충청남도고시
제 2010-210호
도보 제2083호
(2010년 6월30일)

광 천 천
하천기본계획(변경)

2010. 6

홍 성 군

광천천 하천기본계획 (변경)

국토해양부

2010. 6

홍성군

제 출 문

홍성군수 귀하

『광천천 하천기본계획(변경)』에 대하여 최선의 노력과 신중한 기술적 판단에 의하여 전 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서에 종합 수록하여 제출합니다.

2010년 06월

충 청 남 도 공 주 시 신 관 동 595-5
(주)드 림 이 엔 지
대 표 이 사 홍 윤 표

목 차

제1장 하천기본계획의 수립 계획 ····· 1-3

1.1 과업 목적 ····· 1-3

1.2 과업 범위 ····· 1-3

1.3 과업 내용 ····· 1-5

1.4 과업구간 환경관리계획(공간,수환경)의 주요내용 ····· 1-7

제2장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사 ····· 2-3

2.1 일반현황 ····· 2-3

2.1.1 유역의 일반현황 ····· 2-3

2.1.2 유역의 자연현황 ····· 2-16

2.1.3 유역의 사회·문화적 현황 ····· 2-26

2.2 수문 조사 ····· 2-33

2.2.1 수문관측 현황 ····· 2-33

2.2.2 수문관측 기록 ····· 2-36

2.2.3 수위 및 유출 ····· 2-39

2.2.4 기 상 ····· 2-41

2.3 하도특성 조사 ····· 2-43

2.3.1 하도현황 조사 ····· 2-43

2.3.2 하도특성량(하도수리량)조사 ····· 2-46

2.3.3 하상변동량 조사 ····· 2-53

2.4 하천사업의 연혁 및 피해현황 ····· 2-56

2.4.1 하천사업의 연혁 ····· 2-56

2.4.2 수해 및 가뭄피해현황 ····· 2-56

2.5 하천의 이용현황 ····· 2-66

2.5.1 유수의 이용 현황 ····· 2-66

2.5.2 용도지역구분 등 토지이용 현황 ····· 2-69

2.5.3 관광 · 위락 등 공간이용 현황 ····· 2-69

국토해양부

2.6 하천의 환경현황 ····· 2-72
2.6.1 유역의 오염원 현황 ····· 2-72
2.6.2 유역의 오염부하량 산정 ····· 2-74
2.6.3 유역의 오염물질 배출량 예측 ····· 2-82
2.6.4 하천의 오염도 현황 ····· 2-86
2.6.5 하천의 경관 및 생태환경 ····· 2-96
2.7 타 계획과의 조정 ····· 2-131
2.7.1 관련계획 ····· 2-131

제3장 하 천 측 량 ····· 3-3
3.1 일반 사항 ····· 3-3
3.2 지형현황측량 ····· 3-3
3.2.1 삼각측량 ····· 3-3
3.2.2 수준측량 ····· 3-4
3.3 거리표(종단측점)의 설치 ····· 3-4
3.3.1 종단측량 ····· 3-4
3.3.2 횡단측량 ····· 3-4
3.4 측량내용 ····· 3-5
3.4.1 지적도 복사 및 축도 ····· 3-5
3.4.2 표석매설 ····· 3-5

제4장 홍수량 및 홍수위 산정 ····· 4-3
4.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량 ····· 4-3
4.1.1 기본방향 ····· 4-3
4.1.2 홍수량 산정지점 ····· 4-4
4.1.3 강우분석 ····· 4-6
4.1.4 확률강우량 산정 ····· 4-21
4.1.5 강우의 시간분포 결정 ····· 4-28
4.1.6 유효우량 산정 ····· 4-31
4.1.7 홍수량 산정 ····· 4-38

국토해양부

4.2 홍수위 산정 ····· 4-54
4.2.1 계산방법의 선정 ····· 4-54
4.2.2 홍수위 산정을 위한 자료의 선정 ····· 4-57
4.2.3 기점홍수위의 결정 ····· 4-59
4.2.4 홍수위 계산 ····· 4-60

제5장 하상변동 분석 ····· 5-3
5.1 하상재료 조사 ····· 5-3
5.1.1 하상재료 입도분석 ····· 5-3
5.2 하천 유사량 조사 ····· 5-3
5.3 하상변동 및 하도안정 분석 ····· 5-4
5.3.1 하상변동 예측 ····· 5-4

제6장 용수수급 계획 수립 ····· 6-3
6.1 수자원 부존량 산정 ····· 6-3
6.1.1 강수량의 산정 ····· 6-3
6.1.2 유출량 결정 ····· 6-4
6.1.3 수자원 부존량 ····· 6-12
6.2 용수수급 현황의 파악 ····· 6-13
6.2.1 용수수요량 산정 ····· 6-13
6.3 용수수요량 예측 및 산정 ····· 6-16
6.3.1 생활용수 ····· 6-16
6.3.2 공업용수 ····· 6-22
6.3.3 농업용수 ····· 6-23
6.3.4 용수수요 총괄 ····· 6-25
6.4 물수지 분석 ····· 6-26
6.4.1 갈수량 ····· 6-26
6.4.2 물수지 분석 ····· 6-27
6.5 용수수급계획 ····· 6-34
6.5.1 용수수급 방안 ····· 6-34

국토해양부

6.5.2 갈수대책 ····· 6-38

제7장 하천의 종합적인 정비방향 설정 ····· 7-3

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향 ····· 7-3

7.1.1 치수측면 ····· 7-5

7.1.2 이수측면 ····· 7-6

7.1.3 환경측면 ····· 7-6

7.2 바람직한 하천모습의 설정 ····· 7-8

7.2.1 홍수처리측면 ····· 7-8

7.2.2 하천환경관리측면 ····· 7-9

7.3 홍수처리계획의 기본방향 ····· 7-9

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향 ····· 7-11

7.5 하천환경관리에 관한 기본방향 ····· 7-12

제8장 하천의 정비 · 이용 · 보전에 관한 사항 ····· 8-3

8.1 하천의 지구별 관리계획 수립 ····· 8-3

8.2 하도계획 ····· 8-9

8.2.1 일반사항 ····· 8-9

8.2.2 평면계획 ····· 8-10

8.2.3 종단계획 ····· 8-11

8.2.4 횡단계획 ····· 8-12

8.2.5 특이구간에 대한 대책 ····· 8-13

8.2.6 과업구간의 하천현황 및 하도계획 ····· 8-13

8.3 하천시설물 계획 ····· 8-18

8.3.1 하천종단 시설물의 능력검토 및 설치방향 ····· 8-18

8.3.2 하천횡단 시설물의 관리계획 수립 ····· 8-36

8.4 치수경제성 분석 ····· 8-46

8.4.1 자산 및 피해액 조사 ····· 8-46

8.4.2 행정구역별 대상자산조사 ····· 8-49

8.4.3 침수편입율 산정 ····· 8-55

국토해양부

8.4.4 침수피해액 산정 ····· 8-56
8.4.5 연평균 피해경감 기대액 ····· 8-62
8.4.6 비용산정 ····· 8-62
8.4.7 적정투자규모 및 투자우선순위 ····· 8-67
8.4.8 단기 및 중장기 투자계획 ····· 8-68

제9장 하천의 환경에 관한 사항 ····· 9-3
9.1 수환경 보전계획 ····· 9-3
9.1.1 기본방향 ····· 9-3
9.1.2 수환경보전 계획의 목표 설정 ····· 9-3
9.1.3 수량확보 대책 ····· 9-5
9.1.4 장래하천 수질예측 ····· 9-5
9.1.5 하천수질 개선대책 ····· 9-13
9.2 환경영향 검토 ····· 9-23
9.2.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책 ····· 9-23
9.2.2 기타 환경성 검토에 필요한 해당유역의 특성 ····· 9-26

제10장 하천의 유지관리에 관한 사항 ····· 10-3
10.1 고수부지 및 폐천부지 현황 및 이용방안 ····· 10-3
10.1.1 고수부지 현황 및 이용방안 ····· 10-3
10.1.2 폐천부지 현황 및 보전방안 ····· 10-3
10.2 골재활용가능량 조사 ····· 10-4
10.3 하도유지관리 ····· 10-5
10.4 기타 ····· 10-5

제11장 효과분석 및 결론 ····· 11-3
11.1 종합적인 분석효과 ····· 11-3
11.1.1 기본사항 ····· 11-3
11.1.2 종합적인 효과분석 ····· 11-3
11.2 결론 및 건의사항 ····· 11-4

국토해양부

11.2.1 치수 및 하천관리 측면 ····· 11-4
11.2.2 이수 및 환경보전 측면 ····· 11-6
11.3 참 고 문 헌 ····· 11-6

■ 부 도

- 평 면 도
- 종단면도
- 횡단면도

■ 첨 부 자 료

- 공공측량성과 심사결과
- 지방하천관리위원회 심의결과
- 심의의견 조치사항
- 과업참여자 명단

국토해양부

표 목 차

<표 1.2-1> 하천구간 ····· 1-3

<표 2.1-1> 수계의 구성 ····· 2-4
<표 2.1-2> 하천밀도 ····· 2-6
<표 2.1-3> 유역의 기하학적 특성 ····· 2-6
<표 2.1-4> 표고별 누가면적 및 구성비 ····· 2-9
<표 2.1-5> 유역의 평균고도 및 평균경사 ····· 2-10
<표 2.1-6> 합·분류지점 하천구간 경계설정 현황 ····· 2-15
<표 2.1-7> 토양의 수문학적 분류 기준 ····· 2-20
<표 2.1-8> 토양통별 특성 ····· 2-21
<표 2.1-9> 토양형별 면적 분포 ····· 2-22
<표 2.1-10> 소유권별 임야면적 ····· 2-23
<표 2.1-11> 임상별 임야면적 ····· 2-23
<표 2.1-12> 행정구역별 토지이용현황 ····· 2-24
<표 2.1-13> 토지이용현황 ····· 2-24
<표 2.1-14> 홍성군 인구변화 ····· 2-26
<표 2.1-15a> 행정구역 현황 ····· 2-27
<표 2.1-15b> 행정구역 및 인문현황 ····· 2-27
<표 2.1-16> 문화재 현황 ····· 2-29
<표 2.1-17> 금회 과업유역내 문화재 현황 ····· 2-29
<표 2.2-1> 우량관측소 현황 ····· 2-34
<표 2.2-2> 수위관측소 현황 ····· 2-34
<표 2.2-3> 보령기상관측소 강수현황 ····· 2-36
<표 2.2-4> 보령관측소 강우 관측기록 ····· 2-38
<표 2.2-5> 수위관측소 현황 ····· 2-39
<표 2.2-6> 수위 관측 현황(수촌) ····· 2-39
<표 2.2-7> 유황분석 ····· 2-40
<표 2.2-8> 기상현황 ····· 2-43
<표 2.3-1> 하도의 평면형 ····· 2-44

국토해양부

<표 2.3-2> 하상경사 ····· 2-45
<표 2.3-3> 하도특성인자 ····· 2-47
<표 2.3-4> 지배유량 산정결과 ····· 2-51
<표 2.3-5> 계획홍수량에 따른 하도수리량 ····· 2-53
<표 2.3-6> 지배유량에 따른 하도수리량 ····· 2-53
<표 2.4-1> 하천 개수 실적 ····· 2-56
<표 2.4-2> 과거 주요호우 및 태풍피해현황(피해액순) ····· 2-57
<표 2.4-3> 홍수피해 현황(최근 10개년) ····· 2-59
<표 2.4-4> 최근수해피해내역(홍성군) ····· 2-59
<표 2.4-5> 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄빈도 ····· 2-61
<표 2.4-6> 주요 가뭄발생 년도 ····· 2-63
<표 2.4-7> 주요 가뭄 발생 현황 ····· 2-63
<표 2.4-8> 가뭄대책 ····· 2-64
<표 2.5-1> 생활용수 취수원 현황 ····· 2-66
<표 2.5-2> 간이상수도 및 소규모 상수도 시설현황 ····· 2-67
<표 2.5-3> 양수장 현황 ····· 2-68
<표 2.5-4> 저수지 현황 ····· 2-68
<표 2.5-5> 취입보 현황 ····· 2-68
<표 2.5-6> 도시계획지역 지정현황 ····· 2-69
<표 2.5-7> 홍성군 문화행사 ····· 2-71
<표 2.6-1> 장래 인구 예측 ····· 2-74
<표 2.6-2> 인구기준 발생원단위 ····· 2-75
<표 2.6-3> 인구에 의한 발생오염부하량 ····· 2-75
<표 2.6-4> 가축사육 동향 및 전망 ····· 2-76
<표 2.6-5> 장래 가축 수 추정 ····· 2-77
<표 2.6-6> 축산분뇨 발생원단위 ····· 2-77
<표 2.6-7> 가축에 의한 발생오염부하량 ····· 2-78
<표 2.6-8> 폐수배출에 의한 발생원단위 ····· 2-79
<표 2.6-9> 공장폐수에 의한 발생부하량 ····· 2-79
<표 2.6-10> 연평균 토지이용 증가율 ····· 2-80
<표 2.6-11> 토지이용 동향 및 전망 ····· 2-80

국토해양부

<표 2.6-12> 토지이용에 의한 발생원단위 ····· 2-81
<표 2.6-13> 토지이용에 의한 발생부하량 ····· 2-81
<표 2.6-14> 오염물질 발생량 예측 ····· 2-81
<표 2.6-15> 인구에 의한 배출오염부하량 ····· 2-83
<표 2.6-16> 축산 폐수 발생원단위 ····· 2-83
<표 2.6-17> 축종별 폐수처리시설 유입농도 ····· 2-83
<표 2.6-18> 축산폐수처리시설 방류수 수질기준 및 처리수 농도 ····· 2-84
<표 2.6-19> 축종별 기준처리율 ····· 2-84
<표 2.6-20> 가축에 의한 배출오염부하량 ····· 2-84
<표 2.6-21> 오염물질의 배출허용기준 ····· 2-85
<표 2.6-22> 토지이용에 의한 발생부하량 ····· 2-85
<표 2.6-23> 유입오염물질 배출량 예측 ····· 2-85
<표 2.6-24> 수질조사 일시 및 기상현황 ····· 2-86
<표 2.6-25> 조사항목 ····· 2-86
<표 2.6-26> 수질 및 저질 조사지점 ····· 2-87
<표 2.6-27> 수질항목별 조사 방법 ····· 2-88
<표 2.6-28> 하천저질 분석방법 및 측정원리 ····· 2-90
<표 2.6-29> 지표수질 및 유량측정 조사결과 ····· 2-92
<표 2.6-30> 저질현황 ····· 2-93
<표 2.6-31> 수질오염사고 시·도별 현황 ····· 2-94
<표 2.6-32> 수질오염사고 오염물질별 현황 ····· 2-95
<표 2.6-33> 광천천지역 일대의 포유류 서식 현황 ····· 2-101
<표 2.6-34> 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상 ····· 2-103
<표 2.6-35> 현지조사시 확인된 조류상 ····· 2-107
<표 2.6-36> 양서·파충류 서식현황 ····· 2-110
<표 2.6-37> 조사지역의 육상곤충 서식 현황 ····· 2-111
<표 2.6-38> 조사 지점별 출현 식물 목록 ····· 2-116
<표 2.6-39> 문헌조사 목록 ····· 2-121
<표 2.6-40> 조사지역별 우점종현황 ····· 2-123
<표 2.6-41> 조사지역별 종다양성 ····· 2-124
<표 2.6-42> 현지조사시 확인된 어류상 ····· 2-124

국토해양부

<표 2.6-43> 문헌조사 목록 ····· 2-125
<표 2.6-44> 저서성대형 무척추동물의 분류군별 현황 ····· 2-128
<표 2.6-45> 현지조사시 확인된 저서성대형 무척추동물상의 종다양성 ····· 2-128
<표 2.6-46> 현지조사시 확인된 저서성 대형무척추동물 목록 ····· 2-129
<표 2.7-1> 소하천 현황 ····· 2-131
<표 2.7-2> 소하천정비종합계획과의 연계성 검토 ····· 2-132
<표 2.7-3> 계획구역 ····· 2-135
<표 2.7-4> 계획목표연도 ····· 2-135
<표 2.7-5> 사업시행 우선순위 ····· 2-137
<표 2.7-6> 사업시행 개요 ····· 2-139
<표 2.7-7> 단계별 목표년도 ····· 2-142
<표 2.7-8> 기본계획 주요 변경내용 ····· 2-143

<표 3.1-1> 측량실시 현황 ····· 3-3
<표 3.2-1> 기준 삼각점 현황 ····· 3-4
<표 3.2-2> 기준 수준점 현황 ····· 3-4
<표 3.4-1> 표석매설 성과 ····· 3-5

<표 4.1-1> 홍수량 산정절차 비교 ····· 4-3
<표 4.1-2> 홍수량 산정지점 ····· 4-4
<표 4.1-3> 보령기상관측소 지속시간별 최대강우량(고정시간) ····· 4-8
<표 4.1-4> 고정시간-임의지속시간 환산계수 ····· 4-9
<표 4.1-5> 보령기상관측소 지속시간별 최대강우량(임의시간) ····· 4-10
<표 4.1-6> FARD2006의 적용분포형 ····· 4-11
<표 4.1-7> 빈도별 지속시간별 확률강우량 산정결과 ····· 4-20
<표 4.1-8> 기 분석 자료와 확률강우량 비교 ····· 4-20
<표 4.1-9> 강우 지속기간-재현기간별 면적감소계수(ARF) ····· 4-22
<표 4.1-10> 유역평균 강우량(면적우량감소계수 적용) ····· 4-23
<표 4.1-11> 전기간 확률강우강도식 ····· 4-25
<표 4.1-12> 단기간 확률강우강도식 ····· 4-26
<표 4.1-13> 장기간 확률강우강도식 ····· 4-27

국토해양부

<표 4.1-14> 보령기상대의 강우지속기간별 최빈분위 ····· 4-28
<표 4.1-15> HUFF의 무차원 누가곡선 (보령기상대, 50%) ····· 4-29
<표 4.1-16> HUFF 누가분포의 6차 다항식 계수 ····· 4-30
<표 4.1-17> 선행 토양함수조건의 분류 ····· 4-32
<표 4.1-18> 관측소별 선행토양함수조건 ····· 4-32
<표 4.1-19> 한국토양 특성에 따른 수문학적 토양군 분류기준 ····· 4-34
<표 4.1-20> 정밀토양도 토양통의 수문학적 재분류 ····· 4-34
<표 4.1-21> 농경지역 및 임목지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건) ····· 4-36
<표 4.1-22> 도시지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건) ····· 4-37
<표 4.1-23> 홍수량 산정지점별 유출곡선지수(CN) ····· 4-38
<표 4.1-24> NRCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 종거 ····· 4-41
<표 4.1-25> 도달시간의 보정계수 ····· 4-45
<표 4.1-26> Kraven값 ····· 4-45
<표 4.1-27> 도달시간 산정결과 ····· 4-46
<표 4.1-28> 산정방법별 빈도별 홍수량 산정 ····· 4-48
<표 4.1-29> 기수립 및 금회 변경 홍수량검토 ····· 4-50
<표 4.1-30> 하천의 중요도에 따른 계획규모 ····· 4-51
<표 4.1-31> 기본 및 계획홍수량 ····· 4-52
<표 4.2-1> 하천 및 수로의 조도계수 ····· 4-58
<표 4.2-2> 조도계수 ····· 4-58
<표 4.2-3> CRIUM 부정류해석 모형을 이용한 기점홍수위 ····· 4-59
<표 4.2-4> 기점홍수위 ····· 4-60
<표 4.2-5> 빈도별 홍수위 ····· 4-61
<표 4.2-6> 계획홍수량 크기에 따른 계획하폭 ····· 4-63
<표 4.2-7> 계획하폭 ····· 4-64
<표 4.2-8> 계획홍수위, 하폭 및 기설제방고 ····· 4-65

<표 5.1-1> 시료채취지점 및 입도분석결과 ····· 5-3
<표 5.3-1> 최심하상고 및 평형하상고 ····· 5-9

<표 6.1-1> 월강수량 ····· 6-3

국토해양부

<표 6.1-2> 유출특성계수 f ····· 6-5
<표 6.1-3> 월별 보정치 E의 값 ····· 6-5
<표 6.1-4> 월별유출고(Kajiyama) ····· 6-6
<표 6.1-5> 일 유출 최적화 모형의 입·출력 및 매개변수 ····· 6-8
<표 6.1-6> 월별유출고(Dawast) ····· 6-10
<표 6.1-7> 방법별 평균 유출량 비교 ····· 6-11
<표 6.1-8> 수자원 부존량 ····· 6-12
<표 6.2-1> 소유역 구분 ····· 6-15
<표 6.2-2> 용수이용현황 총괄 ····· 6-16
<표 6.3-1> 지구별 장래인구 추정 ····· 6-18
<표 6.3-2> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2010년도) ····· 6-19
<표 6.3-3> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2015년도) ····· 6-19
<표 6.3-4> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2020년도) ····· 6-20
<표 6.3-5> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2025년도) ····· 6-20
<표 6.3-6> 미급수지역 생활용수 수요량 ····· 6-21
<표 6.3-7> 지구별 생활용수 수요량 총괄 ····· 6-21
<표 6.3-8> 유역내 공업단지 현황 ····· 6-22
<표 6.3-9> 지구별 공업용수 수요량 ····· 6-22
<표 6.3-10> 장래 수리답 및 관개전율 ····· 6-23
<표 6.3-11> 유역내 지구별 경지면적 ····· 6-24
<표 6.3-12> 유역내 지구별 경지면적 ····· 6-24
<표 6.3-13> 유역내 지구별 경지면적 ····· 6-25
<표 6.3-14> 지구별 농업용수 수요량 ····· 6-25
<표 6.3-15> 지구별 용수수요 총괄 ····· 6-26
<표 6.4-1> 유황분석 결과 ····· 6-26
<표 6.4-2> 갈수량과 물수지(2010년) ····· 6-28
<표 6.4-3> 갈수량과 물수지(2015년) ····· 6-28
<표 6.4-4> 갈수량과 물수지(2020년) ····· 6-29
<표 6.4-5> 갈수량과 물수지(2025년) ····· 6-29

<표 7.1-1> 하천유역 종합계획의 구성 ····· 7-4

국토해양부

<표 8.1-1> 하천의 지구 구분 형태 ····· 8-4
<표 8.1-2> 광천천의 지구 구분 ····· 8-5
<표 8.1-3> 하천관리계획 방향(1) ····· 8-6
<표 8.1-4> 하천관리계획 방향(2) ····· 8-7
<표 8.1-5> 공간관리계획도 ····· 8-8
<표 8.2-1> 하도계획 수립과 관련된 결정사항 ····· 8-9
<표 8.2-2> 구간별 도입시설물 ····· 8-14
<표 8.3-1> 기존시설물 현황 ····· 8-18
<표 8.3-2> 기성제방고 검토 ····· 8-19
<표 8.3-3> 허용소류력 ····· 8-22
<표 8.3-4> 기성제방 소류력 ····· 8-23
<표 8.3-5> 제방 및 호안 계획지구(축제) ····· 8-26
<표 8.3-6> 제방 및 호안 계획지구(보축) ····· 8-26
<표 8.3-7> 기존배수시설 현황 및 능력 검토 ····· 8-33
<표 8.3-8> 신설배수문 현황 ····· 8-35
<표 8.3-9> 계획홍수량에 따른 여유고 ····· 8-36
<표 8.3-10> 계획홍수량에 따른 경간장 ····· 8-36
<표 8.3-11> 교량별 홍수소통능력 검토 ····· 8-37
<표 8.3-12> 취수보 및 낙차공 현황 및 상태 ····· 8-38
<표 8.3-13> 어도의 설치목적별 분류 ····· 8-40
<표 8.3-14> 어도의 구조적 형식별 분류 ····· 8-40
<표 8.3-15> 어도 형식별 장단점 검토 ····· 8-41
<표 8.3-16> 조사지역별 우점종현황 ····· 8-43
<표 8.3-17> 조사지역별 종다양성 ····· 8-43
<표 8.3-18> 현지조사시 확인된 어류상 ····· 8-43
<표 8.3-19> 취수보 현황 및 어도설치 계획 ····· 8-45
<표 8.3-20> 상황별 어도선택 기준표 ····· 8-45
<표 8.4-1> 치수경제성 분석대상지구(보축) ····· 8-46
<표 8.4-2> 치수경제성 분석대상지구(축제) ····· 8-46
<표 8.4-3> 지구별 침수피해조사 ····· 8-48

국토해양부

<표 8.4-4> 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법 ····· 8-49
<표 8.4-5> 전국평균 건축연면적별 가구수비 ····· 8-50
<표 8.4-6> 건축형태별 건축단가 ····· 8-50
<표 8.4-7> 년도별 건설업 Deflator 보정지수 ····· 8-51
<표 8.4-8> 가정용품 보급률 및 평균가격 ····· 8-52
<표 8.4-9> 가정용품 평가액 ····· 8-52
<표 8.4-10> 년도별 소비자 물가지수 ····· 8-52
<표 8.4-11> 농작물별 생산비 (2002년 기준) ····· 8-53
<표 8.4-12> 지역별 논벼의 생산비 (2002년 기준) ····· 8-53
<표 8.4-13> 산업분류별 사업체 1인당 종사장의 유형자산과 재고자산 ····· 8-55
<표 8.4-14> 단위 침수면적당 손실 인명수 ····· 8-58
<표 8.4-15> 침수면적당 발생 이재민수 ····· 8-58
<표 8.4-16> 침수심별 건물 피해율 ····· 8-59
<표 8.4-17> 침수심별 건물내용물 피해율 ····· 8-59
<표 8.4-18> 침수심별 농경지 피해율 ····· 8-60
<표 8.4-19> 침수심별 농작물 피해율 ····· 8-60
<표 8.4-20> 침수심별 유형자산·재고자산 피해율 ····· 8-61
<표 8.4-21> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율 ····· 8-61
<표 8.4-22> 지구별 공사비 산정 결과 ····· 8-63
<표 8.4-23> 공공사업의 적용할인율 ····· 8-64
<표 8.4-24> 시설물별 잔존가치 ····· 8-65
<표 8.4-25> 지구별 경제성 분석 결과 ····· 8-66
<표 8.4-26> 세부기준의 상대가치화 방법 ····· 8-67
<표 8.4-27> 치수사업 투자우선순위(50년 빈도) ····· 8-68

<표 9.1-1> 수질등급별 특성과 지표어종 ····· 9-3
<표 9.1-2> 유기물질에 따른 수생 동·식물과 수질오염의 정도 ····· 9-4
<표 9.1-3> 경관측면 목표수질 ····· 9-4
<표 9.1-4> 친수환경측면측면 목표수질 ····· 9-4
<표 9.1-5> 수질예측 모형의 비교 ····· 9-6
<표 9.1-6> 수질모의를 위한 하천구분 ····· 9-10

국토해양부

<표 9.1-7> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 수질반응계수 ····· 9-11
<표 9.1-8> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 자료 ····· 9-11
<표 9.1-9> 오염물질 배출부하량 ····· 9-11
<표 9.1-10> 장래수질예측 ····· 9-12
<표 9.1-11> 하천수질개선대책 사업의 분류 ····· 9-13
<표 9.1-12> 소규모 하수도 설치규모 ····· 9-14
<표 9.1-13> 소규모 하수도 설치형식 ····· 9-15
<표 9.1-14> 지역특성별 하수처리 공법 ····· 9-15
<표 9.1-15> 하천정화기법구분 ····· 9-16
<표 9.1-16> 장·단점비교 ····· 9-18
<표 9.1-17> 수처리에 이용되는 습지식물 ····· 9-18
<표 9.1-18> 저감시설 설치도 (예시) ····· 9-19
<표 9.1-19> 유역내 단계별 월류수 처리계획 ····· 9-22
<표 9.1-20> 유역내 단계별 초기강우 유출수 처리계획 ····· 9-22
<표 9.2-1> 종합평가 및 결론 ····· 9-23
<표 9.2-2> 용도지역별 토지이용 현황 ····· 9-26
<표 9.2-3> 배출허용기준(폐수) 적용 지역 지정현황 ····· 9-26
<표 9.2-4> 수역별 환경기준 적용현황 ····· 9-27
<표 9.2-5> 상수원 보호구역 지정현황 ····· 9-27
<표 9.2-6> 환경오염물질 배출시설 현황 ····· 9-27
<표 9.2-7> 문화재 현황 ····· 9-28
<표 9.2-8> 생활용수 취수원 현황 ····· 9-28
<표 9.2-9> 하수종말처리 시설현황 ····· 9-28

<표 10.1-1> 고수부지 이용현황 및 장래활용계획 ····· 10-3
<표 10.2-1> 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역 ····· 10-4
<표 10.4-1> 고시현황 ····· 10-5

국토해양부

그 림 목 차

<그림 1.2-1> 과업위치도 ····· 1-4
<그림 1.4-1> 구간별 현황특성 ····· 1-7

<그림 2.1-1> 하천 모식도 ····· 2-5
<그림 2.1-2> 하천유역도 ····· 2-7
<그림 2.1-3> 표고별 누가면적비 ····· 2-9
<그림 2.1-4a> 유역의 특성도(고도분포도) ····· 2-11
<그림 2.1-4b> 유역의 특성도(경사도) ····· 2-12
<그림 2.1-4c> 유역의 특성도(주향도) ····· 2-13
<그림 2.1-4d> 유역의 특성도(음영기복도) ····· 2-14
<그림 2.1-5> 합·분류지점의 경계설정 현황 ····· 2-16
<그림 2.1-6> 과업유역의 지질계통도 ····· 2-17
<그림 2.1-7> 지질도 ····· 2-18
<그림 2.1-8> 토양도 ····· 2-22
<그림 2.1-9> 토지이용도 ····· 2-25
<그림 2.1-10> 행정구역도 ····· 2-28
<그림 2.1-11> 문화재 현황도 ····· 2-30
<그림 2.2-1> 수문관측소 위치도 ····· 2-35
<그림 2.2-2> 년강수량 변화추이(보령관측소) ····· 2-37
<그림 2.2-3> 유황곡선(삽교천-수촌수위표지점) ····· 2-40
<그림 2.2-4> 평년 기상도 ····· 2-41
<그림 2.3-1> 하폭 현황 ····· 2-44
<그림 2.3-2> 하천종단도 ····· 2-45
<그림 2.3-3> 유로의 평면적 변동 ····· 2-55
<그림 2.4-1> 과거 주요태풍 경로도 ····· 2-58
<그림 2.6-1> 하천 오염원의 분류 ····· 2-73
<그림 2.6-2> 생태환경조사지점 위치도 ····· 2-97
<그림 2.6-3> 조류의 도래 유형별 현황 ····· 2-103

국토해양부

<그림 2.6-4> 저서성대형 무척추동물의 분류군별 현황 ····· 2-128

<그림 3.4-1> 표석매설위치도 ····· 3-6

<그림 4.1-1> 홍수량산정지점 위치도 ····· 4-5
<그림 4.1-2> 강우빈도 해석 절차 ····· 4-7
<그림 4.1-3> I-D-F 곡선(전기간) ····· 4-25
<그림 4.1-4> I-D-F 곡선(단기간) ····· 4-26
<그림 4.1-5> I-D-F 곡선(장기간) ····· 4-27
<그림 4.1-6> HUFF 방법의 무차원 누가곡선 ····· 4-30
<그림 4.1-7> 광천천 유역의 CN 분포도 ····· 4-35
<그림 4.1-8> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속시간)-광천천하구 ····· 4-47
<그림 4.1-9> 계획홍수량 배분도 ····· 4-53

<그림 5.3-1> 최심하상고 및 평형하상고 ····· 5-12

<그림 6.1-1> Dawast 모형의 구조도 ····· 6-8
<그림 6.1-2> Dawast 모형의 흐름도 ····· 6-9
<그림 6.1-3> 수자원 부존량 모식도 ····· 6-12
<그림 6.2-1> 소유역 분할도 ····· 6-14
<그림 6.3-1> 생활용수 수요추정 흐름도 ····· 6-17

<그림 7.1-1> 하천의 기능 ····· 7-3

<그림 8.2-1> 기본방향 ····· 8-13
<그림 8.2-2> 구간별 현황특성 ····· 8-14
<그림 8.3-1> 표준단면도 ····· 8-27
<그림 8.4-1> 치수경제성 조사지구 위치도 ····· 8-47
<그림 8.4-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩 ····· 8-56
<그림 8.4-3> 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA)의 개념도 ····· 8-57
<그림 8.4-4> 통합지표 도출 절차 ····· 8-67

국토해양부

<그림 9.1-1> QUAL2E에서의 주요 수질변화 기작 ····· 9-9
<그림 9.1-2> 모델의 예측결과 ····· 9-12

<그림 10.1-1> 폐천부지 현황 ····· 10-4

국토해양부

1.0 하천기본계획의 수립 계획

국토해양부

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위

1.3 과업의 내용

1.4 과업구간 환경관리계획(공간,수환경)의 주요내용

국토해양부

1.0 하천기본계획의 수립계획

1.1 과업의 목적

본 과업은 **홍수에 안전하면서도 문화·생태가 살아있는 복원·친수공간**으로 하천을 재창조시키기 위하여 **「광천천 생태하천 조성사업」을 추진**함에 있어

1) 기 수립된 「광천천수계 하천정비기본계획(2005.12, 충청남도)」의 구간별 수리·수문 및 공간특성을 참고하고

2) 「하천기본계획 수립지침(2008, 국토부)」에 의거 광천천의 자연적인 특성, 지역사회의 성격을 감안한 하천환경관리계획(공간환경, 수환경)에 대한 기본방향(보존, 복원, 친수지구)을 설정

과업구간 현황특성

지리적 특징	문화·관광자원 특징
광천읍을 관류하여 보령호 유입(천수만)	오서산, 토굴새우젓 산지 등

자연을 일정부분 배려하면서 하천부지를 이용하여 여가활동공간이 부족한 지역 주민에게 공원기능을 제공할 수 있도록 **복원·친수지구로 설정**

3) 이에 맞는 서식처 개발 및 친수공간 설계기법을 도입하여 **수리특성을 재검토·반영**하고

4) **하천법 제25조 및 동법 시행령 제24조 규정에 의거** 광천천에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발 및 치수 경제에 관련된 사항을 종합적이고 체계적인 조사·분석을 통하여 **수자원 종합개발지침으로 활용**하고자 함.

또한, 하천법 제15조 및 동법 시행규칙 제8조의 규정에 의거 변경된 하천현황과 수리현황의 보존 및 이용실태를 종합적으로 조사, 정리, 대장화하여 체계를 확립함으로써 일관된 관리를 도모하고 하천사용의 이익증진을 위한 자료로 활용하고자 함.

1.2 과업의 범위

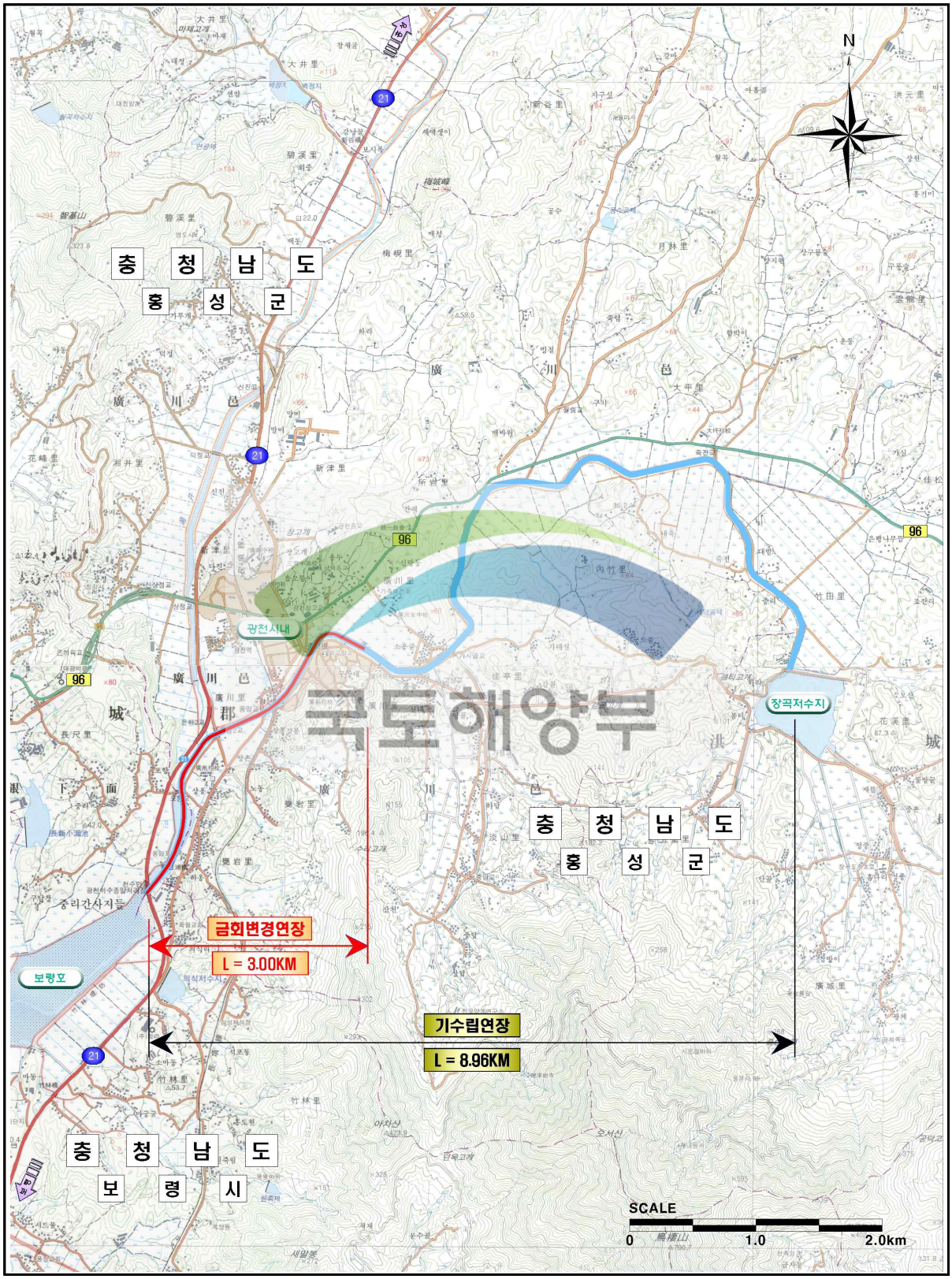
본 과업은 지방하천 광천천 하천기본계획(변경)으로 기 수립연장 L=8.96㎞중 「광천천 생태하천조성사업」 구간(No.0 ~ No.30, L=3.00㎞)의 변경으로 그 내용은 다음과 같다.

<표 1.2-1> 하 천 구 간

하천명	하천등급	하천구간		과업연장(㎞)		유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	비고
		시점	종점	기수립	변경			
광천천	지방하천	홍성군 장곡면 죽전리 371유	홍성군 은하면 장척리 1031-14답	8.96	3.00 (8.96)	66.64	15.16	

주) 괄호는 「광천천수계 하천정비기본계획(2005.12, 충청남도)」시 수립된 연장임.

<그림 1.2-1> 과업위치도


N
충청남도
홍성군
광천시내
장곡저수지
금회변경연장
L = 3.00KM
기수립연장
L = 8.96KM
보령호
충청남도
보령시
SCALE
0
1.0
2.0km
국토해양부

1.3 과업의 내용

1) 하천기본계획의 수립계획

가. 과업목적

나. 과업범위

다. 과업내용

2) 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

가. 일반현황

나. 수문조사

다. 하도특성조사

라. 하천사업의 연혁 및 피해현황

마. 하천의 이용현황

바. 하천의 환경현황

사. 타 계획과의 조정

3) 하천측량

가. 일반사항

나. 지형현황측량

다. 거리표(종단측점)의 설치

라. 측량내용

4) 홍수량 및 홍수위 산정

가. 기본홍수량 및 계획홍수량

나. 홍수위 산정

5) 하상변동 분석

가. 하상재료조사

나. 하천 유사량조사

다. 하상변동 및 하도안정 분석

6) 용수수급 계획 수립

가. 수자원부존량 산정

국토해양부

나. 용수수급현황의 파악
다. 용수수요량 예측 및 산정
라. 물수지 분석
마. 용수수급계획

7) 하천의 종합적인 정비방향 설정
가. 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향
나. 바람직한 하천모습의 설정
다. 홍수처리계획의 기본방향
라. 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향
마. 하천환경관리에 관한 기본방향

8) 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항
가. 하천의 구역별 관리계획 수립
나. 하도계획
다. 하천시설물 계획
라. 치수경제성 분석

국토해양부

9) 하천의 환경에 관한 사항
가. 수환경 보전계획
나. 환경영향 검토

10) 하천의 유지관리에 관한 사항
가. 고수부지 및 폐천부지 현황 및 이용방안
나. 골재 활용가능량 조사
다. 하도유지관리
라. 기타

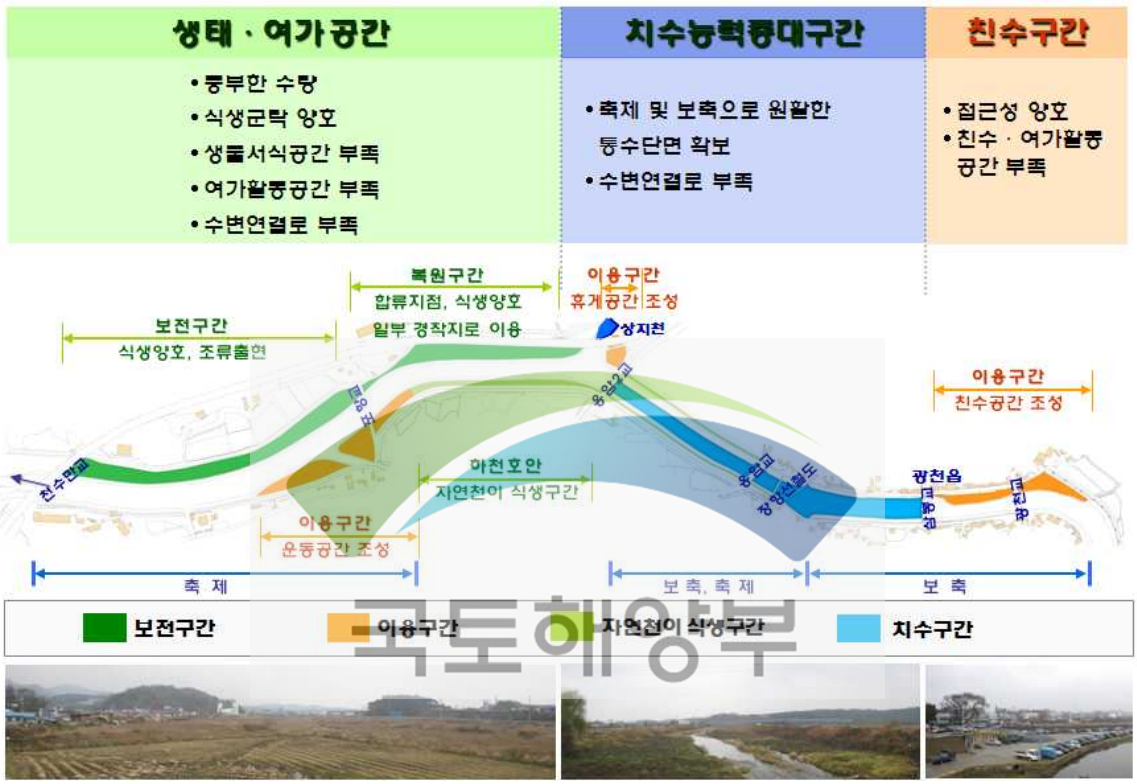
11) 효과분석 및 결론
가. 종합적인 효과분석
나. 결론 및 건의사항

12) 보고서 작성 및 성과품 제출

1.4 과업구간 환경관리계획(공간,수환경)의 주요내용

과업구간(NO.0+00~NO.30+00, L=3.0㎞)을 지구별 특성에 따라 생태·여가구간, 치수능력증대구간, 친수구간 등으로 나누어 각 지구별 계획을 수립하였다.

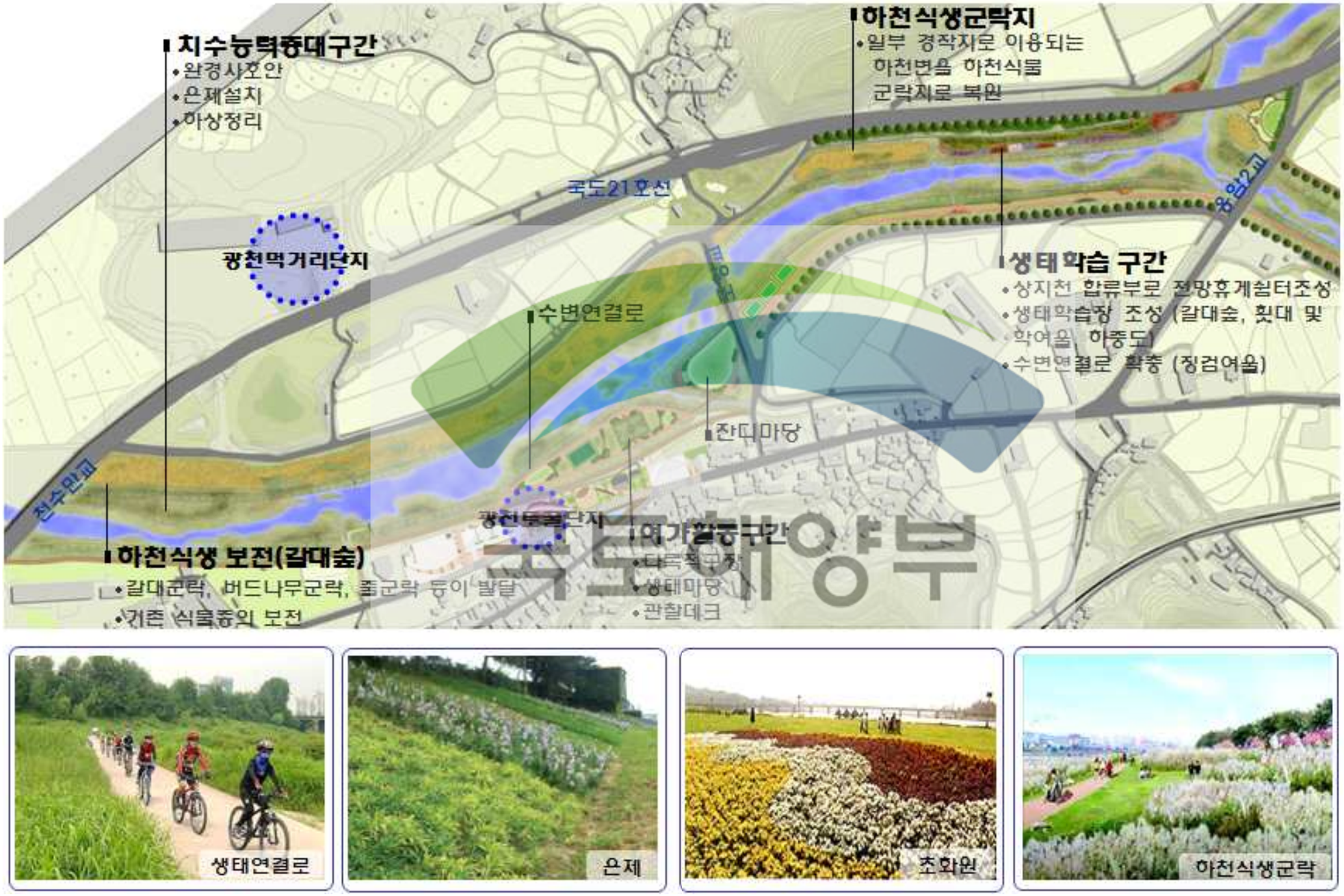
<그림 1.4-1> 구간별 현황특성



하천	지구구분	구간명	도입시설물	
			치수기능	복원·친수기능
광천천	복원 친수	생태·여가구간	은제, 하상정리	수변연결로, 관찰데크, 다목적구장, 식생군락지, 생태학습장
		치수능력증대구간	은제, 축제 및 보축	수변연결로, 가동보, 어도(어류관찰), 데크(노거수보호)
		친수구간	보축	수변연결로, 수변광장, 초화원, 기타 친수시설

국토해양부

1) 생태・여가구간


치수능력증대구간
•완경사호안
•은폐설치
•하상정리
하천식생군락지
•일부 경작지로 이용되는 하천변을 하천식물 군락지로 복원
국도21호선
광천먹거리단지
수변연결로
생태학습 구간
•상지천 합류부로 전망휴게쉼터조성
•생태학습장 조성 (갈대숲, 흰대 및 학여울, 하중도)
•수변연결로 확충 (징검여울)
잔디마당
천수만교
광천복합단지
여가활동구간
•다목적광장
•생태마당
•관찰데크
하천식생 보전(갈대숲)
•갈대군락, 버드나무군락, 줄군락 등이 발달
•기존 식물종의 보전
국토해양부
생태연결로
은제
초화원
하천식생군락

국토해양부

2) 치수능력증대구간

국도21호선
용암2교
농경지
치수능력 증대공간(보축, 축제)
완경사 호안
윤제설치(자생종위주로 군락식재)
광천자전거도로
계획중인 광천자전거도로와 연계
광천재래시장
가동보 및 어도설치
농경지
용암교
경양선철도
수변연결로
확장축제에 따라 좌안부에 둔치를
조성하여 자전거도로(산책로)연계
둔치를 활용한 수질정화 및
생물서식환경조성
주거지역
북도해양부

하천식생군락

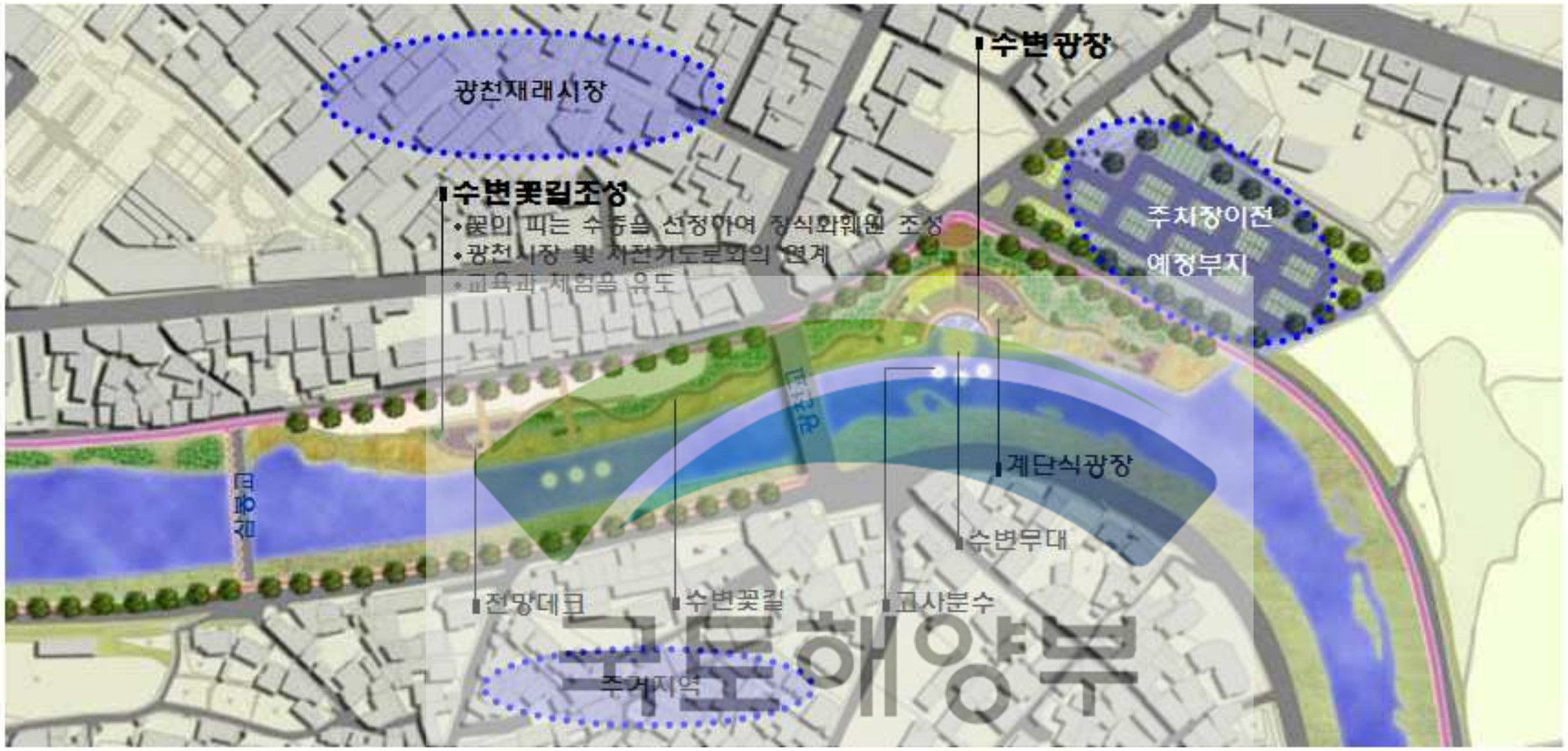
제방데크

가동보

하도정비
준설에 의한 수량확보
사업후 : 홍수위 저감

국토해양부

3) 친수구간


광천재래시장
수변광장
수변꽃길조성
•꽃의 피는 수종을 선정하여 장식화훼원 조성
•광천시장 및 자전거도로와의 연계
•교육과 체험을 유도
주차장이전
예정부지
자전거도로
계단식광장
수변무대
전망데크
수변꽃길
고사분수
주거지역
국토해양부

수변광장

고사분수

초화원

주차장예정부지

2.0 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

2.1 일반현황

2.2 수문조사

2.3 하도특성 조사

2.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

2.5 하천의 이용현황

2.6 하천의 환경현황

2.7 타 계획과의 조정

국토해양부

국토해양부

2.0 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

하천기본계획의 수립은 이수, 치수 환경측면을 서로 연관성 있게 계획하여 유역의 홍수와 갈수피해를 경감시키고, 유수와 유로의 이용도를 향상시키며, 유역의 수자원개발 및 이용을 위해 각종 관련자료 등을 참고하고 해당 하천의 자연, 사회, 문화, 경제적 조건을 고려하여 이루어져야 한다. 따라서 하천 유역전체에 대한 체계적이고, 효율적인 계획을 위해서 충분한 조사, 검토는 필수사항이라 할 수 있다. 이에 따라 유역의 일반현황, 수문조사, 하도특성 조사, 하천사업의 연혁 및 피해현황, 하천의 이용현황 및 하천의 환경현황, 타 계획과의 조정 등을 체계적으로 조사하여 정리하였다.

2.1 일반현황

2.1.1 유역의 일반현황

1) 유역의 개황

광천천은 홍보지구 배수갑문을 통하여 서해로 유입하는 지방하천으로서 홍성군 장곡면 광성리 오서산(EL.790.7m)에서 발원하여 내원사를 거쳐 용문암지점에서 소하천 광성천에 합류된다. 소하천 광성천은 북진하여 소하천 오성천, 장오천과 함께 장곡저수지에 유입된 후 장곡저수지를 월류하여 사행을 거듭하다 우안에서 소하천 죽전천과 합류하며 다시 월대천이 우안에서 합류된다. 월대천 합류 후 지방도 96번을 따라 서류하다 지방하천인 월림천을 우안에서, 담산천을 좌안에서 합류 한 후 광천읍 시내 및 장항선로를 관류하여 우안에서 다시 상지천을 합류후 천수만으로 유입되는 하천으로서 동경 126° 36′24″ ~ 126° 41′32″, 북위 36° 27′26″ ~ 36° 34′33″사이에 위치하며 유역면적 66.64㎢, 유로연장 15.16km이다.

토지이용현황을 살펴보면 임야가 30.58㎢(45.89%), 경작지가 24.30㎢(36.46%)로써 임야 및 경작지가 대부분을 차지하며 2009년 현재 인구현황은 총 가구수 5,918호로 인구는 14,363명, 인구밀도는 216인/㎢이며, 광천시가지 일부구간은 고수부를 하상주차장으로 활용하고 있으며 하상은 대부분 자갈 및 모래로 구성되어 있다.

광천천의 평균하상경사는 1/1,262～1/289 이며 하상구성물질은 대부분 자갈 및 모래로 되어있다.

지표수질조사결과[변경/기수립(2005년)] (BOD 4.1～4.4 / 6.2㎎/L), (SS 8.8～9.6 / 12.2㎎/L), (T-N 5.520～6.720 / 4.646㎎/L), (T-P 0.216～0.235 / 0.175㎎/L) 등으로 조사되어 금회 측정결과가 T-P를 제외하고 전 항목에서 비슷한 수질등급이거나 다소 낮은 수질등급으로 기 수립된 2005년보다 수질상태가 향상된 것으로 나타났다.

국토해양부

또한, 광천천 종점 우안에 광천하수종말처리장이 위치해 있으며 일최대 처리량 5,000㎥으로 운용중에 있다.

2) 수계의 구성

동일유역에 속하고 공통의 하구를 가진 모든 유로를 총칭하여 수계(drainage pattern)라 하며, 광천천의 수계현황은 다음과 같다.

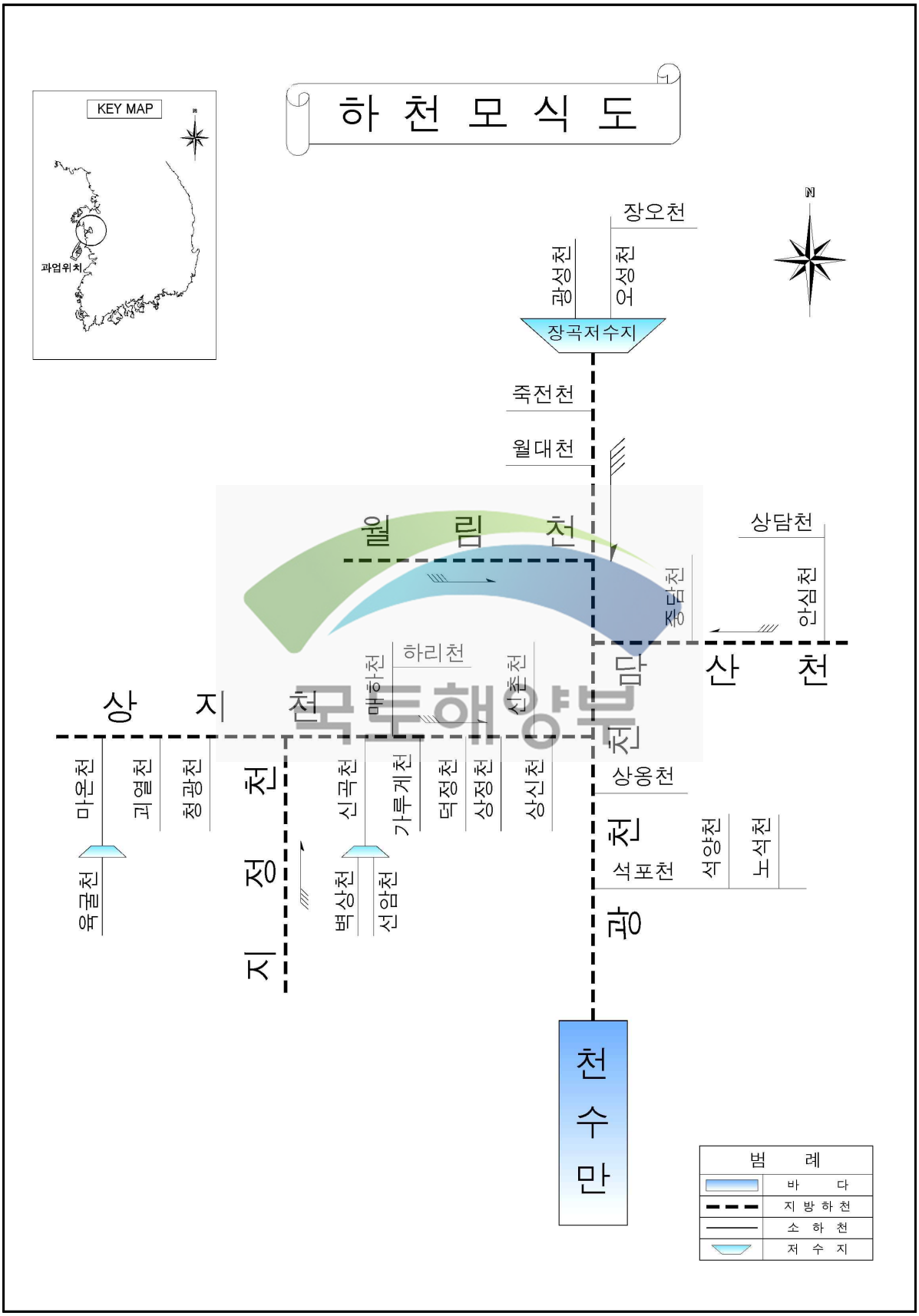
<표 2.1-1> 수계의 구성

하천명	유수의 계통(수계)				하천의 구간		하천연장 (㎞)	유로연장 (㎞)	유역면적 (㎢)	비고
	본 류	1지류	2지류	3지류	시 점	종 점				
광천천	**광천천**				홍성.장곡.죽전	홍성.은하.장척	8.96	15.16	66.64	
석포천	〃	석포천			은하.옹암. 633	은하.옹암. 508-11	1.10	2.00	1.30	
석양천	〃	〃	석양천		은하.옹암. 158	은하.옹암. 566	0.75	1.30	0.31	
노석천	〃	〃	노석천		광천.운용. 산114	광천.운용. 483	0.50	1.21	0.40	
상옹천	〃	상옹천			은하.옹암. 85-1	은하.옹암. 355-1	1.416	2.00	1.28	
상지천	**〃**	**상지천**			홍성.광천.청광	광천.광천천합류점	8.93	11.80	25.77	
신촌천	〃	〃	신촌천		광천.신진. 17	광천.신진. 329-1	1.51	2.10	1.25	
상신천	〃	〃	상신천		광천.상정. 296-4	광천.상정. 326	0.70	0.91	0.26	
상정천	〃	〃	상정천		광천.상정. 285	광천.상정. 401-2	1.18	1.36	0.78	
덕정천	〃	〃	덕정천		광천.상정. 241-2	광천.상정. 36-1	0.80	1.23	0.37	
가루게천	〃	〃	가루게천		광천.벽계. 331	광천.벽계. 591-7	1.30	2.02	1.33	
매하천	〃	〃	매하천		광천.매현. 62	광천.매현. 526	2.00	2.48	1.79	
하리천	〃	〃	〃	하리천	광천.매현. 187	광천.매현. 산62-1	0.838	1.05	0.47	
신곡천	〃	〃	신곡천		구항.신곡. 494-1	구항.신곡. 354-3	0.75	2.56	2.71	
선암천	〃	〃	〃	선암천	광천.벽계. 578-1	광천.벽계. 483-8	0.80	1.70	0.77	
벽상천	〃	〃	〃	벽상천	광천.벽계. 524	광천.벽계. 510	0.52	0.98	0.14	
지정천	**〃**	**〃**	**지정천**		홍성.구항.지정	구항.상지천합류점	2.27	4.11	3.99	
지석천	〃	〃	〃	지석천	폐 지					
청광천	〃	〃	청광천		구항.청광. 595-2	구항.청광. 411-3	1.87	2.86	1.10	
괴열천	〃	〃	괴열천		구항.청광. 506-6	구항.청광. 431	1.00	1.32	0.50	
마온천	〃	〃	마온천		구항.마온. 175-10	구항.청광. 519	0.60	2.90	1.98	
육굴천	〃	〃	〃	육굴천	구항.마온. 175-10	구항.마온. 308	1.00	1.93	1.36	
담산천	**〃**	**담산천**			홍성.광천.담산	광천.광천천합류점	2.37	4.50	5.79	
중담천	〃	〃	중담천		광천.담산. 산22	광천.담산. 598	0.55	2.10	0.78	
안심천	〃	〃	안심천		광천.담산. 산65-5	광천.담산. 501-3	0.80	2.40	1.39	
상담천	〃	〃	〃	상담천	광천.담산. 896-1	광천.담산. 787	0.55	2.10	0.93	
월림천	**〃**	**월림천**			홍성.홍동.월림	광천.광천천합류점	2.14	4.10	4.15	
월대천	〃	월대천			광천.운용. 598	광천.대평. 555-2	2.20	2.62	1.85	
죽전천	〃	죽전천			장곡.죽전. 754	장곡.죽전. 740	1.417	2.44	3.33	
광성천	〃	광성천			장곡.광성. 970	장곡.광성. 975	2.615	4.33	3.25	
오성천	〃	오성천			장곡.오성. 501	장곡.오성. 312-1	1.90	3.93	3.03	
장오천	〃	〃	장오천		장곡.오성. 254	장곡.오성. 311	1.55	2.79	1.03	

주) 1. 자료출처 : 홍성군 소하천정비 종합계획 (2004. 12)
2. 소하천 지석천은 금회 지정천과 중복으로 소하천을 폐지함.

국토해양부

<그림 2.1-1> 하천 모식도



국토해양부

또한, 유역 내에서 지류의 수가 많고 적음을 정량적으로 표시하는 지수로서 Neumann은 다음과 같이 하천밀도(River density)를 정의하고 있다.

$$\text{하천밀도}(D) = \frac{\text{본지천길이의총계}}{\text{유역면적}} = \frac{\Sigma L}{A}$$

본 과업에서는 각 과업대상 하천의 유역면적과 1/25,000 수치지형도 및 GIS를 사용한 유역특성분석에서 산정된 하천의 총연장을 참고하여 <표 2.1-2>과 같이 하천밀도를 산정하였다.

<표 2.1-2> 하천밀도

하 천 명	유역면적(A) (㎢)	하천총연장(L) (㎞)	하천밀도(L/A) (㎞/㎢)	비 고
광천천	66.64	94.30	1.42	

주) 하천밀도(D) = 하천본류와 지류의 총연장(ΣL) / 유역면적(A)

3) 유역의 특성

유역의 지형학적 특성은 수문 설계 시 가장 기본이 되는 인자로서 금회 과업에서는 정확성을 높이기 위해 지형도 외에 국가 NGIS사업의 일환으로 제작, 배포된 수치지도를 기본으로 하여 GIS기법을 응용하여 분석하였으며, 기본 수치지도의 축척은 1:25,000으로 광천천 유역에 대해 총 4도엽을 사용하였다.

가. 유역의 기하학적 특성

유역의 기하학적 특성은 하천을 이해하고 유역의 유출특성을 분석하는데 있어서 매우 중요한 요소로, 주로 유역면적 및 유로연장 등이 사용된다. 본 과업에서는 과업구간 내 주요 지류의 합류 전·후 지점 및 수리·수문 분석 시 중요한 지점을 선정하여 유역면적, 유로연장, 유역의 평균폭 및 형상계수를 구하여 유역의 기하학적 특성을 분석하였다.

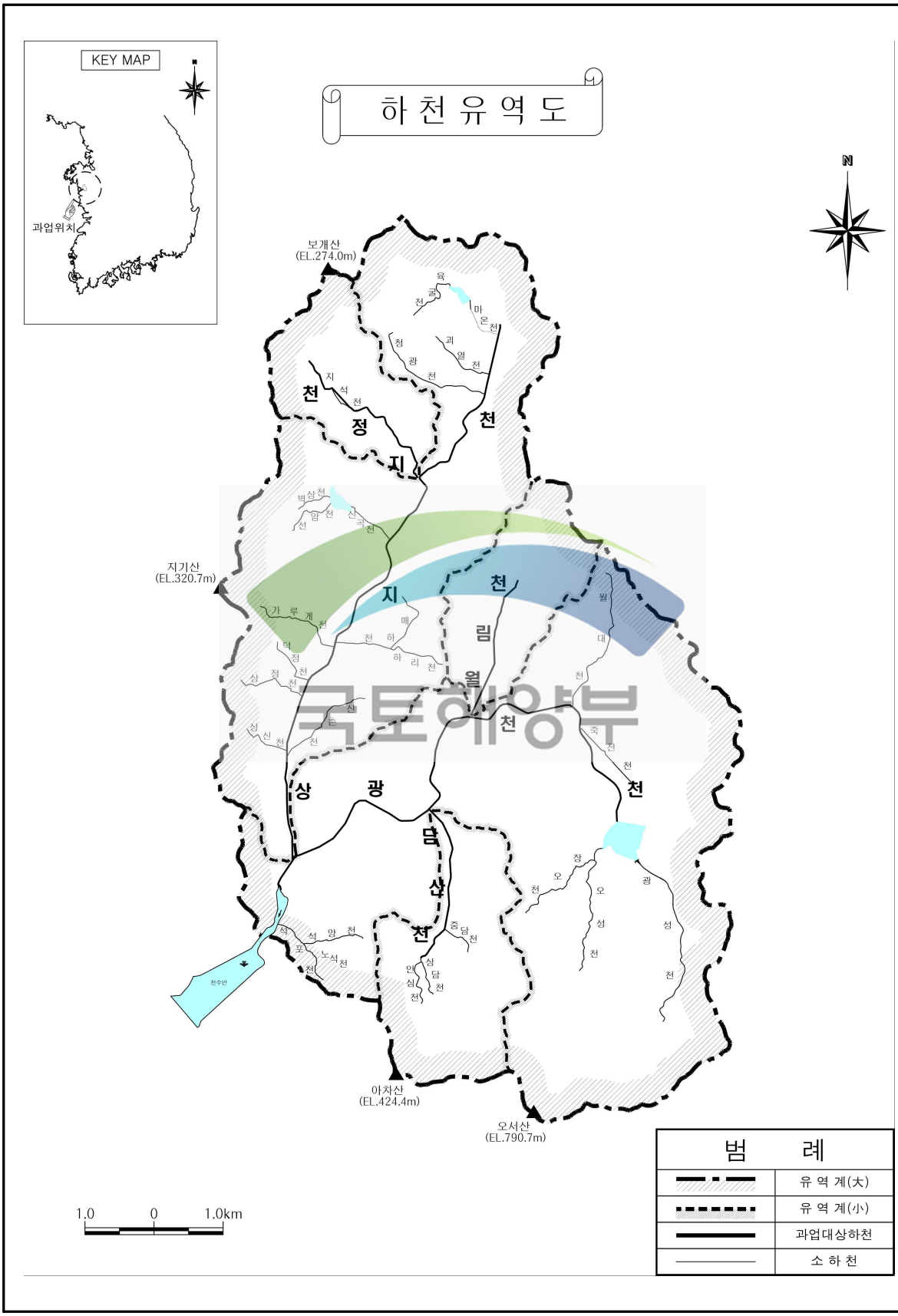
유역의 평균폭은 유역면적을 유로연장으로 나눈 값으로서 일반적으로 대하천일수록 큰 값을 가진다. 또한, 유역형상계수는 유역면적을 유로연장의 제곱으로 나눈 값으로 "1"에 가까울수록 유역의 형상은 정방형에 근접하게 되어 첨두홍수량이 크게 발생하며, 형상계수가 "0"에 가까울수록 가늘고 긴 유역형상으로 유출의 집중성향이 적어지므로 첨두홍수량도 비교적 작게 나타나게 된다.

<표 2.1-3> 유역의 기하학적 특성

하 천	유역면적(A) (㎢)	유로연장(L) (㎞)	유역평균폭 A/L(㎞)	유역형상계수 (A/L^2)	비 고
광천천	66.64	15.16	4.40	0.29	

국토해양부

<그림 2.1-2> 하천유역도


KEY MAP
과업위치
하 천 유 역 도
N
보개산
(EL.274.0m)
지기산
(EL.320.7m)
아차산
(EL.424.4m)
오서산
(EL.790.7m)
지천
정지천
월림천
상광천
담산천
1.0 0 1.0km
범 례
유 역 계(大)
유 역 계(小)
과업대상하천
소 하 천

나. 표고별 누가면적 및 구성비

표고별 면적분포는 고도에 따라 변하는 강우, 증발, 식생 및 수문사항 등에 영향을 미치는 요인으로 지형의 특성을 분석하는 방법의 하나로 이용되고 있다. 본 과업에서는 대상 하천 유역에 대해 GIS기법을 이용하여 고도분석을 수행하였으며, 이를 위한 GIS 소프트웨어는 ArcView GIS를 사용하였고, 고도분석 과정은 다음과 같다.

(1) 고도분석모형 구축

고도자료는 NGIS의 1:25,000지형도를 기본으로 하였으며, 수치지형도를 토대로 TIN(Triangulated Irregular Network model) 및 DEM(Digital Elevation Model)을 구성하였다. 수치지형도의 수많은 Layer 중 주곡선과 계곡선 및 표고점 Layer를 추출하여 고도모형의 구성을 위한 고도자료로 이용하였다.

고도값이 변하는 지점을 연속적인 삼각형의 형태로 연결한 TIN은 복잡한 지역에서는 상세하게, 단순한 지역에서는 간단하게 지형을 묘사할 수 있고, 도로 및 하천 등의 선형 형상들을 삼각형의 모서리로 정확히 표현할 수 있다는 장점을 갖고 있으나, 처리과정이 DEM에 비하여 비효율적이며 시간과 비용이 더 많이 든다는 단점이 있다. 반면, DEM은 격자형태의 고도자료로서 다른 형식의 자료보다 단순하고 효율적이다. 다만 지형을 자세히 묘사하려면 자료의 크기가 급격히 증가하며 선형 형상을 완벽히 반영하지 못하는 단점이 있다. 본 과업에서는 넓은 유역에 대해 효과적인 분석을 수행하기 위하여 DEM을 채택하였다. DEM에서 각 격자의 고도값은 등고선 및 표고점의 고도값으로부터 보간법을 이용하여 계산하며, 보간법에는 거리반비례평균법, Spline법, Kriging법, 다항식 추세법 등 여러 가지가 있다. 금번 분석에서는 이중 가장 일반적인 거리반비례평균법을 채택하였다.

국토해양부

▶ 거리반비례평균법

$$\hat{Z}_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Z_i \, d_{ij}^{-2} \right)}{\sum_{i=1}^{n} d_{ij}^{-2}}$$

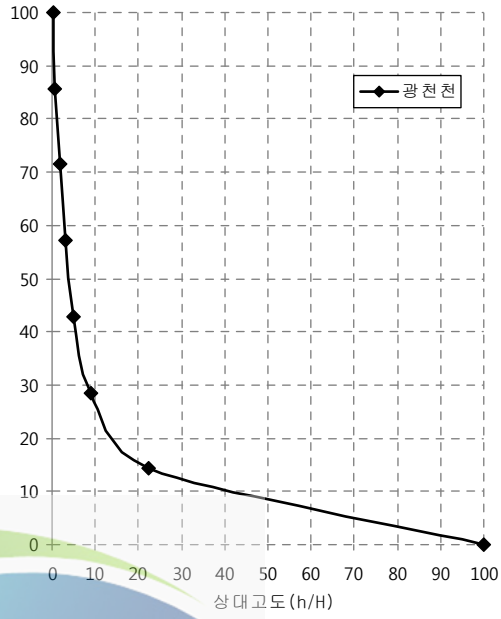
여기서, Z_i : 격자점 주변에 분포하는 등고선과 표고점으로부터의 고도값

d_{ij} : 격자점 j에서 주변에 분포하는 고도값이 위치한 i까지의 거리

(2) 고도분석을 통한 표고별 누가면적 및 구성비 산출

표고별 면적분포는 고도에 따라 변하는 강우, 증발, 식생 및 수문사상 등에 영향을 미치는 요인으로 유역의 지형학적 특성을 분석하는 방법의 하나로 이용되고 있다. 본 계획에서는 수치지형도로부터 추출된 DEM을 토대로 하천별 표고별 누가면적을 산정하였다. 본 과업대상 하천에 대한 표고별 누가면적 및 구성비는 <표 2.1-4>와 같고, 표고별 누가면적도는 <그림 2.1-3>와 같다.

<그림 2.1-3> 표고별 누가면적비



굿토해양부

<표 2.1-4> 표고별 누가면적 및 구성비

하 천	표 고 (EL.m)								비 고
	≥700	≥600	≥500	≥400	≥300	≥200	≥100	≥0	
광천천	0.12 (0.2)	0.46 (0.7)	1.25 (1.9)	2.03 (3.0)	3.42 (5.1)	6.04 (9.1)	14.85 (22.3)	66.64 (100.0)	

주) 공란은 백분율임

다. 유역의 평균고도 및 평균경사

(1) 유역의 평균고도

DEM을 토대로 금회과업 유역의 유역평균고도를 구한 결과는 다음<표 2.1-5>과 같다.

(2) 유역의 평균경사

유역의 평균경사는 유역의 지형과 구성양상을 나타내는 인자로서 빗물의 침투량이나 유출율 결정에 영향을 주며, 지표면 유출속도를 좌우하는 요소 중의 하나이다. 유역경사가 급하면 토양의 침식이 용이하여 토층이 얇아지고, 토양함유수분이 적으며, 침투량도 적게되어 완경사 유역에서 보다 유출용적이나 첨두유량의 크기가 크게 된다. 유역평균경사는 평균경사 곡선법(Mean Slope Curve

Method), 등고선 연장법(Contour-Length Method), 등고선 교점법(Grid-Contour Method) 및 GIS를 이용한 격자법(Grid Method) 등으로 구할 수 있으며, 금번 과업하천 유역의 평균경사는 GIS를 이용한 격자법을 이용하였다.

DEM의 한 격자에서 경사도와 사면방향은 주위의 8개 격자의 고도자료를 이용하여 계산하며 절차는 다음과 같다.

▶ 경사도(S)와 사면방향(A)

$$\tan S = \{(\partial Z/\partial X)^2 + (\partial Z/\partial Y)^2\}^{1/2}$$

$$\tan A = \frac{-\partial Z/\partial Y}{\partial Z/\partial X}$$

여기서, S : 경사도
A : 사면방향
Z : 고도
X, Y : 평면좌표

위 식의 계산을 위한 유한차분식으로 점(i, j)에서 X축과 Y축 방향의 기울기는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$[\partial Z/\partial X]_{i,j} = [(Z_{i+1,j+1} + 2Z_{i+1,j} + Z_{i+1,j-1}$$
$$-(Z_{i-1,j+1} + 2Z_{i-1,j} + Z_{i-1,j-1}]/(8\delta X$$

$$[\partial Z/\partial Y]_{i,j} = [(Z_{i+1,j+1} + 2Z_{i,j+1} + Z_{i-1,j+1}$$
$$-(Z_{i+1,j-1} + 2Z_{i,j-1} + Z_{i-1,j-1}]/(8\delta Y$$

경사도 산정을 위한 격자들

$Z_{i-1,j+1}$	$Z_{i,j+1}$	$Z_{i+1,j+1}$
$Z_{i-1,j}$	$Z_{i,j}$	$Z_{i+1,j}$
$Z_{i-1,j-1}$	$Z_{i,j-1}$	$Z_{i+1,j-1}$

국토해양부

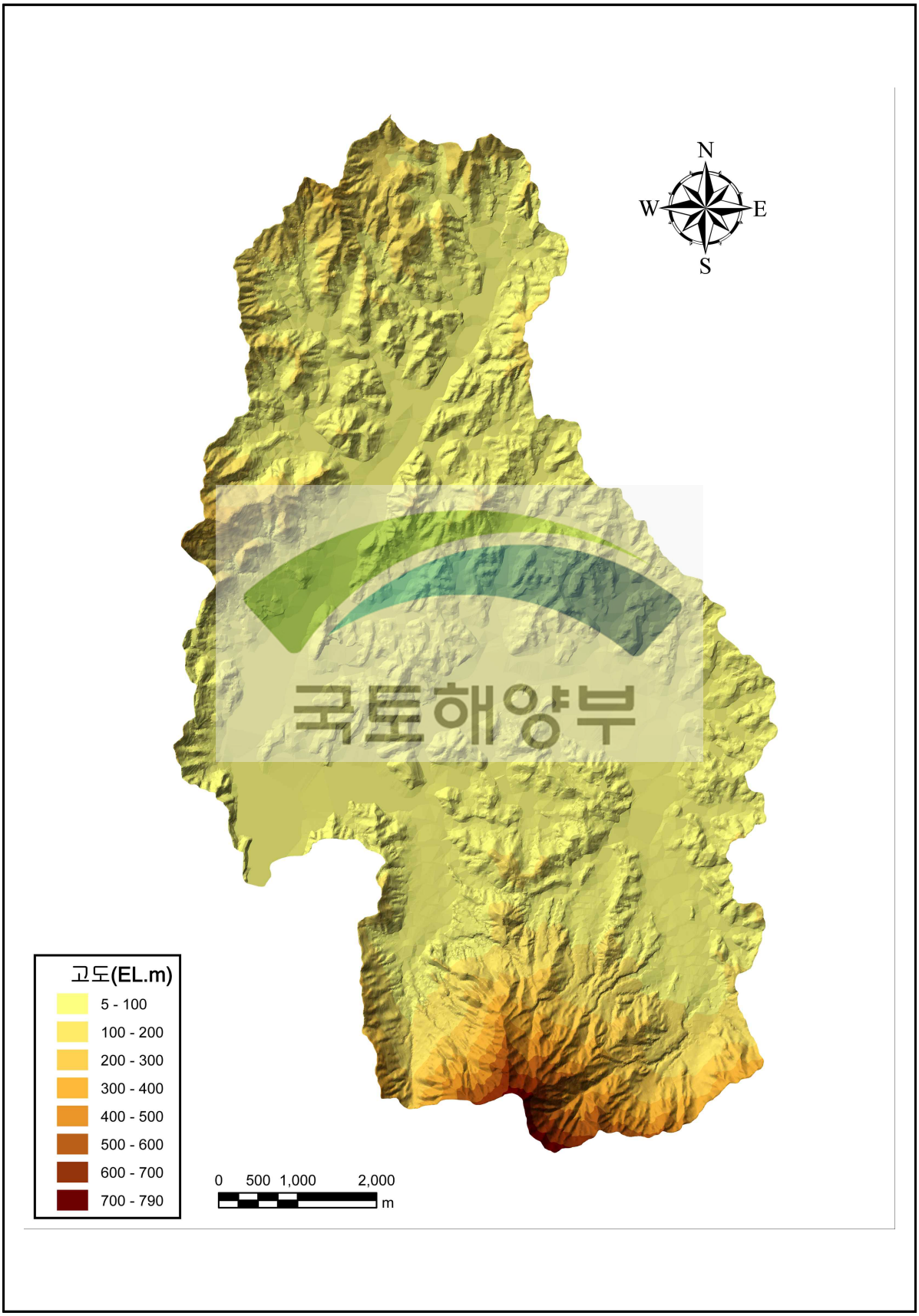
유역내의 모든 격자에서 경사도를 구한 후 이를 주요 지점별로 산정한 평균경사는 <표 2.1-5>과 같고 <그림 2.1-4>에 고도분포도, 경사도, 주향도 및 음영기복도를 나타내었다.

유역의 경사와 함께 유역이 어떠한 방향으로 놓여 있는가에 따라 유출은 크게 영향을 받는다. 우리 나라와 같이 바람이나 강우전선의 이동방향이 계절성을 가지고 있을 경우에는 유역의 방향이 강우전선의 이동방향과 어떠한 방향으로 놓여 있는가에 따라서 유출의 영향이 커지게 된다.

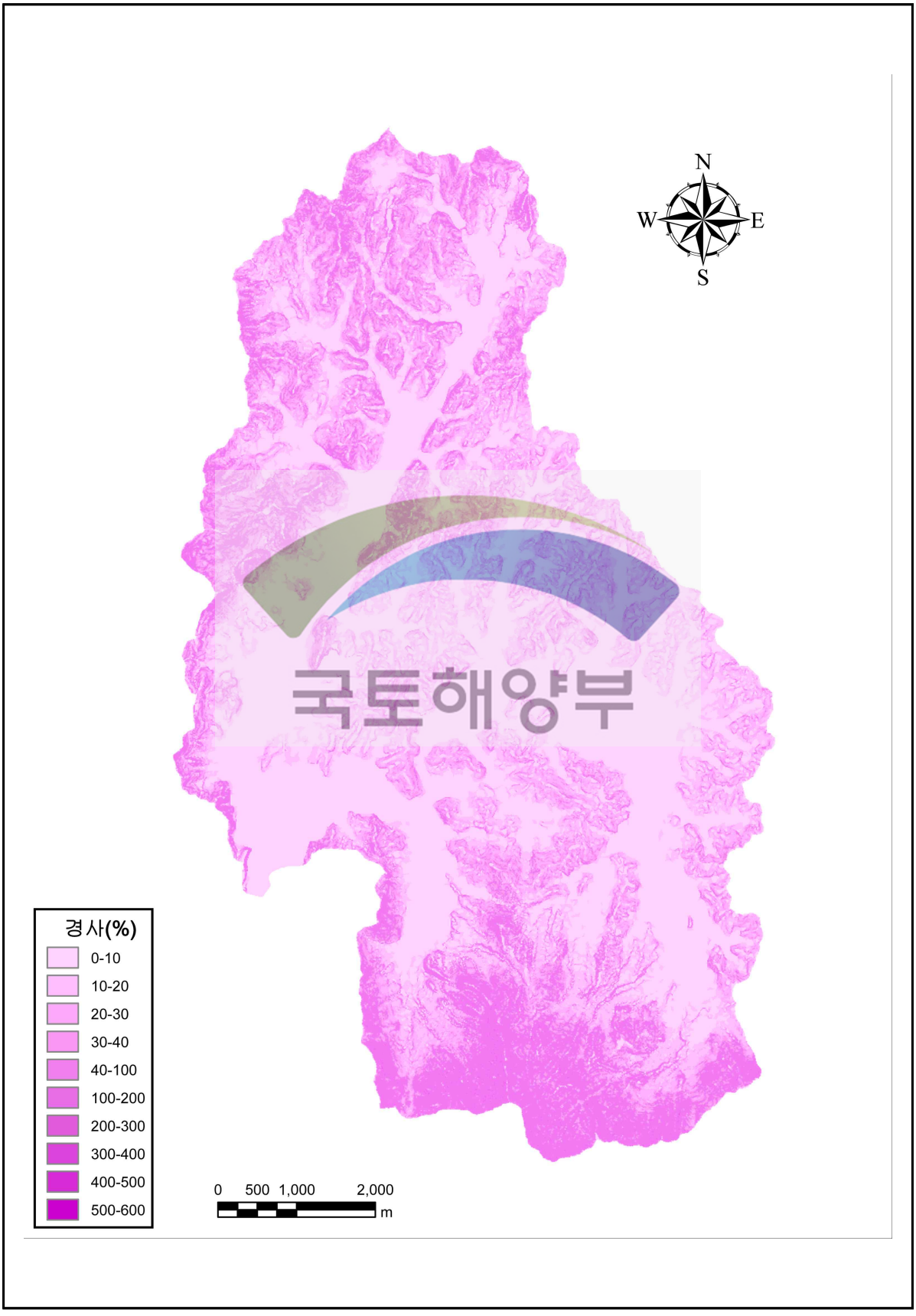
<표 2.1-5> 유역의 평균고도 및 평균경사

하 천	유역면적 (㎢)	유로연장 (km)	평균고도 (EL.m)	평균경사 (%)	비 고
광천천	66.64	15.16	88.18	17.08	

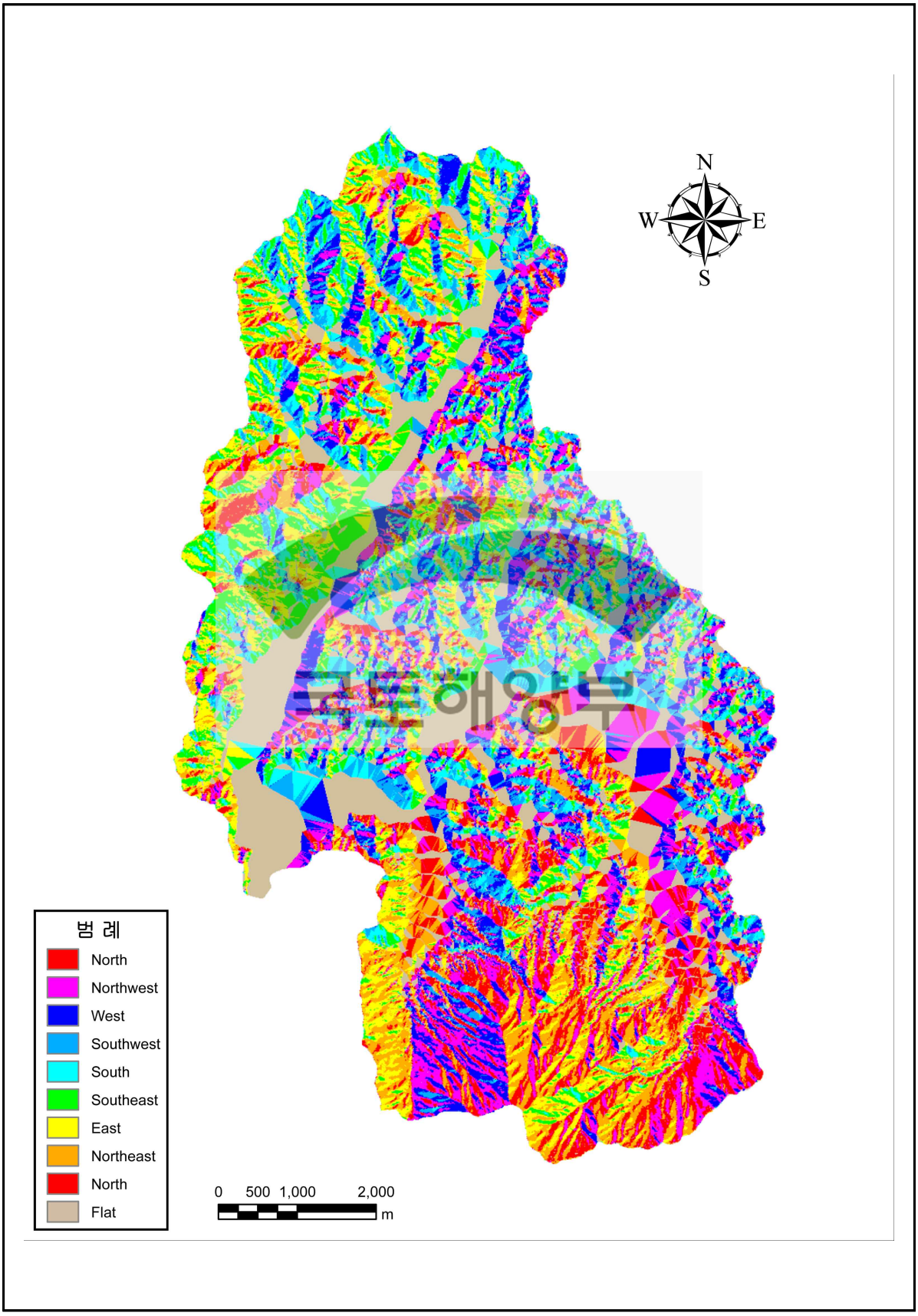
<그림 2.1-4a> 유역의 특성도(고도분포도)



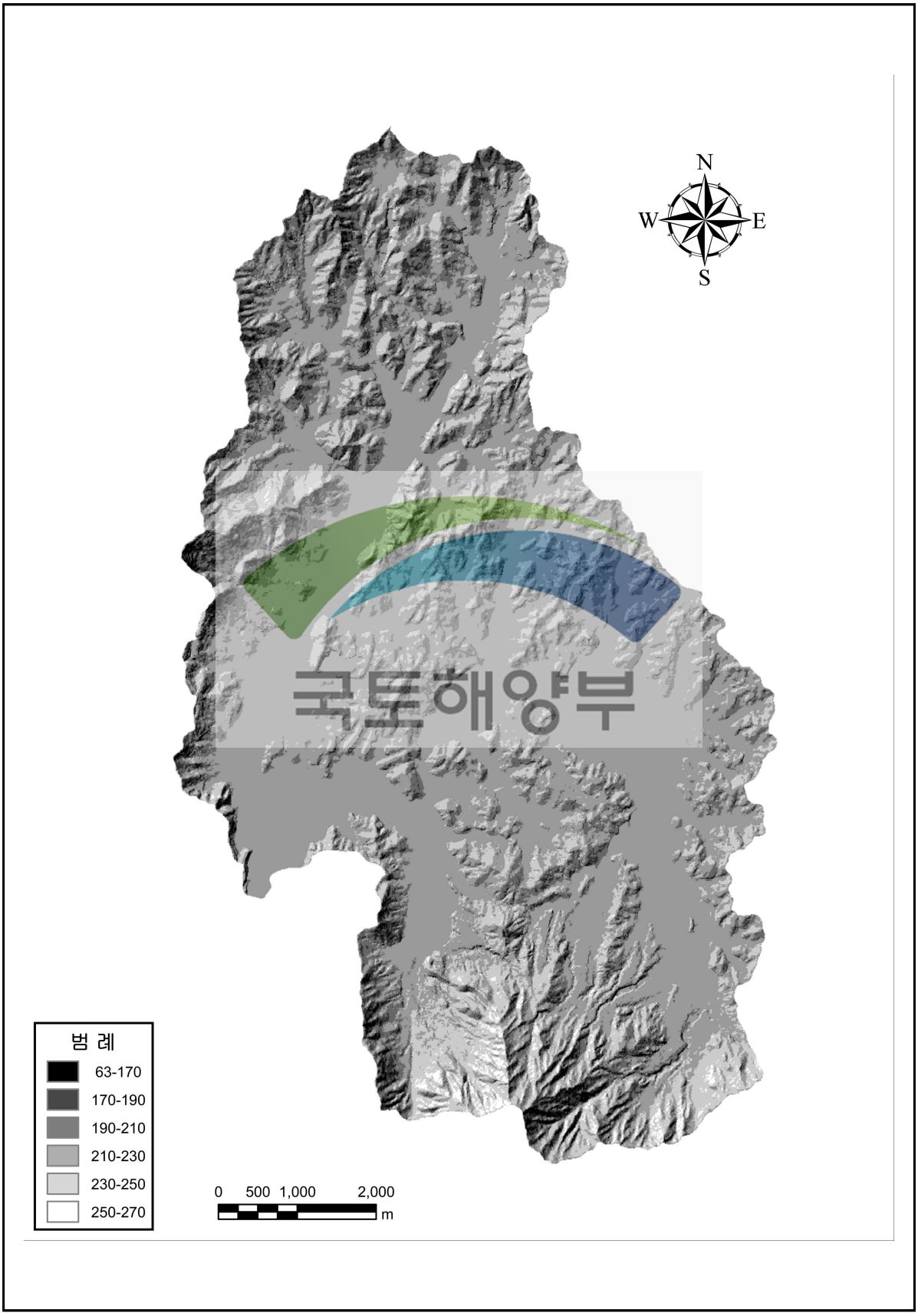
<그림 2.1-4b> 유역의 특성도(경사도)



<그림 2.1-4c> 유역의 특성도(주향도)



<그림 2.1-4d> 유역의 특성도(음영기복도)



국토해양부

라. 합·분류지점의 하천구간 경계설정 현황

하천이 합류되거나 분기되는 하천구간의 경계는 하천법9조에 의하여 관리가 용이하도록 경계를 설정하였으며, 구분이 명확하지 않을 경우에는 현지 지형을 고려하여 합리적인 판단에 의해 조정하였다.

가) 유제부의 경우는 지류의 영향으로 곡선형을 나타내기 직전 제방의 제내측 최외곽선을 연결한 직선으로 하였으며 이러한 경계선이 제방과 만나는 지점에서 제방을 직각으로 가로지르는 선까지를 본류의 구역으로 하였다.

나) 무제부의 경우는 본류하천의 계획홍수위선과 지표가 만나는 선을 기준으로 하였으며 경계설정방식은 유제부와 같이 하였다.

다) 시점부에서는 소하천의 기 고시된 내용을 토대로 검토하였다.

상기와 같은 기준에 의한 하천구간 경계설정 현황은 <표 2.1-6> 및 <그림 2.1-5>과 같다.

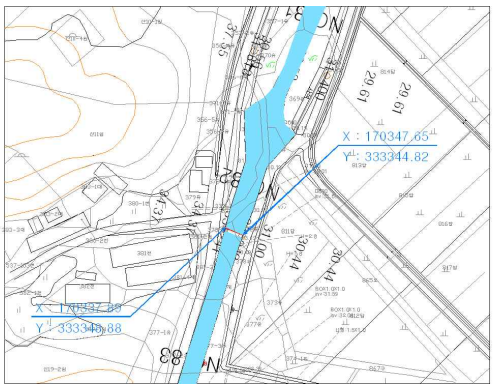
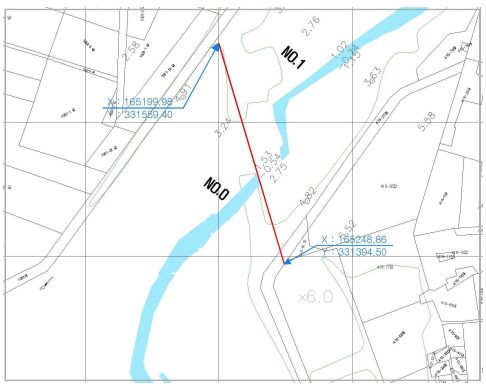
국토해양부

<표 2.1-6> 합·분류지점 하천구간 경계설정 현황

하 천	등 급	설정 구간	경 계 설 정 현 황	위 치				비 고
				좌	X	우	X	
					Y		Y	
광천천	지방	시점	광천천의 NO.89+55 지점에서 유심에 직각으로 그은 선	170349.24		170360.51		
				333385.19		333381.75		
		종점	광천천의 NO.0 지점에서 유심에 직각으로 그은 선	165248.86		165199.98		
				331394.50		331559.40		

주) 위치 란의 좌·우의 구분은 지류 기준임.

<그림 2.1-5> 합·분류지점의 경계설정 현황

광천천 시점	광천천 종점 (천수만교)
	

2.1.2 유역의 자연현황

1) 지형·지질 및 토양

가. 지 형

홍성군은 대체적으로 산악과 구릉으로 연결된 지대이며 금마천 연변의 평지만 군내 유일한 미곡산지이고 기타는 산악이 기복된 사이에 좁은 들판을 이루고 있다.

또한, 광천읍 동남방에 우뚝 솟아있는 오서산은 차령산맥의 지맥으로 해발 797m 고지로 홍성, 청양, 보령 3개 시·군의 경계를 이루며 이 산을 근원으로 하여 하천의 분수령을 이루고 있다.

유역내 표고분석의 현황을 살펴보면 해발 60m미만이 전체의 82.9%로 가장 많고, 160m 이상이 8.5%를 나타내고 있다.

굿토해양부

나. 지 질

유역 내 분포되어 있는 암석은 제4기 제4계 충적층과 백악기와 선캠브리아기에 속하는 화강암류와 변성암류, 시대미상의 편마상 화강암류로 되어 있다.

선캠브리아기의 변성암류는 크게 호상편마암과 운모편암으로 대별되며 본 유역에 분포하고 있는 기반암은 대부분 선캠브리아기의 월현리층, 각섬석 화강편마암으로 구성되어 있으나 일부구간에는 시대미상의 화강편마암과 반화강암질 편상화강암이 일부지대에 분포하고 있으며 하천변에는 충적층이 이들 기반암을 피복하고 있다.

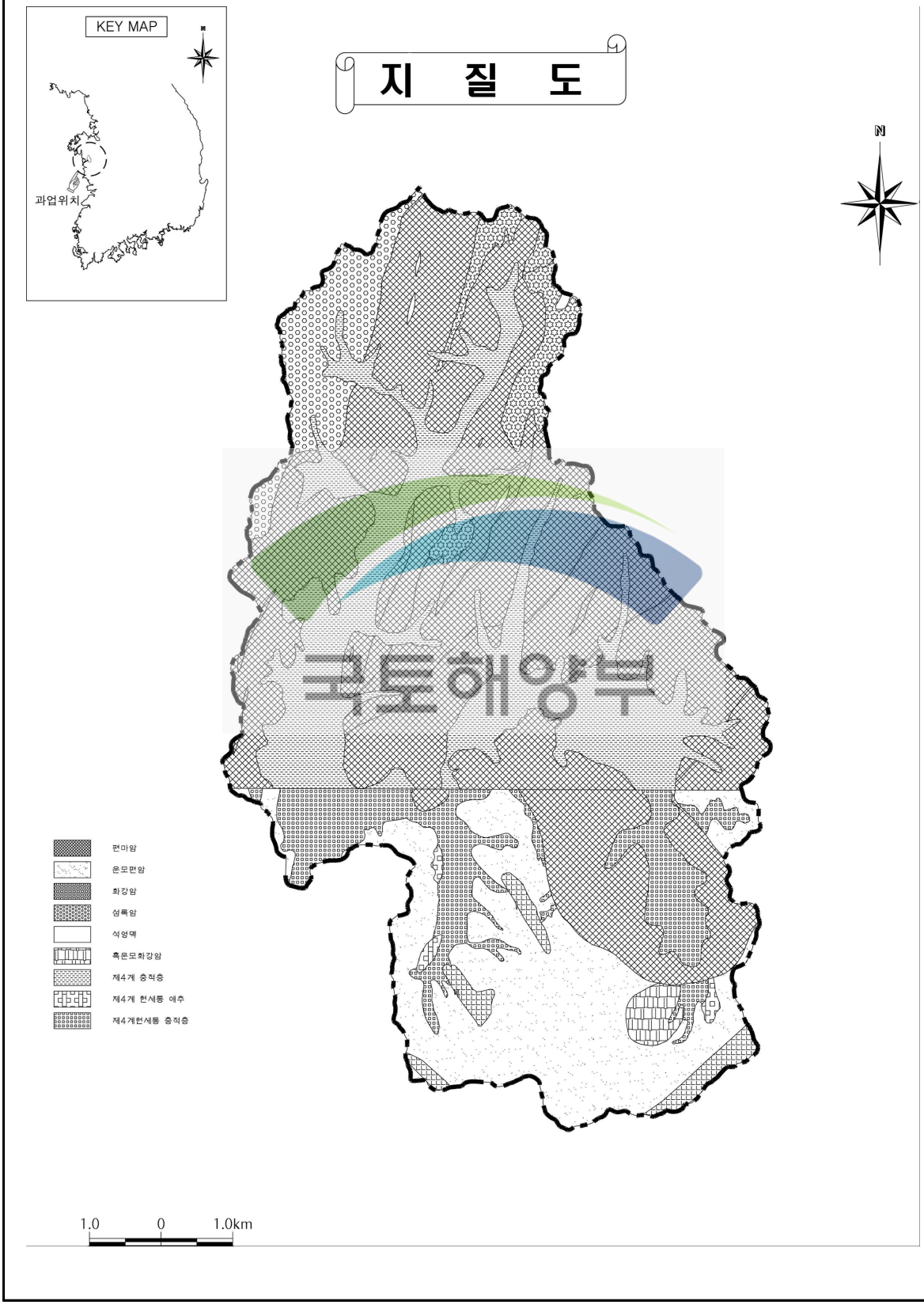
대부분의 유역에 분포하고 있는 편마암류는 월현리층 경창편마암계가 주를 이루고 있고 화강암편마암, 각섬석화강편마암 등으로 구성된다.

<그림 2.1-6> 과업유역의 지질계통도

제 4 기 (第 四 紀)		충 적 층 (沖 積 層)	
백악기 (白堊紀)	상부대동계 (上部大同界)	석영맥 (石英脈) 흑운모화강암 (黑雲母花崗岩) 각섬석화강암질편마암 (角閃石花崗岩質片麻岩)	불국사통 (佛國寺統)
	경상계 (慶尙界)	산성암맥류 (산성암맥류) 각섬석화강암 (角閃石花崗岩) 후백질화강암 (後白質花崗岩) 반화강암 (半花崗岩) 장곡리섬록암 (長谷里閃綠岩) 홍성조립질흑운모화강암 (鴻聲組立質黑雲母花崗岩)	
선캠브리아기	결정편암계 (結晶片岩界	운모편암 (雲母片岩) 덕정리편암 (德井里片岩) 월현리층 (月峴里層)	월현통 (月峴統)
시대미상		화강편마암 (花崗片麻岩) 주입편마암 (鑄入片麻岩) 복영편마암 (腹英片麻岩)	

국토해양부

<그림 2.1-7> 지 질 도


KEY MAP
과업위치
지 질 도
N
국토해양부
편마암
운모편암
화강암
섬록암
석영맥
흑운모화강암
제4계 충적층
제4계 현세통 애추
제4계현세통 충적층
1.0 0 1.0km

다. 토 양

토양은 그 특성에 따라 침투능이 달라지며, 침투능에 따라 총강우량에서 직접유출에 기여하는 유효우량이 달라진다. 따라서 유역에서 토양의 특성을 조사하는 것은 강우로 인한 유출을 분석하는 데 있어 중요한 과정이다.

본 계획에서는 광천천 유역의 토양형별 면적 분포를 파악하기 위하여 기존의 개략토양도 대신 농업과학기술원에서 제공한 정밀토양도를 ArcView-GIS를 이용하여 분석하였다.

정밀토양도에서는 <표 2.1-7>과 같이 전국을 378개의 토양통(soil series)으로 분류하고 있다. 동 표의 토양형 분류는 토양구조, 배수등급, 투수성, 투수저해층의 출현깊이 등과 같은 4가지 특성인자에 각각 1～4점을 배점하여, 해당 토양통의 총점이 13점 이상이면 A군, 12～11점 범위이면 B군, 10～8점 범위이면 C군, 7점 이하이면 D군으로 분류하는 기준을 적용하고 있으며, 전국 378개 토양통의 토양형 분류 결과는 토양통의 수는 A군 83개, B군 102개, C군 77개, D군 116개이므로 D군, B군, A군, C군 순으로 많지만, 면적분포 비율은 A군 41.30%, B군 28.22%, C군 18.23%, D군 7.27%, 기타 4.98%이므로 A군, B군, C군, D군 순으로 많이 분포하는 것으로 나타나고 있다.

국토해양부

한편, 정밀토양도의 배수등급에 따른 토양형의 분포형태를 살펴보면 배수 “매우양호”한 토양은 과거에는 주로 A군으로 분류되었지만 투수저해층의 출현깊이에 따라 C군 및 B군으로도 분류되며, 배수 “양호”한 토양 중 곡간 선상지 토양은 주로 B군으로 분류되지만 일부는 A군으로 분류된다. 또한, 배수 “약간양호” 및 “약간불량”한 토양들은 주로 C군으로 분류되지만 다른 토양형에도 분산되어 있으며, 배수 “불량”한 토양은 대부분 D군으로 분류되고 있다.

본 과업 유역은 총 32개의 토양통으로 구성되어 있으며, 토양분포를 조사한 결과 A군 11.90%, B군 57.43%, C군 13.60%, D군 17.07% 등으로 A, C, D 군이 비교적 고르게 분포하고 있으며, 배수가 비교적 양호한 B군은 넓은 지역에서 분포하고 있다. 광천천 유역의 토양형별 면적 분포 산정 결과는 <표 2.1-7~9>과 같다.

<표 2.1-7> 토양의 수문학적 분류 기준

토양형	배점	토양통수	토양통	면적비율(%)
A	16	14	비천, 대본, 가파, 홍천, 해리, 화봉, 황룡, 홍문, 입석, 일평, 미악, 낙동, 온평, 토계	0.80
	15	9	백수, 금천, 행산, 학곡, 하사, 장천, 적악, 명지, 남계	2.52
	14	30	압곡, 본량, 북평, 천부, 청심, 단북, 덕천, 덕계, 금악, 고천, 구좌, 과천, 관악, 한림, 이산, 매곡, 무이, 나리, 녹전, 오대, 외산, 오평, 풍천, 사동, 삼각, 산방, 성인, 신엄, 송산, 월곡	26.90
	13	30	알봉, 아라, 청산, 대흘, 도산, 의성, 은곡, 가천, 감산, 강서, 행원, 지곡, 주천, 중동, 마지, 민악, 낙산, 남양, 뇌곡, 사두, 상주, 성산, 수암, 울산, 월정, 월령, 영동, 영일, 예산, 유원	11.08
	소계	83		41.30
B	12	48	복내, 병악, 창곡, 초봉, 추계, 다인, 덕산, 동암, 갈곡, 금령, 고산, 규암, 하모, 한경, 흑악, 회곡, 호계, 이현, 임동, 이목, 임산, 이원, 장계, 정자, 조천, 죽암, 주곡, 매봉, 마곡, 마령, 물금, 낙서, 남원, 록산, 오산, 표선, 사촌, 산계, 사라, 신불, 신기, 송당, 수북, 통천, 용곡, 용계, 울릉, 월산	13.46
	11	54	안미, 안룡, 아산, 백산, 반호, 봉산, 부여, 차항, 추산, 대곡, 대흥, 도동, 도계, 도전, 음성, 감천, 감곡, 근산, 괴산, 공산, 귀산, 군산, 광포, 과림, 학포, 하빈, 향목, 장산, 저동, 접곡, 정동, 진천, 중엄, 망실, 마산, 미산, 나산, 논고, 논산, 노로, 석계, 석토, 신현, 송정, 석천, 신정, 태화, 우곡, 운곡, 완산, 원곡, 위미, 연대, 용당	14.76
	소계	102		28.22
C	10	33	범평, 춘도, 단성, 도천, 동귀, 가포, 금지, 구엄, 교래, 흑석, 화순, 이도, 장성, 제천, 제주, 중문, 만경, 무등, 낙천, 남곡, 남평, 오라, 평대, 유천, 신답, 송악, 토평, 토산, 운봉, 원지, 영월, 유하, 염포	7.40
	9	23	안덕, 칠곡, 천평, 칠원, 대구, 대원, 대산, 덕곡, 동홍, 금진, 금곡, 구곡, 행곡, 학산, 함평, 화수, 인제, 인성, 만성, 오천, 옥계, 삼암, 지용	7.35
	8	21	애월, 안계, 반산, 비곡, 청원, 강진, 임곡, 장유, 진도, 진목, 지산, 미탄, 모산, 판곡, 신흥, 시례, 영산, 용강, 율곡, 율포, 왕산	3.48
	소계	77		18.23
D	7	49	아곡, 방기, 방곡, 부곡, 천곡, 청계, 초계, 춘천, 춘포, 대정, 달동, 덕평, 도곡, 동송, 동호, 가곡, 각화, 강동, 강정, 극약, 고흥, 광활, 구포, 경산, 화동, 죽곡, 해안, 함창, 효천, 향호, 이천, 장원, 전북, 전남, 진곡, 미원, 무릉, 옥동, 파주, 평전, 평해, 산청, 승주, 심천, 운교, 월평, 양곡, 예천, 용수	3.70
	6	55	악양, 백구, 반천, 반곡, 봉곡, 봉계, 봉남, 부용, 창평, 철원, 청풍, 달천, 다평, 덕하, 등구, 갈전, 금서, 김해, 김제, 공성, 고평, 광주, 광산, 하정, 학성, 홍평 호남, 화산, 하원, 이호, 장파, 종곡, 매산, 문경, 문포, 남산, 옥천, 포곡, 평창, 평안, 평택, 태안, 태산, 특곡, 우도, 우평, 예곡, 연천, 연곡, 영락, 용호, 용흥, 유가, 유곡, 유계	3.11
	5	1	해척	0.01
	4	11	복천, 봉림, 공덕, 고령, 포두, 포리, 포승, 서탄, 신평, 수계, 여수	0.45
	소계	116		7.27
기타	-	-	기타(하상, 해면, 암반, 저수지 등)	4.98
계		378		100.00

주) 자료출처 : 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류(정정화, 김호일 등, 한국농공학회지 제36권 제6호, 1995.12)

<표 2.1-8> 토양통별 특성

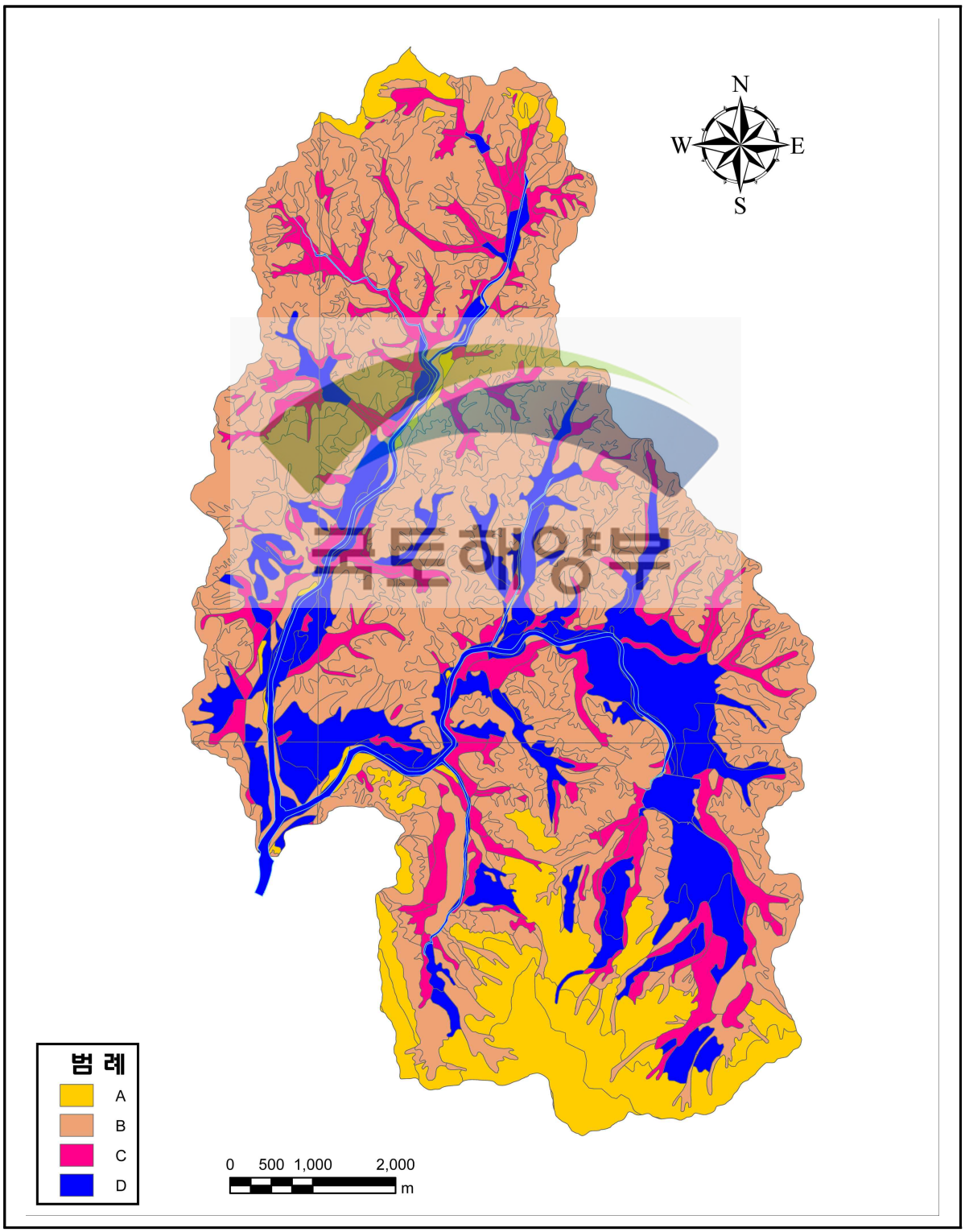
토양통	표토의 토성	심토의 토성	배수등급	침투율 (cm/hr)	유효토심 (cm)	모재 및 퇴적양식	배점	수문학적 토양군
강서	세사양토	사양질	약간양호	<10	>100	제4기층	13	A
고천	미사질양토, 사양토	사양질/사력질	약간양호	>35	50-100	제4기층	14	A
과천	사양토	사양질	양호	10-35	>100	화성암	14	A
괴산	미사질양토	식양질	양호	<10	50-100	변성암	11	B
군산	미사질양토	미사식양질/암반	매우양호	<10	20-50	화산회	11	B
귀산	미사질양토, 양토	식양질	양호	10-35	50-100	퇴적암	11	B
금곡	양토	식양질	약간양호	>35	20-50	화성암	9	C
남계	사양토, 양토	사력질	약간양호	>35	<20	제4기층	15	A
다인	사양토	사양질	양호	10-35	>100	퇴적암	13	A
대구	미사질양토	식양질/암반	매우양호	>35	<20	퇴적암	9	C
대흥	양토	식양질	양호	10-35	50-100	화성암	11	B
덕산	사양토	사양질	매우양호	>35	<20	변성암	12	B
덕천	세사양토, 사양토	사양질/사력질	양호	>35	50-100	제4기층	14	A
도계	양토	식양질	양호	>35	20-50	퇴적암	11	B
동암	사양토	사양질	약간양호	10-35	>100	퇴적암	12	B
마산	양토	식양질	양호	>35	20-50	화성암	11	B
망실	양토	식양질	양호	10-35	50-100	화성암	11	B
매산	미사질양토	식질	양호		50-100	제3기층	6	D
반호	미사질양토, 양토	식양질	양호	10-35	>100	퇴적암	11	B
비곡	미사질양토	식양질	약간양호	10-35	>100	퇴적암	8	C
석계	세사양토	사양질/사질	약간불량		50-100	제4기층	11	B
석토	양토	식양질	양호	>35	20-50	화성암	11	B
송산	사양토	사양질	매우양호	10-35	50-100	변성암	14	A
신정	미사질양토, 양토	식양질	양호	10-35	50-100	퇴적암	11	B
신흥	양토	식양질	약간불량		>100	제4기층	8	C
안계	양토	식양질	약간양호		>100	퇴적암	8	C
안룡	양토	식양질	양호	10-35	50-100	화성암	11	B
양곡	양토	식양질	약간불량		>100	퇴적암	7	D
연곡	미사질양토, 사양토, 양토	미사식양질	약간양호		20-50	화성암	6	D
용계	양토	식양질	양호	10-35	>100	화성암	12	B
우평	미사질양토	식질	약간양호	<10	50-100	제4기층	6	D
월곡	미사질양토, 사양토	사양질	약간양호	>35	20-50	화성암	14	A
유가	미사질양토	미사식양질	약간불량	<10	>100	퇴적암	6	D
이산	사양토	사양질	매우양호	10-35	50-100	퇴적암	14	A
장원	양토	식양질	약간양호	10-35	20-50	화성암	7	D
중동	세사양토, 양토	사양질	양호	<10	>100	제4기층	13	A
칠곡	양토	식양질	약간양호	10-35	>100	화성암	9	C
포곡	식양토, 양토	식질	약간양호	<10	20-50	화성암	6	D
풍천	사양토, 양토	사양질	양호	>35	20-50	화성암	14	A
한림	미사질양토	미사사양질	양호	10-35	50-100	화산회	14	A
행산	양토	사양질	매우양호	>35	<20	화성암	15	A
호계	양토	식양질	양호	>35	20-50	화성암	12	B
화동	미사질양토	식질	약간양호	<10	>100	제4기층	7	D
황룡	양질사토, 사양토	사력질	매우양호	>35	<20	제4기층	16	A

국토해양부

<표 2.1-9> 토양형별 면적 분포

하 천	구 분	토 양 형				계	비 고
		A	B	C	D		
광천천	면적(㎢)	7.93	38.27	9.06	11.38	66.64	
	비율(%)	11.90	57.43	13.60	17.07	100.0	

<그림 2.1-8> 토양도



2) 임상

홍성군 통계연보를 토대로 하여 과업하천 유역의 임상면적을 조사한 결과 전체 임야면적 30.58㎢ 중 소유권별로는 국유림이 0.90㎢(2.94%), 공유림 0.92㎢(3.00%), 사유림 28.76㎢(94.06%)로 사유림이 90% 이상을 차지하고 있다.

또한, 임상별 임야면적은 입목지가 30.20㎢(98.77%), 무입목지가 0.38㎢(1.23%)로 대부분 입목지로 구성되어 있으며, 소유권별 임야면적 및 임상별 면적현황은 <표 2.1-10> 및 <표 2.1-11>과 같다.

<표 2.1-10> 소유권별 임야면적

[단위:㎢, (%)]

구분	합계	국유림			공유림	사유림	비고
		소계	산림청	타부처			
홍성군	196.77 (100.00)	5.79 (2.94)	4.14 (2.10)	1.65 (0.84)	5.90 (3.00)	185.08 (94.06)	
광천천	30.58 (100.00)	0.90 (2.94)	0.64 (2.10)	0.26 (0.84)	0.92 (3.00)	28.76 (94.06)	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

국토해양부

<표 2.1-11> 임상별 임야면적

[단위:㎢, (%)]

구 분	합 계	입 목 지					무입목지	비고
		계	침엽수	활엽수	혼유림	죽림		
홍성군	196.77 (100)	194.35 (98.77)	105.04 (53.38)	30.94 (15.72)	58.11 (29.53)	0.26 (0.13)	2.42 (1.23)	
광천천	30.58 (100)	30.20 (98.77)	16.32 (53.38)	4.81 (15.72)	9.03 (29.53)	0.04 (0.13)	0.38 (1.23)	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

3) 토지이용 현황

금회 과업하천에 대한 토지이용 현황은 <표 2.1-12> 및 <표 2.1-13>과 같다.

<표 2.1-12> 행정구역별 토지이용현황

(단위:㎢, (%))

구 분	총면적	경 지			임 야	대 지	기 타
		계	답	전			
광천읍	35.06	13.33	7.46	5.87	15.38	1.64	4.71
	(100)	(38.02)	(21.28)	(16.74)	(43.87)	(4.68)	(13.43)
홍동면	38.01	15.57	8.79	6.78	16.81	1.06	4.57
	(100)	(40.96)	(23.13)	(17.84)	(44.23)	(2.79)	(12.02)
장곡면	54.93	15.64	10.43	5.21	32.02	1.20	6.07
	(100)	(28.47)	(18.99)	(9.48)	(58.29)	(2.18)	(11.05)
은하면	30.89	11.62	6.29	5.33	13.97	0.93	4.37
	(100)	(37.62)	(20.36)	(17.25)	(45.22)	(3.01)	(14.15)
구항면	36.79	11.37	6.37	5.00	20.56	1.01	3.86
	(100)	(30.90)	(17.31)	(13.59)	(55.87)	(2.74)	(10.49)
계	195.68	67.53	39.34	28.19	98.74	5.84	23.58
	(100)	(34.51)	(20.10)	(14.41)	(50.46)	(2.98)	(12.05)

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

국토해양부

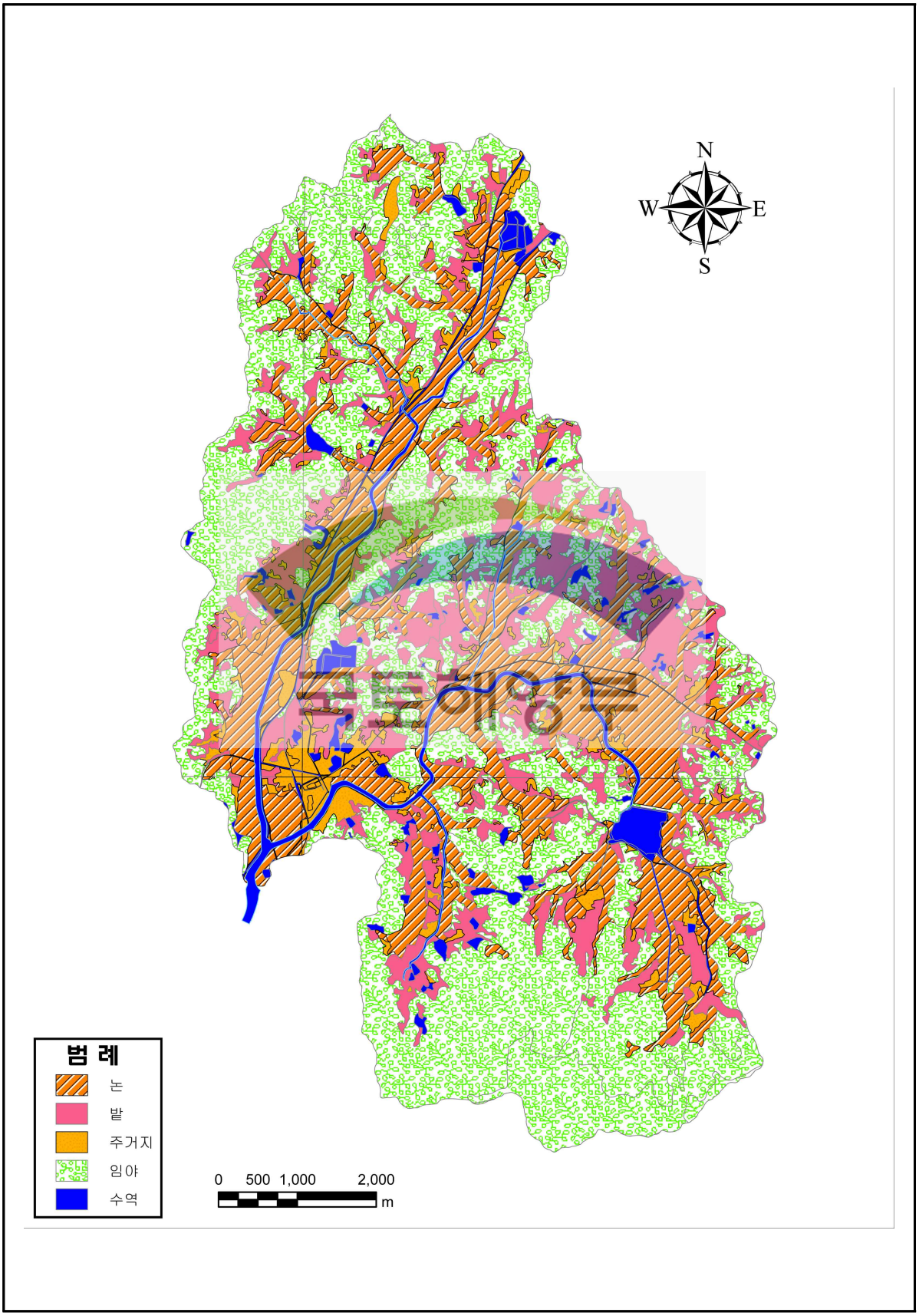
<표 2.1-13> 토지이용현황

(단위:㎢, (%))

구 분	총면적	경 지			임 야	대 지	기 타
		계	답	전			
홍 성 군	444.03	161.90	102.06	59.84	203.78	13.98	64.37
	(100.00)	(36.46)	(22.98)	(13.48)	(45.89)	(3.15)	(14.50)
광 천 천	66.64	24.30	15.32	8.98	30.58	2.10	9.66
	(100.00)	(36.46)	(22.98)	(13.48)	(45.89)	(3.15)	(14.50)

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

<그림 2.1-9> 토지이용도



2.1.3 유역의 사회·문화적 현황

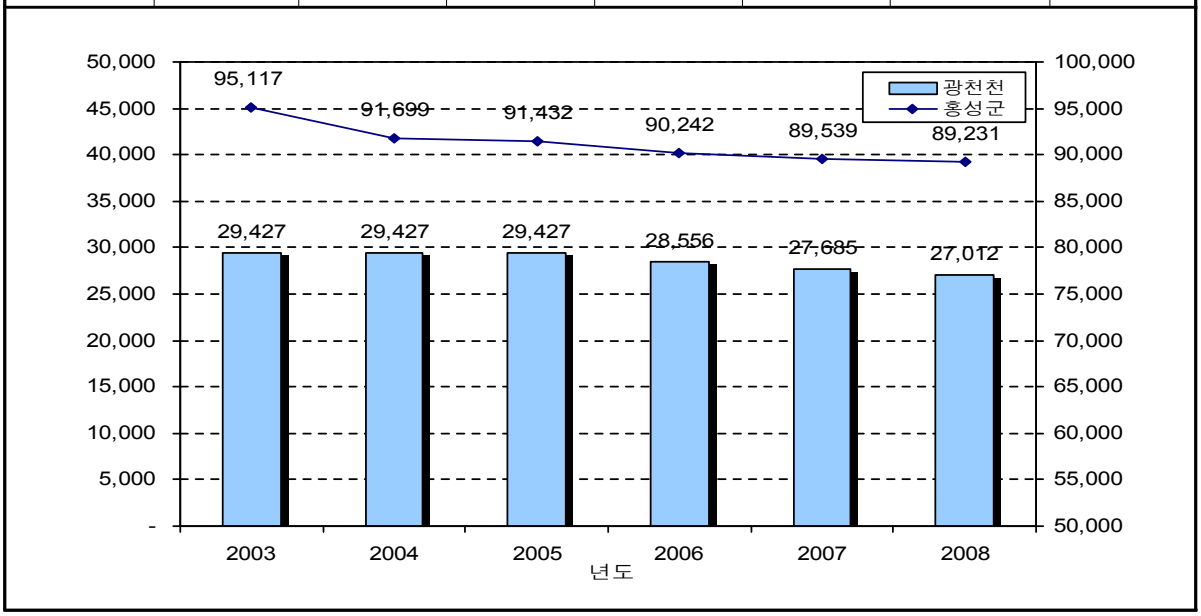
1) 행정구역 및 인문사항

금회 과업유역의 행정구역은 충청남도 홍성군 광천읍, 장곡면, 구항면, 은하면, 홍동면 등 1도(道) 1군(郡) 1읍(邑) 4면(面)으로 구성되어 있다. 유역 내에는 5,918가구에 남자 7,227, 여자 7,136인으로 총 14,363명이 거주하고 있으며, 인구밀도는 216인/㎢로서 우리나라 평균인구밀도 (476인/㎢)의 약 45% 수준이다. 홍성군의 인구변화는 과거자료(2003~2008년)를 조사한 결과 매년 감소한 것으로 나타났다. 홍성군 인구변화와 행정구역 및 인문현황은 <표 2.1-14>, <표 2.1-15>와 같고 행정구역도는 <그림 2.1-10>와 같다.

<표 2.1-14> 홍성군 인구변화

구분	년도	면적 (㎢)	세대	계	남자	여자	인구밀도 (인/㎢)
홍성군	2003	443.59	33,598	95,117	47,215	47,902	214.4
	2004	443.81	33,763	91,699	45,660	46,039	206.6
	2005	443.82	34,610	91,432	45,473	45,959	206.0
	2006	443.93	35,177	90,242	44,985	45,257	203.3
	2007	443.94	35,196	89,539	44,601	44,938	201.7
	2008	444.03	35,397	89,231	44,405	44,826	198.6

국토해양부



주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

<표 2.1-15a> 행정구역 현황

하천명	행정구역		
	시,군	읍,면	리
광천천	홍성군	광천읍	신진1리, 신진2리, 용두리, 장현리, 송우리, 다진리, 신촌리, 신랑1동, 신랑2동, 원동리, 신동리, 신대리, 원촌리, 삼봉리, 상담리, 중담리, 하담리, 가정리, 시곡리, 내죽리, 죽전리, 운용리, 대평리, 월곡리, 공수리, 죽림리, 빙질리, 소용리, 소암리, 매현리, 하리리, 선암리, 벽계리, 둔전리, 백동리, 덕정리, 상정리, 상옹리, 하옹리, 양촌리, 석포리, 노동리
		장곡면	가송1리, 가송2리, 죽전리, 화계1리, 화계2리, 오성리, 광성1리, 광성2리, 광성3리
		구항면	지석리, 온요리, 마온리, 청광리, 묵동리, 대정리, 신곡리, 척괴리, 소반리
		은하면	포항리
		홍동면	중원리

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

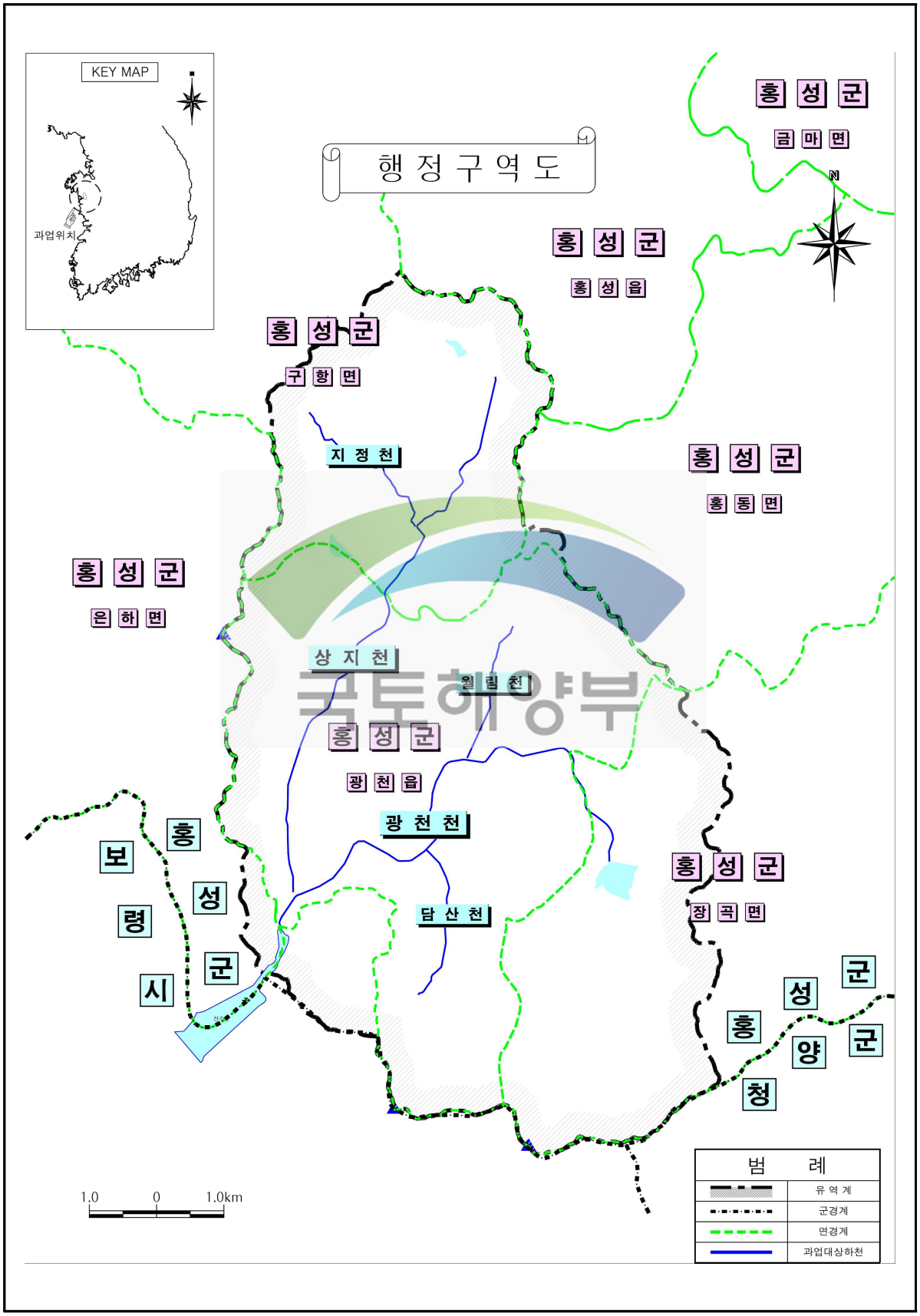
국토해양부

<표 2.1-15b> 행정구역 및 인문현황

하천명	행정구역		면적 (㎢)	가구수 (호)	인구(인)			인구밀도 (인/㎢)
	시,군	읍,면			계	남	여	
광천천	홍성군	광천읍	35.06	4,768	11,575	5,826	5,749	325.8
		장곡면	54.93	1,643	3,687	1,808	1,879	66.1
		구항면	36.79	1,966	4,612	2,382	2,230	122.1
		홍동면	38.01	1,613	4,106	2,091	2,015	107.1
		은하면	30.89	1,226	3,032	1,537	1,495	95.9

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009), 광천천의 인문현황은 유역 내 전체 인문현황을 포함한 값임.

<그림 2.1-10> 행정구역도



2) 홍성군의 연혁 및 문화재 현황

가. 홍성군의 연혁

홍성군은 백제시대의 고막부리현으로 불리어 오다가 삼국통일 후 지심주를 거쳐 고려 성종(955년)에 운주로 바뀌고 이어 현종(1012년)에 홍주로 이름을 바꿔 지주사를 두어 다스리다가 공민왕(1371년)때 목으로 승격시켜 목사가 다스리게 하였다.

조선시대에는 홍주목이 있었으며, 태종(1413년)때 결성현을 설치하였고, 고종(1895년)때 전국을 23부로 행정구역을 개편할 때 홍주부를 두어 인근 22개 군현을 관할하였으며, 1914년 홍주군과 결성군을 합쳐 홍성군으로 개칭하고 1941년 홍주면이 홍성읍으로 승격하여 1읍 10면을 관할하다가 1942년 광천면이 읍으로 승격되어 2읍 9개면을 관할하게 되었다.

대한민국 수립이후 홍성군을 그대로 두고 2개읍, 9개면을 관할하고 있으며 1983년 서산군 고북면 대사리와 안면읍 죽도리를 편입하여 현재에 이르고 있다.

나. 문화재 및 유적지

금회 과업하천 유역내 문화재 및 유적지는 국가지정 중요민속 1종, 도 지정 무형문화재 1점, 문화재자료 2점 등 총 4점이 있는 것으로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.1-16> 문화재 현황

구 분	총계	국가지정 문화재					도지정문화재						군지정 문화재
		계	보물	사적	중 요 민 속	등록 문화재	계	유 형 문화재	무 형 문화재	기념물	민 속 자 료	문화재 자 료	향 토 유 적
홍성군	50	10	4	2	3	1	39	5	5	10	3	17	-
유역내	4	1	-	-	1	-	3	-	1	-	-	2	-

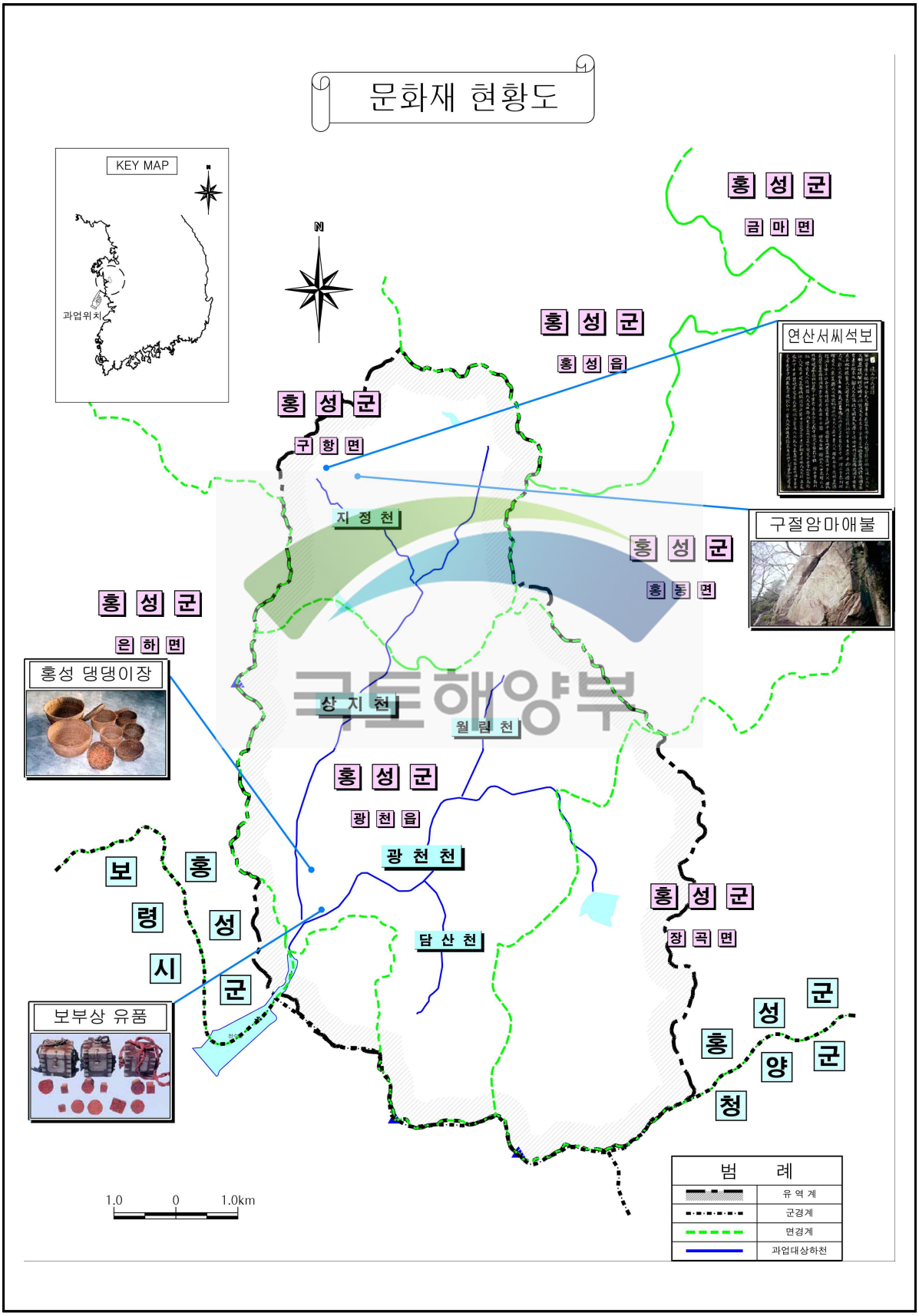
주) 자료출처 : 홍성군 통계연보 (2009)

<표 2.1-17> 금회 과업유역내 문화재 현황

구 분		지정번호	명 칭	위 치	지 정 일
국가지정	중요민속	제30호	보부상 유품	홍성군 광천읍 옹암리 508-4	1992. 7. 24
도지정	무 형 문화재	제31호	홍성 댕댕이장	홍성군 광천읍 신진리 246-2	2000. 9. 20
	문화재 자 료	제354호	연산서씨 석보	홍성군 구항면 지정리 산 112	1997. 8. 5
		제361호	구절암마애불	홍성군 구항면 지정리 산101-2	1998. 7. 25

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보 (2009)

<그림 2.1-11> 문화재 현황도



(1) 보부상 유품

조선시대 보부상이 사용하던 유물이다.

이들이 사용하던 유물은 현재 3부문으로 구성되어 있는 일괄 유물로서, 첫 번째 유품은 1973년에 지정된 '저산8구상무좌사 '의 유품이다. '저산8구(苧産八區) '란 모시가 많이 생산되던 부여 홍산 남포 비인 한산 서천 임천 정산을 말하는데, 주로 이들 지역에서 나는 모시 생산을 중심으로 하여 상행위가 이루어졌기 때문에 이런 이름이 붙었다. '상무좌사(商務左社) '란 등짐장수로만 이루어진 조직을 가리키는 말이며, 이 조직을 보면 최고 고문격인 영위가 있고 다음 직책으로 반수가 있었으며 그 아래로 실무를 담당하는 장무원이 있었다. 유품으로는 이들 각각이 사용하던 도장 3개와 보부상의 증명서인 신표 2매가 있다. 또한 물미장과 패랭이가 있는데, 이 두가지는 상단(商團)의 상징이었다.

물미장은 등짐장수의 지게를 버티는 끝에 촉(물미)을 박은 작대기로서 조선왕조 태조가 하사하였다는 물미장을 본떠서 8각으로 용의 문양을 조각하여 용장이라고 한다. 패랭이는 평소에 보부상이 쓰고 다니는 모자이다. 이밖에 총회때 사용되던 청사초롱과 전적류가 약간 있다. 이 좌사의 유품들은 현재 충청남도 부여군 홍산면에 있는 사단법인 상무사가 보관하고 있다.

두 번째 유품은 1976년에 지정된 것으로서, 예산 덕산을 중심으로 활동하던 예덕 상무사의 유품이다. 유품으로는 상무지사의 도장 1개, 상무사 예산군 지부의 도장 2개, 영위의 직인, 반수의 직인, 장무원의 직인 등 모두 6개의 도장과 도장을 넣어둔 상자 1개 등이 있다. 또한 도장이 든 상자를 특별히 싼 붉은 보자기 1장과 건 3개, 청사초롱 2개 등이 있다. 이밖에 각종 전적과 공문이 있으며, 이 유물은 예덕 상무사의 소유로 덕산면 위편에 있는 유물보호각에 소장되어 있다.

세 번째 유품은 1980년에 지정된 것으로서 '저산8구상무우사 '의 유품이다. '상무우사 '란 봇짐장수 만으로 이루어진 조직을 가리킨다. 유품으로는 우사조직의 영위·반수·장무원의 각종 도장과 도장을 넣어둔 상자가 있고 상단의 깃발 2매가 있다. 각 읍의 군수나 현감이 좌상·회원·집사 등을 임명하는 차정서 25건이 있으며, 진영의 장이나 관찰사에게 올린 소지 43건이 있고 행정기관에

국토해양부

서 받은 전령 등이 있는데, 이들 문서는 특히 지방관청과 보부상단체의 관계를 잘 보여주는 자료이다. 각종 상무사 관계 서류인 전적도 18종 남아있다.

현재까지 상무사의 명맥을 유지하고 있는 곳은 위에 적은 충남의 세 곳 외에 아산과 강원도의 속초가 있으며 전라도지방에도 그 유품이 남아있다고 하며, 이러한 유물과 각종 문서들은 한말 상무사의 기능과 활약상을 알아보는데 귀중한 민속자료이다.

(2) 홍성 댕댕이장

댕댕이 덩굴은 한자로 용린(龍鱗)·상춘등(常春藤)·목방기(木防己)등으로 불리며 지방에 따라 경남지방에서는 장태미 또는 장드레미, 제주지방에서는 정당·정등·정동 등으로 불린다.

댕댕이 덩굴의 줄기는 내구성이 강하고 탄력성이 매우 좋으며 축축한 상태에서는 잘 구부러지는 특징이 있으며 풀공예 재료중 장점이 가장 많은 재료이다.

또 줄기의 직경이 2㎜미만이므로 공예품을 만들면 그 짜임새가 섬세하고 고운 질감을 준다. 이러한 장점으로 일찍부터 우리 선조들은 댕댕이덩굴로 삼태기·수저집·바구니·채반 등 생활기물을 만들어 사용하였다.

국토해양부

그러나 급격한 산업화의 물결속에 모든 전통 수공예품이 그러했듯이 댕댕이덩굴 공예도 점차 그 기능이 단절되기에 이르렀다. 국립문화재연구소에서 1992년부터 1995년까지 4년간 전국을 대상으로 한 짚·풀공예 조사에서 댕댕이덩굴을 소재로 공예품을 만드는 곳은 전국에서 제주도와 홍성(백길자)뿐 이었다.

백길자씨는 싸리·보리짚·밀대 등 풀공예 전반에 걸쳐 솜씨가 뛰어난 재주꾼으로 특히 댕댕이덩굴 공예로 만든 생활공예는 국내 유일한 존재라 할 수 있다.

(3) 연산서씨 석보

홍성의 연산 서씨 족보를 돌에 새긴 특이한 유물이다.

족보라는 것은 한 집안의 세계(世系)를 기록하여 가문의 형통과 맥을 후대에 책으로 만들어 보존하여 전해지는 것이 보통인데 연산 서씨는 특이하게 136년 전에 8매의 4각 오석(검은 빛이 나는 단단한 돌)에 족보를 새겨 보존하고 있다. 크기는 가로 25㎝, 세로 36㎝이며, 두께는 3㎝정도이다.

(4) 구절암마애불

충청남도 홍성군 구항면 지정리의 자연 암벽에 크게 새긴 이 마애불은 지각변동으로 인하여 약간 기울어진 상태이다.

머리에는 구슬로 장식된 관(冠)을 쓰고 있으며 눈썹 사이에는 동그란 백호(白毫)가 뚜렷이 새겨졌고 손과 발은 명확히 표현되었다.

전국에 흩어져 있는 마애불들이 거의 서 있는 모습인데 비해 이 마애불만은 연꽃모양의 대좌(臺座) 위에 앉아 있어 특이하다.

형태가 특이한 보기드문 작품으로 만들어진 시기는 정확히 알 수 없으나 고려시대 이전으로 추정된다.

국토해양부

2.2 수문조사

2.2.1 수문관측 현황

1) 우량관측소

우리나라의 우량관측소는 2009년말 현재 국토해양부 관할 429개소, 기상청 관할 77개소, 한국수자원공사 관할 163개소, 한국농어촌공사 관할 9개소, 한국수력원자력 관할 7개소 등 총 685개소가 운영되고 있으며, 이는 전국토면적 100,032km^2(남

한)에 대하여 우량관측소 1개소당 지배면적은 약 146km^{2}로서 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)의 강우관측소의 밀도기준(산악지 100~260km^2/1개소당)에 적합한 수준이다.

본 과업대상 유역과 인근에는 국토해양부 관할 우량관측소 2개소, 기상청 관할 우량관측소 1개소가 설치·운영되고 있다. 또한 최근 행정자치부에서 재난방재업무 수행을 위해 각 시·군 및 면사무소에 우량관측시설을 설치하여 관측을 시행하고 있다. 조사된 우량관측소 현황은 <표 2.2-1>, 수위관측소 현황은 <표 2.2-2>과 같고, 수문관측소 위치는 <그림 2.2-1>과 같다.

<표 2.2-1> 우량관측소 현황

관측소	종별	위치			해발고 (EL.m)	관측개시 년 월	관할관서	시강우 보유년수
		행 정 구 역	경 도	위 도				
보 령	자기	충남. 보령. 요암동 132-1	126° 34′	36° 19′	17.9	1973.01	기상청	37개년
청 양	T/M	충남. 청양읍. 읍내리 청양읍사무소	126° 48′	36° 27′	100.0	1929.09	국토부	29개년
홍 성	T/M	충남. 홍성읍. 오관리 홍성초교	126° 39′	36° 36′	30.0	1918.07	국토부	41개년

주) 자료출처 : 한국수문조사연보(2009, 국토부)

국토해양부

2) 수위관측소

수위관측은 1960년대 및 1970년대를 거치면서 수자원의 효율적인 이용과 홍수에 대한 예·경보 및 하천개수사업 등에 이용하기 위하여 전국적으로 수위관측소망 확장사업을 원활하게 진행하고 있다.

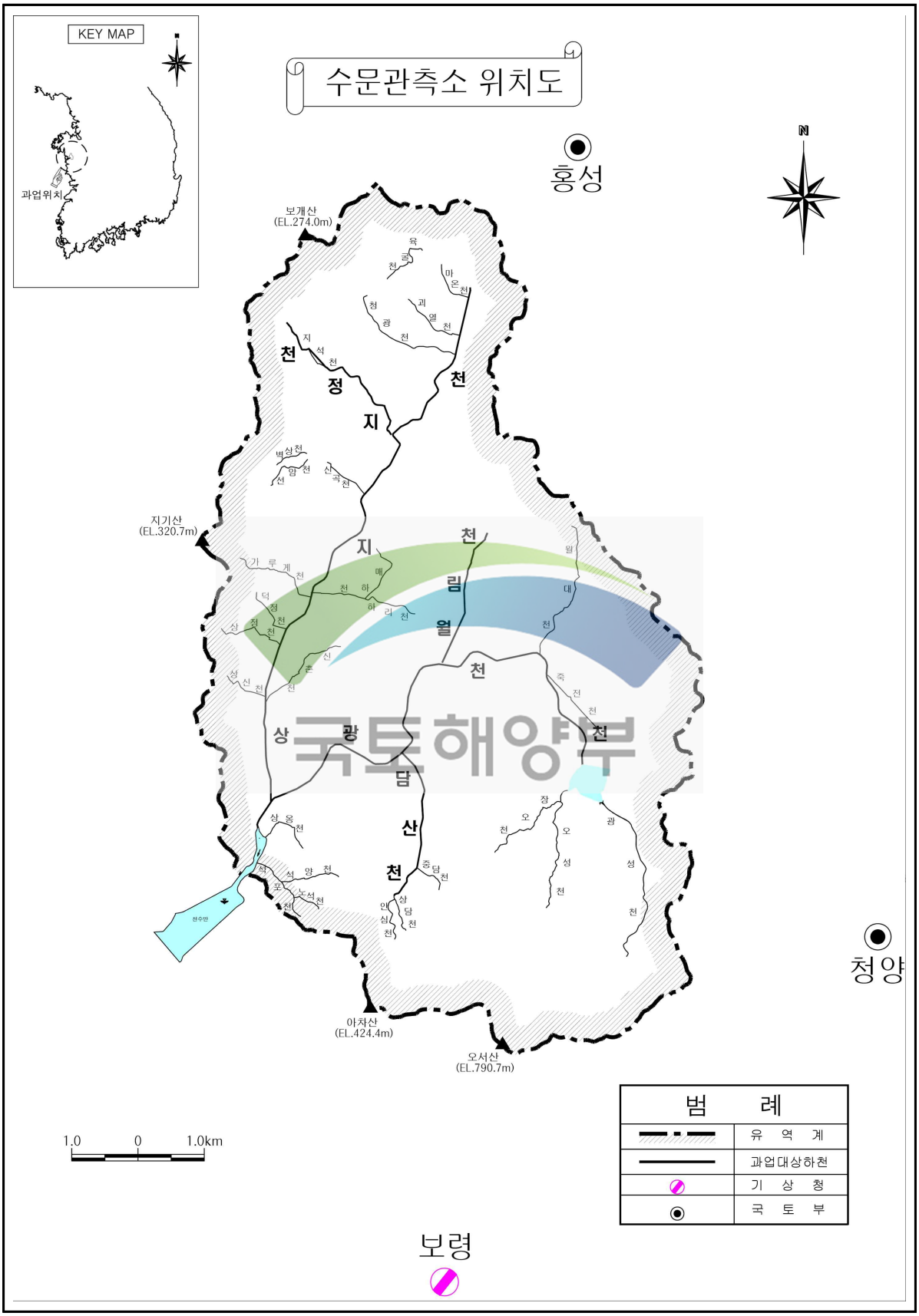
그러나, 금회 과업대상 유역내에는 수위관측소가 없으므로, 인근 유역인 삽교천의 수촌수위표 자료를 이용하여 분석을 실시하였으며 추후 본 과업유역 내에도 수위표를 설치하여 지속적인 관측을 실시하여야 할 것으로 사료된다.

<표 2.2-2> 수위관측소 현황

관측소	종별	위치			영점표고 (EL.m)	관측개시 년 월	관할관서	비 고
		행 정 구 역	경 도	위 도				
수 촌	T/M	충남. 예산. 삽교(읍). 충의대교	126° 43′	36° 41′	5.898	1945.01	국토부	

주) 자료출처 : 한국수문조사연보(2009, 국토부)

<그림 2.2-1> 수문관측소 위치도



2.2.2 수문관측 기록

하천유역에 대한 수문특성을 분석하고 계획수문량을 산정하기 위해서는 장기간의 강우관측자료가 필요하다.

과업유역 내의 우량관측소는 없으며 유역 인근에 국토해양부 관할의 청양 및 홍성관측소 2개소, 기상청 관할 보령관측소 1개소가 위치해 있으며 이중 장기간 신뢰할 만한 강우기록을 보유하고 있는 보령관측소를 지배관측소로 설정하였다.

보령기상관측소는 1971년 12월부터 기상청에서 관측을 개시하여 현재까지 관측을 계속하고 있으며 지속기간별 강우분석을 위한 시우량 자료는 1973년 이후부터 자료를 보유하고 있는 것으로 조사되었다.

또한, 년도별 강수자료를 이용하여 점진평균방법에 의한 장기변동성향을 분석한 결과 전년에 대해서는 완만한 증가추세를 보이고 있으나 2005년 이후는 점진적인 감소추세를 보이고 있는 것으로 나타났다.

보령기상관측소의 강수현황은 <표 2.2-3> 및 <그림 2.2-2>과 같고, 주요강우 관측기록은 <표 2.2-4>와 같다.

