점별	토지 이용 상태	피복 처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNⅡ&Ⅲ)
전체 유역	답	C&T	Poor	C	80	CNⅡ = 80.3
	전	C&T	Poor	C	79	
(배수 갑문)	임		보통	C	73	CNⅢ = 91.0
	기타			C	82	
A지점	호				100	
	계					

<표 4-287> 소유역별 유출곡선지수(CNIII)(계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
C지점	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 77.5
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	CNIII = 89.0
	호				100	
	계					
B지점	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 77.6
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	CNIII = 89.0
	호				100	
	계					
①유역	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 76.5
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	CNIII = 89.0
	호				100	
	계					
②유역	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 78.6
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	CNIII = 90.0
	호				100	
	계					

<표 4-287> 소유역별 유출곡선지수(CNIII)(계속)

지점별	토지이용 상태	피복처리 상태	수문학적 조건	토양군	유출곡선 지수	평균유출곡선지수 (CNII&III)
③유역	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 77.2 CNIII = 89.0
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	
	호				100	
	계					
④유역	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 79.8 CNIII = 91.0
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	
	호				100	
	계					
⑤유역	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 79.3 CNIII = 91.0
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	
	호				100	
	계					
⑥유역	답	C&T	Poor	C	80	CNII = 79.6 CNIII = 91.0
	전	C&T	Poor	C	79	
	임		보통	C	73	
	기타			C	82	
	호				100	
	계					

4. 홍수위 추적

기후변화에 따른 고흥지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 고흥지구 담수호의 빈도별 홍수위 추적은 배수갑문지점에서 전체유역면적 7,320ha중 기계배제 유역인 ⑩유역(1,508.4ha)은 남해바다에 배제되므로 제외하고 고흥배수갑문지점 유역면적 5,811.6ha의 빈도별 홍수유입량을 RMS로 산정하고, 당초 간척농지 설계당시(1998)의 내용적과 실측된 조위자료를 이용하여 배수갑문 능력검토를 분석하였으며, 고흥지구 담수호 빈도별 홍수위를 추적한 결과 소조시가 더 약조건으로 분석되었다.

고흥지구 배수갑문(6.5m×5.8m×4련, Sill표고 EL(-)4.00m) 능력검토의 제1안은 관리수위 EL(-)1.50m를 최초내수위로 하여 분석하고, 제2안은 사수위 EL(-)3.50m를 최초내수위로 하여 분석하는 2개안을 비교 검토한 결과 제1안은 유지관리가 간편하고 비용이 절감되며, 제2안은 유지관리가 불리하고 비용이 과다하여 제1안인 관리수위(EL(-)1.50m)를 최초내수위로 채택하여 고흥지구 담수호 빈도별, 지점별 홍수위를 추적하였다.

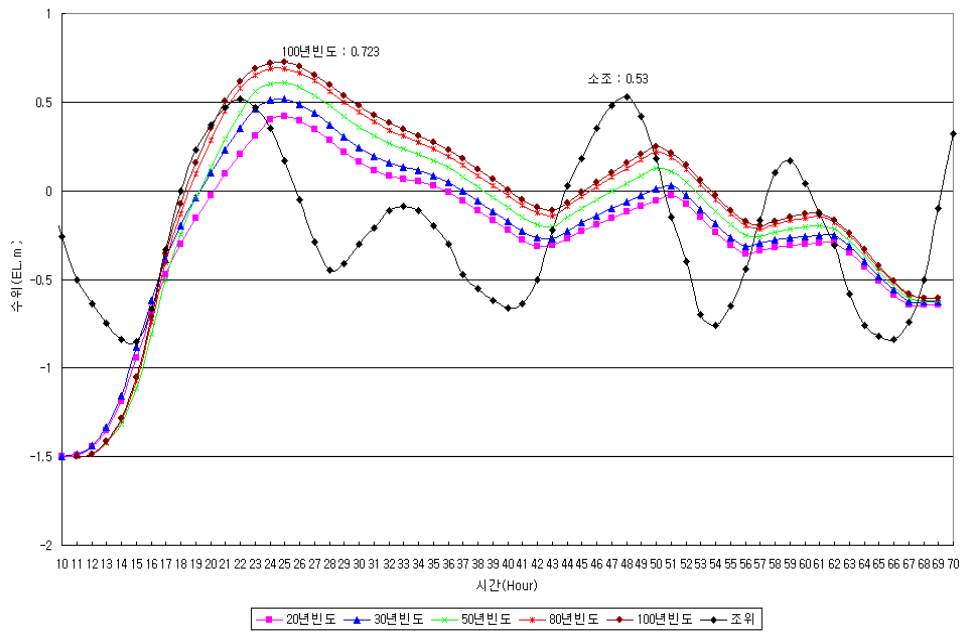
<표 4-288> 담수호 빈도별 홍수위 분석 결과 요약

구분		조위	빈도별 홍수위 (ELm)					채택	비고
			20년	30년	50년	80년	100년		
제1안	최초내수위 : EL(-)1.50m (관리수위)	소조	0.419	0.516	0.606	0.690	0.723	◎	제한내수위 : EL(-)4.00m
		대조	0.175	0.293	0.435	0.609	0.696		
제2안	최초내수위 : EL(-)3.50m (사수위)	소조	-0.203	-0.089	0.050	0.152	0.223		제한내수위 : EL(-)4.00m
		대조	-0.776	-0.581	-0.371	-0.230	-0.119		

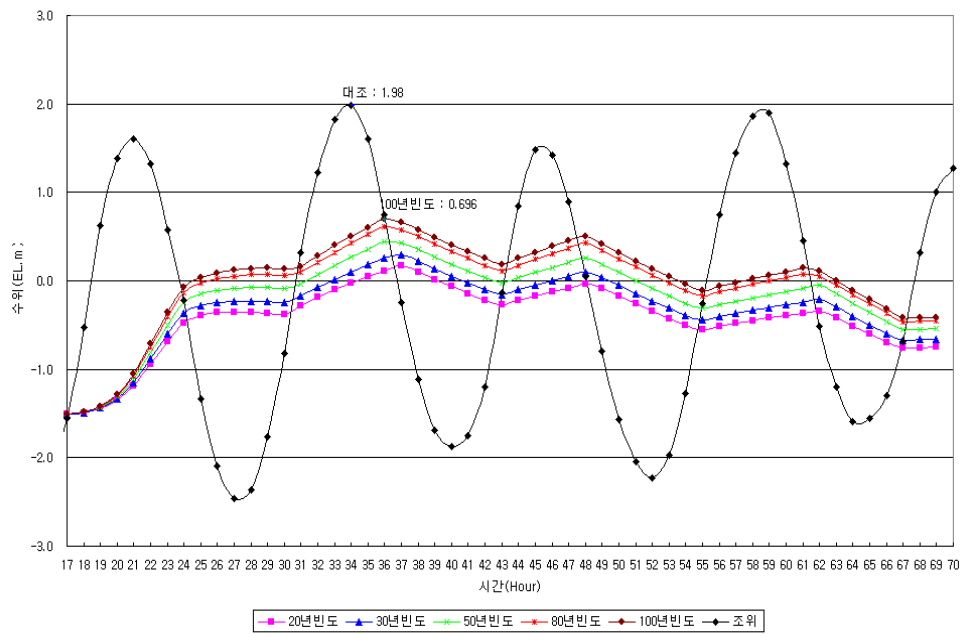
<표 4-289> 고흥지구 담수호 지점별 홍수위 추적결과

홍수위 추적지점	홍수위 적용지점	누가 거리 (km)	재현기간별 홍수위(EL.m)					비 고
			20년	30년	50년	80년	100년	
D	⑦구역	8.10	0.470	0.570	0.670	0.760	0.790	
C-3	⑧구역	7.80	0.466	0.566	0.665	0.755	0.785	
C-2	⑨구역	7.20	0.458	0.558	0.654	0.744	0.774	
C-1	⑥구역	6.50	0.448	0.548	0.641	0.731	0.761	
C	⑤구역	5.90	0.440	0.540	0.630	0.720	0.750	
B-1	④구역	4.70	0.429	0.527	0.617	0.704	0.735	
B	③구역	3.70	0.419	0.516	0.606	0.690	0.723	
A	①, ②, ⑩구역	-	0.419	0.516	0.606	0.690	0.723	배수갑문 지점

<그림 4-39> 고흥지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 대조)



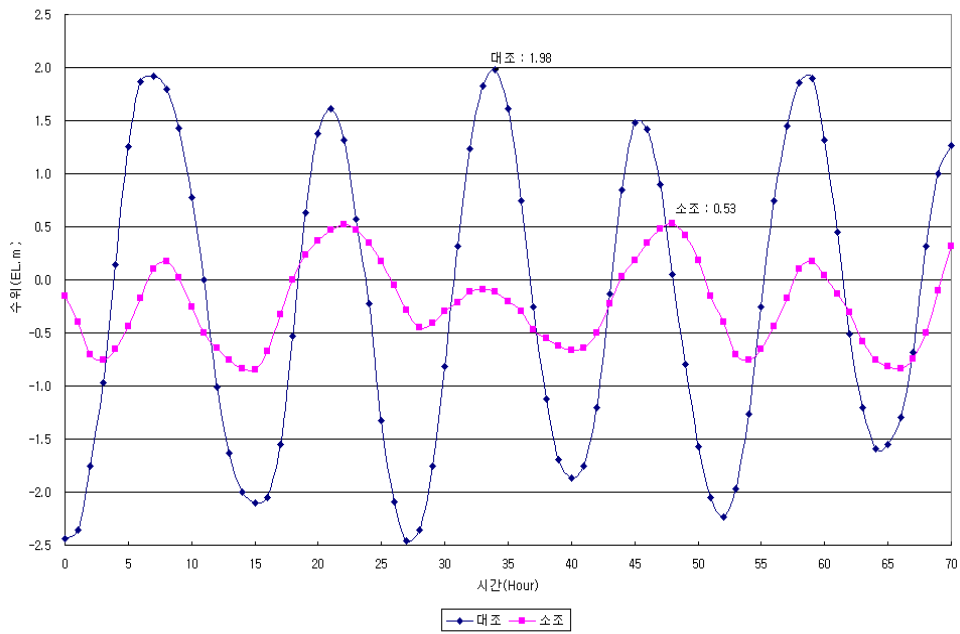
<그림 4-40> 고흥지구 담수호 홍수위 추적결과(배수갑문 지점, 소조)



① 조위관측자료 설정

고흥지구 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위한 조위관측자료는 당초 외곽시설 설계 당시(1983년)에 고흥지구 방조제노선부근인 고흥군 두원면 풍유리에 간이조위관측소를 설치하여 관측한 조위관측자료(1983.10.13~1983.11.11, 30일간) 중 대조 및 소조시의 자료를 본 지구의 배수갑문 능력검토 분석자료로 이용하였으며, 조위관측자료 결과를 요약하면 다음과 같다.

<그림 4-41> 조위관측자료



<표 4-290> 조위 관측자료

소 조				대 조					
시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고	시간	표고 (EL.m)	시간	표고 (EL.m)	비고
0.00	-2.44	36.00	0.75		0.00	-0.15	36.00	-0.30	
1.00	-2.36	37.00	-0.25		1.00	-0.40	37.00	-0.47	
2.00	-1.76	38.00	-1.12		2.00	-0.70	38.00	-0.55	
3.00	-0.97	39.00	-1.69		3.00	-0.76	39.00	-0.62	
4.00	0.14	40.00	-1.87		4.00	-0.65	40.00	-0.66	
5.00	1.26	41.00	-1.75		5.00	-0.44	41.00	-0.64	
6.00	1.87	42.00	-1.20		6.00	-0.17	42.00	-0.50	
7.00	1.92	43.00	-0.13		7.00	0.10	43.00	-0.22	
8.00	1.80	44.00	0.85		8.00	0.17	44.00	0.03	
9.00	1.43	45.00	1.48		9.00	0.02	45.00	0.18	
10.00	0.78	46.00	1.42		10.00	-0.26	46.00	0.35	
11.00	0.00	47.00	0.90		11.00	-0.50	47.00	0.48	
12.00	-1.01	48.00	0.05		12.00	-0.64	48.00	0.53	
13.00	-1.63	49.00	-0.80		13.00	-0.75	49.00	0.42	
14.00	-2.00	50.00	-1.57		14.00	-0.84	50.00	0.18	
15.00	-2.10	51.00	-2.05		15.00	-0.85	51.00	-0.15	
16.00	-2.05	52.00	-2.23		16.00	-0.67	52.00	-0.40	
17.00	-1.55	53.00	-1.97		17.00	-0.33	53.00	-0.70	
18.00	-0.53	54.00	-1.27		18.00	0.00	54.00	-0.76	
19.00	0.63	55.00	-0.26		19.00	0.23	55.00	-0.65	
20.00	1.38	56.00	0.75		20.00	0.37	56.00	-0.44	
21.00	1.61	57.00	1.45		21.00	0.47	57.00	-0.17	
22.00	1.32	58.00	1.86		22.00	0.52	58.00	0.10	
23.00	0.57	59.00	1.90		23.00	0.47	59.00	0.17	
24.00	-0.22	60.00	1.32		24.00	0.35	60.00	0.04	
25.00	-1.33	61.00	0.45		25.00	0.17	61.00	-0.13	
26.00	-2.09	62.00	-0.51		26.00	-0.05	62.00	-0.31	
27.00	-2.46	63.00	-1.20		27.00	-0.29	63.00	-0.58	
28.00	-2.36	64.00	-1.59		28.00	-0.45	64.00	-0.76	
29.00	-1.76	65.00	-1.55		29.00	-0.41	65.00	-0.82	
30.00	-0.82	66.00	-1.30		30.00	-0.30	66.00	-0.84	
31.00	0.32	67.00	-0.68		31.00	-0.21	67.00	-0.74	
32.00	1.23	68.00	0.32		32.00	-0.11	68.00	-0.50	
33.00	1.83	69.00	1.00		33.00	-0.09	69.00	-0.10	
34.00	1.98	70.00	1.27		34.00	-0.11	70.00	0.32	
35.00	1.61				35.00	-0.20			

② 담수호 내용적표 작성

고흥지구 내용적자료는 당초 간척농지 설계당시(1998년) 담수호 준설 후 내용적 자료를 이용하였다.

<표 4-291> 고흥 담수호 내용적표

표고	면적	평균면적	고차	내용적	누가내용적	비고
-15.0	-	-	-	-	-	
-14.5	10,000	5,000	0.5	2,500	2,500	
-14.0	40,000	25,000	0.5	12,500	15,000	
-13.5	69,000	54,500	0.5	27,250	42,250	
-13.0	141,000	105,000	0.5	52,500	94,750	
-12.5	198,000	169,500	0.5	84,750	179,500	
-12.0	257,000	227,500	0.5	113,750	293,250	
-11.5	318,000	287,500	0.5	143,750	437,000	
-11.0	385,000	351,500	0.5	175,750	612,750	
-10.5	461,000	423,000	0.5	211,500	824,250	
-10.0	565,000	513,000	0.5	256,500	1,080,750	
-9.5	697,000	631,000	0.5	315,500	1,396,250	
-9.0	826,000	761,500	0.5	380,750	1,777,000	
-8.5	944,000	885,000	0.5	442,500	2,219,500	
-8.0	1,086,000	1,015,000	0.5	507,500	2,727,000	
-7.5	1,248,000	1,167,000	0.5	583,500	3,310,500	
-7.0	1,445,000	1,346,500	0.5	673,250	3,983,750	
-6.5	1,748,000	1,596,500	0.5	798,250	4,782,000	
-6.0	4,004,000	2,876,000	0.5	1,438,000	6,220,000	
-5.5	4,183,000	4,093,500	0.5	2,046,750	8,266,750	
-5.0	4,264,000	4,223,500	0.5	2,111,750	10,378,500	
-4.5	4,372,000	4,318,000	0.5	2,159,000	12,537,500	
-4.0	6,053,000	5,212,500	0.5	2,606,250	15,143,750	배수갑문Sill
-3.5	6,585,000	6,319,000	0.5	3,159,500	18,303,250	사수위
-3.0	6,901,000	6,743,000	0.5	3,371,500	21,674,750	
-2.5	7,004,000	6,952,500	0.5	3,476,250	25,151,000	
-2.0	7,094,000	7,049,000	0.5	3,524,500	28,675,500	
-1.5	7,155,000	7,124,500	0.5	3,562,250	32,237,750	관리수위
-1.0	7,193,000	7,174,000	0.5	3,587,000	35,824,750	
-0.5	7,295,000	7,244,000	0.5	3,622,000	39,446,750	
0.0	7,365,000	7,330,000	0.5	3,665,000	43,111,750	
0.5	7,419,000	7,392,000	0.5	3,696,000	46,807,750	
1.0	7,450,000	7,434,500	0.5	3,717,250	50,525,000	

제5장 간척농지 침수분석 결과 및 침수안전지역 설정

제1절 간척농지 소유역별 침수분석 결과 요약

수도작 배수개선 설계기준은 20년 2일빈도 계획 홍수량과 20년 2일 빈도 계획 외수위로 구한 내수위가 기준 허용 침수(담수심 0.30m) 및 관수(관수심 0.70m) 기준을 만족하여야 한다. 반면 원예작물, 축산단지를 조성할경우 침수에 매우 취약하므로 무담수(허용담수불허)를 원칙으로 하며, 본 과제의 침수분석에서는 기존 수도작을 기준으로 설계된 간척농지내에 타용도로 활용할수 있는 조건(무담수)을 만족하도록 분석을 실시하였다.

1. 석문간척농지 침수분석 결과요약

석문지구 간척농지 침수분석은 소유역(송산공구 7개 유역, 석문공구 8개 유역)으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 침수분석결과 석문지구 간척농지 총 면적 1,968ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 783ha(39.8%), 30년 빈도 822ha(41.8%), 50년 빈도 862ha(43.8%), 80년 빈도 891ha(45.3%), 100년 빈도 951ha(48.3%)로 분석되었다.

<표 5-1> 석문 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
석문	1,968	783	1,185	822	1,146	862	1,106	891	1,077	951	1,017

<표 5-2> 석문 간척농지 빈도별 침수면적(공구별)

빈 도 별	빈 도 별 침 수 면 적			비 고
	송산공구	석문공구	계	
20년	320	463	783	
30년	(18)	(21)	(39)	
	338	484	822	
50년	(14)	(26)	(40)	
	352	510	862	
80년	(12)	(17)	(29)	
	364	527	891	
100년	(53)	(7)	(60)	
	417	534	951	

※ ()는 빈도별 침수증가면적임.

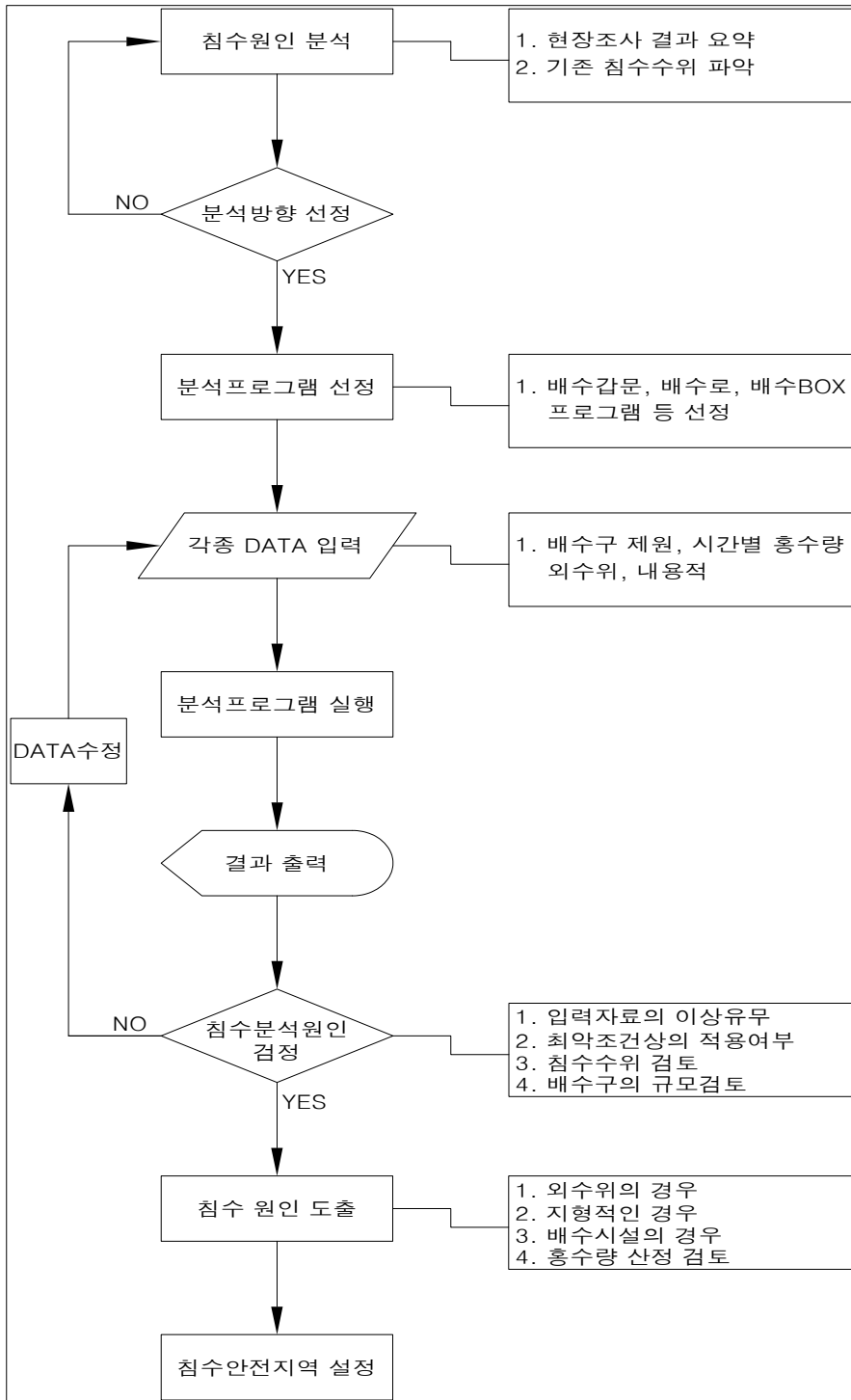
<표 5-3> 석문지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)

공구	유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m³/s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
송산 공구	1유역	20년	3406	1.23	2.26	1.64	1.907	-	0
		30년	3406	1.32	2.26	1.68	1.959	-	0
		50년	3406	1.44	2.26	1.79	2.021	-	0
		80년	3406	1.54	2.26	1.99	2.1	-	0
		100년	3406	1.6	2.26	2.09	2.157	-	0
	2유역	20년	59.19	604	1.5	1.57	1.592	2	4
		30년	59.19	654	1.5	1.6	1.661	2	8
		50년	59.19	7.18	1.5	1.71	1.707	3	10
		80년	59.19	7.77	1.5	1.91	1.815	5	11
		100년	59.19	8.06	1.5	2.02	1.823	6	10
	3유역	20년	744	26	0.64	1.57	1.015	11	18
		30년	744	2.79	0.64	1.6	1.048	14	20
		50년	744	3.03	0.64	1.71	1.087	17	22
		80년	744	3.25	0.64	1.91	1.118	21	23
		100년	744	3.36	0.64	2.02	1.126	23	24
	4유역	20년	110.54	8.72	0.86	1.57	1.31	15	24
		30년	110.54	9.4	0.86	1.6	1.333	19	24
		50년	110.54	10.28	0.86	1.71	1.389	22	27
		80년	110.54	11.08	0.86	1.91	1.429	25	28
		100년	110.54	11.47	0.86	2.02	1.441	27	28
5유역	20년	75.86	2.71	0.14	1.57	0.597	23	31	
	30년	75.86	2.91	0.14	1.6	0.621	29	35	
	50년	75.86	3.16	0.14	1.71	0.648	31	37	
	80년	75.86	3.39	0.14	1.91	0.673	32	38	
	100년	75.86	3.51	0.14	2.02	0.679	34	65	
6유역	20년	1,073.73	61.02	-0.49	1.518	0.676	35	159	
	30년	1,073.73	65.49	-0.49	1.539	0.741	37	160	
	50년	1,073.73	71.19	-0.49	1.643	0.818	38	162	
	80년	1,073.73	76.4	-0.49	1.844	0.972	40	168	
	100년	1,073.73	78.92	-0.49	1.95	1.017	40	191	
7유역	20년	294.91	20.91	-0.33	1.518	0.382	32	84	
	30년	294.91	22.62	-0.33	1.539	0.415	36	90	
	50년	294.91	24.78	-0.33	1.643	0.449	37	94	
	80년	294.91	26.79	-0.33	1.844	0.534	38	97	
	100년	294.91	27.76	-0.33	1.95	0.58	38	99	

<표 5-4> 석문지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조, 계속)

공구	유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
석문 공구	1유역	20년	7.81	0.76	2.03	1.64	1.986	-	0
		30년	7.81	0.83	2.03	1.68	2.028	1	0
		50년	7.81	0.93	2.03	1.79	2.084	1	1
		80년	7.81	1.02	2.03	1.99	2.151	1	1
		100년	7.81	1.07	2.03	2.09	2.793	2	1
	2유역	20년	102.32	9.22	0.1	1.57	1.085	44	16
		30년	102.32	10.05	0.1	1.6	1.168	44	18
		50년	102.32	11.1	0.1	1.71	1.241	44	21
		80년	102.32	12.08	0.1	1.91	1.297	44	21
		100년	102.32	12.57	0.1	2.02	1.319	44	21
	3유역	20년	60.53	6.19	-0.38	1.57	0.214	37	21
		30년	60.53	6.72	-0.38	1.6	0.275	39	25
		50년	60.53	7.39	-0.38	1.71	0.347	39	31
		80년	60.53	8.02	-0.38	1.91	0.404	39	33
		100년	60.53	8.34	-0.38	2.02	0.42	40	33
	4유역	20년	371.71	24.38	-1.02	1.518	-0.339	40	196
		30년	371.71	26.19	-1.02	1.539	-0.264	40	202
		50년	371.71	28.5	-1.02	1.643	-0.201	40	209
		80년	371.71	30.6	-1.02	1.844	-0.136	40	218
		100년	371.71	31.6	-1.02	1.95	-0.11	40	221
5유역	20년	472.78	30.89	-1.19	1.518	-0.366	40	192	
	30년	472.78	33.18	-1.19	1.539	-0.3	40	200	
	50년	472.78	36.09	-1.19	1.643	-0.222	40	207	
	80년	472.78	38.75	-1.19	1.844	-0.13	40	210	
	100년	472.78	40.03	-1.19	1.95	-0.08	40	212	
6유역	20년	91.58	7.99	-1.23	1.518	-0.349	41	35	
	30년	91.58	8.61	-1.23	1.539	-0.275	41	35	
	50년	91.58	9.41	-1.23	1.643	-0.202	41	37	
	80년	91.58	10.14	-1.23	1.844	-0.135	42	37	
	100년	91.58	10.48	-1.23	1.95	-0.109	42	41	
7유역	20년	3.59	0.41	3.06	2.47	2.603	0	0	
	30년	3.59	0.46	3.06	2.58	2.858	0	0	
	50년	3.59	0.52	3.06	2.75	2.985	0	0	
	80년	3.59	0.57	3.06	2.93	3.032	0	0	
	100년	3.59	0.59	3.06	3.02	3.04	0	0	
8유역	20년	26.19	1.01	1.9	2	2.203	1	3	
	30년	26.19	1.09	1.9	2.08	2.344	1	3	
	50년	26.19	1.19	1.9	2.23	2.472	2	3	
	80년	26.19	1.27	1.9	2.41	2.533	2	5	
	100년	26.19	1.32	1.9	2.51	2.568	3	5	

<표 5-5> 간척농지 침수분석 흐름도



기후변화에 따른 석문지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 석문지구를 현지조사 측량한 결과 농경지 평균 침하고가 (-)0.18m로 나타났으며 침수분석은 15개 소유역(송산공구 7개 소유역, 석문공구 8개 소유역)으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 빈도별 침수분석결과는 석문지구 간척농지 총 면적 1,968ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 783ha(39.8%), 30년 빈도 822ha(41.8%), 50년 빈도 862ha(43.8%), 80년 빈도 891ha(45.3%), 100년 빈도 951ha(48.3%)로 분석되었다.

2. 이원간척농지 침수분석 결과요약

이원지구 간척농지 침수분석은 4개 구역으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 침수분석결과 이원지구 간척농지 총 면적 847ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 84ha(9.9%), 30년 빈도 111ha(13.1%), 50년 빈도 142ha(17.0%), 80년 빈도 182ha(21.8%), 100년 빈도 233ha(27.4%)로 분석되었다.

<표 5-6> 이원 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
이원	847	84	763	111	736	142	705	182	665	233	614

<표 5-7> 이원 간척농지 빈도별 침수면적(소유역별)

빈도별	빈도별 침수면적					비고
	1MDC	2MDC	3MDC	6유역	계	
20년	15	33	14	21	84	
30년	(15)	(6)	(3)	(3)	(27)	
	30	39	17	24	111	
50년	(26)	(2)	(6)	(-)	(33)	
	56	41	23	24	142	
80년	(32)	(2)	(8)	(-)	(41)	
	87	43	31	24	182	
100년	(28)	(4)	(7)	(8)	(47)	
	115	47	38	32	233	

※ ()는 빈도별 침수증가면적임.

