

충 청 남 도 고 시
제 2005 - 260호

도보 제 1882 호
(2005년 12월 30일)

홍 성 천 하 천 정 비 기 본 계 획



충 청 남 도

목 차

1.0 과업의 개요	1- 3
1.1 과업의 목적	1- 3
1.2 과업의 범위	1- 3
1.3 과업의 내용	1- 5
1.4 하천정비기본계획 수립현황	1- 7
2.0 하천측량	2- 3
2.1 지형현황측량	2- 3
2.2 종단측량	2- 4
2.3 횡단측량	2- 4
2.4 지적도 복사 및 축도	2- 4
2.5 표석매설	2- 4
3.0 하천의 개황에 관한 사항	3- 3
3.1 유역의 특성 및 일반현황	3- 3
3.1.1 유역의 일반현황	3- 3
3.1.2 유역의 자연현황	3- 16
3.1.3 유역의 사회·문화적 현황	3- 24
3.2 기초수문 검토	3- 28
3.2.1 수문관측소	3- 28
3.2.2 기상	3- 30
3.2.3 강 수	3- 33
3.2.4 유출 및 유황	3- 36
3.2.5 과거 주요홍수사상	3- 48
3.3 하도의 특성	3- 49
3.3.1 하도의 특성인자	3- 49
3.3.2 하도의 평면형	3- 50
3.3.3 하도의 종단형	3- 51

3.3.4	하도의 횡단형	3-	52
3.3.5	하상변동 현황	3-	53
3.4	하천사업의 연혁 및 피해현황	3-	54
3.4.1	하천사업의 연혁	3-	54
3.4.2	수해 및 가뭄피해현황	3-	55
3.5	하천의 이용현황	3-	66
3.5.1	유수의 이용현황	3-	66
3.5.2	용도지역 구분 등 토지이용 현황	3-	67
3.5.3	관광·위락 등 공간이용 현황	3-	68
3.6	하천의 환경현황	3-	72
3.6.1	유역의 오염원 현황	3-	72
3.6.2	유역의 오염부하량 산정	3-	77
3.6.3	하천의 오염도 현황	3-	84
3.6.4	하천의 경관 및 생태환경	3-	93
4.0	하천의 종합적인 정비방향	4-	3
4.1	하천의 종합적인 보전 및 이용에 관한 기본방향 설정	4-	3
4.2	홍수처리계획의 기본방향	4-	5
4.3	유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향	4-	6
4.4	하천환경관리에 관한 기본방향	4-	7
4.5	바람직한 하천모습 설정	4-	8
4.5.1	하천 환경상의 문제점	4-	8
4.5.2	하천 환경상의 문제점 요약 및 바람직한 하천환경 개선 방향	4-	10
5.0	하천공사의 시행에 관한 사항	5-	3
5.1	기본홍수량 및 계획홍수량	5-	3
5.1.1	홍수량 산정지점	5-	3
5.1.2	강우분석	5-	5
5.1.3	강우 유출분석	5-	23
5.1.4	기본 및 계획홍수량	5-	41
5.2	안정하상 유지	5-	44
5.2.1	하상구성물질 분석	5-	44
5.2.2	유사량	5-	44

5.2.3	장래 하상변동 예측 및 계획 하상고	5- 45
5.3	계 획 홍수위	5- 53
5.3.1	기점홍수위	5- 53
5.3.2	조도계수	5- 53
5.3.3	하도정비계획	5- 57
5.3.4	빈도별 홍수위	5- 58
5.3.5	계획하폭 및 계획홍수위	5- 64
5.4	용수수요량, 갈수량과 물수지	5- 68
5.4.1	용수수요량 산정	5- 68
5.4.2	갈수량과 물수지분석	5- 82
5.5	하천환경관리 계획	5- 91
5.5.1	기본방향	5- 91
5.5.2	장래 수질예측	5- 91
5.5.3	수 환경	5-100
5.5.4	하천공간 정비계획	5-122
5.6	기존시설물 능력 검토	5-127
5.6.1	제방 및 호안	5-127
5.6.2	배수시설	5-130
5.6.3	하상유지시설	5-131
5.6.4	교량등 기타시설물	5-133
5.6.5	취입보 및 양수장	5-135
5.7	하천시설물 설치방향	5-136
5.7.1	제방 및 호안	5-136
5.7.2	배수시설물 계획	5-155
5.7.3	내수처리계획	5-156
5.7.4	기타 하천공사계획	5-174
5.8	치수경제성 분석	5-174
5.8.1	자산 및 피해액 조사	5-176
5.8.2	행정구역별 대상자산 조사	5-182
5.8.3	침수 편입율 산정	5-183
5.8.4	침수 피해액 산정	5-189
5.8.5	연평균 피해경감 기대액	5-190
5.8.6	비용 산정	5-193
5.8.7	적정 투자규모 및 투자우선순위	5-194
5.9	사전환경성검토와 관련한 사항	5-194
5.9.1	자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책	5-194

5.9.2 기타 환경성 검토에 필요한 해당지역의 특성	5-197
5.9.3 환경관련시설, 지구·지역지정 및 환경기초시설 현황	5-200

6.0 기타 하천의 환경보전과 적절한 이용에 관한 사항	6- 3
6.1 고수부지 현황 및 보전방안	6- 3
6.2 폐천부지 현황 및 보전방안	6- 3
6.2.1 폐천부지 현황 및 장래활용계획	6- 3
6.3 경지정리 사업조사	6- 4
6.4 하천의 보전 및 관리	6- 4
6.5 타 계획과의 조정	6- 4
6.5.1 관련계획	6- 5
7.0 지방2급 하천의 지정과 구간조정	7- 3
7.1 지정 기준	7- 3
7.2 구간 조정	7- 3
8.0 효과분석	8- 3
8.1 종합적인 효과분석	8- 3
8.1.1 기본사항	8- 3
8.1.2 효과분석	8- 3
8.2 건 의	8- 4

■ 부 도(평면도, 종단면도, 횡단면도)

- ◆ 평면도
- ◆ 종단면도
- ◆ 횡단면도

■ 관계기관협의 및 과업참여자명단

- ◆ 공공측량성과심사
- ◆ 해당 시·군 업무협의
- ◆ 사전환경성검토 협의
- ◆ 사전재해영향성검토 협의
- ◆ 지방하천관리위원회 하천심의

■ 과업참여자명단

< 표 차 례 >

<표 1.2-1> 과 업 구 간	1- 3
<표 2.1-1> 기준 삼각점 현황	2- 3
<표 2.2-1> 기준 수준점 현황	2- 4
<표 2.5-1> 표석매설 성과	2- 5
<표 3.1-1> 수계의 구성	3- 4
<표 3.1-2> 유역의 기하학적 특성	3- 7
<표 3.1-3> 표고별 누가면적 및 구성비	3- 9
<표 3.1-4> 평균고도 및 평균경사	3- 10
<표 3.1-5> 경사방향	3- 11
<표 3.1-6> 유역의 방향성	3- 11
<표 3.1-7> 합·분류지점 하천구간 경계설정 현황	3- 15
<표 3.1-8> 토양의 수문학적 분류 기준	3- 20
<표 3.1-9> 토양통별 특성	3- 21
<표 3.1-10> 토양형별 면적 분포	3- 23
<표 3.1-11> 소유권별 임야면적	3- 23
<표 3.1-12> 임상별 임야면적	3- 23
<표 3.1-13> 행정구역별 토지이용현황	3- 24
<표 3.1-14> 홍성군 인문 현황	3- 24
<표 3.1-15> 문화재 현황	3- 27
<표 3.2-1> 우량관측소 현황	3- 28
<표 3.2-2> 기상현황	3- 33
<표 3.2-3> 각관측소별 시우량 자료구축 현황	3- 33
<표 3.2-4> 서산기상대 강수현황	3- 34
<표 3.2-5> 서산기상대 주요강우 관측기록	3- 35
<표 3.2-6> 유출특성계수 (f)	3- 37
<표 3.2-7> 월별 보정치 E의 값	3- 37
<표 3.2-8> 월별 일평균유출량(Kajiyama공식)	3- 38
<표 3.2-9> 월평균 유출량(Kajiyama공식)	3- 38
<표 3.2-10> 일 유출 최적화 모형의 입·출력 및 매개변수	3- 41
<표 3.2-11> 적용 매개변수	3- 41
<표 3.2-12> 월별 일평균유출량(DAWAST모형)	3- 43
<표 3.2-13> 월별 유출량(DAWAST모형)	3- 43
<표 3.2-14> 방법별 평균 유출량 비교	3- 44
<표 3.2-15> 수자원 부존량의 구성(Kajiyama공식)	3- 45
<표 3.2-16> 유황분석	3- 46
<표 3.2-17> 평균 및 기준갈수량	3- 46

<표 3.2-18> 서산기상대 주요강우 관측기록	3- 48
<표 3.3-1> 하천밀도	3- 49
<표 3.3-2> 하상계수	3- 50
<표 3.3-3> 하상구성물질	3- 50
<표 3.3-4> 하도의 평면형	3- 51
<표 3.3-5> 하 상 경 사	3- 52
<표 3.3-6> 과업하천 최심하상고 조사현황	3- 53
<표 3.4-1> 하천 개수 현황	3- 54
<표 3.4-2> 과거 주요호우 및 태풍피해현황(피해액순)	3- 56
<표 3.4-3> 홍수피해 현황(최근 10개년)	3- 57
<표 3.4-4> 과우일수(대전지방)	3- 59
<표 3.4-5> 과우일수에 의한 가뭄빈도	3- 60
<표 3.4-6> 연도별 최저 저수율(충청남도)	3- 60
<표 3.4-7> 저수율에 의한 가뭄빈도	3- 60
<표 3.4-8> 주요 가뭄발생 년도	3- 61
<표 3.4-9> 주요 가뭄 발생 현황	3- 61
<표 3.4-10> 우리나라 5대 가뭄	3- 62
<표 3.4-11> 농작물 피해면적	3- 63
<표 3.4-12> 충청남도 가뭄대책	3- 63
<표 3.4-13> 가 뭄 대 책	3- 64
<표 3.5-1> 생활용수 취수원 현황	3- 66
<표 3.5-2> 도시계획지역 지정현황	3- 67
<표 3.5-3> 홍성군 문화행사	3- 71
<표 3.6-1> 구역별 현황	3- 74
<표 3.6-2> 구역별 오염원 현황(생활계, 축산계)	3- 74
<표 3.6-3> 구역별 오염원 현황(토지이용)	3- 74
<표 3.6-4> 인구기준 발생원단위	3- 77
<표 3.6-5> 인구에 의한 오염부하량	3- 78
<표 3.6-6> 축산분뇨 발생원단위	3- 79
<표 3.6-7> 가축에 의한 오염부하량	3- 80
<표 3.6-8> 폐수배출에 의한 발생원단위	3- 80
<표 3.6-9> 공장에 의한 오염부하량	3- 80
<표 3.6-10> 토지이용에 따른 발생원단위 비교	3- 81
<표 3.6-11> 토지이용에 의한 오염부하량	3- 81
<표 3.6-12> 오염부하량 총괄표	3- 82
<표 3.6-13> 비수기 유달부하량 산정	3- 84
<표 3.6-14> 수질조사 일시 및 기상	3- 84
<표 3.6-15> 수질항목별 조사 방법	3- 85
<표 3.6-16> 수질 및 저질 조사지점	3- 87
<표 3.6-17> 수질 조사 결과	3- 87
<표 3.6-18> 저질측정 방법	3- 89

<표 3.6-19> 저질측정 결과	3- 90
<표 3.6-20> 수질오염사고 시·도별 현황	3- 91
<표 3.6-21> 수질오염사고 오염물질별 현황	3- 91
<표 3.6-22> 경관현황	3- 93
<표 3.6-23> 홍성지역 일대의 포유류 서식 현황	3- 98
<표 3.6-24> 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상	3- 99
<표 3.6-25> 현지조사시 확인된 조류상	3-103
<표 3.6-26> 홍성지역 일대의 양서-파충류 서식현황	3-105
<표 3.6-27> 홍성지역 육상곤충 서식현황	3-106
<표 3.6-28> 문헌조사 목록	3-110
<표 3.6-29> 조사지역별 우점종현황	3-112
<표 3.6-30> 조사지역별 종다양성	3-112
<표 3.6-31> 현지조사시 확인된 어류상	3-112
<표 3.6-32> 문헌조사 목록	3-113
<표 3.6-33> 저서성대형 무척추동물의 분류군별 현황	3-116
<표 3.6-34> 현장조사시 확인된 저서성대형 무척추동물상의 종다양성	3-116
<표 3.6-35> 현지조사에서 확인된 저서성대형 무척추동물의 목록	3-116
<표 4.1-1> 체계적인 기본방향	4- 5
<표 5.1-1> 홍수량 산정지점	5- 3
<표 5.1-2> 지속시간별 최대강우량(고정시간)	5- 7
<표 5.1-3> 고정시간-임의지속시간 환산계수	5- 8
<표 5.1-4> 지속시간별 최대강우량(임의시간)	5- 9
<표 5.1-5> FARD2002의 적용분포형	5- 10
<표 5.1-6> 빈도별 지속시간별 확률강우량 산정결과	5- 19
<표 5.1-7> 기 분석 자료와 확률강우량 비교	5- 19
<표 5.1-8> 확률 강우강도식	5- 21
<표 5.1-9> 구간별 빈도	5- 23
<표 5.1-10> HUFF의 무차원 누가곡선	5- 24
<표 5.1-11> Huff 누가분포의 6차 다항식 계수	5- 24
<표 5.1-12> 선행 토양함수조건의 분류	5- 27
<표 5.1-13> 관측소별 선행토양함수조건	5- 28
<표 5.1-14> 한국토양 특성에 따른 수문학적 토양군 분류기준	5- 28
<표 5.1-15> 정밀토양도 토양통의 수문학적 재분류	5- 29
<표 5.1-16> 농경지역 및 임목지역의 유출곡선지수(AMC-II 조건)	5- 31
<표 5.1-17> 도시지역의 유출곡선지수(AMC-II 조건)	5- 32
<표 5.1-18> 홍수량 산정지점별 유출곡선지수(CN)	5- 33
<표 5.1-19> 자연하천 유역에 대한 도달시간 공식	5- 35
<표 5.1-20> SCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 증거	5- 38
<표 5.1-21> 산정방법별 빈도별 홍수량 산정	5- 40
<표 5.1-22> 하천의 중요도에 따른 계획규모	5- 41
<표 5.1-23> 기본 및 계획홍수량	5- 42

<표 5.2-1> 입도분석 결 과	5- 44
<표 5.2-2> 비유사량(공식)에 의한 유사량 산정	5- 45
<표 5.2-3> 평형하상고 산정	5- 50
<표 5.2-4> 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역	5- 52
<표 5.3-1> 빈도별 기점홍수위	5- 53
<표 5.3-2> 하천 및 수로의 조도계수 적용기준	5- 54
<표 5.3-3> 하도상태에 따른 조도계수	5- 55
<표 5.3-3> 계속 하도상태에 따른 조도계수	5- 56
<표 5.3-4> 주요 구간별 조도계수	5- 56
<표 5.3-5> 교각 형상계수	5- 61
<표 5.3-6> 단면 축소 및 확대계수	5- 61
<표 5.3-7> 빈도별 홍수위	5- 63
<표 5.3-8> 계획홍수량과 하폭과의 관계	5- 65
<표 5.3-9> 주요 구간별 계획하폭 산정표	5- 66
<표 5.3-10> 계획 홍수위 및 계획하폭, 시설제방고	5- 67
<표 5.4-1> 소유역 구분	5- 69
<표 5.4-2> 행정구역별 총 상수도 보급현황	5- 71
<표 5.4-3> 생활용수 이용현황	5- 71
<표 5.4-4> 입주업체 현황	5- 72
<표 5.4-5> 경지면적 및 농업용수 이용현황	5- 73
<표 5.4-6> 지구별 장래인구 추정	5- 75
<표 5.4-7> 목표년도별 생활용수 수요량	5- 76
<표 5.4-8> 지구별 생활용수 수요량 총괄	5- 76
<표 5.4-9> 업종별 공업용수 원단위(부지면적 기준)	5- 77
<표 5.4-10> 지구별 공업용수 수요량 총괄	5- 78
<표 5.4-11> 유역내 지구별 장래 경지면적 추정	5- 79
<표 5.4-12> 년도별 단위수요량	5- 80
<표 5.4-13> 지구별 농업용수 수요량 총괄	5- 80
<표 5.4-14> 지구별 용수수요 총괄	5- 81
<표 5.4-15> 하천별 하구지점 유황분석 결과	5- 82
<표 5.4-16> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(현재)	5- 85
<표 5.4-17> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(2006)	5- 85
<표 5.4-18> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(2011)	5- 86
<표 5.4-19> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(2016)	5- 86
<표 5.5-1> 수질예측 모형의 비교	5- 92
<표 5.5-2> QUAL2E Model의 Element의 구성	5- 93
<표 5.5-3> 수질모의를 위한 하천구분	5- 97
<표 5.5-4> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 수질반응계수	5- 98
<표 5.5-5> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 자료	5- 98
<표 5.5-6> 오염물질 배출부하량	5- 99
<표 5.5-7> 장래수질예측	5- 99

<표 5.5-8> 수질목표 적용등급	5-100
<표 5.5-9> 목표 수질	5-100
<표 5.5-10> 수질등급별 특성과 지표어종	5-101
<표 5.5-11> 유기물질에 따른 수생동·식물과 수질오염의 정도	5-101
<표 5.5-12> 경관측면 목표수질	5-102
<표 5.5-13> 도시하천 이미지에 대한 수질	5-102
<표 5.5-14> 비점오염원 관리시설 선정시 고려사항	5-105
<표 5.5-15> 비점오염원 관리시설 종류	5-105
<표 5.5-16> 대표적인 습지의 설계인자	5-106
<표 5.5-17> 습지식물별 BOD, T-P, T-N의 제거율	5-107
<표 5.5-18> 습지조성면적별 오염물질 제거효과	5-107
<표 5.5-19> 수생식물종별 성장방법 및 성장조건	5-107
<표 5.5-20> 하천정화기법 구분	5-108
<표 5.5-21> 퇴적오니 제거기준	5-108
<표 5.5-22> 역간접측 산화법 장·단점 비교	5-109
<표 5.5-23> 수처리에 이용되는 습지식물	5-110
<표 5.5-24> 수변 식생대의 오염물질 제거효과	5-110
<표 5.5-25> 홍성천 유형	5-111
<표 5.5-26> 대표어종과 대리어종 일람표	5-112
<표 5.5-27> 주요어종의 생태적 요구조건	5-113
<표 5.5-28> 주요어종의 서식처 수리조건	5-114
<표 5.5-29> 유속에 따른 흐름의 느낌 상태	5-118
<표 5.5-30> 경관측면을 고려한 평가기준	5-118
<표 5.5-31> 경관을 고려한 필요유량	5-119
<표 5.5-32> 친수활동과의 관련사항	5-119
<표 5.5-33> 친수활동을 위한 수리제원(1)	5-120
<표 5.5-34> 친수활동을 위한 수리제원(2)	5-120
<표 5.5-35> 구간별 목표 관리유량 설정	5-121
<표 5.5-36> 하천정비 유형 및 정비방향	5-122
<표 5.5-37> 하천공간정비 기본방침	5-123
<표 5.5-38> 하천공간 구간 구분 형태	5-123
<표 5.5-39> 하천환경 평가 기준	5-124
<표 5.5-40> 홍성천에서의 하천환경성 평가	5-125
<표 5.6-1> 기존시설물 현황	5-127
<표 5.6-2> 허용 소류력	5-129
<표 5.6-3> 소류력 계산	5-129
<표 5.6-4> 기존배수시설 현황 및 능력 검토	5-131
<표 5.6-5> 계획홍수량에 따른 교량하부 여유고	5-134
<표 5.6-6> 기존교량 능력 검토	5-135
<표 5.6-7> 취수보 현황 및 상태	5-135
<표 5.7-1> 제방 및 호안 계획지구	5-137

<표 5.7-2> 제방 독마루 폭	5-142
<표 5.7-3> 계획홍수량에 따른 독마루 폭	5-142
<표 5.7-4> 제방 여유고	5-143
<표 5.7-5> 계획홍수량에 따른 여유고	5-143
<표 5.7-6> 소류력에 따른 호안설계기준	5-145
<표 5.7-7> 하도분류별 수리특성	5-145
<표 5.7-8> 유속에 따른 밀다짐폭 기준	5-146
<표 5.7-9> 계획지구별 제방표준단면	5-146
<표 5.7-10> 호안공법 비교표	5-153
<표 5.7-11> 신설배수문 현황	5-155
<표 5.7-12> 보정계수(α)	5-159
<표 5.7-13> 돌붓기공의 유속별 석재 직경	5-159
<표 5.7-14> 자연석 놓기 공법의 유속별 석재 직경(D_m)	5-160
<표 5.7-15> Bligh 계수	5-163
<표 5.7-16> 토질재료에 의한 계수	5-163
<표 5.7-17> 재료에 대한 계수	5-166
<표 5.7-18> 어도의 설치목적별 분류	5-168
<표 5.7-19> 어도의 구조적 형식별 분류	5-168
<표 5.7-20> 어도 형식별 장단점 검토	5-169
<표 5.7-21> 취수보 현황 및 어도설치 계획	5-173
<표 5.7-22> 상황별 어도선택 기준표	5-173
<표 5.8-1> 치수경제성 분석대상지구(축제)	5-174
<표 5.8-2> 지구별 침수피해조사	5-176
<표 5.8-3> 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법	5-177
<표 5.8-4> 전국평균 건축연면적별 가구수비	5-178
<표 5.8-5> 건축형태별 건축단가	5-178
<표 5.8-6> 년도별 건설업 Deflator 보정지수	5-179
<표 5.8-7> 가정용품 보급률 및 평균가격	5-180
<표 5.8-8> 가정용품 평가액	5-180
<표 5.8-9> 년도별 소비자 물가지수	5-180
<표 5.8-10> 농작물별 생산비 (2004년 기준)	5-181
<표 5.8-11> 산업분류별 사업체 1인당 종사장의 유형자산과 재고자산	5-182
<표 5.8-12> 단위 침수면적당 손실 인명수	5-185
<표 5.8-13> 침수면적당 발생 이재민수	5-185
<표 5.8-14> 침수심별 건물 피해율	5-186
<표 5.8-15> 침수심별 건물내용물 피해율	5-186
<표 5.8-16> 침수심별 농경지 피해율	5-187
<표 5.8-17> 침수심별 농작물 피해율	5-187
<표 5.8-18> 침수심별 유형자산·재고자산 피해율	5-188
<표 5.8-19> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율	5-188
<표 5.8-20> 지구별 공사비 산정 결과	5-190

<표 5.8-21> 공공사업의 적용할인율	5-191
<표 5.8-22> 시설물별 잔존가치	5-191
<표 5.8-23> 지구별 경제성 분석 결과	5-192
<표 5.8-24> 적정 투자규모 및 투자 우선순위	5-193
<표 5.9-1> 종합평가 및 결론	5-194
<표 5.9-2> 하천수질 측정결과	5-197
<표 5.9-3> 환경오염배출시설	5-197
<표 5.9-4> 과업대상하천 유역 내의 점오염원 현황	5-198
<표 5.9-5> 과업대상하천 유역 내의 비점오염원 현황	5-198
<표 5.9-6> 환경기준 적용등급	5-199
<표 5.9-7> 국내 하천 수질환경 기준	5-199
<표 5.9-8> 환경보전관련 지구·지역 현황	5-200
<표 5.9-9> 홍성하수종말처리시설 계획	5-201
<표 5.9-10> 폐기물 매립시설 현황	5-201
<표 5.9-11> 소각처리시설 현황	5-202
<표 5.9-12> 분뇨 처리장	5-202
<표 6.2-1> 폐천부지 이용현황 및 장래활용계획	6- 4
<표 6.5-1> 과업구간내 소하천 현황	6- 5
<표 6.5-2> 용수공급계획	6- 7
<표 6.5-3> 시설확충 계획	6- 8
<표 6.5-4> 상수도 총괄계획	6- 9
<표 6.5-5> 간이상수도, 소규모 급수시설 장래계획	6- 9
<표 6.5-6> 소요사업비	6- 10
<표 6.5-7> 하수도정비 기본계획변경 범위	6- 11
<표 6.5-8> 단계별 사업비	6- 12
<표 6.5-9> 단계별 투자계획	6- 13
<표 7.2-1> 구간조정 내용	7- 4
<표 8.1-1> 계획시설물 소요사업비 내역	8- 3
<표 8.1-2> 계획시설물에 의한 효과	8- 3

<그 림 차 례>

<그림 1.2-1> 과업위치도	1- 4
<그림 1.4-1> 하천정비 수립현황	1- 7
<그림 3.1-1> 하천 모식도	3- 5
<그림 3.1-2> 하천유역도	3- 6
<그림 3.1-3> 고도분포도	3- 12
<그림 3.1-4> 유역경사도	3- 13
<그림 3.1-5> 유역주향도	3- 14
<그림 3.1-6> 합·분류지점의 경계설정 현황	3- 16
<그림 3.1-7> 면적-고도곡선(Hypsometric-Curve)	3- 16
<그림 3.1-8> 지 질 도	3- 18
<그림 3.1-9> 토양도	3- 22
<그림 3.1-10> 토지이용도	3- 25
<그림 3.1-11> 행정구역도	3- 26
<그림 3.2-1> 수문관측소 위치도	3- 29
<그림 3.2-2> 평년 기상도	3- 30
<그림 3.2-3> 기상개황도	3- 32
<그림 3.2-4> DAWAST 모형의 구조도	3- 39
<그림 3.2-5> 유역의 개념도	3- 40
<그림 3.2-6> DAWAST 모형의 개념도	3- 40
<그림 3.2-7> DAWAST 모형의 흐름도	3- 42
<그림 3.2-8> 수자원부존량의 구성	3- 45
<그림 3.2-9> 유황곡선	3- 47
<그림 3.3-1> 하천종단도	3- 52
<그림 3.4-1> 홍성군 홍수피해현황	3- 57
<그림 3.6-1> 하천 오염원의 분류	3- 73
<그림 3.6-2> 오염수 유입계통도	3- 75
<그림 3.6-3> 유역내 주요 오염원 및 수질오염현황	3- 76
<그림 3.6-4> 수질 및 저질 조사지점 위치도	3- 88
<그림 3.6-5> 수변생태도	3-119
<그림 4.2-1> 홍수방어 및 조절대책의 분류	4- 6
<그림 5.1-1> 홍수량산정지점 위치도	5- 4
<그림 5.1-2> 강우빈도 해석 절차	5- 6
<그림 5.1-3> I-D-F 곡선(단기간, 10~60분)	5- 21
<그림 5.1-4> I-D-F 곡선(중기간, 60~180분)	5- 22
<그림 5.1-5> I-D-F 곡선(장기간, 180~1440분)	5- 22
<그림 5.1-6> HUFF 방법의 무차원 누가곡선	5- 25
<그림 5.1-7> CN 분포도	5- 30

<그림 5.1-8> 중안(Nakayasu)의 종합단위법 개념도	5- 36
<그림 5.1-9> SCS의 무차원 단위유량도	5- 37
<그림 5.1-10> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속시간)	5- 39
<그림 5.1-11> 계획홍수량 배분도	5- 43
<그림 5.2-1> HEC-6의 계산 격자 구성	5- 48
<그림 5.2-2> 현재 하상고와 평형 하상고	5- 51
<그림 5.3-1> 표준축차계산법 모식도	5- 59
<그림 5.3-2> 계획홍수량과 계획하폭 관계	5- 65
<그림 5.4-1> 용수량 산정 지점도	5- 70
<그림 5.4-2> 생활용수 수요추정 흐름도	5- 74
<그림 5.4-3> 공업용수 수요추정 흐름도	5- 77
<그림 5.4-4> 농업용수 수요추정 흐름도	5- 78
<그림 5.4-5> 농업용수 수요량 산정기준	5- 79
<그림 5.4-6> 물수지분석 절차 흐름도	5- 84
<그림 5.4-7> 물수지모식도(현재)	5- 87
<그림 5.4-8> 물수지모식도(2006년)	5- 88
<그림 5.4-9> 물수지모식도(2011년)	5- 89
<그림 5.4-10> 물수지모식도(2016년)	5- 90
<그림 5.5-1> QUAL2E 모델의 반응 계통도	5- 96
<그림 5.5-2> QUAL2E 모식도	5- 97
<그림 5.5-3> 모델의 예측결과	5- 99
<그림 5.5-4> 하천수질 보전대책	5-103
<그림 5.5-5> W/B의 빈도분석	5-117
<그림 5.5-6> 하천공간 환경정비 계획도	5-126
<그림 5.7-1> 자연형호안 표준단면도(1)	5-147
<그림 5.7-2> 자연형호안 표준단면도(2)	5-148
<그림 5.7-3> 자연형호안 표준단면도(3)	5-149
<그림 5.7-4> 자연형호안 표준단면도(4)	5-150
<그림 5.7-5> 자연형호안 표준단면도(5)	5-151
<그림 5.7-6> 밀다짐공 일반도	5-159
<그림 5.7-7> 어도의 입구가 적정한 예	5-171
<그림 5.7-8> 부적정한 어도의 위치	5-172
<그림 5.8-1> 치수경제성 조사지구 위치도	5-175
<그림 5.8-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩	5-183
<그림 5.8-3> 다차원 홍수피해 산정방법(MD-FDA)의 개념도	5-184
<그림 7.2-1> 지방2급 하천구간 조정도	7- 4

제 출 문

충청남도지사 귀하

2004년 12월 27일자로 귀 도와 계약 체결한 「개화천외 10개 하천정비 기본계획 및 대장작성」 용역을 과업지시서에 따라 최선의 노력과 신중한 기술적 판단에 의하여 성실히 수행완료하고 그 결과를 본 보고서에 종합 수록하여 제출합니다.



경기도 안양시 동안구 관양동 1588-8
(주) 동 호
대표이사 오 준 오

충청남도 천안시 오룡동 33-1
(주) 경 동 기 술 공 사
대표이사 강 도 목

1.0 과 업 의 개 요



1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위

1.3 과업의 내용

1.4 하천정비기본계획 수립현황

1.0 과업의 개요

1.1 과업의 목적

국토의 중심지와 서해안권 개발 여건으로 날로 변모 발전하는 도시화 추세에 있어 이에 대응하는 하천의 관리 운영상의 미비점 보완이 가장 시급한 당면 과제로 부각됨에 따라 하천의 효율적인 이용과 일관된 개수 계획을 수립하기 위하여 하천법 제17조 및 같은법 시행령 제10조 규정에 의거 삼교천수계 홍성천 지방2급 하천 구간에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발 및 치수 경제에 관련된 사항을 종합적이고 체계적인 조사·분석을 통한 하천정비기본 계획을 수립하여 수자원 종합개발 지침으로 활용하고자 한다.

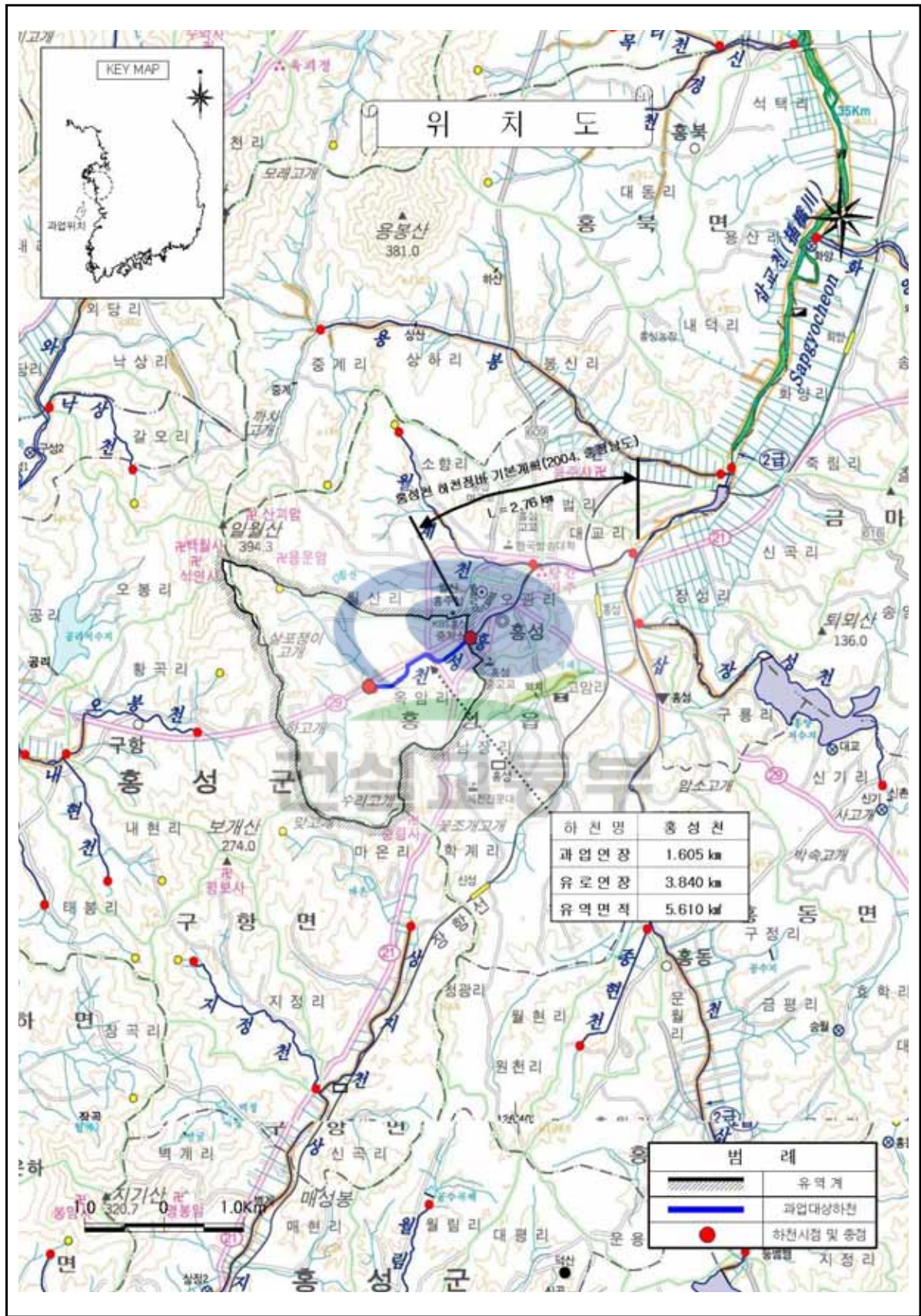
1.2 과업의 범위

본 과업대상 하천은 삼교천수계의 홍성천 지방2급 하천 구간 L=1.605km에 대한 하천정비기본계획 수립 및 하천대장을 작성하였으며, 과업구간의 시점 및 종점은 <표 1.2-1>와 같다.

<표 1.2-1>

과 업 구 간

하천명	과 업 구 간		연 장(km)			비 고
	시 점	종 점	발주	실시	대비	
계			1.600	1.605	(+)0.005-	
홍성천	홍성군 홍성읍 옥암리	홍성군 홍성읍 옥암리	1.600	1.605	(+)0.005	



<그림 12-1> 과업위치도

1.3 과업의 내용

1) 하천측량

- 가. 지형현황측량
- 나. 종단측량
- 다. 횡단측량
- 라. 지적도 복사 및 축도
- 마. 표석매설

2) 하천의 개황에 관한 사항

- 가. 유역의 특성 등 일반현황
- 나. 기초수문검토
- 다. 하도의 특성
- 라. 하천사업의 연혁 및 피해현황
- 마. 하천의 이용현황
- 바. 하천의 환경현황

3) 하천의 종합적인 정비방향

- 가. 하천의 종합적인 보전 및 이용에 관한 기본방향 설정
- 나. 홍수처리계획의 기본방향
- 다. 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향
- 라. 하천환경관리에 관한 기본방향
- 마. 바람직한 하천모습 설정

4) 하천공사 시행에 관한 사항

- 가. 기본홍수량 및 계획홍수량
- 나. 안정하상 유지
- 다. 계획홍수위
- 라. 용수수요량, 갈수량과 물수지
- 마. 하천환경관리 계획
- 바. 기존시설물 능력검토
- 사. 하천시설물 설치방향
- 아. 치수경제성 분석

자. 사전 환경성 검토와 관련한 사항

5) 하천의 환경보전에 관한 사항

가. 고수부지 현황 및 보전방안

나. 폐천부지 현황 및 보전방안

다. 경지정리 사업조사

라. 하천의 보전 및 관리

마. 타 계획과의 조정

6) 지방2급 하천의 지정과 구간조정

가. 지정 기준

나. 구간 조정

7) 효과분석

가. 종합적인 효과분석

나. 건 의



1.4 하천정비기본계획 수립현황

삼교천의 제1지류인 홍성천의 전체 하천연장은 지방2급 하천이 $L=4.40\text{km}$ 로 지정되어 있다. 홍성천의 하천정비기본계획 수립현황을 살펴보면 홍성천의 종점인 삼교천 합류점(No.0)에서 홍성읍 옥암리 577-4천지선 옥암교(No.13+160)지점까지 하천연장 $L=2.76\text{km}$ 는 기 수립된 것으로 조사되었다. (홍성천 하천정비기본계획(2004.3, 충청남도))

본 과업에서는 홍성읍 옥암리 577-4천지선 옥암교(금회No.0) 지점을 과업종점으로 기점은 홍성읍 옥암리 370-5전번지 옥암4교(금회No.16+5) 지점구간 하천연장 $L=1.605\text{km}$ 대해 하천정비기본계획을 수립하였으며, 금회 조사측량 결과와 수치지형도를 검토한 결과 $L=1.605\text{km}$ 로 조사되어 계획하였고 상세한 내용은 “7장 하천의 지정과 구간조정”에 수록하였다.



<그림 1.4-1> 하천정비 수립현황

2.0 하 천 측 량



- 2.1 지형현황측량
- 2.2 종단측량
- 2.3 횡단측량
- 2.4 지적도 복사 및 축도
- 2.5 표석매설

2.0 하천 측량

하천정비기본계획 수립 및 하천대장 작성에 필요한 기본 자료를 얻기 위하여 지방 2급 하천 홍성천유역의 과업구간 1.605km에 대해 하천구역은 물론 연안인접 지역의 모든 지형, 지물의 위치와 표고 등 현황을 자세히 조사 측량하여 하천정비 기본계획과 하천대장 작성의 기본 자료로 활용할 수 있도록 다음 측량을 소정의 작업 규정에 의하여 실시하였으며 측량실시 전 측량법 제29조 규정에 의거 공공측량 작업규정을 작성 제출하여 국립지리원장의 승인을 득한 후 공공측량작업 규정에 의거 측량을 실시하고, 측량성과를 얻었을 때에는 같은법 제33조 및 같은법 제34조의 규정에 따라 측량성과를 제출하여 대한측량협회의 심사를 득 하였다.

2.1 지형현황측량

지형현황측량은 과업대상하천의 하천구역 및 연안지역에 대하여 축척 1/2,500으로 실시하되 기왕에 측량된 성과, 현지조사자료, 지적도 등을 참조하여 보완하였다.

또한, 과업구간에 대한 하천주변의 상황이 자세히 나타날 수 있도록 유제부는 제내측으로 100m 이상, 무제부는 홍수위선 이상까지의 구간에 대하여 지형, 지물, 지모 및 교량, 양수장, 배수문 등 주요구조물의 위치 및 고저가 정확히 나타날 수 있도록 상세하게 실시하였다.

지형현황측량을 위해 사용한 기준삼각점 현황은 <표 2.1-1>와 같다.

<표 2.1-1>

기준 삼각점 현황

삼각점 번호	등급	위 치	(종좌표)X	(횡좌표)Y	표 고 (EL.m)	비 고
△439	4	홍성군 홍성읍 월산리 산184-1	343,025.804	166,968.761	136.240	홍성도엽
△463	4	홍성군 구항면 장양리 산46	340,408.515	165,338.685	141.580	홍성도엽
△466	4	홍성군 홍성읍 학계리 산135-3	341,743.447	170,010.472	76.770	홍성도엽

2.2 종단측량

하천의 좌·우 양안 공히 왕복측량을 실시하였으며, 기설 하천 시설물의 높이를 측정하여 종단형에 표시하였다.

수준점은 기본수준점(1등)을 기준으로 하여 표석매설 및 횡단 측량에 활용할 수 있도록 실시하고 그 성과를 1km마다 설치되는 기준점에 양안으로 수준표석을 매설하였으며 그 결과를 평면도에 표기하였다.

<표 2.2-1> 기준 수준점 현황

점번호	등 급	표 고 (EL.m)	위 치	비 고
BM 38-01-00	1	89.063	충남 홍성군 구항면 항곡리	홍성도엽

2.3 횡단측량

횡단측량은 하천유심의 직각방향으로 매 100m마다 실시하되 주요 구조물 지점 및 지형이 급변하는 지점에서는 추가 측점을 두어 측량하였으며, 종단측량에서 측정한 수준표에 연결하였다. 횡단측량의 점간거리는 20m를 원칙으로 하되 지형이 급변하는 장소에서는 보항하여 측정하였다.

측량범위는 무제부에서는 계획홍수위선까지의 구간, 유제부에서는 제외지는 전부, 제내지는 100m까지를 원칙으로 하되 지형을 고려하여 가감 실시하고 일제 관측수위를 동시에 측정하여 횡단면도에 표시하였다.

2.4 지적도 복사 및 축도

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

2.5 표석매설

차후 하천공사시 측량기준점이 될 수 있도록 금회 조사구간에 대하여 약 1km마다 좌우 양안에 지그재그로 총 3개의 표석을 설치하였다.

설치위치는 하천 양안 제방 둑마루 또는 기왕홍수위보다 높은 지점으로서 영구보존 가능한 지점에 매설함을 원칙으로 하되 장래 수해복구공사가 시행될 것을 고려하여 결정하였으며, 표석매설 성과는 <표 2.5-1>와 같다.

<표 2.5-1>

표석매설 성과

하천명	표석 번호	측 점 (No.)	좌우 안별	위 치			표 고 (EL.m)	비 고
				행정구역	X	Y		
홍성천	HS1	0	우	홍성군 홍성읍 오관리	343837.146	169369.579	30.106	
	HS2	6	좌	홍성군 홍성읍 옥암리	343685.428	168863.971	34.805	
	HS3	11	우	홍성군 홍성읍 옥암리	343320.762	168479.159	36.135	



3.0 하천의 개 황에 관한 사항



- 3.1 유역의 특성 및 일반현황
- 3.2 기초수문 검토
- 3.3 하도의 특성
- 3.4 하천사업의 연혁 및 피해현황
- 3.5 하천의 이용현황
- 3.6 하천의 환경현황

3.0 하천의 개항에 관한 사항

3.1 유역의 특성 및 일반현황

3.1.1 유역의 일반현황

1) 유역의 개황

홍성천은 삽교천의 제1지류로써 삽교천 좌안으로 유입되는 지방2급 하천으로 동경 $126^{\circ}37'31'' \sim 126^{\circ}41'08''$, 북위 $36^{\circ}34'18'' \sim 36^{\circ}37'18''$ 사이에 위치하고 있다. 유역의 남북길이는 약 5.0km, 동서로는 약 5.2km로서 수지상 형상을 이루고 있으며, 홍성천은 유역면적이 14.44km²이고 하천연장은 4.40km구간에 대하여 지방2급 하천으로 지정(충남5호 1964.1.20)되어 있으며 하천연장 4.4km중 기수립된 2.76km를 제외한 1.605km를 금회 과업대상구간으로 기본계획을 수립하였다

홍성천 유역 중심에서 서쪽은 일월산(EL.394.3m)으로부터 북쪽으로 미력골고개(EL.150m), 보배고개(EL.100m)를 거쳐 북동쪽으로 매봉고개(EL.60m) 능선을 따라 홍성천 하구와 연결된다 또한 남서쪽으로 살포쟁이고개(EL.160m), 하고개(EL.137.1m) 및 남산(EL.222m)을 거쳐 고암리 및 오관리 리계의 낮은 능선을 따라 유역계를 이루고 있다

수원은 홍성군 홍성읍 월산리 일월산 능선(EL.281m)에서 발원하여 남동쪽으로 1.9km유하하여 남산골천과 합류한 후 북동쪽으로 유향을 바꿔 소규모 농경지 사이를 관류하여 흐르다 3.57km 지점인 옥암교를 지나면서 홍성읍 시가지 구간인 1.5km를 관류하다 좌안측에서 지방2급 하천인 월계천이 유입되어 다시 유향을 동쪽으로 바꿔 유하하다 6.33km 지점에서 삽교천 좌안으로 유입된다

홍성천의 하상경사는 옥암교(No.0)에서 옥암2교(No.2+60) 구간은 하천형태가 정비된 단면으로 1/200의 비교적 완만한 경사를 보이고 있으며 옥암교(No.2+60)에서 과업시점(No.16+5)까지의 하상경사가 1/167~1/120로 하류보다 1/172로 다소 급한 경사를 나타내고 있다

지역내 교통은 동남방향으로 21호 국도가 가로지르고 있으며 또한 29호 국도가 홍성천 기점부터 홍성천 좌안을 따라가다 중하류부에서 횡단하고 있어 내륙과 서해안을 연결하는 중심지 역할을 하고 있다

수계유역의 법정 행정구역은 홍성군 홍성읍 옥암리의1개리 총 1군 1읍 2개리이며, 유역내 가구수 및 인구는 1,062가구 3,019인이 거주하고 있으며 인구밀도는 538.1인/km²로 나타났다.

유역내 토지이용현황은 임야 1.46km²(26%), 농경지 2.04km²(36.3%), 대지 1.48km²(26.3%), 기타 0.63km²(11.4%)로써 농경지 면적비율이 다소 높은 특징을 보이고 있다.

홍성천은 도심지를 관류하는 하천으로 유역내 전체면적5.61km² 중 대지면적이 2.04km²로 36.3%를 차지하고 있으며, 2003년 12월말 하수종말처리장이 완공되어 홍성천내 차집관거가 매설되어 생활하수가 하천으로 직접유입되지 않도록 하였으며 또한 하수차집으로 인한 하천 건천화를 방지를 위해 하수종말처리된 방류수를 홍성천 상류로 압송하여 하천이 건천화되지 않도록 하수종말처리장과 함께 기 수립되어 수질개선에 크게 기여할 것으로 예상되며 그외 상류지역은 부락 및 축사 등이 산재되어 하천으로 유입되고 있어 수질악화요인으로 작용하고 있으므로 마을 하수도정비 및 축산처리시설 설치 등 오염원을 정화하여 하천으로 방류하는 등의 환경보전대책이 강구되어야 할 것이다

2) 수계의 구성

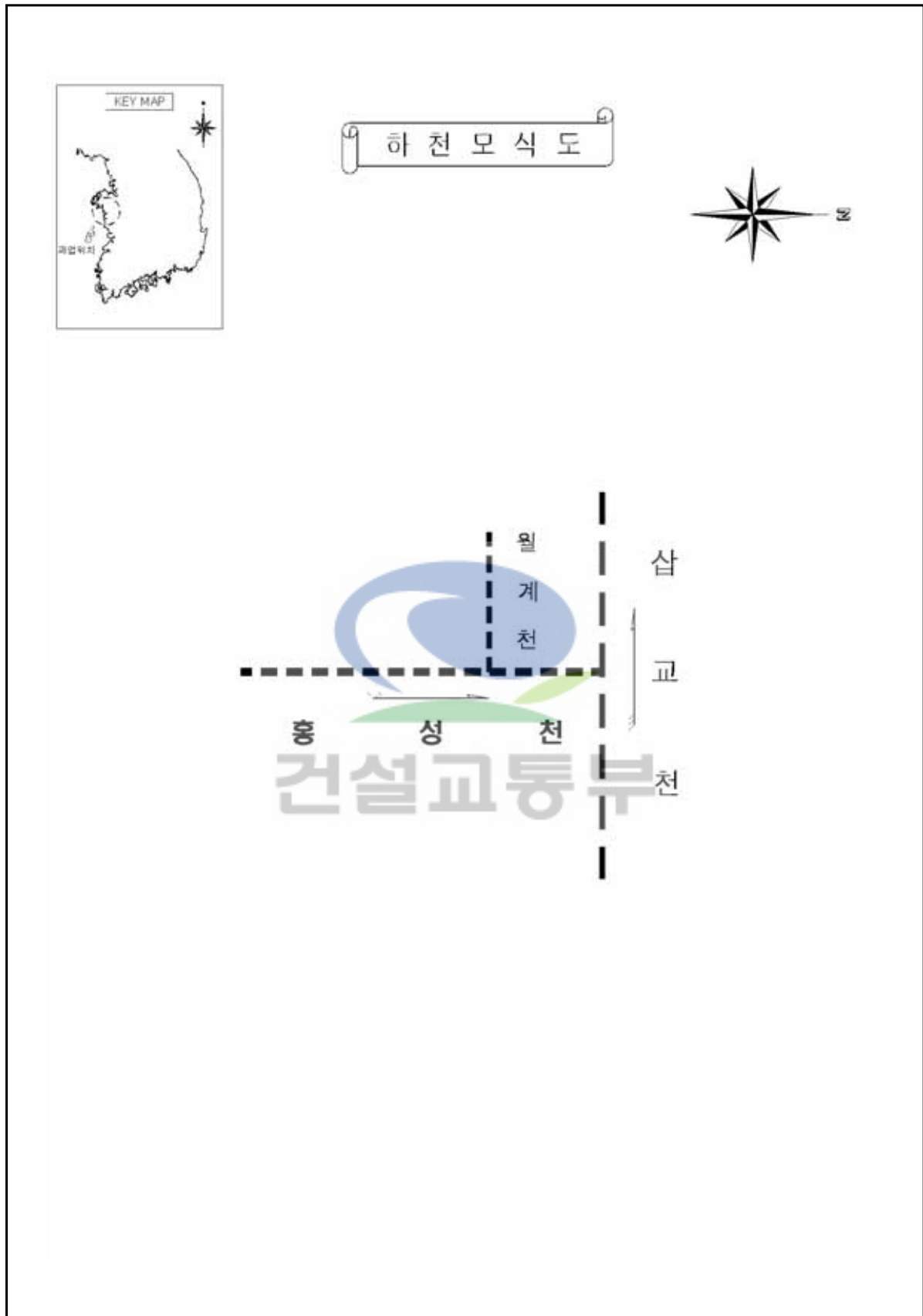
본 과업대상 하천은 본류인 삼교천의 제지류이며, 하천별 수계의 구성은 다음 <표 3.1-1>과 같고 과업대상하천에 유입되는 소하천은 없으며 하천모식도 및 하천 유역도는 <그림 3.1-1>, <그림 3.1-2>와 같다.

<표 3.1-1>

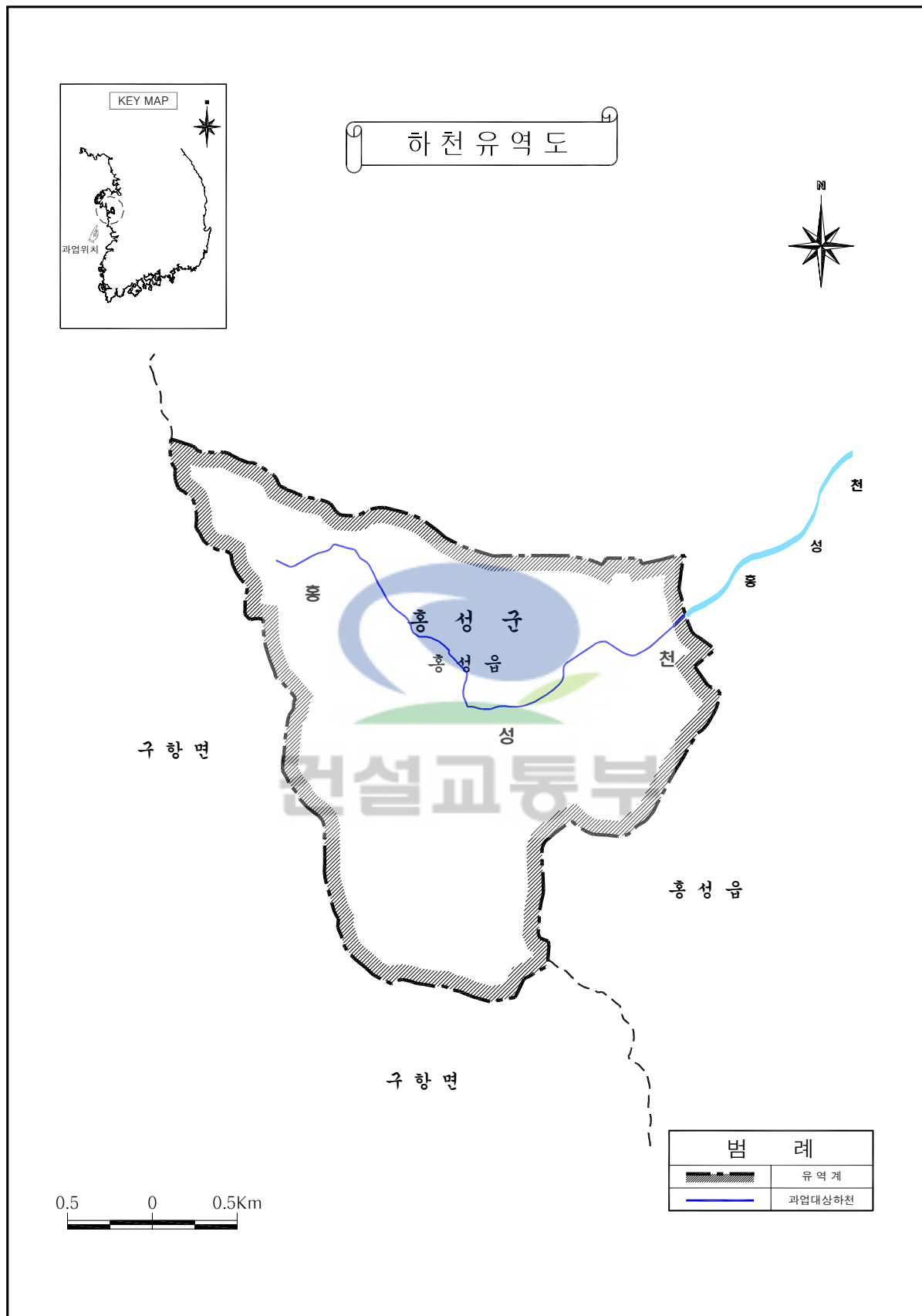
수계의 구성

하천명	유수의 계통(수계)			하천 등급	하천의 구간 (기점 / 종점)				하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)	하천지정 근거 및 일자
	본류	제 1 지류	제 2 지류		시·도	군	읍	경 계				
홍성천	삼교천	홍성천	-	지방2급	충남	홍성	홍성	충남 홍성군 홍성읍 오관리,옥암리계/ 삼교천(지방2급)합류점	4.40 (1.605)	6.33 (3.84)	14.44 (5.61)	충남 제5호 (1964. 1. 20)

주) 1. 하천연장, 유로연장, 유역면적의 ()내 값은 금번 기본계획 자료임



<그림 3.1-1> 하천 모식도



<그림 3.1-2> 하천유역도

3) 유역의 특성

유역의 지형학적 특성은 수문 설계시 가장 기본이 되는 인자로서 과년도 경 우 국토지리정보원에서 발행된 지형도를 기초자료로 분석하여 왔다

금회 과업에서는 유역의 특성 분석시 정확성을 높이기 위해 지형도 외에 국가 NGIS사업의 일환으로 제작 배포된 수치지도를 기본으로 하여 GIS기법을 응용하 여 분석하였으며, 기본 수치지도의 축척은 1:5,000으로 금번 홍성천 유역에 대해 총 5도엽을 사용하였다

가. 유역의 기하학적 특성

유역의 기하학적 특성은 하천을 이해하고 유역의 유출특성을 분석하는데 있 어서 매우 중요한 요소로, 주로 유역면적 및 유로연장 등이 사용된다

본 과업에서는 과업구간 내 주요 지류의 합류 잔 후 지점 및 수리·수문 분 석시 중요한 지점을 선정하여 유역면적 유로연장, 유역의 평균폭 및 형상계수 를 구하여 유역의 기하학적 특성을 분석하였다

유역의 평균폭은 유역면적을 유로연장으로 나눈 값으로서 일반적으로 대하천 일수록 큰 값을 가지며, 유역형상계수는 유역면적을 유로연장의 제곱으로 나눈 값으로 "1"에 가까울수록 유역의 형상은 정방형에 근접하게 되어 침투홍수량이 크게 발생하며, 형상계수가 "0"에 가까울수록 가늘고 긴 유역형상으로 유출의 집중 성향이 적어지므로 침투홍수량도 비교적 작게 나타나게 된다

홍성천 유역의 기하학적 특성을 분석한 결과 유역의 상 하류부에 비해 중류 부의 형상계수가 크게 나타났으며 이는 중류부에서 유출의 집중성향에 의한 침투홍수량이 크게 나타날 것으로 분석되었고, 세부 내용은 <표 3.1-2>와 같다.

<표 3.1-2>

유역의 기하학적 특성

하천명	부 호	유역면적 A(km ²)	유로연장 L(km)	유역 평균폭 A/L(km)	유역 형상계수 A/L ²	하천밀도 (L/A)	비 고
홍성천	HS0	5.61	3.84	1.46	0.38	0.68	
	HS1	4.78	3.41	1.40	0.41	0.71	
	HS2	4.02	2.75	1.46	0.53	0.68	
	HS3	3.49	2.32	1.50	0.65	0.66	
	HS4	1.90	2.32	0.82	0.35	1.22	

나. 표고별 누가면적 및 구성비

표고별 면적분포는 고도에 따라 변하는 강우 증발, 식생 및 수문사항 등에 영향을 미치는 요인으로 지형의 특성을 분석하는 방법의 하나로 이용되고 있다

본 과업에서는 대상 하천 유역에 대해 GIS 기법을 이용하여 고도분석을 수행하였으며, 이를 위한 GIS 소프트웨어는 Arc-View GIS를 사용하였고, 고도분석과정은 다음과 같다.

(1) 고도분석모형 구축

고도자료는 NGIS의 1:5,000 지형도를 기본으로 하였으며 수치지형도를 토대로 TIN(Triangulated Irregular Network model) 및 DEM(Digital Elevation Model)을 구성하였다.

수치지형도의 수많은 Layer 중 주곡선과 계곡선 및 표고점 Layer를 추출하여 고도모형의 구성을 위한 고도자료로 이용하였다

고도값이 변하는 지점을 연속적인 삼각형의 형태로 연결한 TIN은 복잡한 지역에서는 상세하게, 단순한 지역에서는 간단하게 지형을 묘사할 수 있고 도로 및 하천 등의 선형 형상들을 삼각형의 모서리로 정확히 표현할 수 있다는 장점을 갖고 있으나, 처리과정이 DEM에 비하여 비효율적이며 시간과 비용이 더 많이 든다는 단점이 있다.

반면, DEM은 격자형태의 고도자료로서 다른 형식의 자료보다 단순하고 효율적이다. 다만 지형을 자세히 묘사하려면 자료의 크기가 급격히 증가하며 선형 형상을 완벽히 반영하지 못하는 단점이 있다

본 과업에서는 넓은 유역에 대해 효과적인 분석을 수행하기 위하여 DEM을 채택하였다. DEM에서 각 격자의 고도값은 등고선 및 표고점의 고도값으로부터 보간법을 이용하여 계산하며 보간법에는 거리반비례평균법, Spline법, Kriging법, 다항식 추세법 등 여러 가지가 있다.

금번 분석에서는 이중 가장 일반적인 거리반비례평균법을 채택하였다

▶ 거리반비례평균법

$$\hat{Z}_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Z_j d_{ij}^{-2})}{\sum_{j=1}^n d_{ij}^{-2}}$$

여기서, Z_i : 격자점 주변에 분포하는 등고선과 표고점으로부터의 고도값

d_{ij} : 격자점 j 에서 주변에 분포하는 고도값이 위치한 i 까지의 거리

(2) 고도분석을 통한 표고별 누가면적 및 구성비 산출

표고별 면적분포는 고도에 따라 변하는 강우 증발, 식생 및 수문사상 등에 영향을 미치는 요인으로 유역의 지형학적 특성을 분석하는 방법의 하나로 이용되고 있다.

본 계획에서는 수치지형도로부터 추출된 DEM을 토대로 하천별 표고별 누가면적을 산정하였다. 본 과업대상 하천에 대한 표고별 누가면적 및 구성비는 <표 3.1-3>과 같다.

<표 3.1-3> 표고별 누가면적 및 구성비

하천명	부호	산정지점	표 고 (EL.m)						비 고
			≥ 300	≥ 250	≥ 200	≥ 150	≥ 100	≥ 0	
홍성천	HS0	옥암교지점	0.012 (0.21)	0.049 (0.87)	0.172 (4.79)	0.584 (20.23)	1.631 (34.11)	5.610 (100.0)	
	HS1	옥암BOX교 지점	0.012 (0.24)	0.049 (1.02)	0.172 (3.60)	0.573 (12.00)	1.607 (33.61)	4.780 (100.0)	
	HS2	잠수교 지점	0.012 (0.29)	0.049 (1.21)	0.173 (4.29)	0.571 (14.20)	1.527 (37.98)	4.020 (100.0)	
	HS3	월산리지류 합류후	0.012 (0.33)	0.049 (1.39)	0.172 (4.92)	0.563 (16.12)	1.425 (40.83)	3.490 (100.0)	
	HS4	월산리지류 합류전	0.014 (0.72)	0.006 (0.32)	0.181 (9.52)	0.420 (22.11)	0.876 (46.13)	1.900 (100.0)	

주) ()란은 백분율임

다. 유역의 특성분석

(1) 유역의 평균고도

DEM을 토대로 홍성천 지점급 하천의 유역평균고도를 구한 결과는<표3.1-4>와 같다.

(2) 유역의 평균경사

유역의 평균경사는 유역의 지형과 구성양상을 나타내는 인자로서 빗물의 침투량이나 유출율 결정에 영향을 주며 지표면 유출속도를 좌우하는 요소 중의 하나이다. 유역경사가 급하면 토양의 침식이 용이하여 토층이 얇아지고 토양함유수분이 적으며, 침투량도 적게되어 환경사 유역에서 보다 유출용적이나 침투량의 크기가 크게 된다.

유역평균경사는 평균경사 곡선법(Mean Slope Curve Method), 등고선 연장법

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

DEM의 한 격자에서 경사도와 사면방향은 주위의8개 격자의 고도자료를 이용하여 계산하며 절차는 다음과 같다

▶ 경사도(S)와 사면방향(A)

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

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

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

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

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

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

경사도 산정을 위한 격자들

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

유역내의 모든 격자에서 경사도를 구한 후 이를 주요 지점별로 산정한 평균고도 및 경사는 <표 3.1-4>와 같고 <그림 3.1-3>, <그림 3.1-4>에 고도분포도, 경사도를 나타내었다.

<표 3.1-4> 평균고도 및 평균경사

하천명	부호	산정 지점	유역면적 A(km ²)	유로연장 L(km)	평균고도 (EL.m)	평균경사 (%)	비 고
홍성천	HS0	옥암교 지점	5.61	3.84	84.3	10.36	
	HS1	옥암BOX교 지점	4.78	3.41	90.9	11.29	
	HS2	잠수교 지점	4.02	2.75	97.3	11.97	
	HS3	월산리 지류 합류후	3.49	2.32	101.2	12.07	
	HS4	월산리 지류 합류전	1.90	2.32	111.1	12.64	

(3) 유역의 방향성

수계사면의 방향성은 홍수시 강우의 이동방향과의 관계에 따라 하류부 유출 특성 및 홍수피해에 영향을 주는 인자로서 수계가 놓여 있는 주 방향과 호우전선의 이동방향에 따라 홍수수문곡선에 영향을 줄 수 있다

즉, 호우전선이 수계 상류에서 하류로 이동하면서 강우를 발생시킬 경우 상류에서 발생한 홍수량이 하류에서 발생하는 홍수량과 중첩되면서 침투홍수량이 증가하게 되며, 반대로 수계 하류에서 상류로 이동하면서 강우가 발생하는 경우 상류에서 발생한 호우가 하류에 도달할 시점에는 하류부에서 발생한 홍수는 이미 수계를 빠져나가 침투홍수량이 줄어들 수도 있으나 하류부에 홍수지체시간을 증가시켜 침수피해를 가중시킬 수 있다

유역의 방향성 산정방법은 <표 3.1.5>와 같이 경사방향을 N, NE, E, SE, S, SW, W, NW 등 8개로 구분하여 경사도 산정과 같이 3×3격자중 가장 기울기가 큰방향을 주방향으로 선정하여 각 방향성은 8개의 방향으로 나타나며, 2의 배수를 통한 숫자로 표현되고, 유역내의 경사방향을 구한 후 이를 주요 지점별로 산정한다

홍성천 유역의 방향성을 산정한 결과 유역전체가 주방향이 동쪽으로 편중되어 있는 것으로 분석되었으며, 그 내용은 <표 3.1-6>과 같고, <그림 3.1-5>에 주향도로 나타내었다.

<표 3.1-5>

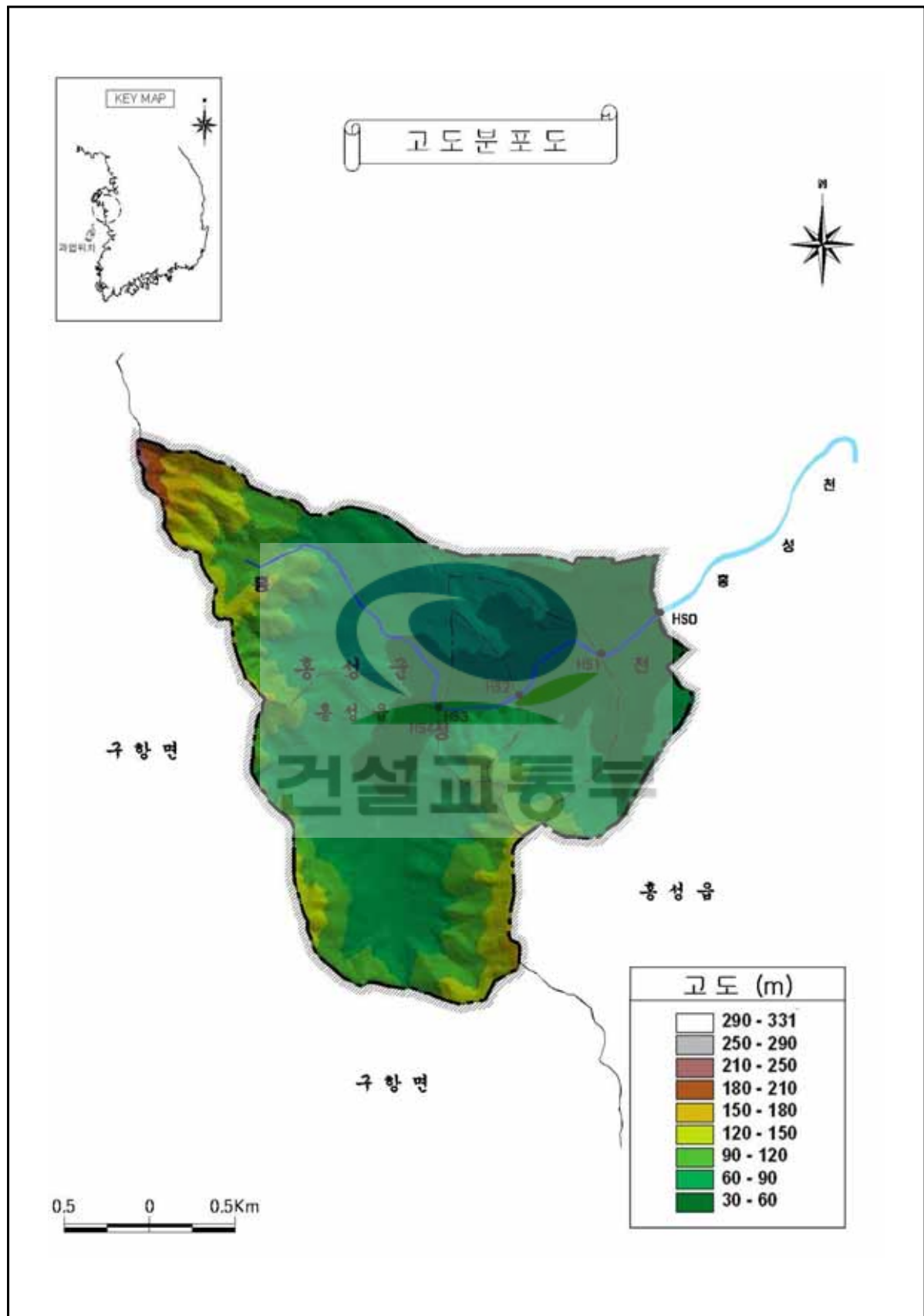
경사방향

구 분	1	2	4	8	16	32	64	128
방향성	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE

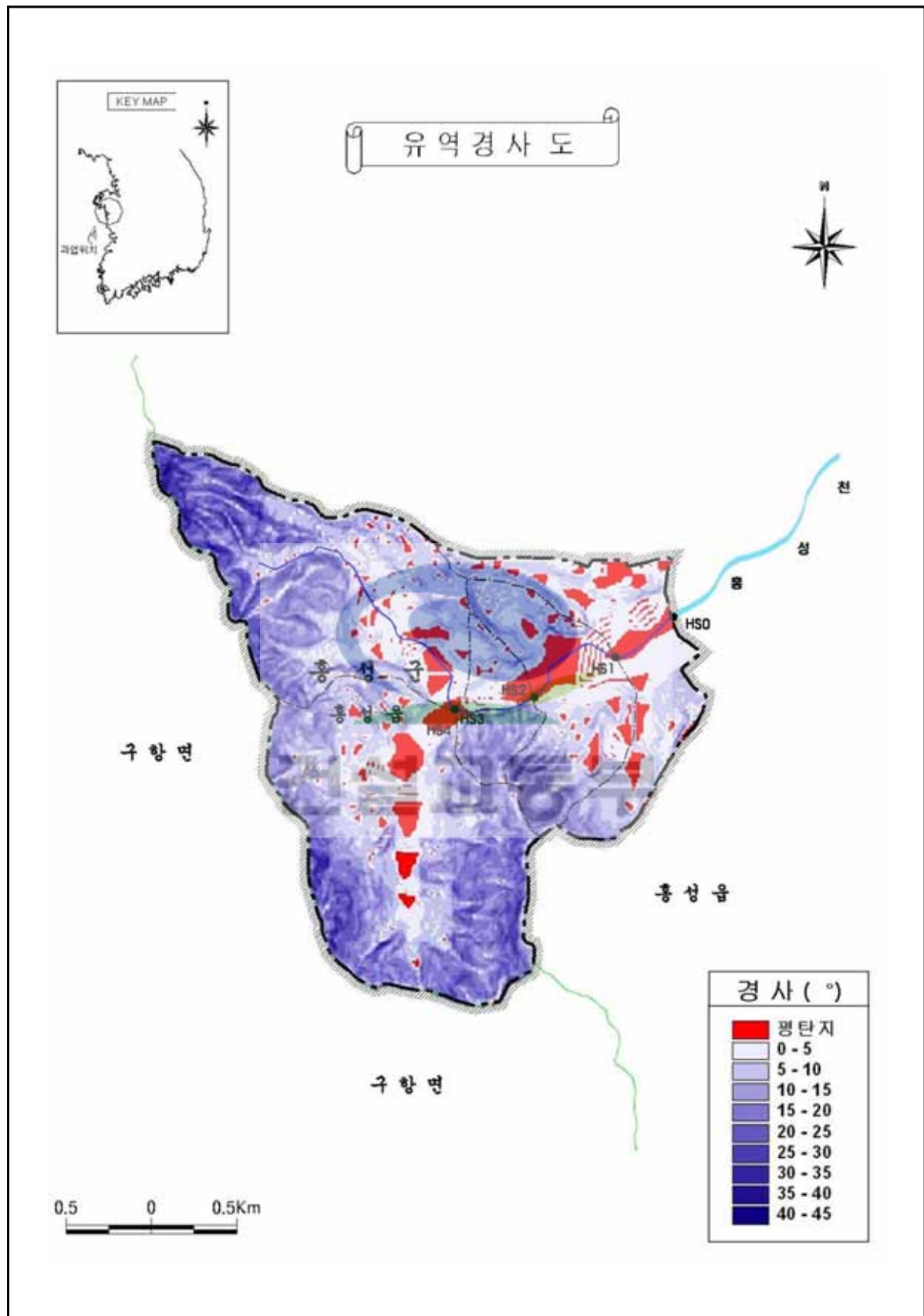
<표 3.1-6>

유역의 방향성

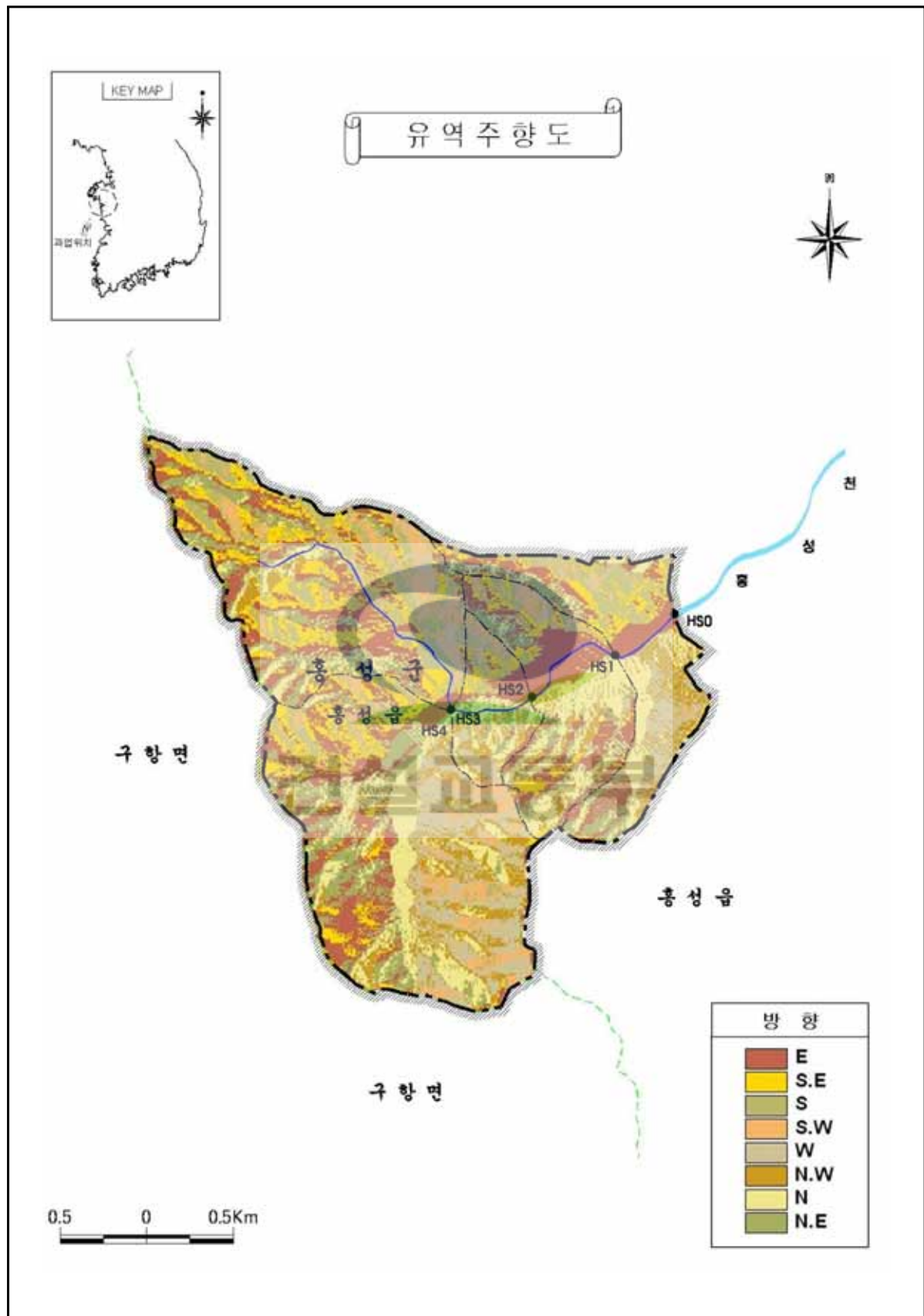
하천명	부호	산정 지점	유역면적 A(km ²)	유로연장 L(km)	유역의 방향성	비 고
홍성천	HS0	옥암교 지점	5.61	3.84	E(동)	
	HS1	옥암BOX교 지점	4.78	3.41	E(동)	
	HS2	잠수교 지점	4.02	2.75	E(동)	
	HS3	월산리 지류 합류후	3.49	2.32	E(동)	
	HS4	월산리 지류 합류전	1.90	2.32	E(동)	



<그림 3.1-3> 고도분포도



<그림 3.1-4> 유역경사도



<그림 3.1-5> 유역주향도

라. 합·분류지점의 하천구간 경계설정 현황

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

또한, 현재와 같은 고도산업 사회에서는 하천의 이용도가 급증하게 되어 이에 따른 이해관계로 대립되어 문제를 야기하는 경우가 많으므로 하천법의 기본개념에 입각하여 본 과업대상 하천구간에 대한 경계설정을 신중하게 결정하였다

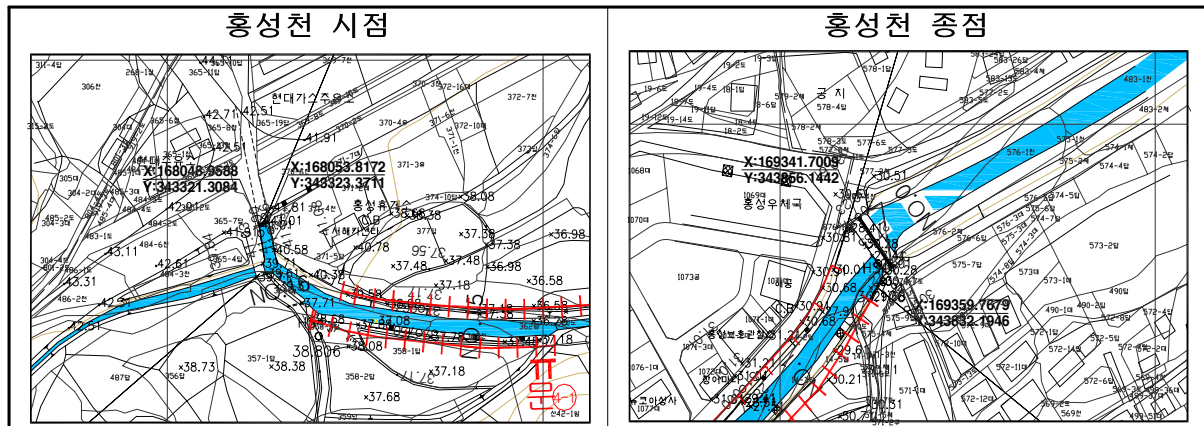
경계구간은 다음과 같은 기준에 의해 설정하였으며 구분이 명확하지 않을 경우에는 현지 지형을 고려하여 합리적인 판단에 의해 조정하였다

- 가) 유제부의 경우는 지류의 영향으로 곡선형을 나타내기 직전 제방의 제내측 최외곽선을 연결한 직선으로 하였으며 이러한 경계선이 제방과 만나는 지점에서 제방을 직각으로 가로지르는 선까지를 본류의 구역으로 하였다
- 나) 무제부의 경우는 본류하천의 계획홍수위선과 지표가 만나는 선을 기준으로 하였으며 경계설정방식은 유제부와 같이 하였다
- 다) 시점부에서는 소하천의 기 고시된 내용을 토대로 검토하였다

상기와 같은 기준에 의한 하천구간 경계설정 현황은<표 3.1-7> 및 <그림 3.1-6>과 같다.

<표 3.1-7> 합·분류지점 하천구간 경계설정 현황

하천명	하천구간 설정위치	경 계 설 정	안별	직각평면좌표		도엽
				X	Y	
홍성천	홍성천(지방2급) 과업구간시점	홍성천(No.17+5) 반생2교에 그은선	좌	168053.8172	343323.3711	홍성1
			우	168048.9588	343321.3084	
	홍성천(지방2급) 과업구간종점	홍성천(No.0) 옥암교에 그은선	좌	169341.7009	343856.1442	홍성2
			우	169359.7679	343832.1946	



<그림 3.1-6> 합·분류지점의 경계설정 현황

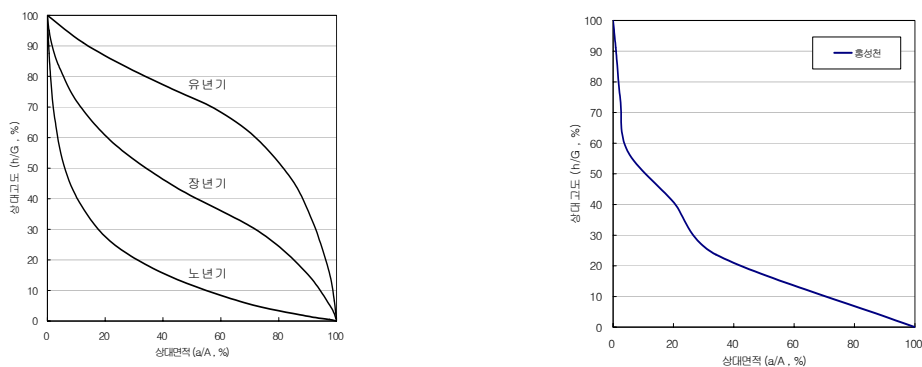
3.1.2 유역의 자연현황

1) 지형·지질 및 토양

가. 지 형

홍성천 유역의 서쪽은 일월산(EL.394.3m)으로부터 북쪽으로 미력골고개(EL.150m), 고베고개(EL.100m)를 거쳐 북동쪽으로 매봉고개(EL.60m) 능선을 따라 유역계를 이루고 또한 남서쪽으로 살포쟁이고개(EL.160m), 하고개(EL.137.1m) 및 남산(EL.222m)을 거쳐 고암리 및 오관리 리계의 낮은 능선을 따라 유역계를 이루고 있으며 홍성천은 도심지를 관류하는 하천으로 유역면적 중 26.3%가 대지로 분포되어 있으며 지방2급 하천인 삼교천으로 유입된다.

홍성천 유역의 지형은 대부분 농경지 및 도심지로 형성되어 있으며 지형은 회설로 볼 때 한반도 하천지형의 일반적인 형태인 장년기에서 노년기로 발달하는 형태를 보이고 있으며 장년기 하천의 경우 측방 침식이 시작되어 하곡은 넓어지며, 경사는 하류부로 이동하면서 비교적 완만해지고 하천 내에서 대규모의 침식과 퇴적은 발생하지 않는 특징을 띠고 있다.

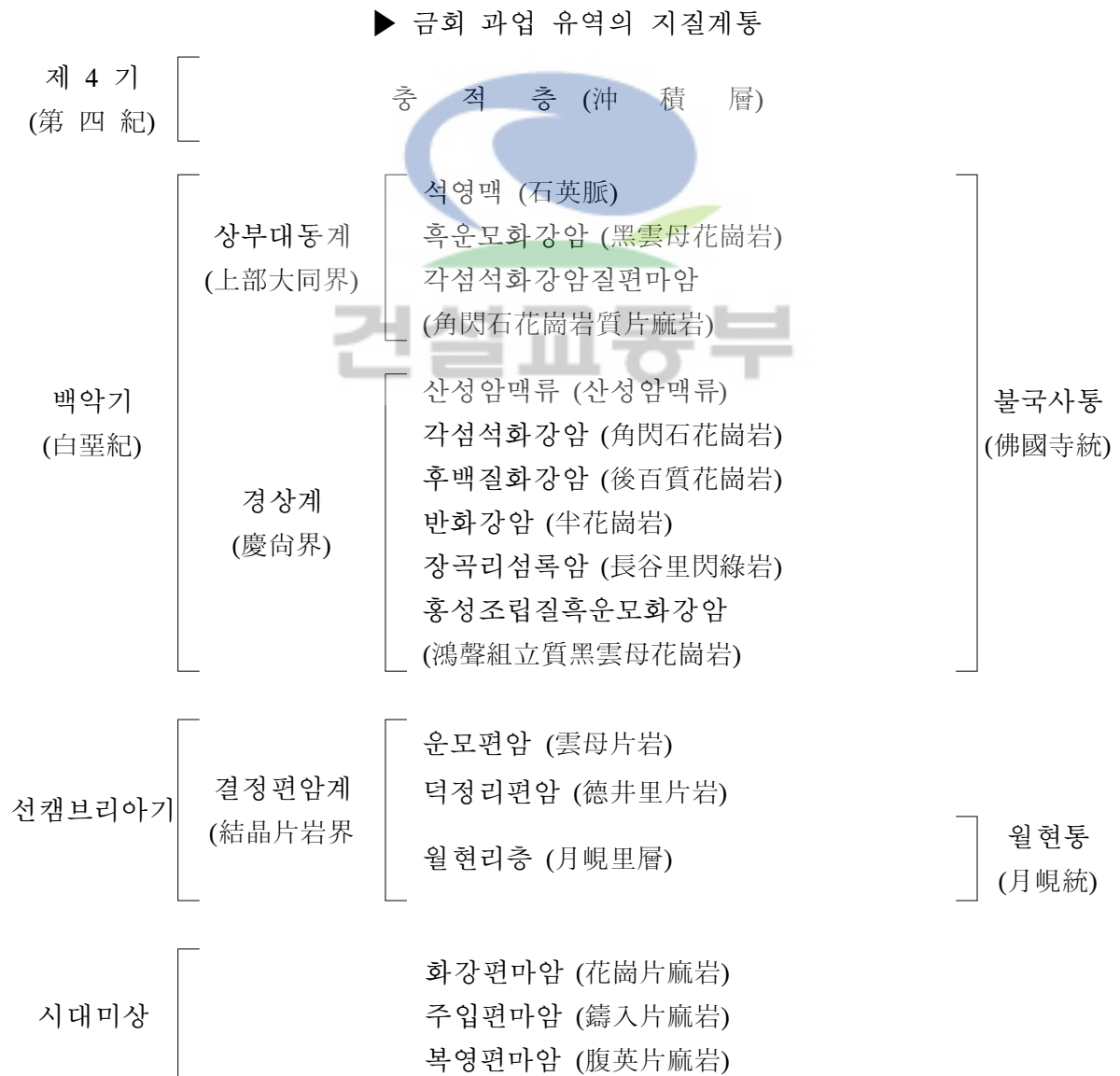


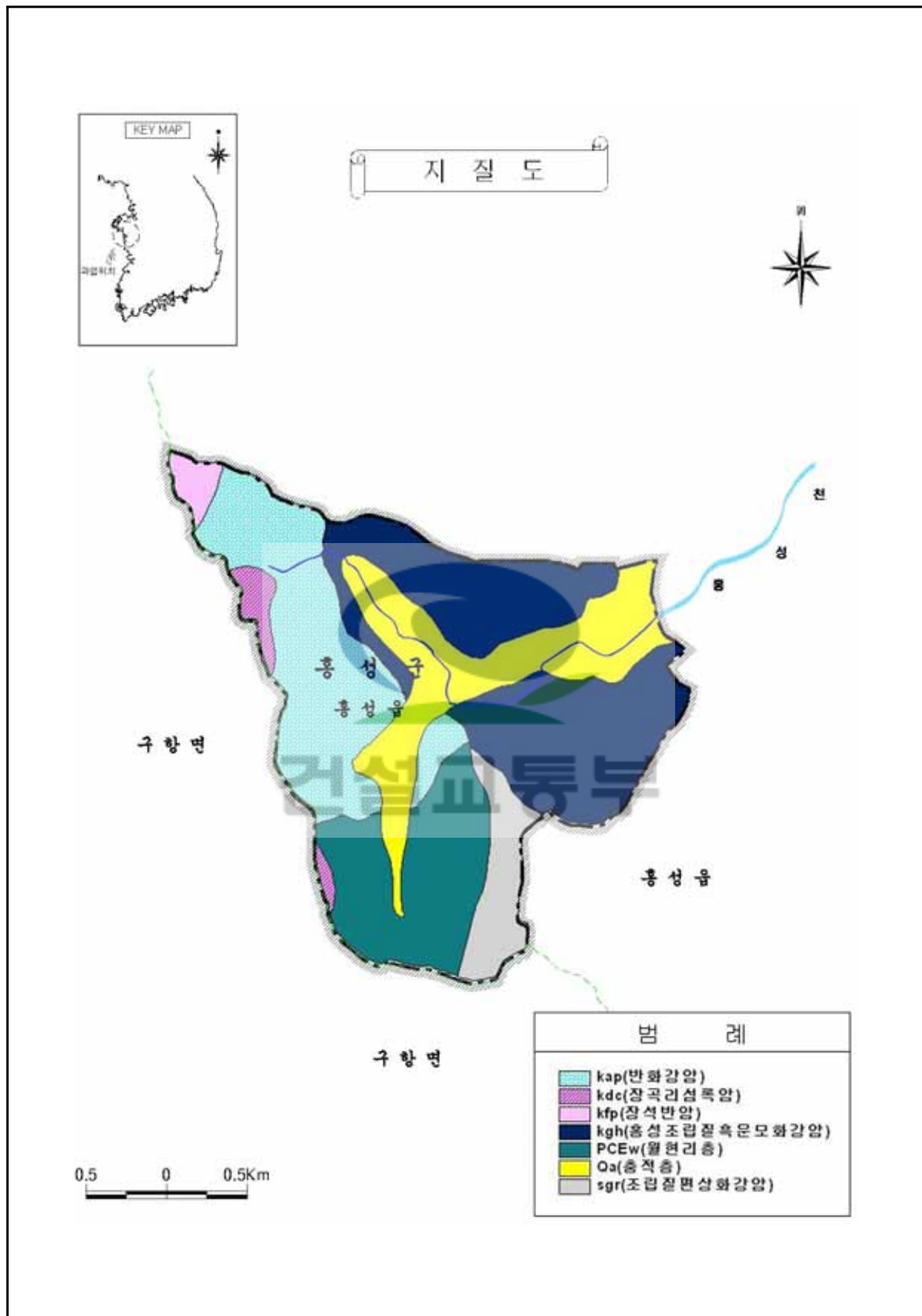
<그림 3.1-7> 면적-고도곡선(Hypsometric-Curve)

나. 지 질

홍성천 유역의 지질계통은 신생대 제4기 충적층, 중생대 백악기의 반화강암 홍성조립질 흑운모 화강암, 장석반암, 장곡리 섬록암 등으로 구성되어 있다. 홍성천 유역에 중생대 백악기 경상계 불국사층의 반화강암과 동시기 경상계 불국사통 홍성조립질 흑운모 화강암이 전면적으로 넓게 분포하고 있으며 구성광물로는 반화강암, 후백질 반화강암, 각섬석 반화강암, 흑운모 화강암이 있다.

이 밖에 하천주변으로 신생대 4기의 충적층이 분포하며 역 사, 점토 등으로 구성되어 있고, 유역의 상류 유역에 중생대 백악기의 장석반암 선캄브리아기 월현리층, 시대미상의 조립질 화강암으로 일부 분포하며 구성광물로 장석반암, 흑운모 편암, 시리마나이트-록이석편암, 조립질 편상화강암이 있는 것으로 조사되었으며 유역의 지질도는 <그림 3.1-8>과 같다.





<그림 3.1-8> 지 질 도

다. 토 양

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

본 계획에서는 홍성천 유역의 토양형별 면적 분포를 파악하기 위하여 기존의 개략토양도 대신 농업과학기술원에서 제공한 정밀토양도를GIS(Arc-View)를 이용하여 분석하였다

정밀토양도에서는 <표 3.1-8>와 같이 전국을 378개의 토양통(soil series)으로 분류하고 있다.

동 표의 토양형 분류는 토양구조, 배수등급, 투수성, 투수저해층의 출현 깊이 등과 같은 4가지 특성인자에 각각 1~4점을 배점하여, 해당 토양통의 총점이 13점 이상이면 A군, 12~11점 범위이면 B군, 10~8점 범위이면 C군, 7점 이하이면 D군으로 분류하는 기준을 적용하고 있으며 전국 378개 토양통의 토양형 분류 결과는 토양통의 수는 A군 83개, B군 102개, C군 77개, D군 116개이므로 D군, B군, A군, C군 순으로 많지만, 면적분포 비율은 A군 41.30%, B군 28.22%, C군 18.23%, D군 7.27%, 기타 4.98%이므로 A군, B군, C군, D군 순으로 많이 분포하는 것으로 나타나고 있다.

한편, 정밀토양도의 배수등급에 따른 토양형의 분포형태를 살펴보면 배수 “매우양호”한 토양은 과거에는 주로 A군으로 분류되었지만 투수저해층의 출현 깊이에 따라 C군 및 B군으로도 분류되며, 배수 “양호”한 토양 중 곡간 선상지 토양은 주로 B군으로 분류되지만 일부는 A군으로 분류된다.

또한, 배수 “약간양호” 및 “약간불량”한 토양들은 주로 C군으로 분류되지만 다른 토양형에도 분산되어 있으며, 배수 “불량”한 토양은 대부분 D군으로 분류되고 있다.

본 과업 유역은 총 35개의 토양통으로 구성되어 있고 토양분포를 조사한 결과 A군 3.03%, B군 57.57%, C군 39.40%, D군 0% 등으로 B, C 군이 대부분 분포하고 있으며, 배수가 비교적 양호한 B군은 넓은 지역에서 분포하고 있으며 토양통별 특성은 <표 3.1-9>와 같다.

홍성천의 토양형별 면적 분포 산정 결과는<그림 3.1-9>, <표 3.1-10>과 같다.

<표 3.1-8>

토양의 수문학적 분류 기준

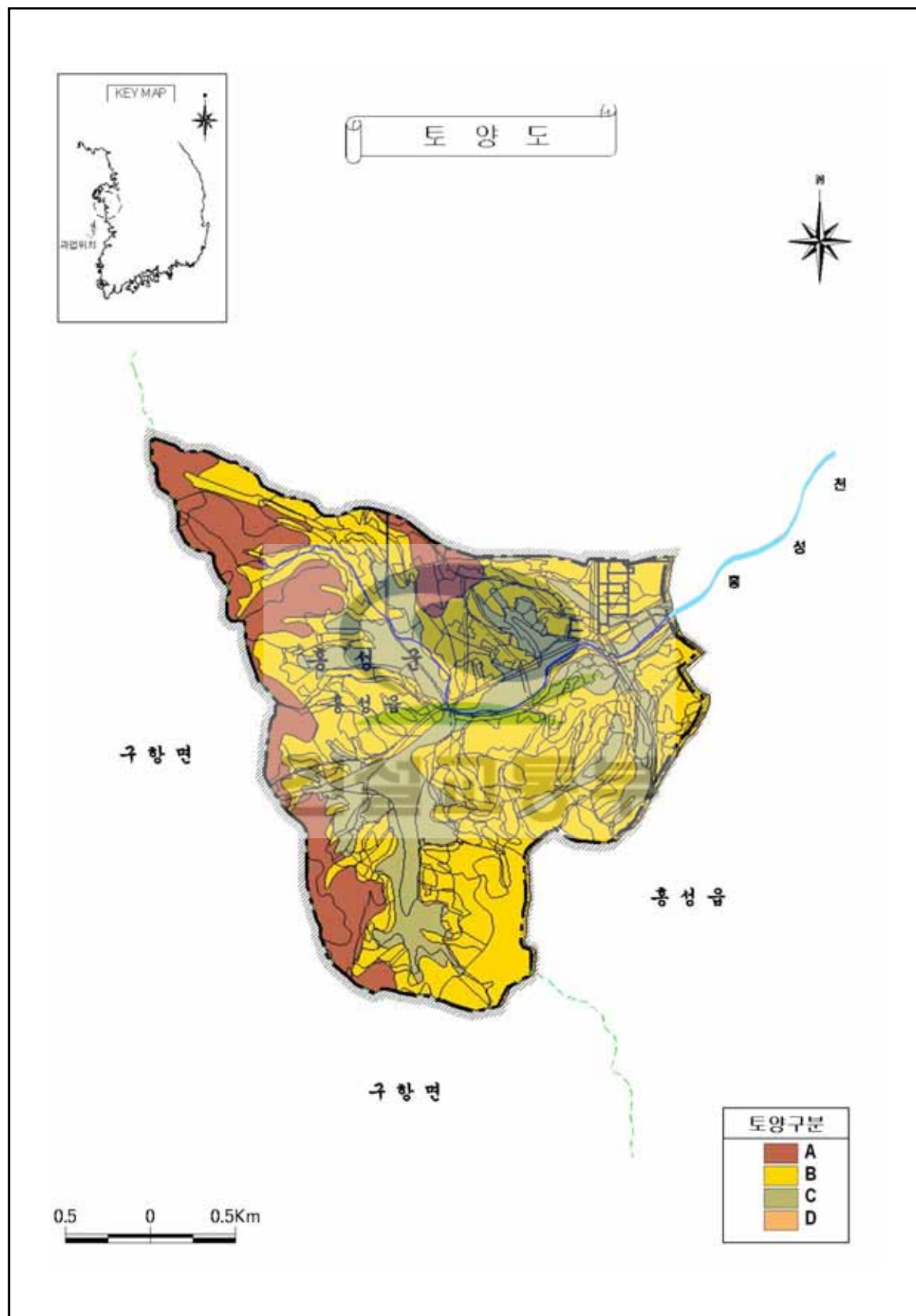
토양형	배점	토양 통수	토 양 통	면적비율 (%)
A	16	14	비천, 대본, 가파, 홍천, 해리, 화봉, 황룡, 홍문, 입석, 일평, 미악, 낙동, 온평, 토계	0.80
	15	9	백수, 금천, 행산, 학곡, 하사, 장천, 적악, 명지, 남계	2.52
	14	30	압곡, 본량, 북평, 천부, 청심, 단복, 덕천, 덕계, 금악, 고천, 구좌, 과천, 관악, 한림, 이산, 매곡, 무이, 나리, 녹전, 오대, 외산, 오평, 풍천, 사동, 삼각, 산방, 성인, 신엄, 송산, 월곡	26.90
	13	30	알봉, 아라, 청산, 대홀, 도산,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

주) 출처 : 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류정정화, 김호일 등, 한국농공학회지 제36권 제6호, 1995.12)

<표 3.1-9>

토양통별 특성

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



<그림 3.1-9> 토양도

<표 3.1-10>

토양형별 면적 분포

하 천	구 분	토 양 형				계	비 고
		A	B	C	D		
홍성천	면적(km ²)	0.17	3.23	2.21	0.00	5.61	
	비율(%)	3.03	57.57	39.40	0.00	100.00	

2) 임 상

홍성천 유역내 임야가 차지하는 면적은 1.46km²로서 이중 임목지가 1.44km² (98.7%), 무임목지가 0.02km²(1.3%)인 것으로 나타나 유역의 식생상태가 비교적 양호한 것으로 나타났다.

수종별 분포상태를 살펴보면 침엽수 54.6%(0.80km²), 활엽수 14.5%(0.21km²), 혼효림 29.6%(0.43km²) 등으로서 침엽수가 절반이상 분포하고 있으며 소유권별 임야면적은 국유림이 2.7%(0.04km²), 공유림이 3.0%(0.04km²)이며 사유림이 94.3%(1.40km²)로서 사유림이 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다

임야면적 및 임상별 면적현황은 <표 3.1-11> 및 <표 3.1-12>와 같다.

<표 3.1-11>

소유권별 임야면적

(단위:km², (%))

하 천 명		계	국 유 림			공 유 림			사유림	비 고
			소 계	산림청	타부처	소 계	도유림	군유림		
홍성천	면 적	1.46	0.04	0.03	0.01	0.02	-	0.02	1.40	
	점유율	100	2.7	2.0	0.7	1.4	-	1.4	94.3	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보 (2004)

<표 3.1-12>

임상별 임야면적

(단위:km², (%))

하 천 명		계	임 목 지					무임목지	비 고
			소 계	침엽수	활엽수	혼효림	죽 림		
홍성천	면 적	1.46	1.44	0.80	0.21	0.43	-	0.02	
	점유율	100	98.7	54.6	14.5	29.6	-	1.3	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보 (2004)

3) 토지이용 현황

홍성천 유역의 토지이용현황은 농경지 2.04km²(전1.00km², 답1.04km²) 36.3%, 임야 1.46km² 26.0%, 대지 1.48km² 26.4%, 기타(도로, 하천, 제방, 학교용지 등) 0.64km² 11.4%로 조사되었다.

금회 과업하천의 토지이용 현황은 <표 3.1-13>과 같고, 토지이용도는 <그림 3.1-10>과 같다.

<표 3.1-13> 행정구역별 토지이용현황 (단위:km², (%))

하천명	구 분	계	농 경 지			임 야	대 지	기 타	비 고
			소 계	전	답				
홍성천	면 적	5.61	2.04	1.00	1.04	1.46	1.48	0.64	
	점유율	100.0	36.3	17.8	18.5	26.0	26.4	11.4	

주) 자료출처 : 수치토지피복도(1/25,000)

3.1.3 유역의 사회·문화적 현황

1) 행정구역 및 인문사항

홍성천 유역의 행정구역은 충청남도 홍성군 홍성읍 옥암리 월산리로 구성되어 있으며, 유역내 총 세대수는 1,062세대이고, 인구는 3,019명이 거주하고 있으며 유역내 인구밀도는 538.1인/km²이다.

금회 과업유역의 행정구역은 충청남도 홍성군 홍성읍 옥암리외1개리 등 1도(道) 1읍(邑) 2리(理)로 구성되어 있다.

