

충청남도고시
제 2008-307호
도보 제 2008호
(2008. 11. 20)

교 성 천 하 천 기 본 계 획

2008. 11



보 령 시

제 출 문

보령시장 귀하

2007년 9월 17일자로 용역계약 체결한 “교성천 하천기본계획 및 하천대장작성용역”을 계약서 및 과업지시서에 따라 최선의 노력과 신중한 기술적 판단에 의하여 전 과업을 완료 하고, 그 결과를 본 보고서에 종합 수록하여 제출합니다.

2008. 11

충남 홍성군 홍성읍 월산리 895-5
주식회사 남 일 기 술 단
대표이사 임 규 남

【 목 차 】

제 1 장 과업의 개요	1-1
1.1 과업의 목적	1-1
1.2 과업의 범위	1-1
1.3 과업의 내용	1-2
제 2 장 하천측량	2-1
2.1 지형현황 측량	2-1
2.1.1 삼각 및 도근 측량	2-1
2.1.2 수준측량	2-1
2.2 종단측량	2-2
2.3 횡단측량	2-2
2.4 지적도 복사 및 축도	2-3
2.5 표석매설	2-3
2.6 홍수흔적측량	2-3
제 3 장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사	3-1
3.1 일반현황	3-1
3.1.1 유역의 일반현황	3-1
3.1.2 유역의 자연현황	3-10
3.1.3 유역의 사회·문화적 현황	3-22
3.1.4 유역의 현황 분석	3-28
3.2 수문 조사	3-29
3.2.1 수문 관측소 현황	3-29
3.2.2 수문관측 기록	3-32
3.2.3 기상	3-47
3.3 하도특성 조사	3-51
3.3.1 하도현황 조사	3-52
3.3.2 하도특성량(수리량) 조사	3-56
3.3.3 하상변동 조사	3-57
3.4 하천사업의 연혁 및 피해 현황	3-63

3.4.1 하천 개수현황	3-63
3.4.2 제방 공사 연혁	3-63
3.4.3 댐(저수지), 하구둑, 배수펌프장 연혁	3-64
3.4.4 수해 및 가뭄피해 현황	3-65
3.5 하천의 이용현황	3-81
3.5.1 유수이용실태 조사	3-81
3.5.2 용도지역구분 등 토지이용 현황	3-83
3.5.3 관광·위락 등 공간이용현황	3-84
3.6 하천의 환경현황	3-86
3.6.1 유역의 오염원 조사	3-87
3.6.2 하천의 오염도 및 유량 현황	3-104
3.6.3 동·식물상	3-108

제 4 장 홍수량 및 홍수위 산정4-1

4.1 기본홍수량 및 계획홍수량	4-1
4.1.1 홍수량 산정지점	4-1
4.1.2 강우분석	4-3
4.1.3 확률강우량 산정	4-6
4.1.4 강우의 시간분포 결정	4-23
4.1.5 유효우량 분석	4-28
4.1.6 홍수량 산정	4-36
4.2 홍수위 산정	4-53
4.2.1 계산방법의 선정	4-53
4.2.2 홍수위 산정을 위한 자료의 선정	4-55
4.2.3 기점홍수위	4-58
4.2.4 하도정비계획	4-60
4.2.5 홍수위계산	4-65

제 5 장 하상변동 분석5-1

5.1 하상 재료 조사	5-1
5.1.1 조사지점과 시료 채취	5-1
5.2 하천 유사량 조사	5-2
5.2.1 유사량 산정	5-2
5.3 하상변동 및 하도안정 분석	5-4
5.3.1 장래하상변동 예측 및 계획하상고	5-5

5.3.2 골재분포상태와 채취가능량	5-19
---------------------------	------

제 6 장 용수수급 계획 수립6-1

6.1 수자원부존량 산정	6-1
6.2 용수수급현황의 파악	6-2
6.2.1 용수량수요 산정지점	6-2
6.2.2 생활용수	6-4
6.2.3 공업용수	6-5
6.2.4 농업용수	6-5
6.2.5 용수이용현황 총괄	6-6
6.3 용수량수요 산정지점	6-7
6.3.1 생활용수	6-7
6.3.2 공업용수	6-10
6.3.3 농업용수	6-10
6.3.4 용수수요 총괄	6-11
6.4 물수지 분석	6-12
6.4.1 갈수량	6-12
6.4.2 물수지	6-13

제 7 장 하천의 종합적인 정비방향 설정7-1

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향	7-1
7.1.1 치수 측면	7-2
7.1.2 이수 측면	7-2
7.1.3 하천 환경 측면	7-3
7.2 바람직한 하천 모습 설정	7-3
7.3 홍수처리계획의 기본 방향	7-5
7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본 방향	7-6
7.5 하천환경관리에 관한 기본 방향	7-7
7.5.1 하천 환경 관리의 기본 방향	7-7

제 8 장 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항8-1

8.1 하천의 구역별 관리계획 수립	8-1
8.1.1 구역구분 형태	8-1
8.2 하도계획	8-12

8.2.1 하도계획의 기본 방침	8-12
8.2.2 평면계획	8-13
8.2.3 종단계획	8-15
8.2.4 횡단계획	8-16
8.3 하천시설물 계획	8-17
8.3.1 하천종단시설물의 능력검토 및 설치방향	8-17
8.3.2 배수시설	8-34
8.3.3 하천횡단 시설물의 관리계획 수립	8-41
8.3.4 하천시설물의 유지관리계획	8-60
8.4 치수경제성 분석	8-66
8.4.1 목적과 범위	8-66
8.4.2 피해액 조사	8-68
8.4.3 경제성 분석	8-76
8.4.4 적정 투자 규모와 투자 우선 순위	8-81
8.4.5 단기 및 중장기 투자 계획	8-84

제 9 장 하천의 환경에 관한 사항9-1

9.1 수환경 보전계획	9-1
9.1.1 수환경 보전계획	9-1
9.2 환경영향 검토	9-9
9.2.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책	9-9
9.2.2 기타 환경성 검토에 필요한 당해 구역의 특성	9-14

제 10 장 하천 유지관리에 관한사항10-1

10.1 고수부지 현황 및 보전방안	10-1
10.2 폐천부지 현황 및 활용방안	10-1
10.2.1 기존 폐천부지	10-1
10.2.2 신생 폐천부지	10-1
10.3 골재 활용가능량 조사	10-1
10.4 하도유지관리	10-2
10.4.1 치수적 측면	10-2
10.4.2 이수적 측면	10-6
10.4.3 환경적 측면	10-7
10.4.4 모니터링 계획	10-9

제 11 장 지방하천의 구간조정11-1

- 11.1 지방하천의 구간조정 목적11-1
- 11.2 하천의 지정 및 관리자11-1
- 11.3 하천 구간조정의 작업 기준11-2
- 11.4 지방하천의 지정 및 구간조정11-3

제 12 장 효과분석 및 건의사항12-1

- 12.1 종합적인 효과분석12-1
 - 12.1.1 기본사항12-1
 - 12.1.2 종합적인 효과분석12-1
- 12.2 건의사항12-2



도 면



관계기관 협의

【 표 목 차 】

제 1 장 과업의 개요1-1

【표 1.2-1】 과업구간1-2

제 2 장 하천측량2-1

【표 2.1-1】 기준 삼각점 현황2-1

【표 2.1-2】 기준 수준점 현황2-2

【표 2.5-1】 표석매설 성과2-5

제 3 장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사3-1

【표 3.1-1】 금회과업구간의 저수지 현황3-3

【표 3.1-2】 수계현황3-3

【표 3.1-3】 교상천 관련 소하천 현황3-3

【표 3.1-4】 유역의 평균적 특성3-5

【표 3.1-5】 표고별 누가 면적 및 구성비3-6

【표 3.1-6】 유역의 평균경사 및 평균고도3-8

【표 3.1-7】 합분류지점 하천구간 경계설정 현황3-10

【표 3.1-8】 SCS 수문학적 토양군의 분류기준3-13

【표 3.1-9】 과업 유역의 SCS 토양군별 면적3-13

【표 3.1-10】 과업 유역의 SCS 토양 종류별 특성3-13

【표 3.1-11】 정밀토양도 토양통의 수문학적 분류3-14

【표 3.1-12】 소유권별 임야면적3-20

【표 3.1-13】 임상별 임야면적3-21

【표 3.1-14】 토지이용현황3-21

【표 3.1-15】 연도별 인구변화3-23

【표 3.1-16】 행정구역 및 인문현황3-24

【표 3.1-17】 문화재 및 유적지현황3-27

【표 3.1-18】 문화재 현황3-28

【표 3.1-19】 유역의 일반현황3-29

【표 3.2-1】 강우관측소 현황3-30

【표 3.2-2】 수위관측소 현황3-31

【표 3.2-3】 기상관측소 현황3-31

【표 3.2-4】 보령관측소 지속기간별 연최대 강우기록	3-34
【표 3.2-5】 보령관측소 월별 강우량	3-35
【표 3.2-6】 구룡관측소 수위-유량 관계곡선식	3-37
【표 3.2-7】 Kajiyama 공식의 보정유량(E)	3-40
【표 3.2-8】 Kajiyama 월평균 유출량	3-40
【표 3.2-9】 Tank모형의 매개변수	3-42
【표 3.2-10】 Tank모형에 의한 월평균 유출량	3-43
【표 3.2-11】 DAWAST모형에 의한 월평균 유출량	3-44
【표 3.2-12】 월평균 유출량 산정방법별 비교	3-45
【표 3.2-13】 유역의 유출 상황	3-46
【표 3.2-14】 유황분석	3-47
【표 3.2-15】 기온	3-49
【표 3.2-16】 상대습도	3-50
【표 3.2-17】 풍속	3-51
【표 3.2-18】 천기일수	3-52
【표 3.3-1】 하도의 사행특성	3-54
【표 3.3-2】 주요지점별 하상경사	3-55
【표 3.3-3】 하천 횡단면의 특성	3-56
【표 3.3-4】 단면별 하폭 및 저수로폭 현황	3-59
【표 3.3-5】 최심하상고 및 평균하상고 현황	3-61
【표 3.4-1】 하천개수 실적	3-64
【표 3.4-2】 제방 및 호안설치 현황	3-65
【표 3.4-3】 저수지 제원	3-65
【표 3.4-4】 과거 주요호우 및 수해현황	3-68
【표 3.4-5】 2002.8.27~9.1 RUSA에 의한 시강우량	3-69
【표 3.4-6】 2003.9.11~9.13 MAMI에 의한 시강우량	3-71
【표 3.4-7】 최근에 집중호우에 의한 시강우량	3-72
【표 3.4-8】 교성천 연도별·종목별 피해현황	3-73
【표 3.4-9】 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도	3-75
【표 3.4-10】 갈수유량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도	3-76
【표 3.4-11】 Palmer의 가뭄지수를 기준으로 한 유역별, 지속기간별 최대평균 가뭄지수	3-77
【표 3.4-12】 Palmer의 가뭄지수(X) 범위	3-78
【표 3.4-13】 가뭄 피해연도	3-79
【표 3.4-14】 한발 피해연도	3-79
【표 3.4-15】 가뭄대책	3-80
【표 3.5-1】 마을상수도 시설 현황	3-82

【표 3.5-2】 저수지 현황	3-83
【표 3.5-3】 용도지역 구분	3-84
【표 3.6-1】 오염원 그룹별 점오염원 및 비점오염원 구분	3-88
【표 3.6-2】 하천유역내 인구 현황	3-90
【표 3.6-3】 하천유역내 지구별 장래인구	3-90
【표 3.6-4】 유역내 가축 현황(유역면적비율)	3-91
【표 3.6-5】 유역내 가축수 실측 현황(축사위주)	3-92
【표 3.6-6】 유역내 가축수 전망	3-92
【표 3.6-7】 하천유역 토지이용 현황	3-94
【표 3.6-8】 가정인구에 의한 발생부하 원단위	3-94
【표 3.6-9】 교성천 유역내 마을하수도 설치 현황	3-94
【표 3.6-10】 가축에 의한 발생 원단위	3-95
【표 3.6-11】 토지이용에 따른 발생 원단위	3-95
【표 3.6-12】 인구에 의한 하천유역의 오염물질 발생부하량	3-96
【표 3.6-13】 가축에 의한 하천유역의 오염물질 발생부하량	3-96
【표 3.6-14】 토지이용에 의한 하천유역의 오염물질 발생부하량	3-96
【표 3.6-15】 인구에 의한 하천유역의 오염물질 배출부하량	3-98
【표 3.6-16】 축산폐수처리, 자원화 및 농지유출비	3-99
【표 3.6-17】 가축에 의한 교성천유역의 오염물질 배출부하량	3-100
【표 3.6-18】 토지이용에 의한 하천유역의 오염물질 배출부하량	3-101
【표 3.6-19】 하천유역의 배출부하량 총괄(기준갈수량시 배출량)	3-101
【표 3.6-20】 교성천 유량 및 BOD농도 현황	3-102
【표 3.6-21】 하천유역의 배출부하량 총괄(비강우시 배출량)	3-102
【표 3.6-22】 교성천 유달부하량 및 유달율 산정	3-103
【표 3.6-23】 장래 수질 예측	3-103
【표 3.6-24】 수질 조사항목	3-104
【표 3.6-25】 하천수질 및 하천저질 조사지점 위치	3-104
【표 3.6-26】 하천수질 및 유량 현황	3-105
【표 3.6-27】 하천저질 현황	3-106
【표 3.6-28】 하천수질 등급기준	3-107
【표 3.6-29】 Braun-Blanquet(1964)에 의한 우점도와 군도의 조사기준	3-109
【표 3.6-30】 Numata의 생활형 중 休眠型(Dormacy form)의 구분방법	3-110
【표 3.6-31】 녹지자연도 등급의 산정기준	3-111
【표 3.6-32】 ESB 지수에 따른 부수성체계와 환경질의 평가	3-113
【표 3.6-33】 조사지역의 식물상	3-116
【표 3.6-34】 라운키에르의 생활형 분석	3-117

【표 3.6-35】 조사지역의 귀화식물분포	3-118
【표 3.6-36】 과업구간내 녹지자연도분포에 따른 식물현존량, 순생산량	3-123
【표 3.6-37】 특정종의 생태적 특징 및 서식현황	3-127
【표 3.6-38】 조사대상지역의 출현 포유류	3-127
【표 3.6-39】 조사대상지역의 출현 조류	3-129
【표 3.6-40】 조사지역의 관찰조류 군집분석 결과	3-132
【표 3.6-41】 조사지역의 양서, 파충류	3-133
【표 3.6-42】 조사지역의 어류1	3-134
【표 3.6-43】 조사지점별 환경질 및 오수계열 판정 이용한 수질 판정	3-136
【표 3.6-44】 조사지역의 어류2	3-136
【표 3.6-45】 어도 분류	3-142

제 4 장 홍수량 및 홍수위 산정4-1

【표 4.1-1】 홍수량 산정지점	4-1
【표 4.1-2】 우량관측소 시우량 자료 현황	4-3
【표 4.1-3】 국내 강우자료의 지속시간별 관계	4-3
【표 4.1-4】 지속시간별 년최대 강우량(고정시간)	4-4
【표 4.1-5】 지속시간별 년최대 강우량(임의시간)	4-5
【표 4.1-6】 확률분포형의 매개변수 추정결과(60분)	4-14
【표 4.1-7】 확률분포형의 매개변수 추정결과(1440분)	4-14
【표 4.1-8】 Kolmogorov-Smirnov 검정을 위한 한계치	4-17
【표 4.1-9】 지속시간별 적정확률 분포형	4-20
【표 4.1-10】 지속시간별 확률강우량	4-21
【표 4.1-11】 강우지속시간별 확률강우강도	4-22
【표 4.1-12】 확률 강우 강도식	4-22
【표 4.1-13】 HUFF 누가분포의 회귀계수	4-27
【표 4.1-14】 토양통의 수문학적 분류	4-30
【표 4.1-15】 토양군의 분류	4-31
【표 4.1-16】 선행토양 함수조건의 분류	4-32
【표 4.1-17】 토지이용별 유출곡선지수(AMC-II 조건)	4-33
【표 4.1-18】 유출곡선지수 산정결과	4-34
【표 4.1-19】 자연하천 유역에 대한 도달시간 공식	4-39
【표 4.1-20】 소유역별 도달시간 및 저류상수 산정결과	4-40
【표 4.1-21】 Snyder방법 매개변수 산정결과	4-43
【표 4.1-22】 SCS무차원 단위도 비율에 따른 시간별 증거	4-45
【표 4.1-23】 SCS방법 매개변수 산정결과	4-46

【표 4.1-24】 하도추적 매개변수	4-49
【표 4.1-25】 산정지점별 임계지속기간	4-50
【표 4.1-26】 빈도별 홍수량	4-50
【표 4.1-27】 기본 및 계획홍수량	4-52
【표 4.2-1】 자연하천에서의 조도계수	4-56
【표 4.2-2】 하상조건 및 형태에 따른 조도계수	4-57
【표 4.2-3】 구간별 조도계수	4-57
【표 4.2-4】 빈도별 기점 홍수위	4-59
【표 4.2-5】 계획 홍수량 크기에 따른 계획하폭	4-62
【표 4.2-6】 계획하폭 산정	4-64
【표 4.2-7】 홍수량 산정지점	4-64
【표 4.2-8】 빈도별 홍수위	4-66
【표 4.2-9】 계획홍수위, 하폭 및 시설제방고	4-68

제 5 장 하상변동 분석5-1

【표 5.1-1】 입도분석	5-2
【표 5.2-1】 각 유사량 공식의 특징	5-4
【표 5.2-2】 산정방법별 유사량 산정 결과	5-5
【표 5.3-1】 평형하상경사 산정방법	5-6
【표 5.3-2】 평형하상고	5-12
【표 5.3-3】 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역	5-20

제 6 장 용수수급 계획 수립6-1

【표 6.1-1】 유역 유출 상황	6-1
【표 6.2-1】 용수수요량 산정지점	6-2
【표 6.2-2】 상수도 이용량	6-4
【표 6.2-3】 미급수지역 생활용수 이용량	6-5
【표 6.2-4】 생활용수 이용현황	6-5
【표 6.2-5】 하천별 수원공별 관개면적	6-6
【표 6.2-6】 농업용수 이용현황	6-6
【표 6.2-7】 용수이용 현황	6-6
【표 6.3-1】 과거 인구 추이	6-8
【표 6.3-2】 계획 인구 추정	6-8
【표 6.3-3】 지구별 장래인구	6-8
【표 6.3-4】 급수보급율 및 단위급수량	6-9

【표 6.3-5】 지구별 생활용수 이용량	6-10
【표 6.3-6】 지구별 생활용수 수요량	6-10
【표 6.3-7】 목표년도별 농업용수 수요추정 원단위	6-11
【표 6.3-8】 지구별 농업용수 수요량	6-11
【표 6.3-9】 장래 용수 수요량	6-12
【표 6.4-1】 평균 갈수량 및 기준 갈수량	6-13
【표 6.4-2】 갈수량과 물수지 분석	6-14

제 7 장 하천의 종합적인 정비방향 설정7-1

【표 7.5-1】 하천환경관리 기본계획수립 흐름도	7-8
-----------------------------------	-----

제 8 장 하천의 정비·이용·보전에 관한사항8-1

【표 8.1-1】 공간구역 구분 형태	8-2
【표 8.1-2】 하천환경 평가기준	8-3
【표 8.1-3】 하천환경 평가 점수별 구역구분 기준	8-4
【표 8.1-4】 하천 및 연안공간 정비 현황	8-4
【표 8.1-5】 하천환경성 평가 결과	8-5
【표 8.1-6】 공간구간 구분 및 시설계획	8-5
【표 8.1-7】 제방 및 호안정비	8-7
【표 8.1-8】 둔치정비	8-8
【표 8.1-9】 저수호안 및 비탈면출공 정비	8-9
【표 8.1-10】 보 및 낙차공 정비	8-10
【표 8.1-11】 저수로 정비	8-10
【표 8.1-12】 자연형 환경 호안공법	8-11
【표 8.2-1】 하도계획 수립과 관련된 검토항목	8-13
【표 8.3-1】 하천종단 시설물 현황	8-17
【표 8.3-2】 허용 소류력	8-19
【표 8.3-3】 소류력에 대한 안정성(하안공법)	8-19
【표 8.3-4】 유속에 대한 안정성(하안공법)	8-19
【표 8.3-5】 기존 호안 및 소류력 현황	8-20
【표 8.3-6】 제방 및 호안계획 지구	8-21
【표 8.3-7】 제정(독마루)폭	8-28
【표 8.3-8】 계획홍수량별 여유고	8-29
【표 8.3-9】 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈뒹기 높이 기준	8-30
【표 8.3-10】 표준단면(제방 및 보축)	8-32

【표 8.3-11】 설계유속에 따른 호안공법	8-33
【표 8.3-12】 기존배수시설물 능력검토	8-36
【표 8.3-13】 배수시설물 계획	8-39
【표 8.3-14】 하천중단 시설물 현황	8-14
【표 8.3-15】 계획홍수량에 따른 교량여유고	8-41
【표 8.3-16】 계획홍수량에 따른 경간장	8-42
【표 8.3-17】 기설교량 홍수소통 능력검토	8-42
【표 8.3-18】 교각형상에 대한 보정계수	8-43
【표 8.3-19】 흐름의 접근각에 대한 보정계수	8-44
【표 8.3-20】 하상의 조건에 대한 평형교각세굴심의 증가계수(K3)	8-44
【표 8.3-21】 하상재료의 크기에 대한 보정계수(K4)	8-44
【표 8.3-22】 세굴심 및 세굴반경	8-45
【표 8.3-23】 각 교량별 사석중량(W) 및 사석직경(D)	8-47
【표 8.3-24】 기존교량 적정규모 검토결과	8-48
【표 8.3-25】 보 침 낙차공 설치계획 개요	8-51
【표 8.3-26】 어도의 분류	8-55
【표 8.3-27】 어도의 형식별 장단점	8-56
【표 8.3-28】 표준모형의 어도형식별 제원	8-59
【표 8.3-29】 상황별 어도형식 산정 기준표	8-59
【표 8.3-30】 유속에 따른 밑다짐폭 기준	8-62
【표 8.3-31】 홍수시 일시적 세굴깊이	8-62
【표 8.3-32】 환경을 고려한 호안공법	8-62
【표 8.3-33】 블라이 계수	8-33
【표 8.4-1】 조 사 대 상 지 구	8-66
【표 8.4-2】 범람구역 개요	8-68
【표 8.4-3】 지구별 및 유량규모별 침수면적	8-68
【표 8.4-4】 도시유형별 단위 침수면적당 손실인명수	8-70
【표 8.4-5】 단위 침수면적당 발생 이재민수	8-70
【표 8.4-6】 단위 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법	8-71
【표 8.4-7】 침수 해당 행정구역별 전체 대상자산	8-72
【표 8.4-8】 공공토목시설의 피해액/일반자산피해액에 대한 비율	8-74
【표 8.4-9】 빈도규모별 총피해액	8-75
【표 8.4-10】 연평균피해경감기대액의 산정방법	8-76
【표 8.4-11】 지구별 및 유량규모별 연평균 피해경감기대액	8-77
【표 8.4-12】 지구별 총사업비(초기사업비)	8-77
【표 8.4-13】 공공사업의 적용 할인율	8-79

【표 8.4-14】 지구별 유량규모별 편익/비용(B/C)	8-80
【표 8.4-15】 세부기준위 상대 가치화 방법	8-82
【표 8.4-16】 지구별 투자우선순위	8-83
【표 8.4-17】 소요사업비	8-84

제 9 장 하천의 환경에 관한 사항9-1

【표 9.1-1】 수변식생의 역할	9-6
【표 9.1-2】 소규모 하수처리시설 설치규모	9-8
【표 9.1-3】 입지에 따른 마을분류	9-9
【표 9.2-1】 상수원 보호구역	9-14
【표 9.2-2】 매립시설 현황	9-14
【표 9.2-3】 하수처리시설 현황	9-15
【표 9.2-4】 분뇨처리시설 현황	9-15
【표 9.2-5】 취수시설 현황	9-16
【표 9.2-6】 정수시설 현황	9-16

제 11 장 지방하천의 구간조정11-1

【표 11.4-1】 하천구간조정 현황	11-3
----------------------------	------

제 12 장 효과분석 및 건의사항12-1

【표 12.1-1】 계획시설물에 의한 효과	12-1
【표 12.1-2】 소요사업비 내역	12-2
【표 12.1-3】 하천환경 계획 시설	12-2

【그림 목 차】

제 3 장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사	3-1
【그림 3.1-1】 교성천 유역도	3-2
【그림 3.1-2】 하천수계망도	3-4
【그림 3.1-3】 유역의 표고분석도	3-7
【그림 3.1-4】 유역의 경사도	3-9
【그림 3.1-5】 합분류지점 하천구간 경계설정 현황도	3-11
【그림 3.1-6】 지질도	3-15
【그림 3.1-7】 정밀토양도	3-16
【그림 3.1-8】 하천조사도	3-18
【그림 3.1-9】 토지이용 현황	3-22
【그림 3.1-10】 연도별 인구변화	3-24
【그림 3.1-11】 행정구역도	3-25
【그림 3.2-1】 수문관측소 위치도	3-32
【그림 3.2-2】 연강수량 변화추이(보령)	3-36
【그림 3.2-3】 TANK 모형의 유출개념도	3-41
【그림 3.2-4】 DAWAST 모형의 유출 개념도	3-44
【그림 3.2-5】 유출량 모식도	3-47
【그림 3.3-1】 대표적인 횡단형	3-56
【그림 3.4-1】 과거 주요 태풍 경로도	3-67
【그림 3.6-1】 하천 오염원의 분류	3-88
【그림 3.6-2】 교성천 유역 마을 전경	3-91
【그림 3.6-3】 교성천 유역 축사 전경	3-93
【그림 3.6-4】 하천수질 및 지질 조사지점도	3-105
【그림 3.6-5】 우점도(좌)·군도(우)의 판정기준(Braun-blanquet, 1964)	3-109
【그림 3.6-6】 생활형 구분 모식도	3-110
【그림 3.6-7】 조사개황도	3-115
【그림 3.6-8】 조사지역 식물상의 생활형 분석그래프	3-118
【그림 3.6-9】 과업구간의 현존식생도	3-124
【그림 3.6-10】 과업구간의 녹지자연도	3-125
【그림 3.6-11】 출현조류의 개체수 분포	3-132
【그림 3.6-12】 분류군별 출현중 분포율	3-136
【그림 3.6-13】 조사지역 및 주변지역 동물상	3-139
【그림 3.6-14】 어도 형식별 일반도	3-143

제 4 장 홍수량 및 홍수위 산정4-1

【그림 4.1-1】 홍수량 산정지점도	4-2
【그림 4.1-2】 빈도해석 흐름도	4-7
【그림 4.1-3】 경험적 및 이론적 누가확률분석 곡선	4-18
【그림 4.1-4】 IDF 곡선	4-23
【그림 4.1-5】 무차원 우량주상도	4-27
【그림 4.1-6】 GIS를 이용한 CN값 산정 모식도	4-29
【그림 4.1-7】 소유역 구분도	4-35
【그림 4.1-8】 홍수량산정 모식도	4-37
【그림 4.1-9】 HEC-HMS 모형에서 사용하고 있는 유역의 형태	4-41
【그림 4.1-10】 Snyder 합성 단위유량도	4-42
【그림 4.1-11】 SCS무차원 단위유량도	4-44
【그림 4.1-12】 홍수량 배분도	4-52
【그림 4.2-1】 부등류 수면곡선 형성	4-54
【그림 4.2-2】 조위면도	4-59

제 5 장 하상변동 분석5-1

【그림 5.1-1】 하상재료 채취지점 위치도	5-2
【그림 5.3-1】 평형하상고 종단면도	5-14

제 6 장 용수수급 계획 수립6-1

【그림 6.1-1】 유출량 모식도	6-1
【그림 6.2-1】 용수량 산정지구	6-3
【그림 6.4-1】 물수지모식도(2006년)	6-15
【그림 6.4-2】 물수지모식도(2011년)	6-16
【그림 6.4-3】 물수지모식도(2016년)	6-17
【그림 6.4-4】 물수지모식도(2021년)	6-18

제 7 장 하천의 종합적인 정비방향 설정7-1

【그림 7.1-1】 하천의 기능별 고려사항	7-1
【그림 7.3-1】 치수대책	7-5
【그림 7.5-1】 하천환경관리 기본계획수립 흐름도	7-8

제 8 장 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항8-1

【그림 8.1-1】 하천환경 관리계획도	8-6
【그림 8.3-1】 세굴방지공	8-31
【그림 8.3-2】 제방 표준단면도	8-34
【그림 8.3-3】 교량 현황	8-48
【그림 8.3-4】 보 및 낙차공 현황	8-51
【그림 8.3-5】 낙차공 및 보에 연결된 오도의 예	8-53
【그림 8.3-6】 어도 형식별 일반도	8-57
【그림 8.4-1】 치수경제성 조사 위치도	8-67
【그림 8.4-2】 다차원법의 개념도(일반자산 피해액의 산정방법)	8-69
【그림 8.4-3】 통합지표 도출 절차	8-83

제 9 장 하천의 환경에 관한사항9-1

【그림 9.1-1】 수질보전 전략의 형성체계	9-1
【그림 9.1-2】 마을하수처리장 처리계통 모식도	9-3
【그림 9.1-3】 여울 및 소의 예시	9-4
【그림 9.1-4】 인공 여울 및 소의 조성	9-5
【그림 9.1-5】 식생에 의한 정화 방법	9-6

1.0 과 업 의 개 요

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위

1.3 과업의 내용

1.0 과업의 개요

1.1 과업의 목적

지방하천인 교성천은 하천기본계획이 미수립된 하천으로, 하천의 효율적인 이용과 최근 이상강우에 의한 수해극복 대책으로서의 일관된 개수계획을 수립하기 위하여 하천법 제25조 및 동법 시행령 제24조 규정에 의거 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 이용현황 등 하천의 홍수관리, 용수공급, 하천환경보전 등에 관한 제반 사항을 조사 분석하여 하천에 관한 종합적인 정비, 보전, 이용이 되도록 하천기본계획을 수립, 수자원 종합개발지침 확립에 기여하고 하천자산의 효율적인 유지관리를 위하여 하천법 제15조 및 동법 시행규칙 제8조의 규정에 의거 수계 하천현황과 수리현황의 보존 및 이용실태를 종합적으로 조사 정리 대장화하고 일관된 관리를 도모하고 하천사용의 이익증진을 위한 기본 자료를 제공하며, 하천단면 확장으로 저지대의 침수피해와 홍수로 인한 제방유실을 방지하기 위하여 교성천을 정비, 자연친화적 하천환경으로 개선코자 함.

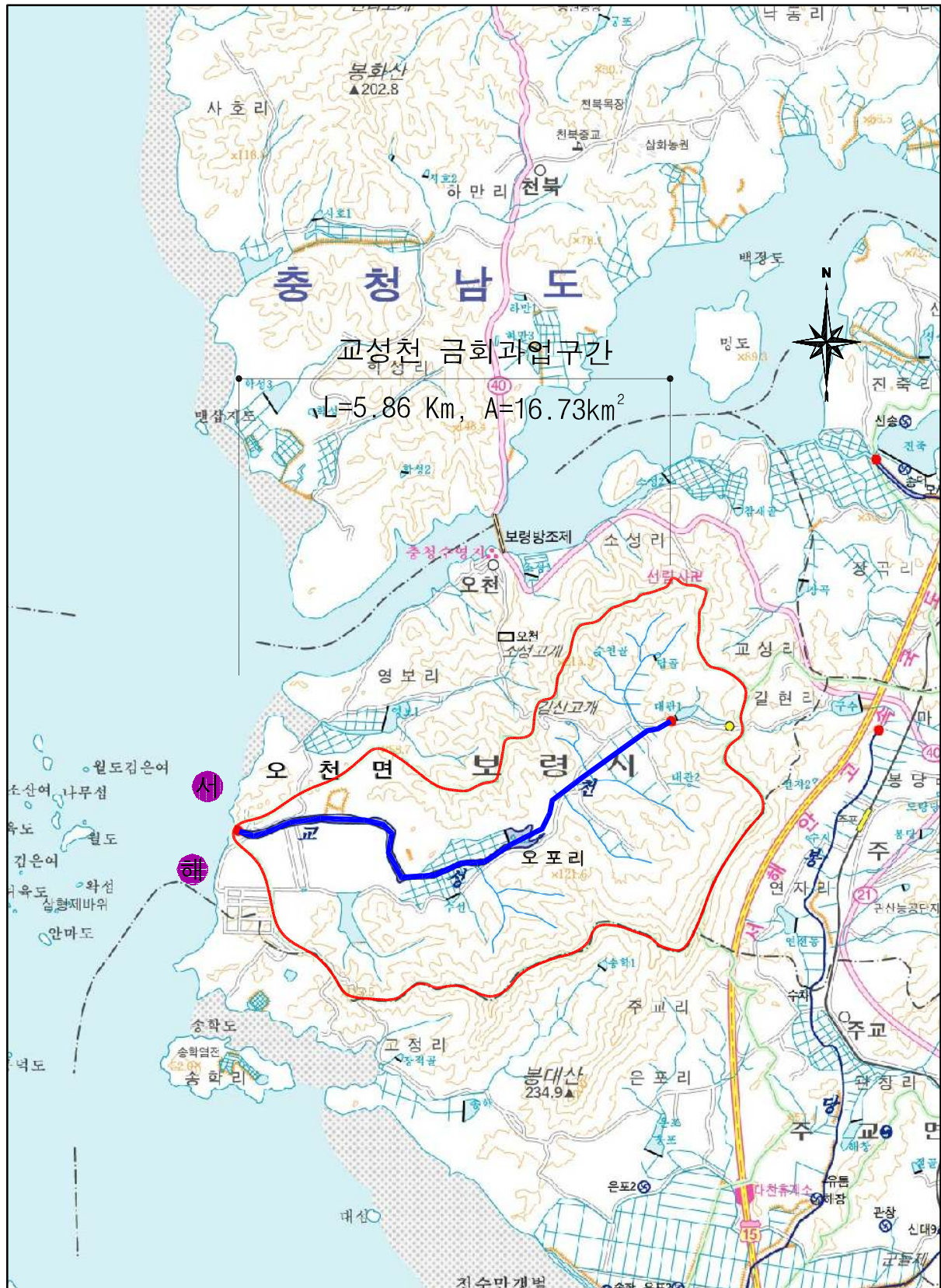
1.2 과업의 범위

본 과업은 지방하천인 「교성천」에 대한 하천기본계획과 하천대장 작성으로 금회 과업 구간은 다음과 같다.

【표 1.2-1】 과 업 구 간

하 천	하 천 의 구 간		하천 연장 (km)	과업 수행 연장 (km)	고시 연장 (km)
	기 점	종 점			
교성천	충남 보령시 오천면 교성리421-2답, 465-1답 번지선 수로	충남 보령시 오천면 오포리서해 합류점	2.60	5.86	5.86

과업의 위치



【그림 1.2-1】

1.3 과업의 내용

(1) 현지답사

- (가) 유역의 개황
- (나) 하천 및 수계현황
- (다) 지형 및 유역의 특성
- (라) 하천환경현황
- (마) 기타사항

(2) 하천측량

- (가) 지형현황 측량
- (나) 종단측량
- (다) 횡단측량
- (라) 지적도 복사 및 축도
- (마) 표석매설
- (바) 홍수흔적 측량

(3) 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

- (가) 일반현황
- (나) 수문 조사
- (다) 하도특성 조사
- (라) 하천사업의 연혁 및 피해현황
- (마) 하천의 이용현황
- (바) 하천의 환경현황
- (사) 타 계획과의 조정

(4) 홍수량 및 홍수위 산정

- (가) 기본홍수량 및 계획홍수량
- (나) 홍수위 산정

- (5) 하상변동 분석
 - (가) 하상재료 조사
 - (나) 하천 유사량 조사
 - (다) 하상변동 및 하도안정 분석
- (6) 용수수급 계획 수립
 - (가) 용수수급현황의 파악
 - (나) 용수수요량 예측 및 산정
 - (다) 물수지 분석
 - (라) 용수수급 계획
- (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
- (9) 하천의 환경에 관한 사항
 - (가) 수환경 보전 계획
 - (나) 환경영향 검토
- (10) 하천의 유지관리에 관한 사항
 - (가) 고수부지 및 폐천부지 현황 및 이용방안
 - (나) 골재 활용가능량 조사
 - (다) 하도유지관리

(11) 지방하천의 구간조정

- (가) 지방하천의 구간 조정의 목적
- (나) 하천의 지정 및 관리자
- (다) 하천 구간 조정의 작업기준
- (라) 지방하천의 지정 및 구간조정

(12) 효과분석 및 결론

- (가) 종합적인 효과분석
- (나) 결론 및 건의사항

(13) 보고서 작성

2.0 하 천 측 량

2.1 지형현황 측량

2.2 종단측량

2.3 횡단측량

2.4 지적도 복사 및 축척

2.5 표석매설

2.6 홍수흔적측량

2.0 하 천 측 량

하천기본계획 수립 및 하천대장 작성에 필요한 기본 자료를 얻기 위하여 지방하천인 교성천의 과업구간 5.86km에 대해 하천구역은 물론 연안지역에 대하여 지형, 지물의 위치와 표고 등 현황을 상세히 파악할 수 있도록 『국토해양부 공공측량 작업규정』에 의거하여 지형현황측량 및 중·횡단측량 등을 실시하였다.

2.1 지형현황 측량

지형현황측량은 과업대상하천의 하천구역 및 연안지역에 대하여 축척 1/2,500으로 실시 하되 기왕에 측량된 성과, 현지조사자료, 지적도 등을 참조하여 보완하였다. 또한, 과업 구간에 대한 하천주변의 상황이 자세히 나타날 수 있도록 유제부는 제내측으로 50m 이상, 무제부는 홍수위선 이상까지의 구간에 대하여 지형, 지물, 교량, 양수장, 배수문 등 주요 구조물의 위치 및 고저가 정확히 나타날 수 있도록 상세하게 실시하였다.

2.1.1 삼각 및 도근 측량

지형현황측량을 위해 사용한 기준삼각점은 국토지리정보원 기본삼각점의 성과를 이용하여 도근측량의 기준점이 될 수 있도록 도근 측량을 실시하였다. 도근점은 평판 및 도근측량에 편리한 지점을 선정하여 실시하였고, 본 조사시 설치한 표석은 도근점으로 이용하였다. 지형현황측량을 위해 사용한 기준삼각점 현황은 【표 2.1-1】과 같다.

【표 2.1-1】 기준 삼각점 현황

하 천	등 급	점번호	좌 표		표 고 (EL.m)	비 고
			X	Y		
교성천	4	412	320625.347	153379.913	71.120	
	4	443	322977.564	159854.651	161.520	
	4	444	322826.890	157907.395	121.380	
	4	446	321450.630	155375.079	130.140	

2.0 하 천 측 량

2.1.2 수 준 측 량

지형측량 및 종·횡단측량을 위한 수 준점은 국토지리정보원의 기설 기본수준점 성과를 이용하여 조사 구간내의 모든 기준점에 대하여 왕복 측량을 실시하였으며 수 준측량에 사용된 국토지리정보원 기본수준점 성과는 【표 2.1-2】와 같다.

【표 2.1-2】 기준 수 준점 현황

하 천	등 급	점 번 호	표 고 (EL.m)	소 재 지
교성천	1	37-26-00	44.1882	충청남도 보령시 주포면 보령리 425-2

2.2 종 단 측 량

종단측량을 실시하기 위해 국토지리정보원에서 매설한 기준수준점을 이용하여 표석매설 및 횡단측량에 활용할 수 있도록 하천양안을 따라 100m간격으로 수 준측량을 실시하였으며, 측량오차는 허용오차($\pm 10\text{mm} \sqrt{L \text{ km}}$)의 범위 내에 들도록 하였다.

과업구간에 대하여는 하천의 좌·우 양안 공히 왕복측량을 실시하되 좌·우 양안을 일환으로 폐합시키고 기설 하천구조물의 높이를 측정하여 종단면도에 표시하였다.

2.3 횡 단 측 량

횡단측량은 종단측량을 따라 하천유심의 직각방향으로 횡단측량을 실시하되 무제부에서는 계획홍수위 이상까지, 유제부에서는 제외지 전부, 체내지는 100m를 기준으로 하되 현 지형을 고려하여 가감 실시하였다.

횡단간격은 종단거리 100m간격을 원칙으로 하고 하천횡단 구조물(교량, 취입보, 낙차공) 등에 대해서는 추가하여 실시하였으며, 횡단형의 점간거리는 20m를 원칙으로 하되 지형이 급변하는 장소에서는 보완하여 측량하였다. 측량범위는 무제부에서는 계획홍수위선까지의 구간, 유제부에서는 제외지 전부, 체내지는 100m까지를 원칙으로 하되 지형을 고려하여

가감 실시하고 일제 관측수위를 동시에 측정하여 횡단면도에 표시하였다.

2.4 지적도 복사 및 축도

해당 행정관서에 비치되어 있는 지적도(1:1,200 및 축척 1:1,000)와 임야도(축척 1:6,000)를 복사하여 1:2,500으로 축소 혹은 확대하여 평면도를 작성하고, 측량성과를 도시하였으며, 본 보고서에는 재축도 하여 부도편에 수록하였다.

2.5 표석매설

본 조사하천 구간에 대하여 측량기준점이 될 수 있도록 종단거리 약1.0km마다 하천 양안을 따라 좌안 또는 우안에 화강암으로 제작된 표석을 매설하되, 유제부는 제방 독마루에 무제부는 지형이 허용하는 점위 내에서 가능한 계획홍수위선 이상 지점에 견고하게 매설하였다.

금회 표석은 화강암으로 제작(12cm×12cm×60cm)하여 각 면에는 “하천정비”, “수준점”, “2008”, “충청남도”를 음각하여 6개를 매설하였으며 상세한 위치 및 성과는 본보고서 부록 및 부도에 수록하였다.

금회 과업구간 내에 매설한 표석의 성과는 【표 2.5-1】 과 같다.

【표 2.5-1】 표석매설 성과

하천	표석 번호	측 점 (No.)	안별	위 치			표 고 (EL.m)	좌 표		부도 번호
				시·군	면	리		X	Y	
교 성 천	1	9	우	보령	오천	영보	6.895	323548.727	154780.655	교성1
	2	16	우	보령	오천	영보	4.381	323509.927	155776.348	교성2
	3	23	우	보령	오천	오포	4.648	322890.011	156102.347	교성3
	4	33	좌	보령	오천	오포	3.041	322972.361	157076.765	교성4
	5	49	우	보령	오천	오포	8.354	323945.891	158131.723	교성5
	6	59	우	보령	오천	교성	18.097	324637.443	158826.094	교성6

2.6 홍수흔적측량

홍수흔적 측량은 과거에 발생한 유역내 주요 홍수사상에 대한 홍수위 흔적을 조사하여 측량하여야 하나 과업기간 내에는 큰 강우가 발생하지 않아 홍수흔적측량을 미 실시하였다.

3.0 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

3.1 일반현황

3.2 수문조사

3.3 하도특성 조사

3.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

3.5 하천의 이용현황

3.6 하천의 환경현황

3.0 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 참고하여 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 특성 등 자연적 현황, 사회·문화적 현황, 하천의 치수, 이수, 환경현황을 조사하였다.

3.1 일반현황

3.1.1 유역의 일반현황

(1) 유역의 개황

본 과업하천인 교성천은 충청남도 보령시 오천면 교성리에서 발원하여 유하하다가 상류로부터 김신소하천에 합류한 후, 유로를 계속하여 서쪽으로 진행하면서 좌안으로 소하천인 교동천과 오동천, 매미천, 수정천을 차례로 합류한 후, 서해로 유입한다.

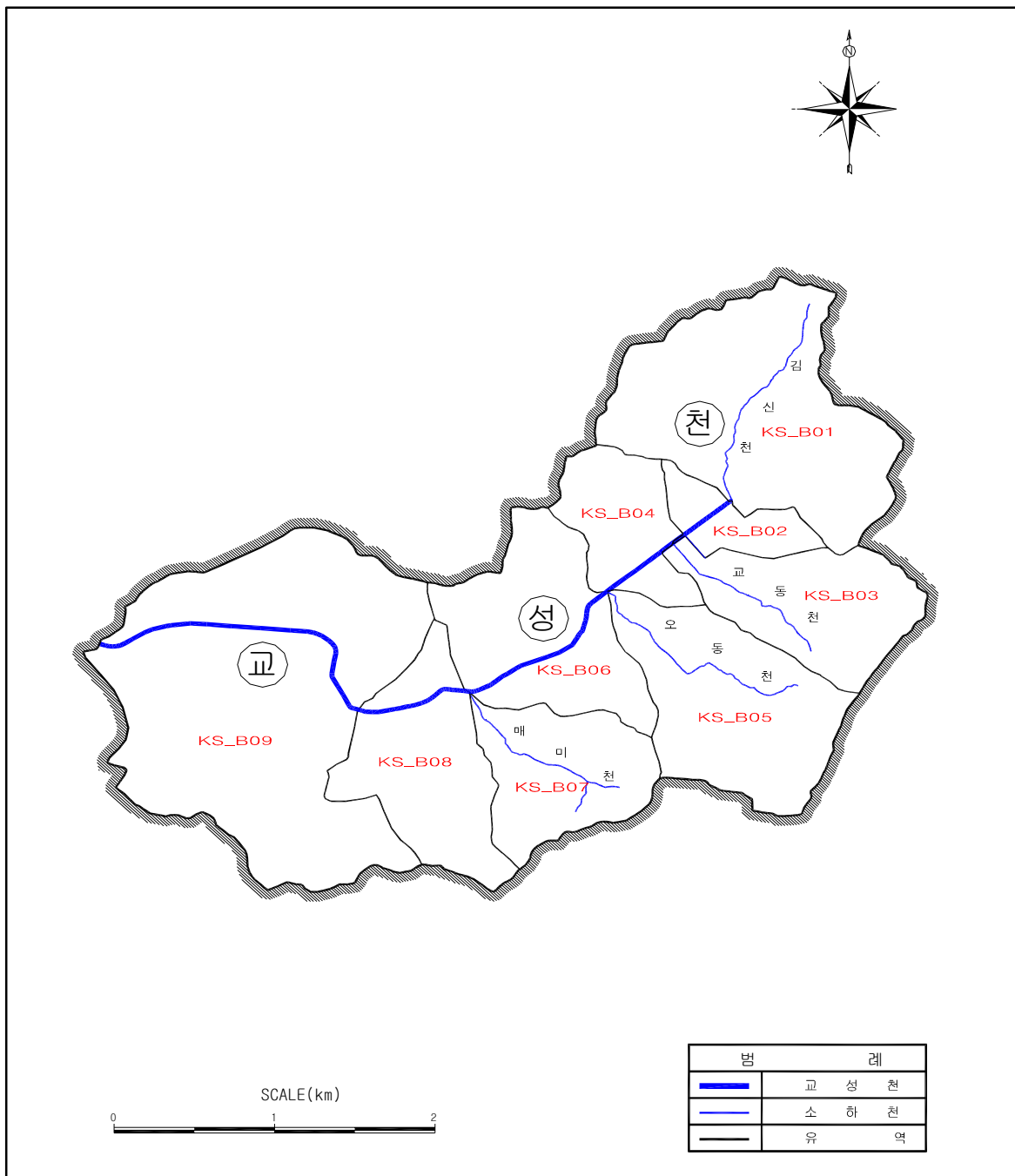
교성천은 유역면적 16.73km², 유로연장 7.95km이며 동경 126° 29'07" ~ 126° 34'55", 북위 36° 23'25" ~ 36° 25'51" 사이에 위치하는 지방하천으로 유역의 형상은 수지상을 이루고 유역 평균폭은 2.10km, 유역의 형상계수는 0.26이며, 약 EL.235m 미만의 표고가 유역계를 형성하고 있다.

교성천의 하상경사는 하·중류부 구간은 약 1/1,100 ~ 1/4,000, 중·상류부 구간은 약 1/96 ~ 1/214로 전반적인 급류 경사로 상류로 진행될수록 급한 경사를 보이고 있으며 영보교 지점(No.24+0.0)을 경계로 하류측 하상 재료는 주로 모래 및 실트질로 구성되어 있고, 상류측은 주로 모래 및 자갈로 구성되어 있다.

본 과업대상 유역의 행정구역을 보면 충청남도 보령시 오천면 교성2리, 오포1리, 2리, 3리, 영보1리, 2리가 포함되는 1시 1면 6리의 행정구역으로 유역내의 인구현황은 총 352세대

852명이 거주하고 있으며, 토지이용현황을 보면 전체 유역면적 16.73km² 중 전면적이 13.86%인 2.32km², 답면적이 5.95%인 1.00km², 임야면적이 64.74%인 10.83m², 대지면적이 1.14%인 0.19km², 기타면적이 14.32%인 2.40km²로 임야와 전·답이 유역의 대부분을 차지하고 있다.

교성천 유역도



【그림 3.1-1】

【표 3.1-1】 금회과업구간의 저수지 현황

하천	저수지명	소재지	유역면적 (ha)	몽리면적 (ha)	만수면적 (ha)	제당길이 (m)	제당높이 (m)	설치년도	관할기관
교성천	오포	보령시 오천면 오포리	656	63	3.0	190	3.5	1945	보령시
	만세	보령시 오천면 교성리	82	75	2.7	80	12.0	1945	보령시

(2) 수계의 구성

교성천은 서해로 유입하는 지방하천(충남247호, [1966.09.20])으로 지정되어 있으며, 상류로부터 김신소하천이 유입하여 유하하다가 좌안으로 소하천인 교동천과 오동천, 매미천, 수정천을 차례로 합류한 후, 서해로 유입한다.

『하천일람, 국토해양부, 2006』에 나타나 교성천 수계의 하천 현황은 다음 【표 3.1-2】과 같으며 하천 수계망도는 다음 【그림 3.1-2】와 같다.

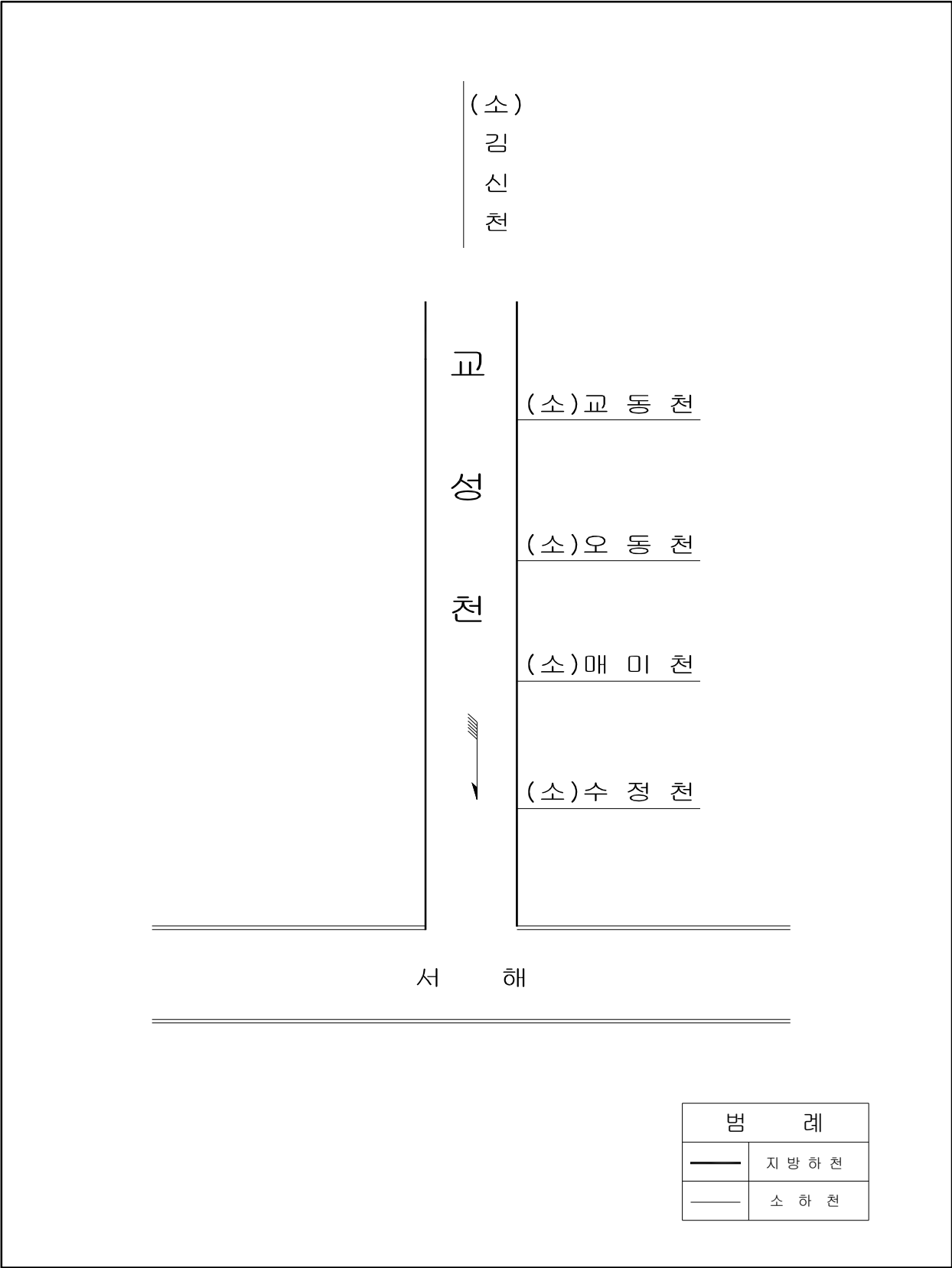
【표 3.1-2】 수 계 현 황

하천	수 계			구분	행 정 구 역				유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	하천연장 (km)	하천등급	하천지정근거 및 일 자
	본류	제1지류	제2지류		시·도	시·군	읍·면	경 계					
교성천	교성천			기점	충남	보령	오천	교성리 수로	11.54	7.95	2.60	지방	충남247호 (1966.09.20)
				종점	충남	보령	오천	오포리, 서해와 접한 합류점					

【표 3.1-3】 교성천 관련 소하천 현황

하천	주요지점	과업구간		유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	유역평균폭 (A/L)	유형상계수 (A/L ²)	비고
		기점	종점					
교성천	(소) 교동천	교성 산172	교성 470-1	1.38	1.99	0.69	0.348	
	(소) 오동천	오포 46-1	오포 158-1	1.82	2.35	0.77	0.330	
	(소) 매미천	오포 산116-1	오포 837-5	1.24	1.74	0.71	0.410	
	(소) 수정천	오포 산153	오포 1070	0.45	1.41	0.32	0.226	

하천수계망도



【그림 3.1-2】

(3) 유역의 특성

유역특성은 하천을 포함한 그 유역이 가지는 일반적인 현황을 파악할 수 있으며, 유역의 강우-유출 등 수문학적 특성 분석을 위한 기초자료로 사용되므로 정확성이 확보되어야 한다. 따라서 금회 과업에서는 국토지리정보원에서 제작, 배포한 수치지형도를 사용하여 유역 특성을 정도 높게 분석하였다. 유역특성의 분석은 유역의 평균적 특성, 표고별 누가면적 및 구성비, 평균고도, 평균경사 등으로 구분하여 실시하였다.

(가) 유역의 평균적 특성

유역의 일반적 특성은 유역면적, 유로연장, 유역평균폭, 유역형상계수 등으로 구분되며, 이는 하천을 포함한 유역을 이해하고, 유역의 유출특성을 파악할 수 있는 가장 중요한 기초 자료이다. 금회 과업에서는 구간 내 주요 지류의 합류지점, 수리·수문 분석시 중요한 지점을 선정하여 유역의 일반적 특성을 분석하였으며, 【표 3.1-4】와 같다.

유역의 평균폭은 유역면적을 유로연장으로 나눈 값으로 하천의 길이에 대한 유역의 평균적인 폭을 나타내며, 일반적으로 대하천 일수록 수치가 커진다.

유역의 형상계수는 유역면적을 유로연장의 제곱으로 나눈 값으로 형상계수가 크면 길이에 비해 폭이 넓은 유역이고, 작으면 유역의 폭이 좁고 길이가 긴 유역을 형성하는 것이 일반적이다. 유역의 형상계수는 유역의 형태를 나타내는 무차원 단위의 수치로써 형상계수가 1.0에 가까울수록 유역의 형상은 정방형에 근접하며 형상계수가 클수록 유출의 집중성향이 매우 크므로 침투홍수량이 크게 발생된다. 반면 형상계수가 작으면 유출의 집중성향도 약해지며 따라서 침투홍수량이 비교적 적게 나타날 것으로 예측할 수 있다.

【표 3.1-4】 유역의 평균적 특성

하천	주요지점	산정지점 부호	유역 면적 $A(\text{km}^2)$	유로 연장 $L(\text{km})$	유역 평균폭 (A/L)	유역 형상계수 (A/L^2)	비고
교 성 천	과업종점	KS01	16.73	7.95	2.10	0.26	
	영보교 지점	KS02	11.93	5.28	2.26	0.43	
	(소)매미천 합류전	KS04	9.19	4.43	2.07	0.47	
	(소)오동천 합류전	KS06	5.54	3.03	1.83	0.60	
	(소)교동천 합류전	KS08	3.30	2.40	1.38	0.57	
	과업시점	KS09	2.84	1.84	1.54	0.84	

(나) 표고별 누가 면적 및 구성비

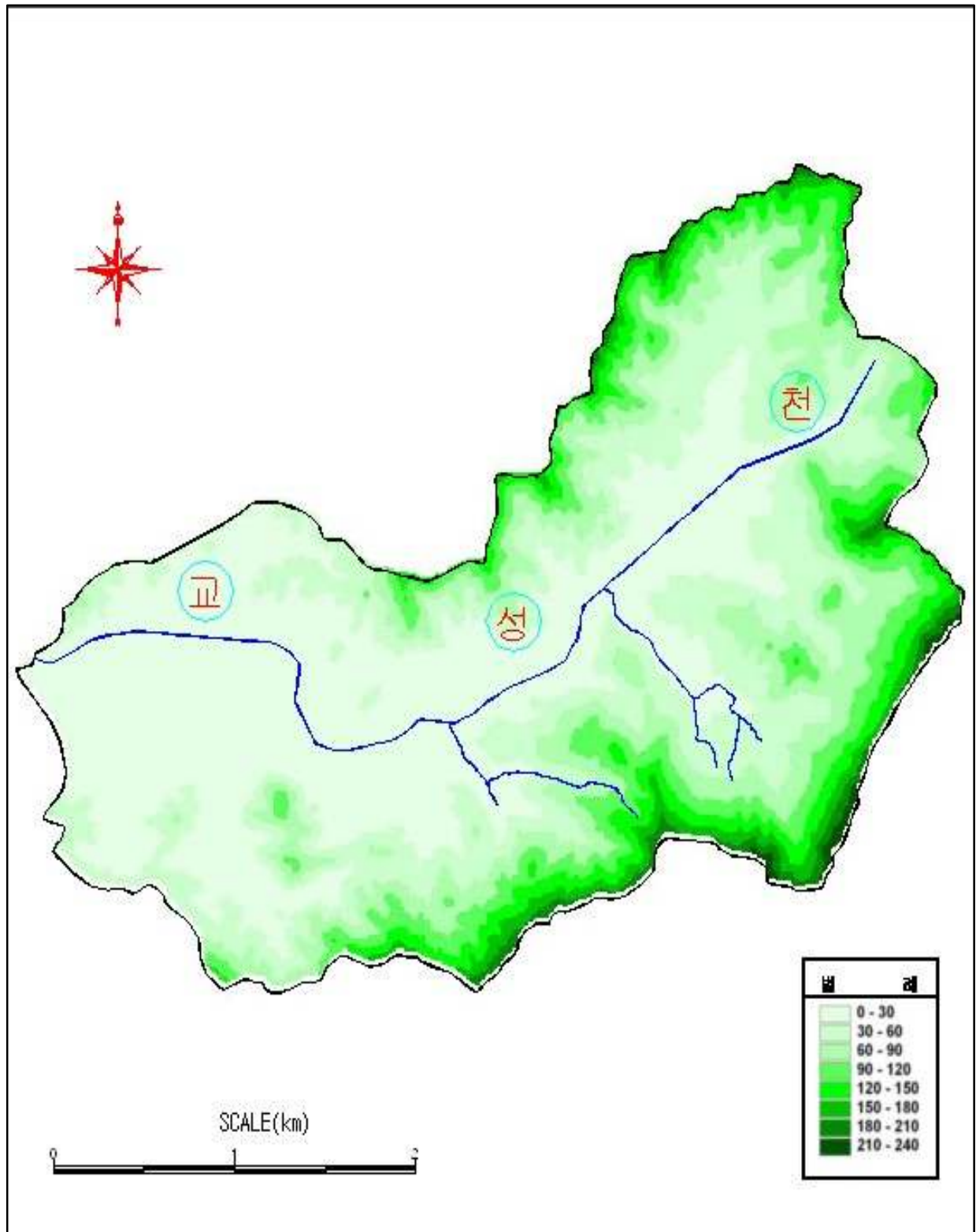
고도별 면적분포는 고도에 따라 변하는 강우, 증발, 식생 등의 수문순환에 영향을 미치며, 고도별 누가 면적 구성비는 수치지형도와 ArcView 프로그램을 이용한 GIS기법을 활용하여 산정하였다. 주요지점에 대한 표고별 누가면적 구성비를 살펴보면 교성천 유역은 EL.120m이상은 10.67%로 대부분의 지형이 EL.0m ~ 120m 사이에 분포하는 것으로 나타났다.

표고별 누가면적 구성비는 다음 【표 3.1-5】 과 【그림 3.1-3】 과 같다.

【표 3.1-5】 표고별 누가 면적 및 구성비

지점 \ 표고	210m 이상	180m 이상	150m 이상	120m 이상	90m 이상	60m 이상	30m 이상	0m
	비율 (%)	비율 (%)	비율 (%)	비율 (%)	비율 (%)	비율 (%)	비율 (%)	비율 (%)
KS01	0.06 (0.34)	0.30 (1.81)	0.84 (5.00)	1.79 (10.67)	3.42 (20.45)	6.10 (36.47)	10.25 (61.27)	16.73 (100.00)
KS02	0.06 (0.47)	0.30 (2.54)	0.83 (6.96)	1.75 (14.67)	3.28 (27.49)	5.68 (47.64)	8.89 (74.53)	11.93 (100.00)
KS03-1	0.06 (0.54)	0.29 (2.77)	0.79 (7.56)	1.65 (15.79)	3.07 (29.46)	5.30 (50.83)	8.20 (78.67)	10.42 (100.00)
KS03	0.06 (0.61)	0.24 (2.56)	0.63 (6.86)	1.32 (14.37)	2.52 (27.42)	4.50 (48.99)	7.15 (77.78)	9.19 (100.00)
KS04-1	0.06 (0.76)	0.24 (3.16)	0.62 (8.31)	1.24 (16.57)	2.25 (30.20)	3.93 (52.70)	6.14 (82.36)	7.46 (100.00)
KS04	0.01 (0.26)	0.11 (1.93)	0.35 (6.33)	0.81 (14.59)	1.61 (29.02)	2.91 (52.55)	4.51 (81.44)	5.54 (100.00)
KS05-1	0.01 (0.31)	0.11 (2.30)	0.34 (7.31)	0.76 (16.41)	1.48 (31.88)	2.64 (56.84)	3.96 (85.17)	4.65 (100.00)
KS05	0.00 (0.00)	0.06 (1.73)	0.21 (6.28)	0.48 (14.66)	0.99 (29.98)	1.79 (54.25)	2.80 (84.78)	3.30 (100.00)
KS06	0.00 (0.00)	0.06 (2.11)	0.21 (7.40)	0.48 (16.89)	0.96 (33.87)	1.73 (61.00)	2.60 (91.74)	2.84 (100.00)

유역의 표고분석도



【그림 3.1-3】

(다) 유역의 평균고도 및 평균경사

① 유역평균경사

유역의 경사는 침투나 유출, 토사의 침식 등에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 유역의 평균경사를 분석하기 위하여 본 과업구간의 주요지점을 대상으로 수치지도를 이용한 GIS TOOL(ArcView)을 사용하여 분석한 결과 교성천은 13.02%로 나타났다.

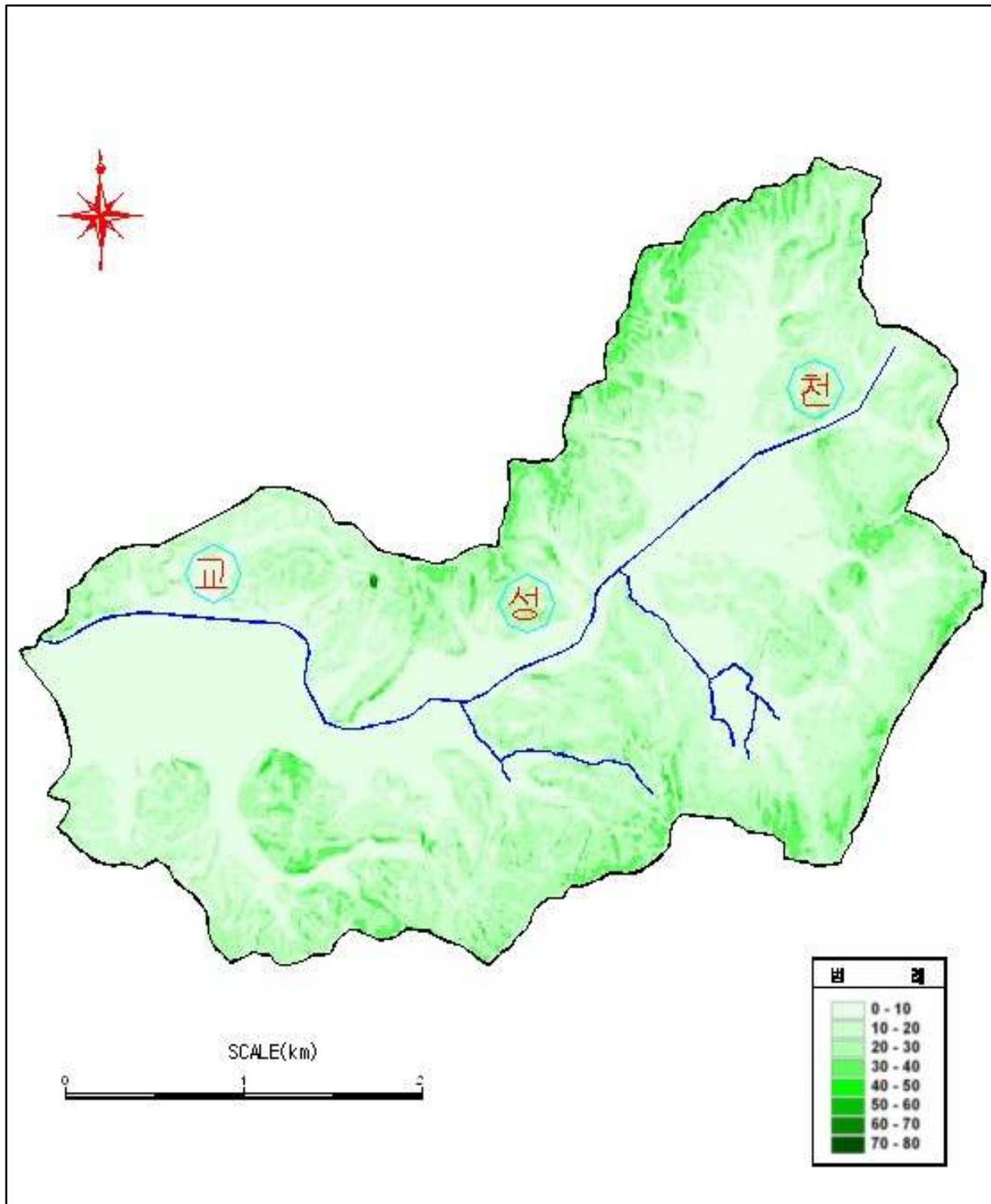
② 유역평균고도

일반적으로 유역의 고도가 증가하게 되면 이에 비례하여 강수량이 증가하게 되며, 이로 인해 유출도 증가하게 된다. 이러한 점에서 유역의 평균고도는 지상학적 인자로서 주된 유역 특성중 하나이다. 유역의 평균고도를 분석하기 위하여 본 과업구간의 주요지점을 대상으로 수치지도를 이용한 GIS TOOL(ArcView)을 사용하여 분석한 결과, 교성천은 EL.54.37m로 나타났다.

【표 3.1-6】 유역의 평균경사 및 평균고도

하 천	주 요 지 점	산 정 지점부호	평균고도 (EL.m)	평균경사 (%)	비 고
교성천	과업종점	KS01	54.37	13.02	
	영보교 지점	KS02	66.88	14.45	
	매미천 합류후	KS03	70.68	14.91	
	매미천 합류전	KS04	68.51	14.42	
	오동천 합류후	KS05	73.53	14.37	
	오동천 합류전	KS06	71.20	14.33	
	교동천 합류후	KS07	75.47	14.59	
	교동천 합류전	KS08	72.99	14.64	
	과업시점	KS09	79.20	15.88	

유역의 경사도



【그림 3.1-4】

(라) 합·분류 하천구간의 경계설정

하천이 합류되거나 분기되는 하천구간의 경계는 하천법 제8조 제2항 및 동법시행령 제5조의 규정에 의하여 관계 하천관리청이 협의하여 정하도록 규정하고 있으며, 하천의 사적인 이해관계보다 공공의 복리증진에 기여함을 하천법에서 우선으로 하고 있어 법의 취지에 부응하는 하천의 지정 및 구간이 결정되어야 한다. 경계구간은 다음과 같은 기준으로 설정하였으며, 구분이 명확하지 않을 경우에는 현지 지형을 고려하여 합리적으로 판단에 의해 조정하였다.

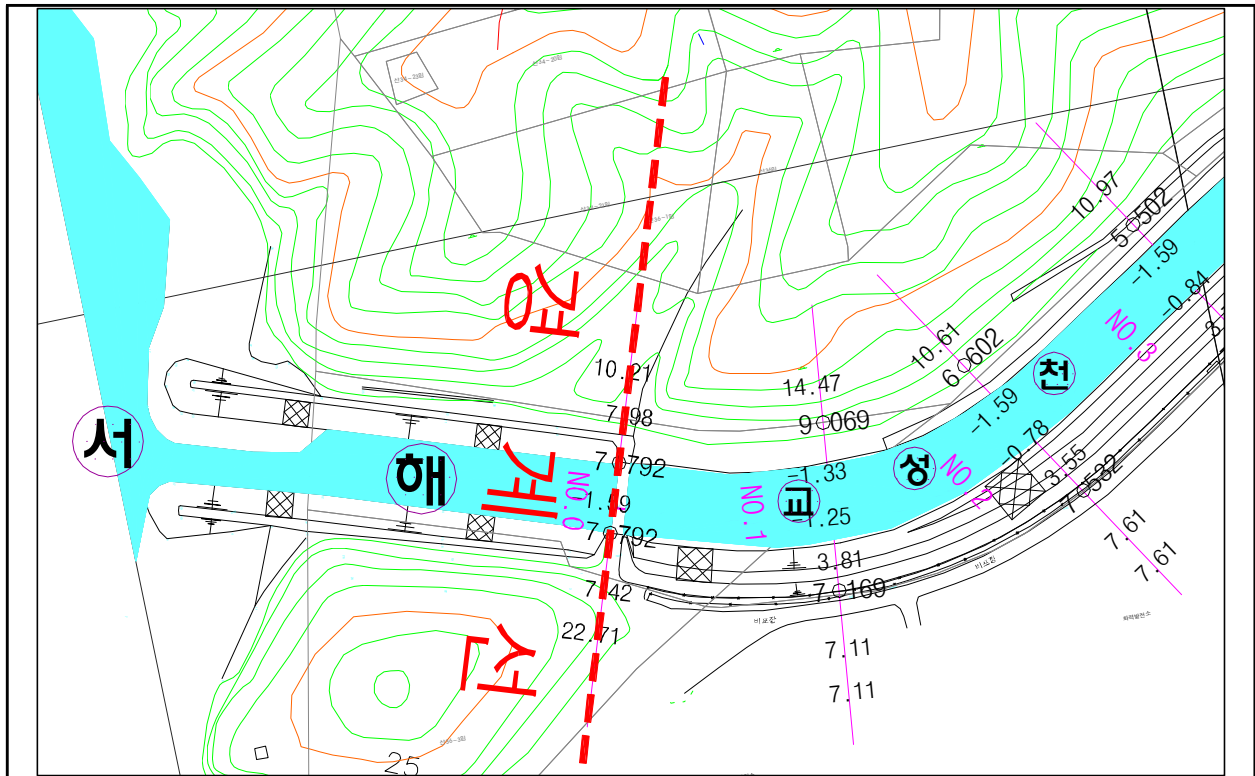
- ① 유제부는 지류의 형상으로 곡선을 나타내기 직전 제방의 제내지측 최외곽선을 연결한 직선으로 하였으며, 이러한 경계선이 제방과 만나는 지점에서 제방을 직각으로 가로지르는 선까지를 본류의 구역으로 하였다.
- ② 무제부는 본류하천의 계획홍수위선과 지표가 만나는 선을 기준으로 하였으며, 경계 설정 방식은 유제부와 같이 하였다.
- ③ 소하천 합류지점의 경계는 기 고시된 소하천 내용을 토대로 검토하였다.

상기 기준에 의한 경계설정 현황은 【표 3.1-7】 및 【그림 3.1-5】와 같다.

【표 3.1-7】 합·분류지점 하천구간 경계설정 현황

하 천	하 천 등 급	안별	위 치				경계설정현황	도 업 번 호
			좌 안		우 안			
			X	Y	X	Y		
교성천	지방	-	323,354.5820	154,213.6340	323,384.9103	154,223.8417	서해와의 합류점으로 합류 부에 위치한 보령화력발전소 외곽배수문의 횡단지점	교 성1

합·분류지점 하천구간 경계설정 현황도



【그림 3.1-5】

3.1.2 유역의 자연현황

(1) 지형·지질 및 토양

(가) 지 형

교성천 유역은 충청남도 보령시 오천면내에 위치하는 지방하천으로 서쪽으로는 주교면과 경계를 이루고 동,남,북쪽은 오천면내에 유역계를 이룬다.

하천수계는 이들 분수령에서 발원하여 수지상을 이루면서 유하하고, 유로는 서쪽방향으로 발달되어 있으며 대소지류들이 남북 방향에서 부등간격으로 유입되면서 유하한다.

교성천 유역의 평균고도가 EL.54.37m, 유역의 평균경사가 13.02%의 유역 경사를 가진다.

(나) 지 질

교성천 유역의 지질 구성은 하부주라기의 혈암(Jga)이 보령시 오천면 교성리, 어포리등 유

역의 상류지역 전반에 걸쳐 분포되어 있으며, 선캄브리아기의 편마암(Pcms)과 하부쥬라기의 흑색혈암(Jha) 및 역암(Jk)이 유역의 일부에 산재하여 분포하고 있으며, 제4기의 충적층(Qa)은 하천을 따라 발달하여 교성천 및 유입하천 주변에 걸쳐 분포하고 있는 것으로 나타났다.

(다) 토 양

농업과학기술원이 전산화 사업을 통해 구축한 1:25,000 도엽의 정밀토양도를 이용하여 금회 과업 유역 내의 토양분포 상황을 살펴본 바, SCS의 수문학적 토양군 중 침투율 크고 표토토성이 사질이나 미사질양토 등으로 구성되며, 화성암과 제4기층을 포함하고 있는 TYPE A는 유역 전반에 걸쳐 임야 및 간이 초지의 형태로 분포되어 있다.

한편, ArC, BeB, StC 등 침투가 대체로 크고 사양토와 양토 등으로 구성되며, 퇴적암과 화성암을 포함하고 있는 TYPE B에는 하천주변지역을 따라 과수원이나 밭이 형성되어 있다. CGC, IgC, YjB 등 침투가 대체로 불량하고 세사양토, 식양질 등으로 구성된 TYPE C는 주로 하천범람지내의 토양으로 논과 밭이 형성되어 있다.

상기의 언급된 정밀토양도에 대한 SCS의 수문학적 토양별 분류기준은 미 토양보존국 SCS(현재 NRCS)와 한국농촌진흥청이 정밀토양도 제작시 미 농무성(U.S. Department of Agriculture)의 토양분류기준을 기초로 제작했기 때문에 다음의 【표 3.1-8】 SCS의 분류기준으로 수문학적 토양군별로 재분류가 가능하다. 즉, 토성, 토양심도, 토양배수, 토양팽창, 유기물함량에 대한 SCS와 농촌진흥청의 분류기준을 정량적으로 비교, 검토하여 정밀토양도상의 토양통을 SCS의 수문학적 토양군 A, B, C, D로 분류기준을 적용할 수 있다. 이를 정정화 등(1995)은 위 연구를 기초로 토성, 배수등급, 투수성, 투수저해토층의 유무 및 출현깊이, 지하수위 등 침투수량을 지배하는 요인들을 적용하고, 우리나라 토양의 주 점토광물이 비팽창성인 Kaoline계이므로 투수가 점토의 절대함량이나 불투층, 지하수위 등에 지배되고 있기 때문에 토양의 수축 및 팽창을 고려하지 않고 정밀토양도상의 토양통을 SCS의 수문학적 토양군 A, B, C, D로 재분류하였다.

그 결과는 【표 3.1-9】 과 같고, 【표 3.1-10】 , 【표 3.1-11】 과 【그림 3.1-7】 은 금회 과업유역 내에 속한 정밀토양도 토양통들을 정정화 등이 제시한 기준에 의해 재분류한 결과이다.

【표 3.1-8】 SCS 수문학적 토양군의 분류기준

토 양 형	토 양 의 특 성	침투율(mm/h)
TYPE A	낮은 유출율 (Low Runoff Potential) 침투율이 대단히 크며 자갈이 있는 부양질, 배수 매우양호 (High Infiltration Rate)	7.62-11.43 (0.3 ~ 0.45inch)
TYPE B	침투율이 대체로 크고 (Moderate Infiltration Rate) 돌 및 자갈이 섞인 사질토, 배수 대체로 양호	3.81-7.62 (0.15 ~ 0.30inch)
TYPE C	침투율이 대체로 작고, 대체로 세사질토양층, 배수 대체로 불량	1.27-3.81 (0.05 ~ 0.15inch)
TYPE D	높은 유출율 (High Runoff Potential), 침투율이 대단히 작은 점토질 중 류의 토양으로 거의 불투성, 배수 대단히 불량	0-1.27 (0 ~ 0.05inch)

【표 3.1-9】 과업 구역의 SCS 토양군별 면적

구 분	토양 TYPE별 면적 (km ²)				계 (km ²)
	A	B	C	D	
교성천	7.74	3.93	1.98	3.08	16.73

【표 3.1-10】 과업 구역의 SCS 토양 종류별 특성

토 양 형	토 양 부 호	토 양 의 특 성				
		표토의 토성	배수등급	토지이용 추천	토양유형	모래 및 퇴적양식
TYPE A	CaE3, CmF2, SgE2, SmE3	미사질양토, 사양토, 양질사토, 양토	매우양호	간이초지, 임지, 기타	미숙, 사질전, 기타	변성암, 제4기층, 화성암, 퇴적암
TYPE B	ArC, AsC2, AsD2, AsE2, BeB, BeC, OnC2, OnD2, SE, SoE2, SoE3, StC	미사질양토, 사양토, 세사양토, 양토	양호	간이초지, 과수, 상전, 임지, 전, 기타	미숙, 미숙전, 보통전, 사질전, 화산회전, 기타	제4기층, 화산회, 화성암, 퇴적암
TYPE C	CGC, IgB, IgC, JiB, JiC, MdE, YjB, YjC	미사질양토, 사양토, 양토	약간양호 약간불량	과수, 상전, 답, 전, 집약초지	미숙답, 보통답, 사질답, 중심전	제4기층, 화성암, 퇴적암
TYPE D	GaD2, GlC2	미사질식양토, 미사질양토, 사양토, 양질세사토, 양토	불량 매우불량	답	습답, 염해답	제4기층, 화성암, 퇴적암

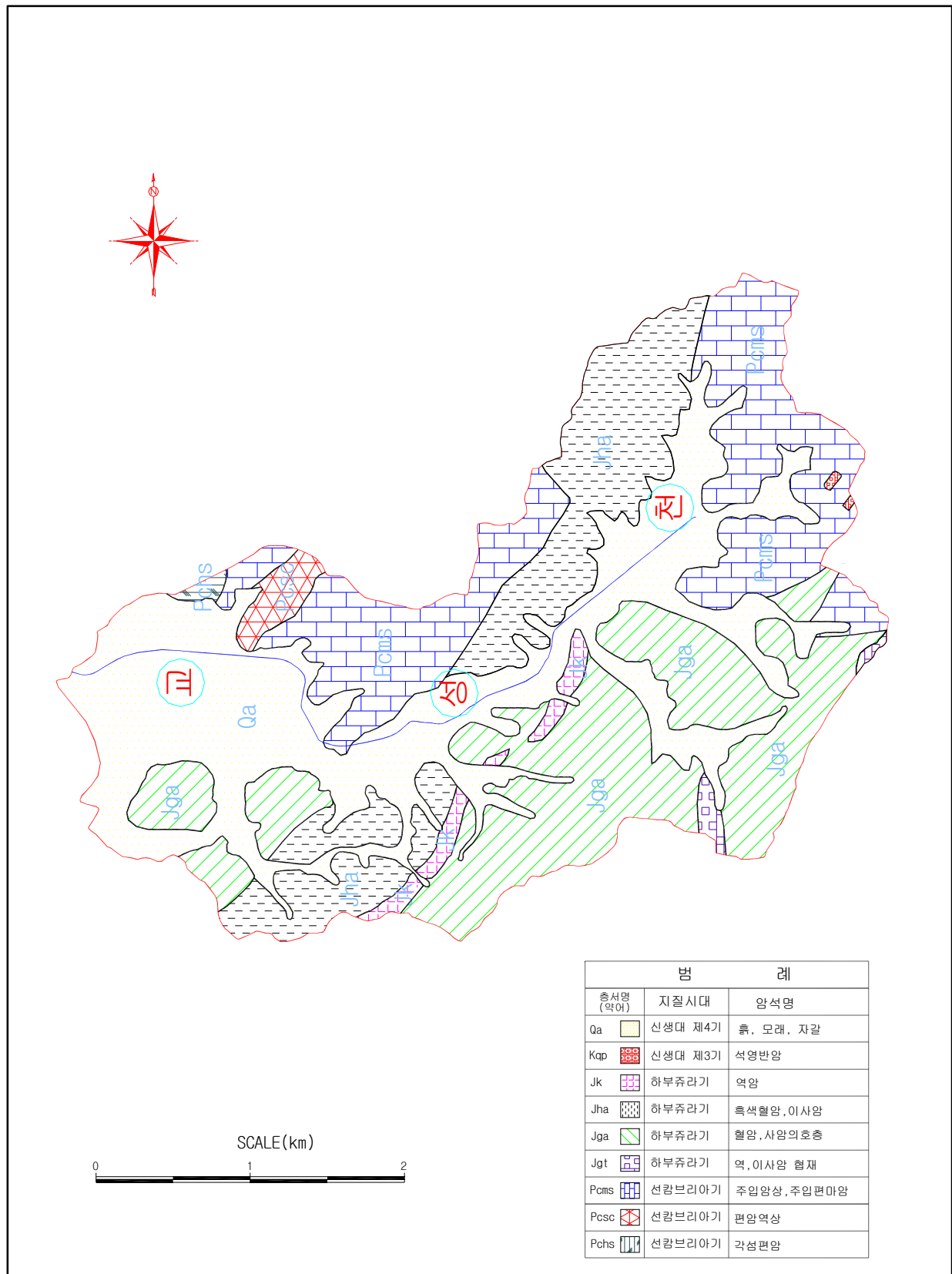
【표 3.1-11】 정밀토양도 토양통의 수문학적 분류

Hydrologic group	Class Marks	Soils series pertinent
TYPE A	16	비천, 대본, 가파, 홍천, 해리, 화봉, 황용, 홍문, 입석, 일평, 미악, 낙동, 온평, 토계
	15	백수, 금천, 행산, 학곡, 하사, 장천, 적악, 명지, 남계
	14	압곡, 본량, 북평, 천부, 청심, 단북, 덕천, 덕계, 금악, 고천, 구좌, 과천, 관악, 한림, 이산, 매곡, 무이, 나리, 녹전, 오대, 외산, 오펡, 풍천, 사동, 삼각, 산방, 성인, 신엄, 송산, 월곡
	13	알봉, 아라, 청산, 대흘, 도산, 의성, 은곡, 가천, 감산, 강서, 행원, 지곡, 주천, 중동, 마지, 민악, 낙산, 남양, 너곡, 사두, 상주, 성산, 수암, 울산, 월정, 월령, 영동, 영일, 예산, 유원
TYPE B	12	북내, 병악, 창곡, 초봉, 추계, 다인, 덕산, 동암, 갈곡, 김녕, 고산, 규암, 하모, 한경, 흑악, 회곡, 호계, 이현, 임동, 이목, 임산, 이원, 장계, 정자, 조천, 죽암, 주곡, 매봉, 마곡, 마령, 물금, 낙서, 남원, 녹산, 오산, 표선, 사촌, 산계, 사라, 신불, 신기, 송당, 수북, 통천, 용곡, 용계, 울릉, 월산
	11	안미, 안룡, 아산, 백산, 반호, 봉산, 부여, 차항, 추산, 대곡, 대흥, 도동, 도계, 도진, 음성, 감천, 감곡, 근산, 괴산, 공산, 귀산, 군산, 광포, 과림, 학포, 하빈, 향목, 장산, 저동, 점곡, 정동, 진천, 중암, 망실, 마산, 미산, 나산, 논고, 논산, 노로, 석계, 석토, 신현, 송정, 석천, 신정, 태화, 우곡, 운곡, 완산, 원곡, 위미, 연대, 용당
TYPE C	10	범평, 춘도, 단성, 도천, 동귀, 가포, 금지, 구엄, 교래, 흑석, 화순, 이도, 장성, 제천, 제주, 중문, 만항, 무등, 낙천, 남곡, 남평, 오라, 평대, 유천, 신담, 송악, 토평, 토산, 운봉, 원지, 영월, 유하, 염포
	9	안덕, 칠곡, 천평, 칠원, 대구, 대원, 대산, 덕곡, 동흥, 금진, 금곡, 구곡, 행곡, 학산, 함평, 화수, 인제, 인성, 만성, 오천, 옥계, 삼암, 용지
	8	애월, 안계, 반산, 비곡, 청원, 강진, 임곡, 장유, 진도, 진목, 지산, 미탄, 아산, 판곡, 신흥, 시례, 영산, 용강, 울곡, 울포, 왕산
TYPE D	7	가곡, 방기, 방곡, 부곡, 천곡, 청계, 초계, 춘천, 춘포, 대정, 달동, 덕평, 도곡, 동송, 동호, 가곡, 각화, 강동, 강정, 극락, 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
	6	악양, 백구, 반천, 반곡, 봉곡, 봉계, 봉남, 부용, 창평, 철원, 청풍, 달천, 다평, 덕하, 등구, 갈전, 금서, 김해, 김계, 공성, 고평, 광주, 광산, 하정, 학성, 흥평, 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
	5	해척
	4	복천, 봉림, 공덕, 고령, 포두, 포리, 포승, 서탄, 신평, 수계, 여수

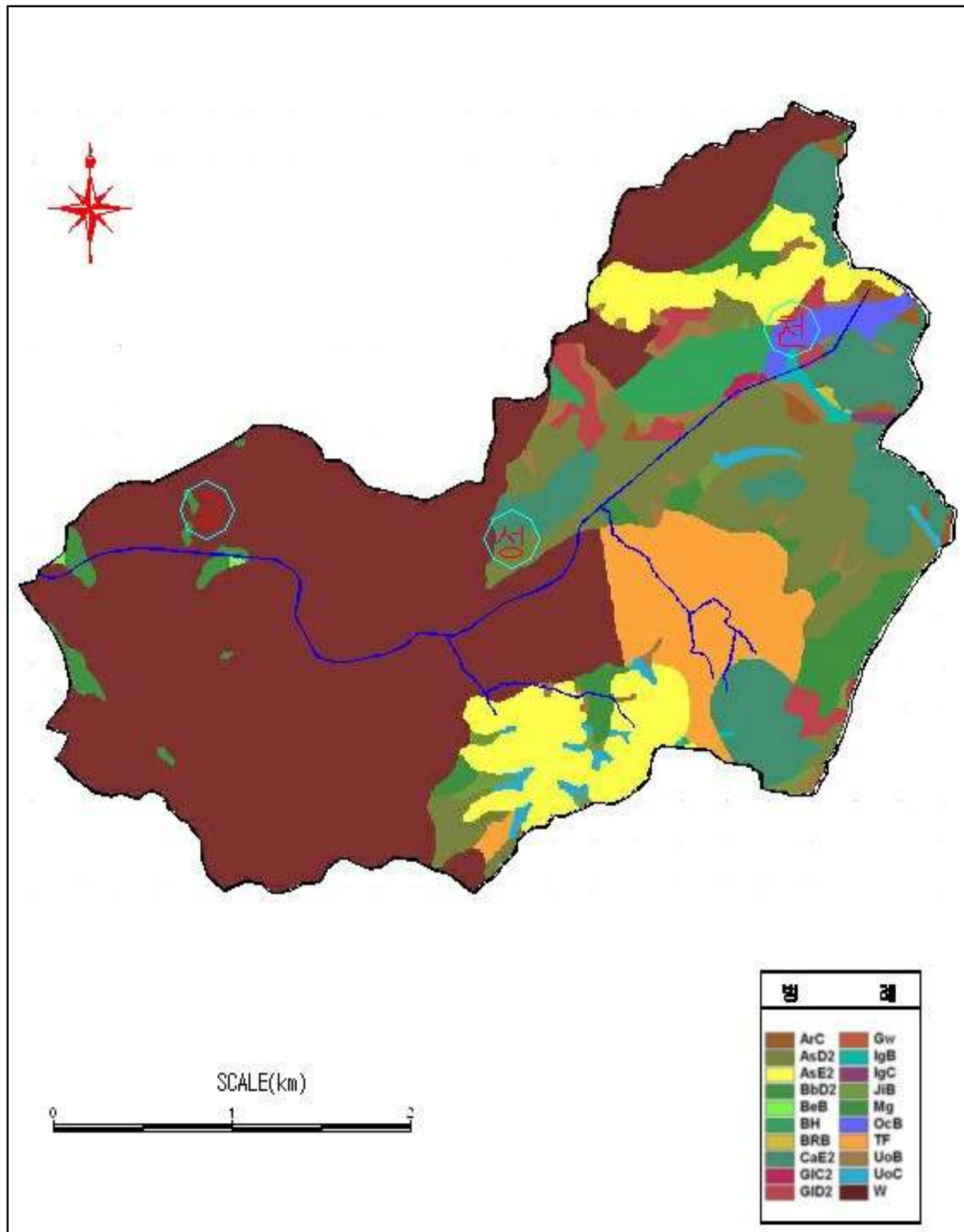
주) 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호(1995),

『유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류(한국농공학회지 제37권 제6호, pp.12-32)』

지 질 도



【그림 3.1-6】
정 밀 토 양 도



【그림 3.1-7】

(2) 하천현황 조사

하천기본계획수립을 위한 하천현황조사는 대상하천 및 유역의 자연적, 생태적, 경관적, 사회적, 법적인 면을 포함한 설계의 목적에 따라, 하천의 제방 및 호안상태, 제방의 독마루폭, 하천 제외지의 식생상태 및 하도상태, 하천구조물의 설치상태 및 설치여부, 하천 주변 환경과의 상관 정도, 대상지내의 개발계획과의 연관계획의 수용성 여부, 하도의 퇴적 및 침식방지를 위한 사방상태, 홍수조절을 위한 홍수조절지 및 저류지 설치상태 등을 조사하여 치수 및 이수, 하천환경보전 및 개발에 도움이 되도록 목적을 정하여 1, 2, 3차에 걸쳐 현황조사를 수행하였다.

금회 과업에서 수행한 기본적인 현황조사 및 자료수집의 내용은 다음과 같으며 조사 내용은 지도위에 표시하고 사진촬영을 통하여 현황을 한눈에 알아보기 쉽게 정리하였다.

(가) 하천자연환경

- 지형, 지질, 토양의 종류, 강우, 기후, 타 하천과의 연계성, 유역내 종단 및 횡단, 하상 및 하안의 재료, 제방 및 호안의 설치여부와 상태, 흔적홍수위, 기타 하도 및 유역의 변천사 등이 포함된다.

- 지 형 : 경사, 고도차, 유역의 종단형상, 지역적 지형의 특수성
- 지 질 : 대상지역의 풍화정도
- 토 양 : 토양의 종류 및 하상의 입경상태
- 제 방 : 제방의 독마루폭 및 제방법면경사, 제방관리상태 및 제방독마루상의 농작물 재배여부
- 호 안 : 호안상태 및 설치유무 조사
- 흔 적 수 위 : 과거 최대 홍수시 흔적수위조사
- 재 해 여 부 : 과거 홍수시 홍수로 인한 피해를 입은 횡수 및 피해정도
- 배수구조물 : 구조물의 종류 및 기능, 배수체계조사

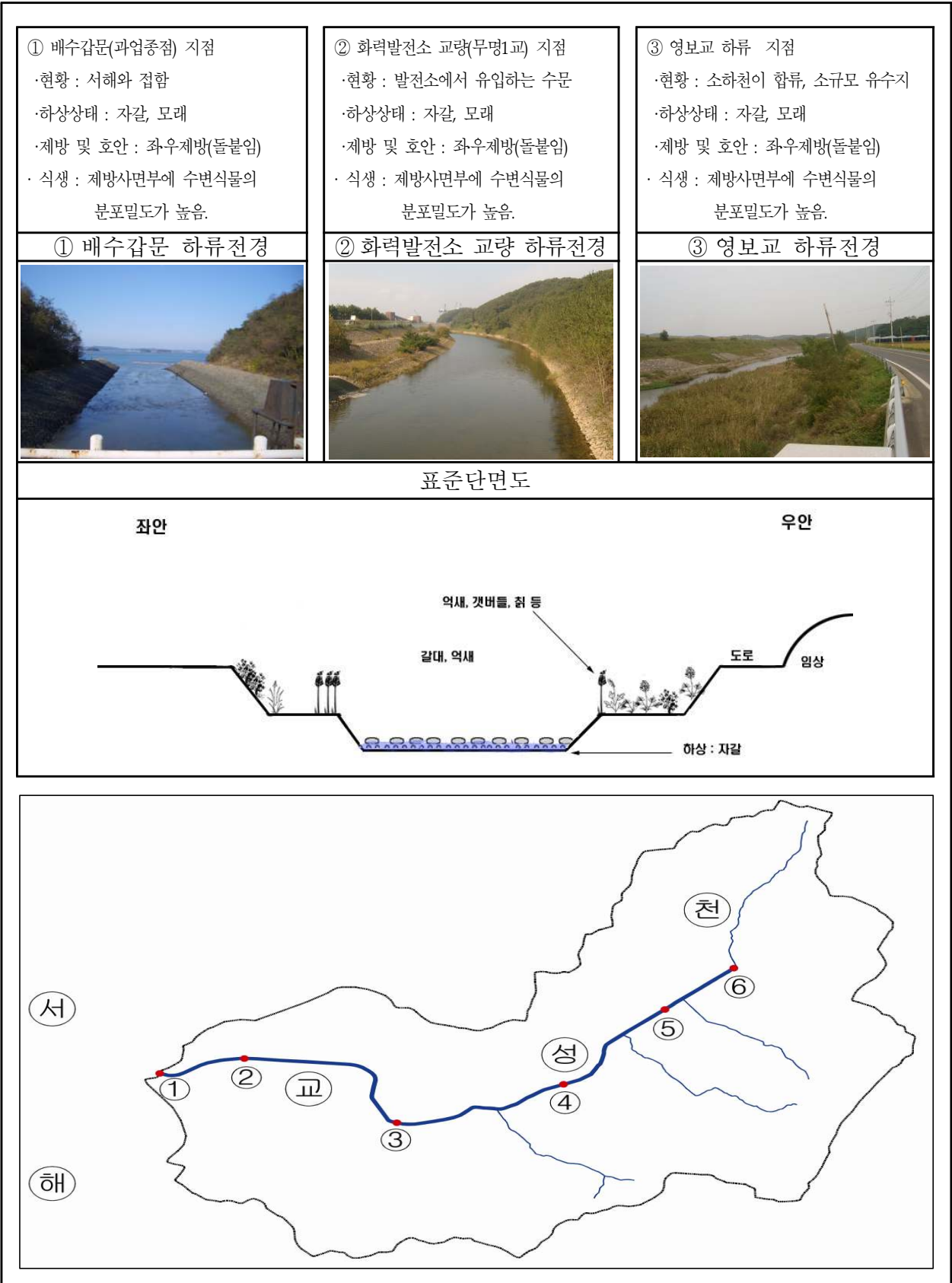
■ 제외지 및 제내지 식물의 종류 및 군락상태

- 식물 : 지역적 특수성과 관계있는 식생, 하도내에 자생하고 있는 식생의 종류 및 군락형태, 식생의 크기 등을 조사하여 수변환경계획 및 하도의 조도계수 산정시 반영

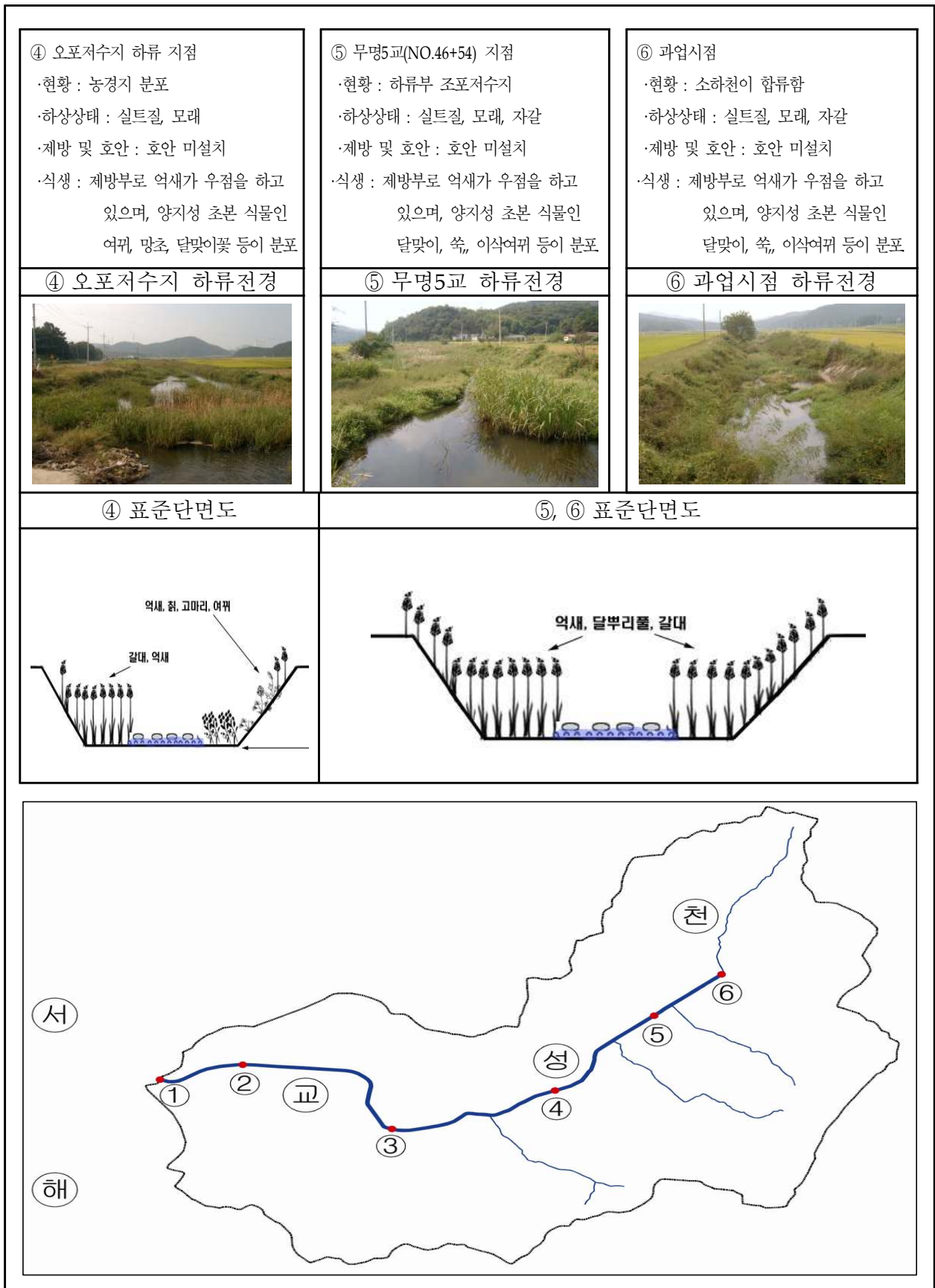
(나) 하천의 이용성

하천주변에 형성된 농업, 임업, 수산업, 양어, 스포츠 및 휴식공간, 주거, 공장 및 산업쓰레기 매립지, 도로 및 교통 등 하천의 이용상태 조사

하 천 조 사 도



【그림 3.1-8】



【그림 3.1-8】 계속

(3) 임 상

교성천 유역내 임야면적은 10.83km²로 전체의 64.74%를 차지하고 있으며 소유권별 임야면적 및 임상별 산림면적을 조사한 결과 전체유역면적의 49.57%인 8.29km²가 사유림이며 국유림이 3.77%인 0.63km², 공유림은 11.40%인 1.91km²로 구성되어 있는 것으로 조사되었다. 교성천 유역의 소유권별 임야면적은 다음 【표 3.1-12】와 같다.

【표 3.1-12】 소유권별 임야면적

하 천	유 역 면 적 (km ²)	구 분	국 유 림			공 유 림			사유림	계
			계	산림청	타부처	계	도유림	시·군유림		
보령시	568.94	면적(km ²)	19.98	17.00	2.98	60.55	49.10	11.45	263.26	343.79
		비율(%)	3.51	2.99	0.52	10.64	8.63	2.01	46.27	60.43
		구성비(%)	5.81	4.94	0.87	17.61	14.28	3.33	76.58	100
교성천	16.73	면적(km ²)	0.63	0.54	0.09	1.91	1.55	0.36	8.29	10.83
		비율(%)	3.77	3.20	0.56	11.40	9.25	2.16	49.57	64.74
		구성비(%)	5.81	4.94	0.87	17.61	14.28	3.33	76.58	100

주) 보령시 통계연보(2006)

교성천 유역의 임상별 임야면적은 10.83km²로 전체 임야면적 중 임목지는 10.47km²로 62.59%이며, 무임목지가 0.36km²로 2.14%인 것으로 나타났다.

교성천의 유역내 임상별 임야면적은 다음 【표 3.1-13】과 같다.

【표 3.1-13】

임상별 임야면적

하 천	유역면적 (km ²)	구 분	임 목 지					무 임지	계
			침엽수	활엽수	혼효림	죽림	소계		
보령시	568.94	면적(km ²)	184.07	52.52	95.48	0.35	332.42	11.37	343.79
		비율(%)	32.35	9.23	16.78	0.06	58.43	2.00	60.43
		구성비(%)	53.54	15.28	27.77	0.10	96.69	3.31	100
교성천	16.73	면적(km ²)	5.80	1.65	3.01	0.01	10.47	0.36	10.83
		비율(%)	34.66	9.89	17.98	0.07	62.59	2.14	64.74
		구성비(%)	53.54	15.28	27.77	0.10	96.69	3.31	100

주) 보령시 통계연보(2006)

(4) 토지이용현황

교성천 유역은 주로 임야가 유역면적의 64% 이상을 차지하고 농경지가 약 19.81%, 그 외 대지, 기타 순으로 이용되고 있으며, 농경지의 70% 이상은 답으로 이용되고 있으며 나머지 30%가 전인 것으로 조사되었다.

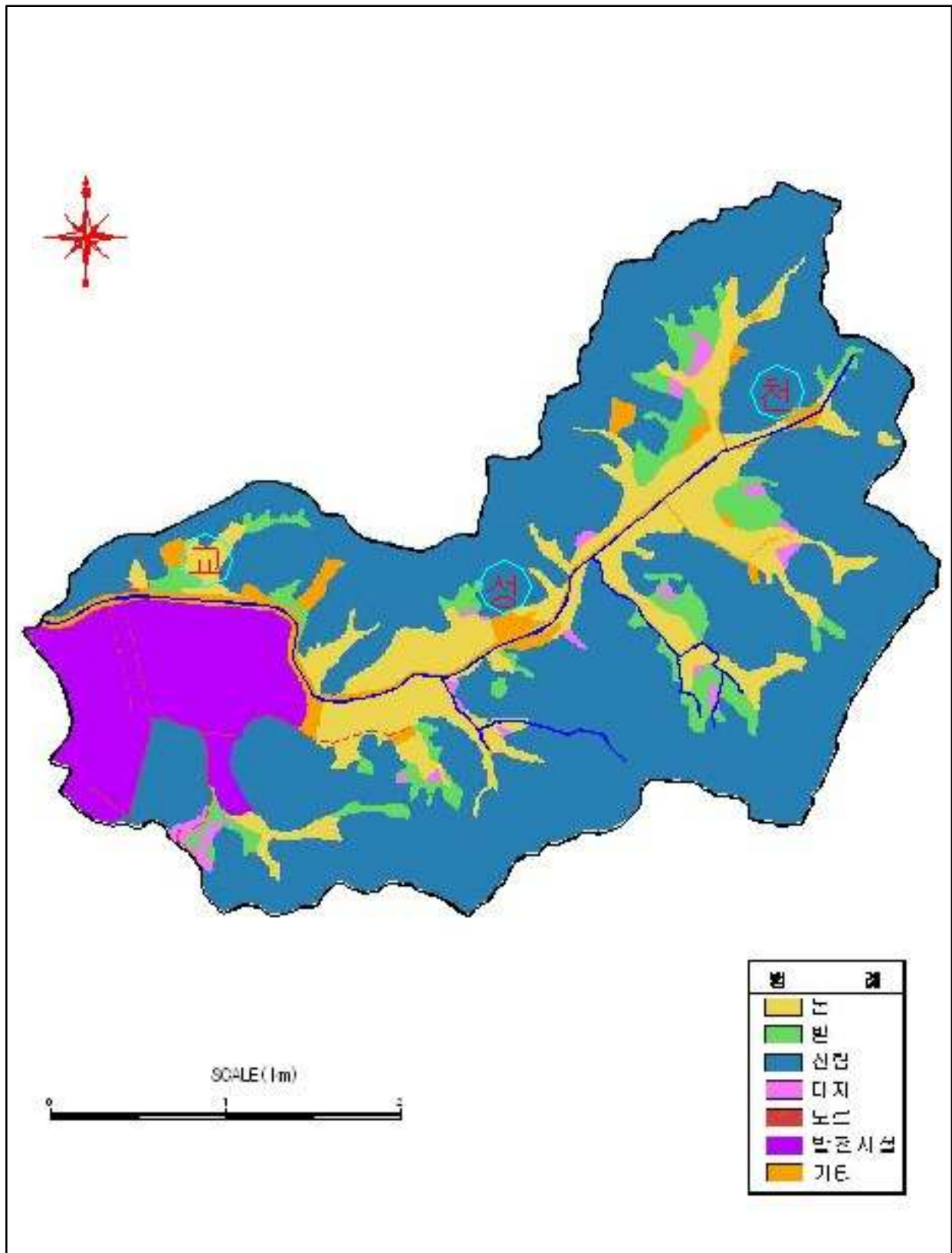
교성천 유역의 토지이용 현황은 다음 【표 3.1-14】에 정리하였다.

【표 3.1-14】

토지이용현황

하 천	유역면적 (km ²)	구 분	농 경 지			대지	임야	기타
			계	답	전			
교성천	16.73	면적(km ²)	3.32	2.32	1.0	0.19	10.83	2.4
		비율(%)	19.81	13.86	5.95	1.14	64.74	14.32

토지이용 현황



【그림 3.1-9】

3.1.3 유역의 사회·문화적 현황

(1) 유역의 사회적 현황

교성천 유역의 행정구역은 충청남도 보령시 오천면 교성2리의 5개리로 1시 1면 6개리로 구성되어 있으며, 유역 내에는 352가구에 총 852인이 거주하고 있으며, 인구밀도는 51인/km²으로 우리나라 평균인구밀도 483인/km²(통계청, 2004)의 약 1/9 수준으로 인구밀도가 아주 낮은 것으로 조사되었다.

유역 내 인구변화 추이를 파악하기 위하여 과거 통계자료(1996~2005년)를 조사하여 분석한 결과 농촌인구 감소 등의 사회적인 현상이 뚜렷하게 나타나 보령시 오천면은 1998년 이후 인구가 지속적으로 감소되는 것으로 나타났다.

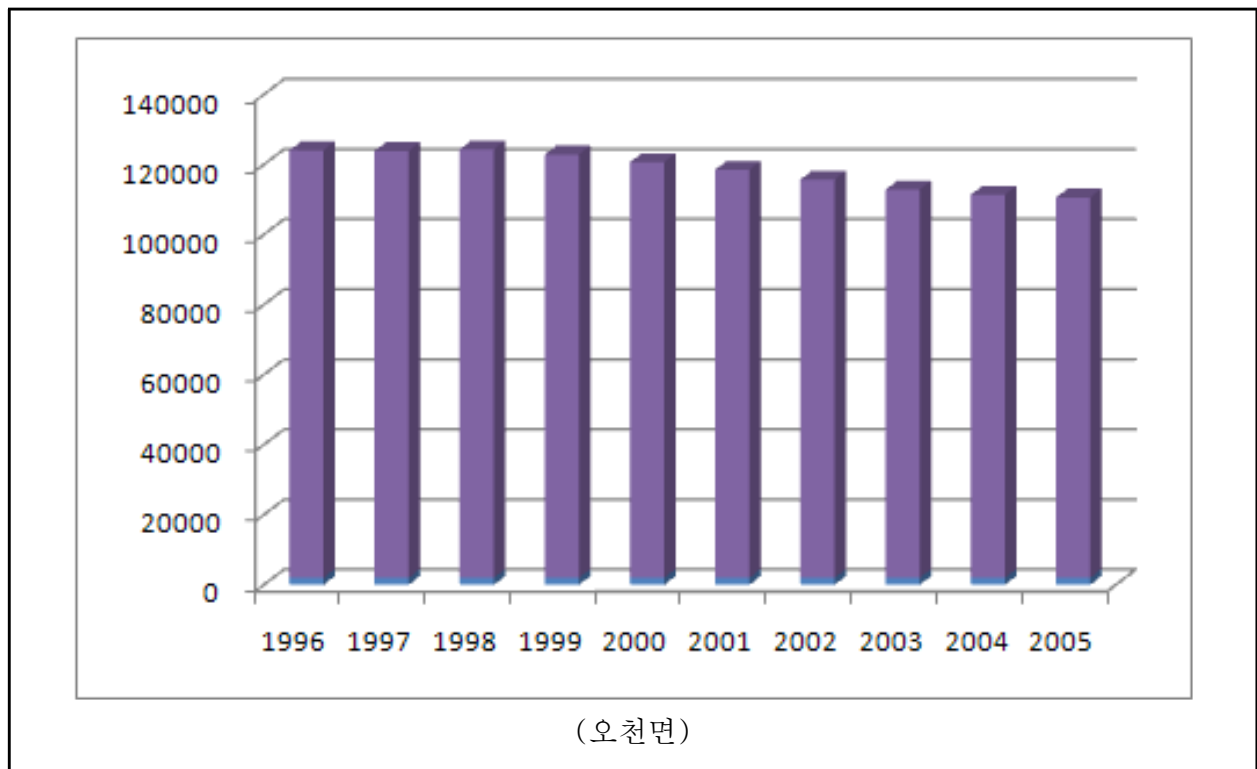
유역 내의 인구변화와 행정구역별 인문현황은 【표 3.1-15】 , 【그림 3.1-10】 및 【표 3.1-16】 , 행정구역도는 【그림 3.1-11】 과 같다.