<표 5-8> 이원지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
1MDC 유역	20년	1,426	73.82	0.39	0.526	0.526	6	15
	30년	1,426	79.25	0.39	0.588	0.588	7	30
	50년	1,426	86.27	0.39	0.683	0.683	10	56
	80년	1,426	92.6	0.39	0.782	0.782	12	87
	100년	1,426	95.67	0.39	0.834	0.834	14	115
2MDC 유역	20년	1,192	61.84	0.19	0.526	0.526	6	33
	30년	1,192	66.38	0.19	0.588	0.588	7	39
	50년	1,192	72.25	0.19	0.683	0.683	10	41
	80년	1,192	77.55	0.19	0.782	0.782	12	43
	100년	1,192	80.12	0.19	0.834	0.834	14	47
3MDC 유역	20년	622	35.09	0.23	0.526	0.526	6	14
	30년	622	37.78	0.23	0.588	0.588	7	17
	50년	622	41.23	0.23	0.683	0.683	10	23
	80년	622	44.35	0.23	0.782	0.782	12	31
	100년	622	45.87	0.23	0.834	0.834	14	38
6유역	20년	72	1.86	0.19	0.526	0.468	20	21
	30년	72	2.02	0.19	0.588	0.501	21	24
	50년	72	2.21	0.19	0.683	0.542	33	24
	80년	72	2.38	0.19	0.782	0.581	26	24
	100년	72	2.46	0.19	0.834	0.617	37	32

<표 5-9> 이원지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m³/s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
1MDC 유역	20년	1,426	73.82	0.39	0.429	0.429	4	3
	30년	1,426	79.25	0.39	0.542	0.542	6	16
	50년	1,426	86.27	0.39	0.689	0.689	10	62
	80년	1,426	92.6	0.39	0.826	0.826	12	112
	100년	1,426	95.67	0.39	0.891	0.891	12	129
2MDC 유역	20년	1,192	61.84	0.19	0.429	0.429	4	26
	30년	1,192	66.38	0.19	0.542	0.542	6	36
	50년	1,192	72.25	0.19	0.689	0.689	10	39
	80년	1,192	77.55	0.19	0.826	0.826	12	47
	100년	1,192	80.12	0.19	0.891	0.891	12	48
3MDC 유역	20년	622	35.09	0.23	0.429	0.429	4	11
	30년	622	37.78	0.23	0.542	0.542	6	16
	50년	622	41.23	0.23	0.689	0.689	10	26
	80년	622	44.35	0.23	0.826	0.826	12	38
	100년	622	45.87	0.23	0.891	0.891	12	48
6유역	20년	72	1.86	0.19	0.429	0.425	13	14
	30년	72	2.02	0.19	0.542	0.460	22	20
	50년	72	2.21	0.19	0.689	0.517	32	26
	80년	72	2.38	0.19	0.826	0.601		30
	100년	72	2.46	0.19	0.891	0.639		32

기후변화에 따른 이원지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 이원지구 간척농지를 현지조사 측량한 결과 농경지 평균 침하 고가 (-)0.12m로 나타났으며 침수분석은 4개 대유역으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 소조시가 더 약조건으로 분석되었다.

빈도별 침수분석결과는 이원지구 간척농지 총 면적 847ha중 빈도별 침수 면적은 20년 빈도 84ha(9.9%), 30년 빈도 111ha(13.1%), 50년 빈도 142ha(17.0%), 80년 빈도 182ha(21.8%), 100년 빈도 233ha(27.4%)로 분석되었다.

3. 부사간척농지 침수분석 결과요약

부사 간척농지 침수분석은 19개 소유역으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 침수분석결과 부사지구 간척농지 총 면적 825ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 468ha(56.7%), 30년 빈도 485ha(58.8%), 50년 빈도 502ha(60.8%), 80년 빈도 531ha(63.2%), 100년 빈도 547ha(65.1%)로 분석되었다.

<표 5-10> 부사 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
부사	825	468	357	485	340	502	323	531	294	547	278

<표 5-11> 부사지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 담고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
1유역	20년	334.80	37.00	1.77	3.31	3.24	6	10
	30년	334.80	40.97	1.77	3.54	3.24	6	10
	50년	334.80	45.92	1.77	3.75	3.24	6	10
	80년	334.80	50.54	1.77	4.00	3.24	6	10
	100년	334.80	52.75	1.77	4.13	3.24	6	10
2유역	20년	127.63	15.75	1.02	2.83	2.66	7	11
	30년	127.63	17.29	1.02	3.09	2.66	7	11
	50년	127.63	19.22	1.02	3.28	2.66	7	11
	80년	127.63	21.02	1.02	3.57	2.66	7	11
	100년	127.63	21.87	1.02	3.73	2.66	7	11
3유역	20년	22.79	1.43	1.12	2.71	1.61	9	12
	30년	22.79	1.57	1.12	2.97	1.65	10	12
	50년	22.79	1.76	1.12	3.16	1.71	12	12
	80년	22.79	1.93	1.12	3.45	1.75	13	15
	100년	22.79	2.01	1.12	3.63	1.78	15	15
4유역	20년	176.92	19.88	1.94	2.55	3.00	38	6
	30년	176.92	21.77	1.94	2.82	3.00	38	6
	50년	176.92	24.14	1.94	3.00	3.00	38	6
	80년	176.92	26.34	1.94	3.31	3.00	38	6
	100년	176.92	27.38	1.94	3.50	3.00	38	6
5유역	20년	99.97	12.09	1.23	2.55	1.83	5	19
	30년	99.97	13.18	1.23	2.82	1.88	5	21
	50년	99.97	14.54	1.23	3.00	2.02	6	26
	80년	99.97	15.80	1.23	3.31	2.10	7	28
	100년	99.97	16.39	1.23	3.50	2.13	7	28
6유역	20년	17.62	1.01	0.69	2.55	1.38	9	10
	30년	17.62	1.11	0.69	2.82	1.39	10	10
	50년	17.62	1.24	0.69	3.00	1.46	10	13
	80년	17.62	1.36	0.69	3.31	1.52	13	15
	100년	17.62	1.42	0.69	3.50	1.54	15	15
7유역	20년	106.24	12.46	0.37	2.52	1.11	32	31
	30년	106.24	13.61	0.37	2.79	1.16	35	35
	50년	106.24	15.05	0.37	2.96	1.22	40	38
	80년	106.24	16.39	0.37	3.27	1.27	42	40
	100년	106.24	17.01	0.37	3.47	1.30	42	40

<표 5-12> 부사지구 간척농지 침수분석 결과 요약(대조, 계속)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
8유역	20년	178.83	18.74	0.28	2.41	1.41	33	32
	30년	178.83	20.53	0.28	2.68	1.47	36	35
	50년	178.83	22.76	0.28	2.84	1.58	41	36
	80년	178.83	24.79	0.28	3.14	1.66	41	37
	100년	178.83	25.76	0.28	3.33	1.71	42	37
9유역	20년	48.47	2.73	0.32	2.51	0.54	19	21
	30년	48.47	3.01	0.32	2.78	0.57	21	21
	50년	48.47	3.36	0.32	2.95	0.60	26	24
	80년	48.47	3.68	0.32	3.26	0.63	30	24
	100년	48.47	3.83	0.32	3.46	0.64	31	24
10유역	20년	79.45	4.19	0.04	2.50	0.45	14	31
	30년	79.45	4.62	0.04	2.77	0.46	18	36
	50년	79.45	5.16	0.04	2.94	0.50	21	45
	80년	79.45	5.65	0.04	3.25	0.53	22	48
	100년	79.45	5.88	0.04	3.45	0.54	24	52
11유역	20년	1254.40	98.14	0.03	2.41	1.39	9	157
	30년	1254.40	107.70	0.03	2.68	1.43	12	157
	50년	1254.40	119.68	0.03	2.84	1.59	14	159
	80년	1254.40	130.68	0.03	3.14	1.70	15	159
	100년	1254.40	135.82	0.03	3.33	1.76	16	159
12유역	20년	10.25	1.57	0.21	2.41	0.67	41	4
	30년	10.25	1.73	0.21	2.68	0.67	41	4
	50년	10.25	1.92	0.21	2.84	0.67	41	4
	80년	10.25	2.11	0.21	3.14	0.67	41	4
	100년	10.25	2.19	0.21	3.33	0.67	41	4
13유역	20년	86.55	9.84	0.38	2.77	1.43	18	21
	30년	86.55	10.79	0.38	3.03	1.43	18	21
	50년	86.55	11.97	0.38	3.22	1.43	18	21
	80년	86.55	13.08	0.38	3.51	1.43	18	21
	100년	86.55	13.58	0.38	3.68	1.43	18	21
14유역	20년	786.42	66.63	0.17	2.52	2.42	9	39
	30년	786.42	73.14	0.17	2.79	2.65	12	42
	50년	786.42	81.29	0.17	2.96	2.65	12	42
	80년	786.42	88.73	0.17	3.27	2.65	12	42
	100년	786.42	92.24	0.17	3.47	2.65	12	42
15유역	20년	26.35	4.01	-0.04	2.52	0.94	11	11
	30년	26.35	4.40	-0.04	2.79	0.95	14	12
	50년	26.35	4.88	-0.04	2.96	1.03	17	12
	80년	26.35	5.35	-0.04	3.27	1.12	20	14
	100년	26.35	5.55	-0.04	3.47	1.15	20	14

<표 5-13> 부사지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조, 계속)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
16유역	20년	50.88	6.59	0.08	2.51	1.07	13	13
	30년	50.88	7.26	0.08	2.78	1.11	16	13
	50년	50.88	8.12	0.08	2.95	1.22	19	13
	80년	50.88	8.97	0.08	3.26	1.30	20	13
	100년	50.88	9.35	0.08	3.46	1.35	22	13
17유역	20년	53.19	7.83	-0.04	2.51	0.47	13	31
	30년	53.19	8.56	-0.04	2.78	0.48	19	31
	50년	53.19	9.47	-0.04	2.95	0.53	21	31
	80년	53.19	10.33	-0.04	3.26	0.57	24	31
	100년	53.19	10.74	-0.04	3.46	0.59	25	32
18유역	20년	20.96	3.24	0.10	2.41	0.85	10	13
	30년	20.96	3.54	0.10	2.68	0.85	12	13
	50년	20.96	3.91	0.10	2.84	0.92	14	13
	80년	20.96	4.26	0.10	3.14	0.99	16	13
	100년	20.96	4.42	0.10	3.33	0.99	16	13
19유역	20년	25.81	1.47	0.08	2.41	0.12	1	4
	30년	25.81	1.62	0.08	2.68	0.16	2	5
	50년	25.81	1.81	0.08	2.84	0.21	3	8
	80년	25.81	1.98	0.08	3.14	0.24	5	10
	100년	25.81	2.06	0.08	3.33	0.26	5	11

기후변화에 따른 부사지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 부사지구 간척농지를 현지조사 측량한 결과 농경지 평균 침하고가 (-)0.14m로 나타났으며 침수분석은 19개 소유역으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 빈도별 침수분석결과는 부사지구 간척농지 총 면적 825ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 468ha(56.7%), 30년 빈도 485ha(58.8%), 50년 빈도 502ha(60.8%), 80년 빈도 531ha(63.2%), 100년 빈도 547ha(65.1%)로 분석되었다.

4. 삼산간척농지 침수분석 결과요약

삼산지구삼산지구 간척농지 침수분석은 3개 구역으로 분할하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 삼산지구 간척농지 총 면적 283ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 132ha(46.6%), 30년 빈도 139ha(49.1%), 50년 빈도 144ha(50.9%), 80년 빈도 150ha(53.0%), 100년 빈도 151ha(53.4%)로 나타났다.

<표 5-14> 삼산 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
삼산	283	132	151	139	144	144	139	150	133	151	132

<표 5-15> 삼산지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)

구역	빈도	구역면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
4구역	20년	79.30	5.60	-0.24	1.259	0.109	16	47
	30년	79.30	6.10	-0.24	1.452	0.153	18	51
	50년	79.30	6.90	-0.24	1.697	0.187	20	52
	80년	79.30	7.50	-0.24	1.823	0.239	23	55
	100년	79.30	7.80	-0.24	1.834	0.252	24	55
5구역	20년	131.70	8.70	-0.33	1.259	0.060	16	61
	30년	131.70	9.60	-0.33	1.452	0.094	18	62
	50년	131.70	10.70	-0.33	1.697	0.133	22	65
	80년	131.70	11.70	-0.33	1.823	0.197	24	68
	100년	131.70	12.20	-0.33	1.834	0.214	24	69
6구역	20년	47.10	9.90	-0.25	1.259	0.167	19	24
	30년	47.10	10.90	-0.25	1.452	0.198	20	27
	50년	47.10	12.20	-0.25	1.697	0.237	24	27
	80년	47.10	13.40	-0.25	1.823	0.296	26	27
	100년	47.10	14.00	-0.25	1.834	0.314	27	27

기후변화에 따른 삼산지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 삼산지구를 현지조사 측량한 결과 농경지 평균 침하고가 (-)0.18m로 나타났으며, 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었다.

삼산지구 간척농지 침수분석은 3개 구역으로 분할하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 삼산지구 간척농지 총면적 283ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 132ha(46.6%), 30년 빈도 139ha(49.1%), 50년 빈도 144ha(50.9%), 80년 빈도 150ha(53.0%), 100년 빈도 151ha(53.4%)로 나타났다.

5. 군내간척농지 침수분석 결과요약

군내지구 간척농지 침수분석은 소유역(송산공구 7개 유역, 군내공구 8개 유역)으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었다. 빈도별 침수분석결과는 군내지구 간척농지 총면적 464ha중 20년 빈도 침수면적이 347ha(74.8%), 30년 빈도 침수면적 364ha(78.4%), 50년 빈도 침수면적 382ha(82.3%), 80년 빈도 침수면적 387ha(83.4%), 100년 빈도 침수면적 391ha(84.3%)로 분석되었다.

<표 5-16> 군내 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
군내	464	347	117	364	100	382	82	387	77	391	73

<표 5-17> 군내지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수시 간 (hr)	침수 면적 (ha)
2유역	20년	955.50	90.50	-0.25	0.27	0.34	26	220
	30년	955.50	100.00	-0.25	0.36	0.44	31	233
	50년	955.50	111.80	-0.25	0.45	0.53	32	246
	80년	955.50	122.50	-0.25	0.55	0.64	25	251
	100년	955.50	127.60	-0.25	0.60	0.64	25	253
3유역	20년	655.20	66.20	-0.12	0.27	0.42	16	69
	30년	655.20	73.20	-0.12	0.36	0.53	27	70
	50년	655.20	81.90	-0.12	0.45	0.53	27	72
	80년	655.20	89.80	-0.12	0.55	0.53	27	72
	100년	655.20	93.60	-0.12	0.60	0.53	27	73
4유역	20년	206.80	24.60	-0.14	0.27	0.31	18	59
	30년	206.80	27.30	-0.14	0.36	0.40	28	62
	50년	206.80	30.80	-0.14	0.45	0.40	28	64
	80년	206.80	34.00	-0.14	0.55	0.40	28	64
	100년	206.80	35.50	-0.14	0.60	0.40	28	65

기후변화에 따른 군내지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 군내지구 간척농지를 현지조사 측량한 결과 농경지 평균 침하 고가 (+)0.11m로 나타났으며 침수분석은 5개 소유역으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 대조시가 더 악조건으로 분석되었다. 빈도별 침수분석결과는 군내지구 간척농지 총면적 464ha중 20년 빈도 침수면적이 347ha(74.8%), 30년 빈도 침수면적 364ha(78.4%), 50년 빈도 침수면적 382ha(82.3%), 80년 빈도 침수면적 387ha(83.4%), 100년 빈도 침수면적 391ha(84.3%)로 분석되었다.

6. 보전간척농지 침수분석 결과요약

보전지구 간척농지 침수분석은 배수장 유역(기계배제 Q=5.8m³/s)의 대조시와 소조시의 침수분석한 결과 본 유역은 100% 기계배제에 의하여 유입량을 남해에 배제하는 유역으로 대조시나 소조시의 Peak 내수위가 동일하게 분석되었으며, 침수분석 결과 보전지구 간척농지 총 면적 213ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 90ha(42.3%), 30년 빈도 101ha(47.4%), 50년 빈도 112ha(52.6%), 80년 빈도 123ha(57.7%), 100년 빈도 126ha(59.2%)로 분석되었다.

<표 5-18> 보전 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
보전	213	90	123	101	112	112	101	123	90	126	87

<표 5-19> 보전지구 간척농지 침수분석 결과요약(대조)

유역	빈도	유역면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
보전 지구	20년	348.04	44.10	-1.70	2.12	-0.636	63	90
	30년	348.04	48.60	-1.70	2.12	-0.537	70	101
	50년	348.04	54.10	-1.70	2.12	-0.425	70	112
	80년	348.04	59.10	-1.70	2.12	-0.320	70	123
	100년	348.04	61.50	-1.70	2.12	-0.275	70	126

<표 5-20> 보전지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)

유역	빈도	유역면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준 답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
보전 지구	20년	348.04	44.10	-1.70	2.12	-0.636	63	90
	30년	348.04	48.60	-1.70	2.12	-0.537	70	101
	50년	348.04	54.10	-1.70	2.12	-0.425	70	112
	80년	348.04	59.10	-1.70	2.12	-0.320	70	123
	100년	348.04	61.50	-1.70	2.12	-0.275	70	126

기후변화에 따른 보전지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 보전지구 간척농지를 현지조사 측량한 결과 농경지 표고는 (-)1.70m~(+)2.44m로 나타났으며 침수분석은 배수장 유역(기계배제 Q=5.8m³/s)의 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 본 유역은 100% 기계배제에 의하여 유입량을 남해에 배제하는 유역으로 대조시나 소조시의 Peak 내수위가 동일하게 분석되었으며, 침수분석 결과 보전지구 간척농지 총 면적 213ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 90ha(42.3%), 30년 빈도 101ha(47.4%), 50년 빈도 112ha(52.6%), 80년 빈도 123ha(57.7%), 100년 빈도 126ha(59.2%)로 분석되었다.

7. 고흥간척농지 침수분석 결과요약

고흥지구 간척농지 침수분석은 12개 구역으로 분할하여 대조시와 소조시의 침수분석을 하였고, 그 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 침수분석결과 고흥지구 간척농지 총 면적 2,057ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 1,038ha(50.5%), 30년 빈도 1,258ha(61.2%), 50년 빈도 1,418ha(68.9%), 80년 빈도 1,549ha(75.3%), 100년 빈도 1,597ha(77.6%)로 분석되었다.

<표 5-21> 고흥 간척농지 빈도별 침수면적

지구	면적 (ha)	빈도별 해당 면적(ha)									
		20년		30년		50년		80년		100년	
		침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수	침수	무침수
고흥	2,057	1,038	1,019	1,258	799	1,418	639	1,549	508	1,597	460

<표 5-22> 고흥지구 간척농지 침수분석 결과요약(소조)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m/s)	기준답고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수면적 (ha)
1유역	20년	112.40	16.09	-0.69	0.42	0.38	50	33
	30년	112.40	17.95	-0.69	0.52	0.46	50	33
	50년	112.40	20.32	-0.69	0.61	0.55	51	35
	80년	112.40	22.47	-0.69	0.69	0.64	51	35
	100년	112.40	23.49	-0.69	0.72	0.68	52	36
2유역	20년	151.90	22.56	-0.37	0.42	0.43	43	58
	30년	151.90	25.14	-0.37	0.52	0.51	45	61
	50년	151.90	28.43	-0.37	0.61	0.58	45	62
	80년	151.90	31.44	-0.37	0.69	0.67	46	62
	100년	151.90	32.85	-0.37	0.72	0.70	46	62
3유역	20년	167.40	21.63	-0.43	0.42	0.48	42	30
	30년	167.40	24.06	-0.43	0.52	0.55	44	30
	50년	167.40	27.22	-0.43	0.61	0.64	44	35
	80년	167.40	30.12	-0.43	0.69	0.73	44	35
	100년	167.40	31.49	-0.43	0.72	0.76	44	35
4유역	20년	188.90	22.99	-0.40	0.43	0.27	45	107
	30년	188.90	25.41	-0.40	0.53	0.32	46	109
	50년	188.90	28.46	-0.40	0.62	0.39	46	112
	80년	188.90	31.28	-0.40	0.70	0.46	47	113
	100년	188.90	32.60	-0.40	0.74	0.48	47	115
5유역	20년	1092.60	107.53	-0.62	0.44	0.51	44	174
	30년	1092.60	118.48	-0.62	0.54	0.61	46	174
	50년	1092.60	132.25	-0.62	0.63	0.71	48	176
	80년	1092.60	144.86	-0.62	0.72	0.81	49	177
	100년	1092.60	150.86	-0.62	0.75	0.85	49	177
6유역	20년	223.20	26.66	-0.58	0.45	0.43	47	63
	30년	223.20	29.48	-0.58	0.55	0.43	47	63
	50년	223.20	33.02	-0.58	0.64	0.43	47	63
	80년	223.20	36.27	-0.58	0.73	0.43	47	63
	100년	223.20	37.79	-0.58	0.76	0.43	47	63
8유역	20년	15.50	1.26	-0.14	0.47	0.31	24	11
	30년	15.50	1.39	-0.14	0.57	0.35	29	11
	50년	15.50	1.55	-0.14	0.67	0.40	34	12
	80년	15.50	1.70	-0.14	0.76	0.40	34	12
	100년	15.50	1.77	-0.14	0.79	0.40	34	12

<표 5-23> 고흥지구 간척농지 침수분석 결과 요약(소조, 계속)

유역	빈도	유역 면적 (ha)	PEAK 홍수량 (m ³ /s)	기준답 고 (EL.m)	PEAK 외수위 (EL.m)	PEAK 내수위 (EL.m)	침수 시간 (hr)	침수 면적 (ha)
9유역	20년	758.30	55.43	-0.19	0.46	0.50	29	95
	30년	758.30	60.78	-0.19	0.56	0.62	31	103
	50년	758.30	67.52	-0.19	0.65	0.74	40	109
	80년	758.30	73.72	-0.19	0.74	0.74	40	109
	100년	758.30	76.71	-0.19	0.77	0.74	40	109
10유역	20년	1508.40	76.47	-0.97	0.42	-0.53	41	467
	30년	1508.40	83.97	-0.97	0.52	-0.45	43	674
	50년	1508.40	93.46	-0.97	0.61	-0.37	44	814
	80년	1508.40	102.16	-0.97	0.69	-0.30	45	943
	100년	1508.40	106.35	-0.97	0.72	-0.27	46	1,103

기후변화에 따른 고흥지구 간척농지 수리·수문분석 및 침수안전지역 설정을 위하여 고흥지구 간척농지를 현지조사 측량한 결과 농경지 평균 침하고가 (+)0.07m로 나타났으며 침수분석은 12개 소유역으로 구분하여 대조시와 소조시의 침수분석을 한 결과 소조시가 더 악조건으로 분석되었으며, 빈도별 침수분석결과는 고흥지구 간척농지 총 면적 2,057ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 1,038ha(50.5%), 30년 빈도 1,258ha(61.2%), 50년 빈도 1,418ha(68.9%), 80년 빈도 1,549ha(75.3%), 100년 빈도 1,597ha(77.6%)로 분석되었다.

제2절 지구별 침수안전지역 설정

지구별 침수안전지역 설정은 간척농지를 다각적으로 활용하기 위해 사전 침수분석결과를 토대로 간척지의 침수안전지역 설정 도면을 작성하는 것이다. 따라서 기존 수도작 중심으로 설계, 개발된 간척농지를 원예작물, 밭작물 등 타 용도로 사용하게 됨에 따라 발생할 수 있는 침수피해를 최소화하기 위해서는 침수분석 결과에 침수현황자료를 반영하는 것이 중요하다. 실제로 금년 7~8월 지구별 침수피해 현장 조사 실시 결과 일부 간척지의 경우 분석결과와 다소 상이한 침수피해 패턴을 나타냈다. 이는 지구별 지형여건, 관리 방법 등에 차이를 보이기 때문으로 판단된다. 따라서 수도작과는 다르게 타작물 특히 원예작물의 경우 침수피해에 대한 사회적 파장이 매우 크므로 지구별 침수안전지역 도면 작성 시 담당 지자체, 지사 및 주민들의 의견을 반영해 금년 또는 침수피해 현황자료를 충분히 검토, 반영하였다. 침수안전지역 설정 결과를 기본구상과 비교, 검토해본결과, 전체적으로 기본구상에서는 2,637ha(40%)에 해당하는 간척농지가 타용도에 적합한 것으로 제시되었는데 금회 침수안전지역 설정연구를 통해 1,788ha(27%)에 해당하는 간척농지가 수도작 이외의 타용도를 사용가능한 것으로 분석 되었으며, 침수안전지역 설정 도면은 별도로 제시하였다.

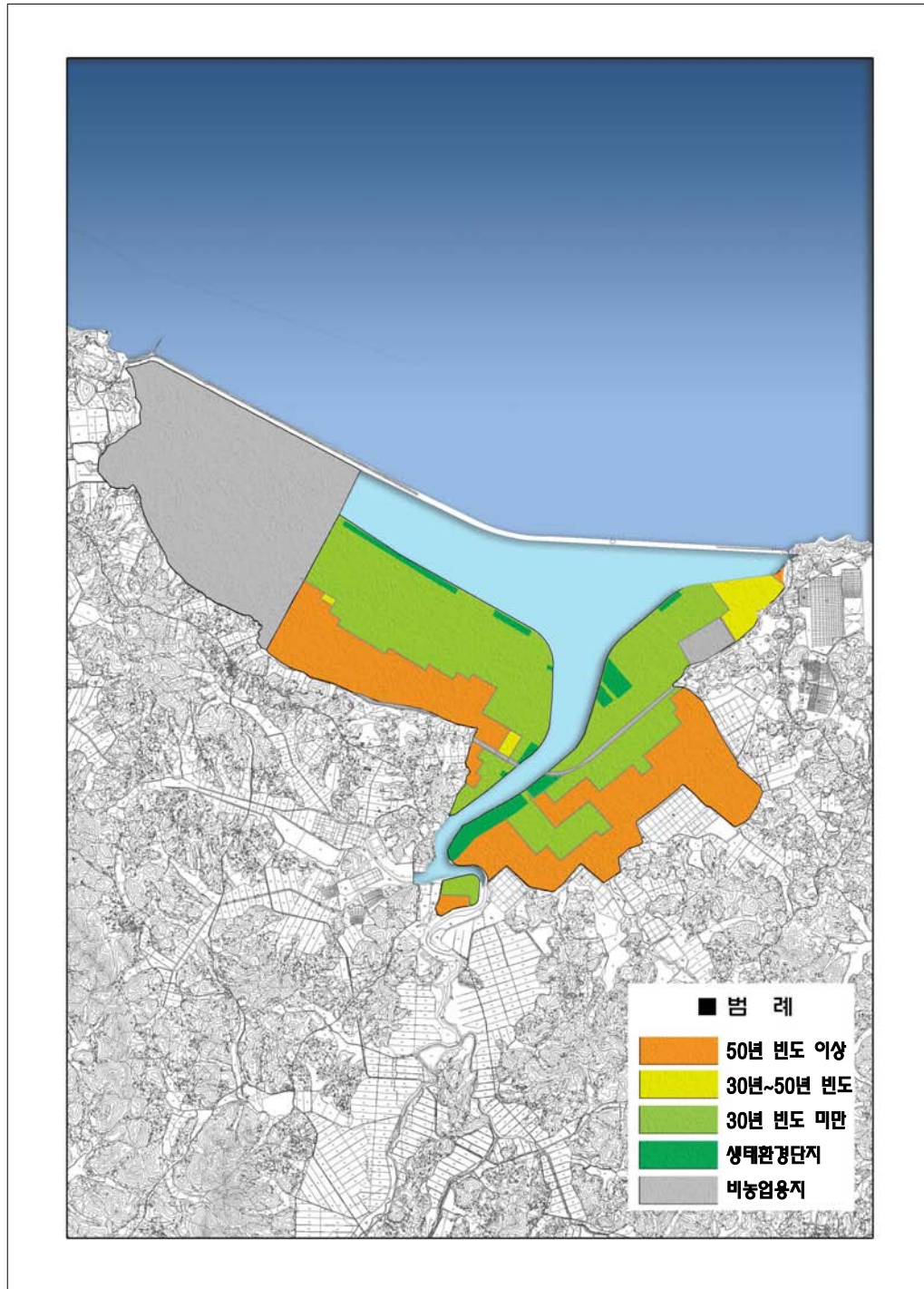
<표 5-24> 지구별 침수안전지역 설정

구분	기본구상(ha)		침수분석(ha)		침수안전지역 설정(ha)	
	복합곡물	타용도	30년침수	30년무침수	50년침수	50년무침수
석문	복합곡물	325(17%)	30년침수	822(42%)	30년침수	1,191(61%)
			30년무침수	1,146(58%)	30년무침수	777(39%)
	타용도	1,643(83%)	50년침수	862(44%)	50년침수	1,258(64%)
			50년무침수	1,106(56%)	50년무침수	710(36%)
이원	복합곡물	414(49%)	30년침수	111(13%)	30년침수	160(19%)
			30년무침수	736(87%)	30년무침수	687(81%)
	타용도	433(51%)	50년침수	144(17%)	50년침수	195(23%)
			50년무침수	703(83%)	50년무침수	652(77%)
부사	복합곡물	599(73%)	30년침수	485(59%)	30년침수	713(86%)
			30년무침수	340(41%)	30년무침수	112(14%)
	타용도	226(27%)	50년침수	502(61%)	50년침수	726(88%)
			50년무침수	323(39%)	50년무침수	99(12%)