국토해양부

<표 2.2-3> 보령기상관측소 강수현황

(단위:mm)

연 도	월 별												전 년
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1973	-	-	-	84.5	90.5	103.9	100.0	92.7	106.1	35.8	-	-	613.5
1974	-	-	-	186.0	185.6	60.3	459.0	305.5	79.1	55.2	-	-	1,330.7
1975	-	-	-	142.0	98.6	57.7	211.7	251.7	232.2	41.5	-	-	1,035.4
1976	-	-	-	111.2	40.7	90.9	93.4	250.2	26.5	66.0	-	-	678.9
1977	-	-	-	150.4	80.0	79.1	161.5	115.4	114.1	5.2	-	-	705.7
1978	-	-	-	16.4	10.0	263.3	254.0	198.6	39.7	45.5	-	-	827.5
1979	-	-	-	132.3	95.6	328.5	138.6	373.8	199.7	46.6	-	-	1,315.1
1980	-	-	-	163.2	237.6	236.1	283.5	102.1	17.0	103.0	-	-	1,142.5
1981	17.0	13.6	24.0	47.1	22.9	87.5	462.5	279.0	152.0	71.5	27.1	12.6	1,216.8
1982	29.3	7.3	52.0	25.8	133.0	4.8	81.0	207.5	3.7	44.5	164.5	46.6	800.0
1983	5.8	26.8	67.4	125.7	96.0	90.0	294.6	362.5	192.5	32.5	58.7	11.7	1,364.2
1984	17.0	13.3	22.9	107.2	56.0	116.9	279.0	360.2	203.8	25.8	61.3	24.5	1,287.9
1985	31.3	27.1	86.3	76.2	92.3	52.4	357.3	232.9	281.9	123.4	142.0	53.7	1,556.8
1986	40.9	18.3	32.6	29.6	138.1	190.0	322.3	275.4	138.6	74.4	39.2	45.5	1,344.9
1987	71.1	43.7	30.4	69.6	70.2	136.4	631.2	657.4	21.0	88.0	70.2	8.3	1,897.5
1988	23.3	4.4	49.6	56.9	39.8	30.2	304.4	92.7	45.5	8.6	34.8	34.8	725.0
1989	71.3	47.5	82.7	37.0	34.8	172.1	244.3	191.5	280.8	38.0	86.3	12.2	1,298.5
1990	43.0	88.7	71.5	97.8	103.4	301.7	299.0	204.2	151.4	4.2	53.5	32.6	1,451.0

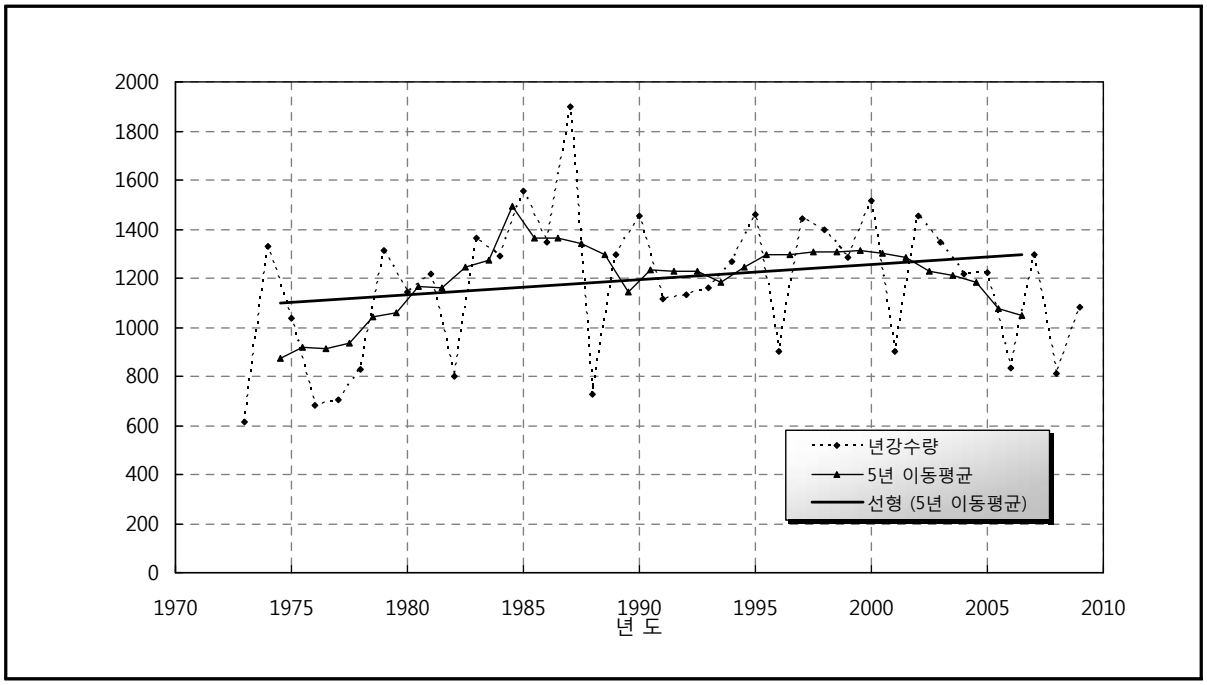
<표 2.2-3> 계 속

(단위:mm)

연 도	월 별												전 년
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1991	13.9	33.8	67.6	77.6	79.1	133.3	268.2	116.5	224.7	23.9	35.6	42.7	1,116.9
1992	9.5	24.4	23.6	67.6	89.6	60.6	84.9	435.0	168.1	27.4	73.0	68.6	1,132.3
1993	4.6	66.7	21.6	32.6	68.5	225.5	241.5	206.5	141.5	32.0	87.4	33.7	1,162.1
1994	17.9	6.0	58.2	51.5	135.5	207.0	137.0	443.5	21.0	155.0	17.5	18.9	1,269.0
1995	15.7	11.0	19.6	65.5	49.5	26.5	144.5	996.5	70.5	24.5	23.0	12.7	1,459.5
1996	33.4	6.8	104.5	34.0	22.5	235.0	192.5	44.5	14.0	106.5	74.2	31.7	899.6
1997	15.1	38.4	30.5	57.5	203.0	272.0	353.5	211.5	23.0	10.0	193.5	34.3	1,442.3
1998	29.9	40.2	30.5	138.0	100.0	209.5	263.0	341.7	150.3	61.0	29.3	3.8	1,397.2
1999	7.9	9.5	71.0	88.5	124.5	192.5	98.0	180.0	292.5	169.0	24.9	25.8	1,284.1
2000	42.1	3.2	7.0	35.0	53.5	159.5	155.0	701.5	241.0	46.0	39.5	32.1	1,515.4
2001	73.3	46.0	15.9	26.0	17.0	129.0	286.5	170.0	10.0	85.0	13.0	32.0	903.7
2002	50.8	5.5	32.0	169.0	155.5	72.0	217.5	477.0	27.0	134.0	61.1	51.8	1,453.2
2003	30.7	44.5	39.5	168.5	78.5	153.0	309.5	310.0	128.0	23.0	45.5	13.0	1,343.7
2004	22.1	28.5	45.7	58.0	105.5	234.5	263.5	164.0	195.0	4.0	56.5	38.9	1,216.2
2005	5.8	35.8	30.0	73.5	48.5	156.0	260.5	291.5	282.5	21.0	18.0	43.4	1,266.5
2006	27.0	25.9	10.6	81.5	94.5	114.5	321.0	21.5	23.5	24.5	61.5	25.4	831.4
2007	23.4	29.8	102.0	29.5	79.0	85.0	214.0	239.5	384.0	59.0	17.5	33.1	1,295.8
2008	20.9	10.8	48.2	40.5	78.9	101.3	257.2	119.5	46.9	26.7	37.6	25.0	813.5
2009	18.5	23.3	55.1	41.5	154.5	115.1	320.9	176.6	25.5	39.5	52.9	58.0	1,081.4
평균	22.0	21.1	36.0	80.9	90.9	142.8	253.1	275.7	128.5	53.6	45.9	24.5	1,175.0

국토해양부

<그림 2.2-2> 년강수량 변화추이(보령관측소)



<표 2.2-4> 보령관측소 강우 관측기록

연 도	1일최대		2일최대		3일최대		전 년
	발생일	발생량(mm)	발생일	발생량(mm)	발생일	발생량(mm)	
1973	6.30	47.4	6.30	48.4	6.30	67.0	613.5
1974	7. 9	185.9	8.31	228.3	9. 1	244.6	1,330.7
1975	8. 6	123.8	8. 8	129.4	8. 9	129.4	1,035.4
1976	8.23	86.0	8.24	87.6	8.25	90.0	678.9
1977	8. 8	94.3	8. 8	95.9	8. 8	95.9	705.7
1978	8.20	84.9	8.20	118.8	8.20	144.6	827.5
1979	8. 5	271.8	8. 6	282.9	8. 7	282.9	1,315.1
1980	5.25	166.6	5.25	169.0	5.25	169.0	1,142.5
1981	7.12	220.5	7.12	223.5	7.14	226.0	1,216.8
1982	8.21	108.0	8.22	108.0	8.23	117.0	800.0
1983	8.10	106.0	8.10	108.0	8.21	147.5	1,364.2
1984	8.15	138.0	8.15	190.5	8.15	190.5	1,287.9
1985	7. 7	122.5	7. 8	185.4	7. 9	186.5	1,556.8
1986	7.12	136.4	7.12	141.0	7.12	146.8	1,344.9
1987	7.22	267.1	7.23	298.3	8.30	332.7	1,897.5
1988	7.15	75.7	7.15	102.8	7.17	123.2	725.0
1989	9.15	181.1	9.16	188.5	9.17	207.4	1,298.5
1990	8.21	97.2	6.21	137.3	6.21	174.3	1,451.0
1991	9.27	93.1	9. 6	117.4	9.06	125.5	1,116.9
1992	8.27	188.0	8.27	192.0	8.27	228.0	1,132.3
1993	6.29	130.5	6.30	131.5	6.30	133.0	1,162.1
1994	6.30	176.0	7. 2	176.0	7. 2	209.5	1,269.0
1995	8.25	406.5	8.25	570.5	8.26	610.5	1,459.5
1996	10. 3	71.5	6.18	101.0	6.18	101.0	899.6
1997	6.25	158.5	7. 6	172.5	7. 6	172.5	1,442.3
1998	9.30	106.0	8.12	138.5	8.12	146.5	1,397.2
1999	8. 3	145.5	8. 3	161.0	8. 3	163.0	1,284.1
2000	8.27	286.0	8.27	345.0	8.27	472.0	1,515.4
2001	7.21	121.5	7.21	134.5	7.21	134.5	903.7
2002	8. 7	199.5	8. 7	228.0	8. 7	228.0	1,453.2
2003	8.19	146.0	8.19	174.5	8.21	198.5	1,343.7
2004	6.20	141.0	6.20	145.0	6.20	172.5	1,216.2
2005	9.21	109.0	9.22	109.5	7.11	128.0	1,223.1
2006	7.12	80.0	7.12	88.0	7.12	99.5	831.4
2007	9.15	114.5	9.16	142.0	9.16	150.5	1,295.8
2008	7.19	95.5	7.21	147.5	7.21	151.5	813.5
2009	5.16	96.0	5.17	98.0	5.18	98.0	849.9

주) 보령관측소의 1973~2009년의 최대 강우량은 기상청 시강우를 분석한 자료임

국토해양부

2.2.3 수위 및 유출

1) 수위관측현황

과업구간 내 유역에는 수위관측소가 없으므로 인근유역인 삽교천유역의 수위관측소 중 수위-유량 관계곡선(Rating Curve)를 보유하고 있는 수촌, 원평 및 강청 관측소 중 수촌관측소 자료를 금회 분석에 이용하였으며, 관측소 현황 및 최근 수위 관측 현황은 <표 2.2-5> 및 <표 2.2-6>와 같다.

<표 2.2-5> 수위관측소 현황

관측소	하 천	종 별	위 치			영점표고 (EL.m)	관측개시 년월	관할관서	비 고
			행 정 구 역	경 도	위 도				
수 촌	삽교천	T/M	충남.예산.삽교 충의대교	126-43-58	36-41-01	5.898	1945.01	건교부	

주) 자료출처 : 한국수문조사연보(국토부)

국토해양부

<표 2.2-6> 수위 관측 현황(수촌)

(단위:m)

연 도	갈수위	저수위	평수위	평균수위	최저수위	최고수위		비 고
						수 위	발생일	
1999	0.18	0.31	0.42	0.47	0.18	5.09	8월3일	
2000	0.27	0.30	0.35	0.44	0.23	5.61	10월8일	
2001	0.15	0.20	0.25	0.28	-	1.74	8월8일	
2002	0.14	0.20	0.27	0.32	0.11	4.63	8월7일	
2003	0.23	0.26	0.31	0.45	0.20	5.13	6월27일	영점표고
2004	0.17	0.22	0.26	0.35	0.11	4.07	7월17일	EL5.898m
2005	0.18	0.22	0.27	0.35	0.11	5.13	9월17일	
2006	0.13	0.20	0.23	0.28	0.03	3.99	7월16일	
2007	0.19	0.22	0.28	0.39	0.16	5.00	8월5일	
2008	0.19	0.23	0.25	0.30	0.15	3.80	7월19일	

주) 자료출처 : 한국수문조사연보(국토부)

2) 유황분석

유황은 기준지점에서의 일 유량의 연간상황을 나타내는 것으로서, 유황분석을 통하여 가용한 하천유량의 규모와 변동성을 파악할 수 있다.

본 과업유역 내에 유황분석에 이용할 유량측정 자료를 보유한 수위관측소가 전무하므로 「삽교천수계(무한천,곡교천) 하천기본계획(2008, 국토부)」의 자료 중 삽교천 유역의 수촌수위표 지점의 유황분석 자료를 본 과업에 참조하였으며, 산정된 결과는 <표 2.2-7> 및 <그림 2.2-3>과 같다.

<표 2.2-7> 유황분석

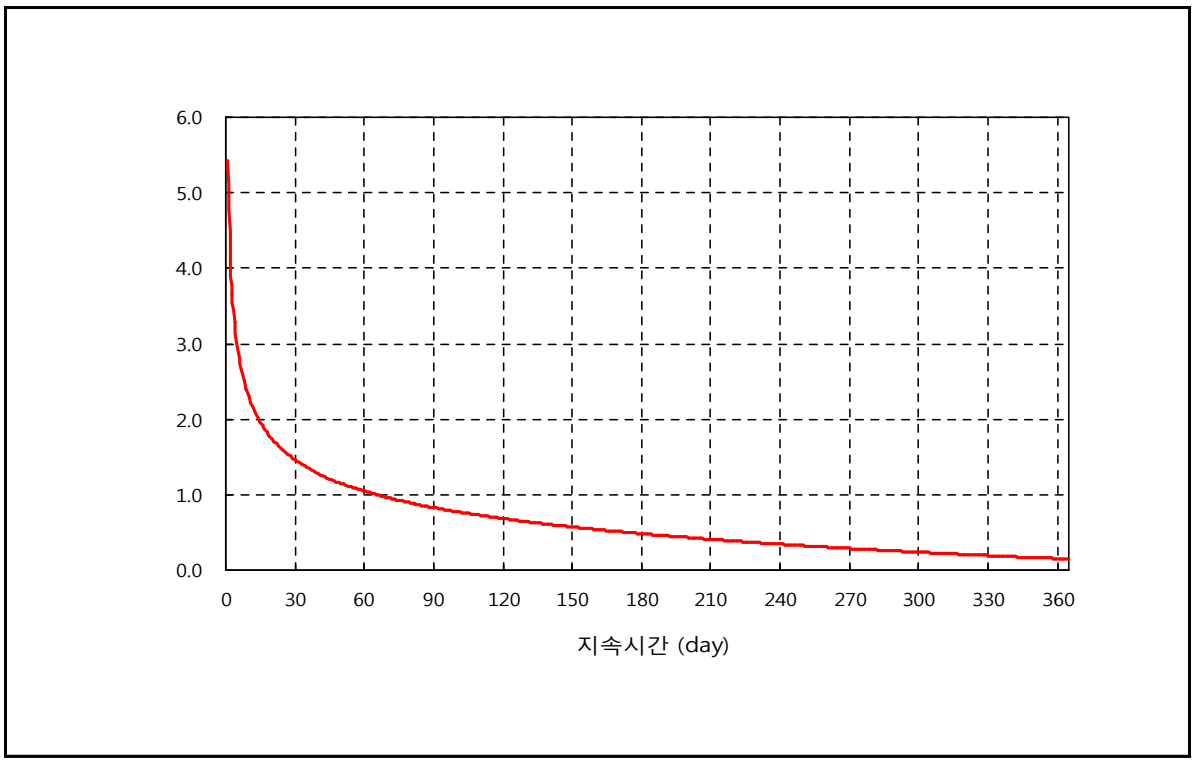
(단위:m^3/sec)

구 분	지점명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일)	평수량 (185일)	저수량 (275일)	갈수량 (355일)	기준갈수량
삽교천	수촌 수위표	223.26	2.68	1.57	0.93	0.53	0.13
광천천	하구	66.64	0.800	0.469	0.278	0.158	0.039
수촌수위표 비유량 (m^3/sec/㎢)			0.012	0.007	0.004	0.002	0.001

주) 자료출처 : 「삽교수계(무한천,곡교천) 하천기본계획(2008, 국토부)」

국토해양부

<그림 2.2-3> 유황곡선(삽교천-수촌수위표지점)



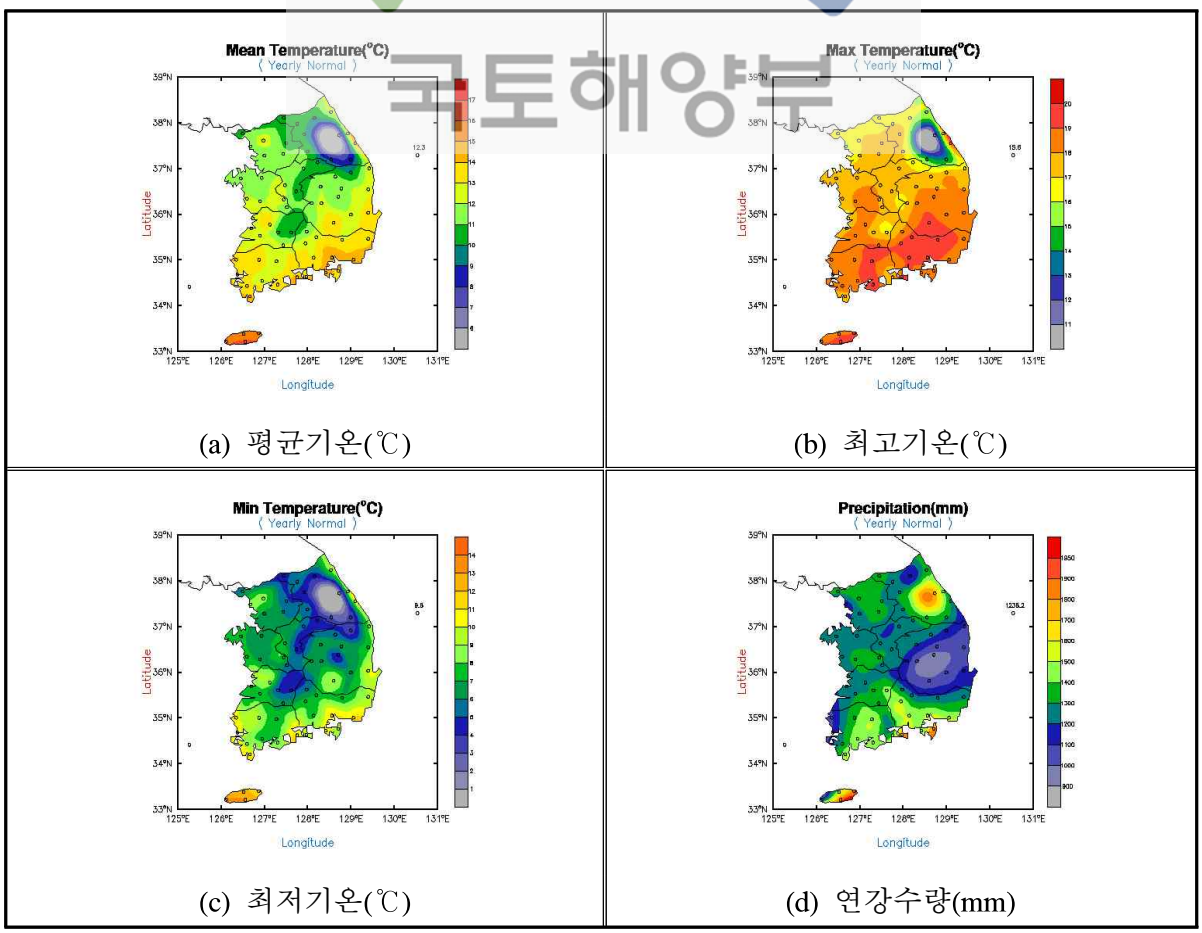
2.2.4 기상

1) 한국의 기상

우리나라는 지리적으로 중위도 온대성 기후대에 위치하여 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계절이 뚜렷하게 나타난다. 겨울에는 한랭 건조한 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조하며, 여름에는 고온 다습한 북태평양 고기압의 영향으로 무더운 날씨를 보이고, 봄과 가을에는 이동성 고기압의 영향으로 맑고 건조한 날이 많다. 우리나라의 기온을 보면 중부산간지방을 제외하고, 대체로 연 평균기온은 10～16℃이며, 가장 무더운 달인 8월은 23～27℃, 5월은 16～19℃, 10월은 11～19℃, 가장 추운 달인 1월은 -6～7℃이다. 연평균강수량은 중부지방이 1,100～1,400mm, 남부지방이 1,000～1,800mm정도이며 경북지역은 1,000～1,200mm 정도로 비교적 적은 편이며, 계절적으로는 연 강수량의 50～60%가 여름에 내린다. 한편, 기상청 자료중 20년 이상 연속하여 관측한 60개 지점의 1971～2009년 평년값을 기준으로 분석한 평년 기상도는 <그림 2.2-4>와 같다.

국토해양부

<그림 2.2-4> 평년 기상도



(a) 평균기온(℃) (b) 최고기온(℃)

(c) 최저기온(℃) (d) 연강수량(mm)

2) 유역 내 기상

과업유역 내 연평균 강수량은 1,175.0mm로 내륙평년값과 비슷하고 홍수기 강수량은 800.1mm, 비홍수기 강우량은 374.9mm로 여름에 강수량이 편중된다. 연평균 풍속은 2.0m/sec로 내륙보다 강하며, 여름에는 SW기류의 영향을 받아 시원하고, 겨울철에는 NW기류의 영향을 받고, 지형적인 영향으로 눈이 자주 오며, SW풍과 NW풍에 바람과 파도가 높고, 해상에 해무가 발생되며, 여름에는 시원하고 겨울에는 다소 따뜻한 해양성 기후의 영향을 받으며 해안에 위치한 리아스식 해안으로 해양성 기후가 나타난다.

본 과업유역에 대한 기상현황은 유역의 인근에 위치한 보령기상대의 최근 37년간(1973~2009년)의 자료를 이용하였으며, 조사 결과는 <표 2.2-8>과 같다.

가. 기 온

기온은 평균, 최고, 최저로 구분하여 분석하였으며, 분석기간 내 최고기온은 1994년 7월의 37.8℃이고, 최저기온은 1990년 1월의 영하17.6℃이며, 연평균 기온은 12.3℃이다.

나. 습 도

연평균 상대습도는 74.3%로 다소 높게 나타났다.

국토해양부

다. 풍 속

조사기간 내에 관측된 최대풍속은 1995년 8월에 발생한 18.7m/sec이며, 연평균 풍속은 2.0m/sec이다.

라. 강수량

연평균 강수량은 1,175mm로서 「수자원장기종합계획(2006.7, 건설교통부)」에서 제시한 우리나라 연평균 강수량인 1,245mm 보다 다소 적은 편이다.

마. 천기일수

천기일수를 분석한 결과 강수일수는 108일, 적설일수는 28일로 나타났다.

<표 2.2-8> 기상현황

월별	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	평균풍속 (m/sec)	천 기 일 수	
	평균	최고	최저				강 우 (≥0.1mm)	적 설
1	-0.9	3.8	-5.1	27.5	71.9	1.9	9.3	10.1
2	0.6	5.6	-4.0	28.2	71.1	2.0	7.2	4.5
3	4.9	10.4	-0.3	45.9	69.9	2.1	6.9	0.9
4	11.0	16.8	5.3	80.9	69.1	2.3	7.7	-
5	16.2	21.7	11.1	90.9	72.9	2.1	7.9	-
6	20.8	25.5	16.5	142.8	77.6	1.8	9.1	-
7	24.5	28.3	21.3	253.1	83.4	2.3	14.1	-
8	25.3	29.6	21.5	275.7	80.7	1.9	11.5	-
9	20.6	26.0	15.9	127.4	77.3	1.7	7.7	-
10	14.6	20.6	9.1	53.6	73.4	1.6	6.3	0.1
11	7.9	13.2	3.1	53.7	72.1	2.0	9.3	1.6
12	1.9	6.6	-2.4	32.2	72.5	2.0	10.4	10.4
전년	12.3	17.3	7.7	1211.9	74.3	2.0	107.4	27.6

주) 자료출처 : 보령기상대의 37년간(1973년~2009년)자료

2.3 하도특성 조사

2.3.1 하도현황 조사

하도는 하천의 유수가 소통하는 토지의 공간을 말하며 제방 또는 하안과 하상으로 둘러싸인 부분으로 하도는 이송 유사로 가득차 있으며 물의 흐름에 따라 이들 유사도 끊임없이 이동하며 시간과 공간에 따라 변동한다. 따라서, 하천을 개수하고자 할 때에는 이러한 하도의 변동 특성을 무시할 수 없으며, 어떻게 하면 자연의 힘에 거역하지 않으면서 가장 변화가 적은 안정된 하도를 설계하고 유지할 수 있는 지가 중요한 문제이다.

1) 하도의 평면특성

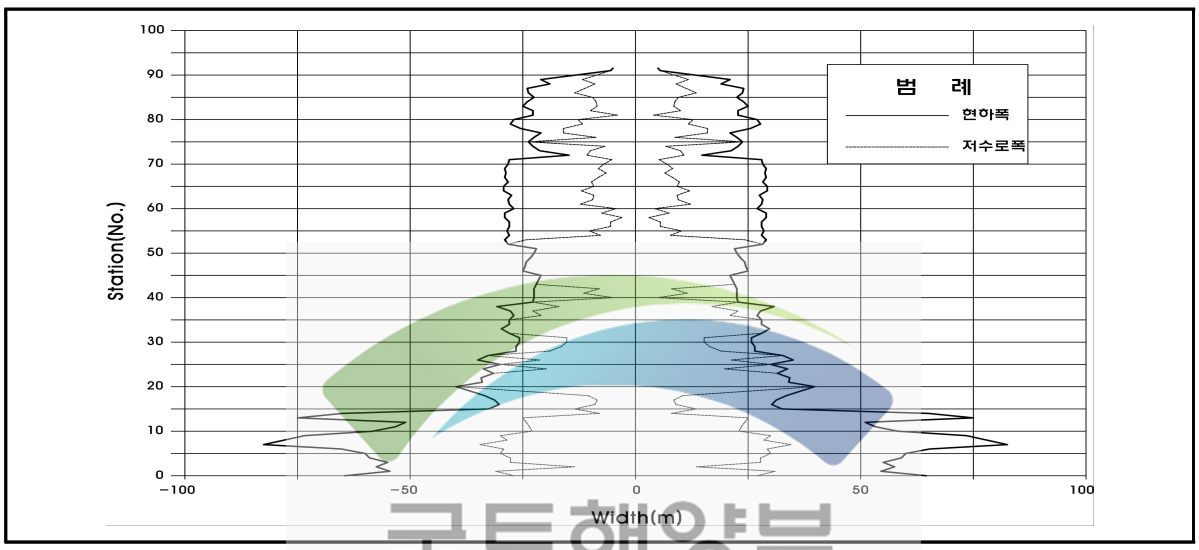
사행하도에서는 만곡의 외측에서 수위가 상승하고 유속이 국부적으로 증가함에 따라 하도의 유심편향측 제방에 가해지는 힘이 증가하므로 제방 붕괴 위험이 증가한다. 따라서, 하천의 법선을 결정함에 있어 현재의 지형과 하도의 곡률반경을 고려하여야 하며, 부득이하게 급한 사행구간이 형성될 경우 수제 등의 구조물을 설치함으로써 유속을 저감하여 제방의 안정성을 도모하여야 한다. 본 과업구간의 경우 위험도가 높은 만곡부 외측은 대부분 산지지형으로 형성되어 있으며, 하도계획시 이를 고려하여 계획하였다.

한편, Leopold와 Wolman(1960)은 만곡도가 1.5 이상인 하천의 자료를 이용하여 파장 λ, 곡률반경 r_c와 하폭 T의 관계를 다음과 같이 경험적으로 제시하였다.

$$\lambda = 11.0\,T^{1.01}, \quad r_c = 0.21\lambda^{1.02}$$

금회 과업대상 하천은 산지하천으로서 평면형 조사 결과 다음<표 2.3-3>와 같이 대부분의 구간에서 사행이 나타나고 있으며, 최소 곡률반경은 46m, 최대 곡률반경은 1,259m로 나타나고 있고 하폭 및 하도의 평면형은 <그림 2.3-1> 및 <표 2.3-1>과 같다.

<그림 2.3-1> 하폭 현황



국토해양부

<표 2.3-1> 하도의 평면형

하천명	사행구간(No.)	곡률반경 (m)	유심편향측	하 폭(m)	만곡도	비 고
광천천	8 ~ 11	177	우 안	65.0 ~ 150.0	1.15	변경구간
	16 ~ 24	1,088	좌 안	61.0 ~ 83.0	1.03	변경구간
	25 ~ 28	182	우 안	53.0 ~ 70.0	1.16	변경구간
	32 ~ 36	336	좌 안	54.0 ~ 59.5	1.09	
	40 ~ 41	69	좌 안	45.0	1.13	
	32 ~ 44	107	우 안	43.0 ~ 45.0	1.08	
	44 ~ 47	1,259	좌 안	42.0 ~ 50.0	1.01	
	48 ~ 57	431	우 안	44.0 ~ 60.0	1.17	
	57 ~ 60	150	좌 안	54.0 ~ 58.0	1.48	
	60 ~ 63	151	우 안	54.0 ~ 57.0	1.11	
	64 ~ 66	138	좌 안	56.5 ~ 58.5	1.06	
	70 ~ 74	224	우 안	29.5 ~ 58.0	1.19	
	74 ~ 77	304	좌 안	42.0 ~ 45.5	1.02	
	77 ~ 80	325	우 안	42.0 ~ 55.5	1.05	
	80 ~ 82	146	좌 안	44.5 ~ 54.0	1.03	
	85 ~ 89	278	우 안	38.0 ~ 56.5	1.10	

2) 하도의 종단특성

하도의 종단형을 나타내는 대표적인 인자인 하상경사는 유역의 유출, 도달시간, 하도의 세굴, 퇴적 등에 직접적인 영향을 주는 요소이다. 과업대상 하천에 대한 하상경사는 금회 하천측량에 의한 최심하상고 및 평균하상고와 현황측량성과 및 지형도를 이용하여 <표 2.3-2>와 같이 분석하였으며, 종단도는 <그림 2.3-2>과 같이 분석되었다.

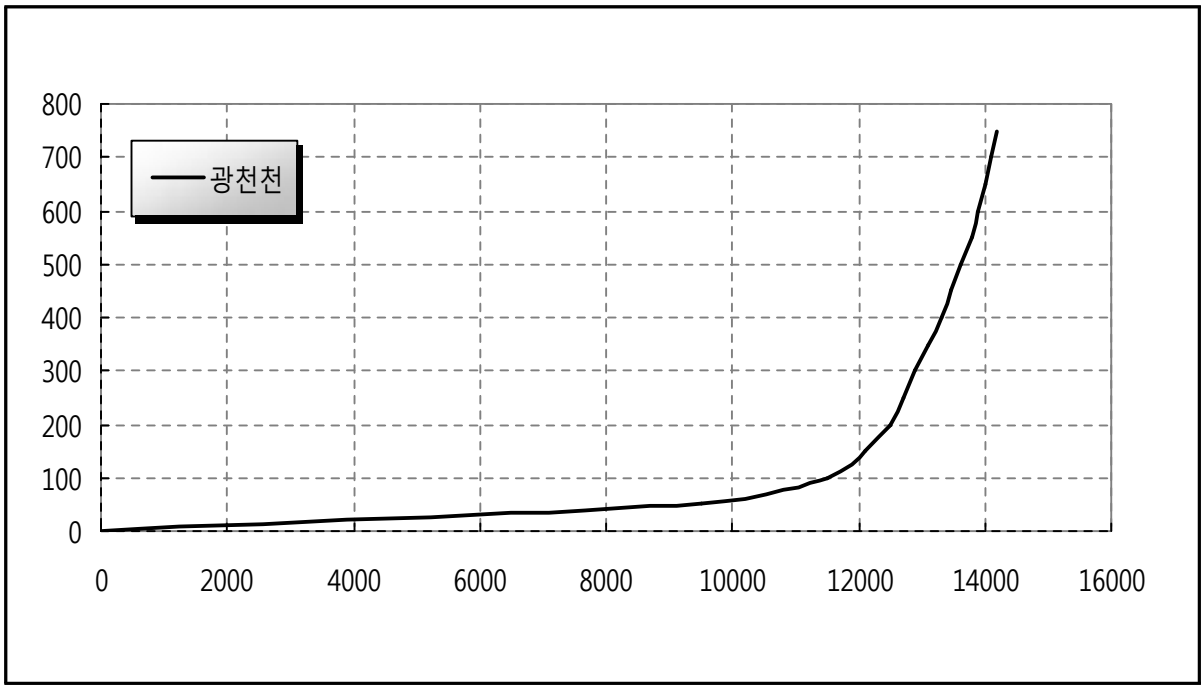
여기서, 하상경사를 기준으로 살펴보면 광천천은 <표 2.3-2>에서 보는 바와 같이 1/102～1/1,170의 경사를 이루고 있다.

<표 2.3-2> 하상경사

하천명	부호	산정지점	측점(No.)	하상경사	평균하상경사	비 고
광천천	GC0	광천천 종점	0+00	1 / 1,170	1 / 1,262	변경구간
	GC1	상지천 합류후	13+25	1 / 502	1 / 529	변경구간
	GC3	광천리 지류 합류후	23+30	1 / 448	1 / 1,166	변경구간
	GC5	담산천 합류후	37+90	1 / 441	1 / 545	
	GC7	월림천 합류후	55+50	1 / 259	1 / 393	
	GC9	소하천 월대천 합류후	71+60	1 / 102	1 / 289	

국토해양부

<그림 2.3-2> 하천종단도



3) 하도의 횡단특성

하도의 횡단형은 크게 단단면형과 복단면형, 복복단면형으로 구분할 수 있다. 단단면형은 유량이 작은 중·소규모의 하천에서 주로 나타나며, 복단면형과 복복단면형은 비교적 유량규모가 큰 중·대규모의 하천에서 나타난다.

하도의 횡단형은 일정한 단면적에 대하여 최대로 유량을 소통시킬 수 있도록 하도의 통수기능을 최대로 하되 이에 따른 소요비용을 최소로 하기 위해서 하도단면은 가능한 한 주어진 단면적에 대하여 윤변이 작게 되는 것을 택하여야 한다. 이런 측면에서 볼 때 하도단면은 복단면보다 단단면이 유리하나, 우리나라와 같이 하상계수가 큰 경우에는 하천관리 측면에서 복단면이 유리하다. 따라서, 하도의 횡단형은 저수시 하도관리와 홍수시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 한다.

금회 과업대상 하천에 대한 하도의 횡단형을 살펴보면 대부분 구간에서 복단면으로 조사되었다.

2.3.2 하도특성량(하도수리량)조사

1) 하도 특성량 기초적 요소

하도란 하천의 구성요소로 물과 토사를 소통시키는 제방을 포함한 수로를 의미한다. 따라서 근본적으로 하도는 수로를 통하여 배제되는 유량의 시공간적인 변화와 하상을 구성하는 토사 및 유역으로부터 유입되는 유사의 운송특성에 의하여 규정된다. 즉, 수로의 평면적인 형상, 저수로, 홍수터 등과 같은 수로의 형상은 물과 토사의 상호작용에 의하여 빚어진 결과라 할 수 있다.

하도의 주된 기능은 유역에 내린 강우로 인해 발생되는 하천 유출량을 안전하게 하류로 소통시키는 것이며, 더불어 유역으로부터 토사 등을 유출시키는 통로가 되는 것이다.

하도의 종류에는 하도망의 구성여부에 따라 단일 하도와 복합 하도로 구분되며, 하도형성의 인위성 여부에 따라 자연하도와 인공하도로 구분된다. 단일 하도는 수로의 합류점은 있으나 분류점이 없는 하도계통을 말하고 복합하도는 이들이 동일한 하도계통에 수로의 합류점과 분류점이 공존하는 하도계통을 의미한다. 대부분의 하도는 단일하도로 구성되나 삼각주가 형성된 하구나 하폭이 넓은 대규모 하천에서 하중주가 있는 경우, 또는 평야지역을 관류하는 하천에서는 복합하도가 많다.

자연하도는 수로의 형태가 인위적인 요인에 의하여 강제되지 않는 것으로서 흐

국토해양부

름에 의하여 운송가능한 비점착성 토사로 이루어진 충적하도의 경우 유로의 평면적 형상에 따라 사행하도와 직선하도로 구분할 수 있다. 대부분의 하도는 사행하도이나 하도를 짧은구간으로 나누어 보면 사행하도의 흐름을 무시할 수 있으므로 직선하도로 볼 수 있다.

하도경사의 완급은 흐름 특성을 좌우하는 중요한 요인이 되므로 하도 경사에 따라서 급경사 하도와 완경사 하도로 구분한다. 대부분 자연하도의 형태는 제방에 의하여 제한을 받고 있으며 하천개발에 의하여 하도의 단면형상 및 형태는 제방에 의하여 제한을 받고 있으며 하천개발에 의하여 하도의 단면형상 및 하도경사 등이 인위적으로 조절되고 있으므로 인공적 자연하도라고 보는 것이 타당하다. 인공하도는 지반를 굴착하여 만들어지는 경우가 대부분이며 주운을 목적으로 한 운하, 홍수시 홍수량 배제를 위한 배수로 또는 관개 배수로 등이 있다.

이상과 같이 하도는 유량, 하도경사, 유사량, 하상과 제방의 유수에 대한 저항, 지형 및 지질 그리고 인간의 각종활동 등에 따라 그 특성이 달라지며 이들 인자는 상호 밀접한 관계를 형성하면서 하도의 특성을 규정짓게 되고 각 인자의 중요도에 따라 하도의 물리적 특성을 달리하게 된다.

본 과업하천구간에 대한 하도특성은 조사측량 및 토질조사 성과를 기준으로 하여 하상경사, 대표입경, 대표입경의 수중비중, 평균하폭을 산정하였으며, 그 결과는 <표 2.3-3>와 같다.

국토해양부

<표 2.3-3> 하도특성인자

하천명	측점 (NO.)	대표입경 (D_{50},mm)	대표입경 수중비중	비고
광천천	0+00	0.00	2.62	
	10+00	1.02	2.63	
	20+00	1.15	2.64	
	30+00	1.09	2.62	
	40+00	1.80	2.59	
	50+00	1.05	2.64	
	60+00	1.85	2.63	
	70+00	1.71	2.61	
	80+00	6.51	2.63	
	89+00	0.00	2.61	

2) 지배유량의 산정

여러 가지 자연적 환경 영향에 변화를 거치면서 계속 변동하는 하천의 안정하도설계를 위하여 평형수로개념이 중요한 분야로 대두되고 있으며, 이러한 평형수심을 산정하기 위해서는 지배유량 산정이 매우 중요한 의미를 가지게 된다. 그러나 지배유량 정의와 산정방법이 달라서 지배유량 산정에 어려움을 겪어 왔으며 우리나라 하천에 알맞은 공식을 적용하는데 있어서 상당한 문제점이 있다.

본 과업에서는 6가지 지배유량 산정방법을 조사하였으며, 이중 2가지 방법에 대해서 홍수량 산정지점별로 지배유량을 산정하였다.

가. 지배유량의 정의

지배유량(dominant discharge)에 대한 정의는 일반적으로 하도의 형성(하상변동)에 가장 지배적인 영향을 주는 유량으로 보통 만제유량(bankfull discharge)을 지배유량으로 채택하고 있다.

기존 연구에서는 Terrell 및 Borland는 하상안정의 일반적 조건을 시현(示顯)시키는데 가장 영향이 큰 유량, Inglis는 유량에서 평형이 가장 가깝게 나타나고 있는 형태의 유량, 여기서 평형은 하천이 스스로 개발되려 하고, 유량과 경사로 이용 가능한 에너지가 하천의 형상이나 경사를 변화시키지 않고 전달하기 충분한 때의 평형상태가 되는 이상조건이라 정의하였다.

Bureau는 0.0625㎜보다 조밀한 유사를 최대로 실어 나를 수 있는 유량으로써 일반적으로 평균유량보다 다소 큰 것으로 하천의 지배유량을 정의하였다.

어떤 변동폭으로 변하는 하천유량을 어떤 유량으로 대표시켜 그 유량에 하천의 평형이 이루어지리라 추정되는 유량으로 정의하고, 이와 같은 개념은 하천유량규모에 따른 발생빈도, 유량지속시간 및 단위 유사량과의 관계를 생각 할 때 유량의 규모가 크면 그에 따라 단위 유사량은 많으나 발생빈도가 낮고 또한 년간을 통하여 유량발생시간도 적으므로 전체적인 유사량은 커지지 않는다.

이와 반대로 소규모의 유량은 단위 유사량이 적지만 발생빈도가 높고 유량발생시간이 길어지고 전체적인 유사는 많아지게 된다. 어느 기간에 있어서 그 기간 중의 전유사량을 대표할 수 있는 유량을 지배유량이라고 정의한다면 지배유량보다 큰 규모의 유량에 의해서 발생하는 유사량과 지배유량보다 적은 규모의 유량에 의해서 발생하는 유사량은 동일한 값을 가지게 되며 이러한 현상을 장기간에 걸쳐서 고찰하면 지배유량의 상태에서는 하상의 세굴과 퇴적작용이 상호 발생하여 하상은 평형을 유지할 것이라고 예상할 수가 있다.

나. 지배유량 산정방법

가) Blench 방법

대상유역의 약 50%의 빈도를 가지는 홍수량 즉, 재현기간 2년에 해당하는 홍수량으로 넓은 유역에서는 지배유량 산정 값이 비교적 잘 일치하며, 다른 유역에서 홍수-빈도연구가 지역을 이해하는데 도움이 되기 때문에 재현기간 2년에 해당하는 홍수량을 사용한다.

나) Lacey 공식

각 종 부유사량의 설계공식에서 언급한 바와 같이 토사입자이동의 한계조건을 해석적으로 완전히 밝혀 설계에 사용하기에는 아직 여러 가지 불완전한 면이 너무나 많다. 따라서 안정수로의 설계를 위한 또 하나의 다른 접근 방법은 기 건설되어 성공적으로 운영되고 있는 수로의 각종 변수를 수리변수와 상관시켜 순수 경험적인 일련의 설계공식을 유도하여 사용하는 방법이다. 이와 같은 경험적인 방법은 주로 인도의 관개용수로 운영과정에서 처음으로 개발되었으며, 그 후 미국에서도 많은 연구가 계속되어 왔고 오늘날 평형수로개념(regime theory)으로 알려져 있다.

평형수로개념에 의해 발표된 최초의 수로설계공식은 1895년의 Kennedy 공식으로 다음과 같다.

$$V = a y_0^b$$

국토해양부

여기서,V는 평균유속(m/s), y_0는 최대수심(m)이며 $a = 0.84, b = 0.52 \sim 0.73$ (평균치 0.64)의 상수이지만 수로의 단면치수나 경사 및 하상재료 등의 물리적 특성을 전혀 고려하지 않았으며, 그 후 Lacey는 이를 보완하기 위해 다음 식을 제안하였다.

$$V = 1.17\sqrt{f'R}$$

여기서, f'는 실트계수(silt factor)로서 일종의 마찰손실계수와 같은 것이며, Manning의 조도계수 n 및 토사입경 d와는 다음과 같은 관계가 있다.

$$f' = 1.94 \times 10^5 \times n^5$$

$$f' = 8\sqrt{d}$$

여기서, f'은 실트계수, n은 Manning의 조도계수, d는 토사입경으로 ㎜의 단위이다. f'값을 대입한 후 Manning공식을 사용하여 유량Q(㎥/s)를 송수하기 위한 평형수로의 경사 S_0를 구하면

$$S_0 = \frac{f'^{3/2}}{2,564Q^{1/9}}$$

위 식은 수로단면의 치수나 형상을 전혀 고려하지 않은 것이다. Lacey의 초기공식은 Kennedy 공식의 개선을 위한 접근방법을 설명해 주고 있으며, 다음과 같은 일련의 식을 수로의 설계목적으로 정리하였다.

► 윤 변 : $P = 2.67Q^{1/2}$ (m)

► 단 면 적 : $A = \frac{1.26Q^{5/6}}{f'^{1/3}}$ (㎡)

► 평균유속 : $V = 0.794 f'^{1/3} Q^{1/6}$ (m/s)

► 수로경사 : $S_0 = \frac{0.00055 f'^{5/8}}{Q^{5/8}}$

하폭이 넓은 하천일 경우 지배유량 Q_d는

$$Q_d = 0.14B^2$$

여기서, Q_d : 지배유량(㎥/s), B : 수면폭(m)

다) Inglis 공식

$$Q_d = 0.6Q_{max}$$

여기서, Q_{max} : 대상 하천의 계획홍수량(㎥/s)

라) 유사량에 의한 공식

$$Q_d = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j Q_j Q_{tj}}{\sum_{j=1}^{k} n_j Q_{tj}}$$

여기서 Q_d : 지배유량(㎥/s), n_j : 유량 Q_j의 발생빈도, Q_j : 유량의 등급(m^3/s),

Q_{tj} : 유량Q_j에 대응하는 전유사량, k : 전유사량의 등급수

마) Wolman Miller에 의한 방법

어느 비유량(specific discharge)에 의한 어느 기간에 걸친 유사 운반량은 하나의 사상에 의한 운반량과 중간 정도의 크기와 빈도를 가지는 사상들에 의해 행해진 일이 최대화되는 저점에 유량을 지배유량이라고 정의하였다.

바) 홍수빈도분석으로부터 결정

해당 수계 및 하천 유출의 빈도분석을 통하여 결정하며 Leopold et al, (1964)은 재현기간이 1.5년인 홍수량임을 제안한 바 있으며, 국내하천에서는 재현기간 1.5~2.5년을 가지는 홍수량으로 제안된 바 있다.

국토해양부

다. 지배유량 산정결과

본 과업에서는 위에서 제시된 방법들 중에서 실제 적용 가능하고, 쉽게 적용할 수 있으며, 지배유량 산정방법이 타당하다고 판단되는 Blench가 제시한 방법과 Inglis가 제시한 방법 2가지를 채택하여 홍수량 산정지점별로 지배유량을 산정하여 검토하였으며, 최종적으로 Blench 방법을 채택하였다.

<표 2.3-4> 지배유량 산정결과

하천명	부호	산정지점	유역면적 (㎢)	지배유량(㎥/s)		비 고
				Blench방법	Inglis방법	
광천천	GC0	광천천 하구	66.64	239	458	
	GC2	상지천 합류전	37.32	142	278	
	GC4	광천리 지류합류전	35.88	141	278	
	GC6	담사천 합류전	27.79	125	253	
	GC8	월림천 합류전	20.38	102	210	
	GC10	월대천 합류전	16.01	85	179	
	GC11	장곡저수지 지점	10.82	55	128	

국토해양부

3) 하도특성량

현 하도의 특성을 파악하는 것은 하도계획을 수립하는데 있어서 조도계수의 산정과 하도의 안정성 등을 판단하기 위해 필수적이며, 이러한 하도의 특성인자는 하상경사, 대표입경, 에너지 경사, 마찰속도, 무차원 소류력, 수면폭-수심비, 수심-입경비 등을 들 수 있으며, 이들 하도 특성인자를 구하는 방법 및 각 특성인자별 물리적 의미는 다음과 같다.

가) 하상경사

하상경사는 평균하상고에서 산정하는 경우와 최심하상고에서 산정하는 경우가 있으며, 일반적으로 평균하상고를 이용하여 하상경사를 산정한다. 평균하상고는 유수단면적을 수면폭으로 나눈 값(평균수심)을 수위에서 빼서 구한 값이다.

나) 대표입경

대표입경은 하도내 하상재료의 대표적인 입경을 의미하는 것으로 하상의 움직임의 정도를 나타내는 지표로 볼 수 있다. 하상재료의 입도시험을 통하여 결정하게 되며, 주로 평균 입경(d_m) 또는 중앙입경(d_{50})을 대표입경으로 간주한다.

다) 에너지경사

에너지경사는 계획홍수량 및 지배유량 규모의 유량에 대한 부등류 계산에 의해서 결정된 에너지 경사를 이용한다.

라) 마찰속도

하도특성에 대한 수리량으로 규정짓고 있는 마찰속도는 다음 식으로 표현된다.

$$U_* = \sqrt{gRI}$$

여기서 g는 중력가속도(m/s^2), R는 경심(m), I는 에너지경사를 나타낸다.

마찰속도는 일반적으로 하상변동에 영향을 미치는 가장 활발한 수리량을 토대로 평가될 수 있다. 그러므로 마찰속도는 해당 하천에서 과거의 충분한 하도특성 조사자료를 토대로 하상변동 방향을 판단할 수 있는 중요한 요소가 된다.

마찰속도의 종단방향 승강을 살펴 국부적인 하상의 저하 또는 상승의 경향을 파악할 수 있다. 하류 방향으로 마찰속도가 커지면 하상이 저하되는 경향을 반대로 작아지면 하상이 상승하는 경향을 보이게 된다.

마) 무차원소류력

무차원 소류력은 흐름이 하상재료에 미치는 소류력(접촉면의 입장에서는 전단응력)을 그에 대한 저항력으로 나누어 무차원화 한 값으로 하도의 안정과 관련된 하상재료의 이동 용이성을 나타내는 지표가 된다.

무차원 소류력은 하상변동, 하도안정성 평가, 하안침식 등에 관련된 하상재료의 이동성을 무차원화 한 것으로 흐름이 하상재료에 미치는 소류력과 하상재료의 저항력과의 비로 나타낸다.

$$\tau^* = \frac{u_*^2}{sgd_R} = \frac{HI_e}{sd_R}$$

여기서, τ^*는 무차원소류력, s는 하상재료의 수중 비중(S_s-1, S_s는 하상재료의 비중)이고 d_R은 하상재료의 대표입경(㎜), H는 수심(㎜), I_e는 에너지경사를 나타낸다.

바) 수면폭-수심비

유사이송이 발생하는 일반적인 충적하천에서 흐름특성과 토사입자의 거동은 하상면에 형성되는 하상파에 의해서 크게 영향을 받고, 반대로 하상파는 흐름과 토사의 거동에 의해서 형성된다. 즉, 하상파, 흐름 거동 및 토사 거동은 상호 영향을 미치는 인자들이다. 이와 같이 하상형태는 수면폭-수심비가 매우 중요하다. 수면폭-수심비는 사주의 성질과 이동상의 흐름을 판단하는 지표가 되므로 하도(특히 저수로)의 안정성을 판단하는 근거로 이용될 수 있다.

국토해양부

사) 수심-대표입경비

수심/입경비는 사구나 사련과 같은 소규모 하상파의 형성을 나타내는 지표로 저수로 조도계수를 결정하는 요소가 되며 중규모 하상파의 성질 등을 판단하는 지표로도 이용된다. 수심/입경비는 무차원소류력의 계산에 이용된다.

계획홍수량 및 지배유량에 따른 에너지 경사, 마찰속도, 무차원 소류력 등 하도수리량을 계산하여 <표 2.3-5> 및 <표 2.3-6>에 수록하였다.

<표 2.3-5> 계획홍수량에 따른 하도수리량

하천명	측 점 (No.)	하 도 수 리 량				
		에너지 경 사	마찰속도 (m/s)	무차원 소류력	수면폭/ 수 심	수 심/ 대표입경
광천천	0	0.0021	0.321	0.0064	23.244	5.03
	10	0.0010	0.237	0.0035	17.381	5.56
	20	0.0003	0.114	0.0007	17.913	4.01
	30	0.0015	0.267	0.0041	10.010	4.43

<표 2.3-6> 지배유량에 따른 하도수리량

하천명	측 점 (No.)	하 도 수 리 량				
		에너지 경 사	마찰속도 (m/s)	무차원 소류력	수면폭/ 수 심	수 심/ 대표입경
광천천	0	0.0021	0.255	0.0040	16.053	3.17
	10	0.0012	0.212	0.0027	23.862	3.71
	20	0.0003	0.079	0.0003	30.341	2.14
	30	0.0014	0.196	0.0022	13.746	2.58

국토해양부

2.3.3 하상변동량 조사

하상변동이란 장기적으로는 하상저하와 상승, 단기적으로는 국부세굴 및 홍수시 하상변화 등 자연적 또는 인위적 요인에 의한 하상고의 변화를 의미한다. 하상변동은 단기적으로 하천에서의 취수 및 배수, 주운 등 하천관리에 직접적인 영향을 미치며 장기적으로는 하천구조물의 안정, 홍수위 변화 및 홍수터 변동 등에 영향을 미치는 하천의 계획 및 관리측면에서 중요한 사항이다.

1) 평면적 변동

금회 과업대상 하천의 평면적 변동현황을 살펴보기 위하여 일제시대 1914~1918년(大正3~7년)에 조선총독부 육지측량부가 제작하여 발행한 1/50,000 지형도와

1996~2000년에 건설교통부 국토지리정보원이 제작하여 발행한 1/25,000 수치지형도 등을 이용하여 유로의 평면적 변동을 검토하였다.(그림 2.3-3 참조)

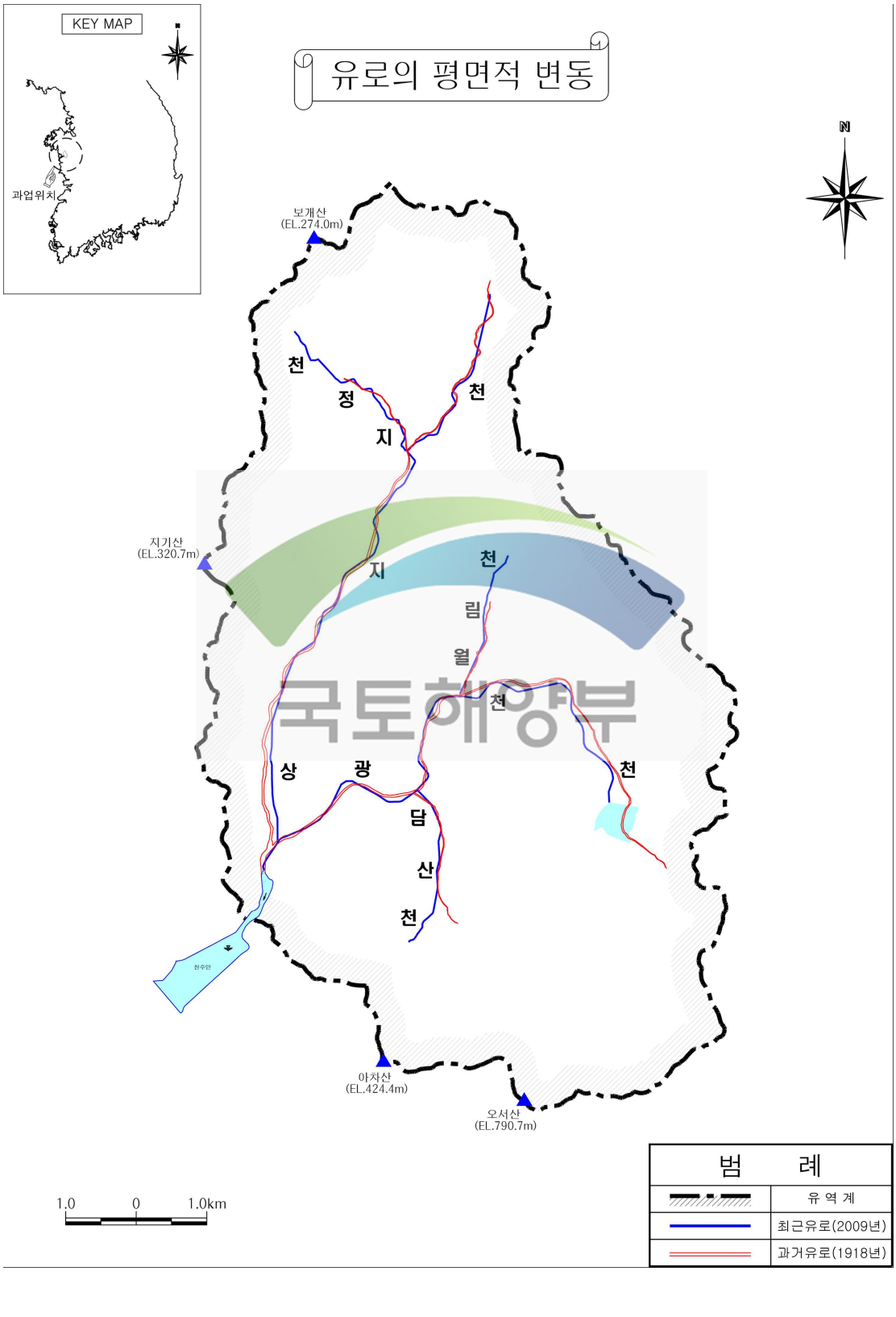
검토과정에서 약 1990년대에 작성된 자료와 최근 자료간의 좌표상의 오차여부, 일제시대에 제작된 1/50,000 지형도 상에서 하천지형을 정확하게 판단하여야 하는 점 등을 고려할 때 유로의 변동 현황을 정확하게 파악하기는 어려우나 두 자료를 비교, 검토한 결과 과거 일제시대에 발행된 지형도와 최근에 발행된 지형도에 표시된 금회 과업대상 하천의 하천선형이 많이 변경되었음을 알 수가 있다. 이는 경지정리사업 및 하천개수공사가 꾸준히 이루어져 하천에 많은 변화를 초래한 것으로 판단된다.

2) 종·횡단적 변동

하상의 종·횡단적 변동조사는 금회 과업에서 실시한 측량성과와 동일한 지점의 과거 종·횡단측량성과를 비교하여 판단하여야 하나 본 과업구간에는 신뢰할 만한 과거자료가 없어 하상의 횡단적 변동에 대한 직접적인 검토는 어려운 실정이다. 따라서 본 계획에서는 하도의 평면형에서 검토한 결과를 기준으로 하상의 횡단적 변동을 살펴본 결과 금회 과업구간내의 지방하천은 하천의 지형적인 특성으로 사행구간이 많고 그에 따라 만곡부 내·외측의 유속 차이로 인하여 횡단상에서 유심 편향측에는 세굴현상이, 반대측에는 퇴적현상이 진행되고 있는 것으로 판단된다.

국토해양부

<그림 2.3-3> 유로의 평면적 변동



2.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

2.4.1 하천사업의 연혁

1) 하천개수실적

과업대상 하천의 개수현황을 살펴보면 하천연장 8.96㎞에 요개수연장은 17.92㎞이며, 완전개수는 5.885km(32.8%), 불완전개수는 12.035km(67.2%)로 조사되었으며, 그 현황은 <표 2.4-1>과 같다.

<표 2.4-1> 하천 개수 실적

하천명	하천연장(㎞)	요개수(㎞)	완전개수		불완전개수		미 개 수		비고
			연장(m)	비율(%)	연장(m)	비율(%)	연장(m)	비율(%)	
광천천	8.96	17.92	5.885	(32.8)	12.035	(67.2)	-	-	

주) 2009년 「광천천 재해위험지구 정비사업」을 반영한 개수실적임.

2.4.2 수해 및 가뭄피해현황

1) 수해현황

가. 수해발생 원인

우리나라는 몬순지대에 속하는 대륙성 기후권에 속해 있어 하절기인 6~9월 사이에 다량의 집중강우로 인하여 빈번한 수해가 발생하고 있다. 구체적인 원인으로는 중국대륙 및 동지나해에서 발생하는 저기압이 하절기의 극전선(장마전선) 및 남양군도 부근에서 발생되어 이동해 오는 태풍 등에 기인한다. 특히 풍수해를 가중시키는 원인으로 연간 강수량의 2/3가 하절기에 집중적으로 내려 큰 풍수해의 원인이 되고 있다.

과거 우리나라의 주요 호우 및 태풍피해 우선 순위 10위 중 8개가 최근 10년 안에 발생되었으며, 이는 최근의 기상이변으로 인한 집중호우뿐 아니라 하천 연안으로 급속한 도시화가 진행되고 그에 따른 재산의 집중과 무분별한 개발로 인한 유출증가 등에 기인하는 것으로 판단된다.

한편, 과거 우리나라의 주요 호우 및 태풍피해현황은 <표 2.4-2>과 같다.

국토해양부

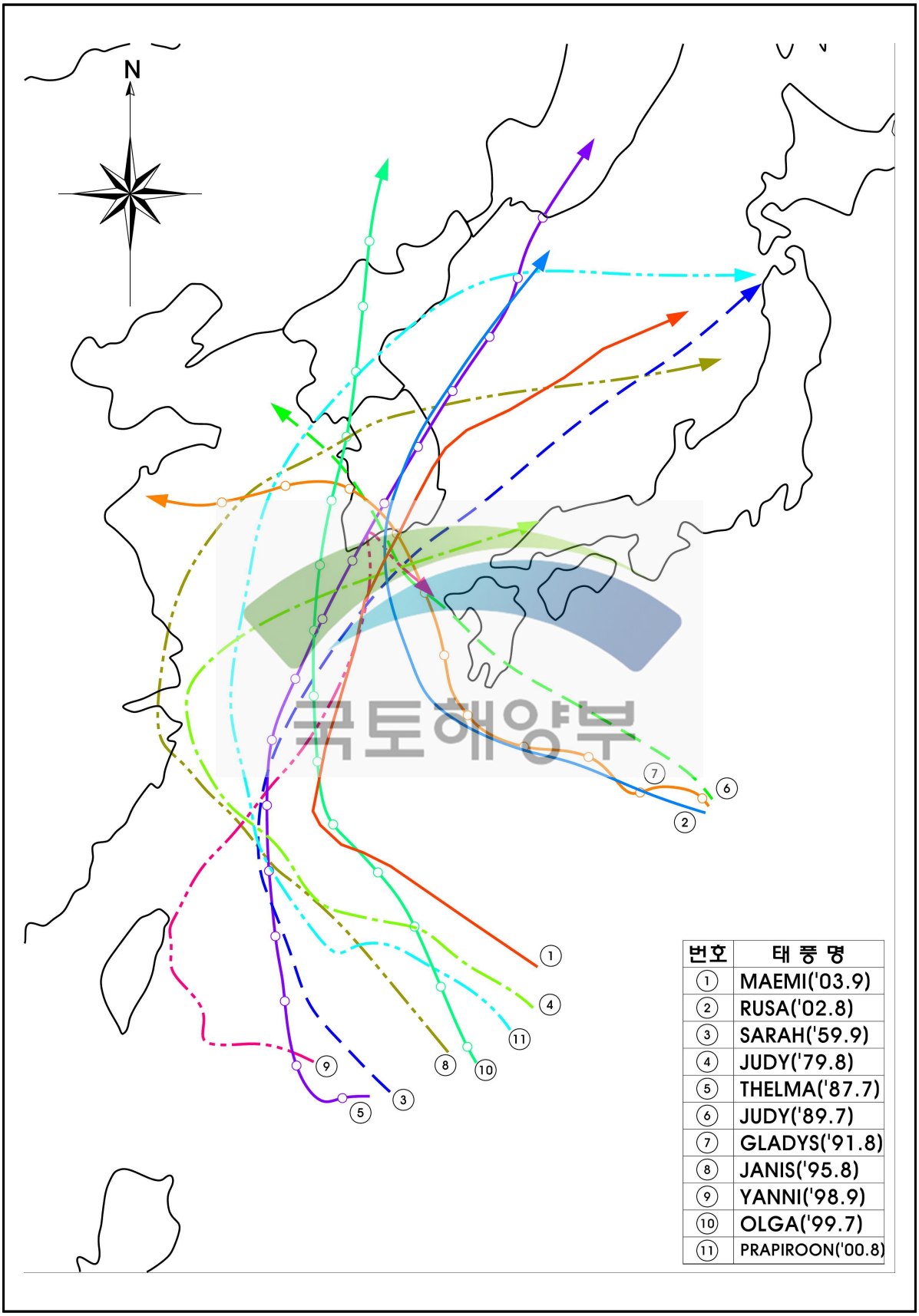
<표 2.4-2> 과거 주요호우 및 태풍피해현황(피해액순)

구분 / 연도	피해내용		주요피해지역	인명피해 (사망, 실종)	피해액 (억원)
	기간	내용			
2002년	8.30 ~ 9. 1	태풍「루사」	전국	246	51,479
2003년	9.12 ~ 9.13	태풍「매미」	전국(서울,인천제외)	131	42,225
2006년	7.11 ~ 7.20	2006년태풍「에위니아」및 호우	경기, 강원, 충북 전남, 경북, 경남	62	18,344
1998년	7.31 ~ 8.18	'98 대홍수	전국(제주제외)	324	12,478
1999년	7.23 ~ 8. 4	집중호우 태풍「올가」	전국	67	10,490
2002년	8. 4 ~ 8.11	집중호우	경기, 강원, 충북 경남, 경북 등	23	9,181
2004년	3. 4 ~ 3. 5	대설	충남, 충북, 대전 경북 등	-	6,734
2001년	1. 7 ~ 1. 9	'01 폭풍설	전국	4	6,590
2005년	12.3 ~12.24	대설	광주, 충남, 전북, 전남	14	5,206
1990년	9. 9 ~ 9.12	한강대홍수	서울, 경기, 강원, 충북	163	5,203

주) 1. 자료출처 : 재해연보(2008, 소방방재청)
2. 피해액은 당해연도 가격 기준임.

국토해양부

<그림 2.4-1> 과거 주요태풍 경로도



나. 최근 홍수피해 현황

우리나라 풍수해 통계는 시·군별 중심으로 정리되어 있어, 본 과업대상 하천 수계에 대한 수해현황은 재해연보에 나타난 홍성군의 과거자료를 조사하여 풍수해 상황을 간접적으로 파악하였다.

과거 수해현황을 파악하기 위해 1998년부터 2007년까지 홍성군의 수해 상황을 조사한 결과, 최대 홍수피해는 2002년에 발생하였으며, 최근 10년 동안의 홍성군의 연평균 피해상황을 보면 사망 117인, 이재민 24,375인, 침수면적 47,721 ha이고 전체피해액은 약 1,970,271백만원으로 나타났다.

최근 홍성군의 홍수피해 현황은 <표 2.4-3> 및 <표 2.4-4>와 같다.

<표 2.4-3> 홍수피해 현황(최근 10개년)

종목 / 연도	사망실종 (인)	이재민 (인)	침수면적 (ha)	피 해 액(백만원)				
				건 물	농경지	공공시설	기 타	합 계
1998	384	30,308	91,629	38618	105,291	1,227,366	211,535	1,582,811
1999	89	26,656	76,128	40,559	24,195	945,459	209,468	1,219,681
2000	49	3,665	53,092	11,378	6,436	530,452	97,185	645,451
2001	82	4,165	20,012	10,813	10,361	382,598	852,396	1,256,168
2002	270	71,204	61,579	115,791	436,873	4,920,926	641,703	6,115,293
2003	148	63,133	51,411	96,389	116,938	3,098,573	1,096,340	4,408,241
2004	14	30,446	56,903	8,012	20,638	516,829	684,957	1,230,436
2005	52	10,619	26,835	14,648	28,030	445,944	561,217	1,049,839
2006	63	2,883	34,759	25,065	141,066	1,692,948	83,906	1,942,984
2007	17	675	4,859	5,910	10,963	156,114	78,817	251,804
평 균	117	24,375	47,721	36,718	90,079	1,391,721	451,752	1,970,271

주) 1. 자료출처 : 재해연보(2008, 소방방재청)
2. 피해액은 당해연도 환산금액임.

국토해양부

<표 2.4-4> 최근수해피해내역(홍성군)

하천명	시설등급	시·군명	읍·면동	복구물량	복구금액 (천원)	피해기간	비 고
광천천	지방하천	홍성군	광천읍	40m	23,319	2002.8.6	집중호우
상지천	지방하천	홍성군	구항면	4,000m	5,466,000	2002.8.6	집중호우
담산천	지방하천	홍성군	광천읍	3,200m	4,204,000	2000.8.23 ~ 9.16	호우 및 태풍

2) 가뭄 피해 현황

가. 가뭄 피해원인 분석

현재 지구상에는 천재지변이나 기상이변으로 인한 재해가 자주 발생하고 있으며 최근 들어 엘리뇨 및 라니뇨현상 등의 영향으로 세계적인 기상이변이 더 잦아졌고 지역에 따라 홍수, 가뭄, 혹서, 냉해 등을 유발하고 있다.

가뭄은 홍수피해와는 달리 공간적으로 대규모 지역에서 발생한다. 또한 시간적으로 장기간 점진적으로 전개되기 때문에 기상학적으로 강수부족기간이 지속되어 실제로 가뭄을 체감하게 될 시기는 이미 가뭄이 장기간 전개되어 피해가 발생하기 시작한다. 따라서 일반적으로 모든 사람들이 공감할 수 있는 가뭄의 정의를 내리기는 어렵고 정의를 내린다고 해도 가뭄을 바라보는 시각에 따라 다르기 때문에 실용적이지 못한 점이 있다. 그러나 일반적으로 가뭄은 상당히 큰 지역에서 식물, 동물, 인간들에게 해로운 영향을 주는 장기간 수분이 부족한 상황을 말한다.

가뭄발생의 주원인은 강수량의 부족에 기인하며 강수가 평년보다 적게 내림으로써 농업용수와 발전용수 및 생활용수까지 영향을 주고 지하수 부존량도 줄어들며 저수지의 저수율도 저조하게 되어 전반적으로 용수부족 현상을 겪게 되는 것이다. 통상적으로 가뭄을 다음 3가지로 정의한다.

국토해양부

① 기상학적 가뭄

특정영향지역에서 물 부족이 장기간 지속되어 심각한 수문학적 불균형을 초래하는 이상 건조기후 기간(기상학자)

② 농업가뭄

이상기후에 의해 장시간 강수량이 부족하여 농작물에 피해를 주는 기간

(농업관련 종사자)

③ 수문학적 가뭄

하천유량, 저수지의 저류량, 지하수 등이 정상적인 양보다 적은 기간

(수문학자, 물관리자)

나. 과거의 가뭄실태

60년 이후 발생한 가뭄에 대한 정확한 통계자료는 없고 가뭄사상별로 조직적

인 조사분석이 이루어지지 않아 가뭄별 수문, 기상특성 및 가뭄기간별 피해유형별 피해액을 분석하기는 사실상 어렵다. 따라서 금회 과업에서는 기조사 자료를 이용하여 전국적인 가뭄 실태를 파악하였다. 「가뭄기록조사보고서(1995, 건설교통부)」에 의하면 과거 대규모 가뭄피해가 발생한 연도는 67년~68년, 76년~77년, 81년~82년, 87년~88년, 94년~95년의 총 5회로써 자료보유 년수가 30년~40년임을 감안하면, 전국적 또는 국지적인 가뭄 발생빈도는 약 7년 정도임을 알 수 있다. 「하천조사서(1992. 12, 한국수자원공사)」에서 국내 한발 상황을 조사한 결과는 대략 10년 주기로 한발이 발생하는 것으로 나타났다.

<표 2.4-5> 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄빈도

구분	12개월		18개월		24개월	
	우심유역	재해기간(년)	우심유역	재해기간(년)	우심유역	재해기간(년)
'67~'68	남해안중서부 영산강 금강 형산강	40 - 50 17 - 30 20 14	남해안서부 영산강 금강 형산강 낙동강	25 8 21 7 6 - 12	남해안서부 영산강 금강 형산강 낙동강	24 7 18 6 4 - 7
'76~'77	낙동강 영산강	12 - 15 12 - 20	낙동강 한강	7 - 9 11	낙동강 만경강	8 8
'81~'82	낙동강 금강 한강	7 - 12 9 8 - 13	낙동강 금강 한강	7 - 16 10 8 - 9	낙동강 금강 한강	4 - 7 8 4
'87~'88	낙동강 금강 삽교천 동진강	4 - 8 8 - 9 11 9	삽교천 동진강	9 8	삽교천 동진강	6 3
'94~'95	낙동강 금강 형산강 동진강 영산강	7 - 13 9 - 17 12 8 4 - 5	낙동강 금강 형산강 동진강 영산강	7 - 15 8 15 12 7 - 9	낙동강 영산강	4 2 - 3

주) 자료출처 : 가뭄기록조사보고서 (1995. 12, 건설교통부)

국토해양부

(1) '67 ~ '68 가뭄

이 기간동안은 남해안 지역의 가뭄이 재현기간 30년 이상으로 가장 심각했으며 영산강 전역도 지속기간 12개월의 경우 가뭄의 재현기간이 17-30년에 달하였다. 금강유역의 경우는 보청천 상류부지역에 국한하여 재현기간 약 20년의 가뭄이 발생하였으며 낙동강의 중상류지역과 형산강 유역에 약 10년 빈도의 가뭄이 발생하였다.

(2) '76 ~ '77 가뭄

낙동강 유역의 중하류 지역에 10년 빈도 이상의 가뭄이 발생했으며 영산강 전역에 약 15년, 만경강에 약 10년, 남한강 상류부에 약 10년 빈도의 가뭄이 발생하였다.

(3) '81 ~ '82 가뭄

낙동강 중상류 지역에 10년 빈도 이상의 가뭄이 발생했으며 남북한강 상류지역에도 약 10년 빈도의 가뭄이 발생하였다. 금강유역의 경우에도 보청천 상류부에 약 10년 빈도의 가뭄이 발생하였다.

(4) '87 ~ '88 가뭄

금강 상류부와 하류부에 약 10년 빈도, 낙동강 중상류지역에 약 5년, 삽교천과 동진강 유역에 각각 10년 빈도 내외의 가뭄이 발생하였다.

(5) '94 ~ '95 가뭄

낙동강 전역에 걸쳐 약 10-15년 빈도를 상회하는 가뭄이 발생하였으며, 금강유역의 중류부에도 10년 빈도를 상회하는 가뭄이 발생하였고 형산강과 동진강의 경우에도 10년빈도 이상의 가뭄현상이 지속되었다. 한편, 영산강유역의 경우 '94~'95 가뭄이 낙동강유역 다음으로 심각한 것으로 보도되었으나 <표 2.4-5>에서 보는 바와 같이 5-10년 빈도에 지나지 않은 것으로 나타났다. 이는 영산강 유역에 '94년 8월과 '95년 4월에 각각 약 220mm 및 111mm의 큰 강우량이 발생했었기 때문으로 밝혀졌다.

상기의 과거 가뭄실태를 기준으로 지역주민과 관련기관에 대한 조사결과 광천천 유역은 가뭄으로 용수공급에 어려움을 격은 적이 비교적 적은 것으로 조사되었다. 이는 용수량이 크지 않고 생활용수는 대부분 광역상수도 및 간이상수도를 이용하고 있고 저수지 및 관개시설 개량을 통한 농업용수 확보에 따른 것으로 파악된다.

그러나 물부족 현상이 현실화 되어 가는 추세에 맞추어 인근유역에서의 도수, 저수지 및 소류지 개발 등을 통한 용수확보 방법을 강구하여야 할 것이다.

국토해양부

다. 가뭄피해 현황

(1) 과거의 가뭄피해

과거의 가뭄피해는 조선조시대 기록을 보면 약 5년마다 한번 꼴인 89회로 가뭄피해를 입었으며, 특히 1594년, 1671년, 1697년 전국적인 가뭄으로 인한 대흉작이 발생되었던 것으로 기록되어 있다. 또한 최근 40년 동안 한반도에서는 5~8년마다 극심한 가뭄을 경험하였고, '90년 이후는 1~2년마다 전국 또는 지역에 따라 크고 작은 가뭄이 발생하고 있다.

<표 2.4-6> 주요 가뭄발생 년도

연 대	연 강수량이 상대적으로 적었던 해	농작물에 가뭄피해가 발생했던 해	비 고
1900	1906, 1907, 1909	1906, 1907, 1909	
1910	1912, ***1913,*** 1917	1912, 1913, 1917	
1920	1924, 1929	1924, 1928, 1929	
1930	***1932,*** 1935, 1938, ***1939***	1932, 1935, 1938, ***1939***	
1940	1942, ***1943,*** 1944, 1949	1942, 1943, 1944, 1949	
1950	1951	1951, 1952	
1960	1967, ***1968***	1962, 1963, ***1965, 1967, 1968***	
1970	1977	***1973,*** 1975, 1976, 1977, 1978	
1980	1982, ***1988***	1981, ***1982***, 1988	
1990	***1994, 1995***	1992, ***1994, 1995***	
계	24회 중 극심하였던 해 8회	35회 중 극심하였던 해 8회	

주) 1. 자료출처 : '94, '95 가뭄극복(1995, 농림수산부, 농어촌진흥공사)
2. ____친 이탤릭체는 강수량이 특히 적었거나 농작물 피해가 상대적으로 큰 해임.

국토해양부

<표 2.4-7> 주요 가뭄 발생 현황

연 도	강우량(㎜) (5,6,7월)	과우일수		저수율		가뭄면적 (ha)	가뭄피해액 (백만원)	가뭄대책비 (백만원)
		일수	빈도	%	빈도			
1967	307	56	7	5	25	420,547	626,615	5,758
1968	122	72	50	4	30	470,422	700,928	5,558
1976	369	32	2	37	3	28,218	42,044	2,548
1977	288	54	7	29	5	60,222	89,370	13,920
1981	658	50	5	46	2	145,457	216,730	51,783
1982	301	54	7	27	7	231,244	344,533	48,257
1992	392	65	20	23	7	31,523	46,969	21,400
1994	231	68	30	15	15	231,569	249,281	61,866

주) 1. 자료출처 : 농촌연구원, 2001.
2. 가뭄피해액은 '92 추정가격이며 '94년은 당시 추정금액임
3. 가뭄대책비는 '92까지는 '92년도 가격 기준이며, '94는 '94년도 현재 가격임

라. 가뭄대책

가뭄대책은 크게 용수 수요관리 대책과 공급관리 대책으로 나뉘어진다. 용수 수요·공급 관리 대책은 각각 단기대책과 중·장기대책으로 나뉘어 지는데 그 내용은 다음과 같다.

<표 2.4-8> 가 뭄 대 책

대 책 별		행 동 내 용
용수수요관리대책	단기대책	○ 행동부서, 수도사업체, 수도용수 공급체별 갈수시 가뭄관리에 대한 주체별 기본 행동지침 작성 ○ 급수제한 단계별 각 주체별 가뭄관리 시스템 구성 ○ 광역갈수시 각 주체를 통합 조정하는 광역조정조직의 필요성 ○ 최소공급량 설정을 위한 제한 수량 결정방법 제시 ○ 급수제한시 최소 공급량 결정을 위한 절수 목표별 최저 기준량 제시 ○ 요금 수준의 현실화 ○ 절수에 대한 홍보 확보
	중·장기대책	○ 구조적 대책 – 누수방지 – 중수도 확대 – 절수기기의 보급확대 ○ 비구조적 대책 – 절수의 생활 습관화 – 절수형 산업구조 형성
용수공급관리대책	단기대책	○ 구조적 대책 – 저수지 불용용량 활용(펌핑 및 방류관 시설계획) – 배수로 공급압력을 낮춤 – 지하수 조사 및 안전취수량 평가 ○ 비구조적 대책 – 단계별 절수, 제한급수 및 단수 – 물 배분수위, 기득수리권, 하천유지용수의 개념정립 – 현실적인 단계별 물절약 대책 수립 – 주요지점 수질목표 설정(댐 방류와 오폐수 처리의 연계) – 지하수 개발 관행의 시정과 폐공의 활용

국토해양부

<표 2.4-8> 계 속

대 책 별		행 동 내 용
용수공급관리대책	중·장기대책	○ 구조적 대책 – 신규댐 및 기존댐 재개발 – 광역상수도의 확장 – 수도관 교체 – 이상 가뭄에 대비한 다목적 댐의 운영률 개발(절수 및 만수목표설정) – 환경목표와 갈수기 댐 운영률 개발(조류억제, 수질보전) – 월별 운영율 개발(제한수위의탄력적 운영) – 댐 건설 개선(다단취수, 산소주입, 여수로 통수능 확대) – 저수지 폭기시설 보급(조류억제, 수질보전) – 오염희석 목적의 댐 방류 지장 – 국부적 가뭄대책 수립(도서 포함) – 점오염원 대책(시설확충, 감시강호, 사고예방) – 비점오염원 대책(분리관망 확충, 오폐수 처리, 중수도 도입) – 도시 배수관로 원격제어 시스템 구축 – 중수도의 단계적 도입 ○ 비구조적 대책 – 절수형 사회 시스템 구축 – 시민과 협조(절약의식 제고, 가뭄정보 제공, 절수운동, 절수기기 보급) – 합리적 요금체계 – 가뭄관련 정보의 전산화 – 갈수시 유출모형 보완 발전과 강우예측 , 신뢰도 향상(관측신뢰도, 예측신뢰도) – 실측유량에 근거한 물 수지 분석과 중장기 물 수급계획의 주기적 보완 – 기존 저수지의 기능평가 실시 – 지표수와 지하수의 연계운영

국토해양부

2.5 하천의 이용현황

2.5.1 유수의 이용현황

용수이용은 크게 생활용수, 공업용수, 농업용수 등으로 구분할 수 있으며 홍성군 2개읍, 9개면 중에서 홍성읍, 광천읍, 갈산면, 결성면 등 2개읍 2개면 지역에만 광역 및 지방상수도가 보급되고, 그 외 면지역은 간이 및 소규모 상수도를 이용하고 있다. 정수장은 크게 용봉천의 복류수를 이용하는 홍성정수장, 와룡천 복류수를 수원으로 하는 갈산정수장, 지하수를 수원으로 하는 결성정수장에 의해 이루어진다. 그러나 본 유역 내에 직접 용수를 공급하는 시설은 없으며 홍성군 및 유관기관의 자료를 이용하여 본 유역의 자체 취수장, 양수장 및 취입보 등을 통하여 실제 이용되는 하천수를 중심으로 유수 이용현황을 조사하였다.

1) 생활용수

본 유역내에는 정수장이 없으며 광역상수도 및 간이상수도, 소규모 급수시설에 의해 용수를 공급받고 있으며 시설구분은 지난 '97년 8월 28일 개정 공포한 수도법 제3조 제13호 규정에 의거 이용자가 100인 이하인 시설은 간이상수도의 기능을 상실하고 소규모 급수시설로 분류됨에 따라 상기 규정에 따라 구분하여 조사하였으며, 광역상수도 시설은 <표 2.5-1>, 그 외 간이상수도 및 소규모 급수시설은 <표 2.5-2>과 같다.

국토해양부

<표 2.5-1> 생활용수 취수원 현황

시설명		수원명	급수인구 (인)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	배수지 (㎥/일)	비 고 (취수지점)
보령댐 광역상수도	광천읍	광 역 상수도	9,995	4,000	3700	3600	신진, 광천 담산리 등

주) 시설용량은 정수시설 용량임

<표 2.5-2> 간이상수도 및 소규모 상수도 시설현황

시설명	읍면	동리	구분	수원	급수인구	1일공급량 (m^3/일)	비 고
계					**2,203**	**499**	
상 담	광천읍	담산리	간이	지하수	111	48	
중 담	광천읍	담산리	간이	지하수	113	50	
벽 계	광천읍	벽계리	소규모	용천수	193	25	
벽 계	광천읍	벽계리	소규모	지하수	193	15	
상 정	광천읍	상정리	소규모	용천수	325	25	
노 동	광천읍	옹암리	간이	지하수	178	63	
오 성	장곡면	오성리	간이	지하수	201	30	
내 현	구항면	내현리	간이	지하수	12	5	
화 산	구항면	내현리	간이	지하수	12	5	
발 현	구항면	내현리	간이	지하수	12	5	
지 석	구항면	지정리	간이	지하수	131	49	
묵 동	구항면	지정리	간이	지하수	313	144	
대 정	구항면	대정리	소규모	용천수	111	20	
소 반	구항면	청광리	소규모	용천수	298	15	

금회 과업 대상유역 내에는 총 14개의 간이 상수도와 소규모 급수시설이 운영중에 있으며, 총 시설용량은 499(m^3/일)으로, 급수인구는 2,203명이다. 취수원별로 보면 용천수를 이용하는 급수시설은 4개소로 시설용량은 85(m^3/일)이고, 급수인구는 927명이며, 지하수를 이용하는 급수시설은 10개소이고, 시설용량은 414(m^3/일)이고, 급수인구는 1,276명이다.

국토해양부

2) 공업용수

본 유역내에 농공단지는 광천농공단지 12개소과 구항 농공단지 15개소가 가동중에 있으며 자체취수시설(유수인용허가)에 의해 사용하고 있다. 시설용량은 1,000 m^3/일이고 장래 자체 수원이 부족하면 보령댐계통에서 광역상수도를 수수할 계획인 것으로 조사되었다.

3) 농업용수

일반적으로 농업용수는 주 수원공인 저수지나 양수장으로부터 취수한다. 저수지는 수혜지인 관개지구보다 상류에 위치하여 유역으로부터 유출량을 저류 한 후 용수를 공급하고, 양수장은 하천으로부터 직접 취수하여 용수를 공급하는 기능을 가지고 있기 때문에 하천의 유황에 따라 영향을 받는다. 한편, 저수지나 양수장과 같은 주 수원공의 용수공급능력이 부족할 경우에는 관정이나 보 등의 보조수원공

을 설치하여 용수를 공급하기도 한다.

본 절에서는 저수지에서 저류하고 있는 유효저수량과 양수장으로부터 직접 취수하는 취수량, 보에서 취수하는 양으로 농업용수 이용현황을 조사하였으며 홍성군에서 조사된 수리대장, 농업기반공사의 데이터베이스 자료, 수리현황도 및 농업생산기반 시설물 자료 등을 토대로 조사하였다.

<표 2.5-3> 양수장 현황

양수장명	행정구역			수혜면적 (ha)	관할 기관	준공 년도	비 고
	시군	읍면	리동				
백 동	홍성	광천	벽계	15.0	홍성군	1977	
삼분이	홍성	광천	광천	27.0	홍성군	1976	
상 정	홍성	광천	상정	20.0	홍성군	1986	
상정 1	홍성	광천	상정	12.0	홍성군	1976	
상정 2	홍성	광천	상정	26.6	홍성군	1977	
신 촌	홍성	광천	신진	9.8	홍성군	1978	
월 림	홍성	광천	월림	20.0	농업기반공사	1991	
계	총 7개소			130.4			

<표 2.5-4> 저수지 현황

저수지명	행정구역			수혜면적 (ha)	유역면적 (ha)	유효저수량 (천㎥)	만수면적 (ha)	준공 년도	비 고
	시군	읍면	리동						
벽 정	홍성	광천	벽계	58	210	795	48.0	1945	
장 곡	홍성	장곡	죽전	249	1,064	1,284	36.0	1978	
계	총 2개소			307					

국도해양부

<표 2.5-5> 취입보 현황

하천명	취입보명	행정구역			수혜면적 (ha)	관할 기관	준공 년도	비 고
		시·군	읍·면	리·동				
광천천	옹암보	홍성	광천	옹암	3.0	홍성군	1945	
	소암보	홍성	광천	가정	10.0	홍성군	1945	
	월림보	홍성	광천	내죽	7.0	홍성군	-	
	갱이보	홍성	광천	내죽	6.0	홍성군	1978	
	대평보	홍성	광천	대평	9.4	농업기반공사	1978	
	광주리보	홍성	광천	내죽	15.0	홍성군	-	
	죽전보	홍성	장곡	죽전	10.0	홍성군	-	

2.5.2 용도지역 구분 등 토지이용 현황

용도지역 구분이란, 토지의 경제적이며 효율적인 이용과 공공의 복리증진을 도모하기 위해 계획적으로 토지의 자연적 조건에 따라 구분한 토지의 이용구분을 의미하며 다음과 같이 세분화된다.

○ 국토이용관리법 : 도시지역(공업, 도시지역), 준도시지역(취락, 개발촉진, 관광휴양지역), 농림지역(경지지역), 준농림지역(산림보전지역), 자연환경보전지역으로 구분

○ 도시계획법 : 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 구분

본 계획에서 용도지역 및 도시계획 지정현황 조사는 광천천 유역을 포함하는 홍성군의 자료를 이용하였다. 조사결과 도시계획지역 지정은 홍성읍이 군 전체의 82.3%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있다.

<표 2.5-6> 도시계획지역 지정현황

행정구역	계획인구 (인)	계획면적 (㎢)	용도지역(㎢)					비 고
			주 거 (일반)	상 업 (일반)	공 업 (일반)	녹 지		
						자연	생산	
홍성군	52,798	36.115	5.105	0.458	0.212	18.575	1.980	
홍성읍	41,378	15.583	3.108	0.260	0.119	10.227	0.642	
광천읍	11,420	9.400	1.545	0.160	0.093	5.173	1.338	
결성면	-	1.933	0.247	0.017	-	1.669	-	
갈산면	-	1.733	0.205	0.022	-	1.506	-	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보 (2009)

국토해양부

2.5.3 관광·위락 등 공간이용 현황

금회 과업하천 유역을 포함하는 홍성군은 산과 바다가 인접해 있어 자연경관이 수려하고 역사적 문화유산이 잘 보존되어 있어 관광지 및 문화행사 등의 볼거리가 풍부하다.

1) 관광지

가. 오서산

오서산은 홍성군 광천읍과 보령시 청소면의 경계에 있으며, 옛날부터 까마귀와 까치가 많아 오서산이라 불려졌지만, 현재는 까마귀를 찾아보기 힘들다. 특히, 억새산으로도 유명하며, 정상에 서면 서해바다가 한눈에 들어와 '서해의 등

산'이라고도 한다. 해발 791m 고도의 주변지역에 높이 15~30m, 폭 25~70m에 이르는 암봉과 암석단애가 위치하고 있으며, 500m 부근 산록에는 2~3m 직경의 토르(tor)들이 3~5개가 집단으로 분포하는 곳이 나타나고 있다. 오서산에는 백제시대에 창건한 정암사와 내원사 등의 고찰이 있고 백제부흥운동의 주역 복신장군의 원혼이 깃든 복신굴도 있다.

나. 정암사

광천읍 담산리 산 1번지 일대에 자리하고 있는 사찰이다. 사찰이 위치한 곳은 광천읍 담산리와 장곡면 광성리, 그리고 보령시 청소면 성연리의 경계를 이루는 오서산의 북사면 중복(中腹)에 해당된다. 정암사에 대해서는『여지도서(輿地圖書)』 '결성현 사찰조'와 '산천조'에 "정암사는 오서산에 있다"라고 되어 있고, 이어서 "오서산은 홍성으로부터 백월산으로 이어져 횡으로 둘러지면서 홍주, 결성, 보령 3읍의 경계를 이룬다"라고 설명하고 있다. 그러나, 이러한 원래의 정암사 사찰은 터만 남아 있다. 옛 금당지로 추정되는 곳에 남아 있는 초석은 한변의 크기가 70~80cm에 이르는 방형(方形)의 자연석 초석으로 중간에 간혹 결실된 것이 있기는 하지만, 비교적 정연하게 남아 있다.

다. 남당항

홍성읍에서 서쪽으로 25km 떨어진 곳에 위치하고 있는 천수만변의 있는 1종 어항으로 배로 10분 거리에 대나무섬으로 유명한 죽도가 있고 안면도가 보이는 등 해안경관이 수려하다. 또한, 태안군 안면읍의 백사장항과 함께 충남 서해안의 대표적인 수산물 먹거리 관광지로 대하, 새조개, 광어, 우럭 등 많은 수산물

이 잡히는 곳이 남당항이다. 매년 9월말경에 개최되는 남당리 대하축제는 풍어제, 어선퍼레이드, 군민노래자랑, 씨름대회, 먹을거리장터, 특산물판매장 운영 등 다양한 볼거리가 전개된다.

라. 죽도

홍성군 서부면 서쪽에 있는 군내 유일한 유인도로 섬주위에 대나무가 많이 자생하고 있어 죽도라 불린다. 홍성읍 소재지에서 갈산면을 거쳐 서부면 남당리에 도착, 남당항 바로 앞 약 3.7㎞ 지점에 푸른 섬 죽도가 있다. 올망졸망한 8개의섬이 달라붙어 있으며 24가구 70여 명이 사는 유인도로 물이 빠지면 걸어서 돌아볼 수 있다. 남당항에서 낚싯배를 타거나 개인적으로 배를 빌려야 한다.

국토해양부

2) 문화행사

본 과업하천을 포함하는 홍성군에서 매년 열리는 문화행사는 다음 표와 같다.

<표 2.5-7> 홍성군 문화행사

행 사 명	주 관	개최일시	행사내용	비 고
홍성 내포사랑 큰축제	홍성군 문화공보실	10월중순	최영장군영신굿, 한성준 춤 예술제	
만해제	홍성군 문화공보실	10월	만해시인학교 운영, 문학의 밤	
광천토굴새우젓·조선김축제	홍성군 문화공보실	10월중순	광천재래시장 축제 불꽃놀이, 용암포영화제	
남당리 대하축제	홍성군 문화공보실	10월중순	풍어제, 대하까기, 대하잡기	
김좌진장군 전승기념행사	전승기념행사 추진위원회	10월하순	시가행진, 무술시범, 씨름대회, 군민노래자랑	

주) 자료출처 : 내포문화의 중심 홍성(홍성군)

2.6 하천의 환경현황

하천은 자연과 사회와의 사이에 위치하는 자연물로서 생활, 공업, 농업용수 등을 공급하고 수상교통로로 이용할 수 있는 이수기능, 홍수시 유수의 원활한 소통으로 시민의 생명과 재산을 보호하는 치수기능 및 자연보전기능, 친수기능, 공간기능으로 대별되는 환경기능을 갖추고 있다.

본 과업과 관련한 하천환경정비방향 설정을 위하여 오염원 조사, 하천수질, 하천생태조사 등을 실시하여 하천의 정비계획수립시에 기초자료로 활용하였다.

1) 오염원 조사

금회 과업 하천에 유입되는 생활계, 축산계 오염원 및 토지이용 시 농지에 살포된 비료, 토양 개량물질 및 산림의 유기물질 등으로 구분되는 비점오염원에 대하여 조사 분석하여 수환경 계획 수립을 위한 기초자료로 활용하였다.

2) 하천수질, 저질조사

금회 과업대상인 광천천에 대하여 조사를 실시하여 2005년 당시 기 수립 기본계획의 자료와 비교·검토하였으며, 금회 현장조사 3개 항목, 실험실분석 10개 항목을 1회에 걸쳐 조사 분석하였다.

또한, 동지점에서 저질조사를 수행하여 수환경 계획과 장래수질 예측 시 활용하였다.

3) 하천생태조사

식생의 구조와 상태는 그 지역의 자연생태 및 환경적 가치를 판단할 수 있는 중요 지표로서 사용되고 있다. 하천기본계획 수립시 하천환경의 보전과 평가를 위해 유역에 대한 생태현황의 문헌조사 후 하천수역, 경계역, 하안역, 인접역에 대하여 하천수변에 대한 현장조사를 실시하였다. 하천환경분야 평가의 기초자료로 활용될 수 있도록 하천의 경관, 환경기초시설, 생태군락지, 동·식물 현황 등을 조사하였다.

2.6.1 유역의 오염원 현황

하천의 오염원 현황 및 수질보전계획 수립시 참고자료로 활용하기 위하여 오염원을 점오염원과 비점오염원으로 구분하여 광천천 유역 내 배수구역별로 오염원 현황조사를 실시하였다.

1) 오염원 분류

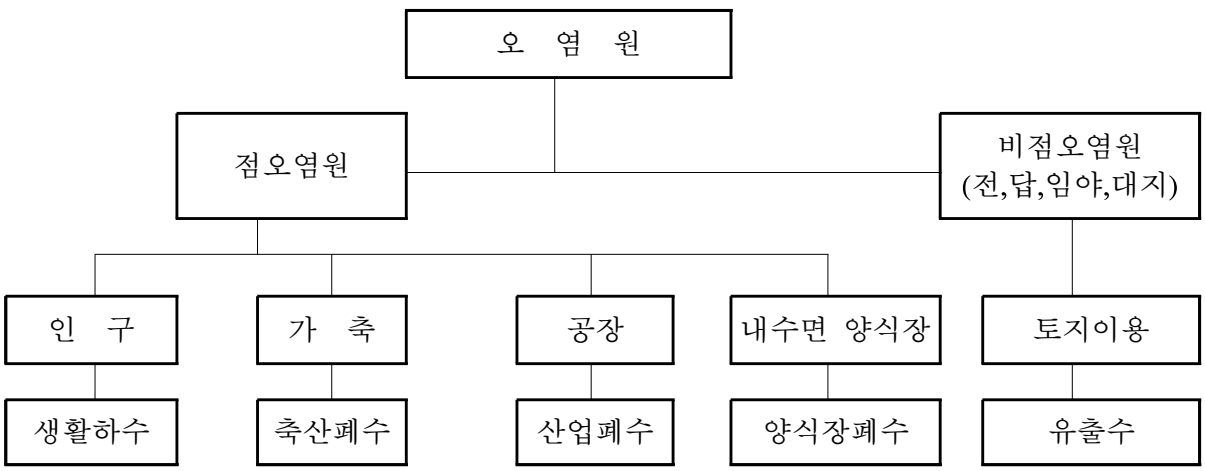
수계에 수질오염을 유발하는 오염원은 점오염원과 비점오염원으로 크게 대별될 수 있다. 점오염원은 유역에서 발생하여 관거를 통해 처리장으로 이송·처리하는

가정하수, 공장폐수, 축산폐수 등을 들 수 있으며, 비점오염원은 관거를 통하지 않고 토지 등을 통하여 하천에 도달하는 경우로 농지에 살포된 비료 및 산림의 유기물질 등을 들 수 있다. 가축 폐수의 경우 대단위 집단 사육시에는 점오염원으로 구분되고 산개되어 있는 소규모 사육은 비점오염원으로 구분될 수 있으나 집단 가축 사육시에도 간이 처리 시설을 거친 후 토지살포, 퇴비화 등으로 처리되어지는 경우에는 토지이용 및 강우에 의해 수계에 유출되므로 엄격한 의미에서는 점오염원이라 할 수 없다. 비점오염원의 경우 평상시에는 하천에 별 영향을 미치지 않으나 강우시에 우수와 함께 일시에 하천으로 유입되어 하천 수질을 오염시키는 것으로 본 과업에서는 수질에 영향을 미치는 점오염원으로 인구에 의한 생활하수, 가축 등의 사육으로 발생되는 축산폐수를 조사대상으로 하였으며 비점오염원으로는 토지이용에 따른 오염원 즉 전, 답, 임야, 대지 등 농경 및 생활활동에 의하여 발생되는 오염원으로 이를 정리하면 <그림 2.6-1>과 같다.

비점오염물질은 농지에 살포된 비료 및 농약, 대기오염물질의 강하물, 지표상 퇴적 오염물, 합류식 하수관거 월류수내 오염물질 등으로 주로 강우시 강우 유출수와 함께 유출되는 오염물질을 말하며 비점오염물질을 발생시키는 곳을 비점오염원이라 한다. 이러한 비점오염원에서의 오염물질 발생량은 광범위하며 일반적으로 강우강도, 강우지속시간, 지형 및 지질 등에 따라 변화하고 농업지역에서는 비료와 농약, 축산지역에서는 가축분뇨 등이 주오염원이라 할 수 있다. 따라서 본 과업에서는 토지이용에 의한 비점오염원 현황조사를 토지이용에 따라 구분하여 농경지(전, 답)와 임야, 대지로 분류하여 통계연보 등을 참고로 하여 조사하였다.

국토해양부

<그림 2.6-1> **하천 오염원의 분류**



2) 오염원 현황조사

오염원은 점오염원과 비점오염원으로 분류되고, 점오염원은 인구, 가축, 산업을 조사하였으며, 비점오염원은 토지이용(전, 답, 임야, 대지, 목장, 기타)으로 조사하였다. 오염원 조사는 현장조사시 실측한 자료를 우선 고려하였고, 기초자료(통계 및 행정자료) 상의 읍면리 별 인구, 가축수, 토지이용면적 등과 유역의 면적비를 고려해 정량적으로 산정하였으며, 오염물질 발생량 추정은 현재와 오염원별 증가요인을 고려하여 단계별로 산정하였다.

○ 생활계, 축산계(젖소, 한우, 돼지, 사슴, 양, 가금)로 구분 조사되었다.

2.6.2 유역의 오염부하량 산정

수질오염원으로부터 발생되는 오염물질의 양을 "발생오염 부하량"이라 하며 발생오염 부하량이 전량 수계로 배출되는 것이 아니라 일부는 각종 처리시설을 거쳐 수계로 배출되며 이렇게 처리시설을 거친 후 실제로 수계로 배출되는 오염물질의 양을 "배출오염 부하량"이라고 한다. 본 과업에서는 인구, 가축, 토지이용에 따른 오염부하량을 각각 산정하였다.

오염부하량 산정시 원단위 산정이 우선되어야 하며, 오염원단위는 지역에 따라 오염원 특성 및 여건이 다르기 때문에 원칙적으로 지역특수성을 반영하여 충분한 실측자료를 근거로 설정되어야 하나 자료의 부족으로 금회 과업에는 발생량 산정을 위한 오염원 원단위는 "환경부고시 1999-143호의 오염총량관리계획 수립지침<별표2>, 1999, 환경부"에서 제시한 원단위를 적용하였다.

국토해양부

1) 인구

가. 인구현황

통계자료상에 있는 유역내 인구자료와 「홍성군 하수도정비 기본계획 변경」에서 제시한 장래 인구계획의 단계별 증가율을 기초로 하여 현재와 장래의 유역 내 인구수를 예측하였다.

<표 2.6-1> 장래 인구 예측

구분		2010년	2011년	2016년
홍성군	계획인구	85,100	85,060	84,760
	단계별 증가율		-0.05	-0.35

주) 자료출처 : 홍성군 하수도정비 기본계획 변경 보고서(2009. 12)
홍성군 통계연보(2009)

나. 발생오염 부하량

발 생 부 하 량 = Σ (인 구 수 × 발 생 원 단 위)

인구에 의한 오염부하량 원단위 산정은 대상지역에 대하여 현장조사 및 실측을 통하여 구하는 것이 가장 이상적이나, 현실적으로 인구에 의해 발생되는 오염물질을 원인종류별로 세분하여 단기간에 걸친 조사결과를 대표값으로 하기에는 곤란하므로 오염부하량 원단위는 전국 주요하천 기초조사 등 기존의 환경관련 사업에 적용된 원단위 및 환경부고시(제1999-148호)값을 비교·검토하여 고시된 원단위 값을 사용하여 발생부하량을 산정하였다.

<표 2.6-2> 인구기준 발생원단위

(단위:g/인·일)

구 분		BOD	T-N	T-P
시가화	가 정	50	10.5	1.2
	영 업	26	8.0	0.7
비시가화	가 정	49	13.2	1.5
	영 업	26	8.0	0.7

주) 자료출처 : 환경부고시 제 1999-143호, 오염총량관리규제수립지침, 1999, 환경부

국토해양부

다. 배출오염 부하량

현재 본 과업 유역은 대부분 하수미처리구역으로 인구에 의한 배출부하량은 꾸준히 증가 할 것으로 예측된다.

- 하수미처리구역 : 배출부하량 = 미처리인구 × 발생원단위

- 하수처리구역 : 배출부하량 = (분류식하수도인구×발생원단위)+(합류식하수도인구×발생원단위×(1-분뇨부하비))+(합류식하수도인구×발생원단위×분뇨부하비×(1-정화시설처리율/100))-(하수처리장 유입하수 부하량)+(하수종말처리장 방류량×방류농도)

<표 2.6-3> 인구에 의한 발생오염부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	350.45	94.41	10.73	350.30	94.37	10.73	349.03	94.02	10.68
	상지	241.86	65.16	7.40	241.77	65.13	7.40	240.93	64.90	7.38
	옹암	33.42	9.00	1.02	33.37	8.99	1.02	33.27	8.96	1.02
계		625.73	168.57	19.15	625.44	168.49	19.15	623.23	167.88	19.08

2) 가축

가축에 의한 축산폐수는 축산 사육농가의 사육방법 및 청소방법, 청소회수 등에 따라 상이할 수 있으며 적정처리를 위하여 퇴비 또는 액비화하는 재활용방안을 강구하여야 하나 대부분 축사로부터 발생되는 가축 폐기물은 야적 또는 간이저장시설에 보관되어 액상물질이 강우시 침출수 형태로 유출되어 지하수 및 하천수의 오염원인이 되고 있다.

특히 축사에서 발생하는 폐수는 발생량에 비해 유기물 부하량이 높기 때문에 처리가 불충분한 상태로 하천에 방류되면 수역의 부영향화 등을 초래할 수 있다.

가. 축산현황

국가의 경제가 발전하면서 국민 식생활 구조가 육류소비 중심으로 바뀌어 가고, 그 추이 또한 증가 일로에 있으며 특히 1984년도부터 정부의 축산진흥정책 추진에 힘입어 소·돼지·닭 등 가축수는 급진적으로 증가되었고 사육규모 역시 커지게 되었다.

축산산업의 국제수급과 교역여건, 수급동향과 수요전망, 사육동향 및 전망, 수급 및 전망 등을 토대로 작성된 "농림수산식품 주요통계(2009, 농림수산 식품부)에 제시된 2003년부터 2008년까지 축종별 연평균 증가율을 고려하여 장래 가축 사육두수를 추정하였다.

국토해양부

<표 2.6-4> 가축사육 동향 및 전망

(단위: 마리/년)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	증가율(%)
한우	1480	1666	1819	2020	2201	2430	0.0817
젖소	519	497	479	464	453	446	-0.0255
돼지	9231	8908	8962	9382	9606	9087	-0.0026
닭	99019	106736	109628	119181	119365	119784	0.0308

주) 자료출처 : 농림수산식품 주요통계(2009, 농림수산 식품부)

<표 2.6-5> 장래 가축 수 추정

(단위: 마리/년)

구 분		광 천 천			
		한우	젖소	돼지	닭
2010년	광천지구	6,172	418	38,489	261,063
	상지지구	4,262	289	26,576	180,258
	옹암지구	588	40	3,666	24,863
	계	11,022	747	68,732	466,184
2011년	광천지구	6,577	407	38,389	268,423
	상지지구	4,542	281	26,506	185,340
	옹암지구	626	38	3,657	25,564
	계	11,745	726	68,552	479,327
2016년	광천지구	8,602	349	37,884	305,227
	상지지구	5,940	241	26,158	210,752
	옹암지구	819	33	3,609	29,069
	계	15,361	623	67,651	545,048

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2009)

국토해양부

나. 발생오염 부하량

발생부하량 = Σ(축종별 사육두수 × 발생원단위)

축산분뇨 발생원단위는 환경부 고시 1999-143호 별표 2에 고시된 발생원단위<표 2.6-6>을 이용하여 축산분뇨 발생부하량을 산정하였으며, 그 결과 값은 <표 2.6-7>과 같다.

<표 2.6-6> 축산분뇨 발생원단위

(단위:g/두/일)

항 목	구 분	젖 소	한 우	말	돼 지	양,사슴	가 금
BOD	합 계	556.0	528.0	259.0	109.0	17.0	5.0
	분	516.0	485.0	241.0	96.0	12.0	5.0
	뇨	40.0	43.0	18.0	13.0	5.0	0.0
T-N	합 계	161.8	116.8	77.6	27.7	9.5	1.1
	분	115.6	80.8	53.6	16.0	2.6	1.1
	뇨	46.2	36.0	24.0	11.7	6.9	0.0
T-P	합 계	56.6	36.1	24.0	12.2	1.4	0.4
	분	54.1	34.3	22.8	11.2	1.1	0.4
	뇨	2.5	1.8	1.2	1.0	0.3	0.0

주) 자료출처 : 환경부고시 제1999-143호, 오염총량관리계획 수립지침, 1999.09.15

다. 배출오염 부하량

발생성상은 분과 뇨로 구분되며 분의 대부분은 직접 수계로 배출되지 않고 퇴비화 등의 과정을 거쳐 재활용되나, 초기 강우시 비점오염원의 형태로 수계에 유입될 수 있어 분뇨 전체를 원단위로 사용하였다.

<표 2.6-7> 가축에 의한 발생오염부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	8992.06	2141.90	820.48	9225.46	2192.69	836.18	10391.39	2446.32	914.56
	상지	6209.12	1479.01	566.55	6370.27	1514.06	577.38	7175.30	1689.19	631.50
	옹암	856.31	203.97	78.14	878.09	208.68	79.59	989.51	232.94	87.09
계		16057.48	3824.88	1465.17	16473.82	3915.43	1493.15	18556.20	4368.45	1633.16

3) 산업

공장폐수 발생량 추정을 위해 유역내 기업체 현황조사를 해당 군청 및 시청의 자료와 현황조사 결과를 바탕으로 하였다.

가. 산업현황

◦ 광천천 유역내에는 자동차 세차업 2개소, 김치 및 유사채소절임 식품제조업 1개소의 공장이 조사되었으며, 모두 5종의 사업장임

◦ 상지천 유역내에는 신촌세차장외 자동차세차업 6개소, 한국농축산영농조합 등 건강식품제조업체 1개소, 육지동물가공업체 1개소, 두부제조업체 1개소, 조미료 및 식품첨가물제조업체 1개소가 조사되었으며, 모두 5종의 사업장임

◦ 담산천 유역내에는 국수 및 유사식품제조업((주)백제물산) 1개소가 위치해 있으며 5종의 사업장임

◦ 지정천, 월림천 유역내에는 폐수발생 시설이 없는 것으로 조사됨

나. 장래 공장 예측

장래의 공장시설 증가계획을 정확히 예측하기는 어려우나, 기존 및 향후 지역여건상 신설가능성이 거의 없을 것으로 판단되고, 신설될 경우에도 하수처리장으로 연계처리하여 대상하천으로의 오염물질 유입은 거의 없을 것으로 판단된다.

국토해양부

다. 발생오염 부하량

업종별 폐수발생량은 5종의 사업장일 경우 50㎥으로 적용하여 산정하였으며, 폐수배출에 의한 발생원단위는 “환경부고시 제1999-143호, 오염총량관리계획 수립지침, 1999.09.15”의 원단위 자료를 인용하여 오염물질 발생량을 추정하였다.

<표 2.6-8> 폐수배출에 의한 발생원단위

(단위: kg/일)

표준산업분류	발생원단위(㎎/L)		
	BOD	TN	TP
육지동물 가공, 처리시설	1,170	60.0	11.0
수생동물 가공, 처리시설	1,090	56.4	10.4
조미료 및 식품첨가물 제조시설	1,920	93.9	16.3
건강식품 제조시설	560	32.5	6.6
두부 및 유사식품 제조시설	730	40.2	7.8
국수 및 유사식품 제조시설	2,050	99.7	17.2
분류가 되지 않는 식료품 제조시설	560	32.5	6.6
플라스틱 제품 제조시설	481	110.7	267.4
도자기 제조시설	83	-	-
석제품 제조시설	80	-	-
운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	58	51.6	8.8

주) 자료출처 : 환경부고시 제1999-143호, 오염총량관리계획 수립지침, 1999.09.15

국토해양부

<표 2.6-9> 공장폐수에 의한 발생부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	57.01	5.52	0.95	57.01	5.52	0.95	57.01	5.52	0.95
	상지	39.35	3.81	0.66	39.35	3.81	0.66	39.35	3.81	0.66
	옹암	5.44	0.53	0.09	5.44	0.53	0.09	5.44	0.53	0.09
계		101.80	9.86	1.70	101.80	9.86	1.70	101.80	9.86	1.70

4) 토지이용

토지이용에 의한 비점오염물질은 주로 강우시 지표면 유출수와 함께 배출되는 오염물질로서 농지에 살포된 비료 및 농약, 토양침식물, 축사유출물, 교통오염물질, 먼지와 쓰레기, 자연동식물 잔여물 등이 포함된다.

정비대상 하천의 유역내 토지이용현황을 전, 답, 임야, 대지, 기타로 구분하여 면적을 산출하였으며 과업 대상하천의 유역내 토지이용현황을 조사한 결과 광천천유역은 광천읍일부 시가지구간을 제외하면 대부분 전, 답의 비율이 높은 것으로 조사되었다.

가. 장래토지이용 예측

본 대상하천이 위치하고 있는 보령시, 홍성군, 태안군의 최근 5년간의 통계연보상의 토지이용현황을 조사하여 연평균 증감율을 산출해 장래 토지이용 상황을 예측하였다.

<표 2.6-10> 연평균 토지이용 증가율

(단위: %)

구 분	전	답	임야	대지	기타
광천천	-0.70	-0.37	-0.19	1.09	1.89

국토해양부

<표 2.6-11> 토지이용 동향 및 전망

(단위: ㎢)

구 분		광 천 천				
		전	답	임야	대지	기타
2010년	광천	5.03	8.58	17.13	1.18	5.41
	상지	3.47	5.92	11.82	0.81	3.73
	옹암	0.48	0.82	1.63	0.11	0.52
	계	8.98	15.32	30.58	2.1	9.66
2011년	광천	4.99	8.55	17.09	1.19	5.51
	상지	3.45	5.90	11.80	0.82	3.80
	옹암	0.48	0.82	1.63	0.11	0.53
	계	8.92	15.27	30.52	2.12	9.84
2016년	광천	4.82	8.39	16.93	1.25	6.03
	상지	3.33	5.79	11.69	0.87	4.16
	옹암	0.46	0.80	1.62	0.12	0.58
	계	8.61	14.98	30.24	2.24	10.77

나. 발생오염 부하량

토지이용에 의한 발생원단위는 <표 2.6-12>와 같이 대지에 의한 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 토지이용별 발생량 조사는 "환경부고시 1999-143호의 오염총량관리계획 수립지침, 1999, 환경부"의 원단위를 이용하여 산정하였다.

<표 2.6-12> 토지이용에 의한 발생원단위

(단위: kg/㎢ · 일)

구 분	농 경 지		임 야	대 지	기 타	비 고
	논	밭				
BOD	2.3	1.6	1.0	85.9	1.0	
T-N	6.56	9.44	2.20	13.96	0.06	
T-P	0.61	0.24	0.14	2.10	0.03	

주) 자료출처 : 환경부고시 제1999-143호, 오염총량관리계획 수립지침, 1999.09.15

<표 2.6-13> 토지이용에 의한 발생부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	151.34	168.08	10.16	152.38	167.66	10.15	157.66	165.58	10.14
	상지	104.46	116.02	7.01	105.18	115.73	7.01	108.82	114.29	7.00
	옹암	14.44	16.03	0.97	14.54	15.99	0.97	15.04	15.80	0.97
계		270.24	300.13	18.14	272.1	299.38	18.13	281.52	295.67	18.11

국토해양부

5) 오염물질 발생량(BOD)

과업대상 유역 내에서 발생되는 오염물질을 상기에서 예측한 각각의 증감요인을 고려하여, <표 2.6-14>과 같이 예측하였다.

<표 2.6-14> 오염물질 발생량 예측

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	9,550.86	2,409.91	842.32	9,785.15	2,460.24	858.01	10,955.09	2711.44	936.33
	상지	6,594.79	1,664.00	581.62	6,756.57	1,698.73	592.45	7,564.4	1872.19	646.54
	옹암	909.61	229.53	80.22	931.44	234.19	81.67	1,043.26	258.23	89.17
계		17,055.26	4,303.44	1,504.16	17,473.16	4,393.16	1,532.13	19,562.75	4841.86	1,672.04

2.6.3 유역의 오염물질 배출량 예측

오염물질 발생량은 유역내 오염원을 조사한 후 이에 적합한 원단위를 적용하여 산정한 값이고, 오염물질 배출량은 발생되는 오염물질이 배출경로에 따라 저감시설 등을 거치면서 그 양이 줄어들어 실제 유역내로 유입되는 양을 말하는 것으로 배출량 산정을 위하여 유역내 실측조사 자료와 " 환경부고시 1999-143호의 오염총량관리계획 수립지침 별표2, 1999, 환경부"에서 제시한 오염원별 배출부하량 산정공식을 적용하였다.

1) 인구

가. 하구처리구역내 인구의 배출부하량

배출부하량= [(분류식하수도 인구×발생원단위) + {합류식하수도 인구×발생원단위×(1-분뇨부하비)} + {합류식하수도인구×발생원단위×분뇨부하비×(1-정화시설처리율/100)} - 하수종말처리장 유입하수부하량] + 하수종말처리장 방류량 × 방류농도

- 정화시설은 오수처리시설 및 단독정화조를 포함하며 합류식 처리구역내 정화시설 처리율은 BOD 50%, TN 15%, TP 15%를 적용함
- 분뇨부하비는 인구발생원단위에서 분뇨가 차지하는 비율로 BOD, TN, TP 각각 0.35, 0.82, 0.60임

국토해양부

나. 하수미처리지역의 수세식 인구 중 정화시설을 거쳐 직접 방류되는 경우

- 단독정화조의 경우:

배출부하량={단독정화조인구×발생원단위×분뇨부하비×(1-기준처리율)/100}+{단독정화조인구×발생원단위×(1-분뇨부하비)}

- 오수처리시설의 경우:

배출부하량 = 오수처리시설인구×발생원단위×(1-기준처리율/100)

※ 정화시설 기준처리율은 일반지역의 경우 BOD 50%, TN, TP는 10%임

다. 하수미처리지역의 수거식 인구 중 오수의 배출부하량

배출부하량= 수거식인구 × 인구발생원단위 × (1-분뇨부하비)

<표 2.6-15> 인구에 의한 배출오염부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	289.12	86.67	10.08	289.12	86.67	10.08	289.12	86.67	10.08
	상지	199.54	59.81	6.96	199.54	59.81	6.96	199.54	59.81	6.96
	옹암	27.57	8.26	0.96	27.57	8.26	0.96	27.57	8.26	0.96
계		516.23	154.74	18.01	516.23	154.74	18.01	516.23	154.74	18.01

2) 가축에 의한 배출부하량 산정

배출부하량 : 축종별사육두수 × 축산폐수 발생원단위 × (1 - 기준처리율/100)

기준처리율(%) = (유입농도 - 방류수 수질기준 또는 처리수농도)/유입농도

국토해양부

<표 2.6-16> 축산 폐수 발생원단위

(단위:g/두/일)

항 목	한우	젖소	돼지	닭
BOD	67	117	32	-
TN	40.0	63.5	14.9	-
TP	3.5	10.6	3.3	-

주) 자료출처 : 환경부고시 제 1999-143호, 오염총량관리규제수립지침(1999.9)

<표 2.6-17> 축종별 폐수처리시설 유입농도

(단위:㎎/L)

구 분	한우	젖소	돼지	닭
BOD	10,344	4,517	4,351	-
TN	6,141	2,452	2,014	-
TP	539	411	443	-

주) 자료출처 : 환경부고시 제 1999-143호, 오염총량관리규제수립지침(1999.9)

<표 2.6-18> 축산폐수처리시설 방류수 수질기준 및 처리수 농도

(단위:㎎/L)

구 분	항목		방류수 수질기준	처리수 농도
허가 대상 시설	수변구역 및 특정지역	BOD	50	-
		TN	260	-
		TP	50	-
	일반지역	BOD	150	-
		TN	-	1,000
		TP	-	80
신고 대상 시설	수변구역 및 특정지역	BOD	150	-
		TN	-	1,000
		TP	-	80
	일반지역	BOD	350	-
		TN	-	1,200
		TP	-	100
	소규모 시 설	BOD	1,500	-
		TN	-	1,250
		TP	-	130

주) 1. 자료출처 : 환경부고시 제 1999-143호, 오염총량관리규제수립지침(1999.9)
2. 처리수 농도는 축산폐수처리시설의 TN, TP 처리효율을 고려하여 계산된 값임

국토해양부

<표 2.6-19> 축종별 기준처리율

(단위:%)

구분	한우	젖소	돼지	가금
BOD	85.5	66.8	78.3	-
T-N	80.5	51.1	80.5	-
T-P	81.4	75.7	81.4	-

<표 2.6-20> 가축에 의한 배출오염부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	109.47	19.42	10.01	112.63	19.98	10.23	128.43	22.73	11.34
	상지	75.59	13.41	6.91	77.77	13.79	7.07	88.68	15.70	7.83
	옹암	10.42	1.85	0.95	10.72	1.90	0.97	12.23	2.16	1.08
계		195.48	34.69	17.88	201.12	35.67	18.27	229.34	40.60	20.24

3) 공장에 의한 배출부하량 산정

배출부하량 = 폐수배출시설 방류량 × 폐수배출시설 배출허용기준

※ 공정의 특성상(석재품제조시설의 경우 총질소, 총인의 배출은 없음) 배출농도가 폐수배출허용기준보다 작을시 배출농도를 이용하여 산정하였음

<표 2.6-21> 오염물질의 배출허용기준

(단위:㎎/L)

대상규모 / 지역 / 항목	1일 폐수배출량 2,000㎥이상			1일 폐수배출량 2,000㎥미만		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
청정 지역	30이하	40이하	30이하	**40이하**	50이하	40이하
가 지역	60이하	70이하	60이하	**80이하**	90이하	80이하
나 지역	80이하	90이하	80이하	**120이하**	130이하	120이하
특례지역	30이하	40이하	30이하	30이하	40이하	30이하

주) 1. 자료출처 : 수질환경보전법 시행규칙 [별표5]
2. 광천천은 "나"지역을 적용함

4) 토지이용에 의한 배출부하량 산정

배출부하량 = 발생부하량 × 비점오염원배출계수(0.25)

<표 2.6-22> 토지이용에 의한 발생부하량

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	37.83	42.02	2.54	38.09	41.92	2.54	39.41	41.40	2.53
	상지	26.12	29.00	1.75	26.29	28.93	1.75	27.21	28.57	1.75
	옹암	3.61	4.01	0.24	3.63	4.00	0.24	3.76	3.95	0.24
계		67.56	75.03	4.53	68.02	74.85	4.53	70.38	73.92	4.53

국토해양부

5) 오염물질 배출량 예측

광천천의 총 오염물질(BOD) 배출량은 현재 779.27kg/일이 2011년에는 785.36kg/일, 2016년에는 815.95kg/일로 예측되어 현재(2010년 기준)과 비교 시 각각 0.8%, 4.7%의 오염물질이 증가할 것으로 예상된다.

<표 2.6-23> 유입오염물질 배출량 예측

(단위: kg/일)

하천명	지구	2010년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
광천천	광천	436.42	148.11	22.63	439.84	148.57	22.85	456.96	150.8	23.95
	상지	301.25	102.22	15.62	303.6	102.53	15.78	315.43	104.08	16.54
	옹암	41.6	14.12	2.15	41.92	14.16	2.17	43.56	14.37	2.28
계		779.27	264.45	40.4	785.36	265.26	40.8	815.95	269.25	42.77

2.6.4 하천의 오염도 현황

1) 수질 및 저질 조사

금회 변경 시 수질 및 저질조사를 실시하여 기 수립된 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 측정자료와 비교·검토하였다.

가. 조사일시 및 기상현황

<표 2.6-24> 수질조사 일시 및 기상현황

구 분	2005년(기수립)		2010년(변 경)	비고
	1차	2차	3차	
2005년(기본계획)	2005. 5. 30~31	2005. 8. 18~19	2010. 4. 16	

일 자	날 씨	평균기온 (℃)	평균습도 (%)	풍 향 (풍)	평균풍속 (m/sec)	평균기압 (hpa)
2010. 4. 16 (서산기상대)	맑음	5.5	57	NNW	1.9	1024.1

국토해양부

나. 수질조사 항목 및 횟수

현황농도 조사는 본 과업의 사업시행으로 인해 수질 및 저질에 영향이 미칠 것으로 예상되는 지역에 대하여 하천수질 14개 항목과 하천저질 6개 항목을 조사하였다.

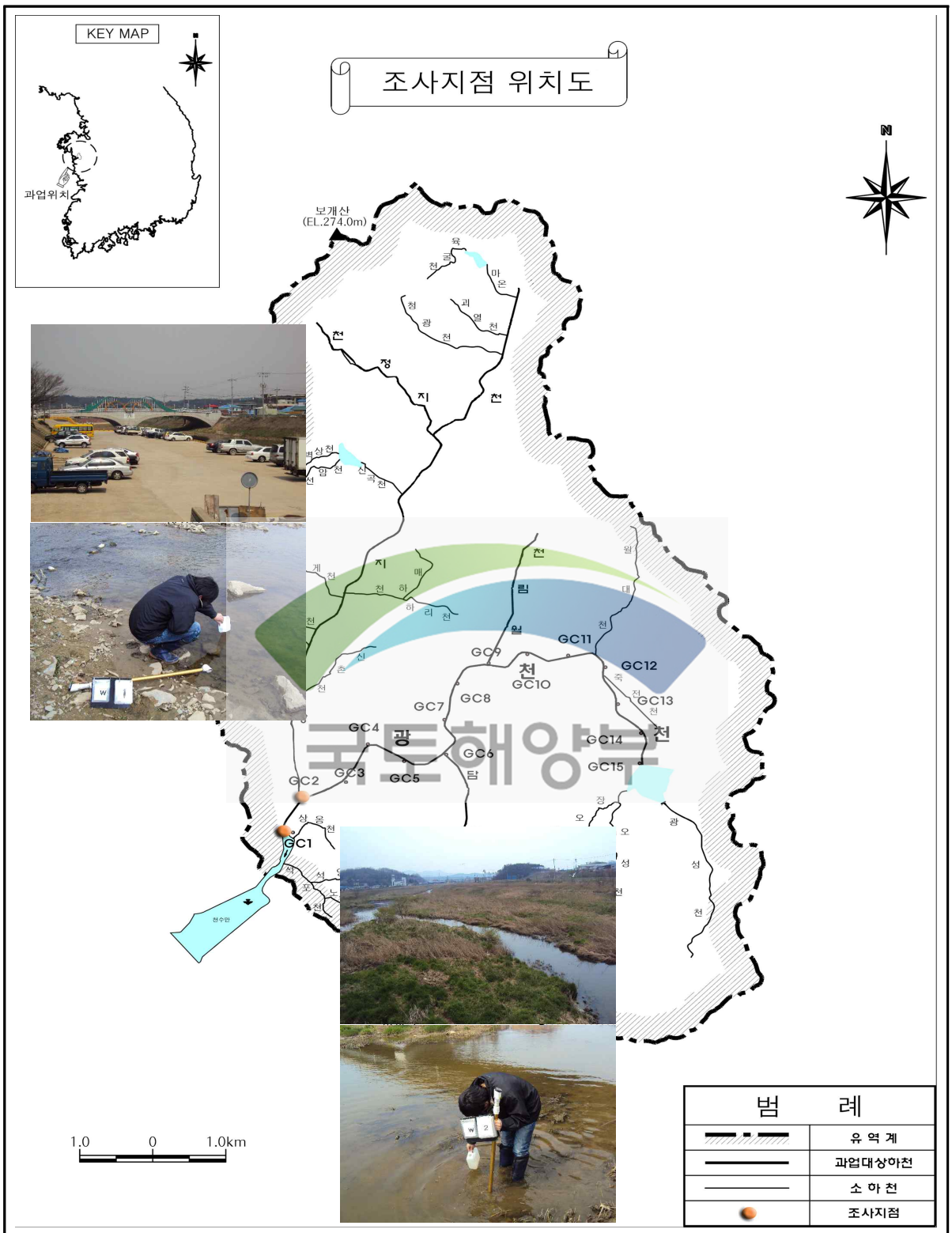
<표 2.6-25> 조사항목

구 분	항 목	지점수
하천수질	수온, pH, DO, SS, BOD, COD, T-N, T-P, Cd, Hg, Cr^{+6}, Chl-a, 총대장균군, 유량 (14개 항목)	2지점
하천저질	강열감량, 유화물, COD, 입도, T-N, T-P (6개 항목)	2지점

다. 조사지점

금회 과업과 관련하여 하천수의 채수는 기 수립(2005년)시 측정위치를 확인하여 광천교지점(상지천 합류전)을 선정하였으며, 금회 수질측정시 상지천 합류후의 수질변화를 검토하기 위해 포항교 지점을 추가하여 수질측정을 실시하였다.

<표 2.6-26> 수질 및 저질 조사지점



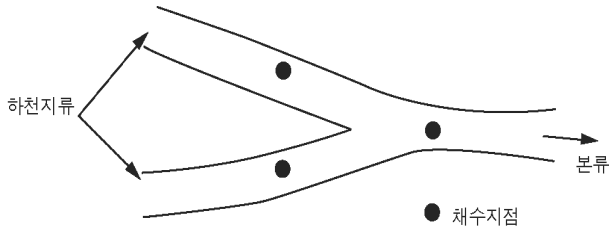
하 천 명	부 호	측 정 지 점 소 재 지	비 고
광 천 천	GC - 1	충청남도 홍성군 광천읍 광천리 광천교 하류 10m	상지천 합류전
	GC - 2	충청남도 홍성군 광천읍 광천리 포항교 하류 10m	상지천 합류후

라. 시료 채수 및 수질분석방법

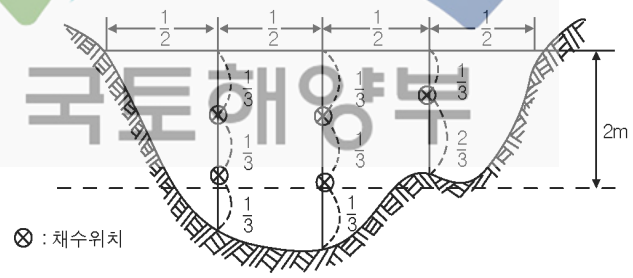
대상하천의 현황농도 파악을 위하여 현장채수를 통한 분석을 실시하였으며, 하천저질은 2,3차 조사 시 채취하여 분석하였다. 수질분석은 수질오염공정시험기준, 저질 분석은 토양오염공정시험기준, 해양환경공정시험기준에 의해 실시하였다.

○ 하천수의 채수

– 하천본류와 하천지류가 합류하는 경우에는 합류이후 완전히 혼합된 지점에서 각기 채수한다.



– 하천의 단면에서 수심이 가장 깊은 수면의 지점과 그지점을 중심으로 좌·우로 수면폭을 2등분한 각각의 지점의 수면으로부터 수심 2m미만일 경우 수심의 1/3에서, 수심이 2m이상일때는 수심의 1/3 및 2/3에서 각각 채수한다.



국토해양부

<표 2.6-27> 수질항목별 조사 방법

항 목	측정분석기기명	분 석 방 법	측 정 원 리
수온	온도계	직접측정법	온도계를 측정코자 하는 수중에 직접 담근 상태에서 일정 온도가 유지되도록 시간이 경과한 다음 온도계의 눈금을 측정한다.
pH	pH METER	유리전극법	pH 표준액을 사용하여 pH meter를 보정한 후 검출부를 검액에 담그어 측정값을 읽는다.
DO	DO METER	격막전극법	시료중 용존산소가 격막을 통과하여 전극의 표면에서 산화-환원반응을 일으키고 이때 산소의 농도에 비례하여 전류가 흐르게 되는데 이 전류량으로부터 용존산소의 량을 측정한다.
SS	GLASS FILTER APPARATUS	유리섬유여지법	미리 무게를 단 유리섬유여지(GF/C)를 여과기에 부착하여 일정량의 시료를 여과시킨 다음 항량으로 건조하여 무게를 달아 여과전·후의 무게차를 산출하여 정량한다.

<표 2.6-27> 계 속

항 목	분 석 방 법		측 정 원 리
BOD	INCUBATOR	적정법 (20℃, 5일)	시료를 20℃에서 5일간 저장하여 두었을 때 시료 중의 호기성 미생물의 증식과 호흡작용에 의하여 소비되는 용존산소의 양으로부터 측정한다.
COD	WATER BATH	산성100℃ $KMnO_4$법	시료를 황산산성으로 하여 과망간산칼륨용액 일정 과량을 넣고 30분간 수욕상에서 가열반응 시킨다음 소비된 과망간산칼륨양으로부터 이에 상당하는 산소의 양을 측정한다.
T-N	UV SPECTROPHOTOMETER	자외선 흡광광도법	시료 중 질소산화물을 알칼리성 과황산칼륨의 존재하에 120℃에서 유기물과 함께 분해하여 질산이온으로 산화시킨 다음 산성에서 자외부 흡광도를 측정하여 질소를 정량한다.
T-P	UV SPECTROPHOTOMETER	아르코르빈산 환원법	시료중의 유기물을 산화 분해하여 인산염(PO_4^-)형태로 변화 시킨 다음 아스코르빈산환원 흡광광도법으로 정량한다.
Chl-a	UV SPECTROPHOTOMETER	흡광 광도법	아세톤용액으로 클로로필 색소를 추출하여 추출액의 흡광도를 663nm, 645nm, 630nm, 750nm에서 측정하여 클로로필 a량을 계산하는 방법이다.
Cd	Atomic Absorption Spectrophotometer	원자 흡광광도법	Cd을 원자흡광광도법에 따라 228.8nm에서 정량하는 방법이다.
Cr^{+6}	Atomic Absorption Spectrophotometer	원자 흡광광도법	Cr^{+6}을 원자흡광광도법에 따라 357.9nm에서 정량하는 방법이다.
Hg	Atomic Absorption Spectrophotometer	원자 흡광광도법	시료에 염화제일주석을 넣어 금속수은으로 환원시킨 다음 이 용액에 통기하여 발생되는 수은증기를 원자흡광광도법에 따라 253.7nm에서 정량하는 방법이다.
총 대장균군	INCUBATOR	막여과법	시료를 취하여 여과하고 여과한 막을 배양한 후 금속성 광택을 띠는 분홍색의 집락을 계수하는 방법이다.
유량	유속계, 막대자	유속-면적법	유량이 일정하고 하상의 상태가 고른 지점을 선정하여 수심, 수폭을 측정하고 유속계를 사용하여 유속을 측정한 후 각 산출인자로부터 유량을 산출한다.

국토해양부

<표 2.6-28> 하천저질 분석방법 및 측정원리

측정항목	측정분석기기명	분 석 방 법	분 석 원 리
강열 감량	전기회화로	중량법	시료를 550℃의 고온으로 가열한 후 그 무게차를 산출하여 측정하는 방법이다.
COD	WATER BATH	산성 KMnO4법	유기물을 강한 산화제일 과망간산칼륨에 의해 소비되는 산소의 양으로 정량하는 방법이다.
T-N	UV SPECTROPHOTOMETER	환원-증류 킬달법	시료에 데발다합금을 넣고 알칼리성에서 증류하여 시료중의 무기질소를 암모니아로 환원 유출시키고, 다시 잔류물시료 중의 유기질소를 킬달 분해 한 다음 증류하여 암모니아로 유출시켜 각각의 암모니아성질소의 양을 구하고 이들을 합하여 총질소를 정량하는 방법이다.
T-P	UV SPECTROPHOTOMETER	아스코르빈산 환원법	시료중의 유기물을 산화 분해하여 모든 인 화합물을 인산염 형태로 변화시킨 다음 인산염을 아스코르빈산 환원흡광광도법으로 정량하여 총인의 농도를 구하는 방법이다.
유화물	검지관	황검지관법	황검지관을 사용하여 습시료 약 2g에 황산을 넣어 발생하는 황화수소가 검지관에 흡수되도록 하여 발생한 황화수소의 양과 검지관의 눈금으로부터 황화물량을 정량하는 방법이다.
입도분포	표준체세트	체분석법	표준체의 눈금간격이 작아지도록 차례로 끼운 다음 건조기에 잘 말린 시료를 10분간 체질한 후 체질이 끝나면 표준체에 담긴 시료를 표준체보다 넓은 정사각형의 종이를 깔고 체를 비운 후 종이에 모은 시료의 중량비로서 백분율을 구하는 방법이다.

국토해양부

마. 조사결과

(1) 하천수질 및 유량측정

○ 수질의 수온은 생화학적 분해과정, 자정작용 등에 영향을 미치며 용존산소나 기체의 수중포화도에 관계되는 수중생태계의 중요한 인자이다. 조사기간 중 수온은 8.9~28℃범위로 1차 26℃, 2차 28℃, 3차 8.9~9.3℃로 조사되었다.

○ 수중의 pH는 수중생물의 생육과 밀접한 관계를 가지고 있는 인자로 조사기간 중 pH는 7.5~8.3의 범위로 1차 8.3, 2차 7.5, 3차 7.76~7.78로 1~3차 모두 수질환경기준 Ia등급(6.5~8.5)에 해당하는 것으로 조사되었다.

○ SS는 유기·무기물의 유입이나 퇴적물의 재부유에 의해 영향을 받는 인자로서 탁도를 증가시킨다. 조사기간 중 SS는 8.8~12.4㎎/L범위로 1차 12.0㎎/L, 2차 12.4㎎/L, 3차 8.8~9.6㎎/L로 1~3차 모두 수질환경기준 Ia등급(25㎎/L 이하)에 해당하는 것으로 조사되었다.

○ DO는 수질의 미생물의 산란과 성장에 있어 중요한 제한인자로 작용하고, 수질의 이동이나 혼합과정을 파악하는 중요한 인자이다. 조사기간 중 DO는 7.6~8.6㎎/L범위로 1차 7.8㎎/L, 2차 7.6㎎/L, 3차 8.4~8.6㎎/L로 1~3차 모두 수질환경기준 Ia등급(7.5㎎/L 이상)에 해당하는 것으로 조사되었다.

○ BOD는 수중 유기물이 호기성 미생물의 작용에 의해서 안정화되고 정화되는 과정에서 소비되는 산소량으로 물의 오염된 정도를 표시하는 중요한 인자이다. 조사기간 중 BOD는 4.1~6.8㎎/L범위로 1차 6.8㎎/L, 2차 5.6㎎/L, 3차 4.1~4.4㎎/L로 1,2차 조사결과 수질환경기준 Ⅳ등급(8㎎/L 이하)을 만족하였으며, 3차 조사결과 수질환경기준 Ⅲ등급(5㎎/L 이하)을 만족하는 것으로 조사되었다.

○ 수질의 유기물량을 간접적으로 나타내어 유기오염지표로 이용되는 COD의 농도는 8.4~10.0㎎/L범위로 1차 10.0㎎/L, 2차 8.6㎎/L, 3차 8.4~8.7㎎/L로 1차 조사결과 수질환경기준 Ⅴ등급(11㎎/L 이하)을 만족하였으며, 3차 조사결과 수질환경기준 Ⅳ(9㎎/L 이하)을 만족하는 것으로 조사되었다.

○ 영양염류 중 T-N은 T-P와 함께 수중생물에 필요한 영양원으로 과다하게 존재할 경우 부영양화의 발생 원인으로 작용하게 된다. T-N 조사결과 4.208~6.720㎎/L범위로 1차 5.084㎎/L, 2차 4.208㎎/L, 3차 5.520~6.720㎎/L로 조사되었다. T-P 조사결과 0.156~0.235㎎/L범위로 1차 0.193㎎/L, 2차 0.156㎎/L, 3차 0.216~0.235㎎/L로 1,2차 조사결과 수질환경기준 Ⅲ등급(0.2㎎/L 이하)을 만족하였으며, 3차 조사결과 수질환경기준 Ⅳ등급(0.3㎎/L 이하)을

만족하는 것으로 조사되었다.

○ 총대장균군은 소화기계 전염병의 병원균 및 인분에 의한 오염의 지표가 되고 이 세균은 하수 중에 존재하여 다른 병원세균의 존재를 나타내는 지표로서 조사기간 중 총대장균군은 1800~4400수/100mL범위로 1~3차 모두 수질환경기준 Ⅲ등급(5000수/100mL)을 만족하는 것으로 조사되었다.

○ Chl-a는 수질의 식물플랑크톤의 분포를 알수 있기 때문에 총인등의 화학적 성분들과 더불어 수질의 부영양화의 지표로서 조사기간 중 Chl-a는 3.2~13.0㎎/㎥범위로 1차 4.4㎎/㎥, 2차 13.0㎎/㎥, 3차 3.2~4.0㎎/㎥로 조사되었다.

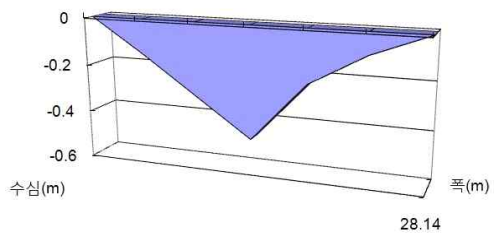
○ 중금속은 수소이온농도가 낮을 때 용출되어 수중생물들에 섭취되어 먹이연쇄를 통하여 각종 질병이나 암을 유발시키는 물질이다. 조사기간 중 중금속류는 불검출되어 1~3차 조사결과 모두 사람의 건강보호기준에 적합한 것으로 조사되었다.

○ 금회(3차)조사결과, 1,2차 측정된 농도와 비교하여 T-P를 제외한 전항목에서 비슷한 수질등급이거나 다소 낮은 수질등급으로 조사되어 1,2차 조사보다 다소 향상된 수질 상태를 보였다.

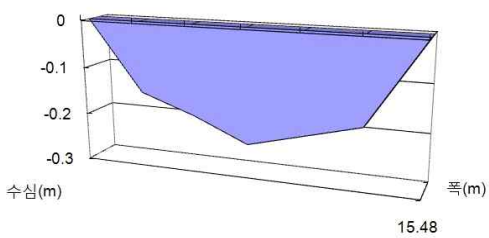
국토해양부

<표 2.6-29> 지표수질 및 유량측정 조사결과

구분		수온(℃)	pH(-)	SS(㎎/L)	DO(㎎/L)	BOD(㎎/L)	COD(㎎/L)	T-N(㎎/L)	T-P(㎎/L)	Chl-a(㎎/㎥)	총대장균군(총대장균군수/100mL)
GC-1	1차	26	8.3	12.0	7.8	6.8	10.0	5.084	0.193	4.4	1800
	2차	28	7.5	12.4	7.6	5.6	8.6	4.208	0.156	13.0	2100
	3차	8.9	7.78	8.8	8.6	4.1	8.4	5.520	0.216	3.2	4100
평균		21.0	7.86	11.1	8.0	5.5	9.0	4.937	0.188	6.9	2667
GC-2	3차	9.3	7.76	9.6	8.4	4.4	8.7	6.720	0.235	4.0	4400



유속: 0.11m/s 유량: 0.6397㎥/s



유속: 0.28m/s 유량: 0.7007㎥/s

GC-1 GC-2

주) Cd, Hg, Cr^{+6}는 불검출

(2) 하천저질

○ 하천저질의 유기물지표인 COD 조사결과 4322.8~9226.9mg/kg 범위로 2차 4322.8mg/kg, 3차 7196.0~9226.9mg/kg로 조사되어 2차 조사시보다 3차 조사시에 높은 값을 나타냈다. 본 조사결과를 외국기준과 비교시 비오염(40,000mg/kg미만)에 해당되는 것으로 조사되었다.

○ 하천저질 내에 포함되어 있는 영양염류의 양을 파악하기 위해 용출실험을 시행한 결과 T-N 21.680~220.50mg/kg 범위로 2차 21.680mg/kg, 3차 200.10~220.50mg/kg로 2차보다 3차시 높은 농도를 나타냈다. T-P는 3.288~94.50mg/kg범위로 2차 3.288mg/kg, 3차 88.65~94.50mg/kg로 조사되어 T-N과 마찬가지로 3차시에 높은 농도를 나타내는 것으로 조사되었다.

○ 하천저질의 유기물의 함량을 지시하는 강열감량은 2.7~3.2%로 2차 2.7%, 3차 2.9~3.2%로 2,3차 모두 비교적 낮은 값을 나타내는 것으로 조사되었다.

○ 하천저질 중 유화물은 0.0003~0.002mg/g의 범위로 2차 0.0003mg/g, 3차 0.002mg/g로 조사되어 2차 조사시보다 3차조사시에 높은 농도를 나타냈다.

○ 금회(3차)조사결과, 2차 조사결과와 비교하여 다소 높은 농도를 보이고 있는 것으로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.6-30> 저 질 현 황

측정항목 \ 측정지점		GC-1			GC-2	비고
		2차	3차	평균	3차	
COD (mg/kg)		4,322.8	7,196.0	5,759.4	9,226.9	
T-N (mg/kg)		21.680	200.10	110.89	220.50	
T-P (mg/kg)		3.288	88.65	45.97	94.50	
강열감량 (%)		2.7	2.9	2.8	3.2	
유화물 (mg/g)		0.0003	0.002	0.0012	0.002	
입도분포	자 갈(%)	0.0	2.2	1.1	11.9	
	왕모래(%)	0.0	6.2	3.1	1.2	
	극조립사(%)	0.0	21.6	10.8	1.7	
	조립사(%)	2.4	43.1	22.8	1.3	
	중립사(%)	10.2	21.8	16.0	9.9	
	세립사(%)	30.5	3.5	17.0	60.4	
	극세립사(%)	51.0	1.5	26.3	13.7	
	펄(%)	5.9	0.0	3.0	0.0	

2) 폐수배출시설 및 수질사고 현황

공공수역에서 발생한 국내 주요 환경오염사고를 살펴보면 수질오염물질의 다량 유출사고, 수환경변화에 의한 물고기 폐사, 환경기초시설의 고장·파손·붕괴 등에 따른 유해성 폐수에 의해 발생된 낙동강 폐놀 유출사고('91년 3월), 임진강 유역에서 발생한 오염 축적사고('96년 6월)등 수환경 변화, 유해물질 배출업체가 밀집한 지역에서 발생되는 대기오염문제로 '96년 시화·반월공단의 악취 및 유해물질사고, 폐기물 매립장의 침출수 유출에 따른 토양오염 등, 공공수역에 수질 사고 및 환경오염 사고가 발생되어 사회문제가 된 바 있다.

가. 수질오염 사고 현황

하천에 유출되는 수질오염사고의 유형은 유류의 운송·유통·취급과정에서 발생되는 유류유출사고, 하천수질의 복합적인 요인에 의한 물고기 폐사등의 수환경변화, 분뇨·하수·폐수종말처리장의 환경기초시설에서 장비의 고장 및 운용요원의 부주의 등 주로 인위적인 사고에 의해 발생이 되고 있는바 전국의 수질오염사고 발생현황과 금회 과업대상하천 유역의 수질사고를 비교 조사한 내용은 다음과 같다.

(1) 전국의 수질오염 사고

과거 5년간 전국에서 발생한 수질오염사고를 시·도별, 오염물질별로 분석한 현황은 <표 2.6-31, 32>와 같다.

<표 2.6-31> 수질오염사고 시·도별 현황

연도별	계	2008년	2007년	2006년	2005년	2004년
계	259	53	50	52	59	45
서울시	8	-	5	-	1	2
부산시	6	2	2	1	1	-
대구시	3	1	-	1	1	-
인천시	13	1	3	3	1	5
광주시	7	1	2	1	3	-
대전시	7	2	-	2	3	-
울산시	6	1	1	-	2	2
경기도	53	9	8	6	13	17
강원도	58	12	15	14	7	10
충북도	14	4	2	4	2	2
충남도	17	3	3	3	6	2
전북도	29	7	5	5	8	4
전남도	11	2	-	2	7	-
경북도	10	4	-	2	3	1
경남도	17	4	4	8	1	-
제주도	-	-	-	-	-	-

주) 자료출처 : 환경부 수생태보전과, 수질오염사고 발생현황 및 분석·평가, 2009

국토해양부

<표 2.6-32> 수질오염사고 오염물질별 현황

연도별	계	유류유출	화학물질	수환경변화	기 타
계	259	108	34	44	73
2008년	53	20	6	10	17
2007년	50	18	8	10	14
2006년	52	16	8	7	21
2005년	59	30	7	11	11
2004년	45	24	5	6	10

주) 자료출처 : 환경부 수생태보전과, 수질오염사고 발생현황 및 분석·평가, 2009

(2) 금회 과업하천 유역의 수질사고

금회 과업하천에 대한 수질오염사고 현황에 대한 조사결과 수질오염사고는 없는 것으로 조사되었다.

나. 환경오염사고 예방대책

과거 본 유역의 수질환경 오염사고 기록을 볼 때 환경오염사고의 예방대책을 계절별 특성에 따른 관리를 통해 환경오염사고 우려지역의 특성에 맞는 관리 대책을 수립하여야 할 것이다.

○ 갈수기(12월～익년4월) : 갈수기 환경오염사고 예방대책 수립, 추진
○ 장마철(6월～7월) : 장마철 환경오염사고 예방대책 수립, 추진
○ 사고 빈발시기(5～7월) : 폐수다량배출업소 등에 대한 중점단속
○ 연 휴(추석, 설날) : 연휴기간중 환경오염사고 예방대책 수립, 추진

(1) 감시활동 강화

○ 상수원으로 직접 유입되는 하천 및 오염원 밀집지역 배수로
○ 사고 우려지역 및 사고가 발생하였던 지역
○ 취수장의 취수탑 주변지역
○ 환경기초시설의 정상운영여부확인

(2) 산업체등 관련종사자 교육실시

○ 수질오염사고 발생시 대응체제등에 대한 폐수배출업소 종사자, 유독물 취급자, 환경기초시설의 운용요원 등에 대해 정기적인 교육실시

국토해양부

(3) 유해물질 유출사고 예방대책

○ 업체별, 업종별 사용품목, 폐액발생량, 처리실태 등 정밀조사하여 자료분석, 문제업소에 대한 중점관리실시

○ 지역별, 수계별로 업체현황을 분석, 정리하여 전산화 관리

○ 유해물질 유출 또는 비산을 방지하기 위한 차단시설, 포집시설, 살수시설 등 설치(맨홀등 외부 유출구는 가급적 저장시설과 먼 곳에 설치)

○ 관련시설 안전점검 정례화 및 관리자 준수사항 철저이행

- 유해물질 제조 취급 저장시설, 이송관, 유입 배출구에 대하여 월 1회 이상 이상유무 점검실시
- 사고가 발생하지 않도록 종업원에 대한 교육 및 관리자가 준수사항을 철저히 이행토록 지도감독 철저

(4) 수질오염사고 예보제 실시

○ 온도상승에 의한 용존산소 결핍, 강우로 인한 퇴적물 용출등으로 인한 사고 발생이 예상될 때 신속한 조치 및 대책강구를 위해 사전 예보제 실시

(5) 하천과 관련된 기관(환경부 및 지방자치단체)의 유기적 협조체제 구축

○ 환경오염사고 발생시 주민 신고체계망 확립

○ 환경오염사고 신고접수 즉시 응급조치 및 대응방안 강구

국토해양부

2.6.5 하천의 경관 및 생태환경

가. 조사항목

○ 육상 동·식물상 : 포유류, 조류, 양서·파충류, 식물상

○ 육수 동물상 : 수생식물, 어류, 저서성대형무척추동물

나. 조사범위

하천정비사업으로 인한 생태계의 영향이 예측되는 구간으로 하천정비 대상구간을 중심으로 이와 합류하는 지류 및 인근하천을 조사대상지역으로 선정하였다.

(1) 시간적 범위

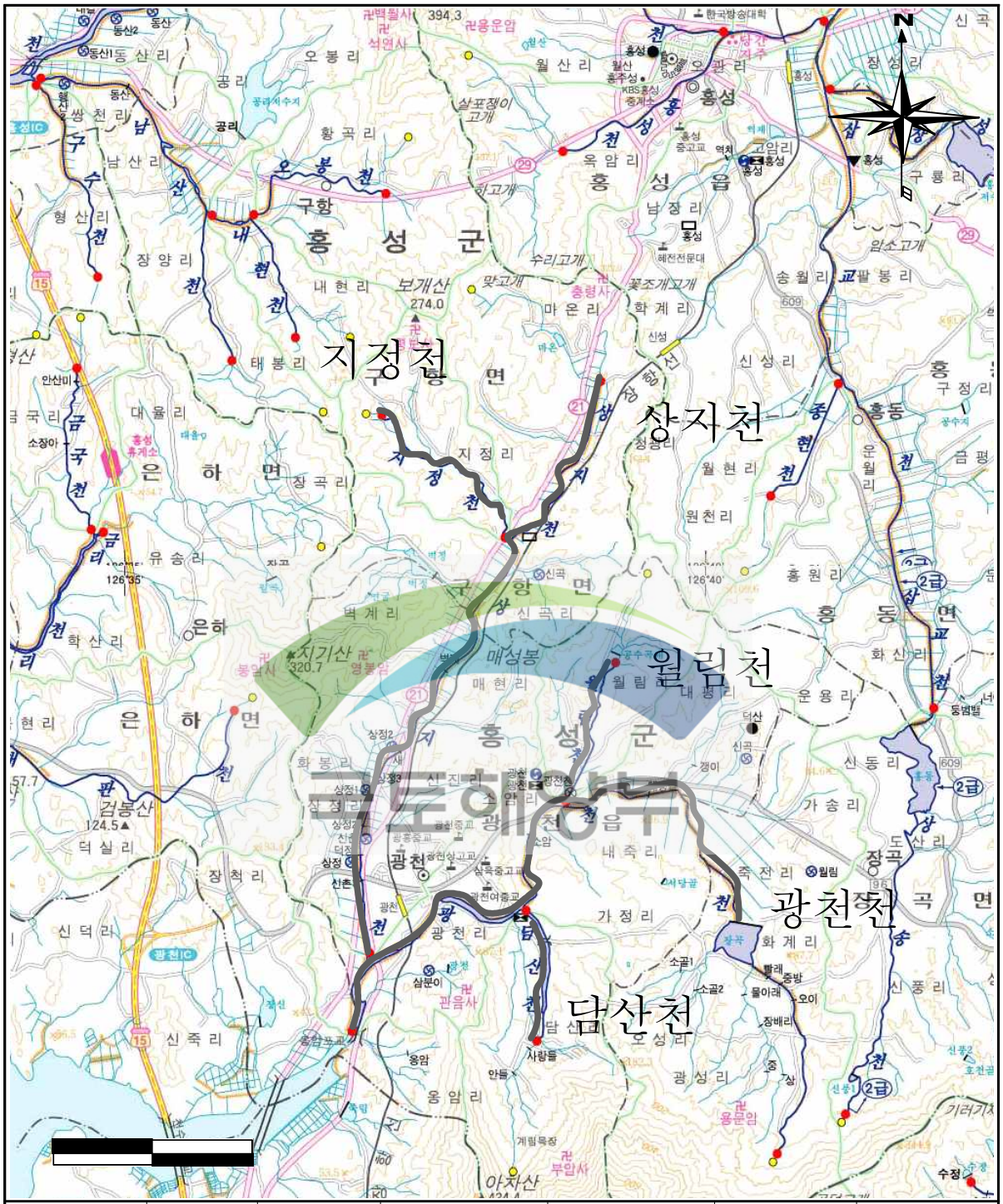
○ 조사시기 : 2005년 7월 6일 ~ 8일

(2) 공간적 범위

○ 육상 동·식물상 : 광천천외 그지류 및 주변지역

○ 육수 동물상 : 광천천외 그지류 및 주변지역

<그림 2.6-2> 생태환경조사지점 위치도



일련번호	행정구역	하천명	시점	종점	연장	유속(m/s)
1	홍성군	광천천	죽전리	은하면 장척리	8.355	0.04
2	홍성군	상지천	마은리	광천천 합류점	8.931	0.04
3	홍성군	지정천	지정리	상지천 합류점	2.270	0.22
4	홍성군	담산천	담산리	광천천 합류점	2.370	0.03
5	홍성군	월림천	월림리	광천천 합류점	2.140	0.07

다. 조사방법

(1) 육상 및 동·식물상

가) 포유류

조사지역내의 포유동물 조사는 현지 조사와 현지 주민에 의한 청문조사를 병행하여 실시하였다. 현지 조사방법으로는 포유동물의 경우 직접 관찰하거나, 배설물, 족적, 서식지 흔적 등을 관찰하여 종의 유무를 확인하는 방법과 일몰 전에 생포틀(Sherman live trap)을 설치한 후 다음날 아침에 포획한 종을 확인하는 방법을 병행하였으며, 관찰된 종의 동정은 원(1967)의 방법을 통하여 종을 식별하였다.

나) 조류

조사지역내의 조사방법은 조사구간을 따라서 관찰된 조류를 기록하는 Line census의 방법과 한 지점에서 관찰된 종수를 기록하는 Spot census의 방법을 병행하여 조사를 실시하였다. 금번 조사시 조사지역 주변의 도로와 주변의 계곡의 유무를 확인하고 조류를 육안으로 직접 확인하거나, 쌍안경을 이용하여 관찰된 종을 동정하였다. 조류의 직접관찰이 불가능한 경우 울음소리를 들어 종을 확인한 후 확인된 개체수를 기록하였다. 관찰된 종의 동정에는 우 등(1989)의 도감을 사용하였다.

다) 양서·파충류

양서류의 조사에서 유미목은 소로 주변 부위와 농로를 따라 물이 고여있는 웅덩이를 관찰하였고, 무미목은 주변의 논과 밭 등을 중심으로 관찰과 생포를 시도하였으며, 야간에는 울음소리로 종을 식별하였다. 파충류는 소로 주변부와 주변 논과 밭 주변에서 소형 포충망 및 뱀집개 등으로 포획 또는 관찰하였으며 종의 동정은 강(1975)의 방법에 따랐다.

라) 육상곤충

곤충의 채집은 주간에는 주로 포충망을 이용하여 등산로를 따라서 초본지대에서는 쓸어잡기와 채어잡기를 많이 하였으며, 목본지대에서는 털어잡기를 많이 하여 채집을 하였다. 낙엽지대와 토양에 서식하는 곤충은 체질(sifting)하여 채집하였고, 버섯이나 고목 등에 서식하는 곤충들은 흡충관(aspirator)을 이용하여 채집하였다. 채집시 육안으로 확인이 가능한 종류는 관찰만으로 하고, 좀더 세밀한 동정이 필요한 종류에 한하여 포충망으로 채집하여 독병에 담아와서 동정하였다. 야간에는 120W 수은 유아등과 120×120㎝ 백색스크린을 이용하여 곤충을 유인하여 채집하였다. 채집된 종은 남(1998)의 도

국토해양부

감과 김(1998)등의 도감을 이용하여 종을 동정하였다.

마) 식물상

조사지역을 직접 답사하면서 채집된 식물의 표본, 촬영된 사진 등을 대상으로 도감을 이용하여 동정한 후, 대한식물도감(이, 1991)의 체계에 따라 분류목록을 작성하였다. 또한 문헌조사(제2차전국자연환경조사 보고서, 2003)를 참고하여 조사지역내에 분포하는 관속식물목록을 작성하였다.

(2) 육수 동·식물상

가) 수생식물

조사지점을 중심으로 반경 50m 이내의 지역을 도보로 이동하면서 분포하는 수생식물, 수변식물 등을 조사하였다.

나) 하천단면 profile

하천단면에 대한 profile작성은 소하천별로 전체 식생을 파악한 후 그 지점을 잘 반영할 수 있는 비교적 인위적인 요소가 배제된 대표지역을 선정하여 식생의 구조 및 우점종 군락을 결정하였다. 또한 수변지역을 제외한 순수한 하천내 우점식생에 대해서도 조사하였으며 식생단면도 조사지점 내에 출현하는 식물종류를 지점별로 비교·조사하였다.

다) 어류

조사는 아래와 같은 장비를 사용하여 동일인물이 동회 실시하도록 하여 정성·정량화 하였으며, 이 조사의 기본 방법은 하천수변의 국제조사매뉴얼(하천판)에 의거하였다.

- 족대

  · 족대의 길이 : 족대는 1.5m의 표준길이를 사용한다.
  · 망목 : 망목은 3㎜이내의 것을 사용하여 치어 및 작은 개체까지도 포획할 수 있도록 한다.
  · 횟수 : 족대의 사용은 2인 1조를 이루어 동일 인물이 20분간 하류에서 상류로 훑어 올라간다.

- 셀병

  · 셀병의 규격 : 길이 50㎝ 지름20㎝이며 망목은 5㎜이하의 것을 사용한다.
  · 방법 : 셀병은 중점조사지역에 유인용 먹이를 넣은 후 한 조사지점에 1개씩 2시간씩 넣어둔다.

라) 저서성 대형무척추동물

저서생물의 채집은 지점별로 Dredge와 Collector를 사용하여 채취한 후 지름 1mm체를 이용하여 정량시료를 얻었고, Hand-net, Hard bottom scraper를 사용하여 얻어진 시료들을 정성시료로 삼았다.

그리고 채집된 재료는 Kahle's 용액으로 고정하여 실험실에서 한국동식물도감(동물편-새우류, 동물편-연체동물 1, 2)에 준하여 해부현미경 ×40, ×80 또는 광학현미경 하에서 분류한 후 80% Alcohol에 고정 보관하였다. 또한 저서생물의 많은 분류군을 차지하는 수서곤충은 유속이 다른 곳을 3곳 정하여 Surber식 정량 net (50×50cm, mesh size: 500㎛)로 채집한 후 90% alcohol로 현장에서 고정하였다. 그 후 실험실에서 한국동식물도감(수서곤충편)에 준하여 해부현미경 ×40, ×80 하에서 동정분류를 한 후 Kahle's solution 또는 Glycerol-acetone에 영구 액침 표본하였고, Kawai (1985), Yoon (1988)등을 참고로 분류, 확인 및 개체수를 계수하였다.

마) 생물다양도 분석

종의 이질성(species heterogeneity)이라고 말하기도 하는 종다양성(biodiversity)의 높은 종다양도는 유사한 종들이 매우 풍부하게 있을 경우이다. 한편 군집의 안정도에 대한 척도가 되고, 그 성숙도를 나타내는 종다양도는 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 가운데 종간의 깊은 연관관계가 형성되며, 그 결과 에너지의 이동, 먹이연쇄(food web), 포식관계(relationship of predator), 경쟁(competition), 생태적 지위분배(ecological niche) 등을 포함한 개체군의 상호작용이 이론적으로 복잡하게 나타남을 의미한다. 따라서 종의 목록에 나타난 바와 같은 종들 전체와 서식지의 연관관계를 파악한 후 개체수준에서의 정성적인 분석을 통하여 여타 분류군과의 상호관계를 규명할 필요가 있다.

○ 우점도(Dominance Index : D. I)

우점도는 환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나게 되므로 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적 비율을 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 각 조사지점별로 개체수 현존량에 의하여 우점도를 산출한다(McNaughton, 1967).

$$DI = ni/N \times 100$$

DI : 우점도 지수,

N : 총개체수, ni : 제 i 번째 종의 개체수

○ 다양도(Biodiversity Index : D')

종다양도(Species diversity : H'): Margalef(1968)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon -Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출한다.

$H' = -\sum Pi \ Ln \ Pi$

$(Pi = ni/N)$

라. 조사결과

(1) 육상 동·식물상

가) 포유류

본 조사지역은 광천천, 지정천, 상지천, 월림천, 담산천 5개의 하천을 포함하는 지역으로 하천 주변으로 농지와 야산이 분포하여 비교적 다양한 포유류의 관찰이 이루어졌다. 상지천의 주변에는 철도가 지나고 있었는데 포유류의 서식에 방해요인으로 작용할 것으로 보인다.

본 홍성지역 조사시 인근 하천의 둑방길에서 두더지 터널을 관찰할 수 있었으며, 수변의 진흙 근처에서 너구리의 족흔을 관찰할 수 있었다. 또한 수변의 초본류 군락 사이에서 고라니의 배설물과 멧밭쥐의 둥우리를 관찰할 수 있었다. 인근 야산에서는 등줄쥐의 터널을 관찰할 수 있었다. 인근 마을로 향하는 길에서는 야생화된 고양이와 다람쥐를 직접 관찰할 수 있었다. 주민에 의한 청문조사 결과 멧토끼가 서식하고 있는 것으로 확인되었다. 그 결과 본 홍성지역에서 서식이 확인된 포유류는 총 5목 7과 8종이었으며, 현지 조사시 천연기념물이나 멸종위기 야생동물은 관찰되지 않았다.

