충 청 남 도 고 시
제 2011 - 110 호

용 봉 천
하천기본계획(재수립)

2011. 04

홍 성 군

용봉천 하천기본계획(재수립)

2011. 4

홍성군

제 출 문

홍성군청장 귀하

2010년 4월 26일자로 귀 군과 계약 체결한『용봉천 하천기본계획(재수립)』에 대하여 최선의 노력과 신중한 기술적 판단에 의하여 전 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서에 종합 수록하여 제출합니다.

2011. 4.

충청남도 아산시 온천동 1667-1
주식회사 이 소
대표이사 최 규 영

목 차

제1장 과업의 개요 ····· 1-1

1.1 과업의 목적 ····· 1-1

1.2 과업의 범위 ····· 1-1

1.3 과업의 내용 ····· 1-3

제2장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사 ····· 2-1

2.1 일반현황 ····· 2-1

2.1.1 유역의 일반현황 ····· 2-1

2.1.2 유역의 자연현황 ····· 2-14

2.1.3 유역의 사회··역사·문화적 현황 ····· 2-24

2.2 수문조사 ····· 2-29

2.2.1 수문관측 현황 ····· 2-29

2.2.2 수문관측 기록 ····· 2-32

2.2.3 수위 및 유출 ····· 2-35

2.2.4 기상 ····· 2-37

2.3 하도특성 조사 ····· 2-39

2.3.1 하도현황 조사 ····· 2-39

2.3.2 하상변동량 조사 ····· 2-46

2.4 하천사업의 연혁 및 피해현황 ····· 2-49

2.4.1 하천사업의 연혁 ····· 2-49

2.4.2 제방공사 연혁 ····· 2-49

2.4.3 수해 및 가뭄피해 현황 ····· 2-52

2.5 하천의 이용현황 ····· 2-67

2.5.1 유수이용 현황 ····· 2-67

2.5.2 용도지역구분 등 토지이용 현황 ····· 2-73
2.5.3 관광··위락 등 공간이용 현황 ····· 2-74
2.6 하천의 환경현황 ····· 2-75
2.6.1 유역의 오염원 현황 ····· 2-75
2.6.2 폐수 발생량 조사 ····· 2-76
2.6.3 유역의 오염부하량 산정 ····· 2-80
2.6.4 하천의 오염도 현황 ····· 2-85
2.6.5 하천의 경관 및 생태환경 ····· 2-96
2.7 타 계획과의 조정 ····· 2-140
2.7.1 관련계획 ····· 2-140

제3장 하 천 측 량 ····· 3-1
3.1 일반 사항 ····· 3-1
3.2 지형현황측량 ····· 3-1
3.2.1 기준점 측량 ····· 3-1
3.2.2 수준측량 ····· 3-2
3.3 거리표(종단측점)의 설치 ····· 3-3
3.3.1 종단측량 ····· 3-3
3.3.2 횡단측량 ····· 3-3
3.4 측량 내용 ····· 3-3
3.4.1 지적도 복사 및 축도 ····· 3-3
3.4.2 표석매설 ····· 3-4

제4장 홍수량 및 홍수위 산정 ····· 4-1
4.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량 ····· 4-1
4.1.1 기본방향 ····· 4-1
4.1.2 홍수량 산정지점 ····· 4-1
4.1.3 강우분석 ····· 4-2

4.1.4 확률강우량 산정 ····· 4-20
4.1.5 강우의 시간분포 결정 ····· 4-24
4.1.6 유효우량 산정 ····· 4-27
4.1.7 도달시간의 산정 ····· 4-35
4.1.8 홍수량 산정 ····· 4-39
4.2 홍수위 산정 ····· 4-60
4.2.1 계산방법의 선정 ····· 4-60
4.2.2 홍수위 산정을 위한 자료의 선정 ····· 4-63
4.2.3 기점홍수위의 결정 ····· 4-66
4.2.4 홍수위 계산 ····· 4-67

제5장 하상변동 분석 ····· 5-1
5.1 하상재료 조사 ····· 5-1
5.1.1 조사방법 ····· 5-1
5.1.2 조사지점과 시료채취 ····· 5-1
5.1.3 실험실 분석 ····· 5-2
5.2 하천 유사량 조사 ····· 5-3
5.2.1 유사량 산정공식의 선정 ····· 5-3
5.2.2 유량-유사량 관계 ····· 5-5
5.2.3 유사의 입경별 분포 ····· 5-6
5.3 하상변동 및 하도안정 분석 ····· 5-6
5.3.1 분석방법의 선정 ····· 5-6
5.3.2 장기하상변동 예측결과 ····· 5-12

제6장 하천공사 시행에 관한 사항 ····· 6-1
6.1 수자원 부존량 산정 ····· 6-1
6.1.1 강수량의 산정 ····· 6-1
6.1.2 유출량 결정 ····· 6-1

6.1.3 수자원 부존량 ····· 6-7
6.2 용수수급현황의 파악 ····· 6-8
6.2.1용수수요량 추정 ····· 6-8
6.3 용수수요량 예측 및 산정 ····· 6-10
6.3.1 생활용수 ····· 6-10
6.3.2 공업용수 ····· 6-14
6.3.3 농업용수 ····· 6-15
6.3.4용수수요 총괄 ····· 6-17
6.4 물수지 분석 ····· 6-18
6.4.1 갈수량 ····· 6-18
6.4.2 물수지 분석 ····· 6-18
6.5 용수수급계획 ····· 6-27
6.5.1 용수수급 방안 ····· 6-27
6.5.2 갈수대책 ····· 6-28

제7장 하천의 종합적인 정비방향 설정 ····· 7-1
7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향 ····· 7-1
7.1.1 치수측면 ····· 7-3
7.1.2 이수 측면 ····· 7-4
7.1.3 환경 측면 ····· 7-5
7.2 바람직한 하천모습의 설정 ····· 7-6
7.2.1 홍수처리측면 ····· 7-6
7.2.2 하천환경관리측면 ····· 7-7
7.3 홍수처리계획의 기본방향 ····· 7-8
7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향 ····· 7-10
7.5 하천환경관리에 관한 기본방향 ····· 7-10
7.6 수질오염 방지대책 ····· 7-17
7.7 정수식물 검토 ····· 7-18

제8장 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항 ····· 8-1
8.1 하천의 지구별 관리계획 수립 ····· 8-1
8.1.1 과업구간의 하천 현황분석 및 공간환경 관리계획 수립 ····· 8-4
8.2 하도계획 ····· 8-7
8.2.1 일반사항 ····· 8-7
8.2.2 평면계획 ····· 8-8
8.2.3 종단 계획 ····· 8-10
8.2.4 횡단 계획 ····· 8-11
8.2.5 특이구간에 대한 대책 ····· 8-12
8.3 하천시설물 계획 ····· 8-13
8.3.1 하천시설물 현황 ····· 8-13
8.3.2 하천종단 시설물의 능력검토 및 설치방향 ····· 8-13
8.4 치수경제성 분석 ····· 8-61
8.4.1 자산 및 피해액 조사 ····· 8-61
8.4.2 행정구역별 대상자산 조사 ····· 8-64
8.4.3 침수편입율 산정 ····· 8-71
8.4.4 침수피해액 산정 ····· 8-72
8.4.5 연평균 피해경감 기대액 ····· 8-80
8.4.6 비용 산정 ····· 8-80
8.4.7 적정 투자규모 및 투자 우선순위 ····· 8-84
8.4.8 단기 및 중장기 투자계획 ····· 8-86

제9장 하천의 환경에 관한 사항 ····· 9-1
9.1 수환경 보전계획 ····· 9-1
9.1.1 기본방향 ····· 9-1
9.1.2 수환경보전 계획의 목표 설정 ····· 9-2
9.1.3 수량확보 대책 ····· 9-6
9.1.4 하천수질 개선대책 ····· 9-11

9.2 환경영향 검토 ····· 9-33
9.2.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책 ····· 9-33
9.2.2 기타 환경성 검토에 필요한 해당유역의 특성 ····· 9-43

제10장 하천의 유지관리에 관한 사항 ····· 10-1
10.1 고수부지 및 폐천부지 현황 및 아용방안 ····· 10-1
10.1.1 고수부지 현황 및 이용방안 ····· 10-1
10.1.2 폐천부지 현황 및 보전방안 ····· 10-1
10.2 하도유지관리 ····· 10-9
10.2.1 목적 및 범위 ····· 10-9
10.3 기 타 ····· 10-20

■ 부 도
◆ 평 면 도
◆ 종 단 면 도
◆ 횡 단 면 도

■ 사전자문의견 및 조치사항

■ 심의의견 조치결과

■ 참고문헌

표 목 차

<표 1.2-1> 과업구간 ····· 1-1

<표 2.1-1> 수계의 구성 ····· 2-2
<표 2.1-2> 유역의 평면적 특성 ····· 2-4
<표 2.1-3> 표고별 누가면적 구성비 ····· 2-5
<표 2.1-4> 유역의 평균고도 및 평균경사 ····· 2-7
<표 2.1-5> 구간별 하상경사 ····· 2-10
<표 2.1-6> 과업구간내 하천구간 경계설정현황 ····· 2-11
<표 2.1-7> NRCS 수문학적 토양군의 분류기준 ····· 2-16
<표 2.1-8> 용봉천 유역의 NRCS 토양군별 면적 ····· 2-16
<표 2.1-9> 용봉천 유역의 NRCS 토양종류별 특성 ····· 2-16
<표 2.1-10> 정밀토양도 토양통의 수문학적 분류 ····· 2-18
<표 2.1-11> 소유권별 임야면적 ····· 2-23
<표 2.1-12> 임상별 임야면적 ····· 2-23
<표 2.1-13> 토지이용현황 ····· 2-24
<표 2.1-14> 행정구역별 면적 및 인구현황 ····· 2-25
<표 2.1-15> 문화재 현황 ····· 2-26
<표 2.1-16> 문화재 상세현황 ····· 2-27
<표 2.2-1> 우량관측소 현황 ····· 2-30
<표 2.2-2> 수위관측소 현황 ····· 2-30
<표 2.2-3> 지속시간별 연최대 강우량 ····· 2-33
<표 2.2-4> 서산 관측소 월별 강우량 ····· 2-34
<표 2.2-5> 수촌 수위-유량 관계곡선식 ····· 2-35
<표 2.2-6> 유황분석 ····· 2-36
<표 2.2-7> 기상관측소 현황 ····· 2-37
<표 2.2-8> 기상현황 ····· 2-38
<표 2.3-1> 하도의 특성인자 ····· 2-40
<표 2.3-2> 하도의 평면형 ····· 2-42
<표 2.3-3> 하천 횡단면의 특성 ····· 2-43

<표 2.3-5> 최심하상고 ····· 2-46
<표 2.4-1> 하천개수 현황 ····· 2-49
<표 2.4-2> 과업의 범위 ····· 2-50
<표 2.4-3> 과거 주요 수해발생 현황 ····· 2-52
<표 2.4-4> 2002.8.26 ~ 9.1 시강우량(서산관측소) ····· 2-55
<표 2.4-5> 2003.9.11 ~ 9.13 시강우량(서산관측소) ····· 2-57
<표 2.4-6> 2006.7.9 ~ 7.10 시강우량 (서산관측소) ····· 2-59
<표 2.4-7> 용봉천 연도별·종목별 피해현황 ····· 2-60
<표 2.4-8> 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도 ····· 2-62
<표 2.4-9> 갈수유량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도 ····· 2-63
<표 2.4-10> Palmer의 가뭄지수를 기준으로 한 유역별, 지속기간별 최대평균 가뭄지 ····· 2-63
<표 2.4-11> Palmer의 가뭄지수(X) 범위 ····· 2-64
<표 2.4-12> 가뭄피해연도 ····· 2-65
<표 2.4-13> 한발피해 현황 ····· 2-65
<표 2.5-1> 용수수요량 산정지점 현황 ····· 2-67
<표 2.5-2> 행정 구역별 생활용수 사용현황 ····· 2-69
<표 2.5-3> 지구별 생활용수 사용현황 ····· 2-70
<표 2.5-4> 단위용수량 ····· 2-71
<표 2.5-5> 취입보 현황 ····· 2-72
<표 2.5-6> 농업용수 이용 총괄 ····· 2-72
<표 2.5-7> 축산용수 사용현황 ····· 2-72
<표 2.5-8> 용수이용현황 총괄 ····· 2-73
<표 2.5-9> 용도지역구분 ····· 2-73
<표 2.6-1> 소유역구분 및 오염원 현황 ····· 2-76
<표 2.6-2> 과업대상하천 유역내 장래 인구계획 ····· 2-76
<표 2.6-3> 유효수율 ····· 2-77
<표 2.6-4> 단계별 오수전환율 ····· 2-77
<표 2.6-5> 인구에 의한 생활하수 발생량 ····· 2-78
<표 2.6-6> 소유역별 가축사육 두수 현황 ····· 2-78
<표 2.6-7> 가축별 발생 원단위 ····· 2-79
<표 2.6-8> 소유역별 축산폐수 발생량 ····· 2-79
<표 2.6-9> 소유역별 토지이용현황 ····· 2-80
<표 2.6-10> 하수처리시설 설치현황 ····· 2-81
<표 2.6-11> 인구에 의한 오염물질 발생부하 원단위 및 분뇨발생부하비 ····· 2-81

<표 2.6-12> 생활하수에 의한 오염원 부하량 ····· 2-82
<표 2.6-13> 축종별 적용된 축산폐수 오염부하량 원단위 ····· 2-83
<표 2.6-14> 지구별 축산폐수에 의한 오염원 부하량 ····· 2-83
<표 2.6-15> 오염원별 토지이용 발생부하량 원단위 ····· 2-84
<표 2.6-16> 비점오염원에 의한 오염원 부하량 ····· 2-84
<표 2.6-17> 오염 부하량 총괄 ····· 2-85
<표 2.6-18> 생활환경기준 ····· 2-86
<표 2.6-19> 하천수질 및 유량 조사지점 ····· 2-86
<표 2.6-20> 조사항목 ····· 2-87
<표 2.6-21> 하천수질 조사결과 ····· 2-88
<표 2.6-22> 하천수질 환경기준 ····· 2-89
<표 2.6-23> 유량측정결과 ····· 2-91
<표 2.6-24> 하천저질 채수지점 ····· 2-93
<표 2.6-25> 하천저질 조사결과 ····· 2-94
<표 2.6-26> 토양오염 우려기준 ····· 2-95
<표 2.6-27> 녹지자연도 등급 사정기준 ····· 2-97
<표 2.6-28> 조사지역의 식물상 ····· 2-100
<표 2.6-29> 조사지역의 귀화식물 ····· 2-101
<표 2.6-30> 하천 식생단면도 1 ····· 2-103
<표 2.6-31> 하천 식생단면도 2 ····· 2-104
<표 2.6-32> 하천 식생단면도 3 ····· 2-105
<표 2.6-33> 하천 식생단면도 4 ····· 2-106
<표 2.6-34> 하천 식생단면도 5 ····· 2-107
<표 2.6-35> 조사지역의 보호수 현황 ····· 2-108
<표 2.6-36> 조사지역 동물상 개요 ····· 2-110
<표 2.6-37> 조사지역의 포유류 목록 ····· 2-111
<표 2.6-38> 황조롱이의 생태적 특징 및 출현지점 ····· 2-112
<표 2.6-39> 조사지역의 조류 목록 ····· 2-113
<표 2.6-40> 조사지역의 양서·파충류 목록 ····· 2-116
<표 2.6-41> 조사지역의 육상곤충의 목별 출현율 ····· 2-117
<표 2.6-42> 조사지역의 육상곤충류 목록 ····· 2-118
<표 2.6-43> 조사지역의 어류 목록 ····· 2-129
<표 2.6-44> 조사지역별 출현분류군 현황 ····· 2-130
<표 2.6-45> 조사지점별 우점종 및 우점도 지수 ····· 2-131

<표 2.6-46> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록 ····· 2-131
<표 2.6-47> 어도 설치계획 ····· 2-137
<표 2.6-48> 어도의 형식 선정기준 ····· 2-138
<표 2.7-1> 하천의 지정 및 고시 ····· 2-141
<표 2.7-2> 토지이용계획표(안) ····· 2-149

<표 3.1-1> 지형측량 현황 ····· 3-1
<표 3.2-1> 위성측량기준점 성과표 ····· 3-2
<표 3.2-2> 기본 수준점 ····· 3-2
<표 3.4-1> 표석성과표 ····· 3-4

<표 4.1-1>홍수량 산정지점 ····· 4-1
<표 4.1-2> 서산기상관측소 지속시간별 최대강우량(고정시간) ····· 4-5
<표 4.1-3>고정시간-임의지속시간 환산계수 ····· 4-6
<표 4.1-4> 서산기상관측소 지속시간별 최대강우량(임의시간) ····· 4-7
<표 4.1-5> FARD2006의 적용분포형 ····· 4-8
<표 4.1-6> 빈도별 지속시간별 확률강우량 산정결과(서산) ····· 4-18
<표 4.1-7> 기왕 분석자료와의 확률강우량 비교 ····· 4-19
<표 4.1-8> 강우강도식의 편차와 상관계수 비교(단기간) ····· 4-22
<표 4.1-9> 확률강우강도식(General)-단기간 ····· 4-22
<표 4.1-10> 강우강도식의 편차와 상관계수 비교(장기간) ····· 4-23
<표 4.1-11> 확률강우강도식(General형)-장기간 ····· 4-23
<표 4.1-12> 서산기상대의 강우지속기간별 최빈분위 ····· 4-25
<표 4.1-13> Huff의 무차원 누가곡선 (서산기상대, 50%) ····· 4-26
<표 4.1-14> Huff 누가분포의 6차 다항식 계수(서산) ····· 4-26
<표 4.1-15> 선행 토양함수조건의 분류 ····· 4-29
<표 4.1-16> 관측소별 선행토양함수조건 ····· 4-29
<표 4.1-17> 한국토양 특성에 따른 수문학적 토양군 분류기준 ····· 4-30
<표 4.1-18> 정밀토양도 토양통의 수문학적 재분류 ····· 4-31
<표 4.1-19> 농경지역 및 삼림지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건) ····· 4-33
<표 4.1-20> 도시지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건) ····· 4-34
<표 4.1-21> 홍수량 산정지점별 유출곡선지수(CN) ····· 4-35
<표 4.1-22> 도달시간의 보정계수 ····· 4-37
<표 4.1-23> Kraven값 ····· 4-38

<표 4.1-24> 도달시간 산정결과 ····· 4-39
<표 4.1-25> SCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 종거 ····· 4-43
<표 4.1-26> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량 ····· 4-47
<표 4.1-27> 빈도별 홍수량 산정 ····· 4-53
<표 4.1-28> 하천의 중요도에 따른 계획규모 ····· 4-54
<표 4.1-29> 홍수량 비교 ····· 4-56
<표 4.1-30> 빈도별 홍수량 비교 ····· 4-56
<표 4.1-30> 홍수량 산정과정 비교 ····· 4-57
<표 4.1-31> 기본 및 계획홍수량 ····· 4-58
<표 4.2-1> 자연하천에서의 조도계수 ····· 4-64
<표 4.2-2> 하상조건 및 형태에 따른 조도계수 ····· 4-65
<표 4.2-3> 구간별 조도계수 ····· 4-65
<표 4.2-4> 기점홍수위 ····· 4-66
<표 4.2-5> 빈도별 홍수위 ····· 4-68
<표 4.2-6> 계획 홍수량 크기에 따른 계획하폭 ····· 4-70
<표 4.2-7> 하상경사에 따른 α값 ····· 4-71
<표 4.2-8> 계획하폭 산정 ····· 4-72
<표 4.2-9> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고 ····· 4-73
<표 4.2-10> 계획홍수위 비교 ····· 4-76

<표 5.1-1> 입도분석 결과 ····· 5-3
<표 5.2-1> 각 유사량 공식의 특징 ····· 5-4
<표 5.2-2> 산정방법별 유사량 산정 결과 ····· 5-5
<표 5.3-1> 평형하상경사 산정방법 ····· 5-7
<표 5.3-2> 최심하상고 및 평형하상고 ····· 5-13

<표 6.1-1> 수촌 수위-유량 관계곡선식 ····· 6-2
<표 6.1-2> 보정계수 E ····· 6-3
<표 6.1-3> 월별유출량 ····· 6-6
<표 6.2-1> 용수량 산정지점 ····· 6-10
<표 6.2-2> 용수이용현황 총괄 ····· 6-10
<표 6.3-1> 지구별 장래 인구추정 ····· 6-13
<표 6.3-2> 지구별 생활용수 수요량 ····· 6-14
<표 6.3-4> 관개면적별 농업용수 원단위 ····· 6-16

<표 6.3-5> 축산용수 원단위 ····· 6-16
<표 6.3-6> 지구별 농업용수 수요량 산정 ····· 6-16
<표 6.3-7> 지구별 용수수요 총괄 ····· 6-17
<표 6.4-1> 유황분석 결과 ····· 6-18
<표 6.4-2> 계획년도별 갈수량과 물수지 ····· 6-22

<표 7.1-1> 하천유역 종합계획의 구성 ····· 7-2
<표 7.6-1> 처리시설별 비교·검토 ····· 7-17
<표 7.7-1> 정수식물 수종 비교 ····· 7-18

<표 8.1-1>하천의 지구 구분 형태 ····· 8-2
<표 8.1-2>과업구간의 지구구분 ····· 8-3
<표 8.1-3> 하천 현황분석 및 공간환경 관리계획 ····· 8-5
<표 8.2-1> 하도계획 수립과 관련된 결정사항 ····· 8-8
<표 8.3-1> 기존시설물 현황 ····· 8-13
<표 8.3-2> 여유고가 부족한 기존제방 현황 ····· 8-14
<표 8.3-3> 기존 호안 현황 ····· 8-14
<표 8.3-4> 허용소류력 ····· 8-15
<표 8.3-5> 소류력에 대한 안전성(하안공법) ····· 8-16
<표 8.3-6> 유속에 대한 안정성(하안공법) ····· 8-16
<표 8.3-7> 기존 배수시설물 능력검토 ····· 8-18
<표 8.3-8> 보 및 하상 유지시설 ····· 8-20
<표 8.3-9> 물받이 및 바닥보호공 검토 ····· 8-21
<표 8.3-10> 계획 홍수량에 따른 교량여유고 ····· 8-22
<표 8.3-11> 계획 홍수량에 따른 경간장 ····· 8-22
<표 8.3-12> 기설교량 홍수소통 능력검토 ····· 8-23
<표 8.3-13> 교각형상에 대한 보정계수 ····· 8-24
<표 8.3-14> 흐름의 접근각에 대한 보정계수 ····· 8-25
<표 8.3-15> 하상의 조건에 대한 평형 교각세굴심의 증가계수(K3) ····· 8-25
<표 8.3-16> 하상재료의 크기에 대한 보정계수(K4) ····· 8-25
<표 8.3-17> 세굴심 및 세굴공폭 ····· 8-27
<표 8.3-18> 각 교량별 사석중량(W) 및 사석직경(D) ····· 8-29
<표 8.3-19> 제방 및 호안계획 지구 ····· 8-31
<표 8.3-20> 보축지구 ····· 8-31

<표 8.3-21> 제정(둑마루) 폭 ····· 8-36
<표 8.3-22> 계획 제정폭 ····· 8-37
<표 8.3-23> 계획홍수량별 여유고 ····· 8-40
<표 8.3-24> 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준 ····· 8-41
<표 8.3-25> 표준단면 (제방 및 호안) ····· 8-43
<표 8.3-26> 표준단면 (보축) ····· 8-43
<표 8.3-27> 설계유속에 따른 호안공법 ····· 8-45
<표 8.3-28> 계획시설물 개요 ····· 8-47
<표 8.3-29> 교량설치 계획 ····· 8-48
<표 8.3-30> 보 및 낙차공 설치계획 개요 ····· 8-51
<표 8.3-31> 기존보 금회 설치계획 ····· 8-52
<표 8.4-1> 치수경제성 분석대상지구(제방 및 호안) ····· 8-61
<표 8.4-2> 지구별 침수피해조사 ····· 8-63
<표 8.4-3> 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법 ····· 8-64
<표 8.4-4> 전국평균 건축연면적별 가구수비 ····· 8-65
<표 8.4-5> 건축형태별 건축단가 ····· 8-66
<표 8.4-6> 년도별 건설업 Deflator 보정지수 ····· 8-66
<표 8.4-7> 가정용품 보급률 및 평균가격 ····· 8-67
<표 8.4-8> 가정용품 평가액 ····· 8-68
<표 8.4-9> 년도별 소비자 물가지수 ····· 8-68
<표 8.4-10> 농작물별 생산비 ····· 8-69
<표 8.4-11> 산업분류별 사업체 1인당 종사장의 유형자산과 재고자산 ····· 8-70
<표 8.4-12> 단위 침수면적당 손실 인명수 ····· 8-74
<표 8.4-13> 침수면적당 발생 이재민수 ····· 8-74
<표 8.4-14> 침수심별 건물 피해율 ····· 8-75
<표 8.4-15> 침수심별 건물내용물 피해율 ····· 8-75
<표 8.4-16> 침수심별 농경지 피해율 ····· 8-76
<표 8.4-17> 침수심별 농작물 피해율 ····· 8-76
<표 8.4-18> 침수심별 유형자산·재고자산 피해율 ····· 8-77
<표 8.4-19> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율 ····· 8-77
<표 8.4-20> 지구별, 빈도별 피해액 산정 ····· 8-79
<표 8.4-21> 지구별 공사비 산정 결과 ····· 8-80
<표 8.4-22> 공공사업의 적용할인율 ····· 8-81
<표 8.4-23> 시설물별 잔존가치 ····· 8-82

<표 8.4-24> 지구별 경제성 분석 결과 ····· 8-83
<표 8.4-25> 세부기준의 상대가치화 방법 ····· 8-84
<표 8.4-26> 치수사업 투자우선순위(80년 빈도) ····· 8-85

<표 9.1-1> 삽교천 수질 목표기준과 수질현황 ····· 9-3
<표 9.1-2> 요구수질기준 ····· 9-3
<표 9.1-3> 수질 등급별 특성과 지표어종 ····· 9-4
<표 9.1-4> 유기물질에 따른 수생 동·식물과 수질오염의 정도 ····· 9-4
<표 9.1-5> 경관측면의 목표수질 ····· 9-5
<표 9.1-6> 하천이용에 필요한 요구수질 ····· 9-5
<표 9.1-7> 생태계를 고려한 하천유지용수량 산정기준 ····· 9-6
<표 9.1-8> 하천경관을 고려한 하천유지유량 산정기준 ····· 9-7
<표 9.1-9> 친수활동을 고려한 하천유지용수량 산정기준 ····· 9-7
<표 9.1-10> 대표 지점별 하천특성 ····· 9-8
<표 9.1-11> 대표 지점별 유지용수 산정 ····· 9-8
<표 9.1-12> 주요지점별 하천유지유량 결정 ····· 9-8
<표 9.1-13> 하천별 유지용수 확보 ····· 9-9
<표 9.1-14> 하천수량확보 방안 비교 ····· 9-10
<표 9.1-15> 인구에 의한 오염물질 발생량 산정 원단위 ····· 9-11
<표 9.1-16> 과업대상하천 유역내 장래 인구계획 ····· 9-12
<표 9.1-17> 인구에 의한 발생부하량(2010년) ····· 9-12
<표 9.1-18> 인구에 의한 발생부하량(2015년) ····· 9-12
<표 9.1-19> 인구에 의한 발생부하량(2020년) ····· 9-12
<표 9.1-20> 인구에 의한 발생부하량(2025년) ····· 9-12
<표 9.1-21> 소유역별 가축사육 두수 현황 ····· 9-13
<표 9.1-22> 축산분뇨에 의한 발생원단위 ····· 9-14
<표 9.1-23> 가축에 의한 발생부하량(2010년) ····· 9-14
<표 9.1-24> 가축에 의한 발생부하량(2015년) ····· 9-14
<표 9.1-25> 가축에 의한 발생부하량(2020년) ····· 9-14
<표 9.1-26> 가축에 의한 발생부하량(2025년) ····· 9-15
<표 9.1-27> 토지이용 동향 및 전망 ····· 9-15
<표 9.1-28> 토지이용에 의한 발생원단위 ····· 9-16
<표 9.1-29> 토지이용에 의한 발생부하량(2010년) ····· 9-16
<표 9.1-30> 토지이용에 의한 발생부하량(2015년) ····· 9-16

<표 9.1-31> 토지이용에 의한 발생부하량(2020년) ····· 9-16
<표 9.1-32> 토지이용에 의한 발생부하량(2025년) ····· 9-17
<표 9.1-33> 오염물질 발생량 추정 ····· 9-17
<표 9.1-34> 오염물질 배출량 추정 ····· 9-19
<표 9.1-35> 유달부하량 ····· 9-21
<표 9.1-36> 오염부하량 및 오염기여율 예측 ····· 9-22
<표 9.1-37> 장래 수질변화 예측 ····· 9-22
<표 9.1-38> 수질 보전대책 ····· 9-22
<표 9.1-39> 수변식생의 역할 ····· 9-26
<표 9.1-40> 소규모 하수처리시설 설치규모 ····· 9-27
<표 9.1-41> 입지에 따른 마을분류 ····· 9-28
<표 9.1-42> 마을 형태에 따른 처리공법 ····· 9-28
<표 9.1-43> 마을하수도 처리방식 비교 ····· 9-29
<표 9.2-1> 종합평가표 ····· 9-33
<표 9.2-2> 배출허용기준(폐수) 적용 지역지정현황 ····· 9-44
<표 9.2-3> 수역별 환경기준 적용현황 ····· 9-45
<표 9.2-4> 야생 동·식물 보호구역 현황 ····· 9-45
<표 9.2-5> 환경오염물질 배출시설 현황 ····· 9-46
<표 9.2-6> 산업 및 농공단지 현황 ····· 9-46
<표 9.2-7> 도로현황 ····· 9-47
<표 9.2-8> 문화재 현황 ····· 9-47
<표 9.2-9> 매립시설 현황 ····· 9-48
<표 9.2-10> 소각시설 현황 ····· 9-48
<표 9.2-11> 분뇨처리시설 현황 ····· 9-48
<표 9.2-12> 정수시설 현황 ····· 9-49
<표 9.2-13> 하수처리시설 현황 ····· 9-49

<표 10.3-1> 고시현황 ····· 10-20

그 림 목 차

<그림 1.2-1> 과업위치도 ····· 1-2

<그림 2.1-1> 용봉천 수계망도 ····· 2-2
<그림 2.1-2> 용봉천 유역의 3차원 전경 ····· 2-3
<그림 2.1-3> 고도별 누가면적 구성비 ····· 2-6
<그림 2.1-4> 유역 평균경사 ····· 2-8
<그림 2.1-5> 유역 평균고도 ····· 2-9
<그림 2.1-6> 하천구간 경계 설정 현황 (용봉천) ····· 2-12
<그림 2.1-7> 하천구간 경계 설정 현황 (동막천) ····· 2-12
<그림 2.1-8> 하천구간 경계 설정 현황 (하산천) ····· 2-13
<그림 3.1-9> 하천구간 경계 설정 현황 (솔미천) ····· 2-13
<그림 2.1-10> 하천구간 경계 설정 현황 (지동천) ····· 2-14
<그림 2.1-11> 지질도 ····· 2-19
<그림 2.1-12> 정밀토양도 ····· 2-20
<그림 2.1-13> 하천조사도 ····· 2-22
<그림 2.1-14> 토지이용도 ····· 2-24
<그림 2.1-15> 행정구역도 ····· 2-28
<그림 2.2-1> 수문관측소 위치도 ····· 2-31
<그림 2.2-2> 연강수량 변화추이(서산) ····· 2-35
<그림 2.2-3> 유황곡선 ····· 2-36
<그림 2.2-4> 서산관측소기상 ····· 2-39
<그림 2.3-1> 하도의 분류 ····· 2-41
<그림 2.3-2> 대표적인 횡단형 ····· 2-44
<그림 2.3-3> 면적-고도곡선 ····· 2-45
<그림 2.3-4> 하상변동 비교 ····· 2-48
<그림 2.4-1> 과업위치도 ····· 2-51
<그림 2.5-1> 용수량산정지점도 ····· 2-68
<그림 2.6-1> 하천 오염원의 분류 ····· 2-75
<그림 2.6-2> 용봉천 오염부하량 ····· 2-85
<그림 2.6-3> 수질 측정지점 위치도 ····· 2-87

<그림 2.6-4> 수질측정 결과 ····· 2-90
<그림 2.6-5> 수질 및 유량측정 결과 ····· 2-92
<그림 2.6-6> 저질 측정지점 위치도 ····· 2-93
<그림 2.6-7> 중점조사지점도 ····· 2-99
<그림 2.6-8> 조사지역의 식생대 ····· 2-102
<그림 3.6-9> 현존식생도 ····· 2-109
<그림 3.6-10> 녹지자연도 ····· 2-109
<그림 2.6-11> 조사지역의 육상동물상 사진 ····· 2-125
<그림 2.6-12> 육수동물상 조사지점 및 조사사진 ····· 2-133
<그림 2.6-13> 육수동물상 사진 ····· 2-134
<그림 2.6-14> 자연친화적 호안설치 계획 ····· 2-137
<그림 2.6-15> 오탁방지막 설치예 ····· 2-140
<그림 2.7-1> 사업지구 위치도 ····· 2-142
<그림 2.7-2> 사업지구 위치도 ····· 2-146
<그림 2.7-3> 항공사진 ····· 2-147
<그림 2.7-4> 종합배치도(안) ····· 2-148
<그림 2.7-5> 토지이용계획도(안) ····· 2-150
<그림 2.7-6> 사업 및 인근지역 현황 ····· 2-153
<그림 2.7-7> 금회 유역에서 내포신도시 위치도 ····· 2-155

<그림 4.1-1> 홍수량산정지점 위치도 ····· 4-2
<그림 4.1-2> 강우빈도 해석 절차 ····· 4-4
<그림 4.1-3> 전기간 ····· 4-21
<그림 4.1-4> HUFF 방법의 무차원 누가곡선 ····· 4-26
<그림 4.1-5> 용봉천 유역 수문학적 토양분포도 및 토지이용도(도청이전지 반영) ···· 4-32
<그림 4.1-6> SCS의 무차원 단위유량도 ····· 4-42
<그림 4.1-7> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속기간) - 용봉천하구 ····· 4-46
<그림 4.1-8> 주요지점별 계획홍수량 ····· 4-59

<그림 5.1-1> 하상재료채취 위치도 ····· 5-2
<그림 5.2-1> 용봉천 유역의 유량-유사량 관계곡선 추정 ····· 5-5
<그림 5.3-1> 최심하상고 비교도 ····· 5-16

<그림 6.1-1> TANK 모형의 유출개념도 ····· 6-4
<그림 6.1-2> 수자원 부존량 ····· 6-7

<그림 6.2-1> 용수량 산정 지점도 ····· 6-9
<그림 6.3-1> 생활용수 수요량 추정방법 흐름 ····· 6-12
<그림 6.3-2> 농업용수 수요량 산정 흐름도 ····· 6-15
<그림 6.4-1> 물수지분석 절차 흐름도 ····· 6-20
<그림 6.4-2> 물수지 모식도(2010년) ····· 6-23
<그림 6.4-3> 물수지 모식도(2015년) ····· 6-24
<그림 6.4-4> 물수지 모식도(2020년) ····· 6-25
<그림 6.4-5> 물수지 모식도(2025년) ····· 6-26

<그림 7.1-1> 하천의 기능 ····· 7-1

<그림 8.1-1> 하천의 공간구역 구분도 ····· 8-6
<그림 8.3-1> 세굴방지공 ····· 8-42
<그림 8.3-2> 제방 표준단면도 ····· 8-46
<그림 8.3-3> 용봉천 교량 현황 ····· 8-49
<그림 8.3-4> 용봉천 보 현황 ····· 8-52
<그림 8.3-5> 낙차공 및 보에 연결된 어도의 예 ····· 8-52
<그림 8.3-6> 어도 설치 개략도 ····· 8-59
<그림 8.3-7> 거석 및 수제 설치 예시도 ····· 8-60
<그림 8.4-1> 치수경제성 조사지구 위치도 ····· 8-62
<그림 8.4-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩 ····· 8-71
<그림 8.4-3> 다차원 홍수피해 산정방법(MD-FDA)의 개념도 ····· 8-73
<그림 8.4-4> 통합지표 도출 절차 ····· 8-84

<그림 9.1-1> 수질보전 전략의 형성체계 ····· 9-1
<그림 9.1-2> 여울 및 소의 예시 ····· 9-24
<그림 9.1-3> 인공 여울 및 소의 조성 ····· 9-25
<그림 9.1-4> 식생에 의한 정화 방법 ····· 9-25

<그림 10.1-1> 기존·금회 하천구역선 구분 ····· 10-3

제1장 하천기본계획의 수립 계획

1.1 과업 목적

1.2 과업 범위

1.3 과업 내용

제1장 하천기본계획의 수립 계획

1.1 과업 목적

본 과업은 지방하천인 **용봉천의 치수 및 이수기능을 유지하면서, 자연성 회복으로 수질개선 및 쾌적한 수환경과 하천환경으로** 공공 오픈스페이스로서의 기능 활성화를 도모하고, 친수기능 회복을 통하여 쾌적한 생활공간을 제공하기 위하여 **「용봉천 생태하천 조성사업」을 추진**함에 있어

1) 기 수립된 「용봉천 하천정비기본계획(1995.12, 충청남도)」의 수리·수문 및 공간특성이 **기본계획 수립경과로 인해 현재와 상이**함에 따라
2) 「하천기본계획 수립 및 하천시설관리대장작성 지침(2008, 국토해양부)」에 의거 **치수 및 이수, 하천환경관리계획(공간 및 수환경)에 대한 기본방향을 설정**
3) 이에 맞는 **서식처 개발 및 친수공간 설계기법을 도입**하여 **수리특성을 재검토·반영**하고
4) **하천법 제25조 및 동법 시행령 제24조 규정에 의거** 용봉천에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발 및 치수 경제에 관련된 사항을 종합적이고 체계적인 조사·분석을 통하여 **수자원 종합개발지침으로 활용**하고자 함.

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

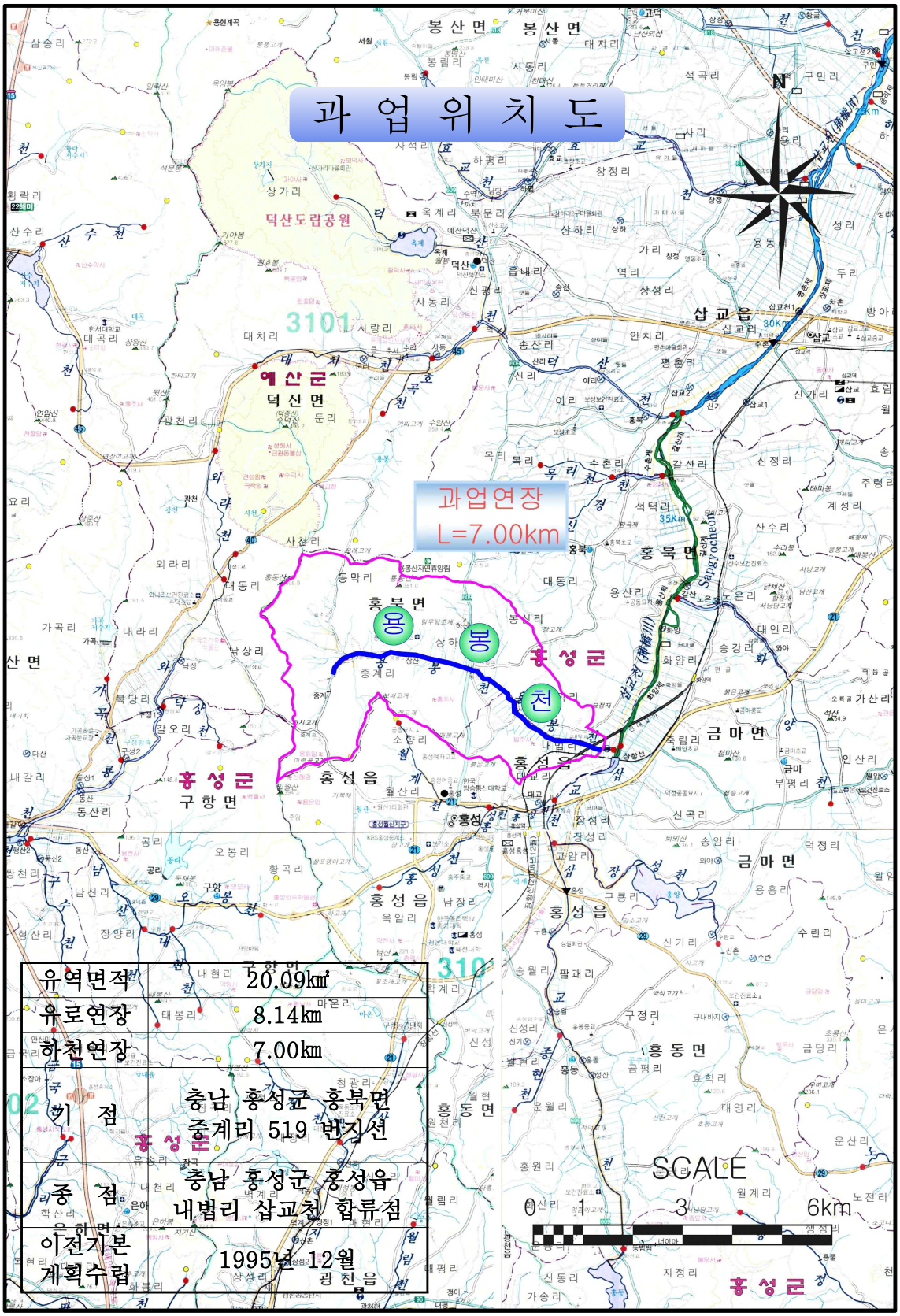
1.2 과업 범위

본 과업대상 하천은 삽교천(지방하천)의 제1지류인 용봉천(지방하천)으로 1995년 12월에 기 수립된 구간은 7.0㎞이며, 금회 과업구간도 동일하게 7.0㎞이다.

<표 1.2-1> 과업 구간

하 천	하 천 의 구 간				기수립 연장 (㎞)	금회수립 연장 (㎞)
	기 점		종 점			
	당 초	금 회	당 초	금 회		
용봉천	충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선	충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선	충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점	충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점	7.00 (7.30)	7.00 (7.30)

주) ( )는 전체연장


과 업 위 치 도
과업연장
L=7.00km
용
봉
천
덕산도립공원
예 산 군
덕 산 면
홍 성 군
홍 북 면
홍 성 읍
구 항 면
금 마 면
홍 동 면
삽 교 읍
봉 산 면
3101
310
N
SCALE
3
6km
유역면적 20.09㎢
유로연장 8.14㎞
하천연장 7.00㎞
기 점 충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선
종 점 충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점
이전기본계획수립 1995년 12월

<그림 1.2-1> 과업위치도

1.3 과업 내용

1) 현지조사

가) 유역의 개황

나) 하천 및 수계현황

다) 지형 및 유역의 특성

라) 하천환경현황

마) 기타사항

2) 하천측량

가) 지형측량

나) 종단측량

다) 횡단측량

라) 지적도 복사 및 축도

마) 표석매설

3) 하천기본계획수립

가) 하천의 개황에 관한 사항

(1) 유역의 특성 등 일반현황

(가) 유역의 일반현황

(나) 유역의 자연현황

(다) 유역의 사회·문화적 현황

(2) 기초 수문 검토

(가) 수문관측소

(나) 기 상

(다) 강 수

(라) 유출 및 유황

(마) 과거 주요 홍수사상

(3) 하도의 특성

(가) 하도의 특성인자

(나) 하도의 평면형(저수로, 모래섬, 하안침식 등)

(다) 하도의 횡단형

(라) 하상변동양상

(4) 하천사업의 연혁 및 피해상황

(가) 하천사업의 연혁

(나) 수해 및 가뭄피해현황

(5) 하천의 이용현황

(가) 유수의 이용현황

(나) 용도지역구분 등 토지이용현황

(다) 관광·위락 등 공간이용현황

(6) 하천의 환경현황

(가) 하천의 오염원 현황

(나) 하천 오염도 현황

(다) 하천의 수변환경 및 생태환경

나) 하천의 종합적인 정비방향

(1) 하천의 종합적인 보전 및 이용에 관한 기본방향설정

(2) 홍수처리계획의 기본방향

(3) 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

(4) 하천 환경관리에 관한 기본계획

(가) 장래 수질예측

(나) 수 환경

(다) 공간환경

(5) 바람직한 하천모습 설정

다) 하천공사의 시행에 관한 사항

(1) 기본홍수량 및 계획홍수량

(가) 홍수량 산정지점

(나) 강우분석 및 확률강우량

(다) 강우-유출 분석

(라) 기본 및 계획 홍수량

(2) 안정하상유지

(가) 하상재료 입도분석

(나) 유사량

(다) 장래 하상변동 예측 및 계획하상고

(3) 계획홍수위

(가) 기점홍수위 및 조도계수

(나) 하도정비계획(평면, 종단, 횡단)

(다) 빈도별 홍수위

(라) 계획홍수위 및 계획하폭

(4) 용수수요량, 갈수량과 물수지

(가) 용수수요량추정

(나) 갈수량과 물수지분석

(5) 기존시설물 능력검토

(가) 제방

(나) 배수시설

(다) 하상유지시설

(라) 교량 등 기타시설물

(6) 하천시설물 설치방향

(가) 제방 및 호안

(나) 배수시설물 계획

(다) 내수처리계획

(라) 기타 하천공사계획

(7) 사전환경성검토와 관련한 사항

(가) 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책

(나) 기타 환경성검토에 필요한 당해 지역의 특성

(8) 경제성 분석

(가) 자산 및 피해액 조사

(나) 투자효율분석

(다) 적정투자규모 및 투자우선순위

(라) 단기 및 중장기 투자계획

라) 기타 하천의 환경보전과 적절한 이용에 관한 사항

(1) 고수부지현황 및 활용방안

(2) 폐천부지현황 및 활용방안

(3) 하천의 보전 및 관리측면

(4) 타 계획과의 조정

마) 효과분석 및 결론

(1) 종합적인 효과분석

(2) 건의사항

(3) 결론

바) 보고서 작성

제2장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

2.1 일반현황

2.2 수문조사

2.3 하도특성 조사

2.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

2.5 하천의 이용현황

2.6 하천의 환경현황

2.7 타 계획과의 조정

제2장 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

2.1 일반현황

2.1.1 유역의 일반현황

(1) 유역의 개황

금회 과업하천인 용봉천은 삽교천의 제1지류 지방하천으로서 우리나라 중서부인 동경126°37'16″~126°41'54″와 북위36°36'50″~ 36°38'50″사이에 위치해있으며, 충청남도 홍성군 홍북면, 홍성읍 일대를 포함하고 있는 유역으로서 유역면적은 19.60㎢, 유로연장은 8.94㎞에 이른다.

용봉천은 홍성군 홍북면 중계리 662-21에서 발원하여 북쪽으로 유하하다가 동막천이 합류하여 동쪽으로 유수의 방향을 전환하여 계속 흐르다가 하산천이 합류하면서 동남쪽으로 또 다시 유수의 방향을 바꾸고 계속 흘러 솔미천과 지동천이 합류하여 홍성군 홍성읍 내법리에서 본류인 삽교천(지방하천)의 좌안측으로 합류한다.

본 유역에 속한 행정구역은 충청남도의 홍성군 홍북면 4개리와 홍성읍 1개리 전부 또는 일부로 구성되어 있으며, 2009년 통계연보 기준으로 총가구수는 1,761호이고 총 인구는 4,269인이 거주하고 있어 인구밀도는 184인/㎢으로 나타났다.

용봉천 유역의 토지이용현황은 33.70%인 6.61㎢가 초지 및 임목지, 25.92%인 5.08㎢는 답, 24.58%인 4.82㎢는 전, 주거지 및 상업지는 0.36%인 0.07㎢로 나타나고 있다.

하류에서 상류에 이르기까지 하천연안을 따라 평야가 주를 이루고 전체적인 유역경사는16.09%로 비교적 완만한 농경지이며, 하천경사 역시 1/100~1/563로 비교적 완만한 편이다.

(2) 수계의 구성

용봉천은 삽교천(지방하천)의 제1지류로서 지방하천(충남60호, [1996.03.18])으로 지정되어 있다. 용봉천의 지류로는 상류로부터 좌안으로 소하천인 동막천, 하산천, 솔

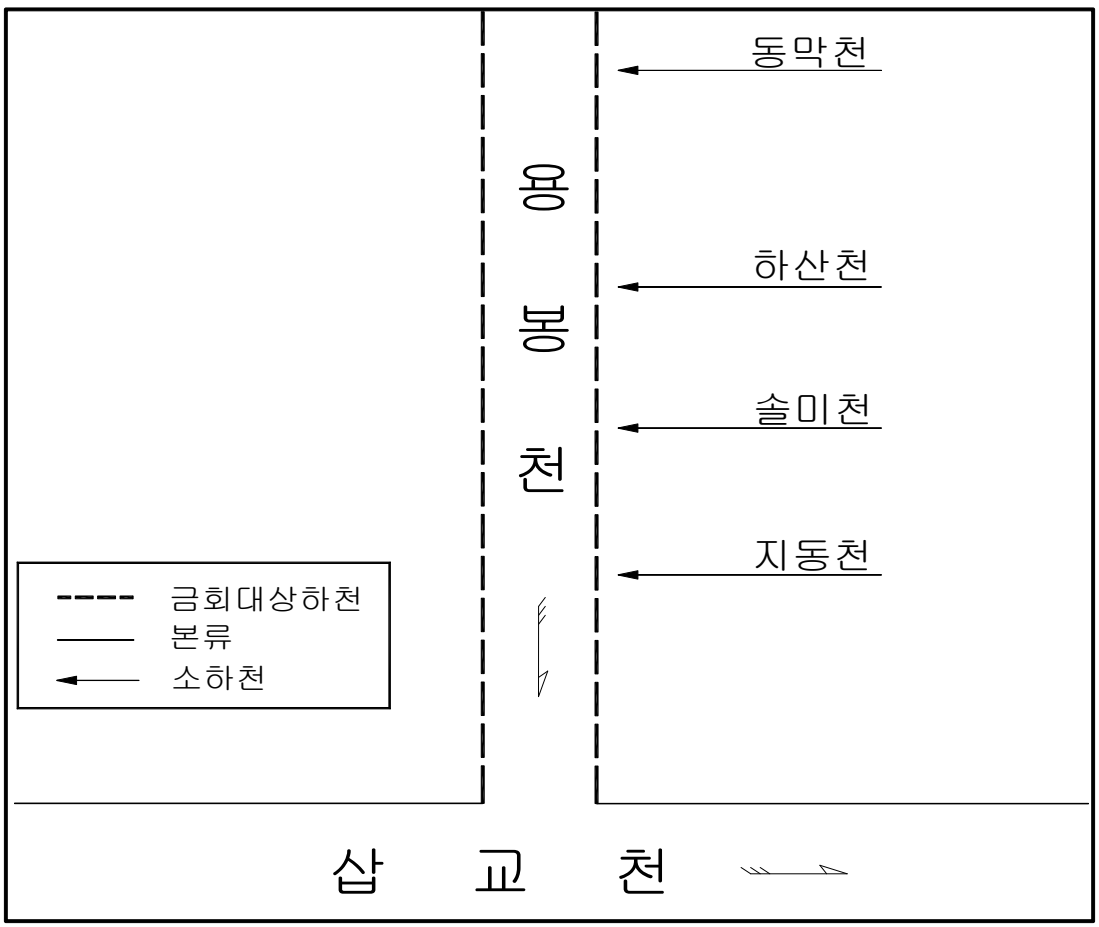
미천, 지동천 순서로 합류한다.

용봉천 수계의 구성은 <표 2.1-1>과 같으며, 하천 수계망도 및 유역의 3차원 전경은 <그림 2.1-1>, <그림 2.1-2>와 같다.

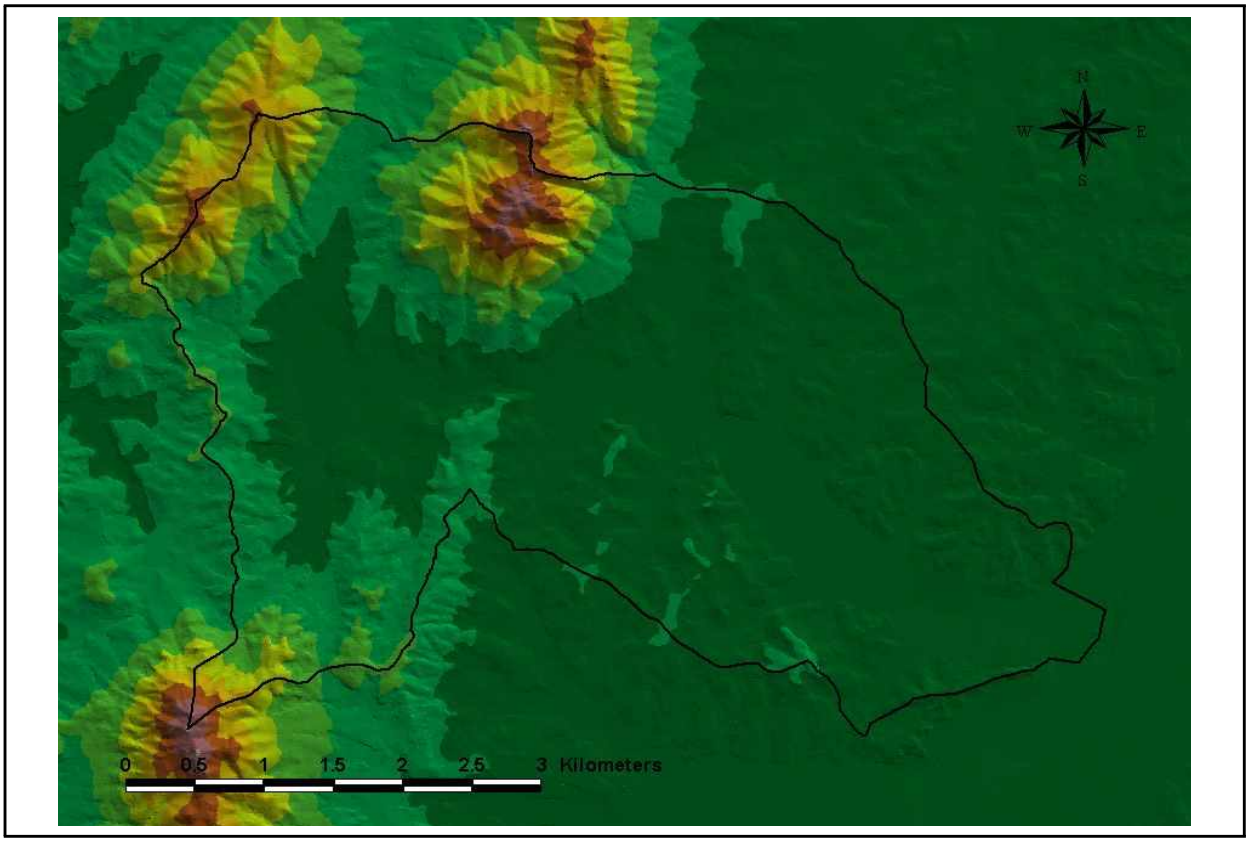
<표 2.1-1> 수계의 구성

하천	유수의 계통(수계)						하천등급	하천의 구간								하천연장(km)	유로연장(km)	유역면적(㎢)	하천지정 근거 및 일자
								기점				종점							
	본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류		시도	시군구	읍면동	경계	시도	시군구	읍면동	경계				
용봉천	삽교천	용봉천					지방	충남	홍성	홍북	중계519번 지선	충남	홍성	금마	삽교천(지방) 합류점	7.00	8.14	20.09	충남60호 (1996.03.18)

주) 하천일람(2006)



<그림 2.1-1> 용봉천 수계망도



<그림 2.1-2> 용봉천 유역의 3차원 전경

(3) 유역의 특성

(가) 유역의 평면적 특성

유역의 평면특성은 하천의 유출특성, 특히 유출규모를 파악하는데 중요한 인자로서 유역면적, 유로연장, 유역평균폭 및 형상계수 등으로 하천을 이해하고 유역의 수문사항을 분석하는데 있어서 매우 중요한 요소이다. 본 유역에서는 유출분석이 용이하고 하천정비의 기준이 될 수 있는 주요 지점을 선정하여 각 지점별 유역면적, 유로연장, 유역평균폭, 유역형상계수를 분석하여 <표 2.1-2>에 나타내었다.

유역의 형상계수는 유역의 형태를 나타내는 무차원 단위의 수치로써 형상계수가 1.0에 가까울수록 유역의 형상은 정방형에 근접하며 형상계수가 클수록 유출의 집중성향이 매우 크므로 첨두홍수량이 크게 발생된다. 반면 형상계수가 작으면 유출의 집중성향도 약해지며 따라서 첨두홍수량이 비교적 적게 나타날 것으로 예측할 수 있다.

<표 2.1-2> 유역의 평면적 특성

하천	지 점	부 호	유 역 면 적 A(㎢)	유 로 연 장 L(㎞)	유 역 평균폭 (A/L)	유 역 형상계수 (A/L2)	비 고
용봉천	용봉천 하구	YB0	19.60	8.94	2.19	0.25	
	서력교 지점	YB1	16.42	7.18	2.29	0.32	
	지동천 합류후	YB2	14.74	6.02	2.45	0.41	
	지동천 합류전	YB2-1	13.71	6.02	2.28	0.38	
	솔미천 합류후	YB3	12.16	5.58	2.18	0.39	
	솔미천 합류전	YB3-1	10.71	5.58	1.92	0.34	
	하산천 합류후	YB4	10.40	5.04	2.06	0.41	
	하산천 합류전	YB4-1	9.73	5.04	1.93	0.38	
	용봉교 지점	YB5	8.62	4.26	2.02	0.47	
	동막천 합류후	YB6	5.62	2.94	1.91	0.65	
	동막천 합류전	YB6-1	2.01	2.94	0.68	0.23	

(나) 유역의 입체적 특성

입체적 특성 결정 인자로는 하천경사, 유역경사, 표고별 면적분포 등으로 유출특성, 특히 홍수의 도달시간을 결정하는 주요인자로 과업유역의 지형은 상류부 일부와 유역경계의 산지구간을 제외하면 전반적으로 완만한 유역경사를 이루고 있다.

1) 표고별 누가면적 구성비

유역의 표고별 면적분포는 강우, 증발, 식생 등의 영향에 따른 유역형상을 판단하기 위한 지형적 특성의 하나로서, 수치지도를 이용하여 표고별 면적을 구하고 그 구성비를 작성하여 분석한 결과, 용봉천 유역은 EL.50m이상 54.54%, 100m이상이 19.97%, 150m이상이 11.02%로 대부분의 지형이 EL.50m~200m사이에 분포하는 것으로 나타났다.

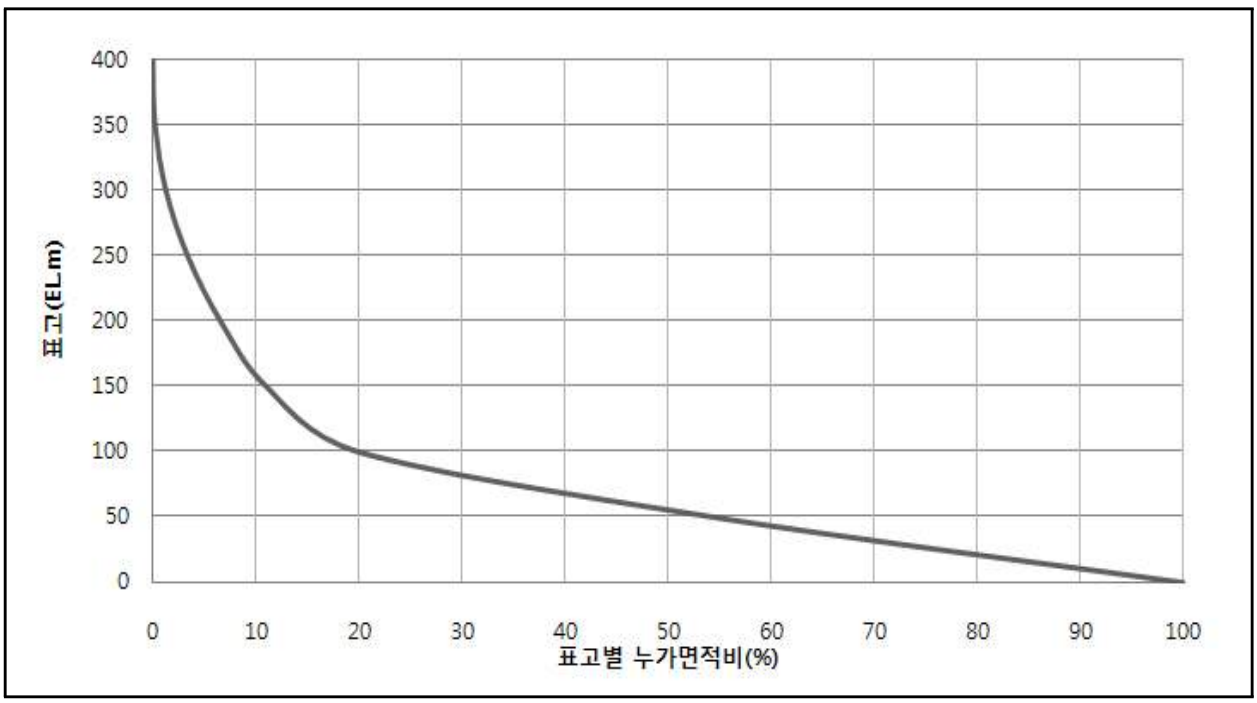
고도별 누가면적비는 다음 <표 2.1-3>과 <그림 2.1-3>와 같다.

<표 2.1-3> 표고별 누가면적 구성비

하천	지점	부호	구 분	표 고 별 누 가 면 적 비 (%)									비고
				≥0	≥50	≥100	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400	
용봉천	과업종점	YB0	면적(㎢)	19.61	10.70	3.92	2.16	1.29	0.66	0.25	0.04	0.00	
			비율(%)	100	54.54	19.97	11.02	6.57	3.37	1.26	0.21	0.00	
	서력교지점	YB1	면적(㎢)	16.43	10.45	3.92	2.16	1.29	0.66	0.25	0.04	0.00	
			비율(%)	100	63.58	23.83	13.16	7.84	4.03	1.50	0.25	0.00	
	지동천합류후	YB2	면적(㎢)	14.75	10.04	3.92	2.16	1.29	0.66	0.25	0.04	0.00	
			비율(%)	100	68.06	26.54	14.65	8.73	4.49	1.67	0.28	0.00	
	지동천합류전	YB2-1	면적(㎢)	13.18	9.56	3.92	2.16	1.29	0.66	0.25	0.04	0.00	
			비율(%)	100	72.52	29.70	16.40	9.77	5.02	1.87	0.31	0.00	
	솔미천합류후	YB3	면적(㎢)	12.17	9.17	3.92	2.16	1.29	0.66	0.25	0.04	0.00	
			비율(%)	100	75.37	32.17	17.76	10.58	5.44	2.02	0.34	0.00	
	솔미천합류전	YB3-1	면적(㎢)	10.72	8.31	3.61	1.96	1.15	0.58	0.21	0.04	0.00	
			비율(%)	100	77.52	33.69	18.27	10.73	5.38	1.91	0.35	0.00	
	하산천합류후	YB4	면적(㎢)	10.41	8.30	3.61	1.96	1.15	0.58	0.21	0.04	0.00	
			비율(%)	100	79.69	34.68	18.81	11.05	5.54	1.97	0.36	0.00	

<표 2.1-3 계속> 표고별 누가면적 구성비

하천	지점	부호	구 분	표 고 별 누 가 면 적 비 (%)									비고
				≥0	≥50	≥100	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400	
용봉천	하산천합류전	YB4-1	면적(㎢)	9.74	8.02	3.46	1.84	1.04	0.49	0.16	0.03	0.00	
			비율(%)	100	82.33	35.50	18.85	10.71	5.03	1.60	0.27	0.00	
	용봉교지점	YB5	면적(㎢)	8.63	7.46	3.46	1.84	1.04	0.49	0.16	0.03	0.00	
			비율(%)	100	86.54	40.08	21.29	12.09	5.68	1.80	0.31	0.00	
	동막천합류후	YB6	면적(㎢)	5.62	5.16	2.64	1.49	0.85	0.39	0.12	0.03	0.00	
			비율(%)	100	91.70	46.94	26.44	15.05	7.00	2.20	0.45	0.00	
	동막천합류전	YB6-1	면적(㎢)	2.01	1.83	0.67	0.29	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	
			비율(%)	100	91.05	33.09	14.46	5.98	2.65	1.19	0.48	0.00	



<그림 2.1-3> 고도별 누가면적 구성비

2) 유역평균고도

일반적으로 유역의 고도가 증가하게 되면 이에 비례하여 강수량이 증가하게 되며, 이로 인해 유출도 증가하게 된다. 이러한 점에서 유역의 평균고도는 지상학적 인자로서 주된 유역 특성중 하나이다. 유역의 평균고도를 분석하기 위하여 본 과업구간의 주요지점을 대상으로 수치지도를 이용한 GIS TOOL(Arc View)을 사용하여 분석한 결과, 용봉천은 EL. 75.57m ~ EL.118.78m로 나타났다.

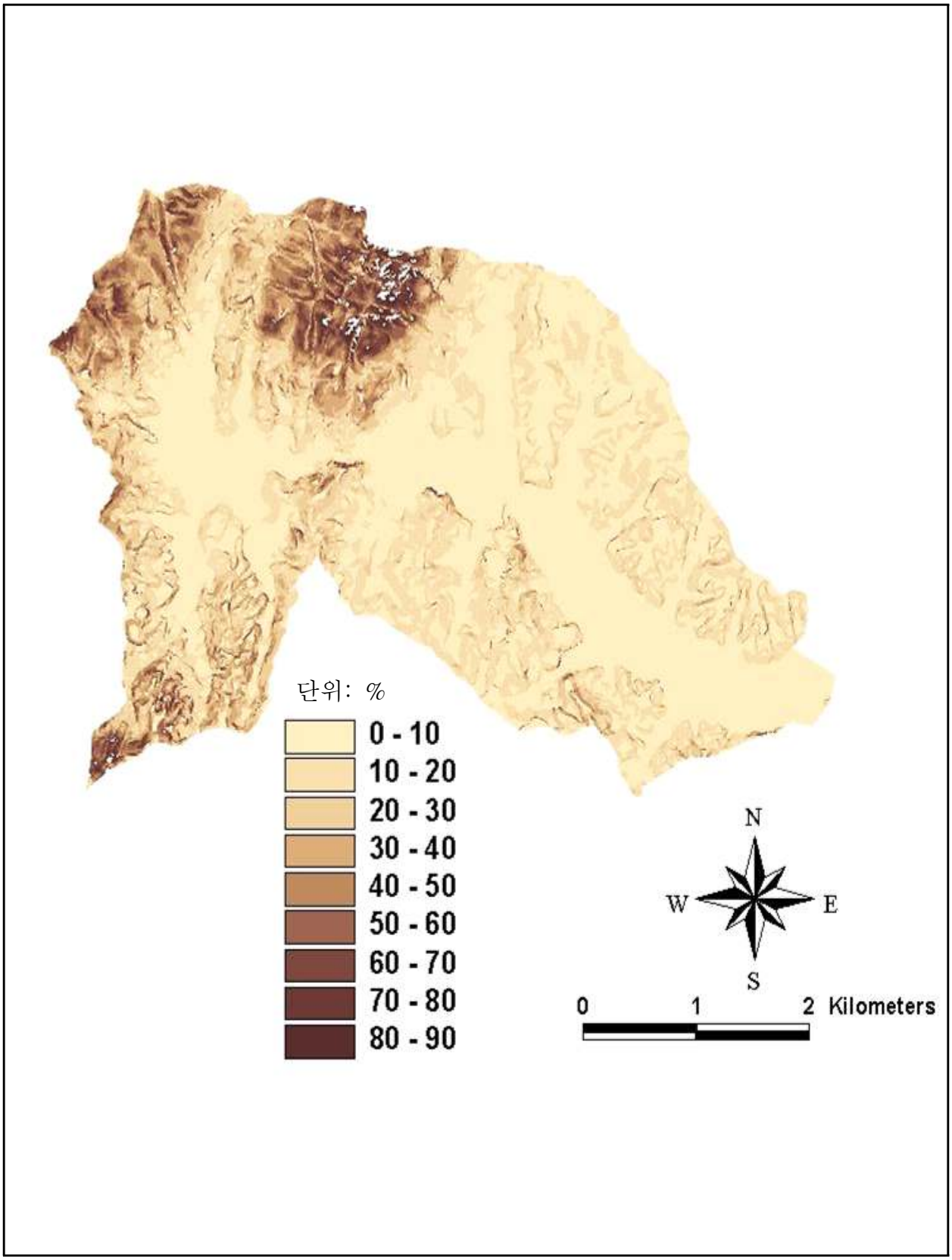
3) 유역평균경사

유역의 경사는 침투나 유출, 토사의 침식 등에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 유역의 평균경사를 분석하기 위하여 본 과업구간의 주요지점을 대상으로 수치지도를 이용한 GIS TOOL(Arc View)을 사용하여 분석한 결과 용봉천은 16.09%~25.23%로 나타났다.

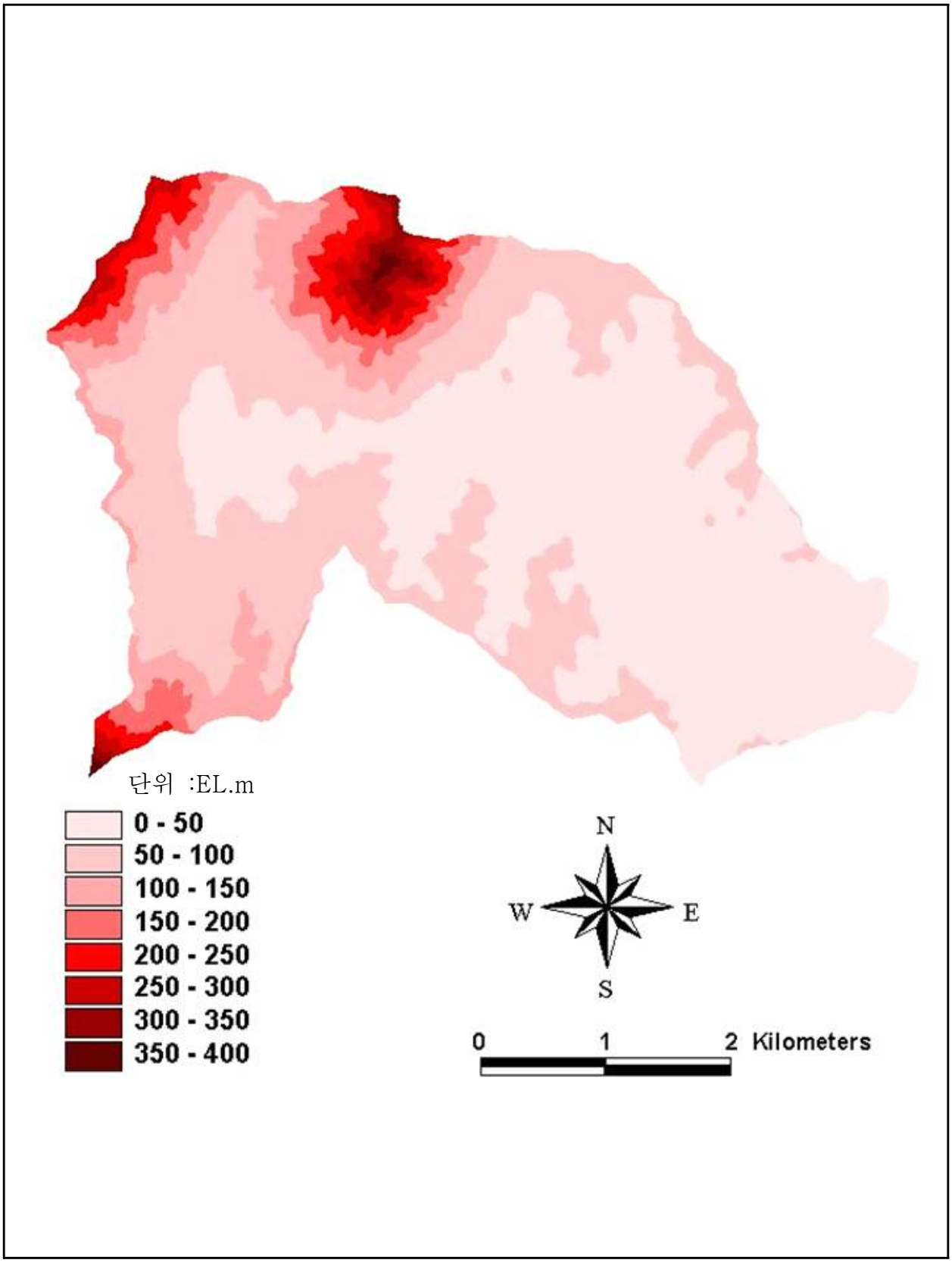
다음 <표 2.1-4>는 유역 평균고도 및 평균경사이다.

<표 2.1-4> 유역의 평균고도 및 평균경사

하천	지 점	부호	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	평균고도 (EL.m)	평균경사 (%)	비고
용봉천	용봉천 하구	YB0	19.60	8.94	75.57	16.09	
	서력교 지점	YB1	16.42	7.18	83.45	17.73	
	지동천 합류후	YB2	14.74	6.02	88.27	18.91	
	지동천 합류전	YB2-1	13.71	6.02	93.41	20.45	
	솔미천 합류후	YB3	12.16	5.58	97.34	21.42	
	솔미천 합류전	YB3-1	10.71	5.58	99.17	21.80	
	하산천 합류후	YB4	10.40	5.04	101.09	22.33	
	하산천 합류전	YB4-1	9.73	5.04	101.74	22.60	
	용봉교 지점	YB5	8.62	4.26	108.37	24.29	
	동막천 합류후	YB6	5.62	2.94	118.78	25.23	
	동막천 합류전	YB6-1	2.01	2.94	98.13	20.87	



<그림 2.1-4> 유역 평균경사



<그림 2.1-5> 유역 평균고도

4) 하상경사

일반적으로 하상경사는 홍수파의 도달시간과 밀접한 관계가 있는 요소로서 하상경사가 급한 하천에서는 홍수시 유하시간이 짧아져 평지하천에 비하여 첨두 홍수량이 크게 나타나는 경향이 있다.

용봉천의 하상경사는 일부 구간은 1/563 정도로 완만한 경사를 보이며, 상류 일부 구간은 1/100 정도로 급경사를 보이나 전반적으로 준급류의 경사를 보이는 것으로 조사되었으며, 주요 구간별 하상경사는 다음 <표 2.1-5>에 나타난 바와 같다.

<표 2.1-5> 구간별 하상경사

하천	구 간	측 점 (No.)	하상경사	비고
용봉천	과업종점 ~ 서력교 지점	No.0+0 ~ No.17+60.5	1/263	
	서력교 지점 ~ 지동천 합류후	No.17+60.5 ~ No.29+20.0	1/279	
	지도천 합류후 ~ 솔미천 합류후	No.29+20.0 ~ No.33+59.6	1/155	
	솔미천천 합류전 ~ 하산천 합류후	No.33+59.6 ~ No.39+0	1/563	
	하산천 합류후 ~ 용봉교 지점	No.39+0 ~ No.46+76.8	1/246	
	용봉교 지점 ~ 동막천 합류후	No.46+76.8 ~ No.60+0	1/195	
	동막천 합류후 ~ 과업시점	No.60+0 ~ No.70+0	1/100	

(4) 합·분류지점의 하천구간 경계 설정 현황

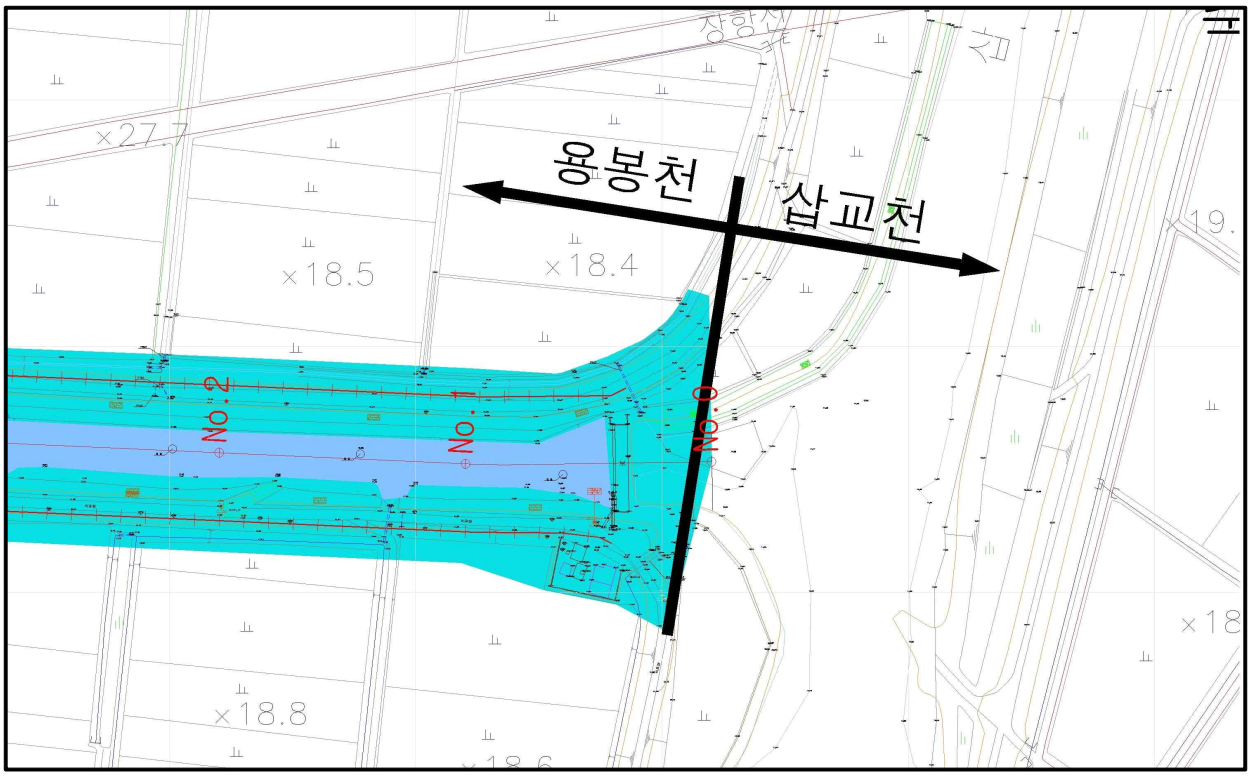
2개 이상의 하천이 합류되거나 분기되는 하천구간의 경계는 하천법 제7조 제7항 및 동법시행령 제5조의 규정에 의하여 관계 하천관리청이 협의하여 정하도록 규정하고 있으며, 하천의 사적인 이해관계 보다 공공의 복리증진에 기여함을 하천법에서 우선으로 하고 있어 법의 취지에 부응하는 하천의 지정 및 구간이 결정되어야 한다.

용봉천이 합류하는 삽교천을 하천경계의 기준으로 금회 과업하천의 종점으로 설정하였으며 또한 용봉천에 합류되는 소하천의 하구지점을 하천경계 기준으로 설정하여 과업하천이 분기되는 지점은 없는 것으로 나타났다.

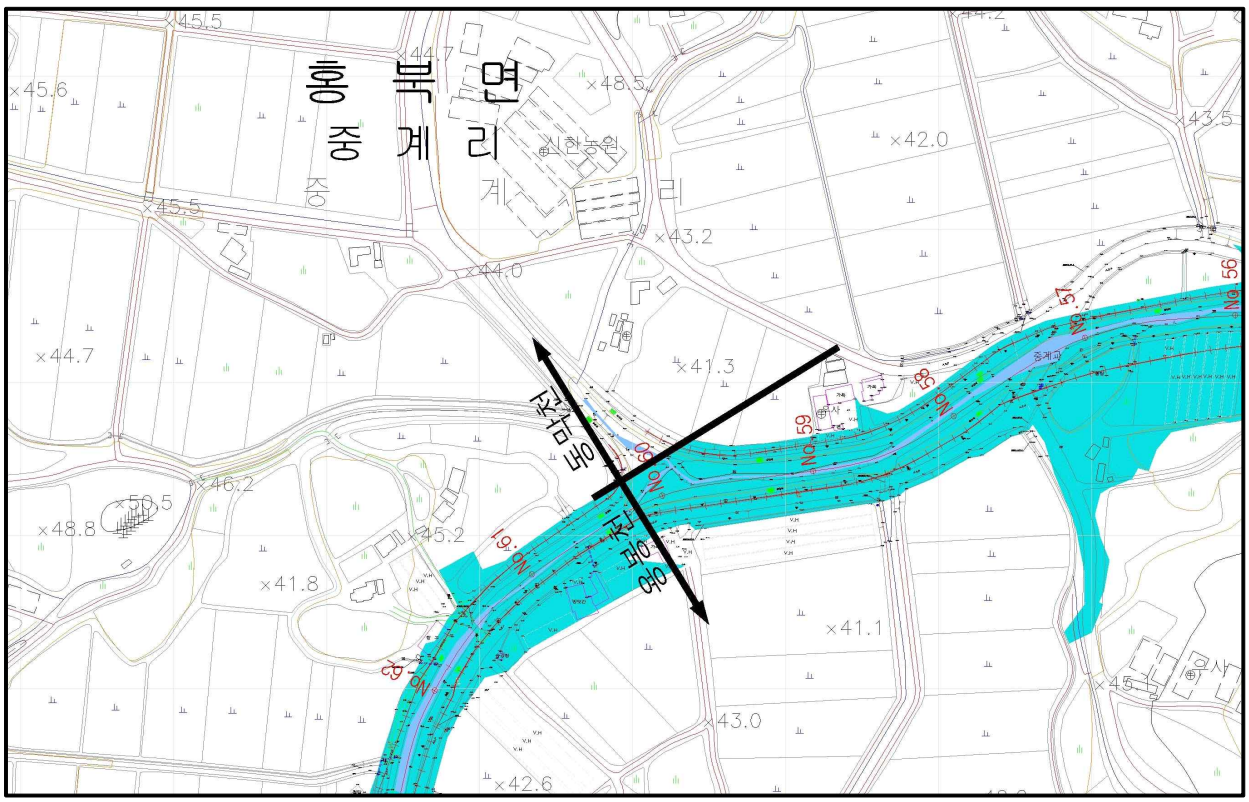
하천구간 경계설정 현황은 다음 <표 2.1-6>, <그림 2.1-6> ~ <그림 2.1-10>과 같고 금회 하천기본계획 및 하천대장 부도에 표기하였다

<표 2.1-6> 과업구간내 하천구간 경계설정현황

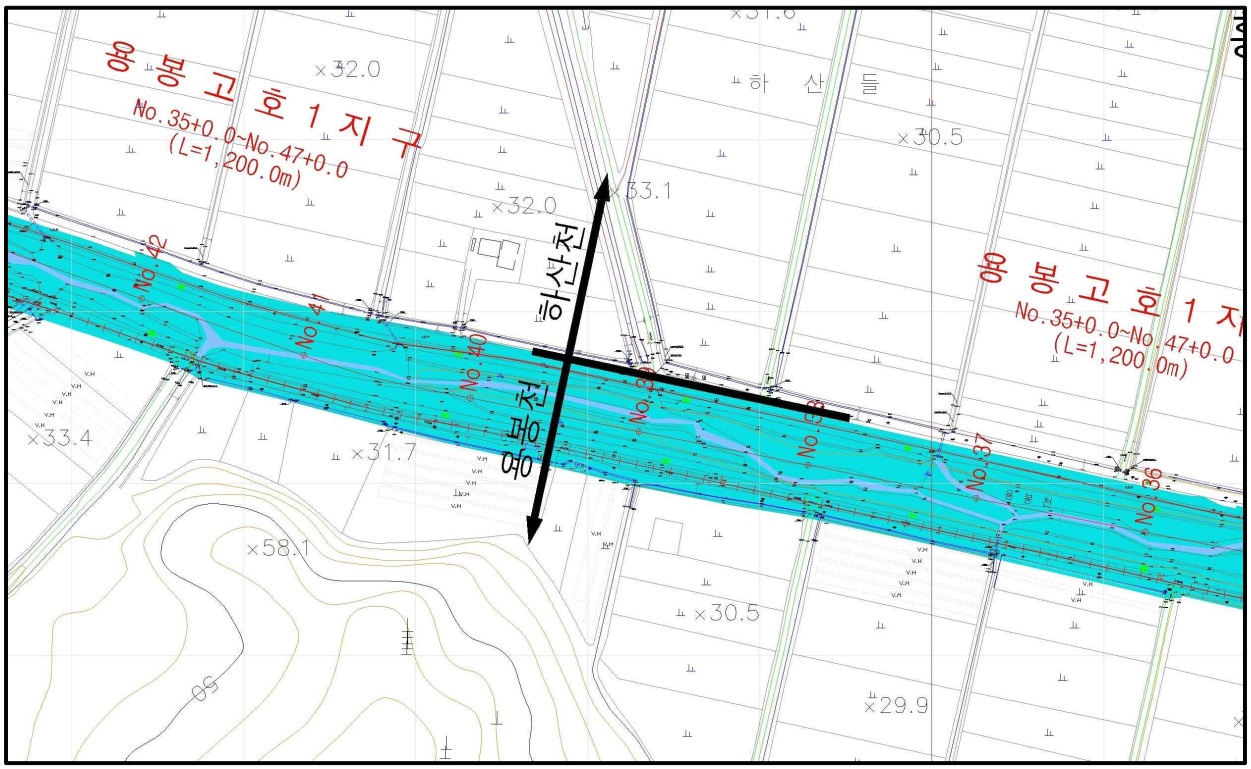
하천	하천등급	안별	위치				경계설정현황	도엽번호
			좌안		우안			
			X	Y	X	Y		
용봉천	지방하천	-	446315.7407	172822.9135	446183.9680	172802.2170	삽교천 좌안으로 합류하는 지점에서 용봉천 유수의 직각방향으로 연결한 지점.	
동막천	소하천	용봉천의 좌안	447631.2949	170457.0725	447635.2077	170448.0331	용봉천 좌안으로 합류하는 지점에서 동막천 유수의 직각방향으로 연결한 지점.	
하산천	소하천	용봉천의 좌안	447849.2100	170076.0600	447867.3760	170040.9469	용봉천 좌안으로 합류하는 지점에서 하산천 유수의 직각방향으로 연결한 지점.	
솔미천	소하천	용봉천의 좌안	447961.7555	169537.7951	447962.3544	169537.6111	용봉천 좌안으로 합류하는 지점에서 솔미천 유수의 직각방향으로 연결한 지점.	
지동천	소하천	용봉천의 좌안	448058.4733	167529.0444	448035.7369	167492.1801	용봉천 좌안으로 합류하는 지점에서 지동천 유수의 직각방향으로 연결한 지점.	



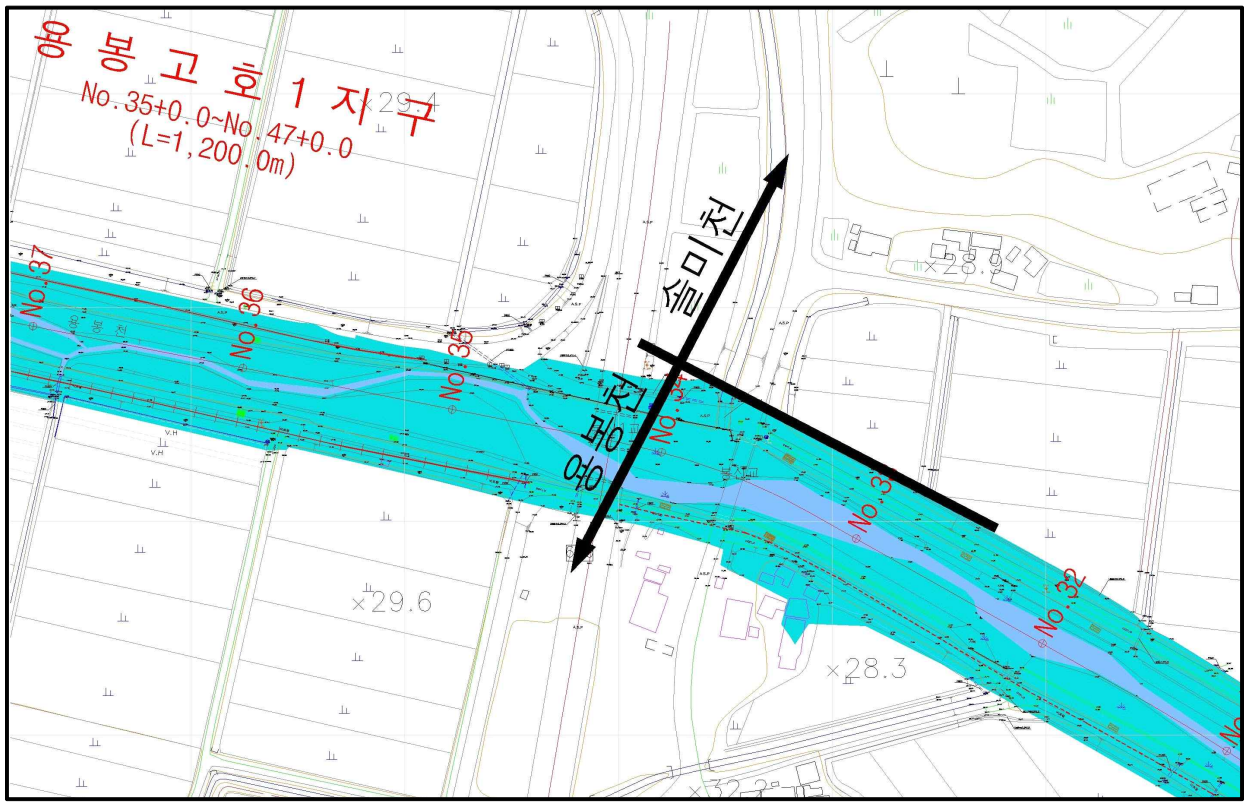
<그림 2.1-6> 하천구간 경계 설정 현황 (용봉천)



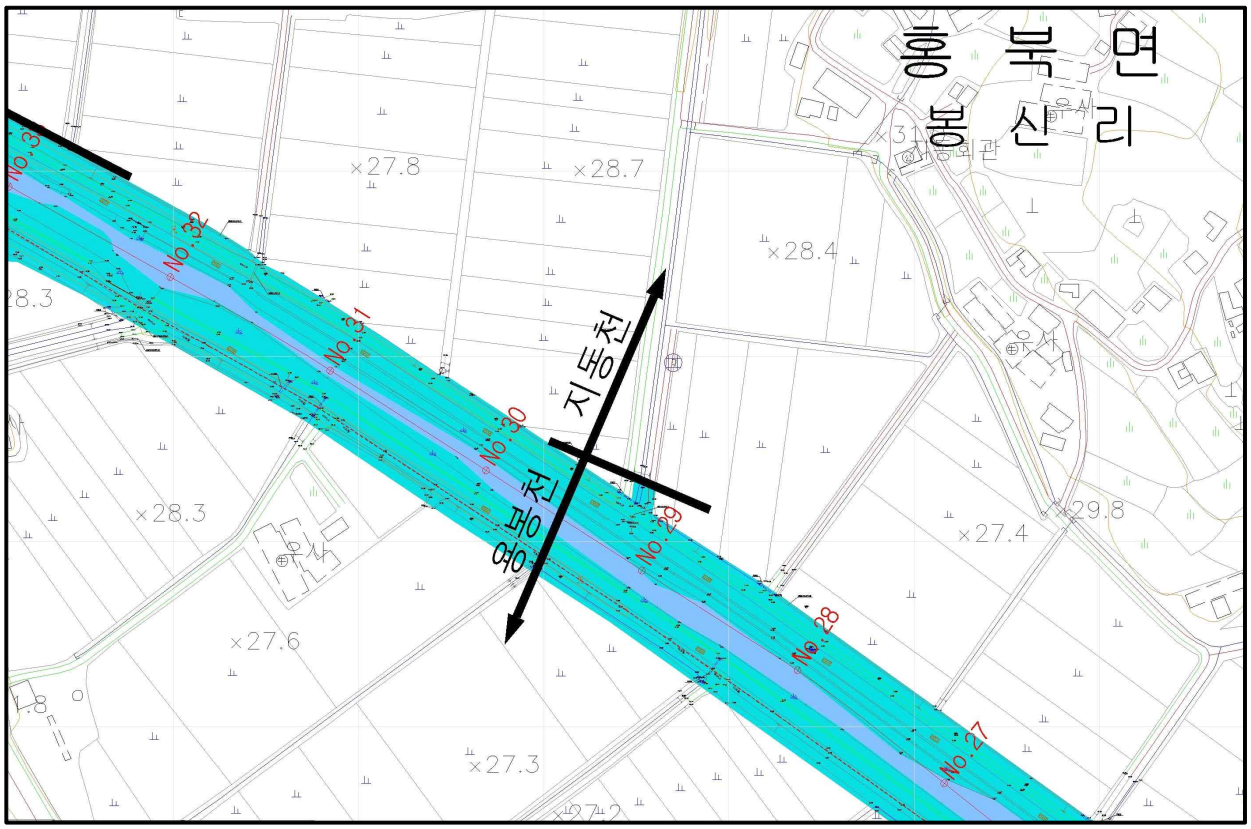
<그림 2.1-7> 하천구간 경계 설정 현황 (동막천)



<그림 2.1-8> 하천구간 경계 설정 현황 (하산천)



<그림 2.1-9> 하천구간 경계 설정 현황 (솔미천)



<그림 2.1-10> 하천구간 경계 설정 현황 (지동천)

2.1.2 유역의 자연현황

(1) 지형·지질 및 토양

(가) 지 형

용봉천유역은 충청남도 서쪽에 위치하는 삽교천 제1지류 하천으로서 동쪽으로는 홍성군 홍북면 삽교천 합류부와 북쪽으로 용봉산(EL.367.5m), 서쪽으로 홍동산(EL.309.4m), 남쪽으로 일월산(EL.397.0m)으로 유역계를 형성하고 있다.

하천수계는 이들 분수령에서 발원하여 수지상을 이루면서 유하하고 유로는 크게 서동방향으로 발달되어 있으며 대소지류들은 대체적으로 북쪽방향에서 부등간격으로 본류에 유입되며 유하한다.

용봉천 유역은 평균고도가 EL.75.57m이며, 유역의 평균경사가 16.09%로 비교적 평탄한 지형의 유역경사를 가진다.

(나) 지 질

용봉천 유역의 지질 구성은 백악기이 홍성조입질흑운모화강암(cGh)이 유역전반에 걸쳐 제4기 충적층을 감싸고 분포하고 있으며, 장석반암(Fp) 및 반화강암류(Ap)이 일부 분포하고 있다. 또한 제4기의 충적층(Qa)은 하천을 따라 발달하여 용봉천 및 유입하천 주변에 걸쳐 분포하고 있는 것으로 나타났다.

(다) 토 양

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

한편, ArC, ArD, BeB, 등 침투가 대체로 크고 사양토와 양토 등으로 구성되며, 퇴적암과 화성암을 포함하고 있는 TYPE B에는 하천주변지역을 따라 농경지가 형성되어 있다. CGB, DkB, JiB, SE등 침투가 대체로 불량하고 세사양토, 식양질 등으로 구성된 TYPE C는 주로 하천범람지 내의 토양으로 논과 밭이 형성되어 있다.

상기의 언급된 정밀토양도에 대한 NRCS의 수문학적 토양별 분류기준은 미국자연자원보호청(U.S. Natural Resources Conservation Service;이하 NRCS)와 한국농촌진흥청이 정밀토양도 제작시 미 농무성(U.S. Department of Agriculture)의 토양분류기준을 기초로 제작했기 때문에 다음 <표 2.1-7>의 NRCS의 분류기준으로 수문학적 토양군별로 재분류가 가능하다. 즉, 토성, 토양심도, 토양배수, 토양팽창, 유기물함량에 대한 NRCS와 농촌진흥청의 분류기준을 정량적으로 비교, 검토하여 정밀토양도상의 토양통을 NRCS의 수문학적 토양군 A, B, C, D로 분류기준을 적용할 수 있다. 이를 정정화 등(1995)은 위 연구를 기초로 토성, 배수등급, 투수성, 투수저해토층의 유무 및 출현깊이, 지하수위 등 침투수량을 지배하는 요인들을 적용하고, 우리나라 토양의 주 점토광물이 비팽창성인 Kaoline계이므로 투수가 점토의 절대함량이나 불투수층, 지하수위 등에 지배되고 있기 때문에 토양의 수축 및 팽창을 고려하지 않고 정밀토양도상의 토양통을 NRCS의 수문학

적 토양군 A, B, C, D로 재분류하였다. 그 결과는 <표 2.1-8>과 같고, <표 2.1-9>, <표 2.1-10>와 <그림 2.1-12>은 금회 과업유역 내에 속한 정밀토양도 토양통들을 정정화 등이 제시한 기준에 의해 재분류한 결과이다.

<표 2.1-7> NRCS 수문학적 토양군의 분류기준

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

<표 2.1-8> 용봉천 유역의 NRCS 토양군별 면적

구 분	토양 TYPE별 면적(㎢)				계 (㎢)
	A	B	C	D	
용 봉 천	4.52	9.29	3.49	2.30	19.60

<표 2.1-9> 용봉천 유역의 NRCS 토양종류별 특성

토양형	토 양 부 호	토 양 의 특 성				
		표토의 토성	배수등급	토지이용 추천	토양유형	모래 및 퇴적양식
TYPE A	SmE3, SmF2, SgD3, SmE2, SgD2, DbF2, DbF2, DpE2,	미사질양토, 사양토, 양질사토, 양토	매우양호	간이초지, 임지, 기타	미숙, 사질전, 기타	변성암, 제4기층, 화성암, 퇴적암

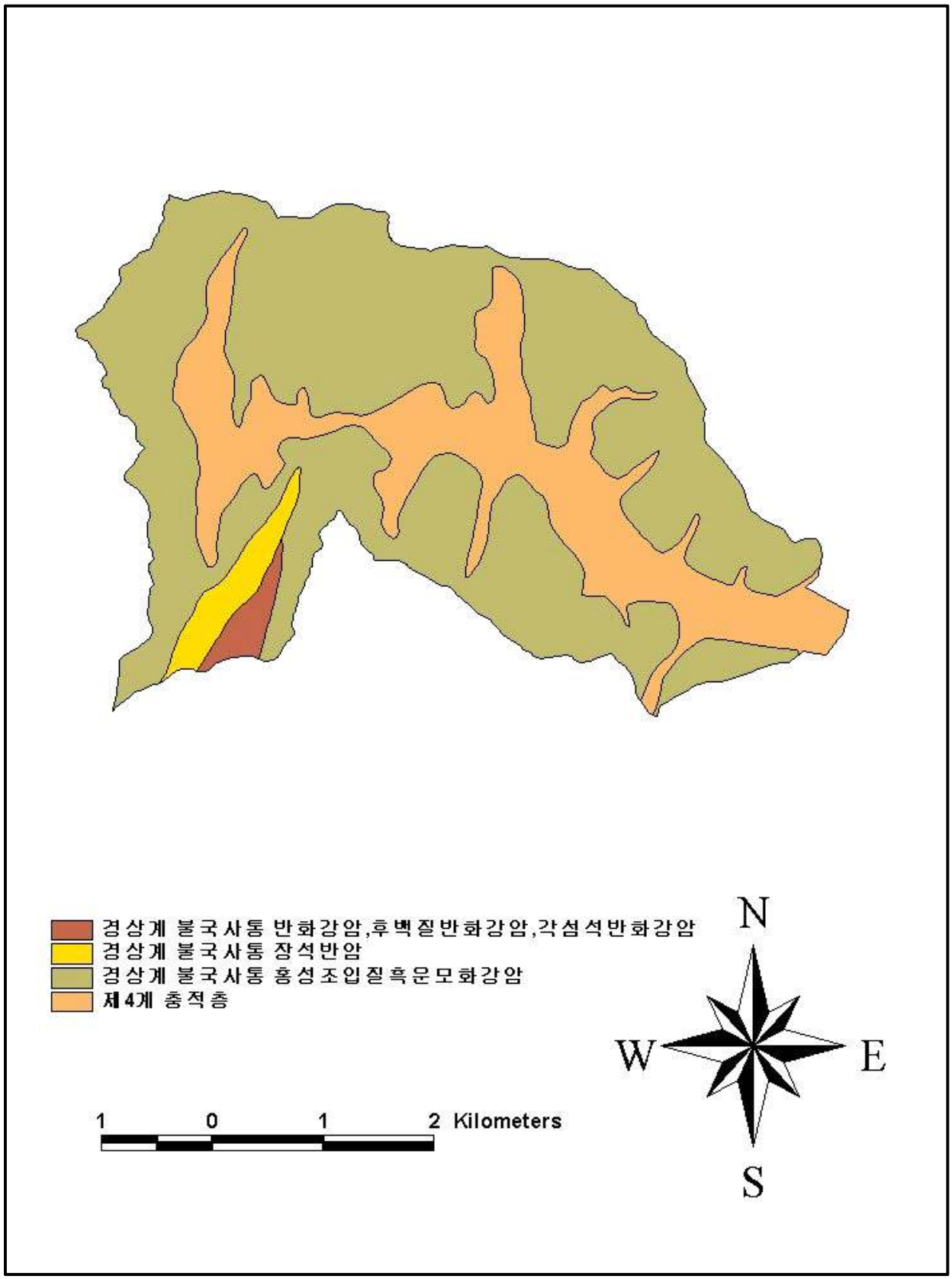
<표 2.1-9 계속> 용봉천 유역의 NRCS 토양종류별 특성

토양형	토 양 부 호	토 양 의 특 성				
		표토의 토성	배수등급	토지이용 추천	토양유형	모래 및 퇴적양식
TYPE B	AsD3, ArB, ArC, ArD, AsC2, AsC3, AsD3, BeB, BeC, DzC, DzD, GpB, Jd, JoB, JoC, SAB, SAC, SoC2, SoD2, SoD3, SoE2, SqD, StC, StD, UoB, UoC, YbD3,	미사질양토, 사양토, 세사양토, 양토	양호	간이초지, 과수, 상전, 임지, 전, 기타	미숙, 미숙전, 보통전, 사질전, 화산회전, 기타	제4기층, 화산회, 화성암, 퇴적암
TYPE C	CGC, DkB, DyB, JiB, JiC, NkB, SE	미사질양토, 사양토, 양토	약간양호 약간불량	과수, 상전, 답, 전, 집약초지	미숙답, 보통답, 사질답, 중심전	제4기층, 화성암, 퇴적암
TYPE D	Ha, Hh, OcB, OcC, RS	미사질식양토, 미사질양토, 사양토, 양질세사토, 양토	불량 매우불량	답	습답, 염해답	제4기층, 화성암, 퇴적암

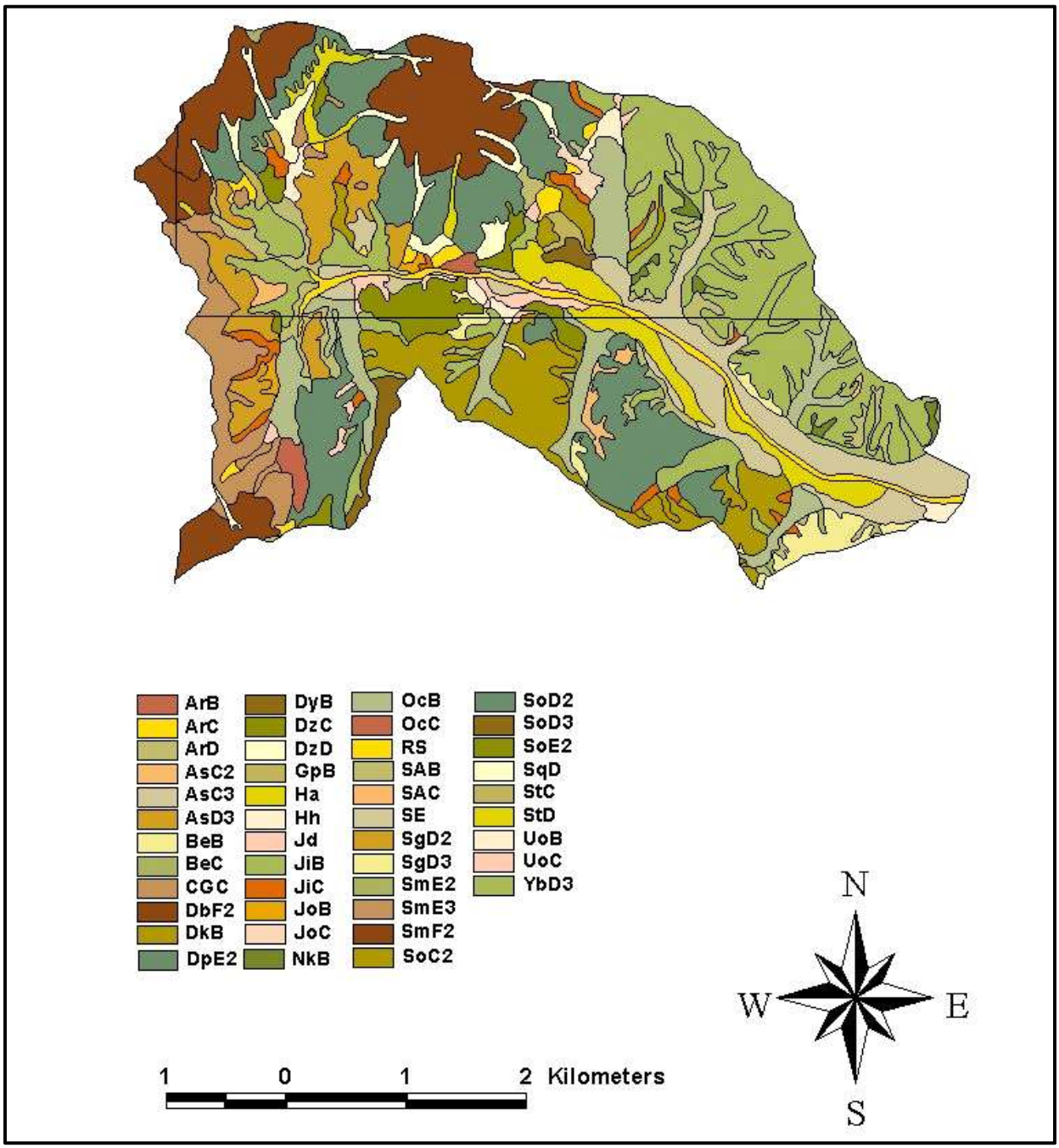
<표 2.1-10> 정밀토양도 토양통의 수문학적 분류

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

주) 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호(1995),
『유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류』(한국농공학회지 제37권 제6호, pp.12-32)


경상계 불국사통 반화강암,후백질반화강암,각섬석반화강암
경상계 불국사통 장석반암
경상계 불국사통 흑성조입질흑운모화강암
제4계 충적층
N
W
E
S
1 0 1 2 Kilometers

<그림 2.1-11> 지질도



<그림 2.1-12> 정밀토양도

(2) 하천현황 조사

하천기본계획수립을 위한 하천현황조사는 대상하천 및 유역의 자연적, 생태적, 경관적, 사회적, 법적인 면을 포함한 설계의 목적에 따라, 하천의 제방 및 호안상태, 제방의 둑마루폭, 하천 제외지의 식생상태 및 하도상태, 하천구조물의 설치상태 및 설치여

부, 하천주변 환경과의 상관정도, 대상지내의 개발계획과의 연관계획의 수용성 여부, 하도의 퇴적 및 침식방지를 위한 사방상태, 홍수조절을 위한 홍수조절지 및 저류지 설치상태 등을 조사하여 치수 및 이수, 하천환경보전 및 개발에 도움이 되도록 목적을 정하여 현황조사를 수행하였다.

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

(가) 하천자연환경

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

·지형 : 경사, 고도차, 유역의 종단형상, 지역적 지형의 특수성

·지질 : 대상지역의 풍화정도

·토양 : 토양의 종류 및 하상의 입경상태

·제방 : 제방의 둑마루폭 및 제방법면경사, 제방관리상태 및 제방둑마루상의 농작물 재배여부

·호안 : 호안상태 및 설치유무 조사

·흔적수위 : 과거 최대 홍수시 흔적수위조사

·재해여부 : 과거 홍수시 홍수로 인한 피해를 입은 횟수 및 피해정도

·배수구조물 : 구조물의 종류 및 기능, 배수체계조사

◆ 제외지 및 제내지 식물의 종류 및 군락상태

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

(나) 하천의 이용성

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

하 천 조 사 도

① 어경보 상류
- 현황 : 제내지에 양안 농경지임
- 하상상태 : 모래 및 잔자갈
- 제방 및 호안 : 좌우안 제방(호안블럭)

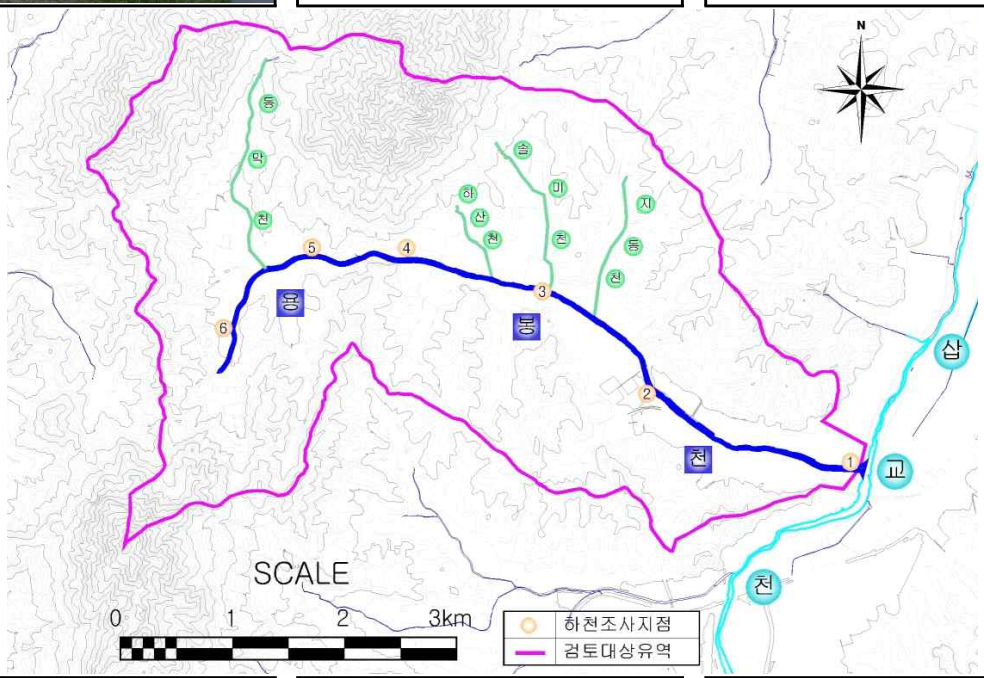
어경보 우안에서 본 상류전경

② 서력교 지점
- 현황 : 제내지에 양안 농경지임
- 하상상태 : 모래 및 잔자갈
- 제방 및 호안 : 좌우안 제방(호안블럭)

서력교에서 본 상류전경

③ 봉신교 지점
- 현황 : 제내지에 양안 농경지임.
- 하상상태 : 모래 및 잔자갈
- 제방 및 호안 : 좌우안 제방(호안블럭)

봉신교에서 본 하류전경



④ 용봉교 지점
- 현황 : 가옥 인접, 농경지 분포함
- 하상상태 : 모래 및 잔자갈
- 제방 및 호안 : 좌우안제방(돌망태)

용봉교에서 본 상류전경

⑤ 중계교 지점
- 현황 : 제내지에 양안 농경지임
- 하상상태 : 모래 및 자갈
- 제방 및 호안 : 좌우안제방(돌망태)

중계교에서 본 하류전경

⑥ No.66지점
- 현황 : 좌안 농경지, 우안 도로
- 하상상태 : 모래 및 자갈, 호박돌일부
- 제방 및 호안 : 좌우안제방(돌망태)

No.66지점에서 본 하류전경

<그림 2.1-13> 하천조사도

(3) 임 상

용봉천 유역을 포함한 홍성군의 임야면적은 19,677ha로 전체의 94.06%인 18,508ha가 사유림이며 국유림이 579ha로 2.94%, 공유림은 590ha로 3.00%로 구성되어 있는 것으로 조사되었다.

용봉천 유역을 포함한 홍성군의 소유권별 임야면적은 다음 <표 2.1-11>과 같다.

<표 2.1-11> 소유권별 임야면적

하 천	유역 면적 (ha)	구 분	국 유 림			공 유 림			사유림	계
			계	산림청	타부처	계	도유림	군유림		
홍성군	19,677	면적(ha)	579	414	165	590	-	590	18,508	19,677
		비율(%)	2.94	2.10	0.84	3.00		3.00	94.06	100.00

주) 홍성군 통계연보(2009)

용봉천유역을 포함한 홍성군의 임상별 임야면적을 조사한 결과 전체 임야중 임목지는 19,435ha로 전체유역면적의 98.77%이며, 무임목지가 242ha로 1.23%인 것으로 조사되었다.

용봉천 유역을 포함한 홍성군의 임야면적은 다음 <표 2.1-12>와 같다.

<표 2.1-12> 임상별 임야면적

하 천	합계 (ha)	구 분	임 목 지					무임 목지	계
			계	침엽수	활엽수	혼효림	죽림		
홍성군	19,677	면적(ha)	19,435	10,504	3,094	5,811	26	242	19,677
		비율(%)	98.77	53.38	15.72	29.53	0.13	1.23	100.00

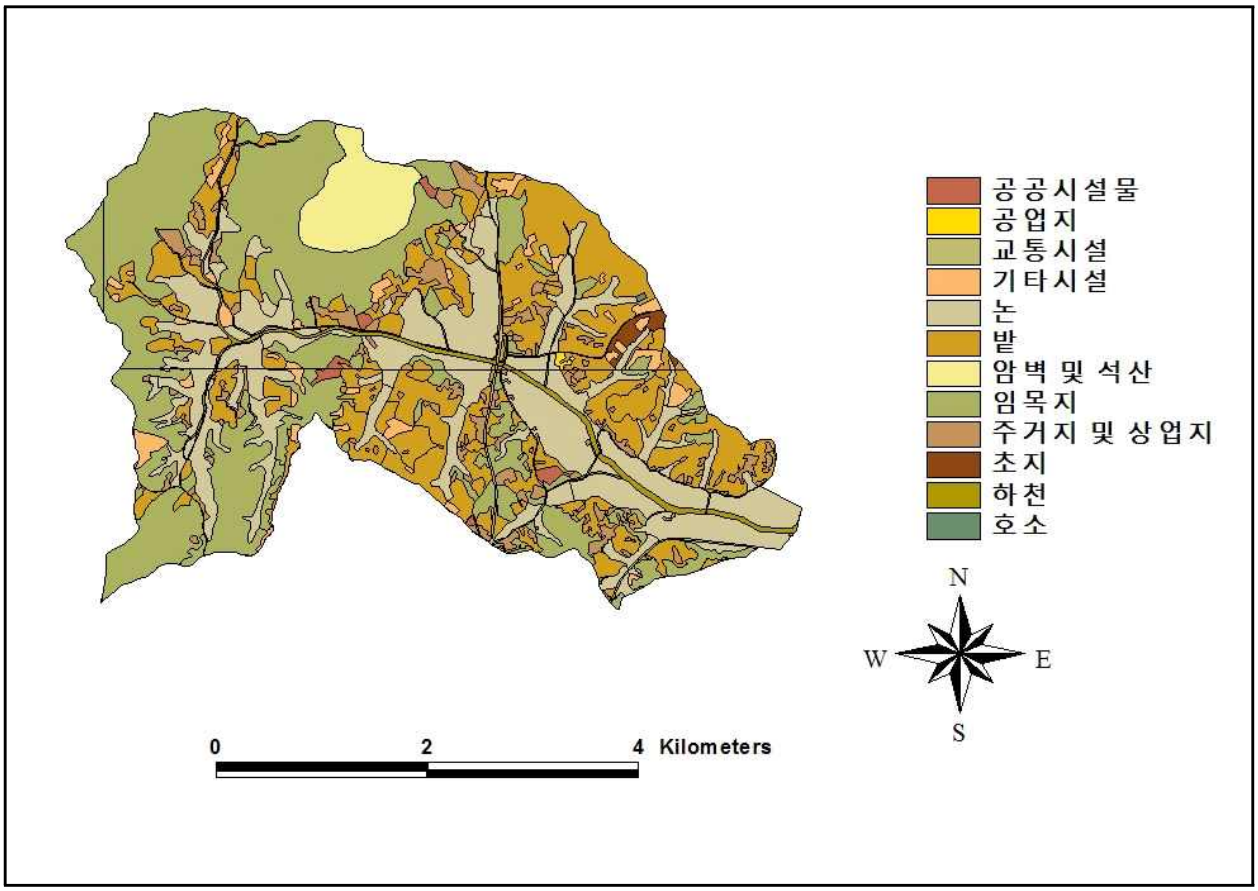
주) 홍성군 통계연보(2009)

(4) 토지이용현황

용봉천 유역은 초지 및 임목지가 33.70%이상을 차지하고 농경지가 50.51%를 차지하고 있는 것으로 조사되었고, 주거지 및 상업지 0.36%, 기타시설 15.43% 등으로 이용되고 있다. 용봉천 유역내 토지이용현황은 다음 <표 2.1-13>과 같다.

<표 2.1-13> 토지이용현황

하 천	유역면적 (㎢)	구 분	농 경 지			주거지 및 상업지	초지 및 임목지	기 타
			계	전	답			
용봉천	19.60	면적 (㎢)	9.90	4.82	5.08	0.07	6.60	3.01
		비율 (%)	50.51	24.58	25.92	0.36	33.70	15.43



<그림 2.1-14> 토지이용도

2.1.3 유역의 사회··역사·문화적 현황

(1) 행정구역, 면적, 인구

용봉천유역내 행정구역으로는 충청남도 홍성군 홍북면(중계리, 상하리, 봉신리, 내덕리), 홍성읍(내법리)로 구성되어 있으며 총 인구는 약 4,269명으로 조사되었다.

용봉천 유역내 행정구역 면적과 가구수 및 인구현황은 다음 <표 2.1-14>과 같다.

<표 2.1-14> 행정구역별 면적 및 인구현황

하 천	행 정 구 역			면 적 (㎢)	가구수	인구현황 (명)	비고
	시·군	읍·면	동·리				
용봉천	홍성군	홍성읍	내 법 리	3.018	766	1,693	
			소 계	3.018	766	1,693	
		홍북면	중 계 리	7.011	234	590	
			상 하 리	5.038	185	498	
			봉 신 리	3.669	394	1,014	
			내 덕 리	4.416	182	474	
			소 계	20.134	995	2,576	
	계			23.152	1,761	4,269	

주) 홍성군 통계연보(2009)

(2) 지역의 유래 등 문화적 현황

(가) 지역의 유래

용봉천 유역은 홍성군 홍북면, 홍성읍 유역에 속해있으며, 용봉천에 포함된 지역의 유래를 살펴보면 다음과 같다.

·홍성읍 내법리 : 고려 때는 홍주 고을에 속함. 백제 때는 금주군에 속했으며, 신라 때는 해풍현에 속함. 조선 초엽에는 홍주군에 속했다가 조선 말엽엔 홍성읍 홍천면(洪天面)의 지역이었음. 1914년 행정구역 개편 때에 공암리(孔岩里), 법수리(法首里), 내기리(內基里) 및 봉수리(鳳首里)·어경리(漁耕里)·내동(內洞)의 각 일부를 병합, 내법리라 해서 홍성군 홍북면(洪北面)에 편입됨. 그러다가, 1983년 2월 15일 행정구역 개편에 따라, 홍성읍에 편입됨.

·홍북면 중계리 : 본래 홍주(홍성)군 홍천면의 지역인데. 1914년 행정 구역 폐합에 따라 상동막리, 중동막리, 하동막리, 동계리와 중리, 상산리의 각 일부를 병합하여 중리와 동계의 이름을 따서 중계리라 하여 홍북면에 편입됨.