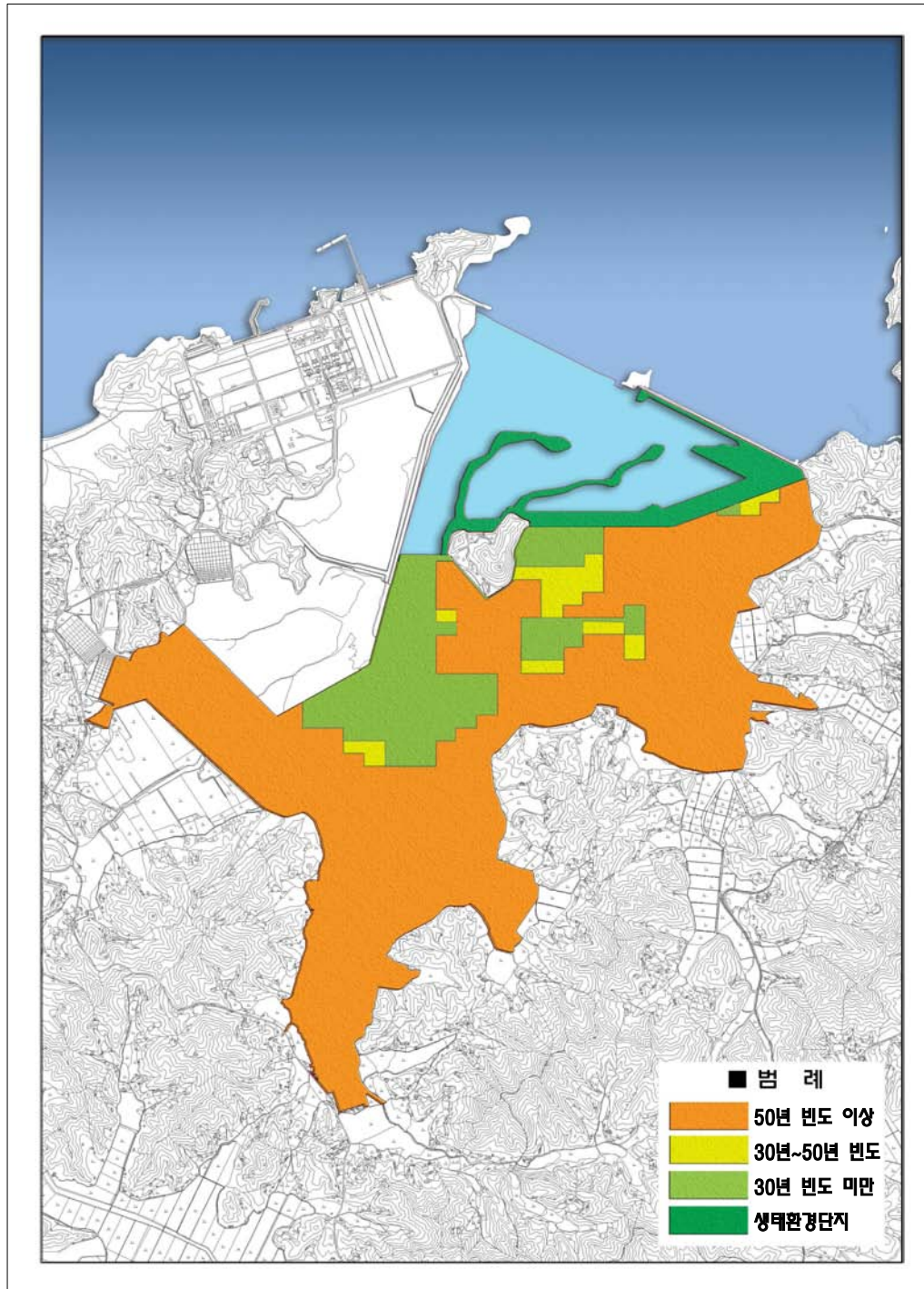
<표 5-25> 지구별 침수안전지역 설정(계속)

구분	기본구상(ha)		침수분석(ha)		침수안전지역 설정(ha)	
			30년침수	50년침수	30년침수	50년침수
삼산	복합곡물	245(87%)	30년침수	139(49%)	30년침수	213(75%)
			30년무침수	144(51%)	30년무침수	70(25%)
	타용도	38(13%)	50년침수	144(51%)	50년침수	216(76%)
			50년무침수	139(49%)	50년무침수	67(24%)
군내	복합곡물	464(100%)	30년침수	364(78%)	30년침수	457(98%)
			30년무침수	100(22%)	30년무침수	7(2%)
	타용도	0(0%)	50년침수	382(82%)	50년침수	457(98%)
			50년무침수	82(18%)	50년무침수	7(2%)
보전	복합곡물	213(100%)	30년침수	101(47%)	30년침수	161(76%)
			30년무침수	112(53%)	30년무침수	52(24%)
	타용도	0(0%)	50년침수	112(53%)	50년침수	169(79%)
			50년무침수	101(47%)	50년무침수	44(21%)
고흥	복합곡물	1,760(86%)	30년침수	1,258(61%)	30년침수	1,984(96%)
			30년무침수	799(39%)	30년무침수	73(4%)
	타용도	2,97(14%)	50년침수	1,418(69%)	50년침수	1,994(97%)
			50년무침수	639(31%)	50년무침수	63(3%)
총계	복합곡물	4,020(60%)	30년침수	3,280(49%)	30년침수	4,879(73%)
			30년무침수	3,377(51%)	30년무침수	1,778(27%)
	타용도	2,637(40%)	50년침수	3,564(54%)	50년침수	5,015(75%)
			50년무침수	3,093(46%)	50년무침수	1,642(25%)

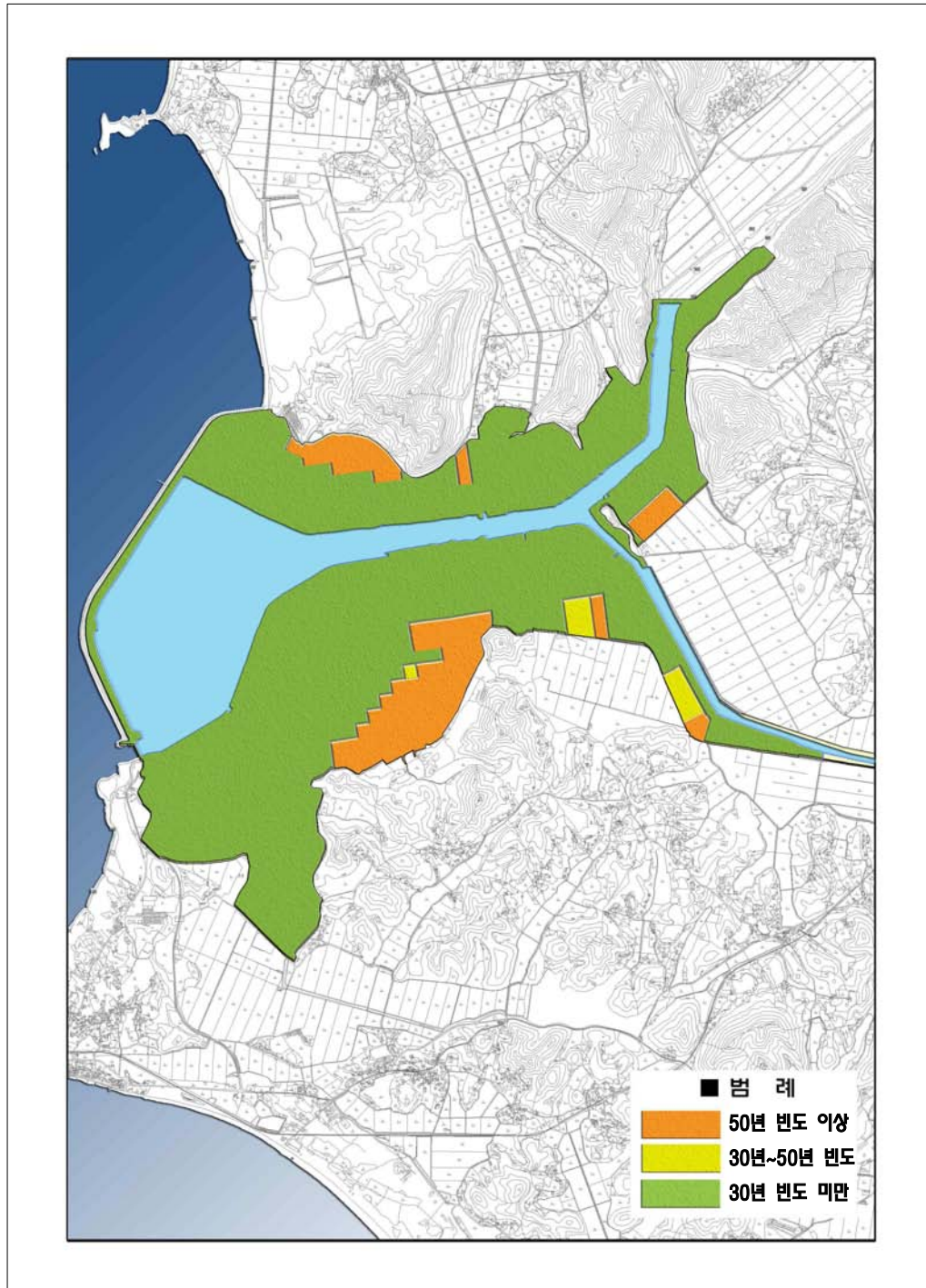
1. 석문간척농지 침수안전지역



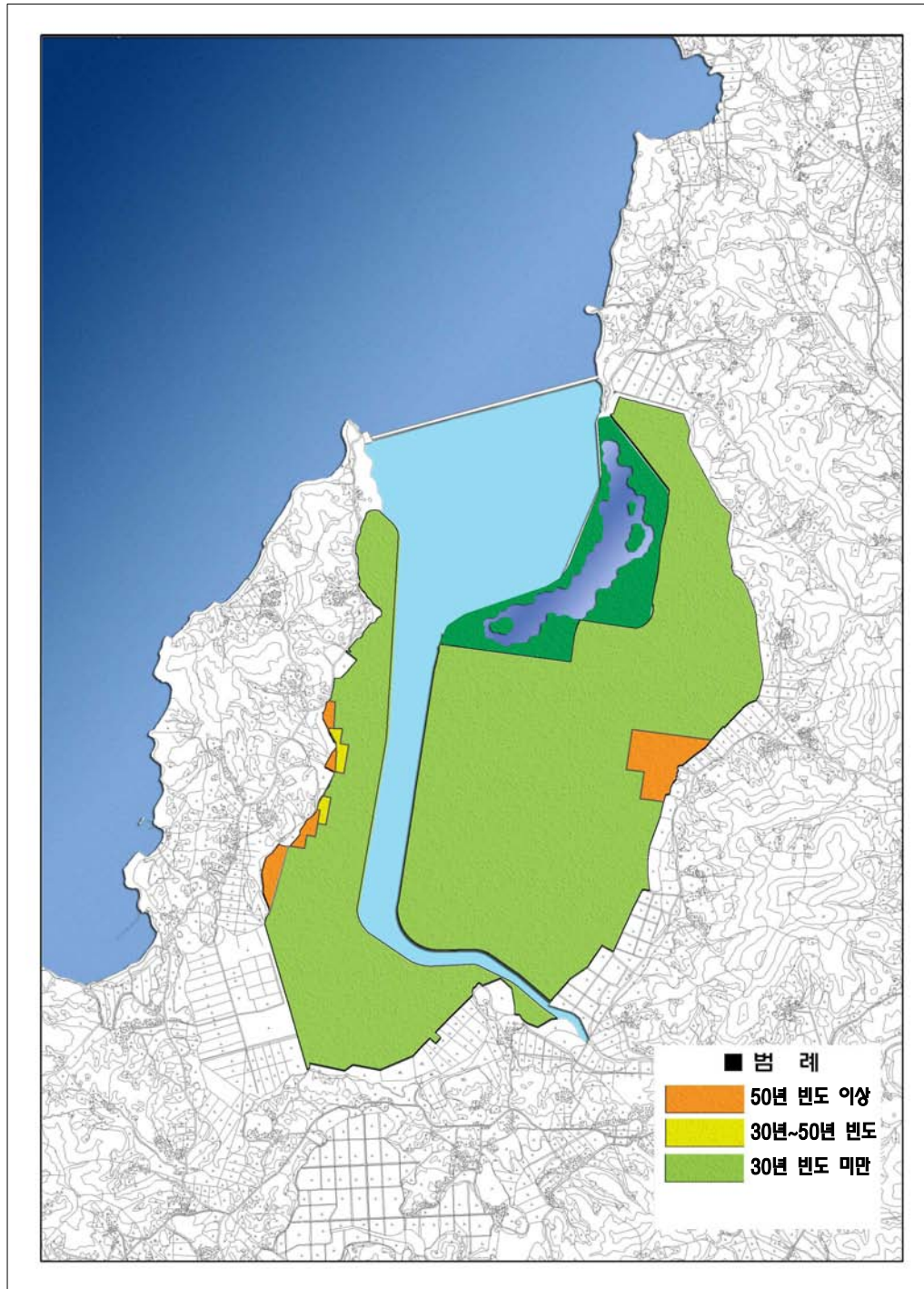
2. 이원간척농지 침수안전지역



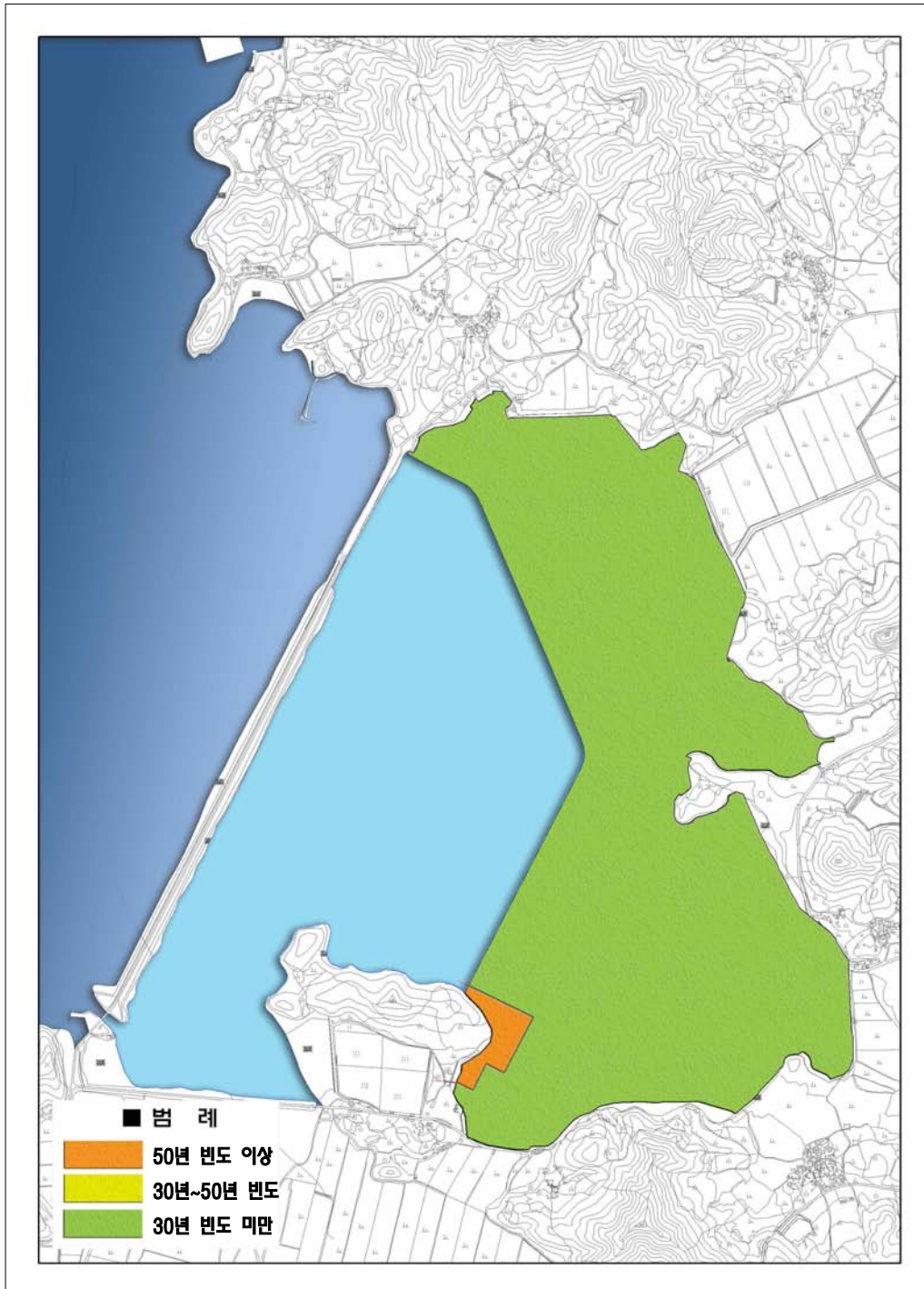
3. 부사간척농지 침수안전지역



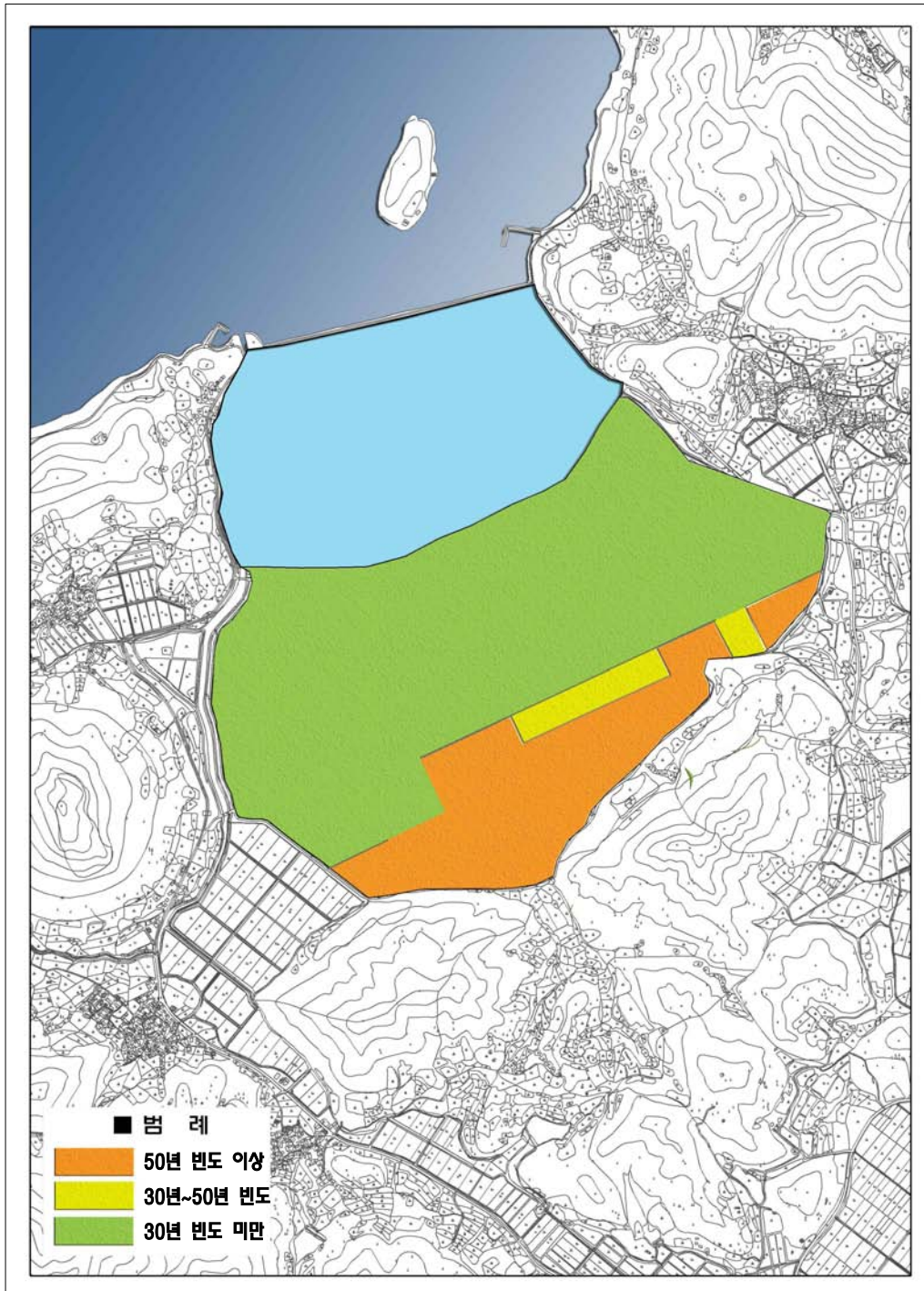
4. 고흥간척농지 침수안전지역



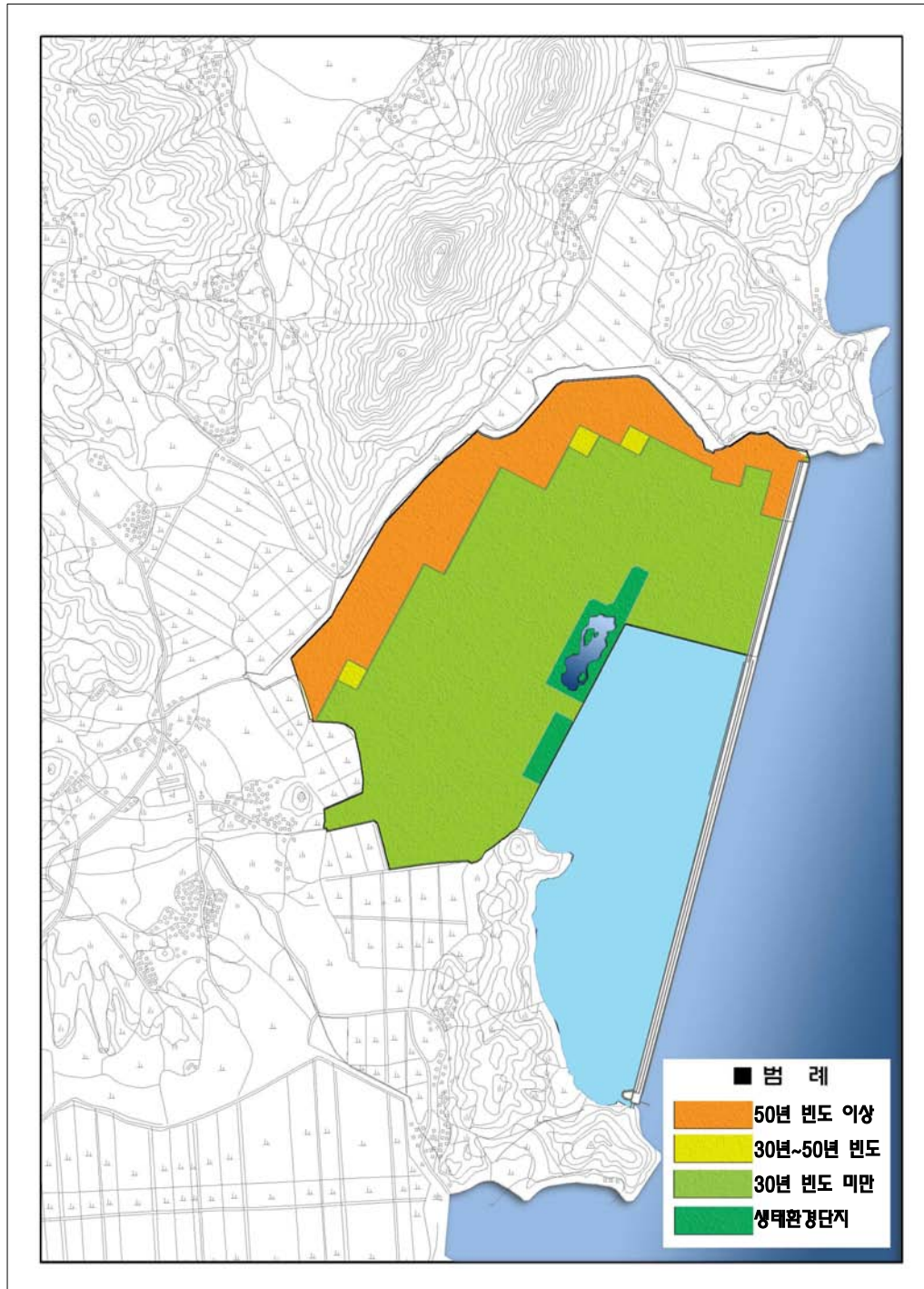
5. 군내간척농지 침수안전지역



6. 보전간척농지 침수안전지역



7. 삼산간척농지 침수안전지역



제6장 결론 및 요약

제1절 결론

본 연구는 기존 간척농지를 다각적으로 활용하기 위해 수리수문학적 특성을 분석하고, 사전 침수분석대책 결과를 토대로 간척지 밭 및 다각적 활용을 위한 개발가능면적과 기술정책적 지원방향을 모색하는 것을 목적으로 하였다. 연구성과의 활용계획은 시·군배포를 통해 대규모간척지 활용 사업계획을 수립하고, 해당 지자체는 「농식품부 매립지 등 관리처분에 관한 규정」에 따라 본 연구과제를 기초자료로 활용할 수 있다.

간척농지의 침수안전지역 설정하기 위하여 대규모 간척 활용 기본구상(2010년 5월)에 고시된 화옹지구 등 12지구 총 54,379ha중 새만금 등 5지구는 현재 내부개발이므로 이를 제외한 석문, 부사, 고흥, 군내, 보전, 이원, 삼산 간척지 7지구(준공후 미처분) 6657ha를 대상으로 연구를 실시하였다.

대상간척지구별 여건조사, 간척농지 침하 및 배수로의 현지확인 수준측량을 위한 지형측량결과, 당초 준공당시 계획표고보다 (+)0.1~(-)0.2cm 차이를 보였으며, 계획표고를 기준으로 가장 큰 차이를 보인 지구는 석문간척지로 약 0.18m가 장기침하가 발생한 것으로 판단된다. 따라서 시설원에 및 농산업단지 등의 배수원활을 위해 적정 계획기준 내수위 이상의 여유고가 필요하다.

<표 6-1> 지구별 측량성과

		석문	이원	부사	삼산	군내	보전	고흥	계
수준점매설		10	3	7	3	5	3	5	36
고 저 측 량	면적(ha)	1,968	847	825	283	464	213	2,057	6,657
	평균 침하(m)	(-)0.18	(-)0.12	(-)0.14	(-)0.04	(+)0.11	(+)0.10	(+)0.07	(-)0.05
배수문조사 (개소)		15	5	20	4	4	1	11	60

침수분석을 위한 수문분석의 기초자료인 지구별 기상관측소를 살펴보면 각 지구 유역내에 설치되어 있는 기상관측소는 없으며, 유역인근에 비교적 장기간 관측되고 있는 기상관측소의 2일 연속 빈도별 확률강우량이 큰 기상관측소의 강우자료를 이용하여, 기상관측소 채택하였다.

<표 6-2> 지구별 기상관측소 현황

지구명	관측소명	위치(주소)	해발표고 (EL.m)	관측 개시일	관할관청
석문	서산	충남 서산시 석림동 491-5	25.9	1969.01.01 (43개년)	기상청
이원	서산	충남 서산시 석림동 491-5	25.9	1969.01.01 (43개년)	기상청
부사	보령	충남 보령시 요암동	17.9	1964.01.01 (48개년)	기상청
삼산	고흥	전남 고흥군 고흥읍 행정리	53.3	1972.01.01 (40개년)	기상청
군내	해남	전남 해남군 해남읍 남천리	4.6	1971.01.01 (41개년)	기상청
보전	해남	전남 해남군 해남읍 남천리	4.6	1971.01.01 (41개년)	기상청
고흥	고흥	전남 고흥군 고흥읍 행정리	53.3	1972.01.01 (40개년)	기상청

대상 지구의 빈도별 홍수량을 살펴보면 공사 프로그램(RMS)을 이용, 각 지구 소유역에 대한 빈도별 2일 연속 홍수량(20, 30, 50, 80, 100년)을 산정하였으며 유역상류부에 보령댐이 위치하고 있는 부사간척농지의 경우 HEC-HMS를 이용하여 산정하였다.