국토해양부

<표 2.6-33> 광천천지역 일대의 포유류 서식 현황

학 명	국 명	문헌	현지조사	비고
ORDER INSECTIVORA	식충목			
FAMILY ERINACEIDAE	고슴도치과			
Erinaceus amurensis	고슴도치	●		감소종
FAMILY SORICIDAE	땃쥐과			
Crocidura lasiura	땃쥐	●		감소종
FAMILY TALPIDAE	두더지과			
Mogera wogura	두더지	●	T	
ORDER CARNIVORA	식육목			
FAMILY CANIDAE	개과			
Canis familialis	개	●		야생화종
Nyctereutes procyonoides	너구리	●	F	증가종

<표 2.6-33> 계속

학 명	국 명	문헌	현지조사	비고
Vulpes vulpes	여우	●		멸종위기1급
FAMILY MUSTELIDAE	족제비과			
Meles meles	오소리	●		
Mustela sibirica	대륙족제비	●		
FAMILY FELIDAE	고양이과			
Prionailurus bengalensis	삵	●		멸종위기2급
Felis catus	고양이	●	V	증가종
ORDER ARTIODACTYLA	소목			
FAMILY SUIDAE	멧돼지과			
Sus scrofa	멧돼지	●		증가종
FAMILY CERVIDAE	사슴과			
Hydropotes inermis	고라니	●	S	
Capreolus pygargus	노루	●		
FAMILY BOVIDAE	소과			
Capra hircus	염소	●		야생화종
ORDER RODENTIA	쥐목			
FAMILY SCIURIDAE	다람쥐과			
Sciurus vulgaris	청설모	●		
Tamias sibiricus	다람쥐	●	V	
FAMILY MURIDAE	쥐과			
Clethrionomys rufocanus	대륙밭쥐	●		
Microtus fortis	갈밭쥐	●		
Apodemus agrarius	등줄쥐	●	T	
Apodemus peninsulae	흰넓적다리붉은쥐	●		
Micromys minutus	멧밭쥐	●	N	
Mus musculus	생쥐	●		
Rattus norvegicus	집쥐	●		
ORDER LAGOMORPHA	토끼목			
FAMILY LEPORIDAE	토끼과			
Lepus coreanus	멧토끼	●	H	
합계		문헌조사 : 총 5목 12과 24종 현지조사 : 총 5목 7과 8종		

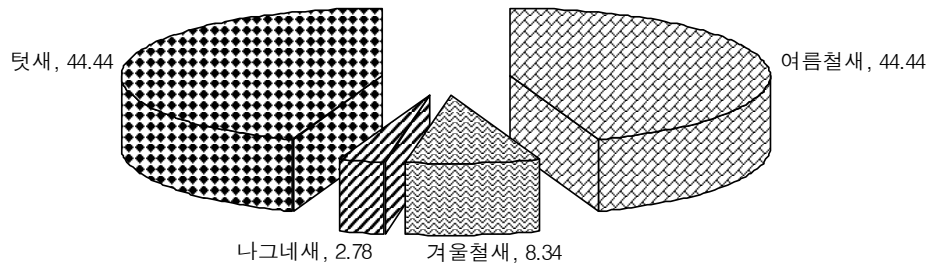
주) 1. 자료출처 : 제2차 전국자연환경조사, 1997 예산·서산·홍성의 포유류
2. V : 직접목견, F : 족흔, S : 배설물, T : 터널, N : 둥우리, H : 청문

국토해양부

나) 조류

9목 20과 26종이 관찰되었으며, 문화재청 지정 천연기념물 제323호 붉은배새매 1개체와 황조롱이 2개체가 관찰되었다.

<그림 2.6-3> 조류의 도래 유형별 현황



<표 2.6-34> 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상

학명	국명	조사	생활형
FAMILY ARDEIDAE	**백로과**		
Butorides striatus	검은댕기해오라기	●	SV
Bubulcus ibis	황로		SV
Egretta alba alba	대백로		SV
Egretta alba modesta	중대백로		SV
Egretta intermedia	중백로		SV
Egretta garzetta	쇠백로		SV
Ardea cinerea	왜가리		SV
FAMILY ACCIPITRIDAE	**수리과**		
Accipiter soloensis	붉은배새매	●	SV
Accipiter gularis	조롱이		Res
Accipiter nisus	새매		Res
Buteo buteo	말똥가리		WV
Circus cyaneus	잿빛개구리매	●	WV
Circus melanoleucos	알락개구리매	●	SV
Circus aeruginosus	개구리매		WV
FAMILY FALCONIDAE	**매과**		
Falco subbuteo	새홀리기	●	SV
Falco linnunculus	황조롱이		Res

국토해양부

<표 2.6-34> 계 속

학명	국명	조사	생활형
FAMILY PHASIANIDAE	**꿩과**		
Phasianus colchicus	꿩	●	Res
FAMILY COLUMBIDAE	**비둘기과**		
Streptopelia orientalis	멧비둘기	●	Res
FAMILY CUCULIDAE	**두견과**		
Cuculus micropterus	검은등뻐꾸기	●	SV
Cuculus canorus	뻐꾸기	●	SV
Cuculus saturatus	벙어리뻐꾸기		SV
FAMILY STRIGIDAE	**올빼미과**		
Bubo bubo	수리부엉이		Res
Asio otus	칡부엉이		WV
Otus scops	소쩍새	●	PM
Ninox scutulata	솔부엉이		SV
Strix uralensis	긴점박이올빼미		Res
FAMILY ALCEDINIDAE	**물총새과**		
Halcyon pileata	청호반새	●	SV
Alcedo atthis	물총새	●	Res
FAMILY UPUPIDAE	**후투티과**		
Upupa epops	후투티	●	SV
FAMILY PICIDAE	**딱다구리과**		
Picus canus	청딱다구리	●	Res
Dendrocopos major	오색딱다구리		Res
Dendrocopos kizuki	쇠딱다구리	●	Res
FAMILY HIRUNDINIDAE	**제비과**		
Hirundo rustica	제비	●	SV
Hirundo daurica	귀제비	●	SV
FAMILY MOTACLLIDAE	**할미새과**		
Dendronanthus indicus	물레새	●	SV
Motacilla cinerea	노랑할미새		SV
Motacilla alba leucopsis	알락할미새	●	SV
Motacilla alba lugens	백할미새		WV
Anthus hodgsoni	힝둥새		SV
Anthus spinoletta	밭종다리		WV

국토해양부

<표 2.6-34> 계 속

학명	국명	조사지역	생활형
FAMILY PYCNONOTIDAE	**직박구리과**		
Hypsipetes amaurotis	직박구리	●	Res
FAMILY LANIIDAE	**때까치과**		
Lanius bucephalus	때까치	●	Res
Lanius cristatus	노랑때까치		SV
FAMILY TROGLODYTIDAE	**굴뚝새과**		
Troglodytes troglodytes	굴뚝새	●	Res
FAMILY MUSCICAPIDAE	**딱새과**		
Erithacus cyane	쇠유리새		SV
Erithacus sibilans	울새		PM
Tarsiger cyanurus	유리딱새		WV
Phoenicurus auroreus	딱새	●	Res
Saxicola torquata	검은딱새	●	SV
FAMILY TURNICIDAE	**지빠귀과**		
Turdus sibiricus	흰눈썹지빠귀		PM
Turdus dauma	호랑지빠귀	●	SV
Turdus hortulorum	되지빠귀		SV
Turdus chrysolous	붉은배지빠귀		Vag
Turdus pallidus	흰배지빠귀	●	Res
Turdus naumanni eunomus	개똥지빠귀	●	WV
Turdus naumanni naumanni	노랑지빠귀		WV
FAMILY PANURIDAE	**붉은머리오목눈이과**		
Paradoxornis webbiana	붉은머리오목눈이	●	Res
Cettia squameiceps	숲새	●	WV
FAMILY SYLVIIDAE	**휘파람새과**		
Cettia diphone	휘파람새	●	SV
Acrocephalus arundinaceus	개개비		SV
Phylloscopus inornatus	노랑눈썹솔새		PM
Phylloscopus proregulus	노랑허리솔새		PM
Phylloscopus tenellipes	되솔새		PM
Phylloscopus occipitalis	산솔새	●	SV
Regulus regulus	상모솔새	●	WV

국토해양부

<표 2.6-34> 계 속

학명	국명	조사	생활형
Ficedula zanthopygya	흰눈썹황금새		SV
FAMILY MONARCHIDAE	**까치딱새과**		
Terpsiphone atrocaudata	삼광조	●	SV
FAMILY AEGITHALIDAE	**오목눈이과**		
Aegithalos caudatus	오목눈이	●	Res
FAMILY PARIDAE	**박새과**		
Parus palustris	쇠박새	●	Res
Parus ater	진박새	●	Res
Parus varius	곤줄박이	●	Res
Parus major	박새	●	Res
FAMILY SITTIDAE	**동고비과**		
Sitta europaea	동고비	●	Res
FAMILY EMBERIZIDAE	**멧새과**		
Emberiza cioides	멧새	●	Res
Emberiza pusilla	쇠붉은뺨멧새		WV
Emberiza rustica	쑥새	●	WV
Emberiza elegans	노랑턱멧새	●	Res
Emberiza spodocephala	촉새	●	PM
Emberiza pallasi	북방검은머리쑥새		WV
Calcarius lapponicus	긴발톱멧새		WV
FAMILY FRINGILLIDAE	**되새과**		
Fringilla montifringilla	되새	●	WV
Carduelis sinica ussuriensis	방울새	●	Res
Carduelis spinus	검은머리방울새	●	WV
Loxia curvirostra	솔잣새		WV
Eophona personata	큰부리밀화부리		WV
Coccothraustes coccothraustes	콩새	●	WV
FAMILY PLOCEIDAE	**참새과**		
Passer montanus	참새	●	Res
FAMILY STURNIDAE	**찌르레기과**		
Sturnus cineraceus	찌르레기	●	SV

국토해양부

<표 2.6-34> 계 속

학명	국명	조사	생활형
FAMILY ORIOLIDAE	**꾀꼬리과**		
Oriolus chinensis	꾀꼬리	●	SV
FAMILY CORVIDAE	**까마귀과**		
Garrulus glandarius	어치	●	Res
Cyanopica cyana	물까치		Res
Pica pica	까치	●	Res
Corvus corone	까마귀		Res
종 수		**52**	

주) 자료출처 : 제2차 전국자연환경조사 1997 홍성지역의 조류(일월산)

<표 2.6-35> 현지조사시 확인된 조류상

학명	국명	개체수	우점도	생활형
ORDER PODICIPEDIFORMES	**논병아리목**			
FAMILY PODICIPEDIDAE	**논병아리과**			
Podiceps ruficollis	논병아리	3	0.26	Res
ORDER CICONIFORMES	**황새목**			
FAMILY ARDEIDAE	**백로과**			
Nycticorax nycticorax	해오라기			Res
Butorides striatus	검은댕기해오라기	16	1.40	SV
Bubulcus ibis	황로			SV
Egretta alba modesta	중대백로	18	1.58	SV
Egretta garzetta	쇠백로	32	2.81	SV
Ardea cinerea	왜가리	20	1.76	SV
ORDER ANSERIFORMES	**기러기목**			
FAMILY ANATIDAE	**오리과**			
Anas platyrhynchos	청둥오리			WV
Anas poecilorhyncha	흰뺨검둥오리	41	3.60	WV
ORDER FALCONIFORMES	**매목**			
FAMILY ACCIPITRIDAE	**수리과**			
Accipiter soloensis	붉은배새매	1	0.22	SV
FAMILY FALCONIDAE	**매과**			
Falco linnunculus	황조롱이	2	0.43	SV

국토해양부

<표 2.6-35> 계 속

학명	국명	개체수	우점도	생활형
ORDER GALLIFORMES	**닭목**			
FAMILY PHASIANIDAE	**꿩과**			
Phasianus colchicus	꿩			Res
ORDER GRUIFORMES	**두루미목**			
FAMILY RALLIDAE	**뜸부기과**			
Gallinula chloropus	쇠물닭	4	0.35	SV
ORDER CHARADRIFORMES	**도요목**			
FAMILY CHARADRIIDAE	**물떼새과**			
Charadrius dubius	꼬마물떼새	6	0.53	SV
Charadrius alexandrinus	흰물떼새			PM
FAMILY SCOLOPACIDAE	**도요과**			
Calidris alpina	민물도요	4	0.35	WV
FAMILY LARIDAE	갈매기과			
Larus crassirostris	괭이갈매기	16	1.40	Res
ORDER COLUMBIFORMES	**비둘기목**			
FAMILY COLUMBIDAE	비둘기과			
Streptopelia orientalis	멧비둘기	64	5.62	Res
ORDER CORACIIFORMES	파랑새목			
FAMILY ALCEDINIDAE	물총새과			
Halcyon pileata	청호반새	1	0.09	SV
Alcedo atthis	물총새			Res
FAMILY CORACIIDAE	**파랑새과**			
Eurystomus orientalis	파랑새			SV
ORDER PASSERIFORMES	**참새목**			
FAMILY HIRUNDINIDAE	**제비과**			
Hirundo rustica	제비	52	4.57	SV
Hirundo daurica	귀제비			SV
FAMILY MOTACLLIDAE	**할미새과**			
Motacilla cinerea	노랑할미새	4	0.35	SV
Motacilla alba leucopsis	알락할미새	11	0.97	SV
FAMILY PYCNONOTIDAE	**직박구리과**			
Hypsipetes amaurotis	직박구리	67	5.88	Res

코토해양부

<표 2.6-35> 계 속

학명	국명	개체수	우점도	생활형
FAMILY MUSCICAPIDAE	**딱새과**			
Phoenicurus auroreus	딱새	9	0.79	Res
FAMILY TURNICIDAE	**지빠귀과**			
Turdus dauma	호랑지빠귀	1	0.09	SV
FAMILY PANURIDAE	**붉은머리오목눈이과**			
Paradoxornis webbiana	붉은머리오목눈이	420	36.87	Res
FAMILY PARIDAE	**박새과**			
Parus palustris	쇠박새	6	0.53	Res
Parus major	박새	33	2.90	Res
FAMILY EMBERIZIDAE	**멧새과**			
Emberiza elegans	노랑턱멧새			Res
FAMILY PLOCEIDAE	**참새과**			
Passer montanus	참새	250	21.95	Res
FAMILY ORIOLIDAE	**꾀꼬리과**			
Oriolus chinensis	꾀꼬리			SV
FAMILY CORVIDAE	**까마귀과**			
Pica pica	까치	41	3.60	Res
Corvus corone	까마귀	17	1.49	Res
합 계		1139		
종 수		26		
종다양도		2.17		

국토해양부

다) 양서·파충류

본 조사지역은 하천으로 양서·파충류가 서식하기에 적합한 환경을 제공해 주는 것으로 사료되었다. 본 홍성지역에서 관찰된 양서 파충류는 하천 인근 논에서 청개구리와 참개구리를 관찰할 수 있었으며, 하천에서는 옴개구리를 관찰할 수 있었다.

하천둑방에서는 줄장지뱀과 유혈목이를 관찰할 수 있었으며, 인근 밭에서는 누룩뱀이 관찰되었다. 인근 야산에서는 쇠살모사를 관찰할 수 있었다. 청문조사시 도롱뇽의 서식이 확인되었다. 그 결과 현지조사시 관찰된 양서·파충류는 총 3목 6과 8종으로 나타났으며, 천연기념물이나 멸종위기 야생동물은 관찰되지 않았다.

<표 2.6-36> 양서・파충류 서식현황

학 명	국 명	문헌	현지조사	비고
CLASS AMPHIBIA	양서류강			
ORDER CAUDATA	유미목			
FAMILY HYNOBIDAE	도롱뇽과			
Hynobius leechii	도롱뇽	●	H	
ORDER SALIENTIA	무미목			
FAMILY DISCOGLOSSIDAE	무당개구리과			
Bombina orientalis	무당개구리	●		
FAMILY BUFONIDAE	두꺼비과			
Bufo gargarizans	두꺼비	●		
FAMILY HYLIDAE	청개구리과			
Hyla japonica	청개구리	●	S	
FAMILY RAMIDAE	개구리과			
Rana dybowskii	북방산개구리	●		
Rana nigromaculata	참개구리	●	V	
Rana rugosa	옴개구리	●	V	
Rana amurensis	아무르산개구리	●		
Rana catesbeiana	황소개구리	●		외래종
CLASS REPTILIA	파충강			
ORDER TESTUDINATA	거북목			
FAMILY TRIONYCHIDAE	자라과			
Pelodiscus sinensis	자라	●		
FAMILY EMYDIDAE	남생이과			
Trachemys scripta elegans	붉은귀거북	●		외래종
ORDER SQUAMATA	유린목			
FAMILY LACERTILIDAE	장지뱀과			
Takydromus amurensis	아무르장지뱀	●		
Takydromus wolteri	줄장지뱀	●	V	
FAMILY COLUBRIDAE	뱀과			
Elaphe dione	누룩뱀	●	V	
Elaphe rufodorsata	무자치	●		
Rhabdophis tigrinus tigrinus	능구렁이	●		
Dinodon rufozonatum rufozonatum	유혈목이	●	V	
Amphiesma vibakari ruthveni	대륙유혈목이	●		
Zamenis spinalis	실뱀	●		
FAMILY VIPERIDAE	살모사과			
Agkistrodon brevicaudus	살모사	●		
Agkistrodon ussuriensis	쇠살모사	●	V	
Agkistrodon saxatilis	까치살모사	●		
합계		22종	양서류 : 총 3과 4종 파충류 : 총 3과 4종	

주) 1. 자료출처 : 제2차 전국자연환경조사, 1997 가야산 및 주변 일대의 양서・파충류
2. V : 직접목견, H : 청문, S : 청음

국토해양부

라) 육상곤충

조사시 여름철로 다양한 육상곤충상을 관찰할 수 있었다. 현지조사시 관찰된 종은 하루살이목 1과 1종, 잠자리목 4과 7종, 바퀴목 2과 2종, 사마귀목 1과 1종, 집게벌레목 1과 1종, 메뚜기목 5과 10종, 노린재목 4과 5종, 매미목 3과 4종, 딱정벌레목 15과 23종, 벌목 6과 10종, 파리목 5과 7종, 나비목 10과 30종으로 총 12목 57과 101종으로 나타났다. 가장 많은 종이 관찰된 목은 나비목과 딱정벌레목으로 각각 30종과 23종이 관찰되었다. 현지조사시 관찰된 종은 여름철 전국에서 흔히 관찰되는 종이었으며, 멸종위기 야생동물이나 천연기념물은 관찰할 수 없었다.

<표 2.6-37> 조사지역의 육상곤충 서식 현황

학명	국명	현지조사	비고
Order Ephemeroptera	하루살이목		
Family Ephemeridae	하루살이과		
Ephemera strigata (Eato)	무늬하루살이	r	
Order Odonata	잠자리목		
Family Coenagrionidae	실잠자리과		
Ischnura asiatica (Brauer)	아시아실잠자리	r	
Family Platycnemididae	방울실잠자리과		
Platycnemis phillopoda (Djakonov)	방울실잠자리	r	
Family Aeshnidae	왕잠자리과		
Anax partehnope (Selys)	왕잠자리	r	
Family Libellulidae	잠자리과		
Orthetrum albistylum speciosum (Ubler)	밀잠자리	r	
Crocothemis servilia	고추잠자리	r	
Sympetrum unfuscatum (Selys)	깃동잠자리	+	
Pantala flavescens (Fabricius)	된장잠자리	++	
Order Blattaria	바퀴목		
Family Blattellidae	바퀴과		
Blattella germanica (Linne)	바퀴	r	
Family Blattidae	왕바퀴과		
Periplaneta japonica (Karny)	집바퀴	r	
Order Mantodea	사마귀목		
Family Mantidae	사마귀과		
Tenodera angustipennis (Saussure)	사마귀	r	

국토해양부

<표 2.6-37> 계 속

학명	국명	현지조사	비고
Order Dermaptera	집게벌레목		
Family Anisolabididae	민집게벌레과		
Anechura japonica (Bormans)	좀집게벌레	r	
Order Orthoptera	메뚜기목		
Family Tettigoniidae	여치과		
Phaneroptera nigroantennata (Brunner)	검은다리실베짱이	r	
Hexacentrus unicolor (Serville)	베짱이	r	
Family Gryllidae	귀뚜라미과		
Teleogryllus yemma (Ohmachi et Matsumura)	왕귀뚜라미	r	
Velarifictorus aspersus (Walker)	귀뚜라미	r	
Family Tetrigidae	모메뚜기과		
Tetrix japonica (Bolivar)	모메뚜기	+	
Criotettix japonica (Haan)	가시모메뚜기	r	
Family Pyrgomorphidae	섬서구메뚜기과		
Atractomorpha lata (Motschulsky)	섬서구메뚜기	+	
Family Acrididae	메뚜기과		
Anapodisma beybienkoi (Reatz et Miller)	팔공산밑들이메뚜기	+	
Acrida cinerea cinerea (Thunberg)	방아깨비	r	
Oxya japonica japonica (Thunberg)	벼메뚜기	r	
Order Hemiptera	노린재목		
Family Miridae	장님노린재과		
Lygocoris (A.) limbatus (Falln)	무늬고리장님노린재	r	
Family Lygaeidae	긴노린재과		
Nysius (N.) plebejus (Distant)	애긴노린재	r	
Family Coreidae	허리노린재과		
Riptortus clavatus (Thunberg)	톱다리개미허리노린재	r	
Family Pentatomidae	노린재과		
Plautia stali (Scott)	갈색날개노린재	r	
Graphosoma rubrolineatum (Westwood)	홍줄노린재	r	
Order Homoptera	매미목		
Family Cicadellidae	매미충과		
Cicadella viridis (Linne)	말매미충	r	
Family Cicadidae	매미과		
Meimuna opalifera (Walker)	애매미	r	
Platypleura kaempferi (Fabricius)	털매미	r	
Family Aphididae	진딧물과		
Aphis clerodendri (Matsumura)	누리장진딧물	r	

국토해양부

<표 2.6-37> 계 속

학명	국명	현지조사	비고
Order Coleoptera	딱정벌레목		
Family Cicindelidae	길앞잡이과		
Cicindela (*E.*) *elisae koreanica* (Mandl)	꼬마길앞잡이	r	
Abroscelis anchoralis	닻무늬길앞잡이	r	
Family Carabidae	딱정벌레과		
Damaster mirabilissimus mirabilissimus	멋조롱박딱정벌레	r	
Family Harpalidae	먼지벌레과		
Bradycellus laeticolor (Bates)	좁쌀애먼지벌레	r	
Chlaenius tetragonoderus (Chaudoir)	남방무늬먼지벌레	+	
Family Histeridae	풍뎅이붙이과		
Hololepta depressa (Lewis)	납작풍뎅이붙이	r	
Family Silphidae	송장벌레과		
Nicrophorus quadripunctatus (Kraats)	넉점박이송장벌레		
Family Geotrupidae	금풍뎅이과		
Chromogeotrupes auratus (Motschulsky)	보라금풍뎅이	r	
Family Aphodiidae	똥풍뎅이과		
Holotrichia picea (Waterhouse)	꼬마검정풍뎅이		
Family Rutelidae	풍뎅이과		
Anomala albopilosa (Hope)	청동풍뎅이		
Popillia mutans (Newmann)	콩풍뎅이	r	
Family Cetoniidae	꽃무지과		
Nipponovalgus angusticollis (Waterhouse)	넓적꽃무지		
Family Elateridae	방아벌레과		
Agrypnus argillaceus (Solsky)	대유동방아벌레	r	
Family Cantharidae	병대벌레과		
Athemus attristatus (Kiesenwetter)	검정병대벌레	r	
Family Coccinellidae	무당벌레과		
Aiolocaria hexaspilota (Hope)	남생이무당벌레	r	
Coccinella (*Coccinella*) *septempunctata* (Linne)	칠성무당벌레	+	
Harmonia axyridis (Pallas)	무당벌레	r	
Henosepilachna vigintioctopunctata (Fabricius)	이십팔점박이무당벌레	r	
Family Cerambycidae	하늘소과		
Anoplophora malasiaca (Thomson)	알락하늘소	r	
Moechotypa diphysis (Pascoe)	털두꺼비하늘소	r	
Family Chrysomelidae	잎벌레과		
Chrysochus chinensis (Baly)	중국청남색잎벌레	r	
Linaeidea aenea (Linne)	남색잎벌레	+	

국토해양부

<표 2.6-37> 계 속

학명	국명	현지조사	비고
Family Curculionidae	바구미과		
Episomus turritus (Gyllenhal)	혹바구미	r	
Order Hymenoptera	벌목		
Family Argidae	등에잎벌과		
Arge cyanocerocea (Frster)	청람등에잎벌		
Family Tenthredinidae	잎벌과		
Athalia infumata (Marlatt)	연무잎벌	+	
Family Braconidae	고치벌과		
Charmon extensor (Linnaeus)	배납작고치벌	r	
Family Formicidae	개미과		
Camponotus (*Camponotus*) *japonicus* (Mayr)	일본왕개미	++	
Formica (*Serviformica*) *japonica* (Motschulsky)	곰개미	++	
Family Vespidae	말벌과		
Vespa crabro flavofasciata (Cameron)	말벌	r	
Vespa flaviceps lewisi (Cameron)	땅벌		
Polistes snelleni (Saussure)	별쌍살벌	r	
Family Apidae	꿀벌과		
Bombus ignitus (Smith)	호박벌	+	
Apis mellifera (Linne)	양봉꿀벌	++	
Order Diptera	파리목		
Family Tipulidae	각다귀과		
Nephrotoma pullata (Alexander)	큰황나각다귀	r	
Family Asilidae	파리매과		
Promachus yesonicus (Bigot)	파리매	r	
Family Syrphidae	꽃등에과		
Eristalis (*Eristalis*) *tenax* (Linne)	꽃등에	+	
Dideoides latus (Coquillett)	얼룩무늬노랑꽃등에	r	
Sphaerophoria menthastri (Linnaeus)	꼬마꽃등에	r	
Family Scathophagidae	똥파리과		
Scathophaga stercoraria (Linne)	똥파리	r	
Family Calliphoridae	검정파리과		
Lucilia illustris (Meigen)	연두금파리	r	
Order Lepidoptera	나비목		
Family Incurvariidae	곡나방과		
Nemophora staududingerella (Christoph)	큰자루긴수염나방	r	
Family Tortricidae	잎말이나방과		
Choristoneura adumbratana (Walsingham)	큰사과잎말이나방	r	
Ptycholoma imitartor (Walsingham)	그물눈잎말이나방		

국토해양부

<표 2.6-37> 계 속

학명	국명	현지조사	비고
Family Yponomeutidae	집나방과		
Yponomeuta strigossus (Butler)	흰줄좀나방	r	
Family Pyralidae	명나방과		
Ancylolomia japonica (Zeller)	벼포충나방		
Crambus argyrophorus (Butler)	흰띠포충나방	r	
Dichocrocis punctiferalis (Guene)	복숭아명나방		
Piletocera sodalis (Leech)	콩팥무늬들명나방	r	
Endotricha portialis (Walker)	날개뾰족명나방	+	
Calguia defiguralis (Walker)	통마디알락명나방	r	
Hypsotropha solipunctella (Ragonot)	애알락명나방		
Family Sphingidae	박각시과		
Agrius convolvuli (Linne)	박각시	r	
Ampelophaga rubiginosa (Bremer et Grey)	머루박각시		
Family Hesperiidae	팔랑나비과		
Daimio tethys (Menetries)	왕자팔랑나비	+	
Pelopidas jansonis (Butler)	산줄점팔랑나비		
Family Papilionidae	호랑나비과		
Atrophaneura alcinous (Klug)	사향제비나비		
Papilio xuthus (Linnaeus)	호랑나비	r	
Papilio bianor (Cramer)	제비나비	r	
Family Pieridae	흰나비과		
Colias erate (Esper)	노랑나비		
Pieris rapae (Linnaeus)	배추흰나비	r	
Pieris canidia (Sparrman)	대만흰나비	+	
Family Lycaenidae	부전나비과		
Japonica lutea (Hewitson)	귤빛부전나비	r	
Tongeia fischeri (Eversmann)	먹부전나비	r	
Lycaeides argyrognomon (Bergstrasser)	부전나비	+	
Family Nymphalidae	네발나비과		
Limenitis camilla (Linnaeus)	줄나비	r	
Limenitis sydyi (Lederer)	굵은줄나비	r	
Neptis philyra (Mntris)	세줄나비	r	
Neptis sappho (Pallas)	애기세줄나비	+	
Polygonia c-aureum (Linnaeus)	네발나비	r	
Lasiommata deidamia (Eversmann)	뱀눈그늘나비	r	

주) 출현빈도-r : 희소, + : 10개체 이하, ++ : 100개체 이하

국토해양부

(2) 육수 동·식물상

가) 수변 및 수생식물

각 조사 정점에서 개밀, 쇠뜨기, 나도겨풀, 좀물뚝새, 닭의장풀, 환삼덩굴, 고마리, 쑥, 개망초, 망초, 왕고들빼기, 마디풀, 소리쟁이 등이 비교적 높은 출현율을 나타내었으며, 전체 조사지역에서 환경부지정 보호대상종 및 멸종위기식물은 확인되지 않았다.

이 중 귀화식물은 독보리, 미국자개장, 들묵새, 도꼬마리, 애기수영, 소리쟁이, 흰명아주, 좀명아주, 미국자리공, 갓, 다닥냉이, 개소시랑개비, 족제비싸리, 자운영, 아까시나무, 토끼풀, 달맞이꽃, 미국가막사리, 기생초, 코스모스, 주홍서나물, 큰금계국, 개망초, 망초, 서양민들레 등의 종류가 확인되어 11개 하천의 13개 정점에서는 귀화율이 19.2 %로 매우 높게 나타났다.

<표 2.6-38> 조사 지점별 출현 식물 목록

학명	조사지역					비고	
	광천	상지	지정	담산	월림	출현	귀화종
1) Equisetaceae 속새科							
Equisetum arvense L. 쇠뜨기	●	●		●		8	
2) Typhaceae 부들科							
Typha orientalis PRESL 부들		●				3	
3) Gramineae 벼科							
Agropyron tsukushiense var. *transiens* (HACK.) OHWI 개밀	●	●	●	●	●	11	
Agrostis clavata var. *nukabo* OHWI 겨이삭					●	1	
Alopecurus aequalis var. *anurensis* (KOM.) OHWI 뚝새풀			●			1	
Beckmannia syzigachne (STEUD.) FERN. 개피	●					3	
Bromus japonicus THUNB. 참새귀리						4	
Digitaria sanguinalis (L.) SCOP. 바랭이	●			●		5	
Echinochloa crus-galli (L.) BEAUV.돌피		●		●		5	
Eleusine indica (L.) GAERTNER 왕바랭이						2	
Eragrostis ferruginea (THUNB.) P. BEAUV. 그령						1	
Eriochloa villisa (Thunb.) KUMTH 나도개피		●				2	
Festuca arundinacea SCHREB. 큰김의털					●	5	
Imperata cylindrica var. *koenigii* (RETZ.) DURAND et SCHINZ 띠	●	●		●		7	
Leersia japonica MAKINO 나도겨풀	●		●	●		8	
Lolium temulentum L. 독보리						1	◎
Miscanthus sacchariflorus BENTH. 물억새	●		●		●	6	
Panicum dichotomiflorum MICHX. 미국개기장	●				●	5	◎
Paspalum thunbergii KUNTH 참새피		●				3	
Phalaris arundinaceae L. 갈풀		●				3	
Phragmites japonica STEUD. 달뿌리풀		●		●		3	
Sacciolepis indica (L.) CHASE 좀물뚝새	●	●	●	●	●	9	
Setaria faberi HERRMANN 가을강아지풀					●	1	
Setaria glauca (L.) BEAUV. 금강아지풀	●					3	

국토해양부

<표 2.6-38> 계 속

학명	조사지역					비고	
	광천	상지	지정	담산	월림	출현	귀화종
Setaria viridis (L.) BEAUV. 강아지풀	●					5	
Trisetum bifidum (THUNB.) OHWI 잠자리피					●	1	
Vulpia myuros (L.) C.C. GMEL. 들묵새					●	2	◎
Zizania latifolia TURCZ. 줄		●		●		6	
4) Cyperaceae 사초科							
Carex dispalata BOOTT 삿갓사초						1	
Cyperus amuricus MAX. 방동사니						1	
Cyperus iria L. 참방동사니	●				●	6	
Eleocharis congesta D. DON 바늘골						2	
Fimbristylis dichotoma VAHL 하늘지기						5	
Fimbristylis miliacea (L.) VAHL 바람하늘지기	●		●			7	
Kyllinga brevifolia var. *leiolepis* HARA 파대가리	●		●		●	4	
5) Lemna 개구리밥科							
Lemna paucicostata HEGELM. 좀개구리밥		●				1	
Spirodela polyrhiza (L.) SCHLEID. 개구리밥						1	
6) Commelinaceae 닭의장풀科							
Commelina communis L. 닭의장풀	●	●		●	●	10	
Aneilema keisak HASSK. 사마귀풀		●		●		6	
7) Juncaceae 골풀科							
Juncus effusus var. *decipiens* BUCHEN. 골풀		●				3	
8) Liliaceae 백합科							
Hemerocallis fulva var. *kwanso* REGEL 왕원추리						1	
Lilium tigrinum KER-GAWL. 참나리						1	
9) Dioscoreaceae 마科							
Dioscorea tokoro MAKINO 도꼬마리						1	◎
10) Saliaceae 버드나무科							
Salix glandulosa SEEM. 왕버들						1	
Salix graciliglans NAKAI 눈갯버들	●					2	
Salix gracilistyla MIQ. 갯버들				●		1	
Salix koreensis ANDERSS. 버드나무						2	
11) Fagaceae 참나무科							
Castanea crenata S. et Z. 밤나무						1	
12) Ulmaceae 느릅나무科							
Zelkova serrata MAKINO 느티나무						1	
13) Moraceae 뽕나무科							
Morus alba L. 뽕나무						2	
14) Cannabinaceae 삼科							
Humulus japonicus S. et Z. 환삼덩굴	●	●	●	●	●	10	
Vulpia myuros (L.) C.C. GMEL. 들묵새					●	2	◎
Zizania latifolia TURCZ. 줄		●		●		6	
4) Cyperaceae 사초科							
Carex dispalata BOOTT 삿갓사초						1	
Cyperus amuricus MAX. 방동사니						1	
Cyperus iria L. 참방동사니	●				●	6	
Eleocharis congesta D. DON 바늘골						2	

국토해양부

<표 2.6-38> 계 속

학명	조사지역					비고	
	광천	상지	지정	담산	월림	출현	귀화종
Fimbristylis dichotoma VAHL 하늘지기						5	
Fimbristylis miliacea (L.) VAHL 바람하늘지기	●		●			7	
Kyllinga brevifolia var. *leiolepis* HARA 파대가리	●		●		●	4	
5) Lemna 개구리밥科							
Lemna paucicostata HEGELM. 좀개구리밥		●				1	
Spirodela polyrhiza (L.) SCHLEID. 개구리밥						1	
6) Commelinaceae 닭의장풀科							
Commelina communis L. 닭의장풀	●	●		●	●	10	
Aneilema keisak HASSK. 사마귀풀		●		●		6	
7) Juncaceae 골풀科							
Juncus effusus var. *decipiens* BUCHEN. 골풀		●				3	
8) Liliaceae 백합科							
Hemerocallis fulva var. *kwanso* REGEL 왕원추리						1	
Lilium tigrinum KER-GAWL. 참나리						1	
9) Dioscoreaceae 마科							
Dioscorea tokoro MAKINO 도꼬마리						1	◎
10) Saliaceae 버드나무科							
Salix glandulosa SEEM. 왕버들						1	
Salix graciliglans NAKAI 눈갯버들	●					2	
Salix gracilistyla MIQ. 갯버들				●		1	
Salix koreensis ANDERSS. 버드나무						2	
11) Fagaceae 참나무科							
Castanea crenata S. et Z. 밤나무						1	
12) Ulmaceae 느릅나무科							
Zelkova serrata MAKINO 느티나무						1	
13) Moraceae 뽕나무科							
Morus alba L. 뽕나무						2	
14) Cannabinaceae 삼科							
Humulus japonicus S. et Z. 환삼덩굴	●	●	●	●	●	10	
15) Urticaceae 쐐기풀科							
Boehmeria platanifolia FR. et SAV. 개모시풀						2	
Boehmeria spicata THUNB. 좀깨잎나무				●		4	
16) Polygonaceae 마디풀科							
Persicaria blumei GROSS 개여귀				●		3	
Persicaria lapathifolia S.F. GRAY 흰여뀌		●				1	
Persicaria nodosa OPIZ 큰개여뀌						3	
Persicaria perfoliata H. GROSS 며느리배꼽						3	
Persicaria thunbergii H. GROSS 고마리	●	●		●	●	10	
Polygonum aviculare L. 마디풀						1	
Rumex acetocella L. 애기수영					●	1	◎
Rumex crispus L. 소리쟁이	●	●	●	●	●	10	◎
17) Chenopodiaceae 명아주科							
Chenopodium album L. 흰명아주	●					3	◎
Chenopodium album var. *centrorubrum* MAKINO 명아주						1	
Chenopodium ficifolium SMITH 좀명아주						2	◎

국토해양부

<표 2.6-38> 계 속

학명	조사지역					비고	
	광천	상지	지정	담산	월림	출현	귀화종
18) Amaranthaceae 비름科							
Achyranthes japonica (MIQ.) NAKAI 쇠무릅						4	
Amaranthus lividus L. 개비름						1	
19) Phytolaccaceae 자리공科							
Phytolacca americana L. 미국자리공						1	◎
20) Caryophyllaceae 석죽科							
Cerastium holosteoides var. *hallaisanense* MIZUSHIMA 점나도나물	●	●		●	●	7	
Stellaria alsine var. *undulata* OHWI 벼룩나물	●	●	●			3	
Stellaria aquatica SCOP. 쇠별꽃					●	5	
Stellaria media VILLARS 별꽃						1	
21) Ranunculaceae 미나리아재비科							
Clematis apiifolia A.P. DC.사위질빵	●					3	
22) Papaveraceae 양귀비科							
Chelidonum majus var. *asiaticum* (HARA) OHWI 애기똥풀					●	3	
23) Cruciferae 십자화科							
Brassica juncea var. *integrifolia* SINSK 갓						2	◎
Cardamine flexuosa WITH. 황새냉이	●	●		●		4	
Lepidium apetalum WILLD. 다닥냉이						1	◎
24) Rosaceae 장미科							
Potentilla fragarioides var. *major* MAX. 양지꽃			●			2	
Potentilla kleiniana WIGHT et ARNOTT 가락지나물		●		●		5	
Potentilla paradoxa NUTT. 개소시랑개비	●	●		●		4	
25) Leguminosae 콩科							
Albizzia julibrissin DURAZZ. 자귀나무	●					3	
Amorpha fruticosa L. 족제비싸리				●		4	◎
Amphicarpaea edgeworthii var. *trisperma* OHWI 새콩	●		●			2	
Astragalus sinicus L. 자운영			●			1	◎
Dunbaria villosa (THUNB.) MAKINO 여우팥					●	3	
Glycine soja S. et Z. 돌콩					●	2	
Kummerowia striata (THUNB.) SCHINDL. 매듭풀						1	
Lespedeza bicolor TURCZ. 싸리	●					2	
Lespedeza cuneata G. DON 비수리	●		●	●	●	5	
Pueraria thunbergiana BENTH. 칡						2	
Rhynchosia velubilis LOUR. 여우콩						2	
Robinia pseudo-acacia L. 아까시나무						3	◎
Trifolium repens L. 토끼풀	●			●		2	◎
Vicia amoena FISCH. 갈퀴나물	●					1	
26) Anacadiaceae 옻나무科							
Rhus chinensis MILL. 붉나무						1	
27) Celastreceae 노박덩굴科							
Celastrus orbiculatus THUNB. 노박덩굴						1	
28) Hydrocaryaceae 마름科							
Trapa japonica FSEROV 마름						1	
29) Onagraceae 바늘꽃科							
Ludwigia prostrata ROXB. 여뀌바늘		●			●	2	

국토해양부

<표 2.6-38> 계 속

학명	조사지역					비고	
	광천	상지	지정	담산	월림	출현	귀화종
Oenothera odorata JACQ. 달맞이꽃		●	●	●		5	◎
30) Umbelliferae 산형科							
Oenanthe javanica (BL.) DC. 미나리					●	3	
Tarilis japonica (HOUTT.) DC. 사상자						1	
31) Styracaceae 때죽나무科							
Styrax japonica S. et Z. 때죽나무						1	
32) Convolvulaceae 메꽃科							
Calystegia japonica (THUNB.) CHOIS 메꽃				●	●	4	
Cuscuta australis R. BR. 실새삼						1	
Cuscuta japonica CHOIS. 새삼				●	●	2	
Pharbitis nil CHOIS. 나팔꽃						2	
33) Labiatae 꿀풀科							
Leonurus sibiricus L. 익모초						2	
Stachys riederi var. *japonica* MIQ. 석잠풀						1	
34) Scrophulariaceae 현삼科							
Lindernia micrantha D. DON 논뚝외풀		●				1	
Mazus pumilus (BURM. f.) VAN STEENIS 주름잎		●	●	●		3	
35) Plantaginaceae 질경이科	●		●	●	●	7	
Plantago asiatica L. 질경이							
36) Rubiaceae 꼭두서니科							
Paederia scandens (LOUR.) MERR. 계요등			●	●		2	
37) Compositae 국화科							
Artemisia princeps var. *orientalis* (PAMPAN.) HARA 쑥		●		●	●	8	
Bidens bipinnata L. 도깨비바늘						1	
Bidens frondosa L. 미국가막사리		●				5	◎
Coreopsis tinctoria NUTT. 기생초						1	◎
Cosmos bipinnatus CAV. 코스모스						1	◎
Crassocephalum crepidioides (BENTH.) S. MOORE 주홍서나물						3	◎
Croeopsis lanceolata L. 큰금계국						1	◎
Eclipta prostrata L. 한련초		●	●	●	●	6	
Erigeron annuus (L.) PERS. 개망초	●	●	●	●	●	11	◎
Erigeron canadensis L. 망초	●	●		●	●	8	◎
Hemistrpta lyrata BUNGE 지칭개						1	
Lactuca indica var. *laciniata* (O. KUNTZE) HARA 왕고들빼기		●	●	●		8	
Taraxacum officinale WEBER 서양민들fp						2	◎
Youngia denticulata KITAMURA 이고들배기				●		1	
종 수	34	34	21	36	31	125	

국토해양부

나) 어류

○ 문헌조사

환경부에서 실시한 제2차 전국자연환경조사를 활용하여 조사를 실시한 결과 홍성에서 40종이 출현하였던 것으로 확인되었으며 이 중 천연기념물 및 멸

종위기종은 출현하지 않은 것으로 확인되었다. 한국고유종은 13종이 출현하였던 것으로 확인되었으며, 본 조사와는 차이가 있는 것으로 확인되었다.

<표 2.6-39> 문헌조사 목록

학 명	국 명	흥성	비고
ORDER CYPRINIFORMES	잉어목		
FAMILY CYPRINIDAE	잉어과		
Cyprinus carpio	잉어	●	
Carassius auratus	붕어	●	
Rhodeus ocellatus	흰줄납줄개	●	
Rhodeus uyekii	각시붕어	●	특산종
Rhodeus notatus	떡납줄갱이	●	
Acheilognathus lanceolatus	납자루		
Acheilognathus koreanus	칼납자루		특산종
Acheilognathus yamatsutae	줄납자루	●	특산종
Acheilognathus rhombea	납지리		
Acanthorhodeus gracilis	가시납지리	●	특산종
Pseudorasbora parva	참붕어	●	
Pungtungia herzi	돌고기	●	
Gnathopogon strigatus	줄몰개	●	
Squalidus gracilis majimae	긴몰개	●	특산종
Squalidus chankaensis tsuchigae	참몰개	●	특산종
Hemibarbus longirostris	참마자	●	
Pseudogobio esocinus	모래무지	●	
Abbottina rivularis	버들매치		
Abbottina springeris	왜매치	●	특산종
Microphysogobio yaluensis	돌마자	●	특산종
Rhynchocypris oxycephalus	버들치	●	
Aphyocypris chinensis	왜몰개		
Zacco temmincki	갈겨니	●	
Zacco platypus	피라미	●	
Opsariichthys bidens	끄리	●	
Hemiculter eigenmanni	치리	●	
FAMILY COBITIDAE	미꾸리과		
Lefua costata	쌀미꾸리		
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리	●	
Misgurnus mizolepis	미꾸라지	●	
Iksookimia koreensis	참종개	●	특산종
Cobitis lutheri	점줄종개	●	

국토해양부

<표 2.6-39> 계 속

학 명	국 명	흔성	비고
ORDER SILURIFORMES	메기목		
FAMILY SILURIDAE	메기과		
Silurus asotus	메기	●	
Silurus microdorsalis	미유기	●	특산종
FAMILY BAGRIDAE	동자개과		
Pseudobagrus fulvidraco	동자개		
Pseudobagrus koreanus	눈동자개	●	특산종
ORDER OSMERIDAE	바다빙어목		
FAMILY OSMERIDAE	바다빙어과		
Hypomesus olidus	빙어	●	
ORDER MUGILIDAE	숭어목		
FAMILY MUGILIDAE	숭어과		
Mugil cephalus	숭어	●	
Liza haematocheila	가숭어		
ORDER BELONIFORMES	동갈치목		
FAMILY ADRIANICHTHYOIDAE	송사리과		
Oryzias sinensis	대륙송사리	●	
FAMILY HEMIRAMPHIDAE	학공치과		
Hyporhamphus intermedius	줄공치		
ORDER GASTEROSTEIFORMES	큰가시고기목		
FAMILY SYNGNATHIDAE	실고기과		
Syngnathus schlegeli	실고기		
ORDER SYNBRANCHIFORMES	드렁허리목		
FAMILY SYNBRANCHIDAE	드렁허리과		
Monopterus albus	드렁허리		
ORDER PERCIFORMES	농어목		
FAMILY LEIOGNATHIDAE	주둥치과		
Leiognathus nuchalis	주둥치		
FAMILY ODONTOBUTIDAE	동사리과		
Odontobutis platycephala	동사리	●	특산종
Odontobutis interrupta	얼룩동사리	●	특산종
FAMILY GOBIIDAE	망둑어과		
Chaenogobius urotaenius	꾹저구	●	
Synechogobius hastus	풀망둑	●	
Rhinogobius brunneus	밀어	●	
Tridentiger trigonocephalus	두줄망둑	●	
Tridentiger obscurus	검정망둑	●	

국토해양부

<표 2.6-39> 계 속

학 명	국 명	홍성	비고
Tridentiger brevispinis	민물검정망둑		
Favonigobius gymnauchen	날개망둑	●	
Periophthalmus modestus	말뚝망둥어		
Odontamblyopus rubicundus	개소겡		
FAMILY CHANNIDAE	가물치과		
Channa arga	가물치	●	
ORDER TETRAODONTIFORMES	복어목		
FAMILY TETRAODONTIDAE	참복과		
Takifugu niphobles	복섬		
종수		40	

주) 자료출처 : 최신석, 1997. 예산·서산·홍성 가야산 및 그 일대의 담수어류, 제 2차 전국자연환경조사.

○ 현지조사

금회 광천천수계의 5개하천을 확인한 결과 확인된 종은 총 2목 4과 10종 187개체로서 이 중 우점종은 피라미라소 87개체 45.65%의 우점을 나타내었으며 차우점종은 버들치로서 29개체 15.51%의 우점을 나타내었다. 본 조사지구는 대부분이 피라미와 쌀미꾸리의 출현빈도가 높게 나타났다. 쌀미꾸리는 조사지역 전체에 걸쳐 비교적 많은 개체가 출현하였다. 외래도입종 및 환경부 지정 멸종위기종은 확인되지 않았으며 어식성어종은 동사리만이 확인되었다.

국토해양부

종다양성을 분석한 결과 종다양도 1.71, 균등도 0.74, 풍부도 1.72의 비교적 낮은 수치를 나타내었다. 광천천수계 5개하천을 대상으로 한 결과에도 수치가 낮게 나타난 것은 하천의 특성상 다양한 어종의 출현이 일어나지 않았으며 피라미의 우점이 높게 나타났기 때문이었으며 월림천은 출현종이 적어 종다양성이 산출되지 않았고 어종의 구성을 볼 때 각 지천의 본류임에도 불구하고 지천과의 종 구성에 차이가 있는 것으로 확인되었다.

<표 2.6-40> 조사지역별 우점종현황

하천명	우점종	차우점종
광천천	피라미	쌀미꾸리
상지천	피라미	각시붕어
지정천	버들치	피라미
담산천	피라미	갈겨니
월림천	쌀미꾸리	

<표 2.6-41> 조사지역별 종다양성

종다양성	광천천	상지천	지정천	담산천	월림천	sum
종다양도(H')	0.83	1.49	0.42	0.78	0.00	1.71
균등도(E')	0.76	0.72	0.60	0.71		0.74
종풍부도(R')	0.54	1.63	0.28	0.56		1.72

<표 2.6-42> 현지조사시 확인된 어류상

학 명	국 명	광천천	상지천	지정천	담산천	월림천	sum
CLASS OSTEICHTHYES	조기어 강						
ORDER CYPRINIFORMES	잉어목						
FAMILY CYPRINIDAE	잉어과						
Carassius auratus	붕어						
Rhodeus ocellatus	흰줄납줄개		3				3
Rhodeus uyekii	각시붕어		21				21
Pseudorasbora parva	참붕어		5				5
Pungtungia herzi	돌고기						0
Microphysogobio yaluensis	돌마자						0
Rhynchocypris oxycephalus	버들치			29			29
Zacco temmincki	갈겨니				14		14
Zacco platypus	피라미	27	34	5	21		87
FAMILY COBITIDAE	미꾸리과						0
Lefua costata	쌀미꾸리	12	1			1	14
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리	3	5				8
Cobitis lutheri	점줄종개						0
ORDER PERCIFORMES	농어목						
FAMILY ODONTOBUTIDAE	동사리과						
Odontobutis platycephala	동사리		3				3
FAMILY GOBIIDAE	망둑어과						
Rhinogobius brunneus	밀어		2		1		3
합계(sum.)		42	74	34	36	1	187
종수		3	8	2	3	1	10

국토해양부

다) 저서성 대형무척추동물

○ 문헌조사

환경부에서 실시한 제2차 전국자연환경조사를 활용하여 조사를 실시한 결과 홍성지역에서 25종이 출현하였던 것으로 확인되어 총 4문 5강 11목 19과 25종의 저서성대형무척추동물이 출현가능한 것으로 확인되었으며 이 중 천연기념물 및 멸종위기종은 출현하지 않은 것으로 확인되었다.

<표 2.6-43> 문헌조사 목록

종명	국명	조사	빈도
Phylum Platyhelminthes	편형동물문		
Class Tubellaria	와충강		
Order Tricladida	삼기장목		
Family Kenkiidae	플라나리아과		
Dugesia japonica Ichikawz and Kawakatsu	플라나리아	●	1
Phylum Mollusca	연체동물문		
Class Gastropoda	복족강		
Order Mesogastropoda	중복족목		
Family Pleuroceridae	다슬기과		
Semisulcospira forticosta (Martens)	주름다슬기	●	1
Semisulcospira coreana (Martens)	참다슬기	●	1
Order Basommatophora	기안목		
Family Lymnaeidae	물달팽이과		
Lymnaea auricularia (Linnaeus)	물달팽이	●	1
Family Planorbidae	또아리물달팽이과		
Gyraulus chinensis (Dunker)	또아리물달팽이	◑	1
Phylum Annelida	환형동물문		
Class Oligochaeta	빈모강		
Order Archioligochaeta	물지렁이목		
Family Tubificidae	실지렁이과		
Limnodrilus gotoi Hatai	실지렁이	◑	
Class	거머리강		
Order Rhynchobdellida	부리거머리목		
Family Glossiphoniidae	넙적거머리과		1
Alboglossiphonia lata (Oka)	조개넙적거머리	●	
Batracobdella paludosa (Carena)	연두넙적거머리	●	
Glossiphonia complanata (Linnaeus)	갈색넙적거머리		
Phylum Arthropoda	절지동물문		1
Class Insecta	곤충강		1
Order Ephemeroptera	하루살이목		
Family Baetidae	꼬마하루살이과		
Acentrella sibirica Kazlauskas	콩알하루살이		
Beatiella japonica	애하루살이	●	
Baetis fuscatus Linnaeus	개똥하루살이		
Baetis ursinus Kazlauskas	방울하루살이		
Cloeon dipterum (Linnaeus)	두날개하루살이(연못하루)	●	
Labiobaetis atrebatinus (Eaton)	입술하루살이		

국토해양부

<표 2.6-43> 계 속

종명	국명	조사	빈도
Family Ephemeridae	하루살이과		
Ephemera orientalis McLachlan	동양하루살이	●	
Family Heptageniidae	납작하루살이과		
Bleptus fasciatus Eaton	맵시하루살이		
Cinygmula hirasana (Imanishi)	봄총각하루살이		
Ecdyonurus dracon Kluge	참납작하루살이		1
Epeorus latifolium U?no	점박이부채하루살이		
Epeorus pellucidus (Brodsky)	부채하루살이	●	
Order Hemiptera	노린재목		1
Family Nepidae	장구애비과		
Laccotrephes japonensis Scott	장구애비		
Nepa hoffmanni Esaki	메추리장구애비		
Ranatra chinensis Mayr	게아재비	●	
Order Megaloptera	뱀잠자리목		
Family Corydalidae	뱀잠자리과		1
Parachauliodes continentalis Weele	대륙뱀잠자리	◑	
Order Coleoptera	딱정벌레목		
Family Dytiscidae	물방개과		
Laccophilius lewisius Sharp	무늬깨알물방개		
Hyphydrus japonicus Sharp	알물방개		
Guignotus japonicus (Sharp)	꼬마물방개		1
Neonectes natrix (Sharp)	노랑무늬물방개		
Agabus japonicus Sharp	땅콩물방개	●	
Ilybius apicalis Sharp	모래무지물방개		
Rhantus (*Rhantus*) *pulverosus* (Stephens)	애기물방개		
Eretes sticticus (Linnaeus)	잿빛물방개		
Hydaticus (*Hydaticus*) *grammicus* Germar	꼬마줄물방개		
Hydaticus sp.	물방개류		
Order Diptera	파리목		
Family Tipulidae	각다귀과		
Tipula KUa	각다귀 KUa	●	
Tipula KUb	각다귀 KUb		
Tipula KUc	각다귀 KUc		
Pedicia KUa	장수각다귀 KUa		
Antocha KUa	명주각다귀 KUa		

국토해양부

<표 2.6-43> 계 속

종명	국명	조사	빈도
Family Chironomidae	깔따구과		
Tanypodinae sp.	늪깔따구류	●	
Chironomidae sp.	깔따구류	●	
Family Empididae	춤파리과		
Empididae	춤파리류	●	
Family Tabanidae	등에과		
Chrysops suavis	대모등에붙이	●	
Tabanus	여린황등에	●	
Order Trichoptera	날도래목		
Family Hydropsychidae	줄날도래과		
Hydropsyche KUb	줄날도래 KUa		
Hydropsyche KUc	줄날도래 KUb		
Hydropsyche KUe	줄날도래 Kud		
Hydropsyche KUf	줄날도래 KUe		
Cheumatopsyche brevilineata	꼬마줄날도래	●	
Family Glossosomatidae	광택날도래과		1
Glossosoma KUa	광택날도래 KUa	●	
Family Limnephilidae	우묵날도래과		
Apatania KUa	애우묵날도래 KUa	●	
Hydatophylax nigrovittatus McLachlan	띠무늬우묵날도래		
Nothopsyche KUa	갈색우묵날도래 KUa	●	
종수		25	

국토해양부

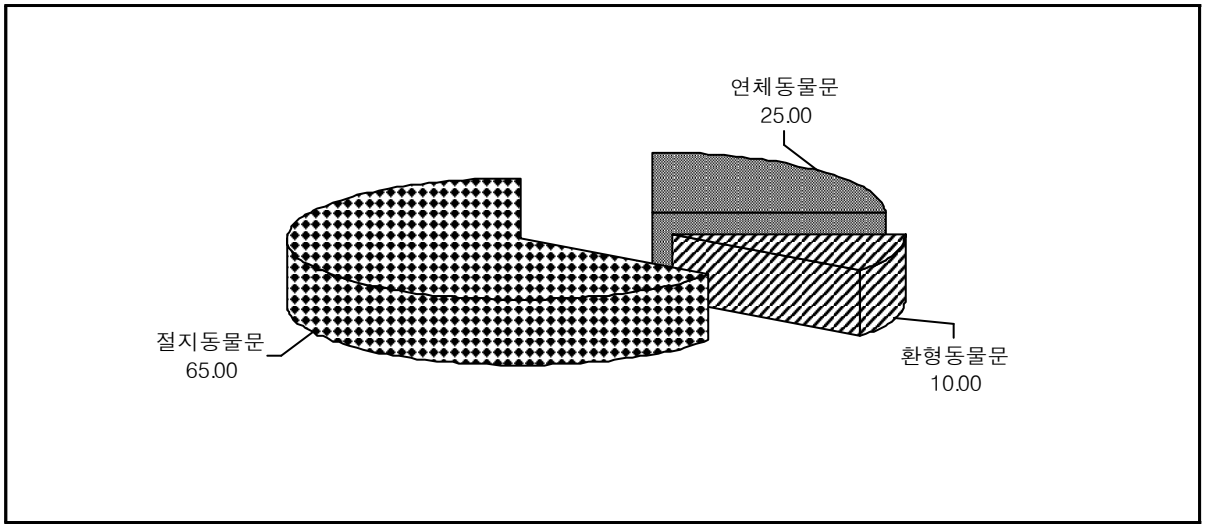
○ 현지조사

현지조사결과 출현한 저서성대형 무척추동물은 3문 5강 9목 16과 20종 667개체로서 이 중 천연기념물 및 환경부 지정 멸종위기종은 출현하지 않았다.

분류군별 종 조성을 보면 절지동물문이 13종으로서 65.00%, 연체동물문이 5종으로 25.00%, 환형동물문이 2종으로서 10.00%의 종구성을 나타내고 있었다.

분류군별 조성은 비곤충류가 7종 갑각류가 1종 하루살이류 5종 노린재류 3종 파리류 2종으로서 하루살이류가 가장 높은 출현종수를 나타내었으나 현존량으로는 깔따구류가 333개체 49.92%로 우점하였으며 차우점종은 왼돌이물달팽이로서 85개체 12.74%의 우점을 나타내었다.

<그림 2.6-4> 저서성대형 무척추동물의 분류군별 현황



<표 2.6-44> 저서성대형 무척추동물의 분류군별 현황

구 분 \ 하 천	광천천	상지천	지정천	담산천	월림천	Total
비곤충류	3	5	2	5	2	7
갑각류		1				1
하루살이류	2		1	2	2	5
잠자리류		2				2
노린재류	1	3	1	1		3
파리류	2	2	1	0	1	2

국토해양부

종다양성을 볼 때 종다양도 1.81, 균등도 0.61, 풍부도 2.92을 나타내어 비교적 수치가 낮은 것으로 나타났으며, 이는 우점종인 깔따구류의 우점이 높았기 때문인 것으로 확인되었다. 또한 조사전 폭우로 인하여 하루살이류 및 날도래류의 출현이 저조하였기 때문인 것으로 여겨졌다. 주로 출현하는 종은 깔따구류, 물달팽이류로서 두 분류군은 고도오염구간에서 주로 출현하는 분류군으로서 수량이 부족할 시 정체수역이 대부분인 것을 확인할 수 있었다.

<표 2.6-45> 현지조사시 확인된 저서성대형 무척추동물상의 종다양성

구 분 \ 하 천	광천천	상지천	지정천	담산천	월림천	Total
종다양도(H')	1.74	1.86	1.15	1.90	0.79	1.81
균등도(E')	0.84	0.73	0.72	0.92	0.49	0.61
종풍부도(R')	1.48	2.26	0.81	2.04	0.77	2.92

<표 2.6-46> 현지조사시 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

학명	국명	광천천	상지천	지정천	담산천	월림천	sum	우점도
Phylum Mollusca	연체동물문							
Class Gastropoda	복족강							
Order Mesogastropoda	중복족목							
Family Viviparidae	논우렁이과							
Cipangopaludina chinensis malleata (Reeve)	논우렁이		13				13	1.95
Family Pleuroceridae	다슬기과							
Semisulcospira coreana (Martens)	참다슬기				3		3	0.45
Order Basommatophora	기안목							
Family Lymnaeidae	물달팽이과							
Lymnaea auricularia (Linnaeus)	물달팽이		5	29	7	3	44	6.60
Family Physidae	왼돌이물달팽이과							
Physa acuta Draparnaud	왼돌이물달팽이	23	1	14		47	85	12.74
Family Planorbidae	또아리물달팽이과							
Gyraulus chinensis (Dunker)	또아리물달팽이	1	5		3		9	1.35
Phylum Annelida	환형동물문							
Class Oligochaeta	빈모강							
Order Archioligochaeta	물지렁이목							
Family Tubificidae	실지렁이과							
Limnodrilus gotoi Hatai	실지렁이	15	21		2		38	5.70
Class	거머리강							
Order Arhynchobdellidae	턱거머리목							
Family Erpobdellidae	돌거머리과							
Erpobdella lineata Muller	돌거머리				2		2	0.30
Phylum Arthropoda	절지동물문							
Class Crustacea	갑각강							
Order Decapoda	십각목							
Family Atyidae	새뱅이과							
Caridina denticulata denticulata De Haan	새뱅이		5				5	0.75
Class Insecta	곤충강							
Order Ephemeroptera	하루살이목							
Family Baetidae	꼬마하루살이과							
Acentrella sibirica Kazlauskas	콩알하루살이							
Baetis fuscatus Linnaeus	개똥하루살이	6					6	0.90
Baetis ursinus Kazlauskas	방울하루살이			2	2		4	0.60
Cloeon dipterum (Linnaeus)	연못하루살이							
Labiobaetis atrebatinus (Eaton)	입술하루살이					1	1	0.15

국토해양부

<표 2.6-46> 계 속

학명	국명	광천천	상지천	지정천	담산천	월림천	sum	우점도
Family Ephemerellidae	알락하루살이과							
Serratella setigera (Bajkova)	범꼬리하루살이				9		9	1.35
Uracanthella rufa (Imanishi)	등줄하루살이	9				4	13	1.95
Family Heptageniidae	납작하루살이과							
Bleptus fasciatus Eaton	맵시하루살이							
Cinygmula hirasana (Imanishi)	봄총각하루살이							
Order Odonata	잠자리목							
Family Calopterygidae	물잠자리과							
Calopteryx atrata Selys	검은물잠자리		1				1	0.15
Calopteryx japonica Selys	물잠자리							
Family Libellulidae	잠자리과							
Crocothemis servilia (Drury)	고추잠자리							
Orthetrum albistylum speciosum (Uhler)	밀잠자리		5				5	0.75
Order Hemiptera	노린재목							
Family Nepidae	장구애비과							
Laccotrephes japonensis Scott	장구애비		5				5	0.75
Ranatra chinensis Mayr	게아재비		1				1	0.15
Family Gerridae	소금쟁이과							
Aquaris paludum (Fabricius)	소금쟁이	7	27	13	3		50	7.50
Order Diptera	파리목							
Family Tipulidae	각다귀과							
Tipula KUa	각다귀 KUa							
Family Chironomidae	깔따구과							
Chironomidae sp.	깔따구류	43	84	82		124	333	49.93
Family Culicidae	모기과							
Culex	집모기류	11	29				40	6.00
합계(sum.)		115	202	140	31	179	667	
종수		8	13	5	8	5	20	

국토해양부

2.7 타 계획과의 조정

본 하천기본계획은 과업대상 하천의 치수 및 환경계획의 근간을 수립함으로서 향후 사업시행시 본 계획에서 설정된 하천개발 방향으로 문제없이 시행되어져야 하므로 기 수립된 타 계획과의 연계성 파악이 선행되어져야 한다. 따라서 본 계획을 기 수립 또는 수립중인 사업과 조정하여 계획을 수립함으로서 향후 사업 시행단계에서의 문제점을 사전에 예방하고자 타 계획을 조사하였으며 조사 범위는 본 과업과 직접적인 연관성이 있는 사업으로 국한하였다.

2.7.1 관련계획

1) 소하천정비 종합계획

금번 하천기본계획에 의해 과업대상 하천으로 유입하는 소하천의 경우 이들 소하천의 하구부 계획홍수위 등을 금번 계획에 따라 조정하여야 할 것이다.

<표 2.7-1> 소하천 현황

본류 하천	소하천명	소하천 구간		연 장 (km)
		시 점	종 점	
광천천	석 포 천	홍성군 은하면 옹암리 633	홍성군 은하면 옹암리 508-11	1.10
	상 옹 천	홍성군 광천읍 상옹리 465-6	홍성군 광천읍 삼봉리 37	2.00
	월 대 천	홍성군 광천읍 운용리 598	홍성군 광천읍 대평리 555-2	2.20
	죽 전 천	홍성군 장곡면 죽전리 754	홍성군 장곡면 죽전리 740	1.41
	신 촌 천	홍성군 광천읍 신진리 17	홍성군 광천읍 신진리 329-1	1.51
	상 신 천	홍성군 광천읍 상정리 296-4	홍성군 광천읍 상정리 326	0.70
	상 정 천	홍성군 광천읍 상정리 285	홍성군 광천읍 상정리 401-2	1.18
	덕 정 천	홍성군 광천읍 상정리 241-2	홍성군 광천읍 상정리 36-1	0.80
	가루게천	홍성군 광천읍 벽계리 331	홍성군 광천읍 벽계리 591-7	1.30
상지천	매 하 천	홍성군 광천읍 매현리 62	홍성군 광천읍 매현리 526	2.00
	신 곡 천	홍성군 구항면 신곡리 494-1	홍성군 구항면 신곡리 354-3	0.75
	청 광 천	홍성군 구항면 청광리 595-2	홍성군 구항면 청광리 411-3	1.87
	괴 열 천	홍성군 구항면 청광리 506-6	홍성군 구항면 청광리 431	1.00
	마 온 천	홍성군 구항면 마온리 175-10	홍성군 구항면 청광리 519	0.60
담산천	중 담 천	홍성군 광천읍 담산리 산22	홍성군 광천읍 담산리 598	0.55

주) 자료출처 : 홍성군 소하천정비 종합계획 (2004. 12)

북도해양부

<표 2.7-2> 소하천정비종합계획과의 연계성 검토

본류 하천	소하천명	측점 (No)	안별	홍수위(EL.m)		증·감 (m)	비 고
				금회 하천정비	소하천정비		
광천천	석 포 천	3+45	좌	4.73	-	-	
	상 옹 천	7+15	좌	5.14	0.76	+4.38	
	월 대 천	71+60	우	18.93	19.79	-0.86	
	죽 전 천	75+40	우	21.88	19.82	+2.06	

주) 자료출처 : 홍성군 소하천정비 종합계획 (2004. 12)

2) 광천 재해위험지구 실시설계(2001. 1, 홍성군)

가. 과업의 목적

홍성군 광천읍의 광천천과 상지천이 집중호우 시 배수불량으로 인한 상습침수지역인 광천재해 위험지구를 금번 예산범위내에서 정비하므로써 하천의 범람과 저지대에 발생된 물을 적기에 배수하여 재해로부터 주민의 생명과 재산을 보호하는데 그 목적이 있다.

나. 과업의 범위

(1) 광천천 정비공사

- 위치 : 홍성군 광천읍 광천천 일원
- 범위 : 제방축조 : L = 1,662.0m(좌안:810.4m, 우안:851.6m)
  하상준설 : L = 831.0m

(2) 상지천 정비공사

- 위치 : 홍성군 광천읍 광천천 일원
- 범위 : 제방축조 : L = 2,905.4m(좌안:1,328.5m, 우안:1,576.9m)
  하상준설 : L = 1,452.7m

다. 과업의 내용

(1) 현지조사

- 조사측량
  · 지형현황측량
  · 하천종·횡단측량
- 하천시설물 조사
  · 하천배수구조물 시설현황조사

국토해양부

2) 기본계획

- 기상 및 수문특성 조사분석
- 확률강우량 산출
- 계획홍수량 산출
- 수리계산
- 홍보지구와 연계성 검토

3) 실시설계

- 하천(제방 및 호안) 설계
- 하천시설물 설계
- 설계도서 작성
- 시방서 작성
- 용지도작성

라. 소요사업비

단위사업별	사 업 개 요	소요사업비(백만원)	비 고
1 . 광 천 천	제방축조(L=1,662.0m)	671,334	
2 . 상 지 천	제방축조(L=2,905.4m)	1,022,666	
3. 사급자재대		11,628	
4. 관급자재대		346,800	
5. 용지보상비		576,322	
6. 폐기물처리비		1,200	
총 사 업 비		2,629,950	

국토해양부

마. 배수펌프장에 의한 내수배제검토

(1) 과업의 목적

홍성군 광천읍의 광천천과 상지천이 집중호우시 배수불량으로 인한 상습침수지역인 광천재해 위험지구를 금번 예산범위내에서 정비하므로써 하천의 범람과 저지대에 발생된 물을 적기에 배수하여 재해로부터 주민의 생명과 재산을 보호하는데 그 목적이 있다.

(2) 과업의 범위

◈ 삼봉배수펌프장

- 위 치 : 홍성군 광천읍 광천리 삼봉마을 일원
- 유수지용적 : V = 4,098㎥

- 인입 수로 : Q = 14.03㎥/sec, L=957m

◈ 광천 배수펌프장

- 위 치 : 홍성군 광천읍 광천리 시내들 일원
- 유수지용적 : V = 8,845㎥
- 인입 수로 : Q = 37.32㎥/sec, L=2,082m

◈ 옹암 배수펌프장

- 위 치 : 홍성군 광천읍 옹암리 상,하옹 일원
- 유수지용적 : V = 32,000㎥
- 인입 수로 : Q = 138.61㎥/sec, L=512m

3) 홍성군 수도정비 기본계획 변경(2009.12, 홍성군)

가. 계획의 목적

본 과업은 홍성군의 생활수준 향상 및 급수구역 확대에 따른 상수도 수요량의 증가에 능동적으로 대처하기 위한 안정적인 상수원 확보, 생산시설의 적기 확장, 적정 처리시설 계획, 급·배수시설의 정비계획 등을 수립하여 군민에게 위생적으로 안전한 물을 안정적, 경제적으로 공급하고 공중위생의 향상과 생활환경의 개선 등을 위한 수도정비 기본계획을 수행하는데 그 목적이 있다.

국토해양부

나. 계획의 범위

본 계획은 홍성군 상수도시설 전반에 걸쳐 검토 분석하고 상수도 장기 발전계획의 일환으로 수도정비 기본계획을 수립하여 급수수요량 파악, 기존시설물 정비계획, 생산시설의 확장계획 및 급·배수시설의 정비계획과 효과적인 유지관리 계획 등 전반적인 정비계획 및 종합계획을 수립한다.

(1) 계획구역

본 계획의 계획구역은 홍성군 전체 행정구역 443.94㎢중 홍북면의 충청남도 도청이전지 6.27㎢를 제외한 437.67㎢를 대상구역으로 하였다.

또한 도청이전지 수용지역을 제외한 홍북면에 대한 수도계획은 도청이전신도시 수도정비 기본계획(2009.9, 충청남도)에서 배수지(신도시 배수지용량 산정시 홍북면 인구에 의한 수요량 반영) 신설계획을 수립하였으며, 홍성군에서는 배수관로 이후의 계획을 수립토록 한다.

<표 2.7-3> 계 획 구 역

구 분	행정구역면적(㎢)	계획구역(㎢)	구성비(%)	비 고
홍성군	443.94	437.67	100.00%	
홍성읍	30.49	30.49	6.97%	
광천읍	35.06	35.06	8.01%	
홍북면	44.67	38.67	8.77%	
금마면	34.18	34.18	7.81%	
홍동면	38.02	38.02	8.69%	
장곡면	54.93	54.93	12.55%	
은하면	30.89	30.89	7.06%	
결성면	29.13	29.13	6.66%	
서부면	55.43	55.43	12.65%	
갈산면	54.35	54.35	12.42%	
구항면	36.79	36.79	8.41%	

국토해양부

(2) 계획목표연도

본 계획에서는 수도정비 기본계획 수립지침(2006. 5, 환경부)에 의거

- 기본계획 수립예정년도를 기준으로 20년 후를 원칙으로 하고,
- 목표연도는 5년단위로 4단계의 시행단계로 구분하여 계획수립

<표 2.7-4> 계획목표연도

구 분	년 도	시 행 년 도
제 1 단계	2010년	2008년~2010년
제 2 단계	2015년	2011년~2015년
제 3 단계	2020년	2016년~2020년
제 4 단계	2025년	2021년~2025년

(3) 계획의 내용

구 분	과 업 내 용	
1) 기초조사 및 자료수집	• 자연적 조건에 대한조사 • 관련계획에 대한 조사 • 상수도 현황조사	• 사회적 특성에 관한조사 • 급수량 산정을 위한 기초조사 • GIS 구축에 관한 조사
2) 기본사항의 결정	• 목표년도 • 계획급수인구 및 관련변화의 분석 • 계획급수량	• 계획급수구역 • 계획급수량 원단위
3) 시설확충계획	• 확장용량 계획	• 송·배수시설계획
4) 시설개량계획	• 자료수집 및 평가 • 유량계 등 설비 및 시스템 개량계획	• 송·배수시설계획 • 시설의 폐지 또는 휴지
5) 마을상수도 및 소규모 급수시설 정비계획	• 현황조사 • 시설개선계획 수립	• 운영현황 조사 및 분석 • 도서지역 정비계획
6) 상수원 확보 및 대체수원 개발계획	• 상수원 계획검토	• 대체수원 개발계획
7) 상수도 수질관리계획	• 송·배수 수질관리	• 먹는물 수질검사 강화
8) 상수도 수요관리계획	• 물수요 종합계획 • 중수도 보급계획	• 유수율 향상계획 • 절수설비 보급계획
9) 운영관리 개선계획	• 경영체계개선 • 교육훈련, • 기구정비	• 연구 및 기술개발 • 정보화 관리
10) 기술진단계획	• 일반기술진단	• 관망진단
11) 재해대책	• 수질사고 대책 • 내진대책, • 기타 안전관리대책	• 비상급수대책 • 동절기 대책
12) 사업시행 및 재정계획	• 소요사업비 • 재정계획	• 사업시행 우선순위

국토해양부

다. 사업시행계획

본 계획에서는 체계적이고 종합적인 수도정비를 위한 단계별 시설계획 및 투자계획의 수립을 위하여 다음과 같이 홍성군의 도시개발목표, 수도보급계획 등을 고려하고, 투자효과 및 군의 재정상태 등을 감안하여 각 급수구역별 사업우선순위를 결정하였으며 그 내용은 다음과 같다.

<표 2.7-5> 사업시행 우선순위

구 분		시설확충계획	시설개량계획	마을상수도정비	수요관리계획
단기계획	1 단계 2010년	• 홍성급수분구 - 배수관로 - 배수가압장 • 광천급수분구 - 배수관로 • 홍동,홍북급수분구 - 배수관로	• 노후관교체 -홍성,광천,갈산급수분구 • 블록시스템 -홍성,광천급수분구 • 배수지설비교체 -홍성1,2, 광천, 결성, 구항, 갈산배수지	• 마을상수도 -개량 : 19개소 -전환 : 18개소 • 소규모급수시설 -개량 : 6개소 -전환 :9개소	• 유수율제고 -계량기교체 -GIS구축 • 절수설비보급 • 하수처리수재이용 • 교육홍보
	2 단계 2015년	• 홍성급수분구 -송・배수관로 -배수감압변 -비상급수체계 • 광천급수분구 -배수관로 • 결성급수분구 -배수관로 -배수감압변 • 서부급수분구 -서부배수지 -송・배수관로 -비상급수체계 • 은하급수분구 -배수감압변 -비상급수체계 • 구항급수분구 -구항배수지 -배수관로 • 갈산,홍동,홍북급수분구 -배수관로	• 노후관교체 -홍성,광천,갈산 급수분구 • 블록시스템 -홍성,광천,결성,서부,은하,갈산,구항급수분구 • 유량계설치 -홍성,서부,은하,홍동 급수분구	• 마을상수도 -개량 : 1개소 -전환 : 28개소 • 소규모급수시설 -개량 : 7개소 -전환 : 14개소	• 유수율제고 -계량기교체 -GIS구축 • 중수로보급 • 교육홍보

국토해양부

<표 2.7-5> 계 속

구 분		시설확충계획	시설개량계획	마을상수도정비	수요관리계획
장기계획	3 단계 2020년	• 홍성급수분구 -홍성3(확충)배수지 -배수관로 • 광천급수분구 -배수관로 • 결성,서부,은하,갈산,구항,홍북급수분구 -배수관로 • 홍동급수분구 -홍동배수지 -배수관로	• 노후관교체 -홍성,광천,갈산 급수분구 • 블록시스템 -홍성, 광천 급수분구	• 마을상수도 -전환 : 11개소 • 소규모급수시설 -전환 : 8개소	• 유수율제고 -계량기교체 -GIS구축 • 교육홍보
	4 단계 2025년	• 광천급수분구 -배수관로 -배수가압장 • 결성,서부,은하, 갈산,구항,홍동,홍북급수분구 -배수관로	• 노후관교체 -홍성,광천,결성,서부,갈산 급수분구 • 블록시스템 -홍성, 광천 급수분구	• 마을상수도 -전환 : 9개소 • 소규모급수시설 -전환 : 2개소	• 유수율제고 -계량기교체 -GIS구축 • 교육홍보

국토해양부

<표 2.7-6> 사업시행 개요

구분	단기계획		장기계획		비고
	1단계(2010년)	2단계(2015년)	3단계(2020년)	4단계(2025년)	
1. 시설확충계획					
• 배수지(㎥)	V=1,520	V=7,300	V=2,100	-	총계:V=11,640
홍성급수구역	-	V=5,000(신설)	V=1,500(증설)	-	기계획, 금회계획
광천급수구역	-	-	-	-	-
서부급수구역	-	V=1,400(신설)	-	-	금회계획
은하급수구역	-	V=800(신설)	-	-	기계획
갈산급수구역	V=420(신설)	-	-	-	기계획 (갈산단지)
구항급수구역	-	V=100(증설)	-	-	
홍동급수구역	V=1,100(신설)	-	V=600(증설)	-	기계획, 금회계획
• 송수관로(m)	6,932	7,733	-	-	총계:14,665m
홍성급수구역	D500mm, 1,850m	D300mm, 2,233m	-	-	기계획, 금회계획
광천급수구역	-	-	-	-	
결성급수구역	-	-	-	-	
서부급수구역	-	D250㎜, 5,454m	-	-	금회계획
은하급수구역	-	D200㎜, 46m	-	-	기계획
갈산급수구역	D200㎜, 737m	-	-	-	기계획
구항급수구역	-	-	-	-	
홍동급수구역	D250㎜, 4,345m	-	-	-	기계획
• 배수관로(m)	18,765	57,782	42,862	22,198	총계:141,606
홍성급수구역	11,172	7,131	3,063	-	21,367
광천급수구역	3,177	4,761	2,810	1,463	12,211
결성급수구역	-	1,639	1,103	1,124	3,866
서부급수구역	-	6,226	341	1,389	7,955
은하급수구역	-	-	1,916	1,098	3,014
갈산급수구역	-	841	2,102	2,224	5,168
구항급수구역	-	214	1,675	1,450	3,338
홍동급수구역	1,779	36,231	7,007	6,486	51,503
홍북급수구역	2,637	740	22,845	6,963	33,184

국토해양부

<표 2.7-6> 계 속

구분	단기계획		장기계획		비고
	1단계(2010년)	2단계(2015년)	3단계(2020년)	4단계(2025년)	
• 배수가압장(개소)	1개소	-	-	1개소	총계:2개소
홍성급수구역	1개소	-	-	-	5,663㎥/일
광천급수구역	-	-	-	1개소	327㎥/일
결성급수구역	-	-	-	-	
서부급수구역	-	-	-	-	
은하급수구역	-	-	-	-	
갈산급수구역	-	-	-	-	
구항급수구역	-	-	-	-	
홍동급수구역	-	-	-	-	
• 배수감압변(개소)	-	3개소	-	-	총계:3개소
홍성급수구역	-	1개소	-	-	
광천급수구역	-	-	-	-	
결성급수구역	-	1개소	-	-	
서부급수구역	-	-	-	-	
은하급수구역	-	1개소	-	-	
갈산급수구역	-	-	-	-	
구항급수구역	-	-	-	-	
홍동급수구역	-	-	-	-	
• 비상급수계획(개소)	-	9개소	-	-	총계:9개소
홍성급수구역	-	6개소	-	-	
광천급수구역	-	-	-	-	
결성급수구역	-	-	-	-	
서부급수구역	-	1개소	-	-	
은하급수구역	-	2개소	-	-	
갈산급수구역	-	-	-	-	
구항급수구역	-	-	-	-	
홍동급수구역	-	-	-	-	

국토해양부

<표 2.7-6> 계 속

구 분	단기계획		장기계획		비 고
	1단계(2010년)	2단계(2015년)	3단계(2020년)	4단계(2025년)	
2. 시설개량계획					
• 노후관교체	73,317	48,237	34,729	45,081	
홍성급수구역	44,300	29,145	20,984	22,151	
광천급수구역	24,492	16,115	11,601	12,247	
결성급수구역	-	-	-	8,001	
서부급수구역	-	-	-	420	
은하급수구역	-	-	-	-	
갈산급수구역	4,525	2,977	2,144	2,262	
구항급수구역	-	-	-	-	
홍동급수구역	-	-	-	-	
• 블록시스템 구축	694개소	3,299개소	2,079 개소	2,079개소	
홍성급수구역	437개소	1313개소	1313개소	1313개소	
광천급수구역	257개소	766개소	766개소	766개소	
결성급수구역	-	52개소	-	-	
서부급수구역	-	334개소	-	-	
은하급수구역	-	432개소	-	-	
갈산급수구역	-	335개소	-	-	
구항급수구역	-	67개소	-	-	
홍동급수구역	-	-	-	-	
• 유량계 설치	-	4개소	-	-	
• 배수지설비 교체	기계·전기·계측제어				
3. 마을상수도 및 소규모급수시설	- 개량 : 25개소 - 전환 : 27개소	- 개량 : 8개소 - 전환 : 42개소	- 전환 : 19개소	- 전환 : 11개소	
4. 기 타	- 계량기 교체 - 절수기 보급	- GIS구축 - 하·폐수처리수이용		- 중수도 보급 - 교육 및 홍보	

국토해양부

4) 홍성군 하수도정비 기본계획 변경(2009.12, 홍성군)

가. 계획의 목적

● 본 계획의 목적은 하수도 시설물에 대한 현지조사를 실시하여 공공하수도 대장 및 조서를 작성하고, 기 수립된 상위계획 및 도시개발계획 등 관련자료를 충분히 검토하여 체계적이고 합리적인 하수도정비 기본계획을 수립함으로써 효율적인 하수행정의 기반을 구축하고, 하수도 사업의 계획적인 추진과 투자의

효율화를 기하며,

● 기존 하수도시설을 정비·보완하고 신설 하수관거 및 공공하수처리시설 계획을 수립함으로써 쾌적한 도시환경 조성과 하수도 보급률 증대를 통한 공공수역의 수질개선 및 공중위생의 향상과 자연생태계를 보전함에 그 목적이 있다.

나. 계획의 내용

본 계획은 홍성군에 대한 전반적인 하수도정비 기본계획으로서 그 범위는 다음과 같다.

(1) 자료수집 분석 및 조사

(2) 하수도정비 기본계획

- 하수처리구역 설정 및 계획하수량, 계획수질 산정
- 관거계획
- 공공하수처리시설 계획
- 하수처리수 재이용계획 수립
- 하수찌꺼기(슬러지) 처리·처분계획 수립
- 분뇨처리시설 계획 수립
- 재정계획
- 하수도시설 운영 및 유지관리계획
- 사업의 시행효과분석

(3) 공공하수도대장 및 조서 작성

(4) 관거수준측량

(5) 유량 및 수질 조사

국토해양부

다. 계획의 범위

(1) 목표년도

● 최종목표년도 : 2025년 ● 5개년씩 4단계의 시행단계로 구분

<표 2.7-7> 단계별 목표년도

구 분	1 단계	2 단계	3 단계	4 단계
기 간	2007년~2010년	2011년~2015년	2016년~2020년	2021년~2025년
목표년도	2010년	2015년	2020년	2025년

라. 주요 내용

<표 2.7-8> 기본계획 주요 변경내용

구 분		당초계획(2003. 11)				금 회 계 획				
단계별 목표년도		1단계	2단계	3단계	4단계	기준년도	1단계	2단계	3단계	4단계
		2006년	2011년	2016년	2021년	2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
계획인구(인)		98,809	101,887	105,202	108,771	89,540	88,000	98,000	96,000	95,000
배수구역면적(㎢)		443.57	443.57	443.57	443.57	437.66	437.66	437.66	437.66	437.66
처리구역 면적 (㎢)	계	9.05	10.06	11.32	11.67	11.298	17.559	26.063	26.063	26.063
	홍성	5.78	6.39	7.20	7.20	5.751	6.664	11.376	11.376	11.376
	광천	2.59	2.59	2.98	2.98	2.676	4.377	4.531	4.531	4.531
	남당	-	-	-	-	-	-	0.575	0.575	0.575
	소규모	0.68	1.08	1.14	1.49	2.871	6.518	9.581	9.581	9.581
처리인구 (인)	계	54,861	59,688	63,251	67,515	49,362	53,445	68,754	68,254	68,454
	홍성	39,341	42,389	45,674	49,213	37,070	37,420	46,420	46,120	46,220
	광천	12,630	12,660	12,690	12,720	9,422	9,400	10,700	10,500	10,600
	남당	-	-	-	-	-	-	1,133	1,133	1,133
	소규모	2,890	4,639	4,887	5,582	2,870	6,625	10,501	10,501	10,501
계획 하수량 (㎥/일)	계	16,312	17,375	26,477	19,810	18,864	19,678	25,426	25,271	25,324
	홍성	11,326	12,381	13,787	14,799	14,529	14,597	17,226	17,130	17,153
	광천	4,986	4,994	5,003	5,011	3,761	3,756	4,140	4,081	4,111
	남당	-	-	-	-	-	-	1,960	1,960	1,960
	소규모	709	1,206	1,261	1,358	574	1,325	2,100	2,100	2,100
공공하수 처리시설 계획		• 홍성공공하수처리시설 신설 -신설(2003년) Q=17,000㎥/일 • 광천공공하수처리시설 신설 -신설(2005년) Q= 5,000㎥/일 • 마을하수도 처리시설 신설 -신설 : Q=1,405㎥/일(23개소)				• 홍성공공하수처리시설 고도처리 개선 -기존(운영중) Q=17,000㎥/일 -고도처리개선(2013년) Q=17,000㎥/일 • 남당공공하수처리시설 신설 -신설(2015년) Q= 2,000㎥/일 • 소규모하수처리시설 신설 및 개량 -신설(2010년) Q= 1,030㎥/일(12개소) -신설(2015년) Q= 745㎥/일(15개소) -개량 Q= 34㎥/일(1개소)				
하수배제방식		분류식				분류식				
관거계획		• 신설관거 -우수관거 : 68,414m -오수관거 : 102,977m -합류관거 : 1,500m (차집관거) • 개량관거: 33,786m				• 신설관거 -우수관거: 40,138m -오수관거: 161,348m -합류관거: - (차집관거) • 개량관거: 6,034m				
기타 시설계획		-				• 하수찌꺼기 처리시설 설치(Q=19㎘/일) • 분뇨처리시설 개량계획(Q=50㎥/hr) • 하수처리수 재이용계획(Q=6,002㎥/일)				

국토해양부

3.0 하 천 측 량

국토해양부

3.1 일반 사항

3.2 지형현황 측량

3.3 거리표(종단측점)의 설치

3.4 측량 내용

국토해양부

3.0 하천측량

3.1 일반 사항

본 과업구간 내 하천기본계획(변경) 및 하천대장 작성에 필요한 기본자료를 얻기 위하여 「광천천수계 하천정비기본계획(2005.12, 충청남도)」의 자료를 참고하여 금회 변경구간 3.00km에 대해 하천구역은 물론 연안인접 지역의 모든 지형, 지물의 위치와 표고 등 현황을 자세히 조사 측량하여 하천기본계획과 하천대장 작성의 기본자료로 활용할 수 있도록 소정의 작업 규정에 의하여 측량을 실시하였다.

또한, 측량실시 전 측량법 제29조 규정에 의거 공공측량 작업규정을 작성 제출하여 국립지리원장의 승인을 득한 후 공공측량작업 규정에 의거 측량을 실시하였으며 측량성과는 측량법 제33조 및 동법 제34조의 규정에 따라 측량성과를 제출하여 대한측량협회의 심사를 득 하였다.

<표 3.1-1> 측량실시 현황

하천명		조사연장 (km)	종단측량 (km)	횡단측량 (본)	표석매설 (개소)	비고
광천천	기수립	8.96	8.96	115	15	2005년
	변 경	3.00	3.00	72	-	

국토해양부

3.2 지형현황측량

3.2.1 삼각측량

지형현황측량은 과업대상하천의 하천구역 및 연안지역에 대하여 축척 1/2,500으로 실시하되 기왕에 측량된 성과, 현지조사자료, 지적도 등을 참조하여 보완하였다. 또한, 과업구간에 대한 하천주변의 상황이 자세히 나타날 수 있도록 유제부는 제내측으로 100m 이상, 무제부는 홍수위선 이상까지의 구간에 대하여 지형, 지물, 및 교량, 양수장, 배수문 등 주요구조물의 위치 및 고저가 정확히 나타날 수 있도록 상세하게 실시하였다. 지형현황측량을 위해 사용한 기준삼각점 현황은 다음과 같다.

<표 3.2-1> 기준 삼각점 현황

삼각점번호	위 치	종좌표(X)	횡좌표(Y)	표고(EL.m)	비 고
△302	충청남도 보령시 청소면 죽림리 산60	329,919.058	165,388.800	53.700	
△410	충청남도 홍성군 은하면 장척리 산19-1	332,006.702	164,733.005	42.010	
△315	충청남도 홍성군 광천읍 내죽리 산50-4	334,675.083	168,902.307	36.210	
△465	충청남도 홍성군 광천읍 매현리 산50-1	336,058.162	167,693.777	59.540	

3.2.2 수준측량

지형측량 및 종·횡단측량을 위한 수준점은 국토지리정보원의 기설 기본수준점 성과를 이용하여 조사구간내의 모든 기준점(도근점 및 측점)에 대하여 왕복측량을 실시하였으며, 금회 이용한 국토지리정보원의 기본수준점 성과는 <표 3.2-2>와 같다.

<표 3.2-2> 기준 수준점 현황

수준점 번호	표고(EL.m)	위 치	비 고
BM 37-29-00	11.4595	충청남도 홍성군 광천읍 신지리 411-2	
BM 37-28-01	4.6248	충청남도 홍성군 광천읍 옹암리 353-2	

국토해양부

3.3 거리표(종단측점)의 설치

3.3.1 종단측량

조사구간에 대하여 측점간격은 50m을 기준으로 하였으며, 취수보, 낙차공, 교량, 배수문 등 주요하나 하천부속물 및 구조물에 대하여 추가 측점을 선정하였다.

금회 실시한 종단측량 성과의 축척은 종 1/100, 횡 1/2,500로 작도하여 보고서 부도에 수록하였다.

3.3.2 횡단측량

횡단측량은 하천유심의 직각방향으로 매 50m마다 실시하되 주요 구조물 지점 및 지형이 급변하는 지점에서는 추가 측점을 두어 측량하였으며, 종단측량에서 측정한 수준표에 연결하였다. 횡단측량의 점간거리는 20m를 원칙으로 하되 지형이 급변하는 장소에서는 추가 측정하였다. 측량범위는 무제부에서는 계획홍수위선까지의 구간, 유제부에서는 제외지는 전부, 제내지는 100m까지를 원칙으로 하되 지형을 고려

하여 가감 실시하고 일제 관측수위를 동시에 측정하여 횡단면도에 표시하였다.

횡단측량성과의 축척은 횡1/500, 종1/100으로 작도하여 보고서 부도에 수록하였다.

3.4 측량 내용

3.4.1 지적도 복사 및 축도

해당 행정관서(도 · 군)에 비치된 본 과업구간내의 지적도(축척 1/1,000, 1/1,200) 및 임야도(축척 1/6,000)를 축소 혹은 확대하여 기본도면을 작성한 후 금번 측량한 지형현황평면도(1/2,500)를 이용하여 부도를 작성하였다.

3.4.2 표석매설

차후 하천공사 시 측량기준점이 될 수 있도록 「광천천수계 하천정비기본계획(2005.12, 충청남도)」시 광천천 연변을 따라 약 1㎞마다 좌우 양안에 지그재그로 총 15개의 표석을 설치하였다. 설치위치는 하천 양안 제방 둑마루 또는 기왕 홍수위보다 높은 지점으로서 영구보존 가능한 지점에 매설함을 원칙으로 하되 장래 수해복구공사가 시행될 것을 고려하여 결정하였으며, 표석매설 성과는 다음 <표 3.4-1> 및 <그림 3.4-1>와 같다.

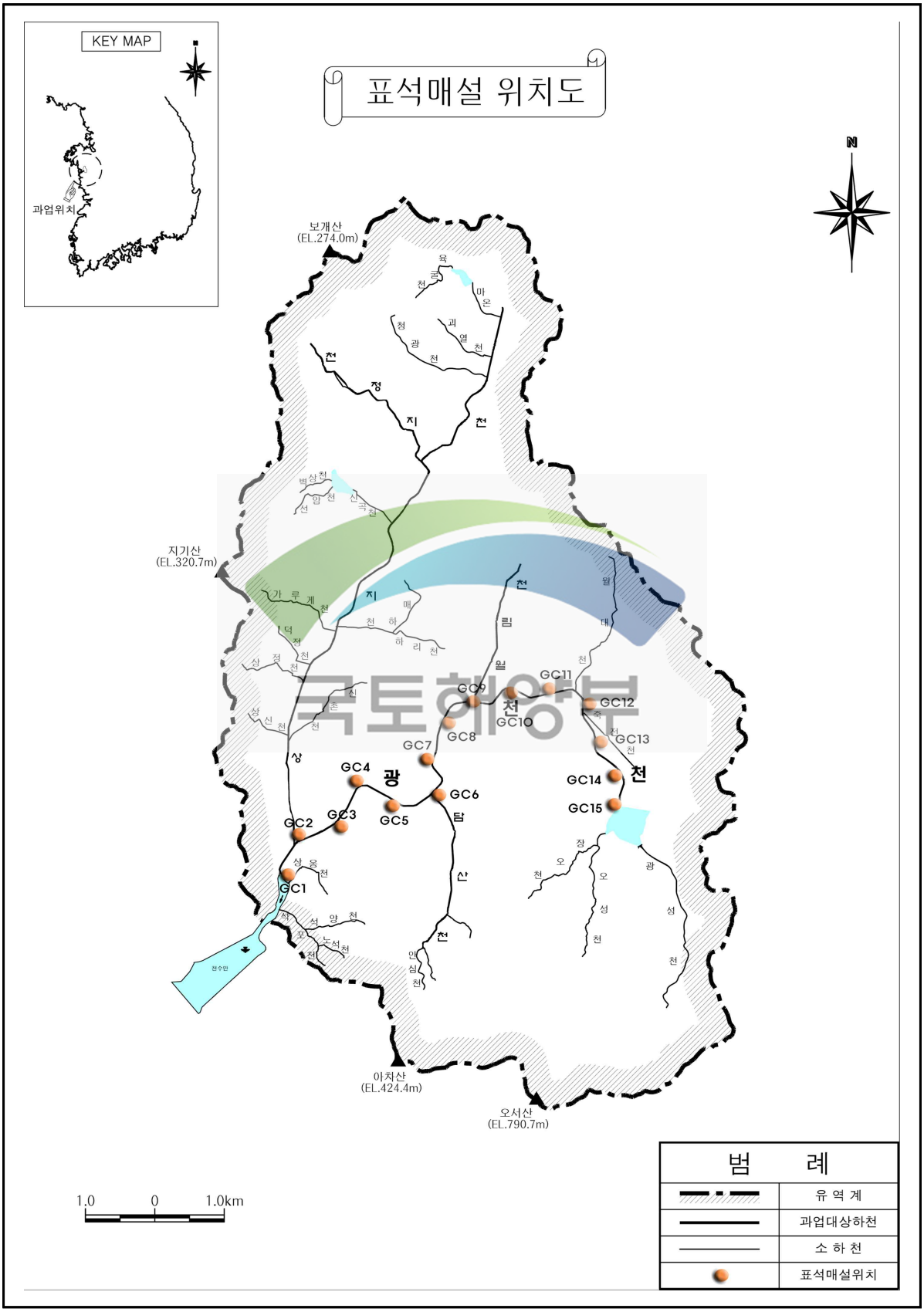
기준점표석에는 표석둘레4면에 <수준점> <하천정비> <2005> <충청남도>를 음각하여 매설하였다.

국토해양부

<표 3.4-1> 표석매설 성과

하천명	표석번호	측점(No.)	좌우안별	위치			표고(EL.m)	비고
				행정구역	X	Y		
광천천	GC1	8	L	홍성군 광천읍 옹암리	332208.240	165571.383	6.464	
	GC2	14	R	홍성군 광천읍 광천리	332788.038	165755.361	7.764	
	GC3	20	L	홍성군 광천읍 광천리	332968.086	166298.769	6.129	
	GC4	26	R	홍성군 광천읍 광천리	333542.287	166597.652	7.718	
	GC5	32	L	홍성군 광천읍 광천리	333283.943	167095.493	8.586	
	GC6	38	L	홍성군 광천읍 가정리	333384.409	167672.229	11.549	
	GC7	44	R	홍성군 광천읍 소암리	333910.463	167646.747	12.849	
	GC8	50	L	홍성군 광천읍 소암리	334456.365	167826.300	13.698	
	GC9	56	R	홍성군 광천읍 대평리	334763.348	168252.848	14.703	
	GC10	62	L	홍성군 광천읍 내죽리	334900.671	168782.425	16.814	
	GC11	68	R	홍성군 광천읍 대평리	334880.530	169341.061	18.219	
	GC12	74	R	홍성군 장곡면 죽전리	334702.938	169851.065	20.790	
	GC13	80	R	홍성군 장곡면 죽전리	334145.742	170023.319	23.897	
	GC14	86	L	홍성군 장곡면 죽전리	333708.975	170339.661	28.428	
	GC15	91	R	홍성군 장곡면 죽전리	333252.593	170321.131	42.471	

<그림 3.4-1> 표석매설위치도



4.0 홍수량 및 홍수위 산정

4.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량

4.2 홍수위 산정

국토해양부

4.0 홍수량 및 홍수위 산정

4.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량

4.1.1 기본방향

홍수량의 산정은 유역 내에서 측정된 연별 최대유량을 빈도분석하여 획득하는 직접적인 방법이 가장 정확한 방법이나 유역 내에 수문량을 결정할 만한 신뢰도가 높은 충분한 유량측정 자료가 없는 경우 그 결과를 신뢰하기에는 문제가 따른다.

따라서, 본 과업구간내의 홍수량 산정은 그 차선책으로 강우량 및 유역의 특성으로부터 홍수량을 구하는 간접방법을 이용하였다.

또한, 「하천기본계획수립 지침(2008, 국토부)」 및 기 수립된「광천천수계 하천정비기본계획(2005.12, 충청남도)」을 참고하여 홍수량 산정 및 결정방법을 검토하였으며, 그 내용은 다음 <표 4.1-1>와 같다.

국토해양부

<표 4.1-1> 홍수량 산정절차 비교

검토항목	세 부 항 목	
	기 수 립	변 경
• 홍수량 산정지점	• 산정지점 : 12개소	• 산정지점 : 12개소
• 강우자료수집	• 보령관측소(기상청) • 매시강우량(지속시간 최대) - 보 령 : 1973~2004년(32개년)	• 보령관측소(기상청) • 매시강우량(지속시간 최대) ***- 보 령 : 1973~2009년(37개년)***
• 확률강우량	• Fard2002 이용 - Gumbel분포 채택 (확률가중모멘트법)	• Fard2006 이용 - Gumbel분포 채택 (확률가중모멘트법)
• 면적확률강우량 (A > 25.9㎢)	• 면적우량 환산계수 반영	• 면적우량 환산계수 반영
• 강우강도식 유도 • 강우의 시간분포	• Sherman형(최소자승법) - 장단기 구분 : 전기간 통합형 • HUFF4분위법(2분위)	• Sherman형(최소자승법) ***- 장단기 구분 : 120분*** • HUFF4분위법(2분위)
• 유효우량 산정	• NRCS방법(AMC-Ⅲ 적용) - 정밀토양도+수치토지이용도	• NRCS방법(AMC-Ⅲ 적용) - 정밀토양도+수치토지이용도
• 홍수도달시간 • 계획빈도 설정 • 유출모형	• Kraven Ⅱ(채택), Rziha, Kirpich, Kraven Ⅰ 비교 • 재현기간 100 ~ 50년 빈도 • Clark유역추적(채택), NRCS, Nakayasu방법 결과 비교	• Kraven Ⅱ(채택), Rziha, Kirpich, Kraven Ⅰ 비교 • 재현기간 100 ~ 50년 빈도 • Clark유역추적(채택), NRCS, Nakayasu방법 결과 비교

4.1.2 홍수량 산정지점

본 과업구간의 치수대책수립 등을 위한 홍수량 산정 지점은 유역특성 등을 감안하여 본 과업대상 하천의 주요 구조물 지점, 지류 합류점 전·후 등 총 12개 지점을 선정하였다.

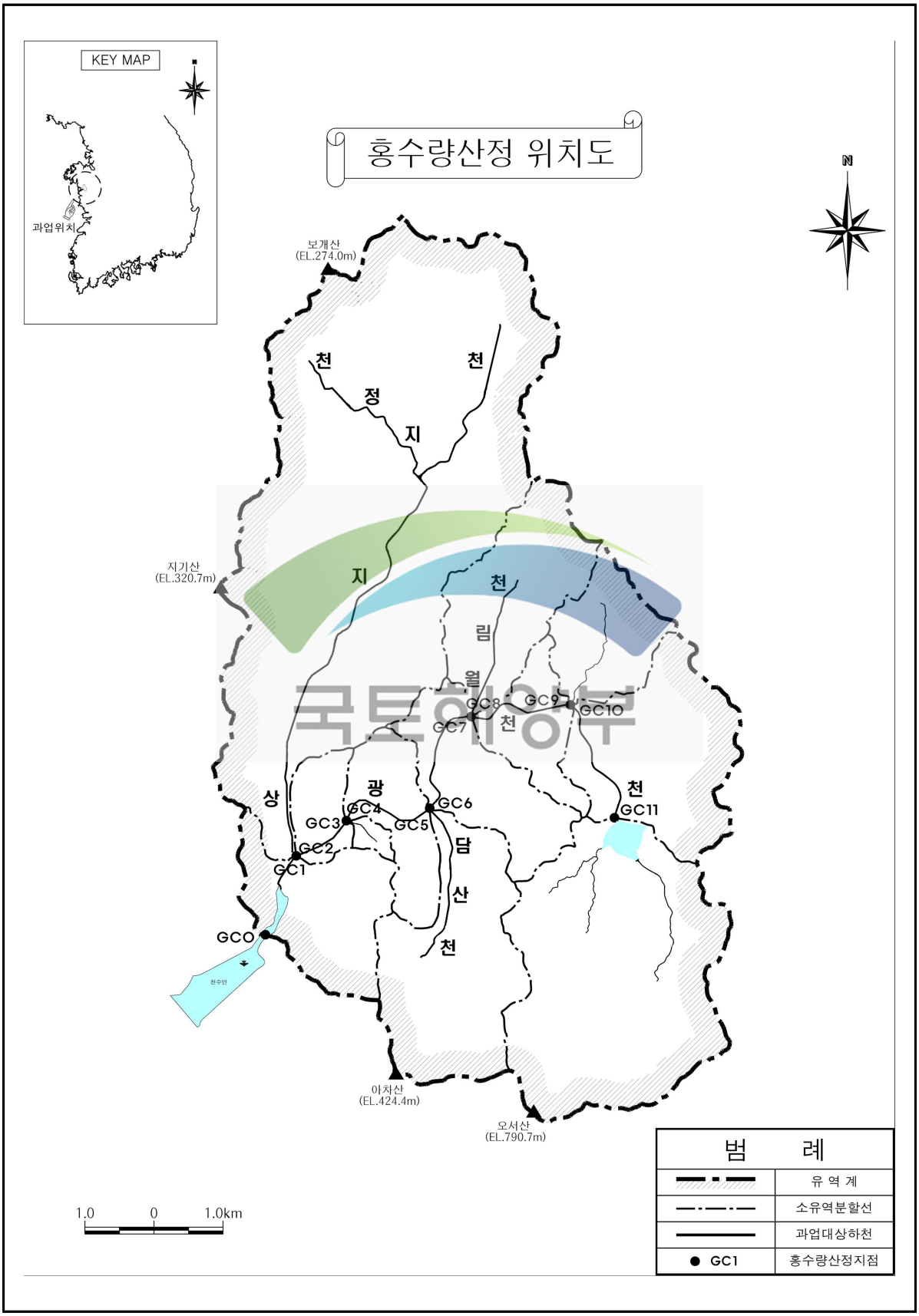
본 과업대상 하천에 대한 홍수량 산정지점은 다음 <표 4.1-2> 및 <그림 4.1-1>과 같다.

<표 4.1-2> 홍수량 산정지점

하 천	산 정 지 점	부 호	측 점 (No.)	유역면적 A(㎢)	유로연장 L(㎞)	비 고
광천천	광천천 종점	GC0	0+00	66.64	15.16	
	상지천 합류후	GC1	13+25	63.08	13.70	
	상지천 합류전	GC2	13+25	37.32	13.70	
	광천리 지류 합류후	GC3	23+30	36.12	12.70	
	광천리 지류 합류전	GC4	23+30	35.88	12.70	
	담산천 합류후	GC5	37+90	33.58	11.20	
	담산천 합류전	GC6	37+90	27.79	11.20	
	월림천 합류후	GC7	55+50	24.51	9.45	
	월림천 합류전	GC8	55+50	20.38	9.45	
	월대천 합류후	GC9	71+60	18.45	7.86	
	월대천 합류전	GC10	71+60	16.01	7.86	
	장곡 저수지 지점	GC11	89+55	10.82	5.92	

국토해양부

<그림 4.1-1> 홍수량산정지점 위치도



4.1.3 강우분석

강우현상은 기상 및 지형적인 자연요소에 따라 시시각각 변화하기 때문에 이를 정확하게 예측하거나 파악하기는 매우 곤란하다. 따라서, 수문학적으로 이용되는 강우에 대한 해석이란 과거 해당지점의 관측자료를 근거로 통계학적인 기법을 이용하고 있으며, 본 과업에서는 <그림 4.1-2>와 같이 강우빈도해석 절차에 의해 빈도해석을 실시하고, 적합도 검정기법에 의해 최적분포형을 선정한 후 지속시간별 확률강우량을 채택하였다.

1) 강우자료의 채택

홍수방어를 위해서는 치수목적에 맞는 임계지속시간 개념의 홍수유출분석이 필요하며, 이를 위해서는 지속시간별 확률강우량 산정이 선행되어야 한다. 또한 지속시간별 확률강우량을 산정하기 위해서는 장기간의 시간 또는 분단위의 축적된 강우관측기록이 필요하다.

금회 과업에서는 자료조사기간, 자료의 적용성 등을 고려하여 유역인근에 위치한 보령관측소(기상청)를 지배관측소로 선정하였다.

가. 지속시간별 최대우량

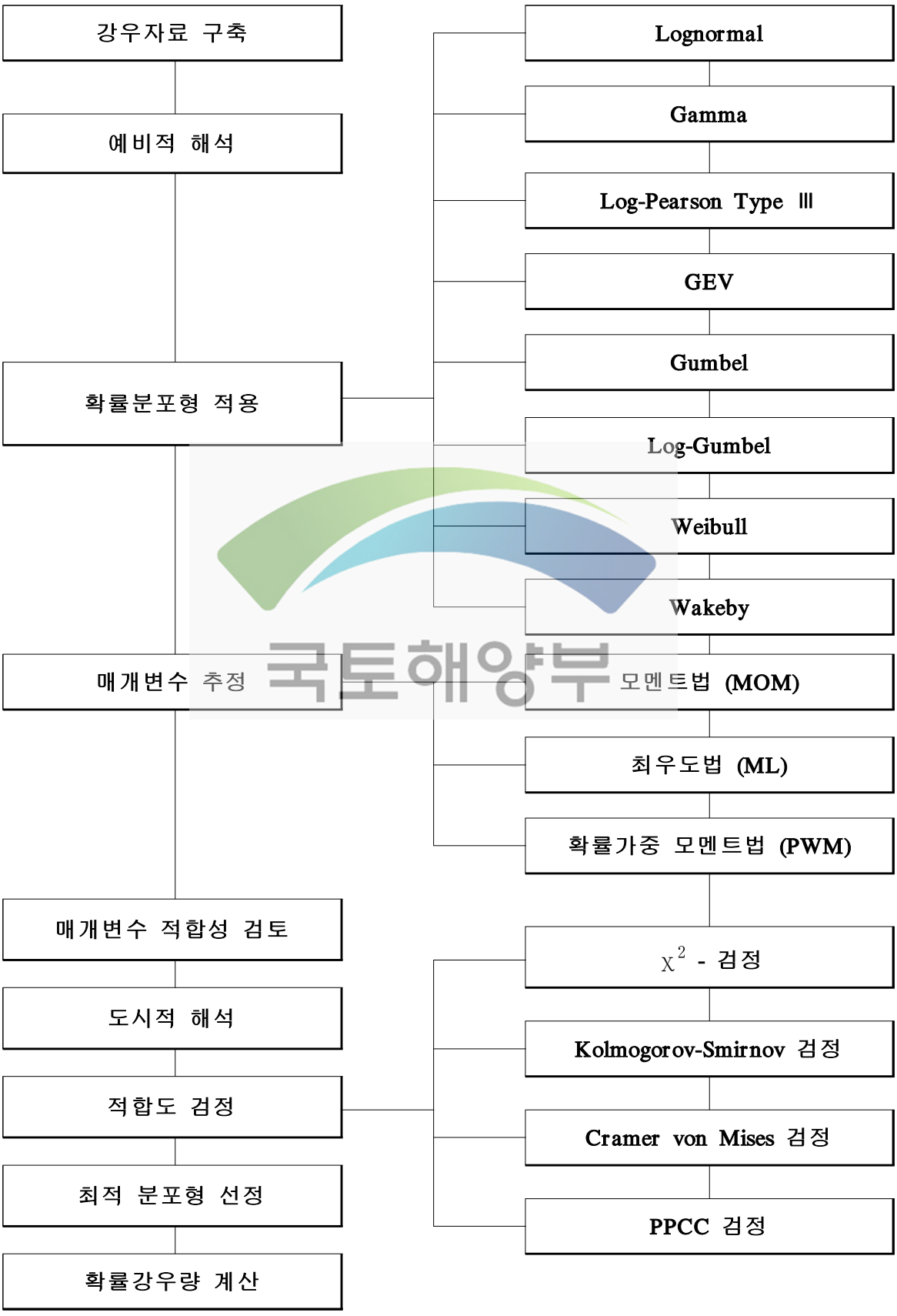
과거에는 설계강우의 지속기간을 대표 지속기간 하나로 결정하였으나, 최근에는 첨두홍수량 또는 저류용량을 최대로 하는 강우지속기간인 임계지속시간(Critical Duration) 개념이 도입되어 최대한 많은 지속기간의 강우량 자료를 수집하여야 한다.

본 과업에서 선정한 보령관측소는 지속시간별 강우분석을 위한 시우량 자료는 1973년부터 관측된 자료를 보유하고 있다.

따라서, 본 과업에서는 동 기간의 강우기록 조사를 통하여 지속시간별 최대우량을 추출하여 확률강우분석을 실시하였으며, 보령관측소의 지속시간별 최대우량은 다음 <표 4.1-3>와 같다.

국토해양부

<그림 4.1-2> 강우빈도 해석 절차



국토해양부

<표 4.1-3> 보령관측소 지속시간별 최대강우량(고정시간)

(단위:mm)

년도	지 속 시 간(hr)										비 고
	10min	1	2	3	6	9	12	15	18	24	
1973	13.5	27.0	29.5	30.0	34.5	35.0	35.2	44.4	46.4	47.4	
1974	9.5	30.2	50.7	61.7	86.5	117.2	137.7	148.7	169.2	185.9	
1975	14.5	52.0	71.5	78.6	107.3	120.0	123.8	123.8	123.8	123.8	
1976	11.0	25.0	34.5	40.0	57.7	67.8	85.3	85.3	85.3	86.0	
1977	20.0	38.5	42.5	46.0	49.8	54.5	63.7	68.7	83.8	94.3	
1978	17.0	49.2	64.1	68.1	74.5	77.0	77.5	77.5	77.5	84.9	
1979	24.0	77.5	147.5	206.5	227.3	248.8	261.3	267.5	268.3	271.8	
1980	15.0	39.5	57.0	70.5	87.5	105.5	111.4	127.9	157.9	166.6	
1981	15.0	50.5	72.0	86.0	131.0	159.0	190.0	202.0	208.0	220.5	
1982	15.5	42.0	59.0	72.0	93.0	95.3	97.3	97.3	102.0	108.0	
1983	20.0	87.0	95.5	96.0	98.5	102.5	102.5	105.0	105.5	106.0	
1984	16.0	49.5	64.5	92.5	106.5	109.0	117.5	123.0	123.0	138.0	
1985	20.0	43.0	48.5	57.7	86.2	88.2	117.5	121.5	122.0	122.5	
1986	20.0	47.5	72.0	97.5	120.4	124.0	126.0	128.5	132.8	136.4	
1987	15.0	50.0	85.0	130.0	176.7	192.3	198.1	234.5	260.5	267.1	
1988	12.0	30.0	31.5	43.8	56.8	58.4	58.8	62.4	68.4	75.7	
1989	16.0	42.0	45.5	52.5	102.6	106.1	114.8	126.3	134.1	181.1	
1990	19.0	55.0	55.4	55.4	63.0	65.8	79.5	85.2	87.6	97.1	
1991	9.5	30.0	43.5	59.0	67.0	69.6	71.6	73.4	77.0	93.1	
1992	11.5	42.0	56.0	76.5	123.0	142.5	154.0	167.5	171.5	188.0	
1993	17.0	48.5	67.0	74.0	96.5	103.0	115.0	120.5	121.5	130.5	
1994	15.5	46.5	68.0	91.0	144.5	154.0	157.0	159.5	160.0	166.0	
1995	21.5	69.5	116.0	162.5	260.5	276.5	309.5	365.0	382.0	406.5	
1996	13.5	43.0	51.0	52.5	53.0	54.5	55.0	61.5	69.5	71.5	
1997	9.5	31.5	52.0	70.5	113.0	142.0	152.5	158.0	158.0	158.5	
1998	31.0	59.0	67.5	71.0	77.0	81.0	82.0	82.0	89.5	106.0	
1999	14.5	56.0	75.0	80.5	95.0	107.5	114.0	118.5	118.5	145.5	
2000	15.0	51.5	76.5	88.0	127.5	155.5	169.5	191.5	228.0	286.0	
2001	16.5	69.0	79.5	109.5	121.0	121.0	121.5	121.5	121.5	121.5	
2002	16.5	34.5	48.5	65.5	103.0	116.0	119.5	120.0	143.0	199.5	
2003	16.5	61.0	89.0	94.5	112.0	113.0	124.5	145.0	146.0	146.0	
2004	28.0	51.0	54.5	63.5	81.5	104.5	107.5	110.0	117.0	141.0	
2005	21.5	53.0	53.5	53.5	69.5	74.0	90.0	98.0	102.5	109.0	
2006	12.5	35.5	54.0	63.5	69.5	70.0	75.5	79.5	79.5	80.0	
2007	14.0	33.0	39.0	51.0	79.5	101.0	114.0	114.0	114.5	114.5	
2008	12.5	28.5	41.5	57.5	84.5	89.0	89.0	91.0	95.5	95.5	
2009	18.0	43.5	31.5	31.5	45.5	54.0	71.0	83.5	90.0	96.0	

국토해양부

나. 임의지속시간 강우량으로 변환

수문학적인 의미의 최대유출량은 지속시간별 최대강우량에 의해 발생되어지며, 지속시간별 최대강우량은 고정된 시간간격의 자료에 의한 것보다 임의지속시간 자료에 의한 값이 더 크다. 따라서, 설계홍수량을 산정하기 위해서는 임의지속시간 간격에 의한 지속시간별 최대강우량 자료가 필요하다.

본 과업에서 선정된 관측소들의 강우기록은 최소단위가 1시간이며, 본 과업 대상유역과 같이 지속시간이 비교적 짧은 경우에는 고정시간 간격으로 볼 수 있으므로 이를 임의지속시간 간격의 강우량으로 변환하여 사용하여야 한다.

「1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서 제1권 한국확률강우량도 작성(2000.6, 건설교통부)」에서는 우리나라의 강우자료를 분석하여 지속시간별로 환산계수를 제시하였으며, 본 과업에서는 이를 이용하여 임의지속시간 간격의 강우량으로 변환하여 사용하였다.

<표 4.1-4>은 본 과업에서 적용한 환산계수이며, <표 4.1-5>는 이를 이용하여 변환한 지속시간별 최대강우량이다.

국토해양부

<표 4.1-4> 고정시간-임의지속시간 환산계수

고정시간간격	임의 지속기간	환 산 계 수
1 시 간	60 분	1.129(1.13)
3 시 간	180 분	1.033
6 시 간	360 분	1.013(1.02)
24 시간	1440 분	1.005(1.01)
1 일	1440 분	1.161(1.13)

주) 1. 1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서 제1권 한국확률강우량도 작성(2000.6, 건설교통부)
2. ( )는 미국 기상청에서 제시하여 이용되는 환산계수

<표 4.1-5> 보령관측소 지속시간별 최대강우량(임의시간)

(단위:mm)

년도	지 속 시 간(hr)										비 고
	10min	1	2	3	6	9	12	15	18	24	
1973	13.5	27.0	31.9	31.9	34.9	35.4	35.6	44.8	46.8	47.6	
1974	9.5	30.2	54.8	63.7	87.6	118.6	139.1	150.0	170.5	186.8	
1975	14.5	52.0	77.3	81.2	108.7	121.4	125.1	125.1	125.1	125.1	
1976	11.0	25.0	37.3	41.3	58.5	68.6	86.2	86.2	86.2	86.4	
1977	20.0	38.5	45.9	47.5	50.4	55.1	64.4	69.3	84.4	94.8	
1978	17.0	49.2	69.3	70.3	75.5	77.9	78.3	78.3	78.3	85.3	
1979	24.0	77.5	159.4	213.3	230.3	251.7	264.0	269.9	270.4	273.2	
1980	15.0	39.5	61.6	72.8	88.6	106.7	112.6	129.1	159.1	167.4	
1981	15.0	50.5	77.8	88.8	132.7	160.9	192.0	203.8	209.6	221.6	
1982	15.5	42.0	63.8	74.4	94.2	96.4	98.3	98.3	102.8	108.5	
1983	20.0	87.0	103.2	103.2	103.2	103.7	103.7	105.9	106.3	106.5	
1984	16.0	49.5	69.7	95.6	107.9	110.3	118.7	124.1	124.1	138.7	
1985	20.0	43.0	52.4	59.6	87.3	89.2	118.7	122.6	122.9	123.1	
1986	20.0	47.5	77.8	100.7	122.0	125.4	127.3	129.7	133.8	137.1	
1987	15.0	50.0	91.9	134.3	179.0	194.5	200.1	236.6	262.5	268.4	
1988	12.0	30.0	34.1	45.2	57.5	59.1	59.4	63.0	68.9	76.1	
1989	16.0	42.0	49.2	54.2	103.9	107.3	116.0	127.4	135.1	182.0	
1990	19.0	55.0	59.9	59.9	63.8	66.6	80.3	86.0	88.3	97.6	
1991	9.5	30.0	47.0	60.9	67.9	70.4	72.3	74.1	77.6	93.6	
1992	11.5	42.0	60.5	79.0	124.6	144.2	155.6	169.0	172.8	188.9	
1993	17.0	48.5	72.4	76.4	97.8	104.2	116.2	121.6	122.4	131.2	
1994	15.5	46.5	73.5	94.0	146.4	155.8	158.6	160.9	161.2	166.8	
1995	21.5	69.5	125.4	167.9	263.9	279.7	312.7	368.3	384.9	408.5	
1996	13.5	43.0	55.1	55.1	55.1	55.1	55.6	62.1	70.0	71.9	
1997	9.5	31.5	58.7	72.8	114.5	143.7	154.1	159.4	159.4	159.4	
1998	31.0	59.0	73.0	73.3	78.0	81.9	82.8	82.8	90.2	106.5	
1999	14.5	56.0	81.1	83.2	96.2	108.8	115.2	119.6	119.6	146.2	
2000	15.0	51.5	82.7	90.9	129.2	157.3	171.3	193.2	229.7	287.4	
2001	16.5	69.0	85.9	113.1	122.6	122.6	122.8	122.8	122.8	122.8	
2002	16.5	34.5	52.4	67.7	104.3	117.4	120.7	121.1	144.1	200.5	
2003	16.5	61.0	96.2	97.6	113.5	114.3	125.8	146.3	147.1	147.1	
2004	28.0	51.0	58.9	65.6	82.6	105.7	108.6	111.0	117.9	141.7	
2005	21.5	53.0	59.8	59.8	70.4	74.9	90.9	98.9	103.3	109.5	
2006	12.5	35.5	58.4	65.6	70.4	70.8	76.3	80.2	80.2	80.4	
2007	14.0	33.0	42.2	52.7	80.5	102.2	115.2	115.2	115.4	115.4	
2008	12.5	28.5	44.9	59.4	85.6	90.0	90.0	91.8	96.2	96.2	
2009	18.0	43.5	35.6	35.6	46.1	54.6	71.7	84.3	90.7	96.5	

워터해양부

2) 지점 빈도해석

가. 확률분포형

확률강우량은 지속시간별로 수집된 자료계열을 여러 가지 확률분포형에 적용하여 검토한 후 이 중에서 가장 적정한 확률분포형으로 계산한 값을 채택하여 사용하게 된다.

본 과업에서는 이를 위하여 행정자치부 산하 국립방재연구소에서 개발한 FARD2006 모형을 이용하여 확률강우량을 계산하였다. FARD2006 모형에서는 일반적인 극치 수문사상의 확률분석에 많이 이용하는 13개 분포형에 대해 확률강우량을 계산하게 되는데 이들 분포형은 다음 <표 4.1-6>와 같다.

<표 4.1-6> FARD2006의 적용분포형

확 률 분 포 형	약 어	확 률 분 포 형	약 어
2변수 Gamma 분포	GAM2	3변수 Log-Normal 분포	LN3
3변수 Gamma 분포	GAM3	Log-Pearson Type III 분포	LP3
General Extreme Value 분포	GEV	2변수 Weibull 분포	WBU2
Gumbel 분포	GUM	3변수 Weibull 분포	WBU3
2변수 Log-Gumbel 분포	LGU2	4변수 Wakeby 분포	WKB4
3변수 Log-Gumbel 분포	LGU3	5변수 Wakeby 분포	WKB5
2변수 Log-Normal 분포	LN2		

국토해양부

위의 13개 분포형별 확률밀도함수(Probability Density Function, PDF)와 누가분포함수(Cumulative Distribution Function ; CDF)는 다음과 같다.

(1) Gamma 분포

Gamma 분포는 연최대치 계열의 홍수량, 연 유출량, 계절별 유출량 등 수문자료의 해석에 널리 사용되어 오고 있는 분포로서, 3개의 매개변수를 갖는 Gamma 분포의 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{|\alpha|\Gamma(\beta)}\left[\frac{x-x_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}\exp\left[\frac{x-x_0}{\alpha}\right]$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

여기서 α가 양수일 때는 $0 \leq x < \infty$의 범위, 음수일 때는 $-\infty < x \leq x_0$이며, β>0이다. 여기서 위치매개변수 x_0 = 0이면 2변수 Gamma(GAM2)분포가 된다.

(2) GEV분포

홍수나 가뭄 같은 수문사상의 빈도해석에 많이 사용되는 분포함수로서 형상매개변수 β에 따라 3가지 형태로 구분될 수 있으며, 누가분포함수와 확률밀도함수는 다음의 식과 같다.

$$F(x) = \exp\left[-\left(1 - \frac{\beta(x - x_0)}{\alpha}\right)^{(1/\beta)}\right]$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha}\left[1 - \left(\frac{\beta(x - x_0)}{\alpha}\right)\right]^{(1/\beta)-1} \times F(x)$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β: 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

β가 음수이면 하한 경계치를 갖는 GEV-2 분포이고(Frechet 분포 또는 Log-Gumbel 분포라고도 함), 양수이면 상한 경계치를 갖는 GEV-3 분포(Weibull 분포라고도 함)이며, β가 0이면 GEV-1(Gumbel 분포라고도 함)분포가 된다.

국토해양부

(3) Gumbel 분포

극치 수문현상의 적용에 널리 사용되고 있는 분포형으로서 누가분포함수와 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$F(x) = \exp\left\{\exp\left[-\frac{\beta(x - x_0)}{\alpha}\right]\right\}$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha}\exp\left\{-\frac{(x - x_0)}{\alpha} - \exp\left[-\frac{(x - x_0)}{\alpha}\right]\right\}, \quad -\infty<x<\infty$$

여기에서, α : 규모 매개변수(scale parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

Gumbel 분포의 왜곡도계수(coefficient of skewness)는 1.1396으로 고정된 상수값을 갖는다.

(4) Log-Gumbel 분포

Log-Gumbel 분포는 Frechet 분포로도 알려져 있으며, GEV-2 분포가 이에 해당된다. 3개의 매개변수를 갖는 Log-Gumbel 분포의 누가분포함수 및 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$F(x) = \exp\left[-\left(\frac{\Theta - x_0}{x - x_0}\right)^{\beta}\right]$$

$$f(x) = \frac{\beta}{(x - x_0)}\left(\frac{\Theta - x_0}{x - x_0}\right)^{\beta} \cdot F(x)$$

여기에서,

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

한편, x_0 = 0이면 2변수 Log-Gumbel 분포가 된다.

(5) Log-Normal 분포

수문자료 해석에 널리 사용되고 있는 분포형으로서 3개의 매개변수를 갖는 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(x - x_0)\sigma_y}\exp\left[\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x - x_0) - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2\right], \quad x_0 < x < \infty$$

국토해양부

여기에서,

Y = $\ln(x - x_0)$

μ_y = Y의 평균(규모 매개변수)

σ_y = Y의 표준편차(형상 매개변수)

x_0 = 위치 매개변수

따라서, Y는 2개의 매개변수를 갖는 정규분포가 된다.

상기 식에서 x_0 = 0이면 2변수 Log-Normal 분포가 된다.

(6) Log-Pearson Type Ⅲ 분포

Log-Pearson Type Ⅲ 분포는 미국에서 홍수자료 해석에 특히 많이 적용되고 있으며, 미국수자원평의회(U.S. Water Resources Council)보고서(IACWD, 1982)에서 추천하고 있는 분포로서 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{|\alpha|\Gamma(\beta)x}\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}\exp\left[-\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β: 형상 매개변수(shape parameter)

y_0 : 위치 매개변수(location parameter)

Log-Pearson Type Ⅲ 분포는 규모 매개변수 α가 양수이면 하한경계값($e^{y_0} \leq x < \infty$)을 갖고 양으로 왜곡된(positively skewed) 분포가 되며, 음수이면 상한경계값($0 < x \leq e^{y_0}$)을 갖고 형상 매개변수와 규모 매개변수의 값에 따라 양 또는 음으로 왜곡된 분포가 된다. 또한, Log-Pearson Type Ⅲ 분포는 3변수 Gamma 분포와 Lognormal 분포와 상관관계가 있다. 즉, 확률변량 $y = \ln(x)$라고 하면 y는 3개의 매개변수 α, β, x_0를 갖는 Gamma 분포가 되며, 확률변량 y의 왜곡도계수가 0이면 x는 Lognormal 분포이고 y는 정규분포가 된다.

국토해양부

(7) Weibull 분포

지역홍수빈도해석에 자주 이용되는 분포로 GEV-3 분포와 밀접한 관계를 갖고 있다. 3개의 매개변수를 갖는 Weibull 분포의 누가분포함수와 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$F(x) = 1 - \exp\left\{-\left[\frac{x - x_0}{\alpha}\right]^{\beta}\right\}$$

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha}\left[\frac{x - x_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}\exp\left\{-\left[\frac{x - x_0}{\alpha}\right]^{\beta}\right\},\ x_0 \leq x < \infty$$

여기에서,

α: 규모 매개변수(scale parameter)

β: 형상 매개변수(shape parameter)

y_0: 위치 매개변수(location parameter)

3변수 Weibull 분포는 β = 1이면 지수분포(exponential distribution)가 된다.

또한, x_0 = 0인 경우 2변수 Weibull 분포가 된다.

(8) Wakeby 분포

Wakeby 분포는 여러 가지 형태로 존재하나 다음 식과 같은 역함수 형태로 일반적으로 정의된다.

$$x = m + a[1 - (1 - F)^{b}] - c[1 - (1 - F)^{-d}]$$

여기서,

F : 누가분포함수(CDF)

a, b, c, d, m : Wakeby 분포의 매개변수

Wakeby 분포의 매개변수추정은 확률가중모멘트법을 주로 사용하고 있다.

추정된 값은 매개변수 적합성조건을 만족해야 하나 추정된 매개변수가 적합성 조건에 맞지 않는 경우에는 매개변수 b값을 조종하면서 나머지 매개변수 값을 추정한다.

나. 매개변수 추정

분포형별 확률강우량 계산을 위해서는 각 분포형별로 매개변수를 추정하여야 하는데, 이를 위해서는 일반적으로 모멘트법(Method of Moments), 최우도법(Method of Maximum Likelihood), 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments)등이 사용된다.

국토해양부

본 과업에서는 이들 세 방법으로 계산한 후 가장 안정적이고 왜곡특성이 적은 확률가중모멘트법에 의해 추정된 결과를 채택하였다.

매개변수 추정방법에 대한 이론적 배경 및 특징 등은 다음과 같다.

(1) 모멘트법(Method of Moments)

모멘트법(Method of Moments)은 가장 오래되고 간단하여 그동안 많이 사용하였던 추정방법중의 하나로, 모집단의 모멘트(population moments)와 표본자료의 모멘트(sample moments)를 같다고 보고 확률분포형의 매개변수를 추정하는 방법이다.

모멘트법은 일반적으로 큰 수문사상이 있을 경우이거나 또는 표본의 수가 작은 경우에는 변동계수나 왜곡도계수가 크게 편의(bias)되어 나타나서, 이 값이 전체에 커다란 영향을 미치기 때문에 적용성이 떨어지는 단점이 있다.

(2) 최우도법(Method of Maximum Likelihood)

최우도법은 관측자료들의 발생결합확률 또는 확률분포 매개변수의 함수로 정의되는 우도함수(likelihood function)를 최대화하는 매개변수를 최적치로 결정하는 방법이다.

최우도법은 추출된 표본자료가 나올 수 있는 확률이 최대가 되도록 매개변수를 추정하는 방법으로 우도함수(likelihood function)보다는 유도상의 편리성 때문에 대수우도함수(log-likelihood function)를 많이 사용한다.

일반적으로 최우도법은 표본의 크기가 클 경우 가장 효율적인 추정치를 얻을 수 있는 방법이긴 하지만, 해를 구하는 과정이 복잡하고 수렴이 되지 않아 계산이 되지 않는 경우가 많이 있으며, 또한 표본의 크기가 작은 경우에는 잘 일치하지 않는 결과를 주는 방법이기 때문에 사용에 주의를 요하는 방법이다.

(3) 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments)

확률가중모멘트법은 다른 방법에 비해서 적은 자료수에 의한 영향이 적고 안정적이며, 극대강우사상이 포함된 자료계열에도 큰 왜곡특성이 나타나지 않고 또한 간단하기 때문에 최근에 많이 사용되고 있는 방법이다.

국토해양부

확률가중모멘트의 일반식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$M_{p,r,s} = E[\,X^p F^r(x)\{1-F(x)\}^s]$$

여기서 p, r, s는 정수이다.

일반적으로 사용하는 모집단의 확률가중모멘트는 다음의 두 식으로 나타낼 수 있다.

$$M_{1,r,0} = E[\,XF^r(x)] \equiv B_r$$

$$M_{1,0,s} = E[\,X\{1-F(x)\}^s] \equiv B'_s$$

상기 식에 정의된 모집단의 불편확률가중모멘트(Unbiased PWM)는 다음과 같이 표시된다.

$$\hat{B}_r = \frac{1}{N}\sum_{j=0}^{N} x_j \frac{(j-1)(j-2)\cdots(j-r)}{(N-1)(N-2)\cdots(N-r)}, \; r \geq 1$$

$$\hat{B}'_r = \frac{1}{N}\sum_{j=0}^{N} x_j \frac{(N-j)!(N-s-1)!}{(N-j-s)!(N-1)!}, \; s \geq 0$$

여기서 x_j는 자료를 크기 순으로 정렬하였을 때 j번째 값이며 $\hat{B} = \hat{B}_0 = \bar{x}$는 자료의 평균을 나타낸다.

매개변수추정은 상기 식 중에서 확률가중모멘트를 구하는데 편리한 식을 사용하여 분포형별로 축척변수(scale parameter), 형상변수(shape parameter) 및 위치변수(location parameter) 등을 결정하는 것이다.

다. 적합도 검정

관측소의 강우자료계열이 앞서 기술한 여러 확률분포형 중 어느 분포형에 적합하는가를 판단하는 적합도 검정은 확률분포의 상대도수함수(relative frequency function) 또는 누가분포함수(cumulative distribution function)의 이론값과 자료계열의 관측값(표본값)을 비교하여 그 정도를 판별하게 된다.

금회 과업에서는 이 방법 중에서 일반적으로 널리 사용되고 있는 χ^2(Chi-square) Test, K-S(Kolmogorov-Smirnov) Test, Cramer von Mises Test 및 PPCC 검정 등의 방법을 사용하였으며 유의수준 (α)은 0.05(5%)를 기준으로 검정하였다.

한편, 본 과업에서 선정된 우량관측소의 지속시간별 강우기록에 대하여 분포형별로 검정한 결과 Gumbel 분포형을 적정분포형으로 채택하였다.

각 방법에 대한 이론적 배경은 다음과 같다.

(1) χ^2-Test

χ^2-Test는 자료치를 크기에 따라 여러 개의 계급구간으로 나누고 이들 계급구간에 대한 상대도수함수의 이론값과 실제 자료의 절대도수를 비교하여 검정하는 방법이다.

χ^2-Test에 의한 통계량은 다음 식과 같이 정의된다.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

여기에서 n_i는 관측자료의 i번째 구간에 속하는 표본 관측도수이며, np_i는 전체 관측값의 수 n에 이론적인 발생확률 p_i를 곱한 것으로, 검정하고자 하는 이론확률분포에 의해 기대되는 i번째 구간의 절대도수이다.

계산된 통계량 χ^2가 $\chi^2 < \chi^2_{1-\alpha,\nu}$의 관계를 가지면 가정된 분포는 유의수준 α로 적합성이 인정되며, 그렇지 못하면 기각된다.

$\chi^2_{1-\alpha,\nu}$는 자유도가 $\nu(=n-h-1,\ h$는 변수의 수$)$일 때 유의수준 α로 가정한 분포의 적합성을 인정하는 χ^2의 한계치이다.

구트해양부

(2) K-S Test

K-S Test는 표본자료의 누가분포함수와 가정된 이론확률분포의 누가분포함수를 비교하여 그 최대편차로 판정하는 방법이며, 표본의 크기와 유의수준에 따라 결정되는 한계편차보다 적어야 적합성이 인정된다.

표본자료의 누가확률분포를 구하기 위해서는 우선 n개의 자료를 크기순으로 재배열하여 다음 식에 의해 자료값의 누가확률을 계산한다.

$$S_n(x) = \frac{k}{n}, \quad x_k \leq x < x_{k+1}$$

여기에서 $S_n(x)$는 자료를 크기순으로 배열했을 때 k번째 자료값의 이론적 누가발생확률이며 n은 자료의 총수이다.

두 분포함수의 최대편차는 다음 식으로 표시될 수 있다.

$$D_n = Max|F(x) - S_n(x)|$$

D_n은 n의 크기에 따라 좌우되는 확률변수로서 유의수준 α일 때 적합성이 인정되려면 다음의 관계가 성립되어야 한다.

$$P(D_n \leq D_n^{\alpha}) = 1 - \alpha$$

윗 식은 최대편차 D_n이 한계값 D_n^{α}보다 작으면 그 분포는 유의수준 α로서 그 적합성이 인정됨을 의미한다.

국토해양부

(3) Cramer Von Mises 검정

Cramer Von Mises 검정은 표본자료 X_1, X_2, …, X_N가 누가분포함수 F_X(x: $\hat{\theta}$)으로 정의된 확률분포형을 모집단으로 갖는다는 가정을 검정하는데 사용된다. 여기서 $\hat{\theta}$는 표본자료의 크기가 N인 자료에서 추정된 매개변수 집단이다.

검정통계량 W는 다음과 같이 계산된다(Thompson, 1966).

$$W = \frac{1}{12N} + \sum_{i=1}^{N}\left[F_X(x_i;\hat{\theta}) - \frac{2i-1}{2N}\right]^2$$

여기에서 F_{X_i}(xi; $\hat{\theta}$)는 크기순으로 배열된 X_i=x_i 위치에서 계산된 누가분포함수이다. 다음 조건식을 만족한다면 적용한 분포형을 유의수준 α에서 기각할 수 없다.

$$W \leq W_{1-\alpha}(N)$$

여기에서 $W_{1-\alpha}(N)$ 은 N과 α의 함수이다. 하지만 표본자료가 충분히 커서

$N \geq 20/\sqrt{\alpha}$인 경우 통계량 $W_{1-\alpha}(N)$은 α의 함수가 된다(Anderson과 Darling, 1952).

(4) Probability Plot Correlation Coefficient(PPCC) 검정

PPCC 검정은 주어진 자료계열 x_i를 오름차순으로 정렬하여 자료계열 y_i를 작성하고, 누가확률분포함수(CDF)의 역함수의 입력인자를 확률분포형별로 적정한 도시위치공식을 이용하여 산출된 자료계열 y_i의 누가확률(p_i)로 자료계열 z_i을 작성한 후, 자료계열 y_i와 z_i간의 상관관계를 이용하여 확률분포형의 적합도를 검정하는 방법이다.

PPCC 검정에서 자료계열 y_i와 z_i의 상관관계는 다음과 같은 적모멘트상관계수(product moment correlation coefficient)인 γ를 통계량으로 사용한다.

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})(z_i - \bar{z})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^{n}(z_i - \bar{z})^2}}$$

여기서 n은 자료의 수 y_i는 오름차순으로 정렬된 자료계열 z_i는 도시위치공식에 의한 자료계열 y_i의 누가확률(p_i)와 누가확률분포함수의 역함수를 이용하여 작성된 자료계열로서 $z_i = \Phi^{-1}(p_i)$, $\bar{y}$와 $\bar{z}$는 각각 자료계열 y_i와 z_i의 평균이다.

위의 검정통계량 γ가 γ_α보다 크면 유의수준 α로 확률분포형의 적합성이 인정되며 그렇지 못하면 기각된다.

국토해양부

라. 확률강우량 산정결과

본 과업에서는 조사된 보령관측소의 지속시간별 강우기록에 대하여 임의지속시간 강우량으로 변환하고, 확률가중모멘트법으로 매개변수를 추정한 후, 적합도 검정을 통해 Gumbel 분포에 의한 강우량을 설계강우량으로 채택하였다.

Gumbel 분포형에 의해 계산된 빈도별, 지속시간별 확률강우량 및 이를 기왕강우와 비교한 내용은 <표 4.1-7>과 같고, 금회 분석된 확률강우량과 기 분석된 성과와 비교는 <표 4.1-8>과 같다.

<표 4.1-7> 빈도별 지속시간별 확률강우량 산정결과

관측소	지속시간(시간)	빈도별 확률강우량(mm)												비고
		20년		30년		50년		80년		100년		200년		
		기본	변경	기본	변경	기본	변경	기본	변경	기본	변경	기본	변경	
보령	10분	35.9	25.3	38.8	26.9	42.5	28.8	45.8	30.6	47.3	31.4	52.2	34.0	
	1	83.4	74.2	89.1	79.0	96.1	84.9	102.6	90.4	105.6	93.0	115.1	101.0	
	2	114.6	113.8	122.6	121.8	132.6	131.7	141.8	140.8	146.2	145.1	159.7	158.5	
	3	145.2	139.5	156.1	149.8	169.7	162.8	182.2	174.6	188.1	180.2	206.4	197.5	
	6	191.3	183.7	206.1	197.7	224.7	215.3	241.6	231.3	249.7	238.9	274.6	262.5	
	9	211.7	204.0	228.3	219.8	249.1	239.7	268.1	257.8	277.1	266.4	305.1	293.0	
	12	228.1	219.8	246.1	236.9	268.5	258.2	289.0	277.7	298.8	286.9	328.9	315.6	
	18	263.9	253.1	285.4	273.4	312.2	298.8	336.7	322.0	348.3	333.0	384.3	367.1	
	24	289.5	277.2	313.1	299.7	342.6	327.8	369.6	353.5	382.4	365.7	422.1	403.5	

<표 4.1-8> 기 분석 자료와 확률강우량 비교

(단위:㎜)

관측소	빈도(년)	구분	강우지속시간(hr)						비 고
			I	2	3	6	12	24	
보령	20년	I	-	-	-	-	-	273.1	
		II	78.9	112.5	146.4	196.0	233.6	280.1	
		III	74.2	113.8	139.5	183.7	219.8	**277.2**	
	30년	I	-	-	-	-	-	300.9	
		II	84.4	120.6	157.9	211.9	252.9	303.3	
		III	79.0	121.8	149.8	197.7	236.9	**299.7**	
	50년	I	-	-	-	-	-	336.6	
		II	91.2	130.6	172.3	231.8	277.0	332.2	
		III	84.9	131.7	162.8	215.3	258.2	**327.8**	
	80년	I	-	-	-	-	-	370.3	
		II	97.5	139.8	185.4	250.1	299.0	358.7	
		III	90.4	140.8	174.6	231.3	277.7	**353.5**	
	100년	I	-	-	-	-	-	386.6	
		II	100.5	144.1	191.7	258.7	309.4	371.3	
		III	93.0	145.1	180.2	238.9	286.9	**365.7**	
	200년	I	-	-	-	-	-	-	
		II	109.6	157.6	211.0	285.5	341.8	410.2	
		III	101.0	158.5	197.5	262.5	315.6	**403.5**	

국토해양부

주) ( )는 고정시간간격의 일최대강우량임.

Ⅰ : 광천천 재해위험지구 실시설계(2001.01, 홍성군)

Ⅱ : 1999년도 수자원 관리기법 개발 연구조사 보고서 제1권 : 별책부록 한국확률강우량도(2000. 6, 건설교통부)

Ⅲ : 금회산정

4.1.4 확률강우량 산정

1) 면적 확률강우량

강우의 일반적인 특성을 고려해 볼 때 일정한 유역면적을 가진 유역에 균일한 강도의 강우가 발생될 경우는 거의 없으며, 강우지속기간 동안 유역의 평균강우강도는 유역면적이 커질수록 감소하게 된다. 따라서 수공구조물 설계시 실제 강우사상을 반영한 설계홍수량 산정을 위해서는 대상 유역면적 내에서 이와 같은 강우의 공간적 특성을 고려한 유역평균 면적확률강우량을 결정하는 작업이 선행되어야 한다.

「한국확률강우량도의 작성(2000. 6, 건설교통부)」에서는 대표적으로 우리나라의 한강유역에 대하여 유역면적에 따른 환산계수를 지속시간-재현기간별로 작성한 바 있으며, 본 과업에서도 이 자료를 이용하여 홍수량 산정지점별-지속시간별-재현기간별로 적용하였다.

<표 4.1-9>는 상기 보고서에서 유도된 지속시간-재현기간별 면적감소계수(Areal Reduction Factor)이다. 이를 보면 면적감소계수는 재현기간별로 1.58년, 5년, 10년, 30년, 50년, 100년 빈도 등 6개의 경우에 대해서만 있고, 지속시간별은 0.5시간, 1시간, 2시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간 등 7개 지속시간만 있다. 따라서 본 과업을 위해서는 그 중간에 해당되는 값은 보간하여 추정하였다.

국토해양부

한편 면적감소계수는 수공구조물의 안전한 설계를 위해서 유역면적이 적은 경우에는 고려할 필요가 없으며, 어느 정도 이상인 경우에만 적용해야 한다. 본 과업에서는 「한국확률강우량도의 작성(2000. 6, 건설교통부)」에서 언급된 바와 같이 26㎢이상인 경우에 대해서만 면적감소계수를 적용하였다.

따라서, 본 과업에서 면적 확률강우량은 선정된 보령관측소 지점에 대해서 면적감소계수를 적용하여 산정하였다.

본 과업구간에 대한 홍수량 산정지점별 면적감소계수를 고려하여 구한 홍수량 산정지점별 유역평균강우량은 <표 4.1-10>과 같다.

<표 4.1-9> 강우 지속기간-재현기간별 면적감소계수(ARF)

$$ARF(A) = 1 - M \cdot \exp^{-(a \cdot A^b)^{-1}}$$

재현기간(년)	매개변수	지속시간(hr)						
		0.5	1	2	3	6	12	24
2	M	2.4287	3.4312	3.9660	5.1367	0.9116	1.0720	1.3319
	a	0.1712	0.1867	0.1602	0.1410	0.1155	0.1192	0.1195
	b	0.1721	0.1221	0.1259	0.1191	0.2406	0.1864	0.1450
5	M	2.9261	3.6220	5.1802	6.8533	4.2678	3.7612	0.9835
	a	0.1843	0.1944	0.1642	0.1446	0.1451	0.1319	0.1442
	b	0.1491	0.1153	0.1126	0.1089	0.1156	0.1178	0.1513
10	M	3.0931	3.7249	6.7562	10.7957	3.7574	2.9752	3.2710
	a	0.1835	0.1966	0.1621	0.1417	0.1495	0.1348	0.1453
	b	0.1473	0.1128	0.1018	0.0946	0.1194	0.1285	0.0957
30	M	2.6730	3.7203	9.9311	13.5588	7.3024	4.3371	8.9801
	a	0.1841	0.1996	0.1579	0.1403	0.1450	0.1356	0.1358
	b	0.1594	0.1115	0.0895	0.0887	0.0956	0.1138	0.0719
50	M	2.7129	3.7410	11.2864	15.9672	8.8585	5.4253	1.5786
	a	0.1856	0.2008	0.1565	0.1387	0.1428	0.1338	0.1633
	b	0.1576	0.1106	0.0858	0.0849	0.0906	0.1071	0.1185
100	M	2.7718	3.7278	11.0670	17.9015	11.4217	6.2567	1.7808
	a	0.1869	0.2018	0.1581	0.1376	0.1405	0.1336	0.1646
	b	0.1552	0.1105	0.0855	0.0825	0.0840	0.1027	0.1124

주) 자료출처 : 「1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 제 1권 한국확률강우량도 작성 (2000. 6 건설교통부)」

국토해양부

<표 4.1-10> 유역평균 강우량(면적우량감소계수 적용)

하 천	지 점	지속시간(시간)	유역평균 강우량(㎜)						비 고
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	
광천천	GC0 (광천천 종점)	1	62.7	66.7	71.7	76.3	78.5	85.3	
		2	99.0	105.6	113.7	121.2	124.7	135.6	
		3	124.6	133.4	144.3	154.3	159.1	174.0	
		6	167.3	179.4	194.9	208.8	215.4	236.0	
		12	215.1	231.5	252.2	271.0	279.9	307.4	
		24	264.1	284.9	312.0	336.1	347.5	380.4	
	GC1 (상지천 합류후)	1	62.9	67.0	72.0	76.6	78.8	85.7	
		2	99.3	105.9	114.0	121.6	125.1	136.1	
		3	124.9	133.7	144.6	154.7	159.5	174.4	
		6	167.6	179.8	195.2	209.2	215.8	236.4	
		12	215.3	231.8	252.5	271.4	280.3	307.8	
		24	264.4	285.2	312.3	336.4	347.8	380.8	
	GC2 (상지천 합류전)	1	65.0	69.2	74.3	79.2	81.4	88.5	
		2	102.0	108.8	117.2	124.9	128.6	139.9	
		3	127.7	136.7	148.0	158.3	163.2	178.6	
		6	170.3	182.7	198.4	212.7	219.3	240.4	
		12	217.7	234.4	255.4	274.5	283.5	311.5	
		24	266.3	287.3	314.9	339.3	350.8	384.5	
	GC3 (광천리 지류 합류후)	1	65.1	69.3	74.4	79.3	81.6	88.7	
		2	102.2	109.0	117.3	125.1	128.8	140.1	
		3	127.8	136.9	148.2	158.5	163.4	178.8	
		6	170.4	182.8	198.6	212.9	219.5	240.6	
		12	217.8	234.5	255.5	274.7	283.7	311.7	
		24	266.4	287.4	315.0	339.4	351.0	384.7	
	GC4 (광천리 지류 합류전)	1	65.1	69.3	74.5	79.3	81.6	88.7	
		2	102.2	109.0	117.4	125.2	128.8	140.1	
		3	127.9	136.9	148.2	158.6	163.5	178.9	
		6	170.5	182.9	198.6	212.9	219.6	240.6	
		12	217.8	234.6	255.6	274.7	283.8	311.8	
		24	266.5	287.5	315.1	339.5	351.0	384.7	
	GC5 (담산천 합류후)	1	65.3	69.6	74.7	79.6	81.9	89.1	
		2	102.5	109.4	117.7	125.5	129.2	140.5	
		3	128.2	137.3	148.6	159.0	163.9	179.3	
		6	170.8	183.2	199.0	213.3	220.0	241.1	
		12	218.1	234.8	255.9	275.1	284.1	312.2	
		24	266.7	287.7	315.4	339.8	351.3	385.1	
	GC6 (담산천 합류전)	1	66.0	70.3	75.5	80.4	82.7	90.0	
		2	103.3	110.3	118.7	126.6	130.3	141.7	
		3	129.0	138.2	149.6	160.1	165.0	180.6	
		6	171.6	184.1	199.9	214.3	221.1	242.3	
		12	218.8	235.6	256.7	276.0	285.1	313.3	
		24	267.3	288.4	316.1	340.6	352.2	386.2	

국토해양부

2) 확률 강우강도식 유도

임계지속시간의 홍수유출분석을 위해서는 본 과업유역과 같은 규모의 경우 10분 또는 15분 단위의 지속시간별 확률강우량 자료가 필요하다.

또한, 홍수도달시간이 아주 짧은 소유역에서의 유출분석을 실시할 경우에 더 짧은 지속시간의 확률강우량이 있어야 한다.

그러나 본 과업에서 분석하고자 하는 관측소의 강우기록은 1시간 단위로 강우기록을 관리하고 있기 때문에 이 자료를 이용하여 보다 더 세분된 지속시간별 확률강우량으로의 변환이 필요하다.

본 과업에서는 이를 위하여 보령관측소의 지속시간별 확률강우량 자료를 이용하여 강우강도식을 유도하여 분석에 이용하였다.

즉, 지속시간별 확률강우량을 강우강도로 변환한 후 국내에서 많이 사용되고 있는 아래의 네 가지 유형에 대해 최소자승법으로 재현기간별 강우강도-지속시간의 관계식을 구하였다.

최소자승법에 의한 계산결과에 대해 재현기간별 편차 및 상관계수를 비교한 결과 모든 재현기간에서 Sherman형이 상관도가 큰 것으로 나타났다.

또한, 확률강우강도식은 유도하는 과정에서 회귀식의 적합도를 높이기 위하여 단기간과 장기간으로 지속시간을 나누어 분석한다.

이는 확률강우강도를 전대수지에 도시해보면 자료의 양상이 변화되는 부분을 찾을 수 있는데 이 지속기간을 중심으로 전반부를 단기간, 후반부를 장기간으로 구분하며, 본 과업유역의 장·단기간 구분은 120분으로 검토되었다.

국토해양부

Talbot형 : $I = \frac{a}{t+b} + c$

Sherman형 : $I = \frac{a}{(t+c)^b}$

Japanese(Guno)형 : $I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} + c$

Semi-Log : $I = b \cdot \log(t+c) + a$

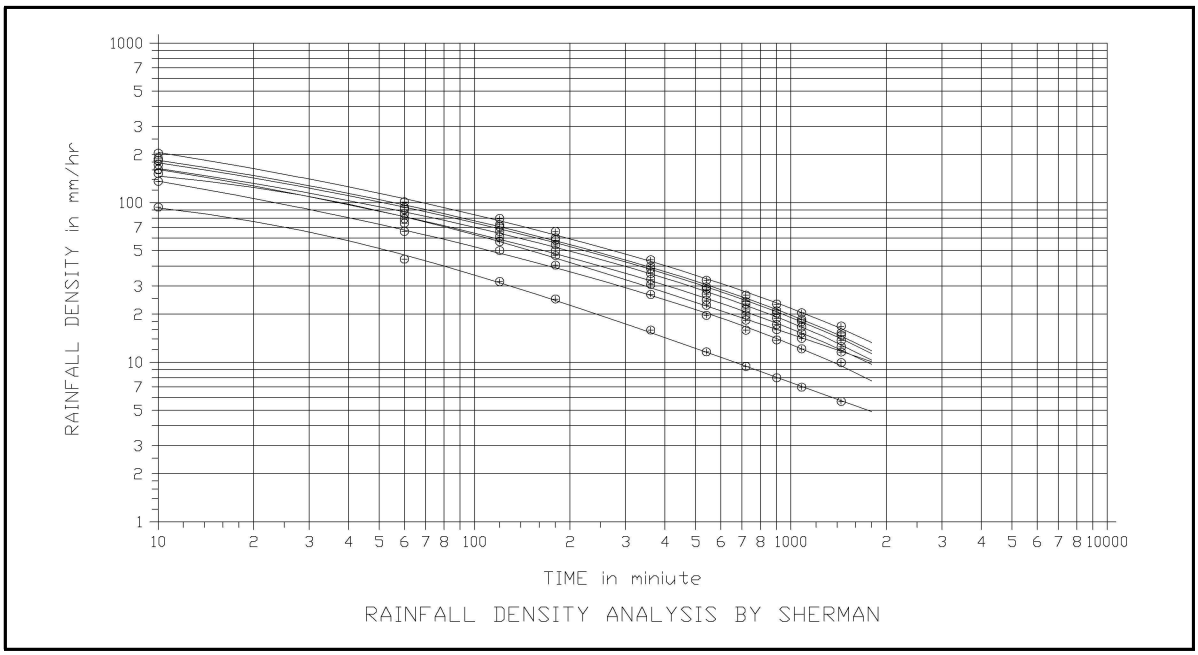
여기서 I는 강우강도(㎜/hr)이고, t는 강우 지속시간(분)이며 나머지는 상수이다.