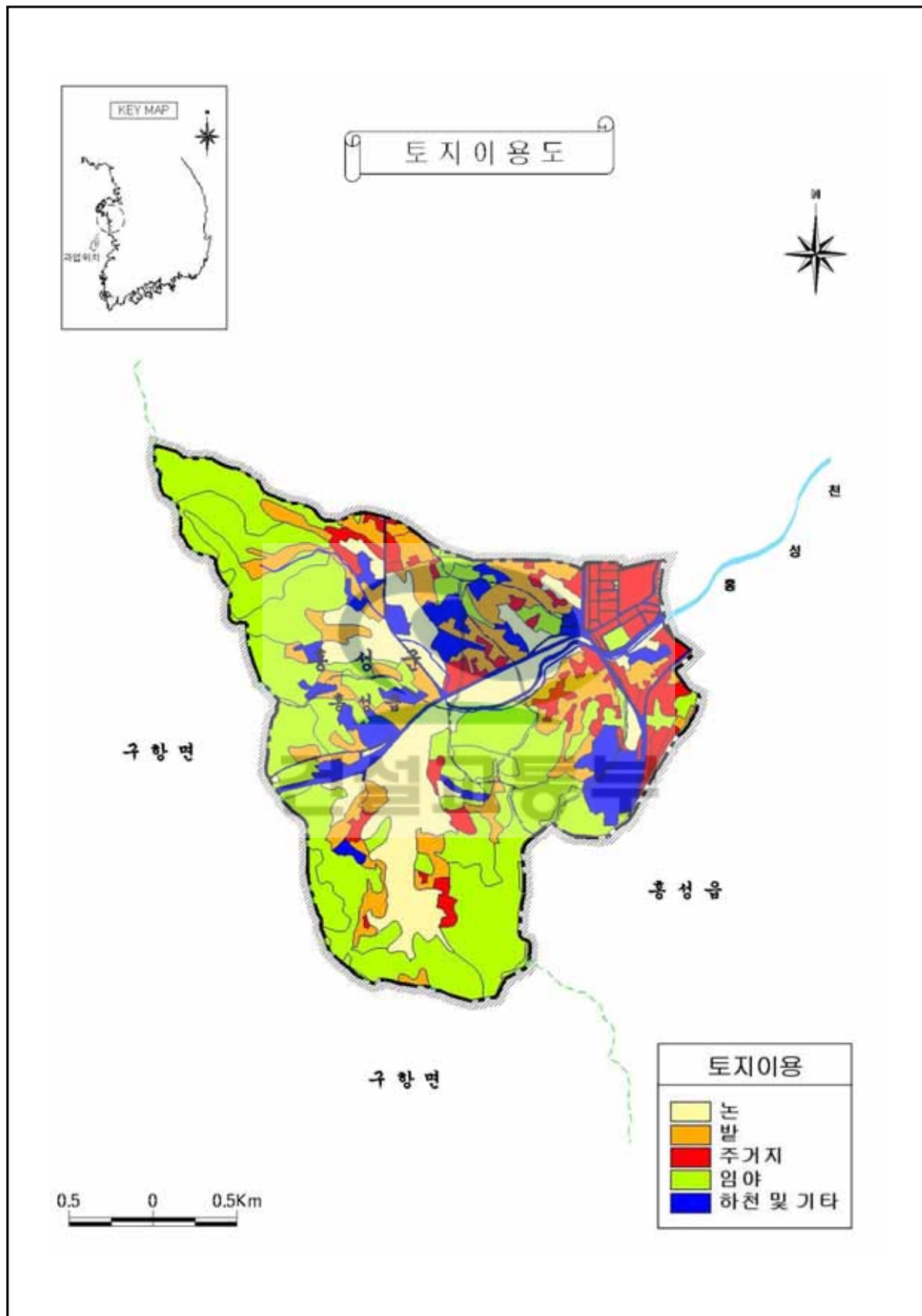
홍성천내의 인구밀도는 538.1인/km²로서 우리나라 평균인구 밀도 (476인/km²)의 약 113% 수준이다.

인문현황은 <표 3.1-14>와 같고 행정구역도는<그림 3.1-11>과 같다.

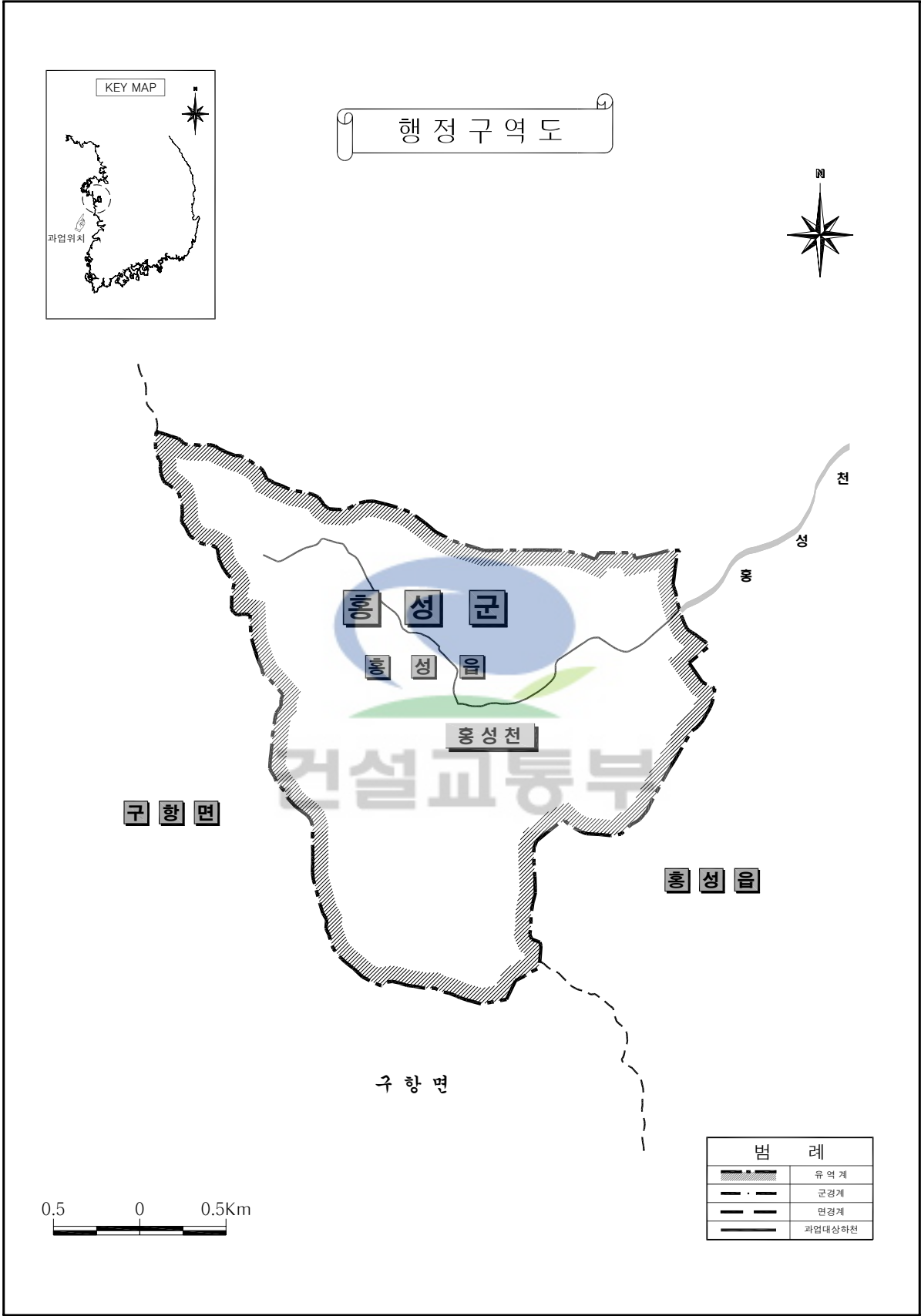
<표 3.1-14> 홍성군 인문 현황

구 분	면 적 (km ²)	세대수 (세대)	인 구(인)	인구밀도 (인/km ²)	비 고
홍성천 유역	5.61	1,062	3,019	538.1	

주) 자료 : 홍성군 통계연보 (2004)



<그림 3.1-10> 토지이용도



<그림 3.1-11> 행정구역도

2) 하천의 유래 및 문화재 현황

가. 하천의 유래

홍성천은 1964년에 충남5호에 의해 지방2급 하천으로 지정되어 있으며 '87년도에 도심지 상류 개수공사를 시행한후 월계천 합류점 하류부는93년도 수해상습지 사업으로 시행하고 최근2003년말 하상내 차집관거 하수도공사를 시행하여 지금의 형태를 이루고 있는 것으로 조사되었다

나. 문화재 및 유적지

홍성군의 문화재 현황은 <표 3.1-15>와 같다.

<표 3.1-15> 문화재 현황

하천명	구 분	지정번호 (지정년월일)	명 칭	소 재 지	비 고
홍 성 천	보 물	538 (1971. 7.17)	당간지주	홍성. 오관리 297-2	국가지정
	사 적	538 (1971. 7.17)	당간지주	홍성. 오관리 297-2	국가지정
	사 적	231 (1972.10.14)	홍 주 성	홍성. 오관리 98외	"
	무형문화재	431 (2001. 8.17)	홍주의사총	홍성. 대교리 124-2	"
	기 념 물	2 (1986.11. 9)	지승제조	홍성. 오관리 276-3	도지정
	문화재자료	135 (1997.12.17)	홍주향교	홍성. 대교리 239-1	"
	문화재자료	159 (1984. 5.17)	광경사지 삼층석탑	홍성. 소향리 30-1	"
	문화재자료	160 (1984. 5.17)	대교리 석불입상	홍성. 대교리 408	"
	문화재자료	165 (1984. 5.17)	홍가신 청난비	홍성. 대교리 55-1	"
	문화재자료	166 (1984. 5.17)	홍주성 수성비	홍성 오관리 412-6	"

3.2 기초수문 검토

3.2.1 수문관측소

1) 우량관측소

우리나라의 우량관측소는 2005년말 현재 건설교통부 관할 425개소, 기상청관할 76개소, 한국수자원공사관할 137개소, 농업기반공사 관할 9개소 등 총 647개소가 운영되고 있으며, 이는 전국토면적 99,273.69km²(남한)에 대하여 우량관측소 1개소당 지배면적은 약 153km²로서 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)의 강우관측소의 밀도기준산악지 100~260km²/1개소당)에 비슷한 수준이다

본 과업대상 유역과 인근에는 건설교통부 관할 우량관측소1개소, 기상청 관할 우량관측소 1개소가 설치 운영되고 있으며, 또한 최근 행정자치부에서 재난방재업무 수행을 위해 각 시·군 및 면사무소에 우량관측시설을 설치하여 관측을 시행하고 있다.

조사된 우량관측소 현황은 <표 3.2-1>과 같고, 수문관측 위치도는 <그림 3.2-1>과 같다.

<표 3.2-1>

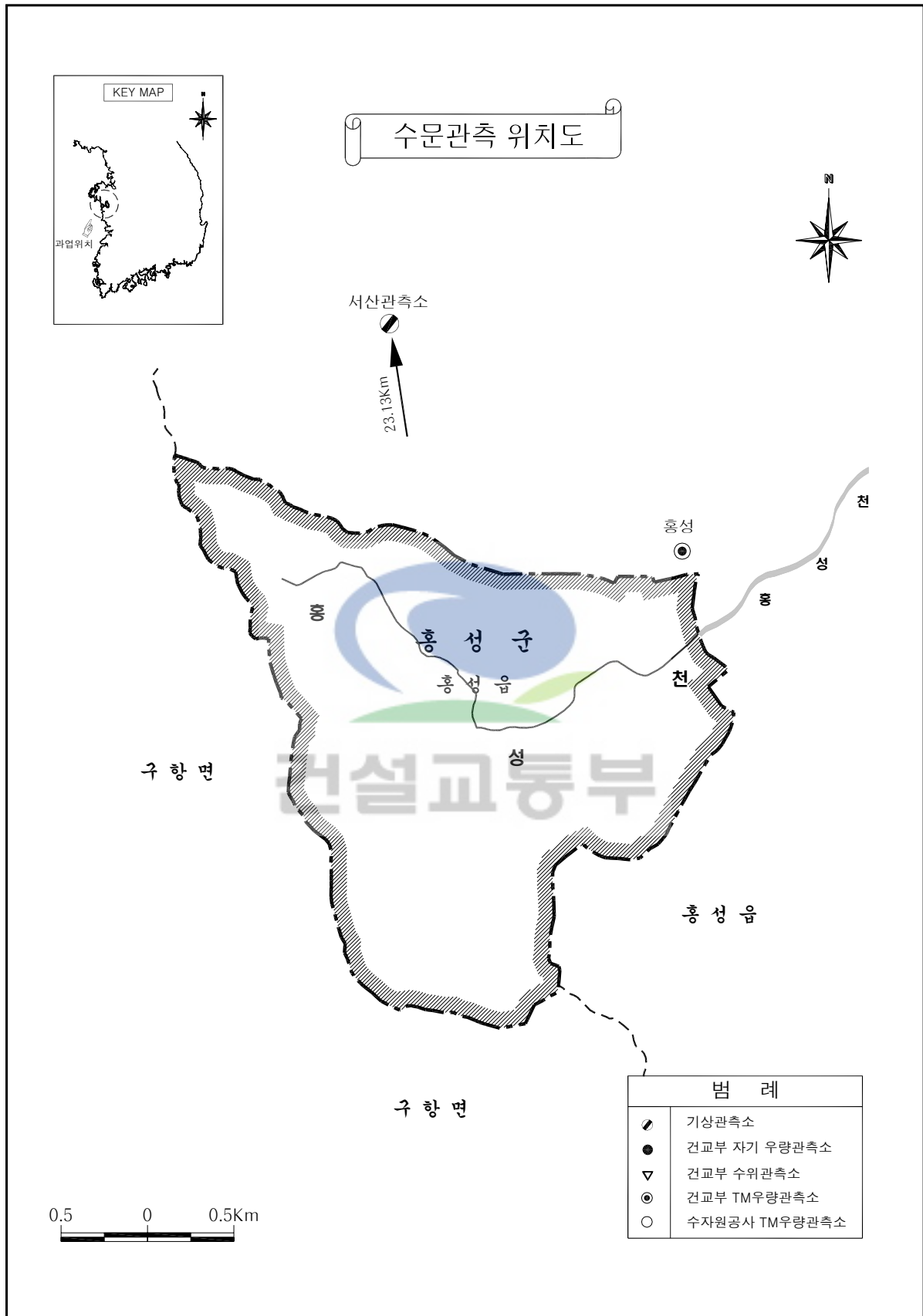
우량관측소 현황

관측소	종별	위 치			해발고 (EL.m)	관측개시 년 월	관할관서	비 고
		행 정 구 역	경 도	위 도				
서 산	자기	충남. 서산. 석림 491-5	126° 30 '	36° 46 '	25.9	1968.1	기상청	
홍 성	T/M	충남. 홍성. 홍성. 홍성초교	126°39 ' 46 "	36°35 ' 59 "	30.0	1918.7	건교부	

주) 자료출처 : 한국수문조사연보(2004, 건교부), 기상연보(2004, 기상청)

2) 수위관측소

본 과업대상하천 유역내에는 수위관측소가 없는 것으로 조사되었다



<그림 3.2-1> 수문관측소 위치도

3.2.2 기 상

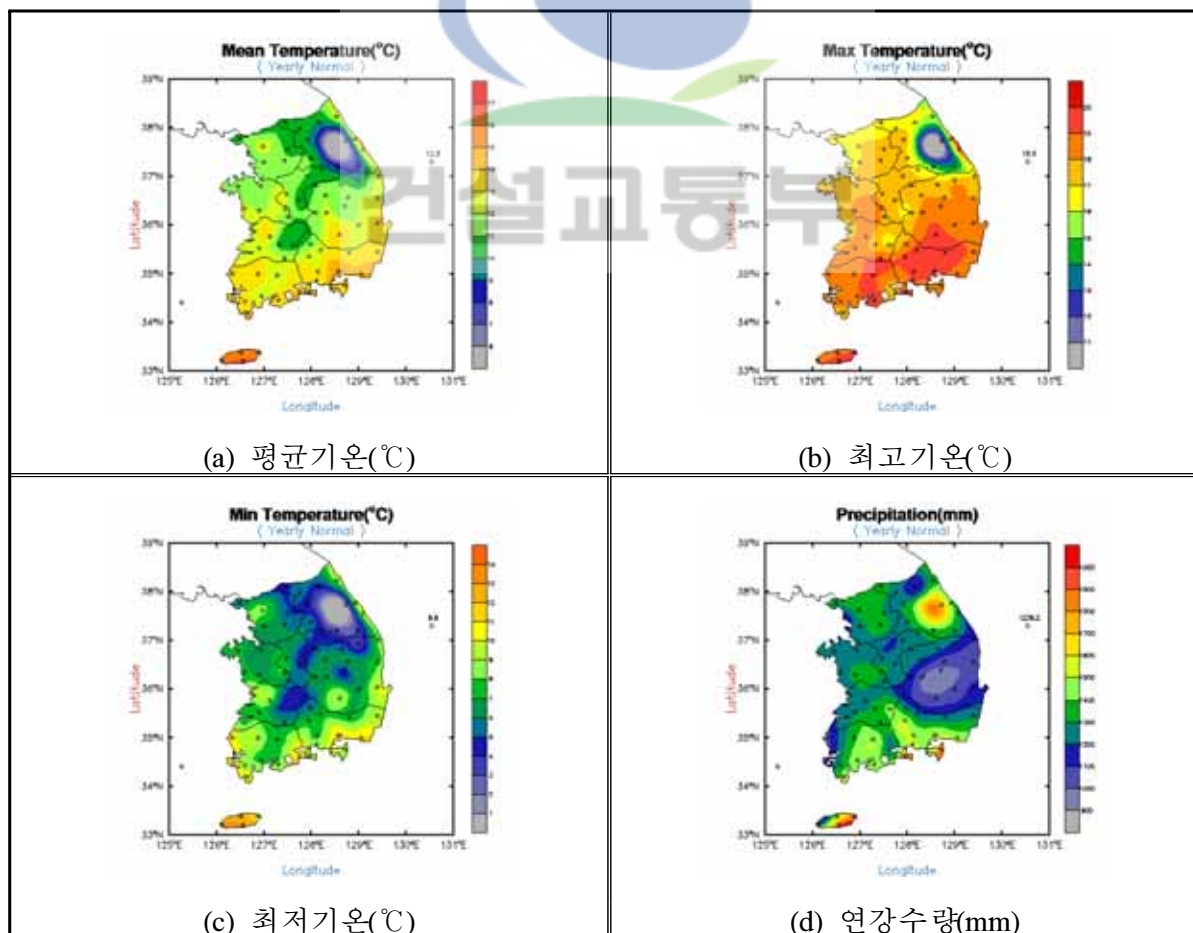
1) 한국의 기상

우리나라는 지리적으로 중위도 온대성 기후대에 위치하여 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계절이 뚜렷하게 나타난다.

겨울에는 한랭 건조한 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조하며 여름에는 고온 다습한 북태평양 고기압의 영향으로 무더운 날씨를 보이고 봄과 가을에는 이동성 고기압의 영향으로 맑고 건조한 날이 많다.

우리나라의 기온을 보면 중부산간지방을 제외하고 대체로 연 평균기온은 10~16℃이며, 가장 무더운 달인 8월은 23~27℃, 5월은 16~19℃, 10월은 11~19℃, 가장 추운 달인 1월은 -6~7℃이다. 연평균강수량은 중부지방이 1,100~1,400mm, 남부지방이 1,000~1,800mm정도이며 경북지역은 1,000~1,200mm 정도로 비교적 적은 편이며, 계절적으로는 연 강수량의 50~60%가 여름에 내린다.

한편, 기상청 자료중 20년 이상 연속하여 관측한 60개 지점의 1971~2004년 평년값을 기준으로 분석한 평년 기상도는<그림 3.2-2>와 같다.



<그림 3.2-2> 평년 기상도

2) 금회 유역의 기상

금회 유역은 한반도 중서부 지역에 위치하여 대양성 기후지역에 속하며, 지리적으로 서쪽에 바다를 인접하고 있다

본 지역의 여름철은 북태평양 기단의 영향을 받아 고온다습하고 봄과 가을은 기온이 온화한 것이 특징이다 또한, 서쪽으로 바다와 인접하여 있으므로 겨울철엔 한랭건조한 대양성기후 특성을 나타내고 있다

본 과업유역에 대한 기상현황은 금회 과업대상 유역의 인근에 위치하고 있는 서산기상대의 최근 37년간(1968~2004년)의 자료를 이용하였으며 조사결과 및 기상개황도는 <표 3.2-2>, <그림 3.2 -3>과 같다.

가. 기 온

기온은 평균, 최고, 최저로 구분하여 분석하였으며 분석기간 내 최고기온은 1994년 7월의 37.3℃이고, 최저기온은 2001년 1월의 영하18.7℃이며, 연평균 기온은 11.7℃이다.

나. 습 도

분석기간내 연평균 상대습도는 75.1%이고, 과업유역은 해안에 근접하여 습도가 높은 편이다.

다. 풍 속

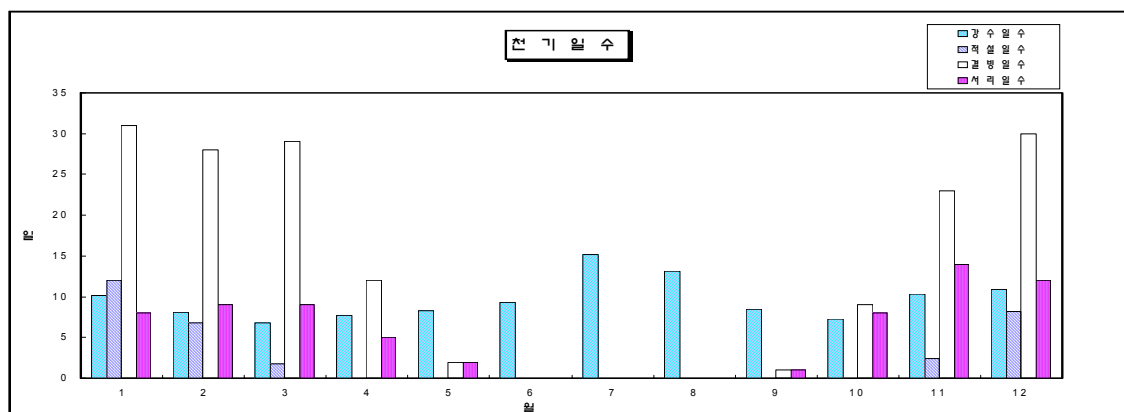
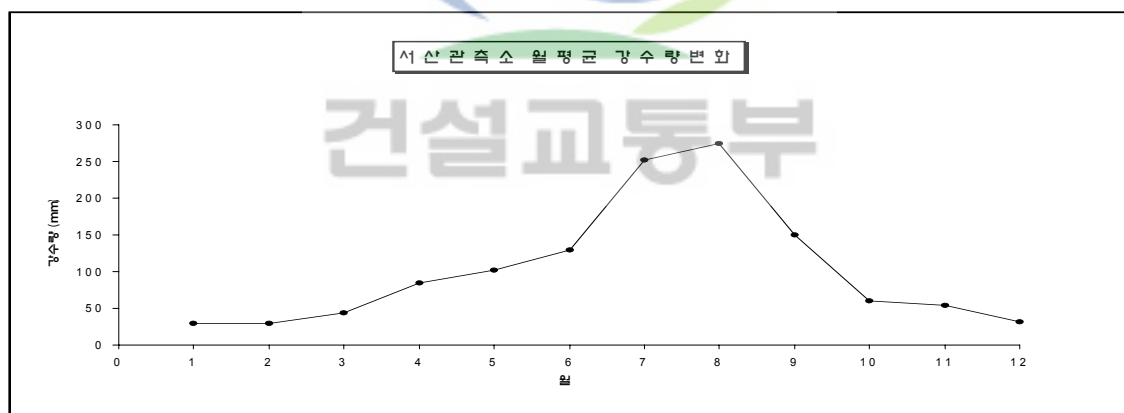
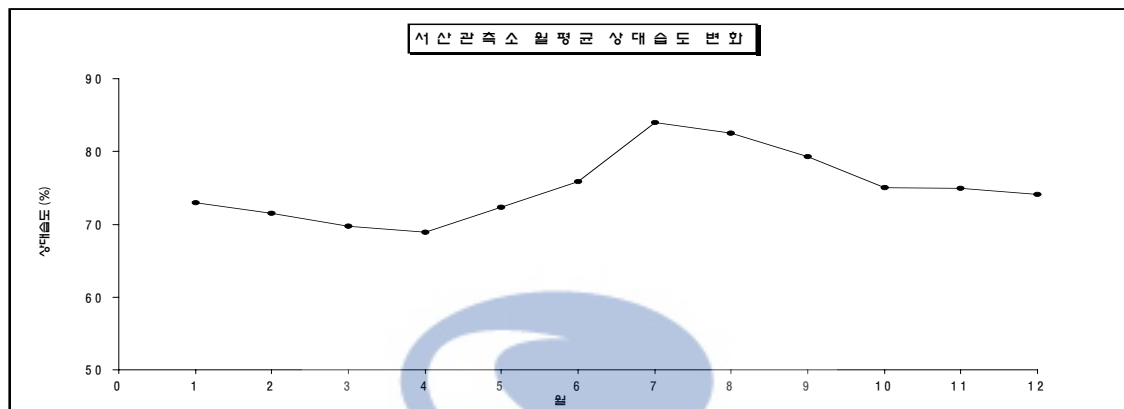
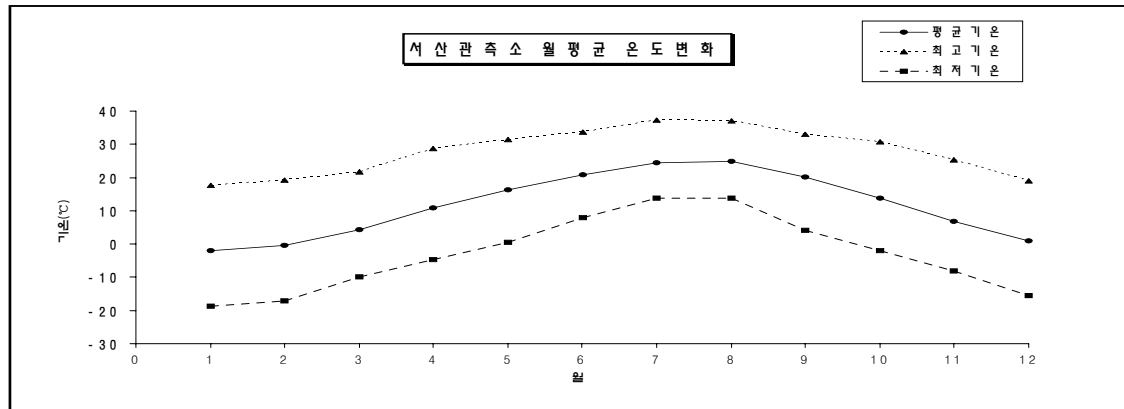
분석기간내에 관측된 최대풍속은 2000년 8월에 발생한 22.5m/sec로 관측되었다.

라. 강수량

연평균 강수량은 1,241.9mm로서 『수자원장기종합계획(2000.12, 건교부)』에서 제시한 우리나라 연평균 강수량인 1,283mm 보다 다소 적은 편이다

마. 천기일수

천기일수를 분석한 결과 강수일수는 115일, 적설일수는 31일, 결빙일수는 121일로 나타났다.



<그림 3.2-3> 기상개황도

<표 3.2-2>

기상현황

월별	기온(℃)			강수량 (mm)	증발량 (mm)	상대습도 (%)	최대풍속 (m/sec)	천 기 일 수		
	평균	최고	최저					강 우 (≥0.1mm)	적 설	결 빙
1	-2.0	17.7	-18.7	30.1	37.2	73.0	15.3	10	12	30
2	-0.5	19.3	-17.1	29.4	46.3	71.5	15.5	8	7	26
3	4.3	21.7	-9.8	43.6	81.8	69.8	20.0	7	2	21
4	10.9	28.8	-4.7	85.0	110.9	68.9	16.7	8	0	4
5	16.3	31.4	0.4	101.7	140.2	72.3	18.3	8	0	0
6	20.9	33.6	8.0	129.3	135.6	75.9	16.7	9	0	0
7	24.3	37.3	13.7	252.0	117.5	83.9	17.0	15	0	0
8	25.0	37.1	13.7	274.4	129.1	82.5	22.5	13	0	0
9	20.2	32.9	4.1	149.8	102.5	79.3	17.1	8	0	0
10	13.7	30.7	-1.9	60.6	82.8	75.0	15.7	7	0	2
11	6.9	25.3	-8.2	54.6	46.4	74.9	16.8	10	2	14
12	0.9	18.9	-15.6	31.3	36.3	74.1	17.0	11	8	27
전년	11.7	37.3	-18.7	1241.9	1066.6	75.1	22.5	115	31	121

주) 서산기상대의 37년간(1968~2004년) 자료

3.2.3 강 수

하천유역에 대한 수문특성을 분석하고 계획수문량을 산정하기 위해서는 장기간의 강우관측자료가 필요하다

과업대상 하천유역 및 인근에 위치하고 있으며 장기간 신뢰할 만한 강우기록을 보유하고 있는 우량관측소로는 건설교통부 관할의 홍성관측소와 기상청관할의 서산기상대가 있으며, 본 계획에서는 시강우보유년수에서 30개년 이상 보유하며 강우사상의 공간적 동질성 등을 고려하여 유역인근에 위치한 기상청 관할의 서산기상대를 지배관측소로 결정하였다

서산기상대는 1968년 1월부터 기상청에서 관측을 개시하여 현재까지 관측을 계속하고 있으며, 지속기간별 강우분석을 위한 시우량 자료는 1971년 이후부터 자료를 보유하고 있는 것으로 조사되었다

관측소별 시우량 자료구축 현황은 <표 3.2-3>과 같고, 서산기상대의 강수현황 및 주요강우 관측기록은 <표 3.2-4>, <표 3.2-5>와 같다.

<표 3.2-3>

각관측소별 시우량 자료구축 현황

관측소명	1970	1980	1990	2000	2004	채택	비 고
서 산	'71. 01					○	기상청자료
홍 성				'02. 12		×	'98 자기→TM화 건교부자료

주) 홍성 시강우자료 : 국가수자원관리 종합정보시스템(WAMIS, 건교부)

<표 3.2-4>

서산기상대 강수현황

(단위:mm)

연 도	월 별												전 년
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1968	13.7	30.8	49.3	39.8	74.2	28.6	326.2	243.3	163.0	110.6	37.8	14.9	1,132.2
1969	87.8	57.6	18.6	144.6	145.6	23.0	269.5	198.6	140.0	9.4	46.9	38.4	1,180.0
1970	3.2	69.9	2.0	48.3	80.9	117.2	349.5	136.4	375.3	292.0	33.3	18.7	1,526.7
1971	42.5	39.4	65.3	47.7	111.1	153.8	284.0	176.1	89.5	7.6	13.4	24.4	1054.8
1972	61.4	21.2	115.7	23.4	135.3	45.2	277.4	452.8	130.0	52.1	115.6	7.8	1437.9
1973	46.5	7.7	2.0	128.6	89.8	121.9	110.1	168.5	159.6	53.6	39.9	18.5	946.7
1974	18.4	24.1	44.9	181.8	223.1	62.3	396.1	279.4	54.8	53.8	12.3	26.8	1377.8
1975	13.5	7.2	87.6	121.4	68.1	46.0	190.6	115.0	129.6	44.3	21.9	35.5	880.7
1976	16.4	88.6	3.9	100.2	23.5	60.5	192.8	274.7	46.1	77.2	50.5	40.2	974.6
1977	9.4	2.2	18.5	209.6	79.7	67.4	194.9	136.1	138.5	5.1	67.6	50.1	979.1
1978	18.0	25.2	62.2	7.9	7.5	167.0	312.6	468.1	46.5	37.9	21.7	40.9	1215.5
1979	24.8	65.8	56.7	117.8	128.6	303.7	191.1	154.7	109.4	53.1	36.7	29.7	1272.1
1980	51.4	20.9	38.6	194.3	115.0	220.8	313.2	233.3	114.8	65.5	21.1	80.4	1469.3
1981	37.5	15.4	26.6	68.0	37.8	39.7	508.4	255.0	111.2	73.3	37.0	24.4	1234.3
1982	30.0	4.3	61.1	17.3	162.0	9.5	252.5	177.2	14.4	35.2	164.4	56.3	984.2
1983	13.9	37.4	72.0	99.2	78.0	58.3	237.8	317.0	256.9	34.4	51.7	15.7	1272.3
1984	19.5	16.4	21.6	76.6	62.7	89.8	324.0	343.6	297.4	29.5	54.6	40.7	1376.4
1985	23.0	24.4	59.1	94.1	190.9	22.9	133.3	145.1	228.7	267.9	122.7	48.2	1360.3
1986	17.3	16.0	31.6	46.9	101.2	127.3	192.5	240.7	135.2	110.4	38.7	35.8	1093.6
1987	64.4	33.5	31.5	74.4	78.8	122.4	415.3	533.7	63.2	39.4	62.3	8.9	1527.8
1988	16.9	0.8	37.9	65.5	37.1	75.5	269.6	83.0	38.6	3.9	25.4	31.4	685.6
1989	64.9	47.9	96.1	20.4	59.4	224.5	105.1	203.2	206.0	42.3	112.9	15.0	1197.7
1990	51.3	66.9	65.5	99.7	94.3	439.4	254.5	242.5	320.6	0.0	105.7	47.9	1788.3
1991	19.3	45.2	69.4	59.8	209.1	64.2	228.5	120.0	198.7	23.7	21.2	29.5	1088.6
1992	3.4	21.7	21.2	68.2	67.0	79.2	58.0	344.9	195.5	32.1	50.7	75.7	1017.6
1993	9.2	68.2	27.4	45.2	50.7	151.8	393.1	95.0	81.7	31.5	105.1	34.7	1093.6
1994	14.6	5.9	65.6	32.4	156.0	167.8	107.1	309.7	99.2	216.3	23.3	36.6	1234.5
1995	22.7	7.2	37.3	48.2	67.1	24.5	144.1	992.7	20.2	19.3	49.9	15.1	1448.3
1996	29.1	5.7	115.1	48.1	20.0	179.2	152.8	74.1	6.4	92.2	72.1	35.3	830.1
1997	20.5	32.5	29.6	69.5	232.8	204.4	298.7	87.2	16.1	8.7	116.7	40.2	1156.9
1998	40.1	54.2	35.0	160.6	95.5	281.7	295.6	491.8	168.0	24.3	55.6	9.2	1711.6
1999	8.0	7.8	59.9	90.1	178.8	105.1	175.6	497.4	532.6	111.3	36.6	23.4	1826.6
2000	63.0	2.9	3.7	38.1	62.1	204.4	60.8	608.1	298.1	34.4	24.8	24.4	1424.8
2001	66.9	40.4	12.7	18.7	17.8	200.2	402.0	136.6	15.0	47.5	8.2	20.8	986.8
2002	22.5	7.0	29.3	179.5	177.3	60.8	296.1	428.2	57.5	78.3	36.3	14.8	1387.6
2003	20.9	39.0	22.5	180.0	105.5	221.8	290.2	257.9	201.9	23.0	53.6	17.1	1433.4
2004	27.3	26.3	15.7	80.2	140.3	211.1	321.9	131.2	282.6	1.8	70.5	32.0	1340.9
평균	30.1	29.4	43.6	85.0	101.7	129.3	252.0	274.4	149.8	60.6	54.6	31.3	1,241.9

주) 서산기상대의 37년간(1968~2004년) 자료

<표 3.2-5>

서산기상대 주요강우 관측기록

연 도	1일 최대		2일 최대		3일 최대		전 년 (mm)
	발생일	발생량(mm)	발생일	발생량(mm)	발생일	발생량(mm)	
1968	7.15	85.2	7.14-15	152.2	7.14-16	201.9	1132.2
1969	7.18	76.6	7.18-19	100.5	7.18-20	111.5	1180.0
1970	9.03	111.4	9.02-03	156.6	9.01-03	186.2	1526.7
1971	8.10	106.3	8.09-10	114.6	8.09-11	119.4	1054.8
1972	8.19	189.9	8.18-19	245.5	8.18-20	245.5	1437.9
1973	8.23	50.2	8.22-23	65.2	8.22-24	65.7	946.7
1974	7.08	150.1	7.08-09	253.0	7.08-10	253.7	1377.8
1975	8.31	58.1	8.30-31	58.1	8.29-31	115.0	880.7
1976	7.02	79.1	7.02-03	106.2	7.01-03	119.2	974.6
1977	9.06	110.7	9.05-06	113.6	9.05-07	113.6	979.1
1978	8.16	136.5	8.17-18	162.7	8.16-18	220.9	1215.5
1979	6.24	80.7	6.25-26	117.6	6.25-27	152.7	1272.1
1980	7.14	89.6	7.14-15	121.6	7.20-22	123.3	1469.3
1981	7.01	109.8	7.01-02	129.0	7.01-03	130.5	1234.3
1982	7.28	124.9	7.27-28	179.8	7.27-29	194.8	984.2
1983	8.09	134.5	8.09-10	135.5	8.09-11	135.5	1272.3
1984	9.01	179.1	9.01-02	230.3	8.31-9.02	276.9	1376.4
1985	10.10	124.8	10.09-10	176.0	10.09-11	176.2	1360.3
1986	9.02	68.3	9.01-02	77.8	8.26-28	90.8	1093.6
1987	8.29	125.2	8.29-30	205.3	8.29-30	215.5	1527.8
1988	7.11	61.1	7.10-11	102.7	7.10-11	106.6	685.5
1989	8.21	108.7	9.14-15	155.5	9.14-15	156.7	1197.7
1990	9.10	129.7	9.10-11	244.6	9.10-11	260.5	1788.3
1991	5.26	118.8	5.25-26	180.4	5.25-26	198.8	1088.6
1992	8.27	160.5	8.26-27	207.5	8.26-27	218.7	1017.6
1993	7.13	77.8	7.28-29	89.7	7.28-29	150.8	1093.6
1994	6.30	148.5	6.30-7.01	174.8	6.30-7.01	178.0	1234.5
1995	8.23	236.1	8.23-24	388.8	8.23-24	486.0	1448.3
1996	7.04	85.0	7.03-04	85.3	7.03-04	85.3	830.1
1997	7.01	155.7	6.30-7.01	183.3	6.30-7.01	183.8	1156.9
1998	8.09	152.0	8.08-09	174.7	8.08-09	186.7	1711.9
1999	8.02	274.5	8.02-03	432.0	8.02-03	469.1	1826.6
2000	8.26	164.0	8.25-26	227.5	8.25-26	330.5	1424.8
2001	7.29	120.9	7.29-30	207.9	7.29-30	220.8	986.8
2002	8.06	140.0	8.06-07	227.0	8.06-07	227.5	1387.6
2003	6.27	171.5	6.27-28	173.0	6.27-28	173.1	1433.4
2004	6.19	125.5	6.19-20	134.0	6.19-20	134.5	1340.9

주) 서산기상대의 37년간(1968~2004년) 자료

3.2.4 유출 및 유황

2) 유출분석

유출(runoff)은 강수로 인한 물이 증발과 증산, 침투와 침투, 지하수 등의 성분과정을 거치면서 결국 하천유량의 형태로 흐르게 되는 것이며 유출분석의 목적은 하천유량과 유황을 정량적으로 파악함으로써 수자원의 최적이용 및 관리를 도모하고 유역내 수자원개발로 인한 하천유량의 흐름양상을 양적으로 비교함으로써 개발로 인한 효과를 분석하기 위함이다

금회 대상하천 유역내에는 유출량 산정에 이용할 수 있는 수위 및 유량관측 자료가 전무한 실정이므로 금회 과업에서는 비교대상으로 월별 강수량 자료를 이용하는 Kajiya의 유출고 공식과 여러가지 매개변수가 적용되어지는 1992년 충남대학교에서 전국의 수문관측지점 57개소를 대상으로 개발한 범용 일유출량 산정 모형인 Dawast(Daily Watershed Streamflow Model)모형 등에 적용하여 유출을 분석하였고 강수량자료는 서산기상대의 최근 30년간(1975~2004년)의 자료를 이용하여 분석하였다.

가. Kajiya 월별유출고 공식

이 공식은 우리나라에서 농업용 저수지 및 다목적 댐의 저수용량 결정에 가장 많이 이용하였던 월별 유출량 추정공식이다

이 공식은 1929년에 당시 조선총독부의 토목기사였던 가자야마가 1916년에서 1926년까지 약 10년간 73개 지점의 강수량과 유출량 자료를 정리하고 그 중 자료가 정확하다고 판단되는 25개 지점의 수문자료를 분석하여 만든 경험식이다

가자야마 공식은 다음과 같다.

$$C = \sqrt{R^2 + (K \cdot f + a)^2} - K \cdot f + E$$

여기서, C : 월유출고 (mm)

R : 월강수량 (mm)

K : 극한소실고 (mm) (= 138.6mm)

a : 최소유출고 (mm) (= 10.2mm)

f : 유역의 상황에 의하여 변하는 계수 (= 0.6~1.4)

E : 월별보정치 (mm)

<표 3.2-6>

유출특성계수 (f)

유역의 상태	f
유역내에 농경지와 임야가 많고 경사가 완만하여 유하거리가 긴 경우로 유역내에서 소비수량이 매우 많을 때	1.4
유역내에 농경지와 임야가 많고 경사가 완만하여 유하거리가 긴 경우로 유역내에서 소비수량이 비교적 많을 때	1.2
유역내에서 소비수량이 보통일 때	1.0
유역내에 농경지와 임야가 적고 경사가 급하여 유하거리가 짧은 경우로 유역내에서 소비수량이 비교적 적을 때	0.8
유역내에 농경지와 임야가 적고 경사가 급하여 유하거리가 짧은 경우로 유역내에서 소비수량이 매우 적을 때	0.6

<표 3.2-7>

월별 보정치 E의 값

강수량(mm)	1월	2월	4월	5월	6월	9월	10월	비 고
0	-2.5	-2.5	5.0	-	-2.0	6.0	7.0	3, 7, 8, 11, 12월의 보정계수는 E=0임
10	-2.0	-2.0	5.5	-	-3.0	6.4	6.3	
20	-1.5	-1.5	6.0	-	-4.0	6.8	5.6	
30	-1.0	-1.0	6.5	-	-6.0	7.2	4.9	
50	-	-	7.5	-	-9.0	8.0	3.5	
70	-	-	8.5	-2.4	-12.0	8.8	2.1	
80	-	-	9.0	-3.6	-17.0	9.2	1.4	
100	-	-	10.0	-6.0	-20.0	10.0	-	
150	-	-	5.0	-12.0	-26.0	11.0	-	
200	-	-	-	- 6.0	-30.0	12.0	-	
250	-	-	-	-	-22.5	9.0	-	
300	-	-	-	-	-15.0	6.0	-	

이 공식은 다음과 같은 가정하에서 만들어졌다

- 조사대상 하천에서의 유출률은 40~70%이고 평균 55%이다.
- 유역내의 연평균 유출고는 550mm이며, 이때 $f=1.0$ 을 사용한다. 그리고 유출량이 큰 유역에서 f 는 1보다 작은 값, 유출량이 작은 유역에서는 f 는 1보다 큰 값을 사용한다.
- 비가 오지 않는 달이라도 최소 유출고(a)인 기저유출은 10.2mm로 항상 같다.
- 강수가 많을 때에 유역에서의 최대 손실한(K)은 138.6mm이다.
- 월별 및 월강수량의 다소에 따라 월별 보정치E를 변화시킨다

<표 3.2-8>

월별 일평균유출량(Kajiyama공식)

(단위:m³/sec)

연 도	월 별												평 균
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1975	0.02	0.02	0.07	0.13	0.05	0.02	0.22	0.10	0.15	0.04	0.03	0.03	0.07
1976	0.02	0.08	0.02	0.11	0.03	0.03	0.22	0.36	0.05	0.06	0.04	0.03	0.09
1977	0.02	0.02	0.02	0.26	0.06	0.03	0.22	0.13	0.16	0.04	0.05	0.04	0.09
1978	0.02	0.03	0.05	0.03	0.02	0.13	0.44	0.74	0.05	0.04	0.03	0.03	0.13
1979	0.02	0.06	0.04	0.13	0.10	0.40	0.22	0.16	0.12	0.05	0.03	0.03	0.11
1980	0.04	0.02	0.03	0.23	0.09	0.22	0.44	0.29	0.13	0.06	0.03	0.06	0.14
1981	0.03	0.02	0.03	0.07	0.03	0.02	0.82	0.33	0.12	0.06	0.03	0.03	0.13
1982	0.03	0.02	0.05	0.04	0.15	0.02	0.32	0.19	0.04	0.04	0.18	0.04	0.09
1983	0.02	0.03	0.06	0.11	0.06	0.02	0.30	0.44	0.36	0.04	0.04	0.02	0.13
1984	0.02	0.02	0.03	0.08	0.05	0.04	0.46	0.49	0.43	0.04	0.04	0.03	0.14
1985	0.02	0.03	0.05	0.10	0.20	0.02	0.13	0.15	0.31	0.35	0.12	0.04	0.13
1986	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.07	0.22	0.30	0.16	0.10	0.03	0.03	0.09
1987	0.05	0.03	0.03	0.08	0.06	0.07	0.63	0.87	0.07	0.04	0.05	0.02	0.17
1988	0.02	0.02	0.03	0.07	0.03	0.03	0.36	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.06
1989	0.05	0.04	0.08	0.04	0.04	0.23	0.09	0.24	0.28	0.04	0.10	0.02	0.10
1990	0.04	0.06	0.05	0.11	0.07	0.70	0.33	0.31	0.48	0.04	0.10	0.04	0.19
1991	0.02	0.04	0.05	0.06	0.24	0.03	0.28	0.11	0.26	0.04	0.03	0.03	0.10
1992	0.02	0.02	0.03	0.07	0.05	0.03	0.04	0.50	0.26	0.04	0.04	0.06	0.10
1993	0.02	0.06	0.03	0.05	0.04	0.10	0.59	0.08	0.09	0.04	0.09	0.03	0.10
1994	0.02	0.02	0.05	0.04	0.14	0.13	0.09	0.43	0.11	0.26	0.03	0.03	0.11
1995	0.02	0.02	0.03	0.06	0.05	0.02	0.14	1.81	0.04	0.04	0.04	0.02	0.19
1996	0.03	0.02	0.10	0.06	0.02	0.14	0.16	0.06	0.04	0.08	0.06	0.03	0.07
1997	0.02	0.03	0.03	0.07	0.29	0.18	0.41	0.07	0.04	0.04	0.11	0.03	0.11
1998	0.03	0.05	0.03	0.18	0.07	0.35	0.40	0.79	0.21	0.04	0.04	0.02	0.18
1999	0.02	0.02	0.05	0.10	0.18	0.05	0.19	0.80	0.90	0.10	0.03	0.03	0.20
2000	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.18	0.05	1.02	0.43	0.04	0.03	0.03	0.16
2001	0.05	0.04	0.02	0.04	0.02	0.18	0.61	0.13	0.04	0.05	0.02	0.02	0.10
2002	0.02	0.02	0.03	0.21	0.18	0.03	0.40	0.66	0.06	0.07	0.03	0.02	0.14
2003	0.02	0.03	0.03	0.21	0.08	0.22	0.39	0.33	0.27	0.04	0.04	0.02	0.14
2004	0.02	0.03	0.02	0.09	0.12	0.20	0.45	0.13	0.41	0.04	0.06	0.03	0.13
평 균	0.03	0.03	0.04	0.10	0.09	0.13	0.32	0.40	0.20	0.07	0.05	0.03	0.12

<표 3.2-9>

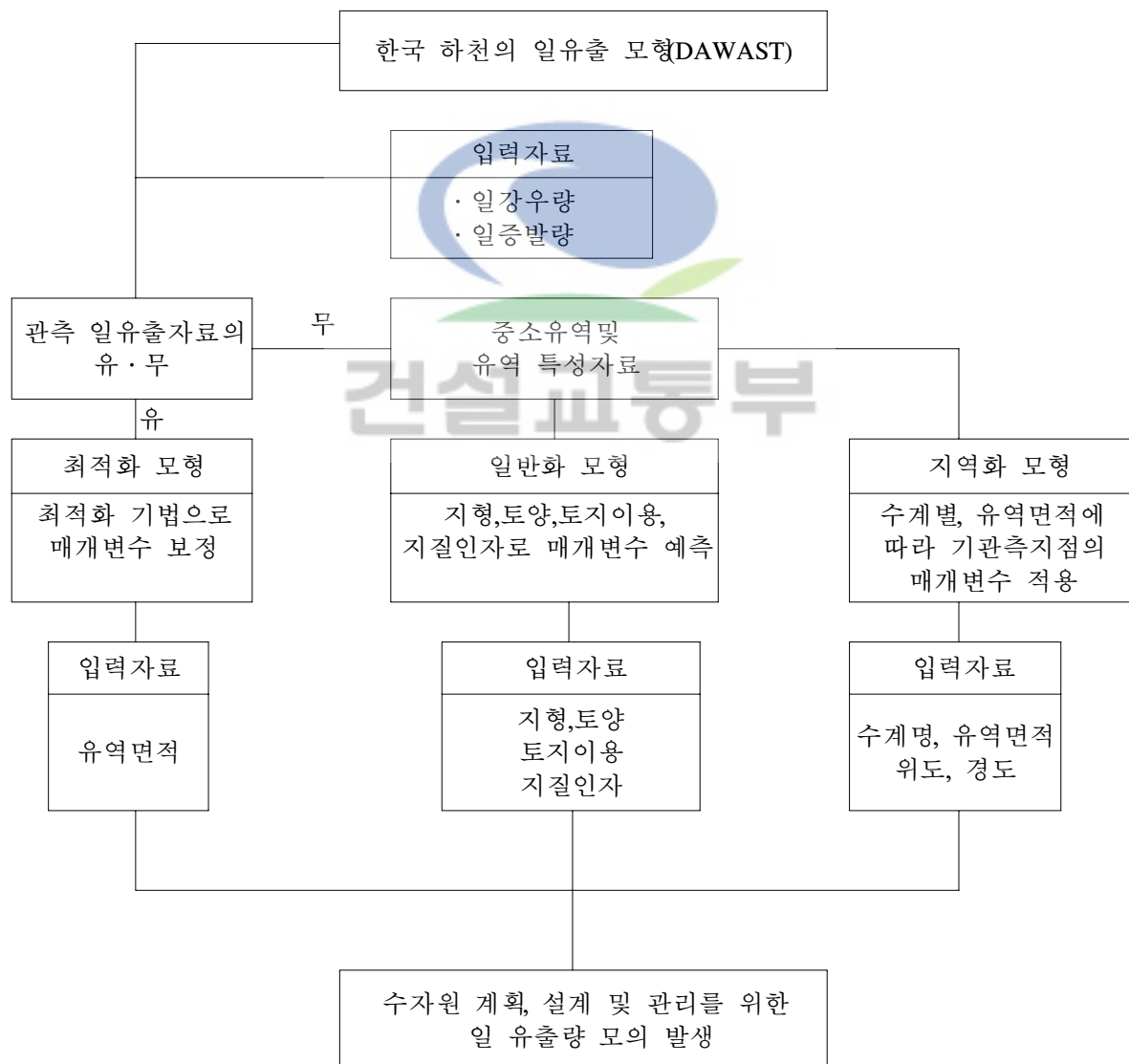
월평균 유출량(Kajiyama공식)

구 분			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
홍 성 천	유출고	mm	12.7	13.2	18.6	45.1	41.4	59.4	153.0	192.3	94.2	31.0	24.2	14.8	699.8
	유출량	m³/sec	0.03	0.03	0.04	0.10	0.09	0.13	0.32	0.40	0.20	0.07	0.05	0.03	1.48
		백만m³	0.07	0.07	0.10	0.25	0.23	0.33	0.86	1.08	0.53	0.17	0.14	0.08	3.93

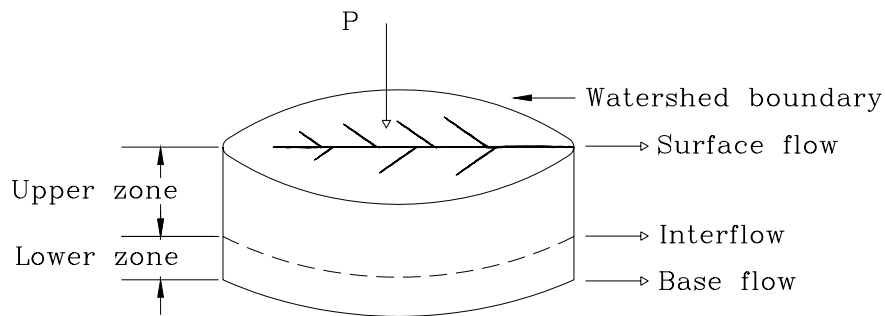
나. DAWAST 모형

DAWAST 모형은 토양층을 표면층과 상부의 불포화토양층 하부, 포화토양층 등 3개의 저류층으로 단순화한 유역에 강우가 있으며 표면층과 상부의 불포화토양층에서 초기손실이 이루어진 후 나타난 표면유출이 유역에 따라 기저시간만큼 증대되어 배분되며 침투에 의해 불포화층에 이동된 수분량은 포장용수량 이상이면 심층침투에 의해 하부의 포화토양층으로 토양수가 이동 된다

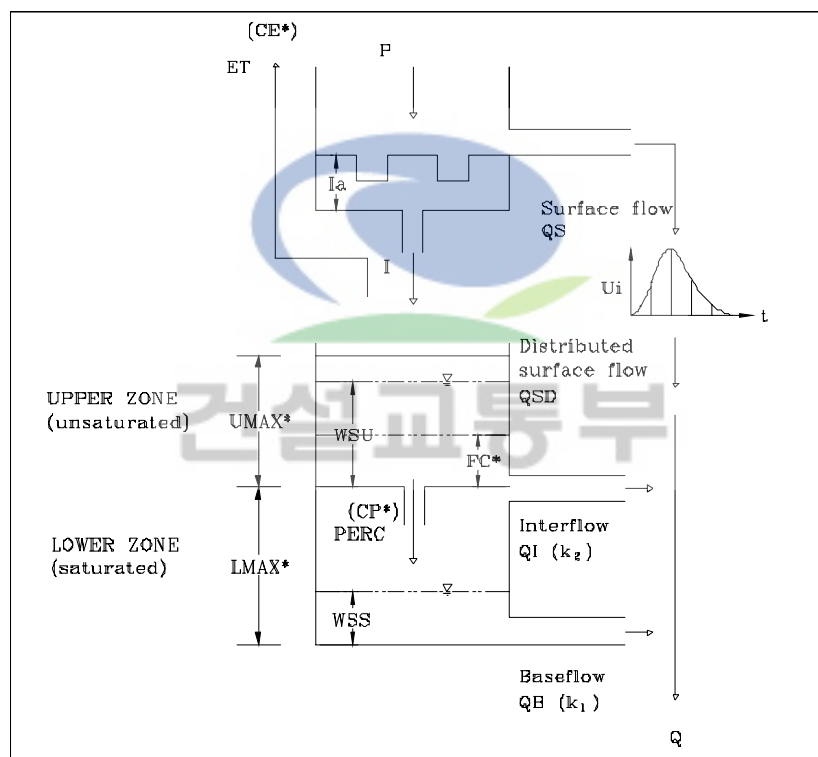
이 포화층의 토양수분이 일정한 값이상이면 불포화층과 포화층 사이에서 중간유출이 일어나고 무강수기에는 이 포화층의 토양수분이 고갈되어 기저유출로 나타나는 것으로 강우-유출 수문반응을 분석하고 개념화하였다 유역토양수문을 고려하여 각 유출성분을 분석한 후, 합산하여 일유출량을 추정하였고 각 과정별 수문반응은 수학적인 관계식에 의해 정의되었다



<그림 3.2-4> DAWAST 모형의 구조도



<그림 3.2-5> 유역의 개념도



<그림 3.2-6> DAWAST 모형의 개념도

$$Q = QS + QI + QB$$

QS : 일 유출량 (mm)

QS : 표면 유출량 (mm)

QI : 중간 유출량 (mm)

QB : 기저 유출량 (mm)

DAWAST 모형은 유역의 실측유출자료가 있을 경우에는 실측유출자료에 의

해 최적화 기법모형의 매개변수를 산정하여 운용할 수 있으나 실측유출자료가 없거나 자료의 신뢰도가 없는 경우에는 유출에 관계되는 유역특성인자를 사용하여 매개변수를 추정하거나 기 관측지점의 매개변수를 적용하여 일유출량을 모의하는 일반화 모형을 적용한다

이에 본과업에서는 유출량을 추정하기 위하여 DAWAST 모형의 일반화 모형을 이용하였으며, 일반화 모형은 강우시에는 표면유출 중간유출과 기저유출량을, 무강우시에는 기저 유출량을 계산하여 총 유출량은 모형 발생 시작일부터 종료일까지 연차적으로 일단위로 계산할 수 있도록 구성되어있다

일반화 모형은 물수지 매개변수 5개를 종속 변수로 취하고, 이들 종속 변수에 물리적으로 관계가 깊을 것으로 생각되는 4개의 지형인자, 4개의 토양인자, 3개의 토지이용인자, 3개의 수문지질인자등 14개의 독립변수를 조사하여 회귀 모형(Multiple linear regression)의 일반형인 Additive form과 Multiplicative form에 대하여 Stepwise regression 분석을 실시하여 일유출량을 추정하였다

<표 3.2-10> 일 유출 최적화 모형의 입·출력 및 매개변수

매개 변수	변 수 내 용
종속 변수	UMAX : 불포화층의 최대 토양 수분량(mm) LMAX : 포화층의 최대 수분량(mm) FC : 포장 용수량(mm) CP : 심층 투수 계수 CE : 유역 증발산 계수
독립 변수	변 수 내 용
지형 인자	X1 : 유역면적 (km^2) X2 : 주하천장 (km) X3 : 주변장 (km) X4 : 유역경사 ($^{\circ}$)
토양 인자	X5 : 수문토양군 A(%) X6 : 수문토양군 B(%) X7 : 수문토양군 C(%) X8 : 수문토양군 D(%)
토지 이용 인자	X9 : 밭 면적 (%) X10 : 논 면적 (%) X11 : 산림 면적 (%)
수질 지질 인자	X12 : 화성암류 (%) X13 : 퇴적암류 (%) X14 : 변성암류 (%)

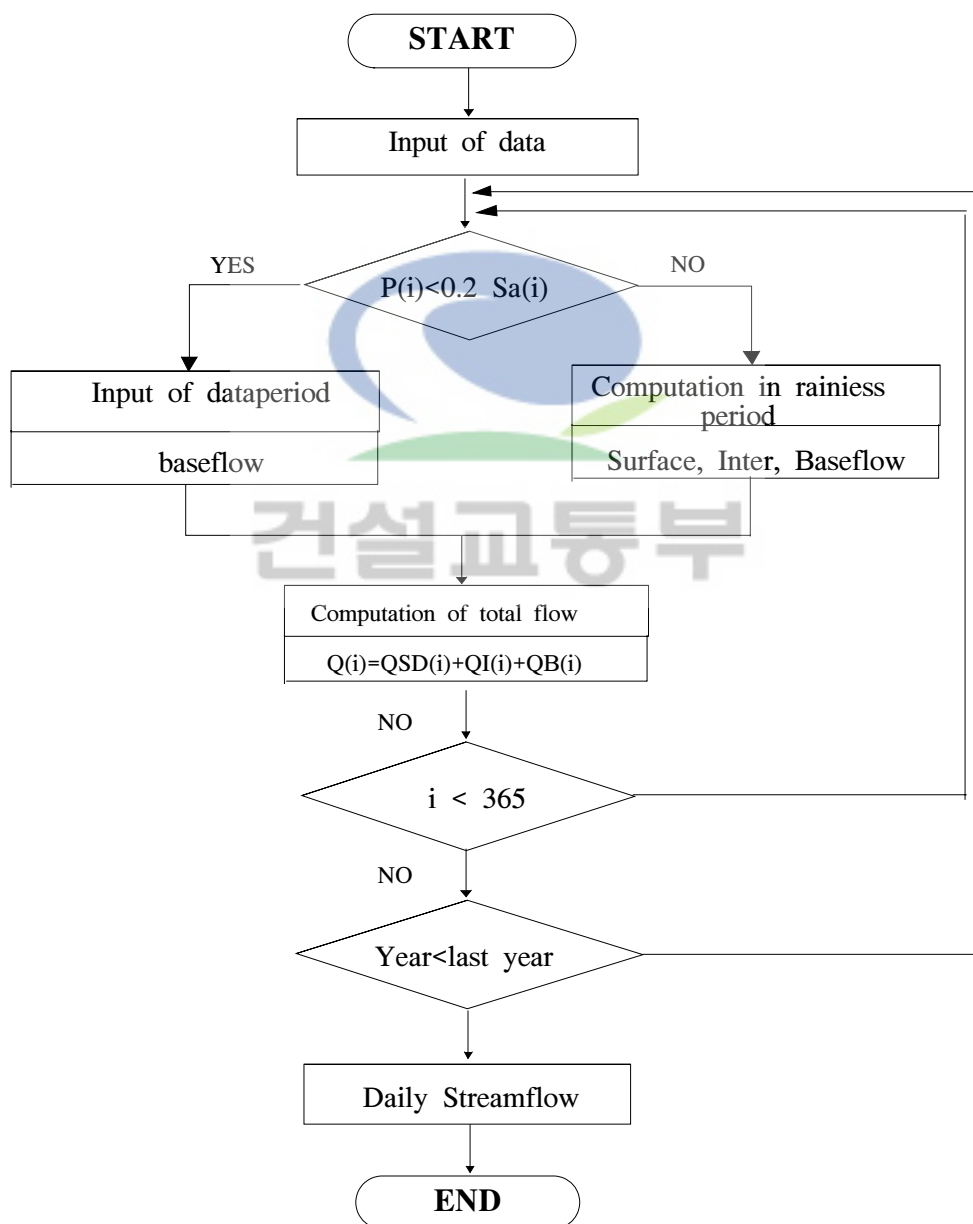
<표 3.2-11> 적용 매개변수

적용매개변수	UMAX	LMAX	FC	CP	CE
홍성천	301	26	114	0.0188	0.0081

또한, DAWAST 모형의 계산순서는

- ① 모형 발생 시작일의 잠재 저류능 값을 모형 발생 시작일의 기저유출량으로 부터 첫 번째 강우가 발생한 날의 값을 계산하여 강우량 증발량 심층 투수량

- 등의 일별 물수지에 의해 잠재 저류능을 모형 발생 종료일까지 일별로 계산
- ② 강우시 표면유출량은 일별 잠재 저류능 값에 의해 계산하여 일별 배분율에 따라 일별로 배분한다
 - ③ 포화층의 기저 유출량 계산
 - ④ 포화층의 수분량이 최대값보다 클 경우 중간 유출량 계산하여 총 유출량이 가산된다.
 - ⑤ 무강수기에는 포화층의 토양수분이 누출되어 기저유출로 계산한다
- 이상의 기본 구조를 갖는 DAWAST 일 유출 모형의 흐름도는 다음과 같다



<그림 3.2-7> DAWAST 모형의 흐름도

<표 3.2-12>

월별 일평균유출량(DAWAST모형)

(단위: m³/sec)

연 도	월 별												평 균
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1975	0.01	0.01	0.03	0.09	0.10	0.01	0.03	0.11	0.17	0.05	0.02	0.02	0.05
1976	0.01	0.04	0.03	0.04	0.04	0.02	0.13	0.22	0.16	0.02	0.03	0.07	0.07
1977	0.01	0.01	0.01	0.11	0.12	0.08	0.20	0.11	0.18	0.01	0.01	0.01	0.07
1978	0.01	0.01	0.01	0.10	0.10	0.06	0.17	0.12	0.20	0.01	0.01	0.01	0.07
1979	0.01	0.03	0.01	0.16	0.15	0.37	0.27	0.24	0.11	0.08	0.01	0.01	0.12
1980	0.04	0.02	0.03	0.26	0.13	0.20	0.52	0.37	0.21	0.03	0.01	0.02	0.15
1981	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.48	0.31	0.31	0.05	0.12	0.06	0.11
1982	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.01	0.33	0.06	0.01	0.01	0.19	0.07
1983	0.01	0.01	0.04	0.07	0.11	0.04	0.21	0.46	0.43	0.06	0.04	0.03	0.13
1984	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.44	0.24	0.65	0.07	0.05	0.02	0.13
1985	0.01	0.01	0.02	0.07	0.26	0.02	0.07	0.04	0.33	0.43	0.09	0.12	0.12
1986	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.22	0.15	0.33	0.10	0.09	0.08	0.09
1987	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.14	0.49	0.63	0.49	0.03	0.02	0.03	0.16
1988	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.17	0.07	0.06	0.01	0.01	0.01	0.03
1989	0.04	0.06	0.16	0.04	0.01	0.23	0.05	0.20	0.34	0.04	0.15	0.07	0.12
1990	0.01	0.09	0.08	0.12	0.14	0.62	0.45	0.30	0.70	0.02	0.06	0.08	0.22
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	결	측	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.21	0.69	0.04	0.01	0.01	0.01	0.09
2002	0.01	0.01	0.01	0.01	0.33	0.02	0.31	0.44	0.24	0.05	0.03	0.01	0.12
2003	0.01	0.01	0.01	0.08	0.15	0.01	0.59	0.24	0.44	0.01	0.01	0.01	0.13
2004	0.01	0.01	0.03	0.01	0.09	0.23	0.51	0.15	0.49	0.03	0.01	0.03	0.13
평 균	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.11	0.28	0.27	0.30	0.06	0.04	0.04	0.11

<표 3.2-13>

월별 유출량(DAWAST모형)

지점명	구분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
홍성천	유출고	mm	7.2	8.6	12.8	30.5	45.1	52.0	132.0	129.2	141.1	26.7	17.9	20.8	623.9
	유출량	m ³ /sec	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.11	0.28	0.27	0.30	0.06	0.04	0.04	1.31
		백만 m ³	0.04	0.05	0.07	0.17	0.25	0.29	0.74	0.72	0.79	0.15	0.10	0.12	3.50

다. 유출분석 결과

각 방법별로 계산한 유출량은 다음 <표 3.2-14>과 같다.

<표 3.2-14> 방법별 평균 유출량 비교

하 천	월 별	Kajiyama 공식		Dawast 모형		비 고
		m ³ /sec	백만m ³	m ³ /sec	백만m ³	
홍성천	1	0.03	0.07	0.01	0.04	
	2	0.03	0.07	0.02	0.05	
	3	0.04	0.10	0.03	0.07	
	4	0.10	0.25	0.06	0.17	
	5	0.09	0.23	0.09	0.25	
	6	0.13	0.33	0.11	0.29	
	7	0.32	0.86	0.28	0.74	
	8	0.40	1.08	0.27	0.72	
	9	0.20	0.53	0.30	0.79	
	10	0.07	0.17	0.06	0.15	
	11	0.05	0.14	0.04	0.10	
	12	0.03	0.08	0.04	0.12	
총유출량		1.48	3.93(56.4%)	1.31	3.50(50.4%)	
홍수기 유출량		1.05	2.80(40.2%)	0.96	2.54(36.5%)	

주) 팔호내 수치는 후술되는 금회 각 과업대상 하천의 수자원부존량 대비 유출률

상기 표에 따르면 금회 과업대상 하천의 수자원부존량 대비 유출률 및 홍수기 유출률은 Kajiyama 공식을 적용할 경우 56.4% 및 40.2%로 산정되었으며, Dawast 모형을 적용할 경우 50.4% 및 36.5%로 산정되었다.

한편, 『수자원장기종합계획(2002.12, 건교부)』에 “한국의 평균유출량(’69~’98)”에 의하면 우리나라의 평균유출률 및 홍수기 유출률은 각각 57%, 37%이고, 삼교천 유역은 각각 51%, 39%로서 금회 홍성천의 유출률 산정 결과 두방법에서 우리나라의 평균유출률 및 삼교천 유역의 유출률과 유사한 결과를 보이고 있다.

다. 수자원 부존량

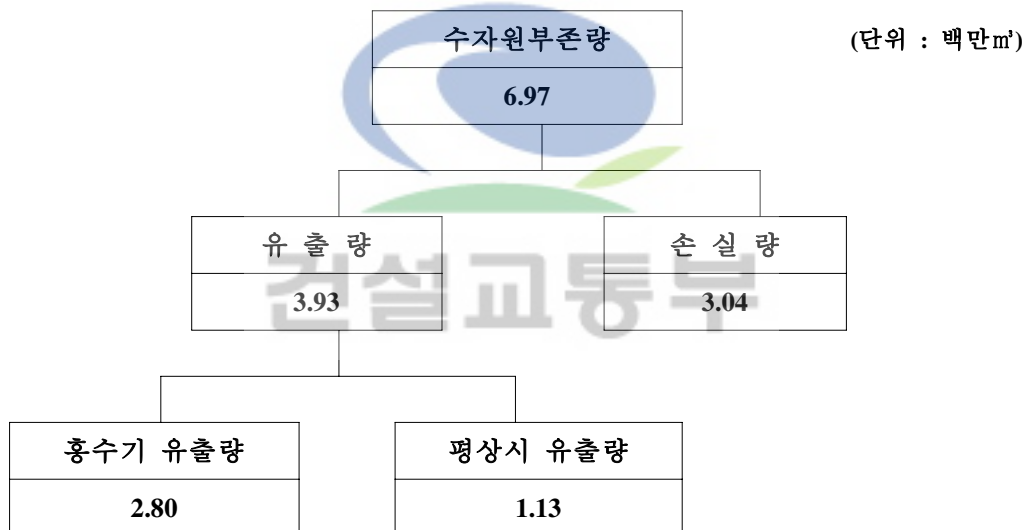
홍성천의 수자원부존량은 6.97백만 m^3 /년이며 유출량은 3.93백만 m^3 /년, 손실량 3.04백만 m^3 /년으로 산정되었으며 전체 유출량 중 40.2%에 해당하는 2.80백만 m^3 /년은 홍수기인 6~9월에 유출되고 있으며, 평상시 유출량은 1.13백만 m^3 (16.2%)으로 나타났다.

<표 3.2-15> 수자원 부존량의 구성(Kajiya공식)

하천명	유역면적 (km^2)	연평균강수량 (mm)	수자원부존량 (백만 m^3 /년)	유출량(백만 m^3 /년)			손실량 (백만 m^3 /년)
				홍수기	비홍수기	계	
홍성천	5.61	1,241.9	6.97 (100.0%)	2.80 (40.2%)	1.13 (16.2%)	3.93 (56.4%)	3.04 (43.6%)

주) ① () 내 수치는 구성비(%)

② 수자원 부존량 = 유역면적 × 연평균 강수량, 손실량 = 수자원 부존량 - 유출량



<그림 3.2-8> 수자원부존량의 구성

3) 유황분석

대상하천 유역의 일유출량을 모의한 결과 매년10일 이상 기준갈수량에 해당하는 유출량을 분석한 연도별 갈수량이 동일하게 나타나므로 매년 변화하는 강우량에 의한 유출특성 특히 갈수량에 대한 변별력이 없어지고 기준갈수량 산정이 불가능하게 되었다.

따라서, 본 과업구간의 유황분석은 『삼교천 하천정비 기본계획보완(1994.3, 건교부)』 유황으로부터 비유량법으로 산정하였다. 참고로 평균갈수량은 자연상태에

서 관측한 유량자료를 매년마다 크기순으로 나열하여 355일 유지할 수 있는 갈수량계열을 평균한 값을 말하며 기준갈수량은 10년빈도 갈수량을 의미하지만 현재 국내의 실무에서는 10개년 제1위에 해당하는 갈수량을 이용하기도 한다

* 비유량 산정식

$$Q' = Q \times (A' \times R') / (A \times R)$$

여기서, Q' : 대상하천 하구 지점의 유황

Q : 수촌수위표 지점(삼교천)유황

A' : 대상하천 유역면적

R' : 대상하천유역의 연평균 강수량

A : 수촌수위표 지점(삼교천)의 유역면적

R : 수촌수위표 지점(삼교천)의 강수량

<표 3.2-16>

유황분석

(단위:m³/sec)

하천명	지 점 명	유역면적 (km²)	연평균 강우량(mm)	갈수량 (Q355)	저수량 (Q275)	평수량 (Q185)	풍수량 (Q95)
삼교천	수촌수위표	223.26	1,173.0	0.26	1.00	2.57	6.78
홍성천	하구부	5.61	1,241.9	0.0069	0.0266	0.0684	0.1804

<표 3.2-17>

평균 및 기준갈수량

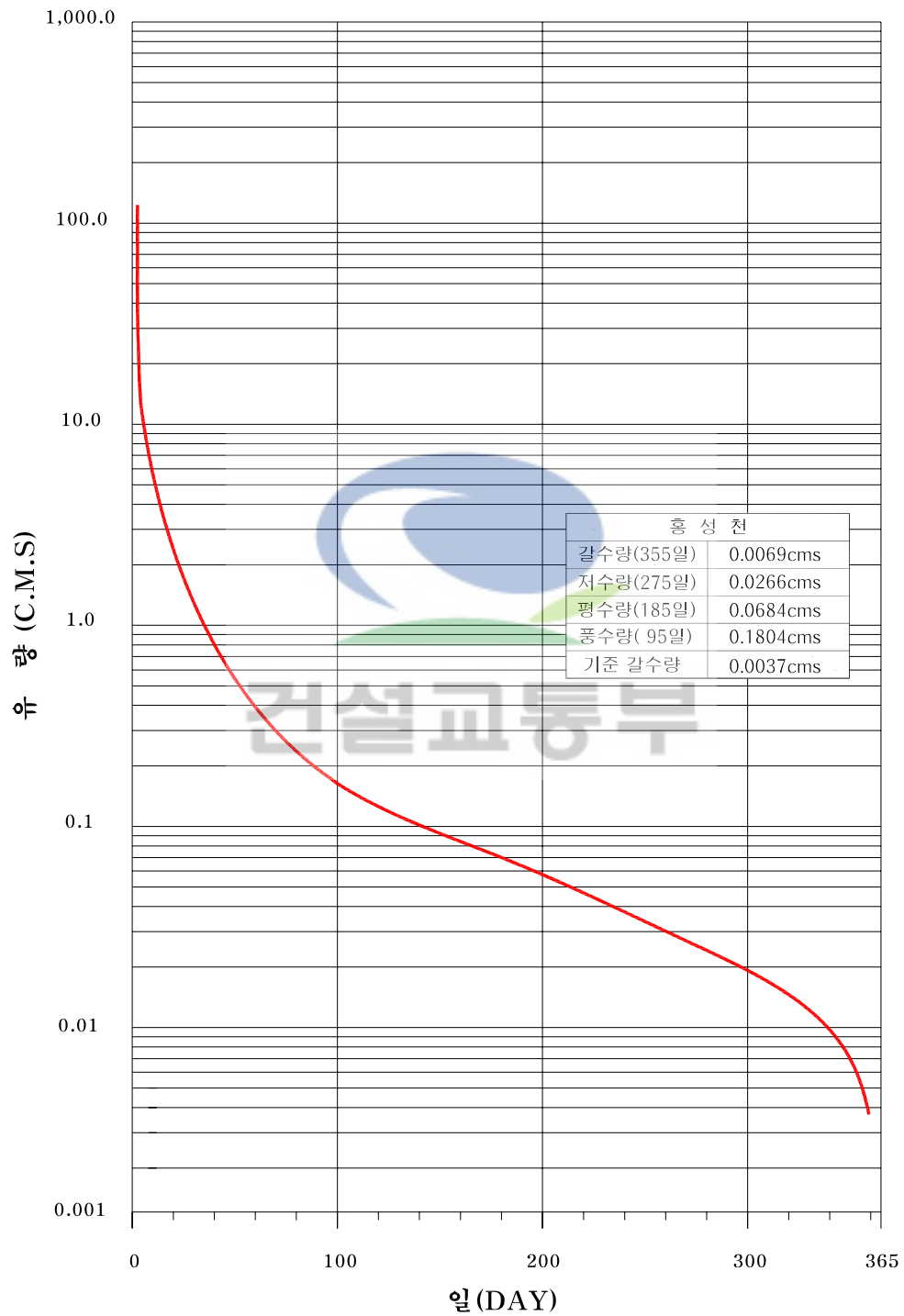
(단위:m³/sec)

지 점 명	유역면적 (km²)	평균갈수량 (m³/sec)	기준갈수량 (m³/sec)	비고
수촌수위표	223.26	0.26	0.14	
홍성천하구	5.61	0.0069	0.0037	

주) ① 자료 : 삼교천 하천정비기본계획 보완(1994.3, 건교부)

② 본 유황의 갈수량은 비유량법으로 인근자료를 이용하였으므로 본 유역내 수위관측소를 설치한 후 수위-유량 측정을 실시하여 검정수정하여야 할 것이다

유 황 곡 선 도



<그림 3.2-9> 유황곡선

3.2.5 과거 주요홍수사상

과거 본 유역에서 발생한 주요홍수 조사는 대상하천 유역내 수위관측소가 설치된 상태에서 과거 홍수기록에 대한 분석을 통하여 파악할 수 있으며 하천치수 종합대책 수립에 기초자료로 활용할 수 있으나 본 조사구간에 위치한 수위관측소가 전무한 실정이므로 관측소의 강우자료를 이용하여 분석하였다

서산기상대 일 강우자료를 분석하여 1일 최대, 2일 최대, 3일 최대 및 연최대 강우량을 산정하였다

1일 최대 강우량은 274.5mm(1999.8.2), 2일 최대 강우량은 432.5mm(1995.8.23~8.24), 3일 최대 강우량은 1995년 8월 23일부터 24일까지 2일간 486.0mm의 강우가 발생한 것으로 나타났다.

또한, 최대 연강우량은 1999년의 1,826.6mm로서 우리나라 연평균강우량 약 1,250.0mm의 약 1.4배에 해당하는 많은 양의 강우가 발생하였다

서산기상대의 주요 강우관측기록을 5순위까지 정리하여 나타내면 다음 <표 3.2-18>과 같다.

<표 3.2-18>

서산기상대 주요강우 관측기록

순 위	1일 최대		2일 최대		3일 최대		연 최대		비 고
	발생일	강우량 (mm)	발생일	강우량 (mm)	발생일	강우량 (mm)	발생일	강우량 (mm)	
1	1999.8.2	274.5	1999. 8.2~3	432.5	1995. 8.23~24	486.0	1999	1,826.6	
2	1995.8.23	236.1	1995. 8.23~24	388.8	1999. 8.2~3	469.1	1990	1,788.3	
3	1972.8.19	189.9	1974. 7.8~9	253.0	2000. 8.25~26	330.5	1998	1,711.9	
4	1984.9.1	179.1	1972. 8.18~19	245.5	1984.8.31 ~9.02	276.9	1987	1,527.8	
5	2003.6.27	171.5	1990. 9.10~11	244.6	1990. 9.10~11	260.5	1980	1,469.3	

주) 서산기상대의 1971~2004년의 최대 강우량은 기상청 자료입

3.3 하도의 특성

하도란 하천의 구성요소로서 유수가 소통하는 공간을 의미하며 제방 또는 하안과 하상으로 둘러싸인 부분이다. 하도의 형상은 하천유수와 함께 유송되는 토사의 퇴적 및 세굴에 따라 지속적으로 변화하게 된다

본 과업에서는 홍성천에 대하여 하천밀도 하상계수 등 하도의 특성인자를 산정하고, 하도의 평면형, 종단형 및 횡단형 등의 하도형상과 하상변동현황에 대하여 분석하였다.

3.3.1 하도의 특성인자

1) 하천밀도

하천밀도(River density)는 유역내 수계의 발달정도를 정량적으로 나타내는 수치로서 본류와 지류를 포함한 전체 하천의 총길이를 유역면적으로 나눈 값이다

하천밀도는 유역에 내린 강수를 배제할 수 있는 배수체계의 효율성을 가늠할 수 있는 척도이며, 하천밀도가 큰 경우 유역반응시간이 짧아진다

본 과업에서는 각 과업대상 하천의 유역면적과 1/25,000 수치지형도 및 GIS를 사용한 유역특성분석에서 산정된 하천의 총연장을 참고하여 <표 3.3-1>과 같이 하천밀도를 산정하였다

<표 3.3-1>

하천밀도

하 천 명	유역면적(A) (km ²)	하천총연장(L) (km)	하천밀도(L/A) (km/km ²)	비 고
홍 성 천	5.61	3.84	0.68	

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

2) 하상계수

하상계수는 최대유량을 최소유량으로 나눈 값으로서 유황의 안정성을 판단하는 척도이다.

본 과업에서는 홍성천 유역내에 위치한 수위관측소가 없는 관계로 최대유량은 하구부의 2년빈도 계획홍수량(Q_{2year})과 최소유량은 금회산정된 홍성천 하구지점의 유황 자료(Q₃₅₅)를 이용하여 검토한 결과 동지점의 하상계수는 1,400으로 하천수량의 변동폭이 매우 크게 나타났다.

<표 3.3-2>

하상계수

하 천 명	최대유량(Q _{2year}) (m ³ /sec)	최소유량(Q ₃₅₅) (m ³ /sec)	하상계수	비 고
홍 성 천	42	0.03	1,400	

주) 우리나라 주요강의 하상계수 한강(393), 낙동강(372), 금강(299)

3) 하상구성 물질

금회 과업대상 하천에 대한 하상구성물질을 조사한 결과 대체적으로 조립 혹은 중립질 모래로 구성되어 있으며, 일부 자갈과 모래가 혼재하는 것으로 나타났다. 구체적인 하상구성물질 조사 결과는<표 3.3-3>과 같다.

<표 3.3-3>

하상구성물질

하천명	측점 (No.)	비중	입 도 분 석 결 과(%)									
			50.8 (mm)	38.1 (mm)	19.1 (mm)	9.52 (mm)	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
홍성천	0	2.65	100.0	93.0	81.5	79.3	76.0	68.7	58.2	40.8	21.2	9.5
	16	2.64	100.0	92.3	62.6	53.6	44.4	32.7	22.0	12.9	7.1	4.0

3.3.2 하도의 평면형

사행하도에서는 만곡의 외측에서 수위가 상승하고 유속이 국부적으로 증가함에 따라 하도의 유심편향측 제방에 가해지는 힘이 증가하므로 제방 붕괴 위험이 증가한다.

따라서, 하천의 법선을 결정함에 있어 현재의 지형과 하도의 곡률반경을 고려하여야 하며, 부득이하게 급한 사행구간이 형성될 경우 수제 등의 구조물을 설치함으로써 유속을 저감하여 제방의 안정성을 도모하여야 한다.

본 과업구간의 경우 대부분이 직선형으로 형성되어 있으며 하도계획시 이를 고려하여 계획하였다.

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

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

사행하도에서는 만곡의 외측에서 수위가 상승하고 유속이 국부적으로 증가함에 따라 하도의 유심편향측 제방에 가해지는 힘이 증가하므로 제방 붕괴 위험이 증가한다.

따라서, 하천의 법선을 결정함에 있어 현재의 지형과 하도의 곡률반경을 고려하여야 하며, 부득이하게 급한 사행구간이 형성될 경우 수제 등의 구조물을 설치함으로써 유속을 저감하여 제방의 안정성을 도모하여야 한다

본 과업구간의 경우 대부분이 직선형으로 형성되어 있으며 하도계획시 이를 고려하여 계획하였다

금회 과업대상 하천은 도심관류하천으로서<표 3.3-4>의 평면형 조사 결과와 같이 대부분의 구간에서 사행이 나타나고 있으며 홍성천의 경우 최소 곡률반경은 45m, 최대 곡률반경은 60m로 나타나고 있다.

또한, 대부분의 사행구간에서 Leopold와 Wolman의 경험식에 곡률반경을 적용하여 계산된 하폭이 실제하폭보다 크게 산정되었으며 암반이 노출되어 더 이상의 침식이 없는 구간을 제외하면 오랜 시간이 지난후 현재보다 사행이 다소 심화될 것으로 판단된다.

금회 과업대상 하천의 하폭 및 저수로폭 현황을 조사한 결과금회 과업대상 하천의 횡단형이 대부분 단단면으로서 하폭과 저수로폭이 유사한 것으로 나타났다.

<표 3.3-4>

하도의 평면형

하천명	사행구간(No.)	곡률반경(m)	유심편향측	하 폭(m)		만곡도	비 고
				현 재	계 산		
홍성천	3 ~ 6	60	좌안	16 ~ 21	23	1.10	
	6 ~ 7	51	우안	13 ~ 21	19	1.13	
	8 ~ 9	45	우안	11 ~ 15	17	1.11	

3.3.3 하도의 종단형

하도의 종단형을 나타내는 대표적인 인자인 하상경사는 유역의 유출도달시간, 하도의 세굴, 퇴적 등에 직접적인 영향을 주는 요소이다

금번 과업대상 하천인 홍성천에 대한 하상경사는 금회 하천측량에 의한 최심하상고와 현황측량성과 및 지형도를 이용하여<표 3.3-5>와 같이 분석하였으며, 하천별 종단도는 <그림 3.3-1>과 같이 분석되었다.

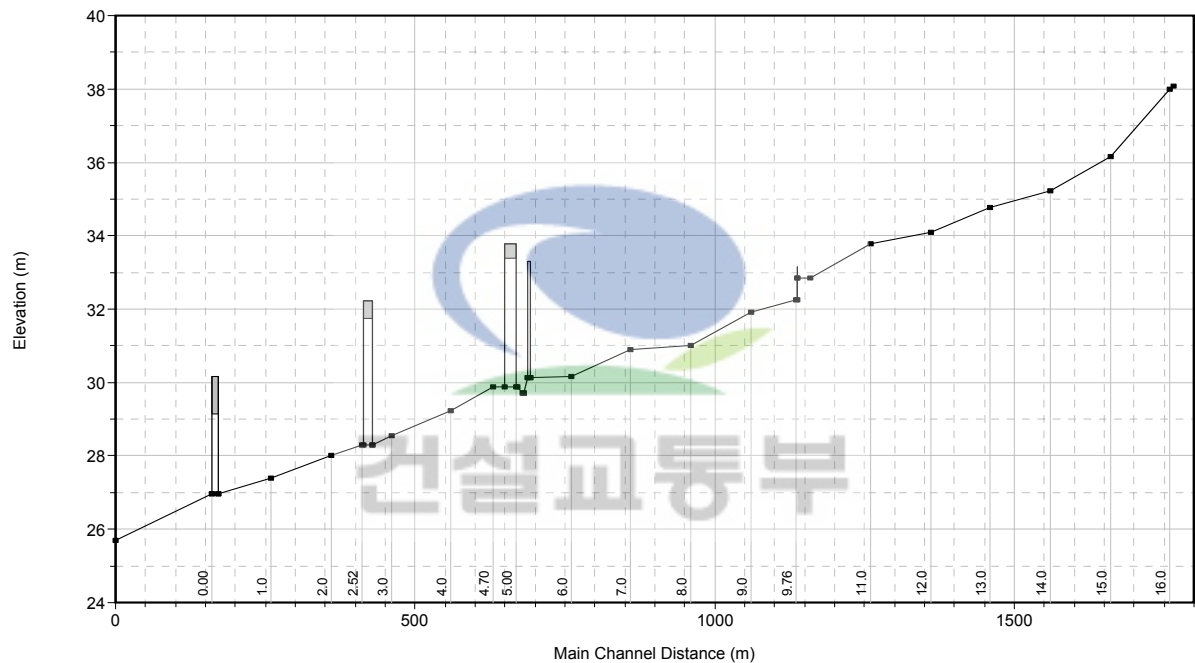
여기서 하상경사를 기준으로 살펴보면 홍성천 하류부의 옥암2교(No.0)에서 옥암2교(No.2+60) 구간은 하천형태가 정비된 단면으로 1/200의 비교적 완만한 경사를 보이고 있으며, 옥암2교(No.2+60)에서 과업시점(No.16+5)까지의 하상경사가 1/16

7~1/120로 하류보다 다소 급한 경사를 나타내고 있다

<표 3.3-5>

하 상 경 사

하천명	구 간	측 점 (No.)	하상경사	비 고
홍성천	옥암교(과업종점)~옥암2교	0 ~ 2+60	1/200	
	옥암2교~옥암BOX교	2+60 ~ 4+90	1/143	
	옥암BOX교~옥암1보	4+90 ~ 9+77	1/167	
	옥암1보~과업시점	9+77 ~ 16+5	1/120	



<그림 3.3-1> 하천종단도

3.3.4 하도의 횡단형

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

하도의 횡단형은 일정한 단면적에 대하여 최대의 유량을 소통시킬 수 있도록 하도의 통수기능을 최대로 하되 이에 따른 소요비용을 최소로 하기 위해서 하도 단면은 가능한 한 주어진 단면적에 대하여 윤변이 작게 되는 것을 택하여야 한다. 이런 측면에서 볼 때 하도단면은 복단면보다 단단면이 유리하나 우리나라와 같

이 하상계수가 큰 경우에는 하천관리 측면에서 복단면이 유리하다

따라서, 하도의 횡단형은 저수시 하도관리와 홍수시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 한다

금회 과업대상구간에 대한 하도의 횡단형을 살펴보면 홍성천은 전구간이 단단면으로 구성되어 있는 것으로 조사되었다

3.3.5 하상변동 현황

하상변동이란 장기적으로는 하상저하와 상승 단기적으로는 국부세굴 및 홍수시 하상변화 등 자연적 또는 인위적 요인에 의한 하상고의 변화를 의미한다

금회 과업대상 하천은 과거에 기 조사된 자료가 전무한 실정이어서 부득이 금회 실시한 중·횡단측량성과에 대하여 검토한 결과 보로 인한 퇴적에 의해 보의 직상류부 등에서 약간의 하상저하를 보이고 있으나 과업구간 전체적으로는 하상저하를 보이는 구간은 없는 것으로 조사되었다

<표 3.3-6>

과업하천 최심하상고 조사현황

하천 명	측 점 (NO.)	하구로부 터의 거리(m)	최 심 하상고 (EL.m)	비 고	하천 명	측 점 (NO.)	하구로부 터의 거리(m)	최 심 하상고 (EL.m)	비 고
홍 성 천	0	0	26.97	옥암교	홍 성 천	8	800	31.01	
	1	100	27.40			9	900	31.92	
	2	200	28.00			9+77	977	32.25 32.85	옥암1보
	2+60	260	28.31	옥암2교		10	1,000	32.85	
	3	300	28.56			11	1,100	33.77	
	4	400	29.23			12	1,200	34.1	
	5	500	29.89	옥암BOX교		13	1,300	34.77	
	5+20	520	29.80 30.05	무명보		14	1,400	35.22	
	5+30	530	30.14	옥암3교		15	1,500	36.16	
	6	600	30.16			16	1,600	37.98	
	7	700	30.89			16+5	1,605	38.07	

3.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

3.4.1 하천사업의 연혁

1) 하천개수현황

우리나라의 하천개수사업은 을축년 대홍수(1925년)을 계기로 본격적으로 착수되기에 이르렀다. 하천개수는 전후 복구기였던 1954년~1961년과 이후 제1차~제4차 경제개발 5개년 계획추진(1982년~1986년)으로 본격적으로 이루어졌으며 80년대 중반 대홍수를 겪으면서 『삼교천 하천정비 기본계획(1986, 충청남도)』, 『수해상습지 2단계 기본계획조사(1987, 건교부)』 및 『삼교천 하천정비 기본계획(보완)(1994, 건교부)』, 『삼교천·효교천 하천정비 기본계획(1996, 충청남도)』에 의해 삼교천 수계 전반의 하천에 하천개수사업이 2005년도 현재까지 진행되고 있다.

홍성천 과업대상구간 하류부는 『홍성천 하천정비 기본계획(2004, 충청남도)』에 의거하여 하천개수사업이 이루어지고 있으며 금회 과업대상 구간은 옥암(No.0)에서 옥암BOX교(No.5) 구간에 대해 우안측 아파트 단지가 형성되면서 부분적으로 개수공사가 실시된 상태이며 나머지 구간에 대해서는 자료가 보존되어 있지 않아 정확한 내용은 파악할 수 없는 상태이다.

금회과업대상 하천의 개수현황을 살펴보면 홍성천의 과업대상 하천연장은 1,605m에 요개수연장은 2,850m이며, 완전개수 연장은 520m, 불완전개수 연장은 420m로 조사되었다.

과업대상 하천구간에서의 전체 개수율은 완전개수 제방을 기준으로 할 때 18.3%이며, 불완전개수 제방을 포함한 전체 개수율은 33.0%로 조사되었다.

이는 충청남도의 불완전개수를 포함한 개수율이 84.2%임을 고려할 때 매우 부족한 것으로 나타났으며, 도시관류하천임을 감안하여 하천개수공사가 조속히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

각 하천별 개수현황은 <표 3.4-1>와 같다.

<표 3.4-1>

하천 개수 현황

하천명	하 천 연 장 (m)	요개수 (m)	완전개수		불완전개수		미 개 수		비 고
			연 장 (m)	비 율 (%)	연 장 (m)	비 율 (%)	연 장 (m)	비 율 (%)	
충청남도	2,994,180	4,606,360	3,411,310	74.1	464,020	10.1	731,030	15.8	
홍성천	1,605	2,850	520	18.3	420	14.7	1,910	67.0	

주) 충청남도 개수현황: 하천일람(2004, 건교부)

가. 요개수

하천의 좌·우안에 제방을 설치하였거나 설치할 필요가 있는 구간에 대한 연장으로 완전개수·불완전개수·미개수 구간의 연장을 합한 값임

나. 완전개수

완성제방(계획홍수량에 대한 구조적 안전성이 확보된 제방)의 연장 즉, 하천설계 기준에서 정한 필요한 홍수여유고와 단면을 가진 제방의 연장을 나타냄

다. 불완전개수

제방은 있으나 완성제방에 미달하여 단면의 보강이 필요한 제방의 연장을 나타냄.

라. 미개수

향후 제방을 설치하여야 할 필요가 있는 구간의 연장을 나타냄

3.4.2 수해 및 가뭄피해현황

1) 수해현황

가. 수해발생 원인

우리나라는 몬순지대에 속하는 대륙성 기후권에 속해 있어 하절기인 6~9월 사이에 다량의 집중강우로 인하여 빈번한 수해가 발생하고 있다

구체적인 원인으로는 중국대륙 및 동지나해에서 발생하는 저기압이 하절기의 극전선(장마전선) 및 남양군도 부근에서 발생되어 이동해 오는 태풍 등에 기인한다. 특히 풍수해를 가중시키는 원인으로 연간 강수량의 2/3가 하절기에 집중적으로 내려 큰 풍수해의 원인이 되고 있다

과거 우리나라의 주요 호우 및 태풍피해 우선 순위 10위 중 7개가 최근 10년 안에 발생되었으며, 이는 최근의 기상이변으로 인한 집중호우뿐 아니라 하천연안으로 급속한 도시화가 진행되고 그에 따른 재산의 집중과 무분별한 개발로 인한 유출증가 등에 기인하는 것으로 판단된다

한편, 과거 우리나라의 주요 호우 및 태풍피해현황은 <표 3.4-2>과 같다.

<표 3.4-2> 과거 주요호우 및 태풍피해현황(피해액순)

구분 연도	피 해 내 용		주 요 피 해 지 역	이재민 (인)	인명피해 (사망, 실종)	피해액 (백만원)
	기 간	내 용				
2002년	8.30~9.1	태 풍(루사)	전국	63,085	246	5,262,200
2003년	9.12~9.13	태 풍(매미)	전국	61,844	131	4,222,485
1998년	7.31~8.18	집 중 호 우	전국(제주제외)	24,531	324	1,319,014
1999년	7.23~8. 4	집중호우, 태풍	전국	25,327	67	1,132,380
2002년	8. 4~8.11	호 우	전국(제주제외)	8,107	23	938,514
1990년	9. 9~9.12	집 중 호 우	서울, 경기, 강원, 충북	187,265	163	772,955
1987년	7.15~7.16	태풍(HELMA)	남해, 동해	99,516	345	631,135
1995년	8.19~8.30	집중호우, 태풍	경기, 강원, 충남, 충북	24,146	65	580,177
1987년	7.21~7.23	집 중 호 우	충부	50,472	167	531,458
1996년	7.26~7.28	집 중 호 우	서울, 경기, 강원, 인천	16,933	29	526,785

주) 1. 자료 : 재해연보(2003, 행정자치부 중앙재해대책본부)

2. 피해액은 2003년도 가격기준으로 환산한 수치임

나. 최근 홍수피해 현황

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

과거 수해현황을 파악하기 위해 1994년부터 2003년까지 홍성군의 수해 상황을 조사한 결과, 최대 홍수피해는 1995년에 발생하였으며, 최근 10년 동안의 홍성군의 연평균 피해상황을 보면 사망 0인, 이재민 33인, 침수면적 12,618ha이고 전체피해액은 5,662,740천원으로 나타났다.

최근 홍성군의 홍수피해 현황은 <표 3.4-3>와 같다.

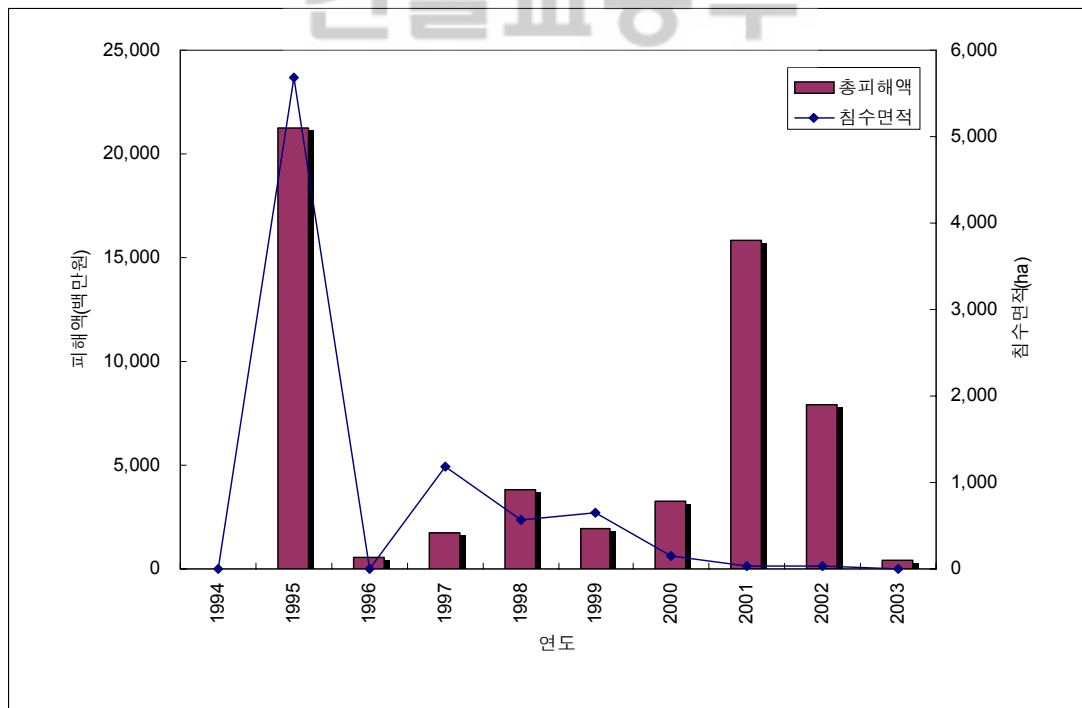
<표 3.4-3>

홍수피해 현황(최근 10개년)

연도	종목	사망 실종 (인)	이재민 (인)	침수 면적 (ha)	피 해 액(천원)				
					건 물	선 박	농경지	공공시설	기 타
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	201	5,686	172,049	0	2,296,723	18,388,040	383,746	21,240,559
1996	-	1	-	2,857	41,568	-	-	533,695	578,120
1997	-	73	119,060	3,410	-	55,971	1,626,565	73,478	1,759,425
1998	-	4	570	10,130	-	309,975	3,413,611	74,107	3,807,823
1999	-	22	649	55,874	-	2,771	1,690,391	165,203	1,914,239
2000	-	15	153	95,823	-	54,203	2,093,769	994,499	3,238,294
2001	-	-	32	-	-	-	-	15,800,831	15,800,831
2002	-	11	30	82,798	4,600	2,732	6,263,423	1,546,691	7,900,244
2003	-	-	-	-	-	-	8,144	379,722	387,866
평 균	-	33	12,618	42,294	4,617	273,052	3,385,552	1,957,225	5,662,740

주) 1. 자료출처 : 재해연보(행정자치부 소방방재청)

2. 피해액은 2003년도 가격기준으로 환산한 수치임



<그림 3.4-1> 홍성군 홍수피해현황

2) 가뭄 현황

가. 가뭄의 정의 및 종류

가뭄이란 비정상적인 수분부족이 상당기간동안 계속되는 현상으로 정의할 수 있으며, 크게 기상학적 가뭄과 수문학적 가뭄으로 구분할 수 있다

기상학적 가뭄(meteorological drought)은 강수량이 작아서 발생하는 경우이고 수문학적 가뭄(hydrological drought)은 강수량의 부족뿐만 아니라 증발산량의 증가 등으로 인해 하천유량의 감소, 저수지 수위저하, 토양수분의 고갈, 지하수위의 저하 등으로 용수공급에 문제가 생기는 경우를 의미한다

한편, 용수공급 중에서도 농업용수 부족의 원인이 되는 토양수분의 고갈로 농작물 수확에 문제를 일으키는 가뭄을 농업가뭄(agricultural drought)으로 분류하기도 한다.

이같이 보는 관점에 따라 가뭄을 분류할 수 있으나 본질적으로 가뭄은 강수량의 비정상적인 부족과 증발산량의 과다로 인해 발생하는 것이며 각종 용수 공급 부족으로 인한 경제적인 피해를 동반하게 된다

나. 가뭄평가

가뭄을 평가하는 지표로는 기상학적 지표와 수문학적 지표로 평가될 수 있고 기상학적 지표로는 과우량(寡雨量), 과우일수(寡雨日數)로, 수문학적 지표로는 저수율로 나타낼 수 있다.

(1) 기상학적 지표에 의한 가뭄평가

기상학적 지표에 의한 가뭄 평가는 과우량(寡雨量) 및 과우일수(寡雨日數)로 나타낼 수 있다. 과우의 ‘과’는 ‘적다’라는 뜻이며, 과우량 및 과우일수를 산정하는 데에는 물리적 의미와 체감 가뭄을 기준으로 할 수 있다

일반적으로 물리적 의미의 과우량은 표토층의 경운깊이를 15cm로 보고 공극율을 60%일 때, 공극의 50%가 물로 포화되었을 경우 필요한 우량으로 정의할 수 있으며, 이때 작물의 생육조건을 만족한다고 볼 수 있다

여기에서 강우의 손실이 작물에 의한 차단과 삼투능에 의해 25%가 발생한다고 하면 과우량은 다음 식과 같이 산출될 수 있다

$$150\text{mm} \times 0.6 \times 0.5 / (1 - 0.25) = 60\text{mm}$$

체감 가뭄을 기준으로 하여 과우량 및 과우일수를 산정하는 방법은 다음과 같

다.