<표 6-3> 석문지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
①지점	1,333.2	1,431.3	1,555.3	1,668.6	1,723.1	배수감문
②지점	1,262.9	1,355.8	1,473.3	1,580.5	1,632.2	
③유역	1,124.3	1,209.4	1,317.0	1,415.3	1,462.6	
④유역	1,015.8	1,092.7	1,189.9	1,278.7	1,321.5	
⑤유역	888.5	957.2	1,046.8	1,128.1	1,167.6	
⑥유역	-	-	-	-	-	해당없음
⑦유역	-	-	-	-	-	해당없음

<표 6-4> 이원지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별 홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	195.0	209.0	227.0	243.3	251.2	배수갑문지점
1MDC	73.8	79.3	86.3	92.6	95.7	⑦,⑧,⑨,⑩,⑪,⑫,⑬유역
2MDC	61.8	66.4	72.3	77.6	80.1	②,③,④,⑤유역
3MDC	35.1	37.8	41.2	44.4	45.9	①유역
①유역	35.1	37.8	41.2	44.4	45.9	
②유역	13.4	14.6	16.2	17.2	18.3	
③유역	40.6	44.1	48.6	52.7	54.7	
④유역	18.1	19.5	21.4	23.1	23.9	
⑤유역	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	논유역
⑥유역	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5	논유역
⑦유역	9.5	10.3	11.4	12.4	12.9	
⑧유역	2.1	2.2	2.4	2.6	2.7	논유역
⑨유역	5.0	5.4	6.0	6.5	6.8	
⑩유역	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	논유역
⑪유역	31.9	34.5	37.8	40.9	42.4	
⑫유역	22.5	24.4	26.8	29.1	30.1	
⑬유역	17.0	18.4	20.1	21.7	22.5	
⑭유역	-	-	-	-	-	

<표 6-5> 부사지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	홍수량 산정법	빈도별 홍수량 (m ³ /s)					비고
		20년	30년	50년	80년	100년	
①유역	HMS	1,088.9	1,187.8	1,311.5	1,425.1	1,478.9	배수갑문
②유역	"	1,089.4	1,188.4	1,312.5	1,426.3	1,480.1	
③유역	"	956.9	1,044.4	1,154.0	1,254.4	1,302.0	
④유역	"	955.5	1,043.0	1,152.4	1,252.7	1,300.1	
⑤유역	"	889.8	982.7	1,100.2	1,209.6	1,262.1	
⑥유역	"	831.9	919.7	1,030.8	1,133.5	1,183.2	
⑦유역	"	748.6	828.4	929.7	1,023.9	1,069.0	
⑧유역	"	718.4	795.7	894.6	986.1	1,029.8	
⑨유역	"	689.7	765.1	860.7	949.8	992.8	
⑩유역	"	678.8	753.3	847.6	935.8	978.1	보령댐

<표 6-6>삼산지구 소유역별 홍수량 선정결과

유역번호	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	232.5	257.0	288.1	316.6	329.9	배수갑문지점 (①~⑦유역)
①유역	22.9	25.2	28.1	30.8	32.0	
②유역	95.5	105.5	118.2	129.8	135.3	
③유역	87.8	97.0	108.7	119.5	124.5	
④유역	5.6	6.1	6.9	7.5	7.8	1호배수문지점
⑤유역	8.7	9.6	10.7	11.7	12.2	2호배수문지점
⑥유역	9.9	10.9	12.2	13.4	14.0	3호배수문지점
⑦유역	49.7	54.3	60.1	64.9	66.8	답수호 유역

<표 6-7> 군내지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	428.4	471.5	525.3	574.6	597.7	배수갑문지점
①유역	282.7	311.8	348.1	381.2	396.8	
②유역	90.5	100.0	111.8	122.5	127.6	1호배수문지점
③유역	66.2	73.2	81.9	89.8	93.6	2호배수문지점
④유역	24.6	27.3	30.8	34.0	35.5	3호배수문지점
⑤유역	111.7	121.7	133.6	145.1	150.4	답수호유역

<표 6-8> 보전지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
답수호유역	76.8	84.6	94.5	103.3	107.6	배수갑문지점
①유역	54.6	60.4	67.8	74.4	77.6	1호승수로
②유역	44.1	48.6	54.1	59.1	61.5	배수장 (기계배제)
③유역	9.5	10.5	11.8	12.9	13.5	3호승수로
④유역	30.8	33.9	37.6	41.2	42.8	답수호

<표 6-9> 고흥지구 소유역별 홍수량 선정결과

지점	빈도별홍수량(m ³ /s)					비고
	20년	30년	50년	80년	100년	
전체유역	544.8	599.3	668.5	732.0	762.2	배수갑문지점
A지점	219.9	243.4	272.9	300.1	312.8	
B지점	387.0	427.2	477.8	524.1	546.1	
C지점	405.9	447.5	499.9	548.1	570.9	
①유역	16.1	18.0	20.3	22.5	23.5	
②유역	22.6	25.1	28.4	31.4	32.9	
③유역	21.6	24.1	27.2	30.1	31.5	
④유역	23.0	25.4	28.5	31.3	32.6	
⑤유역	107.5	118.5	132.3	144.9	150.9	
⑥유역	26.7	29.5	33.0	36.3	37.8	
⑦유역	219.9	243.4	272.9	300.1	312.8	
⑧유역	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	
⑨유역	55.4	60.8	67.5	73.7	76.7	
⑩유역	76.5	84.0	93.5	102.2	106.4	
⑪유역	48.0	52.7	58.6	64.1	66.7	
⑫유역	86.3	93.9	103.5	112.3	116.5	담수호유역

제2절 요약

간척농지의 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정을 위해서는 수문분석에 기초자료인 유역특성인자(CN, Tc 등), 담수호 내용적, 외조위 관측 등의 세밀한 조사를 바탕으로 한 침수분석이 필요하나, 연구수행의 여건상 기초자료는 준공기록지, 기본계획서 등을 활용하였고, 1년 조사기간의 침수현황을 반영하였음에 유의하여야 하며 향후 토양특성, 수리시설 및 용수관리특성을 감안한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

침수분석결과를 토대로 살펴본 총 면적 6,657ha중 빈도별 침수면적은 20년 빈도 2,942ha(44.2%), 30년 빈도 3,280ha(49.3%), 50년 빈도 3,564ha(53.5%), 80년 빈도 3,806ha(57.2%), 100년 빈도 3,995ha(60.0%)로 분석되었다. 또한, 수도작과는 다르게 타작물 특히 원예작물의 경우 침수피해가 매우 크므로 지구별 침수안전지역 도면 작성 시에는 금년 위주의 침수피해 현황자료를 검토하고, 담당 지사 및 지자체의 의견을 반영하여 한 종합 결과, 30년빈도

에 침수에 안전한 지역은 1,788ha(27%), 50년빈도 안전지역은 1,642ha(25%)로 검토되었다.

대상간척농지에 대한 밭작물, 시설농업, 축산단지 등을 조성하기 위해서는 연구과제 성과를 토대로 하여 종합적인 영농계획 수립이 필요하므로, 현재 밭 및 농산업기반 조성이 안 된 상태에서는 지구의 현지여건에 맞는 배수관리계획을 수립하고 이에 따른 기반조성(기계배제, 배수시설 확장, 복토 등)을 충분히 하여야 하며 특히, 자율영농구역 및 타작물영농구역으로 확정하고자 할 경우 연구결과를 기초로 토양특성, 수리시설 및 용수관리 특성을 감안하여야 한다. 또한, 간척농지의 다각적 활용을 위해서는 재염축진과 재염화방지가 필요하므로, 재염화 방지와 작물재배를 촉진하는 최적물관리 기법 등의 도입이 병행되어야 할 것으로 판단된다.

<표 6-10> 지구별 침수면적 현황

지구명	개발면적 (ha)	빈도별 침수 증가면적(ha)				
		20년	30년	50년	80년	100년
석문	1,968	783	39	40	29	60
이원	847	84	27	33	41	47
부사	825	468	17	17	19	16
삼산	283	132	7	5	6	1
군내	464	347	17	18	5	14
보진	213	90	11	11	11	3
고흥	2,057	1,038	220	160	131	48
계	6,657	2,942	338 (3,280)	284 (3,564)	242 (3,806)	189 (3,995)

※ ()는 빈도별 누적 침수증가면적임.

<표 6-11> 지구별 침수안전지역 설정

구분	침수분석(ha)		침수안전지역 설정(ha)		비고
	30년 침수	50년 침수	30년 침수	50년 침수	
석문	30년 침수	822(42%)	30년 침수	1,191(61%)	습지 120ha 포함
	30년 무침수	1,146(58%)	30년 무침수	777(39%)	
	50년 침수	862(44%)	50년 침수	1,258(64%)	
	50년 무침수	1,106(56%)	50년 무침수	710(36%)	
이원	30년 침수	111(13%)	30년 침수	160(19%)	습지 외서
	30년 무침수	736(87%)	30년 무침수	687(81%)	
	50년 침수	144(17%)	50년 침수	195(23%)	
	50년 무침수	703(83%)	50년 무침수	652(77%)	
부사	30년 침수	485(59%)	30년 침수	713(86%)	
	30년 무침수	340(41%)	30년 무침수	112(14%)	
	50년 침수	502(61%)	50년 침수	726(88%)	
	50년 무침수	323(39%)	50년 무침수	99(12%)	
삼산	30년 침수	139(49%)	30년 침수	213(75%)	습지 13ha 포함
	30년 무침수	144(51%)	30년 무침수	70(25%)	
	50년 침수	144(51%)	50년 침수	216(76%)	
	50년 무침수	139(49%)	50년 무침수	67(24%)	
군내	30년 침수	364(78%)	30년 침수	457(98%)	
	30년 무침수	100(22%)	30년 무침수	7(2%)	
	50년 침수	382(82%)	50년 침수	457(98%)	
	50년 무침수	82(18%)	50년 무침수	7(2%)	
보전	30년 침수	101(47%)	30년 침수	161(76%)	
	30년 무침수	112(53%)	30년 무침수	52(24%)	
	50년 침수	112(53%)	50년 침수	169(79%)	
	50년 무침수	101(47%)	50년 무침수	44(21%)	
고흥	30년 침수	1,258(61%)	30년 침수	1,984(96%)	습지 외서
	30년 무침수	799(39%)	30년 무침수	73(4%)	
	50년 침수	1,418(69%)	50년 침수	1,994(97%)	
	50년 무침수	639(31%)	50년 무침수	63(3%)	
총계	30년 침수	3,280(49%)	30년 침수	4,879(73%)	
	30년 무침수	3,377(51%)	30년 무침수	1,778(27%)	
	50년 침수	3,564(54%)	50년 침수	5,015(75%)	
	50년 무침수	3,093(46%)	50년 무침수	1,642(25%)	

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
간척지 개발과 선진농촌건설, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예
농어촌진흥공사, 1994, 석문지구 간척농지 종합개발사업계획서
조사설계처 기술지원부, 1992, 석문지구 수문조사 보고서
농림수산부, 1987, 간척지 개발사업 석문지구 기본계획서
농업진흥공사, 1987, 간척지 개발사업 석문지구 외곽공사 사업계획서
당진군, 2009, 석문지구 간척농지 종합개발사업 준공기록지
농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
간척지 개발과 선진농촌건설, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예
농림수산부, 1987, 간척지 개발사업 이원지구 기본계획서
농어촌진흥공사, 1988, 간척지 개발사업 이원지구 외곽공사 사업계획서
농어촌진흥공사, 1999, 이원지구 간척농지개발 사업계획서
농림부, 1997, 이원지구 내부개답 기본계획변경 계획서
태안군, 2009, 이원지구 간척농지개발사업 준공기록지
농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
간척지 개발과 선진농촌건설, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예
농수산부, 1984, 간척농지 종합개발사업 남포지구 기본조사 보고서
농어촌진흥공사, 1989, 남포지구 제3공구 간척농지개발
농업진흥공사, 1985, 간척농지 종합개발 남포지구 사업계획서
농림수산부, 1998, 남포지구 내부개답 기본계획검토서
보령시, 2008, 남포지구 간척농지 종합개발사업 준공기록지
농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
농어촌진흥공사, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예
농림부, 1996, 서남해안 간척지 개발사업 삼산지구 기본계획서
장흥군, 1996, 삼산지구 외곽시설 간척종합개발 사업계획서
농림수산부, 1993, 서남해안 간척지 개발사업 삼산지구 기본계획서
장흥군, 2009, 서남해안 간척사업 삼산지구 준공기록지
농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
간척지 개발과 선진농촌건설, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예

농림수산부, 1990, 서남해안 간척지 개발사업 군내지구 기본계획서
농어촌진흥공사, 1991, 간척지 개발사업 군내지구 외곽공사 사업계획서
진도군, 2008, 서남해안 간척사업 군내지구 준공기록지
농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
간척지 개발과 선진농촌건설, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예
농림수산부, 1987, 간척지 개발사업 보전지구 기본계획서
농어촌진흥공사, 1991, 보전지구 간척농지 종합개발 사업계획서
농업기반공사, 2000, 농업생산기반 정비사업 조사·설계 실무요령
간척지 개발과 선진농촌건설, 1984, 방조제 및 배수갑문 설계자 계산예
농어촌진흥공사, 1996, 고흥지구 1공구 간척종합개발 사업계획서
농어촌진흥공사, 1998, 고흥지구 2공구 간척종합개발 사업계획서
농림수산부, 1990, 서남해안 간척지 개발사업 고흥지구 기본계획서
고흥군, 2008, 미완공 간척사업 해창만지구 준공기록지
고흥군, 2008, 서남해안 간척사업 고흥지구 준공기록지

< 별첨 > 참고자료

1. 지구별 기준점 조사측량

■ 석문간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2 등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

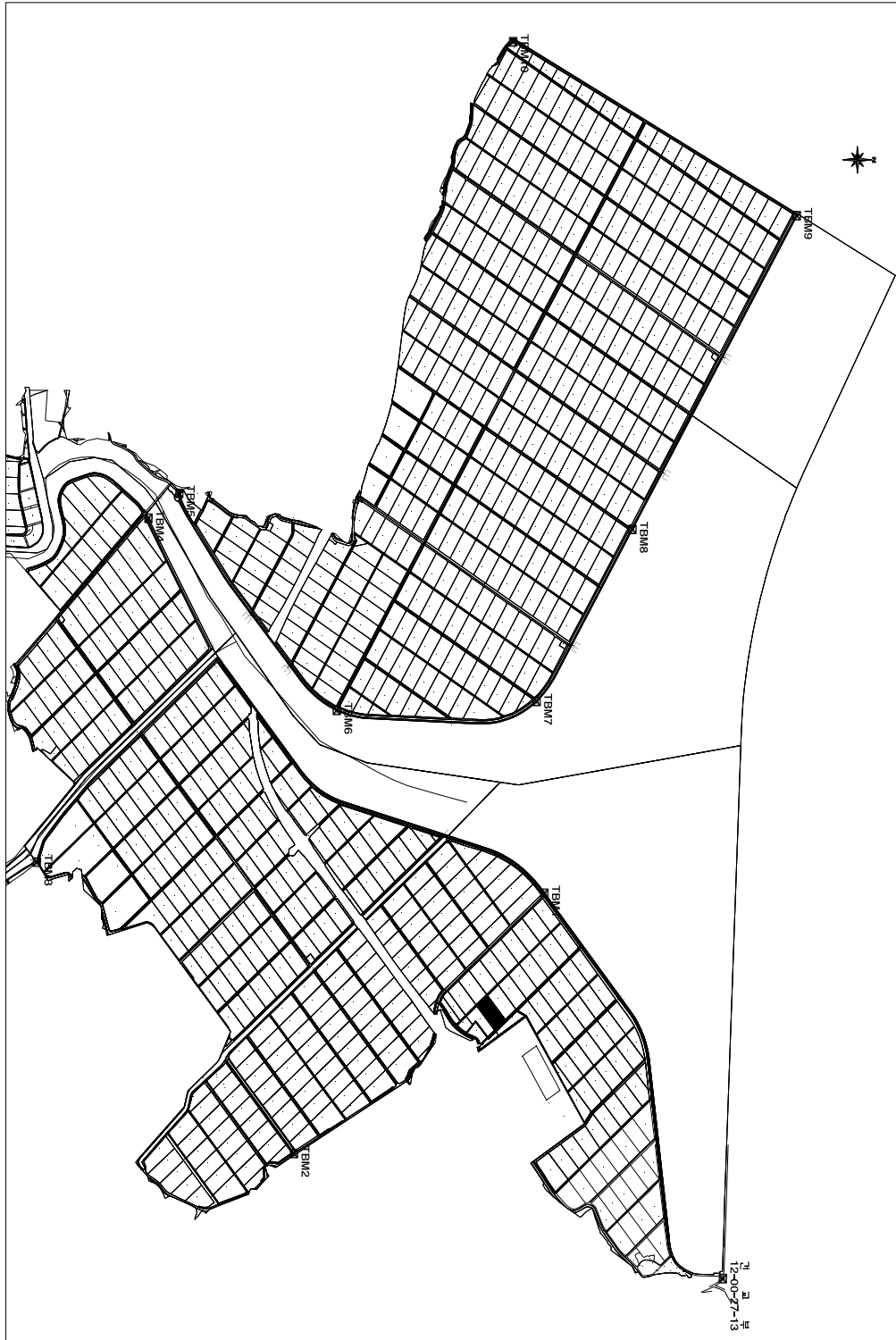
- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 수준점 10점을 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다. 본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 충청남도 당진구 송산면 가곡리 530 석문배수갑문 우측에서 40m 떨어진 화단에 매설된 1등 수준점(12-00-27-13)을 확인 측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구 내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TMB를 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 또한 조사측량 및 사업시행 시 이용에 편리하도록 침수안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 10개를 매설하였으며 그 결과는 다음과 같다.

<표 7-1> 수준점 성과표 현황

설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (EL.m)	매설위치
국토부	1등	12-00-27-13	7.4406	○ 충남 당진군 송산면 가곡리 석문방조제 배수갑문 우측 40m지점 하단에 위치.
한농공		TBM1	3.891	○ 충남 당진군 송산면 가곡리 송산 1단지 입구 우측제방 상단에 매설.
한농공		TBM2	5.372	○ 충남 당진군 송산면 무수리 송산 3단지 용수로 끝 도로 상단에 매설.
한농공		TBM3	6.482	○ 충남 당진군 송산면 무수리 백석3교 교명주 앞 지적도근점 매설.
한농공		TBM4	3.975	○ 충남 당진군 송산면 무수리 삼화교 교량 25m 전 도로옆 매설.
한농공		TBM5	3.844	○ 충남 당진군 석문면 삼화3리 양수장 사택 도로 건너편 매설.
한농공		TBM6	3.559	○ 충남 당진군 석문면 삼화3리 석문 38단지 입구 제방 우측 상단 매설.
한농공		TBM7	4.024	○ 충남 당진군 석문면 삼화3리 석문 18단지 우측 제방 상단 매설.
한농공		TBM8	3.928	○ 충남 당진군 석문면 삼화3리 석문 12단지 입구 우측 제방 상단 매설.
한농공		TBM9	2.624	○ 충남 당진군 석문면 통정리 석문 1단지 우측 제방 상단에 매설.
한농공		TBM10	4.589	○ 충남 당진군 석문면 통정리 석문 단지 석문 공단 시점 도로 옆 매설.

<그림 7-1> 석문지구 TBM 위치도



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	12-00-27-13	표 고 (E.L)	EL.(+)7.4406m
소재지	충청남도 당진군 송산면 가곡리		
위치설명	석문방조제 관리사무실앞 화단에 위치		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+3.891m)
소재지	충청남도 당진군 송산면 가곡리		
위치설명	송산 1단지 입구 우측제방상단에 매설		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+) $5.372m$
소재지	충청남도 당진군 송산면 무수리		
위치설명	송산3단지 옆 용수로 끝 도로상단에 위치		

위 치 도 (개 략 도)

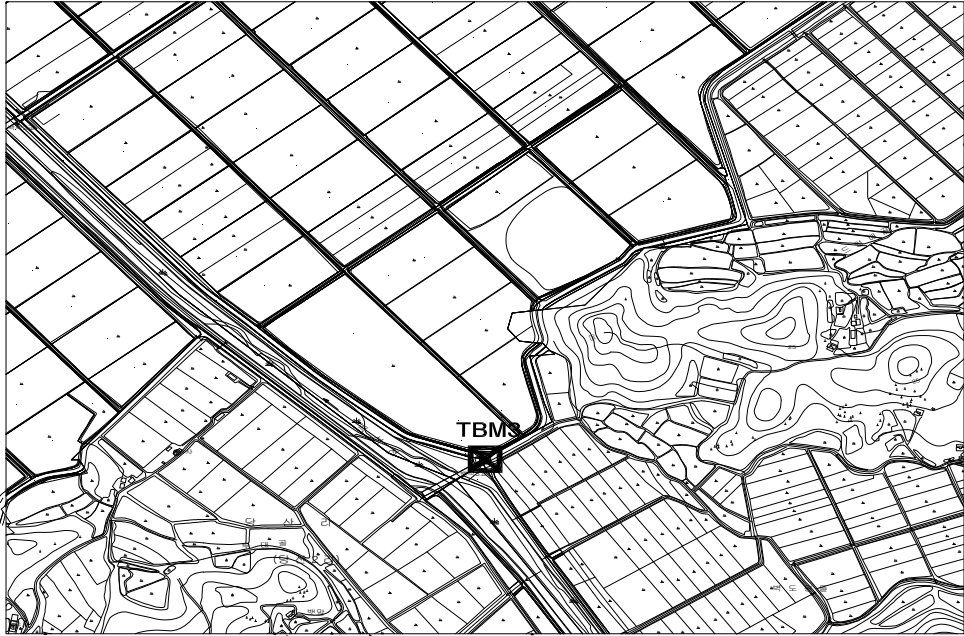


사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+6.482m
소재지	충청남도 당진군 송산면 무수리		
위치설명	백석3교 교량 교명주 앞 지적도근점		

위 치 도 (개 략 도)

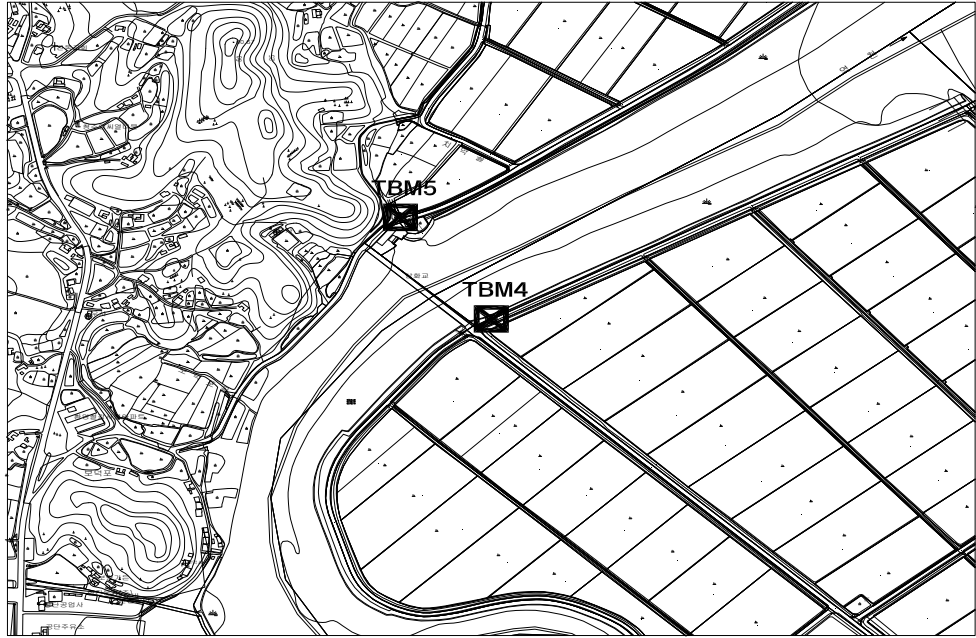


사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 4	표 고 (E.L)	EL(+3.975m)
소재지	충청남도 당진군 송산면 무수리		
위치설명	삼화교 교량 25m전 도로옆 위치		

위 치 도 (개 략 도)

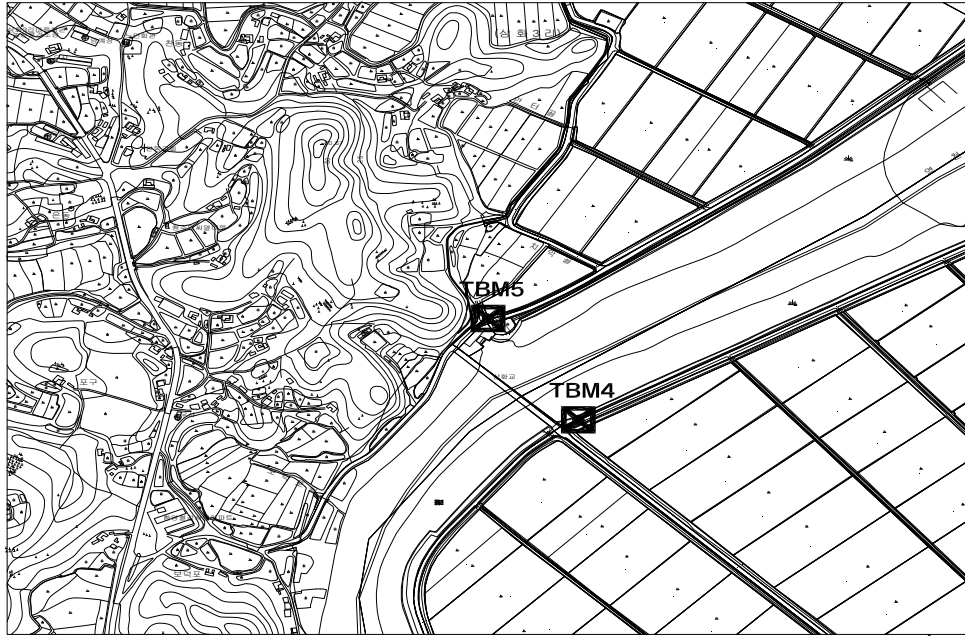


사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 5	표 고 (E.L)	EL(+3.844m
소재지	충청남도 당진군 석문면 삼화3리		
위치설명	농촌공사 양수장 사택뒤 도로건너편 위치		

위 치 도 (개 략 도)

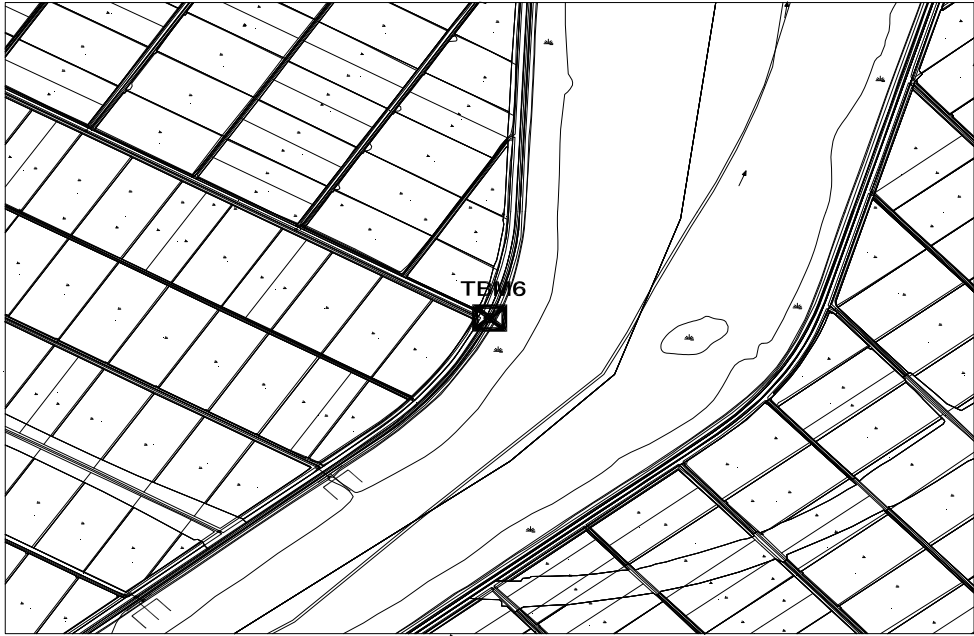


사 진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 6	표 고 (E.L)	EL(+3.559m)
소재지	충청남도 당진군 석문면 삼화3리		
위치설명	석문38단지 입구 우측제방 상단에 매설		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 7	표 고 (E.L)	EL(+4.024m
소재지	충청남도 당진군 석문면 삼화3리		
위치설명	석문 18단지 입구 우측제방 상단에 매설 위 치 도 (개 략 도)		

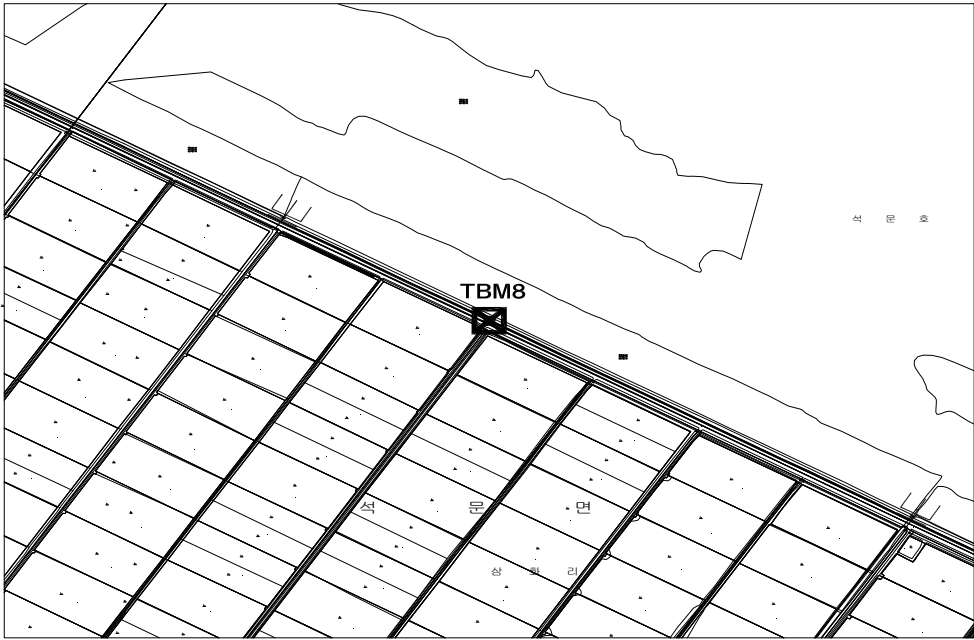


사 진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 8	표 고 (E.L)	EL(+3.928m)
소재지	충청남도 당진군 석문면 삼화3리		
위치설명	석문12단지 입구 우측제방 상단에 매설		

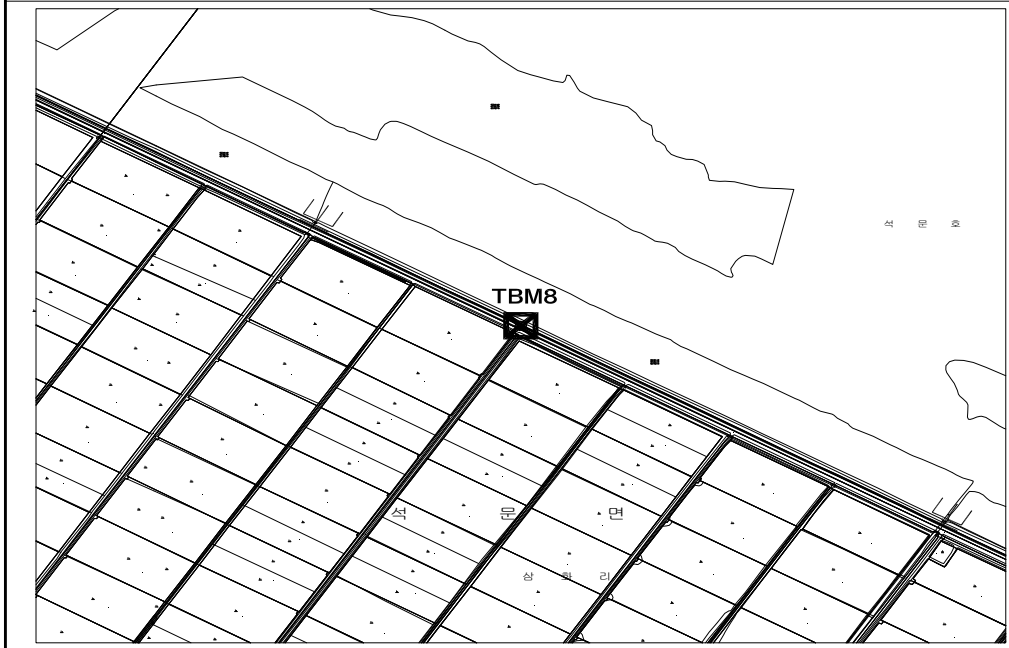
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 9	표 고 (E.L)	EL(+2.624m
소재지	충청남도 당진군 석문면 통정리		
위치설명	석문 1당진 입구 우측제방 상단에 매설 위 치 도 (개 략 도)		