<표 4.1-11> 전기간 확률강우강도식

재현기간	구 분	Talbot형	Sherman형	Japanese형	비 고
2년 빈도	공 식	$I_2 = \frac{8,640}{t+155.77}$	$I_2 = \frac{1,179.8}{(t+22.5)^{0.73097}}$	$I_2 = \frac{456.16}{\sqrt{t}+1.4691} - 6.3$	
	상관계수	0.99602	0.99959	0.99855	
10년 빈도	공 식	$I_{10} = \frac{15,408}{t+191.14}$	$I_{10} = \frac{1,505.9}{(t+24.3)^{0.68685}}$	$I_{10} = \frac{735.53}{\sqrt{t}+1.9165} - 9.0$	
	상관계수	0.99470	0.99907	0.99890	
20년 빈도	공 식	$I_{20} = \frac{18,010}{t+198.97}$	$I_{20} = \frac{1,753.5}{(t+27.0)^{0.68733}}$	$I_{20} = \frac{796.98}{\sqrt{t}+1.5583} - 9.0$	
	상관계수	0.99443	0.99888	0.99905	
30년 빈도	공 식	$I_{30} = \frac{19,512}{t+202.77}$	$I_{30} = \frac{1,831.4}{(t+27.0)^{0.68249}}$	$I_{30} = \frac{911.88}{\sqrt{t}+2.1414} - 10.8$	
	상관계수	0.99426	0.99880	0.99889	
50년 빈도	공 식	$I_{50} = \frac{21,387}{t+206.81}$	$I_{50} = \frac{1,921.4}{(t+27.0)^{0.67656}}$	$I_{50} = \frac{1078.2}{\sqrt{t}+2.9481} - 13.5$	
	상관계수	0.99416	0.99870	0.99852	
80년 빈도	공 식	$I_{80} = \frac{23,101}{t+209.98}$	$I_{80} = \frac{2,011.4}{(t+27.0)^{0.67239}}$	$I_{80} = \frac{1117.5}{\sqrt{t}+2.6957} - 13.5$	
	상관계수	0.99404	0.99863	0.99870	
100년 빈도	공 식	$I_{100} = \frac{23,920}{t+211.45}$	$I_{100} = \frac{2,049.9}{(t+27.0)^{0.6702}}$	$I_{100} = \frac{1136.5}{\sqrt{t}+2.5913} - 13.5$	
	상관계수	0.99401	0.99861	0.99877	
200년 빈도	공 식	$I_{200} = \frac{26,438}{t+215.21}$	$I_{200} = \frac{2,180.0}{(t+27.0)^{0.6650}}$	$I_{200} = \frac{1194.8}{\sqrt{t}+2.2886} - 13.5$	
	상관계수	0.99390	0.99851	0.99890	

국토해양부

<그림 4.1-3> I-D-F 곡선(전기간)

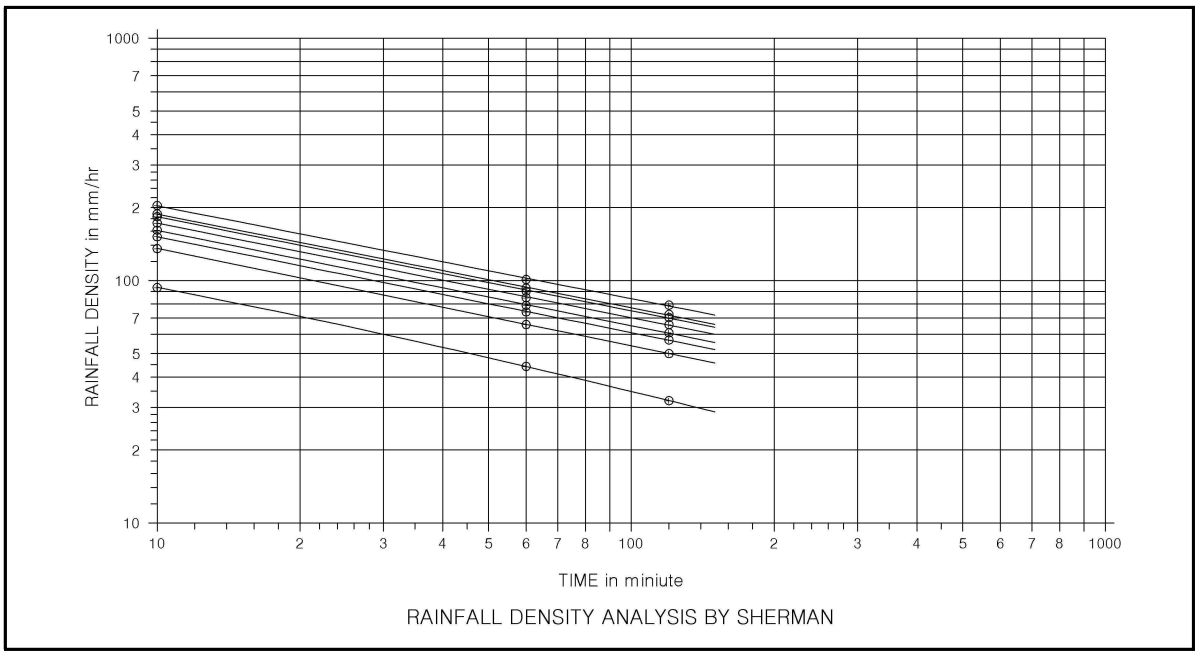


<표 4.1-12> 단기간 확률강우강도식

재현기간	구 분	Talbot형	Sherman형	Japanese형	채 택
2년 빈도	공 식	$I_2 = \frac{5,376.4}{t+52.451}$	$I_2 = \frac{356.49}{(t+4.5)^{0.50038}}$	$I_2 = \frac{406.97}{\sqrt{t}+1.1030} - 1.8$	Sherman형
	상관계수	0.98970	0.99999	1.00000	
10년 빈도	공 식	$I_{10} = \frac{8,799.4}{t+61.469}$	$I_{10} = \frac{341.85}{t^{0.40174}}$	$I_{10} = \frac{615.07}{\sqrt{t}+1.436}$	Sherman형
	상관계수	0.98245	1.00000	0.99943	
20년 빈도	공 식	$I_{20} = \frac{10,117}{t+63.602}$	$I_{20} = \frac{377.10}{t^{0.39581}}$	$I_{20} = \frac{706.02}{\sqrt{t}+1.5705}$	Sherman형
	상관계수	0.98044	0.99996	0.99903	
30년 빈도	공 식	$I_{30} = \frac{10,875}{t+64.537}$	$I_{30} = \frac{398.61}{t^{0.39353}}$	$I_{30} = \frac{758.23}{\sqrt{t}+1.6279}$	Sherman형
	상관계수	0.97931	0.99992	0.99876	
50년 빈도	공 식	$I_{50} = \frac{11,834}{t+65.863}$	$I_{50} = \frac{422.98}{t^{0.38992}}$	$I_{50} = \frac{824.32}{\sqrt{t}+1.7117}$	Sherman형
	상관계수	0.97806	0.99986	0.99844	
80년 빈도	공 식	$I_{80} = \frac{12,703}{t+66.720}$	$I_{80} = \frac{446.93}{t^{0.38769}}$	$I_{80} = \frac{884.28}{\sqrt{t}+1.7654}$	Sherman형
	상관계수	0.97718	0.99981	0.99820	
100년 빈도	공 식	$I_{100} = \frac{13,127}{t+67.257}$	$I_{100} = \frac{456.83}{t^{0.38602}}$	$I_{100} = \frac{913.59}{\sqrt{t}+1.8009}$	Sherman형
	상관계수	0.97689	0.99980	0.99811	
200년 빈도	공 식	$I_{200} = \frac{14,424}{t+68.508}$	$I_{200} = \frac{490.78}{t^{0.38287}}$	$I_{200} = \frac{1,002.9}{\sqrt{t}+1.8791}$	Sherman형
	상관계수	0.97556	0.99971	0.99772	

국토해양부

<그림 4.1-4> I-D-F 곡선(단기간)

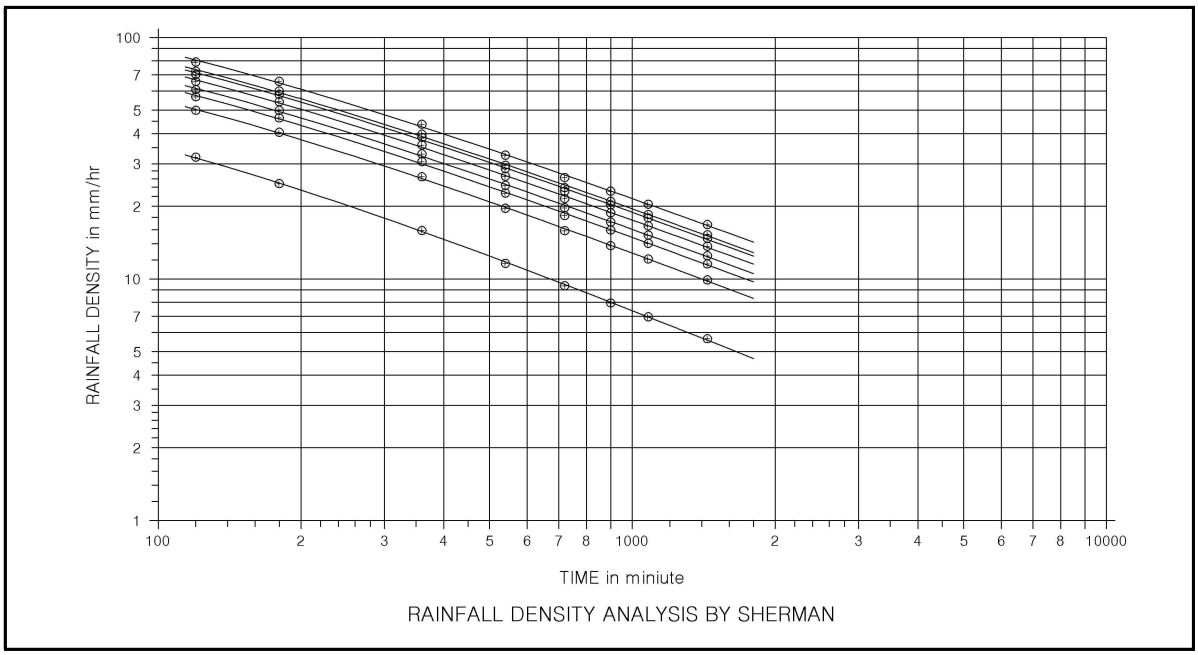


<표 4.1-13> 장기간 확률강우강도식

재현기간	구 분	Talbot형	Sherman형	Japanese형	채 택
2년 빈도	공 식	$I_2 = \frac{9,011.2}{t+203.36}$	$I_{1.58} = \frac{2,052.6}{(t+54.0)^{0.80843}}$	$I_2 = \frac{185.89}{\sqrt{t}-6.3134}$	Sherman형
	상관계수	0.99723	0.99986	0.99576	
10년 빈도	공 식	$I_{10} = \frac{16,155}{t+246.53}$	$I_{10} = \frac{2,559.7}{(t+54.0)^{0.76138}}$	$I_{10} = \frac{332.68}{\sqrt{t}-5.4555}$	Sherman형
	상관계수	0.99626	0.99977	0.99650	
20년 빈도	공 식	$I_{20} = \frac{18,900}{t+255.74}$	$I_{20} = \frac{2,783.0}{(t+54.0)^{0.75191}}$	$I_{20} = \frac{389.08}{\sqrt{t}-5.2717}$	Sherman형
	상관계수	0.99604	0.99971	0.99659	
30년 빈도	공 식	$I_{30} = \frac{20,486}{t+260.36}$	$I_{30} = \frac{2,915.0}{(t+54.0)^{0.74753}}$	$I_{30} = \frac{421.65}{\sqrt{t}-5.1805}$	Sherman형
	상관계수	0.99590	0.99968	0.99667	
50년 빈도	공 식	$I_{50} = \frac{22,459}{t+264.79}$	$I_{50} = \frac{3,085.0}{(t+54.0)^{0.74296}}$	$I_{50} = \frac{462.21}{\sqrt{t}-5.0914}$	Sherman형
	상관계수	0.99582	0.99964	0.99669	
80년 빈도	공 식	$I_{80} = \frac{24,266}{t+268.50}$	$I_{80} = \frac{3,241.1}{(t+54.0)^{0.73935}}$	$I_{80} = \frac{499.34}{\sqrt{t}-5.0175}$	Sherman형
	상관계수	0.99573	0.99961	0.99672	
100년 빈도	공 식	$I_{100} = \frac{25,128}{t+270.13}$	$I_{100} = \frac{3,313.9}{(t+54.0)^{0.73771}}$	$I_{100} = \frac{517.07}{\sqrt{t}-4.9847}$	Sherman형
	상관계수	0.99570	0.99960	0.99673	
200년 빈도	공 식	$I_{200} = \frac{27,779}{t+274.29}$	$I_{200} = \frac{3,548.1}{(t+54.0)^{0.73357}}$	$I_{200} = \frac{571.55}{\sqrt{t}-4.9010}$	Sherman형
	상관계수	0.99562	0.99957	0.99675	

국토해양부

<그림 4.1-5> I-D-F 곡선(장기간)



4.1.5 강우의 시간분포 결정

본 과업대상 하천유역의 설계홍수량을 결정하기 위해서는 설계강우의 시간적 분포 즉, 유출에 기여하는 설계우량주상도를 작성하여야 한다.

설계강우의 시간적 분포양상은 설계지역의 과거 강우자료로부터 강우 지속시간 동안에 총 강우량이 시간경과에 따라 어떻게 분포하는가를 통계적으로 분석하여 결정하게 된다.

시간적 분포를 결정할 수 있는 방법으로는 Mononobe 분포형, HUFF의 4분위법, Keifer & Chu방법, Pilgrim & Cordery방법, Yen & Chow방법 등이 있다.

우리나라는 주로 과거에는 Mononobe 방법이 주로 사용되었으나 최근에 이르러 HUFF의 4분위법을 주로 사용하고 있는 실정이며, 본 과업에서도 HUFF 방법을 이용하였다.

HUFF의 4분위법은 실측강우기록을 통계학적으로 분석하여 강우량의 시간적 분포를 나타내는 무차원 시간분포곡선으로서, 전 지속기간을 4개의 구간으로 구분하였을 때 최대강우강도가 지속기간의 어느 부분에서 일어나는가에 따라 각각 제1구간 호우(first quartile storm), 제2구간 호우(second quartile storm), 제3구간 호우(third quartile storm), 제4구간 호우(fourth quartile storm) 등으로 구분한 것이다.

「지역별 설계 강우의 시간적 분포(2000. 6, 건설교통부)」에서는 우리나라에서 시우량자료를 확보하고 있는 기상청관할 68개 우량관측소 지점에서의 실측강우자료를 이용하여 HUFF의 4분위법에 의해서 분석하고 각 관측소 지점별로 분포형을 결정한 바 있다. 동 보고서에서는 광천천 유역의 인근에 있는 보령관측소 지점에서의 1973년~1998년(26개년) 강우기록을 이용하여 분석한 결과에 의하면 제2, 3구간 호우가 지배적으로 나타났으며, 금회 과업에서 최근 기록까지 확충하여(1973년~2009년, 37개년) 분석한 결과 중호우 사상에서는 2분위가 우세하여 이를 채택하였다.

국토해양부

<표 4.1-14> 보령기상대의 강우지속기간별 최빈분위

구 분	1분위		2분위		3분위		4분위		합 계	비 고
전 기 간	284	0.30	281	0.30	245	0.26	132	0.14	942	
- 6hr	25	0.26	29	0.31	33	0.35	8	0.08	95	
7hr - 12hr	87	0.32	67	0.25	76	0.28	39	0.15	269	
13hr - 18hr	66	0.29	66	0.29	57	0.25	39	0.17	228	
19hr - 24hr	47	0.28	53	0.32	34	0.21	31	0.19	165	
25hr -	59	0.32	66	0.36	45	0.24	15	0.08	185	
중 호 우	101	0.26	122	0.31	119	0.30	49	0.13	391	
경 호 우	183	0.33	159	0.29	126	0.23	83	0.15	551	

또한, HUFF 방법에서는 각 구간별 호우에 대해서 발생확률별로 10%부터 90%까지 10% 간격의 누가곡선으로 나타냈으며, 이 확률곡선 중 50%에 해당하는 누가곡선은 통계해석상 중앙값을 나타내기 때문에 전체 확률곡선을 대표한다고 볼 수 있어 금회 과업에서는 50%에 해당하는 누가곡선을 채택하였다.

아래 <표 4.1-15>는 보령기상대 지점에 대한 HUFF의 분위별 무차원 누가곡선을 지속시간 10% 증분으로 표시한 것이며, <표 4.1-16>는 이를 본 과업에 적용하기 위해 6차 다항식으로 표현할 때의 상수이다.

국토해양부

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6$$

여기서, Y : 무차원강우량(%)

x : 무차원 강우지속시간(%)

$a, b, c, \ldots\ldots, g$: 상수

<표 4.1-15> HUFF의 무차원 누가곡선 (보령기상대, 50%)

(단위:%)

구 분	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	비 고
1분위	0.0	20.2	44.7	63.9	71.3	77.3	85.3	90.4	93.2	96.9	100.0	
2분위	0.0	4.2	13.0	27.5	48.9	69.5	82.8	89.3	94.0	97.1	100.0	채 택
3분위	0.0	3.7	7.7	15.0	23.1	34.8	52.5	77.3	90.0	96.5	100.0	
4분위	0.0	3.6	8.3	13.1	18.6	25.6	30.8	39.5	58.5	83.3	100.0	

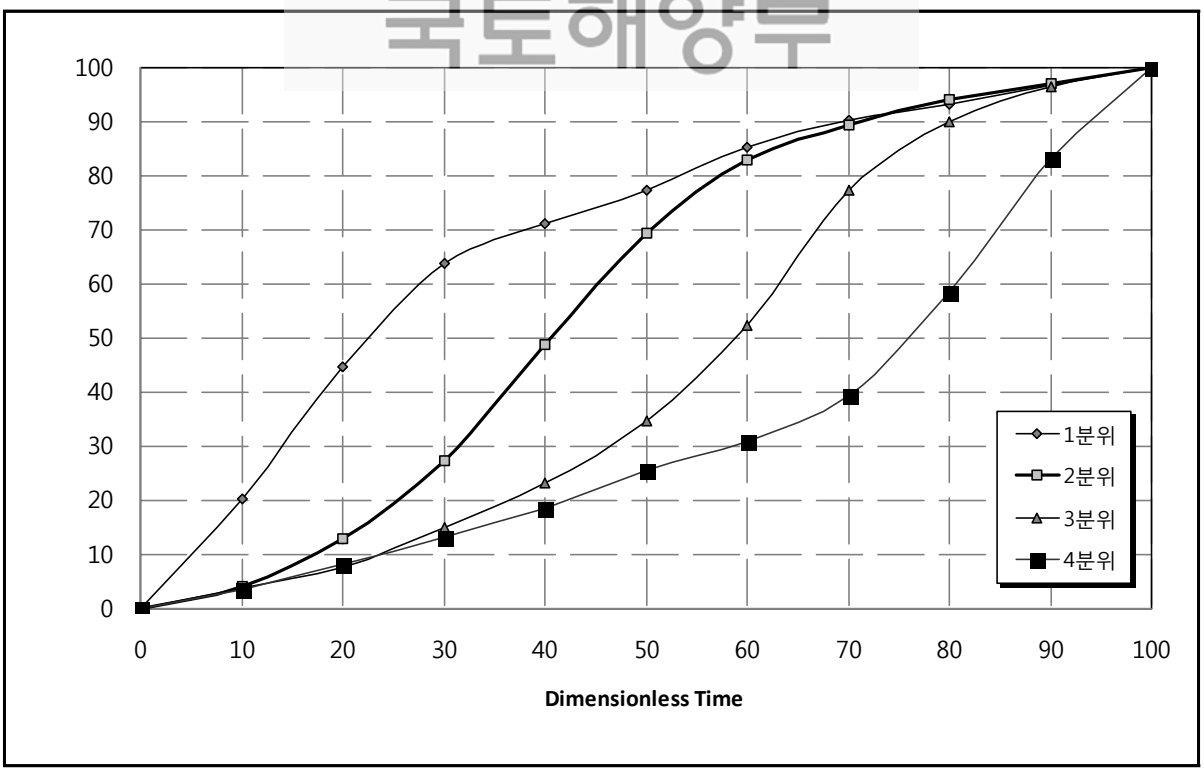
<표 4.1-16> HUFF 누가분포의 6차 다항식 계수

구 분	1 분위	2 분위	3 분위	4 분위	비 고
a	-0.038255784275	-0.083484086172	0.190600647857	-0.103537579693	
b	0.888904701358	0.960302788946	-0.515358804470	0.849182228616	
c	0.181684101123	-0.098962004091	0.125901751487	-0.075963624026	
d	-0.008125569469	0.006198918484	-0.006088907601	0.004192309406	
e	0.000146158214	-0.000126978381	0.000134800874	-0.000097021493	
f	-0.000001206948	0.000001088311	-0.000001297031	0.000001001998	
g	0.000000003774	-0.000000003391	0.000000004471	-0.000000003735	

상기의 유도된 최적화 상수를 이용하여 지속시간별 확률강우량에 적용, 지속시간별 강우분포를 구하였다. 각 분위별 분포형태는 <그림 4.1-6>에 나타난 것과 같다.

국토해양부

<그림 4.1-6> HUFF 방법의 무차원 누가곡선



4.1.6 유효우량 산정

지상에 도달한 강우량 중 일부는 차단, 요(凹)부 저류, 증발, 지하침투 등에 의해 유출에 기여하지 못하고 손실되며 나머지 초과분은 지표면 및 지표하 유출을 통하여 직접유출을 형성하게 되는데, 이와 같이 지상에 내린 강우량 중에서 직접유출에 기여하는 우량을 유효우량이라 한다.

유효우량을 산정하는 방법으로는 Horton 모형, Philip 모형, Holtan 모형, Green-Ampt 모형, NRCS 방법 등의 해석적 침투모형과, Φ-지수법, W-지수법 등의 침투지수를 이용한 방법이 있다.

금번 과업에서는 이 중에서 유역의 토양특성과 식생피복상태, 유역의 수문학적 조건 등에 대한 상세한 자료만으로 총우량으로부터 유효우량을 간단하게 산정할 수 있어서 미계측 유역에서 널리 사용되고 있는 NRCS 방법을 이용하였다.

SCS 방법은 NRCS(Natural Resources Conservation Service)에서 제안한 방법으로 총우량과 유효우량간의 관계를 다음과 같은 식으로 표시하였다.

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + S}$$

여기서, P : 총우량(㎜)

Q : 직접유출량(유효우량)(㎜)

Ia : 초기손실(㎜)

S: 초기손실을 포함한 유역의 가능최대손실(㎜)

국토해양부

한편, 여러 소유역에서의 실측자료에 의하면 대부분의 유역에서 큰 호우시 유출이 시작되기 전에 유역의 가능최대손실의 20%는 초기손실로 채워지므로 $Ia = 0.2S$로 볼 수 있다. 따라서 이를 위 식에 대입하여 정리하면 총우량과 유효우량간의 관계는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

위 식에서 S는 유역의 토양형이나 토지이용 및 처리상태 등의 이른바 수문학적 토양-피복형의 성질을 대변하는 것으로서, NRCS는 이를 결정하기 위하여 유역의 유출능력을 표시하는 유출곡선지수(Runoff Curve Number, CN)를 도입하였다. 유출곡선지수(CN)는 유역의 수문학적 토양형, 토지이용과 처리상태 및 선행토양함수조건(Antecedent Soil Moisture Condition, AMC)의 함수이며 S와는 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$CN = \frac{25,400}{S+254} \quad 또는 \quad S = \frac{25,400}{CN} - 254$$

CN값은 토양형 및 토지이용상태에 따른 분류로서 <표 4.1-19>~<표 4.1-22>를 이용하여 AMC-Ⅱ 조건하에서의 값을 구한 후, <표 4.1-17>의 조건에 따라 AMC-I 또는 AMC-Ⅲ으로 변환하여 사용하게 된다.

AMC-Ⅱ 조건에서 AMC-I 또는 AMC-Ⅲ의 조건으로의 변환은 다음 공식에 의하여 계산한다.

$$CN(Ⅰ) = \frac{4.2CN(Ⅱ)}{10-0.058CN(Ⅱ)}$$

$$CN(Ⅲ) = \frac{23CN(Ⅱ)}{10+0.013CN(Ⅱ)}$$

여기서 $CN(Ⅰ)$, $CN(Ⅱ)$, $CN(Ⅲ)$는 각각 AMC-Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ에서의 CN값이다.

본 과업에서는 대상 하천유역의 수치화된 정밀토양도(1/25,000, 농업진흥청)에서 토성군, 배수등급, 침투율 및 불투수층의 유무 및 출현깊이 등에 따른 배점에 의하여 토양형을 A, B, C, D로 구분하고, 토지피복분류도(1/25,000), 지형도, 각 시·군 도시계획도 및 국토이용계획 등을 이용하여 유역 전반의 토지이용상태 및 계획상황을 조사하여 CN값을 산정하였다.

국토해양부

선행토양함수조건(Antecedent Soil Moisture Condition, AMC)은 홍수초기에 토양의 습윤정도를 나타내며 5일 선행강우량에 따라 AMC-Ⅰ, AMC-Ⅱ, AMC-Ⅲ로 구분된다.

본 과업에서는 보령관측소에 대해 1973년~2009년(37개년) 사이에 발생한 일최대 강우량 발생일을 기준으로 5일 선행강우량을 조사하여 선행토양함수조건을 검토하였다. 검토결과 보령관측소는 AMC-Ⅰ 35%, AMC-Ⅱ 19%, AMC-Ⅲ 46%로 발생되어, AMC-Ⅲ조건이 지배적으로 나타났으며, “2.4.2 수해 및 가뭄피해현황”의 내용을 볼 때 근래에 들어 홍수발생 빈도가 증가하고 있으며 그 피해액도 기하급수적으로 커지고 있어 홍수로부터의 치수안전도 확보를 고려하여 AMC-Ⅲ조건으로 CN값을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

본 과업구간의 홍수량 산정지점별 CN값은 <표 4.1-23>와 같으며 자세한 계산내용은 부록 “8.0 홍수량 산정”에 수록하였다.

<표 4.1-17> 선행 토양함수조건의 분류

구 분	AMC Group	비 성 수 기	성 수 기
5일 선행강우량 (P5,(mm))	Ⅰ	P5 < 12.70	P5 < 35.56
	Ⅱ	12.70 < P5 < 27.94	35.56 < P5 < 53.34
	Ⅲ	P5 > 27.94	P5 > 53.34
토양의 상태	Ⅰ	유역의 토양은 대체로 건조상태에 있어서 유출율이 대단히 낮은 상태(Lowest Runoff Potential)	
	Ⅱ	유출율이 보통인 상태(Average Runoff Potential)	
	Ⅲ	유역의 토양이 수분으로 거의 포화되어 있어서 유출율이 대단히 높은 상태(Highest Runoff Potential)	

<표 4.1-18> 관측소별 선행토양함수조건

관측소명	자료갯수	기 준	AMC-Ⅰ	AMC-Ⅱ	AMC-Ⅲ	비 고
보 령	37	일최대값	13 (35%)	7 (19%)	17 (46%)	

주) 한국수문조사연보(1973년~2009년)

국토해양부

1) 토양형에 따른 수문학적 토양군 분류

토양형에 따른 수문학적 토양군 분류는 정밀토양도를 이용하여 토성(Soil Texture), 토양심도(Soil Depth), 토양배수(Soil Drainage), 토양팽창(Soil Swelling) 및 유기물 함량(Organic matter content)을 고려하여 분류한 후 토성, 배수등급, 투수성, 불투수층유무 및 출현깊이, 지하수위 등 침투수량을 지배하는 요인들을 고려하여 분류한 정밀토양도상의 토양통을 NRCS의 수문학적 토양군의 분류기준에 따라 재분류한 값을 이용하였다.

<표 4.1-19> 한국토양 특성에 따른 수문학적 토양군 분류기준

토양특성	토양의 특성에 따른 배점							
	4		3		2		1	
	구분	부호	구분	부호	구분	부호	구분	부호
토성군	사질(역질) 역이많은 사양질 (거친)	S(SK) L.SK (coarse)	사양질 미사사양질 화산회	Co.L CO.Si Ash	식양질 역양질	F.L L.SK (fine)	미사식양질 식질 중식질	F.Si F.C VF.C
배수등급	양호	S.EX	양간양호	Mod W	약간불량	I	불량	P
침투율 (cm/hr)	매우빠름, 빠름 (> 12.0)		보통, 빠름 (12.0~6.0)		보통, 약간느림 (6.0~0.5)		느림, 매우느림 (< 0.5)	
불투수층의 유무 및 출현깊이(cm)	출현안함		100~50		50~25		25이내	
토양의 점수에 따른 수문학적 토양군 분류								
배점계	> 13		12~11		10~8		< 7	
수문학적 토양군	A		B		C		D	

주) 자료 출처 : 유출률 추정을 위한 토양수문군의 분류(1995, 한국농공학회지, 정정화 등)
정밀토양도를 이용한 CN 산정에 대한 제안(2003. 7, 한국수자원학회지 Vol.36 No.4)

<표 4.1-20> 정밀토양도 토양통의 수문학적 재분류

토양군	배 점	토양통수	토 양 통	비 고
A	16	1	황룡	
	15	2	남계, 행산	
	14	8	고천, 과천, 덕천, 송산, 월곡, 이산, 풍천, 한림	
	13	3	강서, 다인, 중동	
	소 계	14		
B	12	4	덕산, 동암, 용계, 호계	
	11	12	괴산, 군산, 귀산, 대흥, 도계, 마산, 망실, 반호, 석계, 석토, 신정, 안룡	
	소 계	16		
C	9	3	금곡, 대구, 칠곡	
	8	3	비곡, 신흥, 안계	
	소 계	6		
D	7	3	양곡, 장원, 화동	
	6	5	매산, 연곡, 우평, 유가, 포곡	
	소 계	8		
계		44		

주) 자료 출처 : 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류(정정화, 김호일 등, 한국농공학회지 제36권 제6호, 1995.12)
농공기술(농업진흥공사 농업토목시험연구소, 제4권 제4호, 1987.12)

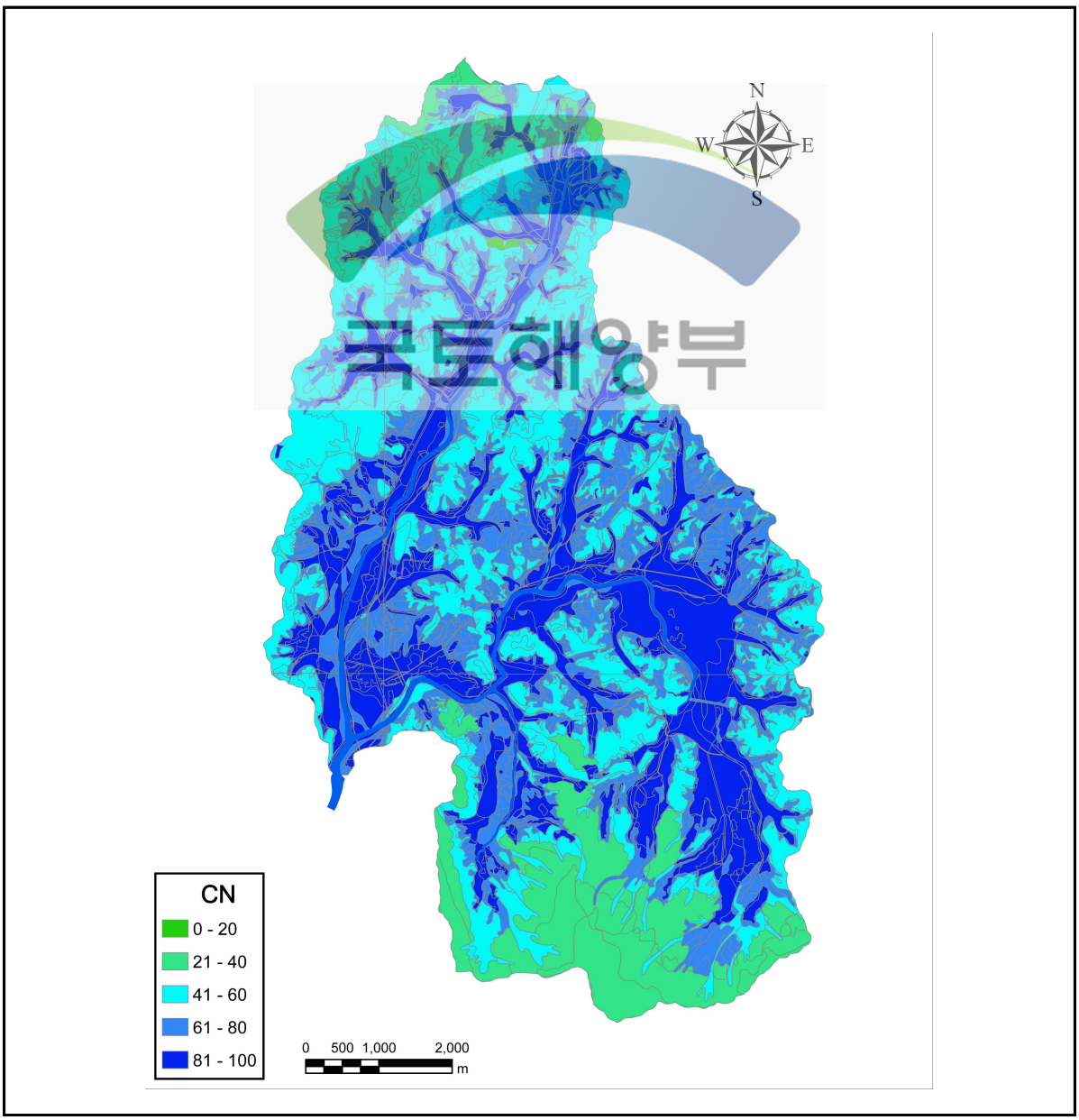
국토해양부

2) 토지이용상태 및 처리상태에 따른 수문학적 토양군 분류

총우량과 유효우량과의 관계는 유역의 토양종류 뿐만 아니라 유역의 토지이용상태(혹은 식생피복형)와 그의 처리상태에 따라서도 크게 좌우된다. NRCS는 주로 농경지역에 대해 토지이용상태, 처리상태 및 토양의 수문학적 조건 등을 <표 4.1-21>과 같이 여러 가지로 분류하였고, 도시 지역에 대해서는 <표 4.1-22>과 같이 토양형과 피복상태 및 불투수면적의 백분율에 따라 총우량으로부터 직접유출(혹은 유효우량)의 잠재력을 표시하는 유출곡선지수 CN(Runoff Curve Number)을 제시하고 있다.

이와 같이 구한 본 과업구간의 홍수량 산정지점별 CN값은 <표 4.1-23>와 같다.

<그림 4.1-7> 광천천 유역의 CN 분포도



<표 4.1-21> 농경지역 및 임목지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건)

토지 이용상태	피복처리상태	토양의 수문학적 조건	토양형			
			A	B	C	D
휴경지	경사 경작	-	77	86	91	94
이랑경작지	경사 경작	배수나쁨	72	81	88	91
	경사 경작	배수좋음	67	78	85	89
	등고선 경작	배수나쁨	70	79	84	88
	등고선 경작	배수좋음	65	75	82	86
	등고선 및 테라스 경작	배수나쁨	66	74	80	82
	등고선 및 테라스 경작	배수좋음	62	71	78	81
조밀경작지	경사 경작	배수나쁨	65	76	84	88
	경사 경작	배수좋음	63	75	83	87
	등고선 경작	배수나쁨	63	74	82	85
	등고선 경작	배수좋음	61	73	81	84
	등고선 및 테라스 경작	배수나쁨	61	72	79	82
	등고선 및 테라스 경작	배수좋음	59	70	78	81
콩과식물 또는 윤번초지	경사 경작	배수나쁨	66	77	85	89
	경사 경작	배수좋음	58	72	81	85
	등고선 경작	배수나쁨	64	75	83	85
	등고선 경작	배수좋음	55	69	78	83
	등고선 및 테라스 경작	배수나쁨	63	73	80	83
	등고선 및 테라스 경작	배수좋음	51	67	76	80
목초지 또는 목장	경사 경작	배수나쁨	68	79	86	89
	경사 경작	배수보통	49	69	79	84
	경사 경작	배수좋음	39	61	74	80
	등고선 경작	배수나쁨	47	67	81	88
	등고선 경작	배수보통	25	59	75	83
	등고선 경작	배수좋음	6	35	70	79
초지		배수좋음	30	58	71	78
삼림		배수나쁨	45	66	77	83
		배수보통	36	60	73	79
		배수좋음	25	55	70	77
관목숲	매우 듬성듬성	-	56	75	86	91
농가		-	59	74	82	86

주) 자료출처 : 하천설계기준(2009, 한국수자원학회)

국토해양부

<표 4.1-22> 도시지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건)

피 복 상 태	평균 불투수율 (%)	토양형			
		A	B	C	D
Ⅰ. 완전히 개발된 도시지역(식생처리됨)					
1) 개활지(잔디, 공원, 골프장, 묘지 등)					
나쁜 상태(초지 피복률이 50% 이하)		68	79	86	89
보통 상태(초지 피복률이 50-75%)		49	69	79	84
양호한 상태(초지 피복률이 75%이상)		39	61	74	80
2) 불투수 지역					
포장된 주차장, 지붕, 접근로(도로 포함, 도로 경계선을 포함하지 않음)		98	98	98	98
포장된 곡선길과 우수거(도로 경계선은 포함하지 않음)		98	98	98	98
포장길(도로경계선을 포함)		83	89	92	93
자갈길(도로경계선을 포함)		76	85	89	91
흙 길(도로경계선을 포함)		72	82	87	89
3) 도시지역 :					
상업 및 사무실 지역	85	89	92	94	95
4) 공업지역	72	81	88	91	93
5) 주거지역(구획지 크기에 따라)					
150평 이하	65	77	85	90	92
300평	38	61	75	83	87
400평	30	57	72	81	86
600평	25	54	70	80	85
1,200평	20	51	68	79	84
1,440평	12	46	65	77	82
Ⅱ. 개발중인 도시지역		77	86	91	94

주) 자료출처 : 하천설계기준(2009, 한국수자원학회)

국토해양부

<표 4.1-23> 홍수량 산정지점별 유출곡선지수(CN)

하 천	산 정 지 점	부 호	유역면적 (㎢)	유출곡선지수(CN)			비 고
				AMC-Ⅰ	AMC-Ⅱ	AMC-Ⅲ	
광천천	광천천 종점	GC0	66.64	49.2	69.7	84.1	
	상지천 합류후	GC1	63.08	49.1	69.7	84.1	
	상지천 합류전	GC1	37.32	48.1	68.8	83.5	
	광천리 지류 합류후	GC3	36.12	47.5	68.3	83.2	
	광천리 지류 합류전	GC4	35.88	47.5	68.3	83.2	
	담산천 합류후	GC5	33.58	47.0	67.9	82.9	
	담산천 합류전	GC6	27.79	49.5	70.0	84.3	
	월림천 합류후	GC7	24.51	49.1	69.7	84.1	
	월림천 합류전	GC8	20.38	48.2	68.9	83.6	
	소하천 월대천 합류후	GC9	18.45	47.2	68.0	83.0	
	소하천 월대천 합류전	GC10	16.01	45.8	66.8	82.3	
	장곡저수지 지점	GC11	10.82	40.5	61.9	78.9	

국토해양부

4.1.7 홍수량 산정

1) 홍수량산정 방법

임의의 하천유역에 대한 홍수량 산정방법은 기왕의 유출실측자료가 있는 경우와 없는 경우로 나누어 생각할 수 있다.

일반적으로 하천구간에 수위관측소가 있고 유량측정을 실시하여 신뢰할 만한 수위-유량관계곡선을 얻을 수 있는 경우에는 연도별 최고수위에 의한 최대유량 계열을 작성하고 이를 통계분석하여 홍수량을 산정한다.

그러나 이들 자료가 없는 미계측 하천의 경우에는 기왕의 강우자료를 통계분석하여 산정한 확률강우량을 적절한 홍수유출모형에 적용하여 홍수량을 산정하게 된다.

본 과업대상 하천구간에서는 전술한 바와 같이 수위관측소가 없으며, 홍수유출분석에 이용할 만한 수위기록이 없는 상황이므로 본 과업에서는 위의 두 번째 방법인 홍수유출모형에 의해 홍수량을 산정하였다.

본 과업에서는 Clark의 유역추적법, NRCS의 무차원단위도법, Nakayasu의 종합단위도법 등에 의해 홍수량을 산정하였으며, 본 유역의 홍수량을 채택함에 있어 산정방법별 홍수량을 검토하여 유역추적법에 의한 값을 채택하였다.

각 방법에 대한 이론적 배경은 다음과 같다.

(1) Clark의 유역추적법

자연하도구간에서의 유출수문곡선은 추적구간으로의 유입수문곡선이 저류효과와 단순전이(translation)효과에 의해 감쇄(attenuation) 및 지체(lag)현상을 거치면서 하류로 이동되어간다.

Clark는 이러한 현상을 모의하기 위해 유역의 출구에 1개의 선형저수지가 있다고 가정하고, 이 가상저수지로의 유입량은 도달시간구간별 면적상에 내린 유효우량을 유량으로 환산한 값으로 보았다.

유역출구에 있는 가상저수지로의 유입량은 유역전반에 걸쳐 순간적으로 내린 단위유효우량과 도달시간-구간면적곡선을 이용한 단순전이에 의해 계산하고, 가상저수지에 의한 유역의 저류효과는 해당유역과 동등한 저류특성을 갖는 선형저수지의 홍수추적을 실시함으로써 고려된다. 이와 같이 계산된 선형저수지의 유출수문곡선이 유역의 순간단위도(IUH)가 된다.

따라서 Clark의 유역추적법은 유출의 전이현상뿐 아니라 유역의 저류효과도 고려하여 실제유역의 유출특성을 보다 더 구체적으로 기술할 수 있으므로 자연유역에 적용하기 적합한 방법이다.

유역의 유출현상을 단순전이에 의해 계산한 가상저수지로의 유입수문곡선의 종거는 다음과 같이 계산된다.

$$I_i = \frac{A_i \times 10^6}{\triangle t \times 3,600 \times 100} = 2.778 \frac{A_i}{\triangle t} \quad (m^3/\sec)$$

여기서, I_i 는 i 번째 시간구간에서의 유입량(㎥/sec), A_i 는 i 번째 시간구간에 포함되는 유역면적(㎢), $\triangle t$ 는 단위시간이다.

한편 가상저수지에서의 홍수추적은 선형성 가정에 의해 다음과 같이 표현된다.

$$S = K \cdot O$$

여기에서 S는 저류량(㎥), O는 유출량(㎥/sec), K는 시간의 단위를 갖는 저류상수이다.

한편 하천구간에서의 저류방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\overline{I} - \overline{O} = \frac{\triangle S}{\triangle t}$$

이를 추적기간의 시점과 종점의 항으로 표현하면 다음과 같다.

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \triangle t - \frac{O_1 + O_2}{2} \triangle t = (S_2 - S_1)$$

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_1$$

$$C_0 = C_1 = \frac{\triangle t}{2K + \triangle t}, \quad C_2 = \frac{2K - \triangle t}{2K + \triangle t}$$

$C_0 + C_1 + C_2 = 1$ 이다.

여기에서, I_1는 홍수추적기간 시점의 유입량, I_2는 홍수추적기간 종점의 유입량, O_1는 홍수추적기간 시점의 유출량, O_2는 홍수추적기간 종점의 유출량이다.

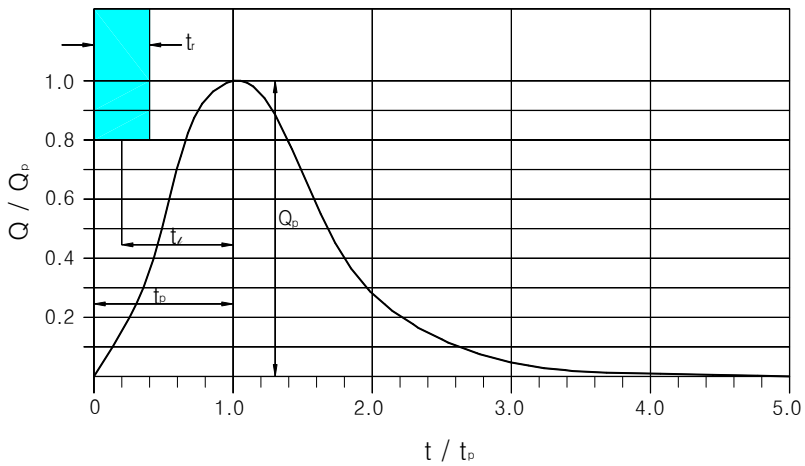
한편, 저류상수를 결정하기 위한 도달시간 결정공식은 Kirpich공식, Rziha공식, Kerby공식, Kraven공식 등이 있는데, 각 방법별로 편차가 심하기 때문에 유역특성에 맞는 공식을 적용하지 않으면 홍수량산정 결과에 많은 영향을 미치게 된다.

금회 과업에서는 수리계산과정에서 도출된 평균유속과 각 공식들에 의해 계산된 도달시간을 비교한 후 좀 더 타당성이 있다고 판단되는 평균유속에 의한 도달시간을 채택하였다.

국토해양부

(2) NRCS 합성단위도법

이 방법은 미국 토양보존국(U.S. Soil Conservation Service, SCS)이 유도하여 만든 아래의 그림과 같은 무차원 단위도(Dimensionless Unit Hydrograph)를 이용하는 방법이다.



NRCS의 무차원 단위유량도

단위도를 합성하기 위해서는 단위도의 첨두유량 Q_P와 그 발생시간 t_P를 결정하여야 하며, 일단 Q_P와 t_P가 결정되면 위의 그림 또는 <표 4.1-23>을 사용하여 단위도를 합성하도록 되어 있다.

<표 4.1-24> NRCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 종거

t/t_P	Q/Q_P	t/t_P	Q/Q_P	t/t_P	Q/Q_P	t/t_P	Q/Q_P
0.0	0.000	0.9	0.990	1.8	0.390	3.4	0.029
0.1	0.030	1.0	1.000	1.9	0.330	3.6	0.021
0.2	0.100	1.1	0.990	2.0	0.280	3.8	0.015
0.3	0.190	1.2	0.930	2.2	0.207	4.0	0.011
0.4	0.310	1.3	0.860	2.4	0.147	4.5	0.005
0.5	0.470	1.4	0.780	2.6	0.107	5.0	0.000
0.6	0.660	1.5	0.680	2.8	0.077		
0.7	0.820	1.6	0.560	3.0	0.055		
0.8	0.930	1.7	0.460	3.2	0.040		

NRCS에서는 무차원 단위유량도에서의 Q_P와 t_P를 산정하기 위한 식을 다음과 같이 추천한 바 있다.

$$t_P = \frac{1}{2} t_r + t_\ell$$

$$Q_P = \frac{0.2082A}{t_P}$$

여기서, t_P: 강우시작 시간으로부터 첨두유량 도달점까지의 시간(hr)

t_r : 강우의 지속기간(hr)

t_ℓ : 우량의 질량중심으로부터 첨두유량 도달점까지의 시간 즉, 유역의 지체시간(hr)

Q_P: 첨두유량(㎥/sec)

A : 유역면적(㎢)

한편, t_ℓ은 아래와 같이 몇 가지 방법이 있으며 본 과업에서는 이 중에서 NRCS에서 제안한 식을 사용하여 계산하였다.

국토해양부

$t_\ell = 2.549 \cdot A^{0.6}$ (미국 Texas주)

$t_\ell = 0.956 \cdot A^{0.6}$ (미국 Ohio주)

$t_\ell = 0.6 \cdot T_c$ (NRCS,1985)

$t_\ell = 0.706 \cdot T_c$ (McCuen, 1974)

$t_\ell = \frac{L^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900\,Y^{0.5}}$ (유역면적이 약 8㎢ 이상인 유역에 적용)

여기서, T_c : 도달시간(hr)

L : 하천의 총 연장 (ft)

Y : 유역의 평균 경사 (%)

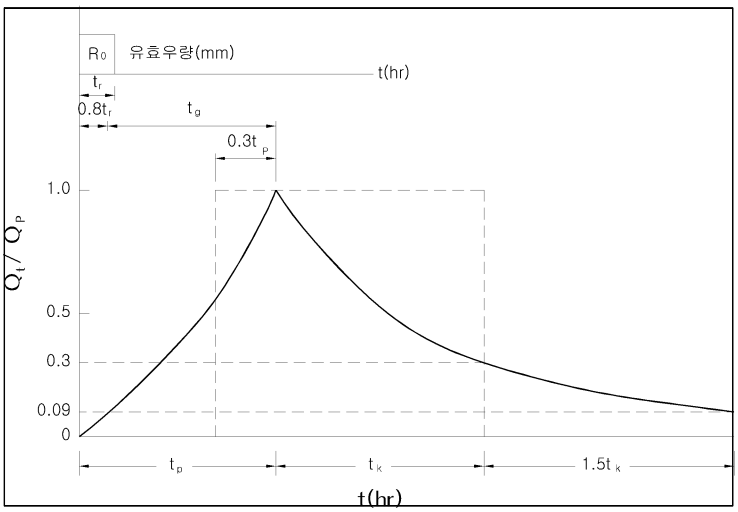
S: SCS의 유효우량 산정방법에서의 지표토층의 최대 잠재저류량

(3) Nakayasu 종합단위도법

Nakayasu 종합단위도법은 실측유출자료가 없는 유역에서 유출량을 추정할 때 적용되는 단위도 유도식으로서, W.W. Horner 및 F.L.Flynt가 소유역의 실측자료를 분석하여 유도한 식을 Nakayasu(中安)가 일본하천에 도입하여 수정한 식이다.

이 식은 일본 내 여러 유역에서 유도된 단위도의 특성변수와 유역의 지형학적 특성변수간의 관계를 조사하여 무차원 단위유량도를 작성한 것이며, 일본의 유역특성과 우리나라 유역특성간의 유사성을 감안하여 우리나라의 수자원 실무에 많이 사용되고 있는 방법이다.

이 방법은 아래의 그림과 같이 단위도의 형태를 상승부 곡선과 하강부 곡선으로 나누어서 작도한다.



국토해양부

상승부 곡선

$0 < t \leq t_p$ 일 때, $\frac{Q_t}{Q_p} = (\frac{t}{t_1})^{2.4}$

하강부 곡선

$0.3 \leqq \frac{Q_t}{Q_p} < 1.0$ 일 때 $\frac{Q_t}{Q_p} = 0.3^{(t-t_p)/t_k}$

$0.3^2 \leqq \frac{Q_t}{Q_p} < 0.3$ 일 때 $\frac{Q_t}{Q_p} = 0.3^{(t-t_p+0.5t_k)/1.5t_k}$

$0.3^3 \leqq \frac{Q_t}{Q_p} < 0.3^2$ 일 때 $\frac{Q_t}{Q_p} = 0.3^{(t-t_p+1.5t_k)/2.0t_k}$

$t_p = t_g + 0.8t_r$

여기서, R_0는 단위유효우량(㎜), t_p는 유출시점으로부터 최대유량 $Q_p(m^3/s)$까지의 시간(hr), t_k는 유량이 최대유량의 0.3배로 감소하기까지의 소요시간(hr)으로서 다음의 식으로 계산된다.

$t_k = 0.47(AL)^{0.25}$

여기서 A는 유역면적 (㎢), L은 유역의 유로연장(㎞)이다.

또한 t_g는 유역의 지체시간(hr)으로서 유로연장(L)의 크기에 따라 다음과 같이 계산된다.

국토해양부

L ≤ 15㎞ 일 때 $t_g = 0.21L^{0.7}$

L 〉 15㎞ 일 때 $t_g = 0.4 + 0.058L$

최대유량 $Q_p(m^3/s)$는 단위도 아래의 총면적, 즉 직접유출용적을 적분하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\int_0^\infty Q dt \fallingdotseq Q_p(0.3t_p + t_k) = 0.2778R_0A$$

$$\therefore \quad Q_p = \frac{0.2778\,R_0A}{0.3t_1 + t_{0.3}}$$

2) 도달시간의 산정

도달시간(Time of Concentration)이란 강우가 해당유역에 발생하였을 때 유역의 최상류 원점에서 최하류부까지 강우가 도달하는데 소요되는 시간이라고 정의할 수 있다. 일반적으로 강우사상에 의한 유역 최하류부에서의 첨두유량은 도달시간에 발생하며, 첨두유량은 치수를 위한 시설물의 설계기준이 되므로 도달시간의 정확한 산정은 유출모형의 적용에 가장 중요한 인자가 된다.

유역의 도달시간을 결정하기 위해서는 유역의 특성에 따라 하도흐름이 지배적인 경우, 지표면 흐름이 지배적인 경우, 그리고 하도와 지표면 흐름이 복합된 경우로 구분하여 결정한다.

① 하도흐름이 지배적인 유역

하도흐름이 주된 경우의 유역 도달시간은 일반 수리학에서 개수로 평균유속공식을 이용하여 하도길이를 유속으로 나눔으로써 쉽게 구할 수 있다. 이때 적용될 수 있는 평균유속공식은 Manning공식 또는 Chezy공식 등을 사용한다.

② 지표면 흐름이 지배적인 유역

지표면 흐름이 지배적인 유역에서 도달시간은 주로 지표면의 지형학적 요소(지표면경사 S, 지표면 흐름길이 L 등)와 저항계수(합리식의 유출계수 C, Manning의 조도계수 n 등), 그리고 도달공식은 주로 자연하천 유역에서 Kraven공식, Rziha공식, SCS Lag Eqn. 공식 등이 이용된다.

국토해양부

③ 하도와 지표면 흐름이 복합된 유역

하도와 지표면 흐름이 중요한 역할을 하는 유역에 적용될 수 있는 공식에는 Kirpich공식, Mccuen 등의 공식, Eagleson 공식 등이 있다.

도달시간은 수년간의 관측치를 통한 강우강도에 따른 도달시간의 산정이란 작업이 선행되어야 하나, 우리나라의 경우 대하천 유역에 대해서도 아직은 실측치 자료가 완전하게 확보되지 못한 상태이기 때문에 외국의 실험에 의한 경험식을 사용하고 있다. 따라서 금회 과업대상 유역의 도달시간 역시 경험식에 의하여 산정하였으며, 산정결과의 객관성을 확보하기 위하여 알려진 공식 중 많이 사용되고 있는 Kirpich, Rziha, Kraven-Ⅰ, Kraven-Ⅱ공식을 적용하였다.

(1) Kirpich식

1940년 Kirpich가 미국 서부 Tennesse지역의 급경사 농경지 및 산지지역의 실측자료를 기초로 제안한 경험공식으로 다음과 같이 나타내어진다.

$$t_c = 3.976 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

여기서, t_c : 도달시간 (min)

L : 유역의 주유로를 따라 측정한 유로연장 (㎞)

S : 유역출구점과 최원점의 표고차(H)를 유로연장(L)으로 나눈 평균경사 (m/m)

이 식은 하도경사가 3~5%, 유역면적이 0.453㎢ 이하의 소유역의 자연하천, 나지형태의 지표흐름 등에서는 잘 일치하며, Rossmiler는 다음과 같은 지역에 대한 홍수도달 시간의 보정계수를 제안하고 있다.

<표 4.1-25> 도달시간의 보정계수

유 역 의 형 태	보 정 계 수
일반적인 표면류나 자연하천	2.0
콘크리트 및 아스팔트표면	0.4
콘크리트 개수된 하천	0.2

(2) Rziha식

자연하천의 상류부(S ≥ 1/200)에 적용되는 공식으로 다음과 같다.

$$t_c = 0.833 \frac{L}{S^{0.6}}$$

여기서, t_c : 도달시간 (min)

L : 하도경사 (m/m)

S : 하도길이 (㎞)

(3) Kraven식

자연하천의 중·하류부(S < 1/200)에 적용되는 공식으로 다음 2가지 형태로 표시할 수 있다.

▪ Kraven-Ⅰ 공식 : $t_c = 0.444 \frac{L}{S^{0.515}}$

▪ Kraven-Ⅱ 공식 : $t_c = 16.667 \frac{L}{V}$ (L : ㎞, V : m/sec)

여기서, t_c : 도달시간 (min), L : 하도경사 (m/m), S : 하도길이 (㎞)

<표 4.1-26> Kraven값

S = H/L	1/100이상	1/100 ~ 1/200	1/200 이하
V(m/sec)	3.5	3.0	2.1

금회 과업에서는 도달시간의 산정을 위하여 국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich

국토해양부

공식, Rziha공식, Kraven-Ⅰ공식, Kraven-Ⅱ공식을 이용하였다.

소유역별 도달시간은 유출량 산정지점별로 상기공식을 적용하여 산정하였으며 그 결과는 <표 4.1-27>과 같다.

금회 과업에서는 산정된 도달시간 중 실제 현장조사를 통한 지형조사와 홍수시의 산지 소하천 및 평지에서의 대략적인 유속 등을 고려할 때 Kraven-Ⅱ공식에 의한 평균유속 결과가 적합하다고 판단되어, 금회 과업의 유출모형에 적용되는 도달시간은 Kraven-Ⅱ공식에 의한 결과를 사용하였다.

<표 4.1-27> 도달시간 산정결과

하천명	지점부호	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	평균경사	도 달 시 간 (분)			
					Kirpich	Rziha	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ
광천천	GC0	66.64	15.16	0.00299	302.31	412.99	134.31	120.32
	GC1	63.09	13.71	0.00373	256.96	327.08	108.39	108.81
	GC2	37.32	13.71	0.00373	256.96	327.08	108.39	108.81
	GC3	36.12	12.71	0.00391	238.04	294.77	98.07	100.88
	GC4	35.87	12.71	0.00391	238.04	294.77	98.07	100.88
	GC5	33.59	11.21	0.00461	202.82	235.52	79.47	88.97
	GC6	27.79	11.21	0.00461	202.82	235.52	79.47	88.97
	GC7	24.52	9.46	0.00615	159.28	167.19	57.81	52.56
	GC8	20.39	9.46	0.00615	159.28	167.19	57.81	52.56
	GC9	18.45	7.86	0.01648	94.49	76.89	28.91	37.43
	GC10	16.01	7.86	0.01648	94.49	76.89	28.91	37.43
	GC11	10.82	5.92	0.03462	57.08	37.10	14.86	28.19

국토해양부

3) 임계지속시간 결정

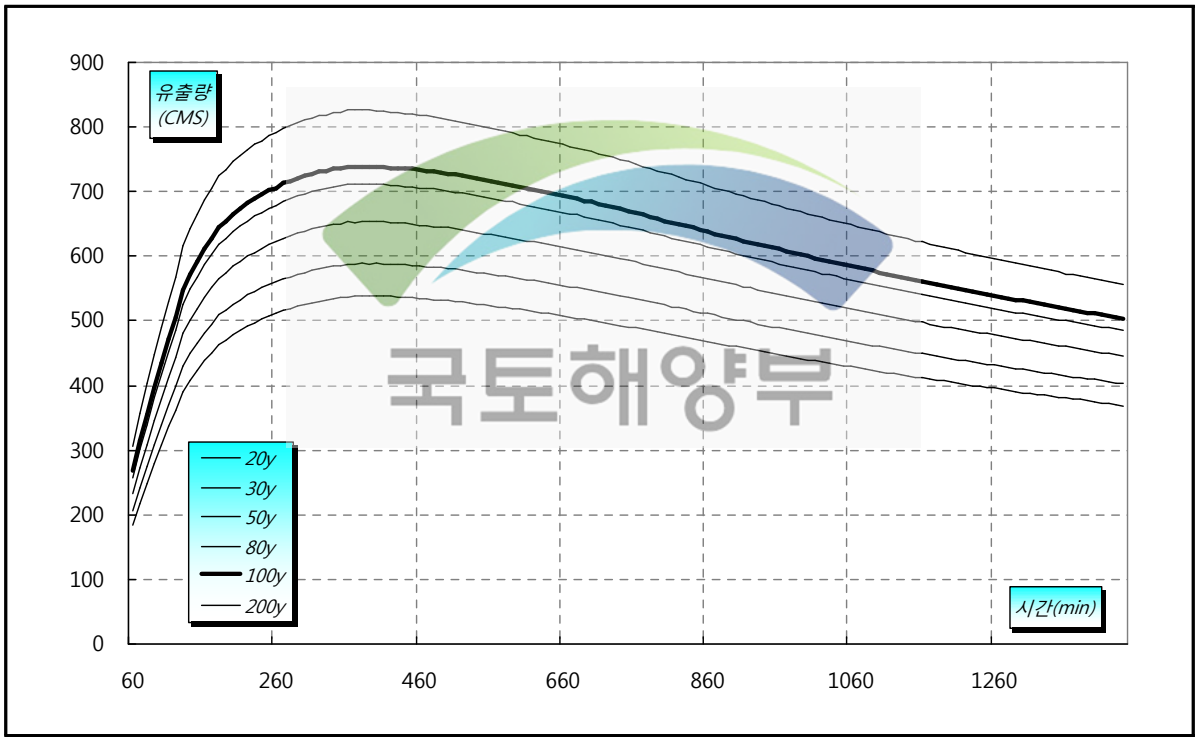
수공구조물의 설계를 위한 홍수량은 구조물의 설치목적에 따라 강우의 지속시간을 달리 적용해야 한다. 즉, 설계하고자 하는 구조물이 홍수 시 유출량을 저류하고자 하는 저류지인 경우에는 최대저류가 발생되는 지속시간을 선정해야 하고, 제방, 교량 등의 경우에는 최대유출량이 발생되는 지속시간을 선정해서 설계해야 구조물의 수리학적인 안전을 확보할 수 있을 것이다.

이러한 목적을 위하여 임계지속시간(critical storm duration) 개념이 도입되었으며, 임계지속시간은 설계하고자 하는 구조물에 따라 최대 홍수량 또는 최대 저류용적이 되는 지속시간을 채택하게 된다.

본 과업에서는 하천 구조물의 설치목적에 따라 홍수량 산정지점에 대하여 Clark의 유역추적법, NRCS의 무차원단위도법, Nakayasu의 종합단위도법 등으로 지속시간별 홍수량을 계산한 후 첨두유출량이 최대가 되는 강우지속시간을 찾아 임계지속시간으로 결정하였다.

이 중에서 Clark의 유역추적법에 의한 지속시간별 홍수량 및 임계지속시간의 홍수량은 <그림 4.1-8>와 같다.

<그림 4.1-8> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속시간) - 광천천하구



4) 빈도별 홍수량 산정결과

전술한 바와 같이 Clark의 유역추적법, NRCS의 무차원단위도법, Nakayasu의 종합단위도법 등 3가지 방법에 의해 빈도별, 지속시간별 홍수량을 산정하고, 이 중에서 임계지속시간의 홍수량을 채택하여 산정방법별, 빈도별 홍수량을 구하였으며, 그 내용은 다음 <표 4.1-28>과 같다.

<표 4.1-28> 산정방법별 빈도별 홍수량 산정

하 천 명	부 호	산정지점명	산정방법	빈 도 별 홍 수 량(㎥/sec)						비고
				20년	30년	50년	80년	100년	200년	
광천천	GC0	광천천 종점	Clark	538	589	653	712	739	826	채택
				(400)	(400)	(380)	(380)	(380)	(390)	
		A = 66.64 ㎢	NRCS	714	781	867	945	982	1099	
				(300)	(300)	(280)	(280)	(280)	(280)	
		L = 15.16 ㎞	Nakayasu	406	445	493	537	558	624	
				(430)	(430)	(410)	(420)	(420)	(400)	
	GC1	상지천 합류후	Clark	557	609	675	735	764	853	채택
				(360)	(360)	(360)	(360)	(360)	(350)	
		A = 63.08 ㎢	NRCS	707	774	859	937	973	1089	
				(270)	(270)	(270)	(270)	(270)	(250)	
		L = 13.70 ㎞	Nakayasu	394	431	478	520	540	604	
				(410)	(410)	(410)	(410)	(400)	(400)	
	GC2	상지천 합류전	Clark	332	363	403	439	456	510	채택
				(360)	(360)	(360)	(360)	(350)	(350)	
		A = 37.32 ㎢	NRCS	423	463	515	562	584	654	
				(270)	(270)	(270)	(250)	(250)	(250)	
		L = 13.70 ㎞	Nakayasu	251	275	305	332	345	386	
				(380)	(380)	(380)	(360)	(360)	(360)	
	GC3	광천지류 합류후	Clark	335	366	407	444	462	517	채택
				(350)	(340)	(340)	(340)	(340)	(340)	
		A = 36.12 ㎢	NRCS	420	461	512	559	581	652	
				(260)	(260)	(260)	(260)	(240)	(240)	
		L = 12.70 ㎞	Nakayasu	245	268	298	325	338	378	
				(380)	(370)	(370)	(370)	(370)	(370)	
	GC4	광천지류 합류전	Clark	332	364	404	441	459	513	채택
				(350)	(340)	(340)	(340)	(340)	(340)	
		A = 35.88 ㎢	NRCS	417	458	508	555	577	648	
				(260)	(260)	(260)	(260)	(240)	(240)	
		L = 12.70 ㎞	Nakayasu	244	267	296	323	336	376	
				(370)	(370)	(370)	(370)	(370)	(370)	
	GC5	담산천 합류후	Clark	335	368	408	446	464	520	채택
				(310)	(310)	(320)	(300)	(300)	(300)	
		A = 33.58 ㎢	NRCS	409	449	499	545	567	636	
				(250)	(230)	(230)	(230)	(230)	(230)	
		L = 11.20 ㎞	Nakayasu	233	255	284	309	322	360	
				(360)	(360)	(360)	(360)	(360)	(360)	
	GC6	담산천 합류전	Clark	288	315	350	381	396	443	채택
				(290)	(290)	(300)	(300)	(300)	(280)	
		A = 27.79 ㎢	NRCS	353	387	429	468	486	545	
				(230)	(230)	(230)	(230)	(210)	(210)	
		L = 11.20 ㎞	Nakayasu	205	224	248	270	280	313	
				(360)	(360)	(360)	(350)	(350)	(350)	

주) 괄호는 임계지속시간임(분)

국토해양부

<표 4.1-28> 계 속

하 천 명	부 호	산정지점명	산정방법	빈 도 별 홍 수 량 (㎥/sec)						비고
				20년	30년	50년	80년	100년	200년	
광천천	GC7	월림천 합류후	Clark	305	335	372	407	423	474	채택
				(240)	(220)	(220)	(220)	(220)	(220)	
		A = 24.51 ㎢	NRCS	414	454	506	553	576	647	
				(170)	(170)	(150)	(150)	(150)	(150)	
		L = 9.45 ㎞	Nakayasu	200	219	244	266	276	309	
				(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(280)	
	GC8	월림천 합류전	Clark	251	275	306	335	348	391	채택
				(230)	(240)	(220)	(220)	(220)	(220)	
		A = 20.38 ㎢	NRCS	340	373	416	455	474	532	
				(170)	(170)	(170)	(150)	(150)	(150)	
		L = 9.45 ㎞	Nakayasu	168	185	205	224	233	261	
				(300)	(300)	(300)	(280)	(280)	(280)	
	GC9	월대천 합류후	Clark	250	275	307	336	350	392	채택
				(200)	(200)	(200)	(200)	(200)	(200)	
		A = 18.45 ㎢	NRCS	337	371	413	453	472	531	
				(140)	(140)	(140)	(150)	(150)	(130)	
		L = 7.86 ㎞	Nakayasu	156	171	191	208	217	243	
				(290)	(290)	(290)	(280)	(280)	(280)	
	GC10	월대천 합류전	Clark	213	235	262	287	299	336	채택
				(200)	(200)	(200)	(200)	(200)	(200)	
		A = 16.01 ㎢	NRCS	287	316	353	387	403	454	
				(140)	(140)	(140)	(150)	(150)	(150)	
		L = 7.86 ㎞	Nakayasu	136	149	166	182	189	213	
				(290)	(290)	(280)	(280)	(280)	(280)	
	GC11	장곡저수지 지점	Clark	150	166	186	205	214	242	채택
				(190)	(190)	(170)	(170)	(170)	(170)	
		A = 10.82 ㎢	NRCS	187	207	233	257	268	304	
				(130)	(130)	(130)	(130)	(130)	(130)	
		L = 5.92 ㎞	Nakayasu	92	102	114	125	130	147	
				(290)	(270)	(270)	(270)	(270)	(260)	

주) 괄호는 임계지속시간임(분)

금도해양

5) 기수립 기본계획 및 금회 변경 홍수량검토

금회 변경 시 홍수량 산정은 기수립(2005년)자료를 이용하되, 강우자료와 시간분포 등은 2005년 이후의 자료를 추가하여 반영하였다.

검토결과 확률강우량 값은 금회 변경이 계획빈도(100년)에서 1.1~16.7mm 감소하는 것으로 나타났으나 홍수량 산정결과에서는 기 수립 보다 오히려 금회 변경이 4~9㎥/s 크게 산정되었다.

이는 기 수립 기본계획에서 강우강도식 유도 시 전기간 통합형으로 유도하여 설

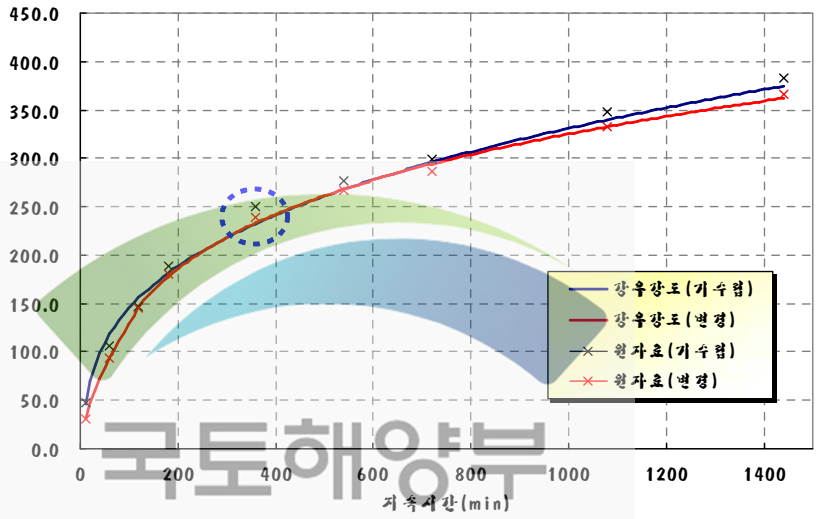
계강우에 반영한데 기인한다.

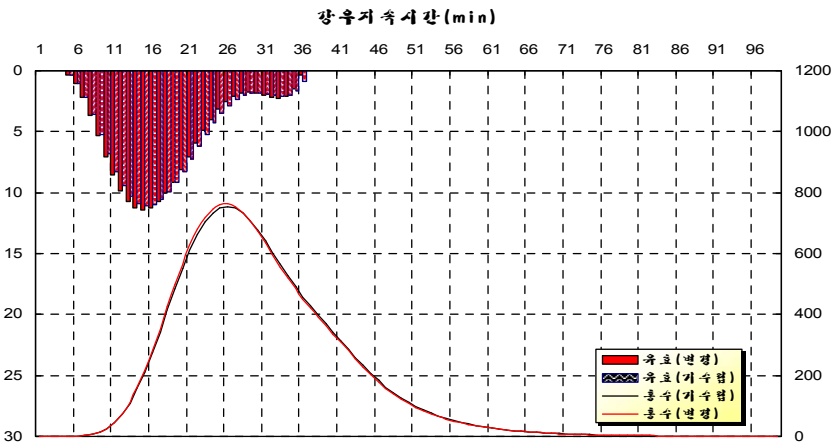
계획빈도(100년)의 임계지속시간(360분)에서

- 기수립 확률강우량 / 강우강도식 유도 : -17.0mm(편차량 발생)
- 금회 변경 / 기수립 강우강도식 유도 : -0.6mm 적게 산정

또한, 설계 강우 적용에 있어서도 HUFF의 2분위에서 기수립 기본계획이 홍수유출에 미치는 단위시간강우에서 최대 0.4mm 적게 적용

<표 4.1-29> 기수립 및 금회 변경 홍수량검토

<table>
<tr><th>구 분</th><th>주 요 변 경 내 용</th></tr>
<tr><td>확률강우량</td><td>


국토해양부
<table>
<tr><th>구 분</th><th>기수립(2005년)</th><th>변 경</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>강우강도식 유도</td><td>전기간 통합</td><td>장·단기 구분(120분)</td><td></td></tr>
<tr><td>상관계수</td><td>0.9976</td><td>0.9994</td><td></td></tr>
<tr><td>확률강우/(강우강도)</td><td>249.7/(232.7)mm</td><td>238.9/(233.3)mm</td><td>360분</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>홍수량산정</td><td>


<table>
<tr><th rowspan="2">지 점 명</th><th colspan="2">홍수량(㎥/s)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>기수립(2005년)</th><th>변 경</th></tr>
<tr><td>광천천 하구</td><td>755</td><td>764</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

6) 기본 및 계획홍수량

가. 기본홍수량

기본홍수량이란 홍수에 의한 피해를 방지 또는 경감시키기 위한 치수계획의 기본이 되는 홍수량으로서, 하천의 중요도, 민생의 안정 등의 요소를 고려하고 기왕의 홍수 및 빈도별 홍수를 대상으로 한 치수경제 분석 결과 등을 감안하여 결정하게 된다.

하천설계기준(2009, 한국수자원학회)에 의하면 하천의 중요도에 따라 아래와 같은 규모를 제안하고 있으며, 도시관류하천의 경우에는 치수경제조사 결과에 따라 빈도를 상향조정할 수 있도록 하고 있다.

<표 4.1-30> 하천의 중요도에 따른 계획규모

하천의 중요도	계획규모(재현기간)	적용하천범위
A급	200년 이상	국가하천의 주요구간
B급	100 ~ 200년	국가하천
C급	50 ~ 200년	지방하천

국토해양부

본 과업하천인 광천천은 지방하천으로서 하천의 중요도에 따른 계획규모 상 50 ~ 200년의 계획규모로 중·하류부는 광천읍 시가지 관류 및 장래개발이 예상되는 구간으로 [담산천합류점(No.37+90) ~ 과업종점(No.0+00)] 100년을 중·상류부[장곡저수지 하단부(No.89+60) ~ 담산천합류점(No.37+90)]는 대부분의 구간이 경지정리사업지구 내를 관류하고 있는 전형적인 자연하천으로 하천중요도 및 경제성 등을 고려하여 50년으로 계획빈도를 결정하였다.

나. 계획홍수량

계획홍수량은 계획 대상하천의 치수상 기준이 되며 하도가 부담하여야 할 홍수량으로, 계획 대상하천의 상류에 홍수조절 댐이나 조절지, 저수지 등과 같은 홍수조절시설 또는 방수로, 파천 등이 설치되어 있거나 설치계획이 있을 경우, 기본홍수량에서 이들 시설에 의한 홍수조절량 등을 감한 나머지 홍수량을 의미한다.

본 과업대상 하천유역에는 홍수를 조절할 만한 시설물이 없는 상태이며, 장

래에도 홍수조절시설계획이 없기 때문에 기본홍수량 전량을 계획홍수량으로 채택하였다.

또한, 유역의 하구기준 홍수량은 기수립/변경 : 764/755㎥/s로 1% 전후로 나타났으며, 홍수위 검토결과 그 영향은 0.01~0.03m로 차이가 미미하여 금회 홍수량 적용은 기 수립된 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 계획홍수량을 준용하였다.

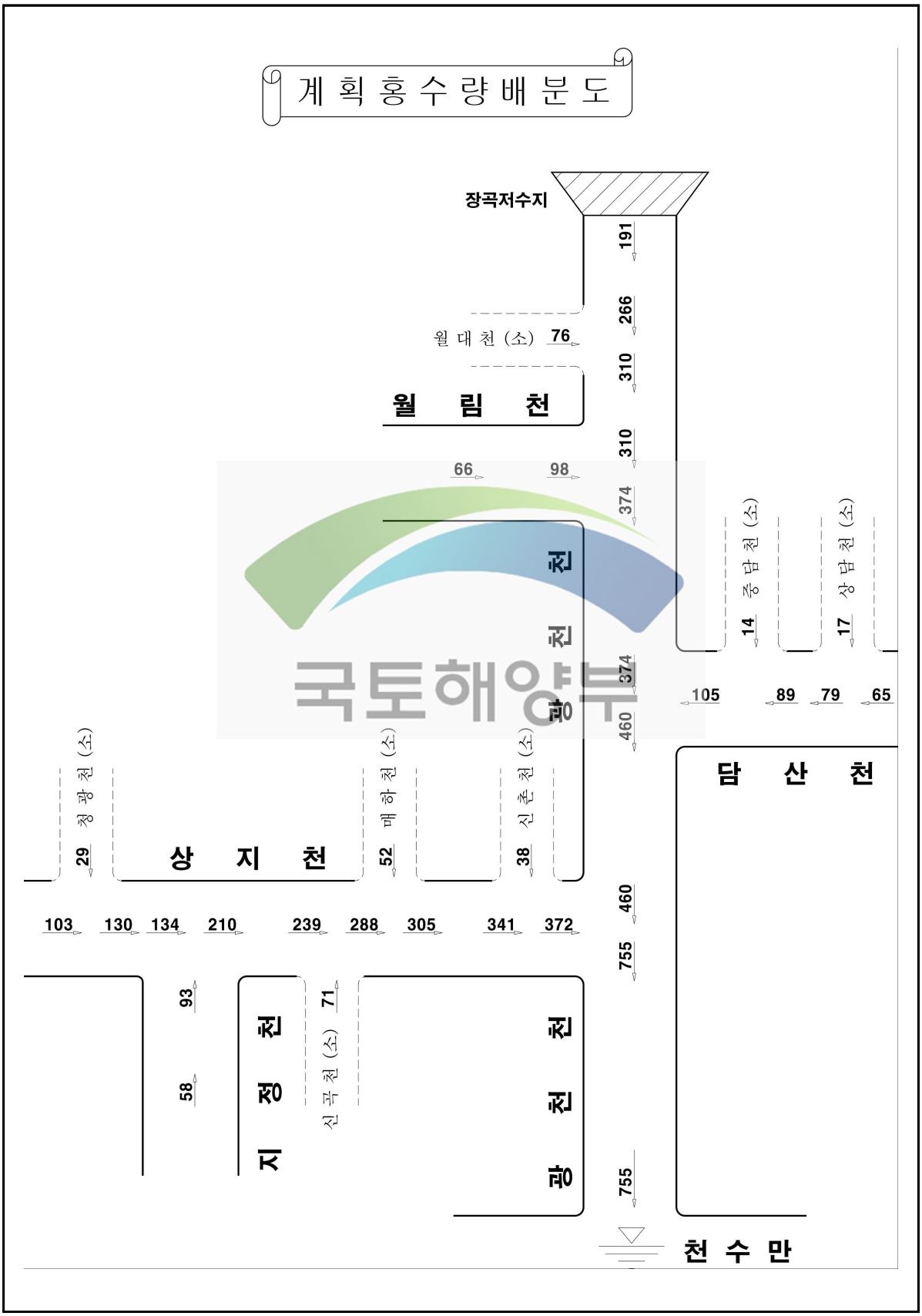
<표 4.1-31> 기본 및 계획홍수량

하 천	산 정 지 점	부 호	유 역 면 적 (㎢)	유 로 연 장 (㎞)	홍수량(㎥/sec)				비 고
					기본	계 획			
						기수립	변경	채택	
광천천	광천천 종점	GC0	66.64	15.16	764	755	764	755	100년
	상지천 합류후	GC1	63.08	13.70	764	755	764	755	〃
	상지천 합류전	GC2	37.32	13.70	464	460	464	460	〃
	광천리 지류 합류후	GC3	36.12	12.70	464	460	464	460	〃
	광천리 지류 합류전	GC4	35.88	12.70	464	460	464	460	〃
	담산천 합류후	GC5	33.58	11.20	464	460	464	460	〃
	담산천 합류전	GC6	27.79	11.20	372	374	372	374	50년
	월림천 합류후	GC7	24.51	9.45	372	374	372	374	〃
	월림천 합류전	GC8	20.38	9.45	307	310	307	310	〃
	소하천 월대천 합류후	GC9	18.45	7.86	307	310	307	310	〃
	소하천 월대천 합류전	GC10	16.01	7.86	262	266	262	266	〃
	장곡저수지 지점	GC11	10.82	5.92	186	191	186	191	〃

국토해양부

<그림 4.1-9> 계획홍수량 배분도

(단위:㎥/sec)

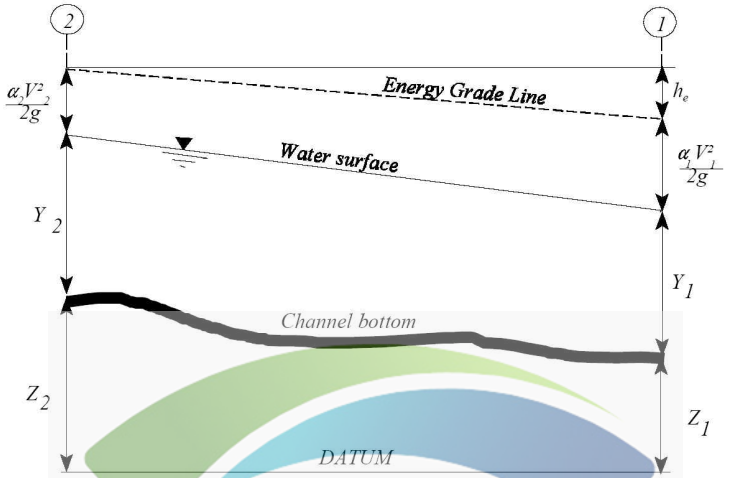


국토해양부

4.2 홍수위 산정

4.2.1 계산방법의 선정

본 과업의 홍수위 계산은 미육군공병단 수문연구소(Hydrologic Engineering Center)에서 개발한 HEC-RAS Model을 사용하였으며, HEC-RAS Model에 대한 이론적 근거를 살펴보면 다음과 같다.



그림에 표시된 두 단면간의 에너지 방정식은 다음과 같다.

$$WS_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = WS_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e \quad \cdots\cdots (1)$$

$$WS_2 = Y_2 + Z_2, \qquad WS_1 = Y_1 + Z_1$$

$$h_e = L \cdot S_f + C \left[\alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right] \quad \cdots\cdots (2)$$

여기서,

WS_1, WS_2 : ①, ② 단면에서의 수위(EL.m)

V_1, V_2 : ①, ② 단면에서의 평균유속(m/sec)

α_1, α_2 : ①, ② 단면에서의 에너지보정계수

g : 중력가속도($m/\sec^2$)

h_e : 에너지 손실수두(m)

L : ①, ② 단면간의 유량가중거리(m)

S_f : ①, ② 단면에서의 마찰경사

C : ①, ② 단면에서의 확대 및 수축계수

계산과정은 다음과 같다.

① 상류단면의 수위를 가정(사류구간에서는 하류단면의 수위를 가정)하여

② 가정수위에 대한 평균통수능과 속도수두를 구하고

③ 이 값을 이용하여 Sf를 계산한 다음 위의 식 (2)를 이용하여 he를 구하고

④ 계산된 상류단면의 수위(WS_2)와 ①에서 가정한 수위의 차가 0.003m 이내로 수렴할 때 까지 축차적으로 반복 계산한다.

여기서, 단면간 유량가중거리(L), 마찰경사(Sf), 평균통수능(K)은 다음과 같이 구한다.

$$L = \frac{L_{lob}Q_{lob} + L_{ch}Q_{ch} + L_{rob}Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}}$$

$$S_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2}\right)^2$$

$$K = \frac{1}{n}AR^{2/3}$$

국토해양부

여기서,

$L_{lob,}\ L_{ch,}\ L_{rob}$: 좌안제방, 저수로 및 우안제방에 연하여 유출되는 유량에 따른 구간거리(m)

$Q_{lob,}\ Q_{ch,}\ Q_{rob}$: 좌안측 고수부지, 저수로 및 우안측 고수부지에 연하여 유출되는 평균유량(㎥/sec)

K : 평균통수능(㎥/sec)

A : 통수단면적(㎡)

한편 부등류의 배수위 계산을 실시함에 있어 에너지 보정계수 α는 실제로 1.0~1.1 범위내의 수치이나 배수위 계산의 간편화를 위하여 $\alpha = 1.0$의 수치를 적용하였다.

1) 교량지점에서의 수위 상승고 계산방법

교각에 의한 수위 상승고 계산방법은 d'Aubuisson, Yarnell, Rchbock, Nagler, Weis bach등의 실험식이 있으나, Yarnell 공식에 의한 계산이 정확도가 높아 본 Program 에서는 Yarnell 공식을 사용하여 수위상승고를 계산하였다.

- Yarnell Equation(1934)

$$H = 2K \cdot (K + 10 \cdot \omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15 \cdot \alpha^4) \cdot \frac{V^2}{2g}$$

여기서, H : 교량 상·하류 수면차

K : Yarnell의 교각 형상계수

ω : 교량단면 직하류부의 수심에 대한 속도수두비

α : 구조물면적 / 총횡단면적

V : 교량단면 직하류부의 유속

국토해양부

Yarnell의 교각 형상계수

구 분	계 수 (K)
반원형 선단부와 말단부	0.90
격벽이 연결된 쌍실린더형 교각	0.95
격벽이 없는 쌍실린더형 교각	1.05
90°삼각형 선단부와 말단부	1.05
사각형 선단부와 말단부	1.25
Ten pile 가대 만곡 교각	2.50

4.2.2 홍수위 산정을 위한 자료의 선정

1) 횡단면자료 및 구간길이의 선정

금회 홍수위 계산시 횡단면자료는 5~20m 간격의 횡단측량자료를 사용하였으며, 하폭의 변화가 크지 않은 구간에 대해서는 이보다 긴 간격의 자료를 사용하였다. 또한, 단면의 급확대, 급축소가 발생하는 구간이나 교량 등 하천시설물로 인하여 흐름에 큰 영향을 미치는 단면은 홍수위 계산 시 단면을 추가하여 계산하였다.

2) 조도계수의 결정

조도계수(Roughness Coefficient)는 수로내를 흐르는 물에 대한 마찰저항을 나타내는 수리학적인 계수로서 일반적으로 Manning의 조도계수를 의미한다. Manning의 조도계수에 영향을 주는 요소들로서는 수로의 표면조도, 수로내의 식물, 수로의 부정, 수로법선, 침전 및 장애물, 수로의 크기와 형상, 수위 및 유량, 계절적 변화 등 영향인자가 다양하여 동일하천, 동일구간은 물론 경년적으로 변화하고 있으므로 정도가 높은 값을 얻기는 상당히 어려운 실정이다.

국토해양부

일반적인 조도계수의 결정방법으로는 아래와 같다.

① 하도상황 및 하도재료에 의한 추정

② 수위-유량자료를 이용한 추정

③ 홍수흔적을 조사하여 부등류계산에 의한 추정 등이 있다.

정확도가 높은 조도계수를 얻기 위해서는 연속적으로 관측하고 검정할 필요가 있으며 다음 사항을 고려하여야 한다.

① 유량과 같은 수문량의 크기에 따른 변화

- 하상형상, 홍수기간동안의 하상변동
- 유사량 특히 부유사량의 증감
- 수문곡선의 모양

② 하도의 종횡단 모양에 따른 변화

- 수리경심의 급격한 변화
- 하도간의 편류, 사수역의 발생
- 식 생
- 하구부근의 염수쐐기

③ 인위적인 하상굴착, 하도개수, 하상저하 및 하상상승

④ 실측오차 및 기타오차

- 유량, 평균유속, 수면경사 등의 측정오차
- 수심, 경심 측정오차, 사수역 제거로 인한 오차
- 하도저류에 의한 오차
- 흔적수위 측량오차
- 조도계수 역산에 따른 오차

본 과업에서는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수, 기 수립된 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」 등을 참고하여 조도계수를 결정하였고, 그 결과는 <표 4.2-2>와 같으며 참고로 하도상태에 따른 조도계수 추정치의 기준을 살펴보면 <표 4.2-1>과 같다.

<표 4.2-1> 하천 및 수로의 조도계수

구 분	하천 및 수로의 상황	조도계수(n) 범위
인공수로 및 개수하천	콘크리트 인공수로	0.014 ~ 0.020
	나선형(Spiral) 반관수로	0.021 ~ 0.030
	양안돌붙임(석장) 적은 수로 (토상)	0.025 (평균치)
	암반을 굴착 방치한 하상	0.035 ~ 0.050
	암반정리한 하상	0.025 ~ 0.040
	점토성 하상, 세굴이 없을 정도의 유속	0.016 ~ 0.022
	사질 Loam, 점토질 Loam	0.020 (평균치)
	Drag line 굴착준설, 잡초 적음	0.025 ~ 0.033
자연하천	평야의 소하천, 잡초없음	0.025 ~ 0.033
	평야의 소하천, 잡초와 관목있음	0.030 ~ 0.040
	평야의 소하천, 잡초많음, 잔자갈 하상	0.040 ~ 0.055
	산지하천, 골재, 호박돌	0.030 ~ 0.050
	산지하천, 호박돌, 큰호박돌	0.040 이상
	큰하천, 점토, 사질하상, 사행이 적음	0.018 ~ 0.035
	큰하천, 자갈하상	0.025 ~ 0.040

주) 자료출처 :「하천설계기준(2009. 한국수자원학회 P.96)」

<표 4.2-2> 조 도 계 수

하 천	구 간	조 도 계 수 (n)		비 고
		개 수 전	개 수 후	
광 천 천	No.0+00 ~ No.89+60	0.033	0.033	

4.2.3 기점홍수위의 결정

하천의 홍수위는 흐름이 상류(常流, subcritical flow)일 때는 하류의 상태에 따라 영향을 받고, 사류(射流, supercritical flow)일 때는 상류의 상태에 따라 영향을 받는다. 따라서, 수위계산은 상류(常流)인 경우에는 하류측 단면의 수위를 경계조건으로 갖게 되며, 사류(射流)인 경우에는 반대로 상류측 단면의 수위를 경계조건으로 갖게 되는데 이때의 수위를 기점수위(起點水位)라고 한다. 하천에서 기점홍수위를 결정할 경우에는 일반적으로 다음과 같은 사항을 고려한다.

① 하구 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지천에서는 본류의 계획홍수위

② 본류와 지류의 유역면적 규모 차이가 현저하게 커서 본류와 지류의 첨두홍수가 중첩될 가능성이 매우 작은 경우, 지류의 계획빈도에 해당하는 본류홍수위

③ 구조물에 의해 한계수심이 발생한 경우는 그점의 한계수심 또는 설계홍수위

④ 하도가 급확대, 단락, 만곡 또는 교각에 의해 수위변화가 일어나는 곳은 손실수두를 더하여 계산한 수위

⑤ 사수역이 발생하는 곳은 유수단면적에서 사수역을 빼고 계산한 수위

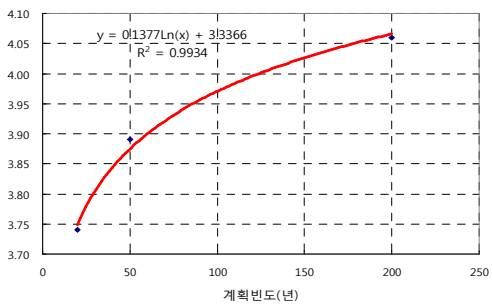
⑥ 과거에 발생한 최대홍수위, 흔적홍수위 또는 기존제방의 설계홍수위

⑦ 수리모형실험에 의해 추정한 수위

금회 과업유역의 기점홍수위 검토는 기수립된 「홍보지구 농업종합 개발사업 계획서(변경) (1998. 12, 농업기반공사)」에서 CRIUM 부정류해석 모형을 이용하여 산정한 보령호의 첨두홍수위(No.7지점) 및 금회 측량자료를 이용하여 산정한 등류 및 한계수심 자료를 비교하여 가장 높게 산정된 값을 적용하였다.

국토해양부

<표 4.2-3> CRIUM 부정류해석 모형을 이용한 기점홍수위

구 분		첨두홍수위 (EL.m)	곡선식	비고
보령 방조제	20년	3.74		과업종점 (NO.7)
	50년	3.89		
	200년	4.06		
	회귀식		$y = 0.1377\ln(x) + 3.3366$	

주) 자료출처 : 「홍보지구 농업종합 개발사업 계획서(변경) (1998. 12, 농업기반공사) - p.327~329」

<표 4.2-4> 기 점 홍 수 위

(단위:EL.m)

구 분		개 수 전			개 수 후		
		등류수심	한계수심	부정류	등류수심	한계수심	부정류
광천천	20년	4.26	3.07	3.74	2.68	1.57	3.74
	30년	4.38	3.47	3.80	2.83	1.69	3.80
	50년	4.52	3.58	3.89	3.03	1.83	3.89
	80년	4.65	3.69	3.94	3.60	1.97	3.94
	100년	4.72	3.73	3.97	3.67	2.03	3.97
	200년	4.90	3.87	4.06	3.86	2.22	4.06
적용여부		적 용					적 용

국토해양부

4.2.4 홍수위 계산

1) 빈도별 홍수위

금회 과업구간(L=3.0㎞)의 빈도별 홍수위 계산은 앞에서 결정된 빈도별 홍수량, 기점홍수위, 조도계수 및 하도계획에 기초를 두어 개수전과 개수후로 구분하여 부등류계산 방법인 표준축차계산법(standard step method)에 의하여 전산처리 하되, 교량, 보 등 구조물의 영향도 동시에 고려하여 계산하였다. 또한 수리계산시에는 하도에서 흐름이 없는 부분 혹은 흐름이 있어도 유수소통에 영향을 주지 않는 사수역은 제거하였으며, 가능한 한 요철수면형이 발생하지 않도록 유의하였다.

홍수위 계산은 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도에 대하여 개수전·후로 구분하여 계산하였으며 각 빈도별 홍수위는 <표 4.2-5>와 같다.

<표 4.2-5> 빈도별 홍수위

하천	측점 (No.)	누가 거리 (m)	개수전 홍수위(EL.m)						개수후 홍수위(EL.m)						비고
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
광	0	0	4.26	4.38	4.52	4.65	4.72	4.90	3.74	3.80	3.89	3.94	3.97	4.06	
	+15	15	4.48	4.60	4.76	4.91	4.98	5.20	3.84	3.92	4.02	4.10	4.14	4.26	천수민교
천	+50	50	4.42	4.54	4.70	4.84	4.91	5.11	3.81	3.88	3.98	4.04	4.08	4.19	
	1	100	4.47	4.59	4.75	4.89	4.95	5.15	3.86	3.93	4.03	4.11	4.14	4.26	
천	+50	150	4.61	4.73	4.89	5.04	5.11	5.32	3.94	4.02	4.13	4.21	4.26	4.39	
	2	200	4.66	4.79	4.95	5.10	5.17	5.38	3.99	4.07	4.19	4.28	4.32	4.47	
	+50	250	4.70	4.83	4.99	5.14	5.21	5.43	4.03	4.12	4.24	4.33	4.38	4.53	
	3	300	4.72	4.85	5.01	5.16	5.23	5.44	4.08	4.17	4.30	4.39	4.44	4.59	
	+50	350	4.73	4.85	5.01	5.16	5.23	5.43	4.15	4.24	4.37	4.48	4.53	4.69	
	4	400	4.86	4.99	5.17	5.32	5.40	5.62	4.19	4.29	4.42	4.53	4.59	4.76	
	+50	450	4.91	5.05	5.22	5.38	5.46	5.68	4.24	4.35	4.48	4.59	4.65	4.82	
	5	500	4.97	5.11	5.29	5.45	5.52	5.75	4.33	4.44	4.58	4.70	4.76	4.94	
	+50	550	5.00	5.14	5.31	5.48	5.55	5.78	4.36	4.47	4.61	4.73	4.79	4.98	
	6	600	5.04	5.19	5.36	5.53	5.61	5.84	4.45	4.57	4.72	4.84	4.91	5.10	
	+50	650	5.10	5.24	5.42	5.59	5.67	5.91	4.54	4.65	4.81	4.94	5.00	5.21	
	7	700	5.17	5.31	5.49	5.66	5.74	5.98	4.68	4.80	4.95	5.09	5.16	5.37	
	+50	750	5.19	5.33	5.52	5.69	5.77	6.01	4.69	4.82	4.98	5.12	5.18	5.39	
	8	800	5.17	5.31	5.49	5.66	5.74	5.98	4.71	4.83	4.98	5.12	5.18	5.39	
	+26	826	5.22	5.37	5.56	5.74	5.82	6.08	4.75	4.87	5.03	5.16	5.24	5.47	포항교
	50	850	5.16	5.30	5.49	5.67	5.75	6.01	4.73	4.84	4.99	5.13	5.21	5.42	
	9	900	5.18	5.32	5.50	5.67	5.75	6.00	4.73	4.85	5.00	5.14	5.22	5.44	
	+50	950	5.37	5.51	5.70	5.87	5.96	6.21	4.81	4.92	5.07	5.20	5.27	5.48	
	10	1,000	5.40	5.55	5.73	5.91	5.99	6.25	4.88	5.00	5.15	5.29	5.37	5.58	
	+50	1,050	5.44	5.58	5.77	5.94	6.03	6.28	4.98	5.10	5.25	5.38	5.46	5.67	
	11	1,100	5.49	5.64	5.83	6.00	6.09	6.34	5.12	5.25	5.40	5.54	5.62	5.83	
	+50	1,150	5.56	5.71	5.90	6.08	6.16	6.42	5.22	5.35	5.51	5.66	5.74	5.96	
	12	1,200	5.61	5.76	5.95	6.13	6.21	6.47	5.28	5.41	5.57	5.72	5.80	6.02	
	+50	1,250	5.64	5.79	5.98	6.16	6.24	6.50	5.36	5.49	5.65	5.80	5.88	6.10	
	13	1,300	5.82	5.98	6.18	6.36	6.45	6.72	5.57	5.72	5.91	6.08	6.17	6.42	
	+50	1,350	5.92	6.08	6.28	6.47	6.55	6.83	5.69	5.84	6.02	6.19	6.27	6.52	
	14	1,400	6.02	6.19	6.39	6.59	6.68	6.96	5.77	5.92	6.11	6.29	6.37	6.63	
	+50	1,450	6.00	6.16	6.36	6.56	6.65	6.94	5.75	5.90	6.08	6.25	6.34	6.60	옹암2교
	15	1,500	5.99	6.15	6.34	6.55	6.64	6.92	5.74	5.89	6.07	6.24	6.32	6.59	
	+50	1,550	6.03	6.19	6.38	6.59	6.68	6.96	5.77	5.92	6.10	6.27	6.35	6.62	
	16	1,600	6.06	6.22	6.42	6.62	6.71	6.99	5.79	5.94	6.12	6.30	6.38	6.65	
	+50	1,650	6.10	6.26	6.46	6.67	6.76	7.04	5.81	5.96	6.15	6.32	6.41	6.67	
	17	1,700	6.14	6.30	6.50	6.70	6.80	7.08	5.85	6.00	6.18	6.36	6.44	6.71	
	+50	1,750	6.20	6.36	6.56	6.77	6.86	7.15	5.88	6.03	6.22	6.40	6.48	6.75	
	18	1,800	6.24	6.41	6.61	6.81	6.91	7.20	5.90	6.05	6.23	6.41	6.49	6.77	
	+47	1,847	6.32	6.50	6.72	6.95	7.05	7.38	5.97	6.13	6.32	6.53	6.63	6.95	옹암교
	+50	1,850	6.28	6.47	6.69	6.92	7.02	7.34	5.97	6.12	6.31	6.52	6.62	6.94	
	19	1,900	6.32	6.50	6.72	6.95	7.05	7.37	6.04	6.19	6.38	6.60	6.69	7.01	
	+12	1,912	6.51	6.70	6.92	7.15	7.26	7.59	6.13	6.29	6.49	6.71	6.81	7.13	옹암보
	+50	1,950	6.56	6.75	6.99	7.24	7.35	7.70	6.24	6.41	6.62	6.84	6.95	7.30	철교
	20	2,000	6.58	6.77	7.01	7.26	7.37	7.72	6.28	6.45	6.66	6.88	6.98	7.33	

<표 4.2-5> 계 속

하천	측점 (No.)	누가 거리 (m)	개수전 홍수위(EL.m)						개수후 홍수위(EL.m)						비고
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
광	+50	2,050	6.58	6.77	7.00	7.25	7.36	7.71	6.28	6.45	6.66	6.88	6.98	7.33	
	21	2,100	6.60	6.78	7.01	7.26	7.37	7.72	6.29	6.45	6.66	6.88	6.98	7.32	
천	+50	2,150	6.62	6.80	7.04	7.28	7.39	7.74	6.32	6.48	6.69	6.91	7.01	7.35	
	22	2,200	6.65	6.83	7.06	7.31	7.42	7.77	6.35	6.52	6.73	6.95	7.05	7.39	
천	+4	2,204	6.66	6.85	7.08	7.33	7.44	7.78	6.37	6.54	6.75	6.97	7.07	7.41	
	+50	2,250	6.67	6.85	7.08	7.33	7.43	7.78	6.37	6.54	6.75	6.97	7.07	7.41	
	+71	2,271	6.73	6.92	7.16	7.41	7.52	7.88	6.45	6.62	6.83	7.06	7.16	7.51	삼봉교
	+97	2,297	6.73	6.92	7.16	7.41	7.52	7.88	6.45	6.62	6.83	7.06	7.16	7.52	
	23	2,300	6.73	6.92	7.15	7.40	7.51	7.87	6.44	6.61	6.82	7.05	7.15	7.50	
	+50	2,350	6.74	6.93	7.17	7.42	7.53	7.89	6.47	6.64	6.85	7.08	7.18	7.53	
	24	2,400	6.78	6.97	7.20	7.45	7.56	7.91	6.52	6.68	6.89	7.12	7.22	7.56	
	+50	2,450	6.81	7.00	7.22	7.46	7.57	7.93	6.58	6.74	6.95	7.16	7.26	7.60	
	25	2,500	6.99	7.17	7.41	7.65	7.76	8.15	6.78	6.95	7.16	7.38	7.48	7.83	광천교
	+50	2,550	7.05	7.24	7.47	7.72	7.84	8.24	6.82	6.99	7.21	7.43	7.54	7.90	
	26	2,600	7.08	7.27	7.50	7.75	7.86	8.26	6.86	7.03	7.24	7.47	7.57	7.93	
	+50	2,650	7.12	7.30	7.53	7.77	7.88	8.27	6.90	7.07	7.28	7.50	7.60	7.95	
	27	2,700	7.18	7.36	7.59	7.83	7.94	8.33	6.97	7.13	7.34	7.56	7.66	8.01	
	+50	2,750	7.18	7.36	7.59	7.83	7.94	8.32	6.97	7.13	7.34	7.56	7.65	8.00	
	28	2,800	7.20	7.37	7.60	7.84	7.94	8.32	6.99	7.15	7.35	7.57	7.66	8.00	
	+50	2,850	7.26	7.44	7.66	7.89	8.00	8.37	7.07	7.23	7.43	7.64	7.74	8.08	
	29	2,900	7.36	7.54	7.77	8.00	8.11	8.47	7.20	7.36	7.57	7.78	7.88	8.21	
	+25	2,928	7.49	7.67	7.89	8.12	8.22	8.58	7.35	7.52	7.72	7.93	8.03	8.35	세월교
	+50	2,950	7.51	7.69	7.91	8.14	8.24	8.60	7.38	7.54	7.75	7.96	8.05	8.38	
	30	3,000	7.54	7.71	7.94	8.16	8.27	8.62	7.41	7.57	7.78	7.99	8.08	8.40	

무단배포금지

2) 계획하폭 및 계획홍수위

가. 계획하폭

계획하폭은 현 지형, 연안토지 이용현황, 장래 도시개발계획, 유로의 형상 및 하천의 종단경사 등과 계획홍수량을 고려하여 유속 및 소류력에 문제점이 없도록 결정하여야 한다. 본 과업구간의 계획하폭 결정시에는 현 상·하류의 지형특성, 기개수 제방구간의 현 하폭 및 법선, 하천구조물 유지관리, 축제공사비, 유속, 소류력 등 수리특성을 고려하였다.

또한, 「하천설계기준」의 계획홍수량 크기에 따른 계획하폭, 기 발표된 중부지방의 경험공식, 소하천 계획하폭 결정공식 등을 종합적으로 비교·검토하여 결정하였다.

(1) 계획홍수량 크기에 따른 계획하폭

<표 4.2-6> 계획홍수량 크기에 따른 계획하폭

계획홍수량(㎥/sec)	계획하폭(m)	계획홍수량(㎥/sec)	계획하폭(m)
300	40 ~ 60	1,000	90 ~ 120
500	60 ~ 80	2,000	160 ~ 220
800	80 ~ 110	5,000	350 ~ 450
5,000 이상	계획홍수량을 안전하게 소통하고 안정하도를 유지할 수 있도록 적절히 결정하되 기존에 발표된 경험공식을 참고한다.		

주) 자료출처 : 하천설계기준(2009. 한국수자원학회)

(2) 중소하천 하폭공식(중부지방 : 경기, 강원, 충남・북)

$$B = 1.303 \frac{A^{0.318}}{\sqrt{I}}$$

여기서 B : 계획하폭(m), A : 유역면적(㎢), I : 하상경사

(3) 소하천의 계획하폭 결정공식(소규모시설 설계지침, 1990 건설부)

$$B = 1.235\ Q^{0.6376} \cdots\cdots (Q \leq 300 m^3/s \text{ 일때})$$

$$B = 8.794\ A^{0.5603} \cdots\cdots (A \leq 10 km^2 \text{ 일때})$$

여기서 B : 계획하폭(m), Q : 계획홍수량(㎥/s), A : 유역면적(㎢)

국토해양부

한편, 계획하폭에 따른 세부적인 제방법선을 결정함에 있어서는 다음 사항을 종합적으로 고려하여 계획하였다.

① 제방법선은 가급적 현 유로방향을 고려하되 직선 및 곡선형이 조화되도록 계획

② 곡선유로부 하폭은 직선부보다 10~20% 정도 증가시켜 제방법선 계획

③ 기성제가 없는 구간에는 양안법선을 가급적 평행으로 하여 하폭의 급변을 피함

④ 양안의 하천개수가 완료된 하천구간으로서 다소 하폭이 넓은 구간은 가급적 현 하폭을 확보

⑤ 본류와 합류되는 지류의 하구지점에 대한 하폭은 유수의 와류현상과 현지여건 등을 고려하였고

⑥ 각 측점간의 평균 유속은 가급적 3.5m/sec 이내가 되도록 하천종단계획 문제와 관련하여 계획하였다.

<표 4.2-7> 계 획 하 폭

하천	구 간	부 호	하상 경사	계획 홍수량 (㎥/sec)	하 폭(m)			
					홍수량 기 준	중소하천 공 식	현하폭	계획 하폭
광천천	광천천종점(No.0) ~ 상지천합류점(No.13+25)	GC0 ~ GC1	0.00085	755	80~110	170	55~165	90~165
	상지천합류점(13+25) ~ 광천리지류합류점(No.23+30)	GC1 ~ GC3	0.00199	460	60~80	92	61~130	63~130
	광천리지류합류점(No.23+30) ~ 담산천합류점(No.37+90)	GC3 ~ GC5	0.00223	460	60~80	86	52~70	52~70
	담산천합류점(No.37+90) ~ 월림천 합류점(No.55+50)	GC5 ~ GC7	0.00227	374	40~60	79	52~62	55~62
	월림천 합류점(No.55+50) ~ 월대천 합류점(No.71+60)	GC7 ~ GC9	0.00386	310	40~60	55	54~82	54~82
	월대천 합류점(No.71+60) ~ 과업시점(No.89+60)	GC9 ~ GC11	0.00980	266	40~60	32	30~58	38~58

나. 계획홍수위

금회 변경구간의 계획홍수위 변화를 검토한 결과 기수립(2005년) 기본계획보다 증가된 곳은 포항교~옹암2교 구간으로 나타났으며, 이는 금회 저수로 완경사(1:3.0)도입에 따라 홍수위가 기수립 보다 일부 증가한 것으로 검토되었다.

또한, 이구간은 기성 완성제로 개수후 홍수위에 대해 충분한 여유고를 확보하고 있어 계획홍수위로 조정하는 과정에서 충분히 높게 설정하여 치수안전성을 확보하였다.

금회 과업구간 내 구간별 홍수위 변동사항은 다음과 같다.

<천수만교~포항교> : 축제 및 하도정리구간

기수립 /변경 개수후, 계획홍수위 : -0.10/-0.04m(구간평균)

<포항교~옹암2교> : 기성완성제 구간(완경사저수로정비)

기수립 /변경 개수후, 계획홍수위 : 0.13/0.29m(구간평균)

<옹암2교~옹암보> : 확장축제 구간

기수립 /변경 개수후, 계획홍수위 : 0.08/0.20m(구간평균)

<옹암보~광천교상류부> : 고정보→가동보 계획 구간

기수립 /변경 개수후, 계획홍수위 : -0.34/-0.24m(구간평균)

한편, 실무의 편리를 위하여 각 측점에 대한 계획홍수량, 계획홍수위, 현하폭 및 계획하폭 그리고 기설제방고에 관한 자료를 정리하여 표시한 바, 그 내용은 <표 4.2-8>과 같으며 수리계산 결과에서 나타난 유속, 통수단면, 에너지경사, 수심 등은 부록에 수록하였다.

국토해양부

<표 4.2-8> 계획홍수위, 하폭 및 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	계획 홍수량 (㎥/s)	계획홍수위 (EL.m)		하폭 (m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
					기수립	변경	현상태	계획	좌안	우안	
광천천	0	0	0	755	3.98	3.97	121	121	4.82	4.91	**과업종점**
	+15	15	15	755	4.01	4.14	175	155	4.58	5.05	천수만교
	+50	35	50	755	4.09	4.18	122	119	4.73	5.05	
	1	50	100	755	4.20	4.25	107	122	3.63	5.05	
	+50	50	150	755	4.39	4.31	114	121	3.95	5.20	
	2	50	200	755	4.57	4.37	117	119	4.63	5.19	
	+50	50	250	755	4.62	4.43	112	114	4.93	5.24	
	3	50	300	755	4.67	4.50	111	109	5.08	5.38	
	+50	50	350	755	4.74	4.56	-	112	-	5.50	
	4	50	400	755	4.80	4.65	117	113	5.36	5.39	
	+50	50	450	755	4.86	4.74	118	113	5.24	5.47	
	5	50	500	755	4.92	4.83	119	114	5.37	5.53	
	+50	50	550	755	4.97	4.91	124	121	5.42	5.60	
	6	50	600	755	5.01	5.00	140	136	5.36	5.67	
	+50	50	650	755	5.07	5.09	153	152	5.24	5.70	
	7	50	700	755	5.13	5.18	166	163	5.50	5.83	
	+50	50	750	755	5.15	5.22	187	186	5.30	5.90	
	8	50	800	755	5.17	5.25	138	138	7.14	5.61	
	+26	26	826	755	5.21	5.27	121	121	7.14	7.08	포항교
	+50	24	850	755	5.24	5.32	109	-	5.59	6.98	
	9	50	900	755	5.30	5.42	94	-	6.27	4.68	
	+50	50	950	755	5.32	5.51	108	-	6.57	9.74	
	10	50	1,000	755	5.33	5.61	116	-	6.80	9.15	
	+50	50	1,050	755	5.39	5.71	109	-	6.87	8.91	
	11	50	1,100	755	5.45	5.81	107	-	6.96	8.91	
	+50	50	1,150	755	5.55	5.91	105	-	7.12	9.04	
	12	50	1,200	755	5.64	6.01	103	-	7.24	9.51	
	+50	50	1,250	755	5.79	6.10	101	-	7.31	10.63	
	13	50	1,300	755	5.93	6.20	121	-	7.46	6.00	
	+50	50	1,350	755	5.98	6.30	146	-	7.49	6.52	
	14	50	1,400	460	6.03	6.40	145	-	7.72	5.16	
	+50	50	1,450	460	6.05	6.43	75	75	8.23	8.23	옹암2교
	15	50	1,500	460	6.06	6.46	65	75	7.89	6.75	
	+50	50	1,550	460	6.19	6.49	62	75	6.88	6.21	
	16	50	1,600	460	6.32	6.52	61	75	6.70	6.67	
	+50	50	1,650	460	6.37	6.55	61	75	6.51	6.82	
	17	50	1,700	460	6.42	6.58	62	75	6.48	6.63	
	+50	50	1,750	460	6.46	6.61	66	75	6.31	7.07	
	18	50	1,800	460	6.50	6.64	67	71	6.89	7.35	
	+47	47	1,847	460	6.50	6.67	73	73	7.47	7.54	옹암교
	+50	3	1,850	460	6.51	6.68	67	65	7.28	7.20	
	19	50	1,900	460	6.71	6.83	66	71	6.83	7.18	
	+12	12	1,912	460	6.71	6.87	67	73	6.03	6.80	옹암보
	+50	38	1,950	460	7.18	6.99	82	-	8.41	8.23	철교

국토해양부

<표 4.2-8> 계 속

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	계획 홍수량 (㎥/s)	계획홍수위 (EL.m)		하폭 (m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
					기수립	변경	현상태	계획	좌안	우안	
광천천	20	50	2,000	460	7.53	7.02	83	-	6.97	7.40	
	+50	50	2,050	460	7.53	7.05	74	-	7.71	7.34	
	21	50	2,100	460	7.53	7.08	68	-	7.94	7.13	
	+50	50	2,150	460	7.56	7.11	66	-	7.84	7.72	
	22	50	2,200	460	7.58	7.14	67	-	7.90	7.70	
	+50	50	2,250	460	7.61	7.17	64	-	7.65	7.70	
	+71	21	2,271	460	7.62	7.18	66	-	7.67	7.72	삼봉교
	+97	26	2,297	460	7.63	7.20	65	-	8.20	7.63	
	23	3	2,300	460	7.63	7.21	65	-	7.82	7.70	
	+50	50	2,350	460	7.65	7.29	68	-	8.23	7.94	
	24	50	2,400	460	7.66	7.37	65	-	8.29	8.18	
	+50	50	2,450	460	7.71	7.46	61	-	8.30	8.04	
	25	50	2,500	460	7.76	7.54	62	-	8.69	8.74	광천교
	+50	50	2,550	460	7.80	7.60	89	-	8.64	8.11	
	26	50	2,600	460	7.84	7.66	75	-	8.78	8.08	
	+50	50	2,650	460	7.87	7.73	66	-	8.76	8.06	
	27	50	2,700	460	7.90	7.79	66	-	8.74	8.10	
	+50	50	2,750	460	7.90	7.85	58	-	8.82	8.23	
	28	50	2,800	460	7.90	7.91	53	-	8.73	8.20	
	+50	50	2,850	460	7.96	7.98	54	-	8.72	8.37	
	29	50	2,900	460	8.02	8.04	55	-	8.75	8.31	
	+25	25	2,928	460	8.05	8.07	55	-	8.80	8.38	세월교
	+50	25	2,950	460	8.09	8.10	54	-	8.78	8.39	
	30	50	3,000	460	8.15	8.15	52	-	8.73	8.59	**과업시점**
	31	100	3,100	460	8.31		52	-	8.75	8.44	
	32	100	3,200	460	8.43		56	-	8.75	9.06	
	33	100	3,300	460	8.64		60	-	8.78	9.09	
	34	100	3,400	460	8.74		56	-	8.87	9.20	
	+60	60	3,460	460	8.91		56	-	9.14	9.14	신대1낙차공
		0	3,460	460	8.97		56	-	9.14	9.14	
	35	40	3,500	460	9.13		56	-	9.63	9.63	소용교
	36	100	3,600	460	9.14		54	-	9.75	9.75	
	37	100	3,700	460	9.51		56	-	10.11	10.42	
	38	100	3,800	460	9.73		62	-	11.72	10.72	
	+15	15	3,815	403	9.73		47	55	10.78	10.78	신대세월교
	+25	10	3,825	403	9.98		46	55	10.80	10.49	신대2낙차공
		0	3,825	403	10.69		46	55	10.80	10.48	
	39	75	3,900	403	10.73		46	55	11.50	11.20	
	40	100	4,000	403	10.87		45	55	11.46	11.63	
	41	100	4,100	403	11.02		45	55	11.56	11.88	
	42	100	4,200	403	11.15		45	55	12.04	12.04	
	+90	90	4,290	403	11.35		45	55	12.46	12.68	소용낙차공
	43	10	4,300	403	11.35		44	55	12.69	12.69	
	44	100	4,400	403	11.52		43	55	12.66	12.82	

국토해양부

<표 4.2-8> 계 속

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가거리 (m)	계획 홍수량 (㎥/s)	계획 홍수위 (EL.m)	하폭 (m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
						현상태	계획	좌안	우안	
광천천	45	100	4,500	403	11.72	42	55	13.62	13.19	갱이보
		0	4,500	403	12.96	42	55	13.62	13.20	
	46	100	4,600	403	13.10	50	55	13.64	13.66	
	47	100	4,700	403	13.31	49	55	13.77	13.57	
	+40	40	4,740	403	13.46	55	-	12.85	12.85	신랑새마을교
	48	60	4,800	403	13.46	49	55	13.94	14.27	
	49	100	4,900	403	13.61	47	55	14.11	14.14	
	50	100	5,000	403	13.77	45	55	14.16	14.17	
	51	100	5,100	403	13.90	44	55	14.06	14.24	
	+75	75	5,175	403	14.06	60	-	13.85	13.85	제1소암교
	52	25	5,200	403	14.06	57	-	14.23	14.23	
	53	100	5,300	403	14.12	58	-	14.71	13.99	
	54	100	5,400	403	14.24	56	-	14.21	14.42	
	55	100	5,500	374	14.42	57	-	14.42	14.64	
	56	100	5,600	374	14.49	56	-	14.66	15.17	
	57	100	5,700	374	14.57	56	-	15.05	15.57	
	58	100	5,800	374	14.69	58	-	15.34	15.55	
	59	100	5,900	374	14.76	58	-	15.75	15.96	
	60	100	6,000	374	14.84	54	-	16.16	16.37	
	+35	35	6,035	374	14.84	56	-	15.79	16.00	대평잠수교
		0	6,035	374	15.38	56	-	15.79	16.00	
	+60	25	6,060	374	15.38	57	-	16.50	16.50	월림보
		0	6,060	374	16.77	57	-	16.50	16.50	
	61	40	6,100	374	16.80	56	-	16.66	16.66	
	62	100	6,200	374	16.94	57	-	16.82	17.03	
	63	100	6,300	374	17.06	55	-	17.14	16.96	
	+55	55	6,355	374	17.35	82	-	17.27	17.27	갱이보
		0	6,355	374	17.35	82	-	17.27	17.27	
	64	45	6,400	374	17.35	59	-	17.63	17.52	
	65	100	6,500	374	17.62	59	-	17.79	17.79	
	66	100	6,600	374	17.83	57	-	17.79	17.79	
	+40	40	6,640	374	17.97	60	-	18.07	18.07	내죽교
	67	60	6,700	374	18.04	58	-	18.00	18.11	
	68	100	6,800	374	18.17	58	-	18.39	18.60	
	69	100	6,900	374	18.31	58	-	18.92	18.80	
	70	100	7,000	374	18.43	57	-	19.37	19.06	
	71	100	7,100	374	18.56	56	-	19.46	19.66	
	+35	35	7,135	310	18.85	58	-	19.12	19.00	대평보
		0	7,135	310	19.27	58	-	19.12	19.00	
	72	65	7,200	266	19.27	30	45	19.36	19.25	
	73	100	7,300	266	19.91	43	45	19.71	19.51	
	74	100	7,400	266	20.17	45	-	20.43	20.75	
	75	100	7,500	266	20.39	45	-	21.49	21.28	
	+40	40	7,540	266	20.62	44	-	21.67	21.45	광주리보

국토해양부

<표 4.2-8> 계 속

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가거리 (m)	계획 홍수량 (㎥/s)	계획 홍수위 (EL.m)	하폭 (m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
						현상태	계획	좌안	우안	
광천천	75+40	0	7,540	266	22.00	44	-	21.67	21.45	
	76	60	7,600	266	22.03	45	-	22.05	21.74	
	77	100	7,700	266	22.12	42	-	21.97	22.18	
	78	100	7,800	266	22.42	51	-	23.08	22.77	
	79	100	7,900	266	22.53	56	-	23.79	23.26	
	80	100	8,000	266	22.68	54	-	24.04	24.04	
	+95	95	8,095	266	22.87	45	-	23.74	23.74	가정흄관교
		0	8,095	266	23.16	45	-	23.74	23.74	
	81	5	8,100	266	23.77	46	-	24.71	24.40	
	82	100	8,200	266	24.69	46	-	25.71	25.71	
	83	100	8,300	266	25.03	50	-	25.99	25.99	
	84	100	8,400	266	25.30	48	-	26.55	26.96	
	+15	15	8,415	266	25.30	44	-	26.72	26.72	죽전교
		0	8,415	266	25.62	44	-	26.72	26.72	
	85	85	8,500	266	25.88	45	-	27.58	27.27	
	+85	85	8,585	266	27.33	57	-	28.51	28.10	죽전보
		0	8,585	266	28.89	57	-	28.51	28.10	
	86	15	8,600	266	28.89	48	-	28.66	28.24	
	87	100	8,700	266	28.99	48	-	29.24	29.24	
	88	100	8,800	266	29.14	38	-	30.10	30.31	
	89	100	8,900	266	30.51	42	-	31.82	31.40	죽전낙차공
		0	8,900	266	30.64	42	-	31.82	31.40	
	90	100	9,000	266	34.17	10	-	33.24	33.24	죽전새마을교
		0	9,000	266	34.63	10	-	33.24	33.24	
	91	100	9,100	266	40.47	11	-	39.40	42.82	
	+55	55	9,155	266	41.43	10	-	40.98	40.98	

국토해양부

5.0 하상변동 분석

5.1 하상재료 조사

5.2 하천 유사량 조사

5.3 하상변동 및 하도안정 분석

국토해양부

5.0 하상변동 분석

5.1 하상재료 조사

5.1.1 하상재료 입도분석

하상재료 조사는 기 수립된「광천천수계 하천정비 기본계획(2005, 충청남도)」의 자료를 참고하였으며, 조사지점의 하상구성물질은 다음 <표 5.1-1>과 같다.

<표 5.1-1> 시료채취지점 및 입도분석결과

(단위:㎜)

하천명	분석 지점 (No.)	통과백분율에 따른 평균입경 (mm)										dm (mm)	pm (%)	λ	λ*dm
		D5	D15	D25	D35	D45	D55	D65	D75	D85	D95				
광천천	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.11	95.40	0.05	0.006
	10	0.08	0.25	0.48	0.69	0.89	1.15	1.80	3.02	5.23	8.85	2.24	69.46	0.44	0.986
	20	0.09	0.19	0.36	0.60	0.91	1.39	2.16	3.48	6.70	24.04	3.99	77.79	0.29	1.157
	30	-	-	0.18	0.33	0.72	1.45	2.42	4.36	7.05	12.68	3.65	71.98	0.39	1.424
	40	0.08	0.24	0.40	0.63	1.28	2.31	3.81	7.24	15.80	28.97	6.07	72.69	0.38	2.307
	50	0.09	0.26	0.57	0.74	0.93	1.17	1.46	1.82	2.27	3.63	1.29	59.28	0.69	0.890
	60	0.11	0.33	0.65	0.94	1.42	2.28	3.77	6.12	10.01	25.38	5.10	71.08	0.41	2.091
	70	0.08	0.28	0.63	1.01	1.45	1.96	2.93	5.61	14.43	28.22	5.66	75.07	0.33	1.868
	80	-	0.16	0.39	1.32	4.37	8.65	15.40	25.09	38.96	60.93	17.25	67.00	0.49	8.453
	89	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.34	0.25	91.40	0.09	0.023

국토해양부

5.2 하천 유사량 조사

유수자체가 하상에 작용하는 힘은 하천을 형성하는 하도에 의하여 지배되고 그 하도는 자연유수 및 유송토사에 의하여 형성되므로 상류의 산지붕괴 및 침식이 심하면 하류로 유송되는 토사가 많아져서 하상은 상승되고, 반대로 유송토사가 적어지면 하상은 저하한다. 즉, 상류에서 유하해 온 토사량과 하류의 토사 운반능력과의 균형(balance) 여하로 하도 전체를 통하여 하상의 상승·저하를 판단하게 된다.

일정한 소구간에서 상류단으로부터 유송되는 토사량이 하류단의 홍수에 의한 토사운송능력 이하일 때 유수는 토사의 부족분을 그 구간의 하상재료로부터 충당하여 하류로 운반하므로서 해당구간은 세굴될 것이며, 그 반대의 경우는 퇴적될 것이다. 유사량은 하상재료나 소류력에 의하여 지배되는 것으로 산정방법은 Ackers & White, Engelund & Hansen, Van Rijn 및 Yang공식 등이 있으나, 과거 유사량 검토 등의 경험을 토대로 볼 때 이들 방법 상호간에는 상당한 차이가 있을 뿐만 아니라

실측치와의 상관성도 결여된 결과치를 얻은 경우가 많다.

이와 같은 이유는 유사현상이 하상과 물의 경우에 있어서 극히 복잡한 양상을 나타내고 있고, 사연, 사주 등의 발생에 의한 유사량의 비정상성 등으로 정확한 유송기구를 파악하는 것은 상당히 어려운 문제이기 때문이다. 또한 이들 유사량 산정공식이 모두 엄밀한 유사역학에 기초를 둔 것이 아니고 운동기구의 Model화 내지는 차원해석적 방법에 그 기초를 두었기 때문이다.

본 과업구간 내에서 유사량 산정공식으로는 가장 안정적인 결과를 보인 Yang(1973)의 공식을 사용하였으며, 수리량 부분의 가중치 계수는 가장 안정적인 계수군을 채택하였다.

5.3 하상변동 및 하도안정 분석

"안정유로"는 일반적으로 종단형상 및 평면형상에 대하여 장기적으로 모두 변동이 없는 이상적인 유로를 의미하지만 유량이 변하는 일반적인 유로에서는 존재할 수 없다. 유로의 어느 단면에 있어서 전 유사량이 일정하고 세굴 및 퇴적이 발생하지 않는 경우를 동적인 안정유로라고 하며, 이 때의 종단형상을 동적평형경사라고 한다. 이와 반대로 유로단면상의 모든 사력이 한계소류력 이하에 있을 경우도 유로의 변동은 발생하지 않으므로 한계소류력 상태에 있는 경우를 정적인 안정유로라고 하며 이 때의 종단형상을 정적평형경사라고 한다.

하상의 평형경사는 하상에 대하여 외력으로 작용하는 소류력과 내력으로 저항하는 하상물질의 마찰력이 평형이 되어 상류로부터 유송되는 토사량이 동일한 상태의 경사를 말한다. 따라서 하상을 형성하고 있는 물질의 입도와 그 혼합비는 소류력을 일으키는 요소가 되므로 주어진 수면경사와 수심에 대응하여 하상이 어떤 일정한 입경, 혼합비를 가진 하상물질로 구성되었을 때 하상은 안정한 상태를 유지하며 어떤 일정한 입경, 혼합비에서 이탈되었을 때 하상은 불안정한 상태가 된다.

5.3.1 하상변동 예측

1) HEC-6

하상변동 예측은 하천에 가해지는 자연적 혹은 인공적인 변화에 하천의 하도, 하상경사, 유로 등이 어떻게 변화할 것인가를 예측하는 것으로서 하천의 직강화, 하도개수, 제방축조, 골재채취 등을 시행하기 전에 그 영향을 사전에 검토해 볼 수 있는 최소한의 방법이라 할 수 있다.

장래 하상변동을 예측하기 위하여 국내 하천실무에서 일반적으로 사용하고 있는 미육군공병단 수문공학연구소(HEC)에서 개발한 프로그램인 HEC-6(하천과 저수지

에서 침식과 퇴적계산 모형)를 이용하였으며 이 모형의 기본가정은 다음과 같다.

- ○ 흐름은 1차원이고 수압은 하도의 어느 지점에서나 항상 정수압으로 작용
- ○ 매닝계수 "n" 값은 점변류에도 적용가능하며, 수위나 유량의 함수로 나타낼 수 있다
- ○ 하천단면은 이동상과 고정상으로 구분되며, 이동상 구간은 전체가 상승 또는 하강한다.
- ○ 하상경사는 충분히 작다.

HEC-6는 상당기간에 걸친 세굴과 퇴적에 의해 하천의 종단 형상이 변화하는 것을 모의 및 추정하기 위해 개발된 일차원 이동상 개수로 흐름의 수치모형으로서 모형의 이론 및 특징을 살펴보면 다음과 같다.

가. 이론적 근거

HEC-6에서 채택하고 있는 지배방정식은 다음과 같다.

- ○ 물의 연속방정식

$$\frac{dQ}{dx} = q_l \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ①$$

- ○ 물의 에너지방정식

$$[y + \frac{\alpha Q^2}{2gA^2}]_{i-1} = [y + \frac{\alpha Q^2}{2gA^2}]_i + H_L \quad \cdots\cdots \quad ②$$

- ○ 유사의 에너지방정식(Exner 방정식)

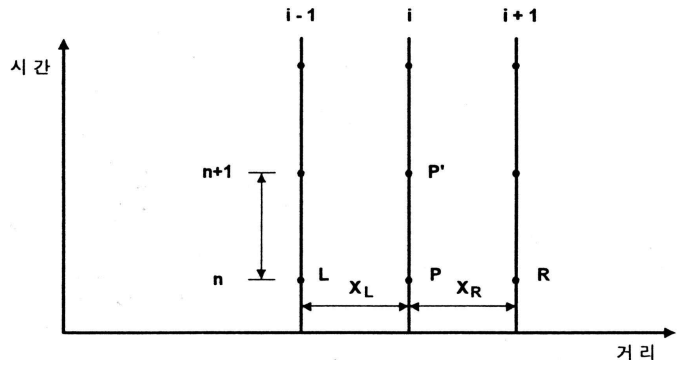
$$\frac{1}{(1-\lambda)}\frac{\partial Q_s}{\partial x} + B\frac{\partial z}{\partial t} = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad ③$$

여기서,

Q	:	유량
q_l	:	단위폭당 측방 유량
Q_s	:	부피로 표시된 유사량
B	:	이동상 하상의 하폭
h	:	이동상 하상의 표고
z	:	하상고
α	:	에너지 보정계수
A	:	단면적
H_L	:	단면 i-1과 I사이의 손실수두
λ	:	하상토의 공극율

국토해양부

각 단면의 수심, 하폭, 에너지경사 등 기본적인 수리량은 위의 식을 표준축차법(standard step method)을 이용하여 계산하고, 마찰손실은 Manning식에 의하여 단면 급확대 및 급축소는 각각의 손실계수를 이용하여 계산한다.



HEC-6의 계산 격자 구성

그 다음 각 단면별로 유사량(유사운송능, sediment transport potential)을 계산하고 이 값과 그 단면에 유입된 유사량을 비교하여 단면의 침식 또는 퇴적을 결정한다. 즉, 유입 유사량이 유사운송능보다 작으면 하상에서 부족한 유사를 보충하여야 하므로 이 단면은 침식이 되고, 반대로 크면 퇴적이 되는 것이다.

이 차이는 바로 유사의 연속방정식인 Exner방정식에 입력하여 침식 또는 퇴적량(하상고 변화량)을 결정하게 되며 식③은 다음과 같이 차분화된다.

국토해양부

$$\frac{-(Q_{sR}-Q_{sL})}{0.5(X_L+X_R)}+\frac{B(Z_P^1-Z_P)}{\Delta t}=0$$

$$Z_P^1=Z_P+\frac{\Delta t}{0.5B}\frac{(Q_{sR}-Q_{sL})}{(X_L+X_R)}$$

여기서, Q_{sR} : $(i+1)$ 단면의 유사량

Q_{sL} : $(i-1)$ 단면의 유사량

Z_P^1 : $(n+1)\Delta t$ 시간의 i단면의 이동상 하상 두께

Z_P : $n\Delta t$ 시간의 i단면의 이동상 하상 두께

X_R : $(i-1)$단면과 i단면 사이의 거리

X_L : i단면과 $(i+1)$단면 사이의 거리

나. 적용 범위 및 특징

HEC-6 모형의 목적은 하천이나 얕은 저수지의 세굴 및 퇴적을 분석하기 위한 것으로 적용범위 및 주요 특징은 다음과 같다.

a. HEC-6는 1차원 정류 모형이나 수문곡선을 잘게 쪼개어 실행하므로 준 정류모형이라 할 수 있다.

b. 하천망(다지하천)의 유사이송을 모의할 수 있다.

c. 수리계산과 유사계산을 별도로 수행하는 비조합(uncoupled) 모형이다.

d. 저수지내의 유사퇴적량, 퇴적위치, 댐 하류 하천의 하상 상승 및 저하를 분석할 수 있다. 특히, 저수지의 저수량을 선별적으로 출력하여 하상변동을 쉽게 알 수 있도록 되어 있다.

e. 미립토사(fine sediment)의 퇴적뿐만 아니라 미립토사의 침식(resuspension, 재부유)까지 모의할 수 있다.

f. 각 단면은 이동상과 고정상으로 구분되며, 수면 아래의 이동상 부분이 일정하게 침식 또는 퇴적된다.

g. 유사량은 Toffaleti 공식등 11개 공식중 택일할 수 있다.

h. 준설에 대해서도 모의할 수 있다.

다. 하상변동 예측결과

금번 과업대상 하천구간의 장래 하상변동 예측은 「광천천수계 하천정비 기본계획(2005, 충청남도)」의 자료를 검토·인용하였으며 구간별로 세굴과 퇴적현상이 반복하여 발생하는 것으로 나타나 감입곡류하는 하천의 특성을 잘 보여주고 있다.

과업대상 하천의 주요구간에 대한 장래 하상변동 예측결과는 다음 <표 5.3-1>와 같고 상세한 내용은 부록 “4.2 HEC-6에 의한 하상변동예측”에 수록하였다.

2) 久寶雅史(Kubo-masasi)의 평형하상경사 산정식

$$i_0 = k d_s^{\frac{3}{2}} B \qquad k = \frac{H}{\sum_0^L d_s^{\frac{3}{2}} B \triangle X}$$

여기서 i0 : 평형하상경사

ds : 하상구성물질의 입경 (m) ($d_s = \frac{d_{25} \times d_{50}}{d_{75}}$)

B : 하폭 (m)

ΔX : 측점간거리

H : 평형하상 상태에 있는 상, 하류 2개 지점간의 하상고차(m)

L : 평형하상 상태에 있는 상, 하류 2개 지점간의 거리 (m)

久寶雅史는 하상구성물질의 입경과 하폭의 함수로서 상하류의 2개 평형상태에 있는 지점을 기준으로 하여 그 구간내에서의 평형하상경사를 구하는 공식으로 본 과업구간과 같이 여러 곳에 보가 설치되어 있는 하천에서 이용하기에 적합한 공식으로 지점별 최심하상고 변화는 다음 <표 5.3-1>와 같다.

3) 장래 하상변동예측 및 계획하상고

장래 하상변동 예측 및 평형하상고를 추정하는 방법으로 동역학적 모형인 HEC-6 모형을 적용하였으며 하상변동량 예측결과는 「광천천수계 하천정비 기본계획(2005, 충청남도)」의 자료를 인용하였다.

예측결과 하천의 일부구간을 제외한 대부분의 구간이 향후 10년 후의 하상상태로 안정화 될 것으로 판단되어 10년 후의 하상고를 평형하상고로 채택하였다. 한편, 향후 하천공사, 하도의 준설, 유역내 석산개발, 골재채취 등 인위적인 하상변동요인 발생시에는 하도의 변화상황을 고려하여 다시 하상변동예측을 실시해야 할 것이다.

국토해양부

<표 5.3-1> 최심하상고 및 평형하상고

(단위:EL.m)

하천명	측점 (No.)	누가거리 (m)	최심 하상고 (1)	산정방법별계산평형하상고			채택 (2)	변동량(m) (2)-(1)	비고
				久寶雅史	HEC-6				
					1년후	10년후			
광천천	0	-	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	-	천수만교
	1	100	-0.38	-0.62	-0.62	-0.62	-0.62	-0.24	
	2	200	-0.38	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.14	
	3	300	-0.37	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.04	
	4	400	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.01	
	5	500	-0.16	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.03	
	6	600	0.15	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.23	
	7	700	0.14	0.06	0.06	0.06	0.06	-0.08	
	8	800	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.01	
	+30	834	0.24	0.24	-0.74	-0.25	-0.25	-0.49	포항교
	+80	884	0.58	0.58	0.27	0.14	0.14	-0.44	(구)포항교
	9	934	0.52	0.67	0.37	0.36	0.36	-0.16	
	10	1,034	0.44	0.92	0.44	0.59	0.59	0.15	
	11	1,134	0.51	1.12	0.48	0.80	0.80	0.29	
	12	1,234	0.47	1.31	0.47	1.12	1.12	0.65	
	13	1,334	0.40	1.46	0.52	0.43	0.43	0.03	
	14	1,434	0.70	1.59	0.68	1.09	1.09	0.39	
	+35	1,469	1.64	1.64	0.80	0.95	0.95	-0.69	응암2교
	15	1,534	1.07	1.71	0.86	1.05	1.05	-0.02	
	16	1,634	0.86	1.80	0.88	1.34	1.34	0.48	
	17	1,734	1.05	1.89	1.14	0.98	0.98	-0.07	
	18	1,834	1.36	1.99	1.45	1.91	1.91	0.55	
	+45	1,879	2.03	2.03	1.48	0.45	0.45	-1.58	응암교
	19	1,934	2.38	2.38	2.36	2.36	2.36	-0.02	오암보
	+50	1,984	2.70	2.70	2.66	2.48	2.48	-0.22	철교
	20	2,034	2.44	2.68	2.44	2.67	2.67	0.23	
	21	2,134	2.54	2.63	2.54	2.71	2.71	0.17	
	22	2,234	2.64	2.59	2.64	3.01	3.01	0.37	
	+65	2,299	2.57	2.57	2.63	3.32	3.32	0.75	삼봉1새마을교
	23	2,334	2.59	2.60	2.63	3.26	3.26	0.67	
	24	2,434	2.75	2.70	2.84	3.18	3.18	0.43	
	+90	2,524	2.78	2.78	2.89	3.19	3.19	0.41	삼봉2새마을교
	25	2,534	2.84	2.84	2.93	2.80	2.80	-0.04	삼봉3새마을교
	26	2,634	2.81	3.15	3.04	3.51	3.51	0.70	
	27	2,734	3.02	3.48	3.14	3.73	3.73	0.71	
	28	2,834	3.12	3.75	3.21	3.69	3.69	0.57	
	29	2,934	3.15	3.98	3.23	3.88	3.88	0.73	
	30	3,034	3.21	4.19	3.40	3.85	3.85	0.64	
	31	3,134	3.25	4.37	3.34	4.12	4.12	0.87	
	32	3,234	4.05	4.54	3.73	3.91	3.91	-0.14	
	33	3,334	4.18	4.71	4.09	4.11	4.11	-0.07	
	34	3,434	4.57	4.85	4.29	3.55	3.55	-1.02	
	+60	3,494	4.92	4.92	5.62	5.62	5.62	0.70	신대1낙차공
	35	3,534	5.63	5.63	5.57	5.62	5.62	-0.01	소용교
	36	3,634	5.65	5.96	5.62	5.56	5.56	-0.09	
	37	3,734	5.71	6.23	5.82	5.96	5.96	0.25	

국토해양부

<표 5.3-1> 계 속

(단위:EL.m)

하천명	측점 (No.)	누가거리 (m)	최심 하상고 (1)	산정방법별계산평형하상고			채택 (2)	변동량(m) (2)-(1)	비고
				久寶雅史	HEC-6				
					1년후	10년후			
광천천	38	3,834	6.02	6.46	5.40	4.41	4.41	-1.61	
	+15	3,849	6.31	6.48	6.31	6.31	6.31	-	신대세월교
	+25	3,859	6.50	6.50	6.31	6.31	6.31	-0.19	신대2낙차공
	39	3,934	6.48	6.83	6.40	6.64	6.64	0.16	
	40	4,034	6.77	7.03	6.78	6.83	6.83	0.06	
	41	4,134	6.68	7.26	6.73	6.85	6.85	0.17	
	42	4,234	6.94	7.52	6.91	6.91	6.91	-0.03	
	+90	4,324	7.86	7.78	7.86	7.86	7.86	-	소용낙차공
	43	4,334	7.49	7.81	7.86	7.86	7.86	0.37	
	44	4,434	7.68	8.13	7.46	6.81	6.81	-0.87	
	45	4,534	8.48	8.48	9.79	9.79	9.79	1.31	갱이보
	46	4,634	9.29	9.27	9.27	9.52	9.52	0.23	
	47	4,734	9.28	9.28	9.35	9.87	9.87	0.59	
	+40	4,774	9.29	9.29	9.61	9.82	9.82	0.53	신랑새마을교
	48	4,834	9.29	9.32	9.63	9.90	9.90	0.61	
	49	4,934	9.29	9.38	9.70	9.30	9.30	0.01	
	50	5,034	9.29	9.46	9.77	9.70	9.70	0.41	
	51	5,134	9.39	9.55	9.89	9.96	9.96	0.57	
	+75	5,209	9.65	9.65	10.02	10.11	10.11	0.46	제1소암교
	52	5,234	9.43	9.70	10.07	10.08	10.08	0.65	
	53	5,334	10.11	9.90	10.23	10.36	10.36	0.25	
	54	5,434	10.11	10.14	10.13	10.14	10.14	0.03	
	55	5,534	10.10	10.42	10.46	10.61	10.61	0.51	
	56	5,634	10.00	10.74	10.60	10.98	10.98	0.98	
	57	5,734	10.45	11.09	10.70	10.21	10.21	-0.24	
	58	5,834	10.54	11.50	11.04	12.01	12.01	1.47	
	59	5,934	11.15	11.92	10.91	10.29	10.29	-0.86	
	60	6,034	11.66	12.31	11.59	11.39	11.39	-0.27	
	+35	6,069	12.43	12.43	11.55	11.10	11.10	-1.33	대평잠교
	+60	6,094	12.93	12.93	13.13	12.81	12.81	-0.12	월림보
	61	6,134	13.24	13.41	12.87	12.15	12.15	-1.09	
	62	6,234	13.22	13.35	13.40	13.00	13.00	-0.22	
	63	6,334	13.34	13.29	13.20	12.26	12.26	-1.08	
	+55	6,389	13.26	13.26	13.86	13.86	13.86	0.60	갱이보
	64	6,434	14.41	14.43	14.11	12.93	12.93	-1.48	
	65	6,534	14.47	14.37	14.44	14.92	14.92	0.45	
	66	6,634	14.37	14.32	14.51	13.39	13.39	-0.98	
	+40	6,674	14.30	14.30	14.70	15.28	15.28	0.98	내죽교
	67	6,734	14.27	14.48	14.52	14.45	14.45	0.18	
	68	6,834	14.49	14.75	14.79	15.46	15.46	0.97	
	69	6,934	14.49	15.00	14.88	15.11	15.11	0.62	
	70	7,034	14.74	15.26	15.25	15.55	15.55	0.81	
	71	7,134	15.14	15.50	14.92	15.01	15.01	-0.13	
	+35	7,169	15.59	15.59	16.72	16.69	16.69	1.10	대평보
	72	7,234	17.23	17.04	16.93	16.43	16.43	-0.80	
	73	7,334	17.29	17.35	17.30	16.94	16.94	-0.35	

국토해양부

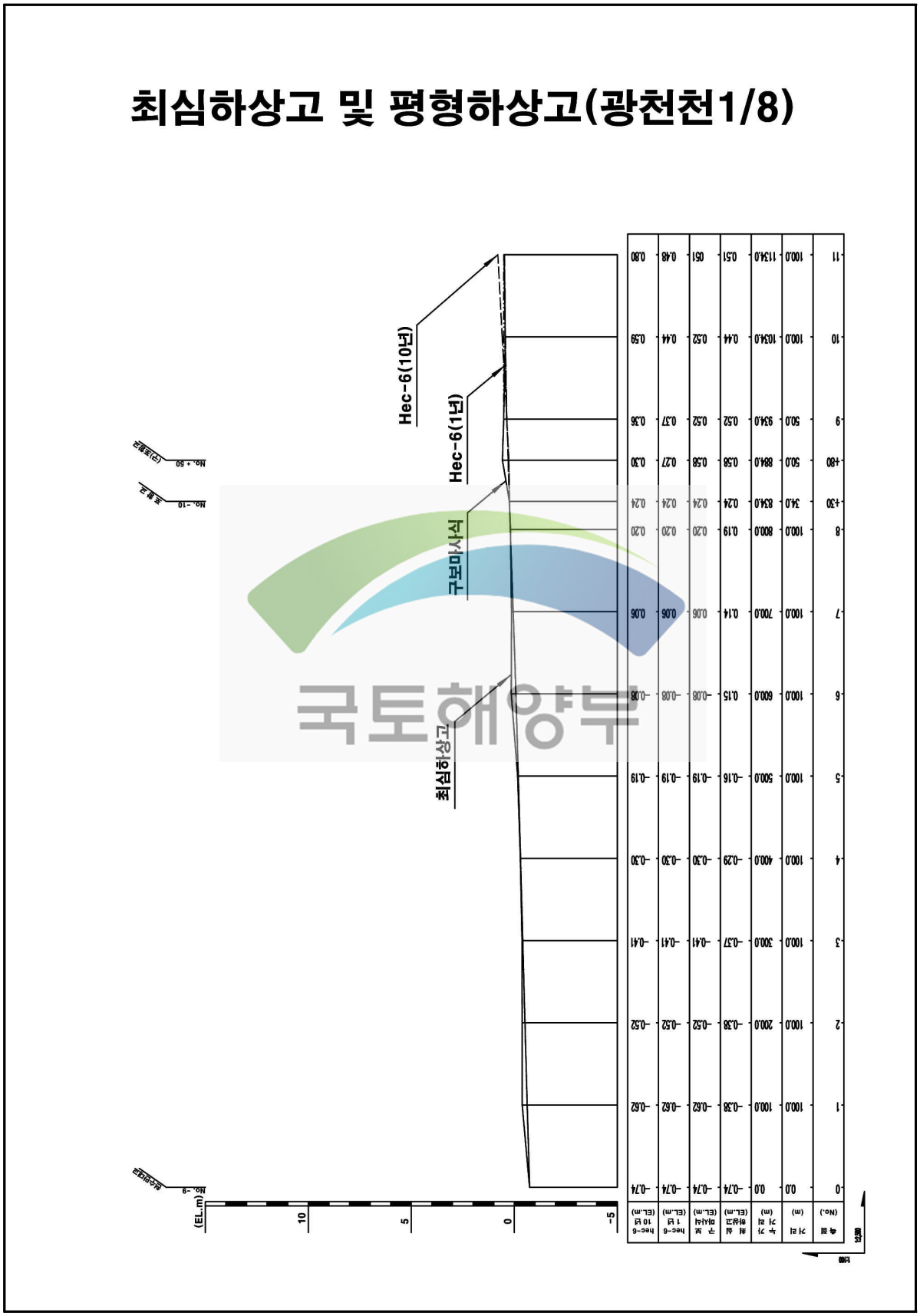
<표 5.3-1> 계 속

(단위:EL.m)

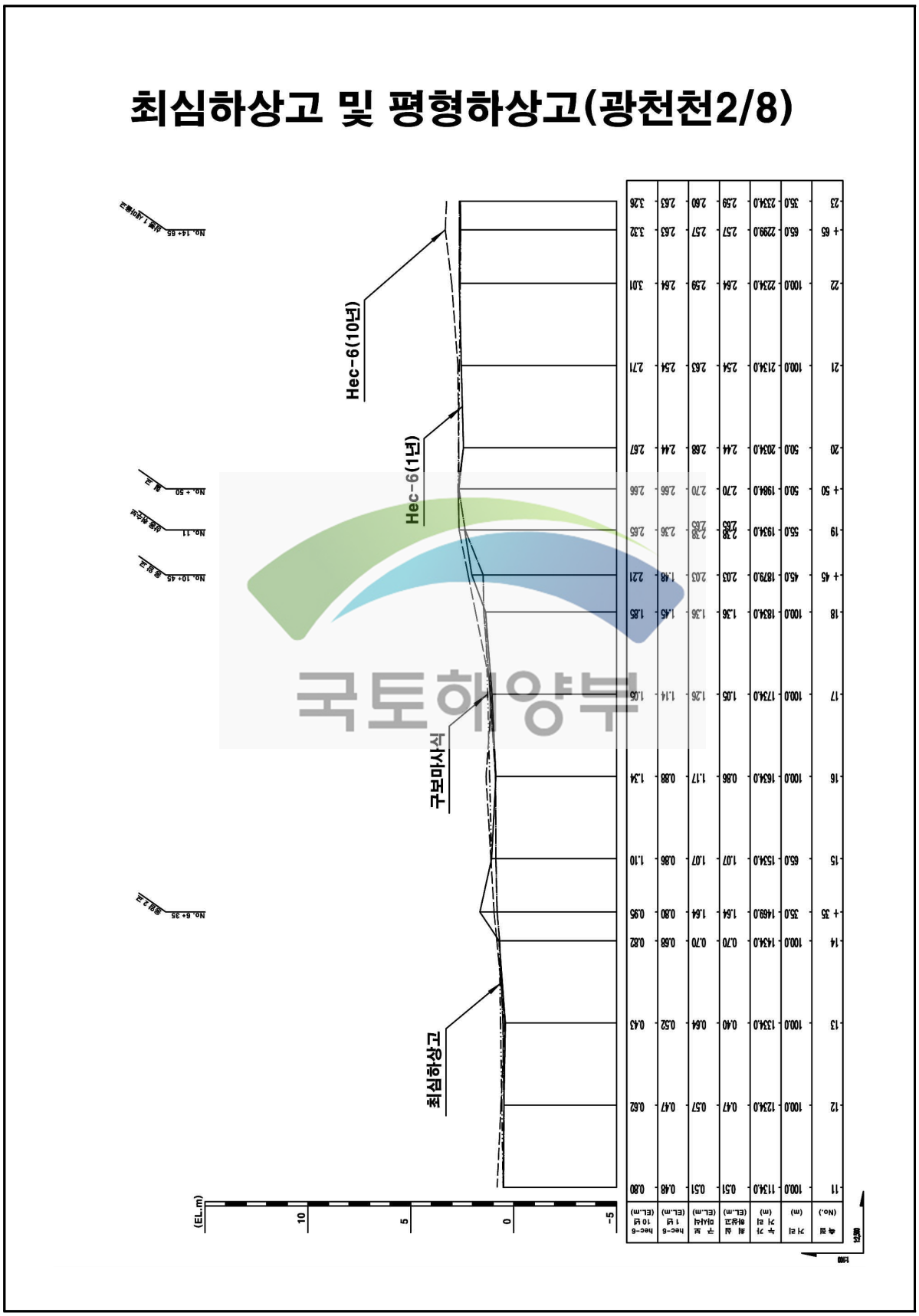
하천명	측점 (No.)	누가거리 (m)	최심 하상고 (1)	산정방법별계산평형하상고			채택 (2)	변동량(m) (2)-(1)	비고
				久寶雅史	HEC-6				
					1년후	10년후			
광천천	74	7,434	17.14	17.74	17.40	17.22	17.22	0.08	
	75	7,534	18.17	18.14	18.01	17.71	17.71	-0.46	
	+40	7,574	18.30	18.30	18.50	18.54	18.54	0.24	광주리보
	76	7,634	18.51	18.88	18.45	18.26	18.26	-0.25	
	77	7,734	19.07	19.34	19.09	18.15	18.15	-0.92	
	78	7,834	19.15	19.83	19.23	19.18	19.18	0.03	
	79	7,934	19.74	20.37	19.53	19.32	19.32	-0.42	
	80	8,034	20.13	20.90	20.17	20.14	20.14	0.01	
	+95	8,129	21.33	21.33	21.35	21.38	21.38	0.05	가정흄관교
	81	8,134	21.80	21.36	21.08	20.69	20.69	-1.11	
	82	8,234	21.90	21.87	21.58	21.04	21.04	-0.86	
	83	8,334	22.48	22.37	22.21	21.45	21.45	-1.03	
	84	8,434	22.75	22.85	22.54	21.52	21.52	-1.23	
	+15	8,449	22.92	22.92	22.84	21.87	21.87	-1.05	죽전교
	85	8,534	23.27	24.34	22.77	21.54	21.54	-1.73	
	+85	8,619	25.87	25.87	26.07	26.07	26.07	0.20	죽전보
	86	8,634	25.86	26.00	25.88	25.51	25.51	-0.35	
	87	8,734	25.94	26.75	26.25	26.62	26.62	0.68	
	88	8,834	26.30	27.38	26.40	26.48	26.48	0.18	
	89	8,934	27.92	27.92	28.59	28.98	28.98	1.06	죽전낙차공
	90	9,034	29.74	29.74	28.49	28.43	28.43	-1.31	죽전새마을교
	91	9,134	36.00	34.26	33.10	33.10	33.10	-2.90	
	+55	9,189	36.58	36.58	34.34	34.23	34.23	-2.35	

국토해양부

<그림 5.3-1> 최심하상고 및 평형하상고

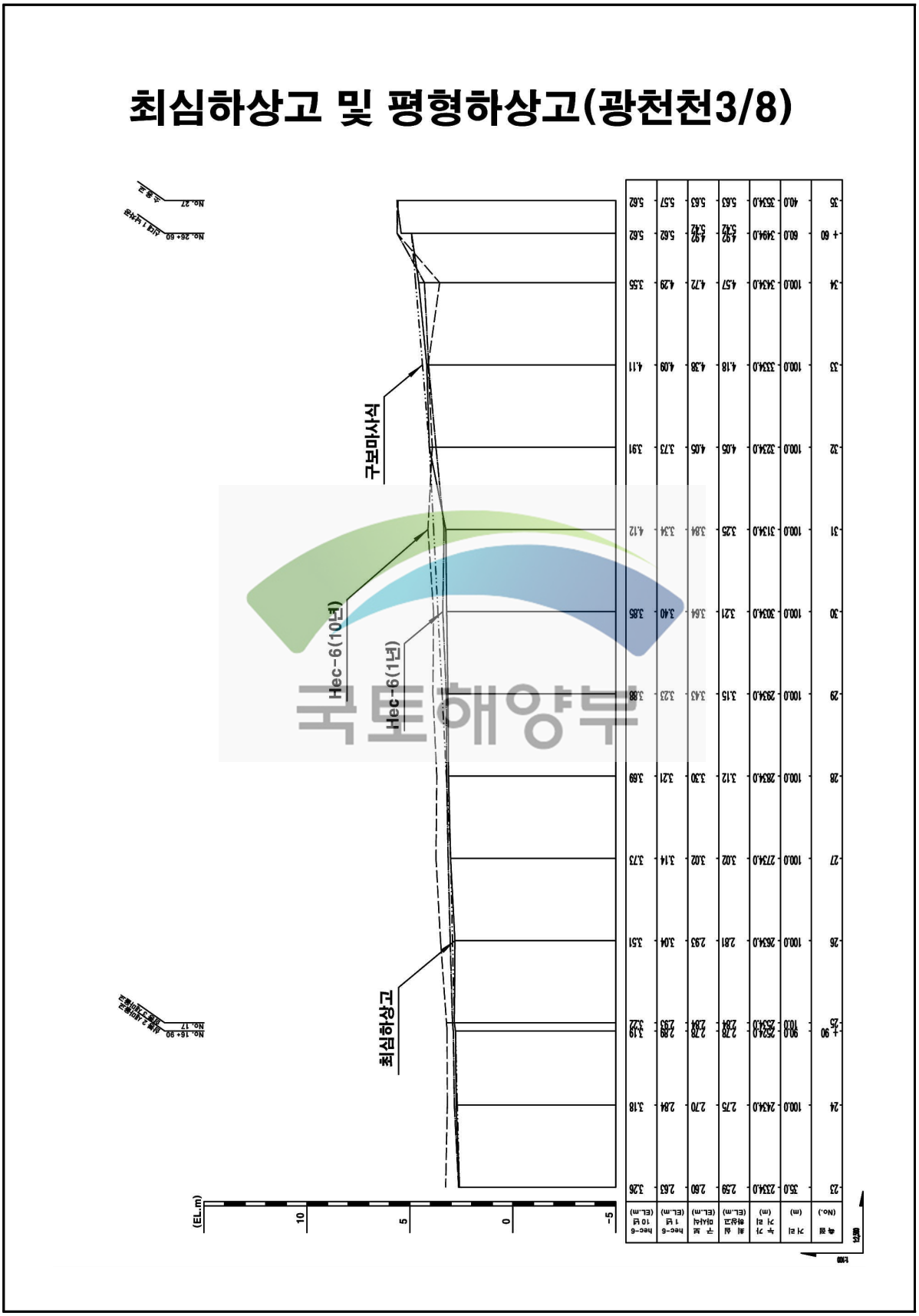


<그림 5.3-1> 계 속



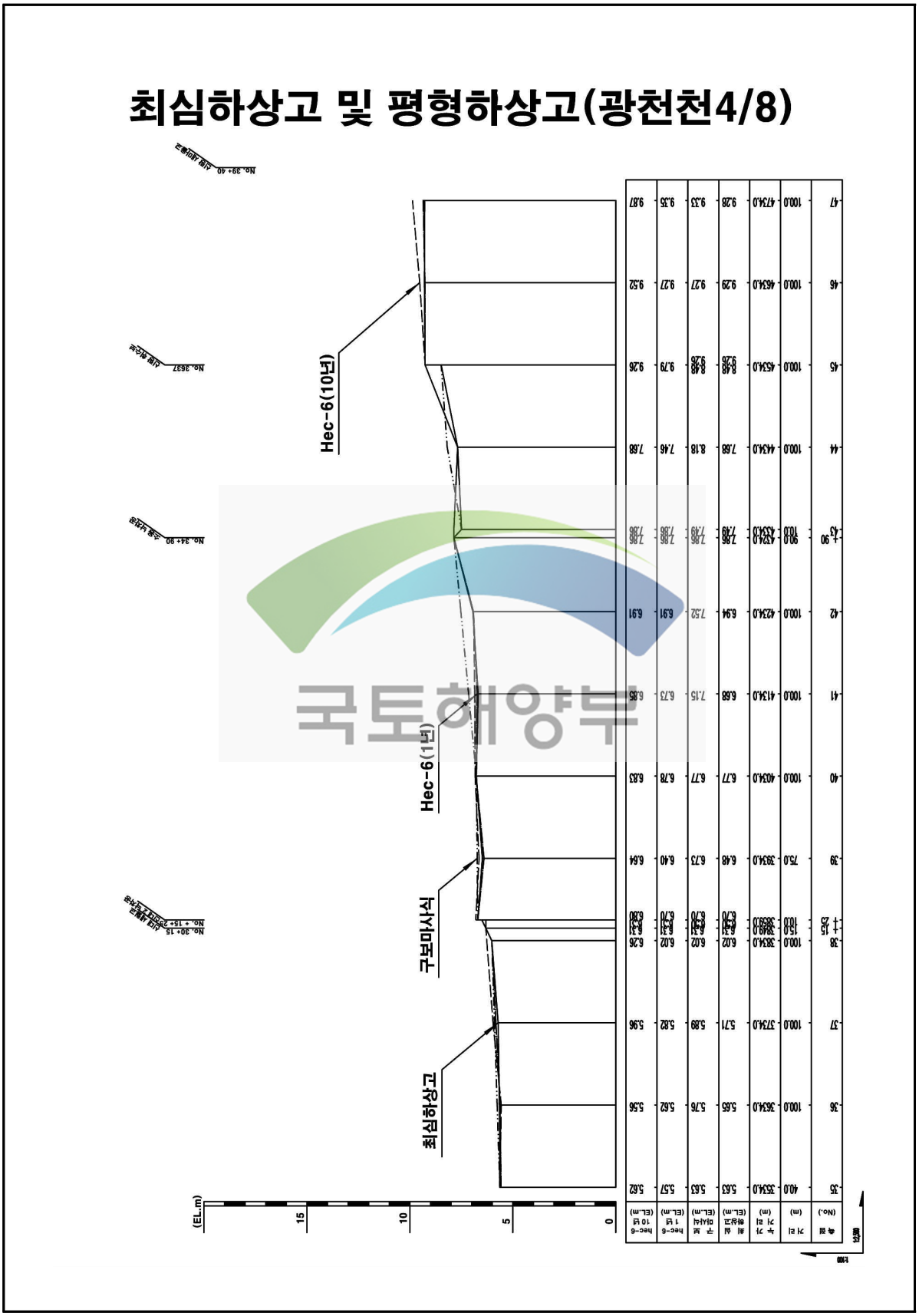
국토해양부

<그림 5.3-1> 계 속



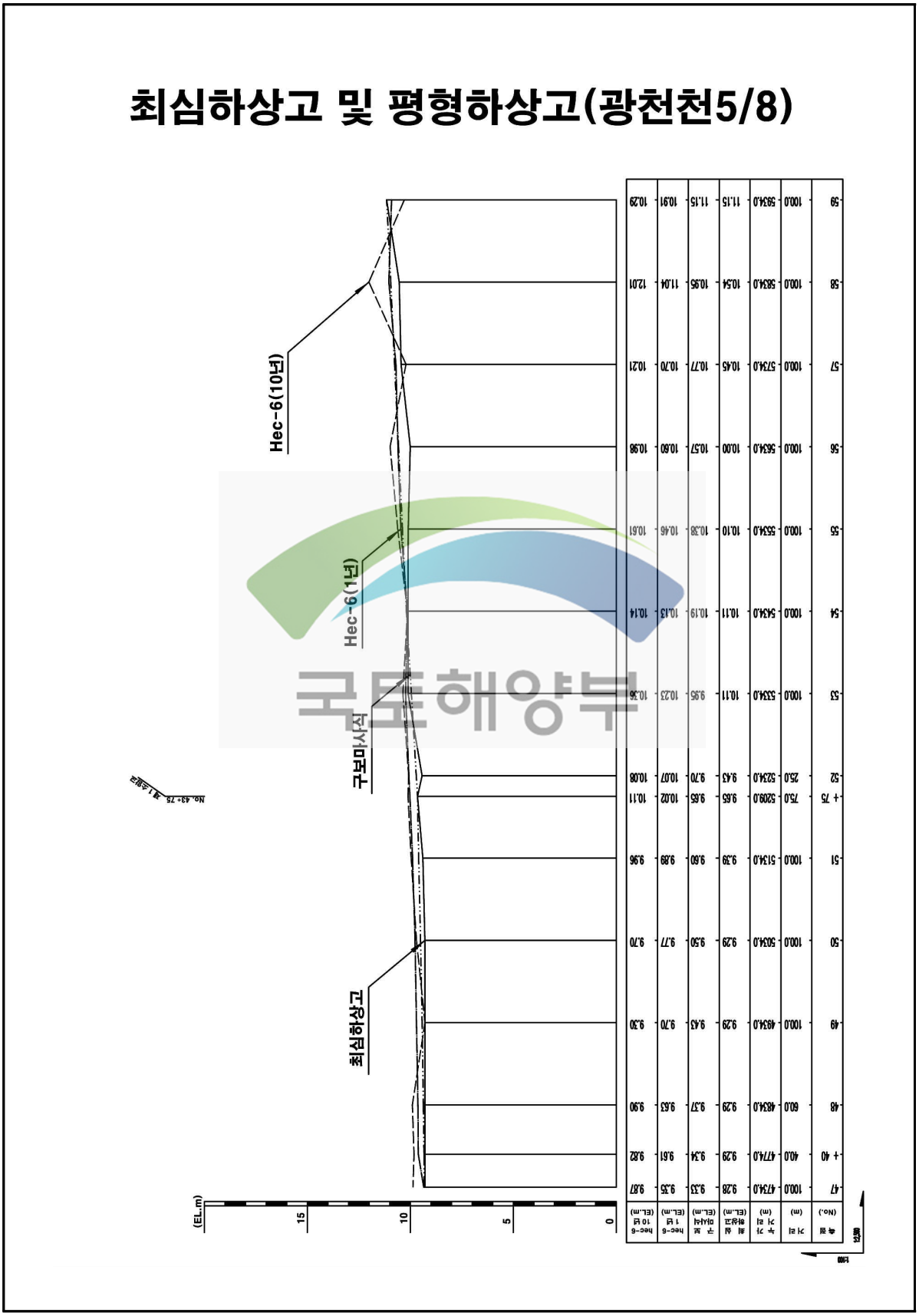
국토해양부

<그림 5.3-1> 계 속

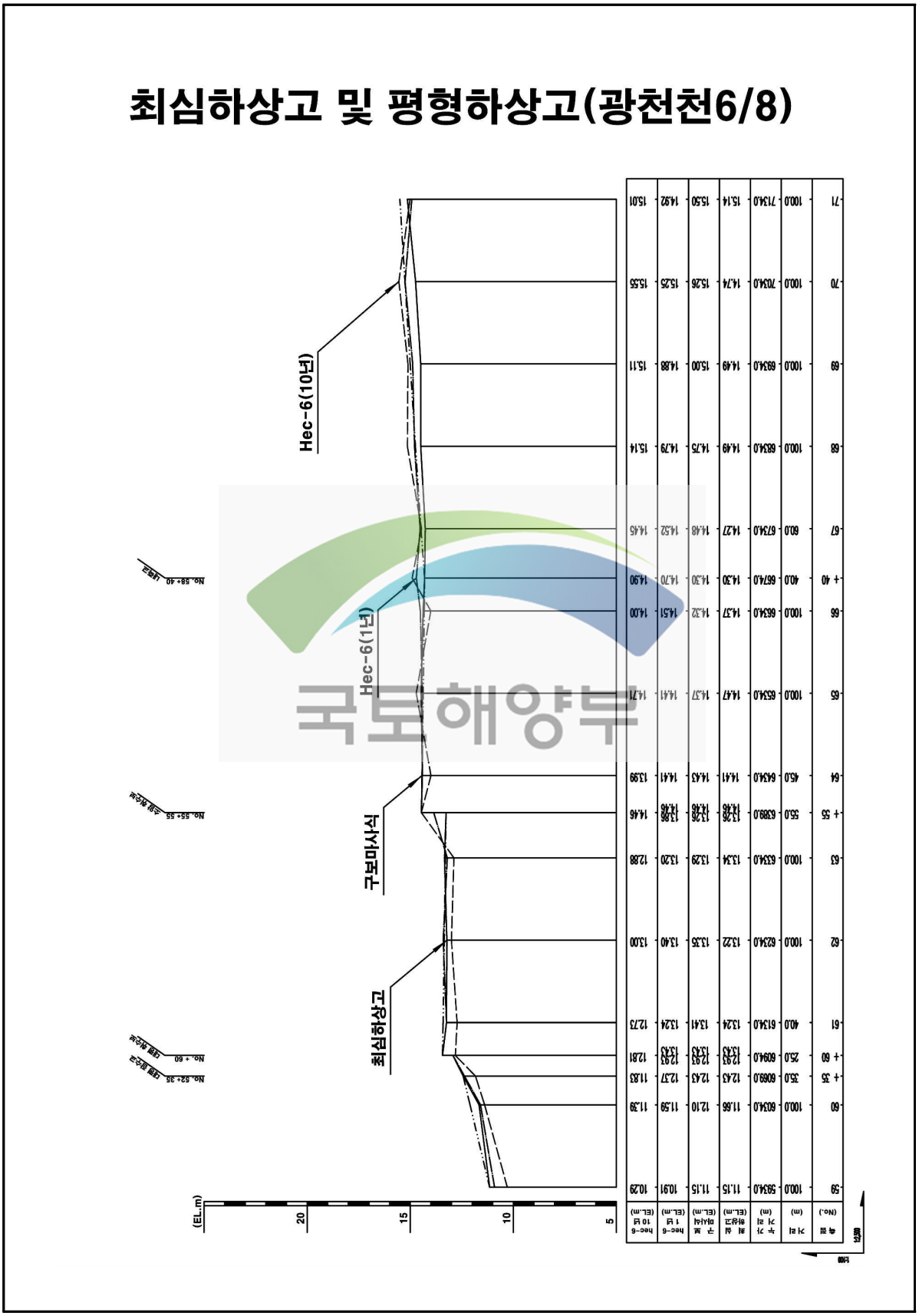


국토해양부

<그림 5.3-1> 계 속

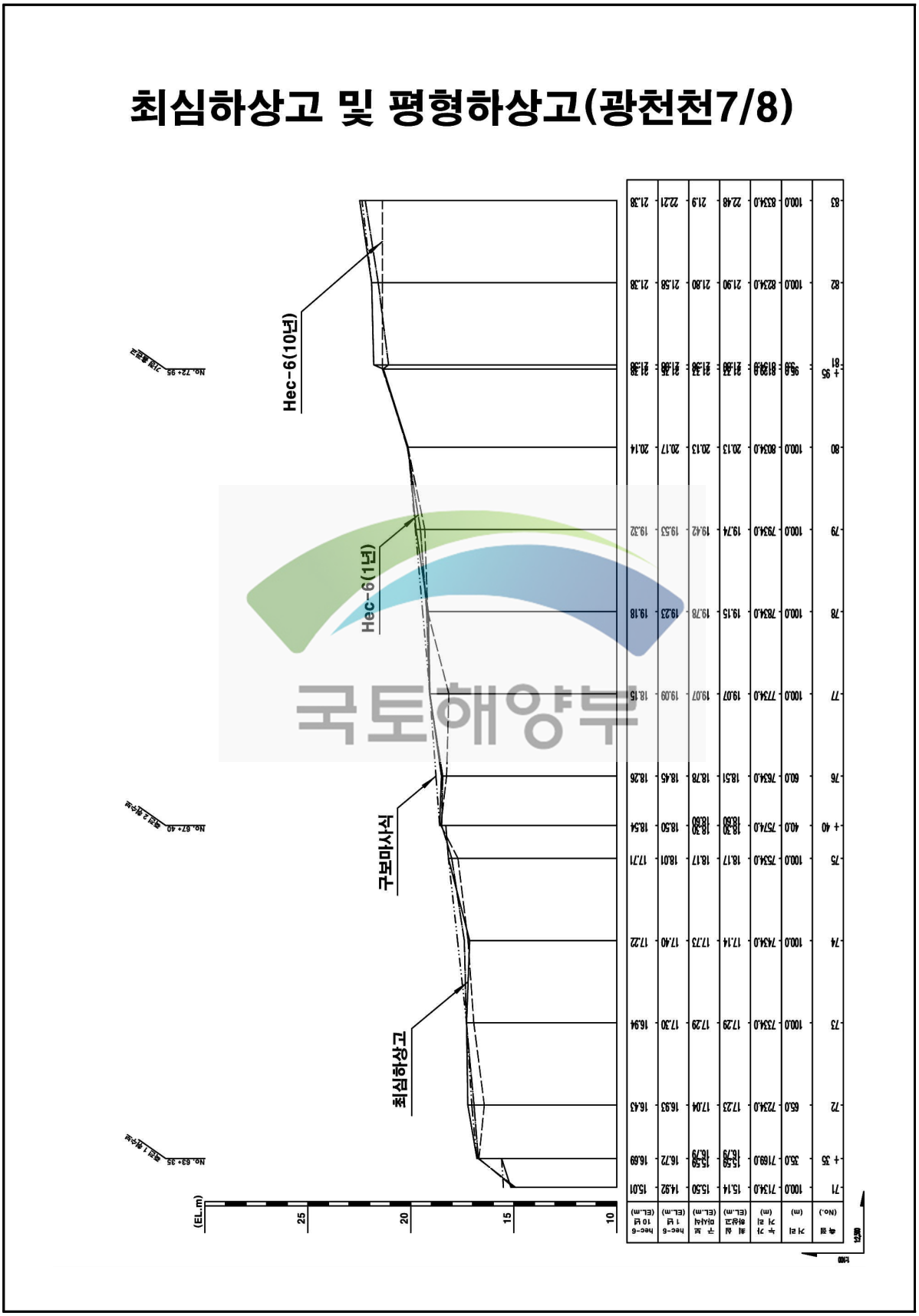

최심하상고 및 평형하상고(광천천5/8)
Hec-6(10년)
Hec-6(1년)
구보마사직
최심하상고
(EL.m)
15
10
5
0
No. 43+75 계획하폭
국토해양부

<그림 5.3-1> 계 속



국토해양부

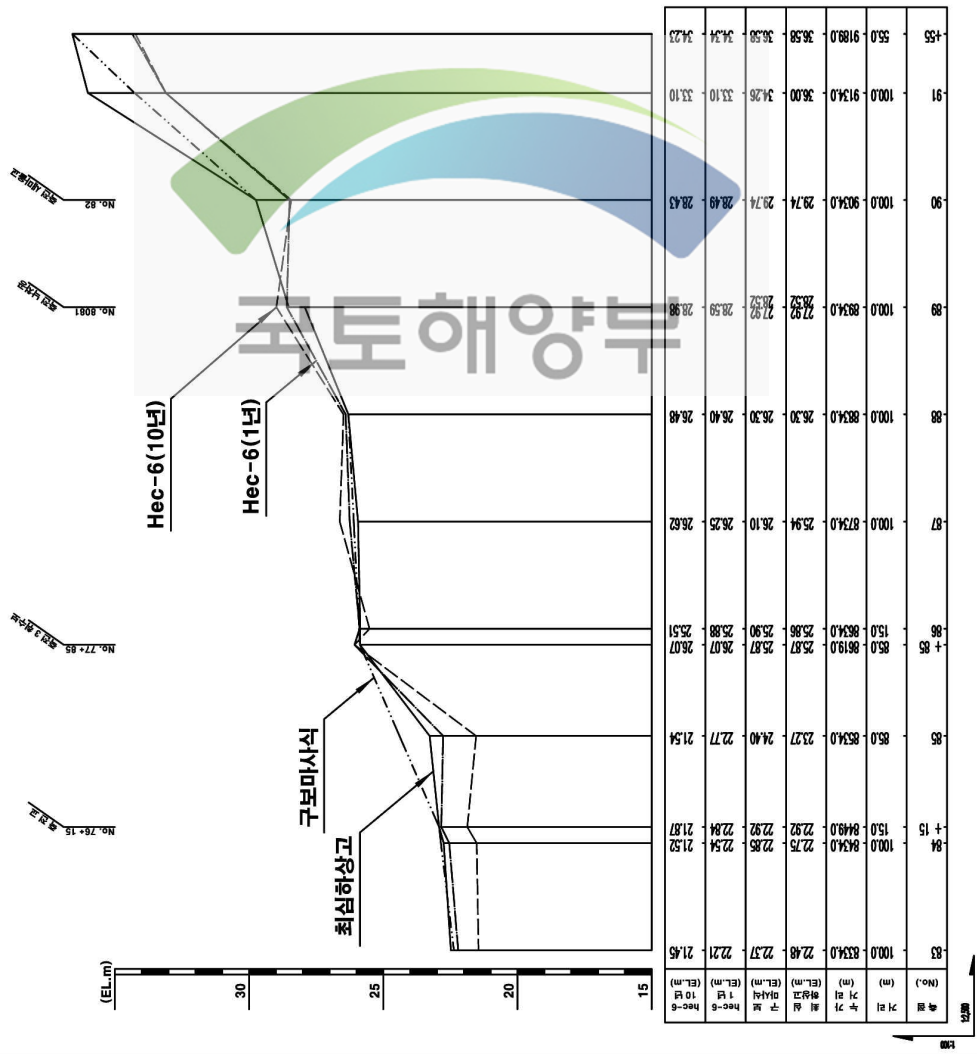
<그림 5.3-1> 계 속



국토해양부

<그림 5.3-1> 계 속

최심하상고 및 평형하상고(광천천8/8)



국토해양부

6.0 용수수급 계획 수립

국토해양부

6.1 수자원부존량 산정

6.2 용수수급현황의 파악

6.3 용수수요량 예측 및 산정

6.4 물수지 분석

6.5 용수수급계획

국토해양부

6.0 용수수급계획 수립

6.1 수자원 부존량 산정

6.1.1 강수량의 산정

광천천 유역의 지배관측소인 보령관측소는 1971년에 관측을 개시하여 현재에 이르고 있다. 본 과업에 이용한 강수자료는 보령관측소 1973~2009년까지의 총 37개년이며, 분석결과 연평균 강수량은 1,175mm로서 전국 평균치 1,245mm에 비해 다소 적은 것으로 나타났다. 이와 같이 분석된 강수현황은 <표 6.1-1>과 같다.