·홍북면 상하리 : 본래 홍주(홍성)군 홍천면의 지역인데, 1914년 행정구역 폐합에 따라 하산리와 상산리 일부를 병합하여 상하리라 해서 홍북면에 편입됨.

·홍북면 봉신리 : 본래 홍주(홍성)군 홍천면의 지역인데, 1914년 행정 구역 폐합에 따라 이동, 신기리와 상산리, 지동, 봉소리의 각 일부를 병합하여 봉소와 신기의 이름을 따서 봉신리라 하여 홍북면에 편입됨.

·홍북면 내덕리 : 본래 홍주(홍성)군 홍천면의 지역인데, 1914년 행정구역 폐합에 따라 서방리, 요덕리와 어경리, 대동, 지동의 각 일부를 병합하여 내동과 요덕의 이름을 따서내덕리라 하여 홍북면에 편입됨.

(나) 문화재 현황

용봉천 유역내의 문화재 현황를 살펴본 결과 총 2건으로 시·도 지정 문화재는 유형문화재 제87호 상하리 미륵불이 있으며, 문화재 자료로는 제161호 광경사지석불좌상가 있는 것으로 조사되었다.

용봉천 유역내 문화재 현황을 <표 2.1-15> 및 문화재 상세현황 <표 2.1-16>에 정리하였다.

<표 2.1-15> 문화재 현황

하천	행정 구역		국가 지정 문화재					시·도 지정 문화재				문화재자료	계	비 고
	시·군	읍·면	국보	보물	사적	천연기념물	중요민속자료	유형문화재	기념물	무형문화재	민속자료			
용봉천	홍성군	홍성읍	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	유역내
		홍북면	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	〃
소 계			0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	

<표 2.1-16> 문화재 상세현황

하천	구 분	번호	지정번호	명 칭	소 재 지	지정일 / 소유	비 고
용봉천	유 형 문화재	1	제87호	상하리 미륵불	홍북면 상하리 산1-2번지	'79. 07.03	유역내
	문화재 자 료	1	제161호	광경사지석불좌상	홍성읍 내법리 178-1	'84. 05.17	〃

① 상하리 미륵불

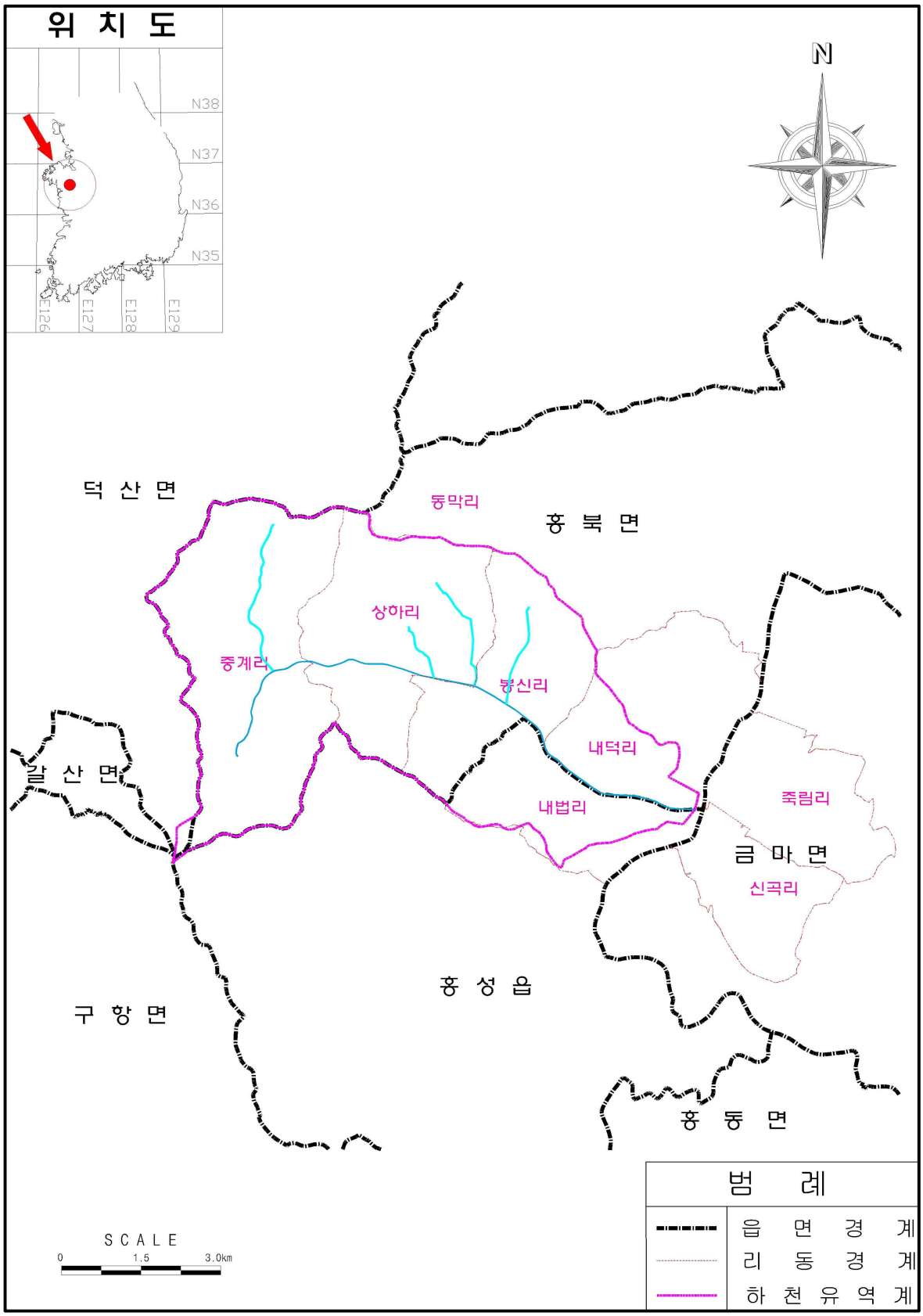
· 시도유형문화재 제87호 · 지 정 일 : 1979년 07월 03일
· 소 재 지 : 충청남도 홍성군 홍북면 상하리 산1-2

충청남도 홍성군 홍북면 상하리에 있는 거대한 마애불이다.
민머리에 가늘고 긴 눈, 넓적하고 낮은 코, 비교적 작은 입이 평면적으로 표현되었고, 입가의 희미한 미소가 부드러운 인상을 풍긴다. 신체 역시 입체감 없이 평면적인데, 두 손을 아래위로 나란히 대고 있는 것만 표현했을 뿐 다른 것은 거의 생략되었다.
지방양식을 잘 드러내고 있는 관촉사 미륵보살입상(보물 제218호) 등 충청도 지방에 남아 있는 거대한 불상들과 비슷한 계열의 작품으로 보인다

② 광경사지석불좌상

· 문화재자료 제161호 · 지 정 일 : 1984년 05월 17일
· 소 재 지 : 충청남도 홍성군 홍성읍 내법리 178-5

충청남도 홍성군 홍성읍 내법리 용주사에 있는 석불좌상이다. 원래는 홍성읍 대교리 광경사에 있었던 것으로 1975년 이곳으로 옮겨왔다.
화강암으로 만든 이 불상은 머리의 조각이 분명하지 않고, 상투 모양의 머리묶음도 작은 편이다. 둥근 얼굴에서는 사실미가 흐르며, 직선으로 뻗어나간 두 눈은 진주로 눈동자를 끼웠던 흔적이 보인다.
목에는 3개의 주름인 삼도(三道)가 있으며, 옷주름은 평행의 단을 이루고 있는데 이는 도피안사 철조비로자나불좌상(국보 제63호)의 수법과 비슷하다. 불상이 앉아있는 대좌(臺座)에는 연꽃잎이 간략하게 표현되어 있다.
사실미가 흐르는 얼굴 표정, 간략한 연꽃무늬 대좌 등의 수법을 고려해 볼 때 고려시대에 만든 작품으로 추정된다.



<그림 2.1-15> 행정구역도

2.2 수문조사

2.2.1 수문관측 현황

(1) 우량 관측소

우리나라의 우량관측소는 대체적으로 볼 때 국토해양부 관할의 경우 관측소 1개소당 배치면적이 약 460㎢이고, 타 기관의 관측소 배치자료를 합할 경우 약 250㎢로 강우 관측망 밀도는 WMO 기준에서 정한 보통우량계의 경우 산지지역 250㎢, 구릉지·파상지역 575㎢와 비교할 때 기준에 부합함을 알 수가 있다.

용봉천 유역내에는 국토해양부 관할의 홍성 우량관측소가 존재하지만 시우량 자료의 보유년수가 부족하다. 따라서 유역 인근에 통계적으로 유의성을 확보하고, 임계지속시간을 고려한 홍수량을 산정할 수 있도록 상당기간의 시우량 자료를 보유하고 있는 서산·보령·천안관측소 등을 대상으로 Thiessen망을 검토하여 용봉천 유역에 영향을 미치는 것으로 나타난 서산관측소를 금번 과업의 수문분석의 자료로 이용하였다.

(2) 수위관측소

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

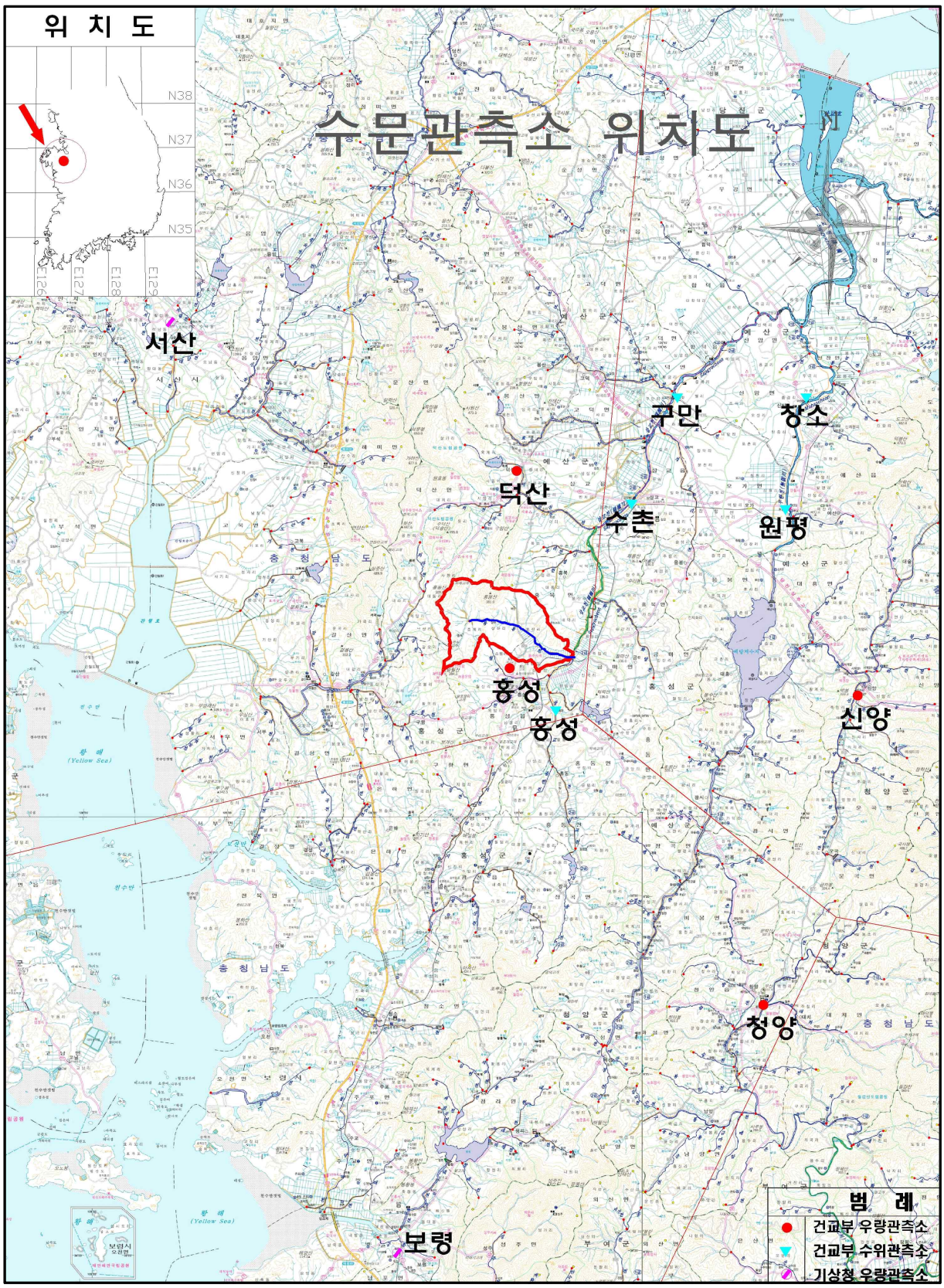
본 과업 유역에는 수위 및 유량관측시설이 전무한 것으로 조사되었으며, 유역인근의 수위 및 유량관측시설로는 국토해양부 관할 삽교천 유역의 수촌수위관측소와 곡교천 유역의 강청수위관측소 및 무한천 유역의 원평수위관측소와 창소수위관측소가 설치되어 운영되고 있다.

<표 2.2-1> 우량관측소 현황

관측소	위치			관측개시일	관측종별	관할관서명	Theissen 가중치 (%)	시강우 보유현황
	지명	경도	위도					
서산	충남 서산시 수석동	126° 29' 45"	36° 46' 25"	1968.1.1	보통	기상청		책택
보령	충청남도 보령시 요암동	126° 33' 27"	36° 19' 38"	1972.1.24	보통	〃		
천안	충남 천안시 신방동 654	127° 07' 17"	36° 46' 47"	1971.1.1	자기	〃	76.73	
홍성	충남 홍성읍 홍성초교	126° 39′46"	36° 35′59"	1918.7.1	T/M	〃		'80~'04 (20개년) '82, '83, '87, '89, '98누락

<표 2.2-2> 수위관측소 현황

관측소	수계	하천	관측종별	위치			관측개시일	관할관서
				지명	경도	위도		
수촌	금강	삽교천	T/M	충남 예산군 삽교읍 두리 충의대교	126° 43′58″	36° 41′01″	1945.1	국토해양부
강청	금강	곡교천	T/M	충남 아산시 염치면 강청리 강청교	126° 65′10″	36° 49′08″	1962.7	〃
원평	금강	무한천	T/M	충남 예산군 오가면 원평리 예산대교	126° 49′25″	36° 43′46″	1929.1	〃
창소	금강	무한천	T/M	충남 예산군 예산읍 창소리 신례원교	126° 50′00″	36° 48′48″	1962.7	〃
구만	금강	삽교천	T/M	충남 예산군 예산읍 고덕면 구만리 구만교	126° 45′23″	36° 44′00″	1979.1	〃
합덕	금강	삽교천	T/M	충남 당진군 합덕읍 옥금리 구양교	126° 49′00″	36° 46′20″	2006.1	〃
홍성	금강	삽교천	T/M	충남 홍성군 홍성읍 고암리 입암교	126° 41′21″	36° 35′09″	1962.7	〃



<그림 2.2-1> 수문관측소 위치도

2.2.2 수문관측 기록

본 과업에서는 1968년부터 2009년까지 기록된 서산관측소 자료를 이용하여 연도별 일별 최대강우와 월별강우량을 조사하였다. 서산관측소의 연평균강수량은 1,235.2㎜로 우리나라 평균강수량인 1,245㎜보다 다소 작은 것으로 조사되었으며, 연중 가장 강우가 많은 달은 8월로 연중의 21.6%인 266.8㎜가 내리는 것으로 조사되었으며, 또한 1월에 년강우량의 2.31%인 28.5㎜만 내리는 것으로 나타났다.

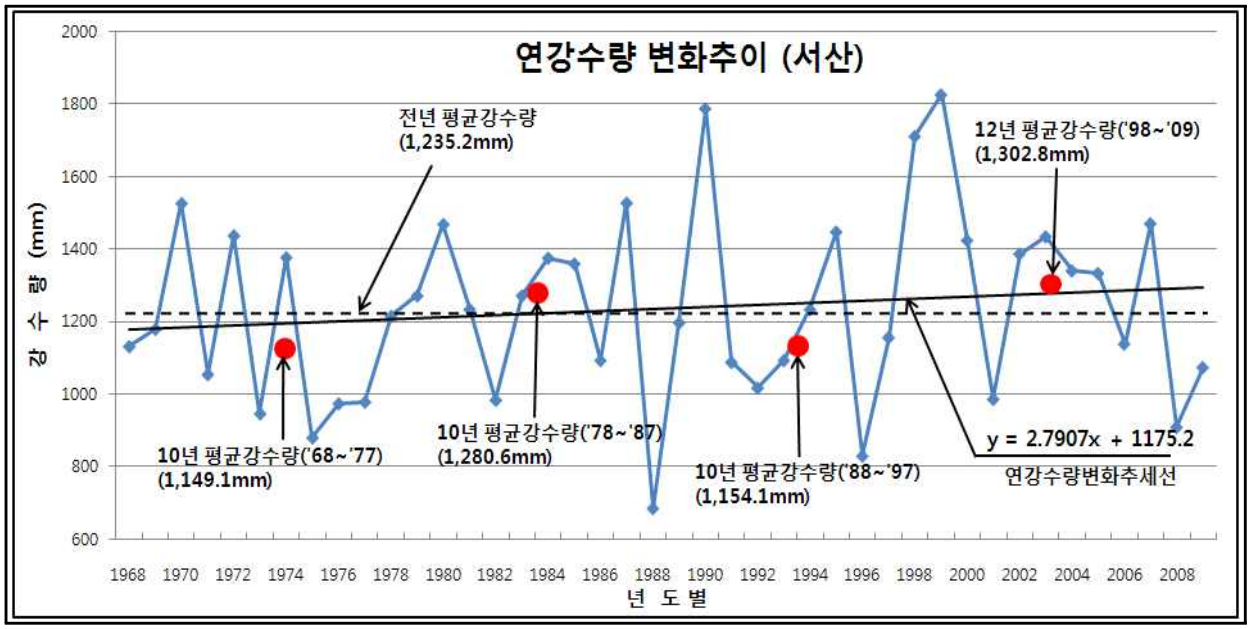
또한 서산관측소의 월별 강우분포를 살펴본 결과 우기인 6, 7, 8, 9월에 65.6% 해당하는 809.7㎜가 발생하였으며 건기인 10월에서 3월까지 6개월 동안에 19.6%에 불과한 242.4㎜가 발생하고 이앙기인 4,5월 동안은 14.8%인 183.0㎜가 발생하는 것으로 조사되었다. 각 연도별 기간별 최대강우량 및 월별강우량은 다음 <표 2.2-3> ~ <표 2.2-4> 및 <그림 2.2-2>과 같다.

<표 2.2-3> 지속시간별 연최대 강우량

관측소	구분(년)	1일 최대		2일 최대		3일 최대		연속최대강우량		년평균강우량
		발생일	강우량(㎜)	발생일	강우량(㎜)	발생일	강우량(㎜)	발생일	강우량(㎜)	(㎜)
서산	1968	7월 15일	151.7	7월15일~16일	201.6	7월14일~16일	211.8	7월14일~20일	284.2	995.0
	1969	7월 18일	77.2	7월18일~19일	101.1	7월18일~20일	120.5	7월10일~22일	221.6	930.6
	1970	10월 25일	236.1	10월24일~25일	259.2	10월24일~25일	259.2	10월24일~25일	259.2	1399.1
	1971	8월 11일	110.8	8월10일~11일	118.1	8월09일~11일	119.4	6월26일~7월2일	152.2	869.8
	1972	8월 19일	228.5	8월18일~19일	245.5	8월18일~19일	245.5	8월18일~19일	245.5	1116.2
	1973	9월 1일	67.4	8월31일~9월1일	67.4	8월31일~9월2일	83	8월31일~9월2일	83	843.8
	1974	7월 9일	252.9	7월9일~10일	253.7	7월8일~10일	253.7	7월8일~10일	253.7	1251.3
	1975	8월 31일	58.1	8월31일~9월1일	68.1	8월31일~9월2일	99.9	8월31일~9월4일	110.9	718.1
	1976	7월 3일	79.6	7월2일~3일	106.2	7월2일~4일	110	7월2일~4일	110	775.0
	1977	9월 6일	113.6	9월5일~6일	113.6	9월5일~6일	113.6	9월5일~6일	113.6	831.3
	1978	8월 17일	162.6	8월17일~18일	162.6	8월16일~18일	220.9	8월13일~20일	364.6	1047.5
	1979	6월 25일	96	6월25일~26일	148	6월25일~27일	153	6월25일~27일	153	1058.4
	1980	7월 14일	121.5	7월14일~15일	122.1	7월20일~22일	126	7월17일~23일	141.4	1256.9
	1981	7월 12일	142.1	7월11일~12일	143.8	7월12일~14일	146.4	6월25~7월6일	230.4	1234.3
	1982	7월 28일	178.3	7월28일~29일	194.8	7월27일~29일	196.5	7월25일~29일	206.7	984.2
	1983	8월 10일	135.5	8월9일~10일	135.5	8월9일~10일	135.5	8월9일~10일	135.5	1272.3
	1984	9월 2일	210.9	9월1일~2일	272.7	9월1일~3일	276.9	8월31일~9월4일	278.8	1372.9
	1985	10월 10일	175.8	10월10일~11일	176.2	10월10일~12일	204.1	10월9일~10일	205.5	1360.3
	1986	9월 2일	75.5	8월28일~29일	87.5	7월17일~19일	110.6	7월14일~19일	127.2	1093.6
	1987	8월 30일	158.8	8월30일~31일	210.5	8월29일~31일	218.1	8월27일~31일	219.8	1527.8
	1988	7월 11일	63.0	7월10일~11일	104.9	7월10일~12일	109.0	7월7일~23일	242.4	685.6
	1989	9월 15일	152.5	9월14일~15일	155.5	9월15일~17일	163.9	9월14일~17일	178.7	1197.7
	1990	9월 11일	133.7	9월10일~11일	244.6	9월9일~11일	260.5	9월9일~11일	260.5	1788.3
	1991	5월 26일	177.1	5월25일~26일	195.1	5월24일~26일	198.8	5월24일~26일	198.8	1088.6
	1992	8월 27일	206.8	8월26일~27일	207.5	8월25일~27일	222.5	8월24일~27일	222.7	1017.6
	1993	7월 29일	89.7	7월28일~29일	145.2	7월27일~29일	150.8	7월26일~29일	152.7	1093.6
	1994	7월 1일	152.3	6월30일~7월1일	178.0	6월30일~7월1일	178.0	6월30일~7월1일	178.0	1234.5
	1995	8월 24일	317.1	8월24일~25일	435.4	8월23일~25일	492.4	8월23일~27일	533.4	1448.3
	1996	7월 5일	85.3	7월4일~5일	85.3	7월3일~5일	87.4	7월3일~5일	87.4	830.1
	1997	7월 1일	183.3	7월1일~2일	183.7	6월30일~7월2일	183.8	6월30일~7월2일	183.8	1154.2
	1998	8월 9일	156.0	8월8일~9일	181.3	8월7일~9일	201.6	8월6일~16일	210.0	1711.6
	1999	8월 3일	358.9	8월3일~4일	435.5	8월2일~8월4일	472.4	7월27일~8월4일	575.7	1826.6
	2000	9월 16일	186.0	9월15일~16일	254.9	8월24일~26일	346.1	8월23일~28일	384.9	1424.8
	2001	7월 29일	120.9	7월30일~31일	217.3	7월29일~31일	220.8	7월29일~8월1일	227.0	986.8
	2002	8월 7일	218.0	8월7일~8일	227.4	8월6일~8일	227.7	8월6일~8일	227.7	1387.6
	2003	6월 28일	173.0	6월27일~28일	173.0	6월28일~30일	173.2	6월27일~7월4일	211.2	1433.4
	2004	6월 20일	127.0	6월19일~20일	134.0	8월18일~20일	170.0	6월17일~6월26일	205.6	1340.9
	2005	7월 28일	110.5	7월27일~28일	110.5	8월1일~3일	124.0	8월1일~4일	139.0	1334.2
	2006	7월 17일	133.5	7월17일~18일	158.0	7월17일~19일	175.0	7월16일~22일	182.0	1139.2
	2007	9월 15일	125.0	8월7일~8일	134.5	8월6일~8일	161.0	8월4일~8일	211.0	1471.1
	2008	7월 20일	110.5	7월20일~21일	146.0	7월19일~21일	156.0	7월19일~21일	156.0	909.6
	2009	7월 12일	122.0	7월13일~14일	162.0	7월12일~14일	242.0	7월11일~14일	244.0	1074.3
	최대	8월 3일	358.9	8월3일~4일	435.5	8월23일~25일	492.4	8월23일~27일	533.4	1826.6
	2위	8월 24일	317.1	8월24일~25일	435.4	8월2일~8월4일	472.4	7월27일~8월4일	575.7	1788.3
	3위	7월 9일	252.9	9월1일~2일	272.7	8월24일~26일	346.1	8월23일~28일	384.9	1711.6

<표 2.2-4> 서산 관측소 월별 강우량 (단위 : ㎜)

관측소	년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전 년
서산	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	1132.2
	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	1180
	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	1526.7
	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	291.7	258.4	201.9	23.0	53.6	17.1	1435.4
	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
	2005	10.4	34.0	36.1	77.2	56.1	147.0	386.1	270.5	228.7	30.9	19.6	37.6	1334.2
	2006	2.7	18.9	5.0	77.3	133.5	226.8	494.5	58.2	10.1	10.5	55.0	19.7	1139.2
	2007	13.0	25.5	127.2	28.1	108.5	123.5	257.0	414.6	305.8	30.7	14.4	22.8	1471.1
	2008	15.0	7.0	26.0	46.1	88.5	118.1	335.5	114.2	62.7	34.0	34.6	27.9	909.6
	2009	15.2	26.5	67.0	43.0	117.9	74.9	364.9	196.3	16.0	49.2	59.1	44.3	1074.3
	평 균	28.5	28.6	44.6	81.4	101.6	130.3	265.8	266.8	146.8	57.1	52.4	31.2	1235.229



<그림 2.2-2> 연강수량 변화추이(서산)

2.2.3 수위 및 유출

(1) 수위관측현황

과업하천 유역내에는 수위관측소가 위치하고 있지 않아 과업하천과 유역 및 유출특성이 유사한 본류인 삽교천(지방하천)을 포함하는 수촌수위관측소 자료를 이용하였다.

<표 2.2-5> 수촌 수위-유량 관계곡선식

지점	곡 선 식 개발년도	수위-유량 관계곡선식		분석기간 (년)	비고
		적용 범위	관계식		
수촌	'00	0.28≤H<1.20	Q=45.159(H-0.020)3.180	'00	
		1.20≤H≤4.29	Q=15.422(H+0.963)2.037		
	'99~'01	0.15≤H<0.50	Q=35.896(H-0.101)1.733	'01~'06	
		0.50≤H≤5.28	Q=57.871(H-0.276)1.377		
	'07	0.01≤H<0.70	Q=43.150(H-0.010)2.231	'07~'09	0.2m이하 외삽
		0.70<H≤3.30	Q=33.521(H-0.017)1.509		
		3.30<H≤8.0	Q=10.329(H-0.145)2.402		4.92m이상 외삽

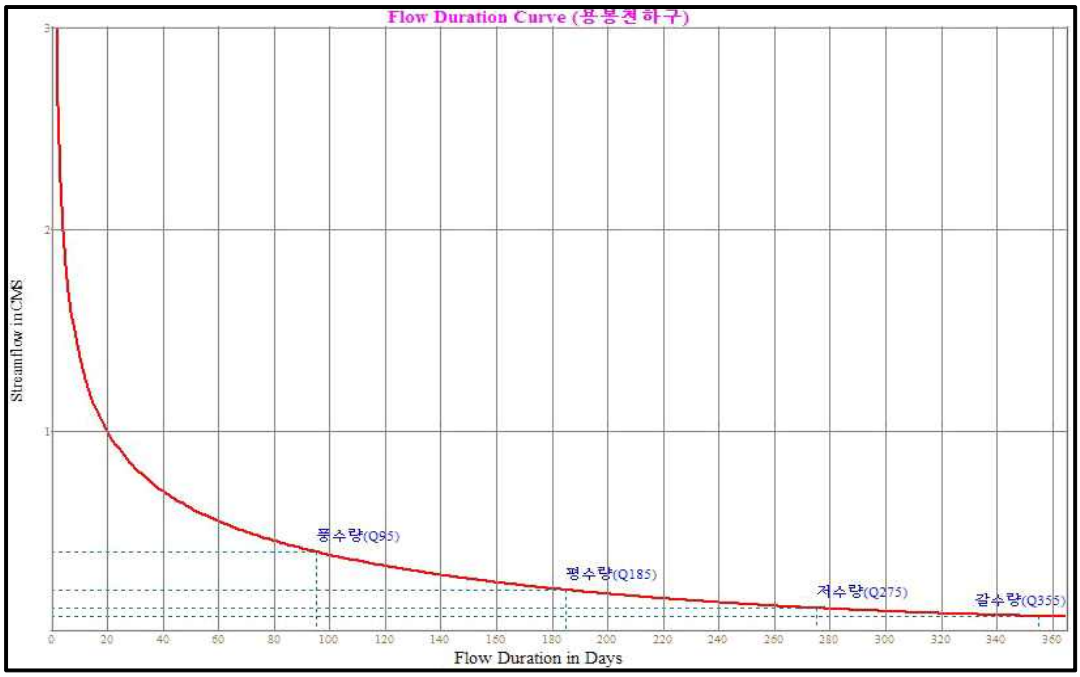
(2) 유황분석

본 과업 대상하천의 유황을 분석하기 위하여 삽교천 본류에 위치한 수촌수위관측소의 2000~2009년 일수위자료를 이용하여 유황분석을 실시하였으며, 그 결과를 이용하여 비유량법에 의해 용봉천의 유황을 분석하였다. 과업하천의 기준갈수량은 수촌수위관측소 지점의 유황분석 결과 중 최소 갈수량을 이용하여 비유량에 의해 산정하였다.

<표 2.2-6> 유황분석

지 점	유역면적 (㎢)	유 황 (㎥/s)					비 고
		풍수량 (Q95)	평수량 (Q185)	저수량 (Q275)	갈수량 (Q355)	기 준 갈수량	
수촌수위표	159.70	3.25	1.67	1.00	0.23	0.02	
용봉천하구	19.60	0.40	0.21	0.12	0.08	0.002	

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



<그림 2.2-3> 유황곡선

2.2.4 기상

본 과업유역 내에는 기상학적 특성을 분석할 수 있는 기상관측소가 없는 실정이므로 유역 인근에 위치한 서산관측소의 2000년 ~ 2009년(10개년) 관측기록에 의한 본 유역의 일반적인 기상특성을 파악하였으며 그 내용은 다음과 같다.

<표 2.2-7> 기상관측소 현황

관측소	위 치			해발고 (EL.m)	관 측 개시일	관 측 종 별	관 할 관서명
	지 명	경 도	위 도				
서 산	충청남도 서산시 수석동 188	126° 29′	36° 46′	25.2	1968.1.1	자기	기상청
천 안	충남 천안시 신방동 654	127° 07′	36° 47′	24.9	1971.1.1	자기	〃
부 여	충남 부여군 부여읍 가탑리395-1	126° 55′	36° 16′	11.3	1971.1.1	자기	〃

(1) 기 온

서산관측소의 연평균기온은 12℃로 최고기온은 2004년 8월 11일에 측정된 37.1℃인 것으로 조사되었으며, 최저기온은 2001년 1월 17일에 측정된 -18.7℃인 것으로 나타났다.

(2) 강수량

서산관측소의 연평균강수량은 1,294.4㎜로 우리나라 평균강수량인 1,245㎜보다 다소 큰 것으로 조사되었으며, 연중 가장 강우가 많은 달은 8월로 연중의 23.8%인 308.8㎜가 내리는 것으로 조사되었으며, 또한 2월에 년강우량의 1.47%인 19.0㎜만 내리는 것으로 나타났다.

(3) 상대습도

서산관측소의 상대습도는 연평균 73%이며 가장 상대습도가 높은 달은 7월로 84.0%이고 가장 낮은 달은 4월로 65.8%인 것으로 나타났다.

(4) 증발량

서산관측소의 증발량은 연평균이 984.64㎜조사되었으며, 이중 5월에 가장 많은 증발

량으로 12.8%인 1,263.4㎜를 보이며, 가장 낮은 증발량을 보인 달은 1월로 3.48%인 342.8㎜인 것으로 나타났다.

(5) 천기일수

서산관측소의 연평균 강우일수는 113일로 6월, 7월, 8월에 나타나며, 이는 주로 장마와 태풍의 영향을 받는 여름에 년 강우가 집중되어 강우일수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 연중 적설일수는 총 29.6일 11월~3월에 고루 발생하였으며 연중 결빙일수 또한 120.1일인 것으로 조사되었다.

(6) 풍 속

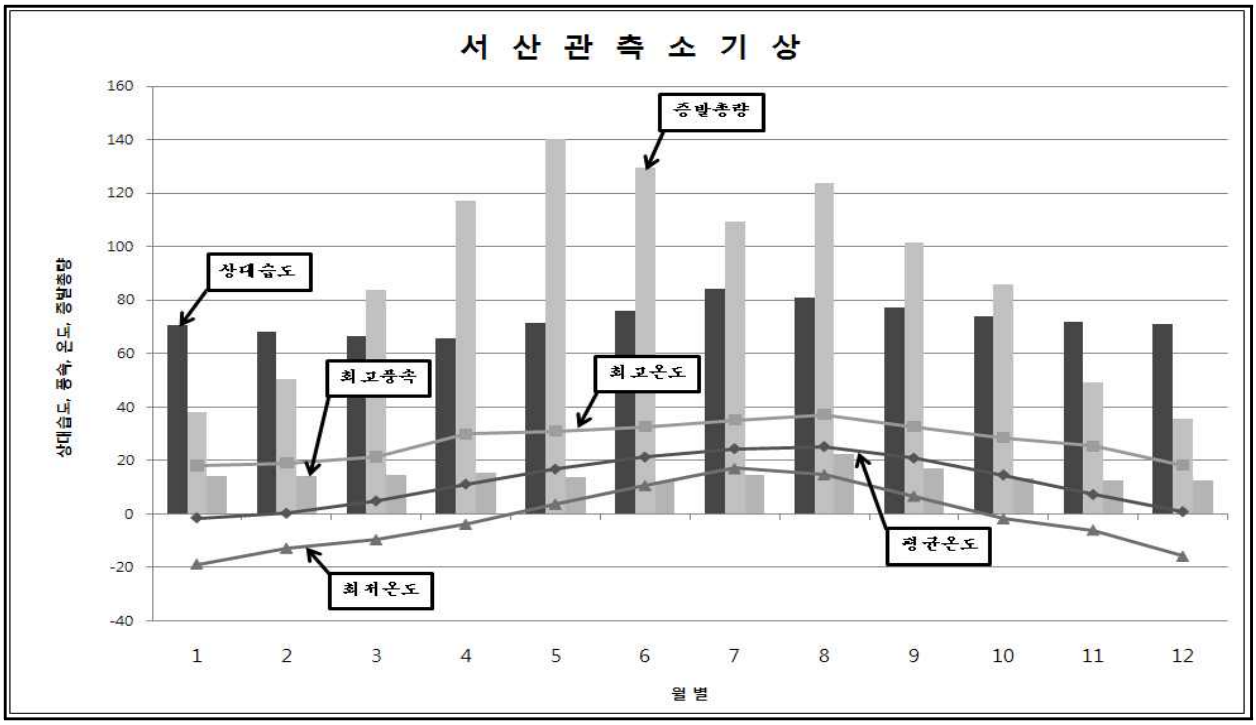
서산관측소의 연평균 풍속은 2.6m/s로 최대 풍속은 2000년 8월 31일 현상한 22.5m/s인 것으로 조사되었다.

이상과 같이 용봉천 수계내의 기상현황에 대하여 조사하였으며 월별 기상현황은 다음 <표 2.2-8>에 정리하였다.

<표 2.2-8> 기상현황

관측소	월별	기 온			강수량 (㎜)	상대습도 (%)		증발량 (㎜)		천기일수			풍속 (m/s)
		평균	최고	최저	평균	평균	최소	총량	1일 최대	강수일수 (≥0.1㎜)	적설 일수	결빙 일수	최고 풍속
서산	1월	-1.6	18.0	-19.0	28.0	70.5	12.0	342.8	3.2	8.6	10.2	30.0	14.1
	2월	0.1	19.0	-13.0	19.0	67.9	10.0	452.6	4.9	5.5	5.2	26.2	14.2
	3월	4.7	21.3	-9.8	33.6	66.5	8.0	754.5	5.7	7.0	3.2	20.6	14.5
	4월	11.0	29.8	-4.0	78.8	65.8	9.0	1,052.9	8.0	7.5	0	2.9	15.3
	5월	16.6	30.9	3.6	105.2	71.4	9.0	1,263.4	8.7	8.0	0	0	13.8
	6월	21.1	32.5	10.6	159.3	75.8	17.0	1,163.8	8.6	10.4	0	0	12.2
	7월	24.2	35.1	17.0	286.9	84.0	34.0	984.7	8.4	16.3	0	0	14.6
	8월	25.0	37.1	14.7	308.8	81.0	27.0	1,113.8	8.2	14.4	0	0	22.5
	9월	20.7	32.6	6.6	176.3	77.1	17.0	1,014.8	7.7	9.0	0	0	17.1
	10월	14.4	28.5	-1.9	32.7	73.7	12.0	857.3	5.7	6.3	0	0.6	13.3
	11월	7.1	25.3	-6.2	39.3	71.9	16.0	491.2	6.0	8.7	1.6	12.2	12.3
	12월	0.71	18.2	-16	26.5	71.0	13.0	354.6	3.2	11.3	9.4	27.6	12.6
	전년	12.0	37.1	-19	1,294.4	73.1	8.0	9846.4	8.7	113.0	29.6	120.1	22.5

주) 서산관측소 10년간 기상자료(2000~2009년)



<그림 2.2-4> 서산관측소기상

2.3 하도특성 조사

2.3.1 하도현황 조사

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

(1) 하도의 특성인자

본 과업 대상수계 내의 하도의 특성을 종합적으로 알아보고자 하도의 특성인자인 유역면적, 하도경사, 하폭, 하천밀도 등을 조사하였다.

(가) 하천의 특성인자

하천밀도란 수계의 유역내에 지류의 많고, 적음을 정량적으로 나타내는 것으로 본류와 지류를 포함한 전체 하천의 총길이를 유역면적으로 나눈 값이다. 즉,

하천밀도(D) = 본류와 지류의 총길이/유역면적

$$= \sum L_i / A \qquad \text{<식 2.3-1>}$$

과 같이 나타낼 수 있다.

<표 2.3-1> 하도의 특성인자

하 천	유역면적 A (㎢)	하천연장 L (km)	하상경사	하천밀도 (D)	비 고
용 봉 천	19.60	12.397	1/96 ~ 1/811	0.63	

(나) 하도의 지형형태

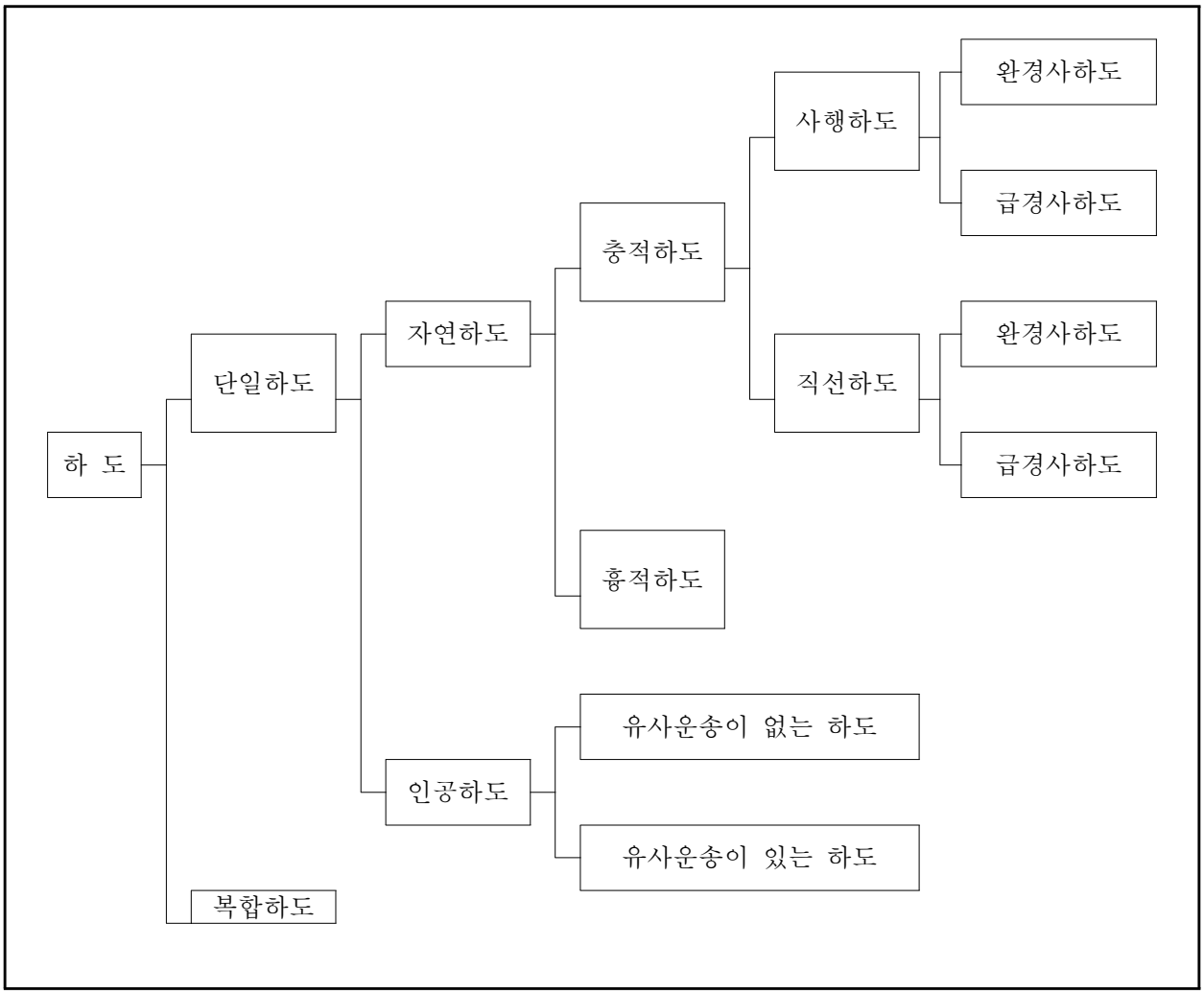
용봉천은 삽교천 유역의 상류에 위치한 농경지하천으로 다수의 크고 작은 사행구간이 존재하며 상류에서 하류로 진행될수록 완만한 사행을 보이고 있으며, 하상은 대부분 모래 및 잔자갈질 하상으로 구성되어 있으며 산지를 통과하는 일부구간에서는 부분적으로 호박돌 이 노출되어 있다. 또한, 하천 중류부의 평야부 구간은 경지정리 구간으로 직선형태를 보이며, 일부구간은 수해복구공사로 인한 부분적인 개수가 완료된 상태이다.

(다) 하천의 사행특성

본 과업구간에 대한 유로의 만곡부 현황은 <표 2.3-2>와 같으며, 자연적으로 형성된 만곡부를 유지시키고 역동적인 하도가 유지될 수 있는 계획을 수립하고자 전반적인 하도 특성을 검토하였다.

용봉천의 사행구간 검토결과 No.3~No.3+50, No.11~No.13+50, No.17~No.18, No.20~No.21+50, No.23~No.25, No.33~No.34+50, No.40~No.41, No.45~No.46,

No.47～No.49, No.49+50～No.50+50, No.52～No.53+50, No.56～No.58, No.58～No.59, No.59+50～No.60+50, No.60+50～No.62, No.63～No.63+50, No.64～No.65, No.66～No.66+50, No.67～No.67+50구간에서 곡률반경 30～500m의 사행을 형성하고 있는 것으로 나타났다.



<그림 2.3-1> 하도의 분류

(2) 하도의 평면형

유수는 중력 작용에 의해 최단거리, 최급경사(최급유속)를 선정하여 두 점간의 직선유로를 이루고자 하는 경향이 있다. 그러나 실제 하천은 직선류를 이루는 일이 적고 완만한 사행유로를 형성하는데 이는 지반의 불균질, 돌기한 암반, 수중 장애물 등과

같은 요인들에 의해 만곡이 시작되면 凹부에서는 원심력에 의해 하안이 침식되고 凸부에서는 유속이 감소하여 토사의 퇴적현상을 유발하여 곡선유로로 변하게 된다. 이러한 유수의 특성에 따라 본 과업하천은 지형을 따라 사행유로를 형성하고 있으며 평탄지에서는 직선유로에 가깝게 형성되어 있거나 곡률이 큰 완만한 만곡을 이루고 있다.

금회 과업구간 유로의 평면적 특성을 파악하기 위하여 측량성과로부터 용봉천의 만곡부 현황을 살펴보면 다음 <표 2.3-2>와 같으며 자연적인 만곡부를 유지토록 하는 계획을 수립하였다.

<표 2.3-2> 하도의 평면형

하천	구 간 (No.)	누가거리 (m)	하 폭 (m)	곡률반경 (m)	유 심 편향측	비고
용봉천	No.3~No.3+50	350	43~44	50	우	
	No.11~No.13+50	1,350	58~62	300	우	
	No.17~No.18	1,800	51~52	300	우	
	No.20~No.21+50	2,150	50~53	150	우	
	No.23~No.25	2,500	46~51	250	좌	
	No.33~No.34+50	3,450	42~61	300	좌	
	No.40~No.41	4,100	38~43	300	우	
	No.45~No.46	4,600	30~31	300	좌	
	No.47~No.49	4,900	24~34	300	우	
	No.49+50~No.50+50	5,050	24~26	100	좌	
	No.52~No.53+50	5,350	25~28	150	우	
	No.56~No.58	5,800	21~28	200	좌	
	No.58~No.59	5,900	27~28	150	우	
	No.59+50~No.60+50	6,050	25~27	150	좌	
	No.60+50~No.62	6,200	17~25	200	좌	
	No.63~No.63+50	6,350	17~19	100	우	
	No.64~No.65	6,500	11~19	150	좌	
	No.66~No.66+50	6,650	16~19	50	좌	
	No.67~No.67+50	6,750	17~19	100	우	

(3) 하도의 종단형

용봉천의 종단형 분석을 위한 하상고 및 하도경사 등의 자료는 「용봉천 하천정비기본계획(1995.12, 충청남도」을 조사하였으며, 탐문조사를 실시하여 검토하였다. 그 결과 최근까지의 하상변화는 보나 낙차공 등에 의해 제약을 받고 있으며 구간별로 세굴과 퇴적이 반복될 뿐 전반적인 종적변화는 미미한 것으로 조사되었다. 또한 본 과업하천의 하상경사는 완만한 농경지하천의 특성을 나타내고 있으며 하상유지시설(낙차공, 보)이 다수 설치되어 있어 향후 하도의 종적 변화는 없을 것으로 판단된다.

(4) 하도의 횡단형

하도의 횡단형은 크게 복단면형, 복복단면형, 단단면형으로 구분 할 수 있으며 통상적으로 단단면형은 유량이 작은 중소규모의 하천에서 주로 나타나며 복단면형과 복복단면형은 비교적 유량의 규모가 큰 중·대하천에서 나타난다. 하천을 인위적으로 개수할 경우에는 대부분 복단면형으로 형성하게 되는데 이는 하상계수가 큰 우리나라 하천 특성상 홍수시와 갈수시 모두 유량을 효율적으로 관리할 수 있기 때문이다.

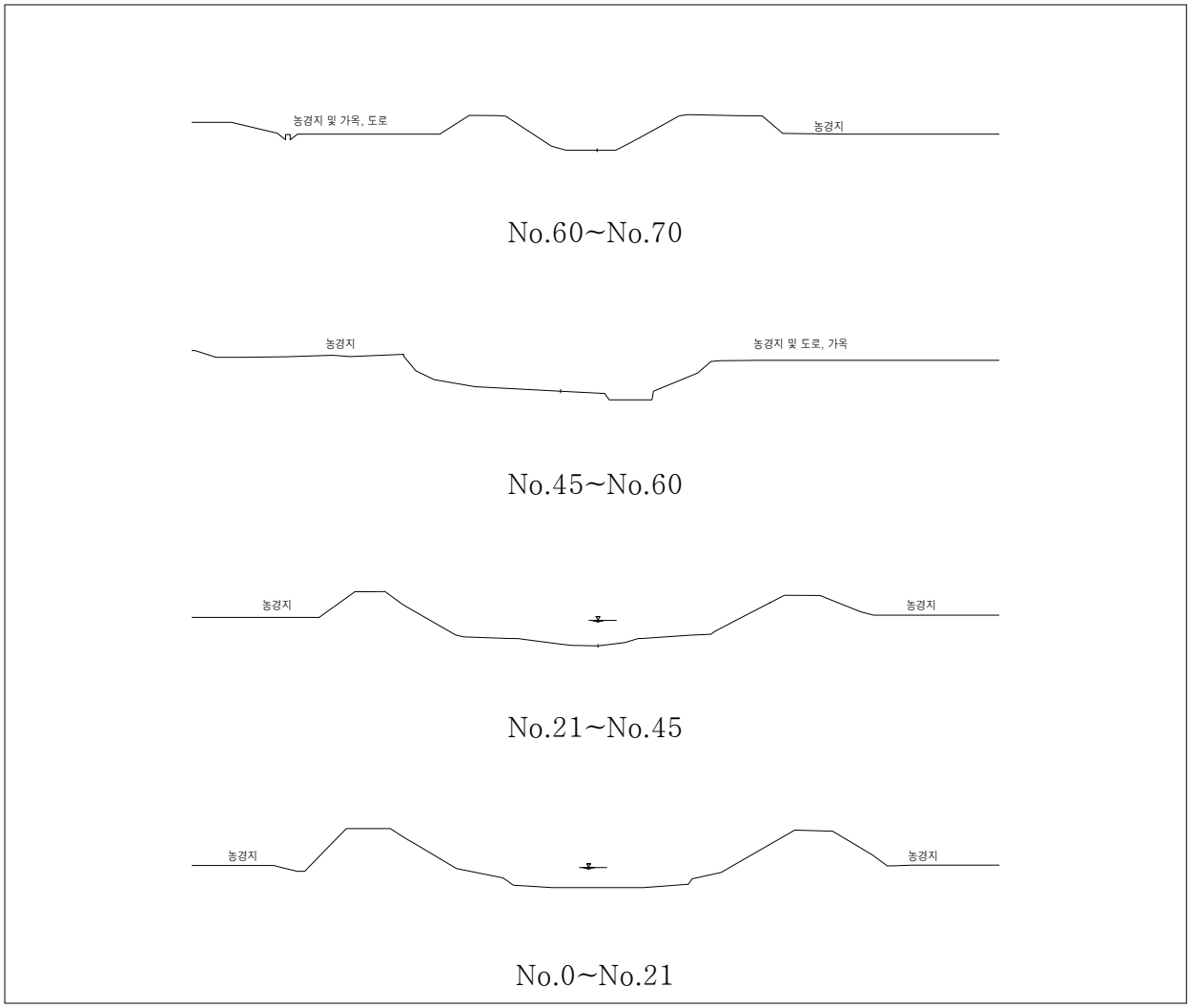
용봉천의 하도횡단형은 단단면, 편복단면, 복단면이 혼재되어 있으며 일부 농경지 구간이나 마을 및 도로 인접구간과 상류부 수해상습지 구간에서는 제방축조와 호안이 설치되어 있으나 인위적인 고수부지 조성은 없으며, 현재 편복단면 및 복단면의 일부구간에서는 농작물 경작 및 잡종지로 이용되고 있으며 그 외 구간은 비교적 단순한 형태의 단단면형으로 이루어져 있다.

<표 2.3-3> 하천 횡단면의 특성

하 천	측 점 (No.)	횡단형	연장(m)	비고
용봉천	No. 0+50 ~ No. 4+50	복단면	400	
	No. 5 ~ No. 32	복단면	2,700	
	No. 35 ~ No. 43	복단면	800	
	No. 49 ~ No. 50	복단면	100	
	No. 58 ~ No. 60	복단면	200	
	소 계		4,200	

<표 2.3-3 계속> 하천 횡단면의 특성

하 천	측 점 (No.)	횡단형	연장(m)	비고
용봉천	No. 32 ~ No. 35	편복단면	300	
	No. 43 ~ No. 49	편복단면	600	
	No. 50 ~ No. 55	편복단면	500	
	소 계		1,400	
	No. 0 ~ No. 0+50	단단면	50	
	No. 4+50 ~ No. 5	단단면	50	
	No. 55 ~ No. 58	단단면	300	
	No. 60 ~ No. 70	단단면	1,000	
	소 계		1,400	
	계		7,000	



<그림 2.3-2> 대표적인 횡단형

(5) 하천지형형태 조사

유역내의 하천을 유년기, 장년기, 노년기로 구분 조사함으로써 수계 전체의 지질학적 발달 과정을 판단한다.

-유년기: 원래 지표면이 침식면에 비해 많이 남아 있는 시기로 하천은 V자형

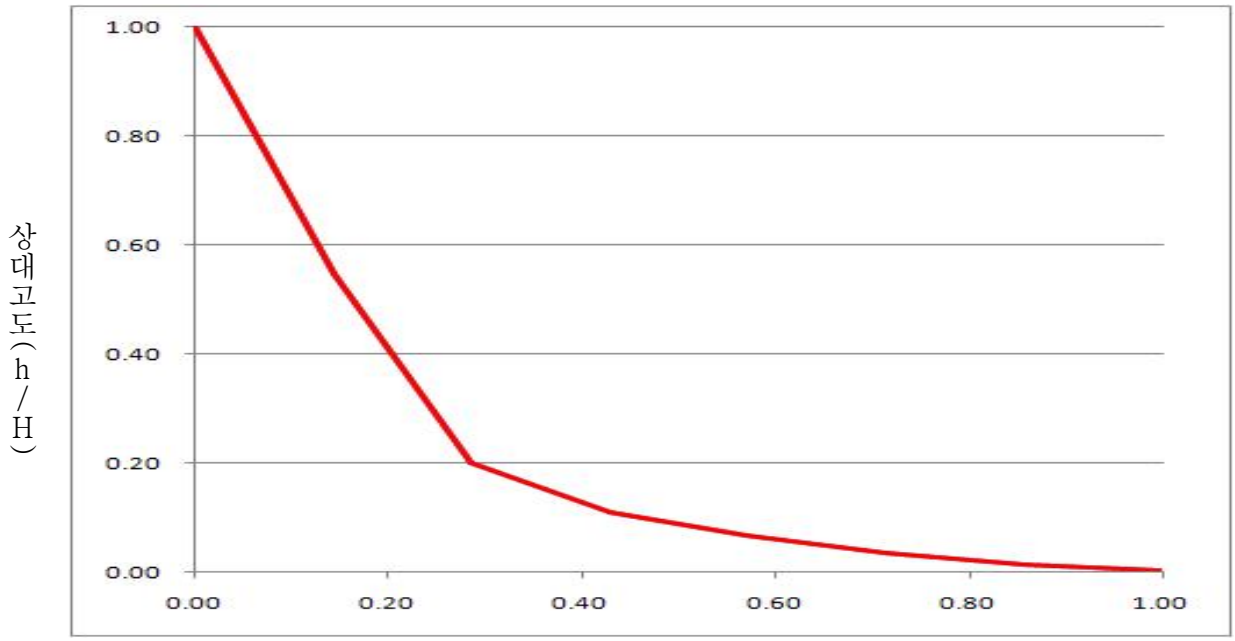
-장년기: 원래 지표면을 거의 상신한 단계이며 하천은 U자형

-노년기: 침식이 더욱 진행되어 기복이 감소해서 준평원에 가까운 단계를 형성

금회 과업구간을 면적-고도곡선을 그려서 작성한 결과, 노년기에 해당하는 것으로 분석 되었고, 하상특성량은 <표 2.3-4>와 같이 분석되었다.

<표 2.3-4> 하상특성량

하천	측점	하폭/저수로폭비	저수로폭/수심	수심/대표입경비	비고
용봉천	No.0	0.308	20.884	6.615	
	No.18	0.760	22.016	1.761	
	No.30	0.237	10.836	2.880	
	No.33	0.489	16.562	1.012	
	No.40	0.472	15.007	1.261	
	No.46	0.354	10.051	1.469	
	No.61	0.534	14.929	0.450	



<그림 2.3-3> 면적-고도곡선

2.3.2 하상변동량 조사

종단 측량 성과를 토대로 현재의 최심하상고를 비교·검토한 결과 약 0.03 ~ 1.93m 정도 하상고가 당초에 비해 저하되었고, 일부구간은 약 0.05 ~ 0.48m정도 하상이 퇴적되어 상승이 발생한 것으로 전반적인 종단형의 변화가 발생한 것으로 검토되었다. 추후 하상변동조사를 위한 최심하상고 측량을 주기적으로 실시하여 하상 변동을 파악하고 유역의 토사계획 및 홍수시 기초자료로 활용하여야 할 것이다.

<표 2.3-5> 최심하상고

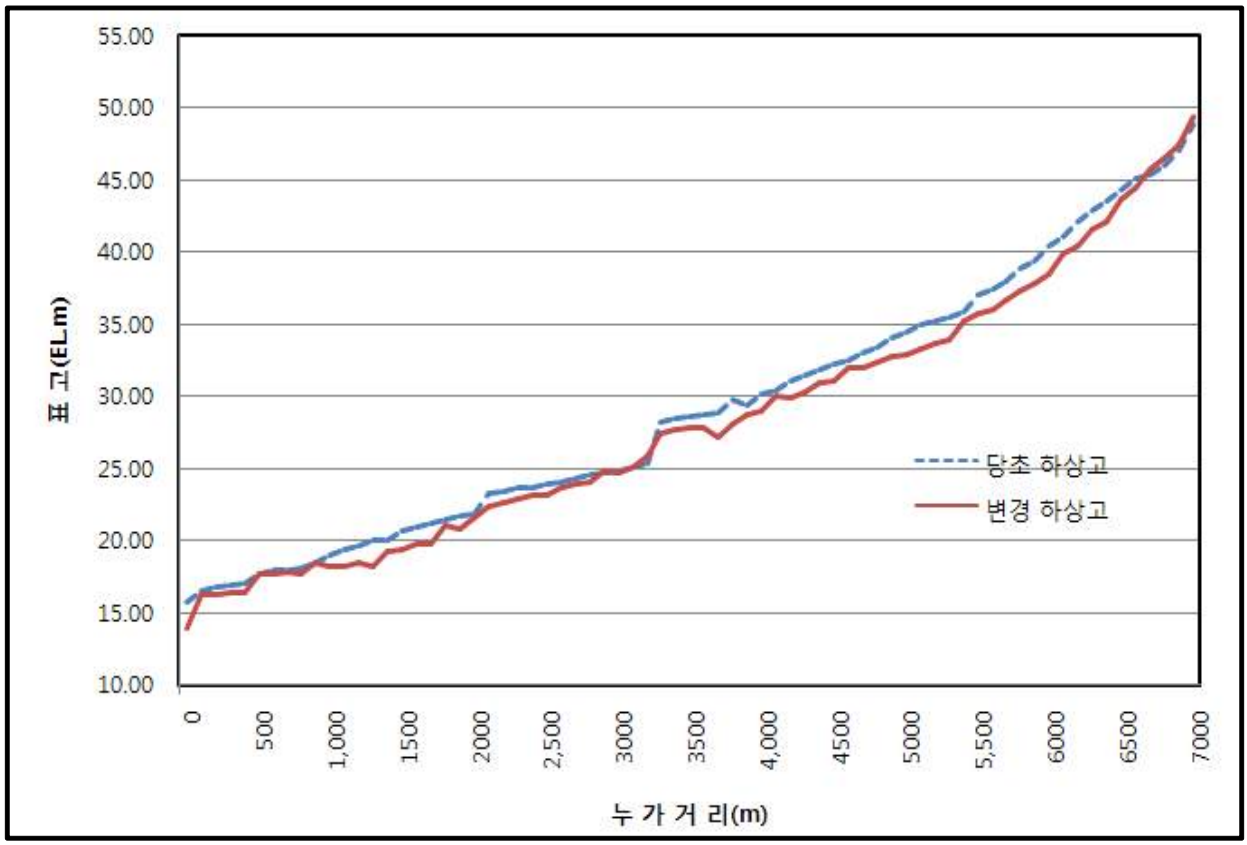
하 천	측 점 (No.)	구간거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고(EL.m)		하상고 비교 (변경-당초) (EL.m)	비 고
				당초	변경		
용봉천	No.0	0	0	15.74	13.91	-1.83	
	No.1	100	100	16.48	16.3	-0.18	
	No.2	100	200	16.72	16.32	-0.40	
	No.3	100	300	16.85	16.33	-0.52	
	No.4	100	400	17.03	16.42	-0.61	
	No.5	100	500	17.71	17.72	0.01	
	No.6	100	600	17.91	17.71	-0.20	
	No.7	100	700	17.99	17.78	-0.21	
	No.8	100	800	18.04	17.69	-0.35	
	No.9	100	900	18.44	18.41	-0.03	
	No.10	100	1,000	18.94	18.25	-0.69	
	No.11	100	1,100	19.33	18.18	-1.15	
	No.12	100	1,200	19.68	18.45	-1.23	
	No.13	100	1,300	19.98	18.25	-1.73	
	No.14	100	1,400	20.04	19.3	-0.74	
	No.15	100	1,500	20.68	19.41	-1.27	
	No.16	100	1,600	20.94	19.73	-1.21	
	No.17	100	1,700	21.19	19.79	-1.40	
	No.18	100	1,800	21.41	21.13	-0.28	
	No.19	100	1,900	21.68	20.85	-0.83	
	No.20	100	2,000	21.85	21.64	-0.21	
	No.21	100	2,100	23.26	22.36	-0.90	
	No.22	100	2,200	23.41	22.61	-0.80	
	No.23	100	2,300	23.65	22.84	-0.81	
	No.24	100	2,400	23.71	23.13	-0.58	

<표 2.3-5 계속> 최심하상고

하 천	측 점 (No.)	구간거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고(EL.m)		하상고 비교 (변경-당초) (EL.m)	비 고
				당초	변경		
용봉천	No.25	100	2,500	23.94	23.15	-0.79	
	No.26	100	2,600	24.04	23.67	-0.37	
	No.27	100	2,700	24.25	23.92	-0.33	
	No.28	100	2,800	24.59	24.1	-0.49	
	No.29	100	2,900	24.71	24.77	0.06	
	No.30	100	3,000	24.81	24.72	-0.09	
	No.31	100	3,100	25.03	25.07	0.04	
	No.32	100	3,200	25.34	25.89	0.55	
	No.33	100	3,300	28.20	27.45	-0.75	
	No.34	100	3,400	28.44	27.63	-0.81	
	No.35	100	3,500	28.63	27.8	-0.83	
	No.36	100	3,600	28.72	27.76	-0.96	
	No.37	100	3,700	28.91	27.2	-1.71	
	No.38	100	3,800	29.74	28.04	-1.7	
	No.39	100	3,900	29.34	28.67	-0.67	
	No.40	100	4,000	30.20	29.05	-1.15	
	No.41	100	4,100	30.48	30.07	-0.41	
	No.42	100	4,200	31.12	29.9	-1.22	
	No.43	100	4,300	31.40	30.27	-1.13	
	No.44	100	4,400	31.84	30.89	-0.95	
	No.45	100	4,500	32.26	31.13	-1.13	
	No.46	100	4,600	32.49	31.99	-0.5	
	No.47	100	4,700	32.98	32	-0.98	
	No.48	100	4,800	33.38	32.38	-1.00	
	No.49	100	4,900	34.00	32.71	-1.29	
	No.50	100	5,000	34.42	32.9	-1.52	
	No.51	100	5,100	34.92	33.33	-1.59	
	No.52	100	5,200	35.26	33.61	-1.65	
	No.53	100	5,300	35.47	33.98	-1.49	
	No.54	100	5,400	35.93	35.24	-0.69	
	No.55	100	5,500	36.99	35.76	-1.23	
	No.56	100	5,600	37.41	36.03	-1.38	
	No.57	100	5,700	37.90	36.66	-1.24	
	No.58	100	5,800	38.82	37.27	-1.55	
	No.59	100	5,900	39.39	37.81	-1.58	

<표 2.3-5 계속> 최심하상고

하 천	측 점 (No.)	구간거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고(EL.m)		하상고 비교 (변경-당초) (EL.m)	비 고
				당초	변경		
용봉천	No.60	100	6,000	40.44	38.51	-1.93	
	No.61	100	6,100	41.12	39.93	-1.19	
	No.62	100	6,200	42.09	40.43	-1.66	
	No.63	100	6,300	42.93	41.6	-1.33	
	No.64	100	6,400	43.58	42.08	-1.50	
	No.65	100	6,500	44.26	43.72	-0.54	
	No.66	100	6,600	45.04	44.48	-0.56	
	No.67	100	6,700	45.41	45.68	0.27	
	No.68	100	6,800	46.02	46.53	0.51	
	No.69	100	6,900	47.09	47.47	0.38	
	No.70	100	7,000	48.80	49.35	0.55	



주) 용봉천 하천정비기본계획(1995.12, 충청남도)

<그림 2.3-4> 하상변동 비교

2.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

2.4.1 하천사업의 연혁

금회 과업하천인 용봉천은 「용봉천 하천정비기본계획(1995.12, 충청남도)」에서 하천전반에 대한 일관된 개수계획을 수립하였으며, 수해복구공사 및 경지정리와 병행된 공사에의해서 필요에 따라 부분적인 하천개수를 시행한 것으로 조사되었다.

금회 과업하천의 개수현황은 좌·우안으로 구분하여 현재 제방의 형상을 갖춘 구간에 설치된 호안(호안블럭, 돌망태 등)의 연장을 측량 성과 자료와 현지조사결과를 토대로 파악한 결과, 용봉천의 개수연장은 14,000m로 조사되었다.

또한 과업하천의 금회 계획시 현장조사 및 측량성과를 이용하여 개수율을 검토한 결과 14,000m중 10,050m가 개수되어 개수율이 71.78%인 것으로 조사되었다.

용봉천의 개수실적현황은 다음 <표 2.4-1>과 같다.

<표 2.4-1> 하천개수 현황

구분 / 하천	요개수 (m)	완전개수		불완전개수		미개수		비고
		연장 (m)	비율 (%)	연장 (m)	비율 (%)	연장 (m)	비율 (%)	
용봉천	14,000	10,050	71.78	-	-	3,950	28.22	

주) 요 개 수 : 하천의 좌·우안에 제방을 설치하였거나 설치할 필요가 있는 구간에 대한 연장으로서 완전개수·불완전개수·미개수 구간의 연장을 합한 값임.
완 전 개 수 : 완성제방(계획홍수량에 대한 구조적 안정성이 확보된 제방)의 연장. 즉, 하천설계 기준에서 정한 필요한 홍수여유고와 단면을 가진 제방의 연장을 나타냄.
불완전개수 : 제방은 있으나 완성제방에 미달하여 단면의 보강이 필요한 제방의 연장.
미 개 수 : 향후 제방을 설치하여야 할 필요가 있는 구간의 연장.

2.4.2 제방공사 연혁

(1) 삽교천 수계 치수사업 내덕제 개수공사

- 공 사 명 : 삽교천 수계 치수사업 내덕제 개수공사
- 공사개요 : 충남 홍성군 홍북면 봉신리, 내덕리, 내법리 일원

  축제연장 5,915m, 호안공 6,594m, 배수개문 7개소, 낙차보 1개소

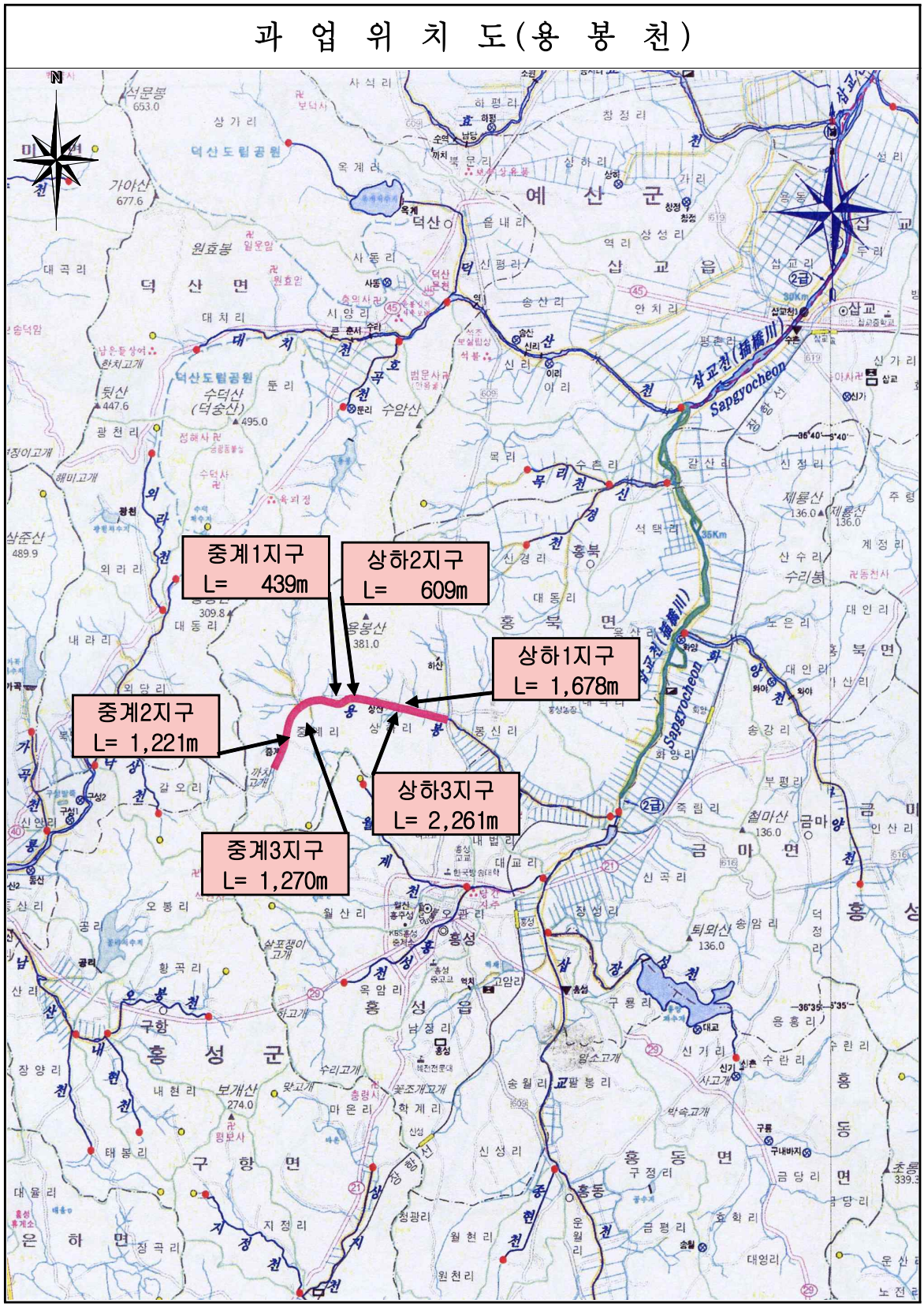
- 공사기간 : 2001. 4. 23. ~ 2003. 12. 26.
- 시 행 청 : 건설교통부 대전지방 국토관리청
- 시공회사 : 신일건설산업(주), 계룡건설산업(주)

(2) 용봉천등 3개지구 하천개수사업 실시설계

본 과업은 국가하천내 기설제방 및 부속시설물의 노후화에 따라 수해를 사전에 예방하기 위한 일환으로 삽교천수계의 지류 및 주요지점 하천연안의 농토 및 인가를 홍수피해로부터 보호하고자 하며, 이에 따른 기성제 보강 및 하천환경정비사업을 시행할 사업예정지구에 대하여 조사측량 및 세부실시설계를 건설기술관리법에 의거 실시하여 공사시행에 필요한 제반사항을 작성하는데 있으며, 과업의 범위는 <표 2.4-2>와 같다.

<표 2.4-2> 과업의 범위

하천명	지구명	위 치	사 업 량	비 고
용봉천	중계1	충남 홍성군 홍북면 중계리	· 축 제 : 439m · 호 안 : -m · 파 라 펫 : 45m · 배수통문 : 1 개소 · 배수통관 : 1 개소	
	중계2	충남 홍성군 홍북면 중계리	· 축 제 : 1,221m · 호 안 : 1,221m · 교 량 : 4 개소 · 배수통문 : 2 개소 · 배수통관 : 5 개소 · 낙차공,보 : 4 개소	
	중계3	충남 홍성군 홍북면 중계리	· 축 제 : 1,270m · 배수통문 : - 개소 · 배수통관 : 7 개소 · 파 라 펫 : 623m	
	상하1	충남 홍성군 홍북면 상하리	· 축 제 : 1,678m · 호 안 : 460m · 파 라 펫 : 1,478m · 교 량 : 1 개소 · 배수통문 : 1 개소 · 배수통관 : 2 개소	
	상하2	충남 홍성군 홍북면 상하리	· 축 제 : 609m · 호 안 : 609m · 배수통문 : 1 개소 · 배수통관 : 3 개소 · 낙차공,보 : 2 개소	
	상하3	충남 홍성군 홍북면 봉신리	· 축 제 : 2,261m · 호 안 : 2,261m · 배수통문 : 2 개소 · 배수통관 : 9 개소 · 낙차공,보 : 1 개소 · 교 량 : 1 개소	


과 업 위 치 도(용 봉 천)
중계1지구
L= 439m
상하2지구
L= 609m
상하1지구
L= 1,678m
중계2지구
L= 1,221m
상하3지구
L= 2,261m
중계3지구
L= 1,270m
삽교천(揷橋川)
Sapgyocheon
예 산 군
덕 산 면
삽 교 읍
홍 성 군
금 마 면
홍 북 면
구 항 면
은 하 면
홍 동 면
홍 성 읍

<그림 2.4-1> 과업위치도

2.4.3 수해 및 가뭄피해 현황

(1) 수해현황

우리나라는 온순지대의 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 농작물의 개화, 결실기인 하절기에 집중적으로 내려 큰 풍수해의 원인이 되고 있다.

과거 우리나라의 주요 호우 및 태풍피해 20위 중 4개가 최근 10개년(2000~2009년)에 발생되었는데 그 원인은 도시화로 가옥의 밀집과 무분별한 개발로 인한 유출증가 및 기상이변으로 인한 집중호우 등에 기인하는 것으로 판단되며 과거 우리나라에 큰 피해를 유발한 주요호우 및 수해현황은 <표 2.4-3>과 같다.

<표 2.4-3> 과거 주요 수해발생 현황

구분 / 년도	피 해 내 용		주요피해지역	이재민 (인)	인명피해 (사망,실종)	재산피해 (백만원)
	기 간	내 용				
2002년	8.30~9. 1	태풍(RUSA)	전국	63,085	246	5,147,917 (6,322,303)
2003년	9.12~9.13	태풍(MAMI)	전국(서울, 인천제외)	61,844	131	4,222,485 (5,073,387)
2006년	7. 9~7~29	집중호우 및 태풍(EWINIAR)	전국	2,790	62	1,834,428 (2,016,234)

<표 2.4-3 계속> 과거 주요 수해발생 현황

구분 / 년도	피 해 내 용		주요피해지역	이재민 (인)	인명피해 (사망,실종)	재산피해 (백만원)
	기 간	내 용				
1998년	7.31~8.18	집중호우	전국(제주제외)	24,531	324	1,247,817 (2,016,234)
1999년	7.23~8. 4	집중호우 및 태풍(OLGA)	전국	25,327	67	1,049,042 (1,304,246)
2002년	8. 4~8.11	호우	전국(제주제외)	8,107	23	918,131 (1,127,583)
1990년	9. 9~9.12	집중호우	서울, 경기, 강원, 충북	187,265	163	520,312 (890,060)
1987년	7.15~7.16	태풍(THELMA)	남해, 동해	99,516	345	391,297 (726,883)
1995년	8.19~8.30	집중호우 및 태풍(JANIS)	경기, 강원, 충남, 충북	24,146	65	456,252 (668,406)
1987년	7.21~7.23	집중호우	중부	50,472	167	329,498 (612,083)
1996년	7.26~7.28	집중호우	서울, 경기, 강원, 인천	16,933	29	427,530 (606,306)
1989년	7.25~7.27	호우	충남, 충북, 전남, 전북 경남, 경북	54,041	128	294,338 (524,540)
1991년	8.22~8.26	태풍(GLADYS)	부산, 강원, 경북, 경남	20,757	103	235,722 (385,057)
2005년	8. 2~8.11	호우	경기, 충북, 전북, 경북, 경남	1,173	19	331,563 (367,704)
1998년	9.29~10.1	태풍(YANNI)	대구, 울산, 전북, 전남, 경북, 경남	4,827	57	274,871 (334,613)
2000년	8.23~9. 1	호우 및 태풍 (PRAPIROON)	전국	1,927	28	252,049 (307,168)
1984년	8.31~9. 1	집중호우	서울, 경기, 강원	355,316	189	164,307 (304,816)
1959년	9.15~9.17	태풍(SARAH)	영동, 영남, 호남	373,459	849	66,170 (299,205)

주) 재해연보 2009(소방방재청 중앙재난안전대책본부)
피해금액은 당해연도 가격기준이며, ( )금액은 2009년 환산가격기준임

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

① 태풍의 원인 및 강우특성

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

태풍 루사가 대형급 태풍을 유지할 수 있었던 것은 남해상의 해수면 온도가 평년보다 높아 바다로부터 지속적으로 에너지를 공급받았기 때문으로 해수온도가 평년보다 높은 27~29℃를 보인 남해 먼바다는 지속적으로 수증기를 발생해 루사의 에너지원이 되었다. 여기에 한반도에 동서로 놓인 북태평양 고기압의 상층에서 부는 편서풍이 이례적으로 약해 태풍의 이동속도와 방향전환을 막았던 것으로 분석되었다. 이로 인해 루사는 한반도를 길게 관통하며 초속 30~50m의 강풍과 일 최고강수량 871.0㎜라는 경이적인 기록을 세우며 전국적인 대규모 홍수피해를 발생시켰다.

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

② 용봉천 유역의 피해 현황

본 과업하천인 용봉천 유역에는 8월 26일 ~ 9월1일에 걸쳐 호우가 내렸으며 서산관측소에서 시간최대 265㎜, 일최대 945㎜로 계획빈도보다 크게 관측되어 홍수피해가 발생한 것으로 나타났다.

<표 2.4-4> 2002.8.26 ~ 9.1 시강우량(서산관측소) (단위 : ㎜)

하천	관측소	기간	0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	최대시강우	전강우	비고
			12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시			
용봉천	서산	8.26	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		8.27	5	30	265	5	5	0	0	0	0	0	0	0	265	310	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		8.28	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		8.29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		8.30	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		8.31	1	1	3	10	25	15	45	10	5	10	10	15	130	945	
			20	45	75	75	125	130	90	90	60	45	40	0			
		9.1	40	15	25	55	50	25	5	5	0	0	0	0	55	220	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

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

① 이동경로

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

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

② 강우량 현황

9월 11일 제주도와 남해안지방이 태풍 전면에 들면서 비가 오기 시작해 11일에서

13일 오전 전국적으로 10～450㎜ 분포로 강우량이 지역별 편차를 보였다. 특히 남해를 비롯한 남해안지방과 대관령을 비롯한 강원도 영동지방은 시간당 47.0㎜～79.5㎜의 집중호우가 내려 하루 강우량은 400㎜정도로 많은 값을 나타냈다.

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

③ 바람현황

태풍 '매미' 통과시 최대 순간풍속은 제주 60㎧와 고산60㎧로 한반도 관측(1904년)이래 최대 순간풍속 극값인 2000년 8월31일 58.3㎧를 경신했으며 여수의 최대 순간풍속이 35.1㎧로 이 지역 기상관측 이래 최대기록을 세웠다.

④ 태풍 '매미'의 특징

태풍 '매미'가 북상할 때 북쪽으로는 대륙고기압이, 동쪽에는 북태평양고기압이 위치해 태풍이 발생한 뒤 속도가 느리게 진행했고 한반도 남해상 부근의 해수면 온도가 28°C로 높아 태풍의 세력을 계속 유지하면서 북상, 북위30도 부근에서는 태풍의 중심기압이 940hPa로 태풍의 위력이 강했다.

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

태풍 '매미'가 사천시 부근 해안에 상륙할 때의 중심기압은 950hPa로 분석되며, 중심부근 최대풍속은 40㎧이었고 풍속 15㎧ 이상의 태풍 중심반경이 약 330㎞ 이내로 태풍의 강도는 '강' 크기는 '중형'이었다.

⑤ 용봉천 유역 피해원인

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

<표 2.4-5> 2003.9.11 ~ 9.13 시강우량(서산관측소) (단위 : ㎜)

하천	관측소	기간	0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	최대시강우	전강우	비고
			12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시			
용봉천	서산	9.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		9.12	2	3	5	5	5	5	10	20	30	40	30	0	40	155	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		9.13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

(다) 집중호우 및 태풍 에위니아(EWNIAR, 2006. 7. 9 ~ 7.29)에 의한 수해 분석

① 기상 개황

7.9~7.10일에는 제3호태풍 『에위니아』 가 미국 괌 남서쪽 약1,010㎞부근 해상에서 발생하여 중심기압 985hPa, 최대풍속31㎳의 강한 중형급태풍으로 경남 및 전남 등 남부지역을 중심으로 강한 바람과 함께 국지적인 집중호우가 내렸다 이기간 동안 남해 401㎜, 거제373.5㎜, 산청366.0㎜, 진주306.5㎜, 여수296㎜, 고흥276㎜의 비가 내렸다.

7.11~7.29기간중 7.11일은 북한에 머물던 장마전선이 중부지방을 오르내리는 가운데 중국에 상륙한 제4호태풍 『빌리스』 의 영향으로 수증기가 대량으로 발생하여 산악지인 강원영서지역에 500~900㎜의 많은 비를 내리고 장마전선이 경기 남부지방까지 내려가면서 경기 안성·여주 충북 진천·음성·단양 등에 국지성 집중호우가 발생 하였다.

7.11～7.13일에는 서울, 경기, 강원북부지역에 집중호우 발생에 이어 7.14～7.20 경기북부 강원 영서지역에 집중호우 발생 하였으며 7.11～7.20기간동안 횡성921㎜, 평창870㎜, 홍천851㎜, 동해729㎜, 정선716㎜, 인제679㎜의 비가 내렸으며, 7.25～7.29 또다시 경기 안성, 충북 단양중부지역을 중심으로 집중호우가 발생하여 제천359㎜, 음성383㎜, 제천359㎜, 수원337.5㎜,양평286㎜, 충주228.5㎜의 비가 내렸다.

② 재해원인 분석

태풍 『에위니아』 영향으로 여수, 보성 등 해안지역과 김해, 진주 등 대하천 하류지역 내수 배제불량에 따른 시가지 침수가 주로 발생하였고 산청, 합천 등 산간지역에도 300㎜이상의 집중호우로 공공시설 피해가 발생하였으나 과거 태풍 매미, 루사시 개량복구 투자가 많아 비교적 경미한 피해 발생하였다.

7.11~7.29기간은 장기적인 강우로 지반이 물을 많이 머금은 상태에서 집중호우가 발생 산사태가 많이 발생하였고 영월, 단양, 여주 등 남한강 유역 홍수범람 침수피해 가중 되었으며 강원 산간계곡의 집중호우로 산사태에 의한 토석류가 발생, 산간오지마을 유실·매몰 등으로 피해가 집중되었다. 또한 유출된 토석류가 하천을 메우고 수목 등이 교량에 걸리면서 하천범람 및 제방붕괴로 이어져 하천변주택, 농경지, 도로 유실 등 피해가 발생하였으며, 산간지역 도로의 경우 절개지, 계곡 등에서 유출된 토석류와 산사태 등으로 국도, 지방도 등 도로붕괴·매몰피해가 극심하였으며 평창의 경우 농경지 객토가 하천으로 유입, 홍수범람으로 피해 가중 되었다.

③ 용봉천 유역 피해원인

태풍 '에위니아'로 여수, 보성등 해안지역과 김해, 진주 등에서 막대한 홍수피해가 발생하였으나, 본 과업하천 유역이 속한 홍성지역에서는 피해가 경미한 것으로 나타났으며 본 과업하천 유역은 홍수피해가 발생치 않은 것으로 집계되었다.

<표 2.4-6> 2006.7.9 ~ 7.10 시강우량 (서산관측소) (단위 : ㎜)

하천	관측소	기간	0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	최대시강우	전강우	비고
			12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시			
용봉천	서산	7.9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		7.10	5	10	15	30	40	20	5	0	0	0	0	0	40	125	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

(2) 홍수발생현황

용봉천 유역의 홍수로 인한 피해액을 조사하기 위하여 2000년부터 2009년까지 발간된 재해년보(행정자치부, 중앙재해대책본부)로부터 조사 정리한 자료를 이용하여 홍성군의 과거 수해현황을 조사하여 전체적인 풍수해 상황을 간접적으로 파악하였다.

상기와 같이 조사된 용봉천 유역의 피해현황을 살펴보면 최근 10년간 평균 피해액은 약39억원으로 조사되었으며 63.19ha의 농경지 침수가 발생하였으며, 11억5,000여만원의 공공시설 피해가 발생한 것으로 조사되었으며 조사 기간중 최대 홍수피해는 2001년 155억원, 2002년 77억2,000여만원, 2004년 89억6,000여만원으로 2001년의 피해가 가장 큰 것으로 나타났으며, 최근 10년간 홍성군의 총 피해액은 약 390억원인 것으로 나타났다. 용봉천 유역의 최근 10년간 홍수피해현황을 살펴보면 다음 <표 2.4-7>와 같다.

<표 2.4-7> 용봉천 연도별·종목별 피해현황

년도	총 액 (천원)	이재민 (세대)	이재민 (인)	인명 (인)	침수 면적 (ha)	건물 (천원)	선박 (천원)	농경지 (천원)	농작물 (ha)	공공시설 (천원)	사유시설 (천원)
2000	3,193,584	6	15	1	153	94,500	-	53,455	1,082	2,064,861	980,768
2001	15,504,691	-	-	-	32.3	-	-	-	50.84	-	15,504,691
2002	7,728,668	5	11	-	29.72	81,000	4,500	2,673	1,589.31	6,127,395	1,513,100
2003	387,866	-	-	-	-	-	-	8,144	50.5	379,722	-
2004	8,964,023	4	15	-	180.44	15,000	-	1,832	189.8	131,000	8,816,191
2005	2,298,928	-	-	-	236.4	-	-	98,359	221.4	2,008,225	192,344
2006	210,113	-	-	-	-	-	-	-	2.88	66,760	143,353
2007	549,791	-	-	-	-	-	-	22,905	141.05	466,236	60,650
2008	246	-	-	-	-	-	-	246	0.77	-	-
2009	162,694	-	-	-	-	-	-	-	0.99	-	162,694
평균	3,900,060	1.50	4.10	0.10	63.19	19,050	450	18,761	332.95	1,124,419	2,737,379

주) 재해연보 (행정자치부, 중앙재난안전대책본부)

(3) 가뭄현황

(가) 가뭄의 정의 및 종류

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

① 기상학적 가뭄

주어진 기간의 강수량이나 무강수 지속일수 등으로 정의하는 가뭄

② 기후학적 가뭄

월별 또는 일별 강수량을 동일기간의 누년 평균치의 백분율로 표시하는 가뭄

③ 대기 가뭄

기온 및 바람, 습도 등으로 정의하는 가뭄

④ 농업 가뭄

농작물 생육에 직접 관계되는 토양수분으로 표시하는 가뭄

⑤ 수문학적 가뭄

하천, 저수지, 지하수 등 가용 수자원량으로 정의하는 가뭄

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

(나) 가뭄평가

60년 이후 발생한 가뭄에 대한 통계자료가 없고 가뭄 사상별로 조직적인 조사 분석이 이루어지지 않아 가뭄별 수문, 기상특성 및 가뭄기간별 피해유형별 피해액을 분석하기가 곤란하며 광범위한 지역에 발생하는 가뭄사상을 한정된 소규모 하천유역에서 분석한다는 것은 사실상 불가능한 실정이다.

따라서 금회 과업에서는 기조사 자료를 이용하여 전국적인 가뭄실태를 파악하였으며 용봉천 유역의 경우 금회 조사 분석한 강수량 성과를 이용하여 비교하였다.

『가뭄기록조사(1995. 건설교통부)』에 의하면 과거 대규모 가뭄피해가 발생한 년도는 1967년~1968년, 1976년~1977년, 1981년~1982년, 1988년~1989년, 1994년~1995년 총 5회로서 자료보유 년도가 약 30년~40년임을 감안하면 전국적 또는 국지적인 가뭄 발생빈도는 약 7년 정도 임을 알 수 있다.

또한, 『하천조사서 (1992. 12. 한국수자원공사)』에서 국내 한발 상황을 조사한 결과, 대략 10년 주기로 한발이 발생하는 것으로 나타났으며 갈수우량, 갈수유량 및 Palmer의 가뭄지수를 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도는 다음 <표 2.4-8> ~ <표 2.4-11>과 같다.

<표 2.4-8> 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도

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

주) 가뭄기록조사보고서 (1995.12 건설교통부)
고딕체 : 과업유역이 속한 삽교천유역의 가뭄빈도

<표 2.4-9> 갈수유량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄심도

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

주) 가뭄기록조사보고서 (1995.12 건설교통부)

<표 2.4-10> Palmer의 가뭄지수를 기준으로 한 유역별, 지속기간별 최대평균 가뭄지

가뭄기간	지 점	지 속 기 간					
		12개월		18개월		24개월	
		시작년월	가뭄지수	시작년월	가뭄지수	시작년월	가뭄지수
′67～′68	서산	68.1	-0.06	68.12	-0.13	68.1	-0.06
	온양	-	-	-	-	-	-
	대천	-	-	-	-	-	-
′76～′77	서산	76.70	-3.95	76.40	-3.93	76.1	-3.94
	온양	76.12	-1.78	76.60	-1.76	76.1	-1.65
	대천	78.20	-4.24	77.80	-4.06	77.2	-3.59
′81～′82	서산	81.11	-0.95	81.50	-0.87	81.2	-0.58
	온양	82.30	-1.61	82.40	-1.46	82.10	-1.40
	대천	81.11	-1.43	81.50	-1.41	80.11	-1.28
′87～′88	서산	88.70	-4.31	88.30	-3.81	87.90	-3.11
	온양	88.70	-4.87	88.30	-4.45	87.90	-3.69
	대천	88.70	-3.42	88.30	-2.91	87.90	-2.29
′94～′95	서산	93.10	-1.26	93.40	-1.23	93.10	-1.09
	온양	93.10	-1.72	93.40	-1.77	93.10	-1.62
	대천	94.70	-0.35	94.10	0.01	93.70	0.19

주) 가뭄기록조사보고서 (1995.12 건설교통부)

<표 2.4-11> Palmer의 가뭄지수(X) 범위

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

주) 가뭄기록조사보고서 (1995.12 건설교통부)

본 용봉천 유역이 위치한 삽교천 유역의 가뭄현황 및 기간별 가뭄빈도를 갈수우량을 기준으로 살펴보면 삽교천 유역에서 ´87～´88년 지속기간 12, 18 및 24개월에서 가뭄이 발생하였으나 갈수유량에 대해서는 가뭄 발생 빈도가 나타나지 않은 것으로 검토되었다. 또한 Palmer의 가뭄지수를 기준으로 검토한 결과, ´76～´77년에서 약한가뭄, ´81～´82년은 약한가뭄, ´87～´88년은 심한가뭄～극심가뭄, ´94～´95년은 약한가뭄으로 나타났으며 지속기간이 길어질수록 가뭄지수가 점차 작아지는 것으로 나타났다.

(다) 가뭄피해 및 대책

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

최근에는 <표 2.4-12>에서 보는 바와 같이 연강수량이 적었던 해는 24회였으며 여름철에 강수량이 적어 농작물에 가뭄피해가 발생하였던 해는 35회에 이른다. 이는 년강수량이 평년수준이라 하더라도 여름철의 강우분포가 극히 불규칙했음을 말해 주는 것이라 할 수 있다. 1939년에 가뭄피해는 전국적인 규모였고 1967～1968년과 1994～1995

년의 2년간에 걸쳐 연속적인 가뭄은 주로 영·호남지방에서 발생하였으며 1976년과 1978년에는 경기지방에서 극심한 가뭄이 있었다.

<표 2.4-12> 가뭄피해연도

년도	년강수량이 상대적으로 적었던 해	농작물에 가뭄피해가 발생했던 해
1900	1906, 1907, 1909	1906, 1907, 1909
1910	1912, 1913, 1917	1912, 1913, 1917
1920	1924, 1929	1924, 1927, 1929
1930	1932, 1935, 1938, 1939	1932, 1935, 1938, 1939
1940	1942, 1943, 1944, 1949	1942, 1943, 1944, 1949
1950	1951	1951, 1952
1960	1967, 1968	1962, 1963, 1965, 1967, 1968
1970	1977	1973, 1975, 1976, 1977, 1978
1980	1982, 1988	1981, 1982, 1988
1990 이후	1994, 1995, 2001	1992, 1994, 1995
계(수)	25회	35회

주) '94, '95 가뭄극복(농림수산부, 농어촌진흥공사)

본 용봉천 유역의 과거 강수량을 기준으로 가뭄발생 현황을 살펴보면, 서산관측소의 연강수량 1,000㎜이하인 연도는 ´82 ´88, ´96, ´08의 총 4회이고 이 중 88년의 연강수량은 평균강수량 1,184.3㎜의 59%인 703.0㎜에 불과해 한발이 가장 심했던 것으로 판단되며, 용봉천 유역은 약 13년 주기로 한발이 발생하는 것으로 나타났다.

<표 2.4-13> 한발피해 현황

관측소	년도	연강수량 (㎜)	년도	연강수량 (㎜)	년도	연강수량 (㎜)	년도	연강수량 (㎜)	비 고
서산관측소	1980	1509.3	1990	1716.7	2000	1436.1			평균강수량 1,280.5㎜
	1981	1239.8	1991	1116.4	2001	1000.2			
	1982	999.6	1992	1065.5	2002	1421.3			
	1983	1278.1	1993	1107.4	2003	1454.2			
	1984	1392.5	1994	1243	2004	1340.9			
	1985	1396	1995	1476.4	2005	1334.2			
	1986	1090.7	1996	894.2	2006	1139.2			
	1987	1557.2	1997	1176	2007	1471.1			
	1988	703	1998	1720.8	2008	909.6			
	1989	1316.2	1999	1834.4	2009	1074.3			

한편 본 과업하천 유역은 국지적으로 발생하는 홍수피해와는 달리 광범위하고 전국적인 규모로 발생하는 가뭄피해를 최소화하여 보다 안정적인 용수공급을 위해서는 다음과 같은 사항들이 적극적으로 검토되어야 할 것이다.

① 단기대책

- 단계별 절수, 제한급수 및 단수
- 저수지 불용용량(不用容量)의 활용대책수립
- 물 배분순위, 기득수리권, 하천유지용수의 개념확립
- 단계별 절수, 제한급수 및 단수
- 현실적인 단계별 물 절약 대책 수립
- 지하수 개발관행의 시정과 폐공의 재활용

② 중장기 대책

- 광역수도망의 확장
- 중·소규모의 다목적댐 개발에 의한 수자원의 지속적 안정적인 공급
- 지하수등 대체 수자원의 개발
- 수질관리를 위한 대책수립 (하수 및 폐수처리시설 확대)
- 수질개선대책수립 (오염원 감소대책수립)
- 기존댐의 운영방안 (운영율)의 개선
- 수자원의 재활용 (중수도 도입등)
- 합리적 요금체계의 구축 및 절수형 사회 시스템의 구축
- 가뭄 관련 정보의 전산화
- 가뭄예보가 가능한 모형의 개발
- 국민의 수자원 절약에 대한 인식과 홍보

2.5 하천의 이용현황

우리나라의 수자원 특성은 홍수기에 연강수량의 2/3가 집중되고 대수층이 빈약하여 하천유황이 계절에 따라 불규칙하므로 연중 이용 가능한 하천수량은 소량에 불과하나 경제발전과 생활수준의 향상으로 용수수요는 급속도로 증가하는 추세에 있다. 따라서 장래 용수수요를 정량적으로 정확히 파악해서 적절한 공급방안을 수립하기 위하여 용봉천의 갈수량을 산정하고, 장래 본류 및 지류의 용수수요 예측을 통한 물수지 분석을 실시하여 장래 용봉천 유역의 안정적 용수수급계획을 수립하고자 하였다.

용수수요량은 생활용수, 공업용수, 농업용수로 분류할 수 있으며, 이중 생활용수 및 공업용수는 계절별 변화율이 작으나 농업용수는 계절변화 및 기상상태에 절대적으로 영향을 받아 기상상태(특히 강우량)가 좋을 때는 신규 용수가 적게 소요되나 그렇지 못할 경우에는 용수가 막대하게 소요된다.

본 과업유역의 용수이용 현황조사는 『홍성군 통계연보』 및 『수자원 장기종합계획(Water Vision 2020) (2001, 건설교통부)』, 『수자원개발가능지점 및 광배역분계획 기본조사(1996, 건설교통부 & 한국수자원공사)』, 『홍성군 상수도정비 기본계획 변경(2010.8, 홍성군)』 등의 자료를 이용하였다.

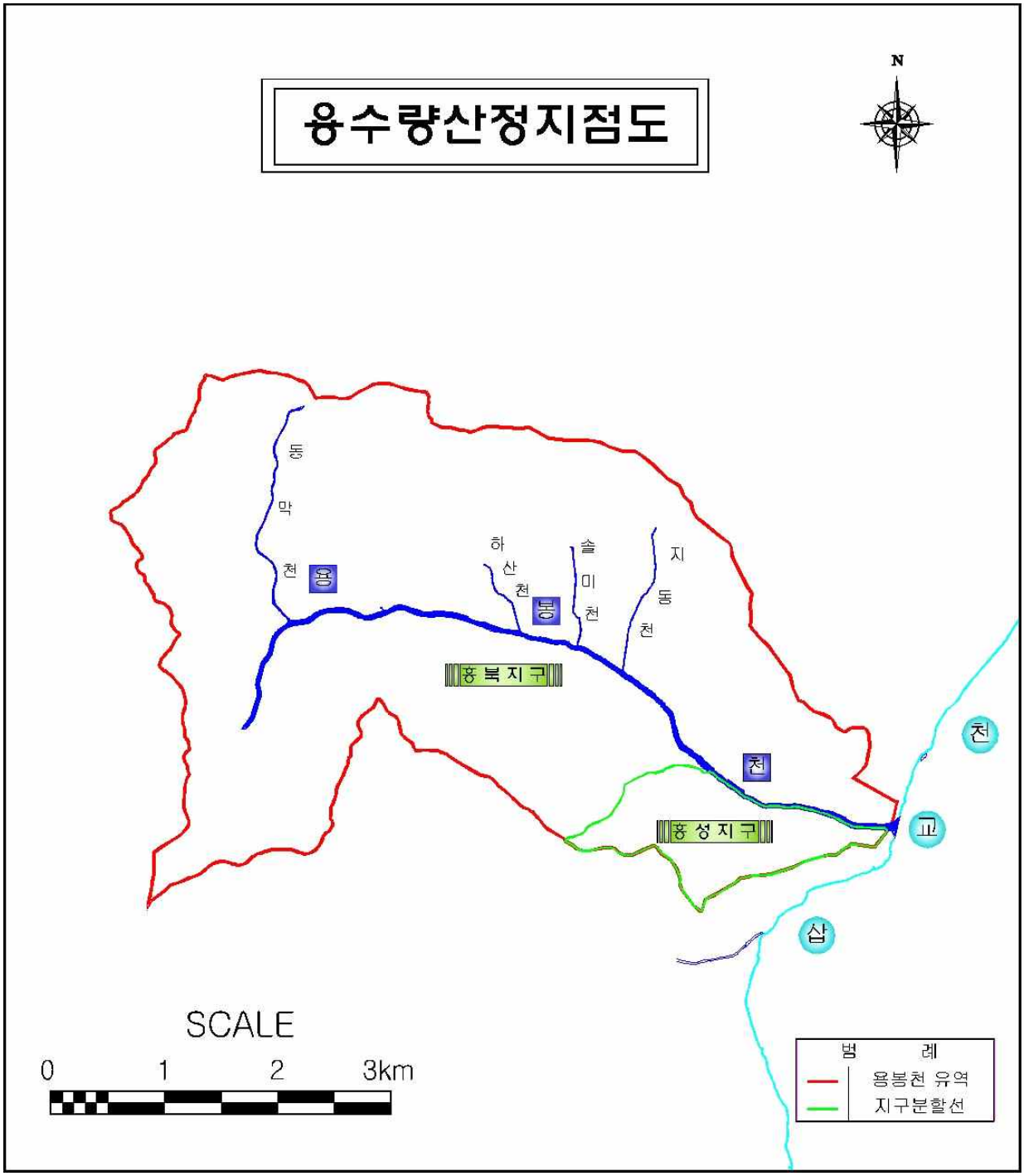
2.5.1 유수이용 현황

(1) 용수수요량 산정지점

금회 과업유역의 용수이용현황을 파악하기 위하여 용봉천 유역의 2개지구로 분할하여 용수수요량을 검토하였다. 용수수요량 산정지구의 현황 및 산정지점 위치도는 <표 2.5-1> 및 <그림 2.5-1>과 같다.

<표 2.5-1> 용수수요량 산정지점 현황

하천	번호	지 구 명	면적 (㎢)	인구 (인)	행 정 구 역			비 고
					시·군	읍·면	동 · 리	
용봉천	1	홍북지구	17.29	2,051	홍성	홍북	내덕리, 봉신리, 상하리, 중계리, 동막리	
	2	홍성지구	2.31	3,114	홍성	홍성	내법리	



<그림 2.5-1> 용수량산정지점도

(2) 생활용수

생활용수 공급 지역은 급수방식에 따라 급수지역인 상수도 급수대상지역과 미급수지역인 간이급수대상지역으로 구분할 수 있으며 산정기준은 다음과 같다.

산 정 기 준

- 상수도 급수지역과 미급수지역으로 구분하여 산정
- 수요관리(요금 현실화, 노후관개량, 중수도, 절수기기)에 의한 절감효과
- 미급수지역 수요량은 1일 1인 급수량을 수자원장기종합계획에서 제시한 139L/pcd로 적용
- 상수도 급수지역에 대한 생활용수 이용현황은 『홍성군 수도정비기본계획 (2010. 8 홍성군)』와 『통계연보(홍성군)』 상의 급수실적을 발췌하여 적용
- 상수도 미급수지역의 간이상수도 및 전용상수도 이용현황은 『홍성군 통계연보』를 이용하여 산정

상기에서 기술한 기준에 의하여 산정하며 이를 간단히 도식화하면 다음과 같다.

생활용수 이용량	=	상수도 급수량	+	미급수지역 이용량	+	기 타 급수량

- 급수지역 = 급수인구 × 단위급수량(pcd)
- 미급수지역 = 미급수인구 × (1-급수보급율) × 139L
- 기타급수량 = 하수세부과량 + 기타지하수 이용량

이와 같은 방법으로 생활용수 이용현황을 산정하였으며 행정구역별 및 산정지점별 용수이용량은 다음 <표 2.5-2> ~ <표 2.5-3>와 같다.

<표 2.5-2> 행정 구역별 생활용수 사용현황

하천	번호	소유역	면적 (㎢)	인구 (인)	보급률 (%)	급 수 량 (㎥/일)	1인1일 급수량 (L/일)	비고
용봉천	1	내덕리	1.64	195	20.80	29.51	310	홍북면
	2	봉신리	3.64	432	20.80	65.50	310	
	3	상하리	5.04	598	20.80	90.70	310	
	4	중계리	6.97	827	20.80	125.43	310	
	5	내법리	2.31	3,114	81.50	801.53	310	홍성읍
계			19.60	5,165		1,112.66		

<표 2.5-3> 지구별 생활용수 사용현황

하 천	번호	지 구 명	면적 (㎢)	인구 (인)	보급률 (%)	급 수 량 (㎥/일)	1인1일 급수량 (L/일)
용봉천	1	홍북지구	17.29	2,051	20.8	311.14	310
	2	홍성지구	2.31	3,114	81.5	801.53	310
계			19.60	5,165		1,112.66	

(3) 공업용수

현재 우리나라의 공업단지 현황은 국가에서 공단을 관리하며 한국수자원공사에서 용수를 공급하고 있는 국가공단과 지방자치단체에서 관리하는 지방공단 및 농공단지와 기타 자유입지업체로 구분할 수 있다.

금회 과업 유역의 공업용수 이용현황을 조사하기 위해 지자체 및 『한국산업단지 총람(2003, 한국산업단지공단)』, 『농공단지 현황(2006, 산업자원부)』 상의 공단개발 및 확장계획을 토대로 조사한바 용봉천유역에는 농공단지가 없는 것으로 조사되었다.

(4) 농업용수

농업용수 이용량은 수리시설 및 농업용수 이용특성상 수많은 수리시설물로부터 공급되는 농업용수의 사용량 및 공급계통을 파악하여 추정하며, 산정기준은 다음과 같다.

산 정 기 준

농업용수 이용량	=	수리답면적	×	수리답 단위용수량
	+	수리불안전답면적	×	수리불안전답 단위용수량
	+	관개전면적	×	관개전 단위용수량
	+	가축사육두수	×	가축두당 물수요량

용봉천 유역의 농업용수 이용현황은 보에 의하여 지표수를 용수원으로 관개하고 있는 농경지를 대상으로 산정한다. 관개면적은 수리안전답과 수리불안전답, 그리고 관개전으로 구분하여 산정하며 행정구분상의 관개면적은 홍성군 통계연보를 이용하여 증감추세를 예측하고, 이를 현재 용봉천 유역의 관개면적에 적용하였다. 수리답 및 수리불안전답, 관개전의 단위용수량 산정방법을 요약하면 다음과 같다.

■ 수리답 단위용수량

- 답소비수량 = 묘대기간 용수량+이앙용수량+삼투량+엽수면증발량
- 순용수량 = 답소비수량 - 유효유량
- 단위용수량 (조용수량) = 순용수량 ÷ 관개효율(0.65)

■ 수리불안전답 단위용수량

- 단위용수량 (조용수량) = 수리안전답 단위용수량 × 0.65

■ 관개전 단위용수량

- 전소비수량 = 엽수면증발량
- 순용수량 = 전소비수량 - 유효유량
- 단위용수량 (조용수량) = 순용수량 ÷ 관개효율(0.55)

금회 과업에서는 『수자원개발 가능지점 및 광역배분계획 기본조사 (1996, 건설교통부 & 한국수자원공사)』의 단위용수량 산정결과를 채택하였다.

<표 2.5-4> 단위용수량 **(단위:mm)**

구 분	수 리 안전답	수 리 불안전답	관개전	비 고
수자원개발가능지점 및 광역배분계획기본조사	1,245.0	809.0	437.0	전국평균
	1,292.9	840.4	473.7	금강유역 채택

(가) 농업용 수리시설물(취입보) 현황

농업용수를 사용하기 위한 용봉천 구간 중 취입보는 총 6개소 중 유실 2개소(서역보, 봉신보)를 제외한 4개소가 있으며, 현황은 <표 2.5-5>와 같다.

<표 2.5-5> 취입보 현황

하천	구조물명	측 점	수혜면적(ha)	비 고
용봉천	어경보	No.0+40.80	-	
	종자보	No.4+50.80	17.68	
	상하보	No.54+16.60	243.91	
	중계보	No.56+65.00	4.92	

(나) 농업용수 이용 현황

상기과정에 의거 용봉천 유역의 농업용수 이용량을 조사·분석하였으며, 경지면적 770.16ha에서 6,592.38×10³㎥/년의 용수를 이용하는 것으로 분석되었다.

<표 2.5-6> 농업용수 이용 총괄

하천	번호	지 구 명	경 지 면 적 (ha)				용 수 수요량 (천㎥/년)	비 고
			수 리 안전답	수 리 불안전답	관개전	계		
용봉천	1	홍북지구	222.51	207.49	255.00	685.00	5,828.51	
	2	홍성지구	44.00	0.00	41.16	85.16	763.87	
계			266.51	207.49	296.16	770.16	6,592.38	

(5) 축산용수

용봉천유역의 축산용수 이용량을 조사·분석하였으며 가축사육두수에 의한 축산용수 이용량은 539.26×103㎥/년으로 나타났다.

<표 2.5-7> 축산용수 사용현황

하천	번호	지구명	가 축 종 별					용 수 이 용 량 (천㎥/년)					
			한우	젖소	돼지	면양	닭	한우	젖소	돼지	면양	닭	계
용봉천	1	홍북지구	2,586	212	19,670	-	165,768	63.58	15.61	386.92	-	12.23	478.34
	2	홍성지구	444	36	3,375	-	28,444	8.10	1.99	49.28	-	1.56	60.92
계			3,030	248	23,045	-	194,212	71.68	17.59	436.20	-	13.79	539.26

(6) 용수이용현황 총괄

용봉천 유역의 용수이용현황을 조사·분석하여 전체 용도별 용수이용량을 살펴 본 결과 2010년도를 기준으로 생활용수가 406.12×10³㎥/년으로 5.39%, 농업용수가 7,131.64×10³㎥/년으로 94.61%로 조사되었듯이 농업용수의 용수이용이 가장 큰 것으로 분석되었다.

<표 2.5-8> 용수이용현황 총괄 (단위:천㎥/년)

하천	번호	지 구 명	합 계	생활용수	공업용수	농업용수 (축산포함)	비고
용봉천	1	홍북지구	6,420.42	113.57	-	6,306.85	
	2	홍성지구	1,117.35	292.56	-	824.79	
계			7,537.76	406.12	-	7,131.64	

2.5.2 용도지역구분 등 토지이용 현황

본 과업에서의 용도지역 구분 등 토지이용현황은 도시계획도, 국립지리원에서 작성한 토지이용도, 홍성군 통계연보, 지적도 및 현장조사를 통하여 조사하였으며, 용도지역의 구분은 <표 2.5-9>와 같이 지정목적에 따라 주거, 상업, 공업, 녹지지역을 포함하는 도시지역과 보전관리, 생산관리, 계획관리지역을 포함하는 관리지역, 농림지역, 자연환경보존지역으로 구분되며, 건설교통부장관 또는 시도지사가 용도지역의 지정 또는 변경을 도시관리계획으로 결정한다.

<표 2.5-9> 용도지역구분

용도지역	지 정 목 적	비 고
도시지역	인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되는 당해 지역에 대하여 체계적인 개발, 정비, 관리, 보전이 필요한 지역	
관리지역	도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리하거나 농림업의 진흥, 자연환경 또는 산림의 보전을 위하여 농림지역 또는 자연환경보전지역에 준하여 관리가 필요한 지역	

<표 2.5-9 계속> 용도지역구분

용도지역	지 정 목 적	비 고
농림지역	도시지역에 속하지 아니하는 농지법에 의한 농업진흥지역 또는 산림법에 의한 보전임지 등으로서 농림업의 진흥과 산림의 보전을 위하여 필요한 지역	
자연환경 보전지역	자연환경, 수자원, 해안, 생태계, 상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호, 육성 등을 위하여 필요한 지역	

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

검토결과, 임야의 대부분은 농림지역으로 하천변을 따라 형성된 농경지와 부락이 밀집한 구역 또는 농경지와 부락이 인접한 임야구간은 주변의 용도지역과의 관계를 고려하여 관리지역으로 지정된 것으로 나타났다.

현재 용봉천 유역은 임야와 주거지를 제외한 토지의 대부분이 경작지로 이용되고 있는 것으로 나타났으며, 과업하천 주변으로는 경지정리가 완료된 상태이나 정확한 현황파악이 어려운 실정이다.

2.5.3 관광··위락 등 공간이용 현황

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

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

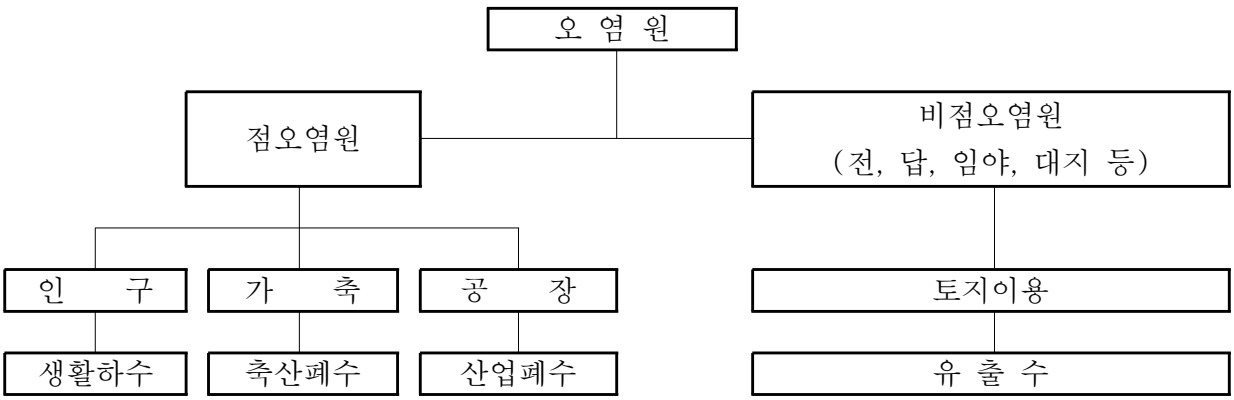
2.6 하천의 환경현황

2.6.1 유역의 오염원 현황

유역내에서 발생되는 유기물 및 영양염류 등과 같은 각종 오염물질은 하천 및 토양을 통하여 수계로 유입되며, 유입된 오염물질은 수중의 미생물에 의해 분해되어 수중의 용존산소를 고갈시키며, 부영양화와 심미적 불쾌감, 아울러 인간의 건강에 악영향을 끼치며, 수중생태계를 파괴하여 수자원으로서의 효용성을 떨어뜨리게 된다. 따라서 유역내의 오염원현황과 오염발생량을 조사하여 수질관리의 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다. 유역의 수질환경에 영향을 미치는 오염원은 크게 점오염원(Point source)과 비점오염원(Nonpoint source)으로 나눌 수 있다.

본 용봉천의 점오염원으로는 인구에 의한 생활계오염원과 가축사육에 의해 발생되는 축산계오염원을 조사대상으로 하였으며, 산업폐수의 경우 용봉천 유역 내 산업단지가 위치하고 있지 않아 제외하였다. 비점오염원은 임야, 논, 밭 및 기타 토지 등 불특정지역에서 우수에 의해 유출되는 오염물질을 대상으로 통계자료와 현장조사를 토대로 수학적 예측 및 각종 관련 계획을 검토하여 추정하였다.

본 과업대상하천의 주오염원으로는 생활하수와 우수에 의해 유출되는 농경지 및 불특정지역의 오염물질이 대부분을 차지하는 것으로 나타났으며 소유역별 오염원 현황은 다음 <표 2.6-1>과 같다.



<그림 2.6-1> 하천 오염원의 분류

<표 2.6-1> 소유역구분 및 오염원 현황

하 천	지 구 명	유역면적 (㎢)	행정구역		오염원 현황	비 고
			시·군	읍·면		
용봉천	홍북지구	17.29	홍성	홍북	생활하수, 농경지 등 비점오염원	
	홍성지구	2.31	홍성	홍성	생활하수, 농경지 등 비점오염원	

2.6.2 폐수 발생량 조사

(1) 인구현황

수자원의 이용은 생활용수, 농업용수 및 공업용수 등의 형태로 이루어진다. 따라서 이들은 생활하수, 산업폐수의 형태로 하천으로 다시 유출되게 되며, 이 중 생활하수의 경우 가정에서 세탁, 목욕, 주방 등에서 배출되는 것으로 인구와 밀접한 상관관계가 있으므로 배출량의 산정을 위해서는 정확한 인구의 파악이 중요하다.

본 과업 유역별 인구자료는 홍성군 통계연보와 '수도정비기본계획' 및 '하수도정비기본계획' 등의 상위계획을 바탕으로 산정하였다.

<표 2.6-2> 과업대상하천 유역내 장래 인구계획

하 천	지 구 명	유역면적 (㎢)	인구 (인)				비 고
			2010	2015	2020	2025	
용봉천	홍북지구	17.29	2,051	1,858	1,858	1,858	
	홍성지구	2.31	3,114	3,614	3,531	3,478	

(2) 생활하수 발생량

생활하수 발생량 산정은 상수의 유효수율과 상수 사용량 중 하수로 유출되는 비율인 오수전환율을 고려하여 산정하게 되는데, 이러한 인자들은 지역여건에 따라 많은 차이가 있기 때문에 일반적으로 결정하기가 어렵다. 따라서 각종 문헌이나 통계자료, 실측자료 등을 면밀히 검토하여 실정에 맞는 인자를 선정하여야 한다.

(가) 유효수율

유효수율은 급수관을 통하여 급수되는 과정에서 관의 노후 및 시공상의 문제 등으로 손실되는 양을 제외한 실제공급량이다. 본 과업에서는 과업유역이 상수도 급수지역 및 미급수지역으로 구분되어 <표 2.6-3>과 같이 적용하였다.

<표 2.6-3> 유효수율

항 목	구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
유효수율 (%)	상수도 급수지역	85.0	85.0	85.0	85.0	
	상수도 미급수지역	-	-	-	-	

(나) 오수전환율

오수전환율은 단위급수량에서 오수로 전환되는 양의 비율로서 하수배제방식 및 하수관거의 정비율과 밀접한 관계를 가지며, 오수량 산정시 중요한 인자가 된다. 본 계획에서는 기존의 연구결과와 타지역의 오수전환율을 비교 검토하여 오수전환율을 90%로 적용하였다.

<표 2.6-4> 단계별 오수전환율

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
오 수 전 환 율(%)	90	90	90	90	

③ 생활하수발생량 산정

생활하수 발생량은 앞에서 산정한 각각의 인자들을 조합하여 생활오수량 원단위를 산정하고 생활오수량 원단위에 과업유역 인구를 곱하여 산정하였다.

생활하수발생량 = 생활오수량 원단위 × 과업 유역인구

<표 2.6-5> 인구에 의한 생활하수 발생량

하천	지 구 명	용수수요량 (㎥/일)	유효수율 (%)	오수전환율 (%)	오수발생량 (㎥/일)
용봉천	홍북지구	311.14	85	90	238.02
	홍성지구	801.53	85	90	613.17
	계	1,112.66			851.19

(3) 축산폐수

경제발전에 따른 국민소득 향상과 식생활의 개선으로 육류의 소비가 늘어남에 따라 축산농가가 전국적으로 증가하고 있는 추세이나 축사의 개선은 이에 미치지 못하여 축산폐수에 의한 인근 하천수와 상수원의 오염 및 축사 주변 악취 등의 환경오염을 유발하고 있다.

축산폐수의 주된 발생원인은 사료찌꺼기와 배설물 및 세척수 등에서 발생되는 유기물(BOD, SS), 영양염류(N, P), 대장균, 악취 등이며 축산폐수의 발생특성 및 축사의 형태, 분리작업, 축사 내 청소작업등에 따라 변화가 심하다.

본 과업 구간내 허가 및 신고대상의 축산농가의 경우 전부 처리시설을 무방류 방식의 퇴비화나 톱밥 발효로 처리하고 있고, 규제미만 축산 농가는 간이정화시설을 설치하여 축산폐수·분뇨 합병처리시설에서 처리하고 있다.

(가) 과업지역의 가축사육 현황

본 과업지역의 가축사육 현황은 각종 자료와 통계연보 및 현장조사를 통하여 소(한육우, 젖소), 돼지, 닭을 대상으로 조사하였다.