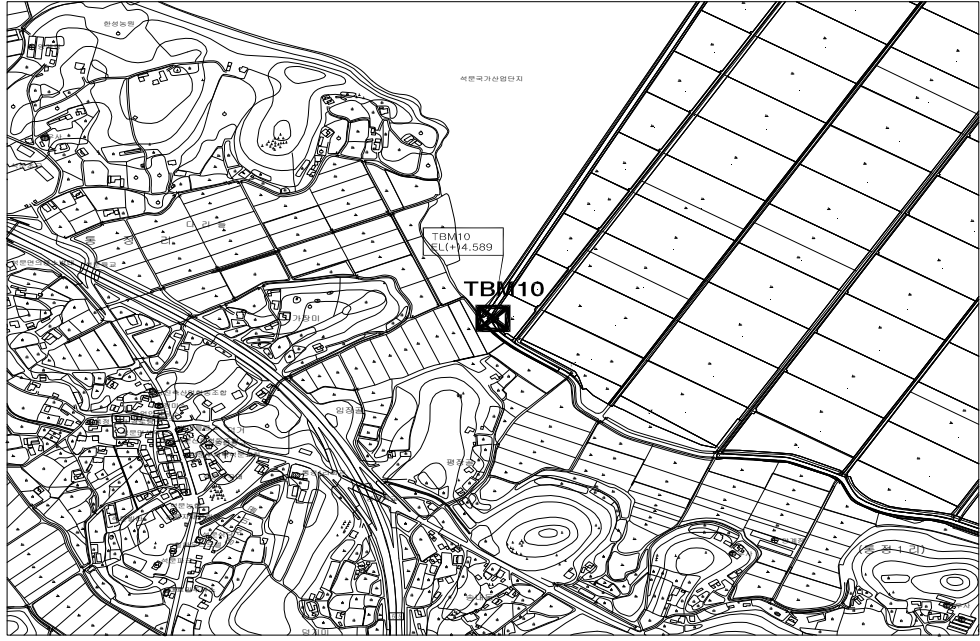


사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 10	표 고 (E.L)	EL(+).4.589m
소재지	충청남도 당진군 석문면 통정리		
위치설명	석문단지 EP 부근 도로옆에 매설		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



■ 이원간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

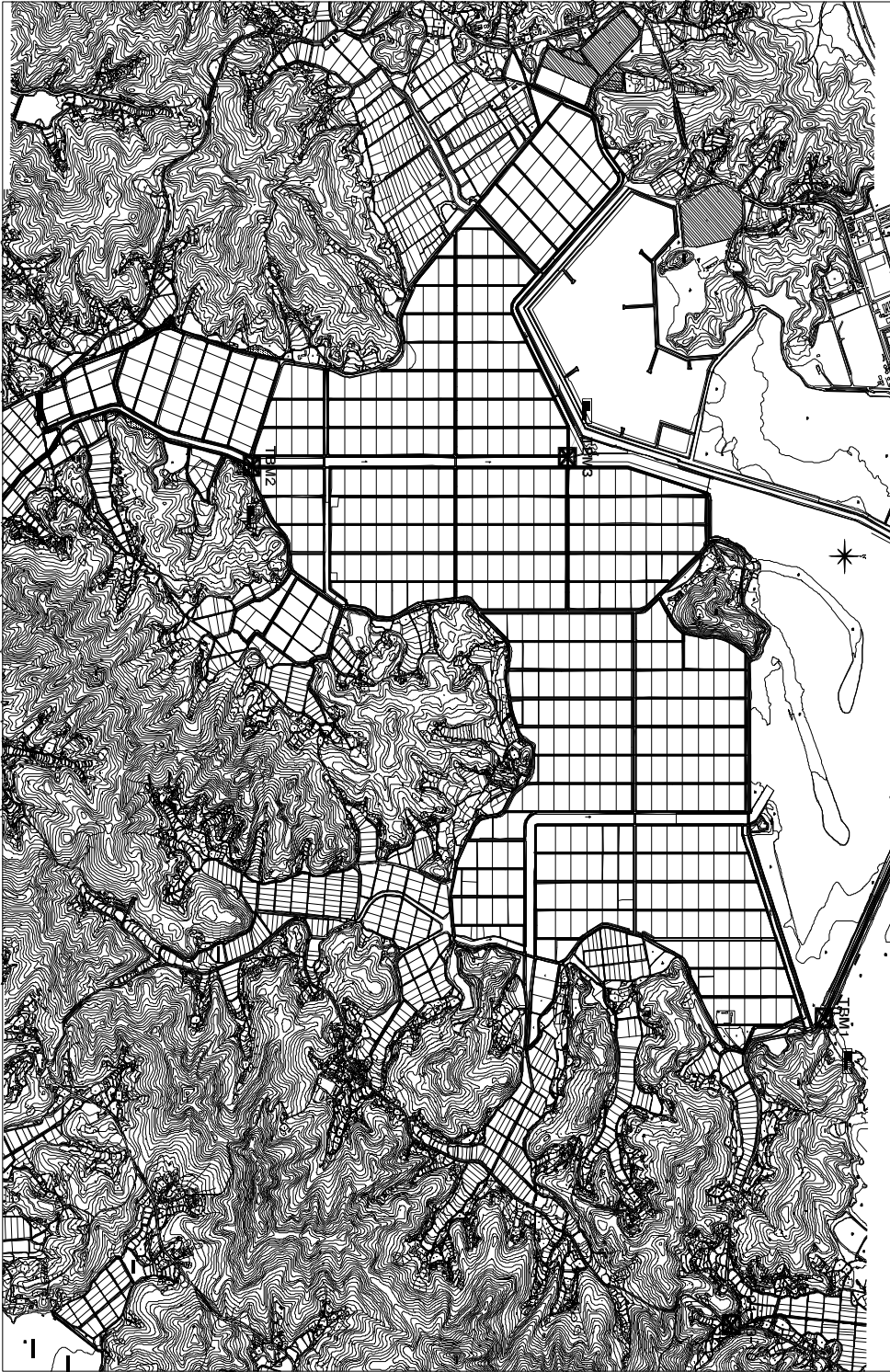
BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다.

본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 충청남도 태안군 이원면 관리 749 이원배수갑문 우측으로 약 3.6km 떨어진 삼거리 도로 코너에 매설된 1등 수준점(12-01-03-10)을 확인측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구 내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TMB를 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 조사측량 및 사업시행시 이용에 편리하도록 침수안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 3개를 매설하였으며 그 결과는 <표7-2>과 같다.

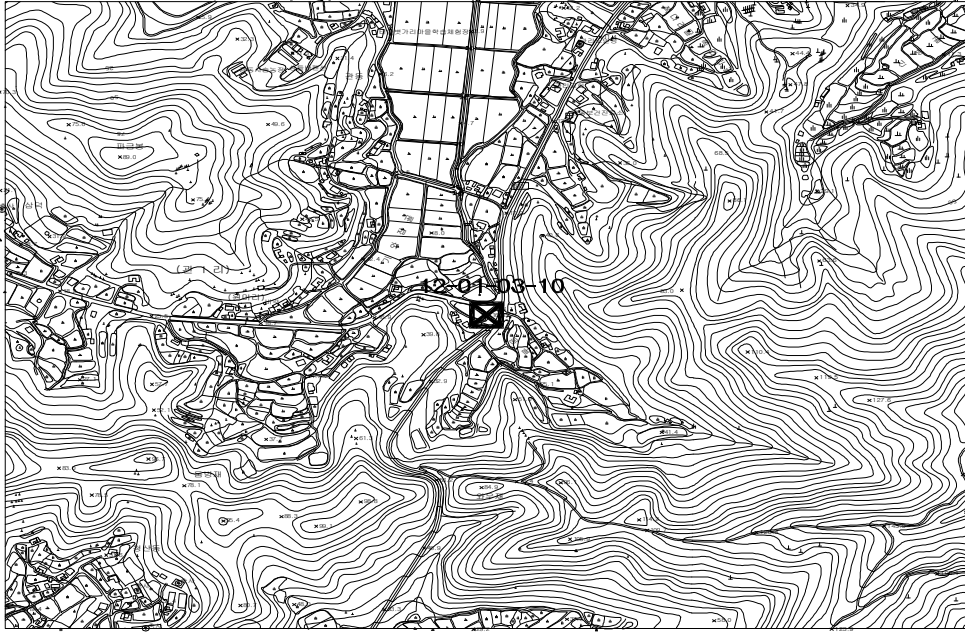
<표7-2> 수준점 성과표 현황

설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (EL.m)	매 설 위 치
국토부	1등	12-01-03-10	16.846	○ 충남 태안군 이원면 관리 이원방조 제 배수갑문 우측 3.6km지점 삼거리 도로 코너에 위치
한농공		TBM1	8.702	○ 충남 태안군 이원면 관리 이원방 조제 시점 제방에 위치
한농공		TBM2	3.683	○ 충남 태안군 이원면 이원내부개답 지 75-1단지 끝교량 코너에 위치
한농공		TBM3	1.649	○ 충남 태안군 이원면 이원내부개답 지 11-7단지 끝 교량 코너에 위치

<그림7-2> 이원지구 TBM 위치도



수준점 (B.M) 성과표			
B.M번호	12-01-03-10	표고 (E.L)	EL(+)16.846m
소재지	충남 태안군 이원면 관리		
위치설명	지방도 603호선 이원면 당산1리 마을회관에서 내리 방향 약 1.7km 지점 삼거리 방조제 방향 좌측 도로 코너에 위치함.		
위 치 도 (개 략 도)			

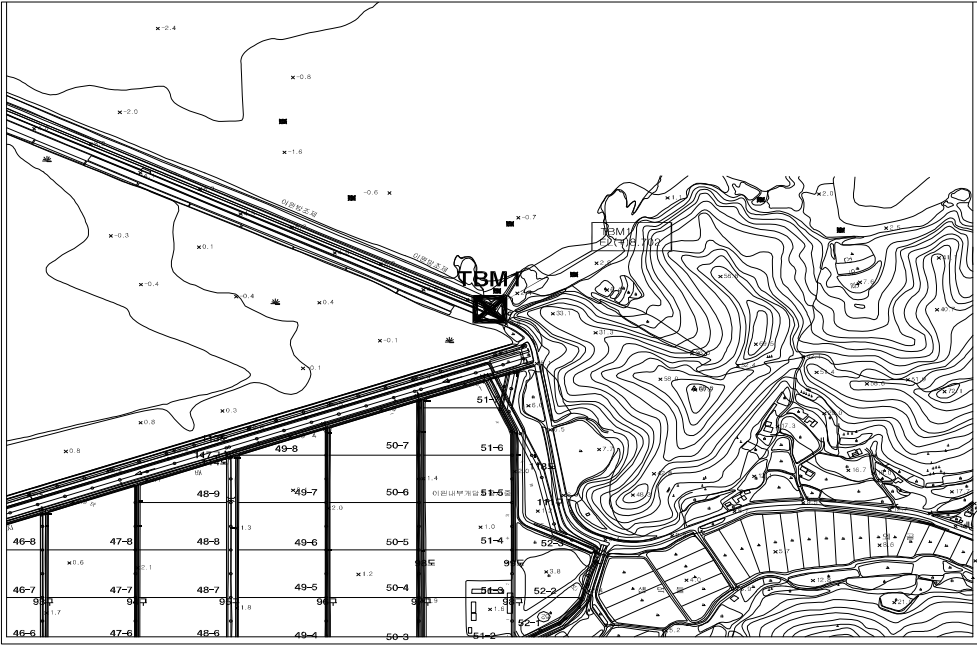


사 진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+) $8.702m$
소재지	충남 태안군 이원면 관리 일원		
위치설명	이원방조제 시점 제방상단에 위치		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+3.683m)
소재지	충남 태안군 원북면 이곡리 일원		
위치설명	이원내부개답지 75-1단지 끝 교량 코너에 위치		

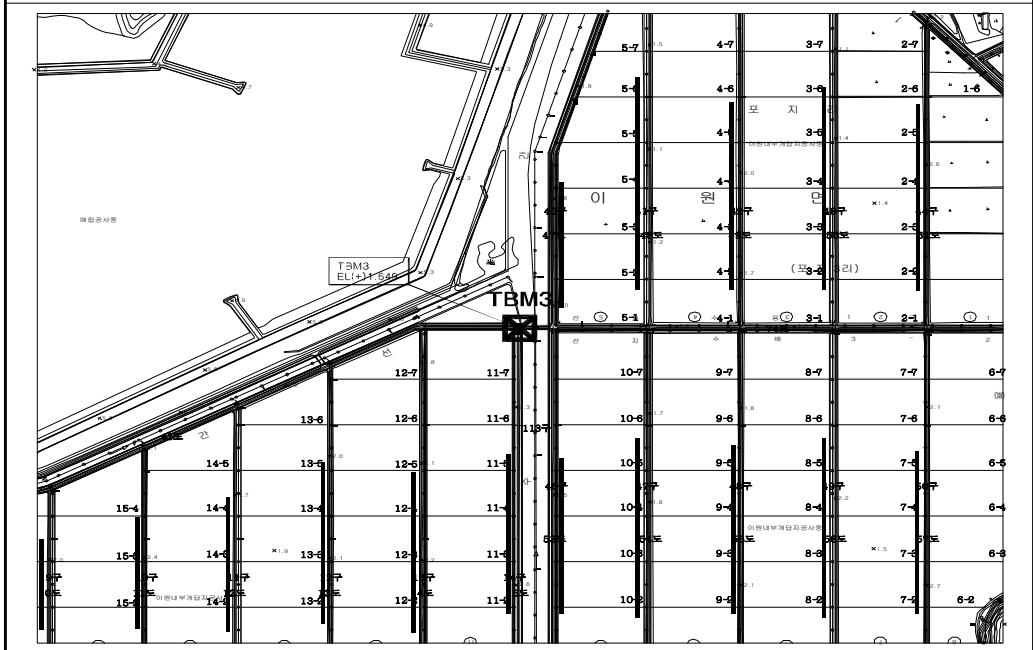
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+).1.649m
소재지	충남 태안군 이원면 포지3리 일원		
위치설명	이원내부개답지 11-7단지 교량 끝 코너에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			



사 진



■ 부사간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

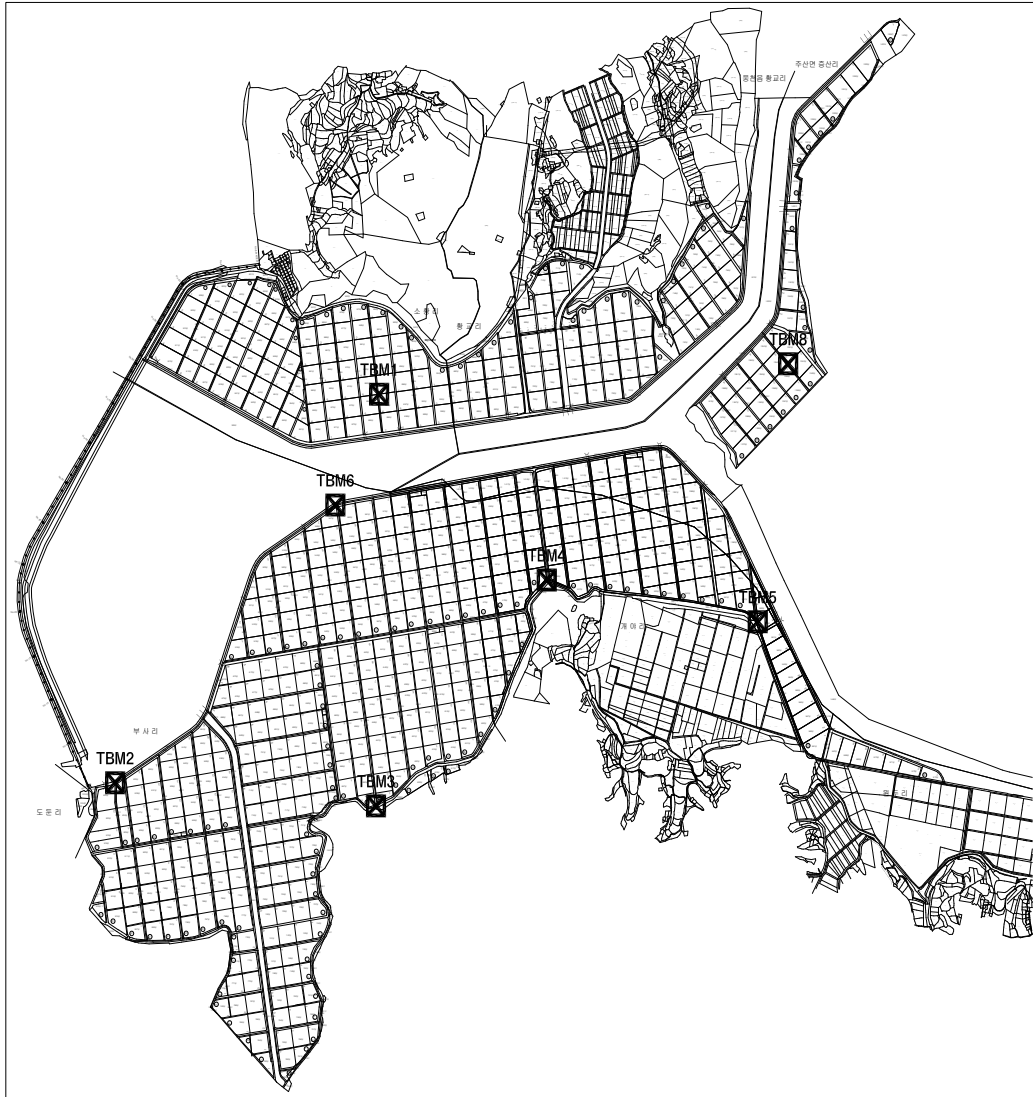
BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다.

본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 충청남도 충청남도 서천군 서면 신탐리 475-23 서면중학교 화단에 매설된 1등 수준점(12-00-39-01)을 확인측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구 내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TBM을 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 조사측량 및 사업시행 시 이용에 편리하도록 침수 안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 7개를 매설하였으며 그 결과는 <표7-3>과 같다.

<표7-3> 수준점 성과표 현황

설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (ELm)	매설위치
국토부	1등	12-00-39-01	15.3946	○ BM37-14-00(비인초등학교)에서 서쪽도로를 따라 약 400M 진행하여 사거리가 나오면 약 5KM 정도 607번 지방도를 따라 직진하면 서면중학교 앞 삼거리가 나온다. 이곳 정문 좌측 화단에 위치함.
한농공		TBM1	0.955	○ 충청남도 보령시 웅천읍 소항리 일원 지구내 14-5단지 논뚝에 석BM에 위치
한농공		TBM2	4.022	○ 충청남도 서천군 서면 도둔리 일원 부사방 조제 배수갑문 옆 142-3단지 끝 제방도로에 위치
한농공		TBM3	6.357	○ 충청남도 서천군 서면 부사리 일원 지구내 95단지 시점 도로 지적도근점에 위치
한농공		TBM4	3.849	○ 충청남도 서천군 서면 개야리 일원 지구내 86-1단지 시점 도로 지적도근점에 위치
한농공		TBM5	2.621	○ 충청남도 서천군 서면 개야리 일원 지구내 57-1단지 시점 도로 지적도근점에 위치
한농공		TBM6	1.760	○ 충청남도 서천군 서면 개야리 일원 지구내 79-7단지 끝 도로 지적도근점에 위치
한농공		TBM7	2.246	○ 충청남도 보령시 주산면 증산리 일원 지구내 50-2단지 논뚝 석BM에 위치

<그림7-3> 부사지구 TBM 위치도



수준점 (B.M) 성과표			
B.M번호	12-00-39-01	표고 (E.L)	EL(+) 15.3946m
소재지	충청남도 서천군 서면 신합리 475-23		
위치설명	서쪽도로를 따라 약 400M 진행하여 607번 지방도를 따라 직진하면 서면중학교 앞 삼거리가 나온다. 이곳 정문 좌측 화단에 위치함.		
위 치 도 (개 략 도)			

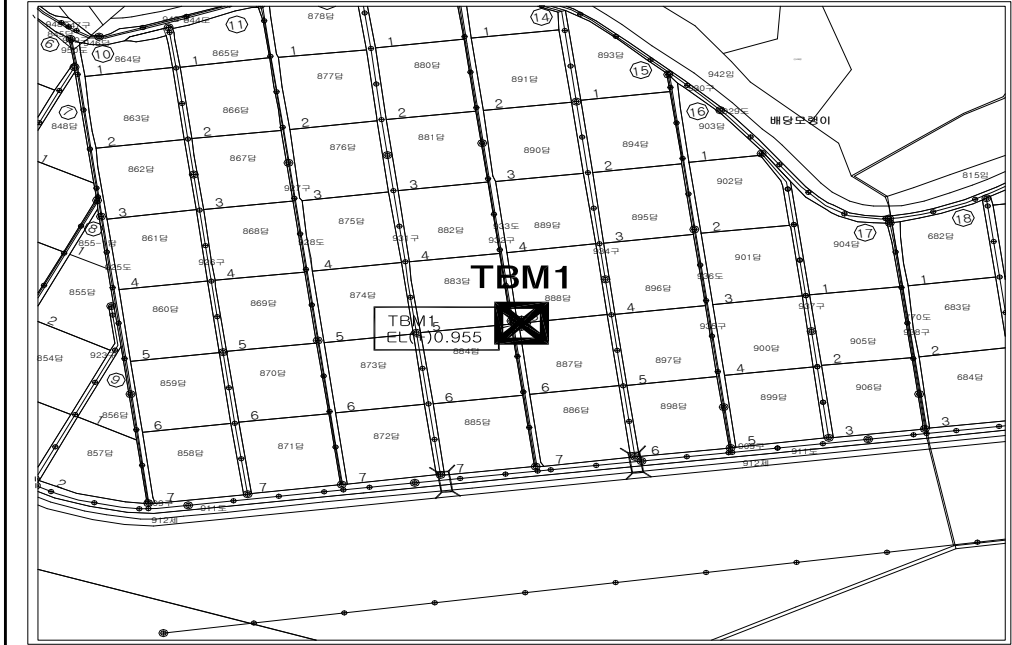


사 진



수준 점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+0.955m)
소재지	충청남도 보령시 웅천읍 소항리		
위치설명	지구내 14-5단지 논둑에 석BM에 위치		

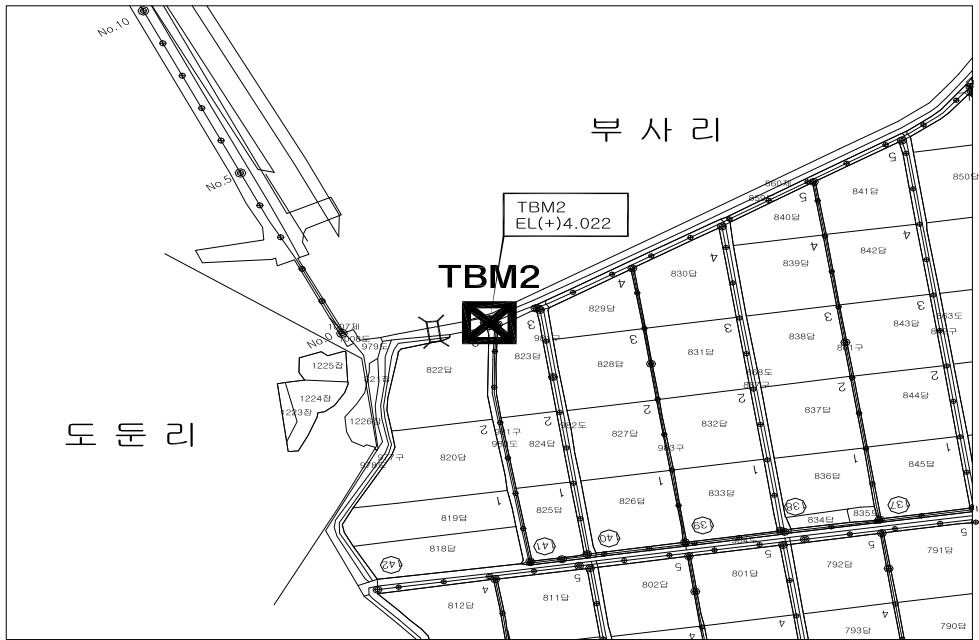
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+4.022m
소재지	충청남도 서천군 서면 도둔리		
위치설명	부사방조제 배수갑문 옆 142-3단지 끝 제방도로에 위치 위 치 도 (개 략 도)		

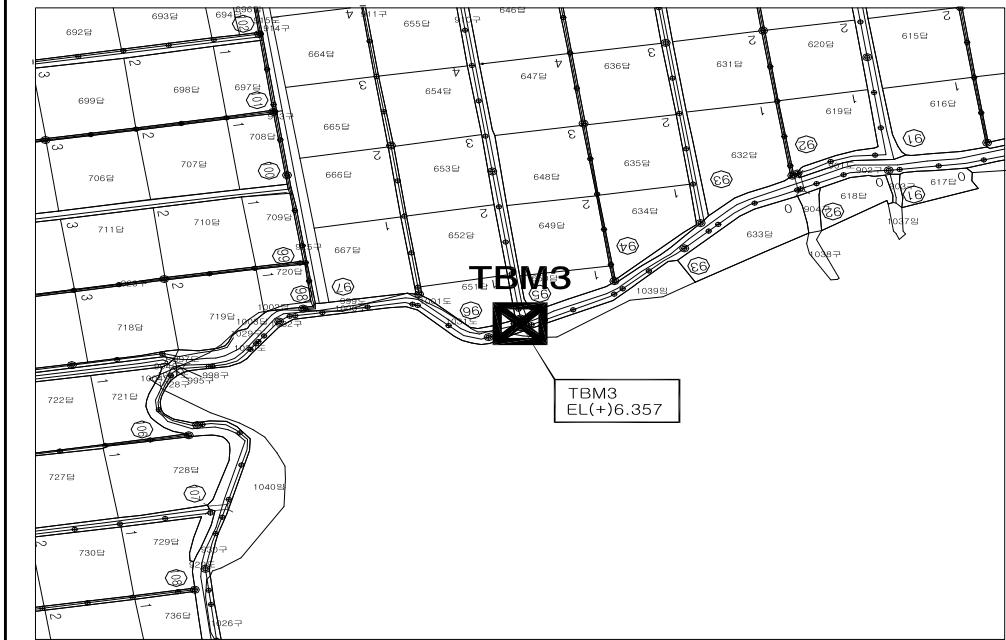


사 진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+6.357m)
소재지	충청남도 서천군 서면 부사리		
위치설명	지구내 95단지 시점 도로 지적도근점에 위치		

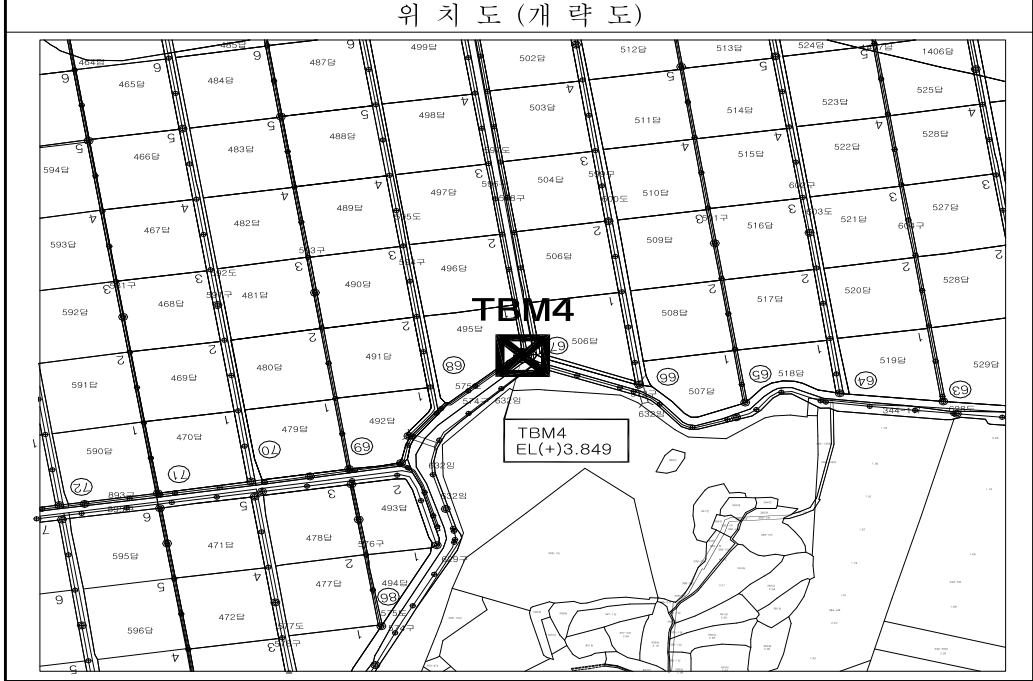
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 4	표 고 (E.L)	EL(+) $3.849m$
소재지	충청남도 서천군 서면 개야리		
위치설명	지구내 86-1단지 시점 도로 지적도근점에 위치		