【표 3.1-15】 연도별 인구변화

행정구역		구분	연 도 별									
시,군	읍,면		1996년	1997년	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
보령	오천	남	61,845	61,847	62,134	61,357	60,148	58,992	57,565	56,116	55,449	55,041
		여	60,244	60,070	60,222	59,532	58,573	57,554	56,155	54,764	53,952	53,598
		계	122,089	121,917	122,356	120,889	118,721	116,546	113,720	110,880	109,401	108,639

주) 보령시 통계연보(2005)

연도별 인구변화



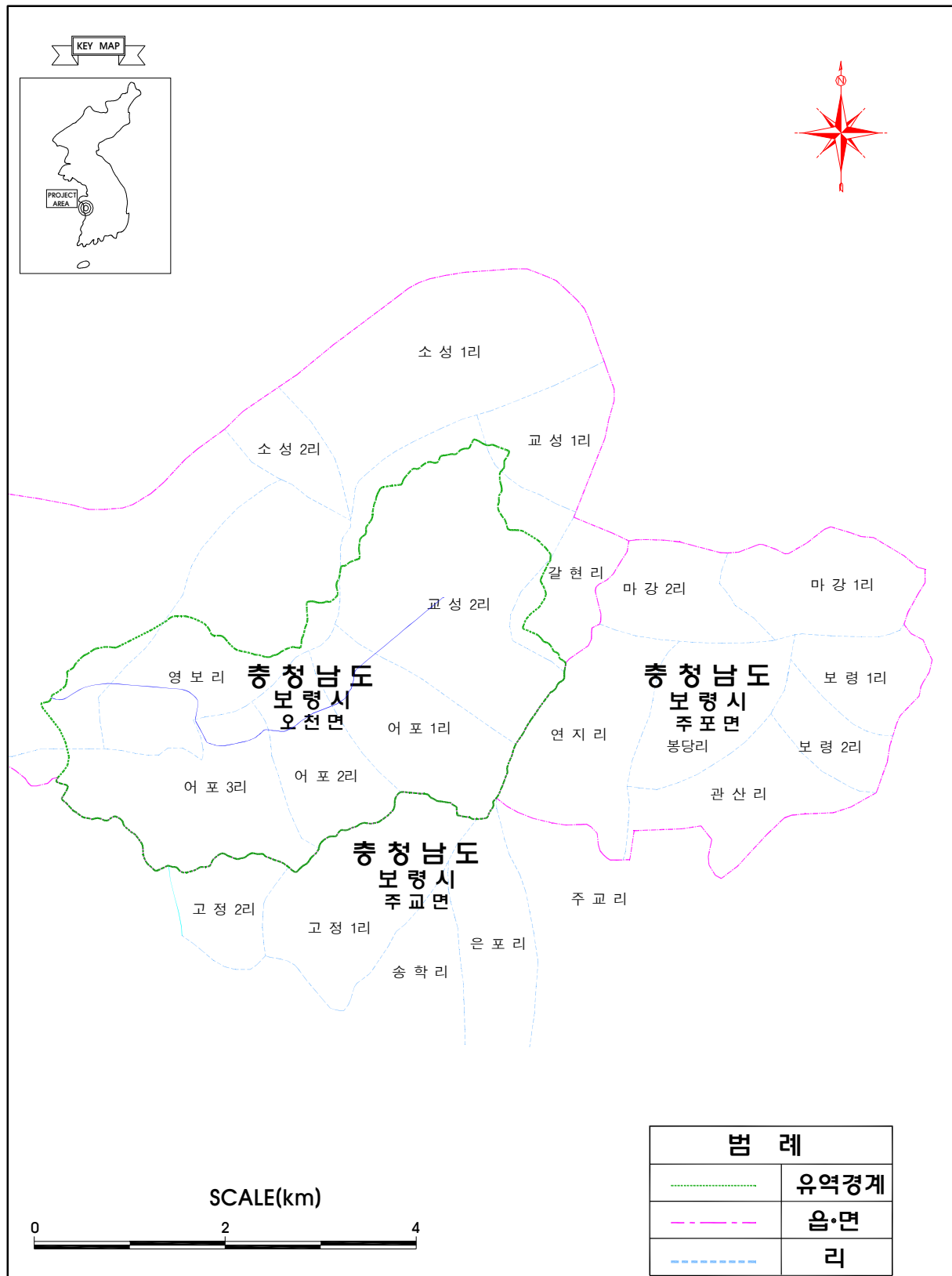
【그림 3.1-10】

【표 3.1-16】

행정구역 및 인문현황

하 천	행 정 구 역			면적 (km ²)	가구수 (세대)	인구현황 (인)	인구밀도 (인/km ²)	비 고
	시,군	읍,면	리,동					
보령시				568.94	41,125	108,639	191	
교성천	보령시	오천면	교성2리	5.68	83	217	39	
			영보1리	2.35	28	69	30	
			영보2리	0.72	23	58	32	
			오포1리	2.64	56	136	52	
			오포2리	1.94	44	105	55	
			오포3리	3.40	118	267	79	
			계	16.73	352	852	51	

행 정 구 역 도



【그림 3.1-11】

(2) 유역의 문화적 현황

(가) 지역의 유래

·오천면 : 백제(百濟)때는 신촌현(新村縣)에 속했으며, 신라(新羅)때는 신읍현(新邑縣)에 속해서 결성군(潔城郡)의 영현(領縣)이었다. 고려(高麗)때는 보령현(保寧縣)에 속했고, 태조(太祖) 5년에 수군첨절도사(水軍僉節度使)의 고을이었다. 세종(世宗)3년에는 도안무처치사(都安撫處置使)의 고을이었다가, 세조(世祖)12년에는 수군절도사(水軍節度使)의 고을로 충청수사영(忠淸水使營)이 있었으며, 조선말엽(朝鮮末葉)에는 보령군(保寧郡) 금신면(金神面)의 지역(地域)인데, 조선(朝鮮) 26대 고종(高宗) 광무(光武) 5년(1901)에 충청수군절도사영(忠淸水軍節度使營)터를 중심으로, 오천군(鰲川郡)을 신설하여 하서(河西), 하남(河南), 천동(川東), 천북(川北)의 네면(四面)을 관할하는 군청(郡廳)의 소재지(所在地)로 오천(鰲川) 동쪽이 되므로 천동면(川東面)이라 하여 군서(郡西), 군동(郡東)외에 25개(個), 동리(洞里)를 관할하다가, 1914년 행정구역(行政區域) 개혁(改革)때에 효자도(孝子島)외 23개리(個里)와 하서면(河西面)의 고대도(古代島)외 17개리(個里)와 장척면(長尺面)의 조곡(鳥谷), 구수(九水) 2개(個)동리(洞里)를 병합, 오천군(鰲川郡)의 이름을 따서 오천면(鰲川面)이라 하여 소성(蘇城), 영보(永保), 오포(烏浦), 교성(校成), 갈현(葛峴), 효자도(孝子島), 원산도(元山島), 삽시도(插矢島), 녹도(鹿島), 외연도(外煙島)의 10개(個)리(개리)를 관할하며 보령군(保寧郡)에 편입(編入) 되었다. '95.1월 1일 법률 제4774호로 대천시와 보령군 통합, 보령시 오천면이 되었다.

·오포리(烏浦里) : 백제(百濟)때는 신촌현(新村縣)에 속했었다. 신라(新羅)때는 신읍현(新邑縣)에 속했으며 고려(高麗)때는 보령현(保寧縣)에 속했었다. 조선(朝鮮)때는 보령현(保寧縣)에 속했다가 이조말엽(朝鮮末葉)엔 오천군(鰲川郡) 천동면(川東面)의 지역(地域)인데 1914년 행정구역(行政區域) 개혁(改革)때 호포리(狐浦里), 심동(深洞), 수정동(水晶洞), 선동(蟬洞), 양촌(陽村), 금암리(金岩里) 일부를 병합하여 오동(烏洞)과 호포(狐浦)의 이름을 따서 「오포리(烏浦里)」라 하여 보령군(保寧郡) 오천면(鰲川面)에 편입(編入) 되었다. '95.1월 1일 법률 제4774호로 대천시와 보령군 통합, 보령시 오천면 오포리로 되었다.

·교성리(校成里) : 백제(百濟)때는 신촌현(新村縣)에 속했었다. 신라(新羅)때는 신읍현(新邑縣)에 속했으며 고려(高麗)때는 보령현(保寧縣)에 속했었다. 조선(朝鮮)때는 보령현(保寧縣)에 속했다가 조선말엽(朝鮮末葉)엔 오천군(鰲川郡) 천동면(川東面)의 지역(地域)으로서 오천향교(鰲川鄉校)가 있으므로 「향교골」 「생교골」이 변하여 「생젓골」 또는 「교동(校洞)」이라 하였는데 1914年 行政區域(행정구역) 改革(개혁)때 웅포동(雄浦洞), 호접동(蝴蝶洞), 김신리(金神里), 태현리(台峴里), 내웅리(內雄里), 금암리(金岩里) 일부와 장척면(長尺面)의 오곡리(烏谷里) 일부를 병합하여 교성리(校成里)라 해서 보령군(保寧郡) 오천면(鰲川面)에 편입(編入)되었다. '95.1월 1일 법률 제4774호로 대천시와 보령군 통합, 보령시 오천면 교성리로 되었다.

·영보리(永保里) : 백제(百濟)때는 신촌현(新村縣)에 속했었다. 신라(新羅)때는 신읍현(新邑縣)에 속했으며 고려(高麗)때는 보령현(保寧縣)에 속했었다. 조선(朝鮮)때는 보령현(保寧縣)에 속해서 이조말엽(李朝末葉)엔 오천군(鰲川郡) 천동면(川東面)의 지역(地域)인데 1914年 行政區域(행정구역) 개혁(改革)때 울변동(栗邊洞), 갈마현동(葛馬縣洞), 우티리(牛峙里), 석소탕동(石所湯洞), 우포리(牛浦里), 진곶지리(津串之里)를 병합하여 영보리(永保里)라 해서 보령군(保寧郡) 오천면(鰲川面)에 편입 되었다. '95.1월 1일 법률 제4774호로 대천시와 보령군 통합, 보령시 오천면 영보리로 되었다.

촌을 이루며 많이 살던 지역이다.

(나) 문화재 및 유적지 현황

교성천 유역내의 문화재 현황을 살펴본 결과 유역내 문화재는 없는 것으로 조사되었으며, 보령시 오천면 관내의 문화재 및 유적지 현황을 【표 3.1-17】 및 문화재 상세현황 【표 3.1-18】에 정리하였다.

【표 3.1-17】 문화재 및 유적지현황

행정구역		국가 지정 문화재							시·도 지정 문화재					계	비고
시·군	읍·면	국 보	보 물	사 적	천 연 기념물	중 무 문화재	요 형 민 자	중 요 속 료	유 형 문화재	기 념 물	무 형 문화재	민 속 자 료	문 화 재 자 료		
보령시	오천	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	-	1	5	

【표 3.1-18】

문화재 현황

구 분	지정번호	명 칭	소 재 지
	천 연 기 념 물	제136호 외연도의 상록수림	충남 보령시 오천면 외연도리 산239
	지방지정 유 형 문 화 재	136호 오천현 관아	충남 보령시 오천면 소성리
		159호 보령유격장군 청덕비	충남 보령시 오천면 소성리 661-12
	지방지정 기 념 물	9호 보령오천성	충남 보령시 오천면 소성리
	지방지정 문 화 재 자 료	137호 오천향교대전	충남 보령시 오천면 교성리 산166

3.1.4 유역의 현황 분석

(1) 유역의 일반적 현황

교성천은 유역면적 16.73km², 유로연장 7.95km의 소규모 유역을 형성하고 있으며, 서해로 유입하는 하천으로 5개의 소하천을 지류로 포함하고 있는 하천이다. 유역의 평균폭과 형상계수가 각각 2.10km, 0.26로 다소 낮은 편으로 분석되었으며, 유역의 형상은 수지상의 유역인 것으로 판단된다. 또한 유역의 평균고도와 평균경사는 각각 EL.54.37m, 13.02%로 나타났으며, 유역의 상류부로 갈수록 평균고도와 하상경사가 높아지는 경향을 보이고 있다.

【표 3.1-19】 유역의 일반현황

하 천	지 점	유역면적 A(km ²)	유로연장 L(km)	평균폭 (km)	형상계수	평균고도 (EL.m)	평균경사 (%)	비 고
교성천	하 구	16.73	7.95	2.10	0.26	54.37	13.02	

(2) 유역의 자연적 현황

(가) 유역의 지형은 동쪽이 높고, 서쪽이 낮은 동고서저형의 지형을 나타내고 있으며, 50% 이상이 산지로 형성되어 있고, 수지상의 유역 형상을 나타내고 있다.

(나) 유역의 지질은 현세통, 불국사통, 신라통, 대동통의 4개 통으로 구성 되어있다.

(다) 유역의 토양분석 결과 총 20개의 토양통으로 구성되어 있는 것으로 조사되었다.

(라) 유역 내 토지이용 현황은 농경지 19.81%, 임야 64.74%, 대지 1.14%, 기타 14.32%로 대부분 임야와 농경지로 구성되어 있으며, 농경지 면적은 답이 70%, 전이 30%로 많이 분포하고 있다.

(3) 유역의 사회·문화적 현황

유역내에는 총 352가구에 852명의 인구가 거주하고 있으며, 과거 자료를 수집하여 인구변화를 분석한 결과 보령시 오천면은 1998년 이후 인구가 지속적으로 감소되는 것으로 나타났으며 이러한 추세는 향후 계속될 것으로 판단된다. 문화재 현황을 살펴본 결과, 과업하천 유역내에는 문화재가 없는 것으로 조사되었다.

3.2 수문 조사

3.2.1 수문 관측소 현황

교성천 유역의 수문설계를 위한 기초수문자료를 획득하기 위해 유역내 또는 유역의 인근에 위치하고 있는 강우관측소, 수위 및 유량관측소, 기상관측소에 대하여 조사하여 관측소의 현황을 파악하였으며, 각 관측소에서 보유하고 있는 기록에 대한 신뢰성을 파악하여 수문 분석에 대한 적용성 유무를 판단하였다.

(1) 우량 관측소

교성천유역내에는 우량관측소가 전무하며 기상청 관할의 보령관측소가 유역에 영향을 미치는 유일한 관측소로 나타났다. 다음 【표 3.2-1】에 나타난 보령관측소의 우량자료를 이용하여 유역의 수문분석을 수행하기 위해 유역의 중심으로부터의 거리, 시우량 및 일강우 보유기록의 연속성 및 지형적인 특성, 강우의 진행방향 등을 고려하여 검토한 결과 기상청 관할 보령관측소의 자료를 이용하여 수문분석을 실시하는 것이 가장타당 할 것이라 판단되었다. 유역인근에 위치하고 있는 관측소에 대한 일반적인 현황과 자료보유 기간은 【표 3.2-1】와 같다.

【표 3.2-1】 강우관측소 현황

관측소	위 치			관 측 개시일	관측 종별	관 할 관서명	시 우 량 보유현황
	행 정 구 역	경 도	위 도				
보 령	충남 보령시 요암동 132-1	126° 33′ 34″	36° 19′ 27.3″	1973. 1. 1.	자기	기상청	34개년

(2) 수위관측소

수자원개발계획 및 하천관리이용에 정확한 수문자료를 제공하기 위해서는 수위관측소를 설치하여 지속적인 수위관측 및 유량측정을 실시하여 수위-유량관계를 정립하는 것이

필요하다.

본 과업 유역에는 수위 및 유량관측시설이 전무한 것으로 조사되었으며 유역인근의 수위 및 유량관측시설로는 국토해양부관할 금강 유역의 구룡수위관측소가 설치되어 운영되고 있다.

【표 3.2-2】 수위관측소 현황

관측소명	수계명	하천명	관측종별	위 치			관측개시일	관할관서명	비고
				행정구역	경도	위도			
구 룡	금 강	지 천	T/M	충남 부여군 은산면 회곡리	126-51-40	36-19-24	'73. 1.	국토해양부	

(3) 기상관측소

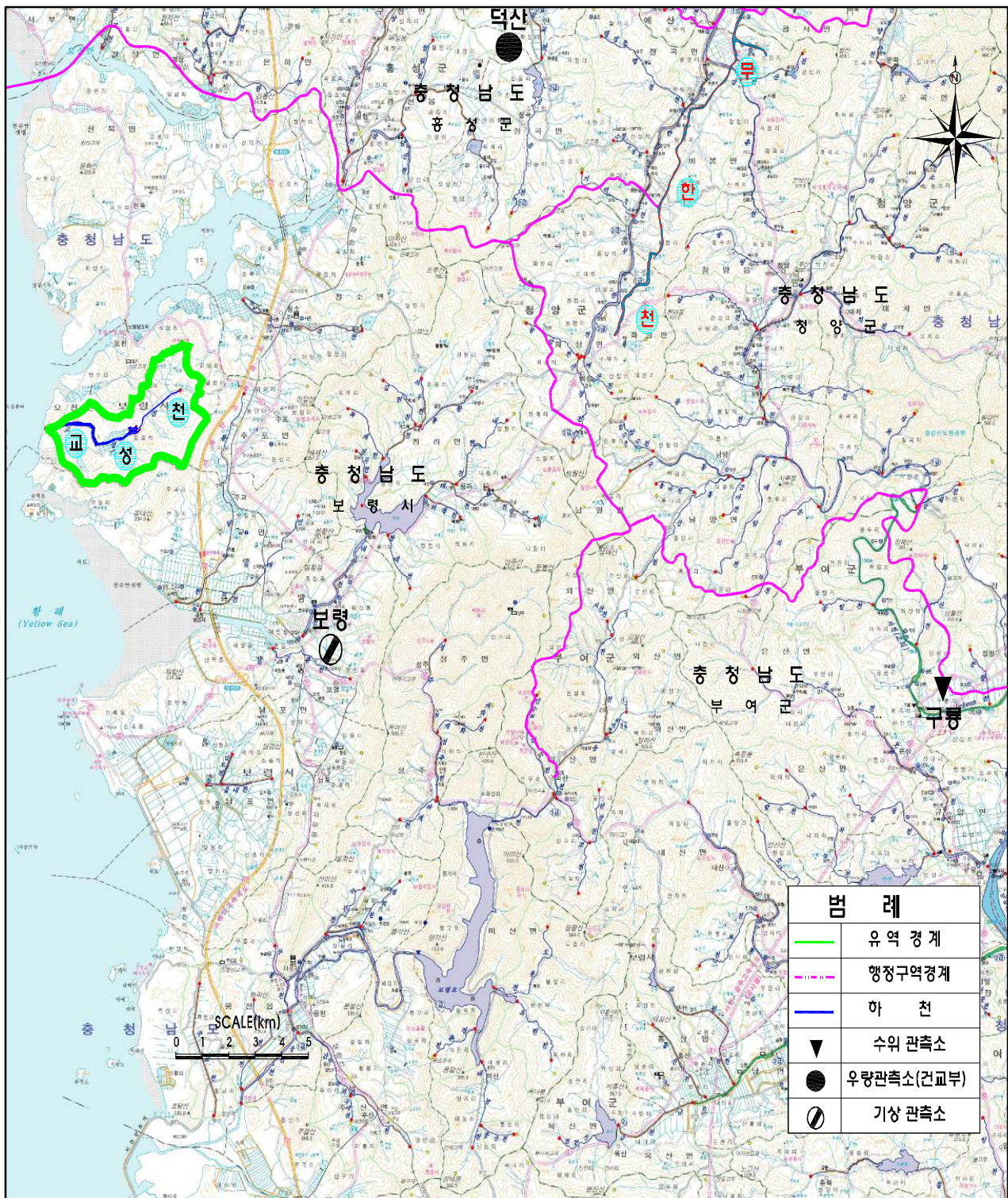
일반적으로 기상자료는 기온, 습도, 풍속, 증발량, 천기일수 등을 말하며, 이들 자료는 수문현상 뿐만 아니라 수문분석에 직·간접적으로 영향을 주는 요소들이다. 따라서 신뢰성 있는 기상자료의 확보 또한 효율적인 수자원계획을 위하여 중요한 요소라 할 수 있을 것이다.

본 과업하천 유역내에는 기상학적 특성을 분석할 수 있는 기상관측소가 없는 실정이므로 유역 인근에 위치한 보령관측소의 1973년 ~ 2006년(34개년) 관측기록에 의한 본 유역의 일반적인 기상특성을 파악하였으며 기상관측소 현황 및 수문관측위치도는 【표 3.2-3】 및 【그림 3.2-1】 와 같다.

【표 3.2-3】 기상관측소 현황

관측소	위 치 (Location)			해발고 (EL.m)	관측개시일	관측종별	관할관서명
	지명	경도	위도				
보령	충남 보령시 요암동 132-1	126° 33′ 34″	36° 19′ 27.3″	15.1	1973. 1. 1.	자기	기상청

수문관측소 위치도



【그림 3.2-1】

3.2.2 수문관측 기록

하천 유역에 대한 수문특성을 분석하고, 계획수문량을 결정하기 위해서는 장기간의 수문 관측기록이 필요하다. 이를 위하여 전술한 수문관측소 중 비교적 장기간의 관측자료를 보유하고 있고, 자료의 신뢰성이 확보되는 것으로 판단되는 관측소를 선정하였으며, 이들 관측소의 수문기록을 체계적으로 정리 수록하여 금회 계획의 기초자료로 사용될 수 있게 하였다.

(1) 강 우

교성천 유역 인근에 위치한 보령우량관측소의 자료를 수집하여 자료의 신뢰성, 강우 기록기간, 동질성 및 일관성 등의 방법을 통하여 비교, 분석한 결과 다른 관측소에 비하여 양질의 기록을 보유하고 있으며, 강우기록 기간 30개년 이상 일강우 자료를 보유하고 있어 수문분석에 가장 통계적 유의성을 확보할 수 있는 것으로 판단되어 본 과업에서는 1973년부터 2006년까지의 강우기록을 이용하여 지속기간별, 연속최대, 월평균강우량에 대한 자료를 수집·체계적으로 정리하였다.

각 연도별 기간별 최대강우량 및 월별강우량은 다음 【표 3.2-4】 ~ 【표 3.2-5】 및 【그림 3.2-2】 과 같다.

【표 3.2-4】 보령관측소 지속기간별 연최대 강우기록

구분 (년)	1일최대		2일최대		3일최대		년평균 강우량 (mm)
	발생일	강우량 (mm)	발생일	강우량 (mm)	발생일	강우량 (mm)	
1973	6월29일	47.4	6월28일~30일	48.4	6월27일~30일	67	732.7
1974	7월08일	185.9	8월29일~31일	228.3	8월29일~9월01일	244.6	1471.6
1975	8월05일	123.8	8월06일~08일	129.4	8월06일~09일	129.4	1239.8
1976	8월22일	86	8월22일~24일	87.6	8월22일~25일	90	874.9
1977	8월07일	94.3	8월06일~08일	95.9	8월05일~08일	95.9	807.7
1978	8월19일	84.9	8월18일~20일	118.8	8월17일~20일	144.6	1007.6
1979	8월04일	271.8	8월04일~06일	282.9	8월04일~07일	282.9	1549.7
1980	5월24일	166.6	5월23일~25일	169	5월22일~25일	169	1330.6
1981	7월11일	220.5	7월10일~12일	223.5	7월11일~14일	226	1216.8
1982	8월20일	108	8월20일~22일	108	8월20일~23일	117	800.0
1983	8월09일	106	8월08일~10일	108	8월18일~21일	147.5	1364.2
1984	8월14일	138	8월13일~15일	190.5	8월12일~15일	190.5	1287.9
1985	7월06일	122.5	7월06일~08일	185.4	7월06일~09일	186.5	1556.8
1986	7월11일	136.4	7월10일~12일	141	7월09일~12일	146.8	1344.9
1987	7월21일	267.1	7월21일~23일	298.3	8월27일~30일	332.7	1897.5
1988	7월14일	75.7	7월13일~15일	102.8	7월14일~17일	123.2	725.0
1989	9월14일	181.1	9월14일~16일	188.5	9월14일~17일	207.4	1298.5
1990	8월20일	97.1	6월19일~21일	137.3	6월18일~21일	174.3	1451.0
1991	9월26일	93.1	9월04일~6일	117.4	9월03일~06일	125.5	1116.9
1992	8월26일	188	8월25일~27일	192	8월24일~27일	228	1132.3
1993	6월28일	130.5	6월28일~30일	131.5	6월27일~30일	133	1162.1
1994	6월29일	166	6월30일~7월02일	176	6월29일~7월02일	209.5	1269.0
1995	8월24일	406.5	8월23일~25일	570.5	8월23일~26일	610.5	1459.5
1996	10월02일	71.5	6월16일~18일	101	6월15일~18일	101	899.6
1997	6월24일	158.5	7월04일~06일	172.5	7월03일~06일	172.5	1442.3
1998	9월29일	106	8월10일~12일	138.5	8월09일~12일	146.5	1397.2
1999	8월02일	145.5	8월01일~03일	161	7월31일~8월03일	163	1284.1
2000	8월26일	286	8월25일~27일	345	8월24일~27일	472	1515.4
2001	7월20일	121.5	7월19일~21일	134.5	7월18일~21일	134.5	903.7
2002	8월06일	199.5	8월05일~07일	228	8월04일~07일	228	1453.2
2003	8월18일	146	8월17일~19일	174.5	8월18일~21일	198.5	1343.7
2004	6월19일	141	6월18일~20일	145	6월17일~20일	172.5	1216.2
2005	9월20일	109	9월20일~22일	109.5	7월08일~11일	128	1265.5
2006	7월11일	85	7월10일~20일	95	7월09일~12일	109	831.4
최대	8월26일	286	8월25일~27일	345	8월24일~27일	472	1897.5
2위	8월04일	271.8	7월21일~23일	298.3	8월27일~30일	332.7	1556.8
3위	7월21일	267.1	8월04일~06일	282.9	8월04일~07일	282.9	1549.7

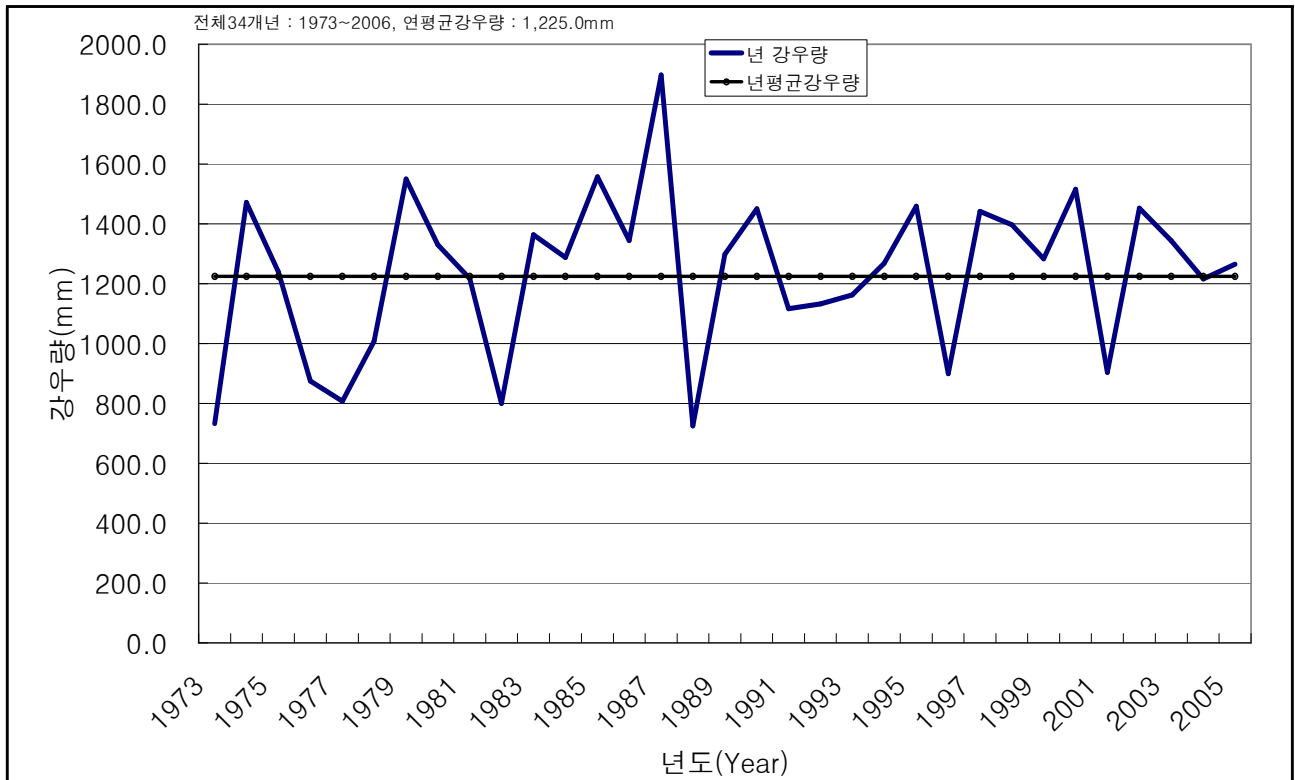
【표 3.2-5】

보령관측소 월별 강우량

단위 : mm

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전 년
1973	57.0	16.4	1.9	84.5	91.6	103.9	100.0	92.7	106.1	35.8	29.6	13.2	732.7
1974	17.4	39.7	48.2	186.0	185.6	60.3	459.0	305.5	79.1	55.2	11.7	23.9	1471.6
1975	9.6	8.7	96.2	142.0	98.6	57.7	211.7	251.7	232.2	41.5	40.4	49.5	1239.8
1976	17.1	85.0	10.5	111.2	40.7	90.9	93.4	250.2	26.5	66.0	45.7	37.7	874.9
1977	6.8	1.5	27.8	150.4	80.0	79.1	161.5	115.4	74.1	5.2	66.5	39.4	807.7
1978	29.2	30.8	60.7	16.4	10.0	263.3	254.0	198.6	39.7	45.5	23.3	36.1	1007.6
1979	35.9	68.4	63.4	132.3	95.6	328.5	138.6	373.8	199.7	46.6	38.8	28.1	1549.7
1980	30.8	13.3	56.1	163.2	237.6	236.1	283.5	102.1	17.0	103.0	31.2	56.7	1330.6
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	1216.8
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	1364.2
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	1287.9
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	1556.8
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	1344.9
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	1897.5
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	1298.5
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	1451.0
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	1116.9
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	1132.3
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	1162.1
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	1269.0
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	1459.5
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	1442.3
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	1397.2
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	1284.1
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	1515.4
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	1453.2
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	1343.7
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	1216.2
2005	5.8	35.8	30.0	73.5	48.5	155.0	260.5	291.5	282.5	21.0	18.0	43.4	1265.5
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
평 균	28.0	28.8	43.9	84.8	89.7	146.5	252.2	284.3	125.2	54.6	55.2	31.6	1,225.0

연강수량 변화추이(보령)



【그림 3.2-2】

(2) 수위 및 유출

(가) 수위 및 유량

유역인근의 수위관측소 중 가장 거리가 가까운 【표 3.2-6】의 구룡 수위관측소는 자료년 수도 충분하여 본 과업의 유출분석 대상지점으로 선정하였다.

유출분석 대상지점으로 선정한 구룡 수위관측소의 기 개발된 수위-유량관계곡선식을 토대로 수위에 따른 유량으로 환산하였으며, 구룡 수위관측소의 개발 시기에 따른 환산유량의 연속성, 하상 등 지형상의 변화로 인한 환산유량 값의 변화 등을 감안하여 최근자료(1985~2005년)로 수위-유량관계곡선식을 채택하고, 유출분석을 실시하였다. 수위-유량관계 곡선식은 다음 【표 3.2-6】과 같다.

【표 3.2-6】 구룡관측소 수위-유량 관계곡선식

지점	수위 - 유량 곡선식		분석기간 (년)	자 료 출 처
	적용 범위	관계식		
구 룡	$0.03 \leq h \leq 1.00$	$Q = 43.519h^{1.974}$	2000	한국수문조사연보 (2000, 국토해양부)
	$1.00 \leq h < 5.79$	$Q = 1.459(h + .911)^{3.176}$		
	$1.07 \leq H$	$Q = 2.19237(H + 0.70)^{3.3257}$	1997	유량연보 (1997, 국토해양부)
	$1.07 > H$	$Q = 0.50268(H + 0.70)^{5.9030}$		
	$0.64 \leq H$	$Q = 3.71839(H + 0.55)^{3.04614}$	1998	유량연보 (1998, 국토해양부)
	$0.64 > H$	$Q = 1.90834(H + 0.55)^{6.91174}$		
	$0.09 \leq h \leq 4.80$	$Q = 45.3021(h + 0.038)^{1.817}$	2003~2004	금강유역조사 (2004, 한국수자원공사)
	$h \leq 0.8$	$Q = 28.519h^{8.366}$	1989~1992 ,1995	금강하류지역 유량측정조사 보고서 (1995.12, 국토해양부, 금강홍수통제소)
	$h > 0.8$	$Q = 9.150h^{2.612}$		
	$0.34 \leq h \leq 6.59$	$Q = 18.4(h - 0.22)^{2.326}$	1995~1996	금강수계 유량측정조사 보고서 (1997.06, 국토해양부, 금강홍수통제소)
	$H \leq 0.40$	$Q = 54.932(H - 0.076)^{2.723}$	1998~1999	한국수문조사연보 (1999, 국토해양부)
	$H > 0.40$	$Q = 23.176(H - 0.076)^{1.945}$		

(나) 유출 및 수자원 부존량

1) 유 출

교성천 유역내에는 유출량 산정에 이용할 수 있는 수위 및 유량측정 자료가 전혀 없

어 금회 검토에서는 Kajiya 유출고 산정공식, Tank 모형 및 DAWAST 모형 등을 이용하여 월평균 유출량을 산정하여 비교·분석하였다.

가) Kajiya의 유출고 공식

Kajiya 유출고 공식은 1929년 조선총독부의 토목기사인 Kajiya가 만든 공식으로 우리나라의 미계측유역에 많이 적용하였던 월별유출고 산정공식으로 월별 강수량, 유역특성계수(f) 및 월별보정계수(E) 등을 적용하여 유출량을 산정하는 방법으로 다음과 같이 산정한다.

■ Kajiya의 유출고 공식(梶山の 공식)

$$Q_i = C \cdot A$$

$$C = \sqrt{R^2 + (138.6f + 10.2)^2} - 138.6f \pm E$$

여기서, Q_i : 월별 유출량(m^3/s)

A : 유역면적(km^2)

C : 월별 유출고(mm)

R : 우량 관측소의 월별우량(mm)

E : 각 월마다 R 에 의해 변화하는 상수

f : 유역의 상황에 의하여 변화하는 계수

Kajiya 유역특성 계수(f)

유역특성	f
경작지 및 임야가 많고, 경사완만하여 손실우량과대	1.4
경작지 및 임야가 많고, 경사완만하여 손실우량대	1.2
경작지 및 임야가 많고, 경사완만하여 손실우량중	1.0
경작지 및 임야가 적고, 경사급하여 손실우량소	0.8
경작지 및 임야가 적고, 경사급하여 손실우량최소	0.6

☐ 금회적용 f값은

- 경작지 및 임야가 많고 적음
- 경사완급
- 손실우량의 정도를 고려하여 적용하였다.

① 경작지 및 임야면적

- 경작지(답+전)+임야면적 = $(2.32+1.00)+10.83 = 14.15\text{km}^2$ 로 【표 3.1-12】 참조
유역면적의 84.58%를 차지하여 f값을 크게 적용하여야 하고

② 경사의 완급

㉠ 유로경사

- 전반적으로 경사가 완만함

㉡ 유역경사

- 하구지점기준으로 약 13.02%에 해당하여 경사가 완만한 정도로 경사기준으로 볼 때는 f값은 큰 값으로 적용하여야 할 것으로 판단된다.

③ 손실우량의 감소

- 손실우량산정은 현실적으로 판단이 곤란하여 금회분석에서 고려하지 않음
즉 f값의 결정은

- ① 경작지 및 임야면적 기준으로는 f값을 크게 적용
- ② 경사의 완급으로 판단할 때는 f값을 크게 적용
- ③ 손실우량의 감소의 기준으로는 고려하지 않았다.

따라서, 본 과업에서는 유역특성을 고려하여 계수 f값은 1.0을 적용하였다.

Kajiyama 월별 강우량별 보정우량(E)은 【표 3.2-7】 과 같다.

【표 3.2-7】 Kajiya 공식의 보정유량(E)

강우량 (mm)	월별 강우량별 보정유량 (E, mm)							비고
	1월	2월	4월	5월	6월	9월	10월	
0	-2.5	-2.5	5.0	-	-2.0	6.0	7.0	3월, 7월, 8월, 11월, 12월의 보정유량은 0
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	-	

Kajiya 공식을 분석해보면 극한 손실고 K는 유역에서의 최대증발산량의 개념을 갖고 있으며, a값은 기저유출량 개념으로 해석할 수 있다.

상기와 같은 방법에 의해 과업유역의 Kajiya 월평균 유출량은 【표 3.2-8】와 같으며, 총 유출량이 11.42 백만 m^3 으로 추정되었다.

【표 3.2-8】 Kajiya 월평균 유출량

하천명	월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
	백만 m^3	0.21	0.22	0.31	0.74	0.61	0.99	2.68	3.24	1.30	0.47	0.40	0.24	11.42
교성천	m^3/s	0.08	0.09	0.12	0.29	0.23	0.38	1.00	1.21	0.50	0.18	0.15	0.09	4.31

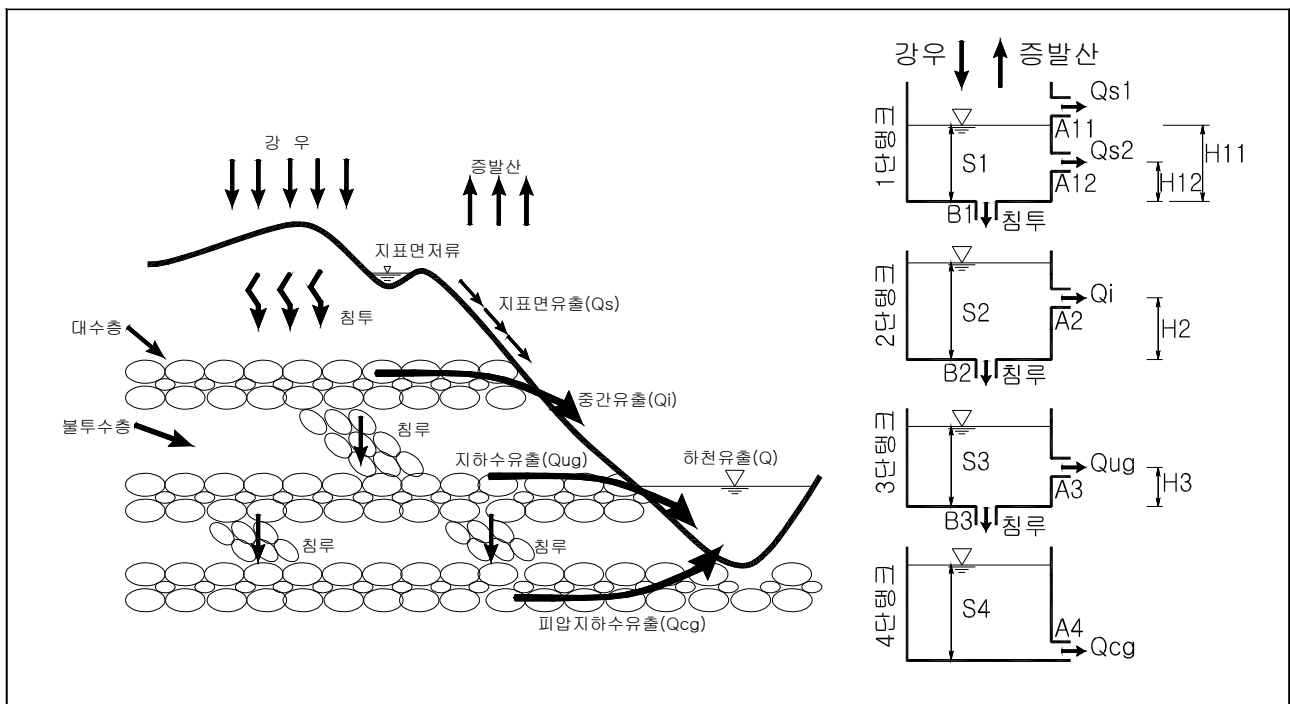
나) Tank 모형

Tank 모형은 Sugawara가 제안한 모형으로 유역을 오리피스 유출공을 가진 몇 개의

저류형 탱크(가상용기,Tank)를 조합하여 강수량을 유량으로 환산하는 유출모형으로 모형의 유출기구가 수문현상을 비선형적으로 잘 재현하기 때문에 수문자료가 충분하지 않은 지역에서 보편적인 방법으로 유효성을 인정받고 있다. 또한, 최근 국가 수자원 계획의 최상위 계획인 『수자원장기 종합계획』(2000. 12, 국토해양부&한국수자원공사)에서도 이수계획 수립을 위한 강우-유출해석시 직렬4단 Tank 모형을 적용한 바 있다.

① Tank 모형의 구조

Tank 모형의 유출개념도



【그림 3.2-3】

Tank 모형은 유역의 모형을 연직방향으로 연속된 일련의 탱크로 보고 탱크 측벽에는 유출공, 바닥에는 하단으로 유입하는 침투공을 두는 것으로 구성하였다. 유출량은 각단의 유출공에서 나오는 수량이며, 유출공 및 침투공에서 유출하는 수량은 단위시간(dt)에 대한 각 유출공의 수두 h , H 의 비율로 결정된다. 유출계수(A), 침투계수(B), 탱크내 저류고(S), 유출고(q), 침투고(I)라고 하면 수지 계산을 통해 유량으로 환산한다.

수면까지의 수심을 h 로 하면 $q = AS$, $I = SB$ 로 표현할 수 있다.

1단 탱크는 표면 유출인 직접유출을 분담하고, 2단 탱크는 중간유출을, 3단 탱크 및 4단 탱크는 기저유출을 분담한다고 가정한다.

최종 유출량은 직접유출, 중간유출, 기저유출의 합에 유역면적을 곱하고 단위환산을 통하여 다음과 같이 산정한다.

■ Tank 모형의 유출고 공식

$$Q = \frac{A}{86.4} (Q_{11} + Q_{12} + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

여기서, Q : 월별 유출량(m^3/s)

A : 유역면적(km^2)

Q_{11} : 제1단 탱크의 상단 유출공의 직접유출고(mm)

Q_{12} : 제1단 탱크의 하단 유출공의 직접유출고(mm)

Q_2 : 제2단 탱크의 중간유출고(mm)

Q_3 : 제3단 탱크의 기저유출고(mm)

Q_4 : 제4단 탱크의 기저유출고(mm)

② Tank 모형의 매개변수

Tank 모형의 매개변수 추정은 실측자료로부터 면적강우량 크기 및 유출율, 유역대표 증발자료 보유 등을 토대로 최적화 기법으로 추정하여야하나, 본 과업유역에는 유량관측소가 없어 신뢰할 만한 유량자료가 전무하여, 부득이 『수자원장기 종합계획 보고서(국토해양부, 2000)』에서 제시된 용담댐지점의 매개변수를 적용하였으며, 【표 3.2-9】와 같다.

【표 3.2-9】 Tank 모형의 매개변수

초기저류고(mm)				유출공 높이(mm)				유출공 계수					침투공 계수		
S1	S2	S3	S4	H11	H12	H2	H3	A11	A12	A2	A3	A4	B1	B2	B3
5	5	141	333	73	23	6	0	0.3970	0.1211	0.0486	0.0050	0.0006	0.0812	0.1044	0.0211

주) 자료참조 : 『수자원장기 종합계획 보고서(국토해양부, 2000)』

금산관측소의 증발량을 1990년 이후 관측하지 않아 부득이 금회분석에서는 1990년 이후의 증발량자료는 기존자료(1973년~1990년)를 평균하여 사용하였으며, 상기 매개변수 추정결과를 이용하여 Tank모형을 적용해 유출량을 산정하였다. 금회 분석한 결과는 【표 3.2-10】 와 같다.

【표 3.2-10】 Tank모형에 의한 월평균 유출량

하천명	월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
교성천	백만 m^3	0.29	0.24	0.28	0.40	0.44	0.88	2.26	2.35	1.27	0.46	0.38	0.32	9.58
	m^3/s	0.11	0.10	0.11	0.16	0.17	0.34	0.84	0.88	0.49	0.17	0.15	0.12	3.64

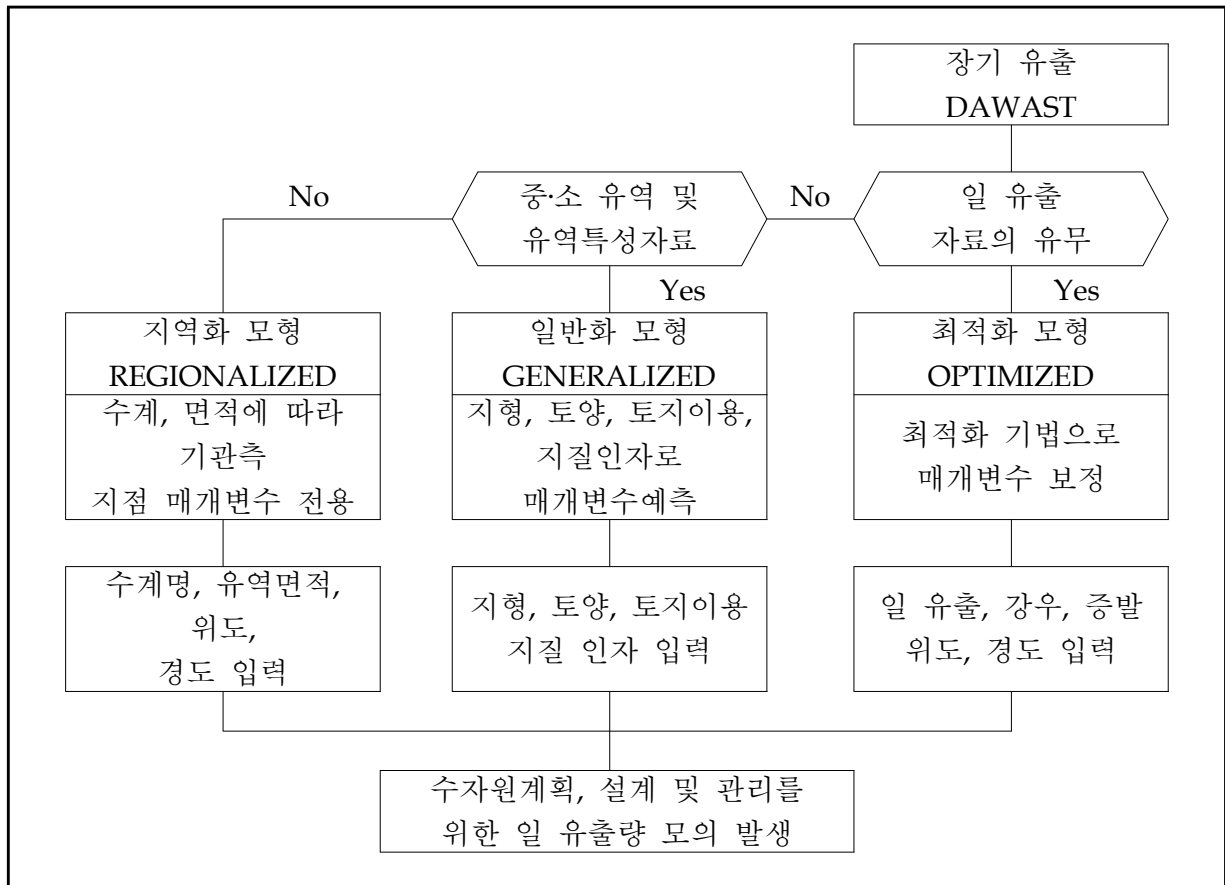
다) DAWAST 모형

DAWAST 모형은 충남대 농업과학연구소에서 농림수산부 및 농어촌진흥공사의 지원을 받아 1992년 개발한 모형이다.

DAWAST 모형은 유출기록을 보유하고 있는 전국의 수문지점 57개소(한강수계 15개소, 낙동강수계 12개소, 금강 11개소, 섬진강 4개소, 영산강 5개소, 삼교천 5개소, 안성천 4개소, 만경강 2개소, 이사천 1개소)를 선정, 분석하여 일유출 모형을 개발하였으며, 수문지점의 유역면적은 최소 5.9 km^2 (한강수계 도착지점) ~ 최대 20,130 km^2 (낙동강수계 진동지점)로 범용적으로 적용할 수 있도록 개발하였다.

토양층을 표면층과 상부의 불포화토양층, 하부의 포화토양층등 3개의 저류층으로 단순화한 유역에 강우가 있으면 표면층과 상부의 불포화 토양층에 초기손실이 이루어진 후 나타난 표면유출이 유역에 따라 기저시간만큼 지체되어 배분되며 침투에 의해 불포화층에 이동된 수문량은 포장용수량 이상이면 심층침투에 의해 하부의 포화토양층으로 토양수가 이동된다는 가정하에 유출량을 산정하며, DAWAST 모형의 구성은 【그림 3.2-4】 과 같다.

DAWAST 모형의 유출 개념도



【그림 3.2-4】

DAWAST 모형의 유출량 산정시 중요한 입력인자인 금산 관측소의 증발량이 1990년 이후 관측하지 않아 부득이 금회분석에서는 1990년 이후의 증발량자료는 기존자료(1973년~1990년)를 평균하여 사용하였으며, 산정결과는 【표 3.2-11】과 같다.

【표 3.2-11】 DAWAST 모형에 의한 월평균 유출량

하천명	월별 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
교성천	백만 m^3	0.15	0.15	0.20	0.37	0.52	0.76	2.42	2.83	1.39	0.33	0.23	0.24	9.57
	m^3/s	0.06	0.06	0.07	0.14	0.19	0.28	0.90	1.06	0.52	0.12	0.09	0.09	3.57

라) 과업하천 유역의 유출

본 기본계획에서는 전술한 바와 같이 간접적인 방법인 Kajiyama 월별유출고 공식, Tank 모형 및 DAWAST 모형을 이용하여 유역의 유출분석을 시행하였으며, 산정방법별 비교는 【표 3.2-12】와 같다.

【표 3.2-12】 월평균 유출량 산정방법별 비교

산 정 방 법		월 별 유 출 량													유출률 (%)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계	
Kajiyama 공 식	백만 m^3	0.21	0.22	0.31	0.74	0.61	0.99	2.68	3.24	1.30	0.47	0.40	0.24	11.42	55.72
	m^3/s	0.08	0.09	0.12	0.29	0.23	0.38	1.00	1.21	0.50	0.18	0.15	0.09	4.31	
TANK 모 형	백만 m^3	0.29	0.24	0.28	0.40	0.44	0.88	2.26	2.35	1.27	0.46	0.38	0.32	9.58	46.73
	m^3/s	0.11	0.10	0.11	0.16	0.17	0.34	0.84	0.88	0.49	0.17	0.15	0.12	3.64	
DAWAST 모 형	백만 m^3	0.15	0.15	0.20	0.37	0.52	0.76	2.42	2.83	1.39	0.33	0.23	0.24	9.57	46.70
	m^3/s	0.06	0.06	0.07	0.14	0.19	0.28	0.90	1.06	0.52	0.12	0.09	0.09	3.57	

① 산정방법별 유출량 비교

- ㉞ Kajiyama 유출고 공식에 의한 유출량은 $4.31m^3/s$, 유출률은 55.72%
- ㉞ TANK 모형에 의한 유출량은 $3.64m^3/s$, 유출률은 46.7%
- ㉞ DAWAST 모형에 의한 유출량은 $3.57m^3/s$, 유출률은 46.70%로 분석됨.

② 금회 적용

상기와 같이 보령관측소의 일별강우량 및 증발량 자료를 이용하여 각 방법별 유출고 및 유출량을 산정한 결과 내용은 【표 3.2-12】와 같이 검토되었으며, 이중 Tank모형과 DAWAST모형에 의한 결과는 『수자원 장기종합계획 Water Vision 2020 (2000. 12 건교

부)』 보고서에서 제시한 우리나라 수자원 총량에 대한 유출량의 비율 57%, 교성천유역과 가장 인근인 금강권역의 유출량의 비율은 53.1%와 비교해 크게 못 미치는 것으로 분석되었으나, 수자원장기종합계획은 우리나라의 전반적인 유출율을 나타내어서 유역의 특성을 나타내기에는 무리가 있다고 판단된다. 따라서 수자원장기종합계획의 유출량 산정시에도 사용한 Tank 모형에 의한 유출량 결과를 최종 채택하였다.

마) 수자원 부존량

유역의 수자원 부존량은 20.50백만 m^3 /년이고 연평균 유출량은 9.58백만 m^3 /년, 손실량은 연간 약10.92백만 m^3 /년으로 검토되었다.

또한, 유출량 9.58백만 m^3 /년 중 대부분이 홍수기에 6.76백만 m^3 /년(70.56%)가 유출되는 것으로 나타나, 호우가 홍수기에 집중되는 것으로 조사되었다.

【표 3.2-13】 유역의 유출 상황

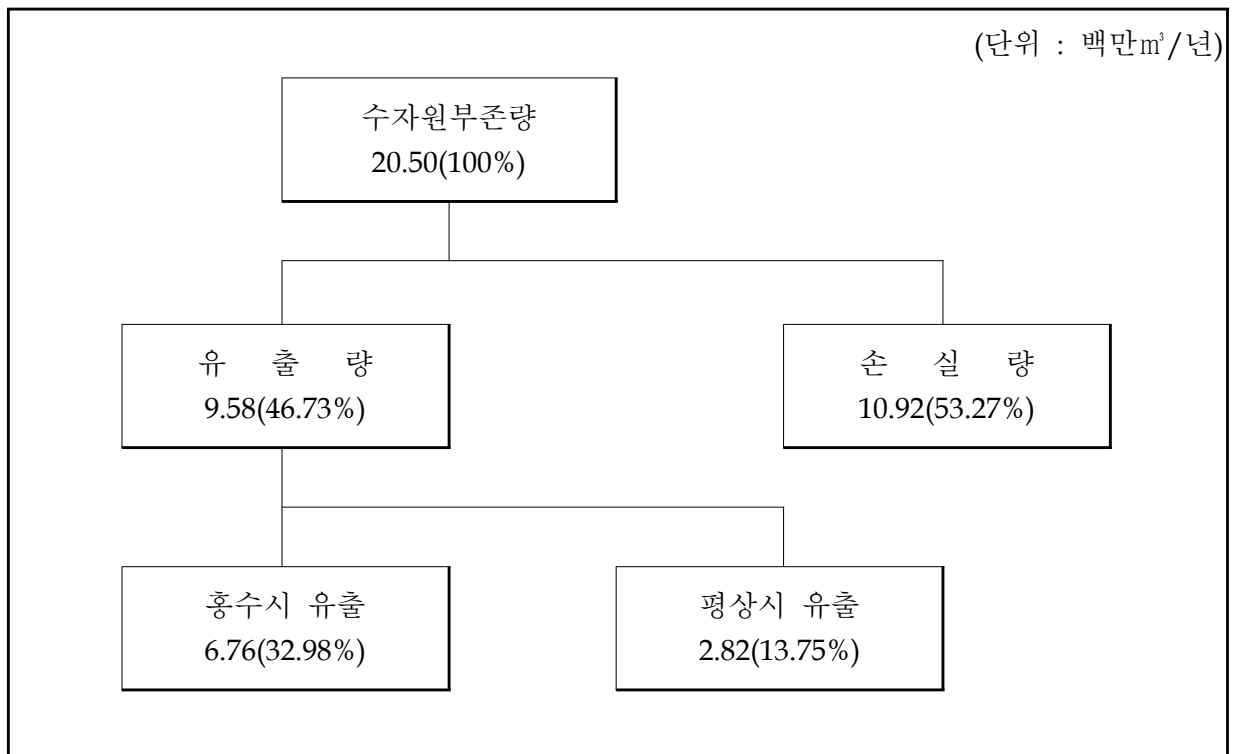
구분 하천	수 자 원 총 량			손 실 량 (백만 m^3 /년)	유 출 량(백만 m^3 /년)		
	유 역 면 적 (km^2)	연 평 균 강 우 량 (mm)	수 자 원 부 존 량 (백만 m^3 /년)		계	홍수시 유 출	평상시 유 출
교성천	16.73	1,255.0	20.50	10.92	9.58	6.76	2.82

주) · 수자원부존량 = 유역내 연평균강우량(1,225.0mm)×유역면적(16.73 km^2)×1,000

· 홍수시 유출 : 6월~9월(4개월)

· 평상시 유출 : 1월~5월, 10월~12(8개월)

유출량 모식도



【그림 3.2-5】

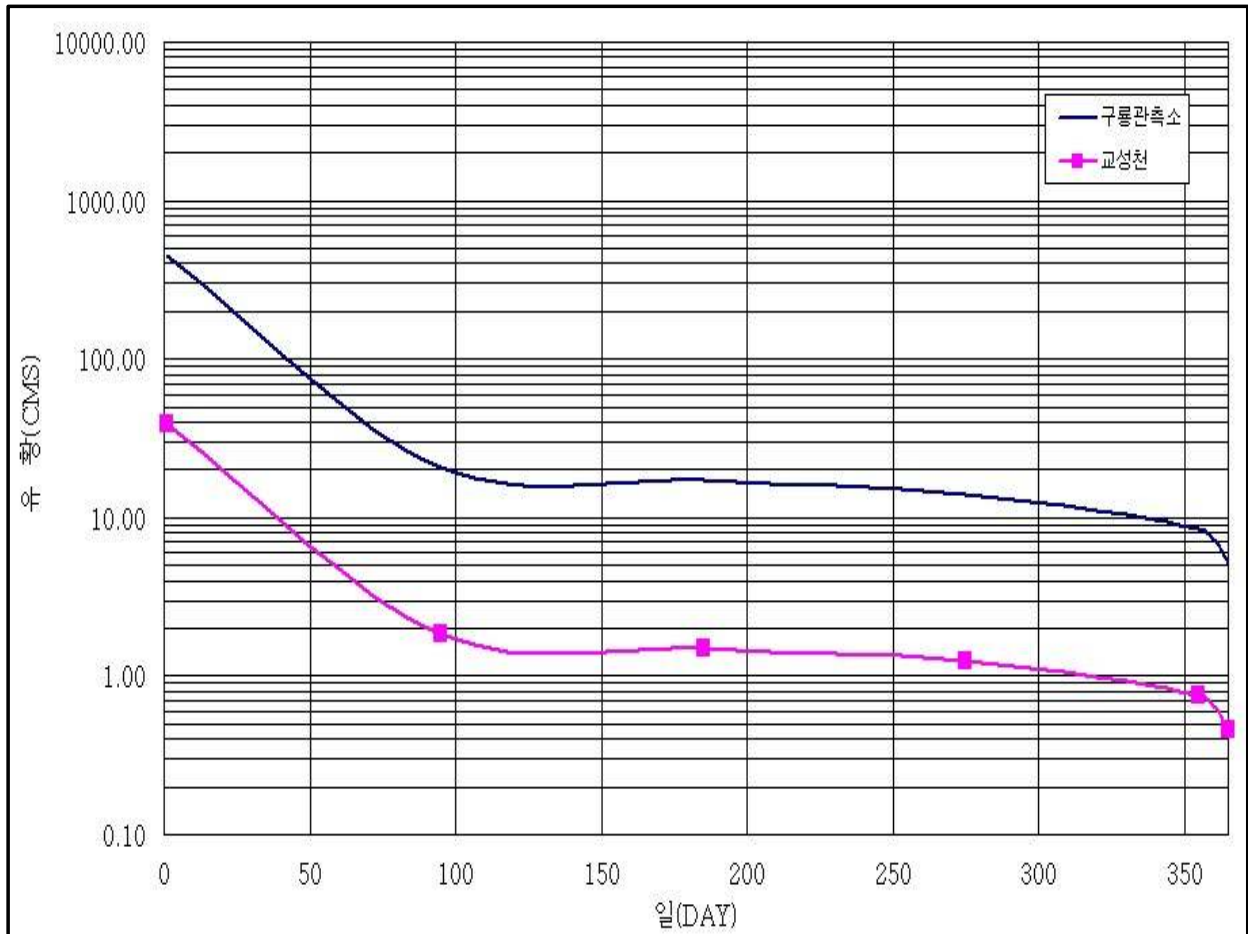
2) 유황분석

본 과업 대상하천의 유황을 분석하기 위하여 과업유역 인근의 지천 본류에 위치한 구룡수위관측소의 1985 ~ 2004년 일수위자료를 이용하여 유황분석을 실시하였으며, 그 결과를 이용하여 비유량법에 의해 교성천의 유황을 분석하였다. 교성천의 기준갈수량은 구룡수위관측소 지점의 유황분석 결과 중 1순위 또는 2순위 갈수량을 이용하여 비유량에 의해 산정하였다.

【표 3.2-14】

유 황 분 석

하천	지 점	유 역 면 적 (km^2)	유 황 (m^3/sec)					비고
			풍수량 (Q95)	평수량 (Q185)	저수량 (Q275)	갈수량 (Q355)	기 준 갈수량	
지천	구 룡 관측소	190.65	20.93	17.20	14.14	8.57	2.61	
교성천		16.73	1.84	1.51	1.24	0.75	0.23	



신뢰성 있는 분석을 수행 하기 위해서는 과업하천 유역내에 수위관측소를 설치하고 지속적인 수위-유량측정을 실시하여 수자원 이용 및 관리에 효과적으로 대처해야 할 것이다.

3.2.3 기상

본 과업대상 하천 유역 내에는 기상 관측자료가 없으므로 본 유역에 인접하고 있는 기상청 관할인 보령기상대의 1973년~2006년(34개년간)의 각종 기상자료를 분석하였다.

(1) 기온

기온은 평균, 평균최고, 평균최저, 최고, 최저로 구분하였으며, 년 평균 기온은 12.2℃이고, 최고기온은 1994년 7월에 기록한 37.8℃이며, 최저기온은 1990년 1월에 기록한 -17.6℃이다.

【표 3.2-15】

기 온

구분 월별	기 온 (℃)					비 고
	평 균	평균최고	평균최저	최 고	최 저	
1	-1.0	3.7	-5.3	17.8	-17.6	
2	0.4	5.5	-4.1	19.1	-16.4	
3	4.8	10.3	-0.4	22.2	-9.6	
4	11.0	16.8	5.3	29.1	-5.2	
5	16.2	21.7	11.0	31.6	2.4	
6	20.7	25.5	16.5	32.6	6.6	
7	24.5	28.3	21.3	37.8	13.8	
8	25.3	29.6	21.5	35.4	12.1	
9	20.6	25.9	15.8	32.9	4.8	
10	14.4	20.5	8.9	29.6	-1.3	
11	7.9	13.2	3.1	25.6	-8.1	
12	1.8	6.6	-2.5	18.5	-16.0	
전 년	12.2	17.3	7.6	37.8	-17.6	

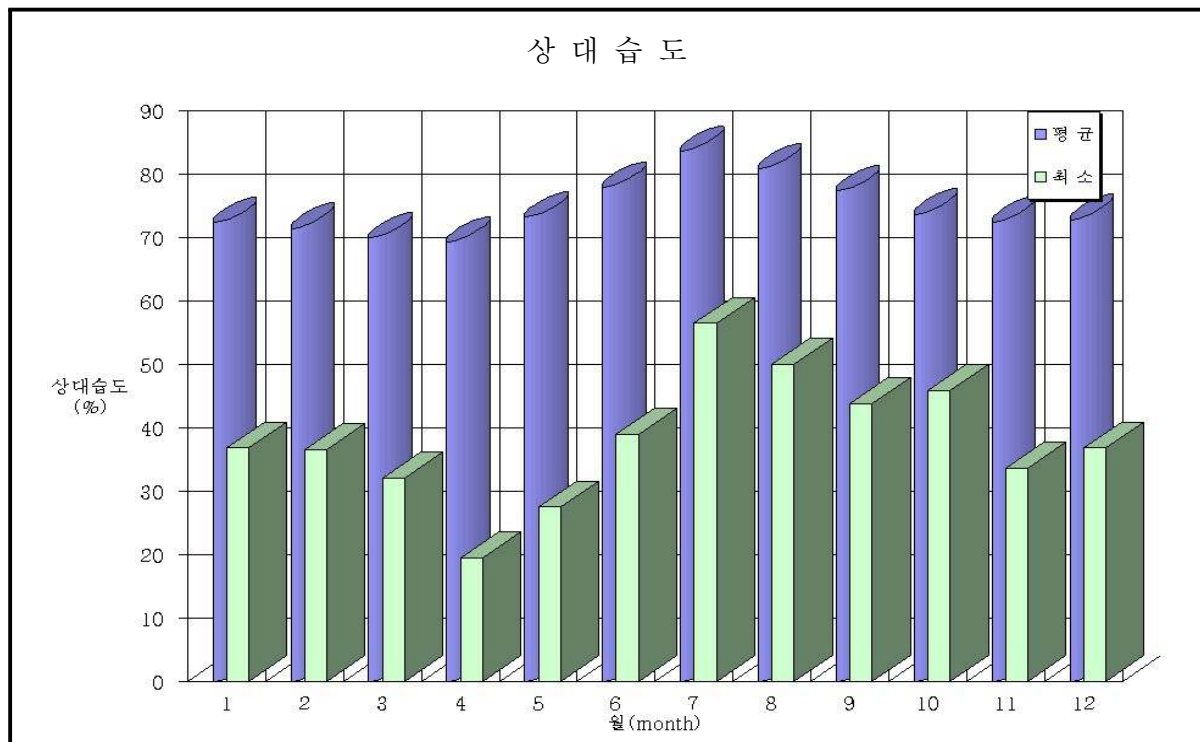
(2) 습도

연평균 상대습도는 75%이며, 연중 최소 상대습도는 20%로 분석되었다.

【표 3.2-16】

상 대 습 도

구분 월별	상대습도(%)		비고
	평균	최소	
1	72	37	
2	71	37	
3	70	32	
4	69	20	
5	73	28	
6	78	39	
7	84	57	
8	81	50	
9	77	44	
10	74	46	
11	72	34	
12	73	37	
전 년	75	20	

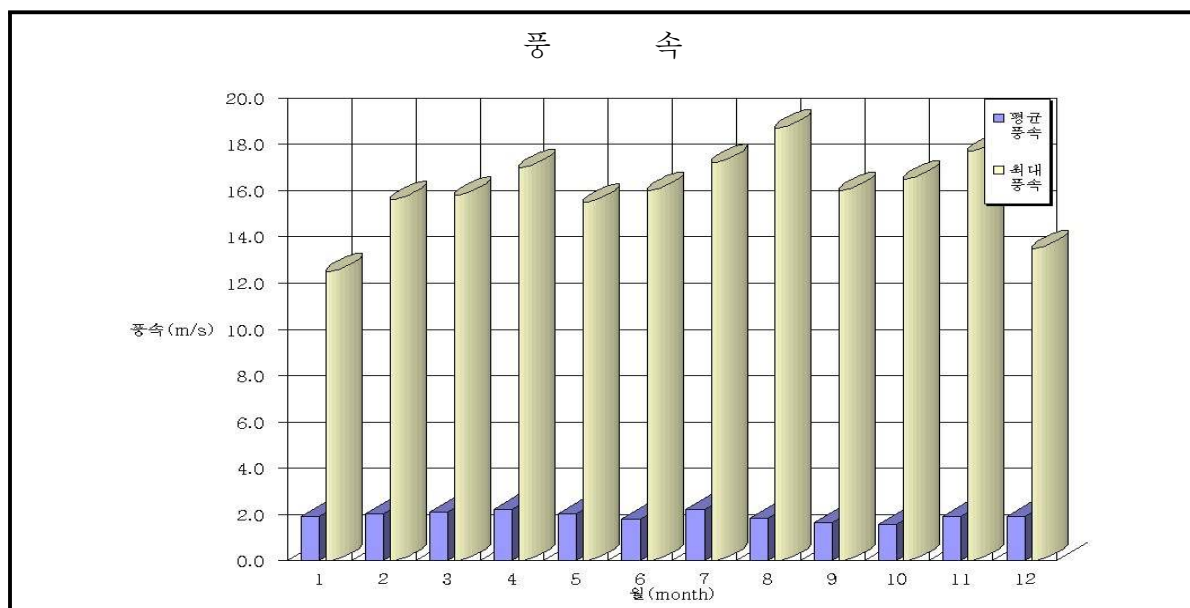


(3) 풍 속

연평균 풍속은 1.9m/s이고, 최대풍속은 1995년 8월 26일, 풍향 SW, 풍속 18.7m/s가 발생하였다.

【표 3.2-17】 풍 속

구 분 월 별	풍 속			비 고	
	24시간 평균	최 대			
		풍 속	풍 향		일 자
1	1.9	12.5	SSW	1986-01-03	
2	2.0	15.6	S	2001-02-15	
3	2.1	15.8	SSE	2000-03-27	
4	2.2	17.0	SW	1980-04-19	
5	2.0	15.5	S	1973-05-07	
6	1.8	16.0	SE	1975-06-23	
7	2.2	17.2	NNE	1987-07-15	
8	1.8	18.7	SW	1995-08-26	
9	1.6	16.0	S	1989-08-03	
10	1.6	16.5	NW	1980-10-25	
11	1.9	17.7	NNW	1999-11-01	
12	1.9	13.5	W	1976-12-08	
전 년	1.9	18.7	SW	1995-08-26	



(4) 천기일수

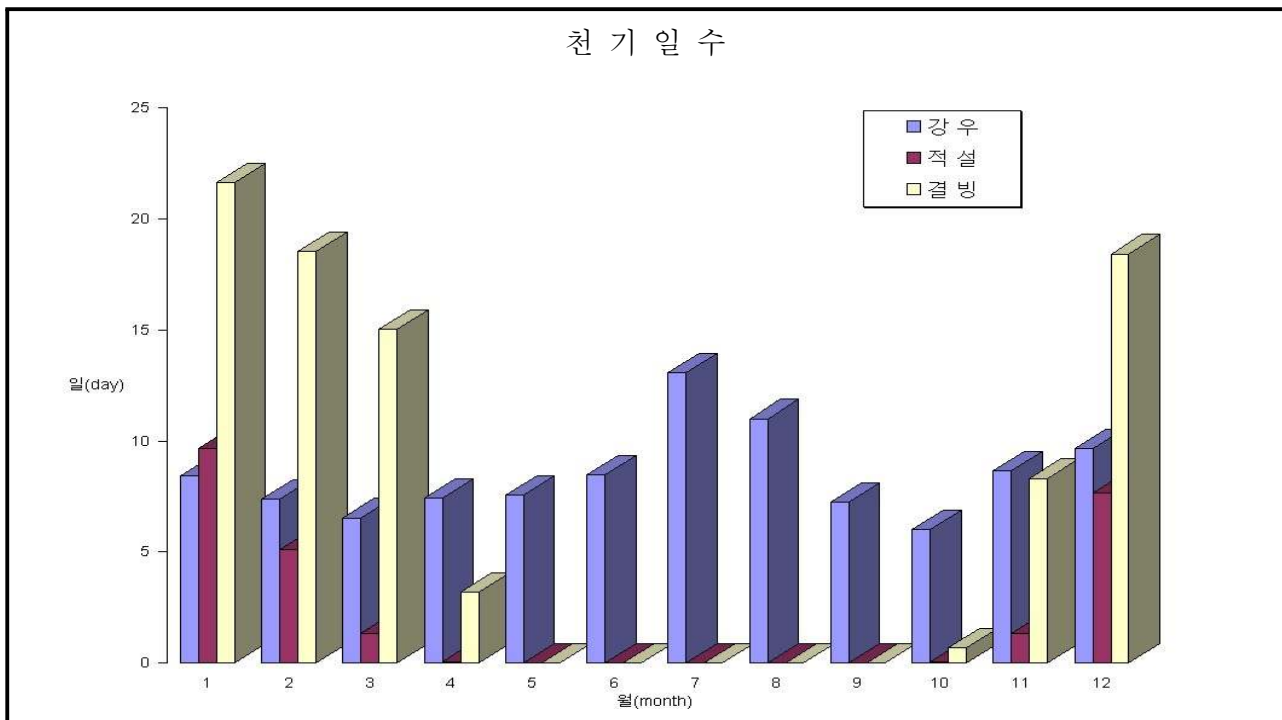
연평균 강수일수는 101일, 적설일수는 25일, 결빙일수는 86일로 분석되었다.

이상과 같이 보령기상대의 일반적인 기상특성을 분석한 결과는 다음 【표 3.2-18】과 같다.

【표 3.2-18】

천 기 일 수

구 분 월 별	강 수	적 설	결 빙	비 고
1	8	10	22	
2	7	5	19	
3	7	1	15	
4	7	-	3	
5	8	-	-	
6	8	-	-	
7	13	-	-	
8	11	-	-	
9	7	-	-	
10	6	-	1	
11	9	1	8	
12	10	8	18	
전 년	101	25	86	



3.3 하도특성 조사

하도란 하천의 구성요소로서 유수가 소통하는 공간을 의미하며, 제방 또는 하안, 하상으로 둘러싸인 부분이다. 하도의 형상은 하천유수와 함께 유송되는 토사의 퇴적 및 세굴에 따라 지속적으로 변화한다. 이러한 하도에 대한 현황조사, 특성량(수리량) 조사, 하상변동 상황을 조사하는 것은 안정하도 등의 하도정비계획 수립을 위한 기초자료를 제공할 수 있으며, 미래의 하상변동 분석을 위한 중요한 자료로 사용되어진다.

3.3.1 하도현황 조사

하도의 현황 조사는 평면, 종횡단 현황, 하도에서의 저수로 현황, 고수부지에 대한 현황 등 하도에 대한 전반적인 상황을 조사하는 것으로 하도계획을 수립하는데 필수적인 과정이라 할 수 있다.

(1) 하도의 평면 현황

하천은 평면 형태에 따라 직류하천, 사행(곡류)하천, 다지(망상)하천으로 구분된다. 직류하천은 상당한 길이의 하천구간에 걸쳐 곡선하도가 없고 직선하도가 계속되는 하천을 말하며, 사행(곡류)하천은 상당한 길이의 하천 구간에 걸쳐 하도가 곡선을 이루는 하천이고, 다지(망상)하천은 하천경사가 급하고 하천 수심은 얕은 여러 줄기로 구성된 하도망을 말한다. 이러한 관점에서 볼 때 교성천은 곡류하천의 형태를 나타내고 있는 것으로 판단된다.

유수의 흐름에 의해 발생하는 유수력은 상대적으로 낮고 연약한 부분을 따라 흐르게 되며, 이로 인해 자연스럽게 하천평면형이 형성되고 이는 시간이 경과함에 따라 사행현상을 유발하면서 흐르게 된다. 하도의 사행현상은 하도의 평면형을 결정짓게 되고, 만곡현상이 진행되어 불필요한 치수상의 문제점을 발생시키는 원인이 되기도 한다.

이러한 하천의 사행특성을 나타내는 인자인 사행과장, 하천만곡도, 곡률반경 등을 사행이 발생하는 구간에 대하여 조사하였으며, 【표 3.3-1】과 같다.

【표 3.3-1】

하도의 사행특성

하 천	사행구간 (NO.)	유심편향측	사행과장 (m)	하천만곡도	곡률반경	비고
교 성 천	NO.0+62 ~ NO.2	좌	125.5	1.09	150	
	NO.4+20 ~ NO.6+57	우	201.7	1.17	500	
	NO.7+70 ~ NO.9+81	우	210.5	1.00	1000	
	NO.16+57 ~ NO.17+81	우	123.2	1.00	300	
	NO.18+44 ~ NO.19+97	우	53.5	2.62	110	
	NO.20+1 ~ NO.21+5	좌	103	1.00	150	
	NO.23+15 ~ NO.23+42	좌	27	1.00	50	
	NO.24 ~ NO.26+15	좌	211.2	1.02	400	
	NO.28+87 ~ NO.29+30	좌	135.9	0.32	600	
	NO.29+33 ~ NO.29+82	좌	49.2	1.00	200	
	NO.30+43 ~ NO.31+30	우	61.1	1.43	80	
	NO.32+47 ~ NO.32+56	우	9	0.67	100	
	NO.32+91 ~ NO.33+06	좌	17	0.88	49	
	NO.33+38 ~ NO.33+56	좌	26.7	0.67	100	
	NO.34+28 ~ NO.34+70	좌	21.4	1.96	100	
	NO.35+60 ~ NO.35+76	우	13.3	1.20	100	
	NO.40+26 ~ NO.40+36	우	9.7	1.03	50	
	NO.40+65 ~ NO.40+86	우	20.6	1.02	50	
	NO.40+93 ~ NO.41+46	좌	47	1.13	50	
	NO.42+5 ~ NO.42+27	좌	22	1.00	200	
	NO.42+60 ~ NO.42+74	우	14	1.00	50	
	NO.42+75 ~ NO.42+80	좌	4.6	1.09	10	
	NO.43+67 ~ NO.44+11	좌	45	0.98	150	
	NO.44+16 ~ NO.44+49	우	32	1.03	150	
	NO.44+77 ~ NO.45+31	우	45	1.31	80	
	NO.58+34 ~ NO.58+47	우	12	1.08	50	

(2) 하도의 종단 현황

하상의 종단형을 나타내는 가장 대표적인 인자인 하천의 종단경사는 홍수의 도달시간, 하도의 세굴, 퇴적, 유속, 하상변동 등의 요소에 직접적인 요인으로 작용한다.

【표 3.3-2】

주요지점별 하상경사

하 천	지 점	측점 (No.)	하상경사	비 고
교 성 천	과업종점 ~ 영보교 지점	No.0+0 ~ No.24+0	1/4000	
	영보교 지점 ~ (소)매미천 합류점	No.24+0 ~ No.32+90	1/1100	
	(소)매미천 합류점 ~ (소)오동천 합류점	No.32+90 ~ No.46+28	1/382	
	(소)오동천 합류점 ~ (소)교동천 합류점	No.46+28 ~ No.52+0	1/214	
	(소)교동천 합류점 ~ 과업시점	No.52+0 ~ No.58+59	1/96	

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 갈수록 그 종단경사가 줄어들고 하천의 종단 경사는 한 지점의 하상고가 하류 하천 거리에 따라 떨어지는 비율로서 하천경사 또는 하상 경사라 한다. 다만 자연하천의 하상은 그 단면형이 불규칙하기 때문에 그 단면의 평균 하상고를 기준으로 하는 평균하상경사와 최심하상고를 기준으로 하는 최심하상경사로 구분 한다. 최심하상경사는 전체적으로 하류로 갈수록 줄어드나 구간마다 불규칙하게 변한다. 반면 평균하상경사는 하류로 갈수록 비교적 부드럽게 줄어드는 특징이 있다.

교성천에 대한 주요지점별 하상경사는 금회 측량에 의한 최심하상고와 평균하상고를 토대로 【표 3.3-2】와 같이 최심하상경사를 산정하였다.

(3) 하도의 횡단 현황

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

하도의 횡단형은 일정한 단면적에 대하여 최대한 유량을 소통시킬 수 있도록 하도의 통수 기능을 최대한 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 하천 관리 측면에서 복단면이 유리하다. 따라서 하도의 횡단형은 저수지 하도관리와 홍수시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 한다.

금회 과업대상인 교성천에 대한 하도의 횡단형을 살펴보면 영보교 하류 보령화력발전소

3.0 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

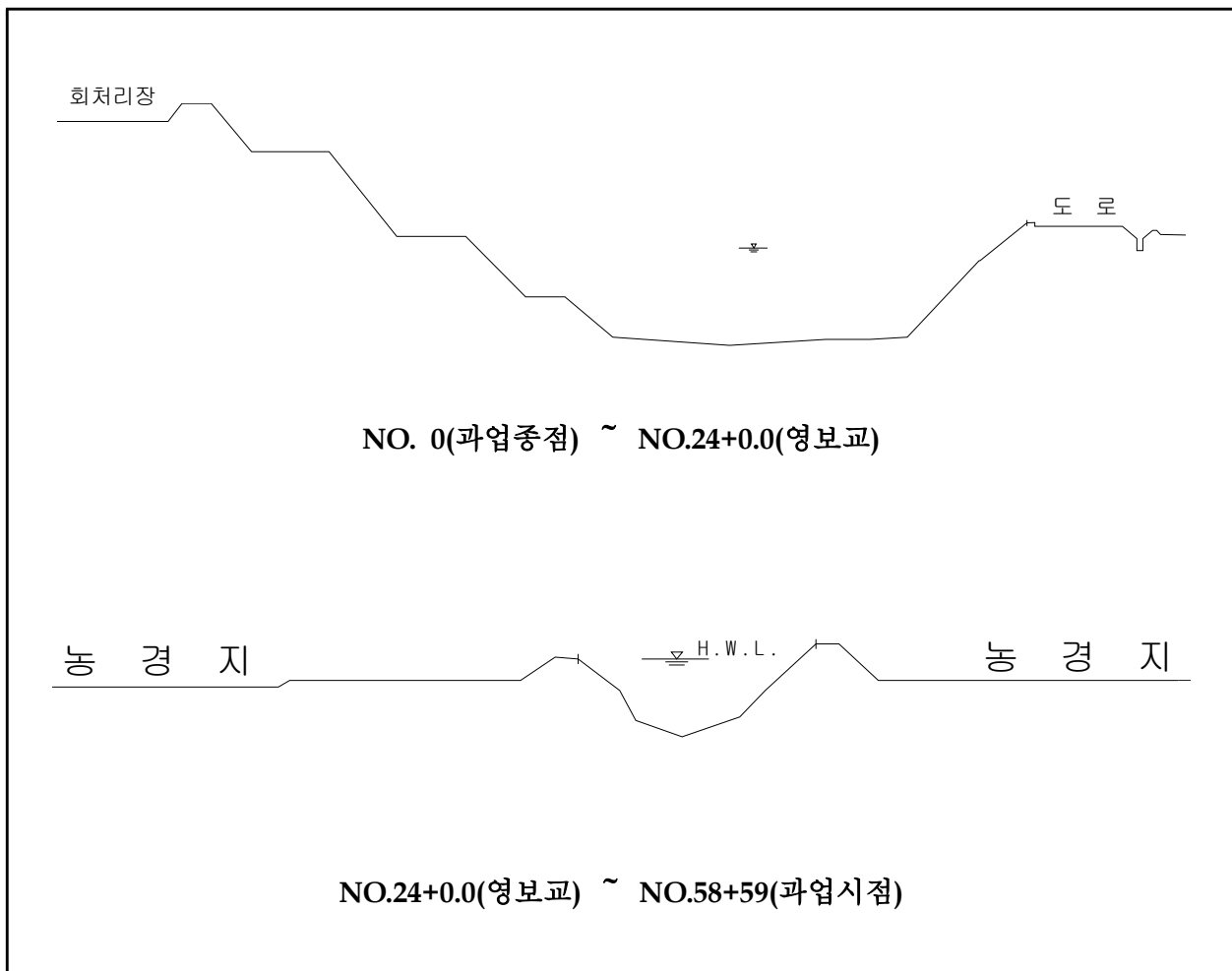
외곽수로부분은 복복단면으로 구성되었으며 나머지구간은 단단면형으로 되어 있는 것으로 조사되었다.

【표 3.3-3】

하천 횡단면의 특성

하 천	측점 (NO.)	횡단형	연장 (m)	비고
교성천	NO.0+0.0 ~ NO.24+0.0	복복단면	2,400	
	NO.24+0.0 ~ NO.58+59.0	단단면	3,459	
	계		5,859	

대표적인 횡단형



【그림 3.3-1】

3.3.2 하도특성량(수리량) 조사

하도의 안정 및 특성을 파악할 수 있는 인자로는 에너지경사, 무차원 소류력, 하천폭-저수로폭 비, 저수로폭-수심비, 수심-대표입경비 등이 있다. 이러한 하도특성은 하도정비계획 수립에 직접적인 영향을 미치므로 상세한 조사와 분석이 필요하다. 이들 인자의 결정에 사용되는 유량은 지배유량(Dominant Discharge)이어야 하며, 지배유량은 하도의 수심, 폭, 하상경사, 만곡 등을 결정하는데 지배적인 역할을 하는 유량을 말하며, 고수부를 포함한 모든 횡단에 대한 하상의 안정성을 검토할 때는 계획홍수량 규모의 유량 값을 사용하고, 저수로에 국한해서 하상의 안정성을 검토할 때는 강터유량을 사용하거나, 현장조사를 통해 저수로로 판단되는 위치를 결정하여 사용한다. 따라서 교성천의 하도특성 파악을 위한 지배유량은 계획홍수량 규모로 결정하였으며, 이에 따라 교성천의 하도특성 인자를 파악하였다.

(1) 에너지 경사

에너지경사는 계획홍수량 규모의 유량에 대한 부등류 계산에 의해서 결정된 에너지경사를 이용한다.

(2) 마찰속도

마찰속도는 일반적으로 하상변동에 영향을 미치는 가장 활발한 수리량을 토대로 평가될 수 있으며, 해당하천에서 과거의 충분한 하도특성 조사 자료를 토대로 하상변동 방향을 판단할 수 있는 중요한 요소가 된다.

(3) 무차원소류력

무차원소류력은 하상변동, 하도안정성 평가, 하안침식 등에 관련된 하상재료의 이동성을 무차원화한 것으로 흐름이 하상재료에 미치는 소류력과 하상재료의 저항력과의 비로 나타낸다.

(4) 수면폭-수심비

수면폭-수심비는 사주의 성질과 이동상의 흐름을 판단하는 지표가 되므로 하도의 안정성을 판단하는 근거로 이용될 수 있다.

(5) 수심-대표입경비

소규모 하상과의 형성을 나타내는 지표로서 저수로의 흐름에 대한 저항 정도를 결정하는 요소가 된다. 또한 중규모 하상과의 성질 등을 판단하는 지표로 이용될 수 있다.

3.3.3 하상변동 조사

현 하도의 현황을 하상변동 관점에서 판단하기 위해서 과거 하상 실태 조사가 수행되어야 한다. 과거 하상 실태조사는 현 하도의 평형상태 및 안정성을 파악하고 장래하상변동 경향을 정성적으로 예측할 수 있는 기초자료로 이용된다. 과거 하상 실태조사는 하도정비 목적을 염두에 두고 수행해야 하며, 하상변화 실태를 충분히 검토할 수 있도록 다양하고 종합적으로 조사 분석되어야 한다. 또한 기 조사된 자료를 수집 및 분석하여 구간별로 단면형상, 수심 및 평균 하상고, 입도분포 등 과거의 하상실태를 파악하며, 하상변동 사항을 비교·검토할 수 있도록 조사되어야 한다. 하상변동 실태는 평면적 변동, 종단적 변동, 횡단적 변동, 하상변동량 조사 등으로 구분되며, 이에 대한 과거 자료를 수집하여 현 하도와 비교분석해야 할 것으로 판단된다. 그러나 교성천의 경우 과거에 하천기본계획, 하상변동 조사사업이 이루어지지 않아 과거의 하상상태를 파악할 수 있는 자료가 전무한 실정으로 하상변동 실태를 조사할 수 없는 바 장래에 하천계획이 이루어질 경우 기초자료가 될 수 있도록 현 하상실태를 조사하여 수록하였다.

(1) 유로의 평면적 변동 조사

유로의 평면적 변동은 대상하천의 하폭과 저수로폭 변화, 곡률반경 등의 경년변화를 조사하여 비교·분석하는 것을 말한다.

(가) 하폭의 변화

하폭은 계획홍수량 규모의 유량에 해당하는 수면폭으로 결정될 수 있으며, 변화의 요인으로는 하천정비사업에 의한 인위적인 확장이나 축소가 있을 수 있고, 자연적인 요인에 변화가 발생할 수 있다. 자연적인 요인에 의해 하폭이 변화되는 경우는 일반적으로 양안의 침식·퇴적이나 수위의 상승·저하로 인한 수면폭의 증감 등을 들 수 있다. 교성천의 경우 과거 자료가 전무하여 하폭변화의 요인을 분석할 수 없어 금회 조사한 결과를 【표 3.3-4】에 수록하였다.

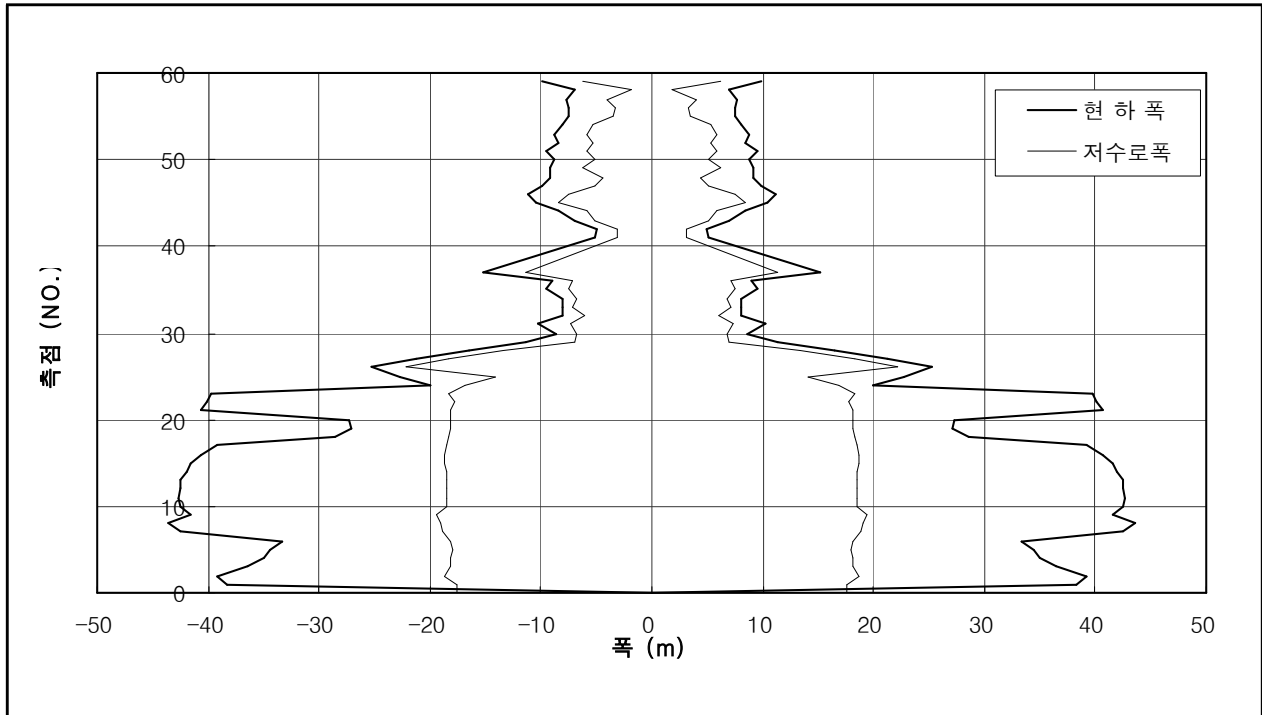
(나) 저수로폭의 변화

저수로폭은 저수로 양안의 거리로 정의되며, 저수로폭의 변화 요인으로는 저수로 양안의 침식 또는 퇴적, 하상의 상승에 의한 저수로 퇴적, 유로변경, 사주발생 등을 들 수 있다. 과거의 자료가 전무하여 변화에 대한 상세한 분석 수행은 불가능하며, 장래의 하천계획에 기초 자료로 사용할 수 있도록 저수로폭 조사 결과를 수록하였다.

【표 3.3-4】

단면별 하폭 및 저수로폭 현황

하천	측점 (No.)	누가거리 (m)	하폭 (m)	저수로폭 (m)	측점 (No.)	누가거리 (m)	하폭 (m)	저수로폭 (m)
교 성 천	0	0		35.1	30	3,000	17.1	13.6
	1	100	76.6	35.1	31	3,100	20.4	14.8
	2	200	78.4	37.2	32	3,200	16	12.2
	3	300	72.8	36.4	33	3,300	16.2	14.2
	4	400	70	36.1	34	3,400	16.3	13.4
	5	500	68.8	35.9	35	3,500	19.2	15.1
	6	600	66.5	36.4	36	3,600	17.9	14.3
	7	700	84.8	37.7	37	3,700	30.3	22.8
	8	800	87.2	38.1	41	4,100	10.3	6.3
	9	900	83.1	38.7	42	4,200	9.9	6.2
	10	1,000	85.1	36.9	43	4,300	13.9	10.3
	11	1,100	85.2	36.9	44	4,400	16.9	11.6
	12	1,200	84.9	37.1	45	4,500	21	16.8
	13	1,300	84.9	37	46	4,600	22.5	15.1
	14	1,400	84	36.9	47	4,700	19.6	10.2
	15	1,500	83.1	37.4	48	4,800	18.3	8.7
	16	1,600	81.5	37.4	49	4,900	18.3	12.6
	17	1,700	78.4	36.9	50	5,000	17.7	10.3
	18	1,800	57.3	36.5	51	5,100	19	11.5
	19	1,900	54.3	36.3	52	5,200	16.9	10.6
	20	2,000	54.5	36.3	53	5,300	17.5	11.8
	21	2,100	81.5	36.1	54	5,400	16.1	10.5
	22	2,200	80.3	35.5	55	5,500	14.9	7
	23	2,300	79.5	36.5	56	5,600	14.9	6.6
	24	2,400	40.1	33.8	57	5,700	15.3	8.2
	25	2,500	45.3	28.1	58	5,800	14	3.8
	26	2,600	50.7	44.2	+59.0	5,859	19.6	12.4
	27	2,700	42.6	36.6				
	28	2,800	33	26.8				
	29	2,900	22.8	14				

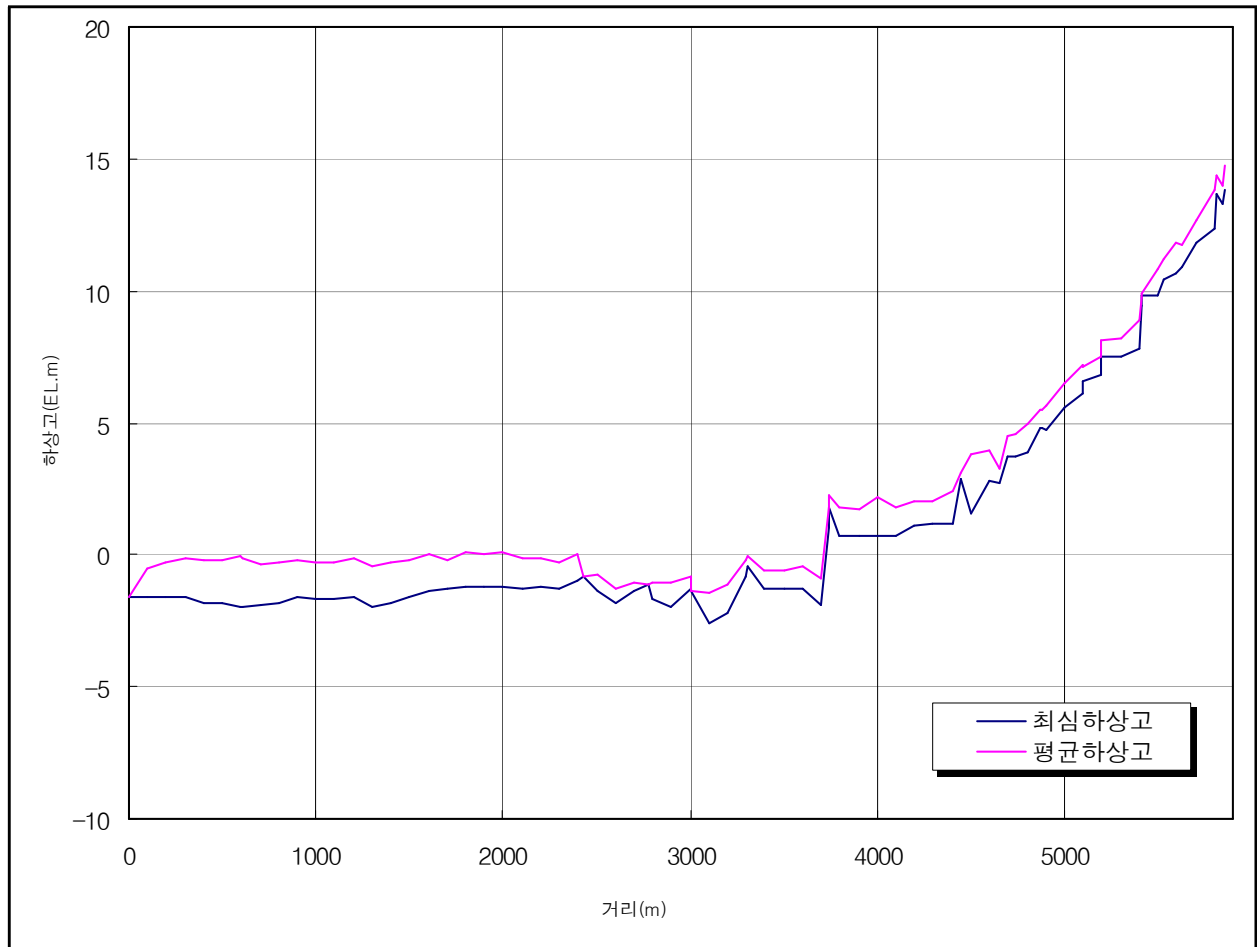


(2) 종단적 하상변동 조사

종단적인 하상변동은 하천의 종단방향에 대한 세굴 및 퇴적양상을 나타내는 것으로 과거 하천측량 자료의 최심하상고와 평균하상고를 종단적으로 나타내어 하상의 상승 및 저하를 경년별로 판단하는 방법이다. 이는 구간별, 전체적으로 하상변동 양상을 쉽게 파악할 수 있다는 장점을 가지고 있으나 종단 변화만으로는 하상변동을 정확하게 파악하기는 어려우므로 횡단적 하상변동분석 결과를 이용하여 종·횡단적 변화를 종합적으로 판단하여야 한다. 종단적 하상변동 조사는 최심하상고와 평균하상고로 구분하여 조사하였으며, 과거 자료가 전무하여 하상변동에 대한 분석은 시행하지 않았다.

(가) 최심하상고

최심하상고는 각 단면에서 가장 낮은 부분을 말하며, 금회 실시한 하천측량 성과를 이용하여 조사하였다. 최심하상고의 비교에 의해 전체적인 세굴 및 퇴적 양상을 쉽게 볼 수 있고, 구간에 따른 하상의 상승 및 저하 상태를 경년별로 파악할 수 있으나 한 단면안에서도 시간이 경과함에 따라 위치가 변화할 수도 있다.



(3) 횡단적 하상변동 조사

하천의 횡단적 하상변동은 각 단면의 횡단방향의 세굴 및 퇴적 등의 변화를 말하며, 계획 수립을 위한 조사측량 성과와 과거의 측량성과를 이용하여 각 측선의 횡단면도에서 주로 저수로 부분의 퇴적 및 세굴에 대한 단면적을 조사하는 것을 말한다. 금회의 경우 과거의 측량성과 등의 자료가 전무하여 하상변동을 조사할 수 없었으나 장래 하천계획의 기초 자료가 될 수 있도록 금회 실시한 하천 횡단측량 성과를 부록에 수록하였다.

(4) 하상변동량 조사

하상변동량은 한 측선에서 횡단적 하상변동의 세굴·퇴적량의 차에 전·후 측선 사이 거리의 1/2을 곱하여 계산하여 전 구간에 대해 누가하여 산정한다. 특히 골재채취, 제방축

3.0 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

조, 구조물의 설치 등에 따라 변동하는 인위적인 하상변동을 구간별로 조사하여야 하나 과거에 교성천에 대한 전체적인 하천계획이나 하천사업이 이루어 지지 않아 과거의 하상현황을 파악할 수 없어 하상 변동량에 대한 조사는 수행하지 않았다.

3.4 하천사업의 연혁 및 피해 현황

3.4.1 하천 개수현황

금회 과업하천의 개수현황은 좌·우안으로 구분하여 현재 제방의 형상을 갖춘 구간에 설치된 호안(옹벽, 호안블럭, 돌망태, 석축등)의 연장을 측량 성과 자료와 현지조사결과를 토대로 파악한 결과, 교성천의 개수연장은 4,500m로 조사되었다.

또한 과업하천의 금회 계획시 현장조사 및 측량성과를 이용하여 개수율을 검토한 결과 교성천의 요개수 연장 10,778m중 4,500m가 개수되어 개수율이 42%인 것으로 나타났으며, 이는 전반에 걸쳐 하천개수가 필요한 것으로 검토되었다.

【표 3.4-1】 하천개수 실적

구 분 하 천	요개수 연 장 (m)	완전개수		불완전개수		미 개 수		비고
		연 장(m)	비 율(%)	연 장(m)	비 율(%)	연 장(m)	비 율(%)	
교 성 천	10,778	4,500	42	300	3	5,978	55	

주) 요 개 수 : 하천의 좌우안에 제방을 설치하였거나 설치할 필요가 있는 구간에 대한 연장으로서 완전개수불완전개수 미개수 구간의 연장을 합한 값임.

* 요개수연장(10,778m) = 완전개수연장(4,500m) + 불완전개수연장(300m) + 미개수연장(5,978m)

완 전 개 수 : 완성제방(계획홍수량에 대한 구조적 안정성이 확보된 제방)의 연장. 즉, 하천설계 기준에서 정한 필요한 홍수여유고와 단면을 가진 제방의 연장을 나타냄.

불완전개수 : 제방은 있으나 완성제방에 미달하여 단면의 보강이 필요한 제방의 연장.

미 개 수 : 향후 제방을 설치하여야 할 필요가 있는 구간의 연장.

문헌) 하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침 (2004. 국토해양부)

3.4.2 제방 공사 연혁

금회 과업하천인 교성천은 과거 영보교(NO.24+0.0) 하류에는 보령화력발전소에서 시행한 개수계획으로 돌붙임을 호안으로 하는 개수계획이 이루어져 있으나 영보교(NO.24+0.0) 상류는 하천전반에 대한 일관된 개수계획이 수립된 적이 없었으며 주로 경지정리와 병행하

거나 수해복구공사 등 필요에 따라 부분적인 하천개수를 시행하였을 뿐, 유역 전반의 상·하류를 일괄성 있는 개수계획 수립실적은 없었다.

한편 과거 치수사업 및 수해복구사업 등에 대한 자료의 미비로 인하여 개수시기, 기성제의 정확한 위치 및 현황파악이 어려운 실정이다.

따라서 금회 과업유역의 측량 및 현지 조사를 토대로 하여 각 하천별로 제방 및 호안 설치 현황을 조사하였으며 다음 【표 3.4-2】와 같다.

【표 3.4-2】 제방 및 호안설치 현황

하 천	구 간 (NO.)	안 별	제방연장 (m)	호 안		비 고
				연 장 (m)	형 태	
교 성 천	NO.0+0.0 ~ NO.24+0.0	좌	2,400	2,400	돌붙임	
	NO.0+0.0 ~ NO.24+0.0	우	2,400	2,400	돌붙임	
	계		4,800	4,800		

3.4.3 댐(저수지), 하구둑, 배수펌프장 연혁

과업하천 유역내에 설치된 대규모 댐(저수지), 하구둑, 배수펌프장은 없는 것으로 조사되었으며, 오포저수지와, 만세 저수지 등 보령시에서 관리하는 소규모 농업용 저수지가 2개 있는 것으로 조사되었다.

조사된 저수지의 제원은 【표 3.4-3】와 같다.

【표 3.4-3】 저수지 제원

하천	저수지명	소재지	유역면적 (ha)	만수면적 (ha)	제당길이 (m)	제당높이 (m)	설치년도	관할기관
교성천	오포	보령시 오천면 오포리	656	3.0	190	3.5	1945	보령시
	만세	보령시 오천면 교성리	82	2.7	80	12.0	1945	보령시

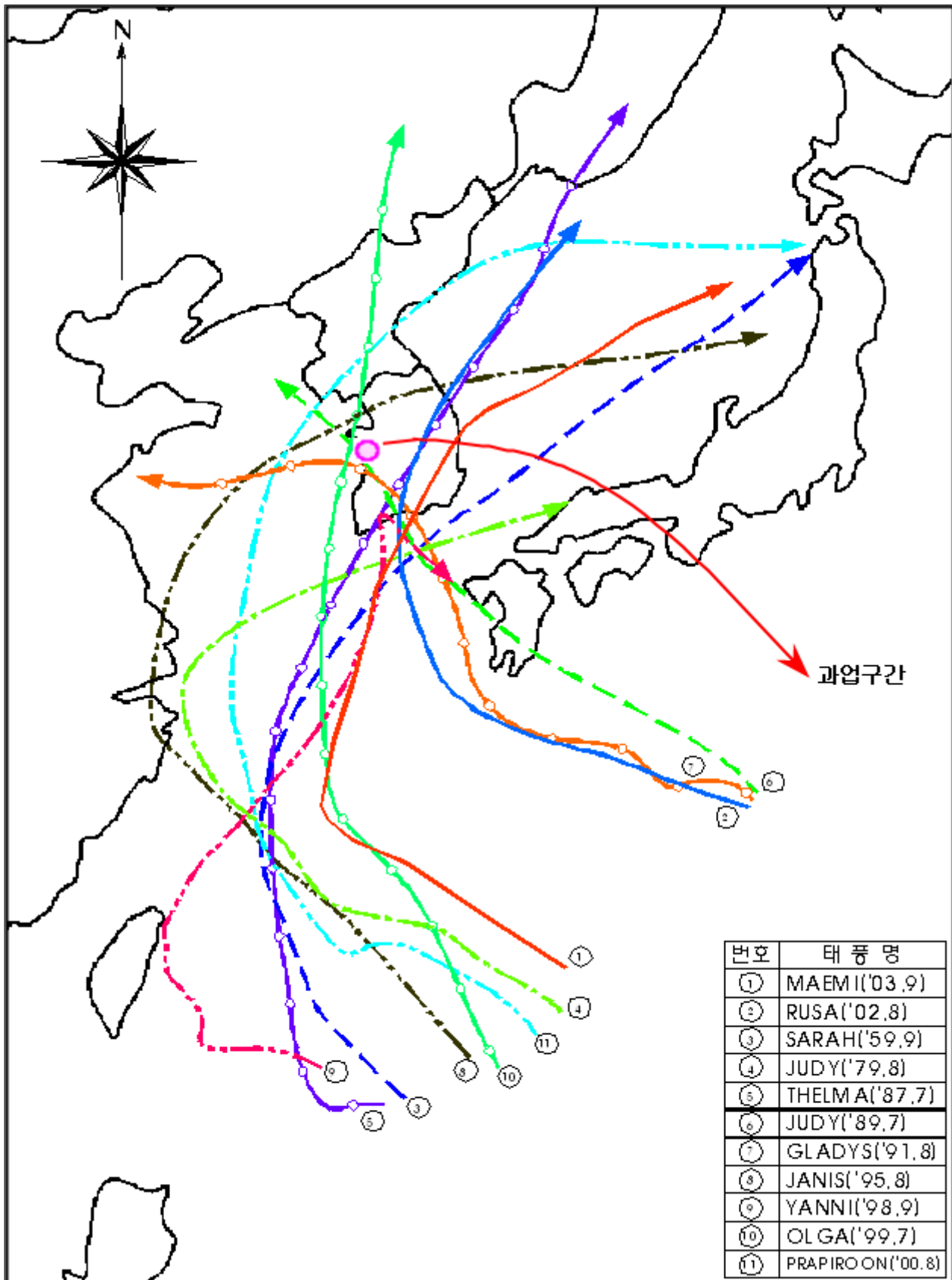
3.4.4 수해 및 가뭄피해 현황

(1) 수해현황

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

과거 우리나라의 주요 호우 및 태풍피해 중 20위중 8개가 최근 10개년(1995~2004년)에 발생되었는데 그 원인은 도시화로 가옥의 밀집과 무분별한 개발로 인한 유출증가 및 기상이변으로 인한 집중호우 등에 기인하는 것으로 판단되며 과거 우리나라에 큰 피해를 유발한 주요호우 및 수해현황은 【표 3.4-4】 과 같다.

과거 주요 태풍 경로도



【그림3.4-1】

【표 3.4-4】

과거 주요호우 및 수해현황

구분 년도	피 해 내 용		주요피해지역	이재민 (인)	인명피해 (사망,실종)	재산피해 (백만원)
	기 간	내 용				
2002년	8.30 ~ 9. 1	태풍(RUSA)	전국	63,085	321	5,147,917
2003년	9.11 ~ 9.13	태풍(MAMI)	제주, 동·남해안, 경남, 경북, 강원	10,975	132	4,781,000
1998년	7.31 ~ 8.18	집중호우	전국(제주제외)	24,531	324	1,290,333
1999년	7.23 ~ 8. 4	집중호우 및 태풍(OLGA)	전국	25,327	67	1,107,801
1990년	9. 9 ~ 9.12	집중호우	서울, 경기, 강원, 충북	187,265	163	756,121
1987년	7.15 ~ 7.16	태풍(THELMA)	남해, 동해	99,516	345	617,393
1995년	8.19 ~ 8.30	집중호우	경기, 강원, 충남, 충북	24,146	65	567,555
1987년	7.21 ~ 7.23	집중호우	중부	50,472	167	519,886
1996년	7.26 ~ 7.28	집중호우	서울, 경기, 강원, 인천	16,933	29	515,323
1989년	7.25 ~ 7.27	집중호우	충남, 충북, 전남, 전북 경남, 경북	54,041	128	445,586
1991년	8.22 ~ 8.26	태풍(GLADYS)	부산, 강원, 경북, 경남	20,757	103	326,892
1998년	9.29 ~ 10.1	태풍(YANNI)	제주, 전남, 경남, 경북	4,827	57	284,237
2000년	8.23 ~ 9. 1	호우 및 태풍 (PRAPIROON)	전국	1,927	28	260,847

주) 1. 자료출처 : 재해년보 2000(행정자치부, 중앙재해대책본부)

2. 2002년 자료출처 : 2002년 홍수피해 종합조사보고서(한국수자원학회)

3. 2003년 자료출처 : 2003년 태풍 ‘매미’로 인한 재해특성 및 조사보고서(한국수자원학회), 피해액은 2003년 가치

(가) 태풍 루사(RUSA, 2002. 8. 27 ~ 9. 1)에 의한 수해 분석

① 태풍의 원인 및 강우특성

태풍 루사(RUSA)는 8월 23일 오전 9시경 괌섬 동북동쪽 약 1,800km 해상에서 발생하여 8월 31일 오후 3시경 전남 고흥반도로 상륙할 때까지 이례적으로 줄곧 중심기압 950hPa에 중심풍속 초속 36m를 유지, [강급] 강도의 [대형급] 규모를 유지하며 거의 최상의 힘을 가진 채 우리나라에 상륙했고, 이후에도 상당 시간 그 강도를 유지하면서 전국에 막대한 피해를 입혔다.

태풍 루사가 대형급 태풍을 유지할 수 있었던 것은 남해상의 해수면 온도가 평년보다 높아 바다로부터 지속적으로 에너지를 공급받았기 때문으로 해수온도가 평년보다 높은 27~29℃를 보인 남해 먼바다는 지속적으로 수증기를 발생해 루사의 에너지원이 되었다.

여기에 한반도에 동서로 놓인 북태평양 고기압의 상층에서 부는 편서풍이 이례적으로 약해 태풍의 이동속도와 방향전환을 막았던 것으로 분석되었다. 이로 인해 루사는 한반도를 길게 관통하며 초속 30~50m의 강풍과 일 최고 강수량 871.0mm라는 경이적인 기록을 세우며 전국적인 대규모 홍수피해를 발생시켰다.

태풍 루사는 8월 30일 17시경에 제주도 남남동쪽 약 330km 부근 해상에서 느리게 북진하여 태풍의 중심 외곽에 겹겹이 분포한 나선형의 비구름대가 접근하면서 제주도와 남부지방을 중심으로 비를 내렸다. 8월 31일 18시경에는 전라남도 지방을 통과하면서 남부 및 강원지방을 중심으로 비를 내렸고, 특히 남부산간과 강원 영동지방에서는 매우 강한 바람을 동반한 강한 비가 내렸다.

② 교성천 유역 피해 현황

본 과업하천인 교성천 유역에는 8월27일~9월1일에 걸쳐 호우가 내렸으나 관측소에서 시간최대 9.5mm, 일최대 62.5mm로 계획빈도에 크게 미치지 못하였으며 그로 인한 홍수 피해는 없었던 것으로 나타났다.

【표 3.4-5】

2002. 8.27 ~ 9.1 RUSA에 의한 시장우량

(단위 : mm)

관측소	구분	기 간		0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	최 대 시장우	전강우	비고
		년	월·일	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시			
보령	태풍 (루사)	2002	8.27	-	-	-	-	-	1	1	-	13	0.5	1.5	2.5	13	19.5	기 상 청
				2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			8.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			8.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			8.30	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.5	1	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-			
			8.31	0.5	2	1.5	0.5	-	0.5	1	-	-	0.5	3	2.5	9.5	62.5	
				3.5	6	7	4.5	0.5	1	5.5	8.5	9.5	3	1	0.5			
			9.1	0.5	-	0.5	0.5	1	1	2	1.5	0.5	-	-	-	2	7.5	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

(나) 태풍 매미(MAMI, 2003. 9. 11 ~ 9.13)에 의한 수해 분석

① 이동경로

한반도 남부에 막대한 피해를 입힌 제 14호 태풍 ‘매미’는 사천지역에 412mm의 비를 뿌린 것을 비롯해 순간 최대풍속과 내륙상륙 때의 해면기압 극값 등을 경신한 태풍으로 2003년 9월6일 오후 3시께 괌섬 북서쪽 약 400Km부근 해상에서 발생해 느리게 북서진 한 뒤 9일 오전 9시께 태풍으로 발달, 11일 오전 9시께 중심기압 910hPa의 초대형 태풍으로 발달하였다.

이때부터 방향을 바꿔 12일 오후 6시 제주도 성산포 동쪽 부근해상을 거쳐 12일 오후 8시 사천시 부근해안으로 상륙했다가 함안을 거쳐 13일 오전 2시30분 경북 울진 부근 해안을 통해 동해상으로 진출하였다.

② 강우량 현황

9월 11일 제주도와 남해안지방이 태풍 전면에 들면서 비가 오기 시작해 11일에서 13일 오전 전국적으로 10 ~ 450mm 분포로 강우량이 지역별 편차를 보였다. 특히 남해를 비롯한 남해안 지방과 대관령을 비롯한 강원도 영동지방은 시간당 47.0mm ~ 79.5mm의 집중호우가 내려 하루 강우량은 400mm정도로 많은 값을 나타냈다.

지역별로는 남해 452.5mm, 진주 271.1mm, 산청 256.5mm, 마산 178.0mm, 통영 164.5mm, 부산 104.0mm 등이며 AWS(무인자동기상관측기)에 의한 관측으로는 사천에서 412.0mm, 지리산 403.0mm 등을 기록했다.

③ 바람현황

태풍 ‘매미’ 통과시 최대 순간풍속은 제주 60 m/s와 고산 60 m/s로 한반도 관측(1904년)이래 최대 순간풍속 극값인 2000년 8월31일 58.3 m/s를 경신했으며 여수의 최대 순간풍속이 35.1 m/s로 이 지역 기상관측 이래 최대기록을 세웠다.

④ 태풍 ‘매미’의 특징

태풍 ‘매미’가 북상할 때 북쪽으로는 대륙고기압이, 동쪽에는 북태평양고기압이 위치해 태풍이 발생한 뒤 속도가 느리게 진행했고 한반도 남해상 부근의 해수면 온도가 28°C로 높아 태풍의 세력을 계속 유지하면서 북상, 북위 30° 부근에서는 태풍의 중심기압이 940hPa로 태풍의 위력이 강했다.

또한 관측 이래 최대순간 풍속 극값을 경신한 주된 원인은 한반도를 통과한 태풍 중 중심 기압이 가장 낮았으며, 한반도를 중심으로 북쪽에는 찬 성질을 가진 대륙고기압이 위치하고 남쪽에는 발달한 열대저기압인 태풍이 위치해 고기압과 태풍간의 대기압력공간 격차에 의해 나타나는 힘인 '기압경도력'이 강했기 때문이다.

태풍 '매미'가 사천시 부근 해안에 상륙할 때의 중심기압은 950hPa로 분석되며, 중심 부근 최대풍속은 40 m/s이었고 풍속 15 m/s이상의 태풍 중심반경이 약 330km 이내로 태풍의 강도는 '강' 크기는 '중형'이었다.

⑤ 교성천 유역 피해현황

제14호 태풍 '매미'로 제주, 동·남해안과 부산, 대구, 경남·북지역 및 강원중·남부 지역에서 막대한 홍수피해가 발생하였으나 본 과업하천 유역이 속한 보령지역에서는 피해가 경미한 것으로 나타났으며 본 과업하천 유역은 홍수피해가 발생치 않은 것으로 집계되었다.