<표 2.6-6> 소유역별 가축사육 두수 현황 (단위 : 두)

하천	지 구 명	한우	젖소	돼지	닭	비 고
용봉천	홍북지구	2,586	212	19,670	165,768	
	홍성지구	444	36	3,375	28,444	
	계	3,030	248	23,045	194,212	

② 축산폐수 발생량

축산폐수의 발생량은 사육방법 및 청소방법, 청소용수 회수량에 따라 상이할 수 있다. 본 과업에서는 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』에 고시된 자료를 이용하여 가축별 폐수 발생량을 산정하였다.

<표 2.6-7> 가축별 발생 원단위 (단위 : L/두·일)

가 축	소	젖 소	돼 지	닭	비 고
원단위	14.6	45.6	8.6	0.1	

주) 사육두수 및 가축별 배출 원단위(1999. 7. 8 환경부 고시 제 99-109호)

<표 2.6-8> 소유역별 축산폐수 발생량 (단위 : ㎥/일)

하 천	지 구 명	한우	젖소	돼지	닭	계	비고
용봉천	홍북지구	37.75	9.65	169.16	16.58	233.14	
	홍성지구	6.48	1.66	29.03	2.84	40.00	

(4) 비점오염원

비점오염원이란 농경지, 임야 등 넓은 면적을 가진 오염원으로서 일정한 유입경로 없이 지하수로 침투하거나, 지표수로 유출되어 호소 및 하천 등에 유입되는 오염원을 말한다. 일반적으로 호소나 하천에 유입되는 오염원 중 대부분은 생활하수나 축산폐수 등과 같은 점오염원에서 기인하지만 농촌의 경우에 있어서는 경작지 등에서 강우시 함께 유출되는 지표유출수와 같은 비점오염원으로부터의 오염물질 발생량이 대부분이다.

이와 같은 비점오염원에서의 오염물질 발생량은 매우 광범위하나 일반적으로 강우강도, 강우지속시간, 지형 및 지질, 토지이용현황 등에 따라 변화하며, 농촌지역의 경우 비료 등에서 기인하는 유기물 및 영양염류와 농약에서 기인하는 중금속, 유기화합물 등이 주 오염원이라 할 수 있다.

본 과업에서는 비점오염원에 의한 오염물질 발생량을 산정하기 위하여 유역의 토지이용현황을 농경지(논, 밭), 임야 등으로 구분하여 조사하였으며, 토지이용도별 오염원 발생량을 산정하였다. 토지의 이용현황 조사방법은 지적도와 현장답사를 통하여 토지이용현황을 조사하는 것이 바람직하나 과업지역이 광범위하여 사업지역 전체에 대해 조사하기는 어려운 실정이므로, 국립지리원에서 제작한 1/5,000 지형도 및 토지이용도와 홍성군 통계연보를 참고하여 산정하였다.

<표 2.6-9> 소유역별 토지이용현황

하 천	지 구 명	면적 (㎢)	토 지 이 용 현 황 (㎢)				
			전	답	임야	대지	기타
용봉천	홍북지구	17.29	2.55	4.30	7.00	0.46	2.98
	홍성지구	2.31	0.41	0.44	0.79	0.25	0.41
	계	19.60	2.96	4.74	7.79	0.71	3.39

2.6.3 유역의 오염부하량 산정

(1) 환경기초시설현황

각각의 오염원에서 배출된 오염물질의 처리 및 미처리된 상태로 유역으로 배출되기도 하고 일부는 저장되기도 하며, 다른 일부는 물에서 정화되고, 나머지는 하천으로 유입된다. 이 경우 각 오염원에서 발생되는 부하를 발생부하라고 하며 하수종말처리시설 등 환경기초시설에서 제거되는 부하량을 뺀 부분을 배출부하, 그리고 하천까지 도달하는 오염부하량을 유달부하라고 하는데 본 장에서는 발생부하와 배출부하량을 중심으로 조사하였다.

오염부하량을 산정하기 위해 대상수계내에 위치한 환경기초시설현황 및 계획시설을 조사하였으며 그 내용은 다음과 같다.

<표 2.6-10> 하수처리시설 설치현황

명칭	행정구역	처리방법	시설용량 (103ton/일)	방류수역	
				본류	수계
홍성	홍성읍 내법리 34	산화구법	17,000	삽교천	서해
하산	홍북면 상하리 177	IC-SBR	23	용봉천	서해
홍북문화	홍북면 중계리 499	KH-BNR	69	용봉천	서해
동막	홍북면 중계리 204	SmmIAR	34	용봉천	서해
상산	홍북면 상하리 404-3	IC-SBR	23	용봉천	서해
홍천문화	홍북면 중계리 752	IC-SBR	50	용봉천	서해

(2) 생활오수에 의한 오염부하량

생활하수의 오염부하량 원단위는 기초가정오수 및 영업오수 오염부하량으로 구성되며 이는 가정 잡배수와 분뇨와의 상관관계로 산정된다. 그 양은 지역적 특성 또는 조사방법, 조사기간 등에 따라 다소 차이가 있으나, 본 과업에서는 국내의 여러 연구기관에서 조사된 자료를 바탕으로 현지실정에 가장 부합되는 원단위를 채택하여 사용하였다.

<표 2.6-11> 인구에 의한 오염물질 발생부하 원단위 및 분뇨발생부하비 (단위 : g/인·일)

구 분	가정인구 발생부하원단위			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) 제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)

오염물질 발생량은 유역내 오염원을 조사하여 이에 적합한 원단위를 적용하여 산정한 값이고, 오염부하량은 발생되는 오염물질이 배출경로에 따라 저감시설 등을 거치면서 그

양이 줄어들어 실제 유역내로 유입되는 양을 말하는 것으로 오염부하량 산정을 위하여 유역내 조사자료와 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』에서 제시한 오염원별 오염부하량 산정공식 및 원단위를 적용하였다.

가정인구발생부하량 = 가정인구수 × 가정인구발생부하원단위
가정인구분뇨발생부하량 = 분뇨발생부하비 × 가정인구발생부하량
가정인구잡배수발생부하량 = (1-분뇨발생부하비) × 가정인구발생부하량

또한, 배출량은 직접이송량, 개별삭감량, 관거유입량, 관거배출량, 방류량, 직접정화량 등을 고려하여 배출원별 배출량을 산정하여 총 배출량을 산정하였다.

<표 2.6-12> 생활하수에 의한 오염원 부하량

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	254.23	58.67	6.54	124.61	31.79	3.54
홍성지구	2.31	385.90	89.06	9.93	189.15	48.26	5.38
계	19.60	640.13	147.73	16.48	313.76	80.06	8.92

(3) 축산폐수에 의한 오염부하량

가축으로 인해 발생·배출되는 오염부하량 원단위는 국내 여러 연구기관에서 조사하여 발표하였지만 가축의 사육상태, 청소횟수, 청소방법, 계절 등 여러 가지 조건에 따라 그 성상이 달라지기 때문에 무조건적으로 적용하기에는 다소 어려움이 따른다. 따라서 각 오염원별 대표값을 실측에 의해 도출하여 적용하는 것이 바람직하나 대표값을 얻기가 어렵고, 광범위한 지역을 실측하는 것이 어려움에 따라, 금회 과업에서는 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』의 자료를 적용하였다.

<표 2.6-13> 축종별 적용된 축산폐수 오염부하량 원단위 (g/두·일)

항목	구분	한우	젖소	돼지	양	가금
BOD	합계	528	556	109	10	5.2
	폐수	67	117	32	3	0
	고형물	461	439	77	7	5.2
TN	합계	116.8	161.8	27.7	5.8	1.1
	폐수	40.0	63.5	14.9	4.2	0
	고형물	76.8	98.3	12.8	1.6	1.1
TP	합계	36.1	56.7	12.2	0.9	0.4
	폐수	3.5	10.7	3.3	0.2	0
	고형물	32.6	46.0	8.9	0.7	0.4

주) 제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)

가축에 의한 오염발생량에 따른 배출부하량은 앞서 조사된 가축 및 기타 오염원단위와 사육두수를 이용하여 BOD, T-N, T-P에 대한 발생부하량을 소유역별로 적용하여 <표 2.6-14>와 같이 산출하였다.

<표 2.6-14> 지구별 축산폐수에 의한 오염원 부하량

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	4,488.96	1,063.46	411.62	31.61	19.07	2.52
홍성지구	2.31	770.26	182.48	70.63	5.42	3.27	0.43
계	19.60	5,259.22	1,245.94	482.25	37.04	22.34	2.96

(4) 비점오염원에 의한 오염부하량

비점오염원에서의 오염물질 발생특성은 그 지역의 지역상황과 지형적 특성에 따라 다르다. 농촌지역의 경우 농경지의 입지, 토양, 시비(施肥) 등의 조건에 따라 유출특성이 달라지나 일반적으로 비료와 농약으로 인한 각종 영양염류(질소, 인 등)와 유해 농약에

서 기인하는 유기화합물질이 유출되며, 도시지역의 경우 SS와 중금속류의 함량이 높다. 일반적으로 실측에 의한 비점오염원의 원단위 산출에 어려움이 따르므로 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』 을 적용하였다.

<표 2.6-15> 오염원별 토지이용 발생부하량 원단위

구 분	발 생 부 하 원 단 위 (kg/㎢·일)			비 고
	BOD	TN	TP	
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) 제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)

본 과업지역의 비점오염원 발생 원단위 및 비점오염원 배출부하량 산정식은 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』 을 적용하였으며 서산기상대(2009년)의 자료를 적용하였다.

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

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

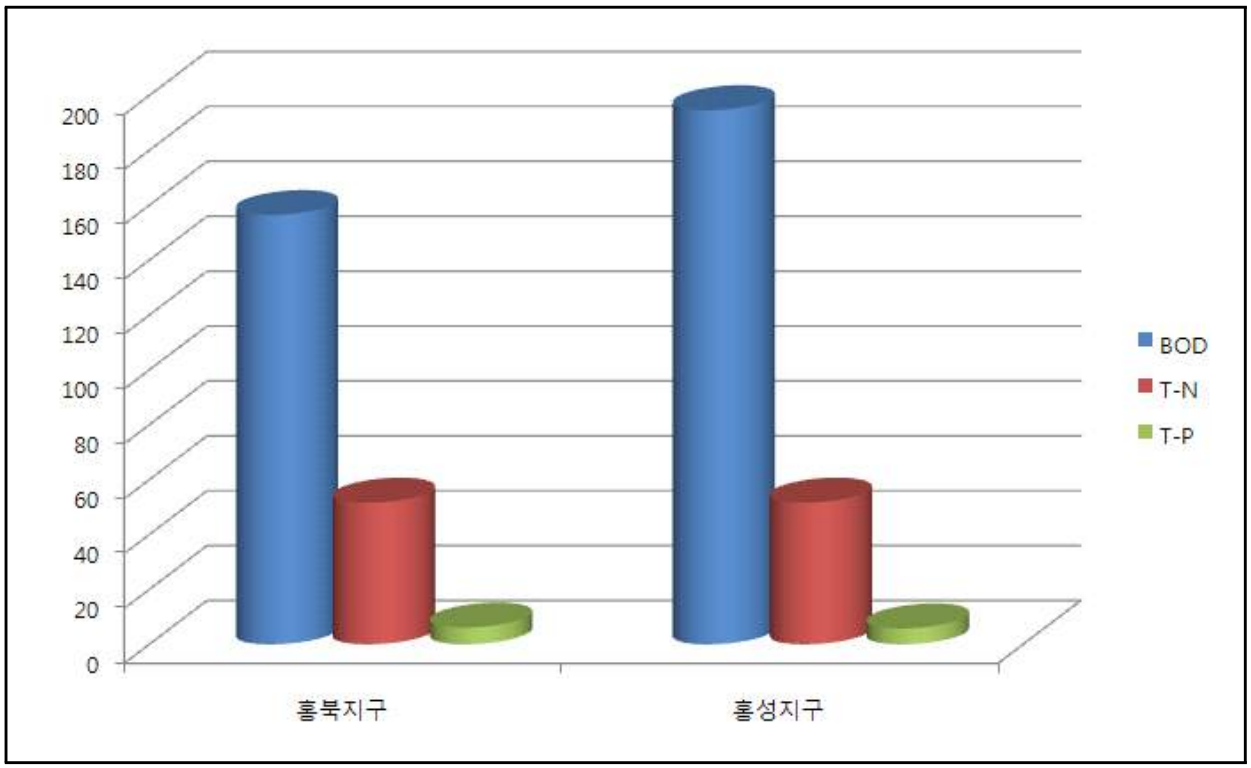
$$\text{월유효강우량비} = \frac{10mm/\text{일 이상 강우고의 강우량 월합계}}{10mm/\text{일 이상 강우고의 강우량 연합계}}$$

<표 2.6-16> 비점오염원에 의한 오염원 부하량

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	32.67	39.75	9.43	0.25	0.76	0.07
홍성지구	2.31	12.65	6.39	1.09	0.10	0.12	0.01
계	19.60	45.32	46.14	10.52	0.34	0.89	0.07

<표 2.6-17> 오염 부하량 총괄

지 구 명	면적 (㎢)	배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	156.47	51.62	6.13
홍성지구	2.31	194.67	51.65	5.82
계	19.60	351.14	103.29	11.95



<그림 2.6-2> 용봉천 오염부하량

2.6.4 하천의 오염도 현황

(1) 수질조사

용봉천 유역은 전형적인 전원하천으로 주변지역으로 주로 농경지가 분포하며 농가 및 도로 등이 산재하여 분포하고 있으며 택지개발지역이나 공업지역 등은 분포하지 않아 수질오염은 적으나 부락단위의 농가 등에서 발생하는 소규모 생활하수가 미처리되어 하천으로 유입되고 있는 실정이다. 따라서 본 과업에서는 하천의 환경보존과 개발을 위한 기초 자료를 확보하기 위하여 5개 지점에 대하여 수질을 측정하였다.

본 계획구간의 목표수질은 Ⅲ등급으로 BOD기준 5.0㎎/L이하인 것으로 조사되었으며, 계획구간 인근 5개지점을 선정하여 수질을 측정한 결과 BOD기준 1.6~2.0㎎/L인 것으로 나타내어 계획구간의 수질은 목표수질을 하회하는 것으로 조사되어 양호한 하천으로 나타났으나, 향후 공사시 및 이용시 하천수질오염 예방과 생태하천 조성 측면에서 수생식물 식재를 계획 하였으며, 실시설계시 수생식물에 의한 저감 효과를 예측·검토 하도록 하여야 한다.

<표 2.6-18> 생활환경기준

대권역명	중권역명	목표기준			달성기간
				생물이해등급	
금 강	삽교천	보통	Ⅲ	좋음 ~ 보통	2015년

(가) 조사기간

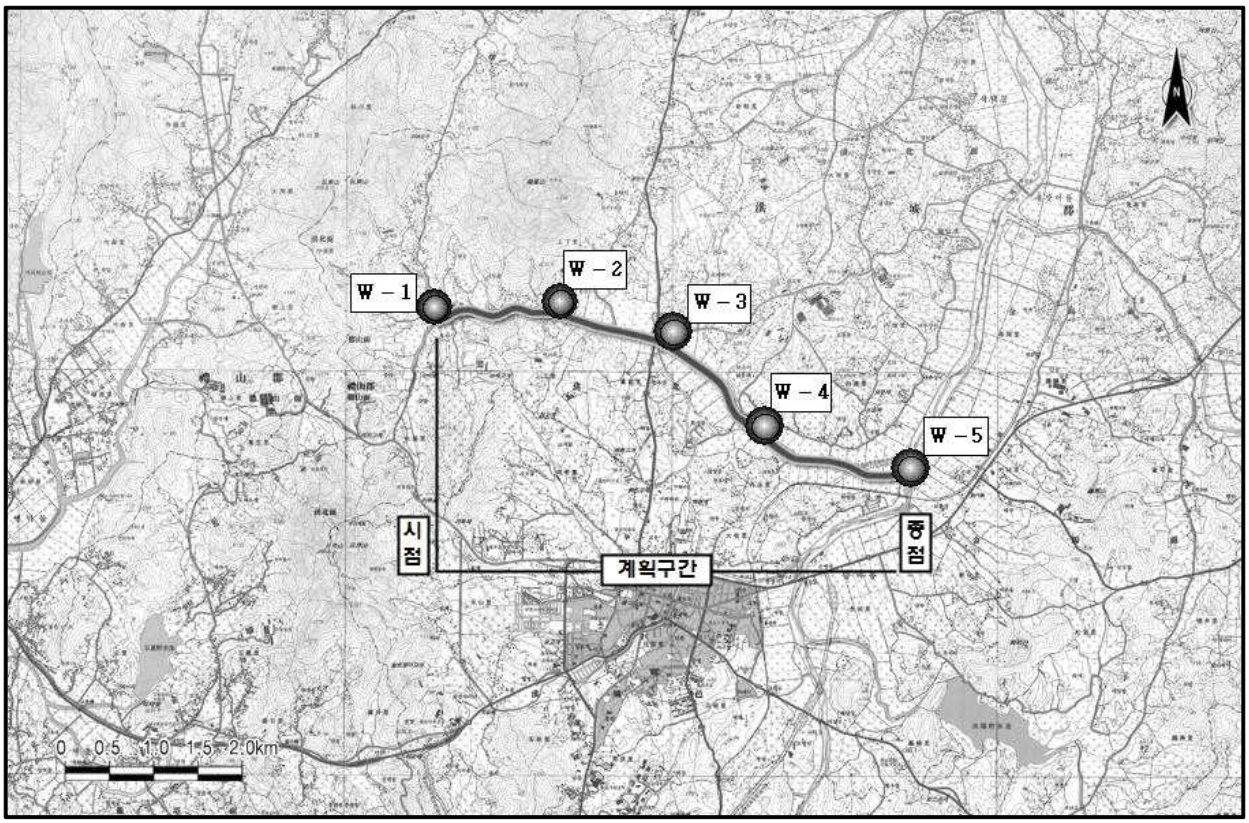
■ 2010년 06월 04일

(나) 조사지점

수질조사지점은 현장실사를 통해 오염원의 현황 및 유입경로 등을 파악하여 유역의 규모, 주요지천의 합류점 등을 고려하여 총 5개 지점을 결정하였다.

<표 2.6-19> 하천수질 및 유량 조사지점

구 분	지점번호	측 정 지 점 명	비 고
하천수질	W-1	홍성군 홍북면 중계리 홍천정미소 앞	용봉천
	W-2	홍성군 홍북면 상하리 용봉교 하류 30m	용봉천
	W-3	홍성군 홍북면 봉신리 봉신교 하류 30m	용봉천
	W-4	홍성군 홍북면 내덕리 서력교 하류 500m	용봉천
	W-5	홍성군 홍북면 내법리 내법길 82-121부근	삽교천



<그림 2.6-3> 수질 측정지점 위치도

(다) 조사 항목

하천 수질환경기준에 준하여 하천수질 18개 항목에 대하여 조사하였다.

<표 2.6-20> 조사항목

구 분	지점수	항목수	측 정 항 목
하천 수질	5	18	pH, DO, COD, BOD, SS, T-N, T-P, ABS, Cd, Pb, Cr6+, Hg, CN, As, Cu, PCB, 유기인, 총대장균군

(라) 분석 방법

하천수 시료채취와 각 항목의 분석은 수질오염공정시험방법, 먹는물 수질공정시험방법을 적용하였다.

(마) 조사 결과

본 대상하천에 대한 수질 분석결과 BOD 1.7～2.8㎎/L, SS 2～20㎎/L, T-N 2.28～4.45㎎/L, T-P 0.03～0.07㎎/L, 대장균수 223～273개/100mL 등으로 조사되어, BOD기준의 하천수질환경기준등급은 Ⅱ등급으로 나타났으며 수질조사 결과는 다음과 같다.

① 용봉천(W-1, W-2, W-3, W-4,)

측정치	하천 수질환경기준	측정치	하천 수질환경기준
pH 7.35～7.80	Ia 매우 좋음	BOD 1.6～2.0㎎/L	Ib 좋음
SS 1.5～4.5㎎/L	Ia 매우 좋음	DO 8.9～9.4㎎/L	Ia 매우 좋음
총대장균군 280～430균수/100mL	Ib 좋음	COD 3.7～4.0㎎/L	Ib 좋음～II 약간좋음

② 삽교천(W-5)

측정치	하천 수질환경기준	측정치	하천 수질환경기준
pH 7.67	Ia 매우 좋음	BOD 2.0㎎/L	Ib 좋음
SS 2.5㎎/L	Ia 매우 좋음	DO 9.1㎎/L	Ia 매우 좋음
총대장균군 410균수/100mL	Ib 좋음	COD 4.5㎎/L	II 약간 좋음

<표 2.6-21> 하천수질 조사결과

지점 / 항목	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5
pH	7.68	7.80	7.35	7.44	7.67
BOD (㎎/L)	2.00	1.60	1.70	1.70	2.00
SS (㎎/L)	4.50	1.50	2.00	2.00	2.50
DO (㎎/L)	9.16	9.35	8.93	8.88	9.09
총대장균군 (균수/100mL)	430.00	280.00	350.00	320.00	410.00
COD (㎎/L)	4.00	3.70	3.80	3.90	4.50
T-N (㎎/L)	2.35	3.12	3.67	3.41	4.10
T-P (㎎/L)	0.11	0.09	0.09	0.09	0.07

주 : Cd, As, CN, Hg, 유기인, Pb, Cu, Cr^{+6}, PCB, ABS - 불검출

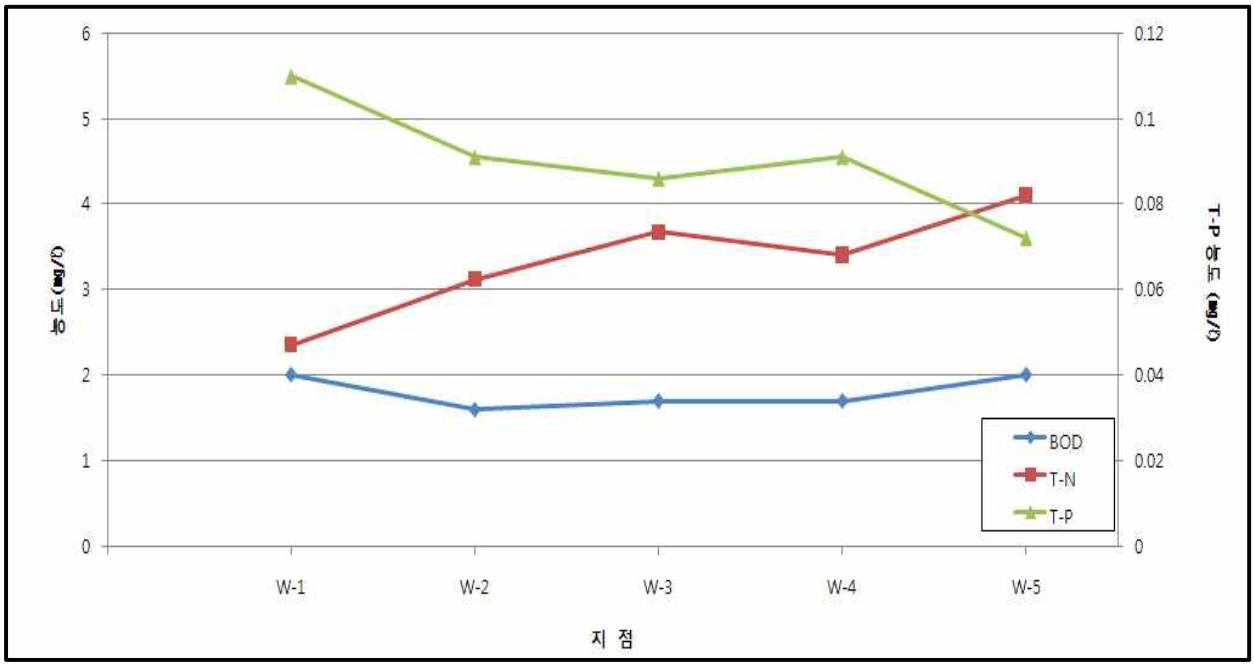
<표 2.6-22> 하천수질 환경기준

등급		상태 (캐릭터)	기준							
			수소이온농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질량 (SS) (mg/L)	용존산소량 (DO) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	대장균군 (군수/100mL)	
									총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1이하	2이하	25이하	7.5 이상	0.02 이하	50이하	10이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2이하	4이하	25이하	5.0 이상	0.04 이하	500이하	100이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3이하	5이하	25이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000이하	200이하
보통	III		6.5~8.5	5이하	7이하	25이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000이하	1,000이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8이하	9이하	100이하	2.0 이상	0.3 이하	-	-
나쁨	V		6.0~8.5	10이하	11이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할 것	2.0 이상	0.5 이하	-	-
매우 나쁨	VI		-	10초과	11초과	-	2.0 미만	0.5 초과	-	-

구 분	등 급	기 준
사람의 건강 보호 기준	전수역	카드뮴(Cd) : 0.005㎎/L이하, 비소(As) : 0.05㎎/L이하, 시안(CN) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.01㎎/L), 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.001㎎/L), 유기인 : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.005㎎/L), 폴리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.005㎎/L), 연(Pb) : 0.05㎎/L이하, 6가크롬(Cr+6) : 0.05㎎/L이하, 음이온계면활성제(ABS) : 0.5㎎/L이하, 사염화탄소 : 0.004㎎/L이하, 1,2-디클로로에탄 : 0.03㎎/L이하, 테트라클로로에틸렌(PCE) : 0.04㎎/L이하, 디클로로메탄 : 0.02㎎/L이하, 벤젠 : 0.01㎎/L이하, 클로로포름 : 0.08㎎/L이하, 디에틸헥실프로탈레이트(DEHP) : 0.008㎎/L이하, 안티몬 : 0.02㎎/L이하

주) 1. 등급별 수질 및 수생태계 상태
가. 매우 좋음 : 용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 여과·살균 등 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.
나. 좋음 : 용존산소가 많은 편이고 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.
다. 약간 좋음 : 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있음.

라. 보통 : 보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계로 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
마. 약간 나쁨 : 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나, 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
바. 나쁨 : 다량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불쾌감을 유발하지 아니하며, 활성탄 투입, 역삼투압 공법 등 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
사. 매우 나쁨 : 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.
아. 용수는 당해 등급보다 낮은 등급의 용도로 사용할 수 있음.
자. 수소이온농도(pH) 등 각 기준항목에 대한 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 그에 맞는 처리방법에 따라 용수를 처리하는 경우에는 당해 등급보다 높은 등급의 용도로도 사용할 수 있음.



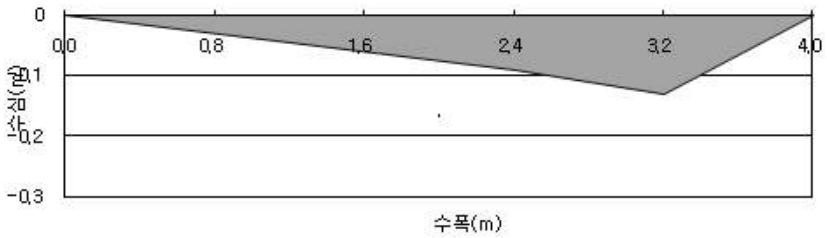
<그림 2.6-4> 수질측정 결과

(2) 유량조사

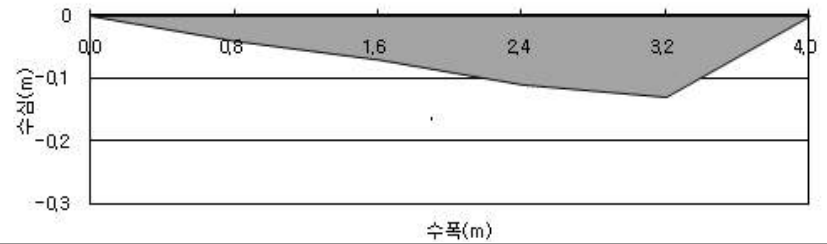
수질 측정시 수질측정 지점마다 오염의 농도 및 확산, 이송의 정도를 판단할 수 있도록 당시 유하량을 측정하였으며 유량측정 자료는 수질예측의 기초자료로 사용하였으며, 그 결과는 <표 2.6-23>과 같다. 유량측정 시기는 수질측정과 병행하여 실시하였으며 유량 측정 결과는 다음과 같다.

<표 2.6-23> 유량측정결과

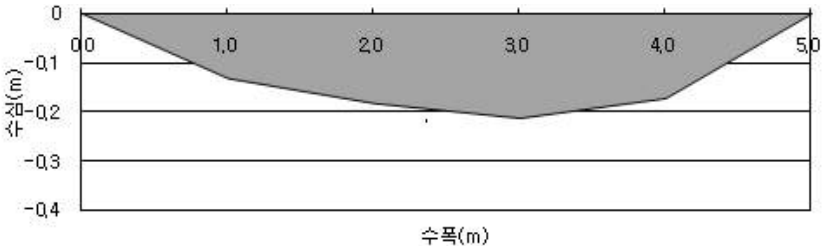
구 분		W - 1		홍성군 홍북면 중계리 홍천정미소 앞			
유량(㎥/min)	0.397	유속(m/s)	0.04	평균수심(m)	-0.052	수폭(m)	3.2
등간격	수심						
0.0	0						
0.8	-0.03						
1.6	-0.06						
2.4	-0.09						
3.2	-0.13						
4.0	0						



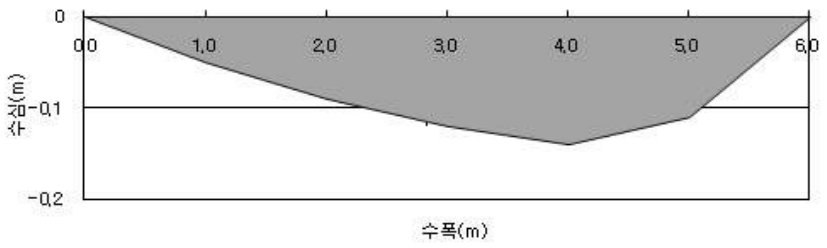
구 분		W - 2		홍성군 홍북면 상하리 용봉교 하류 30m			
유량(㎥/min)	0.560	유속(m/s)	0.05	평균수심(m)	-0.058	수폭(m)	3.2
등간격	수심						
0.0	0						
0.8	-0.04						
1.6	-0.07						
2.4	-0.11						
3.2	-0.13						
4.0	0						



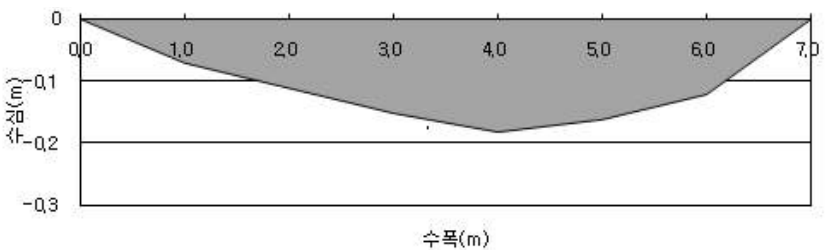
구 분		W - 3		홍성군 홍북면 봉신리 봉신교 하류 30m			
유량(㎥/min)	1.656	유속(m/s)	0.06	평균수심(m)	-0.115	수폭(m)	4.0
등간격	수심						
0.0	0						
1.0	-0.13						
2.0	-0.18						
3.0	-0.21						
4.0	-0.17						
5.0	0						



구 분		W - 4		홍성군 홍북면 내덕리 서력교 하류 500m			
유량(㎥/min)	1.749	유속(m/s)	0.1	평균수심(m)	-0.073	수폭(m)	4.0
등간격	수심						
0.0	0						
1.0	-0.05						
2.0	-0.09						
3.0	-0.12						
4.0	-0.14						
5.0	-0.11						



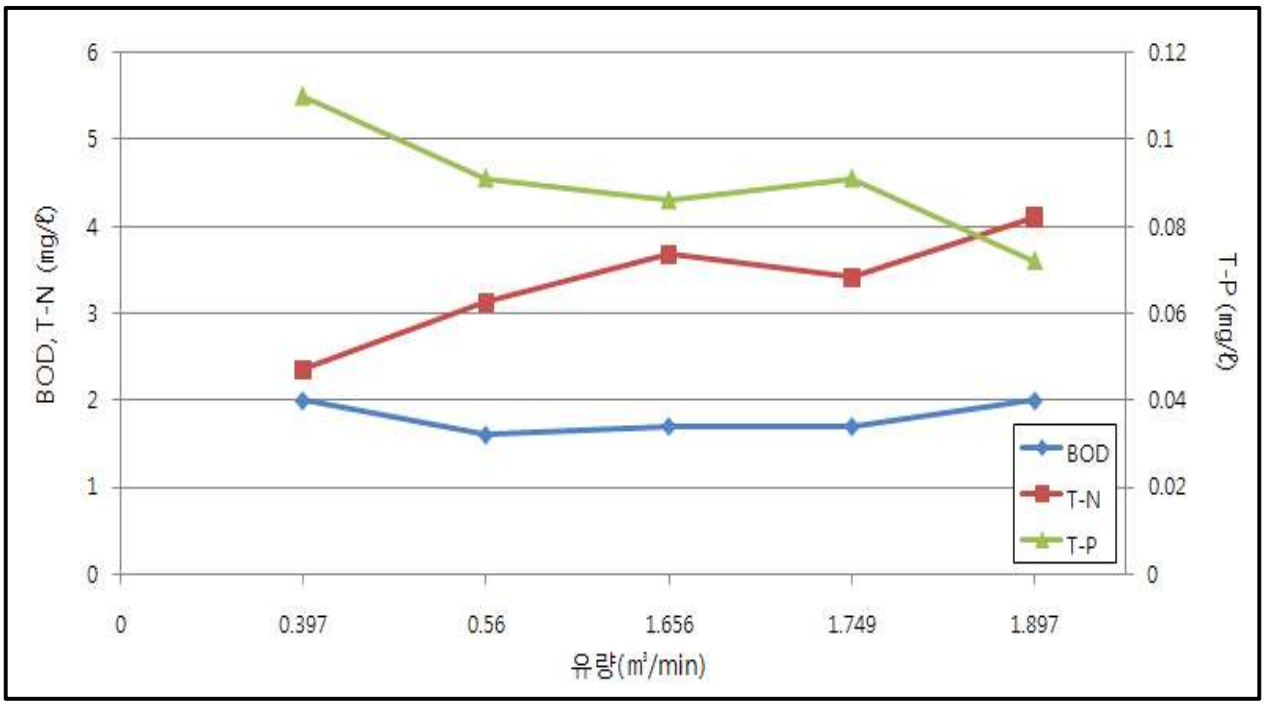
구 분		W - 5		홍성군 홍북면 내법리 내법길 82-121부근			
유량(㎥/min)	1.897	유속(m/s)	0.08	평균수심(m)	-0.099	수폭(m)	4.0
등간격	수심						
0.0	0						
1.0	-0.07						
2.0	-0.11						
3.0	-0.15						
4.0	-0.18						
5.0	-0.16						



(3) 수질-유량 관계

금회 조사한 용봉천의 수질과 유량측정 결과를 이용하여 수질-유량관계를 분석하였으며 다음 <그림 2.6-5>와 같다.

용봉천은 유량이 증가할수록 BOD농도는 점차 감소하다가 삽교천 합류부에서 증가되는 것으로 조사되었다. 이는 용봉천 유역의 상류부와 중하류부에 위치한 소하천이 유입되면서 희석수 역할에 따른 하천의 자정작용으로 수질이 점차 양호해 지는 것으로 판단된다.



<그림 2.6-5> 수질 및 유량측정 결과

(4) 저질조사

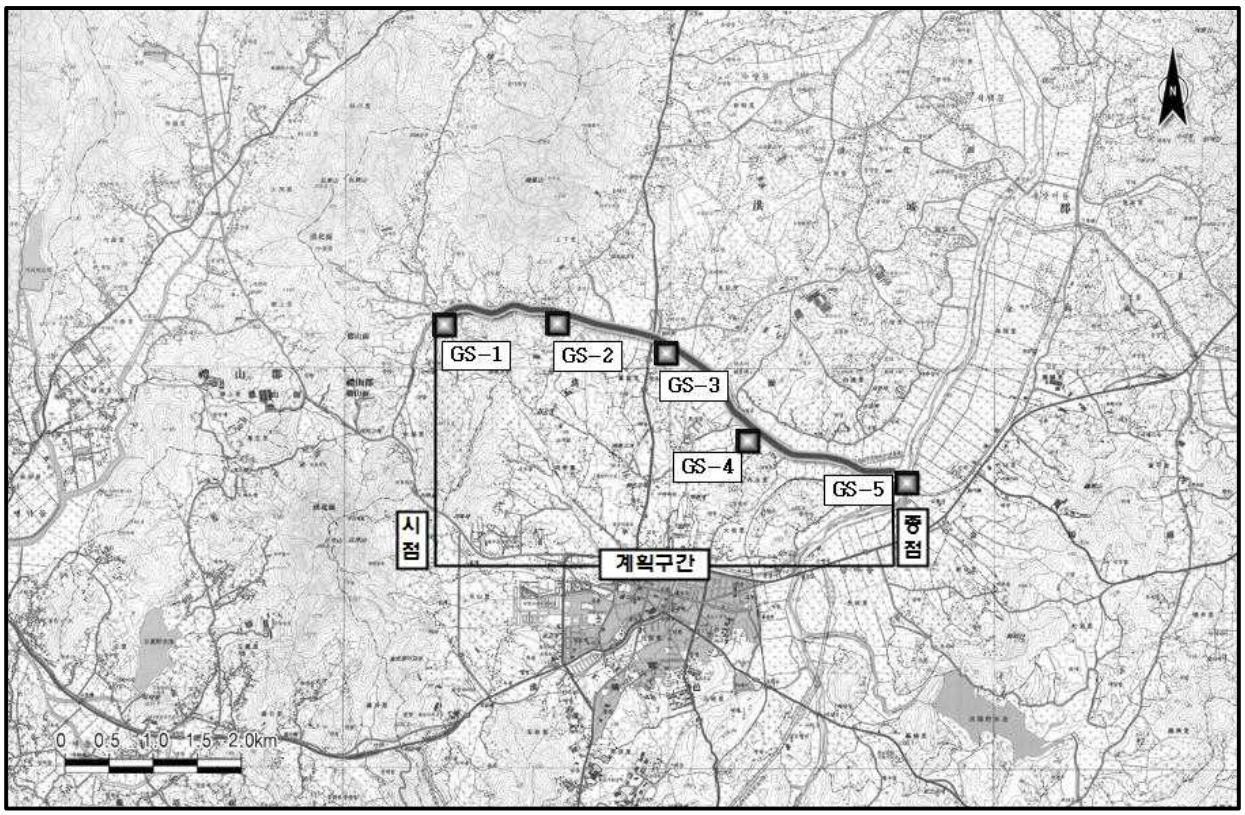
용봉천의 저질조사를 위해 5개지점에 대해 시료 채취 및 분석을 실시하였다.

① 조사항목 : pH, COD, Cd, Pb 등 15개 항목

② 조사시기 : 2010년 06월 04일

<표 2.6-24> 하천저질 채수지점

구 분	지점번호	측 정 지 점 명	비 고
하천저질	GS-1	홍성군 홍북면 중계리 홍천정미소 앞	-
	GS-2	홍성군 홍북면 상하리 용봉교 하류 30m	-
	GS-3	홍성군 홍북면 봉신리 봉신교 하류 30m	-
	GS-4	홍성군 홍북면 내덕리 서력교 하류 500m	-
	GS-5	홍성군 홍북면 내법리 내법길 82-121부근	-



<그림 2.6-6> 저질 측정지점 위치도

계획구간 중 하천저질 샘플 5개 지점을 채취하여 하천저질 오염도를 조사한 결과 pH 6.05~6.32, COD 0.9~3.2㎎/g, Cd 0.007~0.030㎎/kg, As 0.350~0.967㎎/kg, Pb 1.374~4.120㎎/kg, Zn 11.550~35.167㎎/kg, CN 0.037~0.074㎎/kg, Cu 1.165~

3.103㎎/㎏, Hg 0.090～0.170㎎/㎏, T-N 471.2～526.7㎎/㎏, T-P 97.5～180.0㎎/㎏으로 조사되었으며, 전 항목에서 토양오염우려기준에 만족하는 것으로 조사되었다.

<표 2.6-25> 하천저질 조사결과

항목 \ 지점		GS-1	GS-2	GS-3	GS-4	GS-5
pH		6.32	6.11	6.14	6.05	6.10
COD	(㎎/g)	3.2	2.2	1.0	1.0	0.9
Cd	(㎎/㎏)	0.030	0.028	0.026	0.014	0.007
Pb	(㎎/㎏)	4.120	2.551	1.702	2.110	1.374
Cr6+	(㎎/㎏)	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	(㎎/㎏)	0.170	0.153	0.147	0.090	0.107
CN	(㎎/㎏)	0.074	0.060	0.062	0.037	0.049
As	(㎎/㎏)	0.967	0.833	0.767	0.350	0.380
Cu	(㎎/㎏)	3.103	1.923	1.517	1.165	1.356
Zn	(㎎/㎏)	35.167	29.833	25.533	11.550	13.584
강열감량	(%)	4.0	3.9	3.8	3.5	3.6
T-N	(㎎/㎏)	526.700	508.200	499.000	471.200	478.200
T-P	(㎎/㎏)	180.0	163.3	151.3	105.0	97.5
VS	(%)	1.2	1.3	1.5	1.4	1.6
TS	(%)	69.6	71.5	75.3	79.2	80.9

<표 2.6-26> 토양오염 우려기준

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60
구리	150	500	2,000
비소	25	50	200
수은	4	10	20
납	200	400	700
6가크롬	5	15	40
아연	300	600	2,000
니켈	100	200	500
불소	400	400	800
유기인화합물	10	10	30
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12
시안	2	2	120
페놀	4	4	20
벤젠	1	1	3
톨루엔	20	20	60
에틸벤젠	50	50	340
크실렌	15	15	45
석유계총탄화수소(TPH)	500	800	2,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25
벤조(a)피렌	0.7	2	7

주) 1. 1지역:「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지

2. 2지역:「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역

3. 3지역:「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지

4.「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.

5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공 원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

2.6.5 하천의 경관 및 생태환경

(1) 현 황

(가) 조사항목

1) 식물상

○ 조사지역의 식물상, 귀화식물, 하천식생 및 단면도, 현존식생도, 녹지자연도

○ 주요종(멸종위기야생식물, 특정군락, 보호수 등)의 분포현황

2) 동물상

○ 포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충류, 어류, 저서성대형무척추동물 등

○ 주요종(멸종위기야생동물 및 천연기념물 등)의 분포현황

(나) 조사범위

1) 시간적 범위

○ 2010년 6월 14일 ~ 15일

2) 공간적 범위

○ 중점조사지역

- 식물상 : 반경 200m
- 육상동물상 : 반경 500m
- 육수동물상 : 계획구간내(3지점)

○ 광역· 참조지역 - 홍성군 일대

(다) 조사방법

1) 식물상

○ 식물분포 : 계획구간 및 주변지역을 도보로 이동하면서 현지조사를 실시하였으며 Engler(1954, 1964)의 체계에 따라 조사된 식물상을 기록하였음.

○ 식생 및 녹지자연도 : Z-M Method에 따라 조사하였으며 조사된 식생군락을 기

준으로 “녹지자연도 등급 사정기준”에 의거 1/5,000 지형도에 실선형으로 작성하였음.

○ 한편, 조사기간 내에 조사된 귀화식물은 한국귀화식물원색도감(박수현著, 1995)을 이용하여 검색하였으며 조사대상지역내의 출현 식물종 중 환경부 지정 멸종위기 등급종 및 천연기념물 등의 출현여부를 검토하였음.

<표 2.6-27> 녹지자연도 등급 사정기준

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

주) 생태·자연도 작성지침-[별표2], 2006. 01. 31, 환경부

2) 동물상

가) 포유류

○ 계획구간과 주변지역을 조사하였으며 중복조사를 피하도록 조사로를 설정한 후 조사로를 따라 시속 2㎞의 속도로 보행하여 직접관찰, 분비물, 영소지, 식흔, 발자국 등을 확인하여 종류와 개체수 등을 확인조사(Field - sign method) 하였음.

○ 청문조사는 지역주민을 대상으로 어떤 동물이 서식하는가를 도감 등을 통하여 직

접 확인 조사하였으며, 청문응답의 신뢰도를 높이기 위하여 2인 이상의 동일 응답종에 대해서만 본 지역에서의 출현분포를 조사하였음.

나) 조류

○ 조류조사는 조사 대상지를 중심으로 조사하되 이동성이 높은 조류의 생태특성상 연접한 생태영향권을 포함한 주변 지역을 포함하여 기술하였음.

○ 조사방법은 조사경로를 따라 시속 2㎞정도로 보행하면서 쌍안경(10×25)과 스코프(×20～45)를 이용하여 각 mesh마다 조사 코스를 선정하여 새의 움직임, 지저귐 등을 관찰하는 roadside count를 실시하였음.

다) 양서・파충류

○ 계획구간 주변의 경작지, 수로, 하천을 중심으로 조사를 실시하였으며, 조사시기의 제한성으로 인하여 현지 확인이 어려운 출현종에 대해서는 지역주민에 의한 탐문조사를 병행하여 실시하였음.

라) 육상곤충류

○ 곤충류의 조사는 주로 포충망을 이용한 쓸어잡기(Sweeping), 채어잡기(Brandishing), 털어잡기(Beating), Scooping 등의 방법으로 조사하였으며, 쓸어잡기는 육상곤충류 서식지로써 양호하다고 판단되는 지역을 선정하여(30m×30회 반복)채집하였고, 털어잡기는 키가 작은 관목이나 교목을 대상으로 무작위조사를 하였음.

마) 어류 및 저서성대형무척추동물

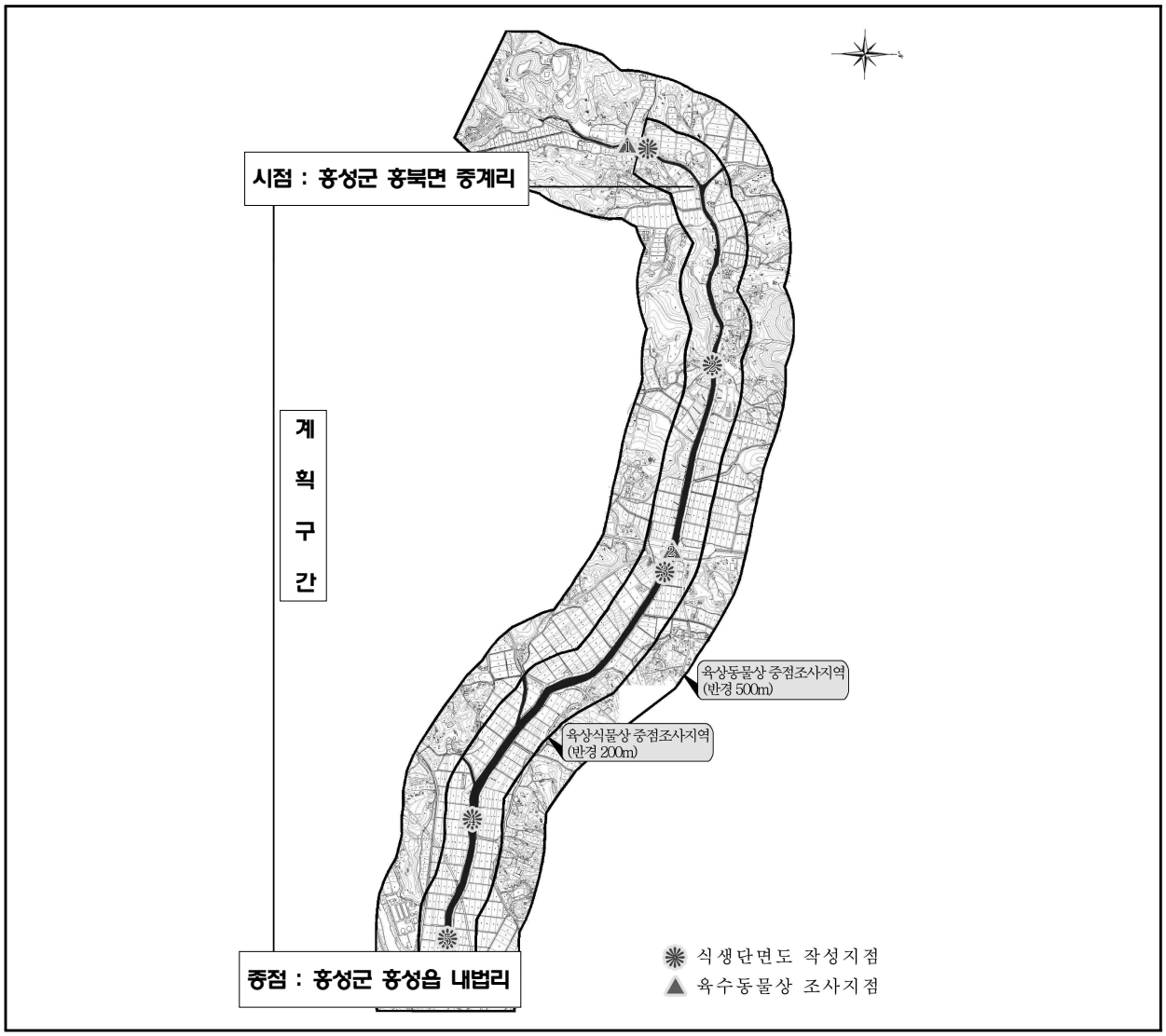
○ 어류 및 저서성대형무척추동물에 대한 조사는 계획구간인 용봉천을 중심으로 총 3개 지점에서 조사를 실시하였음.

(라) 조사결과

1) 식물상

○ 계획구간인 용봉천은 지방2급으로 금강권역의 삽교천(지방1급, 지방2급) 지류하천이며, 충남 홍성군 홍북면 중계리를 기점으로 홍성군 홍성읍 내법리의 삽교천 합류지점까지임.

○ 계획구간은 개방형 수로하천으로 주변지역은 대부분 평지이며, 경작지(논)로 이용되고 있음. 반경 200m 내에 분포하는 산림은 대부분 저층 구릉성 산지로 활엽수림과 침엽수림이 혼재함.



<그림 2.6-7> 중점조사지점도

가) 조사지역 소산식물

① 소산식물 집계표

○ 계획구간 및 주변지역을 중심으로 현지조사를 실시한 결과, 기록된 관속식물은 <표 2.6-28>과 같이 30목 51과 128종 21변종 1품종 총 150분류군이 조사되었으며, 「야생동·식물보호법 시행규칙 제2조」에 의한 멸종위기야생식물은 서식하지 않는 것으로 조사되었음.

<표 2.6-28> 조사지역의 식물상

분류군 / 종수	목	과	종	변종	품종	소계
양 치 식 물	1	1	1	0	0	1
나 자 식 물	2	3	3	0	0	3
피 자 식 물	27	47	124	21	1	146
단자엽식물	6	8	28	5	0	33
쌍자엽식물	21	39	96	16	1	113
합 계	30	51	128	21	1	150

② 귀화식물

○ 자연식생의 파괴정도를 가름하는 척도(임과 전 1980)로 알려져 있는 귀화식물은 총 10과 29종이 조사되었는데, 이는 남한 전체(290종, 국립환경연구원, 2005) 귀화식물의 10.0%, 조사지역 식물상의 19.3%에 해당함.

○ 조사지역은 대부분이 경작지, 주거지 등이 분포하고 있는 등 인위적인 간섭이 큰 지역이며, 생태계교란종인 애기수영(Rumex acetocella), 돼지풀(Ambrosia artemisiifolia var. elatior), 미국쑥부쟁이(Aster pilosus) 등 3종이 출현하였음.

나) 식생

① 식물 구계 및 군계

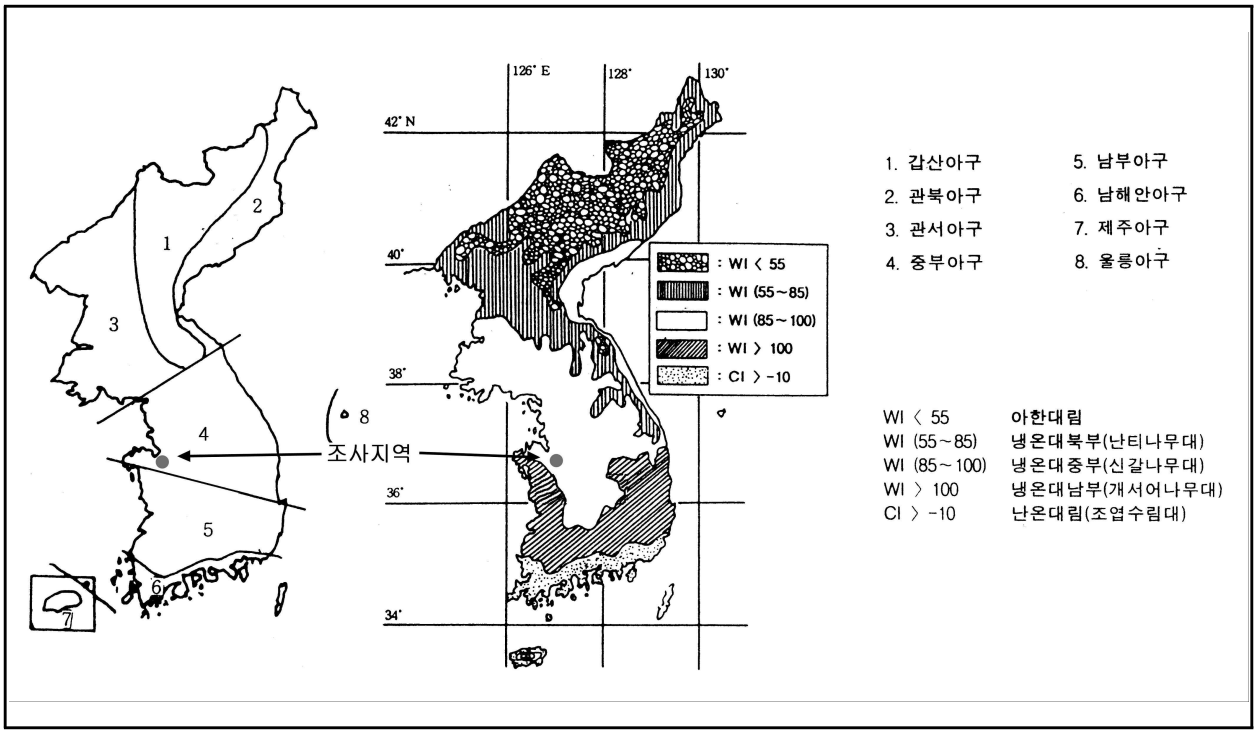
○ 계획구간은 식물구계지리학상으로 볼 때 한반도 중부아구(이와 임 1978)에 속함.

또한, 식생의 군계수준에서는 냉온대 중부(Yim and Kira 1975)에 해당되고, 식생 지리학적 분포는 대륙형으로서 한반도아형의 중부/산지형임(Kim 1992).

<표 2.6-29> 조사지역의 귀화식물

과명	학명	국명	비고
벼과	*Dactylis glomerata* L.	오리새	
	Panicum dichotomiflorum MICHX.	미국개기장	
마디풀과	*Rumex acetocella* L.	애기수영	교
	Rumex crispus L.	소리쟁이	
	Bilderdykia dumetora (L.) DUM.	닭의덩굴	
명아주과	*Chenopodium ficifolium* SMITH	좀명아주	
십자화과	*Brassica juncea* var. *integrifolia* SINSK.	갓	
	Lepidium apetalum WILLD.	다닥냉이	
	Thlaspi arvense L.	말냉이	
콩과	*Vicia villosa* ROTH	벳지	
	Robinia pseudo-acacia L.	아까시나무	
	Amorpha fruticosa L.	족제비싸리	
	Trifolium pratense L.	붉은토끼풀	
	Trifolium repens L.	토끼풀	
대극과	*Euphorbia supina* RAFIN.	애기땅빈대	
아욱과	*Abutilon avicennae* GAERTN.	어저귀	
바늘꽃과	*Oenothera odorata* JACQ.	달맞이꽃	
현삼과	*Veronica arvensis* L.	선개불알풀	
	Veronica persica POIR.	큰개불알풀	
국화과	*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* DESCOURTILS	돼지풀	교
	Xanthium strumarium L.	도꼬마리	
	Aster pilosus	미국쑥부쟁이	교
	Erigeron annuus (L.) PERS.	개망초	
	Erigeron canadensis L.	망초	
	Senecio vulgaris L.	개쑥갓	
	Bidens frondosa L.	미국가막사리	
	Carduus crispus L.	지느러미엉겅퀴	
	Taraxacum officinale WEBER	서양민들레	
	Galisoga ciliata (RAF.) BLAKE	털별꽃아재비	

주 : 교(생태계 교란종)



<그림 2.6-8> 조사지역의 식생대

② 계획구간 주변 식생 현황

○ 계획구간 주변지역은 경작지가 넓게 분포하고 있으며, 산림지역은 해발 200m 이하의 저층 구릉성 산지가 형성되어 있음.

○ 경작지는 주로 논으로 이용되고 있으며, 산림지역을 대표하는 현존 식생은 상수리나무군락과 소나무군락인 것으로 조사됨.

③ 하천 식생단면도

○ 계획구간은 평지에 형성된 개방형 수로하천으로 돌망태와 석축 등의 인공적 제방이 조성되어 있으며, 제방 길은 콘크리트 및 아스팔트 등의 포장도로와 비포장도로가 하천을 따라 형성되어 있음. 하천내 구조물은 교량, 보 등이 있으며, 하상은 주로 모래로 이루어져 있음.

○ 하천 내에 분포하는 식생은 주로 벼과 식물이 우점하고 있으며, 특히, 달뿌리풀, 갈풀, 돌피, 물억새 등이 우점함.

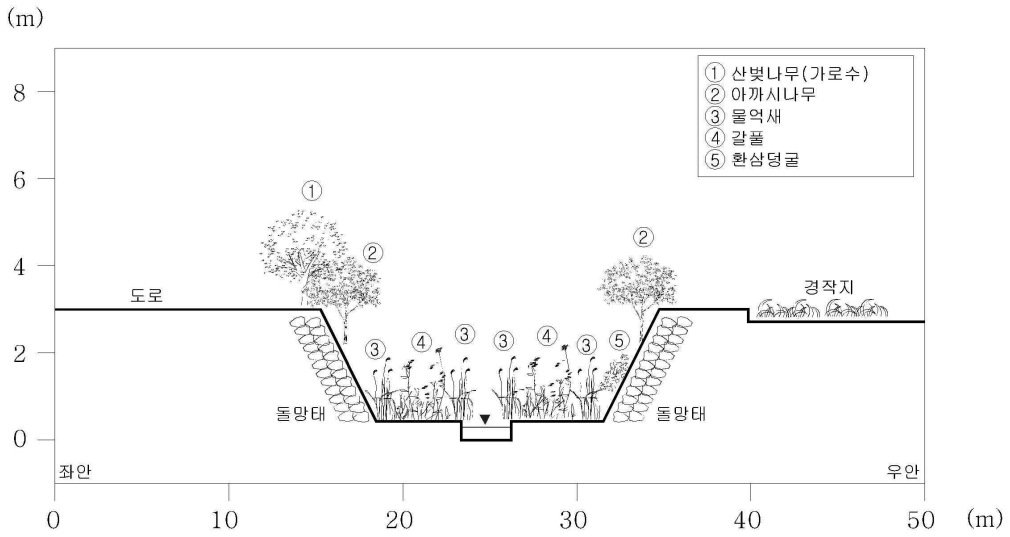
○ 계획구간의 식생을 대표하는 5개지점을 선정하여 식생단면도를 작성하였으며, 그

결과는 다음과 같음[지점위치는 <그림 2.6-7> 참조].

<표 2.6-30> 하천 식생단면도 1

하천명	용봉천	지점번호	1
물리적 서식환경	하천형태	개방형 수로하천	
	제방형태(좌/우안)	돌망태 / 돌망태	
	하폭/유로폭(m)	15 / 2	
	하상구조	모래	
	하천 주변현황	경작지, 도로, 주거지	
식물상 및 식생	우점군락	갈풀+물억새	
	수반종	산딸기, 댕댕이덩굴, 쇠뜨기, 애기똥풀, 어저귀, 개망초, 달맞이꽃, 자귀나무, 붉나무, 쑥, 꼭두서니, 참새귀리, 환삼덩굴, 소리쟁이 등	

하천단면도

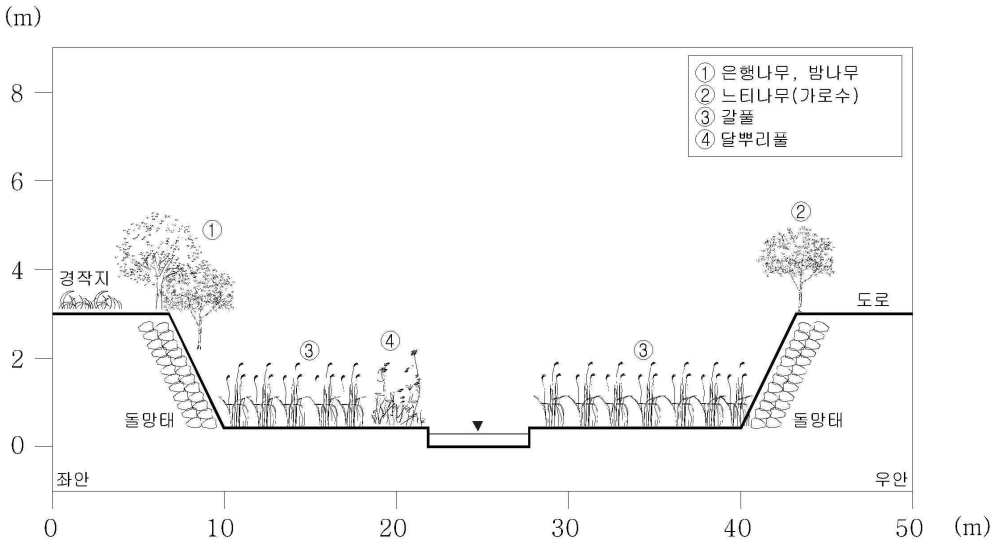


식생현황 사진

<표 2.6-31> 하천 식생단면도 2

하천명	용봉천	지점번호	2
물리적 서식환경	하천형태	개방형 수로하천	
	제방형태(좌/우안)	돌망태 / 돌망태	
	하폭/유로폭(m)	35 / 4	
	하상구조	모래	
	하천 주변현황	도로, 경작지, 주거지 등	
식물상 및 식생	우점군락	갈풀	
	수반종	물억새, 참새귀리, 개밀, 돌피, 소리쟁이, 쑥, 애기똥풀, 환삼덩굴, 갯버들, 고마리, 느티나무, 밤나무, 은행나무, 쇠뜨기, 보리뱅이, 개망초, 쇠별꽃 등	

하천단면도

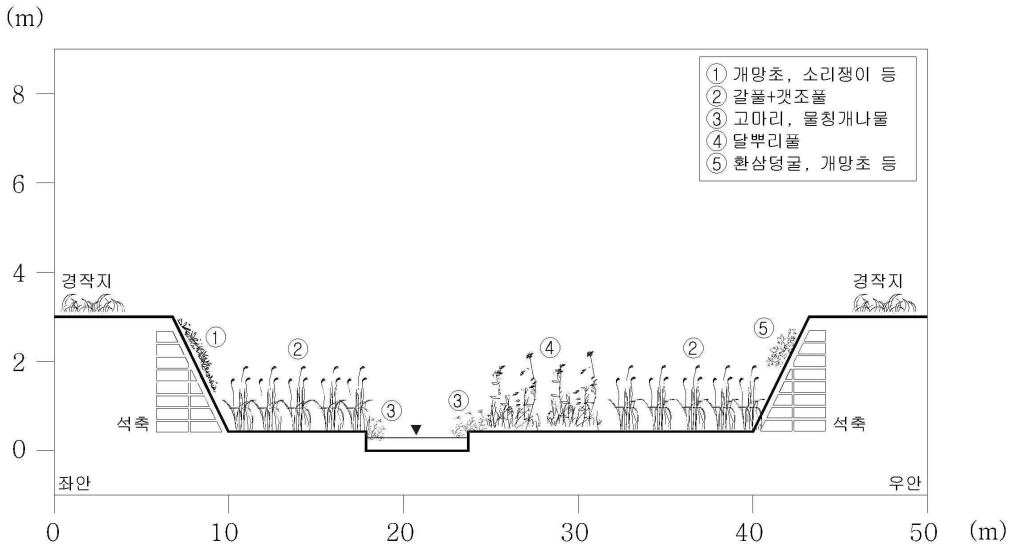


식생현황 사진

<표 2.6-32> 하천 식생단면도 3

하천명	용봉천	지점번호	3
물리적 서식환경	하천형태	개방형 수로하천	
	제방형태(좌/우안)	석축 / 석축	
	하폭/유로폭(m)	35 / 4	
	하상구조	모래	
	하천 주변현황	경작지, 도로, 주거지	
식물상 및 식생	우점군락	갈풀+갯조풀, 달뿌리풀	
	수반종	환삼덩굴, 소리쟁이, 미나리, 돌피, 애기똥풀, 쇠뜨기, 물칭개나물, 개갓냉이, 양지꽃, 쑥, 돼지풀, 달맞이꽃, 고마리, 개여뀌 등	

하천단면도

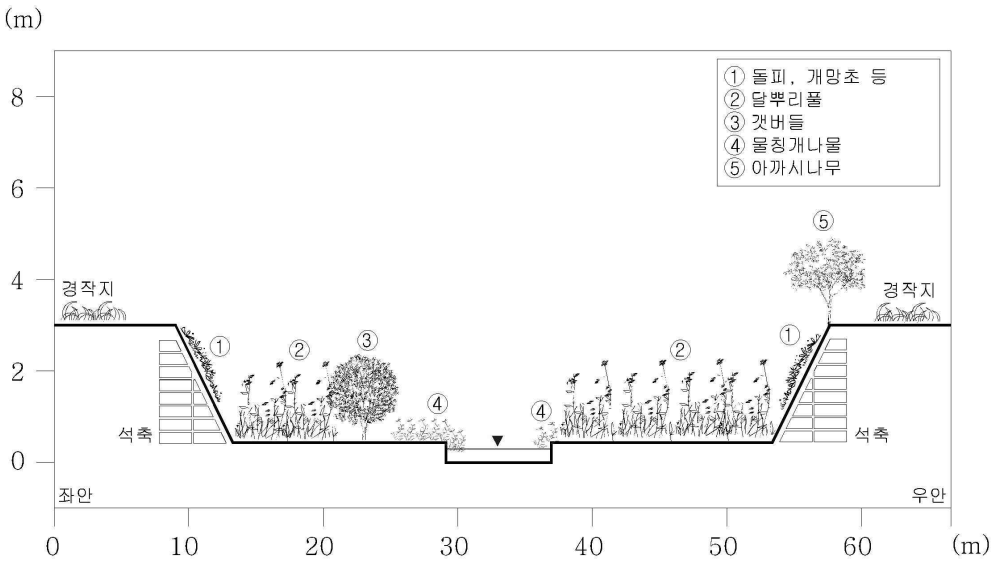


식생현황 사진

<표 2.6-33> 하천 식생단면도 4

하천명	용봉천	지점번호	4
물리적 서식환경	하천형태	개방형 수로하천	
	제방형태(좌/우안)	석축 / 석축	
	하폭/유로폭(m)	55 / 7	
	하상구조	모래	
	하천 주변현황	경작지	
식물상 및 식생	우점군락	달뿌리풀	
	수반종	갯버들, 나자스말, 물칭개나물, 쇠뜨기, 애기똥풀, 갈풀, 참새귀리, 돌피, 아까시나무, 족제비싸리, 소리쟁이, 달맞이꽃, 쑥, 미국가막사리, 돼지풀, 개망초, 개여뀌, 고마리, 벳지 등	

하천단면도

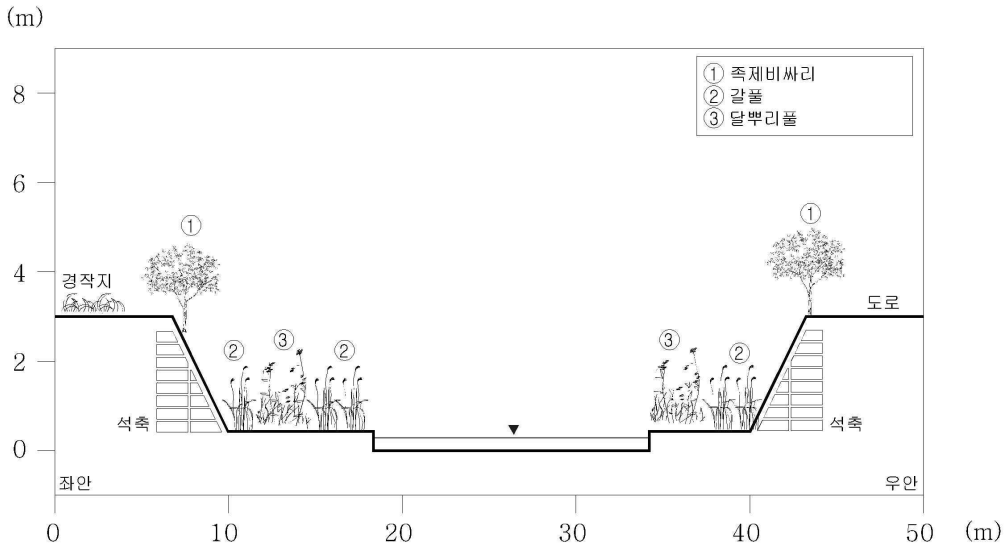


식생현황 사진

<표 2.6-34> 하천 식생단면도 5

하천명	용봉천	지점번호	5
물리적 서식환경	하천형태	개방형 수로하천	
	제방형태(좌/우안)	석축 / 석축	
	하폭/유로폭(m)	40 / 15	
	하상구조	모래	
	하천 주변현황	경작지	
식물상 및 식생	우점군락	갈풀+달뿌리풀	
	수반종	좀개구리밥, 족제비싸리, 달맞이꽃, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쑥, 돼지풀, 미국가막사리, 고마리, 개망초, 벳지, 토끼풀, 돌피, 개여뀌, 족제비싸리, 아까시나무, 애기똥풀 등	

하천단면도



식생현황 사진

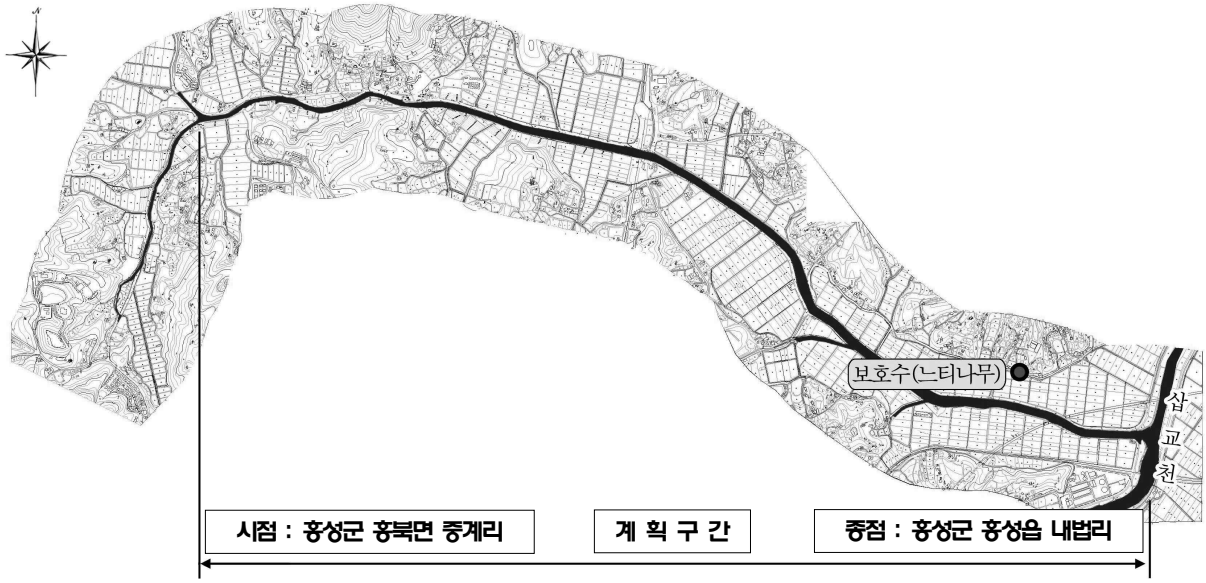
다) 주요종(멸종위기야생식물, 특정군락, 보호수 등)의 분포현황

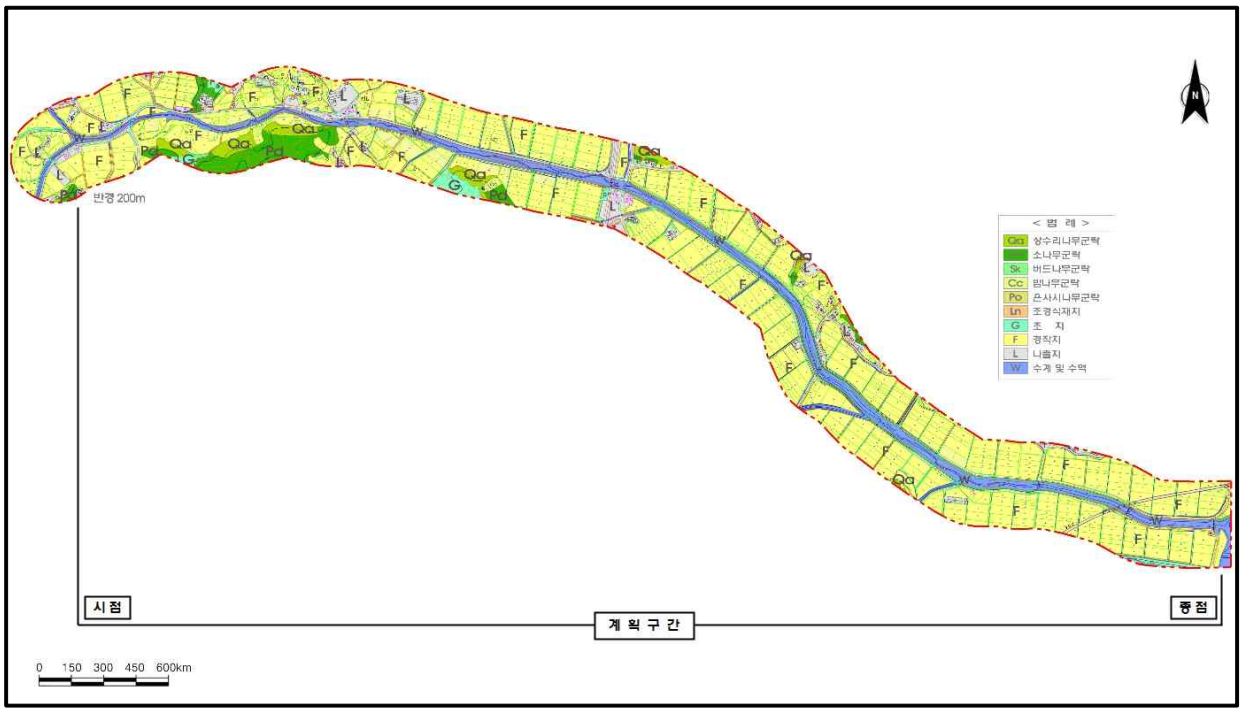
○ 현지조사 결과, 계획구간에서 약 200m 이격된 홍북면 내덕리 591번지 일원에서 보호수로 지정된 느티나무 1본이 조사되었음.

○ 그 외 멸종위기야생식물 및 천연기념물 등의 주요종과 특정군락은 분포하지 않는 것으로 조사됨.

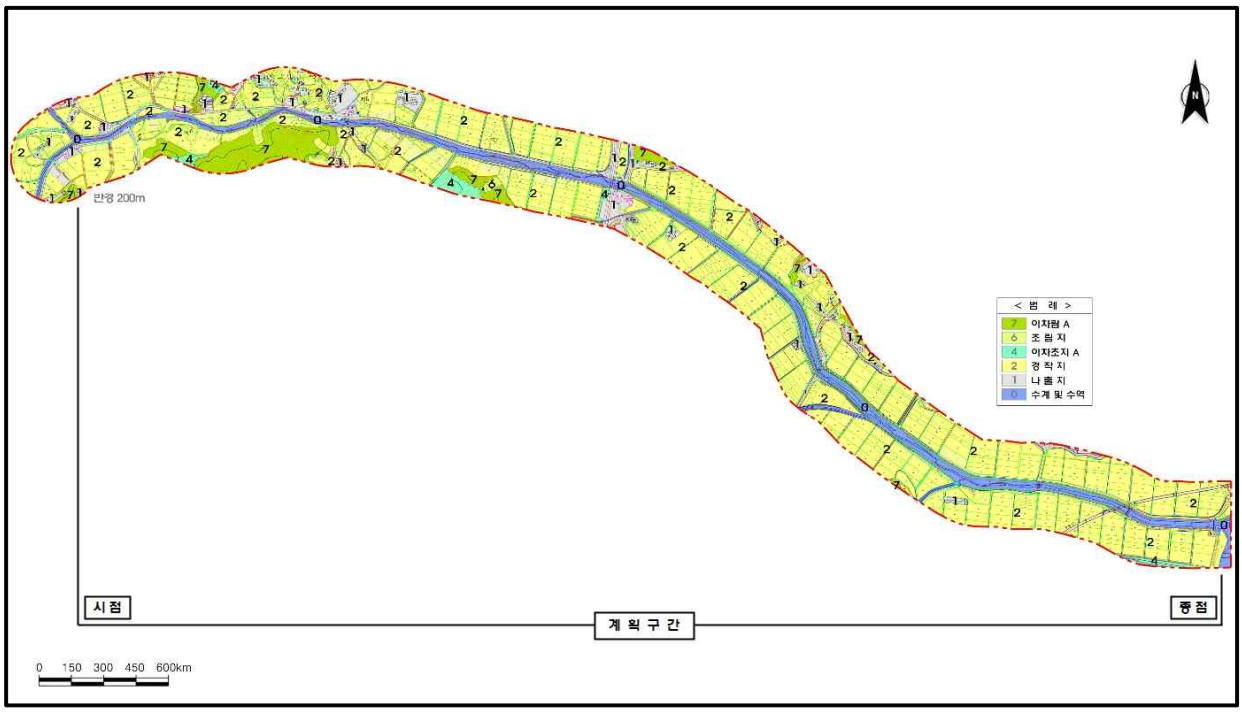
<표 2.6-35> 조사지역의 보호수 현황

수종	느티나무	
지정일자	1982. 10. 1.	
수령	약 180년	
수고	20m	
수목둘레	320㎝	
소재지	충남 홍성군 홍북면 내덕리 591번지	





<그림 3.6-9> 현존식생도



<그림 3.6-10> 녹지자연도

2) 동물상

○ 계획구간은 개방형 수로의 형태를 띄고 있으며, 제방은 돌망태 및 석축제방으로 조성되어 있음. 한편, 제방을 따라 콘크리트 및 아스팔트 포장 도로와 비포장 도로가 형성되어 있으며, 하천 내에 조성된 구조물로는 교량과 보 등이 있음.

○ 계획구간 주변은 넓은 평지로 이루어져 있으며, 주로 경작지(논)로 이용되고 있음. 조사지역 내로 산림이 분포하고 있으나, 해발 200m 이하의 저층 구릉성 산지이며, 주로 소나무와 상수리나무가 우점하는 침엽수림과 활엽수림이 혼재하고 있음.

○ 문헌자료는 계획구간이 위치한 덕산(366072 - E7, E8)과 홍성(366074 - E1, E2) 일대를 중심으로 2007년 환경부에서 조사한 자료「제3차 전국자연환경조사」를 인용하였음.

<표 2.6-36> 조사지역 동물상 개요

구 분	현지조사(탐문 포함)		문헌조사	
	출현종수	출현종	① 덕산	② 홍성
포유류	7과 7종	고라니, 너구리 등	4과 8종	4과 5종
조 류	16과 25종	백로류, 황조롱이 등	18과 31종	25과 47종
양서류	3과 4종	참개구리, 황소개구리 등	-	1과 2종
파충류	2과 3종	누룩뱀(탐문) 등	1과 1종	-
육상곤충류	37과 69종	십자무늬긴노린재 등	41과 119종	29과 63종
어 류	3과 7종	붕어, 피라미 등	3과 14종	4과 11종
저서성대형무척추동물	2과 27종	물달팽이, 개똥하루살이 등	15과19종	6과8종

주) 1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

가) 포유류

① 문헌자료

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 2007, 환경부」에 따르면, 포유류는 총 4과 8종이 조사되었으며, 이 중 멸종위기야생동물 Ⅱ급인 삵이 격자번호 E7에서 조사된 바 있음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 2007, 환경부」에 따르면, 포유류는 총 4과 5종이 조사된 바 있으며, 주요종은 조사되지 않았음.

② 현지조사

○ 조사지역을 중심으로 두더지(굴), 너구리(배설물), 족제비(탐문), 고양이(목견), 고라니(배설물, 족흔), 멧토끼(탐문), 집쥐(탐문) 등 총 7과 7종의 포유류가 조사되었으며, 멸종위기야생동물 및 천연기념물 등의 주요종은 조사되지 않았음.

○ 출현종 중 고라니는 삽교천 합류지점에서 배설물과 족흔이 관찰되었으며, 두더지는 조사지역 전역에서 굴흔이 관찰됨. 너구리는 하천변 제방길에서 똥자리가 관찰되었으며, 고양이는 마을을 중심으로 흔하게 관찰됨.

<표 2.6-37> 조사지역의 포유류 목록

학명	국명	현지	문헌		비고
			①덕산	②홍성	
Insectivora 식충목					
Talpidae 두더지과					
Mogera wogura	두더지	F,H		◎	
Carnivora 식육목					
Canidae 개과					
Nyctereutes procyonoides	너구리	F,H		◎	
Mustelidae 족제비과					
Mustela sibirica	족제비	H			
Felidae 고양이과					
Prionailurus bengalensis	삵		◎(E7)		멸2
Felis catus	고양이	V	◎		야생화
Artiodactyla 소목					
Cervidae 사슴과					
Hydropotes inermis	고라니	F,H	◎	◎	
Lagomorpha 토끼목					
Leporidae 토끼과					
Lepus coreanus	멧토끼	H	◎		
Rodentia 설치목					
Mueidae 쥐과					
Rattus norvegicus	집쥐	H	◎		
Mus musculus	생쥐		◎		
Apodemus agrarius	등줄쥐		◎	◎	
Micromys minutus	멧밭쥐		◎	◎	
계(종 수)		7	8	5	

주) F : 흔적, H : 청문, V : 목견, 멸2 : 멸종위기야생동물 Ⅱ급
1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

나) 조류

① 문헌자료

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 2007, 환경부」에 따르면, 조류는 총 18과 31종이 조사되었으며, 이 중 주요종은 원앙(천연기념물 327호), 황조롱이(천연기념물 323호) 등 2종이 조사된 바 있음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 2007, 환경부」에 따르면, 조류는 총 25과 47종이 조사된 바 있으며, 이 중 주요종은 큰기러기(멸종위기야생동물 Ⅱ급), 가창오리(멸종위기야생동물 Ⅱ급) 등 2종이 조사된 바 있음.

② 현지조사

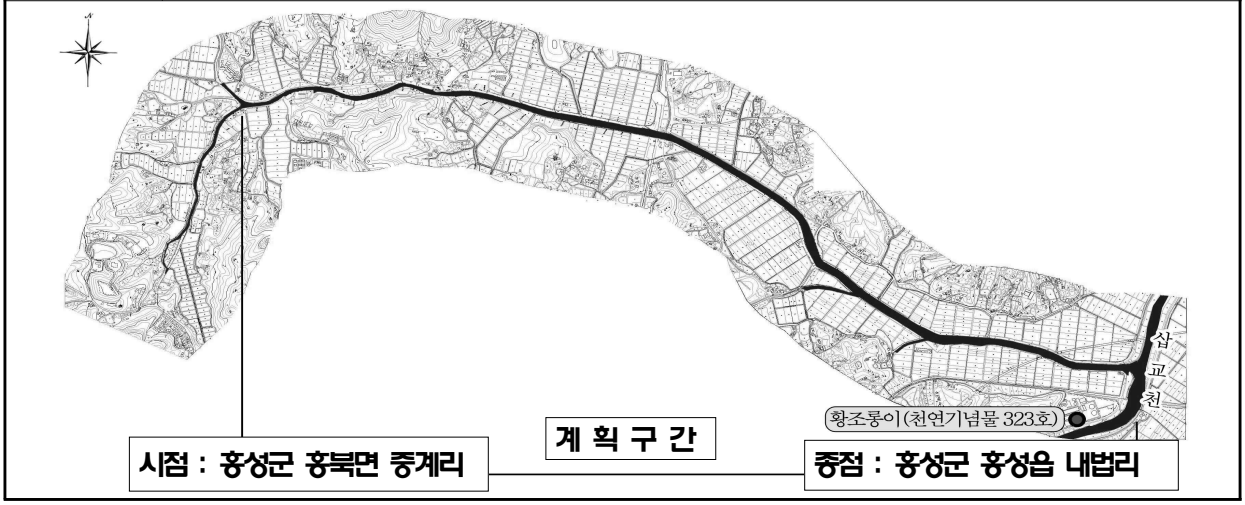
○ 조사지역을 중심으로 관찰된 조류는 총 16과 25종이며, 텃새 18종, 여름철새 7종이 확인됨.

○ 출현빈도가 높게 나타난 종은 백로류, 흰빰검둥오리, 멧비둘기, 붉은머리오목눈이, 참새, 까치 등이며, 특히, 백로류와 흰빰검둥오리는 수조류로서 계획구간과 주변 경작지(논)를 중심으로 흔하게 관찰되고 있음.

○ 한편, 주요종은 천연기념물 323호인 황조롱이 1종이 조사되었으며, 삽교천 합류지점에서 1개체가 목견됨.

<표 2.6-38> 황조롱이의 생태적 특징 및 출현지점

분류 / 학명	매목 매과 / Falco tinnunculus interstinctus
서식지	숲, 개활지, 농경지, 도시
먹 이	설치류, 작은새, 곤충류, 파충류 등을 먹고, 소화되지 않은 것을 펠릿(pellet)으로 토해냄
특 징	전국의 삼림, 도시의 숲, 빌딩, 아파트에서 번식하며 맹금류 중 비교적 흔한 텃새임
기 타	천연기념물 323호



<표 2.6-39> 조사지역의 조류 목록

학명	국명	현지	문헌		생태형	비고
			①덕산	②홍성		
Podicipediformes 논병아리목						
Podicipedidae 논병아리과						
Podiceps ruficollis	논병아리		◎	◎	RES	
Ciconiiformes 황새목						
Ardeidae 백로과						
Nycticorax nycticorax	해오라기	+	◎	◎	RES	
Ixobrychus sinensis	덤불해오라기		◎		SV	
Butorides striatus	검은댕기해오라기		◎		SV	
Bubulcus ibis	황로	++	◎	◎	SV	
Egretta alba	중대백로	+++	◎	◎	SV	
Egretta garzetta	쇠백로	+++	◎	◎	SV	
Ardea cinerea	왜가리	++	◎	◎	SV	
Anseriformes 기러기목						
Anatidae 오리과						
Anser albifrons	쇠기러기			◎	WV	
Anser fabalis	큰기러기			◎	WV	멸2
Aix galericulata	원앙(이)		◎	◎	RES	천
Anas platyrhynchos	청둥오리			◎	WV	
Anas poecilorhyncha	흰뺨검둥오리	+++	◎	◎	RES	
Anas crecca	쇠오리		◎	◎	WV	
Anas acuta	고방오리			◎	WV	
Anas formose	가창오리			◎	WV	멸2
Falconuformes 매목						
Falconidae 매과						
Falco tinnunculus	황조롱이	+	◎	◎	RES	천
Galliformes 닭목						
Phasianidae 꿩과						
Phasianus colchicus	꿩	+	◎	◎	RES	
Gruiformes 두루미목						
Rallidae 뜸부기과						
Gallinula chloropus	쇠물닭		◎		SV	
Charadriiformes 도요목						
Charadriidae 물떼새과						
Charadrius dubius	꼬마물떼새		◎		SV	
Scolopacidae 도요과						
Tringa hypoleucos	깝작도요		◎		SV	
Gallinago gallinago	꺅도요			◎	PM	
Laridae 갈매기과						
Larus ridibundus	붉은부리갈매기			◎	WV	
Columbiformes 비둘기목						
Columbidae 비둘기과						
Streptopelia orientalis	멧비둘기	+++	◎	◎	RES	
Cuculiformes 두견이목						
Cuculidae 두견이과						
Cuculus canorus	뻐꾸기	+			SV	

<표 2.6-39 계속> 조사지역의 조류 목록

학명	국명	현지	문헌		생태형	비고
			①덕산	②홍성		
Coraciiformes 파랑새목						
Alcedinidae 물총새과						
Alcedo atthis	물총새			◎	SV	
Coraciidae 파랑새과						
Eurystomus orientalis	파랑새			◎	SV	
Piciformes 딱다구리목						
Picidae 딱다구리과						
Picus canus	청딱다구리			◎	RES	
Dendrocopos major	오색딱다구리			◎	RES	
Dendrocopos kizuki	쇠딱다구리			◎	RES	
Passeriformes 참새목						
Hirundinidae 제비과						
Hirundo rustica	제비		◎	◎	SV	
Motacillidae 할미새과						
Motacilla cinerea	노랑할미새	+			SV	
Motacilla alba	알락할미새			◎	SV	
Motacilla lugens	백할미새			◎	WV	
Motacilla grandis	검은등할미새	+			RES	
Anthus rubescens	밭종다리			◎	WV	
Pycnonotidae 직박구리과						
Hypsipetes amaurotis	직박구리	++	◎	◎	RES	
Laniidae 때까치과						
Lanius bucephalus	때까치	+	◎	◎	RES	
Turdidae 지빠귀과						
Phoenicurus auroreus	딱새	++		◎	RES	
Saxicola torquata	검은딱새			◎	SV	
Turdus naumanni	개똥지빠귀			◎	WV	
Panuridae 붉은머리오목눈이과						
Paradoxornis webbiana	붉은머리오목눈이	+++	◎	◎	RES	
Sylviidae 휘파람새과						
Phylloscopus inornatus	노랑눈썹솔새			◎	PM	
Aegithalidae 오목눈이과						
Aegithalos caudatus	오목눈이			◎	RES	
Paridae 박새과						
Parus palustris	쇠박새	++	◎	◎	RES	
Parus ater	진박새		◎		RES	
Parus varius	곤줄박이	+	◎		RES	
Parus major	박새	+	◎	◎	RES	
Emberizidae 멧새과						
Emberiza elegans	노랑턱멧새	++	◎	◎	RES	
Emberiza spodocephala	촉새		◎		PM	
Fringillidae 되새과						
Eophona migratoria	밀화부리			◎	SV	
Fringilla montifringilla	되새			◎	WV	

<표 2.6-39 계속> 조사지역의 조류 목록

학명	국명	현지	문헌		생태형	비고
			①덕산	②홍성		
Ploceidae 참새과						
Passer montanus dybowskii	참새	+++	◎	◎	RES	
Sturnidae 찌르레기과						
Sturnus cineraceus	찌르레기	++	◎	◎	SV	
Corvidae 까마귀과						
Garrulus glandarius	어치	+	◎	◎	RES	
Cyanopica cyanus	물까치			◎	RES	
Pica pica sericea	까치	+++	◎	◎	RES	
Corvus corone	까마귀	++		◎	RES	
계(종 수)		25	31	47		

주) 1. 현지 - 출현빈도(+: 5개체미만, ++:5~20개체, +++: 20개체 이상)
2. 생활형 - Res : 텃새, SV : 여름철새, WV : 겨울철새, PM : 나그네새
3. 비고 - 천 : 천연기념물, 멸2 : 멸종위기야생동물 Ⅱ급
4. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
5. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

다) 양서·파충류

① 문헌자료

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 2007, 환경부」에 따르면, 양서류는 조사되지 않았으며, 파충류는 유혈목이 1종이 조사된 바 있음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 2007, 환경부」에 따르면, 양서류는 한국산개구리, 북방산개구리 등 2종이 조사된 바 있으며, 파충류는 조사되지 않았음.

② 현지조사

○ 현지조사시 조사지역을 중심으로 확인된 양서류는 두꺼비(탐문), 청개구리(탐문), 참개구리(목견), 황소개구리(목견) 등 총 2과 4종이며, 파충류는 누룩뱀, 유혈목이, 쇠살모사 등 3종이 탐문조사 됨.

○ 직접 관찰된 참개구리는 계획구간 주변의 경작지에서 관찰되었으며, 황소개구리는 계획구간 중·하류에서 유생이 목견됨.

○ 한편, 멸종위기야생동물 및 천연기념물 등 주요종의 서식은 확인되지 않았음.

<표 2.6-40> 조사지역의 양서·파충류 목록

학명	국명	현지	문헌		비고
			①덕산	②홍성	
양서류					
Salientia 개구리목					
Bufonidae 두꺼비과					
Bufo gargarizans	두꺼비	H			
Hylidae 청개구리과					
Hyla japonica	청개구리	H			
Ranidae 개구리과					
Rana coreana	한국산개구리			◎	
Rana dybowskii	북방산개구리			◎	
Rana nigromaculata	참개구리	V			
Rana catesbeiana	황소개구리	V			
계(종 수)		4	0	2	
파충류					
Squamata 뱀목(유인목)					
Colubridae 뱀과					
Elaphe dione	누룩뱀	H			
Rhabdophis tigrinus	유혈목이	H	◎		
Viperidae 살모사과					
Agkistrodon ussuriensis	쇠살모사	H			
계(종 수)		3	1	0	

주) 현지 - H:탐문, V: 목견
1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

라) 육상곤충류

① 문헌자료

○ 계획구간을 중심으로 이루어진 광역적인 문헌자료(제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 및 홍성(366074), 2007, 환경부)에 의하면, 육상곤충류는 총 9목 51과 164종이 조사된 바 있음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 2007, 환경부」에 따르면, 육상곤충류는 8목 41과 119종이 조사된 바 있으며, 주요종은 조사되지 않았음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074) 2007, 환경부」에 따르면, 육

상곤충류는 8목 29과 63종이 조사된 바 있으며, 주요종은 조사되지 않았음.

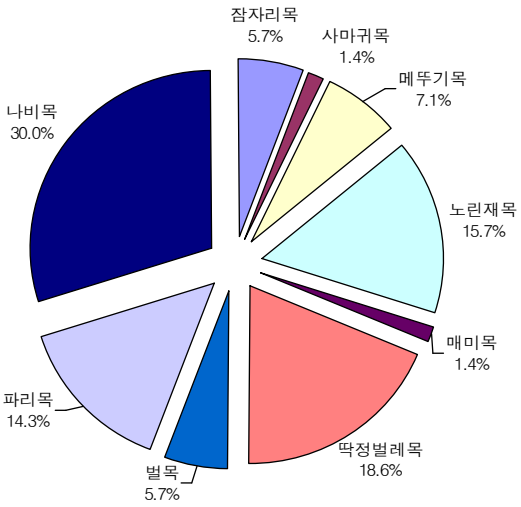
② 현지조사

○ 계획구간을 중심으로 조사가 이루어 졌으며, 하천주변으로는 경작지가 대부분을 차지하고 있어 산림에 분포하는 종은 출현 빈도가 매우 낮게 조사되었음.

○ 현지조사시 관찰된 곤충류는 총 9목 38과 70종이 관찰되었으며, 잠자리목 4종(5.7%), 사마귀목 1종(1.4%), 메뚜기목 5종(7.1%), 노린재목 11종(15.7%), 매미목 1종(1.4%), 딱정벌레목 13종(18.6%), 벌목 4종(5.7%), 파리목 10종(14.3%), 나비목 21종(30.0%)의 분포로 조사되었음. 조사지역내로는 경작지 및 초지 등이 주로 분포하는 등 노린재목, 메뚜기목, 잠자리목, 나비목 등이 주로 관찰되고 있는 것으로 조사되었음.

<표 2.6-41> 조사지역의 육상곤충의 목별 출현율

목명	종수	비율
잠자리목	4	5.7
사마귀목	1	1.4
메뚜기목	5	7.1
노린재목	11	15.7
매미목	1	1.4
딱정벌레목	13	18.6
벌목	4	5.7
파리목	10	14.3
나비목	21	30.0
Total	70	100.0



<표 2.6-42> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
곤충강 (Insecta)					
톡토기목 (Collembola)					
Entomobryidae 털보톡토기과					
Entomobrya vigintiseta	스무털보톡토기		○		
Homidia koreana	고려붓톡토기		○		
Homidia mediaseta	줄무늬붓톡토기		○		
Odonata 잠자리목					
Coenagrionidae 실잠자리과					
Ischnura asiatica	아시아실잠자리	+			
Platycnemididae 방울실잠자리과					
Platycnemis phillopoda	방울실잠자리			○	
Aeshnidae 왕잠자리과					
Anax parthenope julius	왕잠자리	+			
Libellulidae 잠자리과					
Lyriothemis pachygastra	베치레잠자리	+			
Orthetrum albistylum speciosum	밀잠자리	++			
Mantodea 사마귀목					
Mantidae 사마귀과					
Mantis religiosa	황라사마귀		○		
Statilia maculata	좀사마귀		○		
Tenodera angustipennis	사마귀	+		○	
Tenodera aridifolia	왕사마귀			○	
Orthoptera 메뚜기목					
Tettigoniidae 여치과					
Ducetia japonica	줄베짱이			○	
Elimaea grandis	큰실베짱이			○	
Gampsocleis sedakovi abscura	여치	+		○	
Oecanthidae 긴꼬리과					
Oecanthus indicus	긴꼬리			○	
Tetrigidae 모메뚜기과					
Tetrix japonica	모메뚜기	++	○		
Pyrgomorphidae 섬서구메뚜기과					
Atractomorpha lata	섬서구메뚜기	+	○	○	
Acrididae 메뚜기과					
Anapodisma beybienkoi	팔공산밑들이메뚜기		○		
Shirakiacris shirakii	등검은메뚜기	++	○		
Acrida cinerea cinerea	방아깨비	+	○		
Gonista bicolor	딱다기		○		
Locusta migratoria	풀무치		○		
Oedaleus infernalis	팥중이		○	○	
Hemiptera 노린재목					
Miridae 장님노린재과					

<표 2.6-42 계속> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
Stethoconus japonicus	방패장님노린재		○		
Ectmetopterus micantulus	큰검정뛰어장님노린재		○		
Eurystylus coelestialium	탈장님노린재	+	○		
Berytidae 실노린재과					
Yemma exilis	실노린재	++	○	○	
Malcidae 뽕나무노린재과					
Chauliops fallax	게눈노린재		○		
Lygaeidae 긴노린재과					
Geocoris varius	큰딱부리긴노린재	+		○	
Tropidothorax cruciger	십자무늬긴노린재	+++	○		
Nysius plebejus	애긴노린재		○	○	
Pachygrontha antennata	더듬이긴노린재	++	○	○	
Coreidae 허리노린재과					
Acanthocoris sordidus	꽈리허리노린재			○	
Hygia lativentris	떼허리노린재			○	
Hygia opaca	애허리노린재			○	
Cletus schmidti	우리가시허리노린재	+		○	
Alydidae 호리허리노린재과					
Riptortus clavatus	톱다리개미허리노린재	+	○		
Rhopalidae 잡초노린재과					
Rhopalus sapporensis	삿포로잡초노린재	+		○	
Stictopleurus crassicornis	흑다리잡초노린재		○	○	
Plataspididae 알노린재과					
Megacopta punctatissima	무당알노린재		○		
Pentatomidae 노린재과					
Aelia fieberi	메추리노린재		○	○	
Carbula putoni	가시노린재	+	○		
Dolycoris baccarum	알락수염노린재	+	○	○	
Eurydema dominulus	홍비단노린재		○		
Eurydema gebleri	북쪽비단노린재	++	○	○	
Eysarcoris aeneus	가시점둥글노린재			○	
Eysarcoris guttiger	점박이둥글노린재		○		
Eysarcoris ventralis	배둥글노린재		○		
Plautia stali	갈색날개노린재		○		
Sepontia aenea	구슬노린재			○	
Homoptera 매미목					
Cercopidae 쥐머리거품벌레과					

<표 2.6-42 계속> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
Eoscartopsis assimilis	쥐머리거품벌레		○		
Cicadellidae 매미충과					
Idiocerus ishiyamae	능수버들머리매미충			○	
Bothrogonia japonica	끝검은말매미충	+		○	
Xestocephalus sjaolinus	이시하라별매미충			○	
Metalimnus steini	광대매미충			○	
Ricaniidae 큰날개매미충과					
Euricania clara	신부날개매미충		○		
Cixiidae 장삼벌레과					
Kuvera flaviceps	죽은깨장삼벌레			○	
Coleoptera 딱정벌레목					
Harpalidae 먼지벌레과					
Chlaenius virgulifer	끝무늬먼지벌레	+			
Brachinidae 폭탄먼지벌레과					
Pheropsophus jessoensis	폭탄먼지벌레	+			
Staphylinidae 반날개과					
Ochthephilum densipenne	긴머리반날개		○		
Rutelidae 풍뎅이과					
Adoretus tenuimaculatus	주둥무늬차색풍뎅이	+			
Elateridae 방아벌레과					
Chiagosinus vittiger	검정테광방아벌레		○		
Coccinellidae 무당벌레과					
Coccinella septempunctata	칠성무당벌레	+	○		
Harmonia axyridis	무당벌레	+	○	○	
Propylea japonica	꼬마남생이무당벌레	+			
Cerambycidae 하늘소과					
Agapanthia pilicornis	남색초원하늘소	++			
Moechotypa diphysis	털두꺼비하늘소	+			
Oberea inclusa	사과하늘소		○		
Phytoecia rufiventris	국화하늘소	+			
Chrysomelidae 잎벌레과					
Physosmaragdina nigrifrons	밤나무잎벌레	+	○		
Basilepta fulvipes	금록색잎벌레	+		○	
Gastrophysa atrocyanea	좀남색잎벌레	+	○		
Galeruca heydeni	하이덴잎벌레			○	
Galerucella grisescens	딸기잎벌레	++			
Cneorane elegans	노랑가슴청색잎벌레		○		
Curculionidae 바구미과					
Mesalcidodes trifidus	배자바구미		○		
Hymenoptera 벌목					
Ichneumonidae 맵시벌과					

<표 2.6-42 계속> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
Cosmoconus elongator	뿔뭉툭맵시벌			○	
Chrysididae 청벌과					
Chrysis fasciata	줄육니청벌		○		
Chrysis principalis	육니청벌		○	○	
Chrysis splendidula	끝보라청벌		○		
Formicidae 개미과					
Ectomomyrmex astutus	스미스침개미		○		
Camponotus atrox	털왕개미		○		
Pompilidae 대모벌과					
Anoplius samariensis	왕무늬대모벌			○	
Eumenidae 호리병벌과					
Anterhynchium flavomarginatum	황테감탕벌		○		
Anterhynchium flavomarginatum koreanum	한국황슭감탕벌		○		
Eumenes flavoniger			○		
Euodynerus dantici	별감탕벌		○	○	
Orancistrocerus drewseni	줄무늬감탕벌		○	○	
Vespidae 말벌과					
Vespa simillima simillima	털보말벌		○		
Vespula koreensis koreensis	참땅벌	+	○		
Parapolybia indica	큰뱀허물쌍살벌		○		
Polistes snelleni	별쌍살벌	+	○		
Sphecoidae 구멍벌과					
Astat boops	파리구멍벌			○	
Allodyneus mandschuricus			○		
Allodyneus delphinalis			○		
Trypoxylon chosense	조선어리나나니			○	
Sceliphron deforine	노랑점나나니		○		
Apidae 꿀벌과					
Hylaeus perforatus	구멍애꽃벌		○		
Chalicodoma sculpturalis	왕가위벌		○		
Crocisa emarginata	루리알락꽃벌		○		
Amegilla florea	흰줄벌		○		
Xylocopa appendiculata circumvolans	어리호박벌	+	○		
Bombus ardens ardens	좀뒤영벌		○		
Apis mellifera	양봉꿀벌	+		○	
Diptera 파리목					
Tipulidae 각다귀과					
Tipula longicauda	아이노각다귀	+			
Asilidae 파리매과					
Astochia virgatipes	호랑무늬파리매	+			
Philonicus albiceps	쥐색파리매	+			
Bombyliidae 재니등에과					
Bombylius major	빌로도재니등에	+			
Syrphidae 꽃등에과					

<표 2.6-42 계속> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
Syrphus ribesii	좀넓적꽃등에	+			
Melanostoma mellinum	광붙이꽃등에	+			
Matsumyia nigrofascies	뒤영벌꽃등에	+			
Helophilus virgatus	수중다리꽃등에	++			
Sarcophagidae 쉬파리과					
Helicophagella melanura	검정볼기쉬파리	++			
Tachinidae 기생파리과					
Cylindromyia brassicaria	표주박기생파리	+			
Lepidoptera 나비목					
Cossidae 굴벌레나방과					
Zeuzera multistrigata	알락굴벌레나방		○		
Tortricidae 잎말이나방과					
Adoxophyes orana	애모무늬잎말이나방			○	
Pyralidae 명나방과					
Dichocrocis chlorophanta	몸노랑들명나방		○		
Glyphodes perspectalis	회양목명나방		○		
Hymenia recurvalis	흰띠명나방		○		
Maruca testulalis	콩명나방		○		
Notarcha derogata	목화명나방		○		
Pleuroptya quadrimaculalis	네눈들명나방		○		
Endotricha consocia	큰홍색뾰족명나방		○		
Thyrididae 창나방과					
Striglina cancellatana	창나방		○		
Thyris fenestrella seoulensis	깜둥이창나방		○		
Zygaenidae 알락나방과					
Clelea fusca	굴뚝알락나방	+			
Limacodidae 쐐기나방과					
Monema flavescens	노랑쐐기나방		○		
Narosa fulgens	꼬마얼룩무늬쐐기나방		○		
Narosoideus flavidorsalis	배나무쐐기나방		○		
Drepanidae 갈고리나방과					
Agnidra scabiosa	참나무갈고리나방			○	
Drepana curvatula	밤색갈고리나방			○	
Nordstr omia japonica	황줄점갈고리나방			○	
Sabra harpagula	물결갈고리나방			○	
Geometridae 자나방과					

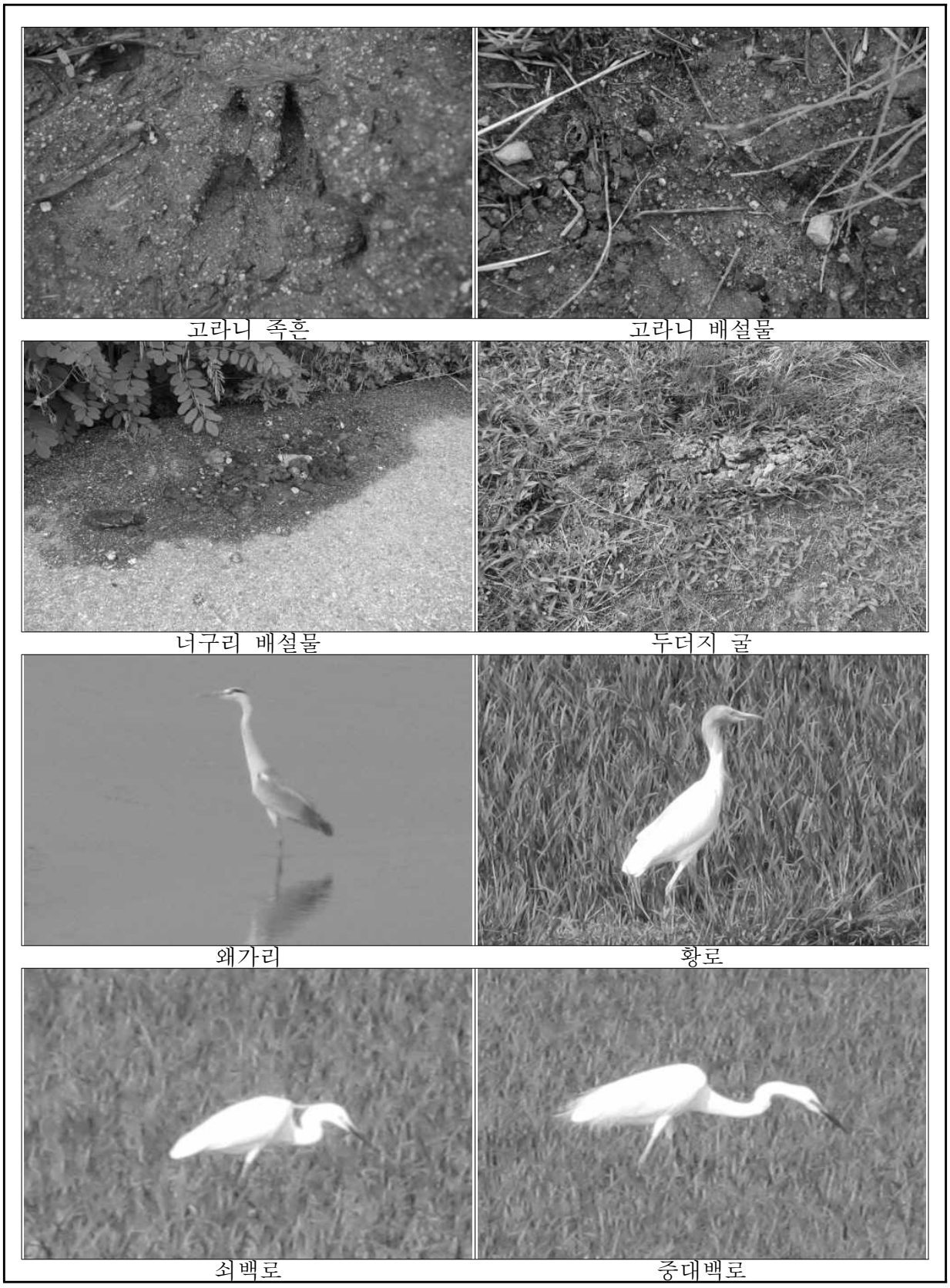
<표 2.6-42 계속> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
Naxa seraria	별박이자나방		○		
Chlorissa anadema	흰줄무늬애기푸른자나방			○	
Comibaena delicatior	붉은무늬푸른자나방			○	
Abraxas niphonibia	각시얼룩가지나방			○	
Menophra senilis	먹그림가지나방		○		
Saturniidae 산누에나방과					
Actias gnoma	옥색긴꼬리산누에나방		○		
Sphingidae 박각시과					
Callambulyx tatarinovii	녹색박각시		○		
Ampelophaga rubiginosa	머루박각시		○		
Rhagastis mongoliana	우단박각시		○		
Theretra oldenlandiae	세줄박각시		○		
Notodontidae 재주나방과					
Nerice davidi	멋쟁이재주나방			○	
Phalera assimilis	참나무재주나방		○		
Lymantriidae 독나방과					
Cifuna locuples	콩독나방		○		
Euproctis similis	흰독나방	+			
Arctiidae 불나방과					
Miltochrista miniata	주홍테불나방		○		
Chionarctia nivea	흰제비불나방		○		
Spilarctia luteum	외줄점불나방		○		
Spilarctia seriatopunctata	줄점불나방	+	○	○	
Noctuidae 밤나방과					
Heliocoverpa assulta	담배나방			○	
Dichagyris triangularis	앞노랑검은밤나방			○	
Axylia putris	썩은밤나방		○		
Callopistria repleta	얼룩어린밤나방		○		
Dysmilichia gemella	점띠애기밤나방			○	
Sphragifera biplagiata	꼬마봉인밤나방		○		
Pseudoips fagana	쌍줄푸른밤나방		○		
Naranga aenescens	벼애나방		○	○	
Ozarba punctigera	곧은띠꼬마밤나방			○	
Acanthoplusia agnata	콩금무늬밤나방		○		
Ercheia niveostrigata	청백무늬밤나방		○		
Calyptra gruesa	큰갈고리밤나방			○	
Calyptra hokkaida	북방갈고리밤나방			○	
Pangrapta curtalis	끝짤름나방		○		
Hypena claripennis	각시뒷노랑수염나방			○	
Hypena trigonalis	대만수염나방			○	
Edessena hamada	쌍복판눈수염나방		○		
Zanclognatha fumosa	지옥수염나방			○	
Hesperiidae 팔랑나비과					

<표 2.6-42 계속> 조사지역의 육상곤충류 목록

학명	국명	현지	문헌조사		비고
			①덕산	②홍성	
Daimio tethys	왕자팔랑나비	+			
Parnara guttata	줄점팔랑나비	+			
Papilionidae 호랑나비과					
Papilio bianor	제비나비	+			
Papilio xuthus	호랑나비	+			
Parnassius stubbendorfii	모시나비	+			
Pieridae 흰나비과					
Artogeia canidia	대만흰나비		○		
Artogeia melete	큰줄흰나비		○	○	
Artogeia rapae	배추흰나비	+	○	○	
Colias erate	노랑나비	+	○		
Lycaenidae 부전나비과					
Celastrina argiolus	푸른부전나비	+	○		
Everes argiades	암먹부전나비	+	○	○	
Lycaeides argyronomon	부전나비		○		
Lycaena phlaeas	작은주홍부전나비	+	○		
Nymphalidae 네발나비과					
Libythea celtis	뿔나비		○		
Apatura ilia	오색나비		○		
Cyntia cardui	작은멋쟁이나비	+	○		
Kaniska canace	청띠신선나비	+			
Limenitis sydyi	굵은줄나비		○		
Neptis pryeri	별박이세줄나비	+	○		
Neptis sappho	애기세줄나비	+			
Polygonia c-aureum	네발나비	+	○		
Coenonympha oedippus	봄처녀나비	+			
Minois dryas	굴뚝나비		○		
Mycalesis francisca	부처사촌나비	+	○		
Mycalesis gotama	부처나비	+	○		
Ypthima argus	애물결나비		○		
계		70	119	63	

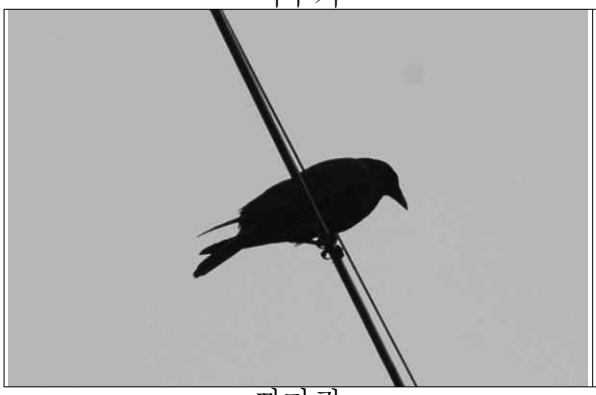
주) 현지 - H:탐문, V: 목견
1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7,E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1,E2) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

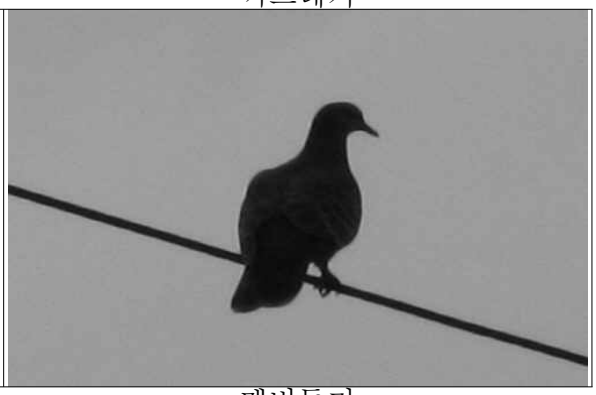


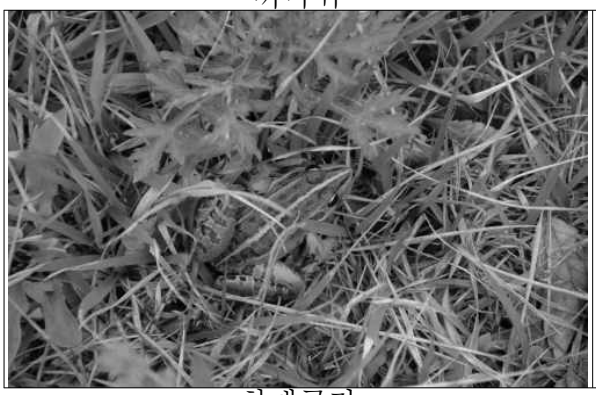
<그림 2.6-11> 조사지역의 육상동물상 사진

뻐꾸기

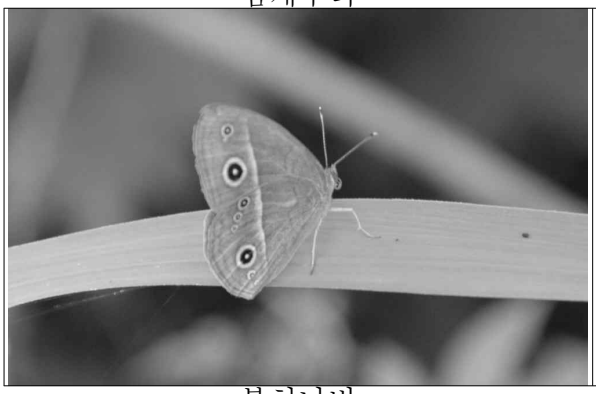
찌르레기


까마귀


멧비둘기


참개구리

남색초원하늘소

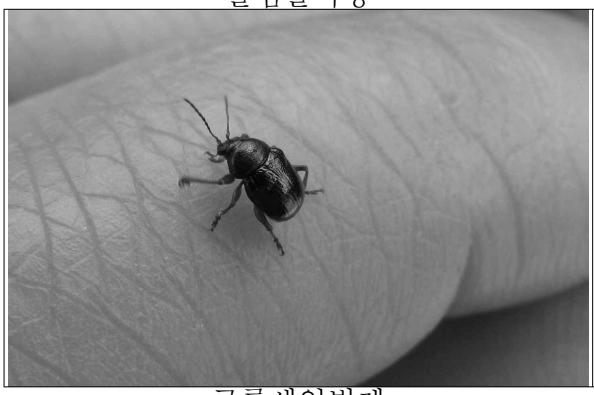

부처나비

호랑무늬파리매

<그림 2.6-11 계속> 조사지역의 육상동물상 사진

줄점불나방

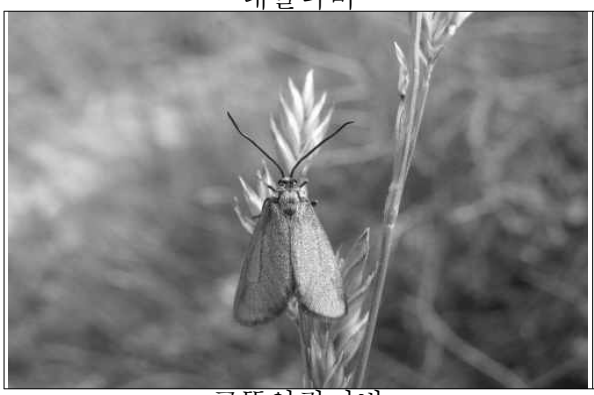
국화하늘소


금록색잎벌레

꼬마남생이무당벌레

네발나비

표주박기생파리


굴뚝알락나방

베치레잠자리

<그림 2.6-11 계속> 조사지역의 육상동물상 사진

마) 어류

① 문헌자료

○ 계획구간을 중심으로 이루어진 광역적인 문헌자료(2007, 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 및 홍성(366074), 환경부)에 의하면, 용봉천이 포함된 지역은 덕산(366072)지역의 E6, E7, E8지역 및 홍성(366074)지역의 E1, E2, E3임.

○ 조사된 어종은 납자루, 왜몰개, 붕어, 잉어, 줄몰개, 치리, 돌마자, 버들치, 모래무지, 참붕어, 떡납줄갱이, 흰줄납줄개, 각시붕어, 긴몰개, 피라미, 미꾸리, 얼룩동사리, 꾹저구 등 2목 4과 18종이 조사되었으며, 한반도 고유종은 치리, 돌마자, 각시붕어, 긴몰개, 얼룩동사리 등 5종이 조사된 바 있음.

○ 한편, 천연기념물 및 멸종위기야생동식물, 생태교란종은 조사되지 않았음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E6, E7, E8) 2007, 환경부」에 따르면, 어류는 2목 3과 14종이이며, 이중 돌마자, 각시붕어, 긴몰개, 얼룩동사리 등 5종의 한국고유종이 조사된바 있음.