<표 6.1-1> **월강수량**

(단위:mm)

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1973	0.0	0.0	0.0	84.5	90.5	103.9	100.0	92.7	106.1	35.8	0.0	0.0	613.5
1974	0.0	0.0	0.0	186.0	185.6	60.3	459.0	305.5	79.1	55.2	0.0	0.0	1,330.7
1975	0.0	0.0	0.0	142.0	98.6	57.7	211.7	251.7	232.2	41.5	0.0	0.0	1,035.4
1976	0.0	0.0	0.0	111.2	40.7	90.9	93.4	250.2	26.5	66.0	0.0	0.0	678.9
1977	0.0	0.0	0.0	150.4	80.0	79.1	161.5	115.4	114.1	5.2	0.0	0.0	705.7
1978	0.0	0.0	0.0	16.4	10.0	263.3	254.0	198.6	39.7	45.5	0.0	0.0	827.5
1979	0.0	0.0	0.0	132.3	95.6	328.5	138.6	373.8	199.7	46.6	0.0	0.0	1,315.1
1980	0.0	0.0	0.0	163.2	237.6	236.1	283.5	102.1	17.0	103.0	0.0	0.0	1,142.5
1981	17.0	13.6	24.0	47.1	22.9	87.5	462.5	279.0	152.0	71.5	27.1	12.6	1,216.8
1982	29.3	7.3	52.0	25.8	133.0	4.8	81.0	207.5	3.7	44.5	164.5	46.6	800.0
1983	5.8	26.8	67.4	125.7	96.0	90.0	294.6	362.5	192.5	32.5	58.7	11.7	1,364.2
1984	17.0	13.3	22.9	107.2	56.0	116.9	279.0	360.2	203.8	25.8	61.3	24.5	1,287.9
1985	31.3	27.1	86.3	76.2	92.3	52.4	357.3	232.9	281.9	123.4	142.0	53.7	1,556.8
1986	40.9	18.3	32.6	29.6	138.1	190.0	322.3	275.4	138.6	74.4	39.2	45.5	1,344.9
1987	71.1	43.7	30.4	69.6	70.2	136.4	631.2	657.4	21.0	88.0	70.2	8.3	1,897.5
1988	23.3	4.4	49.6	56.9	39.8	30.2	304.4	92.7	45.5	8.6	34.8	34.8	725.0
1989	71.3	47.5	82.7	37.0	34.8	172.1	244.3	191.5	280.8	38.0	86.3	12.2	1,298.5
1990	43.0	88.7	71.5	97.8	103.4	301.7	299.0	204.2	151.4	4.2	53.5	32.6	1,451.0
1991	13.9	33.8	67.6	77.6	79.1	133.3	268.2	116.5	224.7	23.9	35.6	42.7	1,116.9
1992	9.5	24.4	23.6	67.6	89.6	60.6	84.9	435.0	168.1	27.4	73.0	68.6	1,132.3
1993	4.6	66.7	21.6	32.6	68.5	225.5	241.5	206.5	141.5	32.0	87.4	33.7	1,162.1
1994	17.9	6.0	58.2	51.5	135.5	207.0	137.0	443.5	21.0	155.0	17.5	18.9	1,269.0
1995	15.7	11.0	19.6	65.5	49.5	26.5	144.5	996.5	70.5	24.5	23.0	12.7	1,459.5
1996	33.4	6.8	104.5	34.0	22.5	235.0	192.5	44.5	14.0	106.5	74.2	31.7	899.6
1997	15.1	38.4	30.5	57.5	203.0	272.0	353.5	211.5	23.0	10.0	193.5	34.3	1,442.3
1998	29.9	40.2	30.5	138.0	100.0	209.5	263.0	341.7	150.3	61.0	29.3	3.8	1,397.2

고도해양

<표 6.1-1> 계 속

(단위:mm)

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1999	7.9	9.5	71.0	88.5	124.5	192.5	98.0	180.0	292.5	169.0	24.9	25.8	1,284.1
2000	42.1	3.2	7.0	35.0	53.5	159.5	155.0	701.5	241.0	46.0	39.5	32.1	1,515.4
2001	73.3	46.0	15.9	26.0	17.0	129.0	286.5	170.0	10.0	85.0	13.0	32.0	903.7
2002	50.8	5.5	32.0	169.0	155.5	72.0	217.5	477.0	27.0	134.0	61.1	51.8	1,453.2
2003	30.7	44.5	39.5	168.5	78.5	153.0	309.5	310.0	128.0	23.0	45.5	13.0	1,343.7
2004	22.1	28.5	45.7	58.0	105.5	234.5	263.5	164.0	195.0	4.0	56.5	38.9	1,216.2
2005	5.8	35.8	30.0	73.5	48.5	156.0	260.5	291.5	282.5	21.0	18.0	43.4	1,266.5
2006	27.0	25.9	10.6	81.5	94.5	114.5	321.0	21.5	23.5	24.5	61.5	25.4	831.4
2007	23.4	29.8	102.0	29.5	79.0	85.0	214.0	239.5	384.0	59.0	17.5	33.1	1,295.8
2008	20.9	10.8	48.2	40.5	78.9	101.3	257.2	119.5	46.9	26.7	37.6	25.0	813.5
2009	18.5	23.3	55.1	41.5	154.5	115.1	320.9	176.6	25.5	39.5	52.9	58.0	1,081.4
평균	22.0	21.1	36.0	80.9	90.9	142.8	253.1	275.7	128.5	53.6	45.9	24.5	1,175.0

국토해양부

6.1.2 유출량 결정

유출(runoff)은 강수로 인한 물이 증발과 증산, 침투와 침루, 지하수 등의 성분과정을 거치면서 결국 하천유량의 형태로 흐르게 되는 것이며, 유출분석의 목적은 하천유량과 유황을 정량적으로 파악함으로써 수자원의 최적이용 및 관리를 도모하고 유역내 수자원개발로 인한 하천유량의 흐름양상을 양적으로 비교함으로써 개발로 인한 효과를 분석하기 위함이다.

금회 대상하천 유역 내에는 유출량 산정에 이용할 수 있는 수위 및 유량관측자료가 전무한 실정이므로 금회 과업에서는 월별 강우량 자료를 이용하는 Kajiyama의 유출고 공식과, 1992년 충남대학교에서 전국의 수문관측지점 57개소를 대상으로 개발한 범용일유출량 산정모형인 Dawast(Daily Watershed Streamflow Model) 모형, 등에 적용하여 유출을 분석하였다.

가. Kajiyama 월별유출고 공식

이 공식은 우리나라에서 농업용 저수지 및 다목적 댐의 저수용량 결정에 가장 많이 이용하였던 월별 유출량 추정공식이다. 이 공식은 1929년에 당시 조선총독부의 토목기사였던 가지야마가 1916년에서 1926년까지 약 10년간 73개 지점의 강수량과 유출량 자료를 정리하고, 그 중 자료가 정확하다고 판단되는 25개 지점의 수문자료를 분석하여 만든 경험식이다.

가지야마 공식은 다음과 같다.

$$C = \sqrt{R^2 + (K \cdot f + a)^2} - K \cdot f + E$$

여기서, C : 월유출고 (mm)

R : 월강수량 (mm)

K : 극한소실고(mm) (=138.6mm)

a : 최소유출고(mm) (=10.2mm)

f : 유역의 상황에 의하여 변하는 계수(=0.6~1.4)

E : 월별보정치(mm)

<표 6.1-2> 유출특성계수 f

유역의 상태	f
유역내에 농경지와 임야가 많고 경사가 완만하여 유하거리가 긴 경우로 유역내에서 소비수량이 매우 많을 때	1.4
유역내에 농경지와 임야가 많고 경사가 완만하여 유하거리가 긴 경우로 유역내에서 소비수량이 비교적 많을 때	1.2
유역내에서 소비수량이 보통일 때	1.0
유역내에 농경지와 임야가 적고 경사가 급하여 유하거리가 짧은 경우로 유역내에서 소비수량이 비교적 적을 때	0.8
유역내에 농경지와 임야가 적고 경사가 급하여 유하거리가 짧은 경우로 유역내에서 소비수량이 매우 적을 때	0.6

국토해양부

<표 6.1-3> 월별 보정치 E의 값

강수량(mm)	1월	2월	4월	5월	6월	9월	10월	비 고
0	-2.5	-2.5	5.0	-	-2.0	6.0	7.0	3, 7, 8, 11, 12월의 보정계수는 E=0임
10	-2.0	-2.0	5.5	-	-3.0	6.4	6.3	
20	-1.5	-1.5	6.0	-	-4.0	6.8	5.6	
30	-1.0	-1.0	6.5	-	-6.0	7.2	4.9	
50	-	-	7.5	-	-9.0	8.0	3.5	
70	-	-	8.5	-2.4	-12.0	8.8	2.1	
80	-	-	9.0	-3.6	-17.0	9.2	1.4	
100	-	-	10.0	-6.0	-20.0	10.0	-	
150	-	-	5.0	-12.0	-26.0	11.0	-	
200	-	-	-	- 6.0	-30.0	12.0	-	
250	-	-	-	-	-22.5	9.0	-	
300	-	-	-	-	-15.0	6.0	-	

이 공식은 다음과 같은 가정하에서 만들어졌다.

○ 조사대상 하천에서의 유출률은 40～70%이고 평균 55%이다.

○ 유역내의 연평균 유출고는 550mm이며, 이때 f=1.0을 사용한다. 그리고 유출량이 큰 유역에서 f는 1보다 작은 값, 유출량이 작은 유역에서는 f는 1보다 큰 값을 사용한다.

○ 비가 오지 않는 달이라도 최소 유출고(a)인 기저유출은 10.2mm로 항상 같다.

○ 강수가 많을 때에 유역에서의 최대 손실한도(K)는 138.6mm이다.

○ 월별 및 월강수량의 다소에 따라 월별 보정치 E를 변화시킨다.

<표 6.1-4> 월별유출고(Kajiyama)

(단위:mm)

연 도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1973	7.7	7.7	10.2	41.7	30.7	22.4	40.7	36.7	54.3	18.9	10.2	10.2	291.5
1974	7.7	7.7	10.2	101.0	91.6	11.4	343.9	201.2	39.1	23.2	10.2	10.2	857.4
1975	7.7	7.7	10.2	72.9	34.1	10.8	120.2	153.8	147.3	20.0	10.2	10.2	605.0
1976	7.7	7.7	10.2	56.0	15.7	17.1	37.1	152.5	19.6	26.6	10.2	10.2	370.6
1977	7.7	7.7	10.2	77.9	26.7	13.4	81.0	49.7	59.2	16.9	10.2	10.2	370.9
1978	7.7	7.7	10.2	16.9	10.5	143.3	155.8	109.6	23.0	20.8	10.2	10.2	525.9
1979	7.7	7.7	10.2	67.3	32.8	211.3	64.8	263.7	122.4	21.1	10.2	10.2	829.4
1980	7.7	7.7	10.2	85.9	140.3	115.9	181.6	41.9	17.9	42.4	10.2	10.2	671.7
1981	9.5	9.0	12.1	24.8	12.0	15.9	347.3	177.6	85.2	28.5	12.7	10.7	745.2
1982	12.0	8.2	19.0	18.7	51.0	7.8	30.8	116.7	16.4	20.6	83.2	17.3	401.9
1983	8.1	11.4	24.8	63.6	33.0	16.8	191.5	253.3	116.6	18.4	21.4	10.7	769.4
1984	9.5	9.0	12.0	54.1	19.7	28.6	177.6	251.1	125.5	17.6	22.3	12.2	739.2
1985	12.5	11.5	33.4	37.4	31.4	9.8	248.5	137.8	187.3	54.7	67.1	19.6	850.9
1986	15.3	9.7	13.7	19.6	53.8	73.5	216.4	174.4	75.5	29.6	15.3	17.0	713.9
1987	26.3	16.2	13.3	34.2	23.5	38.9	509.9	535.4	18.5	35.1	25.9	10.4	1287.6
1988	10.7	8.0	18.3	28.6	15.4	7.5	200.2	36.7	24.8	16.9	14.2	14.2	395.5
1989	26.4	17.5	31.6	21.6	14.2	61.1	147.5	103.9	186.3	19.3	33.4	10.7	673.6
1990	15.9	34.6	26.5	49.4	36.2	183.1	195.4	114.1	84.7	17.0	19.5	13.7	790.0
1991	9.0	13.2	24.8	38.1	26.4	37.2	168.1	50.4	141.4	17.4	14.4	16.2	556.7
1992	8.5	10.9	12.1	33.2	30.3	11.5	32.7	321.2	97.3	17.8	27.1	25.3	627.8

국토해양부

<표 6.1-4> 계속

(단위:mm)

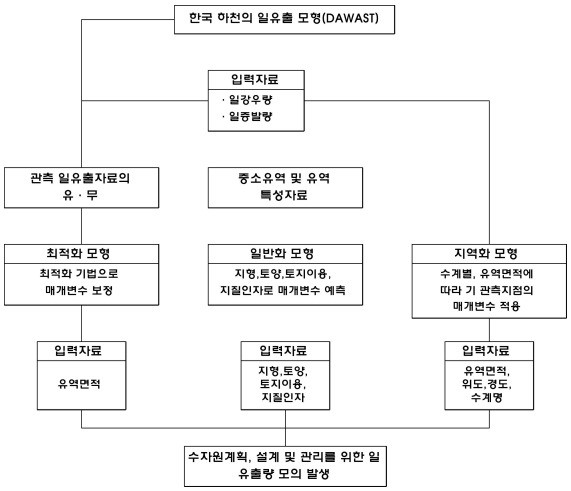
연 도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1993	8.0	24.5	11.8	20.4	23.0	105.4	145.1	115.9	77.6	18.4	34.0	14.0	597.8
1994	9.7	8.1	21.2	26.4	52.4	87.4	63.7	329.2	18.5	76.3	11.2	11.4	715.4
1995	9.3	8.7	11.5	32.3	18.2	7.5	68.8	869.0	34.9	17.5	12.0	10.7	1100.2
1996	13.1	8.2	43.2	20.7	11.9	114.8	104.7	16.7	17.4	44.4	27.7	13.5	436.4
1997	9.2	14.5	13.3	28.8	107.5	152.2	244.9	120.0	18.9	16.8	105.5	14.1	845.8
1998	12.2	15.0	13.3	70.5	34.7	89.8	163.6	234.1	83.9	25.0	13.1	10.3	765.4
1999	8.3	8.5	26.3	44.0	46.5	75.3	39.6	94.9	196.0	86.6	12.3	12.4	650.6
2000	15.7	7.9	10.4	21.0	19.1	52.8	76.3	578.5	154.2	20.9	15.4	13.6	985.7
2001	27.3	17.0	11.1	18.8	11.2	34.9	184.2	87.3	16.9	33.8	10.8	13.6	466.7
2002	18.6	8.1	13.6	89.7	65.3	13.7	124.9	361.1	19.7	61.6	22.3	19.0	817.5
2003	12.4	16.4	15.4	89.4	26.2	48.6	204.8	205.3	68.2	17.4	17.0	10.8	731.8
2004	10.4	11.8	17.1	29.0	37.2	114.3	164.0	82.8	118.6	17.0	20.6	15.2	638.0
2005	8.1	13.7	13.2	36.0	17.9	50.5	161.4	188.7	187.7	17.2	11.3	16.4	722.2
2006	11.5	11.2	10.6	40.1	32.3	27.4	215.2	11.8	19.0	17.5	22.4	12.4	431.4
2007	10.7	12.1	41.8	19.6	26.4	15.0	122.1	143.4	274.2	24.3	11.2	13.8	714.6
2008	10.2	8.6	17.8	22.6	26.4	21.3	158.5	52.2	25.3	17.7	14.9	12.3	387.8
2009	9.8	10.7	20.1	23.0	64.4	27.7	215.1	92.3	19.4	19.6	19.3	21.1	542.5
평균	11.6	11.5	17.1	42.6	36.5	56.1	160.7	185.5	80.9	27.4	22.1	13.4	665.5
강우량 (㎜)	22.0	21.1	36.0	80.9	90.9	142.8	253.1	275.7	128.5	53.6	45.9	24.5	1175.0
유출율 (%)	52.9	54.6	47.6	52.6	40.1	39.3	63.5	67.3	62.9	51.2	48.2	54.5	56.6

국토해양부

나. Dawast 모형

Dawast 모형은 토양층을 표면층과 상부의 불포화토양층 하부, 포화토양층 등 3개의 저류층으로 표면층과 상부의 불포화토양층에서 초기손실이 이루어진 후 나타난 표면유출이 유역에 따라 기저시간만큼 증대되어 배분되며 침투에 의해 불포화층에 이동된 수분량은 포장용수량 이상이면 심층침투에 의해 하부의 포화토양층으로 토양수가 이동 된다. 이 포화층의 토양수분이 일정한 값 이상이며 불포화층과 포화층 사이에서 중간유출이 일어나고 무강수기에는 이 포화층의 토양수분이 고갈되어 기저유출로 나타나는 것으로 강우-유출 수문반응을 분석하고 개념화하였다.

<그림 6.1-1> Dawast 모형의 구조도



유출량을 추정하기 위하여 Dawast 모형의 일반화 모형을 이용하였으며, 이 일반화 일유출 모형은 강우시에는 표면유출, 중간유출고 기저유출량을, 무강우시에는 기저유출량을 계산하여 총 유출량은 모형 발생 시작일부터 종료일까지 연차적으로 일단위로 계산할 수 있도록 구성되어 있다.

모형은 <표 6.1-5>와 같이 물수지 매개변수 5개를 종속 변수로 취하고, 이들 종속 변수에 물리적으로 관계가 깊을 것으로 생각되는 4개의 지형인자, 4개의 토양인자, 3개의 토지이용인자, 3개의 수문지질인자 등 14개의 독립변수를 조사하여 회귀모형(Multiple Linear Regression)의 일반형인 Additive form과 Multiplocative form에 대하여 Stepwise Regression분석을 실시하여 일유출량을 추정하였다.

국토해양부

<표 6.1-5> 일 유출 최적화 모형의 입·출력 및 매개변수

매개변수	변 수 내 용	비 고
종속변수	UMAX : 불포화층의 최대 토양 수분량(mm) LMAX : 포화층의 최대 수분량(mm) FC : 포장용수량(mm), CP : 심층투수계수, CE : 유역증발산계수	
독립변수	변수내용	
지형인자	X1 : 유역면적(㎢) X2 : 주하천장(km) X3 : 주변장(㎢) X4 : 유역경사(km)	
토양인자	X5 : 수문토양군 A(%) X6 : 수문토양군 B(%) X7 : 수문토양군 C(%) X8 : 수문토양군 D(%)	
토지이용인자	X9 : 밭면적(%) X10 : 논면적(%) X11 : 산림면적(%)	
수질지질인자	X12 : 화성암류(%) X13 : 퇴적암류(%) X14 : 변성암류(%)	

또한, Dawast 모형의 계산순서는

① 모형 발생 시작일의 잠재저류능 값을 모형 발생 시작일의 기저유출량으로부터 첫 번째 강우가 발생한 날의 값을 계산하여 강우량, 증발량 심층 투수량 등의 일별 물수지에 의해 잠재 저류능을 모형 발생 종료일까지 일별로 계산,

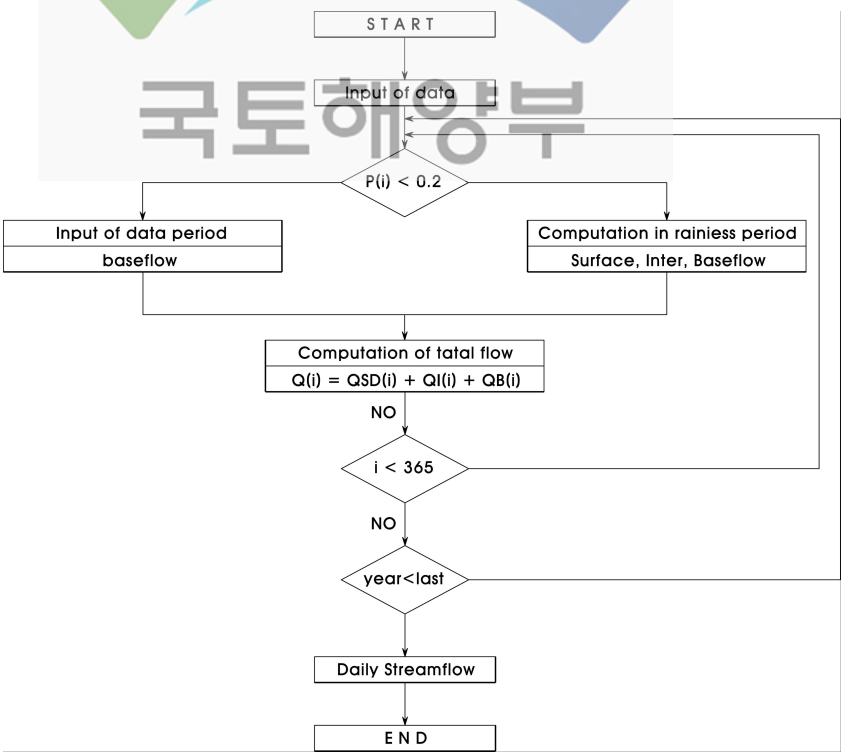
② 강우시 표면유출량은 일별 잠재저류능 값에 의해 계산하여 일별 배분율에, 따라 일별로 배분한다.

③ 포화층의 기저유출량 계산

④ 포화층의 수분량이 최대값보다 클 경우 중간 유출량 계산하여 총 유출량이 가산된다. 한편,

⑤ 무강수기에는 포화층의 토양수분이 누출되어 기저유출로 계산한다. 이상의 기본 구조를 갖는 Dawast 일 유출 모형의 흐름도는 <그림 6.1-2>과 같다.

<그림 6.1-2> Dawast 모형의 흐름도



국토해양부

<표 6.1-6> 월별유출고(Dawast)

(단위:mm)

연 도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1973	6.2	5.6	6.2	6.0	18.3	9.1	33.3	53.9	60.0	20.6	9.9	6.2	235.3
1974	6.2	5.6	6.2	48.9	120.7	50.0	333.4	210.0	97.5	17.5	6.6	6.2	908.8
1975	6.2	5.6	6.2	22.2	71.7	8.7	104.7	183.5	188.2	18.0	6.0	6.2	627.3
1976	6.2	5.8	6.2	8.3	13.2	12.8	40.0	133.1	32.7	11.5	6.0	6.2	282.1
1977	6.2	5.6	6.2	22.5	49.8	29.6	109.6	59.0	57.6	6.5	6.0	6.2	364.8
1978	6.2	5.6	6.2	6.0	6.2	33.2	193.6	113.6	19.6	9.2	7.4	6.2	412.9
1979	6.2	5.6	6.2	24.1	42.5	242.7	99.8	302.5	155.6	34.7	6.4	6.2	932.5
1980	6.2	5.8	6.2	46.1	168.8	137.6	216.4	60.8	28.2	37.1	12.2	6.2	731.5
1981	6.2	5.6	6.2	8.2	6.2	6.0	305.6	189.7	114.2	29.2	35.3	10.9	723.3
1982	8.1	5.6	7.8	10.5	11.1	11.5	6.3	76.8	17.9	6.2	64.7	59.3	285.7
1983	9.8	5.6	12.9	53.3	61.5	41.8	193.7	263.8	139.1	19.2	19.1	17.7	837.4
1984	6.2	5.8	6.2	10.2	22.7	23.9	208.5	211.6	167.1	18.1	23.4	7.8	711.5
1985	13.5	6.7	30.7	46.7	61.9	9.4	255.5	145.6	173.7	96.4	72.8	83.3	996.0
1986	27.8	7.2	11.0	6.4	35.9	83.9	256.3	186.9	104.8	29.8	48.0	53.2	851.2
1987	42.1	40.0	14.2	20.7	12.2	80.1	512.9	515.3	50.4	17.8	28.8	26.3	1,360.7
1988	6.2	5.8	7.9	13.1	6.6	6.0	126.0	48.5	30.1	8.9	6.0	6.2	271.2
1989	14.8	20.6	58.6	30.1	7.1	73.7	157.4	126.0	215.3	9.7	29.6	18.1	760.8
1990	6.2	42.6	41.1	74.4	66.7	197.5	229.9	131.0	124.7	7.8	7.1	6.2	935.1
1991	6.2	5.6	17.4	27.7	18.6	74.5	152.2	85.7	129.9	11.9	8.5	11.8	550.0
1992	11.1	5.8	6.2	9.8	28.8	20.6	14.0	291.5	119.4	16.2	29.2	40.3	592.9
1993	8.6	16.3	12.5	7.2	8.3	89.1	175.8	159.4	86.7	14.7	38.3	44.0	660.8
1994	11.9	5.6	11.1	14.8	40.4	65.6	152.5	334.2	18.6	76.4	13.4	6.2	750.7
1995	6.2	5.6	6.2	8.3	6.6	6.0	18.4	796.4	79.2	9.4	6.0	6.2	954.5
1996	9.8	5.9	30.1	28.9	16.2	81.8	162.5	10.5	7.8	18.8	18.1	46.5	437.0
1997	7.5	5.7	8.0	17.4	70.2	91.6	326.2	112.9	17.5	6.2	74.0	57.9	795.1
1998	8.9	8.0	13.8	86.1	68.5	86.4	213.5	267.8	38.4	65.8	8.7	6.9	873.0
1999	6.2	5.6	10.4	49.0	57.8	108.5	36.4	146.7	168.6	102.7	30.3	13.7	736.0
2000	15.2	5.9	6.2	6.1	6.2	18.8	92.8	542.9	216.2	14.0	12.1	13.2	949.4
2001	31.3	23.3	21.3	6.3	6.2	9.1	163.8	152.1	6.2	7.6	7.4	6.2	440.7
2002	17.5	11.5	6.2	51.9	135.8	23.5	136.2	326.3	53.2	66.3	47.2	50.8	926.4
2003	21.0	13.9	26.5	100.3	48.5	90.7	229.7	231.5	105.9	14.8	6.1	6.2	895.2
2004	6.2	6.6	23.6	7.6	28.2	137.1	214.3	67.9	136.3	10.0	7.4	16.5	661.6
2005	6.2	6.6	6.9	23.7	10.5	40.5	171.7	224.2	207.4	29.7	12.2	6.3	745.8
2006	8.1	8.1	6.5	17.5	36.1	31.0	211.7	21.0	6.0	6.2	6.0	6.9	365.1
2007	6.2	7.0	28.5	32.0	19.8	14.2	145.7	138.5	290.1	40.0	17.7	8.7	748.3
2008	8.3	5.8	10.0	6.1	12.9	18.9	151.8	77.7	27.6	7.5	6.1	9.6	342.2
2009	6.2	5.9	12.5	16.1	75.7	59.1	217.9	90.2	18.7	6.2	16.1	30.2	554.8
평균	10.6	9.4	13.8	26.3	40.0	57.4	172.2	191.6	94.9	24.9	20.5	19.6	681.3
강우량(㎜)	22.0	21.1	36.0	80.9	90.9	142.8	253.1	275.7	128.5	53.6	45.9	24.5	1,175.0
유출율(%)	48.3	44.7	38.3	32.5	44.0	40.2	68.0	69.5	73.8	46.5	44.8	80.2	58.0

다. 유출분석 결과

각 방법별로 계산한 유출량은 다음 <표 6.1-7>와 같다.

<표 6.1-7> 방법별 평균 유출량 비교

하 천	월 별	Kajiyama 공식		Dawast 모형		비 고
		m^3/sec	백만m^3	m^3/sec	백만m^3	
광천천 하 구	1	0.29	0.77	0.26	0.71	
	2	0.32	0.77	0.26	0.63	
	3	0.43	1.14	0.34	0.92	
	4	1.09	2.84	0.68	1.75	
	5	0.91	2.43	0.99	2.66	
	6	1.44	3.74	1.48	3.83	
	7	4.00	10.71	4.28	11.47	
	8	4.62	12.36	4.77	12.77	
	9	2.08	5.39	2.44	6.32	
	10	0.68	1.83	0.62	1.66	
	11	0.57	1.48	0.53	1.37	
	12	0.33	0.89	0.49	1.31	
	유출량	16.75	44.35	17.14	45.4	
		(56.6%)		(58.0%)		
	홍수기 유출량	12.14	32.2	13.00	34.4	
		(41.1%)		(43.9%)		

주) ( )내 수치는 수자원부존량 대비 유출률

국토해양부

상기 표에 따르면 광천천 유역의 수자원부존량 대비 유출률 및 홍수기 유출률은 Kajiyama 공식을 적용할 경우 약 56.6% 및 41.1%로 산정되었으며, Dawast 모형을 적용할 경우 각각 58.0%, 43.9%로 산정되었다.

한편, 「수자원장기종합계획(2006.7, 건교부)」에 의하면 우리나라의 평균유출률 및 홍수기 유출률은 각각 58.0%, 42.0%으로 금회 과업유역의 유출률 산정은 Dawast모형의 값을 채택하였다.

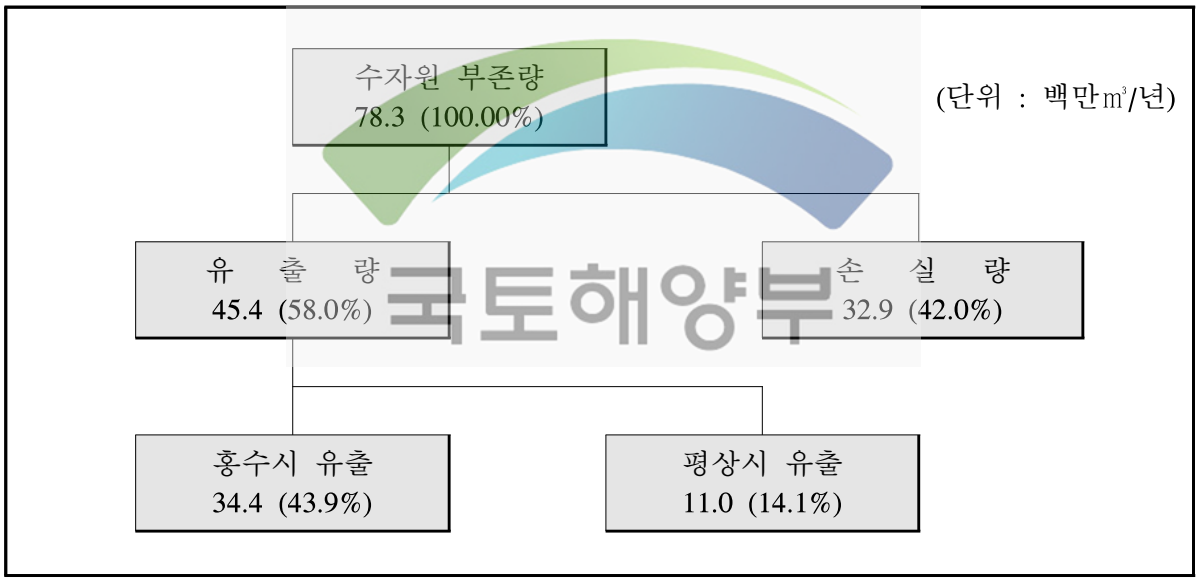
6.1.3 수자원 부존량

본 계획에서 유역의 수자원 부존량은 보령관측소의 연평균강수량에 하천의 유역면적을 곱하여 산정하였으며, 그 결과는 <표 6.1-8> 및 <그림 6.1-3>과 같다.

<표 6.1-8> 수자원 부존량

하천명	유역면적 (㎢)	연평균강수량 (mm)	수자원부존량 (백만㎥/년)	유출량(백만㎥/년)			손실량 (백만㎥/년)
				홍수기	비홍수기	계	
광천천	66.64	1,175.0	78.3 (100.0%)	34.4 (43.9%)	11.0 (14.1%)	45.4 (58.0%)	32.9 (42.0%)

<그림 6.1-3> 수자원 부존량 모식도



국토해양부

본 유역에는 실측유량자료가 전무하여 유역 내 유출고 산정 시 경험적 방법으로 추정하였으나, 향후 신뢰도를 높이기 위하여 수위 및 유량관측소 설치와 지속적인 관측이 실시되어야 할 것이다.

6.2 용수수급현황의 파악

수자원은 수량과 수질에서 시간적, 공간적 분포에 한정을 받고 있기 때문에 자연상태에서 시기적 또는 위치에 따라 필요한 수량을 확보할 수 없는 것이 현실이다. 우리나라의 수자원 특성은 홍수기에 연강수량의 2/3가 집중되고 대수층이 빈약하여 하천유황이 계절에 따라 불규칙하므로 연중 이용 가능한 하천수량은 소량에 불과하나, 경제발전과 국민생활 수준의 향상으로 용수수요는 급속도로 증가하는 추세에 있다. 따라서, 장래 필요로 할 용수수요를 정량적으로 정확히 파악하고 적절한 공급방안을 수립하기 위하여 과업대상 하천의 지점별 갈수량을 산정하였고, 장래 본류 및 지류의 용수사용실태 예측을 통한 물수지 분석을 실시하였다.

6.2.1 용수수요량 산정

일반적으로 유역내의 용수수요량은 크게 분류하여 생활용수, 공업용수 및 농업용수로 분류할 수 있다. 이 중 생활용수 및 공업용수는 계절별 변화율이 작으나 농업용수는 계절별로 용수수요량이 크게 변화하며 또한 기상상태에 절대적으로 영향을 받아 기상상태(특히 강우량)가 좋을 때는 신규 용수가 적게 소요되나 그렇지 못할 경우에는 용수가 많이 소요된다.

또한 생활용수와 공업용수의 장래수요는 생활수준의 향상, 도시화 및 산업화에 따라 그 양의 증가폭이 커지지만, 농업용수는 본 유역의 경우 경지면적의 증가폭이 크지 않아 용수수요량의 변화도 크지 않을 것으로 판단된다.

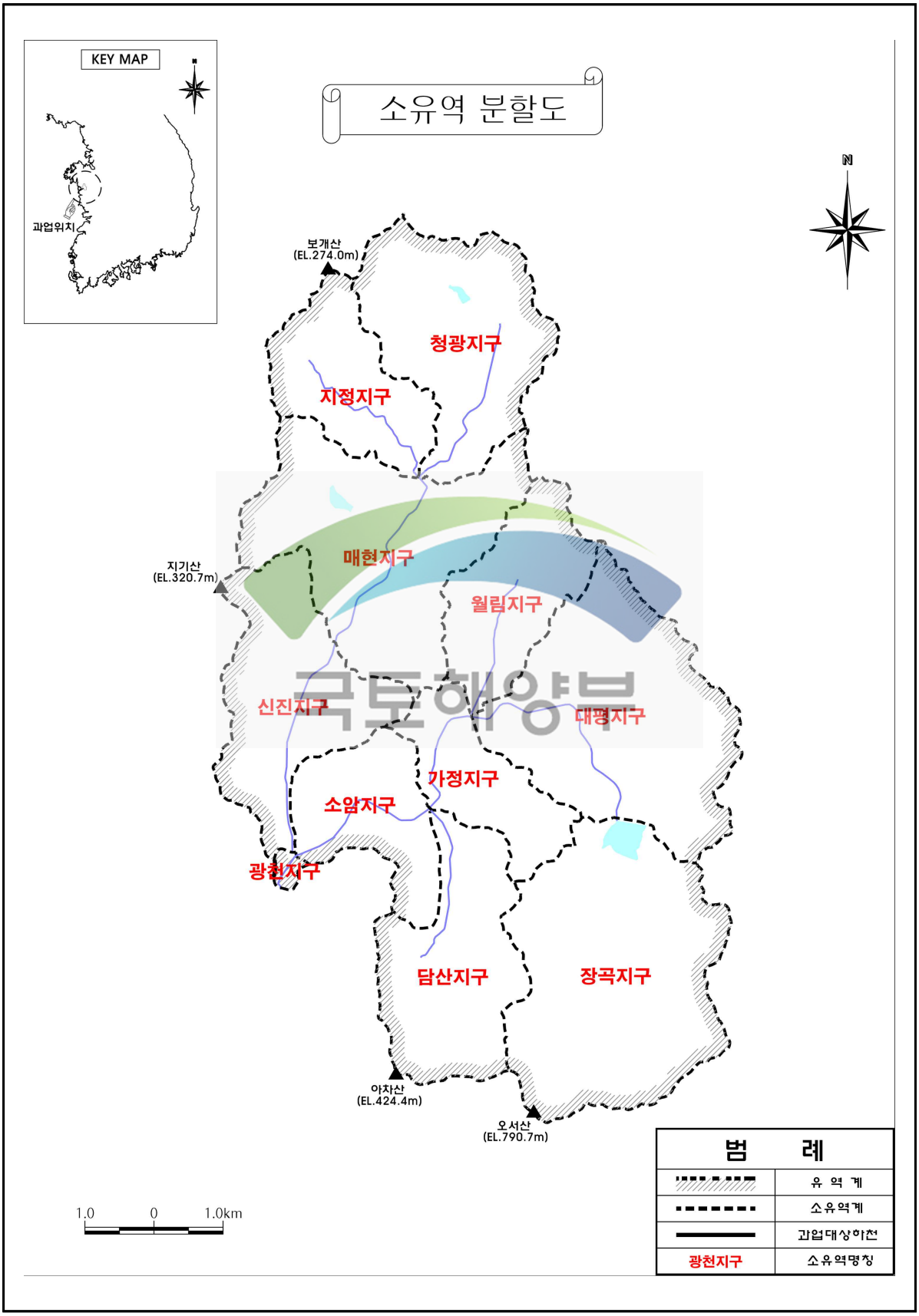
금회 과업대상 유역의 장래 용수수요 산정을 위해 유관기관의 협조와 관련자료의 수집, 분석 및 현장조사를 통하여 용수사용 실태를 조사하고, 아래와 같은 관련계획을 참조하여 결정하였다. 「홍성 통계연보(2009, 홍성군)」, 「홍성군 수도정비 기본계획 보고서(2009.12, 홍성군)」,「수자원장기종합계획 보고서(2006.7, 건교부/수공)」 등의 자료를 이용하였다.

1) 소유역 구분

금회 과업대상 유역의 용수수요량 산정을 위한 소유역은 유역의 특성, 용수의 이용상황 및 행정구역 등을 고려해서 11개 지구로 구분하였다. 각 소유역별 위치는 <표 6.2-1>과 같다.

국토해양부

<그림 6.2-1> 소유역 분할도



<표 6.2-1> 소유역 구분

하천명	번호	지구명	면적(㎢)	위치	비고
광천천	1	장 곡	10.81	홍성군 광천읍 상담, 중담, 하담, 가정리, 장곡면 신풍, 화계, 광성, 오성, 죽전리	광천천 시점 ~광천저수지 상류
광천천	2	대 평	9.57	홍성군 광천읍 가정, 내죽, 죽전, 운용, 대평, 월곡, 죽림, 소암리 장곡면 신풍, 화계, 죽전, 가송리	광천저수지 ~월림천 합류전
월림천	3	월 림	4.13	홍성군 광천읍 신랑, 운용, 대평, 월곡, 공수, 죽림, 빙질, 소암, 하리 홍동면 중원리, 구항면 척괴리	월림천 유역
광천천	4	가 정	3.27	홍성군 광천읍 용두, 신랑, 신대, 하담, 가정, 시곡, 내죽, 소용, 소암리	월림천 합류후 ~담산천 합류전
담산천	5	담 산	5.80	홍성군 광천읍 신대, 원촌, 상담, 중담, 하담, 시곡리 장곡면 오성리	담산천 유역
광천천	6	소 암	3.73	홍성군 광천읍 신진, 용두, 송우, 다진, 신랑, 원동, 신동, 신대, 원촌, 삼봉, 중담, 하담, 소용, 상옹리	담산천 합류후 ~상지천 합류전
상지천	7	청 광	6.82	홍성군 구항면 지석, 묵동, 청광, 소반, 마온, 온요리	상지천 시점 ~지정천 합류전
지정천	8	지 정	3.99	홍성군 구항면 외중, 내현, 지석, 묵동, 대정, 청광리	지정천 유역
상지천	9	매 현	8.89	홍성군 광천읍 신촌, 신랑, 매현, 하리, 선암, 벽계, 둔전, 백동리 구항면 지석, 묵동, 대정, 신곡, 칙괴, 소반리	지정천 합류후 ~신진교 지점
상지천	10	신 진	6.03	홍성군 광천읍 신진, 용두, 장현, 송우, 다진, 신촌, 신랑, 신동, 벽계, 둔전, 백동, 덕정, 상정, 상옹리	신진교 지점 ~상지천 하구
광천천	11	광 천	3.60	홍성군 광천읍 상옹, 하옹, 양촌, 석포, 노동리 은하면 포항리	상지천 합류전 ~광천천 하구
계			66.64	1군 1읍 4면 62개리	

국토해양부

2) 용수 이용현황 총괄

광천천 유역 내 용수이용현황을 조사한 결과 전체 이용용수는 4.367백만㎥/년이며, 생활용수가 1.508백만㎥/년으로 34.53%, 공업용수가 0.226백만㎥/년으로 5.18%, 농업용수가 2.633백만㎥/년으로 60.29%로 나타났으며, 용수이용 현황 총괄은 다음 <표 6.2-2>와 같다.

<표 6.2-2> 용수이용현황 총괄

(단위: 백만㎥/년)

번호	지구명	합계	생활용수	공업용수	농업용수
1	장 곡	0.487	0.060	-	0.427
2	대 평	0.431	0.053	-	0.378
3	월 림	0.312	0.149	-	0.163
4	가 정	0.247	0.118	-	0.129
5	담 산	0.438	0.209	-	0.229
6	소 암	0.281	0.134	-	0.147
7	청 광	0.344	0.075	-	0.269
8	지 정	0.201	0.043	-	0.158
9	매 현	0.671	0.320	-	0.351
10	신 진	0.682	0.217	0.226	0.238
11	광 천	0.272	0.130	-	0.142
계		4.367	1.508	0.226	2.633

6.3 용수수요량 예측 및 산정

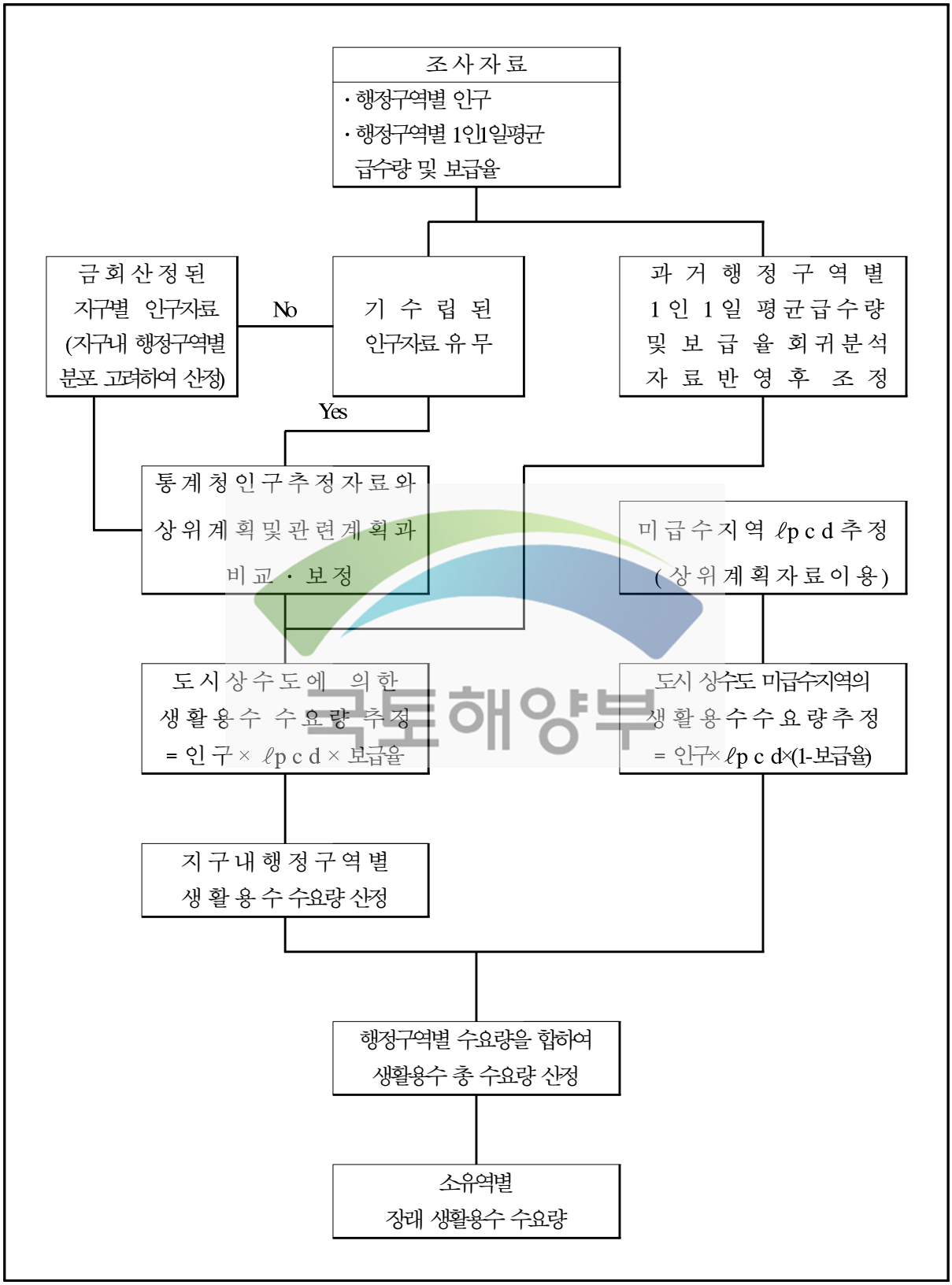
6.3.1 생활용수

생활용수는 협의의 의미로 사람이 일상생활에서 활동하고 소비하는 물을 의미하며 인간활동의 가장 기본적인 요소이다. 그러나 문명이 발달하고 사회가 복잡해지면서 생활용수의 의미가 확대되어 순수한 의미의 가정용수뿐만 아니라 사회, 경제활동 분야에 이용되는 영업용수, 업무용수, 소규모 공업용수 및 공공용수 등도 생활용수에 포함하게 되었다.

생활용수 수요량을 추정하는 방법으로는 과거의 추세를 분석하여 외삽하는 장기적이고 대규모의 계획에 적용하는 방법과 생활용수 수요에 영향을 미치는 인자를 세분하여 분석하고 이와 관련된 사회, 경제적 요인 등을 고려한 상관관계를 도출하여 추정하는 단기적이고 세부적인 계획에 적용하는 방법 등이 있다.

본 과업에서는 「홍성군 수도정비 기본계획(변경) 보고서(2009.12, 홍성군)」, 「수자원장기종합계획 보고서(2006.7, 건교부/수공)」 등에서 수행한 수자원개발계획 및 수도계획과 일관성을 고려하여 장래 생활용수를 추정하였으며, 생활용수의 추정방법은 <그림 6.3-1>와 같다.

<그림 6.3-1> 생활용수 수요추정 흐름도



국토해양부

1) 장래인구 추정

금회 과업유역의 장래인구 추정은 홍성군의 과거 20년간(1988~2007년) 인구증감 변화 자료를 분석하여 「상수도 수요량 예측 업무편람(2008.10, 환경부)」에서 제시하고 있는 조성법 또는 시계열분석방법에 의해 장래인구를 추정하고 통계청 추계인구로 보정하여 장래인구를 결정한 「홍성군 수도정비기본계획(변경) 보고서(2009.12, 홍성군)」의 자료를 사용하였다.

<표 6.3-1> 지구별 장래인구 추정

(단위 : 인)

번호	지구명	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
1	장 곡	688	669	649	629	
2	대 평	609	592	574	557	
3	월 림	1,378	1,460	1,390	1,366	
4	가 정	1,091	1,156	1,100	1,081	
5	담 산	1,935	2,051	1,952	1,918	
6	소 암	1,244	1,319	1,255	1,234	
7	청 광	797	797	741	722	
8	지 정	466	466	433	422	
9	매 현	2,966	3,144	2,992	2,941	
10	신 진	2,012	2,132	2,029	1,995	
11	광 천	1,201	1,273	1,211	1,191	
계		14,387	15,059	14,326	14,056	

국토해양부

2) 원단위 분석

상수도 원단위는 국민생활수준이 향상될수록 비례하여 증가하는 것이 일반적인 현상으로 매년 증가되는 것이 원칙이나 선진외국의 대도시에서는 근년에 이르러 단위급수량이 감소 또는 증가율이 매우 둔화되는 현상을 나타내고 있다. 이러한 현상은 선진화가 될수록 국민의식이 높아지고 이에 따라 자원절약, 절수의식이 점차 높아지기 때문인 것으로 판단된다.

급수보급율 및 단위급수량은 장래 상수도 수요량을 추정함에 있어서 신중히 결정되어야 하는 인자들이며 이들은 도시의 특성, 경제, 사회조건 등에 따라 크게 변화하나 인구 규모면에서 보면 비슷한 경향을 나타내고 있다.

본 과업에서는 기 수립된 상수도 관련계획과의 일관성을 유지하기 위하여 「홍성군 수도정비기본계획(변경) 보고서(2009.12, 홍성군)」에서 분석한 급수보급율 및 단위급수량을 이용하여 장래 생활용수 수요량을 추정하였다.

3) 지구별 급수지역 생활용수 수요량 추정

<표 6.3-2> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2010년도)

번호	지구명	면적(㎢)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	급수량 (㎥/일)	단위급수량 (ℓ pcd)	비고
1	장 곡	10.81	688	196	28.6	60	310	
2	대 평	9.57	609	174	28.6	53	310	
3	월 림	4.13	1,378	1,178	85.5	365	310	
4	가 정	3.27	1,091	932	85.5	288	310	
5	담 산	5.8	1,935	1,654	85.5	512	310	
6	소 암	3.73	1,244	1,063	85.5	329	310	
7	청 광	6.82	797	370	46.5	114	310	
8	지 정	3.99	466	216	46.5	66	310	
9	매 현	8.89	2,966	2,535	85.5	785	310	
10	신 진	6.03	2,012	1,720	85.5	533	310	
11	광 천	3.6	1,201	1,026	85.5	318	310	
계		66.64	14,387	11,064	76.9	3,423	310	

국토해양부

<표 6.3-3> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2015년도)

번호	지구명	면적(㎢)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	급수량 (㎥/일)	단위급수량 (ℓ pcd)	비고
1	장 곡	10.81	669	315	47.1	97	310	
2	대 평	9.57	592	278	47.1	86	310	
3	월 림	4.13	1,460	1,271	87.1	394	310	
4	가 정	3.27	1,156	1,006	87.1	311	310	
5	담 산	5.8	2,051	1,786	87.1	553	310	
6	소 암	3.73	1,319	1,148	87.1	355	310	
7	청 광	6.82	797	426	53.5	132	310	
8	지 정	3.99	466	249	53.5	77	310	
9	매 현	8.89	3,144	2,738	87.1	848	310	
10	신 진	6.03	2,132	1,856	87.1	575	310	
11	광 천	3.6	1,273	1,108	87.1	343	310	
계		66.64	15,059	12,181	80.9	3,771	310	

<표 6.3-4> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2020년도)

번호	지구명	면적(㎢)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	급수량 (㎥/일)	단위급수량 (ℓ pcd)	비고
1	장 곡	10.81	649	334	51.5	103	310	
2	대 평	9.57	574	295	51.5	91	310	
3	월 림	4.13	1,390	1,307	94.1	405	310	
4	가 정	3.27	1,100	1,035	94.1	320	310	
5	담 산	5.8	1,952	1,836	94.1	569	310	
6	소 암	3.73	1,255	1,180	94.1	365	310	
7	청 광	6.82	741	444	60.0	137	310	
8	지 정	3.99	433	259	60.0	80	310	
9	매 현	8.89	2,992	2,815	94.1	872	310	
10	신 진	6.03	2,029	1,909	94.1	591	310	
11	광 천	3.6	1,211	1,139	94.1	353	310	
계		66.64	14,326	12,553	87.7	3,886	310	

국토해양부

<표 6.3-5> 지구별 급수지역 생활용수 수요량(2025년도)

번호	지구명	면적(㎢)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	급수량 (㎥/일)	단위급수량 (ℓ pcd)	비고
1	장 곡	10.81	629	354	56.3	109	310	
2	대 평	9.57	557	313	56.3	97	310	
3	월 림	4.13	1,366	1,319	96.6	408	310	
4	가 정	3.27	1,081	1,044	96.6	323	310	
5	담 산	5.8	1,918	1,852	96.6	574	310	
6	소 암	3.73	1,234	1,192	96.6	369	310	
7	청 광	6.82	722	462	64.1	143	310	
8	지 정	3.99	422	270	64.1	83	310	
9	매 현	8.89	2,941	2,841	96.6	880	310	
10	신 진	6.03	1,995	1,927	96.6	597	310	
11	광 천	3.6	1,191	1,150	96.6	356	310	
계		66.64	14,056	12,724	90.6	3,939	310	

4) 지구별 미급수지역 생활용수 수요량 추정

상수도 미급수지역의 생활용수 수요량은 총인구 중 급수인구를 제외한 인구에 미급수지역 1일 1인당 단위급수량을 곱하여 산정하였다.

미급수지역의 1인 1일당 급수량은 「수자원장기종합계획 보고서(2006.7, 건교부/수공)」에서 제시된 215ℓ를 적용하였으며, 소유역별 미급수지역 생활용수 수요량은 <표 6.3-6>과 같다.

<표 6.3-6> 미급수지역 생활용수 수요량

번호	지구명	2010년		2015년		2020년		2025년		비고
		미급수인구(인)	이용량(㎥/일)	미급수인구(인)	이용량(㎥/일)	미급수인구(인)	이용량(㎥/일)	미급수인구(인)	이용량(㎥/일)	
1	장곡	492	105	354	76	315	67	275	59	
2	대평	435	93	314	67	279	59	244	52	
3	월림	200	43	189	40	83	17	47	10	
4	가정	159	34	150	32	65	13	37	7	
5	담산	281	60	265	56	116	24	66	14	
6	소암	181	38	171	36	75	16	42	9	
7	청광	427	91	371	79	297	63	260	55	
8	지정	250	53	217	46	174	37	152	32	
9	매현	431	92	406	87	177	38	100	21	
10	신진	292	62	276	59	120	25	68	14	
11	광천	175	37	165	35	72	15	41	8	
계		3,323	708	2,878	613	1,773	374	1,332	281	

국토해양부

5) 지구별 생활용수 수요량 총괄

<표 6.3-7> 지구별 생활용수 수요량 총괄

(단위 : ㎥/일)

번호	지구명	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
1	장곡	165	173	170	168	
2	대평	146	153	150	149	
3	월림	408	434	422	418	
4	가정	322	343	333	330	
5	담산	572	609	593	588	
6	소암	367	391	381	378	
7	청광	205	211	200	198	
8	지정	119	123	117	115	
9	매현	877	935	910	901	
10	신진	595	634	616	611	
11	광천	355	378	368	364	
계		4,131	4,384	4,260	4,220	

6.3.2 공업용수

공업용수의 장래 수요량산정은 기존공업단지, 계획단지 등을 반영하여 단계별로 공업용수 수요량을 산정한 「홍성군 수도정비기본계획(변경) 보고서(2009.12, 홍성군)」의 자료를 이용하였으며, 유역내 공업단지 현황 및 지구별 공업용수 수요량은 다음과 같다.

<표 6.3-8> 유역내 공업단지 현황

구 분	소재지	조성면적 (㎡)	조성년도	주요업종	비 고
구항농공단지	구항면 청광리 일원	153,898	1990년	방수포, 타일 등	자체수원 (Q=1,000㎥/일)
광천농공단지	광천읍 신진리 일원	144,652	1993년	자동차부품, 철선 등	자체수원 (Q=1,000㎥/일)
광천김특화산업단지	광천읍 벽계리 일원	56,046	2009년말	음식료품	홍성군 고시 제2008-102호

국토해양부

<표 6.3-9> 지구별 공업용수 수요량

(단위 : ㎥/일)

번 호	지구명	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
1	장 곡					
2	대 평					
3	월 림					
4	가 정					
5	담 산					
6	소 암					
7	청 광	-	700	700	700	구항농공
8	지 정					
9	매 현					
10	신 진	620	640	640	640	광천농공
11	광 천					김특화
계		620	1,340	1,340	1,340	

6.3.3 농업용수

일반적으로 농업용수는 저수지, 보등과 같은 수리시설물로부터 공급되는 농업용수의 사용량 및 공급계통을 파악해야 하지만 현실적으로 한계가 있어 농업용수를 정확히 추정하는 것은 어려움이 있다.

따라서, 본 과업에서는 농업용수량의 주요 부분을 차지하고 있는 답작지와 관개전에 한정하여 농업용수를 추정하였으며, 추정 원단위는 “수자원장기종합계획(2006. 7, 건설교통부)”에서 제시한 단위용수량을 적용하였다.

농업용수 수요량 = 수리안전답 면적 × 수리답 단위용수량
+ 수리불안전답 면적 × 수리불안전답 단위용수량
+ 관개전 면적 × 관개전 단위용수량

1) 경지면적 전망

장래 경지면적은 정부의 정책, 지역여건 등에 따라 변화하기 때문에 단순히 과거 경지 면적의 추이에 의해 추정하는 것은 한계가 있다.

따라서, 본 과업에서는 수리시설물에 의해 지표수를 취수원으로 관개하는 농경지를 파악하고 경지에 대한 장래 수리답율과 관개전율은 “수자원장기종합계획, (2006. 7, 건설교통부)”에서 제시한 행정구역별 값을 유역 내 지구별로 적용하였다.

국토해양부

<표 6.3-10> 장래 수리답 및 관개전율

(단위 : ha)

행정구역	2010년			2015년			2020년			2025년		
홍성군	안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전
	965	554	86	963	433	98	970	345	108	977	257	118

<표 6.3-11> 유역내 지구별 경지면적

(단위 :ha)

번호	지구명	2010년			2015년		
		안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전
1	장 곡	23	13	2	23	11	2
2	대 평	21	12	2	21	9	2
3	월 림	9	5	1	9	4	1
4	가 정	7	4	1	7	3	1
5	담 산	13	7	1	13	6	1
6	소 암	8	5	1	8	4	1
7	청 광	15	9	1	15	7	2
8	지 정	9	5	1	9	4	1
9	매 현	19	11	2	19	9	2
10	신 진	13	8	1	13	6	1
11	광 천	8	4	1	8	4	1
계		145	83	13	145	65	15

국토해양부

<표 6.3-12> 유역내 지구별 경지면적

(단위 :ha)

번호	지구명	2020년			2025년		
		안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전
1	장 곡	24	8	3	24	6	3
2	대 평	21	7	2	21	6	3
3	월 림	9	3	1	9	2	1
4	가 정	7	3	1	7	2	1
5	담 산	13	5	1	13	3	2
6	소 암	8	3	1	8	2	1
7	청 광	15	5	2	15	4	2
8	지 정	9	3	1	9	2	1
9	매 현	19	7	2	20	5	2
10	신 진	13	5	1	13	3	2
11	광 천	8	3	1	8	2	1
계		146	52	16	147	39	18

2) 단위용수량

광천천 유역의 단위용수량은 “수자원장기종합계획, (2006. 7, 건설교통부)”에서 금강권역의 단위용수량을 적용하였다.

<표 6.3-13> 유역내 지구별 경지면적

(단위 :mm/년)

구분	안전답	불안전답	관개전
금강	1,292.9	840.4	473.7

3) 장래 농업용수 수요량

농업용수 수요량은 수리안전답, 수리불안전답, 관개전으로 분류한 경지면적에 장래 단위용수량을 곱하여 산정하는 원단위법을 적용하였으며, 그 결과, 2010년 7,214㎥/일, 2015년 6,808㎥/일, 2020년 6,561㎥/일, 2025년 6,313㎥/일로 농업용수가 2025년까지 점진적으로 감소되는 것으로 추정되었다.

<표 6.3-14> 지구별 농업용수 수요량

(단위 : ㎥/일)

번호	지구명	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
1	장 곡	1,170	1,104	1,064	1,024	
2	대 평	1,036	978	942	907	
3	월 림	447	422	407	391	
4	가 정	354	334	322	310	
5	담 산	628	593	571	549	
6	소 암	404	381	367	353	
7	청 광	738	697	671	646	
8	지 정	432	408	393	378	
9	매 현	962	908	875	842	
10	신 진	653	616	594	571	
11	광 천	390	368	354	341	
계		7,214	6,808	6,561	6,313	

국토해양부

6.3.4 용수수요 총괄

용수수요 중에서 생·공용수는 계절적인 영향을 비교적 적게 받으나 농업용수는 관개기와 비관개기로 구분될 뿐 아니라 관개기에도 기상 및 성장시기에 따

라 소모량이 각기 다르기 때문에 변동폭이 상당히 심한 편이다.

금회 과업하천 유역내의 용수수요 전망은 본 유역이 한반도 남북부에 위치하고 있고 해당구역 내 계획된 장래 도시기본계획이 아직 없는바, 생활용수와 공업용수는 완만하게 감소하고 농업용수는 완만하게 증가하여 전체적으로는 일정 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

금회 과업하천 유역내의 용수수요를 지구별로 총괄하면 <표 6.3-15>과 같다.

<표 6.3-15> 지구별 용수수요 총괄

(백만㎥/년)

번호	지구명	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
1	장 곡	0.487	0.466	0.450	0.435	
2	대 평	0.431	0.413	0.399	0.385	
3	월 림	0.312	0.312	0.302	0.295	
4	가 정	0.247	0.247	0.239	0.234	
5	담 산	0.438	0.439	0.425	0.415	
6	소 암	0.281	0.282	0.273	0.267	
7	청 광	0.344	0.587	0.574	0.564	
8	지 정	0.201	0.194	0.186	0.180	
9	매 현	0.671	0.673	0.652	0.636	
10	신 진	0.682	0.690	0.675	0.665	
11	광 천	0.272	0.272	0.264	0.257	
계		4.367	4.574	4.439	4.334	

국토해양부

6.4 물수지 분석

6.4.1 갈수량

기준갈수량 및 평균갈수량은 “2.2.3 수위 및 유출”절에서 산정한 바와 같이 비유량법에 의하여 광천천 유역의 유황을 분석하였으며, 그 결과는 <표 6.4-1>와 같다.

<표 6.4-1> 유황분석 결과

(㎥/sec)

구 분	지점명	유역면적 (km²)	풍수량 (95일)	평수량 (185일)	저수량 (275일)	갈수량 (355일)	기준갈수량
삽교천	수촌 수위표	223.26	2.68	1.57	0.93	0.53	0.13
광천천	하구	66.64	0.800	0.469	0.278	0.158	0.039
수촌수위표 비유량 (㎥/sec/㎢)			0.012	0.007	0.004	0.002	0.001

주) 자료출처 : 삽교수계(무한천,곡교천) 하천기본계획(2008, 국토부)

6.4.2 물수지 분석

물수지 분석은 계획유역에 대한 안정된 용수를 공급하기 위해 유역내의 장래 용수수요와 공급기준년의 자연유량을 비교함으로서 유역내의 본류 및 지류에서의 물수지를 예측하고, 공급기준년의 물부족량을 공급하기 위한 댐의 개발규모, 시기 및 위치 등을 결정하는 수단으로 수자원 개발계획을 수립함에 있어 선행되어야 하는 기본 요소이다.

갈수시의 물수지 분석은 유역내에서 발생하는 용수수요의 총량 및 장래수요 증가량과 불규칙한 자연유하량을 비교 검토하여 물 부족 여부를 검토하는 것으로 갈수시에도 하천의 정상적인 기능을 유지하기 위한 유지유량(특히 이수유량)의 확보방안을 강구하기 위해 행하는 것이다.

즉 물수지 분석은 용수수요의 총량, 용수수요의 연중 시기별 분포 및 장래 수요증가량과 불규칙 자연유하량을 비교 검토하는 것이며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

(1) 식 : [자연 유하량] = [실측유량 + 순 물소모량]

(2) 식 : [장래의 물 부족량] = [DAM 개발을 고려한 장래의 자연유하량]
- [장래의 순 물소모량] - [장래의 유지용수]

국토해양부

1) 자연유하량

자연유하량이란 용수수요 및 회수가 전혀 없는 상태의 하천유량을 의미하며 실측유량에 순물소모량을 더하여 산정한다.

2) 순물소모량

순물소모량이란 용수수요량에서 농업용수, 생활용수, 공업용수의 회수수를 공제한 것으로 본 유역에서 생·공업용수 회수수율은 65%, 농업용수는 35%를 적용하였다.

또한, 장래의 물부족은 (2) 식의 우변이 (-) 일 때 발생하고 (+) 일 때는 부족은 없고 신규 수요를 부담할 여유가 있는 것이다.

본 과업에서는 물수지 분석지점을 행정구역 및 용수수요처의 유무를 감안하여 총 11개 지구로 구분하였고 갈수량 산정은 2010년을 기준으로 하여 향후 2015년, 2020년, 2025년 등 4개년을 계획년도로 산정하였다.

상기와 같이하여 산정한 물수지 분석결과는 <표 6.4-2> ~ <표 6.4-4>와 같다.

<표 6.4-2> 갈수량과 물수지(2010년)

(㎥/s)

지 구	갈수시 자 연 유하량	용 수 량					회 수 수					갈수량
		생활	공업	농업	계	누계	생활	공업	농업	계	누계	
장 곡	0.0183	-	-	0.0135	0.0135	0.0135	-	-	0.0047	0.0047	0.0047	0.0094
대 평	0.0344	-	-	0.0120	0.0120	0.0255	-	-	0.0042	0.0042	0.0089	0.0178
월 림	0.0070	-	-	0.0052	0.0052	0.0052	-	-	0.0018	0.0018	0.0018	0.0036
가 정	0.0469	-	-	0.0041	0.0041	0.0348	-	-	0.0014	0.0014	0.0122	0.0243
담 산	0.0098	-	-	0.0073	0.0073	0.0073	-	-	0.0025	0.0025	0.0025	0.0051
소 암	0.0630	-	-	0.0047	0.0047	0.0467	-	-	0.0016	0.0016	0.0164	0.0326
청 광	0.0115	-	-	0.0085	0.0085	0.0085	-	-	0.0030	0.0030	0.0030	0.0060
지 정	0.0067	-	-	0.0050	0.0050	0.0050	-	-	0.0017	0.0017	0.0017	0.0035
매 현	0.0333	-	-	0.0111	0.0111	0.0247	-	-	0.0039	0.0039	0.0086	0.0172
신 진	0.0434	-	-	0.0076	0.0076	0.0322	-	-	0.0026	0.0026	0.0113	0.0225
광 천	0.1125	-	-	0.0045	0.0045	0.0835	-	-	0.0016	0.0016	0.0292	0.0582

국토해양부

<표 6.4-3> 갈수량과 물수지(2015년)

(㎥/s)

지 구	갈수시 자 연 유하량	용 수 량					회 수 수					갈수량
		생활	공업	농업	계	누계	생활	공업	농업	계	누계	
장 곡	0.0183	-	-	0.0128	0.0128	0.0128	-	-	0.0045	0.0045	0.0045	0.0099
대 평	0.0344	-	-	0.0113	0.0113	0.0241	-	-	0.0040	0.0040	0.0084	0.0187
월 림	0.0070	-	-	0.0049	0.0049	0.0049	-	-	0.0017	0.0017	0.0017	0.0038
가 정	0.0469	-	-	0.0039	0.0039	0.0328	-	-	0.0014	0.0014	0.0115	0.0256
담 산	0.0098	-	-	0.0069	0.0069	0.0069	-	-	0.0024	0.0024	0.0024	0.0053
소 암	0.0630	-	-	0.0044	0.0044	0.0441	-	-	0.0015	0.0015	0.0154	0.0343
청 광	0.0115	-	-	0.0081	0.0081	0.0081	-	-	0.0028	0.0028	0.0028	0.0063
지 정	0.0067	-	-	0.0047	0.0047	0.0047	-	-	0.0017	0.0017	0.0017	0.0037
매 현	0.0333	-	-	0.0105	0.0105	0.0233	-	-	0.0037	0.0037	0.0082	0.0181
신 진	0.0434	-	-	0.0071	0.0071	0.0304	-	-	0.0025	0.0025	0.0106	0.0237
광 천	0.1125	-	-	0.0043	0.0043	0.0788	-	-	0.0015	0.0015	0.0276	0.0613

<표 6.4-4> 갈수량과 물수지(2020년)

(㎥/s)

지 구	갈수시 자 연 유하량	용 수 량					회 수 수					갈수량
		생활	공업	농업	계	누계	생활	공업	농업	계	누계	
장 곡	0.0183	-	-	0.0123	0.0123	0.0123	-	-	0.0043	0.0043	0.0043	0.0102
대 평	0.0344	-	-	0.0109	0.0109	0.0232	-	-	0.0038	0.0038	0.0081	0.0193
월 림	0.0070	-	-	0.0047	0.0047	0.0047	-	-	0.0016	0.0016	0.0016	0.0039
가 정	0.0469	-	-	0.0037	0.0037	0.0317	-	-	0.0013	0.0013	0.0111	0.0263
담 산	0.0098	-	-	0.0066	0.0066	0.0066	-	-	0.0023	0.0023	0.0023	0.0055
소 암	0.0630	-	-	0.0043	0.0043	0.0425	-	-	0.0015	0.0015	0.0149	0.0354
청 광	0.0115	-	-	0.0078	0.0078	0.0078	-	-	0.0027	0.0027	0.0027	0.0065
지 정	0.0067	-	-	0.0045	0.0045	0.0045	-	-	0.0016	0.0016	0.0016	0.0038
매 현	0.0333	-	-	0.0101	0.0101	0.0224	-	-	0.0035	0.0035	0.0079	0.0187
신 진	0.0434	-	-	0.0069	0.0069	0.0293	-	-	0.0024	0.0024	0.0103	0.0244
광 천	0.1125	-	-	0.0041	0.0041	0.0759	-	-	0.0014	0.0014	0.0266	0.0632

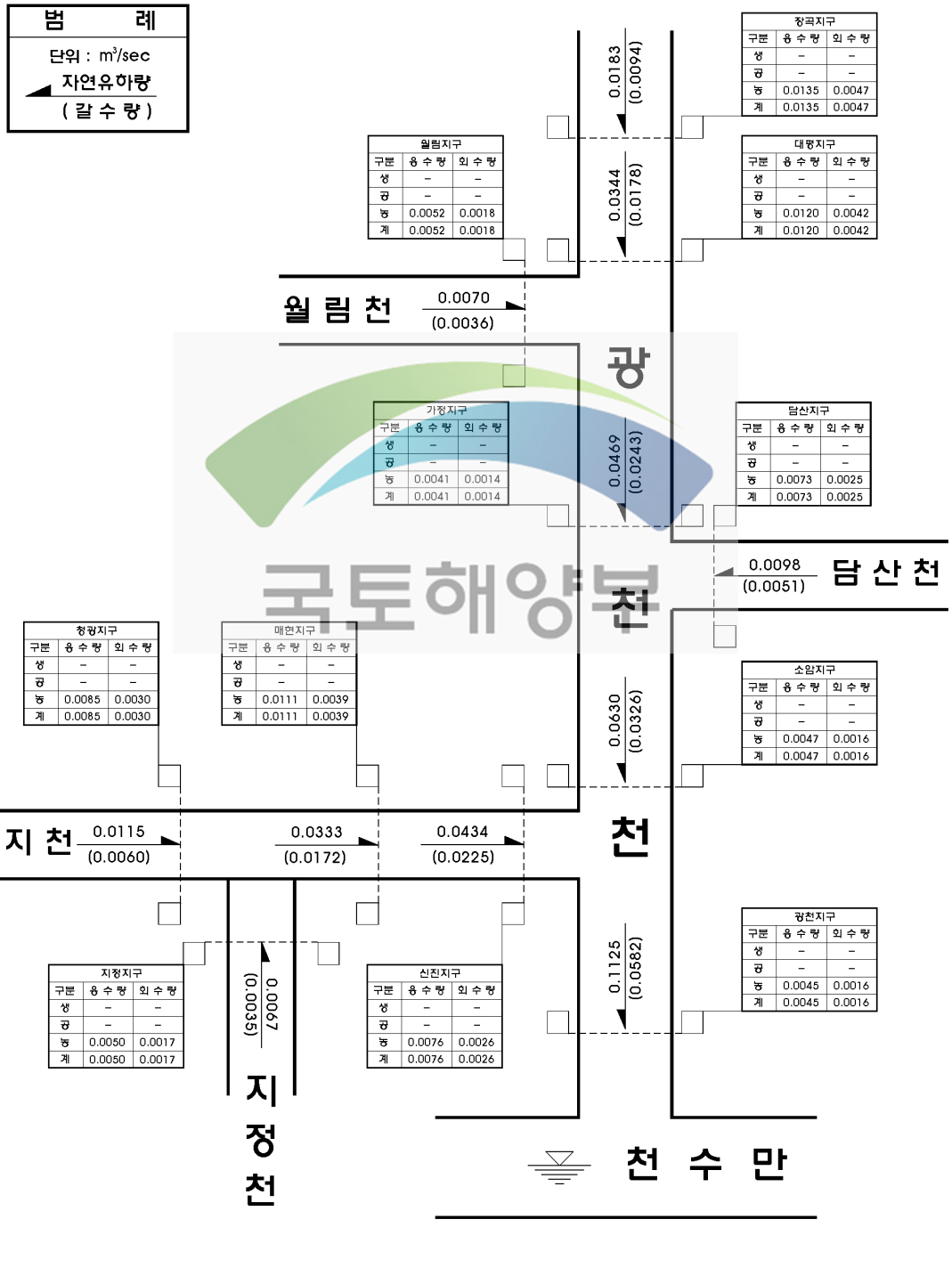
<표 6.4-5> 갈수량과 물수지(2025년)

(㎥/s)

지 구	갈수시 자 연 유하량	용 수 량					회 수 수					갈수량
		생활	공업	농업	계	누계	생활	공업	농업	계	누계	
장 곡	0.0183	-	-	0.0119	0.0119	0.0119	-	-	0.0041	0.0041	0.0041	0.0105
대 평	0.0344	-	-	0.0105	0.0105	0.0223	-	-	0.0037	0.0037	0.0078	0.0199
월 림	0.0070	-	-	0.0045	0.0045	0.0045	-	-	0.0016	0.0016	0.0016	0.0040
가 정	0.0469	-	-	0.0036	0.0036	0.0305	-	-	0.0013	0.0013	0.0107	0.0271
담 산	0.0098	-	-	0.0064	0.0064	0.0064	-	-	0.0022	0.0022	0.0022	0.0057
소 암	0.0630	-	-	0.0041	0.0041	0.0409	-	-	0.0014	0.0014	0.0143	0.0364
청 광	0.0115	-	-	0.0075	0.0075	0.0075	-	-	0.0026	0.0026	0.0026	0.0067
지 정	0.0067	-	-	0.0044	0.0044	0.0044	-	-	0.0015	0.0015	0.0015	0.0039
매 현	0.0333	-	-	0.0097	0.0097	0.0216	-	-	0.0034	0.0034	0.0076	0.0192
신 진	0.0434	-	-	0.0066	0.0066	0.0282	-	-	0.0023	0.0023	0.0099	0.0251
광 천	0.1125	-	-	0.0039	0.0039	0.0731	-	-	0.0014	0.0014	0.0256	0.0650

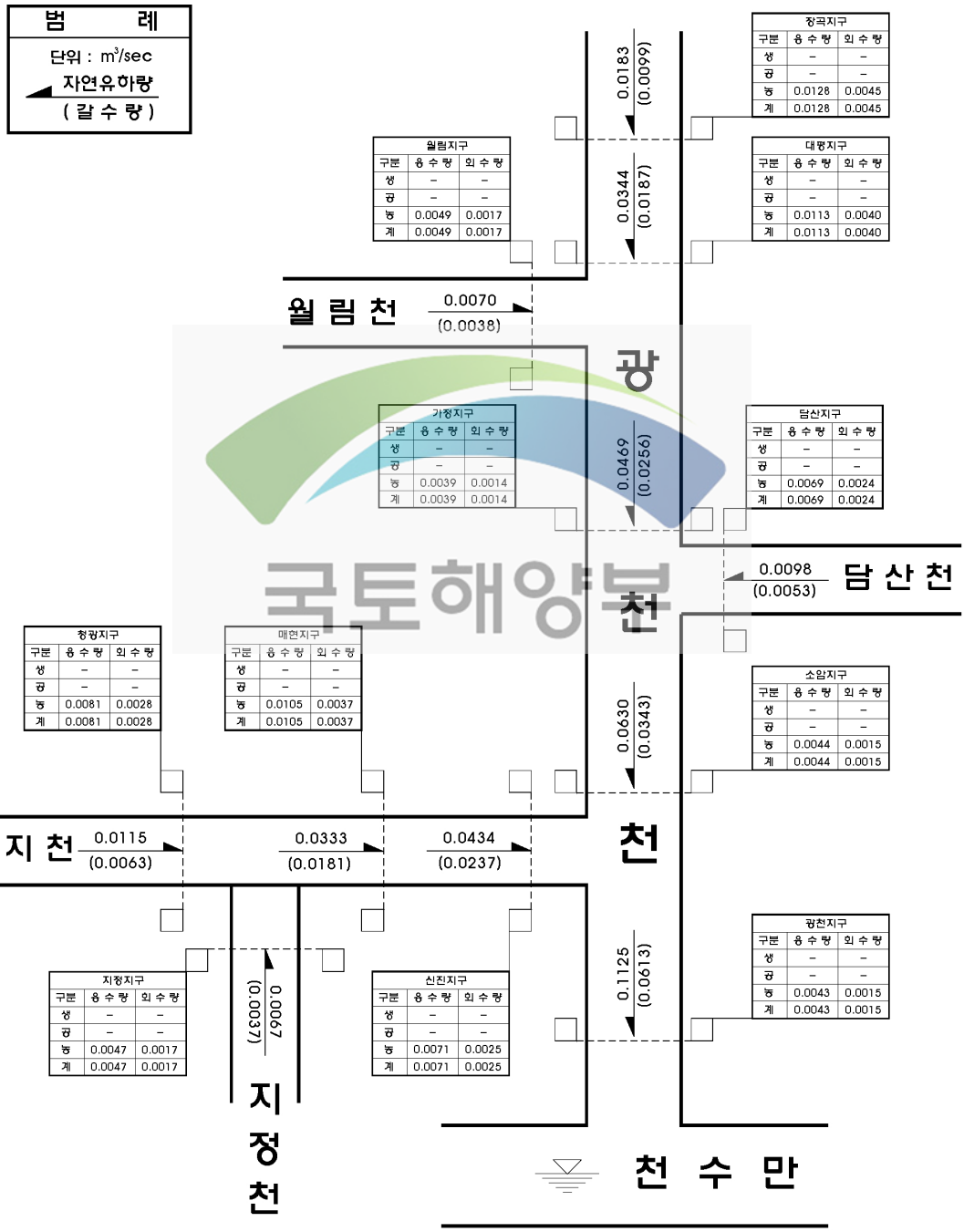
국토해양부

물 수 지 모 식 도 (2010년)



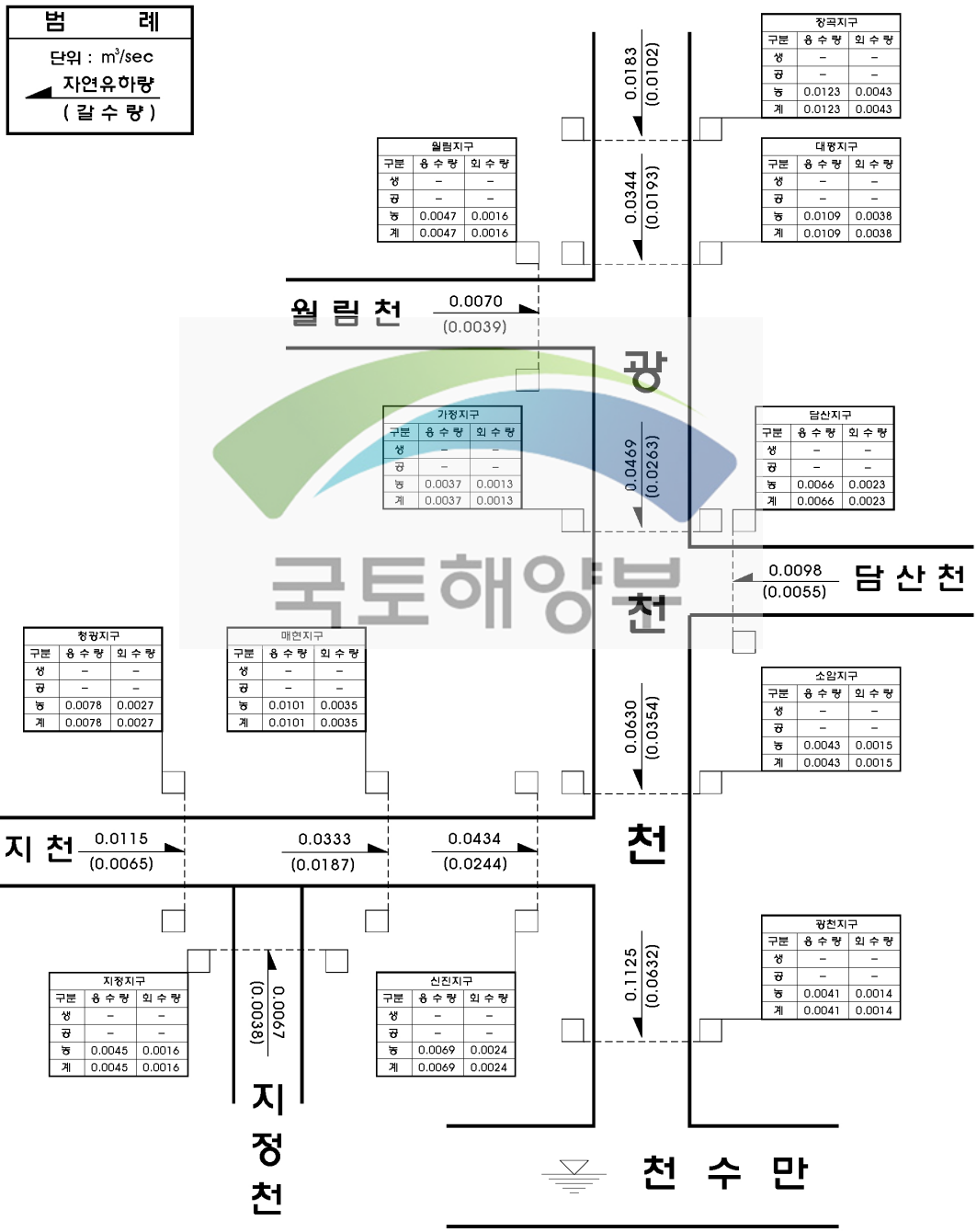
국토해양부

물 수 지 모 식 도 (2015년)



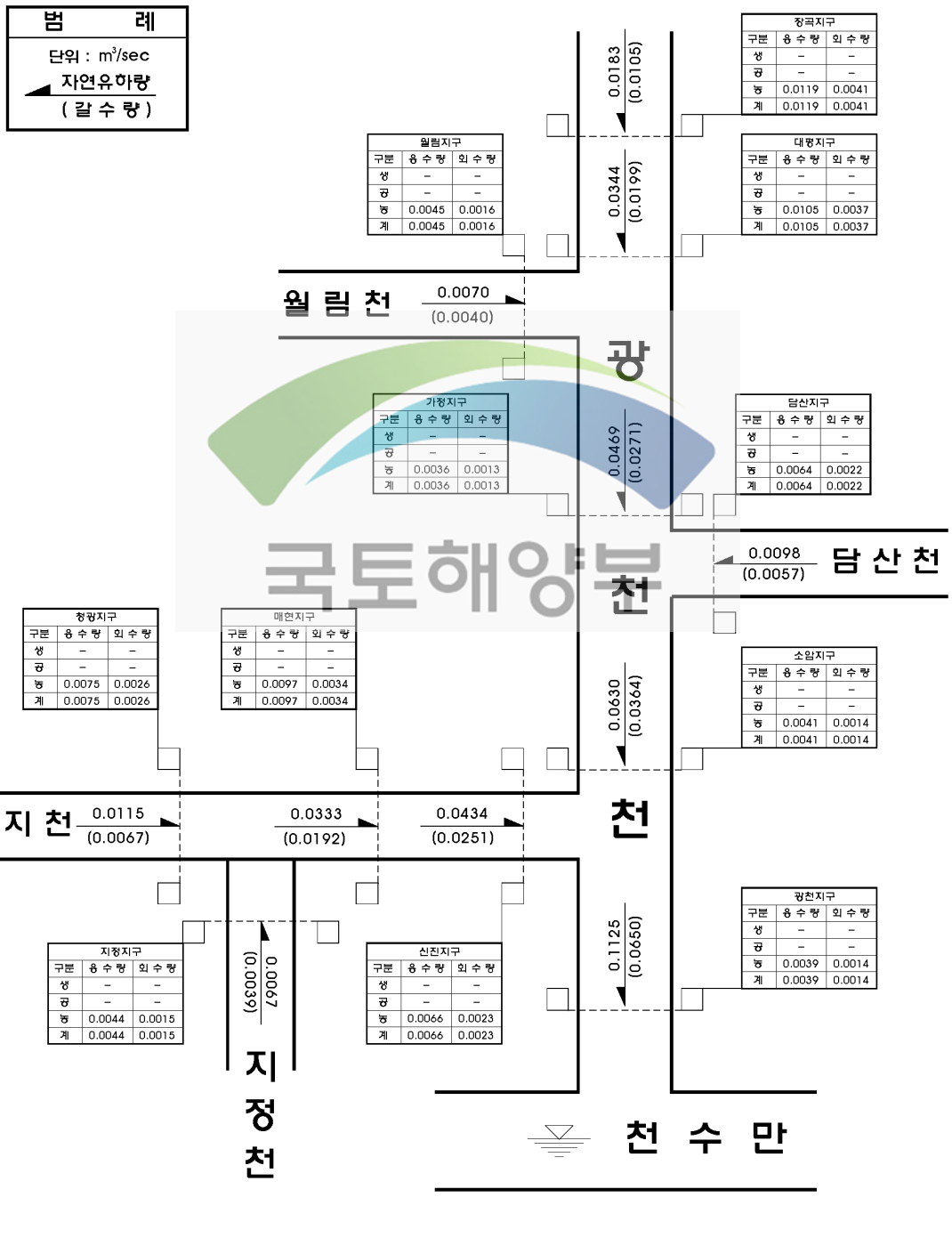
국토해양부

물 수 지 모 식 도 (2020년)



국토해양부

물 수 지 모 식 도 (2025년)



국토해양부

6.5 용수수급계획

용수수급계획은 부족한 수요량을 확보하고 공급하기 위한 것으로서 가용한 다목적 댐 또는 하천에 설치되는 보의 건설, 지하수개발, 그리고 하천 취수량과 수질을 조사하고 분석하는 것으로서 기본목표는 “깨끗하고 충분한 물을 적기에 공급” 에 두고 용수공급의 안정화, 유역 및 지역간 용수의 균형개발, 용수의 효율적 관리 및 보전 그리고 용수이용의 합리화가 되도록 장기적 및 단계적으로 수립되어야 한다.

6.5.1 용수수급 방안

본 과업에서 예측한 사항 이외의 과업에 의하여 물부족이 발생할 경우 다음 사항을 검토하여 용수수급 방안을 강구하여야 한다.

가. 적극적인 수요관리와 안정적인 공급관리가 병행하는 계획추진

용수수급계획에서 수요관리가 우선하는 계획을 수립하기 위하여 수요관리 절감 요소들을 반영하여 2025년까지 단계별 용수 수요추정과 수요관리의 단계별 절감 목표의 추진효과 및 정책의 달성도를 확인하고 정책을 보완하기 위한 수량 및 물 이용량 상시 모니터링 시스템을 구축한다.

나. 물 관리의 과학화에 의한 물 부족 해소 노력

기존 댐의 유효이용 및 물 관리의 효율화에 의한 수자원 공급량 증대로 물 부족을 해소하고, 이상가뭄에 대비한 가뭄 조기예보제 등 비구조적 가뭄관리대책 추진과 비상시 수자원 공급시설의 최적 운영전략을 수립한다.

다. 수원의 다변화 추진에 의한 지속적 수원개발

물 부족에 대한 용수공급의 안정성을 확보하기 위한 친환경적 중소규모 다목적 댐의 건설, 지하수 개발, 기존 댐 재개발, 해수의 담수화, 우수 및 하수의 재이용, 지하댐 및 강변 여과수 개발 등 지역적 특성과 경제원칙에 맞는 다각적인 신규수원을 개발한다.

6.5.2 갈수대책

1) 갈수대책에 관한 각종 시책을 종합적 혹은 계획적으로 실시하기 위해서는, 지역마다 갈수대책을 종합적으로 책정할 필요가 있다. 종합적인 갈수대책에 있어서는 시설계획과 같은 구조물적 대책과 갈수조정과 같은 비구조물적 대책을 강구함과 함께, 공급측면 뿐만 아니라 수요측면에서도 각종의 대책을 세워야 한다.

국토해양부

2) 갈수대책댐 : 이상갈수시의 기존의 댐용량으로 부족한 수량은 갈수조정과 갈수대책용량으로 보충한다. 10년 빈도의 갈수까지는 계획대로 취수제한 없이 물을 공급하지만, 그 이상의 갈수대책으로서는 갈수조정을 통하여 취수를 제한하면서 물공급을 가능하게 하기위한 저수용량을 설정하여야 한다.

3) 갈수조정

가) 갈수조정은 단지 물이용이 곤란하게 되었을 때의 수리권자 상호간의 조정뿐만 아니라, 미리 댐의 저수상황, 하천의 유황, 기상상황을 종합적으로 고려하여 사전에 대응하여야 한다.

나) 갈수가 예상되는 하천에서는 하천관리청과 수리권자로 이루어진 갈수조정 협의회와 같은 조직을 구성할 필요가 있다. 갈수조정은 수리자간의 협의로 이루어지지만 협의가 성립하지 않는 경우에는 하천관리청이 필요한 알선 및 조정을 한다.

다) 갈수조정에 있어서는 취수제한의 개시시기, 제한율, 각종 댐의 운용방법 등의 갈수조정의 규칙을 확립하여야 한다. 갈수조정의 취수제한율은 용수나 수리권의 종류에 관계없이 일정하게 적용되기도 하나, 일반적으로 생활용수가 농업용수나 공업용수보다 작게 적용된다.

국토해양부

라) 수요관리

송배수관의 누수방지, 절수형 기기의 보급, 요금 및 가격설정 방식을 통하여 수요를 줄이는 방안을 강구한다.

마) 절수형 사회시스템의 형성

도시지역내의 빗물이나 배수(排水)의 유효이용을 도모하며, 하수처리수를 화장실용수, 도로나 공원에서의 관리용수 및 공업용수로서 활용하는 방안을 강구하여야 한다.

7.0 하천의 종합적인 정비방향 설정

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

7.2 바람직한 하천모습의 설정

7.3 홍수처리계획의 기본방향

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

7.5 하천환경관리에 관한 기본방향

국토해양부

국토해양부

7.0 하천의 종합적인 정비방향 설정

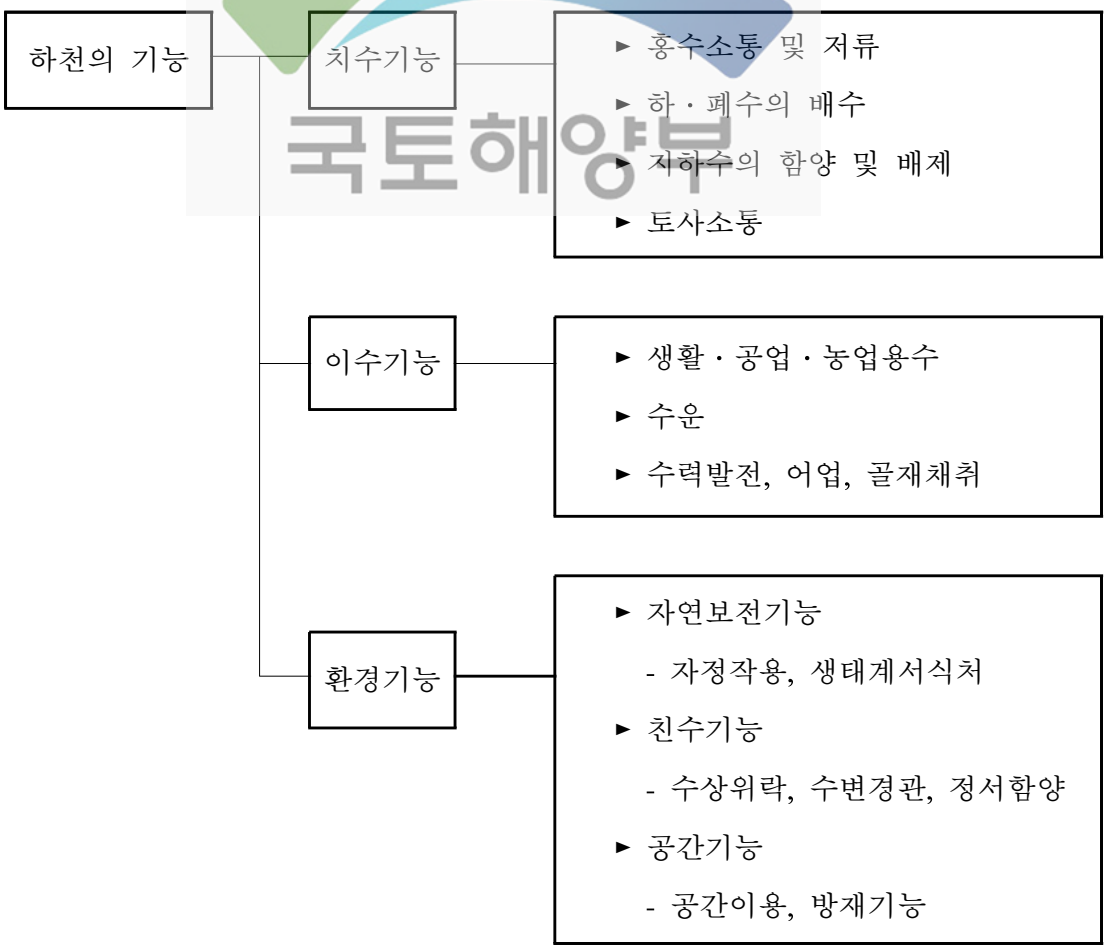
7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

하천의 종합적인 정비방향 설정은 궁극적으로 대상하천 유역의 수자원개발 및 이용과 하천유역의 기능을 극대화시키고 역기능은 최소화하는 방향으로 설정하여야 한다. 또한 유역의 개발 및 보전과 관련된 각종계획의 기본방침 및 관련사항에 따라 합리적이고 체계적인 개발 및 관리가 가능하도록 종합적인 정비방향을 설정하여 하천과 주변 시민의 생활이 자연스럽게 조화를 이룰 수 있도록 하여야한다.

따라서 본 계획에서는 광천천 유역을 대상으로 이·치수 및 환경기능을 서로 연관성 있게 계획하여, 체계적인 하천유역 개발이 가능하도록 각종 조사, 분석된 자료 등을 참고하여 종합적인 정비방향을 설정하였다.

국토해양부

<그림 7.1-1> 하천의 기능



하천유역 종합계획은 대상 하천유역과 시행하고자 하는 사업 목적에 따라서 전체 하천유역에 대한 일관된 수계의 유지 관리, 이수·치수·환경 등의 기능, 그리고 관련대책 등에 대해서도 고려하여 수립하여야 한다. 하천유역의 종합계획의 구성은 다음과 같다.

<표 7.1-1> 하천유역 종합계획의 구성

구 분	계 획	내 용	참고조건 및 계획
대상에 따른 구분	유역계획	하천측면에서 본 유역의 적절한 모습 설정(유역구분과 평가)	유역내 자연적·사회적 조건, 유역정비계획, 유역계획
	유출계획	유출기구(현황, 하천과 유역변화가 미치는 영향)의 평가와 조절, 치수·이수기능의 평가와 유출수의 유도계획	유역계획, 광역계획(이수용)
	유사계획	유출토사의 억제·조절시스템 (토사유출기구, 유사영향)	적정 하도 및 연안조건의 확보
	환경계획	적절한 자연환경 보전 및 하천공간, 수질, 수량의 유지개선	사회조건의 변화, 수환경의 변화, 생식조건의 변화
사업목적에 따른 구분	홍수 방어 계 획	기본홍수(계획의 기본이 되는 홍수수문곡선)의 설정, 홍수방어효과를 확보하기 위한 대책의 수립	사회적, 경제적 조건
	이수계획	유수의 정상적 기능유지를 위한 하천관리유량 설정, 각종 이수계획의 기본적인 설정	사회발전과 요청사항의 다양성을 조정
	하천환경 관리계획	하천환경, 수환경의 기본 설정, 환경 유지개선을 위한 시책 책정	도시발전 하천경관의 유지관리
	하도계획	홍수량 소통, 안정하상 설계, 합류점 처리	하도개수에 따른 문제점 하도계획, 지류합류계획
	하구처리 계 획	홍수량 소통, 하구막힘 및 처리대책	하구막힘으로 인한 문제점 처리 공법
	내수배제 계 획	내수문제 설정, 내수처리 방식, 내수처리 대책의 설정	도시화와 수문특성 변화 도시지역 침수피해 증가
	유사조절 계 획	토사재해 방지, 유출토사 조정	산지개발과 보전, 토사생산, 토석류, 고지개발, 저수지 퇴사방지, 수원지보전
	침하방지 계 획	침하로 인한 피해 방지 및 경감	가옥, 공공시설, 경지(직접), 하천매립(간접)

국토해양부

본 과업하천구간은 광천천 중·하류의 도심지 구간을 제외하고는 대부분 농경지 및 산지로 형성되어 있다. 또한, 대부분의 하천의 수질이 Ⅲ~Ⅳ등급으로 매우 악화되어 있어 수질보존측면에서 오염원에 따른 근본적인 하천수질 보존대책이 요구되며, 이를 수행하기 위해 본 과업에서는 하천자원개발 및 보전측면에 주안점을 두어 다음과 같이 기본방향을 설정하였다.

- ○ 자연하천고유의 매력 유지
- ○ 자연과 조화를 이룬 정비
- ○ 수계에 일관성 있는 계획수립
- ○ 홍수의 원활한 소통을 위한 소요하폭 확보
- ○ 합리적인 하천구역 및 연안구역 설정
- ○ 하천 자원의 합리적이고 적극적인 개발
- ○ 침수 지역보호를 위한 제방축조
- ○ 하천 연안의 포락방지를 위한 저수호안 설치

7.1.1 치수측면

하천을 효율적으로 보전하고 이용의 극대화하기 위하여 하천의 종합적인 정비기본계획이 필요하다. 따라서 본 조사에서는 이와 같은 관점에서 종합적인 계획을 구상하였으며 우선 치수측면에서 볼 때 다음과 같은 계획을 구상하였다.

우리나라는 먼 옛날로부터 태풍 및 집중호우로 인하여 발생되는 막대한 홍수피해를 방지하고자 지금까지 여러 방안이 모색되어 왔으나 인구증가와 경제활동의 극대로 그 피해도 상대적으로 증가일로에 있는 추세이다.

일반적으로 홍수방어 및 조절대책으로 채택하고 있는 방안으로서는 상류부에 홍수조절능력을 갖춘 홍수조절댐을 축조하는 안, 유로변경을 계획하는 안, 하천개수 및 하도정비를 계획하는 안을 들 수 있다.

광천천 유역내에는 지형여건상 홍수조절을 위한 댐개발 적지 및 유로변경에 의한 홍수감세를 도모할 수 있는 구간이 없는바, 금회 과업에서는 유역으로부터의 홍수유출 전량을 하도가 부담하는 하도 개수사업을 중심으로 하는 치수계획을 수립하여 홍수소통을 원활하게 하고 홍수로부터 피해를 줄이도록 치수계획을 수립하였다.

본 조사에서는 광천천 과업구간에 대한 전반적인 홍수방지능력에 관한 검토를 실시하여 하천개수계획에 대한 기본계획과 유지관리를 위한 보수계획을 구상하였다.

국토해양부

- 하천개수사업의 미 개수 지구에 대한 하천 개수계획을 수립하고, 계획홍수량 유하시 형성되는 계획홍수위와 기존 제방고를 비교함과 동시에 사업효과에 대한 경제성 분석을 실시하여 우선순위에 입각한 단계별 집행을 고려
- 조사지구 내에 신설할 배수문의 통수단면적을 내수배제가 원활하도록 충분하게 확보하도록 계획하여야하며 기존 배수문은 전체적으로 수문 및 수리학적인 통수능력을 재검토하여 통수능력이 부족한 시설물에 대하여는 확충에 따른 보수 계획을 수립
- 조사지구 내에 위치한 전체 교량의 홍수소통 지장여부에 관한 문제를 진단하여 동시설물에 대한 유지관리방안을 제시함과 동시에 금후에 설치될 교량에 대하여는 설계의 기본자료로 제공
- 과업구간 내에 위치한 보 지점에 대해서는 보로 인한 수위 상승을 산정 하여 동시설물로 인해 홍수가 기성제를 월류 또는 파괴 등의 여부를 검토하여 금후에 설치될 시설물에 대하여는 설계의 기본 자료로 제공하도록 함.
- 하도의 하상고 및 경사를 토대로 안정하상유지 계획을 수립함으로서 하도의 안정과 보전을 기하도록 함

7.1.2 이수 측면

본 과업유역 내에는 광천천 중·하류구간 외에는 큰 시가지가 없으며, 도시개발 계획이 수립되어 있지 않아 장래에도 이와 같은 현상은 지속될 것으로 예상된다. 본 과업에서는 위에서 기술한 내용으로 대상유역에 대하여 각 용수별로 2016년까지의 장래 수요전망을 예측하고 해당 년도에 따라 물수지분석을 통하여 기준값 수량과 비교하여 용수수급 전망을 시도하였다.

금회 물수지분석 결과 본 과업구간은 장래에도 물부족은 없는 것으로 검토되었으며, 유역내에 큰 물수요가 발생하지 않는다면 현재의 생활, 농업용수 사용에 따른 물부족 문제는 없을 것으로 검토되었다.

7.1.3 환경 측면

하천은 치수 및 이수적인 기능 외에도 환경적인 기능이 매우 중요한 기능으로 평가되고 있으며 하천으로서의 기능을 다하기 위해서는 하천환경보전 및 환경개선은 당면한 과제일 것이다.

하천환경 관리를 위하여는 유역개발에 따른 바람직한 하천모습에 부합되도록

살아 숨쉬는 하천공간 조성, 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발계획 개념을 도입한 공간조성 등을 기본 이념으로 하여 다음과 같은 기본전제 조건 및 하천환경보전계획을 설정하였다.

1) 기본 전제조건

가. 홍수관리기능(치수, 이수에 지장을 주지 않는 범위) 유지

나. 인간과 동·식물이 공존(생태적 안정성)하는 우호적 공간 조성

다. 하구부 구간의 생태적 환경 수용능력을 감안한 친수공간 제공

라. 지속적 유지, 보수 및 관리기능 필요

2) 하천환경보전계획

가. 생태계의 다양성 창출 : 자연이 갖는 다양성을 존중하여 자연생태계를 유지

① 광천천 내 고유의 생태기반 조성

② 어류 등 동물의 이동통로 확보

③ 조류, 어류, 곤충 등의 서식환경 조성

④ 하천 추이대의 부활

나. 다양한 하천의 속성구현 : 하천의 사행을 고려하여 불규칙하게 넓히거나 좁혀 굴곡을 주며 하안의 급·완류부를 조성하여 자연하천의 "역동성"을 유지

① 하천의 사행특성 활용

② 흐름의 다양화

③ 수변 및 수심의 다양화

④ 하천의 자정능력 증대

다. 물과 녹음의 어우러진 공간 형성 : 물과 녹음의 Network화로 생물서식처 확보 및 경관연출, 대기과열 저감

① 주변녹지와 연계

② 제방녹지의 활용

③ 기존 식생의 보전 및 활용

라. 호감가는 경관 연출 및 적절한 이용체계 수립 : 주변과 조화되는 경관 및 하천의 자연스러운 경관을 연출하고 이용체계를 수립

① 적절한 접근과 이용규제로 적합한 식생 조성

② 하천경관에 적합한 식생 조성

③ 중점시설구간의 설정

국토해양부

7.2 바람직한 하천모습의 설정

하천은 유역내 강우에 대한 반응인 홍수유출을 소통시키는 통로의 기능뿐만 아니라, 생물이 살아가는데 필요한 물을 제공하는 서식처의 기능도 가지고 있다.

이렇듯 중요한 하천이 제 기능을 수행하도록 하천정비사업이 치수와 환경이 조화를 이루어야 하며 또한 과거 치수위주의 개수사업으로 훼손된 자연정화 기능의 회복도 또한 중요한 정비방향으로 대두되고 있는 실정으로 본 과업에서는 치수·이수는 물론 하천환경이 조화를 이루는 바람직한 하천을 위하여 다음과 같은 정비 방향을 설정하였다.

7.2.1 홍수처리측면

산업사회의 발달과, 인간의 문화 수준향상으로 용수의 수요는 끊임없이 증가하고 있는 반면 이용가능한 수자원은 한계에 부딪히고 있으며, 용수확보를 위한 수자원의 개발은 수요에 못미치고 있는 실정이다. 광천천 또한 주변농경지의 경지정리 등으로 인한 수리안전답화율이 증가되어 농업용수의 수요가 증가되고 농업용수뿐만 아니라 생활, 공업용수 이용을 위한 하천수 사용은 점차 증대될 것으로 예상된다. 충분한 용수공급을 위하여 상류유역에 저수지를 만드는 것이 가장 실효성이 있으나, 이미 광천천유역에는 2개의 소규모 저수지(광천저수지, 벽계저수지)가 설치되어 있으며 추가의 저수지 신설을 위한 지점 확보는 현실적으로 어려운 실정이다.

국토해양부

특히 광천천유역에 넓게 분포하는 농경지의 대부분을 차지하는 답작물인 벼재배의 특성상 이앙기, 묘대기인 5,6월에는 농업용수의 수요뿐만 아니라 갈수시까지 겹쳐 용수확보에 매우 어려움을 겪고 있다. 용수부족은 하천유지 용수의 부족으로 이어져 하천 생태계의 위협으로 작용하고 있다. 하천의 이용은 유수의 이용뿐만 아니라, 하천공간의 활용도 포함하고 있으며 금회 과업에서는 둔치 및 폐천부지의 활용을 통하여 하천공간 활용의 방안을 제시하고자 한다.

1) 유수이용

-광천천내에 갈수시 물부족이 예상되는 지점에 수위관측소를 설치하여 지속적인 수위관측으로 물부족 발생시 상류에 위치한 저수지의 방류를 관련기관인 농업기반공사와의 협조체제 구축, 부분적인 농업용수 부족구간은 지속적인 용수개발 사업 추진.

2) 하천공간 이용

-경작지로 활용되는 기존둔치 구간 중 개발이 가능한 구간은 주민 친수공간을 조성

- 폐천부지는 습지, 생태공원, 주민을 위한 휴식공간 등으로 활용하는 계획수립

7.2.2 하천환경관리측면

금회 과업구간인 광천천내의 수환경개선 및 보전을 위한 관리방안을 다음과 같이 설정하였다.

1) 수량관리

하천의 건천화를 방지하기 위한 적정수량의 확보를 위하여 본 과업에서는 물수지 분석자료에 의한 하천별 평균갈수량을 목표관리수량으로 설정하고 아울러 국내외의 하천유지유량 산정 사례를 참고하여 주요 구간별로 하천유지 유량에 못미치는 갈수량이 발생하는 구간에 대해서 유지유량확보방안으로서 상류에 위치한 저수지의 방류를 통하여 하천 생태계 보전에 필요한 유량을 확보하는 방안을 제시하고자 함.

2) 수질관리목표설정

금회 과업하천의 하천수 이용현황을 살펴보면 대부분이 농업용수로서 이용되고 있는 것으로 조사되어 하천수질이 Ⅲ등급 정도를 유지하여도 무방하나 하천이 도심지를 관류하는 지역 및 인근 주민의 친수공간으로 활용가치가 있는 곳에 대해서는 Ⅱ등급을 목표수질로 설정하였다.

국토해양부

3) 오염원 제어

생활하수의 공공수역으로의 직접 방류를 차단하기 위한 분류식 하수관거 매설, 마을 하수도의 설치를 통한 오염물질 배출 억제, 소규모 축산시설에 대한 공동사육시설 설치 유도를 통한 처리구역 확대 등을 통한 오염배출 억제 방안의 설정

7.3 홍수처리계획의 기본방향

홍수처리계획이라 함은 유역내에서 장래 발생 가능한 계획규모의 홍수가 하도 및 인근 지역에 피해를 유발하지 않도록 적절히 관리하기 위한 일련의 계획을 말한다. 우리나라는 연 강수량의 2/3가 여름철에 집중되어 수자원관리 및 치수측면에서 매우 불리하며 최근 발생되고 있는 홍수피해 양상을 보면 피해구간은 점점 감소하고

있는 반면, 피해규모는 더욱 증가하는 추세에 있다. 이러한 원인으로는 계획규모를 초과하는 호우와 이에 대응하는 하천시설물의 능력부족에 따른 원인도 있겠으나, 지역개발에 따른 하천공간의 잠식, 하류지역의 홍수소통 능력을 고려하지 않은 상류유역의 개발에 따른 유역관리상의 문제 등 전반적으로 유역종합치수개념의 부재에 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 일반적으로 홍수방어대책은 구조물적 대책과 비구조물적 대책으로 구분할 수 있다. 구조물적 대책으로는 제방, 방수로 등에 의한 하천정비 및 개수, 홍수조절지 및 유수지, 그리고 상류부에 홍수조절용 댐을 건설하는 방법이 있으며, 비구조물적 대책으로는 유역관리, 홍수예경보, 홍수터관리 등이 있다. 금번 과업구간은 유역의 대부분이 홍수조절을 위한 댐이나, 첨두홍수를 저감시킬 수 있는 적합한 지역은 거의 없는 실정이다. 따라서 본 계획에서는 과업 유역내에서 발생하는 계획홍수량을 하도가 부담하는 것으로 기본방향을 설정하였으며, 수리·수문 검토 및 분석을 통해 하천정비 및 개수계획(제방축조 및 하도굴착) 수립 등 치수적인 안전성을 확보할 수 있는 대책을 수립하였다. 또한 기존에 홍수터 기능을 갖는 하천변 부지는 가능한 한 보전하여 장래 계획홍수량을 초과하는 이상홍수 발생 시에 대비토록 하였다.

금번 계획에서 결정한 세부적인 홍수처리계획은 다음과 같다.

국토해양부

첫 째 : 금번 과업대상 하천유역이 위치한 홍성군의 과거 37년간 인구추이 및 토지이용현황을 보면 인구는 점차적으로 감소하고 있고, 토지이용상황도 거의 과거와 변화가 없는 것으로 나타났으며, 유역내 관련자료 조사결과 별다른 유역개발계획도 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 과업유역에서는 장래에도 유역개발 등에 따른 유출량 증가는 크지 않을 것으로 예측되며 금번 계획에서는 최근까지의 수문사상을 반영하여 산정된 계획홍수량 전량을 하도가 부담하는 것으로 결정하였다.

둘 째 : 최근의 유역상황을 반영하여 확률강우량을 산정하였고, 기왕홍수 분석을 통해 홍수량 산정인자(유출계수, 조도계수 등) 및 계획홍수 규모를 재검토하여 계획에 반영하였다.

셋 째 : 미개수 지구에 대해 계획홍수량의 원활한 소통 및 외수침수에 따른 피해가 발생하지 않도록 제방신설계획을 수립하고, 계획제방고보다 낮거나 단면이

부족한 기성제 구간에 대하여는 보축계획을 수립하였으며, 하도내 과도하게 퇴적되어 홍수소통에 방해가 되는 지역은 하도정비계획을 수립하였다.

넷 째 : 조사지구내에 신설할 배수문의 규격은 내수배제가 원활하도록 충분한 통수단면적을 확보하도록 계획하고, 기존 배수문은 수리·수문학적 통수능력을 재검토하여 통수능력이 부족한 개소에 대하여는 증설계획을 수립하였다. 또한 외수위가 높아 자연배제가 어려운 지역은 별도의 내수처리계획을 수립하였다.

다섯째 : 조사구간내에 위치한 전체교량에 대해 홍수소통 가능여부 및 소요기준을 만족하는지 검토하고 동 시설물에 대한 유지관리방안을 제시함과 동시에 이후에 설치될 교량에 대한 설계의 기본자료를 제공하였다.

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

하천이 정상적인 기능을 가지기 위해서는 최소한의 자연갈수량, 하천동·식물의 생태환경보호, 하천경관보전, 하천수질보전 및 청결한 유수의 유지, 하구막힘방지, 하천시설물 보호, 지하수위 유지와 같은 8가지 기능을 유지 할 수 있도록 최소한의 유량을 항시 유지하여야 한다. 이 최소한의 유량을 하천유지유량이라 하며 이것은 이수적인 측면에서 유수를 이용할 때 반드시 고려되어야 할 사항이다. 하천유량의 공급측면에서 갈수량(평균갈수량)을 산정하고 하천관리시설의 보호, 경관, 수질보전, 어업, 하구폐쇄의 방지, 지하수위의 유지, 동·식물의 보호 등 각 항목에 대한 필요유량을 환경보전유량으로 하며, 하천유지유량에 이수유량을 합한 수량을 하천관리유량으로 제시 할 수 있으나 하천유지유량은 현 하천법 제20조 및 하천법시행령 제13조에 별도의 규정을 두고 있으므로 본 과업에서는 산정을 제외하였다.

○ 하천유지유량 = Max.(평균갈수량, 환경보전유량)
○ 하천관리유량 = 하천유지유량 + 이수유량

본 과업에서는 대상 하천유역에서의 유수의 수요와 이용상황에 대하여 검토하고 장래예측을 통하여 용수수요를 전망함으로서 물수급에 대비 할 수 있도록 하였다. 또한, 지점별 갈수량을 산정, 현재 및 장래의 용수사용실태 예측을 통한 물수지 분석을 실시하여 대상유역 용수수급 현황을 파악하고 장래 안정된 용수수급 계획을 수립하여 유수의 합리적인 이용을 위하여 장래 수요량을 제시하였다.

7.5 하천환경관리에 관한 기본방향

하천환경이란 물과 그 주변 공간과의 통합체인 하천 그 자체를 지칭하며, 수량, 수질, 하천공간으로 구성된 자연적, 인공적 모습이다. 하천환경은 이수 및 치수와 더불어 하천의 3대 고유 기능 중 하나로 하천의 유효한 이용을 위해서는 하천환경 보전 및 개선이 필수 불가결한 문제이다.

하천환경기능은 크게 자연보전기능과 공간기능, 친수기능으로 구분된다.

○ 하천환경기능의 구분

- 자연보전기능 : 자정작용, 생태 서식처
- 공 간 기 능 : 공간이용, 방재공간
- 친 수 기 능 : 수상위락, 수변경관, 정서함양

한편 본 과업구간은 각 구간별 그 역할이 각각 다르므로 제각각의 기능을 충분히 살릴 수 있고 장기적, 광역적 입장에서 하천환경관리의 기본이념을 달성하기 위해 정비의 기본방향을 다음과 같이 설정하였다.

○ 하천공간정비 기본방향

- 하천이 갖는 자연성 유지
- 하천의 제기능(이수, 치수 및 환경)간의 조화
- 수환경과 하천공간과의 일체화된 정비 및 유지관리
- 주민과 지역사회의 요구에 부응하는 하천 환경정비
- 하천환경관리계획에 의한 체계적이고 합리적인 정비

목포해양부

하천환경계획을 수환경계획과 공간환경계획으로 구분하여 계획하였고, 이는 하천의 가장 중요한 항목이며 지속적인 관리 대상이다.

수환경관리 기본계획은 하천수의 수량 및 수질을 종합적으로 관리할 수 있는 기본구상, 하천시설물 관리, 수환경 개선사업 실시에 관한 계획 등 기본적인 사항을 포함한다. 하천공간관리 기본계획은 하천공간을 적절히 보전하고 이용할 수 있는 기본 구상, 하천공간 정비를 위한 사업실시 계획, 하천공사 및 허가공작물 설치시 하천공간관리 측면에서 고려해야 할 사항 등을 포함한다.

1) 수환경 측면

수환경 계획은 수질관리를 중점으로 계획하였다. 하천의 목표수질을 달성 및 유지하고, 수질개선을 위해서는 유입오염물질의 발생원을 직접 제거하는 것이 가장 근본적인 방법이며, 수질관리의 가장 효율적인 방법으로는 환경기초시설의 효율적인 관리 및 확충이 있으나 이들은 오염물질의 위치를 알고 있는 점오염원에만 시행될 수 있다. 그러나 하천의 곳곳에 산재해있는 비점오염원의 경우 배출하는 오

염물질은 기술적, 경제적인 어려움으로 발생원에서의 직접제거가 불가능하다. 그러므로 본 과업구간 내 수질 개선방안은 환경기초시설 확충, 유입지류하천의 오염수 정화, 가구단지 및 축산농가지역에 대한 오염방지대책, 수변구역설정에 대한 관리방안 등으로 구별하여 제시하였다.

2) 공간환경 측면

예전의 하천은 전형적인 물놀이 공간으로 인식되어 왔으나 경제가 발전하면서 발생하는 부산물의 처리에 미흡하였던 결과 하천은 오염되고 점차 사람의 발길이 닿지 않는 소외된 공간이 되기에 이르렀다. 이러한 공간을 사람이 다시 찾는 공간으로 만들기 위해 놀이공간 및 하천자연모습을 가능한 보전하여 자연성 및 생태계가 우수한 하천을 만드는데 중점을 두었으며, 본 과업의 전체공간을 보전지구, 복원지구, 친수지구 등 3개의 공간으로 구분하여 계획하였고 이는 수질상태가 양호해진 상태에서 가능한 계획으로 하천공간 조성에 앞서 수질개선이 선행 되어야 할 것이다.

조류서식처, 식생발달지역, 하중도, 모래톱 등이 발달하여 생태적 가치가 있는 지역들은 생태계 보전을 위한 환경관리계획을 수립하였으며, 공간조성이 이루어지면 사람의 발길이 빈번하여 환경오염을 유발하게 되므로 지속적인 유지관리가 필요할 것이며 하천을 찾는 이들의 인식변화를 유도할 수 있는 계몽활동 또한 병행해야 할 것이다.

국토해양부

3) 하천 정비의 기본 방향

금회과업 하천은 산지 계류형 하천의 특성을 갖고 있다. 따라서 하천의 시설물은 자연형 하천특성을 최대한 살리는 호안재료를 적용함과 동시에 생태적 종 다양성을 높이기 위해 하도의 평면화, 직선화 지양, 여울과 소를 이용한 생물 서식지 조성, 다양한 하천식물의 식재 등을 기본방향으로 추진해야 할 것이다.

가. 제방 및 호안

제방 및 호안은 상류에서 발생한 홍수를 안전하게 하류로 소통시키기 위한 치수 목적하에 조성된 구조물로서 홍수시 이들의 붕괴나 국부세굴이 발생하지 않도록 내구성이 보장된 형태와 재질로 구성되어져야 한다. 지금까지 하천계획시 요구되는 호안은 제내지와 제외지를 차단하게 되면서 획일적이고 단조로운 형태가 대부분이었다. 금회 치수상의 기능을 보장하면서 제내외의 다양한 경관을 창출하고 하천생태계의 다양한 서식환경이 조성될 수 있도록 하는 호안을 계획함에 있어 유의사항은 다음과 같다.

· 평면계획

- 하구부가 아닌 구간에서는 법선을 가급적 직선화하지 않고, 가능한 자연형태의 법선 형태를 유지할 수 있도록 한다.

- 하천 재정비가 필요한 곳에는 원래하천의 연장과 비슷한 연장이 되도록 평면 하도계획을 수립하되 하천정비 기본계획에 준하여야 한다.

· 횡단계획

- 호안 천정부는 가급적 자동차 도로 등을 배제하고 경관 확보가 가능하도록 산책로 등 소도로에만 국한하도록 계획한다.

- 제내지 법면 혹은 호안 어깨부분에서는 호안의 형태와 식재의 특성을 고려하여 검토한다.

· 종단계획

- 행정구역 경계하천에서 호안 및 고수부지 형태의 연속성을 유지할 수 있도록 한다.

나. 고수부지

자연적으로 형성된 고수부지는 주기적으로 침수됨에 따라 다양한 식생이 발달하고 생물의 양호한 서식환경이 된다. 그러나 하도계획에 따른 고수부지 정비시는 이와 같은 환경조건 대신 운동장 등 공간활용의 장으로 바뀌는 경우가 많아 단조로운 공간의 조성 및 하천 생태계의 빈곤을 야기시킨다. 따라서 고수부지 정비는 다양화를 도모하면서 특히 자연보존 구역에서는 자연생태계를 최대한 보전하고 필요시 재생하는 방안을 적극 검토한다.

· 평면계획

- 하도의 사행 특성을 감안하여 좌우양안 비대칭으로 고수부지를 계획하되 고수부지의 폭과 높이를 다양하게 하는 방안을 검토한다.

· 횡단계획

- 저수호안과 연계하여 완경사를 유지하도록 하여 횡단적으로 단락이 발생하지 않도록 유의한다.

· 종단계획

- 치수소통에 지장을 초래하지 않은 범위내에서 종단적으로 고수부지의 높이를 다양하게 하여 침수빈도를 달리하도록 계획한다.

- 홍수소통 능력을 충분히 검토한 후 고수부지내 종단방향으로 식재기준에 따라 식재한다.

국토해양부

다. 호안 및 비탈멈춤공

호안 및 비탈멈춤공은 유수에 의한 국부 세굴 작용으로부터 하안 및 호안을 보호하기 위한 수로 유지공으로서, 치수 및 이수기능뿐만 아니라 수제부에서의 하천 생태계나 경관에 있어 중요하다. 따라서, 수변의 생태계, 자연경관의 보전 및 창출이 가능한 저수로 호안 및 비탈멈춤공이 되도록 한다. 또한 치수상 안전하고 자연생태계에 유리하도록 다양한 구조 및 재질을 적용한 기법을 강구한다.

· 평면계획

- 현 하도의 저수로 법선 형태를 유지하는 차원에서 저수호안 법선은 가급적 적정한 사행이 형성될 수 잇도록 강구한다.
- 홍수류의 소통에 장애를 초래하지 않는 지수역 및 사수역 부근에서는 어류 생태계의 서식환경에 크게 도움이 되는 작은 만의 형태가 되도록 적절한 요철 형상을 검토한다.

· 횡단계획

- 여유있는 홍수소통 단면적인 경우 저수호안도 완경사화를 도모하여 수변 식생의 다양화를 창출한다.
- 저수로의 사행화에 따른 소의 형성으로 비탈멈춤공에 안전상 문제를 야기시킬 수 있으므로 저수로의 비탈멈춤공의 깊이를 충분히 고려한다.

· 종단계획

- 저수로의 하상변화에 충분히 대응할 수 있는 저수로 호안 및 비탈멈춤공계획을 수립한다.

라. 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 횡단경사를 완화하여 흐름을 제어하고 하상세굴을 방지하기 위해 설치되며, 경우에 따라 취수목적을 위한 하천횡단 시설물이다. 따라서 보 및 낙차공은 하천의 상·하류의 연속성을 단절함으로써 어류의 상·하류의 이동을 저해하게 되므로 하천 주변을 포함한 하천경관이나 하천생태계의 서식환경 및 어류의 이동을 배려하여 시설물을 배치하고 적절한 구조와 재질을 선택한다.

· 평면계획

- 하천횡단 시설물인 고정보나 낙차공은 가급적 횡단시설물 전체가 어도화 되도록 계획하는 것이 바람직하다.
- 횡단 전체 어도의 설치가 곤란한 가동보의 경우에 있어서는 낙차식 등 적절한 어도의 배치 및 구조를 계획한다.

국토해양부

· 종단계획

- 보는 낙차공에 의해 소의 조성이 가능하도록 하고 갈수시에도 어류가 피난할 수 있는 수심이 확보되도록 계획한다.

· 횡단계획

- 갈수시에도 일정유량이 유지되도록 하는 구조로 설계하여 어류의 이동이 가능하도록 한다.

마. 저수로

저수로는 치수상 큰 제약을 받지 않고 어류의 서식환경인 여울과 소의 조성이 가능하고 다양한 자연경관의 창출이 가능한 중요한 공간이다. 따라서 하천의 유출특성이나 치수상의 기능을 충분히 파악하여 흐름방향, 유속 등 상세한 하도 및 생태계 현황에 대해 조사하여 계획할 필요성이 있다. 저수로의 정비계획시는 수제, 하상유지공, 저수로호안 등과 조합하여 고려한다.

· 평면계획

- 현하도의 사행성을 유지하도록 하여 가능한 변화에 풍부한 저수로가 되도록 하고 각종 시설물의 배치도 저수로 계획과 함께 종합적으로 검토한다.

· 종단계획

- 평형하상고를 고려하면서 다양한 수심의 변화가 가능하도록 계획한다.

- 여울 및 소의 형성에 있어서는 유사의 퇴적 등이 발생하지 않도록 사주의 형성과정을 면밀히 검토한다.

· 횡단계획

- 여울, 소등의 수심변화를 배려하는 횡단계획이 되도록 한다.

국토해양부

8.0 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항

국토해양부

8.1 하천의 지구별 관리계획 수립

8.2 하도계획

8.3 하천시설물 계획

8.4 치수경제성 분석

국토해양부

8.0 하천의 정비・이용・보전에 관한 사항

8.1 하천의 지구별 관리계획 수립

하천은 이수와 치수기능 이외에 환경기능을 가지고 있다. 이수는 하천과 물이 주는 가치를 말하며 치수는 기능이라기보다는 엄밀한 의미에서 하천관리의 대상이다. 자연친화적 하천관리는 하천의 환경기능을 부분 또는 전체적으로 유지, 보전, 복원, 또는 창출하면서 이수, 치수 등 하천의 공학적 기능을 개선하는 하천정비를 포함한다. 이는 하천의 공학적 기능과 환경적 기능을 동시에 고려함으로써 두 기능이 서로 충돌되지 않는 범위 내에서 환경 기능을 최대한 고려하고자 하는 것이다.

자연하천은 전형적인 하도, 홍수터, 그리고 유역으로 구성되고 자연하천에서는 물, 흙과 같은 비생물적 요소 이외에 물고기, 곤충, 새, 풀, 나무 등 생물이 서식하면서 공존한다.

이와 같이 하천사업 시행시 하천환경 기능을 고려하는 목표기준은 자연하천이며 이수 및 치수기능과 환경기능이 공존하는 자연친화적 하천관리를 위해서는

- 하천의 제방기능이 조화된 체계적인 관리
- 하천이 갖는 자연성 유지 및 하천생태계의 보전과 복원
- 수환경과 하천공간과의 일체화된 정비 및 유지관리
- 친수성 회복과 지역사회의 요구에 부응하는 하천관리
- 거시적인 안목과 지속적인 유지관리와 같은 기본원칙을 고려해야 한다.

국토해양부

자연친화적 하천관리는 하천생태계와 지역사회 모두를 고려한 정비주제와 방향을 설정하고 계획 및 설계, 시공, 그리고 유지관리의 단계로 시행된다.

이러한 자연친화적 하천정비계획은

- 하천이 갖는 역동성 존중 및 다양성(불균일성) 보장
- 하천이 갖는 상하, 좌우의 연속성 보장
- 하천 개개의 개성 존중이라는 기본방향을 가지고 수행되어야 한다.

어느 정도의 변화가 불가피한 경우라도 자연하천이 갖고 있는 고유특성을 최대한 보장하는 방향에서 조정되어야 한다.

본 과업에서는 하천고유의 특성을 고려한 적절한 하천계획을 수립하기 위한 하천공간관리의 지구구분을 「하천기본계획 수립지침(2008, 국토부)」에서 제시한 <표 8.1-1>의 지구구분 형태와 같이 대상하천을 하천의 치수, 이수, 환경기능의 비중정도에 따라 보전지구, 복원지구, 친수지구와 같이 구분하여 결정하였다.

<표 8.1-1> 하천의 지구 구분 형태

구 역 명	내 용
보전지구	생태계, 역사·문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지관리가 중점적으로 필요한 지구
복원지구	직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인해 파괴된 생태계, 역사·문화, 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 지구
친수지구	인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 지구로 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조성이 중점적으로 필요한 지구

보전지구는 생태계, 역사·문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비없이 보전이 필요한 지역으로 과도한 설계기법을 도입하기 보다는 최소한의 설계기법과 유지관리 대책 위주로 수립한다. 이러한 보전지구는 일반적으로 적은 구간, 경관이 우수한 구간, 그리고 상류 산지 구간 등이 포함될 수 있으며, 적용가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 서식처 설계기법 등이 있다.

복원지구는 직강화, 불투수성호안, 복개 등의 하천정비로 인해 파괴된 하천 생태계의 복원 또는 개선이 필요한 구간으로 인위적인 정비와 같은 구조물 대책을 최소화하고 하천구역 확보, 환경개선 등과 같은 비구조물 설계를 시행한다. 이러한 복원지구는 일반적으로 난개발이 발생한 구간, 도시 인근구간, 그리고 과거 중요 생물이 관찰된 구간 등이 포함될 수 있으며, 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 수제, 서식처 설계기법등이 고려될 수 있다.

친수지구는 인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 구간으로 자연을 일정부분 배려하면서 인간이 하천부지를 이용할 수 있는 설계를 시행한다. 이러한 친환경 정비구간은 여가활동공간이 부족한 지역 주민에게 공원기능을 제공하는 순기능이 있으나 과도한 친수시설물 도입은 건전한 하천생태계와 이용하는 지역 주민의 심미적 기능을 저해할 우려가 있으므로 지양하도록 한다. 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 수제, 서식처, 식재, 친수공간 설계기법 등이 고려될 수 있다.

이러한 보전지구, 복원지구, 친수지구의 3개 지구로 구분하는 것은 기본적으로 치수안정성을 전제로 시행해야 한다. 각 지구에 있어 계획홍수량 소통 등과 같이 치수 문제가 있는 지점에는 제방의 신설, 보수 및 보강, 하도준설 등 인위적인 시설물

국토해양부

도입을 통해 치수안전도를 향상 시킬 수 있는 설계를 실시한다. 이러한 치수정비지점은 상기 3구역과 중복될 수 있으며, 치수안전도가 허용하는 범위 내에서 최대한 환경을 배려하는 것이 바람직하다. 적용가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 하도안정화, 서식처 설계기법 등이 고려될 수 있다.

자연하천은 물, 흙과 같은 비생물적 요소와 물고기, 곤충, 새, 풀, 나무 등 생물이 서식하면서 공존하는 하천의 물리, 화학, 생물적 요소가 교란되지 않는 상태로 본 과업에서는 자연 그대로 또는 자연도가 높은 실제의 자연하천을 하천관리의 기본 모델로 설정하였다.

본 광천천 하천구간 중 장곡저수지 하류부(No.89+60) ~ 담산천 합류구간(No.38+00)은 농경지 및 주거지를 관류하는 하천으로 경지정리 및 수해상습지개선사업 등의 시행으로 인해 하천제방을 축조하고 직강화된 구간이 많아 복원지구로 설정하여 자연소재를 이용한 친환경 공법을 적용하여 자연형 하천으로의 복원 및 보전에 하천정비 및 관리방향을 설정하였다.

또한, 금회 과업구간인 담산천 합류점(N0.38+00) ~ 과업종점(No.0+00)구간은 광천읍내를 관류하는 구간으로 여가활동공간이 부족한 지역주민에게 공원기능을 제공할 수 있도록 복원·친수지구로 설정하여 자연친화적 주민이용시설 조성에 중점적인 관리방향을 설정하였으며 세부검토 내용은 <표8.1-2>와 같다.

국토해양부

<표 8.1-2> 광천천의 지구 구분

하천명	지구구분	구 간(No.)	연 장(m)	비 고
광천천	복원·친수지구	No.0+00 ~ 38+00	3,800	변경구간
	복원지구	No.38+00 ~ 89+60	5,160	

<표 8.1-3> 하천관리계획 방향(1)

구 간			복원·친수지구 (No.0+00~No.38+00, L=3,800m)
현황 요약	일반현황		• 광천읍내를 관류하여 하천종점인 천수만교에서 보령호로 유입되는 구간으로 시가지 구간은 대부분 단단면으로 구성되어 있으며, 광천교 우안 고수부지는 주차장으로 이용하고 있고 철교하류부의 단면은 복단면의 형태로 구성되어 있음 • 제외지구간은 대부분 주거지나 농경지로 구성되어 있으며 하상구성물질은 모래 및 미립토로 구성되어 있음
	치수측면		• 천수만교 ~ 장항선철교 구간은 일부구간 보축 및 축제 등의 보강계획 수립이 필요한 것으로 조사됨 • 시가지 구간은 하천에 인접된 주거지의 표고가 낮아 내수침수피해가 발생되어 배수펌프장을 설치하여 운영중이며, 계획빈도에 대한 여유고가 부족한 것으로 조사됨
	이수측면		• 생활용수는 상수도 및 지하수개발에 의해 사용하고 있으며, 농업용수는 보에 의한 용수공급이 이루어지고 있음
	환경측면	환경특성	• 2.6 하천의 환경현황 참조
		추이대 특성	• 돌망태로 일부구간 호안설치가 되어 있으며, 하천제방은 초본류 위주의 식생으로 육수생태계와 육상생태계의 추이대 역할을 함
	토지이용측면		• 제외지는 시가지 일부구간에서 주차장으로, 하류부 일부구간에서 경작지로 이용되고 있음
	기타		• 복원·친수지구로 제방, 호안, 수제, 생물서식 등과 자연친화적 주민이용시설 조성이 중점적으로 필요한 지구 임
계획 개요			• 하천부지내 경작금지 • 축제 및 보축 구간은 자연친화적 정비기법 도입 (완경사, 색생호안 → 은제도입) • 불필요한 시설물은 철거계획 수립(주차장), 능력부족한 구조물은 재설치하고 보 및 낙차공 개량시 어도설치하여 생태통로 확보 • 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조성
환경관리계획	수환경		• 취수보 담수부 수질오염 개선필요 • 마을단위의 오염원 저감대책 수립(하수도정비 오염대책) • 정화식물을 이용한 수질정화대책 수립
	생태환경		• 전구간 개별오염수에 의한 수질오염 이외에는 하천에 각종 식물군과 하상재료, 수림대등에 의해 생태환경 기능이 우수하며 개별오염수는 하수도 정비계획 및 금회 계획으로 개선요함 • 다공성 자연호안재 도입에 의한 생태기능 증대
	공간환경		• 지역주민들이 하천을 이용할 수 있도록 친수공간 활용 방안 제시
모니터링 계획			• 수질 모니터링, 하상재료 조사, 계획부분의 수리 모니터링 시행 필요
예상 효과			• 하천의 치수기능 강화 • 생태환경복원 및 친수기능 강화

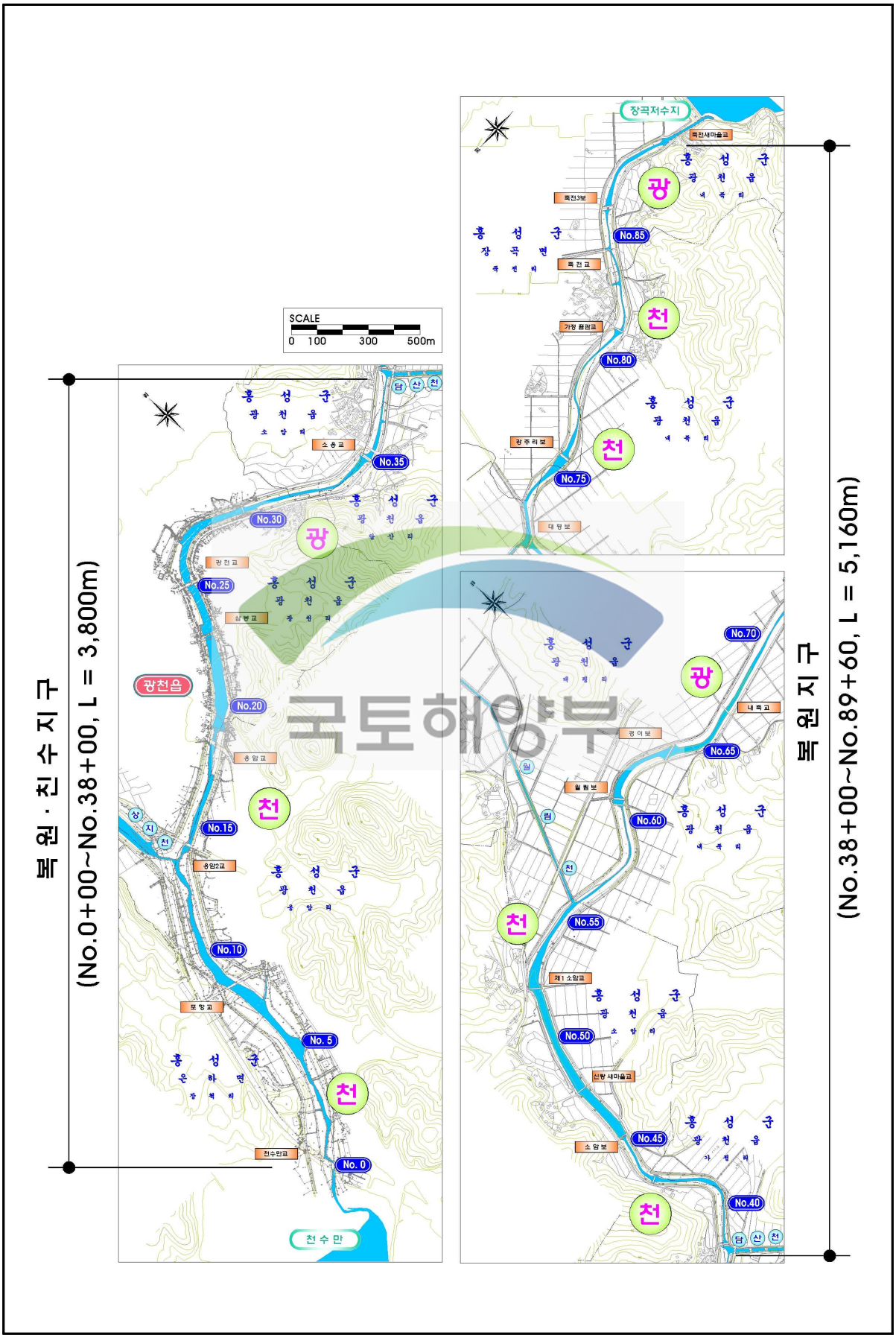
국토해양부

<표 8.1-4> 하천관리계획 방향(2)

구 간			복원지구 (No.38+00~No.89+60, L=5,160m)
현황 요약	일반현황		• 전구간 경지정리가 완료되어 제내지는 논으로 이용되고 있으며, 일부구간 주거지를 관류하고 있음 • 전구간 완만한 사행을 이루고 있고 하천내 일정간격으로 보 및 낙차공이 설치되어 안정된 하상을 보이고 있고 하상구성물질은 자갈 및 모래로 구성되어 있음
	치수측면		• 광천재해위험지구 정비사업으로 개수가 완료된 상태임
	이수측면		• 생활용수는 간이상수도 및 지하수개발에 의한 사용하고 있으며, 농업용수는 저수지, 양수장 및 보에 의한 용수공급이 이루어지고 있음
	환경측면	환경특성	• 2.6 하천의 환경현황 참조
		추이대 특성	• 돌망태로 전구간 호안이 설치되어 있으며, 일부 사행구간에 초본류 및 모래톱이 발달하여 육수생태계와 육상생태계의 추이대 역할을 함
	토지이용측면		• 제외지에 토지이용공간은 거의 존재하지 않으며, 제내지는 대부분 경지정리사업지구임
	기타		• 복원지구으로 경관복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 구역임
계획 개요			• 하천수질 보전을 위한 자연친화적 정비기법 도입 • 하천부지내 경작금지 • 제방변 관목식재 • 자연친화형 휴식공간 조성
환경관리계획	수환경		• 취수보 담수부 수질오염 개선필요 • 마을단위의 오염원 저감대책 수립(하수도정비 오염대책) • 정화식물을 이용한 수질정화대책 수립
	생태환경		• 전구간 개별오염수에 의한 수질오염 이외에는 하천에 각종 식물군과 하상재료, 수림대등에 의해 생태환경 기능이 우수하며 개별오염수는 하수도 정비계획으로 개선요함 • 다공성 자연호안재 도입에 의한 생태기능 증대
	공간환경		• 지역주민들이 하천을 이용한 친수공간 활용 방안 제시
모니터링 계획			• 수질 모니터링, 하상재료 조사, 계획부분의 수리 모니터링 시행 필요
예상 효과			• 하천의 환경 및 치수기능 강화

국토해양부

<표 8.1-5> 공간관리계획도



8.2 하도계획

8.2.1 일반사항

하도는 하천의 유수가 소통하는 토지공간을 말하며 통상 제방 또는 하안과 하상으로 둘러싸인 부분을 가르킨다. 하도계획은 결정된 계획홍수량을 안전하게 유하시키기 위해 하상 굴착, 제방 축조, 수제 등에 의해 하도 통수 단면적을 증대시키거나, 하도법선의 수정, 첩수로 건설 등에 의해 홍수소통을 원활히 할 목적으로 하천 특성, 하천주변의 토지이용 상황, 하천개발과 자연환경과의 조화, 홍수와 유사피해 경감, 그리고 공사비 등을 비교·검토하고 구체적으로 하천시설물 계획을 세우는 것이다.

하도는 하천이 이송한 유사로 이루어져 있으며 물의 흐름에 따라 이들 유사도 끊임없이 이동하고 시간과 공간에 따라 변동한다. 따라서 하천을 개수하고자 할 때는 이러한 하도의 변동특성을 무시할 수 없으며, 어떻게 하면 자연의 힘에 거역하지 않으면서 가장 변화가 적은 안정된 하도를 설계하고 유지할 수 있는지가 중요한 문제이다.

하도계획은 계획홍수량을 안전하게 유하시키고 하상변동에 대해 안정된 하상이 유지될 수 있도록 하도 평면형, 횡단형, 그리고 종단형을 결정하여야 한다. 하도계획을 위해서는 기본조사, 하도계획을 위한 해석을 거친 후 계획홍수량 또는 계획홍수위의 설정, 개수구간의 설정, 하도평면형 설정, 하도횡단형 및 하도종단형 설정, 개수효과 검토 등의 하도계획 수립절차에 따라 수행한다.

하도계획 수립시 검토 및 결정하여야 할 항목은 다음과 같다.

국토해양부

<표 8.2-1> 하도계획 수립과 관련된 결정사항

계 획 항 목	기술적으로 결정할 사항	관련된 사항
1. 계획홍수량	홍수유출해석, 기본홍수량	계획빈도 홍수량
2. 개수구간 설정	댐, 유수지, 방수로의 가능성	개수의 필요성
3. 하도평면형	제방법선, 첩수로, 저수로 법선	만곡부 및 협착부 처리 사주(砂洲)의 종단적 균형
4. 하도횡단형	조도계수, 하도 단면적(하폭, 계획하상고, 하도단면형)	과거에 발생한 최고홍수위 제방고, 하도굴착 제내 지반고, 둔치 활용
5. 하도종단형	하상변동, 안정하도, 하상다짐, 계획하상고 및 경사	하상재료, 장갑화, 하상경사, 지하수위, 취수시설, 제내 지반고
6. 개수효과 검토	대안의 비교, 재해조사, 하천경제조사	사회경제적 특성 검토, 제방의 안정, 계획홍수량

8.2.2 평면 계획

하도계획 과정 중에서 하도평면형을 결정하기 위해서는 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있는 하폭, 저수로 등에 대한 하도평면형을 결정하고, 하도법선, 지류 합류점의 형상과 처리, 그리고 계획하도가 처리할 수 있는 홍수소통능력이 부족할 경우에 방수로나 첩수로와 같은 신설하천을 건설하는 방안을 결정하여야 한다.

1) 하도의 노선 선정

○ 하천개수가 필요한 하도는 현 하도를 중심으로 노선을 선정하고 홍수소통능력을 고려하여 별도의 방수로나 첩수로 등 신설 하천을 건설하는 노선과 비교・ 검토하여 최적으로 유지 관리할 수 있는 하도를 선정한다.

○ 하천개수공사는 현 하천의 지형형성 상태, 토지이용 형태, 용지취득의 어려움, 치수경제성 등을 감안하여 현 하도를 중심으로 실시된다. 그러나, 현 하도의 사행이나 굴곡이 심한 하천 또는 현 하도 주변에 대규모 생활단지가 형성되어 치수상 문제점이 발생하는 하천에서는 종합치수대책을 수립하여 방수로나 첩수로 등과 같은 신설 하천을 건설하여 홍수소통능력을 확대하는 방안을 검토하여 결정한다.

○ 현 하도 이용 방안과 인근 기존도로 및 철도 또는 계획도로를 이용하여 신설 하천을 건설하는 방안을 조합하여 몇 개의 대안을 설정하고 각각에 대하여 지형, 지질상의 합리성, 현재 및 장래의 토지이용, 행정구역, 용배수로 계통, 지하수위의 영향, 내수처리대책, 계획구간 상하류에 미치는 영향, 치수경제성, 하천경관, 그리고 개수후의 유지관리 등을 감안하여 최적 하도 노선을 선정하여야 한다.

○ 하도 개수 노선을 선정할 때는 주로 다음과 같은 사항을 검토하여 결정한다.

- 하도 법선형은 만곡이 적고 될 수 있는 한 원만한 곡선으로 한다.
- 자연스럽게 제방의 역할을 할 수 있는 구간에서는 될 수 있는 한 그 상태를 유지한다.
- 제방이 설치된 하도 상류단에서 상류유역의 홍수유출량이 하도로 안전하게 유입될 수 있도록 배후지 지반고가 충분히 높은 지점, 도로, 산 등을 따라 법선을 정한다.
- 급류하천에서 배후지의 토지이용에 지장을 초래하지 않는다면 될 수 있는 한 놀둑을 설치한다.

2) 제방법선

제방의 선형은 하천연안의 토지이용, 홍수시의 유황, 현재 및 장래의 하도유지, 하천부지 이용계획, 공사비 등을 검토하여 가능한 한 흐름에 대해 원활한 형상이 되게 정하며 다음 사항을 종합적으로 검토한다.

국토해양부

○ 현 하도가 충분한 하폭을 가지고 있는 구간일지라도 일반적으로 사수역에 의한 유수효과를 고려하여 가능한 한 사수역을 포함하는 하폭을 확보하는 것이 바람직하다.

○ 홍수시 유수방향과 수충위치를 검토하여 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 유하할 수 있게 정한다. 소하천의 경우 극단적인 S자 곡선형을 피하고 전체적으로 평활한 형상으로 한다.

○ 수충부 위치는 현 상태의 하도, 배후지의 지형 및 지질의 상황, 토지이용 상태 등을 고려하여 정하되 가능하면 수충부가 생기지 않도록 한다.