【표 3.4-6】

2003. 9.11 ~ 9.13 MAMI에 의한 시강우량

(단위 : mm)

관측소	구분	기 간		0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	최 대 시강우	전강우	비고
		년	월·일	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시			
보령	태풍 (매미)	2003	9.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	기 상 청
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			9.12	-	-	-	0.5	0.5	1	1	0.5	-	-	-	-	7	27	
				0.5	0.5	-	-	0.5	0.5	2	4.5	5	7	2.5	0.5			
			9.13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

(다) 최근 집중호우에 의한 수해 분석

교성천 유역은 최근 태풍 등에 의한 홍수피해는 없는 것으로 조사된 바, 1999년 ~ 2006년 집중호우로 인한 과업유역이 속한 보령시 오천면 지역의 호우피해현황을 조사하였다.

① 1999년 ~ 2007년 홍수피해 분석

2003년에서 2007년에 걸친 집중호우로 교성천 유역의 홍수피해가 발생하였으며, 특히 2003년 발생한 피해현황을 조사한 결과 8월19일 ~ 20일 국지성 집중호우가 발생하였으며 보령관측소에서 시간최대 강우가 60mm, 일최대 146mm로 시간최대강우는 계획빈도

(94.9mm /hr)에 못미치지만 최근 호우중 가장 집중호우의 성격을 띄는 것으로 나타났다.

【표 3.4-7】

최근에 집중호우에 의한 시강우량

(단위 : mm)

관측소	구분	기 간		0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	최 대 시강우	전강우	비고
		년	월·일	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시			
보령	집중 호우	1999	6.23	-	-	-	-	-	0	7	9.5	11.5	8	3	0.5	17.5	118.5	기 상 청
				4.5	6.5	11.5	10	7.5	11	17.5	10	0.5	-	0	0			
		2000	8.24	2.5	2.5	1	5	4	7.5	26.5	26.5	12.5	11.5	14	8.5	26.5	139.5	
				8	1.5	-	-	-	0.5	1	0.5	0.5	1	2.5	2			
			8.25	1	0.5	-	1	1.5	6.5	3.5	4	4.5	13	8	7.5	13	56	
				1	3.5	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-			
			8.26	-	0.5	1	1.5	4.5	5.5	13.5	16	9	7	3	9.5	16.5	171.5	
				11	10.5	15	19	3.5	0.5	2	8	3	3	16.5	8.5			
			8.27	16	8.5	47	29.5	11.5	15	3	5	3.5	0.5	-	-	47	140	
				-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-			
		2001	7.14	-	-	-	-	-	-	-	3	1.5	-	-	-	12	18.5	
				-	-	-	-	2	12	-	-	-	-	-	-			
		2001	7.21	0.5	-	-	-	-	10.5	69	2.5	38	1	-	-	69	121.5	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		2002	8.6	0	-	2	1	4	17	1.5	1	-	-	0.5	-	25	143	
				-	-	0.5	11	17	25	23.5	7	12	18.5	1.5	0			
		2002	8.7	3.5	-	-	-	-	-	0.5	6.5	17	9.5	14.5	18	18	84.5	
				9.5	3.5	1.5	0	-	-	0	0	-	-	0.5	-			
		2003	6.27	-	-	-	-	0.5	13.5	8.5	17	5	10.5	8	8	13.5	94.5	
				4.5	1	10	1.5	5.5	0.5	-	-	0	0	0.5	0			
			7.9	1	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	7	42	13	0	42	69.5	
				0	0	0	-	0.5	0.5	0.5	0	1.5	0	0.5	1			
			7.10	2	2	0.5	0	-	0	0	0.5	0	1	0	-	2	6.0	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			8.18	1	1.5	1	3.5	6	3	5	2	0	0	-	-	6	28.5	
				3.5	1	0	0	-	-	0	0.5	0.5	-	-	-			
			8.19	-	-	-	-	0	6	8	6.5	6	3.5	2	1.5	60	146	
				0	0.5	0	29	60	5.5	16.5	1	0	-	-	-			
		2003	8.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	22	
				-	-	-	-	-	-	0	1	4.5	5	3	8.5			
		2004	6.19	0	0.5	3.5	1	7	5	6.5	3	3.5	1	0.5	2	16.5	111.5	
				0.5	0.5	0	1.5	7	9	7	4	8.5	8	15.5	16.5			
		2004	6.20	29	1	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	29	33.5	
				0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.5	0	0			

② 금회 확률강우량과의 비교분석

최근의 호우를 조사한 결과 2001년 7월 21일에 최대 시강우가 69mm로 계획빈도 (94.9mm/hr)와는 차이가 보이는 것으로 나타났다. 그리고 집중호우가 발생하여도

전·후반부에 추가적인 집중호우가 없었으므로, 초기손실이 많이 발생할 것으로 예상되는 바 금회분석에 사용된 확률강우량이 훨씬 안전한 것으로 분석되었다.

(2) 홍수발생현황

교성천 서해로 합류하는 비교적 완만한 하천으로 현장조사로 알아본 결과 대규모 홍수 피해를 입은 적은 없는 것으로 조사되었다.

한편, 교성천 유역의 홍수로 인한 피해액을 조사하기 위하여 1996년부터 2005년까지 발간된 『재해년보(행정자치부, 중앙재해대책본부)』로부터 조사 정리한 자료를 이용하여 보령시의 과거 수해현황을 조사하여 전체적인 풍수해상황을 교성천 유역에 간접적으로 적용, 파악하였다.

상기와 같이 조사된 교성천 유역의 피해현황을 살펴보면 최근 10년간 평균 피해액은 1억여만원으로 조사되었으며 26ha의 농경지 침수가 발생하였으며, 7천5백여만원의 공공시설 피해가 발생한 것으로 조사되었으며 조사 기간중 최대 홍수피해는 2000년 4억여원으로 피해가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 최근 10년간 보령시의 평균 피해액은 약 36억원인 것으로 나타났다.

교성천의 최근 10년간 홍수피해현황을 살펴보면 다음 【표 3.4-8】와 같다.

【표 3.4-8】 교성천 연도별·종목별 피해현황

종목연도	피 해 내 용													
	사망 실종 (인)	이재민 (인)	침수 면적 (ha)	건물 (천원)	선박 (천원)	농경지 (천원)	농작물 (천원)	공공 시설 (천원)	기타 (천원)	합계 (천원)		총피해액 (천원)		
										보령시	교성천	보령시	교성천	
1996	-	245	-	4,500	23,815	-	-	70,766	2,111,050	2,210,131	64,990	2,827,642	83,148	
1997	1	29	1,761	232	30,243	100,872	-	1,588,460	61,420	1,780,995	52,371	2,194,364	64,527	
1998	-	-	127	-	-	-	-	-	13	13	-	14	-	
1999	-	61	562	81,000	2,726	298,080	-	3,867,413	215,712	4,464,931	131,294	5,006,974	147,233	
2000	1	41	2,725	189,000	114,209	199,262	-	10,462,737	2,016,100	12,981,308	381,723	14,266,457	419,513	
2001	-	-	-	-	-	8,313	-	-	-	8,313	244	9,182	270	
2002	-	6	-	22,800	16,973	-	-	1,762,087	1,322,464	3,124,324	91,873	3,461,439	101,786	
2003	-	4	166	12,000	-	10,018	-	314,889	53,966	390,873	11,494	423,628	12,457	
2004	-	12	3	-	-	-	-	-	2,979,170	2,979,170	87,604	3,042,924	89,479	
2005	-	2	-	288,000	18,400	30,000	-	16,071	4,029,293	4,381,764	128,848	4,381,764	128,848	
평 균	보령시	-	50	891	85,362	34,394	107,758	-	2,583,203	1,421,021	3,232,182	95,044	3,561,439	104,726
	교성천	-	1	26	2,510	1,011	3,169	-	75,961	41,786				

주) 1. 자료출처 : 재해연보(행정자치부, 중앙재해대책본부), 통계연보(보령시, 2006) 2. 총피해액은 2005년도 환산가치로 환산한 금액임

(3) 가뭄현황

(가) 가뭄의 정의 및 종류

가뭄이란 장기간 강우의 부족으로 사용할 물이 없을 때를 말하며 미기상국(U.S Weather Bureau)은 『어느 지역의 동식물 생육에 피해를 가져올 수 있을 정도로 강수의 부족이 매우 심각하게 장기간 지속되거나 생활용수와 수력발전에 필요한 용수를 정상적으로 확보하지 못한 상태』로 정의하고 있으며 박성우(1984년)는 다음과 같이 가뭄을 구분하고 있다.

① 기상학적 가뭄

주어진 기간의 강수량이나 무강수 지속일수 등으로 정의하는 가뭄

② 기후학적 가뭄

월별 또는 일별 강수량을 동일기간의 누년 평균치의 백분율로 표시하는 가뭄

③ 대기 가뭄

기온 및 바람, 습도 등으로 정의하는 가뭄

④ 농업 가뭄

농작물 생육에 직접 관계되는 토양수분으로 표시하는 가뭄

⑤ 수문학적 가뭄

하천, 저수지, 지하수 등 가용 수자원 량으로 정의하는 가뭄

이러한 가뭄현상은 개별적 또는 독립적으로 발생하는 것이 아니라 서로 상관성을 가지고 발생하게 된다. 즉 기상학적 가뭄이 오래 지속되면 토양수분을 고갈시켜 농업가뭄을 발생시키며 하천이나 저수지의 수량을 감소시킴으로써 수문학적 가뭄으로 이어지게 된다.

(나) 가뭄평가

1960년 이후 발생한 가뭄에 대한 통계자료가 없고 가뭄 사상별로 조직적인 조사 분석이 이루어지지 않아 가뭄별 수문, 기상특성 및 가뭄기간별 피해유형별 피해액을 분석하기가 곤란하며 광범위한 지역에 발생하는 가뭄사상을 한정된 소규모 하천유역에서 분석한다는 것은 사실상 불가능한 실정이다.

금회 과업에서는 기초사 자료를 이용하여 전국적인 가뭄실태를 파악하였으며 교성천 유역의 경우 금회 검토 분석한 강수량 및 유량 성과를 이용하여 비교하였다.

『가뭄기록조사(1995. 국토해양부)』에 의하면 과거 대규모 가뭄피해가 발생한 년도는 '67~'68, '76~'77, '81~'82, '87~'88, '94~'95의 총 5회로서 자료보유 년도가 약 30년~40년임을 감안하면 전국적 또는 국지적인 가뭄 발생빈도는 약 7년 정도임을 알 수 있다.

또한 『하천조사서 (1992. 12. 한국수자원공사)』에서 국내 한발 상황을 조사한 결과, 대략 10년 주기로 한발이 발생하는 것으로 나타났으며 갈수우량, 갈수유량 및 Palmer의 가뭄 지수를 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도는 다음 【표 3.4-9】 ~ 【표 3.4-12】와 같다.

【표 3.4-9】 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도

지속기간 (월) 가뭄기간	12개월		18개월		24개월	
	우심유역	재현기간 (년)	우심유역	재현기간 (년)	우심유역	재현기간 (년)
'67~'68	남해안중서부 영 산 강 금 강 형 산 강	40-50 17-30 20 14	남해안서부 영 산 강 금 강 형 산 강 낙 동 강	25 8 21 7 6-12	남해안서부 영 산 강 금 강 형 산 강 낙 동 강	24 7 18 6 4-7
'76~'77	낙 동 강 영 산 강	12-15 12-20	낙 동 강 한 강	7-9 11	낙 동 강 만 경 강	8 8
'81~'82	낙 동 강 금 강 한 강	7-12 9 8-13	낙 동 강 금 강 한 강	7-16 10 8-9	낙 동 강 금 강 한 강	4-7 8 4
'87~'88	낙 동 강 금 강 삼 교 천 동 진 강	4-8 8-9 11 9	삼 교 천 동 진 강	9 8	삼 교 천 동 진 강	6 3
'94~'95	낙 동 강 금 강 형 산 강 동 진 강 영 산 강	7-13 9-17 12 8 4-5	낙 동 강 금 강 형 산 강 동 진 강 영 산 강	7-15 8 15 12 7-9	낙 동 강 영 산 강	4 2-3

주) 고딕체 : 과업유역이 속한 치성천 및 본의천 유역의 가뭄빈도 ■자료 : 가뭄기록조사보고서 (1995.12 국토해양부)

【표 3.4-10】 갈수유량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도

지속기간 (월) 가뭄기간	12개월		18개월		24개월	
	우심유역	재현기간 (년)	우심유역	재현기간 (년)	우심유역	재현기간 (년)
'67 ~ '68	남해안중동부	18-19	남해안중부	18	남해안중부	12
	영 산 강	15-18	금 강	8	금 강	9
	섬 진 강	12-15	섬 진 강	12	만 경 강	20
	낙 동 강	9	낙 동 강	6-8	낙 동 강	9-15
'76 ~ '77	낙 동 강	10-12	낙 동 강	8-10	낙 동 강	9-14
	영 산 강	10-13	한 강	9	형 산 강	10
	섬 진 강	12	금 강	13	금 강	18
'81 ~ '82	낙 동 강	3-6	낙 동 강	4-10	낙 동 강	6-18
	한 강	8-10	한 강	6-12	한 강	4-10
'87 ~ '88	낙 동 강	4-7	남해안중부	8	금 강	10
	만 경 강	5	동 진 강	15	동 진 강	15
'94 ~ '95	낙 동 강	9-20	낙 동 강	10-15	한 강	4-9
	금 강	18	금 강	35	영 산 강	2-4
	섬 진 강	12	섬 진 강	12		
	만 경 강	8	만 경 강	20		
	낙 동 강	10	한 강	14		
			영 산 강	10-20		

주) 고덕체 : 과업하천이 속한 유역의 가뭄빈도 ■자료 : 가뭄기록조사보고서 (1995.12 국토해양부)

【표 3.4-11】 Palmer의 가뭄지수를 기준으로 한 유역별, 지속기간별 최대평균 가뭄지수

유역	가뭄기간	지점	지속기간					
			12개월		18개월		24개월	
			시작년월	가뭄지수	시작년월	가뭄지수	시작년월	가뭄지수
금강유역	'67 ~ '68	청주	67.10	-1.59	67.5	-1.19	67.1	-0.81
		대전	-	-	-	-	-	-
		추풍령	67.10	-3.24	67.4	-2.89	66.10	-2.48
		군산	68.1	-0.80	68.1	0.00	68.1	-0.58
		보은	-	-	-	-	-	-
		부여	-	-	-	-	-	-
	'76 ~ '77	청주	76.11	-2.88	76.6	-2.79	76.3	-2.56
		대전	77.6	-2.47	76.8	-2.29	76.6	-2.26
		추풍령	77.6	-3.30	76.12	-2.76	76.6	-2.46
		군산	78.2	-6.87	77.8	-6.24	77.2	-5.34
		보은	77.6	-1.76	77.6	-1.76	76.3	-1.72
		부여	77.6	-3.58	76.12	-3.23	76.6	-2.97
	'81 ~ '82	청주	82.6	-2.37	82.3	-1.99	82.1	-1.74
		대전	82.4	-2.23	81.12	-1.93	81.4	-1.87
		추풍령	82.6	-3.56	82.4	-3.14	82.1	-2.79
		군산	82.7	-2.56	82.4	-2.19	82.1	-1.93
		보은	82.3	-1.86	81.10	-1.54	81.4	-1.52
		부여	82.4	-1.46	82.4	-1.30	82.1	-1.22
	'87 ~ '88	청주	88.6	-3.48	88.3	-3.27	87.9	-2.81
		대전	88.7	-4.04	88.1	-3.27	87.9	-2.51
		추풍령	88.7	-3.56	88.4	-3.25	87.11	-2.71
		군산	88.7	-3.05	88.4	-2.59	87.12	-1.90
		보은	88.7	-2.48	88.1	-2.11	87.2	-1.61
		부여	88.1	-2.37	87.9	-1.63	87.9	-1.05
	'94 ~ '95	청주	94.7	-1.54	94.1	-1.20	93.7	-0.62
		대전	94.7	-4.36	94.1	-3.14	93.7	-1.99
		추풍령	94.7	-4.11	94.1	-2.97	93.7	-1.64
		군산	94.7	-1.85	94.1	-1.27	93.7	-0.55
		보은	94.7	-3.42	94.1	-2.52	93.7	-1.54
		부여	94.7	-1.17	94.1	-0.92	93.7	-0.49

주) 자료 : 가뭄기록조사보고서 (1995.12 국토해양부)

【표 3.4-12】 Palmer의 가뭄지수(X) 범위

가뭄지수(X) 범위	분 류
≥ 4.00	극 한 습 윤(홍수)
3.00 to 4.00	습 한 습 윤(홍수)
2.00 to 3.00	보 통 습 윤(홍수)
1.00 to 2.00	약 한 습 윤(홍수)
0.50 to 1.00	습 윤 시 작
-0.50 to 0.50	거 의 정 상
-1.00 to -0.50	가 뭄 시 작
-2.00 to -1.00	약 한 가 뭄
-3.00 to -2.00	보 통 가 뭄
-4.00 to -3.00	심 한 가 뭄
≤ -4.00	극 심 가 뭄

주) 자료 : 가뭄기록조사보고서 (1995.12 국토해양부)

본 과업대상인 교성천 유역의 인근에 위치한 부여지점의 가뭄현황 및 기간별 가뭄빈도를 갈수우량을 기준으로 살펴보면 금강 유역에서 '67~'68년과 '81~'82년에 지속기간 12, 18 및 24개월에서 가뭄이 발생하였고, '87~'88년에는 12개월 지속기간에서, '94~'95년에는 12개월 및 18개월에서 가뭄이 발생하였다. 또한 Palmer의 가뭄지수를 기준으로 검토한 결과, '76~'77년에서 심한가뭄, '81~'82년은 약한가뭄, '87~'88년은 약한가뭄~보통가뭄, '94~'95년은 가뭄시작~약한가뭄으로 나타났으며 지속기간이 길어질수록 가뭄지수가 점차 작아지는 것으로 나타났다.

(다) 가뭄피해 및 대책

과거의 가뭄피해는 조선시대 기록을 보면 약 5년마다 한번 꼴로 발생해 89회의 가뭄피해를 입었으며 특히 1594년, 1671년, 1697년에 전국적인 가뭄으로 대홍작이 발생되었던 것으로 기록되어 있다.

최근에는 【표 3.4-13】에서 보는 바와 같이 연강수량이 적었던 해는 24회였으며 여름철에 강수량이 적어 농작물에 가뭄피해가 발생하였던 해는 35회에 이른다. 이는 연강수량이 평년 수준이라 하더라도 여름철의 강우분포가 극히 불규칙했음을 말해 주는 것이라 할 수 있다. 1939년에 가뭄피해는 전국적인 규모였고 1967~1968년과 1994~1995년의 2년간에 걸쳐 연속적인 가뭄은 주로 영·호남지방에서 발생하였으며 1976년과 1978년에는 경기지방에서

극심한 가뭄이 있었다.

【표 3.4-13】 가 물 피 해 연 도

년 도	연강수량이 상대적으로 적었던 해	농작물에 가뭄피해가 발생했던 해
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	총 : 24회 고딕체 : 8회	총 : 35회 고딕체 : 8회

자료출처) '94, '95 가뭄극복(농림수산부, 농어촌진흥공사)

본 교성천 유역의 과거 강수량을 기준으로 가뭄발생 현황을 살펴보면, 연강수량 1,000mm 이하인 연도는 '73, '76, '77, '82, '88, '96, '01, 06'의 총 8회이고 이 중 1973년의 연강수량은 평균강수량 1,225.0mm의 60%인 732.7mm에 불과해 가뭄이 가장 심했던 것으로 판단된다.

한편 교성천 유역은 약 4년 주기로 가뭄이 발생하는 것으로 나타났으나 지역주민과 관련기관에 대한 조사결과 최근 10여년간은 가뭄으로 용수공급에 어려움을 겪은 적은 없는 것으로 조사된 바, 이는 용수수요량이 크지 않고 농업용수의 대부분은 저수지로부터 공급받고 있기 때문인 것으로 파악되었다.

【표 3.4-14】 가 물 (한 발) 피 해 현 황

관측소	년 도	연강수량 (mm)	년도	연강수량 (mm)	년도	연강수량 (mm)	년도	연강수량 (mm)	비 고
보 령 관 측 소	1973	732.7	1982	800.0	1991	1116.9	2000	1515.4	평균강수량 1,225.0mm
	1974	1471.6	1983	1364.2	1992	1132.3	2001	903.7	
	1975	1239.8	1984	1287.9	1993	1162.1	2002	1453.2	
	1976	874.9	1985	1556.8	1994	1269.0	2003	1343.7	
	1977	807.7	1986	1344.9	1995	1459.5	2004	1216.2	
	1978	1007.6	1987	1897.5	1996	899.6	2005	1265.5	
	1979	1549.7	1988	725.0	1997	1442.3	2006	831.4	
	1980	1330.6	1989	1298.5	1998	1397.2			
	1981	1216.8	1990	1451.0	1999	1284.1			

본 과업하천이 속한 교성천 유역은 커다란 가뭄피해는 발생하지 않았으나 국지적으로 발생하는 홍수피해와는 달리 광범위하고 전국적인 규모로 발생하는 가뭄피해를 최소화하여 보다 안정적인 용수공급을 위해서는 다음과 같은 사항들이 고려되어야 할 것이다.

【표 3.4-15】

가 물 대 책

대 책 별		행 동 내 용
용수 수요 관리 대책	단 기 대 책	◦ 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 · 장 기 대 책	◦ 구조적 대책 — 누수방지 — 중수도 확대 — 절수기기의 보급확대 ◦ 비구조적 대책 — 절수의 생활 습관화 — 절수형 산업구조 형성
용수 공급 관리 대책	단 기 대 책	◦ 구조적 대책 — 저수지 불용용량 활용(땀땀 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

【표 3.4-15】

계속

대 책 별		행 동 내 용
용수 공급 관리 대책	중 · 장기 대책	◦ 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 운영률 개발 (제한수위의 탄력적 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, 감시강화, 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

3.5 하천의 이용현황

일반적으로 하천은 공업용수, 농업용수, 생활용수 등 하천수의 공급 외에 수력발전, 고수부지의 이용, 모래, 자갈 등의 하천산출물의 이용, 주운, 어업 등 다양한 형태로 일상생활에서 이용되고 있다. 금회 계획하천은 수력발전, 고수부지, 주운, 어업 등의 형태로는 이용되지 않고 있으며, 주로 생활, 농업용수로 이용하는 경우가 대다수를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 하천의 이용현황을 용수공급원으로서의 유수이용 현황과 토지이용, 공간이용 등으로 구분하여 조사하였다.

3.5.1 유수이용실태 조사

유수의 이용현황은 주로 생활용수, 공업용수, 농업용수로 구분하여 직접적인 하천수의 이용현황을 조사한 결과 유역내 생활용수는 주로 상수도, 마을상수도, 소규모급수 시설에 의해서 공급되는 것으로 조사되었으며, 공업용수는 대부분 지하수를 개발하여 사용하고 있고, 농업용수는 주로 농업용 저수지 및 취수보에 의해서 공급되는 것으로 나타났다.

(1) 생활용수 이용 현황

유역내 생활용수는 상수도, 마을상수도에 의해서 공급이 되고 있으며, 상수도 및 마을상수도 현황은 【표 3.5-1】과 같다.

【표 3.5-1】 마을상수도 시설 현황

하 천	시설명	위 치	설치년도	급수인구		1일급수량	시설용량	수원종류	비고
				세대수	인구수				
교성천	교성	보령시 오천면 교성2리	1998	86	296	74	20	지하수	농촌생활용수
	깊은골	보령시 오천면 오포3리	2006	63	178	53	50	지하수	마을정비공사

(2) 공업용수 이용 현황

유역내 공업용수 이용현황을 파악하기 위해 보령시의 자료와 현장조사를 통하여 조사한 결과 국가공단이나 지방자치단체에서 관리하는 지방공단 및 농공단지는 없었고, 장래에도 개발계획이 없는 것으로 조사되었다.

(3) 농업용수 이용 현황

유역내 용수 이용현황을 조사한 결과 하천수는 주로 농업용수로 이용되고 있는 것으로 조사되었으며, 농업용수는 농업용 수리시설물인 저수지, 양수장, 취수보, 관정, 집수정 등에 의해서 취수되어 이용되고 있는 것으로 나타났다.

일반적으로 농업용수는 주 수원공인 저수지나 양수장으로부터 취수한다. 저수지는 수혜지인 관개지구보다 상류에 위치하여 유역으로부터 유출량을 저류한 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 취수보 등의 보조수원공을 설치하여 용수를 공급하기도 한다. 저수지에서 저류하고 있는 유효저수량과 양수장으로부터 직접 취수하는 취수량, 보에서 취수하는 양으로 농업용수 이용현황을 조사하였다. 교성천 유역에는 취수보와 양수장은 없는 것으로 조사되었고, 저수지 현황은 다음 【표 3.5-2】와 같다.

【표 3.5-2】 저수지 현황

하천	저수지명	소재지	유역면적 (ha)	몽리면적 (ha)	만수면적 (ha)	제당길이 (m)	제당높이 (m)	설치년도	관할기관
교성천	오포	보령시 오천면 오포리	656	63	3.0	190	3.5	1945	보령시
	만세	보령시 오천면 교성리	82	75	2.7	80	12.0	1945	보령시

3.5.2 용도지역구분 등 토지이용 현황

본 과업에서의 용도지역 구분 등 토지이용현황은 도시계획도, 국립지리원에서 작성한 토지이용도, 보령시 통계연보, 지적도 및 현장조사를 통하여 조사하였으며, 용도지역의 구분은 【표 3.5-3】와 같이 지정목적에 따라 주거, 상업, 공업, 녹지지역을 포함하는 도시지역과 보전관리, 생산관리, 계획관리지역을 포함하는 관리지역, 농림지역, 자연환경보존지역으로 구분되며, 국토해양부장관 또는 시도지사가 용도지역의 지정 또는 변경을 도시관리계획으로 결정한다.

【표 3.5-3】 용도지역 구분

용도지역	지정목적	비고
도시지역	인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되는 당해 지역에 대하여 체계적인 개발, 정비, 관리, 보전이 필요한 지역	
관리지역	도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리하거나 농림업의 진흥, 자연환경 또는 산림의 보전을 위하여 농림지역 또는 자연환경보전지역에 준하여 관리가 필요한 지역	
농림지역	도시지역에 속하지 아니하는 농지법에 의한 농업진흥지역 또는 산림법에 의한 보전임지 등으로서 농림업의 진흥과 산림의 보전을 위하여 필요한 지역	
자연환경보전지역	자연환경, 수자원, 해안, 생태계, 상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호, 육성 등을 위하여 필요한 지역	

현재 교성천 유역에는 도시지역 및 자연환경보전지역은 없으며 대부분 농림지역과 관리지역으로 구분되어 있는 것으로 조사되었다.

검토결과, 임야의 대부분과 하천변을 따라 경지정리된 농경지는 농림지역으로, 비 경지정리 농경지와 부락이 밀집한 구역 또는 농경지와 부락이 인접한 임야구간은 주변의 용도지역과의 관계를 고려하여 관리지역으로 지정된 것으로 나타났다.

3.5.3 관광·위락 등 공간이용현황

관광은 환경을 주된 자원으로 하는 반면, 환경을 파괴하는 최대요인이 관광이란 점에서 관광과 환경은 본질적으로 불가분의 연관성을 지니고 있다. 그러므로 장래 관광지개발에 대해서도 환경개발과 종합계획의 범주 내에서 그 방향과 기준을 제시하여야 한다.

교성천 유역의 관광지 및 위락지의 현황은 보령시청에서 보유하고 있는 자료와 현지 조사를 토대로 조사한 결과, 본 과업 구간과 관련하여 대규모의 관광지나 위락시설은 없는 것으로 조사되었다.

3.6 하천의 환경현황

하천환경은 물과 주변공간과의 통합체인 하천수량, 하천수질, 하천공간 등 3대 요소로 구성된 자연과 사회와의 사이에 위치한 자연물로서 생활, 공업, 농업용수 등을 공급하고 수상 교통로로 이용할 수 있는 이수기능, 홍수시 유수의 원활한 소통으로 시민의 생명과 재산을 보호하는 치수기능 및 자연보전기능, 친수기능, 공간기능으로 대별되는 환경적 기능을 갖추고 있으며, 금회 과업과 관련한 하천환경 정비방향 설정을 위하여 오염원 현황 조사, 오염원 부하량 산정, 하천수질 및 저질조사를 통한 하천의 오염도 현황 조사, 하천생태 현황 조사 등을 실시하여 하천의 정비계획 수립시 기초자료로 활용하였다.

(1) 오염원 현황 조사

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

(2) 하천수질, 저질 등의 하천의 오염도 현황 조사

금회 과업대상인 교성천에 대하여 주요지점 수질조사는 3개 지점을 선정하여 하천수질 16개 항목, 하천저질 11개 항목을 1회에 걸쳐 조사 분석하였으며 수환경 계획과 장래수질 예측시 활용하였다.

(3) 하천 생태 현황 조사

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.

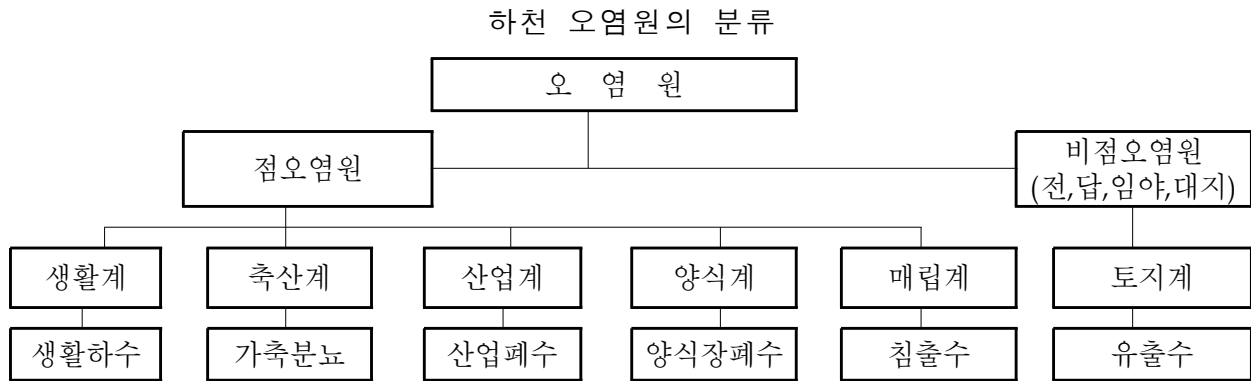
3.6.1 유역의 오염원 조사 및 부하량 산정

(1) 오염원의 분류

하천의 오염원 현황 및 수질보전계획 수립시 기초자료로 활용하기 위하여 오염원을 점오염원과 비점오염원으로 구분하여 교성천 유역내 오염원 현황조사를 실시하였다.

수계에 수질오염을 유발하는 오염원은 점오염원과 비점오염원으로 크게 대별될 수 있다. 점오염원은 유역에서 발생하여 관거를 통해 처리장으로 이송·처리하는 가정하수, 공장폐수, 가축분뇨 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 산재되어 있는 소규모 사육은 비점오염원으로 구분될 수 있으나 집단 가축 사육시에도 간이처리시설을 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, 산업체에 의한 공장폐수, 가축 등의 사육으로 발생하는 가축분뇨를 조사대상으로 하였으며, 비점오염원으로는 토지이용에 따른 오염원 즉 전, 답, 임야, 대지 등 농경 및 생활 활동에 의하여 발생하는 오염원으로 이를 정리하면 【그림 3.6-1】과 같다.

비점오염물질은 농지에 살포된 비료 및 농약, 대기오염물질의 강하물, 지표상 퇴적 오염물, 합류식 하수관거 월류수 내 오염물질 등으로 주로 강우 시 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 주요오염원이라 할 수 있다. 따라서 본 과업에서는 토지이용에 의한 비점오염원 현황조사를 토지이용에 따라 구분하여 농경지(전, 답)와 임야, 대지로 분류하여 통계연보 등을 참고로 조사하였다.



【그림 3.6-1】

【표 3.6-1】 오염원 그룹별 점오염원 및 비점오염원 구분

오염원 그룹	점오염원	비점오염원
생활계	가. 개별배출수: 생활하수가 환경기초시설로 유입되지 않는 구역의 가정 및 영업장으로부터 공공수역으로 배출되는 생활계 배출수 나. 환경기초시설 방류수: 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 생활계 방류수 다. 생활계 관거누수 및 미처리배제수	가. 생활계 관거월류수
축산계	가. 개별배출수: 개별축사로부터 처리 또는 미처리되어 공공수역으로 배출되는 폐수 성상의 축산계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 축산계 방류수 다. 축산계 관거누수 및 미처리배제수	가. 개별배출수: 개별축사로부터 자원화 처리 또는 미처리되어 농지에 살포된 후 주로 강우에 의존하여 배출되는 고형물 성상의 축산계 배출수 나. 축산계 관거월류수
산업계	가. 개별배출수: 개별배출시설로부터 처리되어 공공수역으로 배출되는 산업계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 산업계 방류수 다. 산업계 관거누수 및 미처리배제수	가. 산업계 관거월류수
양식계	가. 개별배출수: 개별양식장으로부터 처리 또는 미처리되어 공공수역으로 배출되는 양식계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 양식계 방류수 다. 양식계 관거누수 및 미처리배제수	가. 양식계 관거월류수
토지계	가. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 토지계 방류수 나. 토지계 관거누수 및 미처리배제수	가. 개별배출수: 환경기초시설로 연결된 관거로 유입되지 않는 구역의 토지계 배출수 나. 토지계 관거월류수
매립계	가. 개별배출수: 개별 침출수처리시설로부터 처리되어 공공수역으로 배출되는 매립계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 매립계 방류수 다. 매립계 관거누수 및 미처리배제수	가. 개별배출수: 침출수처리시설을 갖추지 않은 비위생매립지로부터 공공수역으로 배출되는 매립계 배출수 나. 매립계 관거월류수

자료) 제2단계 수계오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2007. 4)

배출장소 및 배출경로의 확인이 가능한 오염원으로 다음과 같이 구분된다.

- 생활계 오염원 : 주택, 음식점, 숙박, 위락시설 등 사람이 거주하거나 생활 및 서비스
업에 관련된 시설과 이와 유사한 시설
- 축산계 오염원 : 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률에 의한 가축 및 그 사육시설
과 이와 유사한 시설
- 산업계 오염원 : 수질환경보전법에 의하여 신고·허가된 배출시설 및 폐수처리시설과
폐기물관리법에 의하여 설치된 폐기물처리시설과 이와 유사한 시설
- 양식계 오염원 : 수질환경보전법 제30조의 2의 규정에 의하여 신고된 양식시설 및
이와 유사한 시설
- 비 점 오염원 : 점오염원 이외의 오염원으로서 배출장소와 배출경로가 불분명할 뿐만
아니라 강우에 의존하여 유출이 일어나는 다음 각목의 오염원
- 토지계 오염원 : 강우시 지면으로부터 오염물질이 직접 유출되거나 침출된 후 수체로
유출이 일어나는 토지
- 기타오염원 : 수계오염총량관리기술지침으로 정하는 오염원

오염원은 점오염원과 비점오염원으로 분류되며, 점오염원은 인구, 축산(한우, 젓소, 돼지, 가금, 기타), 산업(폐수배출업소), 특정시설(골프장, 양어장)등으로 구분되며, 비점오염원은 토지이용(전, 답, 임야, 대지, 목장 등) 등으로 구분된다.

한편, 본 교성천 유역에 분포하는 오염원을 조사한 결과 대상 하천유역에는 공장등 산업계오염원 및 양식계오염원, 매립계오염원은 없는 것으로 조사되어 점오염원의 경우 **생활계오염원**, **축산계오염원**을 산정하였고, 비점오염원의 경우 **토지계오염원**을 산정하였다.

(2) 오염원 현황 조사 및 장래 예측

오염원 현황조사를 위하여 유역의 형태 및 하천특성, 본류로 유입되는 주요 지천, 하천관리상 유리한 구역, 법정하천 등을 고려하여 「보령시 통계연보」 및 유역내 군청, 면사무소의 인구·산업체·축산·토지이용 현황자료를 참고하여 점오염원 및 비점오염원으로 분류하였다.

(가) 인구 현황

2007년 12월말 현재 「보령시 통계연보」 및 유역내 해당 면사무소 내부자료를 기준으로 하여 교성천 유역의 인구를 다음 【표 3.6-2】 과 같이 정리하였다.

또한, 하천유역내 장래인구 조사결과 2006년 823인에서 2021년 665인으로 감소되는 것으로 예측되었고, 【표 3.6-3】 에 제시된 바와 같다.

【표 3.6-2】 하천유역내 인구 현황

하 천	행 정 구 역			면적 (km ²)	가구수 (세대)	인구현황 (인)	인구밀도 (인/km ²)	비 고
	시,군	읍,면	리,동					
보령시				568.94	41,125	108,639	191	
교성천	보령시	오천면	교성2리	5.68	83	217	39	
			영보1리	2.35	28	69	30	
			영보2리	0.72	23	58	32	
			오포1리	2.64	56	136	52	
			오포2리	1.94	44	105	55	
			오포3리	3.40	118	267	79	
		계		16.73	352	852	51	

【표 3.6-3】 하천유역내 지구별 장래인구

(단위 : 인)

하천명	구 분 지 구	2005년	2006년	2011년	2016년	2021년	비고
교성천	영보지구	127	123	117	108	99	
	오포지구	508	490	468	432	396	
	교성지구	217	210	200	185	170	
계		852	823	785	725	665	

주】 2005년 인구는 『보령시 통계연보(2006.보령시)』에서의 실제 거주인구

교성천 유역 마을 전경사진



【그림 3.6-2】

(나) 가축 현황

본 과업하천 유역에 해당하는 보령시 오천면의 축산농가 현황은 각 면사무소의 내부자료 및 『보령시 통계연보(2007)』를 활용하였으며, 면적비에 의한 추간현황은 다음 【표 3.6-4】와 같고, 과업유역내 축사위주의 실측 가축수 현황은 【표 3.6-5】와 같다.

【표 3.6-4】 유역내 가축 현황(유역면적 비율)

행정구역	연도별	가 축 수 (마리)						
		한우	젖소	돼지	양	사슴	개	기타
보령시	2001	14,476	4,526	155,945	5,857	1,575	15,532	1,830,723
	2006	13,393	3,574	193,249	2,986	919	9,158	1,665,038
오천면	2006	237	—	5,808	—	14	587	121,669
과업유역	2006	79	—	1,928	—	5	195	40,411

주】 1. 자료출처 : 『보령시 통계연보(2007)』
2. 기타 : 가축분뇨법에 의한 가축 - 말, 닭, 오리

【표 3.6-5】 유역내 가축수 실측 현황(축사 위주)

구 분	해당 리	마리수	합계	오수처리시설 설치 여부	사진 번호
돼 지	교성1리	200	400	○-신고시설	①
	교성1리	200		○-신고시설	②
한 우	교성1리	10	76	×	③
	교성1리	50		×	④
	오포1리	6		×	⑤
	오포3리	10		×	⑥
양계장	교성1리	10,000	85,000	×	⑦
	교성1리	20,000		×-신고시설	⑧
	오포2리	5,000		×	⑨
	영보리	50,000		×-신고시설	⑩

교성천유역내 가축 실측결과 돼지는 면적비에 비해 적은 것으로 조사되었고, 가금인 양계장은 다소 많은 것으로 실측되었다.

교성천유역내 장래 가축수 예측 결과 돼지는 증가하고, 한우, 개, 기타 가축(말,닭,오리)은 감소하는 것으로 조사되어 유역내 총 가축수는 감소가 예상된다.

【표 3.6-6】 유역내 가축수 전망

행정구역	연도별	한우	젓소	돼지	양	사슴	개	기타(가금)
교성천 유역	2006	76	—	400	—	—	195	85,000
	2011	70	—	420	—	—	166	77,307
	2016	65	—	441	—	—	141	70,311
	2021	60	—	463	—	—	120	63,947

주) 등차급수법으로 적용하였고, 증감율은 평균 증감을 감안하여 적용하였음.

교성천 유역 축사 전경사진



【그림 3.6-3】

교성천 유역 축사 전경사진(계 속)

	
③ 교성1리 우사 10두(처리시설 無)	④ 오폐1리 우사 6두(처리시설 無)
	
⑤ 교성1리 우사 50두(처리시설 無)	⑥ 오폐3리 우사 10두(처리시설 無)
	
⑦ 교성1리 양계장 10,000마리(처리시설 無)	⑧ 교성1리 양계장 20,000마리(허가업체)
	
⑨ 오폐2리 닭부화장 5,000마리	⑩ 영보리 양계장 50,000마리

【그림 3.6-3】

(라) 토지이용현황

교성천 유역의 금회 토지이용현황은 다음【표 3.6-7】과 같다.

하천유역 토지이용 현황

【표 3.6-7】

(단위 : km²)

하 천	전	답	대 지	임 야	기 타
교 성 천	2.32	1.00	0.19	10.83	2.40

주】 기타 - 과수원, 목장용지, 공장용지, 학교용지, 철도용지, 제방, 구거, 유지 등

(3) 발생부하량 및 배출부하량 산정

(가) 발생 원단위

발생부하량 산정을 위한 적용 원단위는 지역특성 및 오염원 특성, 여건 등에 따라 달라지는 바, 본 과업의 발생원단위는 국립환경과학원에서 연구된 【2단계 수계오염총량관리 기술지침. 2007. 4】을 중심으로 활용하였다.

① 인구

인구에 의한 오염물질 발생원단위는 적용목적에 따라 가옥의 형태(수세식, 수거식, 아파트), 도시계획 구분(시가화, 비시가화) 및 그 밖에 하수,분뇨 등의 구분에 따라 일반적으로 조사되는 바, 본 과업대상 하천 유역의 경우 대부분 주거밀집지역이 없는 비시가화 지역에 해당되어, 일률적으로 비시가화지역(가정인구)의 배출원단위를 적용하였다.

가정인구에 의한 발생부하 원단위

【표 3.6-8】

(단위 : g/인/일)

구 분	가정인구 발생부하원단위(g/인/일)			분뇨발생부하비		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
시 가	50.7	10.6	1.24	0.45	0.8	0.8
비시가	48.6	13.0	1.45			

주】 자료: 2단계 수계오염총량관리기술지침, 2007. 4, 국립환경과학원

하천유역내 오수처리시설은 공공처리시설 1기(49톤/일)가 오천면 오폐리에 위치하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 3.6-9】

교성천 유역내 공공처리시설 설치 현황

지구명	위치	수량	처리공법	처리인구	설치연도	사업근거
깊은골	오천면 오폐리	49톤/일	KM-SBR공법	250인	2006	주거환경개선사업

(나) 수질오염물질 발생부하량 추정

① 인구

유역내 인구유입 증가를 유발하는 개발계획은 수립되지 않아 유역내 인구에 의한 발생부하량 산정결과 거주인구의 감소로 발생부하량 또한 감소하는 것으로 예측되었다.

인구에 의한 하천유역의 오염물질 발생부하량

【표 3.6-12】

(단위 : kg/ 일)

구 분	교 성 천											
	2006년			2011년			2016년			2021년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
인 구	40.0	10.7	1.2	38.2	10.2	1.1	35.2	9.4	1.1	32.3	8.6	1.0
계	40.0	10.7	1.2	38.2	10.2	1.1	35.2	9.4	1.1	32.3	8.6	1.0

② 가축

가축 또한 돼지수만 증가하는 것으로 예측되어 전체적인 발생부하량은 감소로 예측됨.

가축에 의한 하천유역의 오염물질 발생부하량

【표 3.6-13】

(단위 : kg/ 일)

구 분	교 성 천											
	2006년			2011년			2016년			2021년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
한우	40.1	8.9	2.7	37.1	8.2	2.5	34.3	7.6	2.3	31.8	7.0	2.2
젖소	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
돼지	43.6	11.1	4.9	45.8	11.6	5.1	48.1	12.2	5.4	50.5	12.8	5.6
양	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
사슴	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
개	3.5	1.6	0.3	3.0	1.4	0.3	2.5	1.2	0.2	2.2	1.0	0.2
기타	442.0	93.5	34.0	402.0	85.0	30.9	365.6	77.3	28.1	332.5	70.3	25.6
계	529.2	115.1	41.9	487.9	106.2	38.8	450.5	98.3	36.0	417.0	91.1	33.6

③ 토지 이용

토지이용에 의한 하천유역의 오염물질 발생부하량

【표 3.6-14】

(단위 : kg/ 일)

구 분		전	답	대지	임야	기타	계
교성천	BOD	3.69	2.30	16.32	10.07	2.30	34.68
	T-N	21.90	6.56	2.60	23.83	1.82	56.71
	T-P	0.56	0.61	0.40	1.52	0.06	3.15

(다) 수질오염물질 배출부하량 추정

배출부하량은 발생하는 오염원별 물질들이 어떤 처리경로를 거쳐 최종적으로 방류되는지 파악하여야 한다. 본 사업대상하천 유역에서 배출되는 부하량을 산정하기 위하여 각 오염원의 처리경로를 고려하여 배출부하량을 산정하였다.

인구에 의한 배출부하량은 기준갈수량시 배출되는 오수를 산정하였으며, 오수처리시설에서 저감되는 부하량과, 정화조에서 저감되는 부하량을 배출부하량에서 제외하였다.

① 인구**㉠ 정화조의 처리효율에 따른 저감**

본 유역내 오수처리시설이 설치되지 않은 573가구중 정화조 설치 가구조사 결과 약 90%가 설치되어 있는 것으로 조사되었고, 미처리구역 단독정화조의 BOD 삭감부하비 0.5(50%)를 적용한 결과 **2006년 약 6.9kg/일, 2011년 3.4kg/일, 2016년 5.7kg/일, 2021년 5.0kg/일의 감소로** 예측된다.

㉡ 오수처리시설의 삭감량 산정

본 유역내 처리인구 250인, 용량 49톤/일인 공공처리시설이 1기 설치되어 있으며, 삭감부하량 산정결과 **11.7kg/일**로 조사되었다. 오수처리후 오수는 본 교성천으로 방류되고 있음.

$$\text{BOD 방류부하비} = \frac{\text{기준초과율} \times \text{방류유량} \times \text{방류수수질기준}}{\text{오수처리인구 BOD 발생부하량}}$$

$$\text{방류유량} = \text{오수처리인구 오수발생유량} - \text{오수처리인구 직접이송유량} = 49\text{m}^3/\text{일}$$

$$\text{방류수수질기준} : 10\text{g}/\text{m}^3 = 0.01\text{kg}/\text{m}^3$$

$$\text{오수처리인구 BOD발생부하량} = 250\text{인} \times 48.6\text{g}/\text{인}/\text{일} = 12.15\text{kg}/\text{일}$$

$$\text{오수처리인구 배출부하량} = 49\text{m}^3/\text{일} \times 10\text{g}/\text{m}^3 = 0.49\text{kg}/\text{일}$$

$$\text{BOD 방류부하비} = \frac{1 \times 49\text{m}^3/\text{일} \times 10\text{g}/\text{m}^3}{12.15\text{kg}/\text{일}} = 0.04$$

$$\therefore \text{삭감부하량} = 12.15\text{kg}/\text{일} \times (1-0.04) = 11.7\text{kg}/\text{일}$$

㉔ 인구에 의한 배출부하량 산정

본 하천유역은 현재 하수처리의 미처리구역이나 공공처리시설 1기가 설치되어 있고, 유역내 가정의 90%가 정화조가 매설되어 있어, 발생부하량에 비해 배출부하량은 약 46.5% 감소되는 것으로 조사되었다.

인구에 의한 하천유역의 오염물질 배출부하량

【표 3.6-15】

(단위 : kg/ 일)

구 분	교 성 천											
	2006년			2011년			2016년			2021년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
인 구	21.4	5.2	0.6	20.1	4.9	0.5	17.9	4.4	0.5	15.7	4.0	0.4
계	21.4	5.2	0.6	20.1	4.9	0.5	17.9	4.4	0.5	15.7	4.0	0.4

② 가축

가축에 의한 배출부하량은 축종, 공공처리/개별처리, 개별처리인 경우 법적 규제 구분(허가/신고/신고미만)과 축분 및 폐수처리 처리방법(폐수처리/자연화처리/미처리)등을 고려하여 산정할 수 있다.

따라서 본 유역의 가축사육 규모는 대부분 신고대상 미만이며, 축분은 농지나 초지의 퇴비로 활용하고 있어 돈사 및 양계장의 폐수개별처리량을 일부 산정하고, 폐수처리농지 환원량은 없는 것으로 산정하였으며, 다음과 같은 방법으로 배출부하량을 산정하였다.

또한, 축산계 농지작감량은 농지전환비 산출이 어려워 본 검토에서는 산정하지 않았다.

㉑ 축산폐수와 고형물을 구분하여 각각의 개별작감량과 농지작감량을 산정한다.

㉒ 폐수개별작감량은 폐수자원화량과 폐수개별처리량 및 폐수처리의 슬러지를 통하여 농지로 환원된 양으로 산정한다. 폐수자원화비는 액상 폐수량 중 자원화되는 비율을 말한다(고액분리를 하지 않고 액상폐수를 전량 자원화하는 경우 1)농지환원비는 폐수처리량 중 슬러지 형태로 농지로 환원된 비율을 말한다.

㉓ 고형물 자원화개별작감량은 직접이송량을 감한 고형물발생량에 자원화처리비를 곱하여 산정한다.

㉔ 축산계개별삭감량은 폐수개별삭감량과 고형물자원화개별삭감량을 합하여 산정한다.

㉕ 자원화물 또는 무처리된 축산분뇨 및 폐수처리 슬러지가 농지전환되어 농지에서 삭감되는 양은 농지전환량에 농지삭감비를 곱하여 산정한다(농지전환비는 자원화물이 농지로 전환되는 비율).농지삭감량은 개별삭감량에 포함시키지 않는다.

1. 축산계개별삭감량 = ㉔폐수개별삭감량 + ㉕고형물자원화개별삭감량

㉔폐수개별삭감량 = ㉑폐수자원화량 + 폐수개별처리량 + 폐수처리농지환원량

㉑ 폐수자원화량 = (1 - 폐수직접이송비) × 폐수자원화비 × 폐수발생량

㉕고형물자원화개별삭감량 = 자원화처리비 × ㉒고형물자원화개별삭감대상량

㉒ 고형물자원화개별삭감대상량 = (1 - 고형물직접이송비) × 고형물발생량

【표 3.6-16】

축산폐수처리, 자원화 및 농지유출비

법적규제내역	폐수처리내역	고형물처리내역	폐수자원화비	유량				BOD				T-N				T-P			
				폐수처리비	농지환원비	자원화처리비	농지유출비	폐수처리비	농지환원비	자원화처리비	농지유출비	폐수처리비	농지환원비	자원화처리비	농지유출비	폐수처리비	농지환원비	자원화처리비	농지유출비
허가	폐수처리	자원화	0	0	0	0	1	기준 ¹⁾	0.20	0.40	0.10	0.60 ¹⁾	0.80	0.20	0.20	0.80 ¹⁾	1.0	0	0.050
	자원화	자원화	1	0	0	0	1	0	0	0.40	0.15	0	0	0.20	0.30	0	0	0	0.075
신고	폐수처리	자원화	0	0	0	0	1	기준 ¹⁾	0.35	0.40	0.10	0.50	0.80	0.20	0.20	0.70	1.0	0	0.050
	자원화	자원화	1	0	0	0	1	0	0	0.40	0.15	0	0	0.20	0.30	0	0	0	0.075
간이	폐수처리	자원화	0	0	0	0	1	기준 ¹⁾	0.50	0.40	0.10	0.50	0.80	0.20	0.20	0.70	1.0	0	0.050
	자원화	자원화	1	0	0	0	1	0	0	0.40	0.15	0	0	0.20	0.30	0	0	0	0.075
미규제	폐수처리	자원화	0	0	0	0	1	기준 ¹⁾	0.50	0.40	0.10	0.50	0.80	0.20	0.20	0.70	1.0	0	0.050
	자원화	자원화	1	0	0	0	1	0	0	0.40	0.15	0	0	0.20	0.20	0	0	0	0.050
	무처리		0	0	0	0	1	0	0	0	0.25	0	0	0	0.50	0	0	0	0.150

주) 자료 : 『2단계 수계오염총량관리기술지침』, 2007. 4, 국립환경과학원

1) 방류수 수질기준이 정해져 있는 경우 방류수 수질기준, 기준초과율 등으로 산정

- 폐수를 전량 해양투기하는 경우 폐수자원화비와 폐수처리비는 1, 자원화물을 전량 해양투기하는 경우 자원화처리비는 1(위탁의 경우 또한 같다)
- 고형물이 폐수로부터 분리되지 않고 함께 처리될 경우에는 고형물처리비는 적용하지 않고 폐수처리비만을 적용하여 폐수량으로 산정

과업유역내 돼지를 기르는 양돈장 2곳은 200두를 기르고 있는 신고대상지역으로 축산 폐수처리시설 방류수 수질기준은 350g/m³이므로 폐수의 경우 처리후 방류하는 것으로 가정하였고, 고형분의 자원화비는 농지 유출비를 포함한 0.8을 적용함.

또한, 개·양계장의 경우 마리수가 다소 많으나 폐수의 발생은 거의 없고 고형분이 대부분을 차지하고 있고 건기시 고형분은 하천으로 유입되지 않으며, 고형분의 경우 자원화시설로 대부분 활용되고 있으므로, 기준갈수량시 개·양계장에서 배출되는 오염부하량은 없는 것으로 가정하였다.

교성천유역의 가축에 의한 오염물질 배출부하량 산출결과 【표 3.6-17】과 같이 2021년 BOD 21.7kg/일, T-N 7.2kg/일, T-P 5.8kg/일로 예측되었으며, 가축수 감소에 따라 배출량이 감소하는 것으로 산정되었다.

가축에 의한 교성천유역의 오염물질 배출부하량

【표 3.6-17】

(단위 : kg/ 일)

구 분	교 성 천											
	2006년			2011년			2016년			2021년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
한 우	12.0	4.4	2.5	11.1	4.1	2.3	10.3	3.8	2.2	9.5	3.5	2.0
젖 소	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
돼 지	9.7	2.8	3.3	10.2	2.9	3.5	10.7	3.0	3.7	11.2	3.2	3.9
양	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
사슴	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
개	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
가금	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
계	21.7	7.2	5.8	21.3	7.0	5.8	21.0	6.8	5.9	20.7	6.7	5.9

③ 토지이용(비점오염원)

토지이용에 따른 개별삭감량은 토지유출수가 저류조, 인공습지 등의 자체 정화시설 및 토지이용형태 변경 등에 의하여 제거되는 삭감량으로 산정하나, 하천유역내 저수지등을 저류조로 활용할 수 있으나 유역면적에 비해 하천폭이 매우 작아 강우시 발생부하량 전량을 배출부하량으로 산정하였다.

또한, 교성천 유역내 토지이용변화를 발생시키는 대규모 개발계획은 수립되지 않아 강우시 발생될수 있는 연도별 배출부하량은 현재 배출부하량과 동일하게 산정하였다.

그러나, 비강우시(갈수시)는 토지이용의 특성상 하천에 유입되는 발생부하량은 없는 것으로 산정하였다.

강 우 시 : 배출부하량 = 발생부하량
비강우시 : 발생부하량 = 0

토지이용에 의한 하천유역의 오염물질 배출부하량(강우시 전량 배출)
【표 3.6-18】 (단위 : kg/ 일)

구 분		전	답	대지	임야	기타	계
교성천 (강우시)	BOD	3.69	2.30	16.32	10.07	2.30	34.68
	T-N	21.90	6.56	2.60	23.83	1.82	56.71
	T-P	0.56	0.61	0.40	1.52	0.06	3.15
교성천 (갈수시)	BOD	0	0	0	0	0	0
	T-N	0	0	0	0	0	0
	T-P	0	0	0	0	0	0

(라) 배출부하량 산출 결과(총괄)

교성천 유역의 갈수시 총배출부하량은 아래와 같이 산출되었으며, 2021년 BOD 36.4kg/일, T-N 10.7kg/일, T-P 6.3kg/일인 것으로 나타났으며, 교성천으로 유입되는 배출부하량 중 가축에 의한 오염물 배출부하량이 가장 큰 것으로 나타났다.

하천유역의 배출부하량 총괄(기준갈수량시 배출량)
【표 3.6-19】 (단위 : kg/ 일)

구 분		2006년			2011년			2016년			2021년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
교성천	인구	21.4	5.2	0.6	20.1	4.9	0.5	17.9	4.4	0.5	15.7	4.0	0.4
	가축	21.7	7.2	5.8	21.3	7.0	5.8	21.0	6.8	5.9	20.7	6.7	5.9
	토지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	총계	43.1	12.4	6.4	41.4	11.9	6.3	38.9	11.2	6.4	36.4	10.7	6.3

(4) 유달부하량 및 유달율 산정

(가) 유량 및 BOD(종말점)농도 현황

교성천의 현황농도 파악을 위하여 2007년 12월 4일, 2008년 3월 18일, 6월25일 3회에 걸쳐 현지하천의 유량조사를 실시하였으며, 기준갈수량 및 평균갈수량은 『제6장 용수공급계획수립』에 제시된 유량이다.

【표 3.6-20】 교성천 유량 및 BOD농도 현황

구 분		유 량	BOD농도	조사지점
현지측정 자료	1차 (2007.12.4)	2.50 m ³ /sec	2.0 mg/L	교성천 과업종점
	2차 (2008.3.18)	2.00 m ³ /sec	2.1 mg/L	"
	3차 (2008.6.25)	3.00 m ³ /sec	1.9 mg/L	"
갈수량 조사시	기준 갈수량	0.23 m ³ /sec	최고농도 2.1	"
	평균 갈수량	0.75 m ³ /sec	최고농도 2.1	"

(나) 유달부하량 및 유달율 산정을 위한 배출부하량 산정

유달부하량의 산정기준은 기준갈수량 기준이므로 가축의 고형물에서 배출되는 부하량 대부분과 토지게 배출부하량은 없는 것으로 가정하였다.

하천유역의 배출부하량 총괄(비강우시 배출량)

【표 3.6-21】

(단위 : kg/ 일)

구 분		2006년			2011년			2016년			2021년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
교성천	인구	21.4	5.2	0.6	20.1	4.9	0.5	17.9	4.4	0.5	15.7	4.0	0.4
	가축	21.7	7.2	5.8	21.3	7.0	5.8	21.0	6.8	5.9	20.7	6.7	5.9
	토지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	총계	43.1	12.4	6.4	41.4	11.9	6.3	38.9	11.2	6.4	36.4	10.7	6.3

(다) 유달부하량 및 유달율 산정

$$\text{유달부하량(kg/day)} = \text{유량(m}^3\text{/sec)} \times \text{종말점농도(mg/L)} = 41.73\text{kg/day}$$

$$\text{유달율(\%)} = (\text{유달부하량/배출부하량}) \times 100$$

$$\therefore \text{기준갈수량 유달율(\%)} = \frac{0.23\text{m}^3\text{/sec} \times 2.1\text{g/m}^3}{43.1\text{kg/day}} \times 100 = 96.8\%$$

유달부하량 및 유달율 산정결과 기준갈수량 기준 유달부하량 41.73kg/day, 유달율 96.8%로 산정되었다.

교성천 유달부하량 및 유달을 산정

【표 3.6-22】

(단위 : kg/ day)

구 분	조사시기	2006년	2011년	2016년	2021년
발생부하량	—	603.88	560.78	520.38	483.98
배출부하량	—	43.10	41.40	38.90	36.40
유달부하량	기준갈수량	41.73	—	—	—
유달율(%)	기준갈수량	96.80	—	—	—

(5) 장래 수질 예측

(가) 목표수질 설정

본 교성천은 2010년 충청남도 정책목표수질은 II급수 달성을 목표로 두고 있고, 하천 생태계 조사중 어류는 피라미, 참붕어 등이 서식하고, 저서성대형 무척추동물은 다슬기, 동양 하루살이등이 서식하여 【수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표】에서 정한 생물등급은 「좋음~보통」을 충족하고 있으므로 목표수질은 Ib등급(BOD기준 2.0mg/L-좋음)이하로 설정하였다.

(나) 배출부하량에 따른 장래수질 예측

본 구역의 경우 이농현상 및 농촌인구의 고령화에 따라 인구는 감소하는 것으로 예측되었고, 축종별로는 돼지는 증가하고, 한우, 개, 기타 가축등은 감소하는 것으로 조사되었으며, 본 구역내 개발계획 수립에 따른 토지이용의 변화는 없는 것으로 조사되었다.

장래의 수질농도 예측은 【표 3.6-23】에서 제시된 장래 하천구역 배출부하량을 근거로 산정하였으며, 장래 BOD농도는 2006년 2.1mg/L에서 2021년 1.77mg/L로 수질농도가 감소되어 장래 목표수질인 2.0mg/L이하를 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

본 하천의 경우 하천내 달뿌리풀, 억새, 갈대 등의 식생이 풍부하고 하천정비기본계획상 축제 및 보축 계획은 식생이 서식할 수 있는 환경호안블럭 및 자연식쌓기, 자연식생매트등으로 활용할 계획인 바, 하천의 자정작용은 증가될 것으로 예측되므로 장래 수질농도는 감소될 것으로 판단된다.

【표 3.6-23】

장래 수질 예측

구 분		2006년	2011년	2016년	2021년
교성천	배출부하량(kg/일)	43.1	41.4	38.9	36.4
	증가율(%)	100	96.06	90.26	84.45
	BOD농도(mg/L)	2.1	2.02	1.90	1.77

3.6.2 하천의 오염도 및 유량 현황

(1) 조사항목

- 대상하천의 하천수질 및 하천저질 현황농도 조사
 - 하천수질 : 16개 항목, 하천저질 : 11개 항목
- 상수원보호구역 및 하수처리시설 설치현황 조사

【표 3.6-24】 수질 조사항목

구 분	조 사 항 목	항목수	비 고
하천수질	pH, BOD, COD, SS, DO, T-N, T-P, Cd, Pb, CN, Cr+6, As, Hg, ABS, PCB, 유기인	16	
하천저질	pH, 강열감량, COD, T-N, T-P, Cu, Hg, Pb, Zn, CN, As	11	

(2) 조사범위

- 본 사업의 시행으로 직·간접적인 영향이 예상되는 지점을 중심으로 **【표 3.6-25】**와 같이 하천수 3개소를 선정하여 조사하였다.
- 환경기초시설 현황은 본 과업구간과는 수계상 관계없는 것으로 조사되었다.

【표 3.6-25】 하천수질 및 하천저질 조사지점 위치

구 분	지점번호	지 점 명	비 고
하 천 수	W - 1	충남 보령시 오천면 교성리 교성보건진료소 앞 하천	
	W - 2	충남 보령시 오천면 오포2리 마을회관 앞 하천	
	W - 3	충남 보령시 오천면 오포리 화력발전 입구	

(3) 조사방법

- 대상하천의 현황농도 파악을 위하여 2007년 12월 4일, 2008년 3월 18일, 2008년 6월 25일 3회에 거쳐 현장채수로 조사하였다.

(4) 조사결과

(가) 수질현황농도및 유량현황

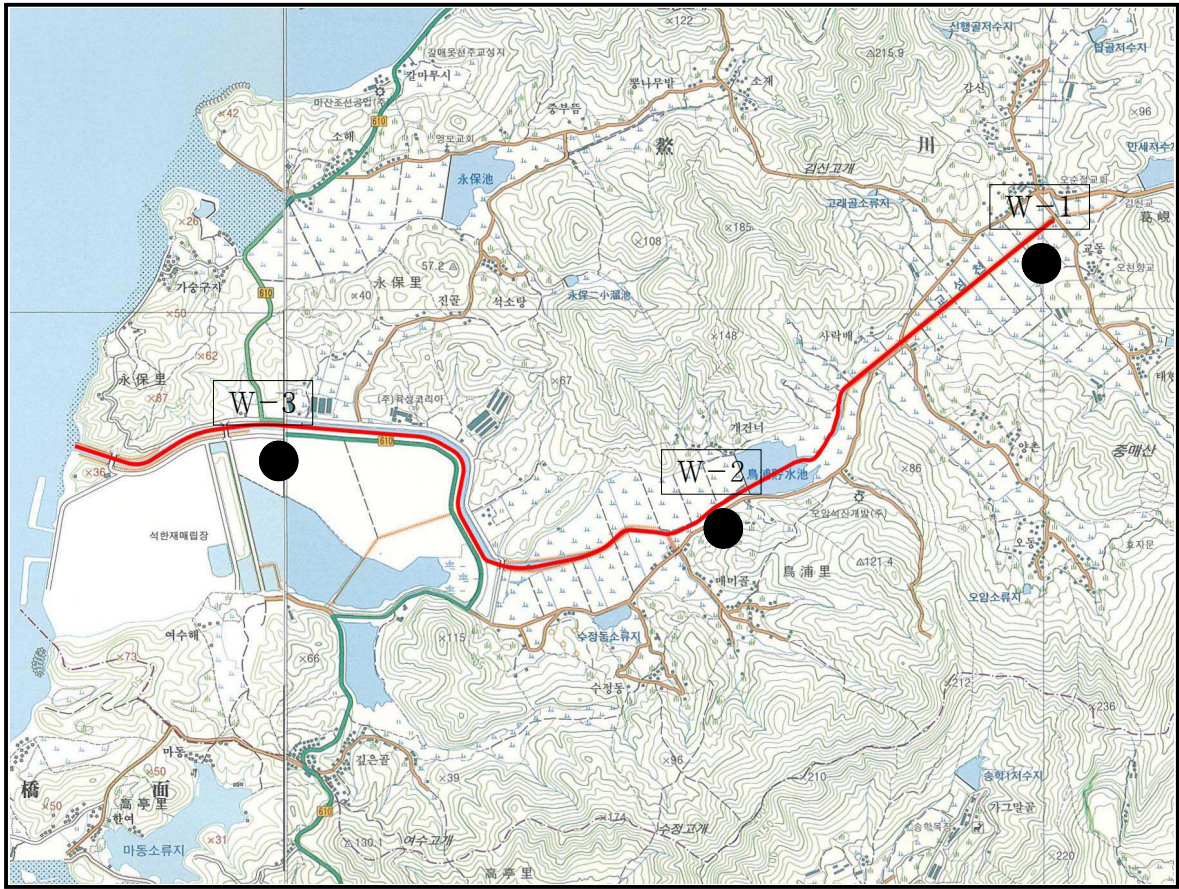
- **【표 3.6-26】**는 교성천에 대한 하천수질 및 유량현황을 나타내었다. 특히, 하천수질 분석결과 BOD기준으로 환경기준 I b등급으로 조사되었다.

【표 3.6-26】 하천수질 및 유량 현황

지점번호 분석항목	W - 1				W - 2				W - 3			
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차	평균
pH	6.8	6.9	6.8	6.8	6.9	6.8	6.8	6.8	7.1	7.0	7.1	7.1
DO (mg/l)	9.3	9.1	8.9	9.1	9.3	9.1	8.9	9.1	8.9	8.8	8.7	2.8
BOD (mg/l)	1.3	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	2.0	2.1	1.9	2.0
COD (mg/l)	3.8	3.7	3.9	3.8	3.6	3.6	3.8	3.7	6.2	5.8	6.3	6.1
SS (mg/l)	2.8	3.1	3.4	3.1	3.0	3.1	3.2	3.1	4.7	5.7	4.9	5.1
T-N (mg/l)	2.010	2.030	2.123	2.054	2.138	2.189	2.211	2.179	2.692	2.708	2.730	2.710
T-P (mg/l)	0.804	0.801	0.798	0.801	0.926	0.894	0.910	0.910	1.227	0.989	1.313	1.176
유량(m ³ /sec)	0.125	0.100	0.210	0.140	0.235	0.210	0.350	0.270	2.500	2.000	3.000	2.500

주 : CN, Cd, Hg, As, Pb, Cr6+, PCB, ABS 및 유기인은 검출되지 아니함.

하천수질 및 저질 조사지점도



【그림 3.6-4】

(나) 저질현황농도

○본 과업구간의 저질을 조사한 결과 다음과 같이 조사되었다.

【표 3.6-27】 하천저질 현황

지 점 항 목	WG - 1				WG - 2				WG - 3			
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차	평균
pH	6.75	6.78	7.90	7.14	6.78	6.89	6.85	6.84	7.09	7.03	6.85	6.99
강열감량 (%)	8.3	8.4	8.3	8.33	8.5	8.4	8.3	8.40	8.8	8.7	8.8	8.77
COD (mg/kg)	1,895	1,951	1,837	1,894	1,837	1,958	1,895	1,897	2,328	2,153	2,258	2,246
T-N (mg/kg)	212.4	225.3	235.6	224.43	218.6	224.5	248.5	230.53	275.2	235.4	275.5	262.03
T-P (mg/kg)	35.2	36.5	34.3	35.33	36.6	37.5	37.1	37.07	42.6	41.5	45.5	43.20
Cu (mg/kg)	7.582	7.583	7.158	7.44	7.316	7.686	7.326	7.44	8.018	8.028	8.105	8.05
Hg (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pb (mg/kg)	7.028	7.031	7.019	7.03	6.851	6.915	6.814	6.86	7.213	7.235	7.225	7.22
Zn (mg/kg)	8.134	8.143	8.215	8.16	7.862	7.859	7.865	7.86	8.342	8.315	8.426	8.36
CN (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
As (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

【표 3.6-28】

하천수질 등급기준

생활환경 기준								
등 급		상태 (캐릭터)	기 준					
			수소이온 농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	부 유 물질량 (mg/L)	용 존 산소량 (mg/L)	대장균군(균수/100mL)	
							총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1이하	25이하	7.5이상	50이하	10이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2이하	25이하	5.0이상	500이하	100이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3이하	25이하	5.0이상	1,000이하	200이하
보통	III		6.5~8.5	5이하	25이하	5.0이상	5,000이하	1,000이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8이하	100이하	2.0이상	-	-
나쁨	V		6.0~8.5	10이하	쓰레기가 없을것	2.0이상	-	-
매우 나쁨	VI		-	10초과	-	2.0미만	-	-
사람의 건강보호 기준								
항 목			기준값(mg/L)		항 목		기준값(mg/L)	
카드뮴(Cd)			0.005		사염화탄소		0.004	
비소(As)			0.05		1,2-디클로로에탄		0.03	
시안(CN)			검출되어서는 안됨 (검출한계 0.01)		테트라클로로에틸렌		0.04	
수은(Hg)			검출되어서는 안됨 (검출한계 0.001)		디클로로메탄		0.02	
유기인			검출되어서는 안됨 (검출한계 0.0005)		벤젠		0.01	
폴리크로리네이티드 비페닐(PCB)			검출되어서는 안됨 (검출한계 0.0005)		클로로포름		0.08	
납(Pb)			0.05		디에틸헥실프탈레이트		0.008(09년1월1일부터)	
6가크롬(Cr6+)			0.05		안티몬		0.02(09년1월1일부터)	
음이온 계면활성제 (ABS)			0.5		-		-	
비 고 : 1. 등급별 물상태 가. 매우 좋음 : 용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 간단한 정수처리 후 생활용수 사용 나. 좋음 : 용존산소가 많은 편이며, 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계 다. 약간 좋음 : 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 일반적 정수처리후 생활용수 또는 수영용수 사용 라. 보통 : 용존산소를 소모하는 오염물질이 보통수준에 달하는 일반 생태계로 고도의 정수처리후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리후 공업용수 사용 마. 약간 나쁨 : 상당량의 용존산소를 소모하는 오염물질이 있어 영향을 받는 생태계로 농업용수로 사용하거나, 고도의 정수처리후 공업용수로 이용, 낚시 가능 바. 나쁨 : 과량의 용존산소를 소모하는 오염물질이 있어 물고기가 드물게 관찰되는 빈곤한 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불쾌감을 유발하지 않는 한계이며, 특수한 정수처리후 공업용수 사용 사. 매우 나쁨 : 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살 수 없음 아. 용수목적상 당해 등급보다 수질요구조건이 낮은 수준인 하위등급 용도로 사용할 수 있음 자. 생물화학적산소요구량(BOD)을 비롯한 다양한 물질의 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 당해 등급보다 수질요구조건이 높은 수준인 상위등급 용도로도 사용 가능								

3.6.3 동·식물상

(1) 현 황

(가) 조사항목

- 1) 식물상 : 식물상, 식생, 녹지자연도 및 식물현존량, 순생산량, 보호수·노거수 분포 현황 등
- 2) 동물상 : 포유류, 조류, 양서·파충류

(나) 조사시기 및 범위

본 사업시행에 따른 야생 동·식물의 서식범위와 이동에 미치는 영향을 고려하여 과업구간내 및 연접한 주변지역을 현지조사 하였다.

- 조사시기 : 2007년 10월 15일 ~ 16일

(다) 조사방법

1) 식물상

가) 식물상 및 식생

식물상은 과업구간내 및 주변지역을 직접 도보로 이동하면서 조사하였고, 상층을 우점하고 있는 대표종을 선정하여 방형구(quadrat) 내에 분포하는 식물상 현황을 파악하였고, 식생도는 상관에 의한 조사지역의 지형과 식생을 조사하고 식물군락을 구분하였다.

현지조사시 관찰된 식물종을 기록하고 이(1989)를 기준으로 목록을 작성하였으며, 분류·동정된 식물은 A. Engler(1964)의 분류체계에 따라 양치식물, 나자식물, 피자식물(단자엽식물, 쌍자엽식물)순으로 배열하였으며, 학명과 한국명의 기록은 대한식물도감(이, 1989)을 이용하였다.

조사된 식물목록의 생활형(life-form)의 분석은 大韓植物名考(1996, 이우철 著)의 Numata식 생활형 중에서 휴면아의 위치(Raunkiaer의 방식)에 따라 구분한 것을 제시하였으며, 양치식물계수(Pte-Q)는 $25 \times B/A$ (B : 양치식물종수, A : 현화식물종수)의 공식을 이용하였다.

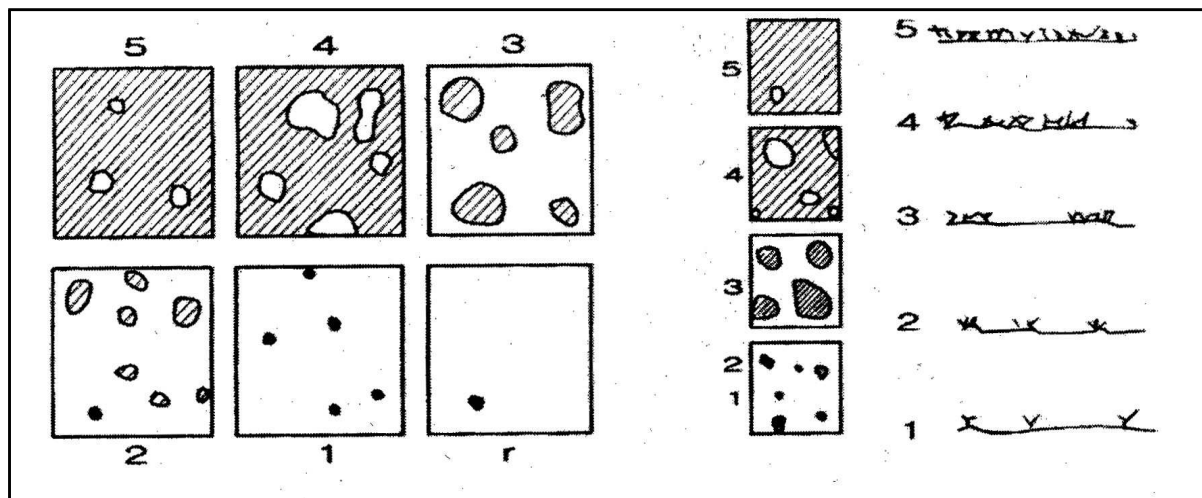
귀화식물은 한국귀화식물원색도감(박수현著, 1995)을 이용하여 검색하였으며, 조사지역의 도시화 정도를 알기 위하여 도시화지수($UI = S/N \times 100$, S : 조사지역의 귀화식물

종수, N : 총귀화식물종수)를 산출. 또한 환경부 지정 멸종위기종 및 보호종, 한국특산종, 희귀종 등을 검토하였다.

【표 3.6-29】 Braun-Blanquet(1964)에 의한 우점도와 군도의 조사기준

구 분	단 계	기 준
우 점 도	r	대단히 드물게 출현한다.
	+	소수이며 피도는 대단히 낮다.
	1	다수이며 피도는 낮다. 또는 대단히 소수이나 피도는 약간 높다.
	2	대단히 다수(단, 피도는 1/10이하) 또는 피도는 1/10~1/4이다.
	3	피도가 1/4~1/2로 개체수는 임의이다.
	4	피도가 1/2~3/4로 개체수는 임의이다.
	5	피도는 3/4 이상으로 개체수는 임의이다.
군 도	1	단독 생육하는 것
	2	군 또는 총상으로 생육하는 것
	3	소반, 쿠션모양으로 생육하는 것
	4	소군락, 광반, 카페트상을 이루는 것
	5	대군집을 이루는 것

우점도(좌)·군도(우)의 판정기준(Braun-blancquet, 1964)

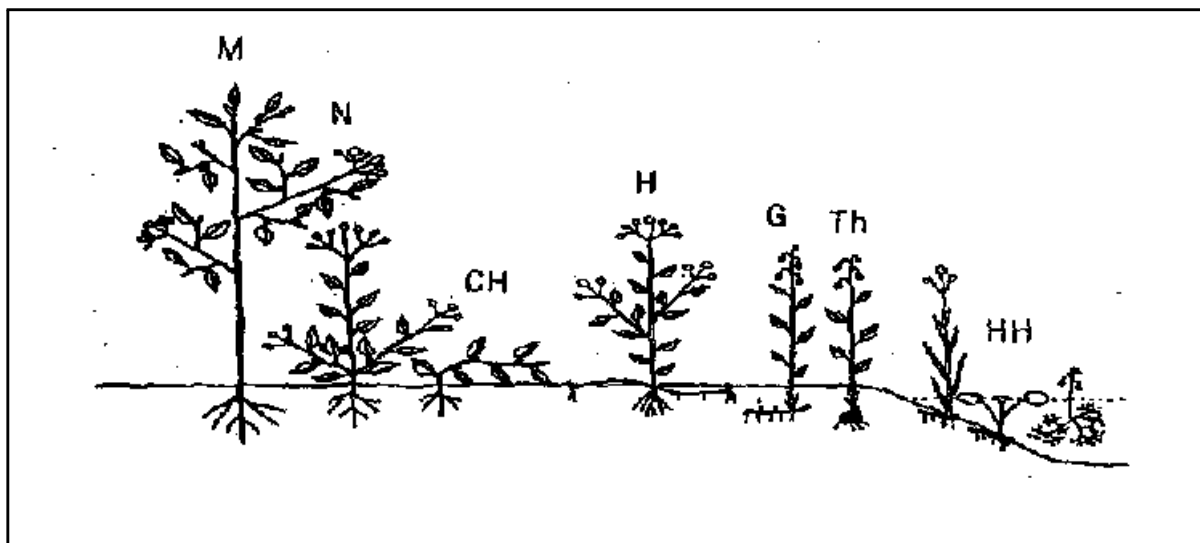


【그림 3.6-5】

【표 3.6-30】 Numata의 생활형 중 休眠型(Dormacy form)의 구분방법

구 분		구 분 개 요
Geophyte (지중식물:G)	G	휴면아가 땅속에 있는 다년초로 지상부는 마른다.
Hemicryptophytes (반지중식물:H)	H	휴면아가 지표 바로 밑에 있는 다년초
Chamephytes (지표식물:Ch)	Ch	휴면아가 지표면에서 0~0.3m이내에 있는 다년초
Phanerophytes (지상식물:P)	N	저목, 미소지상식물로 휴면아가 지표면에서 0.3~2m 사이에 있는 것
Phanerophytes (지상식물:P)	MM	대고목, 대형지상식물로 휴면아가 지표면에서 8~30m 사이에 있는 것
Hydatophytes (수생식물:HH)	HH(Th)	1년생 水濕식물
	HH(rd)	뿌리가 질흙속에 있는 것
	HH(n)	수면에 뜨는 浮生식물
Epiphytes(착생식물:E)	E	바위나 다른 식물체에 붙어서 사는 것
Therophytes (일년생식물:Th)	Th	월동하지 않는 1년초
	Th(w)	월동하는 월년초 즉 冬型 1년초
	Th(v)	지하에 있는 휴면아가 모체에서 분리, 월동하고 모체는 그 해에 죽는 영양번식형 1년초와 다년초의 중간형태

생활형 구분 모식도



나) 녹지자연도 및 식물현존량, 순생산량

【그림 3.6-6】

녹지자연도 등급의 산정은 ‘『녹지자연도의 산정 및 등급 기준해설』, 2001, 환경부’에 의거하여 녹지자연도를 산정, 작성하였으며, 이를 근거로 cramer’s 상수를 이용하여 식물량을 추정하였다.

【표 3.6-31】 녹지자연도 등급의 산정기준

권	공간	성층	등급	명 칭	특 징
육지권	개발공간	단층	1	시 가 지	녹지식생이 거의 존재하지 않는 지구
			2	농 경 지	논 또는 밭 등의 경작지구
			3	과 수 원	경지나 과수원, 묘포장등 비교적 녹지 식생의 분량이 우세한 지구
			4	2차초원(A)	잔디군락이나 인공초지(목장) 등과 같이 비교적 식생의 키가 낮은 이차적으로 형성된 초원지구
	자연공간	단층	5	2차초원(B)	갈대 조릿대 군락 등과 같이 비교적 식생의 키가 높은 2차초원지구
			6	조 립 지	각종 활엽수 또는 침엽수의 조림지구
			7	이차림(A)	1차적으로 2차림이라 불리우는 대상 식생지구
			8	이차림(B)	자연림에 가까운 2차림지구
	공간	다층	9	자연림	다층의 식물사회를 형성하는 천이의 마지막에 이르는 극상림 또는 이와 유사한 자연림
			10	고산자연초원	자연식생으로서 고산성 단층의 식물사회를 형성하는 지구
수권		무층	0	수 역	저수지, 하천유역등 수역, 하중사구 포함

자료) 생태·자연도 작성지침-별표2, 환경부, 2004. 10. 19

다) 보호야생 식물 및 멸종위기 생물종, 보호수

자연환경보전법에 의해 고시된 특정 야생식물 및 멸종위기종, 노거수 등에 대하여 조사하되 현지조사와 함께 탐문 및 문헌조사를 병행하였다.

2) 육상동물상

동물의 경우 서식반경을 고려하여 본 과업구간을 포함한 주변지역을 중심으로 조사를 실시하였으며, 단기간의 조사로는 본 지역 전체의 서식상태를 논하기에 불합리하다고 판단되어 현지조사 외에 흔적조사, 기 문헌조사 된 자료 중 그 지역에 출현 가능성이 있는 종에 대한 자료(도감, 사진 등)를 준비하여 탐문하는 방법 등을 병행하여 실시

하였다.

가) 포유류

포유동물은 직접 관찰하거나 배설물, 족적, 서식지 흔적 등을 관찰하여 종의 서식유무를 확인하는 field sign법을 통해 서식종을 확인하였으며, 현지출현종의 보완을 위하여 현지거주민을 대상으로 과거와 현지 출현종에 대한 청문조사를 병행하여 실시하였다.

나) 조류

일정한 조사경로를 따라 관찰된 조류를 기록하는 line census의 방법을 실시하였으며, 과업구간내의 일정 지점을 선정하여 정점조사를 통한 지구내의 서식·출현조류를 관찰하였다. 또한, Line census에 의한 조사는 과업구간 동측의 도로와 주변지역을 실태하면서 경작지변이나 산림 지역 내에서는 육안으로 관찰하거나 쌍안경(Kenکو, 8×30)을 통한 관찰을 하였으며, 주민에 의한 탐문조사와 문헌조사도 병행하였다.

다) 양서·파충류

조사시기 및 생태적인 특성상 현지관찰이 어려운 양서·파충류의 분포는 문헌조사와 주민에 의한 탐문조사를 병행하여 실시하였다.

3) 육수동물상

가) 어류

종어류는 서식처 형태 및 어류의 습성에 따라 채집방법이 다르므로 투망(망목 : 7×7 mm), 족대(망목 : 3×3mm)를 사용하였고 투망은 각 지점당 10회, 족대는 지점당 40분의 채집시간을 사용하였으며, 현지조사시 종의 구분이 확연한 개체에 대해서는 현지기록을 전제로 하였으며, 현지동정이 어려운 종에 대해서는 대형어류의 경우 10% 포르말린 용액에 넣어 고정하여 운반하였으며, 조사한 어종의 검색 및 분류체계는 한국 동·식물도감(제39권 동물편(담수어류), 교육부, 1997)을 이용하였다.

나) 저서성 대형무척추동물

현지조사는 정량적 방법과 정성적 방법을 이용함. 정량적 방법은 Surber net(25×25 cm)를 이용하여 상기 어류채집 지점을 기준으로 채집하였으며, 정성적 채집은 Surber

net과 Scoop net(뜰채)을 이용하여 무작위적으로 여울, 소, 수변부 등 다양한 물리적 서식환경의 지역에서 채집였다. 다양도지수는 정량적 방법에 의해 채집된 종수 및 개체수를 이용하여 산정하였으며, 동정 및 분류에는 한국동식물도감(1988), 수서곤충검색도설(1995), 한국의 수서곤충(2005) 등을 이용하였다.

저서성대형무척추동물을 이용한 수질판정은 ESB지수(ESB : Ecological score of benthic macroinvertebrate community)를 이용하였으며, 이는 전국자연환경조사지침(환경부, 2001)에서 제안한 개별분류군환경질점수(Qi)를 적용하였으며, 공(1997)의 방식에 의해 얻어진 ESB지수 값을 이용하여 Saprobic level, 환경상태, 지역결정 등을 판정하였다.

$$ESB = \sum_{i=1}^4 \sum (S_i \cdot Q_i) \quad \text{Kong(1997)}$$

ESB : Ecological score of benthic macroinvertebrate community

(저서대형무척추동물 생태점수)

Q_i : Environmental quality score of individual taxa (개별분류군환경질점수)

S_i : Species frequency to I environmental quality (i 환경질에 대한 출현종수 합)

【표 3.6-32】 ESB 지수에 따른 부수성체계와 환경질의 평가

오수생물계열의 평가	수질등급	부수성	오수생물계열	ESB
	I	Oligosaprobic	빈부수성	51이상
	II	β -mesosaprobic	β -중부수성	21-50
	III	α -mesosaprobic	α -중부수성	9-20
	IV ~ V	polysaprobic	강부수성	8이하

(라) 군집분석

1) 우점도(Dominance index)

각 조사지점별로 개체수 현존량에 의하여 2종씩을 선정하였으며, 지수의 산출은 McNaughton's dominance index(DI)에 의하였다(McNaughton, 1967).

▶ 산출식 $DI = (n_1 + n_2) / N$

【DI : 우점도지수, N : 총개체수, n_1, n_2 : 제1, 2우점종 개체수】

2) 다양도(Diversity index)

Margalef(1956, 1958)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Wiever function(Pielou, 1969)을 사용하여 산출하였다. 이는 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타낸다.

▶ 산출식 $H' = - \sum_{i=1}^S n_i \log P_i$

【H': 다양도, S : 전체 종수, P_i : i번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며 (n_i/N)으로 계산(N:군집내의 전 개체수, n_i :각 종의 개체수)】

3) 균등도(Evenness index)

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

▶ 산출식 $E = H' / \ln(S)$ 【E : 균등도, H' : 다양도, S : 전체 종수】

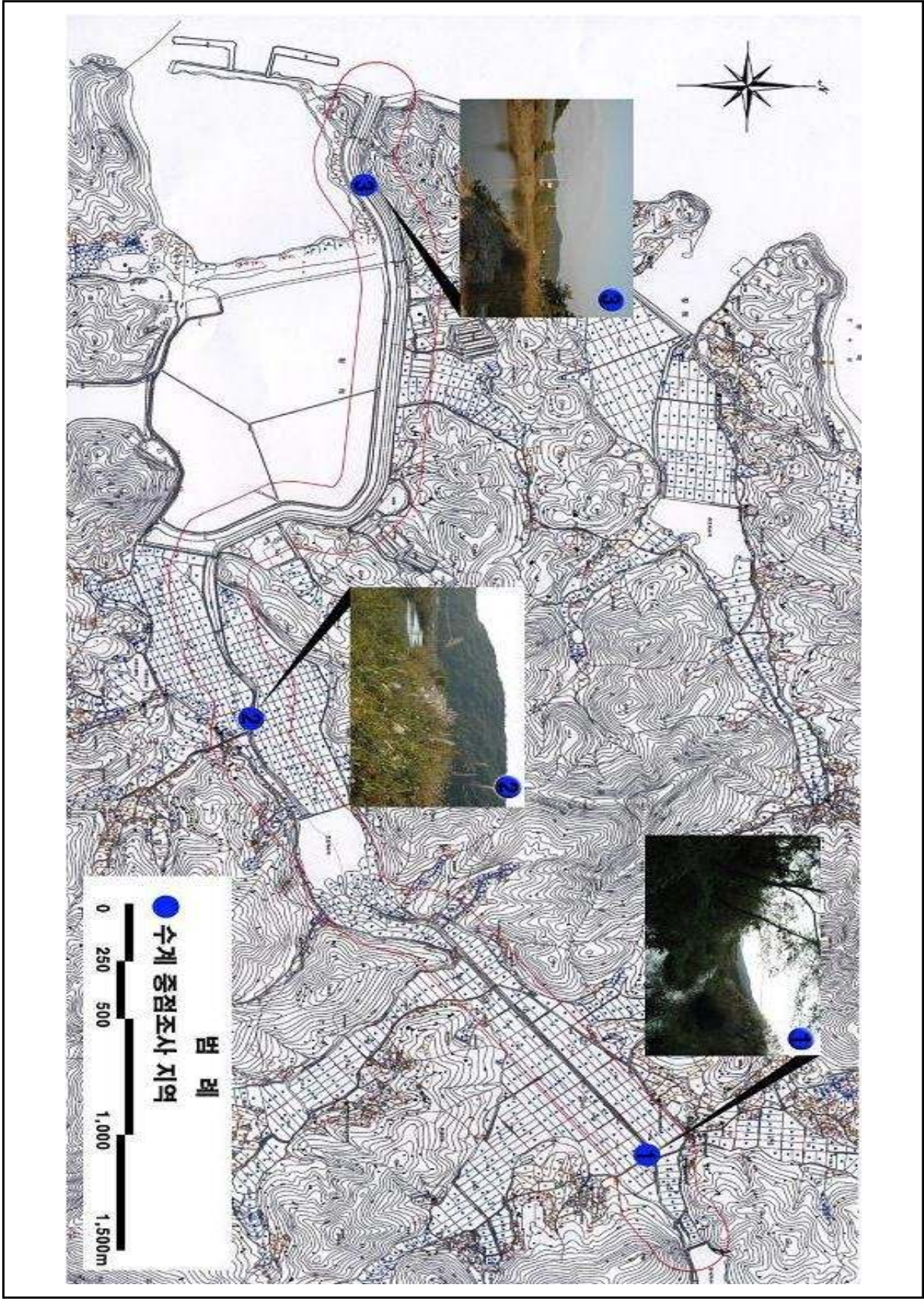
4) 종풍부도(Richness index)

종풍부도지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 조사에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

▶ 산출식 $RI = (S-1)/\ln(N)$

【RI : 풍부도, S : 전체종수, N : 총개체수】

조사개황도



【그림 3.6-7】

(라) 조사결과

1) 식물상

가) 식물상

본 교성천은 한반도 중서부지방에 위치하고 있으며, 행정구역상 충청남도 보령시 오천면 교성리에서 오포리에 이르는 하천으로 지방하천이다. 조사지역 주변의 교성천 주변으로는 대부분이 경작지로 이루어져 있으며 일부 밤나무 단지 및 리기다소나무림으로 형성된 임상이 분포하고 있다. 교성천의 상류지역에서 조포저수지에 이르는 지역으로 갈대, 억새, 달뿌리풀 등으로 하천변을 이루고 있으며 하류부로는 서해와 만나는 기수지역으로 제방으로 콘크리트 블록으로 구성되어 있어 별다른 식물상을 보이지 않고 있다.

본 교성천을 주변으로 조사된 관속식물은 【표 3.6-31】와 같이 총 27목 41과 110종 14변종 1품종으로 총 125종류가 조사되었으며, 한반도에 널리 분포하는 종이며 대부분인 것으로 조사되었으며, 조사지역내로는 초본식생이 우세하게 분포하고 있으며 유구천 내로는 갈대, 억새, 달뿌리풀 등이 우점하여 분포 하고 있다.

환경부지정 구계학적 특정식물로 I 등급식물은 잣나무, 부추, 쥐방울덩굴, 투구꽃 등 4종이 조사되었다.

과업구간 및 주변지역에서의 현지조사에서는 희귀종, 멸종위기종 등 특별히 보호를 요하는 자연식생수종은 조사되지 않았으며, 주변의 경작지와 도로, 주거지 등의 분포가 높은 본 교성천의 입지와 식물분포 특성상 주요한 종의 출현은 없을 것으로 사료된다.

【표 3.6-33】

조사지역의 식물상

구분	목	과	종	변종	품종	계
양치식물	1	1	1	0	0	1
나자식물	2	2	5	0	0	5
피자식물	24	38	104	14	1	119
단자엽식물	3	3	18	4	0	22
쌍자엽식물	21	35	86	10	1	97
계	27	41	110	14	1	125

■ 생활형분석

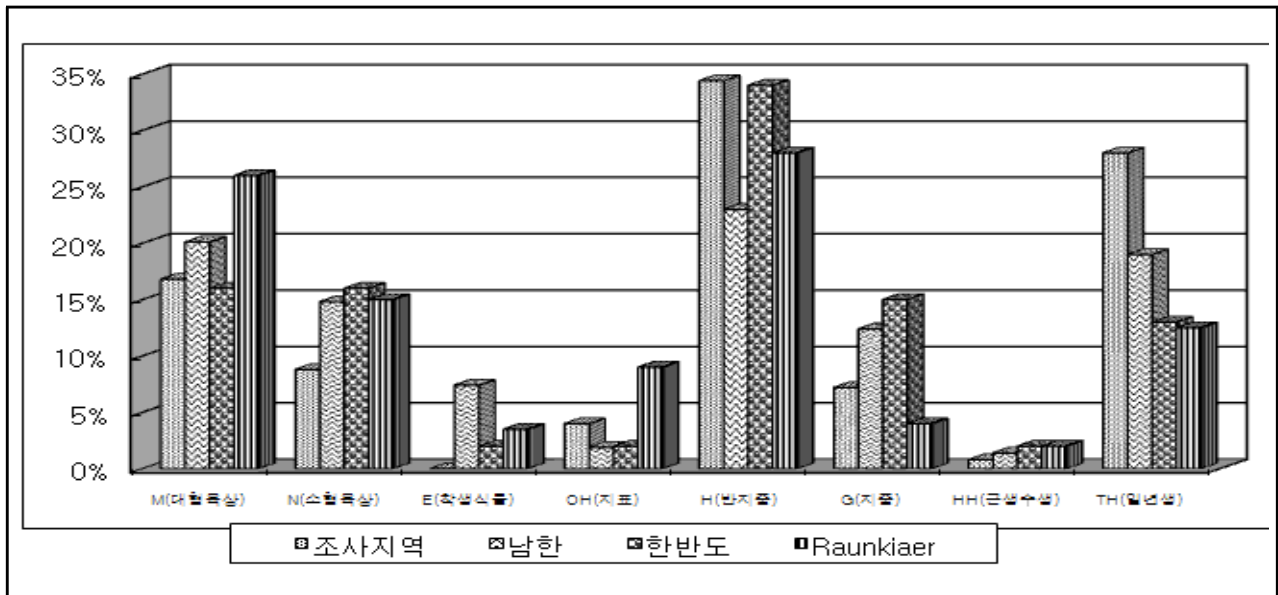
식물의 생활형은 주요 환경요소 등의 상호작용 또는 공존하는 식물들간의 직접적인 기능의 경쟁 등을 나타낸 것이며, 식물군집에서 종조성뿐만 아니라, 여러 환경요소(환경 파괴)에 대한 군집의 반응 또는 공간의 사용, 군집 내에서의 가능한 경쟁관계에 대한 정보를 제공해 준다(Mueller Dombois & Ellenberg, 1974).

본 조사지역에서 나타난 생활형 Spectrum에서는 착생식물은 조사되지 않았으며, 대형육상식물(M), 소형육상식물(N), 지중식물(G), 근생수생식물(HH)은 각각 8.8%(21), 8.0%(11종), 0.8%(9종), 0.8%(1종)로 남한과 비교하여 낮은 수치를 나타내고 있으며, 지표식물(CH), 반지중식물(H), 일년생식물(TH)는 각각 4.0%(5종), 34.4%(43종), 27.2%(35종)로 남한과 비교하여 비교적 높은 수치를 나타내고 있다. 이러한 결과는 조사지역이 하천주역식생으로 초본이 우세하게 나타나고 있는 것을 알수 있다.

【표 3.6-34】 라운키에르의 생활형 분석

구 분	M (대형육상)	N (소형육상)	E (착생식물)	CH (지표)	H (반지중)	G (지중)	HH (근생수생)	TH (일년생)
출 현 종	21	11	0	5	43	9	1	35
조사 지역	16.8%	8.8%	0.0%	4.0%	34.4%	8.0%	0.8%	27.2%
남 한	20.1%	14.8%	7.4%	1.9%	23.0%	12.4%	1.4%	19.0%
한 반 도	16.0%	16.0%	2.0%	2.0%	34.0%	15.0%	2.0%	13.0%
Raunkiaer	26.0%	15.0%	3.5%	9.0%	28.0%	4.0%	2.0%	12.5%

조사지역 식물상의 생활형 분석그래프



【그림 3.6-8】

■ 도시화지수 및 양치식물 계수

한편, 환경의 변화에 민감한 생리·생태적 반응을 보이는 양치식물은 과업구간 및 인접권역에서 조사되지 않았으며, 도시화지수로 사용되는 귀화식물은 총 과 16종이 조사되었는데, 이는 남한 전체(281종, 국립환경연구원, 2001) 출현종의 5.7%, 조사지역 식물상의 12.8%로 본 지역이 인위적인 간섭의 정도가 높은 지역임을 추정할 수 있다.

【표 3.6-35】

조사지역의 귀화식물분포

학 명	국 명	생활형	원산지	귀화도
Gramineae 벼과				
<i>Panicum dichotomiflorum</i> MICHX.	미국개기장	Th-D ₄	N-Am	5
Polygonaceae 마디풀과				
<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	Th-D ₄	Eu	
Cruciferae 십자화과				
<i>Leidum apetalum</i> Willd.	다닥냉이	Th-D ₂	nA	-
Leguminosae 콩과				
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	M-D _{3,4}	N-Am	5

【표 3.6-35】

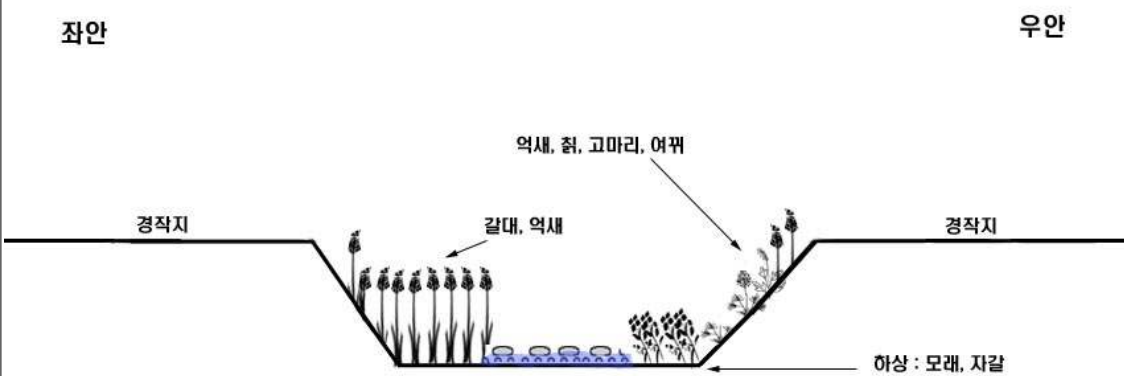
계 속

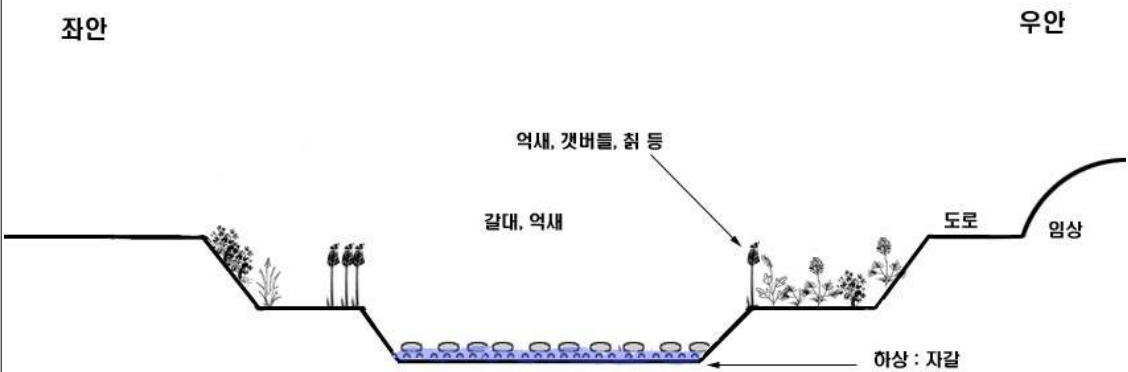
학 명	국 명	생활형	원산지	귀화도
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	N-D ₄	N-Am	3
<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀	Ch-D ₄	Eu	3
<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	Ch-D ₄	Eu	5
Onagraceae 바늘꽃과				
<i>Oenothera biensis</i> L.	달맞이꽃	Th-D ₄	N-Am	5
Compositae 국화과				
<i>Xanthium strumarium</i> L.	도꼬마리	Th	As	
<i>Erigeron annuus</i> PERS.	개망초	Th-D ₁	N-Am	5
<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	Th-D ₁	N-Am	5
<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) RAF.	붉은서나물	Th-D ₁	N-Am	5
<i>Cardus crispus</i> L.	지느러미엉겅퀴		Eu.wAs	
<i>Taraxacum officinale</i> WEBER	서양민들레	Ch-D ₁	Eu	5
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지뚥	Th-D ₁	Eu	3

생활형) D1:바람산포, D2:동물산포, D3:자동산포, D4:중력산포, D5:종자를 만들지 않고 영양번식
원산지) As:아시아, Eu:유럽, Am:아메리카, E-:동-, W-:서-, S-:남-, N-:북-, C-:중앙-, Tro-:열대-
귀화도) 1-매우드물다, 2-드물다, 3-거의 전국적으로 분포하나 개체수가 적다
4-국지적으로 분포하나 개체수가 많다, 5-전국적으로 분포하며 개체수도 많다

나) 식생

St. 1		조사지점: 교성천 St. 1		
조사지점 하천개황	하상 : 모래, 자갈		수심 : 30~50cm	유속: 느림
	제방형식	좌·우안 모두 토제 및 석축제방으로 수변식물의 분포밀도가 높음		
	주변토지이용	좌·우측 모두 경작지가 분포		
하천개요	- 본 지점은 교성천의 상류부로 하폭은 8~10m, 수폭은 2~3m이며, 수심은 30~50cm내외로, 하상은 모래로 이루어져 있음. 저수부로 수생식물은 없으며, 정수식물로 억새, 달뿌리풀, 갈대 등이 출현하고 있으며, 제방부로 억새가 우점을 하고 있으며, 양지성 초본 식물인 달맞이, 쑥, 이삭여뀌, 등이 우점하여 분포하고 있다. - 본 구간은 주변으로 경작지가 넓게 분포하고 있으며, 조사지역의 상류지역으로 저수지가 형성되어 있어 일정한 유량을 형성하고 있다.			
조사지역				
하천단면도	좌안 우안 			

St. 2	조사지점: 교성천 St. 2		
조사지점 하천개황	하상 : 모래, 자갈	수심 : 30~50cm	유속: 느림
	제방형식	좌·우안 모두 토제 및 석축제방으로 수변식물의 분포밀도가 높음	
	주변토지이용	좌·우측 모두 경작지가 분포	
하천개요	본 지점은 조포 저수지에서 유하되어 지는 부분으로 하천 양측으로 St. 1과 마찬가지로 주변지역은 경작지로 이루어져 있다. 하폭은 8~10m, 수폭은 2~3m이며, 수심은 30~50cm내외로, 하상은 모래와 자갈로 이루어져 있다. 저수부로 수생식물은 St. 1과 마찬가지로 조사되지 않았으며, 정수식물로 억새, 달뿌리풀, 갈대, 고마리 등이 출현하고 있으며, 제방부로 억새가 우점을 하고 있으며 쭉 등이 제방부를 차지하는 부분이 있다. 양지성 초본 식물인 여뀌, 망초, 달맞이꽃 등이 분포하고 있다.		
조사지역	St. 2 전경 사진 		
하천단면도	좌안 우안 억새, 쭉, 고마리, 여뀌 갈대, 억새 경작지 경작지 하상 : 모래, 자갈 		

St. 3		조사지점: 교성천 St. 3	
조사지점 하천개황	하상 : 모래, 자갈		수심 : 30~50cm
	유속: 느림		
	제방형식 좌·우안 모두 토제 및 석축제방으로 수변식물의 분포밀도가 높음		
주변토지이용		좌·우측 모두 경작지가 분포	
하천개요	◦ 본 지점은 교성천의 하류부 지역으로 서해와 만나는 기수지역으로 하폭은 70~80m, 수폭은 20~30m정도이며, 수심은 50~80cm이상이다. 하상은 자갈, 호박돌, 모래로 이루어져 있다. 저수부로 수생식물은 없으며, 정수식물로 갈대 등이 있으나 드물게 출현을 하고 있으며 하천 둔치로 억새, 잠자리피, 갯버들 등이 출현하고 있으며, 제방부로 칩과 일부 양치 식물이 차지 하고 있는 것이 조사되었다.		
조사지역			
하천단면도			

다) 녹지자연도

본 과업구간을 실행하면서 조사된 현존식생도를 근거로하여 과업구간내의 녹지자연도를 산정한 결과, 과업구간내에 수계인 DGN 0등급지역은 2,172,243.0m²으로 54.1%를 차지하고 있으며, 경작지인 DGN 2등급지역은 917,751.0m²으로 24.3%, 나출지인 DGN 1등급지역은 475,024.9m²으로 10.4%, 조림지인 DGN 6등급지역은 377,227.9m²으로 9.4%, 이차초지(B)인 DGN 5등급지역은 65,568.8m²으로 1.6%, 과수원 및 이차초지(A)지역은 조사된 지역의 0.1%를 차지하고 있다.

라) 식물현존량, 순생산량

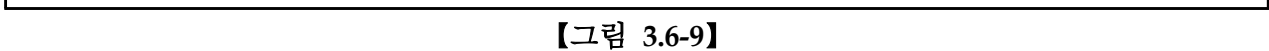
과업구간내의 녹지자연도에 의한 식물현존량 및 순생산량을 산정한 결과, 식물현존량은 4,462.7ton, 순생산량은 1,460.9ton/tr로 산정되었다.

【표 3.6-36】 과업구간내 녹지자연도분포에 따른 식물현존량, 순생산량

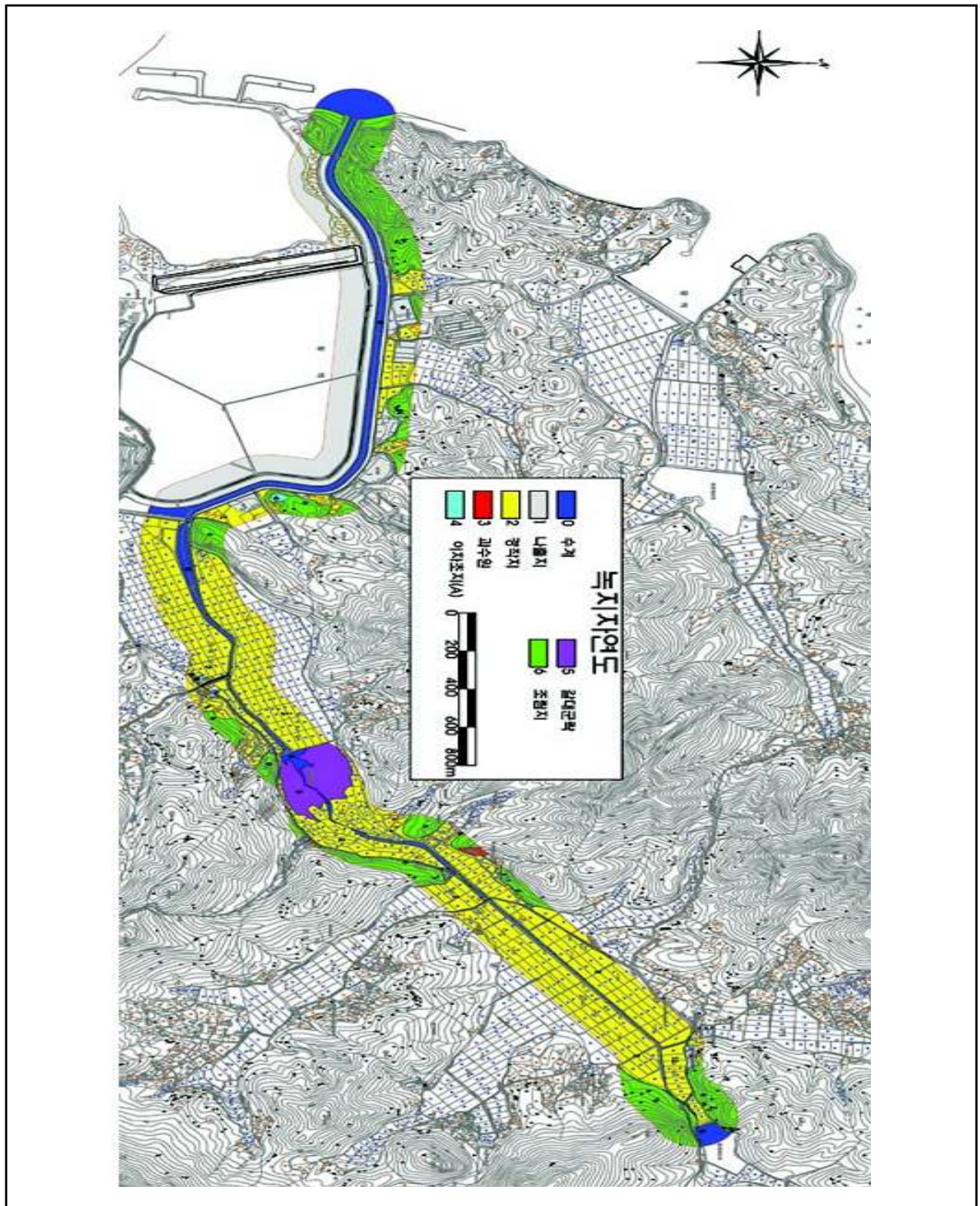
DGN	구 분	과 업 구 간			
		면 적 (m ²)	구 성 비 (%)	식물현존량 (ton)	순 생산량 (ton/yr)
0	수계	2,172,243.0	54.1	0.0	0.0
1	나출지	475,024.9	11.8	242.3	109.3
2	경작지	917,751.0	22.9	1,541.8	844.3
3	과수원	3,079.8	0.1	7.6	2.9
4	이차초지(A)	4,402.0	0.1	6.6	3.9
5	이차초지(B)	65,568.8	1.6	152.1	47.9
6	조림지	377,227.9	9.4	2,512.3	452.7
계		4,015,297.4	100.0	4,462.7	1,460.9

마) 보호수·노거수 분포현황

생태학적 보호 및 보호가치가 인정되는 희귀종 및 멸종위기에 놓인 종 또는 식물군락, 천연기념물이나 보호수로 지정된 종은 과업구간 및 인근 조사지역 내에는 분포하지 않는 것으로 조사되었다.



과업구간의 녹지자연도



【그림 3.6-10】

2) 육상동물상

본 조사지역인 교성천은 충청남도 보령시 오천면 만세저수지에서 시점으로 하여 오폐저수지를 거쳐 서해로 유하하는 하천이며, 조사지역은 대부분이 경작지로 이루어져 있으며, 하천은 주로 농업용수로 이용되는 것으로 조사되었다. 이러한 조사지역의 입지특성상 출현종의 분포는 낮은 것으로 조사되었다.

또한, 육상동물상의 조사는 각 분류군의 생태적 특성으로 인하여 단기간의 조사로는 단정지을 수 없으며, 일반적인 생태적 입지환경, 지리적 특성, 산림구조, 식생 분포현황, 인위적 간섭정도 등 종합적인 생태환경인자를 고려하여 추정할 수 있다.

가) 포유류

포유류는 다양한 종의 파악을 위해 현지조사와 탐문조사를 병행하여 파악하였으며, 현지조사시 배설물, 족흔 및 생활동형 등 직접적인 관찰을 통하여 확인된 종을 기록하였다.

본 과업구간이 속한 보령시의 문헌조사(전국자연환경조사, 보령(성주산), 2000, 환경부)에 의하면 출현종은 5목 9과 17종으로 조사된 바 있다. 문헌조사상 특정종으로 수달, 삵, 담비 등이 조사되었으나, 본 조사지역은 문헌조사지역과 약 13km이격되어 있어 서식은 희박할 것으로 사료된다. 한편, 현지조사에서 나타난 과업구간 및 주변의 포유류는 개, 고양이, 고라니, 청설모, 두더지 등 총 4목 5과 5종이 조사되었으며, 탐문조사시, 너구리, 대륙족제비, 노루, 고라니, 멧돼지, 멧토끼, 청설모, 다람쥐 등이 응답되어 4목 6과 8종이 조사되었다. 현지조사시 경작지 및 주변지역으로 고라니 족흔 등이 수시로 발견되었으며, 고양이, 개 등은 교성천 주변 주거지 주변에 흔히 발견되었으며, 경작지 주변에서 두더지 터널이 발견되었으며, 인근에 위치한 산림지역에서 청설모가 목견되었다. 조사지역에서 발견되는 대부분의 종은 인위적인 간섭에 대한 적응력이 높은 종으로 소형육상동물상이 경작지 및 주거지를 중심으로 우점하여 출현하는 것으로 조사되었다. 한편, 과업구간 및 주변지역에서는 환경부지정 멸종위기종 및 보호야생동물, 천연기념물, 희귀종 등은 발견되지 않았다.