○ 문헌자료「제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1, E2, E3) 2007, 환경부」에 따르면, 어류는 2목 4과 11종이며, 치리, 각시붕어, 얼룩동사리 등 3종의 한국고유종이 조사된 바 있음.

② 현지조사

○ 용봉천을 중심으로 이루어진 본 조사시 모든 정점에서 조사된 어류는 총 2목 3과 7종이며, 조사된 어류는 붕어, 버들치, 모래무지, 각시붕어, 피라미, 미꾸리, 얼룩동사리 등 7종임.

○ St. 1지점에서 2종, St. 2과 3지점에서 각각 6종이 조사되었으며, 모든 정점에서 우점 분포하고 있는 종은 피라미로 조사되었고, 아우점종은 붕어로 조사됨.

<표 2.6-43> 조사지역의 어류 목록

학명	국명	현지			문헌		비고
		St.1	St.2	St.3	①덕산	②홍성	
Cyprinida잉어목							
Cyprinidae잉어과							
Acheilognathus lanceolatus	납자루				○		
Aphyocypris chinensis	왜몰개				○		
Carassius auratus	붕어		++	+++	○	○	
Cyprinus carpio	잉어				○		
Gnathopogon strigatus	줄몰개				○		
Hemiculter eigenmanni	치리					○	고
Microphysogobio yaluensis	돌마자				○		고
Rhynchocypris oxycephalus	버들치		+	+		○	
Pseudogobio esocinus	모래무지		+	++	○		
Pseudorasbora parva	참붕어				○	○	
Rhodeus notatus	떡납줄갱이				○	○	
Rhodeus ocellatus (KNER)	흰줄납줄개					○	
Rhodeus uyekii	각시붕어			+	○	○	고
Squalidus gracilis majimae	긴몰개				○		고
Zacco platypus	피라미	++	++	++	○	○	
Cobitidae기름종개과							
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리		+		○	○	
Perciformes농어목							
Odontobutidae 동사리과							
Odontobutis interrupta	얼룩동사리	+	+	+	○	○	고
Gobiidae망둑어과							
Chaenogobius urotaenia	꾹저구					○	
계(종수)		2	6	6	14	11	

주) 출현빈도 - +: 5개체 미만, ++: 5~10개체, +++: 10개체이상, 고: 고유종
1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

바) 저서성대형무척추동물

① 문헌자료

○ 계획구간을 중심으로 이루어진 광역적인 문헌자료(2007, 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 및 홍성(366074))에 의하면, 총 3문 4강 10목 18과 24종이 조사된바 있으며, 천연기념물 및 멸종위기야생동식물은 조사되지 않았음.

○ 문헌자료 「제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E6, E7, E8) 2007, 환경부」에 따르면, 저서성대형무척추동물은 3문 4강 10목 15과 19종이 조사된 바 있으며, 주요종은 조사된 바 없음.

○ 문헌자료 「제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074-E1, E2, E3) 2007, 환경부」에 따르면, 저서성대형무척추동물은 3문 3강 5목 6과 8종이 조사된 바 있으며, 주요종은 조사된 바 없음.

② 현지조사

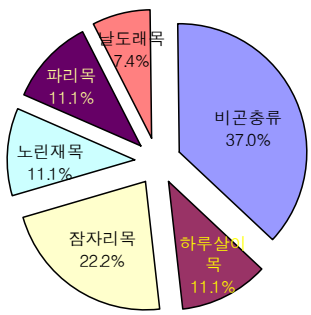
- 출현현황

○ 계획구간에서 조사된 저서성대형무척추동물은 총 3문 4강 10목 24과 27종이며, 멸종위기야생동물 및 법적보호종은 출현하지 않았음.

○ 전체 분류군 중 비곤충류는 10과 10종이 차지하고 있으며, 곤충류는 14과 17종으로 곤충류가 우점하여 분포하고 있는 것으로 조사됨. 지점별로 St.1은 14종, St.2는 19종, St.3은 9종으로 St.2지점에서 다양한 분류군이 출현하고 있는 것으로 조사됨.

<표 2.6-44> 조사지역별 출현분류군 현황

분류군		St.1	St.2	St.3	Total
비곤충류		5	7	3	10
곤충류	하루살이목	3	2	2	3
	잠자리목	1	4	1	6
	노린재목	1	3	1	3
	파리목	2	2	2	3
	날도래목	2	1	-	2
계		14	19	9	27



- 우점종 및 우점도

○ 모든 정점에서 출현된 우점도지수는 0.25~0.50으로 나타났으며, 우점종은 St.1에서 물달팽이(Lymnaea auricularia), St.2는 개똥하루살이(Baetis fuscatus), St.3은 깔따구로 조사되었음.

<표 2.6-45> 조사지점별 우점종 및 우점도 지수

지점	우점종	구성비(%)	우점도지수
St.1	Lymnaea auricularia 물달팽이	20.0%	0.32
St.2	Baetis fuscatus 개똥하루살이	14.7%	0.25
St.3	Chironomidae sp.1 깔따구 sp.1	29.4%	0.50

<표 2.6-46> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

학명	국명	현지조사			문헌조사		비고
		St.1	St.2	St.3	①덕산	②홍성	
Mollusca 연체동물문							
Gastropoda 복족강							
Mesogastropoda 중복족목							
Viviparidae 논우렁이과							
Cipangopaludina chinensis malleata	논우렁이					○	
Ampullariidae 사과우렁이과							
Pomacea canaliculata	왕우렁이	1					
Stenothyridae 둥근입기수우렁이과							
Stenothyra glabra (A Adams)	둥근입기수우렁이				○		
Pleuroceridae 다슬기과							
Semisulcospira libertina	다슬기					○	
Semisulcospira forticosta	주름다슬기		4			○	
Semisulcospira tegulata	좀주름다슬기				○		
Basommatophora 기안목							
Lymnaeidae 물달팽이과							
Lymnaea auricularia	물달팽이	10	6				
Physidae 왼돌이물달팽이과							
Physa acuta	왼돌이물달팽이		3	4		○	
Planorbidae 또아리물달팽이과							
Hippeutis cantori	수정또아리물달팽이	5	7		○		
Pelecypoda 부족강							
Unionoida 석패목							
Unionidae 석패과							
Unio douglasiae	말조개			1			
Corbiculidae 재첩과							
Corbicula fluminea	재첩	5	6				

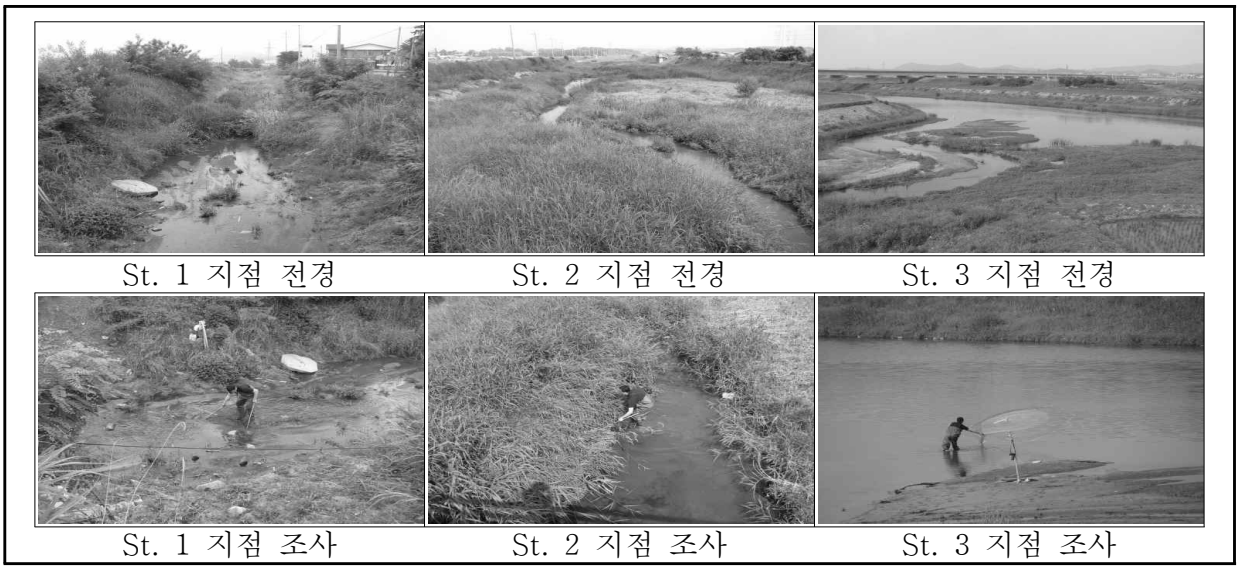
<표 2.6-46 계속> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

학명	국명	현지조사			문헌조사		비고
		St.1	St.2	St.3	①덕산	②홍성	
Annelida 환형동물문							
Hirudinea 거머리강							
Rhynchobdellida 부리거머리목							
Glossiphoniidae 넙적거머리과							
Alboglossiphonia lata	조개넙적거머리		1				
Arhynchobdellidae 턱거머리목							
Hirudinidae 거머리과							
Hirudo nipponica Whitman	참거머리		1		○	○	
Whitmania pigra	말거머리				○		
Erpobdellidae 돌거머리과							
Erpobdella lineata	돌거머리	2		3			
Arthropoda 절지동물문							
Crustacea 갑각강							
Amphipoda 단각목							
Gammaridae 옆새우과							
Gammarus sobaegensis Ué	보통옆새우				○		
Decapoda 십각목							
Cambaridae 가재과							
Cambaroides similis	가재				○		
Insecta 곤충강							
Ephemeroptera 하루살이목							
Baetidae 꼬마하루살이과							
Baetis fuscatus	개똥하루살이	4	10	2	○	○	
Baetis silvaticus Kluge	감초하루살이				○		
Labiobaetis atrebatinus (Eaton)	입술하루살이				○	○	
Ephemeridae 하루살이과							
Ephemera orientalis	동양하루살이	2	3	3			
Ephemera strigata	무늬하루살이				○		
Heptageniidae 납작하루살이과							
Ecdyonurus kibunensis	두점하루살이	6			○		
Epeorus curvatulus	흰부채하루살이				○		
Odonata 잠자리목							
Coenagrionoidae 실잠자리과							
Ischnura asiatica	아시아실잠자리	2			○		
Calopterygidae 물잠자리과							
Calopteryx japonica	물잠자리		3				
Gomphidae 부채장수잠자리과							
Davidius lunatus	쇠측범잠자리		1		○		
Aeshnidae 왕잠자리과							
Anax parthenope julius	왕잠자리			2			
Libellulidae 잠자리과							
Orthetrum albistylum speciosum	밀잠자리		2				
Sympetrum eroticum eroticum	두점박이좀잠자리		1				
Hemiptera 노린재목							
Belostomatidae 물장군과							
Muljarus japonicus	물자라		2				

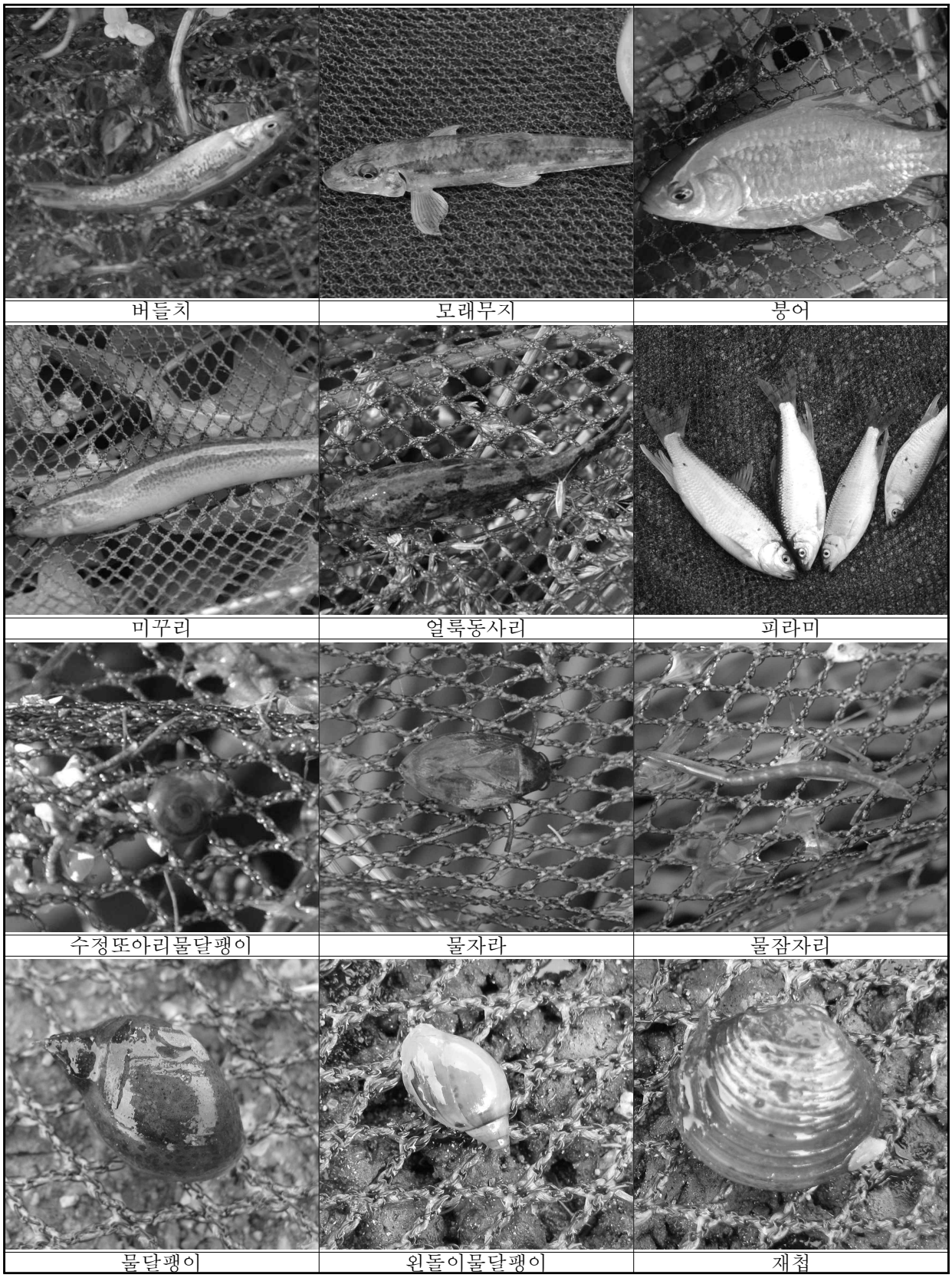
<표 2.6-46 계속> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

학명	국명	현지조사			문헌조사		비고
		St.1	St.2	St.3	①덕산	②홍성	
Nepidae 장구애비과							
Nepa hoffmanni	메추리장구애비				○		
Ranatra chinensis	게아재비		1				
Gerridae 소금쟁이과							
Aquaris paludum	소금쟁이	5	2	7			
Diptera 파리목							
Tipulidae 각다귀과							
Tipula KUa	각다귀 KUa	1			○		
Dicranomyia KUa	무늬애기각다귀 KUa		5	2			
Chironomidae 깔따구과							
Chironomidae sp. 1	깔따구 sp.1	3	7	10			
Trichoptera 날도래목							
Hydropsychidae 줄날도래과							
Hydropsyche kozhantschikovi	줄날도래	2				○	
Cheumatopsyche brevilineata	꼬마줄날도래	2	3				
Rhyacophilidae 물날도래과							
Rhyacophila bilobata	두잎물날도래				○		
Odontoceridae 바수염날도래과							
Psilotreta kisoensis	바수염날도래				○		
종수		14	19	9	19	8	
개체수		50	68	34			

주) 출현빈도 - +: 5개체 미만, ++: 5~10개체, +++: 10개체이상, 고: 고유종
1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부



<그림 2.6-12> 육수동물상 조사지점 및 조사사진



<그림 2.6-13> 육수동물상 사진

(2) 사업시행으로 인한 영향예측

(가) 식물상

○수변 식생 및 수생식물의 훼손이 예상되며, 공사중 장비투입이나 기타 호안공사 등으로 인한 나출지의 발생은 활착과 발아능력이 뛰어난 일부 귀화식물의 증식 및 이러한 환경에 적응성이 뛰어난 양지성 식물의 증가가 예상됨.

○공사시 기존의 식물군락 및 수서생태계의 영향이 예상됨.

(나) 육상동물상

○계획구간은 홍성군에 위치한 개방형 수로하천으로 하천 주변지역의 주거지, 도로, 경작지 등에 의해 인위적 간섭의 영향을 지속적으로 받고 있음. 이러한 지역적 특성상 출현종 대부분은 임상-경작지 등이 연계된 지역을 중심으로 나타나며, 하천을 중심으로 서식하기보다는 채식활동을 위해 잠시 머무르는 공간으로 이용되므로 본 사업시행에 따른 영향은 적을 것으로 예상됨.

(다) 육수동물상

○육수 동물상에 있어서 가장 큰 영향은 공사시 수변부나 보의 토공 작업시 토사의 하천 유입으로 탁도가 증가하게 되어, 하상이 토양의 미세 입자로 피복되는 것과 공사에 따른 부산물 등이 하천으로 유입하게 되는 것으로, 탁도의 급격한 증가는 수중의 1차 생산을 담당하는 식물성플랑크톤, 부착조류 등과 같은 광합성 식물의 성장 저해와 수초 등과 같은 수중식물, 부유식물의 성장에도 저해를 주게 됨. 이러한 저해는 다시 어류 등과 같은 고차소비자의 서식처와 먹이원이 파괴되어 일시적으로 육수생태계가 불안정안 상태를 유지하게 될 것으로 예상됨.

○저서성대형무척추동물의 경우 공사시 토사의 유입 등으로 인한 유로의 방해와 탁도의 증가로 인하여 공사 구간에 서식하는 출현종에 대한 영향이 예상됨. 어류의 경우 공사시 토사가 유입되면서 탁도가 증가하여 어류의 아가미 막힘과 먹이원의 부족이 발생할 수 있으며, 이러한 영향에 민감한 일부 종에 대한 영향이 예상됨.

○한편,'보'로 인하여 육수동물의 이동에 제한이 발생하는 구간은 해당 구간에 서식하

는 어류에 대한 불가피한 영향이 예상됨.

(3) 저감방안

(가) 식물상

○토공사 및 공사장비의 운영으로 인해 발생되는 비산먼지가 계획구간 및 주변의 식생에 미치는 영향을 최소화하기위해서 다음과 같은 저감방안을 수립할 계획임.

- 살수차량의 주기적인 운행, 세륜· 측면살수시설의 설치 운영
- 토사운반 차량의 세차, 덮게사용, 과적·과속제한
- 토목공사구간의 가설방진망 설치

○공사시 하천정비가 이루어지지 않는 기존 양호구간에 대해서는 가급적 원지형을 최대한 보전토록 할 하여 기존 식물상에 미치는 영향을 최소화 할 계획임.

○사업시행으로 인해 증가할 것으로 예상되는 귀화식물 및 환삼덩굴, 칡 등과 같은 위해식물 등은 자생식물 및 육수동물의 생육환경에 변화를 초래할 수 있으므로 운영시 주기적인 모니터링을 실시하여 기계적인 방법과 생육특성을 이용하는 생물학적인 방법으로 지속적으로 제거할 계획임.

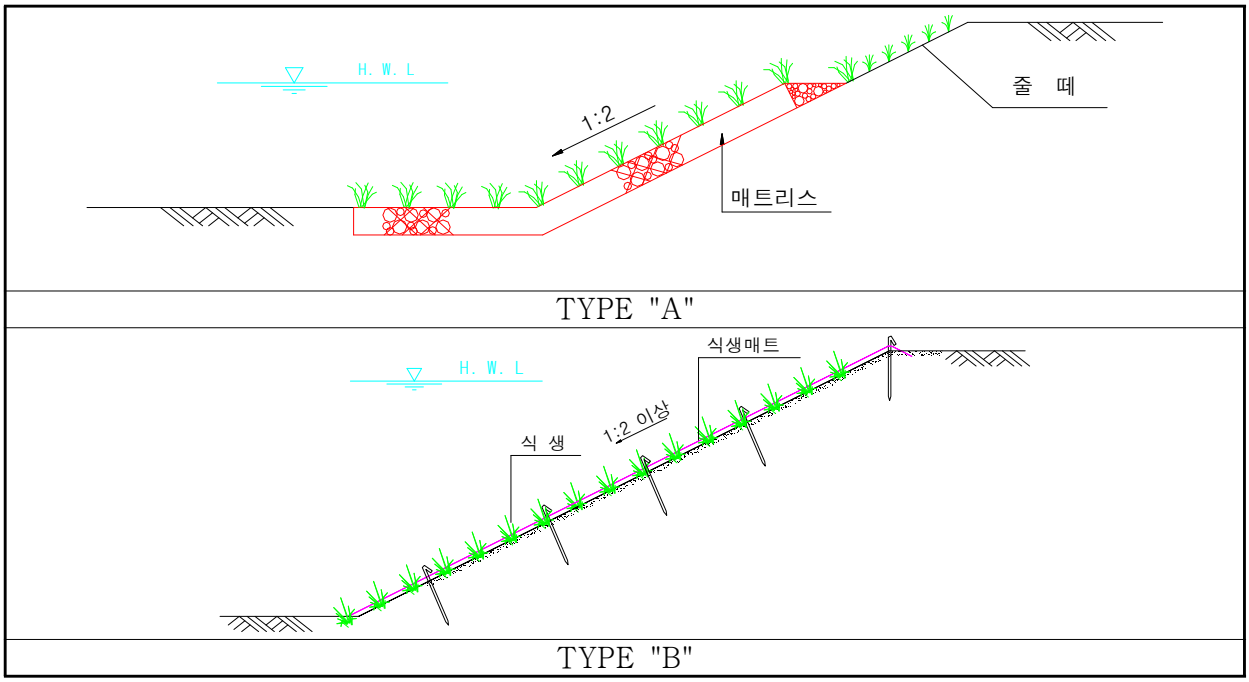
- 기계적인 방법 : 인력에 의해 제거하는 방법으로 지속적인 모니터링을 통해 제거
- 생물학적인 방법 : 기계적인 제거 후 갈대, 달뿌리풀, 줄, 부들 등의 식물이 안정적으로 정착할 수 있도록 유도하여 환삼덩굴, 칡의 유입을 차단하는 방법

(나) 생태계단절 및 생물다양성 영향 저감

○사업시행시 기존의 생태계의 단절 및 다양성을 저해하는 요소를 배제하기 위하여, 생태환경복원을 도모하여 하천내 다양한 생물서식처로서의 역할을 제공할 계획임.

○생태계 보전 및 친수성, 경관 등을 고려하여 인위적 재료사용을 지양하여 수변식물 및 수변 곤충류의 서식처를 제공하고 생태환경 복원 가능한 제방을 설치하여 호안기능 및 치수기능을 가져올 수 있도록 할 계획임.

○ 하천 생태계단절 및 생물다양성 회복을 위해 호안설치시 자연친화적인 재료를 고려하며, 하천식생대 조성 등 다양한 초본류 및 지피류를 식재할 계획임.

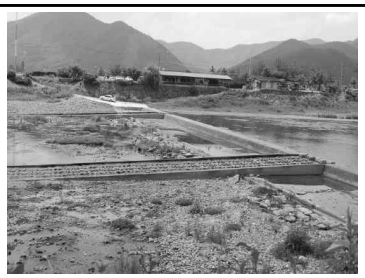


<그림 2.6-14> 자연친화적 호안설치 계획

○ '보'로 인하여 육수동물의 이동에 제한이 발생하는 구간은 하천생태계 단절을 방지하기 위하여 어도를 설치할 계획임.

<표 2.6-47> 어도 설치계획

구조물명	측점(No.)	설치 여부
어경보	0+40.80	보증설(어도설치)
종자보	4+50.80	보증설(어도설치)
서력보	20+20.00	철거후신설(어도설치)
봉신보	32+50.00	철거후신설(어도설치)
제1낙차공	50+77.00	철거후신설(어도설치)
상하보	54+16.60	철거후신설(어도설치)
중계보	56+65.00	철거후신설(어도설치)
제2낙차공	62+75.00	철거후신설(어도설치)
제3낙차공	64+23.60	철거후신설(어도설치)
제4낙차공	66+71.70	철거후신설(어도설치)



○ 어도는 계산식, 아이스하버식, 버티컬슬롯식, 도벽식 등 4개의 표준형식이 있음

○ 이중 갈수기에 어도로 물이 흐르고 하천유량 변화에 대응하며, 이동하는 생물의 생태에 적합한 형식을 채택하여 설치할 계획임.

<표 2.6-48> 어도의 형식 선정기준

고려사항 \ 어도형식		도벽식	계단식	아이스하버식	버티컬슬롯식
이용어종의 다양성		1	2	3	3
대상어종의 유영력	강한 어종	4	3	3	2
	약한 어종	1	3	4	1
수리시설물의 길이	10m이하	4	3	1	1
	10~100m	2	3	3	2
	100m이상	1	3	4	3
어도의 유량	부족할 때	3	2	2	3
	충분할 때	2	3	4	4
수리시설물의 상하류 낙차(수위차)	1m이하	4	3	2	2
	1~5m	1	3	4	3
	5~20m	1	2	3	2
상류 수위 변동폭	클때	3	1	2	4
	적을 때	2	3	4	2
어도의 공사비		4	3	3	2
어도의 유지관리비		4	3	3	3
휴식 Pool의 필요성		2	3	4	2
※비고 : 어도 형식별로 고려사항별 배점을 합산하여 가장 높은 점수의 어도 형식을 선정					

(다) 육상동물상

○주변 경작지 등 양서류의 서식환경에 미치는 영향을 최소화 하도록 양서류의 출현이 높은 우기시나 산란시기에는 이들종의 출현에 따른 공정을 조정하도록 할 계획임.

○계획구간을 중심으로 서식하는 주요한 자연형 동물상의 분포는 없어 대상종에 대한 영향은 미약할 것으로 예상되었으나, 일부 조류의 서식환경에 대한 간섭을 배제하기 위하여 영향정도가 큰 소음이 발생하는 공정이나 일시적인 충격음의 발생을 지양하도록 하며, 야간작업은 배제하여 주변 동물상 분포에 미치는 영향을 최소화 할 계획임.

(라) 육수동물상

○하천 내부로의 토사유출 등을 방지하기 위한 2중 오탁방지막 등을 설치하여 토사유출시 미세입자까지 철저히 제거하고 부유토사 발생으로 인한 하천오염 최소화되도록 할 계획임.

○수생식물은 서식지의 수환경 변화에 대하여 매우 민감하게 반응하므로, 수서생물의 서식환경과 그 주변지역의 환경변화를 최소화하도록 하여 부가적인 훼손으로 인한 영향을 방지하도록 할 것임.

○불가피하게 훼손되었거나, 현상복구가 필요한 지역의 하상구조는 현지 공사시 발생하는 하상재료 즉 큰 돌, 자갈, 모래 등을 적절히 구성하여 다양하게 원상회복 할 것임.

○하상준설이 필요할 경우 국부적으로 실시하되 소와 여울을 함께 만들도록 하며, 이러한 중간작업 시행시 하상내 주변부로의 토사유출 등을 방지하기 위한 오탁방지막 등을 공사지역변으로 설치하도록 함.

○현장조사시 계획구간에서 조사된 어종은 납자루, 왜몰개, 붕어, 잉어, 줄몰개, 치리, 돌마자, 버들치, 모래무지, 참붕어, 떡납줄갱이, 흰줄납줄개, 각시붕어, 긴몰개, 피라미, 미꾸리, 얼룩동사리, 꾹저구 등 2목 4과 18종이 조사되었으며, 한국고유어종은 치리, 돌마자, 각시붕어, 긴몰개, 얼룩동사리 등 5종이 조사된 바 있음.

○어류는 산란기 때 수환경 변화에 가장 많은 영향을 받으므로 수체에 직접 영향을 줄 수 있는 공사는 산란시기인 4~6월을 가급적 피하여 공사를 진행하도록 할 것임.

<그림 2.6-15> 오탁방지막 설치예

2.7 타 계획과의 조정

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

2.7.1 관련계획

(1) 용봉천 하천정비기본계획(1995. 12, 충청남도)

(가) 과업의 목적

하천의 효율적인 이용과 일관된 개발계획을 위하여 하천법 제15조 및 동법 시행령 제11조의 규정에 의거, 용봉천의 준용하천 구간에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발 및 치수경제에 관계된 사항을 종합적으로 일관성있게 조사 분석하여 하천정비 기본계획을 수립하고 이를 치수기본계획 및 수자원 종합개발 지침 활용코자 함.

(나) 과업의 범위

본 과업의 범위는 삽교천 수계의 준용하천인 용봉천의 7.0㎞ 구간에 대하여 하천정비기본계획을 수립한다.

·연장 : 7.00㎞(준용하천)

·시점 : 충청남도 홍성군 홍북면 중계리 지점

·종점 : 충청남도 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 지점

<표 2.7-1> 하천의 지정 및 고시

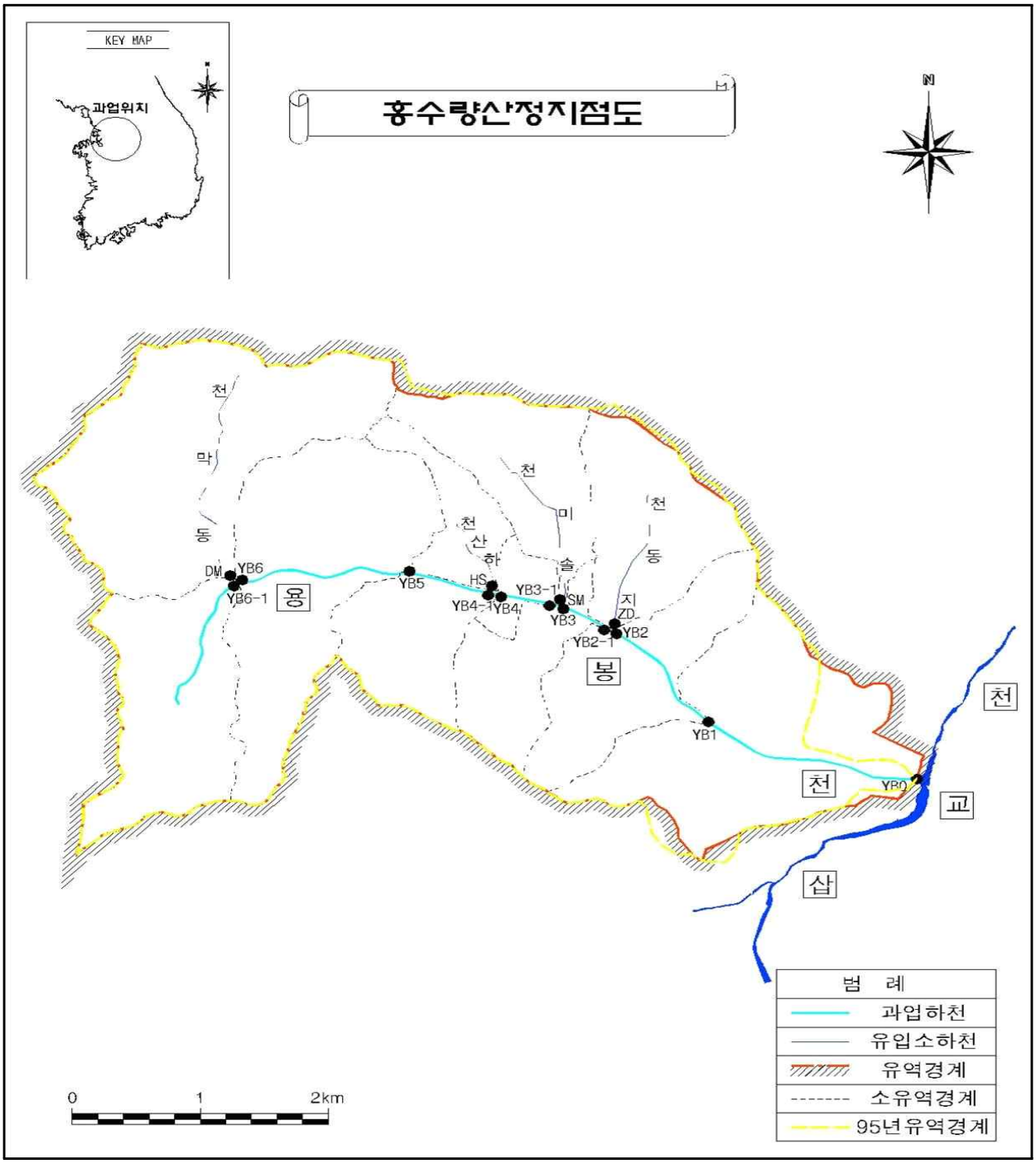
하 천 연 장				유로연장(km)	유역면적(㎢)	하 천 개 수(km)				하천지정근거 및 일자
계(km)	하천기본계획									
	수립구간		미수립구간(km)							
	고시일	연장(km)				요개수	완전개수	불완전개수	미개수	
7.00	1996.03.18	7.00		8.14	20.09	11.40	10.05	-	1.35	충남60호 (1996.03.18)

(다) 계획홍수량 및 계획홍수위 검토

1) 계획홍수량 검토

가) 홍수량 산정지점

본 계획에서 홍수량산정지점으로는 주요지류의 하구나 합류전, 그리고 장래계획의 기준이 될 수 있는 지점 등 5개 지점을 선정하였다.



<그림 2.7-1> 사업지구 위치도

나) 홍수량 산정 과정

홍수량 산정 과정은 <표 4.1-30>에 정리하였으며, 금회 홍수량 산정과정을 포함하여 나타내었다.

다) 계획홍수량

본 용봉천 유역에는 신빙성이 높고 동질성 있는 유량측정 자료의 미비, 유역상황의 변화 및 고수시 유량측정 자료미비로 정량적인 분석이 곤란한 실정이므로 금회 산정된 빈도별 확률홍수량을 대상 규모로 하고 채택빈도는 본류 하천과의 연계성, 하천등급, 하천의 중요도 및 지역적 특성등을 종합적으로 고려하여 금회 과업 전구간(준용하천)에 대해서 50년 빈도를 계획대상 규모로 결정하였다.

2) 계획홍수위 산정

가) 기점홍수위

용봉천의 기점홍수위는 본류인 『삽교천 하천정비기본계획(1986.9, 충청남도)』의 홍수위 중 용봉천 합류점의 개수후 빈도별 홍수위를 기점홍수위로 채택하였다. 용봉천 하구의 계획홍수위는 50년 빈도의 EL.19.99m로 설정하였다.

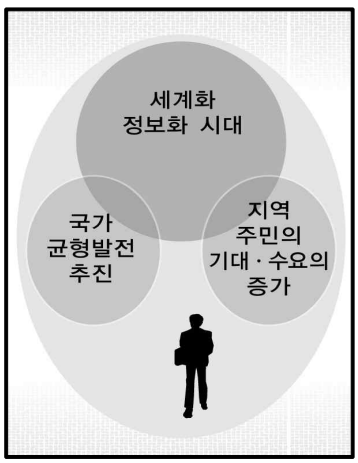
(2) 충남도청 이전신도시 도시개발

(가) 사업의 배경 및 목적

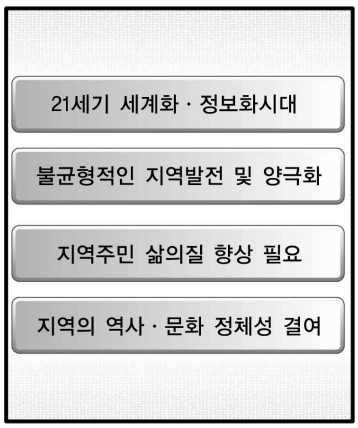
1) 사업의 배경 및 필요성

가) 21세기 세계화, 정보화 시대에 적극적 대처

○ 환황해권 시대를 주도하는 충청남도의 거점 도시 조성
○ 지식정보 및 과학 산업의 전진기지 구축
○ 네트워크형 도시개발을 위한 정보 인프라 조성
○ 국가 및 지역균형 발전의 측면에서 공공기관 지방이전 필요

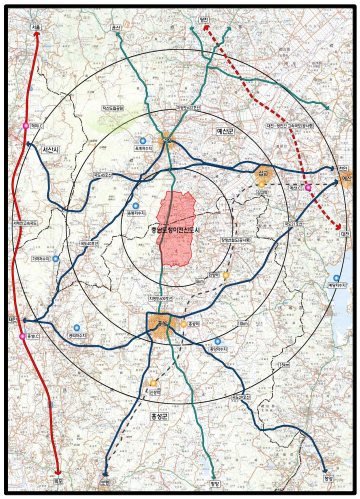


나) 불균형적인 지역발전 및 양극화 초래



- ○ 거점도시의 편재로 인한 지역간 불균형 발전을 개선
  - 경부축(천안-대전)과 서북부 지역의 편향된 지역구조
- ○ 지역발전의 양극화로 형평성, 효율성 저하
- ○ 행정중심복합도시와 기능적 연계 및 상생발전 방안 모색 필요

다) 지역주민 삶의 질 향상이 필요



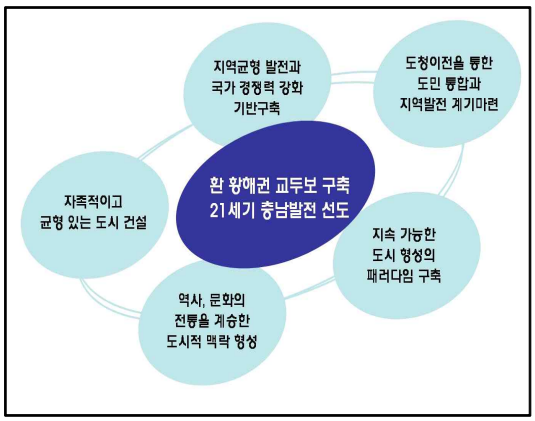
- ○ 복지, 의료, 생활환경 등에 관한 양질의 서비스 제공의 필요
- ○ 난개발 및 자연환경훼손이 증대됨에 따라 지속가능한 발전을 저해할 우려
- ○ 지속가능한 도시개발 패러다임에 따른 정주환경 조성 필요

라) 지역의 역사·문화적인 정체성 결여

- ○ 지역의 전통과 정체성을 가진 역사·문화 자원의 적극적인 활용
- ○ 지역문화권 정체성 확립을 위한 인프라 조성이 필요

2) 사업의 목적

가) 세계화, 정보화 시대에 부응하는 국제수준의 지역통합형 행정도시



- ○ 환황해권 시대를 주도하는 충남권의 국제 경쟁력 강화를 위한 거점도시 조성
- ○ 지역의 균형발전과 주민통합을 선도하는 중추적인 행정도시 건설
- ○ 미래형 도시환경에 적합한 유비쿼터스 기반 정보화 도시 구현
- ○ 질 높은 행정서비스 제공을 위한 광역 네트워크형 도시건설

나) 도시의 경제적 자립기반 강화로 인한 자족도시 실현

○ 지속적인 도시성장을 주도하는 자립형 도시기반 강화

○ 충남지역 지식기반 첨단산업 육성으로 지속가능한 경제도시 실현

○ 지속적인 도시발전의 흡인요소를 창출하는 지능형 도시기반 강화

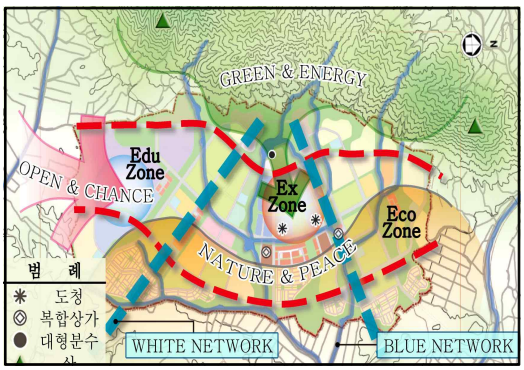
다) 인간중심의 쾌적한 도시환경 조성

○ 인간과 자연이 조화를 이루는 친환경적인 생태도시 구현

○ 인간중심의 친환경적인 정주환경과 에코커뮤니티(Eco-Community) 실현

○ 주민들의 다양하고 개성 있는 라이프스타일을 반영한 도시문화 연출

○ 역사·문화적 정체성이 살아있고, 쾌적하고 안전한 고품격의 건강복지도시 건설



(나) 사업의 주요내용

1) 사업의 개요

가) 사 업 명 : 충남도청 이전신도시 도시개발

나) 위　　치 : 충청남도 홍성군 홍북면, 예산군 삽교읍 일원

다) 면　　적 : 9,950,521㎡

라) 사업시행자 : 충청남도개발공사, 대한주택공사, 한국토지공사

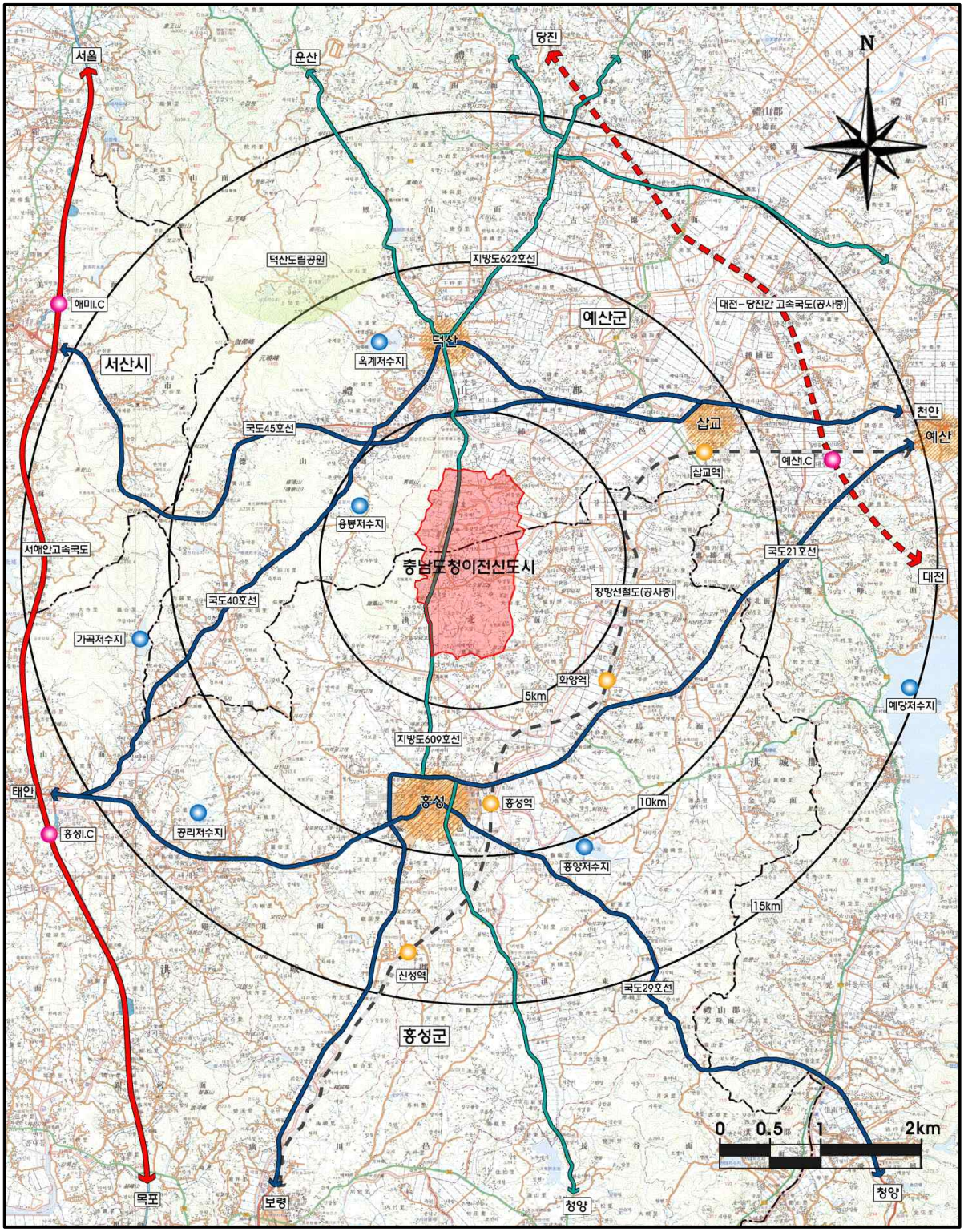
마) 사업승인권자 : 충청남도지사

바) 사업기간 : 2007.07 ~ 2020. 12.

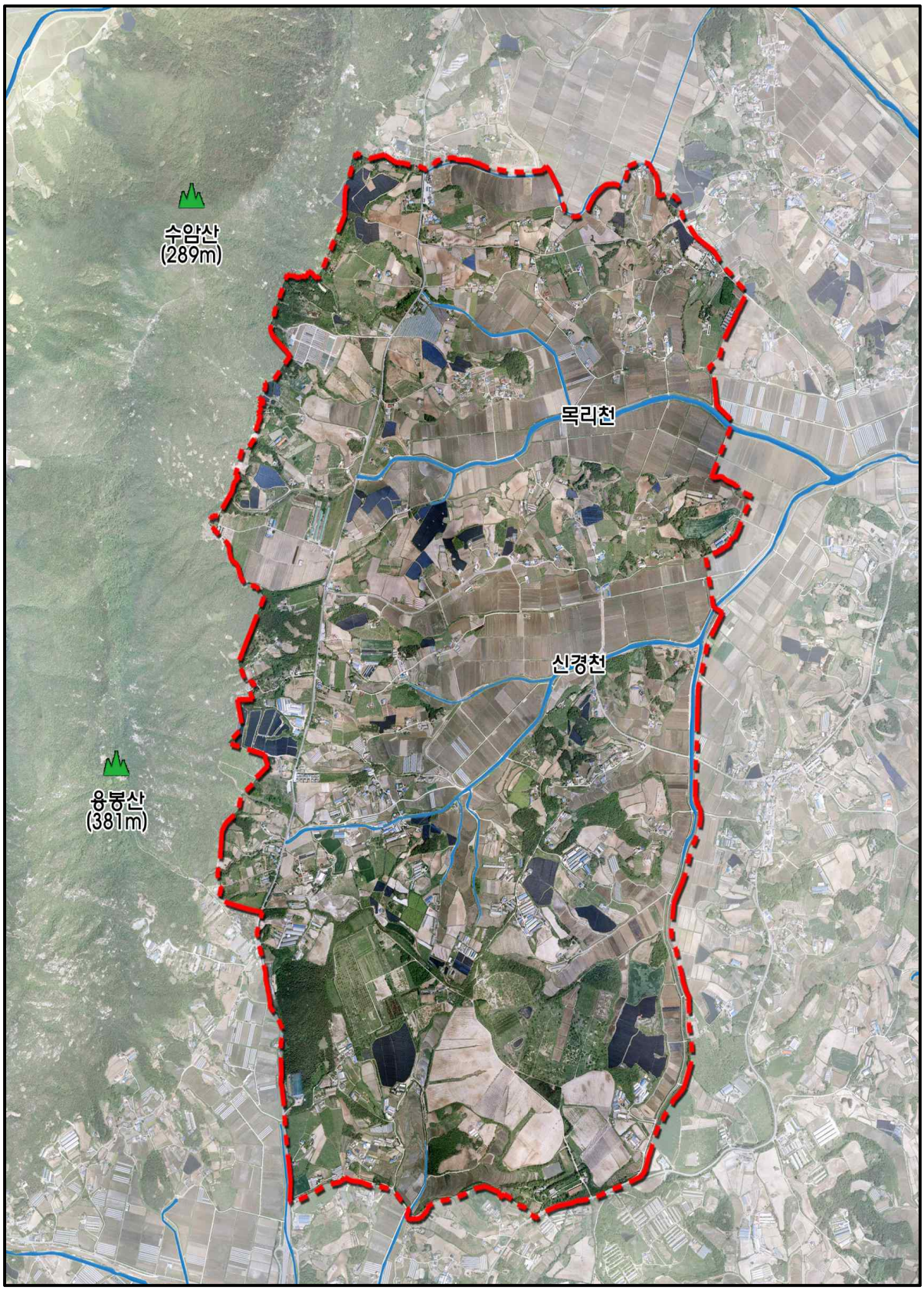
사) 소요예산 : 21,624억원

아) 사업규모 : 계획인구 - 100,000인(38,500세대)

2) 사업지구 위치



<그림 2.7-2> 사업지구 위치도



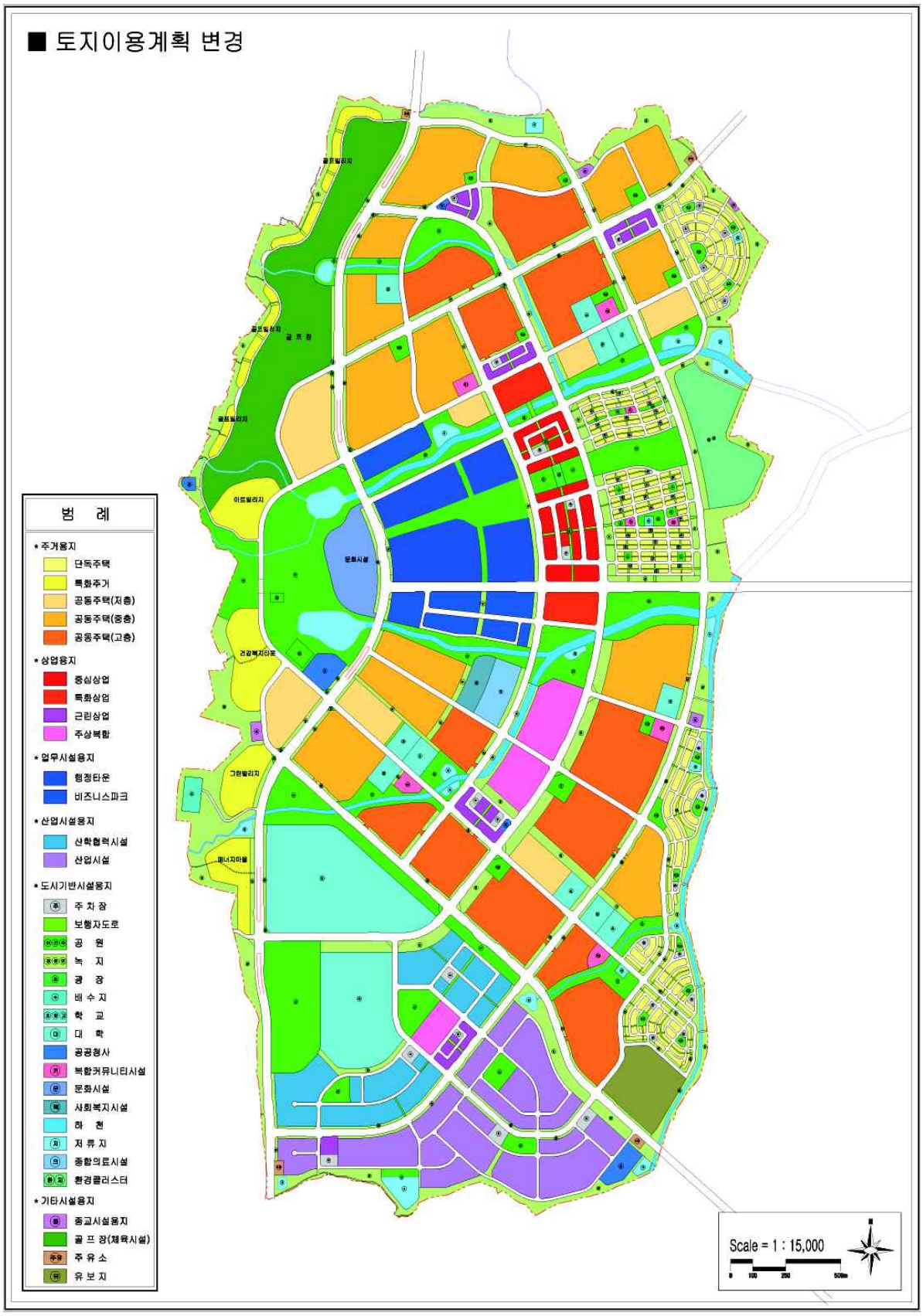
<그림 2.7-3> 항공사진

<그림 2.7-4> 종합배치도(안)

3) 토지이용계획

<표 2.7-2> 토지이용계획표(안)

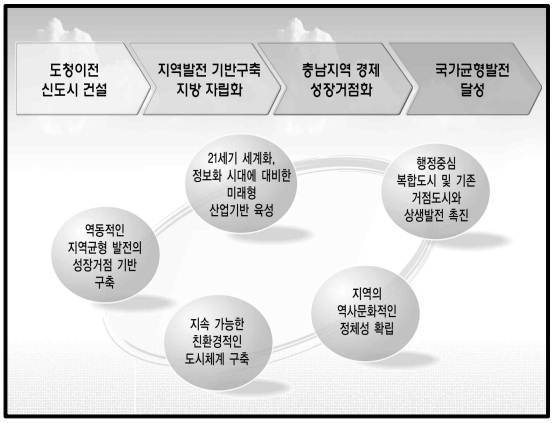
구 분		면적		비 고
		면적(㎡)	백분율(%)	
합 계		9,950,521	100.0	
주거용지	소계	2,663,712	26.8	
	단독주택용지	563,979	5.7	
	공동주택용지	2,099,733	21.1	
상업용지	소계	363,285	3.6	
	중심상업	96,867	1.0	
	특화상업	62,848	0.6	
	근린상업	73,228	0.7	
	주상복합	130,342	1.3	
업무시설용지	소계	451,342	4.5	
	행정타운	318,052	3.2	도청사·의회 등
	비즈니스센타	133,290	1.3	유관기관 및 단체
산업시설용지	소계	638,083	6.5	
	산학협력시설	225,390	2.3	
	산업시설	412,693	4.2	
도시기반시설용지	소계	5,351,872	53.7	
	도로	1,646,222	16.5	
	보행자전용도로	46,207	0.5	
	광장	10,858	0.1	
	주차장	60,356	0.6	59개소
	공원	1,218,223	12.2	소공원·어린이공원·근린공원·주제공원 저류시설(41,000㎡) 포함
	녹지	1,208,688	12.2	경관·연결·완충녹지
	학교	572,363	5.8	유4, 초6, 중3, 고2, 대2(419,989㎡)
	공공청사	41,943	0.4	
	복합커뮤니티시설	39,148	0.4	주민공동시설 포함
	문화시설	80,659	0.8	문예회관,박물관/전시관/미술관,도서관
	사회복지시설	21,587	0.2	
	종합의료시설	32,816	0.3	
	하천	192,122	1.9	
	저류지	39,750	0.4	공원내 저류지 포함 80,750㎡
	배수지	11,929	0.1	
	납골시설	-	-	
	전력공급설비	-	-	
	환경클러스터	129,001	1.3	체육시설과 중복결정
기타시설용지	소계	482,227	4.9	
	종교시설용지	10,953	0.1	
	체육시설	382,799	3.9	퍼블릭골프장
	주유소	8,088	0.1	4개소
	유보지	80,387	0.8	



<그림 2.7-5> 토지이용계획도(안)

1) 사업의 기대효과

가) 21세기 세계화, 정보화시대에 대비한 미래형 산업기반 육성 및 산업구조의 고도화



○ 국제교류기반(물적, 인적, 경제사회적, 지식 정보 인프라) 구축으로 인한 국제경쟁력 강화

○U-city 정보통신체계 기반구축을 통한 정보도시 구현

○지역의 특성화된 자원을 성장동력으로 삼아 지역전략산업 육성(지방 고급인력 활용)

○환황해권에 인접한 입지적 장점을 살린 보령신항, 해미공항, 정보화허브 등 Tri-port System 구축을 통해 국제물류거점 역할이 기대

나) 역동적인 지역균형발전의 성장거점 기반구축

○국내외 접근성 강화를 통한 지역적 연계효과(광역교통망 구축)

○충남 4대 개발경영권역 중심지역에 위치 각 권역별 특성화 발전추진에 유리

다) 행정중심복합도시 및 기존 거점도시와 상생발전 촉진

○행정중심복합도시와의 기능연계 및 협력기반 강화

○기존 거점도시(대전, 천안, 아산, 서산, 공주)와의 연계발전 및 시너지 효과

라) 지속가능한 친환경적인 도시체계 구축

○자연친화적이고 생태조화형 토지이용계획(Eco 커뮤니티 계획)

○생태주거단지, 생태공원, 친환경적 녹색교통체계 등 생태네트워크를 통한 녹색도시 구현

마) 선진화된 사회복지 서비스 제공기회 확대

○고품격의 생활복지 지원 및 공공서비스 기반 구축으로 인한 질적 생활환경수준 제고

○지역 내 사회복지 서비스분야 통합체계 구축

바) 지역의 역사문화적인 정체성 확립

○국제적인 문화권 육성을 위한 지역문화네트워크

○역사문화적 특성을 반영한 개성있는 도시창출(관광문화사업과의 연계성 강화)

(라) 사업추진경위

1) 사업승인기관

○ 사 업 명 : 충남도청 이전신도시 도시개발

○ 승인 기관 : 충청남도

2) 사업추진경위

○ 1989. 01. : 대전직할시 분리 후 도청이전 필요성 제기

○ 2005. 10. : 충남도청 이전을 위한 조례개정 공포

○ 2007. 07. 20 : 충남도청 이전신도시 도시개발구역 지정 고시(9.87㎢)

○ 2008. 04. 30 : 사전재해영향성검토협의(개발계획) 완료

○ 2008. 05. 01 : 개발계획 고시

○ 2008. 07. 11 ~2008. 08. 07 : 환경·교통·재해영향평가 주민공람

(주민설명회, 충남 홍성 홍성문화원, 07.07.17 14:00)

○ 2008. 07. 11 ~2008. 09. 03 : 환경·교통 · 재해영향평가 주민의견 · 관계기관 의견수렴

3) 향후추진계획

가) **충남도청 이전신도시 도시개발**

○ 2009. 03 : 실시계획 승인·고시

○ 2009. 05 : 부지조성공사 착공

나) 사전재해영향성검토

○ 2008. 12~ 2009. 01 :사전재해영향성검토 협의

(마) 사업지구 현황

본 사업지구는 삽교천(국가하천)수계 지류하천인 지방하천 신경천, 목리천, 용봉천 유역내에 위치하고 있으며, 행정구역상으로 충청남도 홍성군 홍북면, 예산군 삽교읍 일원에 위치하고 있다.

사진-1 (사업지구 북단→예정지)

사진-2 (신리천(예산소하천)지류→하류)

사진-3 (사업지구 북측 농경지)

사진-4 (사업지구 서측경계-목리천 교차지점, 제내지 전경)

사진-5 (사업지구 서측경계-신경천 교차지점, 제내외지 전경)

<그림 2.7-6> 사업 및 인근지역 현황

사진-6 (자경천 하류(No.5)→상류)

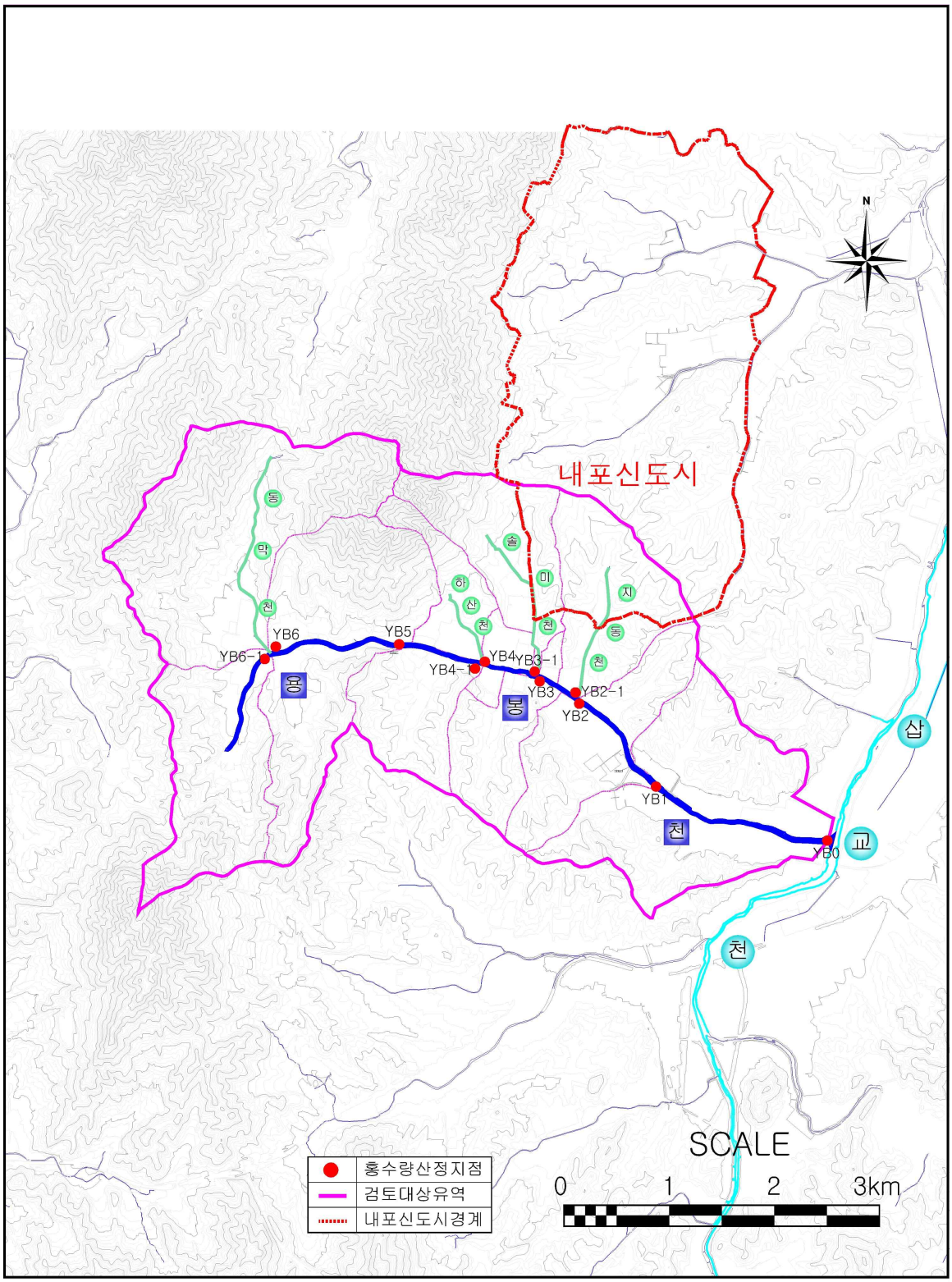
사진-7 (자경천 상류(시점부)→하류)

사진-8 (사업지구 남측경계-지동천 교차지점→지구내)

사진-9(사업지구 남서측경계)

<그림 2.7-6 계속> 사업 및 인근지역 현황

(바) 금회 유역에서 내포신도시 위치도



<그림 2.7-7> 금회 유역에서 내포신도시 위치도

제3장 하천측량

3.1 일반사항

3.2 지형현황측량

3.3 거리표(종단측점)의 설치

3.4 측량내용

제3장 하천측량

3.1 일반 사항

용봉천 하천기본계획에 필요한 기초자료를 얻기 위하여 각 하천 양안구역의 지형, 지물, 구조물의 위치 및 현황을 상세히 파악할 수 있도록 하였으며, 공공측량 표준작업규정에 의거 대상하천 수립구간에 대하여 하천측량을 실시하였다.

금회 대상하천의 과업구간은 7.00㎞로 축척은 1:1,200으로 지형측량을 실시하였다.

<표 3.1-1> 지형측량 현황

하 천	측 량 구 역		비 고
	연 장 (㎞)	폭 (㎞)	
용 봉 천	7.00	0.2	

3.2 지형현황측량

본 조사측량 구역내의 지형현황측량을 실시하기 위하여 국립지리원에서 매설한 기본삼각점을 토대로 삼각망 및 도근망을 형성하여 측량을 실시하고, 측량성과를 이용하여 하천양안을 따라 유제부에서는 제내지 측으로 50m이상, 무제부에서는 홍수위선 이상까지 지형, 지물, 주요 하천구조물의 위치 및 고저 등을 상세히 측량하여 축척 1/2,500의 평면도를 작성하였으며 본 보고서에는 축도하여 수록하였다.

3.2.1 기준점 측량

GPS측량은 (지구타원체면상의 좌표인 경위도를 Gauss-Kruger의 투영방식에 의하여 평면상의 직각좌표로 투영 변환)에 의하여 측량을 실시하였으며 평면직각좌표의 원점은 N 38°E 127°(중부좌표)를 기준으로 평면 투영하여 성과를 작성하였다.

측량에 사용된 위성측량기준점 측량성과를 표시하면 <표 3.2-1>의 내용과 같다.

<표 3.2-1> 위성측량기준점 성과표

기준점 명칭	ITRF2000 (m)	GRS80타원체			표고 (m) H1:ARP H2:금속표	안테나 옵셋(m) U:높이방향	소재지
		위도(도-분-초) 경도(도-분-초) 타원체고(m)	평면직각좌표 (m)	투영 원점			
SEOS (서산)	X=-3,042,060.371m Y=4,111,978.754m Z=3,797,578.723m	위도=36°46′35.0728″ 경도=126°29′39.1288″ 타원체고=52.264m	X=464,319.158m Y=154,846.463m	중부	H1=29.752 H2=24.896	-	서산 기상대
CHEN (천안)	X=-3,085,225.282m Y=4,071,232.727m Z=3,806,614.192m	위도=36°52′40.8319″ 경도=127°09′18.9084″ 타원체고=69.559m	X=475,486.060m Y=213,841.320m	중부	H1=45.434 H2=40.517	U=0.036	천안시 서북구청 구내
CHYG (청양)	X=-3,076,700.351m Y=4,112,486.553m Z=3,769,348.628m	위도=36°27′32.0470″ 경도=126°48′05.3814″ 타원체고=136.466m	X=428,984.225m Y=182,206.299m	중부	H1=112.708 H2=107.746	U=0.057	청양군청
EOCH (어청도) RS2_ANT	X=-3,029,409.710m Y=4,174,508.722m Z=3,739,460.944m	위도=36°07′30.3925″ 경도=125°58′05.1993″ 타원체고=80.261m	X=392,360.872m Y=287,151.647m	서부	H1=58.607	U=0.038	전북 군산시 옥도면 어청도리 364

3.2.2 수준측량

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

<표 3.2-2> 기본 수준점

하 천	점 번 호	표고(EL.m)	소 재 지	비 고
용봉천	25-15-00	25.2224	홍성군 금마면 신곡리	
	25-14-00	49.9222	홍성군 금마면 부평리 269-3	
	25-15-01	25.7091	홍성군 홍성읍 대교리 106-4	

3.3 거리표(종단측점)의 설치

3.3.1 종단측량

조사 구간인 용봉천 7.00㎞에 대하여 측점간의 간격 100m를 기준으로 하여 취입보, 낙차공, 교량, 취·배수문 등 중요한 하천부속물 및 구조물에 대하여 그 표고를 측정하였고, 일제수위를 관측하여 종단도에 표시하였다.

금회 실시한 종단측량 성과의 축척은 종 1/100, 횡 1/1,000으로 작도하였고, 본 보고서에는 적절하게 축도하여 수록하였다.

3.3.2 횡단측량

대횡단측량은 종단측량을 따라 하천 유심의 직각방향으로 횡단측량을 실시하여 무제부에서는 계획홍수위 이상까지, 유제부에서는 제외지측은 전부, 제내지측은 50m를 기준으로 하되 현 지형을 고려하여 가감 실시하였다.

종·횡단거리는 100m간격을 원칙으로 하고 교량, 취입보, 낙차공 지점 등에 대해서는 추가하여 실시하였고, 점간거리는 20m를 원칙으로 하되 지형이 급변하는 지점은 보측하였다.

대횡단측량 성과의 축척은 종 1/200, 횡 1/200으로 작도하고 보고서에는 적절한 크기로 축도하여 수록하였다.

3.4 측량 내용

3.4.1 지적도 복사 및 축도

해당 행정관서에 비치된 본 과업구간내의 지적도(축척 1/1,200 및 1/1,000)와 임야도(축척 1/6,000)를 복사하여 1/2,500으로 확대 및 축소하여 평면도를 작성하고 이를 축도하여 본 보고서 부도편에 수록하였다.

3.4.2 표석매설

향후, 금회 과업하천구간에 대하여 측량기준점이 될 수 있도록 종단거리 약 0.5㎞마다 하천을 따라 좌안 또는 우안에 화강암으로 제작된 표석을 매설하였으며, 유제부는 제방천단에 무제부는 지형이 허용되는 범위 내에서 가능한 계획홍수위선 이상 지점에 견고하게 매설하였다.

금회 표석은 화강암으로 제작(12㎝×12㎝×67㎝)하여 각 면에는 "용봉천", "매설년도", "충청남도"를 음각하여 16개를 매설하였으며 상세한 위치 및 성과는 본 보고서 부도에 수록하였다.

금회 과업구간내에 매설한 표석의 성과는 다음과 같다.

<표 3.4-1> 표석성과표

하천	표석번호	안별	매 설 지 점			좌 표		표 고 (EL.m)	부 도	비고
			시·군	읍·면	동·리	X	Y			
용봉천	NO.1	우	홍성	홍성	내법	446228.507	172772.558	21.712	1	
	NO.2	우	홍성	홍성	내법	446281.318	172395.247	22.397	1	
	NO.3	우	홍성	홍성	내법	446406.000	171950.103	22.498	1	
	NO.4	우	홍성	홍성	내법	446454.209	171575.143	24.130	2	
	NO.5	우	홍성	홍성	내법	446747.997	171169.163	25.593	2	
	NO.6	우	홍성	홍성	내법	446945.191	170929.023	29.071	2	
	NO.7	우	홍성	홍성	내법	447283.968	170798.316	27.716	3	
	NO.8	우	홍성	홍북	봉신	447579.482	170420.000	29.295	3	
	NO.9	좌	홍성	홍북	봉신	447873.152	170013.282	34.209	3	
	NO.10	우	홍성	홍북	봉신	447902.260	169579.015	33.048	4	
	NO.11	좌	홍성	홍북	상하	448088.086	169047.164	35.126	4	
	NO.12	우	홍성	홍북	상하	448109.719	168632.545	35.972	4	
	NO.13	좌	홍성	홍북	상하	448150.769	168052.192	40.267	5	
	NO.14	좌	홍성	홍북	낙상	447863.448	167341.771	43.828	5	
	NO.15	좌	홍성	홍북	낙상	447501.783	167204.328	47.816	6	
	NO.16	우	홍성	홍북	낙상	447150.619	167143.950	51.813	6	

제4장 홍수량 및 홍수위 산정

4.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량

4.2 홍수위 산정

제4장 홍수량 및 홍수위 산정

4.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량

4.1.1 기본방향

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 강우-유출자료 및 수위-유량자료 등이 있는 경우 이들 자료를 이용하여 분석하는 것이 가장 좋은 방법이나, 본 과업유역 및 인근지역에서는 이들 자료가 매우 부족한 실정으로 부득이 기왕 강우자료를 빈도해석하여 산정한 확률강우량을 유출모형에 적용하여 분석하는 방법을 채택하였다.

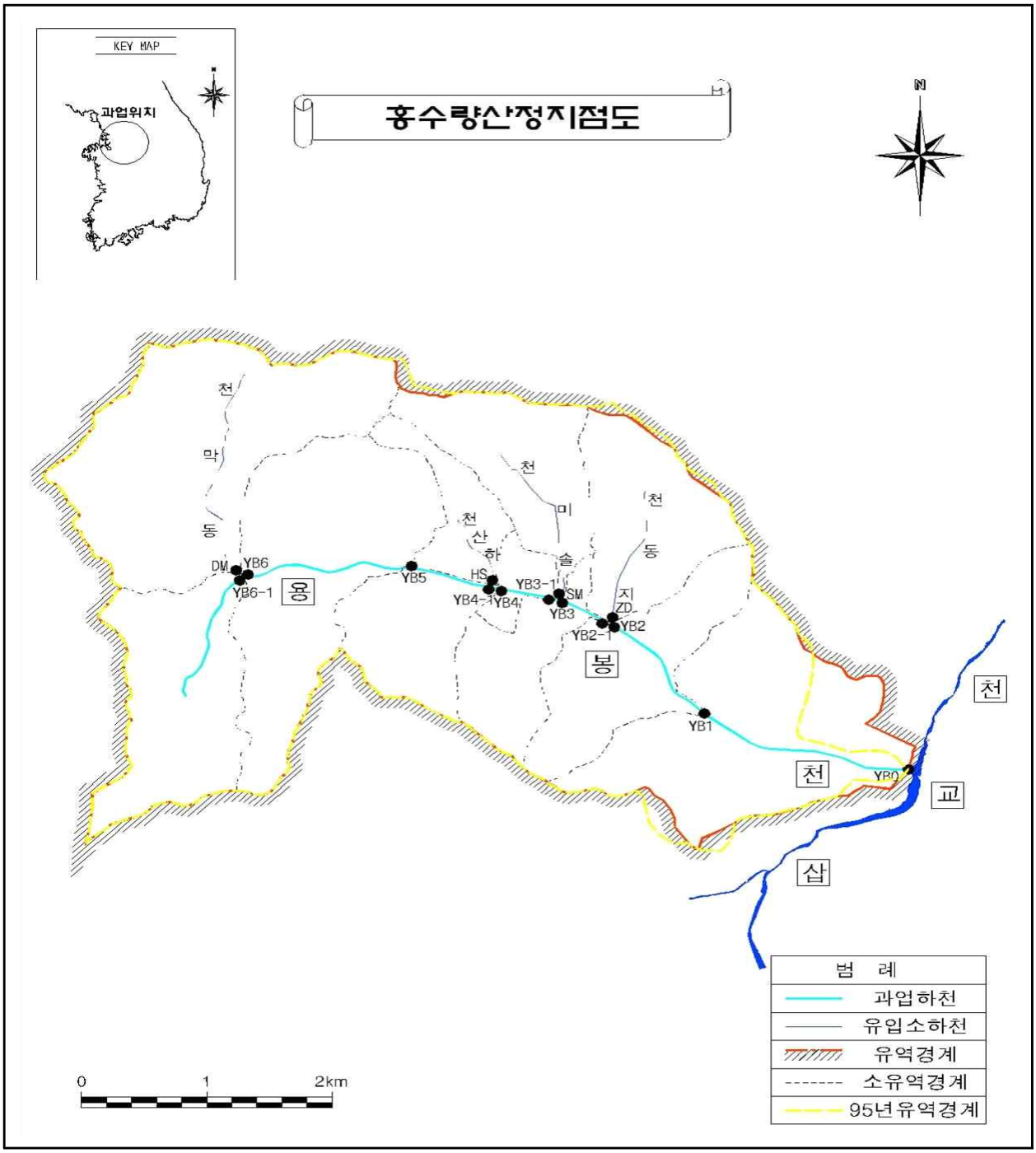
4.1.2 홍수량 산정지점

본 과업구간의 치수대책수립 등을 위한 홍수량 산정 지점은 유역특성 등을 감안하여 본 과업대상 하천의 주요 구조물 지점, 지류 합류점 전·후 등 총 11개 지점을 선정하였다.

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

<표 4.1-1> 홍수량 산정지점

하 천	산 정 지 점	부 호	측 점 (No.)	유역면적 A(㎢)	유로연장 L(㎞)	비 고
용봉천	용봉천 하구	YB0	0	19.60	8.94	
	서력교 지점	YB1	17+60.5	16.42	7.18	
	지동천 합류후	YB2	29+20.0	14.74	6.02	
	지동천 합류전	YB2-1	29+20.0	13.71	6.02	
	솔미천 합류후	YB3	33+59.6	12.16	5.58	
	솔미천 합류전	YB3-1	33+59.6	10.71	5.58	
	하산천 합류후	YB4	39	10.40	5.04	
	하산천 합류전	YB4-1	39	9.73	5.04	
	용봉교 지점	YB5	46+76.8	8.62	4.26	
	동막천 합류후	YB6	60	5.62	2.94	
	동막천 합류전	YB6-1	60	2.01	2.94	



<그림 4.1-1> 홍수량산정지점 위치도

4.1.3 강우분석

강우현상은 기상 및 지형적인 자연요소에 따라 시시각각 변화하기 때문에 이를 정확하게 예측하거나 파악하기는 매우 곤란하다. 따라서 수문학적으로 이용되는 강우에 대한

해석이란 과거 해당지점의 관측자료를 근거로 통계학적인 기법을 이용하고 있으며, 본 계획에서는 <그림 4.1-2>와 같이 강우빈도해석 절차에 의해 빈도해석을 실시하고, 적합도 검정기법에 의해 최적분포형을 선정한 후 지속시간별 확률강우량을 채택하였다.

(1) 우량관측소 선정

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

금회 과업대상인 용봉천 유역에 가장 인접한 강우관측소는 국토해양부 관할의 홍성우량관측소가 있으나 시우량 자료의 보유년수가 부족하다. 따라서 유역 인근에 통계적으로 유의성을 확보하고, 임계지속시간을 고려한 홍수량을 산정할 수 있도록 상당기간의 시우량 자료를 보유하고 있는 서산·보령·천안관측소 등을 대상으로 Thiessen망을 검토하여 용봉천 유역에 영향을 미치는 것으로 나타난 서산관측소를 금번 과업의 수문분석의 자료로 이용하였다.

(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 서산기상관측소는 지속시간별 강우분석을 위한 시우량 자료는 1968년부터 관측된 자료를 보유하고 있다.

따라서 본 과업에서는 동 기간의 강우기록 조사를 통하여 지속시간별 최대우량을 추출하여 확률강우분석을 실시하였으며, 서산기상관측소의 지속시간별 최대우량은 다음 <표 4.1-2>와 같다.

<그림 4.1-2> 강우빈도 해석 절차

<표 4.1-2> 서산기상관측소 지속시간별 최대강우량(고정시간) (단위:㎜)

년도	지속시간별 강우량 (㎜)									
	10분	60분	2시간	3시간	4시간	6시간	9시간	12시간	18시간	24시간
1968	15.2	45.7	50.8	65.0	83.5	106.2	134.8	141.4	151.6	151.7
1969	13.2	45.9	47.4	53.1	54.3	54.3	58.2	60.0	77.2	77.2
1970	16.8	52.3	70.3	92.0	103.8	132.4	161.3	181.6	194.5	236.1
1971	12.3	31.7	38.6	44.4	44.4	65.5	75.0	89.2	108.6	110.8
1972	13.0	48.8	62.0	92.2	109.7	122.9	135.7	173.8	199.1	228.5
1973	20.8	40.0	42.8	46.7	47.1	47.2	47.2	49.8	50.2	67.4
1974	16.3	42.0	63.5	97.0	112.0	134.7	172.8	220.8	249.6	252.9
1975	18.6	37.8	42.2	48.1	53.0	57.8	58.1	58.1	58.1	58.1
1976	10.6	20.4	28.8	37.4	43.5	52.1	66.1	71.4	74.7	79.6
1977	15.4	37.6	48.2	72.2	84.0	89.2	107.9	111.0	113.6	113.6
1978	20.0	79.0	95.8	109.0	123.1	138.3	143.6	155.3	162.5	162.6
1979	10.0	33.5	52.4	65.0	74.3	75.6	76.3	76.3	85.4	96.0
1980	20.0	40.7	51.8	61.6	72.1	85.4	89.5	101.6	121.3	121.5
1981	18.0	40.6	54.5	60.2	60.2	82.3	99.5	121.0	133.8	142.1
1982	16.0	43.4	53.6	64.9	68.0	113.0	150.9	159.8	177.3	178.3
1983	14.5	31.1	47.5	66.4	74.3	77.5	111.3	114.1	127.4	135.5
1984	14.0	34.7	45.2	60.4	73.0	98.6	120.6	167.3	199.6	210.9
1985	13.5	31.0	34.9	47.7	60.7	72.7	116.4	122.7	150.4	175.8
1986	17.0	33.0	35.8	42.6	51.4	56.0	66.4	68.0	70.9	75.5
1987	15.5	33.6	50.8	64.8	74.0	81.7	93.0	97.0	123.6	158.8
1988	13.0	20.7	24.3	28.4	37.6	41.9	50.2	61.2	63.0	63.0
1989	9.7	30.5	42.4	52.4	57.8	73.3	83.8	89.8	122.4	152.5
1990	23.5	55.3	66.9	67.4	95.6	107.6	122.4	127.3	131.0	133.7
1991	17.7	29.0	41.5	47.5	64.6	88.7	125.3	156.3	175.1	177.1
1992	17.0	42.0	55.2	65.0	76.7	105.5	133.0	170.8	202.7	206.8
1993	10.7	24.3	36.9	43.1	51.2	58.3	61.3	78.4	89.7	89.7
1994	18.6	51.7	54.5	56.4	76.5	82.1	91.8	111.2	141.1	152.3
1995	18.6	60.1	83.8	103.3	131.9	151.7	199.6	221.4	254.0	317.1
1996	9.9	17.0	24.8	36.9	45.7	65.6	78.1	83.0	84.6	85.3
1997	14.2	50.0	77.2	99.7	106.1	128.5	151.0	172.2	182.8	183.3
1998	19.5	57.5	78.1	102.4	127.1	142.3	150.0	153.5	153.5	156.0
1999	10.1	37.5	53.1	77.6	105.6	137.8	183.4	251.7	345.5	358.9
2000	13.0	32.0	50.0	75.0	89.5	119.5	134.0	148.3	167.8	186.0
2001	17.0	80.0	100.6	106.1	109.3	111.3	116.6	120.8	120.9	120.9
2002	19.0	62.5	82.5	85.5	88.0	100.0	122.5	139.5	175.5	218.0
2003	19.5	51.5	54.5	63.5	73.0	104.0	140.0	160.5	171.0	173.0
2004	14.5	42.9	49.5	63.5	77.0	97.0	104.0	107.5	118.5	127.0
2005	16.5	38.0	47.0	60.5	73.0	86.0	108.9	110.5	110.5	110.5
2006	17.0	32.0	40.5	52.0	58.5	85.0	110.5	118.0	124.5	133.5
2007	15.0	34.0	52.0	76.0	88.0	100.0	119.0	124.0	124.7	125.0
2008	10.0	43.5	57.5	61.5	62.5	65.5	73.5	92.0	108.5	110.5
2009	14.5	33.5	38.0	46.5	53.5	71.0	94.5	113.5	121.5	122.0
최대	23.5	80.0	100.6	109.0	131.9	151.7	199.6	251.7	345.5	358.9

주) 10분, 60분은 기상청제공 임의시간 자료임.

(3) 임의지속시간 강우량으로 변환

수문학적인 의미의 최대유출량은 지속시간별 최대강우량에 의해 발생되어지며, 지속시간별 최대강우량은 고정된 시간간격 보다 임의지속시간 강우량이 크게 나타난다. 따라서 설계홍수량을 산정하기 위해서는 임의지속시간 간격의 지속시간별 최대강우량 자료가 필요하다.

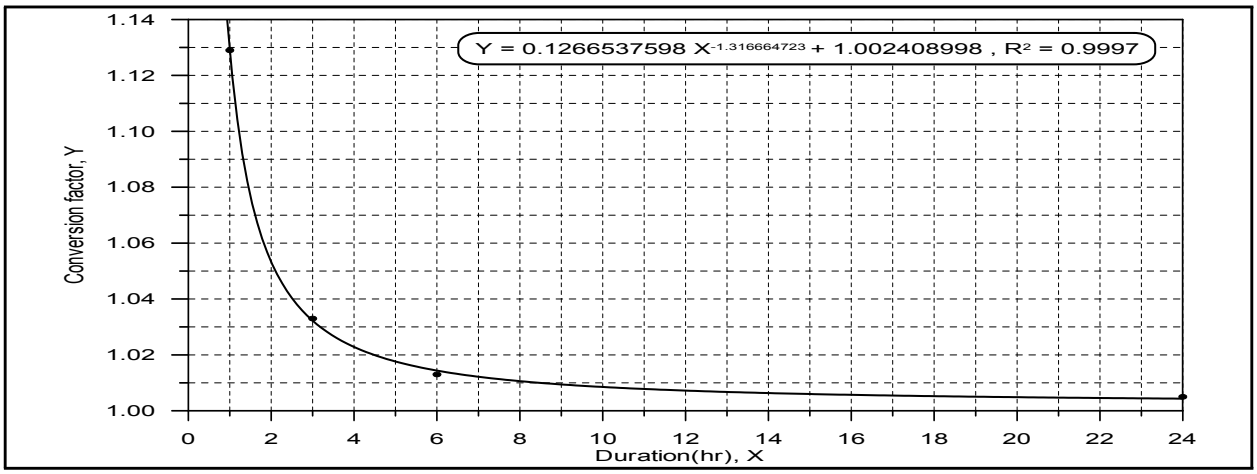
본 과업에서 선정된 관측소들의 강우기록은 최소단위가 1시간이며, 금회 과업대상유역과 같이 소규모 유역에서는 지속시간 24시간 이하의 강우가 유역의 홍수량에 지배적적이므로 기록된 고정시간간격의 강우량은 임의지속시간 간격의 강우량으로 변환하여 사용하여야 한다.

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

<표 4.1-3>은 본 과업에서 적용한 환산계수이며, <표 4.1-4>는 이를 이용하여 변환한 지속시간별 최대강우량이다.

<표 4.1-3> 고정시간-임의지속시간 환산계수

고정시간	1시간	3시간	6시간	24시간
임의시간	60분	180분	360분	1440분
환산계수	1.129	1.033	1.013	1.005



<표 4.1-4> 서산기상관측소 지속시간별 최대강우량(임의시간) (단위:㎜)

년도	지속시간별 강우량 (㎜)									
	10분	60분	120분	180분	240분	360분	540분	720분	1080분	1440분
1968	15.2	45.7	53.5	67.1	85.4	107.7	136.1	142.4	152.4	152.4
1969	13.2	45.9	49.9	54.8	55.5	55.5	58.7	60.4	77.6	77.6
1970	16.8	52.3	74.0	95.0	106.2	134.3	162.8	182.9	195.5	237.1
1971	12.3	31.7	40.7	45.8	45.8	66.4	75.7	89.8	109.2	111.3
1972	13.0	48.8	65.3	95.2	112.2	124.7	137.0	175.1	200.1	229.5
1973	20.8	40.0	45.1	48.2	48.2	48.2	48.2	50.2	50.5	67.7
1974	16.3	42.0	66.9	100.1	114.6	136.6	174.4	222.4	250.9	254.0
1975	18.6	37.8	44.4	49.6	54.2	58.6	58.6	58.6	58.6	58.6
1976	10.6	20.4	30.3	38.6	44.5	52.8	66.7	71.9	75.1	79.9
1977	15.4	37.6	50.8	74.5	85.9	90.5	108.9	111.8	114.2	114.2
1978	20.0	79.0	100.9	112.5	125.9	140.3	145.0	156.4	163.3	163.3
1979	10.0	33.5	55.2	67.1	76.0	76.7	77.0	77.0	85.8	96.4
1980	20.0	40.7	54.6	63.6	73.7	86.6	90.3	102.3	121.9	122.0
1981	18.0	40.6	57.4	62.1	62.1	83.5	100.4	121.9	134.5	142.7
1982	16.0	43.4	56.5	67.0	69.6	114.6	152.3	161.0	178.2	179.1
1983	14.5	31.1	50.0	68.5	76.0	78.6	112.3	114.9	128.1	136.1
1984	14.0	34.7	47.6	62.3	74.7	100.0	121.7	168.5	200.6	211.8
1985	13.5	31.0	36.8	49.2	62.1	73.7	117.5	123.6	151.2	176.6
1986	17.0	33.0	37.7	44.0	52.6	56.8	67.0	68.5	71.3	75.8
1987	15.5	33.6	53.5	66.9	75.7	82.9	93.9	97.7	124.2	159.5
1988	13.0	20.7	25.6	29.3	38.5	42.5	50.7	61.6	63.3	63.3
1989	9.7	30.5	44.7	54.1	59.1	74.4	84.6	90.4	123.0	153.2
1990	23.5	55.3	70.5	70.5	97.8	109.1	123.6	128.2	131.7	134.3
1991	17.7	29.0	43.7	49.0	66.1	90.0	126.5	157.4	176.0	177.9
1992	17.0	42.0	58.1	67.1	78.5	107.0	134.3	172.0	203.8	207.7
1993	10.7	24.3	38.9	44.5	52.4	59.1	61.9	79.0	90.2	90.2
1994	18.6	51.7	57.4	58.2	78.2	83.3	92.7	112.0	141.8	153.0
1995	18.6	60.1	88.3	106.6	134.9	153.9	201.5	223.0	255.3	318.5
1996	9.9	17.0	26.1	38.1	46.7	66.5	78.8	83.6	85.0	85.7
1997	14.2	50.0	81.3	102.9	108.5	130.3	152.4	173.4	183.8	184.1
1998	19.5	57.5	82.3	105.7	130.0	144.3	151.4	154.6	154.6	156.7
1999	10.1	37.5	55.9	80.1	108.0	139.8	185.1	253.5	347.3	360.5
2000	13.0	32.0	52.7	77.4	91.5	121.2	135.3	149.4	168.7	186.8
2001	17.0	80.0	106.0	109.5	111.8	112.9	117.7	121.7	121.7	121.7
2002	19.0	62.5	86.9	88.3	90.0	101.4	123.7	140.5	176.4	218.9
2003	19.5	51.5	57.4	65.5	74.7	105.5	141.3	161.7	171.9	173.8
2004	14.5	42.9	52.1	65.5	78.8	98.4	105.0	108.3	119.1	127.6
2005	16.5	38.0	49.5	62.4	74.7	87.2	109.9	111.3	111.3	111.3
2006	17.0	32.0	42.7	53.7	59.8	86.2	111.5	118.9	125.2	134.1
2007	15.0	34.0	54.8	78.4	90.0	101.4	120.1	124.9	125.4	125.5
2008	10.0	43.5	60.6	63.5	63.9	66.4	74.2	92.7	109.1	111.0
2009	14.5	33.5	40.0	48.0	54.7	72.0	95.4	114.3	122.1	122.5
최대	23.5	80.0	106.0	112.5	134.9	153.9	201.5	253.5	347.3	360.5

(4) 확률분포형

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

본 과업에서는 이를 위하여 행정자치부 산하 국립방재연구소에서 개발한 FARD2006 모형을 이용하여 확률강우량을 계산하였다. FARD2006 모형에서는 일반적인 극치 수문사상의 확률분석에 많이 이용하는 13개 분포형에 대해 확률강우량을 계산하게 되는데 이들 분포형은 다음 <표 4.1-5>와 같다.

<표 4.1-5> FARD2006의 적용분포형

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

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.

$$f(x) = \frac{1}{|\alpha|\Gamma(\beta)}\left[\frac{x-x_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}\exp\left[\frac{x-x_0}{\alpha}\right] \qquad \text{<식 4.1-1>}$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

(나) GEV분포

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

$$F(x) = \exp\left[-\left(1 - \frac{\beta(x - x_0)}{\alpha}\right)^{(1/\beta)}\right] \qquad \text{<식 4.1-2>}$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha}\left[1 - \left(\frac{\beta(x - x_0)}{\alpha}\right)\right]^{(1/\beta)-1} \times F(x) \qquad \text{<식 4.1-3>}$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

(다) Gumbel 분포

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

$$F(x) = \exp\left\{\exp\left[-\frac{\beta(x-x_0)}{\alpha}\right]\right\} \qquad <식\ 4.1-4>$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha}\exp\left\{-\frac{(x-x_0)}{\alpha} - \exp\left[-\frac{(x-x_0)}{\alpha}\right]\right\},\ -\infty<x<\infty \qquad <식\ 4.1-5>$$

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.

$$F(x) = \exp\left[-\left(\frac{\Theta-x_0}{x-x_0}\right)^{\beta}\right] \qquad <식\ 4.1-6>$$

$$f(x) = \frac{\beta}{(x-x_0)}\left(\frac{\Theta-x_0}{x-x_0}\right)^{\beta}\cdot F(x) \qquad <식\ 4.1-7>$$

여기에서,

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

한편, x_0 = 0이면 2변수 Log-Gumbel 분포가 된다.

(마) Log-Normal 분포

수문자료 해석에 널리 사용되고 있는 분포형으로서 3개의 매개변수를 갖는 확률밀도

함수는 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(x-x_0)\sigma_y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left[\frac{1n(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2\right], \quad x_0 < x < \infty \qquad <식 4.1-8>$$

여기에서,

Y = $\ln(x-x_0)$

μ_y = Y의 평균(규모 매개변수)

σ_y = Y의 표준편차(형상 매개변수)

x_0 = 위치 매개변수

따라서, Y는 2개의 매개변수를 갖는 정규분포가 된다.

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

(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.

$$f(x) = \frac{1}{|\alpha|\Gamma(\beta)x}\left[\frac{1n(x)-y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1} \exp\left[-\frac{1n(x)-y_0}{\alpha}\right] \qquad <식 4.1-9>$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

y_0 : 위치 매개변수(location parameter)

Log-Pearson Type Ⅲ 분포는 규모 매개변수 α가 양수이면 하한경계값 ($e^{y_0} \leq x < \infty$)을 갖고 양으로 왜곡된(positively skewed) 분포가 되며, 음수이면 상한경계값(0

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

(사) Weibull 분포

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

$$x) = 1 - \exp - \left[\begin{matrix} x - x \\ \alpha \end{matrix} \right]^{\beta} \Bigg\} \qquad \text{<식 4.1-10>}$$

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left[\begin{matrix} x - x_0 \\ \alpha \end{matrix} \right]^{\beta - 1} \exp\left\{ - \left[\frac{x - x_0}{\alpha} \right]^{\beta} \right\}, x_0 \leq x < \infty \qquad \text{<식 4.1-11>}$$

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

y_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

또한, x_0 = 0인 경우 2변수 Weibull 분포가 된다.

(아) Wakeby 분포

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

$$x = m + a[1 - (1 - F)^{b}] - c[1 - (1 - F)^{-d}] \qquad \text{<식 4.1-12>}$$

여기서,

F : 누가분포함수(CDF)

a, b, c, d, m : Wakeby 분포의 매개변수

Wakeby 분포의 매개변수추정은 확률가중모멘트법을 주로 사용하고 있다.

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

(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 편의(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.

$$M_{p,r,s} = E[X^p F^r(x)\{1-F(x)\}^s] \qquad <식\ 4.1-13>$$

여기서 p, r, s는 정수이다.

일반적으로 사용하는 모집단의 확률가중모멘트는 다음의 두 식으로 나타낼 수 있다.

$$M_{1,r,0} = E[XF^r(x)] \equiv B_r \qquad <식\ 4.1-14>$$

$$M_{1,0,s} = E[X\{1-F(x)\}^s] \equiv B'_s \qquad <식\ 4.1-15>$$

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

$$\hat{B}_r = \frac{1}{N}\sum_{j=0}^{N} x_j \frac{(j-1)(j-2)\cdots(j-r)}{(N-1)(N-2)\cdots(N-r)},\ r \geq 1 \qquad <식\ 4.1-16>$$

$$\hat{B}'_r = \frac{1}{N}\sum_{j=0}^{N} x_j \frac{(N-j)!(N-s-1)!}{(N-j-s)!(N-1)!},\ s \geq 0 \qquad <식\ 4.1-17>$$

여기서 x_j는 자료를 크기 순으로 정렬하였을 때 j번째 값이며 $\hat{B} = \hat{B}_0 = \overline{x}$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 적합하는가를 판단하는 적합도 검정은 확률분포의 상대도수함수(relative frequency function) 또는 누가분포함수(cumulative distribution function)의 이론값과 자료계열의 관측값(표본값)을 비교하여 그 정도를 판별하게 된다.

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

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

각 방법에 대한 이론적 배경은 다음과 같다.

(가) χ^2-Test

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

χ^2-Test에 의한 통계량은 다음 식과 같이 정의된다.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \qquad \text{<식 4.1-18>}$$

여기에서 n_i는 관측자료의 i번째 구간에 속하는 표본 관측도수이며, np_i는 전체 관측값

의 수 n에 이론적인 발생확률 p_i를 곱한 것으로, 검정하고자 하는 이론확률분포에 의해 기대되는 i번째 구간의 절대도수이다.

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

$\chi^2_{1-\alpha,v}$는 자유도가 v(= $n-h-1$, h는 변수의 수)일 때 유의수준 α로 가정한 분포의 적합성을 인정하는 χ^2의 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 n개의 자료를 크기순으로 재배열하여 다음 식에 의해 자료값의 누가확률을 계산한다.

$$S_n(x) = \frac{k}{n}, \quad x_k \le x < x_{k+1} \qquad \text{<식 4.1-19>}$$

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

두 분포함수의 최대편차는 다음 식으로 표시될 수 있다.

$$D_n = Max|F(x) - S_n(x)| \qquad \text{<식 4.1-20>}$$

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

$$P(D_n \le D_n^{\alpha}) = 1 - \alpha \qquad \text{<식 4.1-21>}$$

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

(다) Cramer Von Mises 검정

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

검정통계량 W는 다음과 같이 계산된다(Thompson, 1966).

$$W = \frac{1}{12N} + \sum_{i=1}^{N}\left[F_X(x_i;\hat{\theta}) - \frac{2i-1}{2N}\right]^2 \qquad <식 4.1-22>$$

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

$$W \leq W_{1-\alpha}(N) \qquad <식 4.1-23>$$

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

(라) Probability Plot Correlation Coefficient(PPCC) 검정

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

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

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})(z_i - \bar{z})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^{n}(z_i - \bar{z})^2}} \qquad <식 4.1-24>$$

여기서 n은 자료의 수 y_i는 오름차순으로 정렬된 자료계열 z_i는 도시위치공식에 의한

자료계열 y_i의 누가확률(p_i)와 누가확률분포함수의 역함수를 이용하여 작성된 자료계열로서 $z_i = \Phi^{-1}(p_i)$, $\overline{y}$와 $\overline{z}$는 각각 자료계열 y_i와 z_i의 평균이다.

위의 검정통계량 χ가 χ_α보다 크면 유의수준 α로 확률분포형의 적합성이 인정되며 그렇지 못하면 기각된다.

(7) 확률강우량 산정결과

본 과업에서는 조사된 서산기상관측소의 지속시간별 최대치 강우량계열에 대하여 임의지속시간 강우량으로 변환하고 확률가중모멘트법으로 매개변수를 추정한 후, 적합도 검정을 통해 GUM분포형을 적정확률분포형으로 채택하였다.

GUM분포형에 의해 계산된 빈도별, 지속시간별 확률강우량 산정결과는 <표 4.1-6>과 같고, 금회 분석된 확률강우량과 기 분석된 성과와의 비교는 <표 4.1-7>과 같다.

<표 4.1-6> 빈도별 지속시간별 확률강우량 산정결과(서산)

재현기간(년)	지속시간별 확률강우량 (㎜)									
	10분	60분	120분	180분	240분	360분	540분	720분	1080분	1440분
10	20.2	59.0	79.7	96.9	112.7	134.1	163.3	190.1	217.8	237.1
20	22.2	66.7	90.0	109.5	127.5	151.6	185.6	217.7	250.6	273.9
30	23.4	71.2	95.9	116.6	136.0	161.7	198.4	233.6	269.4	295.1
50	24.9	76.7	103.3	125.6	146.7	174.3	214.4	253.4	293.0	321.6
80	26.2	81.8	110.0	133.9	156.4	185.9	229.1	271.6	314.6	345.8
100	26.8	84.2	113.2	137.8	161.0	191.3	236.0	280.2	324.8	357.3
200	28.8	91.6	123.1	149.9	175.3	208.3	257.6	306.9	356.5	392.9

<표 4.1-7> 기왕 분석자료와의 확률강우량 비교 (단위:㎜)

재현기간(년)	구 분	강우지속기간(분)									
		10	60	120	180	240	360	540	720	1,080	1,440
10	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	②	20.9	53.6	72.1	86.1	100.2	124.7	155.8	178.5	223.9	261.4
	③	20.2	59.0	79.7	96.9	112.7	134.1	163.3	190.1	217.8	237.1
	채택	20.2	59.0	79.7	96.9	112.7	134.1	163.3	190.1	217.8	237.1
20	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235.6
	②	23.7	60.8	81.4	97.3	112.9	140.2	175.1	201.5	255.0	300.5
	③	22.2	66.7	92.6	109.9	128.0	151.4	186.0	218.4	251.2	274.1
	채택	22.2	66.7	92.6	109.9	128.0	151.4	186.0	218.4	251.2	274.1
30	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254.0
	②	25.3	64.9	86.7	103.8	120.2	149.1	186.3	214.7	273.0	323.0
	③	23.4	71.2	95.9	116.6	136.0	161.7	198.4	233.6	269.4	295.1
	채택	23.4	71.2	95.9	116.6	136.0	161.7	198.4	233.6	269.4	295.1
50	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	277.1
	②	27.4	70.0	93.3	111.8	129.4	160.3	200.2	231.2	295.4	351.2
	③	24.9	76.7	103.3	125.6	146.7	174.3	214.4	253.4	293.0	321.6
	채택	24.9	76.7	103.3	125.6	146.7	174.3	214.4	253.4	293.0	321.6
80	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	298.2
	②	29.2	74.7	99.4	119.1	137.8	170.5	213.0	246.3	315.9	376.9
	③	26.2	81.8	110.0	133.9	156.4	185.9	229.1	271.6	314.6	345.8
	채택	26.2	81.8	110.0	133.9	156.4	185.9	229.1	271.6	314.6	345.8
100	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	308.2
	②	30.1	76.9	102.3	122.6	141.7	175.4	219.0	253.5	325.6	389.1
	③	26.8	84.2	113.2	137.8	161.0	191.3	236.0	280.2	324.8	357.3
	채택	26.8	84.2	113.2	137.8	161.0	191.3	236.0	280.2	324.8	357.3
200	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	②	32.8	83.8	111.2	133.4	154.1	190.4	237.8	275.7	355.8	426.9
	③	28.8	91.6	123.1	149.9	175.3	208.3	257.6	306.9	356.5	392.9
	채택	28.8	91.6	123.1	149.9	175.3	208.3	257.6	306.9	356.5	392.9

주) ① : 용봉천 하천정비기본계획(1995. 12, 충청남도)
② : 1999년도 수자원관리 기법 개발연구조사 보고서, 제1권 한국 확률 강우량도 작성, 2000. 6, 건설교통부
③ : 금회산정

(8) 면적 확률강우량 산정

강우의 일반적인 특성을 고려해 볼 때 일정한 유역면적을 가진 유역에 균일한 강도의 강우가 발생될 경우는 거의 없으며, 강우지속기간 동안 유역의 평균 강우강도는 유역면적이 커질수록 감소하게 된다. 따라서 수공구조물 설계시 실제 강우사상을 반영한 설계홍수량 산정을 위해서는 대상 유역면적 내에서 이와 같은 강우의 공간적 특성을 고려한 유역평균 면적확률강우량을 결정하는 작업이 선행되어야 하며, 「한국 확률강우량도 작성(2000. 6, 국토해양부)」에서는 대표적으로 우리나라의 한강유역에 대하여 유역면적에 따른 환산계수를 지속시간-재현기간별로 작성한 바 있다.

면적감소계수는 수공구조물의 안전한 설계를 위해서 유역면적이 적은 경우에는 고려할 필요가 없으나 「한국 확률강우량도 작성(2000. 6, 국토해양부)」에서 언급된 바와 같이 26㎢이상인 경우에 대해서만 면적감소계수를 적용하여야 한다. 따라서 본 과업의 용봉천 유역은 유역면적이 면적감소계수의 적용범위인 26㎢미만이므로 면적감소계수를 적용하지 않았다.

4.1.4 확률강우량 산정

(1) 강우강도식 유도

확률강우강도-지속기간-재현기간관계를 나타내는 식으로 전절에서 산정한 확률 강우량을 제2의 자료로 변환하는 작업이 필요하다. 즉 확률강우량을 강우강도로 변환시킨 후 최소자승법을 이용하여 확률년별 강우강도-지속기간 관계식을 구하며, 유도된 공식에 의한 값과 원래 자료치와의 편차를 계산하여 최소값을 가지는 식을 확률강우강도식으로 정한다.

금회 과업에서는 국내에 적용도가 높은 Talbot형, Sherman형, Japanese형의 수정강우강도 공식을 최소자승법으로 유도하였으며 각 유형별 공식은 아래와 같다.

Talbot형 : $I = \frac{a}{t+b} + c$ <식 4.1-25>

Sherman형 : $I = \frac{a}{(t+c)^b}$ <식 4.1-26>

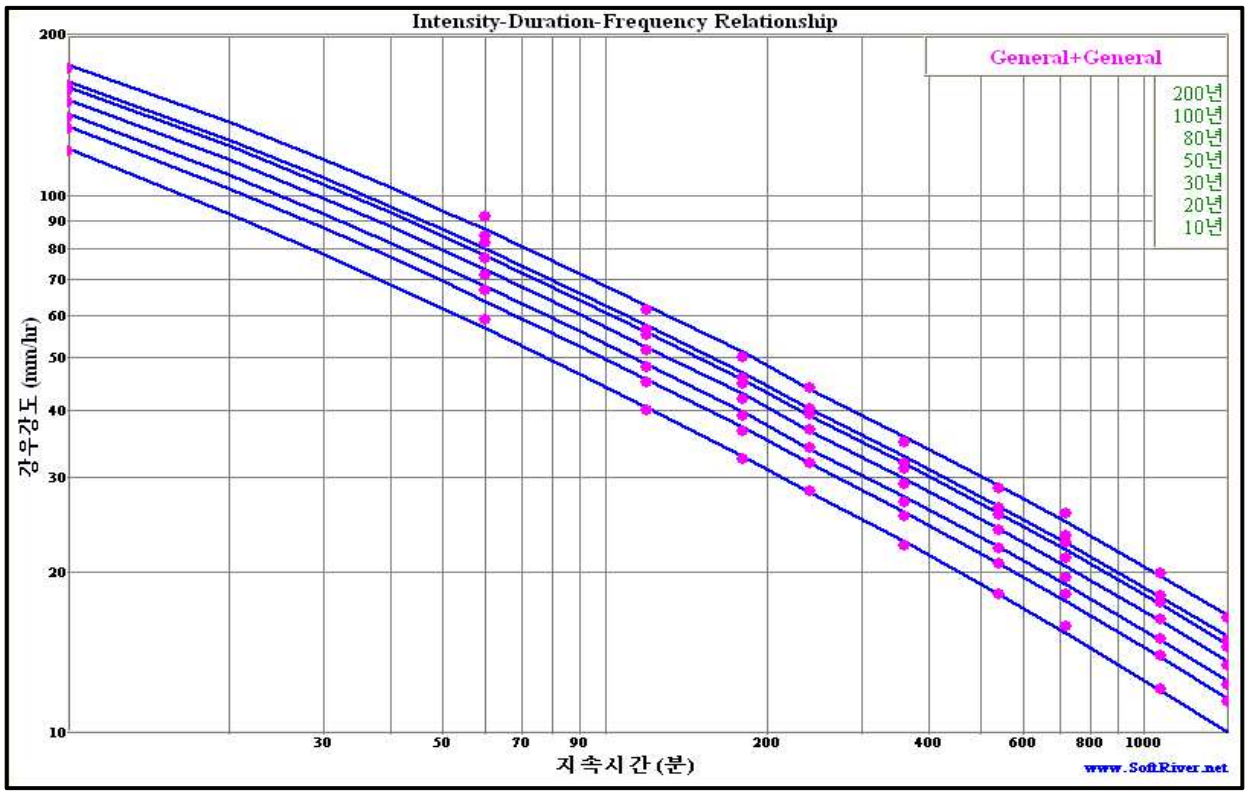
Japanese형 : $I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} + c$ <식 4.1-27>

Semi-Log: $I = b \cdot \log(t+c) + a$ <식 4.1-28>

General형 : $\frac{a}{(t+c)}$ <식 4.1-29>

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

강우빈도 해석시 사용한 지속기간별 최대강우는 10분~24시간까지 범위가 상당히 크므로 이를 이용하여 하나의 정도 높은 확률강우강도식을 유도하기에는 무리가 따른다. 따라서 회귀식의 적합도를 높이기 위하여 확률강우량과 편차가 가장 작은 시간을 구분하여 단기간과 장기간으로 지속시간을 나누어 분석하였으며, 또한 확률강우강도를 다음 <그림 4.1-3>과 같이 전대수지에 도시하여 양상이 변화는 부분을 중심으로 전반부를 단기간, 후반부를 장기간으로 나누어 확률강우강도식을 유도하였다.



<그림 4.1-3> 전기간

(가) 단기간 확률강우강도

서산관측소의 확률강우강도공식은 단기간(180분 이하)일 경우 편차, 상관계수를 고려하여 General형을 채택하였다. 유도된 확률 강우강도식과 이에 따른 편차 및 강우강도-지속시간-재현기간의 관계는 <표 4.1-8~9>와 같다.

<표 4.1-8> 강우강도식의 편차와 상관계수 비교(단기간)

재현기간	Talbot형		Sherman형		Japanese형		General형		Semi-Log형		비고
	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	
10년	5.88	0.9894	5.11	0.9920	3.94	0.9952	2.76	0.9977	6.00	0.9889	
20년	6.05	0.9905	6.34	0.9895	4.87	0.9938	3.52	0.9968	5.69	0.9916	
30년	6.09	0.9912	7.11	0.9880	5.49	0.9929	4.00	0.9962	5.53	0.9928	
50년	6.27	0.9917	7.92	0.9867	6.11	0.9921	4.52	0.9957	5.45	0.9937	
80년	6.32	0.9923	8.78	0.9851	6.80	0.9911	5.06	0.9951	5.26	0.9947	
100년	6.34	0.9925	9.19	0.9843	7.13	0.9906	5.33	0.9947	5.14	0.9951	
200년	6.54	0.9930	10.30	0.9827	8.01	0.9895	6.06	0.9940	5.07	0.9958	

<표 4.1-9> 확률강우강도식(General)-단기간

재현기간	강우강도식	편 차	결정계수(R2)	비 고
10년	$I_0 = \frac{683.34600}{t^{0.56614} + 1.89367}$	2.76	0.9977	
20년	$I_{20} = \frac{789.69957}{t^{0.56776} + 2.15537}$	3.52	0.9968	
30년	$I_{30} = \frac{858.45415}{t^{0.57035} + 2.30944}$	4.00	0.9962	
50년	$I_{50} = \frac{930.94380}{t^{0.57046} + 2.41755}$	4.52	0.9957	
80년	$I_{80} = \frac{1,011.01225}{t^{0.57267} + 2.58885}$	5.06	0.9951	
100년	$I_{100} = \frac{1,045.75509}{t^{0.57302} + 2.65316}$	5.33	0.9947	
200년	$I_{200} = \frac{1,148.18413}{t^{0.57359} + 2.77987}$	6.06	0.9940	

(나) 장기간 확률강우강도

서산관측소의 확률강우강도공식은 장기간(180분 이상)일 경우 편차 및 상관계수를 고려하여 General형을 채택하였다. 유도된 확률강우강도식과 이에 따른 편차 및 강우강도-지속시간-재현기간의 관계는 <표 4.1-10>과 같다.

<표 4.1-10> 강우강도식의 편차와 상관계수 비교(장기간)

재현기간	Talbot형		Sherman형		Japanese형		General형		Semi-Log형		비고
	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	
10년	1.89	0.9895	1.14	0.9962	1.39	0.9943	0.66	0.9987	2.43	0.9826	
20년	2.32	0.9874	1.21	0.9965	1.42	0.9952	0.84	0.9983	2.79	0.9817	
30년	2.54	0.9865	1.28	0.9966	1.47	0.9955	0.94	0.9982	2.97	0.9816	
50년	2.83	0.9854	1.36	0.9966	1.52	0.9958	1.07	0.9979	3.21	0.9811	
80년	3.10	0.9844	1.44	0.9967	1.57	0.9960	1.19	0.9977	3.44	0.9808	
100년	3.23	0.9839	1.47	0.9967	1.60	0.9961	1.25	0.9976	3.56	0.9805	
200년	3.61	0.9828	1.60	0.9966	1.70	0.9962	1.43	0.9973	3.88	0.9802	

<표 4.1-11> 확률강우강도식(General형)-장기간

재현기간	강우강도식	편 차	결정계수(R2)	비 고
10년	$I_0 = \frac{1{,}891.58335}{t^{0.70487} + 19.70640}$	0.66	0.9987	
20년	$I_{20} = \frac{1{,}975.40464}{t^{0.69096} + 18.06668}$	0.84	0.9983	
30년	$I_{30} = \frac{2{,}012.61570}{t^{0.68327} + 17.14277}$	0.94	0.9982	
50년	$I_{50} = \frac{2{,}084.41774}{t^{0.67625} + 16.41448}$	1.07	0.9979	
80년	$I_{80} = \frac{2{,}163.28600}{t^{0.67131} + 15.98216}$	1.19	0.9977	
100년	$I_{100} = \frac{2{,}189.60141}{t^{0.66850} + 15.66638}$	1.25	0.9976	
200년	$I_{200} = \frac{2{,}298.51822}{t^{0.66205} + 15.07683}$	1.43	0.9973	

4.1.5 강우의 시간분포 결정

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

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

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

우리나라는 주로 과거에는 Mononobe 방법이 주로 사용되었으나 이 방법은 단순히 일 최대 강우량만을 임의로 시간구간별로 나누는 것으로서 강우의 지속성을 전혀 반영하지 못하며, 강우량의 단위시간이 1시간 이상일 경우에는 사용이 가능하지만 1시간보다 작은 경우에는 그 신뢰도가 낮아 첨두유출량이 대체로 크게 나타나는 결점이 있어 하천설계기준·해설(2009.한국수자원학회)에서는 사용을 지양해야 한다고 명시하고 있어, 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 최대 강우강도가 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, 국토해양부)」에서는 우리나라에서 시우량 자료를 확보하고 있는 기상청관할 68개 우량관측소 지점에서의 실측강우자료를 이용하여 Huff의 4분위법에 의해서 분석하고 각 관측소 지점별로 분포형을 결정한 바 있다.「지역별 설계 강우의 시간적 분포(2000. 6, 국토해양부)」에서는 발생회수가 가장 많은 최빈분위를 채택하는 것을 권장하고 있으며, 서산관측소의 강우지속기간별 최빈분위는 <표 4.1-12>와 같다.

<표 4.1-12> 서산기상대의 강우지속기간별 최빈분위

구 분	1분위		2분위		3분위		4분위		합 계	비 고
전 기 간	230	(22.4)	349	(33.9)	284	(27.6)	164	(16.1)	1,027	
- 6hr	20	(25.6)	25	(32.0)	20	(25.6)	13	(16.8)	78	
7hr - 12hr	56	(22.2)	88	(34.9)	71	(28.1)	37	(14.8)	252	
13hr - 18hr	48	(18.1)	95	(35.8)	84	(31.6)	38	(14.5)	265	
19hr - 24hr	45	(23.9)	68	(36.1)	38	(20.2)	37	(19.8)	188	
25hr -	61	(25.0)	73	(29.9)	71	(29.0)	39	(16.1)	244	
중 호 우	53	(16.7)	116	(36.5)	96	(30.2)	52	(16.6)	317	
경 호 우	177	(24.9)	233	(32.8)	188	(26.4)	112	(15.9)	710	

주) ( )는 %임

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.

서산기상관측소에 대한 Huff의 분위별 무차원 누가곡선을 지속시간 10% 증분으로 표시하여 <표 4.1-13>에 나타내었으며, 이를 본 과업에 적용하기 위해 6차 다항식으로 표현할 때의 상수는 <표 4.1-14>에 나타내었다.

$$ax + bx^5 + cx^4 + dx^3 + ex^2 + fx + g \qquad \text{<식 4.1-30>}$$

여기서, Y : 무차원강우량(%)

x : 무차원 강우지속시간(%)

a, b, c, ..., g: 상수

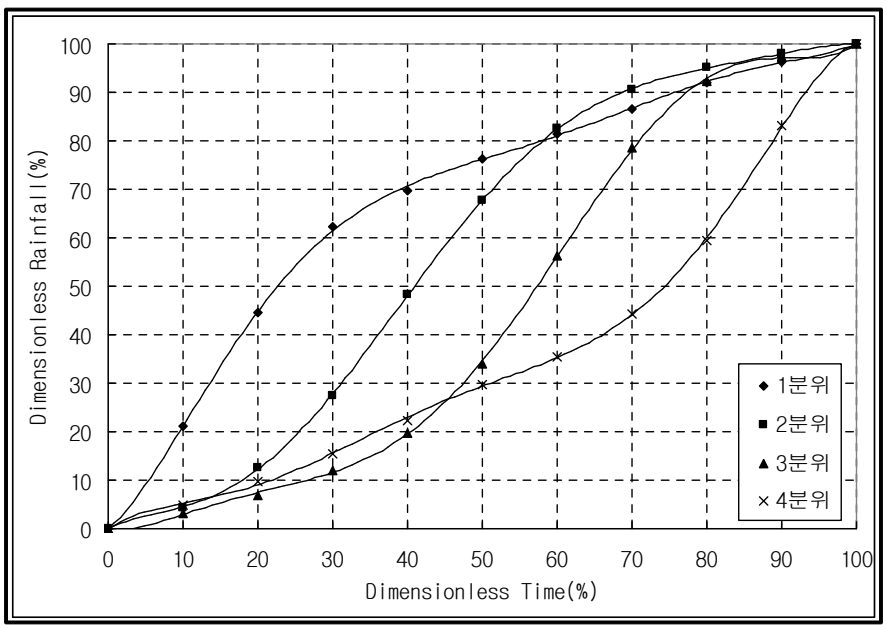
<표 4.1-13> Huff의 무차원 누가곡선 (서산기상대, 50%) (단위:%)

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

<표 4.1-14> Huff 누가분포의 6차 다항식 계수(서산)

구 분	1 분위	2 분위	3 분위	4 분위	비 고
a	0.000000002553922	-0.000000002586601	0.000000004523693	-0.000000003683007	
b	-0.000000853676471	0.000000849057315	-0.000001257909125	0.000001021568628	
c	0.000107732089011	-0.000101108471605	0.000122501162664	-0.000103183383621	
d	-0.006159895620584	0.004976391745572	-0.004964424363834	0.004683532154360	
e	0.134036875122547	-0.074993439026912	0.089161886658076	-0.090443145029894	
f	1.292289385390180	0.804410357799497	-0.218986906780628	1.067502261488700	
g	-0.022295275142824	-0.028856360549980	0.032373581598222	-0.101275135268224	

상기의 유도된 최적화 상수를 이용하여 지속시간별 확률강우량에 적용, 지속시간별 강우분포를 구하였다. 각 분위별 분포형태는 <그림 5.1-4>에 나타난 바와 같다.



<그림 4.1-4> HUFF 방법의 무차원 누가곡선

4.1.6 유효우량 산정

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

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

금회 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.

$$Q = \frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia)+S} \qquad \text{<식 4.1-31>}$$

여기서, P : 총우량(㎜)

Q : 직접유출량(유효우량)(㎜)

Ia : 초기손실(㎜)

S : 초기손실을 포함한 유역의 가능최대손실(㎜)

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

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \qquad \text{<식 4.1-32>}$$

위 식에서 S는 유역의 토양형이나 토지이용 및 처리상태 등의 이른바 수문학적 토양-

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

$$CN = \frac{25,400}{S+254} \quad \text{또는} \quad S = \frac{25,400}{CN} - 254 \qquad \text{<식 4.1-33>}$$

CN값은 토양형 및 토지이용상태에 따른 분류로서 <표 5.1-25~28>을 이용하여 AMC-Ⅱ 조건하에서의 값을 구한 후, <표 5.1-23>의 조건에 따라 AMC-I 또는 AMC-Ⅲ으로 변환하여 사용하게 된다.

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

$$CN(\text{Ⅰ}) = \frac{4.2CN(\text{Ⅱ})}{10 - 0.058CN(\text{Ⅱ})} \qquad \text{<식 4.1-34>}$$

$$CN(\text{Ⅲ}) = \frac{23CN(\text{Ⅱ})}{10 + 0.013CN(\text{Ⅱ})} \qquad \text{<식 4.1-35>}$$

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

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

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

본 과업에서는 서산기상관측소에 대해 1968년~2009년(42개년) 사이에 발생한 일최대 강우량 발생일을 기준으로 5일 선행강우량을 조사하여 선행토양함수조건을 검토하였다. 검토결과 서산기상관측소는 AMC-Ⅰ 36%, AMC-Ⅱ 12%, AMC-Ⅲ 52%로 발생되어,

AMC-Ⅲ조건이 지배적으로 나타났으며, “2.4.3 수해 및 가뭄피해현황”의 내용을 볼 때 근래에 들어 홍수발생 빈도가 증가하고 있으며 그 피해액도 기하급수적으로 커지고 있어 홍수로부터의 치수안전도 확보를 고려하여 AMC-Ⅲ 조건으로 CN값을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

본 과업구간의 홍수량 산정지점별 CN값은 <표 4.1-15>와 같으며 자세한 계산내용은 부록 “7.1 유출곡선지수 산정”에 수록하였다.