○ 곡선부에서는 만곡내측의 법선을 후퇴시켜 하폭을 넓게하여 수충을 완화하는 것이 바람직하다.

위 사항들을 고려하여 제방의 선형은 기본적으로 현재 자연적으로 형성되어 있는 유로를 그대로 유지하는 것을 원칙으로 한다.

3) 지류의 합류점 형상

지류는 본류에 원활하게 합류시키는 것이 좋다. 그렇게 하기 위해서는 본래의 합류형상을 최대한 유지하고 인위적인 변화를 가하고자 할 때는 합류점 전후에서 홍수소통을 안전하게 할 수 있고 하상의 세굴 퇴적을 막을 수 있도록 수리모형실험 등을 통해 최적 합류형상을 결정하여야 한다.

지류 계획홍수량이 본류 계획홍수량에 비하여 극히 작고 본류에 대한 합류영향이 작을 때에는 본류 법선을 중심으로 하는 합류형상으로 한다.

4) 수충부, 습지, 사수역 등의 보전

수충부, 습지, 사수역 부분 등 폐천 가능성이 있을 경우에도 그 기능을 보전하도록 계획을 수립하여야 한다.

8.2.3 종단 계획

하도의 종단계획은 계획하상고를 결정하기 위한 것으로 계획하상고는 계획하상경사, 계획횡단형과 관련시켜 결정하며 다음 사항에 유의하여야 한다.

○ 하도주변의 지하수위, 취수시설이 있는 지점의 취수위, 암반노출지점 하상고, 기존의 하천구조물 등을 고려하여야 한다.

○ 하상변동 진행상황, 즉 하상경사 변화지점이나 평균하상경사 변경지점을 파악하여 참고한다.

○ 현 하상을 변경할 경우에는 계획구간 상, 하류의 하상경사를 고려하여 결정한다.

○ 상류에서 하류로 급변하는 하상경사는 점변시킨다.

국토해양부

○ 각 지점의 유사량이 거의 평형을 이루게 하여 최대한 세굴 및 퇴적현상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

○ 가능한한 하천환경을 고려한 하도 종단형을 선정한다.

금회 과업하천의 하도정비에 있어서는 위의 사항을 참고하고 기존의 하천종단 및 장래 하상변동 예측결과 등을 고려하여 종단계획을 수립하였다.

8.2.4 횡단 계획

횡단계획은 가능한 하천 본래의 자연적인 모양이 나타날 수 있도록 하며, 필요한 경우에 한하여 복단면 또는 복복단면으로 하는 것을 기본으로 하며, 급류하천이나 계획홍수량이 작은 하천에서는 일반적으로 단단면을 적용한다.

계획하폭은 기본적으로 현재의 하천부지 및 하천이용계획에 대해 고려하여 결정하여야 하며, 가능한 최대 폭을 확보하도록 한다. 저수로 수로폭 및 고수부지 높이는 하도의 유지, 고수부지의 침수빈도 및 이용계획을 고려하여 결정한다.

여울과 소의 확보는 중요한 요소이며, 설계가 가능한 여건 하에서는 적극적으로 설계에 도입한다.

1) 계획횡단형 설정

계획횡단형은 계획홍수량의 소통능력, 하도 종단형, 지형, 지질, 생물의 다양한 서식처 공간 등을 포함한 하천환경, 주변 토지이용상황, 하천부지 이용계획, 그리고 유지관리의 난이도 등을 고려하여 결정하며 계획횡단형 결정시의 기본방침은 다음과 같다.

기본적으로 계획횡단형은 가능한 한 하천 본래의 자연적인 모양이 나타날 수 있도록하며, 고수부지의 활용, 제방의 안정성, 하천용수 확보 등 부득이 필요한 경우를 제외하고는 복단면 또는 복복단면으로 하지 않도록 한다. 하안의 모양 및 식생은 자연하천에 가깝게 이루어져야 하며 가능하면 하안의 기울기는 완만하게 취한다.

계획횡단형 설정에 있어서의 주의사항은

(1) 개수하천, 급류하천 및 평지하천과 같이 넓은 하도내에 몇 개의 유로가 생성되어, 이 유로가 홍수량에 따라 변동할 경우는 저수로와 고수부지 또는 홍수터를 명확히 구군하여 설정하는 것이 하도의 유지관리나 하천부지이용 측면에서 곤란한 경우가 있다.

(2) 계획홍수량이 작은 하천에서 하도단면은 단순히 홍수소통만을 고려하는 것보다는 안정된 하상이 유지될 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요하며, 하천환경을 보전하고 유지하는 입장에서 호안이나 하상유지공 등과 같은 하천시설물에 의해 하상이나 단면형상이 변화 될 수 있다는 점을 고려할 필요가 있다.

국토해양부

(3) 저수로 횡단면형은 현재 상황을 중시하며, 인위적인 변화를 가하는 경우에도 물길등 자연적인 형상을 확보할 수 있도록 한다.

8.2.5 특이구간에 대한 대책

하폭이 급확대, 급축소되거나 하상이 종단적으로 급변하여 유속과 수위의 변화가 다른지점과 현저한 지점에 대해서는 특이구간으로 선정하여 중점적으로 하도정비계획을 마련해야 한다.

본 과업구간에는 하폭이 급확대, 급축소되거나 하상이 종단적으로 급변하는 특이구간은 없는 것으로 조사되었다.

8.2.6 과업구간의 하천현황 및 하도계획

금회 과업은 「생태하천 조성사업」을 시행함에 있어 홍수에 안전하면서도 문화·생태가 살아있는 친수공간조성을 위해 치수, 이수 및 생태, 환경적 측면과 인문, 사회적 측면을 종합적으로 고려하여 하도계획에 반영하였다.

1) 기본방향

- 주변지역의 사회, 문화, 관광 자원과 연계한 생태하천 조성
- 대상지의 형태적, 생태적 여건 등을 종합한 생태하천 조성
- 지역주민들에게 친근한 하천조성

국토해양부

<그림 8.2-1> 기본방향

2) 하천현황분석

하천현황 조사는 과업구간(NO.0+00~NO.30+00, L=3.0㎞)을 지구별 특성에 따라 3개의 구간으로 구분하여 하천측량 현황도면을 이용, 문제점을 파악하고 탐문조사 및 주민설명회를 병행하여 합리적인 하천계획 수립을 위한 기초자료로 활용하였다.

공간계획은 복원·친수지구를 기본설정으로 구간별 현황특성을 파악하여 생태·여가구간, 치수능력증대구간, 친수구간 등으로 나누어 각 지구별 계획을 수립하였다.

<그림 8.2-2> 구간별 현황특성

3) 세부 하도 및 공간계획 수립

각 구간별 치수 및 공간(복원·친수)계획에 따른 도입시설물은 다음과 같다.

<표 8.2-2> 구간별 도입시설물

하천	지구구분	구간명	도입시설물	
			치수기능	복원·친수기능
광천천	복원 친수	생태·여가구간	은제, 하상정리	수변연결로, 관찰데크, 다목적구장, 식생군락지, 생태학습장
		치수능력증대구간	은제, 축제 및 보축	수변연결로, 가동보, 어도(어류관찰), 데크(노거수보호)
		친수구간	보축	수변연결로, 수변광장, 초화원, 기타 친수시설

가. 생태・여가구간[옹암2교 ~ 과업종점(천수만교)]

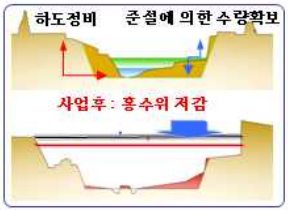
특성	기본구상	계획방향
• 천수만교 하천변 둔치식물군락 발달 • 상지천 합류부로써 어류 및 저류생물이 다양함 • 생태적 여건이 매우 양호 • 하천폭이 넓으며 유량이 풍부함 • 인근지역이 토굴새우젓, 한우먹거리촌 등 관광자원 풍부	• 식생생육이 양호한 지역은 보전 • 하천 생태계의 종다양성을 목표로 생태적으로 풍부한 하천으로 조성 • 깨끗한 자연형 하천 조성 • 치수 및 자정 작용의 증대로 철새들이 날아들고 물고기가 뛰노는 생태적으로 건강한 하천으로 정화	• 기존 자연경관을 보존하여 자연경관성 증대 • 변화있는 유속과 수심등 다양한 생물서식에 유리한 환경을 조성하여 생물 종 다양성증대 • 지역주민 및 이용객이 사용할 수 있도록 체육공간 조성 • 새우젓, 한우먹거리촌과 연계구상

국토해양부

나. 치수능력 증대구간[삼봉교 ~ 옹암2교]

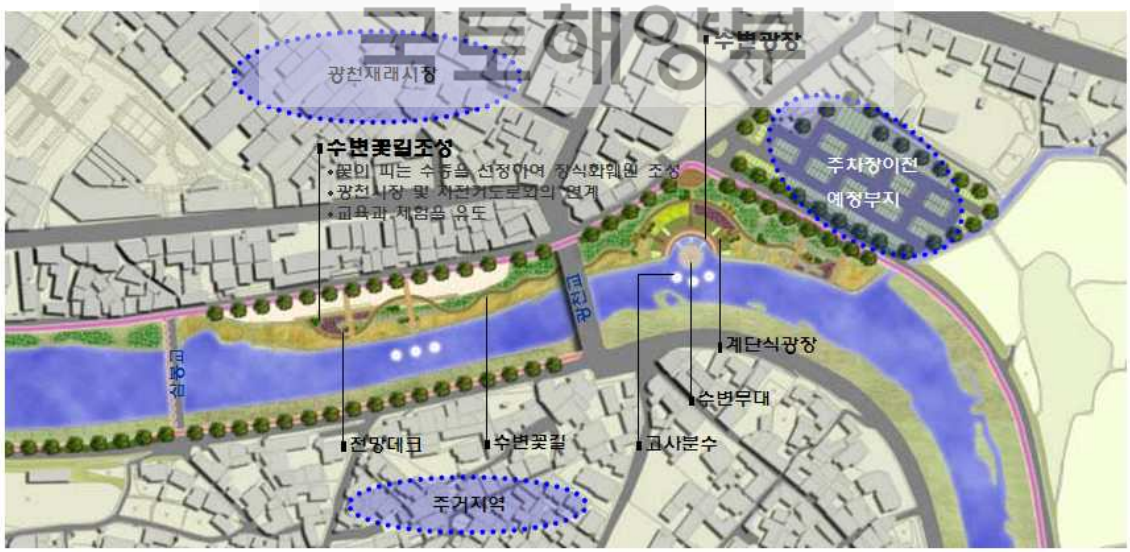
특성	기본구상	계획방향
• 제내지는 대부분 농경지로 사용 • 대상지를 중심으로 고정보가 설치되어 있으며 고정보 북측으로 수량이 풍부함 • 고정보 남측으로 상지천 합류부까지 • 둔치가 약간 조성되어 있으며, 하천변 둔치식물군락이 발달함	• 원활한 통수단면 확보 (축제 및 보축)로 치수 능력증대 지구로 조성 • 노후된 고정보를 가동보로 교체하여 치수 및 경관연출, 수공간 확보 • 옹암교에서 시작되는 광천읍 자전거도로와의 연계구상	• 확장 축제에 따라 좌안부에 둔치를 조성하여 자전거도로(산책로)조성 • 둔치를 활용한 수변식생대 조성으로 생물서식환경 조성 • 옹암교에 연계동선 램프를 설치하여 수변자전거도로를 이용할 수 있도록 조성

국토해양부



다. 친수구간[과업시점(광천교상류) ~ 삼봉교]

특성	기본구상	계획방향
• 고수부지는 현재 주차장으로 활용되고 있으며 지역축제 · 행사 시 다목적공간으로사용되고 있음 • 부지 서측으로 재래시장이 위치함 • 광천교로 접근성이 가장 양호 • 대상지 북측으로 자전거 도로 및 제방산책로가 조성되어 있음	• 고수부지 주차장은 철거하고 친수공간 조성으로 건전한 여가생활 창출 • 지역주민 및 관광객이 이용할 수 있는 수변공간으로 조성 • 수변공간 조성 시 광천재래시장 및 광천읍자전거도로/현재 조성되어있는 북측 자전거도로와의 연계구상	• 지역축제 및 이벤트 등 다목적 기능을 만족하는 워터프론트로 조성 • 초화원 조성으로 가족단위 친수공간 조성 • 고사분수를 활용한 수변경관 연출 • 고수부지 단차를 활용한 계단식 수변무대/야간조명 등을 활용하여 친수활용 공간으로 조성



8.3 하천시설물 계획

본 과업구간(L=3.0㎞)내에 설치되어 있는 하천시설물은 제방, 호안, 배수시설, 교량 등이 있으며, 본 계획에서는 시설물의 현황, 위치 등을 조사하여 평면도에 표시하고 하천대장에 현황조서 및 구조물 도면을 작성하였다.

조사된 기존시설물을 살펴보면 제방 및 호안연장은 6,000m, 배수시설물 24개소, 이수시설로 취입보 1개소, 기타 시설로 교량 8개소로 나타났다. 기존시설물 현황은 <표 8.3-1>의 내용과 같다.

<표 8.3-1> 기존시설물 현황

시설물 / 하천	치수시설물		이수시설물 (개소)			기타시설물 (개소)
	제방, 호안 (m)	배수시설 (개소)	낙차공	취수보	취수장	교 량
광 천 천	(6,095) 6,000	(90) 24	(7) -	(4) 1	(1) -	(18) 8

주) 배수시설물에는 배수문, 배수통문, 배수통관이 포함된 수치임.
괄호는 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

8.3.1 하천종단 시설물의 능력검토 및 설치방향

1) 제방 및 호안

○ 제방은 홍수시 유수의 원활한 소통을 유지하고 홍수로부터 제내지를 보호하기 위하여 설치하는 시설물로 일반적으로 토사 등으로 축조하며, 호안은 유수에 의한 침식과 파괴로부터 제방을 직접 보호하기 위해 제방 앞비탈에 설치하는 시설물이다.

○ 제방고는 계획홍수위에 여유고를 더한 높이 이상으로 결정하며, 홍수시 유수가 제방을 월류하여 농경지 및 가옥 등이 피해를 입지 않도록 충분한 높이 이상으로 축조되어야 한다. 본 계획에서는 금번 결정된 계획홍수위에 여유고를 가산한 값을 계획 제방표고로 하여 기존 제방표고와 비교 검토하였다.

○ 제방은 하천유수의 침투에 대해 안정한 비탈면을 가져야 하며, 일반적으로 비탈덮기를 설치한 부분을 제외하고는 1:3.0 및 1:2.0 이상의 완만한 경사를 유지해야 한다. 금번 기존제방에 대한 검토는 제내지 및 제외지 모두 1:3.0 및 1:2.0를 기준으로 기존제방의 비탈경사를 검토하였으며, No.0+00 ~ No.19+50(철교)구간은 1:3.0을 적용하였고, No.19+50(철교)~No.30+00의 구간은 보축지구로 현 비탈경사를 감안하여 1:2.0을 적용하였다.

국토해양부

○ 둑마루 폭은 침투수에 대한 안전의 확보, 평상시의 하천순시, 홍수시 방재활동 등의 목적을 가지며, 최소 4m이상으로 계획하되 제내지의 중요성, 홍수지속시간, 제방 또는 지반의 토질조건 등의 특성을 고려하여 결정하여야 한다. 따라서 본 과업에서는 제방의 이용 및 중요도와「하천설계기준」에서 제시한 유량규모에 따른 둑마루 폭 등을 종합적으로 고려하여 계획둑마루 폭을 5.0m이상으로 결정하여 기존 둑마루 폭과 비교 검토하였다.

가. 능력검토

(1) 제방

금회 조사된 기존제방에 대한 제방고 검토결과는 다음 <표 8.3-2>과 같다.

<표 8.3-2> 기성제방고 검토

하천명	측점 (No.)	계 획 홍수위 (EL.m)	여유고 (m)	계 획 제방고 (EL.m)	기성제방고 (EL.m)		제방고 과부족 (m)		비고
					좌안	우안	좌안	우안	
광천천	0	3.97	1.0	4.97	4.82	4.91	-0.15	-0.06	**과업종점**
	+15	4.14	1.0	5.14	4.58	5.05	-0.56	-0.09	천수만교
	+50	4.18	1.0	5.18	4.73	5.05	-0.45	-0.13	
	1	4.25	1.0	5.25	3.63	5.05	-1.62	-0.20	
	+50	4.31	1.0	5.31	3.95	5.20	-1.36	-0.11	
	2	4.37	1.0	5.37	4.63	5.19	-0.74	-0.18	
	+50	4.43	1.0	5.43	4.93	5.24	-0.50	-0.19	
	3	4.50	1.0	5.50	5.08	5.38	-0.42	-0.12	
	+50	4.56	1.0	5.56	-	5.50	-	-0.06	
	4	4.65	1.0	5.65	5.36	5.39	-0.29	-0.26	
	+50	4.74	1.0	5.74	5.24	5.47	-0.50	-0.27	
	5	4.83	1.0	5.83	5.37	5.53	-0.46	-0.30	
	+50	4.91	1.0	5.91	5.42	5.60	-0.49	-0.31	
	6	5.00	1.0	6.00	5.36	5.67	-0.64	-0.33	
	+50	5.09	1.0	6.09	5.24	5.70	-0.85	-0.39	
	7	5.18	1.0	6.18	5.50	5.83	-0.68	-0.35	
	+50	5.22	1.0	6.22	5.30	5.90	-0.92	-0.32	
	8	5.25	1.0	6.25	7.14	5.61	충분	-0.64	
	+26	5.27	1.0	6.27	7.14	7.08	충분	충분	포항교
	+50	5.32	1.0	6.32	5.59	6.98	-0.73	충분	
	9	5.42	1.0	6.42	6.27	4.68	-0.15	-1.74	
	+50	5.51	1.0	6.51	6.57	9.74	충분	충분	
	10	5.61	1.0	6.61	6.80	9.15	충분	충분	
	+50	5.71	1.0	6.71	6.87	8.91	충분	충분	
	11	5.81	1.0	6.81	6.96	8.91	충분	충분	
	+50	5.91	1.0	6.91	7.12	9.04	충분	충분	
	12	6.01	1.0	7.01	7.24	9.51	충분	충분	
	+50	6.10	1.0	7.10	7.31	10.63	충분	충분	
	13	6.20	1.0	7.20	7.46	6.00	충분	-1.20	
	+50	6.30	1.0	7.30	7.49	6.52	충분	-0.78	
	14	6.40	1.0	7.40	7.72	5.16	충분	-2.24	
	+50	6.43	1.0	7.43	8.23	8.23	충분	충분	옹암2교

국토해양부

<표 8.3-2> 계 속

하천명	측점 (No.)	계 획 홍수위 (EL.m)	여유고 (m)	계 획 제방고 (EL.m)	기성제방고 (EL.m)		제방고 과부족 (m)		비고
					좌안	우안	좌안	우안	
광천천	15	6.46	1.0	7.46	7.89	6.75	충분	-0.71	
	+50	6.49	1.0	7.49	6.88	6.21	-0.61	-1.28	
	16	6.52	1.0	7.52	6.70	6.67	-0.82	-0.85	
	+50	6.55	1.0	7.55	6.51	6.82	-1.04	-0.73	
	No.17	6.58	1.0	7.58	6.48	6.63	-1.10	-0.95	
	+50	6.61	1.0	7.61	6.31	7.07	-1.30	-0.54	
	No.18	6.64	1.0	7.64	6.89	7.35	-0.75	-0.29	
	+47	6.67	1.0	7.67	7.47	7.54	-0.20	-0.13	옹암교
	+50	6.68	1.0	7.68	7.28	7.20	-0.40	-0.48	
	No.19	6.83	1.0	7.83	6.83	7.18	-1.00	-0.65	
	+12	6.87	1.0	7.87	6.03	6.80	-1.84	-1.07	옹암보
	+50	6.99	1.0	7.99	8.41	8.23	충분	충분	철교
	No.20	7.02	1.0	8.02	6.97	7.40	-1.05	-0.62	
	+50	7.05	1.0	8.05	7.71	7.34	-0.34	-0.71	
	No.21	7.08	1.0	8.08	7.94	7.13	-0.14	-0.95	
	+50	7.11	1.0	8.11	7.84	7.72	-0.27	-0.39	
	No.22	7.14	1.0	8.14	7.90	7.70	-0.24	-0.44	
	+50	7.17	1.0	8.17	7.65	7.70	-0.52	-0.47	
	+71	7.18	1.0	8.18	7.67	7.72	-0.51	-0.46	삼봉교
	+97	7.20	1.0	8.20	8.20	7.63	-	-0.57	
	No.23	7.21	1.0	8.21	7.82	7.70	-0.39	-0.51	
	+50	7.29	1.0	8.29	8.23	7.94	-0.06	-0.35	
	No.24	7.37	1.0	8.37	8.29	8.18	-0.08	-0.19	
	+50	7.46	1.0	8.46	8.30	8.04	-0.16	-0.42	
	No.25	7.54	1.0	8.54	8.69	8.74	충분	충분	광천교
	+50	7.60	1.0	8.60	8.64	8.11	충분	-0.49	
	No.26	7.66	1.0	8.66	8.78	8.08	충분	-0.58	
	+50	7.73	1.0	8.73	8.76	8.06	충분	-0.67	
	No.27	7.79	1.0	8.79	8.74	8.10	-0.05	-0.69	
	+50	7.85	1.0	8.85	8.82	8.23	-0.03	-0.62	
	No.28	7.91	1.0	8.91	8.73	8.20	-0.18	-0.71	
	+50	7.98	1.0	8.98	8.72	8.37	-0.26	-0.61	
	No.29	8.04	1.0	9.04	8.75	8.31	-0.29	-0.73	
	+25	8.07	1.0	9.07	8.80	8.38	-0.27	-0.69	세월교
	+50	8.10	1.0	9.10	8.78	8.39	-0.32	-0.71	
	No.30	8.15	1.0	9.15	8.73	8.59	-0.42	-0.56	**과업시점**

국토해양부

(2) 비탈경사 검토

금번 과업대상 하천에 설치된 기성제방의 비탈경사 검토는 앞서 언급했듯이 제내·외지 모두 비탈경사 1:2.0 및 1:3.0을 기준으로 검토하였으며, 금번 적용한 비탈경사는 새로 개정된 하천설계기준을 고려하여 결정하였다. 검토결과 과업구

간 기존제방의 일부구간에서 비탈경사기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

(3) 둑마루 폭 검토

조사된 기성제방에 대한 둑마루 폭 검토시 계획둑마루 폭을 5.0m이상으로 결정하여 검토하였으며, 검토결과 기성제방 일부구간에서 소요기준을 만족하나 대부분의 기성제방의 둑마루 폭이 기준에 미달되는 것으로 조사되었다.

(4) 호안

호안은 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 제방을 직접 보호하기 위해 제방 앞 비탈에 설치하는 구조물로서 설치위치에 따라 고수호안, 저수호안 및 제방호안으로 분류된다. 호안계획시 최근에는 치수기능과 더불어 환경기능도 고려한 환경호안이 자연형 하천 조성사업과 관련하여 적극 검토되고 있으며, 환경호안은 친수호안, 생태계 보전호안 및 경관보전 호안으로 구분할 수 있다.

호안은 공법 및 재료의 선택에 있어서 설치지점의 소류력 및 내구성 등이 고려되어야 하며, 홍수유출특성, 하도의 평면형상, 토질조건 등도 영향을 미친다. 일반적으로 소류력은 유수가 윤변에 작용하는 마찰력으로서 호안은 해당 소류력에 안전할 수 있는 충분한 중량이 확보되어야 한다. 따라서 본 계획에서는 「하천공사설계실무요령(2006, 건교부)」에 제시된 허용소류력을 기준으로 기성제방 호안에 대해 개략적인 안정여부를 검토하였다. 검토결과 대부분의 기존제방에서 계산된 소류력이 제방호안의 허용소류력 이상으로 제방 비탈면의 안정성을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

국토해양부

$$\tau_o = WRI = \frac{W}{C^2} V^2$$

상기식에서, τo : 소류력 (kg/㎡)

W : 물의 단위중량(1,000kg/㎥)

R : 경심(m)

I : 수면경사 혹은 에너지선의 경사

V : 평균유속(m/s)

C : Chezy 유속계수($V = C\sqrt{RI}$)

<표 8.3-3> 허 용 소 류 력

대분류	중분류	소분류	허용유속 (m/sec)	허용소류력 (kg/㎡)	비 고
고수호안	식생공	평떼,초본류 파종	2.0	2	
		식생매트	3.0	8	
	돌망태	타원형	5.0	25	
		사각형(이불형)	5.0	25	
		매트리스형	5.0	20	
		거북형	5.0	25	
		옹벽형	6.0	30	
	돌붙임(돌쌓기)	돌쌓기(찰쌓기)	6.0	50	
		돌쌓기(메쌓기)	5.0	30	
		돌붙임(찰붙임)	7.0	60	
		돌붙임(메붙임)	5.0	40	
		전석쌓기(찰쌓기)	7.0	70	
		전석쌓기(메쌓기)	5.0	40	
		전석붙임(찰붙임)	8.0	80	
		전석붙임(메붙임)	6.0	50	
	콘크리트블록 (무공)	장방형블록	4.0	25	
		장대형블록	5.0	40	
		I형블록	4.0	20	
	콘크리트블록 (유공, 환경)	소형(조립형)	3.0	15	
		소형(결속형)	4.0	25	
		중형(조립형)	4.0	20	
		중형(결속형)	5.0	35	
		대형(조립형)	5.0	30	
		대형(결속형)	6.0	50	
		방틀형(조립형)	6.0	50	
		방틀형(결속형)	7.0	60	
	옹벽	콘크리트	8.0 이상	80	
		축조블록(자중형)	5.0	50	
		축조블록(앵커형)	7.0	60	
저수호안	돌망태	옹벽형	5.0	30	
		주머니형	5.0	30	
	사석	사석부설	4.0~6.0	25~50	
	블록	체결식	5.0~7.0	30~60	
	방틀	목재방틀	5.0	50	
		콘크리트방틀	6.0	60	
		테라스식	5.0	50	
		섬유망태	4.0	30	

주) 자료출처 : 하천공사설계실무요령(2006, 건설교통부)

국토해양부

<표 8.3-4> 기성제방 소류력

하천명	측점	좌안			우안			비고
		호안 공법	소류력(kg/㎡)		호안 공법	소류력(kg/㎡)		
			허용	계산		허용	계산	
광천천	0	토제	8.0	4.1	토제	8.0	4.1	
	+15	토제	8.0	2.6	토제	8.0	2.6	
	+50	토제	8.0	4.2	토제	8.0	4.2	
	+92	석축	30.0	4.4	토제	8.0	4.4	
	1	석축	30.0	4.6	토제	8.0	4.6	
	+50	석축	30.0	3.9	토제	8.0	3.9	
	2	석축	30.0	3.9	토제	8.0	3.9	
	+50	석축	30.0	4.1	토제	8.0	4.1	
	3	석축	30.0	4.2	토제	8.0	4.2	
	+43	석축	30.0	4.1	토제	8.0	4.1	
	+50	토제	8.0	3.9	토제	8.0	3.9	
	4	토제	8.0	4.1	토제	8.0	4.1	
	+50	토제	8.0	4.2	토제	8.0	4.2	
	5	토제	8.0	3.5	토제	8.0	3.5	
	+50	토제	8.0	4.3	토제	8.0	4.3	
	6	토제	8.0	3.8	토제	8.0	3.8	
	+50	토제	8.0	3.5	토제	8.0	3.5	
	7	토제	8.0	1.7	토제	8.0	1.7	
	+50	토제	8.0	1.9	토제	8.0	1.9	
	8	토제	8.0	2.7	토제	8.0	2.7	
	+26	토제	8.0	2.5	토제	8.0	2.5	
	+50	토제	8.0	3.6	토제	8.0	3.6	
	9	토제	8.0	5.1	토제	8.0	5.1	
	+50	토제	8.0	5.8	토제	8.0	5.8	
	10	토제	8.0	6.1	토제	8.0	6.1	
	+50	토제	8.0	6.4	토제	8.0	6.4	
	11	토제	8.0	5.4	토제	8.0	5.4	
	+50	토제	8.0	4.9	토제	8.0	4.9	
	12	토제	8.0	5.5	토제	8.0	5.5	
	+50	토제	8.0	5.6	토제	8.0	5.6	
	13	토제	8.0	2.8	토제	8.0	2.8	
	+50	토제	8.0	1.7	토제	8.0	1.7	
	14	토제	8.0	0.5	토제	8.0	0.5	
	+50	토제	8.0	1.5	토제	8.0	1.5	
	15	토제	8.0	2.3	토제	8.0	2.3	
	+50	토제	8.0	2.3	토제	8.0	2.3	
	16	토제	8.0	2.5	토제	8.0	2.5	
	+50	토제	8.0	2.7	토제	8.0	2.7	
	17	토제	8.0	2.7	토제	8.0	2.7	
	+50	토제	8.0	2.8	토제	8.0	2.8	
	18	토제	8.0	3.5	토제	8.0	3.5	

주) 호안공법의 토제는 현장조사 결과 자생식생이 활착된 상태로 허용소류력 적용시「하천공사설계실무요령(2006, 건교부)」의 식생매트 소류력 적용

국토해양부

<표 8.3-4> 계 속

하천명	측점	좌 안			우 안			비고
		호안 공법	소류력(kg/㎡)		호안 공법	소류력(kg/㎡)		
			허용	계산		허용	계산	
광천천	18+47	토제	8.0	3.2	토제	8.0	3.2	
	+50	토제	8.0	3.4	토제	8.0	3.4	
	19	토제	8.0	3.0	토제	8.0	3.0	
	+12	토제	8.0	2.5	토제	8.0	2.5	
	+50	돌망태	20.0	1.7	토제	8.0	1.7	
	20	돌망태	20.0	1.4	토제	8.0	1.4	
	+50	돌망태	20.0	1.9	토제	8.0	1.9	
	21	돌망태	20.0	2.5	토제	8.0	2.5	
	+50	돌망태	20.0	2.7	토제	8.0	2.7	
	22	돌망태	20.0	2.6	토제	8.0	2.6	
	+50	돌망태	20.0	3.1	토제	8.0	3.1	
	+71	돌망태	20.0	2.5	토제	8.0	2.5	
	+97	돌망태	20.0	2.8	토제	8.0	2.8	
	23	돌망태	20.0	3.1	토제	8.0	3.1	
	+34	돌망태	20.0	3.4	게다블럭	15.0	3.4	
	+50	돌망태	20.0	3.6	게다블럭	15.0	3.6	
	24	돌망태	20.0	4.4	게다블럭	15.0	4.4	
	+50	돌망태	20.0	5.1	게다블럭	15.0	5.1	
	25	돌망태	20.0	2.8	게다블럭	15.0	2.8	
	+50	돌망태	20.0	2.7	게다블럭	15.0	2.7	
	+62	돌망태	20.0	2.8	돌붙임	20.0	2.8	
	26	돌망태	20.0	2.9	돌붙임	20.0	2.9	
	+50	돌망태	20.0	3.3	돌붙임	20.0	3.3	
	+60	돌망태	20.0	3.2	돌붙임	20.0	3.2	
	27	돌망태	20.0	3.1	돌망태	20.0	3.1	
	+50	돌망태	20.0	4.2	돌망태	20.0	4.2	
	28	돌망태	20.0	5.6	돌망태	20.0	5.6	
	+50	돌망태	20.0	5.9	돌망태	20.0	5.9	
	29	돌망태	20.0	5.2	돌망태	20.0	5.2	
	+25	돌망태	20.0	4.7	돌망태	20.0	4.7	
	+50	돌망태	20.0	4.8	돌망태	20.0	4.8	
	30	돌망태	20.0	5.9	돌망태	20.0	5.9	

주) 호안공법의 토제는 현장조사 결과 자생식생이 활착된 상태로 허용소류력 적용시「하천공사설계실무요령(2006, 건교부)」의 식생매트 소류력 적용

국토해양부

나. 설치방향

하천시설물에 대한 설치계획은 금회 과업대상 하천의 현지조사내용과 각종 검토에서 산정된 결과를 토대로 “8.3 하천시설물 설치방향”에서 기술한 내용을 반영하여 수립하였다. 현지 조사결과 본 과업구간에서의 치수사업은 체계적인 계획기준이 없는 상태에서 수해복구 개념으로 시행됨에 따라 치수적으로 불안전한 상태이다. 따라서 본 계획에서는 홍수로부터 주민의 생명과 재산을 보호하고, 유수의 원활한 소통 등 하도의 흐름을 안정하게 유지하기 위한 계획을 수립하였으며, 주요 검토지구에 대해 하천의 상황, 수리·수문 조건, 지구현황, 과거홍수피해 상황, 토지이용현황, 지역주민의 의견 등을 종합적으로 고려하여 개수계획지구와 하천편입대상지구로 구분하여 계획을 수립하였다. 지구검토시 주요 기준은 다음과 같다.

○ 하도내 과도하게 퇴적되어 홍수흐름에 방해가 되는 지구는 하도 준설을 계획하되 하천 생태계 교란을 최소화하고 하도내 다양한 생태환경을 조성하기 위해 일제관측수위를 기준으로 절취하였다.

○ 최근의 치수개념이 홍수재해로부터 항구적인 대책을 수립하는 추세이며, 이는 경제적인 논리와 더불어 치수사업에 대한 지역주민의 정서와도 밀접한 관계가 있어 계획지구 선정시 고려하였다.

○ 검토지구 중 토지이용도가 낮아 피해규모가 상대적으로 작은 지역은 홍수시 자연적인 저류지 역할을 할 수 있도록 금회 개수계획에서는 제외하였으며, 장래 홍수위험지구로 관리하면서 홍수피해 발생시 임시보상을 하고 예산이 확보되면 토지를 매입하여 하천으로 편입하는 방안으로 검토하였다.

국토해양부

과업구간에 대한 시설물 설치계획은 “4.2 홍수위 산정”에서 기술한 내용을 근거로 하여 현장여건을 종합적으로 고려하여 결정하였으며, 제방 및 호안 시설물의 계획내용은 <표 8.3-5> ~ <표 8.3-7>의 내용과 같다.

<표 8.3-5> 제방 및 호안 계획지구(축제)

하천명	지 구 명	구 간	안별	연 장 (m)	여유고 (m)	둑마루폭 (m)	표준 단면	비고
광천천	옹암1지구	No. 0+00～No. 7+68	좌	818	1.0	5.0	A~G	
	옹암2지구	No. 8+07～No. 9+47	좌	132	1.0	5.0	A~G	
	광천1지구	No.14+50～No.18+50	우	395	1.0	5.0	A~G	
	광천2지구	No.14+50～No.19+10	좌	440	1.0	5.0	A~G	
	소암지구	No.38+00～No.51+75	우	1,360	0.6	5.0	A~G	
합 계	**5 개 소**			**3,145**				
	죽전지구	No.71+60～No.75+40	우	380	0.6	5.0	-	정비완료

주) No.30+00 이후는「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.
비고의 정비완료는 「광천재해위험지구 정비사업」에 의거하여 정비완료된 지구임.

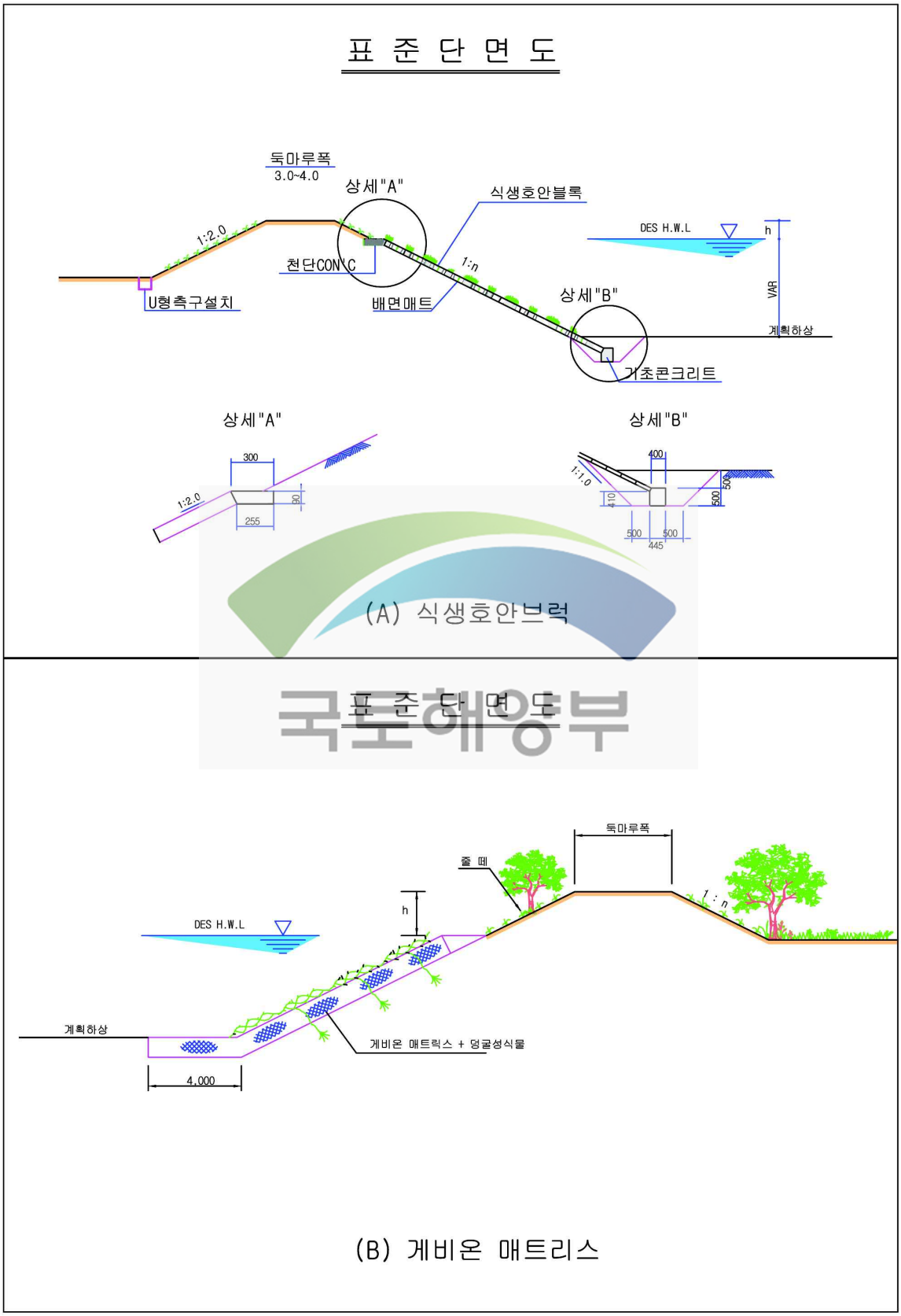
국토해양부

<표 8.3-6> 제방 및 호안 계획지구(보축)

하천명	지 구 명	구 간	안별	연 장 (m)	여유고 (m)	둑마루폭 (m)	표준 단면	비고
광천천	광천보축1	No.18+47～No.25+00	우	593	1.0	5.0	I,J	
	광천보축2	No.20+00～No.25+00	좌	493	1.0	5.0	I,J	
	소암보축	No.25+00～No.38+15	우	1,335	1.0	5.0	I,J	
	광천보축3	No.26+50～No.38+15	좌	1,145	1.0	5.0	I,J	
	내죽보축1	No.38+15～No.51+75	좌	1,355	0.8	5.0	H	
합 계	**5개소**			**4,921**				
	내죽보축2	No.51+75～No.75+40	좌	2,365	0.8	5.0	-	정비완료
	대평보축	No..51+75～No.71+60	우	1,985	0.8	5.0	-	정비완료

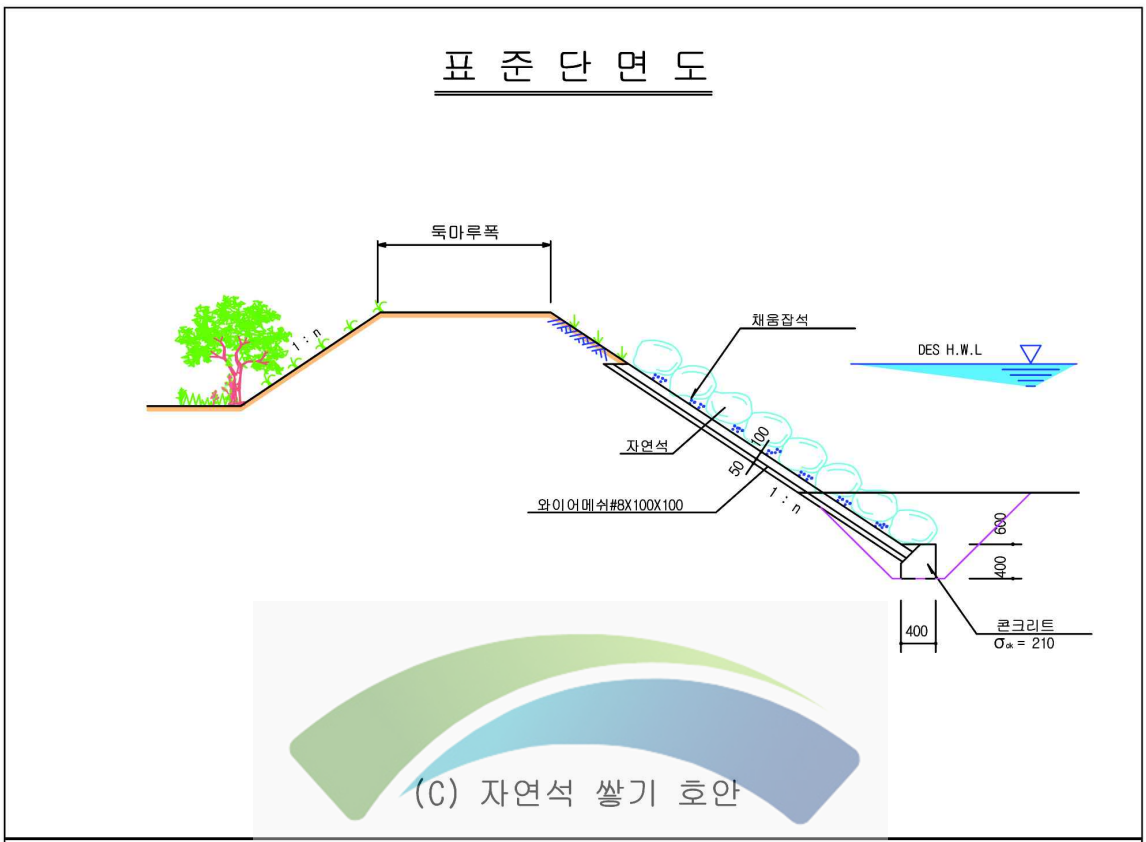
주) No.30+00 이후는「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.
비고의 정비완료는 「광천재해위험지구 정비사업」에 의거하여 정비완료된 지구임.

<그림 8.3-1> 표준단면도



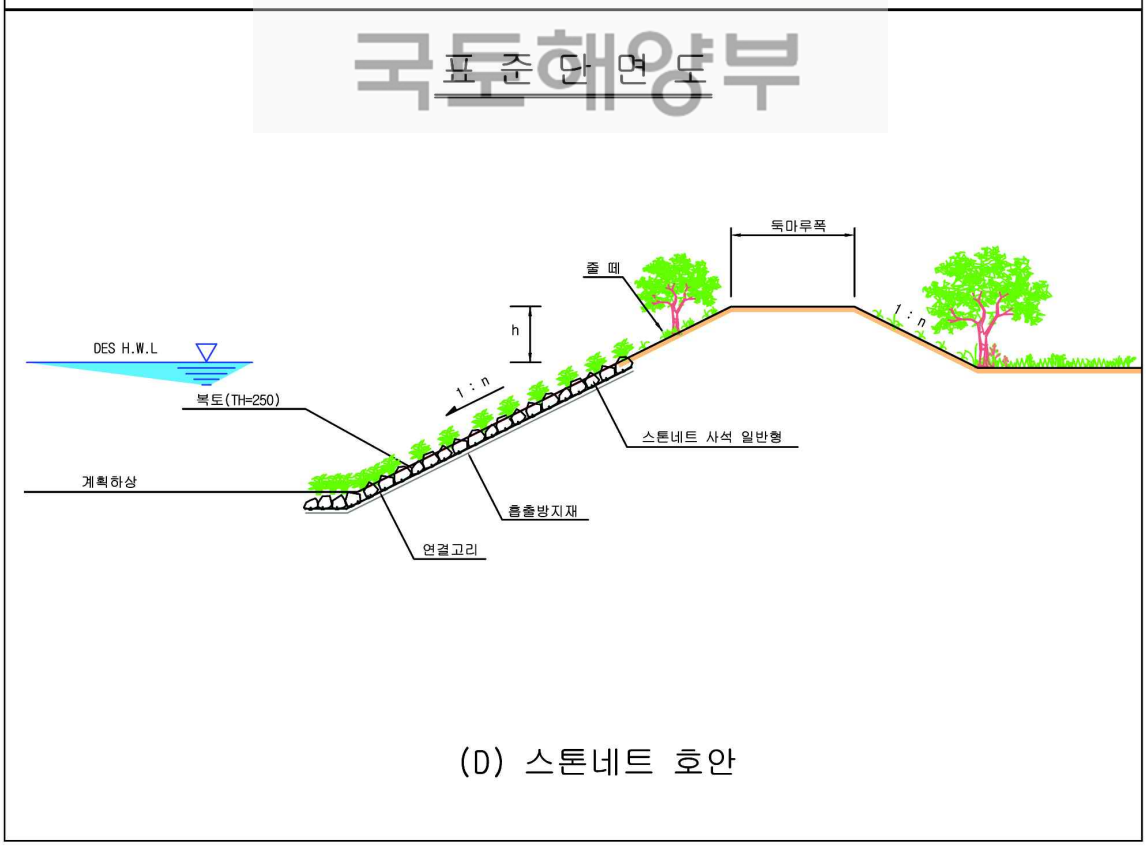
국토해양부

<그림 8.3-1> 계 속



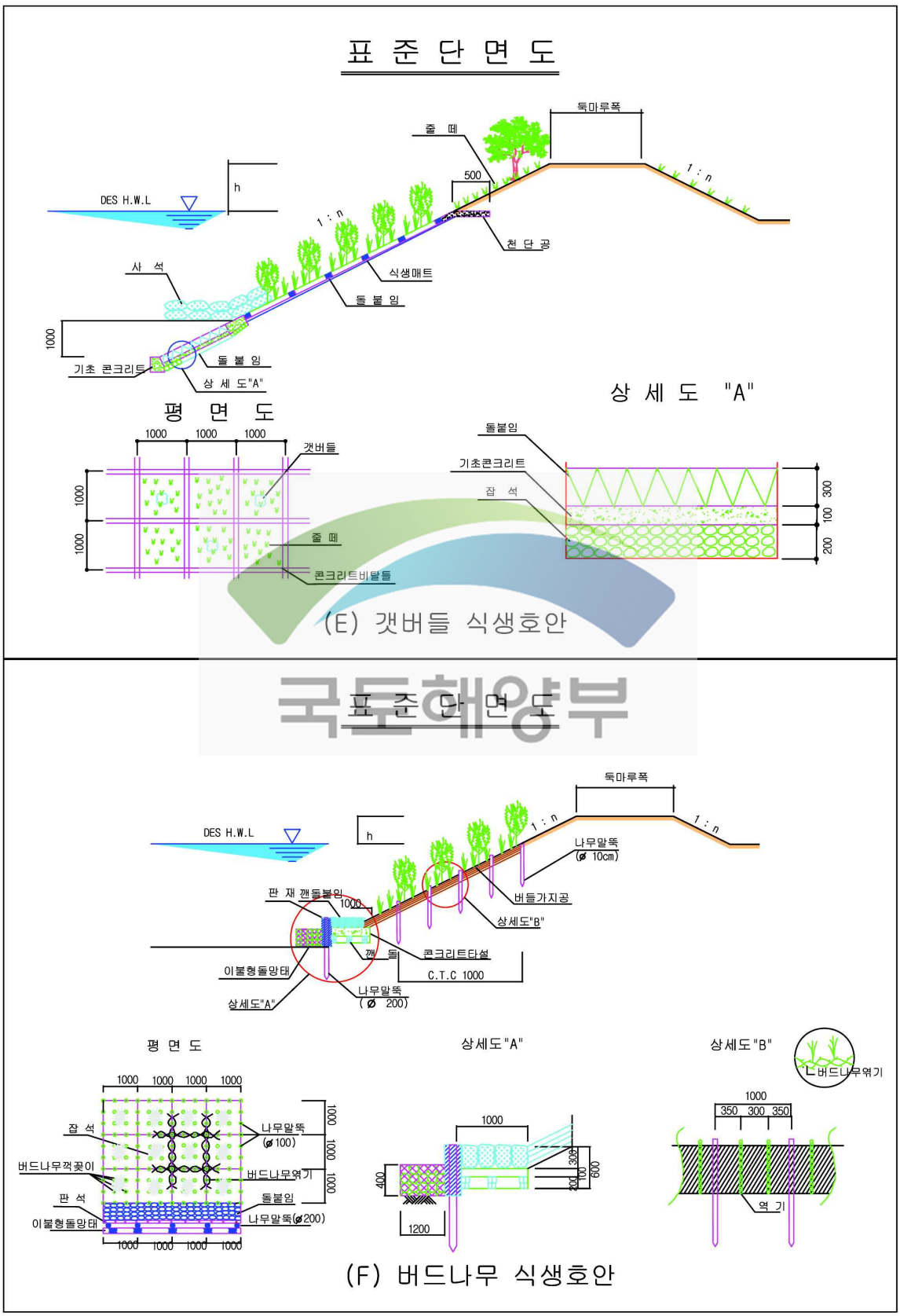
(C) 자연석 쌓기 호안

국토해양부



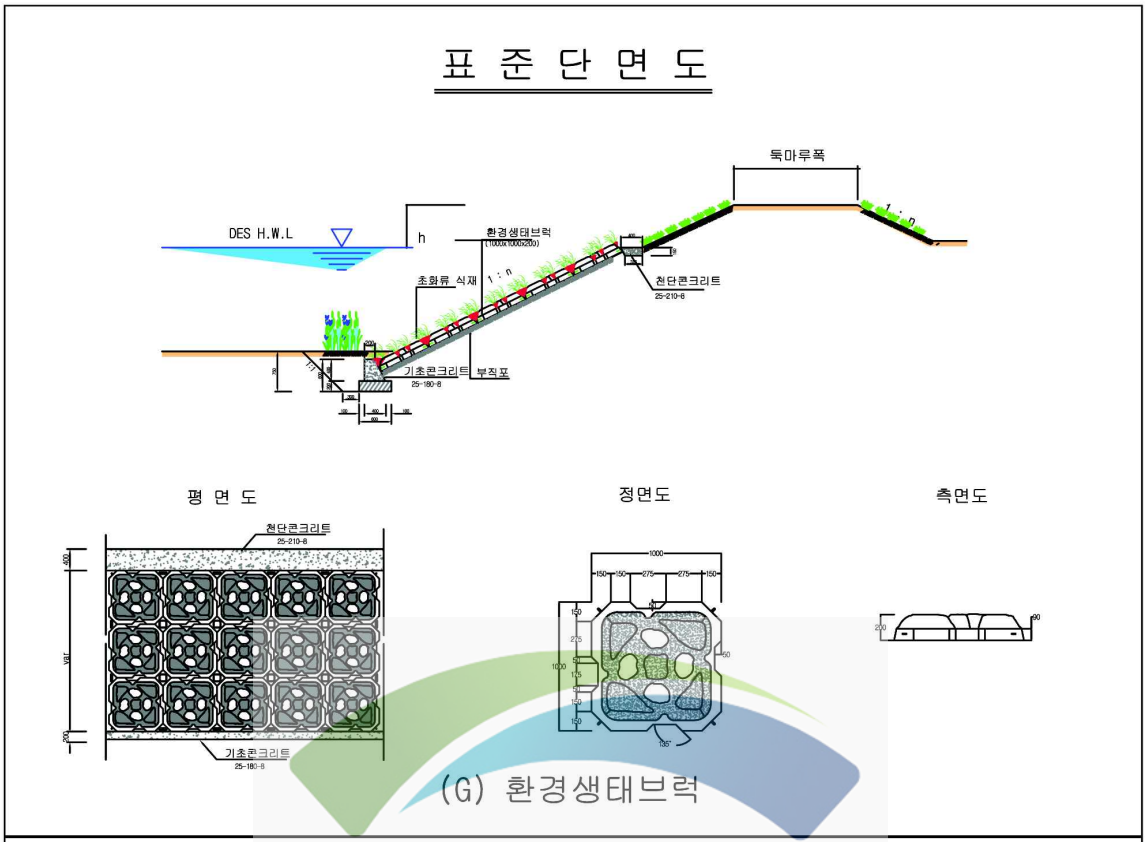
(D) 스톤네트 호안

<그림 8.3-1> 계 속



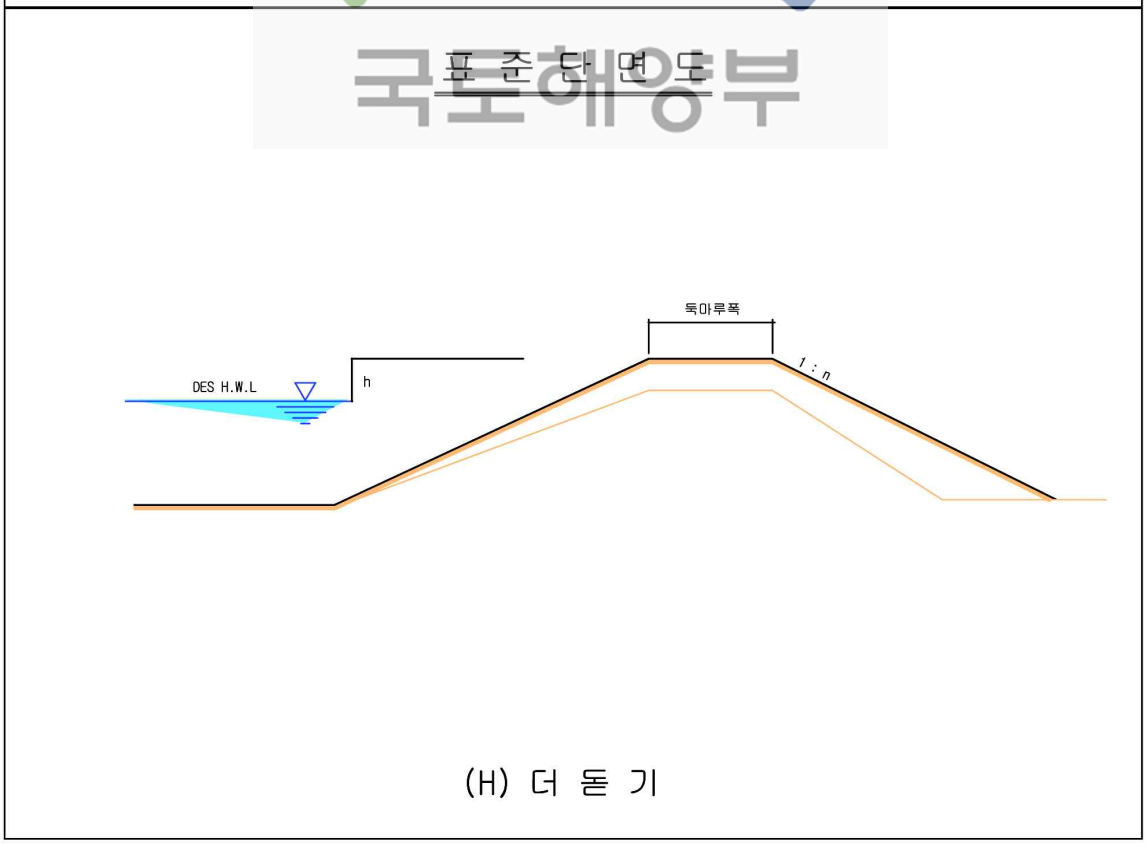
국토해양부

<그림 8.3-1> 계 속



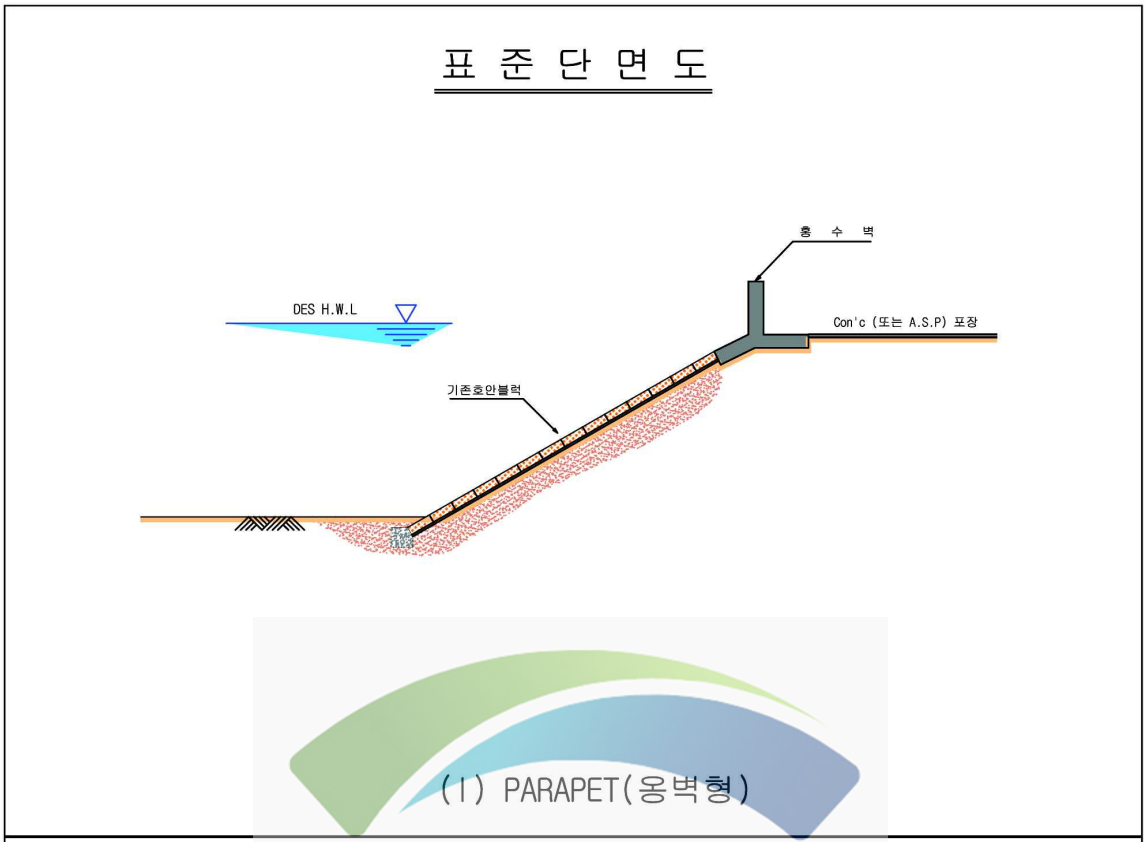
(G) 환경생태브럭

국토해양부



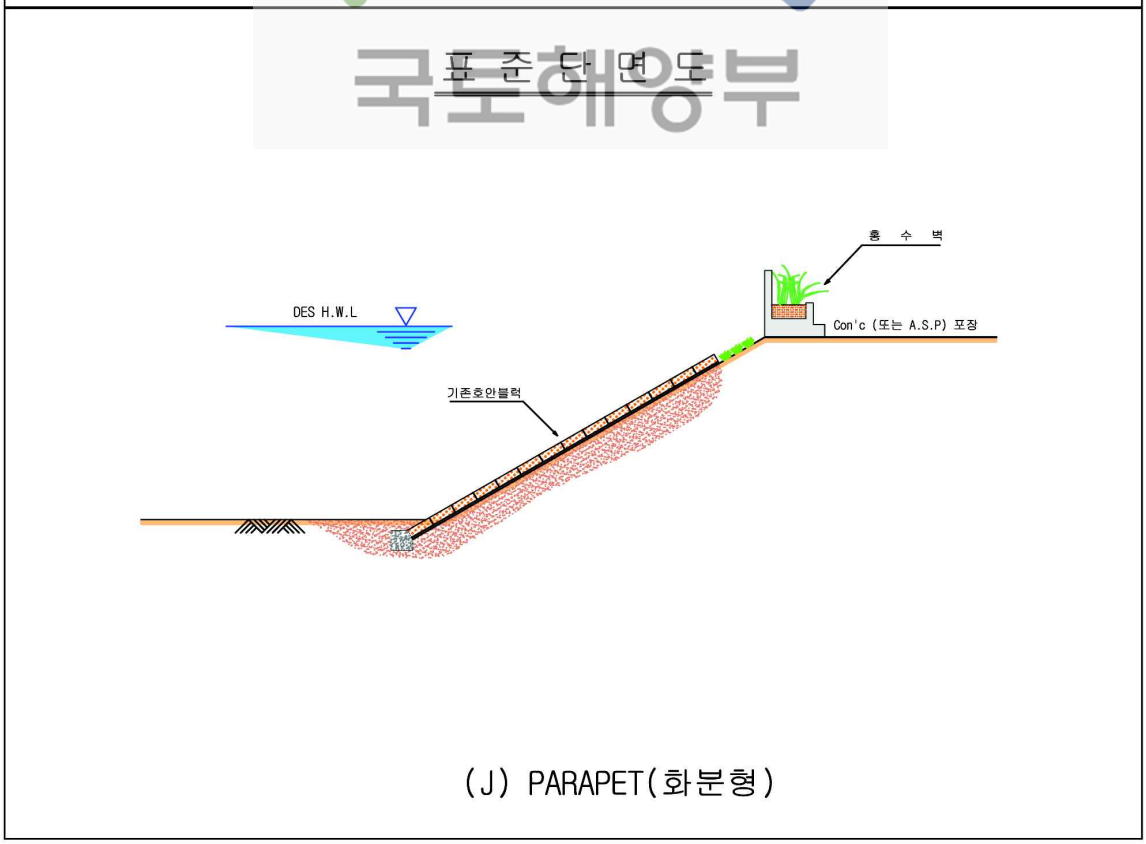
(H) 더 돋 기

<그림 8.3-1> 계 속



(I) PARAPET(옹벽형)

국토해양부



(J) PARAPET(화분형)

2) 배수시설

가. 기존시설물 능력검토

본 과업구간내에 위치한 기존 배수시설물에 대하여 배수구역을 구분하고 배수구역별로 기존 배수시설물의 통수단면적과 금회 과업에서 산정한 소요 통수단면적을 비교 검토하여 과부족을 판단함으로서 그 능력을 검토하였다.

검토에 필요한 기초 자료는 국립지리원에서 발행한 기본지형도(1/5,000, 1/25,000) 및 금번 측량으로 작성된 축척 1/1,000의 지형현황도를 이용하여 배수구역을 결정하되 현지조사를 통하여 보완·결정하였으며, 유출율은 배수유역의 토지이용현황을 고려하여 농경지, 임야, 주거지역 등으로 구분하고 배수유역별 평균유출계수를 계산하여 적용하였다. 통수단면 결정을 위한 홍수량 산정공식은 합리식을 이용하였고, 강우강도식은 배수유역이 소규모인 점을 고려하여 면적감소계수를 고려하지 않은 지점강우강도식을 유도하여 이용하였다. 배제시간은 배수구조물이 위치한 배후지의 토지이용도를 고려하여 농경지 및 평야지대는 6시간, 산지 및 주거지는 1시간으로 적용하였다.

배수시설물 능력검토에 이용된 통수단면적 산정

기본식과 적용한 강우강도식 및 결과는 다음 <표 8.2-8>과 같다.

○ 농경지 배수지역

$$a = \frac{0.2778 \times f \times Rn \times A}{Tn \times V} \times (1+\alpha)$$

○ 주거지 및 산지

$$a = \frac{0.2778 \times f \times Rn \times A}{V} \times (1+\alpha)$$

여기서,

a : 통수단면적(㎡)

Rn : 치수계획의 일관성을 위해 기수립(2005년)의 강우강도식에 의한 계획강우량 (50년 빈도) 적용

$$R_n = \frac{1,802.0}{(t+9.0)^{0.66725}}$$

f : 유출계수

Tn : T1 = 배제시간 (1시간), T6 = 배제시간 (6시간)

A : 집수(유역) 면적 (㎢), α : 여유율(20%)

V : 농경지 배수지역 2.0m/s, 주거지 및 산지배수지역 2.5m/s

증설시 계획단면은 기존구조물을 대체할 수 있는 규모로 계획하였으며, 배수통관의 경우 장래 유지관리를 고려하여 최소규격을 Ø800㎜ 이상으로 계획하였다.

금토해양부

<표 8.3-7> 기존배수시설 현황 및 능력 검토

하천명	배 수 시 설	측 점 (No.)	좌우 안별	기존시설 단면치수 (B×H×련, ø㎜×련)	문비 유무	집수 면적 (㎢)	단 면 검 토(㎡)			계획단면 (B×H×련, ø㎜×련)	비 고
							소요단면	현단면	과부족		
광천천	장척우1배수통관	10+95	우	1000×1	○	0.050	0.186	0.785	충분		변경구간
	웅암좌1배수통관	14+15	좌	600×1	×	0.049	0.174	0.283	충분		변경구간
	광천우1배수암거	18+40	우	2.0X2.0×1	○	0.097	0.318	4.000	충분		변경구간
	광천좌1배수암거	19+95	좌	1.2X1.2×1	○	0.028	0.293	1.440	충분		변경구간
	광천우1배수통관	20+5	우	700×1	×	0.010	0.091	0.385	충분		변경구간
	광천좌2배수암거	20+50	좌	900×1	×	0.017	0.173	0.636	충분		변경구간
	광천우2배수통관	20+90	우	300×1	×	0.013	0.115	0.071	(0.044)	Φ800×1	변경구간
	광천좌3배수암거	21+35	좌	0.9X0.9×1	×	0.021	0.216	0.810	충분		변경구간
	광천우3배수통관	21+80	우	600×1	×	0.043	0.384	0.923	1.109		변경구간
	광천우2배수암거	22+2	우	0.8X0.8×1	○						변경구간
	광천우3배수암거	22+90	우	1.0X1.0×1	○	0.029	0.259	1.000	충분		변경구간
	광천좌4배수암거	22+90	좌	2.0X1.3×1	○	0.168	1.862	2.600	충분		변경구간
	광천좌5배수암거	23+45	좌	1.0X1.0×1	○	0.088	0.960	1.000	충분		변경구간
	광천우4배수통관	24+60	우	1000×1	×	0.011	0.096	0.785	충분		변경구간
	광천좌1배수통관	25+10	좌	1200×1	○	0.023	0.211	1.414	충분		변경구간
	광천좌2배수통관	25+60	좌	600×1	○						변경구간
	광천우5배수통관	25+20	우	1000×1	×	0.052	0.475	1.288	충분		변경구간
	광천우6배수통관	25+30	우	800×1	×						변경구간
	광천우4배수암거	26+60	우	2.0X2.0X2	○	0.649	2.454	8.000	충분		변경구간
	광천좌3배수통관	27+35	좌	600×1	×	0.012	0.120	0.283	충분		변경구간
	광천우7배수통관	28+20	우	1000×1	○	0.155	0.594	0.785	충분		변경구간
	광천좌4배수통관	28+20	좌	700×1	×	0.012	0.110	0.385	충분		변경구간
	광천좌5배수통관	29+30	좌	300×1	×	0.018	0.178	0.071	(0.107)	Φ800×1	변경구간
	광천우8배수통관	29+65	우	1000×1	○	0.115	0.426	0.785	충분		변경구간
	광천좌6배수통관	29+95	좌	900×1	○	0.040	0.398	1.139	충분		
	광천좌7배수통관	30+10	좌	800×1	×						
	광천좌8배수통관	31+65	좌	600×1	×	0.029	0.317	1.571	1.254		
	담산좌1배수통관	33+0	좌	800×1	×						
	담산좌2배수통관	33+10	좌	1000×1	×						
	소암우1배수통관	31+70	우	1000×1	○	0.039	0.132	0.785	충분		
	담산좌3배수통관	33+70	좌	1000×1	○	0.076	0.869	1.288	0.419		
	담산좌4배수통관	34+40	좌	800×1	○						

주) No.30+00 이후는「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

국토해양부

<표 8.3-7> 계 속

하천명	배 수 시 설	측 점 (No.)	좌우 안별	기존시설 단면치수 (B×H×련, ø㎜×련)	문비 유무	집수 면적 (㎢)	단 면 검 토(㎡)			계획단면 (B×H×련, ø㎜×련)	비 고
							소요단면	현단면	과부족		
광천천	담산좌5배수통관	35+5	좌	800×1	○	0.042	0.162	0.662	충분		
	담산좌6배수통관	35+50	좌	450×1	×						
	소암우2배수통관	35+15	우	1000×1	×	0.042	0.408	1.264	충분		
	소암우3배수통관	36+5	우	500×1	×						
	소암우4배수통관	36+25	우	600×1	×						
	담산좌1배수암거	36+10	좌	3.0X3.0×1	○	0.889	3.258	9.000	충분		
	소암우5배수통관	37+5	우	300×1	×	0.027	0.298	0.142	(0.156)	Φ800×1	
	소암우6배수통관	37+45	우	300×1	×						
	가정좌1배수통관	39+60	좌	1000×1	○	0.225	0.822	0.785	(0.037)	Φ1200×1	
	소암우7배수통관	40+10	우	1000×1	×	0.044	0.480	0.785	충분		
	가정좌1배수암거	40+60	좌	2.0X1.5×1	○	0.193	0.708	3.000	충분		
	가정좌2배수통관	41+30	좌	1200×1	○	0.090	0.348	1.131	충분		
	소암우8배수통관	42+65	우	800×1	×	0.056	0.600	0.503	(0.097)	Φ1000×1	
	소암좌1배수통관	44+50	좌	1000×1	○	0.014	0.149	1.359	충분		
	소암좌2배수통관	44+75	좌	300×1	×						
	소암좌3배수통관	45+5	좌	800×1	×						
	소암우9배수통관	45+5	우	800×1	×	0.059	0.614	0.503	(0.111)	Φ1000×1	
	소암좌1배수암거	45+50	좌	2.5X2.0X2	○	1.622	5.940	10.000	충분		
	소암우1배수암거	47+65	우	2.5X2.0×1	×	0.278	1.086	5.000	충분		
	소암좌4배수통관	48+10	좌	600×1	○	0.024	0.084	0.283	충분		
	소암좌5배수통관	49+40	좌	600×1	○	0.034	0.114	0.283	충분		
	소암우10배수통관	49+55	우	600×1	○	0.029	0.096	0.283	충분		
	소암좌2배수암거	50+50	좌	1.0X1.0×1	○	0.053	0.180	1.000	충분		
	소암우2배수암거	51+65	우	2.0X2.0×1	×	0.193	0.768	4.000	충분		
	소암좌6배수통관	51+85	좌	1000×1	×	0.459	1.650	1.570	(0.080)	1.5×1.5×1	
	소암좌7배수통관	51+90	좌	1000×1	×						
	대평우1배수암거	53+70	우	1.5X1.5×1	×	0.096	0.372	2.250	충분		
	대평우4배수통관	58+5	우	300×1	×	0.029	0.096	0.071	(0.025)	Φ800×1	
	내죽좌1배수통관	59+0	좌	1000×1	×	0.101	0.360	0.785	충분		
	대평우5배수통관	60+60	우	600×1	×	0.018	0.060	0.283	충분		
	대평우6배수통관	62+80	우	1000×1	×	0.217	0.810	1.068	0.258		
	대평우7배수통관	62+85	우	600×1	×						

주) No.30+00 이후는「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

국토해양부

<표 8.3-7> 계 속

하천명	배 수 시 설	측 점 (No.)	좌우 안별	기존시설 단면치수 (B×H×련, ø㎜×련)	문비 유무	집수 면적 (㎢)	단 면 검 토(㎡)			계획단면 (B×H×련, ø㎜×련)	비 고
							소요단면	현단면	과부족		
광천천	내죽좌2배수통관	64+70	좌	1000×1	×	0.049	0.186	1.288	충분		
	내죽좌3배수통관	64+80	좌	800×1	×						
	내죽좌1배수암거	65+55	좌	1.3X1.0×1	×	0.630	2.346	1.300	(1.046)	2.0×1.5×1	
	대평우8배수통관	66+45	우	600×1	×	0.019	0.066	0.283	충분		
	대평우2배수암거	67+50	우	1.5X1.5×1	×	0.221	0.876	2.250	충분		
	대평우9배수통관	68+60	우	300×1	×	0.038	0.150	0.071	(0.079)	Φ800×1	
	내죽좌2배수암거	69+75	좌	2.0X1.7×1	×	0.130	0.450	3.400	충분		
	대평우10배수통관	69+90	우	600×1	×	0.011	0.036	0.283	충분		
	내죽좌4배수통관	70+60	좌	600×1	×	0.135	0.462	0.283	(0.179)	Φ1000×1	
	대평우11배수통관	71+45	우	600×1	×	0.232	0.894	0.283	(0.611)	Φ1200×1	
	죽전우1배수통관	73+90	우	1000×1	×	0.146	0.498	0.785	충분		
	죽전우2배수통관	75+35	우	600×1	×	0.030	0.102	0.283	충분		
	죽전우1배수암거	77+65	우	3.0X1.5×1	×	0.756	2.814	4.500	충분		
	내죽좌5배수통관	79+10	좌	800×1	×	0.111	0.408	0.503	충분		
	내죽좌6배수통관	80+90	좌	800×1	×	0.094	0.354	0.503	충분		
	죽전우2배수암거	82+80	우	3.5X2.0×1	×	1.281	4.770	7.000	충분		
	내죽좌7배수통관	82+95	좌	800×1	×	0.053	0.210	0.503	충분		
	죽전좌1배수통관	85+25	좌	300×1	×	0.009	0.036	0.071	충분		
	죽전좌2배수통관	85+40	좌	1000×1	×	0.054	0.600	0.785	충분		
	죽전좌3배수통관	85+70	좌	1000×1	×	0.021	0.072	0.785	충분		
	죽전우3배수통관	88+40	우	600×1	×	0.089	0.312	0.283	(0.029)	Φ800×1	
	죽전좌4배수통관	88+70	좌	600×1	×	0.027	0.108	0.283	충분		
	죽전좌5배수통관	89+70	좌	600×1	×	0.071	0.802	1.068	0.266		
	죽전좌6배수통관	89+90	좌	1000×1	×						
	죽전우3배수암거	89+95	우	1.0X1.0×1	×	0.017	0.060	1.503	충분		
	죽전우4배수통관	90+10	우	800×1	×						

주) No.30+00 이후는「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

국토해양부

나. 계획시설물 능력검토

본 과업대상 하천의 개수계획지구 중 배수시설이 필요한 지구에 대해서는 저지대 농경지 배수지역과 고지(주거지역) 배수지역으로 구분하여 전절 “기존시설물 능력검토”에서 분석한 것과 같은 방법으로 신설배수문 단면을 결정하였다.

<표 8.3-8> 신설배수문 현황

하천명	지구명	계 획 배수문	측 점	좌우 안별	구조물 계 획	비 고
광천천	옹암지구	문1	No.4+1.0	좌	ϕ1,000	

주) 1. 소요단면 = 계산단면적 × 여유율(20%)
2. 취수문의 규격은 기존의 단면을 유지하였음.

8.3.2 하천횡단 시설물의 관리계획 수립

1) 교량

가. 검토기준

하천을 횡단하는 교량의 높이는 계획홍수량에 따른 여유고 이상을 확보하여야 하며, 유수 소통에 지장이 없도록 계획하폭에 맞는 교량길이와 충분한 경간장이 필요하다. 따라서 본 계획에서는 과업대상 하천구간에 설치된 교량에 대한 여유고, 교량길이 검토를 통해 기존교량의 적정성 여부를 평가하였다.

하천설계기준에서 제시한 검토기준은 다음과 같다.

국토해양부

<표 8.3-9> 계획홍수량에 따른 여유고

계획홍수량(㎥/sec)	여 유 고 (m)	비 고
500～2,000미만	1.0이상	
2,000이상～5,000미만	1.2이상	
5,000이상～10,000미만	1.5이상	
10,000이상	2.0이상	

주) 자료출처 : 하천설계기준 (2009. 한국수자원학회)

<표 8.3-10> 계획홍수량에 따른 경간장

계획홍수량(㎥/sec)	경간길이 (m)	비 고
500 미만, 하천폭 30m미만일 경우	12.5이상	
500 미만, 하천폭 30m이상인 경우	15.0이상	
500이상～2,000미만	20.0이상	
2000 이상	L=20+0.005Q(70m 이하)	L:경간장(m)
주운을 고려해야 할 경우	주운에 필요한 최소 경간장 이상	Q:계획홍수량(㎥/sec)

주) 자료출처 : 하천설계기준 (2009. 한국수자원학회)

나. 능력검토

금회 변경구간 내 교량은 총 8개소로 천수만교, 삼봉교, 광천교를 제외한 5개소의 교량은 여유고 및 교량연장 부족 등으로 인하여 하천의 계획규모에 적합하지 않은 교량으로 향후 하천개수 및 유지 보수시에 증축 및 확장이 필요하며 교량현황 및 검토결과는 <표 8.3-11>과 같다

<표 8.3-11> **교량별 홍수소통능력 검토**

하천명	교량명	측점 (NO.)	형하여유고(m)					교량연장(m)				비고
			H.W.L (1)	여유고 (2)	(1)+(2)	교좌장치하단	과부족	계획연장	교량연장	과부족	교각두께	
광천천	천수만교	0+15	4.14	1.00	5.14	10.15	0.00	246.0	246.0	-	3.0	변경구간
	포항교	8+26	5.27	1.00	6.27	5.74	-0.53	120.0	120.0	-	1.5	변경구간
	옹암2교	14+50	6.43	1.00	7.43	6.53	-0.90	75.0	75.0	-	0.8	변경구간
	옹암교	18+47	6.67	1.00	7.67	6.57	-1.10	75.0	73.5	-2.5	0.6	변경구간
	철교	19+50	6.99	1.00	7.99	7.13	-0.86	75.0	82.6	-	2.8	변경구간
	삼봉교(아치교)	22+71	7.18	1.00	8.18	8.43	0.00	63.0	63.0	-	1.4	변경구간
	광천교(아치교)	25+00	7.54	1.00	8.54	8.69	0.00	61.0	61.0	-	1.0	변경구간
	세월교	29+25	8.07	1.00	9.07	-	-	-	-	-	-	변경구간
	소용교	35+00	8.85	0.80	9.65	8.91	-0.74	56.0	56.0	-	0.80	
	신대세월교	38+15	9.56	0.80	10.36	-	-	-	-	-	-	
	신랑새마을교	47+40	13.31	0.80	14.11	12.45	0.00	56.0	56.0	-	0.60	
	제1소암교	51+75	13.84	0.80	14.64	12.70	-1.94	60.0	60.0	-	0.60	
	대평잠수교	60+35	14.64	0.80	15.44	13.60	-1.84	22.5	22.5	-	0.30	철거
	내죽교	66+40	17.54	0.80	18.34	17.73	-0.60		60.0	60.0	0.60	
	가정흠관교	80+95	22.87	0.80	23.67	-	-	-	-	-	-	
	죽전교	84+15	26.08	0.80	26.88	26.17	-0.71		44.0	44.0	0.60	
	죽전새마을교	90+00	34.63	0.80	35.43	32.74	-2.69	10.0	10.0	-	-	

주) 세월교 및 잠수교는 검토대상에서 제외하였음.
No.30+00 이후의 자료는 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

국토해양부

2) 취수보, 낙차공, 하상유지공, 수제

가. 취수보 및 낙차공

본 과업구간 내에 위치한 취수보 및 낙차공은 옹암보 1개소로 조사측량자료 검토와 현장답사를 실시하여 취수보에 대한 형태와 기능여부를 파악하였다.

옹암보(No.19+12)는 현재 좌우양안(중방들)으로 취수(몽리면적:23.9ha)하고 있는 보로 현장조사결과 시설이 노후화되어있고 홍수 시 상류부 광천시가지에 배수위 영향을 주고 있어 이·치수기능을 증진할 수 있도록 금회 가동보와 어도 설치계획을 수립하였다.

<표 8.3-12> 취수보 및 낙차공 현황 및 상태

하천명	구조물명칭	측점 (NO.)	연장(m)		유지관리상태				비고
			현재	계획	본체	물받이	바닥보호공	어도	
광천천	옹암보	19+12	58.0	41.0	△	△	△	-	변경구간
	신대1낙차공	34+60	49.5	49.5	△	△	△	-	
	신대2낙차공	38+25	39.5	49.5	○	○	○	○	
	소용낙차공	42+90	39.0	50.0	○	○	○	-	
	갱이보	45+0	28.2	41.2	○	○	○	-	
	월림보	60+60	51.3	51.3	△	△	△	-	
	갱이보	63+55	70.0	70.0	○	○	○	-	
	대평보	71+35	55.0	55.0	△	△	△	-	철 거
	광주리보	80+40	41.3	43.3	○	○	○	-	
	죽전보	85+85	48.5	48.5	△	×	×	-	
	죽전낙차공	90+0	8.0	8.0	△	△	-	-	

주) ○ 양호, △ 보통, × 파손, - 없음
No.30+00 이후의 자료는 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

나. 어 도

(1) 어도의 정의

어도란 하천수의 이수 및 치수를 위한 수리구조물(댐, 보, 낙차공 등)을 설치하면서 단절된 하천내 어류의 원활한 이동이 가능토록 만들어진 수리구조물로서 하천내 단절된 생태적 서식처(Biotop)를 연결해주는 수리구조물이라고 정의할 수 있다. 수산업법(법령집 29권 제27편 수산)의 제74조와 제79조, 수산자원보호령(법령집29권 제27편 수산) 제12조, 제31조에 수산 동식물의 번식 보호를 위하여 하천횡단 구조물에 어도 등을 설치토록 하여 어류의 이동을 원활히 하도록 하고 있다.

(2) 어도의 설치목적

어도는 하천내의 어류의 이동을 원활하게 하여 어류의 서식처간의 이동이 가능하도록 하는 것이 주된 목적이며, 최근에는 어도 설치의 목적을 여러 가지 방면으로 고려하고 있다. 즉 어도를 설치함으로 인해 인간이 얻는 부가적인 이익, 예를 들어 수산자원의 확보와 친수적인 목적으로 어도에 관찰시설 같은 부가기능을 설치하여 일반인들의 관광효과와 학생들의 교육효과를 고려하는 경우도 선진국에서는 이미 시행되고 있기 때문이다.

이와 같이 오늘날 어도의 설치목적은 단순히 이동경로의 확보만을 생각하는 것이 아니라 그와 함께 인간과 하천환경의 조화라는 관점에 목적을 두어야 한다.

목포해양대

(3) 목적별로 분류한 어도의 종류

설치된 어도가 아래의 5가지 목적을 모두 겸하고 있는 경우도 있으며 하천좌·우안별로 소상용 어도와 강하용 어도를 각각 설치하는 경우도 있다. 채집용 어도는 어류의 공간이동이나 실험을 위하여 어종을 채집하기 위해 설치하는 경우를 말한다. 관찰용 어도는 어도구조물 측면에 유리를 끼운 관찰창이 부착된 형태로서 이 곳에는 어도 일부구간의 측면쪽에 어도 관찰실을 만들어 놓고 통과하는 물고기가 반드시 관찰창 근처를 통과하도록 고안되어 이 곳을 찾는 일반인들의 관광지 기능도 하고 있다.

<표 8.3-13> 어도의 설치목적별 분류

분 류	목 적	비 고
소상용(遡上用) 어도	소상어류를 위한 용도	주기능
강하용(降下用) 어도	강하어류를 위한 용도	주기능
채집용(採集用) 어도	어류를 채집하기 위한 용도	부가적 기능
선별용(選別用) 어도	어종의 선별을 위한 용도	부가적 기능
관찰용(觀察用) 어도	어류의 관찰을 위한 용도	부가적 기능

(4) 어도의 형식결정

가) 어도형식 결정시 고려사항

어도형식의 선정에 있어서는 각 어도의 특징을 충분히 검토하고 아래와 같은 내용을 고려하여 적합한 형식을 선정한다.

- ○ 대상으로 하는 하천유량, 수위의 범위
- ○ 대표어종의 소상능력의 한계치
- ○ 이용 어종의 다양성
- ○ 어도 입·출구부의 수위변동
- ○ 어도의 유량
- ○ 입지조건 및 경제적 조건
- ○ 어류소상의 자연성
- ○ 경관 및 친수성

나) 어도의 형식분류

어도 형식을 구조적으로 분류하면 <표 8.3-14>와 같으며, 일반적으로 유지관리측면에서 유리한 풀식(Pool type), 수로식(Stream type) 및 운영조작식(Operation type)등 3개 형식으로 분류된다.

어도의 형식중 운영조작식은 대부분 낙차가 큰 지점이나 저수지(댐)에서 적용하므로 금번 과업하천에서는 수로 및 하천에 일반적으로 적용하는 풀식 및 수로식을 대상으로 어도형식별 장단점을 비교하였다.

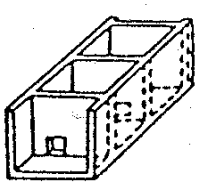
국토해양부

<표 8.3-14> 어도의 구조적 형식별 분류

분 류	풀 식 (Pool type)	수 로 식 (Stream type)	운영조작식 (Operation type)
구조적 형식	계 단 식 잠공(潛孔)식 Ice harbor식 Vertical slot식	순경사수로식 돌붙임(粗石付斜路)식 도류벽(導流壁)식 Denil식	갑문식 Borland식 Lift or Elevator식 Fish pump식
비 고	고정식	고정식	가동식

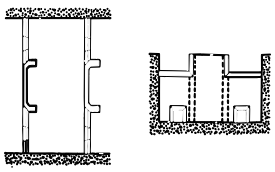
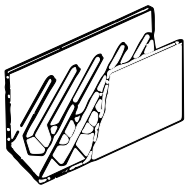
주) 자료출처 : 어도설계실무(제 12회 수공학 워크샵)

<표 8.3-15> 어도 형식별 장단점 검토

형 식	구 조	장·단점	설치된 모습	비 고
계단식 전면월류형	○ 월류벽을 계단식으로 배치하여 월류벽과 월류벽 사이에 풀(pool)을 형성하는 형식으로 물의 흐름이 월류벽 전면을 통해서 흐르는 방식	○ 중경사의 수로에 설치하며 공사비가 저렴하다. ○ 설치가 비교적 쉽고 시공사례가 많다. ○ 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 작을 때도 가능하며, 보의 높이가 높고 구배가 큰 곳에도 설치할 수 있다. ○ 유속이 빠르고, 낙차가 있으므로 유영력(遊泳力), 도약력(跳躍力)이 좋은 일부 어종만이 이용할수 있어 어류의 이동에 비효율적임.		
계단식 부분월류형	○ 월류벽을 계단식으로 배치하여 월류벽과 월류벽 사이에 풀(pool)을 형성하는 형식으로 물의 흐름이 월류벽에 도류벽 등을 설치하여 일부분만을 통해서 흐르는 방식	○ 중경사의 수로에 설치하며 공사비가 저렴하다. ○ 설치가 비교적 쉽고 시공사례가 많다. ○ 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 작을 때도 가능하며, 보의 높이가 높고 구배가 큰 곳에도 설치할 수 있다. ○ 어류의 유영을 효율적으로 하게하는 구조물로서 기존의 계단식 어도의 단점을 보완함 ○ 어도의 유량조절장치가 없다.		
버티칼 슬롯식	○ 격벽에 만들어진 연직의 간격(vertical slot)으로 빠지는 흐름에 의해서 각 풀(pool)이 연결되는 방식	○ 어종이 다양하게 이동하여 효율적이다. ○ 중경사의 수로에 설치하며 공사비가 저렴하다. ○ 설치가 비교적 쉽고 시공사례가 많다. ○ 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 작을 때도 가능하며, 보의 높이가 높고 구배가 큰 곳에도 설치할 수 있다.		
잠공식	○ 계단식어도에 잠공을 설치하여 월류되지 않는 유량은 잠공으로 통과하게 하여 어류 소상이 가능하도록 함	○ 계단식어도를 개량하여 저유량 및 최저유량에도 어류가 소상 가능하도록 함. ○ 흐름변동이 심하고 와류나 기포가 많이 생겨 이동에 지장을 초래		

국토해양부

<표 8.3-15> 계 속

형 식	구 조	장·단점	설치된 모습	비 고
Ice Harbor식	○기존의 계단식어도의 단점을 보완 ○박리현상을 줄이기 위해 헌치 설치	○유영력과 도약력이 약한 여러 어종에 적합 ○어류 소상시 쉴 수 있는 어류공간 ○어도길이가 길어져야함 ○어류의 몸체 손상우려		
순경사 수로식	○경사수로에 유속을 줄이고 수심을 증가시켜 휴식장소를 주기위해 호박돌을 붙인 것	○유목(流木)이나 토사가 들어와도 제거가 쉽다. ○낙차가 적은 낮은 보 등에 설치하며, 공사비가 저렴하다. ○어도의 방류량이 많아 따로 유인수가 없어도 어류의 유인효과가 크고, 보의 수위 변동에 따라 어도의 수량(水量)과 유속이 변한다. ○시공사례가 많음. ○유속이 빨라 중간 중간에 어류가 쉴 수 있는 휴식장소를 만들어줄 필요가 있다.		
도류벽식 (사다리식)	○평면식 어도보다 낙차가 큰 보에서 폭 1m 내외의 경사수로를 만들고 유속을 줄이기 위하여 감세공을 설치한 것	○수위차가 작은 보에서 주로 시공하고 있는 형식으로 평면식 어도보다 낙차(落差)가 큰 보에 설치한다. ○급구배의 좁은 장소에서 적은 예산으로 설치할 수 있다. ○시공사례가 많음. ○유속이 빨라 유영력(遊泳力)이 큰 일부 어종만 이용이 가능하다.		
Denil식	○철판으로 제작한 저류판을 45°경사로 설치하여 유속 저감 및 수심 저하 효과	○주로 어도바닥을 이용하여 이동 ○유영력이 약한 어종에 적합 ○휴식공간을 최대한 살릴수 있음		
혼합식	○어도 형식들을 조합하여 하나의 어도로 만든 것으로 어류의 유영이 효율적임	○어도 형식들을 조합하여 어류의 유영이 효율적임 ○시공사례가 많아지는 추세임. ○수위차가 작은 보에서 공사비가 경제적이다.		

주) 자료출처 : 어도설계지침(안)(2000. 12, 건설교통부)

국토해양부

다) 어도의 형식결정

어도의 형식을 결정하기 위해서는 모든 어종이 유영력에 관계없이 모두 이용할 수 있어야 하고, 수위가 변해도 어도 기능이 있어야 하며 어도의 유량, 수리시설물의 상하류 낙차, 상류 수위 변동폭, 공사비, 유지관리비, 휴식 풀의 필요성 등을 고려하여 선정하여야 한다.

기 수립된 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료를 인용하여 광천천 수계의 출현어종을 검토한 결과 확인된 종은 총 1목 2과 3종 42개체로서 이 중 우점종은 피라미라소 27개체 64.29%의 우점을 나타내었으며 차우점종은 쌀미꾸리로서 12개체 28.57%의 우점을 나타내었다. 본 과업구간은 대부분이 피라미와 쌀미꾸리의 출현빈도가 높게 나타났고, 외래도입종 및 환경부 지정 멸종위기종은 확인되지 않았다.

종다양성을 분석한 결과 종다양도 0.83, 균등도 0.76, 풍부도 0.54의 비교적 낮은 수치를 나타내었다.

<표 8.3-16> 조사지역별 우점종현황

하천명	우점종	차우점종
광천천	피라미	쌀미꾸리

국토해양부

<표 8.3-17> 조사지역별 종다양성

하천명	종다양도(H')	균등도(E')	종풍부도(R')
광천천	0.83	0.76	0.54

<표 8.3-18> 현지조사시 확인된 어류상

학 명	국 명	광천천
CLASS OSTEICHTHYES	조기어 강	
ORDER CYPRINIFORMES	잉어목	
FAMILY CYPRINIDAE	잉어과	
Carassius auratus	붕어	
Rhodeus ocellatus	흰줄납줄개	
Rhodeus uyekii	각시붕어	
Pseudorasbora parva	참붕어	
Pungtungia herzi	돌고기	
Microphysogobio yaluensis	돌마자	
Rhynchocypris oxycephalus	버들치	
Zacco temmincki	갈겨니	
Zacco platypus	피라미	27
FAMILY COBITIDAE	미꾸리과	
Lefua costata	쌀미꾸리	12
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리	3
Cobitis lutheri	점줄종개	
합계(sum.)		42
종수		3

위와 같이 광천천에서 조사된 어종은 파라미, 쌀미꾸리 등으로 이들 어류는 연어나 은어 등의 어종에 비해 상대적으로 유영력과 도약력이 작은 대표적인 한국 담수어종에 속한다.

일반적으로 하천의 어도형식을 선정할 때에는 대상 하천에서의 대표적인 어종을 대상으로 고려하여야 하지만, 필요에 따라서는 종의 다양성 확보차원에서 출현빈도가 적으면서도 경제적 또는 생태적 가치가 있는 어종을 복원 목표어종으로 선정하여 그에 맞는 어도의 형식과 규모를 결정할 수도 있다. 하지만, 현재는 특정어류를 위한 어도를 설치하는 것이 아니라 유영력에 관계없이 모두 이용할 수 있어야 하고, 모든 생물이 자유롭게 이동 할 수 있는 생태통로의 역할을 할 수 있도록 조성하여야 하므로 목표어종을 설정하기 보다는 전체 어종을 고려하여 어도의 형식을 결정하여야 한다.

한편, 광천천의 유량은 갈수량 기준(상지천 합류전)으로 0.149㎥/sec(약12,874톤/일)로서 어도로 활용할 수 있는 유량은 충분한 것으로 판단된다.

(5) 어도위치 선정

가) 일반사항

과거에는 어도의 규모가 클수록 어류의 소상환경이 양호하다는 생각이 지배적이었으나, 어도는 규모보다는 어류의 이동경로에 어도를 설치할 때 어류의 소상효과가 크게 나타나게 된다. 따라서 효율적인 어도의 설계를 위해서는 취수보나 낙차공 직하류의 하천 흐름을 파악하여 어류의 일반적인 거동특성을 조사해야 한다.

다음은 어류의 일반적인 거동 특성을 요약한 것이다.

○ 소상어는 흐름에 대하여 정방향의 주행특성을 가지고 있으며 일반적으로 양쪽 하안부를 통하여 이동

○ 강한 흐름을 피하고 유수의 경계면을 통하여 이동

○ 조용하고 일률적인 흐름에서는 비교적 빠른 흐름으로 이동

○ 복잡한 난류, 기포 등의 흐름에서는 조용한 흐름으로 이동

나) 어도 위치

어도 위치의 최우선 조건은 어류의 유도 및 진입이 용이하여야 한다. 그러나, 어도의 위치는 하도형상 및 월류상황 그리고 어도의 형식에 따라서 조금씩 달라지게 되므로 어도의 형식과 설치지점의 현지여건을 조사하여 소상어가 모이는 장소에 어도 입구를 설치하여야 하며 어도 입구에 집어장소가 형성되지 않을 경우에는 어도 입구에 유도설비를 만드는 방안도 있다.

국토해양부

본 계획에서는 조사측량성과를 참조하고 현장조사를 실시하여 구조물별로 주 흐름이 형성되는 지점을 파악하여 어도설치 위치를 결정하였다.

한편, 하천의 흐름은 매년의 홍수상황 및 하상변동 등으로 변화될 것으로 판단되어 장래 사업 시행 시에는 금번 계획된 내용을 기준으로 시설물관리자, 지역주민의 의견을 반영하여 보다 심도 있는 어도형식 및 설치 위치 등을 재검토하여야 한다.

금회 변경구간 내 위치한 낙차공 및 취수보는 옹암보 1개소로 풀이 필요 없고 다양한 크기의 어류에 상관없이 이용가능하며 국내 하천에 적용하는데 가장 적합한 것으로 검토된 아이스하버식으로 설치계획을 수립하였다.

<표 8.3-19> 취수보 현황 및 어도설치 계획

하천명	명 칭	측점 (NO.)	연장 (m)		어도		비고
			현재	계획	현재	계획	
광천천	옹암보	19+12	58.0	41.0	무	○	변경구간
	신대1낙차공	34+60	49.5	49.5	무	○	
	신대2낙차공	38+25	39.5	49.5	어도설치	○	
	소용낙차공	42+90	39.0	50.0	무	○	
	소암보	45+00	28.2	41.2	무	○	
	월림보	60+60	51.3	51.3	어도설치	-	
	갱이보	63+55	70.0	70.0	어도설치	-	
	대평보	71+35	55.0	55.0	어도설치	-	
	광주리보	75+40	41.3	43.3	어도설치	-	
	죽전3보	86+00	48.5	48.5	무	-	
	죽전낙차공	89+00	8.0	8.0	무	-	

주) No.30+00 이후의 자료는 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료임.

<표 8.3-20> 상황별 어도선택 기준표

고려 사항 \ 어도 형식	풀 타 입				수 로 식	
	계단식 (전면)	아이스 하바식	버티칼 슬롯식	잠공식	데닐식	조석부 사로식
어도방류량(적은 경우)	○	○	○	○	○	×
어도방류량의 파악	○	○	○	○	○	△
보 상류의 수위변동	×	×	○	○	△	△
고낙차	△	△	×	×	○	×
어도내 유속분포의 다양성	△	△	△	△	○	○
유지관리비	△	△	△	△	×	○
경관 및 친수성	×	×	×	×	×	◎
조류피해방지	×	×	○	◎	○	×
토구 집어효과	△	△	△	△	△	○
휴식 Pool의 필요성	무	무	무	무	유	유
변경구간 내 어도형식		◎				

주) 자료출처 : 농업기반 시설의 어도설치 현황과 개선방안 (수자원학회지 2000년 3월호)

‘

8.4 치수경제성 분석

치수경제성 분석은 유역의 홍수범람 예상지구에 대한 치수사업의 경제성과 투자효과를 분석하고, 이 결과를 이용하여 치수계획의 기본방침을 제시하여 객관적이고 합리적인 치수사업이 될 수 있도록 하는 절차이다.

본 절에서는 「치수사업 경제성방법연구-다차원 홍수피해 산정방법(2004, 건설교통부)」를 적용하여 분석한 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료를 참고하였다.

8.4.1 자산 및 피해액 조사

1) 조사대상지구

본 조사의 목적은 과업구간 내 홍수범람지구에 대하여 가옥, 가계자산, 농작물, 기타 제반자산 및 피해액 등을 조사하여 하천개수에 대한 적정투자규모와 경제성을 분석함으로서 하천개수시 투자우선순위와 합리적인 치수사업의 기본방향을 제시하는데 있다.

치수경제성분석은 총 15개 지구, L=14,261m에 대하여 조사 분석하였으며, 조사대상 지구는 <표 8.4-1>과 같고 그 위치를 표시하면 <그림 8.4-1>과 같다.

국토해양부

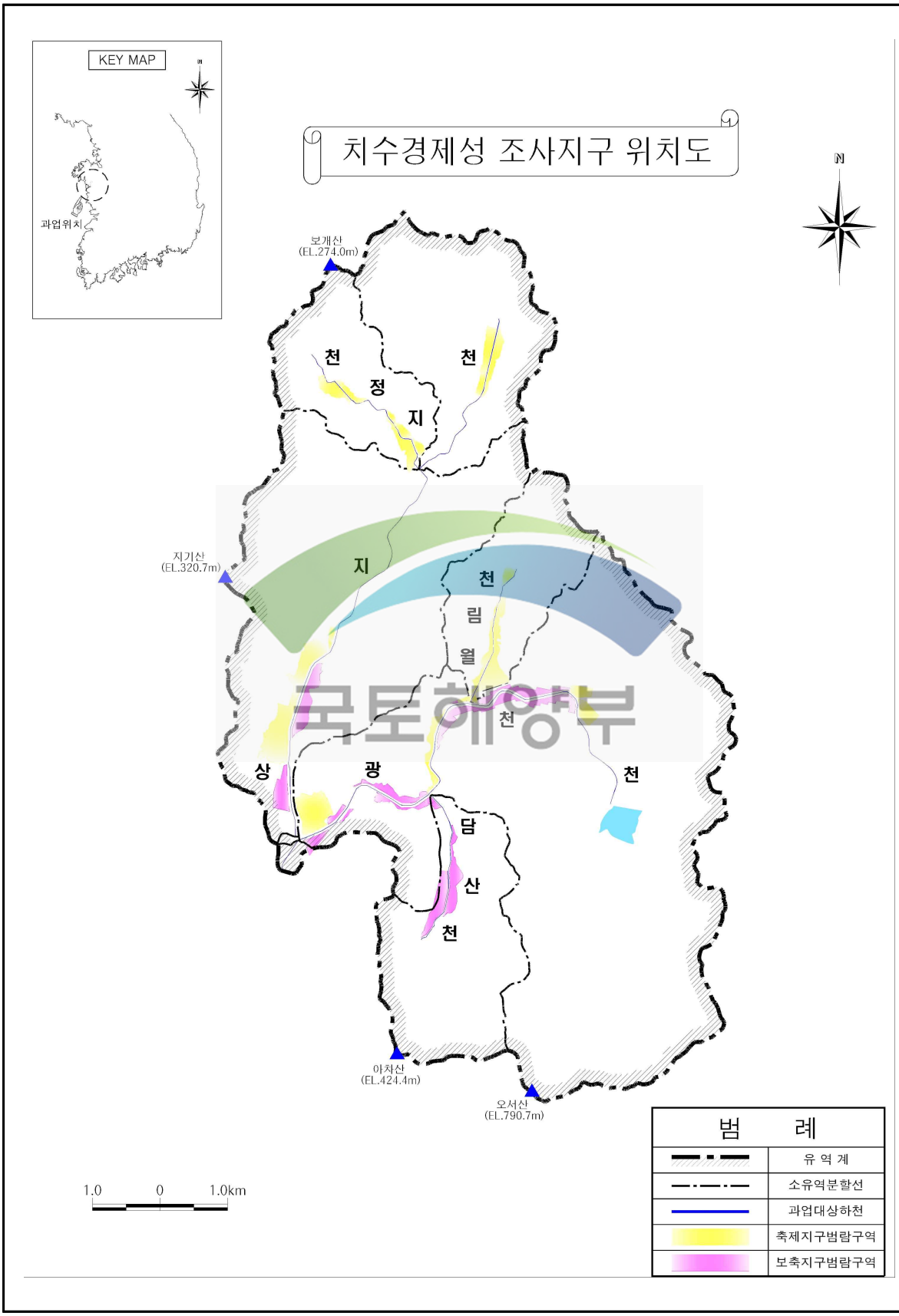
<표 8.4-1> 치수경제성 분석대상지구(보축)

하천명	지구명	위 치	구 간 (No)	안별	연장 (m)	비고
광천천	옹암보축	홍성군 광천읍 옹암리	No.14+35～No.18+45	좌	410	
	광천보축1	홍성군 광천읍 광천리	No.18+45～No.25	우	655	
	광천보축2	홍성군 광천읍 광천리	No.19+95～No.25	좌	505	
	소암보축	홍성군 광천읍 광천리	No.25+70～No.38+15	우	1,245	
	광천보축3	홍성군 광천읍 광천리	No.29～No.38+15	좌	915	
	내죽보축	홍성군 광천읍 소암리	No.38～No.75+40	좌	3,725	
	대평보축	홍성군 광천읍 소암리	No.51+75～No.71+60	우	1,985	

<표 8.4-2> 치수경제성 분석대상지구(축제)

하천명	지구명	위 치	구 간 (No)	안별	연장 (m)	비고
광천천	옹암 1 지구	홍성군 광천읍 옹암리	No.0～No.7+60	좌	760	
	옹암 2 지구	홍성군 광천읍 옹암리	No.8+40～No.10	좌	160	
	광천지구	홍성군 광천읍 광천리	No.14+35～No.18+45	우	410	
	옹암 3 지구	홍성군 광천읍 옹암리	No.18+45～No.19+90	좌	145	
	소암지구	홍성군 광천읍 소암리	No.38+15～No.51+75	우	1,360	
	죽전지구	홍성군 장곡면 죽전리	No.71+60～No.75+40	우	380	

<그림 8.4-1> 치수경제성 조사지구 위치도



2) 침수피해조사

침수피해조사는 지형현황측량의 1/2,500의 지형도와 1/5,000의 수치지도를 이용하여 홍수규모에 따른 홍수범람도를 작성하여 농경지, 가옥 등의 피해면적을 조사하였으며 지구별 자산조사 내용은 <표 8.4-3>과 같다.

<표 8.4-3> 지구별 침수피해조사

하천명	지 구 명	안별	구 분	단위	빈 도 별 침 수 피 해 현 황				
					50년	80년	100년	150년	200년
광천천	옹암1지구	좌	답	ha	1.12	1.23	1.28	1.38	1.44
			전	ha	3.58	3.93	4.09	4.39	4.61
			기타	ha	0.64	0.70	0.73	0.79	0.82
			가옥	동	25	30	40	47	47
	옹암2지구	좌	답	ha	0.43	0.46	0.48	0.52	0.54
			전	ha	1.36	1.48	1.54	1.65	1.73
			기타	ha	0.24	0.27	0.28	0.30	0.31
			가옥	동	-	-	-	-	-
	광천지구	우	답	ha	4.92	5.37	1.74	5.98	6.27
			전	ha	15.71	17.15	5.56	19.09	19.99
			기타	ha	2.81	3.07	1.00	3.42	3.58
			가옥	동	-	-	-	-	-
	옹암3지구	우	답	ha	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21
			전	ha	0.53	0.58	0.60	0.53	0.68
			기타	ha	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12
			가옥	동	11	11	12	12	16
	소암지구	좌	답	ha	1.54	1.68	1.74	1.87	1.95
			전	ha	4.90	5.35	5.56	5.95	6.23
			기타	ha	0.88	0.96	1.00	1.07	1.12
			가옥	동	-	-	1	1	3
	죽전지구	우	답	ha	2.33	2.54	2.64	2.83	2.96
			전	ha	7.42	8.10	8.43	9.02	9.44
			기타	ha	1.33	1.45	1.51	1.62	1.69
			가옥	동	-	-	-	-	-

주) 보축지구의 자산조사는 빈도별 홍수위와 보축지구의 지반고를 조사하여 산정

국토해양부

8.4.2 행정구역별 대상자산 조사

지역특성은 일차적으로 특정지역이 가지고 있는 주거특성, 농업특성, 산업특성으로 대분류되며, 각 행정구역별 지역특성을 반영하는 구체적인 자산산정 방법은 <표 8.4-4>에 나타내었으며, 이러한 지역특성에 관한 정보는 통계청과 같은 공공기관의 자료들을 이용하여 수집하였다.

<표 8.4-4> 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법

지역특성		세분류	자 료	산 정 방 법
주거특성	건물(동)	단독주택 아파트 연립주택	① 건축형태별 건축연면적 주택수 ② 건축형태별 건축단가 ③ 아파트, 연립주택의 층수 ④ 읍면동별 건축형태별 주택수	해당 읍면동의 평균건물연면적에 건축단가를 곱해서 산정 (①×②×④, ③은 고려사항)
	건물내용물(세대)		① 가정용품 보급률 및 평균가격 ② 지역별 가정용품 평가액 ③ 읍면동별 세대수	세대수에 1세대당 평가단가를 곱하여 산정 (②×③, ①은 고려사항)
농업특성	농경지	전(면적) 답(면적)	① 매몰,유실에 의한 피해액 ② 읍면동별 전,답 면적	매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정(①×②)
	농작물	전(면적) 답(면적)	① 단위면적당 농작물평가단가 ② 읍면동별 전,답면적 ③ 읍면동별 경작작물의 종류	논면적, 밭면적에 시군구별 단위면적당 농작물평가단가를 곱하여 농작물자산을 산정(①×②, ③은 고려사항)
산업특성	유형자산(액)		① 산업분류별 1인종사자수당 사업체 유형·재고자산액 ② 읍면동별 산업분류별 종사자수	산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산·재고자산을 산정(①×②)
	재고자산(액)			

국토해양부

1) 주거특성

가. 건물자산

건물자산가치를 구하는 식은 아래와 같으며 해당 읍·면·동의 건물면적에 건축단가를 곱해서 가옥자산을 산정하였다.

건물자산가지(원) = 단위면적별 건축형태별 건축단가(원/m^2)
× 건축형태별 연면적 비율(m^2/개수)
× 가구수(개수)
× 기준년 건설업 Deflator

여기서, 건축형태별 연면적은 해당 읍·면·동의 시·군 통계연보를 근거로 평수별 가구수에 관한 자료를 방탕으로 산정하나, 유역내의 시·군 통계연보에 이와 관련된 통계자료가 없어 금회에서는 전국 평균자료인 <표 8.4-5>를 이용하여 산정하였다.

<표 8.4-5> 전국평균 건축연면적별 가구수비

주택형태 \ 평수		7평미만	7-9평	9-14평	14-19평	19-29평	29-39평	39-49평	49-69평	69-99평	99평이상
단독주택	읍	0.0043	0.0122	0.0910	0.2299	0.4313	0.1539	0.0385	0.0277	0.0076	0.0036
	면	0.0034	0.0113	0.1045	0.2530	0.4446	0.1448	0.0211	0.0138	0.0023	0.0011
	동	0.0058	0.0122	0.0588	0.1242	0.2737	0.1603	0.1179	0.1383	0.0719	0.0370
아파트	읍	0.0003	0.0062	0.0759	0.4342	0.4115	0.0503	0.0177	0.0038	0.0001	0.0000
	면	0.0010	0.0111	0.0935	0.4726	0.3741	0.0370	0.0086	0.0019	0.0001	0.0000
	동	0.0007	0.0288	0.1233	0.3569	0.3706	0.0699	0.0409	0.0086	0.0004	0.0000
연립주택	읍	0.0029	0.0032	0.0645	0.3409	0.4862	0.0889	0.0085	0.0037	0.0012	0.0000
	면	0.0005	0.0059	0.0716	0.3006	0.4962	0.1168	0.0068	0.0016	0.0000	0.0000
	동	0.0016	0.0048	0.1413	0.3722	0.3931	0.0584	0.0128	0.0123	0.0034	0.0000
다세대주택	읍	0.0035	0.0266	0.1529	0.3549	0.4068	0.0461	0.0069	0.0021	0.0001	0.0000
	면	0.0006	0.0156	0.1096	0.3642	0.4332	0.0708	0.0040	0.0019	0.0001	0.0000
	동	0.0029	0.0095	0.2585	0.3984	0.2851	0.0342	0.0060	0.0043	0.0010	0.0000
영업용건물내주택	읍	0.0360	0.0399	0.1382	0.1759	0.2845	0.1704	0.0711	0.0571	0.0177	0.0093
	면	0.0246	0.0306	0.1271	0.1663	0.3085	0.1888	0.0691	0.0611	0.0153	0.0086
	동	0.0352	0.0332	0.1015	0.1201	0.2431	0.1910	0.1082	0.0976	0.0408	0.0293

주) 자료출처 : 통계청(2002). 주택총조사보고서(통계청, 2002)

국토해양부

단위면적별 건축형태별 건축단가는 유역내 시·군별 별도의 건축단가가 없어 전국평균인 <표 8.4-6>를 적용하였다.

<표 8.4-6> 건축형태별 건축단가

(단위 : 원/㎡)

주택구조 \ 주택형태	단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비거주용건물내
철근콘크리트조	722,822	566,001	566,001	722,822	537,593
철골조	-	-	-	-	483,143
연와석조	683,124	489,288	489,288	683,124	450,002
목조	512,604	-	-	512,604	431,919
목골모르타르조	378,972	-	-	378,972	190,691
토벽조	378,972	-	-	378,972	190,691
블록조	508,428	-	-	508,428	409,187
간이목골모르타르조	378,972	-	-	378,972	190,691

주) 자료출처 : 한국감정원(2000). 건물신축단가표

건물자산 가치를 사업평가 기준년에 맞추어 산정하기 위해 경제통계에 있어서 금액으로 표시된 통계량에서 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거하기 위하여 제수의 형태로 쓰이는 기준년 건설업 디플레이터(Deflator) 보정지수를 이용하였다.

<표 8.4-7> 년도별 건설업 Deflator 보정지수

년도	건설업 Deflator
1997	100.00
1998	104.74
1999	104.02
2000	106.02
2001	109.61
2002	114.44
2003	122.36

주) 1. 각 부문별 지수는 2003년도 단가로 환산을 위한 상대지수임. 2000년 개정기준 자료를 이용.
2. 한국은행, 특히 건설업 Deflator지수는 지출 GDP 항목 중 건설투자 항목을 이용.

국토해양부

나. 건물내용물

건물 내용물 자산가치를 구하는 식은 아래와 같다.

건물내용물 자산가치(원) = 가정용품 평가액(원/세대수)
× 세대수
× 소비자 물가지수

여기서, 가정용품 평가액은 「국부통계조사보고서(1999)」에 나와 있는 1997년말 가정용품 보급률 및 평균가격(<표8.4-8> 참조)으로부터 각 가정용품 각 가정용품 항목별 보급률과 평균가격을 곱하고 전체를 합하여 산정한 세대별 평가액을 적용하였다(<표 8.4-9>참조). 기초수량이 되는 세대수는 해당 시·군 통계연보의 읍면동 자료를 이용하였다.

특정 통계년도의 건물내용물 자산가치는 사업평가 기준년에 맞추기 위해 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 기준년 소비자 물가지수를 이용하여 조정하였다.

<표 8.4-8> 가정용품 보급률 및 평균가격

품목	보급률(%)	평균가격(원)	
냉장고	98.0	150,318	1,273,141
장롱	92.3	636,760	3,605,364
세탁기	88.4	319,840	1,324,324
칼라TV	87.9	252,801	2,995,388
VTR	61.5	327,999	523,223
카메라	54.0	74,354	1,225,000
진공청소기	51.3	71,009	172,807
오디오세트	51.2	345,036	1,300,000
전자레인지	50.7	169,374	285,088
침대	47.0	160,507	160,507
자동차	41.2	4,550,346	41,605,827
식탁	40.7	199,833	290,303
개인용컴퓨터	33.1	964,147	2,716,389
비디오겸용TV	20.0	491,128	1,126,373
에어컨	17.2	366,827	2,414,946
피아노	15.5	447,045	1,550,275
오토바이	7.6	967,121	4,659,464
헬스기구	6.5	59,838	426,561
비디오카메라	6.2	707,303	1,073,606
가스오븐레인지	5.7	770,506	770,506
국악기	5.4	18,596	96,588
골프채	2.8	1,117,143	1,895,771
바이올린	2.4	263,855	263,855
스키	1.8	349,415	349,415

주) 자료출처 : 통계청(1999). 국부통계조사보고서

국토해양부

<표 8.4-9> 가정용품 평가액

평가액 \ 도시유형	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	비 고
가정용품 평가액(원/세대)	27,402,902	22,329,401	17,255,900	12,182,399	7,108,898

<표 8.4-10> 년도별 소비자 물가지수

년도	소비자물가지수
1997	100.00
1998	107.54
1999	108.43
2000	110.86
2001	115.41
2002	118.51
2003	122.73

주) 각 부문별 지수는 2003년도 단가로 환산을 위한 상대지수임. 2000년 개정기준 자료를 이용

2) 농업특성

가. 농경지

전답별 경지면적은 해당 지역의 시·군 통계연보로부터 과거 몇 년간의 자료를 수집하며, 농경지는 침수가 발생하여도 어느 침수심까지는 피해가 발생하지 않으므로 매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정한다.

나. 농작물

농작물 자산가치는 논면적, 밭면적에 시·군·구별 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 산정하였다.

농작물 자산가치 = 단위면적당 농작물 평가단가(원/ha) × 농작물 작부면적(ha) × 수비자 물가지수

농작물 자산에 대한 평가시 전, 답의 대표작물 및 특수농작물에 대한 생산량은 논의 경우는 벼의 수확량(생산량), 밭의 경우는 주요한 작물의 수확량으로 하되 시·군별 통계자료에 의한 곡종별 작물통계에 의거 최근 5개년 간의 자료 중 최대 및 최소 수확량을 제외한 3개년 간의 값의 수확량 평균치를 평년작으로 하여 적용하였다.

국토해양부

<표 8.4-11> 농작물별 생산비 (2002년 기준)

농 작 물	10a당 생산비(원)	가마당 생산비	
		기준무게(kg)	생산비(원)
논 벼	529,609	80	87,995
겉보리	223,239	76.5	72,574
쌀보리	248,920	76.5	72,581
마 늘	1,232,861	100	101,380
양 파	981,828	20	3,219
고 추	1,227,759	10	45,490
참 깨	441,998	60	489,816

주) 자료출처 : 통계청(2002). 농산물생산비통계

<표 8.4-12> 지역별 논벼의 생산비 (2002년 기준)

시 도	10a당 생산비(원)	가마(80kg)당 생산비(원)
경 기 도	536,892	87,426
강 원 도	474,079	84,566
충 청 북 도	478,628	75,549
충 청 남 도	504,110	76,795
전 라 북 도	615,810	99,323
전 라 남 도	529,544	94,569
경 상 북 도	515,923	84,655
경 상 남 도	519,586	93,562
제 주 도	-	-

주) 자료출처 : 통계청(2002). 농산물생산비통계

국토해양부

3) 산업특성

산업특성 자산가치는 해당 읍·면·동의 상업분류별 종업자수를 해당 지역의 시·군 통계연보로부터 수집하여 여기에 <표 8.4-13>에서와 같은 산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산·재고자산을 산정하였다.

산업지역자산가치(원) = 산업분류별 사업체 1인당 유형·재고자산 평가액(원/인) × 사업체별 종사자수(인) × 수비자 물가지수

<표 8.4-13> 산업분류별 사업체 1인당 종사장의 유형자산과 재고자산

(단위 : 천원)

산업 분류	충청남도		경기		경남	
	유형자산	재고자산	유형자산	재고자산	유형자산	재고자산
A	3,394,217	608,642	6,105,347	2,396,981	6,383,463	546,964
B	2,853,541	503,301	110,606	27,655	295,847	13,437
C	107,740	14,053	285,756	20,881	102,124	3,998
D	419,694	40,810	296,024	42,431	179,216	37,041
E	2,119,874	4,700	737,448	33,948	1,596,787	4,812
F	22,768	7,208	32,198	13,023	58,920	17,613
G	27,774	33,209	31,833	18,362	23,596	14,519
H	37,566	316	309,026	5,210	38,385	63
I	60,317	2,494	56,584	3,063	60,890	2,138
J	36,972	2,370	28,932	1,120	42,641	954
K	21,784	1,810	38,730	3,964	51,518	3,197
L	-	-	0	0	0	0
M	100,652	91	102,719	10	44,825	60
N	35,978	1,269	59,777	1,316	49,264	1,375
O	40,505	244	83,416	759	91,207	1,968

주) 자료출처 : 국부통계조사 보고서(통계청, 2002)

8.4.3 침수편입율 산정

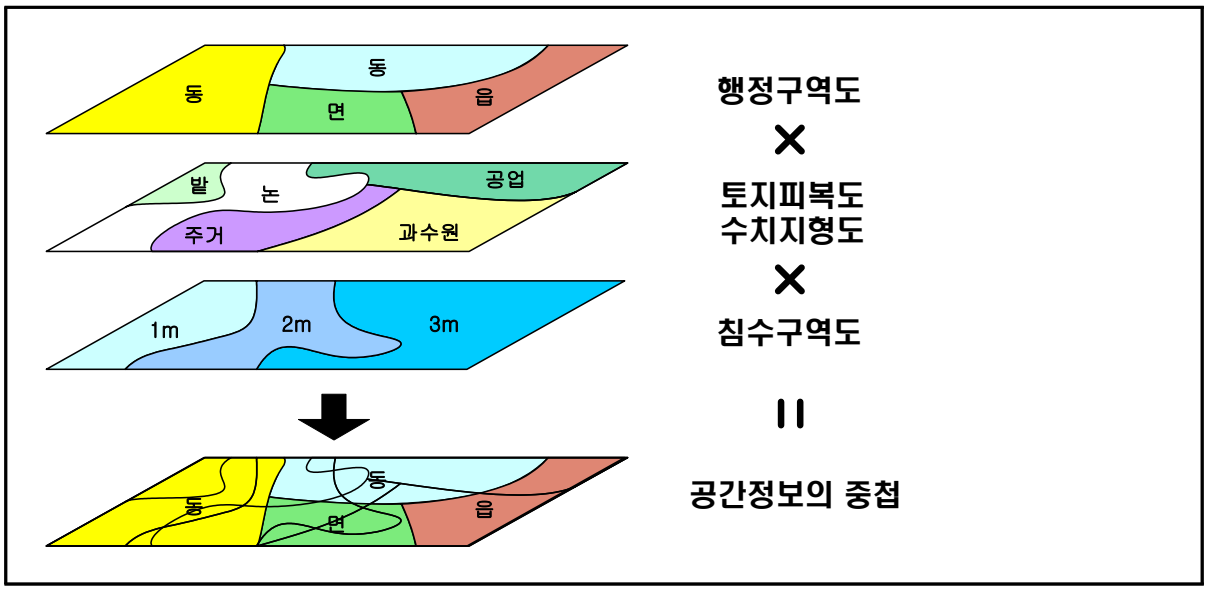
침수편입율이란 행정구역 내에서 주거, 산업, 농업 등 지역 특성요소의 총자산가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산하기 위해 지역특성 요소별로 지리요소인 공간객체들의 위치(Position) 정보를 침수심별로 중첩하여 전체에 대한 비율로 나타낸 것이다.

각 침수심별 침수편입율을 효율적으로 산정하기 위해서는 HEC-GeoRAS와 같은 소프트웨어를 이용하는 것이 바람직하다. 그러나 현재 국립지리원에서 제작된 수치지도(1/5,000)의 정보로는 HEC-GeoRAS를 적용하는데 많은 문제점이 있는 것으로 나타났고, 또한 본 과업유역내와 같은 소유역에 도입하여 침수심별 침수편입률을 산정하는 것은 현재상태에서는 불가능 할 것으로 판단하였다.

따라서 금회 과업에서는 각 빈도별 홍수위에 대한 침수구역은 제내지 지형현황 등을 육안으로 확인하면서 Autocad상에서 수작업으로 작성하였다. 그리고 이를 피해지역의 읍·면·동 단위 행정구역, 토지이용상태 등의 공간정보를 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 행정구역 내에서도 침수피해지역의 침수심에 따라 주거지역, 농업지역, 산업지역별로 침수편입율을 산정하였으며, 각 치수단위구역별 침수편입율은 부록에 수록하였다.

국토해양부

<그림 8.4-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩



8.4.4 침수피해액 산정

기존의 홍수피해액 산정방법에서는 피해 지역을 대도시, 중소도시, 전원도시, 농촌도시, 산간지역 등으로 특성에 따라 구분하고, 특성별 가중치나 속성 값들을 침수면적에 곱하는 1차원적인 방법으로 피해액을 계산하였다.

이러한 기존 방법은 최소 구분 단위를 시·군·구로 하고 있어서 그 정밀도가 낮을 뿐 아니라 지역의 대표적 특성을 인구라는 하나의 독립변수만으로 구분하고 있어서 실제 피해지역의 자산가치가 올바르게 반영되었다고 할 수 없다. 또한 침수지역에 대한 공간적 정의 없이 수치적으로만 침수면적을 산정하기 때문에 침수심에 대한 고려가 불가능하며, 피해지역 내에서도 토지의 이용형태나 인구밀집도 등에 따라 피해액 산정방법이 달라야 함에도 이를 반영하지 못하는 단점이 있었다.

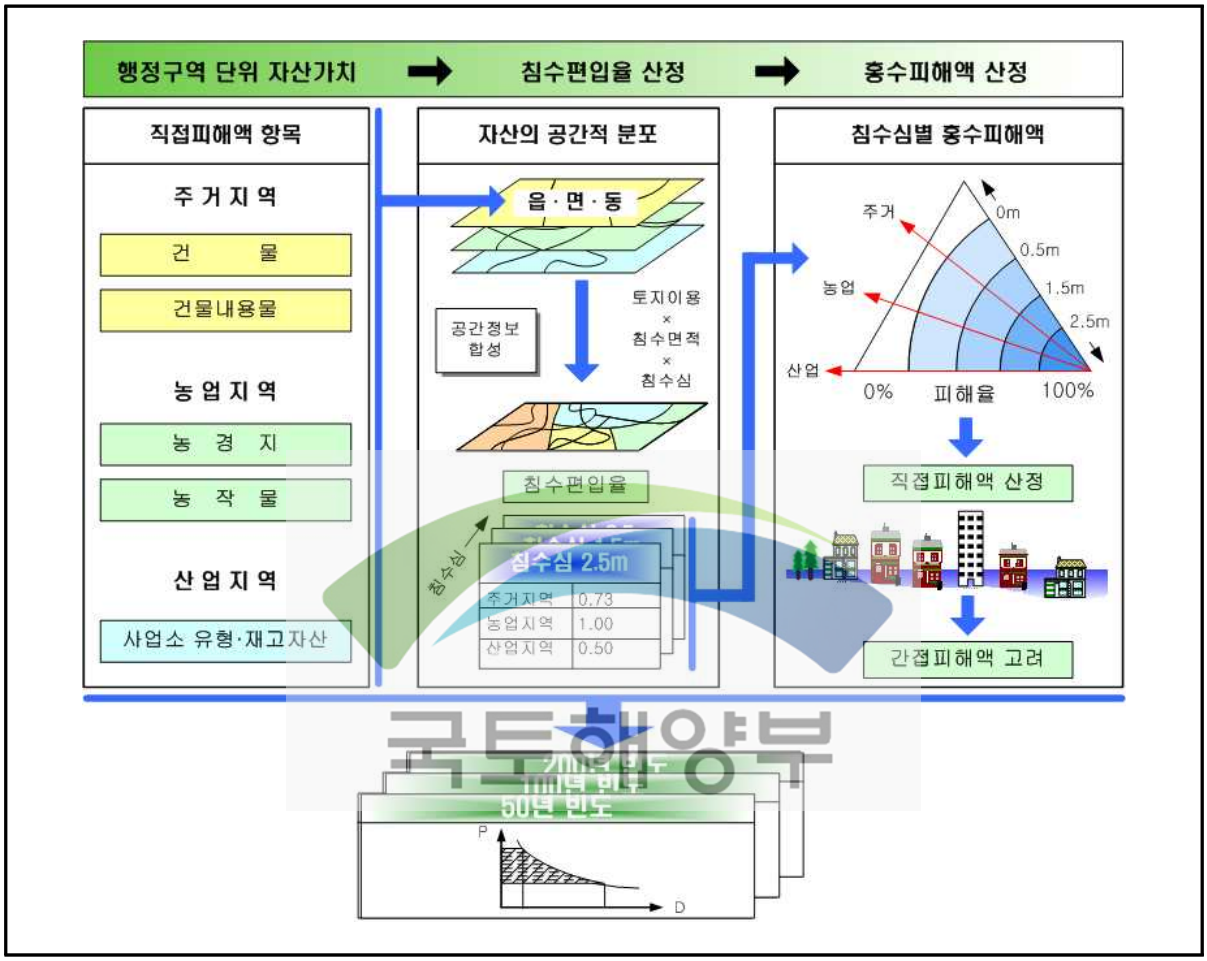
따라서 금회 적용한 다차원 홍수피해산정방법은 이러한 단점을 보완하기 위하여 피해지역의 읍·면·동 단위 행정구역, 침수구역 및 침수심, 토지이용상태 등의 공간정보를 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 행정구역 내에서도 침수피해지역의 침수심에 따라 주거지역, 농업지역, 산업지역별로 침수편입율을 산정하여 이를 범람지역내의 피해자산을곱해서 직접패해를 산정하는 방법이다.(<그림 8.4.3> 참조)

직접피해액 항목은 크게 인명피해액, 건물피해액, 건물내용물 피해액, 농경지피

국토해양부

해액, 농작물 피해액, 사업소유형·재고자산 피해액, 공공시설 피해액 등 7가지로 분류되며, 이중 인명 피해액과 공공시설 피해액을 제외한 5가지 피해액은 일반자산의 평가액을 근거로 산정하였다.

<그림 8.4-3> 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA)의 개념도



(1) 인명 피해액

인명피해액=침수면적당손실인명수(명/ha)×손실원단위(원/명)×침수면적(ha)×지역별 홍수빈도

인명 손실로 인한 피해액은 침수면적 1ha당 희생자수에 손실원단위(1998년 기준 사망 25,000만원, 부상2,000만원에 2004년 금액환산지수 1.0649 적용, 사망 26,622.5만원 부상 2,129.8만원)를 곱하여 계산하였다.

상기식 중 단위 침수면적당 손실인명수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 적용하였으며, 그 내용은 다음 표와 같다.

<표 8.4-14> 단위 침수면적당 손실 인명수

(단위:명/ha)

구 분	대 도 시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
사 망	0.004	0.004	0.001	0.002	0.002
부 상	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002

주) 자료출처 : 치수사업 경제성분석 개선방안연구(2001.2) 건설교통부

(2) 이재민 피해액

이재민 피해액 = 침수면적당 발생 이재민(명/ha)×대피일수(일)
×일평균 국민소득(원/명・일)×침수면적(ha)×지역별 홍수빈도

여기서, 침수면적당 발생 이재민 수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 적용하였으며, 그 내용은 다음 <표 8.4-15>과 같다.

대피일수 : 10일

일평균 국민소득 : 36,000원/일 (2003년 12월 GNP기준)

국토해양부

<표 8.4-15> 침수면적당 발생 이재민수

(단위:명/ha)

구 분	대 도 시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
이재민수	1.85	1.17	0.27	0.37	0.98

(3) 주거특성과 침수심에 따른 피해액

가) 건물피해액

건물피해액은 등지반고 지구별 건물자산액에 추정 침수심 등에 따르는 피해율을 곱해서 산출한다. 다만 자산 피해율은 주거형태와는 무관하나 층수는 고려한다는 가정하에 <표 8.4-16>에서 제시된 건물피해율에 의해 산정하였다.

건물피해액 = 건물자산가치(원) × 주거지역 침수편입율
× 침수심별 건물 침수피해율

<표 8.4-16> 침수심별 건물 피해율

(단위 : %)

침수심	0m～0.5m	0.5m～1.0m	1.0m～2.0m	2.0m～3.0m	3.0m 이상
단독주택	15	32	64	95	100
아파트	15/ n_1	32/ n_1	64/ n_1	95/ n_1	100/ n_1
연립주택	15/ n_2	32/ n_2	64/ n_2	95/ n_2	100/ n_2

주) 1. n_1 = 아파트 층수, n_2 = 연립주택 층수

2. 하천설계기준(건설교통부, 2000)

· 소파 : 홍수피해로 인한 경미한 파괴로 사용에 별 지장이 없는 경우

· 반파 : 홍수피해로 인하여 주요 구조(기둥, 벽체, 지붕)에 대한 수리를 요하는 경우

· 전파 : 홍수피해로 파괴되어 그 형태는 있으나 개축하지 않고는 사용이 불가능한 경우

· 유실 : 홍수로 인한 주택이 완전 유실되어 그 형태가 없는 경우

3. 아파트와 연립주택의 층수를 고려

나) 건물내용물 피해액

건물내용물 피해액은 등지반고 지구별 건물내용물 자산액에 추정침수심 등에 따르는 피해율을 곱해서 산출하는데 주거형태와 무관하고 자산의 피해율은 모두 같다는 가정하에 <표 8.4-17>을 고려하여 산정하였다.

국토해양부

건물내용물 피해액 = 건물내용물 자산가치(원)

× 주거지역 침수편입율

× 침수심별 건물내용물 침수피해율

<표 8.4-17> 침수심별 건물내용물 피해율

(단위 : %)

침 수 심	0m～0.5m	0.5m～1.0m	1.0m～2.0m	2.0m～3.0m	3.0m 이상
피 해 율	14.5	32.6	50.8	92.8	100

주 1. 침수심별 피해율은 일본의 계수를 인용하여 산정

2. 아파트와 연립주택의 층수를 고려

(4) 농업특성과 침수심에 따른 피해액

논과 밭의 홍수심에 따른 피해는 동일한 기준을 적용한다. 그리고 홍수피해의 경계선을 침수심 1m로 정한다. 침수심 1m 이하에서는 논이나 밭이 침수되기는 하지만, 농경지 침수에 의해서는 피해액은 발생하지 않으나 농작물 피해는 발생한다. 침수심이 1m 이상인 경우에 농경지 매몰 및 유실에 의해서 발생하

는 것으로 하고, 그 피해액은 통상적으로 책정되는 농경지의 매몰이나 유실에 따른 피해액의 평균값을 사용한다.

<표 8.4-18>, <표 8.4-19>는 침수심에 따른 농경지와 농작물에 대한 피해율을 나타내고 있다.

- 농경지 피해액 = 매몰, 유실의 평균피해액(원) × 농업지역 침수편입율 × 침수심별 농경지 침수피해율

- 농작물 피해액 = 농작물 자산가치(원) × 농업지역 침수편입율 × 침수심별 농경지 침수피해율

<표 8.4-18> 침수심별 농경지 피해율

침수심 / 피해율		1m 이하	1m 이상	비 고
피해내용		침수	매몰, 유실	• 매몰과 유실의 평균값을 사용
농경지	논	0%	100%	• 매몰 : 매몰면적(㎡)×0.1(m)×2,940원/㎥
	밭	0%	100%	• 유실 : 유실면적(㎡)×0.2(m)×5,660원/㎥

주) 자료출처 : 중앙재해대책본부(2003). 자연재해조사 및 복구계획수립 지침

국토해양부

<표 8.4-19> 침수심별 농작물 피해율

침수심 / 피해율		1m 이하					1m이상
농작물	침수시간	1일이하	1~2	3~4	5~6	7일이상	
	논	14%	27%	47%	77%	95%	100%
	밭	35%	51%	67%	81%	95%	100%

주) 자료출처 : 농작물 피해율 산정기준(농업재해피해조사보고요령)

(5) 산업특성과 침수심에 따른 피해액

주어진 읍면동의 산업특성에 대하여 <표 8.4-20>와 같이 침수심에 따른 피해율은 유형자산의 피해, 재고자산의 피해 두가지 형태로 구분한다. 유형, 재고자산피해액은 침수심에 맞는 피해율을 곱하여 산정한다.

유형, 재고자산 피해액 = 유형, 재고 자산가치(원)

× 산업지역 침수편입율

× 침수심별 유형, 재고자산 침수피해율

<표 8.4-20> 침수심별 유형자산·재고자산 피해율

침수심 / 피해율(%)	0m～0.5m	0.5m～1.0m	1.0m～2.0m	2.0m～3.0m	3.0m 이상
유형자산	23.2	45.3	78.9	96.6	100
재고자산	12.8	26.7	58.6	89.7	100

주) 침수심별 피해율은 일본의 계수를 인용

(6) 공공시설물 피해액

범람 예상지역의 공공시설물의 직접적인 피해액 산정은 범위나 규모의 산정이 거의 불가능하므로 일반자산피해액에 대한 공공토목시설의 피해액 비율을 사용하였다. <표 8.4-21>에서 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율을 재해연보에 나와 있는 공공시설물 항목을 대상으로 분석하였으며, 각각의 항목에서 피해지역내에 존재하지 않는 공공시설물은 제외하고 산정하였다.

<표 8.4-21> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율

공공시설물 항목	도로 교량	하천	소하천	상하수도	항만시설	어항시설	학교
피해율	1.38	0.87	0.58	0.18	0.02	0.01	0.03
결정계수	0.99	0.47	0.80	0.99	0.40	0.01	0.92
공공시설물 항목	철도	수리시설 방조제	사방 임도	군사시설	소규모시설	기타시설	**합계**
피해율	0.23	0.54	0.28	0.42	0.69	0.80	**6.01**
결정계수	0.95	0.73	0.93	0.92	0.91	0.94	

주) 2002년 재해연보를 기준으로 일반자산피해액과 공공시설물의 비율을 산정. 단, 농작물피해액 제외

(7) 직접피해액 산정방법의 기본식

직접피해액을 산정하는 기본식은 다음과 같다.

$$\text{직접피해액} = (1 + \alpha)\text{일반자산피해액} + \text{인명피해액} \qquad (3\text{-}14)$$

여기서, α : 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율

국토해양부

(8) 간접피해액 산정

치수사업의 간접피해액은 홍수범람으로 인해 피해가능지역에 초래될 수 있는 산업, 교통, 통신 등에 지장을 주는 물질 및 각종 서비스의 손실감소와 수해의 예방, 대처 및 복구에 소용되는 비용이라고 정의 할 수 있다. 또한 홍수피해지역의 치수안전도가 향상됨으로 인해 미래의 잠재적 자산 및 토지의 이용도가 높아진다면 이러한 효과도 포함시킬 수 있다.

(9) 총피해액 산정방법의 기본식

총피해액을 산정하는 기본식은 아래와 같다.

총피해액 = 직접피해액 + 간접피해액

(10) 빈도별 총피해액 산정

침수구역의 자산가치, 침수편입율, 침수심별 피해율을 이용하여 빈도별 피해액을 산정하였다.

국토해양부

8.4.5 연평균 피해경감 기대액

이상과 같은 기준에 의해 산정한 피해액은 그 지구가 홍수피해로부터 완전히 해소가 되는 경우엔 전부 편익으로 볼 수 있겠지만, 금회 계획한 홍수방어시설에 의해 치수구역의 홍수피해를 모두 해소시키는 것이 아니고 하도가 분담키 어려운 홍수량만 분담하는 계획으로, 홍수방어대안별 편익은 사업 전, 후 직접피해액을 산정하여 피해경감액을 산정한 후 여기에 홍수의 생기확률을 곱하고, 피해경감 기대액을 누계하여 연평균 피해경감 기대액을 산정하였다.

8.4.6 비용 산정

1) 사업비 산정

각 홍수방어대안별 사업비는 홍수방어대안별 주요공정에 대한 물량을 산정한 후, 각 공정별 단가를 적용하여 산정하였고, 그 결과는 <표 8.4-22>에 정리하였다. 사업비중 보상비는 사업지구의 대표적인 지번을 발췌하여 공시지가와 현지답사를 통해 조사한 현 거래시가를 종합적을 판단하여 산정하였다.

<표 8.4-22> 지구별 공사비 산정 결과

(단위:백만원, 유지관리비는 백만원/년)

하천명	지구명	빈도	공사비							유지관리비
			축제공	호안공	구조물공	부대공	제잡비	용지보상비	총계	
광천천	옹암1지구	20	128.1	809.4	-	-	93.8	515.6	194.0	1,740.9
		30	136.3	826.7	-	-	96.3	529.7	201.4	1,790.4
		50	147.9	849.8	-	-	99.8	548.8	211.2	1,857.5
		80	159.2	871.0	-	-	103.0	566.6	220.2	1,920.1
		100	164.6	880.6	-	-	104.5	574.8	224.4	1,948.8
		150	174.5	897.9	-	-	107.2	589.8	231.7	2,001.1
		200	181.3	909.4	-	-	109.1	599.9	236.7	2,036.4
	옹암2지구	20	181.5	384.5	-	-	56.6	311.3	118.1	1,052.0
		30	181.5	394.8	-	-	57.6	317.0	118.1	1,069.0
		50	181.5	408.6	-	-	59.0	324.5	118.1	1,091.7
		80	181.5	421.5	-	-	60.3	331.6	118.1	1,113.0
		100	181.5	427.5	-	-	60.9	334.9	118.1	1,122.9
		150	181.5	437.8	-	-	61.9	340.6	118.1	1,139.9
		200	181.5	444.7	-	-	62.6	344.4	118.1	1,151.3
	광천지구	20	195.5	350.6	45.1	-	59.1	325.2	119.3	1,094.7
		30	200.4	361.6	45.1	-	60.7	333.9	123.7	1,125.4
		50	206.8	374.8	45.1	-	62.7	344.7	129.0	1,163.0
		80	213.8	388.0	45.1	-	64.7	355.8	134.3	1,201.7
		100	217.1	393.9	45.1	-	65.6	360.8	136.7	1,219.1
		150	223.6	404.9	45.1	-	67.4	370.4	141.1	1,252.4
		200	239.4	412.9	45.1	-	69.7	383.6	150.3	1,301.0
	옹암3지구	20	40.9	52.3	18.7	-	11.2	61.6	55.6	240.3
		30	43.9	54.3	18.7	-	11.7	64.3	57.3	250.2
		50	47.5	56.8	18.7	-	12.3	67.7	59.3	262.3
		80	51.4	59.3	18.7	-	12.9	71.2	61.3	274.8
		100	53.1	60.3	18.7	-	13.2	72.7	62.1	280.2
		150	56.7	62.4	18.7	-	13.8	75.8	63.8	291.1
		200	64.2	63.7	18.7	-	14.7	80.6	66.9	308.8
	소암지구	20	311.0	416.0	120.8	-	84.8	466.3	330.5	1,729.3
		30	311.0	434.3	120.8	-	86.6	476.3	330.5	1,759.4
		50	311.0	457.4	120.8	-	88.9	489.0	330.5	1,797.6
		80	311.0	479.3	120.8	-	91.1	501.1	330.5	1,833.7
		100	311.0	490.2	120.8	-	92.2	507.1	330.5	1,851.8
		150	311.0	508.5	120.8	-	94.0	517.1	330.5	1,881.9
		200	311.0	520.6	120.8	-	95.2	523.8	330.5	1,901.9

국토해양부

<표 8.4-22> 계 속

(단위:백만원, 유지관리비는 백만원/년)

하천명	지구명	빈도	공사비							유지관리비
			축제공	호안공	구조물공	부대공	제잡비	용지보상비	총계	
광천천	죽전지구	20	74.8	81.6	30.6	-	18.7	102.9	102.1	410.6
		30	79.4	85.0	30.6	-	19.5	107.2	104.8	426.5
		50	85.1	89.0	30.6	-	20.5	112.6	108.1	445.9
		80	91.5	93.5	30.6	-	21.6	118.6	111.6	467.3
		100	94.1	95.2	30.6	-	22.0	120.9	113.0	475.7
		150	99.8	98.9	30.6	-	22.9	126.1	116.0	494.4
		200	103.0	100.9	30.6	-	23.5	129.0	117.6	504.7

2) 할인율 및 분석기간

홍수방어대안 사업으로 인한 비용과 편익을 동일한 관점에서 비교하기 위하여 할인율을 적용하였으며, 본 과업에서는 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(한국개발연구원, 2001)」에서 제시된 6.0%를 적용하였다. 한편, 본 사업에 대한 분석기간(내구연한)은 50년으로 설정하였다.

국토해양부

<표 8.4-23> 공공사업의 적용할인율

공항부문	도로부문	철도부문	항만부문	치수사업부문	비 고
7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	6.0%	

주) 자료출처 : 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(한국개발연구원, 2001)

3) 잔존가치(Salvage Cost) 산정

치수시설은 그 내구연한이 도로나 철도와는 달리 반영구적이기 때문에 경제성 분석기간 이후에도 초기 투자비의 상당부분이 계속 그 기능을 유지한 채 남게 된다. 따라서, 이렇게 남아 있는 가치는 경제성 분석과정에서 분석종료 연도에 차감하고, 이를 현재가치화해야 한다. 「치수사업 경제성 분석 개선방안 연구, 2001. 2, 건설교통부」에서는 하천시설물별 잔존가치를 축제공 80%, 호안공 10%, 구조물 0%, 보상비 100%로 상정하였으며, 적정한 유지관리가 이루어진다는 전제하에 사업비를 기준으로 한 하천시설의 잔존가치는 약 60% 정도로 평가하고 있으며, 본 과업에서는 이를 고려하여 경제성 분석을 시행하였다.

<표 8.4-24> 시설물별 잔존가치

(단위 : %)

구분	축제공	호안공	시 설 물					보상비
			댐	천 변 저류지	홍 수 조절지	배수갑문	연락수로	
적용비율	80	10	0	80	80	0	80	100

4) 유지관리비 산정

유지관리비란 기존 시설물이 정상적인 기능을 유지하기 위해 필요한 일상적인 활동에 소요되는 비용으로 정의된다. 따라서, 하천시설의 유지관리비에는 내수침수 방지를 위한 배수펌프장의 인건비나 전력비와 같은 운영비 개념도 포함되어야 한다.

「치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)」에서는 분석기간이 50년인 경우, 유지관리비를 시설의 감가상각비 개념으로 파악하여 총 사업비에서 하천시설의 잔존가치를 차감한 사업비의 약 2%를 연평균 유지관리비로 설정하였으며, 본 과업에서는 이를 고려하여 경제성 분석을 시행하였다.

5) 비용의 현재가치화

총 투자비용에 대한 연평균 현재가치는 「치수사업 경제성 분석 개선방안 연구, (2001. 2, 건설교통부)」에서 제시한 공사기간에 따라 사업비를 적정 배분한 후 현재 가치화 하는 방법을 적용하였다.

따라서 상기에서 산정된 비용과 편익 산정결과를 토대로 사업기간에 따른 할인율이 적용된 총비용과 총편익의 차인 순현재가치(NPV, Net Present Value), 할인된 총편익과 총비용의 비율인 비용편익비(B/C, Benefit/Cost Ratio), 할인된 총비용과 총편익이 같아지는 내부수익율(IRR, Internal Rate of Return)을 산정하였으며 산정결과는 다음 <표 8.4-25>와 같다.

구트해양부

<표 8.4-25> 지구별 경제성 분석 결과

하천명	지구명	빈도	비용(백만원)		편익(백만원)		B/C	NPV (백만원)	IRR (%)	비고
			총비용	현재 가치	총편익	현재 가치				
광천천	옹암1 지구	50	2,973	2,965	173	9,111	3.07	6,146	7.49%	
		80	3,080	3,072	201	10,543	3.43	7,470	8.60%	
		100	3,129	3,121	218	11,476	3.68	8,354	9.34%	
		150	3,219	3,211	240	12,592	3.92	9,381	10.09%	
		200	3,279	3,271	255	13,412	4.10	10,141	10.63%	
	옹암2 지구	50	1,622	1,620	33	1,727	1.07	107	0.31%	
		80	752	749	38	1,988	2.65	1,238	10.33%	
		100	1,685	1,682	41	2,161	1.28	479	1.21%	
		150	1,719	1,715	45	2,364	1.38	648	1.58%	
		200	1,741	1,738	48	2,514	1.45	776	1.85%	
	광천 지구	50	1,712	1,708	216	11,291	6.61	9,583	16.33%	
		80	1,800	1,796	438	22,964	12.78	21,167	31.55%	
		100	1,822	1,818	477	24,964	13.73	23,147	34.14%	
		150	1,899	1,894	521	27,309	14.42	25,415	35.75%	
		200	1,942	1,937	554	29,050	15.00	27,112	37.20%	
	옹암3 지구	50	328	328	7	384	1.17	55	0.58%	
		80	348	348	15	781	2.24	432	3.74%	
		100	357	357	16	849	2.38	492	4.14%	
		150	374	374	18	928	2.48	554	4.46%	
		200	401	401	19	987	2.46	587	4.49%	
	소암 지구	50	2,416	2,414	67	3,532	1.46	1,118	1.64%	
		80	2,488	2,486	137	7,183	2.89	4,697	5.82%	
		100	2,524	2,522	149	7,809	3.10	5,287	6.40%	
		150	2,584	2,582	163	8,542	3.31	5,961	7.01%	
		200	2,519	2,517	173	9,087	3.61	6,570	7.90%	
	죽전 지구	50	2,416	2,414	67	3,532	1.46	1,118	1.64%	
		80	2,488	2,486	137	7,183	2.89	4,697	5.82%	
		100	2,524	2,522	149	7,809	3.10	5,287	6.40%	
		150	2,584	2,582	163	8,542	3.31	5,961	7.01%	
		200	2,519	2,517	173	9,087	3.61	6,570	7.90%	

국토해양부

8.4.7 적정 투자규모 및 투자 우선순위

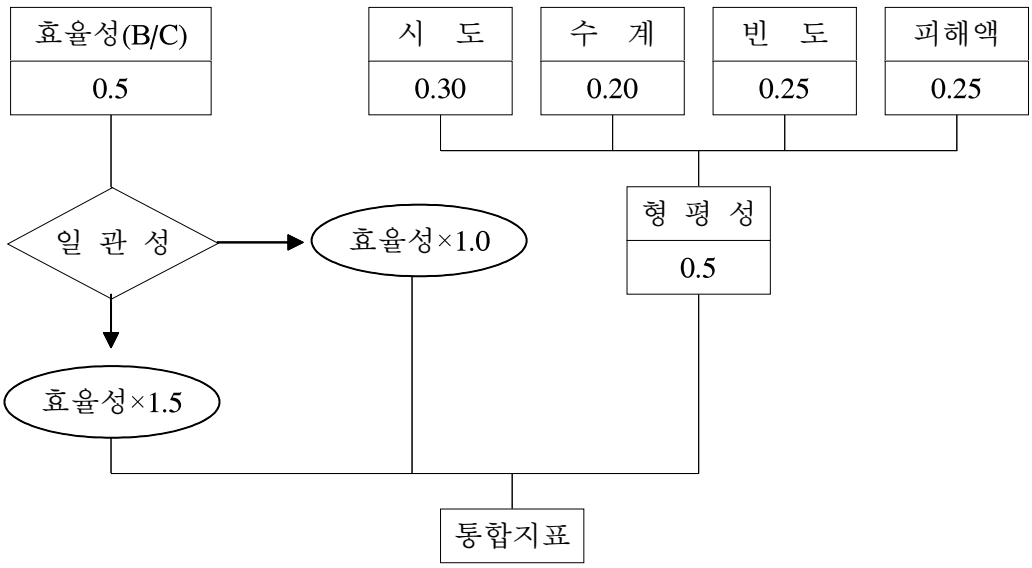
「치수사업 경제성분석 개선방안연구」에서는 투자우선순위를 결정할 때 하천개수사업의 공공적 특성을 고려하여 개수대상구간 및 지역의 효율성, 형평성, 일관성을 종합적으로 고려할 수 있는 방법으로 통합지표를 제시하였으며, 본 과업에서도 각 지구별 통합지표를 산정하여 투자우선순위 결정에 이용하였다. 통합지표 산정시 고려한 세부기준의 상대가치화 방법 및 통합지표 도출절차는 다음 <표 8.4-26>, <그림 8.4-4>와 같고, 계획지구별 투자우선순위 산정결과는 <표 8.4-27>와 같다.

<표 8.4-26> 세부기준의 상대가치화 방법

구 분		방 법
효율성	비용 편익비 (B/C)	해당 지구의 B/C를 전국 평균으로 나눈 값
형평성	하천 개수율 (수계)	해당지구가 속해 있는 수계의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	하천 개수율 (시·도)	해당지구가 속해 있는 시도의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	홍수발생 빈도	해당 지구의 최근 10년간의 홍수발생 빈도를 전국 평균으로 나눈 값
	최대홍수피해액	해당 지구의 최근 10년간의 최대홍수 피해액을 전국 평균으로 나눈 값
일관성	제1지류 여 부, 인접구간 여부	두 개의 기준 중 하나에 해당되면 1, 해당되지 않으면 0

국토해양부

<그림 8.4-4> 통합지표 도출 절차



<표 8.4-27> 치수사업 투자우선순위(50년 빈도)

하천명	지 구 명	연장 (m)	사업비 (백만원)	B/C	배수문 (개소)	사업효과		우선 순위	비고
						농토 (ha)	건물 (동)		
계		14,931	32,823.2		54	170.03	40		
광천천	옹암1지구	760	1,857.5	3.07	-	9.34	25	2	
	옹암2지구	160	1,091.7	1.07	-	9.34	0	6	
	광천지구	410	1,163.0	6.61	-	6.53	0	1	
	옹암3지구	145	262.3	1.17	-	10.54	11	5	
	소암지구	1,360	1,797.6	1.46	-	7.48	0	4	
	죽전지구	380	445.9	1.46	4	3.23	0	3	
	소 계	3,215	6,618.1		4	46.46	36		

치수사업의 투자우선순위는 계획지구에 대한 효율성지표, 일관성지표 및 형평성지표를 반영한 통합지표를 고려하여 결정하였다. 투자우선순위를 결정할 때 가장 중요한 요소는 사업의 효율성으로 이는 B/C를 기준으로 판단되며, 특정지역에 치수시설이 집중되는 것을 방지하기 위하여 지역간, 수계간의 형평성이 고려되어야 한다. 또한 하천개수사업이 각 구간별로 추진될 경우 특정한 지역에 사업이 완료되더라도 인접지역에서 발생한 피해로 공공시설물(도로 등)이 피해를 입는 경우가 있어 사업의 효과를 극대화할 수 있는 일관성의 고려도 반드시 필요하다.

향후 본 지역에서의 치수사업은 금번 수립된 하천기본계획의 내용에 따라 시행하되 과업대상 하천이 위치하고 있는 홍성군의 하천담당자와도 사전에 협의하여 가장 공사가 시급하면서도 사업효과가 큰 지구를 우선적으로 시행하여야 한다.

8.4.8 단기 및 중장기 투자계획

본 과업의 목적을 조기달성하기 위해 지구별, 단계별 투자계획이 필요하며, 신규 사업은 적정투자규모 및 투자우선순위에서 통합지표 우선순위에 따라 시행하고, 하도정비사업은 하천유지관리 차원에서 우선적으로 시행되어야 한다.

국토해양부

9.0 하천의 환경에 관한 사항

9.1 수환경 보전계획

9.2 환경영향 검토

국토해양부

9.0 하천의 환경에 관한 사항

9.1 수환경 보전계획

9.1.1 기본방향

수환경의 개선 및 보전을 위해서는 깨끗한 수량과 수질을 목표한 대로 확보할 수 있어야 하고 오염된 하천수질을 개선하기 위해 수계 전체를 일관하여 개선할 수 있도록 기본방향이 설정되어야 한다.

하천의 효과적인 수환경 관리를 위해서는 하천유량과 수질의 관리 목표를 설정하여 수체와 수체에 여향을 주는 제반요소를 파악하고 현재의 수질로부터 장래 수질을 예측하여 목표로 하는 수질에 접근시킬 시책의 계획화가 요구되며 또한, 지속적이고 항구적인 수환경 개선방안을 수립하여야 한다.

9.1.2 수환경보전 계획의 목표설정

금회 과업대상 하천은 현재 환경기준이 설정되어 있지 않으나 인근 하천인 삽교천이 2등급으로 지정·고시되어 있다. 이에 따라 목표수질은 현재 Ⅱ등급을 유지하도록 해야 할 것으로 판단된다.

국토해양부

1) 생태측면 목표수질

하천공간의 수생동식물은 수질정화 및 수환경측면에서 중요하며 특히 조류, 어류의 생식환경 조성과 관련하여 수생동·식물과 수질오염의 관계를 정립하였다. 추후 식물은 DO 7.4~11.6㎎/ℓ, BOD 0.7~ 3.6㎎/ℓ. COD 1.6~9.3㎎/ℓ의 수질범위에서 생식하며, 수생식물과 수질의 관계에 있어 수생동물, 갑각류, 패류, 곤충, 어류 등이 다양하게 존재하는 DO 5ppm, BOD 5ppm 정도가 적합하며, 이는 수질환경기준 Ⅱ등급이상을 만족해야 한다.

〈표 9.1-1〉 수질등급별 특성과 지표어종

구 분	1 등급	2 등급	3 등급	4 등급
BOD	1 ppm	3 ppm	6 ppm	8 ppm
물의 색깔	수정같이 맑다	비교적 맑다	황갈색	먹 물
물의 냄새	없 다	없 다	없 다	고약한 냄새
지표 어종	버들치 등	피라미	붕어, 메기 등	실지렁이, 물고기는 없다

주) 자료출처 : 하천환경관리기법의 비교 연구(1991, 한국건설기술연구원)

〈표 9.1-2〉 유기물질에 따른 수생 동·식물과 수질오염의 정도

구 분	부패수성	β중 폐수성	α중 폐수성	강 폐수성
DO	10ppm	5ppm	2ppm	2ppm
BOD	3ppm	5ppm	8ppm	10ppm
황화수소	없 다	없 다	냄새가 나지 않음	강렬한 냄새
물의 색깔	100/cc	10만 이하/cc	10만 이상/cc	100만 이상/cc
물의 냄새	· 수초 빈약 · 부착미생물 다양	· 수초, 부작조류 등 다양	· 수초, 부착조류 대량발생	· 수초는 없고 부착조류 출현
지표 어종	· 어류, 곤충 등 다양	· 어류, 곤충, 갑각류, 폐류 다양	· 갑각류, 폐류, 곤충, 잉어, 붕어, 메기, 미꾸라지 등	· 실지렁이 · 소수윙 곤충 등 빈약

주) 자료출처 : 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)

2) 경관측면 목표수질

경관측면에서 본 목표수질은 다음과 같으며, 이는 하천수질 환경기준과 비교하면 Ⅲ등급이상 정도의 수질확보가 필요하다.

<표 9.1-3> 경관측면 목표수질

구 분	SS	투시도	BOD	증발잔유물	색 도	탁 도
수 질	25mg/ℓ 이하	20cm이상	5mg/ℓ 이하	200mg/ℓ		
물 의 색	20mg/ℓ 이하	20cm이상	5mg/ℓ 이하		25도이하	10도이하
물의냄새	25mg/ℓ 이하	20cm이상	6mg/ℓ 이하			20도이하

주) 자료출처 : 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)

3) 친수환경측면 목표수질

수환경 관점에서 본 도시하천의 이미지에 대한 수질을 보면 산책, 관찰, 물놀이 등을 고려한 하천환경정비 차원에서 요구되는 수질기준을 세부적으로 표현한 결과는 다음과 같다.

<표 9.1-4> 친수환경측면측면 목표수질

기 능 내 용	기 본 조 건	이용형태별 수질 (BOD 기준)	비고
1. 물의 존재에 의한 안락감 (즐거움)	불쾌감을 주지 않는 것	물놀이, 산책 : 5mg/ℓ 이하 곤충감상 : 2mg/ℓ 이하 강변놀이, 관찰 : 10mg/ℓ	
2. 물과 접촉하여 즐긴다. (물놀이, 강놀이)	비불쾌감, 생물학적 안정성		
3. 물에 들어가 즐긴다. (수영,수중 Recreation)	(2)의 높은 수준의 상태		
4. 수생생물을 즐긴다 (낚시, 채취)	(3)의 조건과 친수성 생태계		

주) 자료출처 : 국제 수환경 기술개발 심포지움(1992, 한국수도연구소)

9.1.3 수량확보대책

하천유지유량은 하천의 유지, 관리 및 생태계 등 환경보전, 이수목적의 달성을 위해 하천에서 관리 유량을 목표유량으로 설정하여야 한다.

일반적으로 유역 내 도시화가 진행됨에 따라 불투수면적이 증대되고 하천 개수 시 유로를 직강화하고 획일적인 단면을 조성하여 우수의 저류공간이 축소되어 강우시 우수의 유출이 빨라지고 침투수의 감소 및 차집관로의 설치 등으로 인해 하천의 건천화가 우려되고 있는 실정이다. 따라서 하계 풍수기를 제외한 기간에는 하천유지용수의 부족으로 인한 하천의 건천화를 방지하기 위한 적정수량의 확보방안이 필요하다.

광천천은 유역의 하구까지 보령호의 담수영향구간으로 이수·환경적인 유지유량에는 문제가 없을 것으로 판단되며 금회 과업구간의 하천유지용수 확보를 위해 각 구간별 유황분석을 통하여 갈수량을 검토한 결과

- 천수만교~옹암2교 : 0.158㎥/s (A=66.64㎢)
- 옹암2교~철교 : 0.089㎥/s (A=37.32㎢)

일제관측수위 검토결과, 0.2~0.5m로 하천의 정상적인 기능을 유지하기 위한 유지 유량 확보가 가능할 것으로 검토되었다.