【표 3.6-37】 특정종의 생태적 특징 및 서식현황

답 비		분류	식육목 족제비과 학명 : <i>Martes flavigula</i>
분포	중국 동북지방, 길림성, 송화강, 묵단강, 우수리, 흑룡강, 하바로브스크, 블라디보스톡, 중국, 캐시미르, 네팔, 등 우리나라 북북에 분포한다.		
생태	활엽수림에서는 서식하지 않고 숲이 울창하여 통과하기 어려운 침엽수림에서 서식하고 있으며, 항문선에서 나오는 분비물로 자신의 세력권을 표시한다.		
먹이 (식이습성)	청설모, 설치류, 야생조류들을 습격하여 잡아먹고 과일, 도토리, 꿀 등도 먹이로 이용한다.		
수달		분류	식육목 족제비과 학명 : <i>Lutra lutra</i>
분포	하천 : 강원도(내린천, 동강, 남한강, 주천강 일대), 경상북도(울진 왕피천, 낙동강, 주왕산국립공원 일대 하천, 금호강), 충청북도(영동의 초강천, 경호강, 남강 일대), 경상남도과 전라남도(섬진강, 서시천, 악양천 일대) 담 : 소양호, 파로호지역과 임하담, 합천담, 대청담, 충주담, 거제 연초담, 대구 가창담과 공산담, 나주담, 울산 대곡담		
먹이 (식이습성)	어류(90% 이상) > 양서류 > 조류 > 곤충류 > 소형포유류 > 갑각류 > 복족류 순으로 먹이 섭취		

【표 3.6-38】 조사대상지역의 출현 포유류

종 명		현지조사	탐문조사	문헌조사	비고
학 명	국 명				
Insectivora 식충 목					
Erinaceidae 고슴도치과					
<i>Erinaceus amurensis</i>	고슴도치			●	포, 특, 고
Talpidae 두더쥐과					
<i>Talpa micrura coreana</i>	두더쥐	F			유, 포, 특
Carnivora 식육목					
Canidae 개과					
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	너구리		●	●	포, 특

【표 3.6-38】

계 속

종 명		현지조사	탐문조사	문헌조사	비고
학 명	국 명				
<i>Canis familiaris</i>	개	V		●	(야생화)
Mustelidae 족제비과					
<i>Meles meles</i>	오소리			●	포, 특
<i>Mustela sibirica manchurica</i>	대륙족제비		●	●	
<i>Martes flavigula</i>	담비			●	멸 ₂ , 특
<i>Lutra lutra</i>	수달			●	멸 ₁ , 천
Felidae 고양이과					
<i>Felis catus</i>	고양이	V		●	(야생화)
<i>Felis bengalensis mandshurica</i>	삿			●	멸 ₂
Order Artiodactyla 소목					
Cervidae 사슴과					
<i>Caproelus pygargus</i>	노루		●	●	포
<i>Hydropotes inermis</i>	고라니	F	●	●	유, 포, 특
Family Bovidae 소과					
<i>Capra hircus</i>	염소			●	(야생화)
Suidae 멧돼지과					
<i>Sus scrofa coreanus</i>	멧돼지		●		유, 포, 특
Lagomorpha 토끼목					
Leporidae 토끼과					
<i>Lepus coreanus</i>	멧토끼		●	●	포, 특
Rodentia 설치목					
Sciuridae 다람쥐과					
<i>Sciurus vulgaris</i>	청설모	V	●		유, 포, 특, 고
<i>Tamias sibiricus</i>	다람쥐		●	●	포
Muridae 쥐과					
<i>Apodemus speciosus peninsulae</i>	흰넓적다리붉은 쥐			●	포
<i>Apodemus agrarius</i>	등줄쥐			●	포, 고
<i>Clethrionomys rufocanus regulus</i>	대륙밭쥐			●	
계		5종	8종	17종	

문헌) 제2차 자연환경전국조사, 보령(성주산), 2000, 환경부

현지조사) V:목견, F:흔적조사(서식처, 동혈, 족흔, 배설물)

비고) 특: 한국특산종, 멸₁:멸종위기종 1급종 멸₂: 멸종위기종 2급종

유: 유해야생동물지정종, 외: 외래종, 포: 포획금지종, 고: 고유종, 회: 회귀종

나) 조류

본 과업구간을 포함한 광역범위의 보령시 문헌조사(전국자연환경조사, 보령(성주산), 2000, 환경부) 결과, 총 84종이 출현하였으며, 조사된 출현종 중 멸종위기 2등

급종으로 말뚝가리, 알락개구리매, 긴점박이올빼미, 까막딱따구리가 조사된바 있다. 현지조사결과 출현한 조류는 총 7목 13과 17종으로 나타났으며, 조사지역의 우점종은 인위적인 간섭에 비교적 적응력이 강한 참새, 멧비둘기이었으며, 수변 물새류로 쇠백로, 중대백로, 왜가리, 흰뺨검둥오리 등이 관찰되었으며, 주거지 주변으로 까치가 흔하게 발견되었다. 교성천 주변에 접해 있는 임상주변으로 직박구리, 박새, 붉은머리오목눈이 등이 목견되었다.

본 조사지역에서 출현한 조류의 군집분석 결과, 7목 13과 17종 164개체가 목측되었으며, 우점도지수는 0.34, 다양도지수는 2.41, 균등도지수는 0.85, 풍부도지수는 3.14로 나타났다.

【표 3.6-39】 조사대상지역의 출현 조류

종 명		현지	문헌	생 태 형	비 고
학 명	국 명				
Podicipediformes 논병아리목					
Podicipedidae 논병아리과					
<i>Podiceps ruficollis poggei</i>	논병아리		●	RES	포
Ciconiiformes 황새목					
Ardeidae 백로 과					
<i>Butorides striatus amurensis</i>	검은댕기해오라기		●	SV	포,I
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	1	●	SV	포,II
<i>Egretta alba modesta</i>	중대백로	4		SV	포,II
<i>Ardea cinerea jouyi</i>	왜가리	3		SV	포,II
Anseriformes 기러기목					
Anatidae 오리과					
<i>Aix galericulata</i>	원앙(이)		●		
<i>Anas poecilorhyncha zonorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	20		RES	포
Falconuformes 매 목					
Accipitridae 수리 과					
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매		●	SV	포,천,IV
<i>Buteo buteo japonicus</i>	말뚝가리		●	WV	멸 ₂ ,I
<i>Circus melanoleucos</i>	알락개구리매		●	PM	멸 ₂ ,천,IV
Falconidae 매 과					
<i>Falco tinnunculus interstinctus</i>	황조롱이		●	RES	포,천,IV
Columbiformes 비둘기 목					
Columbidae 비둘기 과					
<i>Streptopelia orientalis orientalis</i>	멧비둘기	25	●	RES	
Galliformes 닭 목					
Phasianidae 꿩 과					

【표 3.6-39】

계 속

종 명		현지	문헌	생 태 형	비 고
학 명	국 명				
<i>Phasianus colchicus karpowi</i>	꿩	2	●	RES	유,포,특
Tertraonidae 들꿩과					
<i>Tetrastes bonasia</i>	들꿩		●	RES	포
Cuculiformes 두견이 목					
Cuculidae 두견이 과					
<i>Cuculus canorus telephonus</i>	빼꾸기		●	SV	포
<i>Cuculus micropterus micropterus</i>	검은등빼꾸기		●	SV	포,I
Strigiformes 올빼미 목					
Strigidae 올빼미 과					
<i>Ninox scutulata</i>	솔부엉이		●	SV	포,천,IV
<i>Otus scops stictonotus</i>	소쩍새		●	SV	포,천,IV
<i>Otus bakkamoena</i>	큰소쩍새		●	PM	포,천,IV
<i>Strix uralensis</i>	긴점박이올빼미		●	RES	멸 ₂
Caprimulgiformes 쪽독새목					
Caprimulgidae 쪽독새과					
<i>Caprimulgus indicus jotaka</i>	쪽독새		●	SV	포,I
Coraciiformes 파랑새 목					
Alcedinidae 물총새 과					
<i>Halcyon pileata</i>	청호반새		●	SV	포,I
<i>Alcedo atthis bengalensis</i>	물총새	1	●	SV	포
Coraciidae 파랑새과					
<i>Eurystomus orientalis calonyx</i>	파랑새		●	SV	포
Upupidae 후투티과					
<i>Upupa epops saturata</i>	후투티		●	SV	포
Piciformes 딱다구리 목					
Picidae 딱다구리 과					
<i>Picus canus griseoviridis</i>	청딱다구리		●	RES	포,I
<i>Jynx torquilla</i>	개미잡이		●	RES	포
<i>Dryocopus martius</i>	까막딱다구리		●	RES	멸 ₂ ,천,IV
<i>Dendrocopos major hondoensis</i>	오색딱다구리		●	RES	포,I
<i>Dendrocopos leucotos leucotos</i>	큰오색딱다구리		●	RES	포,I
<i>Dendrocopos kizuki ijimae</i>	쇠딱다구리	1	●	RES	포
Passeriformes 참새 목					
Hirundinidae 제비 과					
<i>Hirundo rustica gutturalis</i>	제비		●	SV	포
Motacillidae 할매새 과					
<i>Dendronanthus indicus</i>	물레새		●	SV	포,I
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새		●	SV	포
<i>Motacilla alba lugens</i>	백할미새		●	WV	포
<i>Anthus hodgsoni</i>	hing둥새		●	PM	포
Campephagidae 할미새사촌과					
<i>Pericrocotus divaricatus</i>	할미새사촌		●	PM	포,I
Pycnonotidae 직박구리 과					
<i>Hypsipetes amaurotis hensoni</i>	직박구리	7	●	RES	유,포
Cinclidae 물까마귀과					
<i>Cinclus pallasii pallasii</i>	물까마귀		●	RES	포,I

【표 3.6-39】

계 속

종 명		현지	문헌	생 태 형	비 고
학 명	국 명				
Troglodytidae 굴뚝새과					
<i>Troglodytes troglodytes dauricus</i>	굴뚝새		●	RES	포
Muscicapidae 딱새과					
<i>Phoenicurus aruoeus aureus</i>	딱새	4	●	RES	포
<i>Erithacus cyane</i>	쇠유리새		●	SV	포
<i>Tarsiger cyanurus cyanurus</i>	유리딱새		●	PM	포
<i>Turdus dauma aureus</i>	호랑지빠귀		●	SV	포
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀		●	PM	포, I
<i>Turdus cardis</i>	검은지빠귀		●	VAG	포
<i>Paradoxornis webbiana fulvicauda</i>	붉은머리오목눈이	15	●	RES	포
<i>Cettia squameiceps</i>	숲새		●	SV	포
<i>Cettia diphone borealis</i>	회과람새		●	SV	포
<i>Locustella fasciolata</i>	붉은허리개개비		●	PM	포
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새		●	PM	포
<i>Phylloscopus borealis xanthodryas</i>	쇠솔새		●	PM	포
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새		●	PM	포
<i>Phylloscopus occipitalis coronatus</i>	산솔새		●	SV	포
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새		●	SV	포
<i>Ficedula narcissina narcissina</i>	황금새		●	PM	포
<i>Cyanoptila cyanomelana cyanomelana</i>	큰유리새		●	SV	포
<i>Muscicapa latirostris</i>	쇠솔딱새		●	PM	포
Aegithalidae 오목눈이과					
<i>Aegithalos caudatus magnus</i>	오목눈이	6	●	RES	포
Paridae 박새과					
<i>Parus palustris hellmayri</i>	쇠박새		●	RES	포, 특
<i>Parus montanus</i>	북방쇠박새		●	RES	포
<i>Parus ater amurensis</i>	진박새	4	●	RES	포
<i>Parus varius varius</i>	곤줄박이		●	RES	포
<i>Parus major minor</i>	박새	18	●	RES	포
Sittidae 동고비과					
<i>Sitta europaea amurensis</i>	동고비		●	RES	포
Certhiidae 나무발발이과					
<i>Certhia familiaris</i>	나무발발이		●	RES	포
Emberizidae 멧새과					
<i>Emberiza cioides castaneiceps</i>	멧새		●	RES	포
<i>Emberiza rustica latifascia</i>	쭈새		●	WV	포
<i>Emberiza elegans elegans</i>	노랑턱멧새	5	●	RES	포
<i>Emberiza aureola</i>	검은머리촉새		●	PM	포
Fringillidae 되새과					
<i>Carduelis sinica ussuriensis</i>	방울새		●	RES	포
<i>Uragus sibiricus</i>	긴꼬리홍양진이		●	WV	포
<i>Pyrhula pyrrhula</i>	멧쟁이		●	WV	포
<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리		●	SV	포
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	콩새		●	WV	포
Ploceidae 참새과					
<i>Passer montanus dybowskii</i>	참새	30	●	RES	유, 포

【표 3.6-39】

계 속

종 명		현지	문헌	생 태 형	비 고
학 명	국 명				
Sturnidae 찌르레기과					
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기		●	SV	포
Oriolidae 피꼬리과					
<i>Oriolus chinensis diffusus</i>	피꼬리		●	SV	포
Corvidae 까마귀과					
<i>Garrulus glandarius brandtii</i>	어치		●	RES	유,포
<i>Cyanopica cyanus koreensis</i>	물까치		●	RES	포
<i>Pica pica sericea</i>	까치	18	●	RES	유,포,외
<i>Corvus macrorhynchos mandschuricus</i>	큰부리까마귀		●	RES	포
계		종	84종		

문헌) 제2차 자연환경전국조사, 보령(성주산), 2000, 환경부

주) Res: 텃새, SV: 여름철새, WV: 겨울철새, PM: 나그네새, VGA: 미조

비고) 천: 천연기념물, 멸: 멸종위기야생동물, 멸2: 보호야생동물, 유: 유해야생동물, 특: 특산종

고: 고유종, 외: 외래종, 포: 포획금지종

특정종-V,IV,III,II,I(V: 천연기념물과 세계자연보존연맹(IUCN)의 적색자료목록에 기입된 종,

IV: 천연기념물, III: IUCN 적색자료목록에 기입된 종

II: 천연기념물로 지역이 지정된 집단도래지 및 집단번식지를 갖는 종

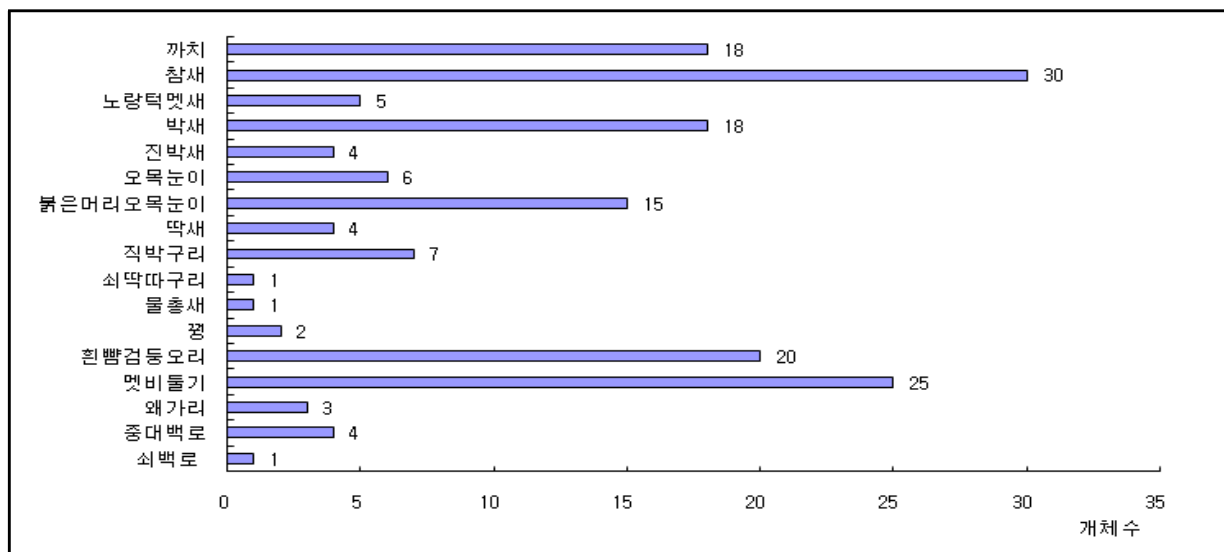
I: 희귀종(II는 100개체미만 관찰시 II등급으로 취급하지 않음))

【표 3.6-40】

조사지역의 관찰조류 군집분석 결과

출현종수	출현 개체수	우점도지수	다양도지수	균등도지수	풍부도지수
17	164	0.34	2.41	0.85	3.14

출현조류의 개체수 분포



【그림 3.6-11】

다) 양서·파충류

본 과업구간을 포함한 광역적인 문헌자료(전국자연환경조사, 보령(성주산), 2000, 환경부)에 의하면 양서·파충류는 5과 8종이 조사된 바 있다. 한편, 교성천에서 발견되어진 양서파충류중 양서류는 참개구리, 청개구리 등이 발견되었으며, 파충류는 현지 조사시 발견되지 않았으나, 탐문조사에 의한 파충류는 유혈목이, 살모사 등이 주변 임상에서 발견되어 지는 것으로 청문되었으며, 양서류는 청개구리, 참개구리, 황소개구리 등 탐문종으로 조사되었으며, 환경부 멸종위기 등급종 및 법적보호종은 관찰되지 않았다.

【표 3.6-41】 조사지역의 양서·파충류

종 명		현지조사	탐문조사	문헌조사	비 고
학 명	국 명				
Urodela 유미목					
Hynobiidae 도롱뇽과					
<i>Onychodactylus fisheri</i>	꼬리치레도롱뇽			●	
Anura 무미목					
Hylidae 청개구리과					
<i>Hyla japonica</i>	청개구리	○	●	●	
Ranidae 개구리과					
<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	○	●	●	
<i>Rana dybowskii</i>	산개구리			●	
<i>Rana cates</i>	황소개구리		●		외,교
Order Caudata 무미목					
Family Colubridae 뱀과					
<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이		●	●	포
<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀			●	포
<i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i>	능구렁이			●	포,RE
Viperdae 살모사과					
<i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사		●	●	포
Lacertilidae 장지뱀과					
<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀			●	
계		2종	5종	9종	

문헌) 제2차 자연환경전국조사, 보령, 2000(성주산), 환경

비고) RE: 한국자연보존협회 희귀 및 위기동물, 특: 한국특산종, 포: 포획금지종,

교: 생태계교란동물, 외: 외래종, 고: 고유종

라) 어류

본 교성천을 포함하는 보령시를 중심으로 조사된 문헌자료(제2차 전국자연환경조사, 2000, 보령, 환경부)중 서해로 직접 유입되는 소하천을 중심으로 조사된 지점(16, 17, 18)에서 피라미, 붕어, 참붕어, 미꾸리, 메기, 드렁허리, 꼭저구, 가물치 등 5목 6과 8종이 조사된바 있으며 멸종위기 등급종은 조사되지 않았다.

교성천의 현지조사시 상류, 중류 및 하류부로 구분을 하여 조사가 이루어졌으며, 상류 조사지점은 만세저수지에서 유하된 지점으로 피라미, 참붕어, 각시붕어, 왜물개, 미꾸리, 동사리 등 6종, 중류지점인 조포저수지에서 유하되는 지점으로 피라미, 붕어, 참붕어, 동사리 등 4종, 하류지점인 서해와 접해지는 지역으로 꼭저구 1종만이 발견되었으며 다른종은 조사되지 않았다. 세 개의 지점에 대한 현지조사시 어류상은 피라미, 참붕어, 붕어, 각시붕어, 왜물개, 동사리, 꼭저구 등 2목 3과 7종으로 조사되었으며, 현지조사시 멸종위기 등급종 및 천연기념물은 관찰되지 않았다.

【표 3.6-42】 조사지역의 어류1

종 명		현지조사			문헌	비 고
학 명	국 명	St. 1	St. 2	St. 3		
Cyprinida 잉어목						
Cyprinidae 잉어과						
<i>Zacco platypus</i>	피라미	○	○		●	일
<i>Carassius carassius</i>	붕어		○		●	일
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	○	○		●	일
<i>Pseudoperilampus suigensis</i>	각시붕어	○				
<i>Aphyocypris chinensis</i>	왜물개	○				
Cobitidae 기름종개과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	○			●	일
Siluriformes 메기목						
Siluridae 메기과						

【표 3.6-42】

계 속

종 명		현지조사			문헌	비 고
학 명	국 명	상류	중류	하류		
<i>Parasilurus asotus</i>	메기				●	일
Symbranchida 선목						
Symbranchidae 드렁허리과						
<i>Fluta alba</i> (ZUIEW)	드렁허리				●	일
Perciformes 농어목						
Eleotridae 동사리과						
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	○	○			
Gobiidae 망둑어과						
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	꼭저구			○	●	주
Ophicephalida 풍목						
Channidae 가물치과						
<i>Channa argus</i>	가물치				●	일
계		6종	4종	1종	8종	

문헌조사) 제2차 전국자연환경조사, 2000, 보령(St. 16,17,18), 환경부

주) 일 : 1차답수어, 주: 주연어

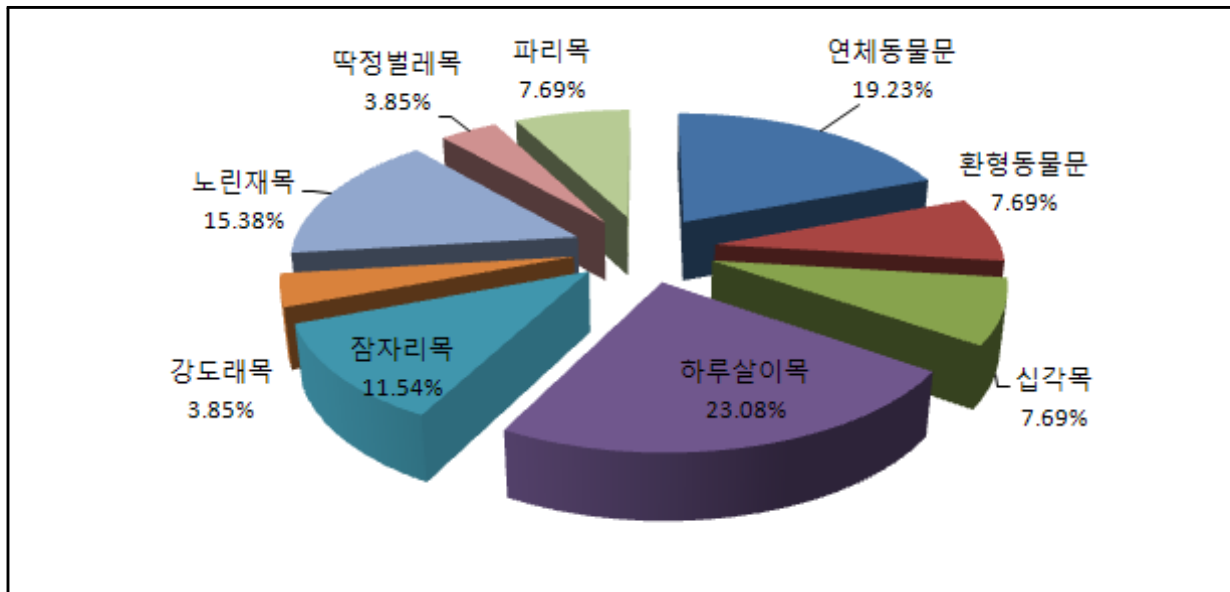
마) 저서성 대형무척추동물

현지조사시기는 10월에 중순에 시행 되었으며, 조사지점은 어류조사지점과 같은 지점에서 이루어졌다. 현지지역의 저서성 대형무척추동물 출현종은 총 3문 4강 10목 22과 26종이며, 한편, 절지동물문 중 곤충류에서 하루살이목 23.08%, 노린재목 15.38%, 잠자리목 11.54%, 파리목 7.69%, 딱정벌레목과 강도래목이 3.85%이며, 곤충류외 분류군으로 연체동물문 19.23%, 환형동물문 7.69%, 십각목 7.69%의 종구성을 나타내고 있다.

한편, 교성천의 우점종은 우점종은 깔다구 sp. (Chironomidae sp. 1)로 조사되었으며 아우점종으로 소금쟁이(Aquaris paludum)로 조사되었으며, 각 상부지점과 하류지점에서 조사된 군집분석결과 다양도지수는 1.03~2.51사이로 상류 지역에서 가장 높은 다양성을 갖는 것을 나타내고 있으며, 하류지역은 바다와 접해있는 기수지역으로 담수성 저서무척추동물의 다양성이 떨어지는 것으로 사료되어지며, 조사된 상류부와 중류부는 저서대형무척추동물 생태점수(ESB)를 산정한 결과, β- 중부수성

이상인 것으로 측정되어지며, 수질등급은 II급에 해당되는 것으로 판정되었다.

분류군별 출현종 분포율



【그림 3.6-12】

【표 3.6-43】 조사지점별 환경질 및 오수계열 판정 이용한 수질 판정

조사지점	H'	ESB	부수성	수질등급	지역구분
상류	2.51	45	β-중부수성	II	보호수역
중류	2.19	32	β-중부수성	II	개선수역
하류	1.03	7	강부수성	V	최우선개선수역

【표 3.6-44】 조사지역의 어류2

학 명	국명	현지조사			Qi
		상류	중류	하류	
Mollusca 연체동물문					
Gastropoda 복족강					
Mesogastropoda 중복족목					
Viviparidae 논우렁이과					
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	논우렁이	3	2		2
Pleuroceridae 다슬기과					
<i>Semisulcospira libertina</i>	다슬기	7			4

【표 3.6-44】

계 속

학 명	국명	현지조사			Qi
		상류	중류	하류	
<i>Semisulcospira gottschei</i>	꽃체다슬기	2	15		2
Potamididae 갯고둥과					
<i>Cerithideopsilla djadjariensis</i>	갯비틀이 고둥			10	
Basommatophora 기안목					
Lymnaeidae 물달팽이과					
<i>Lymnaea auricularia</i>	물달팽이	4	6		1
Annelida 환형동물문					
Oligochaeta 빈모강					
Archioligochaeta 물지렁이목					
Naididae 물지렁이과					
<i>Chaetogaster limnaei</i>	물지렁이	1			3
Hirudinea 거머리강					
Arhynchobdellidae 턱거머리목					
Hirudinidae 거머리과					
<i>Whitmania edentula</i>	녹색말거머리		2		2
Arthropoda 절지동물문					
Crustacea 갑각강					
Decapoda 십각목					
Palaemonidae 징거미새우과					
<i>Palaemon paucidens</i>	줄새우	2	1		2
Grapsidae 바위게과					
<i>Eriocheir sinensis</i>	참게			1	2
Insecta 곤충강					
Ephemeroptera 하루살이목					
Baetidae꼬마하루살이과					
<i>Baetis pseudothermicus</i>	나도꼬마하루살이	10	7		4
<i>Baetis fuscatus</i>	개똥하루살이	6			2
Ephemeridae 하루살이과					
<i>Ephemera orientalis</i>	동양하루살이	1			3
Heptageniidae 납작하루살이과					
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	두점하루살이		2		4
<i>Ecdyonurus levis</i>	네점하루살이	4			3
<i>Epeorus curvatus</i>	흰부채하루살이	2			4
Odonata 잠자리목					
Coenagrionoidae 실잠자리과					
<i>Ischnura asiatica</i>	아시아실잠자리	1			2
Calopterygidae 물잠자리과					
<i>Calopteryx japonica</i>	물잠자리		2		3
Libellulidae 잠자리과					
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	밀잠자리		1		2
Plecoptera 강도래목					
Perlidae 강도래과					
<i>Oyamia nigribasis</i>	진강도래	1			4
Hemiptera 노린재목					
Notonectidae 송장헤엄치게과					
<i>Notonecta (Paranecta) triguttata</i>	송장헤엄치게	3	3		2

【표 3.6-44】

계 속

학 명	국명	현지조사			Qi
		상류	중류	하류	
Belostomatidae 물장군과					
Muljarus japonicus	물자라	1			2
Nepidae 장구애비과					
Laccotrephes japonensis	장구애비		2		2
Gerridae 소금쟁이과					
Aquaris paludum	소금쟁이	10	7	4	2
Coleoptera 딱정벌레목					
Dytiscidae 물방개과					
Hydaticus (Hydaticus) grammicus	꼬마줄물방개		2		2
Diptera 파리목					
Tipulidae 각다귀과					
Tipulide sp.1	각다귀 sp.1	1	2		3
Chironomidae 깔따구과					
Chironomidae sp. 1	깔따구 sp.1		25	20	1
계					

조사지역 및 주변지역 동물상

		
두더지 터널흔적	고라니 죽은	청설모
		
왜가리	중대 백로	멧비둘기
		
딱새	까치	참개구리
		
물잠자리	논우렁이	참붕어
		
동사리	각시붕어	조사사진

【그림 3.6-13】

(2) 사업시행으로 인한 영향예측

(가) 식물상

1) 식물상 및 식생

교성천의 대부분의 지역이 하천 및 경작지로 이루어져 있어 인위적 간섭이 지속적인 영향이 계속해서 발생하는 곳으로 되어 있어 본 사업시행으로 인한 영향은 적을 것으로 사료되며, 공사시 주변부 식물은 훼손이 불가피 할 것으로 예상되나, 목본류를 제외한 초본류들은 환경적응에 빠른 귀화식물을 위주로 빠르게 회복되어 질 것으로 사료된다.

2) 어류 및 저서무척추동물

본 하천의 정비사업시 하천 전반에 걸쳐 서식하고 있는 어류 및 저서대형무척추동물에 대한 피해가 예상되나, 본 하천에서 서식하는 종들은 청정지역에서 발견되어지는 종은 조사되지 않았으며, 대부분이 일반적인 하천에서 출현하는 종이 대부분으로 하천정비 공사시 어류와 저서생물에 미치는 영향은 적을 것으로 예상된다.

지형의 변화와 토사유출로 인한 조사수역의 탁도 증가로 인하여 이동성이 약한 대형저서무척추동물은 먹이 부족과 토사 유입으로 서식지 교란 및 개체수 감소 등의 영향이 예상된다. 어류는 대부분 탁도의 영향을 심하게 받지 않는 수역으로 이동하고 또한 수정란의 부화율 감소나 발육 저해, 먹이 잡는 능력의 감소 등의 영향이 있을 수 있다. 이러한 영향은 아직 명확한 농도로 정의된 바 없지만 생태계에 미치는 영향을 어느 정도는 일정한 농도 범위에 대한 수준으로 제시한 경우는 있다. 이에 따르면 부유성 고형물의 농도가 25mg/L 이하에서는 물고기에 어떠한 해로운 문제가 발생한 경우가 없었고 수중에서 물고기의 성장에 장애가 되는 경우는 약 80~400mg/L 이상의 고농도에서만 발생한다고 알려져 있다(Alabaster and Lloyed). 그러므로, 공사시 탁도의 증가를 25mg/L 이하를 유지하면 가장 좋으나 80mg/L 이하는 유지하여야 한다. 또한 수중 생태계의 수중 생물은 하천유역 공사시 성토한 모래와 흙 그리고 시멘트 등이 하천에 흘러들어 서식지 감소와 서식에 악영향이 예상되므

로 수면과 직접적인 접촉부분에 대한 적절한 저감대책의 수립이 요구된다.

3) 포유류 및 조류

과업구간내에서 조사된 조류 및 포유류의 대부분은 인위적 간섭에 대한 적응성이 높은 조류로서 이러한 종에 대한 직접적인 영향은 발생하지 않을 것으로 사료되며, 공사시 및 운영시 주변부로의 부분적인 생태영역의 이동이 예상된다.

(3) 저감방안

(가) 하천생태계 및 수질보전을 위한 자연친화적 하천정비

- 현재의 수변부는 최대한 보전하도록 한다.
- 건설 중장비로 하천 바닥을 긁지 않도록 한다.
- 제방을 새로 형성하거나 보수할 경우 수체에서 가능한 멀리 설치하도록 한다.

(유수부에서 최소한 3m이상 이격하는 것이 바람직 하다)

- 하천변 식생을 최대한 보호하도록 한다.
- 가능한 한 기존의 여울과 소를 그대로 유지하도록 한다.
- 논과 같이 일률적으로 수심이 균일하게 하지 않도록 한다.
- 오폐저수지의 갈대군락은 최대한 보존토록 한다.

(나) 하상공사시 수중생태계 및 어류서식지 파괴 방지

하상준설이 필요할 경우 국부적으로 실시하되 소와 여울을 함께 만들도록 하며, 이러한 중간작업 시행시 하상내 주변부로의 토사유출 등을 방지하기 위한 토사유출방지막 등을 장비 및 국소 공사지역변으로 설치하도록 할 계획이다.

불가피하게 훼손되거나, 현상복구가 필요한 지역의 하상구조는 현존하는 하상재료 즉 큰돌, 작은 돌, 자갈, 모래 등을 적절히 구성하여 다양하게 원상 회복시키도록 한다.

(다) 공사시행 방법 및 시기의 조정

공사시행 방법은 하천에 탁도가 발생하는 방법을 최대한 억제하고 중장비가 하천 내에 집입하는 것을 최소화 하도록 한다.

물길을 새로 만들어 공사를 진행할 경우 물이 소실되는 수역은 하천 생물이 전멸하므로 물돌리기 공법 등을 적용하도록 하여 기존환경을 최대한 보존, 지속토록 한다.

어류는 산란기때 수환경 변화에 가장 많은 악영향을 받으므로 수체에 직접 영향을 줄 수 있는 공사는 산란시기를 피해야 한다. 조사하천에 현재 서식하는 어류는 대부분 산란시기가 4~6월 이므로 가급적 이 시기를 피하여 하상공사를 진행하도록 한다.

(라) 어도 조성계획

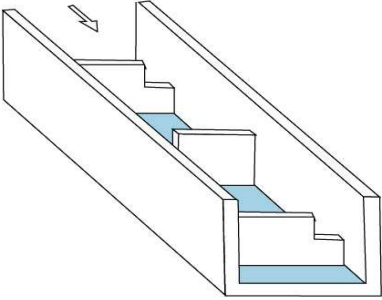
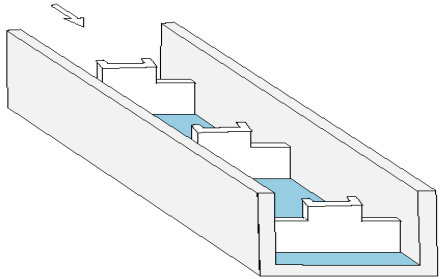
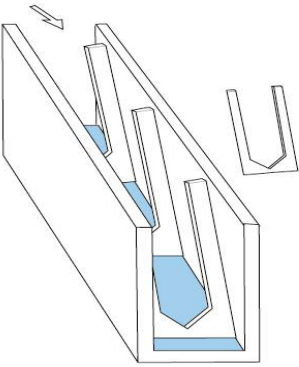
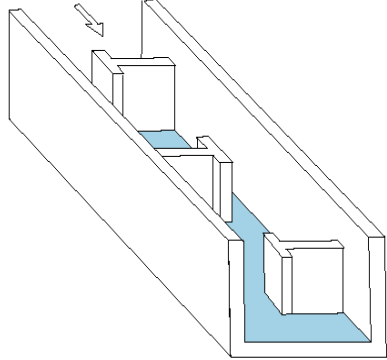
댐이나 취소용 보와 같은 대부분의 하천 횡단 소공구조물은 하천의 수생 생태환경 교란과 파괴를 초래하여 하천에서 어류의 개체수를 급격히 감소시키거나 자취를 감추게 하는 원인이 되고 있다. 이러한 하천 개발에 따라 부수적으로 나타날 수 있는 하천 생태계 교란과 파괴를 최소화하거나 폭포나 급류와 같이 어류의 이동에 장애물을 극복하게 하여 하천에서 어종의 보존이나 어류분포의 확산을 조장할 수 있도록 어류의 이동 통로를 인위적으로 개설한 하천생태환경 수공시설물(hydraulic structures)을 어도라 한다.

【표 3.6-45】

어도 분류

구 분	어 도 명 칭	주 요 특 징
Poogudtlr	◦전면월류식 : 계단식 어도(노치, 잠공형) ◦부분월류식 : 아이스하버식 어도, 버티컬슬롯식 어도	◦풀이 계단식으로 연속되어 있음
수로형식	◦데널식 어도, 도벽식어도, 인동하도식 어도	◦낙차가 없이 연속된 유로형상
조작형식	◦리프트/엘리베이터식 어도, 갑문식어도, Fish Pump식어도	◦시설이 인위적인 조작으로 작동
기타	◦암거식(Culvert), 혼합식(병용식), 복합식(Hybrid)	

어도 형식별 일반도

	
전면월류형 풀타입어도(계단식)	아이스하버(Ice harbor)식
	
데넬식어도	도벽식어도
	
인공하도식	

【그림 3.6-14】

4.0 홍수량 및 홍수위 산정

4.1 기본홍수량 및 계획홍수량

4.2 홍수위 산정

4.0 홍수량 및 홍수위 산정

4.1 기본홍수량 및 계획홍수량

4.1.1 홍수량 산정지점

홍수방어계획은 하천구역에서 발생하는 홍수유출로부터 인명과 재산을 보호하기 위한 치수대책을 수립하는 것으로서 홍수유출분석의 정확도는 유역내에 필요한 수문관측자료의 정확도에 기인하며 계획수립을 위해서는 이를 바탕으로 한 기초자료를 이용하여 방어 개념에 부응하는 홍수량을 산정하여야 한다.

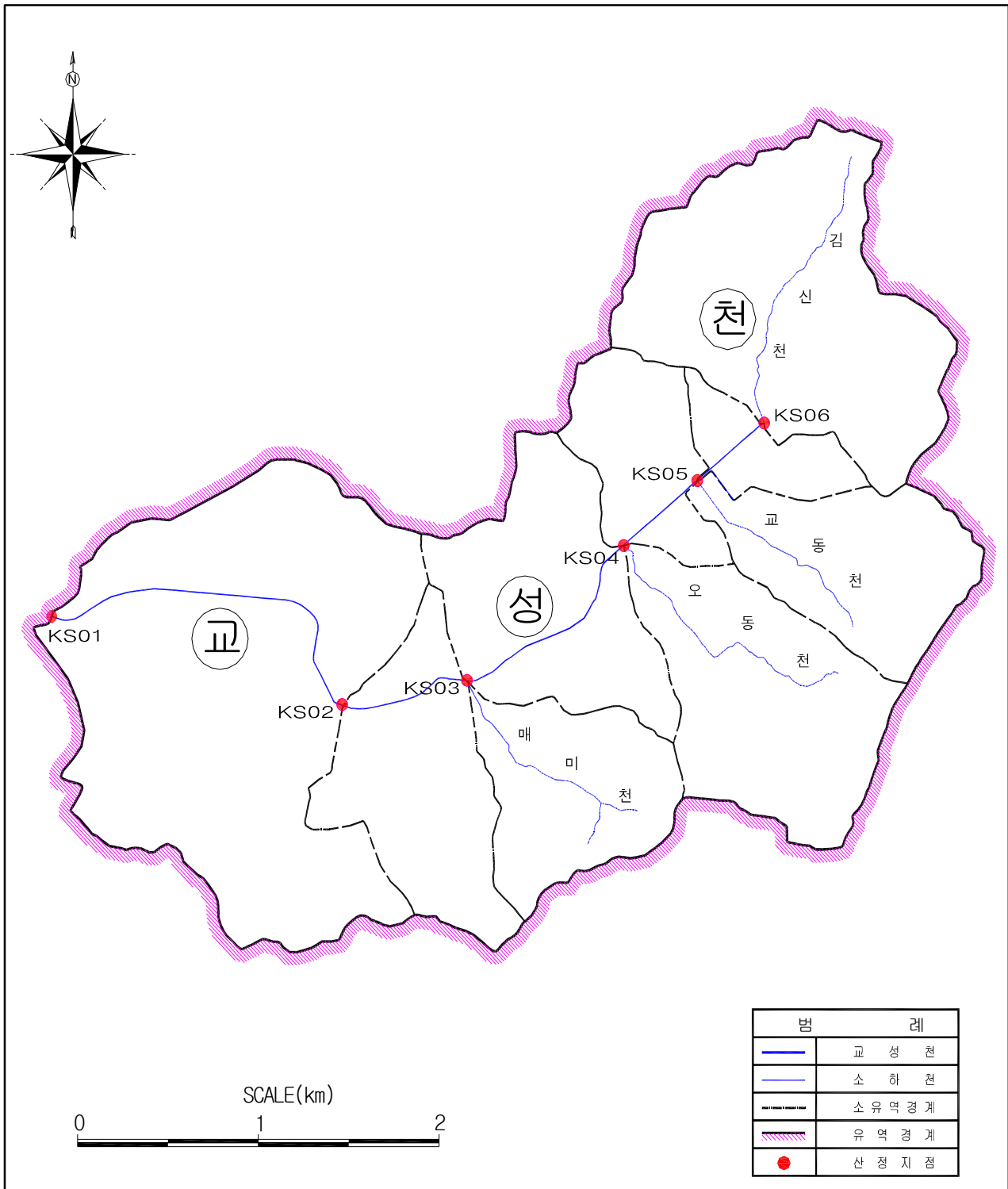
홍수량 산정은 유역 내에 설치된 수위-유량 관측 자료로부터 구하는 직접방법이 가장 정확성을 기할 수 있으나 본 조사유역 내에는 유량 분석을 위한 장기간의 자료가 축적된 수위관측소가 존재하지 않아 강우량 및 유역의 형상특성으로부터 산정하는 간접방법을 이용하였다.

한편 홍수방어계획 수립의 기본요소인 홍수량 산정지점의 선정은 수계의 형상, 홍수의 규모 및 상황 등을 고려하여 합리적인 이·치수 목적의 중요지점을 대상으로 사업시행이 용이하도록 선정하여야 하며 과업의 시·종점, 지류유입으로 인하여 홍수량이 크게 변화되는 지점, 중요구조물 설치 및 계획 지점 등을 고려하여 결정하였으며 확률 대상규모는 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 150년, 200년 빈도의 홍수량을 각각 산정하였으며, 홍수량 산정지점은 다음 【표 4.1-1】과 같고 홍수량 산정지점도는 【그림 4.1-1】에 나타내었다.

【표 4.1-1】 홍수량 산정지점

하천	주요지점	부 호	측 점 (No.)	유 역 면 적 A(km ²)	유 로 연 장 L(km)	비고
교 성 천	과업종점	KS01	No.0+0	16.73	7.95	
	영보교 지점	KS02	No.24+30	11.93	5.28	
	(소)매미천 합류전	KS03	No.32+90	9.19	4.43	
	(소)오동천 합류전	KS04	No.46+28	5.54	3.03	
	(소)교동천 합류전	KS05	No.52+0.0	3.30	2.40	
	과업시점	KS06	No.58+59	2.84	1.84	

홍수량 산정지점도



【그림 4.1-1】

4.1.2 강우분석

(1) 지속시간별 강우자료 수집

교성천 유역 내에는 우량관측소가 전무하며 인근의 우량관측소는 기상청 관할의 보령관측소가 현재 운영 중에 있다. 유역내의 관측소가 전무한 실정이므로 유역인근의 지형적 특성과 수문학적 동질성이 양호한 것으로 판단되는 보령관측소의 강우자료를 이용하여 강우 지속시간별 확률강우량을 산정하였다. 관측기간은 2006년까지의 결과이나, 2007년 자료를 추가 반영하여 분석한 결과 2006년까지의 결과치보다 확률강우량이 다소 감소하는 점을 감안 2006년까지의 결과치로 적용하였다.

【표 4.1-2】 우량관측소 시우량 자료 현황

관측소명	관측관서명	관측기간(년)	시 우 량 보유기간	보유년수	결측년수	실보유년수	비 고
보 령	기 상 청	1973~2006	'73~'06	34	-	34	유역외

(2) 강우자료의 시간보정

건교부(1998)에서는 고정시간의 시우량이나 일강우량을 가지고도 연 최대치계열 또는 연 초과치 계열로 구성하여 수문학적 의미를 갖는 지속시간별 확률강우량을 선정할 수 있도록 하기 위해 우리나라 전역에 골고루 분포된 기상청 자료를 추출하고 이 두 자료간의 환산계수를 구하여 【표 4.1-3】과 같이 제시한 바 있다.

【표 4.1-3】 국내 강우자료의 지속시간별 관계

고정시간 간격	임의의 지속시간	환산계수	고정시간 간격	임의의 지속시간	환산계수
1 시 간	60 분	1.129(1.13)	24 시 간	1,440 분	1.005(1.01)
3 시 간	180 분	1.033	1 일	1,440 분	1.161(1.13)
6 시 간	360 분	1.013(1.02)			

주) 1. 자료출처 : 하천설계기준·해설(2005. 한국수자원학회)

2. ()는 미국 기상청에서 제시하여 이용되는 환산계수

금회 과업에 이용한 보령 관측소의 지속시간별 강우자료는 고정시간 간격의 자료로서 상기 환산계수를 적용하여 임의지속기간별 강우자료로 환산하였으며, 그 결과는 다음 【표 4.1-4】와 같다.

【표 4.1-4】지속시간별 년최대 강우량(고정시간)

단위 : mm

년도	10min	1hr	2hr	3hr	4hr	6hr	9hr	12hr	18hr	24hr	36hr	48hr	72hr
1973	13.5	27.0	29.5	30.0	30.0	34.5	35.0	35.2	46.4	47.4	47.4	48.4	67.0
1974	9.5	30.2	50.7	61.7	66.2	86.5	117.2	137.7	169.2	185.9	222.3	228.3	244.6
1975	14.5	42.5	71.5	78.6	98.0	107.3	120.0	123.8	123.8	123.8	129.4	129.4	129.4
1976	11.0	23.7	34.5	40.0	48.2	57.7	67.8	85.3	85.3	86.0	86.9	87.6	90.0
1977	20.0	40.0	42.5	46.0	47.0	49.8	54.5	63.7	83.8	94.3	95.3	95.9	95.9
1978	17.0	49.2	64.1	68.1	71.1	74.5	77.0	77.5	77.5	84.9	115.4	118.8	144.6
1979	24.0	77.5	147.5	206.5	213.0	227.3	248.8	261.3	268.3	271.8	282.3	282.9	282.9
1980	15.0	34.5	57.0	70.5	82.0	87.5	105.5	111.4	157.9	166.6	169.0	169.0	169.0
1981	15.0	50.5	72.0	86.0	107.0	131.0	159.0	190.0	208.0	220.5	223.5	223.5	226.0
1982	15.5	42.0	59.0	72.0	79.0	93.0	95.3	97.3	102.0	108.0	108.0	108.0	117.0
1983	20.0	80.0	95.5	96.0	96.5	98.5	102.5	102.5	105.5	106.0	108.0	108.0	147.5
1984	16.0	38.0	64.5	92.5	99.0	106.5	109.0	117.5	123.0	138.0	190.5	190.5	190.5
1985	20.0	39.5	48.5	57.7	70.7	86.2	88.2	117.5	122.0	122.5	170.3	185.4	186.5
1986	20.0	47.5	72.0	97.5	109.5	120.4	124.0	126.0	132.8	136.4	140.5	141.0	146.8
1987	15.0	48.0	85.0	130.0	165.0	176.7	192.3	198.1	260.5	267.1	293.1	298.3	332.7
1988	12.0	24.6	31.5	43.8	51.8	56.8	58.4	58.8	68.4	75.7	97.4	102.8	123.2
1989	16.0	40.5	45.5	52.5	61.1	102.6	106.1	114.8	134.1	181.1	188.5	188.5	207.4
1990	19.0	44.9	55.4	55.4	56.5	63.0	65.8	79.5	87.6	97.1	99.8	137.3	174.3
1991	9.5	29.5	43.5	59.0	63.0	67.0	69.6	71.6	77.0	93.1	105.6	117.4	125.5
1992	11.5	34.5	56.0	76.5	100.5	123.0	142.5	154.0	171.5	188.0	192.0	192.0	228.0
1993	17.0	48.5	67.0	74.0	84.0	96.5	103.0	115.0	121.5	130.5	130.5	131.5	133.0
1994	15.5	37.0	68.0	91.0	110.5	144.5	154.0	157.0	160.0	166.0	169.0	176.0	209.5
1995	21.5	69.5	116.0	162.5	208.5	260.5	276.5	309.5	382.0	406.5	423.0	570.5	610.5
1996	13.5	31.0	51.0	52.5	53.0	53.0	54.5	55.0	69.5	71.5	93.5	101.0	101.0
1997	9.5	52.0	52.0	70.5	94.0	113.0	142.0	152.5	158.0	158.5	164.0	172.5	172.5
1998	31.0	59.0	67.5	71.0	73.0	77.0	81.0	82.0	89.5	106.0	137.0	138.5	146.5
1999	14.5	56.0	75.0	80.5	84.0	95.0	107.5	114.0	118.5	145.5	160.5	161.0	163.0
2000	15.0	47.0	76.5	88.0	103.0	127.5	155.5	169.5	228.0	286.0	311.0	345.0	472.0
2001	16.5	69.0	79.5	109.5	120.0	121.0	121.0	121.5	121.5	121.5	133.5	134.5	134.5
2002	16.5	25.0	48.5	65.5	76.5	103.0	116.0	119.5	143.0	199.5	225.5	228.0	228.0
2003	16.5	60.0	89.0	94.5	111.0	112.0	113.0	124.5	146.0	146.0	151.5	174.5	198.5
2004	28.0	43.0	54.5	63.5	69.0	81.5	104.5	107.5	117.0	141.0	143.0	145.0	172.5
2005	21.5	53.0	53.5	53.5	60.0	69.5	74.0	90.0	102.5	109.0	109.5	109.5	128.0
2006	12.5	36.0	55.0	65.0	66.0	72.0	73.0	79.0	84.0	85.0	88.0	95.0	109.0

【표 4.1-5】 지속시간별 년최대 강우량(임의시간)

단위 : mm

년도	10min	1hr	2hr	3hr	4hr	6hr	9hr	12hr	18hr	24hr	36hr	48hr	72hr
1973	13.5	30.5	31.9	31.9	31.9	34.9	35.4	35.6	46.8	47.6	47.6	48.6	67.3
1974	9.5	34.1	54.8	63.7	67.9	87.6	118.6	139.1	170.5	186.8	223.4	229.4	245.8
1975	14.5	48.0	77.3	81.2	100.6	108.7	121.4	125.1	125.1	125.1	130.0	130.0	130.0
1976	11.0	26.8	37.3	41.3	49.5	58.5	68.6	86.2	86.2	86.4	87.3	88.0	90.4
1977	20.0	45.2	45.9	47.5	48.2	50.4	55.1	64.4	84.4	94.8	95.8	96.4	96.4
1978	17.0	55.5	69.3	70.3	73.0	75.5	77.9	78.3	78.3	85.3	116.0	119.4	145.3
1979	24.0	87.5	159.4	213.3	218.6	230.3	251.7	264.0	270.4	273.2	283.7	284.3	284.3
1980	15.0	39.0	61.6	72.8	84.2	88.6	106.7	112.6	159.1	167.4	169.8	169.8	169.8
1981	15.0	57.0	77.8	88.8	109.8	132.7	160.9	192.0	209.6	221.6	224.6	224.6	227.1
1982	15.5	47.4	63.8	74.4	81.1	94.2	96.4	98.3	102.8	108.5	108.5	108.5	117.6
1983	20.0	90.3	103.2	103.2	103.2	103.2	103.7	103.7	106.3	106.5	108.5	108.5	148.2
1984	16.0	42.9	69.7	95.6	101.6	107.9	110.3	118.7	123.9	138.7	191.5	191.5	191.5
1985	20.0	44.6	52.4	59.6	72.6	87.3	89.2	118.7	122.9	123.1	171.2	186.3	187.4
1986	20.0	53.6	77.8	100.7	112.4	122.0	125.4	127.3	133.8	137.1	141.2	141.7	147.5
1987	15.0	54.2	91.9	134.3	169.3	179.0	194.5	200.1	262.5	268.4	294.6	299.8	334.4
1988	12.0	27.8	34.1	45.2	53.2	57.5	59.1	59.4	68.9	76.1	97.9	103.3	123.8
1989	16.0	45.7	49.2	54.2	62.7	103.9	107.3	116.0	135.1	182.0	189.4	189.4	208.4
1990	19.0	50.7	59.9	59.9	59.9	63.8	66.6	80.3	88.3	97.6	100.3	138.0	175.2
1991	9.5	33.3	47.0	60.9	64.7	67.9	70.4	72.3	77.6	93.6	106.1	118.0	126.1
1992	11.5	39.0	60.5	79.0	103.1	124.6	144.2	155.6	172.8	188.9	193.0	193.0	229.1
1993	17.0	54.8	72.4	76.4	86.2	97.8	104.2	116.2	122.4	131.2	131.2	132.2	133.7
1994	15.5	41.8	73.5	94.0	113.4	146.4	155.8	158.6	161.2	166.8	169.8	176.9	210.5
1995	21.5	78.5	125.4	167.9	214.0	263.9	279.7	312.7	384.9	408.5	425.1	573.4	613.6
1996	13.5	35.0	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.6	70.0	71.9	94.0	101.5	101.5
1997	9.5	58.7	58.7	72.8	96.5	114.5	143.7	154.1	159.2	159.3	164.8	173.4	173.4
1998	31.0	66.6	73.0	73.3	74.9	78.0	81.9	82.8	90.2	106.5	137.7	139.2	147.2
1999	14.5	63.2	81.1	83.2	86.2	96.2	108.8	115.2	119.4	146.2	161.3	161.8	163.8
2000	15.0	53.1	82.7	90.9	105.7	129.2	157.3	171.3	229.7	287.4	312.6	346.7	474.4
2001	16.5	77.9	85.9	113.1	123.2	123.2	123.2	123.2	123.2	123.2	134.2	135.2	135.2
2002	16.5	28.2	52.4	67.7	78.5	104.3	117.4	120.7	144.1	200.5	226.6	229.1	229.1
2003	16.5	67.7	96.2	97.6	113.9	113.9	114.3	125.8	147.1	147.1	152.3	175.4	199.5
2004	28.0	48.5	58.9	65.6	70.8	82.6	105.7	108.6	117.9	141.7	143.7	145.7	173.4
2005	21.5	59.8	59.8	59.8	61.6	70.4	74.9	90.9	103.3	109.5	110.0	110.0	128.6
2006	12.5	40.6	59.5	67.1	67.7	72.9	73.9	79.8	84.6	85.4	88.4	95.5	109.5

4.1.3 확률강우량 산정

수문자료 시계열의 빈도분석은 그 중요성 때문에 년 최대치 및 최소치계열, 부분기간치계열(비매년 최대치 및 최소치계열)을 수문통계학적으로 분석하는 전통적인 방법이 정립되어 왔으나 분석방법의 문제점이 계속 제기되어 왔다.

본 과업에서는 『하천설계기준·해설』 (2005, 한국수자원학회) 및 『하천기본계획수립 및 하천대장작성지침』 (2004. 12. 건교부)에 의거하여 지속시간별 강우자료를 수집하여 임의의 지속시간으로 변환한 후에 확률빈도분석을 수행하였다.

금회 강우지속시간별 확률강우량의 분석은 본 과업 유역 인근에 위치한 보령관측소의 1973년~2006년으로 총 34년간의 지속시간별 년최대치 강우자료(지속시간 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 6시간, 9시간, 12시간, 18시간, 24시간, 36시간, 48시간, 72시간) 을 대상으로 Gamma2, Gamma3, Gumbel, GEV, Log-Normal2, Log-Normal3, Log-Gumbel2, Log-Gumbel3, Log-Pearson Type III, Weibull2, Weibull3, Wakeby4, Wakeby5 등 8가지 확률 분포형을 적용하여 13종류의 방법으로 빈도해석을 실시하였다.

한편 분포형을 원자료계열에 적합(Fitting)시킬 때 매개변수를 추정하는 방법으로 전통적인 빈도분석방법에서는 모멘트법을 주로 사용해 왔으며, 이 방법은 3변수 확률분포의 경우 큰 편차(bias)를 보일 뿐 아니라 방법자체가 비효율적인 것으로 알려져 있고, 최우도법은 모멘트법보다는 통계적으로 효율적이나 가정분포가 모집단분포와 동일한 조건에서만 바람직한 결과를 기대 할 수 있으며, 매개변수를 추정하는 계산과정이 매우 복잡하여 실무에서는 비교적 드물게 사용되어 왔다.

본 과업에서는 빈도분석을 위한 확률분포형의 매개변수 추정을 위해 상기 두가지 방법과 더불어 최근에 소개된 확률가중모멘트법(Probability weighted moment method, PWM : Greenwood, 1979)을 적용하였다.

적합도 검정은 χ^2 -검정, Kolmogorov-Smirnov 검정, Cramer-Von Mise 검정, PPCC 검정법 등 4가지 방법을 이용하여 검토하였다.

상기의 사항을 종합적으로 고려하여 적정 확률분포 형을 선정하였으며, 이를 이용하여 재현기간별 확률강우량을 산정하였다. 또한 임의의 지속시간에 대한 확률강우량을 산정하

기 위하여 회귀분석에 의한 확률강우강도 식을 유도하였다.

본 과업에서의 확률강우량의 산정을 위한 빈도해석 흐름도는 【그림 4.1-2】와 같고, 확률분포형의 매개변수추정, 적합도검정의 기본식은 다음과 같다.

빈도해석 흐름도



【그림 4.1-2】

(1) 매개변수의 추정

수문 시계열자료의 빈도분석시 확률분포형의 매개변수를 추정하는 방법으로는 주로 모멘트법과 최우도법이 이용되어 왔으며, 2변수 분포형보다는 3변수 분포형이 원 자료계열을 잘 재현시킬 수 있는 유연성을 보이는 것으로 알려져 있으나, 왜곡도를 고려할 때 원 자료

와는 큰 분리현상을 보이는 것으로 지적되고 있다.(WMO, 1989)

본 과업에서는 빈도분석을 위한 확률분포형의 매개변수 추정을 위해 상기 두 가지 방법과 더불어 보다 안정적인 결과를 얻을 수 있는 것으로 알려진 최근에 소개된 확률가중 모멘트법(Probability weighted moment method, PWM : Greenwood, 1979)을 적용하였으며, 추정된 매개변수가 각 확률분포형의 확률변수 범위 및 매개변수 적합성 조건을 만족하는지 검토하였다.

(가) Gamma 분포

Gamma분포는 2변수 분포와 3변수 분포로 나눌 수 있고, 3변수 분포는 Pearson Type III 분포로 알려져 있으며 Log-Pearson Type III 분포와도 밀접한 관계를 갖는다.

Gamma분포의 확률 밀도 함수는 다음식과 같다. (Bobee, 1975)

$$\bullet \text{ 확률밀도함수 : } f(x) = \frac{1}{a\Gamma(\beta)} \left(\frac{x-x_0}{a} \right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{x-x_0}{a}\right)$$

$a > 0$ 일 때, $x_0 \leq x < \infty$

$a < 0$ 일 때, $-\infty < x \leq x_0$

여기서, a 는 규모 매개변수(Scale Parameter), β 는 형상 매개변수(Shape Parameter), x_0 는 위치 매개변수(Location Parameter), $\Gamma(\beta)$ 는 완전 Gamma 함수(Complete Gamma Function)로서 위치매개변수 $x_0 = 0$ 일 때 2변수 Gamma 분포가 된다.

(나) GEV(General Extreme Value) 분포

홍수나 가뭄 같은 사상의 빈도해석에 많이 사용되는 분포함수로서 형상 매개변수 β 에 따라 3가지 형태로 구분될 수 있는데, 확률밀도함수는 다음의 식과 같이 나타난다.

$$\bullet \text{ 확률밀도함수 : } f(x) = \frac{1}{a} \left(1 - \frac{\beta(x-x_0)}{a} \right)^{\frac{1}{\beta}-1} F(x)$$

여기서, a 는 규모 매개변수, β 는 형상 매개변수, x_0 는 위치 매개변수로 β 가 음수이면 하한 경계치를 갖는 GEV-2 분포이고(Frechet 분포 또는 Log-Gumbel 분포라고도 함), β 가

양수이면 상한경계치를 갖는 GEV-3 분포(Weibull 분포라고도 함)이며, β 가 0이면 Gumbel(GEV-1) 분포가 된다.

(다) Gumbel 분포

이 분포는 극치자료의 빈도해석에 많이 사용되는 분포로서 Type-I 극치분포 혹은 Fisher-Tippett Type-I 분포로 알려져 있다.

● 확률밀도함수 :
$$f(x) = \frac{1}{a} \exp \left[-\frac{x-x_0}{a} - \exp \left(-\frac{x-x_0}{a} \right) \right]$$

여기서, $a > 0$ 는 규모 매개변수, x_0 는 최대확률의 발생위치(mode)를 표시하며 $-\infty < x < \infty$ 이다.

(라) Log-Gumbel 분포

Log-Gumbel 분포는 Frechet분포로도 알려져 있으며, GEV-2분포가 이에 해당된다. Log-Gumbel 분포의 확률밀도함수는 다음과 같이 주어진다.

● 확률밀도함수 :
$$f(x) = \frac{\beta}{(x-x_0)} \left(\frac{\theta-x_0}{x-x_0} \right)^\beta F(x)$$

여기서, $\theta > x_0$, $\beta > 0$, $x_0 \leq x < \infty$ 의 조건을 만족해야 하며, $x_0 = 0$ 이면 2변수 Log-Gumbel 분포가 된다.

(마) Log-Normal 분포

이 분포는 대수로 변환된 변수가 정규분포를 이루는 분포이다. 이 방법은 Galton 법칙이라고도 하는 것으로 그 확률 밀도함수는 다음식과 같으며, 위치 매개변수 $x_0 = 0$ 이면 2변수 Log-Normal 분포가 된다.

● 확률밀도함수 :

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

여기서, $y = \ln(x-x_0)$, x : 변량, μ_y : y 의 평균치(규모 매개변수),

σ_y : y 의 표준편차(형상 매개변수), x_0 는 위치 매개변수

(바) Log-Pearson Type III 분포

Log-Pearson Type III 분포의 확률 밀도 함수는 다음식과 같다.

● 확률밀도함수 :

$$f(x) = \frac{1}{a\Gamma(\beta)} \frac{1}{x} \left(\frac{\ln(x) - y_0}{a} \right)^{\beta-1} \exp \left(-\frac{\ln(x) - y_0}{a} \right), \beta > 0$$

$a > 0$ 일 때, $e^{y_0} \leq x < \infty$, $a < 0$ 일 때, $-\infty \leq x < e^{y_0}$

여기서 a 는 규모 매개변수, β 는 형상 매개변수이며, y_0 는 위치 매개변수 이고, $\Gamma(\cdot)$ 는

Gamma 함수

(사) Weibull 분포

이 분포형은 Type-III 극치분포로도 알려져 있으며, 확률밀도함수는 다음식과 같다.

● 확률밀도함수 :

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

여기서 $a > 0$ 는 규모 매개변수이며 $\beta > 0$ 은 형상 매개변수이고 $x \geq 0$ 이다.

만약 최소치의 하한치가 0(零)이 아니고 하한치의 위치를 표시하는 위치매개변수 (displacement parameter) ε 가 도입되면 3매개변수 Weibull 분포라 한다.

(아) Wakeby 분포

Wakeby 분포는 다음 식과 같은 역함수형태로 정의되며, F 는 누가분포함수(CDF)이고 a, b, c, d, m 은 Wakeby 분포의 매개변수이다.

● 확률밀도함수 :

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

위치 매개변수 m 이 0이면 4개의 매개변수를 갖는 Wakeby 분포이고, $m \neq 0$ 이면 5개의 매개변수를 갖는 Wakeby 분포이다.

(2) 확률분포형의 매개변수 추정

(가) 모멘트법(method of moments)

모멘트법은 1902년 Karl Pearson에 의해 개발되었으며, 그는 확률분포의 매개변수에 관한 우량 추정치(good estimate)는 원점에 대한 확률밀도함수의 모멘트와 표본자료의 모멘트가 서로 같을 때의 값들이라고 생각하였다. 각각 가상적인 질량(mass)으로 규정된 자료치가 만일 자료치의 상대적 발생도수($1/n$)와 같고 이러한 질량계가 원점 $x=0$ 에 관해서 회전한다고 가정하면, 그 때 원점에 대한 각 관측치 x_i 의 1차 모멘트는 각 관측치의 모멘트 팔길이 x_i 와 그 것의 질량 $1/n$ 의 곱이며, 전 자료에 걸친 이들 모멘트의 합은 다음식과 같이 표본의 평균이 된다.

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x}$$

이것은 물체의 도심과 같으며, 이에 대응되는 확률밀도함수의 도심은 다음식과 같다.

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) dx$$

마찬가지로 확률분포의 2차, 3차 모멘트로 표본의 2차, 3차 모멘트와 같게 놓음으로써 확률분포의 매개변수를 결정할 수 있다. Pearson은 원래 원점에 관한 모멘트만 고려하였지만, 후에는 확률분포의 제 2, 제 3의 매개변수를 결정하기 위하여 일반적으로 2차 중앙모멘트로서 분산 $\sigma^2 = E[(x-\mu)^2]$ 를, 표준화된 3차 중앙모멘트로서 왜곡도계수 $\gamma = E[(x-\mu)^3]/\sigma^3$ 을 사용하게 되었다.

(나) 최우도법(method of likelihood)

최우도법은 R.A. Fisher에 의해 개발되었으며(1922), 그는 확률분포의 매개변수에 대한 최적치는 관측된 표본의 값이 발생할 결합확률 또는 우도(likelihood)를 최대화하는 값이어야 한다고 생각하였다.

표본공간은 길이 dx 인 구간으로 나누어져 있고, 관측치 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 이 독립이고 균등분포인 표본이 주어져 있다고 가정하면, $X = x_i$ 에 대한 확률밀도의 값은 $f(x_i)$ 이고, x_i 를 포함하는 구간내에서 확률변수가 발생할 확률은 $f(x_i)dx$ 가 된다.

관측치들은 서로 독립적이기 때문에 관측치들이 발생할 결합확률은

$$f(x_1)dx \cdot f(x_2)dx \cdots f(x_n)dx = \left[\prod_{i=1}^n f(x_i) \right] dx^n$$

로 주어지며, 관측된 표본의 결합확률을 최대화하는 것은 우도함수(likelihood function)를 최대화하는 것과 같으며, 우도함수는 다음식과 같다.

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i)$$

대부분의 확률밀도함수는 지수함수이므로 우도함수 대신 아래식과 같은 대수우도함수(log-likelihood function)를 사용하는 것이 훨씬 편리하다.

$$\log L = \sum_{i=1}^n \log [f(x_i)]$$

최우도법은 표본크기가 충분히 클 때 가장 효율적인 방법으로 평가되지만 수렴성에 있어서 문제가 발생할 수 있으며, 표본의 크기가 작을 때 일반적으로 잘 일치하지 않는 결과를 얻게 된다.

(다) 확률가중모멘트법(Probability weighted moment method)

누가 확률밀도함수 $F(X)$ 를 갖는 확률변수 X 에 대한 확률가중모멘트(PWM)의 일반식은 다음식과 같이 주어진다.(Greenwood 등, 1979 : Landwehr 등, 1979)

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

여기서 p, r, s 는 정수이고, $M = \{p, 0, 0\}$ 이면 원점에 대한 기존의 P 차 모멘트와 동일한 값을 나타낸다. (즉, $M = \{p, 0, 0\} = E\langle X^p \rangle$)

매개변수 추정에 있어서 특별히 관심의 대상이 되는 것은 $p=1$, s 또는 r 이 0 또는 음이 아닌 정수일 때이다.

모집단의 확률가중모멘트는 다음식과 같이 두가지 형태로 나타낼 수 있다.

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

$$M_{1,0,s} = E[X\{1-F(X)\}^s] \equiv Bs', p=1, r=0, s$$

상기식중 어느 확률가중모멘트를 사용할 것인가 선택은 선정된 분포형에 따라 매개 변수 추정에 편리한 것을 사용한다.

상기식에 정의된 모집단 확률가중모멘트에 대한 각각의 불편확률가중모멘트(Unbiased PWM)는 다음식과 같이 주어진다.(Hosking, 1986)

$$\widehat{B}_r = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_j \frac{(j-1)(j-2)\dots(j-r)}{(N-1)(N-2)\dots(N-r)}, r > 1$$

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

여기서, $\widehat{B}_0 = \widehat{B}_0' = \bar{X}$ 이고, $\bar{X}$ 는 표본자료의 평균을 나타내며,

$X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_N$ 인 순서 통계량이다.

일반적으로 확률가중모멘트는 일반적인 모멘트 보다 작은 자료수에 의한 영향을 덜 받으며, 안정적이고(robustic), 극대 강우사상이 포함된 자료계열에도 큰 왜곡 특성이 나타나지 않으며, 간단한 장점을 가지고 있다.

다음 【표 4.1-6~7】은 보령관측소의 지속시간별로 강우자료에 대하여 매개변수 추정 방법별로 각 확률분포형의 매개변수 추정결과를 나타낸 것이다.

【표 4.1-6】 확률분포형의 매개변수 추정결과(60분)

확률 분포형	강 우 지 속 시 간(60분)											
	모 멘 트 법				최 우 도 법				확률가중모멘트법			
	LOCATION	SCALE	SHAPE	판정	LOCATION	SCALE	SHAPE	판정	LOCATION	SCALE	SHAPE	판정
GAM2	0.00	5.28	9.62	OK	0.00	4.93	10.31	OK	0.00	5.42	9.38	OK
GAM3	14.44	7.38	4.93	OK	21.63	9.96	2.93	OK	12.85	7.41	5.12	OK
GEV	43.75	14.04	0.08	OK	43.55	13.21	0.35	OK	43.36	13.79	0.04	OK
GUM	43.44	12.77	0.00	OK	43.30	13.05	0.00	OK	43.12	13.32	0.00	OK
L-GU2	0.00	0.00	0.00	NG	0.00	41.32	3.36	OK	0.00	41.87	4.15	OK
L-GU3	0.00	0.00	0.00	NG	0.00	0.00	0.00	NG	0.00	0.00	0.00	NG
LN2	0.00	3.88	0.31	OK	0.00	3.88	0.32	OK	0.00	3.88	0.33	OK
LN3	-18.64	4.21	0.23	OK	4.56	3.77	0.35	OK	-4.52	3.97	0.30	OK
LP3	0.00	0.24	0.00	NG	0.00	0.00	822019	NG	-	0.00	-	NG
WBU2	0.00	56.53	3.43	OK	0.00	56.60	3.33	OK	0.00	56.51	3.46	OK
WBU3	21.26	33.28	1.87	OK	48.55	0.60	-0.17	NG	22.26	32.08	1.77	OK

【표 4.1-7】 확률분포형의 매개변수 추정결과(1440분)

확률 분포형	강 우 지 속 시 간(1440분)											
	모 멘 트 법				최 우 도 법				확률가중모멘트법			
	LOCATION	SCALE	SHAPE	판정	LOCATION	SCALE	SHAPE	판정	LOCATION	SCALE	SHAPE	판정
GAM2	0.00	36.51	4.10	OK	0.00	29.29	5.12	OK	0.00	33.08	4.53	OK
GAM3	77.40	75.53	0.96	OK	37.36	42.64	2.64	OK	63.08	64.97	1.34	NG
GEV	115.89	52.15	-0.07	OK	115.33	46.68	-0.14	OK	113.63	46.05	-0.18	OK
GUM	116.54	57.67	0.00	OK	119.04	49.66	0.00	OK	117.64	55.75	0.00	OK
L-GU2	0.00	118.67	3.62	OK	0.00	109.08	2.36	OK	0.00	110.97	3.02	OK
L-GU3	-627.10	115.88	14.26	OK	0.00	0.00	-	NG	0.00	0.00	-	NG
LN2	0.00	4.90	0.47	OK	0.00	4.91	0.44	OK	0.00	4.87	0.45	OK
LN3	2.61	4.88	0.47	OK	13.98	4.79	0.50	OK	32.38	4.59	0.60	OK
LP3	0.00	0.33	0.00	NG	0.661	0.046	92.57	OK	-0.94	0.00	759.51	NG
WBU2	0.00	169.17	2.13	OK	0.00	169.80	2.18	OK	0.00	169.09	2.32	OK
WBU3	65.39	88.59	1.14	NG	81.96	10.18	0.23	NG	65.60	88.00	1.13	NG

(3) 적합도 검정

임의의 확률분포에 대한 적합도 검정은 그 확률분포의 상대도수함수(relative frequency function)와 누가도수함수(cumulative frequency function)의 이론값과 표본값을 비교하여 그 정도를 판별하게 되며, 일반적으로 적용하는 검정방법으로는 χ^2 검정, Kolmogorov-Smirnov검정, Cramer Von Mises검정, PPCC 검정 방법 등이 있다.

본 과업에서는 적합도 검정시 적용한 최근 국립방재연구소에서 개발한 강우분석 프로그램(FARD 98)에 의한 결과는 부록을 참조하기 바라며, 참고로 본 과업에서 적용한 적합도 검정 방법은 다음과 같다.

(가) χ^2 검정

χ^2 검정은 관측된 확률변수의 어떤 이론확률 분포에 적합한가를 판단하기 위한 검정 방법으로서 자료치를 크기에 의해 k 개의 계급구간으로 나누고 이론치와 자료치의 절대뒳수를 비교한다.

χ^2 검정의 통계량 χ^2 의 식은 다음식과 같이 정의된다.

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

여기서, n_i 는 n 개의 관측자료들 크기에 의해 k 개의 계급구간으로 나누었을 때 i 번째 구간에 속하는 관측자료의 절대뒳수이며, np_i 는 관측자료의 수 n 에 이론적인 발생확률 p_i 를 곱한 것으로서 확률분포의 검정하고자 하는 i 번째 구간의 이론뒳수이다.

본 과업에서 계급구간은 동간격으로 하였으며 Sturges(1926)식에 의하여 계급수를 결정하였다.

$$k = 1 + 3.322 \log_{10}(N)$$

여기서, N : 자료기간

계산된 통계량 χ^2 가 아래 관계식을 가지면 가정된 분포는 유의수준(significance level)

α 로 적합성이 인정되며 그렇지 못하면 기각된다.

$$\chi^2 < \chi^2_{1-\alpha, v}$$

여기서, $\chi^2_{1-\alpha, v}$ 는 자유도 $v (= k-1)$ 일 때 유의수준 α 로 가정한 분포의 적합성을 인정하는 χ^2 의 한계치이다.

(나) Kolmogorov-Smirnov 검정

Kolmogorov-Smirnov 검정은 표본자료의 누가확률 분포와 가정된 이론확률분포의 누가확률 분포를 비교하는 것으로서, 양자의 최대편차다. 표본의 크기와 유의수준에 따라 결정되는 한계편차보다 크면 분포는 기각되며, 최대편차 D_n 은 다음과 같이 표시된다.

$$D_n = \text{Max} | F(x) - S_n(x) |$$

여기서, $F(x)$: 가정된 이론확률 분포의 누가확률 분포함수

$S_n(x)$: 표본자료의 누가확률 분포함수

여기서, D_n 은 $F(x)$ 와 $S_n(x)$ 차의 최대값으로서 정의되며 n 의 크기에 따라 좌우되는 확률변수로 주어진 유의수준 α 로서 적합성을 검정하고자 할 때 D_n 을 다음식으로 정의되는 한계치 D_n^α 와 비교하게 된다.

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

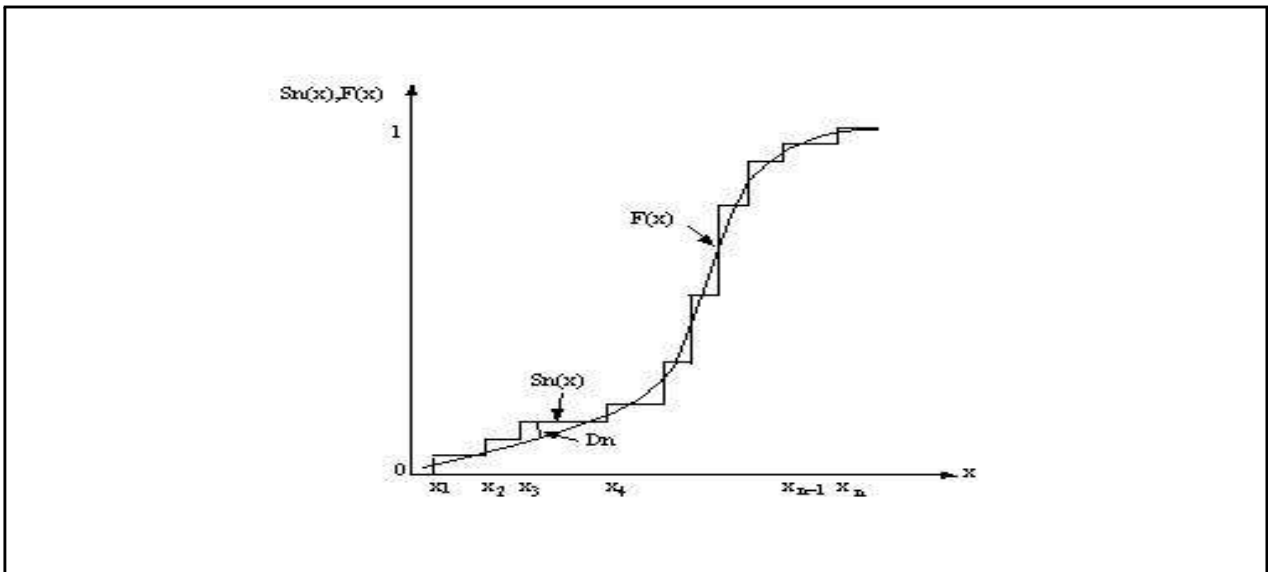
여기서, 최대편차 D_n 이 한계치 D_n^α 보다 작으면 가정된 분포는 유의수준 α 로서 그 적합성이 인정된다.

Kolmogorov-Smirnov 검정방법은 χ^2 검정방법과는 다르게 자료를 계급구간으로 나누어 이론분포를 표시하기 위한 매개변수를 계산할 필요가 없으므로 비매개변수적 방법이라고 하며 χ^2 검정방법보다 유리한 점이다.

【표 4.1-8】 Kolmogorov-Smirnov 검정을 위한 한계치, D_n^{α}

표본크기 n	유의수준 α					비고
	.20	.15	.10	.05	.01	
1	.900	.929	.950	.975	.995	
2	.684	.726	.776	.842	.929	
3	.565	.597	.642	.708	.829	
4	.494	.525	.564	.624	.734	
5	.446	.474	.510	.563	.669	
6	.410	.436	.470	.521	.618	
7	.381	.405	.438	.486	.577	
8	.358	.381	.411	.457	.543	
9	.339	.360	.388	.432	.514	
10	.322	.342	.368	.409	.486	
11	.307	.326	.352	.391	.468	
12	.295	.313	.338	.375	.450	
13	.284	.302	.325	.361	.433	
14	.274	.292	.314	.349	.418	
15	.266	.283	.304	.338	.404	
16	.258	.274	.295	.328	.391	
17	.250	.266	.286	.318	.380	
18	.244	.259	.278	.309	.370	
19	.237	.252	.272	.301	.361	
20	.231	.246	.264	.294	.352	
25	.21	.22	.24	.264	.32	
30	.19	.20	.22	.242	.29	
35	.18	.19	.21	.23	.27	
40				.21	.25	
50				.19	.23	
60				.17	.21	
70				.16	.19	
80				.15	.18	
90				.14		
100				.14		
$n \rightarrow \infty$	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$	

경험적 및 이론적 누가확률분석 곡선



【그림 4.1-3】

(다) Cramer Von Mises 검정

이 검정방법도 Kolmogorov-Smirnov 검정방법과 마찬가지로 누가분포함수에 대하여 검정하는 방법이다.

임의의 표본자료 $x_1, \dots, x_n$ 가 누가분포함수 $F(x; \theta)$ 으로 정의된 확률분포형을 모집단으로 갖는다는 가정을 검정하는데 사용된다. 여기서, θ 는 표본자료의 크기가 N 인 자료에서 추정된 매개변수의 집합이라고 할 때 Cramer Von Mises 검정통계량 W 는 다음과 같이 계산된다.(Thompson, 1966).

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

여기서, $F(x_i; \theta)$ 는 크기순으로 배열된 $X_j = x_j$ 위치에서 계산된 누가분포 함수이다.

유의수준 α 에서 $W \leq W_{1-\alpha}(N)$ 를 만족하면 선정된 확률 분포형이 표본자료에 대하여 적합하다고 할 수 있다.

(라) Probability Plot Correlation Coefficient (PPCC 검정)

Filliben(1975)에 의해 제안된 방법으로 간단하고 편리하면서도 표본자료가 정규분포인가를 판단하는데 유리하며, 2개의 매개변수를 갖는 분포형에도 적용 가능하며,

Chowdhury(1991)는 GEV 분포형에 대하여도 PPCC 검정을 적용하여 검정계통량을 다음 식과 같이 제시하였다.

$$\rho_c = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(M_i - \bar{M})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^N (M_i - \bar{M})^2)}$$

여기서, $m_i = \Phi^{-1}(m_i)$ 이고, $\Phi^{-1}(\cdot)$ 는 각 확률분포형의 역함수이다.

또한, m_i 는 누가분포함수의 중간값이며 Filliben은 다음 식으로 제안하였다.

$$m_i = 1 - (0.5)^{1/N}, \quad i = 1,$$

$$m_i = \frac{(i - 0.3175)}{(N + 0.365)}, \quad i = 2, \dots, N-1$$

$$m_i = (0.5)^{1/N}, \quad i = N$$

표본자료가 가정한 확률분포형이라는 가설은 다음 조건일 경우에 만족한다.

$$\rho_c > r_a(N)$$

여기서 $r_a(N)$ 는 통계량 ρ_c 의 유의수준 $\alpha(\%)$ 일 경우의 한계값이며, 다음과 같이 산정하며, 기존의 표 또는 회귀곡선식 등을 이용하는 것도 가능하다.

-해당 확률분포형으로 표본크기가 n 인 자료계열 100,000개를 모의발생

-모의발생된 자료계열에 대해서 100,000개의 적모멘트상관계수 ρ_c 를 산정

-산정된 적모멘트상관계수 ρ_c 를 오름차순으로 정렬한후 100,000× $\alpha(\%)$ 번째의 큰 값을

$r_a(N)$ 로 채택

전절에서 기술한 3가지 매개변수 추정방법에 의하여 13개 확률분포형의 매개 변수를 추정하고 추정된 매개변수에 대한 범위 및 적합도 검정을 통하여 년 최대치 강우자료 계열에 매개변수의 적합성을 검토한 후 검정 결과를 토대로 확률강우량의 Crossing 현상이 발생하지 않는 범위에서 채택하였으며, 이를 만족하는 분포형 중에서 x^2 검정과 Kolmogorov-Smirnov검정 및 Cramer Von Mises검정, PPCC 검정 방법 등 4가지 결과와 『1999년도 수자원 관리기법 개발 연구조사보고』(2000. 6. 건교부)에 의한 결과를 종합적으로 비교·검토하여 적정하다고 판단된 Gumbel분포를 적정확률 분포형으로 채택하였으며, 확률분포의 매개변수는 자료 수에 의한 영향이 적고 안정적인 확률가중 모멘트법에 의하여 추정된 매개변수를 적용하였다.

국립방재연구소에서 개발한 강우분석 산정프로그램(FARD 2002)을 이용하여 재현기간 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년에 대해 각 지속시간별로 확률강우량을 산정하였으며, 금회 적용은 확률가중모멘트법에 의한 Gumbel분포를 채택하였다. 확률강우량 결과는 다음 【표 4.1-10】과 같다.

【표 4.1-10】 지속시간별 확률강우량

관측소	재현 기간 (년)	재현기간별 지속시간별 확률강우량(mm)								비고
		60분	120분	180분	360분	540분	720분	1080분	1440분	
보령	20	82.7	115.2	142.2	187.6	208.2	224.2	258.7	283.2	GUM
	30	88.2	123.1	152.7	202.1	224.6	241.8	279.6	306.3	
	50	95.1	133.0	165.9	220.3	245.1	263.8	305.8	335.2	
	80	101.4	142.1	178.0	236.9	263.8	284.0	329.7	361.6	
	100	104.4	146.3	183.7	244.7	272.7	293.5	341.0	374.1	
	200	113.7	159.7	201.4	269.1	300.2	323.1	376.2	412.9	

(6) 강우강도식의 유도

확률강우강도식은 강우강도-지속시간-재현기간 관계를 나타내는 식으로서 확률강우량을 강우강도로 변환시킨 후 최소자승법을 이용하여 재현기간별 강우강도-지속시간 관계식을 구하며, 유도된 식형과 원래 자료치와의 편차를 계산하여 최소값을 가지는 식을 그 지점의 확률강우강도식으로 정한다.

본 과업에서 적용한 강우강도식형은 우리나라에서 적용도가 높은 다음 4가지 유형의 경험공식이다.

$$\triangleright \text{Talbot 형} : I = \frac{a}{t + b} + c$$

$$\triangleright \text{Sherman 형} : I = \frac{a}{(t + c)^b}$$

$$\triangleright \text{Japanese 형} : I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} + c$$

$$\triangleright \text{Semi-Log 형} : I = a + b \log(t + c)$$

여기서, I : 강우강도(mm/hr)

t : 강우지속시간(min)

a, b, c : 상 수

4.0 홍수량 및 홍수위 산정

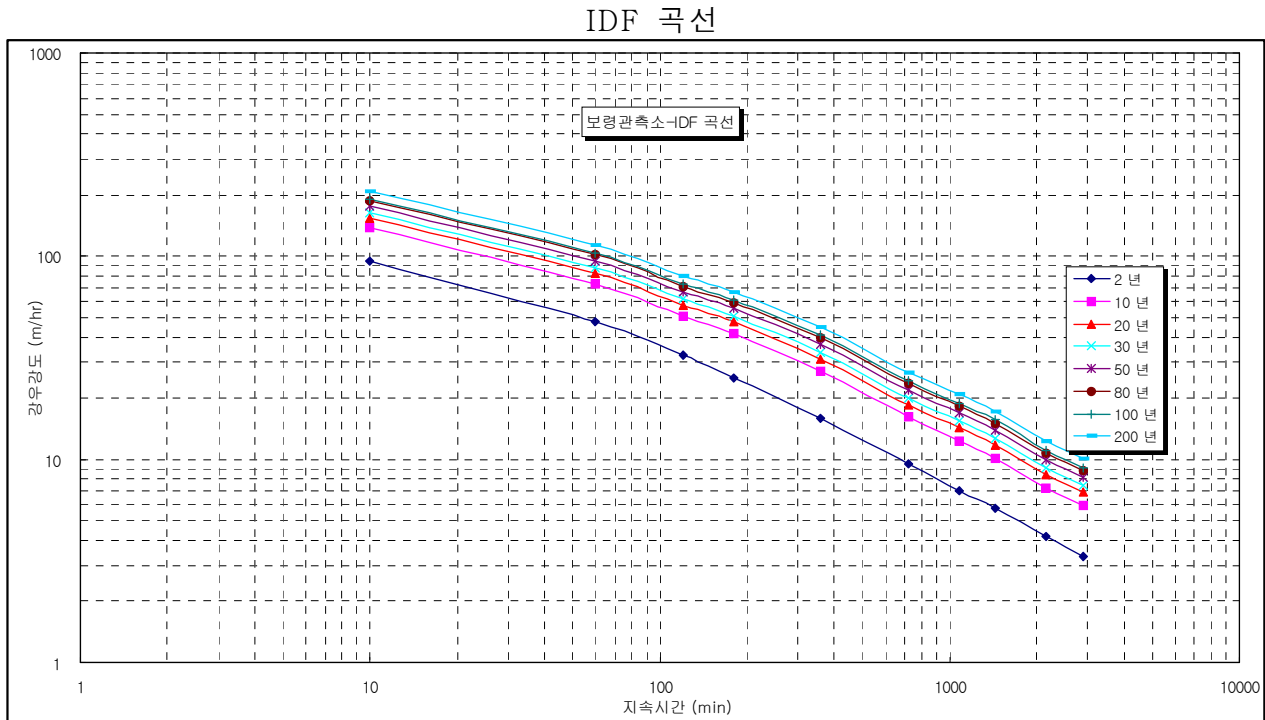
또한, 본 보령 관측소의 강우강도식의 경우 장기간(3시간이상) 및 단기간(3시간이하)의 강우 강도식의 기울기 차로 인하여 1개의 강우강도식으로는 그 회귀분석의 정확성이 떨어 지므로 장·단기 각각의 강우강도식을 유도하여 적용하였으며, 각 확률 강우강도식을 유도 하기 위한 강우지속시간별 확률강우강도는 다음 【표 4.1-11】과 같고 보령관측소의 확률 강우강도식은 상관계수가 가장 높은 Sherman형을 채택하였고 유도된 확률강우강도식은 【표 4.1-12】와 같으며 강우강도-지속시간-재현기간 관계를 표시하면 【그림 4.1-4】와 같다.

【표 4.1-11】 강우지속시간별 확률강우강도

재현 기간 (년)	확 률 강 우 강 도 (mm/hr)									비고
	10분	60분	120분	180분	360분	540분	720분	1080분	1440분	
20	154.2	82.7	57.6	47.4	31.3	23.1	18.7	14.4	11.8	
30	163.8	88.2	61.6	50.9	33.7	25.0	20.2	15.5	12.8	
50	175.2	95.1	66.5	55.3	36.7	27.2	22.0	17.0	14.0	
80	186.6	101.4	71.1	59.3	39.5	29.3	23.7	18.3	15.1	
100	191.4	104.4	73.2	61.2	40.8	30.3	24.5	18.9	15.6	
200	207.6	113.7	79.9	67.1	44.9	33.4	26.9	20.9	17.2	

【표 4.1-12】 확 률 강 우 강 도 식

관측소	구분	강 우 강 도 식					
		20년	30년	50년	80년	100년	200년
보 령	단기 (3시간이하)	$\frac{669.48}{t^{0.51105}}$	$\frac{697.65}{t^{0.50544}}$	$\frac{735.28}{t^{0.49997}}$	$\frac{768.44}{t^{0.4951}}$	$\frac{786.04}{t^{0.49356}}$	$\frac{837.33}{t^{0.48824}}$
	상관계수	0.99983	0.99977	0.99961	0.99956	0.99946	0.99932
	장기 (3시간이상)	$\frac{1577.81}{t^{0.67268}}$	$\frac{1666.89}{t^{0.66943}}$	$\frac{1775.74}{t^{0.6657}}$	$\frac{1886.20}{t^{0.66373}}$	$\frac{1936.60}{t^{0.66271}}$	$\frac{2091.59}{t^{0.65972}}$
	상관계수	0.99908	0.99902	0.99905	0.99893	0.99893	0.99884



【그림 4.1-4】

(7) 면적확률강우량 산정

수공구조물의 설계시 이용되는 설계강우량은 당해 구조물이 담당하여야 할 유역의 평균 강우량(면적확률강우량)을 적용하여야 하는 바, 이 값은 유역의 면적이 클수록 지점확률강우량보다 적어지므로 본 과업에서는 면적우량 환산계수(ARF : Areal Reduction Factor, 2000. 건교부)를 적용하여 계산하여야 하나, 교성천 유역에 대해서는 면적증가에 따른 강우 특성을 반영하기 위하여 검토한 결과, 본 과업하천에서는 유역면적이 작아 강우의 공간적 분포는 균일하다고 판단되어 보령관측소의 시강우자료를 이용하여 산정한 재현기간별, 지속기간별 강우량을 교성천 유역의 확률 강우량으로 적용하였다.

4.1.4 강우의 시간분포 결정

강우의 시간별 분포는 대단히 복잡 다양해서 정확한 강우분포의 분석은 상당히 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 유출의 관점에서 볼 때 Jacobsen등(1980)에 의하면 도달시간이 작은 유역의 경우 첨두유량은 강우체적 보다는 강우의 첨두크기에 의하여 결정되고 도달시간이 긴 유역의 경우는 첨두 크기와는 무관하고 강우체적에 의하여 결정된다고

하였으며 이는 Arnell (1982)에 의해 재 입증되었다. 『지역적 설계강우의 시간별 분포』(2000. 6. 국토해양부)에 따라서 강우의 시간분포를 결정하는 것은 매우 중요한 사항이며 유출량 해석에 큰 영향을 미친다. 이러한 설계강우의 시간분포를 결정할 수 있는 방법은 여러 가지가 있으나 수문 실무에서 일반적으로 적용하고 있는 방법은 다음과 같다.

(1) 강우의 시간분포를 임의로 배열하는 것으로 일 최대우량을 가지고 物部(Mononobe) 공식에 대입하여 총 강우량을 최대강우강도가 발생하는 위치에 따라 전방위형, 중앙집중형, 후방위형으로 나누고 시간별로 분포시키는 방법이다. 이 방법은 과거 강우시간분포에 대한 연구 결과가 전혀 없을 때 단순히 일 최대우량만을 임의로 시간구간별로 나누는 방법이다.

(2) 강우의 시간 분포를 IDF(Rainfall Intensity-Duration-Frequency)관계를 이용, 수학적 으로 모형화한 방법이다. 이 방법에는 Keifer와 Chu(1957)가 제시한 것이 대표적이라 할 수 있으며 Chicago 방법이라고도 불리고 있다.

(3) 실측 강우량을 시간대별 누가곡선을 작성하여 이용하는 방법으로서 여러 강우사상에 대한 누가곡선을 평균하거나 실측 강우의 지속시간 또는 강우량의 크기를 제한하여 그 크기별로 누가곡선을 평균하여 설계우량주상도를 만들게 된다. 이 방법을 이용한 대표적인 예는 미국 토양보존국 [U.S. NRCS, (중전의 미국 토양보존국(SCS : Soil Conservation services)의 기관명이 NRCS(Natural Resources Conservation services))로 바뀜. 1964. 1986] 이 제시한 6시간 무차원 설계우량주상도와 Huff(1967)의 4분위법이 있다.

(4) Pilgrim 과 Cordery(1975)가 호주 시드니 지방에 대한 강우의 시간분포를 평균이동법을 이용하여 분석하고 제시한 것으로 현재 호주 수문설계 기준으로 채택되어 널리 이용되고 있다.

(5) Yen 과 Chow(1977)는 모멘트를 이용한 통계학적 방법으로 강우의 시간적 분포를 삼각형과 사다리꼴 우량주상도를 단순화하여 표현하였으며, 미국 동북부지역에 대한 설계우량 주상도를 삼각형으로 가정하고 그 기준치를 제시한바 있다.

(6) Huff의 4분위법

본 과업에서는 상기 사항 중 우리나라에서 일반적으로 가장 많이 이용되고 있는 Huff의

4분위법을 이용하여 기왕수위 조사를 통해 홍수량 산정결과를 검토 하였으며, Huff의 4분위법에 대한 자세한 내용은 다음과 같다.

Huff의 4분위법은 기왕의 강우자료로부터 총 강우지속기간을 4등분하여 첨두우량이 발생하는 시각의 분위별 통계특성을 적출하여 해당 지역의 강우량 분포식을 회귀분석에 의하여 구하고, 이를 기준으로 설계강우를 강우지속기간 내에 분포시키는 방법이다. 금회 검토에서는 『지역적 설계강우의 시간적 분포』(2000. 6. 국토해양부)에서의 연구 성과를 이용하였다.

1967년 Huff는 미국 일리노이주의 강우기록을 통계학적으로 분석하여 강우량의 시간적 분포를 나타내는 무차원 시간분포곡선을 제시하였다. 이는 강우의 누가곡선을 이용하여, 전 지속기간을 4등분하였을 때 각 분류된 구간의 우량의 최대부위가 어느 부분에서 나타나는지 조사하였다.

즉, 강우지속기간을 4등분하였을 때 강우초기에 해당하는 처음 1/4구간을 제1구간 호우(First-quartile storm), 다음 2/4구간에 있으면 제2구간 호우(Second-quartile storm), 다음 3/4구간에 있으면 제3구간 호우(Third-quartile storm), 그리고 마지막 구간일 경우는 제4구간 호우 (Fourth-quartile storm)로 한 것이다.

이와 같이 4개 그룹으로 분류된 강우를 시간적으로 무차원화 시키기 위하여 개개 강우의 누가지속기간과 이에 따른 강우량을 각각 배분율로 표시하고 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$PT(i) = \frac{T(i)}{TO} \times 100\%$$

$$PR(i) = \frac{R(i)}{RO} \times 100\%$$

여기서, $PT(i)$: 임의시간 $T(i)$ 에서의 강우지속간 비

$T(i)$: 강우시간후 i 번째 시각의 경과시간

TO : 총 강우지속 기간

i : 단위증분회수

$PR(i)$: 임의시간 $T(i)$ 에서의 강우량 비

$R(i)$: 임의시간 $T(i)$ 까지의 누가우량

RO : 지속기간 TO 의 총우량

이와 같이 무차원 누가곡선을 이용하여 각 그룹에 속한 호우들을 분리하여 분석한다. 먼저 1구간 호우의 분석일 경우 각 지속기간 증분회수별로 각 확률을 추정한 후 각 확률별로 시간분포를 추정한다. 이와 같이 2구간, 3구간, 4구간 호우를 차례로 분석한다. 이때 각 확률누가곡선은 10%의 확률간격으로 작성하는 것이 일반적이다. 본 과업에서는 『지역적 설계강우의 시간별 분포 (1999.6 국토해양부)』에 서 기 분석한 보령기상대의 무차원 누가확률 곡선을 이용할려고 하였으나 1999년까지 밖에 자료분석이 되어있지 않아 금회 강우자료(1973~2006년, 34개년)를 이용하여 강우분석한 결과로 다항 회귀분석을 하여 얻은 수식을 유도하여 적용하였다.

지속시간별 지배적 구간을 살펴보면 0hr~6hr까지는 3분위, 7hr~12hr까지는 1, 3분위, 13hr~18hr까지는 1분위, 19hr~24hr까지는 2분위, 24hr이상은 2분위가 지배적인 것으로 나타났다. 또한 평균이상의 중호우의 사상 중에서는 2분위가 지배적인 것으로 조사 되었다. 따라서 금회 해당 하천들의 도달시간 등을 고려한 결과 중호우사상들에 대한 지배 분위를 선택한 결과 2분위가 가장 적절할 것으로 판단되어지며, 이를 통한 홍수량산정결과 기왕홍수량 검토 등을 통하여 비교 검토한바 가장 적절할 것으로 판단하였다. 또한, 각 구간별로 무차원 누가확률 곡선의 중앙값을 나타내고 있는 50% 누가계열을 채택하여 제2차 다항회귀식부터 제6차 다항회귀식까지 검토한 후 상관계수가 가장 높고 실측값과의 편차가 작으며, 회귀식 곡선이 왜곡되지 않는 곡선식을 선택한 결과 다음 【표 4.1-13】과 같다.

$$\text{기본식 : } y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 \dots$$

여기서, Y : 무차원 강우량 (%)

x : 무차원 강우지속시간 (%)

$a, b, \dots, g$: 상수

【표 4.1-13】

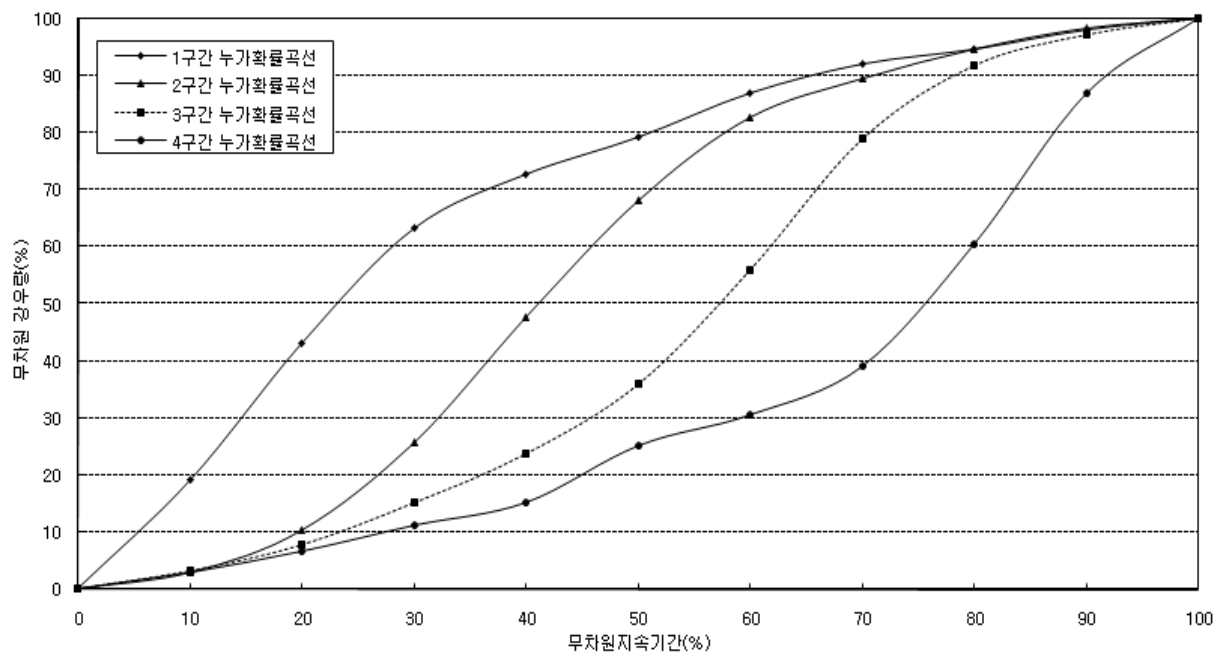
HUFF 누가분포의 회귀계수

계수	1분위	2분위	3분위	4분위	비고
a	-0.0071780377	-0.0384408937	0.1371041452	-0.1820237984	상수항
b	0.7504394950	0.7692206554	-0.5551426041	1.1493167412	1차항
c	0.1782535793	-0.0976016845	0.1286346206	-0.1245530521	2차항
d	-0.0075070363	0.0064431154	-0.0062043651	0.0063573002	3차항
e	0.0001297436	-0.0001340582	0.0001385968	-0.0001396710	4차항
f	-0.0000010402	0.0000011636	-0.0000013480	0.0000013948	5차항
g	0.0000000032	-0.0000000037	0.0000000047	-0.0000000051	6차항
상관계수	0.999500	0.999500	0.999500	0.998999	

주) 금회채택 : 2분위

무차원 우량주상도

무차원 우량주상도 (보령)



【그림 4.1-5】

4.1.5 유효우량 산정

금회 유효우량의 산정은 유역내 토양의 종류, 토지이용상태, 선행강우량 등을 고려하여 유효우량을 산정하는 NRCS(National Resources Conservation Service)법을 이용하였다. NRCS 유효우량산정법의 기본이 되는 총우량-총유효우량 관계는 다음 식과 같다.

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

여기서, P 는 강우지속기간 동안의 총 누가우량(또는 누가우량, mm)이며, S 는 유역의 최대잠재보유수량(mm)이고, Q 는 총 누가우량 P 로 인한 직접유출량(mm)으로서 누가유효우량에 해당한다. 위 식에서 S 는 유역의 토양이나 토지이용 및 처리상태 등의 이른바 수문학적 토양-피복형의 성질을 대변하는 것으로서 한 유역의 유출능력을 표시하는 유출곡선지수(runoff Curve Number, CN)와 아래 식과 같은 관계를 가진다.

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

따라서 CN값을 구함으로써 위의 두 식을 이용하여 총우량을 유효우량으로 변환할 수 있다. NRCS는 토양종류에 따른 토양형별로 토지이용상태에 따른 CN값을 제시하고 있으며, 또한 유출의 크기에 직접적인 영향을 주는 강우이전 토양의 수분상태인 선행함수조건(Antecedent Moisture Condition, AMC)을 고려하기 위해 다음 식을 제시하였다.

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

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

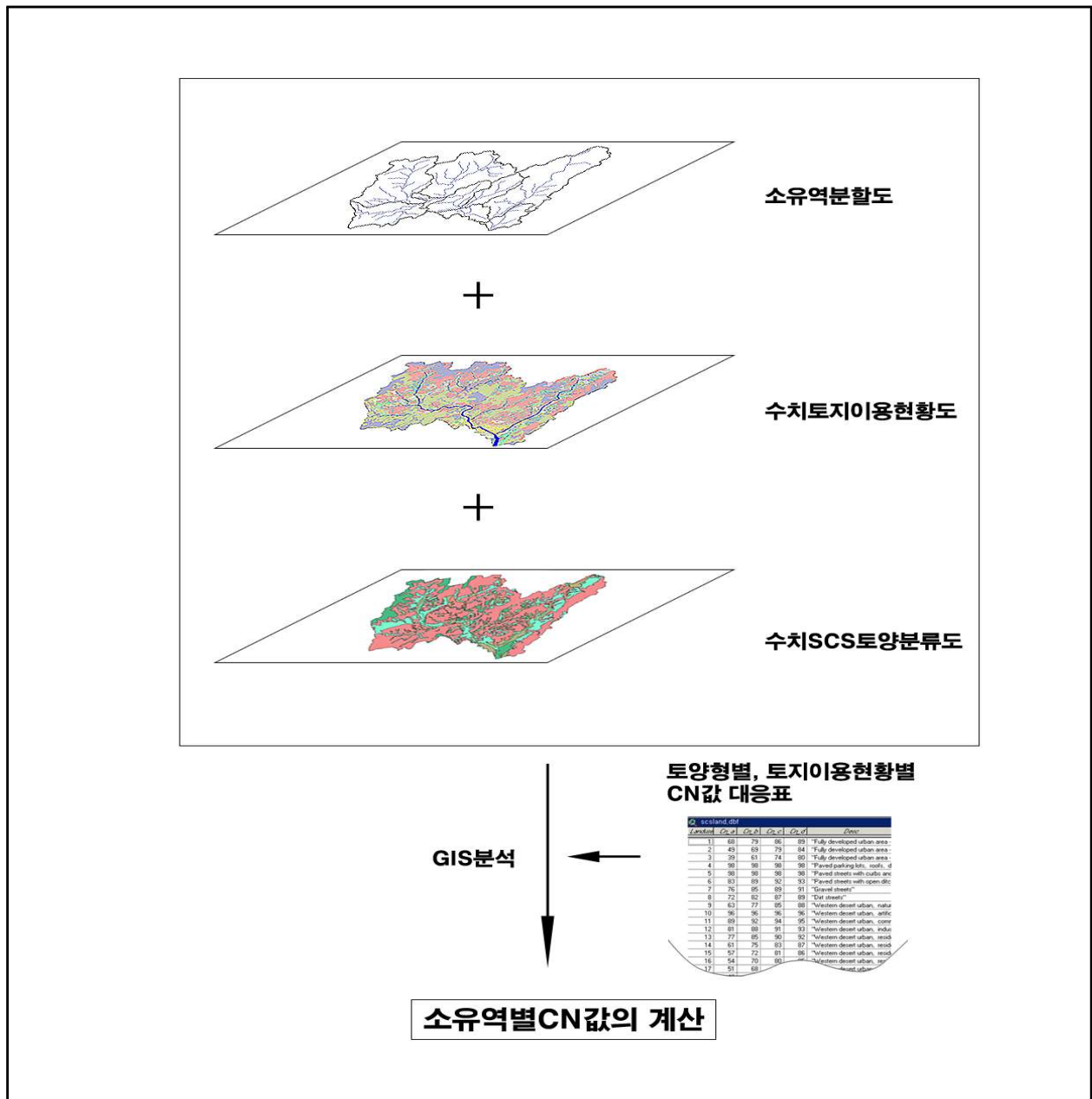
NRCS방법에 의한 유효우량의 산정을 위해서는 CN값의 결정이 중요하며, 이러한 CN값은 토양도, 토지이용현황도 및 유역분할도의 중첩을 통해 산정된다. 금회 과업에서 CN값의 추정은 지리정보를 효율적이고 정확하게 분석하기 위하여 GIS기법을 도입하였으며, 【그림 4.1-6】는 GIS를 이용한 CN값의 산출과정을 모식화한 것이다.

(1) 유역의 토지이용상태, 처리상태 및 토양의 수문학적 조건

총우량과 유효우량의 관계는 유역의 토양종류 뿐만 아니라 유역의 토지이용상태(혹은 식

생피복형)와 그의 처리상태에 따라서 크게 좌우된다. NRCS는 주로 농경지역에 대해 토지이용상태, 처리상태 및 토양의 수문학적 조건 등을 여러 가지로 분류하여 이들 토양형, 토지이용, 처리상태 및 토양조건에 따라 총우량으로부터 직접유출(혹은 유효유량)의 잠재력을 표시하는 유출곡선지수(CN)를 제시하였다.

GIS를 이용한 CN값 산정 모식도



【그림 4.1-6】

(2) 토양의 분류

CN값을 결정하기 위한 토양군의 분류는 우리나라의 정밀토양조사 자료를 활용하여 토성, 배수등급, 투수성, 투수저해토층의 유무 및 출현 깊이 등 침투수량을 지배하는 요인들을 기준으로 토양 특성별로 각 1~4점을 배점하였고, 배점의 합계 점수에 따라 범위별로 수문학적 토양군을 토양통의 수문학적 분류에 따라 Group-A, Group-B, Group-C 및 Group-D로 구분하였다(【표 4.1-14~15】 참조).

【표 4.1-14】 토양통의 수문학적 분류

수문학적 토양군	토 양 통
A	비천, 대본, 가과, 보령, 해리, 화봉, 황룡, 홍문, 입석, 일평, 미악, 낙동, 온평, 토계
	백수, 금천, 행산, 학곡, 하사, 장천, 적악, 명지, 남계
	압곡, 본량, 북평, 천부, 청심, 단복, 덕천, 덕계, 금악, 고천, 구좌, 과천, 관악, 한림, 이산, 매곡, 무이, 나리, 녹전, 오대, 외산, 오평, 풍천, 사동, 삼각, 산방, 성인, 신업, 송산, 월곡
	알봉, 아라, 청산, 대흘, 도산, 의성, 은곡, 가천, 감산, 강서, 행원, 지곡, 주천, 중동, 마지, 민악, 낙산, 남양, 너곡, 사두, 상주, 성산, 수암, 울산, 월정, 월령, 영동, 영일, 예산, 유원
	북내, 병악, 창곡, 초봉, 주계, 다인, 덕산, 동암, 갈곡, 금령, 고산, 규암, 하모, 한경, 흑악, 회곡, 호계, 이현, 임동, 이목, 임산, 이원, 장계, 정자, 조천, 죽암, 주곡, 매봉, 마곡, 마영, 물금, 낙서, 남원, 녹산, 오산, 표선, 사촌, 산계, 사라, 신불, 신기, 송당, 수북, 통천, 용곡, 용계, 울릉, 월산
B	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, 점곡, 정동, 진천, 중업, 망실, 마산, 미산, 나산, 논고, 논산, 노로, 석계, 석토, 신현, 송정, 석천, 신정, 대화, 우곡, 운곡, 완산, 원곡, 위미, 연대, 용당
	범평, 춘도, 단성, 도천, 동귀, 가포, 금지, 구업, 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
	안덕, 칠곡, 천평, 칠원, 대구, 대원, 대산, 덕곡, 동흥, 금진, 금곡, 구곡, 행곡, 학산, 함평, 화수, 인제, 인성, 만성, 오천, 옥계, 삼암, 용지
	애월, 안계, 반산, 비곡, 청원, 강진, 임곡, 장유, 진도, 진목, 지산, 미탄, 모산, 판곡, 신흥, 시례, 영산, 용강, 울곡, 울포, 왕산
	아곡, 방기, 방곡, 부곡, 천곡, 청계, 초계, 춘천, 춘포, 대정, 달동, 덕평, 도곡, 동송, 동호, 가곡, 각화, 강동, 강정, 극악, 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
D	악양, 백구, 반천, 반곡, 봉곡, 봉계, 봉남, 부용, 창평, 칠원, 청풍, 달천, 다평, 덕하, 등구, 갈전, 금서, 김해, 김제, 공성, 고평, 광주, 광산, 하정, 학성, 흥평, 호남, 화산, 하원, 이호, 장파, 중곡, 매산, 문경, 문포, 남산, 옥천, 포곡, 평창, 평안, 평택, 태안, 태산, 특곡, 우도, 우평, 예곡, 연천, 연곡, 영락, 용호, 용흥, 유가, 유곡, 유계
	해척
	북천, 봉림, 공덕, 고령, 포두, 포리, 포승, 서탄, 신평, 수계, 여수

주) 『정밀토양도 토양통의 수문학적 분류(1995, 정정화 등)』

토양군의 분류는 우리나라의 정밀토양조사 자료를 활용하여 토성, 배수등급, 투수성, 투수저해토층의 유무 및 출현 깊이 등 침투수량을 지배하는 요인들을 기준으로 토양 특성별로 각 1~4점을 배점하였고, 배점의 합계 점수에 따라 범위별로 수문학적 토양군을 분류하였다.

【표 4.1-15】

토양군의 분류

토양 특성	토양 특성에 따른 배점				수문학적 토양군
	4	3	2	1	
토성등급	sandy skeletal loamy skeletal	coarse loamy coarse silty Vol. ashes	fine loamy loamy skeletal	fine silty fine & very fine clayey	Group-A (>13) Group-B (12 ~ 11) Group-C (10 ~ 8) Group-D (<7)
배수등급	매우 양호	약간 양호	약간 불량	매우 불량	
투수성 (cm/hr)	매우 빠름 (>12.0)	약간 빠름 (12.0 ~ 6.0)	약간 느림 (6.0 ~ 0.5)	매우 느림 (<0.5)	
불투수층 출현 깊이 (cm)	존재하지 않음	100 ~ 50	50 ~ 25	<25	

주) 『수문학적 토양군의 분류 (1995, 정정화 등)』

(3) 유역의 선행토양함수조건

총우량과 유효강수량간의 관계분석에 있어서 5일 혹은 30일 선행강수량은 유역의 선행 토양함수조건을 대변하는 지표로 흔히 사용된다. 즉, 동일한 강수가 내릴 경우 선행강수량이 많을 경우 침투 손실이 작아지므로 유효우량은 커져서 유출율은 높아질 것이나 선행

강수량이 적을 경우에는 침투손실이 커지므로 유효우량은 적어져서 유출율은 낮아지게 된다.

NRCS에서 기준으로 삼고 있는 선행토양함수조건(Antecedent soil Moisture Condition, AMC)은 각 경우에 대하여 다음과 같은 3가지 조건으로 구분하고 있다.

- AMC - I : 유역의 토양이 대체로 건조상태로 있어서 유출률이 대단히 낮은 상태 (Lowest runoff potential)
- AMC - II : 유출률이 보통인 상태(Average runoff potential)
- AMC - III : 유역의 토양이 수분으로 거의 포화되어 있어서 유출률이 대단히 높은 상태 (Highest runoff potential)

위의 3개의 선행토양 함수조건은 5일 선행강수량의 크기에 의하여 유역의 습윤정도를 분류하는 기준이 되며, NRCS에서 사용하고 있는 선행강수량의 크기는 【표 4.1-16】과 같고, 토지이용별 유출곡선지수(AMCⅡ조건)는 【표 4.1-17】과 같다.