<표 4.1-15> 선행 토양함수조건의 분류

구 분	AMC Group	비 성 수 기	성 수 기
5일 선행강우량 (P5,(㎜))	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 4.1-16> 관측소별 선행토양함수조건

관측소명	자료갯수	기 준	AMC-Ⅰ	AMC-Ⅱ	AMC-Ⅲ	비 고
서 산	43	일최대값	12 (36%)	4 (12%)	17 (52%)	

주) 한국수문조사연보(1967년~2009년)

(1) 토양형에 따른 수문학적 토양군 분류

토양형에 따른 수문학적 토양군 분류는 정밀토양도를 이용하여 토성(Soil Texture), 토양심도(Soil Depth), 토양배수(Soil Drainage), 토양팽창(Soil Swelling) 및 유기물 함량(Organic matter content)을 고려하여 분류한 후 토성, 배수등급, 투수성, 불투수

층유무 및 출현깊이, 지하수위 등 침투수량을 지배하는 요인들을 고려하여 분류한 정밀토양도상의 토양통을 SCS의 수문학적 토양군의 분류기준에 따라 재분류한 값을 이용하였다.

<표 4.1-17> 한국토양 특성에 따른 수문학적 토양군 분류기준

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

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

<표 4.1-18> 정밀토양도 토양통의 수문학적 재분류

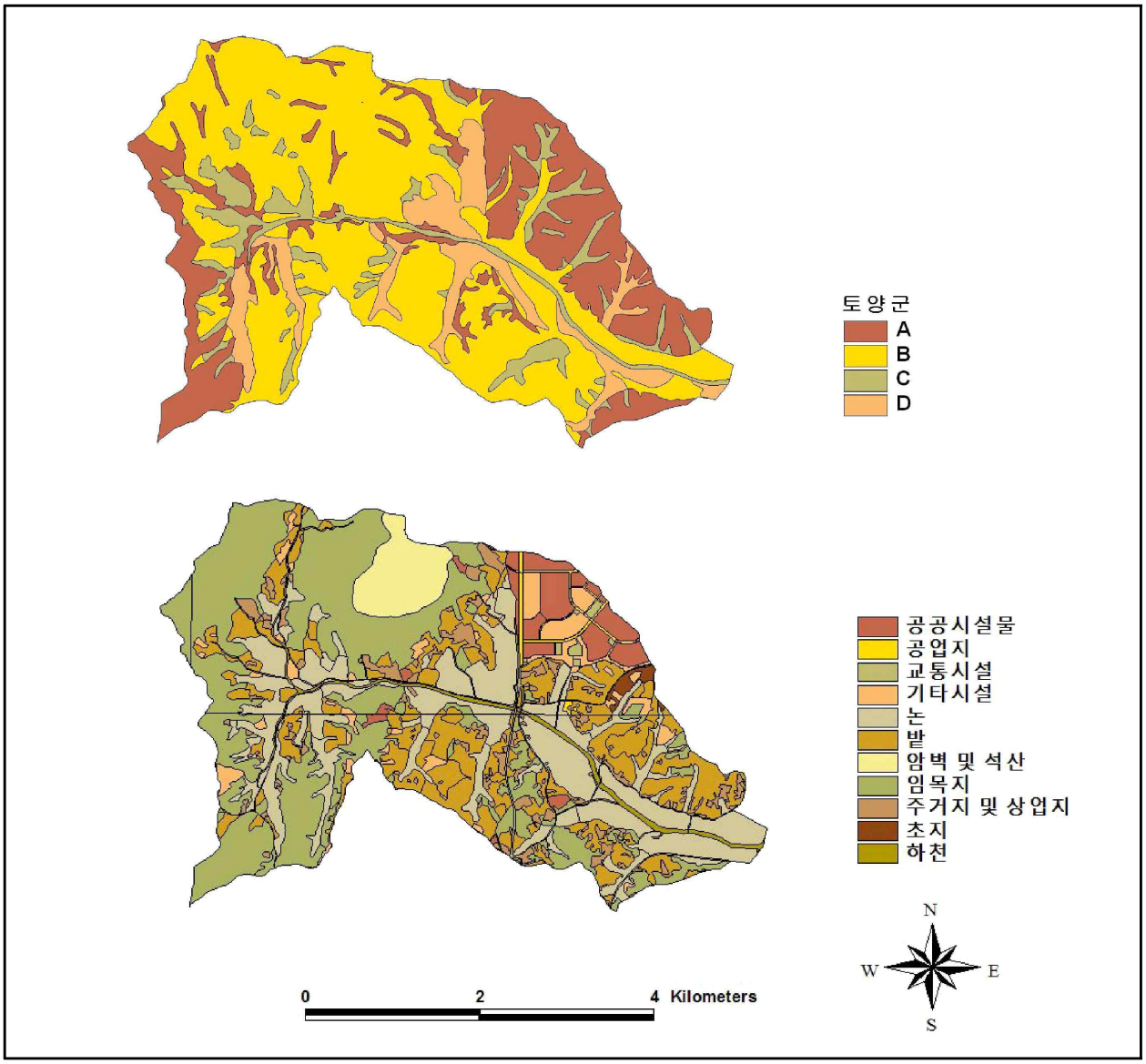
토양군	배 점	토양통수	토 양 통	비 고
A	16	1	황룡	
	15	2	남계, 행산	
	14	8	고천, 과천, 덕천, 송산, 월곡, 이산, 풍천, 한림	
	13	3	강서, 다인, 중동	
	소 계	14		
B	12	4	덕산, 동암, 용계, 호계	
	11	12	괴산, 군산, 귀산, 대흥, 도계, 마산, 망실, 반호, 석계, 석토, 신정, 안룡	
	소 계	16		
C	9	3	금곡, 대구, 칠곡	
	8	3	비곡, 신흥, 안계	
	소 계	6		
D	7	3	양곡, 장원, 화동	
	6	5	매산, 연곡, 우평, 유가, 포곡	
	소 계	8		
계	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

주) 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류(정정화, 김호일 등, 한국농공학회지 제36권 제6호, 1994.12)
농공기술(농업진흥공사 농업토목시험연구소, 제4권 제4호, 1987.12)

(2) 토지이용상태 및 처리상태에 따른 수문학적 토양군 분류

총우량과 유효우량과의 관계는 유역의 토양종류 뿐만 아니라 유역의 토지이용상태(혹은 식생피복형)와 그의 처리상태에 따라서도 크게 좌우된다. NRCS는 주로 농경지역에 대해 토지이용상태, 처리상태 및 토양의 수문학적 조건 등을 <표 4.1-19>와 같이 여러 가지로 분류하였고, 도시 지역에 대해서는 <표 4.1-20>과 같이 토양형과 피복상태 및 불투수면적의 백분율에 따라 총우량으로부터 직접유출(혹은 유효우량)의 잠재력을 표시하는 유출곡선지수 CN(Runoff Curve Number)을 제시하고 있다.

이와 같이 구한 본 과업구간의 홍수량 산정지점별 CN값은 <표 4.1-21>과 같다.



<그림 4.1-5> 용봉천 유역 수문학적 토양분포도 및 토지이용도(도청이전지 반영)

<표 4.1-19> 농경지역 및 삼림지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건)

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

주) 하천설계기준·해설(2009. 한국수자원학회)

<표 4.1-20> 도시지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ조건)

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

주) 하천설계기준·해설(2009. 한국수자원학회)

<표 4.1-21> 홍수량 산정지점별 유출곡선지수(CN)

하 천	산 정 지 점	소유역	소유역 면 적 (㎢)	유출곡선지수(CN)			비 고
				AMC-Ⅰ	AMC-Ⅱ	AMC-Ⅲ	
용봉천	삽교천 합류점 (YB0)	YB0	3.18	51.7	71.8	85.0	
	서력교 지점 (YB1)	YB1	1.68	51.1	71.3	84.6	
	지동천 합류후 (YB2)	ZD	1.57	46.7	67.6	82.5	
	지동천 합류전 (YB2-1)	YB2-1	1.01	55.4	74.7	87.0 (81.5)	
	솔미천 합류후 (YB3)	SM	1.45	47.4	68.2	82.8	
	솔미천 합류전 (YB3-1)	YB3-1	0.31	61.1	78.9	89.4 (82.7)	
	하산천 합류후 (YB4)	HS	0.67	53.8	73.5	86.2	
	하산천 합류전 (YB4-1)	YB4-1	1.11	56.0	75.2	87.3	
	용봉교 지점 (YB5)	YB5	3.00	50.0	70.4	84.4	
	동막천 합류후 (YB6)	DM	3.61	41.4	62.7	78.8	
	동막천 합류전 (YB6-1)	YB6-1	2.01	45.7	66.7	81.9	

주) ( )는 도청이전 계획전의 CN값을 나타냄.

4.1.7 도달시간의 산정

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

적용에 가장 중요한 인자가 된다.

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

① 하도흐름이 지배적인 유역

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

② 지표면 흐름이 지배적인 유역

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

③ 하도와 지표면 흐름이 복합된 유역

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

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

(1) Kirpich식

1940년 Kirpich가 미국 서부 Tennesse지역의 급경사 농경지 및 산지지역의 실측자

료를 기초로 제안한 경험공식으로 다음과 같이 나타내어진다.

$$t_c = 3.976 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$ <식 4.1-36>

여기서, t_c : 도달시간 (min)

L : 유역의 주유로를 따라 측정한 유로연장 (㎞)

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

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

<표 4.1-22> 도달시간의 보정계수

유 역 의 형 태	보 정 계 수
일반적인 표면류나 자연하천	2
콘크리트 및 아스팔트표면	0.4
콘크리트 개수된 하천	0.2

(2) Rziha식

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

$$t_c = 0.833 \frac{L}{S^{0.6}}$$ <식 4.1-37>

여기서, t_c : 도달시간 (min)

L : 하도경사 (m/m)

S : 하도길이 (㎞)

(3) Kraven식

자연하천의 중하류부(S < 1/200)및 경사별 유속을 적용되는 공식으로 다음 2가지 형태로 표시할 수 있다.

■Kraven－Ⅰ 공식 : $t_c = 0.444 \frac{L}{S^{0.515}}$ .....(자연하천 S<1/200) <식 4.1－38>

■Kraven－Ⅱ 공식 : $t_c = 16.667 \frac{L}{V}$ (L:㎞, V:m/sec)....(자연하천경사별유속) <식 4.1－39>

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

<표 4.1－23> Kraven값

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

금회 과업에서는 도달시간의 산정을 위하여 국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich공식, Rziha공식, Kraven－Ⅰ공식, Kraven－Ⅱ공식을 이용하였다.

소유역별 도달시간은 유출량 산정지점별로 상기공식을 적용하여 산정하였으며 그 결과는 <표 4.1－24>와 같다.

금회 과업에서는 산정된 도달시간 중 실제 현장조사를 통한 지형조사와 홍수시의 산지 소하천 및 평지에서의 대략적인 유속 등을 고려할 때 모든 경사에 대하여 적용이 가능하며 경사별 유속을 사용하여 도달시간을 산정하므로 단순히 유속의 적정성 측면과 적용성 측면만을 고려하여 보면 가장 양호한 Kraven－Ⅱ공식에 의한 평균유속 결과가 적합하다고 판단되어, 금회 과업의 유출모형에 적용되는 도달시간은 Kraven－Ⅱ공식에 의한 결과를 사용하였다.

<표 4.1-24> 도달시간 산정결과

하천명	지점부호	소유역 면 적 (㎢)	유로연장 (㎞)	하도경사	도 달 시 간 (분)			
					Kirpich	Rziha	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ
용봉천	YB0	3.18	2.98	0.008	89.70	47.73	16.46	17.74
	YB1	1.68	2.06	0.013	51.12	23.98	8.73	10.21
	ZD	1.57	2.17	0.017	49.07	21.11	7.89	10.33
	YB2-1	1.01	2.33	0.010	63.69	31.30	11.12	12.67
	SM	1.45	2.72	0.027	48.89	20.57	7.74	13.35
	YB3-1	0.31	1.06	0.013	25.86	12.05	4.41	5.46
	HS	0.67	2.10	0.059	28.58	9.89	4.02	10.01
	YB4-1	1.11	1.83	0.016	42.59	18.36	6.87	8.71
	YB5	3.00	3.47	0.013	84.30	40.38	14.49	18.52
	YB6-1	2.01	2.94	0.014	49.58	20.20	7.71	14.39
	DM	3.61	3.51	0.016	60.13	24.07	9.27	17.11

4.1.8 홍수량 산정

임의의 하천유역에 대한 홍수량 산정방법은 기왕의 유출실측자료가 있는 계측유역과 미계측 유역의 경우로 구분할 수 있다.

일반적으로 하천구간에 수위관측소가 있고 유량측정을 실시하여 신뢰할만한 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 과업대상 하천구간에서는 전술한 바와 같이 수위관측소가 없으며, 홍수유출 분석에 이용할 만한 수위기록이 없는 상황이므로 본 과업에서는 위의 두 번째 방법인 홍수유출모형에 의해 홍수량을 산정하였다.

(1) 홍수량 산정방법

본 과업에서는 Clark 유역추적법, SCS 무차원 단위도법, Snyder 합성단위도법 등에 의해 홍수량을 산정하였으며, 본 유역의 홍수량을 채택함에 있어 산정방법별 홍수량을

비교·검토한 결과 홍수량에 의한 배수위 계산결과의 수면경사 및 홍수위와 비교 가능한 기왕 홍수량의 수면경사 및 홍수위가 가장 비슷한 경향을 나타낸 방법과 유역면적대 홍수량을 전대수지에 Plot하여 직선의 경향을 보인 방법을 채택한 바, Clark 유역추적법이 가장 근접한 결과치를 보이고, 또한 동 수계 상위계획에서 가장 많이 반영되어 채택되고 있는 홍수량 산정방법이고 현장방문을 통해 얻어진 유역의 특성인자 등을 고려한 기술자의 판단 등을 종합적으로 검토하여 Clark 유역추적법을 채택하였으며, 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 출구에 1개의 선형저수지가 있다고 가정하고, 이 가상저수지로의 유입량은 도달시간구간별 면적상에 내린 유효우량을 유량으로 환산한 값으로 보았다.

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

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

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

$$I_i = \frac{A_i \times 10^6}{\triangle t \times 3,600 \times 100} = 2.778 \frac{A_i}{\triangle t} \ (m^3/\sec) \qquad <식\ 4.1-40>$$

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

한편 가상저수지에서의 홍수추적은 선형성 가정에 의해 다음과 같이 표현된다.

$$S = K \cdot O \qquad <식\ 4.1-41>$$

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

한편 하천구간에서의 저류방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\overline{I} - \overline{O} = \frac{\triangle S}{\triangle t} \qquad <식\ 4.1-42>$$

이를 추적기간의 시점과 종점의 항으로 표현하면 다음과 같다.

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \triangle t - \frac{O_1 + O_2}{2} \triangle t = (S_2 - S_1) \qquad <식\ 4.1-43>$$

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

$$C_0 = C_1 = \frac{\triangle t}{2K + \triangle t}, \quad C_2 = \frac{2K - \triangle t}{2K + \triangle t} \qquad <식\ 4.1-44>$$

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

한편, 강우-유출자료가 없는 경우에 저류상수 K는 다음과 같은 경험식을 이용해서 산정하고, 금회산정에는 Russel공식인 를 채택하였다.

□ Clark 공식

$$\mathrm{R} = \mathrm{C} \frac{\mathrm{L}}{\sqrt{\mathrm{S}}} \qquad <식\ 4.1-45>$$

□ Linsley 공식

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{b\,L}\sqrt{\mathrm{A}}}{\sqrt{\mathrm{S}}} \qquad <식\ 4.1-46>$$

여기서 R : 저류상수(hr) L : 주하천의 유로연장(㎞)

A : 유역면적(㎢) S : 평균경사(%)

C : 상수(0.5～1.4) b : 상수(0.01～0.03)

□ Russel 공식(「Flood Runoff Analysis(1994, USACE))

$$R = \alpha T_c \qquad <식\ 4.1-47>$$

여기서 α : 도시지역 1.1～2.1, 자연지역 1.5～2.8, 산림지역 8.0～12.0

T_c : 도달시간(hr)

□ Sabol 공식(「Flood Runoff Analysis(1994, USACE)」)

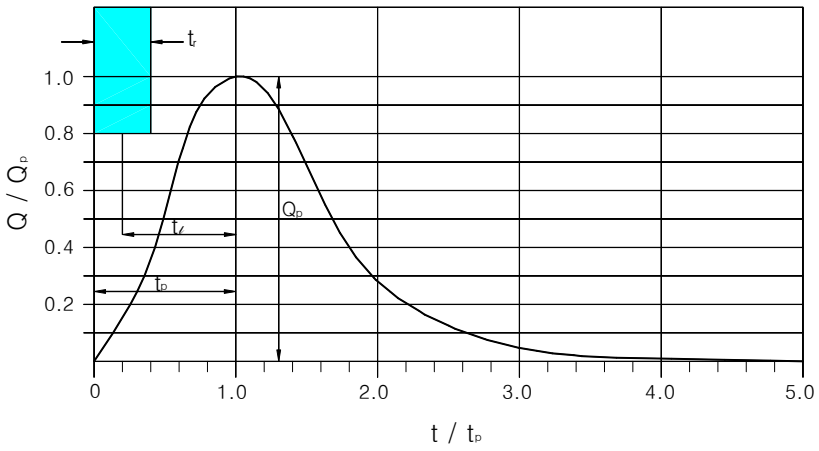
$$R = \frac{T_c}{1.46 - 0.00867\frac{L^2}{A}} \qquad <식\ 4.1-48>$$

여기서 A : 유역면적(㎢), L: 유로연장(㎞)

T_c : 도달시간(hr)

(나) SCS 무차원 단위도법

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 4.1-6> SCS의 무차원 단위유량도

단위도를 합성하기 위해서는 단위도의 첨두유량 Q_P와 그 발생시간 t_P를 결정하여야 하며, 일단 Q_P와 t_P가 결정되면 위의 그림 또는 <표 4.1-25>을 사용하여 단위도를 합성하도록 되어 있다.

<표 4.1-25> SCS무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 종거

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

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

$$t_P = \frac{1}{2} t_r + t_\ell \qquad \text{<식 4.1-49>}$$

$$Q_P = \frac{0.2082A}{t_P} \qquad \text{<식 4.1-50>}$$

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(㎢)

한편, t_ℓ은 아래와 같이 몇 가지 방법이 있으며 본 과업에서는 이 중에서 SCS(1975)에서 제안한 식을 사용하여 계산하였다.

$$t_\ell = 2.549 \cdot A^{0.6} \quad \text{(미국 Texas주)} \qquad <식 4.1-51>$$

$$t_\ell = 0.956 \cdot A^{0.6} \quad \text{(미국 Ohio주)} \qquad <식 4.1-52>$$

$$t_\ell = 0.6 \cdot T_c \quad \text{(SCS, 1985)} \qquad <식 4.1-53>$$

$$t_\ell = 0.706 \cdot T_c \quad \text{(McCuen, 1974)} \qquad <식 4.1-54>$$

$$= \frac{L^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900^{0.5}} \quad \text{(SCS, 1975, 유역면적이 약 8㎢ 이하인 유역에 적용)} <식 4.1-55>$$

여기서, T_c : 도달시간(hr)

L : 하천의 총 연장 (ft)

Y : 유역의 평균 경사 (%)

S : SCS의 유효우량 산정방법에서의 지표토층의 최대 잠재저류량

(다) Snyder 합성단위도법

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

Snyder의 합성단위유량도법은 지속시간 시간인 단위도를 합성하기위해 첨두홍수량의 발생시간(t_{PR}, hr) 및 크기 ($_{PR}$, ㎥/s)와 유출 기저시간의 길이(T, day)를 각각 다음 식으로 계산하기 위해 사용한다.

$$t_R = t_p + \frac{1}{4}(t_R - t_r) \qquad <식 4.1-56>$$

여기서, = $(L \cdot L_C)^{0.3}$, $t_r = t_p/5.5$ 이고, L, L_c는 각각 유역의 본류연장(㎞) 및 유역출

구지점으로부터 유역중심에서 본류에 내린 수선의 교차지점까지의 거리(㎞)이고 는 유역특성 상수로서 미국 Appalachian 산맥지역에서는 1.8 ~ 2.2의 값을 가지는 것으로 알려져 있다. 한편,

$$_R \quad C_P \frac{640A}{t_{PR}} \qquad T_R = 3 + 3\left[\frac{t_{PR}}{24}\right] \qquad \text{<식 4.1-57, 58>}$$

여기서, A는 유역면적(㎢), C는 유역특성변수로서 Appalachian 산맥지역에서는 0.56 ~ 0.69의 값을 가지는 것으로 알려져 있다.

Snyder의 합성단위유량도는 결국 좌표점(0, 0),($_{PR}+0.5t_R$, Q_{PR}) 및 (T_R, 0)을 매끈하게 연결하되 스케치가 된 단위도 아래의 면적이 1m의 직접 유출고가 되도록 하여야 한다. 미국 육군 공병단에서는 Snyder방법에서 3점을 사용해서 단위도를 스케치하는데서 발생하는 주관적인 오차를 줄이기 위해 다음과 같은 경험식을 제안하여 4개점을 추가함으로써 보다 더 객관적인 스케치가 가능하도록 하였다.

$$W_0 = \frac{770}{q_P^{1.08}} \qquad W_{75} = \frac{440}{q_P^{1.08}} \qquad \text{<식 4.1-59, 60>}$$

여기서, W_0와 W_{75}는 각각 첨두홍수량의 50% 및 70%되는 유량에 해당하는 단위도의 시간폭(hr)이며 q_P는 단위 유역면적당 첨두홍수량(㎥/s/㎢)이다.

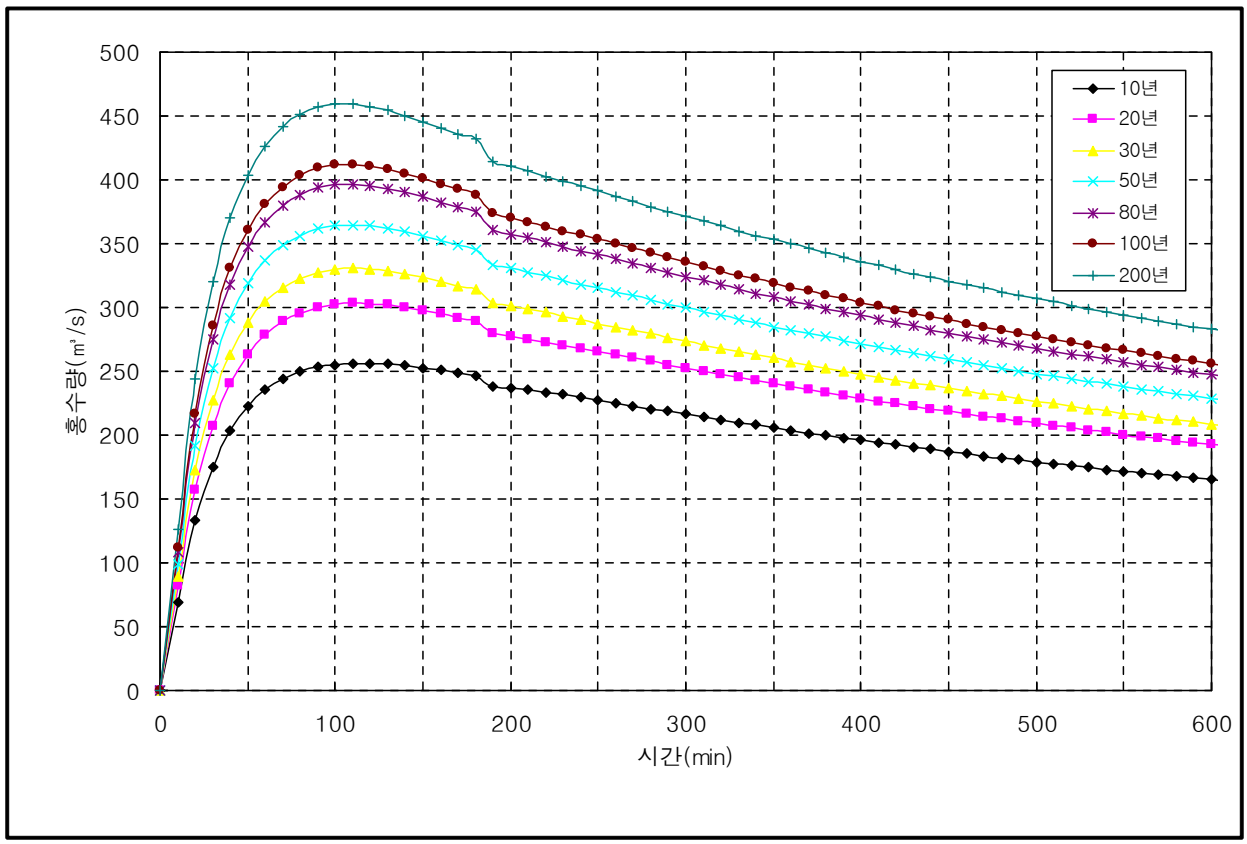
(2) 임계지속기간 결정

수공구조물의 설계를 위한 홍수량은 구조물의 설치목적에 따라 강우의 지속시간을 달리 적용해야 한다. 즉, 설계하고자 하는 구조물이 홍수시 유출량을 저류하고자 하는 저류지인 경우에는 최대저류가 발생되는 지속시간을 선정해야 하고, 제방, 교량 등의 경우에는 최대유출량이 발생되는 지속시간을 선정해서 설계해야 구조물의 수리학적인 안전을 확보할 수 있을 것이다.

이러한 목적을 위하여 임계지속기간(critical storm duration) 개념이 도입되었으며, 임계지속기간은 설계하고자 하는 구조물에 따라 최대 홍수량 또는 최대 저류용적이 되는 지속기간을 채택하게 된다.

본 과업에서는 하천 구조물의 설치목적에 따라 각 하천별 홍수량 산정지점에 대하여 Clark 유역추적법, SCS 무차원단위도법, Snyder 합성단위도법 등으로 지속시간별 홍수량을 계산한 후 첨두유출량이 최대가 되는 강우지속시간을 찾아 임계지속기간으로 결정하였다.

<그림 4.1-7>은 이 중에서 Clark의 유역추적법에 의한 지속시간별 홍수량 및 임계지속기간의 홍수량을 표시하였다.



<그림 4.1-7> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속기간) - 용봉천하구

(3) 빈도별 홍수량 산정결과

전술한 바와 같이 Clark 유역추적법, SCS 무차원단위도법, Snyder 합성단위도법 등 3가지 방법에 의해 빈도별, 지속시간별 홍수량을 산정하고, 이 중에서 임계지속시간의 홍수량을 채택하여 산정방법별, 빈도별 홍수량을 구하였으며 그 내용은 다음 <표 4.1-27>과 같다.

<표 4.1-26> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB0	CLARK	10	205	246	242	227	215	203	192	182	173	165	151	104	246 (130)
		SCS		186	230	232	221	211	200	190	180	172	164	150	104	
		Snyder		150	192	202	198	194	187	180	172	165	159	147	103	
		CLARK	20	245	288	283	266	251	237	224	212	202	192	176	122	288 (130)
		SCS		221	271	273	259	247	234	222	211	201	191	176	122	
		Snyder		178	226	237	232	226	218	210	201	193	186	172	121	
		CLARK	30	268	314	308	287	272	257	243	230	218	208	191	132	315 (130)
		SCS		241	296	297	280	268	254	240	228	217	207	190	132	
		Snyder		195	247	258	251	245	236	227	218	209	201	186	131	
		CLARK	50	298	347	339	315	298	281	266	252	240	228	209	145	348 (130)
		SCS		266	326	326	308	293	278	263	250	238	227	209	145	
		Snyder		215	272	284	275	269	259	249	239	229	220	204	144	
		CLARK	80	327	378	366	340	322	304	287	272	259	247	226	157	378 (130)
		SCS		291	355	354	333	317	300	284	270	257	246	226	157	
		Snyder		235	296	308	298	291	280	269	258	248	238	221	156	
		CLARK	100	339	390	381	352	333	315	297	282	268	255	234	163	391 (130)
		SCS		302	367	367	345	328	311	294	280	266	254	234	163	
		Snyder		244	307	319	309	301	290	279	267	257	246	228	162	
		CLARK	200	381	438	423	391	369	348	329	311	296	282	259	180	438 (12)
		SCS		340	410	408	382	363	344	326	309	294	281	258	180	
		Snyder		273	343	355	342	333	321	308	296	284	273	253	179	
	YB1	CLARK	10	195	216	207	193	182	171	161	153	145	138	126	87	216 (120)
		SCS		167	199	198	187	178	168	159	151	144	137	126	87	
		Snyder		128	163	170	167	163	157	150	144	138	133	123	86	
		CLARK	20	231	256	244	226	213	200	189	178	169	161	148	102	256 (120)
		SCS		199	235	233	219	208	197	186	177	168	160	147	102	
		Snyder		152	193	200	195	190	183	176	169	162	155	144	101	
		CLARK	30	252	279	266	245	230	217	204	193	183	175	160	111	279 (110)
		SCS		218	257	253	237	225	213	202	191	182	174	159	110	
		Snyder		166	210	218	211	206	198	190	183	175	168	156	110	
		CLARK	50	279	308	293	269	253	237	224	212	201	192	176	122	309 (110)
		SCS		241	284	278	260	247	234	221	210	200	190	175	121	
		Snyder		184	232	240	232	226	218	209	200	192	184	171	121	
		CLARK	80	305	335	317	291	273	257	242	229	217	207	190	131	336 (110)
		SCS		263	309	302	282	267	253	239	227	216	206	189	131	
		Snyder		201	252	260	251	244	235	226	216	208	199	185	131	
		CLARK	100	316	346	329	301	283	266	250	237	225	214	196	136	349 (100)
		SCS		273	320	314	292	277	262	247	235	223	213	196	136	
		Snyder		209	261	270	260	253	244	234	224	215	206	191	135	
		CLARK	200	357	386	366	334	313	294	277	262	249	237	217	151	389 (100)
		SCS		306	356	349	323	306	289	274	260	247	236	216	151	
		Snyder		234	291	300	288	280	270	259	248	238	228	211	150	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB2	CLARK	10	181	195	187	174	163	154	145	137	130	124	113	78	196 (110)
		SCS		153	180	178	168	160	151	143	136	129	123	113	78	
		Snyder		112	143	151	148	145	140	134	129	124	119	110	77	
		CLARK	20	215	231	220	203	191	179	169	160	152	145	132	91	231 (110)
		SCS		181	213	210	197	187	177	167	158	151	144	132	91	
		Snyder		133	169	177	173	169	163	157	151	145	139	129	91	
		CLARK	30	235	252	239	220	207	194	183	173	164	157	144	99	252 (110)
		SCS		198	231	228	213	202	191	181	172	163	156	143	99	
		Snyder		145	185	193	188	183	177	170	163	157	150	139	98	
		CLARK	50	260	279	263	241	227	213	201	190	180	172	157	109	279 (110)
		SCS		220	255	251	234	222	210	198	188	179	171	157	109	
		Snyder		161	204	212	206	201	194	186	179	172	165	153	108	
		CLARK	80	284	303	285	261	245	230	217	205	195	186	170	118	304 (110)
		SCS		240	278	272	253	240	227	214	203	193	185	169	118	
		Snyder		175	222	230	223	217	210	202	193	186	178	165	117	
		CLARK	100	295	315	296	271	254	238	225	212	202	192	176	122	316 (110)
		SCS		249	289	282	262	248	235	222	211	200	191	175	122	
		Snyder		182	230	239	231	225	217	209	200	192	185	171	121	
		CLARK	200	330	351	329	300	281	264	248	235	223	213	195	135	355 (110)
		SCS		279	322	313	291	275	260	246	233	221	211	194	135	
		Snyder		204	257	266	256	249	240	231	222	213	204	189	134	
	YB2-1	CLARK	10	161	174	167	155	146	137	129	122	116	111	101	69	175 (110)
		SCS		140	163	161	152	144	136	128	121	115	110	101	69	
		Snyder		99	126	133	131	128	124	119	115	110	106	98	69	
		CLARK	20	191	206	196	181	171	160	151	143	136	129	118	82	206 (100)
		SCS		166	193	189	177	168	158	150	142	135	129	118	82	
		Snyder		117	149	157	154	150	145	140	134	129	124	115	81	
		CLARK	30	209	224	213	196	185	174	164	155	147	140	128	89	225 (100)
		SCS		181	210	206	192	182	172	162	154	146	139	128	89	
		Snyder		128	163	170	167	163	157	151	145	140	134	124	88	
		CLARK	50	232	248	235	216	202	190	179	170	161	154	141	97	248 (100)
		SCS		201	232	226	211	199	188	178	169	160	153	140	97	
		Snyder		141	179	188	183	179	173	166	159	153	147	136	97	
		CLARK	80	253	269	254	233	219	206	194	183	174	166	152	105	270 (110)
		SCS		219	253	245	228	216	203	192	182	173	165	152	105	
		Snyder		154	195	204	198	193	187	179	172	165	159	148	105	
		CLARK	100	263	280	264	241	227	213	201	190	180	172	157	109	280 (110)
		SCS		228	262	255	236	223	211	199	189	179	171	157	109	
		Snyder		160	202	211	205	200	193	186	178	171	165	153	108	
		CLARK	200	294	312	293	268	251	236	222	210	199	190	174	121	313 (110)
		SCS		255	292	283	262	247	233	220	209	198	189	174	121	
		Snyder		179	225	235	227	222	214	206	197	189	182	169	120	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB3	CLARK	10	148	160	153	143	134	126	119	112	107	102	93	64	161 (110)
		SCS		128	150	148	139	132	125	118	112	106	101	93	64	
		Snyder		89	115	121	120	117	114	110	105	101	97	90	63	
		CLARK	20	176	189	181	167	157	147	139	132	125	119	109	75	190 (100)
		SCS		152	177	174	163	154	146	138	131	124	118	109	75	
		Snyder		106	136	143	140	137	133	128	123	118	114	106	75	
		CLARK	30	193	207	196	181	170	160	151	142	135	129	118	82	207 (100)
		SCS		166	193	189	176	167	158	149	141	135	128	118	82	
		Snyder		115	148	155	152	149	144	139	133	128	123	114	81	
		CLARK	50	214	228	216	198	186	175	165	156	148	141	130	90	229 (110)
		SCS		184	213	208	194	183	173	164	155	148	141	129	90	
		Snyder		128	163	171	167	164	158	152	146	141	135	126	89	
		CLARK	80	233	248	234	215	202	189	179	169	160	153	140	97	249 (110)
		SCS		201	232	226	209	198	187	177	168	159	152	140	97	
		Snyder		139	177	186	181	177	171	165	158	152	146	136	96	
		CLARK	100	242	258	243	222	209	196	185	175	166	158	145	101	259 (110)
		SCS		209	241	234	217	205	194	183	174	165	157	145	101	
		Snyder		145	184	193	187	183	177	171	164	157	151	141	100	
		CLARK	200	271	288	270	246	231	217	204	193	184	175	160	111	289 (110)
		SCS		234	269	260	241	227	215	203	192	183	174	160	111	
		Snyder		162	205	214	208	203	196	189	181	174	168	156	111	
	YB3-1	CLARK	10	130	141	135	125	118	111	105	99	94	90	82	56	141 (110)
		SCS		113	132	130	123	116	110	104	98	93	89	82	56	
		Snyder		77	100	106	105	103	100	96	92	89	85	79	56	
		CLARK	20	155	167	159	147	138	130	122	116	110	105	96	66	167 (100)
		SCS		134	156	153	143	136	128	121	115	109	104	96	66	
		Snyder		92	118	125	123	120	117	112	108	104	100	93	66	
		CLARK	30	170	182	173	159	149	141	133	125	119	114	104	72	182 (100)
		SCS		146	170	166	155	147	139	131	125	118	113	104	72	
		Snyder		100	129	135	133	131	126	122	117	113	108	101	71	
		CLARK	50	188	201	190	174	164	154	145	138	131	125	114	79	201 (110)
		SCS		162	188	183	170	161	152	144	137	130	124	114	79	
		Snyder		111	142	149	146	143	139	134	129	124	119	110	78	
		CLARK	80	205	218	206	189	177	167	157	149	141	135	123	86	219 (110)
		SCS		177	204	199	184	175	165	156	148	140	134	123	85	
		Snyder		121	154	162	158	155	150	145	139	134	129	119	85	
		CLARK	100	213	227	214	196	184	173	163	154	146	139	128	89	227 (110)
		SCS		184	212	206	191	181	171	161	153	145	139	127	89	
		Snyder		126	160	168	164	161	155	150	144	138	133	124	88	
		CLARK	200	239	253	238	217	203	191	180	170	162	154	141	98	254 (110)
		SCS		206	236	229	212	200	189	178	169	161	153	141	98	
		Snyder		140	179	187	182	178	172	166	159	153	147	137	97	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB4	CLARK	10	127	136	131	121	114	108	101	96	91	87	79	55	137 (110)
		SCS		109	127	126	119	112	106	100	95	91	86	79	55	
		Snyder		74	97	102	101	100	97	93	90	86	83	77	54	
		CLARK	20	151	161	154	142	134	126	119	112	107	102	93	64	162 (100)
		SCS		129	151	148	139	131	124	117	111	106	101	93	64	
		Snyder		88	114	121	119	117	113	109	105	101	97	90	64	
		CLARK	30	165	176	167	154	145	136	128	122	116	110	101	70	176 (100)
		SCS		141	164	161	150	142	135	127	121	115	110	100	70	
		Snyder		97	124	131	129	126	122	118	114	109	105	98	69	
		CLARK	50	183	195	184	169	159	149	141	133	127	121	111	77	195 (100)
		SCS		157	182	177	165	156	148	140	132	126	120	110	77	
		Snyder		107	137	144	142	139	134	129	125	120	115	107	76	
		CLARK	80	199	212	200	183	172	162	152	144	137	131	120	83	212 (110)
		SCS		171	198	192	179	169	160	151	143	136	130	119	83	
		Snyder		117	150	157	153	150	145	140	135	130	125	116	82	
		CLARK	100	207	220	207	189	178	167	158	149	142	135	124	86	220 (110)
		SCS		178	205	199	185	175	165	156	148	141	134	123	86	
		Snyder		121	155	163	159	156	151	145	139	134	129	120	85	
		CLARK	200	232	245	230	210	197	185	175	165	157	150	137	95	246 (110)
		SCS		199	229	222	205	194	183	173	164	156	149	137	95	
		Snyder		136	173	181	176	172	167	161	154	148	143	133	94	
	YB4-1	CLARK	10	117	127	121	113	106	100	95	89	85	81	74	51	127 (110)
		SCS		101	118	117	110	105	99	94	89	84	81	74	51	
		Snyder		68	89	95	94	92	90	87	83	80	77	72	51	
		CLARK	20	139	150	143	132	125	117	111	105	99	95	87	60	150 (100)
		SCS		120	140	138	129	123	116	110	104	99	94	87	60	
		Snyder		81	105	112	110	108	105	101	98	94	90	84	59	
		CLARK	30	152	163	156	143	135	127	120	113	108	103	94	65	164 (100)
		SCS		131	152	150	140	133	125	119	113	107	102	94	65	
		Snyder		88	115	121	119	117	114	110	106	102	98	91	65	
		CLARK	50	169	180	171	157	148	139	131	124	118	113	103	72	181 (100)
		SCS		145	168	165	154	146	138	130	124	118	112	103	72	
		Snyder		98	127	134	131	129	125	121	116	112	107	100	71	
		CLARK	80	184	196	186	170	160	151	142	135	128	122	112	78	197 (100)
		SCS		159	183	179	166	158	149	141	134	127	121	111	77	
		Snyder		107	138	145	142	139	135	130	125	121	116	108	77	
		CLARK	100	192	204	193	177	166	156	147	139	132	126	116	80	204 (100)
		SCS		165	190	186	172	163	154	146	138	132	126	115	80	
		Snyder		111	143	151	147	144	140	135	130	125	120	112	80	
		CLARK	200	215	227	214	196	184	173	163	154	146	140	128	89	228 (110)
		SCS		185	213	206	191	181	171	161	153	146	139	128	89	
		Snyder		124	160	167	163	160	155	149	144	138	133	124	88	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB5	CLARK	10	101	110	106	99	93	88	83	79	75	71	65	45	111 (110)
		SCS		87	103	102	96	92	87	82	78	74	71	65	45	
		Snyder		58	76	82	82	81	78	76	73	70	68	63	45	
		CLARK	20	121	131	125	116	109	103	97	92	87	83	76	53	131 (110)
		SCS		104	122	121	113	107	102	96	91	87	83	76	53	
		Snyder		69	90	96	96	94	92	89	86	82	79	74	52	
		CLARK	30	132	142	136	126	118	112	105	100	95	90	83	58	143 (110)
		SCS		114	133	131	123	116	110	104	99	94	90	83	57	
		Snyder		76	99	105	104	102	100	96	93	89	86	80	57	
		CLARK	50	147	157	150	138	130	122	116	109	104	99	91	63	158 (100)
		SCS		126	147	144	135	128	121	114	109	103	99	91	63	
		Snyder		84	109	116	114	113	109	106	102	98	94	88	63	
		CLARK	80	160	171	163	150	141	132	125	118	113	107	98	68	172 (100)
		SCS		138	160	157	146	138	131	124	118	112	107	98	68	
		Snyder		92	119	126	124	122	118	114	110	106	102	95	68	
		CLARK	100	167	177	169	155	146	137	130	123	117	111	102	71	179 (100)
		SCS		143	166	163	151	143	136	128	122	116	111	102	71	
		Snyder		95	123	131	128	126	123	118	114	110	106	99	70	
		CLARK	200	187	198	188	172	162	152	143	136	129	123	113	79	199 (100)
		SCS		161	185	181	168	159	150	142	135	128	122	113	79	
		Snyder		107	138	145	142	140	136	131	126	122	117	109	78	
	YB6	CLARK	10	70	74	69	64	60	57	53	51	48	46	42	29	74 (110)
		SCS		54	65	65	61	58	55	52	50	47	45	42	29	
		Snyder		14	18	19	19	18	18	17	16	16	15	14	10	
		CLARK	20	83	88	82	75	71	67	63	59	56	54	49	34	88 (100)
		SCS		65	77	76	72	68	65	62	58	56	53	49	34	
		Snyder		16	21	22	22	21	21	20	19	19	18	17	12	
		CLARK	30	91	96	90	82	77	72	68	64	61	58	53	37	96 (100)
		SCS		71	84	83	78	74	70	67	63	60	58	53	37	
		Snyder		18	23	24	24	23	23	22	21	20	20	18	13	
		CLARK	50	101	106	99	90	85	79	75	71	67	64	59	41	107 (100)
		SCS		79	93	92	86	82	77	73	70	66	63	58	41	
		Snyder		20	25	27	26	26	25	24	23	22	22	20	14	
		CLARK	80	110	115	108	98	92	86	81	77	73	69	64	44	116 (100)
		SCS		86	101	100	93	89	84	79	76	72	69	63	44	
		Snyder		22	28	29	29	28	27	26	25	24	23	22	16	
		CLARK	100	114	120	112	101	95	89	84	79	75	72	66	46	121 (100)
		SCS		90	105	104	97	92	87	82	78	75	71	65	46	
		Snyder		23	29	30	30	29	28	27	26	25	24	22	16	
		CLARK	200	128	134	124	113	105	99	93	88	84	80	73	51	136 (100)
		SCS		101	118	115	107	102	96	91	87	83	79	73	51	
		Snyder		25	32	34	33	32	31	30	29	28	27	25	18	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB6-1	CLARK	10	27	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	10	28 (80)
		SCS		18	21	22	21	20	19	18	17	16	16	14	10	
		Snyder		14	18	19	19	18	18	17	16	16	15	14	10	
		CLARK	20	33	32	29	27	25	23	22	21	20	19	17	12	34 (80)
		SCS		21	26	26	25	23	22	21	20	19	18	17	12	
		Snyder		16	21	22	22	21	21	20	19	19	18	17	12	
		CLARK	30	36	35	32	29	27	25	24	23	21	20	19	13	37 (80)
		SCS		23	28	28	27	26	24	23	22	21	20	19	13	
		Snyder		18	23	24	24	23	23	22	21	20	20	18	13	
		CLARK	50	40	39	36	32	30	28	26	25	24	22	21	14	41 (80)
		SCS		26	31	31	29	28	27	25	24	23	22	20	14	
		Snyder		20	25	27	26	26	25	24	23	22	22	20	14	
		CLARK	80	44	43	39	35	32	30	29	27	26	24	22	16	45 (80)
		SCS		28	34	34	32	31	29	28	26	25	24	22	16	
		Snyder		22	28	29	29	28	27	26	25	24	23	22	16	
		CLARK	100	46	45	40	36	34	31	30	28	27	25	23	16	47 (80)
		SCS		29	35	35	33	32	30	29	27	26	25	23	16	
		Snyder		23	29	30	30	29	28	27	26	25	24	22	16	
		CLARK	200	52	50	45	40	37	35	33	31	29	28	26	18	53 (70)
		SCS		33	40	39	37	35	34	32	30	29	28	25	18	
		Snyder		25	32	34	33	32	31	30	29	28	27	25	18	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-27> 빈도별 홍수량 산정

하천명	부 호	산 정 지점명	유역 면적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	산정 방법	빈 도 별 홍 수 량 (㎥/s)						
						10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년
용봉천	YB0	용봉천 하 구	19.60	8.94	Clark	246	288	315	348	378	391	438
					SCS	234	274	192	329	358	371	414
					Snyder	234	274	192	329	358	371	414
	YB1	서력교 지 점	16.42	7.18	Clark	216	256	279	309	336	349	389
					SCS	200	237	177	285	310	321	358
					Snyder	200	237	177	285	310	321	358
	YB2	지동천 합류후	14.74	6.02	Clark	196	231	252	279	304	316	352
					SCS	181	214	162	257	279	290	323
					Snyder	181	214	162	257	279	290	323
	YB2-1	지동천 합류전	13.71	6.02	Clark	175	206	225	248	270	280	313
					SCS	164	194	149	233	253	263	293
					Snyder	164	194	149	233	253	263	293
	YB3	솔미천 합류후	12.16	5.58	Clark	161	190	207	229	249	259	289
					SCS	150	178	137	214	232	241	269
					Snyder	150	178	137	214	232	241	269
	YB3-1	솔미천 합류전	10.71	5.58	Clark	141	167	182	201	219	227	254
					SCS	132	156	120	188	205	212	237
					Snyder	132	156	120	188	205	212	237
	YB4	하산천 합류후	10.40	5.04	Clark	137	162	176	195	212	220	246
					SCS	128	151	116	182	198	206	229
					Snyder	128	151	116	182	198	206	229
	YB4-1	하산천 합류전	9.73	5.04	Clark	127	150	164	181	197	204	228
					SCS	119	140	107	169	184	191	213
					Snyder	119	140	107	169	184	191	213
	YB5	용봉교 지 점	8.62	4.26	Clark	111	131	143	158	172	179	199
					SCS	103	122	92	147	160	167	186
					Snyder	103	122	92	147	160	167	186
	YB6	동막천 합류후	5.62	2.94	Clark	74	88	96	107	116	121	136
					SCS	65	77	58	93	102	106	118
					Snyder	65	77	58	93	102	106	118
	YB6-1	동막천 합류전	2.01	2.94	Clark	28	34	37	41	45	47	53
					SCS	22	26	18	31	34	36	40
					Snyder	22	26	18	31	34	36	40

(4) 기본 및 계획홍수량

(가) 기본홍수량

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

하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)에 의하면 하천의 중요도에 따라 아래와 같은 규모를 제안하고 있으며, 도시 관류하천의 경우에는 치수경제조사 결과에 따라 빈도를 상향조정할 수 있도록 하고 있다.

<표 4.1-28> 하천의 중요도에 따른 계획규모

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

그러나 최종 수문학적 설계치는 공학적 판단과 설계자의 경험에 따라 결정되어야 하고 이것을 분석하기 위해서는 설계강우와 홍수량의 위험도 분석, 치수경제성 분석 그리고 경험과 표준기준에 따라 결 중요도에 따라 결정하는 것을 원칙으로 한다. 본 과업대상지구인 용봉천은 대부분 농경지, 임야로 구성된 전형적인 자연하천이다.

설계자의 공학적 판단 및 지역사회에 미치는 하천의 중요도, 또한 최근 들어 국지성 집중호우 등으로 계획빈도를 상향조정하는 추세인 점 등을 종합적으로 고려하여 재현기간을 80년으로 설정하였다.

(나) 계획홍수량

계획홍수량은 계획 대상하천의 치수상 기준이 되며 하도가 부담하여야 할 홍수량으로, 계획 대상하천의 상류에 홍수조절 댐이나 조절지, 저수지 등과 같은 홍수조절시설 또는

방수로, 파천 등이 설치되어 있거나 설치계획이 있을 경우, 기본홍수량에서 이들 시설에 의한 홍수조절량 등을 감한 나머지 홍수량을 의미한다.

금회 산정된 홍수량을 「용봉천 하천정비기본계획(1995. 12, 충청남도)」에서 산정한 홍수량과 비교하였으며, 그 결과는 <표 4.1-29~30>에 나타내었다. 용봉천 하구를 기준으로 할 때 금회 산정된 홍수량은 1995년 하천정비기본계획에 비해 약 25 % 정도 증가한 것으로 나타났으며, 이는 강우량 변화, 수문기법 변경 등이 복합적으로 작용하였기 때문인 것으로 판단된다. 기수립된 용봉천 하천기본계획과 금회 홍수량 산정과정의 차이점은 <표 4.1-29>에 나타내었다.

<표 4.1-29> 홍수량 비교

하 천	산 정 지 점	부 호	유역면적(㎢)		유로연장(㎞)		홍수량(㎥/s)	
			1995년	금회	1995년	금회	1995년	금회
용봉천	용봉천 하 구	YB0	19.36	19.60	8.60	8.94	305	380
	서력교 지 점	YB1	16.79	16.42	6.55	7.18	305	340
	지동천 합류후	YB2	-	14.74	-	6.02	-	305
	지동천 합류전	YB2-1	13.83	13.71	5.70	6.02	275	270
	솔미천 합류후	YB3	-	12.16	-	5.58	-	250
	솔미천 합류전	YB3-1	11.70	10.71	5.30	5.58	240	220
	하산천 합류후	YB4	-	10.40	-	5.04	-	215
	하산천 합류전	YB4-1	-	9.73	-	5.04	-	200
	용봉교 지 점	YB5	8.25	8.62	3.90	4.26	185	175
	동막천 합류후	YB6	-	5.62	-	2.94	-	120
	동막천 합류전	YB6-1	2.19	2.01	2.60	2.94	55	45

<표 4.1-30> 빈도별 홍수량 비교

산 정 지 점	빈도별 홍수량 및 증감											
	10년	증감	20년	증감	30년	증감	50년	증감	80년	증감	100년	증감
용봉천 하 구	246	-	288 (250)	△38	315 (275)	△40	348 (305)	△43	378 (330)	△48	391 (345)	△46
서력교 지 점	216	-	256 (250)	△6	279 (275)	△4	309 (305)	△4	336 (330)	△6	349 (345)	△4
지동천 합류후	196	-	231	-	252	-	279	-	304	-	316	-
지동천 합류전	175	-	206 (225)	▽19	225 (245)	▽20	248 (275)	▽27	270 (295)	▽25	280 (310)	▽30
솔미천 합류후	161	-	190	-	207	-	229	-	249	-	259	-
솔미천 합류전	141	-	167 (195)	▽28	182 (215)	▽33	201 (240)	▽39	219 (260)	▽41	227 (270)	▽43
하산천 합류후	137	-	162	-	176	-	195	-	212	-	220	-
하산천 합류전	127	-	150	-	164	-	181	-	197	-	204	-
용봉교 지 점	111	-	131 (155)	▽24	143 (170)	▽27	158 (185)	▽27	172 (205)	▽33	179 (210)	▽31
동막천 합류후	74	-	88	-	96	-	107	-	116	-	121	-
동막천 합류전	28	-	34 (45)	▽11	37 (50)	▽13	41 (55)	▽14	45 (60)	▽15	47 (65)	▽18

주) ( )의 기수립된 하천기본계획 빈도별 홍수량

<표 4.1-30> 홍수량 산정과정 비교

구 분		1995년 하천정비기본계획	2010년 하천기본계획(재정비)
강우 자료	관측소	홍성관측소(국토해양부 관할)	서산관측소(기상청관할)
	기 간	1970~1994	1968~2009
	형 태	일최대 강수량	시각별 강수량
강우 시간분포		Mononobe 분포	"지역적 설계 강우의 시간분포, 건설교통부, 2000"을 이용한 Huff분포
토양도		개략토양도 이용	정밀토양도 이용
유출곡선지수		AMCⅢ적용	AMCⅢ적용
도달시간		Kraven(Ⅰ)	Kraven(Ⅱ)
홍수량 산정모형		Clark 유역추적법	Clark 유역추적법
홍수유출량		용봉천 하구지점 홍수량(YB0) 305㎤S(50년 빈도)	용봉천 하구지점 홍수량(YB0) 397㎤S(80년 빈도)

한편, 본 과업대상 하천유역에는 홍수를 조절할 만한 시설물이 없는 상태이며, 장래에도 홍수조절시설계획이 없기 때문에 기본홍수량 전량을 계획홍수량으로 채택하였다. 도청이전으로 인한 토지이용변화로 인해 지동천 합류전과 솔미천 합류전 유역의 홍수량이 2~4㎥/s 증가하였으며, 용봉천 하구지점에서는 3㎥/s 증가하는 것으로 검토되었다.

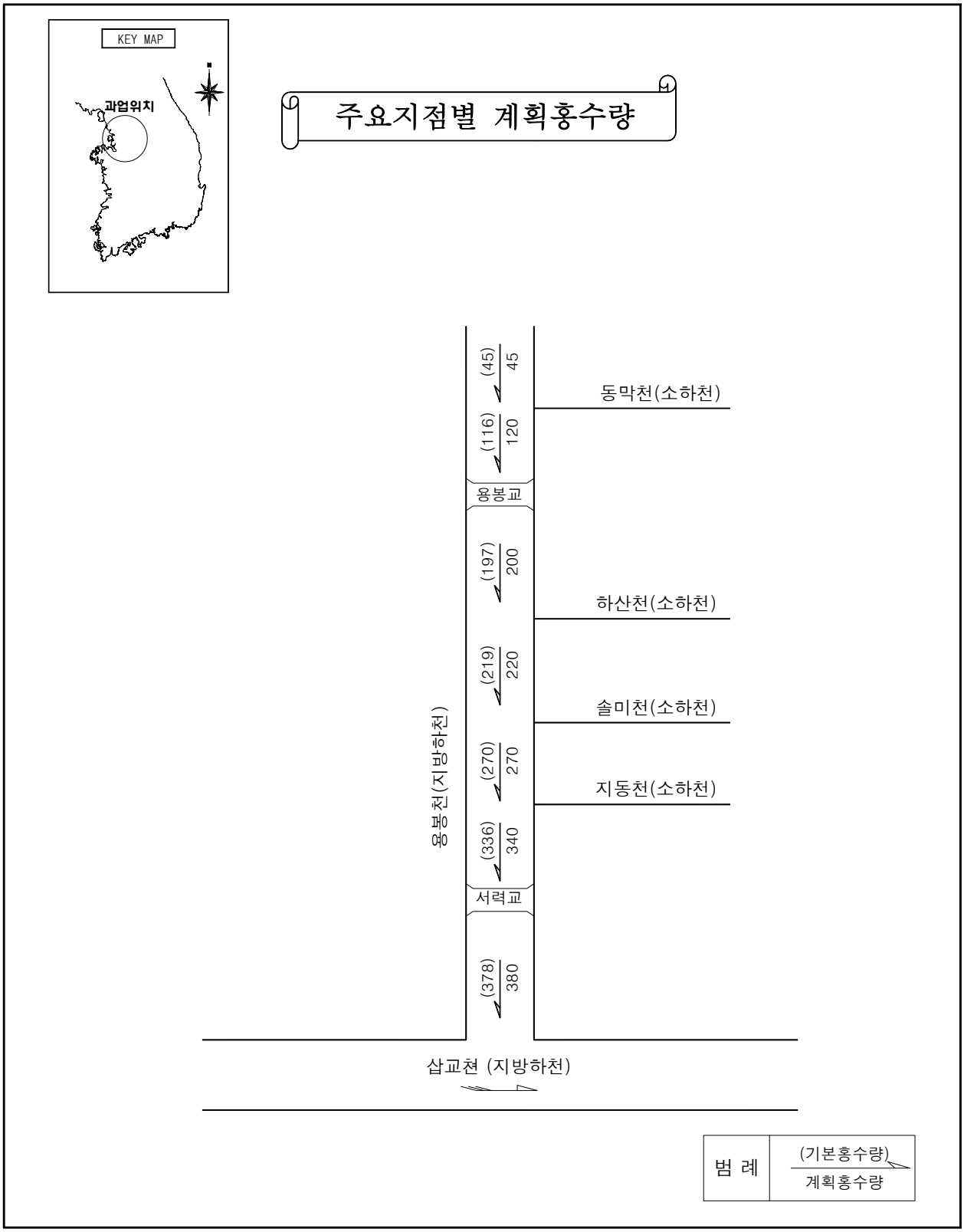
본 과업대상하천구간에 대한 기본 및 계획홍수량은 <표 4.1-31>와 같고, 계획홍수량 배분도는 <그림 4.1-8>과 같다.

<표 4.1-31> 기본 및 계획홍수량

하 천	산 정 지 점	부 호	유 역 면 적 (㎢)	유 로 연 장 (㎞)	홍수량(㎥/s)		비 고 (비유량)
					기 본	계 획	
용봉천	용봉천 하구	YB0	19.60	8.94	378 (375)	380	80년 (19)
	서력교 지점	YB1	16.42	7.18	336 (332)	340	〃 (21)
	지동천 합류후	YB2	14.74	6.02	304 (300)	305	〃 (21)
	지동천 합류전	YB2-1	13.71	6.02	270 (266)	270	〃 (20)
	솔미천 합류후	YB3	12.16	5.58	249 (248)	250	〃 (21)
	솔미천 합류전	YB3-1	10.71	5.58	219 (218)	220	〃 (21)
	하산천 합류후	YB4	10.40	5.04	212	215	〃 (21)
	하산천 합류전	YB4-1	9.73	5.04	197	200	〃 (21)
	용봉교 지점	YB5	8.62	4.26	172	175	〃 (20)
	동막천 합류후	YB6	5.62	2.94	116	120	〃 (21)
	동막천 합류전	YB6-1	2.01	2.94	45	45	〃 (22)

주) 계획홍수량에 ( )는 도청이전 계획전의 토지이용에 따른 홍수량값을 나타냄.

(단위:㎥/s)



<그림 4.1-8> 주요지점별 계획홍수량

4.2 홍수위 산정

4.2.1 계산방법의 선정

본 과업의 홍수위 계산은 미육군공병단 수문연구소(Hydrologic Engineering Center)에서 개발한 HEC-RAS Model을 사용하였으며, HEC-RAS Model에 대한 이론적 근거를 살펴보면 다음과 같다.

(1) 표준축차법에 의한 홍수위 계산

다음 그림에서 ①, ② 단면 흐름의 총에너지를 같게 놓으면

$$Y \quad Z+\alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1+Z_1+\alpha_1\frac{V_1^2}{2g}+h_e \text{ ---- (1)} \qquad \text{<식 4.2-1>}$$

여기에서, Y_1, Y_2 = 단면 1, 2에서의 수위(EL.m)

Z_1, Z_2 = 단면 1, 2에서의 하상표고(EL.m)

V_1, V_2 = 단면 1, 2에서의 평균유속(m/s)

α_1, α_2 = 단면 1, 2에서의 에너지 보정계수

g = 중력 가속도 ($m / \sec^2$)

h_e = 에너지 손실수두(m)

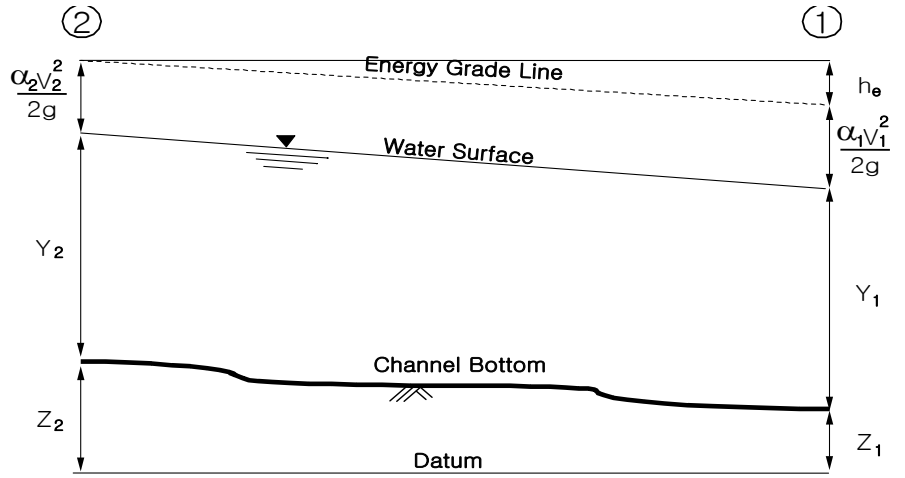
에너지 손실수두에 대한 방정식은 다음과 같다.

$$h_e = L \cdot \overline{S}_f + \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right] \cdot C \text{-----} (2) \quad \text{<식 4.2-2>}$$

여기서

h_e = ENERGY손실수두(m), L = 단면간 거리(m)

$\overline{S}_f$ = 단면간의 에너지경사, C = 확장 및 수축에 의한 손실계수



수위는 위 두 방정식을 반복하여 해를 계산함으로 얻을 수 있으며 계산과정은

① 상류단면의 수위를 가정(사류구간에서는 하류 단면수위 가정)

② 가정수위1에 대하여 통수능(K)과 속도수두를 구하고,

③ 이 값을 이용하여 S_f를 산출한 위의 (2)식을 이용 h_e를 구하며,

④ (1)식에 의한 WS2의 수위와 ①에서 가정한 수위가 0.003m 이내로 수렴할 때까지 축차적으로 반복 계산한다.

여기에서 단면간 가중거리 L은 다음과 같은 식에 의해 구한다.

$$L = \frac{L_{lob}\overline{Q}_{lob} + L_{ch}\overline{Q}_{ch} + L_{rob}\overline{Q}_{rob}}{\overline{Q}_{lob} + \overline{Q}_{ch} + \overline{Q}_{rob}} \qquad \text{<식 4.2-3>}$$

여기서,

L_{lob}, L_{rob}, L_{ch} : 좌·우안측 고수부지 및 저수로 각각의 유수 도달거리(m)

$\overline{Q}_{lob}$, $\overline{Q}_{rob}$, $\overline{Q}_{ch}$: 좌·우안측 고수부지 및 저수로 각각의 단면에 흐르는 평균 유량(m^3/s)

에너지경사 S_f, 통수능 K는 다음과 같이 구한다.

$$S_f \quad \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K + K_2}\right) \text{ ---------- (3) } \text{<식 4.2-4>}$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \text{ ---------- ---- (4) } \text{<식 4.2-5>}$$

여기서, K : 통수능(㎥/s), A : 통수 단면적(㎡)

(2) 하천 횡단 구조물이 수위에 미치는 영향 계산

(가) 교량

하천을 횡단하는 교량에 있어서 흐름은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 첫째, 수위가 교량의 상부 슬래브에 미치지 못하는 경우 둘째, 수위가 상부슬래브를 넘는 경우이다.

전자의 경우 수위는 교량의 교각에 의해서만 영향을 받으나, 후자의 경우에는 상부슬래브 하단의 흐름은 압력 흐름이 되고 슬래브 위의 흐름은 웨어 흐름이 된다.

HEC-RAS 프로그램에서는 이와 같은 흐름을 구분하여 교량에 의한 수위영향을 계산하도록 되어 있으며 금회 계산시 적용한 방법은 다음과 같다.

우선 상부슬래브 보다 낮은 흐름의 경우 에너지 방정식(Energy Equation), 운동량 보존 방법(Momentum Balance Method), Yarnell 방법 등에 의해 계산을 수행한 후 이 중 가장 큰 에너지 손실을 나타낸 방법을 선택하도록 하였다. 상부슬래브를 넘는 흐름의 경우 슬래브 하단의 흐름, 즉 압력흐름은 다음 식에 의해 산정 하였다.

$$Q = C_d A_{bu} \left[2g\left(Y_3 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g}\right)\right]^{\frac{1}{2}} \text{ --------- (5) } \text{<식 4.2-6>}$$

여기에서

Q = 교량의 개구부를 통하여 흐르는 총 유량(㎥/s)

C_d = 압력흐름에 대한 유량계수

A_{bu} = 교량의 개구부 순단면적(㎡)

Y_3 = 교량 상류단의 수심

Z = 평균하상고에서 교량의 상부슬래부까지의 높이(m)

이상의 계산식에 의해 홍수위 계산은 전술한 기점홍수위 및 조도계수를 이용하여 각각 개수전·후로 구분하여 배수위 계산을 수행하였다.

4.2.2 홍수위 산정을 위한 자료의 선정

(1) 횡단면자료 및 구간길이의 선정

금회 홍수위 계산시 횡단면자료는 50m 간격의 횡단측량자료를 사용하였으며, 단면의 급확대, 급축소가 발생하는 구간이나 교량 등 하천시설물로 인하여 흐름에 큰 영향을 미치는 단면은 홍수위 계산 시 단면을 추가하여 계산하였다.

(2) 조도계수의 결정

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

① 하도형상 및 하상재료에 의한 추정

② 수위-유량 자료를 이용한 추정

③ 홍수흔적을 조사하여 부등류(등류) 계산에 의한 추정 등이 있다.

상기의 방법을 검토한 결과 ②의 방법은 과업하천 구간에는 수위표 지점이 없어 유

량의 측정이 불가능한 것으로 검토되었으며, ③의 방법인 흔적수위에 의한 조도계수의 추정 역시 현장 및 탐문조사 결과 최근 홍수에 의한 피해가 경미하여 흔적수위를 파악하기가 불가능 하였다.

따라서 금회 과업에서는 ①의 방법인 현지 하상구성재료와 하상상태를 면밀히 조사하여 『하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)』에 따른 자연하천에서의 하천상황별 조도계수 값(<표 4.2-1>)과 『소하천시설기준(1999, 행정자치부)』의 하상조건 및 형태에 따른 조도계수 값(<표 4.2-2>)등을 종합적으로 비교 검토하여 다음 <표 4.2-3>과 같이 주요구간에 대해 조도계수를 결정하였다.

한편, 하천의 규모, 하상재료, 제외지내 식생 등 다양한 마찰저항에 대한 조도상황의 합리적 반영을 위하여 현장조사를 바탕으로 제외지측 제방 및 저수로부에 대해 조도계수를 구분하여 적용하였다.

또한 개수계획의 수립시 저수로 및 현하상은 그대로 존치하였으며, 계획제방에 설치되는 호안은 기존의 호안(석축, 돌망태, 돌붙임, 잡초 및 잡목자생)과 재료의 성질이 유사한 자연형 호안(환경, 자연석, 식생호안)을 채택하였으며, 고수부 및 저수부에 대해 조도계수를 구분하여 개수 전·후에 대하여 각각 동일한 값을 적용하였다.

<표 4.2-1> 자연하천에서의 조도계수 **(단위 : $m^{-1/3}s$)**

하천 상황		조도계수(n) 범위
자연하천	평야의 소하천, 잡초 없음	0.025～0.033
	평야의 소하천, 잡초와 관목 있음	0.030～0.040
	평야의 소하천, 잡초 많음, 잔자갈하상	0.040～0.055
	산지하천, 호박돌	0.030～0.050
	산지하천, 큰호박돌	0.040～이상
	큰 하천, 점토, 사질하상, 사행이 적음	0.018～0.035
	큰 하천, 자갈하상	0.025～0.040

주) 하천설계기준·해설, 2009, Page 96

<표 4.2-2> 하상조건 및 형태에 따른 조도계수 (단위 : $m^{-1/3}s$)

하 천 의 형 태	최소값	중간값	최대값
1. 홍수시 수면폭이 30m이하인 소하천			
(1) 평지하천	0.025	0.030	0.033
① 하상에 굴곡이 없는 직선수로이며, 수심이 크고 깊은 소(pool)가 없는 경우	0.030	0.035	0.040
② ①과 같으나 암석과 잡초가 더 많은 경우	0.033	0.040	0.045
③ 하상에 굴곡이 없고 약간의 소와 여울이 있는 경우	0.035	0.045	0.050
④ ③과 같으나 잡초와 암석이 더 많은 경우	0.040	0.048	0.055
⑤ ④와 같으나 수심이 작고, 영향을 받지 않는 경사와 단면이 더 많은 경우	0.045	0.050	0.060
⑥ ④와 같으나 ④보다 암석이 더 많은 경우	0.050	0.070	0.080
⑦ 유속이 느린 구간으로 잡초가 많으며 깊은 소가 있는 경우	0.075	0.100	0.150
(2) 산지하천 : 하도내에는 식생이 없으나, 일반적으로 고수위시에는 잠수된 제방을 따라 수목과 덤불이 있음.			
① 하상바닥재료가 자갈, 작은 호박돌과 약간의 호박돌로 구성된 경우	0.030	0.040	0.050
② 하상바닥재료가 작은 호박돌과 호박돌로 구성된 경우	0.040	0.050	0.070
2. 홍수시 수면폭이 30m보다 큰 하천 ※ 하폭이 30m이하인 소하천에서 정의된 값보다 약간 작은 값이 사용됨.			
① 호박돌이나 덤불이 없고 굴곡이 작은 단면을 가진 경우	0.025	~	0.060
② 불규칙하고 굴곡이 심한 경우	0.035	~	0.100

주) 소하천 시설기준, 1999. 11, 행정자치부

<표 4.2-3> 구간별 조도계수 (단위 : $m^{-1/3}s$)

하천	적용지점	측 점 (No.)	조도계수	비 고
용봉천	과업시점 ~ 과업종점	No.0+00~No.67+80	0.035	실트, 모래, 자갈

4.2.3 기점홍수위의 결정

하천에서의 기점홍수위를 결정하는 방법에는

- 하구 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지천에서는 본류의 계획홍수위
- 수공구조물에 의해 한계수심이 발생한 곳에서는 한계수심 또는 설계홍수위
- 하도의 급확대, 단락, 만곡 또는 교각에 의해 수위변화가 일어나는 곳은 손실수두를 더하여 계산한 수위
- 사수역이 발생하는 곳은 유수단면적에서 사수역을 빼고 계산한 수위
- 과거에 발생한 최대홍수위, 흔적홍수위 또는 기존제방이나 방조제의 설계홍수위
- 수리모형실험에 의해 추정한 홍수위 등이 있으며 금회 과업대상 하천의 기점홍수위는 상기의 사항을 고려하여 다음과 같이 산정하였다.

용봉천의 홍수위 계산을 위한 기점수위는 기수립된 「삽교·효교천 하천정비기본계획(1996. 12., 충청남도)」에서의 용봉천 합류점인 No.0+72의 계획홍수위 및 「삽교천 하천정비기본계획(1986. 9., 충청남도)의 No.39+20, 금회 한계수심, 등류수심을 비교하여 「삽교·효교천 하천정비기본계획(1996. 12., 충청남도)」의 계획홍수위를 채택 하였으며, 다음 <표 4.2-4>와 같다.

<표 4.2-4> 기점홍수위

하 천	빈도별 기점홍수위							비 고
	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
용봉천			20.18	20.29	20.37	20.41		삽교·효교천 하천정비기본계획 (1996. 12., 충청남도) (삽교천(지방2) No.0+72)
	-	19.72	19.83	19.99	20.12	20.19	-	삽교천 하천정비기본계획 (1986. 9., 충청남도) (삽교천 No.39+20)
	16.12	16.28	16.37	16.50	16.60	16.65		한계수심
	16.12	16.28	16.37	16.50	16.60	16.65	16.80	등류수심

주) ▒ : 채택

4.2.4 홍수위 계산

(1) 빈도별 홍수위

빈도별 홍수위는 개수전·후로 구분하여 HEC-RAS 3.0을 이용, 표준축차법(Standard Step Method)으로 계산하였으며 홍수위계산에 적용된 기점수위 및 조도계수는 4.2.1항 및 4.2.2항에서 언급한 값을 취하였고 각 측점의 빈도별 홍수위는 개수전·후에 대하여 각각 산정하였다.

보 및 낙차공 지점 등 하천 횡단물로 인하여 지배단면이 발생할 수 있는 지점은 한계수심을 계산하여 구조물 하단지점의 계산홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 낮을 경우에는 그 구조물의 각 빈도별 한계수심을 기준수위로 취하여 상류부로 배수위계산을 수행하였고, 하단부 계산 홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 높을 경우에는 그대로 배수위 계산을 수행하였다.

하도에서 흐름이 없는 부분 혹은 흐름이 있어도 유수소통에 영향을 주지 않는 사수역은 제거하였으며, 가능한 凹凸 수면형이 발생하지 않도록 유의하였다.

개수후 빈도별 홍수위는 개수전과 동일하게 산정하되 개수계획지구 등은 상·하류를 감안한 종·횡단형을 고려하여 배수위 계산을 수행하였다.

한편 전산으로 처리한 빈도별 홍수위 계산 결과 자연적인 지형 및 하상급변지점에서 발생한 다소의 凹凸 수위는 상·하류지점의 홍수위를 감안하여 조정, 결정하였다.

이상과 같이 계산한 대상하천구간의 개수전·후의 각 빈도별 홍수위는 <표 4.2-5>와 같다.

<표 4.2-5> 빈도별 홍수위

하천	측점 (No.)	누가거리 (m)	개수전 홍수위(EL.m)							개수후 홍수위(EL.m)							비고
			10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
용봉천	No.0	0	20.00	20.09	20.18	20.29	20.37	20.41	20.50	20.00	20.09	20.18	20.29	20.37	20.41	20.50	
	+0.34	34	19.98	20.06	20.14	20.25	20.32	20.36	20.43	19.98	20.06	20.14	20.25	20.32	20.36	20.43	
	+0.391	39.1	19.98	20.06	20.15	20.25	20.33	20.36	20.44	19.98	20.06	20.15	20.25	20.32	20.36	20.44	어경보
	+0.408	40.8	19.95	20.02	20.10	20.20	20.27	20.30	20.37	-	-	-	-	-	-	-	
	No.1	100	20.17	20.37	20.51	20.67	20.81	20.87	21.08	19.98	20.07	20.15	20.25	20.33	20.37	20.44	
	No.2	200	20.14	20.33	20.46	20.62	20.75	20.81	21.01	20.02	20.11	20.20	20.32	20.40	20.44	20.53	
	No.3	300	20.31	20.53	20.67	20.84	20.99	21.05	21.27	20.09	20.21	20.31	20.44	20.54	20.58	20.70	
	No.4	400	20.50	20.75	20.90	21.09	21.24	21.31	21.55	20.16	20.30	20.41	20.54	20.66	20.71	20.85	
	+47.8	447.8	20.62	20.87	21.03	21.22	21.38	21.44	21.69	20.23	20.38	20.50	20.65	20.78	20.83	20.98	
	+50.0	450	20.76	21.03	21.19	21.39	21.56	21.63	21.88	20.26	20.41	20.53	20.68	20.82	20.87	21.02	
	+50.8	450.8	20.56	20.82	20.99	21.18	21.35	21.42	21.67	20.07	20.19	20.30	20.44	20.58	20.63	20.77	종자보
	+78.9	478.9	20.93	21.20	21.38	21.58	21.76	21.83	22.09	20.44	20.64	20.79	20.95	21.10	21.15	21.36	장항선
	+97.0	497	20.83	21.10	21.28	21.48	21.65	21.73	21.99	20.41	20.60	20.74	20.90	21.06	21.11	21.31	철교
	No.5	500	20.92	21.20	21.38	21.59	21.76	21.83	22.10	20.45	20.66	20.80	20.97	21.12	21.17	21.38	
	No.6	600	21.05	21.34	21.52	21.73	21.90	21.98	22.25	20.52	20.73	20.87	21.05	21.20	21.26	21.47	
	No.7	700	21.06	21.35	21.53	21.74	21.91	21.99	22.26	20.52	20.73	20.88	21.05	21.21	21.26	21.47	
	No.8	800	21.32	21.61	21.79	22.00	22.17	22.25	22.52	20.69	20.91	21.06	21.25	21.41	21.46	21.68	
	+85.4	885.4	21.56	21.86	22.04	22.24	22.42	22.50	22.76	20.83	21.07	21.22	21.42	21.58	21.64	21.86	내덕교
	No.9	900	21.74	22.04	22.21	22.42	22.59	22.67	22.93	20.97	21.21	21.37	21.57	21.75	21.80	22.03	
	No.10	1000	22.00	22.30	22.48	22.70	22.88	22.96	23.23	21.07	21.32	21.48	21.69	21.87	21.93	22.16	
	No.11	1100	21.99	22.29	22.48	22.69	22.88	22.96	23.24	21.04	21.30	21.46	21.66	21.85	21.90	22.13	
	No.12	1200	22.17	22.48	22.67	22.88	23.07	23.15	23.43	21.25	21.51	21.67	21.88	22.07	22.12	22.36	
	No.13	1300	22.34	22.65	22.85	23.07	23.25	23.33	23.61	21.45	21.72	21.88	22.09	22.29	22.35	22.58	
	No.14	1400	22.44	22.75	22.94	23.16	23.35	23.43	23.71	21.56	21.83	21.99	22.20	22.40	22.46	22.70	
	No.15	1500	22.51	22.82	23.01	23.23	23.41	23.49	23.77	21.68	21.95	22.12	22.33	22.54	22.60	22.84	
	No.16	1600	22.65	22.94	23.12	23.33	23.51	23.58	23.85	21.75	22.02	22.19	22.40	22.61	22.67	22.92	
	No.17	1700	22.94	23.21	23.38	23.58	23.75	23.83	24.09	22.02	22.29	22.45	22.65	22.86	22.92	23.15	
	No.18	1800	23.20	23.47	23.64	23.83	24.00	24.07	24.32	22.25	22.50	22.66	22.85	23.07	23.12	23.36	
	No.19	1900	23.43	23.70	23.87	24.06	24.23	24.30	24.55	22.50	22.75	22.91	23.10	23.31	23.37	23.60	
	No.20	2000	23.88	24.12	24.28	24.46	24.61	24.68	24.92	22.98	23.15	23.28	23.43	23.61	23.66	23.88	
	+80.8	2080.8	24.33	24.57	24.71	24.88	25.03	25.10	25.32	23.58	23.80	23.92	24.08	24.27	24.31	24.51	서력교
	No.21	2100	24.52	24.75	24.88	25.05	25.19	25.25	25.47	24.13	24.31	24.41	24.52	24.65	24.68	24.83	
	No.22	2200	24.76	25.01	25.14	25.30	25.44	25.51	25.70	24.77	25.01	25.14	25.30	25.46	25.51	25.70	
	No.23	2300	24.85	25.09	25.22	25.37	25.51	25.58	25.77	24.86	25.09	25.22	25.38	25.54	25.58	25.77	
	No.24	2400	25.37	25.64	25.78	25.96	26.12	26.19	26.41	25.37	25.64	25.78	25.96	26.14	26.19	26.41	
	No.25	2500	25.52	25.77	25.91	26.08	26.22	26.29	26.49	25.53	25.77	25.91	26.08	26.24	26.29	26.50	
	No.26	2600	25.87	26.11	26.24	26.40	26.54	26.60	26.80	25.87	26.11	26.23	26.40	26.55	26.60	26.79	
	No.27	2700	26.26	26.51	26.64	26.81	26.95	27.02	27.21	26.26	26.51	26.64	26.80	26.97	27.01	27.21	
	No.28	2800	26.54	26.79	26.92	27.09	27.24	27.31	27.51	26.54	26.79	26.92	27.09	27.26	27.31	27.51	
	No.29	2900	26.88	27.14	27.28	27.46	27.61	27.68	27.88	26.88	27.14	27.28	27.45	27.63	27.68	27.88	
	No.30	3000	27.17	27.43	27.58	27.76	27.91	27.98	28.20	27.17	27.44	27.58	27.76	27.94	27.99	28.20	
	No.31	3100	27.45	27.71	27.85	28.04	28.19	28.26	28.47	27.46	27.72	27.86	28.04	28.21	28.26	28.47	

<표 4.2-5 계속> 빈도별 홍수위

하천	측점 (No.)	누가거리 (m)	개수전 홍수위(EL.m)							개수후 홍수위(EL.m)							비고
			10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
	No.32	3200	28.01	28.29	28.44	28.63	28.80	28.87	29.10	28.01	28.29	28.44	28.63	28.82	28.87	29.10	
	No.33	3300	28.14	28.41	28.56	28.76	28.92	28.99	29.22	28.14	28.41	28.56	28.76	28.94	28.99	29.22	
	+67.6	3367.6	28.52	28.75	28.89	29.06	29.21	29.28	29.49	28.52	28.76	28.89	29.06	29.22	29.28	29.49	봉신교
	No.34	3400	29.52	29.69	29.78	29.90	30.00	30.05	30.20	29.52	29.69	29.78	29.90	30.00	30.05	30.20	
	+33.6	3433.6	30.23	30.45	30.58	30.73	30.87	30.93	31.13	30.23	30.45	30.58	30.73	30.87	30.94	31.13	봉신1교
	No.35	3500	30.38	30.61	30.75	30.91	31.06	31.12	31.33	30.38	30.62	30.75	30.91	31.06	31.12	31.33	
	No.36	3600	30.43	30.66	30.79	30.95	31.09	31.16	31.37	30.43	30.66	30.80	30.95	31.10	31.16	31.37	
	No.37	3700	30.45	30.67	30.80	30.95	31.09	31.15	31.35	30.45	30.67	30.80	30.95	31.09	31.15	31.35	
	No.38	3800	31.51	31.69	31.79	31.91	32.03	32.08	32.24	31.22	31.43	31.55	31.71	31.85	31.90	32.10	
	No.39	3900	31.83	32.02	32.13	32.26	32.37	32.43	32.60	31.41	31.64	31.76	31.92	32.07	32.12	32.31	
	No.40	4000	32.17	32.37	32.47	32.61	32.73	32.78	32.95	31.56	31.79	31.92	32.08	32.22	32.28	32.48	
	No.41	4100	32.42	32.61	32.72	32.85	32.96	33.01	33.18	31.63	31.86	31.98	32.15	32.30	32.35	32.54	
	No.42	4200	33.00	33.18	33.28	33.40	33.51	33.56	33.71	32.21	32.41	32.52	32.66	32.81	32.84	33.02	
	No.43	4300	33.14	33.33	33.45	33.57	33.69	33.74	33.90	32.32	32.51	32.62	32.75	32.92	32.96	33.12	
	No.44	4400	33.88	34.06	34.17	34.29	34.40	34.44	34.59	33.19	33.40	33.52	33.66	33.80	33.84	34.01	
	No.45	4500	34.18	34.39	34.51	34.65	34.77	34.82	34.99	33.35	33.57	33.70	33.84	33.99	34.04	34.22	
	+88.9	4588.9	34.76	34.99	35.13	35.28	35.42	35.48	35.67	33.86	34.08	34.20	34.35	34.50	34.56	34.73	보
	No.46	4600	34.76	35.00	35.13	35.29	35.42	35.49	35.68	33.79	34.01	34.14	34.28	34.44	34.50	34.67	
	No.47	4700	35.13	35.38	35.53	35.69	35.84	35.90	36.10	34.34	34.57	34.71	34.86	35.02	35.08	35.27	
	+39.7	4739.7	-	-	-	-	-	-	-	34.47	34.70	34.84	34.99	35.17	35.22	35.41	용봉교
	No.48	4800	35.34	35.57	35.71	35.86	36.00	36.06	36.26	34.58	34.81	34.94	35.10	35.28	35.33	35.52	
	No.49	4900	35.56	35.79	35.92	36.06	36.19	36.25	36.43	34.83	35.06	35.19	35.34	35.54	35.58	35.76	
	No.50	5000	36.19	36.44	36.59	36.76	36.91	36.98	37.19	35.12	35.34	35.47	35.62	35.83	35.87	36.04	
	+76.0	5076	-	-	-	-	-	-	-	35.32	35.54	35.66	35.81	36.03	36.06	36.24	제1
	+77.0	5077	-	-	-	-	-	-	-	35.22	35.45	35.58	35.73	35.95	35.99	36.17	낙차공
	No.51	5100	36.52	36.77	36.91	37.08	37.23	37.31	37.51	35.40	35.61	35.73	35.88	36.09	36.13	36.30	
	No.52	5200	36.75	37.00	37.15	37.32	37.47	37.54	37.75	35.80	36.00	36.11	36.25	36.46	36.49	36.65	
	No.53	5300	37.21	37.50	37.66	37.86	38.04	38.13	38.36	36.11	36.32	36.43	36.57	36.78	36.82	36.97	
	No.54	5400	37.81	38.00	38.11	38.27	38.42	38.50	38.69	36.41	36.61	36.73	36.86	37.08	37.11	37.27	
	+15.7	5415.7	38.42	38.63	38.74	38.87	38.99	39.05	39.21	36.46	36.66	36.78	36.92	37.13	37.16	37.32	상하보
	+16.6	5116.6	38.42	38.63	38.74	38.87	38.99	39.05	39.21	36.34	36.48	36.57	36.71	36.99	37.03	37.19	
	No.55	5500	38.34	38.57	38.70	38.85	38.98	39.05	39.22	37.11	37.28	37.38	37.49	37.61	37.64	37.81	
	No.56	5600	39.10	39.37	39.52	39.71	39.87	39.94	40.16	37.56	37.73	37.83	37.95	38.08	38.14	38.30	
	+64.0	5664	-	-	-	-	-	-	-	37.90	38.06	38.16	38.27	38.39	38.47	38.60	
	+65.0	5665	-	-	-	-	-	-	-	38.18	38.33	38.41	38.51	38.62	38.64	38.79	중계보
	No.66	6600	45.00	45.20	45.28	45.39	45.50	45.55	45.69	44.64	44.76	44.82	44.90	44.97	45.00	45.10	
	+32.8	6632.8	45.89	46.02	46.08	46.16	46.23	46.26	46.37	45.28	45.39	45.43	45.51	45.58	45.62	45.72	박스교
	+33.0	6633	-	-	-	-	-	-	-	45.93	46.04	46.09	46.14	46.20	46.23	46.16	동막1교
	+71.4	6671.4	-	-	-	-	-	-	-	46.14	46.26	46.32	46.39	46.47	46.50	46.61	
	+71.7	6671.7	47.41	47.58	47.66	47.76	47.86	47.91	48.03	46.38	46.50	46.55	46.63	46.70	46.73	46.83	제4 낙차공
	No.67	6700	47.38	47.56	47.64	47.74	47.85	47.90	48.03	46.82	46.96	47.02	47.10	47.18	47.22	47.32	
	+80.0	6780	47.88	48.03	48.10	48.18	48.27	48.32	48.43	47.35	47.47	47.53	47.60	47.67	47.70	47.80	
	No.68	6800	48.02	48.16	48.23	48.31	48.39	48.44	48.55	47.50	47.61	47.67	47.74	47.81	47.84	47.94	
	No.69	6900	49.01	49.15	49.22	49.30	49.38	49.41	49.52	48.49	48.60	48.65	48.72	48.78	48.81	48.90	
	+8.3	6910.8	49.53	49.73	49.83	49.95	50.07	50.13	50.30	48.85	48.97	49.02	49.09	49.16	49.19	49.29	동막2교
	No.70	7000	50.76	50.90	50.97	51.05	51.13	51.17	51.27	50.71	50.88	50.95	51.05	51.14	51.19	51.32	
	+27.7	7027.7	51.48	51.65	51.73	51.83	51.93	51.97	52.10	50.82	50.99	51.07	51.16	51.25	51.30	51.42	보
	No.71	7100	52.54	52.68	52.74	52.93	53.10	53.18	53.40	52.54	52.68	52.75	52.94	53.10	53.18	53.40	
	No.72	7200	54.47	54.67	54.76	54.88	55.01	55.07	55.23	54.47	54.67	54.76	54.89	55.01	55.06	55.23	
	+75.9	4575.9	56.91	57.13	57.22	57.35	57.47	57.52	57.69	56.91	57.13	57.22	57.35	57.47	57.52	57.69	

(2) 계획하폭 및 계획홍수위

(가) 계획하폭

계획하폭은 계획홍수량 및 현하폭 등을 기준으로 결정하되 전반적인 하천의 종단경사, 지질, 연안의 토지이용현황, 유로형상 등 제반요인을 감안하여 계획하였다.

본 과업에서의 계획하폭 산정은 하천설계기준상의 계획하폭 및 기 발표된 중부지방 하폭공식, 소규모 하천공식과 현 하폭, 개수후의 하천구조물 유지관리, 공사비, 홍수위 등 종합적인 요인을 고려하고, 유속 및 소류력 등 수리특성과 계획홍수량과 하폭과의 관계를 참고하여 결정하였다.

한편, 하천설계기준상의 계획하폭 산정기준인 중부지방의 하폭공식 및 소규모 하천 하폭 산정공식을 소개하면 다음과 같다.

<표 4.2-6> 계획 홍수량 크기에 따른 계획하폭

계획 홍수량 (㎥/s)	하 폭 (m)	비 고
300	40 ~ 60	
500	60 ~ 80	
800	80 ~ 110	
1,000	90 ~ 120	
2,000	160 ~ 220	
5,000	350 ~ 450	
5,000 이상	계획홍수량을 안전하게 소통하고 안정하도를 유지할 수 있도록 적절히 결정하되 기존에 발표된 경험공식을 참고	

주) 하천설계기준·해설, 2009, Page 264

① 대하천공식

$$\alpha Q^{.73} \qquad \text{<식 4.2-7>}$$

여기서 B : 계획하폭(m), α : 하상경사에 따른 계수, Q : 계획홍수량(㎥/s)

<표 4.2-7> 하상경사에 따른 α값

구 분	하 상 경 사 (I)					비 고
	1/1,000	1/2,000	1/3,000	1/4,000	1/5,000	
α	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	

주) 하천설계기준·해설, 2009, Page 264

② 중소하천 하폭결정공식(중부지방)

$$1.303\frac{A^{0.318}}{S^{.5}}$$ <식 4.2-8>

여기서 B : 계획하폭(m), S : 하상경사, A : 유역면적(㎢)

③ 소하천 하폭결정공식

■ 계획홍수량과 하폭 (계획홍수량이 300㎥/s 이하일 때)

$$B = 1.235\,Q^{0.6376}$$ <식 4.2-9>

■ 유역면적과 하폭 (유역면적이 10㎢ 이하 일 때)

$$B = 8.794\,A^{0.5603}$$ <식 4.2-10>

여기서 B : 계획하폭(m), Q : 계획홍수량 (㎥/s), A : 유역면적(㎢)

한편 각 측점간의 계획하폭의 결정과 제방법선(가법선)을 결정함에 있어서 상기에 기술한 공식을 기준으로 하되 다음사항을 고려하여 결정하였다.

① 제방법선은 가급적 현유로의 방향을 고려하여 직선형과 조화가 되도록 계획.

② 곡선 유로부(만곡부)는 직선부의 하폭보다 10~20%정도 여유 있게 제방법선을 계획.

③ 기성제가 있는 구간에서는 하천의 양안을 가급적 평행으로 하여 하폭의 급변을 피하도록 계획.

④ 양안의 하천개수가 완료된 하천구간으로서 다소 하폭이 넓은 구간은 가급적 현하폭

을 그대로 유지하도록 계획.

⑤ 본류에 합류되는 지류의 하구지점에 대한 하폭은 유수의 와류현상과 현지여건등을 고려하여 다소 넓게 계획.

⑥ 각 측점간의 평균유속은 가급적 적게 되도록 하천종단계획 문제와 관련하여 계획.

상기사항을 고려하여 결정한 현하폭 및 계획기준하폭은 다음 <표 4.2-8>과 같다.

<표 4.2-8> 계획하폭 산정

하천명	측점	유역면적	계획홍수량	하상경사	현하폭	계획하폭 산정			채택
						계획홍수량	대하천	중소하천(중부지방)	
용봉천	No.0~No.18	19.60	380	0.0039	38~58	60~80	83	54	55
	No.18~No.30	16.42	340	0.0032	39~56	60~80	77	56	50
	No.30~No.33+67.6	13.71	270	0.0062	36~40	40~60	65	38	45
	No.33+67.6~No.40	10.71	220	0.0024	40~60	40~60	56	57	45
	No.40~No.46+92.0	9.73	200	0.0066	30~40	40~60	52	33	35~45
	No.46+92.0~No.61	8.62	175	0.0048	19~34	40~60	47	37	30~35
	No.61~No.70	2.01	45	0.0126	7~18	40~60	18	14	21~30

(나) 계획홍수위

1) 계획홍수위

본 계획에서의 계획홍수위는 “4.1.8 홍수량 산정”에서 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 출력하고, 다소의 굴곡부분에 대하여는 부드럽게 조정하여 계획홍수위를 결정하였으며, 다음 <표 4.2-9>와 같다.

<표 4.2-9> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		여 유 고 (EL.m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.0	-	-	380	20.37	126	-	21.78	21.87	1.41	1.50	
	+34	34.0	34.0	380	20.40	57	-	21.56	21.88	1.16	1.48	
	+39.1	5.1	39.1	380	20.41	56	-	21.56	21.81	1.15	1.40	
	+40.8	1.7	40.8	380	20.41	56	-	21.56	21.53	1.15	1.12	어경보
	NO.1	59.2	100.0	380	20.47	43	55	21.28	21.38	0.81	0.91	
	NO.2	100.0	200.0	380	20.57	43	55	21.43	21.46	0.86	0.89	
	NO.3	100.0	300.0	380	20.68	44	55	21.78	21.64	1.10	0.96	
	NO.4	100.0	400.0	380	20.78	44	55	21.77	22.02	0.99	1.24	
	+47.8	47.8	447.8	380	21.08	46	55	22.30	22.41	1.22	1.33	
	+50	2.2	450.0	380	21.09	46	55	22.43	22.41	1.34	1.32	
	+50.8	0.8	450.8	380	21.10	46	55	22.35	22.43	1.25	1.33	종자보
	+74.7	23.9	474.7	380	21.15	46	55	22.60	22.29	1.45	1.14	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	380	21.19	46	55	22.60	22.29	1.41	1.10	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	380	21.21	45	55	22.60	22.29	1.39	1.08	
	NO.6	100.0	600.0	380	21.38	45	55	22.64	22.72	1.26	1.34	
	NO.7	100.0	700.0	380	21.55	46	55	22.95	22.97	1.40	1.42	
	NO.8	100.0	800.0	380	21.73	45	55	23.04	23.17	1.31	1.44	
	+82.5	82.5	882.5	380	21.87	45	55	22.98	22.97	1.11	1.10	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	380	21.90	50	55	23.25	23.12	1.35	1.22	
	NO.10	100.0	1,000.0	380	22.07	53	55	23.54	23.02	1.47	0.95	
	NO.11	100.0	1,100.0	380	22.29	60	-	23.79	23.31	1.50	1.02	
	NO.12	100.0	1,200.0	380	22.43	62	-	24.10	23.78	1.67	1.35	
	NO.13	100.0	1,300.0	380	22.57	58	-	24.12	24.01	1.55	1.44	
	NO.14	100.0	1,400.0	380	22.72	50	-	24.19	24.33	1.47	1.61	
	NO.15	100.0	1,500.0	380	22.86	51	-	24.70	24.52	1.84	1.66	
	NO.16	100.0	1,600.0	380	23.08	51	-	24.82	24.80	1.74	1.72	
	NO.17	100.0	1,700.0	380	23.31	52	-	25.03	25.11	1.72	1.80	
	NO.18	100.0	1,800.0	340	23.62	52	-	25.33	25.18	1.71	1.56	
	NO.19	100.0	1,900.0	340	24.14	50	-	25.69	25.53	1.55	1.39	
	NO.20	100.0	2,000.0	340	24.27	52	-	26.21	25.87	1.94	1.60	
	+76.2	76.2	2,076.2	340	25.46	51	-	29.48	27.77	4.02	2.31	서력교

<표 4.2-9 계속> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		여 유 고 (EL.m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.21	23.8	2,100.0	340	25.54	53	-	29.15	27.38	3.61	1.84	
	NO.22	100.0	2,200.0	340	26.14	62	-	27.59	27.24	1.45	1.10	
	NO.23	100.0	2,300.0	340	26.24	51	-	27.65	27.47	1.41	1.23	
	NO.24	100.0	2,400.0	340	26.55	47	-	28.06	27.73	1.51	1.18	
	NO.25	100.0	2,500.0	340	26.97	46	-	28.14	28.02	1.17	1.05	
	NO.26	100.0	2,600.0	340	27.26	45	-	28.69	28.37	1.43	1.11	
	NO.27	100.0	2,700.0	340	27.63	45	-	28.86	28.72	1.23	1.09	
	NO.28	100.0	2,800.0	340	27.94	45	-	29.14	28.85	1.20	0.91	
	NO.29	100.0	2,900.0	340	28.21	44	-	29.39	29.15	1.18	0.94	지동천
	NO.30	100.0	3,000.0	270	28.82	44	-	29.80	29.40	0.98	0.58	
	NO.31	100.0	3,100.0	270	28.94	44	-	30.03	29.69	1.09	0.75	
	NO.32	100.0	3,200.0	270	29.22	47	-	30.94	30.50	1.72	1.28	
	NO.33	100.0	3,300.0	270	30.00	43	-	32.00	31.20	2.00	1.20	솔미천
	+63.4	63.4	3,363.4	220	30.87	42	-	31.80	31.75	0.93	0.88	봉신교
	NO.34	36.6	3,400.0	220	31.06	62	-	32.01	30.31	0.95	-0.75	
	+24.3	24.3	3,424.3	220	31.09	58	-	34.22	34.35	3.13	3.26	봉신1교
	NO.35	75.7	3,500.0	220	31.17	48	-	32.43	31.43	1.26	0.26	
	NO.36	100.0	3,600.0	220	31.29	44	45	32.32	31.85	1.03	0.56	
	NO.37	100.0	3,700.0	220	31.40	44	45	32.74	32.23	1.34	0.83	
	NO.38	100.0	3,800.0	220	31.57	41	45	32.89	32.64	1.32	1.07	
	NO.39	100.0	3,900.0	220	31.74	44	45	33.14	32.89	1.40	1.15	하산천
	NO.40	100.0	4,000.0	200	31.91	43	45	33.48	33.19	1.57	1.28	
	NO.41	100.0	4,100.0	200	32.16	38	-	33.73	33.15	1.57	0.99	
	NO.42	100.0	4,200.0	200	32.40	36	-	34.12	33.87	1.72	1.47	
	NO.43	100.0	4,300.0	200	32.81	33	35	34.40	34.33	1.59	1.52	
	NO.44	100.0	4,400.0	200	33.22	31	35	34.93	34.72	1.71	1.50	
	NO.45	100.0	4,500.0	200	33.63	31	35	35.14	35.34	1.51	1.71	
	NO.46	100.0	4,600.0	200	34.04	31	35	35.48	34.85	1.44	0.81	
	NO.47	100.0	4,700.0	175	34.50	34	35	36.20	35.54	1.70	1.04	
	+34.7	34.7	4,734.7	175	34.66	34	35	35.34	35.71	0.68	1.05	용봉교
	NO.48	65.3	4,800.0	175	34.96	27	35	35.72	35.76	0.76	0.80	
	NO.49	100.0	4,900.0	175	35.32	24	35	36.08	36.34	0.76	1.02	
	NO.50	100.0	5,000.0	175	35.68	25	35	37.46	36.57	1.78	0.89	
	+76	76.0	5,076.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	1.39	0.76	
	+77	1.0	5,077.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	1.39	0.76	
	N1.51	23.0	5,100.0	175	36.02	26	35	37.27	36.81	1.25	0.79	제1낙차공
	NO.52	100.0	5,200.0	175	36.37	28	35	37.52	36.90	1.15	0.53	
	NO.53	100.0	5,300.0	175	36.71	26	35	38.29	37.92	1.58	1.21	
	NO.54	100.0	5,400.0	175	37.16	26	35	38.41	38.11	1.25	0.95	
	+15.7	15.7	5,416.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	1.57	0.61	
	+16.6	0.9	5,417.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	1.57	0.61	상하보
	NO.55	83.4	5,500.0	175	37.61	21	35	40.10	39.42	2.49	1.81	

주) 여유고 부족

<표 4.2-9 계속> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		여 유 고 (EL.m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.56	100.0	5,600.0	175	38.08	23	35	40.13	39.68	2.05	1.60	
	+64	64.0	5,664.0	175	38.39	22	35	40.68	39.65	2.29	1.26	
	+65	1.0	5,665.0	175	38.62	22	35	40.68	39.65	2.06	1.03	중계보
	NO.57	35.0	5,700.0	175	39.22	22	35	41.39	39.64	2.17	0.42	
	+18.5	18.5	5,718.0	175	39.50	29	35	42.14	42.16	2.64	2.66	중계교
	NO.58	81.5	5,800.0	175	39.81	28	35	41.29	42.32	1.48	2.51	
	NO.59	100.0	5,900.0	175	40.18	27	30	42.13	42.40	1.95	2.22	
	NO.60	100.0	6,000.0	175	40.78	25	30	42.78	42.57	2.00	1.79	동막천
	NO.61	100.0	6,100.0	45	41.11	17	30	42.71	42.70	1.60	1.59	
	+51.5	51.5	6,151.5	45	41.28	7	21	43.16	43.15	1.88	1.87	중계1교
	NO.62	48.5	6,200.0	45	41.55	19	21	43.75	43.60	2.20	2.05	
	+74.8	74.8	6,274.8	45	42.27	16	21	44.40	44.16	2.13	1.89	
	+75	0.2	6,275.0	45	42.72	16	21	44.40	44.16	1.68	1.44	제2낙차공
	NO.63	25.0	6,300.0	45	43.10	17	21	44.56	44.36	1.46	1.26	
	NO.64	100.0	6,400.0	45	43.76	19	21	45.35	45.17	1.59	1.41	
	+23.3	23.3	6,423.3	45	43.93	18	21	44.53	45.51	0.60	1.58	
	+23.6	0.3	6,423.6	45	44.11	18	21	44.71	45.52	0.60	1.41	제3낙차공
	+78	54.4	6,478.0	45	44.78	11	21	46.13	46.13	1.35	1.35	동막3교
	NO.65	22.0	6,500.0	45	44.97	18	21	46.66	46.58	1.69	1.61	
	NO.66	100.0	6,600.0	45	45.58	19	21	46.83	46.83	1.25	1.25	
	+30.5	30.5	6,630.5	45	46.20	7	21	47.79	47.79	1.59	1.59	동막1교
	+71.4	40.9	6,671.4	45	46.47	17	21	48.20	48.54	1.73	2.07	
	+71.7	0.3	6,671.7	45	46.70	17	21	48.20	48.54	1.50	1.84	제4낙차공
	NO.67	28.3	6,700.0	45	47.18	18	21	48.48	48.77	1.30	1.59	
	+80	80.0	6,780.0	45	47.67	19	21	49.07	49.28	1.40	1.61	
	NO.68	20.0	6,800.0	45	47.81	19	21	49.33	49.68	1.52	1.87	
	NO.69	100.0	6,900.0	45	48.78	16	21	50.31	50.73	1.53	1.95	
	+8.3	8.3	6,903.3	45	49.16	7	21	50.83	50.83	1.67	1.67	동막2교
	NO.70	91.7	7,000.0	45	51.14	15	21	51.57	51.81	0.43	0.67	

주) ▭ 여유고 부족

2) 기수립 계획홍수위 비교

하상의 퇴적 및 세굴에 의해 발생된 하도의 종단형의 변화로 홍수위를 검토 한 결과 하류측으로 약 0.06～0.38m수위가 상승되었고, 상류측으로 약 0.04～1.62m 상승한 것으로 검토되었다. 또한 하천의 퇴적된 하상구간을 개수하였으며, 계획하폭에 따라 하천을 개수하여 기수립된 하천기본계획보다 홍수위가 낮아진 것으로 분석되었다.

기수립 계획홍수위와 변경된 계획홍수위의 비교 결과는 다음 <표 4.2-10>과 같다.

<표 4.2-10> 계획홍수위 비교

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (m^3/s)	홍수위(EL.m)		계획홍수위비교 (변경-당초) (EL.m)	비고
					당초	변경		
용봉천	NO.0	-	-	380	19.99	20.37	0.38	
	+34	34.0	34.0	380	20.13	20.40	0.27	
	+39.1	5.1	39.1	380	20.15	20.41	0.26	
	+40.8	1.7	40.8	380	20.16	20.41	0.25	어경보
	NO.1	59.2	100.0	380	20.41	20.47	0.06	
	NO.2	100.0	200.0	380	20.61	20.57	-0.04	
	NO.3	100.0	300.0	380	20.81	20.68	-0.13	
	NO.4	100.0	400.0	380	21.01	20.78	-0.23	
	+47.8	47.8	447.8	380	21.34	21.08	-0.26	
	+50	2.2	450.0	380	21.36	21.09	-0.27	
	+50.8	0.8	450.8	380	21.56	21.10	-0.46	종자보
	+74.7	23.9	474.7	380	21.57	21.15	-0.42	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	380	21.66	21.19	-0.47	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	380	21.71	21.21	-0.50	
	NO.6	100.0	600.0	380	21.96	21.38	-0.58	
	NO.7	100.0	700.0	380	22.10	21.55	-0.55	
	NO.8	100.0	800.0	380	22.25	21.73	-0.52	
	+82.5	82.5	882.5	380	22.35	21.87	-0.48	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	380	22.39	21.90	-0.49	
	NO.10	100.0	1,000.0	380	22.60	22.07	-0.53	
	NO.11	100.0	1,100.0	380	22.82	22.29	-0.53	
	NO.12	100.0	1,200.0	380	23.04	22.43	-0.61	
	NO.13	100.0	1,300.0	380	23.26	22.57	-0.69	
	NO.14	100.0	1,400.0	380	23.47	22.72	-0.75	
	NO.15	100.0	1,500.0	380	23.69	22.86	-0.83	
	NO.16	100.0	1,600.0	380	23.91	23.08	-0.83	
	NO.17	100.0	1,700.0	380	24.13	23.31	-0.82	

<표 4.2-10 계속> 계획홍수위 비교

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위(EL.m)		계획홍수위비교 (변경-당초) (EL.m)	비고
					당초	변경		
용봉천	NO.18	100.0	1,800.0	340	24.35	23.62	-0.73	
	NO.19	100.0	1,900.0	340	24.65	24.14	-0.51	
	NO.20	100.0	2,000.0	340	24.95	24.27	-0.68	
	+76.2	76.2	2,076.2	340	26.17	25.46	-0.71	서력교
	NO.21	23.8	2,100.0	340	26.30	25.54	-0.76	
	NO.22	100.0	2,200.0	340	26.45	26.14	-0.31	
	NO.23	100.0	2,300.0	340	26.60	26.24	-0.36	
	NO.24	100.0	2,400.0	340	26.75	26.55	-0.20	
	NO.25	100.0	2,500.0	340	27.11	26.97	-0.14	
	NO.26	100.0	2,600.0	340	27.48	27.26	-0.22	
	NO.27	100.0	2,700.0	340	27.71	27.63	-0.08	
	NO.28	100.0	2,800.0	340	27.94	27.94	0.00	
	NO.29	100.0	2,900.0	340	28.17	28.21	0.04	
	NO.30	100.0	3,000.0	270	28.40	28.82	0.42	
	NO.31	100.0	3,100.0	270	28.77	28.94	0.17	
	NO.32	100.0	3,200.0	270	29.14	29.22	0.08	
	NO.33	100.0	3,300.0	270	30.79	30.00	-0.79	
	+63.4	63.4	3,363.4	220	31.07	30.87	-0.20	봉신교
	NO.34	36.6	3,400.0	220	31.26	31.06	-0.20	
	+24.3	24.3	3,424.3	220	31.34	31.09	-0.25	봉신1교
	NO.35	75.7	3,500.0	220	31.60	31.17	-0.43	
	NO.36	100.0	3,600.0	220	31.95	31.29	-0.66	
	NO.37	100.0	3,700.0	220	32.16	31.40	-0.76	
	NO.38	100.0	3,800.0	220	32.37	31.57	-0.80	
	NO.39	100.0	3,900.0	220	32.59	31.74	-0.85	
	NO.40	100.0	4,000.0	200	33.11	31.91	-1.20	
	NO.41	100.0	4,100.0	200	33.43	32.16	-1.27	
	NO.42	100.0	4,200.0	200	33.76	32.40	-1.36	
	NO.43	100.0	4,300.0	200	34.09	32.81	-1.28	
	NO.44	100.0	4,400.0	200	34.42	33.22	-1.20	
	NO.45	100.0	4,500.0	200	34.81	33.63	-1.18	
	NO.46	100.0	4,600.0	200	35.20	34.04	-1.16	
	NO.47	100.0	4,700.0	175	35.60	34.50	-1.10	
	+34.7	34.7	4,734.7	175	36.13	34.66	-1.47	용봉교
	NO.48	65.3	4,800.0	175	36.30	34.96	-1.34	
	NO.49	100.0	4,900.0	175	36.51	35.32	-1.19	
	NO.50	100.0	5,000.0	175	36.96	35.68	-1.28	
	+76	76.0	5,076.0	175	37.30	35.94	-1.36	
	+77	1.0	5,077.0	175	37.31	35.94	-1.37	

<표 4.2-10 계속> 계획홍수위 비교

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위(EL.m)		계획홍수위비교 (변경-당초) (EL.m)	비고
					당초	변경		
용봉천	N1.51	23.0	5,100.0	175	37.41	36.02	-1.39	제1낙차공
	NO.52	100.0	5,200.0	175	37.78	36.37	-1.41	
	NO.53	100.0	5,300.0	175	38.15	36.71	-1.44	
	NO.54	100.0	5,400.0	175	38.52	37.16	-1.36	
	+15.7	15.7	5,416.0	175	38.63	37.23	-1.40	
	+16.6	0.9	5,417.0	175	38.92	37.23	-1.69	상하보
	NO.55	83.4	5,500.0	175	39.23	37.61	-1.62	
	NO.56	100.0	5,600.0	175	39.64	38.08	-1.56	
	+64	64.0	5,664.0	175	39.91	38.39	-1.52	
	+65	1.0	5,665.0	175	39.91	38.62	-1.29	중계보
	NO.57	35.0	5,700.0	175	40.06	39.22	-0.84	
	+18.5	18.5	5,718.0	175	40.88	39.50	-1.38	중계교
	NO.58	81.5	5,800.0	175	41.46	39.81	-1.65	
	NO.59	100.0	5,900.0	175	41.71	40.18	-1.53	
	NO.60	100.0	6,000.0	175	42.45	40.78	-1.67	
	NO.61	100.0	6,100.0	45	43.19	41.11	-2.08	
	+51.5	51.5	6,151.5	45	43.36	41.28	-2.08	중계1교
	NO.62	48.5	6,200.0	45	43.52	41.55	-1.97	
	+74.8	0.3	6,274.8	45	43.77	42.27	-1.50	
	+75	0.2	6,275.0	45	43.77	42.72	-1.05	제2낙차공
	NO.63	25.0	6,300.0	45	43.85	43.10	-0.75	
	NO.64	100.0	6,400.0	45	44.76	43.76	-1.00	
	+23.3	23.3	6,423.3	45	44.97	43.93	-1.04	
	+23.6	0.3	6,423.6	45	44.98	44.11	-0.87	제3낙차공
	+78	54.4	6,478.0	45	45.48	44.78	-0.70	동막3교
	NO.65	22.0	6,500.0	45	45.68	44.97	-0.71	
	NO.66	100.0	6,600.0	45	46.60	45.58	-1.02	
	+30.5	30.5	6,630.5	45	46.73	46.20	-0.53	동막1교
	+71.4	40.9	6,671.4	45	46.91	46.47	-0.44	
	+71.7	0.3	6,671.7	45	46.92	46.70	-0.22	제4낙차공
	NO.67	28.3	6,700.0	45	47.04	47.18	0.14	
	+80	80.0	6,780.0	45	47.65	47.67	0.02	
	NO.68	20.0	6,800.0	45	47.80	47.81	0.01	
	NO.69	100.0	6,900.0	45	48.55	48.78	0.23	
	+8.3	8.3	6,908.3	45	48.74	49.16	0.42	동막2교
	NO.70	91.7	7,000.0	45	49.31	51.14	1.83	

제5장 하상변동 분석

5.1 하상재료 조사

5.2 하천 유사량 조사

5.3 하상변동 및 하도안정 분석

제5장 하상변동 분석

5.1 하상재료 조사

하상재료 조사는 하상의 특성분석, 특히 조도계수의 산정, 상류 유역의 침식과 하천의 유사이송 특성, 유사량 공식과 하상변동 모형의 적용, 하천 서식처와 같은 하천환경의 조사 등에 필수적인 사항으로 현장에서 적절한 방법으로 시료를 채취하고 실험실에서 분석한 후 그 결과를 체계적으로 정리하는 사항으로 구분하며 자갈이상, 모래, 실트이하로 나누어 각기 시료채취방법과 분석방법을 달리하여 실시한다.

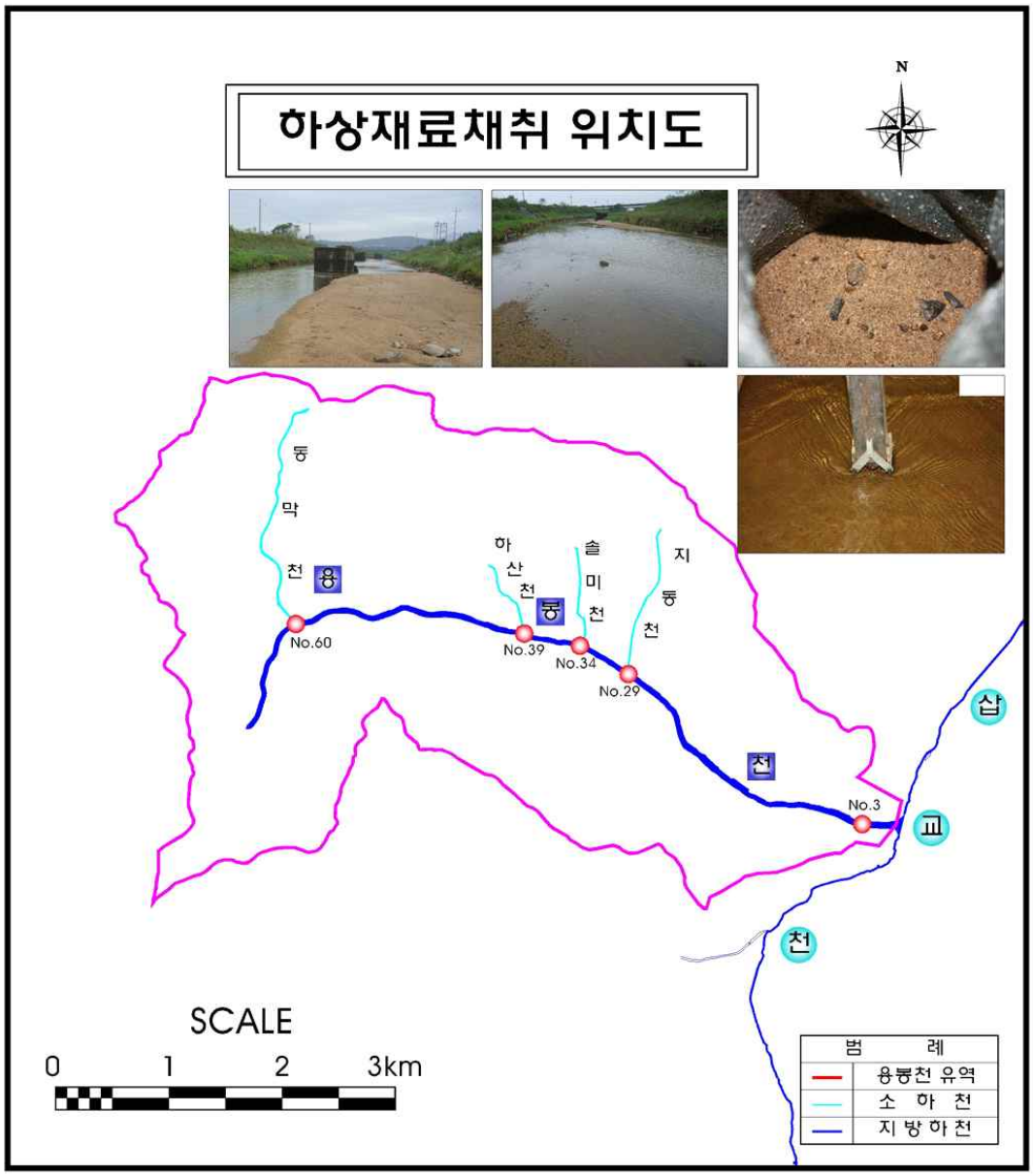
5.1.1 조사방법

모래는 현장시료를 채취하여 체분석으로 조사하고, 실트이하 재료는 현장시료를 채취하여 침강속도분석을 사용하고, 자갈이상 재료는 격자틀을 이용하여 조사하며, 격자틀 방법은 일정한 크기의 눈금 망으로 된 사각형 틀을 이용하여 하상에 임의로 놓고 사진을 찍어 그 격자망의 눈금에 걸리는 자갈들의 입경을 분석하는 방법이다.

하상재료 조사는 하천 측량 시 병행하는 것이 효율적이며 하천조도, 유사이송, 하상변동, 하도 설계 등에 관련되는 하상재료의 입경분포, 비중, 침강속도, 현장토의 겉보기 단위 중량과 공극률 등을 측정한다. 하천유역 전체의 하상재료 상태를 전반적으로 조사하기 위해서는 항공사진 등을 이용할 수 있다.

5.1.2 조사지점과 시료채취

용봉천 7.00㎞ 과업구간 중 하상재료의 변화가 심할 것으로 예상되는 구간인 하류부 1개소와 소하천 합류지점4개소에 대해 하상재료를 채취하였으며, 채취 위치는 <그림 5.1-1>과 같다.



<그림 5.1-1> 하상재료채취 위치도

5.1.3 실험실 분석

본 과업대상 하천에 대한 하상구성 재료의 특성을 파악하기 위하여 채취한 하상시료를 입도분석을 실시하였으며, 결과는 <표 5.1-1>과 같다.

<표 5.1-1> 입도분석 결과

하천	측점 (No.)	통 과 율 (%)							비 중 (Gs)	평균입경 (Dm, ㎜)	USCS	비 고
		# 4	# 8	# 16	# 30	#50	#100	# 200				
용봉천	3	98.49	89.77	77.69	66.82	56.77	46.08	39.93	2.65	0.91	SM	
	29	98.81	89.81	64.55	28.60	7.18	2.36	0.70	2.65	1.42	SP	
	34	97.66	64.86	26.49	6.83	1.04	0.15	0.08	2.65	2.46	SP	
	39	94.26	69.27	36.51	12.28	1.56	0.13	0.04	2.65	2.38	SP	
	60	83.16	54.36	25.61	7.36	1.15	0.39	0.15	2.65	3.45	SP	

5.2 하천 유사량 조사

5.2.1 유사량 산정공식의 선정

충적하천의 유사량 산정은 하천연구의 기본과제 중 하나로써 하천구역내의 수리구조물 설계 및 유지관리, 하천개수 및 하도의 안정, 저수지의 설계 및 운영 등 수자원의 계획, 개발 및 관리에 반드시 고려할 사항이다. 우리나라의 경우 외국의 하천에 비해 유사로 인한 문제가 비교적 덜 심각한 것으로 알려져 있으나, 종합적이고 경제적인 유역수자원 계획 및 개발을 위해서는 유사의 영향을 고려하여야 한다.