- ① 5, 6, 7, 8월의 일 강수량 자료로부터 단독 1일 강수량이 5mm 이하이거나 연속 2일 이상 강수량이 5mm 이하일 경우 무강우로 취급하고 일 강수량을 누가 한다.
- ② 누가 강수량이 50mm, 60mm, 70mm 등 여러 가지 기준에 달할 때까지의 과우지속일수를 계산한다
- ③ 계산결과를 과거 가뭄기록으로부터 비교하여 과우일수를 결정하고 이때의 누가 강수량을 과우량으로 정의한다

대전지역의 35개년(1960년~1994년)에 대한 과우량 50mm, 60mm, 70mm 별 과우지속일수 분석결과, 과우량 70mm 일 때, 1968년과 1982년의 가뭄현황을 잘 표현하는 것으로 나타났다. (<표 3.4-4> 참조)

과우량 70mm 일 때의 과우일수에 의한 빈도 분석 결과 1992년의 과우일수 63일은 약 50년 빈도에 해당하는 것으로 나타났다 (<표 3.4-5> 참조)

<표 3.4-4>

과우일수(대전지방)

년 도	50mm	60mm	70mm	년 도	50mm	60mm	70mm
1960	38	38	38	1978	40	41	41
1961	24	24	27	1979	22	26	29
1962	38	39	39	1980	21	26	26
1963	24	26	26	1981	43	50	50
1964	28	31	36	1982	54	54	54
1965	44	46	46	1983	44	44	51
1966	30	35	42	1984	35	37	37
1967	53	54	55	1985	44	44	50
1968	41	41	41	1986	28	30	34
1969	35	41	43	1987	28	33	33
1970	28	28	28	1988	39	39	49
1971	30	30	30	1989	35	36	36
1972	47	48	52	1990	32	39	42
1973	40	42	49	1991	26	33	34
1974	30	32	42	1992	57	57	63
1975	29	34	35	1993	25	25	26
1976	37	39	39	1994	42	43	46
1977	39	46	50				

주) 자료출처 : '94, '95 가뭄극복(농림수산부)

<표 3.4-5>

과우일수에 의한 가뭄빈도

(과우량 70mm 기준)

구 분	과 우 일 수(일)							비 고
	평 년	3 년	5 년	10년	20년	50년	100년	
대전지방	39	43	47	53	58	65	70	Gumbel-Chow 방법으로 분포

(2) 수문학적 지표에 의한 가뭄평가

과우일수가 아무리 길더라도 저수지의 유효수량이 많이 확보되어 있다면 가뭄이 들었다고 볼 수 없다. 따라서 가뭄을 평가하기 위해서는 기상학적 가뭄평가와 동시에 하천의 유량이나 저수지의 저수량을 가지고 가뭄을 평가할 수 있는 수문학적 가뭄평가가 동시에 수행되어야 한다

저수지의 저수율이란 저수지의 만수량에 대한 현재 저수량비를 백분율로 나타낸 것으로 수문학적 가뭄평가의 지표로 활용될 수 있다

충청남도내 농조관할 저수지의 28개년(1967년~1994년)에 대한 연도별 최저 저수율은 1978년에 저수율 12%로서 이는 가뭄빈도 20년 정도에 해당하는 가뭄으로 분석된다.

<표 3.4-6>

연도별 최저 저수율(충청남도)

년 도	저수율 (%)	년 도	저수율 (%)	년 도	저수율 (%)	년 도	저수율 (%)
1967	25	1974	65	1981	37	1988	18
1968	15	1975	48	1982	24	1989	32
1969	35	1976	25	1983	61	1990	67
1970	40	1977	30	1984	55	1991	57
1971	60	1978	12	1985	49	1992	34
1972	34	1979	74	1986	61	1993	63
1973	33	1980	78	1987	64	1994	39

주) 자료출처 : '94, '95 가뭄극복(농림수산부)

<표 3.4-7>

저수율에 의한 가뭄빈도

구 분	저 수 율(%)						비 고
	평 년	3 년	5 년	10년	20년	30년	
충청남도	44.3	35.7	27.7	19.3	12.8	9.7	Weibull-Method로 빈도처리

다. 가뭄피해 현황

(1) 과거의 가뭄피해

과거의 가뭄피해는 조선조시대 기록을 보면 약5년마다 한번 꼴인 89회로 가뭄 피해를 입었으며, 특히 1594년, 1671년, 1697년 전국적인 가뭄으로 인한 대흉작이 발생되었던 것으로 기록되어 있다.

또한, 최근 40년 동안 한반도에서는 5~8년마다 극심한 가뭄을 경험하였고 '90년 이후는 1~2년마다 전국 또는 지역에 따라 크고 작은 가뭄이 발생하고 있다

<표 3.4-8> 주요 가뭄발생 년도

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

주) 1. 자료) '94, '95 가뭄극복(1995, 농림수산부, 농어촌진흥공사)

2. ____친 이텔릭체는 강수량이 특히 적었거나 농작물 피해가 상대적으로 큰 해임

<표 3.4-9> 주요 가뭄 발생 현황

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

주) 농촌연구원, 2001.

가뭄피해액은 '92 추정가액이며 '94년은 당시 추정금액임

가뭄대책비는 '92까지는 '92년도 가격 기준이며, '94는 '94년도 현재 가격임

1960년대 이후에 발생한 주योग뎡기간은 '67~'68년의 호남 및 영남지역에 극심했던 가뎡과 '76~'77년, '81~'82년, '87~'88년의 영남지방가뎡, 그리고 '94~'95년의 영·호남 지역 및 중부 일부지역에서 발생했던 것으로 기록되어 있다.

가뎡면적이 가장 크게 발생한 1968년의 경우 3개월 지속기간 과우일수 빈도는 50년 빈도로 그 당시 화폐가치로 약 7,009억원의 피해가 발생했으며, 약 56억원의 가뎡 대책비가 소요되었다. 한편, 가뎡이 가장 심했던 1968년의 경우 저수율도 4%로 약 30년 빈도에 해당하여 농번기의 가뎡은 그 해 이른봄부터 예고되는 것으로 평가될 수 있다.

'80년대 이후부터는 10년 빈도 미만의 가뎡에서도 일천억원 이상의 가뎡피해가 발생되어 가뎡관리의 중요성을 잘 보여주고 있다

참고로 우리나라 5대 가뎡의 특징을 살펴보면 <표 3.4-10>과 같다.

<표 3.4-10>

우리나라 5대 가뎡

연 도	가 뎡 진 행 상 황	비 고
1939	가장 심한 가뎡으로 낙동강 유역이 가장 심했으며 전국적으로 200-400mm의 물 부족을 기록하였음.	
1968	영산강, 낙동강 유역이 가장 심했으며 영산강 나주지점에서는 1968년 6월('67~'68) 26일부터 8월 11일까지 유출이 전무하여 하천 표류수의 고갈을 보였음	
1978	영산강유역의 목포지방을 중심으로 서남해안 지방과 낙동강 유역의 영천('77~'78) 및 밀양지방이 가장 심한 피해를 당함	
1982	생활용수의 부족이 심한 지역은 여수 및 다도해 도서지구 광주, 목포, 부산('81~'82)이었으며, 공업용수는 부산지방의 마산 창원 공업단지가 심각하였음. 특히 충청이남, 경남·북 지방의 가뎡이 극심하였으며 낙동강은 본류를 제외하고 모든 지류가 말라 버렸고 본류의 유량은 안동댐의 방류량에 의존하였으며 이때 안동댐의 수위는 사수위에서 4m을 기록하여, 초비상대책을 강구하였음.	
1994	본 가뎡은 '96년 봄까지 지속되었으며 중부지방보다 남부지방에서의 물(94~95) 부족이 심하였음. '94년 전국 평균 강우량은 973mm로 예년 평균의 76.4%로 특히 충청·호남·영남지역은 예년 평균의 54%~70%정도였음. 이 기간동안 49개 시·군의 약 36만명이 제한급수를 받아 급수대책으로 많은 비용이 지원되었고 농업용수 확보를 위한 가뎡대책비로 4,827억원, 저수지 준설을 위해 922억원이 지원되었음. (행정자치부, 1998).	

주) 자료출처 : 가뎡기록조사보고서, 2002, 건설교통부

한편, 최근에 충청남도 지역의 가뭄피해가 심했던 1994~1995년의 가뭄에 따른 농작물 피해면적 및 대책을 살펴보면 <표 3.4-11>, <표 3.4-12>와 같다.

<표 3.4-11> 농작물 피해면적 (단위:ha)

연 도	구 분	논					밭				
		재배면적	계	고갈	균열	위조 고사	재배면적	계	두류	고추	기타
'94	전 국	1,115,000	147,892	90,248	54,359	3,285	874,935	72,227	24,830	19,125	28,272
	충 남	171,400	106	106	-	-	-	-	-	-	-
'95	전 국	1,115,000	20,370	12,615	4,377	3,378	-	-	-	-	-
	충 남	171,400	1,598	624	263	711	-	-	-	-	-

주) '94, '95 가뭄극복(농림수산부)

<표 3.4-12> 충청남도 가뭄대책

연 도 대책별	1982년	1994년	1995년
급 수 실 적	138,366ha	17,593ha	1,631ha
간이용수개발	35,821개소 28,455ha	4,989개소 14,606ha	2,103개소 14,813ha
인 력 동 원	966,000명	561,076명	116,364명
중장비 가동	1,539대	155,173대	25,532대
저수지 준설	-	1,100개소 9,967(천m³)	131개소 2,933(천m³)
지하수 개발	-	819개소	1,801개소

주) '94, '95 가뭄극복(농림수산부)

(2) 2001년 가뭄피해

2001년 3월에서 6월 사이 전국적으로 극심한 가뭄이 발생하였으나 충청남도 홍성군 지역은 강수량 부족으로 인한 큰 피해는 없는 것으로 조사되었다

라. 가뭄대책

가뭄대책은 크게 용수 수요관리 대책과 공급관리 대책으로 나뉘어진다. 용수 수요·공급 관리 대책은 각각 단기대책과 중·장기대책으로 나뉘어 있는데 그 내용은 <표 3.4-13>과 같다.

<표 3.4-13>

가 뭄 대 책

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

<표 3.4-13> 계속

가 물 대 책

대 책 별	행 동 내 용
용 수 공 급 관 리 대 책	중 · 장 기 대 책 ○ 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(제한수위의탄력적 운영) － 댐 건설 개선(다단취수, 산소주입, 여수로 통수능 확대) － 저수지 폭기시설 보급(조류억제, 수질보전) － 오염희석 목적의 댐 방류 지장 － 국부적 가뭄대책 수립(도서 포함) － 점오염원 대책(시설확충, 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

3.5.1 유수의 이용현황

용수이용은 크게 생활용수, 공업용수, 농업용수 등으로 구분할 수 있으며 홍성군 내의 홍성읍 용수공급은 보령댐 광역상수도에 의해 이루어진다

그리고 보령댐 광역배분량에 의해 유역 일대에 공급하고 있으며 홍성군 및 유관기관의 자료를 이용하여 실제 이용되는 하천수를 중심으로 유수 이용현황을 조사하였다.

1) 생활용수

본 홍성읍 유역내는 도심구간은 보령댐 광역상수도 또는 지방상수와 같은 급수시설의 혜택을 받고 있으며 도심지의 지역은 대부분 간이상수도 시설이나 소규모 급수시설을 이용하는 미급수지역으로 조사되었다

금회 본 홍성천 유역에서는 옥암리 일대는 광역상수도로 공급받고 있으며 나머지 월산2리는 간이상수도에 의해 공급받는 것으로 조사되었다

금번 과업대상 하천유역 내 생활용수 취수원 현황은<표 3.5-1>와 같다.

<표 3.5-1>

생활용수 취수원 현황

시설명		수원명	급수인구 (인)	시설용량 (m³/일)	급수량 (m³/일)	배수지 (m³)	비 고
홍성읍	보령댐 광역 상수도	광역 상수도	4,866	2,000	1,700	4,000	옥암리
	월산2	간이 상수도	53	-	20	-	월산2리

주) 시설용량은 광역상수 용량임

2) 공업용수

공업용수 이용현황을 파악하기 위해 홍성군의 자료협조를 통하여 조사한 결과 홍성군의 농공단지인 광천 구항 및 은하에서 가동중이나 본 유역내에서는 하천수를 직접 취수하는 업체는 없는 것으로 나타났다

3) 농업용수

일반적으로 농업용수는 주 수원공인 저수지나 양수장으로부터 취수한다저수지는 수혜지인 관개지구보다 상류에 위치하여 유역으로부터 유출량을 저류 한 후 용수를 공급하고, 양수장은 하천으로부터 직접 취수하여 용수를 공급하는 기능을

가지고 있기 때문에 하천의 유황에 따라 영향을 받는다

한편, 저수지나 양수장과 같은 주 수원공의 용수공급능력이 부족할 경우에는 관정이나 보 등의 보조수원공을 설치하여 용수를 공급하기도 한다

본 과업하천에서는 저수지에서 저류하고 있는 유효저수량과 양수장으로부터 직접 취수하는 취수량이 없는 것으로 조사되었다

3.5.2 용도지역 구분 등 토지이용 현황

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

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

○ 도시계획법 : 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 구분

본 계획에서 용도지역 및 도시계획 지정현황 조사는 홍성천 유역을 포함하는 홍성군의 자료를 이용하였다 조사결과 도시계획지역 지정은 홍성읍이 군 전체의 54.4%의 면적을 차지하고 있다

<표 3.5-2>

도시계획지역 지정현황

행정구역	계획인구 (목표년도) (인)	계 획 면적 (km ²)	용도지역(km ²)					비 고
			주 거 (합계)	상 업 (합계)	공 업 (합계)	녹 지		
						자연	생산	
홍성군	24,300	28.649	2.000	0.459	0.211	18.572	1.980	
홍성읍	20,000	15.583	1.545	0.260	0.118	10.227	0.642	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2004)

3.5.3 관광 · 위락 등 공간이용 현황

금회 과업하천 유역을 포함하는 홍성군은 수려한 자연경관과 오염되지 않은 자연환경, 풍부한 문화유산 등이 잘 보존되어 있어 관광지 및 문화행사 등의 볼거리가 풍부하다.

1) 관광지

가. 홍성8경

◎ 제1경 용봉산

용봉산은 높이는 낮지만 주변 전경이 수려하고 기암 괴석이 수석 같으며, 제2의 금강산이라 칭할 정도로 여느 명산에 비해 떨어지지 않는다. 또한 산 전체가 바위산이며, 산의 중턱에 백제시대의 고찰 용봉사와 고려시대 불상인 마애석불등 문화재가 많은 곳이다.



◎ 제2경 홍주성과 여하정

홍주성은 최장 1,772m에 달하였으나 810m만 현존하며 성내 관아 건물이 35동에 이르렀으나 조양문, 홍주아문, 안회당, 여하정만이 남아있다. 여하정은 고종 33년 홍주목사 이승우가 신축한 이래 역대 홍주목사들이 정사를 구상하며 휴식을 취하였던 곳



으로 목조기와의 6각형으로 된 수상정이다. 외래관광객들이 홍성을 방문하였을 때 빼놓지 않고 보는 곳이기도 하다

◎ 제3경 만해생가

일제 식민강점기에 독립운동가이며 승려이고 시인인 한용운선생께서 고종 16년에 태어난 곳이다. 생가는 앞면3칸, 옆면 2칸 규모의 초가인데 양옆으로 1칸을 달아내어 광과 헛간으로 사용하고 울타리는 싸리나무로 둘렀으며 바깥에 흙벽돌로 화장실을



만들었다. 이후 생가 좌측 뒤편에 사당과 삼문을 신축하였으며 사당 전면에 기존에 있던 건물을 개축하여 관리사로 사용하고 있다

◎ 제4경 그림이 있는 정원 (매현농원)

광천읍 매현리 산85-4에 위치하고 있는 매현농원을 76,364㎡의 개인 수목원으로 각종 수목 및 화훼류등 50종 6만여점이 조성되어 평일 500명, 주말 2,500여명이 찾고 있으며, 연중 수목 관광을 위해 관광객이 끊이지 않고 있다. 전시시설, 편의시설, 녹지 및 기타시설등으로 구성되어 관광객의 편의를 도모하고 많은 볼거리를 제공하고 있다



◎ 제5경 오서산

오서산은 충남 서북부 최고봉으로 정상 을 중심으로 약2km의 주능선이 온통 억새밭으로 이루어져 장관을 이루고 있으며 산 아래로는 질펀한 해안평야와 푸른 서해바다가 한눈에 들어와 한적하고 부용한 분위기를 느끼게 하는 곳이다. 또한 고혀 대운대사가 창건한 정암사가 중턱에 위치하고 있다.



◎ 제6경 남당항

광활하게 펼쳐진 천수만과 어우러진 제 종향으로 대하, 우럭, 새조개, 까나리, 새우, 기타 장어등이 풍성하여 남당항으로 횃집이 산재하고 있어 연중 미식가들이 즐겨 찾고 있는 홍성 유일의 바닷가 관광명소이다. 또한 매년 9,10월에 대하축제가 열려 미식가들이 이곳을 찾아 싱싱하고 담백한 대하를 시식하며, 관광객이 연중 찾고 있는 곳이다



◎ 제7경 백야 김좌진장군 생가

일제시대에 독립운동가였던 백야 김좌진장군이 태어나고 성장한 곳으로 1991년부터 성역화사업을 추진하여 본채와 문간채 사랑채를 복원하고 관리사 및 전시관 사당등이 건립하여 1일 방문객 300여명이 찾아와 김좌진장군의 삶을 배우는 역사의 현장으로 발돋움하고 있는 곳이다.



◎ 제8경 궁리포구

광활하게 펼쳐진 천수만을 앞에 두고 있으며 갯벌 체험등을 할 수 있는 체험장이 있어 많은 관광객들이 즐겨 찾고 있다. 일몰과 일출을 동시에 바라 볼 수 있는 곳이기도 하다. 또한 천수만을 끼고도는 임해관광도로의 경치가 일품으로 드라이브 코스가 환상적이다. 이곳에서 잡히는 어종으로는 대하, 새조개, 아나고등이 있다.



나. 가볼만 한 곳

◎ 죽도

홍성군 서부면 서쪽에 있는 군내 유일한 유인도로 섬주위에 대나무가 많이 자생하고 있어 죽도라 불린다 홍성읍 소재지에서 갈산면을 거쳐 서부면 남당리에 도착, 남당항 바로 앞 약 3.7km 지점에 푸른 섬 죽도가 있다. 올망졸망한 8개의섬이 달라붙어 있으며 24가구 70



여 명이 사는 유인도로 물이 빠지면 걸어서 돌아볼 수 있다 남당항에서 낚싯배를 타거나 개인적으로 배를 빌려야 한다

2) 문화행사

본 과업하천을 포함하는 홍성군에서 매년 열리는 문화행사는 다음표 3.5-3>와 같다.

<표 3.5-3>

홍성군 문화행사

행 사 명	주 관	개최일시	행사내용	비 고
남당대하축제	남당대하축제 추진위원회	9월 ~10월	대하축제, 즉석노래자랑등	
만해제	만해제추진위원회 홍성문화원	10월초순	추모행사, 문학의 밤등	
이봉주 마라톤대회	전국마라톤협회	10월초순	마라톤 및 기념품증정	
광천토굴새우젓 조선김축제	광천토굴새우젓 조선김축제 추진위	10월중순	행사, 공연 및 패션쇼등	
오서산악새품 등반대회	JCI KOREA 광천	10월초순	등반대회	
김좌진장군 전승기념행사	전승기념행사 추진위원회	10월말	추모행사, 씨름등	
최영장군배 도내 궁도대회	홍성군궁도협회	10월초순	궁도대회	

주) 자료: 내포문화의 중심 홍성(홍성군)

3.6 하천의 환경현황

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

본 과업과 관련한 하천환경정비방향 설정을 위하여 오염원 조사·하천수질, 하천생태조사 등을 실시하여 하천의 정비계획 수립시에 기초자료로 활용하였다

1) 오염원 조사

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

2) 하천수질, 저질조사

금회 과업대상인 홍성천에 대하여 주요지점 수질조사는 1개 지점을 선정하여 현장조사 4개 항목, 실험실분석 10개 항목을 2회에 걸쳐 조사 분석하였으며, 또한 1개 지점에서 저질조사(6개 항목)를 수행하여 수환경 계획과 장래수질 예측시 활용하였다.

3) 하천생태조사

식생의 구조와 상태는 그 지역의 자연생태 및 환경적 가치를 판단할 수 있는 중요 지표로서 사용되고 있다

하천정비기본계획 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 현황

하천의 오염원 현황 및 수질보전계획 수립시 참고자료로 활용하기 위하여 오염원을 점오염원과 비점오염원으로 구분하여 홍성천 유역내 배수구역별로 오염원 현황조사를 실시하였다

1) 오염원 분류

수계에 수질오염을 유발하는 오염원은 점오염원과 비점오염원으로 크게 대별될 수 있다. 점오염원은 유역에서 발생하여 관거를 통해 처리장으로 이송 처리하는 가정하수, 공장폐수, 축산폐수 등을 들 수 있으며, 비점오염원은 관거를 통하지 않

고 토지 등을 통하여 하천에 도달하는 경우로 농지에 살포된 비료 및 산림의 유기물질 등을 들 수 있다.

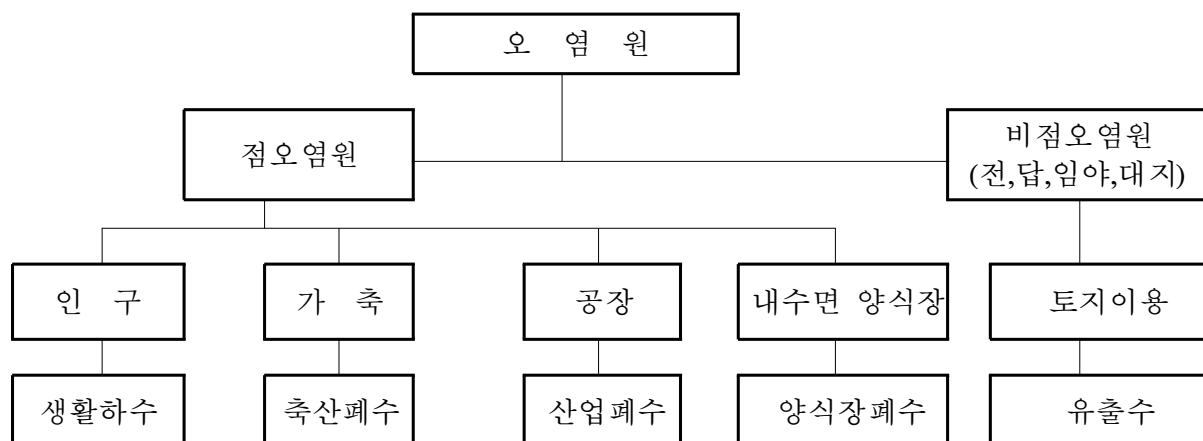
가축 폐수의 경우 대단위 집단 사육시에는 점오염원으로 구분되고 산개되어 있는 소규모 사육은 비점오염원으로 구분될 수 있으나 집단 가축 사육시에도 간이 처리 시설을 거친 후 토지살포, 퇴비화 등으로 처리되어지는 경우에는 토지이용 및 강우에 의해 수계에 유출되므로 엄격한 의미에서는 점오염원이라 할 수 없다

비점오염원의 경우 평상시에는 하천에 별 영향을 미치지 않으나 강우시에 우수와 함께 일시에 하천으로 유입되어 하천 수질을 오염시키는 것으로 본 과업에서는 수질에 영향을 미치는 점오염원으로 인구에 의한 생활하수, 가축 등의 사육으로 발생하는 축산폐수를 조사대상으로 하였으며 비점오염원으로는 토지이용에 따른 오염원 즉 전, 답, 임야, 대지 등 농경 및 생활활동에 의하여 발생하는 오염원으로 이를 정리하면 <그림 3.6-1>과 같다.

비점오염물질은 농지에 살포된 비료 및 농약, 대기오염물질의 강하물, 지표상 퇴적 오염물, 합류식 하수관거 월류수내 오염물질 등으로 주로 강우시 강우 유출수와 함께 유출되는 오염물질을 말하며 비점오염물질을 발생시키는 곳을 비점오염원이라 한다.

이러한 비점오염원에서의 오염물질 발생량은 광범위하며 일반적으로 강우강도, 강우지속시간, 지형 및 지질 등에 따라 변화하고 농업지역에서는 비료와 농약, 축산지역에서는 가축분뇨 등이 주요오염원이라 할 수 있다.

따라서, 본 과업에서는 토지이용에 의한 비점오염원 현황조사를 토지이용에 따라 구분하여 농경지(전, 답)와 임야, 대지로 분류하여 통계연보 등을 참고로 하여 조사하였다.



<그림 3.6-1> 하천 오염원의 분류

2) 오염원 현황조사

오염원 현황조사를 위하여 각 시·군별 통계자료 및 '02년 기준 오수·분뇨 및 축산폐수 현황을 참고로 하여 점오염원 및 비점오염원으로 분류하여 조사하였다

본 과업하천은 유역면적이 작아 소배수구역으로 구분하지 않고 하구지점에서 선정하였으며 오염원 현황은 <표 3.6-1>의 각 행정구역별 점유율을 참고하였으며 현재 본 유역에는 분뇨처리장의 기타 환경기초시설인 하수종말처리시설 축산폐수 처리시설 등은 홍성천 하류에 위치함을 감안하여 인구·소·돼지·닭 등을 토지 이용(전·답·임야·대지 등)을 포함하여 비점오염원으로 산정하였다

- 생활계, 축산계(젓소, 한우, 돼지, 사슴, 양, 가금)로 구분 조사되었다.
- 토지이용은 『환경부 고시 제1999-143호』에 의하여 논, 밭, 임야, 대지, 기타 5개 지역으로 구분하였다

<표 3.6-1> 구역별 현황

배수구역	행정구역	면적 (km ²)	비고
홍성천	홍성군 홍성읍 오관리, 옥암리	5.61	

<표 3.6-2> 구역별 오염원 현황(생활계, 축산계)

배수구역	유역면적 (km ²)	인구 (인)	한우 (두)	젓소 (두)	돼지 (두)	닭 (두)	비고
홍성천	5.61	3,019	277	107	3,840	20,272	

주) 자료 : 홍성군 통계연보, 2004

<표 3.6-3> 구역별 오염원 현황(토지이용) (단위 : km²)

배수구역	유역면적	답	전	임야	대지	기타
홍성천	5.61	1.04	1.00	1.46	1.48	0.63

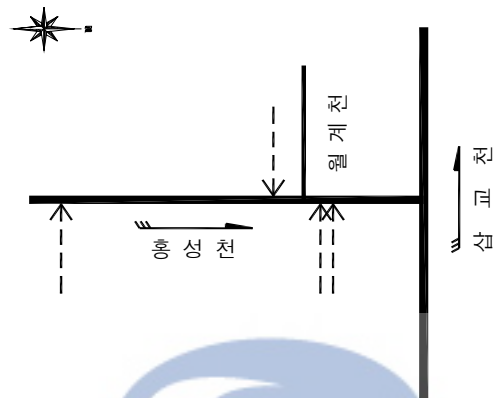
주) 1. 홍성군 통계연보, 2004.

2. 환경부고시 제1999-143호에 의거 구분 : 논, 밭(밭, 과수원), 임야, 대지(대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지), 목장, 기타(광천지, 염전, 제방, 구거, 유지, 수도용지, 공원, 묘지, 잡종지)

가. 오염수의 유입계통도

본 과업대상인 홍성천으로 유입되는 가정하수 및 상업시설 오수·공장·축산 폐수는 하천에 기 설치된 배수관 및 배수문을 통하여 하천으로 유입되는 것으로 조사되었다.

- 배수시설물 현황
 - 홍성천 : 배수관 10개소, 배수문 5개소
- 홍성천의 배수문을 통한 오염수의 유입계통도는<그림 3.6-2>와 같다.



<그림 3.6-2> 오염수 유입계통도

나. 유역내 주요 오염원 및 수질오염현황

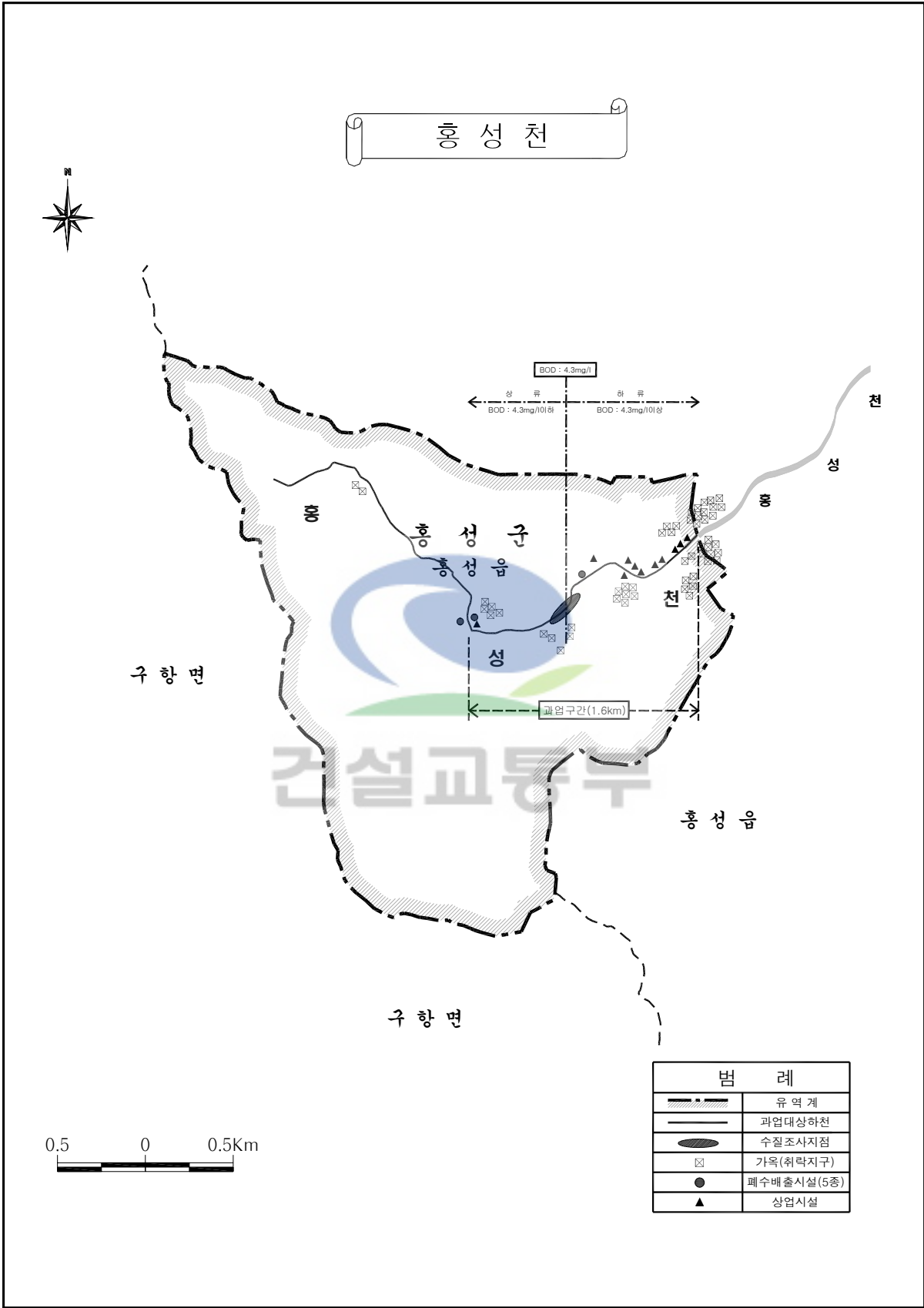
(1) 주요 오염원 현황

본 과업대상인 홍성천 유역내 하천수질을 오염시키는 주요 오염원은 가옥(취락지구) 및 상업시설에서 배출하는 하·오수, 수질(폐수)배출업소에서 배출하는 공장폐수가 있는 것으로 조사되었으며, 오염원 현황은 <그림 3.6-3>과 같다.

홍성천 유역내에는 5종 사업장인 자동차 세차시설 3개소를 제외하곤 특별한 폐수배출업소는 없는 것으로 조사되었다.

(2) 수질오염현황

본 과업대상인 홍성천의 상류부 및 중류부에는 가옥 및 소규모 공장들이 산발적으로 분포하며, 하류부로 갈수록 가옥들이 밀집되어 있고 상업시설들이 위치해 있어 하류부의 수질오염이 다소 있을 것으로 예상되었으나 폐수배출시설이 위치한 중류부에서의 하천수질(BOD 기준)이 Ⅲ등급 수준으로서 상류부 및 하류부를 포함한 홍성천의 수질은 Ⅲ~Ⅳ등급 범위내에 있는 것으로 조사되었다.(<그림 3.6.1-3> 참조)



<그림 3.6-3> 유역내 주요 오염원 및 수질오염현황

3.6.2 유역의 오염부하량 산정

수질오염원으로부터 발생하는 오염물질의 양을 “발생오염 부하량”이라 하며 발생오염 부하량이 전량 수계로 배출되는 것이 아니라 일부는 각종 처리시설을 거쳐 수계로 배출되며 이렇게 처리시설을 거친 후 실제로 수계로 배출되는 오염물질의 양을 “배출오염 부하량”이라고 한다.

본 과업에서는 인구, 가축, 공장, 토지이용에 따른 오염부하량을 각각 산정하였으며 오염부하량 산정시 “수계오염총량관리기술지침 2004.8, 국립환경과학원”의 원단위를 적용하여 산정하였다

1) 인구

가. 인구현황

상주인구에 대한 자료는 본 과업대상 유역에 포함되는 홍성군 통계연보(2004)를 참고로 조사하였으며 그 현황은 <표 3.6-2>에 제시한 바와 같다

나. 발생오염 부하량

$$\text{발생부하량} = \sum (\text{인구수} \times \text{발생원단위})$$

인구에 의한 오염부하량 원단위 산정은 대상지역에 대하여 현장조사 및 실측을 통하여 구하는 것이 가장 이상적이나 현실적으로 인구에 의해 발생하는 오염물질을 원인종류별로 세분하여 단기간에 걸친 조사결과를 대표값으로 하기에는 곤란하므로 오염부하량 원단위는 수계오염총량관리기술지침(국립환경과학원)의 원단위 값을 이용하여 발생부하량을 산정하였다

<표 3.6-4>

인구기준 발생원단위

(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) 자료출처 : 수계오염총량관리기술지침(2004. 8, 국립환경과학원)

다. 배출오염 부하량

현재 본 과업 유역은 대부분 하수미처리구역으로 인구에 의한 배출부하량은 분뇨수거처리 계획에 의하여 일부 감소하고 있으며 2003년부터는 홍성하수종말처리시설이 가동되며 본 사업지구의 홍성천 해당유역인 서부처리분구의 하수처리를 2006년부터 처리되므로 배출부하량의 감소량이 클 것으로 예측된다

- 하수미처리구역 :

· 단독정화조의 경우 :

$$\text{배출부하량} = \{ \text{단독정화조인구} \times \text{발생원단위} \times \text{분뇨부하비} \times (1 - \text{기준처리율}) / 100 \} + \{ \text{단독정화조인구} \times \text{발생원단위} \times (1 - \text{분뇨부하비}) \}$$

· 오수처리시설의 경우 :

$$\text{배출부하량} = \text{오수처리시설인구} \times \text{발생원단위} \times (1 - \text{기준처리율} / 100)$$

- 하수처리구역 : 방류수는 유역 외로 배출됨

<표 3.6-5>

인구에 의한 오염부하량

배수구역		현 재			2006년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍성천	발생부하량 (kg/d)	153.06	31.70	3.62	154.33	31.96	3.65	161.63	33.47	3.83	163.66	33.89	3.87
	배출부하량 (kg/d)	25.55	5.29	0.60	2.58	0.53	0.06	2.70	0.56	0.06	2.73	0.57	0.06

2) 가축

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

가. 축산현황

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

나. 발생오염 부하량

$$\text{발생부하량} = \Sigma (\text{축종별사육두수} \times \text{발생원단위})$$

축산분뇨 오염부하량 원단위는 수계오염총량관리기술지침(국립환경과학원)의 원단위 값을 이용하여 발생부하량을 산정하였으며 그 결과 값은 <표 3.6-6>과 같다.

<표 3.6-6>

축산분뇨 발생원단위

(단위:g/두/일)

항목	구분	젖소	한우	말	돼지	양·사슴	개	가금
BOD	합계	556	528	259	109	10	18	5.2
	폐수	117	67	30	32	3	4	0
	고형물	439	461	229	77	7	14	5.2
TN	합계	161.8	116.8	77.6	27.7	5.8	8.4	1.1
	폐수	63.5	40.0	26.7	14.9	4.2	5.4	0
	고형물	98.3	76.8	50.9	12.8	1.6	3.0	1.1
TP	합계	56.7	36.1	24.0	12.2	0.9	1.6	0.4
	폐수	10.7	3.5	2.3	3.3	0.2	0.3	0
	고형물	46.0	32.6	21.7	8.9	0.7	1.3	0.4

주) 자료출처 : 수계오염총량관리기술지침(2004. 8, 국립환경과학원)

다. 배출오염 부하량

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

따라서 본 유역의 가축사육 규모는 허가대상과 신고대상 미만이며 축분은 간이처리시설을 통해 처리하고 있으므로 축산폐수발생원단위와 처리기준을 고려하여 아래와 같은 방법으로 배출부하량을 산정하였다

$$\text{배출부하량} = \text{축종별사육두수} \times \text{축산폐수 발생원단위} \times (1 - \text{기준처리율}/100)$$

$$\text{기준처리율}(\%) = (\text{유입농도} - \text{방류수 수질기준 또는 처리수농도}) / \text{유입농도}$$

따라서, 본 유역의 가축에 의해 배출되는 발생부하량 중 간이처리시설로 처리되는 양이 대부분일 것으로 가정하고 폐수발생원단위 및 기준처리율을 적용하여 산정한 결과, 발생부하량의 7%가 배출부하량으로 산정되었다.

<표 3.6-7>

가축에 의한 오염부하량

배수구역		현 재			2006년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍성천	발생부하량 (kg/d)	729.91	178.38	71.04	778.24	190.19	75.74	866.00	211.64	75.74	963.66	190.19	75.74
	배출부하량 (kg/d)	49.25	41.26	4.31	52.51	43.99	4.59	58.43	48.96	5.11	65.02	54.48	5.68

3) 공장

홍성군청의 자료와 현황조사 결과 5종 사업장인 자동차 세차시설이 3개소가 있는 것으로 조사됨

가. 발생오염 부하량

업종별 폐수발생량은 5종의 사업장일 경우 50m³으로 적용하여 산정하였다

<표 3.6-8>

폐수배출에 의한 발생원단위

표준산업분류	발생원단위(mg/L)		
	BOD	TN	TP
운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	149	7	1

주) 자료출처 : 수계오염총량관리기술지침(2004. 8, 국립환경과학원)

나. 배출오염 부하량

배출부하량 = 폐수배출시설 방류량 × 폐수배출시설 배출허용기준(BOD 80이하)

<표 3.6-9>

공장에 의한 오염부하량

배수구역		현 재			2006년			2011년			2016년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍성천	발생부하량 (kg/d)	729.91	178.38	71.04	778.24	190.19	75.74	866.00	211.64	75.74	963.66	190.19	75.74
	배출부하량 (kg/d)	49.25	41.26	4.31	52.51	43.99	4.59	58.43	48.96	5.11	65.02	54.48	5.68

4) 토지이용

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

가. 발생오염 부하량

토지이용에 의한 발생원단위는 <표 3.6-10>과 같이 대지에 의한 영향이 가장 큰 것으로 나타났다.

<표 3.6-10> 토지이용에 따른 발생원단위 (단위:kg/km² · 일)

지목	BOD	T-N	T-P
전	1.59	9.44	0.24
답	2.30	6.56	0.61
임야	0.93	2.20	0.14
대지	85.90	13.69	2.10
기타	0.960	0.759	0.027

주) 자료출처 : 수계오염총량관리기술지침2004. 8, 국립환경과학원)

$$\text{토지계발생부하량} = \sum (\text{지목별면적} \times \text{지목별연평균발생부하원단위} \times \text{강우배출비})$$

$$\text{강우배출비} = 0.1 + 0.9 \frac{\text{연간일수}(=365,366) \times \text{월유효강우량비}}{\text{월간일수}(=28,29,30,31)}$$

$$\text{월유효강우량비} = \frac{10\text{mm/일 이상 강우고의 강우량 월합계}}{10\text{mm/일 이상 강우고의 강우량 연합계}}$$

나. 배출오염 부하량

토지이용에 의한 배출부하량은 발생부하량의 약10%로 가정하고 강우배출비를 고려하여 건기와 우기로 나누어 산정함

$$\text{배출부하량} = \text{건기 및 우기시 발생부하량} \times 0.1$$

<표 3.6-11> 토지이용에 의한 오염부하량

배수구역			현 재			2006년			2011년			2016년		
			BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍성천	발생부하량(kg/d)	우기	412.57	130.82	14.33	683.89	141.16	17.96	706.14	144.13	18.48	744.90	149.38	19.40
		건기	13.31	4.02	0.42	13.73	4.06	0.43	14.45	4.14	0.45	15.22	4.22	0.46
	배출부하량(kg/d)	우기	41.26	13.08	1.43	68.39	14.12	1.80	70.61	14.41	1.85	74.49	14.94	1.94
		건기	1.33	0.40	0.04	1.37	0.41	0.04	1.45	0.41	0.04	1.52	0.42	0.05

5) 발생 및 배출오염부하량 총괄

본 과업유역에 분포하는 오염원은 인구에 의한 생활하수 및 분뇨가축에 의한 축분뇨, 공장폐수, 토지이용에 의한 오염원으로 대별되며, 발생부하량은 <표 3.6-12>와 같이 가축에 의한 영향이 가장 크며, 다음으로 우기시 비점오염원인 토지이용으로 인한 영향, 인구에 의한 영향 순으로 나타났다.

<표 3.6-12> 오염부하량 총괄표

구 분		발생부하량(kg/d)			배출부하량(kg/d)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
현황	인구	153.06	31.70	3.62	25.55	5.29	0.60
	가축	729.91	178.38	71.04	49.25	41.26	4.31
	공장	22.35	1.05	0.15	12.00	1.05	0.15
	토지(우기)	412.57	130.82	14.33	41.26	13.08	1.43
	토지(건기)	13.31	4.02	0.42	1.33	0.40	0.04
소계(우기)		1,317.89	341.95	89.14	128.05	60.69	6.49
소계(건기)		918.63	215.15	75.23	88.13	48.01	5.10
2006	인구	154.33	31.96	3.65	2.58	0.53	0.06
	가축	778.24	190.19	75.74	52.51	43.99	4.59
	공장	22.35	1.05	0.15	12.00	1.05	0.15
	토지(우기)	683.89	141.16	17.96	68.39	14.12	1.80
	토지(건기)	13.73	4.06	0.43	1.37	0.41	0.04
소계(우기)		1,638.81	364.36	97.50	135.47	59.69	6.60
소계(건기)		968.65	227.27	79.97	68.46	45.98	4.84
2011	인구	161.63	33.47	3.83	2.70	0.56	0.06
	가축	866.00	211.64	75.74	58.43	48.96	5.11
	공장	22.35	1.05	0.15	12.00	1.05	0.15
	토지(우기)	706.14	144.13	18.48	70.61	14.41	1.85
	토지(건기)	14.45	4.14	0.45	1.45	0.41	0.04
소계(우기)		1,756.13	390.30	98.20	143.74	64.98	7.17
소계(건기)		1,064.43	250.30	80.16	74.57	50.98	5.37
2016	인구	163.66	33.89	3.87	2.73	0.57	0.06
	가축	963.66	190.19	75.74	65.02	54.48	5.68
	공장	22.35	1.05	0.15	12.00	1.05	0.15
	토지(우기)	744.90	149.38	19.40	74.49	14.94	1.94
	토지(건기)	15.22	4.22	0.46	1.52	0.42	0.05
소계(우기)		1,894.56	374.52	99.17	154.24	71.03	7.84
소계(건기)		1,164.89	229.36	80.23	81.27	56.51	5.95

6) 유달부하량

유달률(유달부하량)은 해당 집수구역에서 배출부하량과 집수구역 하단부에서 실측된 대상물질 양의 비로 정의되며 집수구역 내에서는 일정한 것으로 가정한다

또한, 유달률은 시기(유량)에 따라 크게 변하므로 총허용부하량 산정을 위한 유달부하량은 기준유량인 저수량에 적합한 자료를 사용하도록 주의한다

$$\zeta = (C_e \times Q_e) / L_i$$

ζ : 유달률

C_e : 대상물질 농도(kg/m³)

Q_e : 하단부에서의 유량 (m³/일)

L_i : 소집수구역의 배출부하량 (kg/일)

유달부하량은 집수구역별(가능하면 상세한 집수구역별)로 집수구역 하단에서 실측한 수질 및 유량 자료를 이용하여 추정된 유달률과 해당 집수구역에서의 배출된 대상물질의 양을 이용하여 산정한다

$$D = \zeta \times L_i$$

D : 유달부하량 (kg/일)

ζ : 유달률

L_i : 소집수구역의 배출부하량 (kg/일)

유달률은 원칙적으로 모든 소집수구역의 하단부에서 실측한 자료를 이용하여 추정해야하나 불가피하게 실측자료가 없는 소집수구역의 경우에는 유역특성이 비슷한 타 유역의 유달률이나 검증된 수질모델을 이용하여 산정할 수 있다

가. 비수기 유달부하량

본 소유역의 유달부하량을 산정하기 위하여 소유역의 하단부 측정자료를 이용하여 비수기 유달부하량을 산정한 결과 <표 3.6-13>과 같이 비수기에는 홍성천의 22.66kg/일 정도로 산정되었다

<표 3.6-13>

비수기 유달부하량 산정

지 구	측정지점	실측농도 BOD(mg/ℓ)	실측유량 (m ³ /sec)	유달부하량 (kg/일)	배출부하량 (kg/일)
홍성천	No.6	4.3	0.061	22.66	108.52

주) 실측자료는 2005년 5월에 실측한 자료임

3.6.3 하천의 오염도 현황

1) 수질 및 저질 조사

가. 수질조사

금회 과업대상하천의 환경질분석은 중요하다고 판단되는 지점을 선정하여 회에 걸쳐 조사하였다.

(1) 조사일시 및 기상현황

본 과업하천의 수질조사시기는 계절적 특성을 파악할 수 있도록 회에 걸쳐 실시하는 것을 원칙으로 조사일시를 설정하였다

<표 3.6-14>

수질조사 일시 및 기상

구분	일 시	기 상	평균기온 (℃)	습 도 (%)	풍 속 (m/s)	비 고
1회	5월 30,31일	맑 음	19.9	61.8	2.3	
2회	8월 18,19일	맑 음	23.0	89.5	2.3	

(2) 수질조사 항목 및 횟수

본 과업과 관련하여 수질조사항목은 현장조사4개 항목, 실험실 분석 10개 항목으로 현황은 다음과 같다.

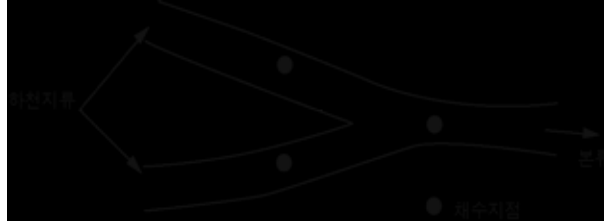
- 현 장 조 사 : 수온, pH, DO, 유량
- 실험실 분석 : BOD, SS, 대장균군수, COD, T-N, T-P, Chl-a, Cd, Hg, Cr⁺⁶등

(3) 시료 채수 및 수질분석방법

하천수의 채수 및 항목별분석은 수질오염공법시험법에 의거하여 실시하였다.

○ 하천수의 채수

- 하천분류와 하천지류가 합류하는 경우에는 합류이후 완전히 혼합된 지점에서 각기 채수한다



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



<표 3.6-15>

수질항목별 조사 방법

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

<표 3.6-15> 계속

수질 항목별 조사 방법

측정 항목	측정 분석기기명	분석방법	분석원리
BOD	INCUBATER	적정법 (20℃, 5일)	시료를 20℃에서 5일간 저장하여 두었을 때 시료중의 호기성 미생물의 증식과 호흡작용에 의하여 소비되는 용존산소의 양으로부터 측정한다.
COD	WATER BATH	산성100℃ KMnO ₄ 법	시료를 황산산성으로 하여 과망간산칼륨용액 일정과량을 넣고 30분간 수욕상에서 가열반응시킨다음 소비된 과망간산칼륨양으로부터 이에 상당하는 산소의 양을 측정한다
T-N	UV SPECTROPHOTOMETER	자외선 흡광광도법	시료 중 질소산화물을 알칼리성 과황산칼륨의 존재하에 120℃에서 유기물과 함께 분해하여 질산이온으로 산화시킨 다음 산성에서 자외선 흡광도를 측정하여 질소를 정량한다
T-P	UV SPECTROPHOTOMETER	아스코르빈산 환원법	시료중의 유기물을 산화 분해하여 인산염(PO ₄)형태로 변화 시킨 다음 아스코르빈산환원 흡광광도법으로 정량한다.
Chl-a	UV SPECTROPHOTOMETER	흡광 광도법	아세톤용액으로 클로로필 색소를 추출하여 추출액의 흡광도를 663nm, 645nm, 630nm, 750nm에서 측정하여 클로로필 a량을 계산하는 방법이다.
Cd	Atomic Absorption Spectrophotometer	원자 흡광광도법	Cd을 원자흡광광도법에 따라 228.8nm에서 정량하는 방법이다.
Cr ⁺⁶	Atomic Absorption Spectrophotometer	원자 흡광광도법	Cr ⁺⁶ 을 원자흡광광도법에 따라 357.9nm에서 정량하는 방법이다.
Hg	Atomic Absorption Spectrophotometer	원자 흡광광도법	시료에 염화제일주석을 넣어 금속수은으로 환원시킨 다음 이 용액에 통기하여 발생하는 수은증기를 원자흡광광도법에 따라 253.7nm에서 정량하는 방법이다.
총 대장균군	INCUBATOR	최적확수 시험법	시료를 유당이 포함된 배지에 배양할 때 대장균군이 증식하면서 가스를 생성하는데 이때의 양성관 수를 최적확수로 표시하는 방법이다
유량	유속계, 막대자	유속면적법	유량이 일정하고 하상의 상태가 고른 지점을 선정하여 수심 수폭을 측정하고 유속계를 사용하여 유속을 측정한 후 각 산출인자로부터 유량을 산출한다.

(4) 조사지점

금회 과업과 관련하여 하천수의 채수는 하천특성상 중요 지점을 선정하였으며 그 현황은 <표 3.6-16>, <그림 3.6-4>와 같다.

<표 3.6-16>

수질 및 저질 조사지점

지 점 번 호	측 정 지 점 소 재 지	비 고
홍성천 W(S)-5	홍성군 홍성읍 옥암리	

(5) 수질 조사결과

하천수질 조사결과 BOD, SS, DO, 총대장균군수 등을 종합적으로 평가할 경우 하천수질 환경기준 III등급의 불량한 수질을 나타내었으며, 항목별 농도는 pH 8.1~7.7, BOD 5.2~3.4mg/ℓ, SS 13.6~7.2mg/ℓ, DO 8.2mg/ℓ, 총대장균군수 1,900~2,200(총대장균군수/100mℓ), T-N 3.264~3.174mg/ℓ, T-P 0.076~0.089mg/ℓ, Chl-a 1.0~1.1mg/m³로 나타났으며, 금회 2차에 걸친 수질측정결과 중 Cd, Hg, Cr⁺⁶는 전지점에서 검출되지 않았다.

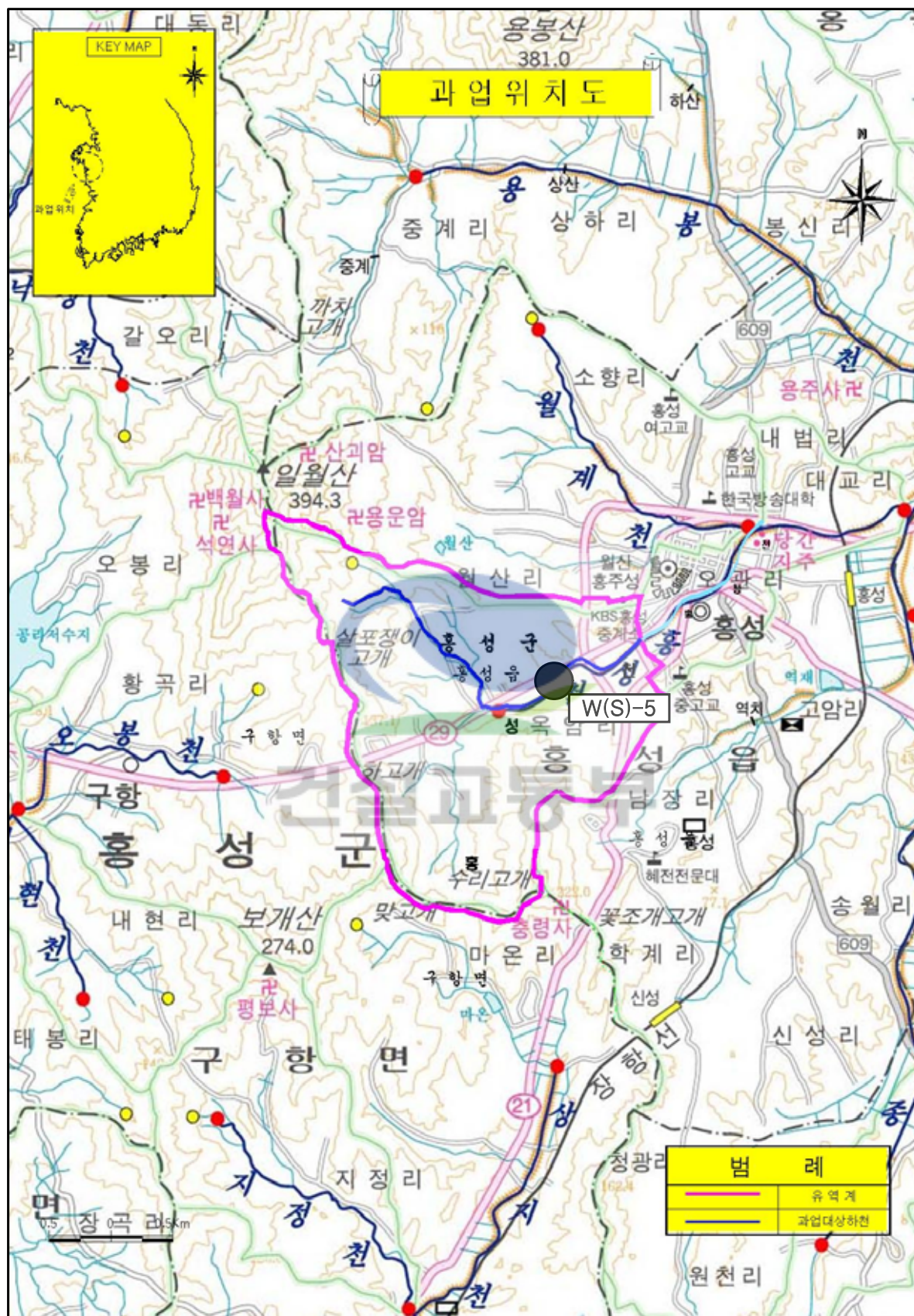
수질조사 지점별 조사결과는 <표 3.6-17>과 같다.

<표 3.6-17>

수질 조사 결과

구 분		수온 (℃)	pH	SS (mg/l)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	Chl-a (mg/m³)	총대장균 군 (총대장균 군수/100m³)
W-5	1차	22.0	8.1	13.6	8.2	5.2	8.8	3.264	0.076	1.0	1,900
	2차	23.7	7.7	7.2	8.2	3.4	6.0	3.174	0.089	1.1	2,200
	평균	22.9	7.9	10.4	8.2	4.3	7.4	3.219	0.083	1.1	2,050

주) Cd, Hg, Cr⁺⁶는 불검출



<그림 3.6-4> 환경 수질 및 저질 조사지점 위치도

다. 하천저질조사

금회 과업하천의 저질조사는 1차 수질조사와 병행하여 실시하였으며 측정방법은 <표 3.6-18>과 같고, 측정결과는 <표 3.6-19>와 같다.

<표 3.6-18> 저질측정 방법

측정항목	측정분석기기명	분 석 방 법	분 석 원 리
강열감량	전기회화로	중량법	백금제, 석영제 또는 사기제 도가니 또는 접시를 미리 $600\pm 25^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 강열하고 황산데시케이터 안에서 방냉한 다음 그 무게(W_1)를 정확히 달고 여기에 시료 적당량(20g 이상)을 취하여 도가니 또는 접시와 시료의 무게(W_2)를 정확히 단다. 여기에 25% 질산암모늄용액을 넣어 시료를 적시고 천천히 가열하여 탄화시킨 다음 $600\pm 25^{\circ}\text{C}$ 의 전기로 안에서 3시간 강열하고 황산데시케이터 안에서 방냉하여 그 무게(W_3)를 정밀히 단다. 계산: 강열감량(%) = $(W_2 - W_3)/(W_2 - W_1) \times 100$, 유기물함량(%) = [휘발성고형물(%) / 고형물(%)] $\times 100$, 단 휘발성고형물(%) = 강열감량(%) - 수분(%)
COD	WATER BATH	산성 KMnO_4 법	유기물을 강한 산화제인 과망간산칼륨에 의해 소비되는 산소의 양으로 정량하는 방법이다
T-N	UV SPECTROPHOTOMETER	자외선 흡광광도법	시료 중 질소산화물을 알칼리성 과황산칼륨의 존재하에 120°C 에서 유기물과 함께 분해하여 질산이온으로 산화시킨 다음 산성에서 자외부 흡광도를 측정하여 질소를 정량한다
T-P	UV SPECTROPHOTOMETER	아스코르빈산 환원법	시료중의 유기물을 산화 분해하여 모든 인화합물을 인산염 형태로 변화시킨 다음 인산염을 아스코르빈산 환원흡광광도법으로 정량하여 총인의 농도를 구하는 방법이다
유화물	검지관	황검지관법	황검지관을 사용하여 습시료 약2g에 황산을 넣어 발생하는 황화수소가 검지관에 흡수되도록 하여 발생한 황화수소의 양과 검지관의 눈금으로부터 황화물량을 정량하는 방법이다.
입도분포	체	입도분석법	표준체의 눈금간격이 작아지도록 차례로 끼운 다음 건조기에 잘 말린 시료를 10분간 체질한 후 체질이 끝나면 표준체에 담긴 시료를 표준체보다 넓은 정사각형의 종이를 깔고 체를 비운 후 종이에 모은 시료의 중량비로서 백분율을 구하는 방법이다.

<표 3.6-19>

저질측정 결과

구 분	COD (mg/kg)	T-N (mg/kg)	T-P (mg/kg)	강열감 량(%)	유화물 (mg/kg)	입 도(%)				
						자갈	왕모래	극조립 사	조실사	중립사
홍성천	379.6	7.974	2.142	0.600	0.24	18.7	27.9	19.2	18.1	13.1
준설기준	20,000 ~40,000	1,600 ~3,000	700 ~1,000	10~20	-	-	-	-	-	-

주) 자료 : 준설기준은 하천공사 표준시방서의 자료임

하상저질의 오염도를 하천시방서에 제시된 준설기준과 비교한 결과COD는 379.6mg/kg로 준설기준(20,000~40,000mg/kg)이내로 나타났으며, T-N은 7.974mg/kg로 준설기준(1,600~3,000mg/kg) 이내, T-P는 2.142mg/kg로 준설기준(700~1,000mg/kg), 강열감량은 0.60%로 준설기준(10~20%) 이내로 나타났다.

조사결과에 의하면 금회 하천정비 구간의 하상오염도는 준설이 필요할 정도의 오염상태는 아닌 것으로 나타났다.

2) 폐수배출시설 및 수질사고 현황

공공수역에서 발생한 국내 주요 환경오염사고를 살펴보면 수질오염물질의 다량 유출사고, 수환경변화에 의한 물고기 폐사, 환경기초시설의 고장·파손·붕괴 등에 따른 유해성 폐수에 의해 발생한 낙동강 폐놀 유출사고('91년 3월), 임진강 유역에서 발생한 오염 축적사고('96년 6월)등 수환경 변화, 유해물질 배출업체가 밀집한 지역에서 발생하는 대기오염문제로 '96년 시화·반월공단 악취 및 유해물질사고, 폐기물 매립장의 침출수 유출에 따른 토양오염 등 공공수역에 수질 사고 및 환경오염 사고가 발생되어 사회문제가 된 사례가 있으며 금회 과업하천 유역에서 발생한 환경오염 사고중 수질오염 사고를 중심으로 중점적으로 조사한 내용은 다음과 같다.

가. 수질오염 사고 현황

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

(1) 전국의 수질오염 사고

과거 7년간 전국에서 발생한 수질오염사고를 시·도별, 오염물질별로 분석한 현황은 <표 3.6-20>, <표 3.6-21>과 같다.

<표 3.6-20> 수질오염사고 시·도별 현황

연도별	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001	비 고
합 계	83	75	65	112	88	82	81	
서울시	4	3	2	1	2	2	1	
부산시	2	4	-	2	-	-	2	
대구시	4	6	1	3	3	1	2	
인천시	-	1	2	2	-	-	1	
광주시	3	1	4	6	3	4	2	
대전시	7	2	5	6	1	5	5	
울산시	3	1	3	2	-	3	4	
경기도	13	15	16	29	19	18	15	
강원도	8	13	3	9	16	11	15	
충북도	13	3	-	9	8	7	6	
충남도	10	5	3	8	6	9	8	
전북도	5	5	4	6	4	3	3	
전남도	6	2	3	11	8	3	5	
경북도	2	8	9	17	12	12	7	
경남도	3	5	10	1	6	3	5	
제주도	-	1	-	-	-	1	-	

주) 환경부 보도자료(2002.11)

<표 3.6-21> 수질오염사고 오염물질별 현황

연도별	합 계	유 류	유해물질	물고기폐사	축산폐수	오·폐수	폐기물	기 타
2001	81	39	9	19	1	5	-	8
2000	82	33	15	17	6	1	-	10
'99	88	55	9	7	4	1	1	11
'98	112	73	6	18	8	3	3	1
'97	65	37	10	11	-	3	-	4
'96	75	39	6	18	-	7	1	4
'95	83	34	12	22	-	7	-	8

주) 환경부 보도자료(2002.11)

(2) 금회 과업하천 유역의 수질사고

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

나. 환경오염사고 예방대책

과거 본 유역의 수질환경 오염사고 기록을 볼 때 환경오염사고의 예방대책을

계절별 특성에 따른 관리를 통해 환경오염사고 우려지역의 특성에 맞는 관리 대책을 수립하여야 할 것이다

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

(1) 감시활동 강화

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

(2) 산업체등 관련종사자 교육실시

- 수질오염사고 발생시 대응체제 등에 대한 폐수배출업소 종사자,유독물 취급자, 환경기초시설의 운용요원 등에 대해 정기적인 교육실시

(3) 유해물질 유출사고 예방대책

- 업체별, 업종별 사용품목, 폐액발생량, 처리실태 등 정밀조사하여 자료분석 문제업소에 대한 중점관리실시
- 지역별, 수계별로 업체현황을 분석 정리하여 전산화 관리
- 유해물질 유출 또는 비산을 방지하기 위한 차단시설 포집시설, 살수시설 등 설치(맨홀등 외부 유출구는 가급적 저장시설과 먼 곳에 설치)
- 관련시설 안전점검 정례화 및 관리자 준수사항 철저히행
 - 유해물질 제조 취급 저장시설, 이송관, 유입 배출구에 대하여 월 1회 이상 이상유무 점검실시
 - 사고가 발생하지 않도록 종업원에 대한 교육 및 관리자가 준수사항을 철저히 이행토록 지도감독 철저

(4) 수질오염사고 예보제 실시

- 온도상승에 의한 용존산소 결핍 강우로 인한 퇴적물 용출 등으로 인한 사고 발생이 예상될 때 신속한 조치 및 대책강구를 위해 사전 예보제 실시

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

- 환경오염사고 발생시 주민 신고체계망 확립
- 환경오염사고 신고접수 즉시 응급조치 및 대응방안 강구

3.6.4 하천의 경관 및 생태환경

1) 경관현황

홍성천은 전체적으로 하천내 식생이 분포하여 여름에는 푸른색 겨울에는 갈색의 경관의 차이를 보였고 시점부 주변지역은 시가지, 중점부와 종점부는 농경지와 낮은 임야가 형성되어 있으며, 시점부 제방외측으로 주택과 아파트신축 공사장이 조망되었다.

<표 3.6-22>

경 관 현 황

구 분	여름 (6월)	겨울 · 봄 (3월)
시점부		
중점부		
종점부		

2) 생태환경

본 지역은 충남 내륙지방의 군소재지로 현재 개발이 진행중인 곳으로 인간간섭이 증가되고 있는 지역이며, 조사지역은 홍성천 인근의 일월산 일부지역을 제외하고는 대부분 평지 및 도심인접 지역으로 개발되고 있으며 유역 서쪽에 위치한 일월산에서 대상식생인 소나무 및 아까시아, 물오리나무군락으로 구성되어 있다.

가. 조사항목

- 식물상 : 하천변 식생
- 동물상 : 육상조류, 어류, 저서성대형무척추동물

나. 조사범위

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

(1) 시간적 범위

- 조사시기 : 2005년 7월 6일 ~ 8일

(2) 공간적 범위

- 경 관 : 홍성천 및 주변지역
- 육상 동·식물상 : 홍성천 및 주변지역
- 육수동물상 : 홍성천 및 주변지역

다. 조사방법

(1) 육상 동·식물상

- 포유류

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

- 조류

조사지역내의 조사방법은 조사구간을 따라서 관찰된 조류를 기록하는 Line census의 방법과 한 지점에서 관찰된 종수를 기록하는 Spot census의 방법을 병행하여 조사를 실시하였다. 금번 조사시 조사지역 주변의 도로와 주변의 계곡의 유무를 확인하고 조류를 육안으로 직접 확인하거나 쌍안경을 이용하

여 관찰된 종을 동정하였고 조류의 직접관찰이 불가능한 경우 울음소리를 들어 종을 확인한 후 확인된 개체수를 기록하였다

관찰된 종의 동정에는 우 등(1989)의 도감을 사용하였다

○ 양서·파충류

양서류의 조사에서 유미목은 소로 주변 부위와 농로를 따라 물이 고여있는 웅덩이를 관찰하였고, 무미목은 주변의 논과 밭 등을 중심으로 관찰과 생포를 시도하였으며, 야간에는 울음소리로 종을 식별하였다

파충류는 소로 주변부와 주변 논과 밭 주변에서 소형 포충망 및 뱀집개 등으로 포획 또는 관찰하였으며 종의 동정은 강(1975)의 방법에 따랐다.

○ 육상곤충

곤충의 채집은 주간에는 주로 포충망을 이용하여 등산로를 따라서 초본지대에서는 쓸어잡기와 채어잡기를 많이 하였으며 목본지대에서는 털어잡기를 많이 하여 채집을 하였다

낙엽지대와 토양에 서식하는 곤충은 체질(sifting)하여 채집하였고, 버섯이나 고목 등에 서식하는 곤충들은 흡충관(aspirator)을 이용하여 채집하였고 채집시 육안으로 확인이 가능한 종류는 관찰만으로 하고 좀더 세밀한 동정이 필요한 종류에 한하여 포충망으로 채집하여 독병에 담아와서 동정하였다

야간에는 120W 수은 유아등과 120×120cm 백색스크린을 이용하여 곤충을 유인하여 채집하였고, 채집된 종은 남(1998)의 도감과 김(1998)등의 도감을 이용하여 종을 동정하였다

○ 식물상

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

(3) 육수 동·식물상

○ 수생식물

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

○ 하천단면 Pprofile

하천단면에 대한 profile작성은 소하천별로 전체 식생을 파악한 후 그 지점

을 잘 반영할 수 있는 비교적 인위적인 요소가 배제된 대표지역을 선정하여 식생의 구조 및 우점종 군락을 결정하였고 수변지역을 제외한 순수한 하천내 우점식생에 대해서도 조사하였으며 식생단면도 조사지점 내에 출현하는 식물 종류를 지점별로 비교·조사하였다.

○ 어류

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

- 족 대

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

- 셀 병

- 셀병의 규격 : 길이 50cm 지름20cm이며 망목은 5mm이하의 것을 사용한다
- 방법 : 셀병은 중점조사지역에 유인용 먹이를 넣은 후 한 조사지점에 1개씩 2시간씩 넣어둔다.

○ 저서성 대형무척추동물

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

그리고 채집된 재료는 Kahle's 용액으로 고정하여 실험실에서 한국동식물도감(동물편-새우류, 동물편-연체동물 1, 2)에 준하여 해부현미경 ×40, ×80 또는 광학현미경 하에서 분류한 후 80% Alcohol에 고정 보관하였다

또한, 저서생물의 많은 분류군을 차지하는 수서곤충은 유속이 다른 곳을 3곳 정하여 Surber식 정량 net (50×50cm, mesh size: 500 μ m)로 채집한 후 90% alcohol로 현장에서 고정하였다

그 후 실험실에서 한국동식물도감(수서곤충편)에 준하여 해부현미경 ×40, ×80 하에서 동정분류를 한 후 Kahle's solution 또는 Glycerol-acetone에 영구 액침 표본 하였고, Kawai (1985), Yoon (1988)등을 참고로 분류, 확인 및 개체수를 계수하였다

○ 생물다양도 분석

종의 이질성(species heterogeneity)이라고 말하기도 하는 종다양성(biodiversity)의 높은 종다양도는 유사한 종들이 매우 풍부하게 있을 경우이다

한편 군집의 안정도에 대한 척도가 되고 그 성숙도를 나타내는 종다양도는 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 가운데 종간의 깊은 연관관계가 형성되며 그 결과 에너지의 이동 먹이연쇄(food web), 포식관계(relationship of predator), 경쟁(competition), 생태적 지위분배(ecological niche) 등을 포함한 개체군의 상호작용이 이론적으로 복잡하게 나타남을 의미한다

따라서, 종의 목록에 나타난 바와 같은 종들 전체와 서식지의 연관관계를 파악한 후 개체수준에서의 정성적인 분석을 통하여 여타 분류군과의 상호관계를 규명할 필요가 있다.

- 우점도(Dominance Index : D. I)

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

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

DI : 우점도 지수,

N : 총개체수, ni : 제 i 번째 종의 개체수

- 다양도(Biodiversity Index : D')

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

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

$$(P_i = ni/N)$$

라. 조사결과

(1) 육상 동·식물상

○ 포유류

-홍성지역

본 조사지역은 하천 주변으로 농지와 야산이 분포하여 비교적 다양한 포유류의 관찰이 이루어졌다. 홍성지역 조사시 인근 하천의 뚝방길에서 두더지 터널을 관찰할 수 있었으며, 수변의 진흙 근처에서 너구리의 족흔을 관찰할 수

있었고, 수변의 초본류 군락 사이에서 고라니의 배설물과 멧밭쥐의 등우리를 관찰할 수 있었고, 인근 야산에서는 등줄쥐의 터널을 관찰할 수 있었다

인근 마을로 향하는 길에서는 야생화된 고양이와 다람쥐를 직접 관찰할 수 있었고, 주민 청문조사 결과 멧토끼가 서식하고 있는 것으로 확인되었다

그 결과 본 홍성지역에서 서식이 확인된 포유류는 총 5목 7과 8종이었으며, 현지 조사시 천연기념물이나 멸종위기 야생동물은 관찰되지 않았다

<표 3.6-23> 홍성지역 일대의 포유류 서식 현황

학 명	국 명	문헌	현지조사	비고
ORDER INSECTIVORA	식충목			
FAMILY ERINACEIDAE	고슴도치과			
Erinaceus amurensis	고슴도치	●		감소종
FAMILY SORICIDAE	땃쥐과			
Crocidura lasiura	땃쥐	●		감소종
FAMILY TALPIDAE	두더지과			
Mogera wogura	두더지	●	T	
ORDER CARNIVORA	식육목			
FAMILY CANIDAE	개과			
Canis familiaris	개	●		야생화종
Nyctereutes procyonoides	너구리	●	F	증가종
Vulpes vulpes	여우	●		멸종위기1급
FAMILY MUSTELIDAE	족제비과			
Meles meles	오소리	●		
Mustela sibirica	대륙족제비	●		
FAMILY FELIDAE	고양이과			
Prionailurus bengalensis	살쾨	●		멸종위기2급
Felis catus	고양이	●	V	증가종
ORDER ARTIODACTYLA	소목			
FAMILY SUIDAE	멧돼지과			
Sus scrofa	멧돼지	●		증가종
FAMILY CERVIDAE	사슴과			
Hydropotes inermis	고라니	●	S	
Capreolus pygargus	노루	●		
FAMILY BOVIDAE	소과			
Capra hircus	염소	●		야생화종
ORDER RODENTIA	쥐목			
FAMILY SCIURIDAE	다람쥐과			
Sciurus vulgaris	청설모	●		
Tamias sibiricus	다람쥐	●	V	
FAMILY MURIDAE	쥐과			
Clethrionomys rufocanus	대륙밭쥐	●		
Microtus fortis	갈밭쥐	●		
Apodemus agrarius	등줄쥐	●	T	
Apodemus peninsulae	흰넓적다리붉은쥐	●		
Micromys minutus	멧밭쥐	●	N	
Mus musculus	생쥐	●		
Rattus norvegicus	집쥐	●		
ORDER LAGOMORPHA	토끼목			
FAMILY LEPORIDAE	토끼과			
Lepus coreanus	멧토끼	●	H	
합 계		문헌조사 : 총 5목 12과 24종 현지조사 : 총 5목 7과 8종		

주) V : 직접목견, F : 족흔, S : 배설물, T : 터널, N : 등우리, H : 청문
문헌) 제2차 전국자연환경조사, 1997 예산·서산·홍성의 포유류○ 조류

○ 조류

- 홍성지역

9목 20과 26종이 관찰되었으며, 문화재청 지정 천연기념물 제23호 붉은배 새매 1개체와 황조롱이 2개체가 관찰되었다.

<표 3.6-24> 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상

학 명	국 명	홍성지역	생활형
ORDER PODICIPEDIFORMES	논병아리목		
FAMILY PODICIPEDIDAE	논병아리과		
Podiceps ruficollis	논병아리		Res
Podiceps cristatus	빨논병아리		WV
ORDER CICONIFORMES	황새목		
FAMILY ARDEIDAE	백로과		
Butorides striatus	검은댕기해오라기	●	SV
Bubulcus ibis	황로		SV
Egretta alba alba	대백로		SV
Egretta alba modesta	중대백로		SV
Egretta intermedia	중백로		SV
Egretta garzetta	쇠백로		SV
Ardea cinerea	왜가리		SV
ORDER ANSERIFORMES	기러기목		
FAMILY ANATIDAE	오리과		
Anser fabalis	큰기러기		WV
Aix galericulata	원앙이		WV
Anas platyrhynchos	청둥오리		WV
Anas poecilorhyncha	흰뺨검둥오리		WV
Anas crecca	쇠오리		WV
Aythya ferina	흰죽지		WV
Mergus merganser	비오리		WV
ORDER FALCONIFORMES	매목		
FAMILY ACCIPITRIDAE	수리과		
Accipiter soloensis	붉은배새매	●	SV
Accipiter gularis	조롱이		Res
Accipiter nisus	새매		Res
Buteo buteo	말뚝가리		WV
Circus cyaneus	갯빛개구리매	●	WV
Circus melanoleucos	알락개구리매	●	SV
Circus aeruginosus	개구리매		WV
FAMILY FALCONIDAE	매과		
Falco subbuteo	새홀리기	●	SV
Falco tinnunculus	황조롱이		Res
ORDER GALLIFORMES	닭목		
FAMILY PHASIANIDAE	꿩과		
Phasianus colchicus	꿩	●	Res
ORDER GRUIFORMES	두루미목		
FAMILY RALLIDAE	뜸부기과		
Gallinula chloropus	쇠물닭		SV

<표 3.6-24> 계속 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상

학 명	국 명	홍성지역	생활형
ORDER CHARADRIIFORMES	도요목		
FAMILY CHARADRIIDAE	물떼새과		
Charadrius dubius	꼬마물떼새		SV
FAMILY SCOLOPACIDAE	도요과		
Tringa hypoleucos	깜작도요		SV
Gallinago gallinago	깍도요		PM
FAMILY LARIDAE	갈매기과		
Larus argentatus	재갈매기		WV
ORDER COLUMBIFORMES	비둘기목		
FAMILY COLUMBIDAE	비둘기과		
Streptopelia orientalis	멧비둘기	●	Res
ORDER CUCULIFORMES	두견목		
FAMILY CUCULIDAE	두견과		
Cuculus micropterus	검은등빼꾸기	●	SV
Cuculus canorus	빼꾸기	●	SV
Cuculus saturatus	병어리빼꾸기		SV
ORDER STRIGIFORMES	올빼미목		
FAMILY STRIGIDAE	올빼미과		
Bubo bubo	수리부엉이		Res
Asio otus	좁부엉이		WV
Otus scops	소쩍새	●	PM
Ninox scutulata	솔부엉이		SV
Strix uralensis	긴점박이올빼미		Res
ORDER CAPRIMULGIFORMES	쏙독새목		
FAMILY CAPRIMULGIDAE	쏙독새과		
Caprimulgus indicus	쏙독새		SV
ORDER APODIFORMES	칼새목		
FAMILY APODIDAE	칼새과		
Chaetura caudacuta	바늘꼬리칼새		PM
ORDER CORACIIFORMES	파랑새목		
FAMILY ALCEDINIDAE	물총새과		
Halcyon pileata	청호반새	●	SV
Alcedo atthis	물총새	●	Res
FAMILY CORACIIDAE	파랑새과		
Eurystomus orientalis	파랑새		SV
FAMILY UPUPIDAE	후투티과		
Upupa epops	후투티	●	SV
ORDER PICIFORMES	딱다구리목		
FAMILY PICIDAE	딱다구리과		
Picus canus	청딱다구리	●	Res
Dendrocopos major	오색딱다구리		Res
Dendrocopos kizuki	쇠딱다구리	●	Res

<표 3.6-24> 계속 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상

학 명	국 명	홍성지역	생활형
ORDER PASSERIFORMES	참새목		
FAMILY ALAUDIDAE	종다리과		
Alauda arvensis	종다리		WV
FAMILY HIRUNDINIDAE	제비과		
Hirundo rustica	제비	●	SV
Hirundo daurica	귀제비	●	SV
FAMILY MOTACLLIDAE	할미새과		
Dendronanthus indicus	물레새	●	SV
Motacilla cinerea	노랑할미새		SV
Motacilla alba leucopsis	알락할미새	●	SV
Motacilla alba lugens	백할미새		WV
Anthus hodgsoni	hing등새		SV
Anthus spinoletta	밭종다리		WV
FAMILY PYCNONOTIDAE	직박구리과		
Hypsipetes amaurotis	직박구리	●	Res
FAMILY LANIIDAE	때까치과		
Lanius bucephalus	때까치	●	Res
Lanius cristatus	노랑때까치		SV
FAMILY TROGLODYTIDAE	굴뚝새과		
Troglodytes troglodytes	굴뚝새	●	Res
FAMILY MUSCICAPIDAE	딱새과		
Erithacus cyane	쇠유리새		SV
Erithacus sibilans	울새		PM
Tarsiger cyanurus	유리딱새		WV
Phoenicurus aureus	딱새	●	Res
Saxicola torquata	검은딱새	●	SV
FAMILY TURNICIDAE	지빠귀과		
Turdus sibiricus	흰눈썹지빠귀		PM
Turdus dauma	호랑지빠귀	●	SV
Turdus hortulorum	되지빠귀		SV
Turdus chrysolaus	붉은배지빠귀		Vag
Turdus pallidus	흰배지빠귀	●	Res
Turdus naumanni eunomus	개똥지빠귀	●	WV
Turdus naumanni naumanni	노랑지빠귀		WV
FAMILY PANURIDAE	붉은머리오목눈이과		
Paradoxornis webbiana	붉은머리오목눈이	●	Res
Cettia squameiceps	숲새	●	WV
FAMILY SYLVIIDAE	휘파람새과		
Cettia diphone	휘파람새	●	SV
Acrocephalus arundinaceus	개개비		SV
Phylloscopus inornatus	노랑눈썹솔새		PM
Phylloscopus proregulus	노랑허리솔새		PM
Phylloscopus tenellipes	되솔새		PM
Phylloscopus occipitalis	산솔새	●	SV
Regulus regulus	상모솔새	●	WV
Ficedula zanthopygia	흰눈썹황금새		SV

<표 3.6-24> 계속 문헌조사시 확인된 조사지역의 조류상

학 명	국 명	홍성지역	생활형
FAMILY MONARCHIDAE	까치딱새과		
Terpsiphone atrocaudata	삼광조	●	SV
FAMILY AEGITHALIDAE	오목눈이과		
Aegithalos caudatus	오목눈이	●	Res
FAMILY REMIZIDAE	스원호오목눈이과		
Remiz pendulinus	스원호오목눈이		WV
FAMILY PARIDAE	박새과		
Parus palustris	쇠박새	●	Res
Parus ater	진박새	●	Res
Parus varius	곤줄박이	●	Res
Parus major	박새	●	Res
FAMILY SITTIDAE	동고비과		
Sitta europaea	동고비	●	Res
FAMILY EMBERIZIDAE	멧새과		
Emberiza cioides	멧새	●	Res
Emberiza pusilla	쇠붉은뺨멧새		WV
Emberiza rustica	쭈새	●	WV
Emberiza elegans	노랑턱멧새	●	Res
Emberiza spodocephala	축새	●	PM
Emberiza pallasi	북방검은머리쭈새		WV
Calcarius lapponicus	긴발톱멧새		WV
FAMILY FRINGILLIDAE	되새과		
Fringilla montifringilla	되새	●	WV
Carduelis sinica ussuriensis	방울새	●	Res
Carduelis spinus	검은머리방울새	●	WV
Loxia curvirostra	솔갓새		WV
Eophona personata	큰부리밀화부리		WV
Coccothraustes coccothraustes	콩새	●	WV
FAMILY PLOCEIDAE	참새과		
Passer montanus	참새	●	Res
FAMILY STURNIDAE	찌르레기과		
Sturnus cineraceus	찌르레기	●	SV
FAMILY ORIOLIDAE	피꼬리과		
Oriolus chinensis	피꼬리	●	SV
FAMILY CORVIDAE	까마귀과		
Garrulus glandarius	어치	●	Res
Cyanopica cyana	물까치		Res
Pica pica	까치	●	Res
Corvus corone	까마귀		Res
종 수		52	

주) 홍성지역 - 제2차 전국자연환경조사 1997 홍성지역의 조류(일월산)

<표 3.6-25>

현지조사시 확인된 조류상

학 명	국 명	홍성지역 개체수	홍성지역 우점도	생활형
ORDER PODICIPEDIFORMES	논병아리목			
FAMILY PODICIPEDIDAE	논병아리과			
Podiceps ruficollis	논병아리	3	0.26	Res
ORDER CICONIFORMES	황새목			
FAMILY ARDEIDAE	백로과			
Nycticorax nycticorax	해오라기			Res
Butorides striatus	검은댕기해오라기	16	1.40	SV
Bubulcus ibis	황로			SV
Egretta alba modesta	중대백로	18	1.58	SV
Egretta garzetta	쇠백로	32	2.81	SV
Ardea cinerea	왜가리	20	1.76	SV
ORDER ANSERIFORMES	기러기목			
FAMILY ANATIDAE	오리과			
Anas platyrhynchos	청둥오리			WV
Anas poecilorhyncha	흰뺨검둥오리	41	3.60	WV
ORDER FALCONIFORMES	매목			
FAMILY ACCIPITRIDAE	수리과			
Accipiter soloensis	붉은배새매	1	0.22	SV
FAMILY FALCONIDAE	매과			
Falco linnunculus	황조롱이	2	0.43	SV
ORDER GALLIFORMES	닭목			
FAMILY PHASIANIDAE	꿩과			
Phasianus colchicus	꿩			Res
ORDER GRUIFORMES	두루미목			
FAMILY RALLIDAE	뜸부기과			
Gallinula chloropus	쇠물닭	4	0.35	SV
ORDER CHARADRIIFORMES	도요목			
FAMILY CHARADRIIDAE	물떼새과			
Charadrius dubius	꼬마물떼새	6	0.53	SV
Charadrius alexandrinus	흰물떼새			PM
FAMILY SCOLOPACIDAE	도요과			
Calidris alpina	민물도요	4	0.35	WV
FAMILY LARIDAE	갈매기과			
Larus crassirostris	괭이갈매기	16	1.40	Res
ORDER COLUMBIFORMES	비둘기목			
FAMILY COLUMBIDAE	비둘기과			

<표 3.6-25> 계속

현지조사시 확인된 조류상

학 명	국 명	홍성지역 개체수	홍성지역 우점도	생활형
Streptopelia orientalis	멧비둘기	64	5.62	Res
ORDER CORACIIFORMES	파랑새목			
FAMILY ALCEDINIDAE	물총새과			
Halcyon pileata	청호반새	1	0.09	SV
Alcedo atthis	물총새			Res
FAMILY CORACIIDAE	파랑새과			
Eurystomus orientalis	파랑새			SV
ORDER PASSERIFORMES	참새목			
FAMILY HIRUNDINIDAE	제비과			
Hirundo rustica	제비	52	4.57	SV
Hirundo daurica	귀제비			SV
FAMILY MOTACLLIDAE	할미새과			
Motacilla cinerea	노랑할미새	4	0.35	SV
Motacilla alba leucopsis	알락할미새	11	0.97	SV
FAMILY PYCNONOTIDAE	직박구리과			
Hypsipetes amaurotis	직박구리	67	5.88	Res
FAMILY MUSCICAPIDAE	딱새과			
Phoenicurus aureus	딱새	9	0.79	Res
FAMILY TURNICIDAE	지빠귀과			
Turdus dauma	호랑지빠귀	1	0.09	SV
FAMILY PANURIDAE	붉은머리오목눈이과			
Paradoxornis webbiana	붉은머리오목눈이	420	36.87	Res
FAMILY PARIDAE	박새과			
Parus palustris	쇠박새	6	0.53	Res
Parus major	박새	33	2.90	Res
FAMILY EMBERIZIDAE	멧새과			
Emberiza elegans	노랑턱멧새			Res
FAMILY PLOCEIDAE	참새과			
Passer montanus	참새	250	21.95	Res
FAMILY ORIOLIDAE	피꼬리과			
Oriolus chinensis	피꼬리			SV
FAMILY CORVIDAE	까마귀과			
Pica pica	까치	41	3.60	Res
Corvus corone	까마귀	17	1.49	Res
합 계		1139		
종 수		26		
종다양도		2.17		

○ 양서·파충류

- 홍성지역

본 조사지역은 하천으로 양서·파충류가 서식하기에 적합한 환경을 제공해주는 것으로 사료되었다.

본 홍성지역에서 관찰된 양서 파충류는 하천 인근 논에서 청개구리와 참개구리를 관찰할 수 있었으며, 하천에서는 옴개구리를 관찰할 수 있었다

<표 3.6-26> 홍성지역 일대의 양서-파충류 서식현황

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

주) V : 직접목견, H : 청문, S : 청음

문헌) 제2차 전국자연환경조사, 1997 가야산 및 주변 일대의 양서·파충류

○ 육상곤충

- 홍성지역

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

현지조사시 관찰된 종은 여름철 전국에서 흔히 관찰되는 종이었으며 멸종위기 야생동물이나 천연기념물은 관찰할 수 없었다

<표 3.6-27>

홍성지역 육상곤충 서식현황

학 명	국 명	홍성지역	비고
Order Ephemeroptera	하루살이목		
Family Ephemeridae	하루살이과		
Ephemera strigata (Eato)	무늬하루살이	r	
Order Odonata	잠자리목		
Family Coenagrionidae	실잠자리과		
Ischnura asiatica (Brauer)	아시아실잠자리	r	
Family Platycnemididae	방울실잠자리과		
Platycnemis phillopoda (Djakonov)	방울실잠자리	r	
Family Aeshnidae	왕잠자리과		
Anax partehnope (Selys)	왕잠자리	r	
Family Libellulidae	잠자리과		
Orthetrum albistylum speciosum (Ubler)	밀잠자리	r	
Crocothemis servilia	고추잠자리	r	
Sympetrum unfuscatum (Selys)	깃동잠자리	+	
Pantala flavescens (Fabricius)	된장잠자리	++	
Order Blattaria	바퀴목		
Family Blattellidae	바퀴과		
Blattella germanica (Linne)	바퀴	r	
Family Blattidae	왕바퀴과		
Periplaneta japonica (Karny)	집바퀴	r	
Order Mantodea	사마귀목		
Family Mantidae	사마귀과		
Tenodera angustipennis (Saussure)	사마귀	r	
Order Dermaptera	집게벌레목		
Family Anisolabididae	민집게벌레과		
Anechura japonica (Bormans)	좀집게벌레	r	
Order Orthoptera	메뚜기목		
Family Tettigoniidae	여치과		
Phaneroptera nigroantennata (Brunner)	검은다리실베짚이	r	
Hexacentrus unicolor (Serville)	베짚이	r	
Family Gryllidae	귀뚜라미과		

<표 3.6-27> 계속

홍성지역 육상곤충 서식현황

학 명	국 명	홍성지역	비고
Teleogryllus yemma (Ohmachi et Matsumura)	왕귀뚜라미	r	
Velarifictorus aspersus (Walker)	귀뚜라미	r	
Family Tetrigidae	모메뚜기과		
Tetrix japonica (Bolivar)	모메뚜기	+	
Criotettix japonica (Haan)	가시모메뚜기	r	
Family Pyrgomorphidae	섬서구메뚜기과		
Atractomorpha lata (Motschulsky)	섬서구메뚜기	+	
Family Acrididae	메뚜기과		
Anapodisma beybienkoi (Reatz et Miller)	팔공산밀들이메뚜기	+	
Acrida cinerea cinerea (Thunberg)	방아깨비	r	
Oxya japonica japonica (Thunberg)	벼메뚜기	r	
Order Hemiptera	노린재목		
Family Miridae	장님노린재과		
Lygocoris (A.) limbatus (Falln)	무늬고리장님노린재	r	
Family Lygaeidae	긴노린재과		
Nysius (N.) plebejus (Distant)	애긴노린재	r	
Family Coreidae	허리노린재과		
Riptortus clavatus (Thunberg)	톱다리개미허리노린재	r	
Family Pentatomidae	노린재과		
Plautia stali (Scott)	갈색날개노린재	r	
Graphosoma rubrolineatum (Westwood)	홍줄노린재	r	
Order Homoptera	매미목		
Family Cicadellidae	매미충과		
Cicadella viridis (Linne)	말매미충	r	
Family Cicadidae	매미과		
Meimuna opalifera (Walker)	애매미	r	
Platypleura kaempferi (Fabricius)	털매미	r	
Family Aphididae	진딧물과		
Aphis clerodendri (Matsumura)	누리장진딧물	r	
Order Coleoptera	딱정벌레목		
Family Cicindelidae	길앞잡이과		
Cicindela (E.) elisae koreanica (Mandl)	꼬마길앞잡이	r	
Abroscelis anchoralis	닷무늬길앞잡이	r	
Family Carabidae	딱정벌레과		
Damaster mirabilissimus mirabilissimus	멋조롱박딱정벌레	r	
Family Harpalidae	먼지벌레과		
Bradycellus laeticolor (Bates)	쭈뼌애먼지벌레	r	
Chlaenius tetragonoderus (Chaudoir)	남방무늬먼지벌레	+	
Family Histeridae	풍뎅이붙이과		
Hololepta depressa (Lewis)	납작풍뎅이붙이	r	
Family Silphidae	송장벌레과		
Nicrophorus quadripunctatus (Kraats)	넉점박이송장벌레		
Family Geotrupidae	금풍뎅이과		
Chromogeotrupes auratus (Motschulsky)	보라금풍뎅이	r	
Family Aphodiidae	똥풍뎅이과		
Holotrichia picea (Waterhouse)	꼬마검정풍뎅이		
Family Rutelidae	풍뎅이과		
Anomala albopilosa (Hope)	청동풍뎅이		
Popillia mutans (Newmann)	콩풍뎅이	r	
Family Cetoniidae	꽃무지과		
Nipponovalgus angusticollis (Waterhouse)	넓적꽃무지		
Family Elateridae	방아벌레과		

<표 3.6-27> 계속

홍성지역 육상곤충 서식현황

학 명	국 명	홍성지역	비고
Agrypnus argillaceus (Solsky)	대유동방아벌레	r	
Family Cantharidae	병대벌레과		
Athemus attristatus (Kiesenwetter)	검정병대벌레	r	
Family Coccinellidae	무당벌레과		
Aiolocaria hexaspilota (Hope)	납생이무당벌레	r	
Coccinella (Coccinella) septempunctata (Linne)	칠성무당벌레	+	
Harmonia axyridis (Pallas)	무당벌레	r	
Henosepilachna vigintioctopunctata (Fabricius)	이십팔점박이무당벌레	r	
Family Cerambycidae	하늘소과		
Anoplophora malasiaca (Thomson)	알락하늘소	r	
Moechotypa diphysis (Pascoe)	털두꺼비하늘소	r	
Family Chrysomelidae	잎벌레과		
Chrysochus chinensis (Baly)	중국청납색잎벌레	r	
Linnaea aenea (Linne)	납색잎벌레	+	
Family Curculionidae	바구미과		
Episomus turritus (Gyllenhal)	흑바구미	r	
Order Hymenoptera	벌목		
Family Argidae	등에잎벌과		
Arge cyanocerocea (Frster)	청람등에잎벌		
Family Tenthredinidae	잎벌과		
Athalia infumata (Marlatt)	연무잎벌	+	
Family Braconidae	고치벌과		
Charmon extensor (Linnaeus)	배납작고치벌	r	
Family Formicidae	개미과		
Camponotus (Camponotus) japonicus (Mayr)	일본왕개미	++	
Formica (Serviformica) japonica (Motschulsky)	곰개미	++	
Family Vespidae	말벌과		
Vespa crabro flavofasciata (Cameron)	말벌	r	
Vespa flaviceps lewisi (Cameron)	땅벌		
Polistes snelleni (Saussure)	별쌍살벌	r	
Family Apidae	꿀벌과		
Bombus ignitus (Smith)	호박벌	+	
Apis mellifera (Linne)	양봉꿀벌	++	
Order Diptera	파리목		
Family Tipulidae	각다귀과		
Nephrotoma pullata (Alexander)	큰황나각다귀	r	
Family Asilidae	파리매과		
Promachus yesonicus (Bigot)	파리매	r	
Family Syrphidae	꽃등에과		
Eristalis (Eristalis) tenax (Linne)	꽃등에	+	
Dideoides latus (Coquillett)	얼룩무늬노랑꽃등에	r	
Sphaerophoria menthastri (Linnaeus)	꼬마꽃등에	r	
Family Scathophagidae	똥파리과		
Scathophaga stercoraria (Linne)	똥파리	r	
Family Calliphoridae	검정파리과		
Lucilia illustris (Meigen)	연두금파리	r	
Order Lepidoptera	나비목		
Family Incurvariidae	곡나방과		
Nemophora staududingerella (Christoph)	큰자루긴수염나방	r	
Family Tortricidae	잎말이나방과		
Choristoneura adumbratana (Walsingham)	큰사과잎말이나방	r	
Ptycholoma imitator (Walsingham)	그물눈잎말이나방		

<표 3.6-27> 계속

홍성지역 육상곤충 서식현황

학 명	국 명	홍성지역	비고
Family Yponomeutidae	집나방과		
Yponomeuta strigosus (Butler)	흰줄줄나방	r	
Family Pyralidae	명나방과		
Ancylolomia japonica (Zeller)	벼포충나방		
Crambus argyrophorus (Butler)	흰띠포충나방	r	
Dichocrocis punctiferalis (Guene)	복숭아명나방		
Pileocera sodalis (Leech)	콩팥무늬명나방	r	
Endotricha portialis (Walker)	날개뿔명나방	+	
Calgua defiguralis (Walker)	통마디알락명나방	r	
Hypsotropha solipunctella (Ragonot)	애알락명나방		
Family Sphingidae	박각시과		
Agrius convolvuli (Linne)	박각시	r	
Ampelophaga rubiginosa (Bremer et Grey)	머루박각시		
Family Hesperidae	팔랑나비과		
Daimio tethys (Menetries)	왕자팔랑나비	+	
Pelopidas jansonis (Butler)	산줄점팔랑나비		
Family Papilionidae	호랑나비과		
Atrophaneura alcinous (Klug)	사향제비나비		
Papilio xuthus (Linnaeus)	호랑나비	r	
Papilio bianor (Cramer)	제비나비	r	
Family Pieridae	흰나비과		
Colias erate (Esper)	노랑나비		
Pieris rapae (Linnaeus)	배추흰나비	r	
Pieris canidia (Sparman)	대만흰나비	+	
Family Lycaenidae	부전나비과		
Japonica lutea (Hewitson)	굴빛부전나비	r	
Tongeia fischeri (Eversmann)	먹부전나비	r	
Lycaides argyrognomon (Bergstrasser)	부전나비	+	
Family Nymphalidae	네발나비과		
Limenitis camilla (Linnaeus)	줄나비	r	
Limenitis sydyi (Lederer)	굵은줄나비	r	
Neptis philyra (Mntris)	세줄나비	r	
Neptis sappho (Pallas)	애기세줄나비	+	
Polygonia c-aureum (Linnaeus)	네발나비	r	
Lasioommata deidamia (Eversmann)	뱀눈그늘나비	r	

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

(2) 육수 동·식물상

○ 어류

- 문헌조사

환경부에서 실시한 제2차 전국자연환경조사를 활용하여 조사를 실시한 결과 보령에서 31종이 출현하였던 것으로 확인되었으며 이 중 천연기념물 및 멸종 위기종은 출현하지 않은 것으로 확인되었다. 본 조사와는 차이가 있는 것으로 확인되었다.

<표 3.6-28>

문헌조사 목록

학 명	국 명	홍성	비고
CLASS OSTEICHTHYES	조기어 강		
ORDER ANGUILLIFORMES	뱀장어목		
FAMILY ANGUILLIDAE	뱀장어과		
Anguilla japonica	뱀장어		
ORDER CLUPEIFORMES	청어목		
FAMILY ENGRAULIDAE	멸치과		
Coilia nasus	웅어		
FAMILY GLUPEIDAE	청어과		
Sardinella zunasi	뱀돔이		
Konosirus punctatus	전어		
ORDER CYPRINIFORMES	잉어목		
FAMILY CYPRINIDAE	잉어과		
Cyprinus carpio	잉어	●	
Carassius auratus	붕어	●	
Rhodeus ocellatus	흰줄납줄개	●	
Rhodeus uyekii	각시붕어	●	특산종
Rhodeus notatus	떡납줄갱이	●	
Acheilognathus lanceolatus	납자루		
Acheilognathus koreanus	칼납자루		특산종
Acheilognathus yamatsutae	줄납자루	●	특산종
Acheilognathus rhombea	납지리		
Acanthorhodeus gracilis	가시납지리	●	특산종
Pseudorasbora parva	참붕어	●	
Pungtungia herzi	돌고기	●	
Gnathopogon strigatus	줄몰개	●	
Squalidus gracilis majimae	긴몰개	●	특산종
Squalidus chankaensis tsuchigae	참몰개	●	특산종
Hemibarbus longirostris	참마자	●	
Pseudogobio esocinus	모래무지	●	
Abbottina rivularis	버들매치		
Abbottina springeris	왜매치	●	특산종
Microphysogobio yaluensis	돌마자	●	특산종
Rhynchocypris oxycephalus	버들치	●	
Aphyocypris chinensis	왜몰개		
Zacco temmincki	갈겨니	●	
Zacco platypus	피라미	●	
Opsariichthys bidens	끄리	●	
Hemiculter eigenmanni	치리	●	
FAMILY COBITIDAE	미꾸리과		
Lefua costata	쌀미꾸리		
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리	●	
Misgurnus mizolepis	미꾸라지	●	
Iksookimia koreensis	참종개	●	특산종
Cobitis lutheri	점줄종개	●	
ORDER SILURIFORMES	메기목		
FAMILY SILURIDAE	메기과		
Silurus asotus	메기	●	
Silurus microdorsalis	미유기	●	특산종
FAMILY BAGRIDAE	동자개과		
Pseudobagrus fulvidraco	동자개		
Pseudobagrus koreanus	눈동자개	●	특산종

<표 3.6-28> 계속

문헌조사 목록

학 명	국 명	홍 성	비 고
ORDER OSMERIDAE	바다빙어목		
FAMILY OSMERIDAE	바다빙어과		
Hypomesus olidus	빙어	●	
ORDER MUGILIDAE	송어목		
FAMILY MUGILIDAE	송어과		
Mugil cephalus	송어	●	
Liza haematocheila	가송어		
ORDER BELONIFORMES	동갈치목		
FAMILY ADRIANICHTHYOIDAE	송사리과		
Oryzias sinensis	대륙송사리	●	
FAMILY HEMIRAMPHIDAE	학공치과		
Hyporhamphus intermedius	줄공치		
ORDER GASTEROSTEIFORMES	큰가시고기목		
FAMILY SYNGNATHIDAE	실고기과		
Syngnathus schlegeli	실고기		
ORDER SYNBRANCHIFORMES	드렁허리목		
FAMILY SYNBRANCHIDAE	드렁허리과		
Monopterus albus	드렁허리		
ORDER PERCIFORMES	농어목		
FAMILY LEIOGNATHIDAE	주둥치과		
Leiognathus nuchalis	주둥치		
FAMILY ODONTOBUTIDAE	동사리과		
Odontobutis platycephala	동사리	●	특산종
Odontobutis interrupta	얼룩동사리	●	특산종
FAMILY GOBIIDAE	망둑어과		
Chaenogobius urotaenius	꼭저구	●	
Synechogobius hastus	풀망둑	●	
Rhinogobius brunneus	밀어	●	
Tridentiger trigonocephalus	두줄망둑	●	
Tridentiger obscurus	검정망둑	●	
Tridentiger brevispinis	민물검정망둑		
Favonigobius gymnauchen	날개망둑	●	
Periophthalmus modestus	말뚝망둥어		
Odontamblyopus rubicundus	개소갱		
FAMILY CHANNIDAE	가물치과		
Channa arga	가물치	●	
ORDER TETRAODONTIFORMES	복어목		
FAMILY TETRAODONTIDAE	참복과		
Takifugu niphobles	복섬		
종 수		40	

○ 현지조사

본 과업하천에서는 미꾸리 및 붕어의 출현빈도가 높게 나타났다. 과업하천의 특성상 다양한 어종의 출현이 일어나지 않았으며 미꾸리의 우점이 높게 나타났다기 때문이었다.