【표 4.1-16】 선행토양 함수조건의 분류

AMC GROUP	5 일 선행강우량, P5 (mm)	
	비 성 수 기	성 수 기
I	$P5 < 12.70$	$P5 < 35.56$
II	$12.70 < P5 < 27.94$	$35.56 < P5 < 53.34$
III	$P5 > 27.94$	$P5 > 53.34$

【표 4.1-17】 토지이용별 유출곡선지수 (AMC-II 조건)

대분류	중분류	세분류	수치주제도 코드번호	토 양 군			
				A	B	C	D
농지	논	경지정리답	1110	78	78	78	78
		미경지정리답	1120	78	78	78	78
	밭	보통,특수작물	1210	65	73	79	81
		과수원 기타	1220	65	73	79	81
임지	초지	자연초지	2110	30	58	71	78
		인공초지	2120	30	58	71	78
	임목지	침엽수림	2210	36	60	73	79
		활엽수림	2220	36	60	73	79
		혼합수림	2230	36	60	73	79
	기타	골프장	2310	49	69	79	84
		유원지	2330	49	69	79	84
		공원묘지	2320	68	79	86	89
		암벽 및 석산	2340	98	98	98	98
도시 및 주거지	주거지 및 상업지	일반주택지	3110	61	75	83	87
		고층주택지	3120	77	85	90	92
		상업,업무지	3130	89	92	94	95
		나대지 및 인공녹지	3140	49	69	79	84
	교통 시설	도로	3210	83	89	92	93
		철로 및 주변지역	3220	76	85	89	91
		공항	3230	83	89	92	93
		항만	3240	83	89	92	93
	공업지	공업시설	3310	81	88	91	93
		공업나지,기타	3320	57	72	81	86
	공공 시설물	발전시설	3410	81	88	91	93
		처리장	3420	81	88	91	93
		교육,군사시설	3430	81	88	91	93
		공공용지	3440	81	88	91	93
	기 타 시 설	양어장,양식장	3510	98	98	98	98
		채광지역	3520	76	85	89	91
		매립지	3530	39	61	74	80
		광천지	3540	76	85	89	91
		가축사육시설	3550	59	74	82	86
수계	습지	갯벌	4110	63	77	85	88
		염전	4120	63	77	85	88
	하천	하천	4210	98	98	98	98
	호소	호소	4310	98	98	98	98
		댐	4320	98	98	98	98
	기타	백사장	4410	63	77	85	88

주) 상기 토지이용 분류체계는 『인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류(1999, 한국환경정책·평가연구원,)』의 기준을 적용하였으며, 적용된 CN값은 세분류별로 SCS에서 제시한 값임(『Urban Hydrology for Small Watersheds, TR55 (1986, Soil Conservation Service)』).

(4) CN값 산정

CN값은 정밀토양도 및 토지이용현황도(1/25,000), 각 시·군 도시계획 및 국토이용계획 등 장래 토지이용 계획을 파악하여 GIS기법(ArcView)을 이용하여 각 유역별, 홍수량 산정 지점별로 산정하였다.

또한 AMC 조건은 1964년 이후 주요 호우시 선행5일 강우량의 검토와 근래에 기후 변화로 인한 홍수 발생 빈도 증가, 그에 따른 피해액도 커지고 있어 홍수로부터의 치수안전도 확보를 차원에서 AMC-III조건으로 CN값을 적용하였다.

금회 검토된 선행5일 강우량 검토 결과는 【표 4.1-17】에 정리 수록하였고, 홍수량 산정 지점별 선행토양함수조건별 CN값의 산정 결과는 【표 4.1-18】에 정리하였다.

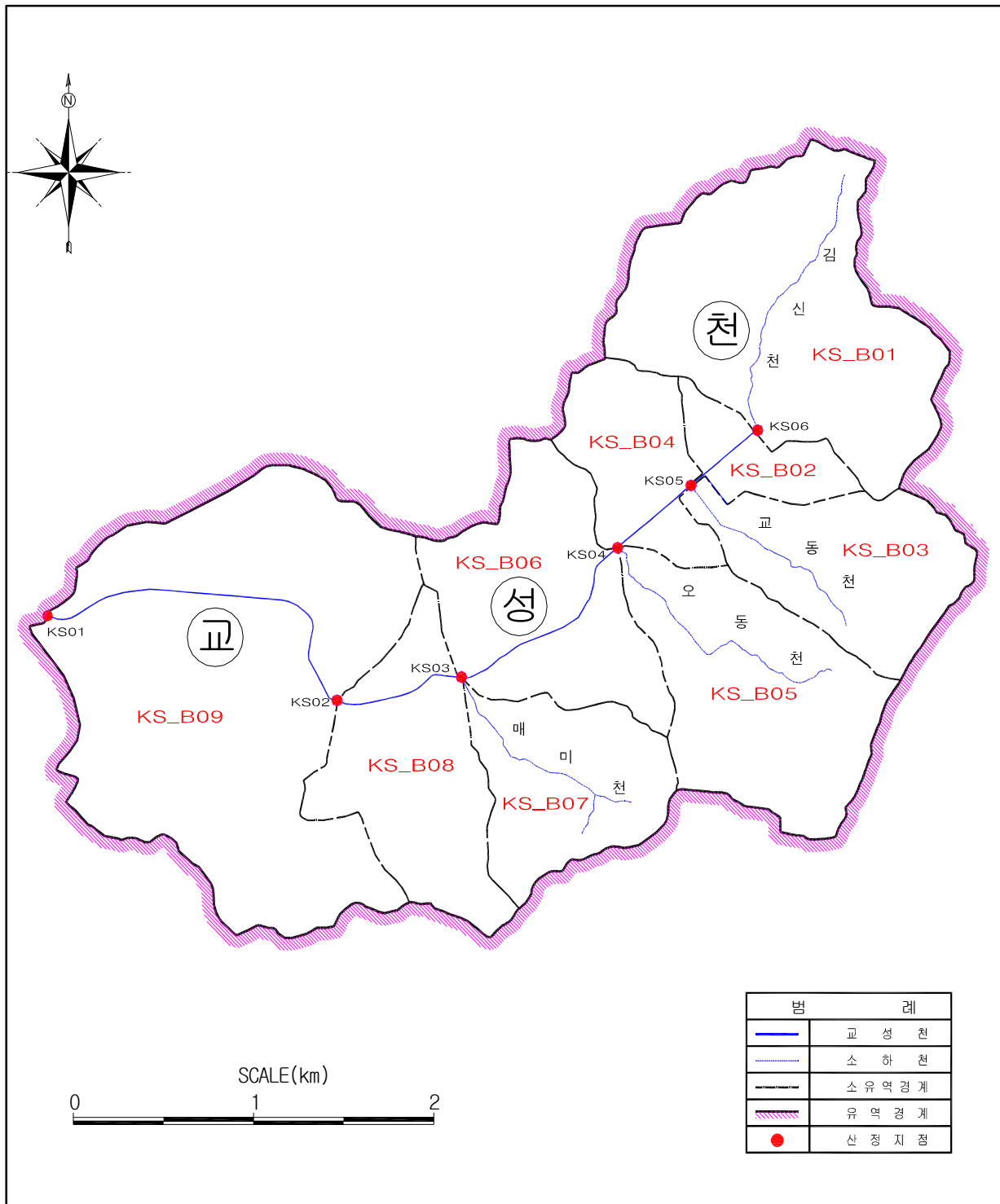
금회 산정에는 농업과학기술원에서 작성한 정밀토양도와 국립지리원에서 작성한 토지이용도를 GIS기법으로 중첩시킨 것으로 정확도를 향상시켰다.

【표 4.1-18】 유출곡선지수(Curve Number) 산정결과

하천명	부 호	소유역면적 A(km ²)	유출곡선지수		
			AMC-I	AMC-II	AMC-III
교성천	KS_B01	2.84	28	47	67
	KS_B02	0.47	47	67	83
	KS_B03	1.35	31	51	71
	KS_B04	0.89	32	52	71
	KS_B05	1.92	30	49	69
	KS_B06	1.74	37	57	75
	KS_B07	1.23	28	47	67
	KS_B08	1.51	44	64	80
	KS_B09	4.80	53	72	85

【그림 4.1-7】

소유역 구분도



4.1.6 홍수량 산정

(1) 설계홍수량의 정의

설계홍수량(design flood)은 홍수특성, 홍수빈도 및 홍수피해 가능성을 사회·경제적 요인 등을 함께 고려한 후, 최종 수공구조물의 설계 기준으로 채택하는 첨두홍수량(peak flood) 또는 홍수수문곡선(flood hydrograph)으로 정의되며, 설계홍수량은 댐과 하천에서 공통적으로 사용되고 있는 계획홍수량과 동일한 개념이다.

기본홍수량은 댐 및 유역변경 등과 같은 인위적인 개발이 없는 자연상태에서 흘러 내려오는 홍수량 중 홍수조절이나 유역개발의 기본이 되는 홍수량으로 정의된다.

계획홍수량은 댐 및 유역변경 등과 같은 인위적인 개발을 고려한 후 하도가 부담해야 하는 홍수량으로 정의된다. 따라서, 계획홍수량은 기 산정된 기본홍수량을 유역개발계획, 홍수방어계획, 내수배제계획 및 하천환경관리계획 등과 같은 각종 계획에 맞추어 종합적으로 분석한 후 기본홍수량을 합리적으로 배분하거나 조절할 수 있도록 채택하여야 하며, 댐 및 유역변경 등을 고려하여 산정된 확률홍수량의 특정 재현기간을 기준으로 계획기준점이나 계획시설물에 따라 채택하여야 한다.

(2) 설계홍수량 산정

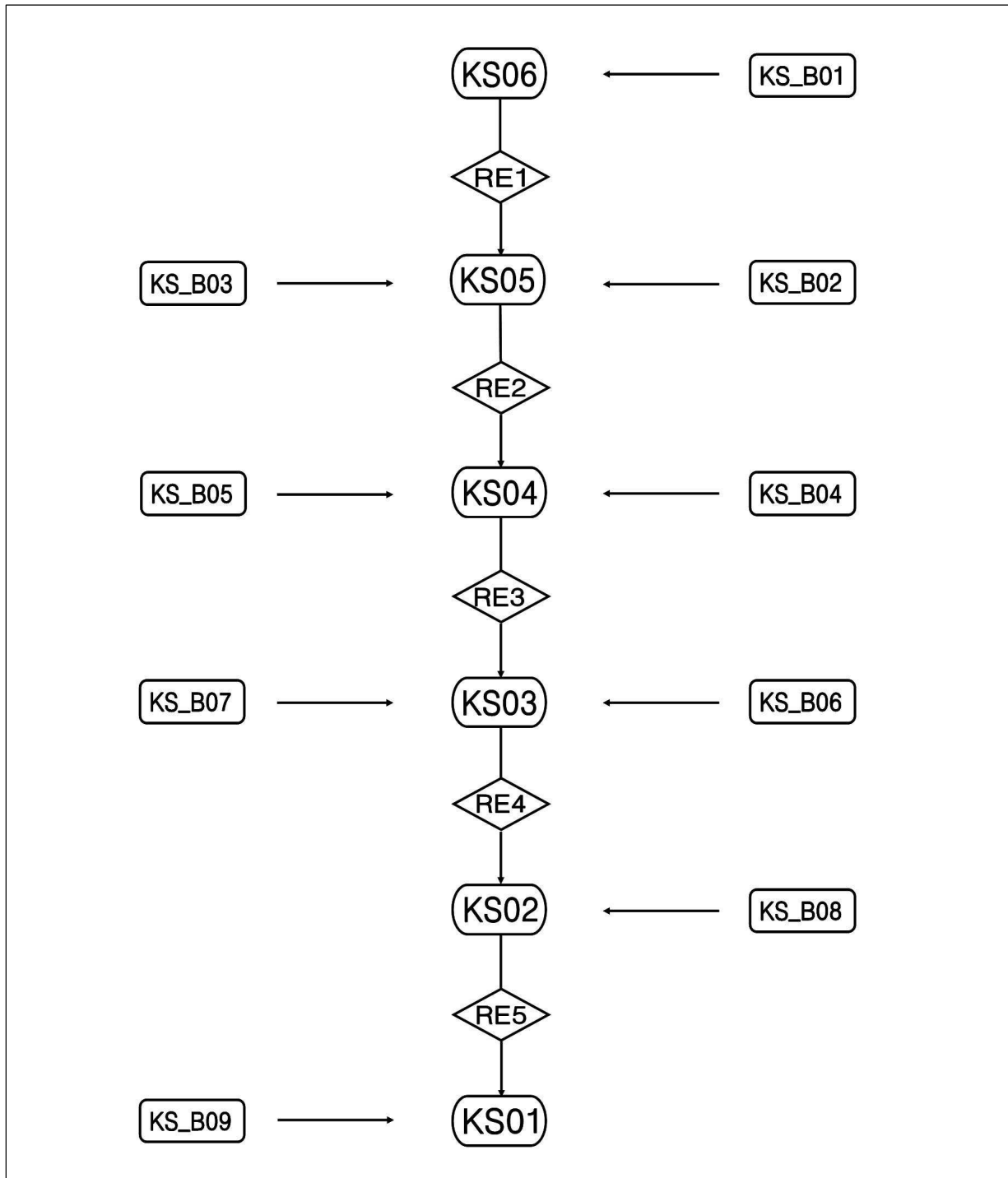
설계홍수량의 산정은 홍수량자료를 직접 빈도해석하여 설계홍수량을 산정하는 방법이 이론적으로는 가장 직접적이고 최상의 방법이다. 하지만 우리나라는 실측 홍수량자료가 거의 전무하므로 상대적으로 풍부한 강우자료를 이용하는 설계강우-유출 방법을 사용한다. 설계강우 유출 방법은 강우-유출 관계의 선형성을 전제로 하는 방법이지만 홍수량 자료가 미비한 경우 가장 널리 사용되고 있는 방법이며, 첨두홍수량은 물론 수문곡선의 산정이 가능한 방법이다.

홍수량 산정을 위한 유출모형은 홍수량 산정지점별 소유역들의 유출계산과 이의 하류로의 홍수추적과정으로 구성된다. 각각의 소유역들의 홍수유출량들은 상류로부터 하류로 홍수추적 되면서 유입지천 유역의 홍수유출량들과 중첩 및 합성 등의 과정을 반복하면서 대상유역의 출구 지점까지 축차적으로 계산된다.

금회 구축된 유출모형은 소유역의 유출계산을 위한 유역모형과 하도의 홍수추적을 위한

하도모형으로 구분하였다. 유역의 홍수량 산정을 위한 일련의 과정은 HEC-HMS모형을 이용하여 모의하였으며, 하도모형의 경우 수리학적 홍수추적으로 분류되는 Muskingum-Cunge (Diffusion wave)의 하도추적모형을 적용하였다.

홍수량산정 모식도



【그림 4.1-8】

(가) 유역의 홍수량산정방법

① Clark 유역추적법(Area-Routing Method)

이 방법은 유역의 도달시간-누가면적 관계를 이용하여 유역 내에 내리는 순간단위 유효우량으로 인한 유역출구에서의 직접유출 수문곡선인 순간 단위유량도를 유도하는 방법으로 강우로 인한 유수의 전이뿐만 아니라 유역의 저류효과도 고려하므로 자연하천에서의 적용에 적합한 방법이다. Clark의 유역추적법은 유역의 출구에 한 개의 가상저수지가 존재한다고 가정하여 이 저수지에서 유역의 저류효과(storage effect)를 고려하는 방법으로 직접유출을 계산하며, 가상저수지로의 유입량은 유역에서 도달시간 구간별 면적상에 내린 유효우량을 유량으로 환산하여 단순전이(simple translation)에 의하여 계산한다.

유역에서 가상저수지로의 유입량은 다음과 같이 계산한다.

$$I(i) = \frac{1}{0.36} \frac{A(i)}{\Delta t}$$

여기서 $I(i)$ 는 시간 구간 i 에 있어서의 유입량(m^3/s)이며, $A(i)$ 는 i 번째 구간에 포함되는 구간면적(km^2)이다.

저수지에서의 저류효과를 고려하기 위한 홍수추적은 다음의 식을 사용해 실시한다.

$$Q(i) = CA \times \bar{I} + CB \times Q(i-1)$$

$$\text{여기서, } CA = \frac{\Delta t}{(R + 0.5 \times \Delta t)}, \quad CB = 1 - CA$$

그리고 $Q(i-1)$, $Q(i)$ 는 추적기간의 시작점과 끝점에서의 순간단위유량도(IUH , m^3/s)이고, $\bar{I}$ 는 평균유입량(m^3/s), R 은 저류상수(hr)이다.

따라서 단위도는 Δt 시간 간격의 두 IUH 종거의 평균으로 계산되므로, 추적기간 i 에서의 단위도의 종거 $QUNGR$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$QUNGR = 0.5 \times \{Q(i) + Q(i-1)\}$$

Clark 방법에 의해 단위도를 유도하기 위해서는 도달시간(T_c), 저류상수(R), 도달시간-누가면적 주상도 등 3개의 매개변수가 필요하며 수문곡선상에서의 물리적 의미는 각각

다음과 같다. 그리고, HEC-HMS에서의 입력인자로 는 도달시간(T_c), 저류상수(R)가 있다.

㉔ 도달시간 산정

도달시간은 수문곡선상에서 유효강우량이 끝나는 시간에서 감수부 변곡점까지의 시간으로서, 도달시간-누가면적 주상도를 작성하는데 이용된다. 수문곡선의 변곡점은 유효강우량에 의한 유출이 끝나는 점을 의미한다. 홍수유출량에 크게 영향을 미치는 홍수도달시간은 유역 내 실측자료가 전무하므로 Kirpich, Kerby, Kraven, Rziha 공식 등을 이용하여 비교 검토한 결과 표면유속 2.0 ~ 3.0m/s범위에 포함여부를 검토하여 Kirpich 공식의 결과를 채택하였다.

【표 4.1-19】 자연하천 유역에 대한 도달시간 공식

공식명(발표년도)	공 식 (T_c , min)	제한사항 또는 비교
Kirpich(1940)	$T_c = 3.976L^{0.775}S^{-0.385}$ L : 유역의 최장하천길이(km) S : 유역의 평균경사(H/L , m/m) H : 유역출구점과 본류 최원점까지의 표고차	지표면 흐름이 지배적인 농경지 소유역, 하도경사가 3-5%, 유역면적 0.453 km^2 이하
Kerby(1959)	$T_c = 36.264(L \cdot N)^{0.467} / S^{0.2335}$ L : 유로의 최원점부터 하천유입부분까지의 직선거리(km) S : 유로의 평균경사 (m/m) N : 유역의 조도를 나타내는 상수	불투수성 완전한 표면 : $N=0.02$ 나지의 비포장표면 : $N=0.10$ 초지가 없는 나지의 거친 표면: $N=0.20$ 초지로 구성된 표면 : $N=0.40$ 낙엽으로 덮힌 수목지역 : $N=0.60$ 초지와 산림이 우거진 표면 : $N=0.80$
Kraven	$T_c = 0.444LS^{-0.515}$ L : 유로길이(km) S : 유로경사(H/L , m/m)	지표면 흐름이 지배적인 중하류, 하도경사가 1/200이하인 유역
Rizha	$T_c = 0.833LS^{-0.6}$ L : 유로길이(km) S : 유역의 평균경사(H/L , m/m)	지표면 흐름이 지배적인 상류 하도경사가 1/200이상인 유역

㉔ 저류상수

Clark 합성단위도법의 주요인자는 도달시간 외에도 저류상수가 있으며, 저류상수는 실측치에 의한 유역의 대표단위도에서의 경우 다음식과 같이 수문곡선 감소부분의

$$R = \frac{-Q_t}{(dQ/dt)_t}$$

변곡점의 직접유출량과 접선기울기를 구하는 것이 타당하다고 할 수 있으나, 본 유역 내에는 수위관측소가 전무한 실정이므로, 기존의 경험식을 통하여 산정하였다. 기존 경험식은 여러 가지 공식이 있으나, 최근 신뢰성이 좋고 실무에서 널리 사용되고 있는 Sabol 공식을 채택하였으며 식을 아래와 같다.

$$R = \frac{T_c}{1.46 - 0.0867 \frac{L^2}{A}}$$

여기서, R은 저류상수(hr), Tc는 도달시간(hr), L은 유로연장(km), A는 유역면적(km²)이다.

【표 4.1-20】 소유역별 도달시간 및 저류상수 산정결과

하천명	소유역	유역 면적 (km ²)	유로 연장 (km)	유입 시간 (min)	산정공식별 유하시간(분)										채택	도달 시간 (min)	저류 상수 (hr)	비고
					Kirpich		Kerby		Kraven		Rziha							
					시간 (min)	유속 (m/s)	시간 (min)	유속 (m/s)	시간 (min)	유속 (m/s)	시간 (min)	유속 (m/s)						
교성천	B01	2.84	2.082	4.68	12.91	2.37	71.67	0.43	3.62	8.46	4.62	6.63	12.91	17.59	0.22			
	B02	0.47	1.367	6.07	11.20	1.51	55.07	0.31	2.48	6.82	4.17	4.05	11.2	17.28	0.23			
	B03	1.35	2.329	8.20	13.11	2.27	77.97	0.38	4.48	6.65	4.76	6.26	13.11	21.3	0.28			
	B04	0.89	1.764	5.71	11.59	2.07	66.68	0.36	3.26	7.36	4.10	5.86	11.59	17.3	0.23			
	B05	1.92	2.827	9.61	15.10	2.37	90.91	0.39	6.24	5.74	5.72	6.26	15.10	24.71	0.33			
	B06	1.74	2.278	8.26	12.73	2.27	90.62	0.32	6.31	4.57	4.58	6.30	12.73	20.99	0.27			
	B07	1.23	1.959	6.18	10.92	2.44	65.29	0.41	2.90	9.19	3.66	7.27	10.92	17.1	0.22			
	B08	1.51	2.509	5.37	17.03	2.17	70.69	0.52	3.87	9.53	6.86	5.38	17.03	22.4	0.32			
	B09	4.80	4.182	5.06	28.19	2.31	139.30	0.47	17.33	3.76	13.43	4.85	28.19	33.25	0.47			

㉔ 도달시간-면적곡선

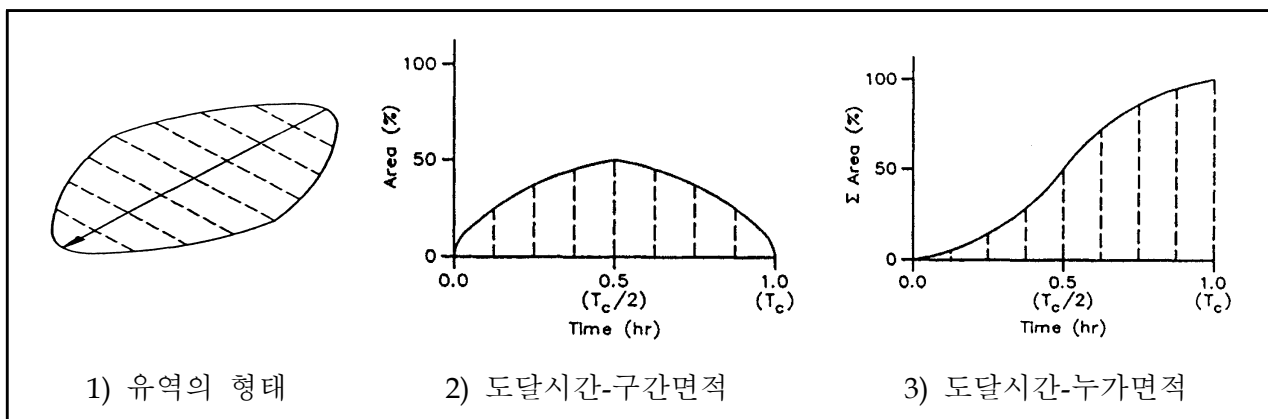
도달시간-누가면적 곡선은, 유역의 출구점에서의 도달시간을 계산하여 도달시간이 같은 점끼리 연결하여 만든 등시간선(isochrones)으로 나뉜 소유역의 누가면적과 도달시간과의 관계곡선으로서, HEC-HMS 모형에서는 이 곡선을 S-형으로 가정하여 아래와 같이 무차원 식으로 결정하도록 되어 있다. 국내 연구결과에 의하면 유역면적과 도달시간이 같으면 등유하시간의 변화에 따른 홍수 수문곡선은 큰 차이가 없음을 보인 바 있다.

$$AI = 1.414(T/T_c)^{1.5}, 0 \leq (T/T_c) < 0.5 \text{ 일때}$$

$$1 - AI = 1.414\{1 - (T/T_c)\}, 0.5 \leq (T/T_c) \leq 1 \text{ 일때}$$

여기서 AI는 등유하시간으로 나누어진 소유역내의 누가면적이며, T는 소유역의 도달시간이고, T_c는 유역의 전체 도달시간이다. 위의 식을 유역의 형태로 그리면 다음 【그림 4.1-9】와 같다.

HEC-HMS 모형에서 사용하고 있는 유역의 형태



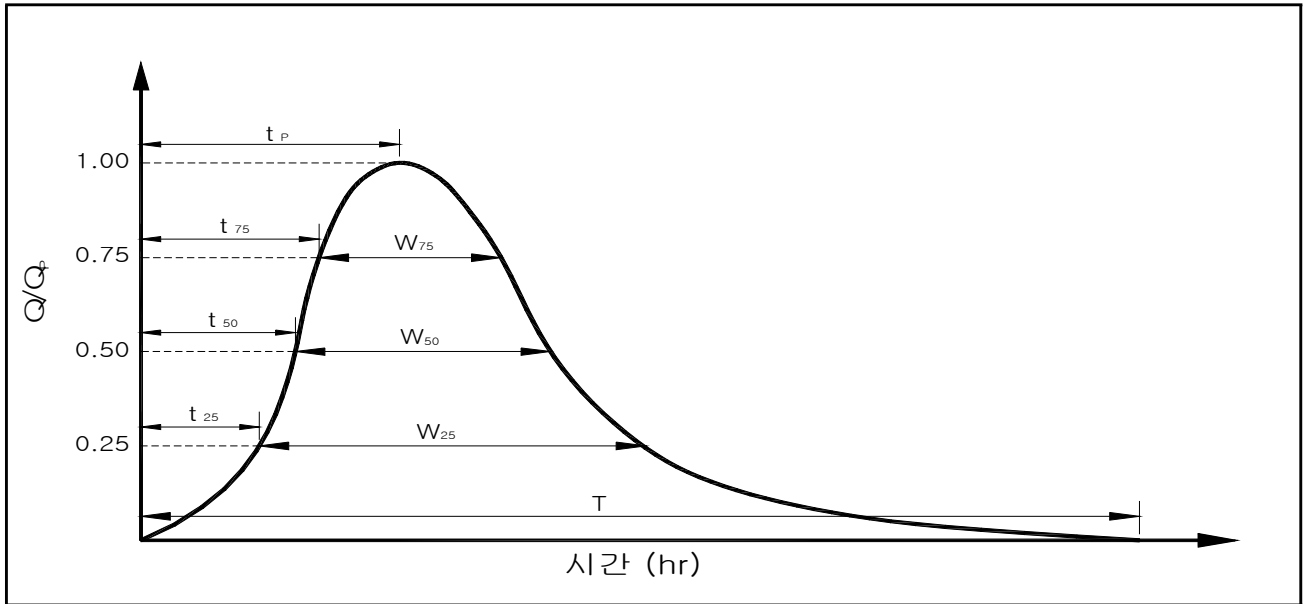
【그림 4.1-9】

② Snyder 합성단위도법

미국 Appalachian 산맥지역의 여러 계측유역에 대한 분석으로 개발되었으며 단위도의 첨두홍수량의 크기 및 발생시각과 단위도의 기저시간 길이를 유역의 지형특성인자와 상관시키는 경험공식을 사용하여 3개점을 매끈하게 연결시킴으로써 단위도를 작성하는 방

법이다. 그 내용은 다음과 같다.

Snyder 합성 단위유량도



【그림 4.1-10】

$$t_p = 1.444 (L \times L_{ca})^{0.304}$$

$$Q_p = \frac{0.752 A}{t_p^{0.752}}$$

$$T = 3.15 + 3.98 \left(\frac{t_p}{24} \right)$$

여기서, t_p , Q_p , T 는 각각 유역의 지체시간(hr), 단위도의 첨두유량(m^3/sec) 및 기저시간(hr)이고, L 은 전 유로연장(km)이고 L_{ca} 는 유역출구로부터 유역중심에 가장 가까운 지점까지의 유로연장(km), A 는 유역면적(km^2)이다.

한편 단위도의 형태를 정확하게 하기 위해 첨두유량의 75%, 50% 및 25%에 해당하는 시간폭(W_{75} , W_{50} , W_{25})과 발생시각(t_{75} , t_{50} , t_{25})은 다음 식에 결정한다.

$$W_{75} = \frac{0.834}{q_p^{1.149}}$$

$$W_{50} = \frac{1.995}{q_p^{1.040}}$$

$$W_{25} = \frac{3.487}{q_p^{1.024}}$$

$$\frac{t_{75}}{t_p} = 0.64$$

$$\frac{t_{50}}{t_p} = 0.50$$

$$\frac{t_{25}}{t_p} = 0.32$$

Snyder 방법은 유역특성에 따른 상수 C_p 와 조정된 지체시간 t_p 을 입력인자로 하는 2 매개변수 합성단위도법 이며, 각 매개변수 산정결과는 다음과 같다.

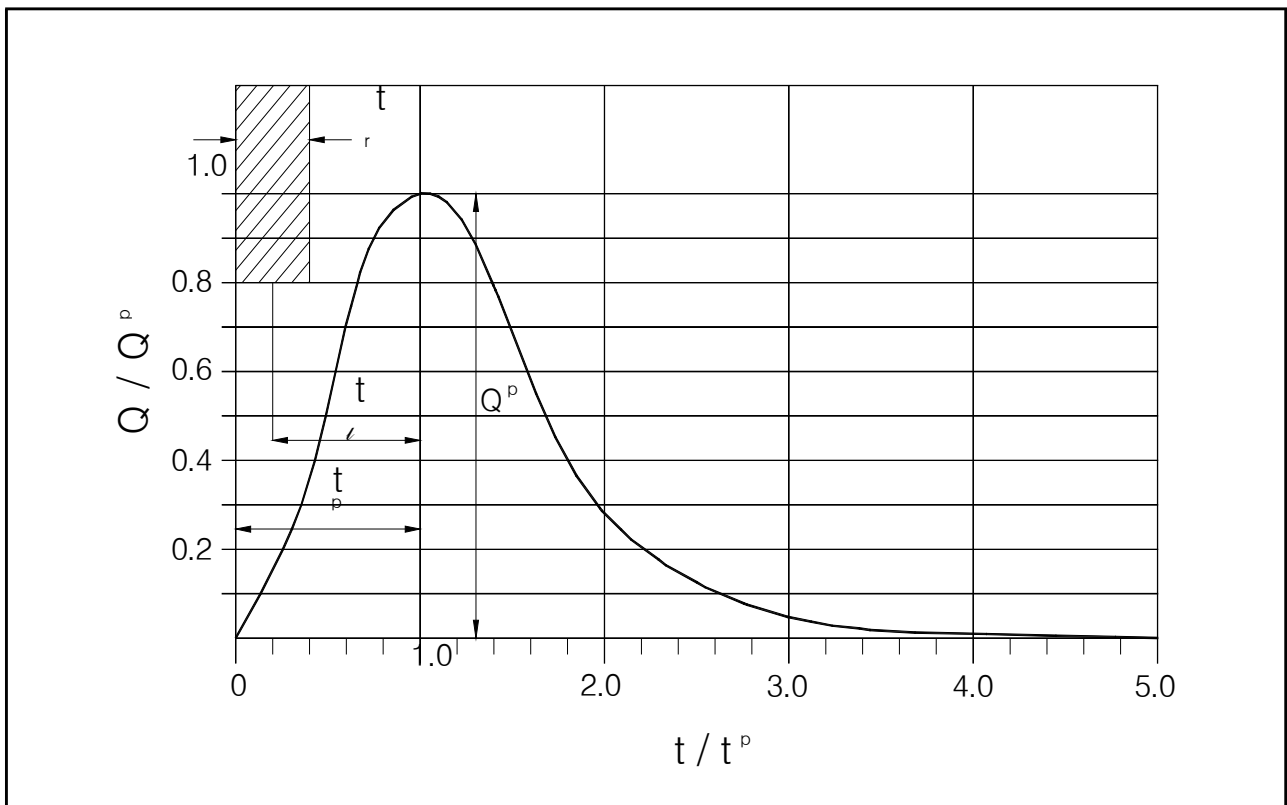
【표 4.1-21】 Snyder방법 매개변수 산정결과

하천명	소유역	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	유역경사 (m/m)	C _t	L _{ca} (m)	t_p (hr)	C _p	비고
교성천	KS_B01	2.84	2.082	0.16	1.64	629.43	0.21	0.40	
	KS_B02	0.47	1.367	0.07	1.73	427.62	0.20	0.36	
	KS_B03	1.35	2.329	0.14	1.66	1132.26	0.25	0.39	
	KS_B04	0.89	1.764	0.13	1.67	470.23	0.20	0.38	
	KS_B05	1.92	2.827	0.14	1.66	1287.20	0.29	0.39	
	KS_B06	1.74	2.278	0.15	1.65	760.65	0.25	0.39	
	KS_B07	1.23	1.959	0.19	1.61	1069.20	0.20	0.40	
	KS_B08	1.51	2.509	0.11	1.69	435.60	0.26	0.38	
	KS_B09	4.80	4.182	0.09	1.71	1484.69	0.39	0.37	

③ S.C.S 합성단위도법

이 방법은 미국 토질보존국(U.S.Soil Conservation Service : SCS)에 의해 합성단위 유량도를 작성하기 위하여 고안된 방법으로 다음 그림과 같은 무차원 단위도(Dimensionless Unit Hydrograph)의 이용에 근거를 두고 있다.

SCS무차원 단위유량도



【그림 4.1-11】

무차원 수문곡선은 미국내 여러 지방의 대소 유역으로부터 얻은 실제의 단위도를 해석한 결과이며, 유역의 특성에 관계없이 적용할 수 있는 장점이 있다.

이 방법에 의한 단위도의 합성을 위해서는 단위도의 첨두유량 Q_p 와 그의 발생시간 t_p 를 결정하여야 하며, Q/Q_p , t/t_p 의 비율을 나타낸 아래의 【표 4.1-22】를 사용하여 단위도를 합성하도록 되어 있다.

【표 4.1-22】 SCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 종거

t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p
0	0	1.1	0.990	2.4	0.147
0.1	0.03	1.2	0.930	2.6	0.107
0.2	0.100	1.3	0.860	2.8	0.077
0.3	0.190	1.4	0.780	3.0	0.055
0.4	0.310	1.5	0.680	3.2	0.040
0.5	0.470	1.6	0.560	3.4	0.029
0.6	0.660	1.7	0.460	3.6	0.021
0.7	0.820	1.8	0.390	3.8	0.015
0.8	0.930	1.9	0.330	4.0	0.011
0.9	0.990	2.0	0.280	4.5	0.005
1.0	1.000	2.2	0.207	5.0	0.000

SCS에서는 무차원 단위유량도에서의 Q_p 와 t_p 를 산정하기 위한 식을 다음과 같이 추천한 바 있다.

$$t_p = \frac{1}{2}t_r + t_\ell, \quad Q_p = \frac{0.2082A}{t_p}$$

여기서,

t_r : 강우의 지속기간 (hr)

t_p : 강우시작 시간으로부터 첨두유량 도달점까지의 시간 (hr)

t_ℓ : 우량의 질량중심으로부터 첨두유량 도달점까지의 시간

즉, 유역의 지체시간 (hr)

Q_p : 첨두유량 (m^3/s)

A : 유역면적 (km^2)

유역면적은 t_ℓ 에 가장 큰 영향을 주는 인자로서, SCS 조사결과에 의하면 다음과 같은 관계가 있다.

$$t_{\ell} = 1.44 \cdot A^{0.6} (\text{미국 TEXAS주})$$

$$t_{\ell} = 0.54 \cdot A^{0.6} (\text{미국 OHIO주})$$

또한 SCS에서는 유역면적이 작은 경우 (약 2.0 acre = 8.09372km²이하)에서 t_{ℓ} 를 결정하기 위한 공식은 다음과 같이 제안하고 있다.

$$t_{\ell} = \frac{L^{0.8}(S + 1)^{0.7}}{1900 Y^{0.5}}$$

여기서 L : 하천의 총 연장 (ft)

Y : 유역의 평균 경사 (%)

S : SCS의 유효우량 산정방법에서의 지표토층의 최대 잠재저류량 (inch)으로서 $S=(1000/CN)-10$ 의 관계를 가진다.

SCS방법은 지체시간을 입력인자로하는 1변수 합성단위도법이며, 지체시간 t_{ℓ} 은 유역면적 또는 도달시간과의 관계나 경험공식을 이용하여 결정된다. 금회과업에서는 국내 유역에 적합하다고 판단되는 McCuen방법을 적용하였다.

$t_l = 0.706 T_c$: 도달시간과 직접유출 수문곡선 중심의 관계(McCuen, 1974)

【표 4.1-23】 SCS방법 매개변수 산정결과

하천명	소유역	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	도달시간 (min)	지체시간		비고
					min	hr	
교성천	KS_B01	2.84	2.082	17.59	12.42	0.21	
	KS_B02	0.47	1.367	17.28	12.20	0.20	
	KS_B03	1.35	2.329	21.30	15.04	0.25	
	KS_B04	0.89	1.764	17.30	12.21	0.20	
	KS_B05	1.92	2.827	24.71	17.45	0.29	
	KS_B06	1.74	2.278	20.99	14.82	0.25	
	KS_B07	1.23	1.959	17.10	12.07	0.20	
	KS_B08	1.51	2.509	22.40	15.81	0.26	
	KS_B09	4.80	4.182	33.25	23.47	0.39	

(나) 하도구간에서의 홍수추적

HEC-HMS 모형에서 적용하는 하도 홍수추적 모형은 Muskingum 방법, Muskingum-Cunge 방법, 운동파 방법, 수정 Puls 방법, Working R&D 방법 등이 있다. 본 교성천 유역에서는 이 중에서 Muskingum-Cunge 방법을 이용하여 계산하였다.

Muskingum-Cunge 방법은 수문학적 홍수추적방법과는 달리 실제의 하도지형자료를 이용하는 홍수추적방법으로서 1차원 하도흐름에 대한 가장 일반화된 방정식인 Saint-Venant 식의 해와 가장 잘 일치하는 결과를 보이는 방법으로 알려진 하도추적방법이다. Muskingum-Cunge 방법은 상류지점에서 발생한 수문곡선을 측방유입류를 고려하여 하도 추적을 할 수 있으며, 사용이 간편하고 다른 방법에 비해서 좋은 결과를 얻을수 있는 수리학적 홍수추적방법으로, 최근 들어서 널리 사용되고 있는 하도 추적방법이다.

Muskingum-Cunge 방법의 기본식은 다음과 같은 연속방정식과 운동량방정식으로부터 유도된다.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_L$$

$$S_f = S_0 - \frac{\partial Y}{\partial x}$$

두식을 정리하면 다음과 같은 이송확산식이 만들어진다.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + c \frac{\partial Q}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + c q_L$$

여기서 Q 는 하도구간에서의 유량(m^3/s), A 는 유수단면적(m^2), t 는 시간(sec), Y 는 수심(m), S_f 는 에너지 경사, S_0 는 하상경사, c 는 표면파 전파속도이며, μ 는 수리확산계수, q_L 은 하도의 단위길이당 측방유입량($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)이다.

표면파의 전파속도 c 와 수리확산계수 μ 는 다음과 같이 정의 된다.

$$c = \left. \frac{dQ}{dt} \right|_x, \quad \mu = \frac{Q}{2BS_0}$$

여기서, B 는 수면폭이다.

측방유입이 있는 경우 Muskingum 형태의 식을 연속방정식에 적용하면 다음과 같이 표

현할 수 있다.

$$Q_{j+1}^{n+1} = C_1 Q_j^n + C_2 Q_j^n + C_3 Q_{j+1}^n + C_4 Q_L$$

여기서,

$$C_1 = \frac{\frac{\Delta t}{K} + 2X}{\frac{\Delta t}{K} + 2(1-X)}, \quad C_2 = \frac{\frac{\Delta t}{K} - 2X}{\frac{\Delta t}{K} + 2(1-X)}$$

$$C_3 = \frac{-\frac{\Delta t}{K} + 2(1-X)}{\frac{\Delta t}{K} + 2(1-X)}, \quad C_4 = \frac{\frac{2\Delta t}{K}}{\frac{\Delta t}{K} + 2(1-X)}$$

$$Q_L = q_L \Delta x$$

Muskingum-Cunge식은 상기 이송확산식에 대한 근사로 K 와 X 는 다음과 같이 표현할 수 있다(Cunge, 1969, Ponce, 1978).

$$K = \frac{\Delta x}{c}, \quad X = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{Q}{BS_0 c \Delta x} \right)$$

위 식에서 Δx 는 다음의 기준을 만족해야 한다.

$$\Delta x < \frac{1}{2} \left(c \Delta t + \frac{Q_0}{BS_0 c} \right)$$

여기서 Q_0 는 기준유량(reference flow)으로 기저유량 Q_B 로부터 다음과 같이 구한다.

$$Q_0 = Q_B + 0.50 (Q_{peak} - Q_B)$$

Muskingum-Cunge 방법에서는 위의 미분방정식을 유한차분기법에 의해 해석함으로서 축차적으로 추적 가능하다. 자연하천의 어떤 구간내에 저류되는 하도저류량(S)은 구간의 유입량(I) 및 유출량(O)에 의해 주로 결정되며, 하도단면의 수리특성과도 관계가 있다.

Muskingum-Cunge 법은 수문학적 유출상황과 하도에서의 운동파를 모의할 수 있어 이론적으로 타 방법에 비하여 합리적이며, 하도구간을 세분하여 각각의 세부구간에 대한 K , X 값을 각각 계산하여 변화시켜 주면 계산 정확도를 높일 수 있다. 금회과업구간에서 적용한 하도추적의 매개변수를 【표 4.1-24】에 나타내었다.

【표 4.1-24】 하도추적 매개변수

구간	연장 (m)	하상경사 (m/m)	단면형	저수로폭 (m)	사면경사 1V:XH	비고
RE1	559	0.01000	Trapezoid	13	1.5	
RE2	628	0.00500	Trapezoid	18	1.5	
RE3	1,401	0.00300	Trapezoid	20	1.5	
RE4	855	0.00090	Trapezoid	25	1.5	
RE5	2,400	0.00025	Trapezoid	42	2.0	

3) 임계지속기간

임계지속기간이란 설계 강우에 의해 발생하는 유출량이 강우의 시간적 분포에 따라 변화되는 점을 고려하여 설계하고자 하는 수공구조물의 특성에 따른 설계 유출량을 파악하고자 하는 시도에서 비롯된 개념이다.

국내외적으로 기존의 연구를 종합하여 보았을 때 임계지속기간은 크게 동일한 IDF 관계식으로부터 첨두유출량이 최대로 발생하는 강우지속기간과 유출량이 최대로 발생하는 강우지속기간으로 정의할 수 있으며, 치수 용도의 목적으로 홍수량 소통과 방류량을 조절할 시에는 첨두유출량이 발생하는 시간을 임계지속기간으로 설정하는 방식이 적합한 것으로 나타났다.

일반적으로 강우의 지속기간과 첨두유출량간에는 지속기간이 증가함에 따라 홍수량은 급격히 늘어나며 임계지속기간보다 지속기간이 길어질 경우 홍수량이 완만히 감소하는 것으로 알려져 있다.

금회 검토시는 강우의 지속시간을 60분에서 1440분까지 30분 간격으로 변화시켜가며 지속시간별 홍수량의 변화양상을 검토하였으며, 검토결과 교성유역의 임계지속기간은 180분 ~ 270분에서 임계지속기간이 결정되었으며, 산정지점별 산정결과는 다음과 같다.

【표 4.1-25】 산정지점별 임계지속기간

하 천	산정방법	산정지점	빈도별 임계지속기간(분)						비고
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	
교성천	Clark	KS01	270	270	210	180	180	180	
		KS02	180	180	180	180	180	180	
		KS03	180	180	180	180	180	180	
		KS04	180	180	180	180	180	180	
		KS05	180	180	180	180	180	180	
		KS06	180	180	180	180	180	180	

4) 빈도별 홍수량산정

상기한 홍수량 산정인자를 이용하여 빈도별 홍수량을 산정하였으며, 그 결과는 【표 4.1-26】 과 같다.

【표 4.1-26】 빈도별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도별홍수량(m^3/s)						비고
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	
교성천	KS01	Clark	165	186	214	240	254	295	채택
		SCS	172	195	226	254	268	312	
		Snyder	145	163	187	208	218	251	
	KS02	Clark	155	173	198	221	232	266	채택
		SCS	160	180	209	231	244	280	
		Snyder	129	145	166	186	196	225	
	KS03	Clark	123	138	159	178	187	216	채택
		SCS	130	146	167	186	195	224	
		Snyder	102	115	131	147	154	177	
	KS04	Clark	76	86	98	109	114	131	채택
		SCS	78	88	101	113	119	137	
		Snyder	61	68	79	88	93	107	
	KS05	Clark	45	51	58	65	68	79	채택
		SCS	47	53	60	67	71	82	
		Snyder	36	41	47	52	55	64	
	KS06	Clark	36	41	47	53	56	65	채택
		SCS	38	43	49	55	58	67	
		Snyder	29	33	38	43	45	53	

6) 기본 및 계획홍수량

① 기본홍수량

기본홍수량은 계획강우에 의한 홍수량중 홍수조절의 기본이 되는 홍수량으로 기왕의 홍수기록, 사업의 경제성, 계획대상지역의 중요도 등을 종합적으로 고려하여 결정한다.

기본홍수량의 결정방법으로는 기왕의 홍수에 의한 방법과 과거의 홍수기록을 통계적으로 분석하여 초과확률지를 이용하여 추정하는 방법이 있으나, 이러한 방법은 신뢰할 수 있는 장기간의 관측자료와 실측자료로부터 개발된 수위-유량관계식이 있어야 가능하다.

본 교성천유역은 이와 같은 자료가 없는 실정이므로, 기본홍수량은 강우-유출 모형에 의한 결과치를 채택하였으며, 하천의 중요도 및 연안의 토지이용현황, 경제성 등을 고려하여 80년 빈도로 결정하였다. 그리고, 여러 홍수량 산정법 중 Clark 유역추적법은 유역의 홍수도달시간-누가면적 관계를 사용하여 유역에 순간적으로 발생하는 단위 유효우량을 작성하는 방법으로서 강우형태의 전이뿐만 아니라 유역의 저류효과까지 고려할 수 있어 다른 방법에 비해 유역의 특성을 종합적으로 반영할 수 있는 방법이다. 따라서 본 교성천 유역에는 Clark 유역추적법을 적용하는 것이 가장 적합하다고 판단되는 바, 이 방법에 의한 계산결과를 최종홍수량으로 채택하였다.

② 계획홍수량

계획홍수량이란 기본홍수량을 합리적으로 하도 및 홍수조절댐 등에 배분하여 하도계획에 기본이 되게 정한 홍수량으로, 홍수조절용 댐이나 방수로 등이 있을 경우 이들 시설에 의한 홍수조절량을 감한 나머지 홍수량을 의미한다.

본 과업대상 하천인 교성천의 중하류부에 오폐저수지가 위치하고 있으나, 하천수를 저류하여 농업용수공급을 위한 시설로 홍수조절기능이 없는 것으로 조사되어 기본홍수량을 전량 하도에서 부담해야하는 것으로 계획하여 기본홍수량을 계획홍수량으로 채택하였다.

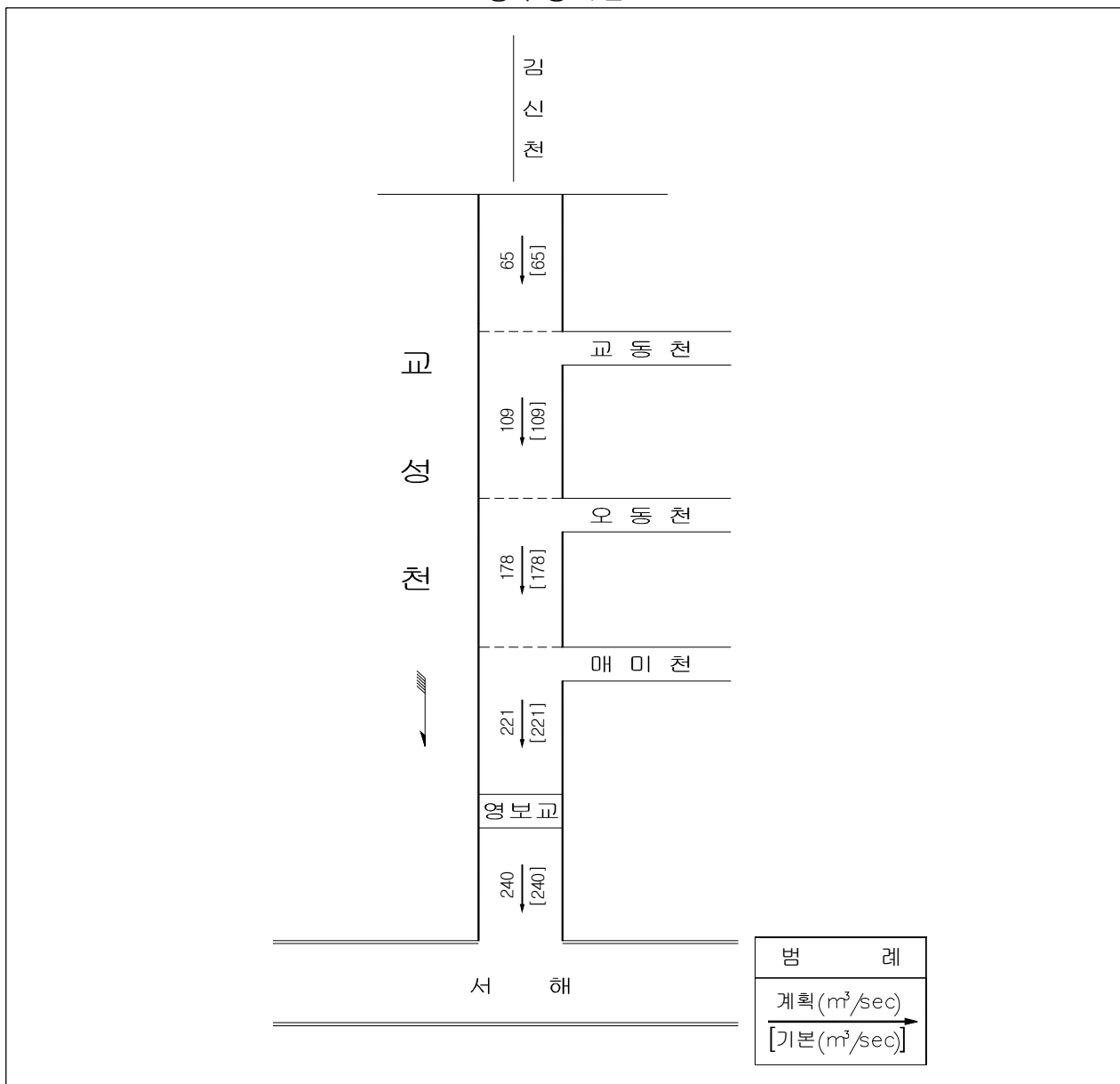
이상과 같이 산정한 기본 및 계획홍수량은 【표 4.1-27】와 같다.

【표 4.1-27】

기본 및 계획홍수량

하천	산정지점	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	기본홍수량 (m ³ /s)	계획홍수량 (m ³ /s)	비고
교성천	KS01 과업중점	16.73	7.95	240	240	80년
	KS02 영보교 지점	11.93	5.28	221	221	"
	KS03 (소)매미천 합류전	9.19	4.43	178	178	"
	KS04 (소)오동천 합류전	5.54	3.03	109	109	"
	KS05 (소)교동천 합류전	3.30	2.40	65	65	"
	KS06 과업시점	2.84	1.84	53	53	"

홍수량배분도



【그림 4.1-12】

4.2 홍수위 산정

4.2.1 계산방법의 선정

빈도별 홍수위는 개수 전·후로 구분하여 표준축차계산법(Standard Step Method)에 의하여 전산으로 계산하였으며, 홍수위 계산에 적용한 조도계수 및 기점수위는 【표 4.2-3】 및 【표 4.2-4】에서 기술한 값을 취하였다. 홍수위 계산시 유의할 사항은 다음과 같다.

① 보 및 낙차공 등 하천 횡단구조물로 인하여 지배단면이 발생할 수 있는 지점은 한계수심을 계산하여 구조물 하단지점의 계산홍수위가 그 구조물의 한계수위보다 낮을 경우에는 그 구조물의 각 빈도별 한계수심을 표준수위로 하여 배수위 계산을 수행하였고, 하단부 계산홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 높을 경우에는 그대로 배수위 계산을 진행하였다.

② 하도에서 흐름이 없는 부분 혹은 흐름이 있어도 유량소통에 영향을 주지 않는 사수역은 제거하였으며, 가능한 요철수면형이 발생하지 않도록 유의하였다.

③ 개수후 빈도별 홍수위는 개수전과 동일하게 산정하되 개수계획지구 등은 상·하류를 감안한 중·횡단형을 고려하여 배수위 계산을 행하였다.

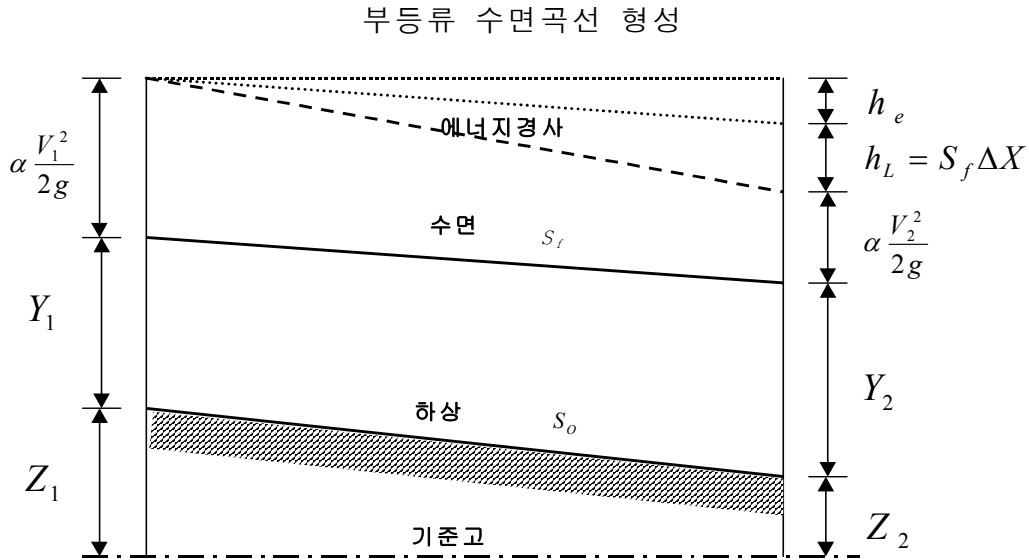
상기와 같이 개수전·후 각 빈도별 홍수위는 【표 4.2-8】과 같고 홍수위 계산은 미육군공병단에 의해 개발된 HEC-RAS(Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) 모델을 이용하여 전산으로 계산하였으며, HEC-RAS 모델의 기본식은 다음과 같다.

(1) HEC-RAS의 기본방정식

HEC-RAS의 수면형 개념은 【그림 4.2-1】와 같다. HEC-RAS 프로그램은 자연하도 또는 인공하도에서 정류상태 점변류에 대한 1차원 수면형을 계산하기 위해 개발되었으며, 상류, 사류, 상류와 사류가 혼합된 흐름 상태의 수면형을 계산할 수 있게 설계되었다. 수면형은 표준축차계산법이라 불리는 반복 계산과정을 가진 에너지 방정식의 해법에 의해 전 단면

으로부터 다음 단면의 수면형이 계산된다. 에너지 방정식은 다음과 같다.

$$Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_e$$



【그림 4.2-1】

여기서, Y_1, Y_2 : 구간 양단에서의 수심(m)

Z_1, Z_2 : 구간 양단에서의 하상까지의 높이(m)

V_1, V_2 : 구간 양단에서의 평균 유속 (= 총유량 / 총유수단면적)

α_1, α_2 : 구간 양단에서 흐름의 유속계수

g : 중력 가속도, h_e : 에너지 손실수두

두 단면 사이의 에너지 손실수두(h_e)는 마찰 손실과 수축 또는 확대 손실을 포함하고 있다. 에너지 손실에 대한 방정식은 다음과 같다.

$$h_e = LS_f + C \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g}$$

여기서, L : 유량 가중구간 길이

C : 단면확대 또는 축소에 의한 손실계수

S_f : 구간에서의 대표 마찰경사 값

유량 가중구간 길이는 다음과 같이 계산된다.

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}}$$

여기서, L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} : 각 좌측제방, 본수로, 우측제방에서의 흐름에 대한 구간 길이

Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{rob} : 각 좌측제방, 본수로, 우측제방에 대한 구간양단에서의 산술평균유량

4.2.2 홍수위 산정을 위한 자료의 선정

(1) 횡단면자료 및 구간길이의 선정

홍수위 계산시 횡단면 자료는 5~20m 간격의 횡단측량자료를 사용하는 것을 원칙으로 하며, 하폭의 변화가 크지 않은 구간에 대해서는 이보다 긴 간격의 자료를 사용할 수도 있으며, 단면의 급확대 또는 급축소가 발생하는 구간이나 교량 등 하천시설물로 인하여 흐름에 큰 영향을 미치는 단면은 반드시 홍수위 계산에 단면을 포함시켜야 한다.

(2) 조도계수의 결정

조도계수는 수로내를 흐르는 물에 대한 마찰저항을 나타내는 수리학적인 계수로서 일반적으로 Manning의 조도계수를 의미한다. Manning의 조도계수에 영향을 주는 요소로는 수로의 표면조도, 수로내의 식물, 수로법면의 보전 및 세굴, 장애물, 수로의 크기와 형태, 수위 및 유량의 계절적 변화 등으로 다양하여 동일하천, 동일구간은 물론 경년적으로도 변화하므로 정도가 높은 값을 얻기란 상당히 어려우나 일반적인 방법으로는

- ① 하도형상 및 하상재료에 의한 추정
- ② 수위-유량 자료를 이용한 추정
- ③ 홍수흔적을 조사하여 부등류(등류) 계산에 의한 추정 등이 있다.

상기의 방법을 검토한 결과 ②의 방법은 과업하천 구간에는 수위표 지점이 없어 유량의 측정이 불가능한 것으로 검토되었으며, ③의 방법인 흔적수위에 의한 조도계수의 추정 역

시 현장 및 탐문조사 결과 최근 홍수에 의한 피해가 경미하여 흔적수위를 파악하기가 불가능 하였다.

따라서 금회 과업에서는 ①의 방법인 현지 하상구성재료와 하상상태를 면밀히 조사하여 『하천설계기준(2005, 한국수자원학회)』에 따른 자연하천에서의 하천상황별 조도계수 값 (【표 4.2-1】)과 『소하천시설기준(1999, 행정자치부)』의 하상조건 및 형태에 따른 조도계수 값(【표 4.2-2】)등을 종합적으로 비교 검토하여 다음【표 4.2-3】와 같이 주요구간에 대해 조도계수를 결정하였다.

또한 개수계획의 수립시 저수로 및 현하상은 그대로 존치하였으며, 계획제방에 설치되는 호안은 기존의 호안(돌망태, 돌붙임, 잡초 및 잡목자생)과 재료의 성질이 유사한 자연형 호안(자연석, 식생호안)을 채택하였으며, 각 구간별로 조도계수를 구분하여 개수 전·후에 대하여 각각 동일한 값을 적용하였다.

【표 4.2-1】 자연하천에서의 조도계수

하 천 상 황		조도계수(n) 범위
자 연 하 천	평야의 소하천, 잡초없음	0.025 ~ 0.033
	평야의 소하천, 잡초와 관목 있음	0.030 ~ 0.040
	평야의 소하천, 잡초 많음, 잔자갈하상	0.040 ~ 0.055
	산지하천, 호박돌	0.030 ~ 0.050
	산지하천, 큰호박돌	0.040 ~ 이상
	큰하천, 점토, 사질하상, 사행이 적음	0.018 ~ 0.035
	큰하천, 자갈하상	0.025 ~ 0.040

주) 자료출처 (2005, 하천설계기준, Page 96)

【표 4.2-2】 하상조건 및 형태에 따른 조도계수

하 천 의 형 태	최소값	중간값	최대값
1. 홍수시 수면폭이 30m이하인 소하천			
(1) 평지하천	0.025	0.030	0.033
① 하상에 굴곡이 없는 직선수로이며, 수심이 크고 깊은 소(pool)가 없는 경우	0.030	0.035	0.040
② ①과 같으나 암석과 잡초가 더 많은 경우	0.033	0.040	0.045
③ 하상에 굴곡이 없고 약간의 소와 여울이 있는 경우	0.035	0.045	0.050
④ ③과 같으나 잡초와 암석이 더 많은 경우	0.040	0.048	0.055
⑤ ④와 같으나 수심이 작고, 영향을 받지 않는 경사와 단면이 더 많은 경우	0.045	0.050	0.060
⑥ ④와 같으나 ④보다 암석이 더 많은 경우	0.050	0.070	0.080
⑦ 유속이 느린 구간으로 잡초가 많으며 깊은 소가 있는 경우	0.075	0.100	0.150
(2) 산지하천 : 하도내에는 식생이 없으나, 일반적으로 고수위시에는 잠수된 제방을 따라 수목과 덩불이 있음.			
① 하상바닥재료가 자갈, 작은 호박돌과 약간의 호박돌로 구성된 경우	0.030	0.040	0.050
② 하상바닥재료가 작은 호박돌과 호박돌로 구성된 경우	0.040	0.050	0.070
2. 홍수시 수면폭이 30m보다 큰 하천 ※ 하폭이 30m이하인 소하천에서 정의된 값보다 약간 작은 값이 사용됨.			
① 호박돌이나 덩불이 없고 굴곡이 작은 단면을 가진 경우	0.025	~	0.060
② 불규칙하고 굴곡이 심한 경우	0.035	~	0.100

주) 자료출처 (소하천 시설기준, 1999. 11, 행정자치부)

【표 4.2-3】 구간별 조도계수

하천	측 점 (NO)	연 장 (m)	조도계수		비 고
			개수전	개수후	
교성천	No.0+0.0~No.24+0.0	2,400	0.033	0.033	실트질, 모래
	No.24+0.0~No.46+28.0	2,228	0.035	0.035	모래, 자갈
	No.46+28.0~No.58+59.0	1,231	0.038	0.038	모래, 자갈

4.2.3 기점홍수위

수면곡선 계산 방법은 부등류 해석과 부정류 해석으로 대별 할 수 있으며 두 가지 방법 모두 하류단 경계조건의 입력이 필수적이다.

부등류 해석에는 통상 기점 수위라고 불리는 하나의 수위만을 입력 자료로 사용하며 부정류 해석에는 수위 수문 곡선을 입력 자료로 사용한다.

하천 설계 기준에 의한 하천에서의 기점 홍수위 결정 방법은 다음과 같다.

- ① 하구의 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지천에서는 본류의 계획홍수위
- ② 한계수심이 발생한 경우는 그 지점의 한계 수심 또는 설계 홍수위
- ③ 하도가 급확대, 단락, 만곡 또는 교각에 의해 수위 변화가 일어나는 곳은 손실 수두를 더하여 계산한 수위
- ④ 사수역이 발생하는 곳은 유수 단면적에서 사수역을 빼고 계산한 수위
- ⑤ 수리 모형 실험에 의해 추정된 수위

금회 과업구간의 수리계산을 실시함에 있어 기점홍수위를 결정하여야 하는바 교성천은 서해로 유입되는 하천으로 하구부의 홍수위는 조위와 하도내의 흐름의 특성에 따라 달라지게 된다.

일반적으로 과업하천과 같이 바다로 유입되어 하구에 조석의 영향이 있는 경우 하구지점의 대조 평균만조위 같은 설계조위와 하천의 유량에 의한 자체홍수위중 큰수위를 기점홍수위로 채택하게 된다.

$$\text{금회 적용기점 홍수위} = \text{Max}(\text{자체유량에 의한 수위} / \text{대조평균 만조위})$$

■ 설계조위는 행정자치부에서 1998년에 수립한 『서해안 해수범람 흔적조사 및 종합 대책수립』에서 1997년 8월 19일 백중사리시 서해안 전역에 걸쳐 발생한 기왕고극조위가 20~50년 빈도에 해당하고 통상 연안구조물은 50년 빈도를 적용하므로 50년 빈도 고극조위를 설계조위로 채택하여 방조제 계획을 수립하였으나

■ 자체유량에 의하여 형성되는 수위보다 높게 형성되는 50년 빈도 고극조위를 기점수

위로 결정할시 계획제방이 높게 형성되어 제내지의 내수배제가 원활 치 못하여 내수 침수를 가중시키므로

■ 서해안의 감조하천에서 현재 일반적으로 적용하는 대조평균만조위를 기점수위로 결정하여 수리계산을 실시하였다.

【표 4.2-4】

빈도별 기점 홍수위

구 분		빈도별 기점 홍수위 (EL.m)						비 고
		20년	30년	50년	80년	100년	200년	
백천	자체유량에 의한수위	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	
	대조평균만조위	3.19						
	약최고 고조위 (A.H.H.W)	3.82						
	금 회 적 용	3.19						

주>자료출처 : 『서해안 해수범람 흔적조사 및 종합대책수립보고서(1998.11, 행정자치부)』

『보령 조석조화상수/비조화상수 (국립해양조사원-<http://www.nori.go.kr>)』

【그림 4.2-2】

조위면도



『보령 조석조화상수/비조화상수 (국립해양조사원-<http://www.nori.go.kr>)』

4.2.4 하도정비계획 (평면, 종단, 횡단)

하도정비계획은 자연하도 기능 및 특성을 살리는 홍수방어계획이 되어야 함으로 다음 사항을 고려하여 계획하였다.

(1) 평면계획

하도평면형을 결정하기 위해 계획홍수량을 안전하게 소통시킬 수 있는 하폭과 저수로 등에 대한 하도평면형을 결정하고, 하도법선, 지류 합류점의 형상과 처리, 계획하도가 처리할 수 있는 홍수소통능력이 부족할 경우에 방수로나 침수로와 같은 신설하천을 건설하는 방안 등을 검토하였으나 금회 과업구간에는 방수로나 침수를 설치할 만큼 홍수소통능력이 부족한 구간이 없으며 현지조건을 고려하여 원활한 홍수소통을 위해 하천을 확폭하는 것으로 계획하였다.

따라서 금회 과업에서는 대상하천에 대해 다음과 같은 사항을 고려하여 평면계획을 수립하였다.

(가) 하도의 노선선정

대상하천 수계의 하천개수가 필요한 구간에 대해서는 현 하천의 지형형성상태, 현재 및 장래의 토지이용, 용지취득의 어려움, 행정구역, 용배수로 계통, 지하수위의 영향, 계획구간 상하류에 미치는 영향, 하천경관, 치수경제성, 개수후의 유지관리 등을 감안하여 현하도를 중심으로 노선을 선정하였으며 현하도로 홍수소통능력이 충분하여 별도의 홍수분담용 하도는 계획하지 않았다. 또한 하도법선 계획시에는 다음사항을 고려하여 선정하였다.

- ① 하도의 법선형은 만곡이 적고 가능한 한 원만한 곡선으로 계획
- ② 하도는 될 수 있는 한 인구밀집지역에서 멀리 떨어지게 계획
- ③ 자연스럽게 제방의 역할을 할 수 있는 구간에서는 가능한 한 그 상태를 유지하도록 계획
- ④ 제방이 설치된 하도상류단에서 상류유역의 홍수유출량이 하도로 안전하게 유입될 수 있도록 배후지 지반고가 충분히 높은 지점, 도로, 산등을 따라 법선계획 수립

(나) 하도법선

- ① 현 하도가 충분한 하폭을 갖고 있는 구간일지라도 일반적으로 사수역에 의한 유수효과를 고려하여 가능한 한 사수역을 포함하는 하폭을 확보하도록 계획
- ② 홍수시 유수방향과 수충위치를 검토하여 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 유하할

수 있도록 계획

- ③ 곡선부에서는 만곡내측의 법선을 후퇴시켜 하폭을 넓게(계획하폭의 10%에서 20% 확장) 하여 수충을 완화하도록 계획

(다) 저수로 법선

- ① 저수로법선은 원칙적으로 현 하도를 중심으로 결정하되 현 하천 유심선의 경년변화 양상을 참고하여 유심선을 따라 결정
- ② 중소 일반하천에서 저수호안을 설치하지 않고 저수로를 정비할 때는 최대한 현 하천의 유심선을 따라 저수로법선을 결정하고 반면에 저수호안이 설치될 정도의 규모를 갖는 하천에서는 하천환경관리 측면에서 고려한 하천부지 이용방침에 따라 유심선을 중심으로 법선을 결정

(라) 수충부, 습지, 사수역 등의 보전

수충부, 습지, 사수역 부분등 폐천 가능성이 있을 경우, 하천부지로 남겨 두어 그 기능을 보전하도록 계획

(2) 종단계획

하도계획에서 하도 종단형을 결정하기 위해서는 이미 결정된 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있고 유수에 대해 안정된 하도가 유지될 수 있도록 하도 종단형, 계획하상경사, 계획하상고를 결정하였으며, 하도 종단형은 하상유지가 필요한 구간, 이수와 치수, 그리고 하천환경, 경제성 등을 종합적으로 판단해서 결정하여야 하는 관계로 금회 과업에서는 다음 조건들을 고려하여 종단을 계획하였다.

- (가) 중·소하천에서 하천환경관리 측면을 고려하여 단순히 홍수를 소통하는 단면보다는 생태계보호, 어류의 서식처 제공, 하천경관을 유지하기 위해 하상자체에 여울과 웅덩이를 설치하는 자연스러운 하도 종단형을 설치.

- (나) 하상경사는 상류에서 하류로 동일하게 연속하여 급경사 하천에서 완경사 하상이 될 수 있도록 점변시켜야 하며 각 지점의 소류력이 거의 평형을 이루고 하상세굴 및 퇴적 현상이 일어나지 않거나 발생을 하더라도 하상변화에 큰 지장을 주지 않는 안정 하도가 되도록 계획

- (다) 경사가 급한 하천에서 하상경사를 낮추어 안정되게 하고자 할 때는 낙차공과 같은 하상유지공을 설치.

(3) 횡단계획

(가) 계획횡단형

하도계획시 계획횡단형은 계획홍수량의 소통능력, 하도상황, 하천부지 이용계획, 그리고 유지관리의 난이도 및 급류하천이나 계획홍수량이 작은하천의 경우 하도상황, 하천부지 이용계획, 하천환경관리계획에서의 하천공간 계획 등을 고려하여 계획하였다.

(나) 계획하폭

계획하폭은 계획홍수량 및 현하폭 등을 기준으로 결정하되 전반적인 하천의 종단경사, 지질, 연안의 토지이용현황, 유로형상 등 제반요인을 감안하여 계획하였다.

본 과업에서의 계획하폭 산정은 하천설계기준상의 계획하폭 및 기 발표된 중부지방 하폭 공식, 대하천 공식, 소규모 하천공식과 현하폭, 개수후의 하천구조물 유지관리, 공사비, 홍수위 등 종합적인 요인을 고려하고, 유속 및 소류력 등 수리특성과 계획홍수량과 하폭과의 관계를 참고하여 결정하였다.

한편, 하천설계기준상의 계획하폭 산정기준인 중부지방의 하폭공식 및 대규모, 소규모 하천 하폭 산정공식을 소개하면 다음과 같다.

【표 4.2-5】 계획 홍수량 크기에 따른 계획하폭

계획 홍수량 (m^3/s)	하 폭 (m)	비 고
300	40 ~ 60	
500	60 ~ 80	
800	80 ~ 110	
1,000	90 ~ 120	
2,000	160 ~ 220	
5,000	350 ~ 450	
5,000 이상	계획홍수량을 안전하게 소통하고 안정하도를 유지할 수 있도록 적절히 결정하되 기준에 발표된 경험공식을 참고	

주) 자료출처 (2005, 하천설계기준, Page 264)

① 중소하천 하폭결정공식(중부지방)

$$B = 1.303 \frac{A^{0.318}}{S^{0.5}}$$

여기서 B : 계획하폭(m), S : 하상경사, A : 유역면적(km²)

② 대하천 공식

$$B = \alpha Q^{0.73}$$

여기서, B : 계획하폭(m)

α : 하상경사에 따른 계수

구분	하 상 경 사 (I)				
	1/1000	1/2000	1/3000	1/4000	1/5000
α	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45

Q : 계획홍수량(m³/s)

③ 소하천 하폭결정공식 (계획홍수량이 300m³/s 이하일 때)

$$B = 1.235 Q^{0.6376}$$

여기서 B : 계획하폭(m), Q : 계획홍수량 (m³/s)

금회 검토한 계획하폭 산정공식 중 중소하천 하폭결정공식(중부지방)은 완만한 하상경사로 인해 현황과 너무 상이한 결과로 분석 되었다. 그래서 교성천은 대하천은 아니나, 현황과 비교적 잘 맞는 대하천공식과 소하천하폭공식, 현하폭 등을 고려해서 결정하였다. 한편 각 측점간의 계획하폭의 결정과 제방법선(가법선)을 결정함에 있어서 상기에 기술한 공식을 기준으로 하되 다음사항을 고려하여 결정하였다.

- ㉠ 제방법선은 가급적 현유로의 방향을 고려하여 직선형과 조화가 되도록 계획.
- ㉡ 곡선 유로부(만곡부)는 직선부의 하폭보다 10~20%정도 여유 있게 제방법선을 계획.
- ㉢ 기성제가 있는 구간에서는 하천의 양안을 가급적 평행으로 하여 하폭의 급변을 피하도록 계획.

- ㉔ 양안의 하천개수가 완료된 하천구간으로서 다소 하폭이 넓은 구간은 가급적 현하폭을 그대로 유지하도록 계획.
- ㉔ 본류에 합류되는 지류의 하구지점에 대한 하폭은 유수의 와류현상과 현지여건등을 고려하여 다소 넓게 계획.
- ㉔ 각 측점간의 평균유속은 가급적 적게 되도록 하천종단계획 문제와 관련하여 계획.
- 상기사항을 고려하여 결정한 현하폭 및 계획기준하폭은 다음 【표 4.2-6】 과 같다.

【표 4.2-6】 계획하폭 산정

하천	주요지점	부호	유역면적 A(km ²)	유로연장 L(km)	홍수량 (m ³ /sec)	하상경사 (I/S)	하폭(m)			현하폭 (m)	계획하폭 (m)	비고
							①	②	③			
교 성 천	과업종점	KS01	16.73	7.95	240	0.0003	202	74	41	70~80	70~80	
	영보교 지점	KS02	11.93	5.28	221	0.0009	96	56	39	16~50	45~50	
	(소)매미천 합류전	KS03	9.19	4.43	178	0.003	48	48	34	16~30	27~45	
	(소)오동천 합류전	KS04	5.54	3.03	109	0.005	32	33	25	16~23	21~25	
	(소)교동천 합류전	KS05	3.30	2.40	65	0.01	19	23	18	15~21	21	

4.2.5 홍수위계산

(1) 빈도별 홍수위

빈도별 홍수위는 개수전·후로 구분하여 표준축차계산법(Standard Step Method)에 의하여 전산으로 계산하였으며 홍수위 계산에 적용한 조도계수 및 기점수위는 【표 4.2-3】 및 【표 4.2-4】에서 기술한 값을 취하였고 홍수위 계산시 고려할 사항은 다음과 같다.

(가) 홍수위는 개수전·후로 구분하여 빈도별(20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년)로 산정하고, 계획홍수위는 하천정비 후 빈도별 홍수위를 토대로 결정하되 하도계획에 있어서 최상류 지점부터 최하류 지점까지 적절히 나눈 구간마다 합리적으로 정하여야 한다.

(나) 감조하천일 경우 하구부분은 이상고조 및 지금까지의 최고수위 등을 고려하여 계획홍수위를 결정하고, 본류의 배수구역내에서 지류의 계획홍수위는 본류와 지류의 홍수합류상황 등을 고려하여 다음과 같이 계산한다.

- ① 본류의 배수구역내에서 지류의 계획홍수위는 본류의 계획홍수위를 기점수위로 하여 배수위 계산을 통해 결정한다.
- ② 본류와 지류의 유역면적 차이가 현저하게 커서 본류와 지류의 침투홍수가 중첩될 가능성이 매우 작은 경우 지류의 계획홍수위는 지류의 계획빈도에 해당하는 본류 홍수위를 기점수위로 한 배수위 계산을 통하여 결정하되, 산정된 홍수위가 본류의 계획홍수위 이하인 구역에서는 본류의 계획홍수위를 직선 연장하여 사용한다.

(다) 본류와 지류의 합류점과 하천구조물 주변 등에서의 계획홍수위는 면밀히 검토한 후 필요시 2차원 해석을 실행한다.

(라) 지류하천이 주류하천에 합류되는 경우 지류하천 종점의 계획홍수위·계획하상고 등은 특별한 이유가 없는 한 주류하천과 일치하도록 하되 일치시킬 수 없는 경우에는 그 사유를 하천기본계획 보고서에 명시하도록 한다.

상기와 같은 방법으로 산정된 개수전·후 빈도별 홍수위는 【표 4.2-7】과 같다.

하천	측점 (No.)	누가거리 (m)	개수전홍수위(EL.m)						개수후홍수위(EL.m)					
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년
교 성 천	No.0	0	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
	No.1	100	3.23	3.25	3.26	3.28	3.30	3.33	3.23	3.25	3.26	3.28	3.3	3.33
	No.2	200	3.25	3.26	3.29	3.31	3.32	3.37	3.25	3.26	3.29	3.31	3.32	3.37
	No.3	300	3.26	3.28	3.31	3.34	3.31	3.34	3.26	3.28	3.31	3.34	3.36	3.41
	No.4	400	3.28	3.30	3.34	3.37	3.42	3.44	3.28	3.3	3.34	3.37	3.4	3.47
	No.5	500	3.30	3.32	3.37	3.41	3.43	3.51	3.3	3.32	3.37	3.41	3.43	3.51
	No.6	600	3.31	3.34	3.39	3.44	3.47	3.56	3.31	3.34	3.39	3.44	3.47	3.56
	+ 8.4	608.4	3.32	3.35	3.40	3.45	3.48	3.58	3.32	3.35	3.4	3.45	3.48	3.58
	No.7	700	3.33	3.37	3.42	3.48	3.51	3.61	3.33	3.37	3.42	3.48	3.51	3.61
	No.8	800	3.34	3.38	3.44	3.50	3.54	3.65	3.34	3.38	3.44	3.5	3.54	3.65
	No.9	900	3.35	3.40	3.46	3.52	3.56	3.67	3.35	3.4	3.46	3.52	3.56	3.67
	No.10	1000	3.37	3.42	3.48	3.55	3.59	3.72	3.37	3.42	3.48	3.55	3.59	3.72
	No.11	1100	3.38	3.43	3.51	3.58	3.62	3.75	3.38	3.43	3.51	3.58	3.62	3.75
	No.12	1200	3.40	3.45	3.52	3.60	3.65	3.78	3.4	3.45	3.52	3.6	3.65	3.78
	No.13	1300	3.41	3.47	3.55	3.63	3.68	3.82	3.41	3.47	3.55	3.63	3.68	3.82
	No.14	1400	3.42	3.48	3.57	3.65	3.70	3.85	3.42	3.48	3.57	3.65	3.7	3.85
	No.15	1500	3.44	3.50	3.58	3.67	3.72	3.87	3.44	3.5	3.58	3.67	3.72	3.87
	No.16	1600	3.45	3.51	3.60	3.69	3.75	3.90	3.45	3.51	3.6	3.69	3.75	3.9
	No.17	1700	3.46	3.53	3.62	3.72	3.77	3.93	3.46	3.53	3.62	3.72	3.77	3.93
	No.18	1800	3.48	3.54	3.64	3.74	3.80	3.97	3.48	3.54	3.64	3.74	3.8	3.96
	No.19	1900	3.49	3.56	3.66	3.77	3.82	4.00	3.49	3.56	3.66	3.77	3.82	3.99
	No.20	2000	3.51	3.58	3.69	3.80	3.85	4.03	3.51	3.58	3.69	3.79	3.85	4.03
	No.21	2100	3.53	3.61	3.72	3.83	3.89	4.08	3.53	3.61	3.72	3.83	3.89	4.07
	No.22	2200	3.54	3.62	3.74	3.85	3.91	4.10	3.54	3.62	3.74	3.85	3.91	4.1
	No.23	2300	3.56	3.64	3.76	3.88	3.95	4.14	3.56	3.64	3.76	3.88	3.94	4.13
	No.24	2400	3.58	3.67	3.81	3.94	4.01	4.23	3.58	3.67	3.79	3.92	3.98	4.18
	+ 28.7	2428.7	4.64	4.89	5.21	5.50	5.64	6.04	3.56	3.65	3.77	3.89	3.96	4.15
	No.25	2500	4.77	5.03	5.37	5.68	5.83	6.27	3.59	3.68	3.81	3.93	4	4.2
	No.26	2600	4.78	5.04	5.39	5.70	5.85	6.29	3.61	3.7	3.83	3.96	4.03	4.24
	No.27	2700	4.78	5.04	5.39	5.70	5.85	6.29	3.61	3.71	3.84	3.97	4.04	4.25
	+ 73.5	2773.5	4.79	5.06	5.41	5.72								

【표 4.2-7】

계속

하천	측점 (No.)	누가 거리 (m)	개 수 전 홍 수 위(EL.m)						개 수 후 홍 수 위(EL.m)					
			20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년
교	+ 37.6	3737.6	5.34	5.66	6.09	6.48	6.66	7.20	3.8	3.93	4.1	4.26	4.35	4.61
	+42.4	3742.4	5.33	5.65	6.08	6.47	6.64	7.19	3.8	3.93	4.1	4.27	4.35	4.61
	No.38	3800	5.36	5.69	6.12	6.51	6.68	7.23	3.89	4.03	4.22	4.39	4.48	4.75
	No.39	3900	5.36	5.69	6.12	6.51	6.68	7.23	3.89	4.03	4.22	4.39	4.48	4.75
	No.40	4000	5.36	5.69	6.12	6.51	6.68	7.23	3.89	4.03	4.22	4.39	4.48	4.75
	+ 12.0	4012.0	5.29	5.62	6.05	6.43	6.60	7.15	3.77	3.89	4.06	4.21	4.3	4.54
	No.41	4100	4.81	5.12	5.51	5.88	6.04	6.54	3.9	4.04	4.22	4.39	4.47	4.73
	No.42	4200	5.57	5.85	6.23	6.57	6.73	7.23	4.03	4.18	4.37	4.54	4.63	4.89
	No.43	4300	6.24	6.56	7.00	7.38	7.56	8.11	4.2	4.35	4.56	4.74	4.83	5.09
	No.44	4480.8	6.41	6.74	7.19	7.58	7.76	8.33	4.36	4.52	4.74	4.93	5.02	5.29
	+ 80.8	8080	6.58	6.92	7.37	7.77	7.96	8.53	4.47	4.64	4.86	5.05	5.14	5.42
	No.45	4500	6.57	7.04	7.50	7.90	8.09	8.68	4.49	4.66	4.88	5.08	5.17	5.45
	No.46	4600	6.66	7.04	7.50	7.91	8.10	8.68	4.53	4.65	4.87	5.07	5.16	5.44
	+ 53.9	4653.9	6.82	7.03	7.49	7.89	8.08	8.66	5.38	5.55	5.77	5.97	6.05	6.33
	No.47	4700	6.79	7.00	7.46	7.86	8.05	8.64	5.13	5.33	5.58	5.79	5.89	6.18
	+ 37	4737	6.85	7.05	7.50	7.90	8.08	8.66	5.64	5.75	5.9	6.05	6.12	6.36
	No.48	4800	7.07	7.26	7.64	8.00	8.17	8.73	5.95	6.08	6.23	6.37	6.43	6.65
	+ 69.9	4869.9	7.30	7.48	7.94	8.35	8.58	9.06	6.79	6.91	7.05	7.16	7.21	7.37
	+ 83.2	4883.2	7.36	7.54	7.98	8.38	8.61	9.09	6.82	6.93	7.06	7.17	7.22	7.37
성	No.49	4900	7.31	7.48	7.93	8.33	8.56	9.04	6.86	6.97	7.09	7.2	7.24	7.39
	No.50	5000	7.85	7.98	8.22	8.53	8.72	9.16	7.49	7.63	7.79	7.92	7.98	8.16
	No.51	5100	8.76	8.90	9.04	9.17	9.25	9.56	8.4	8.55	8.71	8.85	8.91	9.11
	+ 2.8	5102.8	8.82	8.97	9.11	9.24	9.32	9.63	8.39	8.53	8.7	8.84	8.9	9.1
	+ 91.8	5191.8	9.81	10.01	10.20	10.35	10.42	10.64	8.93	9.09	9.28	9.44	9.51	9.73
	No.52	5200	9.61	9.83	10.03	10.17	10.23	10.44	9.06	9.18	9.31	9.43	9.49	9.65
	No.53	5300	10.33	10.50	10.68	10.84	10.91	11.14	10.14	10.28	10.44	10.58	10.64	10.83
	No.54	5400	10.65	10.83	11.04	11.21	11.29	11.55	10.66	10.83	11.03	11.2	11.27	11.5
	+ 7.4	5407.4	10.67	10.85	11.05	11.22	11.30	11.56	10.75	10.93	11.13	11.3	11.38	11.62
	+ 14	5414	11.22	11.32	11.44	11.55	11.60	11.83	10.81	10.98	11.18	11.35	11.42	11.66
	No.55	5500	11.86	11.97	12.10	12.21	12.25	12.42	10.63	10.83	11.05	11.23	11.31	11.56
	+ 34.8	5534.8	12.22	12.33	12.45	12.56	12.61	12.77	10.99	11.1	11.26	11.41	11.47	11.7
	No.56	5600	13.05	13.16	13.29	13.41	13.46	13.63	11.77	11.84	11.92	12.01	12.04	12.18
	+ 26.6	5626.6	13.34	13.46	13.60	13.78	13.84	14.08	12.2	12.3	12.42	12.53	12.57	12.72
	No.57	5700	13.61	13.72	13.85	13.96	14.01	14.18	12.81	12.9	12.99	13.07	13.11	13.24
	No.58	5800	14.94	15.05	15.17	15.29	15.33	15.49	13.89	13.99	14.1	14.2	14.24	14.39
	+ 12.3	5812.3	15.39	15.54	15.71	15.86	15.92	16.14	14.48	14.54	14.62	14.69	14.72	14.83
	+ 41	5841	15.71	15.83	15.96	16.09	16.15	16.40	14.92	15.02	15.13	15.23	15.27	15.42
	+ 59	5859	15.64	15.77	15.92	16.06	16.12	16.39	14.8	14.88	14.98	15.06	15.1	15.23

(2) 계획홍수위

계획홍수위는 계획홍수량과 상하류의 하도를 감안한 중·형단형과 관계하여 하천연안 토지의 지반고 등을 고려하여 산정하여야 하며 계획홍수위를 높게 설정하면 내수배제, 지류에 대한 홍수처리 등의 문제가 야기될 수 있고 과도한 굴입하도를 계획할 경우에는 용수의 취수확보에 문제가 있으므로 이러한 문제점 등을 고려하여 결정된 금회 과업구간의 측점별 계획홍수위, 계획하폭 및 시설제방고는 다음 【표 4.2-8】과 같다.

【표 4.2-8】 계획홍수위, 하폭 및 시설제방고

하 천	측 점 (No.)	거 리 (m)		계 획 홍수량 (m ³ /sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하 폭 (m)		시설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			기 존	계 획	좌 안	우 안	
교	No.0	0	0	240	3.19	32.0	32.0	7.79	7.79	배수갑문지점
	No.1	100	100	"	3.28	76.6	76.6	7.17	9.07	
	No.2	100	200	"	3.31	78.4	78.4	7.53	6.60	
	No.3	100	300	"	3.34	72.8	72.8	7.64	5.50	
	No.4	100	400	"	3.37	70.0	70.0	7.63	4.10	
	No.5	100	500	"	3.41	68.8	68.8	7.62	3.90	
	No.6	100	600	"	3.44	66.6	66.6	6.95	6.20	
	+ 8.4	8.4	608.4	"	3.45	60.2	60.2	7.63	6.60	무명교
	No.7	91.6	700	"	3.48	56.6	56.6	3.50	3.83	
	No.8	100	800	"	3.5	57.2	57.2	3.60	3.78	
	No.9	100	900	"	3.52	57.2	57.2	3.80	4.47	
	No.10	100	1000	"	3.55	58.2	58.2	3.50	4.63	
	No.11	100	1100	"	3.58	59.4	59.4	3.40	4.54	
	No.12	100	1200	"	3.6	59.0	59.0	3.50	4.65	
	No.13	100	1300	"	3.63	58.4	58.4	3.30	4.71	
	No.14	100	1400	"	3.65	57.6	57.6	3.50	4.81	
	No.15	100	1500	"	3.67	56.6	56.6	3.60	4.73	
천	No.16	100	1600	"	3.69	57.4	57.4	3.60	4.00	
	No.17	100	1700	"	3.72	53.8	53.8	3.40	3.48	
	No.18	100	1800	"	3.74	57.4	57.4	3.50	3.89	
	No.19	100	1900	"	3.77	54.4	54.4	3.60	4.17	
	No.20	100	2000	"	3.79	54.6	54.6	3.60	4.29	
	No.21	100	2100	"	3.83	55.4	55.4	3.30	4.01	
	No.22	100	2200	"	3.85	53.2	53.2	3.20	3.91	
	No.23	100	2300	"	3.88	53.6	53.6	3.40	4.27	
	No.24	100	2400	221	3.92	40.2	50.0	4.70	4.41	영보교
	+ 28.7	28.7	2428.7	"	3.89	18.4	50.0	4.40	4.40	
	No.25	71.3	2500	"	3.93	45.4	50.0	0.75	2.65	
	No.26	100	2600	"	3.96	50.8	45.0	0.60	0.71	
	No.27	100	2700	"	3.97	42.6	45.0	0.50	1.01	
	+ 73.5	73.5	2773.5	"	4.03	29.0	45.0	1.22	1.22	무명2교
	No.28	26.5	2800	"	4.04	33.0	45.0	1.00	0.80	
	No.29	100	2900	"	4.08	22.8	45.0	0.70	0.70	
	No.30	100	3000	"	4.12	17.2	45.0	0.80	0.80	
	+ 5.1	5.4	3005.1	"	4.12	13.4	45.0	0.92	0.92	무명3교
	No.31	94.6	3100	"	4.15	20.4	45.0	0.90	0.82	
	No.32	100	3200	"	4.18	16.0	45.0	1.20	0.79	
	No.33	100	3300	178	4.21	16.2	45.0	2.40	2.40	무명4교
	+ 3.5	3.5	3303.5	"	4.21	14.0	45.0	2.54	2.54	교성제1낙차공
	No.34	96.5	3400	"	4.22	16.4	45.0	1.40	1.13	
	No.35	100	3500	"	4.23	19.2	45.0	1.49	1.49	
	No.36	100	3600	"	4.26	18.0	45.0	1.40	1.29	
	No.37	100	3700	"	4.29	30.4	45.0	1.80	1.41	

【표 4.2-8】

계속

하 천	측 점 (No.)	거 리 (m)		계 획 홍수량 (m ³ /sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하 폭 (m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			기 존	계 획	좌 안	우 안	
교	+ 37.6	37.6	3737.6	178	4.31	67.0	45.0	3.59	2.98	
	+42.4	4.8	3742.4	"	4.31	50.8	45.0	3.64	3.40	교성제2낙차공
	No.38	57.6	3800	"	4.33	-	-	3.64	2.60	
	No.39	100	3900	"	4.36	-	-	3.80	2.50	
	No.40	100	4000	"	4.39	-	-	3.87	2.70	
	+ 12.0	12	4012.0	"	4.39	31.4	32.0	2.60	3.50	
	No.41	88	4100	"	4.39	10.4	32.0	3.05	3.50	
	No.42	100	4200	"	4.68	10.0	32.0	3.60	3.73	
	No.43	100	4300	"	4.96	14.0	32.0	3.90	4.08	
	No.44	100	4480.8	"	5.25	17.0	32.0	4.00	4.43	
성	+ 80.8	80.8	8080	"	5.48	23.6	32.0	4.60	4.82	교성제3낙차공
	No.45	19.2	4500	"	5.53	21.0	32.0	4.80	4.68	
	No.46	100	4600	"	5.82	22.6	27.0	5.10	5.10	
	+ 53.9	53.9	4653.9	109	5.97	21.2	26.0	5.39	5.39	무명5교
	No.47	46.1	4700	"	6.01	19.6	25.0	7.10	5.67	
	+ 37	37	4737	"	6.05	19.4	24.0	6.90	5.98	교성제4낙차공
	No.48	63	4800	"	6.52	18.4	23.0	7.20	6.21	
	+ 69.9	69.9	4869.9	"	7.04	22.0	22.0	8.29	8.29	오포교
	+ 83.2	13.3	4883.2	"	7.14	23.0	23.4	7.28	7.18	교성제5낙차공
	No.49	16.8	4900	"	7.26	18.4	21.0	7.20	6.96	
천	No.50	100	5000	"	8.01	17.8	21.0	8.60	8.01	
	No.51	100	5100	"	8.76	19.0	21.0	9.80	9.05	
	+ 2.8	2.8	5102.8	"	8.76	19.4	21.0	9.80	9.06	교성제6낙차공
	+ 91.8	89	5191.8	"	9.44	18.2	21.0	9.81	9.81	무명6교
	No.52	11	5200	"	9.51	17.0	21.0	9.90	9.31	
	No.53	100	5300	"	10.37	17.6	21.0	10.90	10.33	
	No.54	100	5400	65	11.23	16.2	21.0	11.50	11.71	
	+ 7.4	7.4	5407.4	"	11.29	16.6	21.0	11.40	11.58	교성제7낙차공
	+ 14	6.6	5414	"	11.35	15.6	21.0	12.20	12.19	무명7교
	No.55	86	5500	"	11.39	15.0	21.0	12.10	12.75	
	+ 34.8	34.8	5534.8	"	11.41	14.2	21.0	12.60	12.91	교성제8낙차공
	No.56	65.2	5600	"	12.21	15.0	21.0	13.30	13.52	
	+ 26.6	26.6	5626.6	"	12.53	15.6	21.0	14.03	14.03	무명8교
	No.57	73.4	5700	"	13.07	15.4	21.0	14.50	14.61	
	No.58	100	5800	"	14.51	14.0	21.0	16.00	15.89	
	+ 12.3	12.3	5812.3	"	14.69	16.2	21.0	16.00	15.89	교성제9낙차공
	+ 41	28.7	5841	"	14.92	14.6	21.0	16.98	16.98	무명9교
	+ 59	18	5859	"	15	19.6	21.0	17.00	16.47	

5.0 하상변동 분석

5.1 하상재료 조사

5.2 하천 유사량 조사

5.3 하상변동 및 하도안정 분석

5.0 하상변동 분석

하상변동 분석이란 하천구간의 상류에서 유입되는 유사량과 하류로 유출되는 유사량이 다르기 때문에 하도내에서 퇴적이나 침식이 점진적으로 발생되어 하상의 상승이나 저하로 나타나는 종방향의 변화를 조사하여 장래의 평형하상을 예측하는 것을 말한다.

5.1 하상재료 조사

5.1.1 조사지점과 시료 채취

(1) 조사지점의 선정

하상재료의 조사는 하상의 특성, 특히 조도의 계산, 유사이동, 하도안정 계산 등에 필수적인 사항이다. 하상재료 조사 지점은 사주, 여울이나 웅덩이 등 국부적으로 하상재료 변화가 심한 구역을 피하여 하천의 종단방향으로 최대 2km 간격으로 교성천은 4개 지점의 시료를 각각 채취하여 분포시험 및 비중시험 등을 실시하였다.

(2) 시료채취 기준

시료 채취는 하천설계기준에 제시된 시료 채취 기준에 따라 실시하였으며, 한 단면에 대해서 3개 지점에서 시료를 채취하여 가급적 그 구역에서 보편적으로 있는 하상재료를 채취하였다.

다음은 하천설계기준에 제시된 시료 채취 기준이다.

① 한번에 채취하는 시료의 양 $M(kg)$ 은 공식 $0.082 Db^{1.5}$ 로 산정한다.

여기서 Db 는 시료 중 최대 입자의 중간축 직경(mm)이다.

② 시료 채취는 표면 시료만 채취하면 안되며 충분히 깊은 부분까지 채취한다.

③ 저수지의 유입부 퇴적 구역, 댐 직 하류, 지류의 합류점 등 하상 재료의 변화가 심할 것으로 예상되는 구간에서는 실제 상황에 따라 채취 간격을 조정한다.

④ 조사 횟수는 원칙적으로는 3년에 1회 실시하지만 저수지의 퇴사나 댐 하류 하상저하 등으로 심한 하상 변동이 예상되는 지점은 연 1회 정도 실시한다.

⑤ 격자의 눈금은 통상 10 cm 정도가 적합하나 조사 하천의 하상재료 특성에 맞추어 선정한다.

5.0 하상변동 분석

- ⑥ 격자 틀을 기준으로 하는 채취 횟수(격자 틀을 하상에 놓는 횟수)는 하상과 하상재료 입경의 크기에 따라 조절하되, 한 하천 지점에서 최소 10번이 적합하다.

(3) 실험실 분석

현장에서 채취한 하상재료의 입도분석 결과는 【표 5.1-1】 과 같다.

【표 5.1-1】

입 도 분 석

하천	시료 번호	측점 (NO.)	거리 (km)	각 체 통과량 백분율 (%)										
				76.1 mm	38.1 mm	19.1 mm	9.51 mm	NO.4	NO.10	NO.20	NO.40	NO.60	NO.140	NO.200
교 성 천	1	0	0	-	100.0	95.3	89.7	79.6	59.2	40.8	19.1	10.0	4.6	0.8
	2	25	2,500	100.0	98.0	93.8	87.2	77.3	61.3	40.6	19.6	5.2	4.4	2.4
	3	43	4,300	100.0	96.9	89.4	81.1	68.2	51.2	25.6	12.4	7.2	3.5	2.5
	4	55	5,500	100.0	97.1	92.3	85.3	71.8	47.8	32.0	14.0	8.3	3.6	0.2

하상재료 채취지점 위치도



【그림 5.1-1】

5.2 하천 유사량 조사

하도는 그 구조상 사력으로 구성된 하상과 하상을 유하하는 유수로 되어 있으며 하상에 대한 유수의 작용, 즉 유수현상으로 하상이 변동되고 있다. 이와 같은 현상을 규명하는 것이 하도계획 입안에 있어서 불가결한 요소임이 밝혀져 오늘날 유사이동량을 산정하고 있다.

5.2.1 유사량 산정

하천유사란 지각을 구성하는 암석이나 광물의 조각(particles)들로서 하천유수에 의해 침식, 운반, 퇴적된 물질을 말한다. 우리가 개울에서 흔히 볼 수 있는 조약돌이나, 강가의 모래, 혹은 감조영향을 받고 있는 하류 하천에서 볼 수 있는 갯벌 등은 모두가 하천수에 의해 운반되어 퇴적된 하천유사 들이다. 다만, 감조하천에서의 갯벌은 점착성 점토로서 그 구성 성분이나 유수와 의 상호 작용이 모랫벌 같은 비점착성 유사와는 상이하다.

유사량의 산정은 침식으로 인한 하천제방이나 하천구조물의 안정성 저해나 퇴적으로 인한 토지이용 능력의 저감등에 대하여 미리 예측하고 대책을 수립함으로써 유역의 안정성을 확보하는데 있다.

유사량 산정방법은 하천의 특정지점에서 장기간의 유량과 유사량 자료가 있으면 이를 이용하여 그 지점 상류 유역의 유사 유출량을 추정할 수 있다. 그러나 본 유역에 대한 유사량의 실측조사가 전무한 관계로 실측 유사량을 알 수 없다.

따라서 본 과업에서는 기 발표된 유사량 산정공식을 적용하여 하구지점에서의 유사량을 산정 하였으며, 기 발표된 각 유사량 산정 공식은 다음 【표 5.2-1】 와 같으며 교성천 하구 지점의 유황은 본 보고서 3.2장에 이미 기술한 바 있다.

【표 5.2-1】 각 유사량 공식의 특징

공 식	발표년도	산정유사량	공식 형태별 분류	입도분포별 계산	비 고
Einstein	1950	소류사량+ 부유사량	확산-이송형	가	『Einstein의 소류사 함수』 라고도 함
Colby	1964	총유사량	경험식	불가	도해법
Elgelund & Hansen	1967	총유사량	에너지 모형	불가	상사이론에 기초
Toffaleti	1968	소류사량+ 부유사량	확산-이송형	가	『Einstein』 공식의 대폭적인 수정식
Shen & Hung	1971	총유사량	경험식	불가	다중 회귀곡선 방법에 의한 경험식
Ackers & White	1973	총유사량	에너지 모형	불가	차원해석에 의한 준 경험식
Yang	1973, 1979	총유사량	경험식, 에너지 모형	선택적	Stream Power 개념과 회귀분석에 의한 준 경험식
Ranga Raju	1981	총유사량	경험식	불가	하상마찰 응력에 기초한 준경험식
Rijn	1984	소류사량+ 부유사량	확산-이송형	불가	준 해석식

본 과업에서는 유사량 공식 선정에 있어서 현재 발표된 공식 중 전 유사량 공식에 대하여 지명도가 높아 널리 이용되는 공식, 그리고 최근에 개발된 공식을 기준으로 하여 9개의 공식을 선정한 『하천유사량 산정 방법의 선정기준개발(한국건설기술연구원, 1989. 12)』에서 신뢰도가 높은 것으로 제안된 Englund & Hansen, Ackers & White's, Yang, Rijn's 공식을 이용해서 산정하였다. 그리고 유사량 선정 기준 프로그램으로써 한국건설기술연구원에서 개발된 Guide(ver 2.0) Tool을 이용해서 유사량을 산정하였으며, 『댐 설계기준 (2003, 국토해양부)』에서 제시한 소규모 유역(200km²이하)의 비유사량 추정공식에 의해 산정하였다.

상기에서 제시한 유사량 공식을 이용하여 유사량을 산정하는 방법은 단순히 유사량의 개략적인 범위를 추정하는 것으로 본 과업에서 산정된 유사량은 실제 하천에서 측정되는 유사량과 많이 다르므로 정확한 유사량을 산정하기 위해서는 우선적으로 실측에 의해야만 한다.

【표 5.2-2】 산정방법별 유사량 산정 결과

하 천	지점	유역 면적 (km ²)	유 사 량 (ton/year)					비 고
			댐시설기준	Engelund & Hansen 공식	Ackers & White's 공식	Yang's 공식 (1979's)	Rijn's 공식	
교성천	하구	16.73	11,619	18,944	-	26,280	-	

주) 1. 『댐 시설기준』 소규모 유역(200km² 이하)의 비유사량 추정공식 ($Y_r (t / km^2 / 년) = 8,668 \times A^{-0.896}$)

5.3 하상변동 및 하도안정 분석

하천에서의 하상변동은 홍수의 소통능력 및 호안, 교량, 낙차공 및 기타 하천부속물의 안정에 중요한 영향을 미치게 되므로 하상의 안정을 유지하기 위한 기본자료로 활용하기 위해 본 보고서 5.2.1절에서 분석된 입도분석 성과를 이용하여 본 유역내의 평형하상고 및 장래 하상변동을 예측하였다.

하도의 평형하상은 정적평형하상과 동적평형하상으로 구분할 수 있다. 정적평형하상이란 하도의 일정 구간내에서 일체의 세굴 및 퇴적현상이 발생하지 않는 하상을 의미하나 실제로 이러한 하천은 존재할 수 없으므로 하도계획에서의 평형하상은 하상에 대하여 외력으로 작용하는 소류력과 내력으로 저항하는 하상재료의 마찰력이 평형이 되고 상류로부터 유송되는 토사량이 동일한 상태의 경사를 말한다. 하상을 형성하고 있는 재료의 입도와 그 혼합비는 소류력을 발생시키는 요소가 되므로 주어진 수면경사 및 수심에 대응하여 하상이 어떤 일정한 혼합비를 가진 하상재료로 구성되었을 때 하상은 불안정한 상태가 되는 것이다.

5.3.1 장래하상변동 예측 및 계획하상고

한편 Garde와 Ranga Raju(1985)에 의하면 자연하천은 하방(下方)침식이 계속되는 유년기 하천, 하방침식이 끝나고 측방(側方)침식 및 퇴적이 시작되는 장년기 하천, 분류 및 지류의 모든 경사가 충분히 평탄해진 노년기 하천 등으로 구분되며, 장·노년기 하천은 대부분 평형

상태를 이룬다고 하겠다.

우리나라의 경우 하천의 평형상태를 하상재료의 이동이 전혀 없는 정적평형과 하상재료의 이송은 있지만 평형상태에 있는 동적 평형으로 구분된다. 그러나 엄밀하게 말하면 정적평형상태는 특별한 의미가 없으며 하천에서의 평형은 동적평형을 지칭한다.

금회 검토된 각 방법에 대하여 기술하면 다음과 같다.

【표 5.3-1】 평형하상경사 산정방법

구 분	종 류	산 정 방 법	비 고
정적평형	1차원 해석	安藝皎一 物部 九寶雅史 평형하상경사 회귀분석식	건설기술연구원, 1993.12
동적평형	1차원 해석	HEC-6 STARS, GSTARS IALLUVIAL CHARIMA UUWSR	1차원 준정상류 1차원 준정상류 1차원 준정상류 1차원 부정류 1차원 부정류
	2차원 해석	TABS 2 RESSED TWODSR SEDIMENT - 4H	

(1) 정적 평형하상 산정

(가) AKI-KOICH(安藝皎一) 공식

$$X = a - b \log \lambda \cdot dm$$

상기 식에서 X : 어느 기준점에서 흐르는 방향의 거리 (km)

$$dm : \text{평균입경} \left(\sum_{i=1}^n d \cdot \frac{\Delta P}{100} \right)$$

λ : 평균입경에 상당하는 통과중량백분율 (%) $(100 - P_m)/P_m$

$$I = I_0 \cdot 10^{5(\chi_0 - \chi)/3.5b} \cdot \frac{3.45}{3.5} \cdot \frac{1}{b} \cdot H_0 \cdot 10^{1.5(\chi - \chi_0)/3.5b}$$

여기서, I = 어느 지점의 하상평형경사

I_0 = 기준점에서의 평균경사

H_0 = 기준점에서의 수심 (m)

χ_0 = 기준점에서의 거리 (m)

위의 식은 전체 하천중에서 평형상태에 있는 한 지점만을 기준점으로 하여 평형상태를 계산하게 되어 있어 상하류에 위치하는 또다른 평형상태의 지점을 고려할 수 없다는 단점을 지니고 있다.

(나) KUBO-MASASI(九寶雅史) 공식

$$I_0 = K \cdot d_s^{(3/2)} B$$

$$K = \frac{H}{\sum_0^L d_s^{(3/2)} B \cdot \Delta X}$$

여기서, I_0 = 평균하상경사

d_s = 하상구성물질의 입경(m) ($d_s = d_{25} \times d_{50}/d_{75}$)

B = 하폭 (m)

ΔX = 측점간 거리

H = 평형하상상태에 있는 상·하류 2개 지점간의 하상 고차 (m)

L = 평형하상상태에 있는 상·하류 2개 지점간의 거리 (m)

Kubo-Masassi(九寶雅史)는 하상구성물질의 입경과 하폭의 함수로서 상하류의 2개 평형 상태에 있는 지점을 기준으로하여 그 구간내에서의 평형하상경사를 구하는 공식으로 본 과업구간과 같이 여러 곳에 낙차보가 설치되어 있는 하천에 적용하기 적합한 공식이다.

(다) 회귀분석식(평형하상경사 추정방법의 개발, 1993. 12., 건설기술연구원)

$$S = S_0 A_0^{\frac{0.0063}{\beta} + 0.51} A^{-\frac{0.0063}{\beta} - 0.51}$$

$$A = A_0 e^{\beta x}$$

여기서, S_0 , A_0 = 기준점에서의 값

X = 기준점에서의 거리

β = 회귀상수 계수($A = A_0 e^{\beta x}$ 에서 β 추정)

이 공식은 한국건설기술연구원에서 발표한 『평형하상 추정방법의 개발, 1993. 12』에서 제안한 공식으로 安藝공식은 정적 평형상태에서의 수리량간의 관계를 해석적으로 도출한 공식으로 신뢰도 및 공식구성상의 문제점을 지적하여 공식의 사용을 지양하고 安藝의 공식에 대체하기 위해 제한된 범위의 총적하천 자료로 얻어진 하천의 유역면적과 하상 경사와 관계식을 제안하였다.

(2) 동적 평형하상 산정

(가) HEC-6 모형

동적평형하상 산정 모형은 1차원 해석 및 2차원 해석 방법등 여러 모형이 개발 발표 되었으나 본 과업에서는 미 육군공병단에서 개발한 1차원 HEC-6 모형을 이용하여 본류 구간에 대해 장래 하상변동상태를 예측하였다. HEC-6모형은 하도의 지형자료, 유사특성,

수문자료 등의 함수로 입력되어지며 모형의 특징을 요약하면 다음과 같다.

① 자료의 수집 및 분석

- ㉠ 하천의 횡단자료를 수집한다. 몇 년의 자료가 있을 때는 동일도면에 표시하여 하상의 실제 변동상태를 분석한다. 이중에서 실제 모형에서 적용할 단면을 결정한다. 모형에 적용할 단면의 간격은 하상변동상태를 고려하여 결정한다. 이 때 이동상 부분의 범위도 결정하여야 한다.
- ㉡ 하상토자료를 수집한다. 수집된 자료를 거리에 따라 입경별로 도시하여 하상토 입경 분포를 검토한다. 자료의 이상유무를 검토하여 보완한다.
- ㉢ 일수위 자료와 댐 방류량, 수위-유량곡선 등을 수집한다. 자료를 검토하여 이상자료, 결측자료를 보완한다.
- ㉣ 수온자료를 수집한다.
- ㉤ 유량 실측치가 없을 경우 지천의 유입유량을 추정한다. 지천의 유입유량을 적합하게 추정할 수 있는 다른 대안이 없을 경우 면적비를 이용하여 구한다.
- ㉥ 이러한 자료수집활동과 동시에 실제로 대상하천구간을 답사하여 하천의 상황을 관찰하고 기록자료에 나타나지 않은 상황(하상토 입경분포의 이상유무 등)을 검토할 필요가 있다.

② 고정상 모형보정

- ㉠ 하천단면의 횡단자료를 전산파일에 입력한다.
- ㉡ 실측 수문자료를 분석하여 모형보정용 유량을 결정하고 유량은 일반적으로 최소, 만제, 최대유량을 선정하면 적합하다.
- ㉢ Manning의 조도계수 n 값을 가정하여 선정된 모형보정용 유량별로 수면고를 계산한다.
- ㉣ 계산 수면고와 실측 수면고를 비교하여 하천단면의 이상기록을 조사한다. 이상단면은 보정한후 수면고를 재계산한다.
- ㉤ 하천단면에 이상이 없을 경우, 실측수면고에 가장 가까운 수면고를 계산하는 최적의 n 값이 나타날 때까지 과정 ㉢~㉣를 반복하여 적용 계산한다. 이 때 n 값이 원래 지닌

물리적 의미를 벗어나지 않도록 하여야 한다.

⑥ 계산된 수면고를 유량별로 거리에 따라 도시하여 이상 유무를 검토한다.

③ 이동상 모형보정

① 하상토 자료, 지천 유사량 등을 입력한다. 지천 유사량 실측자료가 없을 경우에는 적합한 유사량 공식을 이용하여 계산한다. 이 때 지천의 유사량을 계산하는 유사량 공식은 본류의 유사량 공식과 일치시켜야 한다.

② 적합한 유사량 공식을 선정한다. 유사량 공식 선정시 대상 하천의 수리적, 유사적 특성을 고려하여야 한다.

③ 선정된 모형보정용 유량에 대해 계산간격을 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50 등으로 각 5개씩 묶은 막대 수문곡선을 만들어 하상변동을 계산한다.

④ 하상변동이 큰 단면을 몇 개 선정하여 하상변동량을 계산시간에 대해 도시하여 각 유량별 안정계산 간격을 결정한다.

⑤ 이상치를 보이는 단면을 검토한다.

⑥ 각 유량별로 안정계산 간격을 결정한 뒤 이를 대수지상에 나타낸다.

④ 하상변동의 계산

① 실제 수문곡선을 선정된 안정계산 간격에 따라 분할하여 막대 수문곡선으로 변환한다.

② 1년 정도의 수문자료를 입력하여 시험계산을 한 뒤 계산치의 이상거동을 검토한다.

③ 전체 수문자료를 입력한 뒤 실제 하상변동을 계산한다.

④ 계산값을 실측 하상고와 비교하여 실측 하상고에 근접할 때까지 유량 및 유사량을 수정하여 반복 실행한다.

⑤ 장래 하상변동의 예측

① 현 과업에서 실시한 실측 횡단자료를 전산파일에 입력한다.

② 하상변동계산에서 실측하상고에 근접시킨 유사량 및 수문자료등 제반자료를 실측 횡단

자료와 조합한다.

- ㉟ 입력된 수문자료는 장래에도 동일하게 발생한다고 가정하므로 조합하여 실행된 하상변동은 수문 입력기간이 장래 예측기간이 된다.