그러나, 하천 유사량을 직접 실측하는 것은 많은 인력, 경비 및 시간이 소요되며 실제 측정도 용이하지 않으므로 측정이 비교적 용이한 몇 가지 수리량 자료(수심, 유속, 경사 등)와 하상토 자료를 유사량 공식에 적용하여 유사량을 산정하는 것이 일반적인 추세이다. 현재 학계나 실무에 알려진 하천유사량 산정공식은 수십개가 넘는다. 더욱이 각 공식의 계산결과가 심지어 수백배 이상까지 서로 큰 차이를 보이기도 하며, 실측치와의 오차도 방법에 따라 매우 다른 양상을 보이므로, 실제 적용 시 어느 공식을 적용할 것인가는 매우 중요한 문제이다.

본 과업에서는 유사량공식 선정에 있어서 현재 발표된 공식 중 전 유사량공식에 대하여 지명도가 높아 널리 이용되는 공식, 그리고 최근에 개발된 공식을 기준으로 하여 9개

의 공식을 선정한 『하천유사량 산정 방법의 선정기준개발(한국건설기술연구원, 1989. 12)』에서 신뢰도가 높은 것으로 제안된 Englund & Hansen, Ackers & White's, Yang, Rijn's 공식을 이용하여 유사량을 산정하였다. 금회 하상변동 예측에 적용한 공식은 가장 신뢰도가 높게 나타난 Yang 공식을 적용하였다.

상기에서 제시한 유사량 공식을 이용하여 유사량을 산정하는 방법은 단순히 유사량의 개략적인 범위를 추정하는 것으로 본 과업에서 산정된 유사량은 실제 하천에서 측정되는 유사량과 많이 다르므로 정확한 유사량을 산정하기 위해서는 우선적으로 실측에 의해야만 한다.

<표 5.2-1> 각 유사량 공식의 특징

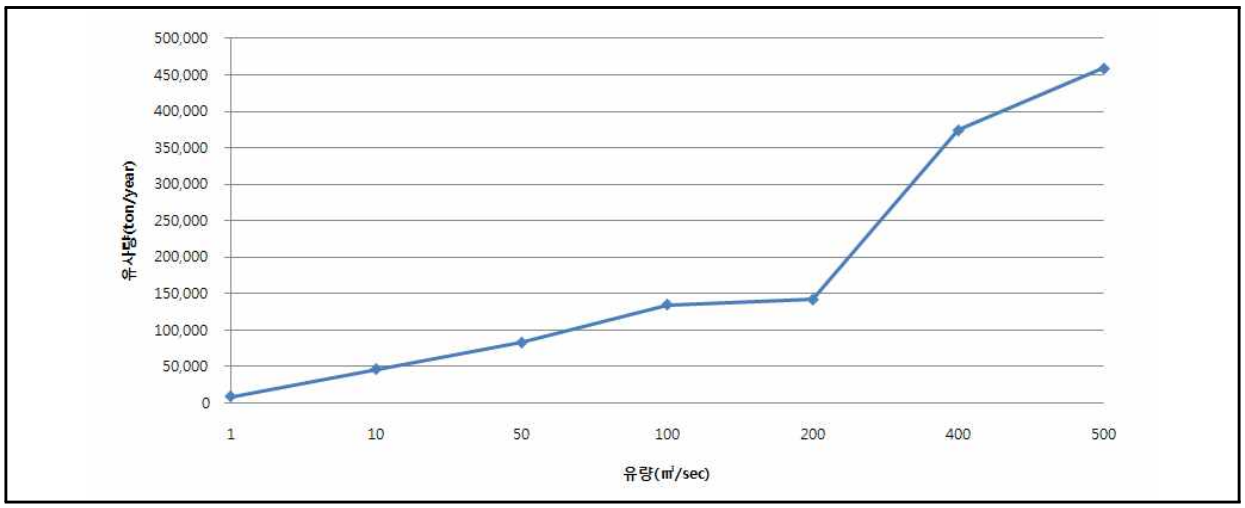
공 식	발표년도	산정유사량	공식 형태별 분류	입도분포별 계산	비 고
Einstein	1950	소류사량 +부유사량	확산-이송형	가	Einstein의 소류사 함수』라고도 함
Colby	1964	총유사량	경험식	불가	도해법
Elgelund & Hansen	1967	총유사량	에너지 모형	불가	상사이론에 기초
Toffaleti	1968	소류사량 +부유사량	확산-이송형	가	『Einstein』 공식의 대폭적인 수정식
Shen & Hung	1971	총유사량	경험식	불가	다중 회귀곡선 방법에 의한 경험식
Ackers & White	1973	총유사량	에너지 모형	불가	차원해석에 의한 준 경험식
Yang	1973, 1979	총유사량	경험식, 에너지 모형	선택적	Stream Power 개념과 회구분석에 의한 준 경험식
Ranga Raju	1981	총유사량	경험식	불가	하상마찰 응력에 기초한 준경험식
Rijn	1984	소류사량 +부유사량	확산-이송형	불가	준 해석식

<표 5.2-2> 산정방법별 유사량 산정 결과

하천	지점	유량 규모 (㎥/s)	유사량 산정(ton/year)				비고
			Engelund & Hansen 공식	Ackers & White's 공식	Yang's 공식 (1979's)	Rijn's 공식	
용봉천	하구	1	4,666	104,624	8,185	0	
		10	24,512	-214,987	45,747	59,310	
		50	58,504	-1,030,761	82,304	73,336	
		100	153,303	-556,377	134,516	121,363	
		200	473,453	-1,112,754	141,386	102,925	
		400	360,766	-2,225,507	374,320	235,643	
		500	472,677	-2,777,881	459,368	285,480	

5.2.2 유량-유사량 관계

용봉천의 유사량 실측자료는 전무하여 금회 과업에서는 주요지점의 하상토 입도분석 결과 중 하상재료의 구성비, 균등계수 및 곡률계수 등을 평가하여 이 중 용봉천 유역을 대표할 수 있는 시료채취 지점으로 No.0을 선정하고 이 지점의 수리특성을 적용, Yang(1979)의 공식에 의해 유사량을 추정하고 이를 유량-유사량 관계곡선으로 작성하여 추후 장기 하상변동 예측에 이용하였다.



<그림 5.2-1> 용봉천 유역의 유량-유사량 관계곡선 추정

5.2.3 유사의 입경별 분포

HEC-6모형을 장기하상변동을 모의하기 위한 모형으로 사용하였으며, 해당모형의 입력자료로서 상류경계와 지천의 유입유사량에 대한 입경별 분포가 필요하다. 그러나, 전술한 바와 같이 용봉천 유역의 경우 유사에 대한 실측자료가 전무하므로 Yang(1979)의 공식에 의해 산정한 유량-유사량 관계곡선 및 입경별 분포를 상류경계단과 지천의 유입유사 입경별 구성비로 모형에 적용하여 장기하상분석 시 사용하였다.

5.3 하상변동 및 하도안정 분석

하천에서의 하상변동은 홍수의 소통능력 및 호안, 교량, 낙차공 및 기타 하천부속물의 안정에 중요한 영향을 미치게 되므로 하상의 안정을 유지하기 위한 기본자료로 활용하기 위해 본 보고서 5.1.2절에서 분석된 입도분석 성과를 이용하여 하상변동 및 하도안정 분석을 하였다.

5.3.1 분석방법의 선정

하도의 평형하상은 정적평형하상과 동적평형하상으로 구분할 수 있다. 정적 평형하상이란 하도의 일정 구간내에서 일체의 세굴 및 퇴적현상이 발생하지 않는 하상을 의미하나 실제적으로 이러한 하천은 존재할 수 없으므로 하도계획에서의 평형하상은 하상에 대하여 외력으로 작용하는 소류력과 내력으로 저항하는 하상재료의 마찰력이 평형이 되고 상류로부터 유송되는 토사량이 동일한 상태의 경사를 말한다. 하상을 형성하고 있는 재료의 입도와 그 혼합비는 소류력을 발생시키는 요소가 되므로 주어진 수면경사 및 수심에 대응하여 하상이 어떤 일정한 혼합비를 가진 하상재료로 구성되었을 때 하상은 불안전한 상태가 되는 것이다.

한편 Garde와 Ranga Raju(1985)에 의하면 자연하천은 하방(下方)침식이 계속되는 유년기 하천, 하방침식이 끝나고 측방(側方)침식 및 퇴적이 시작되는 장년기 하천, 본류

및 지류의 모든 경사가 충분히 평탄해진 노년기 하천 등으로 구분되며, 장·노년기 하천은 대부분 평형상태를 이룬다고 하겠다.

우리나라의 경우 하천의 평형상태를 하상재료의 이동이 전혀 없는 정적평형과 하상재료의 이송은 있지만 평형상태에 있는 동적 평형으로 구분된다. 그러나 엄밀하게 말하면 정적평형상태는 특별한 의미가 없으며 하천에서의 평형은 동적평형을 지칭한다. 평형하상경사 산정방법은 다음과 같다.

<표 5.3-1> 평형하상경사 산정방법

구 분	종 류	산 정 방 법	비 고
정적평형	1차원 해석	安藝皎一 物部 九寶雅史 평형하상경사 회귀분석식	건설기술연구원, 1993.12
동적평형	1차원 해석	HEC-6 STARS, GSTARS IALLUVIAL CHARIMA UUWSR	1차원 준정상류 1차원 준정상류 1차원 준정상류 1차원 부정류 1차원 부정류
	2차원 해석	TABS 2 RESSED TWODSR SEDIMENT - 4H	

(1) 정적 평형하상 산정

(가) AKI-KOICH(安藝皎一) 공식

$$X = a - b \log \lambda \cdot dm \qquad \text{<식 5.2-1>}$$

상기 식에서 X : 어느 기준점에서 흐르는 방향의 거리 (㎞)

dm : 평균입경 ($\sum_{i=1}^{n} d \cdot \frac{\Delta P}{100}$)

λ : 평균입경에 상당하는 통과중량백분율 (%) (100 - Pm)/Pm

$$I \cdot 10^{5(\chi - \chi)/3.5b} \cdot \frac{3.45}{3.5} \cdot \frac{1}{b} \cdot H_0 \cdot 10^{1.5(\chi-\chi_0)/3.5b} \qquad <식 5.2-2>$$

여기서, I = 어느 지점의 하상평형경사

I_0 = 기준점에서의 평균경사

H_0 = 기준점에서의 수심 (m)

X_0 = 기준점에서의 거리 (m)

위의 식은 전체 하천중에서 평형상태에 있는 한 지점만을 기준점으로 하여 평형상태를 계산하게 되어 있어 상하류에 위치하는 또다른 평형상태의 지점을 고려할 수 없다는 단점을 지니고 있다.

(나) KUBO-MASASI(九寶雅史) 공식

$$I_0 = K \cdot d_s^{(3/2)} B \qquad <식 5.2-3>$$

$$K = \frac{H}{\sum_0^L d_s^{(3/2)} B \cdot \Delta X} \qquad <식 5.2-4>$$

여기서, I_0 = 평균하상경사

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

B = 하폭 (m)

ΔX = 측점간 거리

H = 평형하상상태에 있는 상·하류 2개 지점간의 하상 고차 (m)

L = 평형하상상태에 있는 상·하류 2개 지점간의 거리 (m)

Kubo-Masassi(九寶雅史)는 하상구성물질의 입경과 하폭의 함수로서 상하류의 2개

평형상태에 있는 지점을 기준으로하여 그 구간내에서의 평형하상경사를 구하는 공식으로 본 과업구간과 같이 여러 곳에 낙차보가 설치되어 있는 하천에 적용하기 적합한 공식이다.

(다) 회귀분석식(평형하상경사 추정방법의 개발, 1993. 12., 건설기술연구원)

$$S = S_0 A_0^{\frac{0.0063}{\beta}+0.51} A^{-\frac{0.0063}{\beta}-0.51} \qquad <식\ 5.2-5>$$

$$A = A_0\, e^{\beta x} \qquad <식\ 5.2-6>$$

여기서, S_0, A_0 = 기준점에서의 값

X = 기준점에서의 거리

β = 회귀상수 계수($A = A_0\, e^{\beta x}$에서 β추정)

이 공식은 한국건설기술연구원에서 발표한 『평형하상 추정방법의 개발, 1993. 12』에서 제안한 공식으로 安藝공식은 정적 평형상태에서의 수리량간의 관계를 해석적으로 도출한 공식으로 신뢰도 및 공식구성상의 문제점을 지적하여 공식의 사용을 지양하고 安藝의 공식에 대체하기 위해 제한된 범위의 충적하천 자료로 얻어진 하천의 유역면적과 하상 경사와 관계식을 제안하였다.

(2) 동적 평형하상 산정

(가) HEC-6 모형

동적평형하상 산정 모형은 1차원 해석 및 2차원 해석 방법등 여러 모형이 개발 발표되었으나 본 과업에서는 미 육군공병단에서 개발한 1차원 HEC-6 모형을 이용하여 본류구간에 대해 장래 하상변동상태를 예측하였다. HEC-6모형은 하도의 지형자료, 유사특성, 수문자료 등의 함수로 입력되어지며 모형의 특징을 요약하면 다음과 같다.

① 자료의 수집 및 분석

ⓐ 하천의 횡단자료를 수집한다. 몇 개년의 자료가 있을 때는 동일도면에 표시하여 하상의 실제 변동상태를 분석한다. 이중에서 실제 모형에서 적용할 단면을 결정한다. 모형에 적용할 단면의 간격은 하상변동상태를 고려하여 결정한다. 이 때 이동상 부분의 범위도 결정하여야 한다.

ⓑ 하상토자료를 수집한다. 수집된 자료를 거리에 따라 입경별로 도시하여 하상토 입경분포를 검토한다. 자료의 이상유무를 검토하여 보완한다.

ⓒ 일수위 자료와 댐 방류량, 수위-유량곡선 등을 수집한다. 자료를 검토하여 이상자료, 결측 자료를 보완한다.

ⓓ 수온자료를 수집한다.

ⓔ 유량 실측치가 없을 경우 지천의 유입유량을 추정한다. 지천의 유입유량을 적합하게 추정할 수 있는 다른 대안이 없을 경우 면적비를 이용하여 구한다.

ⓕ 이러한 자료수집활동과 동시에 실제로 대상하천구간을 답사하여 하천의 상황을 관찰하고 기록자료에 나타나지 않은상황 (하상토 입경분포의 이상유무 등)을 검토할 필요가 있다.

② 고정상 모형보정

ⓐ 하천단면의 횡단자료를 전산파일에 입력한다.

ⓑ 실측 수문자료를 분석하여 모형보정용 유량을 결정하고 유량은 일반적으로 최소, 만제, 최대유량을 선정하면 적합하다.

ⓒ Manning의 조도계수 n값을 가정하여 선정된 모형보정용 유량별로 수면고를 계산한다.

ⓓ 계산 수면고와 실측 수면고를 비교하여 하천단면의 이상기록을 조사한다. 이상단면은 보정한후 수면고를 재계산한다.

ⓔ 하천단면에 이상이 없을 경우, 실측수면고에 가장 가까운 수면고를 계산하는 최적의 n값이 나타날 때까지 과정 ⓒ~ⓓ를 반복하여 적용 계산한다. 이 때 n값이 원래

지닌 물리적 의미를 벗어나지 않도록 하여야 한다.

ⓕ 계산된 수면고를 유량별로 거리에 따라 도시하여 이상 유무를 검토한다.

③ 이동상 모형보정

ⓐ 하상토 자료, 지천 유사량 등을 입력한다. 지천 유사량 실측자료가 없을 경우에는 적합한 유사량공식을 이용하여 계산한다. 이 때 지천의 유사량을 계산하는 유사량 공식은 본류의 유사량 공식과 일치시켜야 한다.

ⓑ 적합한 유사량공식을 선정한다. 유사량공식 선정시 대상 하천의 수리적, 유사적 특성을 고려하여야 한다.

ⓒ 선정된 모형보정용 유량에 대해 계산간격을 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50 등으로 각 5개씩 묶은 막대 수문곡선을 만들어 하상변동을 계산한다.

ⓓ 하상변동이 큰 단면을 몇 개 선정하여 하상변동량을 계산시간에 대해 도시하여 각 유량별 안정계산 간격을 결정한다.

ⓔ 이상치를 보이는 단면을 검토한다.

ⓕ 각 유량별로 안정계산 간격을 결정한 뒤 이를 대수지상에 나타낸다.

④ 하상변동의 계산

ⓐ 실제 수문곡선을 선정된 안정계산 간격에 따라 분할하여 막대 수문곡선으로 변환한다.

ⓑ 1년 정도의 수문자료를 입력하여 시험계산을 한 뒤 계산치의 이상거동을 검토한다.

ⓒ 전체 수문자료를 입력한 뒤 실제 하상변동을 계산한다.

ⓓ 계산값을 실측 하상고와 비교하여 실측 하상고에 근접할 때까지 유량 및 유사량을 수정하여 반복 실행한다.

⑤ 장래 하상변동의예측

ⓐ 현 과업에서 실시한 실측 횡단자료를 전산파일에 입력한다.

ⓑ 하상변동계산에서 실측하상고에 근접시킨 유사량 및 수문자료등 제반자료를 실측 횡단자료와 조합한다.

ⓒ 입력된 수문자료는 장래에도 동일하게 발생한다고 가정하므로 조합하여 실행된 하상변동은 수문 입력기간이 장래 예측기간이 된다.

5.3.2 장기하상변동 예측결과

이상과 같이 정적 및 동적 평형하상에 대하여 살펴본 결과 HEC-6와 동적 개념의 모델이 이상적인 모형으로 판단되었으나 용봉천 내의 수문자료 중 가장 중요한 유사량 자료와 유량의 실측자료 및 조도계수의 측정자료가 없는 상태이므로 대부분의 자료는 가정에 의한 추정치를 입력자료로 사용하여 하는 실정이다. 따라서 본 과업대상에서 유량경계조건에 사용한 유량 자료는 유황분석에 사용했던 수촌수위표 지점의 유량을 이용하여 구성하였다. 이동상 모형의 세굴심도는 단면별 보링에 의한 현장시험결과 대신, 세굴심 공식에 의한 최대세굴심도를 기준으로 가정하였으며, 각 단면별로 보, 낙차공 및 교량 등 현장여건을 고려하여 결정하였다.

유사량 산정공식으로는 Yang(1979)의 공식을 사용하였으며, 수리량 부분의 가중치 계수는 『HEC-6 하천과 저수지의 세굴과 퇴적 사용자 안내서(한국건설기술연구원, 1995)』에서 제시한 계수군에서 채택하였다. 또한 조도계수의 경우 현장조사를 통해 결정된 조도계수 자료를 이용하였다.

본 과업에서 동적모델인 HEC-6의 적용에 있어 용봉천의 장래(10년후) 하상변동을 예측하고 그 결과를 정적모델과 비교하여 검토하였으며, 세부계산 내용은 부록에 수록하였다.

채택된 평형하상고와 현재 최심하상고의 비교도는 <그림 5.3-1>과 같고 평형하상고의 분석은 다음 <표 5.3-2>와 같다.

<표 5.3-2> 최심하상고 및 평형하상고

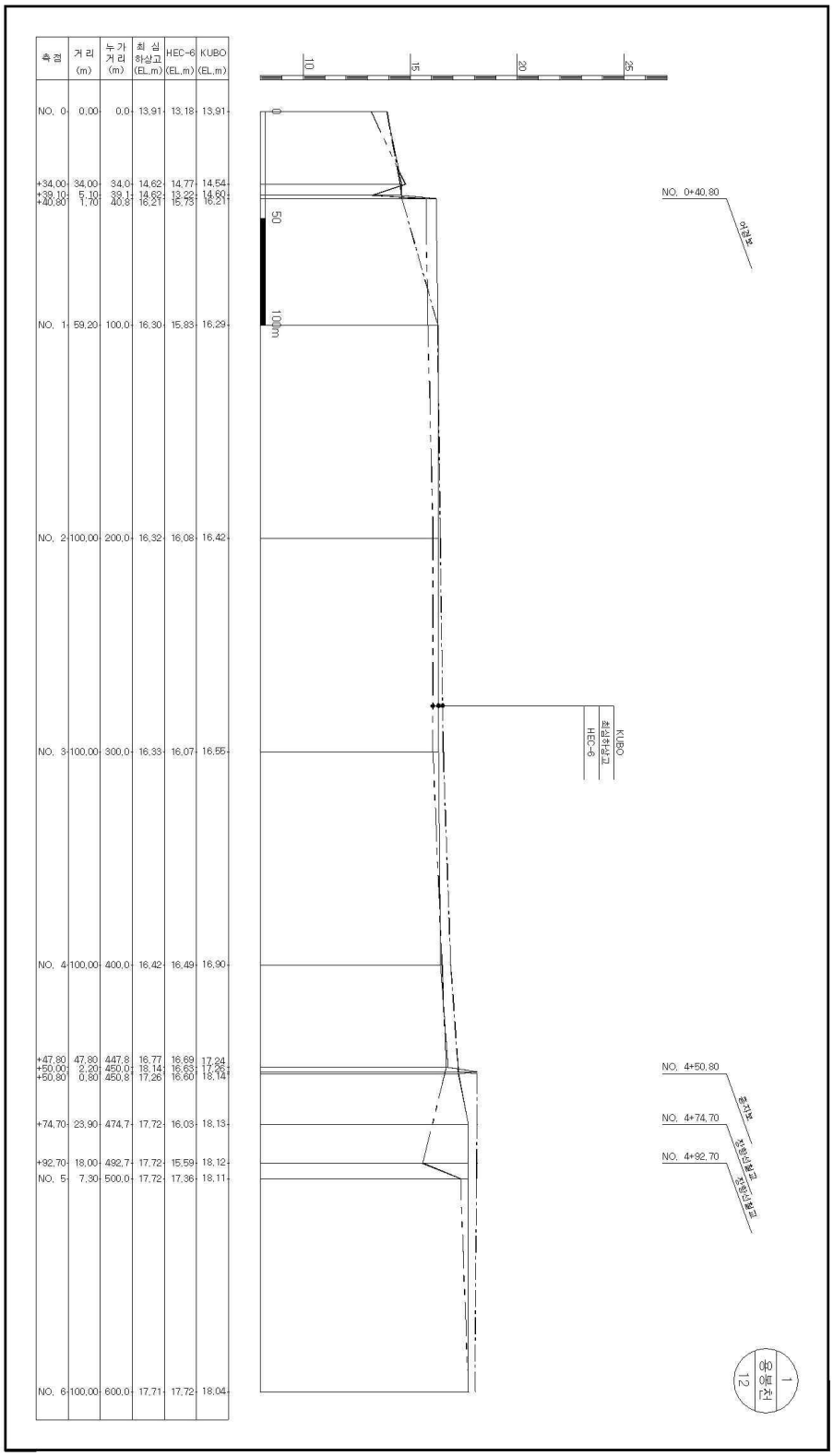
하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		최심하상고 (EL. m)	평형하상계산값		평형하상고 (EL.m)	비 고
		구 간	누 가		HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)		
	NO.0	0.0	0.0	13.91	13.18	13.91	13.18	
	+34.0	34.0	34.0	14.62	14.77	14.54	14.77	
	+39.1	5.1	39.1	14.62	13.22	14.60	13.22	
	+40.8	1.7	40.8	16.21	15.73	16.21	15.73	어경보
	NO.1	59.2	100.0	16.30	15.83	16.29	15.83	
	NO.2	100.0	200.0	16.32	16.08	16.42	16.08	
	NO.3	100.0	300.0	16.33	16.07	16.55	16.07	
	NO.4	100.0	400.0	16.42	16.49	16.90	16.49	
	+47.8	47.8	447.8	16.77	16.69	17.24	16.69	
	+50.8	3.0	450.8	17.26	16.60	17.26	16.60	종자보
	+74.7	23.9	474.7	17.72	16.03	18.14	16.03	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	17.72	15.59	18.14	15.59	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	17.72	17.36	18.13	17.36	
용	NO.6	100.0	600.0	17.71	17.72	18.12	17.72	
	NO.7	100.0	700.0	17.78	17.79	18.11	17.79	
	NO.8	100.0	800.0	17.69	18.13	18.04	18.13	
봉	+82.5	82.5	882.5	17.92	17.87	17.92	17.87	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	18.41	18.13	17.75	18.13	
	NO.10	100.0	1000.0	18.25	18.40	17.57	18.40	
천	NO.11	100.0	1100.0	18.18	18.38	17.53	18.38	
	NO.12	100.0	1200.0	18.45	18.74	17.26	18.74	
	NO.13	100.0	1300.0	18.25	18.24	18.33	18.24	
	NO.14	100.0	1400.0	19.30	19.24	18.56	19.24	
	NO.15	100.0	1500.0	19.41	19.38	18.83	19.38	
	NO.16	100.0	1600.0	19.73	19.79	19.11	19.79	
	NO.17	100.0	1700.0	19.79	19.81	19.41	19.81	
	NO.18	100.0	1800.0	21.13	20.67	19.77	20.67	
	NO.19	100.0	1900.0	20.85	20.41	20.17	20.41	
	NO.20	100.0	2000.0	21.64	21.19	20.62	21.19	
	+76.2	76.2	2076.2	22.18	21.60	21.10	21.60	서력교
	NO.21	23.8	2100.0	22.36	21.90	21.64	21.90	
	NO.22	100.0	2200.0	22.61	22.15	21.84	22.15	
	NO.23	100.0	2300.0	22.84	22.40	21.91	22.40	

<표 5.3-2 계속> 최심하상고 및 평형하상고

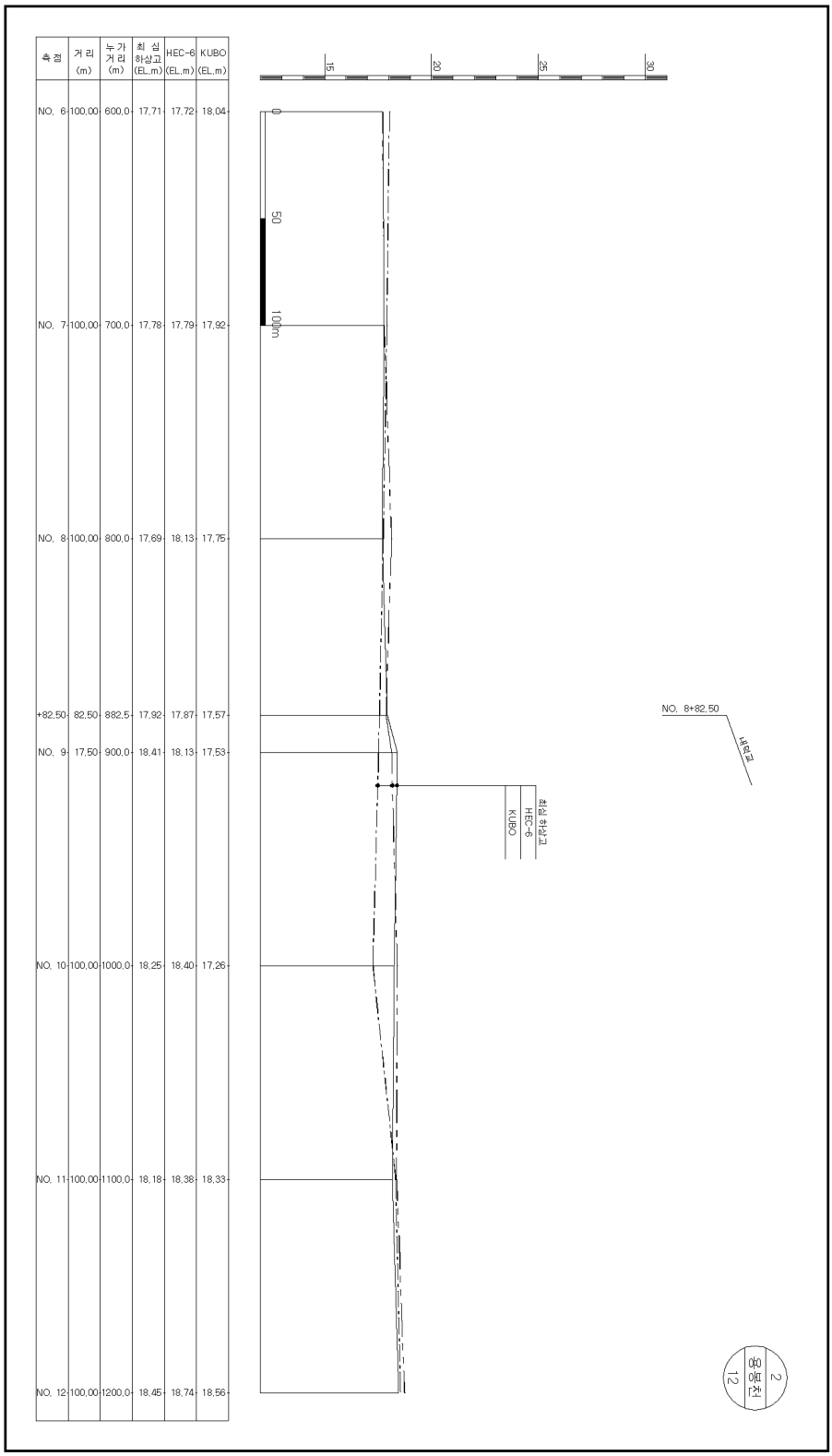
하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		최심하상고 (EL. m)	평형하상계산값		평형하상고 (EL.m)	비 고
		구 간	누 가		HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)		
용봉천	NO.24	100.0	2400.0	23.13	22.85	22.83	22.85	
	NO.25	100.0	2500.0	23.15	22.86	23.15	22.86	
	NO.26	100.0	2600.0	23.67	23.22	23.42	23.22	
	NO.27	100.0	2700.0	23.92	23.87	23.71	23.87	
	NO.28	100.0	2800.0	24.10	24.06	24.01	24.06	
	NO.29	100.0	2900.0	24.77	24.33	24.33	24.33	
	NO.30	100.0	3000.0	24.72	24.40	24.72	24.40	
	NO.31	100.0	3100.0	25.07	24.60	25.06	24.60	
	NO.32	100.0	3200.0	25.89	25.42	25.52	25.42	
	NO.33	100.0	3300.0	27.45	26.98	26.08	26.98	
	+63.4	63.4	3363.4	27.60	26.99	26.46	26.99	봉신교
	NO.34	36.6	3400.0	27.63	26.96	26.77	26.96	
	+24.3	24.3	3424.3	27.86	26.88	27.00	26.88	봉신1교
	NO.35	75.7	3500.0	27.62	27.15	27.62	27.15	
	NO.36	100.0	3600.0	27.76	27.46	27.97	27.46	
	NO.37	100.0	3700.0	28.31	27.86	28.28	27.86	
	NO.38	100.0	3800.0	28.60	27.07	28.56	27.07	
	NO.39	100.0	3900.0	28.55	28.12	28.81	28.12	
	NO.40	100.0	4000.0	29.05	28.60	29.05	28.60	
	NO.41	100.0	4100.0	29.51	29.02	29.41	29.02	
	NO.42	100.0	4200.0	29.89	29.43	29.74	29.43	
	NO.43	100.0	4300.0	30.27	29.79	30.06	29.79	
	NO.44	100.0	4400.0	30.49	30.04	30.38	30.04	
	NO.45	100.0	4500.0	30.71	30.28	30.71	30.28	
	NO.46	100.0	4600.0	31.01	30.86	31.08	30.86	
	NO.47	100.0	4700.0	31.93	31.81	31.47	31.81	
	+34.7	34.7	4734.7	31.93	31.95	31.60	31.95	용봉교
	NO.48	65.3	4800.0	32.32	32.39	31.85	32.39	
	NO.49	100.0	4900.0	32.71	32.73	32.25	32.73	
	NO.50	100.0	5000.0	32.90	33.10	32.65	33.10	
	+76.0	76.0	5076.0	32.96	33.82	32.96	33.82	
	+77.0	1.0	5077.0	33.46	32.99	33.46	32.99	제1낙차공
	N1.51	23.0	5100.0	33.51	33.22	33.53	33.22	
	NO.52	100.0	5200.0	33.75	33.85	33.85	33.85	
	NO.53	100.0	5300.0	33.98	34.32	34.18	34.32	

<표 5.3-2 계속> 최심하상고 및 평형하상고

하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		최심하상고 (EL. m)	평형하상계산값		평형하상고 (EL.m)	비 고
		구 간	누 가		HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)		
용 봉 천	NO.54	100.0	5400.0	34.48	34.57	34.50	34.57	
	+15.7	15.7	5415.7	34.56	34.09	34.56	34.09	
	+16.6	0.9	5416.6	35.06	35.09	35.06	35.09	상하보
	NO.55	83.4	5500.0	35.35	35.20	35.50	35.20	
	NO.56	100.0	5600.0	35.90	35.71	36.03	35.71	
	+64.0	64.0	5664.0	36.38	35.93	36.38	35.93	
	+65.0	1.0	5665.0	36.88	36.40	36.88	36.40	중계보
	NO.57	35.0	5700.0	36.96	36.48	37.17	36.48	
	+18.5	18.5	5718.5	37.00	36.56	37.32	36.56	중계교
	NO.58	81.5	5800.0	37.27	36.96	37.99	36.96	
	NO.59	100.0	5900.0	37.76	37.32	38.76	37.32	
	NO.60	100.0	6000.0	38.51	38.04	39.49	38.04	
	NO.61	100.0	6100.0	39.56	39.09	40.22	39.09	
	+51.5	51.5	6151.5	40.02	39.55	40.60	39.55	중계1교
	NO.62	48.5	6200.0	40.43	39.98	40.90	39.98	
	+74.8	74.8	6274.8	41.28	40.16	41.28	40.16	
	+75.0	0.2	6275.0	41.78	41.30	41.78	41.30	제2낙차공
	NO.63	25.0	6300.0	41.93	41.46	41.93	41.46	
	NO.64	100.0	6400.0	42.53	42.09	42.53	42.09	
	+23.3	23.3	6423.3	42.67	41.79	42.66	41.79	
	+23.6	0.3	6423.6	43.17	42.90	43.17	42.90	제3낙차공
	+78.0	54.4	6478.0	43.48	43.30	43.56	43.30	동막3교
	NO.65	22.0	6500.0	43.72	43.78	43.71	43.78	
	NO.66	100.0	6600.0	44.48	44.48	44.43	44.48	
	+30.5	30.5	6630.5	44.69	44.73	44.65	44.73	동막1교
	+71.4	40.9	6671.4	44.94	44.21	44.93	44.21	
	+71.8	0.4	6671.8	45.44	45.17	45.44	45.17	제4낙차공
	NO.67	28.2	6700.0	45.68	45.47	45.68	45.47	
	+80.0	80.0	6780.0	46.36	46.49	46.36	46.49	
	NO.68	20.0	6800.0	46.53	46.74	46.63	46.74	
	NO.69	100.0	6900.0	47.47	47.10	47.99	47.10	
	+8.3	8.3	6908.3	47.88	47.42	48.10	47.42	동막2교
	NO.70	91.7	7000.0	49.35	48.90	49.35	48.90	

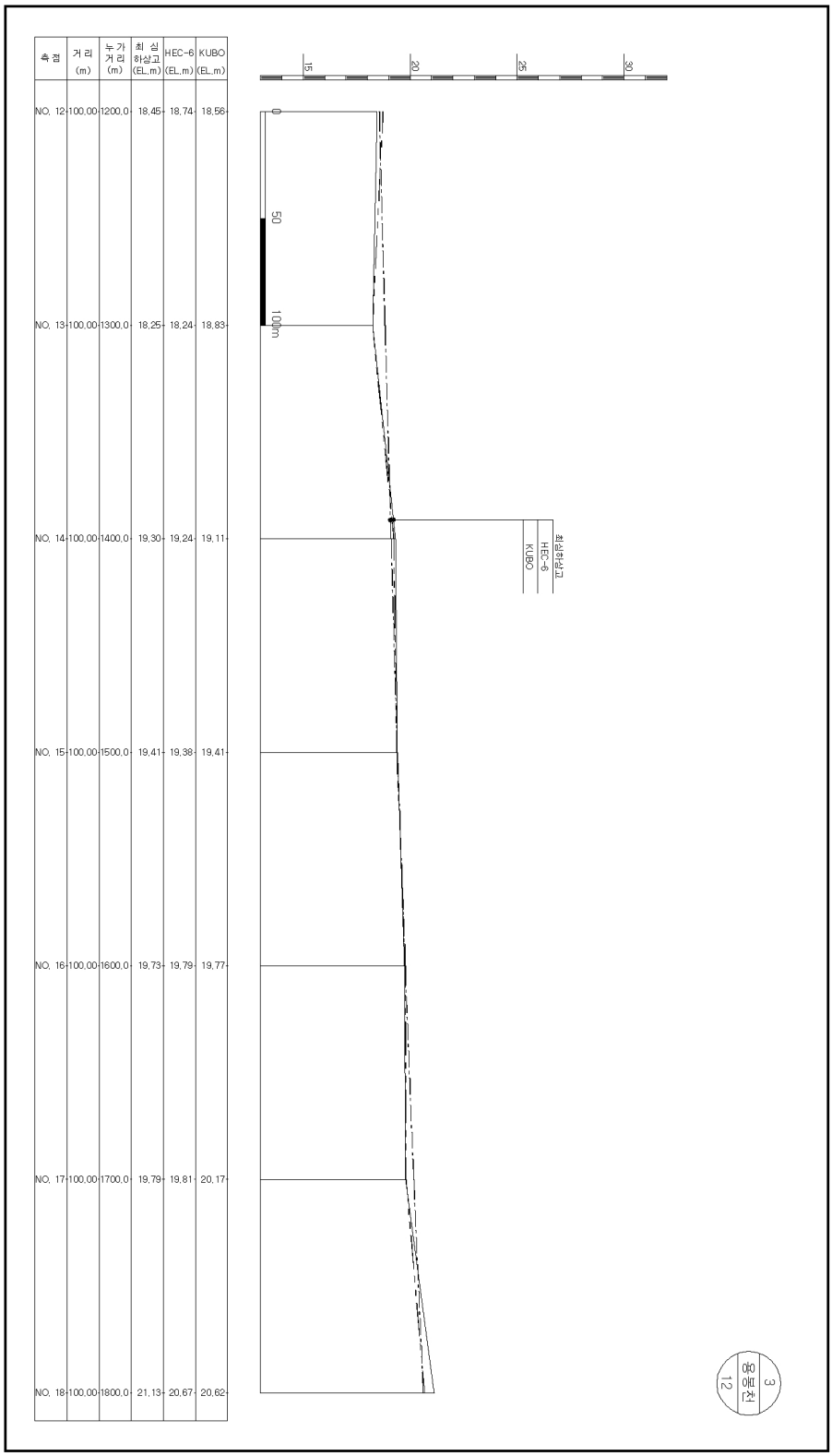


<그림 5.3-1> 최심하상고 비교도

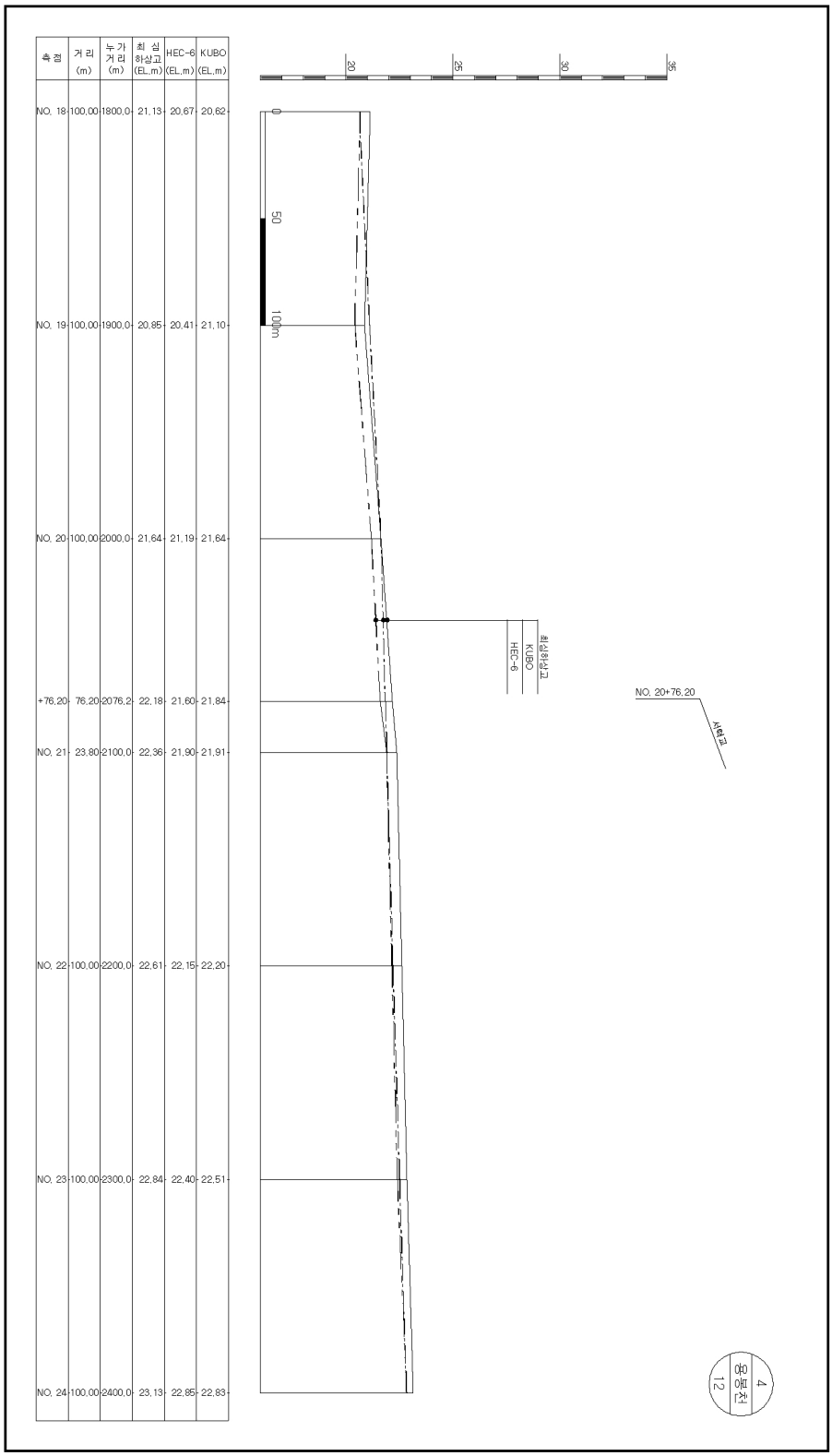


측점	거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고 (EL.m)	HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)
NO. 6	100.00	600.0	17.71	17.72	18.04
NO. 7	100.00	700.0	17.78	17.79	17.92
NO. 8	100.00	800.0	17.69	18.13	17.75
+82.50	82.50	882.5	17.92	17.87	17.57
NO. 9	17.50	900.0	18.41	18.13	17.53
NO. 10	100.00	1000.0	18.25	18.40	17.26
NO. 11	100.00	1100.0	18.18	18.38	18.33
NO. 12	100.00	1200.0	18.45	18.74	18.56

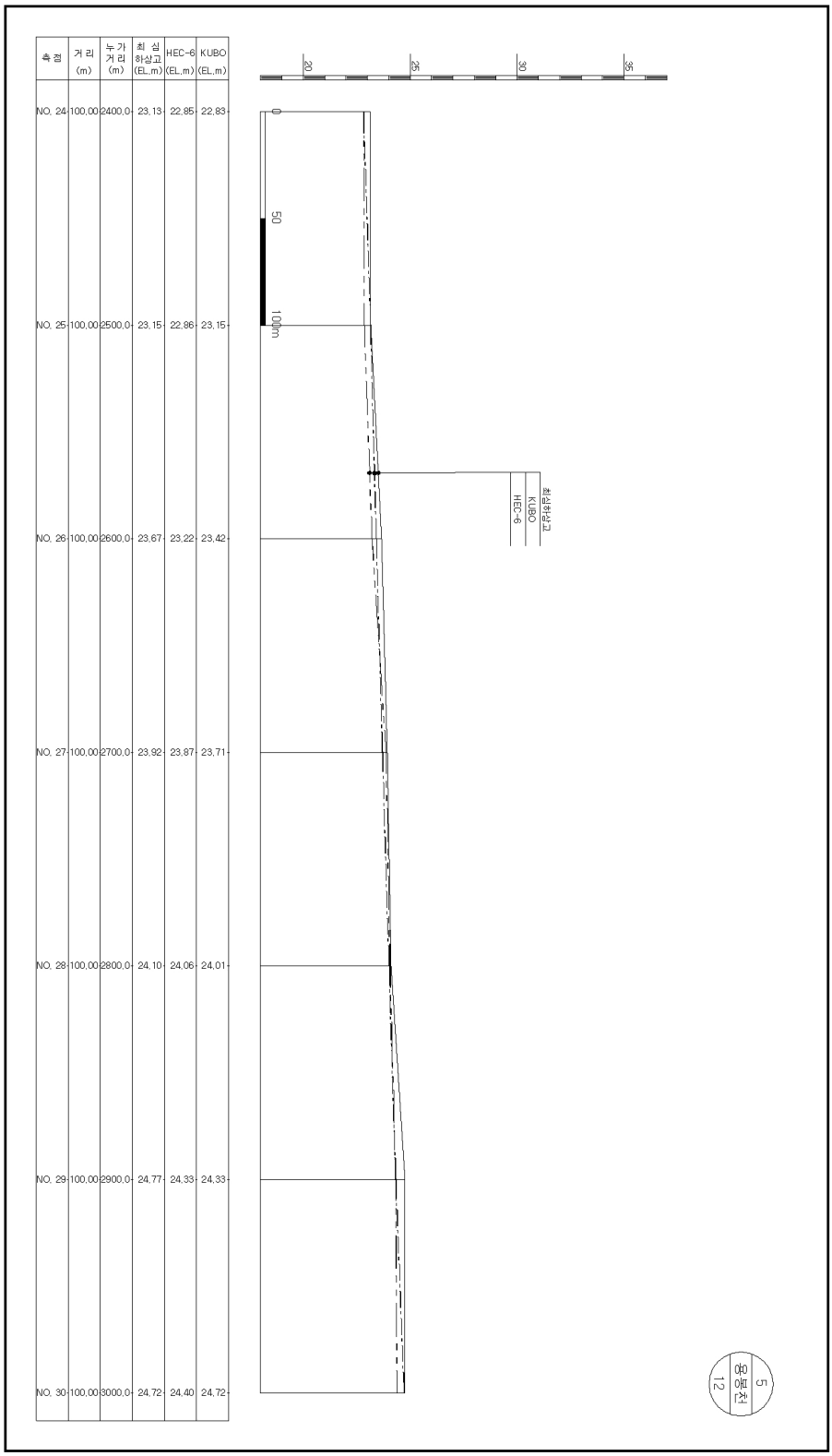
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



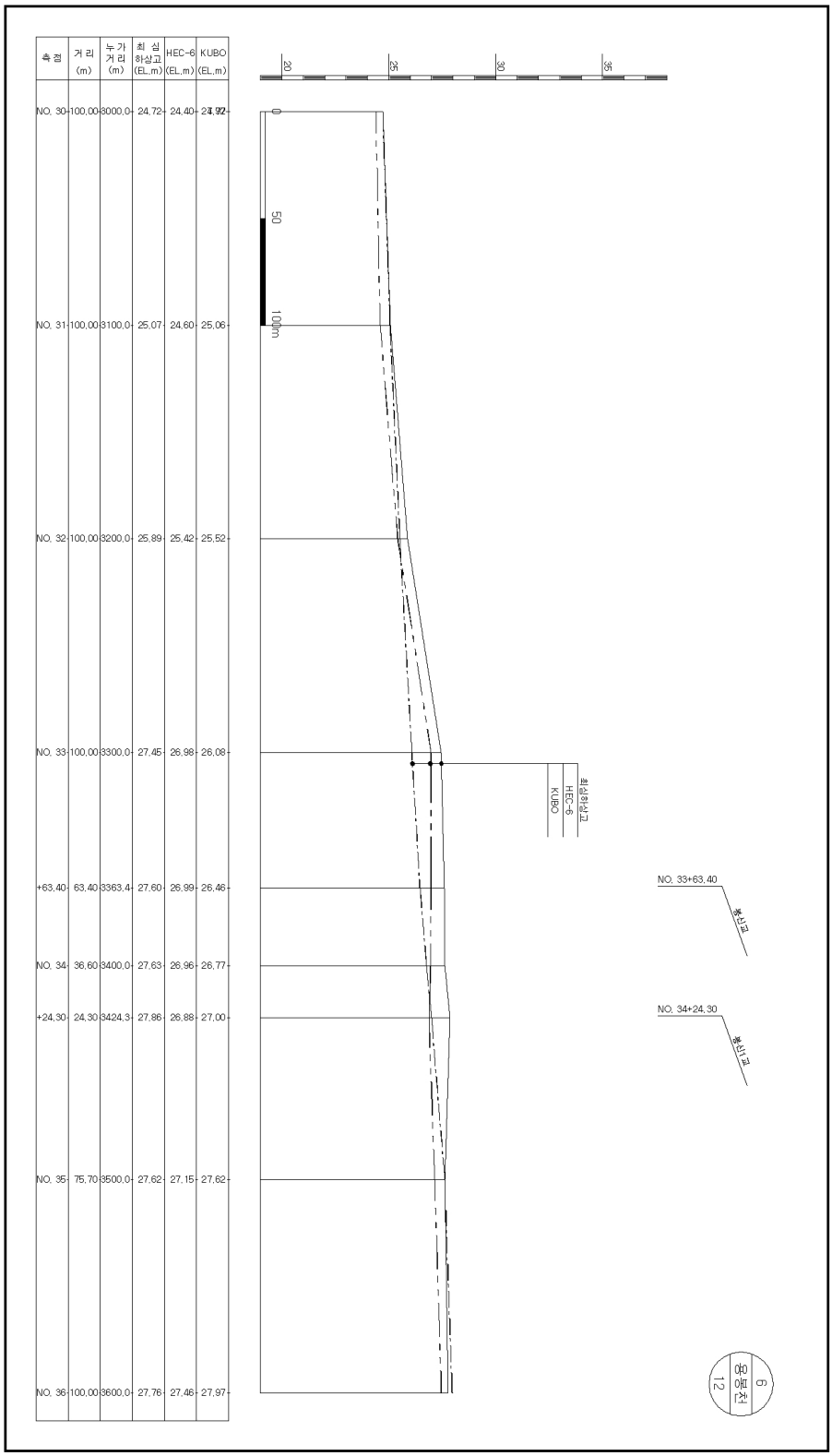
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



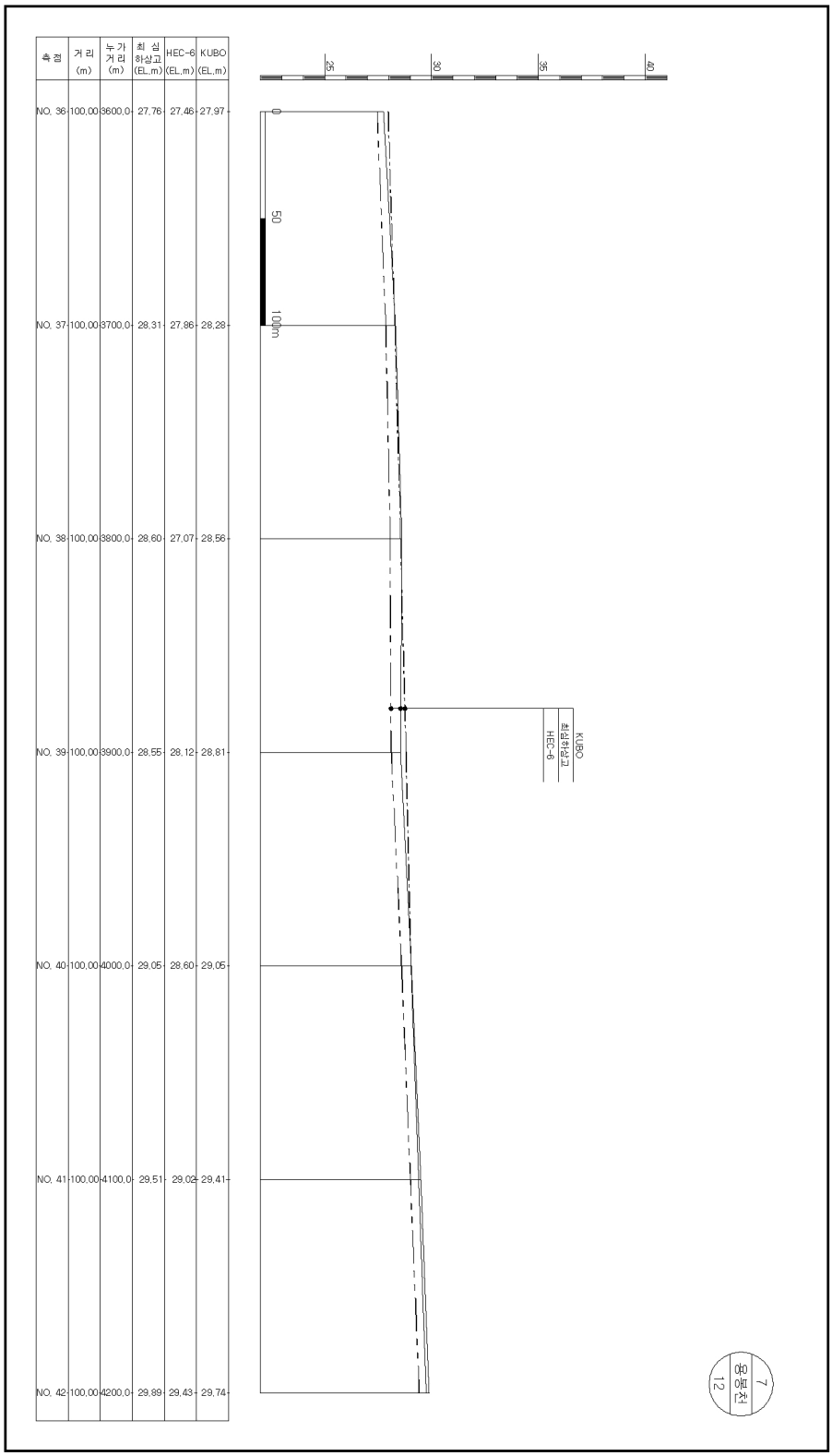
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



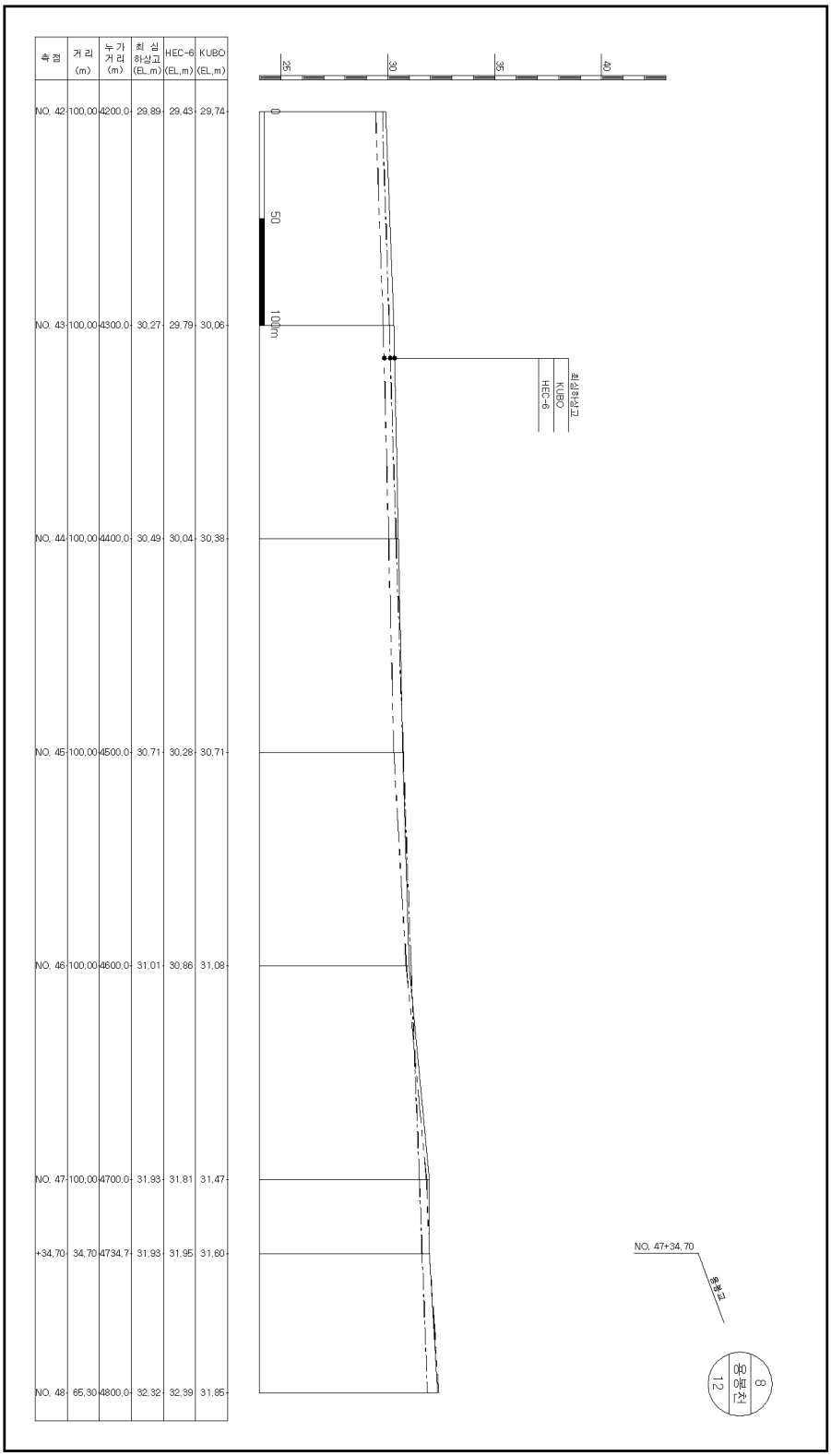
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



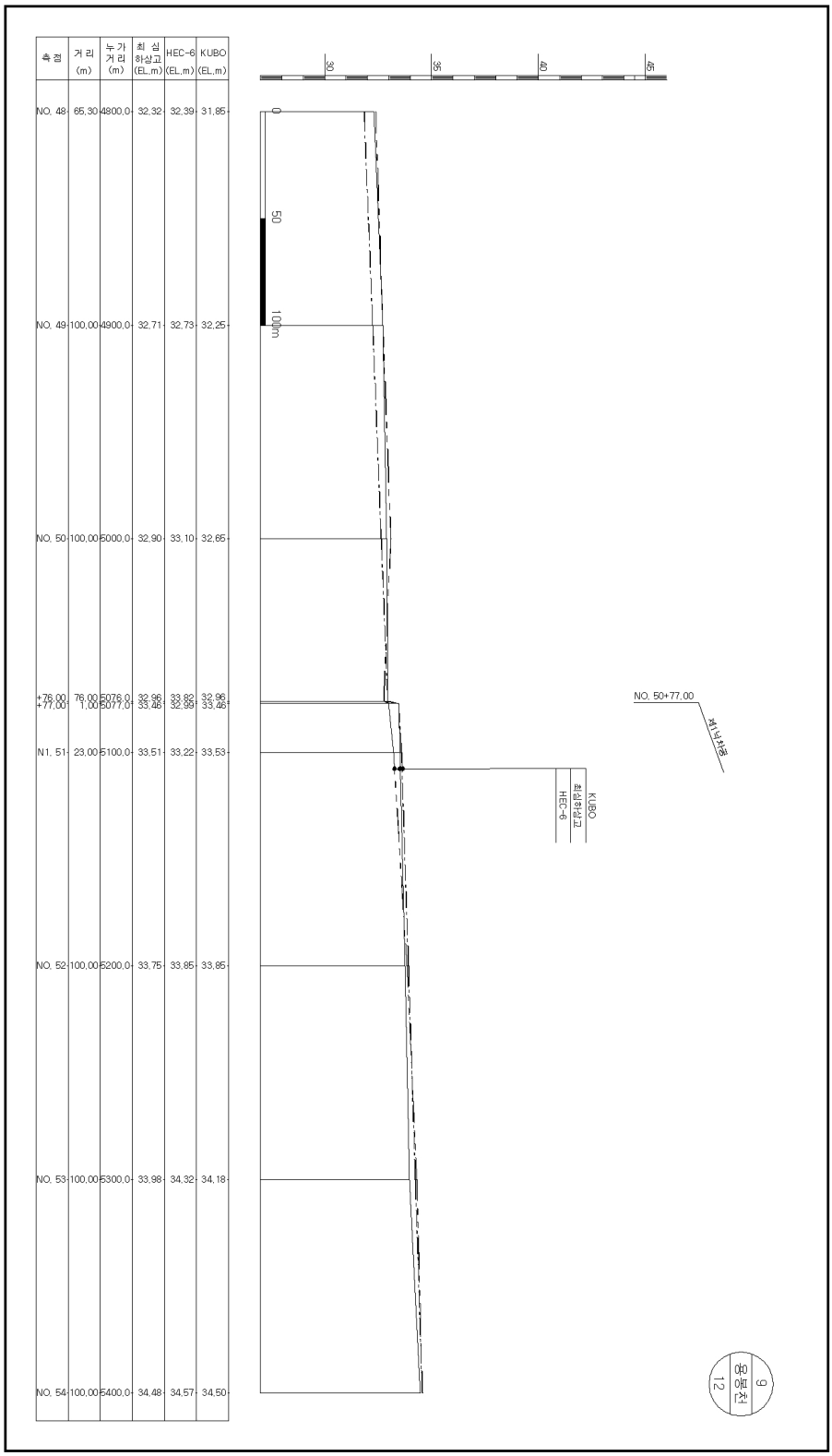
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



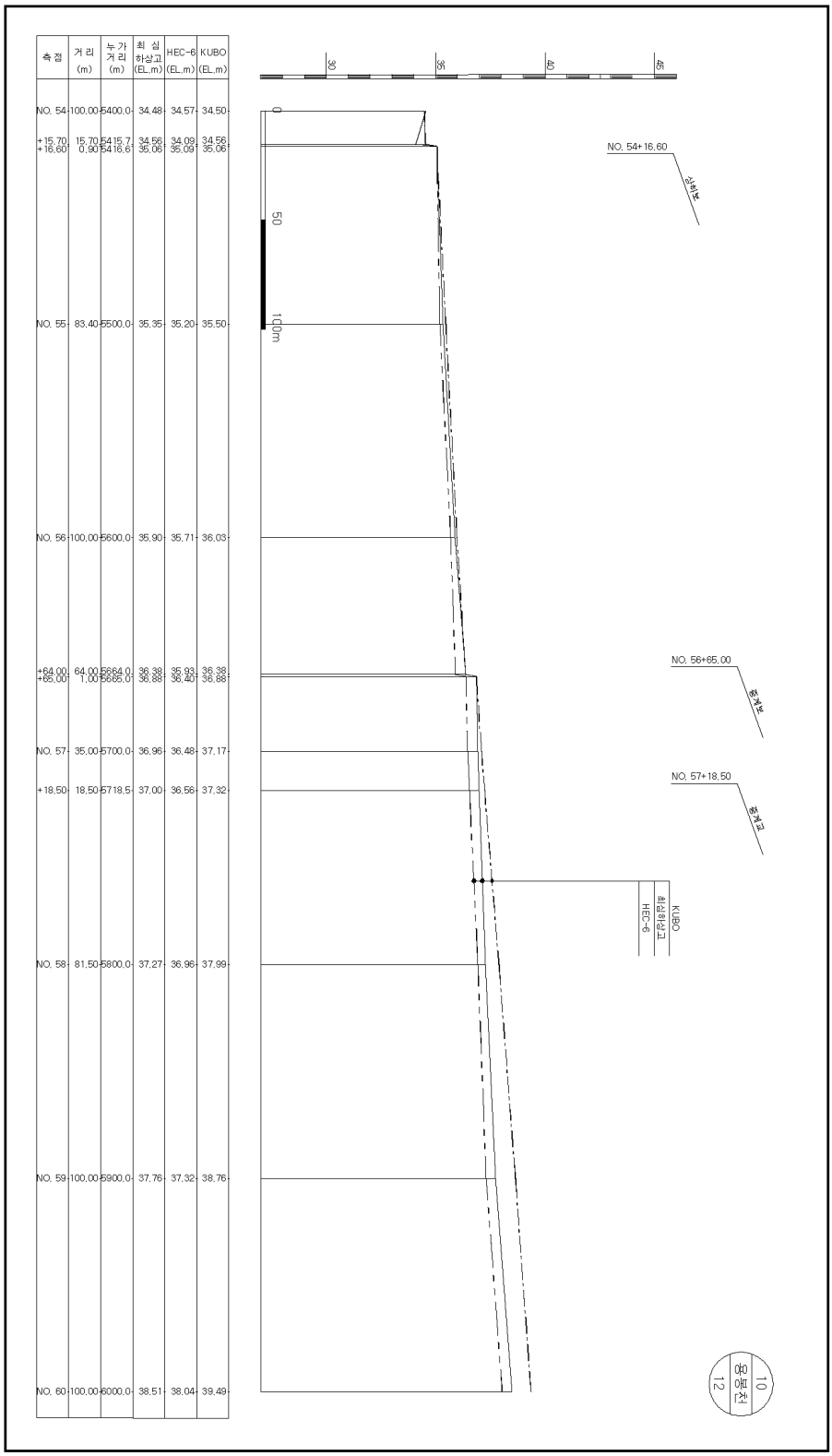
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



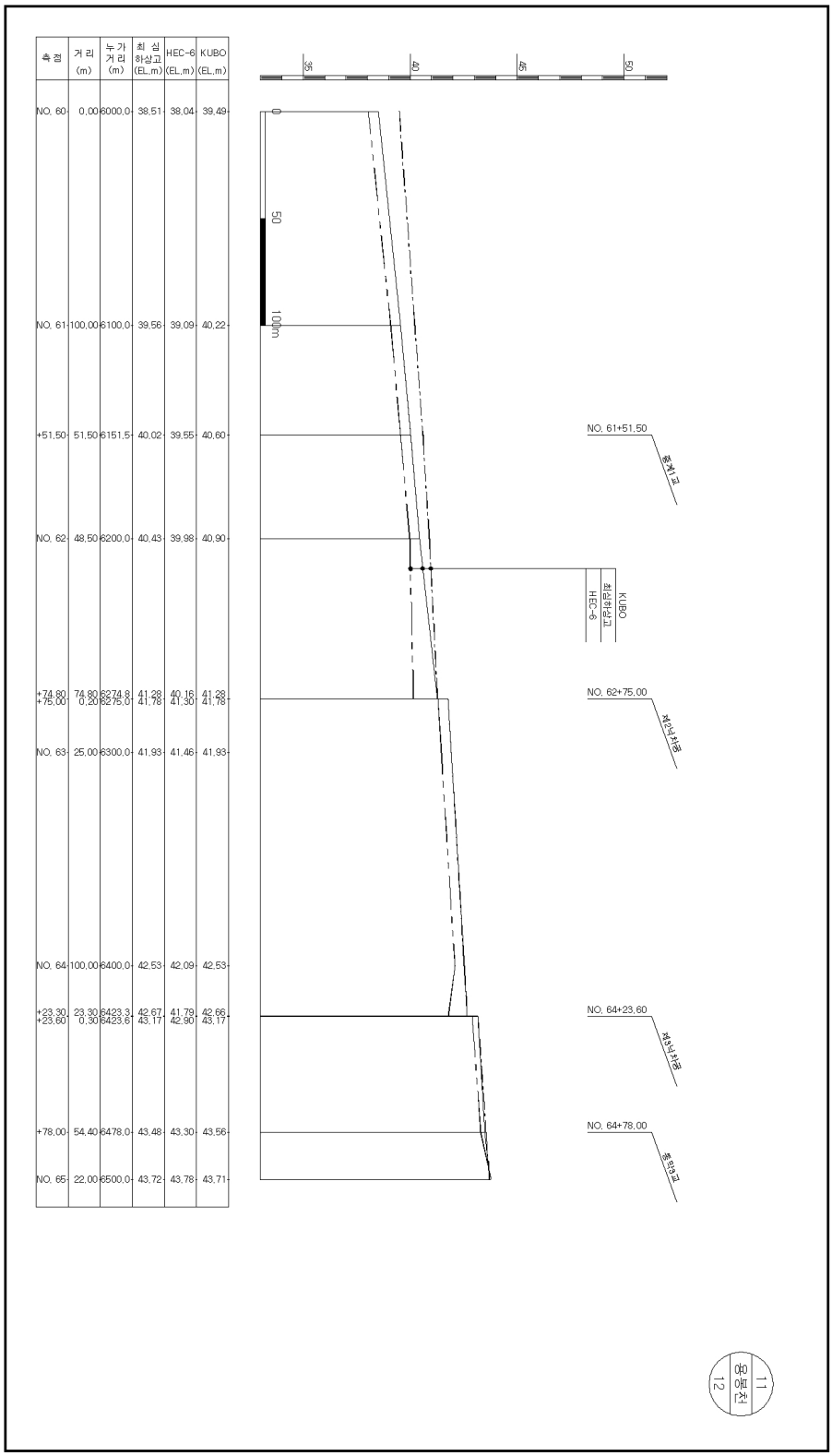
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도

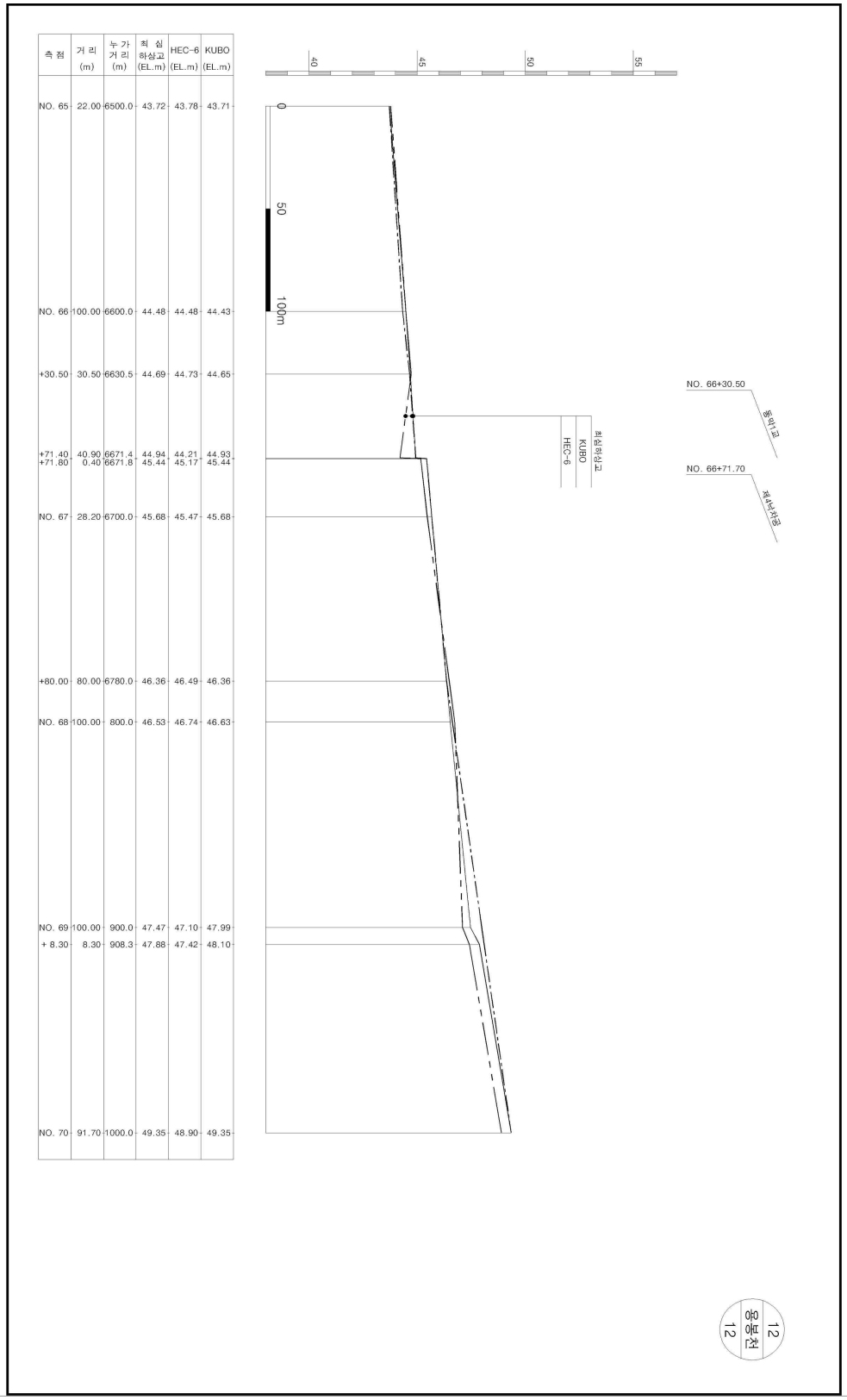


<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



측점	거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고 (EL.,m)	HEC-6 (EL.,m)	KUBO (EL.,m)
NO. 60	0.00	6000.0	38.51	38.04	39.49
NO. 61	100.00	6100.0	39.56	39.09	40.22
+51.50	51.50	6151.5	40.02	39.55	40.60
NO. 62	48.50	6200.0	40.43	39.98	40.90
+74.80	74.80	6274.8	41.28	40.16	41.28
+75.00	0.20	6275.0	41.78	41.30	41.78
NO. 63	25.00	6300.0	41.93	41.46	41.93
NO. 64	100.00	6400.0	42.53	42.09	42.53
+23.30	23.30	6423.3	42.67	41.79	42.66
+23.60	0.30	6423.6	43.17	42.90	43.17
+78.00	54.40	6478.0	43.48	43.30	43.56
NO. 65	22.00	6500.0	43.72	43.78	43.71

<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도

제6장 용수수급 계획 수립

6.1 수자원 부존량 산정

6.2 용수수급 현황의 파악

6.3 용수수요량 예측 및 산정

6.4 물수지 분석

6.5 용수수급계획

제6장 하천공사 시행에 관한 사항

6.1 수자원 부존량 산정

6.1.1 강수량의 산정

본 과업의 장기유출량 산정은 서산관측소의 1968~2009년까지의 총 42개년의 강수자료를 이용하였으며, 해당기간의 연평균 강수량은 “2.2.2절 수문관측기록”절에서와 같이 1,235.2mm로서 전국 평균치 1,245mm에 비해 약간 적은 것으로 나타났다.

6.1.2 유출량 결정

과업하천 유역내에는 유출량 산정에 이용할 수 있는 수위 및 유량측정 자료가 전무한 실정이며 과업하천과 유역 및 유출 특성이 유사하다고 판단되는 본류인 삽교천(지방하천)을 포함하는 삽교천의 수촌수위관측소 지점의 일수위 자료(2000～2009년)를 수위-유량관계곡선식을 이용하여 유량으로 환산한 후 비유량법에 의해 과업하천의 유출량을 간접적으로 추정하였다. 또한 월별강우자료를 이용하는 梶山(KAJIYAMA)의 유출고 공식과 TANK 모형 및 DAWAST 모형 모형을 이용하여 과업하천의 유출량을 산정하였으며, 비교·검토한 결과 Tank 모형이 과업하천 유역의 유출분석시 보다 적절할 것으로 판단되어 금회 과업의 유출모형으로 적용하였다.

(1) 비유량 방법

계측지점에서 관측된 수위자료를 유량으로 환산하기 위해서는 해당 지점에 대한 수위-유량관계곡선이 개발되어 있어야 하며, 수촌수위 관측소 지점의 과거 유량측정 성과에 의해 개발된 수위-유량관계곡선식은 다음 <표 6.1-1>과 같다. 이와 같은 수위-유량 관계곡선식에 수촌수위관측소 지점의 일수위자료(2000～2009년)를 대입하여 일 유출량을 산정하였다.

<표 6.1-1> 수촌 수위-유량 관계곡선식

지점	곡 선 식 개발년도	수위-유량 관계곡선식		분석기간 (년)	비고
		적용 범위	관계식		
수촌	'00	0.28≤H<1.20	Q=45.159(H-0.020)3.180	'00	
		1.20≤H≤4.29	Q=15.422(H+0.963)2.037		
	'99~'01	0.15≤H<0.50	Q=35.896(H-0.101)1.733	'01~'06	
		0.50≤H≤5.28	Q=57.871(H-0.276)1.377		
	'07	0.01≤H<0.70	Q=43.150(H-0.010)2.231	'07~'09	0.2m이하 외삽
		0.70<H≤3.30	Q=33.521(H-0.017)1.509		
		3.30<H≤8.0	Q=10.329(H-0.145)2.402		4.92m이상 외삽

(2) 梶山(KAJIYAMA) 공식

KAJIYAMA(梶山)가 1929년에 1916~1927년의 한반도의 대하천 24개 수위-유량 관측자료를 이용하여 유도한 월유출모형으로 그 식은 다음과 같다.

$$C = \sqrt{R^2 + (138.6f + 10.2)^2} + 136.8f + E \qquad \text{<식 6.1-1>}$$

여기서, C는 유출고(㎜), R은 유역평균 월별강우량(㎜), f는 유역의 상황에 의하여 변하는 계수(0.6~1.4), E는 각 월마다 R에 의하여 변하는 보정계수이며 월별 보정치 E는 다음 <표 6.1-2>와 같다.

<표 6.1-2> 보정계수 E

월 별 / 강우량(㎜)	1	2	4	5	6	9	10	비 고
0	-2.5	-2.5	5.0	-	-2.0	6.0	7.0	3, 7, 8, 11, 12월의 보정계수는 E=0 임
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 가정하에 만들어 졌다.

① 조사대상하천에서의 유출률은 40～70%, 평균 55%이다.

② 유역내의 연평균 유출고는 550㎜이며, 이때 f=1.0, 그리고 유출량이 큰 유역에서 f=1 보다 작은 값, 유출량이 작은 유역에서는 1보다 큰 값을 사용한다.

③ 비가 오지 않는 달이라도 최소 유출고인 기저유출은 10.2㎜로 항상 같다.

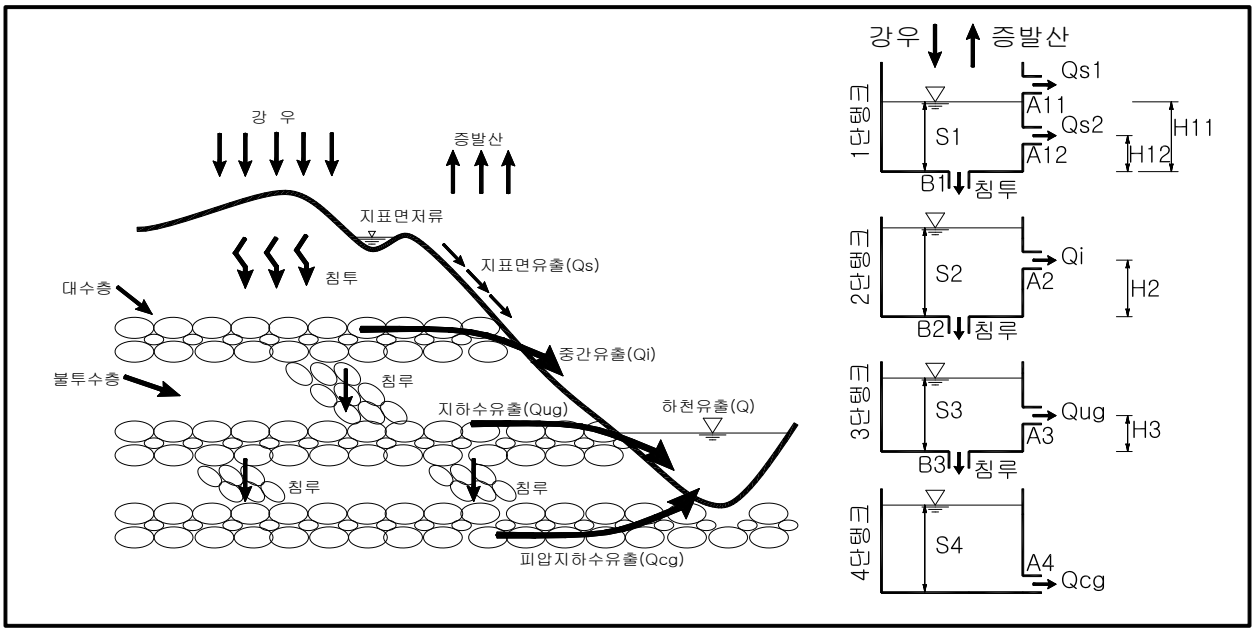
④ 강우가 많을 때 유역에서의 최대 소실한도(K)는 138.6㎜ 이다.

⑤ 월별 및 월강우량의 다소에 따라 월별 보정치 E를 변화시킨다.

(3) TANK 모형

TANK 모형은 Sugawara가 제안한 모형으로 유역을 오리피스 유출공을 가진 몇 개의 저류형 탱크(가상용기, TANK)를 조합하여 강수량을 유량으로 환산하는 유출모형으로 모형의 유출기구가 수문현상을 비선형적으로 잘 재현하기 때문에 수문자료가 충분하지 않은 지역에서 보편적인 방법으로 유효성을 인정받고 있다. 또한, 최근 국가 수자원 계획의 최상위 계획인 『수자원장기 종합계획』(2000. 12, 건설교통부&한국수자원공사)에서도 이수

계획 수립을 위한 강우-유출해석시 직렬4단 TANK 모형을 적용한 바 있다.



<그림 6.1-1> TANK 모형의 유출개념도

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

수면까지의 수심을 h로 하면 q = A·S, I = S·B로 표현할 수 있다.

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

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

▣ Tank 모형의 유출고 공식

$$Q \quad \frac{A}{86.4}\left(Q_{1} + Q_{12} + Q_{2} + Q_{3} + Q_{4}\right) \qquad \text{<식 6.1-2>}$$

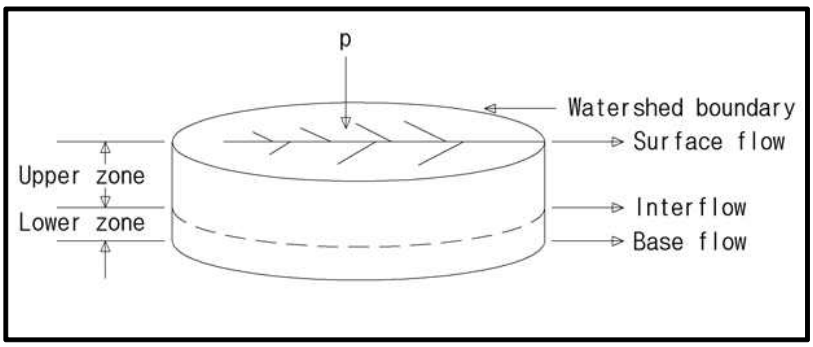
여기서, Q : 월별 유출량(㎥/s)
A : 유역면적(㎢)
Q11 : 제1단 탱크의 상단 유출공의 직접유출고(㎜)
Q12 : 제1단 탱크의 하단 유출공의 직접유출고(㎜)
Q2 : 제2단 탱크의 중간유출고(㎜)
Q3 : 제3단 탱크의 기저유출고(㎜)
Q4 : 제4단 탱크의 기저유출고(㎜)

(4) DAWAST 모형

지금까지의 수자원계획을 위한 유출량 추정은 kajiyama의 월유출고 공식을 설계기준으로 사용하고 있었으나, 이 공식의 시대적 낙후성과 구조적 부정확성에 대해 많은 문제점이 제기되어 왔으며, 특히 우리나라 강우 및 지형 특성을 고려하여 무계측지점에서도 적용이 가능한 유출모형의 개발이 절실히 요구되는 실정이다. 따라서 본 과업에서의 유출량 추정은 월단위의 유출량 추정에서 탈피하여 일단위로 유출량 추정이 가능한 모형으로써 1992년 충남대학교에서 개발하여 전국의 수문관측지점 57개소를 대상으로 대상지점의 유출자료가 있는 계측과 유출자료가 없는 무계측 하천에서도 일유출량을 추정할 수 있는 일유출량 산정모형인 Windows용 DAWAST 「Daily Watershed Streamflow Model」모형을 사용하였다.

$$Q = Q_S + Q_1 + Q_B \qquad \text{<식 6.1-3>}$$

여기서, Q :일 유출량 (㎜), Q_S :표면 유출량 (㎜)
Q_1 :중간 유출량 (㎜), Q_B :기저 유출량 (㎜)



<그림 6.1-3> 유역의 개념도

(5) 유출분석 결과

수촌수위관측소의 유출자료와 梶山(KAJIYAMA) 월별유출고 공식, TANK 모형, DAWAST 모형을 이용하는 방법으로 용봉천 유역의 유출량 산정결과는 다음<표 6.1-3>과 같다.

<표 6.1-3> 월별유출량

하천	월 별	월 별 유 출 량								비 고
		수촌수위관측소 유출량		KAJIYAMA 공식		TANK 모형		DAWAST 모형		
		m^3/s	10^6m^3	m^3/s	10^6m^3	m^3/s	10^6m^3	m^3/s	10^6m^3	
용봉천	1월	0.17	0.45	0.10	0.25	0.08	0.21	0.15	0.39	
	2월	0.18	0.43	0.11	0.26	0.07	0.19	0.16	0.38	
	3월	0.18	0.47	0.14	0.38	0.10	0.27	0.22	0.57	
	4월	0.23	0.59	0.33	0.85	0.21	0.56	0.35	0.89	
	5월	0.46	1.22	0.31	0.83	0.29	0.77	0.52	1.39	
	6월	0.73	1.88	0.39	1.01	0.41	1.09	0.70	1.79	
	7월	1.93	5.16	1.26	3.36	1.30	3.46	2.46	6.58	
	8월	1.93	5.17	1.30	3.47	1.22	3.25	2.04	5.46	
	9월	1.56	4.05	0.71	1.83	0.74	1.97	1.43	3.46	
	10월	0.64	1.70	0.24	0.64	0.16	0.43	0.43	3.70	
	11월	0.17	0.45	0.17	0.44	0.14	0.37	0.21	1.15	
	12월	0.17	0.45	0.10	0.28	0.09	0.24	0.14	0.54	
	연간	0.70	22.03	0.43	13.59	0.40	12.81	0.73	26.30	

상기 표에 따르면 용봉천 유역의 수자원부존량 대비 유출률 및 홍수기 유출률은 수촌수위관측소 유출량을 적용할 경우 약 90.99% 및 25.40%이며, KAJIYAMA 공식을 적용할 경우 약 56.13% 및 39.94%로 산정되었으며, TANK 모형을 적용할 경우 각각 52.91%, 40.37%로 산정되었으며, DAWAST 모형에 의한 유출량은 37.93%, 손실량은 62.07%로 각각 나타났다.

한편, 「수자원장기종합계획(2006.7, 건교부)」에 의하면 우리나라의 평균유출률 및

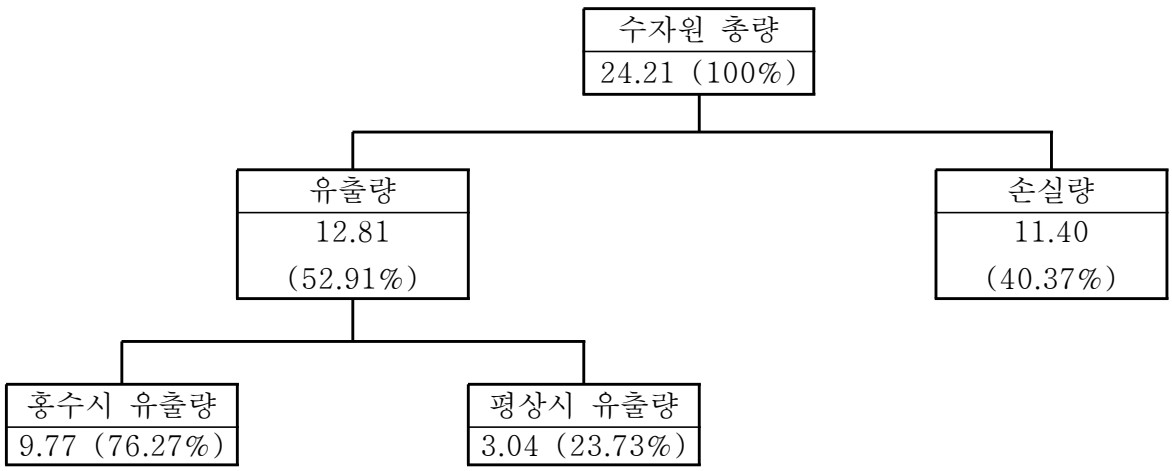
홍수기 유출률은 각각 58.0%, 42.0%으로 나타나 KAJIYAMA 공식에 의한 값이 전국 평균과 유사하게 나타났으나, 유역 특성 등을 반영하지 못하기 때문에 금회 과업유역의 유출률 산정은 TANK 모형의 값을 채택하였다.

향후 대상유역의 정확한 유출분석을 위해서는 장기간의 수위관측자료를 확보하고, 유량관측의 횟수 및 정확도를 높여 수위-유량관계곡선식을 개선하여야 할 것으로 판단된다.

6.1.3 수자원 부존량

용봉천 유역의 유출 및 수자원 부존량을 살펴보면 다음과 같다.

단 위 : 10^6 ㎥/년
유 역 면 적 : 19.60 ㎢
연평균강우량 : 1,235.23 ㎜



<그림 6.1-2> 수자원 부존량

6.2 용수수급현황의 파악

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 증가하는 추세에 있다. 따라서, 장래 필요로 할 용수수요를 정량적으로 정확히 파악해서 적절한 공급방안을 수립하기 위하여 과업대상 하천의 지점별 갈수량을 산정하고, 장래 본류 및 지류의 용수사용실태 예측을 통한 물수지분석을 실시하여 장래에 용봉천 유역에 안정된 용수수급 계획을 수립할 수 있는 자료를 구축하는 것이 물수지 분석의 목적이다.

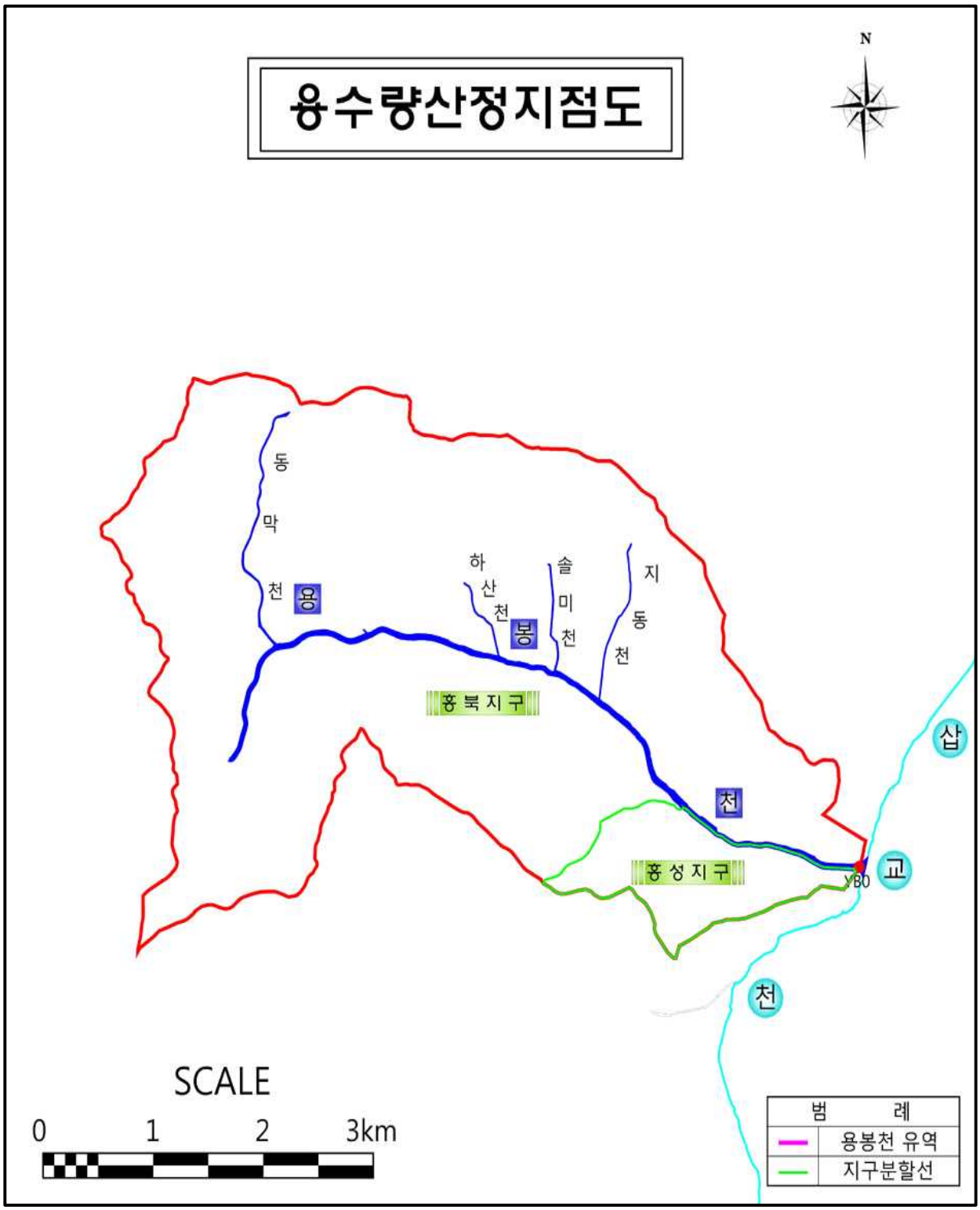
6.2.1 용수수요량 추정

일반적으로 유역내의 용수수요량은 생활용수, 공업용수, 농업용수로 분류할 수 있으며, 이중 생활용수 및 공업용수는 계절별 변화율이 적으나 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.

금회 과업대상인 용봉천 유역의 생·농용수 수요 추정을 위하여 홍성군의 각종 통계자료 및 관련계획 등을 참고하였으며, 농업용수는 농업기반공사 및 관련 기관의 자료를 조사하여 용수수요량을 추정하였다.

(1) 용수수요량 산정 지구 구분 및 위치

용수수요량과 물수지 분석을 위한 지구 구분은 용수수요, 수자원종합관리, 운영, 개발계획 등과 저수 및 홍수 유출산정을 목적으로 분할하였다. 기 수립된 관련계획상의 지구구분은 크게 3가지 측면으로 분류할 수 있는데 장기용수공급계획 측면과 유역종합개발계획 측면 그리고 방재종합대책 측면에서의 지구를 분할하였다. 행정구역과 환경적인 측면도 동시에 고려한 효율적인 분석을 위하여 용봉천 유역 전체를 총 2개의 지구로 구분하여 분석하였으며, 각 지구의 구간은 <표 6.2-1>과 같다.



<그림 6.2-1> 용수량 산정 지점도

<표 6.2-1> 용수량 산정지점

하천	번호	지 구 명	면적(㎢)	소 유 역 구 분	비 고
용봉천	1	홍북지구	17.29	용봉천 종점 ~ 용봉천 시점부	
	2	홍성지구	2.31	용봉천 종점 ~ 홍성읍 경계	

(2) 용수 이용현황 총괄

용봉천 유역 내 용수이용현황을 조사한 결과 전체 이용용수는 7,537.76천㎥/년이며, 생활용수가 406.12천㎥/년으로 5.39%, 농업용수가 7,131.64천㎥/년으로 94.61%로 나타났으며, 용수이용 현황 총괄은 다음 <표 6.2-2>와 같다.

<표 6.2-2> 용수이용현황 총괄 (단위:천㎥/년)

하천	번호	지 구 명	합 계	생활용수	공업용수	농업용수 (축산포함)	비고
용봉천	1	홍북지구	6,420.42	113.57	-	6,306.85	
	2	홍성지구	1,117.35	292.56	-	824.79	
계			7,537.76	406.12	-	7,131.64	

6.3 용수수요량 예측 및 산정

6.3.1 생활용수

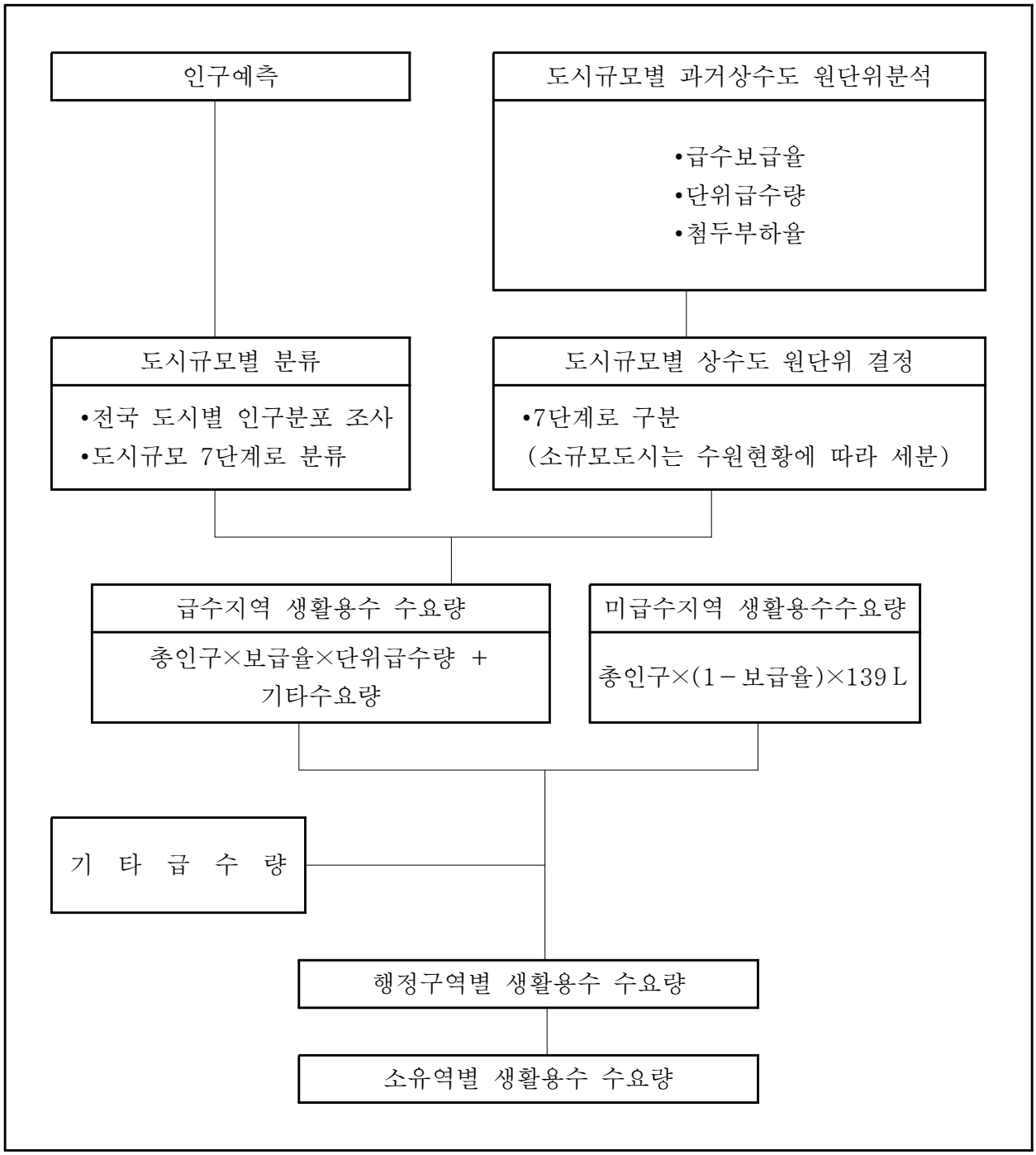
(1) 개 요

생활용수는 협의의 의미로 사람이 일상생활에서 활동하고 소비하는 물을 의미하며 인간활동의 가장 기본적인 요소이다. 그러나 문명이 발달하고 사회가 복잡해지면서 생활용수의 의미가 확대되어 순수한 의미의 가정용수뿐만 아니라 사회, 경제활동 및 여러 활동분야에 이용되는 물도 또한 생활용수에 포함되며 영업용수, 업무용수, 도시 공업용수 및 공공용수 등도 생활용수에 포함하게 되었다. 따라서 엄밀하게 생활용수를

구분한다면 가정용수로 한정짓는 것이 원칙이나 현재의 상수도 공급체계 및 구조상 매우 어려운 실정이며 넓은 의미로 아래의 용수 전부를 생활용수로 산정하며, 각 용수에 대한 개략적인 내용은 아래와 같다.

- •가 사 용 수 : 음료, 요리, 목욕, 세탁, 수세변소 등에 사용되는 용수
- •공 업 용 수 : 도시지역에 있는 비교적 소규모 공장용수
- •영 업 용 수 : 음식점, 여관, 호텔, 목욕탕, 백화점, 미용실 등 영업에 사용되는 물
- •사무소 용수 : 학교, 관공서 및 일반사무실에서 사용되는 물
- •잡 용 수 : 분수, 살수, 공중용수 등 공공사용수
- •가 축 용 수 : 농어촌에서 가축사육에 사용되는 물

생활용수 수요량을 추정하는 방법으로는 과거의 추세를 분석하여 외삽하는 장기적이고대규모의 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. 따라서 용봉천 유역의 생활용수 수요량은 아래의 흐름도 <그림 6.3-1>과 같은 상위 개념을 도입하여 용봉천 유역에 적용하여 생활용수량을 산정하였다.



<그림 6.3-1> 생활용수 수요량 추정방법 흐름

(2) 인구 전망

생활용수 수요를 추정함에 있어 장래인구는 가장 민감한 부분이며 장래인구 추정을 가장 합리적으로 산정하기 위해서는 과업대상 지역의 통계연보를 참고하여 과거 인구자료를 수집, 조사하고 통계적 방법에 의한 자연적 인구증감을 예측하여 각 도시의 주변 여건 변화 및 지역적, 사회적 특성 등 제반요인을 고려하여 장래인구를 추정한다. 이렇게 추정한 인구와 기존 관련계획에서 기 수립된 계획인구를 서로 비교, 검토하여 합리적인 장래인구를 산출하였다. 인구증가는 자연적 및 사회적 요인으로 구분할 수 있으며 자연적 요인은 출생률과 사망률의 차이로, 사회적 요인은 전입과 전출의 차이로 나타난다. 인구추정은 이와 같이 자연적 및 사회적 요인을 고려하여 과거 시계열자료를 기준으로 장래인구를 추정하고 여기에 지역별 개발계획 등을 인구의 지역간 유동요인을 고려하여 산출하였다.

본 과업에서는 과거 자료를 이용한 자연적인 변화요인 뿐만 아니라 개발계획과 인구분산정책 등 인위적인 변화요인을 고려하여 합리적인 추세가 되도록 하였으며, 각 지구별 장래인구 추정결과는 다음 <표 6.3-1>과 같다.

<표 6.3-1> 지구별 장래 인구추정 (단위 : 인)

하천	번호	지 구 명	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
용봉천	1	홍북지구	2,051	1,858	1,858	1,858	
	2	홍성지구	3,114	3,614	3,531	3,478	
계			5,165	5,472	5,388	5,335	

(3) 원단위 분석

상수도 원단위는 국민생활수준이 향상될수록 초기에는 비례하여 증가하는 것이 일반적인 현상이므로 매년 증가되는 것이 원칙이나 선진외국의 대도시에서는 근년에 이르러 단위급수량이 감소 또는 증가율이 매우 둔화되는 현상을 나타내고 있다. 이러한 현

상은 선진화가 될수록 국민의식이 높아지고 이에 따라 자원절약, 절수의식이 점차 높아지고 있는 경향을 나타낸다.

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.

일반적으로 급수보급율 및 단위급수량은 과거 상수도 실적 통계자료를 조사하여 회귀분석하는 방법과 관련 기존계획과 비교하여 결정하는 방법이 있다.

과거자료의 추세를 이용하여 추정하는 경우, 시·군의 상수도 급수량은 그 양이 비교적 적고 정책 및 사업시행과 같은 인위적인 행위에 의하여 상수도 원단위의 변화폭이 크기 때문에 시·군 단위로 장래 수요량을 추정하는 것은 신중한 검토가 필요하다. 과거 상수도 실적 자료를 토대로 통계학적 방법에 의한 추정방법을 적용하고, 미급수지역의 경우 『수자원장기종합계획, 2006. 9, 건교부』 단위급수량을 적용하여 생활용수를 산정하였다.

<표 6.3-2> 지구별 생활용수 수요량

하천	번호	지 구 명	급 수 량 (㎥/일)				비고
			2010년	2015년	2020년	2025년	
용봉천	1	홍북지구	311.14	293.32	388.37	448.10	
	2	홍성지구	801.53	973.30	990.92	1,000.90	
계			1,112.66	1,266.63	1379.29	1,449.00	

주) 수자원장기종합계획(2006. 09, 건교부)

6.3.2 공업용수

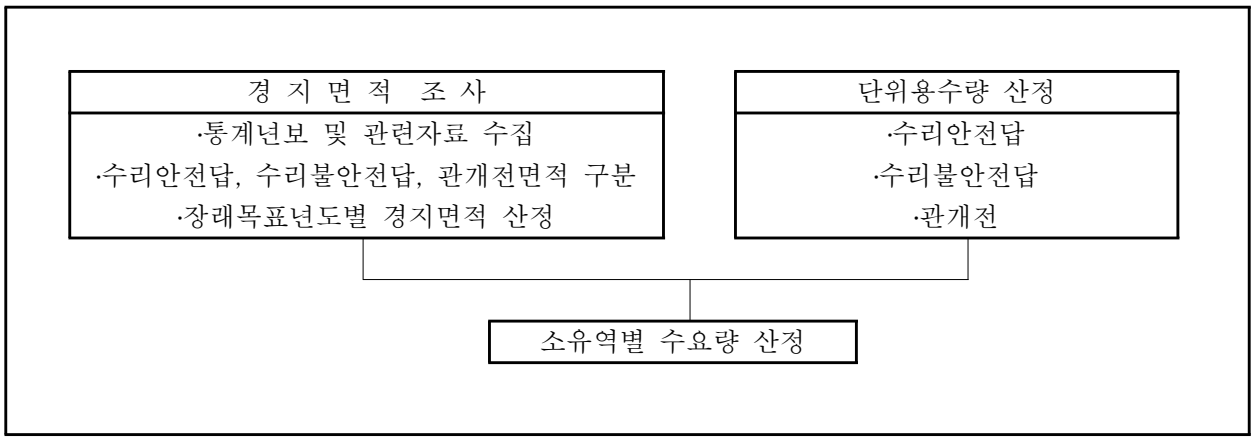
금회 과업 유역 내 지자체 및 『한국산업단지 총람(2003, 한국산업단지공단)』, 『농공단지 현황(2006, 산업자원부)』 상의 공단개발 및 확장계획을 토대로 조사한바 유역내에 농공단지가 없는 것으로 조사되었다. 또한 공단 계획이나 하천수를 공업용수로 사용할 계획은 없는 것으로 조사되어 공업용수 수요는 없는 것으로 조사되었다.

6.3.3 농업용수

(1) 개 요

농업용수는 물 순환 과정 중 물을 자연 그대로 이용하는 특징을 가지고 있으며 농업 고유의 기능 이외에 자연을 보전하고, 논과 밭의 또 다른 기능은 갑작스러운 호우의 발생시 저류 또는 정체시킴으로써 홍수를 조절하고 침투된 물은 다시 하천으로 환원시켜 생활, 공업용수 등의 공급원으로 사용된다.

농업용수의 수요특성은 이상 기온 등의 현상으로 강우량이 매년 다르고 점차 다양해지기 때문에 농업용수를 정확히 산정하는 것은 현실적으로 어려운 점이 있으나, 본 과업에서는 장래 농업용수 수요를 물 소모량이 많은 수리안전답, 수리불안전답과 관개전에 대한 수요만을 추정하였으며 농업용수 수요추정 흐름도는 <그림 6.3-2>와 같은 방법을 통하여 용봉천 유역의 농업용수를 산정하였다.



<그림 6.3-2> 농업용수 수요량 산정 흐름도

(2) 단위용수량

농업용수 수요는 장래 경지면적에 <표 6.3-3>의 관개면적별 농업용수 원단위를 곱하여 산정하게 되는데 단위용수량이란 단위면적당 필요한 용수량을 말하며 보통 ㎜단위로 나타낸다.

<표 6.3-3> 관개면적별 농업용수 원단위 (단위 : ㎜)

구 분	수리안전답	수리불안전답	관 개 전	비 고
금 강	1,292.9	840.4	473.7	

주) 수자원개발가능지점 및 광역배분계획 기본조사(1996, 건교부)

한편, 추가적으로 축산용수는 가축두수에 가축두당 수요량을 곱하여 산정하며, 가축두당 수요량은 음수량과 세정수량의 합으로 <표 6.3-4>와 같은 축산용수 원단위를 적용하였다.

<표 6.3-4> 축산용수 원단위 (단위:L/두/일)

구분	한우	젖소	돼지	면양	닭	비고
원단위	50	150	20~50	8	0.1~02	

주) 농업생산 기반정비사업조사·설계실무요령 제1편 농촌용수 (농업기반공사)

(3) 농업용수 수요량 산정

농업용수 수요량은 수리안전답, 수리불안전답, 관개전으로 분류하여 각 지구별로 단위 용수량을 곱하여 산정하였으며, 농업용수의 수요량은 <표 6.3-5>와 같다.

<표 6.3-5> 지구별 농업용수 수요량 산정 (단위:천㎥/년)

하천	지 구 명	2010년					2015년				
		수리안전답	수리불안전답	관개전	축산	계	수리안전답	수리불안전답	관개전	축산	계
용봉천	홍북지구	2,877	1,744	1,208	478	6,307	2,618	1,744	782	550	5,694
	홍성지구	569	0	195	61	825	569	0	185	70	824
	계	3,446	1,744	1,403	539	7,132	3,187	1,744	967	620	6,518
하천	지 구 명	2020년					2025년				
		수리안전답	수리불안전답	관개전	축산	계	수리안전답	수리불안전답	관개전	축산	계
용봉천	홍북지구	2,618	1,744	782	550	5,694	2,618	1,744	782	550	5,694
	홍성지구	569	0	176	70	815	569	0	168	70	807
	계	3,187	1,744	958	620	6,509	3,187	1,744	949	620	6,501

6.3.4 용수수요 총괄

용봉천 유역은 대부분 농경지로 이루어져 있으며, 국민소득 증가 및 생활수준의 향상으로 물 사용량이 지속적으로 증가하고 있으며, 양적으로 풍부하고 질적으로도 깨끗한 물 공급이 강력히 요구되고 있다. 따라서 국민적 욕구를 충족시키기 위한 방법으로 현재를 기점으로 장래 용수수요가 어느 지역에 얼마나 발생할 것인가를 예측하는 것은 대단히 중요하다. 본 과업에서 장기수요는 장래의 사회, 경제, 환경적 변화 등을 고려하여 검토하고 공급형태별로 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수로 분류하여 정량적으로 추정한 용봉천 유역의 용수수요 총괄을 <표 6.3-6>으로 나타내었다.

<표 6.3-6> 지구별 용수수요 총괄 (단위 : m³/일)

하천	계획년도	지 구 명	생활용수	공업용수	농업용수 (축산포함)	계	비고
용봉천	2010	홍북지구	311.14	-	17,279.05	17,590.19	
		홍성지구	801.53	-	2,259.70	3,061.23	
		계	1,112.66	-	19,538.75	20,651.41	
	2015	홍북지구	293.32	-	15,599.58	15,892.90	
		홍성지구	973.30	-	2,258.61	3,231.91	
		계	1,266.63	-	17,858.19	19,124.82	
	2020	홍북지구	388.37	-	15,599.58	15,987.95	
		홍성지구	990.92	-	2,233.71	3,224.63	
		계	1379.29	-	17,833.29	19,212.58	
	2025	홍북지구	448.10	-	15,599.58	16,047.68	
		홍성지구	1,000.90	-	2,210.03	3,210.93	
		계	1,449.00	-	17,809.61	19,258.61	

6.4 물수지 분석

6.4.1 갈수량

기준갈수량 및 평균갈수량은 “4.1.8 홍수량산정”절에서 산정한 바와 같이 비유량법에 의하여 용봉천 유역의 유황을 분석하였으며, 그 결과는 <표 6.4-1>과 같다.

<표 6.4-1> 유황분석 결과

지 점	유역면적 (㎢)	유 황 (㎥/s)					비 고
		풍수량 (Q95)	평수량 (Q185)	저수량 (Q275)	갈수량 (Q355)	기 준 갈수량	
수촌수위표	159.70	3.25	1.67	1.00	0.23	0.02	
용봉천하구	19.60	0.40	0.21	0.12	0.08	0.002	

6.4.2 물수지 분석

수자원 개발의 목적은 계절별, 지역별 용수수급상의 불균형을 적기에 해소하여 장래 예상되는 물 수요를 충족시킬 수 있도록 하는 것으로서 물수지 분석은 장래 예상되는 용수수요와 공급가능량을 대비하여 하천유역의 물부족 시기 및 부족량을 판단하고 물부족 시 수자원 개발시기 및 규모를 결정하는 수단이 된다.

즉 물수지 분석은 갈수시에 유역내에서 발생하는 용수수요의 총량 및 장래수요 증가량과 갈수시 자연유하량을 비교 검토하여 물 부족 여부를 검토하는 것으로 갈수시에도 하천의 정상적인 기능을 유지하기 위한 유지유량(특히 이수유량)의 확보 방안을 수립하기 위해 실시하는 것이다.

(1) 물수지분석 방법 및 기본가정

물수지 분석은 하천 및 지표수를 수원으로 하는 용수수요의 총량, 용수수요의 연중

시간별 분포 및 장래 수요증가량과 불규칙한 자연유하량을 비교 검토하는 것으로 한다.

여기서 자연유하량이란 용수수요가 전혀 없는 상태의 하천유량을 의미하여 이는 실측 유량에 순물소모량을 더하면 얻어진다. 순물소모량이란 용수 수요량에서 농업용수 및 생·공업용수의 회수수를 공제한 값이다.

이상의 과정을 방정식으로 표시하면 다음과 같다.

[자연유하량] = [실측유하량] + [순 물소모량] .....<식 6.4-1>

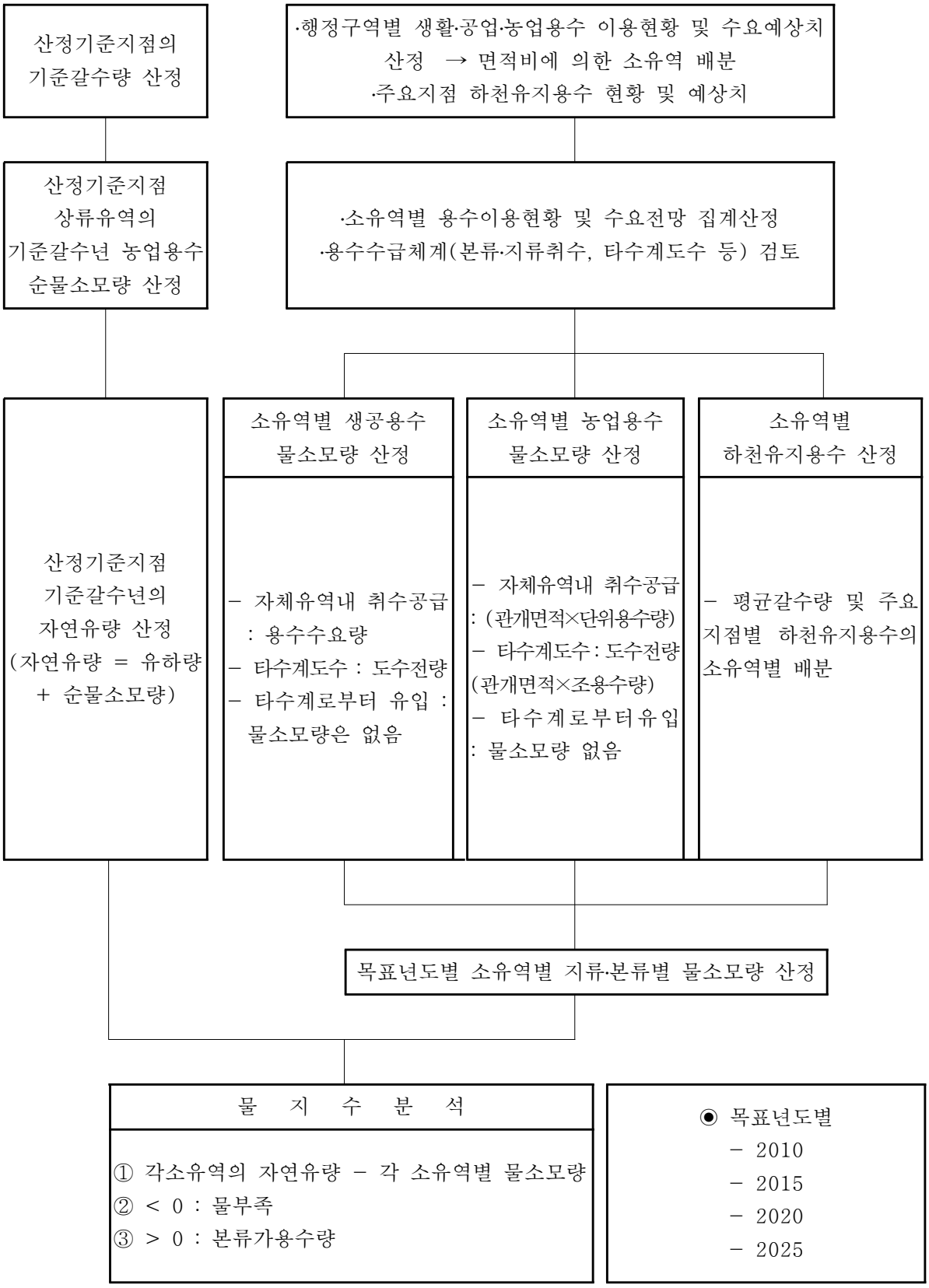
[장래의 물부족량] = [댐 개발을 고려한 장래의 자연 유하량]

- [장래의 순 물 소모량] - [장래의 유지용수].....<식 6.4-2>

물 부족은 <식 6.4-2>의 우변이 (-)일 때 발생하고 (+)일 때는 물 부족이 없다고 본다.

상술한 바와 같이 자연유하량이란 기준지점의 갈수량에 그 상류부의 순물소모량을 가산하여 산정한다.

본 과업에서의 물수지 분석은 "6.1.2 유출량산정"에서 산정한 수촌수위표 지점의 기준 갈수량을 비유량으로 하여 기준지점의 기준갈수량을 산정 한 후, 순물소모량을 더하여 갈수시 자연유하량을 산정하였다.



<그림 6.4-1> 물수지분석 절차 흐름도

(2) 물수지분석 결과

일반적으로 우리나라의 가뭄은 3, 4월의 본격적인 영농기 이전에 발생하는 경우가 많으며, 용봉천 유역 또한 월별 강우량 기록에서 보는 바와 같이 11월 ~ 2월의 겨울철 강우량이 가장 적고 6월부터 9월까지의 월평균 강우량이 250㎜ 이상으로 나타난바 비영농기인 3 ~ 4월의 유황이 악화될 가능성이 높다.