<표 3.6-29>

조사지역별 우점종현황

하천명	우점종	차우점종
홍성천	붕어	미꾸리

<표 3.6-30>

조사지역별 종다양성

종다양성	홍성천	비고
종다양도(H')	0.80	
균등도(E')	0.73	
종풍부도(R')	0.87	

<표 3.6-31>

현지조사시 확인된 어류상

학명	국명	홍성천	비고
CLASS OSTEICHTHYES	조기어강		
ORDER CYPRINIFORMES	잉어목		
FAMILY CYPRINIDAE	잉어과		
Carassius auratus	붕어	7	
Rhodeus ocellatus	흰줄납줄개		
Rhodeus uyekii	각시붕어		
Pseudorasbora parva	참붕어		
Pungtungia herzi	돌고기		
Microphysogobio yaluensis	돌마자		
Rhynchocypris oxycephalus	버들치		
Zacco temmincki	갈겨니		
Zacco platypus	피라미	1	
FAMILY COBITIDAE	미꾸리과		
Lefua costata	쌀미꾸리		
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리	2	
Cobitis lutheri	점줄종개		
ORDER PERCIFORMES	농어목		
FAMILY ODONTOBUTIDAE	동사리과		
Odontobutis platycephala	동사리		
FAMILY GOBIIDAE	망둑어과		
Rhinogobius brunneus	밀어		
합계(sum.)		10	
종수		3	

○ 저서성 대형무척추동물상

- 문헌조사

환경부에서 실시한 제2차 전국자연환경조사를 활용하여 조사를 실시한 결과 홍성에서 29종이 출현하였던 것으로 확인되어 저서성대형무척추동물이 출현가능한 것으로 확인되었으며 이 중 천연기념물 및 멸종위기종은 출현하지 않은 것으로 확인되었다.

<표 3.6-32>

문헌조사 목록

종 명	국 명	홍성	비 고
Phylum Platyhelminthes	편형동물문		
Class Tubellaria	와충강		
Order Tricladida	삼기장목		
Family Kenkiidae	플라나리아과		
Dugesia japonica Ichikawz and Kawakatsu	플라나리아	●	
Phylum Mollusca	연체동물문		
Class Gastropoda	복족강		
Order Mesogastropoda	중복족목		
Family Pleuroceridae	다슬기과		
Semisulcospira forticosta (Martens)	주름다슬기	●	
Semisulcospira coreana (Martens)	참다슬기	●	
Order Basommatophora	기안목		
Family Lymnaeidae	물달팽이과		
Lymnaea auricularia (Linnaeus)	물달팽이	●	
Family Planorbidae	또아리물달팽이과		
Gyraulus chinensis (Dunker)	또아리물달팽이	●	
Phylum Annelida	환형동물문		
Class Oligochaeta	빈모강		
Order Haplotaxida	지렁이목		
Family Lumbricidae	지렁이과		
Chaetogaster limnaei Baer	지렁이		
Order Archioliogochaeta	물지렁이목		
Family Tubificidae	실지렁이과		
Limnodrilus gotoi Hatai	실지렁이	●	
Class	거머리강		
Order Rhynchobdellida	부리거머리목		
Family Glossiphoniidae	넙적거머리과		
Alboglossiphonia lata (Oka)	조개넙적거머리	●	
Batracobdella paludosa (Carena)	연두넙적거머리	●	
Glossiphonia complanata (Linnaeus)	갈색넙적거머리		
Order Arhynchobdellidae	턱거머리목		
Family Erpobdellidae	돌거머리과		
Erpobdella lineata Muller	돌거머리		
Phylum Arthropoda	절지동물문		
Class Crustacea	갑각강		
Order Amphipoda	단각목		
Family Gammaridae	옆새우과		
Gammarus sp.	옆새우류		
Class Insecta	곤충강		
Order Ephemeroptera	하루살이목		
Family Baetidae	꼬마하루살이과		
Acentrella sibirica Kazlauskas	콩알하루살이		
Beatiella japonica	애하루살이	●	
Baetis fuscatus Linnaeus	개똥하루살이		
Baetis ursinus Kazlauskas	방울하루살이		
Cloeon dipterum (Linnaeus)	두날개하루살이(연못하루)	●	
Labiobaetis atrebatinus (Eaton)	입술하루살이		
Family Ephemerellidae	알락하루살이과		
Serratella setigera (Bajkova)	범꼬리하루살이		
Uracanthella rufa (Imanishi)	등줄하루살이		
Family Ephemeridae	하루살이과		
Ephemera orientalis McLachlan	동양하루살이	●	
Family Heptageniidae	납작하루살이과		
Bleptus fasciatus Eaton	맷시하루살이		
Cinygmula hirsana (Imanishi)	봄충각하루살이		
Ecdyonurus dracon Kluge	참납작하루살이		

<표 3.6-32> 계속

문헌조사 목록

종 명	국 명	홍성	비고
Epeorus latifolium U?no	점박이부채하루살이		
Epeorus pellucidus (Brodsky)	부채하루살이	●	
Family Leptophlebiidae	갈래하루살이과		
Paraleptophlebia chocolata Imanishi	두갈래하루살이		
Order Odonata	잠자리목		
Family Coenagrionoidae	실잠자리과		
Cercion calamorum (Ris)	등검은실잠자리		
Cercion hieroglyphicum (Brauer)	등줄실잠자리		
Ischnura asiatica (Brauer)	아시아실잠자리		
Family Gomphidae	부채장수잠자리과		
Davidius lunatus Bartenev	쇠측범잠자리		
Family Aeshnidae	왕잠자리과		
Anax parthenope julius Brauer	왕잠자리		
Family Libellulidae	잠자리과		
Crocothemis servilia (Drury)	고추잠자리		
Orthetrum lineostigma (Selys)	홀쪽밀잠자리		
Orthetrum albistylum speciosum (Uhler)	밀잠자리		
Orthetrum triangulare melania (Selys)	큰밀잠자리		
Deielia phaon (Selys)	밀잠자리불이		
Order Plecoptera	강도래목		
Family Okamoto	녹색강도래과		
Sweltsa nikkoensis (Okamoto)	녹색강도래		
Order Hemiptera	노린재목		
Family Corixidae	물벌레과		
Hesperocorixa koltzoffi (Lundbald)	왕물벌레		
Sigara (Tropocorixa) substriata (Uhler)	방물벌레		
Family Belostomatidae	물장군과		
Diplonychus esakii Miyamoto and Lee	각시물자리		
Family Nepidae	장구애비과		
Laccotrephes japonensis Scott	장구애비		
Nepa hoffmanni Esaki	메추리장구애비		
Ranatra chinensis Mayr	제이재비	●	
Family Mesoveliidae	물노린재과		
Mesovelia oreinetalis Kirkaldy	물노린재		
Mesovelia vittigera Horvath	가시물노린재		
Family Gerridae	소금쟁이과		
Aquaris paludum (Fabricius)	소금쟁이		
Order Megaloptera	뱀잠자리목		
Family Corydalidae	뱀잠자리과		
Parachauliodes continentalis Weele	대륙뱀잠자리	●	
Order Coleoptera	딱정벌레목		
Family Dytiscidae	물방개과		
Laccophilus lewisius Sharp	무늬깨알물방개		
Hyphydrus japonicus Sharp	알물방개		
Guignotus japonicus (Sharp)	꼬마물방개		
Neonectes natrix (Sharp)	노랑무늬물방개		
Agabus japonicus Sharp	땅콩물방개	●	
Ilybius apicalis Sharp	모래무지물방개		
Rhantus (Rhantus) pulverosus (Stephens)	애기물방개		
Eretes sticticus (Linnaeus)	젯빛물방개		
Hydaticus (Hydaticus) grammicus Germar	꼬마줄물방개		
Hydaticus sp.	물방개류		
Family Noteridae	자색물방개과		
Noterus japonicus Sharp	자색물방개		
Family Haliplidae	물진드기과		

<표 3.6-32> 계속

문헌조사 목록

종 명	국 명	홍성	비고
Peltodytes sinensis (Hope)	중국물진드기		
Family Hydrophilidae	물뽕뽕이과		
Helochares (Hydrobaticus) striatus Sharp	좁물뽕뽕이		
Hydrophilus accuminatus Motschulsky	물뽕뽕이		
Order Diptera	파리목		
Family Tipulidae	각다귀과		
Tipula KUa	각다귀 KUa	●	
Tipula KUb	각다귀 KUb		
Tipula KUc	각다귀 KUc		
Pedicia KUa	장수각다귀 KUa		
Antocha KUa	명주각다귀 KUa		
Family Psychodidae	나방파리과		
Psychoda KUa	나방파리 KUa		
Family Simuliidae	먹파리과		
Simulium sp.	먹파리류		
Family Ceratopogonidae	등에모기과		
Ceratopogonidae sp.	등에모기류		
Family Chironomidae	갈따구과		
Tanypodinae sp.	늪갈따구류	●	
Chironomidae sp.	갈따구류	●	
Family Empididae	춤파리과		
Empididae	춤파리류	●	
Family Tabanidae	등에과		
Chrysops suavis	대모등에붙이	●	
Tabanus	여린황등에	●	
Family Ephydriidae	물가파리과		
Ephydriidae	물가파리류		
Family Muscidae	집파리과		
Muscidae	집파리류		
Family Culicidae	모기과		
Culex	집모기류		
Order Trichoptera	날도래목		
Family Ecnomidae	별날도래과		
Ecnomus tenellus	별날도래		
Family Hydropsychidae	줄날도래과		
Hydropsyche KUb	줄날도래 KUa		
Hydropsyche KUc	줄날도래 KUb		
Hydropsyche KUe	줄날도래 Kud		
Hydropsyche KUf	줄날도래 KUe		
Cheumatopsyche brevilineata	꼬마줄날도래	●	
Family Glossosomatidae	광택날도래과		
Glossosoma KUa	광택날도래 KUa	●	
Family Hydroptilidae	애날도래과		
Hydroptila KUa	애날도래 KUa		
Family Limnephilidae	우묵날도래과		
Apatania KUa	애우묵날도래 KUa	●	
Hydatophylax nigrovittatus McLachlan	떠무늬우묵날도래		
Nothopsyche KUa	갈색우묵날도래 KUa	●	
Family Lepidostomatidae	네모집날도래과		
Goerodes KUa	네모집날도래 KUa		
Order Lepidoptera	나비목		
Family Pyralidae	명나방과		
Cataclysta KUa	노랑물명 나방 KUa		
종 수		25	

자료 : 배연재, 1997. 예산·서산·홍성 가야산 및 그 일대의 저서성대형무척추동물 제 2차 전국자연환경조사.

○ 현지조사

분류군별 조성은 비곤충류가 5종, 하루살이류 1종, 파리류 2종으로서 비곤충류가 가장 높은 출현종수를 나타냈다

<표 3.6-33> 저서성대형 무척추동물의 분류군별 현황

분류군	홍성천	비 고
비곤충류	5	
갑각류		
하루살이류	1	
잠자리류		
노린재류		
파리류	2	

<표 3.6-34> 현장조사시 확인된 저서성대형 무척추동물상의 종다양성

종다양성	홍성천	비 고
종다양도(H')	1.62	
균등도(E')	0.78	
종풍부도(R')	1.71	

<표 3.6-35> 현지조사에서 확인된 저서성대형 무척추동물의 목록

학 명	국 명	홍성천	비 고
Phylum Mollusca	연체동물문		
Class Gastropoda	복족강		
Order Mesogastropoda	중복족목		
Family Viviparidae	논우렁이과		
Cipangopaludina chinensis malleata (Reeve)	논우렁이	1	
Family Pleuroceridae	다슬기과		
Semisulcospira coreana (Martens)	참다슬기	2	
Order Basommatophora	기안목		
Family Lymnaeidae	물달팽이과		
Lymnaea auricularia (Linnaeus)	물달팽이	5	
Family Physidae	원돌이물달팽이과		
Physa acuta Draparnaud	원돌이물달팽이		
Family Planorbidae	또아리물달팽이과		
Gyraulus chinensis (Dunker)	또아리물달팽이		
Phylum Annelida	환형동물문		
Class Oligochaeta	빈모강		
Order Archioliogochaeta	물지렁이목		
Family Tubificidae	실지렁이과		
Limnodrilus gotoi Hatai	실지렁이	6	
Class	거머리강		
Order Arhynchobdellidae	턱거머리목		
Family Erpobdellidae	돌거머리과		
Erpobdella lineata Muller	돌거머리	1	
Phylum Arthropoda	절지동물문		
Class Crustacea	갑각강		
Order Decapoda	십각목		
Family Atyidae	새뱅이과		
Caridina denticulata denticulata De Haan	새뱅이		
Class Insecta	곤충강		
Order Ephemeroptera	하루살이목		
Family Baetidae	꼬마하루살이과		

<표 3.6-35> 계속 현지조사에서 확인된 저서성대형 무척추동물의 목록

학 명	국 명	홍성천	비 고
<i>Acentrella sibirica</i> Kazlauskas	콩알하루살이		
<i>Baetis fuscatus</i> Linnaeus	개똥하루살이		
<i>Baetis ursinus</i> Kazlauskas	방울하루살이	12	
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus)	연못하루살이		
<i>Labiobaetis atrebatinus</i> (Eaton)	입술하루살이		
Family Ephemerellidae	알락하루살이과		
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	범꼬리하루살이		
<i>Uracanthella rufa</i> (Imanishi)	등줄하루살이		
Family Heptageniidae	납작하루살이과		
<i>Bleptus fasciatus</i> Eaton	맷시하루살이		
<i>Cinygmula hirasana</i> (Imanishi)	봄충각하루살이		
Order Odonata	잠자리목		
Family Calopterygidae	물잠자리과		
<i>Calopteryx atrata</i> Selys	검은물잠자리		
<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리		
Family Libellulidae	잠자리과		
<i>Crocothemis servilia</i> (Drury)	고추잠자리		
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (Uhler)	밀잠자리		
Order Hemiptera	노린재목		
Family Nepidae	장구애비과		
<i>Laccotrephes japonensis</i> Scott	장구애비		
<i>Ranatra chinensis</i> Mayr	게아재비		
Family Gerridae	소금쟁이과		
<i>Aquaris paludum</i> (Fabricius)	소금쟁이		
Order Diptera	파리목		
Family Tipulidae	각다귀과		
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	7	
Family Chironomidae	깔따구과		
<i>Chironomidae</i> sp.	깔따구류	26	
Family Culicidae	모기과		
<i>Culex</i>	집모기류		
합계(sum.)		60	
종 수		8	

뒷면



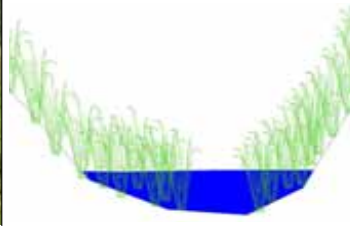


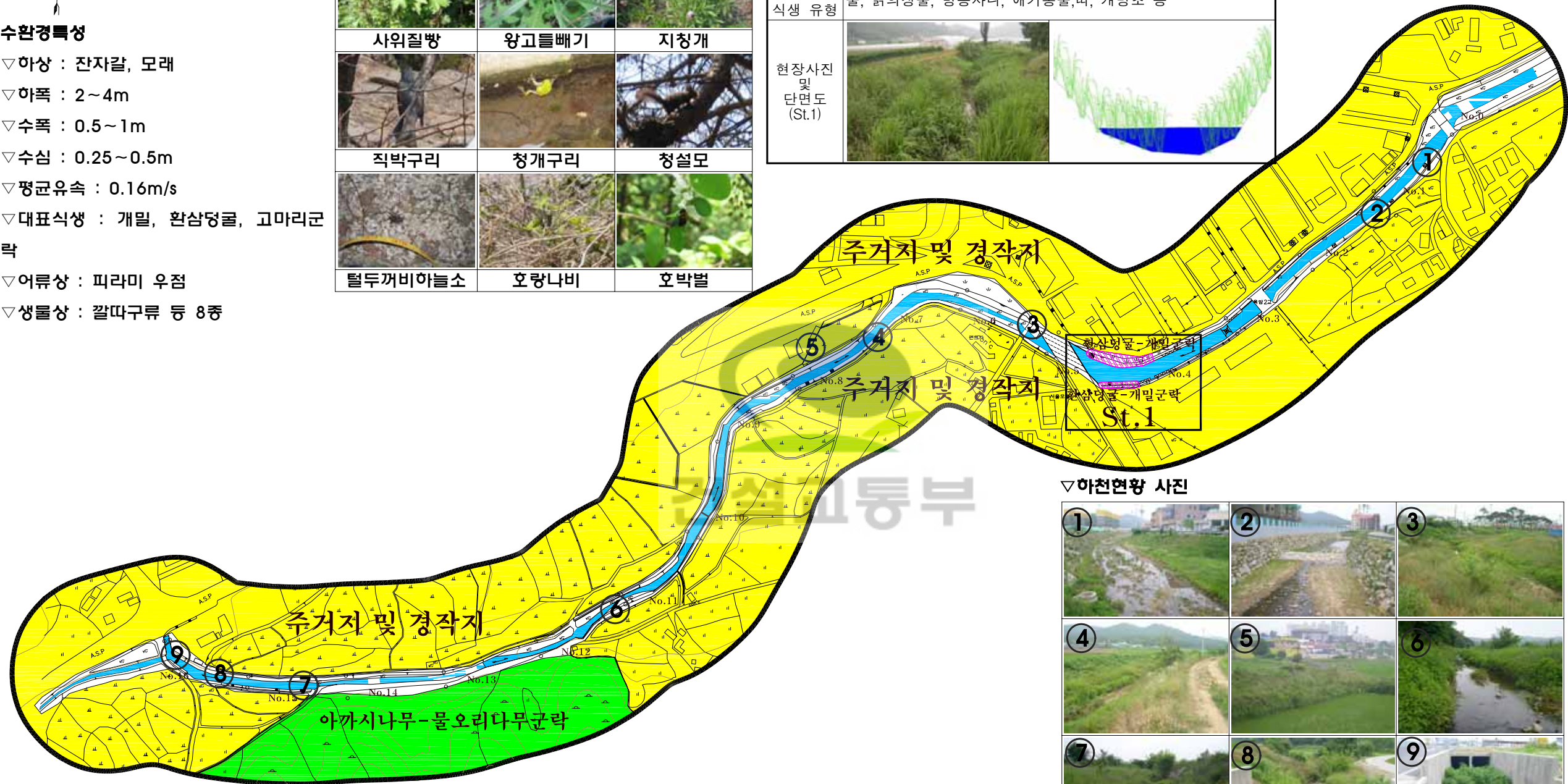
수환경특성

- ▽하상 : 잔자갈, 모래
- ▽하폭 : 2~4m
- ▽수폭 : 0.5~1m
- ▽수심 : 0.25~0.5m
- ▽평균유속 : 0.16m/s
- ▽대표식생 : 개밀, 환삼덩굴, 고마리군락
- ▽어류상 : 피라미 우점
- ▽생물상 : 깔따구류 등 8종

▽동·식물상 사진



조사	홍성천		
지역			
주요 군락	개밀군락, 환삼덩굴군락, 고마리군락	출현종수	28
출현종 및 식생 유형	줄, 닭의장풀, 방동사니, 애기똥풀, 락, 개망초 등		
현장사진 및 단면도 (St.1)	 		



▽하천현황 사진



<그림 3.6-5> 수변생태도



4.0 하천의 종합적인 정비방향



- 4.1 하천의 종합적인 보전 및 이용에 관한 기본방향 설정
- 4.2 홍수처리계획의 기본방향
- 4.3 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향
- 4.4 하천환경관리에 관한 기본방향
- 4.5 바람직한 하천 모습 설정

4.0 하천의 종합적인 정비방향

대상하천 유역의 수자원개발 및 이용과 하천유역의 기능 극대화와 역기능을 최소화함으로써 하천과 주변 시민의 생활이 자연스럽게 조화를 이룰 수 있도록 각종 관련계획의 기본방침 및 관련사항 설정과 그 내용에 따라 합리적이고 체계적인 하천유역 개발관리가 가능하도록 과업하천 유역에 대하여 종합적인 정비방향을 다음과 같이 설정하였다.

4.1 하천의 종합적인 보전 및 이용에 관한 기본방향 설정

1) 장·단기적인 청사진 제시

- 단기적인 개발 목표가 아니라 유역 전체의 관점에서 궁극적으로 하천이 갖추어야 할 모습 설정
- 홍수를 안전하게 소통시켜 홍수로 인한 재해예방
- 지역주민의 의견을 수렴하여 지역주민이 바라는 하천상 수립

2) 다음 세대를 고려한 하천개발

- 장기적인 관점에서 바람직한 하천모습을 달성할 수 있도록 목표를 설정 및 지속적인 추진
- 하천은 현재의 우리와 다음세대도 함께 향유해야 할 소중한 자연자원이므로 현재 예측 불가능한 미래의 하천정비 방법에 대한 유보적이고 환충적인 계획 수립
- 다음 세대를 고려한 하천개발은 지속적인 개발(Sustainable Development) 개념과 상통

3) 치수 및 이수적 측면을 만족하는 환경정비

- 하천의 고유기능은 치수, 이수, 환경이라는 3대 기능을 갖고 있으므로 전체적으로 조화를 이루는 계획 수립
- 하천환경관리는 치수기능을 확보함과 동시에 장기적인 관점에서 하천환경을 보존하고 창조하는 계획이어야 함

4) 관개용수의 안정적인 공급

- 하천 상류에 위치한 저수지로부터 관개기 관개용수 공급수로의 기능 수행

5) 하천 고유의 자연적, 공간적 특성의 보존 및 향상

- 하천은 자연성이 풍부하고 수변 및 수중에는 다양한 생태계가 서식하는 곳으로 하천 그 자체로 자연성을 느끼는 공간이다
- 과거의 하천정비 방법은 편리성 비용, 안전성 등으로 인공적인 재료를 이용하여 정비하였으나 하천정비 공법을 자연적인 재료를 활용하여 정비함으로써 자연성을 더욱 풍부하게 하여야 한다
- 물과 동·식물이 어울려 있는 생태계가 상·하류로 길게 연결된 공간적 개방성은 하천만의 특징으로 고유 특징을 살려 시설물을 설치한다

6) 지역사회의 역사, 문화적 특성과 조화

- 하천은 지역의 발전과 밀접한 관계를 갖고 있으며 문화에도 큰 영향을 미치므로 홍성천이 지역사회의 역사 문화적 측면과 조화를 이뤄 바람직한 기능을 할 수 있도록 정비하여야 한다

7) 지역주민과 함께 하는 하천정비

- 지역주민의 의견을 수렴하여 주민이 바라는 하천상을 만들고 하천유지관리에 있어서도 시민 모두가 참여하여 좋은 하천 환경을 만들 수 있도록 유도하여야 함.
- 하천은 지역주민의 생활공간으로서의 역할을 수행하여야 하며 가능하다면 친수환경 조성으로 주민의 휴식공간으로 최대한 활용되어야 함

8) 지속적인 연구와 정비 및 유지관리 수행

- 자연하천 환경은 다양한 분야의 여러 요소가 결합되어 있어 종합적인 이해와 하천 환경기능 제고를 위해서는 체계적인 연구와 자료 축적이 있어야 한다.
- 시설물의 유지관리 및 정비의 보완을 위해서는 하천관리자의 지속적인 관심과 투자가 있어야 한다.

<표 4.1-1>

체계적인 기본방향

기 본 방 향	세 부 사 항
1) 하도정비 ○ 치수적 측면 - 계획홍수 소통에 충분한 통수능력 제고 - 하도 개수후에도 안정하도 유지 - 자연유로 특성에 맞는 하도정비 - 저수로부터 제방까지 자연성 천이를 고려한 단계적 정비를 실시하되 자연성 회복 및 경제성을 고려하여 저수로의 자연성 회복을 우선 ○ 이수적 측면 - 기득수리권 보장	- 하도정비시 홍수의 유실방지를 위한 충분한 크기의 자연형 재료이용 - 자연형 하천복원 검토 - 자연형 회복을 우선하는 방향 검토 - 기존 취수보, 양수장의 고유기능을 저해하지 않은 계획
2) 생태, 환경정비 ○ 하천의 자연성 최대한 보전 ○ 자연 생태계를 배려한 하천시설물 설치(자연형 재료 활용)	○ 침수지역에 대한 하천구역 편입 검토 - 어류 및 조류 서식처 등 생태 서식처 확보
3) 유지관리 ○ 행정기관과 주민이 함께 참여하여 관리 ○ 환경기능을 향상시킬 수 있는 새로운 기법 도입 ○ 지속적인 시설보수 및 관리	○ 기본방향 설정 ○ 운영관리 계획 수립

4.2 홍수처리 계획의 기본방향

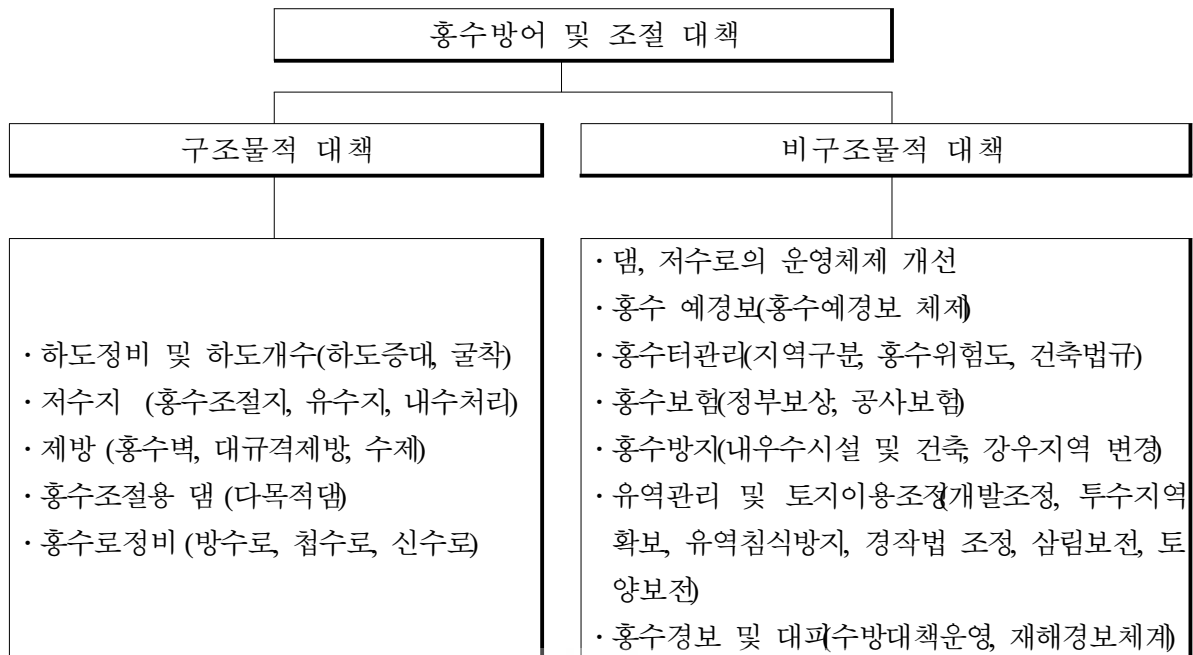
홍수피해를 최소화하고 방지하기 위한 방안으로는 상류에 홍수조절용댐 건설 유로변경 및 하천개수사업 등 여러 가지 방안이 있으나 인구증가와 더불어 지역개발이 지속적으로 이루어지고 있어 피해규모는 상대적으로 증가하고 있는 추세이다.

본 홍성천 유역은 유역면적이 작고 유로연장이 짧아 유역특성상 홍수조절용 댐이나 유로변경 등의 계획을 통한 홍수조절은 경제성측면 등을 고려할 때 적절하지 못한 방법이며 하천개수사업을 통하여 홍수소통을 원활하게 하고 그로 인한 홍수피해를 예방하는 치수계획을 수립하는 것이 바람직할 것이다

따라서 본 계획에서는 과업구간의 홍수방지 능력에 대한 검토를 실시하여 하천개수 방안에 대한 기본계획과 유지관리를 위한 보수계획을 수립하였다

현재까지 제시된 하도내에서의 홍수방어와 하도내를 유하할 홍수량의 조절 등의

방안이 있으면 이러한 홍수방어 및 조절 대책을 분류하면<그림4.2-1>과 같다.



<그림 4.2-1> 홍수방어 및 조절대책의 분류

4.3 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

홍성천 유역은 과거 가뭄으로 인해 심각한 물 부족 현상이 일어나 피해를 입은 적이 없었던 것으로 확인되어 이수계획은 수립하지 않았다

홍성천 유역의 용수공급계통을 살펴보면 다음과 같다

1) 생활용수

2002년 기준으로 홍성천 유역내에서 도심지 지역은 지방상수도 및 광역상수도에 의해 생활용수를 공급받고 있고 단계적으로 보급계획이 수립되어 있으며 그 외 기타지역은 지하수를 이용한 간이 급수시설을 이용하여 사용되고 있다

수원은 유역내 지하수와 광역상수도를 사용하고 있어 유역내 하천 및 지표수에 의한 생활용수 수급계획은 없다

2) 공업용수

현재 홍성천 유역내에는 총 3개의 중소규모 공장이 분포하고 있으며 광역상수도 및 자체시설에 의해 지하수를 공업용수로 사용하고 있다

이 지역내에는 가까운 장래에 공업단지나 농공단지 계획이 없는 것으로 조사되어 공업용수 사용 양상은 가까운 장래에는 변화가 없을 것으로 예측된다

3) 농업용수

홍성천 유역내에서의 농업용수공급은 유역의 월산소류지 및 자체시설 등에 의해 농업용수를 공급받고 있으며 홍성읍 도시계획이 수립되어 있어 향후 농경지가 차지하는 면적은 감소할 것으로 예상되어 농업용수 수급에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

이상에서 알 수 있듯이 홍성천 유역은 도심지 관류하천으로 인근에 있는 용봉천을 이용한 지방상수도 및 보령댐 광역상수도에 의해 생활용수 및 공업용수가 공급되고 있고 또한 향후 단계적 보급계획이 수립되어 급수지역이 확대될 것으로 예상된다.

따라서 안정적인 용수공급으로 심각한 물부족 현상은 발생하지 않을 것으로 예상되므로 별도의 이수계획은 불필요한 것으로 판단된다

4.4 하천환경관리에 관한 기본방향

하천은 크게 치수 및 이수기능을 비롯하여 환경기능을 가지고 있다. 환경기능으로서의 하천환경은 넓은 의미로는 하천에 있어서 물과 공간으로 구성된 하천의 존재 그 자체의 모습으로 정의되며 좁은 의미로는 하천에 있어서 자연보전 친수 및 공간활용 등에 관한 정비 및 관리적 측면을 지적하여 일컫는 말이다

하천환경은 이수 및 치수와 더불어 지역사회의 생활양식문화, 예술, 풍속, 신앙 등 인간생활사와 깊은 관계를 맺어 왔던 요소로서 일반적으로 관리적인 측면에서 크게 하천 수환경과 하천 공간환경으로 나눌 수 있다

하천 수환경은 수량요소와 수질요소로 구성되며 경제성장과 생활수준의 향상에 따른 수자원의 고도이용 지구온난화에 따른 이상갈수, 하천수질의 악화 및 돌발수질사고 등에 대비한 안정적인 환경용수 확보와 수질개선을 필요로 하므로 수환경의 개선은 양호한 수변경관 및 친수공간의 보전과 창출에 기여할 뿐만 아니라 생태계의 보호 및 보전에 중요하다

하천 공간환경은 open space로서 주민에게 평온한 휴식의 공간을 제공하고 쾌적한 지역환경 형성에 중요한 역할을 하고 있다

또한 도시하천에서는 재해차단대 대피공간, 긴급수송로 등의 방재기능을 가지며 하천과 그 주변에 귀중한 자연환경을 가진다

따라서, 하천공간은 경관, 활동, 방재, 자연환경 및 역사환경의 중요한 장이 되고 있다.

하천의 환경관리는 이러한 하천환경의 제반기능을 극대화시키고 그 역기능을 최대한 억제하기 위하여 하천 및 하천구역에 실시되는 조직적인 제반활동으로서 하천관리를 수행하는 요소 중에서 이수 및 치수관리와 더불어 필수 불가결한 일부분을 구성한다.

하천환경관리의 기본적인 방침으로는 하천의 3대 기능인 이수, 치수 및 하천환경기능이 조화를 이룰 수 있도록 하고 하천을 이루는 수량 수질 등 수환경과 하천공간환경에 대한 상호 동등하고 유기적인 정비관리가 필요하며 장기적이고 광역적인 관점에서 지역여건을 고려한 하천공간의 적절한 보전 및 활용이 있어야 할 뿐만 아니라, 자연생태계의 보전, 어류 등의 보호에 중점을 두어 수행하되 본류와 지천, 하천 상·하류간의 연속성을 확보하여 하천 생태계의 단절을 방지하도록 하여야 한다.

4.5 바람직한 하천모습 설정

4.5.1 하천환경상의 문제점

구 분	문 제 점	비고
수질오염	· 오수 등 오염수의 차집 관로 전무 · 산업 및 축산 폐수처리시설 미흡 · 생활하수 직접 하천으로 방류 · 오염물(쓰레기 및 폐기물 등) 하천변에 산재 · 개별 오수 및 농업 용수 직접 하천 유입	
저질오염	· 취수보에 의한 오염수 정체 · 하천 유속의 완만으로 자정능력 상실	
생태환경	· 하변 훼손에 의한 하중도, WAND와 같은 다공질 공간 파괴 · 인위적 구조물 (석축, 취수보 등)에 의한 생태통로 단절 · 직강화로 생태계 다양성 훼손 · 하천수 오염으로 인한 동·식물 자생력 저하	
생활환경	· 하천수 오염으로 인해 하천 친화력 저하 · 수질오염으로 주변 생활환경 파괴 · 비위생적인 생활로 주민 건강에 악영향(해충 발생)	

1) 근원적인 문제점

가. 우선개발 - 후대책 수립의 문제

- ① 토지이용을 우선한 개발정책으로 효율적 환경보전 불가능
- ② 환경부, 산업자원부, 건교부, 농림부, 예산군 등 유역의 개발 및 관리 주체가 일원화되지 못하여 혼선 훼손, 중복투자, 일관된 유역개발 및 관리 불가능

나. 본류인 삽교천 수질등급 문제

수질Ⅱ등급 유지(홍성천은 Ⅱ등급 수질로 현 상태유지)

다. 하천관리 및 정비사업의 불합리성

- ① 하천등급별 소관부처별 정비방법별로 단일목적만을 추구하는 정비
(예 : 수해복구, 치수사업→ 홍수소통만을 고려한 직강화)
- ② 소하천은 시·군, 지방하천은 시·도, 국가하천은 건교부가 하천관리청임
- ③ 환경정비가 소하천→지방하천→국가하천의 순으로 시행하여야 하나 역순으로 시행됨.
- ④ 동일하천구간(국가하천, 지방하천)의 하천관리청과 유지관리 기관이 서로 달라 효율적 관리 불능(예 : 공작물 설치 및 토석채취, 유지보수 →유지관리기관, 계획수립, 인허가 승인 →하천관리청)

2) 분야별 문제점

가. 치수분야

- ① 계획홍수의 제방월류
- ② 수충부의 침식우려 구간
- ③ 취수보에 의한 수위 상승
- ④ 이동상에서의 유사 과다 생산부

나. 이수분야

- ① 수질오염에 의한 농업용수 오염
- ② 하상 저질 퇴적에 의한 취수기능 저하

다. 하천환경분야

(1) 수환경

- 처리장이 없어 오염 물질의 직유입
- 지천 오염 및 개별 오염원 산재
- 유역을 통합 관리할 수 있는 수질 감시망 부재
- 농약 사용에 의한 수질 오염
- 비점오염원에 의한 수질 오염

(2) 생태환경

- 하천의 다이나믹한 공간 구조 열악
- 하천내 각종 공사시행에 의한 수생식물 등의 훼손
- 생태 통로의 단절(취수보, 비환경적 호안)
- 콘크리트 BLOCK의 추이대 파괴
- 치수적으로 불안정한 호안부

- 수질오염 및 쓰레기 산재

(3) 환경 관리

- 낚시 행위, 쓰레기 투하, 농약, 기름유출 등 비점오염
- 강우시 주변 생활권역에서 오·폐수 무단 방류
- 유역내 수림대의 획일화(침엽수 중심의 치산)
- 쓰레기 처리 및 쓰레기, 폐기물 등 투하 문제
- 인허가 및 하천환경 관리사의 문제점

4.5.2 하천 환경상의 문제점 요약 및 바람직한 하천환경 개선 방향

분야	문제점	개선방향
치수분야	· 계획 홍수의 제방 월류 · 수충부의 유실우려 구간 · 병목현상에 의한 수위상승 지역 · 취수보에 의한 수위 상승 · 이동상에서의 유사 과다 생산부	· 보축(환경사 제방 등 검토) · 자연형 호안 및 다공질 밑다짐 · 병목부제거 및 선형조정 · 취수보 개량 · 하상고정 또는 유속감세 기능부여
이수분야	· 취수보 재검토 지역 · 하천유지 용수 확보가 필요한 구간	· 취수보 철거 및 개량 · 수량 확보 계획 수립
하천환경분야	수환경 · 오수 등 오염수의 차집관로 전무 · 지천 오염 및 개별 오염원 대책 · 유역을 통합 관리할 수 있는 수질 감시망 부재 · 농약 사용에 의한 수질 오염 생태환경 · 하천의 Dynamic한 공간 구조 열악 · 하천내의 각종 공사시행에 의한 수생물등의 훼손 · 생태 통로의 단절 (취수보, 비환경호안) · Sky Line의 부재 · Block호안에 의한 생태호안의 단절 환경관리 · 낚시 행위, 쓰레기 투하, 비점오염 (농약, 기름유출) · 수림대의 획일화(침엽수 중심의 치산)	· 대형수생식물 Pond 계획 → 상수수질 개선 · 하천환경 관리지침 제시 및 개별 오염정화 · 계획 수립 · 유역 통합 수질관리 통합 System 구축 · 수질 및 Monitoring 체계 구축 · 하천 환경관리 계획에 포함 (저감 방안 수립) · 여울·웅덩이의 조화된 공간구조 형성 · Wand 다공질 공간의 형성 · 완만한 물 가장자리 확보 · 훼손 부분의 식생 및 생명력 있는 강으로의 복원 · 취수보의 개량 → 양수장, 도수로화 · 어도설치 (자연형, 다기능) · 생태통로 확보 · 생태호안계획 · Sky Line의 제도화 건의 · 은제(Hidden levee)검토 · 하천 환경 관리 지침 제시 · 잠재자연식생 파악하여 수림대 조성 · 중·장기적 치산 방향 제시

5.0 하천공사의 시행에 관한 사항



- 5.1 기본홍수량 및 계획홍수량
- 5.2 안정하상 유지
- 5.3 계획홍수위
- 5.4 용수수요량, 갈수량과 물수지
- 5.5 하천환경관리 계획
- 5.6 기존시설물 능력 검토
- 5.7 하천시설물 설치방향
- 5.8 치수경제성 분석
- 5.9 사전환경성검토와 관련한 사항

5.0 하천공사의 시행에 관한 사항

홍수방어를 위한 하천공사의 시행계획은 하천유역에서 발생하는 홍수로부터 인명과 재산을 보호하기 위한 치수대책을 수립하는 것으로서 이를 위해서는 계획의 기준이 되는 홍수유출량 산정 및 홍수위 계산 등이 수반되어야 한다

홍수유출량 및 홍수위계산을 위해서는 해당 유역에 다년간 축적된 강우유출자료 및 수위유량자료 등이 있는 경우 이들 자료를 이용하여 분석하는 것이 가장 좋은 방법이나, 본 과업유역 및 인근지역에서는 이들 자료가 매우 부족한 실정으로 부득이 기왕 강우자료를 빈도 해석하여 산정한 확률강우량을 유출모형에 적용하여 분석하는 방법을 채택하였다

5.1 기본홍수량 및 계획홍수량

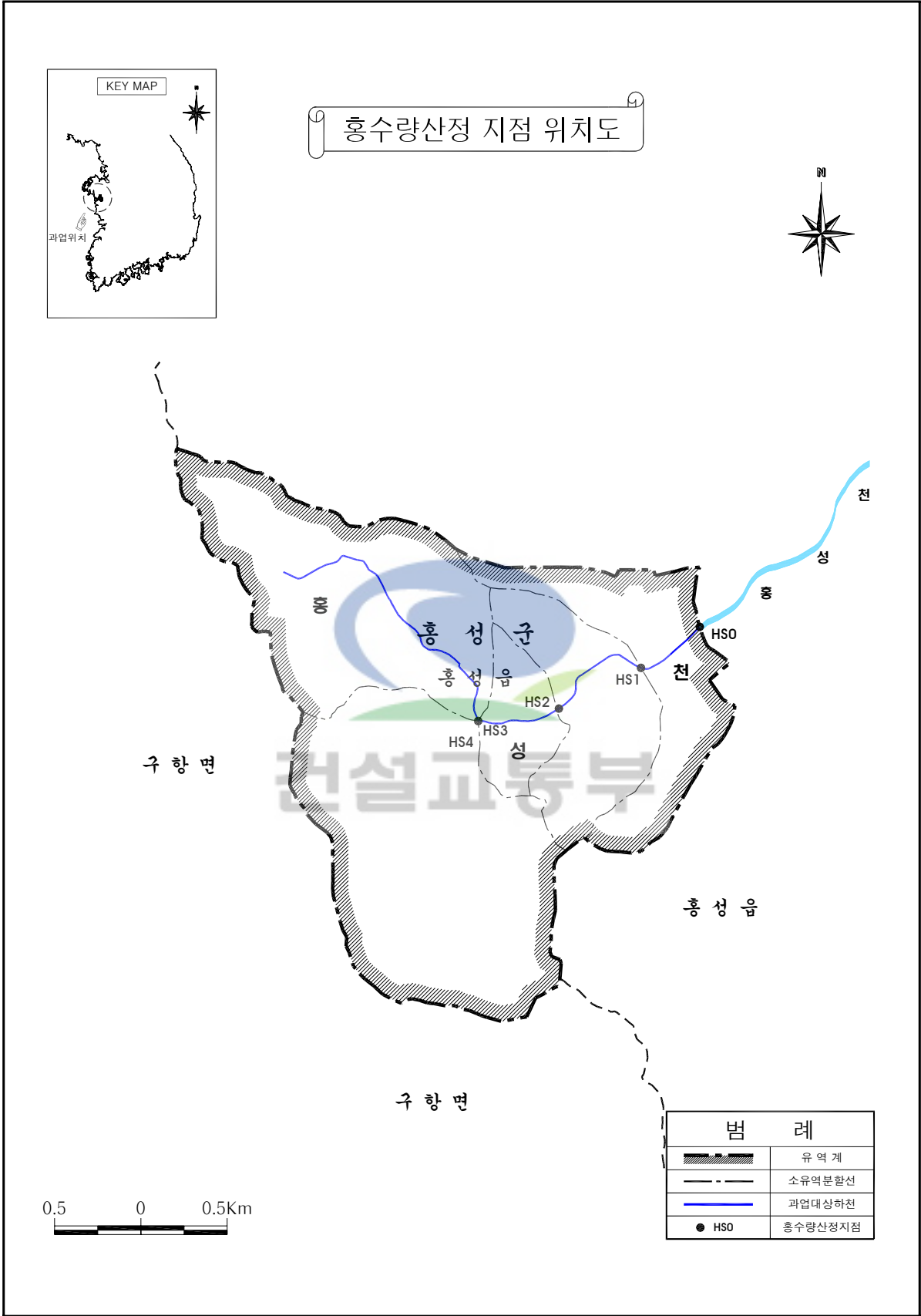
5.1.1 홍수량 산정지점

홍수량 산정지점은 지류 유입으로 인하여 홍수량이 크게 변화되는 지점 또는 이·치수 목적의 중요지점을 대상으로 선정하여야 하며 금회 과업하천에 대하여 상기한 기준에 부합되는 지점을 선정하였고 홍수량 산정지점과 홍수량산정지점 위치도는 <표 5.1-1> 및 <그림 5.1-1>과 같다.

<표 5.1-1>

홍수량 산정지점

하천명	산 정 지 점	부 호	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	하상경사 (%)	비 고
홍성천	옥암교 지점	HS0	5.61	3.84	0.0370	
	옥암BOX교 지점	HS1	4.78	3.41	0.0410	
	벌말제방 시점	HS2	4.02	2.75	0.0490	
	월산리 지류 합류후	HS3	3.70	2.32	0.0570	
	월산리 지류 합류전	HS4	1.50	2.32	0.0570	



<그림 5.1-1> 홍수량산정지점 위치도

5.1.2 강우분석

강우현상은 기상 및 지형적인 자연요소에 따라 시시각각 변화하기 때문에 이를 정확하게 예측하거나 파악하기는 매우 곤란하므로 수문학적으로 이용되는 강우에 대한 해석은 과거 해당지점의 관측자료를 근거로 통계학적인 기법을 이용하고 있으며, 본 계획에서는 <그림 5.1-2>와 같이 강우빈도해석 절차에 의해 빈도해석을 실시하고, 적합도 검정기법에 의해 최적분포형을 선정한 후 지속시간별 확률강우량(고정시간)을 채택하였다.

1) 우량관측소 선정

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

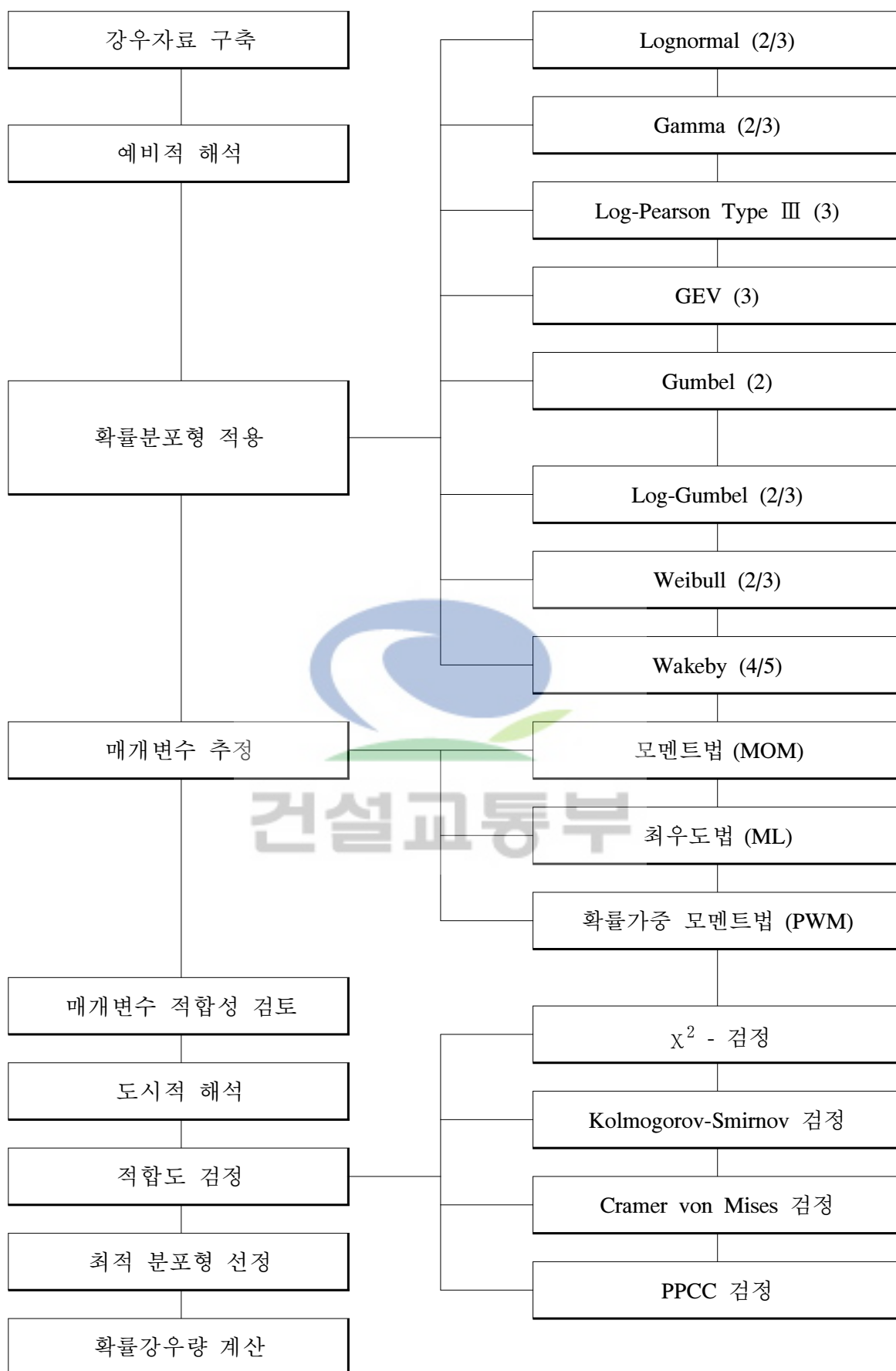
금회 과업에서는 자료조사기간 자료의 적용성 등을 고려하여 유역내 및 인근에 위치한 서산기상대를 선정하였다

2) 지속시간별 최대우량

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

본 과업에서 선정한 서산기상대는 지속시간별 강우분석을 위한 시우량 자료는 1968년부터 관측된 자료를 보유하고 있다

따라서, 본 과업에서는 동 기간의 강우기록 조사를 통하여 지속시간별 최대우량을 추출하여 확률강우분석을 실시하였으며 서산기상대의 지속시간별 최대우량고정시간은 <표 5.1-2>와 같다.



<그림 5.1-2> 강우빈도 해석 절차

<표 5.1-2>

지속시간별 최대강우량(고정시간)

(단위:mm)

관측소	년 도	지 속 시 간 (hr)								비 고
		1	2	6	9	12	18	24	48	
서 산	1968	32.2	50.8	106.2	134.8	141.4	151.6	151.7	201.6	
	1969	45.7	47.4	54.3	58.2	60.0	77.2	77.2	101.1	
	1970	42.3	70.3	132.4	106.2	181.6	194.5	236.1	259.2	
	1971	27.4	38.6	65.5	75.0	89.2	108.6	110.8	118.1	
	1972	33.9	62.0	122.9	135.7	173.8	199.1	228.5	245.5	
	1973	39.8	42.8	47.2	47.2	49.8	50.2	67.4	67.4	
	1974	38.1	63.5	134.7	172.8	220.8	249.6	252.9	253.7	
	1975	31.8	42.2	57.8	58.1	58.1	58.1	58.1	68.1	
	1976	19.2	28.8	52.1	66.1	71.4	74.7	79.6	106.2	
	1977	37.2	48.2	89.2	107.9	111.0	113.6	113.6	113.6	
	1978	73.0	95.8	138.3	143.6	155.3	162.5	162.6	162.8	
	1979	33.5	52.4	75.6	76.3	76.3	77.0	96.0	148.0	
	1980	40.7	51.8	85.4	89.5	101.6	121.3	121.5	122.1	
	1981	36.2	54.5	82.3	98.5	121.0	133.8	142.1	143.8	
	1982	38.1	53.6	113.0	150.9	159.8	177.3	178.3	194.8	
	1983	30.7	47.5	77.5	111.3	114.1	127.4	135.5	135.5	
	1984	33.3	45.2	98.6	120.6	167.3	199.6	210.9	272.7	
	1985	22.8	34.9	72.7	45.8	122.7	150.4	175.8	176.2	
	1986	28.4	35.8	56.0	66.4	68.0	70.9	75.5	87.5	
	1987	27.9	50.8	81.7	93.0	97.0	123.6	158.8	210.5	
	1988	20.3	24.3	41.9	50.2	61.2	63.0	63.0	104.9	
	1989	25.2	42.4	73.3	83.8	89.8	122.4	152.5	155.5	
	1990	48.4	61.1	107.6	122.4	127.3	131.0	133.7	244.6	
	1991	26.5	41.5	88.7	125.3	156.3	175.1	177.1	195.1	
	1992	27.7	55.2	105.5	133.0	170.8	202.7	206.8	207.5	
	1993	22.7	36.9	58.3	61.3	78.4	89.7	89.7	145.2	
	1994	31.7	54.5	82.1	91.8	111.2	141.1	152.3	178.0	
	1995	54.5	83.8	151.7	199.6	221.4	254.0	317.1	435.4	
	1996	16.7	24.8	65.6	78.1	83.0	84.6	85.3	85.3	
	1997	50.0	77.2	128.5	151.0	172.2	182.8	183.3	183.7	
	1998	53.4	78.1	142.3	150.0	153.5	153.5	156.0	181.3	
	1999	35.3	53.1	137.8	183.4	251.7	345.5	358.9	435.5	
	2000	28.5	50.0	119.5	134.0	148.3	167.8	186.0	254.9	
	2001	72.5	100.6	111.3	116.6	120.8	120.9	120.9	217.3	
	2002	61.0	82.5	100.0	122.5	139.5	175.5	218.0	227.4	
	2003	42.0	54.5	104.0	140.0	160.5	171.0	173.0	173.0	
	2004	25.5	49.5	97.0	104.0	107.5	118.5	127.0	134.0	
	최대	72.5	100.6	151.7	199.6	251.7	345.5	358.9	435.5	

주) 서산기상대 시강우자료 조사결과 입

3) 임의지속시간 강우량으로 변환

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

본 과업에서 선정된 관측소들의 강우기록은 최소단위가1시간이며, 본 과업대상 유역과 같이 지속시간이 비교적 짧은 경우에는 고정시간 간격으로 볼 수 있으므로 이를 임의지속시간 간격의 강우량으로 변환하여 사용하여야 한다

『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』에서는 우리나라의 강우자료를 분석하여 지속시간별로 환산계수를 제시하였으며 본 과업에서는 이를 이용하여 임의지속시간 간격의 강우량으로 변환하여 사용하였다

<표 5.1-3>은 본 과업에서 적용한 환산계수이며 <표 5.1-4>는 이를 이용하여 변환한 지속시간별 최대강우량(임의시간)이다.

<표 5.1-3> 고정시간-임의지속시간 환산계수

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

- 주) 1. 하천설계기준·해설 (2005, 한국수자원학회)
 2. () 는 미국 기상청에서 제시하여 이용되는 환산계수
 3. $Y=0.1266537598 \cdot X-1.316664723+1.002408998$ (Y:환산계수, X:지속시간(hr))

<표 5.1-4>

지속시간별 최대강우량(임의시간)

(단위:mm)

관측소	년 도	지 속 시 간 (hr)								비 고
		1	2	6	9	12	18	24	48	
서 산	1968	36.4	53.5	107.7	136.1	142.4	152.4	152.4	202.2	
	1969	51.6	49.9	55.1	58.7	60.4	77.6	77.5	101.4	
	1970	47.8	74.0	134.3	107.2	182.9	195.5	237.1	260.0	
	1971	30.9	40.7	66.4	75.7	89.8	109.2	111.3	118.5	
	1972	38.3	65.3	124.7	137.0	175.1	200.1	229.5	246.3	
	1973	44.9	45.1	47.9	47.6	50.2	50.5	67.7	67.6	
	1974	43.0	66.9	136.6	174.4	222.4	250.9	254.0	254.5	
	1975	35.9	44.4	58.6	58.6	58.5	58.4	58.4	68.3	
	1976	21.7	30.3	52.8	66.7	71.9	75.1	79.9	106.5	
	1977	42.0	50.8	90.5	108.9	111.8	114.2	114.1	114.0	
	1978	82.4	100.9	140.3	145.0	156.4	163.3	163.3	163.3	
	1979	37.8	55.2	76.7	77.0	76.9	77.4	96.4	148.5	
	1980	46.0	54.6	86.6	90.3	102.3	121.9	122.0	122.5	
	1981	40.9	57.4	83.5	100.4	121.9	134.5	142.7	144.3	
	1982	43.0	56.5	114.6	152.3	161.0	178.2	179.1	195.4	
	1983	34.7	50.0	78.6	112.3	114.9	128.1	136.1	135.9	
	1984	37.6	47.6	100.0	121.7	168.5	200.6	211.8	273.6	
	1985	25.7	36.8	73.7	46.2	123.6	151.2	176.6	176.8	
	1986	32.1	37.7	56.8	67.0	68.5	71.3	75.8	87.8	
	1987	31.5	53.5	82.9	93.9	97.7	124.2	159.5	211.2	
	1988	22.9	25.6	42.5	50.7	61.6	63.3	63.3	105.2	
	1989	28.5	44.7	74.4	84.6	90.4	123.0	153.2	156.0	
	1990	54.6	64.4	109.1	123.6	128.2	131.7	134.3	245.4	
	1991	29.9	43.7	90.0	126.5	157.4	176.0	177.9	195.7	
	1992	31.3	58.1	107.0	134.3	172.0	203.8	207.7	208.2	
	1993	25.6	38.9	59.1	61.9	79.0	90.2	90.1	145.7	
	1994	35.8	57.4	83.3	92.7	112.0	141.8	153.0	178.6	
	1995	61.5	88.3	153.9	201.5	223.0	255.3	318.5	436.8	
	1996	18.9	26.1	66.5	78.8	83.6	85.0	85.7	85.6	
	1997	56.5	81.3	130.3	152.4	173.4	183.8	184.1	184.3	
	1998	60.3	82.3	144.3	151.4	154.6	154.3	156.7	181.9	
	1999	39.9	55.9	139.8	185.1	253.5	347.3	360.5	436.9	
	2000	32.2	52.7	121.2	135.3	149.4	168.7	186.8	255.7	
	2001	81.9	106.0	112.9	117.7	121.7	121.5	121.4	218.0	
	2002	68.9	86.9	101.4	123.7	140.5	176.4	218.9	228.1	
	2003	47.4	57.4	105.5	141.3	161.7	171.9	173.8	173.6	
	2004	28.8	52.1	98.4	105.0	108.3	119.1	127.6	134.4	
	최대	81.9	106.0	153.9	201.5	253.5	347.3	360.5	436.9	

4) 확률분포형

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

본 과업에서는 이를 위하여 행정자치부 산하 국립방재연구소에서 개발한 FARD2002 모형을 이용하여 확률강우량을 계산하였다

FARD2002 모형에서는 일반적인 극치 수문사상의 확률분석에 많이 이용하는 13개 분포형에 대해 확률강우량을 계산하게 되는데 이들 분포형은 다음<표 5.1-5>와 같다.

<표 5.1-5> FARD2002의 적용분포형

확률분포형	약어	확률분포형	약어
2변수 Gamma 분포	GAM2	3변수 Log-Normal 분포	LN3
3변수 Gamma 분포	GAM3	Log-Pearson Type III 분포	LP3
General Extreme Value 분포	GEV	2변수 Weibull 분포	WBU2
Gumbel 분포	GUM	3변수 Weibull 분포	WBU3
2변수 Log-Gumbel 분포	LGU2	4변수 Wakeby 분포	WKB4
3변수 Log-Gumbel 분포	LGU3	5변수 Wakeby 분포	WKB5
2변수 Log-Normal 분포	LN2		

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

가. Gamma 분포

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

나. GEV분포

홍수나 가뭄 같은 수문사상의 빈도해석에 많이 사용되는 분포함수로서 형상 매개변수 β 에 따라 3가지 형태로 구분될 수 있으며, 누가분포함수와 확률밀도함수는 다음의 식과 같다.

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

다. Gumbel 분포

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

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

라. Log-Gumbel 분포

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

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

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

여기에서,

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

한편, $x_0 = 0$ 이면 2변수 Log-Gumbel 분포가 된다.

마. Log-Normal 분포

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

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

여기에서,

$$Y = \ln(x - x_0)$$

$$\mu_y = Y \text{의 평균(규모 매개변수)}$$

$$\sigma_y = Y \text{의 표준편차(형상 매개변수)}$$

$$x_0 = \text{위치 매개변수}$$

따라서, Y 는 2개의 매개변수를 갖는 정규분포가 된다

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

바. Log-Pearson Type III 분포

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

y_0 : 위치 매개변수(location parameter)

Log-Pearson Type III 분포는 규모 매개변수 α 가 양수이면 하한경계값 $e^{y_0} \leq x < \infty$ 을 갖고 양으로 왜곡된(positively skewed) 분포가 되며, 음수이면 상한경계값 $(0 < x \leq e^{y_0})$ 을 갖고 형상 매개변수와 규모 매개변수의 값에 따라 양 또는 음으로 왜곡된 분포가 된다. 또한, Log-Pearson Type III 분포는 3변수 Gamma 분포와 Lognormal 분포와 상관관계가 있다. 즉, 확률변량 $y = \ln(x)$ 라고 하면 y 는 3개의 매개변수 α , β , x_0 를 갖는 Gamma 분포가 되며, 확률변량 y 의 왜곡도계수가 0이면 x 는 Lognormal 분포이고 y 는 정규분포가 된다.

사. Weibull 분포

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

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

y_0 : 위치 매개변수(location parameter)

3변수 Weibull 분포는 $\beta = 1$ 이면 지수분포(exponential distribution)가 된다.

또한, $x_0 = 0$ 인 경우 2변수 Weibull 분포가 된다.

아. Wakeby 분포

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

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

여기서,

F : 누가분포함수(CDF)

a, b, c, d, m : Wakeby 분포의 매개변수

Wakeby 분포의 매개변수추정은 확률가중모멘트법을 주로 사용하고 있다

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

5) 매개변수 추정

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

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

매개변수 추정방법에 대한 이론적 배경 및 특징 등은 다음과 같다

가. 모멘트법(Method of Moments)

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

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

나. 최우도법(Method of Maximum Likelihood)

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

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

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

다. 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments)

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

확률가중모멘트의 일반식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

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

여기서 p, r, s 는 정수이다.

일반적으로 사용하는 모집단의 확률가중모멘트는 다음의 두 식으로 나타낼 수 있다.

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

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

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

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

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

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

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

6) 적합도 검정

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

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

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

각 방법에 대한 이론적 배경은 다음과 같다

가. χ^2 -Test

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

χ^2 -Test에 의한 통계량은 다음 식과 같이 정의된다

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

여기에서 n_i 는 관측자료의 i 번째 구간에 속하는 표본 관측도수이며 np_i 는 전체 관측값의 수 n 에 이론적인 발생확률 p_i 를 곱한 것으로, 검정하고자 하는 이론확률 분포에 의해 기대되는 i 번째 구간의 절대도수이다

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

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

나. K-S Test

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

표본자료의 누가확률분포를 구하기 위해서는 우선 n 개의 자료를 크기순으로 재배열하여 다음 식에 의해 자료값의 누가확률을 계산한다

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

여기에서 $S_n(x)$ 는 자료를 크기순으로 배열했을 때 k 번째 자료값의 이론적 누가발생확률이며 n 은 자료의 총수이다

두 분포함수의 최대편차는 다음 식으로 표시될 수 있다

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

D_n 은 n 의 크기에 따라 좌우되는 확률변수로서 유의수준 α 일 때 적합성이 인정되려면 다음의 관계가 성립되어야 한다

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

윗 식은 최대편차 D_n 이 한계값 D_n^α 보다 작으면 그 분포는 유의수준 α 로서 그 적합성이 인정됨을 의미한다

다. Cramer Von Mises 검정

Cramer Von Mises 검정은 표본자료 $X_1, X_2, \dots, X_N$ 가 누가분포함수 $F_X(x; \hat{\theta})$ 으로 정의된 확률분포형을 모집단으로 갖는다는 가정을 검정하는데 사용된다 여기서 $\hat{\theta}$ 는 표본자료의 크기가 N 인 자료에서 추정된 매개변수 집단이다

검정통계량 W 는 다음과 같이 계산된다(Thompson, 1966).

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

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

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

여기에서 $W_{1-\alpha}(N)$ 은 N 과 α 의 함수이다. 하지만 표본자료가 충분히 커서 $N \geq 20/\sqrt{\alpha}$ 인 경우 통계량 $W_{1-\alpha}(N)$ 은 α 의 함수가 된다(Anderson과 Darling, 1952).

라. Probability Plot Correlation Coefficient(PPCC) 검정

PPCC 검정은 주어진 자료계열 x_i 를 오름차순으로 정렬하여 자료계열 y_i 를 작성하고, 누가확률분포함수(CDF)의 역함수의 입력인자를 확률분포형별로 적정한 도시위치공식을 이용하여 산출된 자료계열 y_i 의 누가확률(p_i)로 자료계열 z_i 을 작성한 후, 자료계열 y_i 와 z_i 간의 상관관계를 이용하여 확률분포형의 적합도를 검정하는 방법이다.

PPCC 검정에서 자료계열 y_i 와 z_i 의 상관관계는 다음과 같은 적모멘트상관계수(product moment correlation coefficient)인 r 를 통계량으로 사용한다

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

여기서 n 은 자료의 수 y_i 는 오름차순으로 정렬된 자료계열 z_i 는 도시위치공식에 의한 자료계열 y_i 의 누가확률(p_i)과 누가확률분포함수의 역함수를 이용하여 작성된 자료계열로서 $z_i = \Phi^{-1}(p_i)$, $\bar{y}$ 와 $\bar{z}$ 는 각각 자료계열 y_i 와 z_i 의 평균이다.

위의 검정통계량 r 가 r_α 보다 크면 유의수준 α 로 확률분포형의 적합성이 인정되며 그렇지 못하면 기각된다.

7) 확률강우량 산정결과

본 과업에서는 조사된 서산기상대의 지속시간별 강우기록에 대하여 임의지속시간 강우량으로 변환하고, 확률 가중모멘트법으로 매개변수를 추정한 후, 적합도 검정을 통해 Gumbel 분포에 의한 강우량을 설계강우량으로 채택하였다

Gumbel 분포형에 의해 계산된 빈도별 지속시간별 확률강우량 및 이를 기왕강우와 비교한 내용은 <표 5.1-6>과 같고, 금회 분석된 확률강우량과 기 분석된 성과와 비교는 <표 5.1-7>과 같다.

<표 5.1-6> 빈도별 지속시간별 확률강우량 산정결과

관측소	지속시간 (시간)	빈도별 확률강우량(mm)						기왕강우	
		20년	30년	50년	80년	100년	200년	2002년 (루사)	2003년 (매미)
서 산	10분	22.5	23.7	25.2	26.6	27.3	29.3	-	-
	1	69.9	74.8	81.0	86.7	89.4	97.7	13.0	4.0
	2	92.4	98.6	106.3	113.4	116.8	127.2	25.5	7.0
	3	112.5	120.1	129.6	138.2	142.3	155.1	34.5	10.0
	4	131.3	140.2	151.5	161.7	166.6	181.6	43.5	12.0
	6	156.2	166.8	180.0	192.2	197.9	215.8	58.5	13.5
	9	188.5	202.2	219.3	235.0	242.4	265.5	73.5	14.0
	12	225.9	242.9	264.1	283.5	292.7	321.3	83.5	14.5
	18	261.9	282.2	307.6	330.8	341.8	375.9	102.5	15.0
	24	286.1	308.7	336.9	362.7	375.0	412.9	107.5	16.0
	48	337.0	363.6	396.9	427.4	441.9	486.7	116.5	16.0

<표 5.1-7> 기 분석 자료와 확률강우량 비교

(단위:mm)

관측소	빈도 (년)	구분	강우지속시간(hr)								비 고
			10분	I	2	3	6	12	24	48	
서산	20년	I	-	71.5	97.0	122.8	170.0	222.5	267.0	-	
		II	22.5	69.9	92.4	112.5	156.2	225.9	286.1	337.0	
		III	23.7	60.8	81.4	104.2	147.9	226.8	282.8	325.3	
	30년	I	-	78.0	106.0	134.8	186.1	243.6	294.7	-	
		II	23.7	74.8	98.6	120.1	166.8	242.9	308.7	363.6	
		III	25.3	64.9	86.7	111.2	158.3	244.9	306.4	352.4	
	50년	I	-	83.0	112.8	143.0	198.6	260.0	316.0	-	
		II	25.5	81.0	106.3	129.6	180.0	264.1	336.9	396.9	
		III	27.4	70.0	93.3	120.0	171.2	267.6	335.8	386.4	
	80년	I	-	87.4	118.5	150.5	209.3	275.2	333.6	-	
		II	26.6	86.7	113.4	138.2	192.2	283.5	362.7	427.4	
		III	29.2	74.7	99.4	128.0	183.1	288.4	362.7	417.4	
	100년	I	-	92.0	124.0	158.2	220.0	292.9	350.5	-	
		II	27.3	89.4	116.8	142.3	197.9	292.7	375.0	441.9	
		III	30.1	76.9	102.3	131.8	166.6	298.2	375.5	432.1	
	200년	I	-	-	-	-	-	-	-	-	
		II	29.3	97.7	127.2	155.1	215.8	321.3	412.9	486.7	
		III	32.8	83.8	111.2	143.7	206.1	328.7	415.1	477.7	

주) I : 홍성천 하천정비 기본계획(2004. 3, 충청남도)

II : 금회 산정

III : 1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서 제권 한국 확률강우량도 작성
서산기상대 확률강우량

8) 강우강도식 유도

임계지속시간의 홍수유출분석을 위해서는 본 과업유역과 같은 규모의 경우 10분 또는 15분 단위의 지속시간별 확률강우량 자료가 필요하다 또한 홍수도달시간이 아주 짧은 소유역에서의 유출분석을 실시할 경우에 더 짧은 지속시간의 확률강우량이 있어야 한다.

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

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

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

최소자승법에 의한 계산결과에 대해 재현기간별 편차 및 상관계수를 비교한 결과 모든 재현기간에서 상관도가 큰 것을 채택하였고 <표 5.1-8>은 유도된 강우강도식이고, <그림 5.1-3>~<그림 5.1-5>는 이를 그래프로 표현한 것이다.

$$\text{Talbot형} : I = \frac{a}{t+b} + c$$

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

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

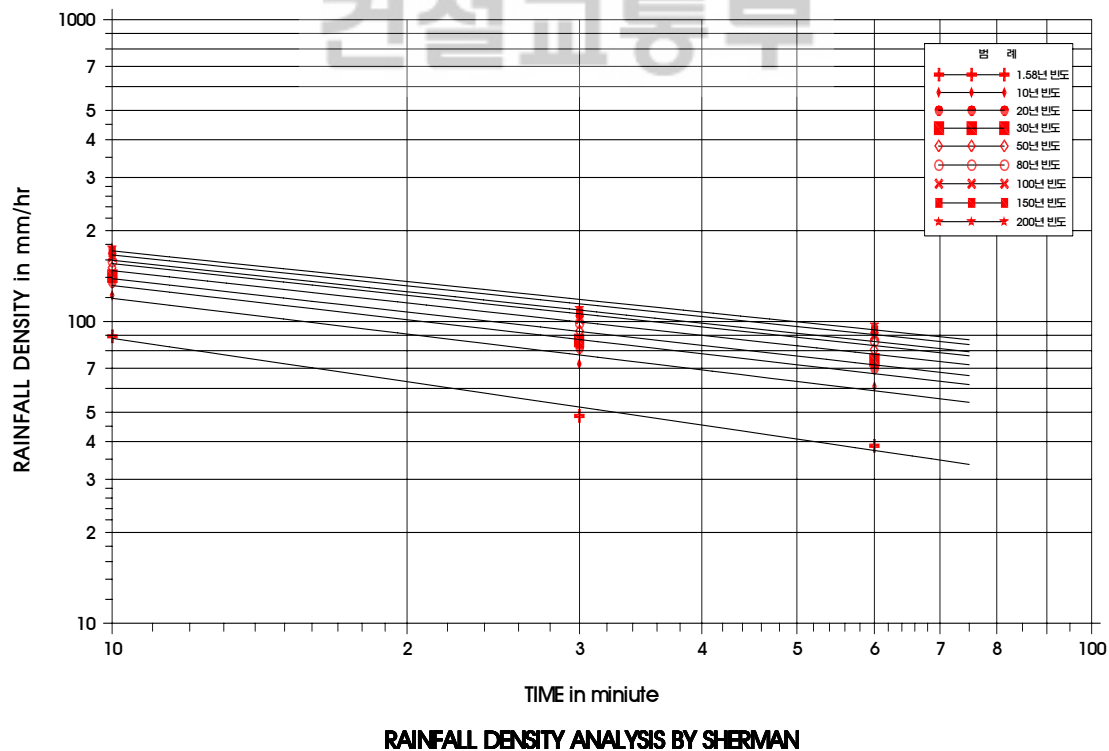
$$\text{Semi-Log} : I = b \cdot \log(t+c) + a$$

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

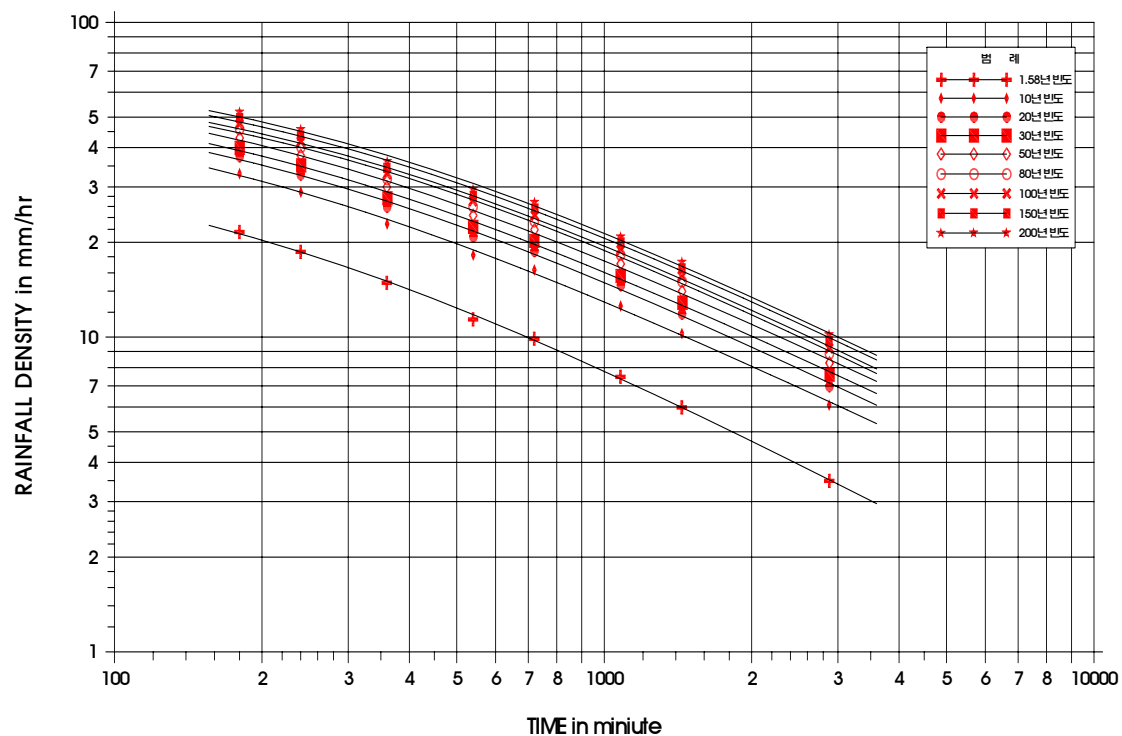
<표 5.1-8>

확 률 강 우 강 도 식

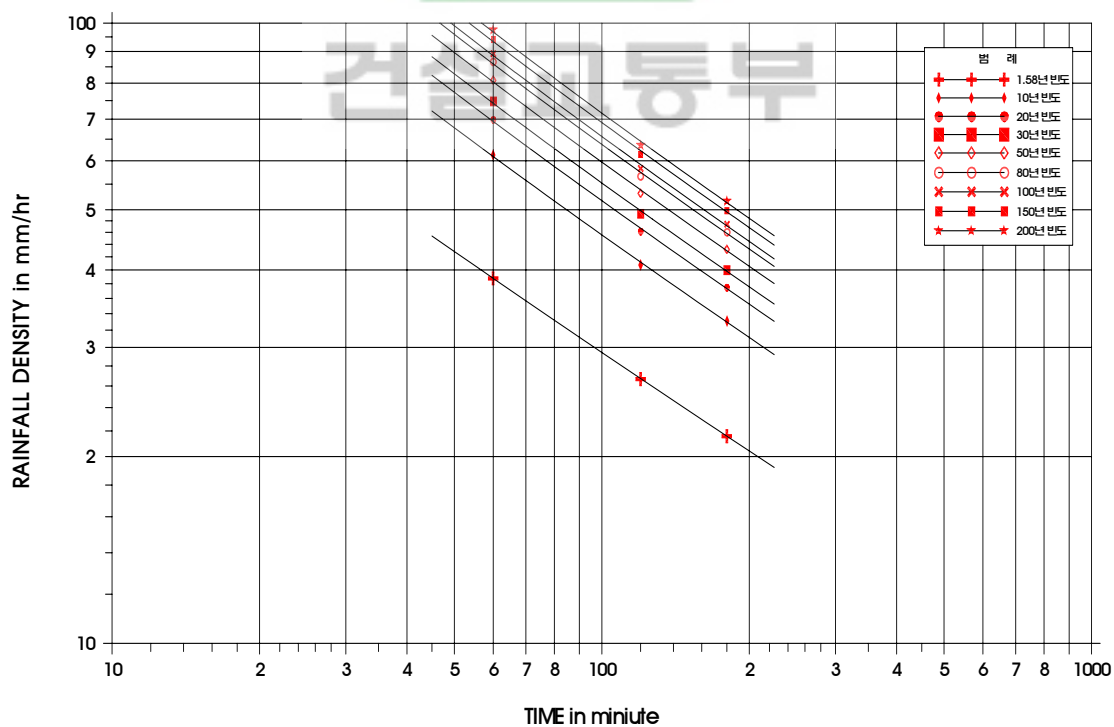
재현 기간	I-D-F 곡선식(서산기상대)					
	단기(10~60분)	비 고	중기(60~180분)	비 고	장기(180~1440분)	비 고
2년	$I_2 = \frac{263.82}{t^{0.47721}}$	Sherman	$I_2 = \frac{276.22}{\sqrt{t-0.62163}}$	Japanese (Guno)	$I_2 = \frac{2,637.9}{(t+162)^{0.82499}}$	Sherman
10년	$I_{10} = \frac{295.82}{t^{0.39408}}$	"	$I_{10} = \frac{407.15}{\sqrt{t-1.0651}}$	"	$I_{10} = \frac{2,711.3}{(t+162)^{0.75726}}$	"
20년	$I_{20} = \frac{312.58}{t^{0.37562}}$	"	$I_{20} = \frac{457.64}{\sqrt{t-1.1535}}$	"	$I_{20} = \frac{5,077.4}{(t+243)^{0.81718}}$	"
30년	$I_{30} = \frac{322.64}{t^{0.36680}}$	"	$I_{30} = \frac{486.31}{\sqrt{t-1.1978}}$	"	$I_{30} = \frac{5,127.5}{(t+243)^{0.80810}}$	"
50년	$I_{50} = \frac{335.11}{t^{0.35654}}$	"	$I_{50} = \frac{523.49}{\sqrt{t-1.2321}}$	"	$I_{50} = \frac{5,327.5}{(t+243)^{0.80189}}$	"
80년	$I_{80} = \frac{347.40}{t^{0.34896}}$	"	$I_{80} = \frac{556.53}{\sqrt{t-1.2701}}$	"	$I_{80} = \frac{5,523.2}{(t+243)^{0.79713}}$	"
100년	$I_{100} = \frac{354.38}{t^{0.34643}}$	"	$I_{100} = \frac{570.46}{\sqrt{t-1.3109}}$	"	$I_{100} = \frac{5,630.1}{(t+243)^{0.79530}}$	"
150년	$I_{150} = \frac{362.70}{t^{0.33909}}$	"	$I_{150} = \frac{599.99}{\sqrt{t-1.3233}}$	"	$I_{150} = \frac{5,669.3}{(t+243)^{0.78825}}$	"
200년	$I_{200} = \frac{371.63}{t^{0.33626}}$	"	$I_{200} = \frac{620.66}{\sqrt{t-1.3335}}$	"	$I_{200} = \frac{5,930.0}{(t+243)^{0.78963}}$	"



<그림 5.1-3> I-D-F 곡선(단기간, 10~60분)



<그림 5.1-4> I-D-F 곡선(중기간, 60~180분)



<그림 5.1-5> I-D-F 곡선(장기간, 180~1440분)

5.1.3 강우 유출분석

1) 설계강우의 시간적 분포

본 과업대상 하천유역의 설계홍수량을 결정하기 위해서는 설계강우의 시간적 분포 즉, 유출에 기여하는 설계우량주상도를 작성하여야 한다. 설계강우의 시간적 분포양상은 설계지역의 과거 강우자료로부터 강우 지속시간 동안에 총 강우량이 시간경과에 따라 어떻게 분포하는가를 통계적으로 분석하여 결정하게 된다.

시간적 분포를 결정할 수 있는 방법으로는 Mononobe 분포형, Huff의 4분위법, Keifer & Chu방법, Pilgrim & Cordery방법, Yen & Chow방법 등이 있다. 우리나라는 주로 과거에는 Mononobe 방법이 주로 사용되었으나 최근에 이르러 Huff의 4분위법을 주로 사용하고 있는 실정이며 본 과업에서도 Huff 방법을 이용하였다.

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

『지역별 설계 강우의 시간적 분포(2000. 6, 건설교통부)』에서는 우리나라에서 시우량자료를 확보하고 있는 기상청관할 68개 우량관측소 지점에서의 실측강우자료를 이용하여 Huff의 4분위법에 의해서 분석하고 각 관측소 지점별로 분포형을 결정한 바 있다.

동 보고서에서는 서산기상대 지점에서 분석한 결과 전기간 호우에 대하여 제3분위 호우가 지배적으로 나타났고, 중호우 사상에서는 제2분위가 우세한 것으로 나타났으며 금회 분석시 제2분위의 호우사상을 적용하였다.

<표 5.1-9> 구 간 별 빈 도

구 분	1분위		2분위		3분위		4분위		합 계	비 고
전 기 간	215	(27.0)	202	(25.0)	220	(27.0)	174	(21.0)	811	
- 6hr	82	(32.0)	62	(24.0)	59	(23.0)	54	(21.0)	257	
7hr - 12hr	65	(30.0)	47	(22.0)	50	(23.0)	54	(25.0)	216	
13hr - 18hr	19	(12.0)	53	(35.0)	51	(33.0)	30	(20.0)	153	
19hr - 24hr	18	(22.0)	22	(27.0)	24	(29.0)	18	(22.0)	82	
25hr -	31	(30.0)	18	(17.0)	36	(35.0)	18	(17.0)	103	
중 호 우	71	(25.0)	85	(30.0)	83	(29.0)	48	(17.0)	287	
경 호 우	144	(27.0)	117	(22.0)	137	(26.0)	126	(24.0)	524	

주) 지역별 : 「지역별 설계 강우의 시간적 분포(2000. 6, 건설교통부)」 () : %임

<표 5.1-10>

HUFF의 무차원 누가곡선

구분	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	비고
1구간 (50%)	0.0	21.1	44.6	62.3	69.7	76.4	81.5	86.5	92.0	96.3	100.0	
2구간 (50%)	0.0	4.4	12.6	27.5	48.2	67.8	82.5	90.5	95.2	97.9	100.0	
3구간 (50%)	0.0	3.1	7.0	12.0	19.8	34.0	56.2	78.7	92.3	97.3	100.0	
4구간 (50%)	0.0	4.8	9.8	15.4	22.4	29.7	35.5	44.3	59.4	83.2	100.0	

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

위 <표 5.1-10>는 Huff의 분위별 무차원 누가곡선을 지속시간 10% 증분으로 표시한 것이며, <표 5.1-11>는 이를 본 과업에 적용하기 위해 6차 다항식으로 표현할 때의 상수이다.

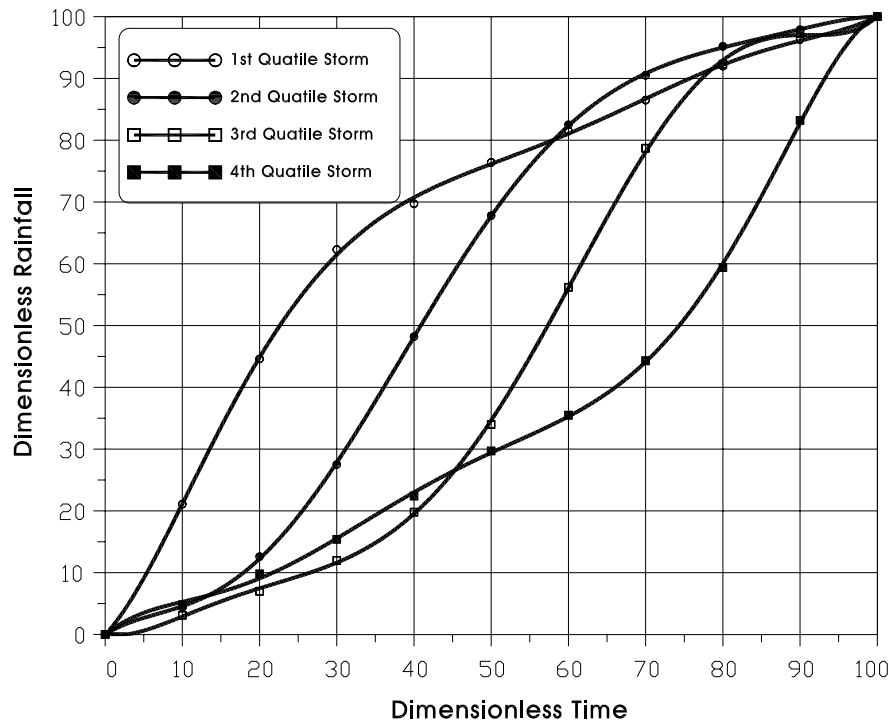
$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6$$

여기서, Y : 무차원강우량(%)
 x : 무차원 강우지속시간(%)
 $a, b, c, \dots, g$: 상수

<표 5.1-11>

Huff 누가분포의 6차 다항식 계수

분위 계수	제1구간	제2구간	제3구간	제4구간
a	-0.022295351506	-0.028856437877	0.032373509178	-0.101275195655
b	1.292289386685	0.804410359642	-0.218986905920	1.067502262970
c	0.134036875134	-0.074993439076	0.089161886708	-0.090443145089
d	-0.006159895621	0.004976391747	-0.004964424365	0.004683532156
e	0.000107732089	-0.000101108471	0.000122501162	-0.000103183383
f	-0.000000853676	0.000000849057	-0.000001257909	0.000001021568
g	0.000000002553	-0.000000002586	0.000000004523	-0.000000003683



<그림 5.1-6> HUFF 방법의 무차원 누가곡선

3) 유효우량 산정

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

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

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

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

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

여기서, P : 총우량(mm)

Q : 직접유출량(유효우량)(mm)

Ia : 초기손실(mm)

S : 초기손실을 포함한 유역의 가능최대손실(mm)

한편, 여러 소유역에서의 실측자료에 의하면 대부분의 유역에서 큰 호우시 유출이 시작되기 전에 유역의 가능최대손실 20%는 초기손실로 채워지므로 $Ia = 0.2S$ 로 볼 수 있다.

따라서 이를 위 식에 대입하여 정리하면 총우량과 유효우량간의 관계는 다음과 같이 표현할 수 있다.

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

위 식에서 S 는 유역의 토양형이나 토지이용 및 처리상태 등의 이론바 수문학적 토양-피복형의 성질을 대변하는 것으로서, NRCS는 이를 결정하기 위하여 유역의 유출능력을 표시하는 유출곡선지수(Runoff Curve Number, CN)를 도입하였다.

유출곡선지수(CN)는 유역의 수문학적 토양형 토지이용과 처리상태 및 선행토양 함수조건(Antecedent Soil Moisture Condition, AMC)의 함수이며 S 와는 다음과 같은 관계를 갖는다.

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

CN값은 토양형 및 토지이용상태에 따른 분류로서 <표 5.1-12>를 이용하여 AMC-II 조건하에서의 값을 구한 후, 조건에 따라 AMC-I 또는 AMC-III으로 변환하여 사용하게 된다. AMC-II 조건에서 AMC-I 또는 AMC-III의 조건으로의 변환은 다음 공식에 의하여 계산한다

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

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

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

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

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

본 과업에서는 홍성천 유역의 서산기상대에 대해 1968년~2004년(37개년) 사이에 발생한 일최대강우량 발생일을 기준으로 5일 선행강우량을 조사하여 선행토양함수조건을 검토하였다. 검토결과 서산기상대는 $AMC-I$ 49%, $AMC-II$ 8%, $AMC-III$ 43%로 발생되어 $AMC-I, III$ 조건이 지배적으로 나타났다.

결과에 따르면 본 계획의 선행토양함수조건도 $AMC-I$ 조건을 적용하여야 하나 근래에 들어 홍수발생 빈도가 증가하고 있으며 그 피해액도 기하급수적으로 커지고 있어 홍수로부터의 치수안전도 확보를 고려하여 $AMC-III$ 조건으로 CN 값을 적용하였다.

<표 5.1-12>

선행 토양함수조건의 분류

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

<표 5.1-13>

관측소별 선행토양함수조건

관측소명	자료갯수	기 준	AMC- I	AMC- II	AMC-III	비 고
서 산	37	일 최대값	18 (49%)	3 (8%)	16 (43%)	

주) 서산기상대 기상자료(1968년~2004년)

가. 토양형에 따른 수문학적 토양군 분류

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

<표 5.1-14>

한국토양 특성에 따른 수문학적 토양군 분류기준

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

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

<표 5.1-15> 정밀토양도 토양통의 수문학적 재분류

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

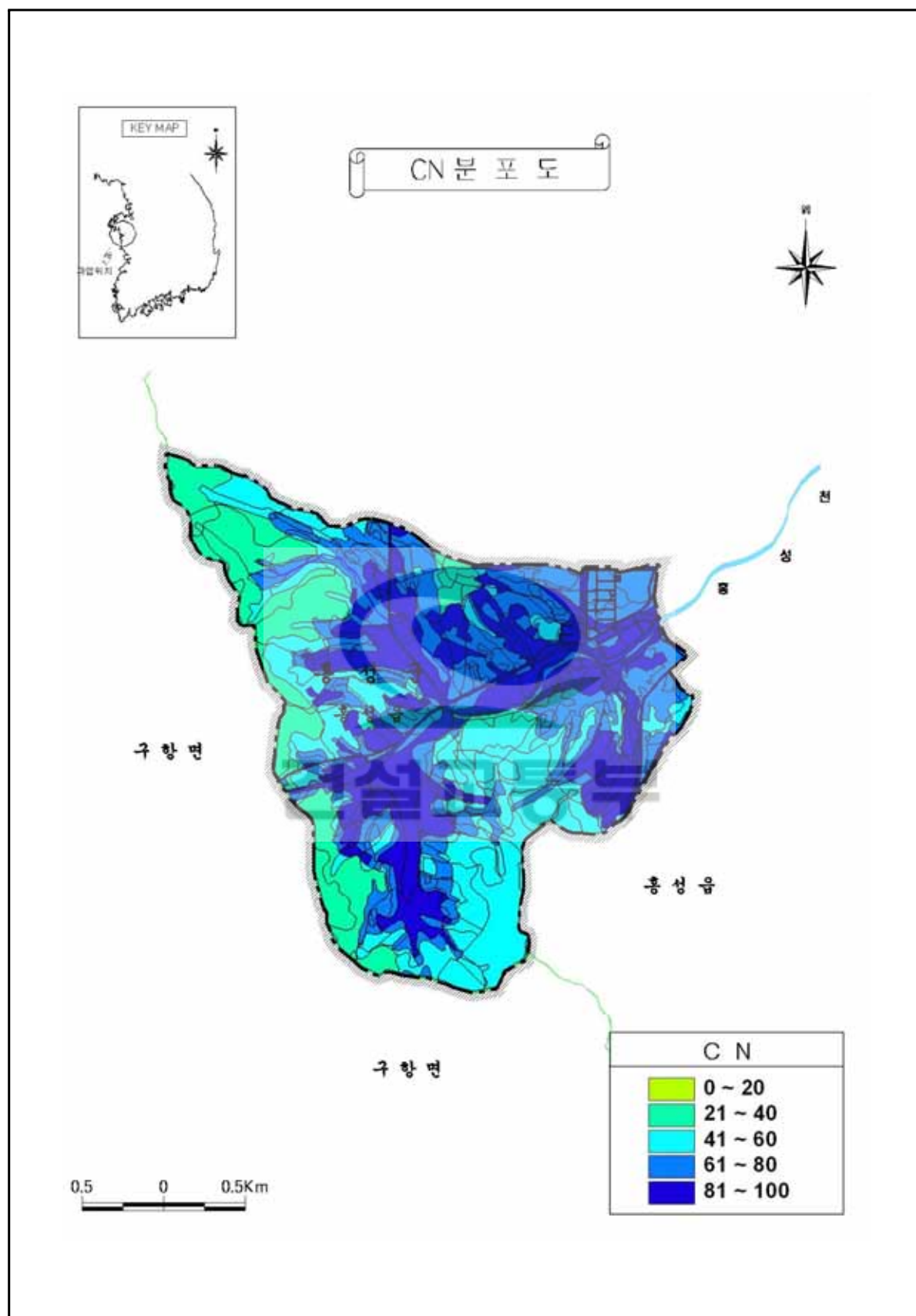
주) 자료 : 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류정정화, 김호일 등, 한국농공학회지 제36권 제6호, 1995.12)
 농공기술(농업진흥공사 농업토목시험연구소, 제4권 제4호, 1987.12)

나. 토지이용상태 및 처리상태에 따른 수문학적 토양군 분류

총우량과 유효우량과의 관계는 유역의 토양종류 뿐만 아니라 유역의 토지이용 상태(혹은 식생피복형)와 그의 처리상태에 따라서도 크게 좌우된다

NRCS는 주로 농경지역에 대해 토지이용상태 처리상태 및 토양의 수문학적 조건 등을 <표 5.1-16>과 같이 여러 가지로 분류하였고, 도시 지역에 대해서는 <표 5.1-17>과 같이 토양형과 피복상태 및 불투수면적의 백분율에 따라 총우량으로부터 직접유출(혹은 유효우량)의 잠재력을 표시하는 유출곡선지수 CN(Runoff Curve Number)을 제시하고 있다

이와 같이 구한 본 과업구간의 홍수량 산정지점별 CN값은 <표 5.1-18>와 같고 AMC-II조건의 CN분포도는 <그림 5.1-7>과 같다.



<그림 5.1-7> CN 분포도

<표 5.1-16> 농경지역 및 임목지역의 유출곡선지수(AMC-II 조건)

토 지 이용상태	피 복 처 리 상 태	토 양 의 수문학적 조 건	토 양 형			
			A	B	C	D
휴 경 지	경사 경작	-	77	86	91	94
이랑경작지	경사 경작	배수나쁨	72	81	88	91
	경사 경작	배수 좋음	67	78	85	89
	등고선 경작	배수나쁨	70	79	84	88
	등고선 경작	배수 좋음	65	75	82	86
	등고선 및 테라스 경작	배수나쁨	66	74	80	82
	등고선 및 테라스 경작	배수 좋음	62	71	78	81
조밀경작지	경사 경작	배수나쁨	65	76	84	88
	경사 경작	배수 좋음	63	75	83	87
	등고선 경작	배수나쁨	63	74	82	85
	등고선 경작	배수 좋음	61	73	81	84
	등고선 및 테라스 경작	배수나쁨	61	72	79	82
	등고선 및 테라스 경작	배수 좋음	59	70	78	81
콩과식물 또는 윤번초지	경사 경작	배수나쁨	66	77	85	89
	경사 경작	배수 좋음	58	72	81	85
	등고선 경작	배수나쁨	64	75	83	85
	등고선 경작	배수 좋음	55	69	78	83
	등고선 및 테라스 경작	배수나쁨	63	73	80	83
	등고선 및 테라스 경작	배수 좋음	51	67	76	80
목초지 또는 목장	경사 경작	배수나쁨	68	79	86	89
	경사 경작	배수보통	49	69	79	84
	경사 경작	배수 좋음	39	61	74	80
	등고선 경작	배수나쁨	47	67	81	88
	등고선 경작	배수보통	25	59	75	83
	등고선 경작	배수 좋음	6	35	70	79
초 지	—	배수 좋음	30	58	71	78
		배수나쁨	45	66	77	83
		배수보통	36	60	73	79
삼 림	—	배수 좋음	25	55	70	77
관 목 숲	매우 듕성듕성	-	56	75	86	91
농 가	—	-	59	74	82	86

주) 하천설계기준(2005. 한국수자원학회)

<표 5.1-17>

도시지역의 유출곡선지수(AMC-II 조건)

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

주) 하천설계기준(2005. 한국수자원학회)

<표 5.1-18>

홍수량 산정지점별 유출곡선지수(CN)

하 천 명	산 정 지 점	부 호	유역면적 (km ²)	C N		
				AMC- I	AMC- II	AMC-III
홍 성 천	옥암교 지점	HS0	5.61	61.4	79.1	89.7
	옥암BOX교 지점	HS1	4.78	59.4	77.7	88.8
	별말제방 시점	HS2	4.02	56.9	75.9	87.9
	월산리 지류 합류후	HS3	3.70	56.8	75.8	87.8
	월산리 지류 합류전	HS4	1.50	55.2	74.6	87.1

4) 홍수량 산정

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

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

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

본 과업에서는 Clark의 유역추적법, Nakayasu의 종합단위도법, SCS의 무차원단위도법에 의해 홍수량을 산정하였으며 본 유역의 홍수량을 채택함에 있어 산정방법별 홍수량의 비교, 검토한 결과 유역추적법에 의한 값을 채택하였다

각 방법에 대한 이론적 배경은 다음과 같다

가. Clark의 유역추적법

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

Clark는 이러한 현상을 모의하기 위해 유역의 출구에1개의 선형저수지가 있다고 가정하고, 이 가상저수지로의 유입량은 도달시간구간별 면적상에 내린 유효우량을 유량으로 환산한 값으로 보았다.

유역출구에 있는 가상저수지로의 유입량은 유역전반에 걸쳐 순간적으로 내린 단위유효우량과 도달시간구간면적곡선을 이용한 단순전이에 의해 계산하고 가상

저수지에 의한 유역의 저류효과는 해당유역과 동등한 저류특성을 갖는 선형저수지의 홍수추적을 실시함으로써 고려된다 이와 같이 계산된 선형저수지의 유출수문곡선이 유역의 순간단위도(IUH)가 된다.

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

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

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

여기서, I_i 는 i 번째 시간구간에서의 유입량(m^3/sec), A_i 는 i 번째 시간구간에 포함되는 유역면적(km^2), Δt 는 단위시간이다.

한편 가상저수지에서의 홍수추적은 선형성 가정에 의해 다음과 같이 표현된다

$$S = K \cdot O$$

여기에서 S 는 저류량(m^3), O 는 유출량(m^3/sec), K 는 시간의 단위를 갖는 저류상수이다.

한편 하천구간에서의 저류방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다

$$\bar{I} - \bar{O} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

이를 추적기간의 시점과 종점의 항으로 표현하면 다음과 같다

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

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

$$C_0 = C_1 = \frac{\Delta t}{2K + \Delta t}$$

$$C_2 = \frac{2K - \Delta t}{2K + \Delta t}$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1 \text{ 이다.}$$

여기에서, I_1 는 홍수추적기간 시점의 유입량 I_2 는 홍수추적기간 종점의 유입량, O_1 는 홍수추적기간 시점의 유출량 O_2 는 홍수추적기간 종점의 유출량이다

한편, 저류상수를 결정하기 위한 도달시간 결정공식은 Kirpich, Rziha, Kerby, Kraven I, II 공식 등이 있는데, 각 방법별로 편차가 심하기 때문에 유역특성에 맞

는 공식을 적용하지 않으면 홍수량산정 결과에 많은 영향을 미치게 된다

금회 과업에서는 각 하천별로 수리계산과정에서 도출된 평균유속과 각 공식들에 의해 계산된 도달시간을 비교한 후 자연하천 유역에 적용성이 양호한 Kraven II 공식에 의한 도달시간을 채택하였다

<표 5.1-19> 자연하천 유역에 대한 도달시간 공식

공식명 (발표년도)	공식 Tc(min)	제한사항 또는 비고
Kirpich (1940)	$T_c = 3.976L^{0.77}S^{-0.385}$ L = 유역의 최장하천길이(km) S = 유역의 평균경사(H/L, m/m) H = 유역 출구점과 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 하천 유입 부분까지의 직선거리(km) S = 유로의 평균경사(m/m) N = 유역의 조도를 나타내는 상수	불투수성 완만한 표면 : N = 0.02 나지의 비포장 표면 : 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(Ⅰ)	$T_c = 0.444LS^{-0.515}$ L = 유로길이(km) S = 유로경사(H/L, m/m)	지표면 흐름이 지배적인 중하류 하도경사가 1/200 이하인 유역
Kraven(Ⅱ)	$T_c = \frac{L}{3.6V}$ (S ≤ 1/200 : V=2.1m/s, 1/200 < S < 1/100 : V=3.1m/s, S ≥ 1/200 : V=3.5m/s) L = 유로길이(km) S = 유로경사(H/L, m/m) V = 유속(m/s)	자연하천의 경사별 유속을 적용하는 공식
Rziha	$T_c = 0.833LS^{-0.6}$ L = 유로길이(km) S = 유역의 평균경사(H/L, m/m)	지표면 흐름이 지배적인 상류, 하도경사 1/200 이상인 유역

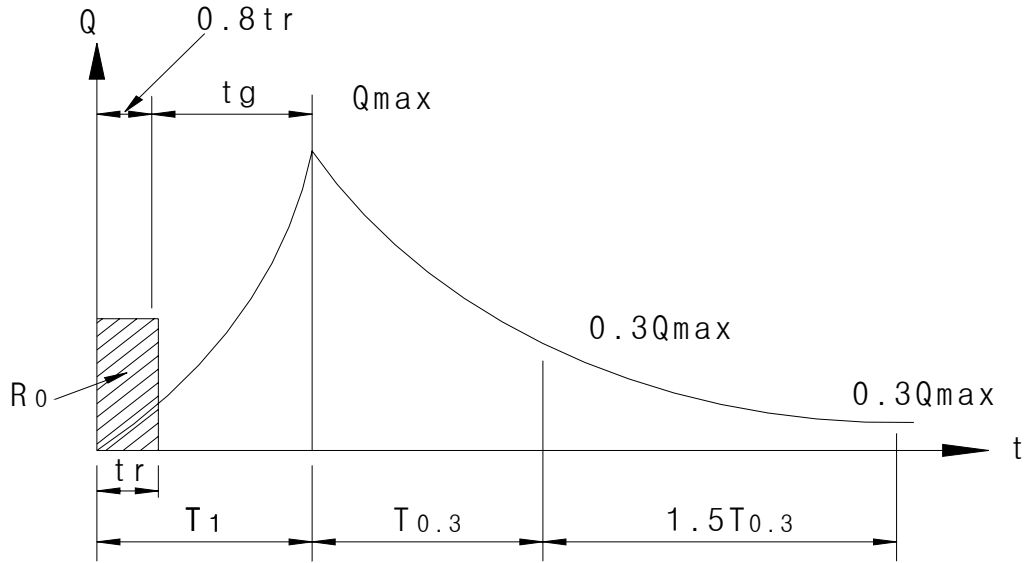
주) 하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)

나. Nakayasu 종합단위도법

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

이 식은 일본내 여러 유역에서 유도된 단위도의 특성변수와 유역의 지형학적 특성변수간의 관계를 조사하여 무차원 단위유량도를 작성한 것이며 일본의 유역 특성과 우리나라 유역특성간의 유사성을 감안하여 우리나라의 수자원 실무에 많이 사용되고 있는 방법이다

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



<그림 5.1-8> 중안(Nakayasu)의 종합단위법 개념도

상승부 곡선

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

하강부 곡선

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

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

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

$$t_p = t_g + 0.8 t_r$$

여기서, R_0 는 단위유효우량(mm), t_p 는 유출시점으로부터 최대유량 $Q_p(m^3/s)$ 까지의 시간(hr), t_k 는 유량이 최대유량의 0.3배로 감소하기까지의 소요시간(hr)으로서 다음의 식으로 계산된다

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

여기서, A 는 유역면적 (km^2), L 은 유역의 유로연장(km)이다.