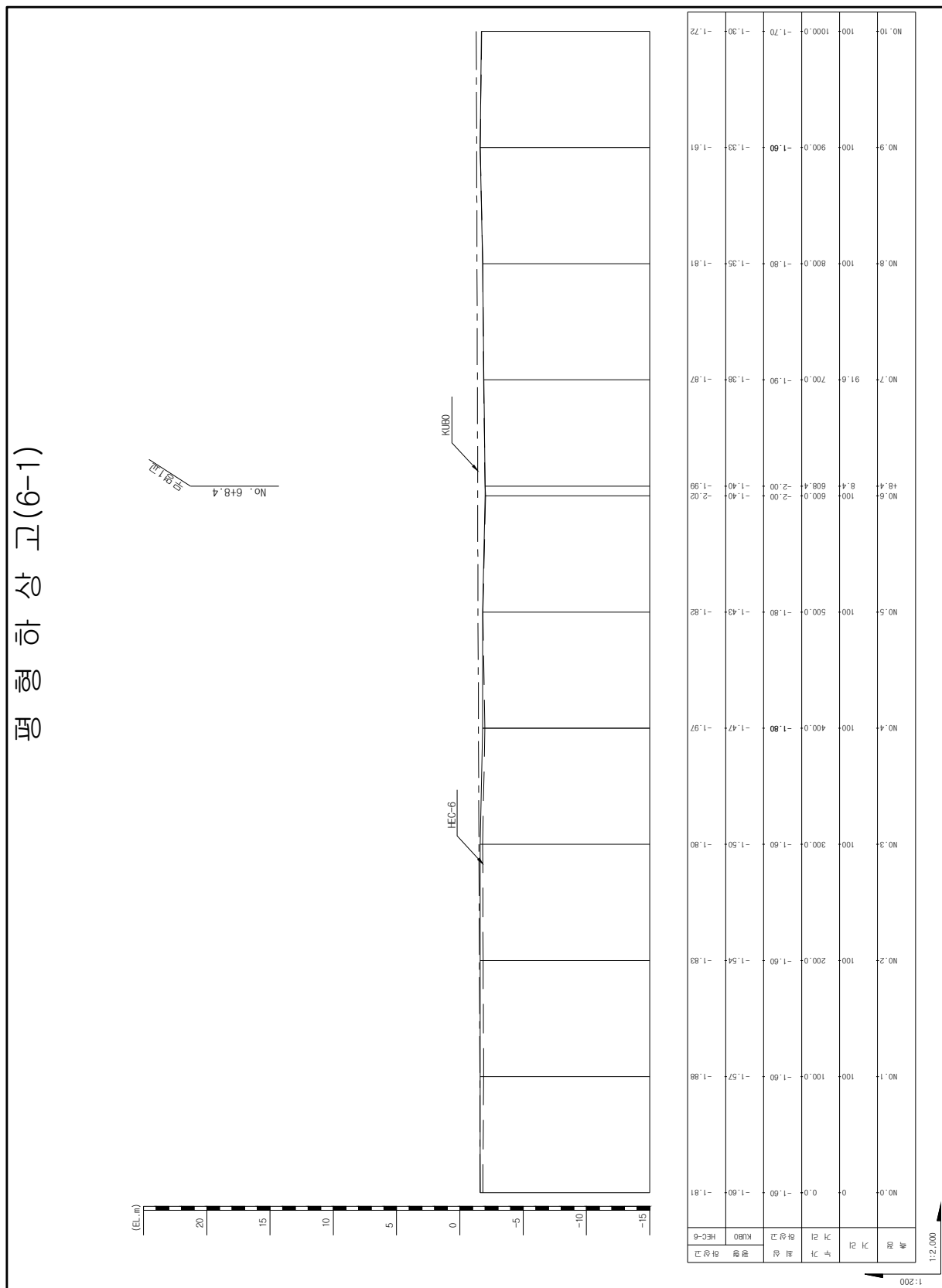
이상과 같이 정적 및 동적 평형하상에 대하여 살펴본 결과 HEC-6와 동적 개념의 모델이 이상적인 모형으로 판단되었으나 교성천 내의 수문자료 중 가장 중요한 유수량 자료와 유량의 실측자료 및 조도계수의 측정자료가 없는 상태이므로 대부분의 자료는 가정에 의한 추정치를 입력자료로 사용하여 하는 실정이다. 따라서 본 과업대상에서 유량경계조건에 사용한 유량자료는 유황분석에 사용했던 구룡수위표 지점의 유량을 이용하여 구성하였으며, 10년간 모의 하였다. 이동상 모형의 세굴심도는 단면별 보링에 의한 현장시험결과 대신, 세굴심 공식에 의한 최대세굴심도를 기준으로 가정하였으며, 각 단면별로 보, 낙차공 및 교량 등 현장여건을 고려하여 결정하였다. 유수량 산정공식으로는 Yang's(1979's)의 공식을 사용하였으며, 수리량 부분의 가중치 계수는 『HEC- 6 하천과 저수지의 세굴과 퇴적 사용자 안내서(한국건설기술연구원, 1995)』에서 제시한 계수군에서 채택하였다. 또한 조도계수의 경우 현장조사를 통해 결정된 조도계수 자료를 이용하였다.

본 과업에서 동적모델인 HEC-6의 적용에 있어 가장 중요한 변수인 유출량 자료와 유수량 자료가 본 과업하천인 교성천 내에는 전무하여 대부분의 자료가 가정에 의한 추정치나 인근 유역의 분석 자료를 사용하여야 하는 실정이다. 그래서, 교성천의 장래 하상변동을 예측하고 그 결과를 정적모델과 비교하여 검토하였으며, 결과의 채택은 하도에 보와 같은 시설물이 많은 경우에 주로 사용되는 九寶雅史(Kubo Masasi)식에 의한 평형하상경사로 결정하였고, 세부계산 내용은 부록에 수록하였다.

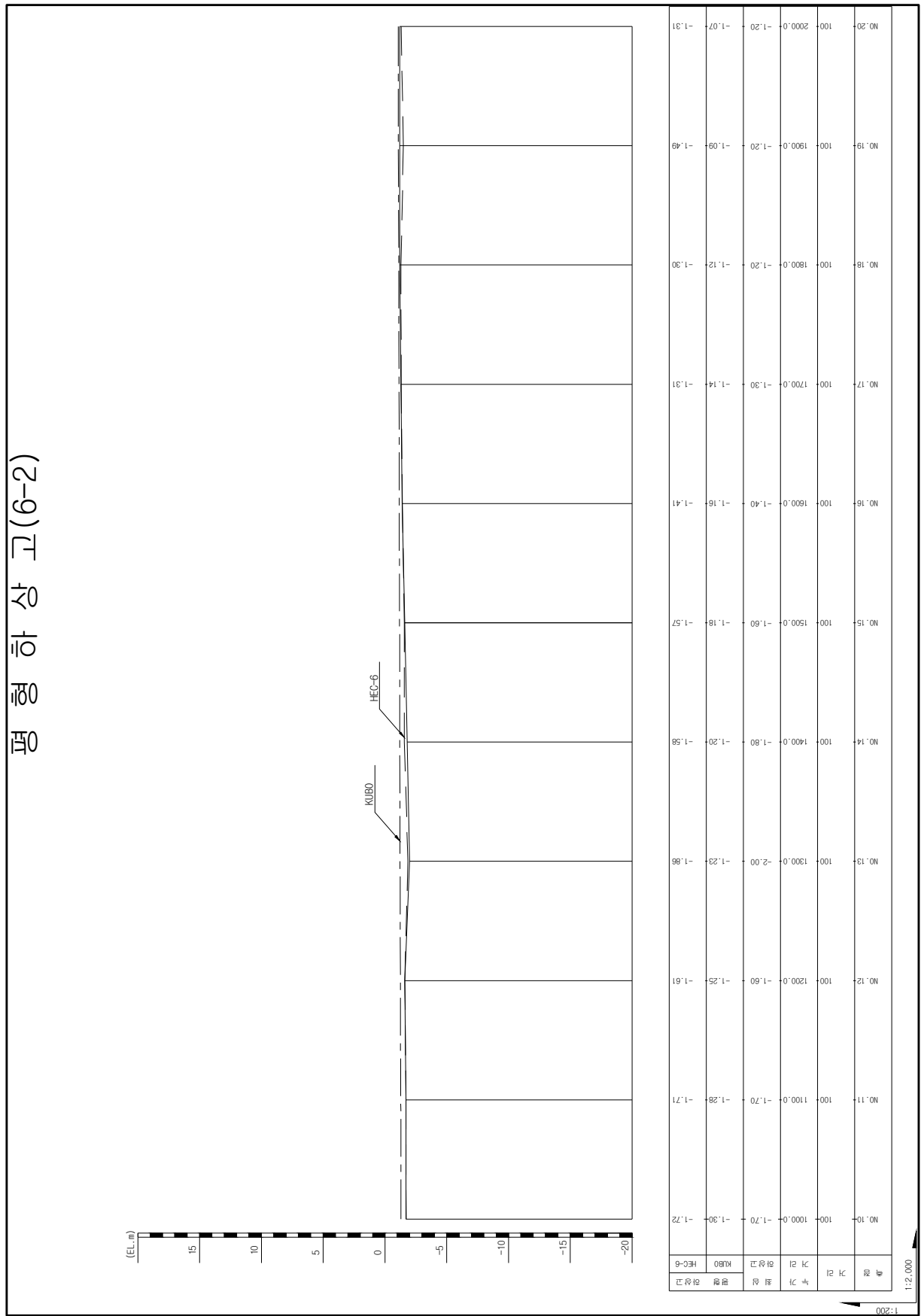
채택된 평형하상고와 현재 최심하상고의 비교도는 【그림 5.3-1】과 같고 평형하상고의 분석은 다음 【표 5.3-2】와 같다.

평형 하 상 고

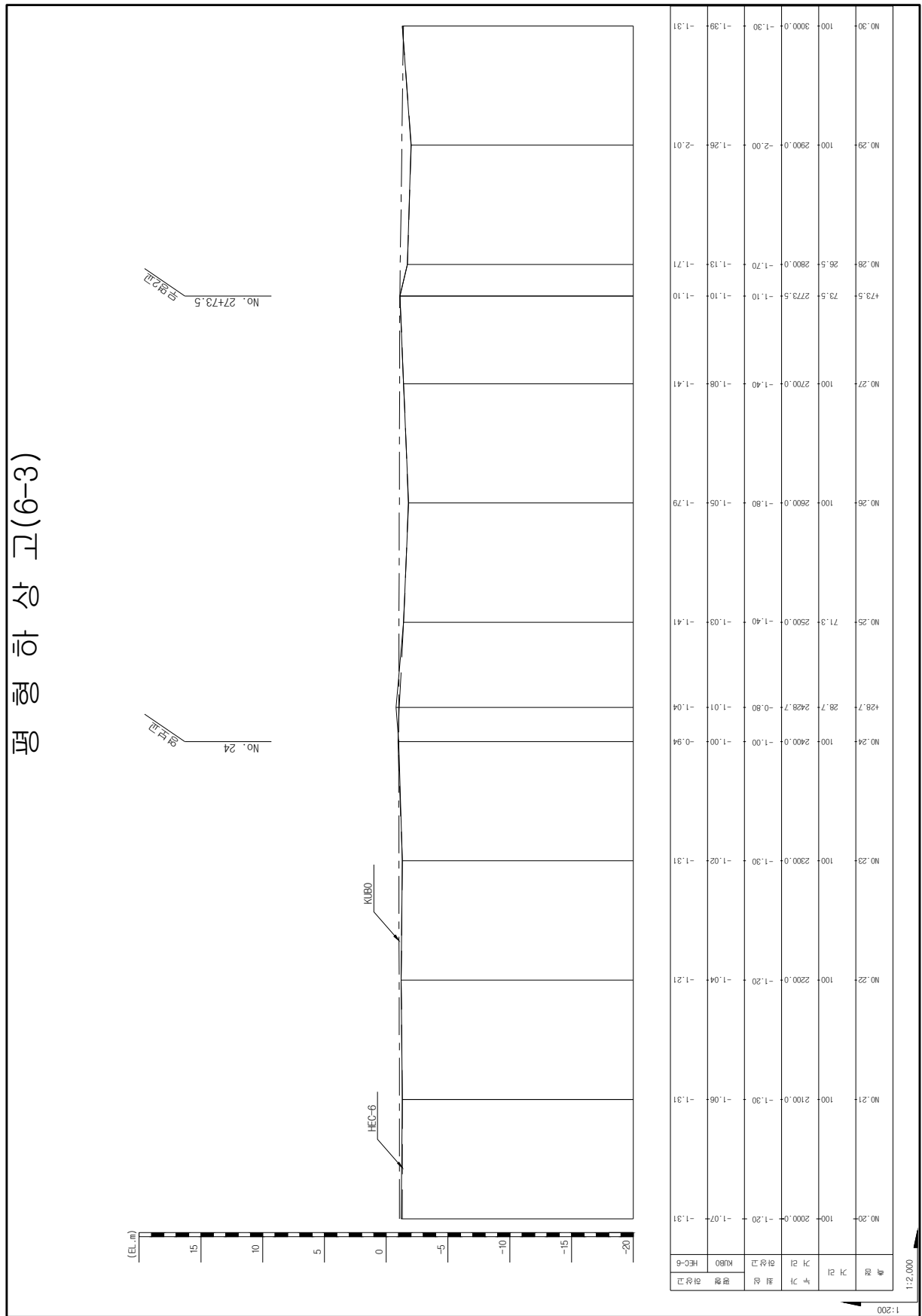
5 - 12



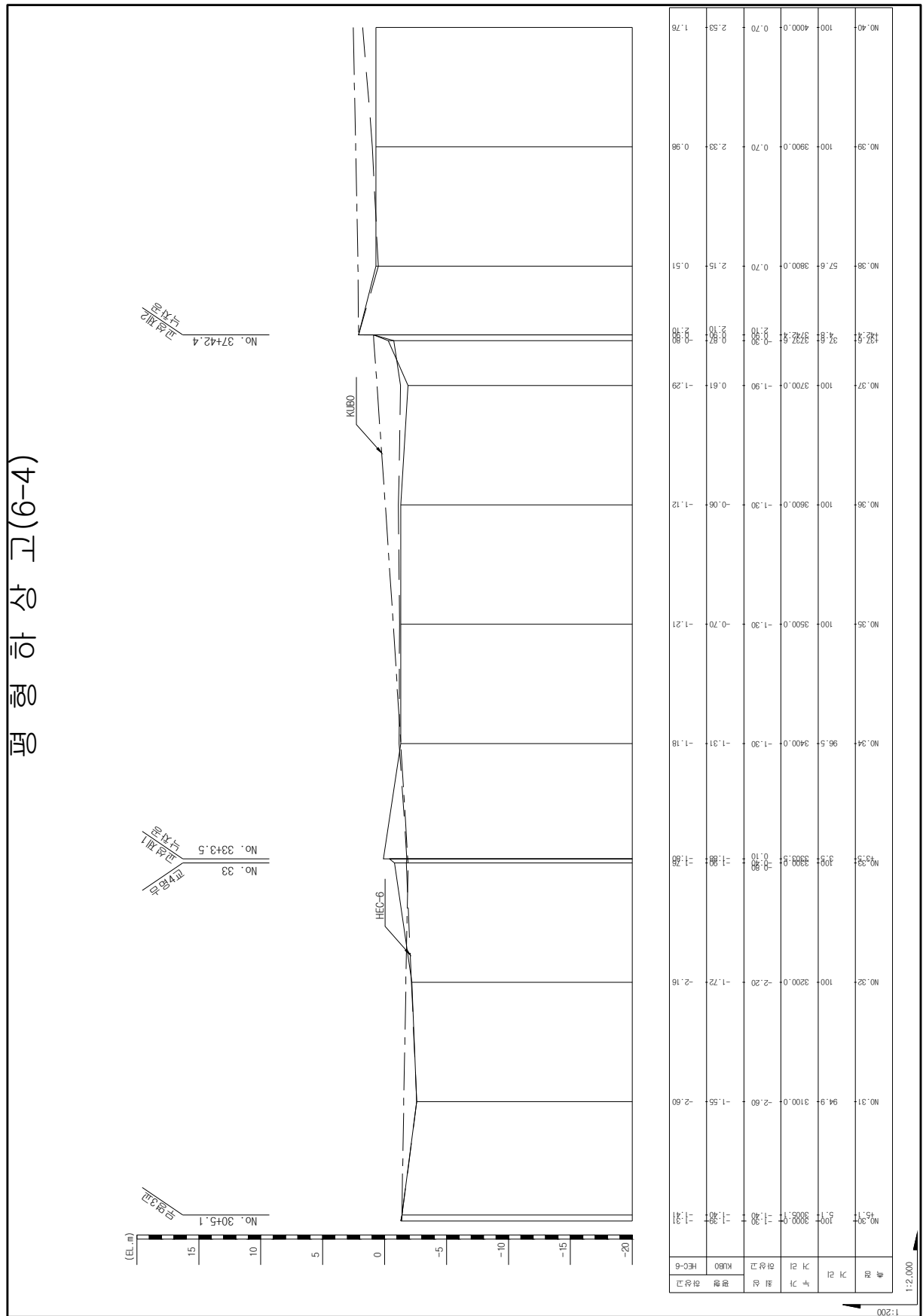
【그림 5.3-1】



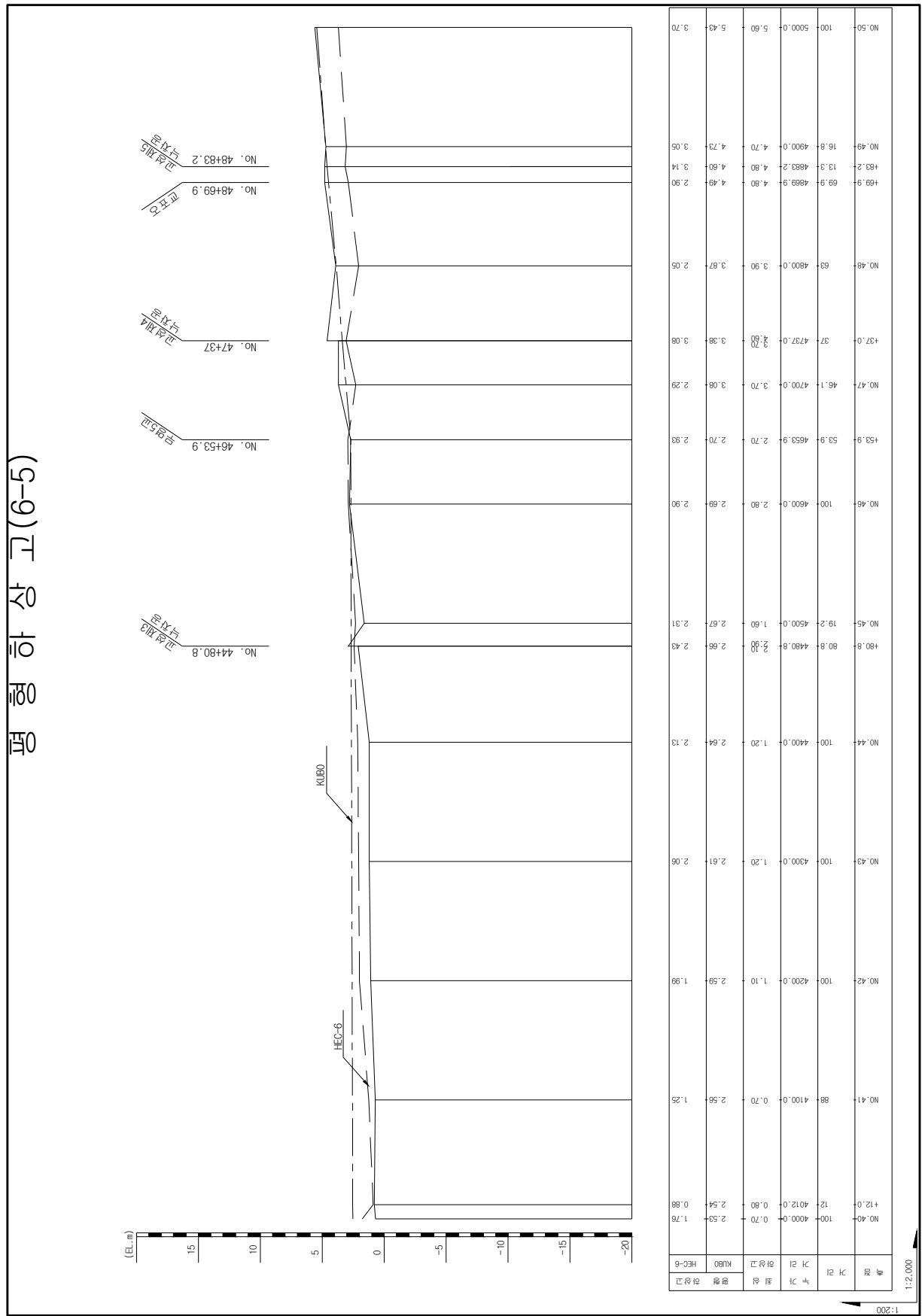
【그림 5.3-1】 계속



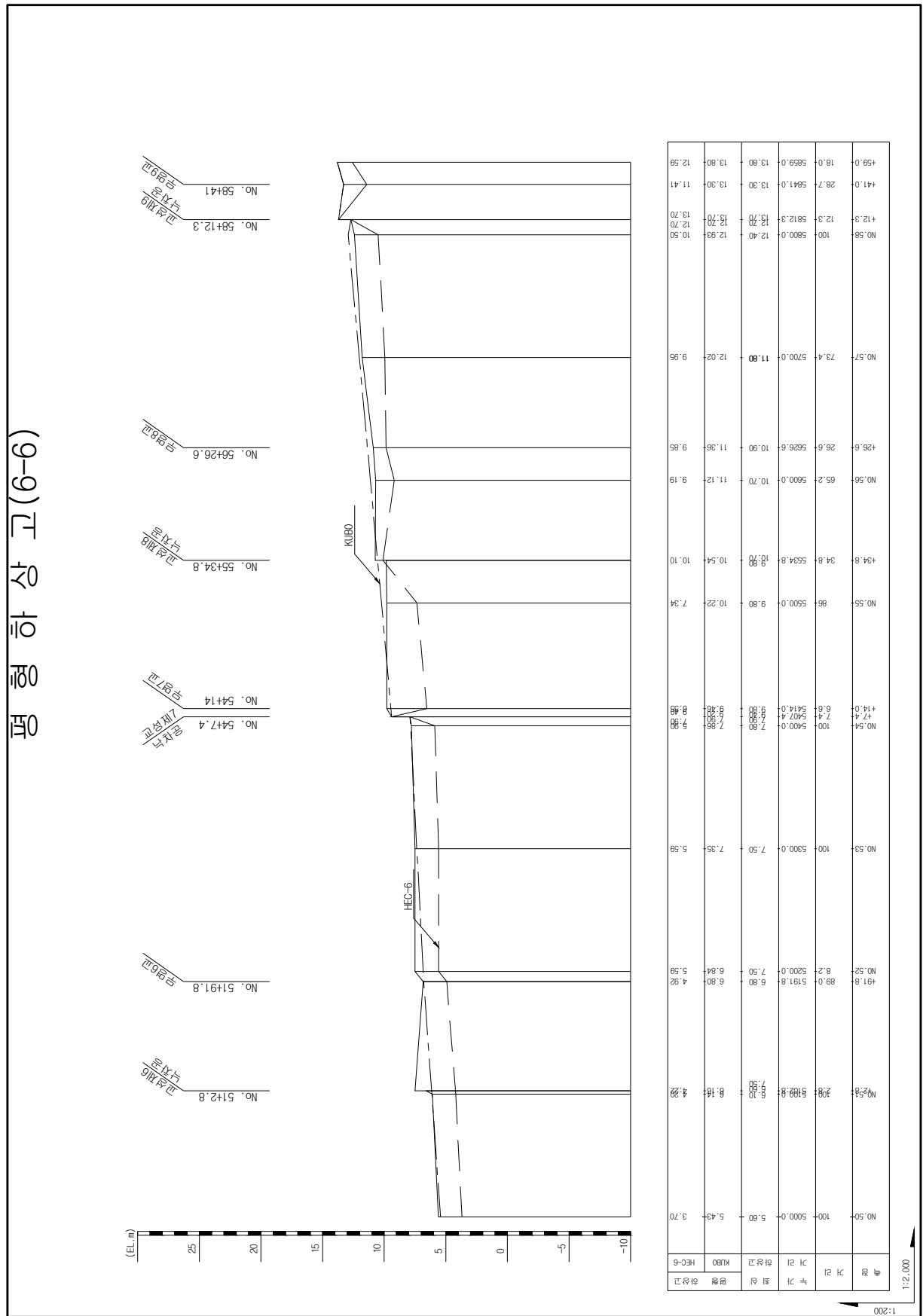
【그림 5.3-1】 계속



【그림 5.3-1】 계속



【그림 5.3-1】 계속



【그림 5.3-1】 계속

5.3.2 골재분포상태와 채취가능량

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.

【표 5.3-3】 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역

보호구역 시설종류		시설물로부터의 거리(m)			비 고
		대하천(계획홍수량 5,000m ³ /sec이상)	중하천(계획홍수량 1,000m ³ /sec이상)	소하천(계획홍수량 1,000m ³ /sec미만)	
하 천 부속물	제 방	50	30	20	
	제방비탈면의 보호 및유수조절시설 (호안, 수제공)	30	20	10	
	바닥다짐(상고공)	200	150	100	
하 천 공작물	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 5.3-3】의 “하천부속물 및 하천공작물 보호구역”을 제외한 골재채취 가능범위를 면밀히 분석한 결과, 금번 교성천 유역은 용수공급을 위한 수리시설물과 교량등의 하천 시설물이 다수 존재하는 등, 골재채취에 부적합하다고 판단되어 본 계획에서는 별도의 골재채취 계획은 수립하지 않았다.

6.0 용수수급 계획 수립

6.1 수자원부존량 산정

6.2 용수수급현황의 파악

6.3 용수량수요 산정지점

6.4 물수지 분석

6.0 용수수급 계획 수립

6.1 수자원부존량 산정

유역의 총수자원 부족량 산정을 위하여 전절에서 산정된 유출량의 결과를 적용하였으며 그 결과 수자원 부족량은 20.50백만 m^3 /년이고 상기식에 의하여 산정된 유출결과에 의하면 연간평균 유출량은 9.58백만 m^3 /년으로 46.73%이고 손실량은 10.92백만 m^3 /년이다. 또한 홍수시(6월~9월)의 유출량은 총유출량의 70.56%인 6.76백만 m^3 /년이며, 평상시 유출은 29.44%인 2.82백만 m^3 /년으로 추정된다. 상기의 내용을 요약하면 다음 【표 6.1-1】과 같다.

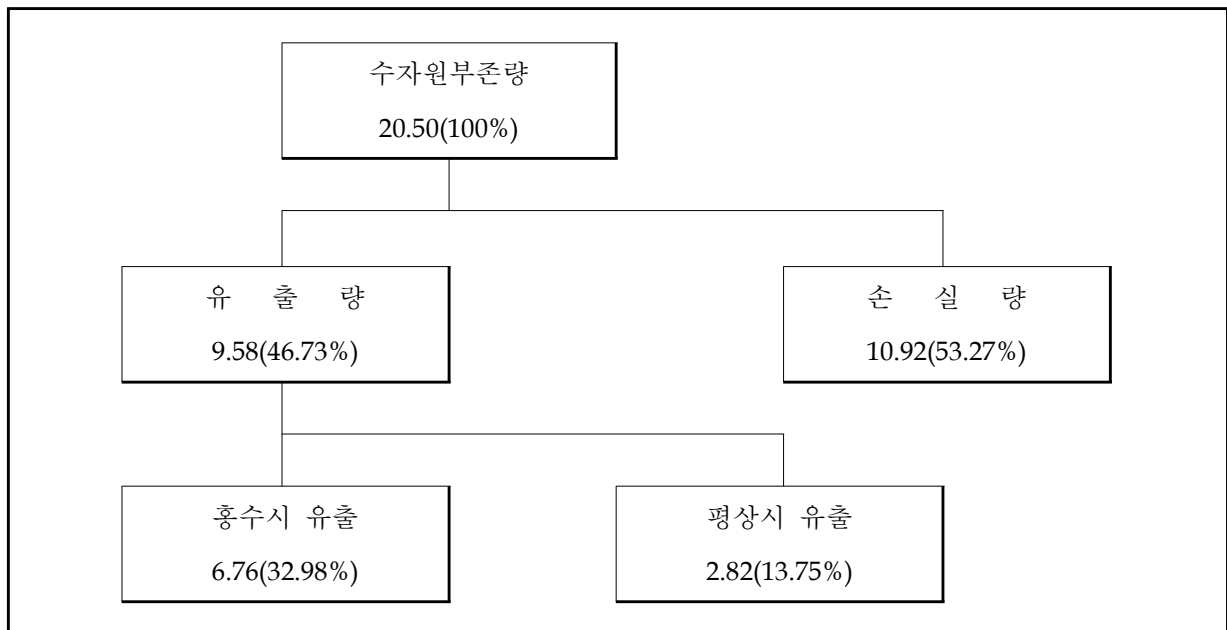
【표 6.1-1】 유역유출 상황

하천명	구 분	유출상황(백만 m^3)	비율(%)	비 고
교성천 (A=16.73 km^2)	수자원부존량	20.50	100	
	유 출 량	9.58	46.73	
	홍수시유출량	6.76	32.98	
	평상시유출량	2.82	13.75	
	손 실 량	10.92	53.27	

주) 수자원부존량 = 년평균강우량(1225.0mm)×유역면적

본 유역의 유출량 모식도는 다음과 같다.

유 출 량 모 식 도

(단위 :백만 m^3)

【그림 6.1-1】

6.2 용수수급현황의 파악

유역내의 용수수요량은 크게 분류하여 생활용수, 공업용수, 농업용수로 분류할 수 있으며 이 중 생활용수 및 공업용수는 계절별 변화율이 적으나 농업용수는 계절별로 용수수요량이 크게 변화하며 또한 기상상태에 절대적으로 영향을 받는다.

용수이용현황조사를 위하여 생활용수, 공업용수는 『보령시 통계연보(2006. 보령시)』의 자료를 이용하였으며, 농업용수는 관개면적을 조사하여 용수수요량을 분석하였다.

금회 분석에서는 『전국상수도통계(2004, 건교부)』 계획상의 자료를 검토하여 적용하였으며, 금회 적용 값과 2001.7월에 시행된 『수자원 장기종합계획(Water Vision 2020, 국토해양부)』을 가능한 범위에서 비교 검토하여 적용하였다.

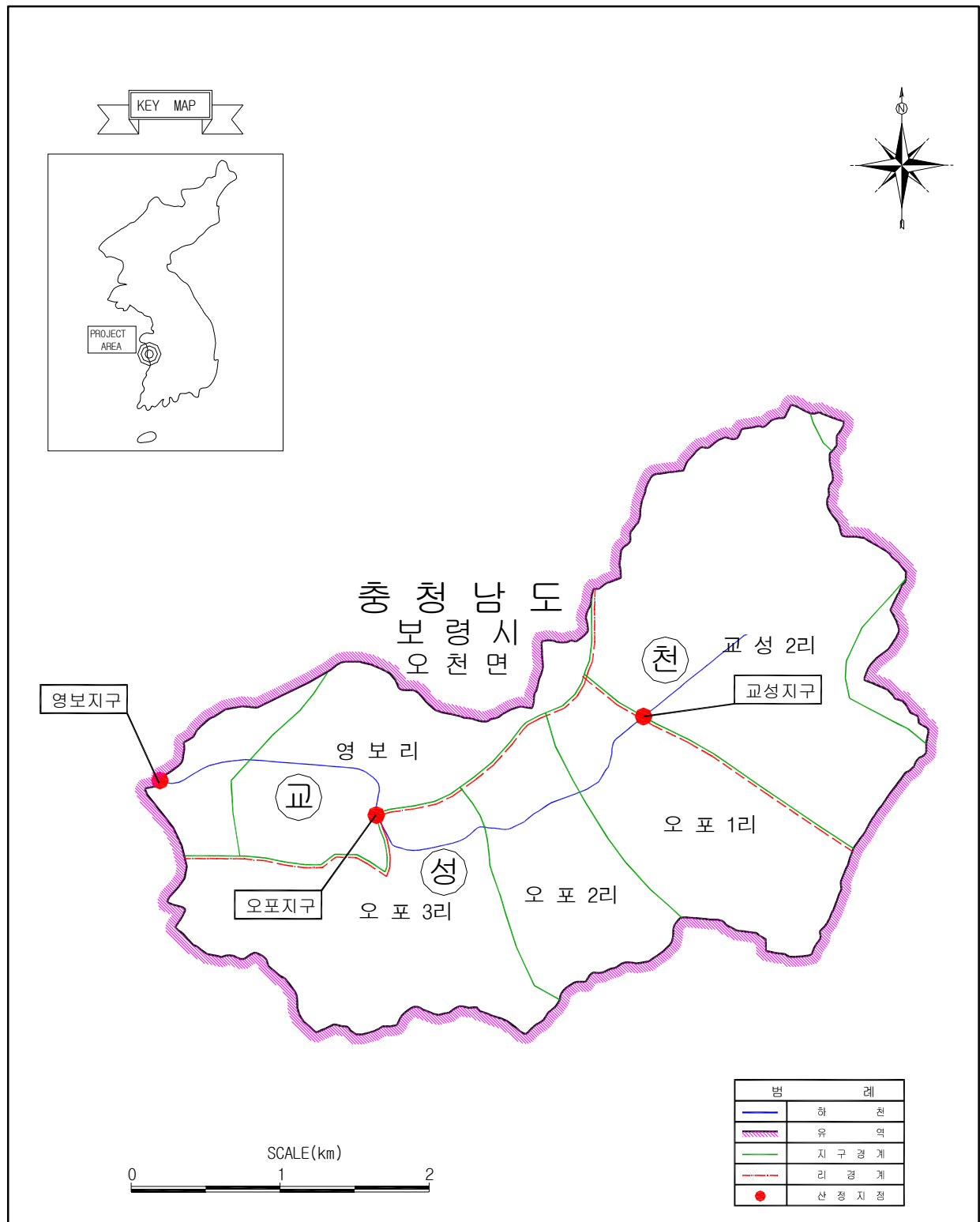
6.2.1 용수량수요 산정지점

용수량 산정지점은 과업대상인 교성천에 대하여 행정구역별로 각각의 지점을 적용하여 용수수요를 검토하였으며, 용수수요량 산정지점은 다음 【표 6.2-1】과 같다.

【표 6.2-1】 용수수요량 산정지점

하 천	지 구 명	면적(km ²)	행 정 구 역	비 고
교성천	영보지구	3.07	오천면 영보1, 2리	
	오포지구	7.98	오천면 오포1, 2, 3리	
	교성지구	5.68	오천면 교성2리	

용수수요량 산정지구



【그림 6.2-1】

6.2.2 생활용수

생활용수공급 지역은 급수방식에 따라 급수지역인 상수도 급수대상지역과 미급수 지역인 간이급수대상지역으로 구분할 수 있으며 산정기준은 다음과 같다.

- (1) 상수도 급수지역과 미급수지역으로 구분하여 산정
- (2) 수요관리(수도요금 현실화, 노후관개량, 중수도, 절수기기)에 의한 절감효과
- (3) 상수도 급수지역에 대한 생활용수 이용현황은 「보령시 통계년보(2006.보령시)」의 급수 실적을 발췌하여 적용

한편, 생활용수 수요량은 상기 내용의 산정기준에 따라 다음과 같은 방법으로 생활용수 이용현황을 산정하였다.

$$\text{생활용수 이용량} = \text{상수도 급수량} + \text{미급수지역 이용량} + \text{기타급수량}$$

- (4) 상수도 급수량 = 급수인구 × 단위급수량 (pcd)
- (5) 미급수지역 이용량 = 미급수인구 × 미급수지역 단위 급수량 (전용상수도 단위 급수량 × 전용급수인구 + 간이상수도 단위 급수량 × 간이급수인구)
- (6) 기타 급수량 = 하수세부과량 + 기타지하수 이용량

이상의 산정기준에 의하여 교성천 상수도 급수량을 조사한 결과 상수도 보급이 되어 급수지역이다. 미급수지역 이용량은 총 인구 중 급수인구를 제외한 인구에 미급수지역 1일 1인당 급수량(pcd)을 곱하여 산정하였다.

상수도 이용량 및 미급수지역 생활용수 이용량의 내용은 다음 【표 6.2-2】와 【표 6.2-3】과 같으며, 유역 내 생활용수 이용량은 다음 【표 6.2-4】와 같다.

【표 6.2-2】 상수도 이용량

하천명	구 분 지 구	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	시설용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1일1인당 급수량(ℓ)	비고
교성천	오천면	5,959	1,030	17.3	-	288	279	급수 지역 급수량
	영보지구	127	22	17.3	-	6	279	
	오포지구	508	88	17.3	-	25	279	
	교성지구	217	38	17.3	-	10	279	

【표 6.2-3】 미급수지역 생활용수 이용량

하천명	구 분 지 구	총인구 (인)	급수인구 (인)	미급수인구 (인)	미급수량 (m ³ /일)	1일1인당 급수량(ℓ)	비고
오천면		5,959	1,030	4,929	-	139	
교성천	영보지구	127	22	105	15	139	미급수 지역 급수량
	오포지구	508	88	420	58	139	
	교성지구	217	38	179	25	139	

【표 6.2-4】 생활용수 이용현황

하천명	구 분 지 구	급 수 량 (m ³ /일)	수 요 량 (m ³ /s)	년간 사용량 (10 ⁶ m ³ /년)	비 고
교성천	영보지구	20	0.0002	0.00729	
	오포지구	80	0.0009	0.02916	
	교성지구	34	0.0004	0.01246	

주) 수요량 : 1일 총 급수량(m³/일) × 1/86,400

년간 사용량 : 1일 총 급수량(m³/일) × 365일

6.2.3 공업용수

금회 과업구간 내 공업단지는 「보령시 통계년보 (2006)」 및 현장조사를 토대로 조사하였으나 본 과업유역은 대부분 유역전반에 농경지가 형성되어 있는 전형적인 농업 중심지역이며, 보령화력발전소를 제외한 대단위 산업단지 및 농공단지 등 등록된 공장 수는 없는 것으로 조사되었으며, 보령화력발전소의 공업용수는 보령댐에서 공급받는 것으로 조사되었는바, 공업용수 공급은 없는 것으로 조사되었다.

6.2.4 농업용수

본 과업구간 유역 내에는 현재 수리시설물에 의해 138ha의 농경지가 관개되고 있으며, 유역 내 물수지상 영향을 줄 수 있는 저수지 2개가 있는 것으로 조사되었으며, 유역 내 총 관개면적은 보와 저수지 등에 의하여 농업용수를 해결하고 있으며, 지구별 수원공별 관개면적은 다음 【표 6.2-5】와 같으며, 농업용수 이용현황은 다음 【표 6.2-6】과 같다.

【표 6.2-5】 하천별 수원공별 관개면적

(단위 : ha)

하천명	유역면적 (km ²)	취수보 (개소)	저수지 (개소)	몽리면적 (ha)	비 고
교성천	16.73	-	2	138	

【표 6.2-6】 농업용수 이용현황

(단위 : m³/s)

하천명	구 분 지 구	수 요 량 (m ³ /s)	관개면적 (ha)	년간 사용량 (106m ³ /년)	비 고
교성천	영보지구	-	-	-	
	오포지구	0.1323	63	0.0734	
	교성지구	0.1575	75	0.0874	

주) 수요량 : 단위용수량(0.0021m³/s/ha) × 관개면적(ha)

년간이용량 : 단위용수심(1,165mm) × 관개면적(ha) / 1000000

단위용수심 : 『수자원장기종합계획(Water Vision 2020)p.128』 (2001.7. 건설부)

6.2.5 용수이용현황 총괄

본 과업 유역 내 용수 이용현황을 보면 생활용수는 0.04891 10⁶m³/년을 사용하고 있으며, 농업용수 또한 0.1608 10⁶m³/년의 관개답의 용수를 이용하고 있는 것으로 검토되었으며 결과는 다음 【표 6.2-7】 과 같다.

【표 6.2-7】 용수이용 현황

(단위 : 10⁶m³/년)

하천명	구 분 지 구	생활용수	공업용수	농업용수	계	비고
교성천	영보지구	0.00729	-	-	0.00729	
	오포지구	0.02916	-	0.0734	0.10256	
	교성지구	0.01246	-	0.0874	0.09986	
	계	0.04891	-	0.1608	0.209710	

6.3 용수수요량 예측 및 산정

6.3.1 생활용수

생활용수공급 지역은 급수방식에 따라 급수지역인 상수도 급수대상지역과 미생활용수는 인간의 생활을 구성하는 문명의 발달과 경제적 성장이 계속될수록 소비량은 증가하게 된다.

생활용수는 도시규모, 경제, 상업 및 공장구성, 기상, 물값 등의 다양한 요인에 의해 좌우되며, 이러한 요인들을 고려한 생활용수 수요추정은 각 요인별 자료수집의 어려움, 상관성 분석의 어려움, 장기간의 분석기간 등으로 인해 매우 어렵기 때문에 과거 도시의 물 사용량을 해당년도 인구로 나눈 단위급수량 추이를 분석하여 장래 목표년도의 단위급수량을 산정한 후 장래 인구를 곱하여 생활용수를 추정하게 된다.

생활용수의 수요예측은 상수도 급수지역과 미급수지역으로 나누어 산정하며, 과거와 목표년도의 인구, 상수도보급율, 1일 1인 평균급수량을 바탕으로 필요수량을 산정하고 수자원 수요에 영향을 미치는 기타 급수량, 즉 하수세 부과량 및 기타 지하수 이용량을 조사하여 총 생활용수 수요량을 산정하여야 한다.

- 급수지역 상수도 수요량 = [해당지역의 총인구×급수보급율×단위급수량]
- 미급수지역 수요량 = [해당지역의 총인구×(1-보급율)×간이급수지역 단위급수량]+[기타급수량]

(1) 목표년도별 장래인구 추정

인구증가는 자연적 및 사회적 요인으로 구분할 수 있으며 자연적 요인은 출생률과 사망률의 차이로, 사회적 요인은 전입과 전출의 차이로 나타난다.

인구추정은 이와 같이 자연적 및 사회적 요인을 고려하여 과거 시계열자료를 기준으로 장래인구를 추정하고 여기에 지역별 개발계획 등 인구의 지역간 유동요인을 고려하여 적절한 규모를 산출하게 된다.

급수대상 지역의 장래인구를 추정하기 위한 방법으로는

- (가) 등차급수에 의한 추정방법
- (나) 등비급수에 의한 추정방법
- (다) 회귀분석에 의한 추정방법
- (라) Peggy 함수식에 의한 추정방법

(마) Logistic 함수식에 의한 추정방법 등과 같이 수학적 계산에 의한 추정방법과 Cohort Survival Method등 추정모델을 적용하는 방법, 그리고 타 도시와의 비교방법(Correlation Method), 비례법(Ratio Method)등이 있다.

한편, 향후 인구증가를 위한 어떠한 계획도 수립되어 있지 않으므로 과거 인구추세를 이용하여 유역 내 물수지분석을 위한 지구별 장래인구를 집계하여 다음 【표 6.3-3】에 수록하였다.

【표 6.3-1】

과거 인구 추이

(단위 : 인)

구 분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	연증가율(%)	
									최근5년	최근8년
보령시	122,356	120,889	118,721	116,546	113,720	110,880	109,401	108,639	-1.76	-1.43

주) 『보령시 통계년보(2006.보령시)』

【표 6.3-2】

계획 인구 추정

(단위 : 인)

구 분	2006년	2011년	2016년	2021년	비고
보령시	104,668	100,049	92,351	84,651	

주) 『보령시 통계년보(2006보령시)』

【표 6.3-3】

지구별 장래인구

(단위 : 인)

하천명	구 분	2005년	2006년	2011년	2016년	2021년	비고
	지 구						
교성천	영보지구	127	123	117	108	99	
	오포지구	508	490	468	432	396	
	교성지구	217	210	200	185	170	
계		852	823	785	725	665	

주) 2005년 인구는 『보령시 통계년보(2006.보령시)』에서의 실제 거주인구

(2) 급수보급율 및 단위급수량

급수보급율, 단위급수량 및 침투부하율은 장래 상수도수요량을 추정함에 있어서 신중히 결정되어야 하는 인자이며, 이들은 도시의 특성, 경제, 사회조건에 따라 크게 변화한다. 조사자

료를 토대로 하여 장래 급수보급율 및 1인 1일당 급수량을 추정하기 위하여 『보령시 통계년
보(2006.보령시)』 과 『수자원장기종합계획(Water Vision 2020)』 (2001. 7. 국토해양부)을 비교,
검토한 바 장래 적용 목표 년도별 생활용수 이용량은 『보령시 통계년보(2006.보령시)』 에서
적용한 기준에 따라 급수보급율 및 단위급수량 자료를 적용하여 산정하였다

금회 목표년도별 생활용수 사용량 산정에 사용된 급수보급율 및 단위급수량 결과는 다음
【표 6.3-4】 와 같다.

【표 6.3-4】 급수보급율 및 단위급수량
(단위 : 보급률(%), 단위급수량(ℓ pcd))

구 분			2001년	2006년	2011년	2016년	2021년	비고
급 수 보급율	Water Vision	전국	90.3	93.2	95.0	96.0	97.0	
		충남	63.46	70.59	76.29	81.09	83.62	
단 위 급수량	Water Vision		363 (381)	362 (379)	411 (427)	410 (425)	408 (423)	

주) 『수자원장기종합계획(Water Vision 2020)』 (2001. 7. 국토해양부)
()는 전용공업용수도를 포함한 값임

【표 6.3-4】 급수보급율 및 단위급수량
(단위 : 보급률(%), 단위급수량(ℓ pcd))

하천명	구 분 지 구	급 수 보 급 율(%)				단 위 급 수 량(ℓ pcd)				비고
		2006년	2011년	2016년	2021년	2006년	2011년	2016년	2021년	
교성천	영보	17.3	18.7	19.9	20.5	279	293	308	323	
	오포	17.3	18.7	19.9	20.5	279	293	308	323	
	교성	17.3	18.7	19.9	20.5	279	293	308	323	

(3) 생활용수 수요량

장래추정인구에 급수보급율 및 단위급수량을 곱하여 급수 이용량을 산정하였으며 미급수
이용량은 장래추정인구에 미보급율(1-보급율)을 곱하고 미급수지역 단위급수량을 적용하여 산
정하였다.

6.0 용수수급 계획 수립

상기와 같이 과업 유역의 장래 생활용수 수요량 산정 결과 2006년에는 134m³/일에서 2011년에는 131m³/일, 2016년에는 125m³/일로 점차 감소하는 것으로 검토되었으며 지구별 생활용수 이용량의 결과는 다음 【표 6.3-5】와 같으며, 지구별 생활용수 수요량의 내용은 다음 【표 6.3-6】과 같다.

【표 6.3-5】

지구별 생활용수 이용량

(단위 : m³/일)

하천명	구분 지구	2006년			2011년			2016년			2021년			비고
		급수	미급수	계	급수	미급수	계	급수	미급수	계	급수	미급수	계	
교성천	영보	6	14	20	6	13	19	6	12	19	6	11	17	
	오포	24	56	80	25	53	78	26	48	74	26	44	70	
	교성	10	24	34	11	23	33	11	21	32	11	19	30	
계		40	94	134	42	89	130	43	81	125	43	74	117	

【표 6.3-6】

지구별 생활용수 수요량

(단위:m³/s)

하천명	구분 지구	2006년	2011년	2016년	2021년	비고
교성천	영보	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	
	오포	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	
	교성	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	
계		0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	

주) 수요량 : 1일 총 급수량(m³/일) × 1/86,400

6.3.2 공업용수

본 과업유역은 대부분 하천주변에 농경지가 형성되어 있는 전형적인 농업지역으로 대단위 산업단지 및 농공단지 등 등록된 공장 수는 없는 것으로 조사되었으며, 하류부의 보령 화력발전소의 공업용수는 보령댐에서 공급받는 것으로 조사되었다.

또한, 장래계획에서도 공업용수 수요량은 없는 것으로 판단하였다.

6.3.3 농업용수

농업용수는 물순환 과정에서 물을 자연 그대로 이용하는 특징을 가지고 있으며, 농업고유의 기능 이외에 자연을 보전하며, 논과 밭은 갑작스러운 호우를 저류 또는 정체시킴으로써 홍수를 조절하고 침투된 물을 다시 하천으로 환원되어 생활, 농업용수 등의 공급원으로 사용된다.

농업용수의 수요특성은 이상기온 등의 현상으로 강수량이 매년 다르고 점차 다양해지기 때문에 농업용수를 정확히 산정하는 것은 현실적으로 어렵다.

한편, 농업용수 수요산정은 갈수시 물수지 분석을 검토하는데 목적이 있는바 관계계획을 수립할 경우 계획용수량은 염수면 증발량에 그 지구에서 토질 등을 참작하여 결정한 삼투량을 가하고 이것에 유효우량을 감한 다음 수로손실을 곱하는 방법을 취하는 것이 일반적인 방법이나 본 과업에서의 단위용수량산정은 농업용수의 수요량 추정에 있어서 기준이 되는 최대이수시의 단위용수량으로서 농업진흥청에서 기 발표된 $0.0021\text{m}^3/\text{s}/\text{ha}$ 를 적용하였다.

또한, 용수량 산정시 적용되는 단위용수심은 『수자원장기종합계획』에서 제시하고 있는 목표년도별 수요추정 원단위 【표 6.3-7】을 적용하였다.

농업용수 수요량의 결과는 다음 【표 6.3-8】과 같다.

【표 6.3-7】 목표년도별 농업용수 수요추정 원단위

(단위 : mm)

구 분	2006년	2011년	2016년	2021년	비 고
전국권역	1,176	1,205	1,224	1,241	

주) 『수자원장기종합계획(Water Vision 2020)』(2001. 7. 국토해양부)

【표 6.3-8】 지구별 농업용수 수요량

(단위 : m^3/s)

하천명	구 분	2006년	2011년	2016년	2021년	비고
	지 구					
교성천	영보	0.0051	0.0052	0.0053	0.0053	
	오포	0.0409	0.0420	0.0427	0.0426	
	교성	0.0311	0.0319	0.0325	0.0324	
	계	0.0771	0.0791	0.0805	0.0803	

6.3.4 용수수요 총괄

본 구역의 장래 용수수요량 이용현황 결과는 다음 【표 6.3-9】과 같다.

【표 6.3-9】

장래 용수 수요량

(단위 : m³/s)

년 도	지 구	수 요 량				비고
		생 활	공 업	농 업	계	
2006	영보	0.0002	0.0000	0.0051	0.0053	
	오포	0.0009	0.0000	0.0409	0.0418	
	교성	0.0004	0.0000	0.0311	0.0315	
2011	영보	0.0002	0.0000	0.0052	0.0054	
	오포	0.0009	0.0000	0.0420	0.0429	
	교성	0.0004	0.0000	0.0319	0.0323	
2016	영보	0.0002	0.0000	0.0053	0.0055	
	오포	0.0009	0.0000	0.0427	0.0436	
	교성	0.0004	0.0000	0.0325	0.0329	
2021	영보	0.0002	0.0000	0.0053	0.0055	
	오포	0.0008	0.0000	0.0426	0.0434	
	교성	0.0003	0.0000	0.0324	0.0327	

6.4 물수지 분석

6.4.1 갈수량

자연상태의 하천에서 갈수시에도 흘렀다고 볼 수 있는 평균갈수량은 하천의 건천화 방지 등 자연하천이 갖고 있는 최소한의 기능을 유지하도록 하류에 흐를수 있도록 보장해 주어야 할 유량이다. 즉 하천유량은 어느 개인이 독점할 수 없으며 그 유역 내에 있는 모든 사람이 공유해야 한다. 그러므로 최소한 자연상태 하천에서 갈수기에 흘렀던 유량은 자연이 부여한 혜택으로서 하류에 위치한 사람들도 이용할 권리를 갖고 있다고 할 수 있다. 따라서 수자원 개발 등에 의해 하천유량을 점용하고자 할 때에도 일정한 양만큼은 하류에 흐르도록 보장해 주어야 하며, 어느 누구도 점용할 수 없는 비소비성 유량이다.

갈수량의 산정은 평균갈수량과 기준갈수량을 산정 비교하여 선정하며, 현재 우리나라에서 실무에서 많이 채택하고 있는 평균갈수량과 기준갈수량의 개념은 다음과 같다.

○평균갈수량 : 최근 10~20년간의 년도별 갈수량을 유황분석에 의하여 작성된 유황곡선상의 355일(97.3%)에 해당하는 유량을 평균한 값.

○기준갈수량 : 이수계획의 기준이 되는 갈수량으로 최근 10~20년간의 년도별 갈수량 중 최소 1위 혹은 2위에 해당하는 갈수량을 의미한다.

본 과업유역의 기준갈수량 및 평균갈수량은 유황 분석에서 제시한 구룡수위표 자료에 의한 비유량법을 이용하여 과업종점부에 대하여 평균갈수량 및 기준갈수량을 산정한 결과 내

용은 다음 【표 6.4-1】과 같다.

【표 6.4-1】 **평균 갈수량 및 기준 갈수량** (단위 : m³/s)

지 점	평균갈수량	기준갈수량	비 고
교성천 (과업종점)	0.75	0.23	유역면적: 16.73 km ²

6.4.2 물수지

물수지 분석은 한 유역의 장래 안정된 용수수급을 계획하기 위하여 유역 내에서 발생하는 용수수요의 총량, 용수수요의 분포 및 장래 수요증가량과 공급 기준년도의 자연유하량을 비교 검토함으로써 유역내의 각 본류 및 지류에서의 물과부족을 예측하고, 필요한 경우 용수부족을 채우기 위한 댐 건설의 규모, 시기 및 위치 등을 결정하는 수단이며, 수자원 개발계획을 수립함에 있어 선행되어야 하는 기본 요소이다.

갈수시의 물수지 분석은 유역 내에서 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.

$$(1)식 : [자연유하량] = [실측유량 + 순 물 소모량(생·공 및 농업용수)]$$

$$(2)식 : [순물소모량] = [용수수요량 - 회수수]$$

$$(3)식 : [장래의 물 부족량] = [댐 개발을 고려한 장래의 자연유하량] -$$

$$[장래의 순 물 소모량] - [장래의 유지용수]$$

물 부족은 (2)식 우변이 (-)일 때 발생하고 (+)일 때는 물 부족은 없고 신규 수요량을 부담할 여유가 있는 것이다.

자연유하량이란 하천유역이 전혀 개발되지 않고 인위적인 물 사용이 없는 상태에서의 하천유량을 의미하며 이는 실측유량과 유역 상류에서 생활용수, 공업용수 및 농업용수의 이

용에 따른 순 물 소모량을 더하여 계산한다.

순 물 소모량이란 용수수요량에서 생·공용수 및 농업용수의 회수수를 공제한 값을 말하며, 회수비율은 생활용수, 공업용수 65%, 농업용수는 35%로 하여 물수지분석을 실시하였다

자연유하량의 산정은 위에서 언급한 바와 같이 실측유량에 그 상류부의 순 물 소모량을 가산하여 산정하지만, 본 유역 내에는 유출 및 유황에서 언급한 바와 같이 유량측정 자료가 전무하여 저수지를 제외한 유역면적에 비유량을 산정하여 적용하였으며, 본 과업하천의 과업시점에 대한 기준갈수량은 유황에서 분석한 $0.23\text{m}^3/\text{s}$ 로 정하여 갈수시 자연유하량을 계산하였다.

한편 본 하천유역의 갈수량 산정은 2006년부터 2021년까지 4개년을 계획년도로 산정한 결과 갈수시 물수지가 용수수요를 충족하는 것으로 나타나므로 새로 용수 수급 계획을 세울 필요는 없을 것으로 분석되었다.

상기 산정결과를 이용한 갈수시 물수지 분석 모식도는 현재와 장래인 2006년에서부터 2021년도까지에 대하여 계산 작성하였으며 년도별 각 지구별 물 수지 분석 결과는 다음 【표 6.4-2】 및 【그림 6.4-1】 ~ 【그림 6.4-4】 와 같다.

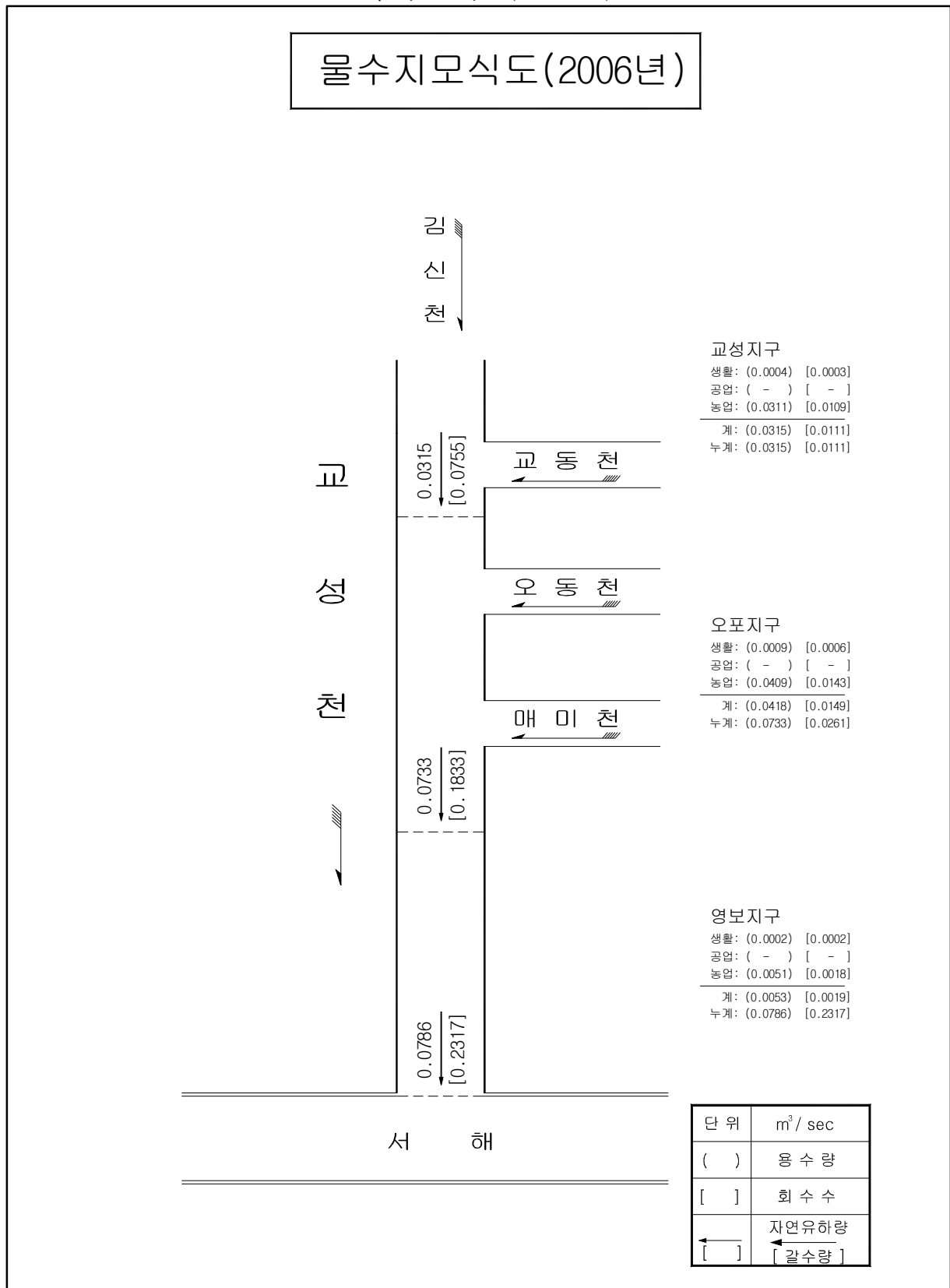
【표 6.4-2】

갈수량과 물수지 분석

(단위 : m^3/s)

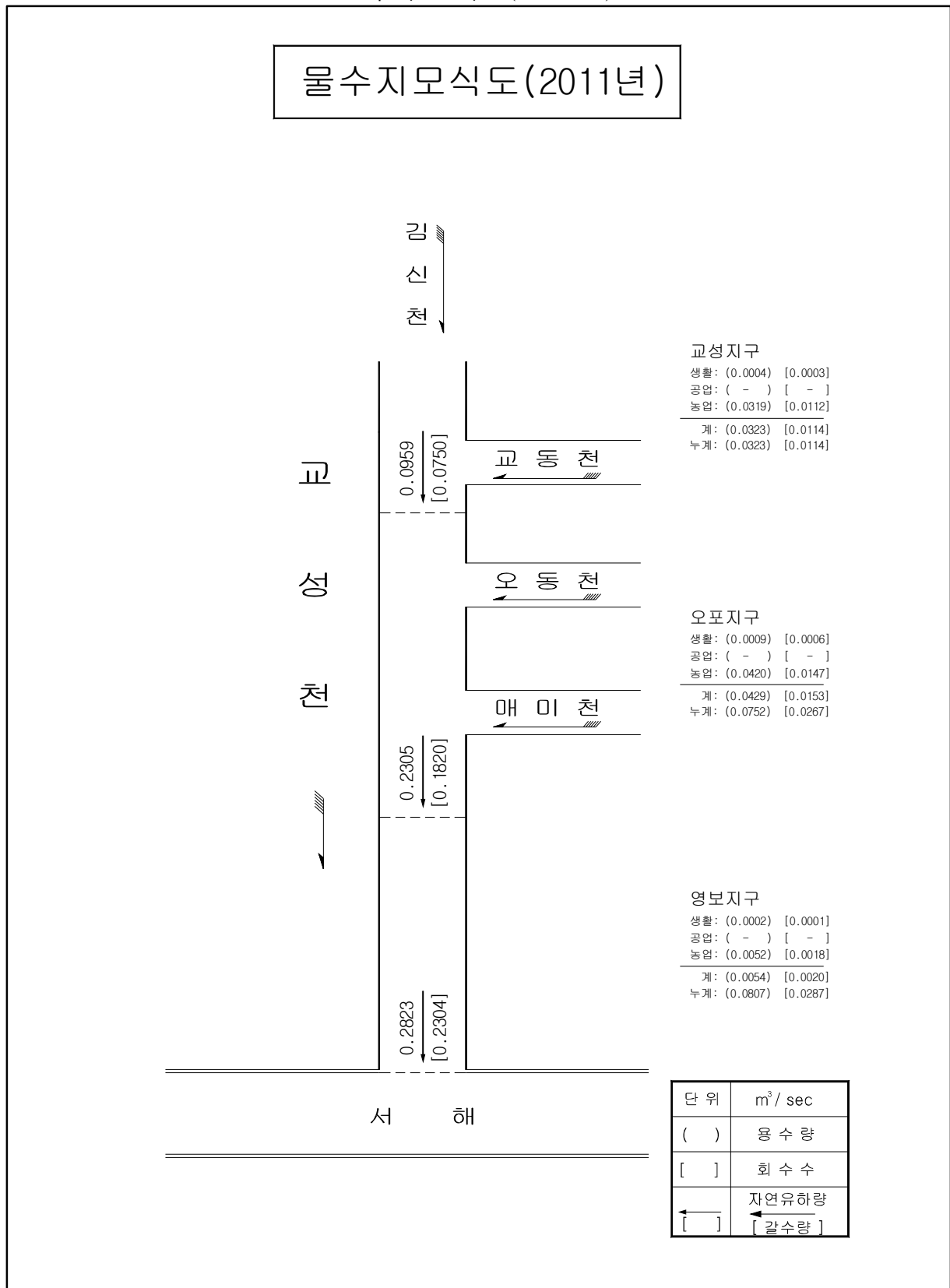
년도	지구	갈수시 자연 유하량	수 요 량					회 수 수					갈수량
			생 활	공 업	농 업	계	누 계	생 활	공 업	농 업	계	누 계	
2006	영보	0.2823	0.0002	0.0000	0.0051	0.0053	0.0786	0.0002	0.0000	0.0018	0.0019	0.0280	0.2317
	오포	0.2305	0.0009	0.0000	0.0409	0.0418	0.0733	0.0006	0.0000	0.0143	0.0149	0.0261	0.1833
	교성	0.0959	0.0004	0.0000	0.0311	0.0315	0.0315	0.0003	0.0000	0.0109	0.0111	0.0111	0.0755
2011	영보	0.2823	0.0002	0.0000	0.0052	0.0054	0.0807	0.0001	0.0000	0.0018	0.0020	0.0287	0.2304
	오포	0.2305	0.0009	0.0000	0.0420	0.0429	0.0752	0.0006	0.0000	0.0147	0.0153	0.0267	0.1820
	교성	0.0959	0.0004	0.0000	0.0319	0.0323	0.0323	0.0003	0.0000	0.0112	0.0114	0.0114	0.0750
2016	영보	0.2823	0.0002	0.0000	0.0053	0.0055	0.0820	0.0001	0.0000	0.0019	0.0020	0.0291	0.2295
	오포	0.2305	0.0009	0.0000	0.0427	0.0436	0.0764	0.0006	0.0000	0.0150	0.0155	0.0271	0.1812
	교성	0.0959	0.0004	0.0000	0.0325	0.0329	0.0329	0.0002	0.0000	0.0114	0.0116	0.0116	0.0746
2021	영보	0.2823	0.0002	0.0000	0.0053	0.0055	0.0817	0.0001	0.0000	0.0018	0.0020	0.0290	0.2297
	오포	0.2305	0.0008	0.0000	0.0426	0.0434	0.0762	0.0005	0.0000	0.0149	0.0154	0.0270	0.1814
	교성	0.0959	0.0003	0.0000	0.0324	0.0327	0.0327	0.0002	0.0000	0.0113	0.0116	0.0116	0.0747

물수지 모식도(2006년)



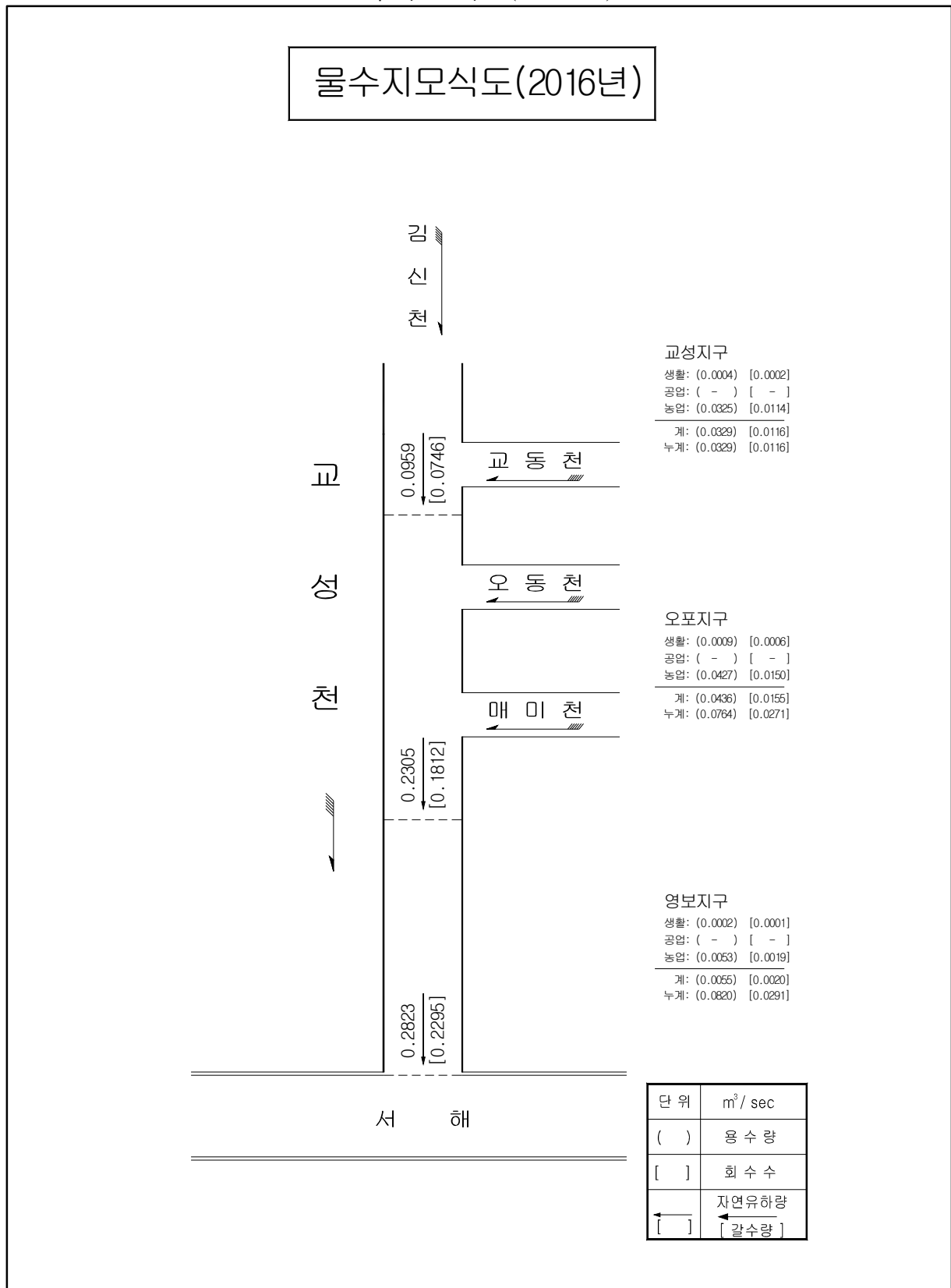
【그림 6.4-1】

물수지 모식도(2011년)



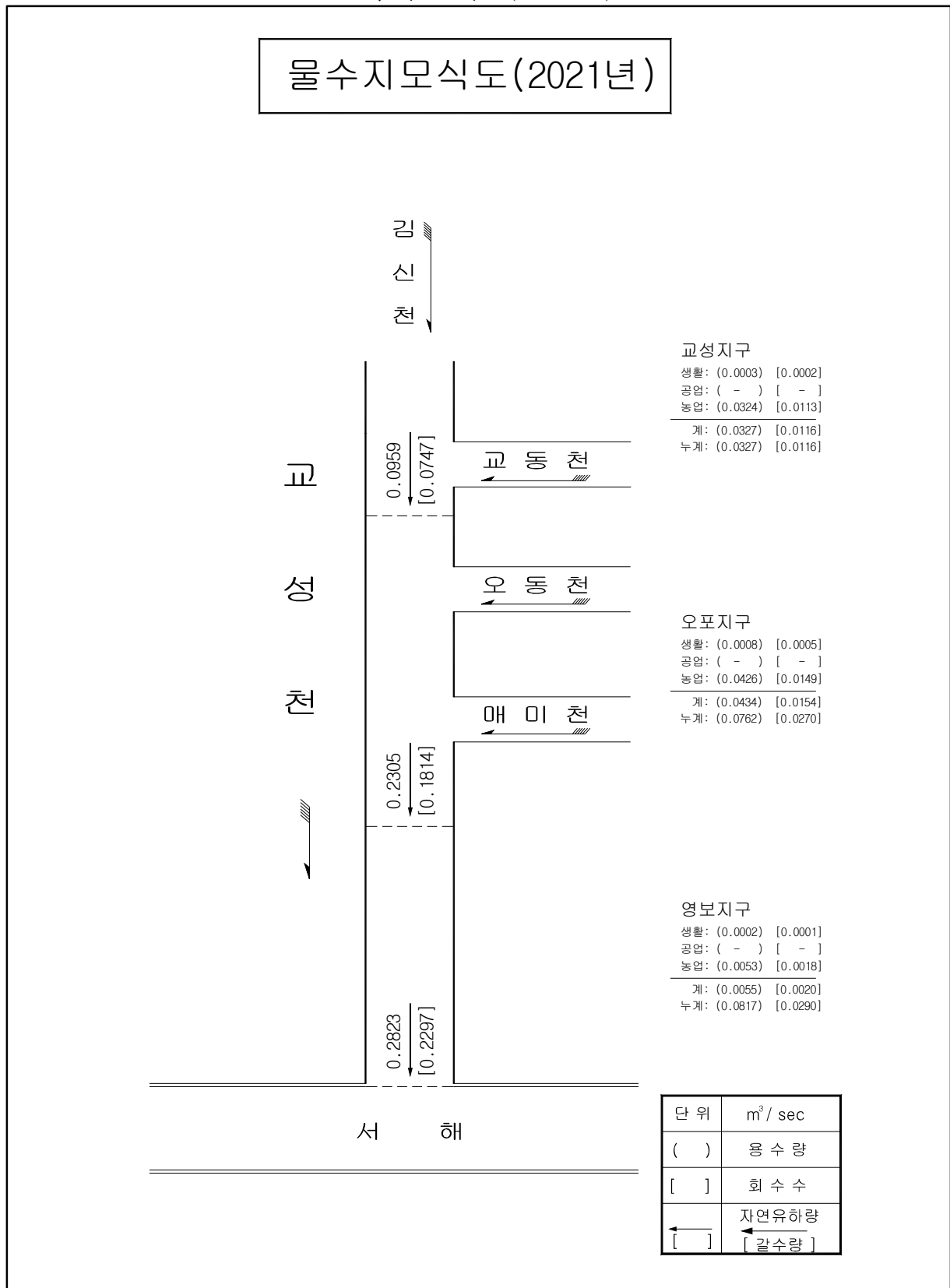
【그림 6.4-2】

물수지 모식도(2016년)



【그림 6.4-3】

물수지 모식도(2021년)



【그림 6.4-4】

7.0 하천의 종합적인 정비방향 설정

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에
관한 기본방향

7.2 바람직한 하천 모습 설정

7.3 홍수처리계획의 기본방향

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본 방향

7.5 하천환경관리에 관한 기본 방향

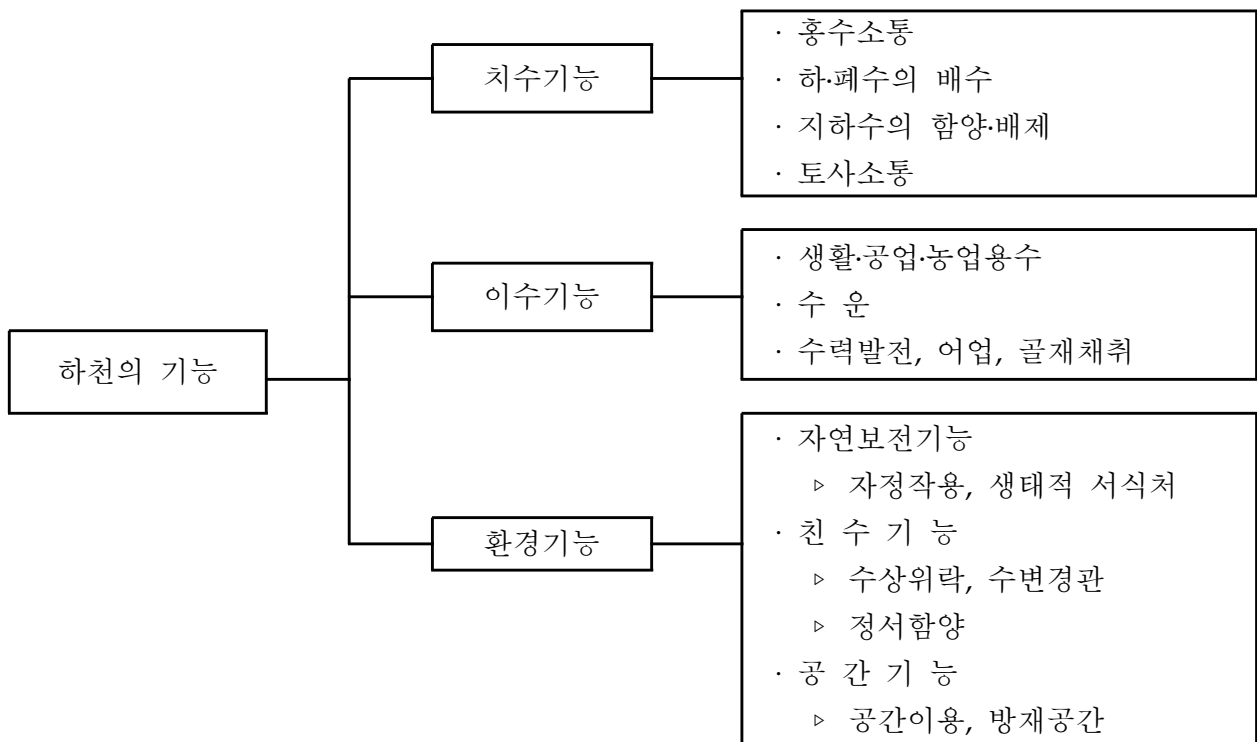
7.0 하천의 종합적인 정비방향 설정

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향은 하천 유역을 이수, 치수 및 환경측면을 서로 연관성 있게 계획하여 유역의 홍수 피해를 경감시키고 유수와 유로의 이용도를 향상시키며, 유역의 수자원개발 및 이용을 위해 각종 관련자료 등을 참고하여 해당하천의 자연조건, 사회조건, 경제적 조건, 기술적 조건 등을 고려하여 과업하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향을 설정하는 것이다.

하천의 기능 및 기능별 고려사항은 【그림 7.1-1】과 같다. 치수기능은 홍수로부터 인명과 재산을 보호하는 기능이고 이수기능은 하천수 이용, 주운, 수력발전, 어업, 골재채취, 여가생활 등의 물을 이용하는 기능이다. 또한, 환경기능은 하천수질의 보전, 자연생태계 보전, 친수공간의 이용 등 하천이 갖는 환경적 기능을 말한다.

하천의 기능별 고려사항



【그림 7.1-1】

본 과업하천에 대한 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향은 자연친화적인 하천이 되도록 치수기능에 주안점을 두어 치수대책을 수립하고 시설물 계획은 친환경적인 공법을 적용하여 하천변의 지형과 조화를 이룰 수 있는 농경지 하천이 되도록 하천관리계획을 수립하였다.

7.1.1 치수 측면

하천을 효율적으로 보전하고 이용의 극대화를 기하기 위해서는 하천의 종합적인 정비 기본계획이 필요하다. 따라서 본 조사에서는 이와 같은 관점에서 종합적인 계획을 구상한 바 우선 치수측면에서 볼 때 다음과 같은 계획을 구상하였다.

홍수방어 및 조절대책으로 채택하고 있는 방안으로서는 상류부에 홍수조절능력을 갖춘 홍수조절댐을 축조하는 안, 유로변경을 계획하는 안, 하천개수 및 하도정비를 계획하는 안을 들 수 있다.

본 과업 하천유역에는 만세저수지, 오포저수지 등 2개의 저수지가 설치되어 있으나 홍수조절효과가 없는 것으로 조사되었다.

따라서 금회 과업에서는 유역으로부터의 홍수유출 전량을 하도가 부담하는 하도 개수 사업을 중심으로 하는 치수계획을 수립하여 홍수소통을 원활하게 하고 홍수로부터 피해를 줄이도록 치수계획을 수립하였으며, 미개수 지구에 대한 하천 개수계획을 수립하고 계획 홍수량 유하시 형성되는 계획 홍수위와 기존 제방고를 비교함과 동시에 사업 효과에 대한 경제성 분석을 실시하여 우선순위에 입각한 단계별 집행을 고려하였다.

7.1.2 이수 측면

교성천 유역에 대하여 각 지구별로 2006년에서 2021년까지의 장래 용수수요전망을 예측하여 해당 년도에 따라 물수지분석을 통하여 기준갈수량과 비교하여 용수수급 전망을 검토하였다. 금회 물수지분석 결과 과업구간은 장래에도 물부족은 없는 것으로 검토되었으며, 유역 내에 큰 물수요가 발생하지 않는다면 현재의 생활, 농업, 공업용수 사용에 따른

물부족 문제는 없을 것으로 사료된다.

다만, 사업시행시 간야·소규모 급수시설, 취수보, 관정, 관로 등의 용수공급 시설물에 대하여 파손되거나 기능을 상실하지 않도록 이설 및 보존·관리 등에 관하여 관련 부서와 협의하여 계획을 수립하도록 해야 할 것이다.

7.1.3 하천 환경 측면

하천환경이란 하천의 물과 그 주변공간으로 구성된 하천의 존재 그 자체로서 인간의 생활환경 형성에 깊이 관련되어 있는 것이라 말할 수 있다. 또한, 치수 및 이수기능 외에 하천환경기능이 매우 중요한 측면으로 평가되고 있으며 하천의 효율적인 이용을 위해서는 하천환경보전 및 개선이 필수 불가결한 문제이다.

따라서 하천환경관리란 치수측면과 이수측면에서의 관리도 포함될 수 있지만 크게 자연보전기능, 공간기능, 그리고 친수기능으로 구분되며 이로 인한 하천경관 등을 배려하는 정비 및 관리측면을 말한다. 본 과업하천들은 대부분 구간이 농경지 및 산간계곡을 이루는 전원하천 및 산지하천으로 생태계, 역사·문화 등이 우수한 지구는 없으며, 자연친화적인 주민이용시설은 없는 것으로 조사되었다. 본 과업하천은 전형적인 전원 및 산지 하천으로 인공적인 시설보다는 일부 거석과 자연소재 등을 이용한 친환경 공법을 적용하여 자연형 하천으로의 복원 및 보전에 하천정비 및 관리방향을 설정하였으며, 하천환경관리는 차후 별도로 세부계획을 수립하여 유지 관리하여야 할 것으로 사료된다.

7.2 바람직한 하천 모습 설정

하천은 홍수 유출을 소통시키는 통로의 기능뿐만 아니라 생물이 살아가는데 필요한 물을 제공하는 서식처의 기능도 가지고 있기 때문에 하천이 제 기능을 수행하도록 하천정비사업이 적절히 이루어져야 하며 치수 위주의 개수 사업으로 훼손된 자연정화 기능의 회복도 또한 중요한 정비 방향으로 대두되고 있는 실정이다.

자연적, 사회적 조건에 따른 유역의 바람직한 하천모습을 설정하고 유역전체에 대한 체계적인 검토를 실시하여 하천공사 시행에 관한 계획이 수립되는 것이 바람직하다. 바람직한 하천의 모습이라 함은 치수, 이수 및 환경을 고려한 하천의 각종 계획들이 일관성을 가

지는 유역계획의 설정이라 할 수 있다.

본 과업에서는 하천현황 조사와 유역특성을 파악한 후, 해당 하천의 특성에 맞는 실행가능성 높은 하천정비방법을 설정하였다.

(1) 친수성증대

(가) 하천을 중심으로 발달해온 도시화로 인하여 하천수의 자정능력을 벗어난 오염수의 유입방지를 위한 홍보를 통한 환경오염 방지

(나) 하천유역 농경지의 유기농화를 통한 하천수질의 보호계획

(다) 금회 과업하천은 산지농경지 하천으로 산지 및 농경지를 관류하고 있으므로 수질보전 계획 수립

(2) 자연생태계 보전

(가) 자연생태계의 보전을 위해 동·식물의 서식처 제공 및 이동통로 계획

(나) 하천으로 방류되고 있는 오염원의 근본적인 차단대책 수립

(다) 지자체에서 시행하고 있는 하천휴식년제와 자연생태계 실태조사 실시

(라) 하천횡단시설물은 수자원보호령 제12조 제2항 규제에 의하여 어도설치계획

(3) 하천시설물 유지, 관리효율성 증대

(가) 현재 과업하천 구간 내 설치되어 있는 하천시설물중 노후화되어 기능이 상실된 시설물은 정기적인 유지보수 계획 수립

(나) 하천제방을 이용한 도로, 제외지에 상·하수시설 관로의 매설등 무분별한 하천공간의 사용 및 이용자제

(4) 기 타

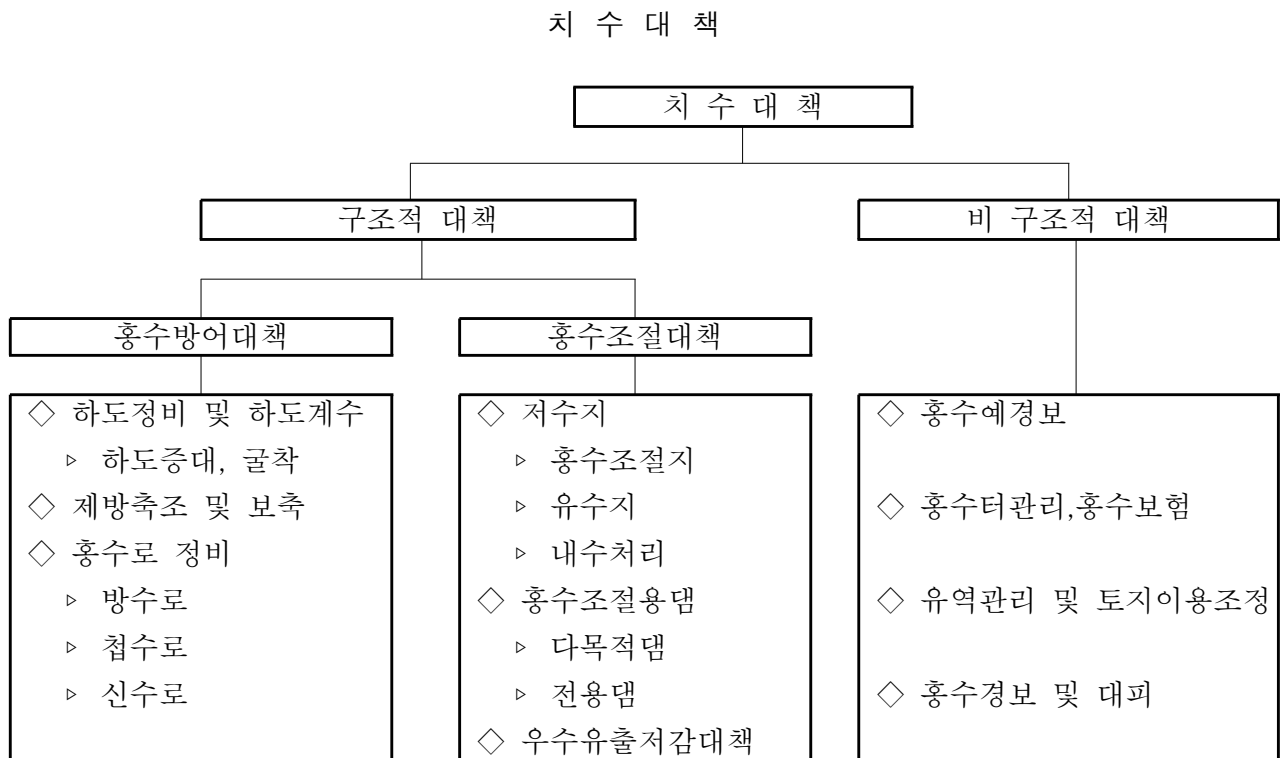
(가) 하천이 범람치 한발(가뭄)은 주민의 직접적인 재산권과 연계되므로 주민의 재산을 보호하기 위하여 적절히 대응할 수 있는 체제 수립

(나) 무분별한 하천의 이용 및 개발을 자제하고 수자원등 하천자원의 효과적인 개발계획 수립

7.3 홍수처리계획의 기본 방향

홍수방어계획은 하천홍수에 의해 발생하는 수해를 방지 또는 경감하기 위하여 어떤 계획기준점에서 계획수립에 기본이 되는 계획홍수량을 설정하고 해당지역을 홍수피해로부터 방어 할 수 있도록 홍수조절 및 방어계획을 수립하고 그 치수대책을 책정하는 것이다.

현재까지 제시된 하도 내에서의 홍수방어와 하도 내를 유하할 홍수량의 조절 등의 방안이 있으며 이러한 치수대책을 도표화하면 【그림 7.3-1】 과 같다.



【그림 7.3-1】

치수측면에서의 홍수처리계획은 과다한 유출로부터 인명 및 재산을 보호키 위하여 각종 구조적 및 비구조적 홍수방어 계획을 수립하는 것으로 유역 상황에 맞도록 기본 방향을 설정해야 한다.

구조적인 대책에는 제방축조, 하도정비, 방수로, 유수지, 홍수조절용 댐 등이 있으며, 비구조적 대책에는 토지이용계획, 홍수예경보, 건물의 내홍수화, 수방조직 효율적 운영 등이 있다.

금회 과업 하천은 홍수 지속시간이 짧고 제내지 농경지가 협소하여 홍수를 저류하기 위

한 공간이 없는 것으로 조사되었으며, 홍수 조절 기능이 있는 저수지나 댐이 없으므로 홍수 유출량 전량을 하도가 부담하는 하천 개수 사업을 중심으로 치수 계획을 수립하여 홍수 소통을 원활하게 하고 홍수로부터 피해를 줄이도록 하였다.

홍수처리계획의 기본방향 설정시 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 확률강우량, 유출계수 등 홍수량 산정인자 및 치수계획 빈도의 적정성을 검토하고 계획홍수 규모
- (2) 획일적인 축제 계획은 경제성 등이 부족할 수 있으므로 해당구역을 보상(주민 이주 포함)하고 천변저류지로 활용하는 방안 등 다양한 대안을 설정하고 이에 대한 장단점을 면밀히 검토하여 최적 대안을 선정
- (3) 홍수량 및 홍수위 증가로 기존제방의 승상이 필요한 경우 획일적인 보축계획의 수립은 향후 보축공사의 시공성, 경제성 등을 감안하여 천변저류지, 홍수조절지, 하도 확폭 방안 등을 우선적으로 검토 반영하여 늘어난 홍수량과 홍수위 처리
- (4) 해당 유역내 신설 배수문은 내수배제가 원활하도록 충분한 통수단면적을 확보토록 계획하고 기존 배수문의 수문 및 수리학적 통수능력을 재검토하여 통수능력이 부족한 시설물에 대해서는 확장 계획 수립
- (5) 과업구간내에 위치한 교량의 홍수소통 지장여부에 관한 문제를 검토하여 시설물에 대한 유지관리 방안을 제시하고 향후 설치될 교량에 대해서는 설계의 기본자료 제공
- (6) 보 및 낙차공에 대해서는 수위 상승을 검토하여 동 시설물로 인해 홍수가 기성제를 월류 또는 파괴 등의 여부를 검토하여 금후에 설치될 시설물에 대하여는 설계의 기본 자료로 제공하였다.

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본 방향

이수적인 측면에서의 기본방향 설정은 수자원의 개발, 이용, 관리, 보전에 대하여 기본적인 계획과 정책방향을 제시하는 것으로서, 갈수시에 하천을 적절하게 관리하기 위하여 해당 유역의 용수공급 계통현황을 검토한 후 용수확보방안의 기본방향을 제시 하기 금회 과업에서는 물수지 분석을 실시하여 용수수급 현황을 파악하였다.

7.5 하천환경관리에 관한 기본 방향

7.5.1 하천 환경 관리의 기본 방향

하천 환경 관리의 기본 방향은 수환경 계획과 공간 환경 계획으로 이루어지며 하천의 환경적인 측면에서 하천 구역에서 실시되는 제반 활동으로 다음과 같은 기본 방향을 설정하고 시행한다.

(1) 하천이 갖는 자연성 유지

하천 본래의 역할 또는 기능이 상실되지 않는 하천 환경 관리를 위해 하천이 갖는 자연성을 최대한 살려야 한다.

(2) 하천 기능(이수, 치수 및 환경)간의 조화

하천 공사를 시행함에 있어 치수 및 이수 기능을 저해하지 않으며 환경 기능과 조화를 이루도록 한다.

(3) 수환경과 하천 공간과의 일체화된 정비 및 유지 관리

하천은 물과 그 주변 공간으로 구성되어 있으므로 지역 주민의 적극적인 활용이 기대될 수 있도록 수환경과 공간 관리를 동일 개념으로 유지관리한다.

(4) 주민과 지역 사회의 요구에 부응하는 하천 환경의 정비

하천 환경은 하천 유역의 토지 이용과 생산 활동 등의 변화와 함께 달라지므로 주민과 지역 여건을 고려한 하천 환경 관리가 이루어지도록 한다.

(5) 하천 환경 관리 계획에 의한 체계적이고 합리적인 정비

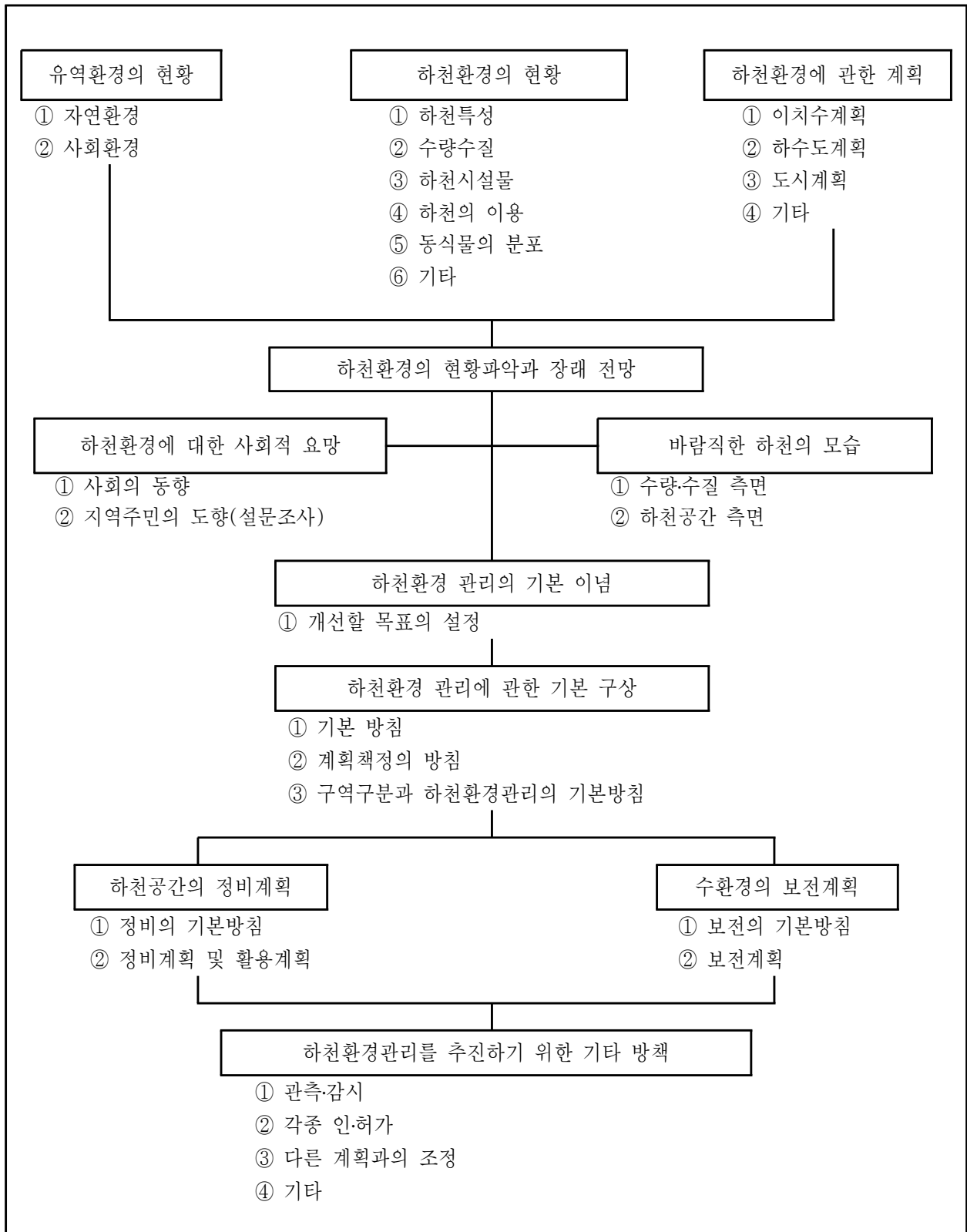
하천 환경의 보전을 위해 체계적이고 합리적인 관리 계획을 수립하여야 한다.

(6) 하천 환경 정비 사업의 적극적인 추진

하천 환경에 대한 의식을 고취시키며 하천이 갖는 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하천 환경 정비 사업을 시행하여야 한다.

한편, 하천 환경 관리 계획의 수립 절차는 【표 7.5-1】와 같다.

【표 7.5-1】 하천환경관리 기본계획수립 흐름도



8.0 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항

8.1 하천의 구역별 관리계획 수립

8.2 하도계획

8.3 하천시설물 계획

8.4 치수경제성 분석

8.0 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항

정비 기본방침을 통한 사업의 실시, 계획 등 본 과업유역에 대한 정비계획을 기능별 구역 구분, 하천의 공간구역 구분, 하천환경 평가기준으로 구분하여 다음과 같이 설정하였다.

8.1. 하천의 구역별 관리계획 수립

8.1.1 구역구분 형태

(1) 기능별 구역 구분

하천은 연속적이며, 선형적인 특성과 그 위치 및 구간에 따라 다양한 특성을 가지고 있는바 정비방향 설정을 위한 하천의 구분은 자연하천, 전원하천, 도시하천으로 구역을 구분할 수 있으며, 하천의 특성을 고려한 정비가 필요하다.

① 자연하천 구역

급류계곡 및 산지하천 등 자연상태가 그대로 유지되는 구역

② 전원하천 구역

유역의 농경지를 이용한 지역주민의 생활이 전개되는 곳으로 하천 생태계와 인간생활과 조화를 이루고 자연경관의 보전 및 향상이 필요한 구역

③ 도시하천 구역

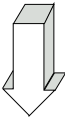
지역의 문화, 역사를 포함하여 인문, 사회적 측면에서 도시하천 경관을 보전하고 하천이 도시지역의 중요한 자연으로서 그 역할이 필요한 구역

(2) 하천의 공간구역 구분

하천의 공간구역 구분은 인공적 요소와 자연적 요소의 비중에 따라 3개 구역으로 구분되며, 하천의 생태계 수리특성 등과 같은 자연적인 특성과 토지이용현황, 인구밀도, 교통 등 사회적인 특성 및 장래 개발계획 등을 고려할 때 하천에서의 공간구역은 다음 **【표 8.1-1】**와 같이 분류된다.

【표 8.1-1】

공간구역 구분 형태

하 천 구 역	공간계	내 용	정 비 방 향
친 수 구 역	인공계 공 간	인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 구역으로 산책로, 생태 공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조성이 중점적으로 필요한 구역	수질, 수량 등 수환경을 개선하고, 하천의 생태기능 저해요인을 최소화하며, 친수 및 경관의 질적 향상을 유도할 수 있도록 친수 공간이 조성될 수 있는 방안 수립
복 원 구 역		직강화, 콘크리트호안, 복개 등 으로 인해 파괴된 생태계, 역 사문화, 경관의 복원 또는 개 선이 중점적으로 필요한 구역	하도지형, 생태환경, 하천경관, 하천문화 등을 예전의 하천 상태를 조사하여 이와 유사하도록 복원 될 수 있도록 복원 방안 수립
보 전 구 역		생태계, 역사·문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지 관리가 중점적으로 필요한 구역	하천의 생태환경, 하천 경관, 하천의 역사 및 문화 등을 보전 및 관리 방안 수립

(3) 하천환경 평가기준

또한, 구역별 하천환경 평가 기준은 다음 【표 8.1-2】 과 같으며, 평가항목 및 가중 점수는 해당 하천의 여건에 따라 합리적으로 조정할 수 있으며 평가기준에 의한 하천의 공간 구역구분을 실시하였다.

【표 8.1-2】 하천환경 평가기준

환경 항목	구 분	기 준	점 수
야 생 성	자연지역 반자연지역 (농경지 포함) 개발지역 (인공호안, 도로, 기타인공화지역)	·녹색자연도에서 1~3등급은 개발지역으로, 4~8 등급은 반자연지역으로, 9~10등급은 자연지역 으로 간주 ·국립공원 / 상수원 보호구간과 특별히 보전 할 필요가 있는 수충 및 수변생태계 서식처의 경우(천연기념물, 희귀종 등) 25점 이상 부여	30 20 10
수 질 (수중생태계 포함)	Ia (BOD 1mg/L이하) Ib (BOD 2mg/L이하) II (BOD 3mg/L이하) III (BOD 5mg/L이하) IV (BOD 8mg/L이하) V (BOD 10mg/L이하) VI (BOD 10mg/L초과)	·최근 3년간 해당하천의 대부분 구간에서 월 평균 수질이 연중으로 기준이하인 경우 (단, 전체 기간중 12개월만 특별히 기준 이상인 경우 기준이하로 고려) 해당 수질등급으로 간주	25 20 15 10 5 1
친수성 (자연 경관 지질 및 지형상특별성, 수변/수상위락 활동 등)	높 음 보 통 낮 음	·자연경관, 지질 및 지형상 특별성, 수변 / 수상 위락활동을 종합적으로 고려하여 판정	20 10 3
물의 흐름	자 연 보 통 인 공	·자연적인 물의 흐름 유지 ·물의 흐름유지, 소규모의 제방, 도로절개지 등, 반인공하천 ·댐, 대규모 제방, 수로준설등 인공하천	10 6 1
기 타 (자연과 지역 사회 관계등 기타 특별히 고려 하여야 할 사항)	있 음 보 통 없 음	·낙동강 하회마을 금강변 공주/부여, 백제 유적지 등 전통적으로 하천과 지역사회와의 관계가 이어져 오는 경우 “있음”으로 간주 (국가문화재) ·전국적으로 잘 알려져 있지 않으나 지역 적으로 알려져 하천과 지역사회 관계가 있는 경우 “보통”으로 간주(지방문화재) ·전혀 없는 경우 “없음”으로 간주	12 ~ 15 1 ~ 11 -
계			16 ~ 100

주) 자료출처 : 한국수자원학회, 2002

【표 8.1-3】 하천환경 평가 점수별 구역구분 기준

구 역	평 가 점 수	비 고
자 연 보 전 구 역	81점 이상	
정 비·자 연 구역	41 ~ 80	
정 비 구 역	40점 이하	

주) 자료출처 : 한국수자원학회, 2002

(4) 과업하천의 공간정비 계획

(가) 하천공간 정비 현황

교성천 과업구간내 하천구역과 하천연안의 기존 공간정비 현황을 살펴보면 하천변이 영보교(NO.24+0.0) 하류부는 도로와 보령화력발전소 회처리장과 도로로 형성되어 있고, 영보교 상류부는 대부분 농경지로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며 하천내 고수부지는 형성되어 있지 않은 것으로 조사되었다. 호안시설물로는 영보교 하류부는 돌붙임, 영보교 상류부는 호안이 설치되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

【표 8.1-4】 하천 및 연안공간 정비 현황

하 천	구역구분		구 간	연장 (m)	현 황	비고
	기능별	공간				
교 성 천	전원 하천	보전 구역	No.0 ~ No.24	2,400	·좌안측 보령화력발전소 위치 ·과업종점부 하류부에 보령화력발전소 외곽배수문 위치 ·전구간으로 호안(돌붙임)이 설치됨 ·보령화력발전소 자체 사업으로 이미 제방과 호안의 정비상태가 양호함 ·복단면의 횡단형으로 고수부지는 형성되어 있음 ·환경기준 I b등급	
	전원 하천	복원 구역	No.24 ~ No.58+59	3,459	·농경지 분포 구간 ·대소사행유로 구간이 존재하는 자연하도 ·하폭이 협소하고 단단면의 횡단형으로 고수부지는 형성되어 있지 않음 ·전구간으로 호안이 설치되어 있지 않음 ·과업시점부로 김신소하천 합류함 ·환경기준 I b등급	

(나) 구간별 구역 설정

금회 조사구간을 하천의 수리적 특성, 주변여건, 자연적 특성, 이용성 등을 고려하여 몇 개의 소 구간으로 나누어 하천평가기준에 따라 하천환경성 평가를 실시하여 구간별 하천공간 구역을 설정하였으며 그 내용은 다음 【표 8.1-5】와 같다

【표 8.1-5】 하천환경성 평가 결과

하천	구 간	구분	야생성	수 질	친수성	물의흐름	기 타	계	평 가
교 성 천	No. 0 ~ No.24	기준	개발지역	Ib	보통	보통	없음	46	보전구역 (정비·자연구역)
		점수	10	20	10	6	-		
	No.24 ~ No.58+59	기준	반자연지역	Ib	보통	보통	없음	56	복원구역 (정비·자연구역)
		점수	20	20	10	6	-		

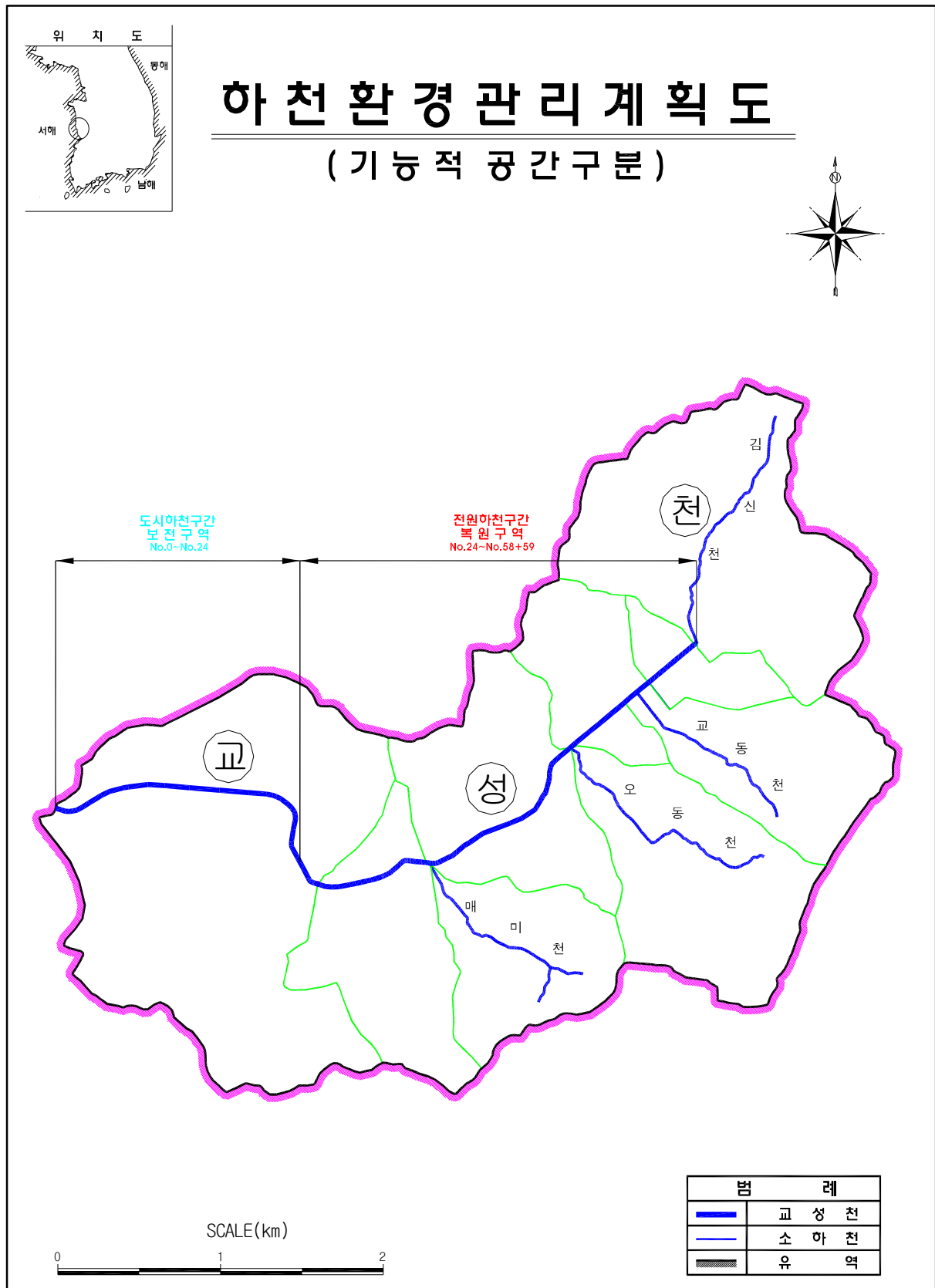
(다) 하천의 공간구간 구분 및 시설계획

수변조사 및 생태계 조사 사항과 상기한 기준에 의거하여 교성천의 과업구간에 대하여 하천공간을 구역으로 구분하여 하천경관을 자연에 가깝게 조성하고 인근 주민의 휴식처가 될 수 있도록 계획하였다.

【표 8.1-6】 공간구간 구분 및 시설계획

하 천	구역구분		구 간	연장 (m)	현 황	비고
	기능별	공간				
교 성 천	도시 하천	보전 구역	No.0 ~ No.24	2,400	·제방과 호안상태가 양호하여 보전할 계획 ·친환경적인 개수계획	
	전원 하천	복원 구역	No.24 ~ No.58+59	1,000	·어류나 수서생물의 이동이 용이토록 어도계획 - 시설보 확장구간 ·친환경적인 개수계획	

하천 환경 관리계획도



【그림 8.1-1】

(5) 공종별 세부적인 정비기법

하천의 구역구분에 의한 종적 공간정비와 유역 수리특성을 고려한 홍수시 통수 단면적 확보 및 하천부지의 정비 등 횡적 공간정비 사업의 합리적인 시행을 위한 각 공종별 세부적인 정비기법은 다음과 같다.

(가) 제방 및 호안

제방 및 호안을 상류에서 발생한 홍수를 안전하게 하류로 소통시키기 위한 치수 목적하에 조성된 구조물로서 홍수시 이들의 붕괴나 국부세굴이 발생하지 않도록 내구성이 보장된 형태와 재질로 구성되어져야 하며, 지금까지 하천 계획시 요구되는 호안은 제내지와 제외지를 차단하게 되면서 획일적이고, 단조로운 형태가 대부분이었다. 치수상의 기능을 보장하면서 제내·외의 다양한 경관을 창출하고, 하천생태계의 다양한 서식환경이 조성될 수 있도록 하기 위해서는 다음 【표 8.1-7】의 사항을 유의하여야 한다.

【표 8.1-7】 제방 및 호안정비

구 분	유 의 사 항
평면계획	·하구부가 아닌 구간에서는 법선을 가급적 직선화하지 않고, 가능한 자연 형태의 법선 형태를 유지할 수 있도록 한다. ·하천 재정비가 필요한 곳에는 원래 하천의 연장과 비슷한 연장이 되도록 평면 하도계획을 수립하되 하천 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 식재도 검토한다.
종단계획	·행정구간 경계하천에서 호안 및 고수부지 형태의 연속성을 유지 할 수 있도록 한다.

(나) 둔 치

자연적으로 형성된 둔치는 주기적으로 침수됨에 따라 다양한 식생이 발달하고 생물의 양호한 서식환경이 된다. 그러나 하도계획에 따른 둔치 정비시는 이와 같은 환경조건 대신 운동장 및 주차장 등 공간활용의 장으로 바뀌는 경우가 많아 단조로운 공간의 조성 및 하천 생태계의 빈곤을 야기시킨다.

따라서 둔치 정비는 다양화를 도모하면서 특히 보존구간에서는 자연생태계를 최대한 보전하고 필요시 재생하는 것을 적극 검토하여야 한다.

본 과업하천 하도구간 내에는 둔치가 없기 때문에 별도의 계획은 수립하지 않았으며, 둔치 정비시 일반적인 유의사항은 다음 【표 8.1-8】와 같다.

【표 8.1-8】

둔 치 정 비

구 분	유 의 사 항
평 면 계 획	·필요시 둔치내에 분류와 물 교환이 이루어지는 습지를 조성하여 하천 생태계 및 식생의 다양한 환경조건을 창출할 수 있도록 한다. ·둔치내 작은 인공개울을 조성하여 어린이들의 친수성 확보는 물론 수변 조류의 휴식장소 마련을 적극 검토한다.
횡 단 계 획	·저수호안과 연계하여 완경사를 유지하도록 하여 횡단적으로 단락이 발생하지 않도록 유의한다.
종 단 계 획	·치수소통에 지장을 초래하지 않은 범위내에서 종단적으로 둔치의 높이를 다양하게 하여 침수빈도를 달리 하도록 계획한다. ·홍수소통 능력을 충분히 검토한 후 둔치내 종단 방향으로 식재기준에 따라 식재한다.

(다) 저수호안 및 비탈면침공

저수호안 및 비탈면침공은 유수에 의한 국부세굴 작용으로부터 하안 및 호안을 보호하기 위한 수로 유지공으로서, 치수 및 이수기능뿐만 아니라 수제부에서의 하천 생태계나 경관에 있어 중요하다. 따라서, 수변의 생태계, 자연경관의 보전과 창출이 가능한 저수로 호안 및 비탈면침공이 되도록 한다.

또한, 치수상 안전하고 자연생태계에 유리하도록 다양한 구조 및 재질을 적용한 기법을 강구한다. 계획시 유의사항은 다음 【표 8.1-9】과 같다.

【표 8.1-9】 저수호안 및 비탈면침공 정비

구 분	유 의 사 항
평 면 계 획	·현 하도의 저수로 법선 형태를 유지하는 차원에서 저수호안 법선은 가급적 적정한 사행이 형성될 수 있도록 강구한다. ·홍수류의 소통에 장애를 초래하지 않는 지수역 및 사수역 부근에서는 어류생태계의 서식환경에 크게 도움이 되는 작은 만의 형태가 되도록 적절한 요철 형상을 검토한다.
횡 단 계 획	·여유있는 홍수소통 단면적인 경우 저수호안도 환경사화를 도모하여 수변식생의 다양화를 창출한다. ·저수로의 사행화에 따른 소의 형성으로 비탈면침공에 안전상 문제를 야기시킬 수 있으므로 저수로의 비탈면침공의 깊이를 충분히 고려한다.
종 단 계 획	·저수로의 하상변화에 충분히 대응할 수 있는 저수로 호안 및 비탈 면침공 계획을 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 단절함으로서 어류의 상·하류의 이동을 저해하게 되므로 하천 주변을 포함한 하천경관이나 하천생태계의 서식환경 및 어류의 이동을 배려하여 시설물을 배치하고 적절한 구조와 재질을 선택한다.

또한, 최근에는 자연성을 이용한 환경사의 전면 낙차공을 설치하여 어도의 기능도 병행토록 하고 있으며, 계획시 유의사항은 다음 【표 8.1-10】와 같다.

【표 8.1-10】

보 및 낙차공 정비

구 분	유 의 사 항
평면계획	·하천횡단 시설물인 고정보나 낙차공은 가급적 횡단 시설물 전체가 어도화 되도록 계획하는 것이 바람직하다. ·횡단 전체 어도의 설치가 곤란한 가동보의 경우에 있어서는 낙차식 등 적절한 어도의 배치 및 구조를 계획한다.
횡단계획	·갈수시에도 일정유량이 유지되도록 하는 구조로 설계하여 어류의 이동이 가능하도록 한다.
종단계획	·유량확보에 도움을 주며, 수분유지기간을 늘려 습지 조성을 활성화 시키는 역할로 계획한다. ·보는 낙차공에 의해 소의 조성이 가능하도록 하고 갈수시에도 어류가 피난할 수 있는 수심이 확보 되도록 계획한다.
재 료	·나무, 거석, 기타 친자연적 재료를 사용하여 다공질 구조를 형성시킴으로서, 어류의 서식체와 수질정화의 기능 및 중도, 여울, 웅덩이의 자연형성을 유도한다.

(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, 저수로 호안 등과의 조합을 종합적으로 고려하여야 하며, 저수로 정비시 유의 사항은 다음 【표 8.1-11】와 같다.