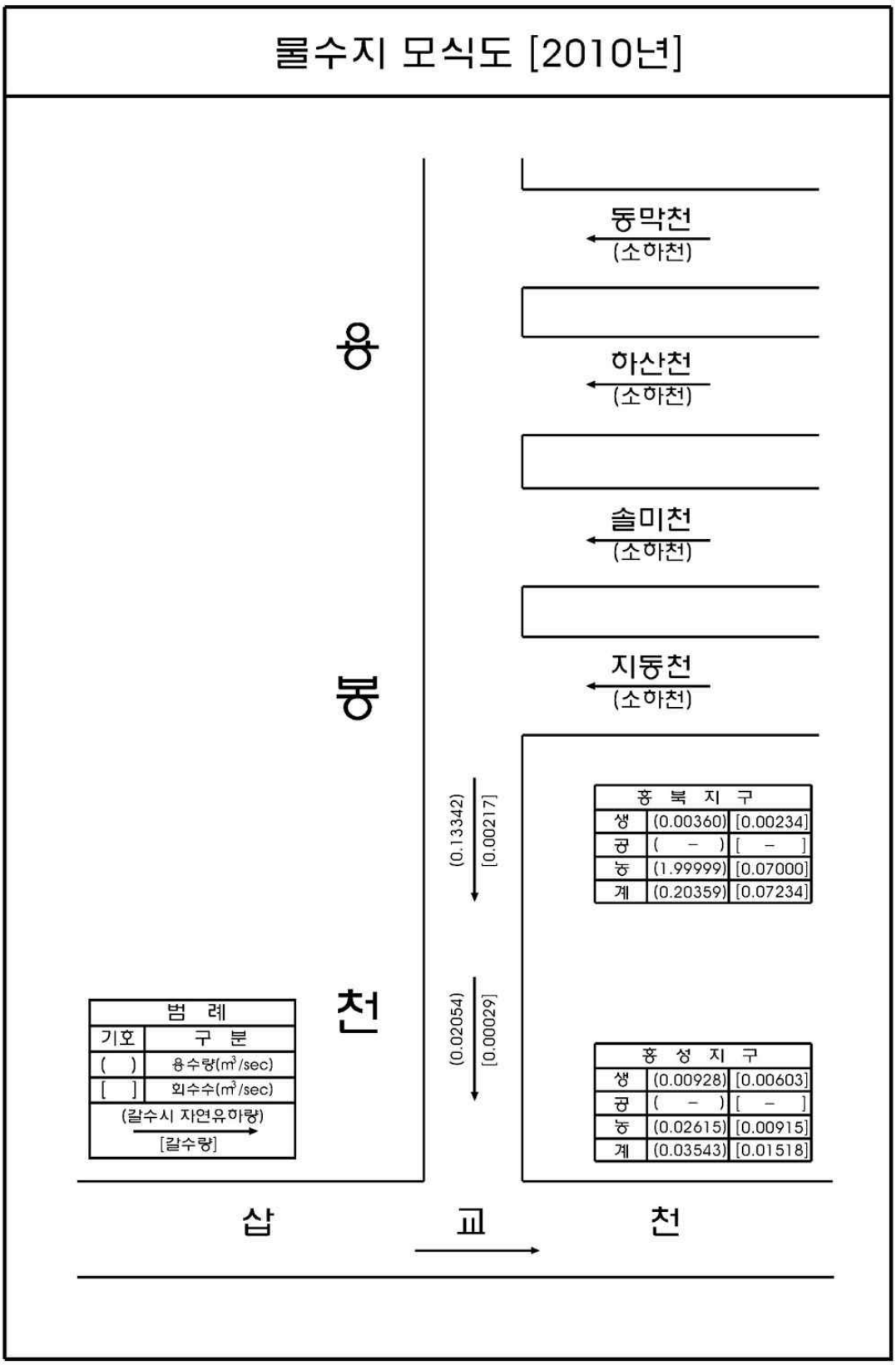
용봉천 유역의 물수지 분석은 관련계획의 목표연도인 현재(2010년)와 장래(2015년, 2020년, 2025년)를 대상으로 실시하였으며, 각 목표년도별 주요지점별 분석 결과는 다음 <표 6.4-2>에 수록하였고 물수지 모식도는 <그림 6.4-2> ~ <그림 6.4-5>와 같다.

물수지 분석결과 용봉천 유역에는 현재 및 장래에도 물부족이 발생하지 않는 것으로 나타났으며, 자연유하량이 갈수량보다 클 것으로 예상된다.

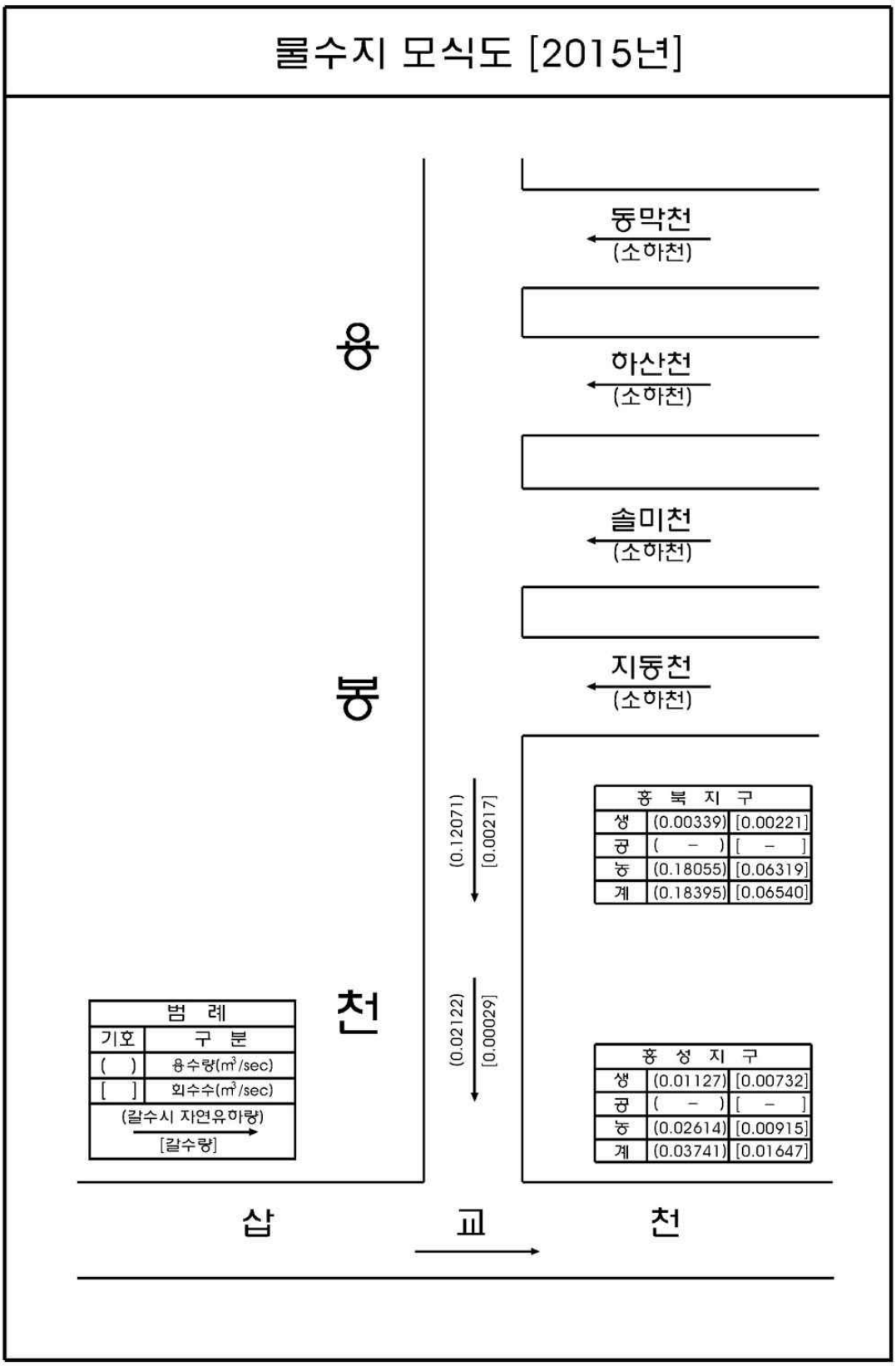
향후에도 과업유역은 현재의 토지이용이 그대로 유지될 것으로 예상되므로 물부족현상은 발생하지 않을 것으로 판단되나 불확실성을 고려하여 수량확보 및 관리대책 등의 이수관리 시스템을 개발하고 관련기관인 해당 시, 군 및 농업기반공사와의 협조체제를 구축해나가야 할 것이다.

<표 6.4-2> 계획년도별 갈수량과 물수지 (단위:㎥/s)

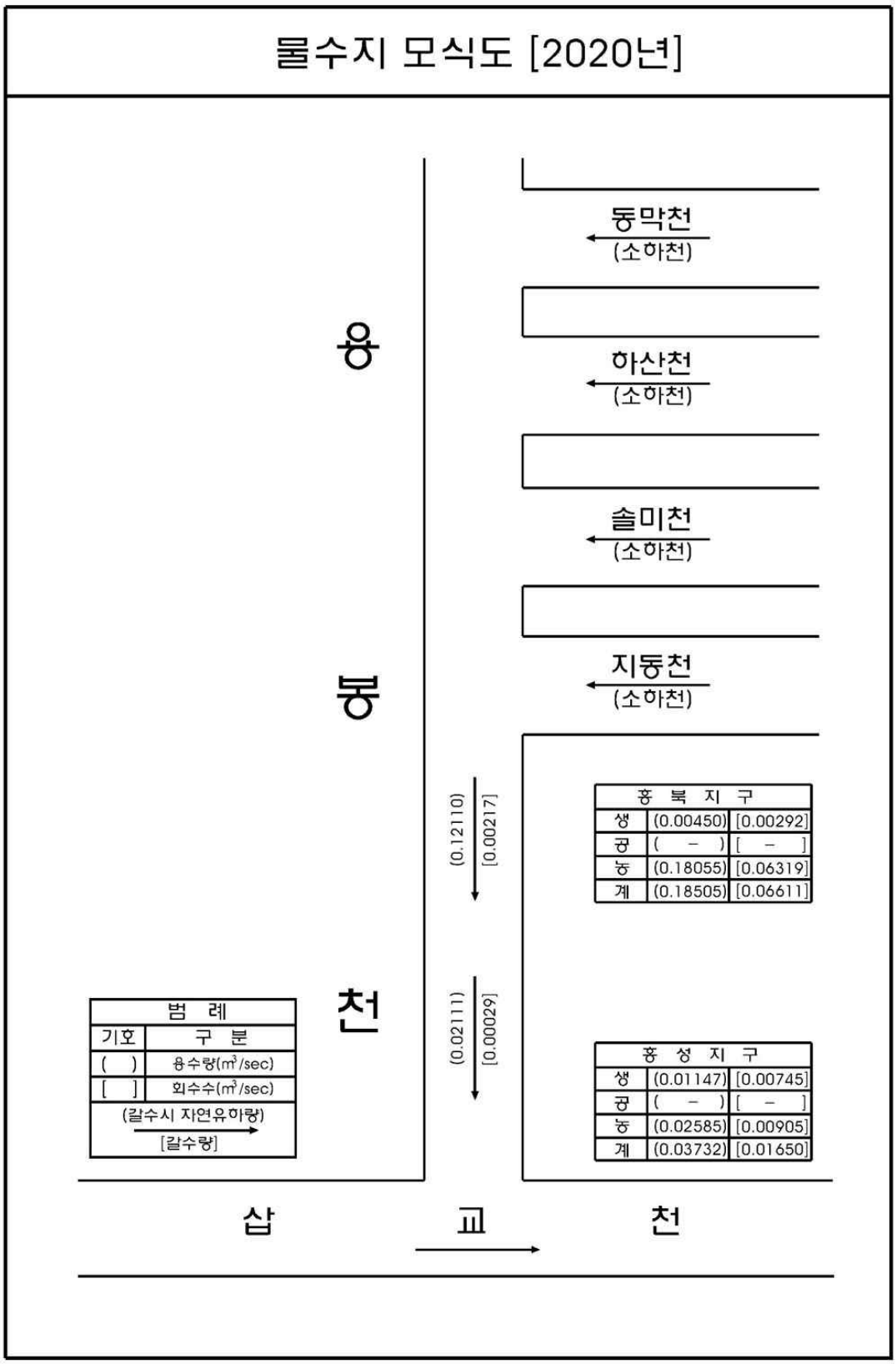
계획년도	지구	갈수시	용수수요량					회수수				갈수량
		자연유하량	생활용수	공업용수	농업용수 (축산 포함)	계	누계	생활용수	공업용수	농업용수 (축산 포함)	계	누계	
2010	홍북지구	0.13342	0.00360	-	0.19999	0.20359	0.20359	0.00234	-	0.07000	0.07234	0.07234	0.00217
	홍성지구	0.02054	0.00928	-	0.02615	0.03543	0.23902	0.00603	-	0.00915	0.01518	0.08752	0.00029
2015	홍북지구	0.12071	0.00339	-	0.18055	0.18395	0.18395	0.00221	-	0.06319	0.06540	0.0654	0.00217
	홍성지구	0.02122	0.01127	-	0.02614	0.03741	0.22136	0.00732	-	0.00915	0.01647	0.08187	0.00029
2020	홍북지구	0.12110	0.00450	-	0.18055	0.18505	0.18505	0.00292	-	0.06319	0.06611	0.06611	0.00217
	홍성지구	0.02111	0.01147	-	0.02585	0.03732	0.22237	0.00745	-	0.00905	0.01650	0.08261	0.00029
2025	홍북지구	0.12134	0.00519	-	0.18055	0.18574	0.18574	0.00337	-	0.06319	0.06656	0.06656	0.00217
	홍성지구	0.02097	0.01158	-	0.02558	0.03716	0.2229	0.00753	-	0.00895	0.01648	0.08304	0.00029



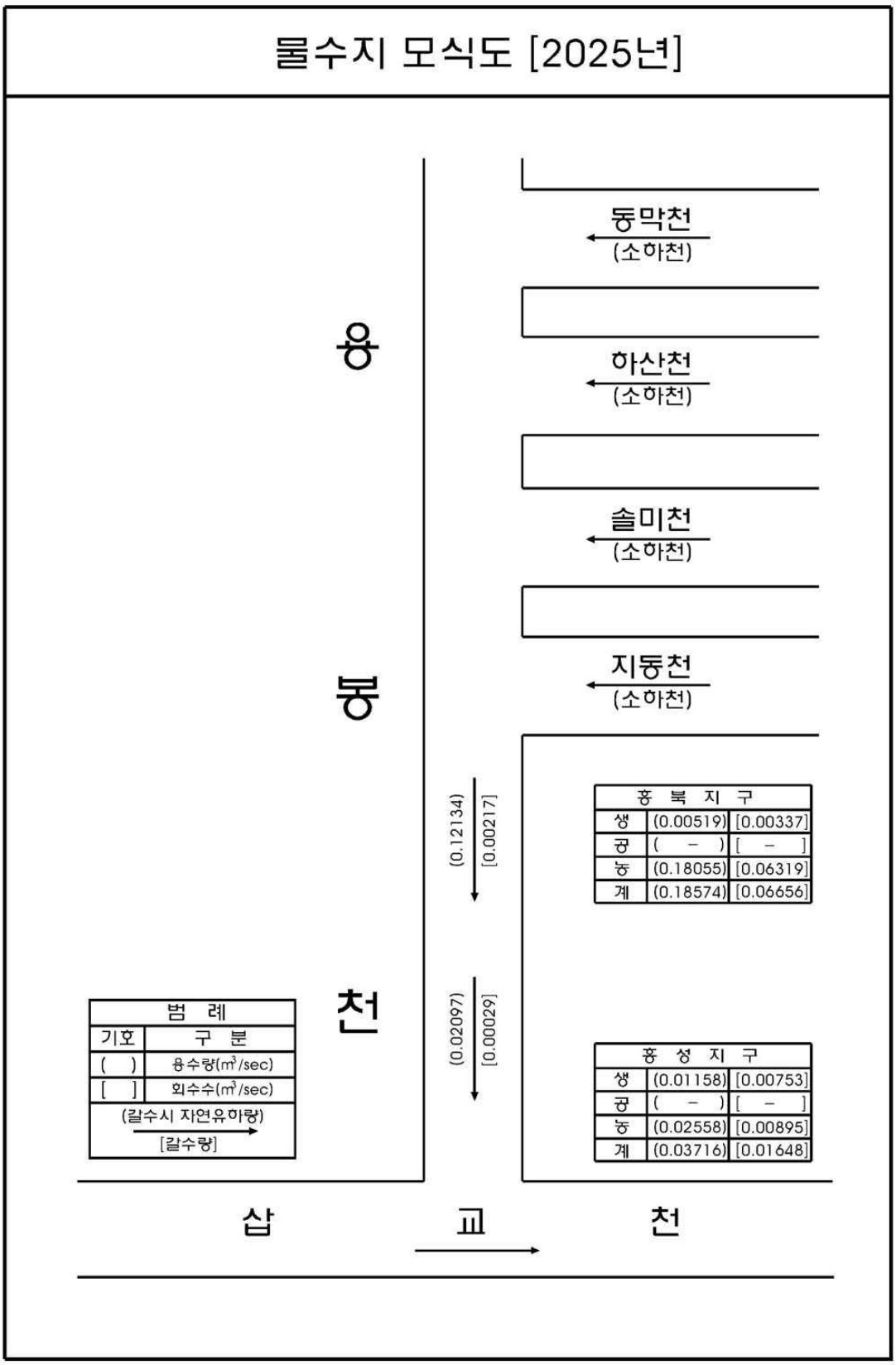
<그림 6.4-2> 물수지 모식도(2010년)



<그림 6.4-3> 물수지 모식도(2015년)



<그림 6.4-4> 물수지 모식도(2020년)



<그림 6.4-5> 물수지 모식도(2025년)

6.5 용수수급계획

용수수급계획은 부족한 수요량을 확보하고 공급하기 위한 것으로서 가용한 다목적 댐 또는 하천에 설치되는 보의 건설, 지하수개발, 그리고 하천 취수량과 수질을 조사하고 분석하는 것으로서 기본목표는 “깨끗하고 충분한 물을 적기에 공급” 에 두고 용수공급의 안정화, 유역 및 지역간 용수의 균형개발, 용수의 효율적 관리 및 보전 그리고 용수이용의 합리화가 되도록 장기적 및 단계적으로 수립되어야 한다.

6.5.1 용수수급 방안

본 과업에서 예측한 사항 이외의 과업에 의하여 물부족이 발생할 경우 다음 사항을 검토하여 용수수급 방안을 강구하여야 한다.

(1) 적극적인 수요관리와 안정적인 공급관리가 병행하는 계획추진

용수수급계획에서 수요관리가 우선하는 계획을 수립하기 위하여 수요관리 절감 요소들을 반영하여 2025년까지 단계별 용수 수요추정과 수요관리의 단계별 절감 목표의 추진효과 및 정책의 달성도를 확인하고 정책을 보완하기 위한 수량 및 물 이용량 상시 모니터링 시스템을 구축한다.

(2) 물 관리의 과학화에 의한 물 부족 해소 노력

기존 댐의 유효이용 및 물 관리의 효율화에 의한 수자원 공급량 증대로 물 부족을 해소하고, 이상가뭄에 대비한 가뭄 조기예보제 등 비구조적 가뭄관리대책 추진과 비상시 수자원 공급시설의 최적 운영전략을 수립한다.

(3) 수원의 다변화 추진에 의한 지속적 수원개발

물 부족에 대한 용수공급의 안정성을 확보하기 위한 친환경적 중소규모 다목적댐의 건설, 지하수 개발, 기존 댐 재개발, 해수의 담수화, 우수 및 하수의 재이용, 지하댐 및

강변 여과수 개발 등 지역적 특성과 경제원칙에 맞는 다각적인 신규수원을 개발한다.

6.5.2 갈수대책

(1) 갈수대책에 관한 각종 시책을 종합적 혹은 계획적으로 실시하기 위해서는, 지역마다 갈수대책을 종합적으로 책정할 필요가 있다. 종합적인 갈수대책에 있어서는 시설계획과 같은 구조물적 대책과 갈수조정과 같은 비구조물적 대책을 강구함과 함께, 공급측면 뿐만 아니라 수요측면에서도 각종의 대책을 세워야 한다.

(2) 갈수대책댐 : 이상갈수시의 기존의 댐용량으로 부족한 수량은 갈수조정과 갈수대책용량으로 보충한다. 10년 빈도의 갈수까지는 계획대로 취수제한 없이 물을 공급하지만, 그 이상의 갈수대책으로서는 갈수조정을 통하여 취수를 제한하면서 물공급을 가능하게 하기위한 저수용량을 설정하여야 한다.

(3) 갈수조정

(가) 갈수조정은 단지 물이용이 곤란하게 되었을 때의 수리권자 상호간의 조정뿐만 아니라, 미리 댐의 저수상황, 하천의 유황, 기상상황을 종합적으로 고려하여 사전에 대응하여야 한다.

(나) 갈수가 예상되는 하천에서는 하천관리청과 수리권자로 이루어진 갈수조정 협의회와 같은 조직을 구성할 필요가 있다. 갈수조정은 수리자간의 협의로 이루어지지만 협의가 성립하지 않는 경우에는 하천관리청이 필요한 알선 및 조정을 한다.

(다) 갈수조정에 있어서는 취수제한의 개시시기, 제한율, 각종 댐의 운용방법 등의 갈수조정의 규칙을 확립하여야 한다. 갈수조정의 취수제한율은 용수나 수리권의 종류에 관계없이 일정하게 적용되기도 하나, 일반적으로 생활용수가 농업용수나 공업용수보다 작게 적용된다.

(라) 수요관리

송배수관의 누수방지, 절수형 기기의 보급, 요금 및 가격설정 방식을 통하여 수요를 줄이는 방안을 강구한다.

(마) 절수형 사회시스템의 형성

도시지역내의 빗물이나 배수(排水)의 유효이용을 도모하며, 하수처리수를 화장실용수, 도로나 공원에서의 관리용수 및 공업용수로서 활용하는 방안을 강구하여야 한다.

제7장 하천의 종합적인 정비방향 설정

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

7.2 바람직한 하천모습의 설정

7.3 홍수처리계획의 기본방향

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

7.5 하천환경관리에 관한 기본방향

7.6 수질오염 방지대책

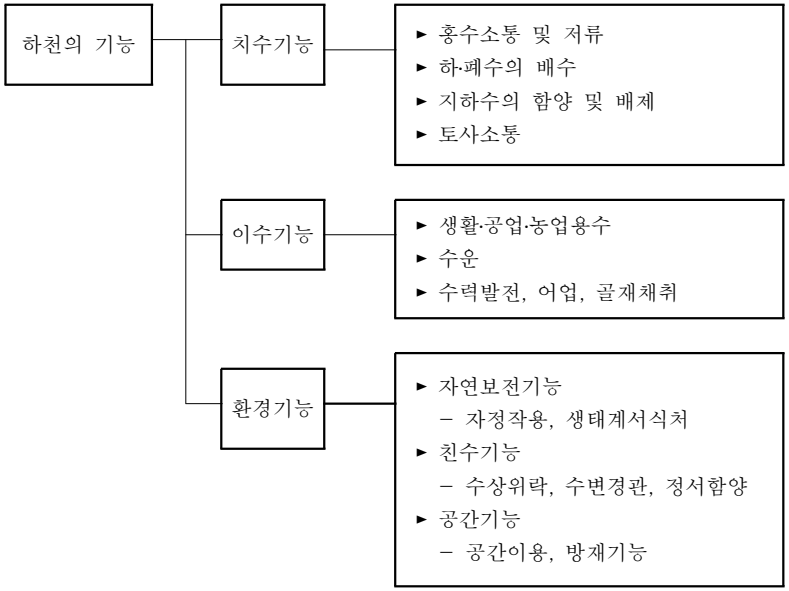
7.7 정수식물 검토

제7장 하천의 종합적인 정비방향 설정

7.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

하천의 종합적인 정비방향 설정은 궁극적으로 대상하천 유역의 수자원개발 및 이용과 하천유역의 기능을 극대화시키고 역기능은 최소화하는 방향으로 설정하여야 한다. 또한 유역의 개발 및 보전과 관련된 각종계획의 기본방침 및 관련사항에 따라 합리적이고 체계적인 개발 및 관리가 가능하도록 종합적인 정비방향을 설정하여 하천과 주변 시민의 생활이 자연스럽게 조화를 이룰 수 있도록 하여야한다.

따라서 본 계획에서는 용봉천 유역을 대상으로 이·치수 및 환경기능을 서로 연관성 있게 계획하여, 체계적인 하천유역 개발이 가능하도록 각종 조사, 분석된 자료 등을 참고하여 종합적인 정비방향을 설정하였다.



<그림 7.1-1> 하천의 기능

하천유역 종합계획은 대상 하천유역과 시행하고자 하는 사업 목적에 따라서 전체 하천유역에 대한 일관된 수계의 유지 관리, 이수·치수·환경 등의 기능, 그리고 관련대책 등에 대해서도 고려하여 수립하여야 한다. 하천유역의 종합계획의 구성은 다음과 같다.

<표 7.1-1> 하천유역 종합계획의 구성

구 분	계 획	내 용	참고조건 및 계획
대상에 따른 구분	유역계획	하천측면에서 본 유역의 적절한 모습 설정(유역구분과 평가)	유역내 자연적·사회적 조건, 유역정비계획, 유역계획
	유출계획	유출기구(현황, 하천과 유역변화가 미치는 영향)의 평가와 조절, 치수·이수기능의 평가와 유출수의 유도계획	유역계획, 광역계획(이수용)
	유사계획	유출토사의 억제·조절시스템(토사유출기구, 유사영향)	적정 하도 및 연안조건의 확보
	환경계획	적절한 자연환경 보전 및 하천공간, 수질, 수량의 유지개선	사회조건의 변화, 수환경의 변화, 생식조건의 변화
사업목적에 따른 구분	홍수 방어 계 획	기본홍수(계획의 기본이 되는 홍수수문곡선)의 설정, 홍수방어효과를 확보하기 위한 대책의 수립	사회적, 경제적 조건
	이수계획	유수의 정상적 기능유지를 위한 하천관리유량 설정, 각종 이수계획의 기본적인 설정	사회발전과 요청사항의 다양성을 조정
	하천환경 관리계획	하천환경, 수환경의 기본 설정, 환경 유지개선을 위한 시책 책정	도시발전 하천경관의 유지관리
	하도계획	홍수량 소통, 안정하상 설계, 합류점 처리	하도개수에 따른 문제점 하도계획, 지류합류계획
	하구처리 계 획	홍수량 소통, 하구막힘 및 처리대책	하구막힘으로 인한 문제점 처리 공법
	내수배제 계 획	내수문제 설정, 내수처리 방식, 내수처리 대책의 설정	도시화와 수문특성 변화 도시지역 침수피해 증가
	유사조절 계 획	토사재해 방지, 유출토사 조정	산지개발과 보전, 토사생산, 토석류, 고지개발, 저수지 퇴사방지, 수원지보전
	침하방지 계 획	침하로 인한 피해 방지 및 경감	가옥, 공공시설, 경지(직접), 하천매립(간접)

본 과업에서는 하천자원개발 및 보전측면에 주안점을 두어 다음과 같이 기본방향을 설정하였다.

○ 자연하천고유의 매력 유지
○ 자연과 조화를 이룬 정비
○ 수계에 일관성 있는 계획수립
○ 홍수의 원활한 소통을 위한 소요하폭 확보
○ 합리적인 하천구역 설정
○ 하천 자원의 합리적이고 적극적인 개발
○ 침수 지역보호를 위한 제방축조
○ 하천 연안의 포락방지를 위한 저수호안 설치

7.1.1 치수측면

하천을 효율적으로 보전하고 이용의 극대화를 하기 위하여 하천의 종합적인 정비 기본계획이 필요하다. 따라서 본 조사에서는 이와 같은 관점에서 종합적인 계획을 구상하였으며 우선 치수측면에서 볼 때 다음과 같은 계획을 구상하였다.

우리나라는 먼 옛날로부터 태풍 및 집중호우로 인하여 발생되는 막대한 홍수피해를 방지하고자 지금까지 여러 방안이 모색되어 왔으나 인구증가와 경제활동의 극대로 그 피해도 상대적으로 증가일로에 있는 추세이다.

일반적으로 홍수방어 및 조절대책으로 채택하고 있는 방안으로서는 상류부에 홍수조절능력을 갖춘 홍수조절댐을 축조하는 안, 유로변경을 계획하는 안, 하천개수 및 하도정비를 계획하는 안을 들 수 있다.

용봉천 유역내에는 지형여건상 홍수조절을 위한 댐개발 적지 및 유로변경에 의한 홍수감세를 도모할 수 있는 구간이 없는바, 금회 과업에서는 유역으로부터의 홍수유출 전량을 하도가 부담하는 하도 개수사업을 중심으로 하는 치수계획을 수립하여 홍수소통을 원활하게 하고 홍수로부터 피해를 줄이도록 치수계획을 수립하였다.

본 조사에서는 용봉천 과업구간에 대한 전반적인 홍수방어능력에 관한 검토를 실시하여 하천개수계획에 대한 기본계획과 유지관리를 위한 보수계획을 구상하였다.

- 하천개수사업의 미 개수 지구에 대한 하천 개수계획을 수립하고, 계획홍수량 유하시 형성되는 계획홍수위와 기존 제방고를 비교함과 동시에 사업효과에 대한 경제성 분석을 실시하여 우선순위에 입각한 단계별 집행을 고려
- 조사지구 내에 계획할 배수시설의 통수단면적을 내수배제가 원활하도록 충분하게 확보하도록 계획하여야하며 기존 배수시설은 전체적으로 수문 및 수리학적인 통수능력을 재검토하여 통수능력이 부족한 시설물에 대하여는 확충에 따른 보수 계획을 수립
- 조사지구 내에 위치한 전체 교량의 홍수소통 지장여부에 관한 문제를 진단하여 동 시설물에 대한 유지관리방안을 제시함과 동시에 금후에 설치될 교량에 대하여는 설계의 기본자료로 제공
- 과업구간 내에 위치한 보 지점에 대해서는 보로 인한 수위 상승을 산정 하여 동시설물로 인해 홍수가 기성제를 월류 또는 파괴 등의 여부를 검토하여 금후에 설치될 시설물에 대하여는 설계의 기본 자료로 제공하도록 함.
- 하도의 하상고 및 경사를 토대로 안정하상유지 계획을 수립함으로서 하도의 안정과 보전을 기하도록 함

7.1.2 이수 측면

본 과업대상 유역에 대하여 각 용수별로 2025년까지의 장래 수요전망을 예측하고 해당년도에 따라 물수지분석을 통하여 기준값 수량과 비교하여 용수수급 전망을 시도하였다.

금회 물수지분석 결과 본 과업구간은 장래에도 물부족은 없는 것으로 검토되었으며, 유역내에 큰 물수요가 발생하지 않는다면 현재의 생활, 농업용수 사용에 따른 물부족 문제는 없을 것으로 검토되었다.

7.1.3 환경 측면

하천은 치수 및 이수적인 기능 외에도 환경적인 기능이 매우 중요한 기능으로 평가되고 있으며 하천으로서의 기능을 다하기 위해서는 하천환경보전 및 환경개선은 당면한 과제일 것이다.

하천환경 관리를 위하여는 유역개발에 따른 바람직한 하천모습에 부합되도록 살아 숨쉬는 하천공간 조성, 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발계획 개념을 도입한 공간조성 등을 기본 이념으로 하여 다음과 같은 기본전제 조건 및 하천환경보전계획을 설정하였다.

(1) 기본 전제조건

가) 홍수관리기능(치수, 이수에 지장을 주지 않는 범위) 유지

나) 인간과 동·식물이 공존(생태적 안정성)하는 우호적 공간 조성

다) 하구부 구간의 생태적 환경 수용능력을 감안한 친수공간 제공

라) 지속적 유지, 보수 및 관리기능 필요

(2) 하천환경보전계획

가) 생태계의 다양성 창출 : 자연이 갖는 다양성을 존중하여 자연생태계를 유지

① 용봉천 내 고유의 생태기반 조성

② 어류 등 동물의 이동통로 확보

③ 조류, 어류, 곤충 등의 서식환경 조성

④ 하천 추이대의 부활

나) 다양한 하천의 속성구현 : 하천의 사행을 고려하여 불규칙하게 넓히거나 좁혀 굴곡을 주며 하안의 급·완류부를 조성하여 자연하천의 "역동성"을 유지

① 하천의 사행특성 활용

② 흐름의 다양화

③ 수변 및 수심의 다양화

④ 하천의 자정능력 증대

다) 물과 녹음의 어우러진 공간 형성 : 물과 녹음의 Network화로 생물서식처 확보 및 경관연출, 대기과열 저감

① 주변녹지와 연계

② 제방녹지의 활용

③ 기존 식생의 보전 및 활용

라) 호감가는 경관 연출 및 적절한 이용체계 수립 : 주변과 조화되는 경관 및 하천의 자연스러운 경관을 연출하고 이용체계를 수립

① 적절한 접근과 이용규제로 적합한 식생 조성

② 하천경관에 적합한 식생 조성

③ 중점시설구간의 설정

7.2 바람직한 하천모습의 설정

하천은 유역내 강우에 대한 반응인 홍수유출을 소통시키는 통로의 기능뿐만 아니라, 생물이 살아가는데 필요한 물을 제공하는 서식처의 기능도 가지고 있다.

이렇듯 중요한 하천이 제 기능을 수행하도록 하천정비사업이 치수와 환경이 조화를 이루어야 하며 또한 과거 치수위주의 개수사업으로 훼손된 자연정화 기능의 회복도 또한 중요한 정비방향으로 대두되고 있는 실정으로 본 과업에서는 치수·이수는 물론 하천환경이 조화를 이루는 바람직한 하천을 위하여 다음과 같은 정비 방향을 설정하였다.

7.2.1 홍수처리측면

산업사회의 발달과, 인간의 문화 수준향상으로 용수의 수요는 끊임없이 증가하고 있는

반면 이용가능한 수자원은 한계에 부딪히고 있으며, 용수확보를 위한 수자원의 개발은 수요에 못미치고 있는 실정이다. 용봉천 또한 농업용수 및 생활용수 이용을 위한 하천수 사용은 점차 증대될 것으로 예상된다. 충분한 용수공급을 위하여 상류유역에 저수지를 만드는 것이 가장 실효성이 있으나, 저수지 신설을 위한 지점 확보는 현실적으로 어려운 실정이다.

특히 용봉천 유역에 넓게 분포하는 농경지의 대부분을 차지하는 답작물인 벼재배의 특성상 이앙기, 묘대기인 5,6월에는 농업용수의 수요뿐만 아니라 갈수시까지 겹쳐 용수확보에 매우 어려움을 겪고 있다. 용수부족은 하천유지 용수의 부족으로 이어져 하천 생태계의 위협으로 작용하고 있다. 하천의 이용은 유수의 이용뿐만 아니라, 하천공간의 활용도 포함하고 있으며 금회 과업에서는 둔치 및 폐천부지의 활용을 통하여 하천공간 활용의 방안을 제시하고자 한다.

(1) 유수이용

용봉천내에 갈수시 물부족이 예상되는 지점에 수위관측소를 설치하여 지속적인 수위관측으로 물부족 발생시를 대비해야하며, 부분적인 농업용수 부족구간은 지속적인 용수개발 사업 추진.

(2) 하천공간 이용

경작지로 활용되는 기존둔치 구간 중 개발이 가능한 구간은 주민 친수공간을 조성

7.2.2 하천환경관리측면

금회 과업구간인 용봉천내의 수환경개선 및 보전을 위한 관리방안을 다음과 같이 설정하였다.

(1) 수량관리

하천의 건천화를 방지하기 위한 적정수량의 확보를 위하여 본 과업에서는 물수지 분

석자료에 의한 평균갈수량을 목표관리수량으로 설정하고 아울러 국내외의 하천유지유량 산정 사례를 참고하여 하천유지 유량에 못미치는 갈수량 발생시 하천 생태계 보전에 필요한 유량을 확보하는 방안을 제시하고자 함.

(2) 수질관리목표설정

금회 과업하천의 하천수 이용현황을 살펴보면 대부분이 농업용수로서 이용되고 있는 것으로 조사되어 하천수질이 Ⅲ등급 정도를 유지하여도 무방하나 현재 용봉천의 수질은 서는 Ⅰb ~ Ⅱ등급을 유지하고 있으므로 Ⅰb를 목표수질로 설정하였다.

(3) 오염원 제어

생활하수의 공공수역으로의 직접 방류를 차단하기 위한 분류식 하수관거 매설, 마을하수도의 설치를 통한 오염물질 배출 억제, 소규모 축산시설에 대한 공동사육시설 설치 유도를 통한 처리구역 확대 등을 통한 오염배출 억제 방안의 설정

7.3 홍수처리계획의 기본방향

홍수처리계획이라 함은 유역내에서 장래 발생 가능한 계획규모의 홍수가 하도 및 인근지역에 피해를 유발하지 않도록 적절히 관리하기 위한 일련의 계획을 말한다. 우리나라는 연 강수량의 2/3가 여름철에 집중되어 수자원관리 및 치수측면에서 매우 불리하며 최근 발생되고 있는 홍수피해 양상을 보면 피해구간은 점점 감소하고 있는 반면, 피해규모는 더욱 증가하는 추세에 있다. 이러한 원인으로는 계획규모를 초과하는 호우와 이에 대응하는 하천시설물의 능력부족에 따른 원인도 있겠으나, 지역개발에 따른 하천공간의 잠식, 하류지역의 홍수소통 능력을 고려하지 않은 상류유역의 개발에 따른 유역관리상의 문제 등 전반적으로 유역종합치수개념의 부재에 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 일반적으로 홍수방어대책은 구조물적 대책과 비구조물적 대책으로 구분할 수 있다. 구조물적 대책으로는 제방, 방수로 등에 의한 하천정비 및 개수, 홍수조절지 및 유수지, 그리고 상

류부에 홍수조절용 댐을 건설하는 방법이 있으며, 비구조물적 대책으로는 유역관리, 홍수예경보, 홍수터관리 등이 있다. 금번 과업구간은 유역의 대부분이 홍수조절을 위한 댐이나, 첨두홍수를 저감시킬 수 있는 적합한 지역은 거의 없는 실정이다. 따라서 본 계획에서는 과업 유역내에서 발생하는 계획홍수량을 하도가 부담하는 것으로 기본방향을 설정하였으며, 수리·수문 검토 및 분석을 통해 하천정비 및 개수계획(제방축조 및 하도굴착) 수립 등 치수적인 안전성을 확보할 수 있는 대책을 수립하였다. 또한 기존에 홍수터 기능을 갖는 하천변 부지는 가능한 한 보전하여 장래 계획홍수량을 초과하는 이상홍수 발생 시에 대비토록 하였다.

금번 계획에서 결정한 세부적인 홍수처리계획은 다음과 같다.

첫 째 : 금번 과업대상 하천유역이 위치한 홍성군의 인구추이 및 토지이용현황을 보면 인구는 점차적으로 감소하고 있고, 토지이용상황도 거의 과거와 변화가 없는 것으로 나타났다. 관련자료 조사결과 2015년 내포신도시 계획이 수립되어 있는 것으로 조사되었다. 내포신도시계획으로 본 과업유역인 홍북면 일부지역이 개발될 것이나, 그에 따른 유출량 증가는 크지 않을 것으로 예측되었다. 금번 계획에서는 최근까지의 수문사상을 반영하여 산정된 계획홍수량 전량을 하도가 부담하는 것으로 결정하였다.

둘 째 : 최근의 유역상황을 반영하여 확률강우량을 산정하였고, 기왕홍수 분석을 통해 홍수량 산정인자(유출계수, 조도계수 등) 및 계획홍수 규모를 재검토하여 계획에 반영하였다.

셋 째 : 미개수 지구에 대해 계획홍수량의 원활한 소통 및 외수침수에 따른 피해가 발생하지 않도록 제방신설계획을 수립하고, 계획제방고보다 낮거나 단면이 부족한 기성제 구간에 대하여는 보축계획을 수립하였다.

넷 째 : 조사지구내에 신설할 배수시설의 규격은 내수배제가 원활하도록 충분한 통수단면적을 확보하도록 계획하고, 기존 배수문은 수리·수문학적 통수능력을 재

검토하여 통수능력이 부족한 개소에 대하여는 증설계획을 수립하였다.

다섯째 : 조사구간내에 위치한 전체교량에 대해 홍수소통 가능여부 및 소요기준을 만족하는지 검토하고 동 시설물에 대한 유지관리방안을 제시함과 동시에 이후에 설치될 교량에 대한 설계의 기본자료를 제공하였다.

7.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

하천이 정상적인 기능을 가지기 위해서는 최소한의 자연갈수량, 하천동·식물의 생태환경보호, 하천경관보전, 하천수질보전 및 청결한 유수의 유지, 하구막힘방지, 하천시설물 보호, 지하수위 유지와 같은 8가지 기능을 유지 할 수 있도록 최소한의 유량을 항시 유지하여야 한다. 이 최소한의 유량을 하천유지유량이라 하며 이것은 이수적인 측면에서 유수를 이용할 때 반드시 고려되어야 할 사항이다. 하천유량의 공급측면에서 갈수량(평균갈수량)을 산정하고 하천관리시설의 보호, 경관, 수질보전, 어업, 하구폐쇄의 방지, 지하수위의 유지, 동·식물의 보호 등 각 항목에 대한 필요유량을 환경보전유량으로 한다.

- ○ 하천유지유량 = Max.(평균갈수량, 환경보전유량)
- ○ 하천관리유량 = 하천유지유량 + 이수유량

본 과업에서는 대상 하천유역에서의 유수의 수요와 이용상황에 대하여 검토하고 장래 예측을 통하여 용수수요를 전망함으로서 물수급에 대비 할 수 있도록 하였다. 또한, 갈수량을 산정, 현재 및 장래의 용수사용실태 예측을 통한 물수지 분석을 실시하여 대상유역 용수수급 현황을 파악하고 장래 안정된 용수수급 계획을 수립하여 유수의 합리적인 이용을 위하여 장래 수요량을 제시하였다.

7.5 하천환경관리에 관한 기본방향

하천환경이란 물과 그 주변 공간과의 통합체인 하천 그 자체를 지칭하며, 수량, 수질,

하천공간으로 구성된 자연적, 인공적 모습이다. 하천환경은 이수 및 치수와 더불어 하천의 3대 고유 기능 중 하나로 하천의 유효한 이용을 위해서는 하천환경보전 및 개선이 필수 불가결한 문제이다.

하천환경기능은 크게 자연보전기능과 공간기능, 친수기능으로 구분된다.

○ 하천환경기능의 구분

- 자연보전기능 : 자정작용, 생태 서식처
- 공 간 기 능 : 공간이용, 방재공간
- 친 수 기 능 : 수상위락, 수변경관, 정서함양

한편 본 과업구간은 각 구간별 그 역할이 각각 다르므로 제각각의 기능을 충분히 살릴 수 있고 장기적, 광역적 입장에서 하천환경관리의 기본이념을 달성하기 위해 정비의 기본방향을 다음과 같이 설정하였다.

○ 하천공간정비 기본방향

- 하천이 갖는 자연성 유지
- 하천의 제기능(이수, 치수 및 환경)간의 조화
- 수환경과 하천공간과의 일체화된 정비 및 유지관리
- 주민과 지역사회의 요구에 부응하는 하천 환경정비
- 하천환경관리계획에 의한 체계적이고 합리적인 정비

하천환경계획을 수환경계획과 공간환경계획으로 구분하여 계획하였고, 이는 하천의 가장 중요한 항목이며 지속적인 관리 대상이다.

수환경관리 기본계획은 하천수의 수량 및 수질을 종합적으로 관리할 수 있는 기본구상, 하천시설물 관리, 수환경 개선사업 실시에 관한 계획 등 기본적인 사항을 포함한다. 하천공간관리 기본계획은 하천공간을 적절히 보전하고 이용할 수 있는 기본 구상, 하천공간정비를 위한 사업실시 계획, 하천공사 및 허가공작물 설치시 하천공간관리 측면에서 고려해야 할 사항 등을 포함한다.

(1) 수환경 측면

수환경 계획은 수질관리를 중점으로 계획하였다. 하천의 목표수질을 달성 및 유지하고, 수질개선을 위해서는 유입오염물질의 발생원을 직접 제거하는 것이 가장 근본적인 방법이며, 수질관리의 가장 효율적인 방법으로는 환경기초시설의 효율적인 관리 및 확충이 있으나 이들은 오염물질의 위치를 알고 있는 점오염원에만 시행될 수 있다. 그러나 하천의 곳곳에 산재해있는 비점오염원의 경우 배출하는 오염물질은 기술적, 경제적인 어려움으로 발생원에서의 직접제거가 불가능하다. 그러므로 본 과업구간 내 수질개선방안은 환경기초시설 확충, 유입지류하천의 오염수 정화, 가구단지 및 축산농가지역에 대한 오염방지대책, 수변구역설정에 대한 관리방안 등으로 구별하여 제시하였다.

(2) 공간환경 측면

예전의 하천은 전형적인 물놀이 공간으로 인식되어 왔으나 경제가 발전하면서 발생하는 부산물의 처리에 미흡하였던 결과 하천은 오염되고 점차 사람의 발길이 닿지 않는 소외된 공간이 되기에 이르렀다. 이러한 공간을 사람이 다시 찾는 공간으로 만들기 위해 놀이공간 및 하천자연모습을 가능한 보전하여 자연성 및 생태계가 우수한 하천을 만드는데 중점을 두었으며, 본 과업의 전체공간을 보전지구, 복원지구, 친수지구 등 3개의 공간으로 구분하여 계획하였고 이는 수질상태가 양호해진 상태에서 가능한 계획으로 하천공간 조성에 앞서 수질개선이 선행 되어야할 것이다.

조류서식처, 식생발달지역, 하중도, 모래톱 등이 발달하여 생태적 가치가 있는 지역들은 생태계 보전을 위한 환경관리계획을 수립하였으며, 공간조성이 이루어지면 사람의 발길이 빈번하여 환경오염을 유발하게 되므로 지속적인 유지관리가 필요할 것이며 하천을 찾는 이들의 인식변화를 유도할 수 있는 계몽활동 또한 병행해야 할 것이다.

(3) 하천 정비의 기본 방향

금회과업 하천은 산지 계류형 하천의 특성을 갖고 있다. 따라서 하천의 시설물은 자

연형 하천특성을 최대한 살리는 호안재료를 적용함과 동시에 생태적 종 다양성을 높이기 위해 하도의 평면화, 직선화 지양, 여울과 소를 이용한 생물 서식지 조성, 다양한 하천식물의 식재 등을 기본방향으로 추진해야 할 것이다.

(가) 제방 및 호안

제방 및 호안은 상류에서 발생한 홍수를 안전하게 하류로 소통시키기 위한 치수 목적하에 조성된 구조물로서 홍수시 이들의 붕괴나 국부세굴이 발생하지 않도록 내구성이 보장된 형태와 재질로 구성되어져야 한다. 지금까지 하천계획시 요구되는 호안은 제내지와 제외지를 차단하게 되면서 획일적이고 단조로운 형태가 대부분이었다. 금회 치수상의 기능을 보장하면서 제내외의 다양한 경관을 창출하고 하천생태계의 다양한 서식환경이 조성될 수 있도록 하는 호안을 계획함에 있어 유의사항은 다음과 같다.

· 평면계획

– 하구부가 아닌 구간에서는 법선을 가급적 직선화하지 않고, 가능한 자연형태의 법선형태를 유지할 수 있도록 한다.

– 하천 재정비가 필요한 곳에는 원래하천의 연장과 비슷한 연장이 되도록 평면 하도계획을 수립하되 하천정비 기본계획에 준하여야 한다.

· 횡단계획

– 호안 천정부는 가급적 자동차 도로 등을 배제하고 경관 확보가 가능하도록 산책로 등 소도로에만 국한하도록 계획한다.

– 제내지 법면 혹은 호안 어깨부분에서는 호안의 형태와 식재의 특성을 고려하여 검토한다.

· 종단계획

– 행정구역 경계하천에서 호안 및 고수부지 형태의 연속성을 유지할 수 있도록 한다.

(나) 고수부지

자연적으로 형성된 고수부지는 주기적으로 침수됨에 따라 다양한 식생이 발달하고 생물의 양호한 서식환경이 된다. 그러나 하도계획에 따른 고수부지 정비시는 이와 같은 환경조건 대신 운동장 등 공간활용의 장으로 바뀌는 경우가 많아 단조로운 공간의 조성 및 하천 생태계의 빈곤을 야기시킨다. 따라서 고수부지 정비는 다양화를 도모하면서 특히 자연보존 구역에서는 자연생태계를 최대한 보전하고 필요시 재생하는 방안을 적극 검토한다.

· 평면계획

– 하도의 사행 특성을 감안하여 좌우양안 비대칭으로 고수부지를 계획하되 고수부지의 폭과 높이를 다양하게 하는 방안을 검토한다.

· 횡단계획

– 저수호안과 연계하여 완경사를 유지하도록 하여 횡단적으로 단락이 발생하지 않도록 유의한다.

· 종단계획

– 치수소통에 지장을 초래하지 않은 범위내에서 종단적으로 고수부지의 높이를 다양하게 하여 침수빈도를 달리하도록 계획한다.

– 홍수소통 능력을 충분히 검토한 후 고수부지내 종단방향으로 식재기준에 따라 식재한다.

(다) 호안 및 비탈멈춤공

호안 및 비탈멈춤공은 유수에 의한 국부 세굴 작용으로부터 하안 및 호안을 보호하기 위한 수로 유지공으로서, 치수 및 이수기능뿐만 아니라 수제부에서의 하천 생태계나 경관에 있어 중요하다. 따라서, 수변의 생태계, 자연경관의 보전 및 창출이 가능한 저수로 호안 및 비탈멈춤공이 되도록 한다. 또한 치수상 안전하고 자연생태계에 유리하도록 다양한 구조 및 재질을 적용한 기법을 강구한다.

· 평면계획

– 현 하도의 저수로 법선 형태를 유지하는 차원에서 저수호안 법선은 가급적 적정한 사행이 형성될 수 잇도록 강구한다.

– 홍수류의 소통에 장애를 초래하지 않는 지수역 및 사수역 부근에서는 어류생태계의 서식환경에 크게 도움이 되는 작은 만의 형태가 되도록 적절한 요철 형상을 검토한다.

· 횡단계획

– 여유있는 홍수소통 단면적인 경우 저수호안도 완경사화를 도모하여 수변 식생의 다양화를 창출한다.

– 저수로의 사행화에 따른 소의 형성으로 비탈멈춤공에 안전상 문제를 야기 시킬 수 있으므로 저수로의 비탈멈춤공의 깊이를 충분히 고려한다.

· 종단계획

– 저수로의 하상변화에 충분히 대응할 수 있는 저수로 호안 및 비탈멈춤공계획을 수립한다.

(라) 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 횡단경사를 완화하여 흐름을 제어하고 하상세굴을 방지하기 위해 설치되며, 경우에 따라 취수목적을 위한 하천횡단 시설물이다. 따라서 보 및 낙차공은 하천의 상·하류의 연속성을 단절함으로써 어류의 상·하류의 이동을 저해하게 되므로 하천 주변을 포함한 하천경관이나 하천생태계의 서식환경 및 어류의 이동을 배려하여 시설물을 배치하고 적절한 구조와 재질을 선택한다.

· 평면계획

– 하천횡단 시설물인 고정보나 낙차공은 가급적 횡단시설물 전체가 어도화 되도록 계획하는 것이 바람직하다.

– 횡단 전체 어도의 설치가 곤란한 가동보의 경우에 있어서는 낙차식 등 적절한 어도의 배치 및 구조를 계획한다.

· 종단계획

– 보는 낙차공에 의해 소의 조성이 가능하도록 하고 갈수시에도 어류가 피난할 수 있는 수심이 확보되도록 계획한다.

· 횡단계획

– 갈수시에도 일정유량이 유지되도록 하는 구조로 설계하여 어류의 이동이 가능하도록 한다.

(마) 저수로

저수로는 치수상 큰 제약을 받지 않고 어류의 서식환경인 여울과 소의 조성이 가능하고 다양한 자연경관의 창출이 가능한 중요한 공간이다. 따라서 하천의 유출특성이나 치수상의 기능을 충분히 파악하여 흐름방향, 유속 등 상세한 하도 및 생태계 현황에 대해 조사하여 계획할 필요성이 있다. 저수로의 정비계획시는 수제, 하상유지공, 저수로호안 등과 조합하여 고려한다.

· 평면계획

– 현하도의 사행성을 유지하도록 하여 가능한 변화에 풍부한 저수로가 되도록 하고 각종 시설물의 배치도 저수로 계획과 함께 종합적으로 검토한다.

· 종단계획

– 평형하상고를 고려하면서 다양한 수심의 변화가 가능하도록 계획한다.

– 여울 및 소의 형성에 있어서는 유사의 퇴적 등이 발생하지 않도록 사주의 형성과정을 면밀히 검토한다.

· 횡단계획

– 여울, 소등의 수심변화를 배려하는 횡단계획이 되도록 한다.

7.6 수질오염 방지대책

(1) 비점오염물질 발생억제

무농약 농산물 및 저농약 농산물 재배 홍보 및 환경친화적 농약 사용 및 비료농약의 안전사용기준 준수 홍보 및 권장

(2) 지표면 오염물질 제거

주기적으로 하천 주변 도로 청소를 실시하며, 하천변, 하상에 축적된 오염물질 제거

(3) 강우유출수의 하천 직접유입 방지

제방에 도로, 자전거도로 등을 설치할 경우 강우의 침투능력 및 지표저류능력 증대를 위하여 다공성 포장재로 시공 설치

(4) 축사 주변 강우로 인한 유출수 방지

초지관리 및 토양침식 방지를 위하여 경사지, 하천·연못 인접지역 등에서는 방목을 금지하며, 축분이나 퇴비는 외부유출이 안되는 구조물에 저장하고 구조물이 없는 경우에는 외부유출이 방지되는 평평한 불투수성 토양지역에 저장

(5) 비점오염원 처리계획

계획하천 유역에서 발생하는 비점오염원의 처리를 위하여 사업의 특성 및 지형적인 여건을 고려하여 표와 같이 현장여건에 맞는 비점오염원 처리시설을 설치할 계획임.

<표 7.6-1> 처리시설별 비교·검토

관리유형	장 점	단 점
저 류 형 (저류조)	• 강우유출수의 수질과 수량 모두를 조절하는 가장 저렴한 수단	• 비교적 대규모의 토지를 필요로 함 • 용존성 오염물질은 제거효율 저조
침 투 형 (침투조)	• 자연배수시스템을 사용하는 동안 해당지역이 자연수 균형을 유지 • 지역이 홍수피크를 감소 • 지하수 재충전	• 부적절한 설계로 인한 실패율이 높고 관리요구가 높음 • 부적절하게 관리되면 냄새, 모기, 수렁화 등으로 불쾌감을 유발 • 고농도의 오염물질부하나 침전물 부하를 처리하는데는 부적절 • 토양층내에서 처리되지 않은 오염물질에 의해 지하수 오염을 유발
장 치 형 (여과조)	• 부유성 고형물과 고형물에 부착된 오염물질 제거 가능 • 박테리아 및 조류 제거에도 효과적임 • 다양한 형식으로 설치할 수 있음 • 모래 뿐만 아니라 다양한 여재 적용이 가능	• 대규모 배수지역에서는 부적합 • 여층관리가 처리효율에 직접적인 영향을 주므로 정기적인 여층 살수 및 교체가 요구됨 • 유입부에 전처리 시설(침전)이 요구됨 • 불투수성 지역에서만 적용 가능함

7.7 정수식물 검토

(1) 비점오염에 의한 BOD가 하천에 유입시 일반 수변식물의 경우 줄기나 잎, 잔재물에 호기성 미생물이 부착되어 형성된 엷은 미생물막(microbial film)과 유기물이 반응하여 제거되므로 수변식물 자체가 오염물질을 흡수하는 역할은 미미함.

(2) 그러므로 식물이 죽은 후에도 줄기가 수중에 남아 오염물질을 정화할 수 있는 갈대 등의 정수식물을 주로 활용할 것이며, 용봉천의 특성에 맞는 정수식물을 선택하여 식재할 계획임.

<표 7.7-1> 정수식물 수종 비교

식 종	특 성	비 고
갈 대 (reed,Phagmites spp.)	심근성, pH : 2~8, 성장 빠름 염도 : < 45ppt 항상 수심 1m 성장가능 새 둥지조성 적합 낮은 야생동물 먹이 공급	자유수면 인공습지에 많이 활용 겨울철 수중 줄기 남음 뿌리 산소공급율 높음 교란지역 침입 단일군락 형성
부 들 (cattail, Typha spp.)	천근성, pH : 4~10, 성장 빠름 광엽부들 : < 1ppt, 협엽부들: 15~30ppt 항상 수심 0.3m 성장, 건조에 견딤 새 둥지조성 적합 열매 및 뿌리 야생동물 먹이	겨울철 수중 줄기 남음 교란지역 침임 단일군락 형성
사 초 (sedge, Carex spp.)	천근성, pH : 5~7.5, 성장률:저~중간 염도 : < 0.5ppt 항상 수심 성장, 건조기간 필요 야생동물먹이	수질정화 습지에 많이 사용

제8장 하천의 정비 이용·보전에 관한 사항

8.1 하천의 지구별 관리계획 수립

8.2 하도계획

8.3 하천시설물 계획

8.4 치수경제성 분석

제8장 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항

8.1 하천의 지구별 관리계획 수립

하천은 이수와 치수기능 이외에 환경기능을 가지고 있다. 이수는 하천과 물이 주는 가치를 말하며 치수는 기능이라기보다는 엄밀한 의미에서 하천관리의 대상이다. 자연친화적 하천관리는 하천의 환경기능을 부분 또는 전체적으로 유지, 보전, 복원, 또는 창출하면서 이수, 치수 등 하천의 공학적 기능을 개선하는 하천정비를 포함한다. 이는 하천의 공학적 기능과 환경적 기능을 동시에 고려함으로써 두 기능이 서로 충돌되지 않는 범위내에서 환경 기능을 최대한 고려하고자 하는 것이다.

자연하천은 전형적인 하도, 홍수터, 그리고 유역으로 구성되고 자연하천에서는 물, 흙과 같은 비생물적 요소 이외에 물고기, 곤충, 새, 풀, 나무 등 생물이 서식하면서 공존한다.

이와 같이 하천사업 시행시 하천환경 기능을 고려하는 목표기준은 자연하천이며 이수 및 치수기능과 환경기능이 공존하는 자연친화적 하천관리를 위해서는

- 하천의 제방기능이 조화된 체계적인 관리
- 하천이 갖는 자연성 유지 및 하천생태계의 보전과 복원
- 수환경과 하천공간과의 일체화된 정비 및 유지관리
- 친수성 회복과 지역사회의 요구에 부응하는 하천관리
- 거시적인 안목과 지속적인 유지관리와 같은 기본원칙을 고려해야 한다.

자연친화적 하천관리는 하천생태계와 지역사회 모두를 고려한 정비주제와 방향을 설정하고 계획 및 설계, 시공, 그리고 유지관리의 단계로 시행된다.

이러한 자연친화적 하천정비계획은

- 하천이 갖는 역동성 존중 및 다양성(불균일성) 보장

- 하천이 갖는 상하, 좌우의 연속성 보장
- 하천 개개의 개성 존중이라는 기본방향을 가지고 수행되어야 한다.

어느 정도의 변화가 불가피한 경우라도 자연하천이 갖고 있는 고유특성을 최대한 보장하는 방향에서 조정되어야 한다.

본 과업에서는 하천고유의 특성을 고려한 적절한 하천계획을 수립하기 위한 하천공간관리의 지구구분을 「하천기본계획수립 및 하천시설 관리대장작성 지침(2008, 국토부)」에서 제시한 <표 8.1-1>의 지구구분 형태와 같이 대상하천을 하천의 치수, 이수, 환경기능의 비중정도에 따라 보전지구, 복원지구, 친수지구와 같이 구분하여 결정하였다.

<표 8.1-1> 하천의 지구 구분 형태

지 구 명	내 용
보전지구	생태계, 역사·문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지관리가 중점적으로 필요한 지구
복원지구	직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인해 파괴된 생태계, 역사·문화, 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 지구
친수지구	인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 지구로 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조성이 중점적으로 필요한 지구

보전지구는 생태계, 역사·문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비없이 보전이 필요한 지역으로 과도한 설계기법을 도업하기 보다는 최소한의 설계기법과 유지관리 대책 위주로 수립한다. 이러한 보전지구는 일반적으로 적은 구간, 경관이 우수한 구간, 그리고 상류 산지 구간 등이 포함될 수 있으며, 적용가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 서식처 설계기법 등이 있다.

복원지구는 직강화, 불투수성호안, 복개 등의 하천정비로 인해 파괴된 하천 생태계의 복원 또는 개선이 필요한 구간으로 인위적인 정비와 같은 구조물 대책을 최소화하고 하천구역 확보, 환경개선 등과 같은 비구조물 설계를 시행한다. 이러한 복원지구는 일반적으로 난개발이 발생한 구간, 도시 인근구간, 그리고 과거 중요 생물이 관찰된 구간 등이

포함될 수 있으며, 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 수제, 서식처 설계기법등이 고려될 수 있다.

친수지구는 인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 구간으로 자연을 일정부분 배려하면서 인간이 하천부지를 이용할 수 있는 설계를 시행한다. 이러한 친환경 정비구간은 여가활동공간이 부족한 지역 주민에게 공원기능을 제공하는 순기능이 있으나 과도한 친수시설물 도입은 건전한 하천생태계와 이용하는 지역 주민의 심미적 기능을 저해할 우려가 있으므로 지양하도록 한다. 적용 가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 수제, 서식처, 식재, 친수공간 설계기법 등이 고려될 수 있다.

이러한 보전지구, 복원지구, 친수지구의 3개 지구로 구분하는 것은 기본적으로 치수안정성을 전제로 시행해야 한다. 각 지구에 있어 계획홍수량 소통 등과 같이 치수 문제가 있는 지점에는 제방의 신설, 보수 및 보강, 하도준설 등 인위적인 시설물 도입을 통해 치수안전도를 향상 시킬 수 있는 설계를 실시한다. 이러한 치수정비지점은 상기 3구역과 중복될 수 있으며, 치수안전도가 허용하는 범위 내에서 최대한 환경을 배려하는 것이 바람직하다. 적용가능한 설계기법으로는 제방, 호안, 하도안정화, 서식처 설계기법 등이 고려될 수 있다.

자연하천은 물, 흙과 같은 비생물적 요소와 물고기, 곤충, 새, 풀, 나무 등 생물이 서식하면서 공존하는 하천의 물리, 화학, 생물적 요소가 교란되지 않는 상태로 본 과업에서는 자연 그대로 또는 자연도가 높은 실제의 자연하천을 하천관리의 기본 모델로 설정하였다.

금회 과업구간의 공간구분은 N0.0+0 ~ No.20+0, N0.26+0 ~ No.45+0, N0.54+16 ~ No.70+00구간은 복원지구로 N0.20+0 ~ No.26+0구간은 보전지구로 N0.45+0 ~ No.54+16구간은 친수지구로 설정하였다.

<표 8.1-2> 과업구간의 지구구분

하천명	지구구분	구 간(No.)	연 장(m)	비 고
용봉천	복원지구	0+0 ~ 20+0	2,000	
		26+0 ~ 45+0	1,900	
		54+16 ~ 70+0	1,584	
	보전지구	20+0 ~ 26+0	600	
	친수지구	45+0 ~ 54+16	916	

8.1.1 과업구간의 하천 현황분석 및 공간환경 관리계획 수립

본 과업은 지방하천인 용봉천의 치수 및 이수기능을 유지하면서 쾌적한 생활공간을 제공하기 위하여 치수, 이수 및 생태, 환경적 측면과 인문, 사회적 측면을 종합적으로 고려하여 하도계획에 반영하였다.

(1) 기본방향

(가) 수리·수문 : 치수능력을 제고한 하천관리

- 구간별 수리학적 특성분석 ⇒ 2차원분석을 통한 적절한 공법 제시
- 통수능력 확보 ⇒ 홍수로부터 안전성 확보
- 하도내 시설물 개선 ⇒ 경관 개선 및 유수 흐름 개선

(나) 공간정비 : 하천기능 향상

- 폐천부지 활용 ⇒ 이상 홍수 및 제방관리, 생태계보전
- 차집관로 개선 및 오수토실 설치 ⇒ 오염원 유입 방지

(다) 생태계 : 생물서식처로서의 하천보전

- 하천자연성 조사 및 분석
- 생물 이동통로 확보
- 생물서식처 조성 ⇒ 돌 부설, 거석 놓기, 횟대, 하중도 조성 등
- 외래 동·식물 관리

(라) 수질관리 : 깨끗한 물이 흐르는 하천

- 수변정화 식생대 조성
- 비점오염원 저감대책 수립

(마) 유지관리 : 주민이 참여하는 하천

- 자전거 도로 및 산책로 조성
- 주민참여 프로그램 도입 ⇒ 주민참여 공간조성, 모니터링, 탐방, 학습 등

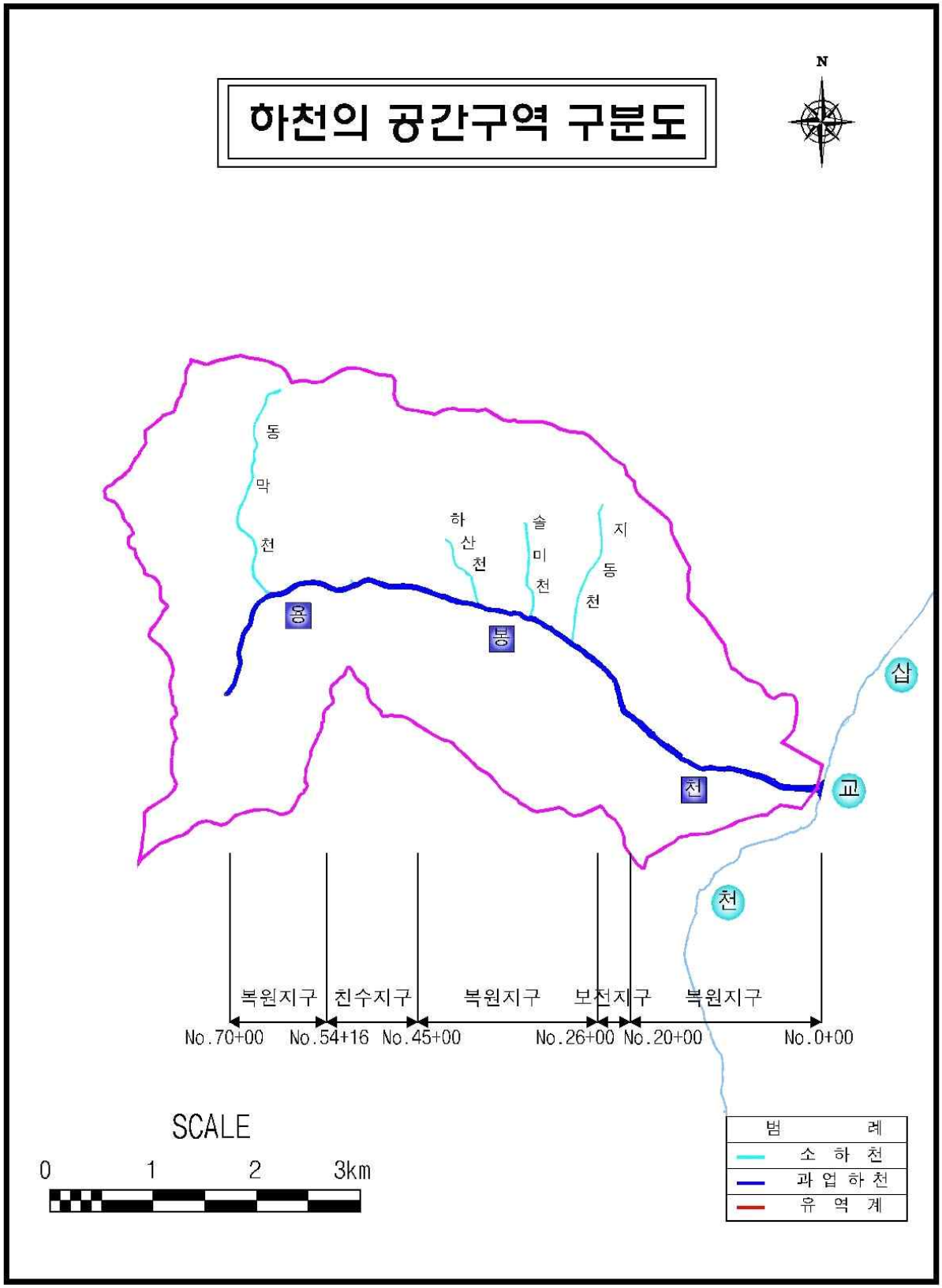
(2) 하천 현황분석 및 공간환경 관리계획

하천현황 조사는 과업구간(No.0~NO.70, L=7.00㎞)에 대해 현장조사 및 주민탐문을 병행하여 합리적인 하천계획 수립을 위한 기초자료로 활용하였다.

공간계획은 보전지구를 기본설정으로 수생·수변식물 식재 및 친환경적인 개수계획 등을 수립하였다.

<표 8.1-3> 하천 현황분석 및 공간환경 관리계획

지 구 구 분	구 간	연 장 (m)	현 황	관 리 계 획
복원 지구	No.0 ~ No.20	2,000	·지방하천 삽교천 좌안으로 합류. ·제내지는 경지정리된 농경지가 형성되어 있음. ·호안은 게다블럭이 설치되어 있으며, 하상경사는 완만함.	·수생·수변식물 식재 ·친환경적인 개수계획 ·어류 및 수서생물의 이동이 용이토록 어도 계획
보전 지구	No.20 ~ No.26	600	·제내지는 경지정리된 농경지가 형성되어 있음. ·호안은 게다블럭이 설치되어 있으며, 하상재료는 자갈 및 모래로 되어있음. ·하천식생 및 경관이 우수함.	·지속적인 유지관리
복원 지구	No.26 ~ No.45	1,900	·소하천 지동천, 솔미천, 하산천이 합류하고 있음. ·제내지는 농경지 및 산지로 형성됨. ·하상경사가 완만하고, 호안은 게다블럭 및 돌망태가 설치됨.	·생태 및 수변공간 조성 ·친환경적인 치수계획
친수 지구	No.45 ~ No.54+16	916	·제내지는 농경지 및 산지로 형성되어 있음. ·하상은 모래 및 자갈로 이루어져 있으며. 경사는 완만함. ·호안은 돌망태가 설치되어 있으며, 일부구간은 유실됨.	·생태 및 수변공간 조성 ·친환경적인 치수계획
복원 지구	No.54+16 ~ No.70	1,584	·소하천 동막천이 합류함. ·하상은 모래 및 자갈로 이루어져 있으며, 호안은 돌망태가 설치되어 있음.	·생태 및 수변공간 조성 ·친환경적인 치수계획



<그림 8.1-1> 하천의 공간구역 구분도

8.2 하도계획

8.2.1 일반사항

하도는 하천의 유수가 소통하는 토지공간을 말하며 통상 제방 또는 하안과 하상으로 둘러싸인 부분을 가르킨다. 하도계획은 결정된 계획홍수량을 안전하게 유하시키기 위해 하상 굴착, 제방 축조, 수제 등에 의해 하도 통수 단면적을 증대시키거나, 하도법선의 수정, 첩수로 건설 등에 의해 홍수소통을 원활히 할 목적으로 하천 특성, 하천주변의 토지이용 상황, 하천개발과 자연환경과의 조화, 홍수와 유사피해 경감, 그리고 공사비 등을 비교·검토하고 구체적으로 하천시설물 계획을 세우는 것이다.

하도는 하천이 이송한 유사로 이루어져 있으며 물의 흐름에 따라 이들 유사도 끊임없이 이동하고 시간과 공간에 따라 변동한다. 따라서 하천을 개수하고자 할 때는 이러한 하도의 변동특성을 무시할 수 없으며, 어떻게 하면 자연의 힘에 거역하지 않으면서 가장 변화가 적은 안정된 하도를 설계하고 유지할 수 있는지가 중요한 문제이다.

하도계획은 계획홍수량을 안전하게 유하시키고 하상변동에 대해 안정된 하상이 유지될 수 있도록 하도 평면형, 횡단형, 그리고 종단형을 결정하여야 한다. 하도계획을 위해서는 기본조사, 하도계획을 위한 해석을 거친 후 계획홍수량 또는 계획홍수위의 설정, 개수구간의 설정, 하도평면형 설정, 하도횡단형 및 하도종단형 설정, 개수효과 검토 등의 하도계획 수립절차에 따라 수행한다. 하도계획 수립시 검토 및 결정하여야 할 항목은 다음과 같다.

<표 8.2-1> 하도계획 수립과 관련된 결정사항

계 획 항 목	기술적으로 결정할 사항	관련된 사항
1. 계획홍수량	홍수유출해석, 기본홍수량	계획빈도 홍수량
2. 개수구간 설정	댐, 유수지, 방수로의 가능성	개수의 필요성
3. 하도평면형	제방법선, 첩수로, 저수로 법선	만곡부 및 협착부 처리 사주(砂洲)의 종단적 균형
4. 하도횡단형	조도계수, 하도 단면적 (하폭, 계획하상고, 하도단면형)	과거에 발생한 최고홍수위 제방고, 하도굴착 제내 지반고, 둔치 활용
5. 하도종단형	하상변동, 안정하도, 하상다짐, 계획하상고 및 경사	하상재료, 장갑화, 하상경사, 지하수위, 취수시설, 제내 지반고
6. 개수효과 검토	대안의 비교, 재해조사, 하천경제조사	사회경제적 특성 검토, 제방의 안정, 계획홍수량

8.2.2 평면계획

하도계획 과정 중에서 하도평면형을 결정하기 위해서는 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있는 하폭, 저수로 등에 대한 하도평면형을 결정하고, 하도법선, 지류 합류점의 형상과 처리, 그리고 계획하도가 처리할 수 있는 홍수소통능력이 부족할 경우에 방수로나 첩수로와 같은 신설하천을 건설하는 방안을 결정하여야 한다.

(1) 하도의 노선 선정

(가) 하천개수가 필요한 하도는 현 하도를 중심으로 노선을 선정하고 홍수소통능력을 고려하여 별도의 방수로나 첩수로 등 신설 하천을 건설하는 노선과 비교·검토하여 최적으로 유지 관리할 수 있는 하도를 선정한다.

(나) 하천개수공사는 현 하천의 지형형성 상태, 토지이용 형태, 용지취득의 어려움, 치수경제성 등을 감안하여 현 하도를 중심으로 실시된다. 그러나, 현 하도의 사행이나 굴곡이 심한 하천 또는 현 하도 주변에 대규모 생활단지가 형성되어 치수상 문제점이 발생하는 하천에서는 종합치수대책을 수립하여 방수로나 첩수로 등과 같은 신설 하천을 건설하여 홍수소통능력을 확대하는 방안을 검토하

여 결정한다.

(다) 현 하도 이용 방안과 인근 기존도로 및 철도 또는 계획도로를 이용하여 신설 하천을 건설하는 방안을 조합하여 몇 개의 대안을 설정하고 각각에 대하여 지형, 지질상의 합리성, 현재 및 장래의 토지이용, 행정구역, 용배수로 계통, 지하수위의 영향, 내수처리대책, 계획구간 상하류에 미치는 영향, 치수경제성, 하천경관, 그리고 개수후의 유지관리 등을 감안하여 최적 하도 노선을 선정하여야 한다.

(라) 하도 개수 노선을 선정할 때는 주로 다음과 같은 사항을 검토하여 결정한다.

— 하도 법선형은 만곡이 적고 될 수 있는 한 원만한 곡선으로 한다.

— 자연스럽게 제방의 역할을 할 수 있는 구간에서는 될 수 있는 한 그 상태를 유지한다.

— 제방이 설치된 하도 상류단에서 상류유역의 홍수유출량이 하도로 안전하게 유입될 수 있도록 배후지 지반고가 충분히 높은 지점, 도로, 산 등을 따라 법선을 정한다.

— 급류하천에서 배후지의 토지이용에 지장을 초래하지 않는다면 될 수 있는 한 놀둑을 설치한다.

(2) 제방법선

제방의 선형은 하천연안의 토지이용, 홍수시의 유황, 현재 및 장래의 하도유지, 하천부지 이용계획, 공사비 등을 검토하여 가능한 한 흐름에 대해 원활한 형상이 되게 정하며 다음 사항을 종합적으로 검토한다.

○ 현 하도가 충분한 하폭을 가지고 있는 구간일지라도 일반적으로 사수역에 의한 유수효과를 고려하여 가능한 한 사수역을 포함하는 하폭을 확보하는 것이 바람직하다.

○ 홍수시 유수방향과 수충위치를 검토하여 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 유하할 수 있게 정한다. 소하천의 경우 극단적인 S자 곡선형을 피하고 전체적으로 평

활한 형상으로 한다.

○ 수충부 위치는 현 상태의 하도, 배후지의 지형 및 지질의 상황, 토지이용 상태 등을 고려하여 정하되 가능하면 수충부가 생기지 않도록 한다.

○ 곡선부에서는 만곡내측의 법선을 후퇴시켜 하폭을 넓게하여 수충을 완화하는 것이 바람직하다.

위 사항들을 고려하여 제방의 선형은 기본적으로 현재 자연적으로 형성되어 있는 유로를 그대로 유지하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 지류의 합류점 형상

지류는 본류에 원활하게 합류시키는 것이 좋다. 그렇게 하기 위해서는 본래의 합류형상을 최대한 유지하고 인위적인 변화를 가하고자 할 때는 합류점 전후에서 홍수소통을 안전하게 할 수 있고 하상의 세굴 퇴적을 막을 수 있도록 수리모형실험 등을 통해 최적 합류형상을 결정하여야 한다.

지류 계획홍수량이 본류 계획홍수량에 비하여 극히 작고 본류에 대한 합류영향이 작을 때에는 본류 법선을 중심으로 하는 합류형상으로 한다.

(4) 수충부, 습지, 사수역 등의 보전

수충부, 습지, 사수역 부분 등 폐천 가능성이 있을 경우에도 그 기능을 보전하도록 계획을 수립하여야 한다.

8.2.3 종단 계획

하도의 종단계획은 계획하상고를 결정하기 위한 것으로 계획하상고는 계획하상경사, 계획횡단형과 관련시켜 결정하며 다음 사항에 유의하여야 한다.

○ 하도주변의 지하수위, 취수시설이 있는 지점의 취수위, 암반노출지점 하상고, 기존의 하천구조물 등을 고려하여야 한다.

○ 하상변동 진행상황, 즉 하상경사 변화지점이나 평균하상경사 변경지점을 파악하여 참고한다.

○ 현 하상을 변경할 경우에는 계획구간 상, 하류의 하상경사를 고려하여 결정한다.

○ 상류에서 하류로 급변하는 하상경사는 점변시킨다.

○ 각 지점의 유사량이 거의 평형을 이루게 하여 최대한 세굴 및 퇴적현상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

○ 가능한한 하천환경을 고려한 하도 종단형을 선정한다.

금회 과업하천의 하도정비에 있어서는 위의 사항을 참고하고 기존의 하천종단 및 장래 하상변동 예측결과 등을 고려하여 종단계획을 수립하였다.

8.2.4 횡단 계획

횡단계획은 가능한 하천 본래의 자연적인 모양이 나타날 수 있도록 하며, 필요한 경우에 한하여 복단면 또는 복복단면으로 하는 것을 기본으로 하며, 급류하천이나 계획홍수량이 작은 하천에서는 일반적으로 단단면을 적용한다.

계획하폭은 기본적으로 현재의 하천부지 및 하천이용계획에 대해 고려하여 결정하여야 하며, 가능한 최대 폭을 확보하도록 한다. 저수로 수로폭 및 고수부지 높이는 하도의 유지, 고수부지의 침수빈도 및 이용계획을 고려하여 결정한다.

여울과 소의 확보는 중요한 요소이며, 설계가 가능한 여건 하에서는 적극적으로 설계에 도입한다.

(1) 계획횡단형 설정

계획횡단형은 계획홍수량의 소통능력, 하도 종단형, 지형, 지질, 생물의 다양한 서식처 공간 등을 포함한 하천환경, 주변 토지이용상황, 하천부지 이용계획, 그리고 유지관리의 난이도 등을 고려하여 결정하며 계획횡단형 결정시의 기본방침은 다음과 같다.

기본적으로 계획횡단형은 가능한 한 하천 본래의 자연적인 모양이 나타날 수 있도록 하며, 고수부지의 활용, 제방의 안정성, 하천용수 확보 등 부득이 필요한 경우를 제외하고는 복단면 또는 복복단면으로 하지 않도록 한다. 하안의 모양 및 식생은 자연하천에 가깝게 이루어져야 하며 가능하면 하안의 기울기는 완만하게 취한다.

계획횡단형 설정에 있어서의 주의사항은

(가) 개수하천, 급류하천 및 평지하천과 같이 넓은 하도내에 몇 개의 유로가 생성되어, 이 유로가 홍수량에 따라 변동할 경우는 저수로와 고수부지 또는 홍수터를 명확히 구분하여 설정하는 것이 하도의 유지관리나 하천부지이용 측면에서 곤란한 경우가 있다.

(나) 계획홍수량이 작은 하천에서 하도단면은 단순히 홍수소통만을 고려하는 것보다는 안정된 하상이 유지될 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요하며, 하천환경을 보전하고 유지하는 입장에서 호안이나 하상유지공 등과 같은 하천시설물에 의해 하상이나 단면형상이 변화 될 수 있다는 점을 고려할 필요가 있다.

(나) 저수로 횡단면형은 현재 상황을 중시하며, 인위적인 변화를 가하는 경우에도 물길등 자연적인 형상을 확보할 수 있도록 한다.

8.2.5 특이구간에 대한 대책

하폭이 급확대, 급축소되거나 하상이 종단적으로 급변하여 유속과 수위의 변화가 다른 지점과 현저한 지점에 대해서는 특이구간으로 선정하여 중점적으로 하도정비계획을 마련해야 한다.

본 과업구간에는 하폭이 급확대, 급축소되거나 하상이 종단적으로 급변하는 특이구간은 없는 것으로 조사되었다.

8.3 하천시설물 계획

8.3.1 하천시설물 현황

금회 과업대상 하천구간 내 치수시설물, 이수시설물 및 기타시설물 등 기존시설물에 대하여 주요 제원과 위치 등을 해당관청의 자료와 현지조사를 통하여 조사하고 그 명칭 및 위치는 본 보고서 부도편에 표시하였다. 금회 과업구간 내 기존시설물 현황은 다음 <표 8.3-1>과 같다.

<표 8.3-1> 기존시설물 현황

하 천	제방 (m)	호안 (m)	배수 통관 (개소)	배수문 /암거 (개소)	낙차공 (개소)	취수보 /통관 (개소)	교량 (개소)	기타 (개소)	비 고
용봉천	14,000	14,000	38	25	4	6	11	-	

8.3.2 하천종단 시설물의 능력검토 및 설치방향

(1) 하천종단 시설물 능력검토

(가) 제방 및 호안

금회 과업구간에 설치되어 있는 하천 시설물중 제방, 호안, 배수관 및 배수암거, 교량 등에 대하여 능력검토를 실시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

① 제 방

- 제방고는 홍수가 월류하여 농경지, 가옥 등에 극심한 피해를 초래하는 것을 방지하기 위하여 충분한 높이 이상으로 축조되어야만 하는 것으로 본 과업에서는 금회 채택한 계획홍수위에 여유고를 가산한 값을 계획제방고로 하여 기존 제방표고와 비교·검토하였다.
- 제방의 비탈경사는 기초지반의 토질, 홍수시의 침윤선, 비탈면 붕괴나 활동 등에 대하여 절대적으로 안정해야 하는 것으로 『하천설계기준·해설』에 의하여 제내

지 1:2.0, 제외지 1:2.0이상을 기준으로 기존 제방 비탈경사와 비교·검토를 실시하였다.

- 제정폭은 침투수에 대한 제체의 안전과 차후 제방의 이용, 중요도 및 토질조건 등의 특성을 종합적으로 고려하여 결정하여야 하는 것으로서 본 과업 또한 『하천설계기준·해설』에 의거 홍수규모별 제정폭을 기준으로 검토하였다.

상기 기준 및 금회 산정한 계획홍수위를 고려하여 과업구간내 총 13,566m의 기존제방에 대한 능력을 검토한 결과 제방고가 부족한 제방은 10,161m로서 74.9%에 해당되며, 제방고가 부족한 기존제는 <표 8.3-2>와 같고, 『5.7 하천시설물 설치방향』에서 제시한 사항을 고려하여 보축 및 개수계획을 수립하였다.

<표 8.3-2> 여유고가 부족한 기존제방 현황

하 천	기존제연장(m)	더돋기연장(m)	비율 (%)	비 고
용봉천	14,000	10,161	72.60	보축 및 개수

② 호 안

호안은 제방을 유수의 흐름에 의한 침식, 포락으로부터 보호하기 위하여 시공하는 것으로서 호안의 공법 및 재료의 선택에 있어서 소류력 및 내구성이 검토되어야 하며, 금회 과업구간 내에 설치한 호안시설의 현황은 다음<표 8.3-3>과 같다.

<표 8.3-3> 기존 호안 현황

하천명	구간(No.)		안별	연장 (m)	호안형태	소류력 (kg/㎡)	비고
	시점	종점					
용봉천	0+40.0	33+59.0	좌	3,319.0	게다블럭	2.27~17.92	
	0+40.0	34+15.0	우	3,375.0	게다블럭	2.06~17.92	
	47+0	67+80.0	좌	2,080.0	돌망태	1.19~20.09	
	34+15.0	67+80.0	우	3,365.0	돌망태	1.19~20.09	

일반적으로 소류력은 유수가 윤변에 작용하는 마찰력으로서 호안재료의 충분한 중량 및 안정성이 요구되며, 금회 과업에서는 Schoklitch가 발표한 호안재료에 대한 허용소류력을 기준으로 제방 및 호안 구간에 대해 검토한 결과 용봉천의 소류력이 1.19~20.09kg/㎡로 기존 호안블럭 및 석축, 돌망태의 허용소류력 이하로 나타났다.

한편 수로내에 소류력 산정을 위해 사용한 계산식과 Schoklitch가 발표한 각종 호안에 대한 허용소류력 및 호안공법별 소류력, 유속에 대한 안정성은 <표 8.3-4>~<표 8.3-6>와 같다.

$$T = WRI = \frac{W}{C^2} \cdot V^2 \qquad \text{<식 8.3-1>}$$

여기서 T : 소류력 (kg/㎡)

W : 물의 단위중량 (kg/㎥)

R : 경심 (m)

I : 수면경사 혹은 에너지의 경사

V : 평균유속 (m/s)

C : Chezy 유속계수 ($V = C\sqrt{RI}$)

<표 8.3-4> 허용소류력 **(단위 : kg/㎡)**

호 안 의 종 류	허 용 소 류 력	비 고
1. 평 떼 (張芝)	2.0	
2. 바자(柵工)안의 굵은 자갈	1.0	
3. 바자(柵工)안의 자갈	1.5	
4. 바자(유수에 병행 혹은 비스듬할 때)	5.0	
5. 섶호안	7.0	
6. 돌붙임 (비탈 1:1, 두께 0.3m)	16.0	
7. 큰 사석(捨石)	24.0	
8. 공적석공(空積石工)	60.0	
9. 콘크리트벽	60.0	
10. 틀 공	150 까지	

주) 하천공학 (1973. 운문당), Schoklitch가 발표한 각종 호안에 대한 허용소류력

<표 8.3-5> 소류력에 대한 안전성(하안공법)

공 법 의 종 류	시공직후	시공후 1년	시공후 2년	시공후 3년	비 고
1. 초본류(목초류)	10 N/㎡	30 N/㎡	30 N/㎡	30 N/㎡	
2. 버드나무가지덮기	50 N/㎡	150 N/㎡	300 N/㎡	300 N/㎡	
3. 돌붓기 및 버드나무삽목	75 N/㎡	100 N/㎡	300 N/㎡	350 N/㎡	

주) 국내 여건에 맞는 자연형하천공법의 개발 2권(환경부, 건설기술연구원, 1999)

<표 8.3-6> 유속에 대한 안정성(하안공법)

공 법 의 종 류	최고 허용유속(m/s)	비 고
1. 목초류파종	1.8	
2. 모래 및 목초류	3.7	
3. 코아롤 및 갈대류	2.0	
4. 무생명의 섶단	2.5～3.0	
5. 생명의 섶단	3.0～3.5	
6. 버드나무삽목 및 쇄석	3.0～5.0	

주) 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 2권 (환경부, 한국건설기술연구원, 1999)

③ 배수시설물

과업구간내에 위치한 기존 배수시설물에 대하여 각각의 배수구역을 구분하고 각 구역별로 설치된 배수시설의 통수단면적과 금회 과업에서 산정한 소요 통수단면적을 비교하여 과부족을 판단함으로서 그 능력을 검토한 결과 용봉천 배수통관·암거 총 63개소 중 5개소는 통수능력이 부족한 것으로 나타났으며, 이에 대한 구조물은 향후 해당시설물의 확장이 요구된다. 검토에 필요한 기초자료는 국립지리원 기본지형도(1/25,000, 1/5,000) 및 항공측량으로 작성된 축척 1/25,000의 지형현황도를 이용하여 배수구역을 결정하였으며 미비한 지역은 현지조사를 통해 보완하였다. 또한 유출률은 유출에 미치는 영향인자를 고려하여 농경지, 임야, 주거지등의 유출계수등을 각각 적용하여 평균유출계수를 산정하였다.

통수단면 결정을 위한 홍수량 산정은 합리식을 이용하였고 강우강도는 금회 과업에서 유도한 강우강도식을 이용하였으며 배수구조물이 위치한 배후지가 홍수위보다 낮은

답작지의 경우에는 홍수배제시간을 6시간, 홍수위보다 높은지역에 위치한 굴입하천의 경우에는 고지배수로 개념을 도입하여 저류용적이 부족한 점을 고려 1시간을 채택하여 배수구조물의 통수 단면적을 검토하였다.

상기의 사항을 고려하여 적용한 능력검토 방식 및 적용공식은 다음과 같으며 검토된 배수구조물에 대한 배수능력검토 결과는 다음 <표 8.3-7>과 같다.

1) 농경지 배수지역

$$Q = \frac{A \cdot R_n \cdot f}{3.6 \cdot T_n} \quad \cdots\cdots (1)$$ <식 8.3-2>

2) 고지 배수지역

$$Q = 0.2778 \cdot A \cdot r \cdot f \quad \cdots\cdots (2)$$ <식 8.3-3>

(1), (2) 식에서

f : 유출계수

I : 강우강도 (80년 빈도)

A : 유역면적 (㎢)

Rn, r : 확률강우량 (㎜/6h), 확률강우강도(㎜/hr) ; 금회산정

Tn : T6 배제시간

상기식에서 배제유속은 농경지 배수지역 2.0m/s, 고지 배수지역은 2.5m/s로 취하였으며 배수문의 증설규모는 가급적 『하천구조물 표준도』를 활용하였으며 장래 사업시행을 고려하여 기존시설물의 규모를 결정하였다.

이상의 방법으로 기존 배수시설(암거, 배수통관) 능력검토 결과 <표 8.3-7>에 나타난 바와 같이 현상태에서 통수능력이 부족한 구조물들이 판명되었으며 이 구조물들은 추후 하천 개수 및 유역개발사업 시행시 해당지역의 여건을 재조사하여 배제시간, 배제유속 등을 결정하여 재검토하여야 할 것이다.

<표 8.3-7> 기존 배수시설물 능력검토

하천	배수시설	측 점 (No.)	안별	기존규격B(m)×H(m)×련D(㎜)×련	단면검토(㎡)			적용빈도(년)	요증설규모B(m)×H(m)×련D(㎜)×련	비고
					소요	현재	과부족			
용봉천	제1배수암거	0+25	우	1.5x1.5x2	0.03	4.50	4.47	80	-	
	제1배수통관	0+27	좌	φ500x1	0.30	0.20	-0.10	80	φ1,000x1	
	제2배수통관	1+29	우	φ800x1	0.05	0.50	0.45	80	-	
	제3배수통관	2+85	우	φ1000x1	0.05	0.79	0.74	80	-	
	제4배수통관	4+18	우	φ1000x1	0.52	0.79	0.27	80	-	
	제2배수암거	4+22	좌	1.5x1.5x1	0.96	2.25	1.29	80	-	
	제5배수통관	7+78	우	φ1000x1	0.56	0.79	0.23	80	-	
	제6배수통관	8+93	좌	φ1000x1	0.44	0.79	0.35	80	-	
	제3배수암거	10+88	좌	1.0x1.0x1	0.24	1.00	0.76	80	-	
	제7배수통관	12+37	우	φ700x1	0.75	0.38	-0.37	80	φ1,000x1	
	제4배수암거	12+49	우	2.0x2.0x2	0.75	8.00	7.25	80	-	
	제5배수암거	14+00	좌	1.5x1.5x1	0.27	2.25	1.98	80	-	
	제6배수암거	16+26	좌	1.5x2.0x2	1.42	6.00	4.58	80	-	
	제8배수통관	17+00	우	φ1000x1	0.47	0.79	0.32	80	-	
	제9배수통관	17+48	좌	φ800x1	0.19	0.50	0.31	80	-	
	제7배수암거	17+69	우	3.0x3.0x2	0.90	18.00	17.10	80	-	
	제8배수암거	19+56	좌	1.0x1.0x1	0.16	1.00	0.84	80	-	
	제9배수암거	20+11	우	1.5x1.5x2	1.96	4.50	2.54	80	-	
	제10배수통관	22+28	좌	φ800x1	0.03	0.50	0.47	80	-	
	제11배수통관	23+76	좌	φ400x1	0.08	0.13	0.05	80	-	
	제12배수통관	24+00	좌	φ600x1	0.09	0.28	0.19	80	-	
	제10배수암거	24+60	좌	2.0x2.0x1	0.91	4.00	3.09	80	-	
	제13배수통관	26+9	우	φ1000x1	0.64	0.79	0.15	80	-	
	제14배수통관	26+16	좌	φ1000x1	0.31	0.79	0.48	80	-	
	제15배수통관	28+40	우	φ900x1	0.24	0.64	0.40	80	-	
	제11배수암거	29+22	좌	2.0x2.0x2	3.74	8.00	4.26	80	-	
	제16배수통관	30+93	우	φ650x1	0.03	0.33	0.30	80	-	
	제17배수통관	31+12	우	φ1200x1	0.18	1.13	0.95	80	-	
	제12배수암거	31+62	좌	1.0x1.0x1	0.19	1.00	0.81	80	-	
	제13배수암거	32+7	우	2.0x2.0x2	1.81	8.00	6.19	80	-	
	제14배수암거	33+73	좌	2.5x2.0x2	3.87	10.00	6.13	80	-	
	제18배수통관	34+3	우	φ500x1	0.02	0.20	0.18	80	-	
	제19배수통관	34+33	우	φ500x1	0.19	0.20	0.01	80	-	
	제20배수통관	34+67	좌	φ1200x1	0.31	1.13	0.82	80	-	
	제21배수통관	36+81	우	φ1000x1	0.26	0.79	0.53	80	-	
	제22배수통관	37+28	좌	φ1000x1	0.28	0.79	0.51	80	-	
	제15배수암거	39+00	좌	2.5x2.1x1	1.24	5.25	4.01	80	-	
	제23배수통관	40+45	좌	φ1200x1	0.08	1.13	1.05	80	-	
	제16배수암거	41+55	우	2.0x2.0x1	1.69	4.00	2.31	80	-	
	제17배수암거	42+50	우	2.0x2.0x2	1.57	8.00	6.43	80	-	
	제24배수통관	42+73	좌	φ1200x1	0.51	1.13	0.62	80	-	
	제25배수통관	44+93	우	φ600x1	0.97	0.60	-0.37	80	φ1,200x1	
	제18배수암거	46+91	좌	3.0x1.5x1	2.38	4.50	2.12	80	-	
	제19배수암거	47+27	좌	3.0x1.5x1	1.34	4.50	3.16	80	-	
	제26배수통관	47+46	우	φ800x1	0.19	0.50	0.31	80	-	

<표 8.3-7 계속> 기존 배수시설물 능력검토

하천	배수시설	측 점 (No.)	안별	기존규격B(m)×H(m)×련D(㎜)×련	단면검토(㎡)			적용빈도(년)	요증설규모B(m)×H(m)×련D(㎜)×련	비고
					소요	현재	과부족			
용봉천	제27배수통관	49+12	좌	φ600x1	0.06	0.28	0.22	80	-	
	제28배수통관	49+88	좌	φ800x1	0.35	0.50	0.15	80	-	
	제29배수통관	51+17	우	φ600x1	0.49	0.28	-0.21	80	φ1,000x1	
	제30배수통관	54+22	우	φ500x1	0.29	0.20	-0.09	80	φ800x1	
	제20배수암거	54+77	좌	3.0x2.0x1	4.16	6.00	1.84	80	-	
	제21배수암거	55+48	좌	2.5x2.0x2	1.17	10.00	8.83	80	-	
	제31배수통관	56+66	우	φ1000x1	0.05	1.00	0.95	80	-	
	제22배수암거	57+43	우	1.5x1.0x1	0.65	1.50	0.85	80	-	
	제23배수암거	58+52	우	2.5x2.5x2	5.35	12.50	7.15	80	-	
	제32배수통관	60+58	우	φ500x1	0.05	0.20	0.15	80	-	
	제33배수통관	61+83	좌	φ600x1	0.12	0.28	0.16	80	-	
	제34배수통관	62+18	우	φ800x1	0.12	0.50	0.38	80	-	
	제35배수통관	62+46	좌	φ1000x1	0.28	0.79	0.51	80	-	
	제24배수암거	64+82	좌	1.5x1.2x1	0.67	1.80	1.13	80	-	
	제36배수통관	65+65	우	φ900x1	0.04	0.64	0.60	80	-	
	제25배수암거	66+36	좌	1.5x1.2x1	0.42	1.80	1.38	80	-	
	제37배수통관	66+82	우	φ600x1	0.07	0.28	0.21	80	-	
	제38배수통관	67+41	우	φ600x1	0.23	0.28	0.05	80	-	

④ 하상유지시설 (보·낙차공)

- 보 및 하상 유지시설

하상유지시설이란 하천의 종단과 횡단형상을 유지하기 위해 설치하는 하천시설물로서 설치 목적은 다음과 같다.

· 하상세굴의 방지 : 하천의 인위적 유로변경(첩수로, 방수로)이나 하류부의 대규모 준설공사시에는 하상경사와 하천 폭의 변화에 의해 유속이 증가하여 소류력이 증대하게 되고, 그로 인해 하상평형이 파괴되어 하상이 세굴 될 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 설치

· 하상저하의 방지 : 댐과 같은 구조물이 상류에 설치되면 토사공급이 감소되어 하상이 감소하게 되므로 이를 방지하기 위하여 설치

· 국부세굴의 방지 : 만곡부 등에서 발생하는 국부적인 세굴에 대한 대책으로 설치

· 구조물의 보호 : 유속을 감소시킴으로서 교각등의 하천구조물을 보호하고 고수부지의 세굴을 방지

금회 과업하천인 용봉천에 설치되어 있는 하상유지시설(낙차공, 보)의 노후화 및 파손정도를 현지조사를 통하여 파악하고 금회 개수계획과 연계하여 개수, 확장 및 철거여부 등을 결정하였다. 금회 조사된 하상유지시설은 총 10개소이며, 이들 시설물의 대부분은 감세공이 설치되어 있지 않아 하상의 세굴이 진행 중이며 어도 또한 설치되어 있지 않아 하천생태계의 단절을 초래하는 것으로 나타났다. 금회 시설물 조사 결과 및 개수 계획은 <표 8.3-8>과 같다.

<표 8.3-8> 보 및 하상 유지시설

하천명	구조물명	측점(No.)	현상태	설치계획	비고
용봉천	어경보	0+40.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	종자보	4+50.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	서력보	20+20.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	봉신보	32+50.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	제1낙차공	50+77.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	상하보	54+16.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	중계보	56+65.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제2낙차공	62+75.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제3낙차공	64+23.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제4낙차공	66+71.70	불량	철거후신설(어도설치)	계단식

- 물받이 및 바닥보호공

보의 직하류는 월류하는 강한 흐름에 의해서 하류하상이 심한 침식작용을 받게 되는데 이러한 침식작용으로부터 보 및 낙차공을 보호하기 위해 물받이를 설치하며 철근콘크리트 구조로 하는 것을 원칙으로 한다. 일반적으로 물받이만으로 세굴방지를 도모하는 것보다 바닥보호공을 병용하여 설치하는 것이 좋다.

물받이의 파괴는 물받이 길이의 부족으로 인해서 발생하는 경우가 많으며, 그 판단의 범위가 넓고 같은 조건에서도 큰 오차가 생길 수 있다. 하류측 물받이 길이 설계는 Bligh 공식 또는 건설부 국립건설시험소에서 제안한 공식을 이용하며 본 검토에서는 Bligh 공식을 사용하여 검토하였다.

바닥보호공은 유속을 약화시켜 하상의 세굴을 방지하고 보의 본체 및 물받이를 보호하기 위해서 설치하며 일반적으로 이용되고 있는 재료는 콘크리트 블록, 사석, 돌망태 등이 있다. 바닥보호공은 가능하면 조도가 다른 2종류 이상의 재료를 사용하여 유속을 서서히 감소시켜 흐름을 원활하게 하는 것이 바람직하다. 바닥보호공의 길이는 Bligh 공식을 사용하여 산정하였으며, 검토 결과는 <표 8.3-9>와 같다.

<표 8.3-9> 물받이 및 바닥보호공 검토

하천	구조물	측점 (No.)	물받이길이(m)			바닥보호공길이(m)			물 받 이 바닥보호공 필요여부	비 고
			기존	소요	증설	기존	소요	증설		
용봉천	어경보	0+40.80	5.1	8.0	2.9	-	13.0	13.0	물받이, 바닥보호공	
	종자보	4+50.80	7.3	7.0	-	-	10.0	10.0	바닥보호공	
	서력보	20+20.00	-	6.0	6.0	-	6.0	6.0	물받이, 바닥보호공	
	봉신보	32+50.00	-	5.0	5.0	-	5.0	5.0	물받이, 바닥보호공	
	제1낙차공	50+77.00	-	4.0	4.0	-	3.0	3.0	물받이, 바닥보호공	
	상하보	54+16.60	-	5.0	5.0	-	5.0	5.0	물받이, 바닥보호공	
	중계보	56+65.00	-	5.0	5.0	-	5.0	5.0	물받이, 바닥보호공	
	제2낙차공	62+75.00	-	4.0	4.0	-	2.0	2.0	물받이, 바닥보호공	
	제3낙차공	64+23.60	-	4.0	4.0	-	2.0	2.0	물받이, 바닥보호공	
	제4낙차공	66+71.70	-	3.0	3.0	-	2.0	2.0	물받이, 바닥보호공	

⑤ 교량 등 기타 시설물

- 기설교량의 여유고 검토

교량은 하천횡단 구조물로서 유수에 안전하기 위해서는 홍수위에 대한 충분한 여유고를 확보하여야 하며, 유수소통에 지장이 없도록 계획하폭 및 계획홍수량에 대응하는 교량 연장이 필요하다. 금회 과업에서 계획홍수위와 교각이나 교대에서 교량 상부구조를 받치고 있는 교좌장치 하단부의 높이와 계획홍수량에 따른 계획하폭 및 경간장의 기준을 다음의 <표 8.3-10> ~ <표 8.3-11>을 참고하여 검토하였다.

<표 8.3-10> 계획 홍수량에 따른 교량여유고

계획홍수량 (m³/s)	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, 2009, p.333

<표 8.3-11> 계획 홍수량에 따른 경간장

계획홍수량 (m³/s)	경간길이 (m)	비 고
500 미만 ~ 하천폭 30m 미만일 경우	12.5 이상	
500 미만 ~ 하천폭 30m 이상일 경우	15.0 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	20.0 이상	
2,000 이상	L=20+0.005Q (70m 이하)	L : 경간장(m)
주운을 고려해야 할 경우	주운에 필요한 최소 경간장 이상	Q : 계획홍수량(m³/s)

주) 하천설계기준·해설, 2009, p.583

상기에서 기술한 능력검토 기준에 의거하여 교량의 능력을 검토한 결과, 계획 홍수량과 계획홍수위에 대하여 경간장 부족교량이 2개소, 연장 및 경간장 부족 교량 4개소, 경간장 및 여유고 부족교량이 2개소로 검토되어 금회 하천개수계획과 연계하여 8개소의 교량이 개수가 필요한 것으로 조사되었으며, 검토한 내용은 <표 8.3-12>와 같다. 상기 검토결과에 따라 개선이 필요한 교량은 추후 제방공사 시행과 연계하여 계획홍수위 및 제방고를 감안하여 개선하도록 하여야 할 것이다.

<표 8.3-12> 기설교량 홍수소통 능력검토

하천	교량	측점 (No.)	연장 검토		경간장 검토		여유고 검토			검토 결과			비고
			교량연장 (m)	계획하폭 (m)	기존경간장 (m)	소요경간장 (m)	교량저고 (EL.m)	계획홍수위 (EL.m)	여유고 (m)	연장	경간장	형하고	
용봉교	장항선교	4+74.7	150.0	55.0	17.7	15.0	27.0	21.15	5.85	O.K	O.K	O.K	
	내덕교	8+82.5	40.8	55.0	14.9	15.00	22.76	21.87	0.89	O.K	N.G	O.K	
	서력교	20+76.2	60.4	51.0	29.0	15.00	27.06	25.46	1.60	O.K	O.K	O.K	
	봉신교	33+63.4	42.0	42.0	14.0	15.00	29.90	30.87	-0.97	O.K	N.G	N.G	
	봉신1교	34+24.3	58.1	58.1	16.0	15.00	33.12	31.10	2.02	O.K	O.K	O.K	
	용봉교	47+34.7	39.0	35.0	12.6	15.00	35.35	35.11	0.24	O.K	N.G	N.G	
	중계교	57+18.5	38.4	35.0	6.8	12.50	41.29	39.50	1.79	O.K	N.G	O.K	
	중계1교	61+51.5	7.6	30.0	3.8	12.50	42.86	41.28	1.58	N.G	N.G	O.K	
	동막3교	64+78.0	11.5	21.0	2.8	12.50	45.83	44.78	1.05	N.G	N.G	O.K	
	동막1교	66+30.5	7.5	21.0	3.8	12.50	47.49	46.20	1.29	N.G	N.G	O.K	
	동막2교	69+8.3	3.65	21.0	-	-	50.33	49.16	1.17	N.G	N.G	O.K	

- 교각주변 세굴 검토

기존 교량에서의 세굴검토를 통하여 교각기초의 세굴에 대한 위험성 여부 및 세굴방지대책의 수립과 장래 교량의 안전한 유지관리 기준을 제시하기 위하여 세굴검토를 실

시하였다. 교각의 국부세굴 공식은 CSU, Neill, Froehlich, Jainv & Fisher, Laursen, Melville의 6가지 방법으로 검토하였으며, 『하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)』, 『하천횡단구조물의 세굴안전진단 시스템의 개발(1997. 건설교통부)』과 미연방도로청(FHWA)에서 추천하고, HEC-18 및 HEC-RAS에서 실측자료를 가장 잘 대표하는 것으로 알려져 있는 CSU(Colorado State University)공식을 채택하였다.

□ 세굴심

◦ CSU (Colorado State University) 공식

$$\frac{y_s}{y_1} = 2.0\ K_1 K_2 K_3 K_4 \left(\frac{a}{y_1}\right)^{0.65} F_{y1}^{0.43} \qquad \text{<식 8.3-4>}$$

여기서 ys : 세굴심(m)

y1 : 교각 직상류부에서의 수심(m)

K1 : 교각전면부 형상에 대한 보정계수

K2 : 흐름의 유입각에 대한 보정계수

K3 : 하상조건에 대한 보정계수

K4 : 하상재료에 대한 보정계수

a : 교각의 폭(m)

F_{y1} : 프루드수 = $V_1/(gy_1)^{1/2}$

V1 : 교각직상류부에서의 평균유속(m/s)

<표 8.3-13> 교각형상에 대한 보정계수

교각의 형태	보정계수 K1
(a) 사각형 선단	1.1
(b) 둥근 선단	1.0
(c) 원형 선단	1.0
(d) 뾰족한 선단	0.9
(e) 원형그룹 교각	1.0

<표 8.3-14> 흐름의 접근각에 대한 보정계수

각 도	보정계수 K2		
	L/a=4	L/a=8	L/a=12
0	1.0	1.0	1.0
15	1.5	2.0	2.5
30	2.0	2.75	3.5
45	2.3	3.3	4.3
90	2.5	3.9	5.0

주) a= 교각폭(m), L=교각의 길이

<표 8.3-15> 하상의 조건에 대한 평형 교각세굴심의 증가계수(K3)

교각의 형태	사구높이 H(ft)	K3
정지상세굴	없음	1.1
평면하상및역사구	없음	1.1
작은사구	3 > H > 0.6	1.1
중간사구	9 > H > 3	1.1 ~ 1.2
큰 사 구	H > 9	1.3

<표 8.3-16> 하상재료의 크기에 대한 보정계수(K4)

종 류	D50(㎜)	D90/D50 ≥	최대유속	K4
모 래	< 2.0	-	-	1.0
자 갈	2 ~ 32	-	-	1.0
자 갈	32 ~ 64	4 ~ 3	V1≤0.7Vc	0.95
조 약 돌	64 ~ 250	3 ~ 2	V1≤0.8Vc	0.90
조 약 돌	250 ~ 500	2 ~ 1	V1≤0.8Vc	0.85
조 약 돌	> 500	1	V1≤0.9Vc	0.80

주) Vc는 D90입경을 사용하여 아래의 식으로 산정한다.

$$Vc = \frac{K_S^{1/2}\,(S_S-1)^{1/2}\,D^{1/2}\,y^{1/6}}{n} \qquad \text{<식 8.3-5>}$$

여기서 Vc : 하상재료 크기 D이하가 운송될 한계속도(m/s)

Ks : Sheild parameter

Ss : 하상재료의 비중

y : 수심(m)

D : Vc에 대한 입자 크기(m)

n : Manning의 조도계수

□ 세굴공의 폭

비점착성인 하상물질에서 교각이나 푸팅의 한쪽편으로 잰, 세굴공의 상부폭은 다음 식으로 추정될 수 있다.

$$W = ys\ (K+\cot\theta) \qquad \text{<식 8.3-6>}$$

여기서 W : 교각이나 푸팅의 한쪽편으로 잰 세굴공의 상부폭

ys : 세굴심 (m)

K : 세굴공의 바닥넓이 = ys

θ : 하상물질의 안식각 (θ= 30～44°)

세굴공의 바닥폭이 세굴심 ys와 같으면(K=1), 비점착성 모래에서 상부폭은 2.07～2.80ys이다. K=0으로 극한상태일때는 상부폭이 1.07～1.08ys이다.

이와 같은 상부폭은 1.0～2.8ys의 범위에 있고 세굴공의 바닥폭과 하상물질의 구성에 따라 달라지며 일반적으로 세굴공이 깊으면 깊을수록 바닥폭은 더 작아진다. 금번 검토에서 K=0.5, θ=35°를 적용하여 세굴공의 상부폭을 추산하였으며 각 실험식에 의한 각 공식별 최대 세굴심도 및 상부폭은 <표 8.3-17>의 내용과 같다.

<표 8.3-17> 세굴심 및 세굴공폭

하천	교량	측점 (No.)	세굴심도 (m)							세굴공폭 (m)	비고
			C.S.U	Neil	Froehlich	Jainv&Fisher	Laursen	Melville	채택		
용봉천	장항선교	4+74.7	4.81	4.45	4.34	4.55	4.43	4.28	4.81	9.27	
	내덕교	8+82.5	2.10	1.94	1.53	1.90	1.84	1.89	2.10	4.04	
	서력교	20+76.2	4.72	3.72	3.59	4.14	4.26	4.34	4.72	9.09	
	봉신교	33+63.4	2.04	1.83	1.48	1.84	1.56	1.67	2.04	3.94	
	봉신1교	34+24.3	2.16	2.13	1.75	2.04	1.94	1.87	2.16	4.17	
	용봉교	47+34.7	3.07	2.83	2.51	2.85	2.77	2.85	3.07	5.91	
	중계교	57+18.5	3.19	2.62	2.45	2.84	2.92	2.93	3.19	6.15	

이상에서와 같이 용봉천 교량 교각부의 국부세굴심과 세굴공폭을 산정하였다. 따라서 이러한 결과를 참고로 추후 수행되는 실시설계에서는 계획대상 교량부의 하상상태와 지반조건을 면밀히 조사하여 적절한 세굴심과 세굴공폭을 산정하여야 한다.

- 세굴방지 대책

교각주위의 하상안정을 고려하여 적용될 수 있는 일반적인 세굴방지 공법으로는 교각주위에 사석을 부설하는 공법으로 사석보호공은 수중 작업시에도 시공이 용이하며, 굴요성이 좋아 하상변동 및 포설 단부에서 세굴이 발생할 경우에도 안정성이 높고 보수가 용이한 특징이 있다. 그러나 추후 실시설계 단계에서는 경제성 및 현지여건에 따른 시공성, 재료구득의 용이 등을 종합적으로 고려하여 적절한 보호공법을 선정하여야 한다.

사석공의 중량산정은 Isbash 공식과 미연방도로청(FHWA)의 추천공식인 Richardson 공식을 사용하여 산정하였다.

□ Isbash 공식

$$W = \frac{\pi \gamma_r V^6}{48 g Y^2 (\gamma_r - 1)^3 (\cos\alpha - \sin\alpha)^3} \quad <식\ 8.3-7>$$

$$D = \frac{V^2}{2 g Y^2 (\gamma_r - 1)(\cos\alpha - \sin\alpha)} \quad <식\ 8.3-8>$$

여기서 W : 사석의 중량(ton)

D : 사석의 대표입경(m)

γ_r : 사석의 비중 (2.65t/㎥)

V : 사석 주변에서의 유속 (m/s)

g : 중력가속도 (m/s2)

α : 사면의 경사각 (α=0°)

Y : Iabash 정수

파묻힌 돌 : 1.20

노출된 돌 : 0.86

따라서 사석중량(W) 및 대표입경(D)는

$$W = \frac{\pi \times 2.65 \times (V)^6}{48 \times (9.8)^3 \times (0.86)^6 \times (2.65-1)^3 \times (\cos 0^\circ - \sin^\circ 0)}$$

$$= 1.01399 \times 10^{-4} \times V^6 \quad <식\ 8.3-9>$$

$$D = \frac{(V)^2}{2 \times 9.8 \times (0.86)^2 \times (2.65-1) \times (\cos 0^\circ - \sin 0^\circ)} = \frac{V^2}{23.918664} \quad <식\ 8.3-10>$$

□ Richardson

$$D_{50} = \frac{0.692\,(KV)^2}{2g\left(\frac{\gamma_r - \gamma}{\gamma}\right)} = \frac{0.692\,(KV)^2}{2g(\gamma_r - \gamma)} \quad <식\ 8.3-11>$$

$$W = 4/3\pi\gamma^3 \times \gamma_r = 0.5236\, D_{50}^3 \times \gamma_r \quad <식\ 8.3-12>$$

여기서 D50 : 사석 중앙입경 (m)

W : 사석중량 (t)

K : 교각형상계수 (원형 : 1.5, 사각형 1.7)

γ_r : 사석 비중 (2.65t/㎥)

γ : 물의 비중 (1.0t/㎥)

g : 중력가속도 (m/s2)

<표 8.3-18> 각 교량별 사석중량(W) 및 사석직경(D)

하천	교 량	유 속 (m/s)	사석직경 (m/개당)		사석중량 (kg/개당)		비 고
			Isbash	Richardson	Isbash	Richardson	
용봉천	장항선교	2.54	0.20	0.31	88.86	330.52	
	내덕교	2.27	0.16	0.25	45.44	173.35	
	서력교	3.34	0.34	0.54	436.06	1,747.01	
	봉신교	2.19	0.15	0.23	37.44	134.99	
	봉신1교	1.72	0.09	0.14	8.09	30.44	
	용봉교	2.20	0.15	0.23	37.44	134.99	
	중계교	2.67	0.22	0.34	118.14	436.06	

(2) 하천시설물 설치 방향

하도란 제방 또는 하안과 하상으로 구성되어 있는 부분으로 계획홍수량 및 유하물을 함께 소통시켜야 하므로 그 기능이 영구히 지속되고 안전하도록 계획하여야 하는 것으로서 본 하천정비기본계획에서는 다음의 사항에 입각하여 제방, 호안, 배수문 등을 계획하였다.

- 하천개수계획을 수립하면서

• 계획홍수량의 안정적 소통을 위한 통수단면의 확보

• 가급적 현 유로선형을 유지

- 주변 환경과 조화를 고려한 축제계획
- 하도특성(수변환경, 소류력 등)에 부합하는 호안공법
- 안정하도를 고려한 하도계획을 수립
- 타관련계획과의 연계성, 수변환경, 공간정비계획 등을 고려하여 하천개수계획을 수립하였으며 각 하천별 구간별 현황 및 정비계획을 수립

(가) 개수를 요하는 계획구간을 현지조사 및 수리·수문검토에 의해 결정

(나) 현지조사 및 본 계획시 작성된 1/25,000 지형도와 상·하류의 지형 등 현지조사를 통하여 개수계획지구의 계획법선 결정

(다) 하도의 종·횡단형을 계획

(가) 제방 및 호안

1) 제방 및 호안 계획

제방 및 호안계획을 수립하기 위해 전구간을 대상으로 조사를 실시한 결과 용봉천 구간은 주로 수해복구 차원에서 부분적인 정비사업이 실시된 것으로 나타났으며 제방 및 호안은 대부분 그 피해가 반복되는 부분이 많으므로 하천정비계획 차원에서 하도 단면의 확보 등 근본적인 예방사업을 수행하여야 하는 것으로 조사되었다.

개수계획은 금회 홍수위 계산결과 하폭부족으로 인하여 수위의 상승 및 유속이 증가하는 지역은 확폭계획을 수립하였으며 기설제방고와 금회 계산된 계획홍수위를 비교한 결과 여유고가 부족한 구간은 증고계획을 현장조사결과 및 수리특성을 고려하여 무제부 구간 및 호안설치를 필요로 하는 구간은 고수호안 계획을 수립하였다.

과업하천의 시설물 설치계획은 원활한 홍수소통, 안정하도 유지, 하도의 일정수심유지, 쾌적한 환경 조성등이 종합적으로 고려된 증고 단면을 선정하였으며 제방 및 호안 계획 지구는 <표 8.3-19>과 같고 보축 지구는 <표 8.3-20>와 같다.

<표 8.3-19> 제방 및 호안계획 지구

하천	지 구 명	위 치	안별	구 간 (No.)	연장 (m)	시설개요	비고
용봉천	용봉축제 우1지구	홍성군 홍성읍 내법리	우	No.0+40~No.20+35.0	1,995.0	개수,확폭	
	용봉축제 우2지구	홍성군 홍북면 봉신리, 상하리, 중계리	우	No.35+0.0~No.37+80.0	3,280.0	〃	
	용봉축제 좌1지구	홍성군 홍성읍 내법리 홍성군 홍북면 내덕리	좌	No.0+40~No.20+35.0	1,995.0	〃	
	용봉축제 좌2지구	홍성군 홍북면 상하리, 중계리	좌	No.47+0.0~No.59+90.0	1,290.0	〃	
	용봉축제 좌3지구	홍성군 홍북면 중계리	좌	No.60+10~No.67+80	770.0	〃	
	소 계	5개소			9,330.0		

<표 8.3-20> 보축지구

하천	지 구 명	위 치	안별	구 간 (No.)	연장 (m)	시설개요	비고
용봉천	용봉보축 우1지구	홍성군 홍성읍 내법리 홍성군 홍북면 봉신리	우	No.25-90.0~No.34+15.0	825.0	-	
	소 계	1개소			825.0		

2) 계획지구의 현황 및 정비계획

① 용봉축제우1지구(No. 0+40 ~ No. 20+35, L=1,995.0m)

○ 현황

본 지구는 서력교 직하류부 구간으로서 하상경사가 1/266정도로 완만한 경사를 보이며 하상은 실트 및 모래 등으로 구성되어 있다. 하상에 초목으로 잡종지가 형성되어 있으며, 제내지는 경지정리된 농경지가 조성되어 있다.

○ 정비계획

금회 계획구간은 수리적으로 안정되고 유수의 원활한 소통을 위하여 선형을 개량하는 축제계획을 수립하여 자연스러운 평면선형을 유도하였으며 현재의 하상 및 식생은 절취하지 않고 그대로 존치토록 하였다.

② 용봉축제우2지구(No. 35+0 ~ No. 67+80, L=3,280.0m)

○ 현황

본 지구는 봉신1교 상류에서 과업시점까지의 구간으로서 하상경사가 1/182정도로 완만한 경사를 보이며 하상은 실트 및 모래, 자갈 등으로 구성되어 있다. 하상에 초목으로 잡종지가 형성되어 있으며, 제내지는 경지정리된 농경지가 조성되어 있다.