또한, 생태하천조성사업 시행으로

- 옹암보~광천교 : 기존고정보 철거후 가동보+어도 설치
- 포항교~옹암교 : 징검여울

설치를 통하여 추가적으로 하천의 유지용수를 확보하도록 하였다.

국토해양부

9.1.4 장래하천수질예측

1) 수질모델의 선정

하천수질 모의시 사용되는 모델은 <표 9.1-5>에 제시한 바와 같이 다양한 수질모델이 있으나 기본적인 가정은 물질수지식과 경험적인 반응식을 사용하므로 유사한 특성을 나타낸다. 하천구간의 수질모델로는 QUAL2E 모델의 사용이 일반화되어 있으며, QUAL2E 모델은 미국의 총량오염규제제도(TMDL: Total Maximum Daily Loads)를 지원하기 위한 유역관리 통합 모델인 BASINS(Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources)내의 수질 모의 모델로도 사용되고 있다. 따라서 본 과업에서는 기 연구를 통해 검증되었으며, 국내의 여타 하천에 대해서도 많은 적용사례를 갖는 QUAL2E 모델을 적용하여 수질 모의를 실시하였다.

<표 9.1-5> 수질예측 모형의 비교

모 형 명	모 형 의 특 징	수 질 항 목
AUTO-QUAL/ AUTO-QD	하천과 호소에서 정상상태와 준 동적상태의 수질변화 예측	CBOD, NBOD, DO, T-P, T-N
DOSAG-3	하천에서의 수질 예측	CBOD, DO, NH3, P, NO2, NO3, Algae, Coliform
EXPLORE-1	하천과 호소에서 수리량과 수질 변화를 예측하는 1차원 모형으로 수치해석은 유한차분법 사용	DO, Org.-P, Org.-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, TOC, BOD, Algae
HSPF	하천유역의 관리를 위하여 유역의 영향을 고려한 수체내 수질을 예측하고 관리	DO, Org.-P, Org.-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, TOC, TDS, BOD, CO2, pH, Coliform, Temperature, Algae
QUAL2E	하천에서의 수리량과 수질을 예측하는 1차원 정상상태 모형	DO, BOD, Phosphorous, CM Nitrogen, Algae, ANC, Coliform, Temperature
QUAL2E-U	QUAL2E모형에 uncertainty 해석, 즉 민감도 분석, 1차수 오차 해석, Monte Carlo모의를 탑재	DO, BOD, Phosphorous, CM, Nitrogen, Algae, ANC, Coliform, Temperature
RECEIV-Ⅱ	하천, 천수역의 호소, 감조하천에서의 수질을 예측	CBOD, DO, T-P, T-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, Chl-a, Coliform
SSM	하천에서의 수질을 예측하는 모형이며, 타모형에 정교하지 않다.	CBOD, NBOD, DO, T-N, Coliform Phosphorous
WASP	수리량, 수질 예측	수질항목, 부영양화, 독성물질
WQRRS	수심이 깊고 지체시간이 긴 저수지 및 하천, 호소의 수질을 예측	TDS, DO, T-P, T-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, TC

주) 자료출처 : McCutcheon & French, 1989

국토해양부

2) QUAL2E 모형의 개요

가. QUAL2E 모형의 일반적 특성

QUAL2E 모형은 기존의 QUAL-Ⅱ모형을 개인용 컴퓨터에서 운영할 수 있도록 수정·보완(USEPA, 1995)한 모형으로 일반적인 특성을 기술하면 다음과 같다.

① 공간적으로 1차원 모형이다.(유하거리에 따른 수질변화 예측)

② 예측가능한 수질항목은 15가지이며 필요항목을 선택하여 모의할 수 있다.

③ 정상상태(steady state) 또는 준 동적상태(pseudo dynamic state)에 대한 모의가 가능하다.여기서 준 동적상태라 함은 태양의 일조량, 수온, 풍속은 동적변수이며, 나머지 항목은 정적변수임을 의미한다.

④ 조류(algae)와 영양염류(질소계, 인류)와의 관계가 포함되었으며, 온도보정과 태양복사 에너지에 의한 조류성장관계를 모형에 포함한다.

⑤ 댐에 의한 재폭기와 포화 용존산소의 계산방법이 개선되었다.

⑥ 구간별 증분 유입·유출(incremental inflow/outflow)을 고려 가능하다.

QUAL2E 모형에서 대상하천은 수리학적 특성이 균일한 구간(Reach)으로 분할되고 각 구간은 수질을 계산하기 위한 계산요소(Element)로 다시 등분된다. 따

라서, 대상하천은 완전혼합형 반응조가 연속적으로 이어져 있는 형태로 표현되므로 각 구간에서는 수리학적 특성과 용존산소 재폭기계수, BOD 분해율, 저층의 용출율과 반응계수 등이 균일하다. 각 구간에서 등분되는 계산요소는 다음과 같이 구분된다.

- 상류수원 요소(headwater element) : 본류 또는 지류의 최상류에 위치하는 요소.
- 합류점 직상류 요소(element just upstream from a junction) : 본류에 위치하는 지류와의 합류점 직상류 요소
- 합류점요소(junction element) : 본류에 위치하는 지류와의 합류점 요소.
- 최하류부 요소(last element in system) : 최하류부 요소로 대상하천에서 하나만 존재.
- 유입요소(input element) : 점오염원이 유입되는 지점의 본류상 요소.
- 취수요소(withdrawal element) : 취수 등으로 유출되는 지점의 본류상 요소.
- 일반요소(standard element) : 상기 항목에 포함되지 않는 요소.

이외에 QUAL2E 모형에서는 다음의 4가지 사항을 사용자가 지정 할 수 있다.

- 상류수원 유입(headwater input) : 물질수지, Flow augmentation
- 점원유입/취수유출(point sources/withdrawals) : 하수처리장, 우수유출, 도수 등
- 증분 유입/유출(incremental input/outflow) : 비점오염원, 지하수로의 손실
- 하류경계조건(downstream boundary condition) : 확산계수가 큰 감조하천의 하구 등

국토해양부

나. QUAL2E 모형의 기본이론

QUAL2E-U 모형을 구성하는 기본방정식은 1차원 이송 - 확산 물질이동방정식(1-dimensional advection-dispersion mass transport equation)이며, 계산요소(길이=dx)내에서의 물질의 변화는 확산, 이송, 반응과 상호작용 그리고 유입/유출(sources/sinks)에 의하여 발생된다.

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x}\right)dx - \frac{\partial (A_x U C)}{\partial x}dx + (A_x dx)\frac{\partial C}{\partial t} + S$$

물질의 변 화	dispersion (확산)	advection (이송)	reaction/ interaction (반응)	sinks/ sources (침전)

(여기서) t는 시간, M은 물질의 질량, x는 거리, Ax는 하도단면적, DL은 종방향 확산계수, U는 평균유속, C는 물질의 농도, S는 외부로부터의 유입/유출이다.

위 식에서 수리학적 특성은 평균유속과 하도 단면적, 수심이다. 여기서 물질수지를 계산하기 위해서는 평균유속과 단면적이 필요하며, 수체의 체적, 재폭기 계수 등을 산정하기 위해서는 수심이 필요하다. 각 구간에서의 유속과 수심은 경험식에 의한 유량계수법과 하천의 단면적을 이용한 Manning 공식으로 결정할 수 있다.

- 유량계수법 : 이 방법은 계산된 수리량 또는 실측된 수리량을 이용하여 지점별 유속과 수심을 산정하고 동일 구간 내에서의 유량과 유속, 유량과 수심간의 관계를 회귀분석하여 유량계수를 산정하는 방법이다.

· 유속 : $U = aQ^b$, $A_x = Q / U$

· 수심 : $d = \alpha Q^{\beta}$

(여기서) a, b, α, β : 계수,
Q : 유량
U : 평균유속,
Ax : 단면적
d : 수심

- Manning공식 : 하천의 수리계산에는 다음과 같이 Manning의 평균유속공식을 이용

$$Q = \frac{1}{n} R_x^{2/3} S^{1/2} A_x$$

(여기서)

n : 조도계수, S : 에너지 경사, Rx : 동수반경

국토해양부

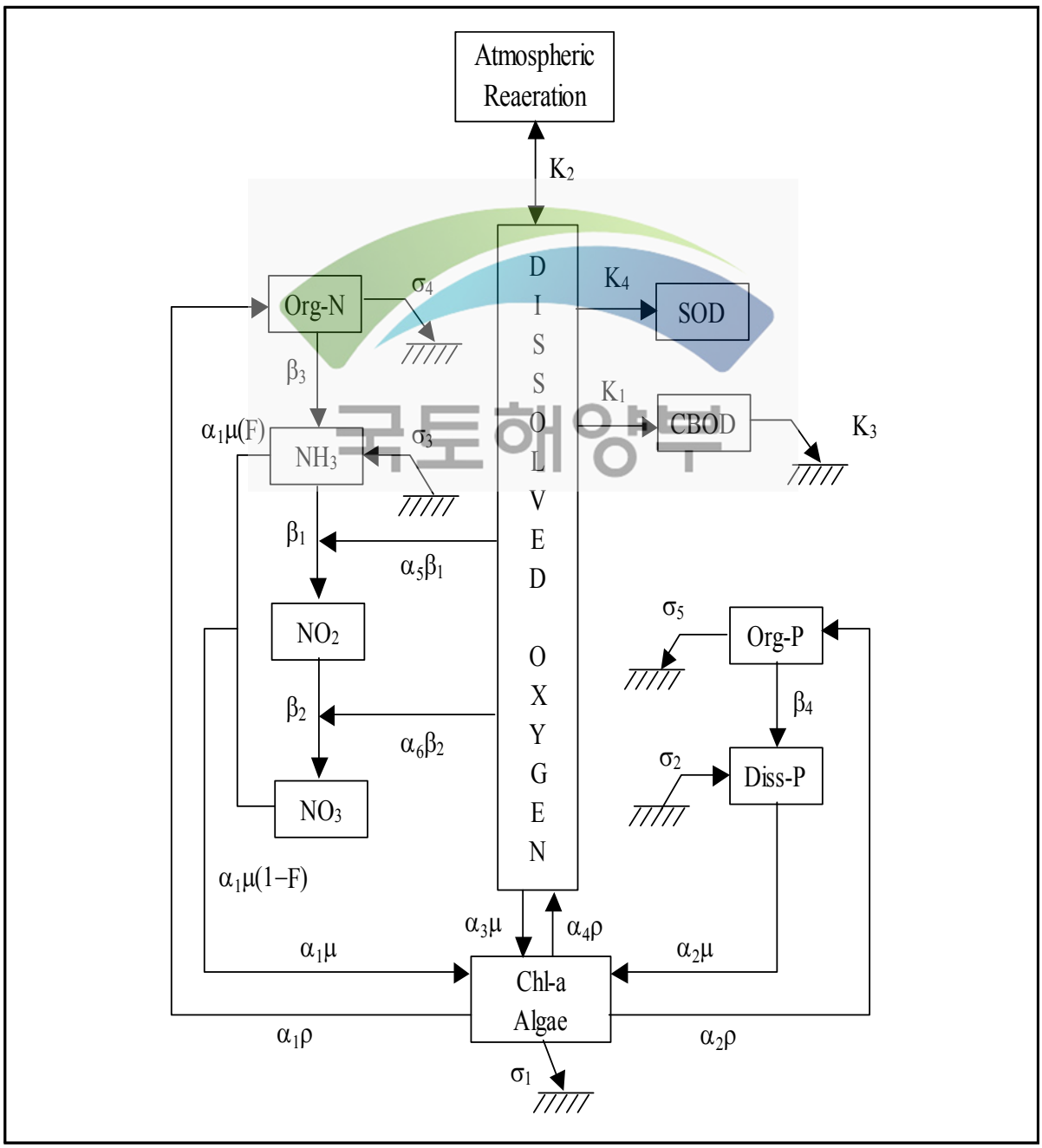
다. QUAL2E 모형의 물질수지

QUAL2E 모형을 이용하여 예측할 수 있는 수질항목은 총 15개로서 사용자의 필요에 따라 임의의 조합으로 선별적인 수질항목을 예측할 수 있으며, 수질항목은 다음과 같다.

- 용존산소(dissolved oxygen) : DO
- 생화학적산소요구량(biochemical oxygen demand) : BOD
- 온도(temperature) : T
- 엽록소(algae as chlorophyll a) : Chl-a
- 유기질소(organic nitrogen as N) : Org-N
- 암모니아성 질소(ammonia as N) : NH3

- 아질산성 질소(nitrite as N) : NO2
- 질산성 질소(nitrate as N) : NO3
- 유기인(organic phosphorous as P) : Org-P
- 용존성 인(dissolved phosphorous as P) : Dis-P
- 대장균(coliforms)
- 비보존성물질(arbitrary nonconservative constituent) : ANC
- 3개의 보존성 물질(three conservative constituents) : CM

<그림 9.1-1> QUAL2E에서의 주요 수질변화 기작



3) 모형의 구성

○ 모의대상하천 : 광천천 본류 6.3km 구간

○ 오염원 : 인구, 가축, 토지이용에 의한 발생부하량 및 하수, 쓰레기 무단투기 및 정체구간 퇴적물에 의한 오염, 제방주변 시설물에 의한 오염 등

○ 예측항목 : BOD(수질환경의 대표적 지표)

○ 대상하천의 구간설정 : 광천천의 하폭과 하상경사를 기준으로 5개 구간(Reach)으로 나누었으며, 각 구간을 0.1㎞씩 총 63개의 요소(Element)로 구분하였다.

<표 9.1-6> 수질모의를 위한 하천구분

Reach	Element	거 리(km)	비 고
1	1 ~ 16	0.0 ~ 1.6	월림천 합류
2	1 ~ 18	1.6 ~ 3.4	담산천 합류
3	1 ~ 14	3.4 ~ 4.8	
4	1 ~ 10	4.8 ~ 5.8	상지천 합류
5	1 ~ 5	5.8 ~ 6.3	

주) 합류 하천은 점오염원으로 간주하고, 저수량과 하천중점의 BOD농도를 적용하였음

국토해양부

4) 모델의 보정 및 결과

McCutcheon(1989)은 QUAL2E 모형에서 반응계수의 보정을 다음과 같은 절차로 수행하도록 추천하였다.

- 유량, 유속 그리고 수심의 자료를 보정한다. QUAL2E 모형의 계산 출력자료의 수리량 요약출력을 사용하여 수리량 계산을 위한 계수(유량계수)를 보정한다.
- 다른 수질항목에 영향을 주지 않는 수질항목에 대한 반응계수를 우선 보정한다.
- 다른 수질항목의 영향을 받는 수질항목에 대한 반응계수를 보정한다.
- 마지막으로 모든 수질항목에 대한 반응계수를 보정한다.

이때 수질항목에 대한 반응계수의 보정방법에는 자동보정법, 시행착오법, 혼합보정법으로 나누어지는데, 본 과업에서는 초기 반응계수는 민감도가 작은 계수를 고정값으로 결정하고 민감도가 큰 계수에 대하여 시행착오법으로 보정하였으며, 반응계수들은 기존 연구사례의 입력된 값 범위에서 고려하였다.

<표 9.1-7> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 수질반응계수

반 응 계 수		기존연구사례				금 회 반응계수
		1	2	3	4	
K1	탈산소계수	0.40～0.61	0.01～1.3	0.10～0.40	0.04～0.4	0.4
K3	BOD 침전율	0.005～0.012	0.00～10.0	0.005	0.0～0.50	0.3

주) 자료출처 : 대구위천국가 산업단지 조성에 따른 낙동강 수질보전대책(1996. 대구광역시)
대구지역 수질개선 중기계획(1995. 대구광역시)
낙동강유역수질관리를 위한 모델링(Ⅲ)(1993. 수질보전학회지9(2) pp131-138. 송교욱외)
낙동강 수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서(1997. 12. 건설교통부)

또한, 수질 예측시 하천의 현 상황을 대표하는 모형의 수립을 위해서는 하천의 지배유량, 하폭, 조도계수, 하상경사와 같은 수질자료의 보정·검증이 필요하다. 따라서 하천별 자료 및 실측조사 자료를 이용하여 모형의 보정을 시도하였다.

저수량, 조도계수, 하폭 등 하천자료와 1차, 2차 수질조사결과를 모델에 적용하였으며, 실측치에 가까운 모델을 얻기 위해 각 Reach에 유입되는 오염부하(증분유입-Incremental inflow)가 일정하게 분포하고 있는 것으로 가정한 후 실측된 수질자료를 이용하여 예측구간 BOD농도의 보정을 수행하였다.

국토해양부

<표 9.1-8> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 자료

Reach	저수량(m^3/s) (Q275)	조도계수 (n)	하상경사 (I)	하 폭 (m)	비 고
1	0.728	0.033	0.00615	54	
2	0.728	0.033	0.00461	42	
3	0.728	0.033	0.00391	50	
4	0.728	0.033	0.00373	60	
5	0.728	0.033	0.00299	60	

<표 9.1-9> 오염물질 배출부하량

(단위:kg/일)

구 분		예 측 년 도			
		현재	2006	2011	2016
광천천	인구	538.29	561.89	579.27	598.42
	가축	661.90	705.72	785.30	873.86
	토지	669.43	690.86	728.19	767.63
	공장	14.00	14.00	14.00	14.00
	계	1,883.61	1,972.47	2,106.76	2,253.91

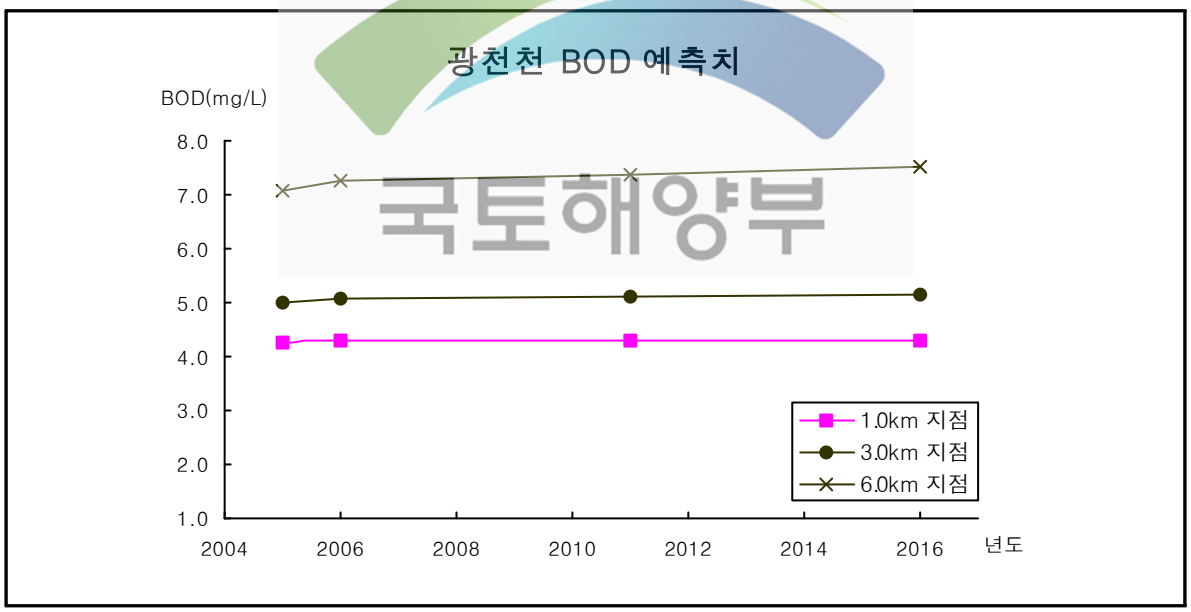
광천천 상류로부터 1.0km, 3.0km, 6.0km지점의 장래수질을 예측한 결과, 전체 오염부하량의 증가로 인해 수질의 BOD농도가 점차적으로 증가할 것으로 예측되었으나 그 변화는 미미한 것으로 판단된다.

<표 9.1-10> 장래수질예측

(단위:mg/L)

예측지점 (km)	예 측 년 도				비 고
	현재	2006	2011	2016	
1.0	4.27	4.29	4.30	4.31	
3.0	4.99	5.08	5.12	5.16	
6.0	7.06	7.25	7.38	7.51	

<그림 9.1-2>



9.1.5 하천수질 개선대책

하천수질보전은 기본적으로 유역내의 공장폐수 등에 대한 수질 기준 또는 총량 배출규제, 폐수종말처리 시설의 건설, 공공수역의 수질보전, 토양오염 방지, 그리고 하수도 정비 등 환경 개선사업에 의해 달성할 수 있어야 한다. 이들 시책과 적절한 조화를 취하면서 하천 내에서 임시적 또는 항구적인 수질개선책을 강구하여 추진하도록 하여야 한다.

하천수질 개선대책으로는 하천의 수리·수문 특성과 물리적 특성을 이용한 물리적 정화 기법, 화학적 처리를 이용한 화학적 정화 기법, 생물의 생리적 특성을 이용한 생물학적 정화 기법을 검토하여 해당 하천의 특성에 따라 적합한 방법을 조합하여 수립한다.

현재까지 개발 적용되고 있는 하천수질개선대책은 오염원 방지 대책과 오염수를 어떠한 지역에서 처리하느냐에 따라 <표 9.1-11>와 같이 나눌 수 있다.

<표 9.1-11> 하천수질개선대책 사업의 분류

유역 및 하천 유입전 대책	하천내 대책
▷ 하수도 정비 ▷ 공장 및 축산폐수 등 배출규제 ▷ 산화지 및 침전지 등에 의한 오염부하량 저감 ▷ 오염수와 하천수 분리 ▷ 오염유발 주민의 오염부하 저감 노력 ▷ 농지 및 골프장 등 농약 살포 규제 ▷ 기타	▷ 오니 준설 ▷ 유황 개선(하천유지용수 확보) ▷ 자갈과 쇄석 재료의 접촉산화법 등에 의한 수질정화시설 건설 ▷ 식생을 이용한 수질 정화 ▷ 하천수와 오염수 분리

국토해양부

수환경 계획은 수질관리에 중점을 두어 수질정화 차원에서의 각 정화 방법을 각각 비교 검토하여 기본방향을 설정하고 시설비, 유지관리, 정화 능력, 현장 적용성 여부 등을 고려하여 하상저질의 준설, 하천 정화 용수의 도입, 하상여과수 순환법, 식생 정화 기법, 하수고도처리 기법 등의 방법 중 선택하여 기본방향을 설정한다.

1) 오염원 제어

가. 유역 및 하천 유입전의 대책

(1) 배수방식 개선

오염물질은 오염물질 배수방식의 개선으로 오염물질의 원활한 차집이 가능하다. 생활하수의 경우 하수관거가 매설되지 않은 지역은 하수가 공공수역으로

직접 방류되고 있으며, 또한 하수관거가 매설된 지역이라도 배수방식이 합류식인 경우에는 오수와 우수를 동일 관으로 집수하여 일부는 종말처리시설로 나머지는 공공수역으로 직접 방류하게 되므로 되도록 분류식 관거를 매설하여 우수는 본 하천으로 방류하며, 생활오수는 오수관으로 차집하여 하수처리시설 방안과 연계하여 처리하도록 한다.

(2) 하수처리 계획

오염물질의 하천으로의 직접적인 유입을 방지하기 위한 방법으로 하수종말처리시설과 축산폐수시설을 설치하여 오염물을 처리 후 방류하는 것이 있다. 그러나, 하수종말처리시설, 축산폐수처리시설 등은 일정규모 이상의 취락지나 축산농가밀집지역에 적합한 방법으로 금회 과업 유역의 경우 대부분 취락지가 하천을 중심으로 소규모로 이루어져 있으므로, 마을하수도의 도입방안이 요구된다. 일반적으로 하수도 보급지역 중 마을하수도와 하수도 미보급지역의 개별하수처리시설을 소규모하수도라 하며 소규모 하수도의 설치규모는 <표 9.1-12>에서 보는 바와 같다. 농어촌 1호당 평균1일 하수발생량을 1톤으로 볼 때 20톤 이상을 마을하수도로 분류하기 때문에 각종 마을하수도 대상규모 즉 공동처리 시설대상은 20호 이상을 기준으로 하며, 20호 이상 중에서도 여건이 적합한 지역만 마을하수 공동처리장을 설치하고 20호 미만인 경우에는 개별처리공법으로서 합병정화조나 토양트렌치법 등을 채택하는 것이 바람직하다.

국토해양부

<표 9.1-12> 소규모 하수도 설치규모

구 분	개 별 시 설	공 동 시 설	
규 모	20호 미만	공 동 처 리	개 별 처 리
		20호 이상	
주요시설	- 합병정화조 - 토양트렌치법	각종마을하수도 시설	각종 개별처리시설

주) 자료출처 : 농어촌 하수의 최적처리방안(한국환경정책·평가연구원, 최지용)

마을하수도에서의 하수처리 방식은 집중처리 방식과 현장처리방식으로 크게 분류하며, 집중처리방식은 일정규모이상에서 유지관리가 용이하고 또한 경제적인 하수처리프로세스를 적용하고, 대상가구가 20호 이상이라도 관거비용이 많이 소용되거나 자연여건상 적절한 경우에는 합병정화조, 토양트렌치법 등 현장처리방식을 적용함이 바람직하다. 마을은 밀집정도와 하수관거의 형식을

좌우하는 평탄, 구릉 및 경사 등의 지형특성을 고려하여 <표 9.1-13>과 같이 12개로 분류가 가능하며, 지역특성별로 마을하수도와 개별시설로 나뉘며, 가구수에 따라 <표 9.1-14>에서 보는 바와 같은 처리법을 적용할 수 있다.

<표 9.1-13> 소규모 하수도 설치형식

마을분류	밀 집 도	지 형	분 류
농 촌 (A)	밀 집 (D)	구 릉 (H)	ADH : 구릉지에 밀집한 농촌마을
		평 지 (P)	ADP : 평탄한 지형에 밀집한 농촌마을
	산 재 (S)	구 릉 (H)	ASH : 구릉지에 산재한 농촌마을
		평 지 (P)	ASP : 평탄한 지형에 산재한 농촌마을
어 촌 (F)	밀 집 (D)	구 릉 (H)	FDH : 구릉지에 밀집한 어촌마을
		평 지 (P)	FDP : 평탄한 지형에 밀집한 어촌마을
	산 재 (S)	구 릉 (H)	FSH : 구릉지에 산재한 어촌마을
		평 지 (P)	FSP : 평탄한 지형에 산재한 어촌마을
산 촌 (M)	밀 집 (D)	구 릉 (H)	MDH : 구릉지에 밀집한 산촌마을
		평 지 (P)	MDP : 평탄한 지형에 밀집한 산촌마을
	산 재 (S)	구 릉 (H)	MSH : 구릉지에 산재한 산촌마을
		평 지 (P)	MSP : 평탄한 지형에 산재한 산촌마을

주) 자료출처 : 농어촌 하수의 최적처리방안(한국환경정책·평가연구원, 최지용)

국토해양부

본 과업유역의 경우 평탄지에 산재한 농촌마을(ASP) 및 산촌마을(MSP)의 특성을 띄고 있으므로 마을하수도에 장기폭기법, 접촉폭기법, 회전원판법 및 합병정화조, 토양트렌치법 등을 적용할 수 있다.

<표 9.1-14> 지역특성별 하수처리 공법

마 을 분 류		호 수	하 수 처 리 공 법
마 을 하 수 도	AD 지역	20호 이상	장기폭기법, 접촉폭기법, 회전원판법, 산화구법
	FD 지역	20호 이상	장기폭기법, 접촉폭기법, 회전원판법, 산화구법
	AS 지역 FS 지역 MS 지역	20호 이상	관거경제성에 따라 결정하며, 처리법은 상동
	MD 지역	20호 이상	부패조+(호기성처리)+토양트렌치법
개별시설	AS 지역	10호 이하	합병정화조 또는 부패조+(호기성처리)+토양트렌치법
	FS 지역	10호 이하	합병정화조 또는 부패조+(호기성처리)+토양트렌치법
	MS 지역	10호 이하	합병정화조 또는 부패조+(호기성처리)+토양트렌치법 +살수여상법

주) 자료출처 : 농어촌 하수의 최적처리방안(한국환경정책·평가연구원, 최지용)

(3) 축산분뇨 처리

하천 유역에서 발생하는 발생부하량중 축산폐수에 의한 배출부하량이 축산분뇨가 퇴비화(축산분뇨자원화시설)를 거칠 경우 유역으로 배출되는 부하량은 매우 감소하여 축산폐수에 의한 오염부하가 상당량 감소하는 것으로 예측되었다. 본 검토에서는 유역내 산재한 축산농가의 현황파악이 어려워 가축에 의한 발생부하량이 전량 일반적으로 적용되는 퇴비화를 거친후 배출된다는 가정하에 예측을 실시하였으므로 적절한 처리시설을 거치지 않고 그대로 수계로 배출될 경우 하천으로의 오염부하는 상당히 클 것이며 이와 반대로 적절한 처리방법을 거친 후 배출될 경우 하천으로의 오염부하는 매우 감소할 것임을 알 수 있다. 이에 따라 각 축산농가로부터 발생하는 축산분뇨를 최대한 퇴비화하고 축산분뇨가 빗물에 의해 강으로 유입되는 것을 최소화하기 위하여 소규모 축산농가에 대해서도 분·뇨분리저장시설과 가축운동장 비가림시설 등의 도입이 필요할 것으로 판단된다.

나. 하천내의 대책

하상퇴적물의 준설, 정화용수 도입에 의한 희석, 하천 내 정화시설을 이용한 저감방법 등으로 구분되는 하천 내 대책은, 정화 목표수질을 설정하여 물리적 방법, 물리·화학적 방법, 생물학적 방법의 원리를 이용하여 하천공간에 정화시설을 설치하여 오염된 하천수를 처리하며, 이들의 구체적인 특징은 다음과 같다.

국토해양부

<표 9.1-15> 하 천 정 화 기 법 구 분

구 분	처 리 방 법	설 치 장 소		
		하 도	고수부지	유 수 지
생물학적 방법	식물정화		○	○
화학적 방법	중화처리접촉산화	○	○	○
물리+생물학적 방법	무폭기식 자갈접촉산화		○	○
	폭기식 자갈접촉산화		○	○
	산화지(라군)		○	○
	토양침투		○	○
물리적 방법	준 설	○		
	토양침투법	○	○	○
	DCF법	○	○	○
	보	○		
	정화용수 도입(도수)	○		
	수중폭기	○	○	○
	박층류	○		
	Micro-strainer	○	○	○

(1) 하상퇴적물의 준설

하천 또는 호소에 유입되어 퇴적된 하상퇴적물(sediments, 저질)을 물리적으로 제거하는 것으로 홍수 예방, 가뭄대책, 저수용량의 확보등을 위한 치수목적을 위하여 시행되었으나, 최근에는 수질개선을 위한 목적으로 준설을 시행하고 있으며 오니토제거공사, 퇴적오니 준설사업 등이 시행되고 있다.

(2) 정화용수의 도입

하천 상류부에 유량조절용 댐 건설, 타 수계로부터의 용수 인입, 하천하류의 유출수 역류, 환경기초시설의 방류수 인입, 지하수 양수 등이 있으며, 타 수계로부터의 용수 인입은 도입에 따른 문제점이 있으며 또한 환경기초시설의 방류수 인입은 환경정책기본법의 생활환경기준 Ⅴ등급 기준(BOD: 10㎎/l)을 상회하지 않는 처리수의 도입이 요구된다.

(3) 하천 내 정화시설의 도입

▪ Biomedia에 의한 접촉산화

자갈이 깔려있는 하상에서 수심이 얕을 경우에는 하천수가 하류로 유하하면서 수중의 오염물질이 자갈표면에 형성된 미생물막에 의해 흡착, 분해되거나 침전, 여과되어 수질이 개선되는 원리로 유수가 접촉하는 하상면을 넓게하고 조약돌이나 플라스틱 충진재로 하상의 비표면적을 증대시키는 방법

▪ 산화지

하수의 생물학적 처리방법인 활성슬러지법, 살수여상법과 더불어 가장 기본적인 도시하수처리법으로 개발되었으며, 정화과정이 생물학적 처리방법중 가장 간단하고 또한 유지관리도 간편한 방법으로 산화지에는 때때로 처리효율을 증대시키기 위하여 어류를 키우거나 수생식물을 재배하기도 하며, 산화지를 호기성으로 유지하기 위해서는 수심을 1.5m이하로 하여야 한다.

▪ 역간접촉산화법

산화조의 하부에서 폭기를 하는 폭기식 역간접촉산화법과 폭기가 없는 무폭기식 역간접촉산화법으로 구분되는 역간접촉산화법은 하천의 자정능력을 이용하여 정화의 매개체인 하상면(생물막)을 다층으로 증가시키고 다층사이에 하천수를 유하시켜 오염물질이 자갈표면이나 자갈사이의 공극에 형성된 미생물에 접촉침전, 흡착 및 생물막에 의한 분해작용을 이용하며 개선점으로 생물막 증가에 따른 공극폐쇄, 악취방지 등을 들 수 있다. 장단점 현황은 <표 9.1-16>과 같다.

국토해양부

<표 9.1-16> 장·단 점 비 교

장 점	단 점	비 고
· 이·치수상 장해가 적다 · 홍수의 영향을 적게 받는다 · 2차 오염의 발생이 적다 · 유지관리가 간편하다 · 지하설치로 상부부지 활용 가능하다 · 지하설치로 미관상 저해요인 없다 · 처리효율이 크다	· 넓은 부지가 소요된다 · 유입수 농도(BOD:20㎎/l이상)가 높을 경우 처리 효율이 감소된다 · 퇴적 슬러지의 제거가 곤란하다 · 쓰레기, 낙엽, 수초 등에 의해 공극 폐쇄의 위험성이 있다 · 2~3m의 높은 수두가 필요하다	

▪ 식생정화기법

하천주변에 서식하는 여러 가지 생활양식의 수생식물은 생활 습성에 따라 크게 부유식물, 정수식물 및 침수식물로 구분하며, 이런 습지 식물들은 하천내에서 수변과 수중에서 영양 물질들의 보유, 제거, 이용 등에 기여하여 큰 효과를 가져옴으로서 수질에 영향을 미치며, 수생식물을 이용한 정화의 경우에는 체류시간, 이식 식물체량, 종의 생리특성, 수질농도, 수온, 조도 등의 조건이 복잡하게 관계되어 영양염류의 제거효율이 결정되며, 더욱이 부들, 갈대, 줄 등의 수생식물에 의한 수질정화 조건이 확실치 않고 조건이 차이가 있으나 대략 T-N 30~80%, T-P 30~60% 정도의 제거율을 나타내고 있는 것으로 조사되었다.

국토해양부

<표 9.1-17> 수처리에 이용되는 습지식물

구 분	일 반 명	학 명
부 유 식 물 (free-floating plants)	부 레 옥 잠 생 이 가 래 울 피 아	Eichhomia crassipes Salvinia natans Wolofia sp
정 수 식 물 (emergent plants)	부 들(cattail) 갈 대(reed) 골 풀(rush) 매자기(bulrush) 사 초(scdge)	Typha sp Phragmitcs communis Juncus sp Scirpus sp Carex sp
침 수 식 물 (snbmergcd piants)	가 래(pondwood) 물수세미 Water weed 붕어마름(coontail) 어항마름(fanwort)	PotatNogeton sp MyNophylum sp Elodea sp Ceratophylum demersum Cabomba carolinana

2) 제방공사시 오염발생 방지대책

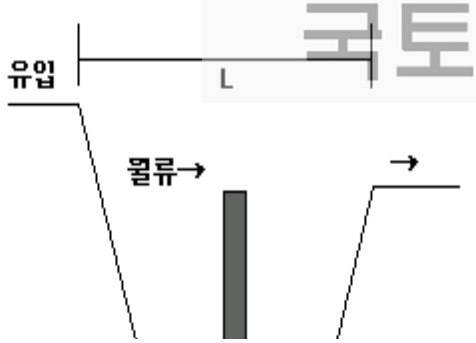
가. 공사시

(1) 토사유출 저감대책

영향예측에서 언급한 바와 같이 사업시행시 토공사가 이루어지는 구간에서의 토사유출에 대하여 아래와 같은 저감대책을 계획하여 하천생태계 및 수자원을 보호할 계획이다. 계획대상 하천의 하상정비 및 구조물 설치 공사시 토사유출로 인하여 부유물질농도 증가로 하천수질 및 수중생태계에 영향이 예상되므로, 공사시 현장여건 및 전반적인 사항을 고려하여 공사지점 주위로 가마니, 마대 등을 이용한 가물막이를 설치하여 물흐름을 일시 변경한 후 공사를 시행토록 하며, 필요시에는 오탁방지막을 설치하여 토사유출을 최소화할 계획이다. 토사유출이 심하게 발생되는 공사의 시행시 공사지역 경계로 가배수로를 설치하여 토사가 하상으로 유입되는 것을 방지토록 하며, 하류부에는 유수의 흐름을 고려한 간이침사지를 설치하여 가배수로로 유도된 토사를 제거토록 할 것이다.

국토해양부

<표 9.1-18> 저감시설 설치도 (예시)

	
침 사 지	오탁방지막(예시)

또한 하천의 하상에 설치되는 낙차공 및 보 공사전 가배수로, 물막이공 등의 설치를 통한 수로변경으로 수체와 토사를 격리하여 토공사에 따른 토사유출의 직접적인 영향을 막고, 공사는 갈수기에 실시하도록 하며, 터파기 작업 중 발생하는 하상토사는 육상으로 신속히 운반하여 수용하천의 부유물질 증가와 토사퇴적을 최소화 할 계획이다.

(2) 현장투입인력에 의해 발생되는 오수 처리대책

공사 현장에 여유율을 고려하여 오수처리시설을「오수·분뇨 및 축산 폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙, 별표 3, 개정 1999.8.9」의"오수처리시설 설치기준(제15조 관련)"을 만족하도록 설치하여「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙, 별표 1, 개정 1999.8.9」의"방류수 수질기준(제9조제1항 관련)"의 기타지역인 생물화학적 산소요구량(BOD) 20㎎/l이하, 부유물질량(SS) 20㎎/l이하를 만족할 수 있는 적절한 처리공정을 선택하여 설치후 처리·방류할 계획이다.

나. 오염원별 부하량 삭감계획

(1) 생활하수 처리방안

광천천 유역내 일부는 현재 하수처리구역으로 포함되어 하수처리장으로 연계처리하여 방류함으로써 하천 수질에 미치는 영향을 최소화 하고 있다. 그 외의 하천은 하수처리구역(마을하수도 처리구역포함)외 지역으로 각 가정에 오수처리시설 및 단독정화조 등을 설치하여 발생오수를 처리하고 방류하도록 하고 향후 하수처리구역 확대 및 마을 하수도 등의 오수처리시설 확충 등의 계획을 수립하여 생활오수로 인한 하천의 수질오염을 방지토록 할 것이다.

국토해양부

(2) 축산분뇨 처리방안

대상하천 유역내의 축산농가는 대부분이 신고대상 미만의 소규모 농가로서 퇴비화 등의 처리를 통하여 농지나 초지에 활용토록 하는 것이 바람직할 것으로 판단되며, 추후 축산분뇨에 의한 영향을 최소화하기 위하여 축산농가에 적합한 자가 처리시설 설치 및 산재되어 있는 축산농가의 분뇨를 차집하여 처리하는 공공처리시설의 신설이 필요할 것으로 판단된다.

또한, 축분 퇴비를 이용한 유기질비료 공급확대로 토량개량 및 지력증진을 도모하며, 축산폐수처리시설 설치농가에 대해서는 축산폐수 무방류 처리시설로의 전환을 유도하도록 하여 축산분뇨에 의한 수질오염을 최소화할 수 있다.

(3) 비점오염원 저감방안

(가) 비점오염물질 발생억제

합류식 하수처리구역은 점차적으로 오수관거와 우수관거가 분리 설치되는 분류식 하수처리구역으로 개선하고 강우시 경사지, 나대지 등으로부터 침식물 발생을 억제하기 위하여 해당 토지 또는 그 하단에 식생을 조성하거나 식물의 잔재물, 볏짚 등으로 토양표면을 덮고 토양성분유출이 과다한 지역(나대지, 경사

지 등)에서는 강우 유출수를 안전하게 이용 또는 처리될 수 있는 지역으로 물을 우회시킴으로서 비점오염물질을 감소시킬 수 있다.

또한 담배꽁초, 휴지 등의 쓰레기를 거리·도로에 버리지 않도록 하고, 하천 및 호소로 직접 배수되는 분류식 우수관거에 쓰레기가 유입되지 않도록 한다.

① 농업지역일 경우

- 무농약농산물·저농약농산물의 재배 권장 및 비료와 농약의 안전사용 기준 준수
- 하천둔치 및 하천부지에서의 경작을 최대한 억제하고, 이를 위한 주민홍보 강화
- 토양에 포함된 영양염류를 최대한 이용하고 비료·농약의 사용을 최소화하기 위한 윤작, 순환경작 등의 영농방식을 적극 도입
- 겨울철 등 경작을 안하는 시기에는 식물 잔재물 등으로 경작지 표면을 덮어줌으로써 토양의 침식 방지

② 축산지역일 경우

- 강우유출수가 축사내로 유입되지 않고 우회되도록 방지턱, 도랑 등을 조성
- 축분이나 퇴비는 외부유출이 안되는 구조물에 저장하고, 구조물이 없는 경우에는 외부유출이 방지되는 평평한 불투수성 토양지역에 저장함
- 축산분뇨를 초지나 경작지에 살포하는 경우에는 작물의 흡수가 최대가 되는 시기에 우기를 피하여 살포

(나) 지표면 오염물질 제거

강우시에 대규모 비점오염물질의 발생을 방지하기 위해서 주기적인 도로·거리청소를 실시하고, 합류식 하수관거, 우수관거, 하천변, 하상 등에 축적된 오염물질을 주기적으로 제거한다.

(다) 강우유출수(강우시 발생된 빗물)가 하천으로 직접 유입되는 것을 억제

산림, 습지, 농지, 초지지역 등은 강우를 저류시키고 땅속으로 침투하는 기능을 유지하도록 관리하고 지붕우수를 우수관거로 바로 연결해 방류시키지 않고 정원, 연못이나 정원 지하에 침투조, 침투통 등을 설치하여 지하로 침투시키거나, 정원수, 청소수 등으로 활용한다.

(라) 강우 유출수내 오염물질 저감

비점오염물질 저감시설로 초기강우가 유입될 수 있도록 지면에 적절한 구배를 주거나 관거 시설을 설치하고, 초기강우가 유입된 후 추가적으로 유입되지 않도록 우회시설을 설치한다. 또한 하천변에 주차장 설치 등의 불투수성 지역 조성을 제한하고, 식생을 조성하여 오염물질을 흡수시키는 완충지대 역할을 하여 오염물질을 저감시킨다

국토해양부

3) 수질개선방안

금회 과업하천인 광천천내의 수질현황 조사결과 홍성군 하수관거 정비사업(BTL) 시행으로 BOD기준 기수립(2005년)/금회 : 6.2 / 4.1㎎/L로 Ⅳ→Ⅲ등급으로 향상된 수질양상을 나타내고 있으며, 기존 토구에 대해 폐쇄계획을 수립하고 분류식화가 완료되는 2013년 이후에는 월류수에 의한 하천으로의 오염부하 유입이 방지되어 목표수질을 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 합류식 지역에서 발생하는 월류수 및 향후 분류식화 완료 후 초기강우 유출수에 의한 오염부하의 수계유입으로 수질오염 방지를 위한 하수도 시설의 기능이 저하될 수 있으므로 「홍성군 하수도정비 기본계획 변경, 2009.12, 홍성군」에서는 다음과 같은 대책을 수립하였다.

<표 9.1-19> 유역내 단계별 월류수 처리계획

(단위:㎥)

구분		기존 (2006년)	1단계 (2010년)	2단계 (2015년)	3단계 (2020년)	4단계 (2025년)	비고
광천 처리구역	소계	-	4.338	4.496	4.496	4.496	
	광천	-	1.864	1.864	1.864	1.864	
	상지	-	2.135	2.215	2.215	2.215	
	옹암	-	0.339	0.417	0.417	0.417	

주) 자료출처 : 홍성군 하수도정비 기본계획 변경(2009.12, 홍성군)

국토해양부

<표 9.1-20> 유역내 단계별 초기강우 유출수 처리계획

(단위:㎥)

구분		기존 (2006년)	1단계 (2010년)	2단계 (2015년)	3단계 (2020년)	4단계 (2025년)	비고
광천 처리구역	소계	-	-	4.338	4.496	4.496	
	광천	-	-	1.864	1.864	1.864	
	상지	-	-	2.135	2.215	2.215	
	옹암	-	-	0.339	0.417	0.417	

주) 자료출처 : 홍성군 하수도정비 기본계획 변경(2009.12, 홍성군)

유역의 중·상류부 비시가화 지역의 소규모 취락지구에 대하여 부락 단위별 마을하수도 건설 추진, 개별 오수처리시설 설치와 취락지와 함께 산재되어 있는 가축사육시설의 축산폐수처리 철저, 신규 수질오염 배출업체 허가 억제 등 수질보전을 위한 대책을 수립하여야 한다.

9.2 환경영향 검토

9.2.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책

금회 환경영향 검토는 기 수립된「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」의 자료를 인용하여 정리하였다.

<표 9.2-1> 종합평가 및 결론

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 안
기 상	○평균기온 : 12.2℃ ○상대습도 : 75.5% ○강 수 량 : 1,272.4mm ○주 풍 향 : NE ○풍 속 : 2.0m/s	○전체적인 기상에 미치는 영향은 없음	-
지형·지질	○지형 : 금회 과업범위는 광천천수계의 5개의 지방 2급 하천이며, 유역면적은 66.64㎢, 유로연장 15.16㎞임 - 평균고도 : EL.46.55m ~EL.170.020m - 평균경사 : 14.00~22.93% ○토양 (토양형별 면적 분포) - A군 : 7.93㎢(11.90%) - B군 : 38.27㎢(57.43%) - C군 : 13.60㎢(9.06%) - D군 : 11.38㎢(17.07%) ○지질 - 충적층, 화강암류 및 변성암류, 편마상 화강암류 등	○지형상의 변화 : 하천별로 부분적인 개수가 이루어지므로 전체적으로 볼 때 그 변화정도는 그리 크지 않을 것으로 예상됨 ○하천내 제방축조 및 보축 공사로 인하여 일부 구간에서 사면발생이 예상됨 ○절·성토의 발생 : 축제공 및 호안공, 배수구조물공 등 공사공정에 따라 소량의 절·성토가 발생될 것으로 예상됨 ○토사의 유출 : 토공시행시 강우로 인한 토사의 유출이 예상됨	○자연지형상의 변화 최소화 : 구조물의 치수적 안정성 및 자연상태를 충분히 고려 자연경관과 조화를 이룰 수 있는 친환경적인 제방 및 호안 계획을 수립 ○사면안정화 대책 - 둑마루 폭 : 4.0m이상 - 여유고 : 0.6이상 - 비탈경사 : 1:2.0~1:3.0 - 턱(소단) : 최소 3m이상으로 계획 - 계획홍수위까지 제방호안을 설치함 - 호안의 밑다짐폭은 최소 4.0m이상, 호안기초 깊이는 4.0m이상 설치함 - 하천환경과 유수의 소류력과 같은 수리특성을 면밀히 검토하여 호안공법 적용 ○절·성토 처리계획 : 발생되는 절토를 전량 성토재로 이용할 수 있도록 토공계획 수립, 불가피하게 사토 발생시 주변의 개발계획 등을 고려 적정처리함 ○토사유출 방지대책 : 우기를 피하여 공사 시행, 발생되는 사면 등에 비닐 및 거적 덮기를 실시, 가배수로 및 간이침사지 등을 설치

국토해양부

<표 9.2-1> 계 속

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 안
동·식물상	○동·식물상 현황 - 포유류 : 5목 7과 8종 - 조류 : 9목 20과 26종 - 양서·파충류 : 3목 6과 8종 - 육상곤충 : 12목 57과 101종 - 식물 : 광천천 34종 상지천 34종 지정천 21종 담산천 36종 월림천 31종 - 어류 : 광천천 3종 상지천 8종 지정천 2종 담산천 3종 월림천 1종 - 저서성 대형무척추동물 광천천 8종 상지천 13종 지정천 5종 담산천 8종 월림천 5종	○서식지 훼손으로 인한 동물들의 서식지의 이동 및 개체수 감소 ○동물들의 먹이 및 물 획득을 위해 하천으로 이동시 공사 차량에 의한 위험 노출 ○공사시 발생하는 소음 및 불빛은 동물들에게 Stress 유발 ○공사로 인한 토사의 하천유입시 수중생태계 영향이 예상됨	○동물의 주요번식기(3~6월)를 가급적 피하여 공사를 실시 ○무리한 야간공정은 지양하며 공사시 저소음·저진동의 공사공정을 계획 ○소형 동물들의 보호를 위해 경계석 설치, 수로변에는 경사면 구거를 계획 ○사업시행시 주요종이 서식하거나 도래할 수도 있으므로 이들의 포획, 남획 및 훼손 예방을 위해 관리·감독 철저 ○어류의 이동로 단절을 예방하기 위해 어도를 설치 ○공사시 발생되는 절토 및 성토면에는 자연형 하천의 특성을 고려하여 여건에 맞는 자연형 호안을 조성
수리·수문	○수계현황 - 유로연장 : 15.16m - 유역면적 : 66.64㎢ ○유역특성 - 유역평균폭 : 0.97~4.40 - 유역형상계수 : 0.19~0.29 - 하천밀도 : 0.46~1.03 ○수문현황 - 우량관측소 : 총 3개소 - 유황분석 갈수량 : 0.005~0.074㎥/s 저수량 : 0.018~0.283㎥/s 평수량 : 0.046~0.728㎥/s 풍수량 : 0.121~1.920㎥/s 기준갈수량 : 0.0030~0.040㎥/s	○기본 및 계획홍수량 산정 : 광천천하구 755㎥/sec ○계획홍수위에 따른 하폭 및 기설제방고의 확충이 필요함 ○기존배수시설물 능력검토 : 총 240개의 배수구조물중 통수단면 부족 구조물 87개소 증설이 필요함	○제방 및 호안 설치계획 - 계획하폭, 계획홍수위 등을 근거로 현장여건을 종합적으로 고려하여 결정 - 축제 16개지구, 보축 12개지구, 고호 2개지구 ○배수시설물 설치계획 - 배수시설의 최소규격은 유지관리 등을 고려하여 Φ800mm이상으로 계획 - 신설 배수문 총 7개소

국토해양부

<표 9.2-1> 계 속

<table>
<tr><th>분야</th><th>환 경 현 황</th><th>영향예측 및 분석</th><th>저 감 방 안</th></tr>
<tr><td>토지이용</td><td>○ 홍성군 토지이용 현황
- 총면적 : 443.81㎢
- 임야 : 205.93㎢(46.40%)
- 답 : 102.83㎢(23.17%)
- 전 : 61.01(13.75%)</td><td>○ 주요시설물 설치계획
- 개수를 요하는 구간은 현지조사와 수리·수문학적인 검토에 의하여 결정
- 현안지점 상·하류의 지형조건 등을 고려 홍수소통이 원활하도록 계획법선을 결정
- 하도의 안정을 기하기 위해 하상의 종단형을 계획함에는 평형하상 및 경사를 고려함과 동시에 평균유속은 가급적 3.5m/s 이내로 계획</td><td>○ 하천정비 기본계획으로 편입되는 일부 농경지 및 임야는 향후 하천부지로 토지이용이 변경될 것으로 예상됨
○ 편입용지 및 지장물은 이주 및 보상대책을 관련 법령 및 주민과의 충분한 협의를 통하여 결정할 계획임</td></tr>
<tr><td>수질</td><td>○ 수질 측정결과
- 하천별 2차에 걸쳐 측정, 본류에 대하여 14개 수질항목을 측정하였으며, 전지점 수질은 Ⅱ~Ⅳ등급으로 조사됨
○ 저질 측정결과
- 과업대상 5개 하천 5개 지점에 대한 저질의 현황 농도 분석결과 강열감량 0. 9~ 4.6%, 유화물 0.11 ~ 0.34 mg/kg의 범위로 조사됨</td><td>○ 공사시 부유토사 농도
- 갈수기시 지정천 0.0193mg/L ~ 광천천 0.2033mg/L로 예상
○ 토사입경 0.02mm 유하거리
- 담산천 17.40m ~ 지정천 115.46m
○ 직업인부 생활오수 발생량
- 3.6㎥/일
○ 연도별 오염물질(BOD) 배출량
단위 : kg/일
<table><tr><th>구분</th><th>현재</th><th>2006년</th><th>2011년</th><th>2016년</th></tr><tr><td>광천천</td><td>1,883.61</td><td>1,972.47</td><td>2,106.76</td><td>2,253.91</td></tr><tr><td>상지천</td><td>650.59</td><td>678.10</td><td>720.95</td><td>767.68</td></tr><tr><td>지정천</td><td>89.45</td><td>93.07</td><td>78.58</td><td>104.54</td></tr><tr><td>담산천</td><td>226.45</td><td>237.17</td><td>254.53</td><td>273.53</td></tr><tr><td>월림천</td><td>155.77</td><td>163.61</td><td>175.12</td><td>187.81</td></tr></table></td><td>○ 공사시 토사유출 저감대책
- 우기 피하여 공사실시, 덮개사용으로 노출사면 보호
- 가물막이 설치
- 토사유출 심한지역 가배수로 설치
- 하류부 간이침사지 설치
○ 오염원 저감대책
- 환경기초시설 확충
- 분류식 하수관거로 개선, 식생조성
- 하천으로 직접유입되는 분류식 우수관거의 쓰레기 등 오염물 유입방지</td></tr>
</table>

국토해양부

9.2.2 기타 환경성 검토에 필요한 해당유역의 특성

하천공사 시행에 있어 환경관련 검토사항에 대하여 예측·저감방안을 수립하였으나 영향예측범위 이외 지역에 대한 환경적 제한 사항을 설정함으로써 추후 공사시 검토자료로 제시하였다.

본 과업구간은 다음과 같은 환경관련 제도적 제한 사항이 있다. 따라서 공사시 각종환경관련 규제사항을 사전에 검토하여 환경측면에서 양호한 설계 및 시공이 이루어져야 한다.

1) 용도별 토지이용 현황

과업유역내의 용도별 토지이용현황은 <표 9.2-2>과 같이 모든 지역이 자연녹지지역이 가장 많은 것으로 조사되었다.

<표 9.2-2> 용도지역별 토지이용 현황

구 분		합 계	용 도 지 역							
			주 거 지 역	상 업 지 역	일반공 업지역	준공업 지 역	자연녹지 지 역	생산녹지 지 역	보 존 녹 지	미지정
홍성군	계획면적 (km^2)	25,541	2,000	459	-	211	18,572	1,980	2,319	-
	구성비 (%)	100	7.8	1.8	-	0.8	72.7	7.8	9.1	-

국토해양부

2) 환경관리지역 지정현황

가) 배출허용기준(폐수) 적용지역

본 과업유역은 모두 “배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역”으로 지정되어 있으며, 본 유역 내 폐수배출업소 및 신규 폐수배출업소는 본 기준에 준하여 방류수 처리기준을 준수해야 할 것이며, 하천의 수질관리를 위해 해당지역의 지자체 및 유역 관리청의 보다 엄격한 관리·감독이 필요하다.

<표 9.2-3> 배출허용기준(폐수) 적용 지역 지정현황

구분 / 행정구역	“청정”지역	“가”지역	“나”지역
홍 성 군	-	-	광천천

주) 자료출처 : 배출허용기준(폐수)적용을 위한 지역지정규정, 환경부 고시 제 1999-187호

나) 수역별 환경기준 적용현황

본 과업대상 하천은 「수역별 환경기준 적용등급 및 달성기간, 환경부고시 제87-42호」에 의거 <표 9.2-4>와 같다.

<표 9.2-4> 수역별 환경기준 적용현황

하천명	적용등급(BOD 기준)		
	현재등급	환경부 목표수질	본계획 목표수질
광 천 천	Ⅳ	-	Ⅱ

주) 자료출처 : 수역별환경기준 적용등급 및 달성기간, 환경부 고시 제91-35호

다) 상수원보호구역

광천천 내 위치한 상수원 보호구역은 광천읍에 5개지역, 장곡면에 2개지역으로 총 7개소, 지정면적 0.925㎢이다.

<표 9.2-5> 상수원 보호구역 지정현황

구 분	보호구역 (취수장)	지정면적 (km^2)	수혜인구 (인)	지정일	지 정 구 역
광 천	광 천	0.926 (광천천)	11,95	'90.8.10	광천읍:가정.소암.담산.대평.내죽 장곡면:죽정.화계리

주) 자료출처 : 홍성군 하수도정비 기본계획 변경 보고서(2009.12, 홍성군)

국토해양부

3) 환경피해 유발시설물

<표 9.2-6> 환경오염물질 배출시설 현황

구분	계	대기(가스.먼지.매연 및 악취)						수질(폐수)						소음 진동
		소계	1종	2종	3종	4종	5종	소계	1종	2종	3종	4종	5종	
홍성군	152	74	-	4	3	13	54	78	-	-	1	4	73	44

주) 자료출처 : 홍성군 하수도정비 기본계획 변경 보고서(2009.12, 홍성군)

4) 주요 보호대상시설물

가) 문화재 현황

홍성군에는 총 45개의 문화재가 있으며 금회 과업유역내 문화재 및 유적지는 국가지정 중요민속 1종, 도 지정 무형문화재 1점, 문화재자료 2점 등 총 4점이

있는 것으로 조사되었다.

<표 9.2-7> 문화재 현황

구 분	총계	국가지정 문화재				도지정문화재						군지정 문화재
		계	보물	사적	중요 민속	계	유형 문화재	무형 문화재	기념물	민속 자료	문화재 자료	향토 유적
홍성군	45	9	4	2	3	35	3	4	8	3	17	1
유역내	4	1	-	-	1	3	-	1	-	-	2	-

5) 환경기초시설

가) 취·정수장 현황

유역 내에는 취·정수장은 없는 것으로 조사되었으며 광역상수도 및 간이상수도, 소규모 급수시설에 의해 용수를 공급받고 있는 것으로 조사되었다.

<표 9.2-8> 생활용수 취수원 현황

시설명		수원명	급수인구 (인)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	배수지 (㎥/일)	비 고 (취수지점)
보령댐 광역 상수도	광천읍	광역 상수도	9,995	4,000	3700	3600	신진, 광천 담산리 등

주) 시설용량은 정수시설 용량임

국토해양부

나) 하수종말처리시설 현황

유역 내에는 시설용량 5,000톤/일인 광천하수종말처리장 1개소가 광천천 하구지점에 위치해 있다.

<표 9.2-9> 하수종말처리 시설현황

시·군	명 칭	시설용량 (톤/일)	처리방법	위치	처리구역 (ha)	계획처리인구 (인)
홍성군	광 천	5,000	간헐포기접촉 산화공법	홍성군 은하면 보령담수호 간척지	258.96	13,186

주) 자료출처 : 홍성군 하수도정비 기본계획 변경 보고서(2009.12, 홍성군)

10.0 하천의 유지관리에 관한 사항

국토해양부

10.1 고수부지 및 폐천부지 현황 및 이용방안

10.2 골재 활용가능량 조사

10.3 하도유지관리

10.4 기 타

국토해양부

10.0 하천의 유지관리에 관한 사항

10.1 고수부지 및 폐천부지 현황 및 이용방안

10.1.1 고수부지 현황 및 이용방안

일반적으로 하천의 고수부지는 인근주민을 위한 체육시설, 주차장, 자연학습장 및 휴식을 위한 공원시설 등으로 활용되거나, 주민 이용도가 낮은 지역의 경우 농경지 등으로 개발하여 활용되고 있다.

과업구간에 대해 지형현황측량, 하천 종·횡단 측량성과 및 현지조사 등을 실시하여 고수부지 이용현황을 파악하였으며, 금회 설정한 복원·친수지구 구분에 따라 다음 <표 10.1-1>과 같이 장래활용계획을 수립하였다.

<표 10.1-1>　　고수부지 이용현황 및 장래활용계획

하천명	위치		이용현황				활용방안	비고
	측점 (No.)	안별	주차장	농경지	체육시설	기타		
광천천	0+50 ~ 8+40	우		○		○	식생보전지	
	5+10 ~ 7+15	좌		○		○	다목적구장 관찰데크	
	7+20 ~ 13+60	좌				○	수변연결로 생태마당	
	9+30 ~ 13+20	우		○		○	식생군락지	
	14+20 ~ 14+50	우		○			관찰데크 생태학습장	
	23+00 ~ 26+55	우	○				수변광장 초화원	

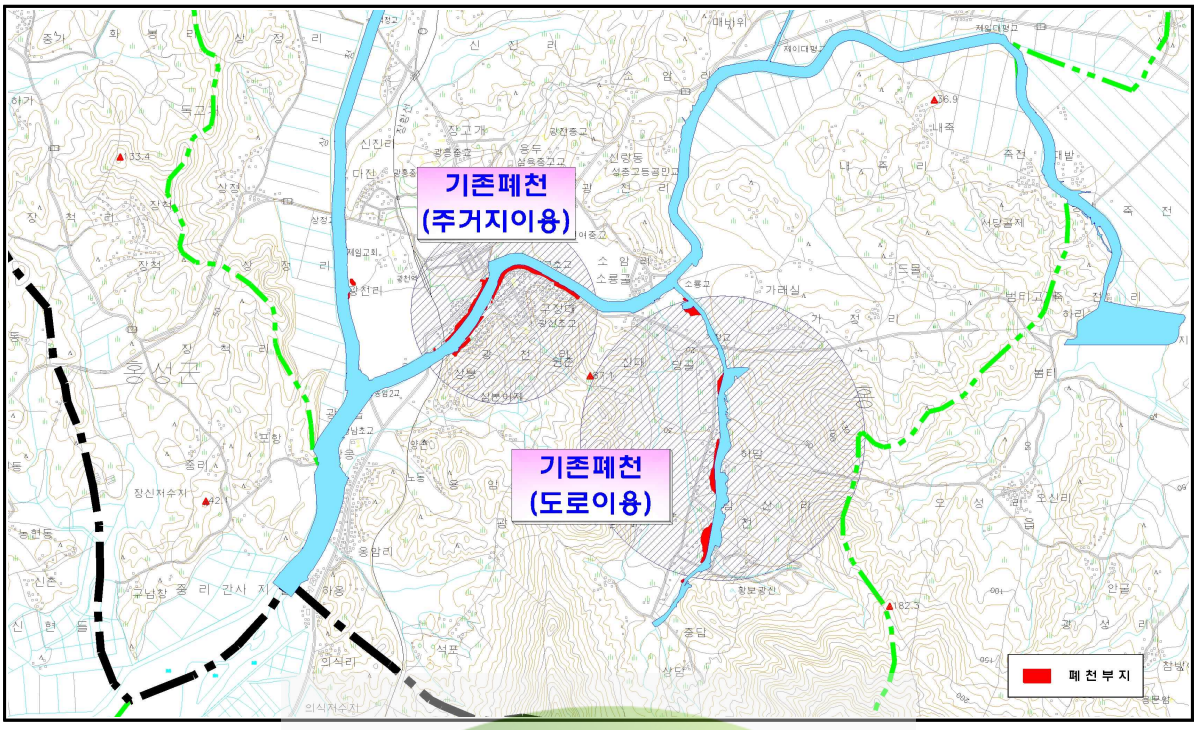
주) 현재이용현황 기타는 잡목지임.

국토해양부

10.1.2 폐천부지 현황 및 보전방안

2005년 기 수립 시 조사된 과업구간의 기존 폐천부지는 광천시가지부의 좌·우안으로 조사당시 하천을 따라 주거지가 밀집해 있는 것으로 나타났으며, 폐천부지 현황은 다음과 같다.

<그림 10.1-1> 폐천부지 현황



10.2 골재 활용가능량 조사

하천의 골재는 자연하천에서 토사의 이동에 의하여 만곡부 등에서 퇴적현상으로 생성되며 건설재료원으로 활용되고 있다.

일반적으로 골재분포상태 및 채취가능량은 현지조사, 평형하상고 계산결과, 하상물질 입도분석결과 및 하천구조물에 미치는 영향 등을 고려하여 「골재채취법 시행규칙 (2003.6.30, 건교부령 제362호)」의 제14조 허가 기준을 고려하여 각 단면별 횡단형으로부터 산정한다.

국토해양부

<표 10.2-1> 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역

시설종류 \ 보호구역		시설물로부터의 거리(m) 대하천 (계획홍수량 5,000㎥/sec이상)	중하천 (계획홍수량 1,000㎥/sec이상)	소하천 (계획홍수량 1,000㎥/sec미만)	비 고
하천부속물	제 방	50	30	20	
	제방비탈면의 보호 및 유수조절시설 (호안, 수제공)	30	20	10	
	바닥다짐(상고공)	200	150	100	
하천공작물	교 량	300	200	150	
	취수시설 및 기타시설물	300	200	150	
	수위 관측소	500	300	250	

금번 과업대상 하천의 골재채취 가능량을 산정하기 위하여 현장조사 및 측량성과와 상기 <표 10.2-1>의 “하천부속물 및 하천공작물 보호구역”을 제외한 골재채취 가능범위를 면밀히 분석한 결과, 본 과업구간에는 농업용수를 공급하기 위한 수리시설물과 교량 등 하천시설물이 많으며, 전반적으로 하상저하가 진행되는 점등을 고려할 때 골재채취에 부적합하다고 판단되어 본 과업에서는 별도의 골재채취 계획을 수립하지 않았다.

10.3 하도유지관리

하상토사의 장기간 퇴적으로 인하여 하상이 불규칙하고 하도단면의 잠식으로 통수단면의 확보가 불가피한 지역은 하상토를 준설해야 하고 준설계획 수립시에는 하천환경에 미치는 영향과 계속되는 퇴적으로 치수에 미치는 영향을 분석하여 향후 준설사업 시행시 반대의견이 없도록 주민의견을 충분히 수렴하여 실시해야 한다. 또한, 퇴적토 준설이 필요한 구간은 하상굴착 전후에 대한 하도특성을 평가하고 하상변동량을 분석하여 하상변동분석 및 예측결과 장래에도 퇴적이 예상이 되는 구간은 지속적인 유지관리 계획을 수립해야 한다.

10.4 기 타

본 과업하천인 광천천은 1964년 1월 20일 지방하천으로 지정되어 관리되어 왔으며, 「광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)」 수립에 의거 2005년 12월 30일 고시되었다.

본 과업은 홍수에 안전하면서도 문화·생태가 살아있는 복원·친수공간으로 하천을 재창조하기 위하여 「생태하천 조성사업」을 추진함에 있어 기 수립연장 L=8.96㎞중 「광천천 생태하천조성사업」 구간(과업종점~NO.30+00, L=3.00㎞)의 기본계획변경임.

<표 10.4-1> 고시현황

구 분	하 천 구 간		하천연장 (㎞)	하천수립 (㎞)	지정근거 및 일자
	시 점	종 점			
기고시	홍성. 장곡. 죽전. 371유	홍성. 은하. 포항. 1031-14답	10.10	-	충남5호 (1964.01.20)
기고시	홍성. 장곡. 죽전. 371유	홍성. 은하. 포항. 1031-14답	10.10	8.96	(2005.12.30)
변 경	홍성. 광천. 광천. 268답 (홍성. 장곡. 죽전. 371유)	홍성. 은하. 장척. 1031-14답	10.10	3.00 (8.96)	

주) 괄호 내는 기 수립연장임.

11.0 효과분석 및 결론

11.1 종합적인 효과분석

11.2 결론 및 건의사항

11.3 참고문헌

국토해양부

11.0 효과분석 및 결론

11.1 종합적인 효과분석

광천천 하천기본계획(변경) L=3.0㎞으로 인한 종합적인 효과는 다음과 같다.

11.1.1 기본사항

가. 광천천 상·하류의 일관성 있는 계획수립 등 정량적인 수리, 수문분석 및 하도계획을 수립하여 체계적인 하천관리의 기초자료를 제공하였다.

나. 하안을 보호하고 하도의 안정을 유지하는데 있어 기초자료가 되도록 계획하였다.

다. 인근 하안토지의 개발 및 지역특성을 최대한 반영하여 합리적인 계획을 수립하였다.

라. 치수계획의 규모는 전체적인 시야에서 중요도 및 안전도를 고려하여 기술적이며 경제적인 관점에서 결정하였다.

마. 하천의 자연적 형태 및 유역개발 등을 충분히 고려하여 하천환경 보전 및 개발계획을 수환경 및 공간환경으로 계획하였다.

바. 관계된 타 사업과 연관성을 고려하여 계획하였다.

사. 원활한 내수배제를 위한 검토자료를 제공하였다.

국토해양부

11.1.2 종합적인 효과분석

가. 금회 과업구간에 대한 치수대책은 100년 빈도를 대상으로 하여 계획하였고, 치수계획은 구조적 대책으로 홍수량 전량을 하도가 부담하는 것을 원칙으로 하여 개수계획을 수립하였다.

나. 과업구간(L=3.0㎞)의 개수지구는 현하도의 병목현상 및 하폭협소로 수위상승 및 유속증가가 발생하는 총 4개 지구에 대하여 개수계획을 수립하였다.

다. 과업구간(L=3.0㎞)의 교량에 대하여 계획빈도 홍수위에 대한 여유고, 교량연장, 경간장을 검토하여 부적합한 5개소에 대해 교량교체 계획을 수립하여 통수능을 확보하도록 계획하였다.

라. 과업구간(L=3.0㎞)에 위치하는 기존 배수구조물에 대하여 능력검토를 실시하였으며, 단면이 부족하거나 개수지구에 포함된 총 1개소의 배수구조물에 대

하여 증설을 계획하여 내수배제가 원활하도록 하였다.

마. 안정하도에 유지에 대한 기준을 제공하였다.

바. 광천천의 유출 및 유황분석을 실시하였으며, 각 소유역별 정량적인 물수지 분석을 검토하여 향후 이수계획의 기초자료를 제공하였다.

사. 하천환경의 순기능과 역기능을 종합 검토하여 지역사회에 하천환경의 중요한 기초자료를 제공하였다.

아. 향후 하천계획 시 생태계 조건 등 환경조건을 고려할 수 있도록 치수계획 시 중요한 환경요소를 제시하였다.

자. 구간별로 자생하는 자연정화식물 및 경관이 양호한 구간은 보전하도록 하여 쾌적한 지역환경이 되도록 하였다.

차. 하천환경특성별로 구역을 구분하여 공간계획의 기본방향을 제시함으로서 장래 환경정비 세부계획의 기본방향을 제시하였다.

11.2 결론 및 건의사항

11.2.1 치수 및 하천관리 측면

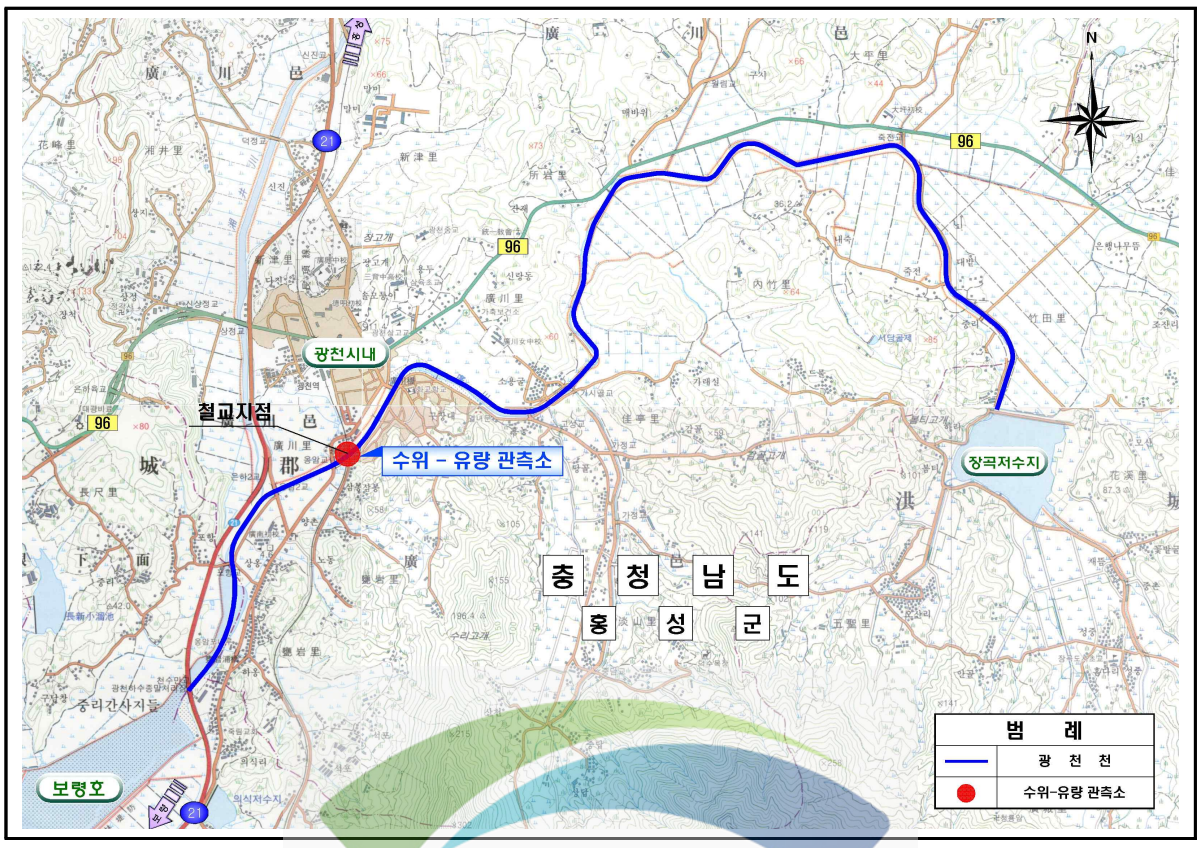
가. 금후에 실시되는 모든 하천구조물의 공사는 지반조사 계획의 수립·시행과 본 하천기본계획에 맞추어 공사를 실시하여 효율적이고 경제적인 개발과 홍수피해를 극소화

나. 기성제 구간의 실질적인 효과를 기하기 위해서는 배수문 유지보수 및 기타 하천시설물을 효율적으로 관리

다. 금후에 건설되는 교량은 하천기본계획에서 제시한 계획하폭 및 교량의 설계기준에 의한 충분한 여유고를 확보하도록 관계기관과 긴밀한 협조와 통제

라. 하천의 합리적이고 일관성 있는 관리를 위해 본 과업 유역에 우량관측소 및 수위관측소를 설치하여 지속적인 관리를 통한 수자원 이용 및 관리계획을 합리적으로 수립·실시

국토해양부



국토해양부

11.2.2 이수 및 환경보전 측면

가. 제시된 하천의 목표수질인 II등급의 수질을 유지하고 관리수량 확보

나. 유역 내 대규모 개발 시 수질저하 방지 및 관리수량 확보계획 수립 필요

다. 생활하수 및 축산폐수의 하천으로 유입을 적극 규제 필요

라. 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감방안을 공사 시 반영

11.3 참 고 문 헌

(수정판) 공업수문학(1986. 윤용남)

가뭄기록조사보고서(1995.12. 건교부)

개수로 수리학(최영박, 이순탁, 1990. 야정문화사)

국내여건에 맞는 자연형 하천 공법의 개발 2권(1999 환경부. 건기원)

기상연보(1973~2009. 기상청)

논의 유출곡선번호 추정(임상준, 박승우, 1997. 8, 한국수자원학회)

농업기반 시설의 어도설치 현황과 개선방안(수자원학회지 2000년 3월호)

댐설계기준(2005. 한국수자원학회)

광천천수계 하천정비기본계획(2005, 충청남도)

상수원 보호구역 현황(2000, 환경부)

수자원설계실무(2002, 정종호, 윤용남)

수자원장기종합계획(2006. 7 건교부)

유출율 추정을 위한 토양 수문군의 분류(정정화외 4인, 한국농공학회지 제37권 제6호)

자연재해조사 및 복구계획수립 지침(중앙재해대책본부(2008))

재해연보(2008, 소방방재청 중앙재난안전 대책본부)

제2판 수문학(2001. 안상진)

지역적 설계 강우의 시간적 분포 (2006. 건교부)

최신하천공학(이원환)

치수사업 경제성분석 방법 연구-다차원 홍수피해산정방법(2004. 건설교통부)

통계연보(2009. 홍성군)

하천설계기준(2009, 한국수자원학회)

하천유사량 산정방법의 선정기준 개발 (1989.12.한국건설기술연구원)

하천기본계획 수립 및 하천시설 관리대장작성 지침(2008.12, 국토부)

한국 확률강우량도 작성(2000, 건교부)

한국하천일람(2007, 국토부)

GIS를 이용한 충주호 주변의 비점원 오염분석연구(김윤종외 5인, 1995, 한국 GIS 학회)

HANDBOOK of HYDROLOGY(Maidment)

NATIONAL ENGINEERING HANDBOOK(Victor Mockus, 1964)

Water Resources HANDBOOK(Larry W. Mays)

국토해양부

부 도

■ 평 면 도

■ 종 단 면 도

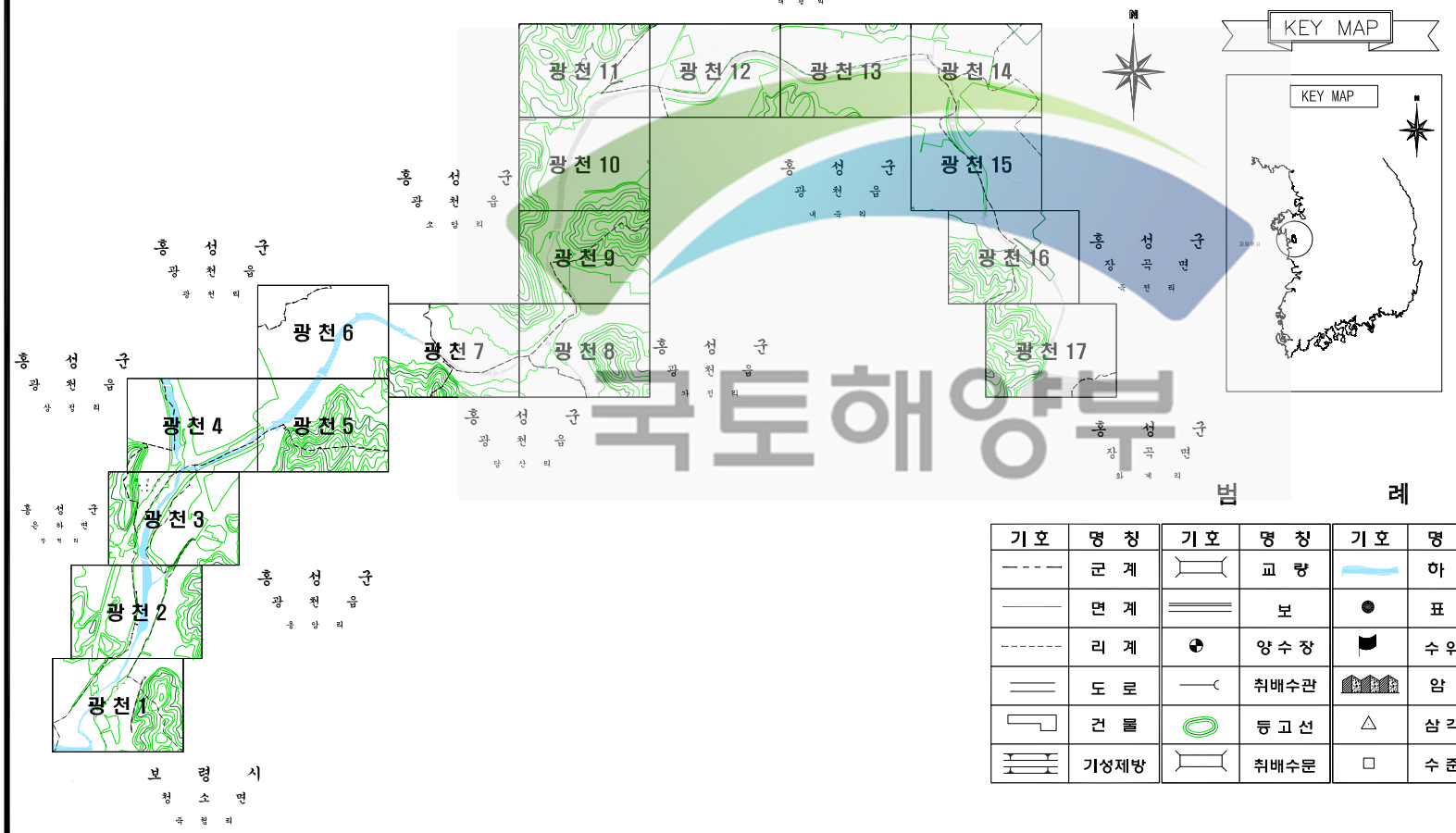
■ 횡 단 면 도

국토해양부

■ 평 면 도
국토해양부

광천천 하천기본계획(변경)

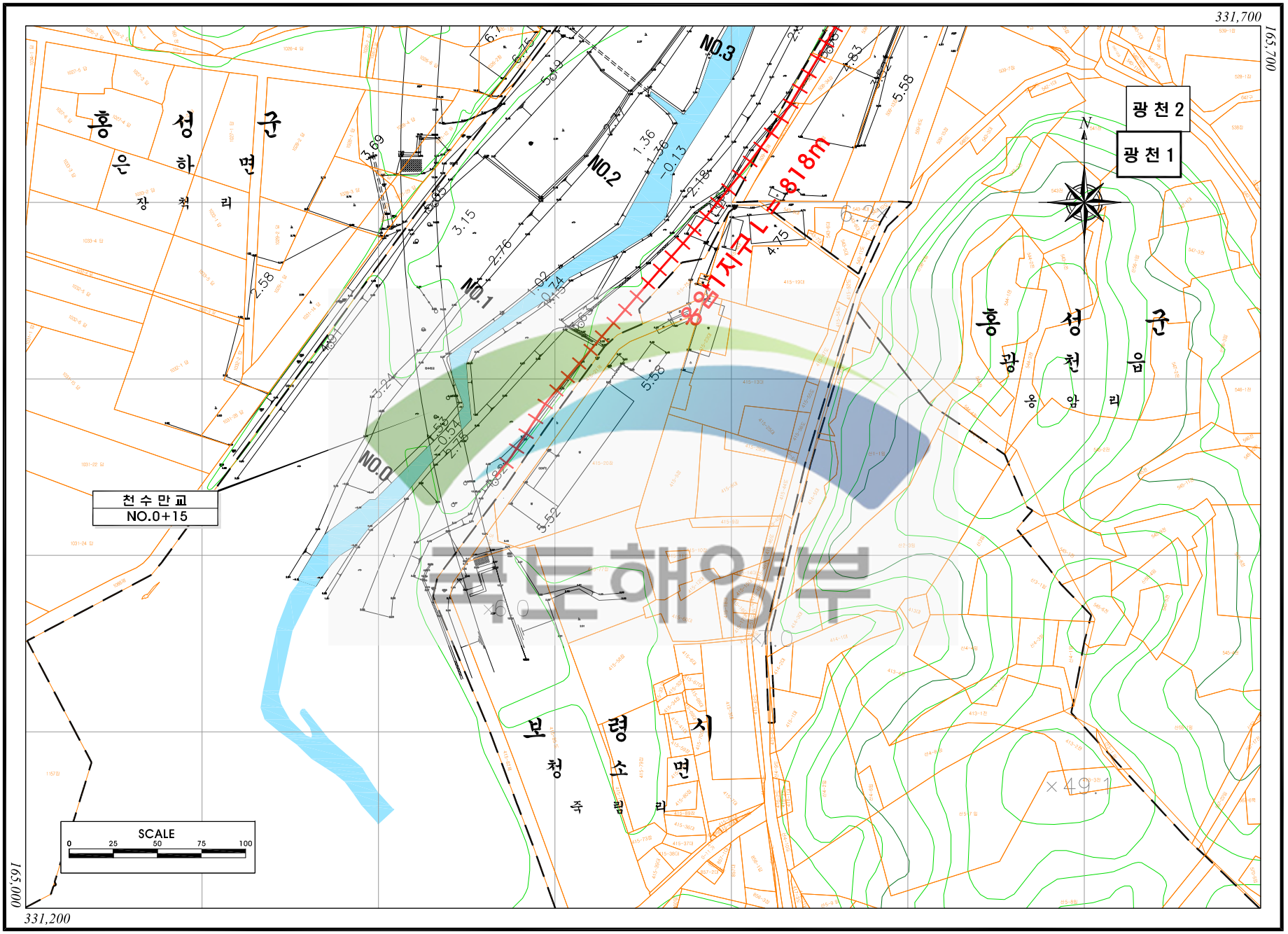
일 람 도

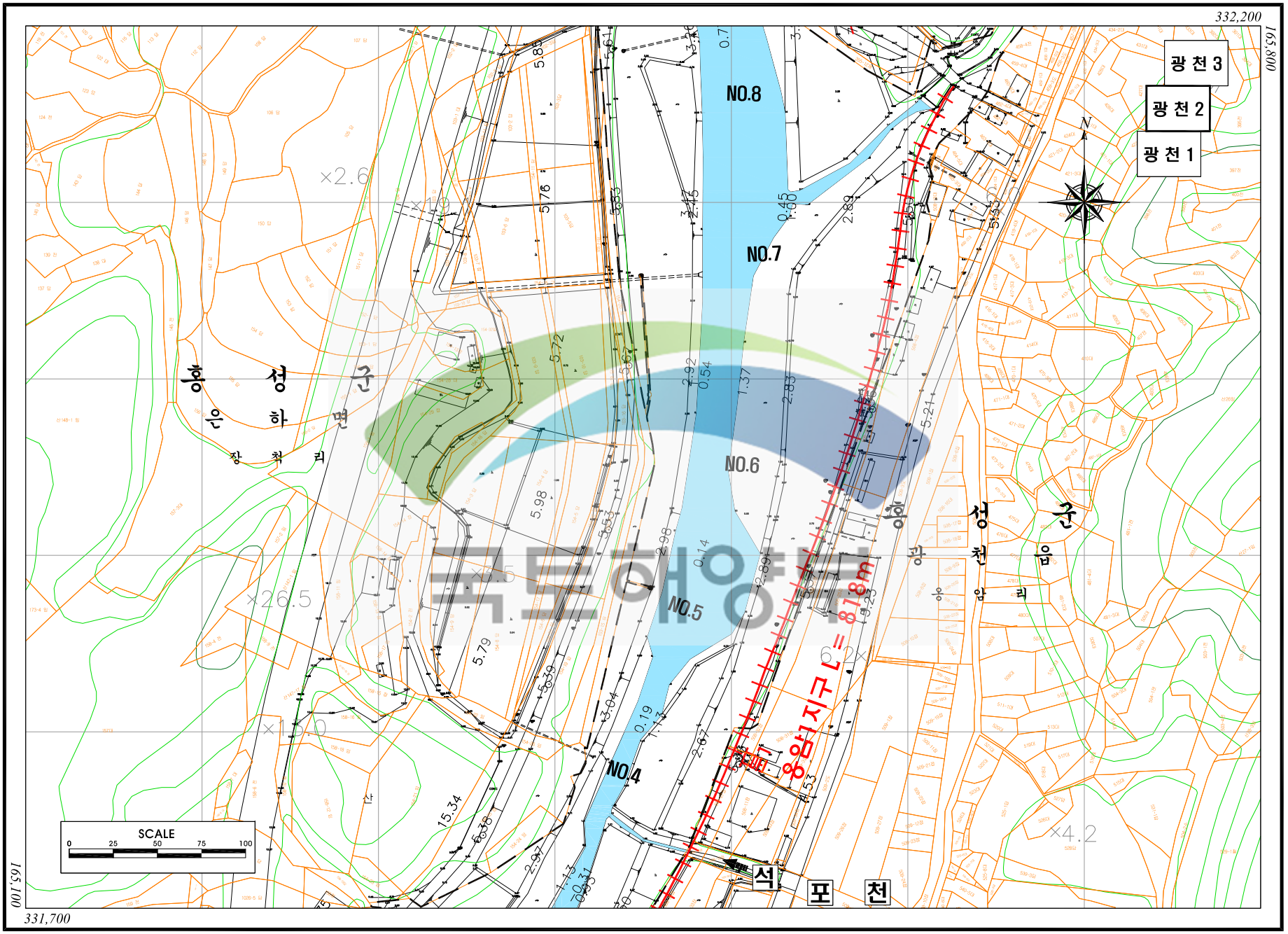


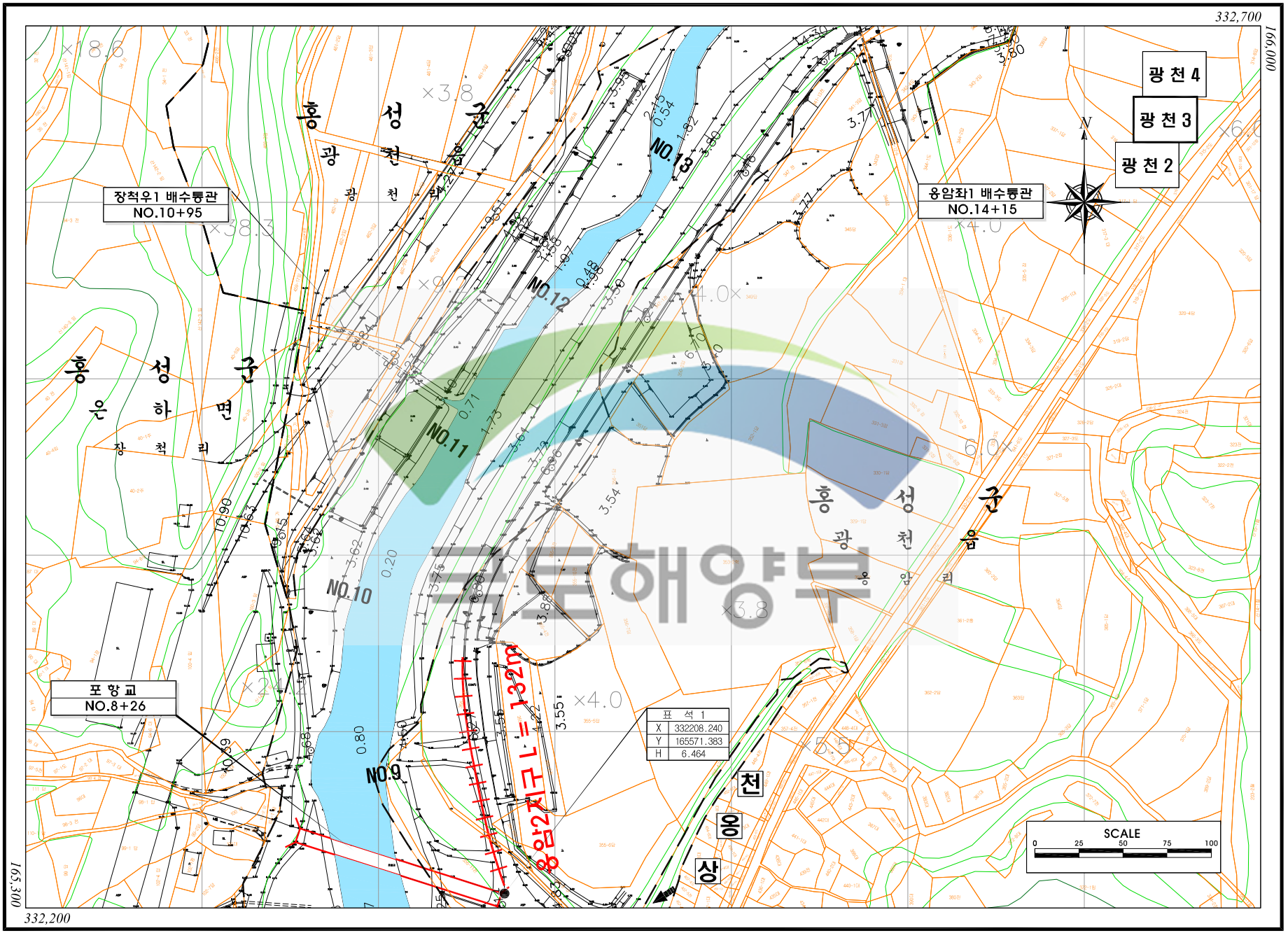
국토해양부

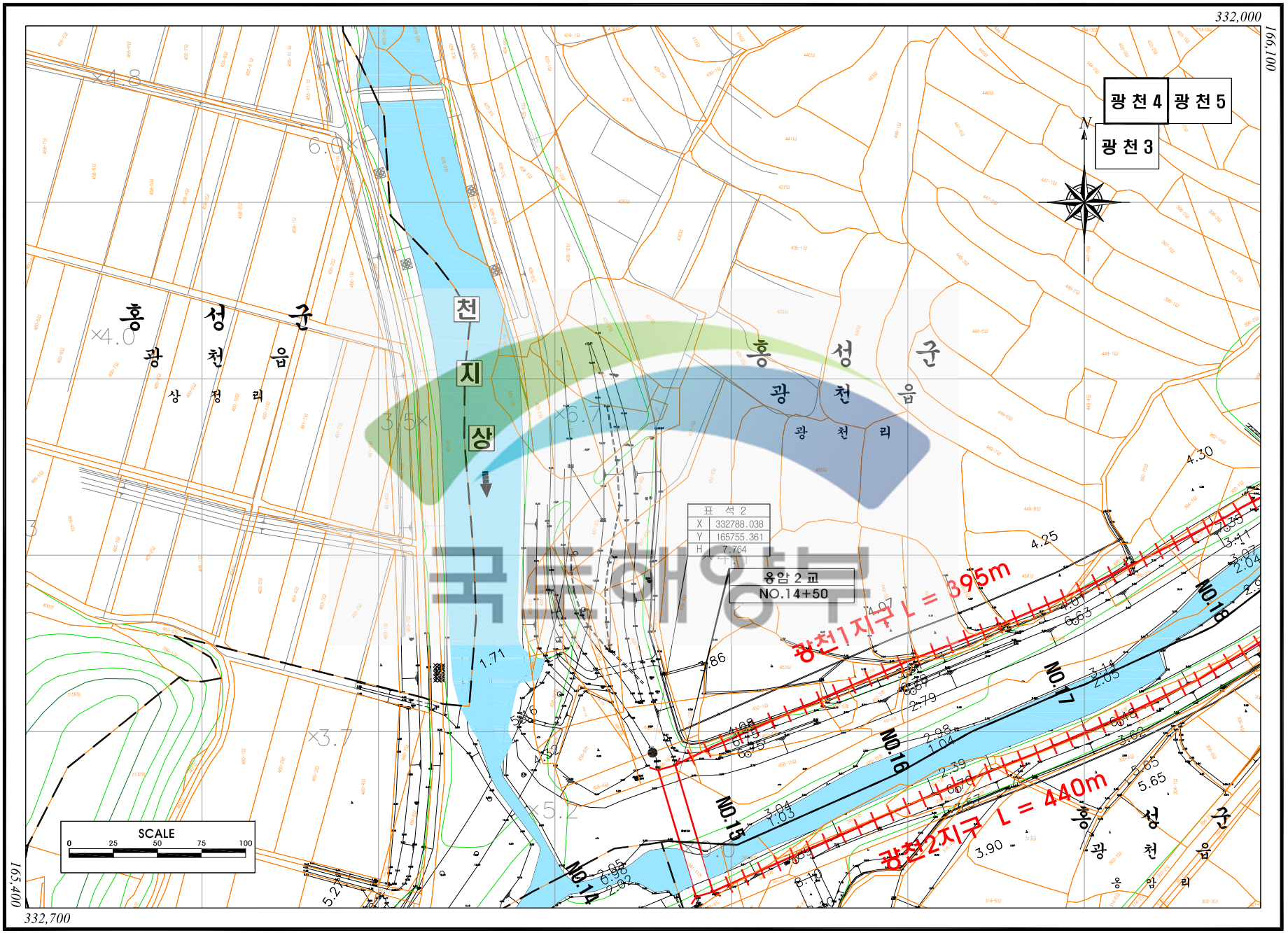
범 례

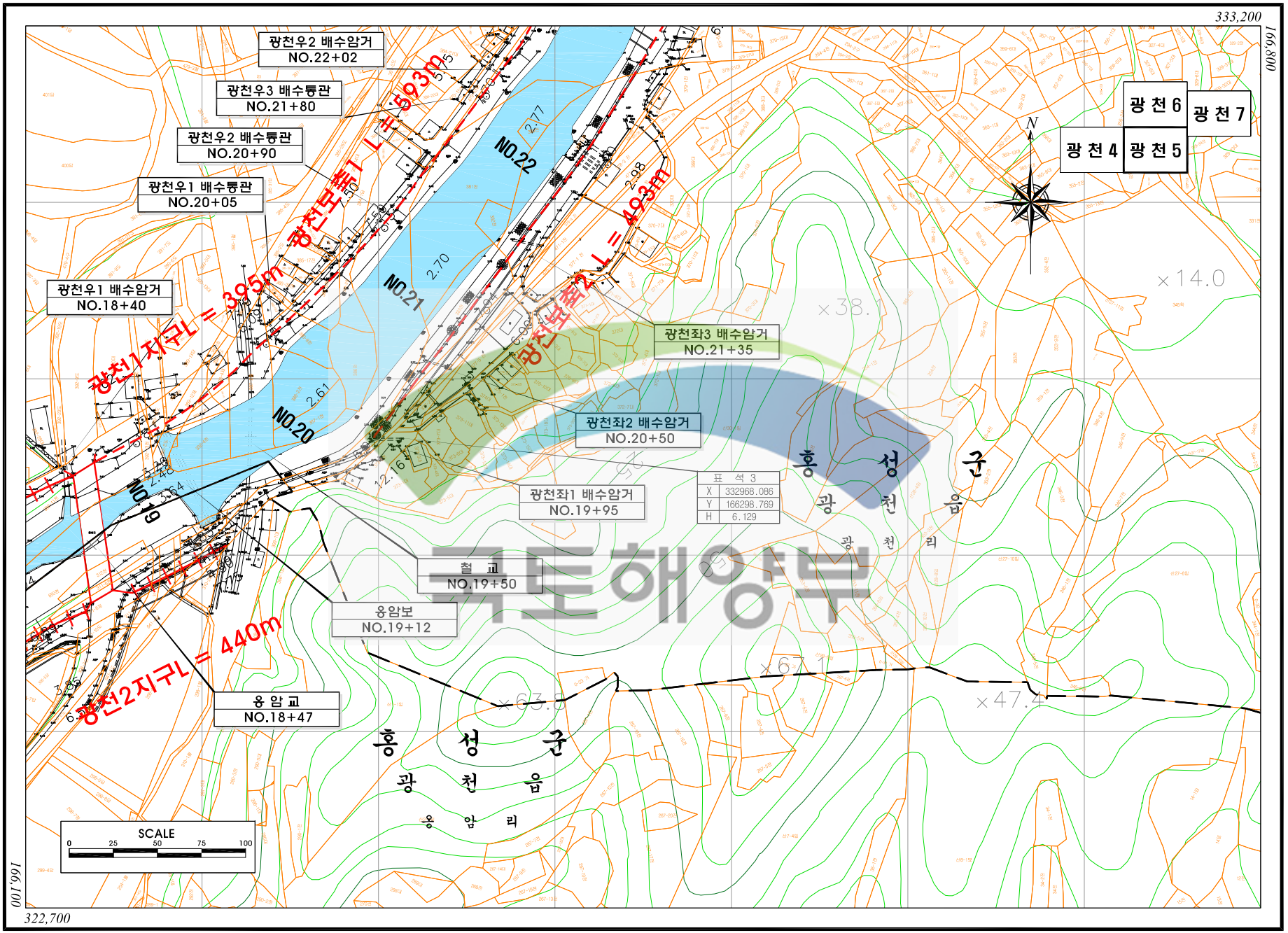
기호	명칭	기호	명칭	기호	명칭	기호	명칭
	군 계		교 량		하 천		축 제
	면 계		보		표 석		보 축
	리 계		양수장		수위표		고 호
	도 로		취배수관		암 반		계획배수문
	건 물		등고선	△	삼각점		
	기성제방		취배수문	□	수준점		

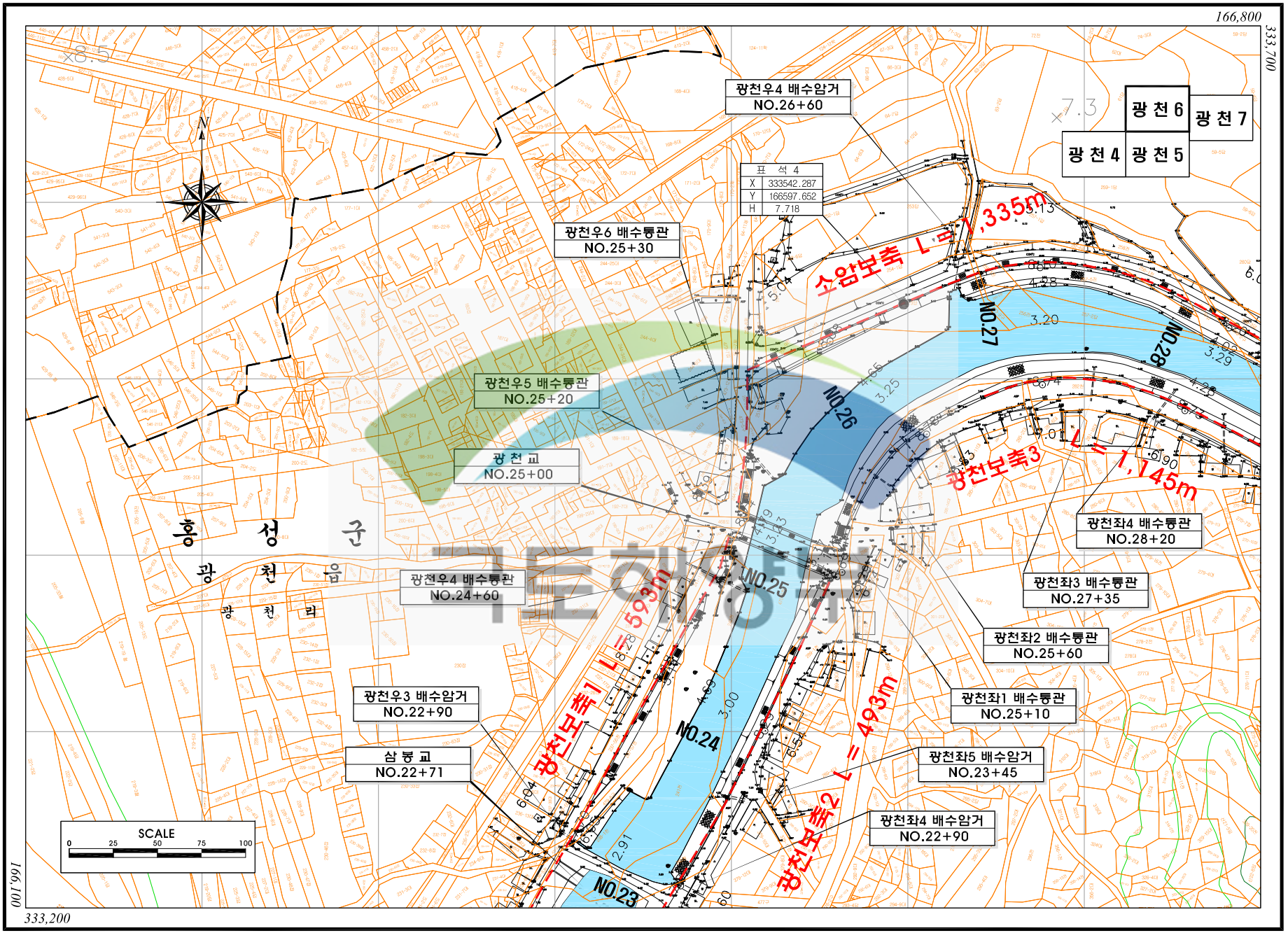

331,700
165,700
165,000
331,200
홍 성 군
은 하 면
장 척 리
보 령 시
청 소 면
죽 림 리
홍 성 군
광 천 읍
옹 암 리
N
광 천 2
광 천 1
NO.3
NO.2
NO.1
NO.0
옹암지구 L=818m
천 수 만 교
NO.0+15
SCALE
0 25 50 75 100
국토해양부

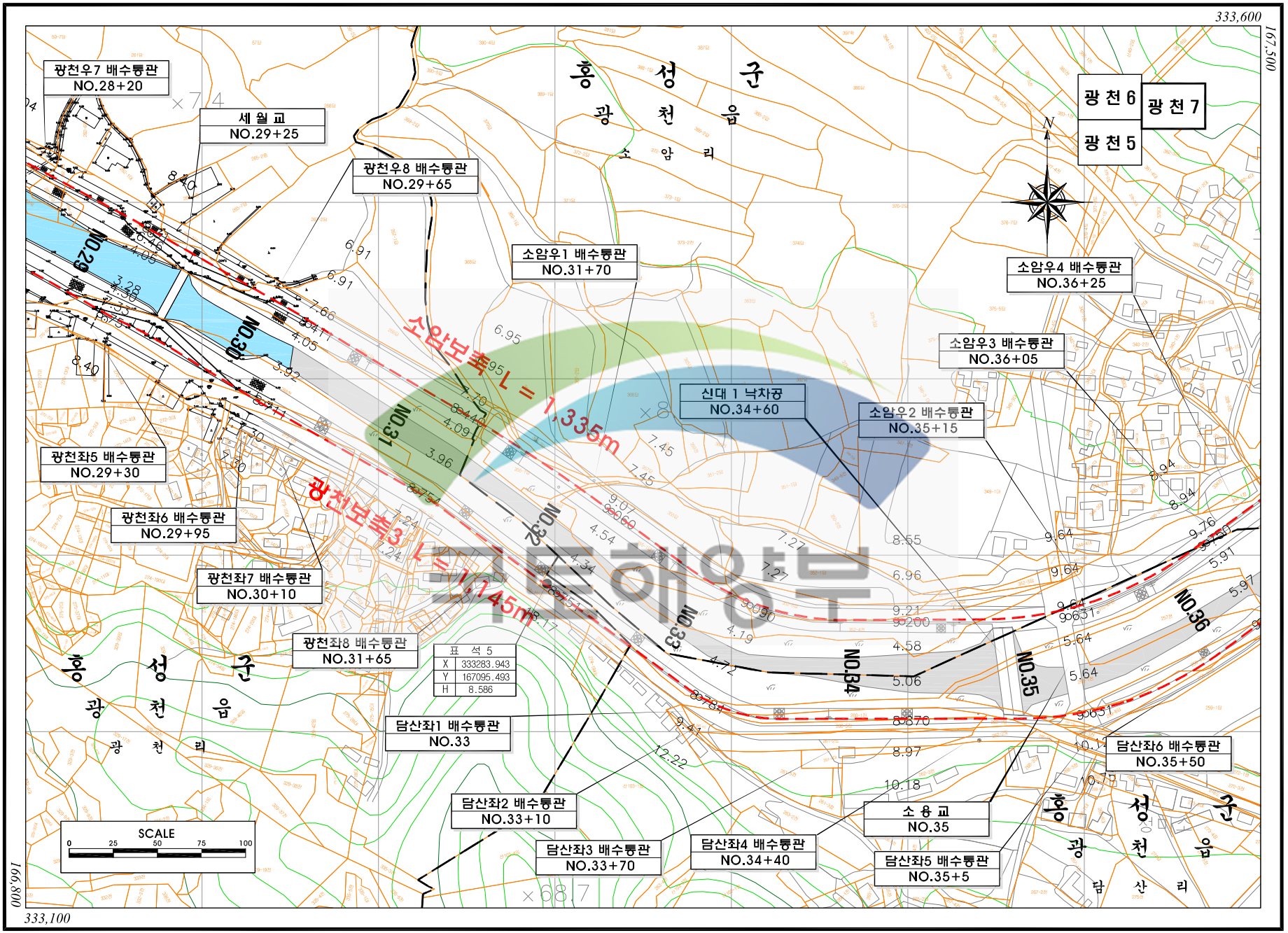

332,200
165,800
331,700
165,100
광 천 3
광 천 2
광 천 1
N
NO.8
NO.7
NO.6
NO.5
NO.4
홍 성 군
은 하 면
장 척 리
홍 성 군
광 천 읍
암 리
석 포 천
용암지구 L = 818m
SCALE
0 25 50 75 100

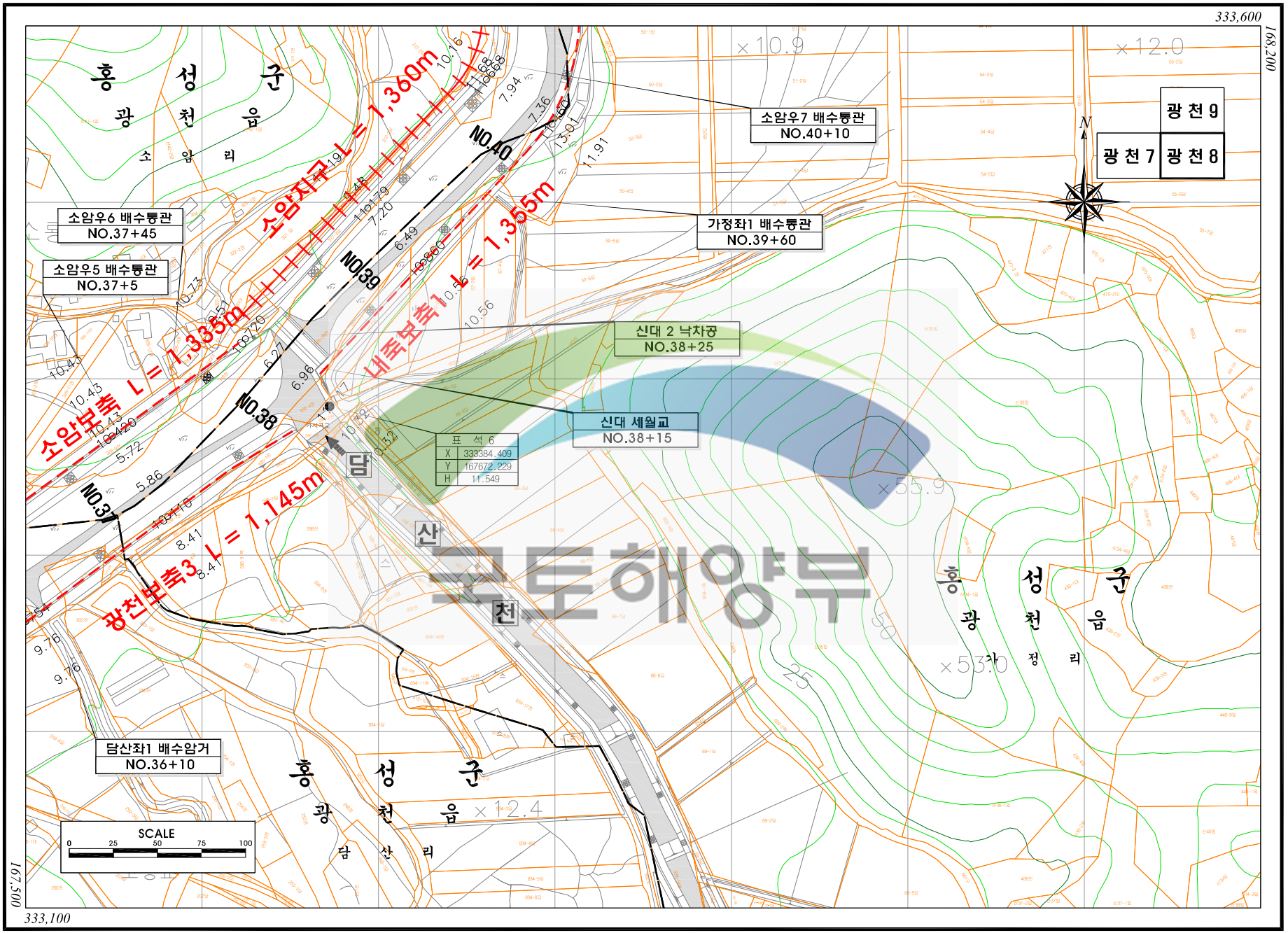

332,700
169,000
165,300
332,200
광 천 4
광 천 3
광 천 2
N
장척우1 배수통관
NO.10+95
용암좌1 배수통관
NO.14+15
포 항 교
NO.8+26
NO.9
NO.10
NO.11
NO.12
NO.13
홍 성 군
광 천 읍
광 천 리
홍 성 군
은 하 면
장 척 리
홍 성 군
광 천 읍
용 암 리
표 석 1
X 332208.240
Y 165571.383
H 6.464
용암2지구 L=1,023
광 천
용
상
SCALE
0 25 50 75 100

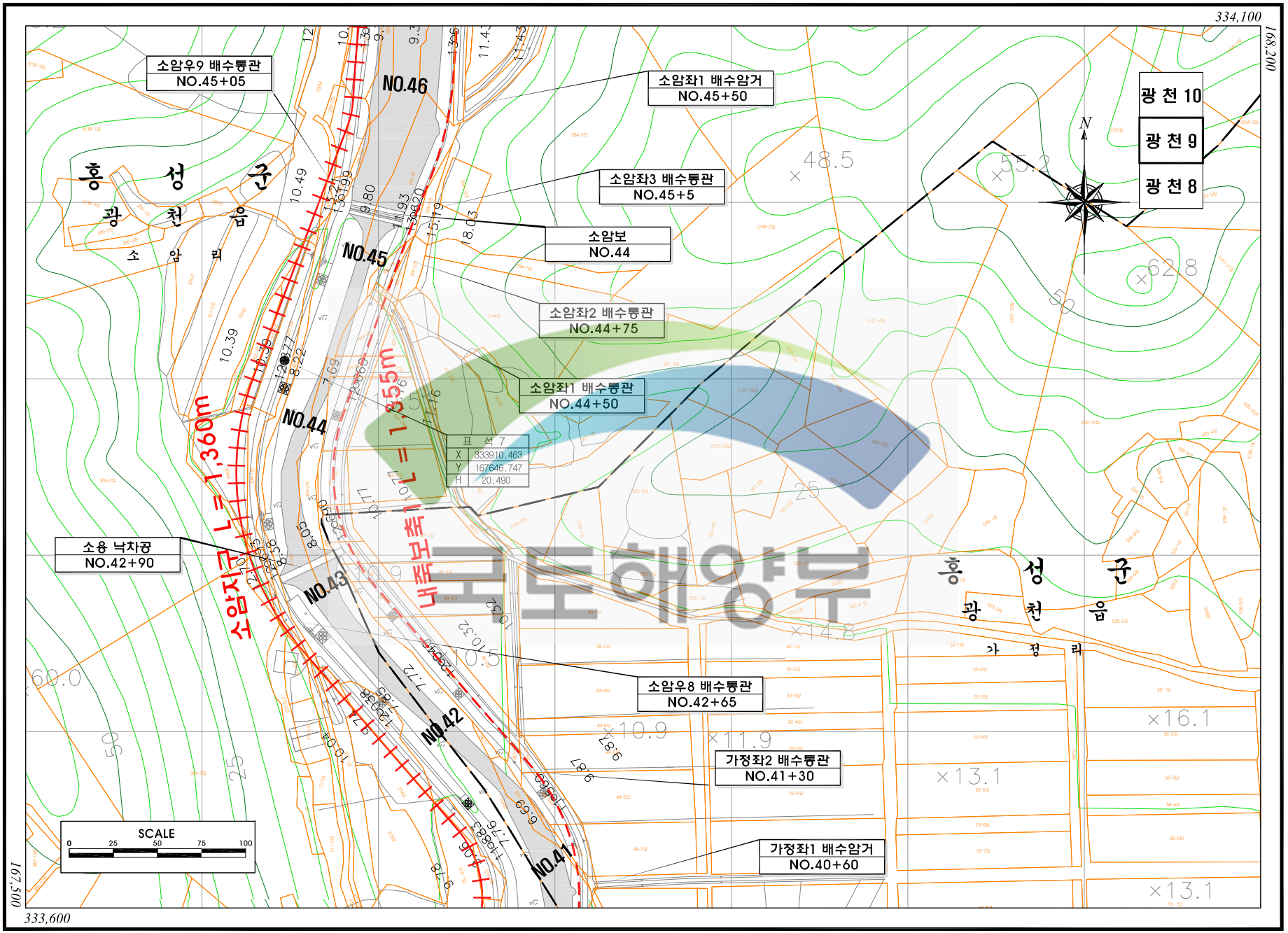

332,000
166,100
332,700
163,400
광 천 4
광 천 5
광 천 3
N
홍 성 군
광 천 읍
상 정 리
지 천
상
홍 성 군
광 천 읍
광 천 리
표 석 2
X 332788.038
Y 165755.361
H 7.764
용암 2 교
NO.14+50
광천1지구 L = 395m
광천2지구 L = 440m
NO.14
NO.15
NO.16
NO.17
NO.18
홍 성 군
광 천 읍
응 암 리
SCALE
0 25 50 75 100

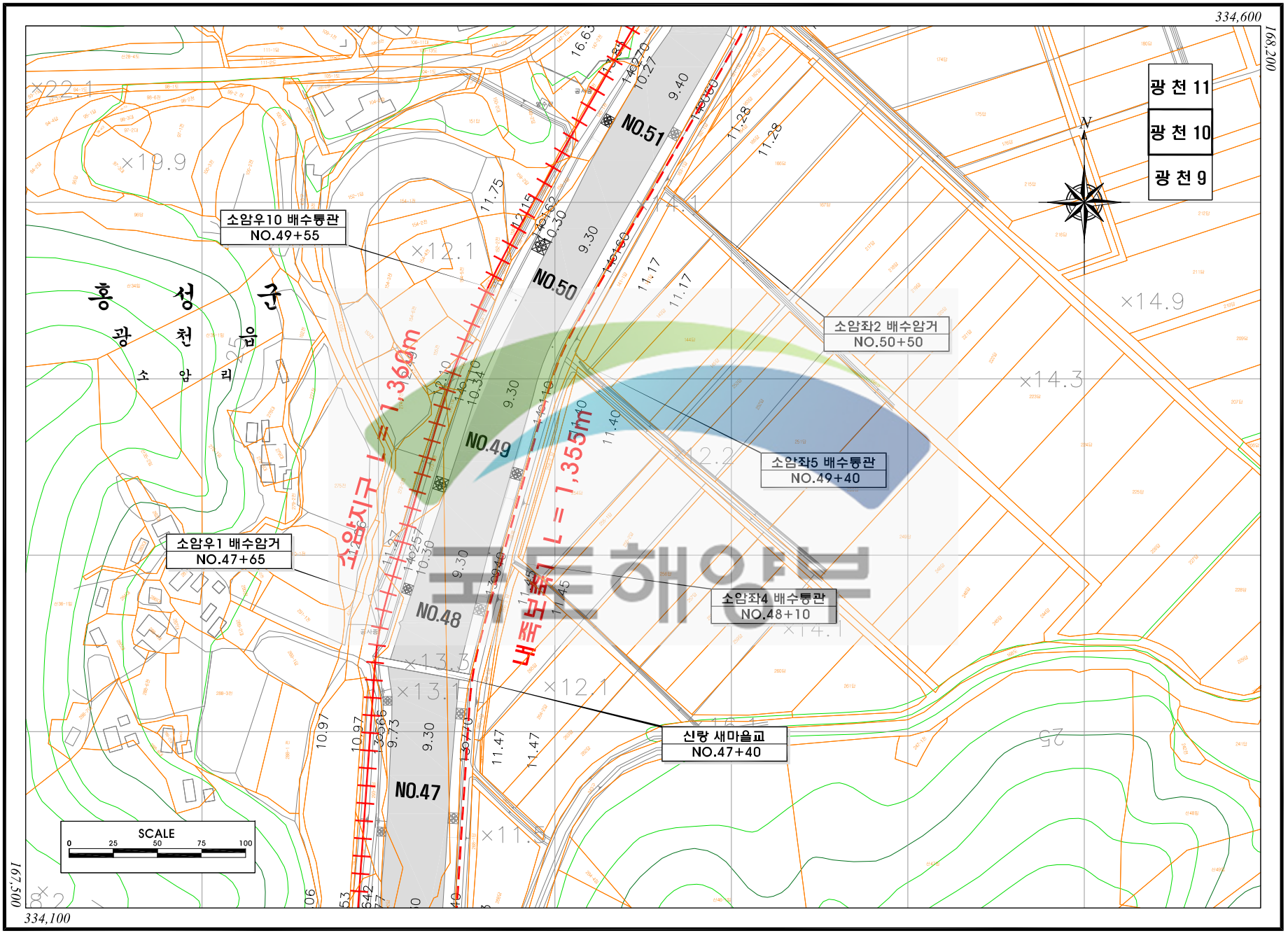

333,200
166,800
322,700
166,100
광천우2 배수암거
NO.22+02
광천우3 배수통관
NO.21+80
광천우2 배수통관
NO.20+90
광천우1 배수통관
NO.20+05
광천우1 배수암거
NO.18+40
광천1지구L = 395m
광천보조1 L = 593m
광천보조2 L = 493m
광천2지구L = 440m
NO.22
NO.21
NO.20
NO.19
광천좌3 배수암거
NO.21+35
광천좌2 배수암거
NO.20+50
광천좌1 배수암거
NO.19+95
표 석 3
X 332968.086
Y 166298.769
H 6.129
철 교
NO.19+50
웅암보
NO.19+12
웅 암 교
NO.18+47
광 천 6
광 천 7
광 천 4
광 천 5
N
SCALE
0 25 50 75 100
홍 성 군
광 천 읍
웅 암 리
홍 성 군
광 천 읍
광 천 리
×14.0
×38.7
×67.1
×47.4
×63.0
국토해양부

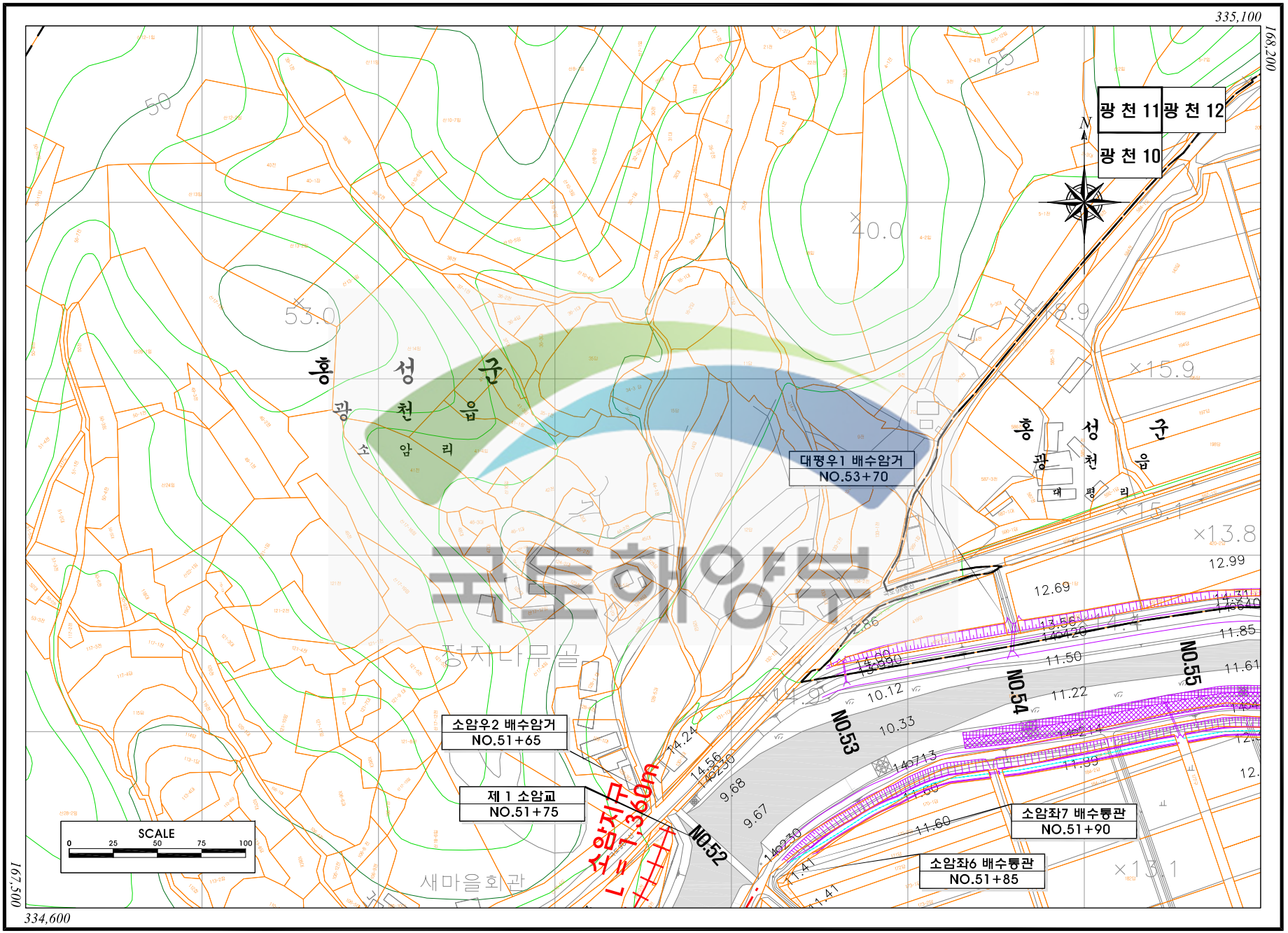

166,800
333,700
166,100
333,200
광천우4 배수암거
NO.26+60
광천우6 배수통관
NO.25+30
광천우5 배수통관
NO.25+20
광 천 교
NO.25+00
광천우4 배수통관
NO.24+60
광천우3 배수암거
NO.22+90
삼 봉 교
NO.22+71
표 석 4
X 333542.287
Y 166597.652
H 7.718
광 천 6
광 천 7
광 천 4
광 천 5
소암보축 L=1,335m
광천보축3 L=1,145m
광천보축1 L=593m
광천보축2 L=493m
NO.27
NO.26
NO.25
NO.24
NO.23
광천좌4 배수통관
NO.28+20
광천좌3 배수통관
NO.27+35
광천좌2 배수통관
NO.25+60
광천좌1 배수통관
NO.25+10
광천좌5 배수암거
NO.23+45
광천좌4 배수암거
NO.22+90
홍 성 군
광 천 읍
광 천 리
SCALE
0 25 50 75 100

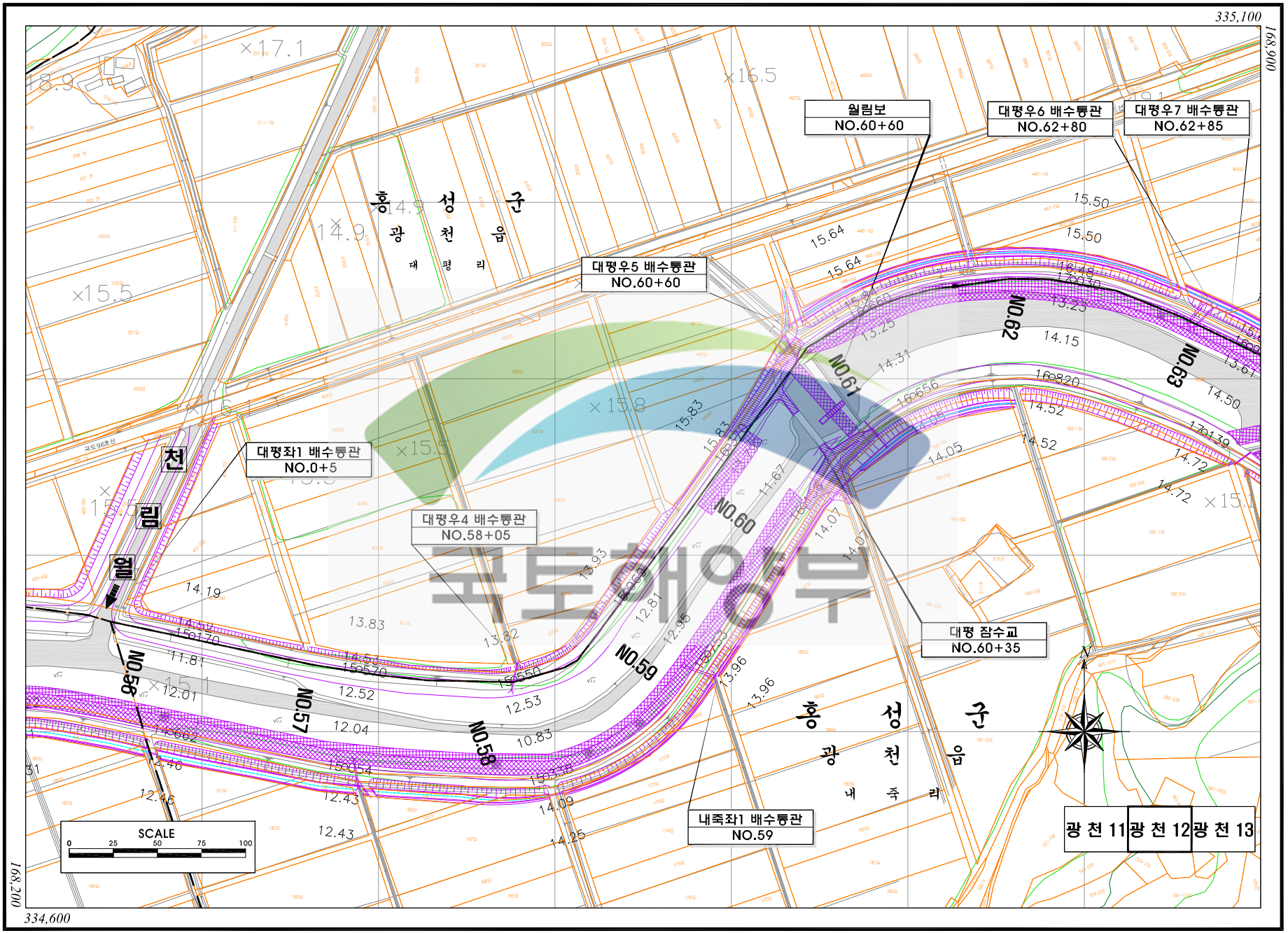

333,600
167,500
166,800
333,100
광천우7 배수통관
NO.28+20
세 월 교
NO.29+25
광천우8 배수통관
NO.29+65
소암우1 배수통관
NO.31+70
소암우4 배수통관
NO.36+25
소암우3 배수통관
NO.36+05
신대 1 낙차공
NO.34+60
소암우2 배수통관
NO.35+15
광천좌5 배수통관
NO.29+30
광천좌6 배수통관
NO.29+95
광천좌7 배수통관
NO.30+10
광천좌8 배수통관
NO.31+65
담산좌1 배수통관
NO.33
담산좌2 배수통관
NO.33+10
담산좌3 배수통관
NO.33+70
담산좌4 배수통관
NO.34+40
담산좌5 배수통관
NO.35+5
소 용 교
NO.35
담산좌6 배수통관
NO.35+50
소암보축 L = 1,335m
광천보축3 L = 1,145m
NO.29
NO.30
NO.31
NO.32
NO.33
NO.34
NO.35
NO.36
표 석 5
X 333283.943
Y 167095.493
H 8.586
SCALE
0 25 50 75 100
광 천 6
광 천 7
광 천 5
N
홍 성 군
광 천 읍
소 암 리
광 천 리
담 산 리
한국토지주택공사 홍성지사

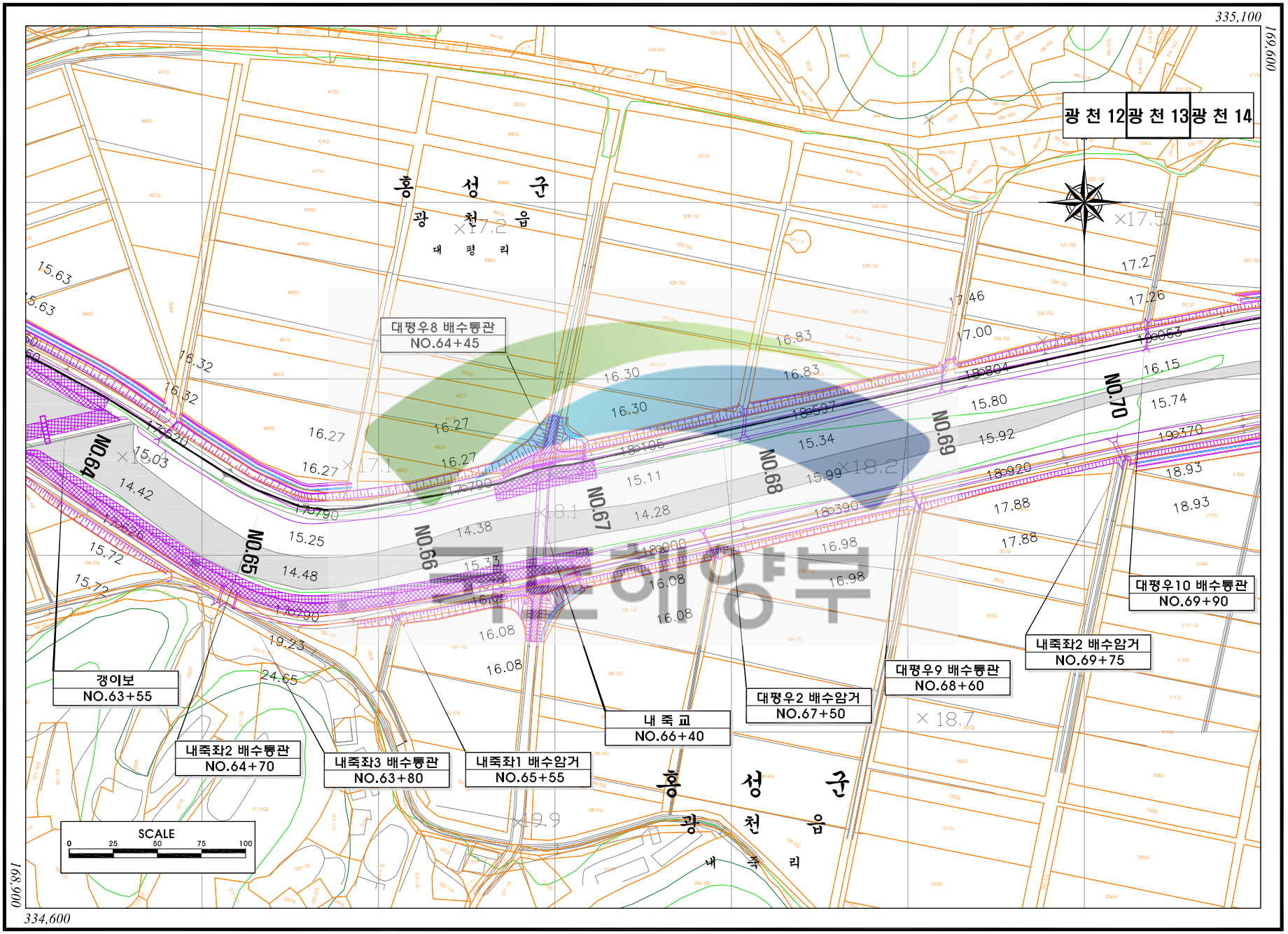

333,600
168,200
167,500
333,100
홍 성 군
광 천 읍
소 암 리
담 산 리
가 정 리
소암지1 L = 1,360m
소암보촉 L = 1,335m
내촉보촉1 L = 1,365m
광천보촉3 L = 1,145m
NO.40
NO.39
NO.38
NO.37
소암우7 배수통관
NO.40+10
가정좌1 배수통관
NO.39+60
소암우6 배수통관
NO.37+45
소암우5 배수통관
NO.37+5
신대 2 낙차공
NO.38+25
신대 세월교
NO.38+15
담산좌1 배수암거
NO.36+10
표 석 6
X 333384.409
Y 167672.229
H 11.549
광 천 9
광 천 7
광 천 8
N
SCALE
0 25 50 75 100
담
산
천
×10.9
×12.0
×55.9
×53.0
×12.4
무단해양부

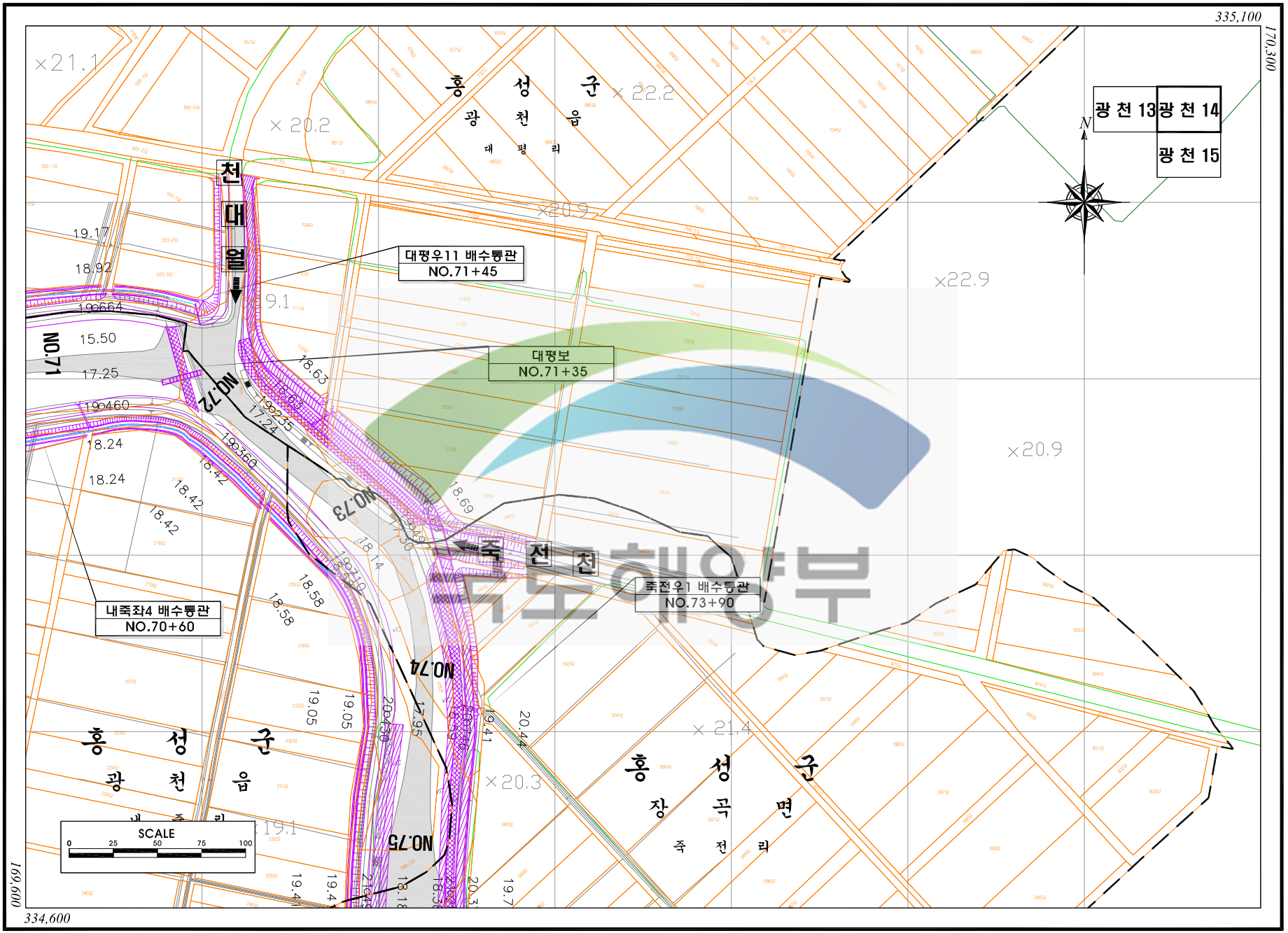

334,100
168,200
167,500
333,600
소암우9 배수통관
NO.45+05
소암좌1 배수암거
NO.45+50
소암좌3 배수통관
NO.45+5
소암보
NO.44
소암좌2 배수통관
NO.44+75
소암좌1 배수통관
NO.44+50
소용 낙차공
NO.42+90
소암우8 배수통관
NO.42+65
가정좌2 배수통관
NO.41+30
가정좌1 배수암거
NO.40+60
NO.46
NO.45
NO.44
NO.43
NO.42
NO.41
L = 1,360m
L = 1,355m
소암지구
배수로
광 천 10
광 천 9
광 천 8
N
SCALE
0 25 50 75 100
홍 성 군
광 천 읍
소 암 리
가 정 리
표 석 7
X 333910.463
Y 167646.747
H 20.490

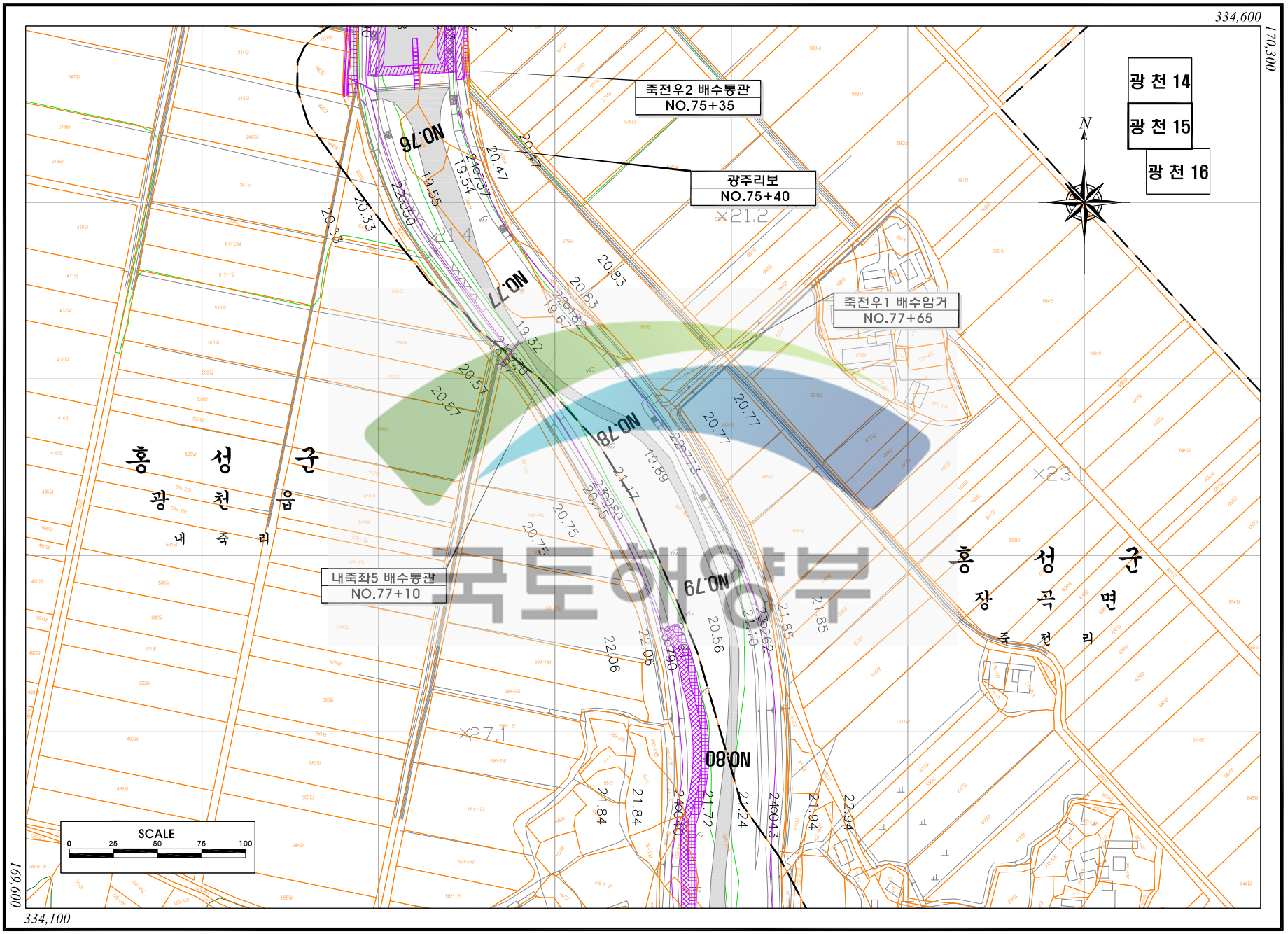

334,600
168,200
167,500
334,100
광 천 11
광 천 10
광 천 9
N
홍 성 군
광 천 읍
소 암 리
소암우10 배수통관
NO.49+55
소암좌2 배수암거
NO.50+50
소암좌5 배수통관
NO.49+40
소암우1 배수암거
NO.47+65
소암좌4 배수통관
NO.48+10
신랑 새마을교
NO.47+40
NO.51
NO.50
NO.49
NO.48
NO.47
소암지구 L = 1,360m
내포보축1 L = 1,355m
SCALE
0 25 50 75 100

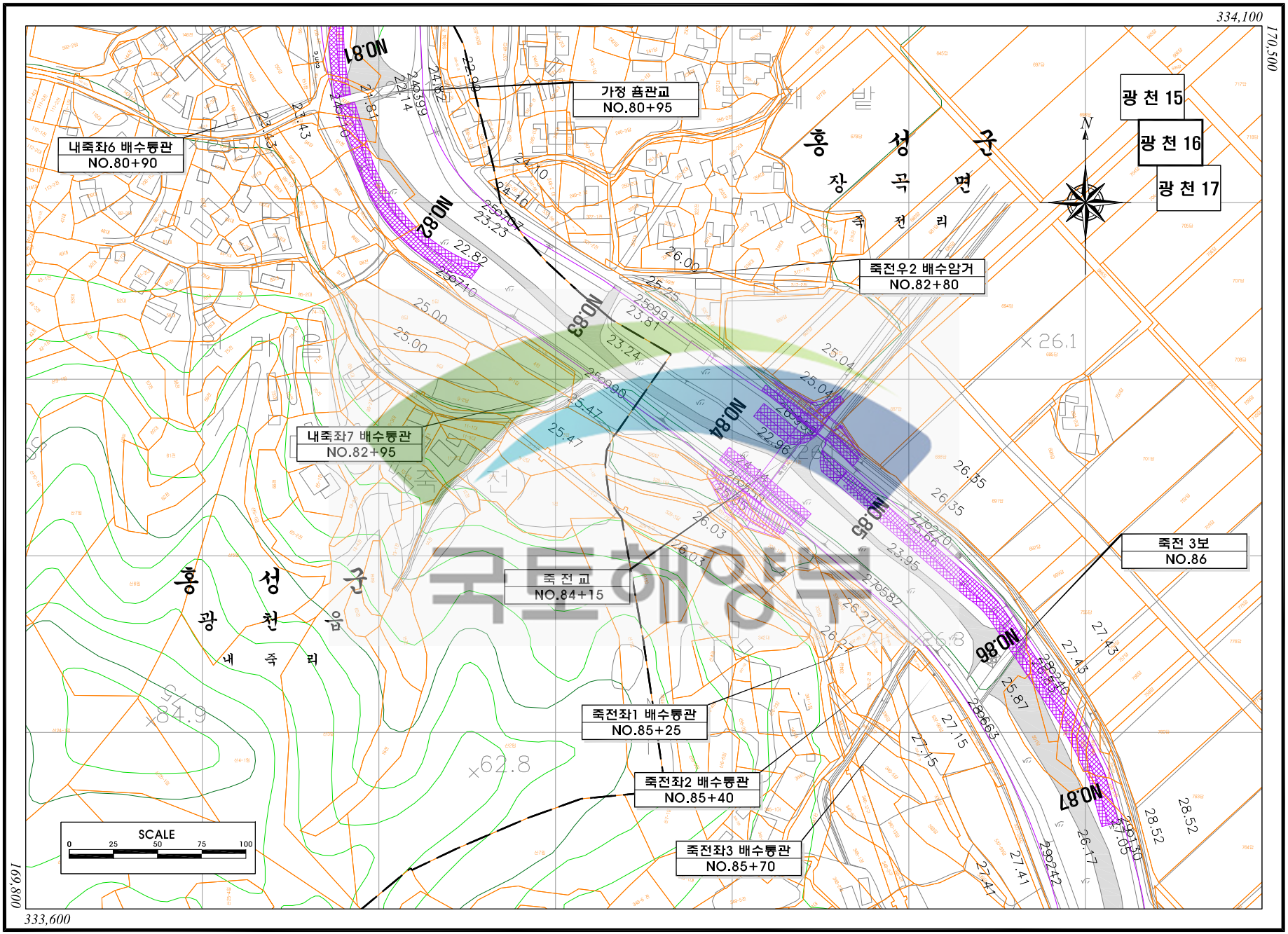

335,100
168,200
334,600
167,500
광 천 11
광 천 12
광 천 10
N
홍 성 군
광 천 읍
소 암 리
대 평 리
대평우1 배수암거
NO.53+70
소암우2 배수암거
NO.51+65
제 1 소암교
NO.51+75
소암좌7 배수통관
NO.51+90
소암좌6 배수통관
NO.51+85
NO.52
NO.53
NO.54
NO.55
소암지구 L=1,360m
SCALE
0 25 50 75 100
정자나무골
새마을회관
국토해양부

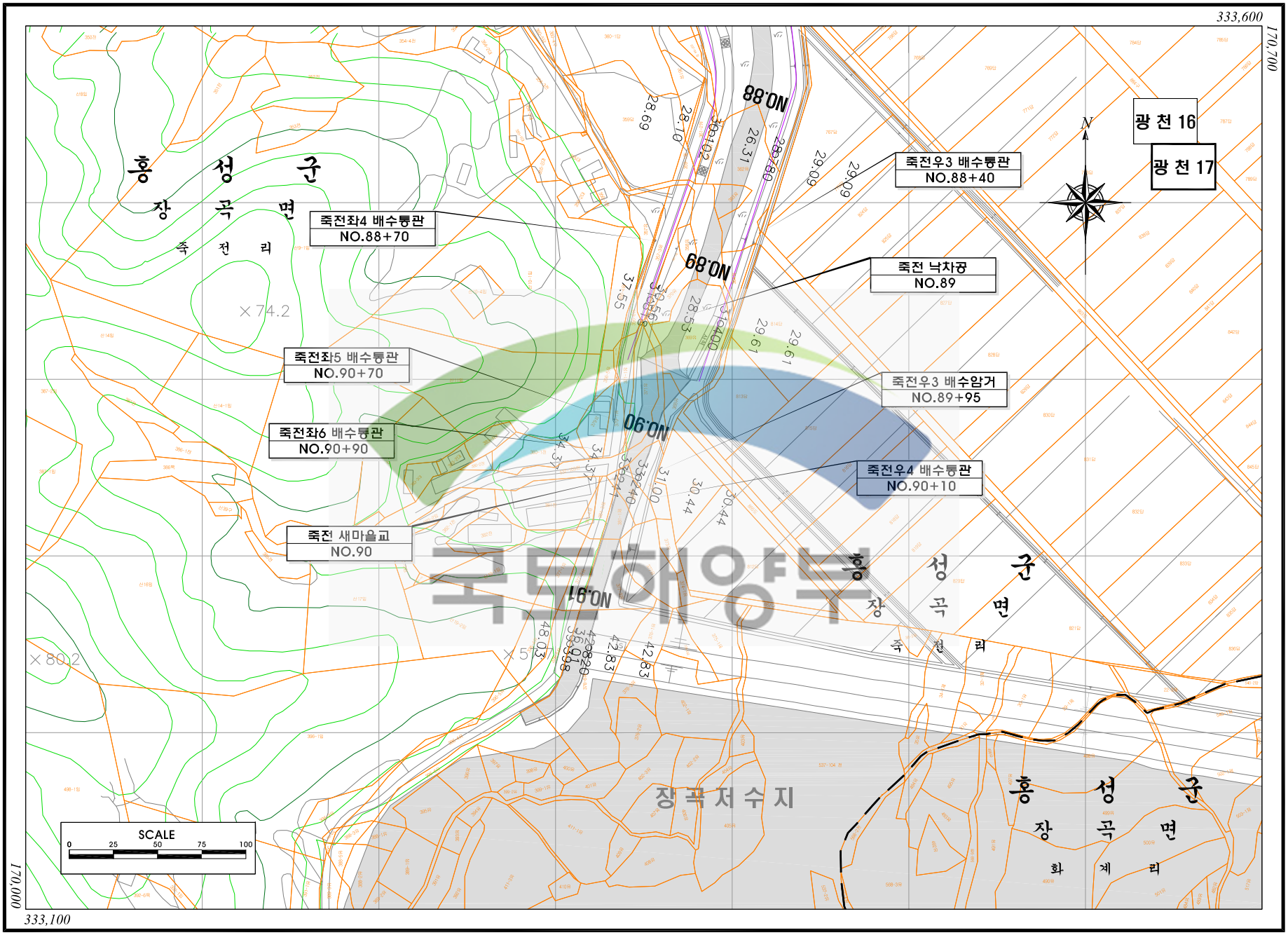

335,100
1698,900
334,600
1682,200
월림보
NO.60+60
대평우6 배수통관
NO.62+80
대평우7 배수통관
NO.62+85
대평우5 배수통관
NO.60+60
대평좌1 배수통관
NO.0+5
대평우4 배수통관
NO.58+05
대평 잠수교
NO.60+35
내죽좌1 배수통관
NO.59
NO.62
NO.63
NO.61
NO.60
NO.59
NO.58
NO.57
NO.56
월림천
홍성군 광천읍 대평리
홍성군 광천읍 내죽리
SCALE
0 25 50 75 100
광 천 11
광 천 12
광 천 13
포토해양부


335,100
169,600
168,900
334,600
광 천 12
광 천 13
광 천 14
흥 성 군
광 천 읍
대 평 리
내 죽 리
대평우8 배수통관
NO.64+45
갱이보
NO.63+55
내죽좌2 배수통관
NO.64+70
내죽좌3 배수통관
NO.63+80
내죽좌1 배수암거
NO.65+55
내 죽 교
NO.66+40
대평우2 배수암거
NO.67+50
대평우9 배수통관
NO.68+60
내죽좌2 배수암거
NO.69+75
대평우10 배수통관
NO.69+90
NO.64
NO.65
NO.66
NO.67
NO.68
NO.69
NO.70
SCALE
0 25 50 75 100


335,100
170,300
169,600
334,600
광 천 13
광 천 14
광 천 15
N
대 천 월
대평우11 배수통관
NO.71+45
대평보
NO.71+35
죽전우1 배수통관
NO.73+90
내죽좌4 배수통관
NO.70+60
NO.71
NO.72
NO.73
NO.74
NO.75
죽 전 천
홍 성 군
광 천 읍
대 평 리
홍 성 군
장 곡 면
죽 전 리
SCALE
0 25 50 75 100


334,600
170,300
169,600
334,100
광 천 14
광 천 15
광 천 16
N
죽전우2 배수통관
NO.75+35
광주리보
NO.75+40
죽전우1 배수암거
NO.77+65
내죽좌5 배수통관
NO.77+10
NO.76
NO.77
NO.78
NO.79
NO.80
×21.2
×21.4
×23.1
×27.1
홍 성 군
광 천 읍
내 죽 리
홍 성 군
장 곡 면
죽 전 리
SCALE
0 25 50 75 100
국토해양부


334,100
170,500
169,800
333,600
NO.81
NO.82
NO.83
NO.84
NO.85
NO.86
NO.87
내죽좌6 배수통관
NO.80+90
가정 횡관교
NO.80+95
내죽좌7 배수통관
NO.82+95
죽전우2 배수암거
NO.82+80
죽 전 교
NO.84+15
죽전좌1 배수통관
NO.85+25
죽전좌2 배수통관
NO.85+40
죽전좌3 배수통관
NO.85+70
죽전 3보
NO.86
광 천 15
광 천 16
광 천 17
홍 성 군
장 곡 면
죽 전 리
홍 성 군
광 천 읍
내 죽 리
N
SCALE
0 25 50 75 100


333,600
170,700
333,100
170,000
N
광 천 16
광 천 17
홍 성 군
장 곡 면
죽 전 리
죽전좌4 배수통관
NO.88+70
죽전좌5 배수통관
NO.90+70
죽전좌6 배수통관
NO.90+90
죽전 새마을교
NO.90
죽전우3 배수통관
NO.88+40
죽전 낙차공
NO.89
죽전우3 배수암거
NO.89+95
죽전우4 배수통관
NO.90+10
NO.88
NO.89
NO.90
NO.91
× 74.2
× 80.2
장곡저수지
홍 성 군
장 곡 면
죽 전 리
홍 성 군
장 곡 면
화 계 리
SCALE
0 25 50 75 100

■ 종 단 면 도
국토해양부

종 단 면 도

SCALE

V : 0 10m

H : 0 250m

범 례	
	우안제방고
	좌안제방고
	계획홍수위
	일제관측수위
	최심하상고

국토해양부

측점	거리	추가거리	최심하상고	일제관측수위	제방고 좌안	제방고 우안	계획홍수위	경사
No. 0	0.0	0.0	-0.54	-0.19	4.82	4.91	3.97	
+ 15.0	15.0	15.0	-0.63	-0.13	4.58	5.05	4.14	1/88
+ 50.0	35.0	50.0	-0.24	0.06	4.73	5.05	4.18	
No. 1	50.0	100.0	-0.74	0.11	3.63	5.05	4.25	
+ 50.0	50.0	150.0	-0.22	0.12	3.95	5.20	4.31	
No. 2	50.0	200.0	-0.13	0.17	4.63	5.19	4.37	1/798
+ 50.0	50.0	250.0	-0.20	0.20	4.93	5.24	4.43	
No. 3	50.0	300.0	-0.31	0.24	5.08	5.38	4.50	
+ 50.0	50.0	350.0	0.03	0.48		5.50	4.56	4.56
No. 4	50.0	400.0	0.19	0.54	5.36	5.39	4.65	
+ 50.0	50.0	450.0	0.31	0.76	5.24	5.47	4.74	
No. 5	50.0	500.0	0.14	0.79	5.37	5.53	4.83	1/565
+ 50.0	50.0	550.0	0.62	0.92	5.42	5.60	4.91	
No. 6	50.0	600.0	0.54	0.94	5.36	5.67	5.00	
+ 50.0	50.0	650.0	0.76	0.96	5.24	5.70	5.09	
No. 7	50.0	700.0	0.45	1.00	5.50	5.83	5.18	5.18
+ 50.0	50.0	750.0	0.45	1.01	5.30	5.90	5.22	1/1400
No. 8	50.0	800.0	0.77	1.02	7.14	5.61	5.25	
+ 26.0	26.0	826.0	0.87	1.03	7.14	7.06	5.27	5.27
+ 50.0	24.0	850.0	0.83	1.03	5.59	6.96	5.32	
No. 9	50.0	900.0	0.80	1.05	6.27	4.66	5.42	
+ 50.0	50.0	950.0	0.25	1.05	6.57	9.74	5.51	1/508
No. 10	50.0	1000.0	0.20	1.05	6.80	9.15	5.61	
+ 50.0	50.0	1050.0	0.36	1.06	6.87	8.91	5.71	
No. 11	50.0	1100.0	0.71	1.06	6.96	8.91	5.81	
+ 50.0	50.0	1150.0	0.47	1.07	7.12	9.04	5.91	
No. 12	50.0	1200.0	0.48	1.08	7.24	9.51	6.01	6.01