【표 8.1-11】

저수로 정비

구 분	유 의 사 항
평 면 계 획	·현하도의 사행성을 유지하도록 하여 가능한 변화에 풍부한 저수로가 되도록 하고, 각종 시설물의 배치도 저수로 계획과 함께 종합적으로 검토한다.
횡 단 계 획	·여울, 소등의 수심변화를 배려하는 횡단계획이 되도록 한다.
종 단 계 획	·평형하상고를 고려하면서 다양한 수심의 변화가 가능하도록 계획한다. ·여울 및 소의 형성에 있어서는 유사 퇴적 등이 발생하지 않도록 사주의 형성과정을 면밀히 검토한다.

(바) 자연형 호안공법의 분류

양재천, 여의천 등 수심이 얇고 비수충부나 직선구간에 자연석과 말뚝등을 이용한 자연형 호안공법이 시험, 적용되었으며, 본 과업과 관련하여 적용 가능한 호안공법의 분류는 다음

【표 8.1-12】 과 같다.

【표 8.1-12】 자연형 환경 호안공법

호안공법명	특 징	적용범위	사용재료
자연석을 이용한 자연형 호안	·자연석 배치에 따른 다양한 자연경관 창출 ·시공 및 재료의 확보용이 ·수변으로의 접근 용이 ·밀다짐용 사석에 공극이 많아 수생생물의 서식처 제공	·급류부, 준급류부에 적용가능	·암버럭, 잡석, 호박돌, 자갈, 밀다짐용 잡석, 자연석, 갠잡석, 저면매트, 배면매트, 수변식물
돌망태를 이용한 자연형 호안	·세굴 및 침식에 강함 ·돌망태에 의한 호안 보호 기능 증대 ·돌망태에 의한 하상인근에서의 세굴저감효과증대 ·수질정화 효과 기대	·유속이 빠른 급류부에 시공가능 ·수충부, 비수충부에 적용가능	·밀다짐용 사석, 망석, 돌망태, 호박돌, 갠잡석, 암버럭, 저면매트, 배면매트, 갠잡석, 체가름 잡석, 피복토, 앙카매트, 수변식물
나무와가지를 이용한 자연형 호안	·친수적인 수변공간 확보 ·수중생태계 - 추이대 - 육상생태계의 연계성 확보 ·세굴과 침식에 비교적 강함, 수변 접근용이	·수충부, 비수충부에 적용가능 ·급류부, 준급류부에 적용가능	·앙카매트, 피복토, 풀, 나뭇가지, 사석, 수변식물, 배면매트, 체가름 잡석, 갠잡석 나무말뚝, 자연석
나무말뚝과 잡석을 이용한 자연형 호안	·자연적인 울타리 형식으로 동식물의 서식에 도움 ·호박돌과 자갈을 이용한 자연적인 환경공간 창출 ·PC-T형 말뚝으로 인한 공간활용 극대화	·급류부, 준급류부에 적용가능	·양질의 복토, 갠잡석, 나무말뚝, 배면매트, 체가름 잡석, 수변식물, 콘크리트블록, 잔디, 호박돌 및 자갈, PC-T형 말뚝
나무소재를 이용한 자연형 호안	·돌망태에 의한 구조적 안정성 증대 ·나무침상틀과 자연석에의 자연미와 인공미의 조화 ·유속완화 효과 증대 ·세굴 및 침식에 강함 ·수질정화효과 기대	·급류부, 준급류부에 적용가능	·나무침상 틀, 자연석, 배면매트, 밀다짐용사석, 수변식물, 체가름 잡석, 호박돌 및 자갈, 수변식물, 피복토

8.2 하도계획

하도계획은 평면계획, 종단계획, 횡단계획으로 대별되며, 하천 고유의 선형과 공간을 고려하여 사수역, 사행, 안정하도, 자연하도, 하천환경을 보전하는 방향으로 설계해야 하고, 계획홍수량 소통에 근거하여 제시하는 최소화된 저비용 표준단면을 지양하고 계획홍수 이상을 소통·저류시킬 수 있도록 습지, 홍수터 등 하천고유의 저류능력을 보전하는 방향으로 설계해야 한다.

8.2.1 하도계획의 기본 방침

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, 침수로 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, 하도 평면형 설정, 하도횡단형 및 하도종단형 설정, 개수효과 검토 등의 하도계획 수립절차에 따라 수행한다. 하도계획 수립시 검토 및 결정하여야 할 항목은 【표 8.2-1】 과 같다.

【표 8.2-1】 하도계획 수립과 관련된 검토항목

계획 항목	기술적으로 결정할 사항	관련된 사항
계획홍수량	홍수유출해석, 기본홍수량	계획빈도 홍수량
개수구간 설정	댐, 유수지, 방수로의 가능성, 제방법선, 침수로, 저수로법선	개수의 필요성
하도평면형	사주(砂洲)의 종단적 균형	만곡부 및 협착부 처리
하도횡단형	조도계수, 하도단면적 (하폭, 계획하상고, 하도단면형)	과거에 발생한 최고홍수위 제방고 승상, 하도굴착
하도종단형	제내지 지반고, 둔치 활용, 하상변동, 안정하도, 하상다짐, 계획하상고 및 경사 제내 지반고 등	하상재료, 장갑화, 하상경사 (지하수위, 취수)
개수효과 검토	대안의 비교, 재해조사, 하천경제조사 제방의 안정, 계획홍수량	사회경제적 특성 검토

8.2.2 평면계획

하도정비계획은 계획홍수량을 안전하게 흘려보낼 수 있고, 하천이용의 증대와 자연환경의 보전 및 연안지역의 토지이용상황 등을 고려한 하도의 선형과 합류형상 계획을 의미한다. 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 침수로와 같은 신설하천을 건설하는 방안을 결정하여야 한다.

(1) 하도의 노선 선정

- (가) 하천개수가 필요한 하도는 현 하도를 중심으로 노선을 선정하고 홍수소통능력을 고려하여 별도의 방수로나 침수로 등 신설 하천을 건설하는 노선과 비교·검토하여 최적으로 유지 관리할 수 있는 하도를 선정한다.
- (나) 하천개수공사는 현 하천의 지형형성 상태, 토지이용 형태, 용지취득의 어려움, 치수 경제성 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.

(다) 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.

(라) 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 놀독을 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.

(가) 현 하도가 충분한 하폭을 가지고 있는 구간일지라도 일반적으로 사수역에 의한 유수효과를 고려하여 가능한 한 사수역을 포함하는 하폭을 확보하는 것이 바람직하다.

(나) 홍수시 유수방향과 수충위치를 검토하여 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 유하할 수 있게 정한다. 소하천의 경우 극단적인 S자 곡선형을 피하고 전체적으로 평활한 형상으로 한다.

(다) 수충부 위치는 현 상태의 하도, 배후지의 지형 및 지질의 상황, 토지이용 상태 등을 고려하여 정하되 가능하면 수충부가 생기지 않도록 한다.

(라) 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 합류 형상을 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 종단계획

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.
- 각 지점의 유사량이 거의 평형을 이루게 하여 최대한 세굴 및 퇴적현상이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 가능한한 하천환경을 고려한 하도 종단형을 선정한다.

금회 과업하천의 종단계획에 있어서 위의 사항을 참고하고 기존의 하천종단 및 장래 하상변동 예측결과 등을 고려하여 종단계획을 수립하였다.

8.2.4 횡단계획

(1) 횡단형 계획

하도계획시 계획횡단형은 계획홍수량의 소통능력, 하도상황, 농경지나 둔치 및 홍수터와 같은 하천부지 이용계획, 하천환경관리를 위한 하천공간계획, 그리고 유지관리의 난이도 등을 고려하여 결정하되 복단면 또는 복복단면을 원칙으로 한다.

우리나라의 하천은 일반적으로 홍수량은 크고 상대적으로 갈수량은 작아서 하도를 유지하는데 상당한 어려움이 많다. 특히 매년마다 하천에서 흐르는 최소유량과 최대유량의 비, 즉 하상계수가 대단히 크므로 안정된 하도로 설계하기 위해서 복단면 또는 복복단면으로 하는 것이 바람직하다. 그러나 개수하고자 하는 하천이 급류하천 및 평지하천과 같이 넓은 하도 내에 몇 개의 유로가 생성되어 흐름이 발생하고, 이 유로가 소통하는 홍수량에 따라 변동할 경우는 저수로와 홍수터를 명확히 구분하여 설정하는 것이 하도의 유지관리나 하천부지 이용측면에서 곤란한 경우가 많다. 그리고 계획홍수량이 작은 하천에서는 고수부지를 이용할 수 있는 공간이 거의 없으므로 계획횡단형을 단단면으로 하는 것이 일반적이다. 즉, 하도의 횡단계획에서는 단순히 홍수 소통만을 고려하는 것보다는 안정된 하상이 유지될 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요하며, 하천환경을 보전하고 유지하는 입장에서 호안이나 하상유지공 등과 같은 하천시설물에 의해 하상이나 단면형상이 변화될 수 있다는 점을 고려할 필요가 있다.

과업대상 하천인 교성천은 현하폭의 크기가 다양하며, 비교적 계획홍수량이 적어 고수부지를 이용할 수 있는 공간이 거의 없는 것으로 조사되었고 하천의 이용현황 등을 고려해 볼 때 개수지구의 기본횡단형으로 단단면이 적합할 것으로 판단된다.

(2) 계획하폭

하폭의 결정은 계획홍수량, 기왕홍수위, 홍수시 유수의 방향 등을 종합적으로 검토하고, 현상태의 하폭과 하천의 종단경사, 지형 및 지질, 안정하도의 유지, 연안토지이용 상황 등을 감안하여 결정하였다. 또한 현상·하류의 지형특성, 기개수 제방구간의 현하폭 및 법선, 하천구조물 유지관리, 유속, 소류력의 수리특성 등도 고려하였으며, 『하천설계기준 (2005. 한국수자원학회)』에서 제시한 유량규모 및 유역면적에 따른 계획하폭 산정기준, 기 발표된 경험공식 등을 종합적으로 비교·검토하여 계획하폭을 결정하였으며, 산정 결과는 【표 4.2-6】와 같다.

8.3 하천시설물 계획

하천의 현장조사 내용과 각종 검토에서 분석된 결과를 토대로 하천에 설치된 구조물을 하천종단 시설물과 하천횡단 시설물로 구분하여 능력검토 및 설치방향을 설정하였다. 현재 교성천의 경우 체계적인 계획기준 없이 수해복구 개념으로 하천개수가 시행됨에 따라 치수적으로 불안정한 상태에 있어 본 계획에서는 유수의 홍수소통 등 흐름을 안전하게 유지할 수 있도록 계획을 수립하였다.

8.3.1 하천종단 시설물의 능력검토 및 설치방향

교성천에 설치된 하천종단 시설물로는 제방, 호안, 배수구조물이 있으며, 금회 계획에서는 시설물의 현황, 위치 등을 조사하여 평면도에 표시하였고, 하천대장에 현황조서 및 구조물 도면을 작성하였다. 금회 조사된 시설물은 【표 8.3-1】과 같이 제방 10,778m, 호안 4,800m, 배수통관 50개소, 배수통문 5개소, 배수문 5개소 인 것으로 나타났으며, 이들 구조물에 대하여 능력검토를 실시하고, 그 결과를 토대로 시설물의 설치방향을 제시하였다.

【표 8.3-1】 하천종단 시설물 현황

하 천	제방 (m)	호안 (m)	배수 통관 (개소)	배수 통문 (개소)	배수문 /암거 (개소)	낙차공 (개소)	취수보 /통관 (개소)	양/배 /취수장 (개소)	교량 (개소)	비고
교성천	10,778	4,800	50	5	5	9	-	-	9	

(1) 제방 및 호안

금회 과업구간에 설치되어 있는 하천 시설물중 제방, 호안, 배수관 및 배수암거, 교량 등에 대하여 능력검토를 실시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

(가) 제 방

- ① 제방고는 홍수가 월류하여 농경지, 가옥등에 극심한 피해를 초래하는 것을 방지하기 위하여 충분한 높이 이상으로 축조되어야만 하는 것으로 본 과업에서는 금회 채택한 계획 홍수위에 여유고를 가산한 값을 계획제방고로 하여 기존 제방표고와 비교, 검토하였다.

② 제방의 비탈경사는 기초지반의 토질, 홍수시의 침윤선, 비탈면 붕괴나 활동등에 대하여 절대적으로 안정해야 하는 것으로 『하천설계기준』에 의하여 제내·외지 1:3.0이상을 기준으로 기존 제방 비탈경사와 비교·검토를 실시하였다.

③ 제정폭은 침투수에 대한 제체의 안전과 차후 제방의 이용, 중요도 및 토질조건등의 특성을 종합적으로 고려하여 결정하여야 하는 것으로서 본 과업 또한 『하천설계기준』에 의거 홍수규모별 제정폭을 기준으로 검토하였다.

상기 기준 및 금회 산정한 계획홍수위를 고려하여 과업구간내 총 10,778m의 기존제방에 대한 능력을 검토한 결과 더독기가 필요로한 제방은 없는 것으로 검토되었다.

(나) 호 안

일반적으로 소류력은 유수가 운반에 작용하는 마찰력으로서 호안재료의 충분한 중량 및 안정성이 요구되며, 금회 과업에서는 Schoklitch가 발표한 호안재료에 대한 허용소류력 기준을 제방 및 호안 구간에 대해 검토한 결과 교성천의 소류력이 $0.03 \sim 19.11\text{kg/m}^2$ 로 기존호안(석축, 돌망태, 호안블럭, 옹벽)의 허용소류력 이하로 나타났다.

한편 수로내에 소류력 산정을 위해 사용한 계산식과 Schoklitch가 발표한 각종 호안에 대한 허용소류력 및 호안공법별 소류력, 유속에 대한 안정성은 【표 8.3-2】 ~ 【표 8.3-4】와 같다.

$$T = WRI = \frac{W}{C^2} \cdot V^2$$

여기서 T : 소류력 (kg/m^2)

W : 물의 단위중량 (kg/m^3)

R : 경심 (m)

I : 수면경사 혹은 에너지의 경사

V : 평균유속 (m/s)

C : Chezy 유속계수 ($V = C\sqrt{RI}$)

【표 8.3-2】

허 용 소 류 력

(단위 : kg/ m²)

호 안 의 종 류	허 용 소 류 력	비 고
1. 평 때 (張芝)	2.0	
2. 바자(柵工)안의 굽은 자갈	1.0	
3. 바자(柵工)안의 자갈	1.5	
4. 바자(유수에 병행 혹은 비스듬할 때)	5.0	
5. 쇠호안	7.0	
6. 돌붙임 (비탈 1:1, 두께 0.3m)	16.0	
7. 큰 사석(捨石)	24.0	
8. 공적석공(空積石工)	60.0	
9. 콘크리트벽	60.0	
10. 틀 공	150 까지	

주) 자료 : 하천공학 (1973. 운문당), Schoklitch가 발표한 각종 호안에 대한 허용소류력

【표 8.3-3】

소류력에 대한 안전성(하안공법)

공 법 의 종 류	시공직후	시공후 1년	시공후 2년	시공후 3년	비 고
1. 초본류(목초류)	10 N/ m ²	30 N/ m ²	30 N/ m ²	30 N/ m ²	
2. 버드나무가지덮기	50 N/ m ²	150 N/ m ²	300 N/ m ²	300 N/ m ²	
3. 돌붓기 및 버드나무삽목	75 N/ m ²	100 N/ m ²	300 N/ m ²	350 N/ m ²	

주) 자료 : 국내 여건에 맞는 자연형하천공법의 개발 2권(환경부, 건설기술연구원, 1999)

【표 8.3-4】

유속에 대한 안정성(하안공법)

공 법 의 종 류	최고 허용유속(m/s)	비 고
1. 목초류파종	1.8	
2. 모래 및 목초류	3.7	
3. 코아를 및 갈대류	2.0	
4. 무생명의 쇠단	2.5 ~ 3.0	
5. 생명의 쇠단	3.0 ~ 3.5	
6. 버드나무삽목 및 쇠석	3.0 ~ 5.0	

주) 자료 : 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 2권 (환경부, 한국건설기술연구원, 1999)

호안은 제방을 유수의 흐름에 의한 침식, 포락으로부터 보호하기 위하여 시공하는 것으로서 호안의 공법 및 재료의 선택에 있어서 소류력 및 내구성이 검토되어야 하며, 금회 과업 구간내에 설치한 호안시설 및 소류력 현황은 다음 【표 8.3-5】와 같다.

【표 8.3-5】 기존 호안 및 소류력 현황

하 천	구 간 (NO.)	안 별	호안형태	연장 (m)	소류력(kg/m ²)	비 고
교성천	NO.0+0 ~ NO.24+0	좌	돌붙임	2,400	0.03~0.86	
	NO.0+0 ~ NO.24+0	우	돌붙임	2,400	0.03~0.86	
	계			4,800		

(2) 설치방향

금회 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 개수계획지구에 대한 계획을 수립하였다.

- 기성제 중 기성제에 대한 능력검토 결과를 토대로 제방고가 부족한 구간에 대해서는 보축계획을 수립하여 홍수로 인한 제방 월류를 방지할 수 있도록 계획을 수립하였으며, 현 하폭이 부족한 기성제의 경우 토지이용현황, 지역 주민의 의견 등을 감안하여 기존 하폭을 확장하는 확폭계획을 수립하였다.
- 하도내 과도하게 퇴적되어 홍수흐름에 방해가 되는 지구는 하도 준설을 계획하되 하천 생태계 교란을 최소화 하였다.
- 최근의 치수개념이 홍수재해로부터 항구적인 대책을 수립하는 추세이며, 이는 경제적인 논리와 더불어 치수사업에 대한 지역주민의 정서와도 밀접한 관계가 있어 하천의 상황, 수리·수문 조건, 지구현황, 과거홍수피해 상황, 토지이용현황, 지역주민의 의견 등을 종합적으로 고려하여 신설제방 계획 등의 하천개수계획을 수립하였다.

(가) 제방 및 호안 계획

제방 및 호안계획을 수립하기 위해 전구간을 대상으로 조사를 실시한 결과 교성천 구간은 하천 기본계획이 수립되어 있지 않아 주로 수해복구 차원에서 부분적인 정비사업이 실시된 것으로 나타났으며 일부 제방이 유실된 구간은 신규제방을 신설하는 것으로 계획하였으며 응급 복구된 제방 및 호안은 대부분 그 피해가 반복되는 부분이 많으므로 하천정비 계획 차원에서 하도단면의 확보 등 근본적인 예방사업을 수행하여야 하는 것으로 조사되었다.

개수계획은 금회 홍수위 계산결과 하폭부족으로 인하여 수위의 상승 및 유속이 증가하는 지역은 확폭계획을 수립하였으며 기설제방고와 금회 계산된 계획홍수위를 비교한 결과 여유고가 부족한 구간은 증고계획을, 현장조사결과 및 수리특성을 고려하여 무제부 구간 및 호안설치를 필요로 하는 구간은 고수호안 계획을 수립하였다.

과업하천의 시설물 설치계획은 원활한 홍수소통, 안정하도 유지, 하도의 일정수심유지, 쾌적한 환경 조성등이 종합적으로 고려된 증고 단면을 선정하였으며 제방 및 호안계획 지구는 【표 8.3-6】과 같다.

【표 8.3-6】 제방 및 호안계획 지구

하천	지 구 명	안별	위 치	구 간 (No.)	연장 (m)	시설 개요	비 고
교 성 천	오포1지구	좌	보령시 오천면 오포리	No.24+0~No.37+42	1,346	개수, 확폭	
	오포2지구	우	보령시 오천면 오포리	No.24+0~No.37+42	1,352	"	
	오포3지구	좌	보령시 오천면 오포리	No.40+12~No.48+70	845	"	
	오포4지구	우	보령시 오천면 오포리	No.40+12~No.48+70	857	"	
	교성1지구	좌	보령시 오천면 오포리, 교성리	No.48+70~No.58+59	988	"	
	교성2지구	우	보령시 오천면 오포리, 교성리	No.48+70~No.58+59	978	"	
	계		제방계획 6개소, 보축1개소		6,366		

(나) 계획지구의 현황 및 정비계획

① 오포 1지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	교성천
	위 치	보령·시 오천면 오포리
	구 간 (안 별 · 연 장)	No.24+0~No.37+42 (좌안, L=1,346m)
	계 획 홍 수 량 (m^3 / s)	178 ~ 221
	현 하 폭 (m)	6.7 ~ 33.5
	계 획 하 폭 (m)	22.5 ~ 26.5
	계 획 홍 수 위 (E L . m)	3.89 ~ 4.31
	기 설 제 방 고 (E L . m)	0.5 ~ 4.40
현황 및 특징	- 본 지구는 크고 작은 사행유로 구간으로 하도단면은 단단면 형태을 이루고 있으며 금회 산정한 계획홍수량에 의한 현 하폭이 부족한 것으로 조사되어 계획하폭에 따른 확폭이 필요한 구간이다. - 하류부의 영보교(NO.24+0.0)는 신설이 필요하다.	
현황 사진		
토지이용현황	농경지로 이용되고 있음.	
검 토 결 과	- 본 검토구간의 현재 제방이 적정하폭과 제방고를 확보하지 못함에 따라 홍수피해가 발생할 것으로 판단됨. - 국토의 효율적인 이용 및 지역주민의 안정된 영농활동을 고려하여 현 유로를 유지하면서 개수계획을 수립하였음. - 호안은 완경사(1:2.0)호안으로 계획하여 치수안전성을 확보할 수 있고 자연형 복원을 도모할 수 있는 친환경적인 호안공법을 적용하였음. - 오포지구 배수개선사업과 연계해서 계획이 필요함.	

② 오폐 2지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	교성천
	위 치	보령시 오천면 오폐리
	구 간 (안 별 · 연 장)	No.24+0~No.37+42 (우안, L=1,352m)
	계 획 홍 수 량 (m^3 / s)	178 ~ 221
	현 하 폭 (m)	6.7 ~ 33.5
	계 획 하 폭 (m)	22.5 ~ 26.5
	계 획 홍 수 위 (E L . m)	3.89 ~ 4.31
	기 설 제 방 고 (E L . m)	0.70 ~ 4.40
현황 및 특징	- 본 지구는 크고 작은 사행유로 구간으로 하도단면은 단단면 형태를 이루고 있으며 금회 산정한 계획홍수량에 의한 현 하폭이 부족한 것으로 조사되어 계획하폭에 따른 확폭이 필요한 구간이다. - 하류부의 영보교(NO.24+0.0)는 신설이 필요하다.	
현황 사진		
토지이용현황	농경지로 이용되고 있음	
검 토 결 과	- 본 검토구간은 원활한 홍수소통을 위한 통수단면을 확보하지 못함에 따라 홍수피해가 발생할 것으로 판단됨. - 국토의 효율적인 이용 및 지역주민의 안정된 영농활동을 고려하여 현 유로를 유지하면서 개수계획을 수립하였음. - 호안은 완경사(1:2.0)호안으로 계획하여 치수안전성을 확보할 수 있고 자연형 복원을 도모할 수 있는 친환경적인 호안공법을 적용하였음. - 오폐지구 배수개선사업과 연계한 계획이 필요함.	

③ 오폭 3지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	교성천
	위 치	보령시 오천면 오폭리
	구 간 (안 별 · 연 장)	No.40+12~No.48+70 (좌안, L=845m)
	계 획 홍 수 량 (m^3 / s)	109 ~ 178
	현 하 폭 (m)	5.0 ~ 15.7
	계 획 하 폭 (m)	11.5 ~ 16.0
	계 획 홍 수 위 (E L . m)	4.39 ~ 7.04
	기 설 제 방 고 (E L . m)	2.60 ~ 8.29
현황 및 특징	◦본 지구의 하도단면은 단단면 형태를 띄고 있는 구간으로 하폭이 금회 산정된 홍수량을 소통시키기엔 부족한 것으로 조사되어 계획하폭에 따른 확폭이 필요한 구간이다. ◦하류부에 오폭저수지가 접한다.	
현황 사진		
토지이용현황	◦농경지로 이용되고 있음	
검 토 결 과	◦본 검토구간의 현재 제방이 적정하폭과 제방고를 확보하지 못함에 따라 홍수피해가 발생할 것으로 판단됨. ◦국토의 효율적인 이용 및 지역주민의 안정된 영농활동을 고려하여 현 유로를 유지하면서 개수계획을 수립하였음. ◦호안은 완경사(1:2.0)호안으로 계획하여 치수안전성을 확보할 수 있고 자연형 복원을 도모할 수 있는 친환경적인 호안공법을 적용하였음.	

④ 오폐 4지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	교성천
	위 치	보령시 오천면 오폐리
	구 간 (안 별 · 연 장)	No.40+12~No.48+70 (우안, L=857m)
	계 획 홍 수 량 (m^3 / s)	109 ~ 178
	현 하 폭 (m)	5.0 ~ 15.7
	계 획 하 폭 (m)	11.5 ~ 16.0
	계 획 홍 수 위 (E L . m)	4.39 ~ 7.04
	기 설 제 방 고 (E L . m)	3.50 ~ 8.29
현황 및 특징	◦본 지구는 크고 작은 사행유로 구간으로 하도단면은 단단면 형태를 이루고 있으며 금회 산정한 계획홍수량에 의한 현 하폭이 부족한 것으로 조사되어 계획하폭에 따른 확폭이 필요한 구간이다. ◦하류부에 오폐저수지가 접한다.	
현황 사진		
토지이용현황	◦농경지 이용되고 있음.	
검 토 결 과	◦본 검토구간의 현재 제방이 적정하폭과 제방고를 확보하지 못함에 따라 홍수피해가 발생할 것으로 판단됨. ◦국토의 효율적인 이용 및 지역주민의 안정된 영농활동을 고려하여 현 유로를 유지하면서 개수계획을 수립하였음. ◦호안은 완경사(1:2.0)호안으로 계획하여 치수안전성을 확보할 수 있고 자연형 복원을 도모할 수 있는 친환경적인 호안공법을 적용하였음.	

⑤ 교성 1지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	교성천
	위 치	보령시 오천면 오포리, 교성리
	구 간 (안 별 · 연 장)	No.48+70~No.58+59 (좌안, L=988m)
	계 획 홍 수 량 (m^3/s)	65 ~ 109
	현 하 폭 (m)	7.0 ~ 11.5
	계 획 하 폭 (m)	10.5 ~ 11.7
	계 획 홍 수 위 (EL.m)	7.14 ~ 15.0
	기 설 제 방 고 (EL.m)	7.28 ~ 17.0
현황 및 특징	본 지구는 전반적인 직선유로로 하도단면은 단단면 형태를 이루고 있으며 금회 산정한 계획홍수량에 의한 현 하폭이 부족한 것으로 조사되어 계획하폭에 따른 확폭이 필요한 구간이다.	
현황 사진		
토지이용현황	농경지로 이용되고 있음.	
검 토 결 과	본 검토구간의 현재 제방이 적정하폭을 확보하지 못함에 따라 홍수 피해가 발생할 것으로 판단됨. 하천 본래의 기능을 복원하고 치수적으로 안전하며 자연친화적인 계획이 되도록 현 유로를 유지하면서 개수계획을 수립하였음. 호안은 완경사(1:2.0)호안으로 계획하여 치수안전성을 확보할 수 있고 자연형 복원을 도모할 수 있는 친환경적인 호안공법을 적용하였음.	

⑥ 교성 2지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	교성천
	위 치	보령시 오천면 오포리, 교성리
	구 간 (안 별 · 연 장)	No.48+70~No.58+59 (우안, L=978m)
	계 획 홍 수 량 (m^3/s)	65 ~ 109
	현 하 폭 (m)	7.0 ~ 11.5
	계 획 하 폭 (m)	10.5 ~ 11.7
	계 획 홍 수 위 (EL.m)	7.14 ~ 15.0
	기 설 제 방 고 (EL.m)	6.96 ~ 16.98
현황 및 특징	◦본 지구는 전반적인 직선유로로 하도단면은 단단면 형태를 이루고 있으며 금회 산정한 계획홍수량에 의한 현 하폭이 부족한 것으로 조사되어 계획하폭에 따른 확폭이 필요한 구간이다.	
현황 사진	 A photograph showing a river flowing through a rural landscape. A red line is drawn across the river, indicating a proposed expansion or construction area. The river is surrounded by green fields and some buildings in the background.	
토지이용현황	◦농경지로 이용되고 있음.	
검 토 결 과	◦본 검토구간의 현재 제방이 적정하폭을 확보하지 못함에 따라 홍수 피해가 발생할 것으로 판단됨. ◦하천 본래의 기능을 복원하고 치수적으로 안전하며 자연친화적인 계획이 되도록 현 유로를 유지하면서 개수계획을 수립하였음. ◦호안은 완경사(1:2.0)호안으로 계획하여 치수안전성을 확보할 수 있고 자연형 복원을 도모할 수 있는 친환경적인 호안공법을 적용하였음.	

(3) 제방 표준단면

제방 표준단면은 하천의 종류, 축제재료, 토질상황, 제방의 중요도, 타 목적 겸용여부, 홍수의 지속기간 등 여러가지 요소를 고려하고 침윤 및 활동, 홍수 월류량에 대해서도 안전하도록 결정하여야 한다. 제방의 제정 폭, 여유고, 비탈경사, 소단(턱)에 대하여 검토한 내용은 다음과 같다.

(가) 제방의 구조

하천제방은 특수한 경우를 제외하고는 거의 대부분이 토제로 축조되나, 밀집 주거지를 관류하는 경우 등은 시가지 기능과 아울러 제방용지 구획의 난이도, 하천환경보전측면, 타목적 겸용(강변도로), 경제성 등에 대해서도 충분히 검토하여 특수제인 옹벽공 축조 등도 고려해서 제방의 구조를 선택하여야 할 것이다. 본 과업에서는 제내지의 특성에 따라 구간 별로 토제 및 특수제로 계획하였다.

(나) 제정폭(둑마루폭)

제방의 제정폭은 제체의 안정과 차후 그 제방의 이용, 중요도 등에 의하여 정해지며 또한 제정폭은 제방면에 미치는 영향이 크므로 충분한 검토를 행하여야 한다. 『하천설계기준 (2005, 설계편, page 335)』에 의하면 제정폭의 설계기준은 【표 8.3-7】에 나타난 바와 같으며 이를 기준으로 계획하였다.

【표 8.3-7】 제 정 (둑 마 루) 폭

계 획 홍 수 량 (m^3/s)	제 정 폭 (m)
200 미만	4.0 이상
200 이상 ~ 5,000 미만	5.0 이상
5,000 이상 ~ 10,000 미만	6.0 이상
10,000 이상	7.0 이상

주) 자료출처 (2005, 하천설계기준, p.335)]

상기 【표 8.3-7】에 의한 제정폭은 표준으로 취한 값으로 차후 사업시행시 제방 이용목적, 개수지구의 특성에 따라 적절한 고려가 있어야 한다.

(다) 제방 여유고

제방 여유고는 기본적으로 계획홍수위 상태에서 홍수가 제방을 월류하지 않도록 두는 여유로서 홍수시 홍수위와 풍랑, 도수 등에 의하여 발생하는 일반적인 수위상승, 홍수 등의 재해대책 작업을 실시할 경우의 안전, 하상변동으로 인한 수위상승 등 여러 가지 요소를 포함하는 것으로 제방안전과 직결되는 사항이다.

따라서 여유고는 개개의 하천구간에 따라 정하여야 하는 것으로 금회 과업에서는 ‘하천설계기준’ 상에 정한 기준에 적합하도록 계획하였으며 ‘하천설계기준’에 제시된 유량 규모별 제방여유고는 다음의 【표 8.3-8】과 같다.

【표 8.3-8】 계 획 홍 수 량 별 여 유 고

계 획 홍 수 량 (m^3/s)	여유고 (m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

주) 자료출처 : (2005, 하천설계기준, p.333)

(라) 제방비탈경사

제방비탈경사는 기초지반의 토질, 제방의 활동, 고수시 침윤선 등에 대하여 절대로 안전해야 한다. 우리나라에서는 일반 소규모의 제방 등에서는 1:1.5의 경사를 유지하고 있는 것들이 있지만 활동이나 비탈면 붕괴 등의 현상이 많이 발생하므로 토사로 제방을 축조할 경우 최소 1:3.0 이상의 값을 취하는 것이 좋다.

그러나 본 계획에서는 각 하천경관, 홍수소통 및 현제방의 비탈경사, 치수경제성 및 호안상태를 감안하여 제내외 1:2.0 이상으로 계획하였다.

그러나 이는 표준으로 취한 값이므로 사업시행시는 개수지구의 특징, 축제재료 및 방법, 호안의 종류, 지반의 지질상태에 따라 합리적인 결정을 해야한다.

(마) 소 단(턱)

제방법면의 결괴붕락과 누수를 방지하고 기초의 안정과 수방작업을 위하여 통로로 설치하는 것으로서 최소 1차선 정도는 확보하도록 하여야 한다. 계획홍수위가 지반상 4~6m 이상되는 경우에는 제외지의 법면과 안전을 위하여 제외지에 소단을 만들기도 하며 제내지의 소단은 홍수위, 제내지반고, 제방성토질 및 침윤선 등을 고려하여 수방활동상 편리한 3~4m 정도로 하며 소단설치는 일반적으로 독마루에서 2~5m 직하에 둔다.

그러나 제방의 소단은 제체내 우수침투 및 제초 등의 유지관리측면 등에서 소단을 제거한 하나의 완만한 비탈면을 갖는 제방이 더욱 유리한 것으로 나타나고 있으며 제체의 안전성에도 유리하다. 『하천설계기준(2005, 설계편, page338)』에 의하면 소단설치가 특별히 필요한 경우를 제외하고는 원칙적으로 제방은 하나의 완경사를 이루도록 하는 것을 원칙으로 한다.

금회 계획대상 하천의 하도단면은 거의 대부분이 단단면의 형태로 지형적으로 소단을 설치하는 것이 곤란하기 때문에 별도의 소단설치계획은 수립하지 않았다.

(바) 호 안

호안은 유수로부터 제방 또는 저수로의 비탈면 및 비탈끝을 보호하기 위한 하천구조물로 고수호안과 저수호안으로 대별되며 고수호안은 고수부지가 있는 하도의 경우에 고수부지의 높이 또는 제방 전면에 설치하는 제방호안 등을 말하며 저수호안은 고수부지를 보호하기 위해 저수로 부분에 설치하는 것을 말한다.

본 과업에서의 호안고는 기존 제방의 호안고와 하상경사, 토질에 따라 결정하였으며 하천설계기준에서 제시한 에너지 경사에 따른 호안고를 참조【표 8.3-9】하였다.

【표 8.3-9】 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준

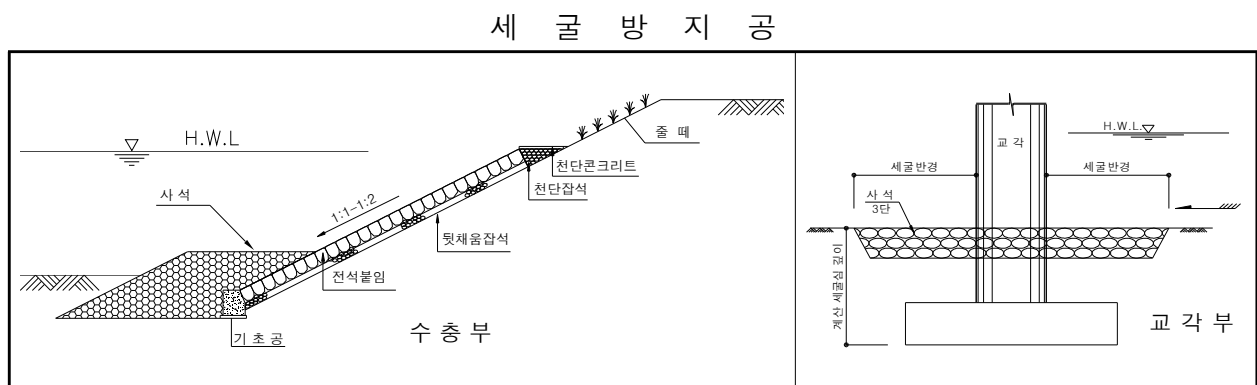
수 면 경 사	비탈덮기의 수직높이	
	비 수 충 부	수 충 부
1/5,000 ~ 1/2,500	0.35H	H
1/2,500 ~ 1/1,500	0.45H	H
1/1,500 ~ 1/600	0.60H	H
1/400 이상	H	H
1/200 이상	독마루 높이	독마루 높이

주) H는 계획하상고에서 계획홍수위까지의 높이임.

자료 : 「하천시설기준(1993.12)」 p.863

일반적으로 호안공은 사업의 규모와 경제성, 당해 지구의 특성, 과거의 실례와 경험, 시공성, 내구성, 재료구득의 용이성 등을 고려하여 돌망태, 콘크리트 블록 붙임, 석축 등을 주로 시공하였으나 근년에 환경 및 생태계 보전측면에서의 호안에 대한 관심이 증대되고 있는 추세임을 감안하여 경제성측면에서는 다소 불리하더라도 금회 과업구간에서는 생태계 및 하천고유의 매력유지, 농경지하천 특성 등을 고려하여 구간별로 자연석 및 전석을 채택하였으며 부득이한 경우 기존의 호안공을 채택하였다. 또한, 계획구간의 수리특성, 환경적 측면, 치수적 측면, 허용소류력 등을 고려하여 호안을 선정하였으며 재료의 구득, 현지여건상 공법적용의 불합리, 시공성 등의 문제가 있을 경우 다른 공법의 사용도 가능할 것이다.

본 과업에서는 수충부의 세굴로 인한 고수호안 유실 및 하상세굴을 방지하기 위해 호안 전면에 사석부설을 계획하였다. 또한, 기존 교량을 증설하거나 개수할 경우 지질여건을 고려하여 하천설계기준에서 제시한 세굴심 산정방법에 의해 세굴심을 산정하고 아래 그림과 같이 반드시 사석보호공을 설치하여야 한다.



【그림 8.3-1】

(사) 제방 표준 단면

상기에서 검토한 내용과 현재 제방의 이용상황, 개수지구의 특성 등을 고려하여 각 구간별 표준단면 및 호안의 종류를 제시하였으며 차후 사업시행시 개수지구의 특성, 축제재료 및 방법, 호안의 종류, 재료구득의 용이성, 지반의 지질상태 등에 따라 통수단면에 문제가 없는 범위내에서 적절히 조정해야 할 것이다.

금회 적용할 표준단면은 【표 8.3-10】 와 같고 표준단면도는 【그림 8.3-2】 와 같다.

【표 8.3-10】

표준단면 (제방 및 보축)

하천	지 구 명	안별	구 간 (No.)	천단폭 (m)	사면 경사	여유고 (m)	유속 (m/s)	소류력 (kg/m ²)	호안형식		비고
									Type	연장 (m)	
교 성 천	오포1지구	좌	No.24+0 ~ No.37+42	4.0~5.0	1:2.0	0.6~0.8	0.65~1.29	0.30~1.31	A : 수충부 D : 일반부	1,346	개수, 확폭
	오포2지구	우	No.24+0 ~ No.37+42	4.0~5.0	1:2.0	0.6~0.8	0.65~1.29	0.30~1.31	A : 수충부 D : 일반부	1,352	"
	오포3지구	좌	No.40+12 ~ No.48+70	4.0	1:2.0	0.6	1.29~3.94	1.74~15.72	A, C	845	"
	오포4지구	우	No.40+12 ~ No.48+70	4.0	1:2.0	0.6	1.29~3.94	1.74~15.72	A, C	857	"
	교성1지구	좌	No.48+70 ~ No.58+59	4.0	1:2.0	0.6	0.91~3.87	0.87~19.11	B, C	988	"
	교성2지구	우	No.48+70 ~ No.58+59	4.0	1:2.0	0.6	0.91~3.87	0.87~19.11	B, C	978	"
	계		제방계획 6개소, 보축1개소							6,366	

금회 과업에서는 『자연형 하천공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ) (행정자치부·국립방재연구소, 2002. 5)』에서 제시된 설계유속에 따른 호안공법 및 자연형 호안 공법별 적용지표에 따라 유속, 소류력, 유선, 하상경사, 생태 및 환경 등 수리학적·생태학적 측면 등을 감안하여 호안공법을 적용하였으며 그 내용은 다음 【표 8.3-11】과 같다.

금회 제시한 각 공법들에 대한 지표는 사용실적 및 모니터링 자료 등의 부족으로 아직까지 제시되어 있지 않으므로 구간별로 다양한 호안공법을 적용하여 향후 지속적인 유지관리와 모니터링 등을 통하여 하천에 적합한 호안공법의 적용지표를 제시하고 활용하여야 할 것이다.

한편, 호안기초부는 실시단계에서 소류력 및 현지여건을 고려해 밀다짐공 등의 보강방법을 고려해야 할 것이며(『하천설계기준. 2005』, p.371, 24.5 밀다짐) 수충부 등 제방 안전 확보가 필요한 구간에 대해서는 실시설계 단계에서 면밀히 검토하여 독마루까지 호안을 연장 설치하여야 한다.

【표 8.3-11】 설계유속에 따른 호안공법

공 법	설계유속 (m/s)						적 용 조 건
	2	3	4	5	6	7	
평 때	■						· 평수위에는 침수되지 않고, 확실하게 활착하기 까지 유수에 잠기지 않는 부분에 적용 · 평수위이하에는 모듬돌, 나무울타리, 바구니계 밀다짐공을 조합하여 사용
지오텍스타일	■	■					· 복토를 행하여 때의 확실한 활착을 도모 · 연결부대책(상하류단, 제각부, 호안머리부)을 확실하게 수행
블 록 매 트	■	■	■				· 자갈이 많은 하천 및 수충부에는 채택하지 않음 · 연결부대책(상하류단, 제각부, 호안머리부)을 확실하게 수행
통나무격자	■	■	■				· 간벌재가 있는 경우, 이를 활용함
شط가지 비탈방틀공	■	■	■				· 호박돌이 적은 하천에 적용
나무말뚝 울타리공	■	■	■				· 호박돌이 적은 하천에 적용 · 간벌재가 있는 경우, 이를 활용함
식생망대(롤형)	■	■	■	■			· 연결부대책을 확실하게 수행 · 식생의 조기복구를 위해 충진재는 현지발생 표토를 이용
바구니매트(평갈기)	■	■	■	■			· 강한 산성 또는 염분농도가 높은 장소, 사람머리크기의 호박돌이 있는 경우에는 적용하지 않음
연결블록+사석 환경형연결블록+사석	■	■	■	■			· 연결부대책(상하류단, 제각부, 호안머리부)을 확실하게 수행 · 연결체로 강선을 사용하는 경우, 강한 산성 또는 염분농도가 높은 장소에는 적용하지 않음
자연석(메붙임)	■	■	■	■			· 메붙임 호안높이는 3m 이내에 적용
자연석(찰붙임)	■	■	■	■	■		· 찰붙임은 높이 5m 이내에 적용 · 해당 하천에 자연석이 있는 경우 이를 활용
환경보전형블록	■	■	■	■	■		· 환경측면의 평가 및 경제성의 검토가 필요함
콘크리트블록갈기	■	■	■	■	■	■	· 다른 호안공법이 사용될 수 없는 경우 호안높이 5m 이내에 적용

자료) 자연형 하천공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ) (행정자치부·국립방재연구소, 2002. 5)

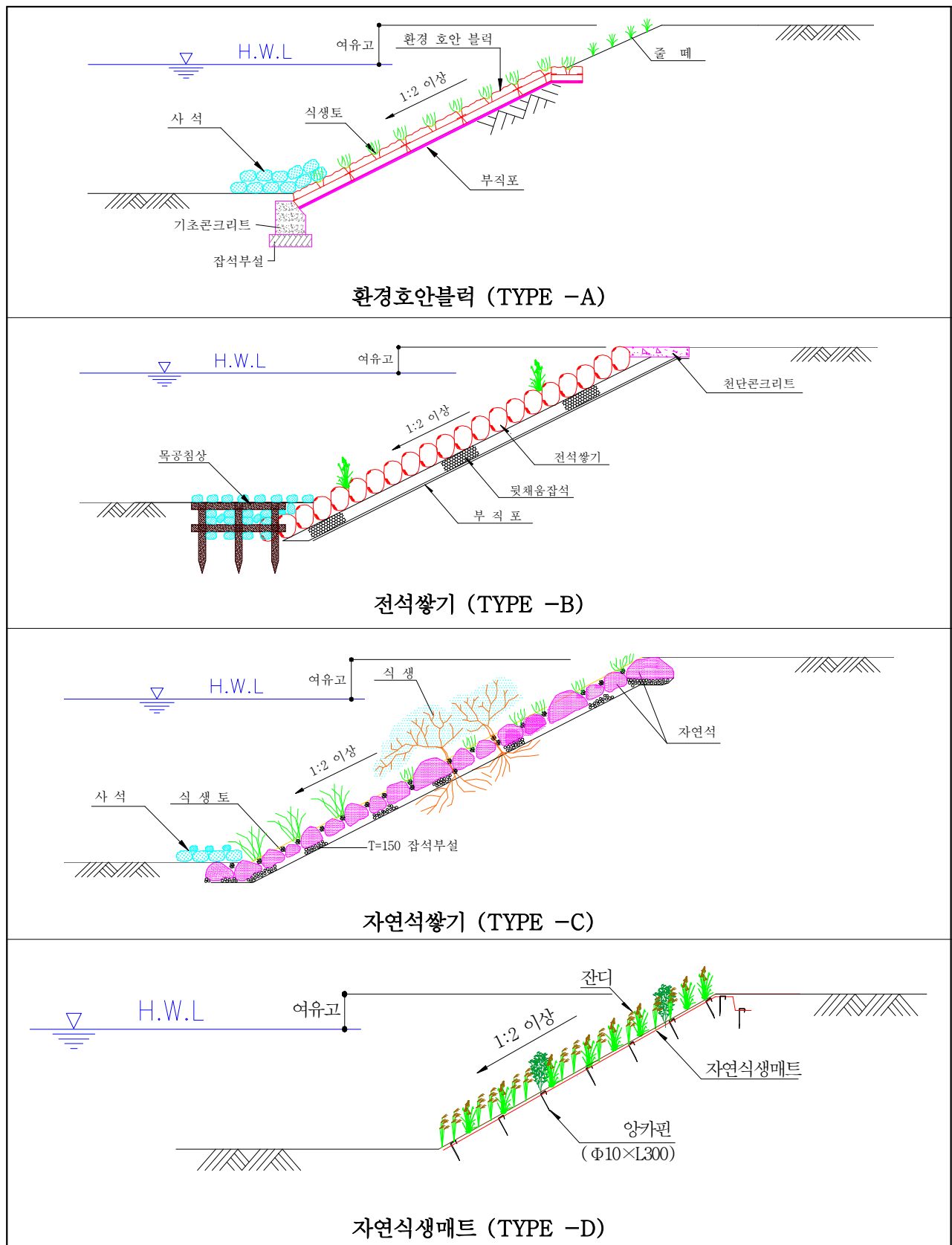
참조) ■ 적용가능 범위

■ 기본적으로 사용하지 않음 (다른 호안공법으로 시공할 수 없는 경우에 사용)

주) ① 표의 적용범위는 시공실적 등으로부터 구한 지표임. 따라서 시설의 피해현황 등에 따라서는 그 피해원인의 대책을 강구하여 표의 범위의에도 시설공법이 적용 가능한 경우가 있음.

② 표에 관계없이 설계유속에 적용할 수 있는 합리적인 공법은 적극적으로 채용하는 것이 좋음.

제방 표준단면도



주) 수충부 구간에 호안 설치시 독마루까지 호안을 연장, 설치하여야 함.

【그림 8.3-2】

8.3.2 배수시설

(1) 배수시설물

(가) 검토기준

본 조사구역내의 기존 배수시설물(배수문, 배수관)의 통수단면적과 금회 산정 한 소요 통수단면을 비교하여 통수단면의 과부족 여부를 판단하였으며 아래의 공식을 이용하여 배수시설물의 능력을 검토하였다.

배수구조물 능력검토에 필요한 배수유역은 국립지리원의 지형도(1/5,000, 1/25,000)및 금회 실시한 측량성과를 토대로 작성된 1:1,200 현황도를 이용하여 배수유역을 구분하고 현지조사를 통하여 보완 결정하였다.

유출율은 유출에 미치는 영향인자를 대별하여 농경지 0.60~0.70, 임야 0.75, 주거지역 0.70, 기타 0.80으로 유출계수를 적용하였다.

$$\text{농경지 배수지역} : a = \frac{0.2778 \times C \times A \times R_6}{V}$$

$$\text{도시지역 및 산지} : a = \frac{0.2778 \times C \times A \times R_1}{V}$$

여기서, a : 통수단면적(m^2)

R_1 : 금회 산정된 지체시간 1시간 확률강우량 (mm/1hr)
(채택 빈도 : 80 년)

R_6 : 금회 산정된 지체시간 6시간 확률강우량 (mm/6hr)
(채택 빈도 : 80 년)

C : 유출계수

A : 각 지구별 집수(유역) 면적 (km^2)

V : 농경지 배수지역 2.0m/s
도시지역 및 산지지역 2.0~3.0m/s
(*실무자를 위한 수자원공학. 최석범 p.612~613)

(나) 검토결과

금회 과업구간 내 기존배수시설물(배수관, 배수문)에 대하여 배제속도를 2.0~2.5m/s로 결정하여 검토하였다.

배수시설물의 요 증설 규모는 가급적 『하천 구조물표준도』를 활용하되, 장래 사업시행을 고려하여 기존 시설물의 규모를 검토하였다.

이상과 같이 배수시설물의 능력검토 및 계획지구내 배수시설에 대하여 14개소에 대하여 증설 및 철거 후 재가설이 요구되는 것으로 나타났다.

한편, 기존배수 시설물 능력검토에서 800mm 이하의 구조물들은 차후 공사 시행시 유지 보수 및 생태통로 역할 등을 고려하여 800mm 이상으로 교체하는 것이 바람직하다고 판단되며, 요 증설 단면에 대하여는 차후 사업 시행시 해당 지역의 여건에 맞는 배제시간, 배제 유속 등의 재결정이 요망된다.

각 배수시설물에 대한 배수능력 검토 결과는 다음 【표 8.3-12】와 같다.

【표 8.3-12】

기존배수시설물 능력검토

번호	측점 (No.)	안 별	구 조 물 명	제원 B(m)×H(m)×@ ø(mm)	집수 면적 (km ²)	확 률 강우량 (mm/hr)	유출 계수 (C)	배제량 (m ³ /s)	유속 (m/s)	단면검토(m ²)		단면 검토	비 고
										소요 단면	현 단면		
1	5+69	좌	교성제1배수통관	1200×3	0.446	39.5	0.70	3.43	2.0	2.06	3.39	충분	
2	5+82	좌	교성제2배수통관	1000	0.108	39.5	0.70	0.83	2.0	0.50	0.79	"	
3	6+15	좌	교성제3배수통관	500	0.007	39.5	0.70	0.05	2.0	0.03	0.20	"	
4	8+12	우	교성제1배수통문	2.0*1.6	0.084	101.4	0.75	1.77	2.5	0.85	3.20	"	
5	8+60	우	교성제4배수통관	800	0.003	39.5	0.70	0.02	2.0	0.01	0.50	"	
6	9+53	우	교성제5배수통관	800	0.077	39.5	0.70	0.59	2.0	0.35	0.50	"	
7	1+10	우	교성제6배수통관	1200	0.001	39.5	0.70	0.00	2.0	0.00	1.13	"	
8	11+34	우	교성제7배수통관	800	0.018	39.5	0.70	0.14	2.0	0.08	0.50	"	
9	12+68	우	교성제2배수통문	2.0*1.5	0.448	39.5	0.70	3.44	2.0	2.06	3.00	"	
10	12+81	우	교성제8배수통관	800	0.044	39.5	0.70	0.34	2.0	0.20	0.50	"	

【표8.3-12】

계속

번호	측점 (No.)	안 별	구 조 물 명	제원 B(m)×H(m)×@ ø(mm)	집수 면적 (km ²)	확 률 강우량 (mm/hr)	유출 계수 (C)	배제량 (m ³ /s)	유속 (m/s)	단면검토(m ²)		단면 검토	비 고
										소요 단면	현 단면		
11	14+12	우	교성제9배수통관	800	0.011	39.5	0.70	0.09	2.0	0.05	0.50	"	
12	14+42	우	교성제10배수통관	500	0.022	39.5	0.70	0.17	2.0	0.10	0.20	"	
13	15+41	우	교성제11배수통관	300	0.003	101.4	0.75	0.07	2.5	0.03	0.07	"	
14	15+94	우	교성제12배수통관	1200	0.092	101.4	0.75	1.94	2.5	0.93	1.13	"	
15	16+75	우	교성제13배수통관	600	0.014	101.4	0.75	0.30	2.5	0.14	0.28	"	
16	17+37	우	교성제14배수통관	800	0.048	101.4	0.75	1.01	2.5	0.49	0.50	충분	
17	17+70	우	교성제15배수통관	800	0.038	101.4	0.75	0.81	2.5	0.39	0.50	"	
18	18+37	우	교성제3배수통문	2.5*1.5	0.136	101.4	0.75	2.88	2.5	1.38	3.75	"	
19	18+58	우	교성제16배수통관	800	0.009	101.4	0.75	0.18	2.5	0.09	0.50	"	
20	19+69	우	교성제17배수통관	800	0.005	101.4	0.75	0.10	2.5	0.05	0.50	"	
21	20+60	우	교성제18배수통관	800	0.021	101.4	0.75	0.44	2.5	0.21	0.50	"	
22	21+19	우	교성제4배수통문	4.0*3.5	0.211	101.4	0.75	4.46	2.5	2.14	14.00	"	
23	22+78	우	교성제19배수통관	800	0.105	39.5	0.70	0.80	2.0	0.48	0.50	"	
24	24+74	좌	교성제20배수통관	1000×2	0.083	39.5	0.70	0.64	2.0	0.38	1.57	"	
25	26+14	좌	교성제21배수통관	1000×3	0.271	39.5	0.70	2.08	2.0	1.25	2.36	"	
26	29+25	좌	교성제22배수통관	500	0.823	39.5	0.70	6.32	2.0	3.79	0.20	부족	
27	30+85	좌	교성제23배수통관	500	0.036	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	0.20	충분	
28	30+87	우	교성제24배수통관	500	0.072	39.5	0.70	0.55	2.0	0.33	0.20	부족	
29	31+72	좌	교성제25배수통관	500	0.048	39.5	0.70	0.37	2.0	0.22	0.20	"	
30	32+51	우	교성제26배수통관	600	0.044	39.5	0.70	0.34	2.0	0.20	0.28	충분	
31	33+1	좌	교성제27배수통관	600	0.017	39.5	0.70	0.13	2.0	0.08	0.28	"	
32	34+94	좌	교성제28배수통관	800	0.035	39.5	0.70	0.27	2.0	0.16	0.50	"	
33	36+54	좌	교성제29배수통관	800	0.020	39.5	0.70	0.16	2.0	0.09	0.50	"	
34	36+58	좌	교성제30배수통관	1000	0.104	39.5	0.70	0.80	2.0	0.48	0.79	"	
35	37+0	좌	교성제31배수통관	800	0.003	39.5	0.70	0.02	2.0	0.01	0.50	"	

【표8.3-12】

계속

번 호	측 점 (No.)	안 별	구 조 물 명	제원 B(m)×H(m)×@ ø(mm)	침수 면적 (km ²)	확 른 강우량 (mm/hr)	유출 계수 (C)	배제량 (m ³ /s)	유속 (m/s)	단면검토(m ²)		단면 검토	비 고
										소요 단면	현 단면		
36	44+57	좌	교성제32배수통관	1000	0.027	39.5	0.70	0.21	2.0	0.13	0.79	"	
37	45+34	우	교성제5배수통문	2.0*1.0	0.283	39.5	0.70	2.17	2.0	1.30	2.00	"	
38	45+66	우	교성제33배수통관	800	0.061	39.5	0.70	0.47	2.0	0.28	0.50	"	
39	46+82	좌	교성제1배수암거	12.0*3.0	1.841	101.4	0.75	38.90	2.5	18.67	36.00	"	
40	47+95	좌	교성제34배수통관	800	0.094	39.5	0.70	0.72	2.0	0.43	0.50	"	
41	48+74	좌	교성제35배수통관	800	0.049	39.5	0.70	0.37	2.0	0.22	0.50	충분	
42	48+84	우	교성제36배수통관	800	0.051	39.5	0.70	0.39	2.0	0.23	0.50	"	
43	49+84	우	교성제37배수통관	600	0.021	39.5	0.70	0.16	2.0	0.10	0.28	"	
44	49+86	좌	교성제38배수통관	600	0.025	39.5	0.70	0.19	2.0	0.11	0.28	"	
45	50+87	좌	교성제39배수통관	600	0.037	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	0.28	"	
46	50+88	우	교성제2배수암거	3.0*1.5	0.487	39.5	0.70	3.74	2.0	2.24	4.50	"	
47	51+94	좌	교성제40배수통관	600	0.062	39.5	0.70	0.47	2.0	0.28	0.28	부족	
48	51+94	우	교성제41배수통관	600	0.024	39.5	0.70	0.19	2.0	0.11	0.28	충분	
49	53+2	우	교성제42배수통관	800	0.093	39.5	0.70	0.71	2.0	0.43	0.50	"	
50	53+4	좌	교성제3배수암거	2.0*1.7*2	1.217	39.5	0.70	9.35	2.0	5.61	6.80	"	
51	54+16	우	교성제43배수통관	600	0.024	39.5	0.70	0.18	2.0	0.11	0.28	"	
52	54+17	좌	교성제44배수통관	600	0.036	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	0.28	"	
53	55+21	우	교성제45배수통관	800	0.034	39.5	0.70	0.26	2.0	0.16	0.50	"	
54	55+22	좌	교성제46배수통관	800	0.116	39.5	0.70	0.89	2.0	0.54	0.50	부족	
55	56+29	좌	교성제47배수통관	500	0.046	39.5	0.70	0.35	2.0	0.21	0.20	"	
56	56+29	우	교성제48배수통관	500	0.067	39.5	0.70	0.51	2.0	0.31	0.20	"	
57	57+33	좌	교성제4배수암거	1.5*1.5	0.104	39.5	0.70	0.80	2.0	0.48	2.25	충분	
58	57+33	우	교성제5배수암거	1.5*1.5	0.037	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	2.25	"	
59	58+37	우	교성제49배수통관	500	0.031	39.5	0.70	0.24	2.0	0.14	0.20	"	
60	58+37	좌	교성제50배수통관	500	0.068	39.5	0.70	0.52	2.0	0.31	0.20	부족	

(다) 설치방향

본 과업구간내 배수시설물중 유수 소통능력이 부족 및 800mm미만의 관으로 구성된 배수관 및 개수계획으로 인하여 철거후 재설치가 필요한 배수구조물에 대하여 규모 및 위치를 검토하여 배수시설물 신설계획을 수립하였다.

단, 금회 계획된 배수시설물의 단면에 대하여 추후사업 시행시에는 해당지역의 지형 및 기타 관련사항에 대한 충분한 조사와 검토 후 시행하여야 한다.

【표8.3-13】

배수시설물 계획

배수문명	측 점 (No.)	안 별	집수 면적 (km ²)	강우량 (mm/hr)	유출 계수 (C)	배제량 (m ³ /s)	유속 (m/s)	소요 단면	계획단면		단면 검토
									단면적 (m ²)	규격 (mm,m)	
문1	24+74	좌	0.083	39.5	0.70	0.64	2.0	0.38	1.57	1000	충분
문2	26+14	좌	0.271	39.5	0.70	2.08	2.0	1.25	2.36	1000	"
문3	29+25	좌	0.823	39.5	0.70	6.32	2.0	3.79	4.00	2.0*2.0	"
문4	30+85	좌	0.036	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	0.50	800	"
문5	30+87	우	0.072	39.5	0.70	0.55	2.0	0.33	0.50	800	"
문6	31+72	좌	0.048	39.5	0.70	0.37	2.0	0.22	0.50	800	"
문7	32+51	우	0.044	39.5	0.70	0.34	2.0	0.20	0.50	800	"
문8	33+1	좌	0.017	39.5	0.70	0.13	2.0	0.08	0.50	800	"
문9	34+94	좌	0.035	39.5	0.70	0.27	2.0	0.16	0.50	800	"
문10	36+54	좌	0.020	39.5	0.70	0.16	2.0	0.09	0.50	800	"
문11	36+58	좌	0.104	39.5	0.70	0.80	2.0	0.48	0.79	1000	"
문12	37+0	좌	0.003	39.5	0.70	0.02	2.0	0.01	0.50	800	"
문13	44+57	좌	0.027	39.5	0.70	0.21	2.0	0.13	0.79	1000	"
문14	45+34	우	0.283	39.5	0.70	2.17	2.0	1.30	2.00	2.0*1.0	"
문15	45+66	우	0.061	39.5	0.70	0.47	2.0	0.28	0.50	800	"
문16	46+82	좌	1.841	101.4	0.75	38.90	2.5	18.67	36.00	12.0*3.0	"
문17	47+95	좌	0.094	39.5	0.70	0.72	2.0	0.43	0.50	800	"

【표8.3-13】

계속

배수문명	측 점 (No.)	안 별	집수 면적 (km ²)	강우량 (mm/hr)	유출 계수 (C)	배제량 (m ³ /s)	유속 (m/s)	소요 단면	계획단면		단면 검토
									단면적 (m ²)	규격 (mm,m)	
문18	48+74	좌	0.049	39.5	0.70	0.37	2.0	0.22	0.50	800	충분
문19	48+84	우	0.051	39.5	0.70	0.39	2.0	0.23	0.50	800	"
문20	49+84	우	0.021	39.5	0.70	0.16	2.0	0.10	0.50	800	"
문21	49+86	좌	0.025	39.5	0.70	0.19	2.0	0.11	0.50	800	"
문22	50+87	좌	0.487	39.5	0.70	3.74	2.0	2.24	4.50	3.0*1.5	"
문23	50+88	우	0.062	39.5	0.70	0.47	2.0	0.28	0.50	800	"
문24	51+94	좌	0.024	39.5	0.70	0.19	2.0	0.11	0.50	800	"
문25	51+94	우	0.093	39.5	0.70	0.71	2.0	0.43	0.50	800	"
문26	53+2	우	1.217	39.5	0.70	9.35	2.0	5.61	6.80	2.0*1.7*2	"
문27	53+4	좌	0.024	39.5	0.70	0.18	2.0	0.11	0.50	800	"
문28	54+16	우	0.036	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	0.50	800	"
문29	54+17	좌	0.034	39.5	0.70	0.26	2.0	0.16	0.50	800	"
문30	55+21	우	0.116	39.5	0.70	0.89	2.0	0.54	0.79	1000	"
문31	55+22	좌	0.046	39.5	0.70	0.35	2.0	0.21	0.50	800	"
문32	56+29	좌	0.067	39.5	0.70	0.51	2.0	0.31	0.50	800	"
문33	56+29	우	0.104	39.5	0.70	0.80	2.0	0.48	2.25	1.5*1.5	"
문34	57+33	좌	0.037	39.5	0.70	0.28	2.0	0.17	2.25	1.5*1.5	"
문35	57+33	우	0.031	39.5	0.70	0.24	2.0	0.14	0.50	800	"
문36	58+37	우	0.068	39.5	0.70	0.52	2.0	0.31	0.50	800	"

8.3.3 하천횡단 시설물의 관리계획 수립

교성천에 설치된 하천횡단 시설물로는 낙차공, 교량, 하상유지시설 등이 있으며, 금회 계획에서는 시설물의 현황, 위치 등을 조사하여 평면도에 표시하였고, 하천대장에 현황조사 및 구조물 도면을 작성하였다. 금회 조사된 횡단시설물은 【표 8.3-14】 과 같이 교량 총 11개소, 보 및 낙차공 총 9개소 인 것으로 나타났으며, 이들 구조물에 대하여 능력검토를 실시하고, 그 결과를 토대로 시설물의 설치방향을 제시하였다.

【표 8.3-14】 하천종단 시설물 현황

하 천	교 량 (개소)	보 / 낙차공 (개소)	비 고
교성천	11	9	

(1) 교 량

(가) 기설교량의 여유고 검토

교량은 하천횡단 구조물로서 유수에 안전하기 위해서는 홍수위에 대한 충분한 여유고를 확보하여야 하며, 유수소통에 지장이 없도록 계획하폭 및 계획홍수량에 대응하는 교량 연장이 필요하다. 금회 과업에서 계획홍수위와 교각이나 교대에서 교량 상부구조를 받치고 있는 교좌장치 하단부의 높이와 계획홍수량에 따른 계획하폭 및 경간장의 기준을 다음의 【표 8.3-15】 및 【표 8.3-16】 을 참고하여 검토하였다.

【표 8.3-15】 계획 홍수량에 따른 교량여유고

계획홍수량 (m ³ /sec)	여 유 고 (m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

주) 자료 : (2005, 하천설계기준, p.333)

【표 8.3-16】 계획 홍수량에 따른 경간장

계획홍수량 (m³/sec)	경간길이 (m)	비 고
500 미만 ~ 하천폭 30m 미만일 경우	12.5 이상	L : 경간장(m) Q : 계획홍수량(m³/sec)
500 미만 ~ 하천폭 30m 이상일 경우	15.0 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	20.0 이상	
2,000 이상	$L=20+0.005Q$ (70m 이하)	
주운을 고려해야 할 경우	주운에 필요한 최소 경간장 이상	

주) 자료 : (2005, 하천설계기준, p.582)

상기에서 기술한 능력검토 기준에 의거하여 교량의 능력을 검토한 결과, 연장, 여유고, 경간장이 부족한 교량이 9개소로 검토되어 금회 하천개수계획과 연계하여 전반적인 교량의 개수가 필요한 것으로 조사되었으며, 검토한 내용은 【표 8.3-17】 와 같다.

상기 검토결과에 따라 개선이 필요한 교량은 추후 제방공사 시행과 연계하여 계획홍수위 및 제방고를 감안하여 개선하도록 하여야 할 것이다.

【표 8.3-17】 기설교량 홍수소통 능력검토

하천	교량	측점	연장검토		경간장검토		여유고 검토			검토 결과			비고
		(No.)	교량 연장 (m)	계획 하폭 (m)	기 존 경간장 (m)	소 요 경간장 (m)	교량 저고 (EL.m)	계 획 홍수위 (EL.m)	여유고 (m)	연장	경간장	형하고	
교 성 천	무명1교	6+8	60	60	18.8	12.5	5.28	3.45	1.83	OK	OK	OK	
	영보교	24+0	40	50	12.8	"	3.25	3.92	-0.67	NG	NG	NG	
	오포1교	27+74	29	45	2	"	0.9	4.03	-3.13	NG	NG	NG	
	오포2교	30+5	13.4	45	2	"	0.6	4.12	-3.52	NG	NG	NG	
	오포3교	33+0	16.2	45	7.6	"	2.0	4.21	-2.21	NG	NG	NG	
	오포5교	46+54	21.2	25	10.59	"	4.94	5.97	-1.03	NG	NG	NG	
	오포교	48+70	22	22	15.38	"	7.49	7.04	0.45	OK	OK	OK	
	교성1교	51+92	18.2	21	8.44	"	9.4	9.44	-0.04	NG	NG	NG	
	교성2교	54+14	15.5	21	7.08	"	11.89	11.35	0.54	NG	NG	NG	
	교성3교	56+27	15.5	21	7.19	"	13.6	12.53	1.07	NG	NG	NG	
	교성4교	58+41	14.5	21	6.77	"	16.2	14.92	1.28	NG	NG	NG	

(나) 교각주변 세굴 검토

기존 교량에서의 세굴검토를 통하여 교각기초의 세굴에 대한 위험성 여부 및 세굴방지 대책의 수립과 장래 교량의 안전한 유지관리 기준을 제시하기 위하여 세굴검토를 실시하였다. 교각의 국부세굴 공식은 CSU, Froehlich, Laursen, Neill의 4가지 방법으로 검토하였으며, 『하천설계기준(2005, 한국수자원학회)』, 『하천횡단구조물의 세굴안전진단 시스템의 개발(1997. 국토해양부)』 과 미연방도로청(FHWA)에서 추천하고, HEC-18 및 HEC-RAS에서 실측 자료를 가장 잘 대표하는 것으로 알려져 있는 CSU (Colorado State University)공식을 채택하였다.

① 세 굴 심

◦ CSU (Colorado State University) 공식

$$\frac{y_s}{y_1} = 2.0 K_1 K_2 K_3 K_4 \left(\frac{a}{y_1} \right)^{0.65} F_{v1}^{0.43}$$

여기서 y_s : 세굴심(m)

y_1 : 교각 직상류부에서의 수심(m)

K_1 : 교각전면부 형상에 대한 보정계수

K_2 : 흐름의 유입각에 대한 보정계수

K_3 : 하상조건에 대한 보정계수

K_4 : 하상재료에 대한 보정계수

a : 교각의 폭(m)

F_{v1} : 프루드수 = $V_1 / (g y_1)^{1/2}$

V_1 : 교각직상류부에서의 평균유속(m/s)

【표 8.3-18】 교각형상에 대한 보정계수

교각의 형태	보정계수 K_1
(a) 사각형 선단	1.1
(b) 둥근 선단	1.0
(c) 원형 선단	1.0
(d) 뾰족한 선단	0.9
(e) 원형그룹 교각	1.0

【표 8.3-19】 흐름의 접근각에 대한 보정계수

각 도	보정계수 K_2		
	$L/a=4$	$L/a=8$	$L/a=12$
0	1.0	1.0	1.0
15	1.5	2.0	2.5
30	2.0	2.75	3.5
45	2.3	3.3	4.3
90	2.5	3.9	5.0

주) a = 교각폭(m), L =교각의 길이

【표 8.3-20】 하상의 조건에 대한 평형 교각세굴심의 증가계수(K_3)

교각의 형태	사구높이 H (ft)	K_3
정지상세굴	없음	1.1
평면하상및역사구	없음	1.1
작은사구	$3 > H > 0.6$	1.1
중간사구	$9 > H > 3$	1.1 ~ 1.2
큰사구	$H > 9$	1.3

【표 8.3-21】 하상재료의 크기에 대한 보정계수(K_4)

종 류	D_{50} (mm)	$D_{90}/D_{50} \geq$	최대유속	K_4
모 래	< 2.0	-	-	1.0
자 갈	$2 \sim 32$	-	-	1.0
자 갈	$32 \sim 64$	$4 \sim 3$	$V_1 \leq 0.7V_c$	0.95
조 약 돌	$64 \sim 250$	$3 \sim 2$	$V_1 \leq 0.8V_c$	0.90
조 약 돌	$250 \sim 500$	$2 \sim 1$	$V_1 \leq 0.8V_c$	0.85
조 약 돌	> 500	1	$V_1 \leq 0.9V_c$	0.80

주) V_c 는 D_{90} 입경을 사용하여 아래의 식으로 산정한다.

$$V_c = \frac{K_s^{1/2} (S_s - 1)^{1/2} D^{1/2} y^{1/6}}{n}$$

여기서 V_c : 하상재료 크기 D 이하가 운송될 한계속도(m/s)

K_s : Sheild parameter

S_s : 하상재료의 비중

y : 수심(m)

D : V_c 에 대한 입자 크기(m)

n : Manning의 조도계수

② 세굴반경, 사석직경

세굴반경은 예상세굴심의 2배로 결정하였으며, 자세한 내용은 부록에 기술하였고, 검토된 내용은 다음 【표 8.3-22】과 같다.

【표 8.3-22】 세굴심 및 세굴반경

하천	교량	측점 (No.)	교각명	세굴심도 (m)					세굴 반경 (m)	비고
				C.S.U	Froehlich	Laursen	Neil	적용		
교 성 천	무명1교	6+8	P1	1.95	1.50	2.57	2.49	1.95	3.90	보존
			P2	1.95	1.50	2.57	2.49	1.95	3.90	
	영보교	24+0	P1	2.66	2.14	2.99	3.22	2.66	5.32	재설치
			P2	2.66	2.14	2.99	3.22	2.66	5.32	
	오포3교	33+0		1.62	1.02	2.25	1.88	1.62	3.24	"
	오포5교	46+54		1.28	0.94	1.95	1.72	1.28	2.56	"
	오포교	48+70		1.44	0.81	1.47	1.35	1.44	2.88	보존
	교성1교	51+92		1.52	0.81	1.47	1.35	1.52	3.04	"
	교성2교	54+14		1.71	0.77	1.03	1.09	1.71	3.42	"
	교성3교	56+27		1.47	0.79	1.32	1.27	1.47	2.94	"
	교성4교	58+41		1.45	0.79	1.30	1.26	1.45	2.90	"

이상에서와 같이 교성천 교량 교각부의 국부세굴심과 세굴반경을 산정하였다. 따라서 이러한 결과를 참고로 추후 수행되는 실시설계에서는 계획대상 교량부의 하상상태와 지반조건을 면밀히 조사하여 적절한 세굴심과 세굴반경을 산정하여야 한다.

(다) 세굴방지 대책

교각주위의 하상안정을 고려하여 적용될 수 있는 일반적인 세굴방지 공법으로는 교각 주위에 사석을 부설하는 공법으로 사석보호공은 수중 작업시에도 시공이 용이하며, 굴요성이 좋아 하상변동 및 포설 단부에서 세굴이 발생할 경우에도 안정성이 높고 보수가 용이한 특징이 있다. 그러나 추후 실시계획 단계에서는 경제성 및 현지여건에 따른 시공성, 재료구득의 용이 등을 종합적으로 고려하여 적절한 보호공법을 선정하여야 한다.

사석공의 중량산정은 Isbash 공식과 미연방도로청(FHWA)의 추천공식인 Richardson 공식을 사용하여 산정해서 비교하였고 금회적용은 Richardson 공식을 이용하였다.

① Isbash 공식

$$W = \frac{\pi \gamma_r V^3}{48gY^2 (\gamma_r - 1)^3 (\cos\alpha - \sin\alpha)^3}$$

$$D = \frac{V^2}{2gY^2 (\gamma_r - 1) (\cos\alpha - \sin\alpha)}$$

여기서 W : 사석의 중량(ton)

D : 사석의 대표입경(m)

γ_r : 사석의 비중 (2.65t/m³)

V : 사석 주변에서의 유속 (m/s)

g : 중력가속도 (m/s²)

α : 사면의 경사각 ($\alpha=0^\circ$)

Y : Isbash 정수

파묻힌 돌 : 1.20

노출된 돌 : 0.86

따라서 사석중량(W) 및 대표입경(D)는

$$W = \frac{\pi \times 2.65 \times (V)^6}{48 \times (9.8)^3 \times (0.86)^6 \times (2.65 - 1)^3 \times (\cos 0^\circ - \sin 0^\circ)} = 1.01399 \times 10^{-4} \times V^6$$

$$D = \frac{(V)^9}{2 \times 9.8 \times (0.86)^2 \times (2.65 - 1) \times (\cos 0^\circ - \sin 0^\circ)} = \frac{V^9}{23.918664}$$

② Richardson

$$D_{50} = \frac{0.692 (K V)^9}{2g (\gamma_s - \gamma)} = \frac{0.692 (K V)^9}{2g (\gamma_s - \gamma)}$$

$$W = \frac{4}{3} \pi D_{50}^3 \times \gamma_s = 0.5236 D_{50}^3 \times \gamma_s$$

- 여기서 D_{50} : 사석 중앙입경 (ton)
- W : 사석중량 (t)
- K : 교각형상계수 (원형 : 1.5, 사각형 1.7)
- γ_s : 사석 비중 (2.65t/m³)
- γ : 물의 비중 (1.0t/m³)

【표 8.3-23】 각 교량별 사석중량(W) 및 사석직경(D)

하천	교량	유속 (m/s)	세굴반경 (m)	사석직경 (m)	사석중량 (kg)	비고
교 성 천	무명1교	1.15	3.90	0.07	0.48	보존
			3.90	0.07	0.48	
	영보교	1.43	5.32	0.11	1.76	
			5.32	0.11	1.76	
	오포3교	1.74	3.24	0.16	5.72	
	오포5교	1.11	2.56	0.07	0.39	
	오포교	1.90	2.88	0.19	9.70	보존
	교성1교	2.22	3.04	0.26	24.67	
	교성2교	3.56	3.42	0.67	419.54	
	교성3교	2.10	2.94	0.23	17.68	
	교성4교	2.18	2.90	0.25	22.12	

(라) 설치방향

본 과업구간 내에는 총 11개소의 교량이 위치하고 있으며 무명1교와 오포교를 제외한 대부분은 하폭, 여유고 및 경간장이 부족하고 구조물 자체가 노후화되어 개수를 요하는 것으로 검토되었다. 그리고, 1개소(오포4교-NO.37+42)의 신설교량이 요구되어지는 것으로 조사되어서 현장여건을 고려해 단경간거더교 형식으로 계획하였다. 기존교량의 적정규모 검토결과는 【표 8.3-24】 과 같다.

【표 8.3-24】 기존교량 적정규모 검토결과

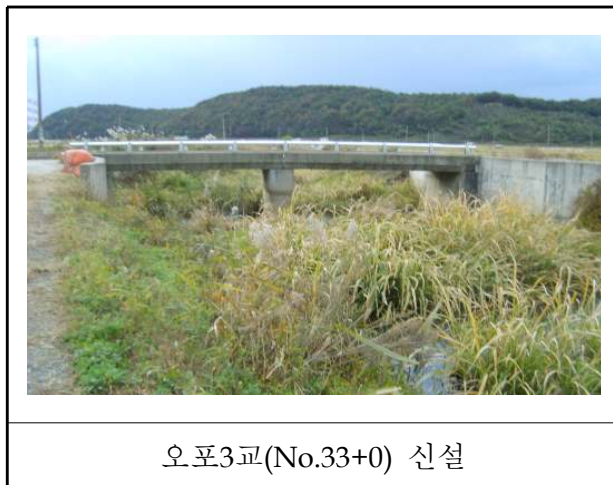
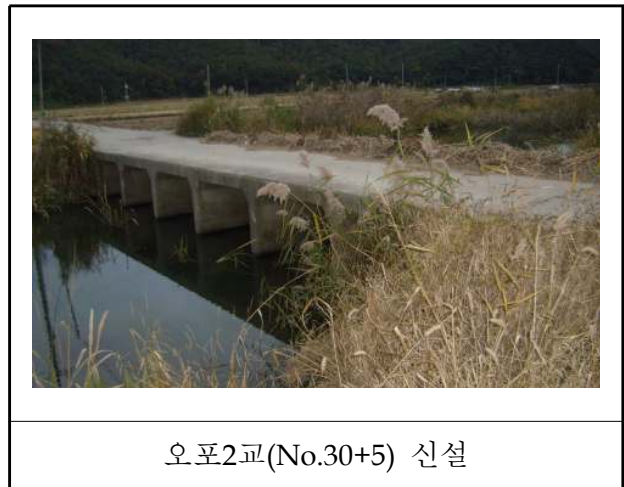
하천	교량	측점 (No.)	기존교량규모			적정규모			시설 개요	비고
			연장 (m)	경간장 (m)	형하고 (EL.m)	연장 (m)	경간장 (m)	형하고 (EL.m)		
교 성 천	무명1교	6+8	60	18.8	5.28	60	12.5	4.05	보존	
	영보교	24+0	40	12.8	3.25	50	"	4.52	재설치	
	오포1교	27+74	29	2	0.9	45	"	4.63	"	
	오포2교	30+5	13.4	2	0.6	45	"	4.72	"	
	오포3교	33+0	16.2	7.6	2.0	45	"	4.81	"	
	오포5교	46+54	21.2	10.59	4.94	25	"	6.57	"	
	오포교	48+70	22	15.38	7.49	22	"	7.64	보존	
	교성1교	51+92	18.2	8.44	9.4	21	"	10.04	재설치	
	교성2교	54+14	15.5	7.08	11.89	21	"	11.95	"	
	교성3교	56+27	15.5	7.19	13.6	21	"	13.13	"	
	교성4교	58+41	14.5	6.77	16.2	21	"	15.52	"	

교량 현황



【그림 8.3-3】

교량 현황



【그림 8.3-3】 계속

교량 현황



【그림 8.3-3】 계속

(2) 보 및 낙차공

본 과업구간 내에는 낙차공이 9개소가 설치되어 있으며, 추가로 요구되는 지점은 없는 것으로 검토되었다. 또한 금회 개수계획에서는 수리적으로 안정여부를 검토한 후 확장이 필요한 시설물에 대해서는 개수계획 및 확장계획을 수립하였으며, 노후화되거나 기능이 상실되어 유수의 흐름을 방해하는 낙차공이 6개소 조사 되었는바 철거계획을 수립하였다.

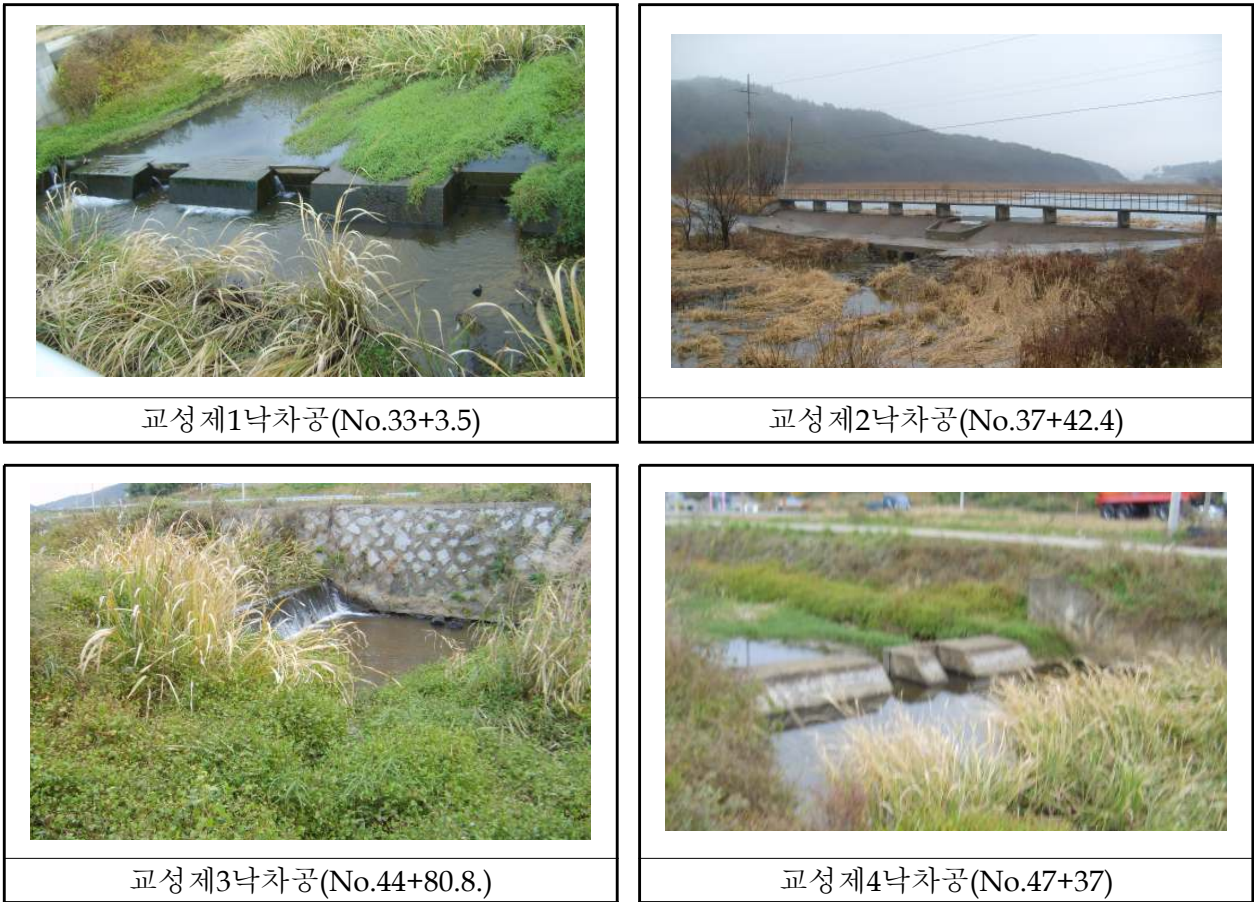
한편 새로 계획한 낙차공은 하천에 하천 상·하류 및 인근유역과의 생태계 단절을 피하기 위하여 어류 및 기타 수생생물의 이동을 달성시킬 수 있도록 어도를 설치토록 계획하였다.

따라서 금회 계획대상구역 중 보 및 낙차공이 개수가 불가피한 시설물에 대해서는 본류 및 과업구간의 생태계조사 결과를 반영하여 개축시 어도를 설치하여 하천 상·하류구간 생태계의 연결통로가 되도록 하였다.

【표 8.3-25】 보 및 낙차공 설치계획 개요

하천	시 설 물	측 점 (No.)	기존시설규모		확장시설규모		시설 개요	비 고
			H(m)	L(m)	H(m)	L(m)		
교 성 천	교성제1낙차공	33+3.5	0.6	14.0	-	-	철거	
	교성제2낙차공	37+42.4	1.2	44.0	1.2	45	확장	
	교성제3낙차공	44+80.8	0.8	20.0	-	-	철거	
	교성제4낙차공	47+37.0	0.9	12.0	-	-	철거	
	교성제5낙차공	48+83.2	0.5	10.0	-	-	철거	
	교성제6낙차공	51+2.8	0.9	13.0	-	-	철거	
	교성제7낙차공	54+14.0	1.5	9.3	1.5	21.0	확장	
	교성제8낙차공	55+34.8	0.9	3.7	-	-	철거	
	교성제9낙차공	58+12.3	1.0	8.3	1.0	21.0	확장	

보 및 낙차공 현황



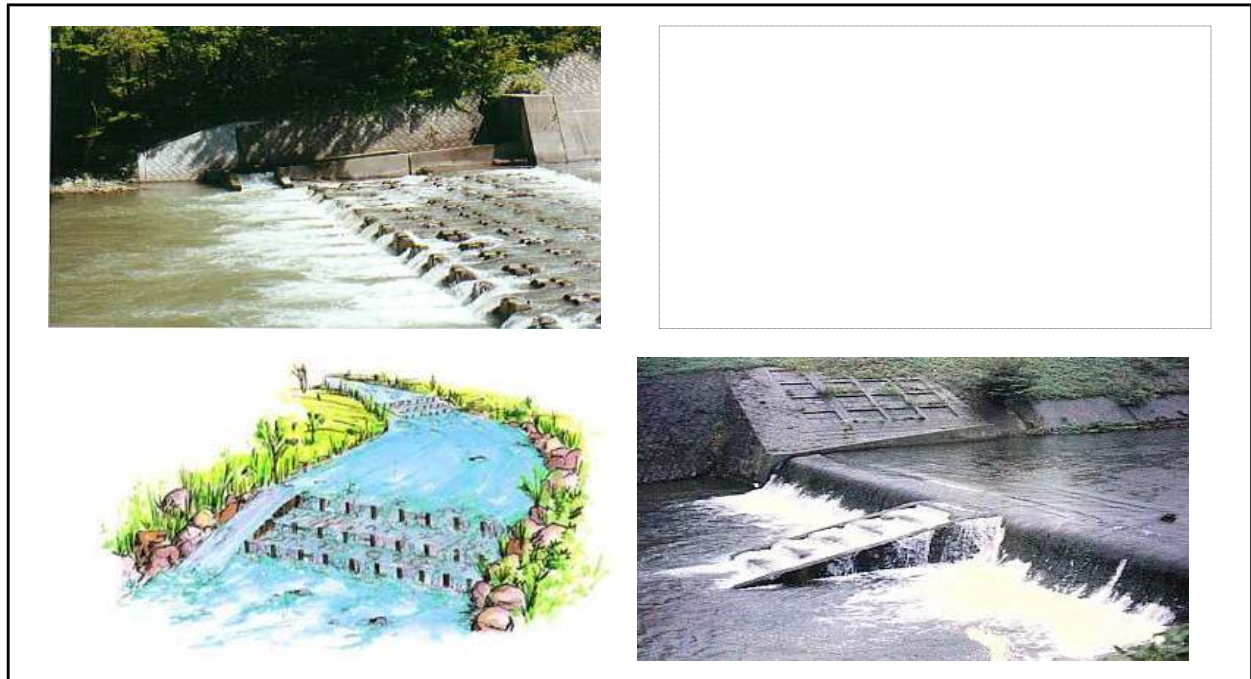
【그림 8.3-4】

보 및 낙차공 현황

	
교성 제5낙차공(No.48+83.2)	교성 제6낙차공(No.51+2.8)
	
교성 제7낙차공(No.54+14)	교성 제8낙차공(No.55+34.8)
	
교성 제9낙차공(No.58+12.3)	

【그림 8.3-4】 계속

낙차공 및 보에 연결된 어도의 예



【그림 8.3-5】

(3) 어도

하천개발에 따라 부수적으로 나타날 수 있는 하천 생태계 교란과 파괴를 최소화하고 폭포나 급류와 같이 어류의 이동에 대한 장애물을 극복하게 하여 하천에서 어종의 보존이나 어류분포의 확산을 조장할 수 있도록 어류의 이동통로를 인위적으로 개설한 하천 생태환경 수공시설물을 어도라고 한다.

금회 계획에서는 향후 하천공사 시행시 실시설계 단계에서 반영할 수 있도록 어도설치시 고려사항 및 어도의 종류를 다음과 같이 제시하였다.

(가) 어도의 조건

- 소상하는 성질이 있는 어류가 어도입구 이외의 장소에 모여들지 않아야 한다.
- 어도의 입구에 모인 모든 소상하는 어류가 신속하게 어도에 들어갈 수 있어야 한다.
- 어도 내에 진입한 모든 소상하는 어류가 신속하고·쉽고·안전하게 어도를 소상할 수 있어야 한다.
- 어도 통과 후에 소상하는 어류가 안전하고 신속하게 하천상류로 소상할 수 있어야 한다.
- 어류의 손상이나 피로를 피할 수 있어야 한다.
- 구조가 간단하고 견고하며, 유지관리가 쉽고 비용이 절감될 수 있어야 한다.

(나) 어도의 위치

어도가 홍수시에 수리시설물이나 제방에 영향을 주지 않아야 하며, 어도 입출구가 퇴적되어 막히는 일이 없어야 한다. 어도 입구가 하천의 유심과 연결되어 가뭄 때에도 수로가 단절되지 않아야 한다.

① 어도의 입구

어도는 물고기가 모이는 곳, 다시 말해 물고기의 길에 설치해야 한다. 물고기는 주로 하천의 가장자리로 이동하므로 어도의 입구는 저수로의 가장자리가 좋다. 어도는 저수로의 양쪽 가장자리에 설치하는 것이 좋으나, 한 쪽에만 설치해야 되는 경우 퇴적되는 곳을 피하고 수로가 유지될 수 있는 곳에 설치해야 한다.

기존 수리시설물에 어도를 추가하는 경우는 위의 원칙에 어류가 모이는 곳을 조사하여 현재 모이는 곳에 어도 입구를 설치하는 것이 어류의 어도이용에 유리하다.

② 어도의 출구

어도의 출구는 퇴적되는 장소에 설치하지 말아야 하며, 어도를 통과하여 소상한 물고기가 어도 출구에서 나와 목적하는 상류로 올라갈 수 있도록 출구 근처에는 취수구나 배사문 등이 없어야 한다. 취수구가 있으면 어렵게 올라온 물고기가 취수구를 통하여 다른 곳으로 갈 수 있고, 배수문을 열면 배사문으로 다시 끌려 내려갈 수 있기 때문이다.

(다) 어도내의 유속

어도내의 통수 유속은 소상의욕을 느낄 수 없이 느리지 않는 한 느린 것이 좋으나, 우리나라의 하천유황을 감안하여 0.5~1.0 m/s 정도의 유속분포를 갖도록 조성하는 것이 바람직 하다.

유속은 격벽 중심의 중간수심에서 측정하는 것을 대표값으로 한다.

(라) 어도 유량의 결정

어도의 유량은 많은 것이 좋으나 대상하천의 유량, 취수조건, 대상 물고기의 종류 등 여러가지 조건을 고려해서 설정한다. 어도의 유량이 많을수록 좋다고 어도의 폭을 과다하게 설치하여 물을 많이 보내면 주민들이 물 사용을 위하여 어도 출구(유입부)를 막고 어도로 물을 보내지 않을 수 있어, 가능하면 취수하고 남는 물을 모두 어도로 보낸다는 기본개념으로 설계하는 것이 좋다.

(마) 수위변동 검토

① 어도 입구

어도 입구의 수위는 현재 하천의 수위를 기준으로 설계하고 있으나, 장래의 하천 하상 변화를 예측하여 미리 저하 가능한 수위까지 어도입구를 맞추어 시공하는 것이 바람직하다.

② 어도 출구

수리시설물 상류의 수위는 수시로 변하므로 어도로 유입하는 물의 양도 수시로 변화한다. 수위가 변화하면 어도로 유입하는 물의 양이 달라지고, 이에 따라 유속도 변화한다. 유속이 변화하면 이용하는 물고기들에게도 영향을 주게 된다. 이런 수위변화에 영향을 최소화하기 위하여 어도 출구(물의 유입부)의 수위는 수리시설물의 설계 취수위를 기준으로 하고 수위 변화에 대응할 수 있는 어도 형식을 사용하는 것도 좋다. 그러나 어도 형식에 따라서는 수리변화에 대응할 수 없는 것도 있으므로 이 경우에는 어도 출구부의 통수량을 조절할 수 있도록 설계하는 것이 좋다.

(바) 어도의 종류

국내 하천에 적용 가능한 어도의 종류는 크게 Pool형식, 수로형식, 조작형식으로 분류되며 각 어도별 특징은 【표 8.3-26】 및 【표 8.3-27】 과 같다.

【표 8.3-26】 어도의 분류

어도구분	어 도 명 칭	주 요 특 징
Pool형식	전면월류식 어도 : 계단식어도(노치, 잠공형) 부분월류식어도 : 아이스하버식어도, 버티컬슬롯식어도	풀이 계단식으로 연속되어 있음
수로형식	데널(Denil)식 어도, 도벽식 어도, 인공하도식 어도	낙차가 없이 연속된 유로형상
조작형식	리프트/엘리베이터식 어도, 갑문식 어도, Fish pump식 어도	시설이 인위적인 조작으로 작동
기타	암거식(Culvert), 혼합식(병용식), 복합식(Hybrid)	

주) 자료 : 『하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구 (2004. 해양수산부)』

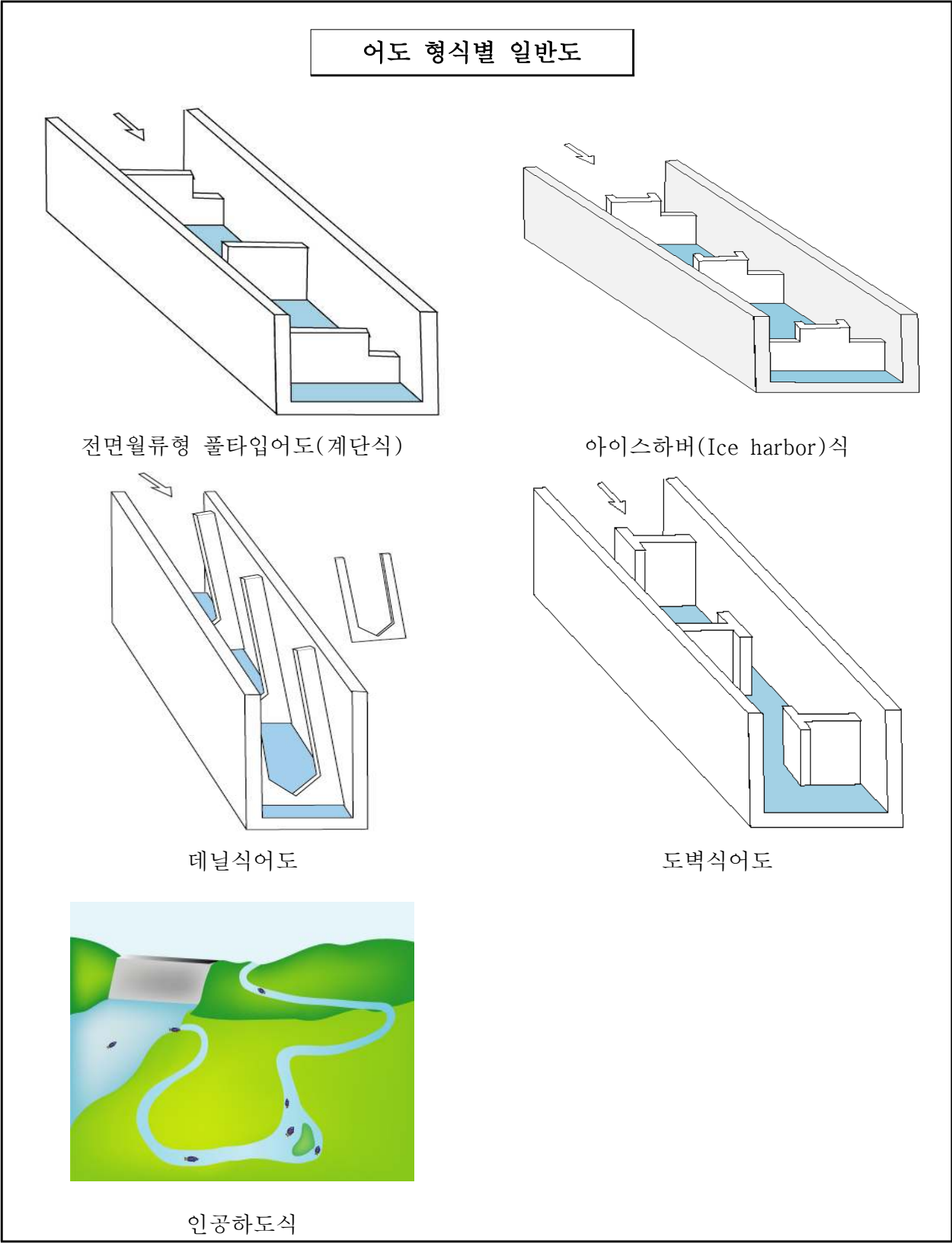
(사) 어도의 형식별 장·단점

【표 8.3-27】 어도의 형식별 장·단점

구 분	장 점	단 점
계단식	·구조가 간단하고 시공이 간편. ·시공비 저렴하고 유지관리 용이.	·어도내 유황이 고르지 못하고, 풀내 순환류 발생, 도약력, 유영력이 좋은 물고기만 이용 ·국내에 적용된 실적은 다수이나 정상적으로 운영되는 곳이 거의 없음
버티컬 슬롯식	·좁은 장소에 설치 가능.	·구조가 매우 복잡하고, 공사비가 많이 듦. ·어도내 수심 20cm 이상일 경우 수리시설물에 배출되는 수량이 많아 용수손실이 큼 ·다양한 물고기가 이용하기 어렵고, 폭이 좁아 동시에 많은 물고기가 이용이 곤란함 ·경사 1/25 이상으로 완만하게 하지 않을 경우 빠른 유속으로 어류 이동이 제한됨
아이스 하버식	·거의 모든어종 이용가능. ·어도내의 유황이 고르며, ·도약에 필요한 충분한 수심과 거리를 제공. ·소상중인 물고기가 쉴 휴식공간을 따로 둘 필요가 없음. ·시공용이, 고강도, 짧은공기 및 블록간 결속으로 구조적 안정성(조립식).	·계단식 보다는 구조가 복잡하여 현장시공이 어려움. ·현장타설 시공시 공기가 길고, 압축강도 저하의 문제가 발생함. ·현장타설 시공시 구조가 복잡한 만큼 정밀시공이 어렵고, 약간의 오차에도 유황에 영향을 미쳐 어류소상에 문제가 발생함.
인 공 하도식	·모든 어종이 이용할 수 있음	·설치 장소가 제약적이며, 연장이 길어 공사비가 타 방법에 비해 많이 소요됨.
도벽식	·구조가 간편하여 시공이 쉬움	·유속이 빨라 적당한 수심을 확보하기 어려움 ·어도내 수심 20cm 이상의 경우 수리시설물 배출 수량이 많아 용수손실이 큼 ·어도내의 유속이 고르지 못함
데넬식	·좁은 장소에 설치 가능.	·구조가 매우 복잡하고, 공사비가 많이 듦 ·다양한 물고기가 이용하기 어렵고, 폭이 좁아 동시에 많은 물고기 이용이 곤란함 ·소상중인 물고기가 쉴 장소가 없음

주) 자료 : 『하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구 (2004. 해양수산부)』

어도 형식별 일반도



주) 자료 : 『하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구 (2004. 해양수산부)』

【그림 8.3-6】

(아) 어도 표준 모형의 선정

- ① 모든 어도의 기울기는 1/20보다 완만하게 저성하여야 하며 특히 버티컬슬롯식 어도의 경우는 수리적인 특성을 감안하여 1/25의 기울기로 모형을 제시한다.
- ② 어도의 폭은 하천과 유로의 규모 및 유량을 고려하여 선정하고 어도의 형식별로 어도 내부의 수심과 유하 수량에 따라 조성하는 것을 기본으로 한다. 제시된 기본형의 어도 폭을 크게 하기보다는 기본형의 어도를 2~3개 설치하는 것이 바람직하다.
- ③ 인공하도식과 조작형식 어도 등은 하천에서 일반적으로 조성되기 어려운 경우라고 보아 표준모형을 제시하지 않는다. 이러한 형태의 어도는 전문가의 설계참여가 요구된다.
- ④ 어도의 출구부는 표준모형의 격벽구조에 따라 조성하며, 출구부에 낙차가 발생하거나 유속이 빨라지지 않도록 유의한다. 또한 어도 입구부에도 낙차가 발생하지 않도록 하류의 수위 아래까지 충분히 길게 한다.
- ⑤ 어도는 매우 세밀한 시공을 요구하는 시설물이라는 점을 상기하고 물고기의 몸이 닿을 수 있는 지점의 마무리를 적절하게 해야 한다.
- ⑥ 도벽식과 버티컬슬롯식을 제외한 표준모형 어도의 격벽에는 잠공을 설치하는 것으로 한다.
- ⑦ 본 표준모형에서는 계단식, 아이스하버식, 버티컬슬롯식, 도벽식 어도를 기본형으로 제시하며, 각 형식에서의 변형된 어도 또는 새로운 형식의 어도는 시험설치 후 물고기의 이용효율을 조사하는 시험과정을 거쳐 표준모형에 포함하는 것으로 한다.
- ⑧ 어도를 설치하기 위해서는 정해진 업무 흐름에 따라 진행하도록 하며, 어도설치를 위한 하천환경조사 및 기본계획의 수립을 원칙으로 한다. 이에 대한 세부적인 내용은 본 보고서에 수록된 어도의 문제점 및 개선점을 참고하고 수계별 전체 계획을 사전에 조사 수립하는 것이 타당하다고 본다.
- ⑨ 표준모형에 제시된 어도의 제원은 다음과 같다.

【표 8.3-28】

표준모형의 어도형식별 제원

(단위 : m)

제 원		형 식	어도폭	단위경간	측벽높이	격벽높이	수심	기울기
계단식	수평+잠공	2.0	2.0	1.1	0.7	0.7	1/20	
	경사+잠공	2.0	2.0	1.1	0.6 ~ 0.7	0.65	"	
	노치+잠공	2.0	2.0	1.1	0.7	0.7	"	
아이스하버식	잠공	3.0	2.0	1.0	0.6 : 월류부 1.0 : 비월류부	0.6	"	
버티컬슬롯식	-	2.0	2.5	0.5	0.4	0.2	1/25	
도 벽 식	-	1.0	1.0	0.5	0.4	0.2	1/20	

(자) 어도의 형식 선정

어도 형식을 결정하기 위해서는 모든 어종이 유역력에 관계없이 모두 이용할 수 있어야 하고, 우위가 변해도 어도 기능 유지가 가능해야 하며, 유지관리가 용이하여야 하고, 경관 등을 고려하여야 한다. 일반적으로 어도 선정 기준은 다음 【표 8.3-29】와 같이 서식어종의 다양성 및 유영력, 수리시설물의 길이, 유량 및 낙차, 공사비 및 유지관리비 등을 고려하여 각 항목별 세부기준에 따라 각각의 어도형식별 배점을 산정하여 채택한다.

【표 8.3-29】

상황별 어도형식 선정 기준표

고려사항 \ 어도형식		도벽식	계단식	아이스하버식	버티컬슬롯식
이용어종의 다양성		1	2	3	3
대상어종의 유영력	강한어종	4	3	3	2
	약한어종	1	3	4	1
수리시설물의 길이	10m이하	4	3	1	1
	10 ~ 100m	2	3	3	2
	100m이상	1	3	4	3
어도의 유량	부족할 때	3	2	2	3
	충분할 때	2	3	4	4
수리시설물의 상하류 낙차(수위차)	1m이하	4	3	2	2
	1 ~ 5m	1	3	4	3
	5 ~ 20m	1	2	3	2
상류 수위 변동폭	클 때	3	1	2	4
	적을 때	2	3	4	2
어도의 공사비		4	3	3	2
어도의 유지관리비		4	3	3	2
휴식 풀(pool)의 필요성		2	3	4	2

주) 자료 : 『하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구 (2004. 해양수산부)』

8.3.4 하천시설물의 유지관리계획

장래 과업대상 하천에서의 모든 행위는 하천관련법령과 하천설계기준 및 금회 기본계획에 의하여 이루어져야 하나 본 계획에서 검토되지 않은 하천공사 및 공작물 설치 등의 필요성이 발생될 경우와 평상시 하천을 유지 보수·보강할 경우를 대비하여 주요 관리기준을 다음과 같이 설정하였다.

(1) 제 방

제방의 구조는 “8.3.1의 2)절”에서 제시한 수치를 기본으로 충분히 만족하여야 할 것이다.

(가) 제방에 도로를 설치할 경우

- 제방의 정규단면을 손상시키지 않는 범위 내에서 도로의 최저기층은 제방 정규단면 위에 설치하여야 한다.
- 평상시 및 홍수시 하천순시가 가능하여야 하며 방재활동에 지장을 주지 않아야 한다.
- 장래 하천공사에 지장을 주지 않아야 하며 하천경관을 고려하여 계획하여야 한다.
- 옹벽등 Con'c재료 사용 지향 및 기설치 되어있는 도로 구조물 경관고려계획(은폐호안등)

(나) 제방에 구조물을 설치할 경우

- 제방을 관통하는 구조물은 법선에 직각방향으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 독마루에는 지지 구조물을 설치하지 말고 설치 구조물 수량을 최소화 한다.

(다) 제방의 독마루 폭 및 비탈면 유지와 제체의 균열이나 누수방지를 위하여 계속적으로 유지관리를 하여야 한다.

(라) 비상주차대

- 비상주차대는 제방의 관리나 방재활동시 공사용 차량이 대기할 수 있는 시설로서 제방 연장 300m 이내 1개소 설치를 원칙으로 한다.
- 제방의 시종점부가 산 또는 도로인 경우에는 필히 비상주차대를 시종점부에 설치하여 접속부의 보강역할 및 방재용 차량의 회차 등이 가능하도록 계획한다.

(2) 호 안

(가) 호안설치시 유의 사항

- ① 향후 사업시행시 호안계획이 필요한 구간은 자연친화적인 호안공법을 선정하여 하상 재료를 자연친화적인 호안공법에 사용하도록 한다.
- ② 호안계획시 고려사항
 - 사용재료확보 용이성
 - 시공성 및 경제성
 - 내구성, 내마모성
 - 조도 및 세굴에 대한 굴요성(Flexibility)
 - 가능한 자연친화적인 호안 선정
- ③ 고수호안설치 상단은 계획홍수위까지를 원칙으로 한다.

(나) 호안유지관리

① 호안설치시 유의 사항

- 향후 사업시행시 호안계획이 필요한 구간은 자연친화적인 호안공법을 선정하여 하상 재료를 자연친화적인 호안공법에 사용하도록 한다.
- 호안계획시 고려사항
 - 사용재료확보 용이성
 - 시공성 및 경제성
 - 내구성, 내마모성
 - 조도 및 세굴에 대한 굴요성(Flexibility)
 - 가능한 자연친화적인 호안 선정
- 고수호안설치 상단은 계획홍수위까지를 원칙으로 한다.

② 돌쌓기 및 돌붙임

- 돌붙임의 탈석 방지를 위하여 너무 완만한 경사를 피할 것
- 찰쌓기의 경우 배수구멍을 설치하여 침투수에 의한 수압과 토압이 작용하지 않게 할 것
- 탈석, 배부르기, 뒷채움 탈석에 의한 공동, 이음틈새 등이 발생시 콘크리트, 몰탈 등으로 채워 보수할 것

③ 돌망태

- 돌망태에 붙은 부유물은 철선의 부식을 촉진시키며, 망태에 낀 철재 등은 홍수시 철선을 절단하므로 제거할 것.
- 철선 절단 및 돌망태 전면에 세굴이 발생시 즉시 보수할 것.

【표 8.3-30】 유속에 따른 밀다짐폭 기준

구 분	홍수시 단면 평균유속 (m/s)		
	2.0 미만	2.0 ~ 4.0	4.0 이상
밀다짐 폭 (m)	2 ~ 10	4 ~ 12	6.0 이상

주) 「하천설계기준(2005, 한국수자원학회, P372)」

【표 8.3-31】 홍수시 일시적 세굴깊이

하 상 재 료	홍수시 하안의 유속		
	3m/s 이상	3 ~ 2m/s	2m/s 미만
조약돌 이상의 입경	1.0	0.5	-
자갈 정도의 입경	1.5	1.0	0.5
잔자갈 정도의 입경	-	1.5	1.0

주) 「하천설계기준(2005, 한국수자원학회, P371)」

【표 8.3-32】 환경을 고려한 호안공법

환경구분	종 류	설 치 위 치	이 용 목 적	주 변 현 황
친 수 성	계단 Block	고수, 저수, 제방호안	관람석, 저수계단, 제방계단, 친수계단, 선착장겸용, 경관보전	주거지역, 공원, 관광지, 고수부지 유·무
생 태 계	어소 Block 식생호안	저 수 부 중 수	어업보전, 자연식생보전, 야생조류보호	어업보호, 친수목적 경관보전
자연경관 보 전	Con'c, 나무수림, 방틀, 자연석, 모자이크	제방 및 고수부지	녹화 및 조경에 의한 창출	공원, 관광지, 경관 보호지, 생태보전지

(3) 배수문 및 배수관

(가) 설치시 유의 사항

① 설치위치

- 수충부나 연약지반이 아닌 안정된 지반
- 퇴적과 세굴이 없는 곳
- 하폭이 안정된 곳
- 하천횡단 구조물 지점은 가급적 배제
- 취수 및 배수가 양호한 곳
- 제방안전에 지장을 주지 않은 곳

② 규모결정은 배수목적 배후지의 중요도 등을 고려하여 결정하되 신설 배수문 능력 검토란의 공식을 참고할 것

(나) 유지관리

- 수문 등 저판에 균열이 생겨 누수되다가 제방에 구멍이 뚫려 함몰된 것은 즉시 철거하고 개축하거나 Grouting 등으로 보강하여야 한다.
- 수문 등의 조사는 갈수기 초기에 실시하고 동절기에 수리할 것.
- 홍수기 전·후에 문짝 등을 점검하고 홍수기 전에 시운전을 실시한다.
- 차수용 고무 등은 5년에 1회 정도로 교체한다.

(4) 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 하천의 수위조절, 용수취수, 하상세굴방지, 하상저하방지, 국부세굴방지, 구조물 보호, 유황개선 등의 목적으로 설치되는 구조물이다.

(가) 설치지점

- 직선수로와 하상이 안정되어 있는 곳
- 기초지반이 양호하고 상·하류 영향이 적은 곳
- 구조상 안전하고 홍수소통이 원활한 지점
- 계획홍수량을 유하시키는데 충분한 하폭을 가진 지점
- 구조물의 안정성 확보지점
- 시공성, 경제성이 우수한 곳

(나) 보마루 표고 결정

- 보마루 표고는 하천의 계획단면적을 충분히 확보하고 각종 설치 목적의 소요용수량을 취할 수 있어야 한다.

$$\text{보마루표고} = \text{계획취수위} - \{(\text{갈수량} - \text{취수량})\text{의 월류수심}\} + \text{여유고}$$

- 가동보의 바닥 표고는 원칙적으로 계획하상고와 일치시키며 배사구를 설치한다.

③ 규모결정

- 위 폭 : $b = \frac{h_1}{\sqrt{y}}$
- 아래폭 : $B = \frac{(H + h_1 + d)}{\sqrt{y}}$
- 하류측 물받이 : $L_1 = 0.6 \cdot C \cdot \sqrt{H_a}$
- 상류측 물받이 : 3.0m ~ 5.0m
- 하류측 물받이 두께 : $T_a = \frac{4}{3} \times \frac{\Delta h - h_f}{y - 1}$
- 바닥보호공 : $L = 0.66 \times C \times f \times \sqrt{H_A \times q}$

여기서 h_1 : 상류부 최대월류수심(m), y : Con'c 비중 (2.3)

H : 보 및 낙차공 높이, d : 접근유속수두 (m)

H_a : 상·하류 구조물 높이 (m), C : Bligh 계수

Δh : 상·하류 수위차 (m) h_f : 손실수두

q : 단위폭당 유량 (m^3/s)

【표 8.3-33】

블 라이 계 수

하 상 토 의 상 태	블 라이 (Bligh) 계 수
극미립자 또는 이토(0.1 ~ 0.005m)	18
가는 모래 (0.25 ~ 0.1m)	15
굵은 모래 (1.00 ~ 0.5m)	12
자갈과 모래의 혼합	9
호박돌, 자갈, 모래	4 ~ 6

주) 하천설계기준 (2005, 한국수자원학회, 419 Page)

(5) 기타시설 유지관리

(가) 취수구

- 원칙적으로 취수구 위치는 취수보 직상류에 설치하며
- 취수유속은 0.6 ~ 1.0 m/s 정도를 취한다.

(나) 배사구 및 침사지

- 보 상류에서 토사가 퇴적되지 않고 보 하류에 대한 토사 공급기능을 할 수 있어야 한다.

침사지 넓이(B) 및 최소길이(L)는 다음식으로 결정한다.

$$B = \frac{Q}{H \cdot V}$$

$$L = \frac{K \cdot H \cdot V}{V_g}$$

기울기는 1/20 ~ 1/70

여기서 Q : 취수량 (m³/s)
 H : 수심 (m)
 V : 유속 (m/s)
 K : 안전계수 (1.5 ~ 2.0)
 V_g : 한계침강속도 (m/s)

(6) 교 량

(가) 과업대상 하천에 교량을 신설할 경우에는 본 보고서의 기본교량 능력검토란에서 기술한 경간장 및 여유고를 확보하여야 한다.