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

$$L \leq 15\text{km} \quad \text{일 때} \quad t_g = 0.21L^{0.7}$$

$$L > 15\text{km} \quad \text{일 때} \quad t_g = 0.4 + 0.058L$$

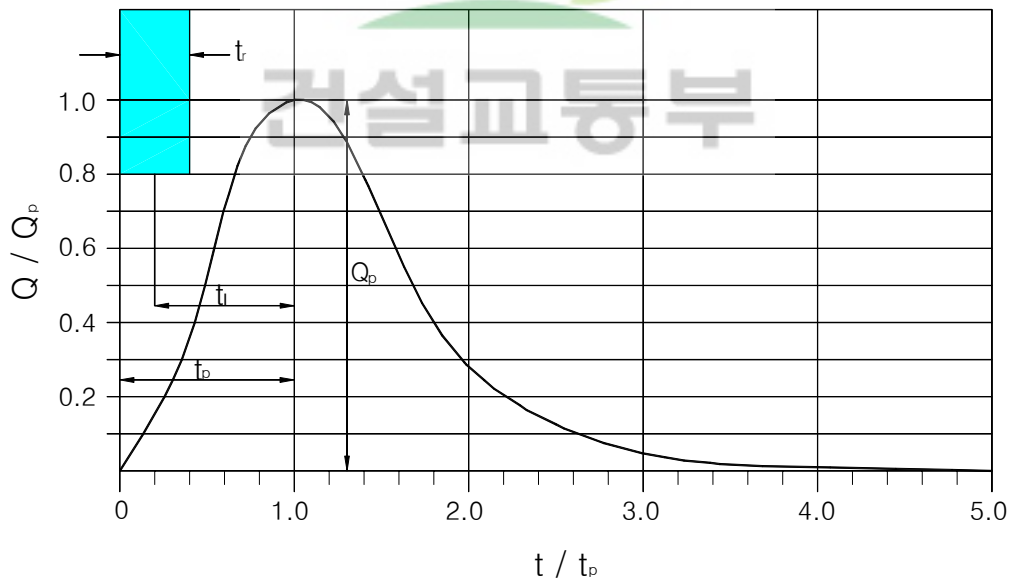
최대유량 $Q_p(m^3/s)$ 는 단위도 아래의 총면적, 즉 직접유출용적을 적분하여 다음과 같이 구할 수 있다.

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

$$\therefore Q_p = \frac{0.2778 R_0 A}{0.3t_1 + t_{0.3}}$$

다. SCS 합성단위도법

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



<그림 5.1-9> SCS의 무차원 단위유량도

단위도를 합성하기 위해서는 단위도의 첨두유량 Q_p 와 그 발생시간 t_p 를 결정하여야 하며, 일단 Q_p 와 t_p 가 결정되면 위의 그림 또는 <표 5.1-20>을 사용하여 단위도를 합성하도록 되어 있다

<표 5.1-20> SCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 증거

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

SCS에서는 무차원 단위유량도에서의 Q_P 와 t_P 를 산정하기 위한 식을 다음과 같이 추천한 바 있다.

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

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

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

t_r : 강우의 지속기간(hr)

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

Q_P : 첨두유량(m^3/sec)

A : 유역면적(km^2)

한편, t_ℓ 은 아래와 같이 몇 가지 방법이 있으며 본 과업에서는 이 중에서SCS에서 제안한 식을 사용하여 계산하였다

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

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

$$t_\ell = 0.6 \cdot T_c \text{ (SCS, 1985)}$$

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

$$t_\ell = \frac{L^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900 Y^{0.5}} \text{ (유역면적이 약 } 8km^2 \text{ 이상인 유역에 적용)}$$

여기서, T_c : 도달시간(hr)

L : 하천의 총 연장 (ft)

Y : 유역의 평균 경사 (%)

S : SCS의 유효우량 산정방법에서의 지표토층의 최대 잠재저류량

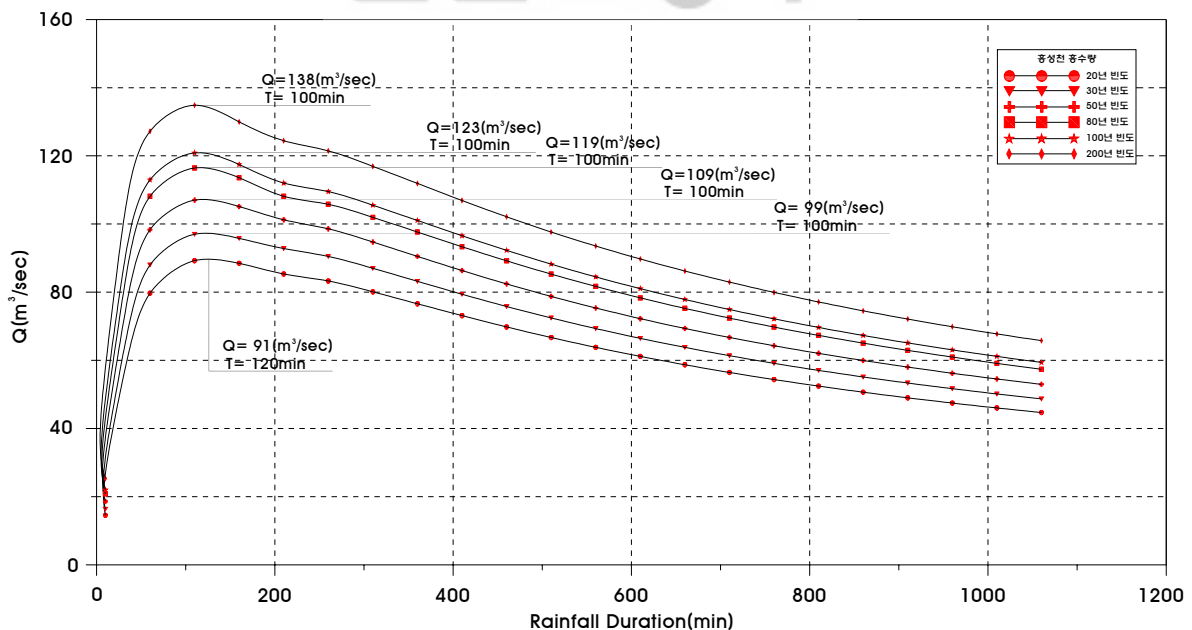
5) 임계지속시간 결정

수공구조물의 설계를 위한 홍수량은 구조물의 설치목적에 따라 강우의 지속시간을 달리 적용해야 한다.

즉, 설계하고자 하는 구조물이 홍수시 유출량을 저류하고자 하는 저류지인 경우에는 최대저류가 발생하는 지속시간을 선정해야 하고 제방, 교량 등의 경우에는 최대유출량이 발생하는 지속시간을 선정해서 설계해야 구조물의 수리학적인 안전을 확보할 수 있을 것이다

이러한 목적을 위하여 임계지속시간(critical storm duration) 개념이 도입되었으며, 임계지속시간은 설계하고자 하는 구조물에 따라 최대 홍수량 또는 최대 저류용적이 되는 지속시간을 채택하게 된다

본 과업에서는 하천 구조물의 설치목적에 따라 홍수량 산정지점에 대하여 Clark의 유역추적법, Nakayasu의 종합단위도법, SCS의 무차원단위도법 등으로 지속시간별 홍수량을 계산한 후 첨두유출량이 최대가 되는 강우지속시간을 찾아 임계지속시간으로 결정하였고 <그림 5.1-10>은 과업하천 하구부의 유역추적법에 의한 지속시간별 빈도별 홍수량 및 임계지속시간을 도시한 것이다



<그림 5.1-10> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속시간)

6) 빈도별 홍수량 산정결과

전술한 바와 같이 Clark의 유역추적법, Nakayasu의 종합단위도법, SCS의 무차원 단위도법등에 의해 빈도별 지속시간별 홍수량을 산정하고 이 중에서 임계지속시간의 홍수량을 채택하여 산정방법별 빈도별 홍수량을 구하였으며 그 내용은 <표 5.1-21>과 같다.

<표 5.1-21> 산정방법별 빈도별 홍수량 산정

하천명	부 호	산정지점명	산정방법	빈 도 별 홍 수 량 (m ³ /sec)						비 고
				20년	30년	50년	80년	100년	200년	
홍성천	HS0	옥암교 지점 A = 5.61 km ² L = 3.84 km	Clark	91 (120)	99 (100)	109 (100)	119 (100)	123 (100)	138 (100)	채택
			SCS	72 (60)	79 (60)	86 (60)	97 (60)	101 (60)	114 (60)	
			Nakayasu	58 (310)	63 (310)	68 (310)	74 (310)	76 (310)	85 (310)	
	HS1	옥암BOX교지점 A = 4.78 km ² L = 3.41 km	Clark	79 (100)	87 (100)	96 (100)	104 (100)	108 (100)	121 (80)	채택
			SCS	59 (60)	65 (60)	72 (60)	80 (60)	83 (60)	94 (60)	
			Nakayasu	50 (310)	54 (310)	59 (310)	64 (310)	66 (310)	74 (290)	
	HS2	별말제방 시점 A = 4.02 km ² L = 2.75 km	Clark	69 (90)	75 (90)	84 (90)	92 (90)	95 (90)	107 (90)	채택
			SCS	46 (60)	51 (60)	57 (60)	63 (60)	66 (60)	75 (60)	
			Nakayasu	43 (290)	46 (290)	51 (290)	55 (290)	57 (290)	63 (290)	
	HS3	월산리 지류 합류후 A = 3.70 km ² L = 2.32 km	Clark	70 (80)	77 (80)	86 (80)	94 (80)	98 (80)	110 (80)	채택
			SCS	42 (60)	46 (60)	52 (60)	57 (60)	60 (60)	68 (60)	
			Nakayasu	40 (290)	44 (290)	48 (290)	51 (290)	53 (290)	59 (290)	
	HS4	월산리 지류 합류전 A = 1.50 km ² L = 2.32 km	Clark	29 (80)	32 (80)	36 (80)	39 (80)	41 (80)	46 (80)	채택
			SCS	17 (60)	19 (60)	22 (60)	24 (60)	25 (60)	29 (60)	
			Nakayasu	18 (280)	20 (280)	22 (280)	23 (280)	24 (280)	27 (280)	

주) () 임계지속시간(분)

5.1.4 기본 및 계획홍수량

1) 기본홍수량

기본홍수량이란 홍수에 의한 피해를 방지 또는 경감시키기 위한 치수계획의 기본이 되는 홍수량으로서, 하천의 중요도, 민생의 안정 등의 요소를 고려하고 기왕의 홍수 및 빈도별 홍수를 대상으로 한 치수경제 분석 결과 등을 감안하여 결정하게 된다.

『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』에 의하면 하천의 중요도에 따라 아래와 같은 규모를 제안하고 있으며 도시 관류하천의 경우에는 치수경제조사 결과에 따라 빈도를 상향 조정할 수 있도록 하고 있다

<표 5.1-22> 하천의 중요도에 따른 계획규모

하천의 중요도	계획규모(재현기간)	적용하천범위
A급	200년 이상	국가하천의 주요구간
B급	100 ~ 200년	국가하천
C급	80 ~ 200년	지방1급 하천
D급	50 ~ 200년	지방2급 하천

본 과업대상 하천은 대부분 전형적인 자연하천 구간으로 하천중요도 및 경제성 등을 고려하였고, 하천주변에 도시계획 및 장래 개발계획이 진행 중인 도시관류하천인 홍성천은 100년 빈도를 채택하였다.

2) 계획홍수량

계획홍수량은 계획 대상하천의 치수상 기준이 되며 하도가 부담하여야 할 홍수량으로, 계획 대상하천의 상류에 홍수조절 댐이나 조절지 저수지 등과 같은 홍수조절시설 또는 방수로, 파천 등이 설치되어 있거나 설치계획이 있을 경우, 기본홍수량에서 이들 시설에 의한 홍수조절량 등을 감한 나머지 홍수량을 의미한다

본 과업대상 하천구역에는 홍수를 조절할 만한 시설물이 없는 상태이며 장래에도 홍수조절시설계획이 없기 때문에 기본홍수량 전량을 계획홍수량으로 채택하였다.

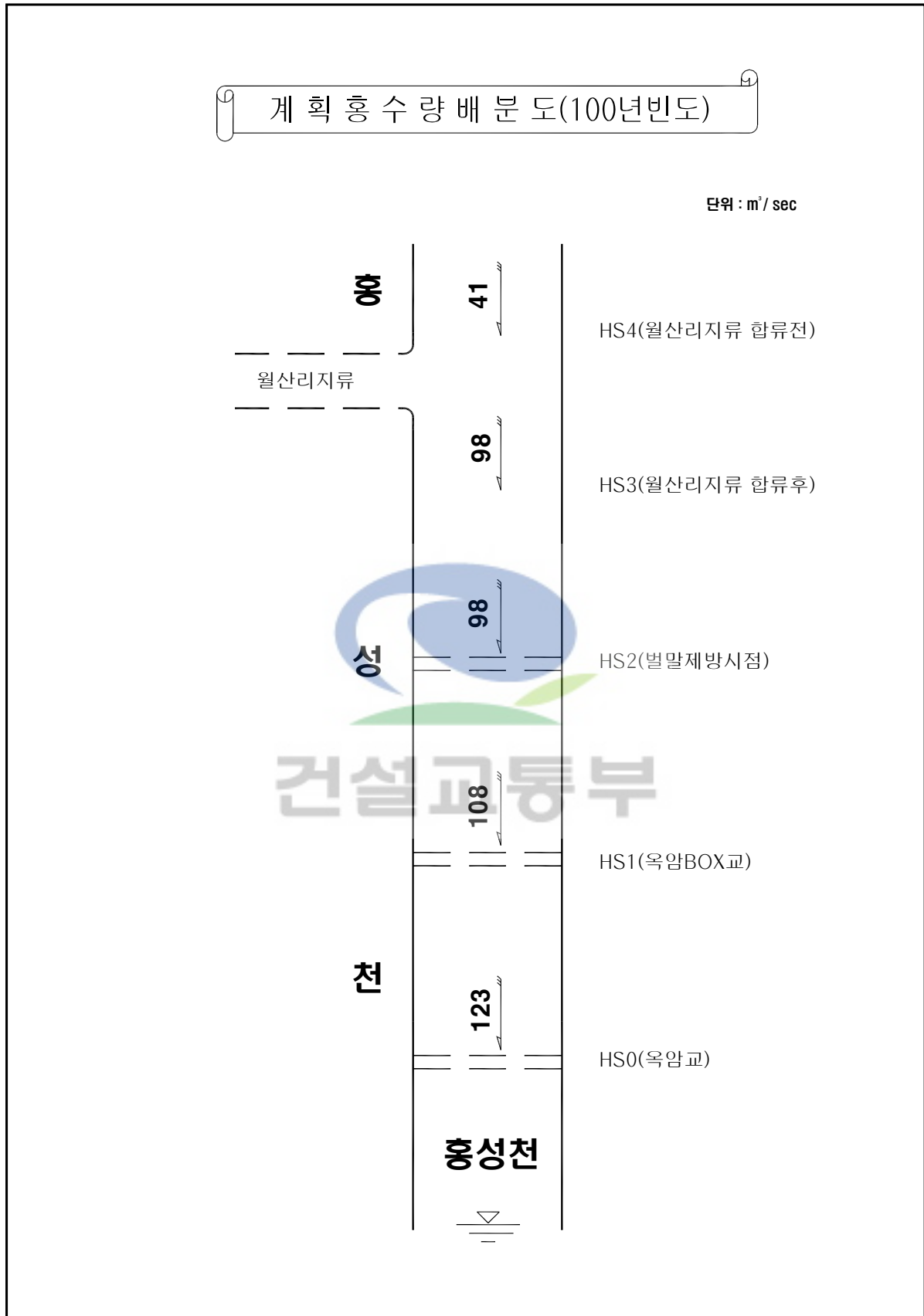
본 과업대상 하천구간에 대한 기본 및 계획홍수량은 <표 5.1-23>과 같고 계획홍수량 배분도는 <그림 5.1-11>과 같다.

<표 5.1-23>

기본 및 계획홍수량

하 천 명	산 정 지 점	부 호	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	홍수량(m ³ /sec)		비 고
					기 본	계 획	
홍 성 천	옥암교 지점	HS0	5.61	3.84	123	123	100년
	옥암BOX교 지점	HS1	4.78	3.41	108	108	"
	벌말제방 시점	HS2	4.02	2.75	98	98	"
	월산리 지류 합류후	HS3	3.70	2.32	98	98	"
	월산리 지류 합류전	HS4	1.50	2.32	41	41	"





<그림 5.1-11> 계획홍수량 배분도

5.2 안정 하상유지

5.2.1 하상구성물질 분석

1) 하상구성물질 분석

금회 과업구간에 대하여 장기하상 변동 예측과 평형하상경사의 산정을 위한 기본자료로서 하상재료의 구성상태를 파악하기 위하여 1km마다 대표 하상시료를 채취하여 입도분석을 실시하였으며 채취지점 및 실험결과를 <표 5.2-1>에 수록하였다.

<표 5.2-1> 입 도 분 석 결 과

하천	측점 (No.)	하구로부터 거리(km)	통과백분율에 따른 평균입경 P(%)										하상구성물질(%)		비고
			0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	모래	자갈	
홍 성 천	0	0	0.11	0.20	0.33	0.49	0.72	1.08	1.94	6.38	21.75	49.94	20.3	24.2	
	16	1.6	0.18	0.65	1.41	2.70	5.619	12.12	20.27	26.94	33.05	52.69	21.5	58.5	

5.2.2 유사량

유사량 조사방법은 1)유사량 실측, 2)저수지나 DAM에서 유사량 조사, 3)인공적 하상굴착등의 방법을 통하여 상류로부터 유입되어 하류로 유송되는 유사량과의 상관관계에 의한 조사방법을 들 수 있는데 이들 방법이 가장 확실하고 타당한 방법이다.

이론적으로는 기발표된 유사량 산정공식(Einstein, Brown, Toffaleti식)을 사용할 수 있지만 이론식은 실제 우리나라 하천에서의 적용에 많은 문제점이 있는 것으로 알려져 있다. 이론공식의 사용은 상기 1)~3)의 방법에 의한 실측을 통하여 적용성을 확인하고 정도를 높이는 과정이 필요하다

하천에 있어서 유사량 분석은 댐 및 저수지 퇴적 등의 하상변동에 관련된 모든 조사, 분석 및 연구에 있어서 대단히 중요하다

토사이동은 유수의 특성뿐만 아니라 지표면 또는 하상의 입도 등에 크게 좌우되는데 유사량에 대한 분석을 위해서는 토사이동 형태 및 유사의 특성에 대한 연구가 필요하며 유사운송 하천의 수리조건과 관련하여 분석하여야 한다

현재 우리나라 하천에 대한 유사량에 대한 측정자료는 상당히 미미하며 거의 대부분이 유량 실측자료이고 유사량 측정자료는 거의 전무하다

과거 4대강유역 조사 사업기간동안 각 수계상의 주요 수위표 지상에서의 토사

유출 특성을 파악하기 위하여 부분적으로 유사량을 측정하여 왔으나 정리된 자료는 거의 없는 실정이다.

따라서, 과업구간내 유역의 유사량 산정은 『댐시설기준(2005, 건교부)』에 의한 소규모유역(200km²)의 비유사량 추정공식에 의한 유사량을 산정하여 『삽교천 하천정비기본계획 보완(1994.3, 건교부)』에서의 비유사량 및 유사량을 비교 검토한 결과는 <표 5.2-2>와 같고 소규모유역의 유사량 산정공식은 다음과 같다

$$Y_r = 23.564A^{-1.341} \cdot A_f^{0.403} \cdot K^{0.582}$$

여기서, Y_r : 연평균 비유사량(ton/km²/yr), A : 유역면적(km²)

A_f : 유역내의 임야면적(km², ≤100km²)

K : 토양의 침식성(ton/J)

<표 5.2-2> 비유사량(공식)에 의한 유사량 산정

하천명	산정지점	유역면적 (km ²)	댐설계기준			비고
			비유사량 (t/km ² /yr)	연간 유사량		
				(t/yr)	(m ³ /yr)	
삽교천	수촌수위표	223.26	251.0	5.60E+4	-	
홍성천		5.61	270.62	1.518E+3	1.044E+3	

5.2.3 장래 하상변동 예측 및 계획 하상고

“안정유로”는 일반적으로 종단형상 및 평면형상에 대하여 장기적으로 모두 변동이 없는 이상적인 유로를 의미하지만 유량이 변하는 일반적인 유로에서는 존재할 수 없다.

유로의 어느 단면에 있어서 전 유사량이 일정하고 세굴 및 퇴적이 발생하지 않는 경우를 동적인 안정유로라고 하며 이 때의 종단형상을 동적평형경사라고 하며, 이와 반대로 유로단면상의 모든 사력이 한계소류력 이하에 있을 경우도 유로의 변동은 발생하지 않으므로 한계소류력 상태에 있는 경우를 정적인 안정유로라고 하며 이 때의 종단형상을 정적평형경사라고 한다

하상의 평형경사는 하상에 대하여 외력으로 작용하는 소류력과 내력으로 저항하는 하상물질의 마찰력이 평형이 되어 상류로부터 유송되는 토사량이 동일한 상

태의 경사를 말한다.

따라서, 하상을 형성하고 있는 물질의 입도와 그 혼합비는 소류력을 일으키는 요소가 되므로 주어진 수면경사와 수심에 대응하여 하상이 어떤 일정한 입경 혼합비를 가진 하상물질로 구성되었을 때 하상은 안정한 상태를 유지하며 어떤 일정한 입경, 혼합비에서 이탈되었을 때 하상은 불안정한 상태가 된다

1) 장래 하상변동

가. 久寶雅史(Kubo-masaki)의 평형하상경사 산정식

$$i_0 = k d_s^{\frac{3}{2}} B \quad k = \frac{H}{\sum_0^L d_s^{\frac{3}{2}} B \Delta X}$$

여기서 i_0 : 평형하상경사

d_s : 하상구성물질의 입경 (m) ($d_s = \frac{d_{25} \times d_{50}}{d_{75}}$)

B : 하폭 (m)

ΔX : 측점간거리

H : 평형하상 상태에 있는 상, 하류 2개 지점간의 하상고차(m)

L : 평형하상 상태에 있는 상, 하류 2개 지점간의 거리 (m)

나. HEC-6 모형

하상변동 예측은 하천에 가해지는 자연적 혹은 인공적인 변화에 하천의 하도 하상경사, 유로 등이 어떻게 변화할 것인가를 예측하는 것으로서 하천의 직강화, 하도개수, 제방축조, 골재채취 등을 시행하기 전에 그 영향을 사전에 검토해 볼 수 있는 최소한의 방법이라 할 수 있다

금번 과업구간의 장래 하상변동을 예측하기 위하여 국내 하천실무에서 일반적으로 사용하고 있는 미육군공병단 수문공학연구소(HEC)에서 개발한 프로그램인 HEC-6(하천과 저수지에서 침식과 퇴적계산 모형)를 이용하였으며 이 모형의 기본가정은 다음과 같다

- 흐름은 1차원이고 수압은 하도의 어느 지점에서나 항상 정수압으로 작용
- Manning계수 “n” 값은 점변류에도 적용가능하며, 수위나 유량의 함수로 나타낼 수 있다

- 하천단면은 이동상과 고정상으로 구분되며 이동상 구간은 전체가 상승 또는 하강한다.
- 하상경사는 충분히 작다

HEC-6는 상당기간에 걸친 세굴과 퇴적에 의해 하천의 종단 형상이 변화하는 것을 모의 및 추정하기 위해 개발된 일차원 이동상 개수로 흐름의 수치모형으로서 모형의 이론 및 특징을 살펴보면 다음과 같다

(1) 이론적 근거

HEC-6에서 채택하고 있는 지배방정식은 다음과 같다

- 물의 연속방정식

$$\frac{dQ}{dx} = q_l \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

- 물의 에너지방정식

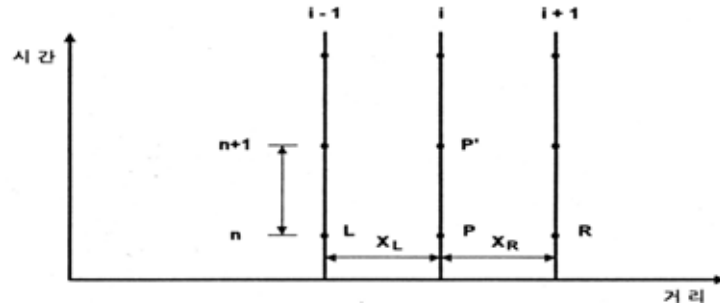
$$\left[y + \frac{\alpha Q^2}{2gA^3} \right]_{i-1} = \left[y + \frac{\alpha Q^2}{2gA^3} \right]_i + H_L \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

- 유사의 에너지방정식(Exner 방정식)

$$\frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial Q_s}{\partial x} + B \frac{\partial z}{\partial t} = 0 \quad \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

여기서, Q : 유량
 q_l : 단위폭당 측방 유량
 Q_s : 부피로 표시된 유사량
 B : 이동상 하상의 하폭
 h : 이동상 하상의 표고
 z : 하상고
 α : 에너지 보정계수
 A : 단면적
 H_L : 단면 i-1과 I사이의 손실수두
 λ : 하상토의 공극율

각 단면의 수심, 하폭, 에너지경사 등 기본적인 수리량은 위의 식을 표준측차법(standard step method)을 이용하여 계산하고, 마찰손실은 Manning식에 의하여 단면 급확대 및 급축소는 각각의 손실계수를 이용하여 계산한다



<그림 5.2-1> HEC-6의 계산 격자 구성

그 다음 각 단면별로 유사량유사운송능, sediment transport potential)을 계산하고 이 값과 그 단면에 유입된 유사량을 비교하여 단면의 침식 또는 퇴적을 결정한다.

즉, 유입 유사량이 유사운송능보다 작으면 하상에서 부족한 유사를 보충하여야 하므로 이 단면은 침식이 되고, 반대로 크면 퇴적이 되는 것이다

이 차이는 바로 유사의 연속방정식인 Exner방정식에 입력하여 침식 또는 퇴적량(하상고 변화량)을 결정하게 되며 식③은 다음과 같이 차별화된다.

$$\frac{-(Q_{sR} - Q_{sL})}{0.5(X_L + X_R)} + \frac{B(Z_P^1 - Z_P)}{\Delta t} = 0$$

$$Z_P^1 = Z_P + \frac{\Delta t}{0.5B} \frac{(Q_{sR} - Q_{sL})}{(X_L + X_R)}$$

여기서, Q_{sR} : (i+1) 단면의 유사량

Q_{sL} : (i-1) 단면의 유사량

Z_P^1 : (n+1) Δt 시간의 i 단면의 이동상 하상 두께

Z_P : n Δt 시간의 i 단면의 이동상 하상 두께

X_R : (i-1) 단면과 i 단면 사이의 거리

X_L : i 단면과 (i+1) 단면 사이의 거리

(2) 적용 범위 및 특징

HEC-6 모형의 목적은 하천이나 얇은 저수지의 세굴 및 퇴적을 분석하기 위한 것으로 적용범위 및 주요 특징은 다음과 같다

- HEC-6는 1차원 정류 모형이나 수문곡선을 잘게 쪼개어 실행하므로 준 정류모형이라 할 수 있다.
- 하천망(다지하천)의 유사이송을 모의할 수 있다
- 수리계산과 유사계산을 별도로 수행하는 비결합(uncoupled) 모형이다.

- d. 저수지내의 유사퇴적량 퇴적위치, 댐 하류 하천의 하상 상승 및 저하를 분석할 수 있다. 특히, 저수지의 저수량을 선별적으로 출력하여 하상변동을 쉽게 알 수 있도록 되어 있다.
- e. 미립토사(fine sediment)의 퇴적뿐만 아니라 미립토사의 침식(resuspension, 재부유)까지 모의할 수 있다.
- f. 각 단면은 이동상과 고정상으로 구분되며 수면 아래의 이동상 부분이 일정하게 침식 또는 퇴적된다.
- g. 유사량은 Toffaleti 공식등 11개 공식중 택일할 수 있다.
- h. 준설에 대해서도 모의할 수 있다.

(3) 하상변동 예측결과

국내의 하천실무에서 널리 이용되고 있는 평형하상 결정방법인久寶雅史(Kubo-masaki)와 安藝皎一(Aki-koich)경험공식은 신뢰도 및 공식 구성상의 타당성이 미흡한 것으로 『하상변동 예측모형의 비교분석(1991. 1, 건기원)』 및 『평형하상경사 추정방법의 개발(1993. 12, 건기원)』에서 지적된 바 있으나 현재까지도 대안의 부족으로 하천정비나 하천계획시 이러한 경험공식을 그대로 사용하고 있어 하천의 과다 세굴 및 퇴적 등 잘못된 예측이 문제점으로 대두되고 있다.

따라서, 본 과업에서는 장래 하상변동 예측 및 평형하상고를 추정하는 방법으로 동역학적 모형인 HEC-6 모형을 적용하였다.

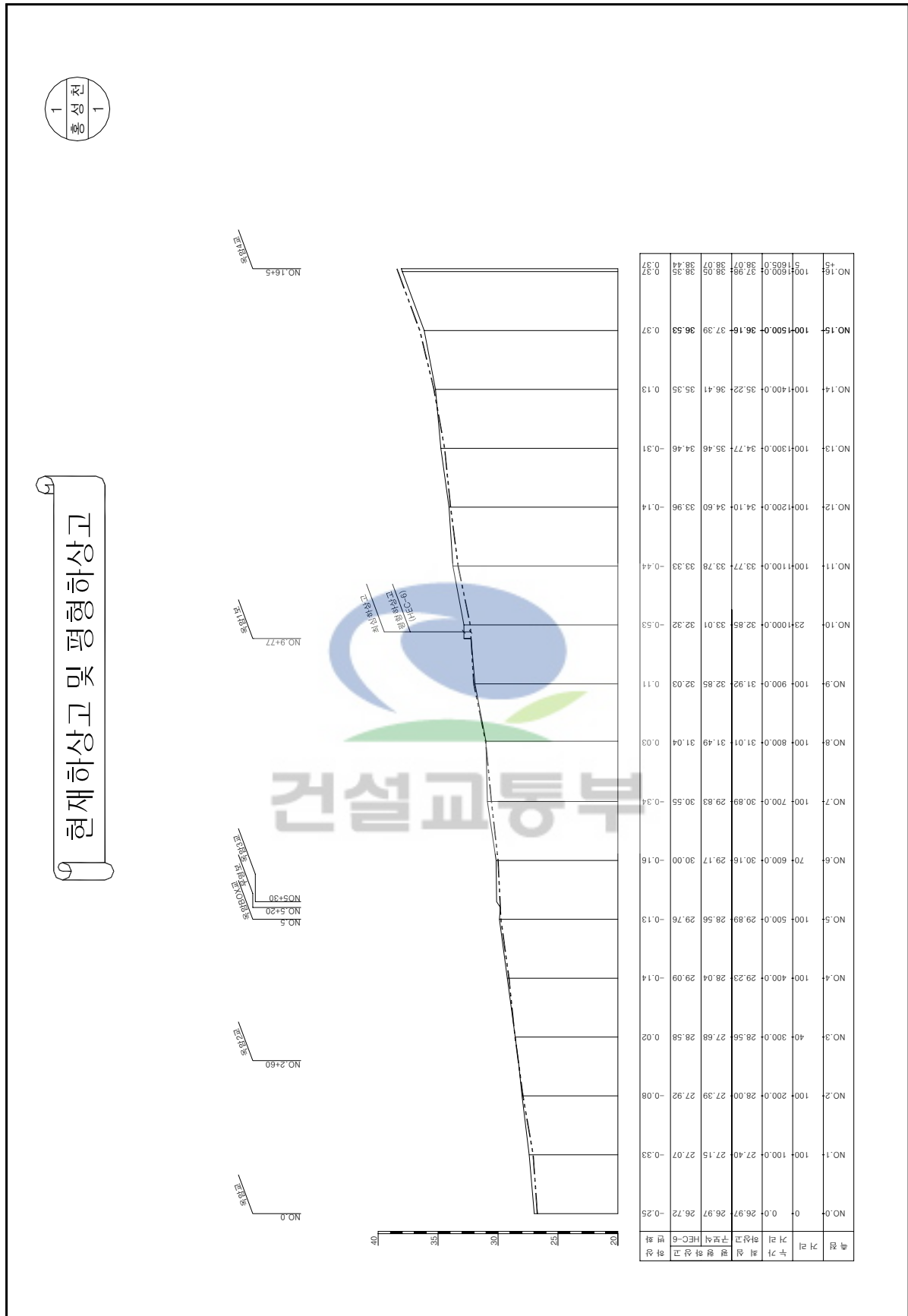
특히, HEC-6 모형 적용에 가장 중요한 기초자료인 유사량과 유량의 실측성과가 전무한 상태이어서 유량자료는 금회 산정한 유황분석 자료를 이용하여 모의를 하였고, 유량-유사량 관계는 『삼교천 하천정비 기본계획 보완(1994.3, 건교부)』의 비유사량 및 유사량 값과 『댐설계기준(2005, 한국수자원학회)』의 소규모유역의 공식을 이용하여 비교검토한 바 비유사량 값이 $19.62\text{ton/km}^2/\text{yr}$ 정도가 크게 산정되었다.

이를 통해 금회 과업에서 산정한 평형하상고는 향후 예상되는 변화의 정성적인 예측이라는 측면으로만 받아들이는 것이 바람직하며 하천공사 하도의 준설, 유역내 석산개발, 골재채취 등 인위적인 하상변동요인 발생시에는 하도의 변화상황을 고려하여 다시 하상변동예측을 실시해야 할 것이다.

이상과 같이 산정된 평형하상고는 <표 5.2-3> 및 <그림 5.2-2>와 같다.

평형하상고 산정

하천명	측점 (No.)	누가거리 (m)	최심하상고 (m)	평형하상고 (m)		비고
				구보식	HEC-6	
홍성천	0	0	26.970	26.970	26.723	옥암교
	1	100	27.400	27.149	27.065	
	2	200	28.000	27.393	27.918	+60 옥암2교
	3	300	28.560	27.676	28.581	
	4	400	29.230	28.036	29.093	
	5	500	29.890	28.560	29.756	옥암BOX교
	6	600	30.160	29.172	29.998	
	7	700	30.890	29.831	30.552	
	8	800	31.010	31.486	31.044	
	9	900	31.920	32.850	32.033	+77 옥암1보
	10	1,000	32.850	33.014	32.323	
	11	1,100	33.770	33.782	33.334	
	12	1,200	34.100	34.597	33.957	
	13	1,300	34.770	35.459	34.456	
	14	1,400	35.220	36.407	35.354	
	15	1,500	36.160	37.390	36.527	
	16	1,600	37.980	38.054	38.347	
	16+5	1,605	38.070	38.070	38.437	옥암4교



<그림 5.2-2> 현재하상고와 평형하상고

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 5.2-4> 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)	
하천부속물	제 방	50	30	20	
	제방비탈면의 보호 및 유수조절시설 (호안, 수제공)	30	20	10	
	바닥다짐(상고공)	200	150	100	
하천공작물	교 량	300	200	150	
	취수시설 및 기타시설물	300	200	150	
	수위 관측소	500	300	250	

금번 과업대상 하천의 골재채취 가능량을 산정하기 위하여 현장조사 및 측량성과 와 상기 <표 5.2-4>의 “하천부속물 및 하천공작물 보호구역을 제외한 골재채취 가능범위를 면밀히 분석한 결과, 본 과업구간에는 농업용수를 공급하기 위한 수리시설물과 교량 등 하천시설물이 많으며 전반적으로 하상저하가 진행되는 점 등을 고려할 때 골재채취에 부적합하다고 판단되어 본 과업에서는 별도의 골재채취 계획을 수립하지 않았다

5.3 계획홍수위

5.3.1 기점홍수위

홍수위는 하천의 흐름이 상류(subcritical flow)일때는 하류의 영향을 받고 하류(hypercritical)일때는 상류의 영향을 받는다.

따라서, 홍수위 계산은 하류 또는 상류측 전단면의 수위를 경계조건으로 갖게 되는데 이때의 홍수위를 기점수위라 하며 일반적으로 하천의 종점에 대한 기점홍수위는 다음 사항을 검토하여 결정한다

- ① 하구 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지천에서는 본류의 계획홍수위
- ② 수공구조에 의해 한계수심이 발생할 경우는 한계수심 또는 설계홍수위
- ③ 하도의 급확대, 단락, 만곡 또는 교각에 의해 수위변화가 발생하는 곳은 손실수두를 더하여 계산한 수위
- ④ 사수역이 발생하는 곳은 유수단면적에서 사수역을 빼고 계산한 수위

따라서, 본 과업대상 하천인 홍성천은 본류의 계획홍수위①에 의한 기 수립된 『홍성천 하천정비기본계획2004. 3, 충청남도』의 No.13지점의 빈도별 홍수위를 빈도별 기점홍수위로 채택하였다. 그 내용은 <표 5.3-1>과 같다.

<표 5.3-1>

빈도별 기점홍수위

(단위:EL.m)

본 류	하 천	개 수 전					개 수 후					비 고
		20년	30년	50년	80년	100년	20년	30년	50년	80년	100년	
삼교천	홍성천	28.65	28.79	28.88	28.96	29.04	28.68	28.80	28.87	28.93	29.00	홍성천 (No.13)

주) 자료출처 : 홍성천 하천정비기본계획(2004.3, 충청남도)

5.3.2 조도계수

조도계수란 흐름에 대한 하도의 저항정도를 표시하는 계수로서 하상형,상하상 변동, 유사량, 식물의 식생여부, 인위적인 하상굴착, 하도간의 편류 및 사수역의 발생 등 여러 가지 복합적인 요소에 의하여 변화하므로 조도계수는 동일하천 동일구간의 경우에도 경년적으로 변화되는 것으로서 정도가 높은 값을 구하는 것은 상당히 어려운 문제이다.

일반적인 조도계수 결정방법으로

- ① 수위표 지점에 대한 수위-유량곡선에 의한 추정하는 방법

- ② 홍수흔적을 조사하고 부등류 계산을 실시하여 역산하는 방법
- ③ 하도상황 및 하상재료에 의한 추정하는 방법이 있다

금회 과업대상하천인 홍성천의 조도계수는 현지조사 측량성과 및 현지 주민들의 의견을 참고로 한 기왕홍수위 등을 종합적으로 고려하였으며 특히현지 조사 시 확인된 홍성천은 상·하류의 하천 형상이나 하도내 식생 및 하상재료 등이 큰 차이를 보이고 있지 않음을 감안하고『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』의 적용기준을 참고하여 각 지점별 조도계수는<표 5.3-2>, <표 5.3-3>을 바탕으로 <표 5.3-4>를 채택하였으며 홍수위 계산에 적용하였다

<표 5.3-2> 하천 및 수로의 조도계수 적용기준

하천 형태	하천 및 수로의 상황	조도계수(n) 범 위	비 고
인 공 수 로 개 수 하 천	· 콘크리트 인공수로	0.014 ~ 0.020	(평균치)
	· 나선형(spiral) 반관 수로	0.021 ~ 0.030	
	· 양안에 돌붙임이 적은 수로	0.025	
	· 암반을 굴착하여 방치한 하상	0.035 ~ 0.050	
	· 다듬은 암반 하상	0.025 ~ 0.040	(평균치)
	· 점토성 하상, 세굴이 일어나지 않을 정도의 유속	0.016 ~ 0.022	
	· 사질 Loam, 점토질 Loam	0.020	
자 연 하 천	· Drag line 굴착, 잡초없음	0.025 ~ 0.033	
	· 평야의 소하천, 잡초 없음	0.025 ~ 0.033	
	· 평야의 소하천, 잡초와 관목 있음	0.030 ~ 0.040	
	· 평야의 소하천, 잡초 많음, 잔자갈 하상	0.040 ~ 0.055	
	· 산지하천, 골재, 호박돌	0.030 ~ 0.050	
	· 산지유로, 호박돌, 큰 호박돌	0.040 이상	
	· 큰 하천, 점토, 사질 하상, 사행 적음	0.018 ~ 0.035	
자 연 하 천	· 큰 하천, 자갈하상	0.025 ~ 0.040	

주) 자료출처 : 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』

<표 5.3-3>

하도상태에 따른 조도계수

수로 형식(자연하천)과 그 설명	최소치	표준치	최대치
A. 소하천(홍수시 수면폭 100ft 미만)			
a. 평지하천			
1. 깨끗하고 직선적이고 만수위이며 균열이나 깊은 여울이 없음	0.015	0.030	0.033
2. 위와 같으나 돌과 잡초가 있음	0.030	0.035	0.040
3. 잡초는 없으나 사행, 약간의 잡초와 돌이 있음	0.033	0.040	0.045
4. 위와 같으나 약간의 잡초와 돌이 있음	0.035	0.045	0.055
5. 위와 같으나 저수위이고 경사와 단면의 효과가 적음	0.040	0.048	0.050
6. 4.와 같으나 돌이 많다	0.045	0.050	0.060
7. 완류구간으로 잡초나 깊은 여울이 있음	0.050	0.070	0.080
8. 잡초 밀생구간으로 깊은 여울 하생초나 입목이 많은 여수로	0.075	0.100	0.150
b. 산지하천으로 수로에 식물이 없으며 보통 급한 경사의 하안과 고수시 물에 잠기는 하안에 연하여 나무나 잡초가 있는 경우			
1. 바닥은 자갈과 약간의 조약돌, 큰호박돌	0.030	0.040	0.050
2. 바닥은 큰호박돌이 혼합한 호박돌로 됨	0.040	0.050	0.070
B. 범람평야			
a. 목초로서 관목이 없다			
1. 짧은 풀	0.025	0.030	0.035
2. 큰 풀	0.030	0.035	0.050
b. 경작지			
1. 농작물이 없다	0.020	0.030	0.040
2. 성숙한 농작물이 열을 이룬다	0.025	0.035	0.045
3. 성숙한 농작물이 밭을 피복한다	0.030	0.040	0.050

<표 5.3-3> 계속

하도상태에 따른 조도계수

수로형식(자연하천)과 그 설명	최소치	표준치	최대치
c. 관 목			
1. 약간의 관목과 잡초가 번식함	0.035	0.050	0.070
2. 관목이나 수목이 적음, 겨울철	0.035	0.050	0.060
3. 위와 같은 여름철	0.040	0.060	0.080
4. 관목이 중정도 밀생함, 겨울철	0.045	0.070	0.110
5. 위와 같은 여름철	0.070	0.100	0.160
d. 수 목			
1. 밀생한 버드나무가 직립함, 여름철	0.110	0.150	0.200
2. 개간지로서 나무자른 그루터기가 있고 발아가 없다	0.030	0.040	0.050
3. 위와 같으나 발아됨	0.050	0.060	0.080
4. 밀생한 수목, 약간의 넘어진 나무, 하생초는 홍수위 가 도달하는 경우	0.080	0.100	0.120
5. 위와 같으나 홍수위가 나뭇가지까지 도달하는 경우	0.100	0.120	0.160
C. 본류로 (홍수시 수면폭이 100ft이상) 하안의 저항이 효 과적이 아니므로 소하천의 동일한 경우보다 값이 더 작다.			
a. 큰호박돌이나 관목이 없는 규칙적 단면	0.025	-	0.060
b. 불규칙하고 거치른 단면	0.035	-	0.100

주) 자료출처 : 개수로 수리학(최영박, 이순탁, 1990. 야정문화사)

<표 5.3-4>

주요 구간별 조도계수

하천명	주 요 구 간	측 점 (No.)	조도계수	비 고
홍성천	하구 ~ 무명보지점	0 ~ 5+20	0.028~0.033	
	무명보지점 ~ 옥암4교지점	5+20 ~ 16+5	0.035	

5.3.3 하도정비계획

하도는 하천의 유수가 소통하는 토지공간을 말하며 통상 제방 또는 하안과 하상으로 둘러싸인 부분을 가르킨다.

하도계획은 이미 결정된 계획홍수량을 안전하게 유하시키기 위해 하상굴착제방 축조, 또는 유수를 유도할 수 있는 수제와 제방 등에 의해 하도 통수 단면적 확보를 위해 하도법선을 수정 또는 침수로(Short cut)를 건설하여 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

하도계획을 다음과 같은 방법에 의해 수행할 수 있도록 절차를 제시하였으며 본 과업에서도 적용 수행하였다

가. 평면계획

- ① 결정된 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있는 하폭 저수로 등에 대한 하도 평면형을 결정하고, 하도법선, 지류 합류점의 형상과 처리, 홍수소통능력이 부족할 경우에 방수로나 침수로와 같은 대안 제시
- ② 하도의 노선 선정
- ③ 하도법선 결정
- ④ 저수로 법선 결정
- ⑤ 지류의 합류점 형상 결정
- ⑥ 수충부, 습지, 사수역등의 보전

나. 종단계획

- ① 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있고 유수에 대해 안정된 하도가 유지될 수 있도록 하상변동을 예측하여 하도종단형 계획하상경사 및 계획하상고를 결정한다. 하도종단형은 하상유지가 필요한 구간 이수과 치수, 그리고 하천환경, 경제성 등을 종합적으로 판단하여 결정한다
- ② 중소하천에서 하천환경관리 측면을 고려하여 단순히 홍수를 소통하는 단면 보다는 생태계 보호, 어류의 서식처 제공, 그리고 하천경관을 유지하기 위해 하상 자체에 여울과 웅덩이를 설치하는 자연스러운 하도 종단형을 설치하는 방안을 강구.
- ③ ①, ②항을 충분히 고려하여 자연하도와 인공하도의 문제를 해결하여 최종적

으로 안정된 하도(평형하천, Stream in equilibrium)가 될 수 있도록 설계.

다. 횡단계획

- ① 계획횡단형은 계획홍수량 하도상황 하천부지 이용계획 유지관리의 난이도 등을 고려하여 결정(단단면, 복단면, 복복단면의 결정)
- ② 계획하폭은 현재의 하천부지 및 하도와 하천이용계획 등에 대해 고려하고 하도 전체를 검토하여 결정하여야 하나 대체적으로 하도계획을 수립할 때 계획홍수량 크기별 계획하폭이나 현재 국내에 제시된 경험공식을 참고하여 결정.
- ③ 저수로 수로폭 및 홍수터 높이는 하도의 유지 홍수터의 침수빈도 및 홍수터 이용계획을 고려하여 결정
- ④ 만곡부의 횡단형은 하도면적이 감소될 수 있으므로 유효하폭보다 10~20% 정도 확대 등 평면형상에 대한 충분한 검토후 결정
- ⑤ 하상변동을 충분히 예측하고 하상변동을 억제하여 안정하도를 유지할 수 있는 횡단면형 결정

5.3.4 빈도별 홍수위

본 하천의 빈도별 홍수위 계산은 앞에서 언급한 바와 같이 빈도별 홍수량기점 홍수위, 조도계수 및 계획하폭에 기초를 두어 개수전과 개수후로 구분하여 부등류 계산법 중 자연하천에 적용성이 큰 표준축차계산법(standard step method)에 의하여 전산처리 하였으며, 각 측정별 빈도별 홍수위는 개수전·후에 대하여 20년, 30년, 50년, 80년, 100년 빈도별로 계산하였다.

홍수위 계산을 위한 전산프로그램은 미 육군공병단 수문연구소(Hydrologic Engineering Center)에서 개발한 HEC-RAS Model을 사용하였으며, 본 Model은 기존의 HEC-II Model의 보완형으로 부등류 상태의 수리계산용 프로그램이다.

홍성천의 빈도별 홍수위 계산에 적용한 표준축차계산법(standard step method)의 이론적 근거를 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

가. 표준축차계산법(standard step method)

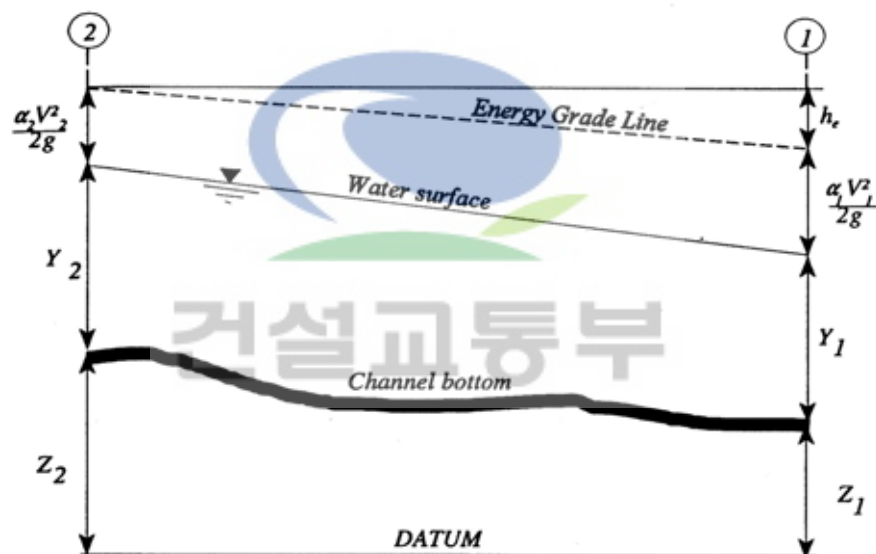
개수로(open channel)의 흐름상태가 부등류인 경우, 기본방정식은 다음과 같은 편미분방정식으로 유도된다.

○ 기본방정식

$$-i + \frac{\partial h}{\partial X} + \frac{\partial h}{\partial X} \left(\alpha \frac{V^2}{2g} \right) + \frac{V^3}{C^2 A^2 R} = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}, \quad h = y \cdot \cos \theta$$

여기서, i : 하상경사
 h : 수위(EL.m)
 V : 유속(m/sec)
 g : 중력가속도(m/sec²)
 A : 통수단면적(m²)
 P : 윤변(m)
 R : 경심(m)(A/P)
 α : 에너지보정계수($\alpha \approx 1.0$)



<그림 5.3-1> 표준축차계산법 모식도

위의 <그림 5.3-1>에서 단면①에 Bernoulli 정리를 적용하여 정리하면 식(1)은 다음과 같이 변경할 수 있다

$$Z_2 + Y_2 + \alpha \frac{V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \alpha \frac{V_1^2}{2g} + h_l \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{여기서, } h_l = \left(\frac{n_1^2 V_1^2}{R_1^4} + \frac{n_2^2 V_2^2}{R_2^4} \right) \cdot \frac{\Delta S}{2}$$

또한, 식(2)에서 $H_2 = Z_2 + Y_2$, $H_1 = Z_1 + Y_1$ 로 놓으면

$$H_2 + \frac{\alpha V_2^2}{2g} = H_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g} + h_l \quad \dots \dots \dots (3)$$

따라서, $\Delta H = H_1 - H_2$

$$= \alpha \frac{1}{2g} (V_2^2 - V_1^2) - h_l \quad \dots \dots \dots (4)$$

연속방정식($Q = AV$)과 Energy 보정계수($\alpha = 1.0$)를 식(4)에 적용하여 정리하면 식(5)와 같이 유도된다. 즉,

$$\begin{aligned} \Delta H &= H_1 - H_2 \\ &= \alpha \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right) - \left(n_1^2 \cdot \frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} - n_2^2 \cdot \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}} \right) \cdot \frac{\Delta S}{2} \\ &= \alpha \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right) - \left(\frac{1}{R_1^{4/3} \cdot A_1^2} - \frac{1}{R_2^{4/3} \cdot A_2^2} \right) \cdot n^2 \cdot Q^2 \cdot \frac{\Delta S}{2} \\ &\quad \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

여기서, ΔS 는 하류로부터 상류방향으로 축차계산하기 위한 구간거리이고 전산 Program에서는 개량 Euler 방식을 사용하여 계산하고 축차해석을 수행하는데 있어서 수학적으로 분연속지배가 발생하는 경우 다음 단면으로 수행하기가 불가능하며, 이때에는 F_r (Froude number)수가 1.0이 되는 경우 조건을 주어서 다음 단면의 홍수위를 계산한다.

나. 교각에 의한 수위상승

교각에 의한 수위상승고의 계산방법은 d'Aubuisson, Yarnell, Rchbock, Nagler, Weisbach 등의 실험식이 있으나 Yarnell공식에 의한 계산이 정확도가 높아 본 검토에서는 Yarnell공식을 사용하여 수위상승고를 계산하였으며 이론은 다음과 같다.

○ Yarnell 방정식(1934)

$$H = 2K \cdot (K + 10 \cdot \omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15 \cdot \alpha^4) \cdot \frac{V_3^2}{2g}$$

여기서, H : 교량 상·하류 수위차

K : 교각 형태계수

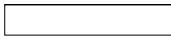
ω : 교량으로부터 하류 수심에 대한 속도수두비

α : 구조물면적/총 횡단면적

V : 교량으로부터 하류부의 유속

<표 5.3-5>

교각 형상계수

구 분	교 각 형 태	계 수(K)
· 반 원 형		0.90
· 연결되어 있는 두개의 원주		0.95
· 연결되어 있지 않은 두개의 원주		1.05
· 90°의 사각형		1.25

본 과업의 홍수통과 등의 압축류 흐름계산시 운동에너지 보정계수 α 는 실제로 1.0~1.1의 범위내이나 배수위 계산의 간편성을 위하여 보정계수 α 는 1.0으로 채택하였으며 NBM(Normal Bridge Method)와 SBM(Special Bridge Method) 등을 적용하기 위해 6단면 또는 4단면으로 세분화하여 교각으로 인한 압축류의 흐름을 모의하였다.

다. 손실계수

흐름의 확대로 인한 손실은 일반적으로 단면축소에 의한 손실보다 상당히 크며 짧고 갑작스런 천이에 의한 손실은 점진적인 천이에 의한 손실보다 크다

천이손실은 계수를 단면사이의 속도수두차의 절대치와 곱함으로서 계산된다

만일, 교량을 통과하는 단면축소 및 단면확대를 고려하기 위해서 계수의 값을 다시 정의한다면 새로운 값은 속도수두의 변화를 계산하게 되는 단면자료 이전의 NC 기록에 입력된다

<표 5.3-6>

단면 축소 및 확대계수

구 분	Contraction	Expansion
천이손실 계산 안함	0.0	0.0
점진적 차이	0.1	0.3
교량 단면	0.3	0.5
급격한 차이	0.6	0.8

라. 유의사항

홍수위 계산시에 유의하여야 할 사항은 다음과 같다

- 보 및 낙차공 등 하천의 횡단구조물로 인하여 지배단면이 발생할 수 있는 지점은 한계수심을 계산하여 구조물 하류지점의 홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 낮을 경우에는 그 구조물의 각 빈도별 한계수심을 기준수위로 취하여 상류부로 배수위 계산을 행하였고 하류부의 계산홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 높을 경우에는 그대로 배수위 계산을 진행하였다
- 교량 등 하천 횡단구조물로 인한 수위상승을 감안하였다
- 하도에서 유량 소통에 영향을 주지 않는 사수역을 제거하였다
- 개수후 빈도별 홍수위는 개수전과 동일하게 산정하되 개수 계획지구 등은 상·하류를 감안한 후, 중·횡단계획에 의하여 배수위 계산을 행하였다

마. 빈도별 홍수위 산정 결과

이상에서 검토한 홍수위 계산 이론 전산프로그램 및 검토시 유의사항 등을 고려하여 홍성천의 개수전후의 빈도별 홍수위 계산결과는 다음 <표 5.3-7>과 같으며 자연적 또는 인위적인 하상 급변지점에서 발생한 다소의 요철수위는 상하류 지점의 홍수위를 감안하여 조정하였고 No.-1지점은 기 수립된 『홍성천 하천정비 기본계획(2004.3, 충청남도)』에서 산정된 자료를 이용하여 No.13지점의 홍수위를 기점홍수위로 적용하여 빈도별 홍수위를 산정하였다

<표 5.3-7>

빈도별 홍수위

하천명	측점 (No.)	누가 거리 (m)	빈도별 홍수위 (EL. m)										비고
			개수전					개수후					
			20년	30년	50년	80년	100년	20년	30년	50년	80년	100년	
홍성천	-1	160	28.65	28.79	28.88	28.96	29.04	28.68	28.80	28.87	28.93	29.00	'2004홍성천기본계획(No.13) 옥암교
	0	0	28.83	28.97	29.06	29.14	29.26	28.84	28.97	29.05	29.11	29.19	
	1	100	29.42	29.50	29.61	29.72	29.76	28.86	28.99	29.06	29.13	29.20	
	2	200	30.41	30.51	30.62	30.73	30.78	29.56	29.61	29.70	29.78	29.80	
	+60	260	30.85	30.96	31.09	31.22	31.27	30.65	30.75	30.87	30.98	31.02	
	3	300	30.90	31.00	31.13	31.24	31.29	30.74	30.83	30.94	31.04	31.08	옥암BOX교
	4	400	31.20	31.31	31.44	31.57	31.62	31.13	31.24	31.36	31.47	31.52	
	5	500	31.87	31.99	32.14	32.28	32.34	32.05	32.17	32.32	32.45	32.50	
	+20	520	31.79	31.91	32.05	32.19	32.25	32.12	32.25	32.39	32.53	32.59	무명보
	+30	530	32.45	32.57	32.69	32.83	32.89	32.15	32.28	32.43	32.57	32.62	옥암3교
	6	600	32.91	33.05	33.20	33.33	33.40	32.24	32.36	32.51	32.64	32.70	옥암1보
	7	700	33.14	33.24	33.36	33.46	33.51	32.78	32.88	32.99	33.09	33.14	
	8	800	34.20	34.35	34.51	34.64	34.71	33.54	33.64	33.76	33.85	33.90	
	9	900	34.40	34.52	34.64	34.75	34.80	33.93	34.04	34.15	34.24	34.29	
	+77	977	35.47 36.16	35.61 36.35	35.75 36.55	35.89 36.72	35.95 36.81	34.43 34.83	34.56 34.94	34.69 35.05	34.80 35.15	34.85 35.20	
	10	1,000	36.40	36.60	36.82	37.01	37.10	34.93	35.04	35.16	35.26	35.31	
	11	1,100	36.61	36.80	37.02	37.21	37.30	36.05	36.16	36.29	36.40	36.45	
	12	1,200	37.20	37.39	37.61	37.79	37.88	36.57	36.70	36.83	36.95	36.99	
	13	1,300	37.31	37.48	37.68	37.85	37.94	36.80	36.91	37.04	37.15	37.21	
	14	1,400	37.74	37.86	38.03	38.18	38.27	37.54	37.62	37.73	37.84	37.91	
	15	1,500	38.48	38.57	38.70	38.80	38.88	38.05	38.14	38.27	38.37	38.45	
	16	1,600	39.98	40.09	40.26	40.42	40.53	39.39	39.49	39.62	39.70	39.77	
	+5	1,605	39.96	40.07	40.24	40.39	40.50	39.54	39.64	39.77	39.86	39.92	옥암4교

5.3.5 계획하폭 및 계획홍수위

1) 계획하폭

계획하폭은 현지형, 연안의 토지이용현황, 유로의 형상 및 하천의 종단경사 등과 계획홍수량을 고려하여 유속 및 소류력에 문제가 없도록 계획하여야 한다

따라서, 계획하폭은 현 상·하류의 지형 특성, 기개수 제방구간의 범선 및 현 하폭, 하천구조물의 유지관리, 축제공사비, 유속 및 소류력의 수리특성 등을 종합적으로 고려하고 『하천설계기준·해설 (2005, 한국수자원학회)』의 계획홍수량에 따른 계획하폭과의 관계와 경험공식으로서 중소하천에 대한 하폭공 (중부지방), 소하천 계획하폭 결정공식 등을 고려하였다

◎중부지방의 중소하천에 대한 경험공식(중부지방 : 경기, 강원, 충남북)

$$\textcircled{1} B = 1.303 \frac{A^{0.318}}{\sqrt{I}}$$

여기서, B : 계획하폭(m), I : 하상경사, A : 유역면적(km²)

◎ 소하천 계획하폭 산정공식

② 계획홍수량에 의한 경우 ($Q \leq 300\text{m}^3/\text{sec}$)

$$B = 1.235 Q^{0.6376}$$

③ 유역면적에 의한 경우 ($A \leq 10\text{km}^2$)

$$B = 8.794 A^{0.5603} \quad (Q \leq 300\text{m}^3/\text{sec})$$

여기서, B : 하 폭(m), Q : 계획홍수량(m³/sec), A : 유역면적(km²)

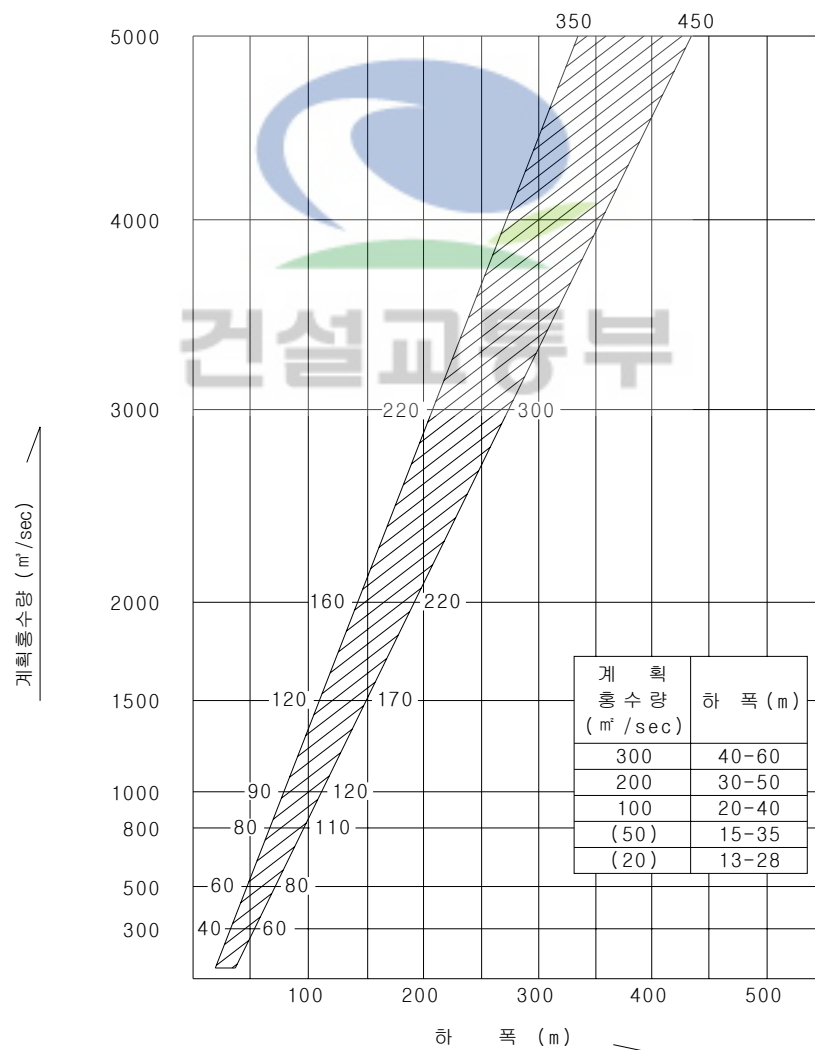
한편, 『하천설계기준·해설 (2005, 한국수자원학회)』 의하면 일반적으로 계획홍 수량과 하폭과의 관계는 대체로 <표 5.3-8> 및 <그림 5.3-2>의 범위에 속한다.

<표 5.3-8>

계획홍수량과 하폭과의 관계

계획 홍수량 (m^3/sec)	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	
5,000이상	계획홍수량의 안전소통과 안정하도 유지를 위하여 적절히 결정하되 기존에 발표된 경험공식을 참고한다	

주) 자료출처 : 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』



<그림 5.3-2> 계획홍수량과 계획하폭 관계

금회 홍성천은 상기 하폭산정 관계식에 의한 산정치와 현하폭 등을 종합적으로 고려하여 결정한 주요구간별 계획하폭은<표 5.3-9>와 같다.

<표 5.3-9> 주요 구간별 계획하폭 산정표

하천명	측 점 (No.)	유역 면적 (km ²)	계획 홍수량 (m ³ /sec)	하상 경사 (I)	현하폭 (m)	공 식(m)				계 획 하폭 (m)
						하천설 계 기준	중소 하천 공식	소하천 공식		
							①	②	③	
홍성천	0 ~ 4	5.61	123	0.0370	20 ~ 30	20 ~ 29	12	27	23	20~30
	4 ~ 11	4.78	108	0.0410	10 ~ 21	18 ~ 27	11	25	21	20~27
	11 ~ 15	4.02	98	0.0490	12 ~ 16	16 ~ 25	9	23	19	18~20
	15 ~ 16+5	1.59	41	0.0570	5 ~ 6	8 ~ 13	6	13	11	5~6

2) 계획홍수위 · 하폭 및 시설제방고

본 계획에서의 계획홍수위는“5.1 기본홍수량 및 계획홍수량에서 결정된 계획홍수량과 “빈도별 홍수위 계산”에서 산정된 결과를 기준으로 하되 본류의 배수영향, 하천횡단구조물의 영향 하상변동에 의한 수위상승 및 만곡부의 수위상승 등을 고려하여 각 측점별로 산정된 계산홍수위를 종단면도상에 출력하고다소의 굴곡부분에 대하여는 부드럽게 조정하여 계획홍수위를 결정하였고No.-1지점은 기수립된 『홍성천 하천정비기본계획(2004.3, 충청남도)』에서 산정된 No.13지점의 횡단자료를 적용하여 빈도별 홍수위를 산정하였다

금번 과업대상 하천의 계획홍수위는<표 5.3-10>과 같다.

계획 홍수위 및 계획하폭, 기설제방고

108	32.44	27	27	33.80
108	32.56	20	22	33.76
108	32.62	16	22	33.76
108	32.95	21	22	34.19
108	33.43	13	22	33.10
108	33.90	15	22	33.17

5.4 용수수요량, 갈수량과 물수지

수자원은 수량과 수질에서 시간적 공간적 분포에 한정을 받고 있기 때문에 자연상태에서 시기적 또는 위치에 따라 필요한 수량을 확보할 수 없는 것이 현실이다.

우리나라의 수자원 특성은 홍수기에 연강수량의 2/3가 집중되고 대수층이 빈약하여 하천유황이 계절에 따라 불규칙하므로 연중 이용 가능한 하천수량은 소량에 불과하나, 경제발전과 국민생활 수준의 향상으로 용수수요는 급속도로 증가하는 추세에 있다.

따라서, 장래 필요로 할 용수수요를 정량적으로 정확히 파악하고 적절한 공급방안을 수립하기 위하여 과업대상 하천의 지점별 갈수량을 산정하였고, 장래 분류 및 지류의 용수사용실태 예측을 통한 물수지 분석을 실시하였다

5.4.1 용수수요량 산정

일반적으로 유역내의 용수수요량은 크게 분류하여 생활용수, 공업용수 및 농업용수로 분류할 수 있다

이 중 생활용수 및 공업용수는 계절별 변화율이 작으나 농업용수는 계절별로 용수수요량이 크게 변화하며 또한 기상상태에 절대적으로 영향을 받아 기상상태(특히 강우량)가 좋을 때는 신규 용수가 적게 소요되나 그렇지 못할 경우에는 용수가 많이 소요된다.

또한, 생활용수와 공업용수의 장래수요는 생활수준의 향상, 도시화 및 산업화에 따라 그 양의 증가폭이 커지지만 농업용수는 본 유역의 경우 경지면적의 증가폭이 크지 않아 용수수요량의 변화도 크지 않을 것으로 판단된다

금회 과업대상 유역의 장래 용수수요 산정을 위해 유관기관의 협조와 관련자료의 수집, 분석 및 현장조사를 통하여 용수사용 실태를 조사하고 아래와 같은 관련계획을 참조하여 결정하였다 『홍성 통계연보(2004, 홍성군)』, 『홍성군 수도정비 기본계획 보고서(2002, 홍성군)』, 『수자원장기종합계획(2001. 7, 건교부)』, 『홍성군 하수도정비 기본계획 보고서(2003, 홍성군)』, 『농촌용수 수요량 조사 종합보고서(1999.12, 농림부·농어촌진흥공사)』 및 『2001년 가뭄기록조사 보고서(2002.6, 건교부)』, 『광역상수도 및 공업용수도 수도정비기본계획(2004.6, 건교부)』, 『전국수도종합계획(2005, 환경부)』 등의 자료를 이용하였다

1) 소유역 구분

금회 과업대상 유역의 용수수요량 산정을 위한 소유역은 유역의 특성 용수의 이용상황 및 행정구역 등을 고려해서 2개 지구로 구분하였다

각 소유역별 위치는 <표 5.4-1>와 같고, 용수량 산정 지점도는 <그림 5.4-1>과 같다.

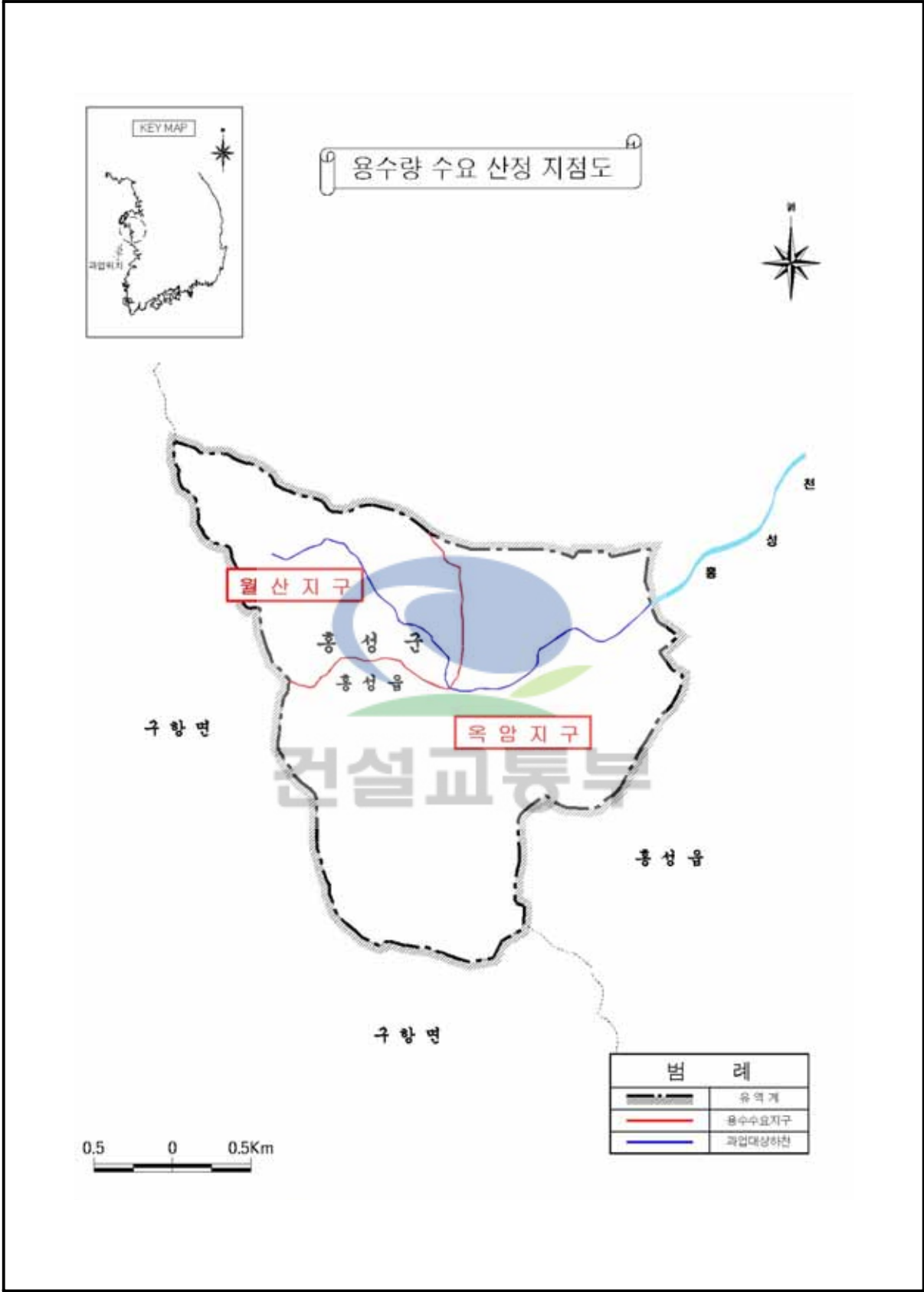
<표 5.4-1>

소유역 구분

하천명	지구명	면적(km ²)	위치	비고
홍성천	옥 암	4.16	홍성군 홍성읍 옥암리	
	월 산	1.45	홍성군 홍성읍 월산리	
계		5.61		

2) 유수의 이용현황

본 절의 유수이용현황 조사는 우선 과업유역을 주요 지류 합류점을 고려하여 소유역으로 구분하고, 생활용수, 공업용수 및 농업용수 등 목적별로 조사하되 물 수지분석을 위하여 소유역내의 지구별 인구분포와 경지분포에 따른 하천수의 이용현황을 조사하였다.



<그림 5.4-1> 용수량 산정 지점도

가. 생활용수

『2003년 12월말 현재 우리나라에서는 969개 급수구역(84시, 209읍, 676면)내에 전체인구의 89.4%인 약 43,633천명이 상수도를 공급받고 있으며 상수도 시설용량은 1일 28,462천 m^3 이다.

1일1인당 급수량은 359ℓ로 96년 이후 가장 낮은 수준을 보이고 있는데 이는 절수기 설치와 물절약 운동의 전개등으로 물사용량이 줄고 노후수도관 교체 등으로 누수량이 감소하였기 때문인 것으로 분석된다』 『상수도 통계(2004, 환경부)』

금번 생활용수 이용현황은 상수도 급수지역과 미급수지역으로 구분하여 산정하였다. 이 중에서 급수지역은 『홍성 통계연보(2004, 홍성군)』의 상수도 급수 실적과 읍·면 간이상수도 조사자료, 『홍성군 수도정비 기본계획(2002, 홍성군)』에서 분석한 보급율 및 단위급수량을 이용하여 구하였으며 미급수지역은 미급수지역의 인구에 미급수지역의 단위급수량139ℓ, 『수자원장기 종합계획(2001.7, 건교부)』을 적용하여 산정하였다

금번 과업대상 하천유역의 행정구역은1읍, 2리로 구성되어 있으며, 각 행정구역별 상수도 보급현황은 <표 5.4-2>와 같고, 지구별로 행정구역별 인구 가중치를 고려하여 산정한 생활용수 이용현황은<표 5.4-3>와 같다.

<표 5.4-2> 행정구역별 총 상수도 보급현황

행정구역	면적 (km^2)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	급수량 (m^3 /일)	단위급수량 (ℓ pcd)	비 고
홍 성 군	443.80	60,010	42,514	70.8	9,900	277	
홍 성 읍	30.50	38,829	29,252	75.3	7,420	231	

주) 자료출처 : 홍성군 통계연보(2004)

<표 5.4-3> 생활용수 이용현황

하천명	지구명	인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	급수량 (m^3 /일)	단위급수량 (ℓ pcd)	미급수인구 (인)	미급수량 (m^3 /일)
홍성천	옥 암	2,598	504	75.3	452	231	2,094	291
	월 산	421	-	75.3	73	231	421	59
계		3,019	504	75.3	525	231	2,515	350

주) 지구내 행정구역별 해당 리의 인구이며 홍성군 통계연보에 의한 행정구역별 보급율과 단위급수량 적용

나. 공업용수

본 과업구간인 홍성천 유역은 지형적 특성상 대부분이 산지이고 농업이 위주인 관계로 공업은 극히 미미한 실정이다

본 유역 내에는 국가공단이나 지방자치단체에서 관리하는 지방공단 및 농공단지는 없고 3개의 소규모 가내 제조업체만이 있는 것으로 조사되었으며 제조업체는 <표 5.4-4>와 같다.

<표 5.4-4>

입주업체 현황

업 체 명	업종	주소	분양면적(m ²)		종업원수 (명)	생산품	비 고
			대지	건물			
계			38,454	6,395	84		
홍성정미소	음식료품	홍성 월산 281	2,195	960	2	미곡	
홍주정미소	음식료품	홍성 옥암 271-1	18,800	1,014	2	미곡	
홍성축협	음식료품	홍성 월산 277-12	17,459	4,421	80	사료	

다. 농업용수

우리나라의 농경지는 2003년 현재 전 국토면적의 18.5%인 1,845천ha이며, 이 중 논이 1,126천ha, 밭이 719천ha로 구성되어있다. 『농림통계연보(2004, 농림부)』 수리안전답율은 78%에 이르며 시설별로는 저수지에 의한 관개면적이 가장 큰 비중을 차지하고 있고 그 외에 대부분은 양수장과 보에 의해 관개되고 있다.

금회 과업하천 유역에서의 농업용수 이용현황은 저수지양수장, 보 및 집수암거 등 수리시설에 의하여 지표수를 용수원으로 관개하고 있는 농경지를 대상으로 하였으며 농업용수 이용현황 조사는 다음과 같이 실시하였다

- (1) 관개면적은 수리안전답, 수리불안전답, 관개전으로 구분하여 산정
- (2) 행정구역별 관개면적은 『홍성 통계연보(2004, 홍성군)』의 자료 및 수치토지피복도(1/25,000)에 따라 지구별로 분류
- (3) 수리안전답과 수리불안전답, 관개전과 비관개전의 비율은 『농촌용수수요량조사 종합보고서(1999.12, 농림부·농어촌진흥공사)』의 자료를 토대로 구한 비율 적용
- (4) 농업용수 이용현황은
 - 현재년 수리안전답 용수 사용 추정 원단위 1,175.0mm/년/ha 적용
 - 수리불안전답은 『하천정비 기본계획 수립 및 하천대장작성 지침

(2004.12, 건교부)』에서 수리안전담 단위용수량의 70%(823.0mm/년/ha)를 적용

- 현재년 관개전 용수 사용 추정 원단위 470.0mm/년/ha 적용하였다.

<표 5.4-5> 경지면적 및 농업용수 이용현황

하천명	지구명	안전담 (ha)	불안전담 (ha)	관개전 (ha)	계 (ha)	용수수요량 (백만m ³ /년)	비 고
홍성천	옥 압	-	54.00	11.00	65.00	0.496	
	월 산	-	50.00	5.00	55.00	0.435	
계		-	104.00	16.00	120.00	0.931	

3) 생활용수 수요추정

가. 개요

생활용수는 협의의 의미로 사람이 일상생활에서 활동하고 소비하는 물을 의미하며 인간활동의 가장 기본적인 요소이다

문명이 발달하고 사회가 복잡해지면서 생활용수의 의미가 확대되어 순수한 의미의 가정용수뿐만 아니라 사회 경제활동 분야에 이용되는 영업용수, 업무용수, 소규모 공업용수 및 공공용수 등도 생활용수에 포함하게 되었다

따라서, 엄밀하게 생활용수를 구분한다면 가정용수로 한정짓는 것이 원칙이나, 현재의 상수도 공급체계 및 구조상 매우 어려운 문제이므로 넓은 의미로 아래의 용수 전부를 생활용수로 포함하였으며 생활용수의 각 분야별 용수에 대한 개략적인 내용은 아래와 같다.

- 가사용수 : 음료, 요리, 목욕, 세탁, 수세변소 등에 사용되는 용수
- 공업용수 : 도시지역에 있는 비교적 소규모 공장 용수
- 영업용수 : 음식점, 여관, 호텔, 목욕탕, 백화점 등 영업에 사용되는 물
- 사무소 용수 : 학교, 관공서 및 일반사무실에서 사용되는 물
- 잡용수 : 분수, 살수, 공중용수 등 공공사용수
- 가축용수 : 농어촌에서 가축사육에 사용되는 물

생활용수 수요량을 추정하는 방법으로는 과거의 추세를 분석하여 외삽하는 장기적이고 대규모의 계획에 적용하는 방법과 생활용수 수요에 영향을 미치는 인자를 세분하여 분석하고 이와 관련된 사회 경제적 요인 등을 고려한 상관관계를 도출하여 추정하는 단기적이고 세부적인 계획에 적용하는 방법 등이 있다

본 과업에서는 『홍성군 수도정비 기본계획 보고서(2002.12, 홍성군)』, 『수자원장기종합계획(2001.7, 건교부)』 등에서 수행한 수자원개발계획 및 수도계획과

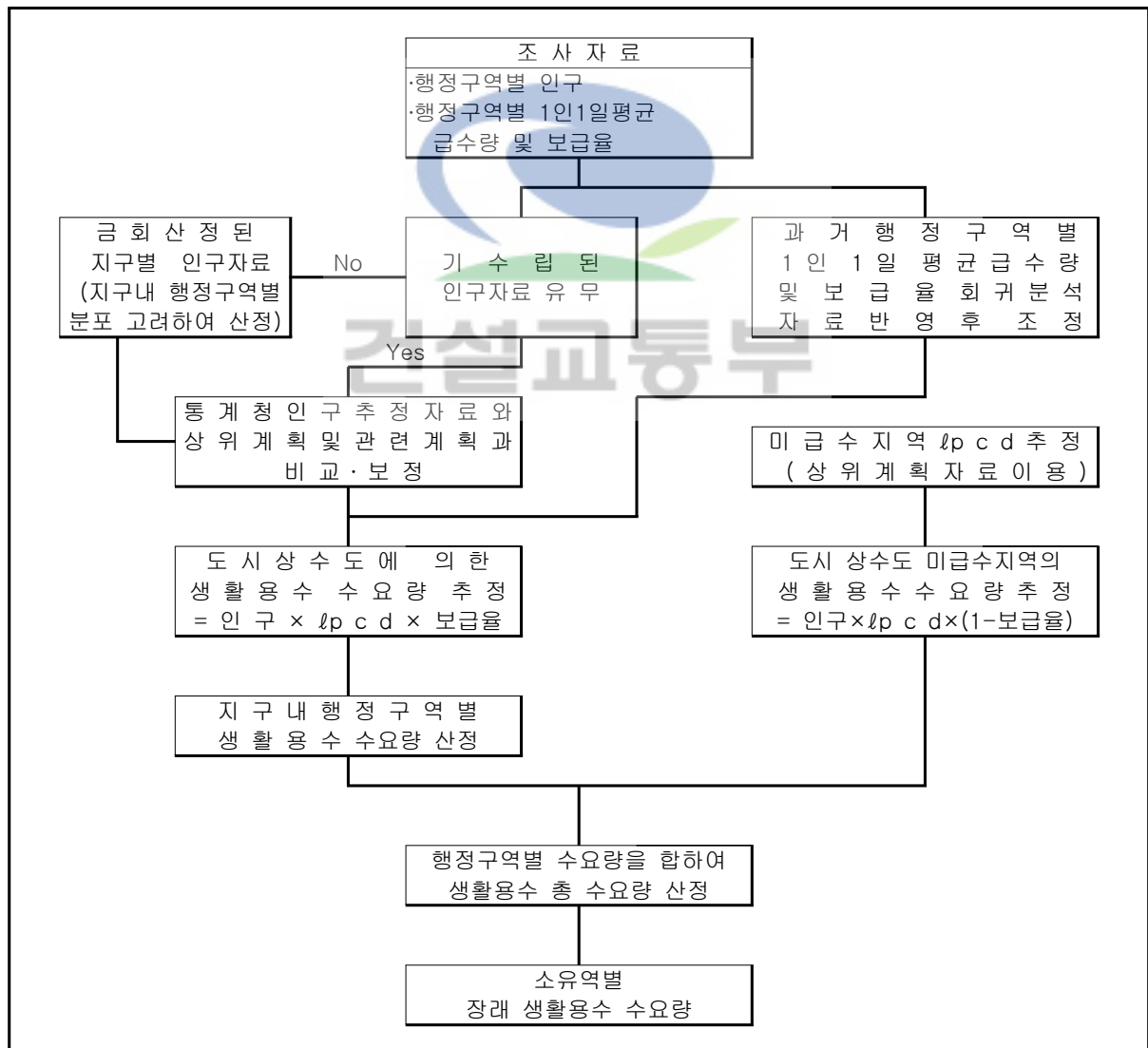
일관성을 고려하여 장래 생활용수를 추정하였다

나. 장래인구 추정

생활용수 수요량에 있어 장래인구는 가장 민감한 부분이다 장래인구 추정은 『홍성군 수도정비 기본계획 보고서』의 자연적 증가인구 추정값을 기본으로 하였으며, 이에 해당 읍면내 리별 인구분포를 감안하여 결정하였다

자연적 증가인구 추정값은 과업대상 지역의 군 통계연보를 참고로 과거 인구 자료를 조사하여 수학적 방법에 의한 추정치와 관련 상위계획의 추정치를 비교·검토하고 홍성군 주변여건 및 도시발전 전망에 의한 인구증가 요인을 감안하여 장래 계획인구를 추정한 것이다

생활용수의 추정방법은 <그림 5.4-2>과 같으며, 추정된 본 과업 유역의 소유역별 장래인구는 <표 5.4-6>와 같다.



<그림 5.4-2> 생활용수 수요추정 흐름도

<표 5.4-6>

지구별 장래인구 추정

(단위 : 인)

하천명	번호	지구명	현재	2006년	2011년	2016년
홍성천	1	옥 암	2,598	2,619	2,743	2,873
	2	월 산	421	424	445	466
계			3,019	3,044	3,188	3,338

다. 원단위 분석

상수도 원단위는 국민생활수준이 향상될수록 비례하여 증가하는 것이 일반적 인 현상으로 매년 증가되는 것이 원칙이나 선진외국의 대도시에서는 근년에 이르러 단위급수량이 감소 또는 증가율이 매우 둔화되는 현상을 나타내고 있다

이러한 현상은 선진화가 될수록 국민의식이 높아지고 이에 따라 자원절약절 수의식이 점차 높아지기 때문인 것으로 판단된다

급수보급율 및 단위급수량은 장래 상수도 수요량을 추정함에 있어서 신중히 결정되어야 하는 인자들이며 이들은 도시의 특성 경제, 사회조건 등에 따라 크게 변화하나 인구 규모면에서 보면 비슷한 경향을 나타내고 있다

본 과업에서는 기 수립된 상수도 관련 계획과의 일관성을 유지하기 위하여 『홍성군 수도정비 기본계획 보고서(2002.12, 홍성군)』에서 분석한 급수보급율 및 단위급수량을 이용하여 장래 생활용수 수요량을 추정하였다

라. 지구별 생활용수 수요량 추정

본 과업에서는 상수도 급수지역은 『홍성군 수도정비 기본계획 보고서 (2002.12, 홍성군)』에서 분석한 급수보급율 및 단위급수량을 이용하여 장래 생활 용수 수요량을 추정하였으며 상수도 미급수지역의 생활용수 수요량은 총인구에 미급수지역 1인 1인당 단위급수량을 곱하여 산정하였다

미급수지역의 1인 1일당 급수량은 『수자원장기종합계획(2001.7, 건교부)』에 서 제시된 139ℓ를 적용하였으며, 소유역별 미급수지역 생활용수 수요량은 <표 5.4-7>와 같다.

<표 5.4-7>

목표년도별 생활용수 수요량

(단위 : m³/일)

하천명	번호	지구명	목 표 년 도					
			현 재			2006		
			계	급수구역	미급수구역	계	급수구역	미급수구역
홍성천	1	옥암	407.6	116.5	291.1	462.1	169.4	292.7
	2	월산	58.5	-	58.5	59.0	-	59.0
계			466.1	116.5	349.6	521.1	169.4	351.7
하천명	번호	지구명	목 표 년 도					
			2011			2016		
			계	급수구역	미급수구역	계	급수구역	미급수구역
홍성천	1	옥암	492.1	189.1	303.0	527.5	224.5	303.0
	2	월산	61.8	-	61.8	64.7	-	64.7
계			553.9	189.1	364.8	592.2	224.5	367.7

마. 지구별 생활용수 수요량 총괄

<표 5.4-8>

지구별 생활용수 수요량 총괄

(단위:백만m³/년)

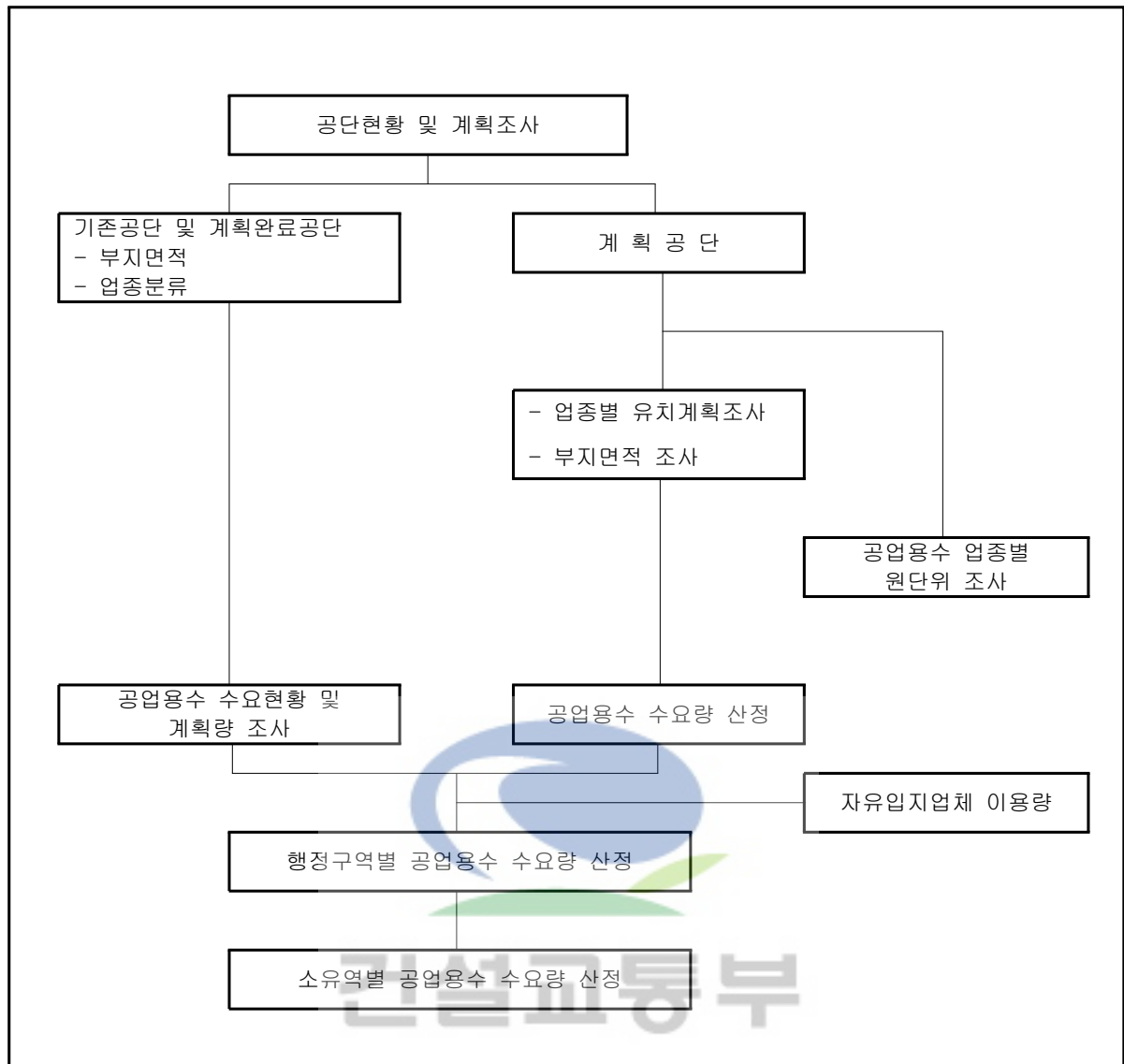
하천명	번호	지구명	현재	2006년	2011년	2016년	비 고
홍성천	1	옥암	0.1488	0.1687	0.1796	0.1925	
	2	월산	0.0214	0.0215	0.0226	0.0236	
계			0.1701	0.1902	0.2022	0.2161	

4) 공업용수 수요추정

공업용수 수요량은 용수공급방법별 및 업종별 기타 여러요건이 큰 차이가 있어 개개의 이수현황을 정확히 조사한다는 것은 어려운 실정이다

공업용수 원단위는 부지면적 종업원수, 생산액에 따른 원단위 등이 있으나, 종업원수나 생산액 등에 고업용수 원단위는 경제상황에 따라 변화가 심하기 때문에 예측하기 곤란한 반면, 부지면적은 변하는 것이 아니고 장래의 공단계획을 수립함에 있어서 예측이 가능하다는 점에서 공업용수 원단위의 기준으로 많이 사용되고 있다.

따라서, 공업용수 수요량은 유역내 공장현황과 공단조성계획을 고려하여 업종별 공장부지 면적에 공업용수 원단위를 적용하여 추정하였다



<그림 5.4-3> 공업용수 수요추정 흐름도

<표 5.4-9> 업종별 공업용수 원단위(부지면적 기준) (단위 : $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{년}$)

업종분류	목표년도				비고
	현재	2006년	2011년	2016년	
음식료품	11.72	11.85	11.98	12.11	
섬유의복	11.37	11.60	11.85	12.09	
목재종이	5.95	5.85	5.76	5.66	
석유화학	4.97	5.05	5.12	5.19	
비금속소재	3.74	3.69	3.63	3.58	
철강	6.36	5.95	5.54	5.13	
기계	2.96	2.84	2.75	2.67	
전기전자	5.71	5.90	6.09	6.28	
운송장비	3.70	3.61	3.52	3.43	
기타제조업	2.00	1.95	1.90	1.85	
평균	5.64	5.49	5.43	5.30	

주) 자료출처 : 『수자원 장기종합계획(2001.7, 건교부)』

금회 과업에서 유역내의 기업체 현황조사는 행정기관의 자료를 참조하고 현지 조사를 실시한 바 유역내에는 3개 업체가 구성되어 있으며, 공업용수는 유역외 지방상수도 및 지하수를 이용하고 있는 것으로 조사되었다

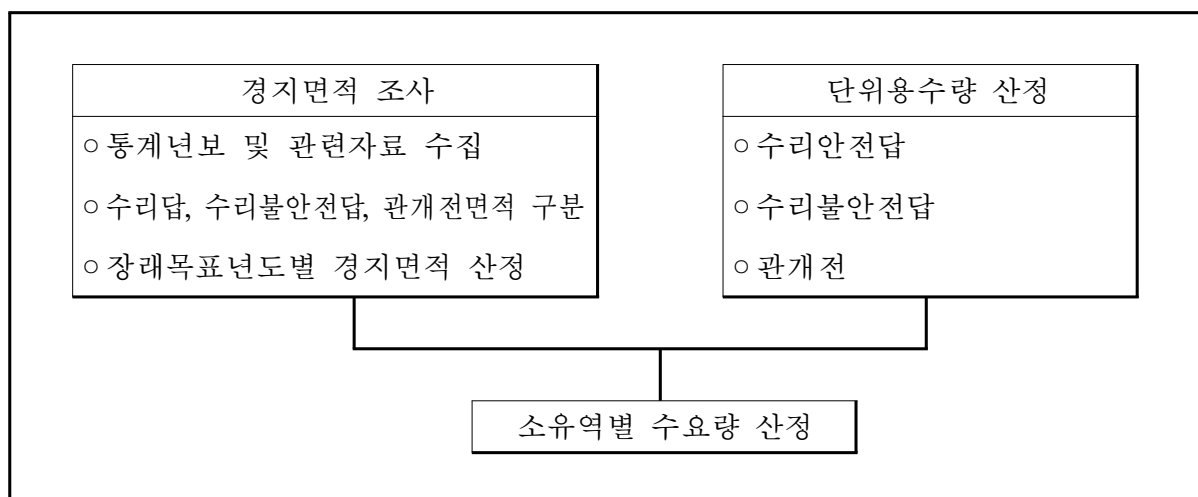
<표 5.4-10> 지구별 공업용수 수요량 총괄 (단위:백만 m^3 /년)

하천명	지구명	용 수 수 요 량				비 고
		현재	2006년	2011년	2016년	
홍 성 천	옥 암	0.2203	0.2228	0.2252	0.2277	
	월 산	0.2303	0.2329	0.2355	0.2380	
	계	0.4507	0.4557	0.4607	0.4657	

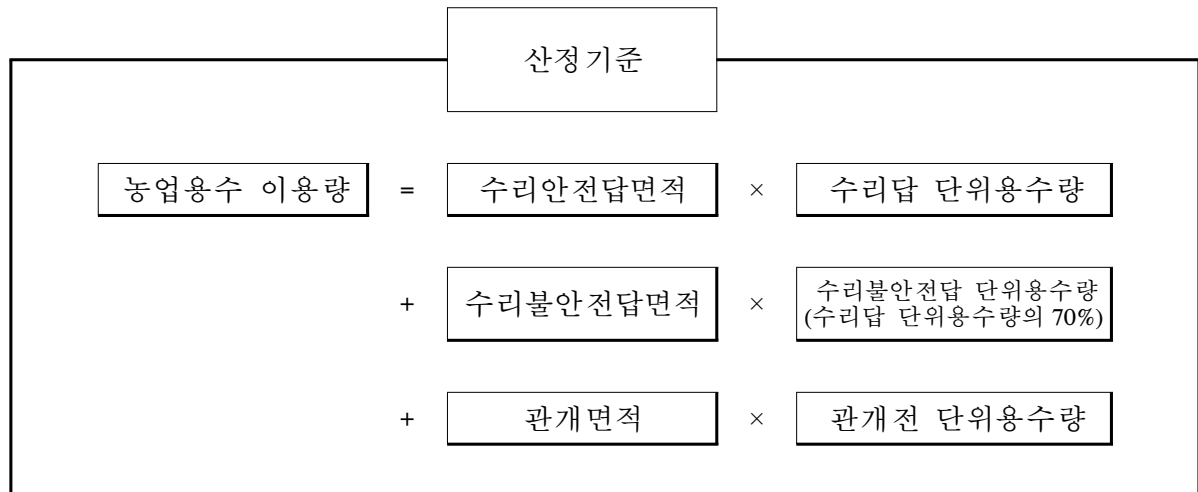
5) 농업용수 수요예측

농업용수 수요를 예측하기 위해서는 수리시설 및 농업용수 이용특성상 수많은 수리시설물로부터 공급되는 농업용수의 과거부터 현재까지의 사용량 및 공급계통을 파악하여야 하는데 사용량 및 공급계통을 파악하기에는 현실적으로 한계가 있어, 농업용수 수요량을 정확하게 파악하는데 어려움이 많다

본 과업에서는 장래 농업용수 수요를 물소모량이 많은 수답작 및 관개전에 대한 수요만을 추정하였으며 농업용수 수요추정 흐름도는 아래와 같다



<그림 5.4-4> 농업용수 수요추정 흐름도



<그림 5.4-5> 농업용수 수요량 산정기준

가. 경지면적 및 관개면적 추정

금회 유역내 경지면적의 추정은 『홍성 통계연보(2004, 홍성군)』의 자료를 기초로 하되 CN값 산정시 사용된 수치토지이용도(1/25,000)를 이용하여 세분류 38개중 경지정리답(수리안전답), 미경지정리답(수리불안전답), 보통·특수작물, 과수원·기타를 기준으로 경지면적을 적용하여 지구별로 분류하였고 장래경지면적의 증감추세는 『홍성 통계연보(2004, 홍성군)』에서 1998년이후에 경지면적이 계속 감소함에 따라 향후의 경지면적은 토지이용현황에 변화가 없다고 보고 2003년의 경지면적을 유지하는 것으로 적용하였다

또한, 관개전과 비관개전의 비율은 「농촌용수수요량조사 종합보고서(1999.12, 농림부·농어촌진흥공사)」의 자료를 토대로 구한 비율을 적용하였다

<표 5.4-11> 유역내 지구별 장래 경지면적 추정 (단위 : ha)

하천명	번호	지구명	현재			2006년		
			안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전
홍성천	1	옥 암	-	54.00	11.00	-	54.00	11.00
	2	월 산	-	50.00	5.00	-	50.00	5.00
계			-	104.00	16.00	-	104.00	16.00
하천명	번호	지구명	2011년			2016년		
			안전답	불안전답	관개전	안전답	불안전답	관개전
홍성천	1	옥 암	-	54.00	11.00	-	54.00	11.00
	2	월 산	-	50.00	5.00	-	50.00	5.00
계			-	104.00	16.00	-	104.00	16.00

나. 단위용수량

작물은 성장하기 위해 토양 속의 물을 흡수하므로 토양속의 물이 부족하게 된다.

부족한 양의 물을 보충하는데 소요되는 물의 양을 관개 용수량이라고 하며 순전히 경지안에서 소요되는 관개용수량을 순용수량이라 한다

또한, 용수원으로부터 경작지까지 물을 끌어오는 도중 손실되는 수로손실량과 물 관리상 손실되는 조작 손실량을 순용수량에 더한 것을 조용수량이라 하며 농경지 단위면적당 용수량을 단위용수량이라 한다

농업용수의 수요추정에 따른 수도의 필요수량은 『수자원장기종합계획 2001.7 건설교통부』와 『농어촌용수수요량조사 종합보고서 1999.12 농림부』를 참조하여, 단위용수량은 경작지 종류별로 수리안전답과 관개전으로 구분하였고 수리불안전답은 「하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침(2004.12, 건교부)」에 따라 수리안전답의 70%를 적용하였으며, 관개전은 『수자원장기종합계획 2001.7 건설교통부』의 관개전 비율을 적용하였다

년도별 용수량 및 단위용수량은<표 5.4-12>와 같다.

<표 5.4-12> 년도별 단위수요량 (mm / 년)

구 분	현재	2006	2011	2016
수리안전답	1,175	1,195	1,195	1,195
수리불안전답	823	837	837	837
관개전	470	478	478	478

다. 지구별 농업용수 수요량 총괄

금회 과업유역의 농업용수 수요량은 수리안전답 수리불안전답, 관개전으로 분류하여 추정된 장래 목표연도별 경지면적에 단위용수량을 곱하여 산정하였다 장래 농업용수의 수요량은<표 5.4-13>와 같다.