사 진



수준 점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 5	표 고 (E.L)	EL(+2.621m)
소재지	충청남도 서천군 서면 개야리		
위치설명	지구내 57-1단지 시점 도로 지적도근점에 위치		

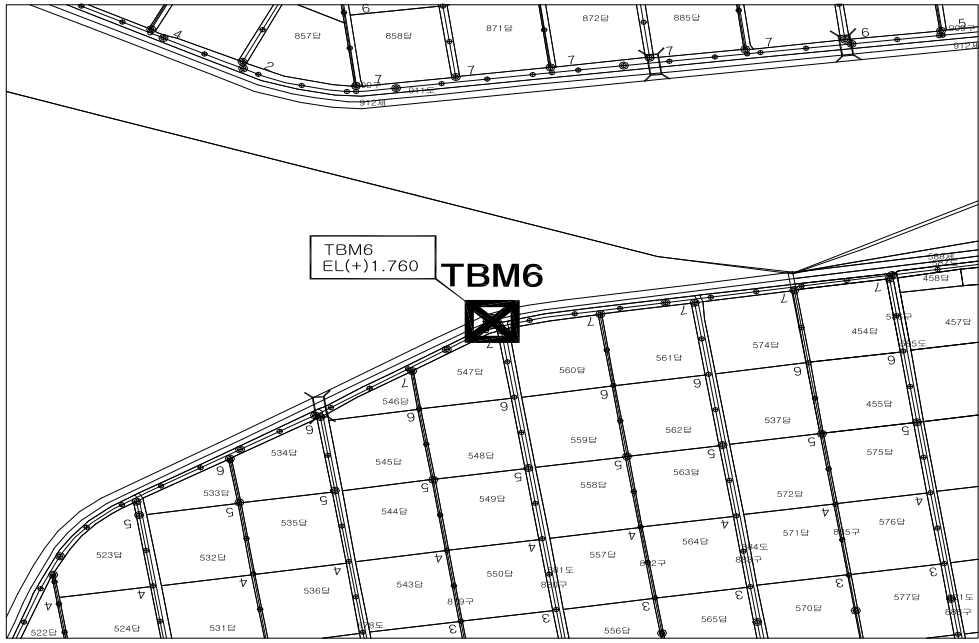
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 6	표 고 (E.L)	EL(+1.760m
소재지	충청남도 서천군 서면 개야리		
위치설명	지구내 79-7단지 끝 도로 지적도근점에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			

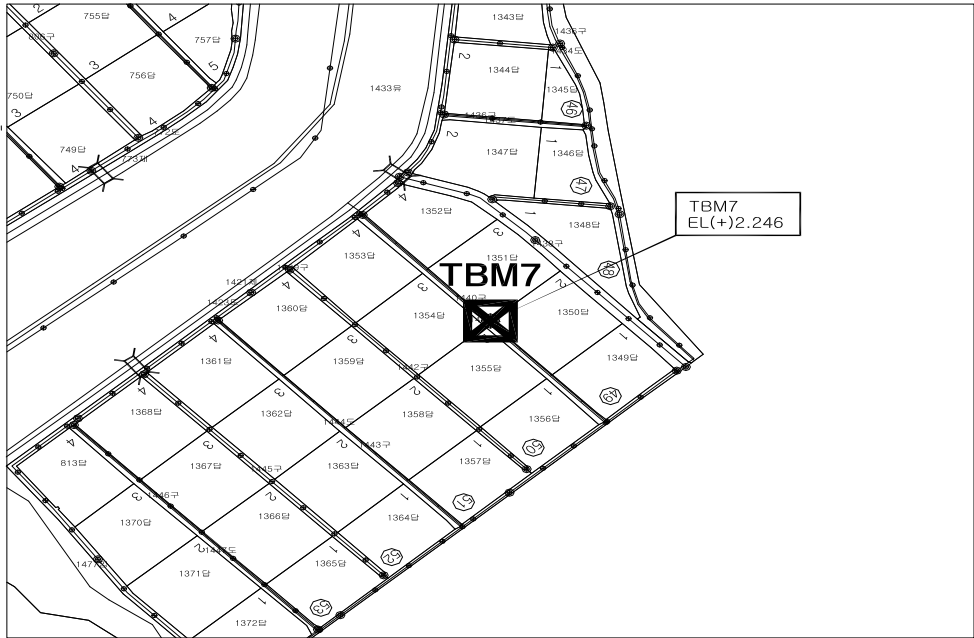


사 진



수준 점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 7	표고 (E.L)	EL(+).2.246m
소재지	충청남도 보령시 주산면 증산리		
위치설명	지구내 50-2단지 논둑 석BM에 위치		

위치도 (개략도)



사 진



■ 삼산간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

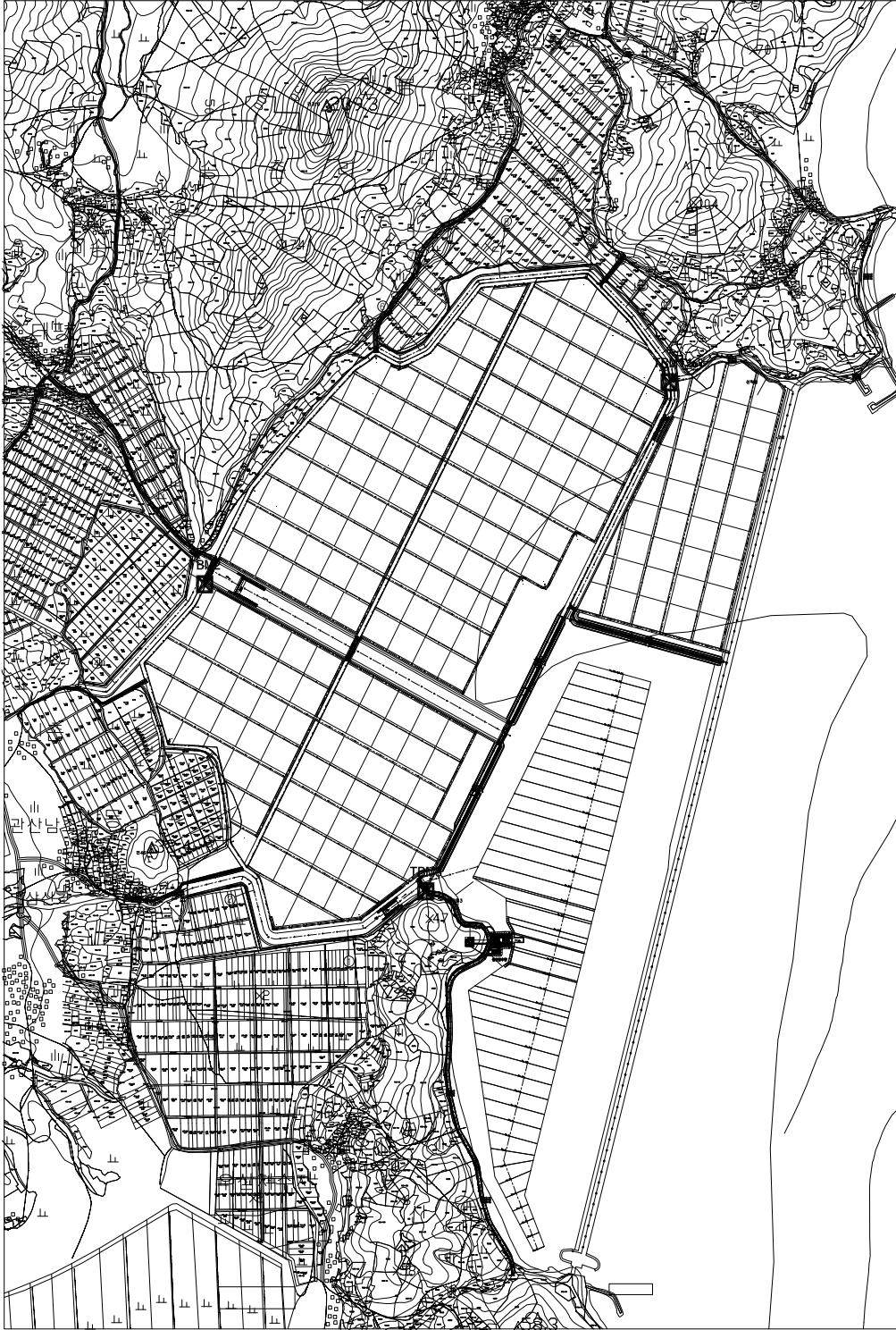
BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다.

본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 전남 장흥군 관산읍 송촌리 376-1번지에 매설된 1등 수준점(14-08-18-21)을 확인측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구 내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TMB를 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 조사측량 및 사업시행 시 이용에 편리하도록 침수안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 3개를 매설하였으며 그 결과는 <표7-4>과 같다.

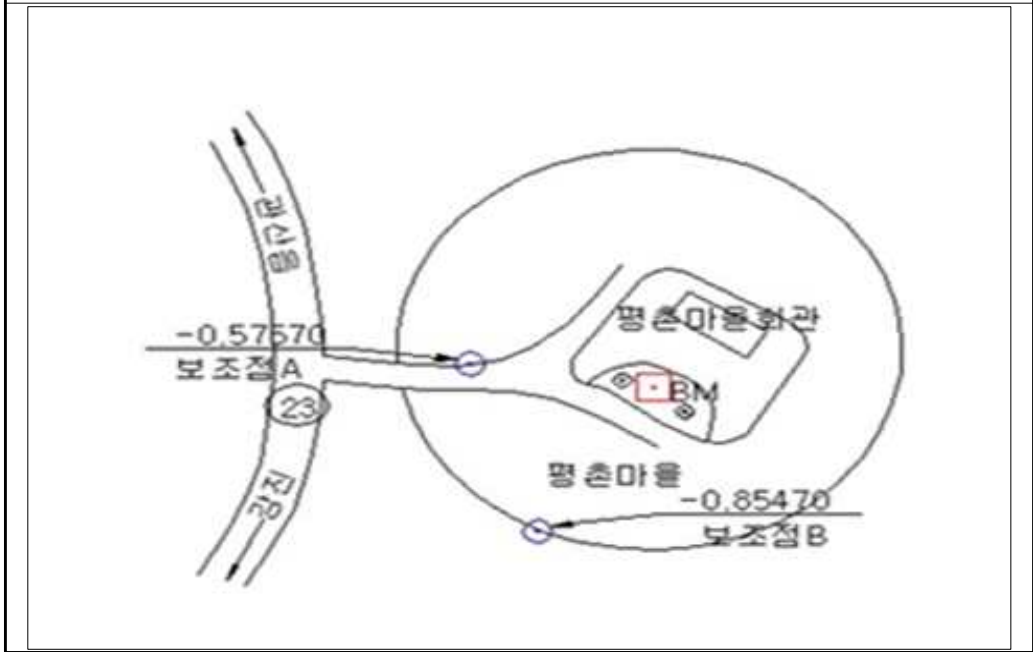
<표7-4> 수준점 성과표 현황

설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (EL.m)	매 설 위 치
국토부	1등	14-08-18-21	10.5978	○ 관산읍 송촌리에 위치한 평촌 마을회관 좌측 화단에 위치함
한농공		TBM1	3.913	○ 전남 장흥군 관산읍 송촌리 일 원 지구내 간척지 내부개답 39-6 단지 끝 교량 시점 도근점 위치
한농공		TBM2	3.458	○ 전남 장흥군 관산읍 송촌리 일 원 지구내 중앙배수로 시점 교량 앞 도근점 위치
한농공		TBM3	3.473	○ 전남 장흥군 관산읍 송촌리 일 원 지구내 간척지 내부개답 23-6 단지 끝 교량 건너 도로 위치

<그림7-4> 삼산지구 TBM 위치도



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	14-08-18-21	표 고 (E.L)	EL(+) 10.5978m
소재지	전남 장흥군 관산읍 송촌리 376-1번지		
위치설명	관산읍 송촌리에 위치한 평촌마을회관 좌측 화단에 위치함		
위 치 도 (개 략 도)			

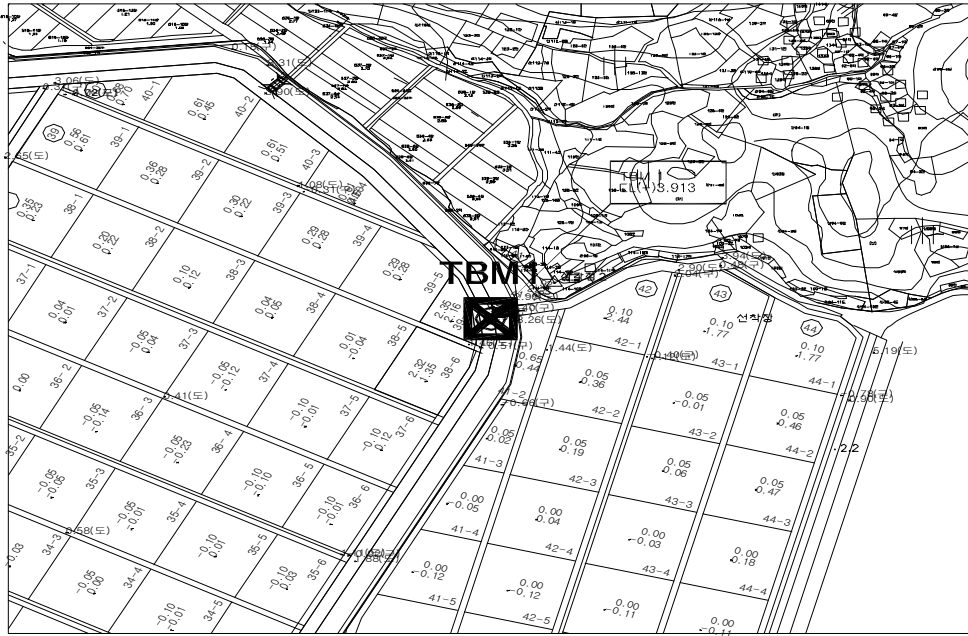


사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+3.913m
소재지	전남 장흥군 관산읍 송촌리 일원		
위치설명	지구내 간척지 내부개답 39-6단지 끝 교량 시점 도근점 위치		

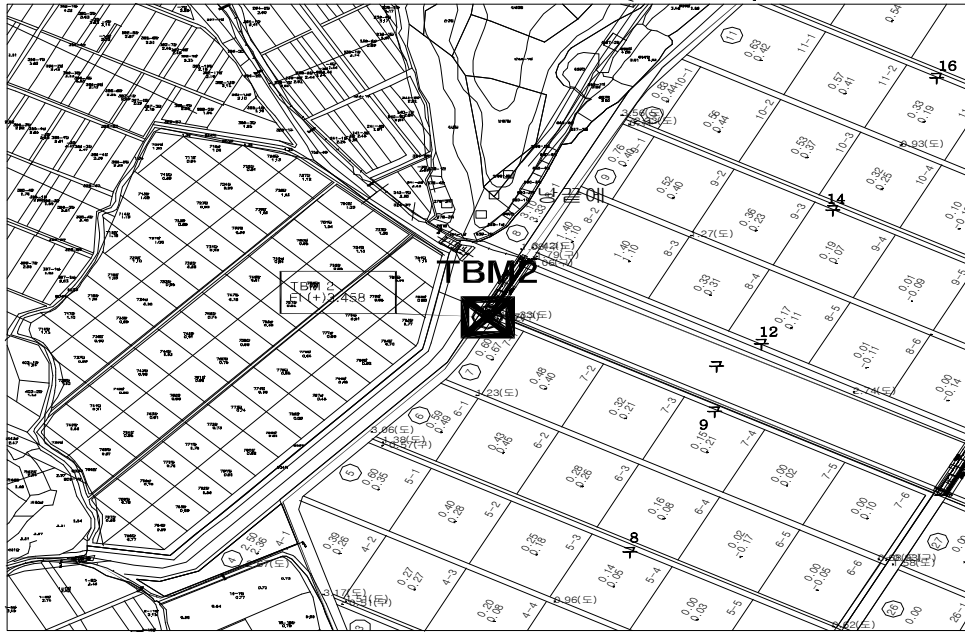
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+3.458m)
소재지	전남 장흥군 관산읍 송촌리 일원		
위치설명	지구내 중앙배수로 시점 교량 앞 도근점 위치		
위 치 도 (개 략 도)			

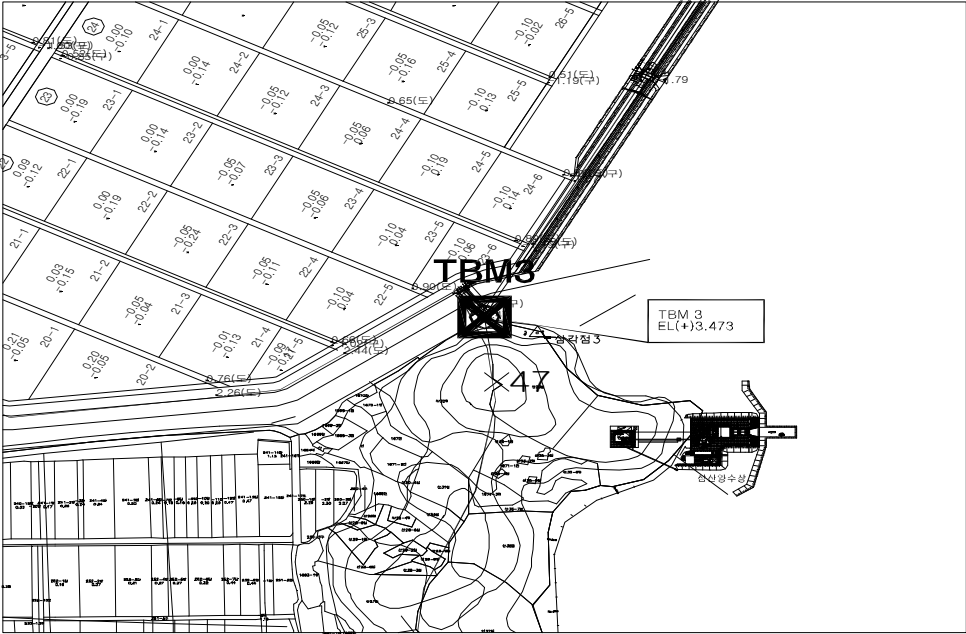


사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+).3.473m
소재지	전남 장흥군 관산읍 송촌리 일원		
위치설명	지구내 간척지 내부개답 23-6단지 끝 교량 건너 도로 위치		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



■ 군내간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2 등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

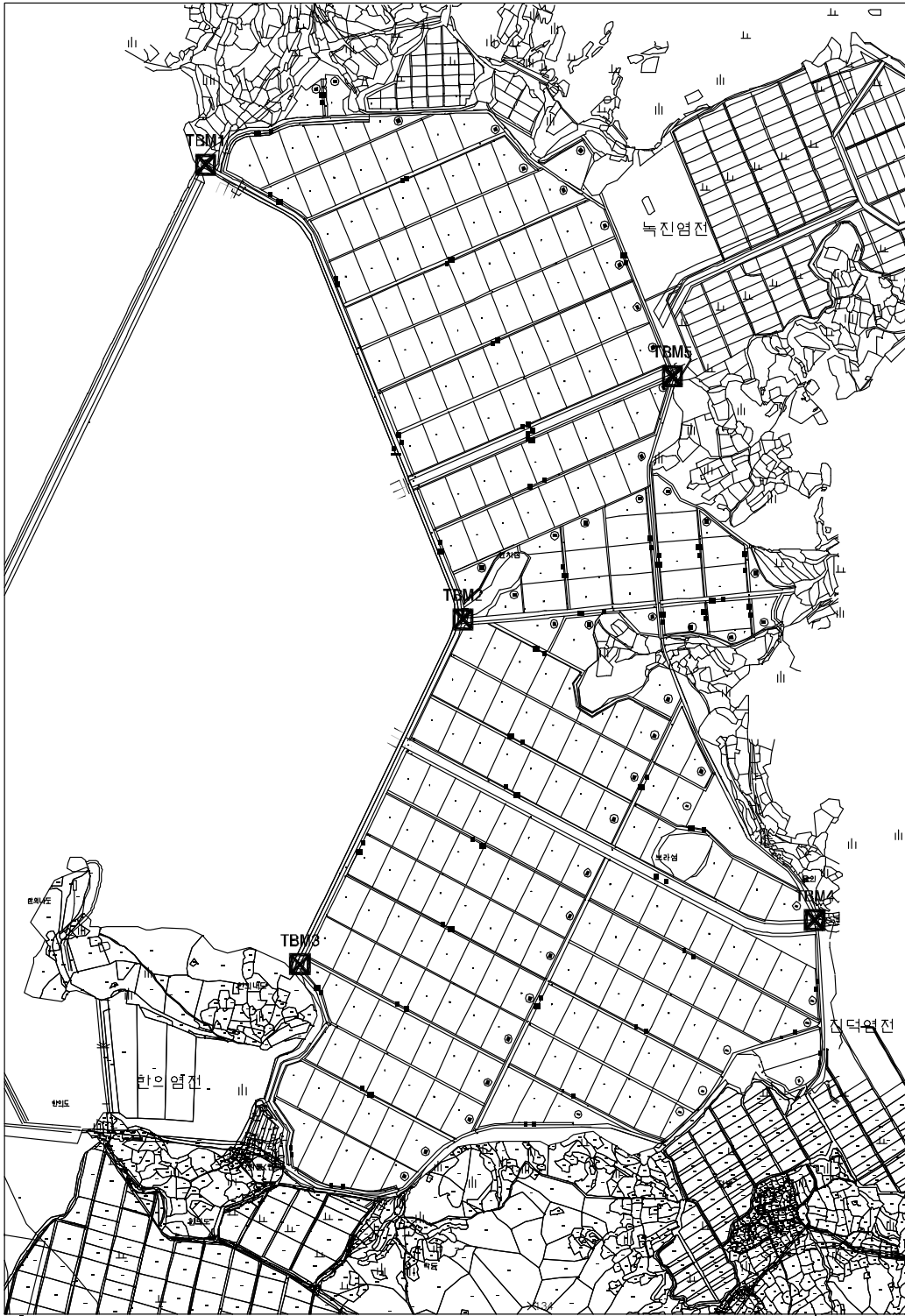
BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다.

본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 전남 진도군 군내면 녹진리 219-4 매설된 1등 수준점(14-06-12-05)을 확인측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구 내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TMB를 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 조사측량 및 사업시행 시 이용에 편리하도록 침수안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 5개를 매설하였으며 그 결과는 <표7-5>과 같다.

<표7-5> 수준점 성과표 현황

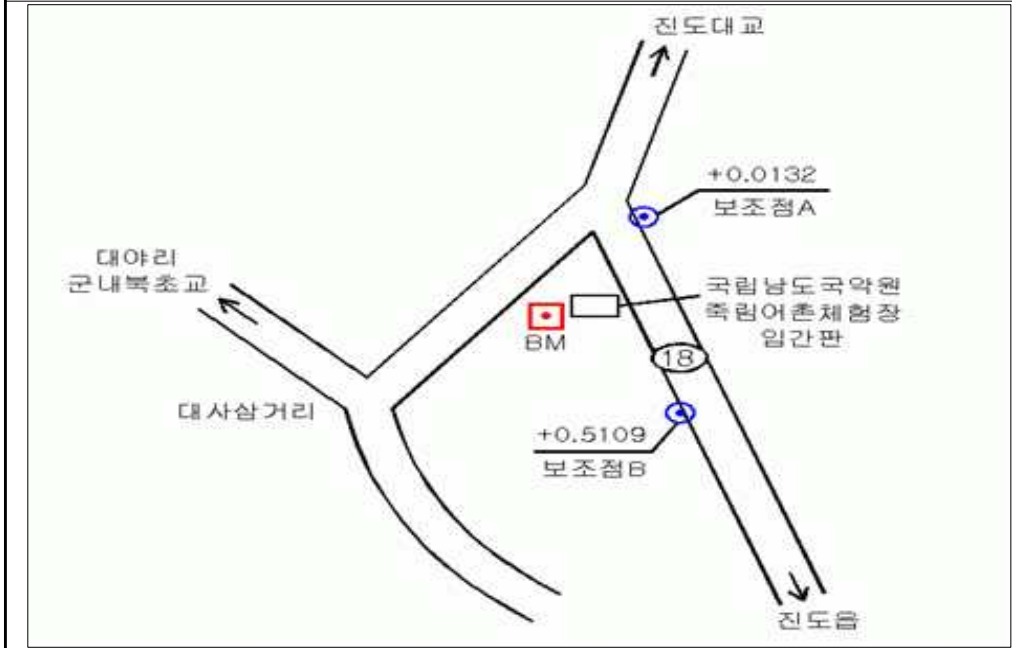
설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (EL.m)	매 설 위 치
국토부	1등	14-06-12-05	13.5922	○ 군내중학교가 삼거리에서 1.4KM쯤 가면 고개(해발800M)에 이르게 되며 고개를 넘어 100M 내려가면 우측은 산이며 좌측으로 논이 있는 곳에 나타남.
한농공		TBM1	4.956	○ 진도군 군내면 덕병리 일원 지구내 47-6단지 끝 제방 도로에 옆에 위치
한농공		TBM2	1.591	○ 진도군 군내면 덕병리 일원 지구내 22-8단지 끝 양수장 옆도로에 위치
한농공		TBM3	0.704	○ 진도군 군내면 덕병리 일원 지구내 14-8단지 끝 도로 아스팔트 도로에 위치
한농공		TBM4	3.385	○ 진도군 군내면 덕병리 일원 지구내 8-1단지 시점 도로옆 도근점에 위치
한농공		TBM5	1.531	○ 진도군 군내면 덕병리 일원 지구내 39-1단지 시점 배수문 옆 도로에 위치

<그림7-5> 군내지구 TBM 위치도



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	14-06-12-05	표 고 (E.L)	EL(+) 13.5922m
소재지	전라남도 진도군 군내면 녹진리 219-4		
위치설명	삼거리 국립남도국악원 간판옆에 위치		

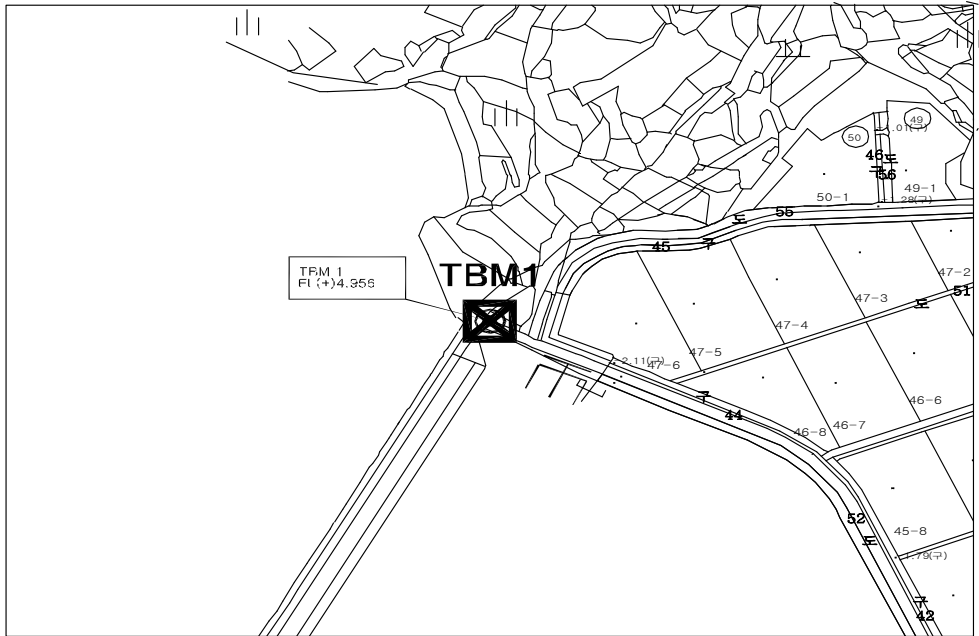
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+).4.956m
소재지	진도군 군내면 덕병리 일원		
위치설명	지구내 47-6단지 끝 제방 도로에 옆에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			

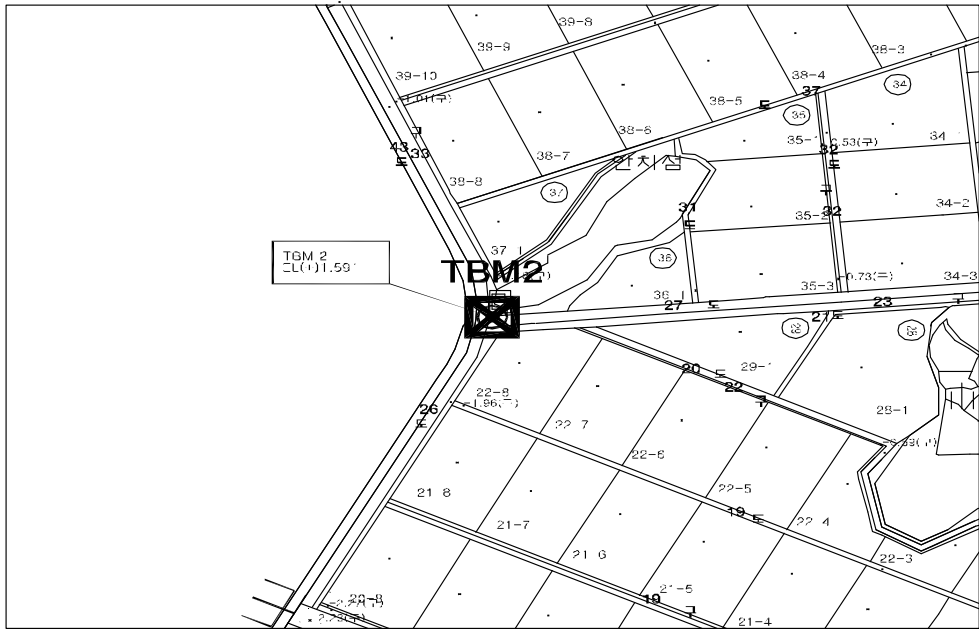


사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+)1.591m
소재지	진도군 군내면 덕병리 일원		
위치설명	지구내 22-8단지 끝 양수장 옆도로에 위치		