(나) 잠수교(세월교)설치는 원칙적으로 금지하며, 사업 시행시 기존 잠수교(세월교)를 일반 교량으로 개량하여 우선 시공토록 하여야 한다.

(다) 새로운 교량을 건설 할 경우 수리모형실험을 실시하거나 교각에 의한 수위상승량을 계산하여 치수상 문제점 유·무를 검토하여야 한다.

(라) 수리모형실험을 실시할 수 없을 경우 기 발표된 공식을 이용하여 교각주변 세굴심을 산정하고 대책방안을 수립하여야 한다.

8.4 치수경제성 분석

홍수피해를 경감하기 위한 치수대책은 여러 가지가 있으나 국가의 재원은 한정되어 있으므로 투자규모를 최적화하고 사업의 타당성과 우선순위를 정하는 객관적인 기준이 필요하다. 치수경제성분석은 치수사업에 의한 효과를 나타내는 편익과 사업시행 및 유지·관리비용을 평가하는 것으로 홍수피해 대상지역에서 치수사업의 실시 유무에 따른 예상 홍수피해액을 산출하여 그 차이를 편익으로 하고 산정한 사업비를 비용으로 하여 비교하는 경제성 분석이다.

본 과업에서는 『치수사업 경제성분석 방법 연구(국토해양부, 2004)』에서 제시한 다차원 홍수피해 산정방법(MD-FDA ; Multi-Dimensional Flood Damage Analysis)에 의거하여 치수경제성 분석을 실시하였다.

8.4.1 목적과 범위

(1) 목적

본 조사는 개수지구의 가옥, 가게 자산, 기타 제반 자산 및 피해액 등을 조사 분석하여 경제성평가 지표를 산정하여 적정 투자규모와 경제성을 평가하고, 동일수계내의 여러 사업지구에 대한 투자 우선순위를 결정하여 합리적인 치수사업을 수행할 수 있도록 기본 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

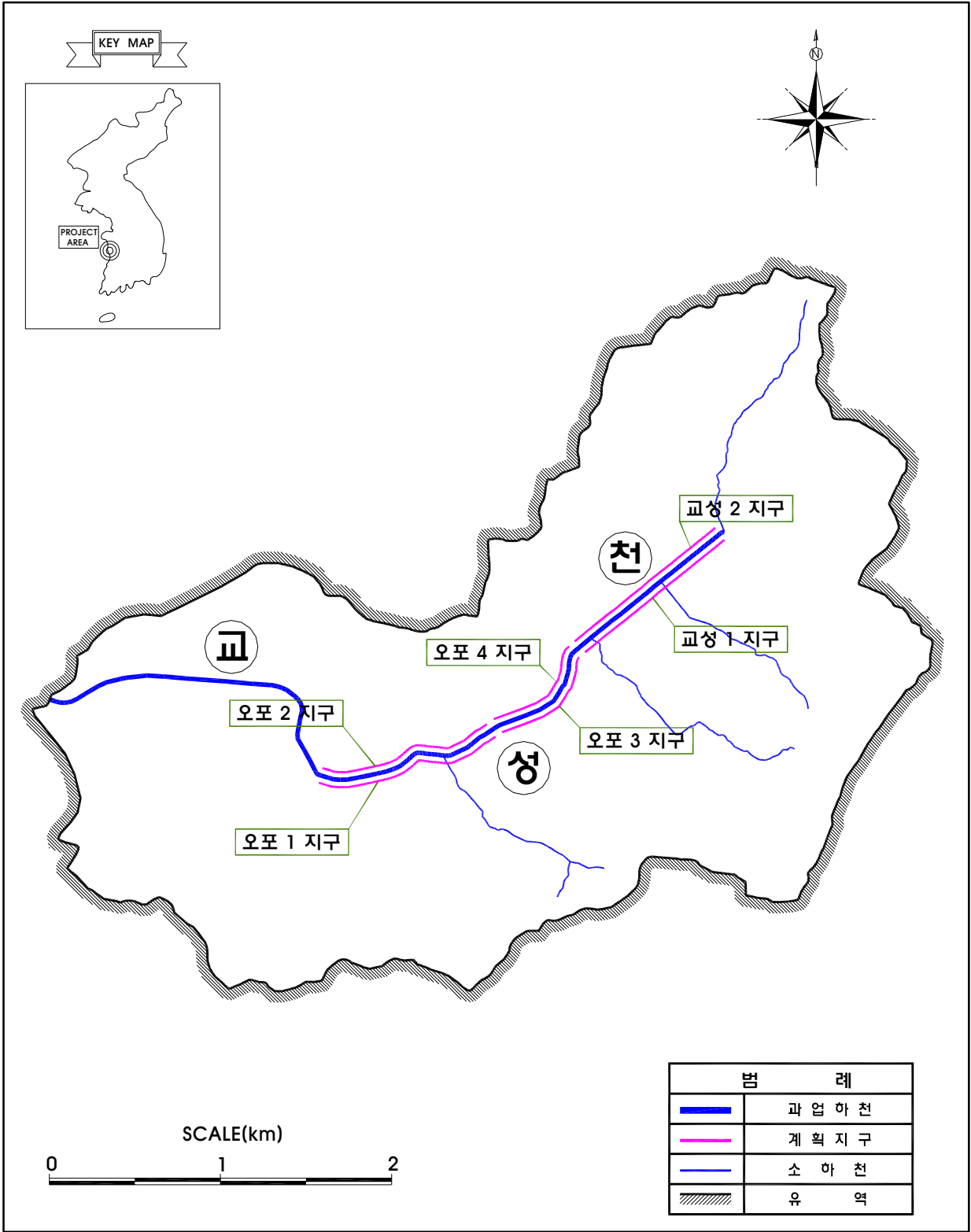
(2) 조사 범위

금회 과업구간 내 홍수범람 지구 중 미개수 지역을 대상으로 실시하였으며, 치수 경제성 분석의 대상 지구는 【표 8.4-1】 및 【그림 8.4-1】과 같다.

【표 8.4-1】 조 사 대 상 지 구

하천	좌·우 안별	지구명	위 치			구 간 (측점No.)	연 장 (m)	비 고
			사·군	면	리			
교 성 천	좌	오포1지구	보령	오천	오포	No.24+0~No.37+42	1,346	
	우	오포2지구	보령	오천	오포	No.24+0~No.37+42	1,352	
	좌	교성3지구	보령	오천	오포	No.40+12~No.48+70	845	
	우	교성4지구	보령	오천	오포	No.40+12~No.48+70	857	
	좌	교성5지구	보령	오천	오포, 교성	No.48+70~No.58+59	988	
	우	교성6지구	보령	오천	오포, 교성	No.48+70~No.58+59	978	

치수경제성 조사 위치도



【그림 8.4-1】

8.4.2 피해액 조사

(1) 침수구역의 자산조사

조사는 『치수사업 경제성분석 방법연구(2004, 국토해양부)』의 방법에 의거하여 실시하였으며, 자료는 금회 1/2,500 지형평면도 및 1/5,000 수치지도상에서 유량규모별로 홍수범람도를 작성하여 【표 8.4-2】와 같이 예상범람면적을 산정하였다.

또한, 범람지구내에 들어가는 가옥, 공공건물 등을 조사함과 아울러 각 대상지구별로 현지에서 조사를 통하여 보완하였다.

【표 8.4-2】 범람구역 개요

하천	좌·우 안별	지구명	예상범람면적(ha)				비 고
			계	농경지		대지 (동수)	
				논	밭		
교 성 천	좌	오포1지구	23.34	22.50	-	0.84(12)	80년 빈도
	우	오포2지구	21.35	20.90	-	0.45(6)	
	좌	교성3지구	6.86	6.86	-	0.15(2)	
	우	교성4지구	6.16	6.16	-	0.15(2)	
	좌	교성5지구	4.34	4.34	-	0.15(2)	
	우	교성6지구	2.92	2.92	-	0.08(1)	

【표 8.4-3】 지구별 및 유량규모별 침수면적

하천	좌·우 안별	지구명	빈 도 별 침 수 면 적(ha)				
			30년	50년	80년	100년	200년
교 성 천	좌	오포1지구	18.00	20.25	22.50	24.08	24.75
	우	오포2지구	16.72	18.81	20.90	22.36	22.99
	좌	오포3지구	5.49	6.17	6.86	7.34	7.55
	우	오포4지구	4.93	5.54	6.16	6.59	6.78
	좌	교성1지구	0.43	0.93	4.34	4.51	6.42
	우	교성2지구	0.98	2.54	2.92	2.94	2.98

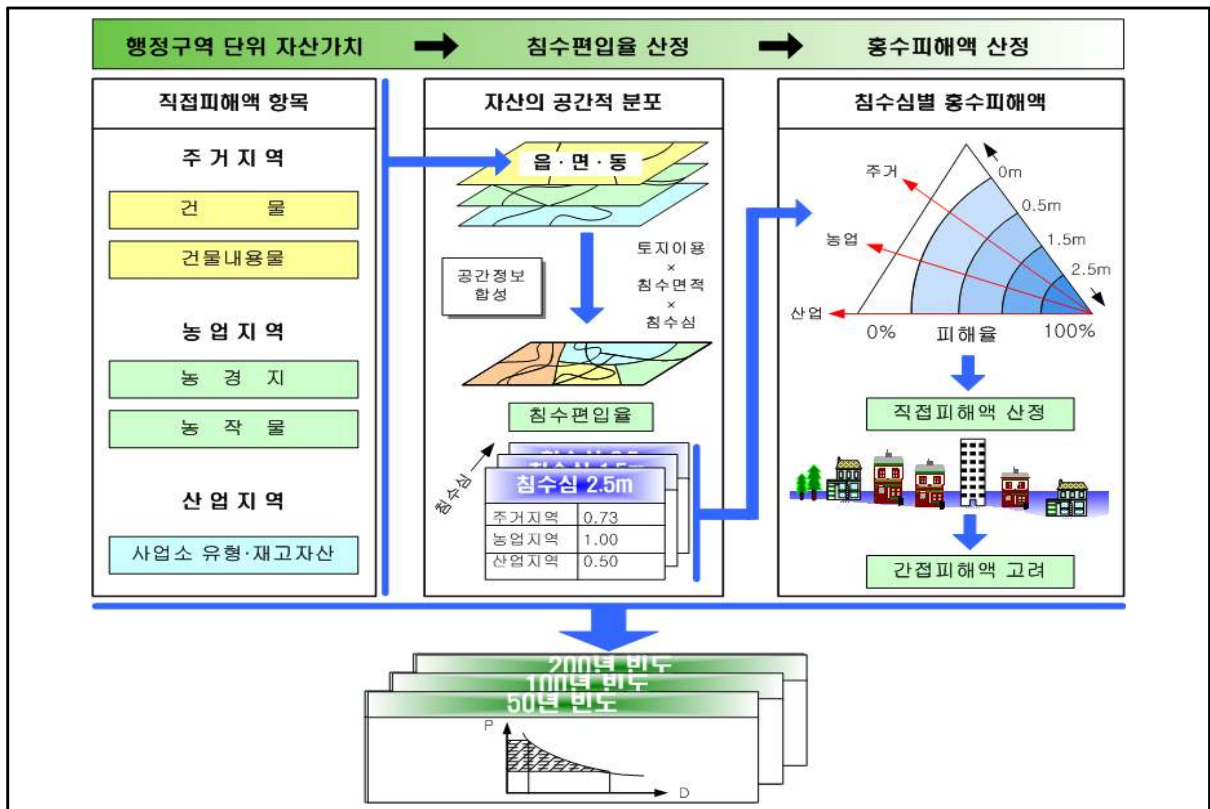
(2) 피해액 조사분석

홍수피해액 조사분석은 수해로 인한 지구별 피해상황을 파악하여 치수사업의 투자효율 산정과 기타 하천행정에 필요한 제반자료를 얻고자 함에 있다.

본 과업에서는 『치수사업 경제성분석 방법 연구(국토해양부, 2004)』에서 제시한 침수심을 고려한 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA ; Multi-Dimensional Flood Damage Analysis)을 이용하여 산정하였다.

다차원홍수피해 산정방법은 홍수자체의 특성과 지역특성이 홍수피해를 결정하는 두가지 주요 요인으로 설정하였다. 홍수자체의 특성인 홍수의 심각성은 침수면적, 침수심 그리고 침수지속시간을 고려하였으며, 지역 특성을 고려하기 위해 홍수피해 지역을 농업, 주거 산업지역으로 분류하여 어떤 단위의 지역을 이산적으로 특성화하지 않고 연속적으로 특성화하여 피해액 산정에 구체적으로 반영하였다. 다차원 홍수피해 산정방법의 개념도는 【그림 8.4-2】와 같다.

다차원법의 개념도(일반자산 피해액의 산정방법)



【그림 8.4-2】

(가) 인명 피해액, 이재민 피해액

① 인명피해액

$$\square \text{인명손실액} = \text{침수면적당 손실인명수(명/ha)} \times \text{손실원단위(원/명)} \times \text{침수면적(ha)}$$

인명 손실로 인한 피해액은 침수면적 1ha당 희생자수에 손실원단위(사망 25,000만원/명, 부상 2,000만원/명 적용)를 곱하여 계산하였다. 도시유형별 단위 침수면적당 손실인명수는 【표 8.4-4】와 같고, 본 과업유역이 속한 보령시는 전원도시로 분류되어 단위면적당 손실 인명수는 사망 0.001명, 부상 0.001명을 적용하여 산정하였다.

【표 8.4-4】 도시유형별 단위 침수면적당 손실인명수

구 분	단위 침수면적당 손실 인명수 (단위 : 명/ha)				
	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 : 『치수사업경제성분석 개선방안연구(국토해양부,2001.2)』

② 이재민피해액

$$\square \text{이재민 피해액} = \text{침수면적당 발생 이재민(명/ha)} \times \text{대피일수(일)}$$

$$\times \text{일평균 국민소득(원/명·일)} \times \text{침수면적(ha)}$$

도시유형별 침수면적당 발생 이재민수는 【표 8.4-5】와 같고, 본 과업유역이 속한 보령시 오천면은 전원도시로 분류되어 단위면적당 발생 이재민수는 0.27명, 대피일수는 평균 10일을 적용하여 산정하였다.

【표 8.4-5】 단위 침수면적당 발생 이재민수

구 분	단위 침수면적당 발생 이재민수(단위 : 명/ha)				
	대 도 시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
이재민수	1.85	1.17	0.27	0.37	0.98

주)자료출처 : 『치수사업경제성분석 개선방안연구(국토해양부,2001.2)』

(나) 일반자산 피해액

① 행정구역별 대상자산 조사

행정구역별 대상 자산조사는 통계연보를 이용하여 과업유역이 속한 행정구역 전체의 대상 자산을 조사하였다.

조사대상자산은 주거특성, 농업특성 및 산업특성으로 분류하였으며 단위 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법은 【표 8.4-6】과 같다.

【표 8.4-6】 단위 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법

지역특성		세분류	자 료	산 정 방 법
주거 특성	건물	단 독	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)
		아파트		
		연 립		
	건물 내용물		① 가정용품 보급률 및 평균가격 ② 지역별 가정용품 평가액 ③ 읍면동별 세대수	세대수에 1세대당 평가단가를 곱 하여 산정 (②×③, ①은 고려사항)
농업 특성	농경지	전	① 매물,유실에 의한 피해액 ② 읍면동별 전,답 면적	매물이나 유실이 발생하였을 경 우 피해액을 바로 산정(①×②)
		답		
	농작물	전	① 단위면적당 농작물평가단가 ② 읍면동별 전, 답 면적 ③ 읍면동별 경작작물의 종류	논면적, 밭면적에 시군구별 단위 면적당 농작물평가단가를 곱하여 농작물자산을 산정(①×②, ③은 고려사항)
		답		
산업 특성	유형 자산 (액)		① 산업분류별 1인종사자수당 사 업체 유형·재고자산액 ② 읍면동별 산업분류별 종사자수	산업대분류마다 종업자수에 1인 당 평가단가를 곱하고 사업소 유 형고정자산·재고자산을 산정(①×②)
	재고 자산 (액)			

주)피해액 산정에 관한 세부사항은 부록 제11장 참조

행정구역별 전체 자산은 주거자산, 농업자산, 산업자산으로 구분하여 조사하였다. 주거자산은 건물 및 건물내용물로 구분, 농업자산은 농경지 및 농작물 자산으로 구분, 산업자산은 유형자산과 재고자산으로 구분하여 산정하였다.

홍수지역의 범위가 홍수 피해액에 주는 영향을 구체적으로 측정하기 위하여 피해산정 방식이 가져야 할 합리적인 특성인 정확성, 가능성, 편의성, 그리고 단순성을 고려하여 최소한의 행정단위를 읍·면 단위로 설정하였다. 본 과업유역은 행정구역상 보령시 오천면이 포함되어 있다.

상기 과정에 따라 산정한 행정구역별 대상자산은 【표 8.4-7】과 같다.

【표 8.4-7】 침수 해당 행정구역별 전체 대상자산

(단위 : 백만원)

대상자산 행정구역	주 거 특 성		농 업 특 성		산 업 특 성	
	건 물	건물내용물	농작물	농경지	유형자산	재고자산
보령시 오천면	187,263	54,637	4,441	지구별계산	3,099,418	29,067

② 침수편입율 산정

침수편입율이란 행정구역내의 일반자산을 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산하기 위해 지역특성요소별로 지리요소인 공간객체들의 위치정보를 침수심별로 중첩하여 전체에 대한 비율로 나타낸 것으로 행정구역별 대상자산에 침수편입율을 곱함으로써 홍수피해액을 산정할 수 있다.

본 과업 유역 자산의 공간적 분포를 조사한 결과 주거지역 및 농업지역에 대한 피해가 대부분이며, 산업지역에 대한 피해는 없는 것으로 조사되었다.

조사지역에 대한 주거지역, 농업지역의 공간적 분포를 추출하기 위하여 금회 측량한 1/2,500 지형도를 이용하였으며, 범람지역은 제내지 현황을 고려하여 침수심 1.0m 이하와 침수심 1.0m 이상의 구간으로 구분하였다. 또한, 주거지역 면적은 현지조사하여 침수

가옥수를 산정하였다.

③ 일반자산 피해액 산정

본 과업에서 행정구역별 일반자산 피해액은 지역적 특성을 고려하여 주거특성, 농업 특성, 산업 특성으로 구분하여 산정하였다.

주거 특성에 따른 자산은 건물 피해액과 건물 내용물 피해액으로 분류하여 산정하였다. 건물피해액은 단독주택, 아파트, 연립주택(다가구주택)등의 건축형태별 구분하였고 건물내용물 피해액은 도시유형별 가정용품 평가액을 고려하여 산정하였다.

농업 특성에 따른 자산은 농작물 피해액과 농경지 피해액으로 분류하여 산정하였다. 농작물 피해액은 경작지 면적에 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 농작물 자산으로 산정하였고 농경지 피해액은 매몰이나 유실이 발생하였을 경우의 피해액을 산정하였다.

산업 특성은 유형자산과 재고자산으로 분류하여 산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가 단가를 곱하여 사업소의 유형고정자산 및 재고자산을 산정하였다.

본 과업에서는 행정구역별 일반자산 피해액은 주거특성, 농업 특성, 산업 특성으로 구분하여 홍수의 지역적 특성을 고려하였고 최소행정단위를 면단위로 설정하여 일반자산 평가액을 산출하였다.

홍수의 지역적 특성이 반영된 행정구역별 일반자산 평가액을 홍수자체의 특성인 홍수의 심각성을 반영하기 위해 침수면적, 침수심 그리고 침수지속시간을 고려하여 피해액 산정에 구체적으로 반영하였다.

이상과 같이 본 과업 침수구역에 대한 일반자산 피해액은 행정구역별 대상자산에 침수 편입을 및 침수심에 따른 피해율을 곱하여 산정하였으며, 산정결과는 【표 8.4-8】 과 같다.

(다) 공공시설물 피해액

공공시설물 피해액은 일반자산 피해액에 일정비율을 곱하여 산정하며, 『침수사업 타당성 분석방법 보완연구(국토해양부)』에서는 2002년 재해연보를 분석하여 일반자산 피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율을 1:6.01로 사용하였으나 이값은 과다하게 산정되는 것으

로 보고되어 본 검토에서는 『치수사업 경제성분석 방법 연구(국토해양부,2004)』에서 제시한 1:1.694를 적용하였다.

【표 8.4-8】 공공토목시설의 피해액/일반자산피해액에 대한 비율

시 설	공공토목시설의 피해액/일반자산피해액에 대한 비율 (%)							
	도 로	교 량	하수도	도시시설	공 익	농 지	농업용시설	소 계
피해율	61.6	3.7	0.4	0.2	8.6	29.1	65.8	169.4

주)자료출처 : 『치수경제조사 매뉴얼(2000, 일본 건설성 하천국)』

(라) 총피해액

치수사업 대상지구의 유량규모별 범람수리조사를 실시하여 인명피해액, 행정구역별 대상 자산에 당해지구의 침수편입율 및 침수심에 따른 피해율을 곱하여 주거자산, 농업자산, 산업자산으로 구성되는 일반자산을 산정하고 일반자산 피해액에 일정비율을 곱하여 공공시설물 피해액을 산정하였다.

상기와 같이 산정한 인명피해액, 일반자산 피해액, 공공시설물 피해액을 합산하면 총피해액이 되며, 총피해액 산정결과는 【표 8.4-9】와 같다.

$$\square \text{ 총(직접)피해액} = (1 + \alpha) \text{ 일반자산 피해액} + \text{인명 피해액}$$

여기서, α : 일반자산 피해액에 대한 공공시설물의 비율

【표 8.4-9】

빈도규모별 총피해액

(단위 : 백만원)

지구명	빈도 (년)	일 반 자 산					공공자산	인명피해		총피해액
		주거특성		농업특성		소계		인명	이재민	
		건물	가정용품	농작물	농경지					
오포1지구	30	536.6	142.9	55.1	0.0	0.0	0.0	734.6	1244.4	3.4
	50	590.3	157.2	62.0	0.0	0.0	0.0	809.5	1371.2	3.8
	80	643.9	171.4	68.9	0.0	0.0	0.0	884.3	1498.0	4.2
	100	643.9	171.4	73.7	0.0	0.0	0.0	889.1	1506.2	4.5
	200	643.9	171.4	75.8	0.0	0.0	0.0	891.2	1509.7	4.6
오포2지구	30	268.3	71.4	51.2	0.0	0.0	0.0	390.9	662.3	3.1
	50	268.3	71.4	57.6	0.0	0.0	0.0	397.3	673.1	3.5
	80	322.0	85.7	64.0	0.0	0.0	0.0	471.7	799.1	3.8
	100	322.0	85.7	68.5	0.0	0.0	0.0	476.2	806.6	4.1
	200	322.0	85.7	70.4	0.0	0.0	0.0	478.1	809.9	4.2
오포3지구	30	107.3	28.6	16.8	0.0	0.0	0.0	152.7	258.7	1.0
	50	107.3	28.6	18.9	0.0	0.0	0.0	154.8	262.2	1.1
	80	107.3	28.6	21.0	0.0	0.0	0.0	156.9	265.8	1.3
	100	107.3	28.6	22.5	0.0	0.0	0.0	158.4	268.3	1.3
	200	107.3	28.6	23.1	0.0	0.0	0.0	159.0	269.4	1.4
오포4지구	30	107.3	28.6	15.1	0.0	0.0	0.0	151.0	255.8	0.9
	50	107.3	28.6	17.0	0.0	0.0	0.0	152.9	259.0	1.0
	80	107.3	28.6	18.9	0.0	0.0	0.0	154.8	262.2	1.1
	100	107.3	28.6	20.2	0.0	0.0	0.0	156.1	264.4	1.2
	200	107.3	28.6	20.7	0.0	0.0	0.0	156.6	265.4	1.2
교성1지구	30	107.3	28.6	1.3	0.0	0.0	0.0	137.2	232.4	0.1
	50	107.3	28.6	2.8	0.0	0.0	0.0	138.7	235.0	0.2
	80	107.3	28.6	13.3	0.0	0.0	0.0	149.2	252.7	0.8
	100	107.3	28.6	13.8	0.0	0.0	0.0	149.7	253.6	0.8
	200	107.3	28.6	19.7	0.0	0.0	0.0	155.6	263.5	1.2
교성2지구	30	53.7	14.3	3.0	0.0	0.0	0.0	71.0	120.2	0.2
	50	53.7	14.3	7.8	0.0	0.0	0.0	75.7	128.3	0.5
	80	53.7	14.3	8.9	0.0	0.0	0.0	76.9	130.3	0.5
	100	53.7	14.3	9.0	0.0	0.0	0.0	77.0	130.4	0.5
	200	53.7	14.3	9.1	0.0	0.0	0.0	77.1	130.6	0.6

주) 자세한 내용은 부록 11.0 치수경제성 분석 참조

8.4.3 경제성 분석

(1) 예상연평균 피해경감기대액(편익)의 산정

연평균피해액이란 한해에 발생 가능한 홍수에 대한 기대 피해액이라고 할 수 있으며 치수사업으로 인하여 경감된 연평균피해액을 연평균 피해경감기대액 이라고 한다. 본 과업에서는 유량규모별 피해액을 산출하여 내구연한 동안의 연평균 피해경감 기대액(편익)을 산정하였다.

유량규모별 연평균 초과확률은 유량-빈도 곡선으로부터 산출하고, 유량규모별 피해경감액은 사업전·후의 피해액의 차이로부터 구한다. 구간 평균피해 경감액과 구간확률을 곱하여 해당 구간의 연평균 경감액을 산출하고 이를 누계한 값이 연평균 경감기대액으로 연평균 피해경감 기대액의 산출방법은 【표 8.4-10】과 같다.

【표 8.4-10】 연평균피해경감기대액의 산정방법

유량 규모	연평균 초과 확률	피 해 경감액	구간평균 피해 경 감 액	구 간 확 률	연 평 균 피 해 경 감 액	연 평 균 피해경감액 누 계
Q_0	N_0	$D_0 (=0)$	$\frac{D_0 + D_1}{2}$	$N_0 - N_1$	$d_1 = (N_0 - N_1) \times \frac{D_0 + D_1}{2}$	d_1
Q_1	N_1	D_1	$\frac{D_1 + D_2}{2}$	$N_1 - N_2$	$d_2 = (N_1 - N_2) \times \frac{D_1 + D_2}{2}$	$d_1 + d_2$
Q_2	N_2	D_2	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\frac{D_{m-1} + D_m}{2}$	$N_{m-1} - N_m$	$d_m = (N_{m-1} - N_m) \times \frac{D_{m-1} + D_m}{2}$	$d_1 + d_2 + \cdots + d_m$
Q_m	N_m	D_m				

치수사업이 제방사업일 경우에는 계획빈도까지의 연평균 피해액이 연평균피해경감기대액과 같으며, 비제방사업일 경우에는 사업전과 사업후의 연평균피해액을 각각 구하여 두 값의 차를 연평균 피해경감기대액으로 산정한다.

본 과업하천에 대한 치수사업은 제방사업으로 빈도규모별 총피해액을 이용하여 해당빈도에 대한 연평균 피해경감기대액을 계산하면 【표 8.4-11】과 같다.

【표 8.4-11】 지구별 및 유량규모별 연평균 피해경감기대액

지구명	안별	유량규모별 연평균 피해경감기대액 (백만원)				
		30년	50년	80년	100년	200년
오포1지구	좌	997.6	1,025.4	1,042.6	1,048.6	1,060.6
오포2지구	우	578.7	592.9	601.7	604.9	611.4
오포3지구	좌	137.6	143.1	146.3	147.4	149.5
오포4지구	우	136.9	142.4	145.5	146.5	148.6
교성1지구	좌	121.3	126.3	129.2	130.2	132.3
교성2지구	우	66.5	69.2	70.7	71.3	72.3

(2) 유량규모별 예상 치수사업비(비용)의 산정

유량규모별 예상사업비는 어떤 유량규모에 대응할 수 있도록 하기 위하여 필요한 치수사업비이다. 본 과업시 사업비는 유량규모별 치수시설물 계획을 토대로 축제공, 호안공, 구조물공, 각 시설물의 유지관리비, 기타 공사비와 보상비를 합하여 산정하였다.

또한, 연평균 비용은 공사기간에 따라 사업비를 공종별로 적정 배분한 후 이를 합하여 산정하고 치수시설물의 유지관리비, 잔존가치(제방 80%, 호안 10%, 구조물 10%), 보상비(100%)를 반영하였다.

총사업비는 공사비와 보상비를 합하여 산정하였고 유지관리비에 대해서는 제방설치 후 평가기간으로 산정하였다. 또한, 평가대상기간이 끝나는 시점에 있어서 잔존가치를 평가할 수 있는 것은 비용에서 제외하였다.

지구별 총사업비는 【표 8.4-12】와 같다.

【표 8.4-12】 지구별 총사업비(초기사업비)

지구명	안별	지구별 총사업비 (백만원)				
		30년	50년	80년	100년	200년
오포1지구	좌	3,784.7	3,849.3	3,903.4	3,946.8	4,072.5
오포2지구	우	3,171.8	3,222.7	3,251.0	3,296.6	3,428.4
오포3지구	좌	810.1	816.6	821.5	861.0	928.6
오포4지구	우	702.0	803.3	808.1	851.4	917.3
교성1지구	우	704.4	560.4	587.6	597.6	635.1
교성2지구	좌	813.7	823.2	826.1	866.4	909.9

(3) 경제성 분석

여러 가지 투자계획 중에서 하나를 선택하거나 또는 최적규모로 결정된 시설에 대한 경제성 평가를 위해서는 일반적인 기준이 필요하다. 이러한 기준을 평가기준(Evaluation Criteria), 평가지표(Evaluation Indicator) 또는 투자기준(Investment Criteria)이라고도 하며, 순현재가(NPV; Net Present Value), 편익/비용비(B/C; Benefit -Cost ratio), 내부수익율(IRR; Internal Rate of Return)의 세 가지가 주로 이용되고 있다.

본 과업에서는 경제적 타당성을 평가하는 지표로서 현 시점으로 할인된 총편익과 총비용의 비인 편익/비용비(B/C)를 산정하였다. 순현재가(NPV)은 상대적인 차액을 구하므로 투자규모가 큰 사업이 유리하게 나타나는 문제점이 있으나, 편익/비용비는 여러 가지 사업을 객관적인 입장에서 비교할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

편익/비용비를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{B}{C} = \sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+r)^k}$$

여기서, B_k : k 년차에 발생하는 편익

C_k : k 년차에 발생하는 비용

n : 분석기간(시설 내구연한 50년)

r : 할인율(6.0%를 적용)

치수시설물의 건설 및 유지관리에 필요한 총비용과 치수사업에 의해 야기되는 총편익(피해경감액)을 할인율을 이용해서 현재 가치화하여 비교한다. 이를 위해, 평가시점을 현재가치화의 기준시점으로 하고, 치수시설의 건설기간과 치수시설의 내구년한을 평가대상 기간으로 하였다.

치수시설의 완성에 필요한 비용과 치수시설의 완성부터 내구년한 동안의 유지관리비를 현재가치화한 것의 총합에서 총비용을 연평균 피해경감 기대액을 현재가치화 한 것의 총합에서 총편익을 각각 산정한다.

본 과업에서 사업계획기간은 한국개발원에서 최근 수행한 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(2000)』에서는 댐 사업의 경우 50년을 분석 기간으로 결정한바 있어 이를 근거하여 내구년한을 50년으로 하였다.

한국개발연구원에서 발간한 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(2001)』에 의하면 공공사업의 할인율은 【표 8.4-13】과 같다.

공공사업의 할인율은 지금까지 사용해온 명목 할인율을 크게 벗어나지 않음으로써 발생하는 혼란을 방지하고, 향후 물가상승이 크지 않다는 사실을 근거로 하여 실질 할인율을 7.5%로 제시하고 있다. 그러나 일률적인 할인율의 적용보다는 사업별 공공성, 간접편익의 포함 범위와 고려여부, 편익계산시 간편법의 이용유무 등을 고려하여 판단해야 한다. 기존 다목적댐의 타당성 조사보고서에는 8~12%, 하천기본계획에는 8% 내외의 할인율이 적용되어 왔다.

치수사업은 미래의 기후변화에 대비한 안정성과 인명피해 감소 등의 사회안전 효과 등을 고려한다면 다른 공공사업에 비해 낮은 할인율을 적용하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 과업에서는 『수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)(2003)』에서 제시한 할인율 6.0%를 적용하였다.

이상과 같이 산정한 지구별 유량규모별 편익/비용비는 【표 8.4-14】와 같다.

【표8.4-13】

공공사업의 적용 할인율

8.0 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항

공 항 부 분	도 로 부 분	철 도 부 분	항 만 부 분	치 수 사 업 부 분	비 고
7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	6.0%	금 회 적 용

주)자료출처 : 『수자원(댐)부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 연구(제3판)(2003)』

【표8.4-14】 지구별 유량규모별 편익/ 비용(B/ C)

지구명	빈 도 (년)	편익 (백만원)		비용 (백만원)					편익/비용 (B/C)
		총편익	총편익의 현재가치 (B)	초 기 투자비	OMR	잔존가치	총비용	총비용의 현재가치 (C)	
오포1지구	30	49,880.5	14,833.9	3,784.7	63.3	616.6	6,333.1	4,477.0	3.31
	50	51,270.6	15,247.3	3,849.3	64.2	635.1	6,424.2	4,550.3	3.35
	80	52,128.4	15,502.4	3,903.3	65.0	650.6	6,502.7	4,612.3	3.36
	100	52,427.8	15,591.5	3,946.8	65.6	663.1	6,563.7	4,661.6	3.34
	200	53,029.0	15,770.3	4,072.5	67.4	699.6	6,742.9	4,805.0	3.28
오포2지구	30	28,933.4	8,604.5	3,171.8	49.5	694.5	4,952.3	3,690.3	2.33
	50	29,644.5	8,815.9	3,222.6	50.1	713.1	5,014.5	3,746.2	2.35
	80	30,085.5	8,947.1	3,251.0	50.5	721.6	5,054.4	3,778.5	2.37
	100	30,245.8	8,994.8	3,296.5	51.2	735.2	5,121.3	3,831.1	2.35
	200	30,568.7	9,090.8	3,428.4	53.0	775.0	5,303.4	3,980.2	2.28
200오포3지 구	30	6,880.0	2,046.0	810.1	11.6	229.1	1,161.0	924.4	2.21
	50	7,157.2	2,128.4	816.5	11.5	237.4	1,154.1	928.5	2.29
	80	7,315.3	2,175.5	821.4	11.6	239.1	1,162.3	934.6	2.33
	100	7,368.7	2,191.3	861.0	12.1	252.7	1,213.3	978.6	2.24
	200	7,476.0	2,223.3	928.6	13.0	276.2	1,302.4	1,054.5	2.11
200오포4지 구	30	6,844.2	2,035.4	701.9	10.1	196.0	1,010.9	801.8	2.54
	50	7,118.1	2,116.8	803.3	12.1	196.8	1,211.5	927.1	2.28
	80	7,274.1	2,163.2	808.1	12.1	198.4	1,214.7	931.5	2.32
	100	7,326.6	2,178.8	851.4	12.7	212.9	1,273.5	980.5	2.22
	200	7,432.4	2,210.3	917.3	13.6	235.2	1,362.1	1,054.9	2.10
오포5지구	30	6,065.2	1,803.7	704.4	12.1	96.1	1,213.3	838.9	2.15
	50	6,313.2	1,877.4	560.4	9.1	105.1	910.3	658.1	2.85
	80	6,458.9	1,920.8	587.6	9.4	113.4	944.2	687.8	2.79
	100	6,509.4	1,935.8	597.5	9.6	116.5	961.0	699.9	2.77
	200	6,612.6	1,966.5	635.1	10.1	128.2	1,011.9	742.2	2.65
오포6지구	30	3,327.3	989.5	813.6	11.0	262.8	1,100.8	917.1	1.08
	50	3,459.3	1,028.7	823.2	10.9	274.5	1,093.7	924.1	1.11
	80	3,536.7	1,051.7	826.0	11.0	275.5	1,100.5	928.2	1.13
	100	3,562.7	1,059.5	866.3	11.5	289.4	1,151.9	972.9	1.09
	200	3,614.8	1,075.0	909.9	12.1	304.6	1,210.3	1,022.1	1.05

주) 자세한 내용은 부록 11.0 치수경제성 분석 참조

8.4.4 적정 투자 규모와 투자 우선 순위

(1) 적정 투자 규모

본 과업 대상 하천의 편익/비용비(B/C) 산정 결과에 의하면 50~80년 빈도 규모의 투자 효율이 가장 크게 나타났으며 홍수 규모별 산정값의 차이가 크지 않은 것으로 분석되었다.

또한, 본 계획에서는 30년~150년을 검토한 결과와 하천 수계 전반의 일관성 있는 계획을 위하여 금회 과업 구간에 대한 계획 규모는 80년으로 결정하였다.

(2) 투자 우선 순위

(가) 적용 기준

경제성분석을 통하여 사업 전체에 대한 경제적 타당성이 입증되면 개별 사업지구의 투자 우선순위는 B/C 이외에도 지역적 특성과 여러 가지 여건들을 종합적으로 고려하여 결정하도록 하고 있다.

본 과업에서 하천개수사업의 투자우선순위 결정은 하천 개수 사업의 공공적 특성을 고려하여 개수 대상 구간 및 지역의 B/C를 감안한 효율성, 형평성, 일관성을 종합적으로 고려하여 통합 지표를 산정하여 우선순위를 결정하였다.

① 사업의 효율성

■ 공공사업의 투자우선순위를 선정할 때 가장 중요한 요소는 사업의 효율성이라 할 수 있으며, 비용/편익비는 바로 이러한 효율성에 기초하여 사업으로부터 제기되는 각종 직·간접 편익과 비용을 현재의 화폐가치로 환산하여 어느 사업이 더 효율성이 있는지를 판단한다.

② 사업의 형평성

■ 하천개수사업은 기본적으로 사회구성원 모두가 최소한의 후생을 누리기 위해 필요한 필수적인 생활 기반시설사업이기 때문에 생활기반시설의 공급에는 '사회적 최저수준(civil minimum)의 보장'이라는 원칙이 적용되어야 한다. 이는 효율성을 추구하는 과정에서 특정지역에 시설이 집중되어서는 안 된다는 것을 의미하기 때문에 지역간·수계간에 최소한의 형평성이 보장되어야 한다. 특정한 지역의 하천 개수율이 지나치게 낮거나 지나치게 높을 경우 이러한 형평성의 원칙에 위배된다고 할 수 있으며, 특정한 지역에서

자주 홍수가 발생하거나 다른 지역에 비해 큰 홍수가 발생한다면 형평성 차원에서 우선 개수하는 것이 합리적이다.

③ 사업의 일관성

■ 현재 하천개수사업이 각 구간별로 추진되고 있기 때문에 특정구간의 사업이 완료되었다고 하더라도 인접지역 사업이 완료되지 못할 경우 인접지역에서 홍수피해가 발생할 수도 있기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 하천별 또는 수계별로 하천개수사업이 추진되어야 한다. 사업의 시너지(synergy) 효과를 극대화하고, 사업의 외부효과를 없애기 위해서 반드시 사업간 일관성을 고려해야 한다.

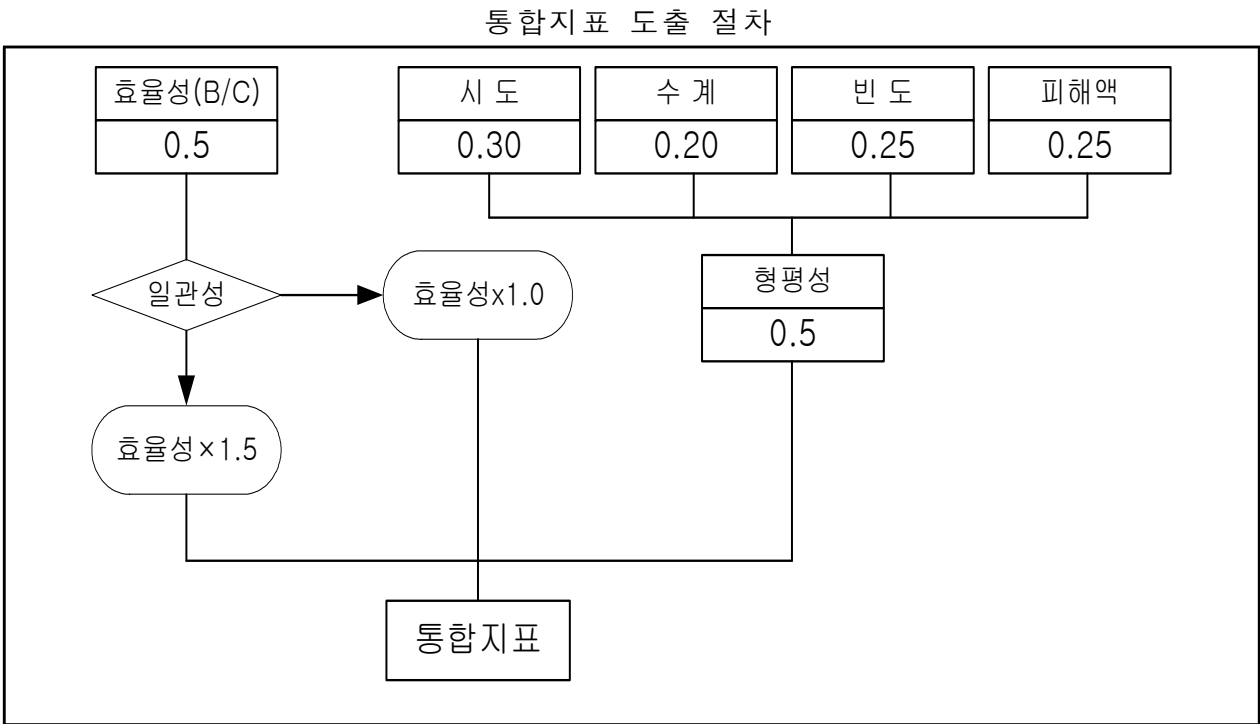
이러한 기준들을 이용하여 투자 우선순위를 설정하기 위해서는 각각의 기준을 적절한 방법으로 상대 가치화하여 하나의 지표로 만들어야 한다. 상대가치화 하는 방법으로서 일관성과 관련된 기준을 제외한 모든 지표의 평균을 1로 하는방법을 사용하였으며, 상대가치화하는 방법은 【표 8.4-15】와 같이 각 원칙별 적용기준을 산정하였다.

하천개수사업의 투자우선순위를 결정하는데 사용되는 통합지표의 산정은 【그림 8.4-3】과 같다.

【표8.4-15】 세부기준위 상대 가치화 방법

구 분		방 법
효율성	비용편익비(B/C)	해당 지구의 B/C를 전국 평균으로 나눈 값
형평성	수계별 하천개수율	해당지구가 속해 있는 수계의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	시도별 하천개수율	해당지구가 속해 있는 시도의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	홍수발생빈도	해당 지구의 최근 10년간의 홍수발생빈도를 전국 평균으로 나눈 값
	최대 홍수피해액	해당 지구의 최근 10년간의 최대홍수 피해액을 전국 평균으로 나눈 값
일관성	제1지류 여부, 인접구간 여부	두 개의 기준 중 하나에 해당되면 1, 해당되지 않으면 0

주)자료출처 : 『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(국토해양부,2001.2)』



【그림 8.4-3】

(나) 투자 우선순위 결정

투자 우선순위를 결정하기 위하여 계획 지구에 대한 일관성 지표, 효율성 지표 및 형평성 지표를 반영한 통합 지표를 산정 하였으며 통합 지표의 수치가 큰 지구를 투자 우선순위로 선정하였으며 결과는 【표 8.4-16】 과 같다.

【표8.4-16】 지구별 투자우선순위

하천명	지구명	안별	연 장 (m)	사업비 (백만원)	B/C	통 합 지 표	투자우선 순 위
교 성 천	오포1지구	좌	1,346	3,903.4	3.36	2.26	1
	오포2지구	우	1,352	3,251.0	2.37	1.67	2
	오포3지구	좌	845	821.5	2.33	1.63	4
	오포4지구	우	857	808.1	2.32	1.63	5
	교성1지구	좌	988	587.6	2.79	1.94	3
	교성2지구	우	978	826.1	1.13	0.94	6

8.4.5 단기 및 중장기 투자 계획

치수 사업 수립시 초기 단계로서 적정 투자 규모 및 투자 우선순위를 결정하여 하천 계획 수립시 반영하여야 하며 사업의 시급성과 중요도에 따라 단계적으로 수립하여 실행하여야 한다.

단기 계획으로 피해가 우려되는 우선 지구의 개수 계획을 수립하여 하천 공사를 시행토록 하며 단계적으로 배수 구조물의 용량 개선과 교량 능력 검토에서 나타난 문제점들을 보수·개축시 조치할 수 있도록 하여야 한다.

장기적으로는 하천 구조물을 포함한 하천 시설물의 데이터베이스화 등을 통한 체계적인 관리가 될 수 있도록 하고, 하천 환경의 조사, 연구를 통한 지속적인 관심으로 수환경 관리 대책을 수립 시행함으로써 이·치수를 비롯하여 하천 환경을 포함한 종합적인 관리가 될 수 있도록 계획을 수립해야 할 것이다.

금회 과업구간의 개수계획에 필요한 사업비 및 유지보수에 포함되는 보축, 고호, 절취, 밑다짐 및 교량, 낙차공, 배수시설물등의 신설 등에 소요되는 사업비 총 금액은 8,213.6 백만원으로 추정된다.

【표 8.4-17】

소요사업비

(단위 : 백만원)

하천명	계 획 시 설 물						
	호안	축제	구조물	기타	보상비	공사비	총사업비
교성천	4,440.3	1,234.7	978.0	2,777.6	767.2	9,430.6	10,197.8

9.0 하천의 환경에 관한 사항

9.1 수환경 보전계획

9.2 환경영향 검토

9.0 하천의 환경에 관한사항

9.1 수환경 보전계획

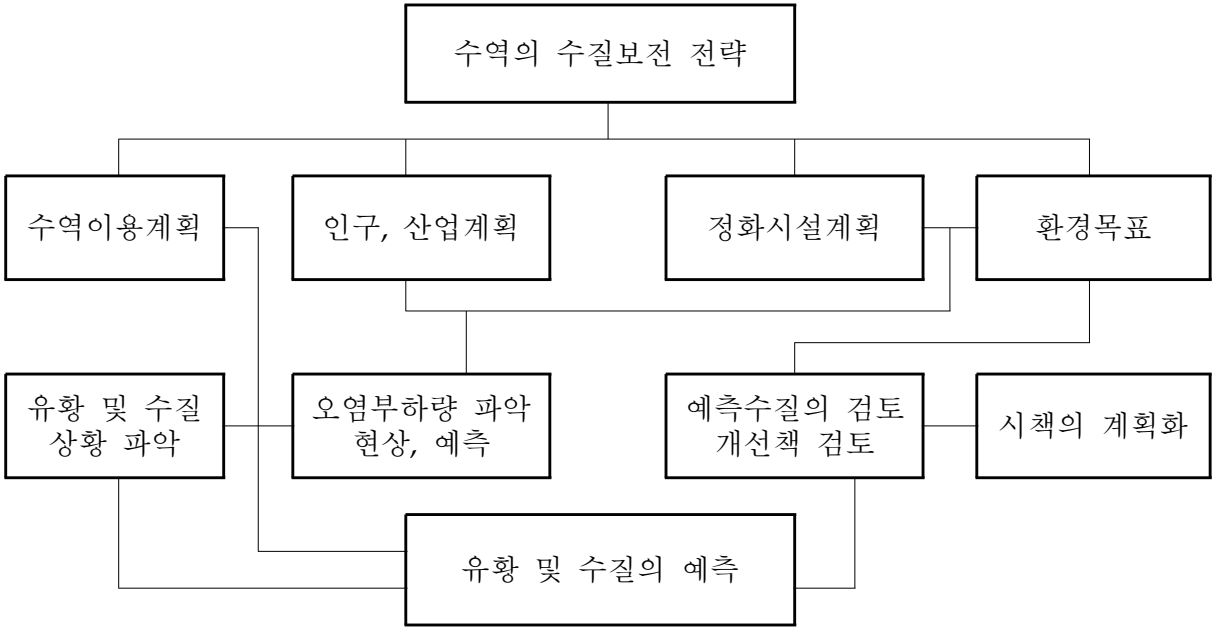
9.1.1 수환경 보전계획

(1) 기본방향

하천의 효과적인 수환경 관리를 위해서는 하천유량과 수질의 관리목표를 설정하여 수체와 수체에 영향을 주는 제반요소를 파악하고 현재의 수질로부터 장래수질을 예측하여 목표로 하는 수질에 접근시킬 시책의 계획화가 요구되며 또한, 지속적이고 항구적인 수환경 개선 방안을 수립하여야 한다.

따라서, 궁극적으로 맑고 풍부한 물이 쉽게 소통할 수 있는 옛 모습의 하천을 복원하여 주민의 휴식공간과 정서 함양의 장소로 이용할 수 있게 하는 것이 당면 과제이며, 풍부한 수량의 확보와 깨끗한 수질을 유지하는 것이 선행되어야 한다.

수질보전 전략의 형성체계



【그림 9.1-1】

위와 같은 체계하에 수역별로 환경목표를 달성시키기 위한 수질보전은 다음과 같은 과정을 거쳐 생성되고 구체화되어야 할 것이다.

(가) 수역의 이용목적의 정립

수역의 이용목적 정립은 수질보전을 위한 전략을 마련함에 있어서 처음 단계로 고려하여야 할 사항으로 하천의 이용 또는 물의 이용목적 뿐만 아니라 필요수량의 설정도 동시에 고려되어야 한다. 또한, 물의 이용목적은 생활, 공업, 수산, 발전, 항해, 위락 및 항행 등 하나 또는 둘 이상의 복합목적을 가질 수도 있다.

(나) 물의 이용목적 및 수질기준의 설정

(다) 수체유입 오염물질 배출기준 설정

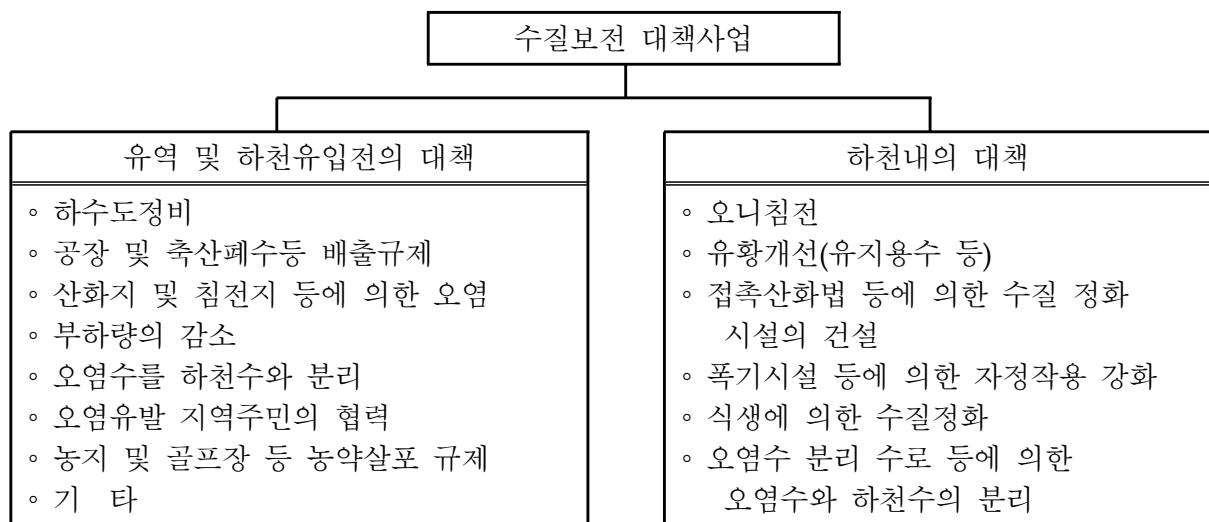
(라) 수질오염 통제전략과 대안개발

(마) 수질오염 방지계획의 수립시행

(2) 수질개선 방안

수질을 보전하기 위하여는 첫째 하천으로 유입되는 오염원을 최소화 하는 것이 무엇보다 중요하며, 차후 이미 하천으로 유입된 오염물질은 하천의 자정능력을 최대화함으로써 수질을 개선·보전하여야 한다.

즉, 하천수질 보전 및 개선을 위하여는 크게 유역 및 하천유입전의 대책, 하천내의 대책으로 구분되며, 각 대책의 내용을 도식화하면 다음과 같다.



한편 금회 과업 하천구간에 설정한 하천환경 목표수질을 확보할 수 있는 정화방안으로는 다음에 나타난 바와 같이 하천 유입전 및 하천 내 개선방안을 살펴보면 다음과 같다.

(가) 하천 유입전 개선방안

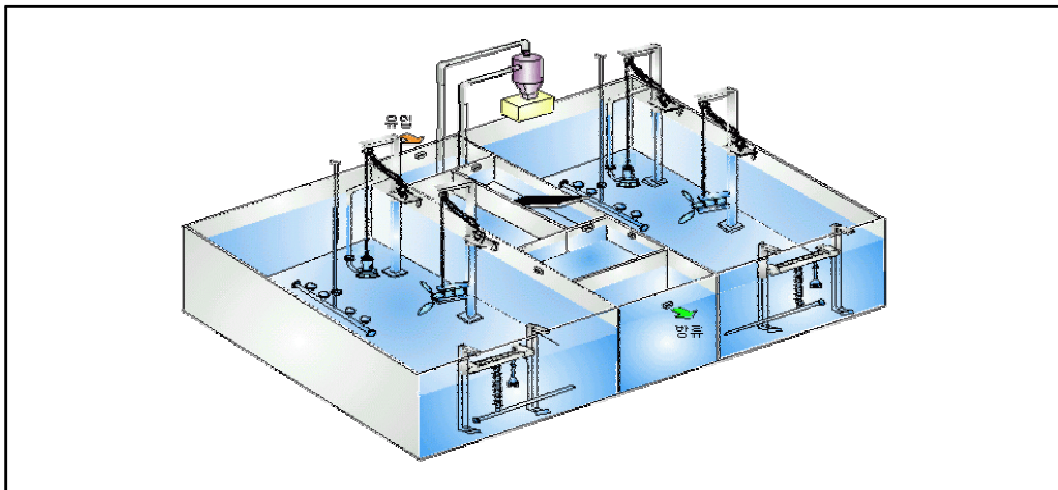
유역 및 하천 유입전의 대책으로 오염발생원의 철저한 관리를 통하여 오염수의 하천 유입방지가 필요하며 다음과 같은 사항이 선행되어야 한다.

① 점오염원 유입방지대책

㉠ 생활하수

- 하수처리구역의 하수처리체계의 정비
- 비 하수처리구역의 발생오염원 정화를 위해 소규모 단위 하수처리시설 설치

마을하수처리장 처리계통 모식도



【그림 9.1-2】

㉡ 공장폐수

- 환경기초시설(하수, 폐수, 분뇨처리장)의 방류수 수질에 대한 기준 강화

㉢ 축산폐수

- 규제 미만 축산사육농가의 발생오염원 정화를 위해 공동처리시설 설치
- : 가축사육시 발생하는 분(糞)은 유기농 농업을 위한 퇴비와 토지환원 등 토질개량제로 이용

② 비점오염원 유입방지대책

비점오염원은 농경지 등에 살포된 비료, 농약, 퇴비 등이 강우로 인해 직·간접적으로 하천으로 유입되어 오염을 발생시키는 것을 말한다. 초기강우는 공기중의 오염물질을 다량 함유할 뿐만 아니라, 지표면 오염원을 유출시켜 하천수질오염의 주요한 원인이

된다. 그러나 도심지와는 달리 농경지의 경우 초기강우에 대한 별도 처리가 사실상 어려운 실정으로, 현실적인 비점오염원의 하천유입방지대책은 농수로 등에 식생대를 조성하여 오염원 유입을 저감토록 하는 것이 적절한 방법이라 판단되며, 농촌지역에서의 비점오염원의 최소화 방안은 다음과 같다.

- 축산분뇨의 자원화 및 유기농 농법 등을 통한 화학비료 사용 억제
- 농경지 배수로의 하천 인접지역에 습지정화시설 설치
- 강우시 빗길 등을 이용한 토양의 피복
- 하천 내 쓰레기, 폐전자제품, 폐타이어, 폐기농산물의 불법투기 단속, 규제 및 행정지도

(나) 하천내 개선방안

하천내에 유입된 오염수 및 수질의 정화를 위해 오염수의 분리수로, 식생정화, 수질정화 및 희석을 위한 유지용수, 오니 준설 등이 있다.

① 여울 및 소에 의한 정화

웅덩이 및 자연여울은 하천흐름에 따라 형성되는 것이며 하상에서 반복되어 형성되는 웅덩이 및 여울은 하상형태에 따라 어류의 부화, 산란, 휴식 등의 장소 제공 및 하천의 자정능력을 향상시키는 등 하천생태계에 있어 매우 중요한 역할을 하는 것이다.

하천의 흐름에 따라 평여울과 급여울로 구분되는 여울 및 소의 계획은 하도안정, 생태계, 오염원등의 영향을 충분히 고려하여 실시설계시 세부사항이 좀 더 구체적으로 검토되어 추진되어야 할 것이다.

여울 및 소의 예시



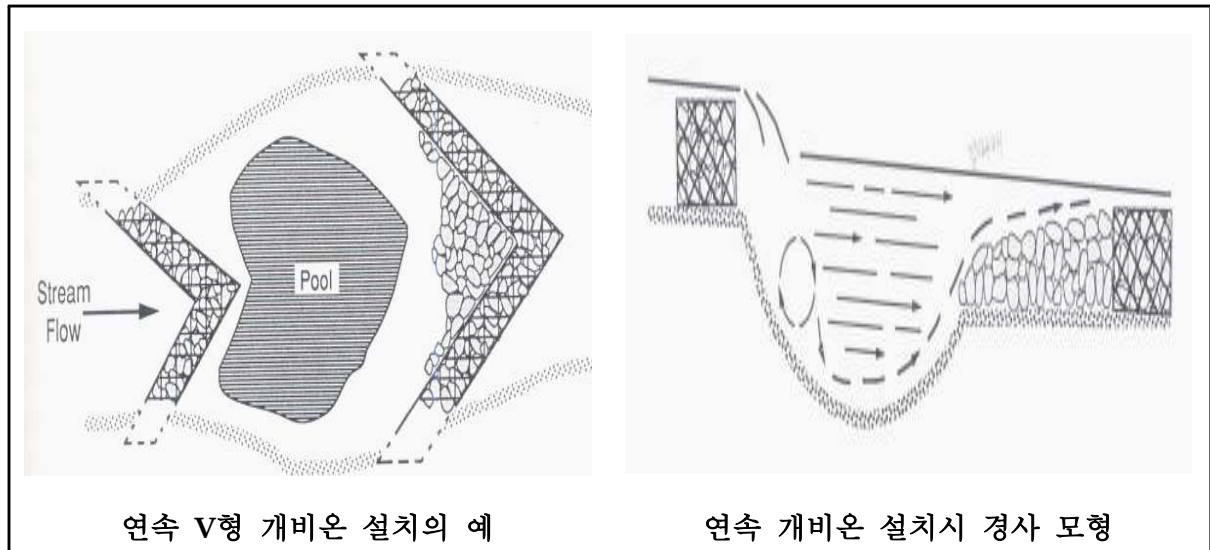
호박돌 큰돌을 이용한 중류수역 여울조성 1



호박돌 큰돌을 이용한 중류수역 여울조성 2

【그림 9.1-3】

인공 여울 및 소의 조성



【그림 9.1-4】

② 식물에 의한 정화

수변 및 강변습지에 나타나는 정수식물로 부들(cattail), 갈대(reed), 골풀, 미나리, 달뿌리풀, 물옥잠 등이 있으며, 이들 식물은 줄기나 뿌리 부분으로 오염물질을 흡착 또는 흡수하여 하천수질을 정화한다.

수생식물 설치지점으로 하폭이 넓은 하도구간, 제내지 배수로 유입지점, 지류 합류부, 오염원 유입지점등이 있으며 이들의 설치시에는 수생식물의 서식특성을 고려하여 설치하도록 하여야 할 것이다.

수생식물로는 수질 정화능력이 탁월하며 월동이 가능하고 구입이 용이하며 생명력이 강한 수종을 선정하여야 하며, 정화능력이 상실된 수생식물은 오히려 하천의 수질을 악화시키므로 정기적인 유지관리를 반드시 실시하여야 할 것이다.

식생에 의한 정화 방법



【그림 9.1-5】

【표 9.1-1】 수변식생의 역할

역할 / 식물군락		수변림	습지식물	추수식물	부엽식물	침수식물
동물의 서식 장소	어류의 산란, 치어의 서식장소	-	-	○	○	○
	수조류의 서식 및 은닉장소	○	○	○	○	○
	수조류의 먹이 공급	○	○	○	○	○
	곤충류, 양서류의 서식 및 먹이 공급	○	○	○	○	○
	저생동물과 조개류에 먹이 공급	○	○	○	○	○
	부착 생물의 개생모체	-	-	○	○	○
치수 수질 개선 자원 공급	토사나 오염물질의 침전 부착	○	○	○	○	○
	유기물의 분해 정화	-	○	○	○	○
	호수나 저지로부터 영양염류 흡수	-	-	○	○	○
	식물플랑크톤의 억제	-	-	○	○	○
	호안 방지	-	-	○	○	○
	밀생군락에 의한 파랑 에너지 감소	○	○	○	○	○
	인간의 채소류 공급	○	○	○	○	○
	생활용품 제공	○	○	○	○	○
	가축이 먹이나 농지의 비료	○	○	○	○	○
	수변경관 창출	○	○	○	○	○

주) 자료 : 오염하천 정화사업 시행지침서, 1997. 11 환경부

③ 하상퇴적물의 준설

하천 또는 호소에 유입되어 퇴적된 하상퇴적물(sediments, 저질)을 물리적으로 제거하는 것으로 홍수 예방, 가뭄대책, 저수용량의 확보 등을 위한 치수목적뿐만 아니라 수질오염의 원인이 되는 퇴적물 제거를 목적으로 준설을 시행하고 있다. 이들 저질(오니)의 특성은 대부분이 흑색 또는 암갈색을 띠고 유기물 산화에 따른 용존산소 소비량 증가 및 수생 생태계의 변화를 초래한다.

따라서 하상토의 준설로 인한 치수, 환경 및 하천생태계에 미치는 영향 등을 면밀히 검토하고 충분한 대책을 수립하여 시행토록 하여야 하며 역효과가 발생하지 않도록 하여야 할 것이다.

④ 수질보전 및 개선계획

하천수질 개선을 위해서는 하천으로 유입되는 오염물질을 발생원에서 제거하는 것이 가장 근본적이고, 효율적인 방법으로 오염원의 위치를 알고 있는 점오염원인 경우에 하수종말처리시설, 축산폐수처리시설, 분뇨처리시설, 마을하수도 등의 환경기초시설을 건설함으로써 오염원의 하천유입을 방지할 수 있다.

㉠ 마을단위 하수처리시설 및 관거 설치계획

대상하천의 주 오염발생원은 생활하수로 오염부하량이 큰 곳에는 지역별로 소규모 마을단위 하수처리시설을 신규 설치하는 것이 효과적으로 수질을 정화시킬 수 있는 방법이다.

일반적으로 하수도 보급지역 중 마을단위 하수처리시설과 하수도 미보급지역의 개별 하수처리시설을 소규모 하수도라 하며, 농어촌 1호당 평균1일 하수발생량을 1톤으로 볼 때 20톤 이상을 마을단위 하수처리시설로 분류하기 때문에 각종 마을단위 하수처리시설 대상규모 즉, 공동처리 시설대상은 20호 이상을 기준으로 한다. 20호 이상 중에서도 여건이 적합한 지역만 마을하수 공동처리장을 설치하고 20호 미만인 경우에는 개별처리 공법으로서 합병정화조나 자연정화법 등을 채택하는 것이 바람직하며, 소규모 하수처리시설의 설치규모는 【표 9.1-2】 과 같다.

【표 9.1-2】 소규모 하수처리시설 설치규모

구 분	개 별 시 설	공 동 시 설	
		공 동 처 리	개 별 처 리
규 모	20호 미만	20호 이상	
주 요 시 설	합병정화조 자연정화법	각종 마을단위 하수처리시설	각종 개별처리시설

주) 자료 : 농어촌 하수의 최적처리방안, 한국환경정책·평가연구원 최지용

㉠ 마을단위 하수처리시설의 분류

마을단위 하수처리시설에서의 하수처리방식은 집중처리방식과 현장처리방식으로 크게 분류되며, 집중처리방식은 일정규모 이상에서 유지관리가 용이하다. 또한, 경제적인 하수처리 프로세스를 채용하고 대상가구가 20호 이상이라도 관거비용이 많이 소요되거나 자연여건상 부적절한 경우에는 합병정화조, 자연정화법 등 현장처리방식을 채용함이 바람직하다.

마을은 밀집도와 하수관거의 형식을 좌우하는 평탄, 구릉 및 경사 등의 지형특성을 고려하여 【표 9.1-3】 과 같이 12개로 분류가 가능하며, 지역특성별로 마을단위 하수처리시설과 개별시설로 나누고, 가구수에 따라 해당지역에 적합한 처리공법을 적용하여야 할 것이다.

【표 9.1-3】 입지에 따른 마을분류

마을분류	밀 집 도	지 형	분 류
농촌(A)	밀집(D)	구릉(H)	ADH : 구릉지에 밀집한 농촌마을
		평지(P)	ADP : 평탄한 지형에 밀집한 농촌마을
	산재(S)	구릉(H)	ASH : 구릉지에 산재한 농촌마을
		평지(P)	ASP : 평탄한 지형에 산재한 농촌마을
어촌(F)	밀집(D)	구릉(H)	FDH : 구릉지에 밀집한 어촌마을
		평지(P)	FDP : 평탄한 지형에 밀집한 어촌마을
	산재(S)	구릉(H)	FSH : 구릉지에 산재한 어촌마을
		평지(P)	FSP : 평탄한 지형에 산재한 어촌마을
산촌(M)	밀집(D)	구릉(H)	MDH : 구릉지에 밀집한 산촌마을
		평지(P)	MDP : 평탄한 지형에 밀집한 산촌마을
	산재(S)	구릉(H)	MSH : 구릉지에 산재한 산촌마을
		평지(P)	MSP : 평탄한 지형에 산재한 산촌마을

교성천 유역의 설치규모 및 입지에 따른 지형여건을 고려한 결과, 마을단위 하수처리시설과 개별처리시설을 선별하여 설치하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

9.2 환경영향 검토

9.2.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책

- 본 계획하천인 교성천은 지방하천으로 보령시에 위치하고 있으며, 하천의 효율적인 이용과 일관된 개수계획을 수립하기 위하여 하천법 제25조 및 동법 시행령 제24조 규정에 의거 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 이용현황 등 하천의 홍수관리, 용수공급, 하천환경보전 등에 관한 제반 사항을 조사 분석하여 하천에 관한 종합적인 정비, 보전, 이용이 되도록 하천 기본계획을 수립, 수자원 종합 개발지침 확립에 기여 하고자 한다.
- 계획수립에 있어 계획의 시행으로 인하여 발생하는 환경상의 영향을 환경영향요소의 상호관계로 분석한 결과, 환경적 측면에서는 시행과정에서 일부 영향이 도출되었다.
- 환경상 영향으로는 공사시 하천생태계의 변화, 수리·수문 등의 변화, 토사유출로 인한 부유물질 증가 등이 예상되었으나, 이에 대한 저감대책으로 어류의 이동을 원활히 하기 위한 어도의 계획, 자연형 호안 등으로 자연정화 촉진, 대상지역의 홍수량 등을 감안한 배수시설, 호안 및 축제 등의 설치, 사면에 대한 적절한 처리공법 적용, 수질 보전을 위한 토사유출 방지를 위해 가물막이, 침사지, 오탁방지막 설치, 우기를 피한 공사 실시 및 공사구간을 나누는 단계적 공사시행 등 적절한 저감대책을 강구하였다.
- 따라서, 환경상 야기되는 일부 영향은 각 항목별로 수립된 적정 저감대책을 충실히 수립·이행한다면 본 계획의 궁극적 목적인 하천관리 및 개발과 홍수피해를 극소화, 친환경적인 수변공간 정비계획 수립 등을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

■ 기 상

현황	◦ 보령 관측소(1973 ~ 2006, 34개년) - 평균기온 : 12.20C - 연강수량 : 1,225.0mm - 평균풍속 : 1.90m/s - 상대습도 : 75.00% - 평균강수일수 : 101일
----	--

■ 지형·지질

환경현황	◦ 지 형 - 교성천수계 · 교성천 (평균고도 EL.54.37m, 평균경사 13.02%) ◦ 지 질 - 혈암 유역의 상류지역 전반에 걸쳐 분포되어 있으며, 편마암과 흑색혈암 및 역암이 유역의 일부에 산재하여 분포하고 있으며, 충적층은 하천을 따라 발달하여 교성천 및 유입하천 주변에 걸쳐 분포하고 있음.
영향예측	◦ 지형의 변화 및 사면안정 - 하천정비시 축제 및 호안공사로 인하여 일부구간의 지형변화는 불가피할 것으로 예상됨
저감방안	◦ 제방비탈경사 - 제방비탈경사는 기초지반의 토질, 제방의 활동, 고수시 침윤선 등에 대하여 절대로 안전하도록 계획하였음. ◦ 호안계획 - 현하상의 구성재료, 기시행된 호한의 종류 및 친자연형 호안공법 등 종합적으로 검토하여, 적용가능공법을 제시하였음. ◦ 토사유출 저감대책 - 토사유출을 저감시키기 위하여 공사기간의 경우 우기를 피하여 공사를 하며, 공사지점 주위로 가마니, 마대 등을 이용한 가물막이를 설치하여 물 흐름을 일시 변경한 후 공사를 시행토록 할 계획임.

■ 수리·수문

환경현황	◦ 하천 현황 - 유로연장 : 교성천 7.95km ◦ 상수원보호구역 현황 - 보령시에는 웅천읍과 청라면 2곳 - 본 과업구간 영향권외 지역으로 조사됨 ◦ 취수장 현황 - 남포 등 총 3개소(보령시) ◦ 정수장 현황 - 창동 등 총 3개소(보령시) ◦ 하수처리시설 현황 - 보령 등 총 2개소(보령시) ◦ 분뇨처리시설 현황 - 보령 분뇨처리장 등 총 1개소(보령시)
영향예측	◦ 계획홍수량 - $65\text{m}^3/\text{s} \sim 240\text{m}^3/\text{s}$ ◦ 계획홍수위 - 3.19EL.m $\sim$ 15.00EL.m ◦ 계획하폭 - 21m $\sim$ 78.4m
저감방안	◦ 제방 및 호안계획 - 하천제방은 계획홍수위 이내에서 안전하게 하도를 통해 유하되도록 계획 하여야 하므로 계획홍수량을 하도내로 제한하고 제방 범람이 발생하지 않도록 충분한 홍수소통 단면적의 확보함. - 호안공법은 친수성, 생태계보전, 수변공간, 하천이용 등 환경적 측면도 고려 하여 적용함. - 적용가능한 제방표준단면은 현재 제방이용현황, 개수지구특성, 제내지 여건 등을 종합적으로 검토함. ◦ 기타시설물 - 교량, 보, 낙차공 등 하천시설물 현재 하폭 및 갈수량, 홍수위 등을 고려하여 설치함.

■ 토지이용

환경현황	◦ 지목별 토지이용 현황 - 본 대상하천이 속해 있는 보령시의 지목별 토지이용현황을 살펴보면 임야가 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며 대지 및 도로가 가장 적은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사되었음. ◦ 도시계획 현황 - 보령시의 도시계획 현황은 보전지역 분포가 94.1%로 계획되어 있는 것으로 조사됨.																														
영향예측	◦ 유역면적내 지목별 토지이용현황 - 대상하천의 지목별 토지이용현황은 다음과 같이 조사됨. <table><tr><td>하 천</td><td>계(km²)</td><td>전</td><td>답</td><td>임 야</td><td>대 지</td><td>기타</td></tr><tr><td>교성천</td><td>16.73</td><td>1.0</td><td>2.32</td><td>10.83</td><td>0.19</td><td>2.4</td></tr></table> ◦ 주요 시설물 <table><tr><td>하 천</td><td>제방(m)</td><td>호안(m)</td><td>배수통관(개소)</td><td>배수통문(개소)</td><td>배수문/압거(개소)</td><td>낙차공(개소)</td><td>교량(개소)</td></tr><tr><td>교성천</td><td>10,778</td><td>4,800</td><td>50</td><td>5</td><td>5</td><td>9</td><td>9</td></tr></table>	하 천	계(km ²)	전	답	임 야	대 지	기타	교성천	16.73	1.0	2.32	10.83	0.19	2.4	하 천	제방(m)	호안(m)	배수통관(개소)	배수통문(개소)	배수문/압거(개소)	낙차공(개소)	교량(개소)	교성천	10,778	4,800	50	5	5	9	9
하 천	계(km ²)	전	답	임 야	대 지	기타																									
교성천	16.73	1.0	2.32	10.83	0.19	2.4																									
하 천	제방(m)	호안(m)	배수통관(개소)	배수통문(개소)	배수문/압거(개소)	낙차공(개소)	교량(개소)																								
교성천	10,778	4,800	50	5	5	9	9																								
저감방안	◦ 본 대상하천 과업구간 공사시 편입되는 일부 농경지 및 임야는 향후 하천 부지로 토지이용이 변경될 것으로 예상되며, 편입되는 용지 등은 “공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률” 등 관련법규에 의거 해당주민과 충분한 협의를 거쳐 보상을 완료한 후 사업을 실시하도록 계획함.																														

9.2.2 기타 환경성검토에 필요한 당해 지역의 특성

본 절에서는 과업 하천 유역의 기타 환경성 검토에 필요한 해당지역의 특성에 대하여 조사하였다.

(1) 환경관련지역 지정현황

(가) 상수원 보호구역

보령시에는 웅천읍과 청라면 2곳에 상수원 보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사되었으나 본 과업구간 영향권외(지도상 이격거리 10km이상) 지역에 위치하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 9.2-1】 상수원 보호구역

보호구역	면적(km ²)	지정일자	취수장	취수능력(천톤/일)	행정구역	수계
웅천	1.060	1990-06-26	웅천	1.98	보령시 웅천읍	웅천천
청라	1.044	1990-06-26	청라	1.2	보령시 청라면	대천천

자료 : 2005 상수원보호구역현황, 2006, 환경부

(나) 환경 기초 시설

① 매립시설 현황

- 본 대상하천이 위치하는 보령시의 매립시설을 조사한 결과 1개소의 매립시설이 운영중에 있으며, 매립시설 현황은 다음 【표 9.2-2】 과 같다.

【표 9.2-2】 매립시설 현황

소재지	총매립지면적(m ²)	총매립용량(m ³)	기매립량(m ³)	2005년 매립량(m ³)	사용기간(년)
남곡동 산127-1	57,332	736,390	331,375	73,639	1999~2009

자료 : 2005 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2006, 환경부

② 하수처리시설 현황

- 본 대상하천이 위치하는 보령시의 소각시설을 조사한 결과 2개소의 하수처리시설이 있는 것으로 조사되었다.

【표 9.2-3】 하수처리시설 현황

처리장명	시설용량 (m ³ /일)	처리방법	소재지	방류수역		개동가시일
				지류	분류	
보령	30,000	표준활성슬러지법	대천동 845	-	-	2001.08.25
대천해수욕장	11,000	ACS 공법	신흥동 1675	-	-	2005.01.23

자 료 : 2005 하수도통계, 2006, 환경부

③ 분뇨처리시설 현황

- 보령시의 분뇨처리시설을 조사한 결과 1개소의 분뇨처리시설이 운영중에 있으며, 처리시설 현황은 다음 【표 9.2-4】와 같다.

【표 9.2-4】 분뇨처리시설 현황

처리장명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)	처리방법	연계 처리장명	방류수역	
						지류	분류
보령 분뇨처리장	대천동 1387	100	100	생물학적	보령하수	하수연계처리	

자 료 : 2005 하수도통계, 2006, 환경부

④ 취·정수시설 현황

- 보령시의 취수시설을 조사한 결과 총 3개소가 있는 것으로 조사되었으며 자세한 내용은 다음 【표 9.2-5】와 같이 조사되었다.
- 보령시의 정수시설을 조사한 결과 총 3개소가 있는 것으로 조사되었으며 자세한 내용은 다음 【표 9.2-6】와 같이 조사되었다.

【표 9.2-5】

취수시설 현황

취 수 장	시설용량 (m ³ /일)	수원형태	1일평균취수량 (m ³ /일)	원수 공급 현황	
				공급량(m ³ /일)	정 수 장
남 포	13,000	하천표류수	8,255	8,255	창 동
청 라	1,200	하천복류수	796	796	청 라
성 주	900	하천복류수	497	497	성 주

자 료 : 2005 상수도통계, 2006, 환경부

【표 9.2-6】

정수시설 현황

구 분	시설용량 (톤/일)	정수형식별(톤/일)		1일최대급수량 (m ³ /일)	1일평균급수량 (m ³ /일)	급수구역
		완속여과	급속여과			
창 동	13,000	-	13,000	10,000	8,255	대전3,4동, 남포면
청 라	1,200	1,200	-	1,200	796	청라면
성 주	900	-	900	620	497	성주면

자 료 : 2005 상수도통계, 2006, 환경부

10.0 하천 유지관리에 관한사항

10.1 고수부지 현황 및 보전방안

10.2 폐천부지 현황 및 활용방안

10.3 골재 활용가능량 조사

10.4 하도유지관리

10.0 하천 유지관리에 관한사항

10.1 고수부지 현황 및 보전방안

일반적으로 하천의 고수부지는 주민들을 위한 체육시설, 주차장, 자연학습장 및 휴식을 위한 공원시설로 활용되거나, 주민 이용도가 낮은 지역의 경우 농경지 등으로 개발하여 활용되고 있다.

본 교성천 과업구간의 고수부지 현황을 현지조사와 지형현황측량, 하천 종횡단 측량성과를 이용하여 파악한 결과 고수부지는 없는 것으로 조사되었으며 금회 하천 기본계획에서도 하폭이 좁아 고수부지를 조성하지 않는 것으로 계획하였다.

10.2 폐천부지 현황 및 활용방안

폐천부지 조사는 기개수구간의 제내지측 토지로서 지목이 “천”인 국·공유지 토지와 미개수지구의 하천부지로서, 현재 농경지 및 타 용도로 이용하고 있거나 활용가능한 토지를 대상으로 금회 과업시 수리·수문사항 및 하천현황을 고려하여 개수계획된 지구의 장래 제내지로 편입되는 토지중 폐천화하여도 문제가 없는 토지를 대상으로 기존 폐천부지와 신생 폐천부지로 구분하여 조사하였다.

10.2.1 기존 폐천부지

본 과업 구간중 하천 개수로 인하여 발생하는 기존폐천 부지는 없는 것으로 조사되었다.

10.2.2 신생 폐천부지

본 과업 구간중 하천 개수로 인하여 발생하는 신생폐천 부지는 없는 것으로 조사되었다.

10.3 골재 활용가능량 조사

금회 과업대상구간에 하천의 골재 매장량 및 분포상태를 정확히 파악하기 위해서는 과업 대상구간에 대한 정밀한 시추조사 및 시험굴조사, 품질시험이 실시되어야 하나 조사 자료가 전무하여 현장조사 및 측량성과와 금회 분석된 평형하상고를 기준으로 검토한 결과, 본 계획에서는 별도의 골재채취 계획은 수립하지 않았다.

10.4 하도 유지관리

10.4.1 치수적 측면

(1) 하도관리

(가) 하도관리의 목적과 방향

하도가 본연의 기능을 할 수 있도록 유지관리를 하는 행위를 하도관리라고 하며 치수 방재의 하도관리는 홍수시 유역으로부터 발생된 홍수 유출량과 유사 등을 하도를 통하여 유역 밖으로 안전하게 배제시킴으로써 홍수로 인한 재해를 방지하는 것을 의미한다.

하도관리의 방향 중 홍수시 하도관리는 수리기하학적 하도관리와 토사수리학적 하도관리로 구분할 수 있다. 수리기하학적 하도관리는 유역의 홍수 유출량을 안전하게 배제할 수 있는 하도단면, 수로경사, 수로형태의 유지에 관한 것이며, 토사수리학적 하도관리는 홍수시 유역에서 발생된 토사유출량의 안전한 소통과 홍수량에 대한 하천의 동적반응으로 나타나는 유사의 운송에 관련된 안정하도, 하상구성 토사, 제방, 호안, 수공구조물 등의 관리에 관한 것이다.

(나) 홍수시 하도관리

① 수리기하학적 하도관리

㉠ 홍수량

홍수량의 규모는 하도관리에 있어서 중요한 지배인자이므로 치수방재 측면에서 첨두 홍수량을 안전하게 소통시키는 계획과 더불어 첨두홍수량 자체를 저감시키는 방안을 계획할 필요가 있다. 첨두홍수량을 저감시키는 가장 확실한 방법은 유역의 홍수 지체 시간과 기저시간을 늘리거나 유출율을 감소시키는 것이다. 즉, 유역에 홍수조절용 저수지를 건설하거나 유역의 자연녹지를 증대시킴으로써 첨두유량을 낮추고 기저시간을 늘릴 수 있으며, 이렇게 유역의 저류능이 증대하면 안정된 유황을 유지하는데 기여할 수 있다.

㉡ 통수능

하도의 통수능을 향상시키기 위해서는 조도계수를 낮추거나 유수단면적 및 경심을 증대시키는 방안을 생각할 수 있다. 일반적으로 수위의 변동에 따라 유수단면적과 조도계수가 변하므로, 통수능 조절은 수위조절을 통하여 달성될 수 있다. 이를 위하여 하도내 식물의 제거, 하상의 평탄화, 하도준설, 수위유지 시설의 건설 등이 사용될 수 있으나,

이 경우 예상되는 하천 환경에 미치는 영향을 고려하여 적절한 계획을 수립하여야 한다.

㉔ 하도단면

하도단면은 일정한 단면적에 대하여 최대로 유량을 소통시킬 수 있어야 한다.

하도단면 형상에는 단단면과 복단면이 있으며, 복단면은 홍수시 제방의 안정성이나 저수로부의 하상변동 국한 그리고 저수시 고수부지의 활용에 유리한 단면형이다. 하도의 통수기능을 최대로 하고 건설비를 최소로 하기 위해서는 하도단면은 가능한 한 주어진 단면적에 대하여 윤변이 작게 되는 것을 택하여야 한다. 이런 측면에서 볼 때 하도단면은 복단면보다 단단면을 채택하는 것이 유리하나 단면형의 결정은 저수시 하도관리와 홍수시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 할 것이다.

따라서 유량의 변화가 큰 대규모 하천에서는 일반적으로 복단면이 불가피하다. 이 경우 복단면의 유수단면적이 최대가 되도록 홍수터의 높이를 가능한 한 낮추는 것이 유리하나, 고수부지의 높이를 너무 낮추면 고수부지의 침수빈도가 증가하여 이용성이 떨어지므로, 고수부지의 높이는 그 이용계획을 고려하여 결정하여야 한다.

㉕ 수로경사

일반적으로 수로경사는 하폭이 좁아질수록 커지고 하류에서 상류로 갈수록 커지는 경향이 있다. 따라서 동일 유량인 경우 하류보다는 상류의 통수능이 크다. 홍수시 하도 경사는 수면경사에 중요한 영향을 미치므로 상하류간의 하도경사에 급변점이 형성되지 않도록 하상관리에 유의하여야 한다. 하도경사의 급변점은 하천 내에서의 개발행위에 의하여 발생될 수 있다. 즉, 하상골재의 채취, 제방법선의 변경 또는 하폭의 급격한 변동으로 유발될 수 있으므로 홍수전에 하도내에서 이러한 점이 없는지를 확인하여야 한다. 이러한 문제가 발생되었을 경우에는 그 지점 상하류 하도의 안정에 어떤 영향을 미칠 것인지를 분석하여 대처하여야 한다.

㉖ 하천수계 형태

하천수계의 구조 또는 형상은 유역의 지표면 경사, 지형 및 지세, 지질구조, 지각운동

등과 같은 인자에 따라 달라지며, 유역의 홍수특성 결정에 중요한 요인으로 작용한다. 즉, 하천수계 형태는 홍수시 유출수문곡선의 침투유량과 홍수도달시간에 영향을 미치므로 홍수시 하도관리에 있어 유역 특성인자로서의 하천형태를 충분히 고려하여야 한다. 하천수계의 형태는 수지상, 평행상, 익상, 격자상, 직각상, 방사상 및 환상으로 분류할 수 있으나 대부분의 실제 하천은 이와 같은 여러 형상이 복합적으로 나타나고 있다. 수지상의 하천에 비하여 방사상의 하천형태가 유역의 출구에서 침투유량이 크게 나타난다. 유역에서 하천수계 형상을 변경시킬 사유가 발생할 경우에는 이러한 점을 고려하여 유출수문 곡선의 침투유량이 작고 홍수 도달시간이 가급적 큰 하천수계 형태가 되도록 하는 것이 바람직하다. 특히, 어떤 지역에서 홍수시 상습적인 침수가 발생할때, 홍수량 배제를 위하여 유로를 변경시켜야 하는 경우에는 이와 같은 점을 충분히 검토하여야 한다.

② 토사수리학적 하도관리

㉠ 하상구성 토사와 하상형태

하천에서 하상구성 토사의 입도분포는 상류로부터 하류로 내려갈수록 세립화되고, 하천횡단면의 유심부로 갈수록 조립화되는 것이 일반적인 경향이다. 따라서 하상을 구성하는 토사의 관리는 이러한 자연생태에 근접하게 하여야 할 것이다. 유사운송은 유역특성, 하도의 수리학적 특성, 수문학적 특성 및 토사의 특성에 따라 달라진다.

상류에서 하류로 감에 따라 그리고 하도사행의 정도 및 하폭의 크기에 따라 하상구성 토사의 입도특성이 달라지므로 홍수시 하도안정 및 유지관리를 위하여 국부적이거나 대규모적인 하상구성토사의 입도분포 특성 등이 발생되지 않도록 하천개발 행위에 유의하여야 한다. 하상형태는 흐름특성과 유사특성에 따라 좌우되며, 유사특성으로서 하상구성 토사의 입경이 중요하다.

홍수시 하상형태가 수면변동과 조도계수에 크게 영향을 미치므로 하도개수 혹은 하도내의 골재 채취시에는 적절한 흐름이 유지될 수 있도록 하상구성 토사의 입도분포를 조절하여야 한다.

㉡ 안정하도

안정하도는 동적 평형상태의 하도를 말한다. 즉, 홍수시 하도의 세굴과 토사의 퇴적이

평형이 이루는 상태가 되도록 하도를 설계할 필요가 있다.

일반적으로 하도가 세굴되는 과정을 보면, 하상과 사면이 만나는 부분의 사면측으로부터 시작되어 사면부로 진행되면서 하상을 넓히는 작용을 한다. 중국에는 사면의 붕괴가 일어나면서 사면 전체가 제내지쪽으로 후퇴하는 형상이 된다.

토사 수리학적으로 세굴이 가장 잘 발생될 수 있는 하도단면은 유심부 하상과 사면의 하상 부근에 집중되어 있다. 이 부분에 대한 보호시설이 필요하며, 홍수가 끝난 후 이 부분의 하상변동 여부를 조사하고 다음의 홍수에 대비하여야 한다.

③ 하상변동과 하상유지

㉠ 하상단면 변동

하도의 측면에서 볼 때 가능한 한 주흐름의 편기현상이 일어나지 않는 것이 좋으나 이는 하도형태에 따라 달라질 것이다. 침두홍수량의 통과를 전후한 하상의 거동을 보면, 중수부에서는 감수부보다 급격한 하상변동이 있고 감수부에서는 세굴보다 퇴적이 많다. 댐 지점의 하상변동을 보면 댐의 상류부에서는 계속적인 토사의 퇴적현상이 발생되고, 댐의 하류부에서는 하상저하가 진행된다. 이는 하상이 동적 평형상태에 도달 할 때까지 진행 될 것이다. 이러한 예비지식을 알고 하천의 댐 건설지점 선정시 혹은 댐 상류지역의 하도관리시에는 하상유지를 위한 충분한 대책을 강구하여야 한다.

㉡ 하상구성 토사의 변동

하상구성 토사의 입도분포 변동은 하천에 어떤 충격이 가해진 결과로 나타난 반응이므로 하천수계 전체에 걸친 하천감시를 위한 간편한 판단 기준이 될 수 있다. 일반적으로 하상구성 토사는 상류에서 하류로 내려갈수록 세립화되는 경향을 나타낸다. 홍수시 하도내의 하상구성 토사의 입도분포는 크게 변화될 수 있는데, 홍수전 조립화 하도가 홍수후 세립화 상태가 되었다면 반드시 그 원인을 규명하여 대비책을 강구하여야 할 것이다.

㉢ 준 설

하도의 특성을 유지시키는 방법으로써 가장 대표적인 것이 하도준설이라 할 수 있다.

기계적 준설이란, 어떤 종류의 Bucket이나 Dipper로 저질토를 퍼올리고, 토사운반선을 운용하여 준설토를 사토장까지 운반하는 것을 말한다. 수리학적 준설이란, 저질토를 흡입하여 사토장까지 관로를 통하여 운반하는 것을 말한다. 이러한 준설은 상류에서 하류방향으로 진행하고, 준설지역의 하상은 평탄하게 정비하여 하도특성의 불연속화를 최대한으로 억제하여야 한다. 준설된 토사는 그 오염여부를 고려하여 처리계획에 따라 운용되어야 한다.

(2) 하천시설물 유지관리

장래 하천 유역에서의 모든 행위는 하천관계법령과 하천시설기준 및 본 기본계획에 의하여 이루어져야 하나 본 계획에서 검토되지 않은 하천공사 및 공작물설치 등의 필요성이 발생될 경우와 평상시 하천을 유지보수할 경우를 대비하여 주요 관리기준은 전절인 『8.3.4 하천시설물 유지관리계획』과 같이 산정하였다.

10.4.2 이수적 측면

(1) 하천유지유량 관리

하천유지유량은 하천이 이수 및 환경 측면에서 정상적인 기능을 유지하기 위하여 필요한 최소의 유량을 말한다.

갈수시 하천의 주요 기능은 흐름의 유지와 하천 환경보전에 있다고 할 수 있다. 흐름의 유지측면에서는 지속적인 유량공급으로 건천화되지 않아야 하며, 하천 환경보전에 관해서는 주운과 같은 하상교통기능, 하천수공 구조물의 기능유지, 하천제내지의 지하수위 유지, 하천 생태계 보호, 하천의 친수성 유지등의 하천의 주요기능이 하천의 유지 유량 결정시 고려되어야 한다.

하천의 기능유지에 있어서 하천생태계와 친수성 유지를 위해서는 많은 유량을 필요로 하므로 수자원 이용이라는 이수적 측면과 서로 배치되는 점이 있다. 우리나라 대부분의 하천은 오염으로 인해 하천 이수기능 유지에 필요한 유량보다 하천 환경 기능 유지에 필요한 유량이 증가하는 추세에 있다.

따라서 하천유지유량은 유역으로부터 유입되는 오염부하량을 줄임으로써 최소화시킬 수

있다. 이는 수질의 개선에 필요한 유량을 최소화시킴으로써 하천수공 구조물의 기능 유지를 위한 물의 확보만을 고려하여 하천유지유량을 결정할 수 있게 해줄 것이다.

10.4.3 환경적 측면

(1) 수질 관리

(가) 수질지표

수질관리를 위한 수질지표는 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 용존산소량, 부유물질, 탁도, 중금속, 악취 등이다. 이러한 수질지표를 정기적으로 관측하여 수질관리 목표에 유의하고 상류에서 하류로의 수질관리 계통유지와 하천의 자정작용을 고려하여 정량적인 하도내 수질관리를 하여야 한다.

(나) 하천의 자정작용과 오염물질 부하량 감시

저수 및 갈수시 하천의 자정작용은 유역의 오염부하량을 감당할 수 없을때 문제가 되므로 유역으로부터의 오염물질 배출을 감시하여야 한다. 또한 하천의 자정능력 제고를 위하여 하도내에 퇴적되어 있는 오염물질을 준설하는 것이 필요할 때도 있다. 유역으로부터 배출되는 생활하수량은 유역이 도시화가 진행됨에 따라 급증하고 있으며, 하천의 수질오염에 가장 큰 원인이 되고 있다. 생활하수가 하천으로 유입되는 것을 근본적으로 차단하기 위하여 유역의 주요지점에 하수처리장을 건설하고, 각 가정으로부터 발생하는 하수의 질과 양을 개선하기 위한 환경의식의 생활화가 필요하다. 각종 산업시설물로부터 폐수처리 시설을 갖추거나 산업단지별 폐수 종합처리장을 건설하고, 이의 적절한 가동이 이루어지는지 지속적으로 감시한다.

(2) 폐기물 관리

유수에 의한 유하되적 폐기물은 홍수시 유역으로부터 하도로 유입되어 홍수가 끝난 후 하도내에 퇴적되는 경우가 많다. 하도내 폐기물은 홍수시 유수의 정상적인 흐름을 방해할 뿐만 아니라 하천의 각종 수공구조물의 기능을 저하시키거나 마비시킬 수도 있다.

홍수가 끝난 후 저수로, 고수부지 및 제방사면과 하천의 주요 수공구조물 주위에 퇴적된 각종 폐기물을 수거하여 처리하여야 한다. 인위적 폐기물은 하도내의 친수공간을 이용하는 이용객들에 의해 투기된 것들이 많다. 따라서 이에 대한 적절한 단속을 필요로 하며 하천을 이용하는 이용객의 하천환경 의식을 제고하는 것도 필요하다. 하천 환경보전은 우리의 생활환경 보전에 있어 가장 중요한 분야라고 할 수 있으므로 이를 위한 적극적인 투자와 지속적인 관심을 기울여야 한다.

(3) 생태계 보전

하천의 생태계는 하천이 살아 있는 유기체와 같은 기능을 유지하기 위하여 반드시 필요한 구성요소이다. 자연적인 하천생태계는 하천정비 사업과 같은 하천개발 활동에 의하여 많은 교란이 발생되며, 하천개발 후 정착된 하천 생태계마저도 수질악화에 의하여 파괴되는 경우가 많다. 하천생태계 보전을 위한 하도관리는 하천정서의 함양과 친수성 제고를 위하여 반드시 필요하다. 하천생태계는 수생생태계와 수변생태계로 구분되는데, 수생생태계의 경우 하도의 만족부를 없애고 직선화시키면 약50% 정도가 감소될 수도 있다.

수변생태계는 고수부지 활용에 따른 인간의 접근성 난이도에 따라 크게 달라진다. 따라서 하도내 생태계 보전을 위해서는 수질개선이 선행되어야 하고, 고수부지의 활용공간도 반드시 필요한 하천구간으로 제한할 필요가 있다.

하천생태계 보전은 전 하도에 대하여 하천개발과 생태계 조사가 일관성있게 지속적으로 이루어져야 한다. 한번 파괴된 하천생태계를 다시 회복시키기 위해서는 다른 환경요인보다 훨씬 많은 비용과 노력이 필요하다는 인식을 가져야 한다. 하천에 있어서 인간과 인간의 활동도 하나의 생태환경을 구성하는 인자이기 때문에 하천생태계의 파괴는 결과적으로 인간의 생존환경을 위협하는 작용으로 인간에게 되돌아올 수 밖에 없다는 사실을 유념하여야 한다.

(4) 하천환경 유지관리계획

치수·이수상 문제점이 제기되지 않도록 하는 자연환경의 보전 및 복원을 통하여 유역주민이 쾌적하고 안전한 이용이 미래까지 확보되도록 하기 위해 유지관리 계획을 수립한다.

(가) 유지관리 계획지침

- 하천환경유지관리계획을 수립한다.
- 정기적인 유지관리와 비정기적인 유지관리 대상을 구분하여 관리한다.

(나) 자연환경의 보전 및 재생에 관한 유지관리

자연보전 지구에 대해서는 인위적 관리는 행하지 않고 자연 경쟁력에 의해 생태계가 유지되도록 한다. 그러나 자연환경변이의 동향에 대해서는 환경역기능 식물제초, 순기능 식물의 식재 등 인위적 관리를 실시한다.

10.4.4 모니터링 계획

(1) 모니터링의 목적

자연친화적 하천정비사업의 모니터링은 자연친화적 하천정비 또는 복원 사업에서 설정된 목적과 목표를 평가함은 물론 모니터링 기법의 확립을 위하여 생물, 수질, 저니질 조사 및 하천의 수리, 수문, 형태, 하도, 하상재료의 조사·분석을 실시하고 그 결과를 수집·정리하여 공사시행의 완성을 높이는데 그 목적이 있다.

또한, 이를 통해 자연 친화적 하천정비 기법들에 대한 예상치 못한 문제점을 파악하고 이에 대한 개선 및 대응방안을 구축하는데도 목적을 두고 있다.

(2) 모니터링의 필요성

(가) 종래의 공사와 같이 한번 사업이 종료되면 해당 기술에 대한 근거자료가 없어지는 폐단을 방지.

(나) 우리나라의 자연형정비가 아직은 초기단계로 모니터링을 통하여 지속 가능한 공법개발의 근거 자료로 축적하여야 함.

(다) 사업의 완성을 평가하기 위한 중요한 과정임.

(라) 모니터링 결과에 의해 선 시행 착오된 과오의 재발 방지.

(마) 수리적, 생태적으로 그 지역에 적합한 계획기법, 공법의 조기정착 필요.

(바) 예산낭비 방지.

(3) 모니터링의 원칙

- (가) 모니터링은 전문성이 요구되는 분야에 대한 모니터링임을 인지하여야 함.
- (나) 공사전 모니터링은 사전 예측 모니터링이므로 모니터링 프로그램 등 모니터링 전산화 시스템 구축을 검토하여 공사중, 공사후에도 공사전의 현황과 대비하여 사업 평가가 가능하도록 하여야 함.
- (다) 현장에서 관측된 사실은 임의적으로 수정, 추정 기록하여서는 안됨.
- (라) 현장에서 관측되지 않은 사항은 추정 및 분석, 검토사항으로 기록하여야 함.
- (마) 생태계 모니터링은 계절별 특성에 따라 분석되어야 함.
- (바) 모니터링 지점 및 회수는 현장의 공사 상황, 여건 등 모니터링 특성에 맞게 시기별로 조정할 수 있으며, 동일지점 2회 이상 관측시에는 시기별로 대비되어야 함.
- (사) 모니터링은 시공자의 의도가 반영되어질 수 없고 참고할 수만 있음.
- (아) 조사기록은 사진 또는 비디오 등을 포함하여야 함.
- (자) 모니터링에 참여하는 자는 감리자가 제시하는 자재, 공사상황, 일반계측 등 모니터링에 필요한 현장여건에 대하여 완전히 숙지하여야 함.
- (차) 중간 성과물은 실제 조사한 DATA(야장, 주요메모)를 정리하여 제출하고 최종 보고서 제출시 보고서로 분석 및 평가내용을 제출하여야 함.

(4) 모니터링의 범위

- (가) 모니터링 대상하천은 하천환경정비사업이 완료되었거나 진행 중인 구간으로 한다.
- (나) 기간은 공사 전, 공사 중, 공사 후 일련의 단계에 따라 시행한다.

(5) 모니터링 항목 및 주요내용

- (가) 모니터링은 적용대상에 따라 사업구간 모니터링과 적용공법 모니터링으로 구분하여 실시한다.
- (나) 모니터링 일정은 월별 및 분기별 조사항목으로 구분하며, 홍수기에는 수리안전성 모니터링을 추가 조사한다.
- (다) 모니터링은 전문가 그룹으로 구성하여 수행해야 한다.

【표 10.4-1】

모니터링 항목 및 주요내용

주요항목	주요내용
1. 수질, 유량, 저니질	- 수질 : 4회/년(공사 전·중·후) ·항 목 : 수온, pH, BOD, SS, COD, DO, T-N, T-P, 클로로필a, 대장균수 - 유 량 : ·수질조사와 병행(공사 전·중·후) - 저니질 : 2회/년(공사 전·중·후) ·항목 : 강열감량, COD, T-N, T-P, 입도분포
2. 하상재료	·2회/년(공사 전·중·후) ·입도분포(체가름) ·홍수 후 부유토사의 퇴적상황(분포 및 두께)
3. 홍수량 측정	·3회/년, 평·저수시 10회/년(공사 중·후) ·주요 홍수기간 동안 수위별 50cm 간격으로 홍수량 측정 ·유속, 수위, 수심 ·홍수흔적 ·홍수예보기분 수위검토 ·수위/유량 곡선식 개발
4. 형태와 하도 조사	·4회/년(주요 홍수사상 2개 전후로 각 1회)(공사 전·중·후) ·하도 : 여울과 웅덩이, 사주, 수제(물가), 하도 침식과 퇴적, 저수로와 고수부지 특성 등 ·형태 : 평면, 종·횡단형
5. LCA (환경전과정평가)	·공사 전·후 각1회 ·수변조사 자료 분석 및 가공(공사 전·후) ·시설물 환경전과정평가, 시공작업 환경전과정평가(공사 전) ·유지보수작업 환경전과정평가, 폐기작업 환경전과정평가(공사 후)
6. 하천 수리 모니터링	·2회/년(봄, 가을 - 홍수 전·후 시기 각 1회) (공사 전·중·후) ·적용공법의 수리적 대응도 및 안전성 ·완경사 사면부의 수리적 변모과정 ·주요시설물 주변 세굴, 침식, 퇴적의 수리적 특성 ·하도 지형 및 종횡단 변화와 상·하류 수리적영향 분석(홍수 전·후) ·식물 적용부와 그 주변의 변화 ·유지관리 및 변화상태 ·기초수문, 강수량, 증발산량, 과거홍수기록

【표 10.4-1】

계속

주요항목	주요내용
7. 생태계 모니터링	·공사 전·중·후 3회/년(봄, 여름, 가을) ·식물, 동물, 어류, 곤충, 양서·파충류, 조류(조류는 겨울조사 필요) ·생태계 구조와 기능
8. 경관 모니터링	·공중촬영(공사 전·후)
9. 인문사회 모니터링	·사업에 대한 주민 또는 방문객 의견 조사 1회/년(공사 중·후) ·토지이용, 인문사회 특성(공사 후)
10. 어도 모니터링	·5회(어도공사 완료 후)
11. 종합평가	·사업 효과 분석 및 평가(공사 후)
※ 모니터링의 시기 및 조사회수는 공사 현장여건, 계절, 기후 등에 따라 적절히 조절하여 수행	

(6) 모니터링 절차 및 방법

(가) 준비단계 : 해당사업의 설계 자료, 공사자료, 대상 하천의 항공사진 등을 입수하고, 하천관리부서와 협조체제를 구축해야 한다.

(나) 실시단계 : 조사항목별로 각 분야의 전문가가 참여하여 수행하며, 세부 조사항목과 대표지점의 선택은 대상하천의 특성을 고려하여 설정한다. 세부 항목의 조사방법 및 지점의 선정은 수변조사를 참조한다.

(다) 분야별 모니터링 평가단계 : 수집한 모니터링 결과를 바탕으로 조사항목별로 하천환경정비사업의 효과와 공법의 효과를 평가한다. 특히, 홍수 전·후의 모니터링을 통하여 적용공법의 수리 안전성을 평가하며, 화학모니터링을 통하여 사업후의 자정능력을 평가한다. 생물모니터링은 구간 내 생물서식처 개선여부와 수변조사에서 설정한 목표종과 복원종의 변화과정을 파악해야 한다.

(라) 종합평가단계 : 각 분야별 조사결과를 통합하여 상호 연관성을 평가하는 단계로 여러 항목들을 종합해서 사업의 효과를 평가해야 한다.

(마) 대안제시 단계 : 이러한 모니터링 평가를 통해 성공사례와 실패사례를 파악하여 성공사례는 향후 유사한 자연하천정비사업에 적극 도입하고, 실패사례는 그 원인을 분석·보완하며 대안을 제시하여야 한다.

(7) 모니터링 결과 정리

- (가) 생물, 화학, 물리분야 모니터링은 조사항목별 수집 자료를 정리·분석한다.
- (나) 적용공법 모니터링의 정리는 공법을 적용하기 전의 기대효과와 적용 후에 나타난 긍정적인 요소와 개선사항을 함께 정리하여 평가의 기초 자료가 되게 한다.

(8) 모니터링 평가

- (가) 모니터링은 하천환경정비사업과 적용공법의 목적 및 목표의 달성도를 평가하여 성공사례는 전파하고 실패사례는 보완 및 대안을 제시하는 것으로서 사업시행의 적합성 평가, 설계기법의 적합성 평가, 모니터링에 의한 종합평가 등을 평가하도록 한다.
- (나) 사업시행의 적합성 평가 : 하천환경정비사업의 대상하천으로서의 적합성 평가, 하도위주가 아닌 유역을 고려한 하천환경관리계획이 수립되었는지의 평가, 사전 모니터링에 의해 사업이 시행되었는지의 평가를 수행한다.
- (다) 설계기법의 적합성 평가 : 치수·이수·환경을 고려한 설계기준이 설정되었는지의 평가, 과거 하도의 복원개념에 근거하여 사주의 변화과정, 서식처, 하도습지 및 자연공법의 적절성에 대한 평가를 수행한다.
- (라) 모니터링에 의한 종합평가 : 수질, 저질, 하상재료 분야에 대한 종합적인 평가, 생물상 분야의 종합적인 평가, 자연형 공법들의 수리적인 대응도에 대한 평가 등을 종합적으로 평가하여 사업의 효과 및 영향을 평가하여야 한다.

11.0 지방하천의 구간조정

11.1 지방하천의 구간조정의 목적

11.2 하천의 지정 및 관리자

11.3 하천 구간조정의 작업 기준

11.4 지방하천의 지정 및 구간조정

11.0 지방하천의 구간조정

11.1 지방하천의 구간조정의 목적

지방하천의 지정 및 구간조정은 공공의 복리증진에 기여함을 우선으로 하는 하천법의 취지에 따라야 하며 현재와 같은 고도산업사회에서는 하천의 이용도가 급증하게 되어 이에 따른 이해가 서로 다르게 마련이므로 하천법의 기본목적 및 사회적인 공익성을 기본개념으로 하여 지방하천의 지정 및 구간조정의 합리성을 갖도록 하여야 한다.

11.2 하천의 지정 및 관리자

(1) 하천현황

구 분	대상하천	관리청	비 고
국가하천	국토보전상 또는 국민경제상 중요한 하천 (한강, 낙동강 등)	건교부	하천법에서 지정 (대통령령)
지방하천	지방이해와 밀접한 하천 (한탄강, 홍천강 등)	시·도	시도지사가 지정

(2) 관리체계

주 체	구 분	국가하천	지방하천
관리주체		국 가	시·도지사
비용주체	하천공사	국 가	시·도 (국가보조 가능)
	유지·관리	시·도 (국가보조 가능)	시·도
	국가대행		국 가 (시·도 부담가능)

11.3 하천 구간조정의 작업기준

(1) 지방하천의 작업기준 설정

- ① 소하천으로서 하천대장에 미등재된 하천이외의 모든 하천 그리고 하폭이 20m 이상인 하천
- ② 충청남도내 하천통계 자료에 의거 대상지점으로부터의 상류의 유역면적이 8.0km², 유로연장이 3.5km 이상인 하천
- ③ 충청남도내 하천통계자료 및 하천공학적인 측면에서 홍수시 유출현상이 명확히 구분될 수 있는 100m³/s 정도의 홍수량이 유하하는 하천
- ④ 대상지점으로부터 상류에 치수경제편익(B/C)이 1.0 이상되는 구역이 포함되어 있는 하천구간
- ⑤ 현재 소하천이나 해당유역의 기 고시된 지방하천보다 규모가 큰 하천
- ⑥ 도심지를 관류하거나 배후지가 비교적 넓은 하천
- ⑦ 상기 ① ~ ⑥항 이외에 하천의 효율적인 유지관리 목적상 하천상류지역의 지방하천시점을 지천합류점, 주요 구조물 등으로 설정할 필요가 있는 하천

이상 상기항목을 기준으로 과업대상 유역에 대해 종합적으로 검토하여 구간조정을 실시하였다.

11.4 지방하천의 지정 및 구간조정

본 과업에서는 현재 지정되어 있는 기 고시 지방하천에 대하여 전술한 작업기준과 그동안의 하천유로변경 여부를 탐문과 자료를 토대로 조사, 분석하였다.

또한 하천의 유지관리를 위하여 경계부분을 확실히 하고 유지관리가 분명해질 수 있도록 기술자의 경험적 판단과 발주처와의 협의를 거쳐 하천연장을 결정하였으며, 금회 하천연장 현황은 다음의 【표 11.4-1】 과 같다.

【표 11.4-1】 하천구간조정현황

하 천	기 점				종 점				고시(하천일람)		과업 지시 연장 (km)	금회 과업 연장 (km)	증·감 (km)
	위 치				위 치				연장 (km)	고시번호 및년월일			
	시·군	읍·면	리·동	번지	시·군	읍·면	리·동	번지					
교성천	보령	오천	교성	465-1(답) 번지선	보령	오천	오포	서해 합류점	3.66	충남247호 (1966.09.20)	1.80	5.86	4.06

12.0 효과분석 및 건의사항

12.1 종합적인 효과분석

12.2 건의사항

12.0 효과분석 및 건의사항

12.1 종합적인 효과분석

12.1.1 기본사항

- (가) 상·하류의 일관성 있는 계획을 수립하여 수계 전체의 종합적인 개발을 도모하였다.
- (나) 하안을 보호하고 하도의 안정을 유지하도록 계획하였다.
- (다) 하천환경이 개선되도록 수환경, 공간환경으로 구분하였다.
- (라) 치수계획의 규모는 하천과 유역의 현황 및 유출특성, 과거 홍수피해양상 등을 종합적으로 고려하여 수계를 일관한 계획이 될 수 있도록 기술적이며, 경제적인 관점에서 결정하였다.
- (마) 관련된 타 계획과의 연관성을 최대한 고려하여 계획하였다.

12.1.2 종합적인 효과분석

(1) 치수효과

- (가) 교성천의 치수대책은 본류 전 구간에 대해 80년 빈도를 기준으로 수립하였고, 치수계획은 구조적 대책으로 홍수량 전량을 하도가 부담하는 것으로 하여 개수계획을 수립하였다.
- (나) 계획홍수위에 대해 월류가 예상되는 구간을 대상으로 총 6개 지구에 대해 개수계획을 수립하였다.
- (다) 개수계획은 축제 6개지구 6,366m 및 배수시설 36개소 등을 계획하였으며, 이에 따른 총 공사비는 10,197.8백만원이 소요되는 것으로 나타났다.

【표 12.1-1】 계획시설물에 의한 효과

하 천	지구수 (개소)	계 획 시 설 물					사 업 효 과		비고
		축 제 (m)	보 축 (m)	호 안 (m)	배수문 (개소)	교량및보,낙차공 (개소)	농지보호 (ha)	가옥보호 (동)	
교성천	6	6,366	300	6,366	36	10(교량) 3(보, 낙차공)	63.68	25	
계	6	6,366	300	6,366	36	10(교량) 3(보, 낙차공)	63.68	25	

【표 12.1-2】

소요사업비 내역

단위 : 백만원

하 천	계	축 제	호 안	구조물	보상비	부대공	비 고
교성천	10,197.8	1,234.7	4,440.3	978.0	767.2	2,777.6	
계	10,197.8	1,234.7	4,440.3	978.0	767.2	2,777.6	

(2) 하천환경 보전과 이용에 관한 효과

교성천의 하천기능과 유역특성을 고려하여 공간이용계획과 자연보전계획을 수립하고, 수질개선 방법과 목표를 수립함으로써 하천환경정비 세부계획의 기본방향을 제시하였다.

【표 12.1-3】

하천환경 계획 시설

공 종	수환경 계획	공간환경 계획	비 고
개수지구 설치공사	-	징검여울, 산책로	

12.2 건의사항

유역개발 및 하천계획의 효율화를 기하고 시설물의 유지관리를 위하여 다음과 같은 사항을 건의하고자 하며 그 내용은 다음과 같다.

(가) 과업구간내 기존 배수문 및 배수통관의 소통능력을 검토하여 본 결과 배수통·문 총60개소 중 8개소는 소통능력이 부족한 것으로 검토되었으므로 개수공사시 해당시설물의 확장 및 보수가 요구됨

(나) 기존 교량의 경간장, 소요연장 및 여유고를 검토한 결과, 11개소중 9개소의 교량에 대하여 경간장, 여유고 및 확폭에 따른 교량 연장이 불충분한 것으로 나타났으며, 추후 개수공

사시 하천기본계획에서 제시한 계획하폭 및 교량의 설계기준에 의한 충분한 여유고를 확보하여야 함.

(다) 교성천의 하도내에 설치된 보나 낙차공으로 인해 하천과 유수의 흐름 단절을 초래하고 있으므로 하천개수사업 시행시 낙차를 검토하여 조정할 것이며, 신설이나 확장시에는 안정 하상의 유지, 수질정화 및 친환경성 등을 고려하여 하상유지시설을 설치하고 생태계 조사 결과를 반영하여 어도를 설치토록 함.

(라) 하천으로의 생활폐기물 투척 및 하천변에서 폐기물 소각행위 근절을 위해서 주민들에 대한 지자체의 적극적이고 지속적인 홍보와 규제 및 대책이 필요하며 다음과 같은 사항을 건의함.

- 생활폐기물(가구, 소파, 가전제품 등)의 부락별 공동처리장 설치 및 수거를 위한 지자체의 예산배정
- 하천으로 폐기물 투척시 범칙금 부과 및 신고포상제의 강화, 신고자의 철저한 신원보장

(마) 하천관리와 하도의 변화, 실시설계 등을 위해 표석관리가 철저히 이루어져야 하천의 과거와 미래를 파악할 수가 있으므로 이를 위해 하천측량시 매설한 표석의 파손 및 망실이 발생하지 않도록 철저한 관리가 이루어져야 할 것임.

(바) 교성천에 대해 현상태 이상의 수질을 유지하고 보전하기 위해서는 하수처리시설과 농가가 소규모로 형성되어 있는 곳에 마을하수도를 도입하여 오염물질의 하천유입을 사전에 차단하고, 하천변의 농경지 등에서 발생하는 비점오염원을 감소시킬 수 있는 대책이 마련되어야 할 것임.