<표 5.4-13> 지구별 농업용수 수요량 총괄 (단위:백만m³/년)

하천명	번호	지구명	현재	2006년	2011년	2016년	비 고
홍성천	1	옥 압	4.3073	4.3073	4.3073	4.3073	
	2	월 산	3.6398	3.6398	3.6398	3.6398	
계			7.9471	7.9471	7.9471	7.9471	

주) 장래 목표연도별 농업용수의 수요량은 현재와 동일 적용

6) 용수수요 총괄

용수수요 중에서 생·공용수는 계절적인 영향을 비교적 적게 받으나 농업용수는 관개기와 비관개기로 구분될 뿐 아니라 관개기에도 기상 및 성장시기에 따라 소모량이 각기 다르기 때문에 변동폭이 상당히 심한 편이다

금회 과업하천 구역내의 용수수요 전망은 본 구역이 한반도 중서부에 위치하고 있고 각 시·군에 계획된 장래 도시기본계획이 있으나 생활용수와 농업용수가 완만하게 증가하는 것으로 나타났다.

금회 과업하천 구역내의 용수수요를 지구별로 총괄하면<표 5.4-14>와 같다. 이를보면 2006년도 과업하천 구역내의 총 용수수요량은 8.5930백만 m^3 /년, 2011년도에는 8.6099백만 m^3 /년, 2016년도에는 8.6289백만 m^3 /년으로 나타났다.

구역내 장래 도시계획 등으로 인하여 인구가 증가추세이므로 생활용수수요가 증가하고, 주요 산업이 농업임에 따라 농업용수수요량은 점차 감소할 것으로 예상된다.

<표 5.4-14>

지구별 용수수요 총괄

(단위:백만 m^3 /년)

하천명	번호	지구명	현재				2006년			
			생활용수	공업용수	농업용수	계	생활용수	공업용수	농업용수	계
홍성천	1	옥암	0.1488	0.2203	4.3073	4.6764	0.1687	0.2228	4.3073	4.6988
	2	월산	0.0214	0.2303	3.6398	3.8915	0.0215	0.2329	3.6398	3.8942
계			0.1701	0.4507	7.9471	8.5679	0.1902	0.4557	7.9471	8.5930
하천명	번호	지구명	2011년				2016년			
			생활용수	공업용수	농업용수	계	생활용수	공업용수	농업용수	계
홍성천	1	옥암	0.1796	0.2252	4.3073	4.7122	0.1925	0.2277	4.3073	4.7275
	2	월산	0.0226	0.2355	3.6398	3.8978	0.0236	0.2380	3.6398	3.9014
계			0.2022	0.4607	7.9471	8.6099	0.2161	0.4657	7.9471	8.6289

5.4.2 갈수량과 물수지분석

1) 갈수량

금회 과업하천 유역내의 유황분석은 앞 3.2절에서 산정한 바와 같으며, 이를 다시 한번 정리하면 다음과 같다

<표 5.4-15> 하천별 하구지점 유황분석 결과 (단위: m³/sec)

구 분	유역면적 (km²)	풍수량 (95)	평수량 (185)	저수량 (275)	갈수량 (355)	기준갈수량	비 고
삼교천하구	223.26	6.78	2.57	1.00	0.26	0.140	
홍성천하구	5.61	0.1804	0.0684	0.0266	0.0069	0.0037	

2) 물수지 분석

물은 생명의 근원이며, 지구상의 모든 생물이 살아가는데 없어서는 안될 필수적인 요소로서 급수인구의 확대, 생산활동의 증가 및 국민 생활수준의 향상과 하천 환경의 개선 등 여러 분야에서 물수요가 증가함에 따라 수자원의 중요성은 새삼 강조되고 있다.

그러나, 수자원 부존량은 유역 및 지역에 따라 큰 차이가 있으며 도시화 및 산업화에 따라 수질면에서도 오염이 날로 심화되고 있는 실정이다

그러므로 전 국토에 걸쳐서 안정된 용수수급을 이룰 수 있도록 기술적 및 정책적으로 최대한의 투자가 이루어져야 할 것이다

따라서, 각종 용수량의 수요증가에 원활히 대처하여 깨끗하고 풍부한 물을 적기에 공급하기 위해서는 댐, 하구둑 등에 의한 용수개발을 적극 추진하고 지하수의 개발등 용수공급원을 다양화하거나 물부족이 발생하는 유역에 대해서는 광역용수 공급 등 지역적인 특성을 고려하여 적극적인 수자원개발과 효율적인 물관리가 요망된다.

물수지분석은 계획유역에 대한 안정된 용수를 공급하기 위하여 유역내의 장래 용수수요와 공급기준년의 자연유량을 비교함으로써 유역내의 본류 및 지류에서의 물수지를 예측하고, 공급기준년의 물부족량을 공급하기 위한 댐의 개발규모 시기 및 위치 등을 결정하는 수단이며 수자원 개발계획을 수립함에 있어 선행되어야 하는 기본 과정이다

또한, 장래 하천유역의 인구증가 도시화 및 산업화에 따른 물수요를 공급하기 위한 신규 수자원개발이 한계에 도달할 것이 예상되므로 금회 과업하천 유역의

단계별 용수수급방안을 설정하여 수계별 공급기준년도의 용수수요와 자연유량을 비교하여 유역내 본류 및 지류의 물수지를 예측 및 평가한 후 이에 따른 물부족을 해결하기 위한 수자원개발의 장기계획을 수립하고자 한다

결론적으로 갈수시의 물수지 분석은 유역내에서 발생하는 용수수요의 총량 및 장래 수요 증가량과 불규칙한 자연유하량을 비교 검토하여 물 부족 여부를 검토하는 것으로 갈수시에도 하천의 정상적인 기능을 유지하기 위한 유지유량(특히 이수유량)의 확보방안을 강구하기 위하여 행하는 것이다

가. 물수지분석 방법 및 기본가정

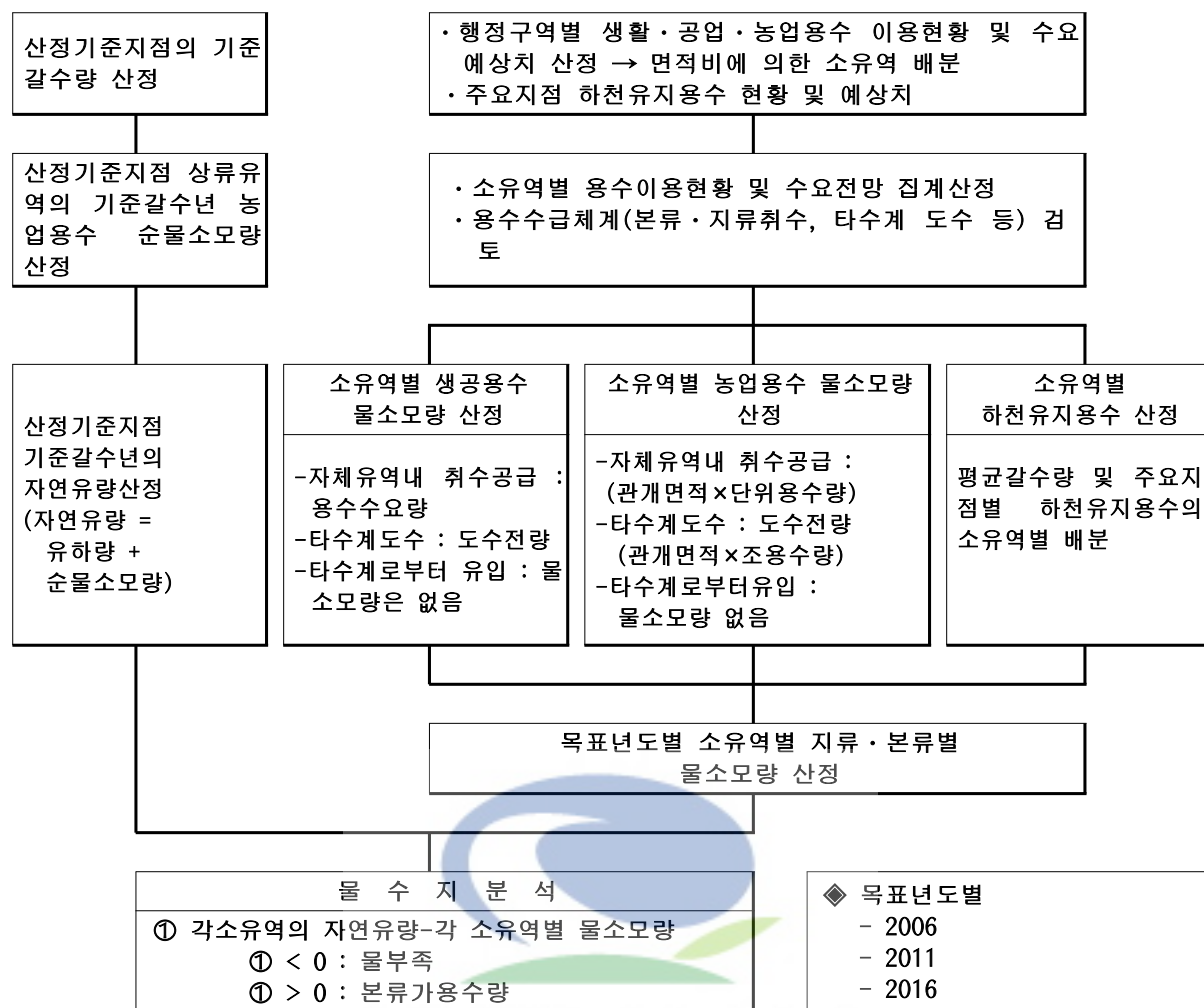
물수지는 장래 용수수요와 불규칙한 자연유량을 공급 시기별로 비교검토하여 물부족 여부를 판단하는 것이며 자연유량이란 용수수요가 전혀 없는 상태의 하천유량을 의미하고 이는 현재 개발된 모든 경지를 초원으로 가정하여 구할 수 있으며, 산림상태에 의해 크게 영향을 받는다.

그러나, 장래 산림상태가 양호해질 것으로 가정하면 산림에 의한 물소모량은 증가하지만 갈수시에는 유황이 개선될 것이므로 본 물수지 분석에서는 이에 대한 영향을 고려하지 않았다

한편, 본류의 용수수요와 지류의 용수수요는 별도로 분석하였으며 이는 지류의 물부족 발생시 본류에서 공급하는데는 실질적인 문제점이 있어 이러한 사항을 고려한 것이다. 물수지 분석시 유역전체를 일괄하거나 대유역으로 분할하여 분석하면 물부족의 분포와 특성을 이해하는데 어려움이 있으므로 가능한 한 많은 구간으로 세분하여 분석하여야 한다

따라서, 본 계획에서는 유역의 지형적 특성을 대별할 수 있고 효율적인 용수수급계획을 수립하기 위하여 유역내의 본류 및 지류대량의 용수수요지를 중심으로 분석에 적합하도록 유역을 2개의 소유역으로 분할하여 물수지 분석을 실시하였다.

물수지 분석 절차를 개략적으로 표현하면 <그림 5.4-6>에서 보는 바와 같다.



<그림 5.4-6> 물수지분석 절차 흐름도

나. 자연유량 산정

자연유량은 하천유역이 전혀 개발되지 않고 인위적인 물 사용이 없는 자연상태에서의 유량을 지칭하며 실측유량에 회귀되는 모든 목적의 용수 즉 생활, 공업, 농업용수 등의 순물 소모량을 합하여 산정할 수 있다.

다. 순물소모량 산정

순 물소모량이란 용수 수요량에서 농업용수, 생·공업용수의 회수수율을 공제한 것으로 본 유역에서는 생·공업용수 회수수율은 65%, 농업용수는 35%를 적용하였다.

장래의 물부족은 (2)식의 우변이 (-) 일때 발생하고 (+) 일때는 부족은 없고 신규 수요를 부담할 여유가 있는 것이다.

(1) 식 : [자연 유하량] = [실측유량 + 순 물소모량]

(2) 식 : [장래의 물 부족량] = [DAM개발을 고려한 장래의 자연유하량]
- [장래의 순 물소모량] - [장래의 유지용수]

본 과업에서는 물수지 분석지점을 주요 지천이나 용수수요처의 유무를 감안하여 홍성천 유역을 2개 지구로 구분하였으며, 갈수량 산정은 현재를 기준으로 하여 향후 2006년, 2011년, 2016년 등 4개년을 계획년도로 산정한 결과 본 유역의 갈수시 물수지는 용수수요를 충족하는 것으로 나타났다

상기와 같이하여 산정한 물수지분석 결과는<표 5.4-16> ~ <표 5.4-19> 와 같다.

<표 5.4-16> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(현재) (단위: m³/sec)

하천명	지구명	유역면적 (km²)	갈수시 자연 유하량 (m³/sec)	용수량 (m³/sec)				회수수 (m³/sec)				유하량 (m³/sec)
				생활	공업	농업	계	생활	공업	농업	계	
홍성천	옥암	4.16	0.1660	-	-	0.1366	0.1366	-	-	0.0478	0.0478	0.0074
	월산	1.45	0.0735	-	-	0.1154	0.1154	0.0004	0.0047	0.0404	0.0456	0.0037
계		5.61	-	-	-	0.2520	0.2520	0.0004	0.0047	0.0882	0.0934	-

<표 5.4-17> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(2006) (단위: m³/sec)

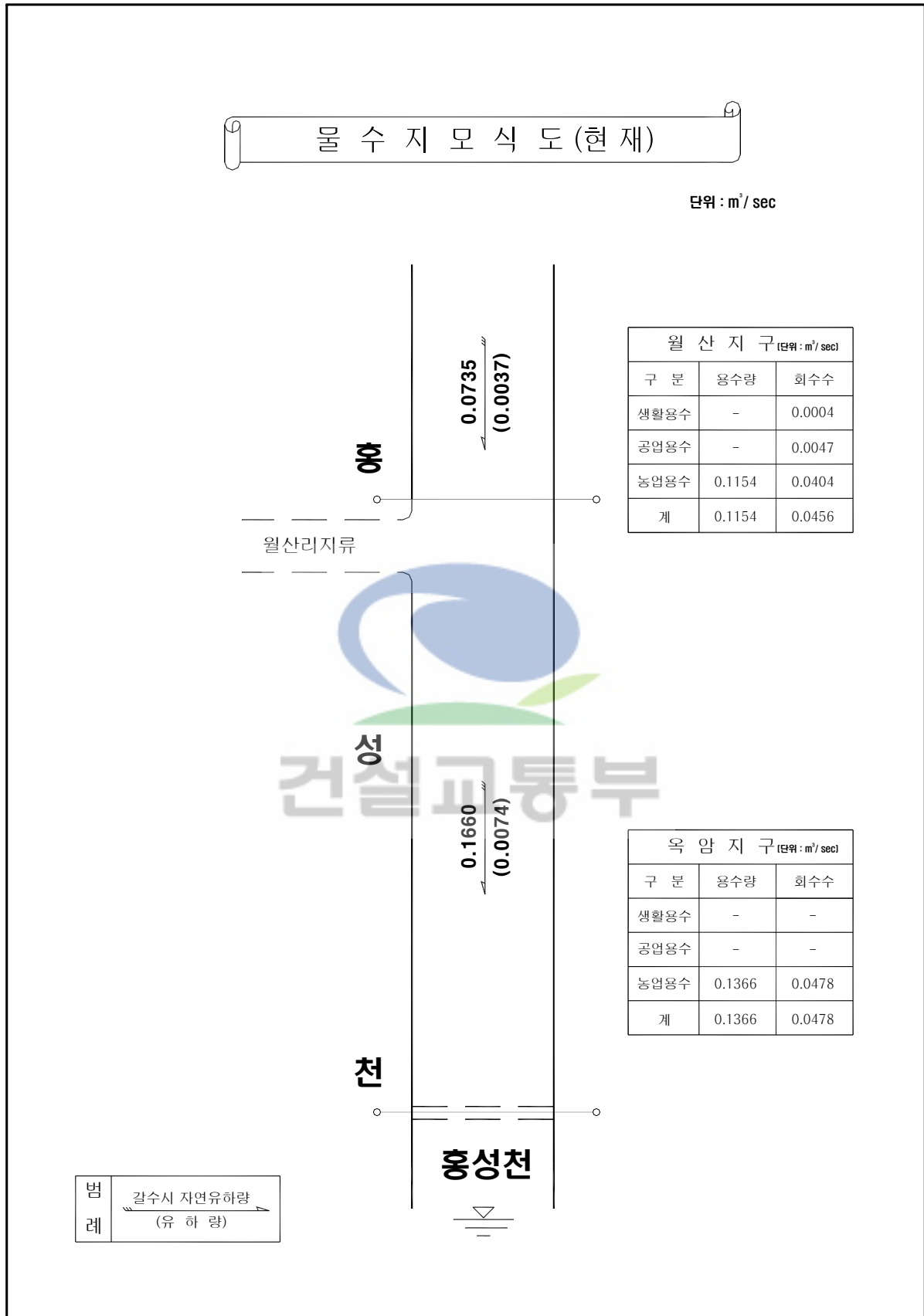
하천명	지구명	유역면적 (km²)	갈수시 자연 유하량 (m³/sec)	용수량 (m³/sec)				회수수 (m³/sec)				유하량 (m³/sec)
				생활	공업	농업	계	생활	공업	농업	계	
홍성천	옥암	4.16	0.1660	-	-	0.1366	0.1366	-	-	0.0478	0.0478	0.0074
	월산	1.45	0.0735	-	-	0.1154	0.1154	0.0004	0.0048	0.0404	0.0456	0.0037
계		5.61	-	-	-	0.2520	0.2520	0.0004	0.0048	0.0882	0.0934	-

<표 5.4-18> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(2011) (단위: m³/sec)

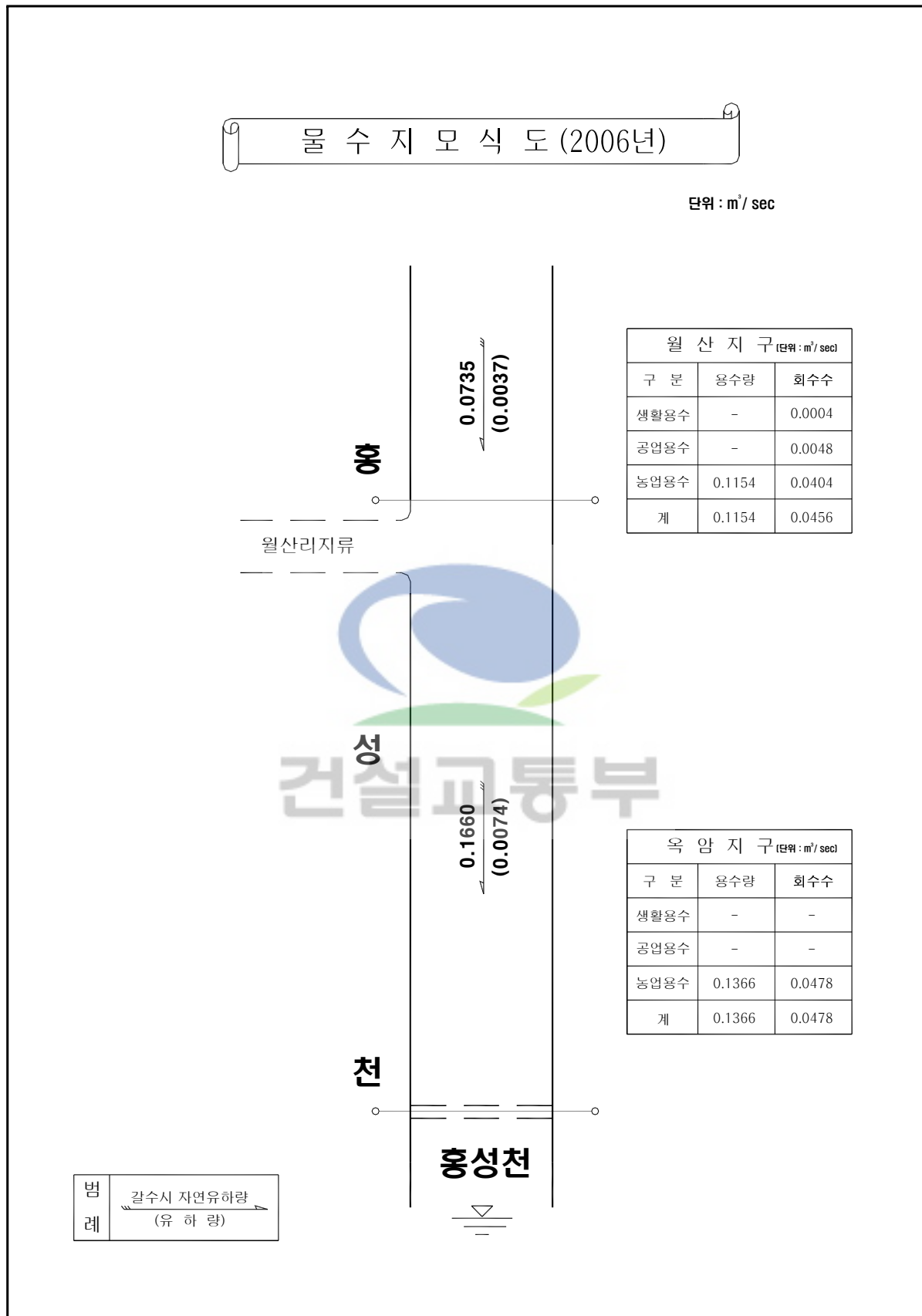
하천명	지구명	유역 면적 (km²)	갈수시 자연 유하량 (m³/sec)	용수량 (m³/sec)				회수수 (m³/sec)				유하량 (m³/sec)
				생활	공업	농업	계	생활	공업	농업	계	
홍성천	옥암	4.16	0.1659	-	-	0.1366	0.1366	-	-	0.0478	0.0478	0.0074
	월산	1.45	0.0734	-	-	0.1154	0.1154	0.0005	0.0049	0.0404	0.0457	0.0037
계		5.61	-	-	-	0.2520	0.2520	0.0005	0.0049	0.0882	0.0935	-

<표 5.4-19> 목표년도별 유하량, 용수량, 회수수(2016) (단위: m³/sec)

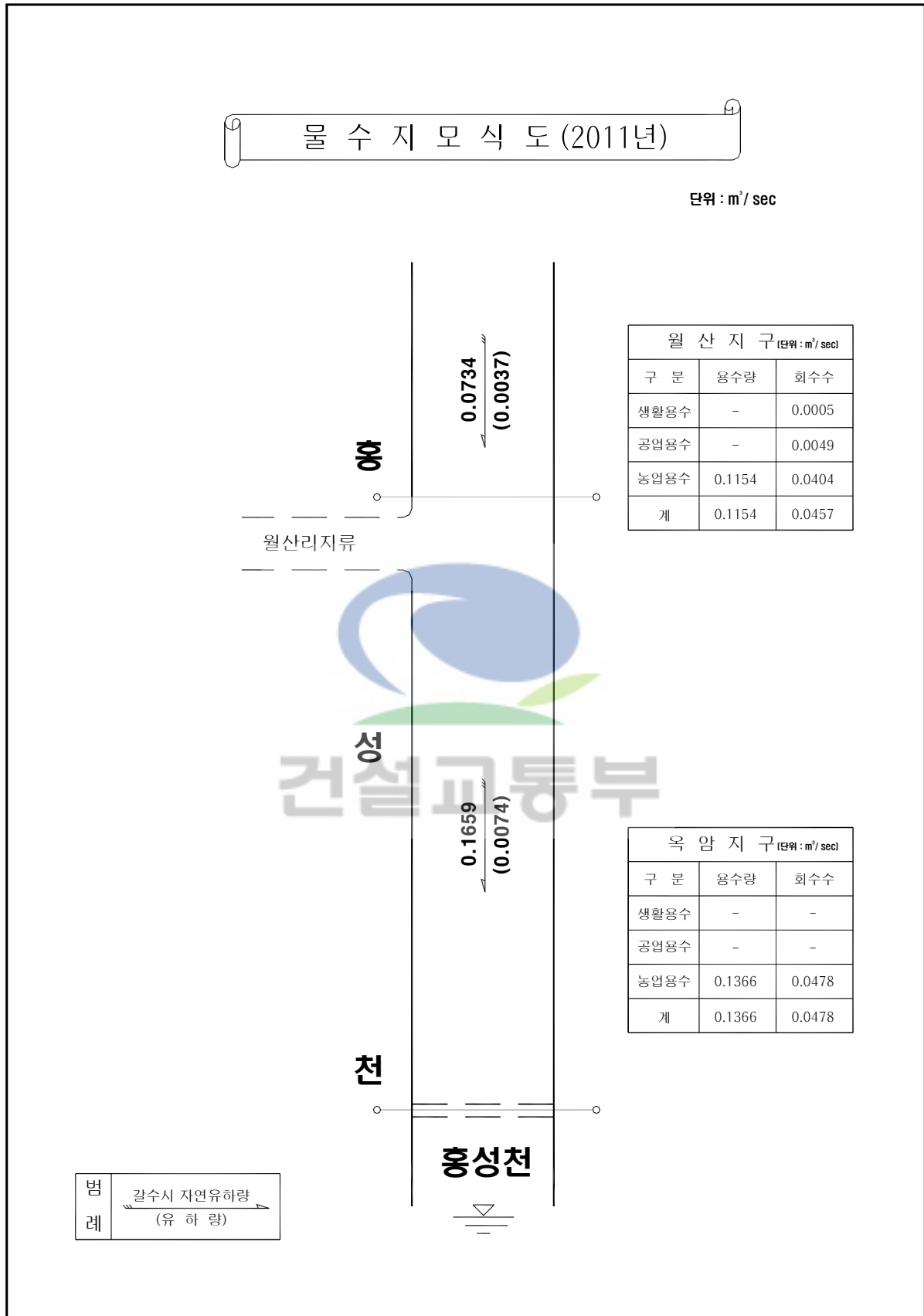
하천명	지구명	유역 면적 (km²)	갈수시 자연 유하량 (m³/sec)	용수량 (m³/sec)				회수수 (m³/sec)				유하량 (m³/sec)
				생활	공업	농업	계	생활	공업	농업	계	
홍성천	옥암	4.16	0.1658	-	-	0.1366	0.1366	-	-	0.0478	0.0478	0.0074
	월산	1.45	0.0733	-	-	0.1154	0.1154	0.0005	0.0049	0.0404	0.0458	0.0037
계		5.61	-	-	-	0.2520	0.2520	0.0005	0.0049	0.0882	0.0936	-



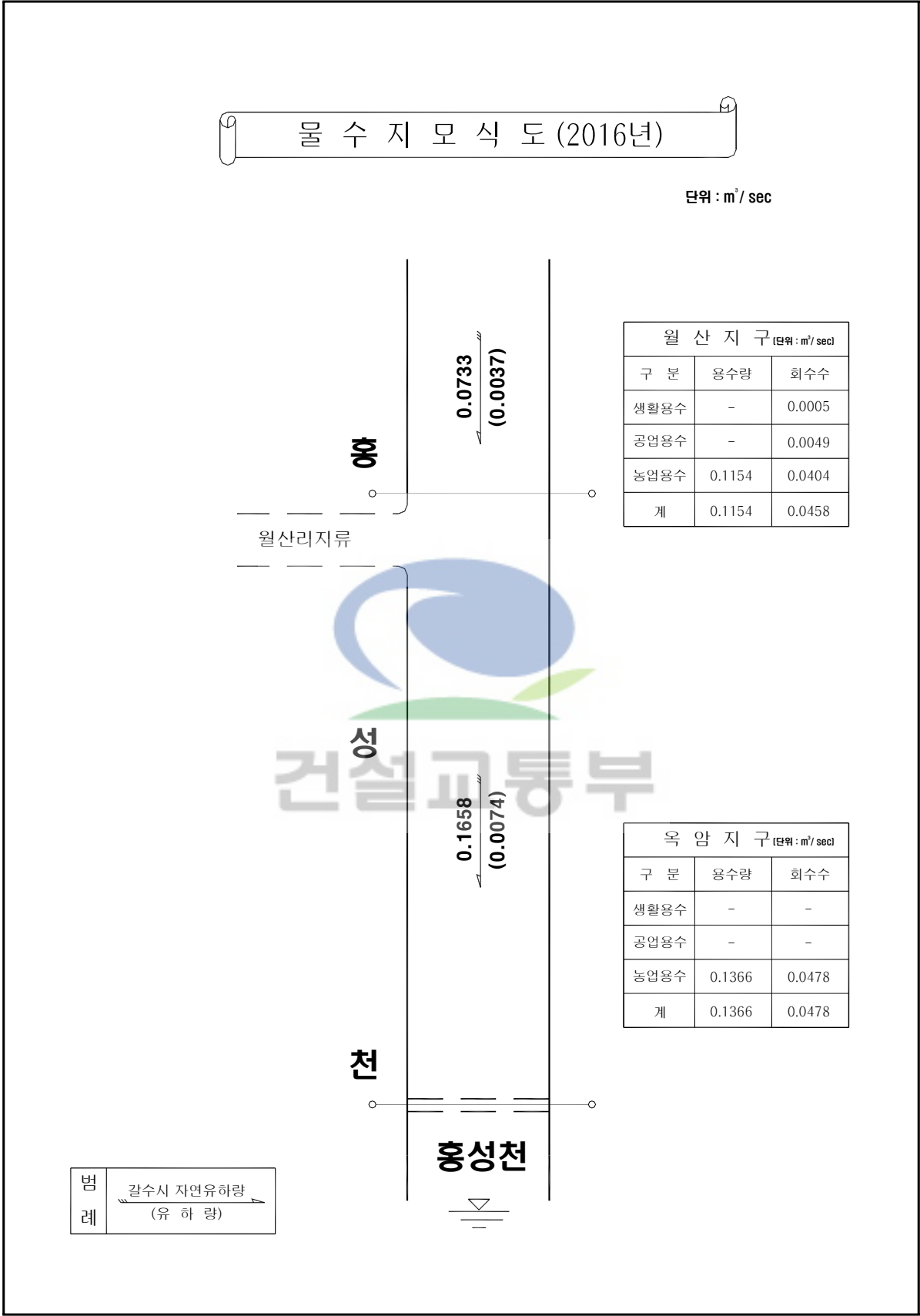
<그림 5.4-7> 물수지모식도(현재)



<그림 5.4-8> 물수지모식도(2006년)



<그림 5.4-9> 물수지모식도(2011년)



<그림 5.4-10> 물수지모식도(2016년)

5.5 하천환경관리 계획

5.5.1 기본방향

하천환경이란 물과 그 주변 공간과의 통합체인 하천 그 자체를 지칭하며, 수량, 수질, 하천공간으로 구성된 자연적·인공적 모습이다.

하천환경은 이수 및 치수와 더불어 하천의 3대 고유기능 중 하나로 하천의 유효한 이용을 위해서는 하천환경보전 및 개선이 필수 불가결한 문제이다.

하천환경관리 계획은 수환경과 공간환경 계획으로 구분되며 각 구간별 역할이 다르므로 제각기의 역할을 충분히 살릴 수 있으며 지속가능하고 치수 및 이수 기능을 저해하지 않는 범위내에서 하천환경관리 계획을 수립하였다.

5.5.2 장래 수질예측

홍성천의 하천정비 후 수질에 미치는 영향정도를 분석하고 환경부고시 제 91-35호 수역별 환경기준 적용등급 및 달성기간의 목표수질(홍성천 전구간 II등급) 달성여부를 검토하기 위하여 QUAL2E모형으로 수질예측을 시행하였다.

기본 물수지 및 수질자료는 금회 측정한 유량을 이용하였으며 홍성천 수질예측시 주변 유역의 오염부하량은 “3.6장 하천오염원 현황”편에서 조사된 연간 오염부하량 변화를 이용하였다.

1) 수질모델의 선정

하천수질 모의시 사용되는 모델은 <표 5.5-1>에 제시한 바와 같이 다양한 수질 모델이 있으나 기본적인 가정은 물질수지식과 경험적인 반응식을 사용하므로 유사한 특성을 나타낸다.

하천구간의 수질모델로는 QUAL2E 모델의 사용이 일반화되어 있으며, QUAL2E 모델은 미국의 총량오염규제제도(TMDL: Total Maximum Daily Loads)를 지원하기 위한 유역관리 통합 모델인 BASINS(Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources)내의 수질 모의 모델로도 사용되고 있다.

따라서, 본 과업에서는 기 연구를 통해 검증되었으며 국내의 여타 하천에 대해서도 많은 적용사례를 갖는 QUAL2E 모델을 적용하여 수질 모의를 실시하였다.

<표 5.5-1>

수질예측 모형의 비교

모 형 명	모 형 의 특 징	수 질 항 목
AUTO-QUAL/ AUTO-QD	하천과 호소에서 정상상태와 준 동적상태의 수질변화 예측	CBOD, NBOD, DO, T-P, T-N
DOSAG-3	하천에서의 수질 예측	CBOD, DO, NH3, P, NO2, NO3, Algae, Coliform
EXPLORE-1	하천과 호소에서 수리량과 수질 변화를 예측하는 1차원 모형으 로 수치해석은 유한차분법 사용	DO, Org.-P, Org.-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, TOC, BOD, Algae
HSPF	하천유역의 관리를 위하여 유역 의 영향을 고려한 수체내 수질 을 예측하고 관리	DO, Org.-P, Org.-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, TOC, TDS, BOD, CO2, pH, Coliform, Temperature, Algae
QUAL2E	하천에서의 수리량과 수질을 예 측하는 1차원 정상상태 모형	DO, BOD, Phosphorous, CM Nitrogen, Algae, ANC, Coliform, Temperature
QUAL2E-U	QUAL2E모형에 uncertainty 해석, 즉 민감도 분석, 1차수 오차 해 석, Monte Carlo모의를 탑재	DO, BOD, Phosphorous, CM, Nitrogen, Algae, ANC, Coliform, Temperature
RECEIV-II	하천, 천수역의 호소, 감소하천 에서의 수질을 예측	CBOD, DO, T-P, T-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, Chl-a, Coliform
SSM	하천에서의 수질을 예측하는 모 형이며, 타모형에 정교하지 않 다.	CBOD, NBOD, DO, T-N, Coliform Phosphorous
WASP	수리량, 수질 예측	수질항목, 부영양화, 독성물질
WQRRS	수심이 깊고 지체시간이 긴 저 수지 및 하천, 호소의 수질을 예측	TDS, DO, T-P, T-N, NH3-N, NO2-N, NO3-N, TC

주) 자료출처 : McCutcheon & French, 1989

2) QUAL2E 모형의 개요

가. QUAL2E 모형의 일반적 특성

QUAL2E 모형은 기존의 QUAL-II모형을 개인용 컴퓨터에서 운영할 수 있도록 수정·보완(USEPA, 1995)한 모형으로 일반적인 특성을 기술하면 다음과 같다

- ① 공간적으로 1차원 모형이다.(유하거리에 따른 수질변화 예측)
- ② 예측가능한 수질항목은 15가지이며 필요항목을 선택하여 모의할 수 있다.
- ③ 정상상태(steady state) 또는 준 동적상태(pseudo dynamic state)에 대한 모

의가 가능하다. 여기서 준 동적상태라 함은 태양의 일조량 수온, 풍속은 동적변수이며, 나머지 항목은 정적변수임을 의미한다

- ④ 조류(algae)와 영양염류(질소계, 인류)와의 관계가 포함되었으며, 온도보정과 태양복사 에너지에 의한 조류성장관계를 모형에 포함한다
- ⑤ 댐에 의한 재폭기와 포화 용존산소의 계산방법이 개선되었다
- ⑥ 구간별 증분 유입·유출(incremental inflow/outflow)을 고려 가능하다.

QUAL2E 모형에서 대상하천은 수리학적 특성이 균일한 구간(Reach)으로 분할되고 각 구간은 수질을 계산하기 위한 계산요소(Element)로 다시 등분된다.

따라서, 대상하천은 완전혼합형 반응조가 연속적으로 이어져 있는 형태로 표현되므로 각 구간에서는 수리학적 특성과 용존산소 재폭기계수, BOD 분해율, 저층의 용출율과 반응계수 등이 균일하다 각 구간에서 등분되는 계산요소는 다음과 같이 구분된다.

<표 5.5-2> QUAL2E Model의 Element의 구성

번호	구분	내용
1	Headwater (H)	본류 및 지류의 최상류의 요소
2	Standard element (S)	일반적인 소구간 요소
3	Element just upstream from a junction (U)	지류와 합류점 바로 위의 본류상구간
4	Junction element (J)	지류와 합류되는 지점의 본류 소구간 요소
5	Last element in system or downstream element (E)	하천의 최하류부 소구간 요소 수계 전체에서 하나임
6	Point source element (P)	본류상의 요소로서 점오염원이 존재하는 소구간 요소
7	Withdrawal element (W)	취수등 본류간에서 물이 빠져나가는 소구간 요소
8	Dam element (D)	댐이 위치하는 소구간 요소

나. QUAL2E 모형의 기본이론

QUAL2E-U 모형을 구성하는 기본방정식은 1차원 이송 - 확산 물질이동방정식 (1-dimensional advection-dispersion mass transport equation)이며, 계산요소(길이=dx) 내에서의 물질의 변화는 확산 이송, 반응과 상호작용 그리고 유입유출 (sources/sinks)에 의하여 발생된다.

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) dx - \frac{\partial (A_x U C)}{\partial x} dx + (A_x dx) \frac{\partial C}{\partial t} + S$$

물질의	dispersion	advection	reaction/	sinks/
변화	(확산)	(이송)	interaction	sources
			(반응)	(침전)

(여기서) t는 시간, M은 물질의 질량, x는 거리, Ax는 하도단면적, DL은 종방향 확산계수, U는 평균유속, C는 물질의 농도, S는 외부로부터의 유입/유출이다.

위 식에서 수리학적 특성은 평균유속과 하도 단면적 수심이다.

여기서, 물질수지를 계산하기 위해서는 평균유속과 단면적이 필요하며 수체의 체적, 재폭기 계수 등을 산정하기 위해서는 수심이 필요하다

각 구간에서의 유속과 수심은 경험식에 의한 유량계수법과 하천의 단면적을 이용한 Manning 공식으로 결정할 수 있다

- 유량계수법 : 이 방법은 계산된 수리량 또는 실측된 수리량을 이용하여 지점별 유속과 수심을 산정하고 동일 구간 내에서의 유량과 유속, 유량과 수심간의 관계를 회귀분석하여 유량계수를 산정하는 방법이다.

· 유속 : $U = a Q^b$, $A_x = Q / U$
 · 수심 : $d = \alpha Q^\beta$
 (여기서) a, b, α, β : 계수,
 Q : 유량
 U : 평균유속,
 Ax : 단면적
 d : 수심

- Manning공식 : 하천의 수리계산에는 다음과 같이 Manning의 평균유속공식을 이용

$$Q = \frac{1}{n} R_x^{2/3} S^{1/2} A_x$$

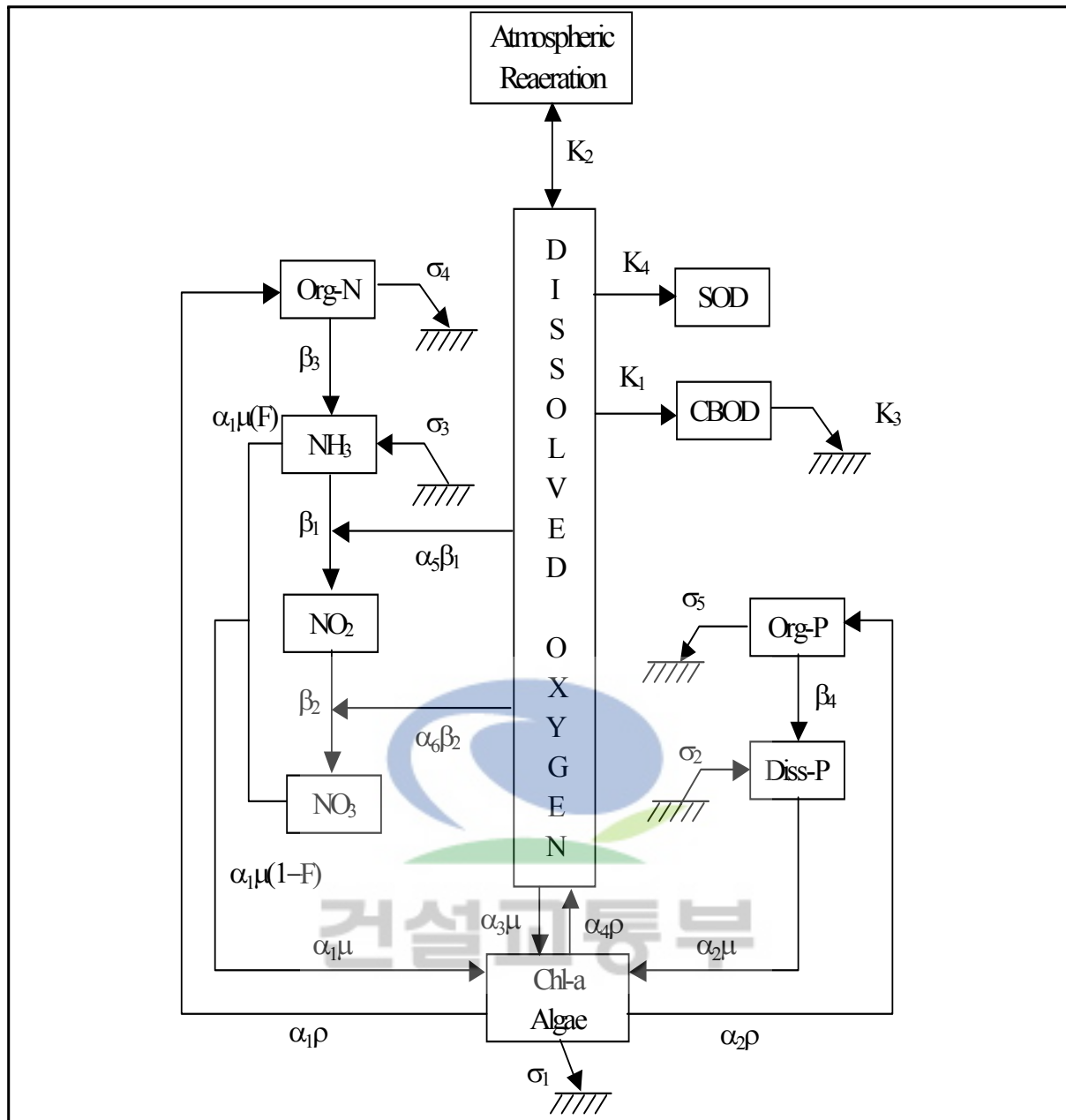
(여기서)

n : 조도계수, S : 에너지 경사, R_x : 동수반경

다) QUAL2E 모형의 물질수지

QUAL2E 모형을 이용하여 예측할 수 있는 수질항목은 총 15개로서 사용자의 필요에 따라 임의의 조합으로 선별적인 수질항목을 예측할 수 있으며 수질항목은 다음과 같다.

- 용존산소(dissolved oxygen) : DO
- 생화학적산소요구량(biochemical oxygen demand) : BOD
- 온도(temperature) : T
- 엽록소(algae as chlorophyll a) : Chl-a
- 유기질소(organic nitrogen as N) : Org-N
- 암모니아성 질소(ammonia as N) : NH3
- 아질산성 질소(nitrite as N) : NO2
- 질산성 질소(nitrate as N) : NO3
- 유기인(organic phosphorous as P) : Org-P
- 용존성 인(dissolved phosphorous as P) : Dis-P
- 대장균(coliforms)
- 비보존성물질(arbitrary nonconservative constituent) : ANC
- 3개의 보존성 물질(three conservative constituents) : CM



<그림 5.5-1> QUAL2E 모델의 반응 계통도

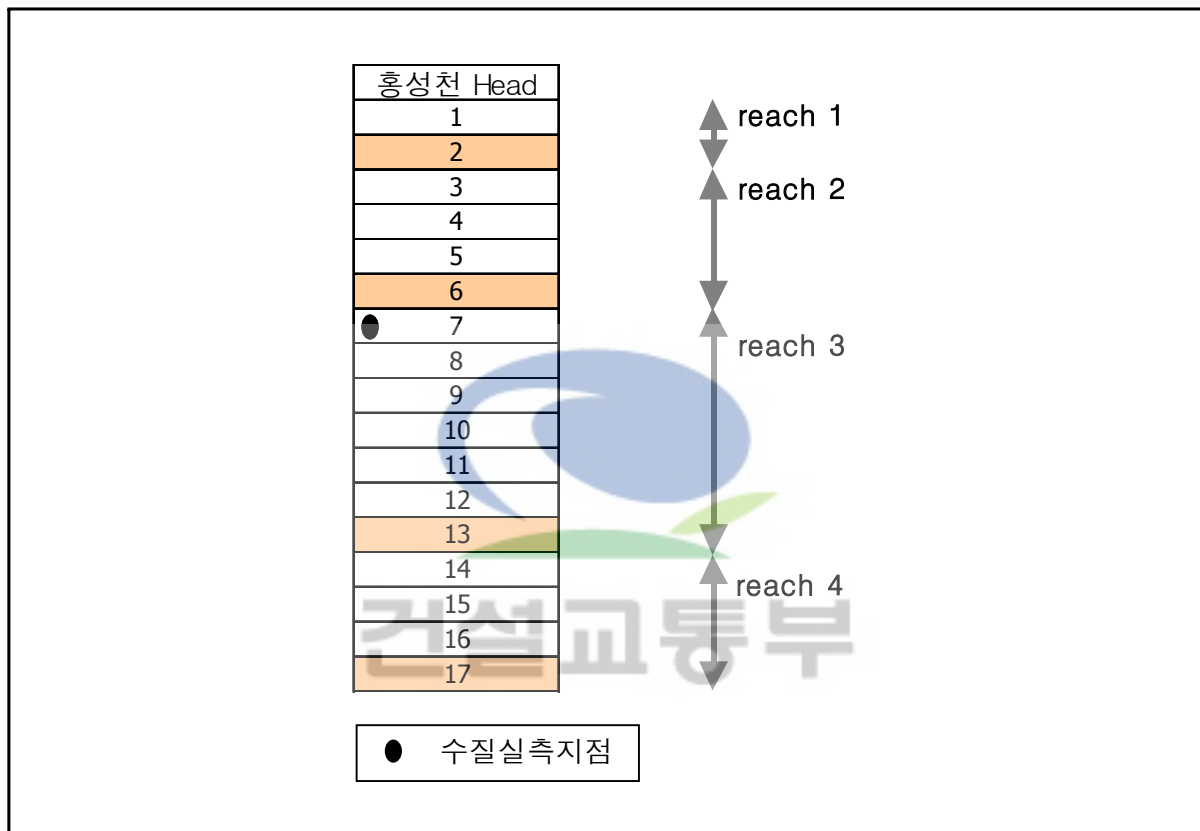
3) 모형의 구성

- 모의대상하천 : 홍성천 본류 1.6km 구간
- 오염원 : 인구, 가축, 토지이용에 의한 발생부하량 및 하수 쓰레기 무단투기 및 정체구간 퇴적물에 의한 오염 제방주변 시설물에 의한 오염 등
- 예측항목 : BOD(수질환경의 대표적 지표)
- 대상하천의 구간설정 : 홍성천의 하폭과 조도계수를 기준으로 4개 구간 (Reach)으로 나누었으며, 각 구간을 0.1km씩 총 16개의 요소(Element)로 구분하였다.

<표 5.5-3>

수질모의를 위한 하천구분

Reach	Element	거 리(km)	비 고
1	1 ~ 2	0.0 ~ 0.2	
2	1 ~ 4	0.2 ~ 0.6	
3	1 ~ 7	0.6 ~ 1.3	
4	1 ~ 4	1.3 ~ 1.7	



<그림 5.5-2> QUAL2E 모식도

4) 모델의 보정 및 결과

McCutcheon(1989)은 QUAL2E 모형에서 반응계수의 보정을 다음과 같은 절차로 수행하도록 추천하였다

- 유량, 유속 그리고 수심의 자료를 보정하고 QUAL2E 모형의 계산 출력자료의 수리량 요약출력을 사용하여 수리량 계산을 위한 계수(유량계수)를 보정.
- 다른 수질항목에 영향을 주지 않는 수질항목에 대한 반응계수를 우선 보정
- 다른 수질항목의 영향을 받는 수질항목에 대한 반응계수를 보정
- 마지막으로 모든 수질항목에 대한 반응계수를 보정

이때, 수질항목에 대한 반응계수의 보정방법에는 자동보정법 시행착오법, 혼합 보정법으로 나누어지는데, 본 과업에서는 초기 반응계수는 민감도가 작은 계수를 고정값으로 결정하고 민감도가 큰 계수에 대하여 시행착오법으로 보정하였으며 반응계수들은 기존 연구사례의 입력된 값 범위에서 고려하였다

<표 5.5-4> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 수질반응계수

반 응 계 수		기존연구사례				금 회 반응계수
		1	2	3	4	
K1	탈산소계수	0.40~0.61	0.01~1.3	0.10~0.40	0.04~0.4	0.4
K3	BOD 침전율	0.005~0.012	0.00~10.0	0.005	0.0~0.50	0.3

주) 자료 : 1. 대구위천국가 산업단지 조성에 따른 낙동강 수질보전대책1996. 대구광역시
2. 대구지역 수질개선 중기계획 1995. 대구광역시
3. 낙동강유역수질관리를 위한 모델링Ⅲ). 1993. 수질보전학회지9(2) pp131-138. 송교육외
4. 낙동강 수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서1997. 12. 건설교통부

또한, 수질 예측시 하천의 현 상황을 대표하는 모형의 수립을 위해서는 하천의 지배유량, 하폭, 조도계수, 하상경사와 같은 수질자료의 보정·검증이 필요하다. 따라서 하천별 자료 및 실측조사 자료를 이용하여 모형의 보정을 시도하였다

가. 홍성천 수질예측

저수량, 조도계수, 하폭 등 하천자료와 1차, 2차 수질조사결과를 모델에 적용 하였으며, 실측치에 가까운 모델을 얻기 위해 각 Reach에 유입되는 오염부하(증분유입-Incremental inflow)가 일정하게 분포하고 있는 것으로 가정한 후 실측된 수질자료를 이용하여 예측구간BOD농도의 보정을 수행하였다

<표 5.5-5> QUAL2E 모형의 수질모의를 위해 입력된 자료

Reach	저수량(m ³ /s) (Q275)	조도계수 (n)	하상경사 (I)	하 폭 (m)	비 고
1	0.0145	0.035	0.0570	5	
2	0.0145	0.035	0.0490	12	
3	0.0145	0.035	0.0410	10	
4	0.0145	0.028	0.0370	20	

<표 5.5-6>

오염물질 배출부하량

(단위:kg/일)

구 분		예 측 년 도			
		현재	2006	2011	2016
홍성천	인구	25.55	2.58	2.70	2.73
	가축	49.25	52.51	58.43	65.02
	공장	12.00	12.00	12.00	12.00
	토지(우기)	41.26	68.39	70.61	74.49
	토지(건기)	1.33	1.37	1.45	1.52
소계(우기)		128.05	135.47	143.74	154.24
소계(건기)		88.13	68.46	74.57	81.27

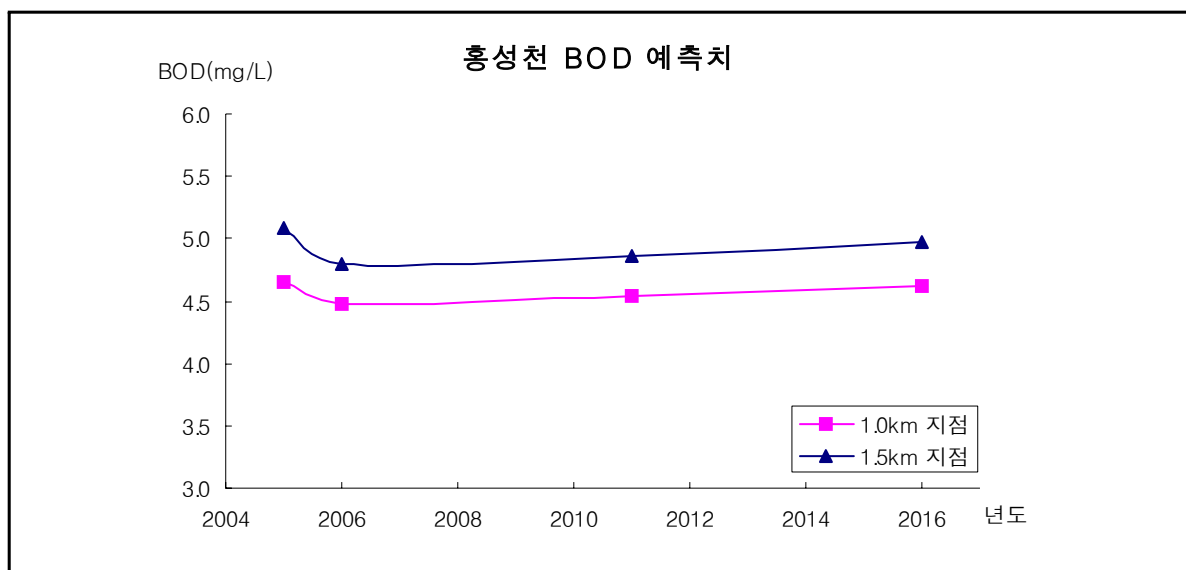
홍성천 상류로부터 1.0km지점과 1.5km지점의 장래수질을 예측한 결과 전체적인 오염부하량이 증가하지만 하천수질의 BOD농도는 미세한 증가로 예측되었다.

<표 5.5-7>

장래수질예측

(단위:mg/L)

예측지점 (km)	예 측 년 도				비 고
	현재	2006	2011	2016	
1.0	4.66	4.48	4.54	4.62	
1.5	5.08	4.79	4.86	4.98	



<그림 5.5-3> 모델의 예측결과

5.5.3 수 환경

- 수량 및 수질에 중점을 두고 계획
- 갈수량, 수질, 생태계, 하천경관 등을 고려하여 적정 하천필요수량 제시 및 확보방안 제시
- 생활환경보전과 경관, 수변, 수상활동 등을 고려하여 적정 목표수질제시 및 수질관리 방안 제시

1) 수질보전

가. 수역 수질기준의 설정

하천은 갈수시의 유량확보와 더불어 수질오염을 방지하며 하천의 정상적인 기능을 유지할 수 있는 적정한 하천유량이 필요하다

홍성천의 경우 수질관리목표가 설정되어 있지 않아 본류인 삽교천수계의 목표수질을 감안하여 수질관리를 하여야 한다

수질의 관리목표는 『환경통계연감(환경부, 1996)』의 하천의 수질목표 적용등급과 하천수 수질환경기준 적용등급을 기준으로 설정하였으며 그 내용은<표 5.5-8>과 같다.

<표 5.5-8>

수질목표 적용등급

수 계	수 역 명	수 역 구 간	적용등급
삽 교 천	삽교천 본류 I	발원지 ~무한천 합류점전	II

주) 자료출처 : 환경통계연감(환경부, 1996)

나. 하천환경 요구수질

금회 과업대상 하천의 수질을 적정하게 관리 보전하기 위한 하천환경의 요구수질을 <표 5.5-9>와 같이 설정하였다.

<표 5.5-9>

목 표 수 질

구 분	등 급	기 준
홍 성 천	II	BOD : 3 mg/ℓ 이하

주 : 환경통계연감(환경부, 1996)

(1) 생태계측면 수질

수환경 보전을 위한 생태계측면의 요구수질은 지표어종의 관찰이 가능할 수 있게끔 유지될 필요가 있으며 수질등급별 특성과 지표어종은 <표 5.5-10>과 같다.

<표 5.5-10> 수질등급별 특성과 지표어종

구 분	1 등급	2 등급	3 등급	4 등급
B O D	1 ppm	3 ppm	6 ppm	8 ppm
물의 색깔	수정같이 맑다	비교적 맑다	황갈색	먹 물
물의 냄새	없 다	없 다	없 다	고약한 냄새
지표 어종	버들치 등	피라미	붕어, 메기 등	실지렁이 물고기는 없다

주) 자료출처 : 하천환경관리기법의 비교연구 1991

(2) 수생 동·식물에서 본 수질기준

하천공간의 수생 동·식물은 수질정화 및 수변환경 측면에서 중요하며 특히 조류, 어류의 생식환경 조성과 관련하여 수생 동식물과 수질오염의 관계를 정립하였다. 추수식물은 DO 7.4~11.6mg/ℓ, BOD 0.7~3.6mg/ℓ, COD 1.6~9.3mg/ℓ의 수질범위에서 생식하며, 수생식물과 수질의 관계에 있어 수생동물 갑각류, 패류, 곤충, 어류 등이 다양하게 존재하는 DO 5ppm, BOD 5ppm정도가 적합하며 이는 수질환경기준Ⅲ등급을 만족해야 한다.

<표 5.5-11> 유기물질에 따른 수생동·식물과 수질오염의 정도

구 분	부패수성	β중 폐수성	α중 폐수성	강 폐수성
DO	10ppm	5ppm	2ppm	2ppm
BOD	3ppm	5ppm	8ppm	10ppm
황화수소	없다	없다	냄새가 나지않음	강렬한 냄새
박테리아	100/cc	10만 이하/cc	10만 이상/cc	100만 이상/cc
식 물	○수초빈약 ○부착미생물 다양	○수초, 부착조류 등 다양	○수초, 부착조류 대량 발생	○수초는 없고 부착조류 출현
동 물	○어류곤충등 다양	○어류, 곤충, 갑각류, 패류다양	○갑각류, 패류, 곤충, 잉어, 붕어, 메기, 미꾸라지 등	○실지렁이 ○소수의 곤충 등 빈약

주) 자료출처 : 하천환경 관리기법의 비교연구 1991

(3) 경관측면 목표수질

경관측면에서 본 목표수질은 <표 5.5-12>와 같으며, 이는 하천수질환경기준과 비교하면 II등급 정도의 수질확보가 필요하다

<표 5.5-12> 경관측면 목표수질

구 분	S S	투시도	BOD	증발잔유물	색 도	탁 도
수 질	25mg/ℓ 이하	20cm이상	5mg/ℓ 이하	200mg/ℓ		
물의색	20mg/ℓ 이하	20cm이하	5mg/ℓ 이하		25도이하	10도이하
물의냄새	25mg/ℓ 이하		6mg/ℓ 이하			20도이하

주) 자료출처 : 하천환경관리기법의 비교연구 1991

(4) 친수환경측면 목표수질

수환경 측면에서 본 도시하천의 이미지에 대한 수질은 산책관찰, 물놀이 등이 가능하여야 하며 세부적인 수질기준은 <표 5.5-13>과 같다.

<표 5.5-13> 도시하천 이미지에 대한 수질

기 능 내 용	기 본 조 건	이용형태별 수질	비 고
1. 물의 존재에 의한 안락감(즐거움)	불쾌감을 주지 않는 것	물놀이, 산책 : BOD 5mg/ℓ 이하 곤충감상 : BOD 2mg/ℓ 이하 강변놀이, 관찰 : BOD 10mg/ℓ 이하	
2. 물과접촉하여 즐긴다. (물놀이, 강놀이)	비불쾌감, 생물학적 안전성		
3. 물에 들어가 즐긴다. (수영,수중Recreation)	(2)의 높은 수준의 상태		
4. 수생생물을 즐긴다. (낚시, 채취)	(3)의 조건과 친수성 생태계		

주) 자료출처 : 국제 수환경 기술개발 심포지움(1992, 한국 수도 연구회)

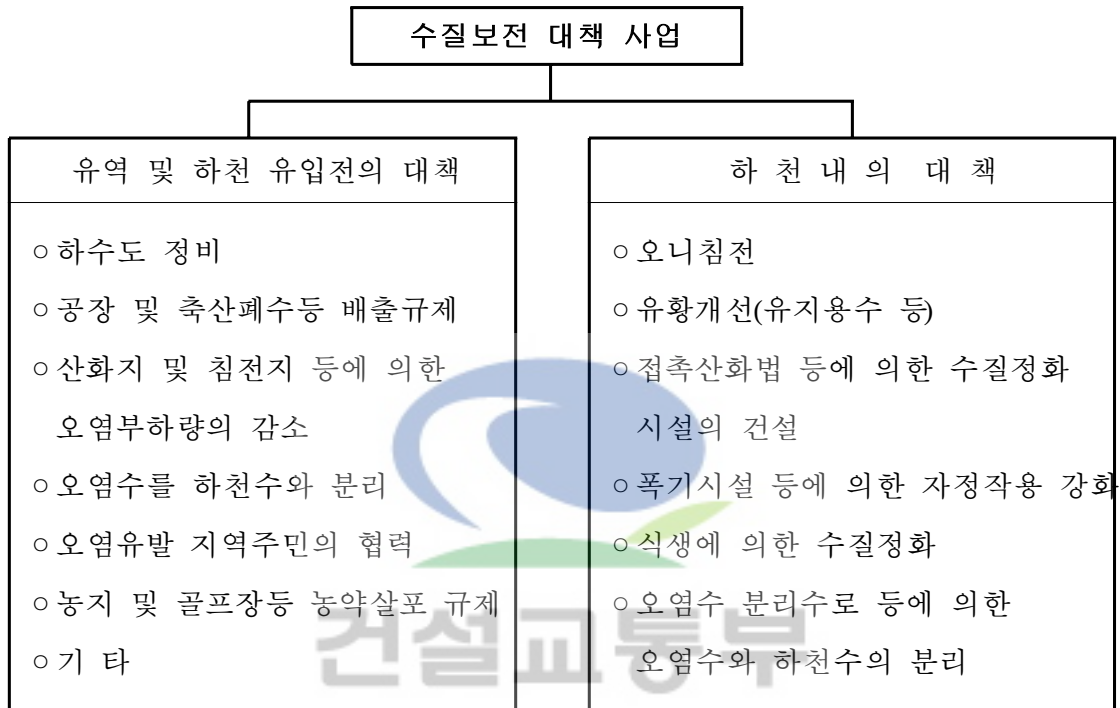
다. 수질보전계획

(1) 현재 수질

본 과업 대상하천은 금회 수질측정결과 BOD 기준 III등급(6mg/ℓ 이하)으로 나타나, 환경부 목표수질 II등급을 상회함에 따라 적절한 수질 개선대책이 요구된다.

(2) 수질보전방안

금회 과업하천인 홍성천의 수질보전 방안은 유역내에 유입되는 오폐수에 대한 배출기준의 강화, 환경기초시설의 산·증설, 토양오염방지과 하수도 정비 등을 통한 하천 유입전 대책과 하천의 수리적 특성과 물리적 특성을 이용한 정화, 인위적인 정화, 그리고 생물의 생리특성을 이용한 생물학적 정화법인 하천내 대책으로 구분할 수 있다



<그림 5.5-4> 하천수질 보전대책

가) 유역 및 하천 유입전의 대책

본 대책은 유역내에서의 오염부하량 배출억제 및 하수의 하천 직접 유입 차단을 통한 하천수질 보전대책으로써 환경기초시설의 산 증설 등을 말한다.

① 점오염원 유입방지대책

－ 생활하수의 유입방지대책

하수처리구역의 처리시설 용량확장 및 철저한 유지·관리와 더불어 미하수처리구역의 차집시설 설치 및 간이하수처리시설의 설치를 통한 유입방지 등 대책이 필요하다

－ 공장폐수 유입방지대책

환경기초시설의 방류수 수질에 대한 배출허용기준 강화 및 고도처리를 통한 처리수의 재활용 방안 등을 유도한다

－ 축산폐수 유입방지대책

축산폐수는 생활하수 및 공장폐수보다 발생량에 비해 오염부하량을 많이 발생시키는 특성을 지니고 있으므로 소규모의 축산분뇨처리장 시설을 통한 유입방지책과 더불어 홍보를 통한 무단투기 등의 행위를 억제하도록 유도하여야 한다

② 비점오염원 저감대책

비점오염물질은 농지에 살포된 비료 및 농약 대기오염물질의 강하물 지표상 퇴적 오염물질, 합류식하수관거 월류수내 오염물질 등으로 주로 강우시 강우유출수와 함께 광범위한 지역에서 유출되는 오염물질을 말하며, 이러한 비점오염물질을 발생시키는 곳을 비점오염원이라 한다

환경부 연구용역 결과 팔당상수원 오염원중 비점오염원이 약44.5%정도로 나타나 비점오염원으로 인한 수질영향이 큰 것으로 조사되었다

비점오염원은 하천으로 유입되어 수질관리를 어렵게 하고 수질악화의 주요 원인으로 작용함에 따라 유입전에 오염물질을 정화시킬 수 있는 자연정화시설을 계획하였다

㉠ 관리시설 선정

비점오염원은 유출경로가 매우 다양하므로 모든 토지이용형태 및 지형에 적용할 수 있는 최적 관리기술이란 있을 수 없고 발생원 관리와 유달부하량 감소형 관리기술 등을 동시에 고려하는 종합적인 접근방안을 모색하여야 한다.

일반적으로 현장에 적절하고 효과적인 비점오염원 관리시설의 선정시 사전 고려사항은 <표 5.5-14>와 같으며, 비점오염원 처리시설은 <표 5.5-15>와 같이 저류형, 침투형, 식생형, 처리형, 장치형 등이 있다.

금번 계획에서는 본 유역의 하천 및 유역 특성을 고려하여 인공구조물이 아닌 저류형 중 하나인 발생지 소규모저류를 계획하는 것이 타당하다고 판단됨

<표 5.5-14>

비점오염원 관리시설 선정시 고려사항

고 려 사 항	비 고
○배수지역 규모	침투도랑과 같은 시설은 소규모 유역에 적합 연못과 저류지는 대규모 배수지역에 적합
○토지이용 실태	지하수재충진 지역 - 침투형 관리기술 부적합 교통량 많은 지역 - 유공성 포장 부적합
○유출 및 유출량 확보	경로의 추적가능성 관리기술 적용 가능성을 검토
○자연환경 기여도	정확한 설계, 정기적 관리, 창조적 조경을 통해 지역주민과의 친화성을 고려
○적용현장의 물리적 특성	경사, 최고수두, 토지용도제한, 기상 등을 고려해야함
○토양 형태	침투형 관리시설은 침투율 0.7cm/hr이상에서 적용
○경사 정도	대부분의 관리기술은 20% 이하 경사에서 사용됨
○우물과의 거리	우물에 영향을 주지 않는 안전거리 고려
○열적 영향	연못, 얇은 늪지는 하류에 생태민감지역이 있을 경우 부적합
○기반암층과의 거리	침투형 시설의 경우 기반암층과 120cm 이상이어야 함
○관리기술의 신뢰성	기술의 이론적 근거와 적용사례, 경제성 등이 검증되어야 함
○유지관리의 용이성	잡초, 쓰레기, 모기 방제 등의 효율성을 검토해야함

<표 5.5-15>

비점오염원 관리시설 종류

관리유형	시설의 개요	관리기술 종류
저류형	○비점오염원 및 우수유출수의 유출저감을 위한 가장 일반적인 방법 ○유역의 말단부에 설치되어 유역으로부터 유입된 우수를 조절할 목적으로 시작되었으나 우수유출을 저감시킬 경우 비점오염원을 저감하므로 효율적으로 활용할 수 있음	○하수관거, 저류연못, 이중목적저류지(우수지활용), 인공습지, 지하저류 ○발생지 소규모 저류
침투형	○우수를 지하로 침투되도록 유도하는 시설 ○지표면이나 지하의 일정공간에 채석 등의 다공질 매질을 충전 불포화지층을 통해 분산침투시키는 시설	○침투지, 침투트렌치, 침투도랑, 침투집수정, 투수성포장
식생형	○우수유출수에 의한 피크유량의 감소와 비점오염원의 저감뿐만 아니라 동식물 서식공간 제공, 녹지경관 조성 등의 기능도 수행	○식생여과대, 식생수로
장치형	○우수유출수에 포함된 오염물질을 제거하기 위하여 물리·화학적장치를 이용하는 관리기술로서 스크린, 모래 등을 이용한 여과형 및 상판화된 제품이 있음.	○모래여과조(stormfilter), sand filter, swirl장치 수유입장치(오일/grit분리 포함), stormceptor
처리형	○하수처리형 시설로 에너지 소모적이고 비용이 비싸므로 비점오염원 처리방법으로는 비경제적임	○초고속응집·침전시설, 생물학적처리시설(접촉안정법, 살수여상법, 회전원판법등)

㉔ 인공습지(비오톱) 조성계획

강우시 비점오염원 저감을 위한 인공습지는 조성하여 비점오염물질을 정화시키고 물고기 서식처 등을 제공함으로써 다목적인 생태공이 되도록 계획하였다.

○ 원리

인공습지는 자연식생을 이용한 오염물질을 정화시키는 연못으로써 최소 0.6m의 수심이 요구되며, 습지는 자연식생을 그대로 이용하기 때문에 제거기간이 자연식생기간에 한정된다

오염원 제거기간 동안 식생의 광합성에 의한 산소공급 미생물의 접촉 재 역할, 미생물의 유기물 산화·분해·흡착, 토양흡착과 식생의 차광으로 인한 조류 번식 억제 등이 있으며 이러한 기간 동안 BOD, SS, T-N, T-P 등이 제거된다.

○ 인공습지 조성시 고려사항

- 적합한 설계인자 및 설계인자 값의 선정
- 유입수의 단기이동 방지와 정체구간 해소
- 수질정화에 최적인 습지생태 조성
- 적절한 수생식물의 선정
- 인공습지의 친환경적 활용

○ 설계조건 및 제거율

습지의 규모 결정인자는 수리학적 부하율 BOD 부하량, 설계수심, 체류시간, RBS(Ratio of Basin to Storm)등에 영향을 받으며, 습지식물별 제거효율은 <표 5.5-17>과 같이 갈대에 의한 제거효과가 높다

<표 5.5-16>

대표적인 습지의 설계인자

설계인자	단위	시스템형태	
		자유수면시스템	지하흐름시스템
수리학적체류시간	일	4~15	4~15
수 심	m	0.09~0.06	0.30~0.8
BOD5 부하율	kg/ha · 일		
수리학적 부하율	m ³ /m ² · 일	0.014~0.047	0.014~0.047
비 표 면 적	ha/(10 ³ m ³ /일)	7~2	7~2

주) 자료출처 : 고평백 외 공역, 1993, 폐수처리공학 p962

<표 5.5-17> 습지식물별 BOD, T-P, T-N의 제거율

오염물질	부레옥잠	미나리	갈대
BOD(%)	86~92	72~85	80~90
T-N(%)	65~79	53~65	50~60
T-P(%)	57~85	60~90	60~90

주) 자료 : 1. 한국수자원공사, 1993, 수생식물재배를 통한 댐저수지 유입수 수질개선 타당성 조사연구
 2. 과학기술정책관리연구소, 1997, 인공습지를 이용한 군부대 오수정화처리에 관한 연구
 3. EPA, 1988, Constructed Wetlands and Aquatic plant system for Municipal Wastewater Treatment

<표 5.5-18> 습지조성면적별 오염물질 제거효과

구분	수질항목			
	BOD	T-N	T-P	SS
제거효과(g/m ² /day)	2.3	0.13	0.024	1

○ 식재종류

습지식생의 종류는 정수식물, 침수식물과 부유식물 등으로 구분되며, 정수식물은 뿌리와 줄기 일부 물에 잠기고 나머지 떠 있는 식물 침수식물은 물아래 뿌리, 줄기, 잎이 잠기는 식물, 부유식물은 물위에 뿌리, 줄기, 잎이 떠있는 식물로 종류별 성장방법 및 성장조건은<표 5.5-19>와 같다.

<표 5.5-19> 수생식물종별 성장방법 및 성장조건

구분	부유성 식물 (Floating Plants)	정수성 식물 (Emergent Plants)	침수성 식물 (Submergent Plants)
종류	부레옥잠(<i>water hyacinth</i>) 부평초(<i>duckweeds</i>) 피막이풀(<i>pennywort</i>)	미나리(<i>water wort</i>) 부들(<i>cattails</i>) 큰고랭이속(<i>bulrush</i>) 갈대(<i>reeds</i>) 사초(<i>sedges</i>)	<i>Elodae</i> <i>Ceratophyllum</i> <i>Utricularia</i> <i>Mydriophyllum</i> <i>Potamogeton</i>
성장 방법	○뿌리시스템이 박테리아가 성장할 수 있는 여재로서 역할 및 성장속도가 빠름 ○수표면에서 자유롭게 바람과 물의 흐름에 따라 움직이므로 한 곳에 식물이 밀집될 수 있음.	○뿌리를 토양에 고착시키고 잎과 줄기는 수표면 위로 출현하 는 식물로 비교적 수심이 얕고 물 의 흐름이 완만한 곳에서 성장	○수표면 아래에서 빛이 투과되는 지점 즉, 투광대 내에서 성장, 조류가 번식되거나 탁도가 높은 폐수의 경우 투과되는 빛이 제한됨 ○때때로 혐기성 상태가 되어 죽는 경우가 허다함
성장 조건	○추운온도에 민감 (5~10℃ 한계) ○성장이 매우 빠름	○어디에서나 잘 성장 ○추운온도에 덜 민감(미나리의 경우 0℃ 성장가능)	○추운온도에 민감 ○사용실적 미미함

주) 자료 : 한국수자원공사, 1993, 수생식물재배를 통한 댐저수지 유입수 수질개선 타당성 조사연구

나) 하천내의 대책

하천내에서의 수질개선 방안에는 하상퇴적물의 준설회석용수의 도입, 하천내 오염물질의 저감시설 설치 등이 있으며 이들의 구체적인 처리방법 및 특징은 <표 5.5-20>과 같다.

<표 5.5-20> 하천정화기법 구분

구 분	처 리 방 법	설 치 장 소		
		하 도	고수부지	유 수 지
생물학적 방법	식물정화		○	○
	접촉산화	○	○	○
화학적 방법	중화처리	○	○	○
물리+생물학적 방법	무폭기식 자갈접촉산화		○	○
	폭기식 자갈접촉산화		○	○
	산화지(라군)		○	○
	토양침투		○	○
물리적 방법	준 설	○		
	토양침투법	○	○	○
	DCF법	○	○	○
	보	○		
	정화용수 도입(도수)	○		
	수중폭기	○	○	○
	박충류	○		
	Micro-strainer	○	○	○

○ 준설

준설은 홍수예방, 가뭄대책, 저수용량의 확보 등을 위한 치수기능 목적으로 대부분 시행되었으나 최근에는 수역에 침전 퇴적된 물질인 퇴적오니를 환경보전의 관점에서 처리하여 하천수질을 개선시키는 방법으로 준설공법이 시행되고 있다.

<표 5.5-21> 퇴적오니 제거기준

지 역	항 목	기 준 치	제 거 기 준
한강하류부	IL (%)	10 이상	- 잠실수중보 상류지역: 2항목 이상 - 잠실수중보 하류지역: 3항목 이상 - 동경만의 평가기준: 6점 이상
	COD (mg/g)	20 이상	
	TN (mg/kg)	2,000 이상	
	TP (mg/kg)	1,000 이상	
	황화물(mg/kg)	1,000 이상	

주) 자료출처 : 한강하류 수질보전대책수립 조사보고서1993.12, 서울시 한강관리사업소

○ 역간접촉산화법

반응조의 하부에서 폭기를 하는 폭기식 역간접촉 산화법과 폭기가 없는 무폭기식 역간접촉 산화법으로 구분되는 역간접촉 산화법의 원리는 하천의 자정능력을 이용하여 정화의 매개체인 하상(底床, 생물막)을 다층으로 증가시키고 다층사이에 하천수를 유하시켜 오염물질이 자갈표면이나 자갈사이의 공극에 형성된 미생물에 접촉 침전, 흡착 및 생물막에 의한 분해작용을 이용하며 개선점으로 생물막 증가에 따른 공극폐쇄 막취방지 등을 들 수 있다. 장단점 현황은 <표 5.5-22>와 같다.

<표 5.5-22>

역간접촉 산화법 장·단점 비교

장 점	단 점	비 고
○ 이·치수상 장애가 적다. ○ 홍수의 영향을 적게 받는다. ○ 2차 오염의 발생이 적다. ○ 유지관리가 간편하다. ○ 지하설치로 상부부지 활용 가능하다. ○ 지하설치로 미관상 저해요인 없다. ○ 처리효율이 크다.	○ 넓은 부지가 소요된다. ○ 유입수 농도(BOD:20mg/ℓ 이상)가 높을 경우 처리 효율이 감소된다. ○ 퇴적 슬러지의 제거가 곤란하다. ○ 쓰레기, 낙엽, 수초 등에 의해 공극 폐쇄의 위험성이 있다. ○ 2~3m의 높은 수두가 필요하다.	

○ 식생정화기법

하천 식생은 목본 식물, 초본류 뿐만 아니라 하천만이 가지는 독특한 환경에서 자랄 수 있는 많은 습지 식물들을 포함하고 있다

더욱이 최근 하천의 환경기능이 강조되면서 이 하천 식생대의 조성관리 및 이용에 대한 관심이 급증하고 있다

이에 여러 하천환경에서 나타나는 식생들의 패턴과 기능을 아는 것은 하천 생태계를 재생하는데 있어 필수적인 자료이자 사후 관리 및 모니터링에 있어서도 매우 중요한 요소라 할 수 있다

특히 하천에 나타나는 습지 식물들은 생태계 재생에 있어서 가장 기초적인 재료이며 생산성의 지표로 사용되고 있다

습지 식물이라 하면 일반적으로 관다발이 있는 고등 식물로 수중에서 생육하는 식물들을 말한다. 이들은 수중에서의 생활 습성에 따라 크게 부유식

물, 정수식물 및 침수식물로 구분한다 이런 습지 식물들은 하천내에 수변과 수중에서 영양 물질들의 보유 제거, 이용 등에 기여하여

큰 효과를 가져옴으로써 수질에 영향을 미친다 습지 식물들 가운데 물정화 기능이 있는 것으로 보고된 종들은 <표 5.5-23>과 같으며, 수변식생대에 의한 오염물질 제거 효과는 <표 5.5-24>와 같다.

<표 5.5-23> 수처리에 이용되는 습지식물

구 분	일 반 명	학 명
부 유 식 물 (free-floating plants)	부 레 옥 잠 물개구리밥류	<i>Eichhomia crassipes</i> <i>Azolla caroliniana</i> <i>Azolla filiculoides</i>
	좀개구리밥류	<i>Spirodela polyrhiza</i> <i>Lemna triscula</i> <i>Lemna obscura</i> <i>Lemna minor</i> <i>Lemna gibba</i> <i>Salvinia natans</i> <i>Wolofia sp</i>
정 수 식 물 (emergent plants)	생 이 가 래 울 피 아 부 들(cattail)	<i>Typha sp</i>
	갈 대(reed) 골 풀(rush) 매자기(bulrush) 사 초(sedge)	<i>Phragmites communis</i> <i>Juncus sp</i> <i>Scirpus sp</i> <i>Carex sp</i>
침 수 식 물 (submerged plants)	가 래(pondweed) 물수세미	<i>Potamogeton sp</i> <i>Myriophyllum sp</i>
	Water weed 붕어마름(coontail) 어항마름(fanwort)	<i>Elodea sp</i> <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Cabomba caroliniana</i>

<표 5.5-24> 수변 식생대의 오염물질 제거효과

오 염 물 질	제 거 율(%)	비 고
BOD ₅	70 ~ 96	
부 유 물 질	60 ~ 90	
질 소	40 ~ 90	
인	계 절 적	

2) 수 량

본 과업에서의 하천필요유량 산정 및 결정을 위하여 이용할 수 있도록 갈수,량 수질, 생태계(어류), 하천경관, 주운과 물놀이, 기타항목에 따라 일반적인 특성과 하천유황 사이의 관계를 조사하였다

가. 하천의 유황

하도 및 유역의 수리특성에 따라 공급측면에서 본 홍성천 하구 지점의 갈수량은 $0.0069\text{m}^3/\text{sec}$ 이다.

<표 5.5-25>

홍성천 유황

지 점	유역면적 (km^2)	유 황 (m^3/sec)				비 고
		갈 수 량	저 수 량	평 수 량	풍 수 량	
홍성천하구	5.61	0.0069	0.0266	0.0684	0.1804	

나. 생태계를 고려한 필요유량

하천 생태계에서 유량의 변화는 어류뿐만 아니라 하천의 모든 생태에 영향을 미친다.

특히, 어류 서식처, 산란장소, 산란한 알 등에는 유량의 변화가 치명적인 영향을 미치기 때문에 하천관리유량 산정대상은 어류생태계를 고려하는 것이 일반적이며, 이에 따라 금번 하천관리유량 산정시 어류 서식처 보전을 위한 유량을 다음과 같이 추정하였다

(1) 대표어종선정

“하천관리유량 결정시 하천내 서식하는 모든 종의 어류를 고려하는 것은 아직까지 어류에 대한 기초적인 연구부족으로 모든 생태계를 완전히 이해할 수 없어 불가능하며, 하천에 서식하는 모든 생물이 필요로 하는 수량을 공급하는 것이 이상적이기는 하나 그렇게 할 필요는 없으며 대표종을 선정해서 그것들이 살아가는데 지장이 없도록 유량을 조절하는 것이 현명한 방법이다(’95. 최기철)”

따라서, 대표어종과 대리어종을 선정하여 분석하였으며 대표어종과 대리어종을 표시하면 다음과 같고 본조사 하천의 대표어종은 어류조사 결과에서 볼 때 우점종이 같거나, 아우점종은 피라미로 나타났음을 고려하여 같거나와 피

라미로 선정하였다

<표 5.5-26>

대표어종과 대리어종 일람표

구분 구역	대표어종	대 리 어 종	하천유형 (생태적분포)	비 고
열목어	독중개(59)	열목어(110), 산천어(113)	산지계류형	
버들치	버들치(4)	금강모치(36), 중개(37), 버들개(39)	산지계류형	
갈겨니	갈겨니(3)	참마자(20), 쉬리(21), 꺾지(28), 통가리(41), 은어(42), 배가사리(44), 자가사리(45)	중간계류형	적 용
피라미	피라미(1)	돌마자(5), 긴물개(10), 돌고기(11), 모래무지 (13), 동사리(16), 누치(22), 끄리(31)	중 류 형	적 용
붕 어	붕 어(2)	참붕어(8), 왜물개(12), 치리(15), 송사리(24), 잉어(40)	평지하류형	
웅 어	밀 어(14)	꼭저구(34), 웅어(35), 검정망둑(43)	기수구역형	

주) () 내 수치는 우리나라에서 출현빈도에 따른 민물고기 서열임

(2) 대표어종서식 환경

대표어종의 서식 환경은 『하천관리를 위한 어종 서식처 구조에 관한 조사 ('95. 최기철)』 내용을 토대로 살펴보면 갈겨니와 피라미의 생태계 요구조건은 수질 2급수, 여름철 수온은 25℃~30℃ 이하, 월동장소는 돌, 소, 바위밑, BOD 2.5~5PPM이며, 주요어족별 생태적 요구조건은 다음과 같다

<표 5.5-27>

주요어족의 생태적 요구조건

대표어종 · 대리어종	구역	표리	순위	수질	수온 (℃)	DO (ppm)	산란처	치어기 (月)	성장기 (月)	동면기 (月)	월동장소	BOD (ppm)	pH	비고
산 천 어	열	리	113	1	20-	9+	민 여 울	3~11	3~11	12~3	바위밑,소	0~2.5	7.0	
독 중 개	열	표	59	1	20-	9+	바 위	6~11	4~11	12~3	바위밑,소	0~2.5	7.0	
열 목 어	열	리	110	1	20-	9+	민 여 울	5~11	3~11	12~2	바위밑,소	0~2.5	7.0	
버 들 치	버	표	4	1	20-	9+	민 여 울	5~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	0~2.5	7.0	
금강모치	버	리	36	1	20-	9+	민 여 울	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	0~2.5	7.0	
중 개	버	리	37	1	20-	5+	민 여 울	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	0~2.5	7.0	
버 들 개	버	리	39	1	20-	5+	민 여 울	5~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	0~2.5	7.0	
갈 겨 니	갈	표	3	2	25-	5+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	6.5~7.5	○
참 마 자	갈	리	20	2	25-	5+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
쉬 리	갈	리	21	2	25-	5+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
꺼 지	갈	리	28	2	25-	5+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
통 가 리	갈	리	41	2	25-	5+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
은 어	갈	리	42	2	25-	5+	돌, 자갈	11~4	4~10	11~3	돌바위밑,바다	2.5~5	7~8	
배가사리	갈	리	44	2	25-	5+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
자가사리	갈	리	45	2	25-	5+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
피 라 미	피	표	1	2	30-	3+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	○
돌 마 자	피	리	5	2	30-	3+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
긴 물 개	피	리	10	2	30-	3+	민여울,수초	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
돌 고 기	피	리	11	2	30-	3+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
모래무지	피	리	13	2	30-	3+	모 래	7~10	4~10	11~3	돌,모래속	2.5~5	7.0	
동 사 리	피	리	16	2	30-	3+	돌	6~10	4~10	11~3	돌,소	2.5~5	7.0	
누 치	피	리	22	2	30-	3+	민 여 울	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
끄 리	피	리	31	2	30-	3+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	2.5~5	7.0	
붕 어	붕	표	2	3	30-	2+	여울, 수초	6~10	4~10	11~3	돌,빨	5~10	7.0	
참 붕 어	붕	리	12	3	30-	2+	돌, 수초	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밑	5~10	7.0	
왜 물 개	붕	리	8	3	30-	2+	소	7~10	4~10	11~3	해감,빨	5~10	6~7	
치 리	붕	리	15	3	30-	2+	민 여 울	7~11	4~10	11~3	돌,바위밑	5~10	6~7	
송 사 리	붕	리	24	3	30-	2+	수 초	6~10	4~10	11~3	해감,소	5~10	6~7	
잉 어	붕	리	40	3	30-	2+	여울, 수초	6~10	4~10	11~3	수초,소	5~10	6~7	
밀 어	웅	표	14	3	30-	2+	민 여 울	7~11	3~11	12~3	돌,바위밑	5~10	7~8	
꼭 저 구	웅	리	34	3	30-	2+	민 여 울	7~10	4~10	11~3	돌,바위밑	5~10	7~8	
웅 어	웅	리	35	3	30-	2+	갈 대	6~11	5~11	12~2	바다	5~10	7~8.5	
검정망둥	웅	리	43	3	30-	2+	민 여 울	7~11	4~11	11~3	돌,바위밑	5~10	7~8	

주) 1. 구역 : 열(열목어 구역), 버(버들치구역), 갈(갈겨니구역), 피(피라미구역), 붕(붕어구역), 웅(웅어구역), 대표어종과 대리어종 : 표(대표어종), 리(대리어종), 수질 : 1(1급수), 2(2급수), 3(3급수), 수온 : 한여름의 수온
 2. 자료 : 하천관리를 위한 어류서식처 구조에 관한 조세최기철, 1995)

한편, 주요어종의 서식처 수리조건은 <표 5.5-28>과 같으며 대표어족인 갈겨니와 피라미의 서식처 수리조건으로써 수심은 산란기(4월~7월) 5~30cm, 치어기(여름~가을) 10~30cm, 성어기(봄~가을) 20~50cm이고, 유속은 산란기 5~10cm/sec, 치어기 10~30cm/sec, 성장기 30~80cm/sec 정도가 필요하다.

<표 5.5-28> 주요어종의 서식처 수리조건

항목 이름	수 심 (cm)			유 속 (cm/sec)			비 고
	산 란	치 어	성 어	산 란	치 어	성 어	
산 천 어	9~10 (20~40)	봄~가을 (10~20)	봄~가을 (30~100)	10~40	*20~40	30~120	
독 중 개	4~5 (20~30)	봄~가을 (20~30)	봄~가을 (30~60)	*10~30	20~50	30~120	
열 목 어	3~4 (20~30)	봄~가을 (20~30)	봄~가을 (30~120)	*10~30	20~50	30~120	
버 들 치	4~5 (10~20)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~50)	*10~30	20~40	30~120	
버 들 개	4~5 (10~20)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~50)	*10~30	20~30	30~100	
금강모치	4~5 (10~30)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~80)	*10~20	20~30	30~100	
중 개	4~5 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~60)	*10~20	10~20	30~100	
갈 겨 니	5~7 (5~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	20~30	30~80	○
참 마 자	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~40)	5~10	20~30	30~70	
쉬 리	5~7 (10~30)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~80	
걱 지	5~6 (10~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~100)	10~20	20~30	30~80	
통 가 리	9~10 (30~60)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~100)	10~20	20~30	30~80	
은 어	9~10 (30~60)	여름~가을 (50~150)	봄~가을 (20~50)	10~30	30~40	30~50	
배가사리	5~6 (10~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~50)	10~20	30~40	30~60	
자가사리	6~8 (5~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~50)	10~20	20~30	30~80	
피 라 미	4~5 (10~20)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	10~10	10~20	30~60	○

<표 5.5-28> 계속

주요어종의 서식처 수리조건

항 목 이 름	수 심 (cm)			유 속 (cm/sec)			비 고
	산 란	치 어	성 어	산 란	치 어	성 어	
돌 마 자	6~8 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~10	30~60	
긴 물 개	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50	
돌 고 기	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50	
모래무지	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~20	30~50	
동 사 리	4~5 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50	
누 치	5 (20~70)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~200)	10~20	20~30	30~50	
끄 리	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~200)	10~20	20~30	30~50	
붕 어	5~6 (20~50)	여름~가을 (10~40)	봄~가을 (30~200)	5~10	10~20	20~30	
참 붕 어	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30	
왜 물 개	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	5~20	10~15	20~30	
치 리	6~7 (20~40)	여름~가을 (20~60)	봄~가을 (30~100)	5~10	10~20	20~30	
송 사 리	5~7 (10~20)	여름~가을 (5~50)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30	
잉 어	5~6 (20~40)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~100)	5~10	10~20	20~30	
밀 어	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30	
꼭 저 구	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~20	20~30	
웅 어	4~5 (10~30)	여름~가을 (30~200)	봄~가을 (30~200)	5~10	10~20	20~30	
검정망둥	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30	

주) 하천관리를 위한 어류 서식처 구조에 관한 조사(최기철, 1995). *는 어류 전문가의 추정치임.

(3) 생태계를 고려한 유량

일반적으로 하천에 유량이 감소하는 경우 어류는 여울 소, 보 등 수심이 유지되는 곳에 서식하므로 이들 구간에서 수심이나 유속 등 서식처 수리조건이 한계에 달하느냐를 먼저 주목하여야 한다

본 조사구간에 서식하는 어류 중 우점종은 갈겨니, 피라미, 돌마자, 긴물개, 미꾸리 등으로 대표어종인 갈겨니와 피라미에 대해 생태적 특성을 고려하여 하천관리 유량을 산정 하였다

하도는 지형여건과 수리적인 여건에 의해 자연적으로 형성된 사행구간에 형성된 자연적인 소 및 여울이 많고 교량의 교각 등에 의한 인위적인 담수구간이 많아 대표어종인 갈겨니와 피라미가 서식할 수 있는 5~50cm의 수심확보는 가능한 것으로 판단되나 담수구간 외 구간은 자갈과 모래로 형성되어 있어 갈수시는 유량이 부족하여 수심확보를 위한 시설물 설치가 필요할 수도 있다

다. 수질보전을 고려한 필요유량

하천은 치수·이수의 기능 외 환경기능이 있으며 하천의 유효한 이용을 위해서는 하천수질의 보전 개선이 불가피한 문제이다

금번 조사구간내 하천수질은 III급수를 나타내고 있으며 장래에는 홍성하수종말 처리장의 처리와 함께 소규모마을하수도 처리시설 설치로 홍성천 유역의 수질은 더욱 양호해질 것으로 판단된다

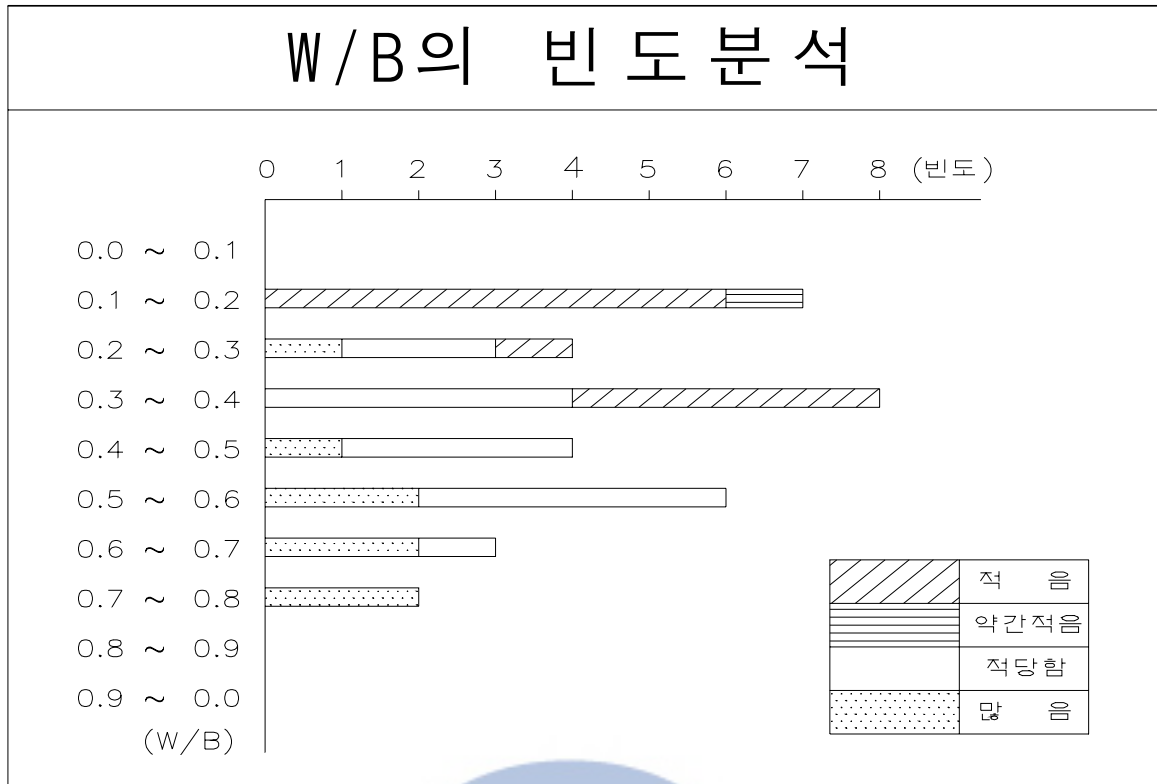
따라서, 수질보존을 위한 수량확보는 현재의 유하량으로 충분한 것으로 사료되나 경작지에서 발생하는 농약살포 및 시비 소규모축산폐수 등 비점오염원은 별도의 관리계획이 있어야 할 것이다

라. 경관을 고려한 필요유량 산정

경관을 고려한 하천유지용수는 과거 국내에서 연구가 미진하고 산정방법이나 기준 등이 설정되어 있지 않아 일본의 『수환경 관리자료』에서 제시한 수면폭 유속, 수심의 3요소에 대해서 검토하였다

(1) 수면폭

수면폭 W와 하천폭 B와의 비는 일반적으로 0.2~0.3정도가 적당한 것으로 알려져 있다. 금번조사구간에서 경관이 고려되는 곳의 하폭은 약 20m~25m 정도이며, 평상시 수면폭이 5m~13m 내외로 형성되고 있고, W/B비는 0.25~0.52정도로 다소 크게 조사되었다



<그림 5.5-5> W/B의 빈도분석

(2) 유 속

유속은 수면의 넓음과 함께 유량을 느끼게 하는 중요한 요소이다 유속이 느린 흐름은 맑은 이미지를 전달하고 유속이 빠른 흐름은 상류의 물보라가 올라오는 흐름을 상기시킨다.

상류에는 상류에 어울리는 흐름 이미지가 있고 하류에는 하류에 어울리는 이미지가 있다.

이러한 흐름 이미지는 그 장소의 경관 특징에 의하여 정해지는 것이므로 경관에서 본 적절한 유속 혹은 최소한의 유속을 제시하기는 곤란하다.

다만, 표를 참고로하여 하천이미지에 어울리는 흐름이미지를 설정하고 그것에 대응하는 목표유속을 설정하는 것이 일반적이다.

유속의 크기에 따른 흐름상태는 <표 5.5-29>와 같고 금번 조사구간에서의 경관용 하천 상시유속은 약 0.20m/sec 이상이면 만족할 것으로 판단된다.

<표 5.5-29> 유속에 따른 흐름의 느낌 상태

유속(m/sec)	흐름의 상태
0 ~ 0.1	흐름을 느낄수 없다. 무풍상태에서는 파문이 없으며 연안의 물체가 수면에 비친다
0.1 ~ 0.2	매우 완만하다. 수면은 거의 파가 일어나지 않는다.
0.3 ~ 0.4	완만하게 느낀다. 흐르는 모습을 알 수 있다.
0.4 ~ 0.6	비교적 빠른 흐름. 파가 발생되며 유량감을 느낀다.
0.6 ~ 0.8	빠른 흐름. 파가 발생된다.
0.8 ~ 1.0	빠른 흐름. 파랑이 크게 된다.
1.0 ~ 1.5	상당히 빠른 흐름. 급류에 가까우며 파랑이 급격하게 된다.
1.5 ~ 2.0	급류 계류의 느낌을 가진다.

(3) 수 심

수심은 하상재료 등이 보이지 않을 정도의 수심을 확보하는 것이 바람직하다. 하상재료의 입경에 따라 차이가 있으나 대략 30cm 이상은 확보되어야 좋을 것이다, 자연하천에서 전수면폭에 이와 같은 깊은 수심 확보는 어려울 것이므로 평균 20cm 정도로 확보하는 것이 타당할 것이다

(4) 경관측면의 필요유량

<표 5.5-30> 경관측면을 고려한 평가기준

구 분	평가기준의 설정	비 고
수 면 폭	유량감을 느낄 수 있는 최저비율인 하천폭의 20%를 확보.	
유 속	농경지를 관류하는 하천이므로 느긋한 흐름의 경관이 바람직하다. 어느정도의 흐름을 느끼게 하는 0.3m/sec를 확보.	
수 심	하상재료는 모래, 자갈 이며 물이 맑다. 하상이 보인다. 평균수심으로는 0.2m를 확보	

<표 5.5-31>

경관을 고려한 필요유량

구 분	하 폭 (m)	수면폭 (m)	유속(m/sec)	수 심 (m)	필요유량(m ³ /sec)
홍성천	20~25	5~13	0.20	0.20	0.20~0.52

마. 친수활동을 고려한 필요유량 산정

(1) 하천과 친수활동

하천에서의 친수활동은 수량뿐만 아니라 생태계 수질, 하안형태, 경관 등 여러 요인이 깊이 관계되어 있으며, 친수활동과의 관련사항을 살펴보면 다음과 같다.

<표 5.5-32>

친수활동과의 관련사항

친수활동		관련사항		수 량	경 관	어류 생태	수 질			하안형상	비고
							물의색	물의냄새	건 강		
신앙 생활	연등띄우기,방생		△	○				◎		◎	
	어 업		△		◎						
어업	운반	주 운	◎								
	관광	유 랑 선	◎					○			
		나 릿 배	○	○				○			
스 포 츠	수 영		○	○			◎	◎	◎		
	보 트		◎				○	○			
	윈드서핑		○					◎			
	카 누		◎				○	○			
레크레이션	낚 시		△	○	◎		○	○		◎	
	물 놀 이		◎				○	○	○		
	캠 프		△	○			◎	◎		◎	

주) ◎ 깊이관련 ○ 관련 △ 약간관련

(2) 친수활동을 위한 수리제원

친수활동을 위한 적절한 목표수량 수리제원치는<표5.5-33>을 참고할 수 있다

<표 5.5-33>

친수활동을 위한 수리제원(1)

친 수 활 동		수 심(m)	유 속(m/s)	수면폭(W/B)	비 고
물 놀 이	10세 미만	0.3 이하	0.5 이하	0.2 이상	
	10~19세	1.0 이하	0.5 이하	0.6 이상	
보 트	배트 놀 이	0.5 이상	0.4 이하	4 이상	
	카 약	0.3 이상	0.8 이하	4 이상	
	카 누	0.3 이상	0.8 이하	2.5 이상	
뗏 목 타 기		0.5 이상	0.8 이하	4 이상	

주) 자료출처 : 수환경자료(일본건설성)

<표 5.5-34>

친수활동을 위한 수리제원(2)

친수활동	수 영	물놀이	곤충감상	낚시	보트놀이	강변놀이 (캠프, 연날리기)	관찰 (스케치)	산보 (조깅, 사이클)
수 면 폭	5m이상	—	—	현상태	10m이상	현상태	현상태	현상태
수 심	0.5m이상	0.5m이하	0.05~0.3	0.3m이상	1m이상	0.3m	0.3m	0.3m
유 속	0.5m/s 이하	0.6m/s 이하	0.1~0.3 m/sec	0.3m이상	0.6m/s 이하	0.3m/s	0.3m/s	0.3m/s

주) 자료출처 : 국제 물환경 기술개발 심포지움(1992, 한국 수도연구회)중 수환경 관점에서 본 도시하천의 이미지

(3) 친수성 측면의 필요유량

금번 조사구간에서의 친수활동은 여름철 어린이들의 물놀이가 대부분이며 장래 도시하천으로 발전할 가능성도 매우 낮다 따라서 도시하천으로서 예상되는 친수활동은 물놀이, 동.식물 및 곤충감상, 강변놀이, 산책 등으로 친수활동을 위한 필요유량은 별도로 지정하지 않아도 될 것으로 판단된다

바. 기타 환경보전 유량(필요유량)

(1) 주 운

주운을 교통수단으로 이용하는 곳은 없으므로 별도의 유지유량 확보는 필요치 않다

(2) 하천관리 시설물의 보호

하천의 수위가 낮아지면 각종 용수공급 취수시설물의 취수가 불가능해지므로

로 취수를 위한 시설을 설치하거나 취수가 가능한 수위를 유지하여야 하는데 금회 과업구간 중 하천수위가 낮아져 취수가 불가능하거나 파손될 시설물은 농업용 취수보 및 농업용 양수장으로 토사의 퇴적 및 세굴에 의한 이수시설물의 기능이 상실되는 경우가 있으나 이는 하천시설물의 관리측면에서 대처함이 타당할 것으로 판단되므로 하천관리 시설물보호를 위한 별도의 유지유량의 확보는 필요치 않다.

(3) 어업

금회 과업구간에는 특별히 어업권이 설정되어 있지 않은 구간으로 어업을 위한 유량확보는 필요치 않은 것으로 사료되며, 상기한 제반사항외에도 하천개폐의 방지, 염해방지, 지하수위의 유지 등은 문제가 없을 것으로 판단된다

사. 하천 관리유량 및 유지유량

본 조사구간의 하도 및 유역특성으로 볼 때 홍성천 하구 지점에서의 기준갈수량은 $0.0037\text{m}^3/\text{secc}$, 평균갈수량은 $0.0069\text{m}^3/\text{sec}$ 이며, 환경보존 및 친수와 경관 측면에서 볼 때 만족할 수 있는 필요유량은 $1.80\sim 2.00\text{m}^3/\text{sec}$ 정도가 필요하다.