위 치 도 (개 략 도)

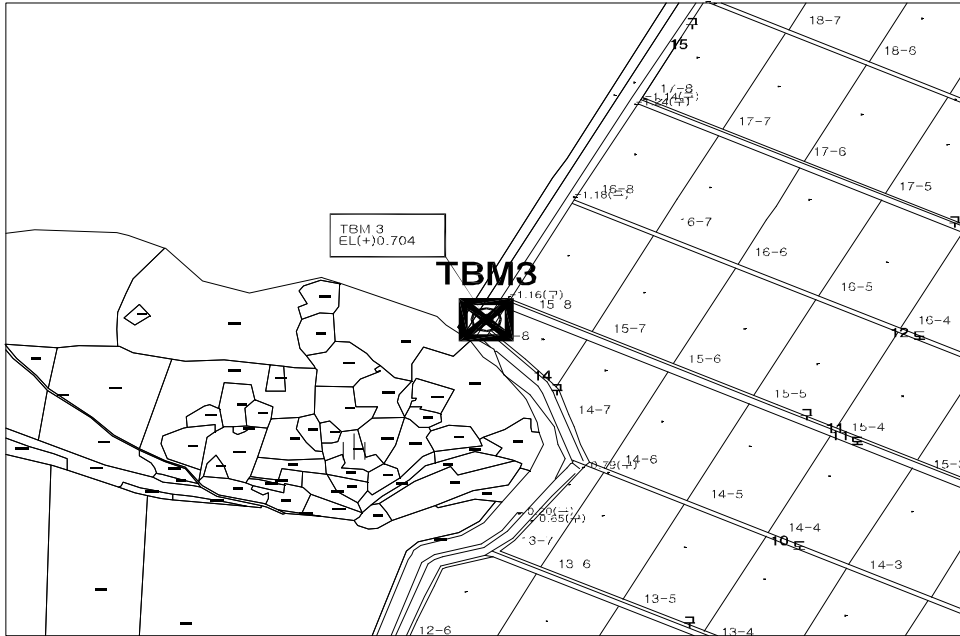


사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+).704m
소재지	진도군 군내면 덕병리 일원		
위치설명	지구내 14-8단지 끝 도로 아스팔트 도로에 위치		

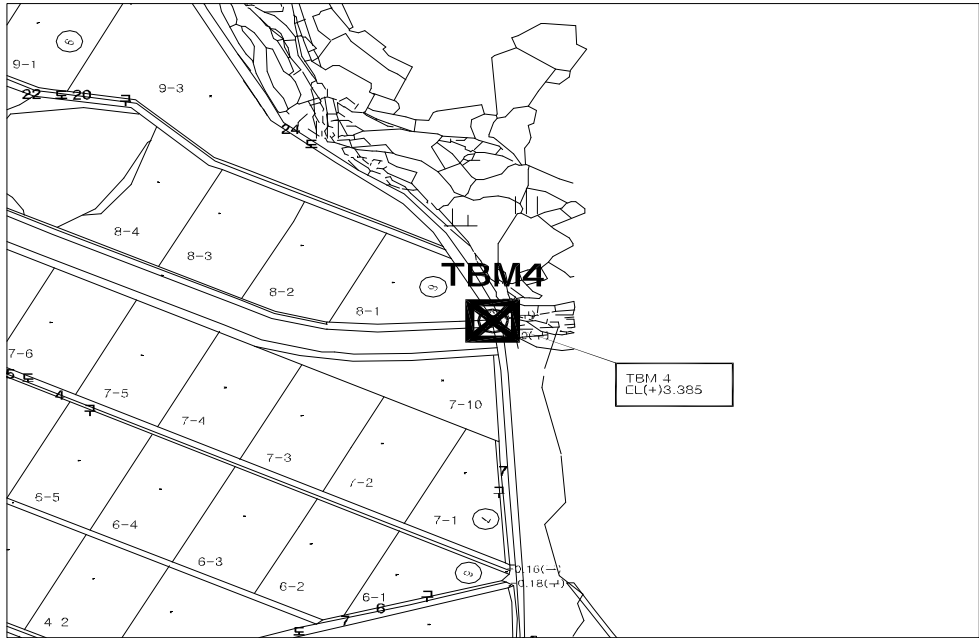
위 치 도 (개 략 도)



사 진



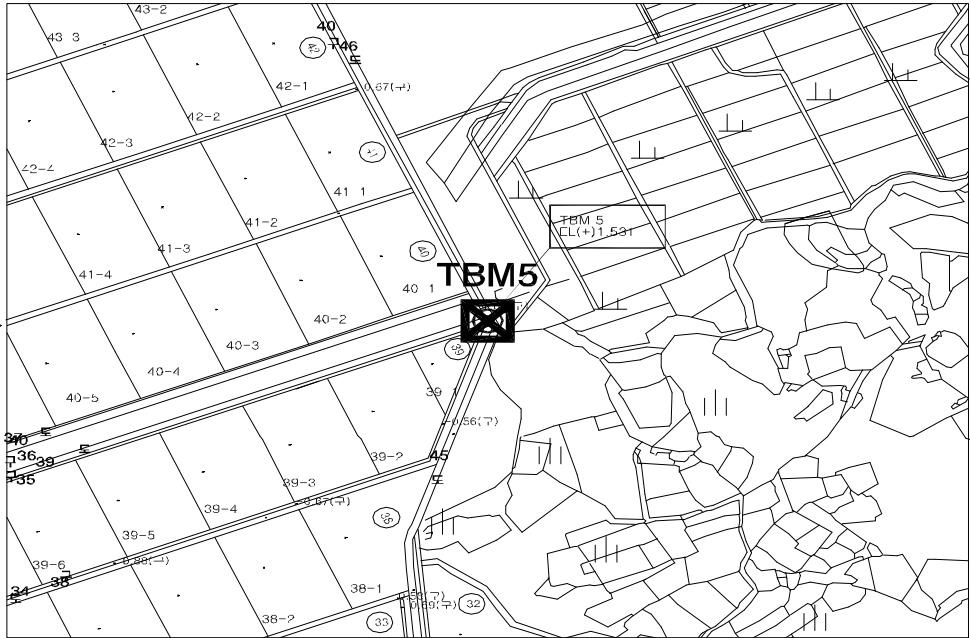
수준점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 4	표고 (E.L)	EL(+)3.385m
소재지	진도군 군내면 덕병리 일원		
위치설명	지구내 8-1단지 시점 도로옆 도근점에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 5	표 고 (E.L)	EL(+).1.531m
소재지	진도군 군내면 덕병리 일원		
위치설명	지구내 39-1단지 시점 배수문 옆 도로에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			



사 진



■ 보전간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2 등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다.

본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 전남 매설된 1등 수준점(14-00-33-01)을 확인측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TMB를 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 조사측량 및 사업시행 시 이용에 편리하도록 침수안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 3개를 매설하였으며 그 결과는 <표7-6>과 같다.

<표7-6> 수준점 성과표 현황

설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (EL.m)	매 설 위 치
국토부	1등	14-00-33-01	10.9608	○ 진도군 지산면 소재지에있는 진도강황영농조합에서 지산면 방 향으로 약 200M 지점 도로 우측 화단에 위치함.
한농공		TBM1	2.112	○ 전남 진도군 지산면 보전리 일 원 지구내 배수장 옆에 도로에 위치
한농공		TBM2	0.449	○ 전남 진도군 지산면 거제리 일 원 지구내 간척지 내부개답 제방 좌측 끝 도로에 위치
한농공		TBM3	1.834	○ 전남 진도군 지산면 보전리 일 원 지구내 중앙뱃수로 시점 좌측 도로에 위치

<그림7-6> 보전지구 TBM 위치도



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	14-00-33-01	표 고 (E.L)	EL(+)10.9608m
소재지	전남 진도군 지산면 삼당리 사나 171-2번지		
위치설명	진도군 지산면 소재지에있는 진도강황영농조합에서 지산면 방향으로 약 200M 지점 도로 우측 화단에 위치함.		
위 치 도 (개 략 도)			

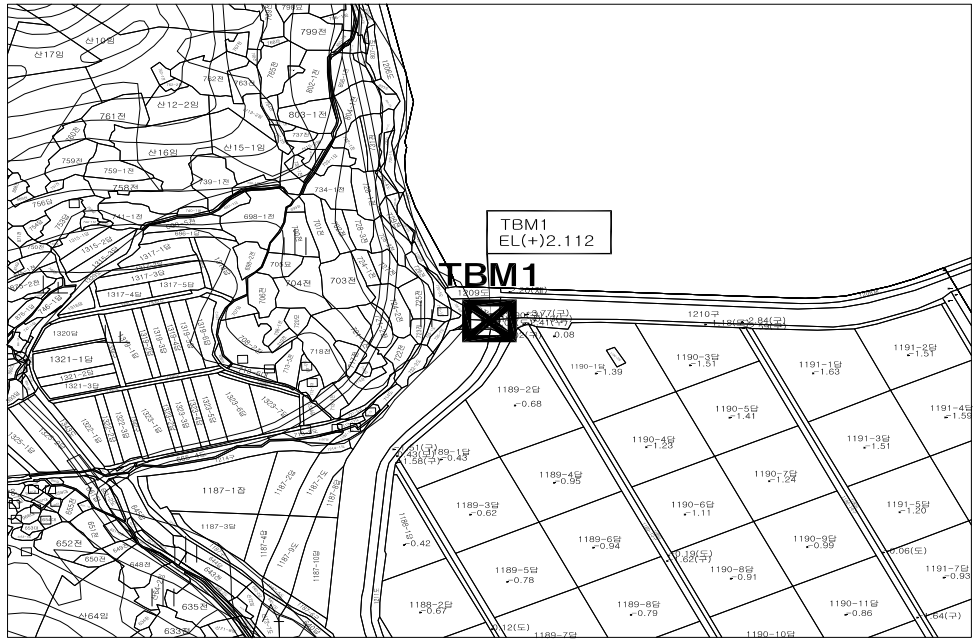


사 진



수준 점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+).2.112m
소재지	전남 진도군 지산면 보전리 일원		
위치설명	지구내 배수장 옆에 도로에 위치		

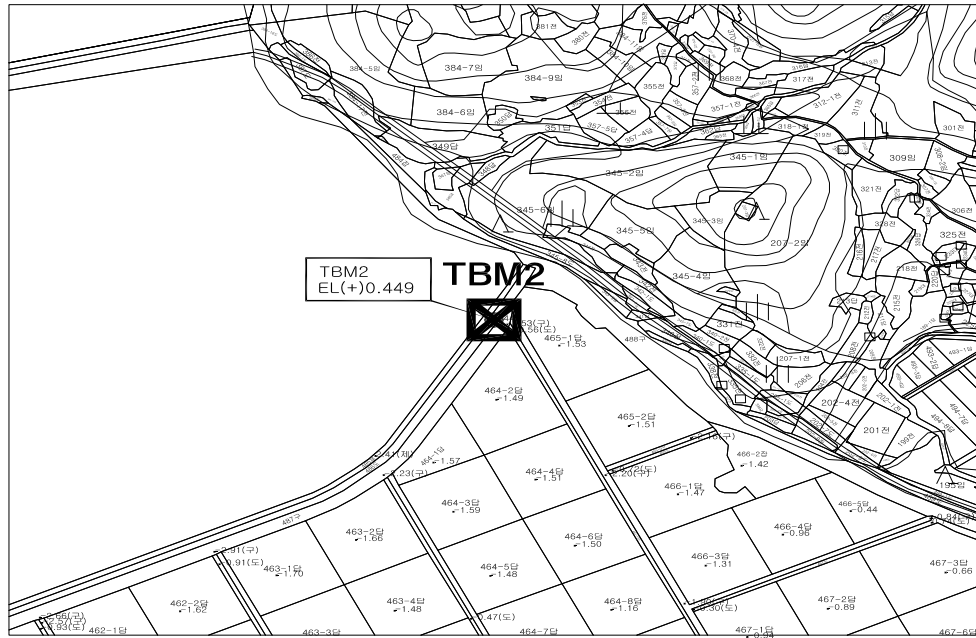
위 치 도 (개 략 도)



사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+)0.449m
소재지	전남 진도군 지산면 거제리 일원		
위치설명	지구내 간척지 내부개답 제방 좌측 끝 도로에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			

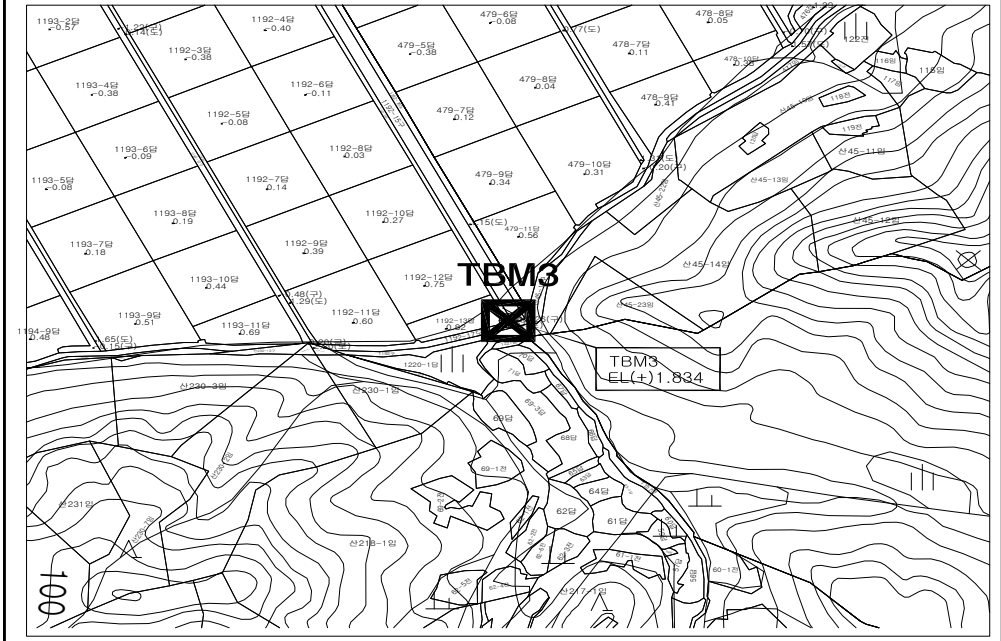


사 진



수준 점 (B.M) 성과 표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+).1.834m
소재지	전남 진도군 지산면 보전리		
위치설명	지구내 중앙뱃수로 시점 좌측도로에 위치		

위 치 도 (개 략 도)



사 진



■ 고흥간척농지

수준점 측량 및 설치는 국토해양부 국립지리원에서 관리하고 있는 1·2 등 수준점을 현지 확인 조사하여 수준측량의 기준점으로 이용하였으며, 수준측량의 오차는 우리나라 국토해양부 국립지리원에서 정하고 있는 허용오차 범위를 적용하였다.

○ 왕복 관측하는 경우 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.5\sqrt{S}$ mm 단, S는 편도거리(km)

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

○ 폐합시킨 경우의 폐합 허용오차

- 1등 수준측량 : $2.0\sqrt{S}$ mm

- 2등 수준측량 : $5.0\sqrt{S}$ mm

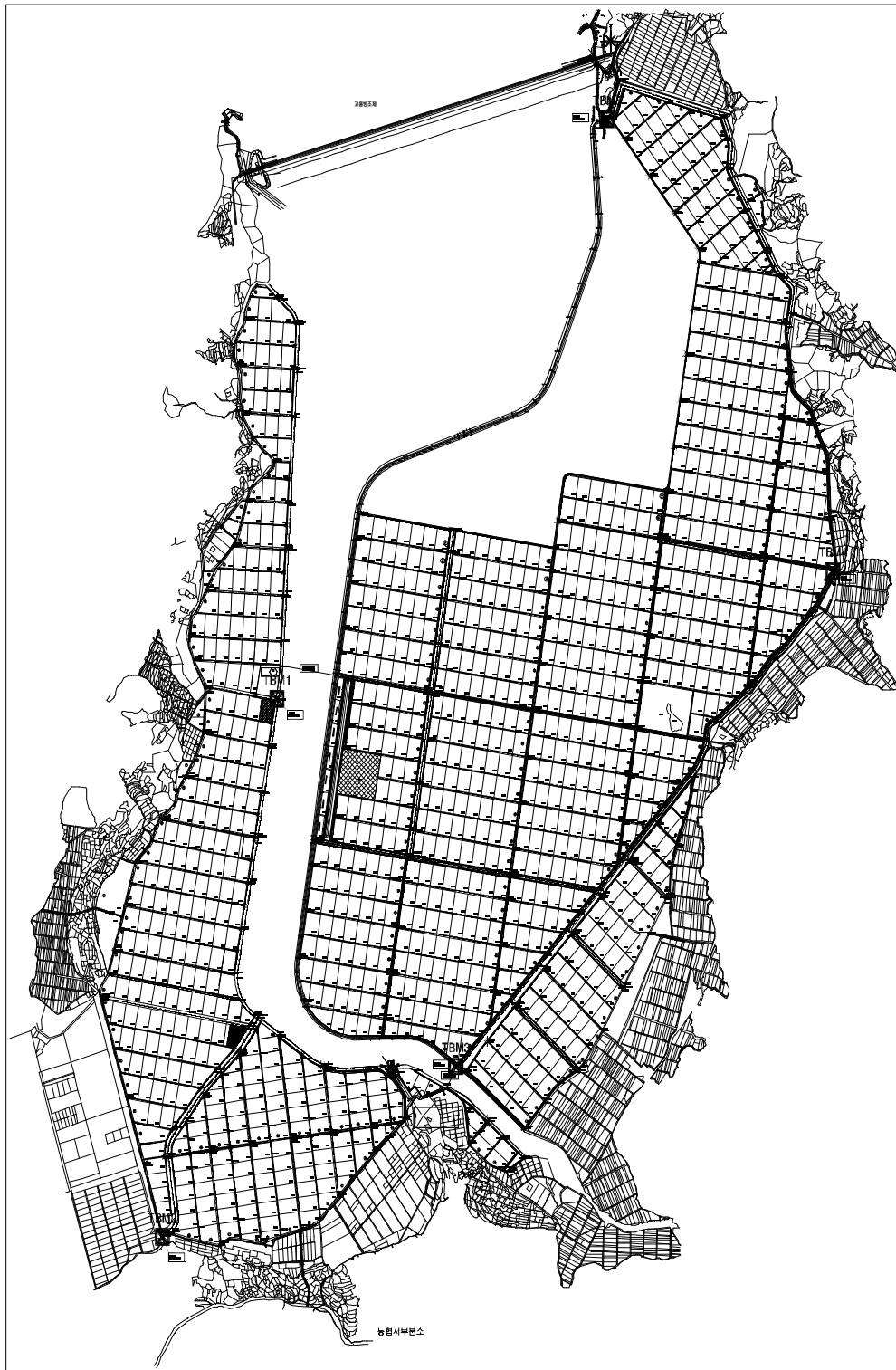
BM 설치위치는 안전하고 발견하기 쉬운 위치를 택하여 매설하였으며 습지 또는 훼손 우려가 있는 장소는 피하였다.

본 지구의 경우 국토해양부에서 설치한 전라남도 고흥군 풍양면 봉양리 856-5지구내 당두교에서 약 1.6km 떨어진 당두삼거리 버스정거장 옆에 매설된 1등 수준점(14-10-23-04)을 확인측량하여 기준점으로 이용하였으며, 측량방법은 지구 내 조사를 하는데 이용하기 위하여 주요지점에 TBM을 설치하면서 왕복 측량을 실시하고 공공측량 기준에 따라 허용오차 범위를 적용하여 오차배분 수정한 후 각 점의 성과를 결정하였다. 조사측량 및 사업시행 시 이용에 편리하도록 침수안전지역 설정 예정지 부근에 적정위치를 선정 수준점 5개를 매설하였으며 그 결과는 <표7-7>과 같다.

<표7-7> 수준점 성과표 현황

설치기관	등급	수준점번호	수준점표고 (EL.m)	매 설 위 치
국토부	2등	14-10-23-04	24-8814	○ 고흥군 풍양면 야막리에서 국도 27번을 따라 녹동 방향으로 약1Km가면 고흥유자공원(특산물 전시판매장)이 있는 고개를 넘어 당두삼거리를 지나 도로좌측 당두마을 버스정류장 옆 화단에 매설함
한농공		TBM1	1.653	○ 전라남도 고흥군 도덕면 가야리 일원 지구내 48-5단지 끝 배수문 앞 도로에 위치
한농공		TBM2	2.177	○ 전라남도 고흥군 풍양면 당두리 일원 지구내 28-5단지 끝 도로에 위치
한농공		TBM3	2.523	○ 전라남도 고흥군 고흥읍 고소리 일원 지구내 76-2단지 끝 당두교 건너기 전 도로에 위치
한농공		TBM4	2.444	○ 전라남도 고흥군 고흥읍 호동리 일원 지구내 21-1단지 옆 도로에 위치
한농공		TBM5	1.370	○ 전라남도 고흥군 두원면 관덕리 일원 지구내 127-1단지 끝 배수장 앞 도로에 위치

<그림 7-7> 고흥지구 TBM 위치도



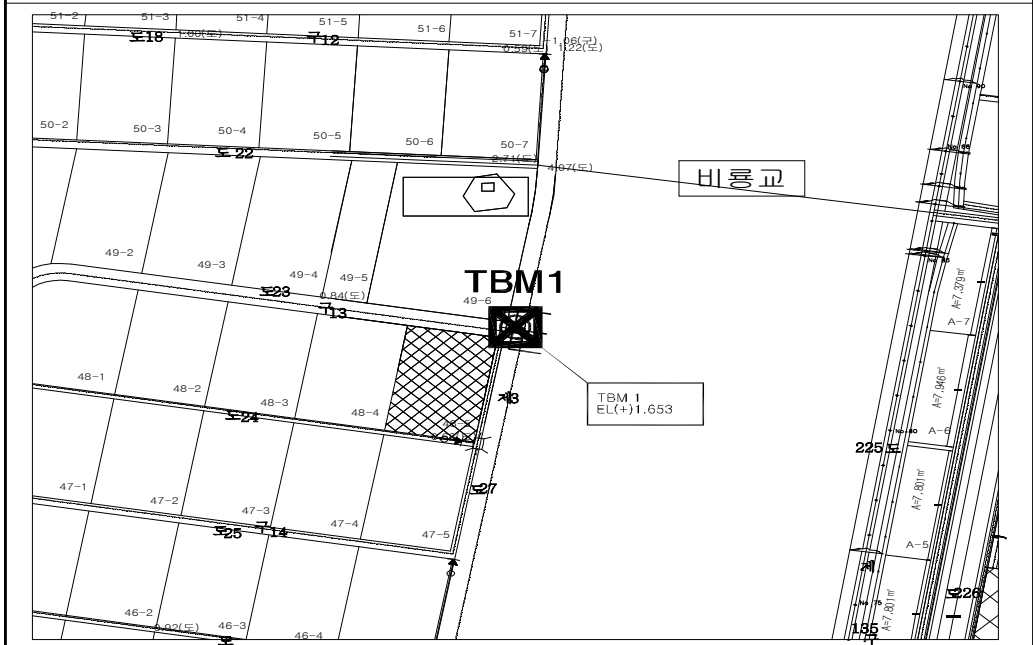
수준점 (B.M) 성과표			
B.M번호	14-10-23-04	표고 (E.L)	EL(+)24.8814m
소재지	전라남도 고흥군 풍양면 봉양리 856-5		
위치설명	고흥유자공원(특산물 전시판매장)이 있는 고개를 넘어 당두삼거리를 지나 도로좌측 당두마을 버스정류장 옆 화단에 매설함		
위 치 도 (개 략 도)			



사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 1	표 고 (E.L)	EL(+1.653m)
소재지	전라남도 고흥군 도덕면 가야리		
위치설명	지구내 48-5단지 끝 배수문 앞 도로에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			

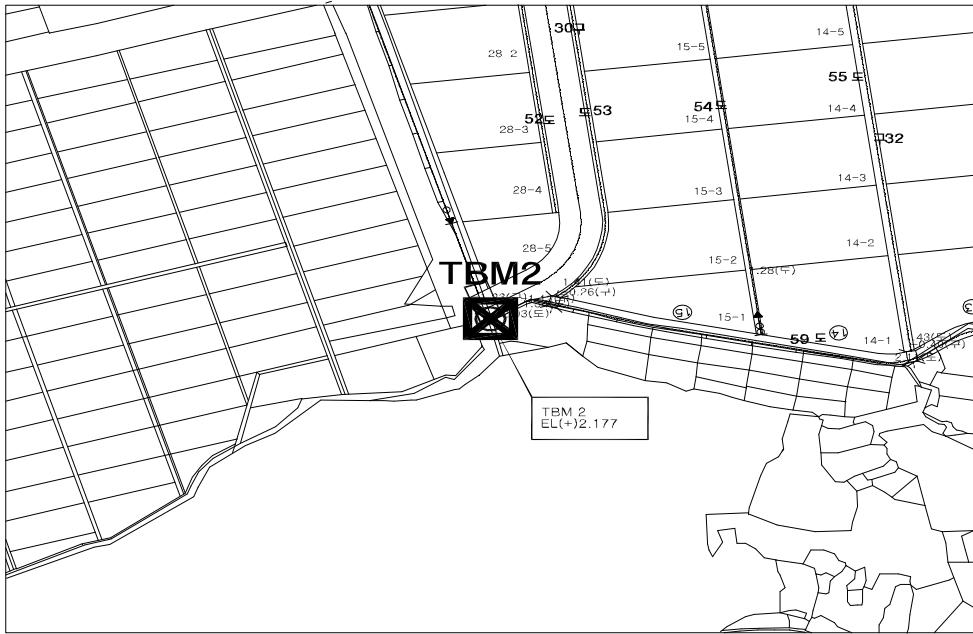


사 진



수준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 2	표 고 (E.L)	EL(+).177m
소재지	전라남도 고흥군 풍양면 당두리		
위치설명	지구내 28-5단지 끝 도로에 위치		

위 치 도 (개 략 도)

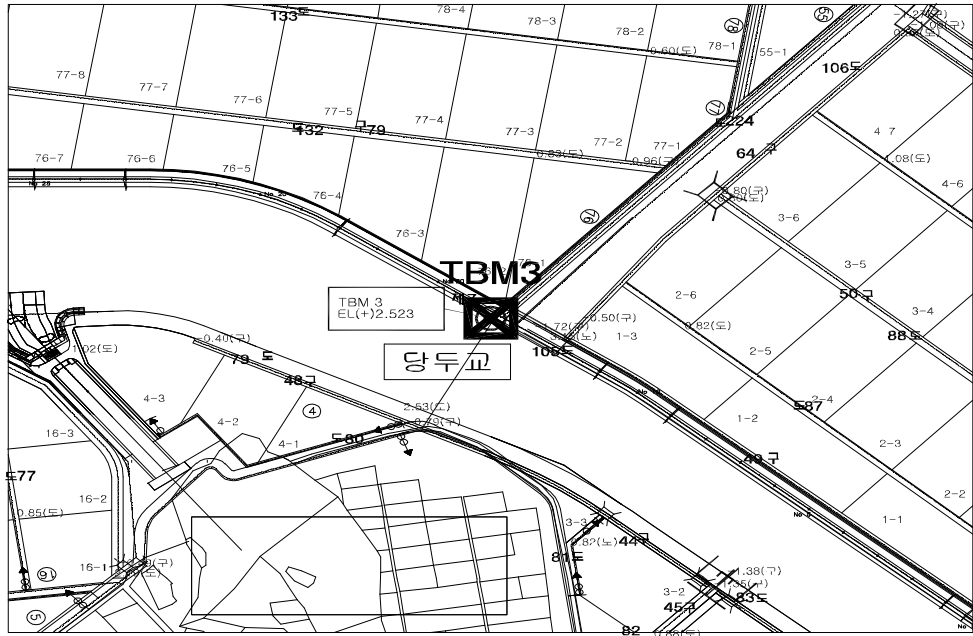


사 진



수준 점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 3	표 고 (E.L)	EL(+) $2.523m$
소재지	전라남도 고흥군 고흥읍 고소리		
위치설명	지구내 76-2단지 끝 당두교 건너기 전 도로에 위치		

위 치 도 (개 략 도)

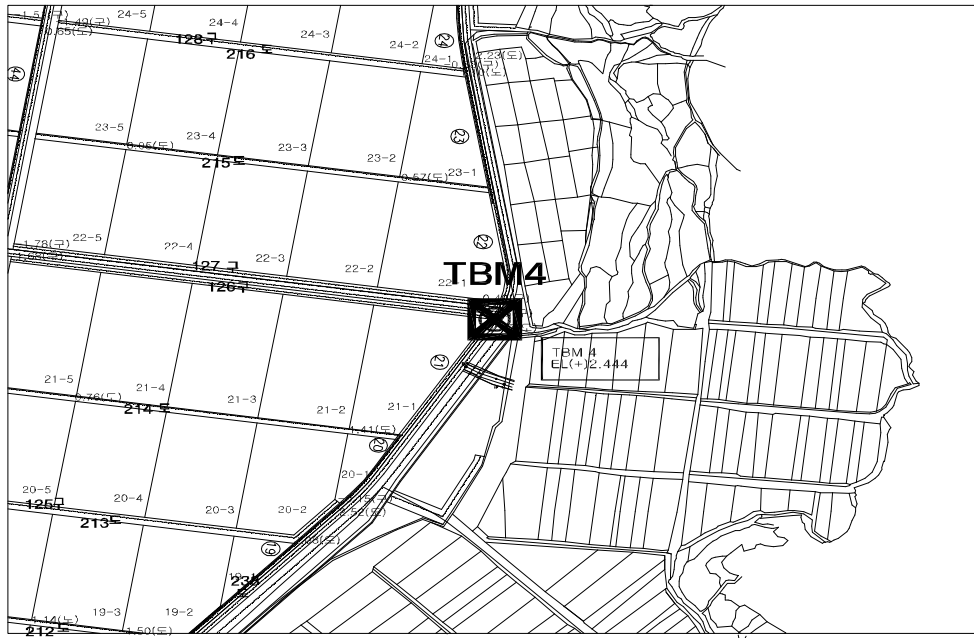


사 진



수준점 (B.M) 성과표			
B.M번호	TBM 4	표고 (E.L)	EL(+).2.444m
소재지	전라남도 고흥군 고흥읍 호동리		
위치설명	지구내 21-1단지 옆 도로에 위치		

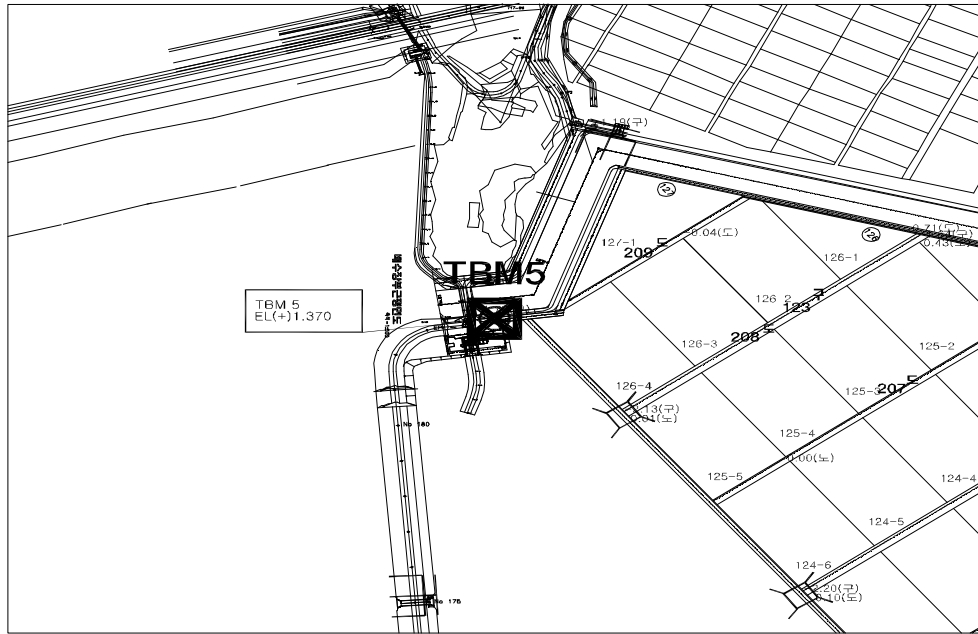
위치도 (개략도)



사진



수 준 점 (B.M) 성 과 표			
B.M번호	TBM 5	표 고 (E.L)	EL(+)1.370m
소재지	전라남도 고흥군 두원면 관덕리		
위치설명	지구내 127-1단지 끝 배수장 앞 도로에 위치		
위 치 도 (개 략 도)			



사 진



2. 토지개발사업 계획설계기준 배수편(일본)

■ 계획기준치

사업계획 작성에 있어서는, 수해지역의 배수계획의 기초 조건으로서 계획기준 내수위, 계획기준강우, 계획기준 외수위를 결정한다.