1:100

1:2,500

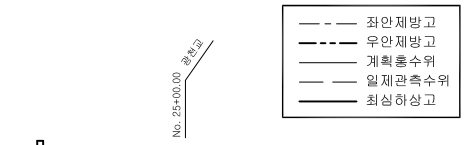
국토해양부

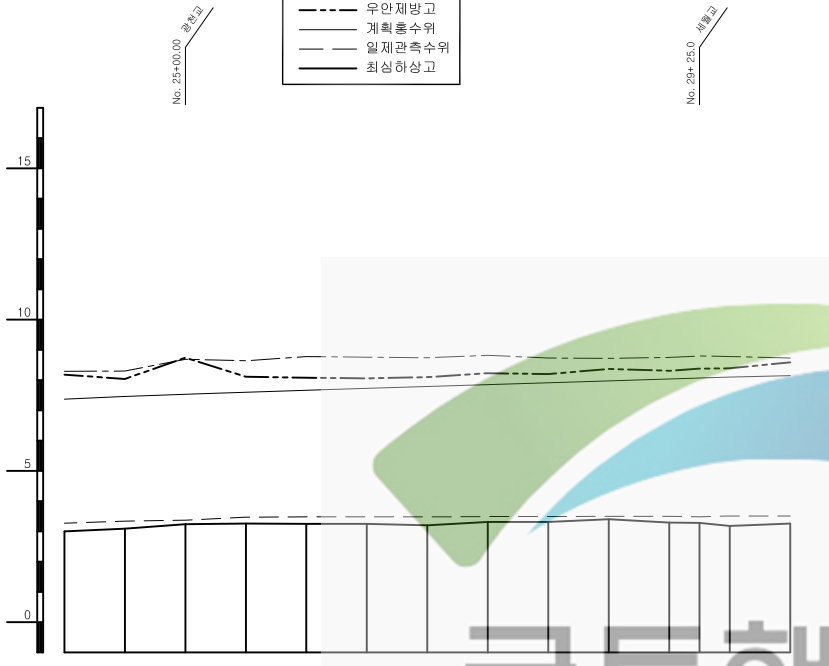
국토해양부

측점	거리	추가거리	최심하상고	알제관측수위	제방고 좌안	제방고 우안	계획홍수위	경사
No. 12	50.0	1200.0	0.48	1.08	7.24	9.51	6.01	
+ 50.0	50.0	1250.0	0.49	1.09	7.31	10.63	6.10	
No. 13	50.0	1300.0	0.54	1.14	7.46	6.00	6.20	
+ 50.0	50.0	1350.0	0.37	1.17	7.49	6.52	6.30	
No. 14	50.0	1400.0	0.98	1.28	7.72	5.16	6.40	1/508
+ 50.0	50.0	1450.0	1.97	2.37	8.23	8.23	6.43	
No. 15	50.0	1500.0	1.03	2.38	7.89	6.75	6.46	
+ 50.0	50.0	1550.0	0.98	2.38	6.88	6.21	6.49	
No. 16	50.0	1600.0	1.14	2.39	6.70	6.67	6.52	
+ 50.0	50.0	1650.0	1.00	2.40	6.51	6.82	6.55	1/1656
No. 17	50.0	1700.0	2.05	2.40	6.48	6.63	6.58	
+ 50.0	50.0	1750.0	1.92	2.42	6.31	7.07	6.61	
No. 18	50.0	1800.0	2.04	2.44	6.89	7.35	6.64	
+ 47.0	47.0	1847.0	2.35	2.50	7.47	7.54	6.67	
+ 50.0	3.0	1850.0	2.27	2.50	7.28	7.20	6.68	
No. 19	50.0	1900.0	2.48	2.61	6.83	7.18	6.83	33/1122
+ 12.0	12.0	1912.0	2.47	2.62	6.03	6.80	6.87	
+ 50.0	38.0	1950.0	2.49	2.71	8.41	8.23	6.99	
No. 20	50.0	2000.0	2.61	2.83	6.97	7.40	7.02	1/1652
+ 50.0	50.0	2050.0	2.70	2.97	7.71	7.34	7.05	
No. 21	50.0	2100.0	2.70	2.98	7.94	7.13	7.08	
+ 50.0	50.0	2150.0	2.70	2.99	7.84	7.72	7.11	
No. 22	50.0	2200.0	2.77	3.00	7.90	7.70	7.14	
+ 50.0	50.0	2250.0	2.89	3.05	7.65	7.70	7.17	
+ 71.0	21.0	2271.0	2.87	3.13	7.67	7.72	7.18	
+ 97.0	26.0	2297.0	2.88	3.13	8.20	7.63	7.20	1/597
No. 23	3.0	2300.0	2.91	3.20	7.82	7.70	7.21	
+ 50.0	50.0	2350.0	3.05	3.23	8.23	7.94	7.29	
No. 24	50.0	2400.0	3.00	3.27	8.29	8.18	7.37	

1:100

1:2,500





측점	거리	추가거리	최심하상고	일제관측수위	계획홍수위 좌안제방고	계획홍수위 우안제방고	계획홍수위 경사
No. 24	50.0	2400.0	3.00	3.27	8.25	8.18	7.37
+ 50.0	50.0	2450.0	3.09	3.34	8.30	8.04	1 / 597
No. 25	50.0	2500.0	3.24	3.37	8.69	8.74	7.54
+ 50.0	50.0	2550.0	3.26	3.47	8.64	8.11	7.60
No. 26	50.0	2600.0	3.25	3.48	8.78	8.08	7.66
+ 50.0	50.0	2650.0	3.25	3.48	8.76	8.06	7.73
No. 27	50.0	2700.0	3.20	3.48	8.74	8.10	7.79
+ 50.0	50.0	2750.0	3.31	3.49	8.82	8.23	7.85
No. 28	50.0	2800.0	3.31	3.49	8.73	8.20	7.91
+ 50.0	50.0	2850.0	3.40	3.50	8.72	8.37	7.98
No. 29	50.0	2900.0	3.29	3.50	8.75	8.31	8.04
+ 25.0	25.0	2925.0	3.28	3.48	8.80	8.38	8.07
+ 50.0	25.0	2950.0	3.18	3.51	8.78	8.39	8.10
No. 30	50.0	3000.0	3.26	3.51	8.73	8.59	8.15

1 / 802

1 / 938

1:100

1:2,500

국토해양부

■ 횡 단 면 도
국토해양부

횡 단 면 도

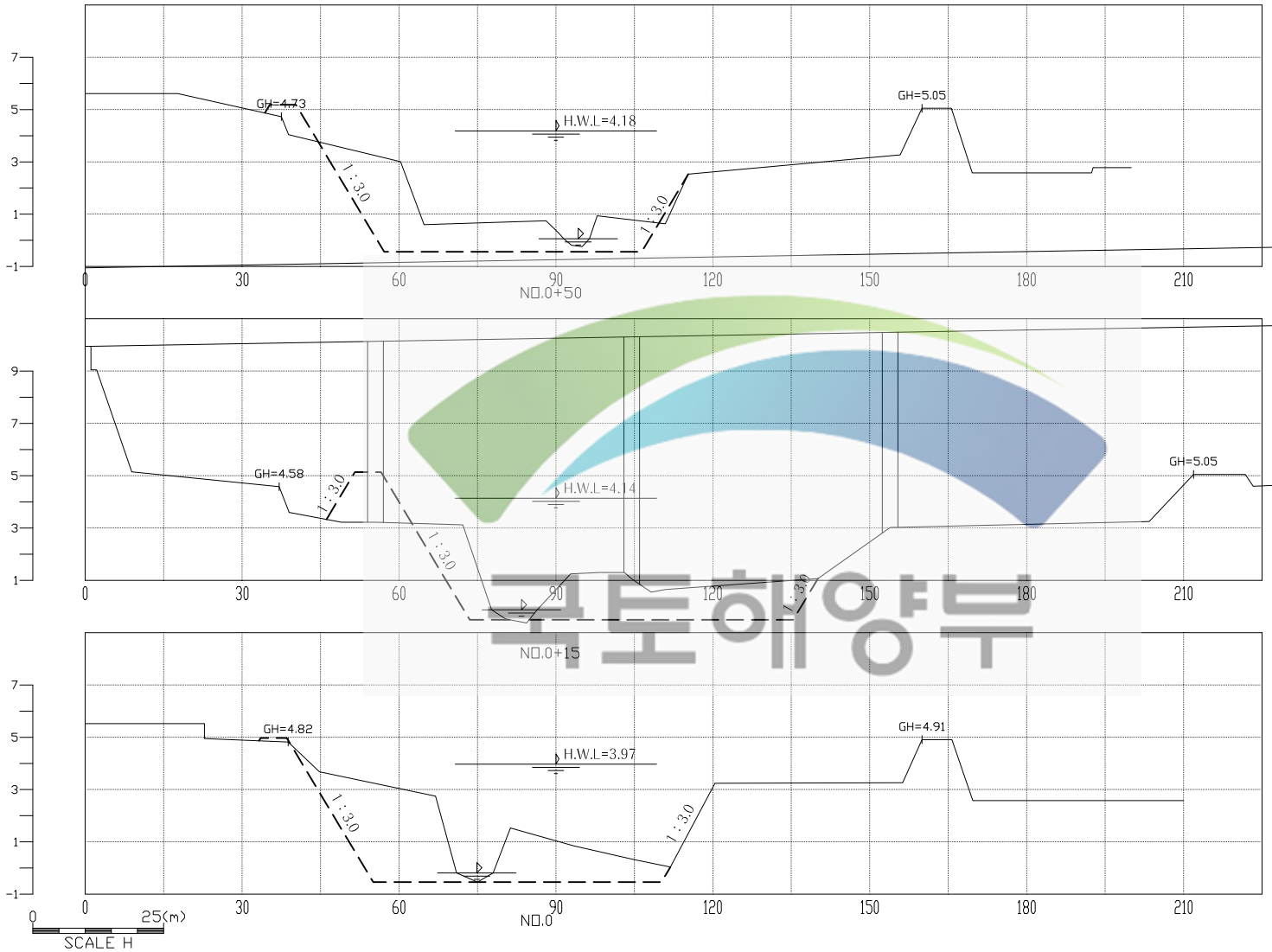
SCALE

V : 0 20m

H : 0 50m

국토해양부

범 례	
▽ H.W.L	계획홍수위
------	계 획 선



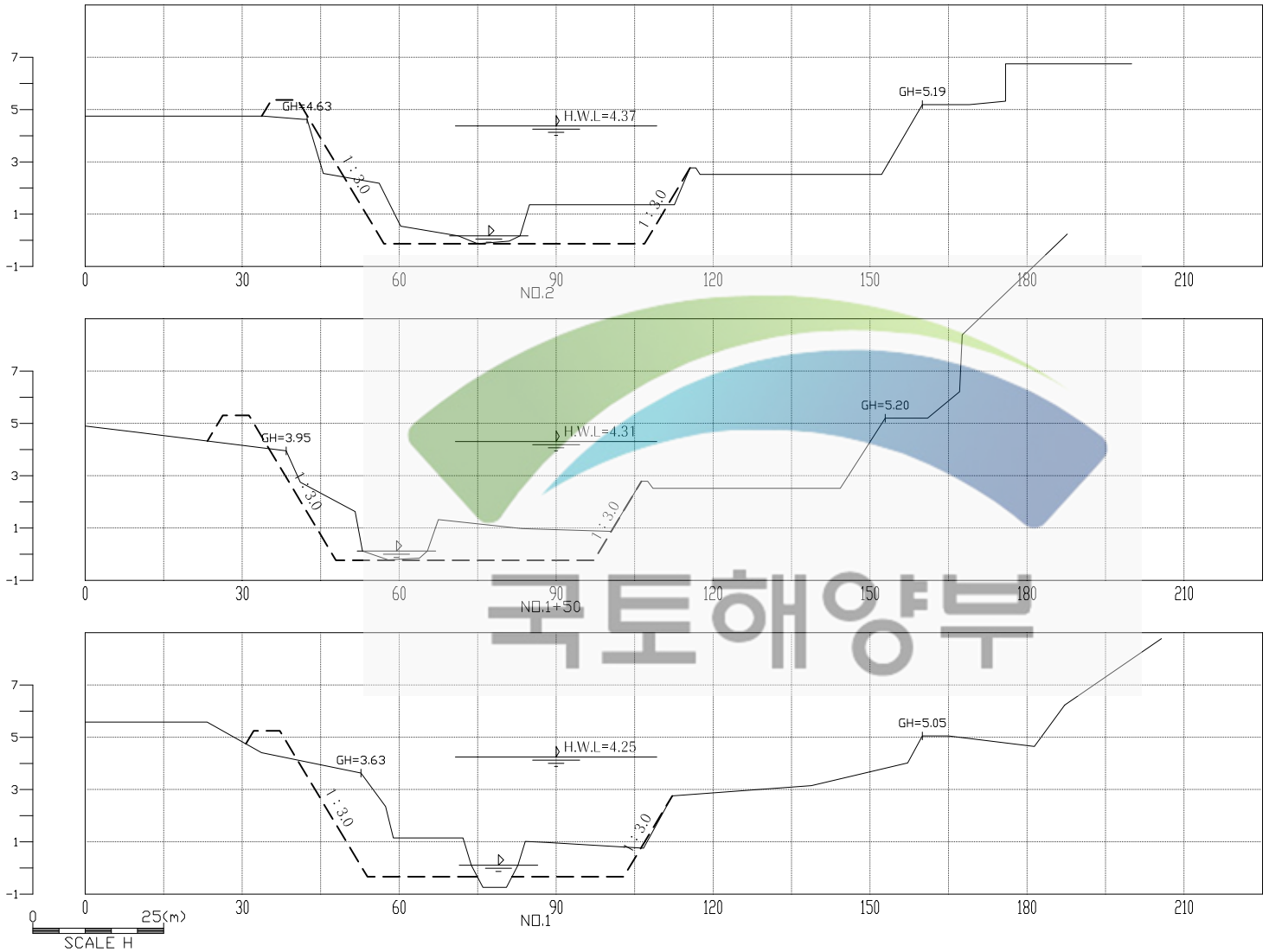
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.61	0.0	5.61
17.7	5.61	17.7	5.61
37.5	4.73	27.3	5.18
38.9	4.04	40.3	5.18
60.3	3.01	40.3	5.18
64.8	0.60	43.3	4.18
88.1	0.75	43.9	4.18
90.5	0.28	57.8	-0.44
91.5	0.06	106.4	-0.44
93.0	-0.19	115.3	2.53
95.0	-0.24	115.3	2.53
96.4	0.06	155.8	3.27
97.9	0.94	160.0	5.05
110.9	0.63	165.6	5.05
115.3	2.53	169.6	2.58
155.8	3.27	192.4	2.58
160.0	5.05	192.7	2.78
165.6	5.05	200.0	2.78
169.6	2.58		
192.4	2.58		
192.7	2.78		
200.0	2.78		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	12.95	0.0	12.95
0.0	9.95	0.0	9.95
1.1	9.95	1.1	9.95
1.1	9.05	1.1	9.05
2.2	9.05	2.2	9.05
8.9	5.15	8.9	5.15
37.1	4.58	37.1	4.58
39.0	3.60	39.0	3.60
49.0	3.22	46.1	3.33
55.5	3.22	51.6	5.14
72.2	3.12	56.6	5.14
77.7	0.13	59.6	4.14
80.4	-0.48	60.2	4.14
84.4	-0.63	74.2	-0.51
86.4	-0.13	84.9	-0.51
92.6	1.25	135.4	-0.51
98.4	1.30	140.1	1.07
103.1	1.30	153.9	3.02
104.5	1.05	203.4	3.25
108.2	0.55	211.9	5.05
110.9	0.65	213.4	5.05
140.1	1.07	221.8	5.05
153.9	3.02	223.3	4.60
203.4	3.25	234.7	4.70
211.9	5.05	244.4	9.80
213.4	5.05	245.5	9.80
221.8	5.05	245.5	10.80
223.3	4.60	246.6	10.80
234.7	4.70	246.6	13.80
244.4	9.80		
245.5	9.80		
245.5	10.80		
246.6	10.80		
246.6	13.80		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.52	0.0	5.52
22.8	5.52	22.8	5.52
22.8	4.95	22.8	4.95
38.8	4.82	33.2	4.86
44.8	3.68	33.6	4.97
67.0	2.75	38.6	4.97
71.0	-0.19	41.6	3.97
75.0	-0.54	42.2	3.97
78.0	-0.19	55.7	-0.54
81.3	1.53	75.0	-0.54
93.4	0.85	110.2	-0.54
105.0	0.32	111.9	0.04
111.9	0.04	120.4	3.24
120.4	3.24	156.3	3.26
156.3	3.26	160.0	4.91
160.0	4.91	165.7	4.91
165.7	4.91	169.7	2.58
169.7	2.58	210.0	2.58
210.0	2.58		

1
광천천
23

국토해양부

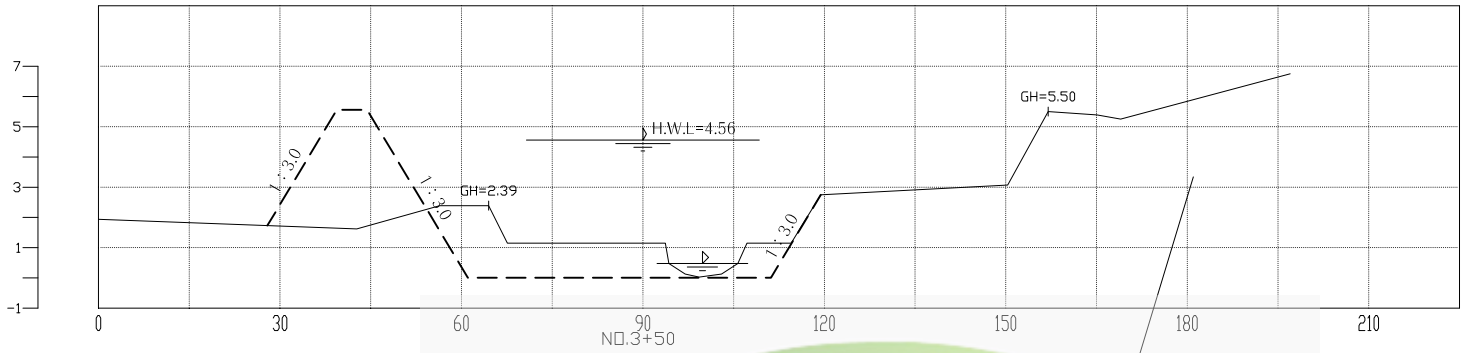


개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	4.75	0.0	4.75
19.7	4.75	19.7	4.75
34.1	4.75	33.7	4.75
41.6	4.63	35.6	5.37
42.4	4.63	40.6	5.37
45.5	2.56	43.6	4.37
56.2	2.18	44.2	4.37
60.3	0.54	57.7	-0.13
71.3	0.17	106.9	-0.13
75.0	-0.13	115.6	2.77
81.0	-0.03	152.9	2.77
83.1	0.17	160.0	5.19
84.9	1.36	169.0	5.19
94.6	1.36	175.9	5.32
112.6	1.36	175.9	6.75
115.6	2.77	180.6	6.75
116.7	2.77	200.0	6.75
117.5	2.52		
152.2	2.52		
160.0	5.19		
169.0	5.19		
175.9	5.32		
175.9	6.75		
180.6	6.75		
200.0	6.75		

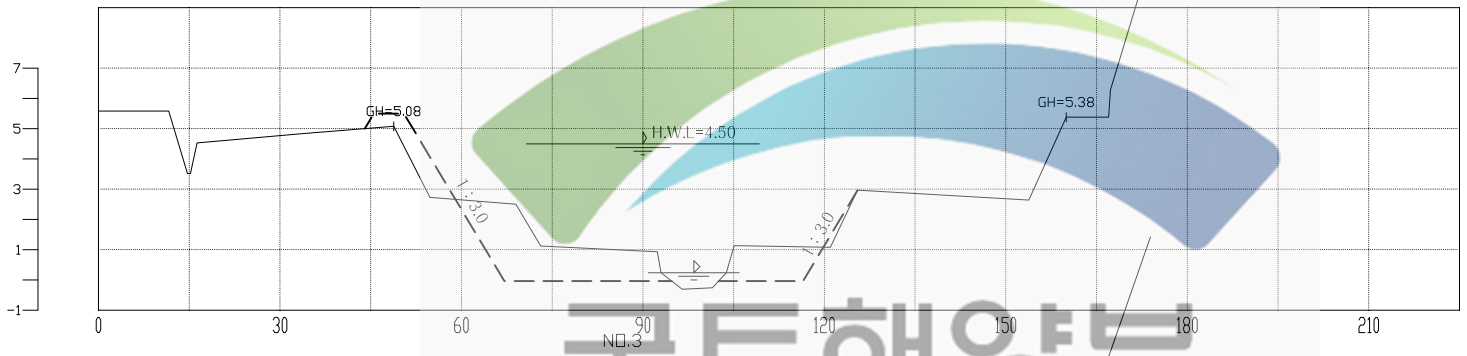
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	4.90	0.0	4.90
9.9	4.66	9.9	4.66
38.4	3.95	23.3	4.32
41.1	2.75	26.3	5.31
51.6	1.63	31.3	5.31
53.0	0.12	34.3	4.31
57.9	-0.22	34.9	4.31
63.9	-0.15	48.6	-0.23
65.4	0.12	97.2	-0.23
67.5	1.32	106.3	2.79
83.5	0.98	145.2	2.79
100.5	0.87	152.9	5.20
106.3	2.79	161.0	5.20
107.5	2.79	167.1	6.21
108.5	2.52	167.6	8.39
144.3	2.52	187.7	12.24
152.9	5.20		
161.0	5.20		
167.1	6.21		
167.6	8.39		
187.7	12.24		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.58	0.0	5.58
12.2	5.58	12.2	5.58
23.3	5.58	23.3	5.58
33.7	4.41	30.7	4.74
52.7	3.63	32.2	5.25
57.4	2.35	37.2	5.25
58.9	1.15	40.2	4.25
72.2	1.15	40.8	4.25
73.8	0.11	54.6	-0.33
76.0	-0.74	102.9	-0.33
80.5	-0.74	112.2	2.76
82.7	0.11	112.2	2.76
84.1	1.02	138.8	3.15
88.0	0.98	157.2	4.02
106.7	0.76	160.0	5.05
112.2	2.76	165.0	5.05
138.8	3.15	181.4	4.65
157.2	4.02	187.2	6.23
160.0	5.05	205.7	3.69
165.0	5.05		
181.4	4.65		
187.2	6.23		
205.7	3.69		

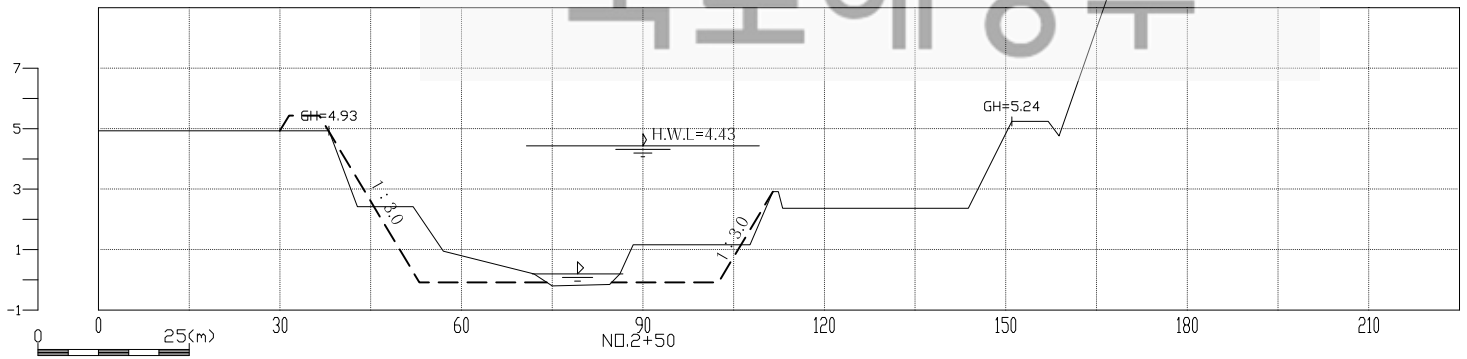
국토해양부



개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	1.94	0.0	1.94
42.7	1.62	27.9	1.73
56.4	2.39	39.4	5.56
64.5	2.39	44.4	5.56
67.6	1.15	47.4	4.56
93.7	1.15	48.0	4.56
94.3	0.48	61.7	0.01
97.0	0.13	111.2	0.01
99.3	0.03	119.4	2.75
103.0	0.13	119.4	2.75
105.7	0.48	150.3	3.07
107.2	1.15	157.0	5.50
114.5	1.15	165.1	5.39
119.4	2.75	169.0	5.25
150.3	3.07	197.0	6.75
157.0	5.50		
165.1	5.39		
169.0	5.25		
197.0	6.75		

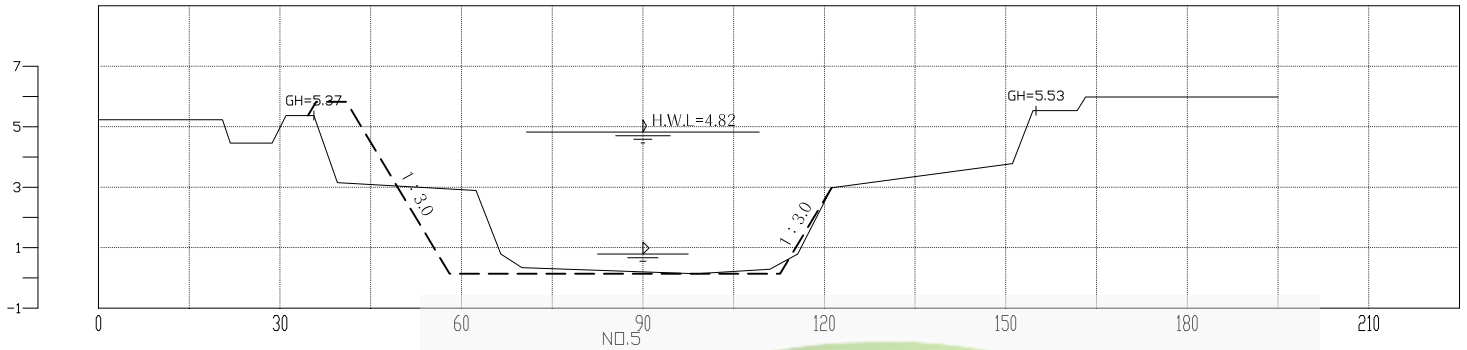


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	5.58	0.0	5.58
11.6	5.58	11.6	5.58
14.7	3.52	14.7	3.52
15.2	3.52	15.2	3.52
16.3	4.53	16.3	4.53
33.4	4.83	33.4	4.83
48.8	5.08	44.0	5.00
54.8	2.73	45.5	5.50
69.0	2.50	50.5	5.50
73.1	1.12	53.5	4.50
92.4	0.93	54.1	4.50
93.0	0.24	67.7	-0.04
96.5	-0.31	116.5	-0.04
101.5	-0.26	125.5	2.97
103.8	0.24	154.6	2.97
105.1	1.13	160.0	5.38
105.7	1.13	167.0	5.38
121.0	1.08	167.3	6.28
125.5	2.97	181.0	15.34
153.8	2.64		
160.0	5.38		
167.0	5.38		
167.3	6.28		
181.0	15.34		

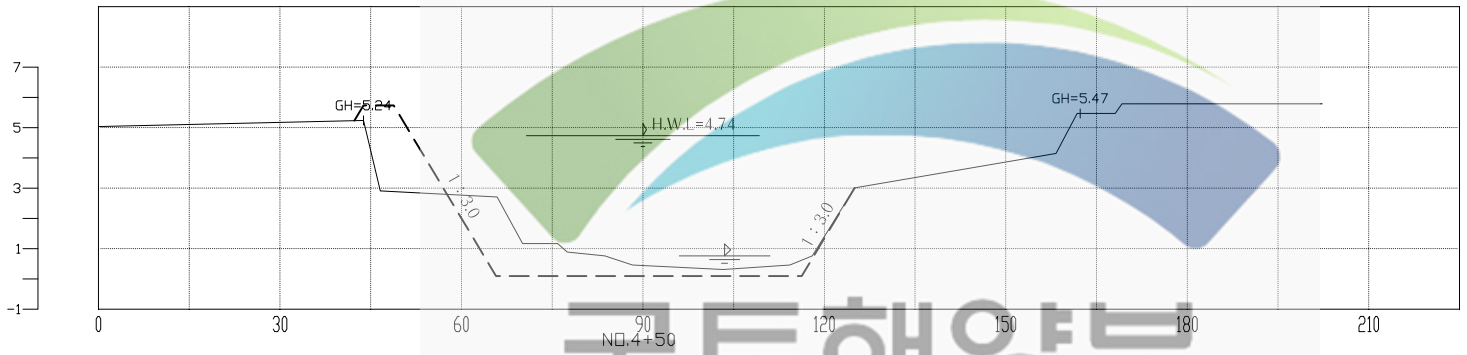


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	4.93	0.0	4.93
38.1	4.93	30.0	4.93
42.8	2.42	31.5	5.43
52.0	2.42	36.5	5.43
57.0	0.95	39.5	4.43
72.0	0.20	40.1	4.43
75.0	-0.20	53.7	-0.08
84.5	-0.15	102.5	-0.08
86.2	0.20	111.5	2.92
88.4	1.16	145.2	2.92
92.5	1.16	151.0	5.24
107.7	1.16	157.0	5.24
111.5	2.92	158.8	4.76
112.4	2.92	173.9	13.42
113.1	2.37		
143.8	2.37		
151.0	5.24		
157.0	5.24		
158.8	4.76		
173.9	13.42		

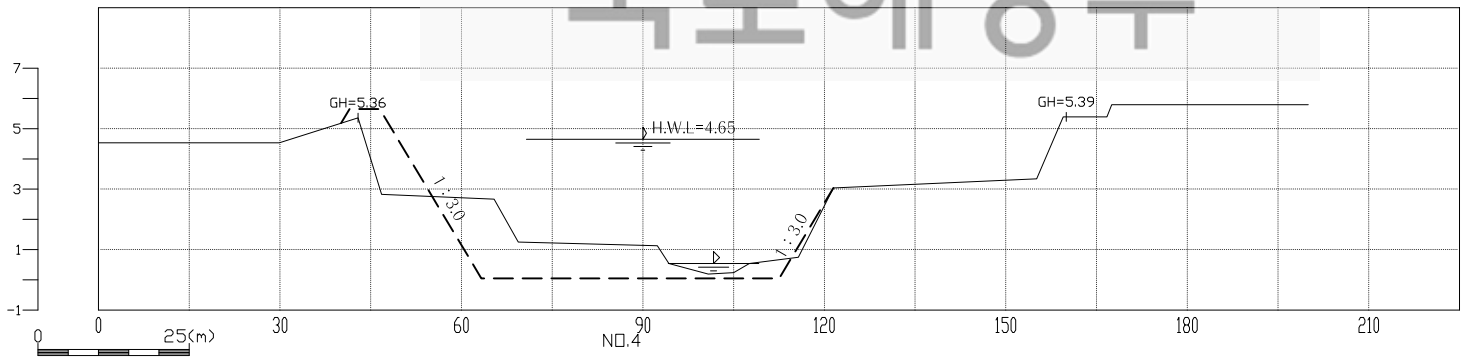
국토해양부



개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	5.23	0.0	5.23
20.5	5.23	20.5	5.23
21.8	4.46	21.8	4.46
23.0	4.46	23.0	4.46
27.0	4.46	27.0	4.46
28.7	4.46	28.7	4.46
31.0	5.37	31.0	5.37
35.6	5.37	34.6	5.37
39.5	3.15	36.0	5.82
62.4	2.89	41.0	5.82
66.5	0.79	44.0	4.82
70.0	0.34	44.6	4.82
98.8	0.14	58.7	0.14
111.0	0.29	112.7	0.14
115.6	0.79	121.2	2.98
121.2	2.98	121.2	2.98
151.1	3.78	151.1	3.78
154.5	5.53	154.5	5.53
155.0	5.53	155.0	5.53
161.8	5.53	161.8	5.53
163.2	5.98	163.2	5.98
195.0	5.98	195.0	5.98

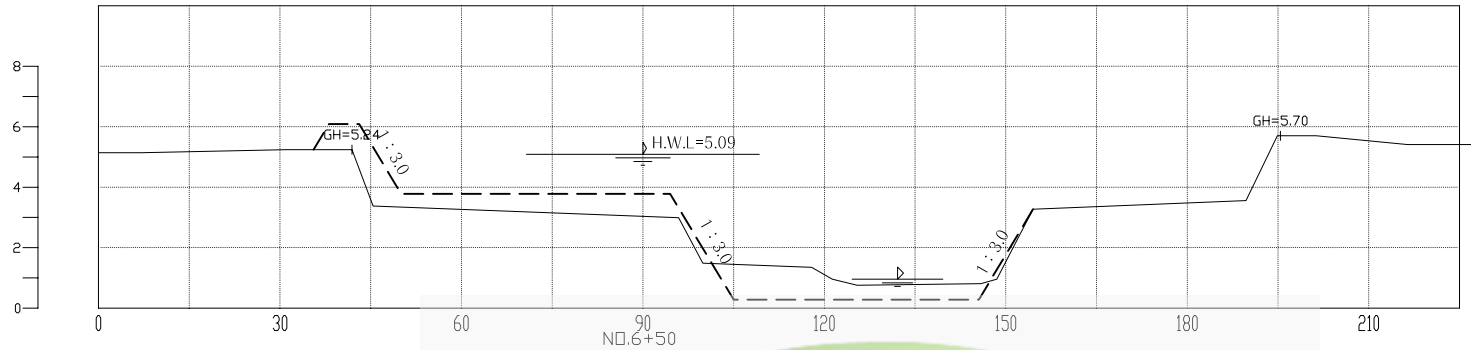


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	5.04	0.0	5.04
43.8	5.24	42.3	5.23
46.6	2.91	43.8	5.74
65.9	2.71	48.8	5.74
70.1	1.17	51.8	4.74
75.9	1.17	52.4	4.74
77.5	0.89	66.4	0.09
83.7	0.76	116.3	0.09
88.3	0.46	125.0	3.01
103.3	0.31	125.0	3.01
114.3	0.46	158.3	4.15
118.0	0.76	161.8	5.47
125.0	3.01	162.3	5.47
158.3	4.15	168.1	5.47
161.8	5.47	169.2	5.79
162.3	5.47	202.3	5.79
168.1	5.47		
169.2	5.79		
202.3	5.79		

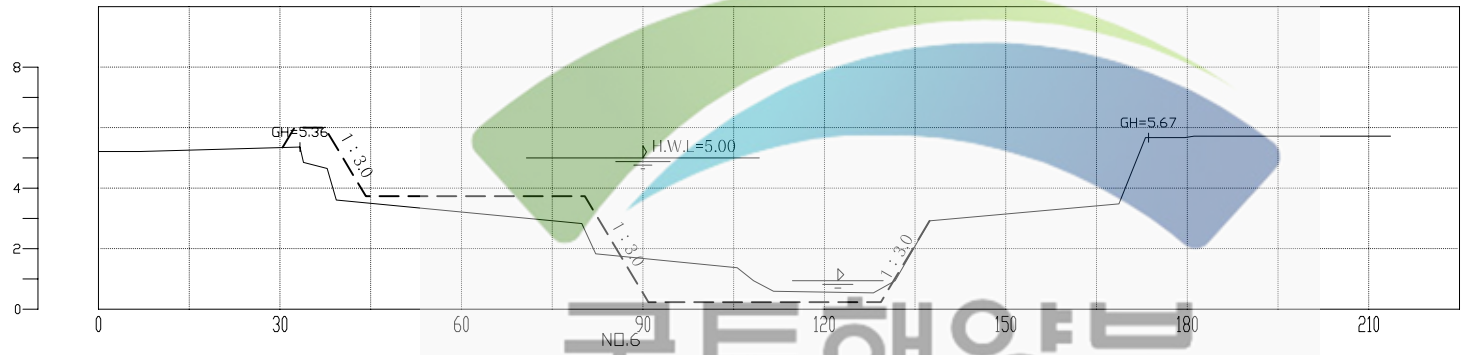


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	4.53	0.0	4.53
29.9	4.53	29.9	4.53
42.9	5.36	40.1	5.18
46.8	2.83	41.5	5.65
65.4	2.67	46.5	5.65
69.4	1.25	49.5	4.65
92.4	1.13	50.1	4.65
94.3	0.54	63.9	0.05
100.8	0.19	112.5	0.05
105.0	0.24	121.5	3.04
107.6	0.54	121.5	3.04
115.7	0.75	155.1	3.34
121.5	3.04	159.5	5.39
155.1	3.34	160.0	5.39
159.5	5.39	166.7	5.39
160.0	5.39	167.5	5.79
166.7	5.39	200.0	5.79
167.5	5.79		
200.0	5.79		

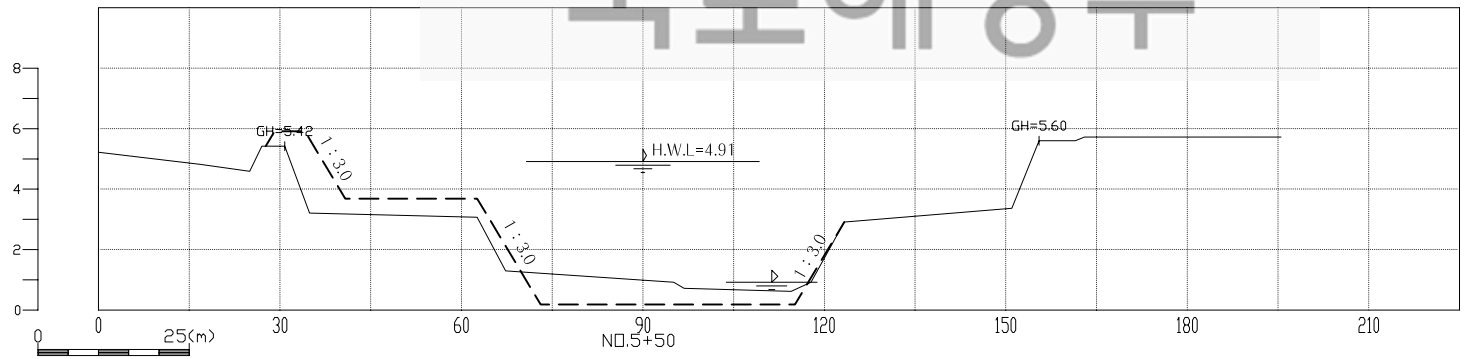
국토해양부



개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.14	0.0	5.14
7.1	5.14	7.1	5.14
31.0	5.24	31.0	5.24
41.9	5.24	35.5	5.24
45.4	3.38	38.1	6.09
95.9	2.99	43.1	6.09
99.9	1.49	46.1	5.09
117.9	1.35	46.7	5.09
121.3	0.96	50.7	3.78
125.4	0.76	94.5	3.78
145.9	0.81	105.0	0.28
148.5	0.96	145.5	0.28
154.5	3.27	154.5	3.27
189.7	3.56	154.5	3.27
194.9	5.70	189.7	3.56
195.4	5.70	194.9	5.70
201.3	5.70	195.4	5.70
216.4	5.41	201.3	5.70
235.4	5.41	216.4	5.41
		235.4	5.41

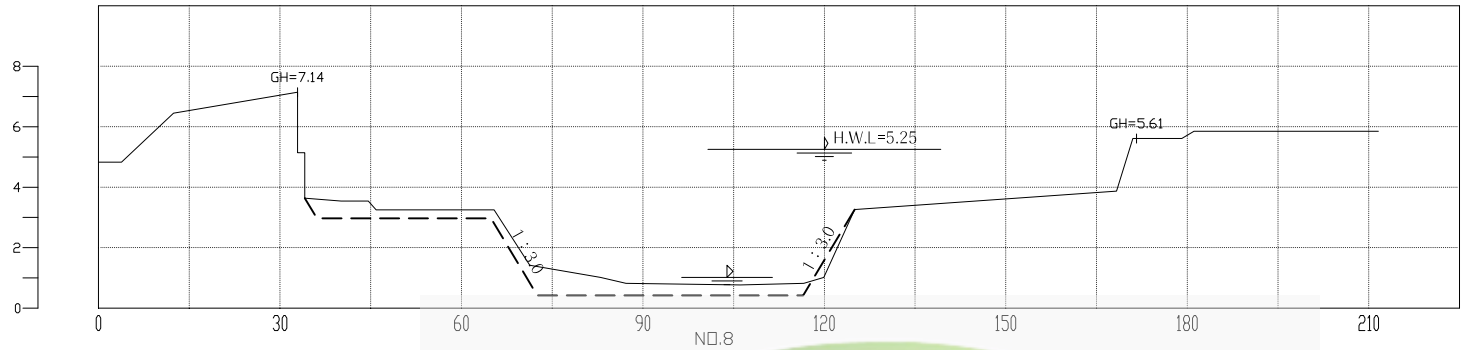


개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.21	0.0	5.21
6.8	5.21	6.8	5.21
33.3	5.36	30.4	5.34
33.9	4.85	32.4	6.00
37.8	4.65	37.4	6.00
39.3	3.61	40.4	5.00
79.9	2.83	41.0	5.00
82.2	1.83	44.8	3.73
105.6	1.37	77.4	3.73
108.3	0.94	87.9	0.23
111.6	0.59	129.3	0.23
128.1	0.54	137.4	2.92
131.7	0.94	137.4	2.92
137.4	2.92	168.7	3.48
168.7	3.48	173.1	5.67
173.1	5.67	173.6	5.67
173.6	5.67	179.6	5.67
179.6	5.67	181.1	5.72
181.1	5.72	213.6	5.72
213.6	5.72		

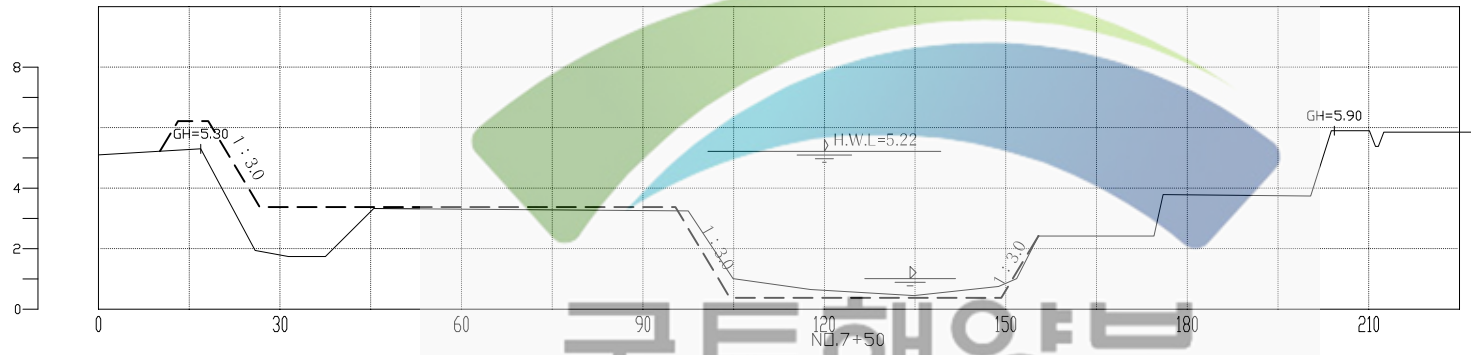


개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.22	0.0	5.22
16.9	4.82	0.0	5.22
25.0	4.59	16.9	4.82
27.0	5.42	25.0	4.59
30.8	5.42	27.0	5.42
34.9	3.21	27.6	5.42
62.6	3.07	29.1	5.91
67.3	1.30	34.1	5.91
95.1	0.92	37.1	4.91
96.8	0.72	37.8	4.91
114.5	0.62	41.4	3.69
117.8	0.92	62.6	3.69
123.3	2.91	73.1	0.19
151.0	3.37	115.1	0.19
155.5	5.60	123.3	2.91
161.5	5.60	123.3	2.91
163.0	5.72	151.0	3.37
195.5	5.72	155.5	5.60
		161.5	5.60
		163.0	5.72
		195.5	5.72
		195.5	5.72

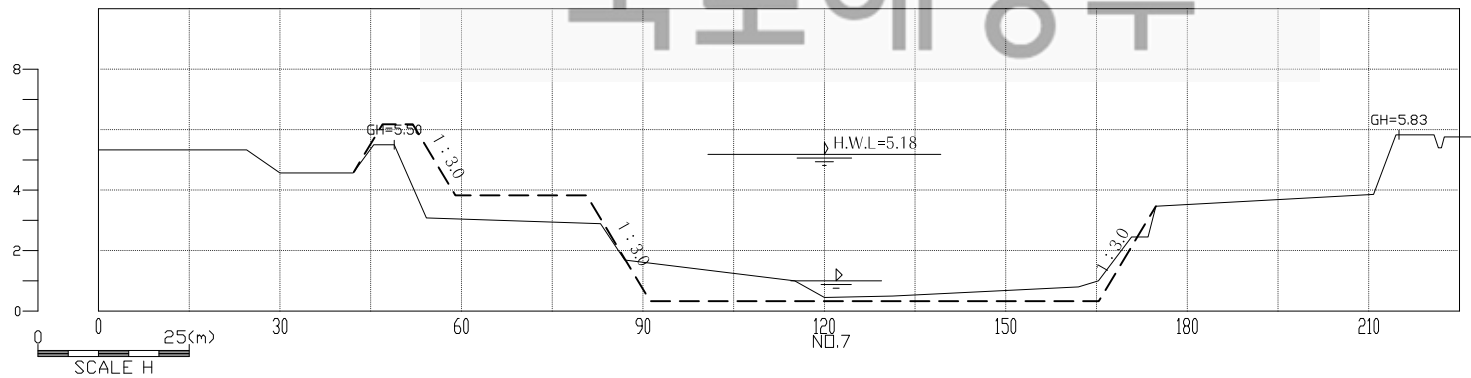
국토해양부



개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	4.83	0.0	4.83
3.8	4.83	3.8	4.83
12.4	6.45	12.4	6.45
32.9	7.14	32.9	7.14
32.9	5.14	32.9	5.14
34.1	5.14	34.1	5.14
34.1	3.64	34.1	3.64
40.1	3.54	36.1	2.97
44.6	3.54	64.9	2.97
45.9	3.25	72.5	0.42
65.4	3.25	116.4	0.42
71.3	1.42	124.9	3.25
83.0	1.02	125.0	3.23
87.2	0.82	125.0	3.26
106.1	0.77	168.3	3.87
116.6	0.82	171.0	5.61
119.9	1.02	171.6	5.61
125.0	3.26	171.8	5.61
168.3	3.87	179.1	5.61
171.0	5.61	181.1	5.85
171.6	5.61	211.6	5.85
171.8	5.61		
179.1	5.61		
181.1	5.85		
211.6	5.85		



개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.10	0.0	5.10
16.9	5.30	10.1	5.22
25.9	1.94	13.1	6.21
31.4	1.74	18.1	6.21
37.5	1.74	21.1	5.21
45.5	3.33	21.8	5.21
97.5	3.25	27.3	3.38
104.9	1.01	95.4	3.38
117.7	0.65	104.4	0.38
134.8	0.45	149.2	0.38
148.8	0.75	155.4	2.42
151.8	1.01	174.5	2.42
155.4	2.42	176.0	3.79
174.5	2.42	200.4	3.74
176.0	3.79	203.8	5.90
200.4	3.74	204.3	5.90
203.8	5.90	210.1	5.90
204.3	5.90	211.1	5.38
210.1	5.90	211.6	5.38
211.1	5.38	212.5	5.85
211.6	5.38	244.3	5.85
212.5	5.85		
244.3	5.85		

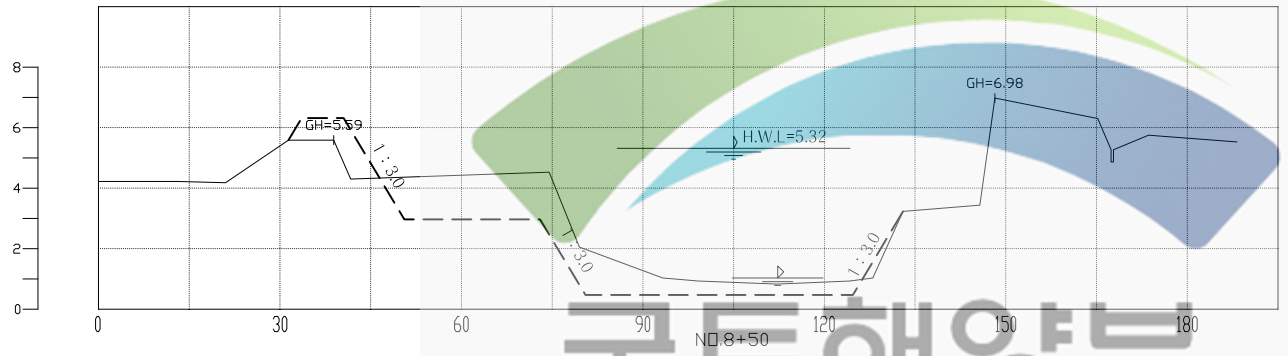


개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.33	0.0	5.33
24.5	5.33	24.5	5.33
30.0	4.57	30.0	4.57
40.3	4.57	40.3	4.57
42.1	4.57	42.1	4.57
45.5	5.50	42.2	4.60
48.9	5.50	47.0	6.18
54.2	3.08	52.0	6.18
83.0	2.89	55.0	5.18
87.0	1.69	55.6	5.18
115.1	1.00	59.6	3.83
120.0	0.45	80.7	3.83
131.3	0.50	91.2	0.33
162.0	0.80	165.4	0.33
165.3	1.00	174.8	3.47
170.8	2.45	174.8	3.47
173.5	2.45	210.8	3.86
174.8	3.47	214.5	5.83
210.8	3.86	215.0	5.83
214.5	5.83	220.8	5.83
215.0	5.83	221.5	5.40
220.8	5.83	222.0	5.40
221.5	5.40	222.5	5.76
222.0	5.40	255.0	5.76
222.5	5.76		
255.0	5.76		

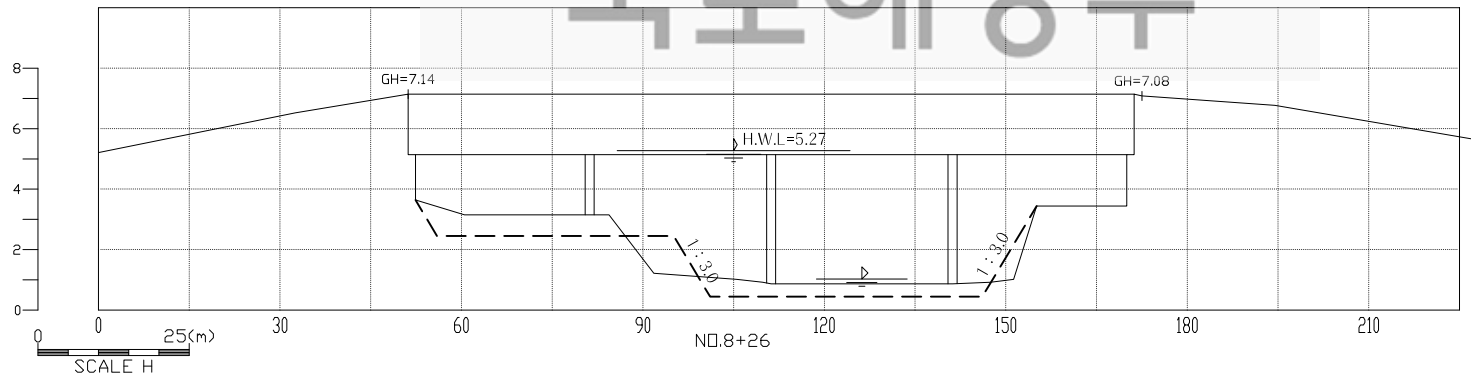
6
광천천
23

국토해양부

NO.9



NO.8+50



NO.8+26

0 25(m)

SCALE H

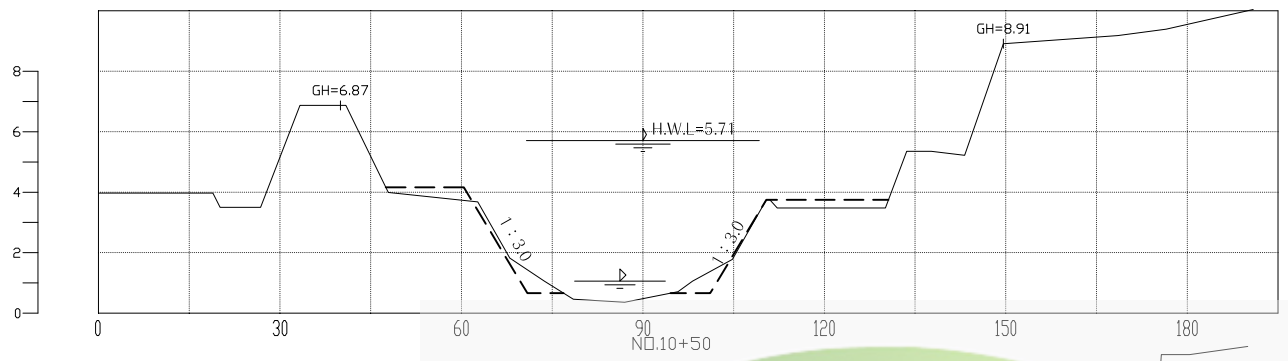
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.55	0.0	3.55
12.3	3.55	12.3	3.55
13.6	4.22	13.6	4.22
32.8	4.22	32.8	4.22
34.0	3.55	34.0	3.55
37.4	3.55	37.4	3.55
43.5	6.27	43.5	6.27
50.0	6.27	47.3	6.27
50.5	6.27	47.7	6.41
56.2	4.50	52.7	6.41
89.5	4.50	55.7	5.41
95.8	1.05	56.4	5.41
100.0	0.90	62.0	3.52
105.5	0.85	84.4	3.52
114.0	0.80	93.4	0.52
128.0	0.85	131.9	0.52
133.5	1.05	144.4	4.68
139.0	2.24	167.8	4.68
144.4	4.68	179.6	10.39
167.4	4.50	190.0	10.39
179.6	10.39		
190.0	10.39		

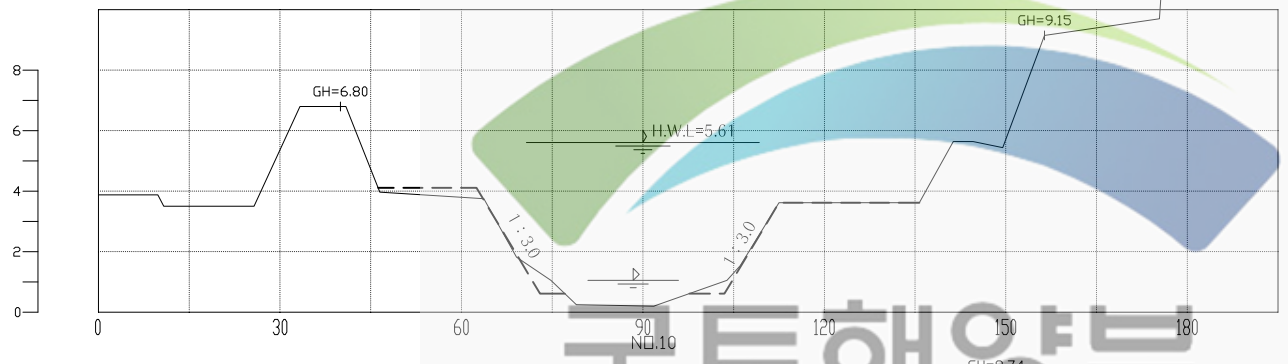
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	4.22	0.0	4.22
13.1	4.22	13.1	4.22
21.0	4.18	21.0	4.18
31.4	5.59	31.4	5.59
38.9	5.59	33.4	5.59
41.7	4.30	35.5	6.31
74.5	4.53	40.5	6.31
79.5	2.05	43.5	5.31
93.3	1.03	44.2	5.31
99.2	0.93	51.2	2.97
112.2	0.83	73.0	2.97
124.2	0.93	80.5	0.47
128.0	1.03	124.7	0.47
133.0	3.23	133.0	3.23
145.7	3.44	133.0	3.23
148.2	6.98	145.7	3.44
165.2	6.30	148.2	6.98
167.4	5.27	165.2	6.30
167.4	4.87	167.4	5.27
167.8	4.87	167.4	4.87
167.8	5.27	167.8	4.87
173.6	5.75	167.8	5.27
188.2	5.53	173.6	5.75
		188.2	5.53

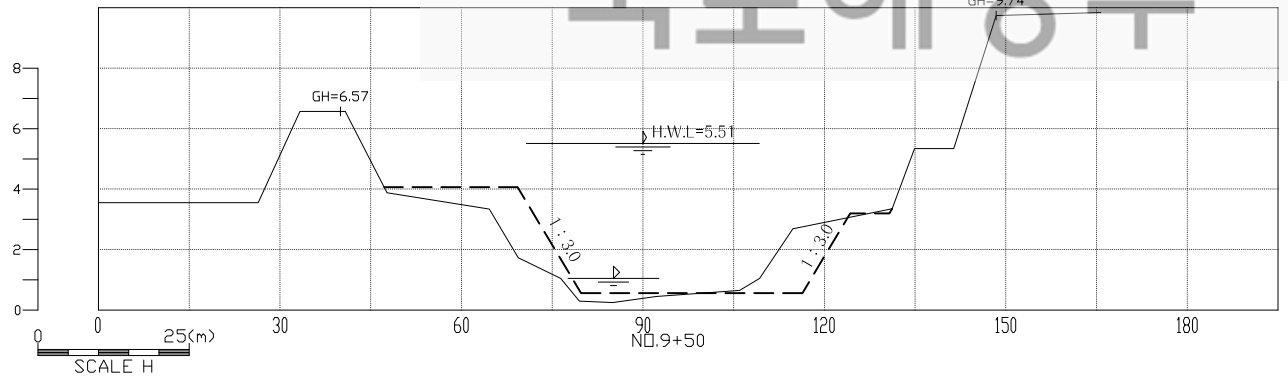
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	5.21	0.0	5.21
32.5	6.52	32.5	6.52
51.2	7.14	51.2	7.14
51.2	5.14	51.2	5.14
52.4	5.14	52.4	5.14
52.4	3.64	52.4	3.64
60.5	3.15	56.0	2.45
81.2	3.15	95.1	2.45
84.4	3.15	401.1	0.45
91.8	1.22	146.1	0.45
105.5	1.02	155.1	3.44
109.8	0.92	155.1	3.44
111.2	0.87	170.0	3.44
141.2	0.87	170.0	5.14
147.5	0.92	171.2	5.14
151.3	1.02	171.2	7.68
155.1	3.44	172.5	7.08
170.0	3.44	194.5	6.77
170.0	5.14	246.5	5.00
171.2	5.14		
171.2	7.68		
172.5	7.08		
194.5	6.77		
246.5	5.00		

7
광천천
23

국토해양부







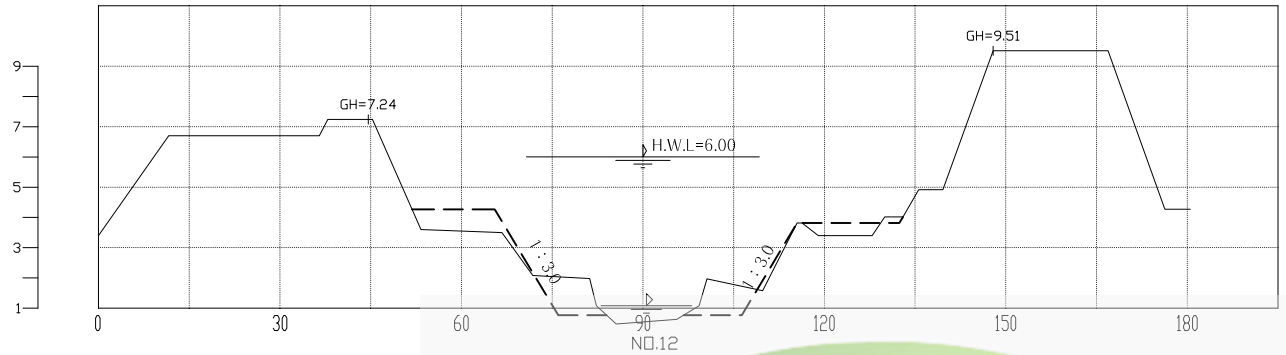
국토해양부

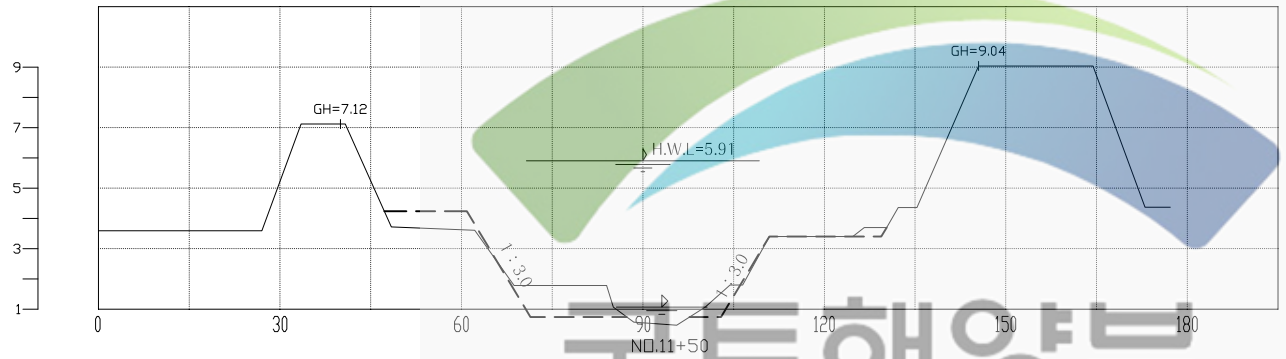
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.97	0.0	3.97
18.9	3.97	18.9	3.97
20.1	3.50	20.1	3.50
26.8	3.50	26.8	3.50
33.3	6.87	33.3	6.87
40.0	6.87	40.0	6.87
40.9	6.87	40.3	6.87
47.9	3.99	40.8	6.70
62.7	3.68	40.8	6.70
68.0	1.82	43.8	5.70
73.7	1.06	44.5	5.70
78.5	0.46	49.1	4.16
87.0	0.36	60.4	4.16
95.8	0.71	70.9	0.66
98.2	1.06	101.1	0.66
104.8	1.78	110.4	3.75
110.4	3.75	130.6	3.75
111.0	3.75	133.6	5.35
112.2	3.48	137.7	5.35
130.1	3.48	143.2	5.22
133.6	5.35	149.6	8.91
137.7	5.35	168.5	9.18
143.2	5.22	176.5	9.39
149.6	8.91	190.9	10.04
168.5	9.18		
176.5	9.39		
190.9	10.04		

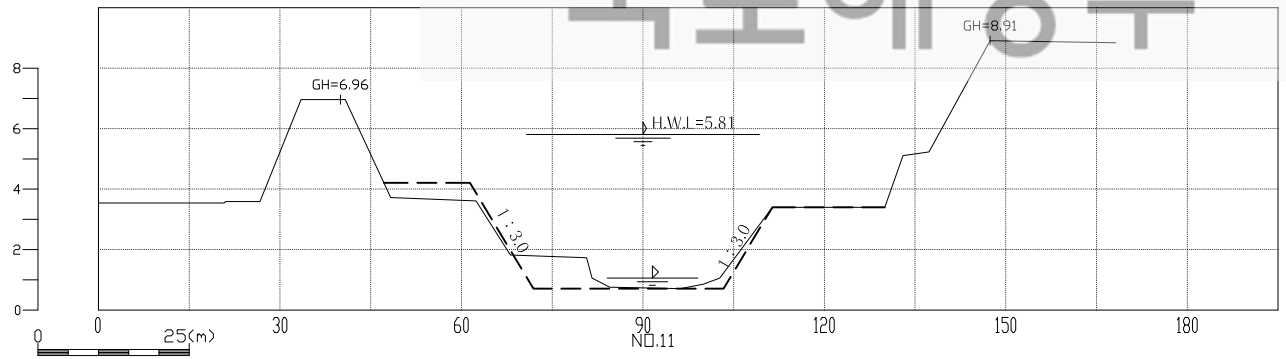
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.88	0.0	3.88
9.8	3.88	9.8	3.88
10.8	3.50	10.8	3.50
25.7	3.50	25.7	3.50
33.3	6.80	33.3	6.80
40.0	6.80	40.0	6.80
40.9	6.80	40.3	6.80
46.5	3.97	40.9	6.60
63.7	3.75	40.9	6.60
69.1	1.82	43.9	5.60
74.8	1.05	44.5	5.60
79.0	0.25	49.0	4.11
91.8	0.20	62.5	4.11
103.9	1.05	73.0	0.61
106.1	1.54	103.5	0.61
112.5	3.62	112.5	3.62
135.7	3.62	135.7	3.62
141.3	5.64	141.3	5.64
144.6	5.64	144.6	5.64
149.5	5.44	149.5	5.44
156.4	9.15	156.4	9.15
175.4	9.70	175.4	9.70
175.7	10.63	175.7	10.63
180.4	10.63	180.4	10.63
190.0	10.90	190.0	10.90

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.55	0.0	3.55
26.4	3.55	26.4	3.55
33.3	6.57	33.3	6.57
40.0	6.57	36.1	6.57
40.8	6.57	36.3	6.51
47.7	3.88	41.3	6.51
64.6	3.34	44.3	5.51
69.4	1.73	44.9	5.51
76.4	1.05	49.2	4.07
79.5	0.30	69.3	4.07
85.0	0.25	79.8	0.57
92.2	0.45	116.4	0.57
106.0	0.65	124.3	3.20
109.3	1.05	127.5	3.20
114.8	2.69	131.2	3.35
131.2	3.35	134.9	5.34
134.9	5.34	141.4	5.34
141.4	5.34	148.4	9.74
148.4	9.74	165.7	9.84
165.7	9.84		

8
광천천
23







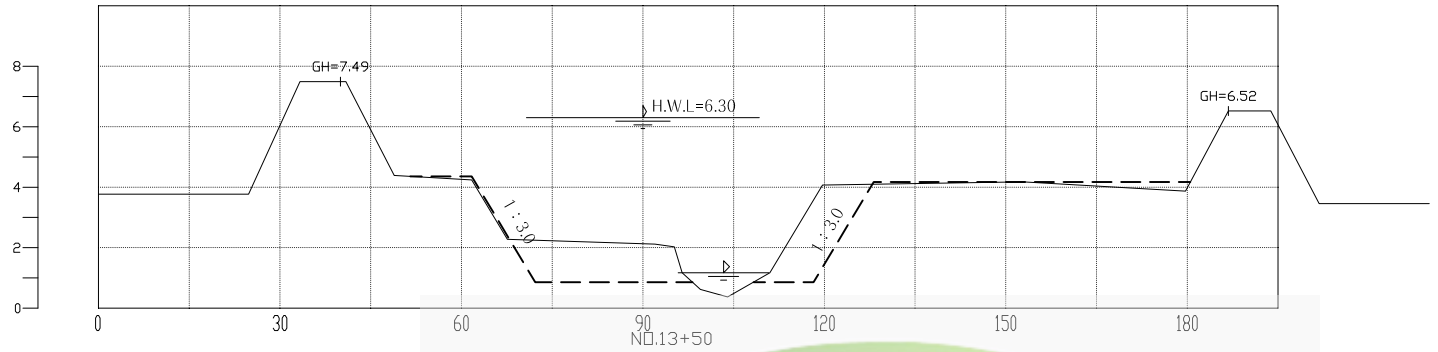
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	3.40	0.0	3.40
11.6	6.70	11.6	6.70
36.5	6.70	36.5	6.70
37.9	7.24	37.9	7.24
44.6	7.24	44.5	7.24
45.3	7.24	45.3	7.00
53.3	3.60	45.3	7.00
66.7	3.50	48.3	6.00
71.8	2.08	48.9	6.00
81.2	1.98	54.1	4.27
82.3	1.08	65.5	4.27
85.6	0.48	76.0	0.77
95.6	0.63	106.3	0.77
99.3	1.08	115.5	3.82
100.6	1.97	129.3	3.82
109.8	1.58	130.0	4.02
115.5	3.82	133.0	4.02
116.3	3.82	135.6	4.92
119.0	3.40	139.6	4.92
127.9	3.40	147.9	9.51
130.0	4.02	166.9	9.51
133.0	4.02	176.3	4.27
135.6	4.92	180.5	4.27
139.6	4.92		
147.9	9.51		
166.9	9.51		
176.3	4.27		
180.5	4.27		

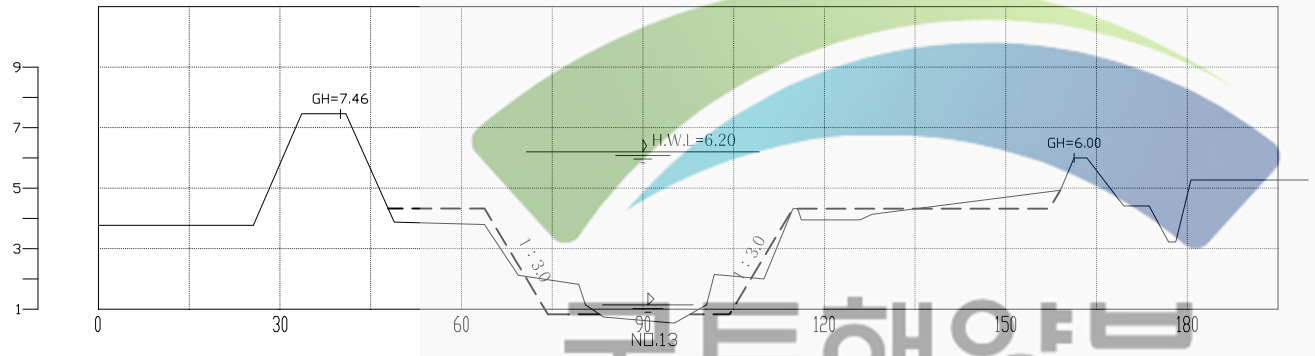
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	3.59	0.0	3.59
27.0	3.59	27.0	3.59
33.5	7.12	33.5	7.12
40.0	7.12	40.0	7.12
40.8	7.12	40.2	7.12
48.4	3.72	40.9	6.90
62.2	3.61	40.9	6.90
68.7	1.78	43.9	5.90
84.0	1.78	44.5	5.90
85.1	1.07	49.5	4.24
88.5	0.57	60.9	4.24
95.6	0.47	71.4	0.74
100.3	1.07	102.9	0.74
104.4	1.80	110.9	3.40
106.5	1.80	124.7	3.40
110.9	3.40	126.6	3.70
124.7	3.40	130.3	3.70
126.6	3.70	132.2	4.36
130.3	3.70	135.3	4.36
132.2	4.36	145.5	9.04
135.3	4.36	164.4	9.04
145.5	9.04	173.0	4.37
164.4	9.04	177.2	4.37
173.0	4.37		
177.2	4.37		

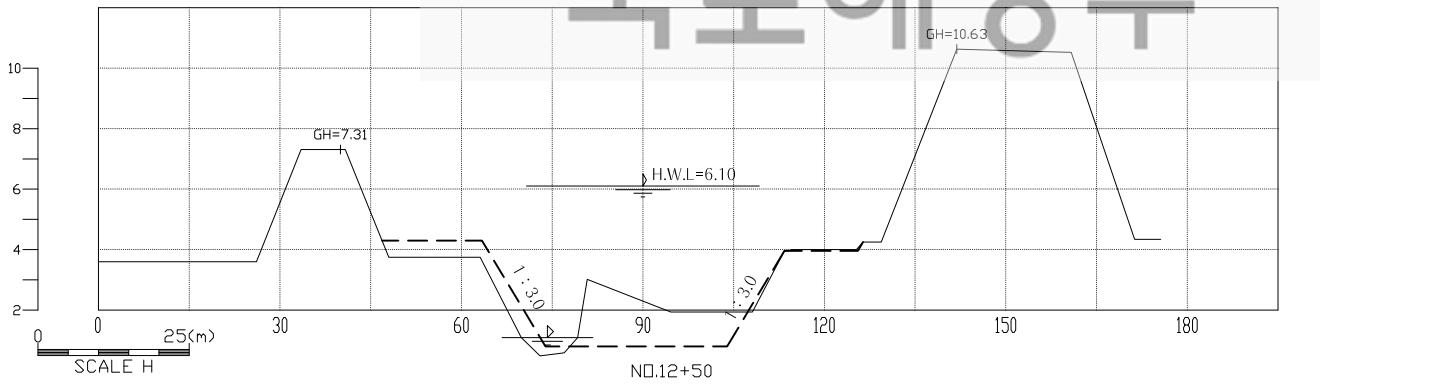
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	3.54	0.0	3.54
20.8	3.54	20.8	3.54
21.0	3.59	21.0	3.59
26.7	3.59	26.7	3.59
33.5	6.96	33.5	6.96
40.0	6.96	40.0	6.96
40.8	6.96	40.3	6.96
48.3	3.72	40.8	6.80
62.4	3.61	40.8	6.80
68.1	1.82	43.8	5.80
80.7	1.73	44.4	5.80
81.6	1.06	49.2	4.21
84.5	0.76	61.4	4.21
96.2	0.71	71.9	0.71
100.0	0.86	103.3	0.71
102.7	1.06	111.4	3.40
111.4	3.40	130.0	3.40
130.0	3.40	133.0	5.11
133.0	5.11	137.3	5.23
137.3	5.23	147.4	8.91
147.4	8.91	168.2	8.84
168.2	8.84		

9
광천천
23

국토해양부







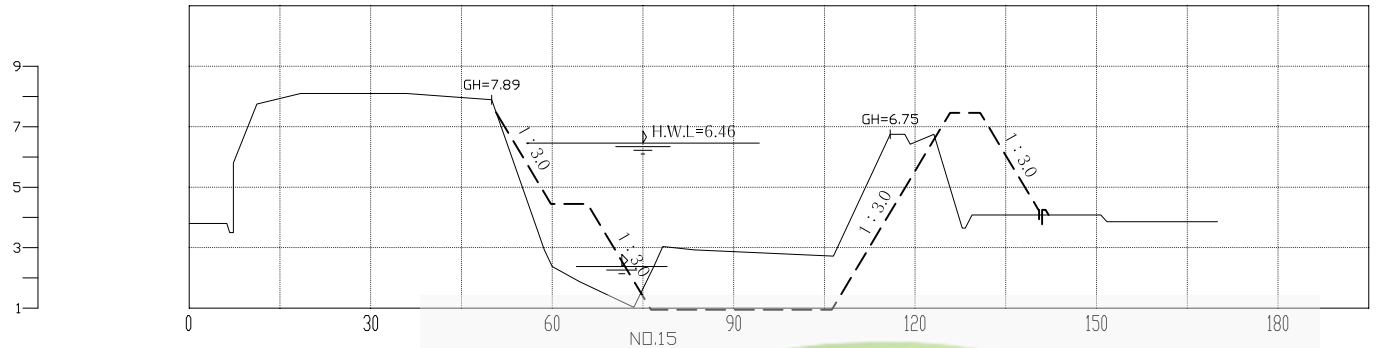
국토해양부

10
광천천
23

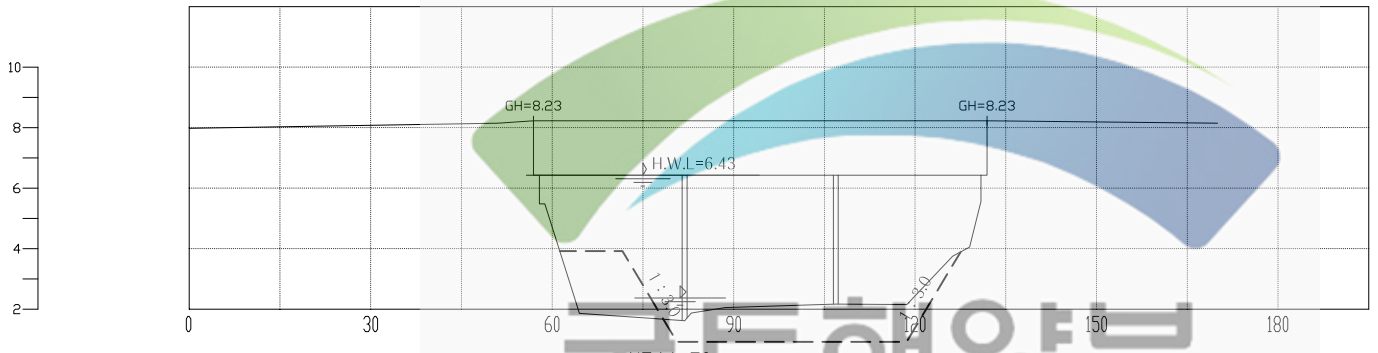
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	3.77	0.0	3.77
24.8	3.77	24.8	3.77
33.3	7.49	33.3	7.49
40.0	7.49	40.0	7.49
40.9	7.49	40.4	7.49
48.9	4.39	40.9	7.30
61.7	4.24	41.0	7.30
67.6	2.28	44.0	6.30
92.0	2.12	44.6	6.30
95.2	2.03	50.4	4.36
96.5	1.17	61.7	4.36
99.5	0.62	72.2	0.86
104.0	0.37	118.2	0.86
111.0	1.17	128.2	4.17
119.7	4.07	200.0	4.17
152.8	4.18	201.8	3.46
179.7	3.87	220.0	3.46
186.8	6.52		
193.8	6.52		
201.8	3.46		
220.0	3.46		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	3.77	0.0	3.77
25.6	3.77	25.6	3.77
33.6	7.46	33.6	7.46
40.0	7.46	40.0	7.46
40.9	7.46	40.2	7.46
48.9	3.88	41.0	7.20
63.8	3.80	41.0	7.20
69.4	2.12	44.0	6.20
79.4	1.82	44.6	6.20
80.5	1.14	50.2	4.33
83.5	0.74	63.8	4.33
95.2	0.54	74.3	0.83
100.5	1.14	104.3	0.83
101.8	2.15	114.8	4.32
110.0	2.00	179.5	4.32
114.8	4.32	180.6	5.27
115.6	4.32	200.0	5.27
116.2	3.95		
125.9	3.95		
127.9	4.14		
159.0	4.93		
161.3	6.00		
163.4	6.00		
169.5	4.41		
173.7	4.41		
176.9	3.22		
178.1	3.22		
180.6	5.27		
200.0	5.27		

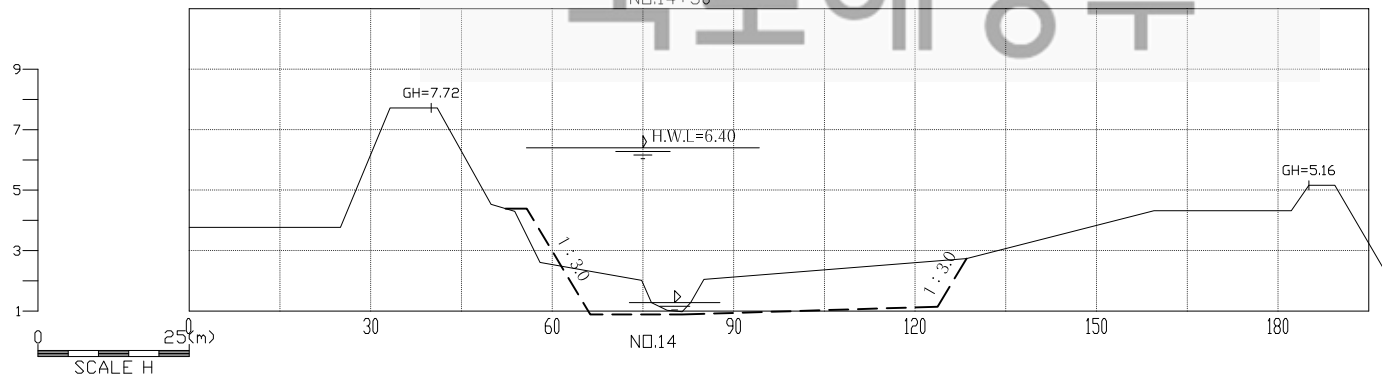
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	3.60	0.0	3.60
26.1	3.60	26.1	3.60
33.5	7.31	33.5	7.31
40.0	7.31	40.0	7.31
40.8	7.31	40.2	7.31
48.0	3.75	40.8	7.10
63.1	3.75	40.8	7.10
69.9	1.09	43.8	6.10
73.0	0.49	44.5	6.10
77.0	0.59	49.9	4.30
79.2	1.09	63.4	4.30
80.8	3.02	73.9	0.80
94.6	1.94	103.9	0.80
108.1	1.94	113.4	3.96
113.4	3.96	114.1	3.96
114.1	3.96	114.6	4.00
114.6	4.00	125.3	4.00
125.3	4.00	126.4	4.25
126.4	4.25	129.4	4.25
129.4	4.25	141.9	10.63
141.9	10.63	160.8	10.52
160.8	10.52	171.3	4.34
171.3	4.34	175.6	4.34
175.6	4.34		



개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.80	0.0	3.80
6.2	3.80	6.2	3.80
6.7	3.50	6.7	3.50
7.3	3.50	7.3	3.50
7.3	5.80	7.3	5.80
11.2	7.75	11.2	7.75
18.4	8.10	18.4	8.10
35.9	8.10	35.9	8.10
50.0	7.89	50.0	7.89
58.7	2.93	50.7	7.46
60.0	2.38	50.8	7.46
64.5	1.88	50.8	7.46
73.5	1.03	53.8	6.46
76.8	2.38	54.4	6.46
78.3	3.04	60.4	4.45
83.5	2.93	65.8	4.45
106.5	2.72	76.3	0.95
115.9	6.75	105.6	0.95
118.3	6.75	122.1	6.46
119.2	6.42	122.8	6.46
123.1	6.75	125.8	7.46
127.8	3.65	130.8	7.46
128.3	3.65	140.4	4.25
129.4	4.08	140.4	3.65
150.7	4.08	141.0	3.65
151.7	3.86	141.0	4.25
170.0	3.86	141.5	4.25
		142.0	4.08
		150.7	4.08
		151.7	3.86
		170.0	3.86

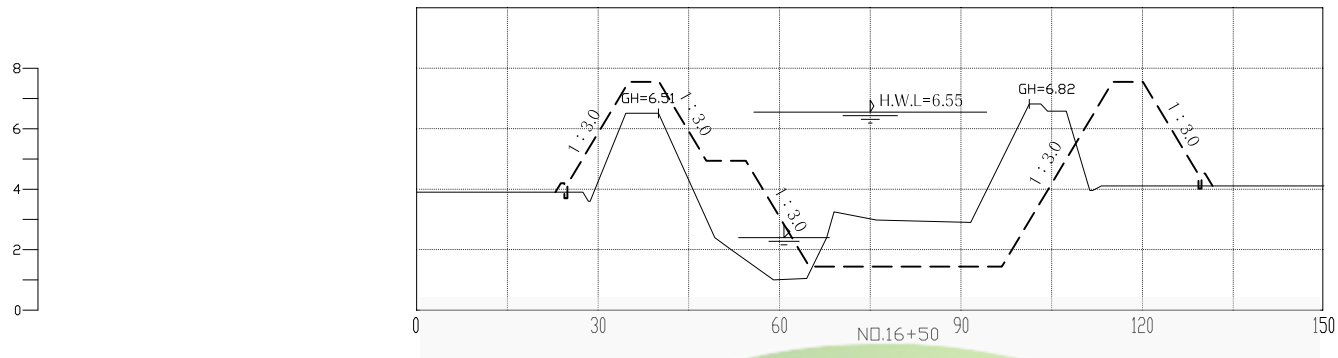


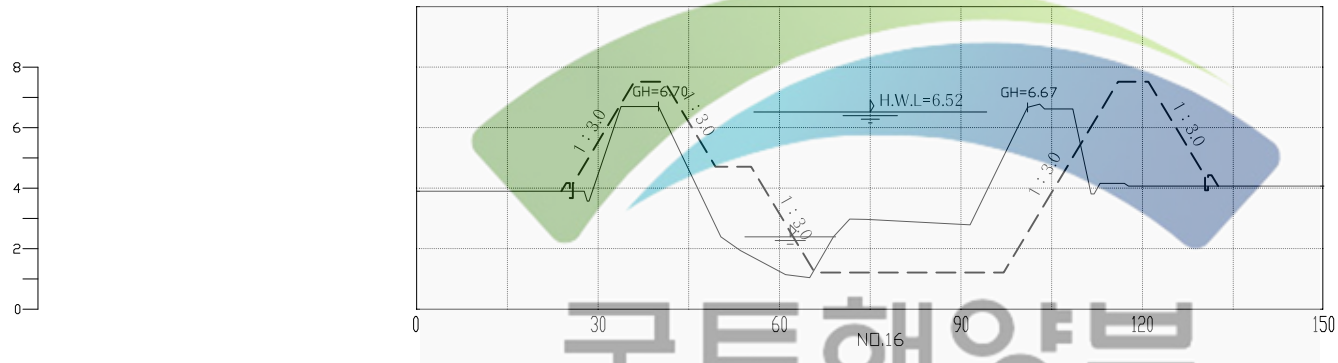
개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	7.98	0.0	7.98
51.0	8.15	51.0	8.15
56.9	8.23	56.9	8.23
56.9	6.43	56.9	6.43
57.9	6.43	57.9	6.43
57.9	5.48	57.9	5.48
58.8	5.48	58.8	5.48
63.7	2.37	61.2	3.92
81.9	2.12	71.6	3.92
83.0	2.37	80.6	0.92
88.6	2.55	118.6	0.92
106.9	2.67	127.6	3.92
121.0	2.65	127.7	3.90
126.2	3.75	129.0	4.05
129.0	4.05	130.9	5.56
130.9	5.56	130.9	6.43
130.9	6.43	131.9	6.43
131.9	6.43	131.9	8.23
131.9	8.23	170.0	8.15
170.0	8.15		

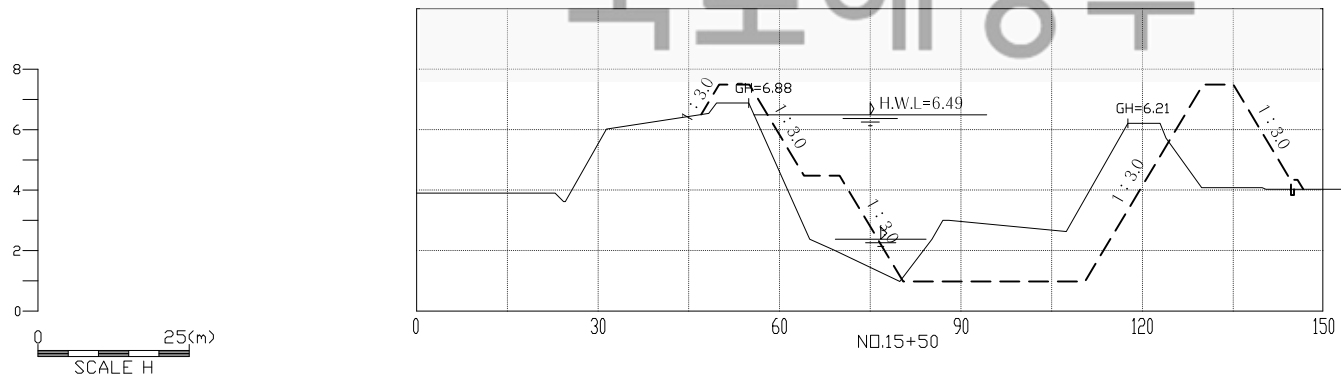


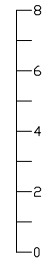
개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.77	0.0	3.77
25.0	3.77	25.0	3.77
33.2	7.72	33.2	7.72
40.0	7.72	40.0	7.72
41.0	7.72	40.0	7.72
49.9	4.53	41.0	7.40
53.8	4.30	41.0	7.40
58.0	2.61	44.0	6.40
74.8	2.02	44.6	6.40
76.4	1.28	50.7	4.39
79.0	1.03	55.8	4.39
81.5	0.98	66.3	0.89
82.9	1.28	81.5	0.89
85.1	2.05	123.7	1.15
128.5	2.74	128.5	2.74
159.5	4.32	159.5	4.32
182.2	4.32	182.2	4.32
185.1	5.16	185.1	5.16
189.4	5.16	189.4	5.16
200.0	1.53	200.0	1.53
222.0	1.71	222.0	1.71

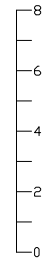
국토해양부

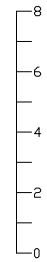












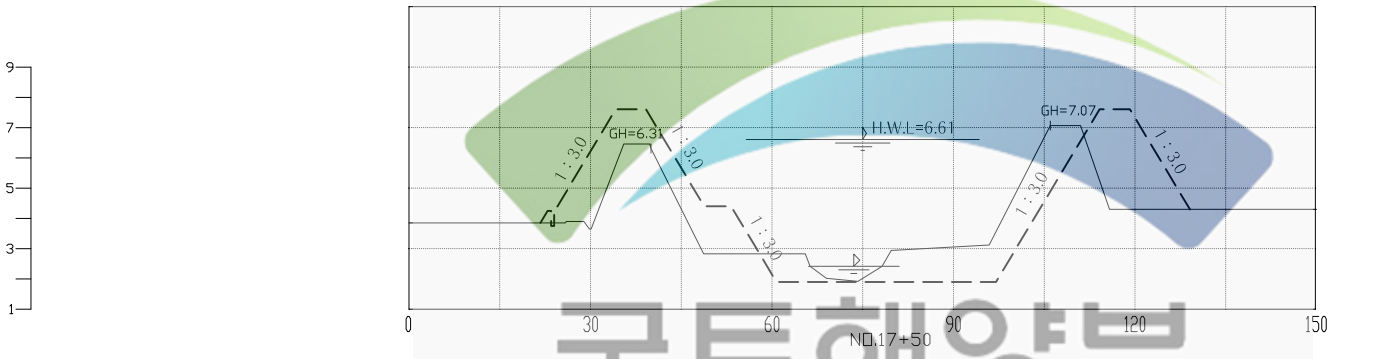
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.90	0.0	3.90
27.5	3.90	23.0	3.90
28.4	3.60	23.9	4.20
28.7	3.60	24.4	4.20
34.6	6.51	24.4	3.60
40.0	6.51	25.0	3.60
49.3	2.40	25.0	4.20
52.0	2.00	35.1	7.56
59.0	1.00	40.1	7.56
64.5	1.05	43.1	6.56
67.8	2.40	43.7	6.56
69.0	3.25	48.6	4.94
76.0	2.98	54.4	4.94
91.6	2.90	64.9	1.44
101.3	6.82	96.1	1.44
103.2	6.82	111.4	6.56
104.3	6.58	112.1	6.56
107.4	6.58	115.1	7.56
111.3	3.96	120.1	7.56
111.8	3.96	129.2	4.52
113.2	4.11	129.2	3.92
150.0	4.11	129.8	3.92
		129.8	4.52
		130.3	4.52
		131.5	4.11
		150.0	4.11

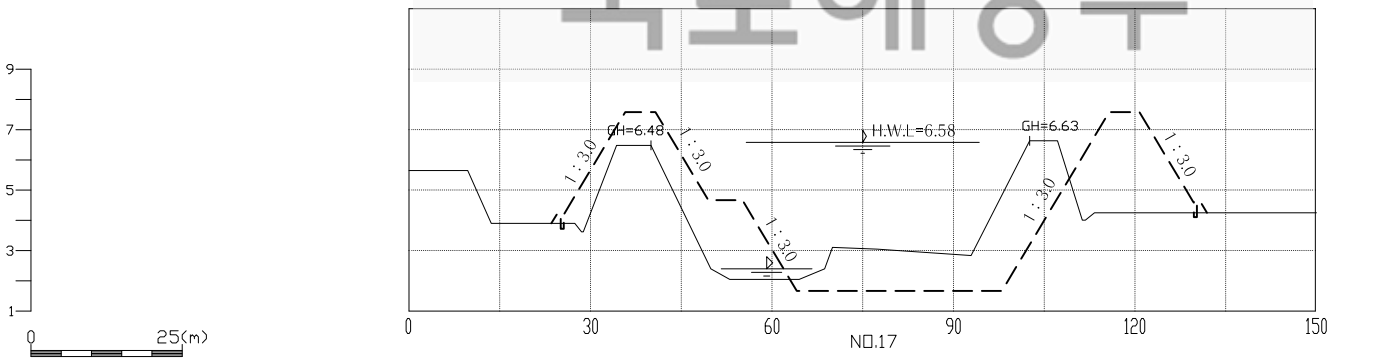
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.90	0.0	3.90
27.7	3.90	24.0	3.90
28.2	3.57	24.8	4.17
28.5	3.57	25.3	4.17
33.8	6.70	25.3	3.57
40.0	6.70	25.9	3.57
50.3	2.39	25.9	4.17
53.5	1.94	36.0	7.52
61.0	1.14	41.0	7.52
65.0	1.04	44.0	6.52
68.9	2.39	44.6	6.52
71.6	2.98	50.1	4.71
74.4	2.97	55.3	4.71
91.5	2.79	65.8	1.21
101.0	6.67	96.4	1.21
103.0	6.78	112.3	6.52
103.8	6.62	113.0	6.52
108.5	6.62	116.0	7.52
111.5	3.81	121.0	7.52
112.0	3.81	130.3	4.43
113.0	4.16	130.3	3.83
117.0	4.16	130.9	3.83
117.7	4.07	130.9	4.43
150.0	4.07	131.4	4.43
		132.5	4.07
		150.0	4.07

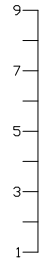
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.90	0.0	3.90
22.9	3.90	22.9	3.90
24.3	3.62	24.3	3.62
24.6	3.62	24.6	3.62
31.4	6.02	31.4	6.02
48.3	6.54	47.0	6.50
49.6	6.88	50.0	7.49
54.9	6.88	55.0	7.49
65.0	2.38	58.0	6.49
68.9	2.03	58.7	6.49
79.9	0.98	64.7	4.48
85.2	2.38	69.9	4.48
87.0	3.00	80.4	0.98
88.0	3.00	109.8	0.98
107.4	2.63	126.4	6.49
117.6	6.21	127.0	6.49
122.9	6.21	130.0	7.49
123.9	5.72	135.0	7.49
129.8	4.08	144.5	4.34
139.8	4.08	144.5	3.74
140.4	4.03	145.1	3.74
174.9	4.03	145.1	4.34
		145.6	4.34
		146.5	4.03
		174.9	4.03

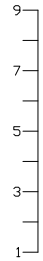
12
광천천
23

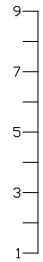
국토해양부

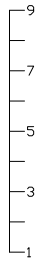


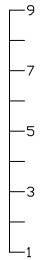


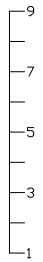










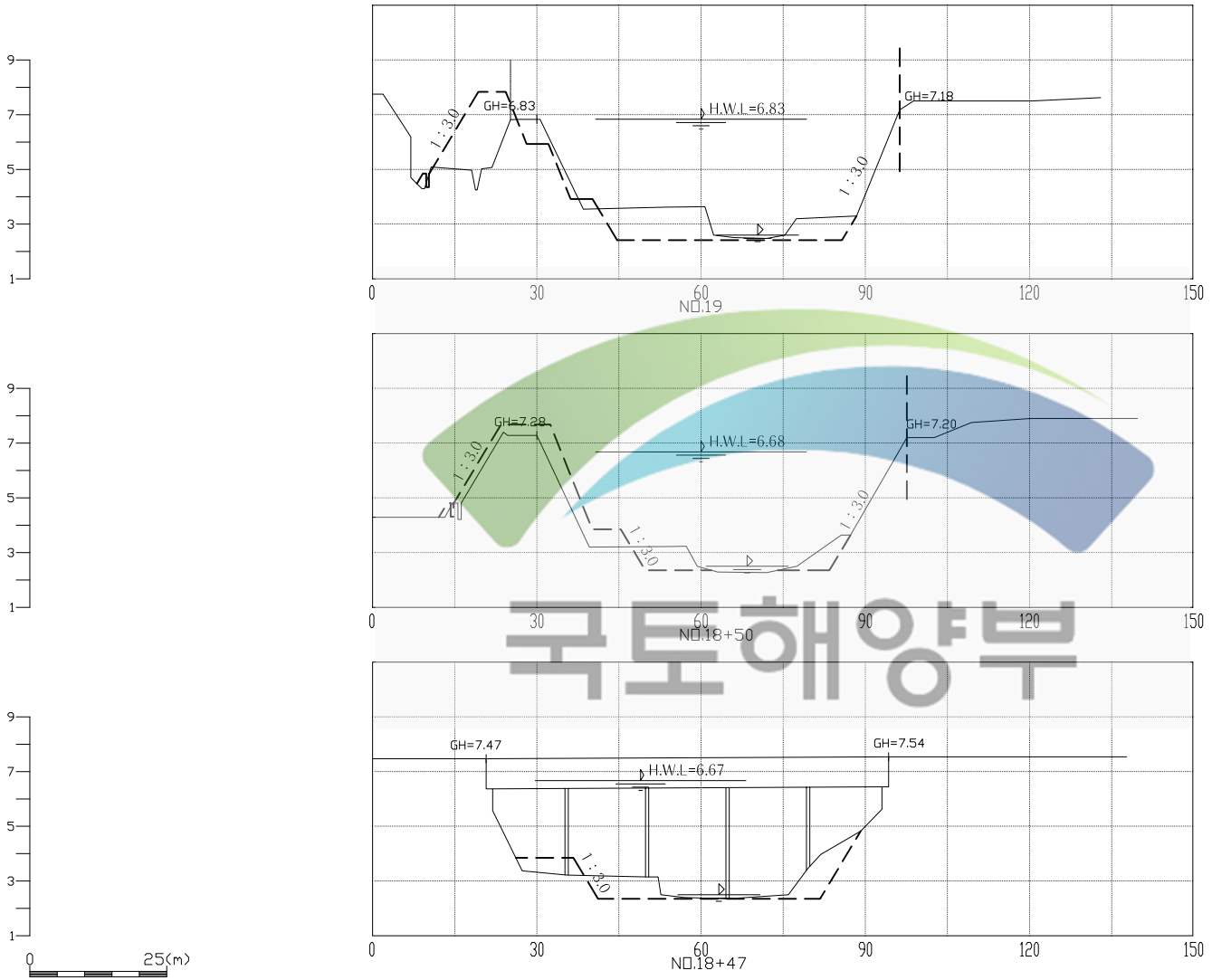


개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.57	0.0	6.57
10.5	6.43	10.5	6.43
16.8	3.85	16.8	3.85
38.2	3.85	33.3	3.85
38.7	4.38	34.8	4.32
39.0	4.38	35.3	4.32
39.5	3.72	35.3	3.72
39.8	3.72	35.9	3.72
42.9	5.60	35.9	4.32
44.6	5.92	45.9	7.65
46.3	6.89	50.9	7.65
50.0	6.89	53.9	6.65
59.0	2.98	54.5	6.65
79.5	2.94	62.0	4.13
82.3	2.94	65.8	4.13
82.9	2.44	71.8	2.13
87.0	2.09	104.8	2.13
93.0	2.04	118.3	6.65
97.2	2.44	119.0	6.65
98.4	3.07	122.0	7.65
108.2	3.11	127.0	7.65
117.9	7.35	137.0	4.30
122.3	7.35	160.0	4.30
127.5	4.30		
160.0	4.30		

개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.85	0.0	3.85
25.8	3.85	21.7	3.85
26.0	3.90	23.0	4.25
28.9	3.90	23.5	4.25
29.8	3.65	23.5	3.65
30.1	3.65	24.1	3.65
35.5	6.46	24.1	4.25
39.8	6.46	34.2	7.62
40.0	6.31	39.2	7.62
48.7	2.83	42.2	6.62
65.5	2.83	42.8	6.62
66.3	2.42	49.4	4.40
69.0	2.02	53.2	4.40
74.2	1.92	60.7	1.90
78.2	2.42	96.4	1.90
79.7	2.94	110.5	6.62
95.9	3.12	111.2	6.62
106.0	7.07	114.2	7.62
111.0	7.07	119.2	7.62
115.8	4.30	129.1	4.30
150.0	4.30	150.0	4.30

개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	5.65	0.0	5.65
9.7	5.65	9.7	5.65
13.6	3.90	13.6	3.90
27.4	3.90	23.6	3.90
28.5	3.62	24.5	4.22
28.8	3.62	25.0	4.22
34.3	6.48	25.0	3.62
40.0	6.48	25.6	3.62
49.9	2.40	25.6	4.22
53.0	2.05	35.7	7.59
64.5	2.05	40.7	7.59
68.7	2.40	43.7	6.59
70.0	3.11	44.4	6.59
77.4	3.05	50.1	4.67
92.9	2.84	55.1	4.67
102.6	6.63	64.1	1.67
107.2	6.63	97.4	1.67
111.3	4.01	112.1	6.59
111.8	4.01	112.7	6.59
113.3	4.25	115.7	7.59
150.0	4.25	120.7	7.59
		129.7	4.61
		129.7	4.01
		130.3	4.01
		130.3	4.61
		130.8	4.61
		131.9	4.25
		150.0	4.25

국토해양부

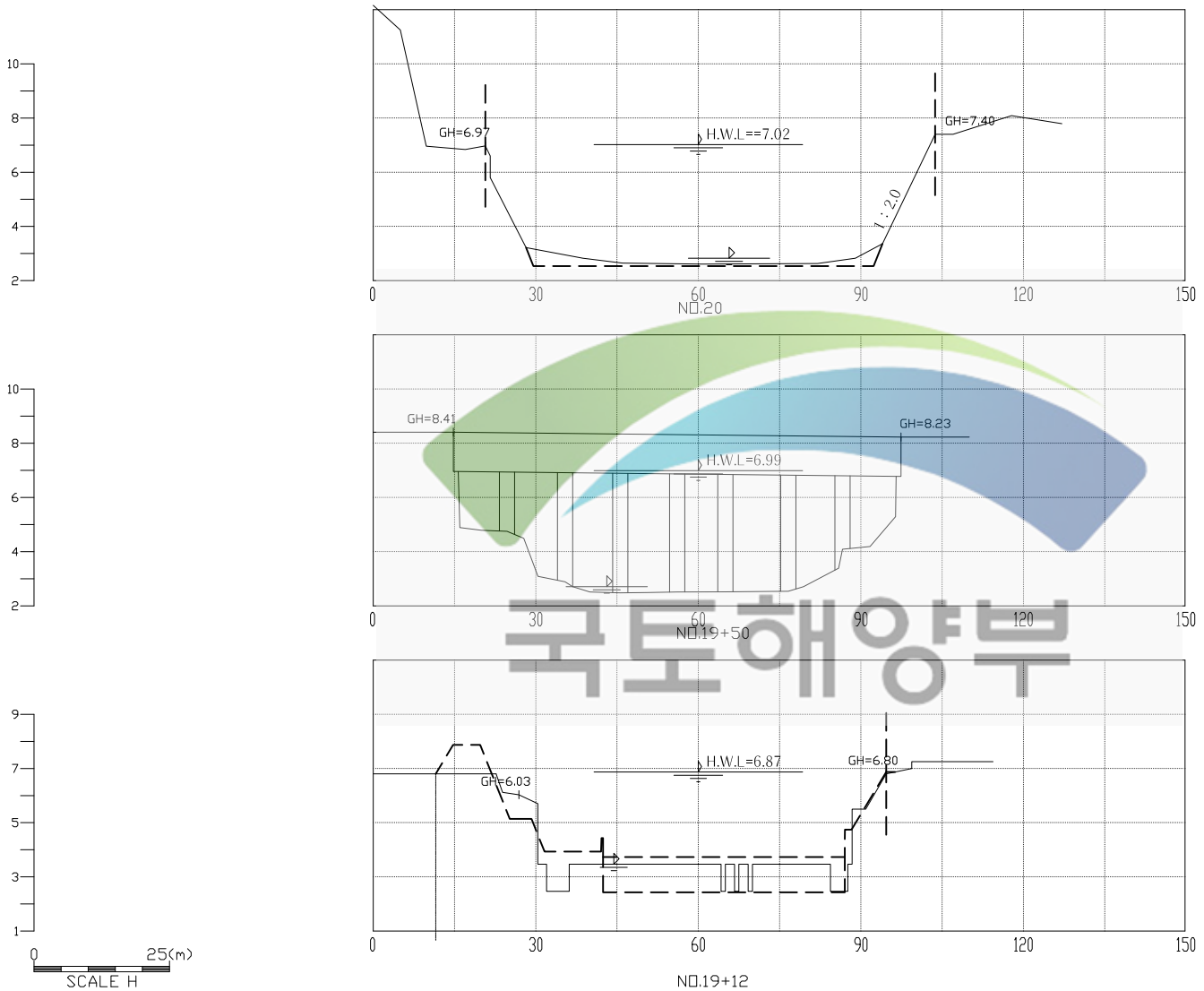


국토해양부

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	7.75	0.0	7.75
1.9	7.75	1.9	7.75
7.0	6.19	7.0	6.19
7.0	4.70	7.0	4.70
9.0	4.30	8.1	4.47
9.5	4.30	9.3	4.85
10.7	5.09	9.8	4.85
18.1	4.97	9.8	4.25
18.8	4.25	10.4	4.25
19.1	4.25	10.4	4.85
19.9	5.02	19.3	7.83
21.8	5.07	24.3	7.83
25.2	6.82	27.3	6.83
26.9	6.83	28.0	6.83
30.0	6.83	36.7	3.92
30.6	6.83	40.2	3.92
38.5	3.55	44.7	2.42
53.7	3.62	82.4	2.42
60.7	3.64	95.7	6.83
62.3	2.60	96.3	6.83
66.0	2.51	99.3	7.83
72.0	2.48	100.3	7.50
75.3	2.60	111.4	7.50
77.4	3.20	120.5	7.50
88.4	3.30	133.0	7.62
96.3	7.18		
98.8	7.50		
111.4	7.50		
120.5	7.50		
133.0	7.62		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	4.29	0.0	4.29
13.2	4.29	12.2	4.29
14.6	4.81	13.7	4.81
15.6	4.81	14.2	4.81
15.6	4.21	14.2	4.21
16.2	4.21	14.8	4.21
16.2	4.81	14.8	4.81
23.9	7.40	23.5	7.69
24.7	7.28	28.5	7.69
30.0	7.28	31.5	6.69
39.6	3.20	32.1	6.69
54.4	3.22	40.6	3.85
57.3	3.23	44.4	3.85
59.3	2.50	48.9	2.35
63.0	2.29	84.0	2.35
72.0	2.27	97.0	6.69
77.5	2.50	97.6	6.69
85.6	3.64	100.6	7.69
87.3	3.64	102.1	7.20
97.6	7.20	102.6	7.20
102.6	7.20	109.4	7.75
109.4	7.75	120.2	7.90
120.2	7.90	139.7	7.90
139.7	7.90		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	7.47	0.0	7.47
1.8	7.47	1.2	7.47
1.8	6.37	1.8	7.68
3.0	6.37	4.8	6.68
3.0	5.57	5.4	6.68
8.4	3.37	13.9	3.85
16.5	3.22	17.7	3.85
26.4	3.17	22.2	2.35
31.2	3.15	58.7	2.35
33.2	3.15	71.7	6.68
33.7	2.50	72.3	6.68
38.0	2.40	75.3	7.68
45.9	2.35	75.7	7.54
57.0	2.50	85.3	7.54
60.6	3.47		
62.9	3.97		
70.2	4.82		
74.1	5.62		
74.1	6.44		
75.3	6.44		
75.3	7.54		



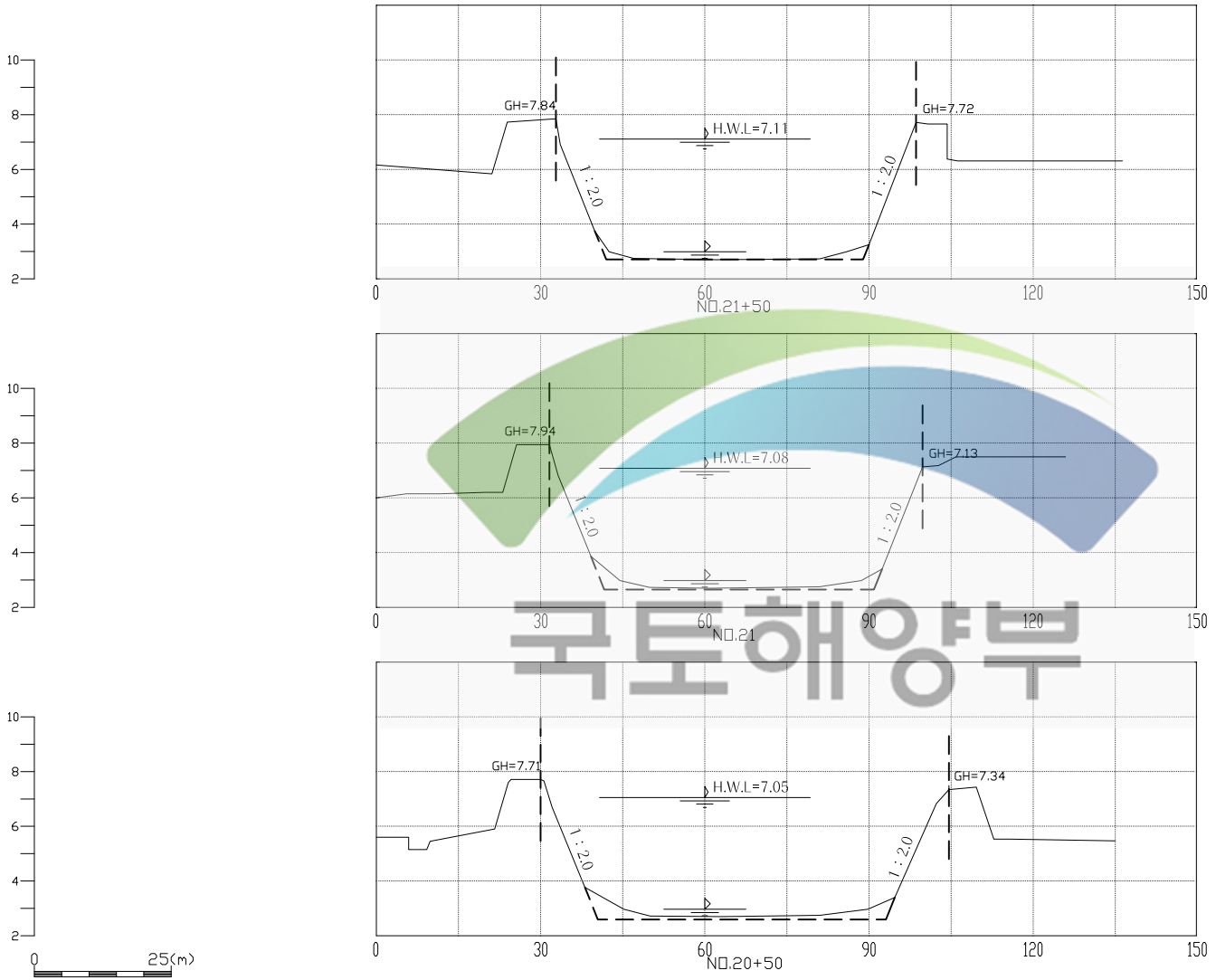
개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	12.16	0.0	12.16
5.0	11.25	5.0	11.25
9.8	6.96	9.8	6.96
17.0	6.84	16.4	6.85
20.7	6.97	18.7	8.01
21.6	6.60	20.7	7.01
21.6	5.80	21.1	7.01
28.2	3.22	30.1	2.54
38.7	2.83	94.3	2.54
46.0	2.65	103.3	7.01
60.7	2.61	103.7	7.01
82.0	2.63	105.7	8.01
89.0	2.83	106.9	7.40
94.0	3.36	107.0	7.40
103.7	7.40	117.8	8.09
107.0	7.40	127.1	7.79
117.8	8.09		
127.1	7.79		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	8.41	0.0	8.41
14.8	8.41	14.8	8.41
14.8	6.96	14.8	6.96
15.7	6.96	15.7	6.96
16.0	4.89	16.0	4.89
20.0	4.79	20.0	4.79
24.7	4.75	24.7	4.75
27.8	4.49	27.8	4.49
30.4	3.09	30.4	3.09
35.4	2.89	35.4	2.89
36.8	2.71	36.8	2.71
40.0	2.51	40.0	2.51
45.6	2.48	45.6	2.48
50.5	2.49	50.5	2.49
56.1	2.51	56.1	2.51
65.0	2.52	65.0	2.52
76.6	2.54	76.6	2.54
79.4	2.71	79.4	2.71
85.9	3.39	85.9	3.39
86.6	4.09	86.6	4.09
91.7	4.19	91.7	4.19
96.4	5.29	96.4	5.29
96.5	6.78	96.5	6.78
97.4	6.78	97.4	6.78
97.4	8.23	97.4	8.23
110.0	8.23	110.0	8.23

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	6.80	0.0	6.80
22.6	6.12	11.5	6.80
23.8	6.03	14.7	7.87
26.8	5.70	19.7	7.87
30.3	3.47	25.2	5.14
30.3	3.47	29.2	5.14
32.0	2.47	31.6	3.93
32.0	2.47	42.0	3.93
36.1	3.47	42.1	4.43
36.1	3.47	42.4	4.43
64.1	3.47	42.4	3.73
64.1	2.47	87.0	3.73
65.0	2.47	87.0	4.74
65.0	3.47	88.2	4.74
66.1	3.47	94.6	6.87
66.1	2.47	96.3	6.87
67.5	2.47		
67.5	3.47		
69.1	3.47		
69.1	2.47		
70.0	2.47		
70.0	3.47		
84.3	3.47		
84.3	2.47		
87.5	2.47		
87.5	3.47		
88.3	3.47		
88.3	5.50		
90.8	5.50		
94.6	6.80		
99.6	7.00		
99.6	7.25		
114.3	7.25		

15
광천천
23

국토해양부

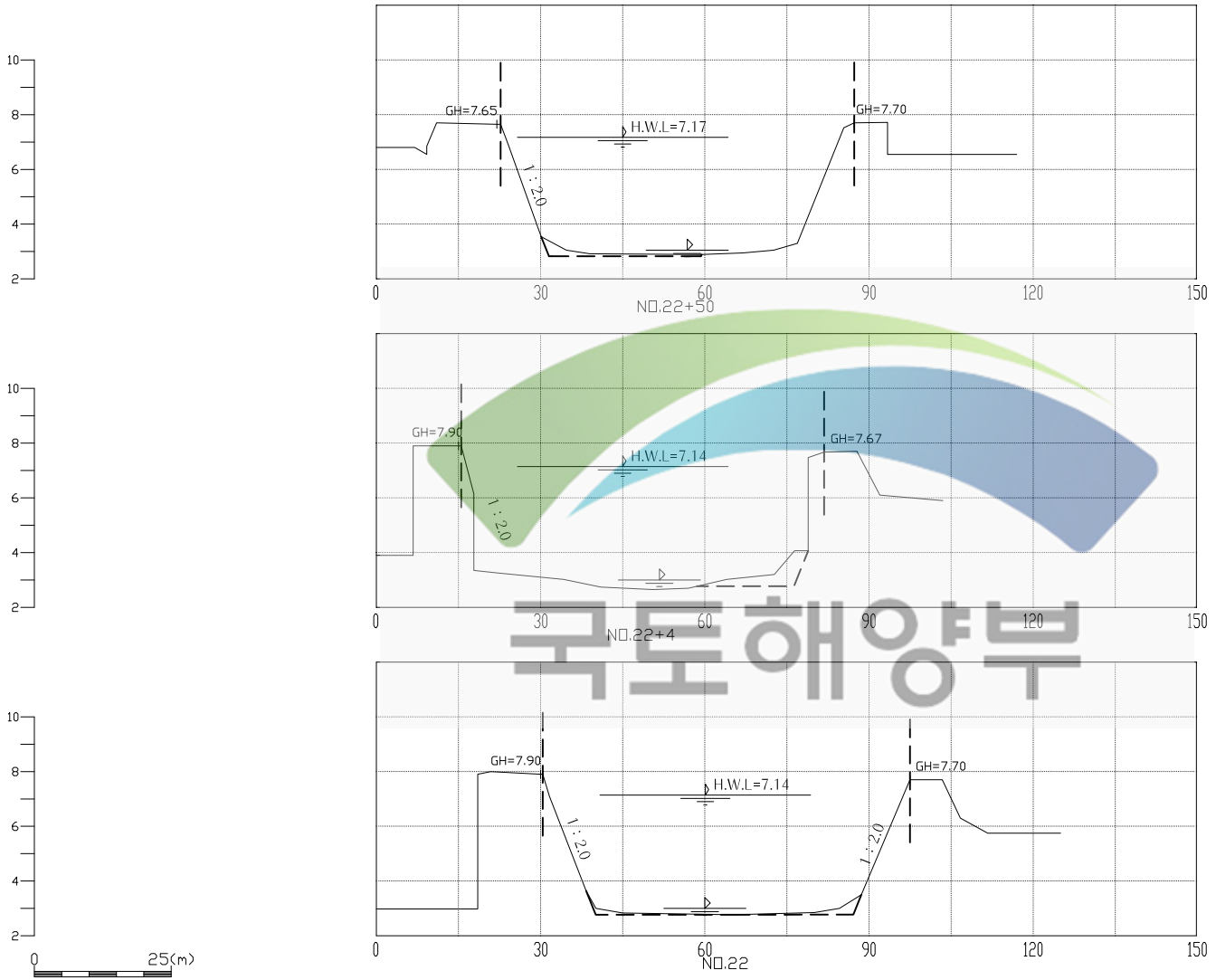


개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	6.16	0.0	6.16
21.1	5.84	21.1	5.84
23.9	7.73	23.9	7.73
32.0	7.84	30.2	7.81
32.8	7.84	30.8	8.11
33.6	6.91	32.8	7.11
39.9	3.75	33.2	7.11
42.5	2.99	42.0	2.71
47.0	2.75	59.2	2.71
62.2	2.70	88.9	2.71
81.0	2.73	90.0	3.25
85.9	2.99	98.6	7.72
90.0	3.25	100.8	7.66
98.6	7.72	104.1	7.66
100.8	7.66	104.3	7.66
104.1	7.66	104.3	6.38
104.3	7.66	106.2	6.31
104.3	6.38	136.3	6.31
106.2	6.31		
136.3	6.31		

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	6.00	0.0	6.00
5.5	6.15	5.5	6.15
11.5	6.15	11.5	6.15
19.9	6.20	19.9	6.20
23.1	6.20	23.1	6.20
25.6	7.94	25.6	7.94
26.2	7.94	26.2	7.94
30.9	7.94	30.9	7.94
31.6	7.94	31.3	7.94
33.2	6.82	31.6	8.07
39.2	3.86	31.6	8.07
44.5	2.98	33.6	7.07
49.9	2.73	34.0	7.07
60.8	2.70	42.9	2.65
80.9	2.75	90.5	2.65
88.6	2.98	99.4	7.07
92.4	3.40	99.8	7.07
99.8	7.13	101.8	8.07
102.7	7.18	103.4	7.25
105.9	7.50	105.9	7.50
111.4	7.50	111.4	7.50
125.9	7.50	125.9	7.50

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	5.60	0.0	5.60
5.9	5.60	5.9	5.60
5.9	5.15	5.9	5.15
9.2	5.15	9.2	5.15
9.8	5.45	9.8	5.45
21.6	5.90	21.6	5.90
24.1	7.60	24.1	7.60
24.6	7.71	24.6	7.71
30.0	7.71	27.9	7.71
30.6	7.66	28.6	8.04
32.1	6.69	30.6	7.04
38.1	3.77	31.0	7.04
45.2	2.97	39.9	2.59
50.0	2.72	95.3	2.59
63.0	2.70	104.2	7.04
81.0	2.75	104.6	7.04
89.8	2.97	106.6	8.04
94.7	3.40	107.9	7.39
102.3	6.83	109.6	7.43
104.6	7.34	112.8	5.53
109.6	7.43	115.8	5.53
112.8	5.53	135.0	5.47
115.8	5.53		
135.0	5.47		

국토해양부

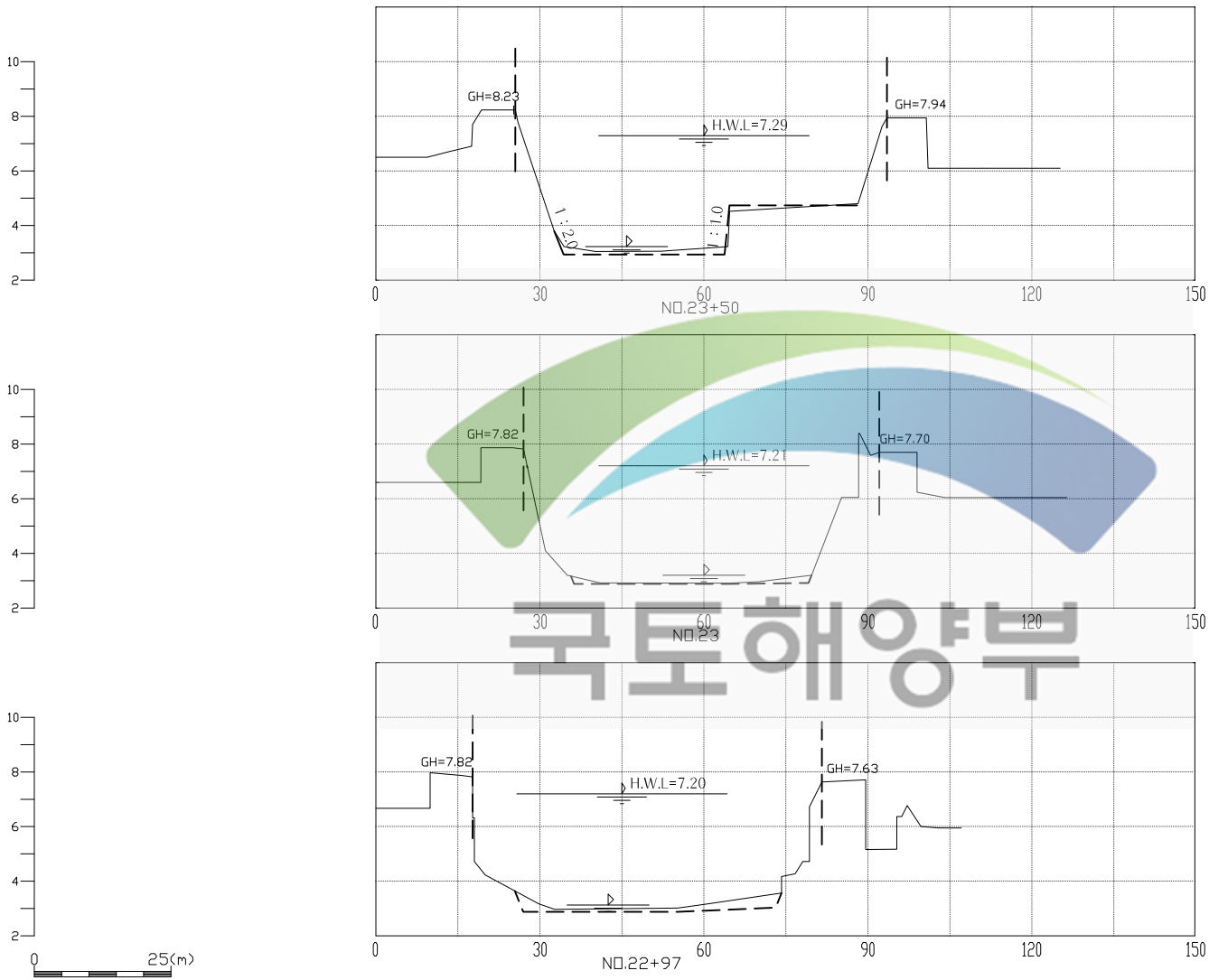


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.80	0.0	6.80
7.0	6.80	7.0	6.80
9.2	6.55	9.2	6.55
9.2	6.85	9.2	6.85
11.0	7.70	11.0	7.70
22.0	7.65	19.7	7.66
22.7	7.65	20.7	8.17
24.1	6.90	22.7	7.17
30.1	3.54	23.1	7.17
34.7	3.05	31.8	2.83
39.0	2.92	59.3	2.83
59.3	2.89	59.4	2.89
67.0	2.95	67.0	2.95
72.6	3.05	72.6	3.05
76.9	3.30	76.9	3.30
85.4	7.52	85.4	7.52
87.3	7.70	87.3	7.70
93.4	7.72	93.4	7.72
93.4	6.55	93.4	6.55
102.3	6.55	102.3	6.55
117.0	6.55	117.0	6.55

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	3.90	0.0	3.90
6.7	3.90	6.7	3.90
6.7	7.90	6.7	7.90
15.0	7.90	13.0	7.90
15.5	7.90	13.5	8.14
17.8	6.15	15.5	7.14
17.8	3.75	15.9	7.14
17.8	3.35	24.7	2.77
22.0	3.26	40.2	2.77
34.2	3.02	76.3	2.77
41.0	2.74	78.9	4.07
50.5	2.65	78.9	4.52
57.0	2.70	78.9	7.47
64.0	3.02	81.8	7.67
72.7	3.20	87.8	7.70
76.4	4.07	92.0	6.10
78.9	4.07	103.5	5.90
78.9	4.52		
78.9	7.47		
81.8	7.67		
87.8	7.70		
92.0	6.10		
103.5	5.90		

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	2.98	0.0	2.98
18.5	2.98	18.5	2.98
18.5	7.90	18.5	7.90
20.9	8.00	20.9	8.00
30.0	7.90	28.0	7.92
30.4	7.90	28.4	8.14
31.6	7.10	30.4	7.14
38.3	3.65	30.8	7.14
40.1	3.00	39.6	2.77
45.0	2.83	65.1	2.77
65.1	2.77	87.2	2.78
80.0	2.85	88.6	3.50
84.6	3.00	97.5	7.70
88.6	3.50	103.4	7.70
97.5	7.70	106.7	6.30
103.4	7.70	111.7	5.75
106.7	6.30	125.0	5.75
111.7	5.75		
125.0	5.75		

국토해양부

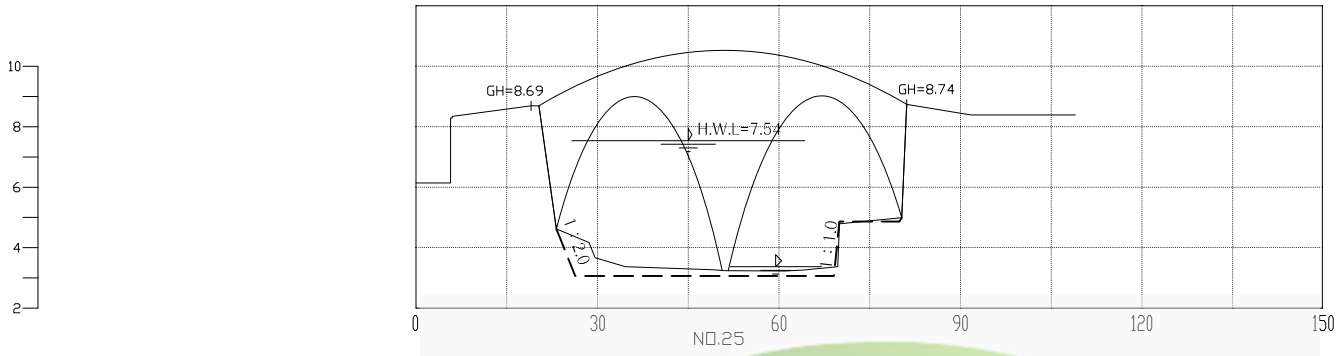


국토해양부

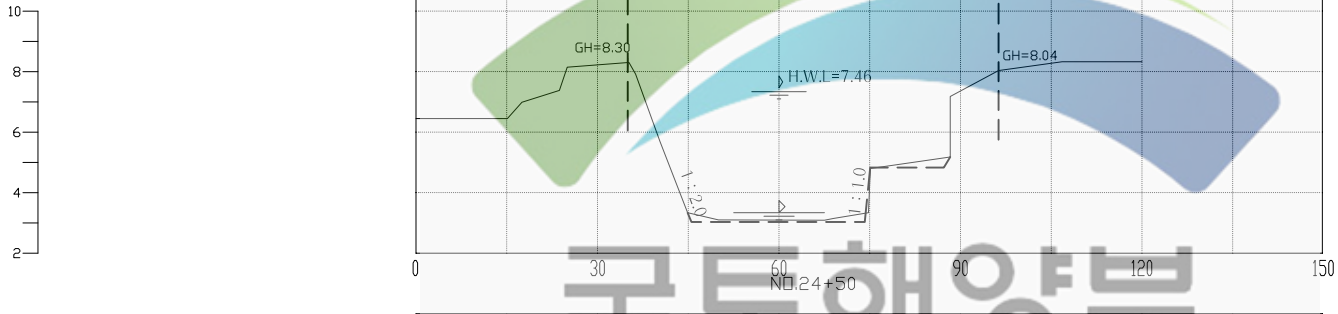
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.50	0.0	6.50
9.4	6.50	9.4	6.50
13.3	6.70	13.3	6.70
17.5	6.90	17.5	6.90
17.7	7.70	17.7	7.70
19.3	8.23	19.3	8.23
25.2	8.23	23.4	8.23
25.5	8.23	23.5	8.28
26.0	7.77	25.5	7.28
32.6	3.80	25.9	7.28
34.4	3.23	34.6	2.94
40.2	3.05	63.9	2.94
52.2	3.06	64.7	4.52
64.4	3.23	64.7	4.52
64.7	4.52	88.2	4.80
88.2	4.80	92.6	7.63
92.6	7.63	93.5	7.94
93.5	7.94	100.7	7.94
100.7	7.94	101.0	6.10
101.0	6.10	116.4	6.10
116.4	6.10	125.2	6.10
125.2	6.10		

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.60	0.0	6.60
11.4	6.60	11.4	6.60
15.6	6.60	15.6	6.60
19.2	6.60	19.2	6.60
19.2	7.87	19.2	7.87
25.0	7.87	24.3	7.87
27.0	7.82	25.0	8.20
31.0	4.10	27.0	7.20
35.0	3.20	27.4	7.20
41.0	2.92	36.1	2.88
64.7	2.91	64.7	2.88
70.0	2.96	79.1	2.92
79.7	3.20	79.7	3.20
85.2	6.05	85.2	6.05
88.3	6.05	88.3	6.05
88.3	8.39	88.3	8.39
88.5	8.39	88.5	8.39
90.5	7.59	90.5	7.59
92.1	7.70	92.1	7.70
99.0	7.70	99.0	7.70
99.0	6.24	99.0	6.24
104.1	6.04	104.1	6.04
126.4	6.04	126.4	6.04

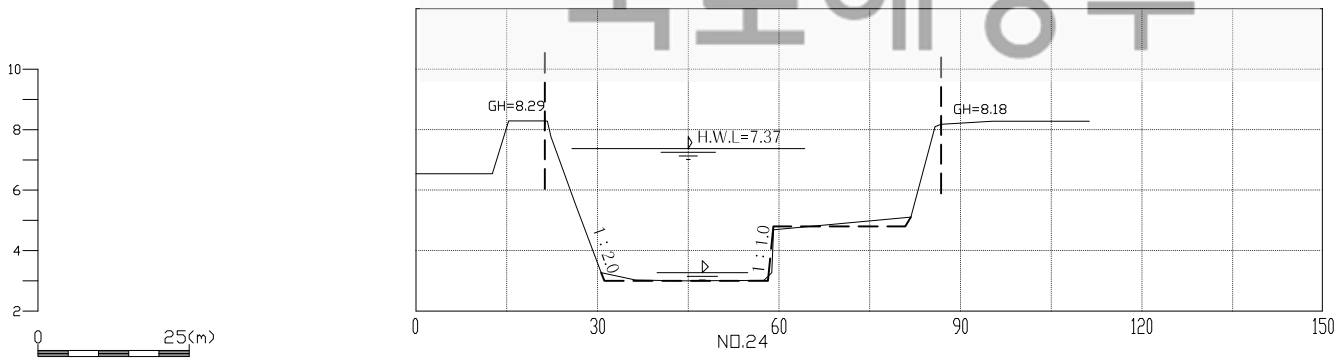
개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.67	0.0	6.67
5.7	6.67	5.7	6.67
9.9	6.67	9.9	6.67
9.9	7.97	9.9	7.97
15.7	7.87	15.1	7.88
17.7	7.82	15.7	8.20
17.7	6.32	17.7	7.20
18.0	6.32	18.1	7.20
18.0	4.87	26.8	2.88
18.0	4.72	55.2	2.88
20.0	4.23	73.1	3.03
29.8	3.17	74.2	3.57
32.7	2.97	74.2	4.17
55.2	3.02	76.7	4.27
60.7	3.17	78.1	4.72
74.2	3.57	79.3	4.72
74.2	4.17	79.3	6.72
76.7	4.27	81.6	7.63
78.1	4.72	89.6	7.71
79.3	4.72	89.6	5.16
79.3	6.72	95.3	5.17
81.6	7.63	95.3	6.37
89.6	7.71	96.2	6.37
89.6	5.16	97.2	6.77
95.3	5.17	99.7	6.00
95.3	6.37	103.0	5.95
96.2	6.37	107.1	5.95
97.2	6.77		
99.7	6.00		
103.0	5.95		
107.1	5.95		



개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.14	0.0	6.14
5.7	6.14	5.7	6.14
5.7	8.29	5.7	8.29
6.0	8.29	6.0	8.29
6.0	8.34	6.0	8.34
19.0	8.69	19.0	8.69
20.3	8.69	20.3	8.69
23.2	4.62	23.2	4.62
28.6	4.17	26.3	3.07
29.6	3.67	49.0	3.07
34.6	3.37	69.1	3.07
49.0	3.27	70.0	4.79
51.1	3.24	70.0	4.79
61.0	3.23	80.3	4.99
64.0	3.26	81.1	8.74
69.7	3.37	91.7	8.39
70.0	4.79	109.0	8.39
80.3	4.99		
81.1	8.74		
91.7	8.39		
109.0	8.39		



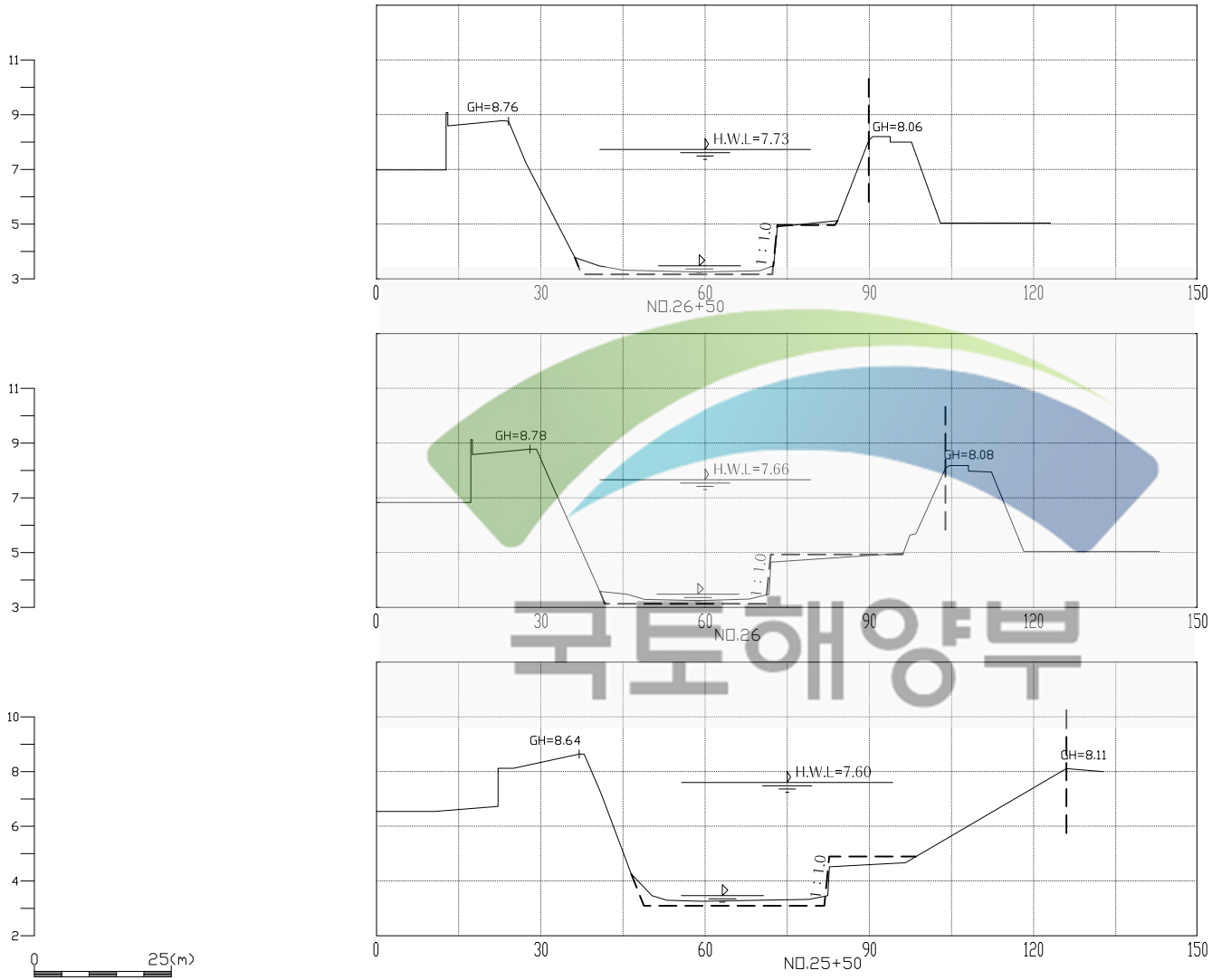
개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.45	0.0	6.45
6.8	6.45	6.8	6.45
13.8	6.45	13.8	6.45
15.1	6.45	15.1	6.45
17.5	6.99	17.5	6.99
23.7	7.38	23.7	7.38
25.0	8.15	25.0	8.15
35.0	8.30	32.9	8.26
35.2	8.30	33.2	8.43
36.3	7.92	35.2	7.43
40.3	5.70	35.6	7.43
44.9	3.34	44.4	3.03
50.0	3.10	74.2	3.03
67.5	3.09	75.1	4.80
69.0	3.15	75.1	4.80
74.8	3.34	88.3	5.18
75.1	4.80	88.3	7.18
88.3	5.18	96.3	8.04
88.3	7.18	106.8	8.33
96.3	8.04	107.0	8.33
106.8	8.33	113.0	8.33
107.0	8.33	120.0	8.33
113.0	8.33		
120.0	8.33		



개 수 전		개 수 후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.54	0.0	6.54
11.8	6.54	11.8	6.54
12.6	6.54	12.6	6.54
15.3	8.29	15.3	8.29
21.3	8.29	19.6	8.29
21.7	8.28	19.7	8.35
22.3	7.77	21.7	7.35
26.4	5.51	22.1	7.35
30.6	3.27	30.9	3.00
36.3	3.03	58.3	3.00
44.3	3.00	59.1	4.69
57.5	3.02	59.1	4.69
58.8	3.27	81.8	5.11
59.1	4.69	85.8	8.10
81.8	5.11	86.8	8.18
85.8	8.10	95.3	8.28
86.8	8.18	100.3	8.28
95.3	8.28	111.3	8.28
100.3	8.28		
111.3	8.28		

0 25(m)
SCALE H

국토해양부

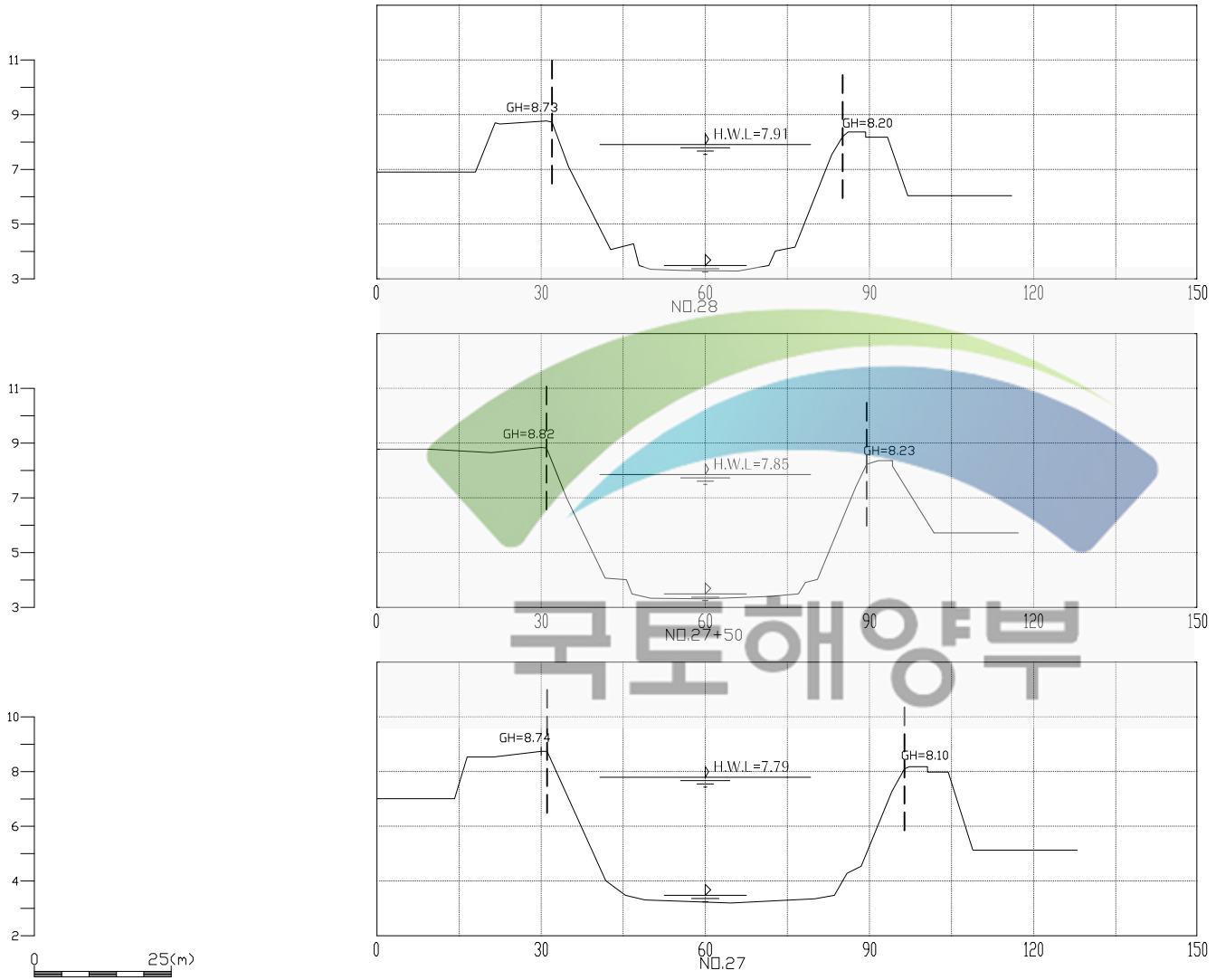


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.98	0.0	6.98
8.2	6.98	8.2	6.98
12.7	6.98	12.7	6.98
12.7	9.08	12.7	9.08
13.0	9.08	13.0	9.08
13.0	8.59	13.0	8.59
23.0	8.78	23.0	8.78
24.1	8.76	24.1	8.76
27.3	7.23	27.3	7.23
36.2	3.78	36.2	3.78
40.6	3.48	37.4	3.17
45.0	3.32	59.0	3.17
59.0	3.25	72.3	3.17
70.0	3.30	73.2	4.90
72.5	3.48	73.2	4.90
73.2	4.90	84.2	5.13
84.2	5.13	89.9	8.06
89.9	8.06	90.6	8.20
90.6	8.20	93.8	8.20
93.8	8.20	93.8	8.00
93.8	8.00	97.7	8.00
97.7	8.00	103.0	5.04
103.0	5.04	123.1	5.04
123.1	5.04		

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.83	0.0	6.83
17.2	6.83	17.2	6.83
17.2	9.13	17.2	9.13
17.5	9.13	17.5	9.13
17.5	8.58	17.5	8.58
28.0	8.78	28.0	8.78
29.2	8.78	29.2	8.78
31.7	7.63	31.7	7.63
40.8	3.58	40.8	3.58
45.7	3.48	41.7	3.13
49.0	3.29	59.0	3.13
59.0	3.25	71.3	3.13
68.0	3.30	72.0	4.52
71.7	3.48	72.3	4.66
72.0	4.65	96.2	4.98
96.2	4.98	97.4	5.64
97.4	5.64	98.5	5.69
98.5	5.69	103.9	8.08
103.9	8.08	104.6	8.18
104.6	8.18	108.1	8.18
108.1	8.18	108.1	7.98
108.1	7.98	112.3	7.94
112.3	7.94	118.2	5.04
118.2	5.04	143.0	5.04
143.0	5.04		

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.54	0.0	6.54
10.6	6.54	10.6	6.54
22.2	6.73	22.2	6.73
22.2	8.12	22.2	8.12
25.0	8.12	25.0	8.12
37.0	8.64	37.0	8.64
37.9	8.64	37.9	8.64
41.0	7.20	41.0	7.20
46.5	4.26	46.5	4.26
50.3	3.47	48.8	3.10
53.0	3.30	59.3	3.10
59.3	3.26	82.0	3.10
79.0	3.33	82.7	4.52
82.4	3.47	82.7	4.52
82.7	4.52	96.6	4.67
96.6	4.67	126.0	8.11
126.0	8.11	132.7	8.00
132.7	8.00		

국토해양부

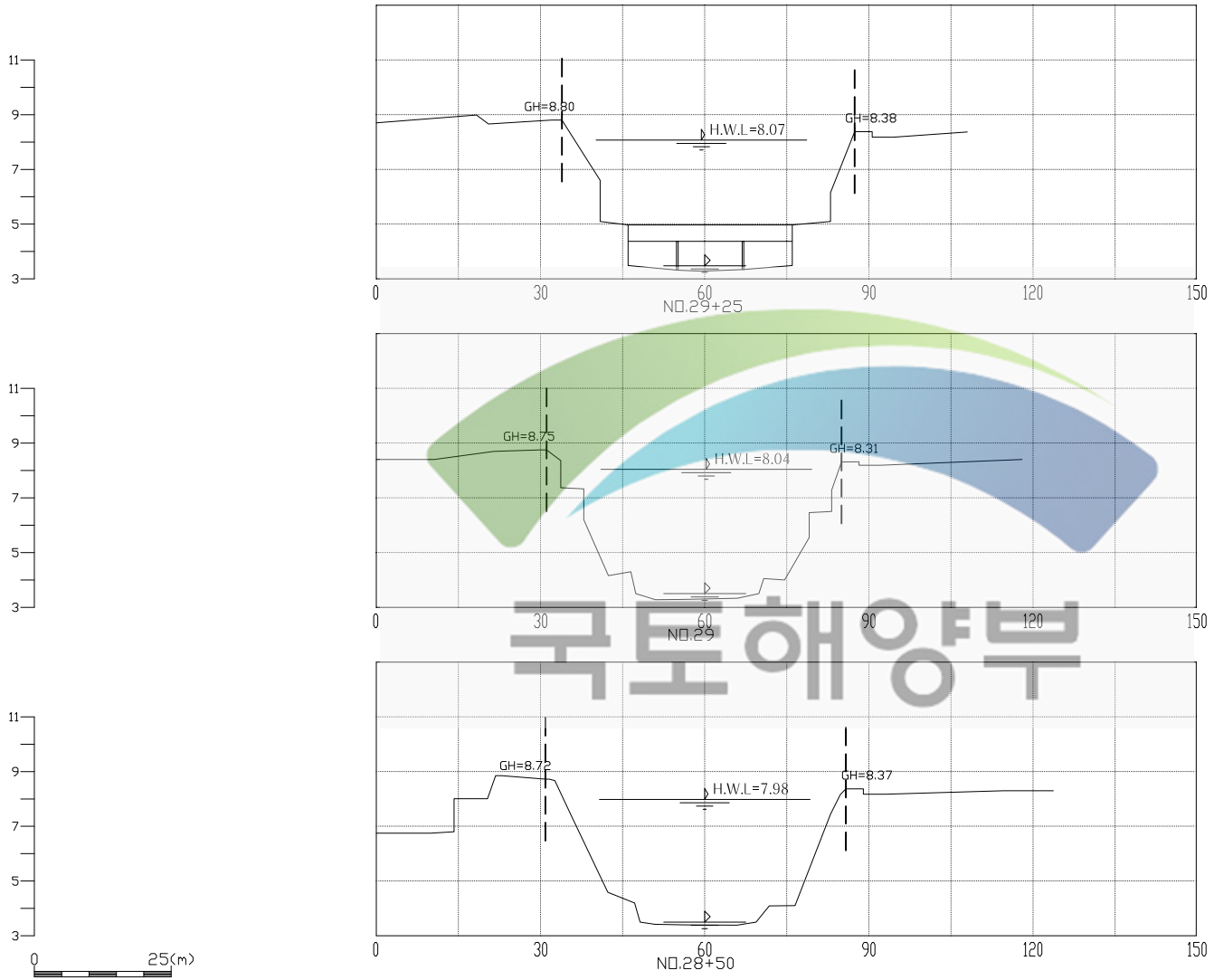


개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.90	0.0	6.90
18.0	6.90	18.0	6.90
21.6	8.70	21.6	8.70
22.5	8.66	22.5	8.66
31.0	8.77	31.0	8.77
32.0	8.73	32.0	8.73
35.0	7.10	35.0	7.10
42.7	4.07	42.7	4.07
46.9	4.28	46.9	4.28
47.9	3.49	47.9	3.49
50.0	3.35	50.0	3.35
55.9	3.31	55.9	3.31
66.0	3.29	66.0	3.29
71.6	3.49	71.6	3.49
72.8	4.02	72.8	4.02
76.4	4.16	76.4	4.16
83.1	7.53	83.1	7.53
85.1	8.20	85.1	8.20
86.1	8.37	86.1	8.37
89.3	8.37	89.3	8.37
89.3	8.18	89.3	8.18
93.3	8.18	93.3	8.18
97.0	6.04	97.0	6.04
116.0	6.04	116.0	6.04

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	8.78	0.0	8.78
9.5	8.78	9.5	8.78
20.9	8.65	20.9	8.65
30.0	8.84	30.0	8.84
31.0	8.82	31.0	8.82
34.7	6.98	34.7	6.98
41.7	4.07	41.7	4.07
45.6	4.01	45.6	4.01
46.6	3.49	46.6	3.49
50.0	3.33	50.0	3.33
60.0	3.31	60.0	3.31
72.0	3.40	72.0	3.40
77.0	3.49	77.0	3.49
78.3	3.91	78.3	3.91
80.5	4.02	80.5	4.02
87.5	7.40	87.5	7.40
89.5	8.23	89.5	8.23
91.6	8.36	91.6	8.36
94.2	8.36	94.2	8.36
94.2	8.16	94.2	8.16
101.8	5.72	101.8	5.72

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	7.01	0.0	7.01
8.9	7.01	8.9	7.01
14.2	7.01	14.2	7.01
16.5	8.53	16.5	8.53
21.3	8.53	21.3	8.53
30.0	8.74	30.0	8.74
31.1	8.74	31.1	8.74
34.8	7.11	34.8	7.11
41.8	4.01	41.8	4.01
45.4	3.48	45.4	3.48
49.0	3.31	49.0	3.31
64.7	3.20	64.7	3.20
80.0	3.35	80.0	3.35
83.6	3.48	83.6	3.48
85.9	4.28	85.9	4.28
88.5	4.54	88.5	4.54
94.1	7.27	94.1	7.27
96.4	8.10	96.4	8.10
97.3	8.18	97.3	8.18
100.6	8.18	100.6	8.18
100.6	7.98	100.6	7.98
104.4	7.98	104.4	7.98
108.9	5.13	108.9	5.13
128.0	5.13	128.0	5.13

국토해양부



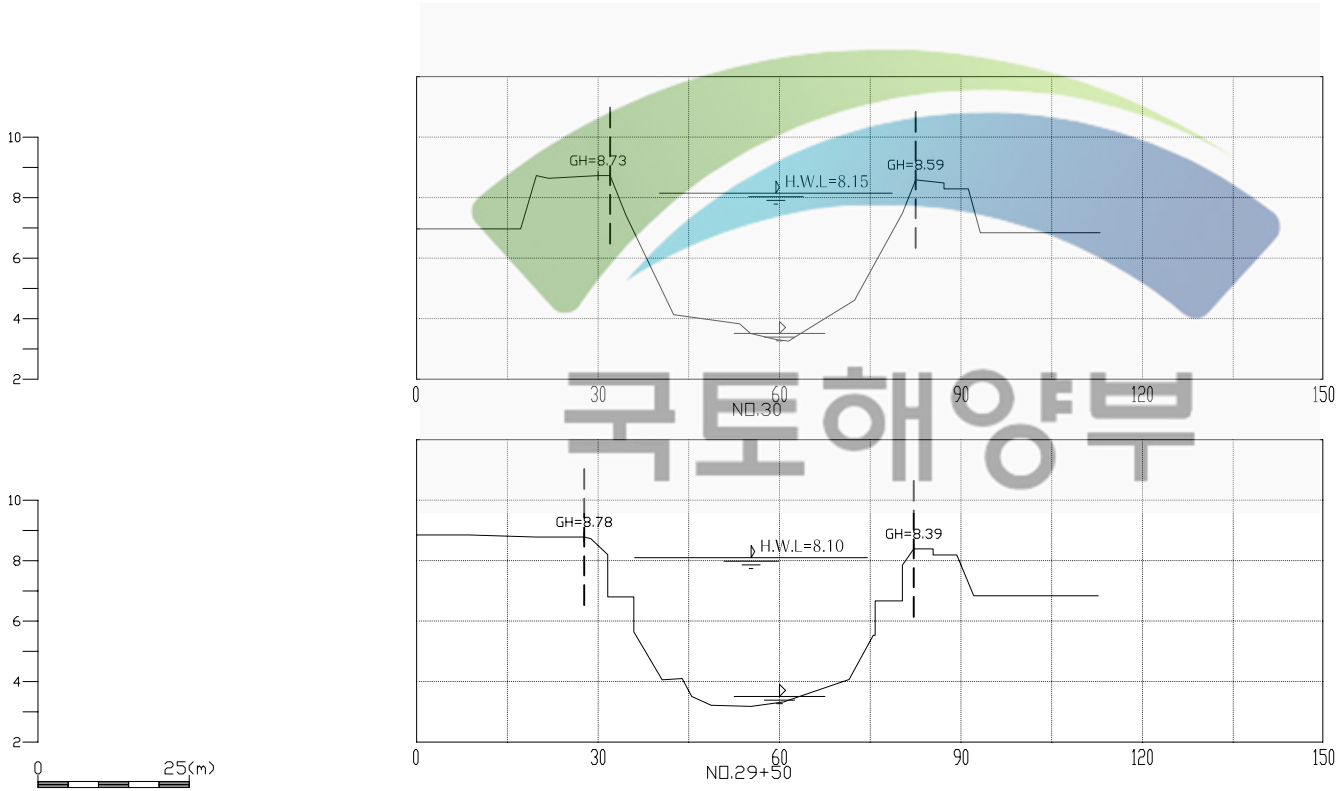
국토해양부

22
광천천
23

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	8.70	0.0	8.70
18.3	8.99	18.3	8.99
20.5	8.66	20.5	8.66
32.0	8.80	32.0	8.80
33.9	8.80	33.9	8.80
40.9	6.60	40.9	6.60
40.9	5.10	40.9	5.10
46.0	4.97	46.0	4.97
46.0	3.49	46.0	3.49
55.0	3.32	55.0	3.32
59.4	3.28	59.4	3.28
67.0	3.34	67.0	3.34
76.0	3.49	76.0	3.49
76.0	4.97	76.0	4.97
83.0	5.10	83.0	5.10
83.0	6.15	83.0	6.15
87.4	8.38	87.4	8.38
90.6	8.38	90.6	8.38
90.6	8.18	90.6	8.18
94.5	8.18	94.5	8.18
108.0	8.37	108.0	8.37

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	8.40	0.0	8.40
10.6	8.40	10.6	8.40
21.5	8.70	21.5	8.70
30.0	8.75	30.0	8.75
31.1	8.75	31.1	8.75
33.7	8.36	33.7	8.36
33.7	7.37	33.7	7.37
37.9	7.33	37.9	7.33
37.9	6.20	37.9	6.20
42.4	4.16	42.4	4.16
46.5	4.30	46.5	4.30
47.4	3.50	47.4	3.50
51.0	3.28	51.0	3.28
56.1	3.29	56.1	3.29
66.0	3.33	66.0	3.33
69.9	3.50	69.9	3.50
70.8	4.05	70.8	4.05
74.6	4.00	74.6	4.00
79.1	5.55	79.1	5.55
79.1	6.46	79.1	6.46
83.2	6.50	83.2	6.50
83.2	7.28	83.2	7.28
85.0	8.31	85.0	8.31
88.2	8.32	88.2	8.32
88.2	8.19	88.2	8.19
92.1	8.19	92.1	8.19
118.0	8.40	118.0	8.40

개수전 거리(m)	개수전 표고(EL.m)	개수후 거리(m)	개수후 표고(EL.m)
0.0	6.75	0.0	6.75
9.9	6.75	9.9	6.75
14.2	6.80	14.2	6.80
14.2	8.01	14.2	8.01
20.3	8.01	20.3	8.01
21.8	8.85	21.8	8.85
22.9	8.85	22.9	8.85
30.9	8.72	30.9	8.72
31.6	8.72	31.6	8.72
32.6	8.67	32.6	8.67
35.7	7.35	35.7	7.35
42.3	4.59	42.3	4.59
47.2	4.20	47.2	4.20
48.2	3.50	48.2	3.50
50.9	3.42	50.9	3.42
56.3	3.40	56.3	3.40
65.9	3.39	65.9	3.39
69.4	3.50	69.4	3.50
71.8	4.09	71.8	4.09
76.5	4.10	76.5	4.10
83.0	7.44	83.0	7.44
84.8	8.16	84.8	8.16
85.8	8.37	85.8	8.37
89.0	8.37	89.0	8.37
89.0	8.17	89.0	8.17
93.0	8.17	93.0	8.17
114.6	8.30	114.6	8.30
123.7	8.30	123.7	8.30



국토해양부

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	6.97	0.0	6.97
14.5	6.97	14.5	6.97
17.2	6.97	17.2	6.97
19.8	8.73	19.8	8.73
21.8	8.64	21.8	8.64
30.0	8.73	30.0	8.73
32.0	8.73	32.0	8.73
34.6	7.43	34.6	7.43
42.5	4.13	42.5	4.13
53.4	3.83	53.4	3.83
55.2	3.51	55.2	3.51
59.4	3.31	59.4	3.31
61.5	3.26	61.5	3.26
63.5	3.51	63.5	3.51
72.4	4.61	72.4	4.61
80.3	7.48	80.3	7.48
82.5	8.59	82.5	8.59
87.2	8.49	87.2	8.49
87.2	8.29	87.2	8.29
91.2	8.29	91.2	8.29
93.2	6.84	93.2	6.84
113.0	6.84	113.0	6.84

개수전		개수후	
거리(m)	표고(EL.m)	거리(m)	표고(EL.m)
0.0	8.85	0.0	8.85
8.6	8.85	8.6	8.85
19.7	8.78	19.7	8.78
27.7	8.78	27.7	8.78
28.8	8.73	28.8	8.73
31.6	8.20	31.6	8.20
31.6	6.80	31.6	6.80
35.9	6.80	35.9	6.80
35.9	5.65	35.9	5.65
40.6	4.06	40.6	4.06
43.9	4.10	43.9	4.10
45.5	3.51	45.5	3.51
48.7	3.22	48.7	3.22
55.3	3.18	55.3	3.18
60.7	3.33	60.7	3.33
63.3	3.51	63.3	3.51
71.5	4.07	71.5	4.07
75.5	5.53	75.5	5.53
75.8	5.53	75.8	5.53
75.8	6.67	75.8	6.67
80.3	6.67	80.3	6.67
80.3	7.85	80.3	7.85
82.2	8.39	82.2	8.39
85.4	8.39	85.4	8.39
85.4	8.19	85.4	8.19
89.3	8.19	89.3	8.19
92.1	6.84	92.1	6.84
112.7	6.84	112.7	6.84