하천 유지유량은 하천에서 연중 유지해야할 수량으로 평균갈수량은 최근 10년 갈수량의 산술평균값인 바 이보다 적은 갈수가 발생될 소지가 있으며 또한 추가로 농업 및 생활용수 수요가 발생시 용수확보에 상당한 문제가 발생할 수 있으므로 하천유지 유량은 별도로 지정하지 않았다

본 조사구간에서 유지용수확보 가능성은 신규댐을 건설하는 방안과 유역외에서 취수하는 방안, 지하수를 개발하는 방안 등이 있으나 현시점에서 볼 때 모두 어려울 것으로 판단되는바 하도 및 유역특성에 따른 공급측면에서 확보 가능한 평균갈수량 정도를 관리유량으로 확보하는 것이 타당하다

<표 5.5-35>

구간별 목표 관리유량 설정

구분	유역면적 (km^2)	저수로폭 (m)	하상경사 (I)	관리유량					
				하천특성	생태계	수질보전	경관	친수활동	채택
홍성천하구	5.61	5~13	1/200 ~ 1/120	0.030	0.90 ~ 1.80	—	0.20 ~ 0.52	—	0.030

5.5.4 하천공간 정비계획

1) 하천정비 유형 및 정비방향

하천은 정비유형에 따라 자연하천 방재하천, 공원하천, 그리고 자연형 하천 등으로 구분할 수 있으며, 하천유형에 따른 특징 및 정비방향은 <표 5.5-36>과 같다.

<표 5.5-36> 하천정비 유형 및 정비방향

구 분		내 용	비 고
자연하천	특 징	급류계곡, 산지 등 자연생태가 그대로 유지되거나 자연도가 높은 하천으로 환경기능은 양호하나 공학적인 기능은 미흡함.	
	정비방향	자연생태계의 보존 및 복원이 필요함	
방재하천	특 징	하천의 이수 및 치수기능을 강조하는 정비사업을 시행하여 공학적인 기능은 양호하나 환경기능은 미흡함	
	정비방향	공학적인 기능을 확보한 상태에서 환경기능을 복원하는 등 하천을 살리기 위한 자연형 하천정비 및 관리가 필요함.	
공원하천	특 징	방재하천에 하천공원화사업 등을 실시하여 친수성을 강조하기 위해 (재)정비된 하천을 말하며 이수 및 치수기능을 확보한 상태에서 친수기능은 회복하였으나 하천 생태계를 위한 서식처 기능은 미흡함	
	정비방향	공원하천에서는 지역주민의 친수기능을 유지함과 동시에 하천 생태계를 배려하는 자연공간을 조성하는 방향으로 계획을 수립하여야 함	
자연형하천	특 징	자연형 하천은 자연친화적 하천정비 사업에 의해 조성된 하천으로 이수 및 치수기능을 유지하면서 생물서식처 보전 등 하천 생태계를 배려한 하천임	
	정비방향	지역주민과 생태계를 모두 고려하여 하천을 지속적으로 유지 관리함과 동시에 하천 본래의 기능을 수행할 수 있는 방향으로 계획이 수립되어야 함	

2) 하천공간정비 기본방침

하천공간 정비계획은 우선 기본방침에 따라 계획추진방향을 설정하고 공간정비계획을 수립하여야 한다

<표 5.5-37>

하천공간정비 기본방침

구 분	내 용	비 고
자연하천의 보전	○자연성이 양호한 구간의 보전 및 관리 ○하천의 평면형 및 종·횡단형은 가능한 한 하천 본래의 모습으로 복원시키도록 노력	
친수성 공간 창출	○개방적인 공간으로 산책, 스포츠, 피크닉 등의 활동이 가능한 공간조성	
다양한 하천공간 유지	○하도특성, 하중도와 조화되는 공간조성 ○동·식물의 서식환경을 고려한 하천정비 ○유역 문화재 및 친수시설을 고려한 하천정비	

3) 하천의 구역 구분

가. 기능별 구역 구분

기능별 구역 구분은 산지 등 자연상태가 그대로 유지되는 자연하천 구역하천 생태계를 배려한 자연경관 보전 및 향상이 필요한 전원하천 구역도시내 중요한 자연으로서 그 역할이 필요한 도시하천 구역으로 구분할 수 있다

나. 공간구역 구분

하천환경관리를 위한 공간구역 구분은 하천특성에 대한 현황조사를 통해 인공성 및 자연성에 의해 3개 구역으로 구분하며 설정기준 및 평가방법은<표 5.5-38>, <표 5.5-39>와 같다.

<표 5.5-38>

하천공간 구간 구분 형태

구 역	공 간 계	정 비 내 용	평가점수	비 고
정비구간	인공계공간	운동시설, 위락시설, 수상시설, 편익시설 등 인공적 시설을 중심으로 적극적으로 정비하는 구역	40점 이하	
정비·자연 구간	↑	인공적 이용과 자연적 이용이 공존하는 구역이며, 산책로, 휴식시설 등 정적 이용이 고려된다.	41~80	
자연보전 구간	↓ 자연계공간	자연생태계 및 자연경관을 보전 할 목적으로 설정한 구역이며 사람이 적극적으로 이용하기 위한 시설은 원칙적으로 도입하지 않는다.	81점 이상	

<표 5.5-39>

하천환경 평가 기준

환 경 항 목	구 분	점수	기 준
야 생 성	자연지역 반자연지역 (농경지포함) 개발지역 (인공호안, 도로, 기타 인공화지역)	30 20 10	○녹색자연도에서 1~3등급은 개발지역으로, 4~8등급은 반자연지역으로, 9~10등급은 자연지역으로 간주 ○국립공원·상수원보호구역과 특별히 보전할 필요가 있는 수중 및 수변생태계 서식처의 경우(천연기념물, 희귀종등) 25점이상 부여
수 질 (수중생태계 포함,BOD기준)	1급수(1ppm 이하) 2급수(1~3ppm) 3급수(3~6ppm) 4급수(6~8ppm) 5급수(10ppm이상) 하·폐수(100ppm이상)	25 20 15 10 5 1	○최근 3년간 해당하천의 대부분 구간에서 월평균 수질이 연중으로 기준이하인 경우(단 전체기간중 1~2개월만 특별히 기준 이상인 경우 기준이하로 고려 해당 수질등급으로 간주
친 수 성 (자연경관, 지질 및 지형상 특별성, 수변·수상, 위락활동)	높 음 보 통 낮 음	20 10 3	○자연경관, 지질 및 지형상 특별성, 수변·수상, 위락활동 등을 종합적으로 고려하여 판정
물의 흐름	자 연 보 통 인 공	10 6 1	○자연적인 물의 흐름 유지 ○물의 흐름 유지, 소규모의 제방, 도로 절개지등 반 인공 하천 ○댐, 대규모 제방, 수로준설등 인공하천
기 타 (하천과 지역사회 관계 등 기타 특별히 고려하여야 할 사항)	있 음 보 통 없 음	12 ~ 15 1 ~ 11 1	○낙동강 하회마을, 금강변 공주, 부여 백제 유적지등 전통적으로 하천과 지역사회와 관계가 이어져오는 경우 “있음”으로 간주(국가 문화재) ○전국적으로 잘 알려져 있지 않으나 지역적으로 알려져 하천과 지역사회 관계가 있는 경우 “보통”으로 간주(지방 문화재) ○전혀 없는 경우는 “없음”으로 간주
계		16~ 100	

주) 하천설계기준·해설(2002, 한국수자원학회)

4) 하천환경성에 따른 구간 설정

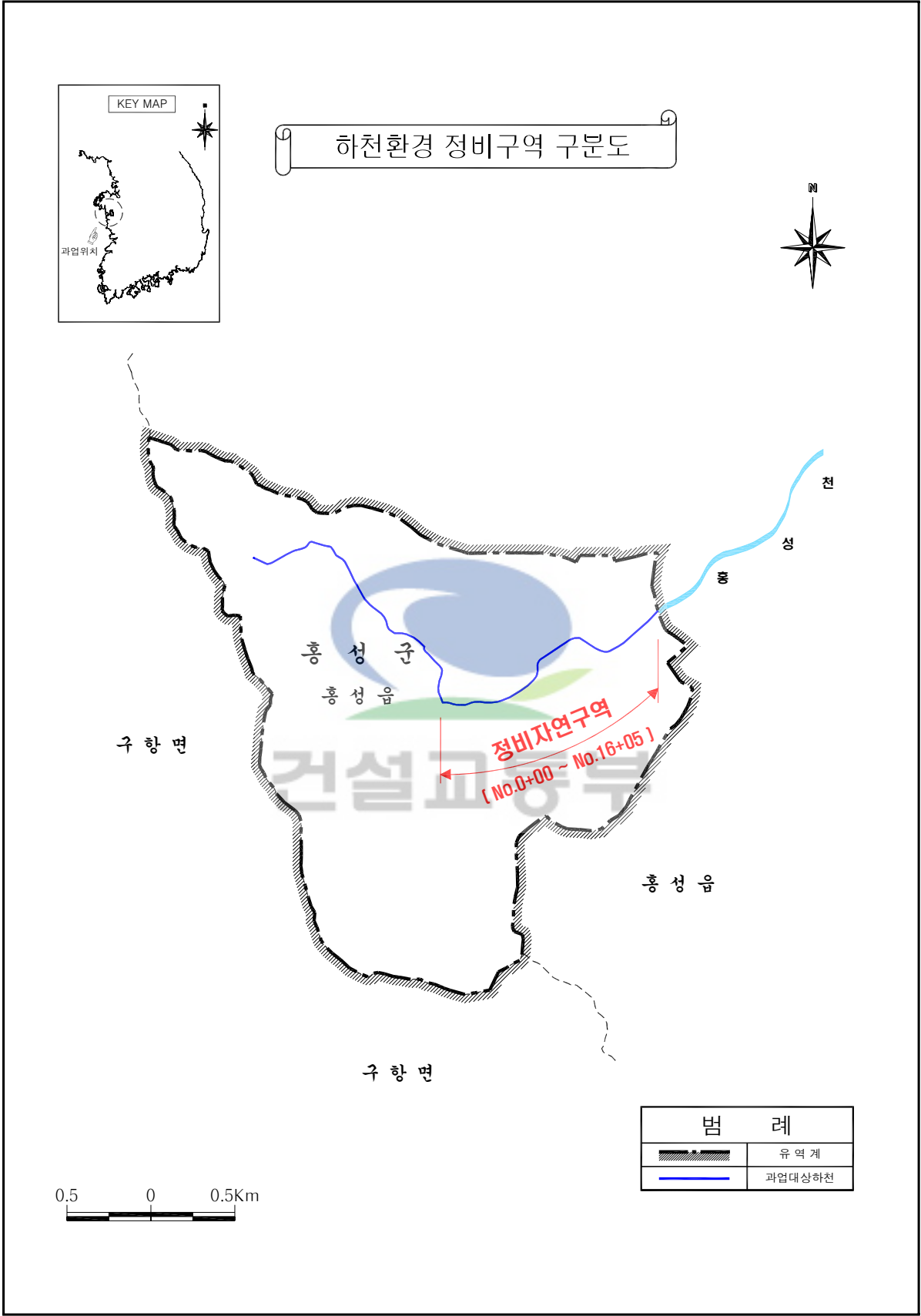
금번 조사구역을 하천의 수리적 특성 주변여건, 자연적 특성, 이용성 등을 고려하여 몇 개의 소구역으로 나누어 하천평가기준 및 개발가능성 등에 따라 구간별 하천환경성 평가 <표 5.5-40>을 실시하여 구역을 설정하였다

<표 5.5-40>

홍성천에서의 하천환경성 평가

환경항목	I 구간 (No. 0~No. 16+5)		비고
	기 준	점 수	
야 생 성	반자연 지역	20	
수 질	Ⅲ급수	15	
친 수 성	낮 음	3	
물의흐름	보 통	6	
기 타	없 음	1	
계		43	
특기사항	특이사항 없음		
평 가	정비자연구간		

주) 환경부 녹지자연도 참조



<그림 5.5-6> 하천공간 환경정비 계획도

5.6 기존시설물 능력 검토

금회 과업대상 하천구간내 치수시설물 이수시설물 및 기타시설물 등 기존 시설물에 대하여 주요 제원과 위치 등을 관리관서의 자료와 현지조사를 통하여 조사하고 그 명칭 및 위치는 본 보고서 부도편에 표시하였다

금회 과업구간내 기존시설물 현황은 <표 5.6-1>와 같다.

<표 5.6-1> 기존시설물 현황

구분 하천	치 수 시 설 물					이수시설물			기타시설물	
	제 방 (m)	호 안 (m)	배수문 및 암거 (개소)	배 수 통 관 (개소)	낙차공 (개소)	양수장 (개소)	취수장 (개소)	취수보 (개소)	교량 (개소)	기 타
홍 성 천	2,850	1,675	5	10	-	-	-	2	5	

5.6.1 제방 및 호안

1) 제방

금회 과업구간내 기존 제방의 주요 제원에 대해서 다음과 같은 기준에 의해 능력검토를 실시하였다

- 제방고는 홍수가 월류하여 하천연안 주민 및 농경지와 기타 시설에 극심한 피해를 주지 않도록 충분한 높이 이상으로 축조되어 유지되어야 한다

본 과업에서는 금회 채택된 계획홍수위에 여유고를 가산한 값을 계획제방고의 기준으로 하여 기존 제방고와 비교 검토하였다

- 제방의 비탈경사는 기초지반의 토질 홍수시의 침윤선, 비탈면 붕괴나 활동 등에 대하여 안전해야 하는 것으로 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』에 의하여 제내지 1:2.0, 제외지 1:2.0 이상을 기준으로 기존제방 비탈경사와 비교검토를 실시하였다
- 둑마루폭은 침투수에 대한 제체의 안전과 향후 제방의 이용중요도 및 토질조건 등의 특성을 종합적으로 고려하여 결정하여야 하는 것으로 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』에 의한 홍수규모별 둑마루폭을 기준으로 검토하였다.

2) 호안

호안은 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 제방을 직접 보호하기 위해 제방 앞 비탈에 설치하는 구조물로서 설치위치에 따라 고수호안 저수호안 및 제방호안으로 분류된다.

호안계획시 최근에는 치수기능과 더불어 환경기능도 고려한 환경호안이 자연형 하천 조성사업과 관련하여 적극 검토되고 있으며 환경호안은 친수호안 생태계 보전호안 및 경관보전 호안으로 구분할 수 있다

호안은 공법 및 재료의 선택에 있어서 설치지점의 소류력 및 내구성 등이 고려되어야 하며, 홍수유출특성, 하도의 평면형상, 토질조건 등도 영향을 미친다.

일반적으로 소류력은 유수가 윤�변에 작용하는 마찰력으로서 호안은 해당 소류력에 안전할 수 있는 충분한 중량이 확보되어야 한다

따라서, 본 검토에서는 Schoklitsch가 발표한 호안재료에 따른 허용소류력을 기준으로 기성제방 호안에 대해 개략적인 안정여부를 검토하였다. 검토결과 대부분의 기존제방에서 계산된 소류력이 기존 제방호안의 허용소류력 이하로 나타났으나 하도가 평면적으로 만족된 일부 협착부에서 허용기준 이상의 소류력이 발생하는 것으로 나타났다.

이러한 구간의 경우 기존제방은 주로 만족부 내측에 위치하고 있어 제방지점에서 발생하는 실제 소류력은 상대적으로 작을 것이며 또한 소류력이 허용소류력보다 크게 나타난 대부분의 구간이 급변 개수지구로 계획되어 구간별로 산정된 소류력을 고려하여 호안공을 설치하였다

참고로 수로내의 소류력 계산식과 미국 해안침식국에서 Schoklitsch가 발표한 각종 호안에 대한 허용소류력은 <표 5.6-2>와 같다.

$$\tau_o = WRI = \frac{W}{C^2} V^2$$

상기식에서, τ_o	: 소류력 (kg/m ²)
W	: 물의 단위중량(1,000kg/m ³)
R	: 경심(m)
I	: 수면경사 혹은 에너지선의 경사
V	: 평균유속(m/s)
C	: Chezy 유속계수($V = C \sqrt{RI}$)

<표 5.6-2>

허 용 소 류 력

호안의 종류	허용소류력(kg/m ²)	비 고
1. 평떼	2.0	
2. 바자(책공)안의 굵은 자갈	1.0	
3. 바자(책공)안의 자갈	1.5	
4. 바자(유수에 병행 혹은 비스듬할 때)	5.0	
5. 쇄호안	7.0	
6. 돌붙임(비탈 1 : 1, 두께 0.3m)	16.0	
7. 큰사석	24.0	
8. 공적석공	60.0	
9. 콘크리트 벽	60.0	
10. 틀공	150.0까지	

※ 자료출처) 하천공학 (1973, 운문당)

<표 5.6-3>

소류력 계산

하천명	제 방 명	측 점 (No.)	안별	호안공법	허용소류력 (kg/m ²)	계산소류력 (kg/m ²)	비 고
홍성천	홍 성	0+20 ~ 2+60	우	TYPE-H	24	2.58 ~ 14.59	
	별 말	5 ~ 11+70	우	TYPE-B,C	24 ~ 60	3.55 ~ 18.56	
	옥 굴	6+70 ~ 15+40	좌	TYPE-B,C	24 ~ 60	4.29 ~ 18.56	
	옥 암	14+30 ~ 15+60	우	TYPE-B,C	24 ~ 60	5.23 ~ 16.65	
	고 호①	0+20 ~ 2+60	좌	TYPE-H	24	2.58 ~ 14.59	
	고 호②	4+10 ~ 4+60	좌	TYPE-H	24	6.33 ~ 10.41	
	고 호③	5+30 ~ 6+70	좌	TYPE-B,C	24 ~ 60	4.17 ~ 7.77	

5.6.2 배수시설

본 과업구간내에 위치한 기존 배수시설물에 대하여 배수구역을 구분하고 배수 구역별로 기존 배수시설물의 통수단면적과 금회 과업에서 산정한 소요 통수단면적을 비교 검토하여 과부족을 판단함으로서 그 능력을 검토하였다

배수시설물 능력검토에 이용된 통수단면적 산정 기본식과 적용한 강우강도식 및 결과는 <표 5.6-4>와 같다.

- 농경지 배수지역

$$a = \frac{0.2778 \times f \times R_{12} \times A}{12 \times V} \times (1 + \alpha)$$

- 주거지 및 산지

$$a = \frac{0.2778 \times f \times R_1 \times A}{V} \times (1 + \alpha)$$

여기서,

a : 통수단면적(m²)

R₁ : 서산기상대 지점의 강우강도식에 의한1hr 계획강우량

$$I_{100} = \frac{354.38}{t^{0.34643}} \quad (100\text{년 빈도})$$

R₁₂ : 서산기상대 지점의 강우강도식에 의한12hr 계획강우량

$$I_{100} = \frac{5,630.1}{(t+243)^{0.73530}} \quad (100\text{년 빈도})$$

f : 유출계수

A : 집수(유역) 면적(km²)

V : 농경지 배수지역 2.0m/s, 주거지 및 산지배수지역 2.5m/s

α : 여유율(20%)

본 과업구간의 배수시설물은 홍성천의 경우 배수통문5개소, 배수통관 10개소로 총 15개의 배수구조물이 위치하는 것으로 나타났다

검토결과 2개소에서 통수단면적이 부족하여 증설이 필요한 것으로 나타났고 증설시 계획단면은 기존구조물을 대체할 수 있는 규모로 계획하였으며 배수통관의 경우 최소규격을 Ø800mm로 계획하였다.

<표 5.6-4>

기존배수시설 현황 및 능력 검토

하천명	배수시설물명	측점 (NO.)	안 별	기존배수시설 규격 B[m]xH[m]x런 φ[mm]x런	단면검토(m ²)			요증설배수시 설규격 B[m]xH[m]x런 φ[mm]x런	비고
					소요단면 (계산단 면 × 1.2)	기존 단면	과부족		
홍성천	옥암1배수통관	0+10	좌	φ600@1	0.20	0.28	충분	-	
	오관1배수통관	0+20	우	φ1000@1	0.92	2.20	충분	-	
	옥암2배수통관	1+30	우	φ600@2				-	
	옥암3배수통관	2+40	우	φ1200@1				-	
	옥암4배수통관	2+45	좌	φ800@1	0.20	0.50	충분	-	
	옥암1배수통문	3+95	우	2.5×2.0@1	3.16	5.50	충분	-	
	옥암5배수통관	4+45	우	φ800@1				-	
	옥암2배수통문	4+50	우	1.5×1.5@1	1.36	2.25	충분	-	
	옥암6배수통관	5+15	우	φ900@1	0.04	0.64	충분	-	
	옥암3배수통문	6+55	좌	2.0×2.0@1	1.34	4.00	충분	-	
	옥암4배수통문	6+60	좌	1.2×1.0@1	1.91	2.21	충분	-	
	옥암7배수통관	6+70	좌	φ800@1				-	
	옥암8배수통관	8+50	좌	φ800@1				-	
	옥암9배수통관	15+60	우	φ600@1	0.30	0.28	불충분	φ800@1	
	옥암5배수통문	15+80	우	3.0×2.5@1	14.88	7.50	불충분	3.0×2.5@2	

5.6.3 하상유지시설

하상유지시설은 하상경사를 완화시키고 하천의 종단과 횡단형상을 유지하기 위해 하천을 횡단하여 설치하는 구조물이다

하상유지시설은 낙차의 정도에 따라 대궤낙차가 없거나 50cm 이하)과 낙차공(낙차가 50cm 이상)으로 분류한다.

하상유지시설은 하도의 흐름에 미치는 영향을 최소화하면서 구조물 주위에서 발생하는 국부세굴을 방지할 수 있어야 하는데, 세굴은 하상유지시설 직하류에서 발생할 뿐만 아니라 구조물의 돌출에 의해 소용돌이가 발생하여 하상유지시설 직상류에도 국부적으로 세굴이 발생하여 구조물의 안전을 위협할 수 있다

따라서, 세굴에 견디고 하상변동이 현저한 홍수시에도 구조물이 안전할 수 있도록 하상유지시설 본체 상하류에 바닥보호공을 설치하는 것이 바람직하며 다음과

같은 기준에 의해 설치되어야 한다.

1) 설치위치

하상유지공은 직선적이고 평상시와 홍수시 흐름방향이 일치하는 위치에 설치한다.

2) 종단배치

하상유지공의 종단배치는 다음과 같은 점을 고려하여 결정한다

- ① 하상유지공의 독마루 높이는 상류측의 수위가 안전한 범위내에 들어오도록 해야한다.
- ② 하상유지공은 유지해야 하는 하상고를 확보할 수 있도록 배치해야 한다
- ③ 하상유지공을 연속적으로 설치할 경우 설치간격은 다음과 같이 구한다

- 하폭이 좁은 경우

$$L = h / (S - S_o)$$

- 하폭이 넓은 경우

$$L = (1.5 \sim 2.0) \times b$$

여기서, L : 하상유지공의 간격

S : 현재의 하상경사

S_o : 계획하상경사

3) 본 체

① 구 조

낙차공의 경우 일반적으로 콘크리트 구조로 만들며 대공의 경우에는 영구적인 콘크리트 구조보다는 하상변동에 쉽게 대응할 수 있는 굴요성 구조가 바람직 하다.

② 낙 차

낙차공 본체의 낙차는 가능한 2m 이내로 한다.

③ 차수벽

차수벽은 상하류 수위차에 의해 발생하는 양압력과 파이프 작용을 감소시키기 위해 본체 하부에 설치하는 것으로 굴요성 구조나 기초지반이 견고하여 파이프 작용을 무시할 수 있을 때에는 설치할 필요가 없으나 차수벽을 설치할

경우 깊이는 차수벽 간격의 1/2 이내로 하며, 1/2 이상의 길이가 되는 경우에는 물받이를 늘린다.

4) 물받이

① 길 이

물받이는 세굴을 방지할 수 있는 길이로 설치하여야 하며 낙차의 2~3배 또는 하류측 바닥보호공 길이의 1/3 정도로 한다.

② 두 께

물받이의 두께는 양압력에 견딜 수 있는 중량을 가지도록 설치하며 최소두께는 35cm로 한다.

마. 바닥보호공

바닥보호공은 일반적으로 굴요성 구조로 하며 콘크리트 물받이의 하류측에는 조도가 큰 순서부터 배치하여 하상재료와 잘 융합되도록 하며 설치범위는 하상유지공에 의한 영향이 없어지는 범위까지로 하고 상류측 바닥보호공의 길이는 하류측 바닥보호공의 길이의 1/3~1/2 정도로 한다.

5.6.4 교량 등 기타시설물

1) 교 량

하천을 횡단하는 교량등 하천점용시설물의 높이는 충분한 여유고를 확보하여 제방의 안전에 영향을 미치지 않아야 하며 하도의 적정 하폭을 유지할 수 있도록 경간장을 유지해야 한다

『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』에서 교량의 계획고는 후술할 “5.7.1 제방 및 호안”에서 결정한 제방고(계획홍수위+여유고)보다 낮아서는 안된다.

이때 교량의 계획고는 교각이나 교대에서 교량 상부구조를 받치고 있는 교좌장치 하단부의 높이를 뜻하며 교좌장치가 콘크리트에 묻혀 있을 경우에는 콘크리트 상단높이를 말한다.

또한, 교대와 교각이 여러 개일 경우 이들 중 가장 낮은 지점의 높이를 취한다고 제시되어 있으며 여유고 기준은 계획홍수량에 따른 여유고<표 5.6-5> 정한 값 이상으로 제시하고 있다

<표 5.6-5> 계획홍수량에 따른 교량하부 여유고

계 획 홍 수 량 (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) 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』

『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』에서 제시한 교량의 경간장 결정에 대한 기준은 다음과 같다

- 1) 교량의 길이는 하천폭 이상이어야 한다
- 2) 교량의 경간장은 산간협곡이라든지 그 밖의 하천의 상황 지형의 상황 등에 의해 치수상 지장이 없다고 인정되는 경우를 제외하고는 다음 식에서 구한 값 이상으로 한다. 단, 그 값이 70m를 넘는 경우에는 70m로 한다.

$$L = 20 + 0.005Q \dots\dots\dots(\text{식 } 5.5-3)$$

여기서 L : 경간장(m), Q : 계획홍수량 (m^3/sec) 이다.

- 3) 다음의 경우 교량의 경간장은 하천관리상 큰 지장을 줄 우려가 없다고 인정될 때는 전항의 규정에 관계없이 다음 각 호에서 제시하는 값 이상으로 할 수 있다.

- ① 계획홍수량이 $500 m^3/sec$ 미만이고 하천폭이 30m미만인 하천일 경우 12.5m이상
- ② 계획홍수량이 $500 m^3/sec$ 미만이고 하천폭이 30m이상인 하천일 경우 15m이상
- ③ 계획홍수량이 $500 m^3/sec \sim 2,000 m^3/sec$ 인 하천일 경우 20m 이상
- ④ 주운을 고려해야 할 경우는 주운에 필요한 최소 경간장 이상

- 4) 단, 하천의 상황 및 지형학적 특성상 위에서 제시된 경간장 확보가 어려운 경우 치수에 지장이 없다면 교각 설치에 따른 하천폭 감소율(설치된 교각폭의 합계/설계홍수위에 있어서의 수면의 폭)이 5%를 초과하지 않는 범위내에서 경간장을 조정할 수 있다.

이러한 기준에 따라 과업대상 구간내 위치한 교량에 경간장과 여유고를 검토한 결과는 <표 5.6-6>와 같다.

<표 5.6-6>

기존교량 능력 검토

하천명	교량명	측점 (No.)	계획 홍수량 (m³/s)	교각수 (개소)	하폭검토(m)		여유고검토(m)			과부족(m)		비고
					교량 연장	계획 하폭	계획 홍수위	교량 저고	여유고	하폭	여유고	
홍성천	옥암교	0	123	1	30.0	30.0	29.19	29.13	0.6	-	-0.66	
	옥암2교	2+60	123	1	21.0	21.0	31.02	31.73	0.6	-	0.11	
	옥암BOX교	5	108	4	27.0	27.0	32.44	33.40	0.6	-	0.36	
	옥암3교	5+30	108	1	16.0	22.0	32.62	33.31	0.6	-6.00	0.09	계획
	옥암4교	16+5	41	1	5.0	5.0	39.92	40.57	0.6	-	0.05	

5.6.5 취입보 및 양수장

1) 취입보

본 과업구간내에 위치한 취수보는 홍성천에 2개소가 위치하고 있으며, 조사측량 자료 검토와 현장답사를 실시하여 각 취수보에 대해 형태와 기능여부를 파악하였다.

조사결과 홍성천구간의 2개의 취수보는 노후 및 파손으로 인해 철거하고 1개는 재가설이 필요한 것으로 나타났다. 그리고 하천환경 및 생태계를 배려한 어도의 설치가 필요할 것으로 판단된다.

<표 5.6-7>

취수보 현황 및 상태

하천명	시설물명	측점 (No.)	규격(m)						정단 표고 (EL.m)	기능 여부	어도 유무	비고
			연체	b (상부폭)	B (하부폭)	낙차	연장	Apron				
홍성천	무명보	5+20	R.C	0.2	1.0	0.8	13.5	-	30.513	노 후	×	제거
	옥암1보	9+77	"	0.6	1.5	0.9	4.0	-	33.153	노 후	×	계획
	계	2개소										

2) 양수장

본 과업구간내에 용수공급을 위한 양수장은 없는 것으로 조사되었다

5.7 하천시설물 설치방향

하도란 제방 또는 하상과 하안으로 둘러 쌓인 토지공간으로 하도계획은 계획홍수량과 유하물 등을 안전하게 소통시키며 유송토사에 대해 안정된 하상을 유지함과 동시에 그 기능이 영구히 지속되고 안정될 수 있도록 계획되어야 한다

본 계획에서는 다음과 같은 사항을 종합적으로 고려하여 제방호안 및 배수시설물 등을 계획하였다.

- ① 개수를 요하는 계획지구는 현지조사와 수리 수문학적인 검토에 의하여 결정하였다.
- ② 현지조사를 통하여 작성된 축척 1/2,500의 지형현황도와 현안지점 상·하류의 지형조건 등을 고려하여 홍수소통이 원활하도록 계획법선을 결정하였다
- ③ 하도의 안정을 기하기 위하여 하상의 종단형을 계획함에는 평형하상 및 경사를 고려함과 동시에 평균유속은 가급적 3.5m/s 이내가 되도록 계획하였다

5.7.1 제방 및 호안

하천시설물에 대한 설치계획은 금회 과업대상 하천의 현지조사 내용과 각종 검토에서 산정된 결과를 토대로 “5.7 하천시설물 설치방향”에서 기술한 내용을 반영하여 수립하였다.

본 계획에서는 홍수로부터 주민의 생명과 재산을 보호하고 유수의 원활한 소통 등 하도의 흐름을 안정하게 유지하기 위한 계획을 수립하였으며 주요 검토지구에 대해 하천의 상황, 수리·수문 조건, 지구현황, 과거홍수피해 상황, 토지이용현황, 지역주민의 의견 등을 종합적으로 고려하여 개수계획지구를 수립하되 지구검토시 주요 기준은 다음과 같다

- 현 하폭이 부족하여 하폭이 확장되는 구간은 기존 제방을 가능한 존치한 상태로 더돈기 개념과, 기존 호안이 저수호안의 역할을 수행할 수 있도록 계획하였다.
- 하도내 가능한 굴착계획을 자제하되 통수단면적이 절대 부족한 지점에만 확폭계획을 수립하였다
- 최근의 치수개념에 부흥하여 항구적인 수방대책이 될 수 있도록 계획을 수립하였다.

각 하천에 대한 시설물 설치계획은“5.3.5 계획하폭 및 계획홍수위에서 기술한 내용을 근거로 하여 현장여건을 종합적으로 고려하여 결정하였으며,제방 및 호안 시설물의 계획내용은 <표 5.7-1>의 내용과 같다.

<표 5.7-1> 제방 및 호안 계획지구

하천명	지구명	시설명	구 간 (No.)	안별	도면번호	연장 (m)	배수 시설 (개소)	비 고
홍성천	홍 성	축제 및 호안	0+20 ~ 2+60	우	홍성1	240	-	
	별 말	축제 및 호안	5 ~ 11+70	우	홍성1,홍성2	670	3	
	옥 굴	축제 및 호안	6+70 ~ 15+40	좌	홍성2	870	3	
	옥 암	축제 및 호안	14+30 ~ 15+60	우	홍성2	130	1	
	계		4개소			1,910	7	
	고호①	고수호안	0+20 ~ 2+60	좌	홍성1	240	-	
	고호②	고수호안	4+10 ~ 4+60	우	홍성1	50	-	
	고호③	고수호안	5+30 ~ 6+70	좌	홍성1	140	-	
	계		2개소			420	-	
	총 계		6개소			2,330	7	

◎ 개수계획 수립지구(4개 지구)

1) 홍성지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	홍성천
	위 치	홍성천 하구부 우안측
	구 간(안별,연장)	No.0+20 ~ No.2+60(우안, L=240m)
	계 획 홍 수 량	123m ³ /s
	현 하 폭	21m ~ 30m
	계 획 하 폭	21m ~ 30m
	계 획 홍 수 위	EL.29.29m ~ EL.30.59m
현황 및 특징	현 제 방 고	EL.29.99m ~ EL.30.30m
	○ 본 지구는 홍성천 상류부 하구지점 우안측에 위치하며 No.0 지점의 29번국도와 연결되며, 도심지를 관류하는 하천으로 도시계획에 의거 주거지에 접한 유제부 구간임 ○ 홍성천 하구 지점의 원활한 유수소통을 위해서는 충분한 하폭을 유지해야 하나 본 지구의 하구부 교량(옥암교)의 연결부와 본 지구의 하폭이 협소하여 수위 영향이 있으므로 확폭을 통해 통수단면이 확보 되어야 할 것임.	
토지이용현황	○ 침수피해 예상면적 대부분 나대지로 이용하고 있다	
검토결과	○ 금회 계획에서는 계획홍수량에 대한 계획기준하폭 상·하류측 현하폭, 하천변 토지이용현황 등을 검토하여 계획 하폭을 21~30m로 축제계획을 수립하여 충분한 통수단면을 확보토록 계획하였음. ○ 제방비탈경사는 소류력, 수리특성, 생태적측면 및 주변여건 등을 고려하여 법면경사(1:1)로 결정하였으며, 수질이 양호한 하천으로 친환경 호안을 적용하였고 여유고는 0.6m로 계획하였음.	
전경사진		

2) 벌말지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	홍성천
	위 치	홍성천 중류부 우안측
	구 간(안별,연장)	No.5 ~ No.11+70 (우안, L=670m)
	계 획 홍 수 량	108m ³ /s
	현 하 폭	10m ~ 27m
	계 획 하 폭	22m ~ 27m
	계 획 홍 수 위	EL.32.44m ~ EL.36.90m
현황 및 특징	제 내 지 지 반 고	EL.30.78m ~ EL.37.88m
	○ 본 지구는 홍성천 상류부 하구지점 우안측에 위치하며 No.0 지점의 21번국도에서 상류 남산능선과 연결되며 도시계획지구 외곽에 위치한 계획지구로 농경지를 관류하는 하천으로 접한 유제부 구간임. ○ 본 계획지구의 원활한 유수소통을 위해서는 충분한 하폭을 유지해야 하나 본 지구의 하구부 2개소 교량(옥암BOX교, 옥암3교)와 보에 의한 영향 및 하폭이 협소하여 유수소통에 영향이 있으므로 확폭을 통해 통수단면이 확보되어야 할 것임	
토지이용현황	○ 침수피해 예상면적 대부분 농경지로 이용하고 있다	
검토결과	○ 금회 계획에서는 계획홍수량에 대한 계획기준하폭상·하류측 현하폭, 하천변 토지이용현황 등을 검토하여 계획 하폭을 22m~27m로 축제계획을 수립하여 충분한 통수단면을 확보토록 계획하였음. ○ 제방비탈경사는 소류력, 수리특성, 생태적측면 등을 고려하여 법면경사(1:2)를 결정하였으며, 수질이 양호한 하천으로 친환경호안을 적용하였고 여유고는 0.6m로 계획하였음.	
전경사진		

3) 옥굴지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	홍성천
	위 치	홍성천 중류부 좌안측
	구 간(안별,연장)	No.6+70 ~ No.15+40 (좌안, L=870m)
	계 획 홍 수 량	98 ~ 108m ³ /s
	현 하 폭	10m ~ 16m
	계 획 하 폭	18m ~ 22m
	계 획 홍 수 위	EL.33.29m ~ EL.39.01m
	제 내 지 지 반 고	EL.35.08m ~ 40.78EL.m
현황 및 특징	○ 본 지구는 홍성천 상류부 금회과업구간 중상류지점 좌안측에 위치하며, 국도 21번 옥암BOX교에서 상류 29번국도의 홍성천 시점부와 연결되며, 농경지를 관류하는 하천으로 접한 유제부 구간임. ○ 본 계획지구의 원활한 유수소통을 위해서는 충분한 하폭을 유지해야 하나 본 지구의 하구부 2개소 교량(옥암BOX교, 옥암3교)와 보에 의한 영향과 하폭이 협소하여 확폭을 통해 통수단면이 확보 되어야 할 것임.	
토지이용현황	○ 침수피해 예상면적 대부분 농경지로 이용하고 있다	
검토결과	○ 금회 계획에서는 계획홍수량에 대한 계획기준하폭상·하류측 현하폭, 하천변 토지이용현황 등을 검토하여 계획 하폭을18~22m로 축제계획을 수립하여 충분한 통수단면을 확보토록 계획하였음. ○ 제방비탈경사는 소류력, 수리특성, 생태적측면 등을 고려하여 법면경사(1:2)를 결정하였으며, 수질이 양호한 하천으로 친환경호안을 적용하였고 여유고는0.6m로 계획하였음.	
전경사진		

4) 옥암지구

지 구 개 요 (수리·수문)	하 천 명	홍성천
	위 치	홍성천 상류부 우안측
	구 간(안별,연장)	No.14+30 ~ No.15+60 (우안, L=130m)
	계 획 홍 수 량	98m ³ /s
	현 하 폭	12m
	계 획 하 폭	18m
	계 획 홍 수 위	EL.38.11m ~ EL.39.29
현황 및 특징	제 내 지 지 반 고	EL.38.54m ~ EL.38.81m
	○ 본 지구는 홍성천 상류부 금회과업구간 상류지점 우안측에 위치하며, 29번 국도 홍성천 시점부터 남산 능선과 연결되며 도시계획지구 외곽에 위치한 계획지구로 농경지를 관류하는 하천으로 접한 유제부 구간임. ○ 본 계획지구의 원활한 유수소통을 위해서는 충분한 하폭을 유지해야 하나 본 지구의 하폭이 협소하여 확폭을 통해 통수단면이 확보되어야 할 것임.	
토지이용현황	○ 침수피해 예상면적 대부분 농경지로 이용하고 있다	
검토결과	○ 금회 계획에서는 계획홍수량에 대한 계획기준하폭상·하류측 현하폭, 하천변 토지이용현황 등을 검토하여 계획 하폭을 18m로 축계계획을 수립하여 충분한 통수단면을 확보토록 계획하였음. ○ 제방비탈경사는 소류력, 수리특성, 생태적측면 등을 고려하여 법면경사(1:2)를 결정하였으며, 수질이 양호한 하천으로 친환경호안을 적용하였고 여유고는 0.6m로 계획하였음.	
전경사진		

2) 제방표준단면

제방표준단면은 하천의 등급 유역상황, 토질상태, 인근토지의 이용현황, 제방의 중요도, 타목적 겸용여부 및 홍수 지속시간 등 여러 가지 요소를 고려하여 계획홍수량을 안전하게 유하시킬 수 있도록 계획하여야 하며 침윤 및 월류에 대해서도 안전하도록 결정하여야 한다

따라서 본 계획에서는 제방표준단면 결정을 위하여 『하천설계기준·해설(2005, 수자원학회)』에서 제시한 내용과 금번 분석된 결과를 기준으로 독마루 폭여유고, 제방비탈경사, 관리용도로에 대하여 결정하였다

가. 독마루 폭

제방의 독마루 폭은 하천과 제방의 중요도 침투수에 대한 제방의 안전과 평상시의 하천 순시 및 홍수시 방재활동을 원활하게 하고 도로 또는 타목적 겸용인 경우에는 겸용목적에 부합하도록 충분한 폭을 확보하여야 한다

일반적인 경우 독마루 폭은 대하천에서 4.0m~7.0m, 중소하천에서는 3.0m~4.0m 정도로 취하고 있으며, 금번 계획에서의 독마루 폭은 현 기성제의 독마루 폭 『하천설계기준·해설(2005, 수자원학회)』에서 제시한 계획홍수량에 따른 독마루 폭을 기준으로 하되 장래 하천유지관리 등도 고려하여 결정하였다

또한, 제방의 유지관리와 긴급 방재활동 등을 위하여 자동차가 교행할 수 있도록 약 300m(교행이 가능한 공간이 있으면 이를 감안한다)마다 교행할 수 있는 공간을 확보하여야 한다

- 교행공간수 = 제방길이÷300m - 교행가능 공간수(부체도로 등)
(교행공간수는 소수점을 제외한 정수로 한다)

<표 5.7-2> 제방 독마루 폭

하 천	구 간	독마루 폭(m)	비 고
홍 성 천	전구간(No.0~No.16+5)	4.0 이상	

<표 5.7-3> 계획홍수량에 따른 독마루 폭

계획홍수량(m ³ /sec)	독 마 루 폭(m)	비 고
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) 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』

나. 여유고

여유고는 기본적으로 계획홍수량을 안전하게 소통시키기 위하여 하천에서 발생할 수 있는 여러 가지 불확실한 요소들(수문량의 적정성, 하도내 토사의 퇴적, 파랑 등)에 대해 안전값으로 주어지는 여분의 제방높이를 의미한다

여유고는 제방의 안전과 직결되는 사항이며 축제시 계획홍수위로부터 소정의 여유고를 더하여 계획제방고를 결정하게 된다

본 과업에서는 하천의 특성 및 지역특성 그리고 『하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)』의 계획홍수량에 따른 여유고를 고려하여 계획하였다

<표 5.7-4> 제 방 여 유 고

하 천	구 간	둑마루 폭(m)	비 고
홍 성 천	전구간(No.0~No.16+5)	0.6 이상	

<표 5.7-5> 계획홍수량에 따른 여유고

계 획 홍 수 량 (m ³ /s)	여 유 고(m)	계 획 홍 수 량 (m ³ /s)	여 유 고(m)
200 미만	0.6m 이상	2,000 이상~5,000미만	1.2m 이상
200 이상~500미만	0.8m 이상	5,000 이상~10,000미만	1.5m 이상
500 이상~2,000미만	1.0m 이상	10,000 이상	2.0m 이상

주) 『하천설계기준·해설 (2005, 한국수자원학회)』

다. 비탈경사

제방 비탈경사는 하천유수의 침투에 대해 안정한 비탈면을 가져야 하는데 이를 위해서는 제방고와 제내지반고의 차이가 0.6m 미만인 구간을 제외하고는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다 (단, 지형적인 어려움 등 아주 불가피한 경우 제방특성 등을 면밀히 조사하고 검토하여 비탈덮기 부분을 포함한 경사를 1:2 또는 이보다 급하게 설치할 수 있음)

따라서 금회 과업구간의 개수계획 지구는 소규모 하천으로 지형적인 여건 등을 고려하여 비탈덮기를 설치함으로써 제내·외지 공히 1:2.0으로 계획하였다

다만, 홍성천 옥암지구(No.0 ~ 2+30, L=230m) 지점에 주변 자연석호안 구간과의 연계를 목적으로 비탈경사를 1:1.0으로 계획하였다

라. 관리용도로

제방에는 관리용 도로를 설치하는 것을 원칙으로 한다

관리용도로는 하천의 순시 홍수시의 방재활동 등을 위해 일반적으로 제방 독마루 또는 제내지측 측단을 이용하여 설치한다

관리용도로의 계획은 방재활동에 지장이 없도록 제내지에서의 접근로독마루에서의 교행공간을 확보하고 홍수시 제방의 응급복구용 도로로서 제내측 기존도로에서 제방까지 자동차 및 중장비 등이 신속히 접근할 수 있도록 하는 접근도로를 설치하여야 한다.

접근도로는 제방(관리용도로)연장 약 2km마다 1개소를 설치하고, 2km이하의 짧은 구간에서는 최소 1개소를 설치하여 접근도로에서 제방 독마루부까지 차량이 진입할 수 있도록 완경사의 부체도로를 설치하여야 하며 기존도로를 최대한으로 활용한 “관리용도로 계획망도”를 작성하여 종합적으로 설치하여야 한다

교행공간은 “가. 독마루폭의 규정”에 따르고, 예외규정은 다음과 같다.

- ① 계획홍수량이 $100\text{m}^3/\text{sec}$ 미만이고 하천폭이 10m 미만의 소규모하천의 경우에는 자동차가 소통할 수 있는 최소 폭인 2.5m 이상의 관리용 도로가 필요하다
- ② 하천폭이 10m 미만이고 제방고와 제내지반고의 차가 0.6m 미만인 굴입하도의 하천에서는 좌우안의 어느 한쪽에 3m 이상(계획홍수량 $100\text{m}^3/\text{sec}$ 미만이며 2.5m)의 폭을 확보하고 다른 한쪽에서는 1.0m 이상으로 할 수 있다. 또한 하천폭이 5m 미만의 하천에서는 양안모두 1.0m 이상이면 된다.

마. 호 안

일반적으로 호안은 제방 또는 하안을 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 직접 보호하기 위해 제방 앞비탈에 설치하는 하천 시설물이다

호안의 종류는 고수호안 저수호안, 제방호안으로 대별되며 고수호안은 홍수시 앞비탈을 보호하기 위해 설치하고 저수호안은 저수로에 발생하는 난류를 방지하고 고수부지의 세굴을 방지하기 위해 저수로의 하안에 설치하는데 일반적으로 홍수시에는 수중에 잠기므로 세굴에 대한 배려가 필요하다

또한, 제방호안은 제방을 직접 보호하기 위해 설치하는 것으로 저수로가 제방에 접해 있는 경우 홍수시 수충부로 되는 요안부(凹岸部), 과거에 파괴되었던 부분, 급류하천, 고수부지가 없는 부분 등에 설치한다

<표 5.7-6> 소류력에 따른 호안설계기준

소류력(t/m^2)	하천의 분류	호안구간	호 안 설 치 높 이
1/150 이상	급류하천	전 구 간	계획홍수위선까지
1/150 ~ 1/300	준급류하천	전 구 간	수 충 부 : 계획홍수위선까지 비수충부 : 계획홍수위선보다 낮음
1/300 이하	완류하천	수 충 부	계획홍수위선까지

<표 5.7-7> 하도분류별 수리특성

하 도	수 리 특 성			하 상 재 료
	유속(m/s)	소류력(t/m^2)	하상경사	
급 류 부	3.0 이상	1/150 이상	1/200 이상	굵은 자갈이 대부분
준급류부	3.0 ~ 2.0	1/150 ~ 1/200	1/200 ~ 1/1,000	모래자갈과 잔자갈이 소량 존재
준완류부	2.0 ~ 1.0	1/200 ~ 1/300	1/1,000 ~ 1/2,000	자갈과 모래 혼합
완 류 부	1.0 이하	1/300 이하	1/2,000 이하	주로 모래

금회 과업에서는 하도의 사면과 계획제방 전면에 대해 전구간에 걸쳐 계획홍수위선까지 제방호안을 설치하는 것으로 계획하고 홍수시의 소류력, 현 하상의 구성재료 및 기 시행된 호안의 종류 호안의 재료 등을 고려하여 기존 하도내 식생을 유지할 수 있는 형식을 검토하여 제시하였고 수충부 구간에는 밀다짐 사석을 설치하여 수충부의 국부세굴에 대한 보강을 계획하였다

호안공법은 목적한 기능에 대한 적합성과 아울러 경제성당해지구의 특성, 시공성, 재료구득의 용이성 및 기존 호안과의 연계성 등을 고려하여 선정하여야 하나, 근래에는 환경 및 수변생태계 보전 측면에서 경제적으로 다소 불리하더라도 자연형 호안을 설치하는 추세이므로 사업시행시 해당 지자체 및 주민들의 의견을 수렴하여 결정하되 하천환경과 유수의 소류력과 같은 수리특성 등을 면밀히 검토하여 적용공법을 결정하여야 한다

바. 밀다짐폭 및 호안기초 높이

호안의 밀다짐폭은 금번 계획지구의 평균유속을 고려하여 최소4.0m 이상이 필요하며, 호안기초 깊이는 홍수시 일시적 세굴깊이를 참고하여 결정하되1.0m 이상 설치하는 것을 원칙으로 한다.

<표 5.7-8> 유속에 따른 밀다짐폭 기준

구 분	홍수시 단면 평균유속 (m/sec)		
	2.0 미만	2.0 ~ 4.0	4.0 이상
밀다짐 폭 (m)	2 ~ 10	4 ~ 12	6.0 이상

주) 『하천설계기준·해설 (2005, 한국수자원학회)』

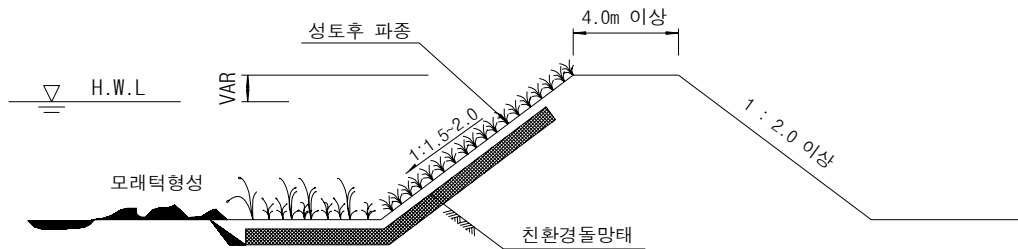
사. 제방의 표준단면형

제방의 표준단면형은 전술한 독마루 폭 여유고, 비탈경사, 호안공 등에 의한 허용기준 및 구간별 유속, 소류력 등의 수리특성을 종합적으로 고려하고 조사된 각 하천의 경관특성 및 하천 구역별 정비방향을 토대로 하여 각 하천의 개수지구별 표준단면을 적용하였으며 계획지구별 호안표준단면은<표 5.7-9>와 같고 호안표준단면도는<그림 5.7-1>~<그림 5.7-5>와 같다.

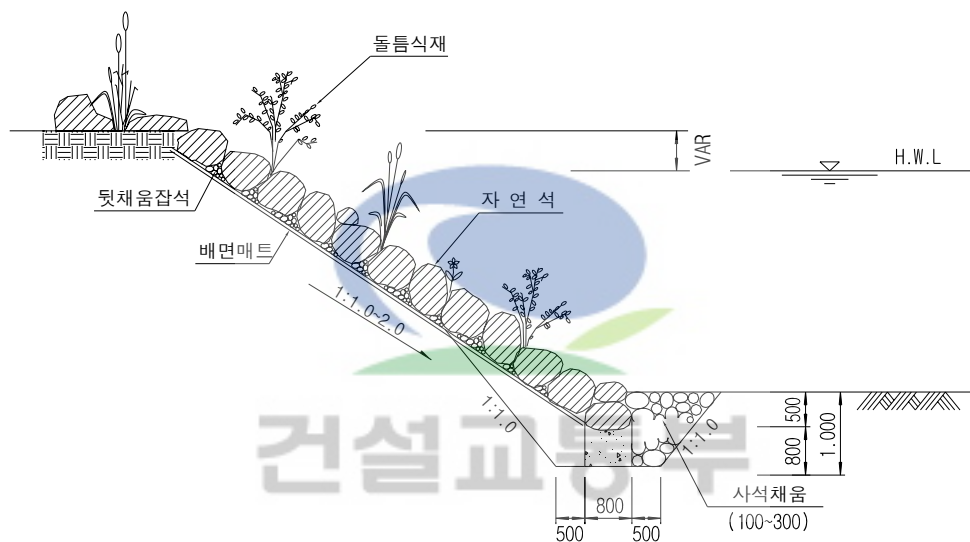
<표 5.7-9> 계획지구별 제방표준단면

하천명	지구명	구 간 (No.)	연장 (m)	계 획 홍수량 (m³/s)	평균유속 (m/s)	소류력 (kg/m²)	적 용 호안공법	비 고
홍 성 천	홍 성	0+20 ~ 2+60	240	123	2.03 ~ 3.89	2.58 ~ 14.59	TYPE-H	
	별 말	5 ~ 11+70	670	108	1.94 ~ 4.18	3.55 ~ 18.56	TYPE-B,C	
	옥 굴	6+70 ~ 15+40	870	98 ~ 108	2.29 ~ 3.94	4.29 ~ 18.56	TYPE-B,C	
	옥 암	14+30 ~ 15+60	130	98	2.60 ~ 3.94	5.23 ~ 16.65	TYPE-B,C	
	고 호①	0+20 ~ 2+60	240	123	2.03 ~ 3.89	2.58 ~ 14.59	TYPE-H	
	고 호②	4+10 ~ 4+60	50	123	2.65 ~ 3.41	6.33 ~ 10.41	TYPE-H	
	고 호③	5+30 ~ 6+70	140	108	2.07 ~ 2.77	4.17 ~ 7.77	TYPE-B,C	

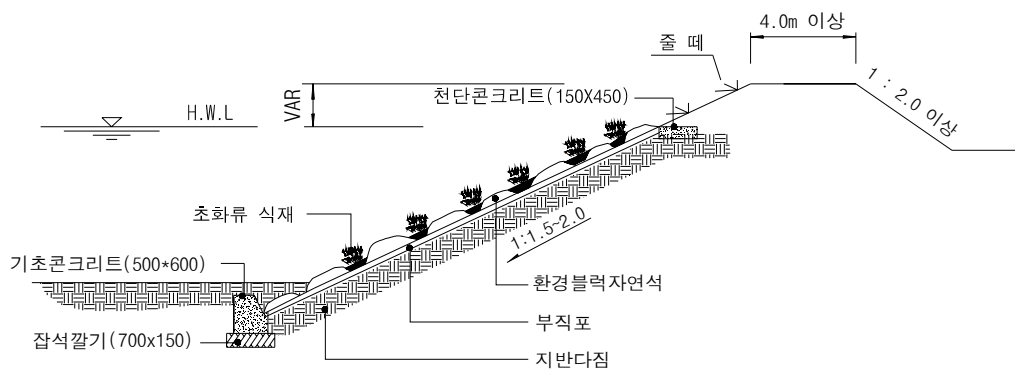
자연형호안표준단면도(1)



친환경 돌망태 (TYPE "A")



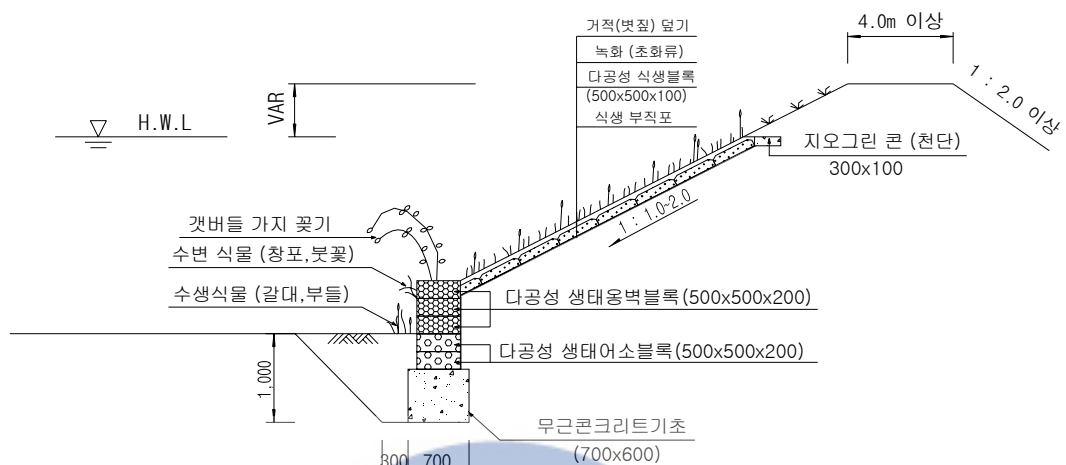
자연석쌓기 (TYPE "B")



환경블럭자연석 (TYPE "C")

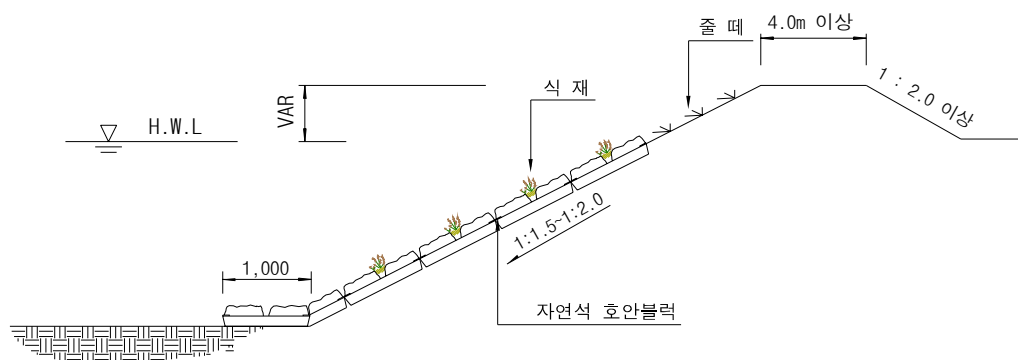
<그림 5.7-1> 자연형호안 표준단면도(1)

자연형호안표준단면도(2)



식 생 호 안 (TYPE "D")

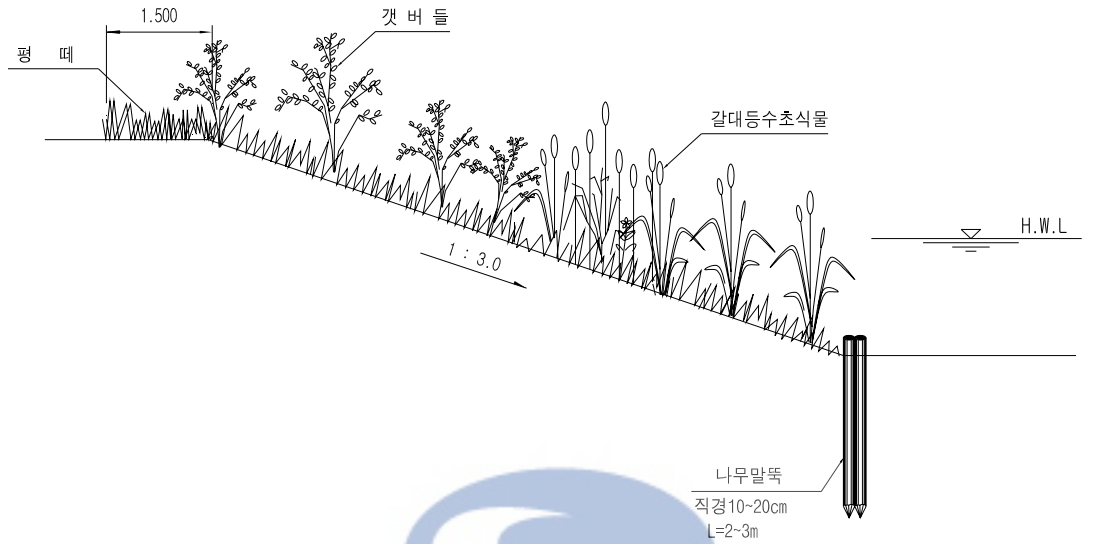
건설교통부



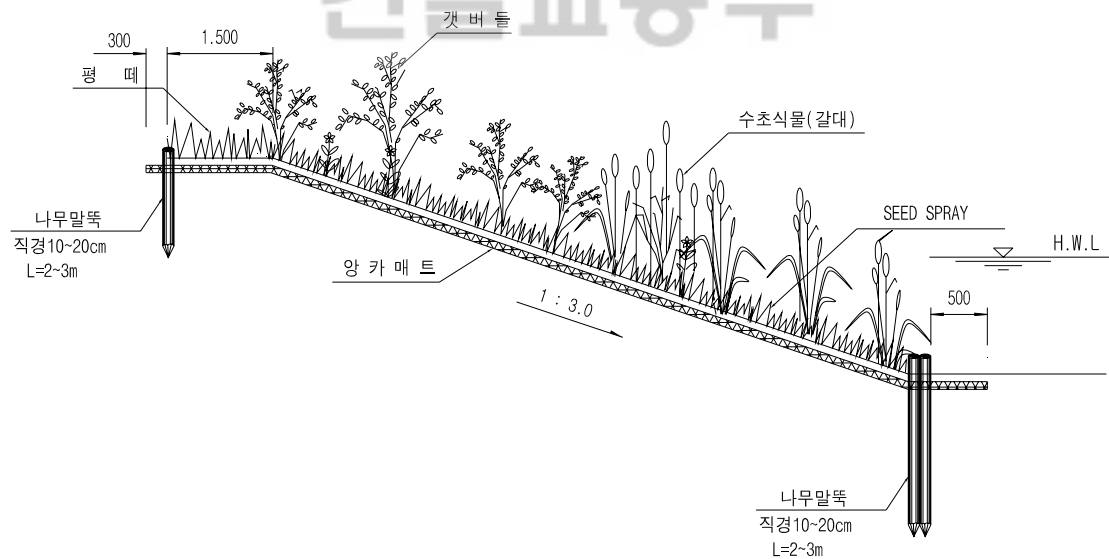
자연석 호안블럭 (TYPE "E")

<그림 5.7-2> 자연형호안 표준단면도(2)

자연형호안표준단면도(3)



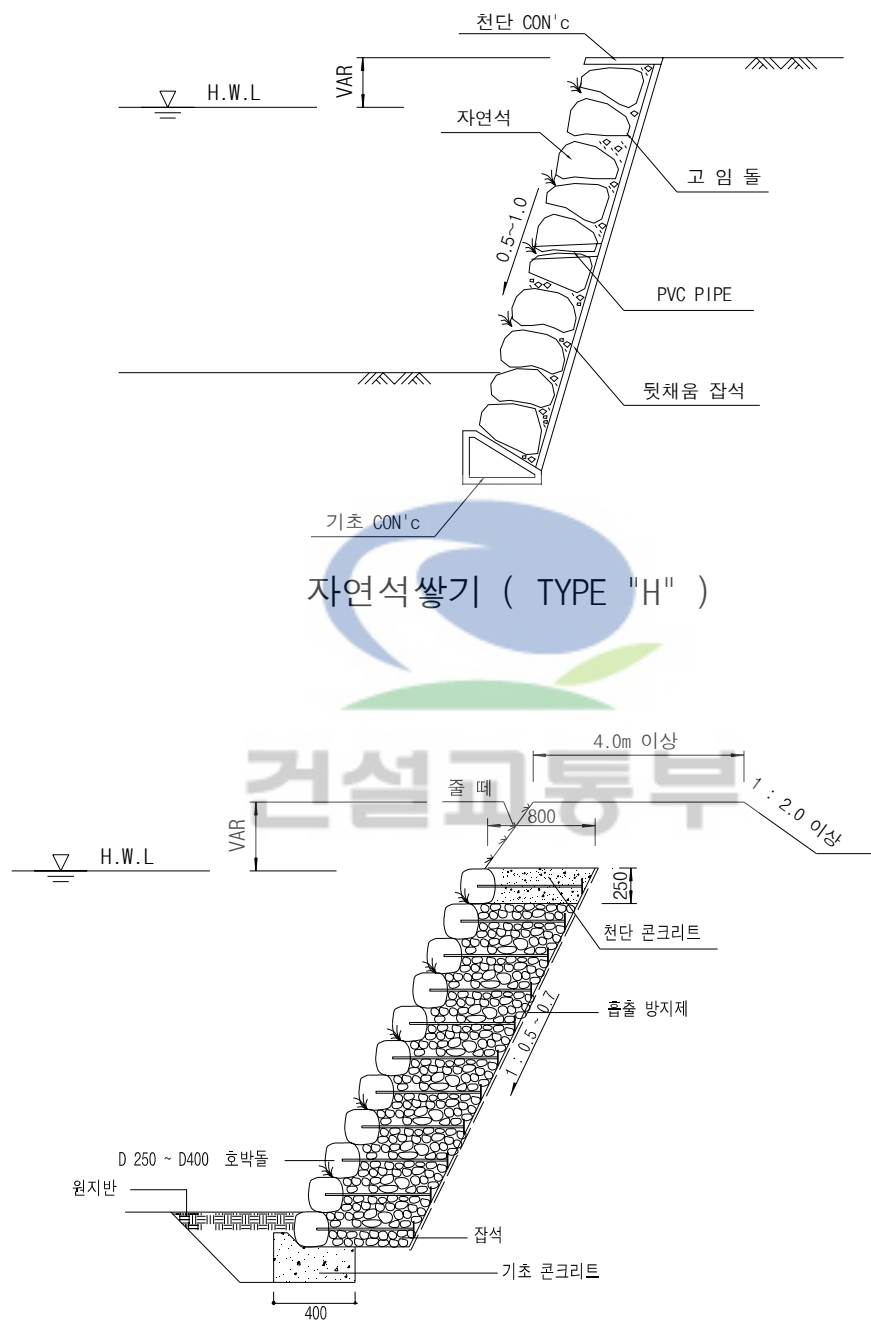
식 생 호 안 (TYPE "F")



양카매트 + SEED SPRAY (TYPE "G")

<그림 5.7-3> 자연형호안 표준단면도(3)

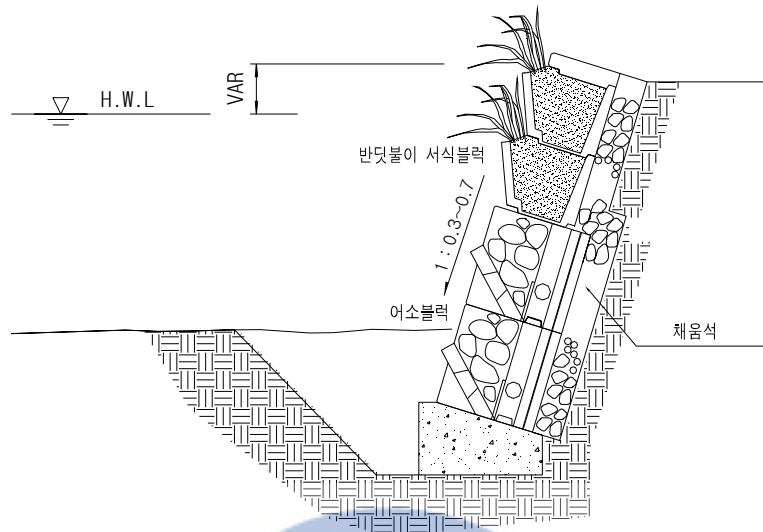
자연형호안표준단면도(4)



메쌓기 (호박돌) (TYPE "I")

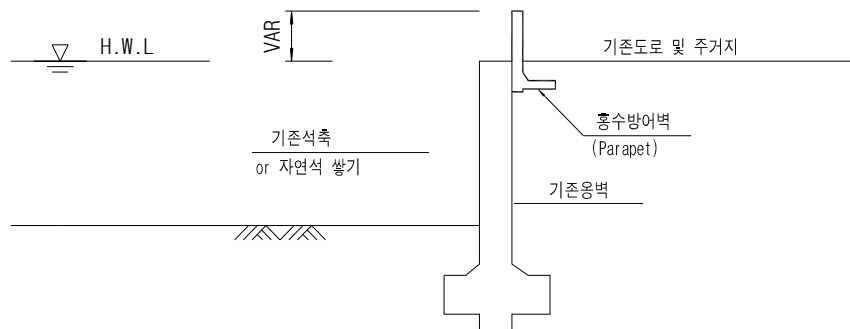
<그림 5.7-4> 자연형호안 표준단면도(4)

자연형호안표준단면도 (5)



생태블럭 (TYPE "J")

건설교통부



홍수방어벽 (TYPE "K"), 보축구간

<그림 5.7-5> 자연형호안 표준단면도(5)



<표 5.7-10>

호안공법 비교표

구 분	자연형 블록계 호안	자연석계 호안		망태계 호안
	환경(식생)블록 호안	돌붙임 호안	돌쌓기 호안	매트리스계비온, 돌망태 호안
개념도				
시공사례				
장 점	• 재료구입 및 시공이 용이. • 친환경적으로 생태환경의 연속성 확보. • 전면의 자연석 문양으로 자연미와 경관성 확보. • 유속이 빠르고 급구배 경사지에 적합. • 안정성을 유지할 수 있도록 블록사이의 조립연결	• 돌붙임과 쌓기틈새의 수초식재에 의한 유수의 수충 및 침식으로부터 호안 보호기능 • 갯돌 돌붙임으로 사면을 보호하므로써 수충부 및 급류부에 안정성이 큼 • 갯돌 틈새의 식생에 의한 자연경관 보전가 • 유속이 빠른곳에 적용	• 갯돌 쌓기에 의한 하안부 및 하상부 보호기능 • 갯돌을 메쌓기하여 틈이 많아 어류나 수생곤충의 훌륭한 생식장 및 피난처 제공 • 갯돌 쌓기 틈새에 식생이 가능하여 자연경관 보전. 창출 • 주변 석산이 있는 경우 경제적 • 유속이 빠른곳에 적용	• 망태속에 돌을 채워 하안 및 하상을 보호 • 채움석의 공극은 어류의 서식처 및 식생공간 제공 • 시공비가 저렴하고 시공경험 풍부 • 굴요성이 좋아 하상변동에 적응성이 양호
단 점	• 식재 초기 복토 유실 우려 • 호우시 시공불가 • 호안 법면경사 1:1.5 이상 적용으로 하폭이 좁은 소하천에서는 적용 곤란 • 곡선구간에는 정밀시공 요구	• 연약지반 설치시 기초 및 시공이 어렵다. • 우수침투에 대한 배면토 사 유출 우려(매트로 유출방지) • 타공법에 비해 시공이 복잡 • 공기가 길고 공사비가 고가 • 호안 법면경사 1:1.5~1:2.0 이상 적용으로 하폭이 좁은 소하천에서는 적용 곤란	• 재료 구득 곤란 및 또다른 환경파괴 논란 • 세굴 및 침식에 취약 • 호안 법면 경사 1:2.0 이상시 경제성 떨어짐 • 품질 관리 및 공정관리의 어려움	• 인력으로 시공하므로 시공속도가 느리다. • 호우시 시공불가 • 쓰레기 등의 잡물결림으로 미관 불량 • 부분파손으로 연쇄적인 피해 가중(안전 및 구조적 결함)
생태적 효과	• 어류, 수생 곤충 서식 보통 • 식생 양호	• 어류, 수생 곤충 서식 보통 • 식생 양호	• 어류, 수생곤충 서식양호 • 주변 서식 식생 발육 양호	• 채움석의 공극은 어류의 서식처 및 식생공간제공 • 식생 양호
적용호안	TYPE-C, D, E	TYPE-B	TYPE-B, H	TYPE-A

5.7.2 배수시설물 계획

본 과업대상 하천의 개수계획지구 중 배수시설이 필요한 지구에 대해서는 저지대 농경지 배수지역과 고지주거지역 배수지역으로 구분하여 전설 “5.6 기존시설물 능력검토”에서 분석한 것과 같은 방법으로 신설배수문 단면을 결정하였으며 배수시설의 최소규격은 유지관리 등을 고려하여 $\phi 800\text{mm}$ 이상으로 계획하였다

<표 5.7-11>

신설배수문 현황

하천명	지구명	계 획 배수문	측 점 (No.)	좌우 안별	집수 면적 (km^2)	단면검토(m^2)		구조물 계 획	비 고
						소요 단면	계 획 단면		
홍 성 천	별말	문2-1	5+15	우	0.01	0.04	0.79	$\phi 1000 \times 1$	
	별말	문2-2	6+10	우	0.01	0.04	0.50	$\phi 800 \times 1$	
	별말	문2-3	10+40	우	0.02	0.15	0.50	$\phi 800 \times 1$	
	옥골	문3-1	6+70	좌	0.01	0.04	0.50	$\phi 800 \times 1$	
	옥골	문3-2	8+50	좌	0.02	0.15	0.50	$\phi 800 \times 1$	
	옥골	문3-3	11+60	좌	0.05	0.37	0.50	$\phi 800 \times 1$	
	옥암	문4-1	14+35	우	0.27	2.01	2.25	$1.5 \times 1.5 \times 1$	

주) 소요단면 = 계산단면적 $\times$ 여유율(20%)

5.7.3 내수처리계획

내수침수는 유역의 개발에 따른 수문량의 증가 또는 배수시설의 미비로 발생하며 내수처리계획은 내수침수로부터 인명과 재산을 보호하기 위하여 수립한다
내수처리방법은 자연배수방법, 강제배수, 자연·강제배수의 조합으로 구분할 수 있으며 일반적으로 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다

내수처리방법 결정시 고려사항
○ 대하천의 하류부에 인접한 지역과 같이 본류 홍수의 지속시간이 길고 홍수위가 높은 경우에는 강제배수가 유리하다 ○ 토지이용도가 높고 제내지의 표고가 낮은 곳에서는 강제배수가 유리하다 ○ 내수유역이 비교적 작고 평지가 대부분인 곳에서는 자연배수가 유리하나 토지이용도에 따라서 보조시설로서 강제배수도 가능하다 ○ 본류의 유하능력에 대한 여유를 검토하여야 한다 저지대의 유출량을 강제로 본류에 유입시키면 배수의 영향으로 인해 상류 홍수위가 상승하여 새로운 문제를 야기할 수도 있기 때문이다.

금회 과업대상 유역은 배후지가 대부분 산지로 별도의 배수펌프장 계획은 수립하지 않고, 신속한 홍수배제에 지장을 초래하는 요인들을 제거하는 하천개수 사업을 통해 외수위의 신속한 저하를 도모하고 아울러 배수시설의 규모 결정요인인 계획배제 시간을 단축하여 외수위 저하에 따른 신속한 내수배제가 가능토록 하였다.

5.7.4 기타 하천공사계획

1) 하천시설물 유지관리

장래 과업대상 하천에서의 모든 행위는 하천관련법령과 하천설계기준 및 본 기본계획서에 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

가. 제 방

제방의 구조는 “5.7.1 제방 및 호안”에서 기술한 수치를 만족해야 한다

- 제방에 도로를 설치할 경우
 - － 제방의 정규단면을 손상시키지 않는 범위내에서 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.
- 제방에 구조물을 설치할 경우
 - － 제방을 관통하는 구조물은 법선에 직각방향으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.
 - － 독마루에 지지 구조물을 설치하지 말고 설치 구조물 수량을 최소화한다
- 제방의 독마루 폭 및 비탈면 유지와 제체의 균열이나 누수방지를 위하여 계속적으로 유지관리를 하여야 한다
- 비상주차대
 - － 비상주차대는 제방의 관리나 방재활동시 공사용 차량이 대기할 수 있는 시설로서 제방연장 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.

나. 호 안

(1) 호안설치시 유의 사항

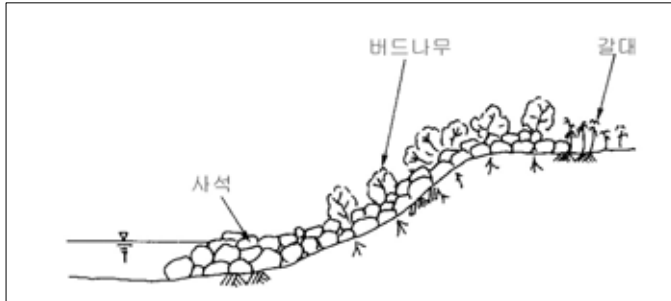
- 호안계획시 고려사항
 - － 사용재료확보 용이성
 - － 시공성 및 경제성
 - － 내구성, 내마모성
 - － 조도 및 세굴에 대한 굴요성(Flexibility)
 - － 가능한 환경호안 선정
- 고수호안설치 상단은 계획홍수위까지를 원칙으로 한다

(2) 석재의 규격 검토

하천 호안에 석재를 사용하는 경우 유수력에 대해 안전한 석재의 크기를 정량적으로 규명하기가 곤란하여 현재까지 국내에서는 경험 및 이론적인 방법으로 설

계를 하고 있는 실정이다 호안공법에 따른 석재 규격의 결정은 일본에서 발행한 「호안의 力學設計法(’99. 山海堂)」에서 다음과 같이 제시하고 있다

▶ 돌 붓기공 석재규격



돌 붓기공에 적용하는 석재의 규격은 미육군 공병단에서 제안한 유속에 따른 석재소요직경(Dm) 및 중량(W) 산정공식을 적용하여 산정한다

※ 미 육군 공병단식

$$W = \frac{\pi}{6} Dm^3 \cdot \gamma_s$$

$$Dm = \frac{K V_0^2}{E_1^2 \times 2g \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right)}, \quad K = \frac{1}{\cos \Theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \Theta}{\tan^2 \emptyset}}}$$

여기서, Dm : 사석의 평균입경(m)

V₀ : 대표유속(m/s)

g : 중력가속도(9.8m/s²)

ρ_s : 사석의 밀도(t/m³)

ρ_w : 물의 밀도, $\frac{\rho_s}{\rho_w}$ 는 통상 2.65 정도임(t/m³)

K : 사면경사에 따른 계수

E₁ : 노출 0.86, 파묻힌돌 1.20

Θ : 사면경사각

∅ : 사석의 수중안식각(자연석 38°, 깎돌 41°정도)

γ_s : 사석의 단위중량(2.65t/m³)

단, 호안 피복공에 작용하는 저항력으로는 양력과 유체력이 있으며 유속과 밀접한 연관성을 갖고 있으나 호안설계시 작용하는 대표유속(V₀)은 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$V_0 = \alpha \cdot V_m$$

여기서, V_0 : 대표유속(m/s)

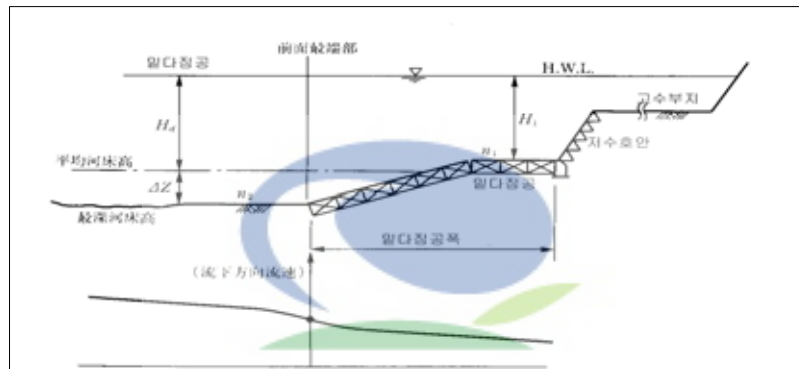
V_m : 평균유속(m/s)

α : 보정계수

<표 5.7-12>

보정계수(α)

구 분		α	비 고
직선부에서 사주발생 하도구간		$1 + \frac{\Delta Z}{2H_d} \quad (\alpha \leq 2)$	H_d : 계획홍수위 - 평균하상고 ΔZ : 평균하상고 - 최심하상고
만 곡 부	외 측	$1 + \frac{\Delta Z}{2H_d} + \frac{B}{2r} \quad (\alpha \leq 2)$	B : 하폭(저수로폭)
	내 측	$1 + \frac{B}{2r} \quad (\alpha \leq 1.6)$	r : 곡률반경



<그림 5.7-6> 밀다점공 일반도

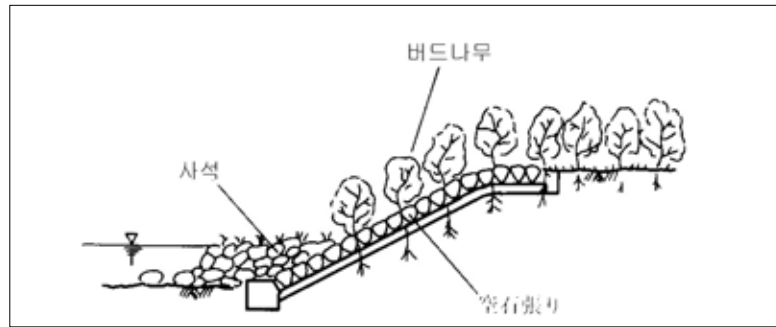
<표 5.7-13>

돌보시기공의 유속별 석재 직경

(단위:cm)

구 분	사면경사	계 수 (K)	대 표 유 속(m/s) (평균유속 × α)							비 고
			0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	
갯 돌 (노 출)	1 : 1.5	1.873	2	8	18	31	49	70	96	
	1 : 2	1.367	1	6	13	23	36	51	70	
	1 : 2.5	1.213	1	5	11	20	32	46	62	
	1 : 3	1.141	1	5	11	19	30	43	58	
	1 : 4	1.076	1	5	10	18	28	40	55	
	1 : 5	1.048	1	4	10	18	27	39	54	
	1 : 6	1.033	1	4	10	17	27	39	53	
	0	1.000	1	4	9	17	26	38	51	
자연석 (노 출)	1 : 1.5	2.305	2	10	22	39	60	87	118	
	1 : 2	1.455	2	6	14	24	38	55	75	
	1 : 2.5	1.254	1	5	12	21	33	47	64	
	1 : 3	1.165	1	5	11	19	30	44	60	
	1 : 4	1.088	1	5	10	18	29	41	56	
	1 : 5	1.055	1	4	10	18	28	40	54	
	1 : 6	1.038	1	4	10	17	27	39	53	
	0	1.000	1	4	9	17	26	38	51	

▶ 자연석 놓기 공법의 석재규격



$$D_m \geq \frac{V_0^2}{[\{6.0 + 5.75 \log (Hd/Ks) \}^2 \tau_{*sd} \times S \times g]} \times (1 + \alpha)$$

여기서, D_m : 자연석 직경(m)

V_0 : 대표유속(m/s) = $\alpha \cdot V_m$

V_m : 대표유속(m/s)

Hd : 설계수심(m)

Ks : 상당조도(1.164적용)

$$\tau_{*sd} : \tau_{*d} \times \cos \theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \theta}{\tan^2 \phi}} = 0.05 \times \cos \theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \theta}{\tan^2 \phi}}$$

τ_{*d} : 부재에 작용하는 무차원 전단력(0.05)

θ : 사면각도

ϕ : 재료의 수중 안식각(자연석 38°, 깎돌 41°)

α : 안전율(0.3~0.5이나 0.3적용)

S : 하상재료의 수중비중(1.65)

g : 중력가속도(9.8m/s²)

<표 5.7-14>

자연석 놓기 공법의 유속별 석재 직경(D_m)

(단위:cm)

구 분	수심 $Kd(m)$	사면경사	τ_{*sd}	대표유속(V_0) (m/s)						비 고
				2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	
깎 돌	3	1 : 2	0.0366	13	20	28	38	50	64	
		1 : 3	0.0438	10	16	24	32	42	53	
	4	1 : 2	0.0366	11	17	24	33	43	54	
		1 : 3	0.0438	9	16	24	32	42	53	
자연석	3	1 : 2	0.0344	13	21	30	41	54	68	
		1 : 3	0.0429	11	17	24	33	43	54	
	4	1 : 2	0.0344	11	18	26	35	45	57	
		1 : 3	0.0429	9	14	20	28	36	46	

(3) 유지관리

- 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
- 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

다. 배수문 및 배수관**(1) 설치시 유의 사항**

- 설치위치
 - － 수충부나 연약지반이 아닌 안정된 지반
 - － 퇴적과 세굴이 없는 곳
 - － 하폭이 안정된 곳
 - － 하천 횡단 구조물 지점은 가급적 배제
 - － 취수 및 배수가 양호한 곳
 - － 제방안전에 지장을 주지 않은 곳
- 규모결정은 배수목적 배후지의 중요도 등을 고려하여 결정하되 신설 배수문 능력 검토란의 공식을 참고할 것

(2) 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

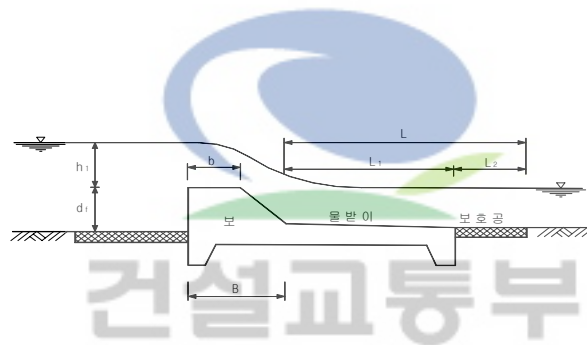
라. 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 하천의 수위조절 용수취수, 하상세굴방지, 하상저하방지, 국부 세굴방지, 구조물 보호, 유황개선 등의 목적으로 설치되는 구조물이다

■ 설치지점

- ① 직선수로와 하상이 안정되어 있는 곳
- ② 기초지반이 양호하고 상·하류 영향이 적은 곳
- ③ 구조상 안전하고 홍수소통이 원활한 지점
- ④ 계획홍수량을 유하시키는데 충분한 하폭을 가진 지점
- ⑤ 구조물의 안정성 확보지점
- ⑥ 시공성, 경제성이 우수한 곳

(1) 보



가) 보마루 표고 결정

- 보마루 표고는 하천의 소요 통수단면적을 충분히 확보하고 각종 설치목적의 소요용수량을 취수할 수 있어야 한다

보마루 표고 = 계획취수위 - { (갈수량-취수량)의 월류수심 } + 여유고

- 가동보의 바닥 표고는 원칙적으로 계획하상고와 일치시키며 배사구를 설치한다.

나) 보 마루폭(b) 및 하단폭(B) (Bligh식 적용)

$$b = 0.55(\sqrt{H} + \sqrt{h_1}), \quad B = \frac{H + h_1}{\sqrt{r}}$$

여기서, b : 보 마루폭(m)

- B : 보 하단폭(m)
 h_1 : 월류수심(m)
 H : 배사구 높이(m)
 r : 콘크리트 단위중량(보통 2.3ton/m^3 사용)

다) 하류측 물받이 길이

$$L_1 = 0.6 \times C \times \sqrt{H_a}$$

여기서, L_1 : 하류측 물받이 길이(m)

C : Bligh 계수

H_a : 하류측 물받이 상판끝에서 보마루까지의 높이(m)

<표 5.7-15>

Bligh 계수

기 초 지 반	Bligh의 C값
아주 잔모래 또는 개흙(0.05~0.1mm)	18
잔모래(0.1~0.25mm)	15
굵은모래(0.5~1.0mm)	12
자갈과 모래 혼합	9
호박자갈 모래	4~6

라) 물받이 두께(TA)

$$T_A = a[0.1 + 0.1 \times (q \times f)^{1/2}]$$

여기서, T_A : 물받이 두께(m)

a : 토질재료에 의한 계수

q : 보의 단위폭당 유량($\text{m}^3/\text{sec/m}$)

f : 안전계수

<표 5.7-16>

토질재료에 의한 계수

구 분	막돌 콘크리트	콘크리트	철근 콘크리트	비 고
암	0.80	0.60	0.40	ø13mm
보통흙	1.20	1.00	0.60	ø16mm
연한흙	1.50	1.20	0.70	ø19mm

마) 바닥보호공 길이(L2)

$$L_2 = L - L_1$$

$$L = 0.66 \times C \times F \times \sqrt{H_a \times q}$$

여기서, L_2 : 바닥보호공 길이(m)

L_1 : 하류측 물받이 길이(m)

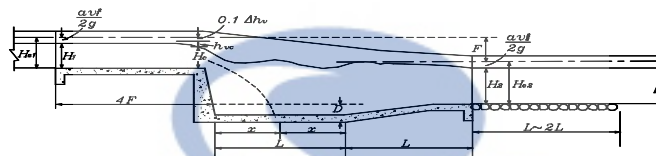
C : Bligh 계수

F : 안전율

H_a : 하류측 물받이 상판끝에서 보마루까지의 높이(m)

q : 단위폭당 계획홍수량($\text{m}^3/\text{sec} \cdot \text{m}$)

(2) 낙차공



가) 월류수심 계산(완전월류, 장방형)

$$H_c = \left(\frac{aq^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}} = \frac{2}{3} H_e$$

$$q = 1.62 \cdot H_e^{\frac{3}{2}}, H_e = \left(\frac{q}{1.62} \right)^{\frac{2}{3}}, Q = qb$$

여기서, Q : 전유량(m^3/sec)

q : 단위폭당 유량(m^3/sec)

g : 중력가속도($9.8\text{m}/\text{sec}^2$)

H_c : 한계수심(m)

H_e : 비에너지(m) = 월류수심(H_1)+접근수두($\frac{av_1^2}{2g}$)

a : 에너지 보정계수(1.1)

b : 낙차부 폭(m)

나) 정수지 계산

① 물받이 길이 계산(L)

$$Y = \frac{1}{2} g t^2 = H + \frac{H_c}{2}$$

$$x = Vt = V \left(\frac{2Y}{g} \right)^{\frac{1}{2}}$$

여기서, Y : 낙차부 하류바닥에서 낙차수 중심까지 높이(m)

t : 낙하시간(sec)

V : 낙차부에서 평균유속(m/sec) = $\frac{q}{H_c}$

g : 중력가속도(9.8m/sec²)

H : 낙차부 높이(m)

H_c : 한계수심 = 월류부수심(m)

x : 낙차수 중심까지 거리(m)

$\frac{H_c}{2}$: 낙구 월류수심의 1/2을 적용

정수지 길이는 낙차수까지 거리의 2배를 취한다. ($L = 2x$)

② 물받이 깊이(D)

$$D = \frac{1}{2} H_{e_1} (H_{e_1} - H_{e_2})^{\frac{1}{2}}$$

여기서, H_{e_1} : 상류의 비에너지(m)

H_{e_2} : 하류의 비에너지(m)

$$\text{단, } \frac{1}{2} H_{e_1} (H_{e_1} - H_{e_2}) > D > \frac{1}{3} H_{e_1} (H_{e_1} - H_{e_2})$$

③ 물받이 바닥두께(T)

$$T = a[0.1 + 0.1 \{q(H_{e_1} - H_{e_2})\}^{\frac{1}{2}}] > 0.15$$

여기서, T : 물받이 바닥두께(m)

q : 낙차부에서 단위폭(1m)당 유량(m³/sec)

H_{e_1} : 상류의 비에너지(m)

H_{e2} : 하류의 비에너지(m)

a : 재료에 대한 계수

<표 5.7-17> 재료에 대한 계수

구 분	큰돌 콘크리트	콘크리트	철근 콘크리트
암	0.8	0.6	0.4
보 통 흙	1.2	1.0	0.6
연 한 흙	1.5	1.2	0.7

다) 상하류측 붙임수로 및 보호공

① 상류측 길이 = $4H$

여기서, H : 낙차공 높이(m)

② 하류측 길이 = $L \sim 2L$

여기서, L : 정수지 길이(m)

(3) 기타시설

○ 취수구

- 원칙적으로 취수구 위치는 취수보 직상류에 설치하며
- 취수유속은 0.6~1.0m/sec 정도를 취한다.

○ 배사구 및 침사지

- 보 상류에서 토사가 퇴적되지 않고 보 하류에 대한 토사 공급기능을 할 수 있어야 한다.

침사지 넓이(B) 및 최소길이(L)는 다음 식으로 결정한다

$$B = \frac{Q}{H \cdot V}, \quad L = \frac{KHV}{V_g}$$

기울기는 1/20 ~ 1/70

여기서 Q : 취수량(m^3/sec)

H : 수심(m)

V : 유속(m/sec)

K : 안전계수(1.5~2.0)

V_g : 한계 침강속도(m/sec)

마. 어 도

(1) 어도의 정의

어도란 하천수의 이수 및 치수를 위한 수리구조물(댐, 보, 낙차공 등)을 설치하면서 단절된 하천내 어류의 원활한 이동이 가능토록 만들어진 수리구조물로서 하천내 단절된 생태적 서식처(Biotop)를 연결해주는 수리구조물이라고 정의할 수 있다.

수산업법(법령집 29권 제27편 수산)의 제74조와 제79조, 수산자원보호령(법령집 29권 제27편 수산) 제12조, 제31조에 수산 동식물의 번식 보호를 위하여 하천횡단 구조물에 어도 등을 설치토록 하여 어류의 이동을 원활히 하도록 하고 있다

(2) 어도의 설치목적

어도는 하천내의 어류의 이동을 원활하게 하여 어류의 서식처간의 이동이 가능하도록 하는 것이 주된 목적이며 최근에는 어도 설치의 목적을 여러 가지 방향으로 고려하고 있다.

즉 어도를 설치함으로 인해 인간이 얻는 부가적인 이익, 예를 들어 수산자원의 확보와 친수적인 목적으로 어도에 관찰시설 같은 부가기능을 설치하여 일반인들의 관광효과와 학생들의 교육효과를 고려하는 경우도 선진국에서는 이미 시행되고 있기 때문이다.

이와 같이 오늘날 어도의 설치목적은 단순히 이동경로의 확보만을 생각하는 것이 아니라 그와 함께 인간과 하천환경의 조화라는 관점에 목적을 두어야 한다

(3) 목적별로 분류한 어도의 종류

설치된 어도가 아래의 5가지 목적을 모두 겸하고 있는 경우도 있으며 하천좌·우안별로 소상용 어도와 강하용 어도를 각각 설치하는 경우도 있다

채집용 어도는 어류의 공간이동이나 실험을 위하여 어종을 채집하기 위해 설치하는 경우를 말한다. 관찰용 어도는 어도구조물 측면에 유리를 끼운 관찰창이 부착된 형태로서 이 곳에는 어도 일부구간의 측면쪽에 어도 관찰실을 만들어놓고 통과하는 물고기가 반드시 관찰창 근처를 통과하도록 고안되어 이 곳을 찾는 일반인들의 관광지 기능도 하고 있다

<표 5.7-18>

어도의 설치목적별 분류

분 류	목 적	비 고
소상용(遡上用) 어도	소상어류를 위한 용도	주기능
강하용(降下用) 어도	강하어류를 위한 용도	주기능
채집용(採集用) 어도	어류를 채집하기 위한 용도	부가적 기능
선별용(選別用) 어도	어종의 선별을 위한 용도	부가적 기능
관찰용(觀察用) 어도	어류의 관찰을 위한 용도	부가적 기능

(4) 어도의 형식결정

가. 어도형식 결정시 고려사항

어도형식의 선정에 있어서는 각 어도의 특징을 충분히 검토하고 아래와 같은 내용을 고려하여 적합한 형식을 선정한다

- 대상으로 하는 하천유량 수위의 범위
- 대표어종의 소상능력의 한계치
- 이용 어종의 다양성
- 어도 입·출구부의 수위변동
- 어도의 유량
- 입지조건 및 경제적 조건
- 어류소상의 자연성
- 경관 및 친수성

나. 어도의 형식분류

어도 형식을 구조적으로 분류하면 <표 5.7-19>과 같으며, 일반적으로 유지관리측면에서 유리한 풀식(Pool type), 수로식(Stream type) 및 운영조작식(Operation type) 등 3개 형식으로 분류된다.

어도의 형식중 운영조작식은 대부분 낙차가 큰 지점이나 저수지(댐)에서 적용하므로 금번 과업하천에서는 수로 및 하천에 일반적으로 적용하는 풀식 및 수로식을 대상으로 어도형식별 장단점을 비교하였다

<표 5.7-19>

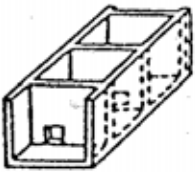
어도의 구조적 형식별 분류

분 류	풀 식 (Pool type)	수 로 식 (Stream type)	운영조작식 (Operation type)
구조적 형식	계 단 식 잠공(潛孔)식 Ice harbor식 Vertical slot식	순경사수로식 돌붙임(粗石付斜路)식 도류벽(導流壁)식 Denil식	갑문식 Borland식 Lift or Elevator식 Fish pump식
비 고	고정식	고정식	가동식

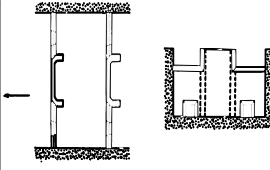
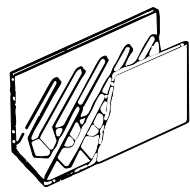
주) 어도설계실무(제 12회 수공학워크샵)

<표 5.7-20>

어도 형식별 장단점 검토

형 식	구 조	장 · 단점	설치된 모습	비 고
계단식 전면월류형	월류벽을 계단식으로 배치하여 월류벽과 월류벽 사이에 풀(pool)을 형성하는 형식으로 물의 흐름이 월류벽 전면을 통해서 흐르는 방식	- 중경사의 수로에 설치하며 공사비가 저렴하다. - 설치가 비교적 쉽고 시공사례가 많다. - 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 작을 때도 가능하며, 보의 높이가 높고 구배가 큰 곳에도 설치할 수 있다. - 유속이 빠르고, 낙차가 있으므로 유영력(遊泳力), 도약력(跳躍力)이 좋은 일부 어종만이 이용할 수 있어 어류의 이동에 비효율적임		
계단식 부분월류형	월류벽을 계단식으로 배치하여 월류벽과 월류벽 사이에 풀(pool)을 형성하는 형식으로 물의 흐름이 월류벽에 도류벽 등을 설치하여 일부분만을 통해서 흐르는 방식	- 중경사의 수로에 설치하며 공사비가 저렴하다. - 설치가 비교적 쉽고 시공사례가 많다. - 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 작을 때도 가능하며, 보의 높이가 높고 구배가 큰 곳에도 설치할 수 있다. - 어류의 유영을 효율적으로 하게 하는 구조물로서 기존의 계단식 어도의 단점을 보완함 - 어도의 유량조절장치가 없다.		
버티칼 슬롯식	격벽에 만들어진 연직의 간격(vertical slot)으로 빠지는 흐름에 의해서 각 풀(pool)이 연결되는 방식	- 어종이 다양하게 이동하여 효율적이다. - 중경사의 수로에 설치하며 공사비가 저렴하다. - 설치가 비교적 쉽고 시공사례가 많다. - 풀이 있어 소상중인 어류가 수시로 쉴 수 있고, 어도로 보낼 물이 작을 때도 가능하며, 보의 높이가 높고 구배가 큰 곳에도 설치할 수 있다.		
잠공식	계단식어도에 잠공을 설치하여 월류되지 않는 유량은 잠공으로 통과하게 하여 어류 소상이 가능하도록 함	- 계단식어도를 개량하여 저유량 및 최저유량에도 어류가 소상 가능하도록 함. - 흐름변동이 심하고 와류나 기포가 많이 생겨 이동에 지장을 초래		

<표 5.7-20> 계속

형 식	구 조	장 · 단점	설치된 모습	비 고
Ice Harbor식	○ 기존의 계단식어도 단점을 보완 ○ 박리현상을 줄이기 위해 헨치 설치	○ 유영력과 도약력이 약한 여러 어종에 적합 ○ 어류 소상시 쉴 수 있는 어류공간 ○ 어도길이가 길어져야함 ○ 어류의 몸체 손상우려		
순경사수로식	○ 경사수로에 유속을 줄이고 수심을 증가시켜 휴식장소를 주기위해 호박돌을 붙인 것	○ 유목(流木)이나 토사가 들어와도 제거가 쉽다. ○ 낙차가 적은 낮은 보 등에 설치하며, 공사비가 저렴하다. ○ 어도의 방류량이 많아 따로 유인수가 없어도 어류의 유인효과가 크고, 보의 수위 변동에 따라 어도의 수량(水量)과 유속이 변한다. ○ 시공사례가 많음. ○ 유속이 빨라 중간 중간에 어류가 쉴 수 있는 휴식장소를 만들어줄 필요가 있다.		
도류벽식 (사다리식)	○ 평면식 어도보다 낙차가 큰 보에서 폭 1m 내외의 경사수를 만들고 유속을 줄이기 위하여 감세공을 설치한 것	○ 수위차가 작은 보에서 주로 시공하고 있는 형식으로 평면식 어도보다 낙차(落差)가 큰 보에 설치한다. ○ 급구배의 좁은 장소에서 적은 예산으로 설치할 수 있다. ○ 시공사례가 많음. ○ 유속이 빨라 유영력(遊泳力)이 큰 일부 어종만 이용이 가능하다		
Denil식	○ 철판으로 제작한 저류판을 45°경사로 설치하여 유속 저감 및 수심 저하 효과	○ 주로 어도바닥을 이용하여 이동 ○ 유영력이 약한 어종에 적합 ○ 휴식공간을 최대한 살릴수 있음		
혼합식	○ 어도 형식들을 조합하여 하나의 어도로 만든 것으로 어류의 유영이 효율적임	○ 어도 형식들을 조합하여 어류의 유영이 효율적임 ○ 시공사례가 많아지는 추세임 ○ 수위차가 작은 보에서 공사비가 경제적이다.		

주) 어도설계지침(안)(2000. 12, 건설교통부)

(5) 어도위치 선정

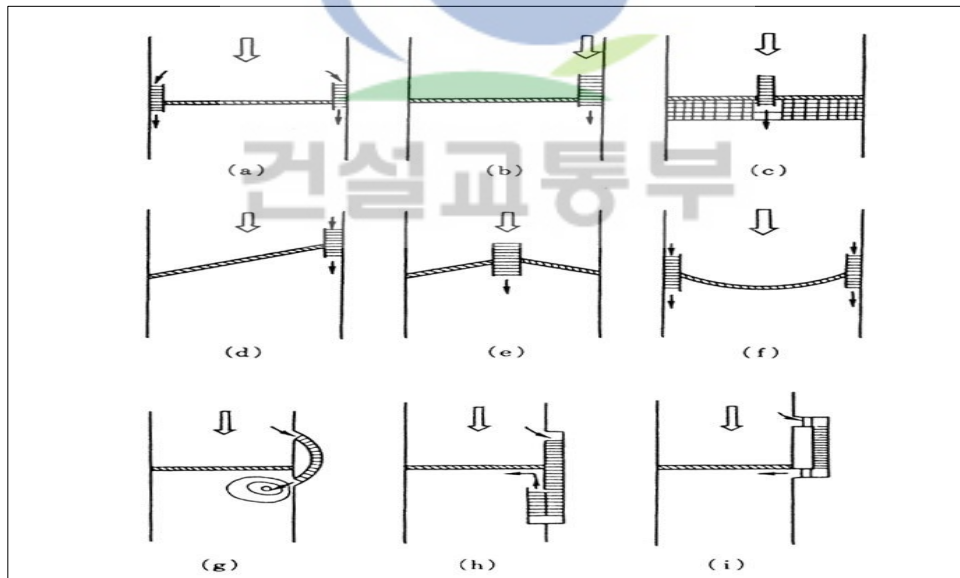
가) 일반사항

과거에는 어도의 규모가 클수록 어류의 소상환경이 양호하다는 생각이 지배적이었으나, 어도는 규모보다는 어류의 이동경로에 어도를 설치할 때 어류의 소상효과가 크게 나타나게 된다. 따라서 효율적인 어도의 설계를 위해서는 취수로나 낙차공 직하류의 하천 흐름을 파악하여 어류의 일반적인 거동특성을 조사해야 한다

다음은 어류의 일반적인 거동 특성을 요약한 것이다

- 소상어는 흐름에 대하여 정방향의 주행특성을 가지고 있으며 일반적으로 양쪽 하안부를 통하여 이동
- 강한 흐름을 피하고 유수의 경계면을 통하여 이동
- 조용하고 일률적인 흐름에서는 비교적 빠른 흐름으로 이동
- 복잡한 난류, 기포 등의 흐름에서는 조용한 흐름으로 이동

다음 <그림 5.7-7>과 <그림 5.7-8>은 어도설치 위치의 적절한 예와 부적절한 예를 나타내고 있다.