배수 불량의 정도는 자연 조건에 따라 다르기 때문에 수해지역의 기초조건하에서 목표로 하는 배수효과를 발휘할 수 있도록 사업계획을 수립해야한다.

계획기준은 배수계획을 작성하는데 기초조건이 되는 것이기 때문에 자연조건에서 결정되는 것 (계획기준강우 등 기상, 수문에 관한 것)과 목표 조건에 관한 것 (계획기준내수위)가 있다. 이러한 계획기준치는 원칙적으로 실측된 자료를 바탕으로 결정한다.

■ 기준 및 운용 해설

계획기준치는 배수시설의 규모를 결정할 근거가 되는 것이며, 사업규모, 효과, 소요경비를 직접 좌우하기 때문에 그 결정은 사업계획 작성에 있어서 매우 중요하다.

계획기준의 결정에 있어서의 유의사항은 다음과 같다.

- 계획기준강우 및 계획기준수위는 강우 및 외수위의 각각 기록에 대하여 확률 계산을 하여 결정한다.
- 배수개선 목표조건은 일반적으로 수해지역의 내수위의 동정을 표현하며, 그 지표로서 계획홍수시배수에 대하여 목표수위와 이 이상의 계속시간을 사용한다. 이 목표치를 홍수시의 계획기준 내수위로 한다.
- 계획상시배수 목표수위는 담수위가 아니라 지하수위를 저하시키는 데 필요한 수위와 수질 및 생태계 보전 등의 관점에서 필요한 상시 유수의 수위를 고려하여 설정한다. 이 목표치를 상시계획 기준의 수위로 한다.
- 배수계획의 자연조건과 목표조건은 각각 독립적인 것이 아니라, 택지, 전, 논 등 토지이용 조건에 따라서 계획홍수시 배수와 계획상시배수 관련시켜 계획기준의 수위를 설정한다.
- 계획 배수량은 배수시설의 용량결정의 기준이 되는 것이지만, 계획기준 값이 아닌 설정 기준값에서 계산된 이차적인 기준치이다. 그러나 계획상시 배수계획에서는 계획 기준배수량이 강우가 아닌 지하수 유출, 관개용수, 택지 등에서 배출량 등에 의해 결정되는 경우가 있다.
- 계획기준의 설정은 장기간의 기상·수문자료를 필요로 하지만, 이러한 자료는 현황을 표현하고 있다는 것에 주의해야한다. 즉, 향후 내부유역 내에서 개발

행위 및 시가지 확장 등 토지이용의 변화에 따라 유황이 변화하는 것에 유의해야한다.

■ 계획기준 내수위

계획홍수시 배수계획 기준수위는 홍수피크수위시의 허용 상한수위이며, 원칙적으로 수해지역의 최저경지면 표고로 한다. 그러나 수해지역에 담수를 허용하는 경우에는 지역의 최저경지면 표고에 허용담수심을 더한 높이로 한다.

계획상시 배수계획 기준수위는 상시배수 목표가 되는 배수로의 수면높이이며, 그 수위는 수해지역의 지하수위를 소요의 깊이까지 낮추기 위하여 필요한 높이로 설정한다.

계획기준의 결정에 있어서의 유의사항은 다음과 같다.

- 계획기준강우 및 계획기준수위는 강우 및 외수위의 각각 기록에 대하여 확률 계산을 하여 결정한다.
- 배수개선 목표조건은 일반적으로 수해지역의 내수위의 동정을 표현하며, 그 지표로서 계획홍수시배수에 대하여 목표수위와 이 이상의 계속시간을 사용한 다. 이 목표치를 홍수시의 계획기준 내수위로 한다.
- 계획상시배수 목표수위는 담수위가 아니라 지하수위를 저하시키는 데 필요한 수위와 수질 및 생태계 보전 등의 관점에서 필요한 상시 유수의 수위를 고려하여 설정한다. 이 목표치를 상시계획 기준의 수위로 한다.
- 배수계획의 자연조건과 목표조건은 각각 독립적인 것이 아니라, 택지, 전, 논 등 토지이용 조건에 따라서 계획홍수시 배수와 계획상시배수 관련시켜 계획 기준의 수위를 설정한다.
- 계획 배수량은 배수시설의 용량결정의 기준이 되는 것이지만, 계획기준 값이 아닌 설정 기준값에서 계산된 이차적인 기준치이다. 그러나 계획상시 배수계획에서는 계획 기준배수량이 강우가 아닌 지하수 유출, 관개용수, 택지 등에서 배출량 등에 의해 결정되는 경우가 있다.
- 계획기준의 설정은 장기간의 기상·수문자료를 필요로 하지만, 이러한 자료는 현황을 표현하고 있다는 것에 주의해야한다. 즉, 향후 내부유역 내에서 개발 행위 및 시가지 확장 등 토지이용의 변화에 따라 유황이 변화하는 것에 유의해야한다.

■ 배수설계기준 사례(일본)

일본의 배수개선 사업의 1923년에 시작되어 농경지 침수피해예방에 힘쓰고 있다. 그 동안 일본에서는 1978년에 제정한 설계기준에 따라 “10년 빈도 1·3일 연속강우량”을 주로 사용하여 왔으나, '04년 개정 시 새로운 유출해석법이 추가되면서 개정된 「기준서」에서는 “20년 빈도 1~3일 연속강우량”을 표준으로 제시하고 있다. 또한, 지역특성과 현장조건 등에 따라 실제 적용되고 있는 사례를 예를 들어 설명하고 있는 「기술서」를 살펴보면 현장에서는 “최대 50년 빈도 3일 연속강우량”까지 적용되고 있는 것으로 나타난다. 전체적으로 기본적인 사항(허용담수심 : 30cm, 허용담수시간 : 24시간 이내 등)에 있어서는 한국과 동일하나, 설계 강우자료에 있어서 한국은 최근 30년 강우자료를 기본으로 사용하지만 일본의 경우 최근 30~50년 강우자료를 사용한다는 점과 계획기준강우량 산정시 채택하고 있는 빈도기준에서는 다소 상이하게 나타난다. 한국은 “20년 빈도 2일 연속강우량”을 설계기준으로 채택하고 있는 반면, 일본의 경우 “20년 빈도 3일 연속강우량”을 기준으로 하되, 지구여건(지형 특성, 기상조건 등)을 고려하여 최대 “50년 빈도 3일 연속강우량”까지 사용하고 있는 것이 특징이다.

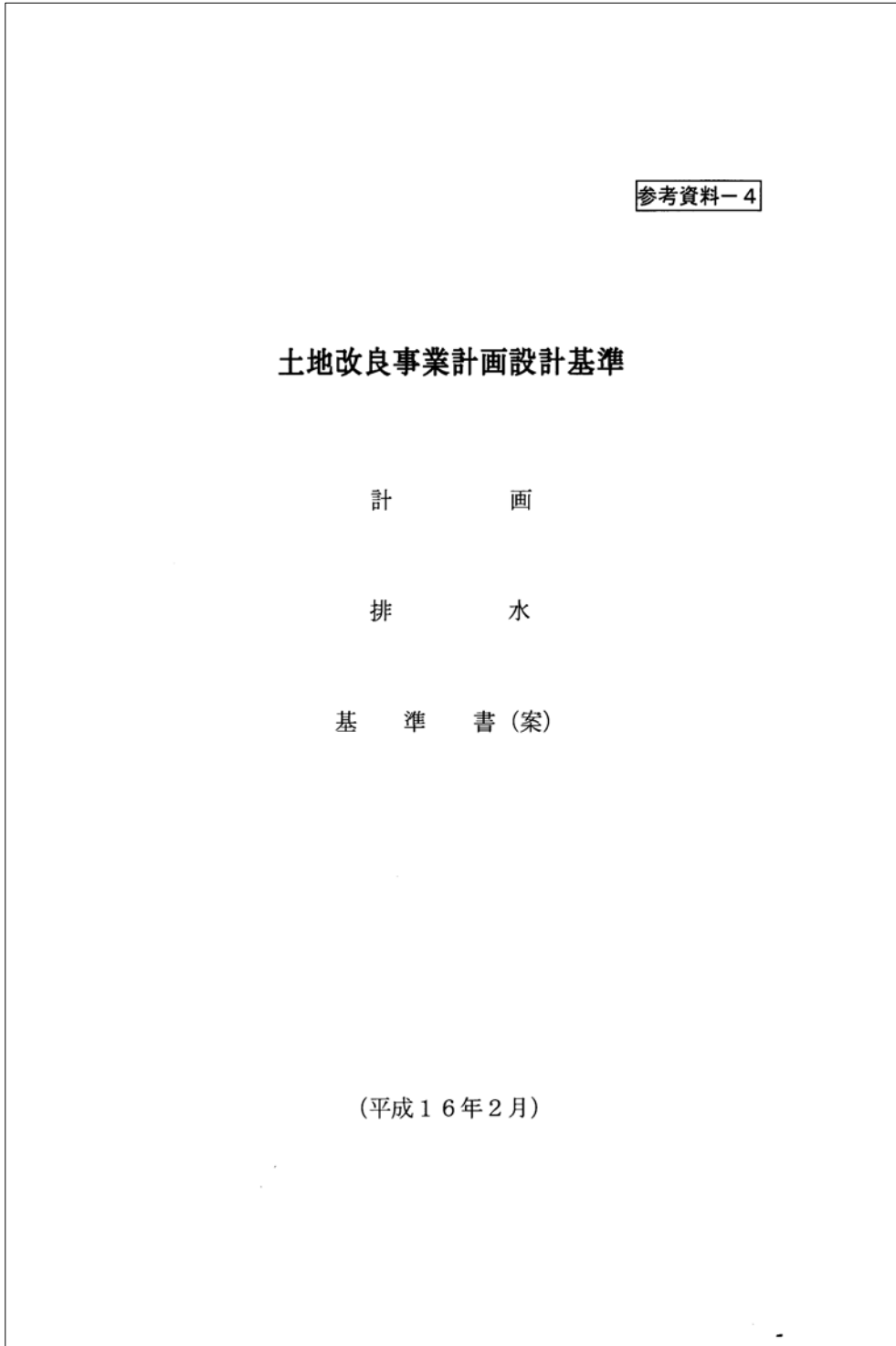
따라서 빈도기준만 비교한다면 '04년 개정된 일본의 설계기준이 한국 보다 약간 강화된 측면도 있으나, 다양한 수문인자를 제외하고 단순히 빈도기준만을 가지고 일본의 설계기준이 단편적으로 높다 또는 낮다고 판단하는 데는 무리가 있다.

다만, 일본의 경우 지역의 수문학적 특성과 시설물의 중요도에 따라 「기준서」 이상의 빈도기준 적용도 가능하다는 점에서는 우리나라와는 차별되는 부분이나, 우리나라와 일본의 기본적인 설계기준, 이론체계, 설계방식 등 전체적인 흐름에 있어서 서로 유사하다고 판단된다.

<표 7-8> 한국과 일본의 설계기준 비교

구분	한 국	일 본
사 업 의 시 작	1975년	1923년 (침수방제사업은 1962년부터)
설 계 지 침	재해대비 수리시설 설계기준('03.2)	토지개발사업계획설계기준('04)
계 획 기 준 강 우 량	20년 빈도 2일 연속강우량	20년 빈도 1~3일 연속강우량 ※ 지역에 따라 기준 이상도 적용 가능
강 우 자 료	최근 30년 강우자료	최근 30~50년 강우자료
계획기준내수위	30cm	좌 동
허용침수시간	24시간 이내	좌 동

<그림 7-8> 일본의 「토지개량사업계획설계기준」



基準及び運用の解説

2. 計画基準降雨

計画基準降雨を推定する場合の降雨資料は、最近年から遡った30年以上50年程度が必要と考えられるが、計画の対象とする降雨規模や地域特性等を踏まえて検討することが望ましい。また、欠測値がある場合は近傍の資料との相関を調査し推定する。農地を対象とした排水計画の場合、大規模な河川改修のように既往最大又は50～100年に1回程度の降雨をとることは効果の面から得策ではなく、多くの場合20年に1～3回程度の降雨規模が経済的に最適となることが多い。計画基準降雨は、費用対効果の観点等から定まるものであるが、計画当初においては計画作成の手順を単純化する意味で、10年に一回程度の出水規模に対応するものを一応の目標としてよい。

計画基準降雨は、事業計画の在り方によって、以下に示すように短時間降雨強度を対象とする場合と連続降雨を対象とする場合がある。

농지를 대상으로한 배수계획의 경우 많은 경우 20년에 1~3회 정도의 강우규모가 경제적으로 최적인 경우가 많다.

(1)短時間降雨強度を対象とする場合

高位部の雨水を洪水調節することなく水路によって排除する場合、洪水ピーク流出量の大小が排水路計画の基礎となる。洪水ピーク流出量は、洪水到達時間内の平均有効降雨強度によって左右されるから、短時間の降雨強度が重要になる。ただし、洪水到達時間は流域の大きさにより異なること、また洪水ピーク流出量の規模によっても変化することに注意が必要である。これについては、「3.3.7 計画排水量 3.洪水ピーク流出量の計算」に示す。

(2)連続降雨を対象とする場合

洪水調節ダムや洪水を一時貯留させて自然排水や機械排水を計画する場合は、流出量や内水位、外水位のハイドログラフを求める必要がある。この場合、どの程度の継続時間、どのような波形を持つ連続降雨を対象とするかが問題となる。これについては通常、小規模洪水調節ダムでは1日雨量、大規模洪水調節ダムでは2日雨量、機械排水を行う低平地における排水計画では1～3日雨量について確率計算を行って確率雨量を定めた後、適当な単位時間ごとに雨量を配分する方法がとられる。

기계배수하는 낮은 평지의 배수계획은 1~3일 강우에 대해 확률계산을 하고 확률강우량을 결정한다.

【関連技術書等】

技術書：「7. 計画基準降雨」

基準及び運用の解説

基準 3.4 及び運用 3.4 では、主要工事計画について規定している。
基準 3.4.1 及び運用 3.4.1 では、主要工事計画の作成について規定している。

主要工事計画は、一連の排水系が同じ考え方で統一されたものでなければならない。幹線施設のみ大きな計画排水量を設定すると、洪水を速やかに集水することができないために、結果的に施設が過大となったり、末端施設に相対的に大きな水量を設定すると下流部に過大な流量が流入することになり、被害が一部に集中するなど、幹線施設で処理することができなくなる。このため、既設の施設に接続する計画の場合等は、下流部の排水能力を十分調査しておくことが必要である。また、農業用排水施設の対象洪水量は経済的妥当性から 20 年に 1~3 回程度のものが最適となることが多いが、これを超える場合も十分考えられるので、主要工事計画を作成する際には計画洪水量を超える洪水に対し各施設がどのように機能するかを確認しておく必要がある。

その他、主要工事計画の作成に当たっての留意事項は以下のとおりである。

- ① 近年、農村の混住化が進み洪水時の流出形態が急速にかわりつつあるので、現況の把握とともに将来の地域計画にもあわせて、排水水門、ポンプ場までの排水路、承水路、遊水池等を相互に整合させることが必要であり、施設の周辺環境との調和に配慮するとともに、施設設置による振動や騒音への対策についても検討を行う。
- ② 排水施設のうち排水水門やポンプ場は、農業排水施設の中で重要な基幹施設の一つであり、将来的に維持管理費への影響が大きい設備である。したがって、ポンプ設備を導入する場合には、ポンプの特性を正確に把握して、設備条件に適した機種選択を行い使用条件や監視体制に適した運転制御方式等を採用して、経済的で効率の良い運転管理ができるように計画することが重要である。特に、ポンプ設備の運転には多量の電力や燃料を消費する場合があるので、設備コストの低減とともに受益者の将来負担となる運転コストを極力少なくするように計画する必要がある。
- ③ 既設ポンプ設備がある場合には、新設ポンプとの役割分担を明らかにして、相互に補完的な機能を持たせた場合の効果等についても比較検討しておくことが必要である。
また、他地域のポンプ設備等との連携操作等についても調査検討しておくことが必要である。
- ④ ポンプにはある程度の吸引力があり、近傍の水は集水できるが、遠方の水をポンプの力で集水することは不可能なため、適切な水路の設計によってポンプ場の吸水槽まで支障なく水が流入してくるように排水路等を計画する必要がある。
- ⑤ 機械排水と自然排水を組合せる場合には、自然排水が優先できるように関連水路、排水水門、暗きよ等を設計するようにする。そのためには、排水路、遊水池、ポンプ場、排水水門等排水組織全体を総合的なシステムとして取り扱い、連携を図りながら合理的に計画することが必要である。

농업용 배수시설의 대상홍수량은 경제적 타당성으로 20년에 1~3회 정도의 것이 최적이 되는 경우가 많지만 이것을 넘는 경우도 충분히 있을 수 있으므로 주요공사계획을 작성할 때에는 계획홍수량을 넘는 홍수에 대해 각 시설이 어떻게 기능하는지 확인해 둘 필요가 있

<그림 7-11> 일본의 「토지개량사업계획설계기준」 (계속)

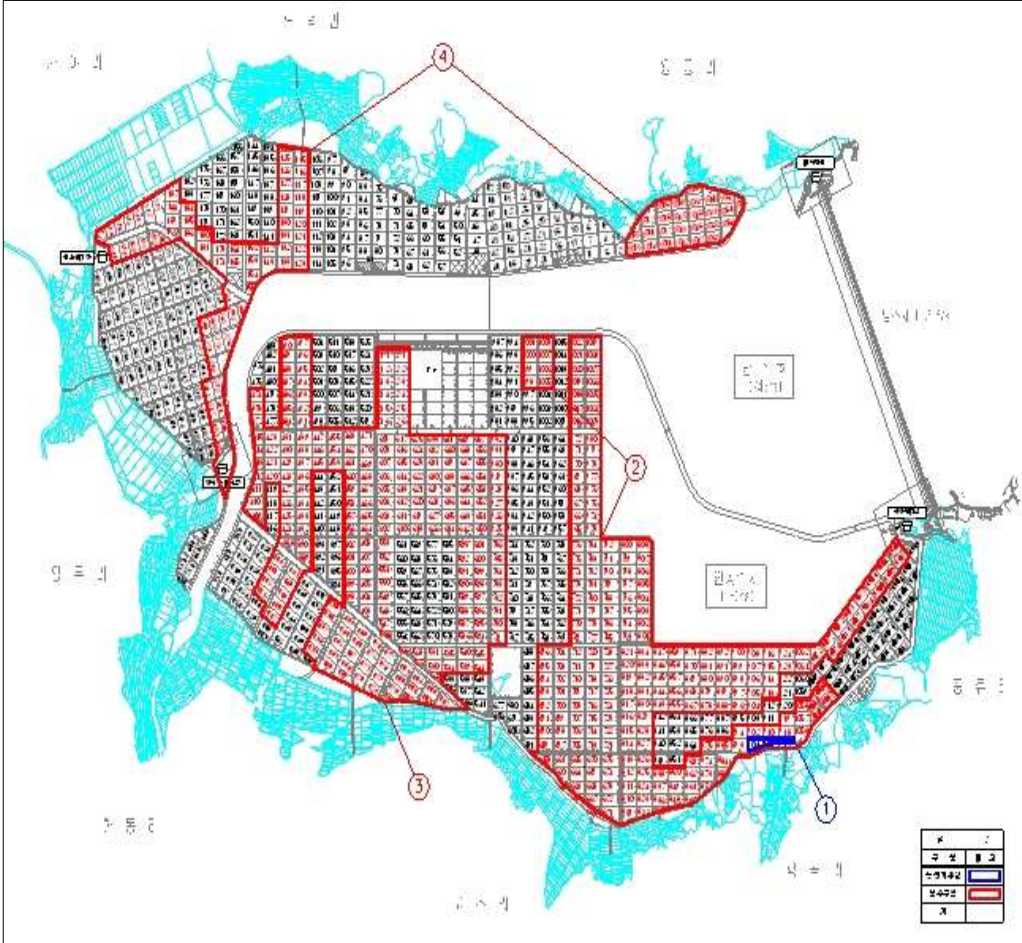
지구명	지명	면적	사업종류	사업용지	년도			경우							
					조서계획	전체 실시계획	최종 검토서	계획년	계획강수량	계획개선	지름수	관측기간	유출분	시간분분	비고
福戸	후카이도	후카이도	관개배수	-	-	H2	1/10	157.0mm/2일	층井法	30년	S34-S33	실적강우	S50.5-실적형	과거의 큰비(일우량 80mm이상)으로 선정 강우량, 외수위 모두 1/10에 가까움 과거 기록 중 재해가 큰 해 타시와과의 관련	
倉田	宮城	관개배수	S55-S57	S58	-	1/10	187.6mm/2일	-	57년	S55-S57	-	이론형			
男藤東部	아키타현	관개배수	관개배수	관개배수	관개배수	H6	H7-H8	1/30	198.3mm/3일	층井法	18년	S52-H6	계획	계획	관련사업(S54현행계획)에 사용된 피용율, 계획우량에 수변형에 확대하고 있다(원래형의 출전은 불명)
								1/10	158.8mm/3일						
江金川	宮城	관개배수	S61-H6	H2-H5	H5 H7	1/10	167.9mm/3일	층井法	45년	S18-S62	계획강우	강우강도식 (강우패턴식)			
鶴井	宮城	관개배수	H8	H9	H8	1/20	185.3mm/3일	층井法	48년	S23-H7	계획강우	H3.10-실적형			
大利堤用水	치바현	관개배수	S41-S43	S44	S55	1/10	210.7mm/2일	-	20년	S32-S52	실적강우	S42.9-실적형	근방 관측소자료로 선정한다 과거 180(mm/2일)이상의 8강우로 선정 시간강도(물부족선, 伊藤A8곡선)으로 선정		
東葉北部	치바현	관개배수	S53	S54-H14	S52	1/10	254.0mm/3일	급류법	43년	S6-S48	실적강우	S46.8-실적형	최근 10개년에 피해가 가장 현저한 경우 지구의 기상시설(동리)설치후의 강우인 경우		
舟井	群馬현	관개배수	H7	H8	H8	1/20	381.3mm/3일	층井法	91년	M37-H6	계획강우	S57.9-실적형	홍우량이 계획기준우량에 가까운 경우 강우의 일분포형이 같은 경우 실적강우의 분포율이 표준적인 경우 실적강우가 극히 원만한 경우		
阿賀野川 右岸	니가타현	관개배수 농지방재	S59-S61	S62	S61	1/10	223.0mm/3일	층井法	50년	S10-S59	계획강우	관개강우강도식	실적강우	실적강우강도식 비고상당한 결과, 이론파형에 서 유출률, 침수연령, 침수시간이 커진다.	
						1/50	359.0mm/3일								
白旗郷	호쿠리쿠현	관개배수	S61-H3	H4-H5	H9	1/30	288.3mm/3일	층井法	47년	S15-S61	계획강우	사면형강우강도식	논의 병용농지방해를 적극적으로 추진하는 것을 기반으로 함으로, 비수농역의 중량에 관련된 이 점들을 지명한다.		
龜田郷	니가타현	관개배수 농지방재	-	S63	S63	1/10	192.1mm/3일	층井法	47년	S14-S60	실적강우	S53.6-실적형	최대침수피해를 초래한 경우		
			1/50	283.0mm/3일											
尾張西部 (一宮)	도카이	관개배수 농지방재	S50-S53	S54-S59	-	1/10	259.0mm/2일	층井法	32년	S17-S51	실적강우	S51.9-실적형	최근 강우에서 유출허석을 실시하고, 피크유출 량의 평균치에 가까운 강우패턴을 선정, 이치노 미야, 쓰시마 각각의 강우패턴을 사용하고 있다.		
尾張西部 (津島)						1/10	288.0mm/2일								
目黒池	킨키	관개배수	-	H8-H9	H8	1/20	260.8mm/3일	층井法	43년	S28-H7	계획강우	石高형강우강도식			
兒島満洲	주세코쿠	관개배수	S55-S56	S57-S60	S60	1/10	170.8mm/3일	층井法	68년	T5-S58	계획강우	S42.7-실적형	S25-S55까지의 과거 31년간으로 선정한다. 홍우량이 계획기준우량에 가까운 경우 연장 후의 피크시간 강우강도가 계획우량에 가 까운 것		
珠後川下流	福岡현	관개배수	S45-S46	S47-S49	H5	1/10	370.0mm/3일	층井法	43년	S4-S46	계획강우	특성계수법			
						1/10	321.0mm/3일								
珠後東部第2	福岡현	관개배수	H8	H9	H8	1/10	370.0mm/3일	층井法	43년	S4-S46	계획강우	특성계수법			
佐賀中部	큐슈	관개배수	S57-S63	H6	H6	1/30	389.2mm/3일	층井法	92년	M24-S457	계획강우	S56.8-실적형 S47.7-실적형	과거48년간에 주요홍수에 대해서, 피해의 발생 상황과 강우의 발생원인 및 2관측소의 하이데트 비교를 실시하여 결정한다.		
						1/10	312.8mm/3일								
出水(東)	關東현	관개배수	H6	-	H6	1/10	374.5mm/3일	층井法	20년	S41-S60	계획강우	S46.7-실적형	시간우량자료가 적으므로, 관련사업의 경우파 형을 차용		
出水(福ノ江)	關東현	관개배수	H8	-	H8	1/20	460.2mm/3일	층井法	31년	S41-H8	실적강우	H7.7-실적형	강우총량(3일우량)에 가까운 경우 우량이 3일간 고른 경우 피크시간우량이 가까운 경우		
白木	關東현	관개배수	H8	-	H8	1/10	415.0mm/3일	-	34년	S38-H6	계획강우	H5.7-실적형			

출처 : 일본 토지개량사업계획기준 기술서('04.10)

3. 침수피해 현황('11. 7)

■ 고흥간척농지

'11. 7. 9 ~ 10(집중호우 315mm, 20년 2일빈도 330mm)



■ 보전간척농지

‘11. 7. 9(집중호우 95mm(14시간), 20년 2일 빈도 427mm)



주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부로부터 연구비를 지원받아 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용은 연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

■ 발 행 처

간척농지 다각적 활용을 위한 침수안전지역 설정 연구

발행일	2011. 12
발행인	정 해 창
발행처	한국농어촌공사 농어촌연구원
주 소	경기도 안산시 상록구 사동 해안로 391번지 전 화 031 - 400 - 1700 FAX 031 - 409 - 6055

※ 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
단, 이 책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.