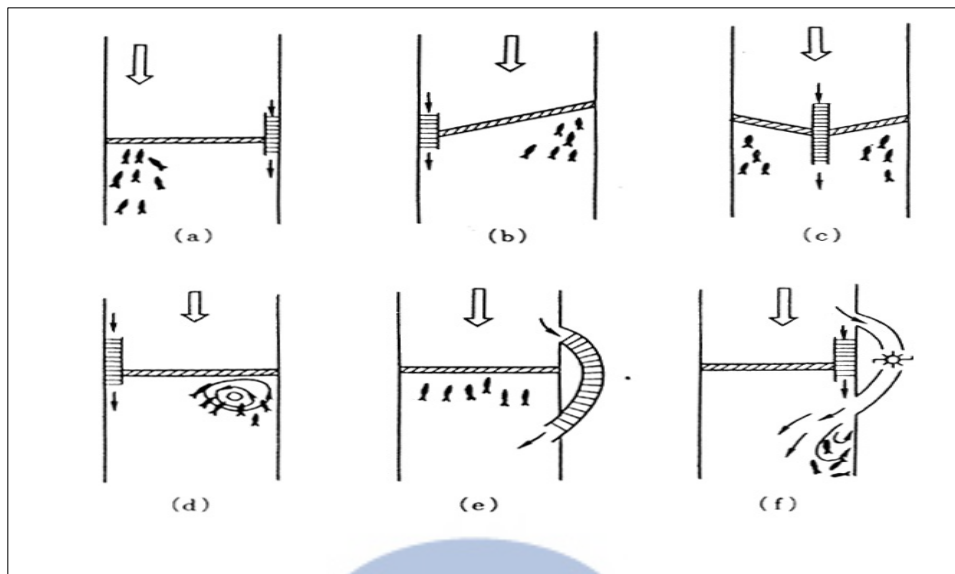


출처) 中村中六, 1994, 『魚道の設計』, 東京:財団法人 ダム水源池環境整備センタ.

<그림 5.7-7> 어도의 입구가 적절한 예

<그림 5.7-7>의 (a)는 장애물에 연하여 좌, 우안 어느 쪽으로 이동하여도 좌 우 양안에 어도가 위치하여 소상 가능한 환경을 제공할 수 있다 (b)는 주 흐름상에 어도가 위치하고 있고, (c)는 어도가 중앙에 위치하고 있지만 직하류 하상 보호공의 중앙부를 낮게 하여 중앙부에 주 흐름이 생기고 어도의 입구가 보축 하류에

있어 어도를 찾을 수 있다. (d), (e), (f)는 어류의 이동특성 결과 어도 입구로 모일 수밖에 없다. (g), (h), (i)는 어도를 우회시킨 경우로 어느 경우든 어도의 입구를 구조물의 직하류에 위치시켜 어류의 소상여건을 개선한 예이다



출처) 中村中六, 1994, 『魚道の設計』, 東京:財団法人ダム水源池環境整備センタ.

<그림 5.7-8> 부적정한 어도의 위치

<그림 5.7-8>의 (a)는 주 흐름의 반대방향에 어도가 설치되었으며, 그림 (b), (c)는 구조물의 직하류 도수나 단차를 피하며 상류로 이동함에 따라 어도가 없는 좌안 또는 양안으로 고기가 모이게 된다 (d)는 어도가 위치한 반대편에 깊은 순환류가 발생되어 고기가 체류되는 형태이고, (e)는 어도 입구를 찾지 못한 고기가 구조물 직하류에 모여 있으며, (f)는 발전 방류되는 강한 흐름에 의한 측면의 순환류에 고기가 체류되어 있는 형태로, 대체로 상기 서술한 (a)~(f)의 기본적인 어류특성을 따르지 않는 어도의 형태이다

나) 어도 위치

어도 위치의 최우선 조건은 어류의 유도 및 진입이 용이하여야 한다 그러나, 어도의 위치는 하도형상 및 월류상황 그리고 어도의 형식에 따라서 조금씩 달라지게 되므로 어도의 형식과 설치지점의 현지여건을 조사하여 소상어가 모이는 장소에 어도 입구를 설치하여야 하며 어도 입구에 집어장소가 형성되지 않을 경우에는 어도 입구에 유도설비를 만드는 방안도 있다

본 계획에서는 조사측량성과를 참조하고 현장조사를 실시하여 구조물별로 주

흐름이 형성되는 지점을 파악하여 어도설치 위치를 결정하였다

한편, 하천의 흐름은 매년의 홍수상황 및 하상변동 등으로 변화될 것으로 판단되어 장래 사업 시행시에는 금번 계획된 내용을 기준으로 시설물관리자지역주민의 의견을 반영하여 보다 심도 있는 어도형식 및 설치 위치 등을 재검토하여야 한다.

<표 5.7-21> 취수보 현황 및 어도설치 계획

하천명	시설물명	측 점 (No.)	기존 어도		어도 설치계획(유심부)			비고
			유/무	종류	좌안부	중앙부	우안부	
홍성천	무명보	5+20	무	-	-	-	-	제거
	옥암1보	9+77	무	-	○	◎	○	

주) ◎:양호, ○:보통, △:불량

<표 5.7-22> 상황별 어도선택 기준표

고려 사항 / 어도 형식	폴 타 입				수 로 식	
	계단식 (전면)	아이스 하바식	버티칼 슬롯식	잠공식	데널식	조석부 사로식
어도방류량(적은 경우)	○	○	○	○	○	×
어도방류량의 파악	○	○	○	○	○	△
보 상류의 수위변동	×	×	○	○	△	△
고낙차	△	△	×	×	○	×
어도내 유속분포의 다양성	△	△	△	△	○	○
유지관리비	△	△	△	△	×	○
경관 및 친수성	×	×	×	×	×	◎
조류피해방지	×	×	○	◎	○	×
토구 집어효과	△	△	△	△	△	○
휴식 Pool의 필요성	무	무	무	무	유	유

주) 농업기반 시설의 어도설치 현황과 개선방안(수자원학회지 2000년 3월호)

바. 교 량

- 과업대상 하천에 교량을 신설할 경우에는 본 보고서의 기존교량 능력검토란에서 기술한 경간장 및 여유고를 확보하여야 한다
- 잠수교 설치는 원칙적으로 금지하며, 기존잠수교도 일반교량으로 개량하여야 한다.
- 새로운 교량을 건설할 경우 수리모형실험을 실시하거나 교각에 의한 수위상승량을 계산하여 치수상 문제점 유·무를 검토하여야 한다.
- 수리모형실험을 실시할 수 없을 경우 기 발표된 공식을 이용하여 교각주변 세굴심을 산정하고 대책방안을 수립하여야 한다

5.8 치수경제성 분석

치수경제성 분석은 유역의 홍수범람 예상지구에 대한 치수사업의 경제성과 투자 효과를 분석하고, 이 결과를 이용하여 사업의 타당성과 하천개수사업의 우선순위를 객관적으로 기준을 정하여 합리적인 치수사업이 될 수 있도록 하는 절차이다.

본 절에서는 『치수사업 경제성방법연구 - 다차원 홍수피해 산정방법(2004, 건설교통부)』를 적용하여 금회 치수경제성 분석 대상지구에 대하여 비용편익분석(Cost-Benefit Analysis, CBA)을 수행하였다.

5.8.1 자산 및 피해액 조사

1) 조사대상지구

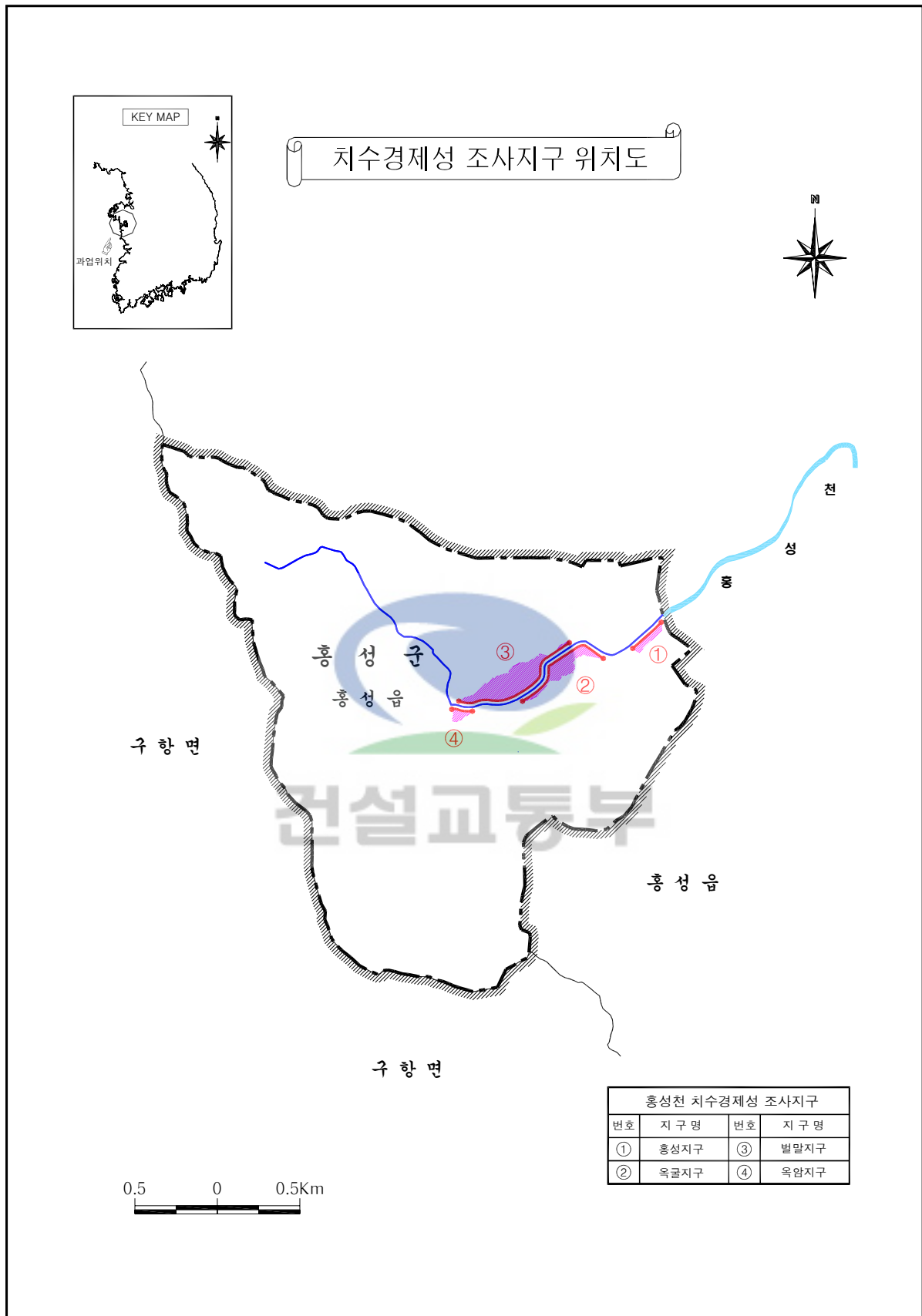
본 조사의 목적은 과업구간 내 홍수범람지구에 대하여 가옥가계자산, 농작물, 기타 제반자산 및 피해액 등을 조사하여 하천개수에 대한 적정투자규모와 경제성을 분석함으로써 하천개수시 투자우선순위와 합리적인 치수사업의 기본방향을 제시하는데 있다.

금번 계획의 치수경제성분석은 총 4개 지구, L=1,910m에 대하여 조사 분석하였으며, 조사대상 지구는 <표 5.8-1>와 같고 그 위치를 표시하면 <그림 5.8-1>과 같다.

<표 5.8-1>

치수경제성 분석대상지구(축제)

하천명	지구명	위 치	구 간 (No)	안별	연장 (m)	도면번호	비고
홍성천	홍성지구	홍성군 홍성읍 옥암리	0+20 ~ 2+60	우	240	홍성1	
	별말지구	홍성군 홍성읍 옥암리	5 ~ 11+70	우	670	홍성1,홍성2	
	옥굴지구	홍성군 홍성읍 옥암리	6+70 ~ 15+40	좌	870	홍성2	
	옥암지구	홍성군 홍성읍 옥암리	14+30 ~ 15+60	우	130	홍성2	
	계		4개 지구		1,910		



<그림 5.8-1> 치수경제성 조사지구 위치도

2) 침수피해조사

침수피해조사는 금회 실시한 지형현황측량의 1/2,500의 지형도와 1/5,000의 수치지도를 이용하여 홍수규모에 따른 홍수범람도를 작성하여 농경지,가옥 등의 피해면적을 조사하였으며 지구별 자산조사 내용은<표 5.8-2>와 같다.

<표 5.8-2> 지구별 침수피해조사

하천명	지 구 명	안별	구 분	단위	빈 도 별 침 수 피 해 현 황				
					20년	30년	50년	80년	100년
홍성천	홍성지구	우	답	ha	-	-	-	-	-
			전	ha	-	-	-	0.0001	0.001
			가옥	ha	-	-	-	-	-
			기타	ha	0.807	0.827	0.838	0.853	0.871
	별말지구	우	답	ha	2.071	2.072	2.073	2.073	2.073
			전	ha	0.701	0.744	0.775	0.805	0.823
			가옥	ha	0.341	0.351	0.364	0.380	0.389
			기타	ha	-	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
	옥굴지구	좌	답	ha	6.237	6.560	6.585	7.226	7.609
			전	ha	-	-	-	-	-
			가옥	ha	-	-	-	-	-
			기타	ha	-	-	-	-	-
	옥암지구	우	답	ha	0.387	0.498	0.534	0.570	0.587
			전	ha	-	-	-	-	-
			가옥	ha	-	-	-	-	-
			기타	ha	-	-	-	-	-

주) 보축지구의 자산조사는 빈도별 홍수위와 보축지구의 지반고를 조사하여 산정

5.8.2 행정구역별 대상자산 조사

지역특성은 일차적으로 특정지역이 가지고 있는 주거특성,농업특성, 산업특성으로 대분류되며, 각 행정구역별 지역특성을 반영하는 구체적인 자산산정 방법은 <표 5.8-3>에 나타내었으며, 이러한 지역특성에 관한 정보는 통계청과 같은 공공기관의 자료들을 이용하여 수집하였다

<표 5.8-3> 직접 피해의 대상자산과 피해액 산정방법

지역특성	세분류	자 료	산 정 방 법
주거 특성	건물 (동)	단독주택	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	
		연립주택	
	건물내용물 (세대)	① 가정용품 보급률 및 평균가격 ② 지역별 가정용품 평가액 ③ 읍면동별 세대수 세대수에 1세대당 평가단가를 곱하여 산정 (②×③, ①은 고려사항)	
농업 특성	농경지	전(면적)	① 매몰, 유실이 의한 피해액 ② 읍면동별 전답 면적 매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정(①×②)
		답(면적)	
	농작물	전(면적)	① 단위면적당 농작물평가단가 ② 읍면동별 전답면적 ③ 읍면동별 경작작물의 종류 논면적, 밭면적에 시군구별 단위면적당 농작물평가단가를 곱하여 농작물자산을 산정(①×②, ③은 고려사항)
		답(면적)	
산업 특성	유형자산(액)	① 산업분류별 1인종사자수당 사업체 유형·재고자산액 ② 읍면동별 산업분류별 종사자수 산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산 재고자산을 산정(①×②)	
	재고자산(액)		

1). 주거특성

가. 건물자산

건물자산가치를 구하는 식은 아래와 같으며 홍성읍의 건물면적에 건축단가를 곱해서 가옥자산을 산정하였다

$$\begin{aligned}
 \text{건물자산가지(원)} &= \text{단위면적별 건축형태별 건축단가(원/m}^2\text{)} \\
 &\times \text{건축형태별 연면적 비율(m}^2\text{/개수)} \\
 &\times \text{가구수(개수)} \\
 &\times \text{기준년 건설업 Deflator}
 \end{aligned}$$

여기서, 건축형태별 연면적은 홍성군 통계연보를 근거로 평수별 가구수에 관한 자료를 바탕으로 산정해야하나 구역내의 홍성군 통계연보에 이와 관련된 통계자료가 없어 금회에서는 전국 평균자료인 <표 5.8-4>를 이용하여 산정하였다 금회과업에서의 건축형태별 건축단가에서 주택구조형태를 철근 콘크리트조로 하였다.

<표 5.8-4> 전국평균 건축연면적별 가구수비

평수 주택형태		7 평미만	7-9 평	9-14평	14-19평	19-29평	29-39평	39-49평	49-69평	69-99평	99평이상
단독 주택	읍	0.0043	0.0122	0.0910	0.2299	0.4313	0.1539	0.0385	0.0277	0.0076	0.0036
	면	0.0034	0.0113	0.1045	0.2530	0.4446	0.1448	0.0211	0.0138	0.0023	0.0011
	동	0.0058	0.0122	0.0588	0.1242	0.2737	0.1603	0.1179	0.1383	0.0719	0.0370
아파트	읍	0.0003	0.0062	0.0759	0.4342	0.4115	0.0503	0.0177	0.0038	0.0001	0.0000
	면	0.0010	0.0111	0.0935	0.4726	0.3741	0.0370	0.0086	0.0019	0.0001	0.0000
	동	0.0007	0.0288	0.1233	0.3569	0.3706	0.0699	0.0409	0.0086	0.0004	0.0000
연립 주택	읍	0.0029	0.0032	0.0645	0.3409	0.4862	0.0889	0.0085	0.0037	0.0012	0.0000
	면	0.0005	0.0059	0.0716	0.3006	0.4962	0.1168	0.0068	0.0016	0.0000	0.0000
	동	0.0016	0.0048	0.1413	0.3722	0.3931	0.0584	0.0128	0.0123	0.0034	0.0000
다세대 주 택	읍	0.0035	0.0266	0.1529	0.3549	0.4068	0.0461	0.0069	0.0021	0.0001	0.0000
	면	0.0006	0.0156	0.1096	0.3642	0.4332	0.0708	0.0040	0.0019	0.0001	0.0000
	동	0.0029	0.0095	0.2585	0.3984	0.2851	0.0342	0.0060	0.0043	0.0010	0.0000
영업용 건물내 주택	읍	0.0360	0.0399	0.1382	0.1759	0.2845	0.1704	0.0711	0.0571	0.0177	0.0093
	면	0.0246	0.0306	0.1271	0.1663	0.3085	0.1888	0.0691	0.0611	0.0153	0.0086
	동	0.0352	0.0332	0.1015	0.1201	0.2431	0.1910	0.1082	0.0976	0.0408	0.0293

주) 자료출처 : 통계청(2002), 주택총조사보고서(통계청, 2002)
금회 과업지구내의 단위면적별 건축형태별 건축단가는 유역내 시·군별 별도의 건축단가가 없어 전국
평균인 <표5.8-5>를 적용하였다.

<표 5.8-5> 건축형태별 건축단가 (단위 : 원/㎡)

주택구조	주택형태	단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비거주용 건물내
철근콘크리트조		722,822	566,001	566,001	722,822	537,593
철골조		-	-	-	-	483,143
연와석조		683,124	489,288	489,288	683,124	450,002
목조		512,604	-	-	512,604	431,919
목골모르타르조		378,972	-	-	378,972	190,691
토벽조		378,972	-	-	378,972	190,691
블록조		508,428	-	-	508,428	409,187
간이목골모르타르조		378,972	-	-	378,972	190,691

주) 자료출처 : 한국감정원(2000). 건물신축단가표

건물자산 가치를 사업평가 기준년에 맞추어 산정하기 위해 경제통계에 있어서 금액으로 표시된 통계량에서 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거하기 위하여 제수의 형태로 쓰이는 기준년 건설업 디플레이터(Deflator) 보정지수를 이용하였다.

<표 5.8-6> 년도별 건설업 Deflator 보정지수

년도	건설업 Deflator
1997	100.00
1998	104.74
1999	104.02
2000	106.02
2001	109.61
2002	114.44
2003	122.36

- 주 1) 각 부문별 지수는 2003년도 단가로 환산을 위한 상대지수임 2000년 개정기준 자료를 이용
 2) 한국은행, 특히 건설업 Deflator지수는 지출 GDP 항목 중 건설투자 항목을 이용.

나. 건물내용물

건물 내용물 자산가치를 구하는 식은 아래와 같다

$$\begin{aligned} \text{건물내용물 자산가치(원)} &= \text{가정용품 평가액(원/세대수)} \\ &\quad \times \text{세대수} \\ &\quad \times \text{소비자 물가지수} \end{aligned}$$

여기서, 가정용품 평가액은 『국부통계조사보고서(1999)』에 나와 있는 1997년말 가정용품 보급률 및 평균가격(<표5.8-7> 참조)으로부터 각 가정용품 각 가정용품 항목별 보급률과 평균가격을 곱하고 전체를 합하여 산정한 세대별 평가액을 적용하였다(<표 5.8-8>참조) 기초수량이 되는 세대수는 홍성균 통계연보에서 홍성읍의 자료를 이용하였다

건물내용물 자산가치는 사업평가 기준년에 맞추기 위해 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 기준년 소비자 물가지수를 이용하여 조정하였다. (<표 5.8-9> 참조)

<표 5.8-7>

가정용품 보급률 및 평균가격

품 목			보 급 륜 (%)	평 균 가 격 (원)	
냉	장	고	98.0	150,318	1,273,141
장		롱	92.3	636,760	3,605,364
세	탁	기	88.4	319,840	1,324,324
칼	라	TV	87.9	252,801	2,995,388
V	T	R	61.5	327,999	523,223
카	메	라	54.0	74,354	1,225,000
진	공	청 소 기	51.3	71,009	172,807
오	디	오 세 트	51.2	345,036	1,300,000
전	자	레 인 지	50.7	169,374	285,088
침		대	47.0	160,507	160,507
자	동	차	41.2	4,550,346	41,605,827
식		탁	40.7	199,833	290,303
개	인	용 컴 퓨 터	33.1	964,147	2,716,389
비	디	오 겜 용 TV	20.0	491,128	1,126,373
에	어	컨	17.2	366,827	2,414,946
피	아	노	15.5	447,045	1,550,275
오	토	바 이	7.6	967,121	4,659,464
헬	스	기 구	6.5	59,838	426,561
비	디	오 카 메 라	6.2	707,303	1,073,606
가	스	오 븐 레 인 지	5.7	770,506	770,506
국	악	기	5.4	18,596	96,588
콜	프	채	2.8	1,117,143	1,895,771
바	이	올 린	2.4	263,855	263,855
스		키	1.8	349,415	349,415

주) 자료출처 : 통계청(1999). 국부통계조사보고서

<표 5.8-8>

가정용품 평가액

도시유형	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	비 고
평가액					
가정용품 평가액(원/세대)	27,402,902	22,329,401	17,255,900	12,182,399	7,108,898

<표 5.8-9>

년도별 소비자 물가지수

년도	소비자물가지수
1997	100.00
1998	107.54
1999	108.43
2000	110.86
2001	115.41
2002	118.51
2003	122.73

주) 각 부문별 지수는 2003년도 단가로 환산을 위한 상대지수임 2000년 개정기준 자료를 이용

2) 농업특성

가. 농경지

전답별 경지면적은 홍성군 통계연보로부터 홍성읍의 과거 수년간의 수집으로 이뤄진 자료이며, 농경지는 침수가 발생하여도 어느 침수심까지는 피해가 발생하지 않으므로 매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정한다

나. 농작물

농작물 자산가치는 논면적, 밭면적에 홍성군 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 산정하였다

$$\begin{aligned} \text{농작물 자산가치} &= \text{단위면적당 농작물 평가단가(원/ha)} \\ &\times \text{농작물 작부면적(ha)} \\ &\times \text{소비자 물가지수} \end{aligned}$$

농작물 자산에 대한 평가시 전 답의 대표작물 및 특수농작물에 대한 생산량은 논인 경우는 벼의 수확량(생산량), 밭인 경우는 맥류에서부터 특수농작물의 수확량으로 하였으며 홍성군 통계자료에 의한 곡종별 작물통계에 의거 최근 5개년 간의 자료 중 최대 및 최소 수확량을 제외한 3개년 간의 값의 수확량 평균치를 평년작으로 하여 적용하였다

<표 5.8-10> 농작물별 생산비 (2004년 기준)

농 작 물	10a당 생산비(원)	가마당 생산비	
		기준무게(kg)	생산비(원)
논 벼 (충청남도)	554,675	80	80,592
겉보리	260,364	76.5	73,795
쌀보리 (2002년)	248,920	76.5	72,581
마 늘	1,384,291	100	112,771
양 파	1,023,059	20	3,358
고 추	1,378,777	10	54,737
참 깨	436,747	60	396,661

주) 자료출처 : 통계청(2005). 농산물생산비통계

3) 산업특성

산업특성 자산가치는 홍성읍의 산업분류별 종업자수를 홍성군 통계연보로부터 수집하여 <표 5.8-11>에서와 같은 산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산·재고자산을 산정하였다

$$\text{산업지역자산가치(원)} = \text{산업분류별 사업체 1인당 유형·재고자산 평가액(원/인)} \\ \times \text{사업체별 종사자수(인)} \times \text{소비자 물가지수}$$

<표 5.8-11> 산업분류별 사업체 1인당 종사장의 유형자산과 재고자산 (단위 : 천원)

산업 분류	충청남도		경기도		경상남도	
	유형자산	재고자산	유형자산	재고자산	유형자산	재고자산
A	3,394,217	608,642	6,105,347	2,396,981	6,383,463	546,964
B	2,853,541	503,301	110,606	27,655	295,847	13,437
C	107,740	14,053	285,756	20,881	102,124	3,998
D	419,694	40,810	296,024	42,431	179,216	37,041
E	2,119,874	4,700	737,448	33,948	1,596,787	4,812
F	22,768	7,208	32,198	13,023	58,920	17,613
G	27,774	33,209	31,833	18,362	23,596	14,519
H	37,566	316	309,026	5,210	38,385	63
I	60,317	2,494	56,584	3,063	60,890	2,138
J	36,972	2,370	28,932	1,120	42,641	954
K	21,784	1,810	38,730	3,964	51,518	3,197
L	-	-	0	0	0	0
M	100,652	91	102,719	10	44,825	60
N	35,978	1,269	59,777	1,316	49,264	1,375
O	40,505	244	83,416	759	91,207	1,968

주) 자료출처 : 『국부통계조사 보고서(통계청, 2002)』

5.8.3 침수편입율 산정

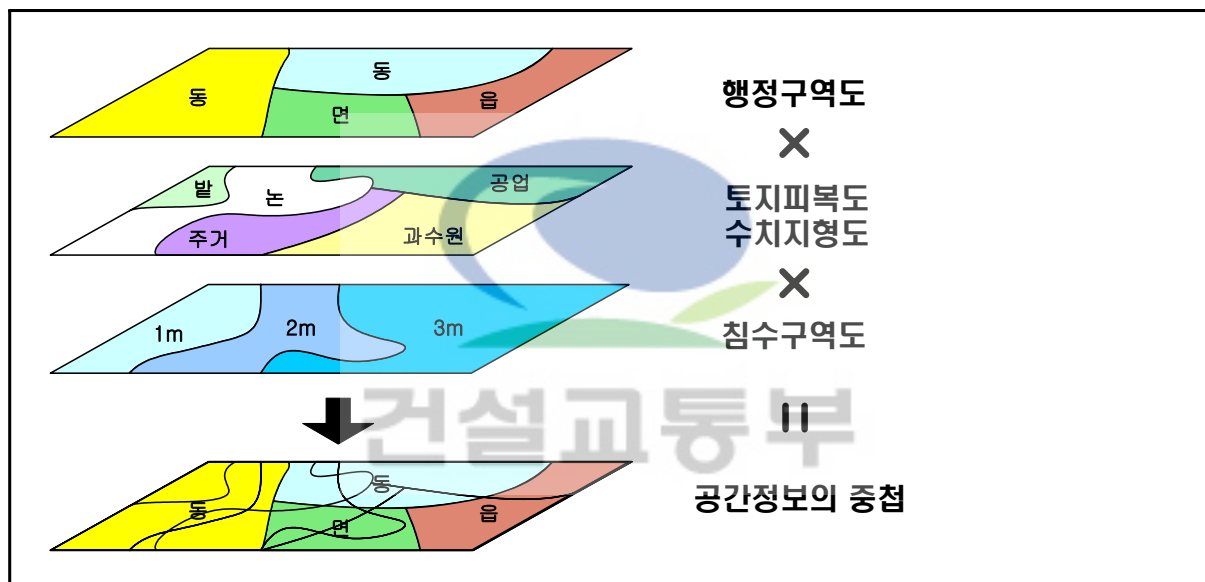
침수편입율이란 행정구역 내에서 주거 산업, 농업 등 지역 특성요소의 총자산 가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산하기 위해 지역특성 요소별로 지리요소인 공간객체들의 위치(Position) 정보를 침수심별로 중첩하여 전체에 대한 비율로 나타낸 것이다.

침수심별 침수편입율을 효율적으로 산정하기 위해서는 HEC-GeoRAS와 같은 소프트웨어를 이용하는 것이 바람직하다

그러나 현재 국립지리원에서 제작된 수치지도(1/5,000)의 정보로는 HEC- GeoRAS를 적용하는데 많은 문제점이 있는 것으로 나타났고 또한 본 과업유역내와 같은 소유역에 도입하여 침수심별 침수편입률을 산정하는 것은 현재상태에서는 불가능 할 것으로 판단하였다.

따라서, 금회 과업에서는 각 빈도별 홍수위에 대한 침수구역은 제내지 지형현황등을 육안으로 확인하면서 Autocad상에서 수작업으로 작성하였다

그리고 이를 피해지역의 읍·면·동 단위 행정구역, 토지이용상태 등의 공간정보를 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 행정구역 내에서도 침수피해지역의 침수심에 따라 주거지역, 농업지역, 산업지역별로 침수편입율을 산정하였으며 각 침수단위구역별 침수편입율은 부록에 수록하였다



<그림 5.8-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩

5.8.4 침수피해액 산정

기존의 홍수피해액 산정방법에서는 피해 지역을 대도시, 중소도시, 전원도시, 농촌도시, 산간지역 등으로 특성에 따라 구분하고 특성별 가중치나 속성 값을 침수면적에 곱하는 1차원적인 방법으로 피해액을 계산하였다

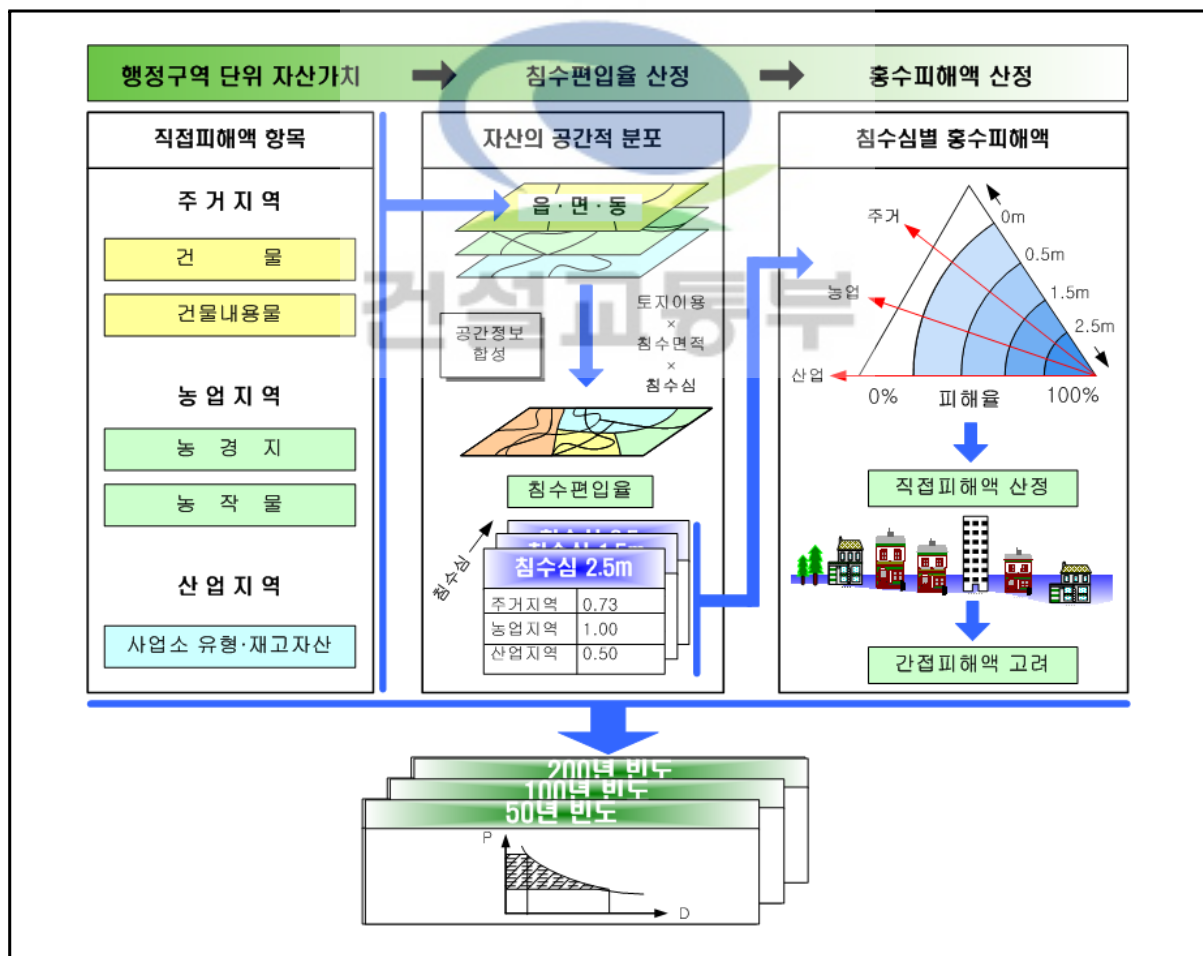
이러한 기존 방법은 최소 구분 단위를 시·군·구로 하고 있어서 그 정밀도가 낮을 뿐 아니라 지역의 대표적 특성을 인구라는 하나의 독립변수만으로 구분하고 있어서 실제 피해지역의 자산가치가 올바르게 반영되었다고 할 수 없다

또한,, 침수지역에 대한 공간적 정의 없이 수치적으로만 침수면적을 산정하기 때문에 침수심에 대한 고려가 불가능하며 피해지역 내에서도 토지의 이용형태

나 인구밀집도 등에 따라 피해액 산정방법이 달라야 함에도 이를 반영하지 못하는 단점이 있었다.

따라서, 금회 적용한 다차원 홍수피해산정방법은 이러한 단점을 보완하기 위하여 피해지역의 읍·면·동 단위 행정구역, 침수구역 및 침수심 토지이용상태 등의 공간정보를 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 행정구역 내에서도 침수피해지역의 침수심에 따라 주거지역 농업지역, 산업지역별로 침수편입율을 산정하여 이를 범람지역내의 피해자산을 곱해서 직접 피해를 산정하는 방법이다<그림 5.8.3> 참조)

직접피해액 항목은 크게 인명피해액, 건물피해액, 건물내용물 피해액, 농경지 피해액, 농작물 피해액, 사업소유형·재고자산 피해액, 공공시설 피해액 등 7가지로 분류되며, 이중 인명 피해액과 공공시설 피해액을 제외한 5가지 피해액은 일반자산의 평가액을 근거로 산정하였다



<그림 5.8-3> 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA)의 개념도

(1) 인명 피해액

$$\text{인명피해액} = \text{침수면적당손실인명수(명/ha)} \times \text{손실원단위(원/명)} \times \text{침수면적(ha)} \times \text{지역별 홍수빈도}$$

인명 손실로 인한 피해액은 침수면적 1ha당 희생자수에 손실원단위(1998년 기준 사망 25,000만원, 부상 2,000만원에 2004년 금액환산지수 1.649 적용, 사망 26,622.5만원 부상 2,129.8만원)를 곱하여 계산하였다

상기식 중 단위 침수면적당 손실인명수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 적용하였으며, 그 내용은 <표 5.8-12>와 같다.

<표 5.8-12> 단위 침수면적당 손실 인명수 (단위:명/ha)

구 분	대 도 시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
사 망	0.004	0.004	0.001	0.002	0.002
부 상	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002

주) 자료출처 : 치수사업 경제성분석 개선방안연구(2001.2) 건설교통부

(2) 이재민 피해액

$$\begin{aligned} \text{이재민 피해액} = & \text{침수면적당 발생 이재민(명/ha)} \times \text{대피일수(일)} \\ & \times \text{일평균 국민소득(원/명·일)} \times \text{침수면적(ha)} \times \text{지역별 홍수빈도} \end{aligned}$$

여기서, 침수면적당 발생 이재민수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 적용하였으며, 그 내용은 <표 5.8-13>와 같다.

대피일수 : 10일

일평균 국민소득 : 36,000원/일 (2003년 12월 GNP기준)

<표 5.8-13> 침수면적당 발생 이재민수 (단위:명/ha)

구 분	대 도 시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
이재민수	1.85	1.17	0.27	0.37	0.98

(3) 주거특성과 침수심에 따른 피해액

가) 건물피해액

건물피해액은 등지반고 지구별 건물자산액에 추정 침수심 등에 따르는 피해를 곱해서 산출한다.

다만 자산 피해율은 주거형태와는 무관하나 층수는 고려한다는 가정하에 <표 5.8-14>에서 제시된 건물피해율에 의해 산정하였다

$$\begin{aligned} \text{건물피해액} &= \text{건물자산가치(원)} \times \text{주거지역 침수편입율} \\ &\quad \times \text{침수심별 건물 침수피해율} \end{aligned}$$

<표 5.8-14> 침수심별 건물 피해율 (단위 : %)

침수심	0m~0.5m	0.5m~1.0m	1.0m~2.0m	2.0m~3.0m	3.0m 이상
단독주택	15	32	64	95	100
아파트	15/ n ₁	32/ n ₁	64/ n ₁	95/ n ₁	100/ n ₁
연립주택	15/ n ₂	32/ n ₂	64/ n ₂	95/ n ₂	100/ n ₂

주) 1) n₁ = 아파트 층수, n₂ = 연립주택 층수

2) 아파트와 연립주택의 층수를 고려

나) 건물내용물 피해액

건물내용물 피해액은 등지반고 지구별 건물내용물 자산액에 추정 침수심 등에 따르는 피해를 곱해서 산출하는데 주거형태와 무관하고 자산의 피해율은 모두 같다는 가정하에 <표 5.8-15>을 고려하여 산정하였다

$$\begin{aligned} \text{건물내용물 피해액} &= \text{건물내용물 자산가치(원)} \\ &\quad \times \text{주거지역 침수편입율} \\ &\quad \times \text{침수심별 건물내용물 침수피해율} \end{aligned}$$

<표 5.8-15> 침수심별 건물내용물 피해율 (단위 : %)

침수심	0m~0.5m	0.5m~1.0m	1.0m~2.0m	2.0m~3.0m	3.0m 이상
피해율	14.5	32.6	50.8	92.8	100

주) 1) 침수심별 피해율은 일본의 계수를 인용하여 산정

2) 아파트와 연립주택의 층수를 고려

(4) 농업특성과 침수심에 따른 피해액

논과 밭의 홍수심에 따른 피해는 동일한 기준을 적용한다. 그리고 홍수피해의 경계선을 침수심 1m로 정한다.

침수심 1m 이하에서는 논이나 밭이 침수되기는 하지만 농경지 침수에 의해서는 피해액은 발생하지 않으나 농작물 피해는 발생한다. 침수심이 1m 이상인 경우에 농경지 매몰 및 유실에 의해서 발생하는 것으로 하고 그 피해액은 통상적으로 책정되는 농경지의 매몰이나 유실에 따른 피해액의 평균값을 사용한다.

<표 5.8-16>, <표 5.8-17>은 침수심에 따른 농경지와 농작물에 대한 피해율을 나타내고 있다.

$$\begin{aligned} \text{농경지 피해액} &= \text{매몰, 유실의 평균피해액(원)} \times \text{농업지역 침수면적} \\ &\quad \times \text{침수심별 농경지 침수피해율} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{농작물 피해액} &= \text{농작물 자산가치(원)} \times \text{농업지역 침수면적} \\ &\quad \times \text{침수심별 농작물 침수피해율} \end{aligned}$$

<표 5.8-16>

침수심별 농경지 피해율

침수심		1m 이하	1m 이상	비 고
피해율		침수	매몰, 유실	
피해내용		침수	매몰, 유실	• 매몰과 유실의 평균값을 사용
농경지	논	0%	100%	• 매몰 : 매몰면적(m ²)×0.1(m)×2,940원/m ³
	밭	0%	100%	• 유실 : 유실면적(m ²)×0.2(m)×5,660원/m ³

주) 자료출처 : 중앙재해대책본부(2003). 자연재해조사 및 복구계획수립 지침

<표 5.8-17>

침수심별 농작물 피해율

침수심		1m 이하					1m이상
피해율		1m 이하					
농작물	침수시간	1일이하	1~2	3~4	5~6	7일이상	
	논	14%	27%	47%	77%	95%	100%
	밭	35%	51%	67%	81%	95%	100%

주) 농업재해피해조사보고요령에서 농작물 피해율 산정기준 참조

(5) 산업특성과 침수심에 따른 피해액

홍성군 통계연보를 통한 홍성읍의 산업특성에 대하여<표 5.8-18>와 같이 침수심에 따른 피해율은 유형자산의 피해, 재고자산의 피해 두가지 형태로 구분한다. 유형, 재고자산피해액은 침수심에 맞는 피해율을 곱하여 산정한다

유형, 재고자산 피해액 = 유형, 재고 자산가치(원)

× 산업지역 침수편입율

× 침수심별 유형, 재고자산 침수피해율

<표 5.8-18> 침수심별 유형자산 · 재고자산 피해율

침수심 피해율(%)	0m ~ 0.5m	0.5m ~ 1.0m	1.0m ~ 2.0m	2.0m ~ 3.0m	3.0m 이상
유형자산	23.2	45.3	78.9	96.6	100
재고자산	12.8	26.7	58.6	89.7	100

주) 침수심별 피해율은 일본의 계수를 인용

(6) 공공시설물 피해액

범람 예상지역의 공공시설물의 직접적인 피해액 산정은 범위나 규모의 산정이 거의 불가능하므로 일반자산피해액에 대한 공공토목시설의 피해액 비율을 사용하였고, <표 5.8-19>에서 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율을 재해연보에 나와 있는 공공시설물 항목을 대상으로 분석하였으며 각각의 항목에서 피해지역내에 존재하지 않는 공공시설물은 제외하고 산정하였다

<표 5.8-19> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율

공공시설물 항목	도로 교량	하천	소하천	상하수도	항만시설	어항시설	학교
피해율	1.38	0.87	0.58	0.18	0.02	0.01	0.03
결정계수	0.99	0.47	0.80	0.99	0.40	0.01	0.92
공공시설물 항목	철도	수리시설 방조제	사방 임도	군사시설	소규모시설	기타시설	합계
피해율	0.23	0.54	0.28	0.42	0.69	0.80	6.01
결정계수	0.95	0.73	0.93	0.92	0.91	0.94	

주) 2002년 재해연보를 기준으로 일반자산피해액과 공공시설물의 비율을 산정단, 농작물피해액 제외

(7) 직접피해액 산정방법의 기본식

직접피해액을 산정하는 기본식은 다음과 같다

$$\text{직접피해액} = (1 + \alpha) \text{일반자산피해액} + \text{인명피해액}$$

여기서, α : 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율

(8) 간접피해액 산정

침수사업의 간접피해액은 홍수범람으로 인해 피해가능지역에 초래될 수 있는 산업, 교통, 통신 등에 지장을 주는 물질 및 각종 서비스의 손실감소와 수해의 예방, 대처 및 복구에 소요되는 비용이라고 정의 할 수 있다

또한 홍수피해지역의 침수안전도가 향상됨으로 인해 미래의 잠재적 자산 및 토지의 이용도가 높아진다면 이러한 효과도 포함시킬 수 있다

(9) 총피해액 산정방법의 기본식

총피해액을 산정하는 기본식은 아래와 같다

$$\text{총피해액} = \text{직접피해액} + \text{간접피해액}$$

(10) 빈도별 총피해액 산정

침수구역의 자산가치, 침수편입율, 침수심별 피해율을 이용하여 빈도별 피해액을 산정하였고, <표 5.8-23>는 금회 과업하천에 대한 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도에 대한 총 피해액을 산출한 것이다

5.8.5 연평균 피해경감 기대액

이상과 같은 기준에 의해 산정한 피해액은 지구가 홍수피해로부터 완전히 해소가 되는 경우엔 전부 편익으로 볼 수 있겠지만, 금회 계획한 홍수방어시설에 의해 침수구역의 홍수피해를 모두 해소시키는 것이 아니고 하도가 분담키 어려운 홍수량만 분담하는 계획으로, 홍수방어대안별 편익은 사업 전 후 직접피해액을 산정하여 피해경감액을 산정한 후 여기에 홍수의 생기확률을 곱하고 피해경감 기대액을 누계하여 연평균 피해경감 기대액을 산정하였다

5.8.6 비용 산정

1) 사업비 산정

홍수방어대안별 사업비는 홍수방어대안별 주요공정에 대한 물량을 산정한 후 각 공정별 단가를 적용하여 산정하였고 그 결과는 <표 5.8-20>에 정리하였다.

사업비중 보상비는 사업지구의 대표적인 지번을 발취하여 공시지가와 현지답사를 통해 조사한 현 거래시가를 종합적으로 판단하여 산정하였다.

<표 5.8-20>

지구별 공사비 산정 결과

(단위:백만원, 유지관리비는 백만원/년)

하천명	지 구 명	빈도	공 사 비							유 지 관리비
			축제공	호안공	구조물공	부대공	제 잡비	용 지 보상비	총 계	
홍성천	홍성 지구	20	22.6	77.3	-	-	49.9	197.1	346.9	2.5
		30	23.1	78.6	-	-	50.8	201.8	354.3	2.5
		50	24.0	80.9	-	-	52.4	205.4	362.7	2.6
		80	24.9	82.9	-	-	53.9	208.5	370.2	2.7
		100	25.1	83.4	-	-	54.2	210.1	372.8	2.7
	별말 지구	20	129.0	410.0	276.7	-	407.9	187.3	1,411.1	21.6
		30	139.3	431.1	276.8	-	423.6	191.8	1,462.5	22.3
		50	150.1	452.0	276.8	-	439.4	195.2	1,513.5	23.1
		80	159.6	470.0	276.8	-	453.2	198.2	1,557.7	23.7
		100	164.4	479.0	276.8	-	460.1	199.7	1,579.9	24.0
	옥굴 지구	20	92.4	454.7	16.0	-	281.5	270.3	1,114.9	14.5
		30	98.6	472.2	16.0	-	293.4	274.8	1,154.9	15.1
		50	107.9	497.5	16.0	-	310.7	281.2	1,213.2	15.9
		80	115.4	516.9	16.0	-	324.1	286.1	1,258.5	16.6
		100	121.5	532.5	16.0	-	335.0	290.0	1,295.1	17.1
	옥암 지구	20	13.8	67.9	10.0	-	45.9	59.8	197.4	2.4
		30	14.7	70.6	10.0	-	47.6	60.7	203.7	2.5
		50	16.1	74.3	10.0	-	50.2	62.2	212.8	2.6
		80	17.2	77.2	10.0	-	52.2	63.2	220.0	2.7
		100	18.2	79.6	10.0	-	53.9	64.1	225.7	2.8

2) 할인율 및 분석기간

홍수방어 대안사업으로 인한 비용과 편익을 동일한 관점에서 비교하기 위하여 할인율을 적용하였으며, 본 과업에서는 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 (한국개발연구원, 2001)』에서 제시된 6.0%를 적용하였다. 한편, 본 사업에 대한 분석기간(내구연한)은 50년으로 설정하였다.

<표 5.8-21>

공공사업의 적용할인율

공 항부문	도로부문	철도부문	항만부문	치수사업부문	비 고
7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	6.0%	

주) 자료출처 : 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침한국개발연구원, 2001』

3) 잔존가치(Salvage Cost) 산정

치수시설은 그 내구연한이 도로나 철도와는 달리 반영구적이기 때문에 경제성 분석기간 이후에도 초기 투자비의 상당부분이 계속 그 기능을 유지한 채 남게 된다. 따라서, 이렇게 남아 있는 가치는 경제성 분석과정에서 분석종료 연도에 차감하고, 이를 현재가치화해야 한다.

『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구 2001. 2, 건설교통부』에서는 하천시설 물별 잔존가치를 축제공 80%, 호안공 10%, 구조물 0%, 보상비 100%로 상정하였으며, 적절한 유지관리가 이루어진다는 전제하에 사업비를 기준으로 한 하천시설의 잔존가치는 약 60% 정도로 평가하고 있으며, 본 과업에서는 이를 고려하여 경제성 분석을 시행하였다

<표 5.8-22>

시설물별 잔존가치

(단위 : %)

구분	축제공	호안공	시 설 물					보상비
			댐	천변 저류지	홍수 조절지	배수갑문	연락수로	
적용비율	80	10	0	80	80	0	80	100

4) 유지관리비 산정

유지관리비란 기존 시설물이 정상적인 기능을 유지하기 위해 필요한 일상적인 활동에 소요되는 비용으로 정의된다

따라서, 하천시설의 유지관리비에는 내수침수 방지를 위한 배수펌프장의 인건비나 전력비와 같은 운영비 개념도 포함되어야 한다

『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)』에서는 분석기간이 50년인 경우, 유지관리비를 시설의 감가상각비 개념으로 파악하여 총 사업비에서 하천시설의 잔존가치를 차감한 사업비의 약2%를 연평균 유지관리비로 설정하였으며, 본 과업에서는 이를 고려하여 경제성 분석을 시행하였다

5) 비용의 현재가치화

총 투자비용에 대한 연평균 현재가치는 『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구 (2001. 2, 건교부)』에서 제시한 공사기간에 따라 사업비를 적정 배분한 후 현재가치화 하는 방법을 적용하였다

따라서, 상기에서 산정된 비용과 편익 산정결과를 토대로 사업기간에 따른 할인율이 적용된 총비용과 총편익의 차인 순현재가치(NPV, Net Present Value), 할인된 총편익과 총비용의 비율인 비용편익비(B/C, Benefit/Cost Ratio), 할인된 총비용과 총편익이 같아지는 내부수익율(IRR, Internal Rate of Return)을 산정하였으며 산정 결과는 <표 5.8-23>와 같다.

<표 5.8-23> 지구별 경제성 분석 결과

하천명	지구명	빈도	비용(백만원)		편익(백만원)		B/C	NPV (백만원)	IRR (%)	비고
			총비용	현재가치	총편익	현재가치				
홍성천	홍성지구	20	248	326	874	206	0.63	-120	3.61%	
		30	252	332	1,063	250	0.75	-82	4.44%	
		50	260	340	1,208	284	0.84	-56	4.97%	
		80	267	348	1,306	308	0.89	-40	5.29%	
		100	269	350	1,353	319	0.91	-31	5.45%	
	별말지구	20	2,159	1,413	4,333	1,021	0.72	-392	3.77%	
		30	2,232	1,463	5,722	1,348	0.92	-116	5.40%	
		50	2,306	1,514	6,857	1,615	1.07	102	6.49%	
		80	2,370	1,557	7,629	1,797	1.15	240	7.11%	
		100	2,402	1,579	7,945	1,872	1.19	292	7.33%	
	옥굴지구	20	1,450	1,096	6,663	1,570	1.43	474	8.82%	
		30	1,508	1,135	8,169	1,924	1.70	789	10.37%	
		50	1,592	1,193	9,363	2,206	1.85	1,013	11.24%	
		80	1,657	1,238	10,246	2,414	1.95	1,176	11.80%	
		100	1,709	1,274	10,767	2,536	1.99	1,262	12.03%	
	옥암지구	20	235	193	439	103	0.54	-89	2.43%	
		30	248	199	620	146	0.73	-53	4.05%	
		50	261	208	721	170	0.82	-38	4.68%	
		80	270	215	795	187	0.87	-28	5.08%	
		100	278	221	825	194	0.88	-26	5.15%	

5.8.7 적정 투자규모 및 투자 우선순위

금회 과업하천지구별 투자효율을 분석한 결과 경제성이 가장 높은 지구는 옥굴지구로 분석되었으며, 그 외 경제성이 있는 지구로는 별말지구, 홍성지구, 옥암지구 순으로 분석되었다.

또한, 적정투자규모의 판단은 투자 수익률(B/C)이 가장 큰 홍수규모의 소요투자액으로 결정하는 것이 일반적인 방법으로 투자수익률 분석 결과를 바탕으로 계획빈도(100년)의 홍수규모를 채택하였고, 투자우선순위를 결정한 바 그 결과는 <표 5.8-24>와 같다.

<표 5.8-24> 치수사업 투자우선순위(100년 빈도)

하천명	지 구 명	연장 (m)	사업비 (백만원)	B/C	배수문 (개소)	사업효과		우선 순위	비고
						농토 (ha)	건물 (동)		
계		1,910	3,473.5		6	12.36	3		
홍성천	홍 성 지 구	240	372.8	0.91	-	0.87	-	3	
	별 말 지 구	670	1,579.9	1.19	3	3.29	3	2	
	옥 굴 지 구	870	1,295.1	1.99	3	7.61	-	1	
	옥 암 지 구	130	225.7	0.88	-	0.59	-	4	

5.9 사전환경성검토와 관련한 사항

5.9.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책

본 사업은 하천정비기본계획으로 사업의 특성상 환경에 미치는 악영향을 정량적으로 예측하기 매우 어려운 실정이다

또한, 본 사업은 타 개발사업과는 달리 환경에 대해 미치는 악영향은 적으나 장래 환경기준의 적정성 유지 및 자연환경의 보전을 위하여 실시하는 행정계획으로 본 검토를 통하여 환경에 미치는 악영향을 저감하고 사업의 효과를 극대화한다면, 환경보전시책과 부합되고 조화를 이룰 수 있을 것으로 판단된다

<표 5.9-1>

종합평가 및 결론

분야	환경현황	영향예측 및 분석	저감방안
기상	- 서산기상대 기상개황 -연평균기온 : 11.7℃ -강수량 : 1,241.9mm -상대습도 : 75.1% -일조시간 : 2,174.5hr -풍속 : 22.5m/s -주풍향 : NE	사업시행으로 인한 자연환경, 생활환경에 영향을 미칠 정도의 기상변화는 야기하지 않을 것으로 판단됨	-
지형·지질	- 지형 : 금번 계획수립 구간은 홍성읍 옥암리에서 옥암리 옥암교 지점까지이며, 유역면적은 5.61km², 유로연장은 3.84km인 지방 2급 하천 - 평균고도 : EL.84.30m ~ EL.111.10m - 평균경사 : 10.36~12.64% - 지질 : 본 과업대상 하천유역의 지질은 대부분이 충적층 반화강암류 등이 분포되어 있음	- 지형상의 변화 : 하천별로 부분적인 개수가 이루어지므로 전체적으로 볼 때 그 변화정도는 그리 크지 않을 것으로 예상됨 - 하천내 제방축조 및 보축공사로 인하여 일부 구간에서 사면발생이 예상됨 - 절·성토의 발생 : 축제공 및 호안공, 배수구조물 등 공사공정에 따라 소량의 절·성토가 발생될 것으로 예상됨 - 토사의 유출 : 토공시행시 강우로 인한 토사의 유출이 예상됨	- 자연지형상의 변화 최소화 : 구조물의 치수적 안정성 및 자연상태를 충분히 고려하여 자연경관과 조화를 이룰 수 있는 친환경적인 제방 및 호안계획을 수립함 - 사면안정화대책 -둑마루 폭 : 4.0m 이상 -여유고 : 0.6m 이상 -비탈경사 : 1:0.5~1:2.0으로 계획 - 절·성토 처리계획 : 발생되는 절토를 전량 성토재로 이용할 수 있도록 토공계획을 수립하며 불가피하게 사토 발생시 주변의 개발계획 등을 고려하여 적정처리함

<표 5.9-1> 계속

종합평가 및 결론

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 안
동 · 식물상	동 · 식물상현황 -포유류 : 5목 7과 8종 -조 류 : 9목 20과 26종 -양서·파충류 : 3목 6과 8종 -육상곤충 : 12목 57과 101종 -식 물 : 28종 -어 류 : 1종 -저서성 대형무척추동물 : 8종	◦ 서식지 훼손으로 인한 동물들의 서식지의 이동 및 개체수 감소 ◦ 동물들의 먹이 및 물 획득을 위해 하천으로 이동 시 공사 차량에 의한 위협 노출 ◦ 공사시 발생하는 소음 및 불빛은 동물들에게 Stress 유발 ◦ 공사로 인한 토사의 하천 유입시 수중생태계 영향이 예상됨	◦ 동물의 주요번식기(3~6월)를 가급적 피하여 공사를 실시 ◦ 무리한 야간공정은 지양하며 공사시 저소음·저진동의 공사공정을 계획 ◦ 소형동물들의 보호를 위해 경계석 설치, 수로변에는 경사면 구거를 계획 ◦ 사업시행시 주요종이 서식하거나 도래할 수도 있으므로 이들의 포획, 남획 및 훼손 예방을 위해 관리·감독 철저 ◦ 어류의 이동로 단절을 예방하기 위해 어도를 설치 ◦ 공사시 발생하는 절토 및 성토면에는 자연형 하천의 특성을 고려하여 여건에 맞는 자연형호안을 조성
수리 · 수문	◦ 하천 현황 -홍성천 : 삽교천 제1지류로서 유역면적 5.61km², 유로연장은 3.84km인 지방2급 하천임 ◦ 하천이용 현황 -생활용수 : 광역상수도 및 간이상수도 -농업용수 : 관개면적 없음 -총 수자원 부존량 : 6.97백만 m³/년 ◦ 기존시설물 현황 -제방 및 호안 연장은 2,810m, 1,675m -배수시설물 15개소, 기타 시설로 교량 5개소	◦ 유황분석 -수준수위표지점 : 0.14m³/sec -홍성천 0.0037m³/sec ◦ 계획홍수량(100년빈도) : 41~123m³/sec ◦ 제방 및 호안 검토 -홍성천 거의 전구간에서 하폭이 협소하여 확장계획하였으며 -기존제방에 대한 검토는 모두 1:2.0를 기준으로 기존제방의 비탈경사를 검토 -둑마루폭은 설계 기준에 맞게 홍수량에 의한 제정폭으로 계획	◦ 제방 및 호안 설치계획 -계획하폭, 계획홍수위 등을 근거로 하여 현장여건을 종합적으로 고려하여 결정함 -총 4개소 ◦ 배수시설물 설치계획 -배수시설의 최소규격은 유지관리 등을 고려하여 ø800mm 이상으로 계획함 -총 7개소

<표 5.9-1> 계속

종합평가 및 결론

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 안
토 지 이 용	◦ 홍성천유역 토지이용 현황 -총면적 5.61km², 임야 1.46km²로 26.0%를 차지	◦ 주요시설물 설치계획 -개수를 요하는 구간은 현지조사와 수리·수문학적 인 검토에 의하여 결정함 -현안지점 상·하류의 지형 조건 등을 고려하여 홍수 소통이 원활하도록 계획 법선을 결정함 -하도의 안정을 기하기 위 하여 하상의 종단형을 계획함에는 평형하상 및 경사를 고려함과 동시에 평균유속은 가급적 3.5m/s 이내가 되도록 계획함	◦ 하천정비 기본계획으로 편입되는 일부 농경지 및 임야는 향후 하천부지로 토지이용이 변경될 것으로 예상됨 ◦ 편입용지 및 지장물은 이 주 및 보상대책을 관련 법령 및 주민과의 충분한 협의를 통하여 결정할 계획임
수 질	◦ 하천수질 현황 -pH : 7.9 -DO : 8.2mg/ℓ -BOD : 4.3mg/ℓ -SS : 10.4mg/ℓ -T-N : 3.219mg/ℓ -T-P : 0.083mg/ℓ -BOD 기준시 하천수질기준 III 등급의 불량한 수질로 나타남 ◦ 하상저질 현황 -대부분 하천시방서의 준설기준이내의 양호한 상태 ◦ 오염원 현황 -취락지구의 인구, 가축으로 인한 점오염원과 토지이용에 의한 비점오염원이 분포	◦ 공사시 -제방 축조로 인한 토사유출 · 우수유출량 - 홍성천 : 0.030m³/sec · 부유 토사농도 - 홍성천 : 20,600mg/L -가건물 설치로 인한 오수 발생 · 오수발생량 : 3.6m³/일 · BOD부하량: 0.56kg/일	◦ 공사시 -공사시기는 하천유량이 적은 갈수기로 조정 -제방축조 사면발생지역에 비닐 또는 부직포 덮어 토사유출 방지 -현장인부에 의한 오수는 현장사무소에 간이오수처리시설 설치하여 처리 ◦ 오염원 저감대책 -유역내 환경기초시설(하수종말처리장으로 연계처리구역 확대, 마을단위하수처리시설, 축산폐수처리장 등)을 확충 -하수관거를 점차 분류식으로 개선하고 해당 토지 또는 그 하단에 식생을 조성하거나 식물의 잔재물, 볏짚 등으로 토양표면을 덮음 -담배꽂초, 휴지 등의 쓰레기를 거리·도로에 버리지 않도록 하고 하천 및 호소로 직접 배수되는 분류식 우수관거에 쓰레기가 유입되지 않도록 함

5.9.2 기타 환경성 검토에 필요한 해당지역의 특성

1) 현재 오염도

가. 수 질

하천수질 조사결과는 <표 5.9-2>와 같으며, 항목별 농도는 pH 7.9, BOD 4.3mg/L, SS 10.4mg/L, DO 8.2mg/L, 총대장균군수 2,050(총대장균군수/100mL), T-N 3.219mg/L, T-P 0.083mg/L, Chl-a 1.1mg/m³로 나타났다.

<표 5.9-2> 하천수질 측정결과

구분		수온 (℃)	pH(-)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m³)	총대장균군 (총대장균군 수/100mL)
W-5	1차	22.0	8.1	13.6	8.2	5.2	8.8	3.264	0.076	1.0	1,900
	2차	23.7	7.7	7.2	8.2	3.4	6.0	3.174	0.089	1.1	2,200
	평균	22.9	7.9	10.4	8.2	4.3	7.4	3.219	0.083	1.1	2,050

주) Cd, Hg, Cr+6는 불검출

2) 오염원 분포현황 등

가. 오염원 분포현황

환경오염물질 배출시설은 대기, 수질, 소음·진동분야로 나누어지며 과업대상 하천이 위치하는 홍성군 홍성읍의 종별 배출시설 현황은 <표 5.9-3>과 같다.

홍성읍의 환경오염물질 배출시설은 대기 배출시설물이 20개소, 수질 29개소, 소음·진동 5개소가 분포하는 것으로 조사되었다.

<표 5.9-3> 환경오염배출시설 (단위:개소)

구분	대기(가스, 먼지, 매연 및 악취)						수질(폐수)						소음· 진동
	계	1종	2종	3종	4종	5종	계	1종	2종	3종	4종	5종	
홍성읍	20	-	-	1	1	18	29	-	-	-	1	28	5

주) 자료출처 : 홍성군통계연보(2004)

나. 과업대상하천 유역 내의 오염원 현황

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

본 과업구간이 포함된 홍성천 유역에 분포하는 오염원은 인구, 가축, 토지이용으로 소유역별 오염원 현황은 <표 5.9-4>, <표 5.9-5>와 같다.

<표 5.9-4> 과업대상하천 유역 내의 점오염원 현황

배수구역	면적 (km ²)	인구 (인)	한우 (두)	젓소 (두)	돼지 (두)	닭 (두)	비 고
홍성천 유역	5.61	3,019	277	107	3,840	20,272	

<표 5.9-5> 과업대상하천 유역 내의 비점오염원 현황

배수구역	유역면적	답	전	임야	대지	기타
홍성천유역	5.61	2.3	1.6	1.0	85.9	1.0

나. 사업시행으로 인한 오염발생 여부와 정도

본 사업은 하천에서 홍수피해를 방지하기 위하여 실시하는 사업으로서 계획수립지구에 대해 계획하폭 및 계획홍수위를 고려한 공사가 시행될 것이다

따라서, 기존 하천변 식생의 훼손 및 공사시 토사의 유출로 인한 육수생태계 교란, 수질오염 등이 예상되나, 이는 하천의 유황과 산지하천의 유출특성을 고려하면 일시적인 현상이고, 공사시기를 조정하여 갈수기에 시행한다면 공사구간 하류에 미치는 영향은 일시적인 것이며 사업완료 후 재해예방 및 하천의 홍수방지 등 보다 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다

다. 환경기준 등

(1) 수 질

가) 수역별 환경기준 적용등급 및 달성기간

본 계획대상 하천인 홍성천은 아래표5.9-6>의 환경통계연감의 "수역별 환경기준 적용등급 및 달성기준에 의해 목표수질이 II등급으로 설정되어 있다.

<표 5.9-6>

환경기준 적용등급

수 계	수 역 명	수 역 구 간	적용등급
삼 교 천	삼교천 본류 I	발원지 ~무한천 합류점전	II

주) 자료출처 : 환경통계연감(환경부, 1996)

나) 지표수질 환경기준

환경정책기본법 시행령에는 하천 호소, 지하수, 해역으로 나누어 환경 기준을 제시하고 있으며 “생활환경” “사람의 건강보호” 항목으로 구분되며 “이용목적별 적용대상”에 따라 생활환경기준은 5개 등급 8개 항목 및 사람의 건강보호를 위한 9개 항목으로 구성되어 있으며 현황은 <표 5.9-7>과 같다.

<표 5.9-7>

국내 하천 수질환경 기준

구분	등 급	이용목적별 적용 대상	기 준				
			수소 이온농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/ℓ)	부유물질량 (SS) (mg/ℓ)	용존산소량 (DO) (mg/ℓ)	대장균군수 (E-COLI) MPN/100ml)
생 활 환 경	I	상수원수 1급 자연환경보전	6.5 ~ 8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하
	II	상수원수 2급 수산용수 1급 수영용수	6.5 ~ 8.5	3 이하	25 이하	5 이상	1,000 이하
	III	상수원수 3급 수산용수 2급 공업용수 1급	6.5 ~ 8.5	6 이하	25 이하	5 이상	5,000 이하
	IV	공업용수 2급 농업용수	6.0 ~ 8.5	8 이하	100 이하	2 이상	—
	V	공업용수 3급 생활환경보전	6.0 ~ 8.5	10 이하	쓰레기등이 떠있지 아니할것	2 이상	—
사람 의 건강 보호	전수역	카드뮴(Cd) : 0.01mg/l 이하, 비소(As) : 0.05mg/l 이하, 시안(CN) : 검출되어서는 안됨, 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨, 유기인 : 검출되어서는 안됨, 납(Pb) : 0.1mg/l 이하, 6가크롬(Cr ⁶⁺) : 0.05mg/l이하, 음이온계면활성제(ABS) : 0.5mg/ℓ 이하, 폴리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨					

비 고 : 1. 수산용수 1급 : 빈부수성수역의 수산생물용 2. 수산용수 2급 : 중부수성 수역의 수산생물용
 3. 자연환경보전 : 자연경관등의 환경보전 4. 상수원수 1급 : 여과등에 의한 간이정수처리부 사용
 5. 상수원수 2급 : 침전여과등에 의한 일반적 정수처리후 사용
 6. 상수원수 3급 : 전처리등을 거친 고도의 정수처리후 사용
 7. 공업용수 1급 : 침전등에 의한 통상의 정수처리후 사용
 8. 공업용수 2급 : 약품처리등 고도의 정수처리후 사용

5.9.3 환경관련시설, 지구·지역지정 및 환경기초시설 현황

1) 환경보전관련 지구·지역

가. 현 황

본 사업구간 및 주변지역은 환경보전관련지구 지역으로 상수원보호구역이 분포하는 것으로 조사되었다.

<표 5.9-8> 환경보전관련 지구·지역 현황

구 분	존 재 여 부	비 고
	홍 성 군	
○자연환경보전지역	×	
○자연생태계보전지역	×	
○상수원보호구역	×	
○조수 보호구역	×	
○수변구역	×	
○대기오염특별대책지역	×	
○연안오염특별관리해역	×	

나. 상수원보호구역 지정 현황

본 하천정비 구간 일대의 상수원 보호구역 지정현황은 없는 것으로 조사되었다.

다. 조수보호구역

본 하천정비 구간을 포함하는 홍성군에는 조수보호구역이 분포하지 않는 것으로 조사되었다.

라. 수변구역

본 사업구간을 포함하는 홍성군과 홍성천 유역은 수변구역으로 지정된 곳이 없는 것으로 조사되었다.

마. 사업시행으로 인한 환경보전관련 용도지역 영향

본 사업은 재해예방과 하천의 환경보존을 위해 하천을 정비하는 사업으로 대상지역내에는 보호를 요하는 환경보전관련 지역지구·시설 등이 일부 분포하고 하천의 보축, 하천·호안시설물 설치로 인하여 지목상 경작지 임야, 대지 등이

일부 편입이 예상되나, 용도지역의 변화정도는 미미할 것으로 판단된다

2) 환경기초시설 현황

가. 하수종말처리장

본 하천정비 구간을 포함하는 홍성군에는 현재 하수종말처리장이 2006년 17,000m³/일, 2016년 25,000m³/일을 목표로 계획되어 있다

<표 5.9-9> 홍성 하수종말처리시설 계획

구 분		내 용	비 고
위 치		홍성읍 내법리 34번지	
목표년도		2016년	
가동개시년도		2003년 11월	
시설용량(m ³ /일)		25,000	
방류하천		삼 교 천	
유입수질 (mg/ℓ)	BOD	157	
	COD	140	
	T-N	34	
	T-P	7	
방류수질 (mg/ℓ)	BOD	17	
	COD	22	
	T-N	20	
	T-P	2	

주) 자료출처 : 홍성군 수도정비 기본계획(2002.12, 홍성군)

나. 폐기물 처리시설

홍성군의 폐기물 매립시설 현황은 <표 5.9-10>과 같이 1개소가 위치하고 있으며, 잔여매립 가능량은 42,588m³로 조사되었다.

<표 5.9-10> 폐기물 매립시설 현황

구 분	소 재 지	매립면적 (m ²)	총매립용량 (m ³)	기매립량 (m ³)	잔여매립 가능량(m ³)	비 고
홍성군	홍성군 홍북면 중계리 525번지	53,909	173,811	131,223	42,588	

주) 자료출처 : 홍성군 수도정비 기본계획(2002.12, 홍성군)

다. 소각처리시설

홍성군 소각처리시설은 홍북면 중계리에 1개소가 있으며, 시설용량은 1.5kg/hr, 소각방식은 화격자식, 운영방식은 스토커식으로 조사되었다.

<표 5.9-11> 소각처리시설 현황

구 분	소 재 지	시설용량 (kg/hr)	소각방식	운영방식	설치기간	비 고
홍성군	홍성군 홍북면 중계리 525번지	1.5	화격자	스토커	97- 10	

주) 자료출처 : 홍성군 수도정비 기본계획(2002.12, 홍성군)

라. 분뇨처리장

홍성군 분뇨처리장은 홍성읍 내법리에 위치하며 시설용량은 40kl/일, 처리공법은 호기성소화공법으로 고도처리하는 것으로 조사되었다

<표 5.9-12> 분뇨 처리장

명 칭	소 재 지	시설용량 (kl/일)	처리공법	방류수역	비 고
홍성군분뇨처리장	홍성읍 내법리 410-26	40	호기성소화	삼교천	Cake 처리방식

주) 자료출처 : 홍성군 수도정비 기본계획(2002.12, 홍성군)

6.0 기타 하천의 환경보전과 적절한 이용에 관한 사항



- 6.1 고수부지 현황 및 보전방안
- 6.2 폐천부지 현황 및 보전방안
- 6.3 경지정리 사업조사
- 6.4 하천의 보전 및 관리
- 6.5 타 계획과의 조정

6.0 기타 하천의 환경보전과 적절한 이용에 관한 사항

6.1 고수부지 현황 및 보전방안

일반적으로 하천의 고수부지는 인근주민을 위한 체육시설 주차장, 자연학습장 및 휴식을 위한 공원시설 등으로 활용되거나 주민 이용도가 낮은 지역의 경우 농경지 등으로 개발하여 활용되고 있다

금번 과업구간에 대해 지형현황측량 하천 중·횡단 측량성과 및 현지조사 등을 실시하여 고수부지 이용현황을 파악한 결과 하도는 단단면으로 형성되어 있는 상 황으로 고수부지(둔치)는 없는 것으로 조사되었다.

6.2 폐천부지 현황 및 보전방안

폐천부지는 기성제 구간에서 제내지 지역의 지목아“천”이고 국유지인 토지로서 과거에는 하천으로 사용되었으나 개수로 인하여 하천으로 이용하지 않는 토지이다.

본 계획에서 폐천부지 조사는 기존 폐천부지와 신생 폐천부지로 구분하여 조사 하였으며, 기존 폐천부지는 기 개수지역에서 발생하는 토지이고 신생폐천부지는 본 과업에서 계획된 개수계획지구 중에서 발생하는 토지이다

기존 및 신생 폐천부지는 금번 작성된 하천현황도를 기준으로 현지조사 및 해당 관서의 지적도와 토지대장을 이용하여 작성하였다

조사된 토지구역은 현재 소규모로 농경지, 잡종지 및 도로형태로 이용되고 있으나, 이들 지역을 사유화하지 않고 국유지로 존치하였다가 향후 계획빈도 이상의 초과홍수 발생시 및 유역의 개발로 인한 하도홍수의 추가부담을 방지하기 위한 방 재공간 및 하천환경 보전공간 등으로 활용하도록 계획하였다

6.2.1 폐천부지 현황 및 장래활용계획

본 과업구간내 조사된 폐천부지는 홍성천8필지 2,485m²이고 기존 폐천부지이며, 신생 폐천부지는 발생하지 않는 것으로 조사되었고 이중에서 대부분은 국 유지 “천” 지목에서 소규모 농경지, 잡종지 및 도로형태로 존재하고 있으며 도 도로로 이용되는 것 외에는 장래활용계획에 방재기능공간으로 계획을 하였으나 향후 사업시 관련기관과 주민의견과의 협의를 통하여 활용방안이 모색되어져야 한다. 본 과업에서 조사된 폐천부지에 대한 지번별 이용현황 및 장래활용계획은 <표 6.2-1>와 같다.

<표 6.2-1>

폐천부지 이용현황 및 장래활용계획

(단위:㎡)

하천명	구분	행정구역			지번	현재이용현황						장래활용계획				비고
		시·군	읍·면	리		답	전	잡	제	도	계	방재기능 공간	하천환경 보전 공간	기타	계	
홍성천	기존	홍성	홍성	오관	577-4					88	88			88	88	
		홍성	홍성	옥암	903	991		664		434	2,089	1,655		434	2,089	
					108-3			17			17	17			17	
					108-4			59			59	59			59	
					148-10				51		51	51			51	
					150-4				75		75	75			75	
					380			89			89	89			89	
					153-2	17					17	17			17	
					계	1,008		829	126	522	2,485	1,963		522	2,485	

6.3 경지정리 사업조사

2005년 12월 현재 홍성천 유역내 경지정리사업 완료지구 및 계획지구 조사는 충청남도청 기반조성과 홍성군 및 농업기반공사에서 자료를 수집하였으며 금회 과업하천 유역내 경지정리 지구는 없는 것으로 조사되었다

6.4 하천의 보전 및 관리

하천정비기본계획의 최종목표는 이수치수, 환경이 조화를 이루어 인간과 자연이 공존하는 하천환경을 만드는 것이므로 그 기능을 수행할 수 있을 때까지는 일정기간이 필요하게 된다.

따라서, 금번 하천정비기본계획에서 제시된 각 분야별 정비계획에 따라 그 기간안에 발생할 수 있는 다양한 문제점에 대해 적절한 대책을 수립하고파괴된 하천시설물은 보수하여야 한다

6.5 타 계획과의 조정

본 하천정비기본계획은 과업대상 하천의 치수 및 환경계획의 근간을 수립함으로써 향후 사업시행시 본 계획에서 설정된 하천개발 방향으로 문제없이 시행되어져야 하므로 기 수립된 타 계획과의 연계성 파악이 선행되어져야 한다

따라서, 본 계획을 기 수립 또는 수립중인 사업과 조정하여 계획을 수립함으로써 향후 사업 시행단계에서의 문제점을 사전에 예방하고자 타 계획을 조사하였으며 조사 범위는 본 과업과 직접적인 연관성이 있는 사업으로 국한하였다

6.5.1 관련계획

1) 소하천정비 종합계획(2004. 12, 홍성군)

금번 하천정비기본계획에 의해 지방급 과업대상 하천을 소하천으로 지정고시가 되어 있는 소하천은 금번 계획에 따라 조정하여야 할 것이다

<표 6.5-1> 과업구간내 소하천 현황

하천명	소하천명	소하천 구간		소하천 연 장 (km)	비 고
		시 점	종 점		
홍성천	옥 암 천	홍성읍 옥암리 746	홍성읍 옥암리 365	1.060	폐지
계	1개소				

주) 자료출처 : 소하천정비 종합계획보고서(2004.12, 홍성군)

2) 홍성군 수도정비 기본계획(2002. 12, 홍성군)

가. 과업의 목적

본 과업은 홍성군 도시구역내 미 개발지구가 급속히 개발되고 도시화로 인한 인구팽창 및 생활수준 향상으로 상수수요량이 날로 증가되는 과정에서 양적 공급 우선책으로 공급시설 확충에 치중하여 양적 공급능력은 확보하였으나 공급능력과 수급능력이 체계적이고 계획적인 정비가 필요하게 되어장래 홍성군 전역의 수도정비 기본계획을 체계적합리적으로 재수립하여 수도시설의 계획적 정비를 통해 맑은물 공급 수요량 증대에 따른 능동적 대처 수도의 과학화, 공중위생의 향상과 생활환경의 개선 및 기존 상수도 시설과 장래 수도시설 계획에 따른 시설 투자의 효율성등 상수도 행정에 만전을 기하기 위하여 수도정비 기본계획을 수립 상수도 관리 및 상수도 사업운영의 효율성을 기하는데 있다.

나. 과업의 범위

- 과 업 명 : 홍성군 수도정비 기본계획 용역
- 목표연도 : 2011년
- 계획기간 : 10년(5개년 단위의 시행단계 구분)
- 기본계획구역 : 홍성군 행정구역

과업의 범위	◎ 수도정비 기본계획 수립
· 취수시설 - 홍성취수장 : 5,400m³/일 - 결성취수장 : 1,100m³/일 - 갈산취수장 : 980m³/일 · 정수시설 - 홍성취수장 : 5,400m³/일 - 결성취수장 : 1,050m³/일 - 갈산취수장 : 980m³/일 · 송·배수시설(홍성, 광천, 결성, 갈산) : - 광역배수지 : 홍성(4,000m³), 광천(3,600m³) - 지방배수지 : 홍성(1,800m³), 결성(780m³), 갈산(430m³) - 송·배수관로 : 187,518m · 기본계획의 규모결정 · 송·배수시설의 정비 및 확장계획 · 취·정수장 기술진단 · 간이상수도 현장조사 및 시설관리 계획 · 생산시설의 정비 및 확장계획 · 수도시설의 통합관리 및 현대화 계획 · 유지관리 계획	

다. 수도정비 기본방침

(1) 급수구역 설정 및 용수공급계획

급수구역은 계획기간 내에 배수관을 부설하여 급수할 지역을 말하며 일반적으로 기존시가지 및 장래도시계획에 따라 개발 예정지를 중심으로 결정한다

본 계획에서는 기존 상수도 급수구역 홍성읍, 광천읍, 갈산면, 결성면 등 도시기본계획상의 개발계획지역을 토대로 하고 급수구역의 확장에 따른 광역 및 지방상수도 공급이 가능한 인근지역을 포함하도록 하였으며 다음과 같은 기준에 의하여 급수구역을 설정하였다

- 기존 상수도 급수구역(홍성읍, 광천읍, 갈산면, 결성면)
- 도시계획상 시가화 지역(홍성읍, 광천읍, 갈산면, 결성면)
- 간이상수도 및 소규모 급수구역으로 지리적 지형적으로 광역 및 지방상수도 공급 전환이 가능한 지역(홍성군 전역)
- 광역상수도 공급이 신설되는 지역(구항면, 은하면, 서부면, 홍북면, 금마면, 홍동면, 장곡면)

<표 6.5-2>

용수공급계획

급수구역명	읍·면명	1단계(2006년)			2단계(2011년)		
		계	광역	지방	계	광역	지방
계		17,500	12,150	5,350	30,650	24,050	6,600
홍성급수구역	소계	9,000	4,800	4,200	16,600	11,200	5,400
	홍성읍	8,700	4,500	4,200	14,900	9,500	5,400
	3개 대학교	-	-	-	1,350	1,350	-
	홍북면	300	300	-	350	350	-
광천급수지역	소계	5,700	5,700	-	7,000	7,000	-
	광천읍	4,750	4,750	-	6,000	6,000	-
	은하면 장척리	150	150	-	200	200	-
	은하 농공단지	800	800	-	800	800	-
갈산급수지역	갈산면	700	-	700	700	-	700
홍북급수지역	홍북면	-	-	-	300	300	-
금마급수지역	금마면	-	-	-	700	700	-
홍동급수지역	홍동면	-	-	-	400	400	-
장곡급수지역	장곡면	-	-	-	300	300	-
은하급수지역	은하면	200	200	-	250	250	-
결성급수지역	결성면	450	-	450	500	-	500
서부급수지역	소계	1,150	1,150	-	3,500	3,500	-
	서부면	600	600	-	1,000	1,000	-
	관광단지	550	550	-	2,500	2,500	-
구항급수지역	구항면	300	300	-	400	400	-

(2) 용수공급의 안정성

본 계획지역은 지방상수도 3개소와 보령댐 광역상수도가 보급되며 장래 추가적인 수요량에 대해서도 보령댐 광역상수도 추가 수수가 가능하다

지방상수도와 간이상수도의 수질오염 우려가 있는 지역은 장래 안정적인 수질확보를 위하여 정수시설 개량과 간이상수도 개량이 시급하다

또한 홍북면, 홍동면, 금마면, 장곡면 등은 현재 지방 및 광역상수도 공급되지 않으므로 2011년 까지 광역상수도를 공급하는 것으로 계획하였다

<표 6.5-3>

시설확충 계획

구 분		2006년	2011년
계	관 로	· D75㎜~D400㎜, 64,352m	· D75㎜~D250㎜, 78,540m
	배수지	2개소	4개소
홍성읍	관 로	· 배수관:D150~D400㎜, 15,306m · 홍북면 동진아파트 포함	-
광천읍	관 로	· 배수관:D75~D400㎜, 11,602m · 은하면 장척리 구역 포함	-
구항면	관 로	· 배수관:D75~D150㎜, 7,426m	-
	배수지	· 용량:160m ³ · W1.5×L7.0×H3.2m×2지	-
홍북면	관 로	-	· 송수관(배수지) - D250㎜, 4,200m - 배수관:D75㎜, 4,200m
	배수지	-	· 용량:200m ³ · W4.0×L7.0×H3.5m×2지
금마면	관 로	-	· 송수관(배수지) - D250㎜, 8,470m - 배수관:D150㎜, 10,670m D150㎜, 10,670m
	배수지	-	· 용량:600m ³ · W6.0×L12.0×H4.2m×2지
홍동면	관 로	-	· 송수관(배수지) - D250㎜, 7,360m - 배수관:D100㎜, 6,220m
장곡면	관 로	-	· 송수관(배수지) - D250㎜, 11,830m - 배수관:D100㎜, 6,920m
	배수지	-	· 용량:200m ³ · W4.0×L7.0×H3.5m×2지
은하면	관 로	· 유송리 구역 - 송수관(배수지):D150㎜, 2,320m - 배수관:D100㎜, 5,930m	-
	배수지	· 용량:200m ³ · W4.0×L7.0×H3.5m×2지	-
서부면	관 로	· 배수관 - D150㎜, 15,860m	· 송수관(배수지) - D200㎜, 5,800m - 배수관:D150㎜, 11,420m
	배수지	-	· 용량:1,000m ³ · W7.5×L15.0×H4.5m×2지
갈산면	관 로	- 배수관:D75~150㎜, 5,908m	

라. 사업의 효과

수도법 제 4조에 따라 매 10년마다 수립되는 본 사업을 추진함으로써 얻을 수 있는 효과로는 <표 6.5-4>와 같다.

<표 6.5-4>

상수도 총괄계획

구 분		현황 (2000년)	1단계 (2006년)	2단계 (2011년)	비고
계 획 인 구 (인)		95,600	94,200	94,650	홍성군
급 수 인 구 (인)		24,105	36,845	56,944	광역,지방급수지역
보급률(%)	지방, 광역상수도	25	39	60	전체인구 대비
급 수 량 원 단 위 (ℓ pcd)	읍지역	265	320	340	홍성읍, 광천읍
	면지역	240	260	280	면지역
침 두 부 하 율		1.35	1.35	1.35	읍·면지역
총 수 요 량 (m³/일)	계	31,593	37,106	44,391	군 전체 수요량
	읍지역	17,493	21,842	27,061	홍성읍, 광천읍
	면지역	14,100	15,264	17,330	기타 면지역
공공상수도 (m³/일)	소계	8,715	17,032	30,062	
	지방상수도	3,313	5,233	6,579	3개소 (홍성,갈산,결성)
	광역상수도	5,402	11,799	23,483	보령댐계통
간이 및 소규모 급수시설(m³/일)		3,763	2,919	2,327	
개인급수 및 기타(m³/일)		19,115	17,155	12,002	
시설계획 (m³/일)	계	13,430	19,580	31,480	
	정수장 시설용량	7,430	7,430	7,430	
	광역상수도 공급계획	6,000	12,150	24,050	

<표 6.5-5>

간이상수도, 소규모 급수시설 장래계획

구 분	현황	2006년	2011년
계	126	90	70
간이상수도	57	45	33
소규모급수시설	67	45	37
개량공사중	2(소규모)	-	-
폐쇄대상 및 공공전환	18	36	20

◆ 간접효과

- 2읍 2면의 기존 급수구역이 홍성군 전역(2읍9면)으로 공공상수도 공급
- 안정적이고 효율적인 용수공급
 - 급수구역별 정량, 정압적인 용수공급으로 운영상황의 안정화 도모
 - 지역개발 계획에 맞추어 균형있는 급수계획 수립
 - 경제적 유지운영으로 수도경영의 합리화 도모
- 수도시설 정비에 따른 기능제고
 - 시설정비에 따라 수도시설 기능제고 및 양질의 수돗물 공급
 - 정수장, 가압장 및 송·배수시설의 효율적인 관리로 안전한 물 공급
 - 누수방지 및 최적의 유지관리로 유수율 향상
 - 용수공급 시설확장의 적기시행
- 현대화 및 통합관리 계획에 따른 수도종합관리시스템 구축
 - 현대화 및 통합관리 계획 수립으로 효율적인 유지운영

마. 사업시행계획

본 사업은 1단계(2002~2006) 및 2단계(2007~2011)로 나누어 시행하며 사업 시행에 따른 총 투자 사업비는 50,908.21백만원(2001년 물가기준)으로써 소요사업비 총괄 및 단계별 투자계획은 다음과 같다

<표 6.5-6>

소요사업비

(단위: 백만원)

구 분	단계별			비 고
	계	1단계	2단계	
계	50,908.21	19,994.21	30,914	
1. 취·정수장 개량	835.21	835.21	0	
2. 배수지 및 관로시설	26,356	11,041	15,315	
3. 간이 및 소규모 상수도 개량사업	11,400	3,750	7,650	
4. 노후관 개량	11,141	3,192	7,949	
5. 현대화 계획	1,176	1,176	0	

2) 홍성군 하수도정비 기본계획변경(2003. 11, 홍성군)

가. 과업의 목적

홍성군은 농업과 공업이 조화를 이루는 이상적인 지역으로서 2002년에 갈산면과 은하면을 가로지르는 서해안고속도로의 개통과 함께 급속한 공업화 및 도시화가 이루어져 왔으며 각종 개발계획과 더불어 도시계획재정비 등을 수립하여 체계적인 도시발전계획을 추진하고 있다

그러나 이러한 도시발전과 함께 수질환경 오염은 점차 심화되고 있으며 수립된 하수도정비 기본계획은 홍성읍 광천읍의 도시계획이 수립된 기사화 구역만을 대상으로 하고 있으므로 본 계획에서는 기시행된 하수도사업에 대한 평가와 함께 홍성군의 발전계획에 부합하는 체계적이고 합리적인 하수도정비 기본계획변경을 수립함으로써 하수도행정의 기반구축 및 하수도 사업의 계획적인 추진과 투자의 효율화를 기하는 동시에 쾌적한 도시환경 조성공중위생향상 및 공공수역의 수질환경보전을 도모하는데 그 목적이 있다

나. 과업의 범위

홍성군 하수도정비 기본계획변경 범위는<표 6.5-7>과 같다.

<표 6.5-7>

하수도정비 기본계획변경 범위

구 분	단 계 별	비 고
1. 하수도정비 기본계획 변경	· 하수도정비 계획구역(11.67km²) · 하수처리 계획구역 (10.18km²) · 우수배제 계획구역 (443.57km²) · 기존 하수관거 정비 및 신설계획 · 하수처리장 건설 및 환경 개선 계획	
2. 하수도대장 및 조서작성	· 공공하수도 대장 작성(4.89km²) · 공공하수도 조서 작성	
3. 수질 및 오염현황조사	· 하수 및 하천수 수질 조사 · 오염원 조사	
4. 환경 기초시설 계획	· 공공하수도 : 2개소 · 홍성 하수처리장 : 17,000 m³/일 · 광천 하수처리장 : 5,000 m³/일 · 마을 하수도 : 18개소	
5. 최종 보고서 작성	· 하수도정비 기본계획 보고서 작성 · 기타 관련 도면 및 자료 작성	

<표 6.5-7> 계속

하수도정비 기본계획변경 범위

처리분구명	구분	2006년	2011년	2016년	2021년
계	처리구역(ha)	836.7	897.7	1017.3	1,017.3
	처리인구(인)	51,971	55,049	58,364	61,933
	하수량(m³/일)	16,312	17,375	26,477	19,810
	시설용량(m³/일)	22,000	22,000	22,000	22,000
홍 성	처리구역(ha)	577.7	368.7	719.8	719.8
	처리인구(인)	39,341	42,389	45,674	49,213
	하수량(m³/일)	11,326	12,381	13,787	14,799
	시설용량(m³/일)	17,000	17,000	17,000	17,000
광 천	처리구역(ha)	259.0	259.0	297.5	297.5
	처리인구(인)	12,630	12,660	12,690	12,720
	하수량(m³/일)	4,986	4,994	5,003	5,011
	시설용량(m³/일)	5,000	5,000	5,000	5,000

다. 사업비 및 단계별 투자계획

하수도 시설계획에 의한 단계별 사업비 및 투자계획은<표 6.5-8>, <표 6.5-9>와 같다.

<표 6.5-8>

단 계 별 사 업 비

(단위: 백만원)

구 분		계	1단계	2단계	3단계	4단계
			2006년	2011년	2016년	2021년
총 계		114,133	104,881	5,084	1,890	2,278
공공 하수도	소 계	98,093	96,836	-	1,257	-
	홍 성	60,942	60,942	-	-	-
	광 천	37,151	35,894	-	1,257	-
마을 하수도		16,040	8,045	5,084	633	2,278

<표 6.5-9>

단 계 별 투 자 계 획

(단위: 백만원)

구 분		계	1단계	2단계	3단계	4단계
			(2003~2006)	(2007~2011)	(2012~2016)	(2017~2021)
계	우수관거(개량)	20,849	20,849	-	-	-
	우수관거(신설)	41,599	41,599	-	-	-
	오수관거	34,388	34,388	-	-	-
	하수종말처리시설	1,257	-	-	1,257	-
	계	98,093	96,836	-	1,257	-
홍 성	우수관거(개량)	16,987	16,987	-	-	-
	우수관거(신설)	24,769	24,769	-	-	-
	오수관거	19,186	19,186	-	-	-
	하수종말처리시설	-	-	-	-	-
	계	60,942	60,942	-	-	-
광 천	우수관거(개량)	3,862	3,862	-	-	-
	우수관거(신설)	16,830	16,830	-	-	-
	오수관거	15,202	15,202	-	-	-
	하수종말처리시설	1,257	-	-	1,257	-
	계	37,151	35,894	-	1,257	-

라. 사업의 효과

계획 구역내 불량한 기존관거를 대체하고 최종 목표연도내 단계별 처리구역의 체계적이고 합리적인 관거계획으로 구역내 불량한 공중위생 환경을 개선할 수 있으며, 국도변 주변의 침수가능지역 배제와 이로 인한 도시 생활환경 개선 효과를 얻을 수 있다.

또한, 본사업의 수행으로 예상되는 사업효과는 다음과 같다

- 방류수역의 수질개선 효과
- 생활 환경개선 및 공중 보건위생 향상
- 주변정화로 인한 시각적인 효과
- 지가상승 및 토지이용에 대한 부가가치의 증대
- 수세식변소 보급률 증가
- 사업수행에 따른 고용의 증대
- 장기적인 안목으로의 도시 발전계획 기반조성

7.0 지방2급 하천의 지정과 구간조정



7.1 지정기준

7.2 구간조정

7.0 지방2급 하천의 지정과 구간조정

7.1 지정기준

지방2급 하천의 지정 및 구간조정은 공공의 복리증진에 기여함을 우선으로 하는 하천법의 취지에 따라야 하며 현재와 같이 유역내 토지이용도의 고도화로 하천의 이용도가 높아짐에 따라 하천법의 기본목적 및 사회적인 공익성을 기본개념으로 하여 하천의 지정 및 구간이 결정되어야 한다

금회 조사에서는 수문, 수리 및 하천공학적인 사항과 현재까지 있었던 하천행정 자료를 근거로 하여 지방2급 하천의 구간조정기준을 결정하였다

1) 하천행정자료

- 수계별 하천현황
- 시도별 하천현황
- 홍성군 소하천정비 종합계획 수립현황

7.2 구간 조정

홍성천에 대한 구간조정은 기 시행된 개수구간을 고려하면서 고시된 하천구간이 인위적 또는 자연적으로 하천의 역할을 하지 못하는 구간과 법정하천으로 관리가 필요한 구간에 대하여 실시하였다

기 고시된 홍성천의 연장은 4.40km로 종점에서 2.76km에 이르는 구간은 『홍성천 하천정비 기본계획(2004.3, 충청남도)』에서 기수립된 상태이며 나머지 1.64km구간 중 하천측량 성과를 기초로 현장조사결과 현재 『홍성군 소하천정비 종합계획(2004.12, 홍성군)』에서 금회과업내 옥암BOX교(No.5)~과업종점(No.16+5)까지 소하천 옥암천(L=1.06km)으로 중복되어 관리되고 있었다.

검토결과 본 하천구간의 홍수에 따른 피해 발생 가능성이 크고 하천관리 중요도를 고려하여 『홍성군 소하천정비 종합계획(2004.12, 홍성군)』의 수립 내용을 폐지하고 지방2급으로 관리하는 것이 적절하다고 판단되며 금회 홍성천의 지방2급 하천구간을 1.605km로 조정하였다.

따라서, 총 홍성천의 지방2급 하천구간을 총 4.335km로 조정하였고 구간조정 내용은 <표 7.2-1> 및 <그림 7.2-1>과 같다.

<표 7.2-1> 구간조정 내용

하천명	구분	기 점	종 점	하천연장 (km)	증·감 (km)	비 고
홍성천	기고시	충남 홍성군 홍성읍 오관리,옥암리계	충남 홍성군 홍성읍 삼교천(지방2급) 합류점	4.40	-	충남5호 (1964.1.20)
	'04홍성천 기본계획	충남 홍성군 홍성읍 옥암리 577-4천지선 옥암교	충남 홍성군 홍성읍 삼교천(지방2급) 합류점	2.73	-	
	금회 과업구간	충남 홍성군 홍성읍 옥암리 370-5전번지선 수로	충남 홍성군 홍성읍 옥암리 577-4천지선 옥암교	1.605	-	
총 구간		충남 홍성군 홍성읍 옥암리 370-5전번지선 수로	충남 홍성군 홍성읍 삼교천(지방2급) 합류점	4.335	-0.065	



<그림 7.2-1> 지방2급 하천구간 조정도

8.0 효 과 분 석



8.1 종합적인 효과분석

8.2 건 의

8.0 효과분석

8.1 종합적인 효과분석

8.1.1 기본사항

- 상·하류 구간에 대해 일관성 있는 계획을 수립하여 수계 전체의 종합적인 보전과 개발을 도모하였다
- 하안을 보호하고 하도의 안정을 유지하도록 계획하였다
- 하천환경 보전 및 개선을 위하여 수계하천의 자연환경현황을 조사하고하천 환경관리계획을 수환경 및 공간환경으로 구분하여 계획하였다
- 치수계획의 규모는 수계유역 및 전국적인 관점에서 중요도 및 안전도를 고려하고 기술적·경제적 차원의 검토를 통하여 결정하였다
- 관련된 타 계획과의 연관성을 최대한 고려하여 계획하였다

8.1.2 효과분석

1) 치수효과

- 개수계획은 축제 1,910m, 고수호안 420m를 계획하여 농경지 12.36ha, 가옥 3동을 홍수피해로부터 보호토록 하였으며 이에 따른 총 공사비는 3,995백만원이 소요되는 것으로 나타났다.

<표 8.1-1>

계획시설물 소요사업비 내역

(단위:백만원)

하 천	축 제			보 축			고수호안			계		
	지구 수	연 장 (m)	공사비 (백만원)	지구 수	연 장 (m)	공사비 (백만원)	지구 수	연 장 (m)	공사비 (백만원)	지구 수	연 장 (m)	공사비 (백만원)
합 계	4	1,910	3,473	-	-	-	3	420	521	7	2,330	3,995
홍성천	4	1,910	3,473	-	-	-	3	420	521	7	2,330	3,995

<표 8.1-2>

계획시설물에 의한 효과

구 분 하 천	계 획 시 설 물						효 과	
	축 제 (m)	보 축 (m)	고수호안 (m)	배수 시설 (개소)	교 량 (개소)	보 및 낙차공 (개소)	농 토 (ha)	가 옥 (동)
합 계	1,910	-	420	7	1	1	12.36	3
홍성천	1,910	-	420	7	1	1	12.36	3

2) 하천환경보전과 이용에 관한 효과

- 구간별 하천의 기능을 구분하고 폐천부지의 효율적인 보전 및 이용을 통한 공간이용계획과 자연보전계획을 수립하고 장래 수질예측 및 수질보전을 위한 계획을 수립함으로써 하천환경정비 세부계획의 기본방향을 제시하였다

8.2 건 의

유역개발 및 하천계획의 효율화를 기하고 시설물의 유지관리를 위하여 다음 사항을 건의한다.

- 하천정비 기본계획을 수계 단위별로 시행하여 분류 및 지류의 일관성 있는 개수계획이 시행요망
- 하천정비 기본계획이 미수립된 상태에서 하천개수가 실시된 경우에도 하천의 관리, 이용 및 환경 기능을 보존하기 위해서는 하천정비 기본계획 수립 요망
 - 금회 조사 대상 하천은 모두 일관성 있는 하도 정비 계획이나 개수계획에 근거하여 시행된 것이 아니라 대부분 수해복구사업으로 축조된 제방으로
 - 제체 단면 부족, 불합리한 선형 등 하천설계기준에 미달되는 잠정제방이며 완성제방으로서 그 기능을 기대하기 어려운 구간이 많은 바
 - 향후에 본 하천정비 기본계획에 의거하여 합리적인 재정비가 요망된다
- 금후에 건설되는 교량은 하천정비 기본계획에서 제시한 계획하폭 및 교량의 설계기준에 의한 충분한 여유고를 확보토록 관계기관과 긴밀한 협조와 통제가 필요함.
- 취수보 등 하도내에 시설물이 직각으로 설치되지 않을 경우 편류를 유발하여 보 하류측 하안과 하상의 세굴을 심화시켜 안정하도유지와 구조물의 안정유지에 많은 문제를 야기시키고 있는 바 개수계획(축제, 보축) 지구내에 포함된 보는 하천 개수공사시 하도의 직각방향으로 재시행 되어야 함
- 치수 및 이수계획의 기본자료 획득을 위해 수위관측소를 설치하여 지속적인 수위 및 유량관측 실시 요망
 - 수위관측, 유량관측, 유사량관측 등과 같은 유출 관측시설은 대하천(국가하천)에만 설치 운용되고 있는 실정으로 지방 1, 2급하천의 유역관리에는 많은 애로가 있음.
 - 따라서 우리나라 중·소하천에도 수위·유량관측소를 설치하여 합리적인 유역관리체계를 갖추도록 장기적이고 지속적인 노력이 요망됨

- 금회 매설한 수준점 표석은 하천 시설물 계획 및 하천 개수공사의 기준이 되므로 망실이나 훼손방지를 위한 적절한 관리체제 수립
- 홍성천의 수질은 BOD를 기준으로 할 때 Ⅲ등급 정도이므로 생활하수 및 축산폐수의 적극적인 규제와 더불어 마을하수처리장 등 소규모 하수처리장의 도입을 통해 장래에도 목표수질을 유지하여야 함
- 하천환경 개선을 위하여 친환경적 호안공법을 적절히 활용하여 친수성과 하천 생태계를 보전토록 하여야 함
- 하천의 수질 및 환경보전을 위하여 하천에 오물 및 쓰레기 방기 행위에 대한 지속적인 규제와 대 주민 홍보 활동 강화
- 맑은 물 공급 및 깨끗한 하천의 유지를 위하여 유역내 공해시설의 엄격한 제한이 요망됨.



관 계 기 관 협 의



- ◆ 공공측량성과심사
- ◆ 해당 시·군 업무협약
- ◆ 사전환경성검토 협의
- ◆ 사전재해영향성 검토 협의
- ◆ 지방하천관리위원회 하천심의