○ 정비계획

금회 계획구간은 수리적으로 안정되고 유수의 원활한 소통을 위하여 선형을 개량하는 축제계획을 수립하여 자연스러운 평면선형을 유도하였으며 현재의 하상 및 식생은 절취하지 않고 그대로 존치토록 하였다.

③ 용봉축제좌1지구(No. 0+40 ~ No. 20+35, L=1,995.0m)

○ 현황

본 지구는 서력교 직하류부 구간으로서 하상경사가 1/266정도로 완만한 경사를 보이며 하상은 실트 및 모래 등으로 구성되어 있다. 하상에 초목으로 잡종지가 형성되어 있으며, 제내지는 경지정리된 농경지가 조성되어 있다.

○ 정비계획

금회 계획구간은 수리적으로 안정되고 유수의 원활한 소통을 위하여 선형을 개량하는 축제계획을 수립하여 자연스러운 평면선형을 유도하였으며 현재의 하상 및 식생은 절취하지 않고 그대로 존치토록 하였다.

④ 용봉축제좌2지구(No. 47+0 ~ No. 59+90, L=1,290.0m)

○ 현황

본 지구는 동막천 합류부에서 용봉교 상류구간으로서 하상경사가 1/201정도로 완만한 경사를 보이며 하상은 실트 및 모래, 자갈 등으로 구성되어 있다. 하상에 초목으로 잡종지가 형성되어 있으며, 제내지는 경지정리된 농경지가 조성되어 있다.

○ 정비계획

금회 계획구간은 수리적으로 안정되고 유수의 원활한 소통을 위하여 선형을 개량하는 축제계획을 수립하여 자연스러운 평면선형을 유도하였으며 현재의 하상 및 식생은 절취하지 않고 그대로 존치토록 하였다.

⑤ 용봉축제좌3지구(No. 60+10 ~ No. 67+80, L=770.0m)

○ 현황

본 지구는 과업시점에서 동막천 합류부 구간으로서 하상경사가 1/108정도로 완만한 경사를 보이며 하상은 실트 및 모래, 자갈 등으로 구성되어 있다. 하상에 초목으로 잡종지가 형성되어 있으며, 제내지는 경지정리된 농경지가 조성되어 있다.

○ 정비계획

금회 계획구간은 수리적으로 안정되고 유수의 원활한 소통을 위하여 선형을 개량하는 축제계획을 수립하여 자연스러운 평면선형을 유도하였으며 현재의 하상 및 식생은 절취하지 않고 그대로 존치토록 하였다.

⑥ 용봉보축우1지구(No. 25+90 ~ No. 34+15, L=825.0m)

○ 현황

본 지구는 봉신1교하류 구간으로서 하상경사가 1/188정도로 완만한 경사를 보이며 하상은 실트 및 모래, 자갈 등으로 구성되어 있다. 하상에 초목으로 잡종지가 형성되어 있으며, 제내지는 경지정리된 농경지가 조성되어 있다.

○ 정비계획

금회 계획구간은 수리적으로 안정되고 유수의 원활한 소통을 위하여 선형을 개량하는 축제계획을 수립하여 자연스러운 평면선형을 유도하였으며 현재의 하상 및 식생은 절취하지 않고 그대로 존치토록 하였다.

3) 제방 표준단면

제방 표준단면은 하천의 종류, 축제재료, 토질상황, 제방의 중요도, 타 목적 겸용여부, 홍수의 지속기간 등 여러가지 요소를 고려하고 침윤 및 활동, 홍수 월류량에 대해서도 안전하도록 결정하여야 한다. 제방의 제정 폭, 여유고, 비탈경사, 소단(턱)에 대하여 검토한 내용은 다음과 같다.

가) 제방의 구조

하천제방은 특수한 경우를 제외하고는 거의 대부분이 토제로 축조되나, 밀집 주거지를 관류하는 경우 등은 시가지 기능과 아울러 제방용지 구득의 난이도, 하천환경보전

측면, 타목적 겸용(강변도로), 경제성 등에 대해서도 충분히 검토하여 특수제인 옹벽공 축조 등도 고려해서 제방의 구조를 선택하여야 할 것이다. 본 과업에서는 제내지의 특성에 따라 구간별로 토제 및 특수제로 계획하였다.

① 제정폭(둑마루폭)

제방의 제정폭은 제체의 안정과 차후 그 제방의 이용, 중요도 등에 의하여 정해지며 또한 제정폭은 제방면에 미치는 영향이 크므로 충분한 검토를 행하여야 한다. 『하천설계기준·해설 (2009, 설계편, p.335)』 에 의하면 제정폭의 설계기준은 <표 8.3-21>에 나타난 바와 같으며 이를 기준으로 계획하였다.

<표 8.3-21> 제정(둑마루) 폭

계 획 홍 수 량 (㎥/s)	제 정 폭 (m)
200 미만	4.0 이상
200 이상 ~ 5,000 미만	5.0 이상
5,000 이상 ~ 10,000 미만	6.0 이상
10,000 이상	7.0 이상

주) 하천설계기준·해설, 2009, p.335

상기 <표 8.3-21>에 의한 제정폭은 표준으로 취한 값으로 차후 사업시행시 제방 이용목적, 개수지구의 특성에 따라 적절한 고려가 있어야 한다.

<표 8.3-22> 계획 제정폭

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (m^3/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		제정폭 (m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.0	-	-	380	20.37	126	-	21.78	21.87	-	-	
	+34	34.0	34.0	380	20.40	57	-	21.56	21.88	35.0	6.8	
	+39.1	5.1	39.1	380	20.41	56	-	21.56	21.81	13.4	4.6	
	+40.8	1.7	40.8	380	20.41	56	-	21.56	21.53	8.2	5.0	어경보
	NO.1	59.2	100.0	380	20.47	43	55	21.28	21.38	6.0	5.0	
	NO.2	100.0	200.0	380	20.57	43	55	21.43	21.46	6.0	5.0	
	NO.3	100.0	300.0	380	20.68	44	55	21.78	21.64	6.0	5.0	
	NO.4	100.0	400.0	380	20.78	44	55	21.77	22.02	6.0	5.0	
	+47.8	47.8	447.8	380	21.08	46	55	22.30	22.41	-	-	
	+50	2.2	450.0	380	21.09	46	55	22.43	22.41	-	-	
	+50.8	0.8	450.8	380	21.10	46	55	22.35	22.43	6.0	5.0	종자보
	+74.7	23.9	474.7	380	21.15	46	55	22.60	22.29	6.0	5.0	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	380	21.19	46	55	22.60	22.29	6.0	5.0	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	380	21.21	45	55	22.60	22.29	6.0	5.0	
	NO.6	100.0	600.0	380	21.38	45	55	22.64	22.72	6.0	5.0	
	NO.7	100.0	700.0	380	21.55	46	55	22.95	22.97	6.0	5.0	
	NO.8	100.0	800.0	380	21.73	45	55	23.04	23.17	6.0	5.0	
	+82.5	82.5	882.5	380	21.87	45	55	22.98	22.97	-	-	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	380	21.90	50	55	23.25	23.12	6.0	5.0	
	NO.10	100.0	1,000.0	380	22.07	53	55	23.54	23.02	6.0	5.0	
	NO.11	100.0	1,100.0	380	22.29	60	-	23.79	23.31	6.0	5.0	
	NO.12	100.0	1,200.0	380	22.43	62	-	24.10	23.78	6.0	5.0	
	NO.13	100.0	1,300.0	380	22.57	58	-	24.12	24.01	6.0	5.0	
	NO.14	100.0	1,400.0	380	22.72	50	-	24.19	24.33	6.0	5.0	
	NO.15	100.0	1,500.0	380	22.86	51	-	24.70	24.52	6.0	5.0	
	NO.16	100.0	1,600.0	380	23.08	51	-	24.82	24.80	6.0	5.0	
	NO.17	100.0	1,700.0	380	23.31	52	-	25.03	25.11	6.0	5.0	
	NO.18	100.0	1,800.0	340	23.62	52	-	25.33	25.18	6.0	5.0	
	NO.19	100.0	1,900.0	340	24.14	50	-	25.69	25.53	6.0	5.0	
	NO.20	100.0	2,000.0	340	24.27	52	-	26.21	25.87	6.0	5.0	
	+76.2	76.2	2,076.2	340	25.46	51	-	29.48	27.77	-	-	서력교

<표 8.3-22> 계획 제정폭(계속)

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		제정폭 (m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.21	23.8	2,100.0	340	25.54	53	-	29.15	27.38	4.0	13.2	
	NO.22	100.0	2,200.0	340	26.14	62	-	27.59	27.24	4.0	13.6	
	NO.23	100.0	2,300.0	340	26.24	51	-	27.65	27.47	3.0	4.6	
	NO.24	100.0	2,400.0	340	26.55	47	-	28.06	27.73	3.0	3.0	
	NO.25	100.0	2,500.0	340	26.97	46	-	28.14	28.02	4.0	3.0	
	NO.26	100.0	2,600.0	340	27.26	45	-	28.69	28.37	6.0	3.0	
	NO.27	100.0	2,700.0	340	27.63	45	-	28.86	28.72	6.0	3.0	
	NO.28	100.0	2,800.0	340	27.94	45	-	29.14	28.85	6.0	3.0	
	NO.29	100.0	2,900.0	340	28.21	44	-	29.39	29.15	6.0	3.2	지동천
	NO.30	100.0	3,000.0	270	28.82	44	-	29.80	29.40	6.0	3.0	
	NO.31	100.0	3,100.0	270	28.94	44	-	30.03	29.69	6.0	3.2	
	NO.32	100.0	3,200.0	270	29.22	47	-	30.94	30.50	6.0	4.0	
	NO.33	100.0	3,300.0	270	30.00	43	-	32.00	31.20	6.0	3.6	솔미천
	+63.4	63.4	3,363.4	220	30.87	42	-	31.80	31.75	-	-	봉신교
	NO.34	36.6	3,400.0	220	31.06	62	-	32.01	30.31	6.0	-	
	+24.3	24.3	3,424.3	220	31.09	58	-	34.22	34.35	-	-	봉신1교
	NO.35	75.7	3,500.0	220	31.17	48	-	32.43	31.43	6.0	9.8	
	NO.36	100.0	3,600.0	220	31.29	44	45	32.32	31.85	6.0	9.0	
	NO.37	100.0	3,700.0	220	31.40	44	45	32.74	32.23	6.0	6.4	
	NO.38	100.0	3,800.0	220	31.57	41	45	32.89	32.64	6.0	6.0	
	NO.39	100.0	3,900.0	220	31.74	44	45	33.14	32.89	6.0	7.4	하산천
	NO.40	100.0	4,000.0	200	31.91	43	45	33.48	33.19	6.0	8.4	
	NO.41	100.0	4,100.0	200	32.16	38	-	33.73	33.15	6.0	9.2	
	NO.42	100.0	4,200.0	200	32.40	36	-	34.12	33.87	6.0	7.4	
	NO.43	100.0	4,300.0	200	32.81	33	35	34.40	34.33	6.0	8.2	
	NO.44	100.0	4,400.0	200	33.22	31	35	34.93	34.72	6.0	8.4	
	NO.45	100.0	4,500.0	200	33.63	31	35	35.14	35.34	6.0	8.8	
	NO.46	100.0	4,600.0	200	34.04	31	35	35.48	34.85	6.0	9.4	
	NO.47	100.0	4,700.0	175	34.50	34	35	36.20	35.54	4.0	6.0	
	+34.7	34.7	4,734.7	175	34.66	34	35	35.34	35.71	-	-	용봉교
	NO.48	65.3	4,800.0	175	34.96	27	35	35.72	35.76	4.0	6.0	
	NO.49	100.0	4,900.0	175	35.32	24	35	36.08	36.34	4.0	6.0	
	NO.50	100.0	5,000.0	175	35.68	25	35	37.46	36.57	4.0	6.0	
	+76	76.0	5,076.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	-	-	
	+77	1.0	5,077.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	6.0	5.0	제1낙차공
	N1.51	23.0	5,100.0	175	36.02	26	35	37.27	36.81	4.0	6.0	
	NO.52	100.0	5,200.0	175	36.37	28	35	37.52	36.90	4.0	6.0	
	NO.53	100.0	5,300.0	175	36.71	26	35	38.29	37.92	4.0	6.0	
	NO.54	100.0	5,400.0	175	37.16	26	35	38.41	38.11	4.0	6.0	
	+15.7	15.7	5,416.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	-	-	
	+16.6	0.9	5,417.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	4.0	6.0	상하보
	NO.55	83.4	5,500.0	175	37.61	21	35	40.10	39.42	4.0	6.0	

<표 8.3-22> 계획 제정폭(계속)

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		제정폭 (m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.56	100.0	5,600.0	175	38.08	23	35	40.13	39.68	4.0	6.0	
	+64	64.0	5,664.0	175	38.39	22	35	40.68	39.65	-	-	
	+65	1.0	5,665.0	175	38.62	22	35	40.68	39.65	6.0	5.0	중계보
	NO.57	35.0	5,700.0	175	39.22	22	35	41.39	39.64	4.0	6.0	
	+18.5	18.5	5,718.0	175	39.50	29	35	42.14	42.16	-	-	중계교
	NO.58	81.5	5,800.0	175	39.81	28	35	41.29	42.32	10.0	6.0	
	NO.59	100.0	5,900.0	175	40.18	27	30	42.13	42.40	5.0	6.0	
	NO.60	100.0	6,000.0	175	40.78	25	30	42.78	42.57	4.2	5.4	동막천
	NO.61	100.0	6,100.0	45	41.11	17	30	42.71	42.70	5.6	6.0	
	+51.5	51.5	6,151.5	45	41.28	7	21	43.16	43.15	-	-	중계1교
	NO.62	48.5	6,200.0	45	41.55	19	21	43.75	43.60	6.0	4.0	
	+74.8	74.8	6,274.8	45	42.27	16	21	44.40	44.16	-	-	
	+75	0.2	6,275.0	45	42.72	16	21	44.40	44.16	7.0	4.0	제2낙차공
	NO.63	25.0	6,300.0	45	43.10	17	21	44.56	44.36	6.0	4.0	
	NO.64	100.0	6,400.0	45	43.76	19	21	45.35	45.17	5.2	4.0	
	+23.3	23.3	6,423.3	45	43.93	18	21	44.53	45.51	-	-	
	+23.6	0.3	6,423.6	45	44.11	18	21	44.71	45.52	6.0	4.0	제3낙차공
	+78	54.4	6,478.0	45	44.78	11	21	46.13	46.13	-	-	동막3교
	NO.65	22.0	6,500.0	45	44.97	18	21	46.66	46.58	8.0	4.0	
	NO.66	100.0	6,600.0	45	45.58	19	21	46.83	46.83	5.0	4.0	
	+30.5	30.5	6,630.5	45	46.20	7	21	47.79	47.79	-	-	동막1교
	+71.4	40.9	6,671.4	45	46.47	17	21	48.20	48.54	-	-	
	+71.7	0.3	6,671.7	45	46.70	17	21	48.20	48.54	6.6	4.0	제4낙차공
	NO.67	28.3	6,700.0	45	47.18	18	21	48.48	48.77	6.2	4.0	
	+80	80.0	6,780.0	45	47.67	19	21	49.07	49.28	-	-	
	NO.68	100.0	6,800.0	45	47.81	19	21	49.33	49.68	-	-	
	NO.69	100.0	6,900.0	45	48.78	16	21	50.31	50.73	-	-	
	+8.3	8.3	6908.3	45	49.16	7	21	50.83	50.83	6.5	4.0	동막2교
	NO.70	91.7	7,000.0	45	51.14	15	21	51.57	51.81	-	-	

② 제방 여유고

제방 여유고는 기본적으로 계획홍수위 상태에서 홍수가 제방을 월류하지 않도록 두는 여유로서 홍수시 홍수위와 풍랑, 도수 등에 의하여 발생하는 일반적인 수위상승, 홍수 등의 재해대책 작업을 실시할 경우의 안전, 하상변동으로 인한 수위상승 등 여러 가지 요소를 포함하는 것으로 제방안전과 직결되는 사항이다.

따라서 여유고는 개개의 하천구간에 따라 정하여야 하는 것으로 금회 과업에서는 『하천설계기준·해설』 상에 정한 기준에 적합하도록 계획하였으며 『하천설계기준·해설』에 제시된 유량 규모별 제방여유고는 다음의 <표 8.3-23>과 같다.

<표 8.3-23> 계획홍수량별 여유고

계 획 홍 수 량 (㎥/s)	여유고 (m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

주) 하천설계기준·해설, 2009, p.333

③ 제방비탈경사

제방비탈경사는 기초지반의 토질, 제방의 활동, 고수시 침윤선 등에 대하여 절대로 안전해야 한다. 우리나라에서는 일반 소규모의 제방 등에서는 1:1.5의 경사를 유지하고 있는 것들이 있지만 활동이나 비탈면 붕괴 등의 현상이 많이 발생하므로 토사로 제방을 축조할 경우 최소 1:2.0 이상의 값을 취하는 것이 좋다

따라서 본 계획에서는 제내·외 공히 1:2.0 이상을 표준으로 계획하였으며 각 하천 제내·외 공히 1:2.0 이상으로 취한 것은 표준으로 취한 값이므로 사업시행시는 개수지구의 특징, 축제재료 및 방법, 호안의 종류, 지반의 지질상태에 따라 합리적인 결정을 해야한다.

④ 소단 (턱)

제방법면의 결괴붕락과 누수를 방지하고 기초의 안정과 수방작업을 위하여 통로로 설치하는 것으로서 최소 1차선 정도는 확보하도록 하여야 한다. 계획홍수위가 지반상 4~6m 이상되는 경우에는 제외지의 법면과 안전을 위하여 제외지에 소단을 만들기도 하며 제내지의 소단은 홍수위, 제내지반고, 제방성토질 및 침윤선 등을 고려하여 수방활동상 편리한 3~4m 정도로 하며 소단설치는 일반적으로 둑마루에서 2~5m 직하에 둔다.

본 과업구간의 하도단면은 복단면, 편복단면, 단단면의 고른 형태로 계획제방의 높이가 높지 않고 지형적으로 소단을 설치하는 것이 곤란하기 때문에 별도의 소단설치계획은 수립하지 않았다.

⑤ 호 안

호안은 유수로부터 제방 또는 저수로의 비탈면 및 비탈끝을 보호하기 위한 하천구조물로 고수호안과 저수호안으로 대별되며 고수호안은 고수부지가 있는 하도의 경우에 고수부지의 높이 또는 제방 전면에 설치하는 제방호안 등을 말하며 저수호안은 고수부지를 보호하기 위해 저수로 부분에 설치하는 것을 말한다.

본 과업에서의 호안고는 기존 제방의 호안고와 하상경사, 토질에 따라 결정하였으며 하천설계기준에서 제시한 에너지 경사에 따른 호안고를 참조(<표 8.3-24>)하였다.

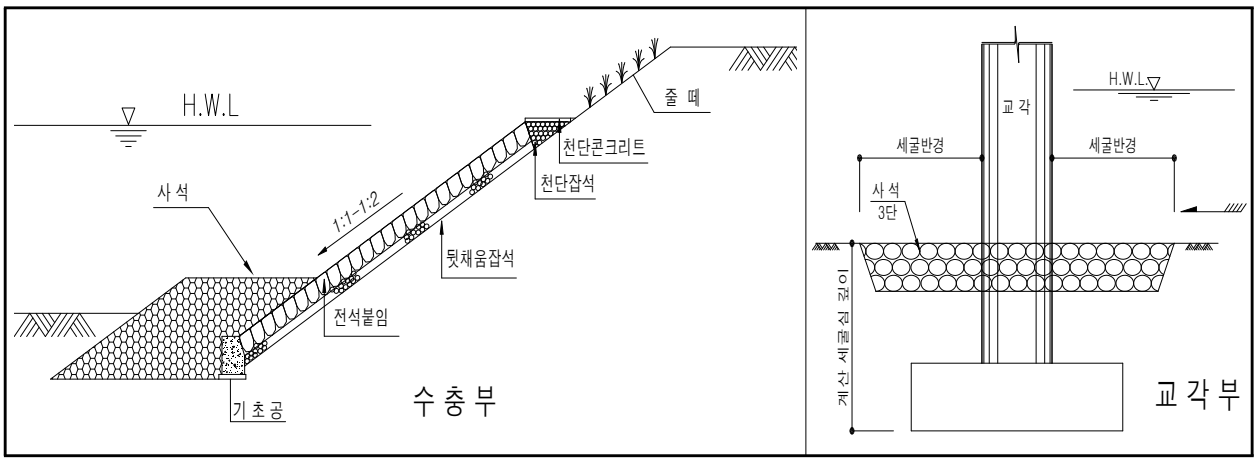
<표 8.3-24> 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준

수 면 경 사	비탈덮기의 수직높이	
	비 수 충 부	수 충 부
1/5,000 ~1/2,500	0.35H	H
1/2,500 ~1/1,500	0.45H	H
1/1,500 ~1/600	0.60H	H
1/400 이상	H	H
1/200 이상	둑마루 높이	둑마루 높이

주) H는 계획하상고에서 계획홍수위까지의 높이임.
하천설계기준·해설, 2009

일반적으로 호안공은 사업의 규모와 경제성, 당해 지구의 특성, 과거의 실례와 경험, 시공성, 내구성, 재료구득의 용이성 등을 고려하여 돌망태, 콘크리트 블록 붙임, 석축 등을 주로 시공하였으나 근년에 환경 및 생태계 보전측면에서의 호안에 대한 관심이 증대되고 있는 추세임을 감안하여 경제성측면에서는 다소 불리하더라도 금회 과업구간에서는 생태계 및 하천고유의 매력유지, 농경지하천 특성 등을 고려하여 구간별로 자연석 및 전석, 다공성의 생태 호안을 채택하였으며 부득이한 경우 기존의 호안공을 채택하였다. 또한, 계획구간의 수리특성, 환경적 측면, 치수적 측면, 허용소류력 등을 고려하여 호안을 선정하였으며 재료의 구득, 현지여건상 공법적용의 불합리, 시공성 등의 문제가 있을 경우 다른 공법의 사용도 가능할 것이다.

본 과업에서는 수충부의 세굴로 인한 고수호안 유실 및 하상세굴을 방지하기 위해 호안 전면에 사석부설을 계획하였다. 또한, 기존 교량을 증설하거나 개수할 경우 지질여건을 고려하여 하천설계기준에서 제시한 세굴심 산정방법에 의해 세굴심을 산정하고 아래 그림과 같이 반드시 사석보호공을 설치하여야 한다.



<그림 8.3-1> 세굴방지공

⑥ 제방 표준 단면

상기에서 검토한 내용과 현재 제방의 이용상황, 개수지구의 특성 등을 고려하여 각 구간별 표준단면 및 호안의 종류를 제시하였으며 차후 사업시행시 개수지구의 특성, 축

제재료 및 방법, 호안의 종류, 재료구득의 용이성, 지반의 지질상태 등에 따라 통수단면에 문제가 없는 범위내에서 적절히 조정해야 할 것이다.

금회 적용할 표준단면은 <표 8.3-25> ~ <표 8.3-26>과 같고 표준단면도는 <그림 8.3-2>과 같다.

<표 8.3-25> 표준단면 (제방 및 호안)

하천명	지구명	구간(No.)		연장	비탈면 경사		유속	소류력	제방 및
		시점	종점	(m)	기존	계획	(m/sec)	(kg/㎡)	호안 형식
용봉천	용봉축제 우1지구	0+40.0	20+35.0	1,995.0	2.0	2.0	1.81~3.31	2.70~10.42	TYPE "B"
	용봉축제 우2지구	35	67+83.0	3,283.0	1.0~2.0	2.0	1.60~3.92	2.23~16.15	TYPE "A"
	용봉축제 좌1지구	0+40	20+35.0	1,995.0	2.0	2.0	1.81~3.31	2.70~10.42	TYPE "B"
	용봉축제 좌2지구	47	59+90.0	1,290.0	1.0~2.0	2.0	2.20~3.88	4.51~16.15	TYPE "A"
	용봉축제 좌3지구	60+10.0	67+80.0	770.0	1.0~2.0	2.0	1.60~3.17	2.77~12.40	TYPE "A"

<표 8.3-26> 표준단면 (보축)

하천명	지구명	구간(No.)		연장	비탈면 경사		유속	소류력	제방 및
		시점	종점	(m)	기존	계획	(m/sec)	(kg/㎡)	호안 형식
용봉천	용봉보축 우1지구	25+90.0	34+15.0	825.0	1.0~2.0	2.0	1.49~4.21	2.08~17.96	TYPE "B"

금회 과업에서는 『자연형 하천공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ)(행정자치부·국립방재연구소, 2002. 5)』에서 제시된 설계유속에 따른 호안공법 및 자연형 호안 공법별 적용지표에 따라 유속, 소류력, 유선, 하상경사, 생태 및 환경 등 수리학적·생태학적 측면 등을 감안하여 호안공법을 적용하였으며 그 내용은 다음 <표 8.3-27>과 같다.

금회 제시한 각 공법들에 대한 지표는 사용실적 및 모니터링 자료 등의 부족으로 아

직까지 제시되어 있지 않으므로 구간별로 다양한 호안공법을 적용하여 향후 지속적인 유지관리와 모니터링 등을 통하여 하천에 적합한 호안공법의 적용지표를 제시하고 활용하여야 할 것이다.

한편, 호안기초부는 실시단계에서 소류력 및 현지여건을 고려해 밑다짐공 등의 보강방법을 고려해야 할 것이며(『하천설계기준·해설. 2009』, 24.5 밑다짐) 수충부 등 제방 안전 확보가 필요한 구간에 대해서는 실시설계 단계에서 면밀히 검토하여 둑마루까지 호안을 연장 설치하여야 한다.

<표 8.3-27> 설계유속에 따른 호안공법

공 법	설계유속 (m/s)						적 용 조 건
	2	3	4	5	6	7	
평 떼	■						• 평수위에는 침수되지 않고, 확실하게 활착하기까지 유수에 잠기지 않는 부분에 적용 • 평수위이하에는 모듬돌, 나무울타리, 바구니계 밑다짐공을 조합하여 사용
지오텍스타일	■	■					• 복토를 행하여 떼의 확실한 활착을 도모 • 연결부대책(상하류단, 제각부, 호안머리부)을 확실하게 수행
블 록 매 트	■	■	■				• 자갈이 많은 하천 및 수충부에는 채택하지 않음 • 연결부대책(상하류단, 제각부, 호안머리부)을 확실하게 수행
통나무격자	■	■	■				• 간벌재가 있는 경우, 이를 활용함
섶가지 비탈방틀공	■	■	■				• 호박돌이 적은 하천에 적용
나무말뚝 울타리공	■	■	■				• 호박돌이 적은 하천에 적용 • 간벌재가 있는 경우, 이를 활용함
식생망태(롤형)	■	■	■	■			• 연결부대책을 확실하게 수행 • 식생의 조기복구를 위해 충진재는 현지발생 표토를 이용
바구니매트(평깔기)	■	■	■	■			• 강한 산성 또는 염분농도가 높은 장소, 사람머리크기의 호박돌이 있는 경우에는 적용하지 않음
연결블록+사석 환경형연결블록+사석	■	■	■	■			• 연결부대책(상하류단, 제각부, 호안머리부)을 확실하게 수행 • 연결제로 강선을 사용하는 경우, 강한 산성 또는 염분농도가 높은 장소에는 적용하지 않음
자연석(메붙임)	■	■	■	■			• 메붙임 호안높이는 3m 이내에 적용 • 찰붙임은 높이 5m 이내에 적용 • 해당 하천에 자연석이 있는 경우 이를 활용
자연석(찰붙임)	▒	▒	▒	▒	■	■	
환경보전형블록	■	■	■	■	■	■	• 환경측면의 평가 및 경제성의 검토가 필요함
콘크리트블록깔기	▒	▒	▒	▒	▒	▒	• 다른 호안공법이 사용될 수 없는 경우 호안높이 5m 이내에 적용

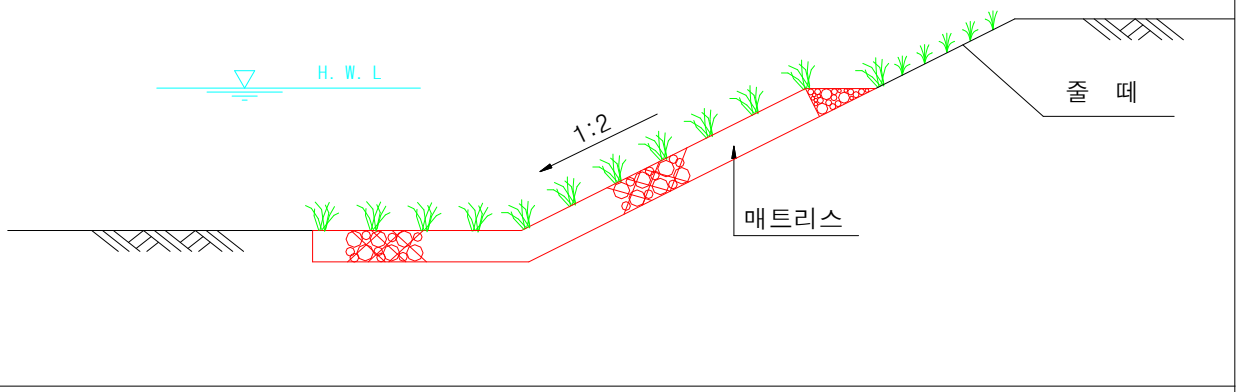
주) 자연형 하천공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ) (행정자치부·국립방재연구소, 2002. 5)

■ 적용가능 범위

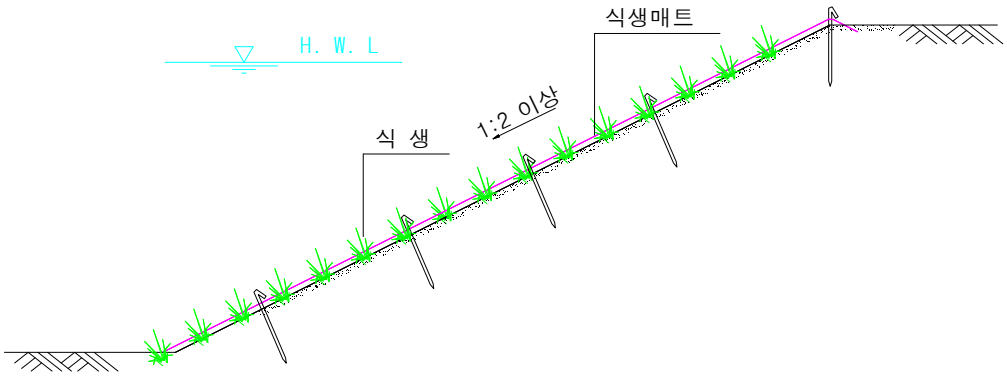
▒ 기본적으로 사용하지 않음 (다른 호안공법으로 시공할 수 없는 경우에 사용)

① 표의 적용범위는 시공실적 등으로부터 구한 지표임. 따라서 시설의 피재현황 등에 따라서는 그 피재원인의 대책을 강구하여 표의 범위외에도 기설공법이 적용 가능한 경우가 있음.

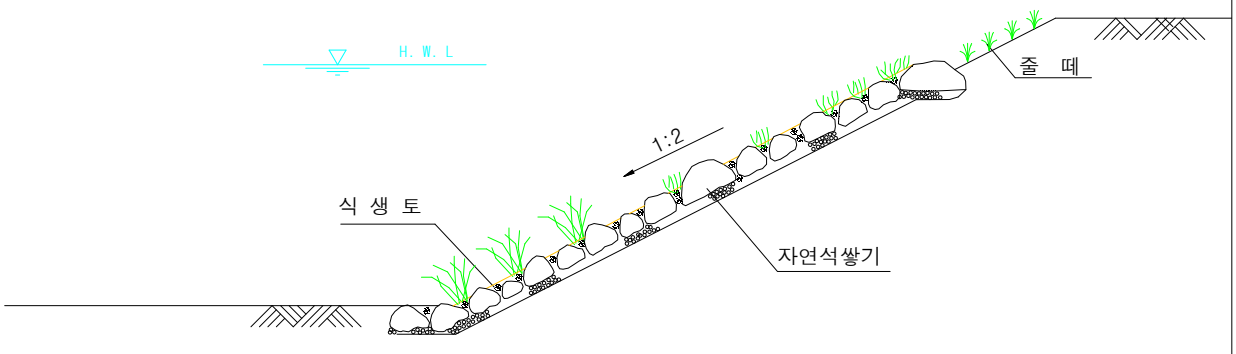
② 표에 관계없이 설계유속에 적용할 수 있는 합리적인 공법은 적극적으로 채용하는 것이 좋음.



TYPE "A"



TYPE "B"



TYPE "C"

주) 수충부 구간에 호안 설치시 둑마루까지 호안을 연장, 설치하여야 함.

<그림 8.3-2> 제방 표준단면도

(나) 배수시설물 계획

본 과업구간 내 개수계획구간별 배수시설물이 필요한 지역에 대하여는 기존 배수문 능력검토항에 기술한 방법에 의해 계획배수문 단면을 산정하였으며 배수문의 최소단위는 유지관리 및 생태통로 측면을 고려하여 Φ1,000㎜로 하였다.

상기 방법에 의해 산정된 계획시설물의 내용은 <표 8.3-28>과 같다.

<표 8.3-28> 계획시설물 개요

하천	계획 시설물명	측점	안별	집수 면적 (㎢)	유출량 (㎥/s)	능력검토		비고
						B(m)xH(m)x 련D(㎜)x련	통수면적(㎡)	
용봉천	문1	0+37.0	좌	0.10	0.30	1,000 x 1	0.79	제1배수통관
	문2	12+37.0	우	0.28	0.63	1,000 x 1	0.79	제7배수통관
	문3	44+93.0	우	0.146	0.97	1,200 x 1	1.13	제25배수통관
	문4	51+17.0	우	0.08	0.49	1,000 x 1	0.79	제29배수통관
	문5	54+22.0	우	0.11	0.29	1,000 x 1	0.79	제30배수통관

주) 비고란은 기존시설물 명칭임.

(다) 내수처리 계획

내수침수는 제내지의 홍수배제를 위해 설치된 배수시설(배수문, 배수암거, 배수통관 등)표고 이상으로 하천수위가 상승하였을 때, 호우가 발생하면 내수가 미처 빠져나가지 못하여 침수가 발생하며, 때로는 배수시설의 소요단면이 부족하거나 유지상태가 불량하여 발생하기도 한다.

내수침수에 대한 대책은 우선적으로 배수시설이 소요용량을 확보하도록 하여야 하며, 외수위로 인해 제내지의 홍수가 신속하게 배제되지 못하여 침수가 발생하는 경우는 외수위를 신속히 저하시킬 수 있는 하천개수사업을 실시하거나 외수위에 관계없이 내수를 배제할 수 있는 시설 즉, 배수펌프장 및 유수지를 설치하는 방법 등이 있다.

금회 과업하천인 용봉천 유역은 농경지 하천으로 제내지의 대부분이 계획홍수위보다 낮아 내수배제의 문제점이 있으나 하천주변이 농경지로 이루어져 있으며 홍수지속 기간이 짧아 피해정도가 미미하므로 별도의 배수펌프장 계획은 수립하지 않고, 신속한 홍수

배제에 지장을 초래하는 요인들을 제거하는 하천개수 사업을 통해 외수위 저하, 배수시설의 규모 결정요인인 계획배제 시간을 단축하여 외수위 저하에 따른 신속한 내수배제가 가능토록 하였으며 배수구조물 증설 및 신설시 자동수문을 설치하여 내수침수에 대비하도록 하였다.

(마) 기타 하천공사계획

1) 교 량

본 과업구간 내에는 총 11개소의 교량이 위치하고 있으며 이들 교량은 대부분 하폭, 여유고 및 경간장이 부족하고 구조물 자체가 노후화되어 개수를 요하는 것으로 검토되었다. 교량설치 계획은 <표 8.3-29>와 같다.

<표 8.3-29> 교량설치 계획

하천명	측점 (No.)	교 량 명	검토결과	설치계획	비고
용봉천	4+82	장항선교	양호	존치	
	8+82.5	내덕교	경간장 부족	철거후 신설	
	20+76.2	서력교	양호	존치	
	33+66.35	봉신교	경간장 및 형하고 부족	철거후 신설	
	34+24.3	봉신1교	양호	존치	
	46+88.7	용봉교	경간장 및 형하고 부족	철거후 신설	
	57+25.7	중계교	경간장 부족	철거후 신설	
	61+51.3	중계1교	연장 및 경간장 부족	철거후 신설	
	64+78.2	동막3교	연장 및 경간장 부족	철거후 신설	
	66+30.6	동막1교	연장 및 경간장 부족	철거후 신설	
	69+8.3	동막2교	양호	존치	

장항선교 (No.4+82)

내덕교 (No.8+82.5)

서력교 (No.20+76.2)

봉신교 (No.33+66.35)

<그림 8.3-3> 용봉천 교량 현황

봉신1교 (No.34+24.3)

용봉교 (No.46+88.7)

중계교 (No.57+25.7)

중계1교 (No.61+51.3)

동막3교 (No.64+78.2)

<그림 8.3-3 계속> 용봉천 교량 현황

2) 보 및 낙차공

본 과업구간 내에는 농업용 취수보 10개소가 설치되어 있으며, 추가로 보나 낙차공의 필요성이 요구되는 지점은 없는 것으로 검토되었다. 또한 금회 개수계획으로 확장이 필요하거나 노후화되어 재설치를 필요로 하는 시설물에 대해서는 설치계획을 수립하고 기능이 상실 혹은 유실로 인한 취수보에 대해서는 수리적으로 안정여부를 검토 후 철거후 신설토록 계획하였다.

한편 기 설치된 보는 하천에 물고기 등의 이동을 곤란하게 하므로 하천 상·하류 및 인근유역과의 생태계 단절을 피하기 위하여 어류 및 기타 수생생물의 이동을 원활하게 할 수 있도록 어도를 설치토록 계획하였다.

따라서 금회 계획대상구역 중 보의 개수가 불가피한 시설물에 대해서는 본류 및 과업구간의 생태계조사 결과를 반영하여 개축시 어도를 설치하여 하천의 상·하류구간의 생태계의 연결통로가 되도록 하였다

<표 8.3-30> 보 및 낙차공 설치계획 개요

하천명	구조물명	측점(No.)	현상태	설치계획	비고
용봉천	어경보	0+40.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	종자보	4+50.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	서력보	20+20.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	봉신보	32+50.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	제1낙차공	50+77.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	상하보	54+16.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	중계보	56+65.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제2낙차공	62+75.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제3낙차공	64+23.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제4낙차공	66+71.70	불량	철거후신설(어도설치)	계단식

<표 8.3-31> 기존보 금회 설치계획

하천명	기 존	금회계획	비고
용봉천	어경보	·하천폭의 확폭으로 보의 연장 및 어도설치	
	종자보	·하천폭의 확폭으로 보의 연장 및 어도설치	
	서력보	·기존보의 유실로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	봉신보	·기존보의 유실로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	무명1보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	
	상하보	·기존보의 불량로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	중계보	·기존보의 불량로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	무명2보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	
	무명3보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	
	무명4보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	

어경보 (No.0+40.80)

종자보 (No.4+50.80)

<그림 8.3-4> 용봉천 보 현황

<그림 8.3-5> 낙차공 및 보에 연결된 어도의 예

3) 어도시설

가) 어도 계획

댐이나 취수용 보와 같은 대부분의 하천횡단 수공구조물은 하천의 수생생태환경 교란과 파괴를 초래하며 또한, 하천에 서식하는 회유성 어류의 이동을 어렵게 함으로써 하천에서 어류의 개체수를 급격히 감소시키거나 자취를 감추게 하는 원인이 되고 있다.

이러한, 하천개발에 따라 부수적으로 나타날 수 있는 하천 생태계 교란과 파괴를 최소화하거나 폭포나 급류와 같이 어류의 이동에 대한 장애물을 극복하게 하여 하천에서 어종의 보존이나 어류분포의 확산을 조장할 수 있도록 어류의 이동통로를 인위적으로 개설한 하천생태환경 수공시설물(hydraulic structures)을 어도(fishway)라고 한다.

어도의 설치를 위해서는 소상 및 강하 어종의 생식여부, 어폐류의 산란장소, 소상 및 강하시기, 이동방법, 어폐류의 소상력 및 유영력 등 대상 어폐류에 대한 생태조사가 선행되어야 하며, 어도설치 필요성여부, 설치 가능한 어도형식 및 어도설치가 곤란한 경우의 대책 등을 검토하고 전문가의 의견을 수렴하여 신중히 검토하여야 한다.

어도 설치시에는 하천 생태계에 대한 기초자료를 수집하고 대상 어류를 선정하여 습성 및 유영능력 등을 토대로 설치 가능한 어도형식에 대하여 개략설계를 실시한 후 수리모형실험, 공청회, 관련기관 협의 등을 통해 최종적인 어도형식에 대한 세부설계가 진행되어야 한다.

금회 기본계획에서는 향후 하천공사 시행시 실시설계 단계에서 반영할 수 있도록 어도 설치시 고려사항 및 어도설계 흐름도, 어도의 종류를 다음과 같이 제시하였다.

① 어도 설계시 고려사항

- 소상어가 어도입구 이외의 장소에 모여들지 않아야 한다.
- 소상어의 손상이나 극도의 피로를 피하도록 하여야 한다.
- 어도의 입구에 모인 소상어의 유인이 용이하여야 한다.
- 소상어가 쉽고 안전하고 신속하게 하천을 소상할 수 있어야 한다.
- 구조는 견고하고 관리가 쉬어야 한다.

■ 통수량 및 통수상태가 적당해야 한다.

■ 모든 소상어류의 체장에 적합해야 한다.

■ 설치 및 유지관리가 간편하고 비용이 경제적이어야 한다.

■ 공사로 인한 추가영향이 최소화되고 주변 환경과 조화되어야 한다.

② 어도설치의 법적근거

어도 설치의 법적근거는 수산자원보호령(1993. 6. 19 대통령령 제13911호) 제 12조의 어도차단금지에 관한 규정에 의한다.

③ 어도의 종류

어 도 종 류		주요 어류종	이동 특성
명 칭	기본형상		
① 계단식		갈겨니, 피라미, 송어, 산천어, 끄리, 살치, 강준치, 황어, 누치, 참마자	물살을 이용하여 튀어오름, 갈겨니는 2m까지 튀어오름
② 도류벽식		장어	구부러진 형상을 좋아하는 어종으로 기어올라감
③ 경사면식		피라미, 장어, 모래무지, 돌마자 등	강한 물살에도 잘 견딤
④ 수로식		대부분의 전 어종	자연하천의 유로특성을 이용, 하천에서의 이동처럼 자연스러운 이동
⑤ 갑문식		왕종개, 동사리, 꾸구리, 퉁사리, 자가사리, 각종 치어	튀어오르지 못하는 담수어종
⑥ 잠공식		미꾸리, 장어, 송사리, 모래무지, 퉁가리, 가물치	Hole을 좋아하는 어종
⑦ 복합식	①~⑥의 복합형	-	-

④ 어도의 규모 결정

- 어도의 폭원 : 수원공에서 방류할 수 있는 유량(통수량)과 어도를 이용해서 소상하는 어류의 종류 및 크기를 고려해서 결정한다. 최소한 평수기의 유량을 유하시킬 수 있는 정도로 일반적으로 하천폭의 1~15%의 범위 내외로 한다
- 어도의 길이 : 보의 높이와 구배에 의해서 결정되며, 길이가 너무 긴 경우 소상어류의 피로를 초래하므로 중간 휴식터 등을 추가하여야 한다.
- 어도의 높이 : 보의 높이에 따라 결정한다.
- 어도의 구배 : 어도 취수구의 높이와 출구의 높이 차이 및 어도의 길이 비로 계산한다. 10%이하가 적당하며 일반적으로 1/10 ~ 1/20의 구배를 추천한다.
- 어도의 위치 : 일반적으로 어류는 하천의 가장자리를 따라서 이동하므로 하천의 양안에 설치하는 것이 바람직하다.

⑤ 어도의 위치

어도 설치위치는 어도 입구와 출구를 고려하여 결정된다. 어도 입구를 설치하는 가장 바람직한 장소는 소상하는 어류가 모여 있는 장소이다. 물론 어도 설치입구를 고려하지 않아도 될 경우는 보 전체를 통해 전면월류하는 경우와 어류의 소상기에 어도를 통한 흐름만 유지될 경우이다. 전자의 경우는 보 전체를 전면 어도화 한다는 측면에서 경제적으로 무리가 따른다. 따라서, 후자의 경우가 바람직하다. 일반적으로 소상한 어류는 보 직하류부에서 다음과 같은 일반적인 행동을 한다(中村中六. 1994).

- 유속이 너무 큰 흐름이 형성되면 어류는 유속이 비교적 약한 가장자리를 따라 이동한다.
- 유속분포가 일정하면서 그리 크지 않을 경우 어류는 그 중 비교적 빠른 흐름을 따라 이동한다.
- 흐름주위가 복잡하고 난류가 형성되면 어류는 그 중 비교적 직선흐름을 향해 이동한다.

■ 비교적 강한 흐름 옆에 순환류가 형성되면 어류는 순환류의 정체영역에 머무른다. 한편, 어도 입구가 바람직하게 설치되어 있다 하더라도, 어도가 설치된 후 흐름의 변화나 하상형태가 바뀜으로써 어도의 장기적인 효과를 기대하기 힘든 경우가 종종 발생된다. 따라서 어도 입구를 설치할 경우 어도 설치 후의 장기적인 흐름의 변화와 하상변동을 예측할 수 있어야 한다. 어도의 위치 선정의 어려운 점은 이 때문이다. 한편 어도 출구 위치를 선정함에 있어 유의할 점은,

■ 취수구로의 어류의 혼입에 관한 사항, 즉 취수구와 어도 출구와의 위치 관련성

■ 어도 출구를 빠져 나온 어류가 재차 보 월류흐름에 편승하여 보를 월류 낙하하는 경우, 즉 보의 월류지점과 어도 출구와의 위치 관련성

■ 유송토사의 유입이나 퇴사에 의한 어도 폐색의 가능성

■ 유량조절장치나 어류 계측설비의 설치 위치와 어도 출구 위치와의 관련성 등이다.

⑥ 어도 기능 상실 및 저하 원인

어도 기능상실 혹은 기능저하 원인은 구조적인 것과 관리상의 문제로 대별할 수 있다.

■ 구조적인 원인

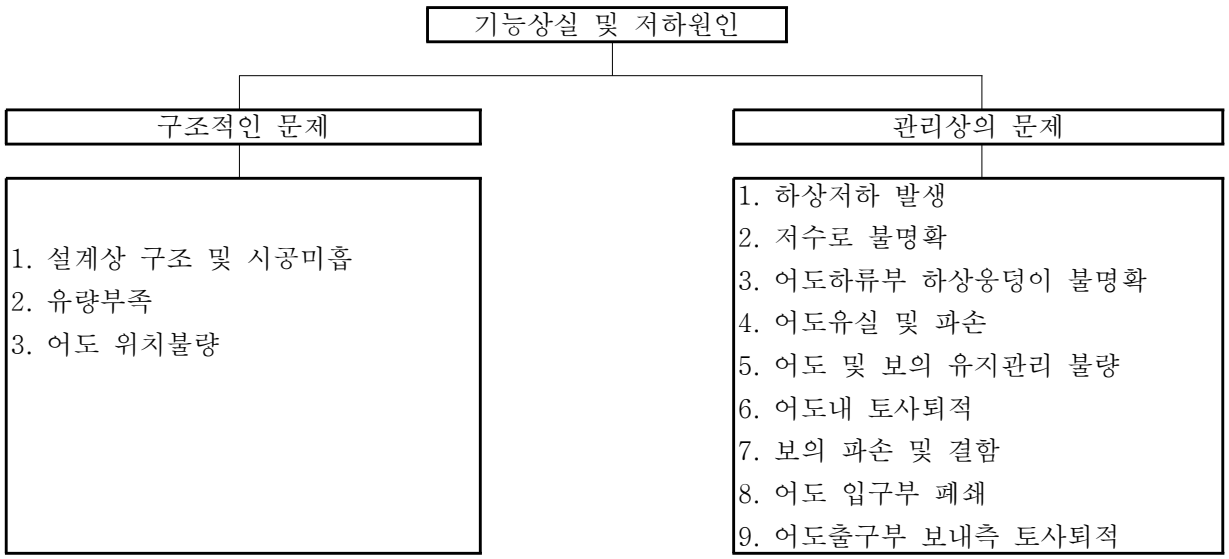
- 어도설계 잘못 또는 어도설계와 일치하게 시공하지 못하여 발생한 것으로서 어류의 소상에 적합지 않은 어도내 흐름조건을 초래한다.
- 어도내 경사가 급하여 유속이 너무 크거나 웨어의 낙차를 너무 크게 하여 어도를 흐르는 유량이 적을수록 회유성 어류소상에 취약한 상태가 된다.
- 구조적으로 어도내 유량이 적은 경우는 어도 출구부 형태가 어도로의 유량을 적절히 유입시킬 수 없는 경우이고, 어도의 위치 불량은 하천에서 저수로 흐름 조건에 적합지 않은 곳에 어도가 설치되어 있어서 홍수시 하상변동으로 어도로의 유량이 흐르지 않게 된 경우이다.

■ 관리상의 문제

- 어도, 보, 하천의 부적절한 관리로 발생하는 것으로서 어도 유실 및 파손, 하상

저하, 보의 방사구 개방 등이 가장 빈도가 많은 것으로 조사되었다.

- 어도 입구부와 어도하단 하상의 웅덩이 사이에 어도하류부 하상저하에 따라 낙차가 너무 크게 된 경우 어도 내로의 어류 소상이 곤란하며, 어도유실 및 파손은 어도내 격벽이나 측벽의 파손, 어도 일부구간의 유실, 하상저하에 따른 어도 파괴 등이다.



⑦ 어도의 설계절차

어도설계는 하천의 특성이 일관되지 않고 시간적으로나 공간적으로 변화하기 때문에 하천에 서식하는 다양한 어류가 이용할 수 있는 어도를 실제 하천에 대하여 설계하기 위해서는 다음과 같은 점이 신중히 고려되어야 한다.

■ 어도설치 하천의 유황과 하상의 변동

- 어도설치 하천의 유황은 어도설계에서 가장 기본적인 자료인 어도의 설계유량을 설정하는 데 필수적인 요소이다. 하상변동은 어도 설치후 발생할 홍수에 따른 어도 하류부 하상저하로 인하여 어도 입구와 하상사이에 심한 낙차가 발생되거나 하천에서 회유성 어류의 소상경로인 저수로 위치가 변화될 수도 있기 때문에 어도설치 위치결정 및 어도와 저수로 부의 연결구간 설계에 고려되어야

할 중요한 사항이다.

■ 어도를 이용할 어류의 생태

- 어도를 이용할 어류의 생태는 하천에 서식하는 회유성 어류의 종류, 회유시기, 회유시기 어류의 크기 및 유영력, 선호하는 소상방법 등과 같은 특성이 달라지기 때문에 어도의 형식선정과 설계유량 결정에 큰 영향을 미친다.

■ 어도 내 유속분포와 소상 어류의 휴식공간

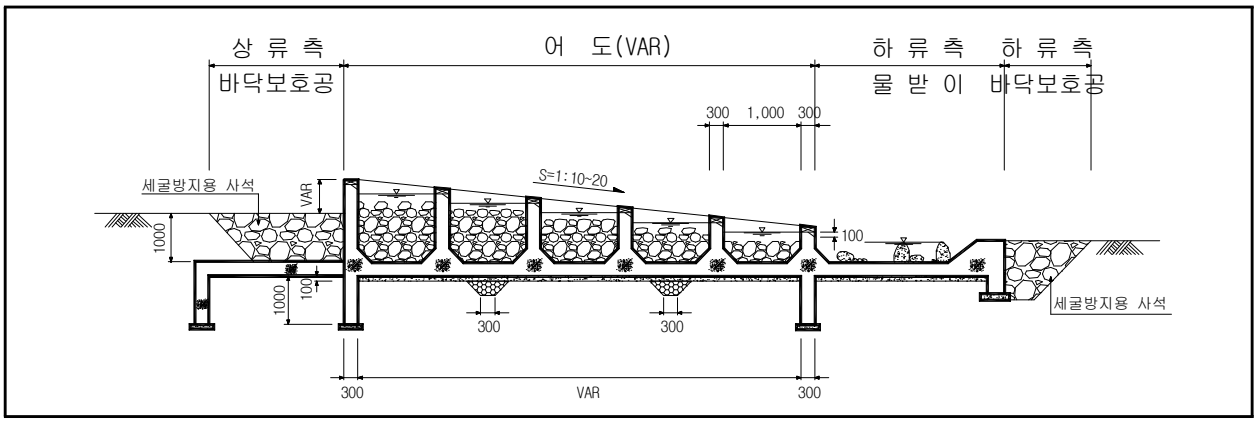
- 어도내의 유속과 휴식공간은 어류의 종류에 따라 돌진속도나 순항속도 같은 유영력이 달라지므로 다양한 형태의 유속분포와 소상중에 있는 어류가 완전한 휴식을 취할 수 있는 공간이 어도 설계에 충분히 반영되어야 한다.

어도의 설계절차

제1단계 기본자료의 수집 및 분석	➡	1) 어도설치 대상 수공구조물에 관한자료 2) 하천의 수문량 및 수리량 3) 하천의 수생동물 자료 4) 어도설치 지점의 하천이용 및 기타
제2단계 어도의 설계조건 설정	➡	1) 하천생태유지 기본유량 2) 어도의 설계유량 및 어도의 수 3) 수공구조물 하류부의 어도 설계 기본하상고 4) 수공구조물 상류부 및 하류부의 어도설계 기본수위 5) 회유성 수생동물의 한계유영속도 6) 어도 건설비용
제3단계 어도 기본설계	➡	1) 어도의 기본형식 선정 2) 어도의 평면배치 설정 3) 어도의 입구부 및 출구부 설계 4) 어도 제원의 개략 설계
제4단계 어도 상세설계		
제5단계 어도시설 유지관리계획 설계		

나) 어도 설치 계획

본 과업하천에 분포하는 주요 어종으로는 사전환경성검토서와 현장조사 및 탐문조사 결과 피라미와 각시붕어 등이 우점하는 것으로 조사되었다. 따라서 기존에 설치된 하상유지시설(보, 낙차공)에 대하여 개수계획시 모든 시설물에 대하여 하상유지, 적정 수심확보 및 수질정화기능 등을 고려하여 어도의 설치를 병행토록 하였으며, 어도의 단차는 가급적 낮게 다단으로 계획하여 어류 및 수서 생물의 활동공간을 최대한 확보할 수 있어야 하며, 추후 실시단계에서 어도의 형식, 위치, 규모 등의 세부적인 검토가 이루어져야 할 것이다.



<그림 8.3-6> 어도 설치 개략도

4) 급류부 구간의 유속감소 및 세굴방지대책

과업대상 하천은 농경지 하천으로 유속이 큰 구간에 대해서는 유속을 제어하여 하

안이나 제방을 유수에 의한 침식작용(세굴)으로부터 보호하여 하도의 안정을 도모해야 할 것이다.

금회 과업구간 중 급류부 구간이 없으므로 별도의 유속 감소 및 세굴방지대책을 수립하지 않았다.

그러나, 제방 구간은 강성 호안을 설치하고 호안기초부는 밑다짐을 철저히 하여 제체의 안정을 도모하였다. 또한, 하안이나 제방비탈기슭은 거석이나 수제를 설치하여 하안의 침식이나 호안의 파손을 방지하여 치수적으로 안전하고 자연친화적인 하도계획을 수립하였다.

특히 수제의 설치는 저수로가 좁거나 하폭이 협소한 하천에서는 지양하여야 하며, 수제의 기능이 유속의 제어, 하상세굴방지 및 수제주변으로 여울과 웅덩이가 교차하여 다양한 생태환경을 제공하고 수생생물의 서식장소를 제공하는 등의 순기능과 토사퇴적 및 수위상승등의 역기능도 있으므로 계획시에는 충분한 검토를 수행하여 수제설치로 인한 역효과는 발생시키지 않도록 하여야 할 것이다.

<그림 8.3-7> 거석 및 수제 설치 예시도

8.4 치수경제성 분석

치수경제성 분석은 유역의 홍수범람 예상지구에 대한 치수사업의 경제성과 투자효과를 분석하고, 이 결과를 이용하여 치수계획의 기본방침을 제시하여 객관적이고 합리적인 치수사업이 될 수 있도록 하는 절차이다.

본 절에서는 『치수사업 경제성방법연구-다차원 홍수피해 산정방법(2004, 건설교통부)』를 적용하여 금회 치수경제성 분석대상지구에 대하여 비용-편익분석(Cost-Benifit Analysis, CBA)을 수행하였다.

8.4.1 자산 및 피해액 조사

(1) 조사대상지구

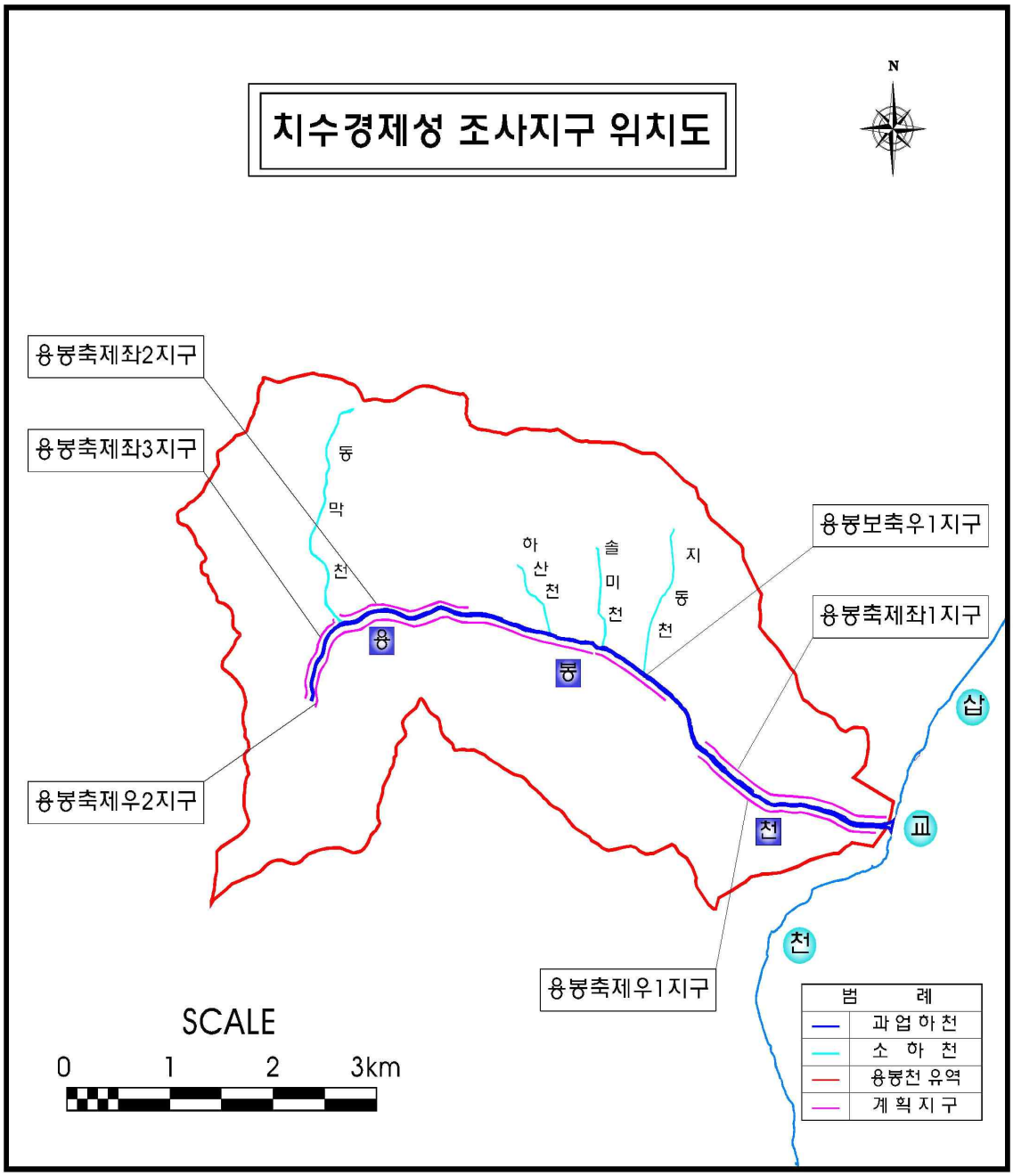
본 조사의 목적은 과업구간 내 홍수범람지구에 대하여 가옥, 가계자산, 농작물, 기타 제반자산 및 피해액 등을 조사하여 하천개수에 대한 적정투자규모와 경제성을 분석함으로서 하천개수시 투자우선순위와 합리적인 치수사업의 기본방향을 제시하는데 있다. 금번 계획의 치수경제성분석은 총 6개 지구, L=10,155m에 대하여 조사 분석하였으며, 조사대상 지구는 <표 8.4-1>과 같고 그 위치를 표시하면 <그림 8.4-1>과 같다.

<표 8.4-1> 치수경제성 분석대상지구(제방 및 호안)

하천	지 구 명	위 치	구 간 (No.)	안별	연장(m)	도면 번호
용봉천	용봉축제우1지구	홍성군 홍성읍 내법리	No.0+40~No.20+35.0	우	1,995.0	
	용봉축제우2지구	홍성군 홍북면 봉신리, 상하리, 중계리	No.35+0.0~No.37+80.0	우	3,280.0	
	용봉축제좌1지구	홍성군 홍성읍 내법리 홍성군 홍북면 내덕리	No.0+40~No.20+35.0	좌	1,995.0	
	용봉축제좌2지구	홍성군 홍북면 상하리, 중계리	No.47+0.0~No.59+90.0	좌	1,290.0	
	용봉축제좌3지구	홍성군 홍북면 중계리	No.60+10~No.67+80	좌	770.0	

<표 8.4-1 계속> 치수경제성 분석대상지구(보축)

하천	지 구 명	위 치	구 간 (No.)	안별	연장(m)	도면번호
용봉천	용봉보축우1지구	홍성군 홍성읍 내법리 홍성군 홍북면 봉신리	No.25+90.0~No.34+15.0	우	825.0	



<그림 8.4-1> 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 8.4-2>와 같다.

<표 8.4-2> 지구별 침수피해조사 (단위 : ha)

하천	지 구 명	안별	구 분	빈도별 침수피해현황				
				30년	50년	80년	100년	200년
용봉천	축제좌1지구	좌	농업지역	40.50	40.50	40.50	40.50	40.50
			주거지	-	-	-	-	-
			산업도형	-	-	-	-	-
	축제좌2지구	좌	농업지역	27.60	38.50	47.40	50.90	54.20
			주거지	-	-	-	-	-
			산업도형	-	-	-	-	-
	축제좌3지구	좌	농업지역	3.90	5.80	7.60	8.90	10.50
			주거지	-	-	-	-	-
			산업도형	-	-	-	-	-
	축제우1지구	우	농업지역	47.10	47.10	47.10	47.10	47.10
			주거지	-	-	-	-	-
			산업도형	-	-	-	-	-
	축제우2지구	우	농업지역	17.00	21.50	24.80	26.10	29.30
			주거지	-	-	-	-	-
			산업도형	-	-	-	-	-
	보축우1지구	우	농업지역	36.70	36.70	36.70	36.70	36.70
			주거지	-	-	-	-	-
			산업도형	-	-	-	-	-

8.4.2 행정구역별 대상자산 조사

지역특성은 일차적으로 특정지역이 가지고 있는 주거특성, 농업특성, 산업특성으로 대분류되며, 각 행정구역별 지역특성을 반영하는 구체적인 자산산정 방법은 <표 8.4-3>에 나타내었으며, 이러한 지역특성에 관한 정보는 통계청과 같은 공공기관의 자료들을 이용하여 수집하였다.

<표 8.4-3> 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법

지역특성		세분류	자 료	산 정 방 법
주거특성	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)
농업특성	농경지	전(면적)	① 매몰,유실에 의한 피해액 ② 읍면동별 전,답 면적	매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정(①×②)
		답(면적)		
	농작물	전(면적)	① 단위면적당 농작물평가단가 ② 읍면동별 전,답면적 ③ 읍면동별 경작작물의 종류	논면적, 밭면적에 시군구별 단위면적당 농작물평가단가를 곱하여 농작물 자산을 산정 (①×②, ③은 고려사항)
		답(면적)		
산업특성	유형자산(액)		① 산업분류별 1인종사자 수당 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 해당 읍·면·동의 건물면적에 건축단가를 곱해서 가옥자산을 산정하였다.

건물자산가치(원) = 단위면적별 건축형태별 건축단가(원/㎡)
× 건축형태별 연면적 비율(㎡/개수)
× 가구수(개수)
× 기준년 건설업 Deflator

여기서, 건축형태별 연면적은 해당 읍·면·동의 시·군 통계연보를 근거로 평수별 가구수에 관한 자료를 바탕으로 산정하나, 유역내의 시·군 통계연보에 이와 관련된 통계자료가 없어 금회에서는 전국 평균자료인 <표 8.4-4>를 이용하여 산정하였다.

<표 8.4-4> 전국평균 건축연면적별 가구수비

주택형태 \ 평수		7평 미만	7-9평	9-14평	14-19평	19-29평	29-39평	39-49평	49-69평	69-99평	99평 이상
단독주택	읍	0.0043	0.0122	0.0910	0.2299	0.4313	0.1539	0.0385	0.0277	0.0076	0.0036
	면	0.0034	0.0113	0.1045	0.2530	0.4446	0.1448	0.0211	0.0138	0.0023	0.0011
	동	0.0058	0.0122	0.0588	0.1242	0.2737	0.1603	0.1179	0.1383	0.0719	0.0370
아파트	읍	0.0003	0.0062	0.0759	0.4342	0.4115	0.0503	0.0177	0.0038	0.0001	-
	면	0.0010	0.0111	0.0935	0.4726	0.3741	0.0370	0.0086	0.0019	0.0001	-
	동	0.0007	0.0288	0.1233	0.3569	0.3706	0.0699	0.0409	0.0086	0.0004	-
연립주택	읍	0.0029	0.0032	0.0645	0.3409	0.4862	0.0889	0.0085	0.0037	0.0012	-
	면	0.0005	0.0059	0.0716	0.3006	0.4962	0.1168	0.0068	0.0016	-	-
	동	0.0016	0.0048	0.1413	0.3722	0.3931	0.0584	0.0128	0.0123	0.0034	-
다세대주택	읍	0.0035	0.0266	0.1529	0.3549	0.4068	0.0461	0.0069	0.0021	0.0001	-
	면	0.0006	0.0156	0.1096	0.3642	0.4332	0.0708	0.0040	0.0019	0.0001	-
	동	0.0029	0.0095	0.2585	0.3984	0.2851	0.0342	0.0060	0.0043	0.0010	-
영업용건물내주택	읍	0.0360	0.0399	0.1382	0.1759	0.2845	0.1704	0.0711	0.0571	0.0177	0.0093
	면	0.0246	0.0306	0.1271	0.1663	0.3085	0.1888	0.0691	0.0611	0.0153	0.0086
	동	0.0352	0.0332	0.1015	0.1201	0.2431	0.1910	0.1082	0.0976	0.0408	0.0293

주) 주택총조사보고서(통계청, 2002)

금회 과업지구내의 단위면적별 건축형태별 건축단가는 유역내 시·군별 별도의 건축단가가 없어 전국평균인 <표 8.4-5>를 적용하였다.

<표 8.4-5> 건축형태별 건축단가 **(단위 : 원/㎡)**

주택형태 / 주택구조	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) 한국감정원(2000). 건물신축단가표

건물자산 가치를 사업평가 기준년에 맞추어 산정하기 위해 경제통계에 있어서 금액으로 표시된 통계량에서 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거하기 위하여 계수의 형태로 쓰이는 기준년 건설업 디플레이터(Deflator) 보정지수를 이용하였다.

<표 8.4-6> 년도별 건설업 Deflator 보정지수

년 도	건설업 Deflator
2000	100.00
2001	104.20
2002	110.80
2003	121.30
2004	125.90
2005	129.10
2006	131.30
2007	135.40

주) ① 각 부문별 지수는 2005년도 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.

건물내용물 자산가치(원) = 가정용품 평가액(원/세대수) × 세대수 × 소비자 물가지수

여기서, 가정용품 평가액은 『국부통계조사보고서(1999)』에 나와 있는 1997년말 가정용품 보급률 및 평균가격(<표 8.4-7> 참조)으로부터 각 가정용품 항목별 보급률과 평균가격을 곱하고 전체를 합하여 산정한 세대별 평가액을 적용하였다(<표 8.4-8>참조). 기초수량이 되는 세대수는 해당 시·군 통계연보의 읍·면·동 자료를 이용하였다.

특정 통계년도의 건물내용물 자산가치는 사업평가 기준년에 맞추기 위해 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 기준년 소비자 물가지수를 이용하여 조정하였다(<표 8.4-9> 참조).

<표 8.4-7> 가정용품 보급률 및 평균가격

품 목	보급률(%)	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

<표 8.4-7 계속> 가정용품 보급률 및 평균가격

품 목	보급률(%)	평 균 가 격(원)	
개인용컴퓨터	33.1	964,147	2,716,389
비디오겸용TV	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
비디오카메라	6.2	707,303	1,073,606
가스오븐레인지	5.7	770,506	770,506
국 악 기	5.4	18,596	96,588
골 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) 출처 : 통계청(1999). 국부통계조사보고서

<표 8.4-8> 가정용품 평가액

도시유형 / 평가액	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	비 고
가정용품 평가액(원/세대)	27,402,902	22,329,401	17,255,900	12,182,399	7,108,898

<표 8.4-9> 년도별 소비자 물가지수

년도	소비자물가지수
1997	100.00
1998	107.51
1999	108.39
2000	110.84
2001	115.34
2002	118.53
2003	122.69
2004	127.10
2005	130.60
2006	133.47
2007	136.87

주) 각 부문별 지수는 2005년도 단가로 환산을 위한 상대지수임. 2000년 개정기준 자료를 이용

(2) 농업특성

(가) 농경지

전·답별 경지면적은 해당 지역의 시·군 통계연보로부터 과거 몇 년간의 자료를 수집하며, 농경지는 침수가 발생하여도 어느 침수심까지는 피해가 발생하지 않으므로 매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정한다.

(나) 농작물

농작물 자산가치는 논면적, 밭면적에 시·군·구별 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 산정하였다.

농작물 자산가치 = 단위면적당 농작물 평가단가(원/ha)
× 농작물 작부면적(ha)
× 소비자 물가지수

농작물 자산에 대한 평가시 전, 답의 대표작물 및 특수농작물에 대한 생산량은 논의 경우는 벼의 수확량(생산량), 밭의 경우는 주요한 작물의 수확량으로 하되 시·군별 통계자료에 의한 곡종별 작물통계에 의거 최근 5개년 간의 자료 중 최대 및 최소 수확량을 제외한 3개년 간의 값의 수확량 평균치를 평년작으로 하여 적용하였다.

<표 8.4-10> 농작물별 생산비

농 작 물	10a당 생산비(원)	가마당 생산비	
		기준무게(kg)	생산비(원)
논 벼	613,333	80.0	103,352
겉보리	322,367	76.5	80,752
쌀보리	297,987	76.5	70,864
마 늘	1,535,261	100.0	116,010
양 파	1,186,266	20.0	3,471
고 추	1,581,456	10.0	53,883
참 깨	463,097	60.0	496,009

주) 통계청(2007). 농산물생산비통계

(3) 산업특성

산업특성 자산가치는 해당 읍·면·동의 상업분류별 종업자수를 해당 지역의 시·군 통계연보로부터 수집하여 여기에 <표 8.4-11>에서와 같은 산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산·재고자산을 산정하였다.

산업지역자산가치(원) = 산업분류별 사업체 1인당 유형·재고자산 평가액(원/인)
× 사업체별 종사자수(인) × 소비자 물가지수

<표 8.4-11> 산업분류별 사업체 1인당 종사장의 유형자산과 재고자산 (단위 : 천원)

산업분류	충청남도		경 기		경 남	
	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	-	-	-	-	-	-
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

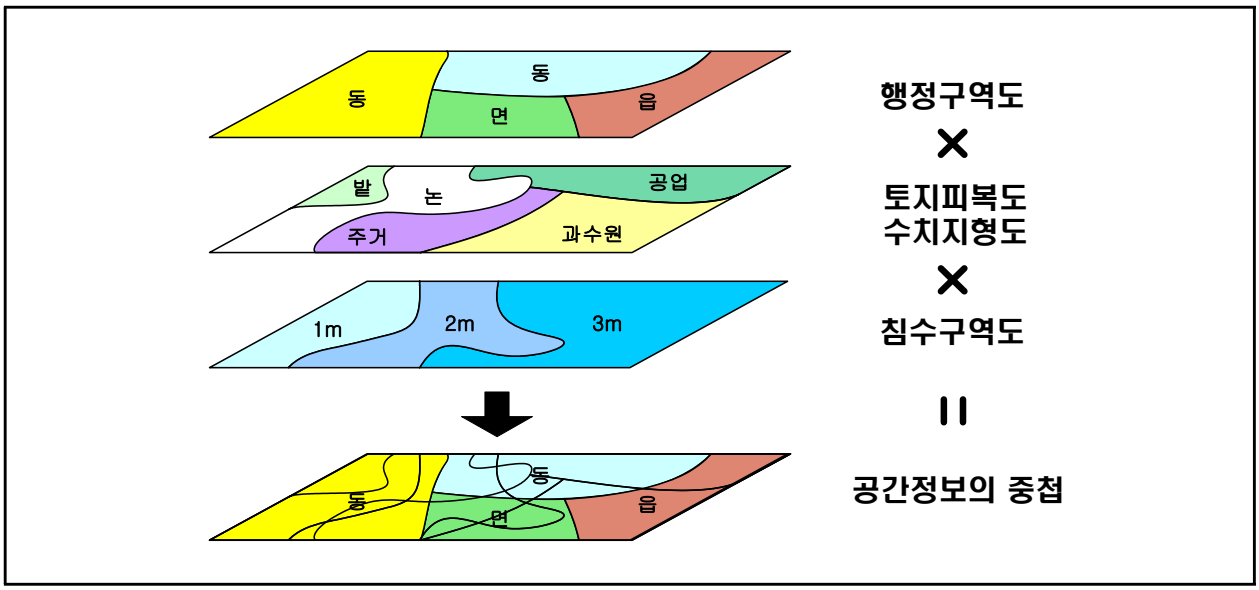
주) 국부통계조사 보고서(통계청, 2002)

8.4.3 침수편입율 산정

침수편입율이란 행정구역 내에서 주거, 산업, 농업 등 지역 특성요소의 총자산가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산하기 위해 지역특성 요소별로 지리요소인 공간객체들의 위치(Position) 정보를 침수심별로 중첩하여 전체에 대한 비율로 나타낸 것이다.

각 침수심별 침수편입율을 효율적으로 산정하기 위해서는 HEC-GeoRAS와 같은 소프트웨어를 이용하는 것이 바람직하다. 그러나 현재 국립지리원에서 제작된 수치지도(1/5,000)의 정보로는 HEC-GeoRAS를 적용하는데 많은 문제점이 있는 것으로 나타났고, 또한 본 과업유역내와 같은 소유역에 도입하여 침수심별 침수편입률을 산정하는 것은 현재상태에서는 불가능 할 것으로 판단하였다.

따라서 금회 과업에서는 각 빈도별 홍수위에 대한 침수구역은 제내지 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 치수단위구역별 침수편입율은 부록에 수록하였다.



<그림 8.4-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩

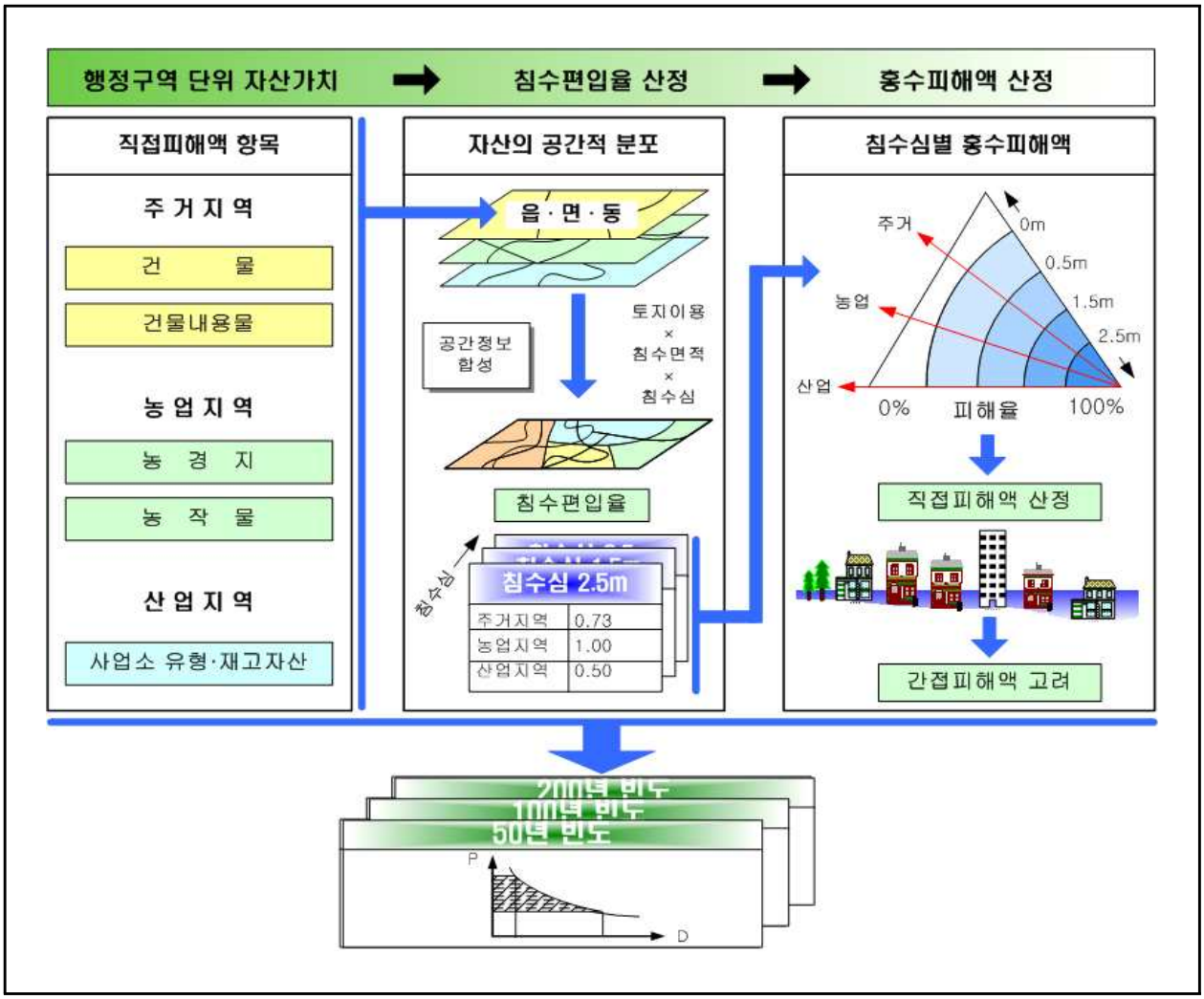
8.4.4 침수피해액 산정

기존의 홍수피해액 산정방법에서는 피해 지역을 대도시, 중소도시, 전원도시, 농촌도시, 산간지역 등으로 특성에 따라 구분하고, 특성별 가중치나 속성 값들을 침수면적에 곱하는 1차원적인 방법으로 피해액을 계산하였다.

이러한 기존 방법은 최소 구분 단위를 시·군·구로 하고 있어서 그 정밀도가 낮을 뿐 아니라 지역의 대표적 특성을 인구라는 하나의 독립변수만으로 구분하고 있어서 실제 피해지역의 자산가치가 올바르게 반영되었다고 할 수 없다. 또한 침수지역에 대한 공간적 정의 없이 수치적으로만 침수면적을 산정하기 때문에 침수심에 대한 고려가 불가능하며, 피해지역 내에서도 토지의 이용형태나 인구밀집도 등에 따라 피해액 산정방법이 달라야 함에도 이를 반영하지 못하는 단점이 있었다.

따라서 금회 적용한 다차원 홍수피해산정방법은 이러한 단점을 보완하기 위하여 피해지역의 읍·면·동 단위 행정구역, 침수구역 및 침수심, 토지이용상태 등의 공간정보를 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 행정구역 내에서도 침수피해지역의 침수심에 따라 주거지역, 농업지역, 산업지역별로 침수편입율을 산정하여 이를 범람지역내의 피해자산을 곱해서 직접피해를 산정하는 방법이다.(<그림 8.4-3> 참조)

직접피해액 항목은 크게 인명피해액, 건물피해액, 건물내용물 피해액, 농경지피해액, 농작물 피해액, 사업소유형·재고자산 피해액, 공공시설 피해액 등 7가지로 분류되며, 이중 인명 피해액과 공공시설 피해액을 제외한 5가지 피해액은 일반자산의 평가액을 근거로 산정하였다.



<그림 8.4-3> 다차원 홍수피해 산정방법(MD-FDA)의 개념도

(1) 인명 피해액

인명피해액 = 침수면적당손실인명수(명/ha) × 손실원단위(원/명) × 침수면적(ha) × 지역별 홍수빈도

인명 손실로 인한 피해액은 침수면적 1ha당 희생자수에 손실원단위(1998년 기준 사망 25,000만원, 부상2,000만원에 2004년 금액환산지수 1.0649 적용, 사망26,622.5만원 부상 2,129.8만원)를 곱하여 계산하였다.

상기식 중 단위 침수면적당 손실인명수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 적용하였

으며, 그 내용은 다음 표와 같다.

<표 8.4-12> 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) 치수사업 경제성분석 개선방안연구(2001.2) 건설교통부

(2) 이재민 피해액

이재민 피해액 = 침수면적당 발생 이재민(명/ha)×대피일수(일)
× 일평균 국민소득(원/명·일)×침수면적(ha)×지역별 홍수빈도

여기서, 침수면적당 발생 이재민수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 적용하였으며, 그 내용은 다음 <표 8.4-13>과 같다.

· 대피일수 : 10일

· 일평균 국민소득 : 36,000원/일 (2003년 12월 GNP기준)

<표 8.4-13> 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 피해율을 곱해서 산출한다. 다만 자산 피해율은 주거형태와는 무관하나 층수는 고려한다는 가정하에 <표 8.4-14>에서 제시된 건물피해율에 의해 산정하였다.

건물피해액 = 건물자산가치(원) × 주거지역 침수편입율 × 침수심별 건물 침수피해율

<표 8.4-14> 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 n_1 = 아파트 층수, n_2 = 연립주택 층수
② 하천설계기준·해설(수자원학회, 2009)
·소파 : 홍수피해로 인한 경미한 파괴로 사용에 별 지장이 없는 경우
·반파 : 홍수피해로 인하여 주요 구조(기둥, 벽체, 지붕)에 대한 수리를 요하는 경우
·전파 : 홍수피해로 파괴되어 그 형태는 있으나 개축하지 않고는 사용이 불가능한 경우
·유실 : 홍수로 인한 주택이 완전 유실되어 그 형태가 없는 경우
③ 아파트와 연립주택의 층수를 고려

(나) 건물내용물 피해액

건물내용물 피해액은 등지반고 지구별 건물내용물 자산액에 추정침수심 등에 따르는 피해율을 곱해서 산출하는데 주거형태와 무관하고 자산의 피해율은 모두 같다는 가정하에 <표 8.4-15>를 고려하여 산정하였다.

건물내용물 피해액 = 건물내용물 자산가치(원)
× 주거지역 침수편입율
× 침수심별 건물내용물 침수피해율

<표 8.4-15> 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 8.4-16>, <표 8.4-17>은 침수심에 따른 농경지와 농작물에 대한 피해율을 나타내고 있다.

- 농경지 피해액 = 매몰, 유실의 평균피해액(원) × 농업지역 침수편입율 × 침수심별 농경지 침수피해율

- 농작물 피해액 = 농작물 자산가치(원) × 농업지역 침수편입율 × 침수심별 농경지 침수피해율

<표 8.4-16> 침수심별 농경지 피해율

침수심 / 피해율		1m 이하	1m 이상	비 고
피해내용		침수	매몰, 유실	•매몰과 유실의 평균값을 사용
농경지	논	0%	100%	•매몰 : 매몰면적(㎡)×0.1(m)×2,940원/㎥ •유실 : 유실면적(㎡)×0.2(m)×5,660원/㎥
	밭	0%	100%	

주) 중앙재해대책본부(2003). 자연재해조사 및 복구계획수립 지침

<표 8.4-17> 침수심별 농작물 피해율

침수심 / 피해율		1m 이하					1m이상
농작물	침수시간	1일이하	1~2	3~4	5~6	7일이상	
	논	14%	27%	47%	77%	95%	100%
	밭	35%	51%	67%	81%	95%	100%

주) 농업재해피해조사보고요령에서 농작물 피해율 산정기준 참조.

(5) 산업특성과 침수심에 따른 피해액

주어진 읍·면·동의 산업특성에 대하여 <표 8.4-18>과 같이 침수심에 따른 피해율은 유형자산의 피해, 재고자산의 피해 두가지 형태로 구분한다. 유형, 재고자산피해액은 침수심에 맞는 피해율을 곱하여 산정한다.

유형, 재고자산 피해액 = 유형, 재고 자산가치(원)
× 산업지역 침수편입율
× 침수심별 유형, 재고자산 침수피해율

<표 8.4-18> 침수심별 유형자산·재고자산 피해율

침수심 / 피해율(%)	0m~0.5m	0.5m~1.0m	1.0m~2.0m	2.0m~3.0m	3.0m 이상
유 형 자 산	23.2	45.3	78.9	96.6	100
재 고 자 산	12.8	26.7	58.6	89.7	100

주) 침수심별 피해율은 일본의 계수를 인용

(6) 공공시설물 피해액

범람 예상지역의 공공시설물의 직접적인 피해액 산정은 범위나 규모의 산정이 거의 불가능하므로 일반자산피해액에 대한 공공토목시설의 피해액 비율을 사용하였다. <표 8.4-19>에서 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율을 재해연보에 나와 있는 공공시설물 항목을 대상으로 분석하였으며, 각각의 항목에서 피해지역내에 존재하지 않는 공공시설물은 제외하고 산정하였다.

<표 8.4-19> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율

공공시설물 항 목	도로 교량	하천	소하천	상하수도	항만시설	어항시설	학교
피 해 율	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 항 목	철도	수리시설 방조제	사방 임도	군사시설	소규모시설	기타시설	**합계**
피 해 율	0.23	0.54	0.28	0.42	0.69	0.80	**6.01**
결정계수	0.95	0.73	0.93	0.92	0.91	0.94	·

주) 2002년 재해연보를 기준으로 일반자산피해액과 공공시설물의 비율을 산정. 단, 농작물피해액 제외

(7) 직접피해액 산정방법의 기본식

직접피해액을 산정하는 기본식은 다음과 같다.

$$\text{직접피해액} \quad (1+\alpha)\text{일반자산피해액} + \text{인명피해액}$$

여기서, α : 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율

(8) 간접피해액 산정

치수사업의 간접피해액은 홍수범람으로 인해 피해가능지역에 초래될 수 있는 산업, 교통, 통신 등에 지장을 주는 물질 및 각종 서비스의 손실감소와 수해의 예방, 대처 및 복구에 소용되는 비용이라고 정의 할 수 있다. 또한 홍수피해지역의 치수안전도가 향상됨으로 인해 미래의 잠재적 자산 및 토지의 이용도가 높아진다면 이러한 효과도 포함시킬 수 있다.

(9) 총피해액 산정방법의 기본식

총피해액을 산정하는 기본식은 아래와 같다.

$$\text{총피해액} = \text{직접피해액} + \text{간접피해액}$$

(10) 빈도별 총피해액 산정

침수구역의 자산가치, 침수편입율, 침수심별 피해율을 이용하여 빈도별 피해액을 산정하였다. <표 8.4-20>은 금회 용봉천수계 유역에 대한 30년, 50년, 80년, 100년, 150년 빈도에 대한 총 피해액을 산출한 것이다.

<표 8.4-20> 지구별, 빈도별 피해액 산정

하천	지구명	안별	빈도(년)	피해액(백만원)						비 고
				계	인명	농업특성	주거특성	산업특성	공공시설물	
용봉천	축제좌1지구	좌	30	1687.09	9.643	239.29	-	-	1,438.16	
			50	1727.54	9.857	245.03	-	-	1,472.65	
			80	1769.20	10.095	250.94	-	-	1,508.16	
			100	1809.65	10.310	256.68	-	-	1,542.66	
			200	1835.30	10.524	260.31	-	-	1,564.47	
	축제좌2지구	좌	30	748.50	6.595	105.83	-	-	636.07	
			50	1042.76	9.190	147.44	-	-	886.13	
			80	1267.32	11.286	179.18	-	-	1,076.85	
			100	1368.72	12.119	193.52	-	-	1,163.08	
			200	1452.92	12.905	205.42	-	-	1,234.59	
	축제좌3지구	좌	30	446.54	0.929	63.57	-	-	382.04	
			50	676.59	1.381	96.32	-	-	578.89	
			80	875.86	1.810	124.69	-	-	749.36	
			100	1040.69	2.143	148.15	-	-	890.40	
			200	1222.75	2.524	174.07	-	-	1,046.16	
	보축우1지구	우	30	734.78	8.952	103.54	-	-	622.29	
			50	742.04	9.095	104.56	-	-	628.38	
			80	749.27	9.238	105.57	-	-	634.46	
			100	771.30	9.381	108.69	-	-	653.23	
			200	778.54	9.524	109.70	-	-	659.32	
	축제우1지구	우	30	1959.07	11.214	277.87	-	-	1,669.99	
			50	2000.73	11.452	283.78	-	-	1,705.50	
			80	2041.18	11.667	289.52	-	-	1,739.99	
			100	2082.83	11.905	295.42	-	-	1,775.50	
			200	2124.48	12.143	301.33	-	-	1,811.01	
	축제우2지구	우	30	573.79	4.024	81.28	-	-	488.49	
			50	732.87	5.119	103.82	-	-	623.93	
			80	846.67	5.905	119.94	-	-	720.82	
			100	891.93	6.214	126.35	-	-	759.37	
			200	1004.53	6.976	142.30	-	-	855.25	

8.4.5 연평균 피해경감 기대액

이상과 같은 기준에 의해 산정한 피해액은 그 지구가 홍수피해로부터 완전히 해소가 되는 경우 전부 편익으로 볼 수 있겠지만, 금회 계획한 홍수방어시설에 의해 치수구역의 홍수피해를 모두 해소시키는 것이 아니고 하도가 분담하기 어려운 홍수량만 분담하는 계획으로 홍수방어대안별 편익은 사업 전, 후 직접피해액을 산정하여 피해 경감액을 산정한 후 여기에 홍수의 생기확률을 곱하고, 피해경감 기대액을 누계하여 연평균 피해경감 기대액을 산정하였으며, 자세한 내용은 부록에 수록하였다.

8.4.6 비용 산정

(1) 사업비 산정

각 홍수방어대안별 사업비는 홍수방어대안별 주요공정에 대한 물량을 산정한 후, 각 공정별 단가를 적용하여 산정하였고, 그 결과는 <표 8.4-21>에 정리하였다. 사업비 중 보상비는 사업지구의 대표적인 지번을 발췌하여 공시지가와 현지답사를 통해 조사한 현 거래시가를 종합적으로 판단하여 산정하였다.

<표 8.4-21> 지구별 공사비 산정 결과 **(단위 : 백만원)**

하천	지구명	빈도 (년)	공사비					
			계	축제공	호안공	구조물공	보상비	기타
용봉천	축제좌1지구	30	10,072	255	1,861	6,146	801	1,009
		50	10,294	288	1,939	6,146	904	1,017
		80	10,596	316	2,117	6,146	988	1,029
		100	11,310	378	2,542	6,146	1,185	1,059
		200	12,021	441	2,963	6,146	1,382	1,089
	축제좌2지구	30	8,218	165	1,203	5,500	518	832
		50	8,363	1186	1,254	5,500	584	839
		80	8,561	204	1,369	5,500	639	849
		100	9,028	245	1,644	5,500	766	873
		200	9,492	285	1,916	5,500	893	898
	축제좌3지구	30	5,004	98	718	3,372	309	507
		50	5,092	111	749	3,372	349	511
		80	5,209	122	817	3,372	381	517
		100	5,488	146	981	3,372	457	532
		200	5,766	170	1,144	3,372	533	547

<표 8.4-21 계속> 지구별 공사비 산정 결과 (단위 : 백만원)

하천	지구명	빈도 (년)	공사비					
			계	축제공	호안공	구조물공	보상비	기타
용봉천	보축 우1지구	30	1,325	106	770	0	331	188
		50	1,414	119	802	0	374	119
		80	1,535	131	875	0	408	121
		100	1,821	156	1,051	0	490	124
		200	2,106	182	1,225	0	571	128
	축제 우1지구	30	3,206	255	1,861	3	801	286
		50	3,423	288	1,939	3	904	289
		80	3,716	316	2,117	3	988	292
		100	4,409	378	2,542	3	1,185	301
		200	5,098	441	2,963	3	1,382	309
	축제 우2지구	30	5,277	420	3,060	9	1,317	471
		50	5,632	474	3,189	9	1,485	475
		80	6,113	519	3,480	9	1,624	481
		100	7,253	622	4,179	9	1,948	495
		200	8,386	725	4,871	9	2,272	509

(2) 할인율 및 분석기간

홍수방어대안 사업으로 인한 비용과 편익을 동일한 관점에서 비교하기 위하여 할인율을 적용하였으며, 본 과업에서는 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(한국개발연구원, 2001)』에서 제시된 6.0%를 적용하였다. 한편, 본 사업에 대한 분석기간(내구연한)은 50년으로 설정하였다.

<표 8.4-22> 공공사업의 적용할인율

공항부문	도로부문	철도부문	항만부문	치수사업부문	비 고
7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	6.0%	

주) 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침(한국개발연구원, 2001)

(3) 잔존가치(Salvage Cost) 산정

치수시설은 그 내구연한이 도로나 철도와는 달리 반영구적이기 때문에 경제성 분석

기간 이후에도 초기 투자비의 상당부분이 계속 그 기능을 유지한 채 남게 된다. 따라서, 이렇게 남아 있는 가치는 경제성 분석과정에서 분석종료 연도에 차감하고, 이를 현재가치화해야 한다. 『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)』에서는 하천시설물별 잔존가치를 축제공 80%, 호안공 10%, 구조물 0%, 보상비 100%로 산정하였으며, 적정한 유지관리가 이루어진다는 전제하에 사업비를 기준으로 한 하천시설의 잔존가치는 약 60% 정도로 평가하고 있으며, 본 과업에서는 이를 고려하여 경제성 분석을 시행하였다.

<표 8.4-23> 시설물별 잔존가치 (단위 : %)

구 분	축제공	호안공	시 설 물					보상비
			댐	천 변 저류지	홍 수 조절지	배수갑문	연락수로	
적용비율	80	10	-	80	80	-	80	100

(4) 유지관리비 산정

유지관리비란 기존 시설물이 정상적인 기능을 유지하기 위해 필요한 일상적인 활동에 소요되는 비용으로 정의된다. 따라서 하천시설의 유지관리비에는 내수침수 방지를 위한 배수펌프장의 인건비나 전력비와 같은 운영비 개념도 포함되어야 한다.

『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)』에서는 분석기간이 50년인 경우, 유지관리비를 시설의 감가상각비 개념으로 파악하여 총 사업비에서 하천시설의 잔존가치를 차감한 사업비의 약 2%를 연평균 유지관리비로 설정하였으며, 본 과업에서는 이를 고려하여 경제성 분석을 시행하였다.

(5) 비용의 현재가치화

총 투자비용에 대한 연평균 현재가치는 『치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)』에서 제시한 공사기간에 따라 사업비를 적정 배분한 후 현재

가치화하는 방법을 적용하였다.

따라서 상기에서 산정된 비용과 편익 산정결과를 토대로 사업기간에 따른 할인율이 적용된 총비용과 총편익의 차인 순현재가치(NPV, Net Present Value), 할인된 총편익과 총비용의 비율인 비용편익비(B/C, Benefit/Cost Ratio), 할인된 총비용과 총편익이 같아지는 내부수익율(IRR, Internal Rate of Return)을 산정하였으며 산정결과는 다음 <표 8.4-24>와 같다.

<표 8.4-24> 지구별 경제성 분석 결과

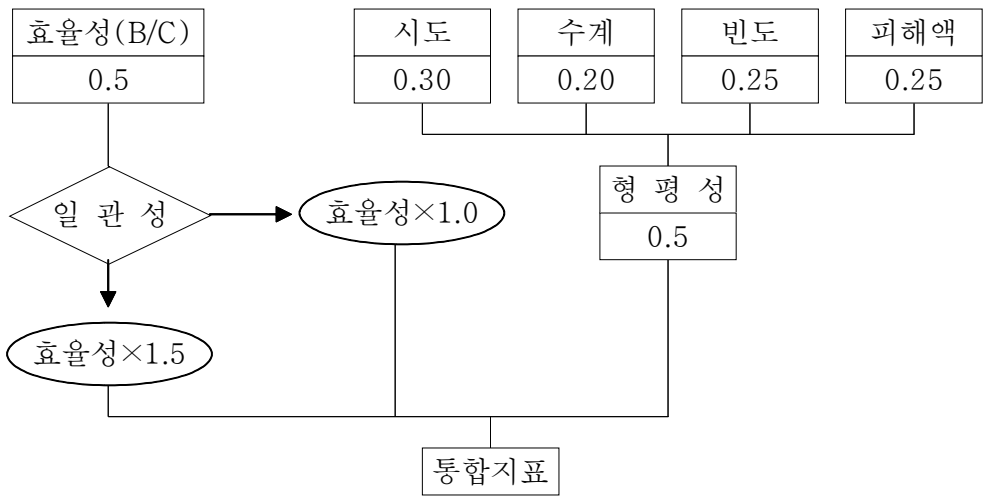
하천	지 구 명	빈도	비용(백만원)		편익(백만원)		B/C	NPV (백만원)	IRR (%)	비고
			총비용	현재가치	총편익	현재가치				
용봉천	축제 좌1지구	30	18,952	12,143	40,462	12,033	0.991	-109.86	5.917	
		50	19,259	12,377	41,603	12,372	1.000	-5.100	5.996	
		80	19,739	12,715	42,260	12,568	0.988	-147.38	5,894	
		100	20,878	13,515	42,484	12,634	0.935	-880.63	5.401	
		200	22,010	414,311	12,941	12,770	0.892	-1,540	5.006	
	축제 좌2지구	30	15,665	9,967	17,977	5,346	0.536	-4,621	1,019	
		50	15,867	10,121	18,576	5,524	0.546	-4,596	1.162	
		80	16,182	10,343	19,011	5,645	0.547	-4,689	1,183	
		100	16,929	10,866	19,177	5,703	0.525	-5,163	0.910	
		200	17,671	11,387	19,531	5,808	0.510	-5,578	0.726	
	축제 좌3지구	30	9,548	6,072	10,691	3,179	0.524	-2,892	0.839	
		50	9,671	6,165	11,065	3,290	0.534	-2,874	0.994	
		80	9,857	6,296	11,357	3,377	0.536	-2,919	1.042	
		100	10,304	6,609	11,477	3,413	0.516	-3,196	0.788	
		200	10,748	6,921	11,760	3,497	0.505	-3,423	0.654	
	보축 우1지구	30	2,157	1,497	17,676	5,256	3.510	3,759	25.424	
		50	2,278	1,591	18,171	5,403	3.396	3,812	24.478	
		80	2,469	1,726	18,452	5,487	3.179	3,761	22.824	
		100	2,922	2,045	18,547	5,516	2.697	3,470	19.159	
		200	3,372	2,363	18,742	5,573	2.358	3,210	16.589	
	축제 우1지구	30	5,220	3,623	46,985	13,973	3.856	10,349	28.054	
		50	5,517	3,852	48,308	14,366	3.729	10,514	27.002	
		80	5,979	4,178	49,068	14,592	3.492	10,413	25.191	
		100	7,076	4,952	49,326	14,669	2.962	9,716	21,164	
		200	8,164	5,721	49,854	14,826	2.591	9,104	18.351	
	축제 우2지구	30	8,595	5,965	13,769	4,695	0.687	-1,869	3.101	
		50	9,080	6,338	14,206	4,225	0.667	-2,113	2.910	
		80	9,838	6,875	14,504	4,313	0.627	-2,561	2.501	
		100	11,642	8,147	14,613	4,345	0.533	-3,802	1.440	
		200	13,432	9,412	14,850	4,416	0.469	-4,995	0.631	

8.4.7 적정 투자규모 및 투자 우선순위

‘치수사업 경제성분석 개선방안연구’에서는 투자우선순위를 결정할 때 하천개수사업의 공공적 특성을 고려하여 개수대상구간 및 지역의 효율성, 형평성, 일관성을 종합적으로 고려할 수 있는 방법으로 통합지표를 제시하였으며, 본 과업에서도 각 지구별 통합지표를 산정하여 투자우선순위 결정에 이용하였다. 통합지표 산정시 고려한 세부기준의 상대가치화 방법 및 통합지표 도출절차는 다음 <표 8.4-25>, <그림 8.4-4>와 같고, 계획지구별 투자우선순위 산정결과는 <표 8.4-26>과 같다.

<표 8.4-25> 세부기준의 상대가치화 방법

구 분		방 법
효율성	비용 편익비 (B/C)	해당 지구의 B/C를 전국 평균으로 나눈 값
	하천 개수율 (수계)	해당지구가 속해 있는 수계의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
형평성	하천 개수율 (시·도)	해당지구가 속해 있는 시도의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	홍수발생 빈도	해당 지구의 최근 10년간의 홍수발생 빈도를 전국 평균으로 나눈 값
일관성	최대홍수피해액	해당 지구의 최근 10년간의 최대홍수 피해액을 전국 평균으로 나눈 값
	제1지류 여부, 인접구간 여부	두 개의 기준 중 하나에 해당되면 1, 해당되지 않으면 0



<그림 8.4-4> 통합지표 도출 절차

<표 8.4-26> 치수사업 투자우선순위(80년 빈도)

하천	지 구 명	연장 (m)	사업비 (백만원)	B/C	우선 순위	비고
용봉천	축제좌1지구	1,995.0	19,739	0.988	3	
	축제좌2지구	1,290.0	16,182	0.547	5	
	축제좌3지구	770.0	9,857	0.536	6	
	보축우1지구	825.0	2,469	3.179	2	
	축제우1지구	1,995.0	5,979	3.492	1	
	축제우2지구	3,280.0	9,838	0.627	2	
	계	10,155	64,064			

투자우선순위를 결정할 때 가장 중요한 요소는 사업의 효율성으로 이는 B/C를 기준으로 판단되며, 특정지역에 치수시설이 집중되는 것을 방지하기 위하여 지역간, 수계간의 형평성이 고려되어야 한다. 또한 하천개수사업이 각 구간별로 추진될 경우 특정한 지역에 사업이 완료되더라도 인접지역에서 발생한 피해로 공공시설물(도로 등)이 피해를 입는 경우가 있어 사업의 효과를 극대화할 수 있는 일관성의 고려도 반드시 필요하다. 상기한 내용을 적용한 결과 <표 8.4-27>과 같다.

본 과업대상 하천인 용봉천에서 침수피해가 없거나 미미한 지구들은 상대적으로 비용의 발생에 따라서 B/C가 적게 산정되지만 통수단면이 부족한 구간 및 무제부 구간, 현재 포락이 진행되어지는 구간, 여유고 부족구간등에 대하여 일관된 개수계획수립 및 장래 개발여건등을 감안하여 축제(개수) 및 보축계획을 수립하였다.

향후 본 지역에서의 치수사업은 금회 수립된 하천정비기본계획의 내용에 따라 시행하되 과업대상 하천이 위치하고 있는 홍성군 하천담당자와도 사전에 협의하여 가장 공사가 시급하면서도 사업효과가 큰 지구를 우선적으로 시행하여야 한다.

한편, 보축지구의 통합지표는 축제지구에 비해 상대적으로 크게 산정되는데 이는 투자되는 사업비에 비해 침수피해편익이 크게 적용된 데 따른 것으로 판단된다. 이는 보축지구의 침수피해편익을 산정함에 있어 제내지 지반고와 홍수위를 단순 비교하여 홍수위가

높을 경우 침수를 가정하여 피해편익을 산정함에 따른 것으로 판단된다.

8.4.8 단기 및 중장기 투자계획

본 과업의 목적을 조기달성하기 위해 지구별, 단계별 투자계획이 필요하며, 신규 사업은 적정투자규모 및 투자우선순위에서 통합지표 우선순위에 따라 시행하고, 하도정비사업은 하천유지관리 차원에서 우선적으로 시행되어야 한다.

제9장 하천의 환경에 관한 사항

9.1 수환경 보전계획

9.2 환경영향 검토

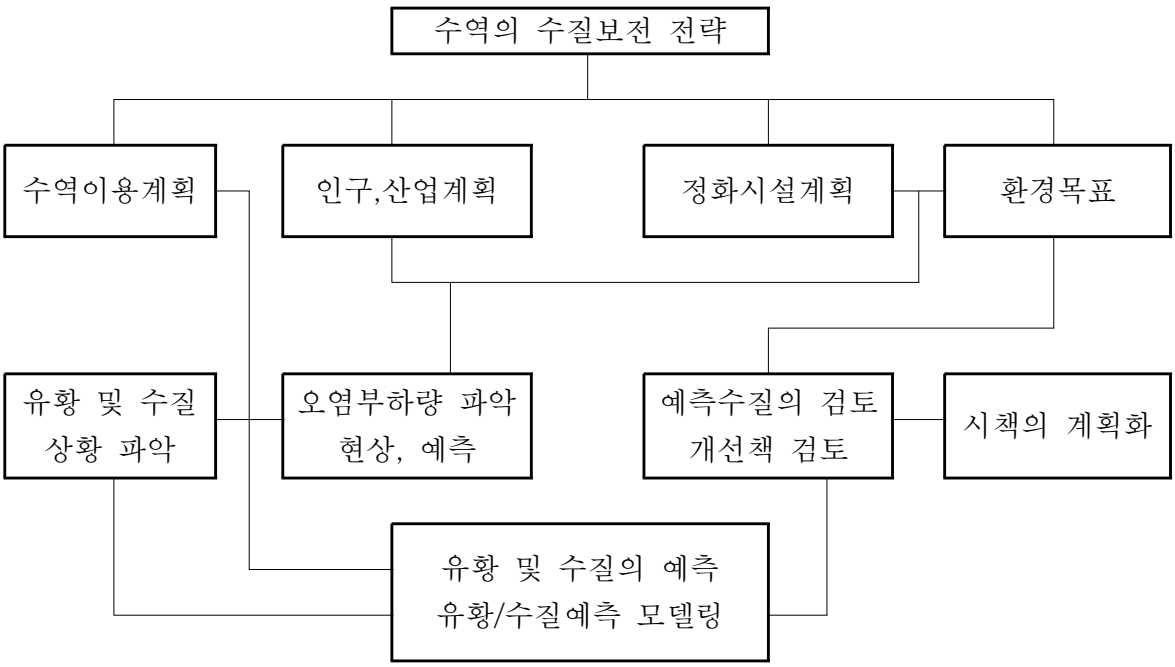
제9장 하천의 환경에 관한 사항

9.1 수환경 보전계획

9.1.1 기본방향

하천의 효과적인 수환경 관리를 위해서는 하천유량과 수질의 관리목표를 설정하여 수체와 수체에 영향을 주는 제반요소를 파악하고 현재의 수질로부터 장래수질을 예측하여 목표로 하는 수질에 접근시킬 시책의 계획화가 요구되며 또한, 지속적이고 항구적인 수환경 개선방안을 수립하여야 한다.

따라서, 궁극적으로 맑고 풍부한 물이 쉽게 소통할 수 있는 옛 모습의 하천을 복원하여 주민의 휴식공간과 정서 함양의 장소로 이용할 수 있게 하는 것이 당면 과제이며, 풍부한 수량의 확보와 깨끗한 수질을 유지하는 것이 선행되어야 한다.



<그림 9.1-1> 수질보전 전략의 형성체계

위와 같은 체계하에 수역별로 환경목표를 달성시키기 위한 수질보전은 다음과 같은 과정을 거쳐 생성되고 구체화되어야 할 것이다.

(1) 수역의 이용목적의 정립

수역의 이용목적 정립은 수질보전을 위한 전략을 마련함에 있어서 처음 단계로 고려하여야 할 사항으로 하천의 이용 또는 물의 이용목적 뿐만 아니라 필요수량의 설정도 동시에 고려되어야 한다. 또한, 물의 이용목적은 생활, 공업, 수산, 발전, 항해, 위락 및 항행 등 하나 또는 둘 이상의 복합목적을 가질 수도 있다.

(2) 물의 이용목적 및 수질기준의 설정

(3) 수체유입 오염물질 배출기준 설정

(4) 수질오염 통제전략과 대안개발

(5) 수질오염 방지계획의 수립시행

9.1.2 수환경보전 계획의 목표 설정

수질보전을 위한 전략을 마련함에 있어서 첫 단계로 수역의 이용목적을 하천수계, 하천주변의 여건, 지리적 특성 등을 고려하여 생활, 공업, 농업 등으로 정립하고 필요수량을 설정해야 하며 그 다음 각 수계별로 하천의 목표수질기준을 설정하여 수질기준에 부합되도록 하천정비 및 기타 오염물질 유입방지 대책을 수립해야 한다. 이를테면 사람이 음용하기 위하여 이용될 물은 사람의 건강보호에 부합되는 엄격한 기준을 정하여야 할 것이며, 관개용은 이보다 훨씬 완화된 기준을 바탕으로 이용목적에 따라 구분하여 설정하여야 한다.

이와 함께 지역주민 개개인의 환경개선 노력의 적극적 참여 유도와 더불어 민간단체 및 지역하천을 대상으로 하는 조직적인 단체를 구성하여 지역하천을 되살리기 위한 지역주민의 연대의식을 고취시켜 보다 효과적이고 적극적인 참여를 유도함과 동시에 지역하천과의 친근감을 유발함으로써 자연스럽게 감시효과를 유도하도록 해야 할 것이다.

(1) 환경부 목표수질

대상하천 수계내 하천수의 이용목적 및 장래 이용계획을 조사한 결과 대부분 농업용수로서 이용되고 있으며 장래 별도의 개발계획이 없는 것으로 조사되었다. 따라서 하천수의 이용현황 및 장래개발 계획으로 판단한 대상하천의 목표수질은 농업용수가 가능한 Ⅲ등급의 수질기준을 만족해야 한다. 『중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간(환경부 고시 제 2006-227호)』에서는 삽교천 환경수질을 Ⅲ등급으로 설정하고 있다.

삽교천 지류인 용봉천의 목표수질은 현재 Ⅰb~Ⅱ등급 이상의 수질을 유지하고 있으므로 Ⅰb등급으로 설정하였다.

<표 9.1-1> 삽교천 수질 목표기준과 수질현황

대권역	중권역	측정지점	목표기준	달성기간
금강	삽교천	삽교호1	보통(Ⅲ)	2015년

주) 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간, 환경부 고시 제2006-227호

(2) 하천환경 요구수질

금회 과업하천 구간의 수질을 적정하게 관리, 보전하기 위하여 다음에 기술될 경관, 생태계, 친수활동 측면을 고려한 하천환경의 요구수질을 다음과 같이 설정하였다.

환경부에서 정한 목표수질은 연간 275일 이상 유지되는 저수위보다 높은 수위에서 달성, 유지되어야 할 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간이다. 용봉천의 경우 현재 BOD기준 Ⅰb~Ⅱ등급의 수질임을 감안하여 금회 요구수질기준은 Ⅰb등급으로 설정하였다.

<표 9.1-2> 요구수질기준

구 분	등 급	기 준
삽교천	보통(Ⅲ)	4.5㎎/l

(가) 생태계측면 목표수질

육수생태계 보전을 위한 요구수질은 피라미가 서식할 수 있을 정도의 수질을 유지하여

야 하며, 이는 BOD기준 5㎎/L이하의 수질로서 하천수질 환경기준 Ⅲ등급 정도의 수질 확보가 요구되는데, 과업하천은 현재의 수질이 대부분 Ⅰ~Ⅱ등급 이상의 양호한 수질을 유지하고 있으므로 현재의 생태적 수질이 지속될 수 있도록 하여야 한다.

<표 9.1-3> 수질 등급별 특성과 지표어종

구 분	Ⅰ등급	Ⅱ등급	Ⅲ등급	Ⅳ등급
BOD	1ppm	3ppm	6ppm	8ppm
물의 색깔	수정같이 맑다	비교적 맑다	황갈색	먹 물
물의 냄새	없 다	없 다	없 다	고약한 냄새
지표어종	버들치 등	피라미	붕어, 메기 등	실지렁이 물고기는 없다.

주) 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)

하천공간의 수생 동·식물은 수질정화 및 수변경관측면에서 중요하며, 특히 조류, 어류의 생식환경 조성과 관련하여 수생 동·식물과 수질오염의 관계를 정립하였다.

추후식물은 DO 7.4~11.6㎎/L, BOD 0.7~3.6㎎/L, COD 1.6~9.3㎎/L의 수질범위에서 생식하며, 수생식물과 수질의 관계에 있어 수생동물, 갑각류, 패류, 곤충, 어류 등이 다양하게 존재하는 DO 5ppm, BOD 5ppm 정도가 적합하며, 이는 수질환경기준 Ⅱ등급을 만족해야 한다.

<표 9.1-4> 유기물질에 따른 수생 동·식물과 수질오염의 정도

구 분	부패수성	β중 폐수성	α중 폐수성	강 폐수성
DO	10 ppm	5 ppm	2 ppm	2 ppm
BOD	3 ppm	5 ppm	8 ppm	10 ppm
황화수소	없다	없다	냄새가 나지 않음	강렬한 냄새
물색깔	100/cc	10만 이하/cc	10만 이상/cc	100만 이상/cc
물냄새	·수초 빈약 ·부착미생물다양	·수초, 부착조류 등 다양	·수초, 부착조류 대량 발생	·수초는 없고 부착조류 출현
지 표 어 종	·어류, 곤충 등 다양	·어류, 곤충, 갑각류, 패류 등 다양	·갑각류, 폐류, 곤충, 잉어, 붕어, 메기, 미꾸라지 등	·실지렁이 ·소수의 곤충 등 빈약

주) 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)

(나) 경관측면 목표수질

경관측면에서 본 목표수질은 다음과 같으며, 이는 하천수질 환경기준과 비교하면 Ⅲ등급 정도의 수질확보가 필요하다.

<표 9.1-5> 경관측면의 목표수질

구 분	SS	투시도	BOD	증발잔유물	색 도	탁 도
수 질	25mg/L이하	20cm 이상	5mg/L이하	200mg/L	-	-
물의색	20mg/L이하	20cm 이상	5mg/L이하	-	25°이하	10°이하
물냄새	25mg/L이하	-	6mg/L이하	-	-	20°이하

주) 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)

③ 친수환경측면 목표수질

수환경 관점에서 친수환경 측면의 산책, 관찰, 물놀이 등을 고려한 하천환경정비 차원에서 요구되는 수질기준을 세부적으로 표현한 결과는 다음과 같다.

<표 9.1-6> 하천이용에 필요한 요구수질

수질지표	환경에 주는 영향	산책/휴식	낚시/물놀이	낚시/수영/물놀이
DO (mg/L)	수온이 상승하면 용존산소가 감소한다. (물고기의 경우 36mg/L가 한계, 3mg/L면 험기성의 우려 있음)	3	36	7.5
BOD (mg/L)	보통 완류 및 저수지는 5mg/L이하, 계류에서는 10mg/L 이하이다.	10	5	2
SS (mg/L)	과다하면 광합성과 미생물 번식을 저해하고, 물고기 아가미에 부착되면 호흡장애를 일으킨다.	10	5	2
질소 (mg/L)	수중생태계에 최소 0.3mg/L 이상이 필요하나 10 mg/L에서는 저해가 된다. (AH4+-N은 6mg/L dLg)	-	6	6
인 (mg/L)	수중생태계에 0.005mg/L 이상이 필요하나 과다하면 조류가 발생하며 0.3mg/L 이상은 좋지 않다.	-	0.3	0.3
PH	변동이 적고 중성인 것이 좋다.	-	6.5~8.5	6.5~8.5
대장균수 (MPN/100mL)	오물에 의한 오염이 증거가 된다.	-	103	103
ABS (mg/L)	거품이 생기면 외관상 좋지 않다. 낙차가 많으면 거품이 생긴다.	-	0.5이하	0.5이하
기타	물거품, 악취, 쓰레기 등이 없어야 한다.	-	-	-

주) 하천계획 관리론(이원환 저)

9.1.3 수량확보 대책

(1) 하천의 유지용수 확보

(가) 유지유량 확보 방안

1) 하천생태계를 고려한 필요유량

하천내 수생 동·식물의 존속을 위한 유지유량으로서 어류서식 환경은 여울과 웅덩이 등의 하천상태, 어류와 관련된 유속, 수심, 하상재료, 어류의 이동, 하천수질조건으로 수온, 용존산소, pH, 생물화학적 산소요구량 등이 고려되어야 하나, 여기서는 수량과 가장 관계가 있는 유속과 수심조건만 고려하여 유지유량을 산정하였으며 생태계를 고려한 하천유지용수량 산정기준은 다음 <표 9.1-7>과 같다.

<표 9.1-7> 생태계를 고려한 하천유지용수량 산정기준

구 분	유 지 용 수 량 산 정 기 준	비 고
수면폭	하천경관에 필요한 수면폭을 적용한다.	
유 속	어느 정도 흐름을 확보할 수 있는 0.2m/s를 적용한다.	
수 심	피라미 등이 살 수 있도록 최소 0.1m는 보장이 되어야한다.	

주) 수환경자료(일본건설성), 2001 안양천살리기 (2001. 4 안양시)

수생생물의 서식처를 유지하고 물놀이 및 친수활동이 가능토록 하려면 건천화를 방지할 수 있도록 하천의 유지용수를 확보하여야 한다.

2) 하천경관을 고려한 필요유량

하천경관을 고려한 필요유량이란 하천의 주요지점에서 경관을 유지하고 하천변에 접근하는 사람으로 하여금 정서적으로 풍부하고 안정된 심적감정을 갖도록 하는 유량이다.

하천경관을 고려한 하천의 필요유량 산정기준에 대하여 한국건설기술연구원과 일본 건설성 등에서는 수면폭(W)과 하폭(B)의 비의 기준인($W/B \geq 0.2$)에 대하여 제시하였으며 다음 <표 9.1-8>에 정리하였다.

<표 9.1-8> 하천경관을 고려한 하천유지유량 산정기준

구 분	유 지 용 수 량 산 정 기 준	비 고
수 면 폭	유량이 많고 적음에 대한 느낌은 수면이 차지하는 비율등 대상간의 비율과 대상공간의 점용률에 의한다. 이때 공간비율의 지표로써 수면폭(W)과 하천폭(B)의 비(W/B)를 들 수 있다. 유량감을 느낄 수 있는 최소비율은 하천폭의 20%이다.	
유 속	어느 정도의 흐름을 느낄 수 있는 0.2m/s의 유속이 적당하다.	
수 심	평균수심으로 0.1m를 확보한다.	

주) 수환경자료(일본건설성), 2001 안양천살리기 (2001. 4 안양시)

3) 친수를 고려한 필요유량 산정

하천유지유량을 산정하기 위해서는 하천에서의 여가활동을 포함한 친수활동을 고려할 필요가 있으며 친수활동에는 여러 종류가 있으나 본 과업 대상하천의 현실적인 여건을 감안하여 어린이들의 물놀이를 고려하여 필요유량을 산정하였으며 친수활동을 고려한 하천유지용수 산정기준은 다음 <표 9.1-9>과 같다.

<표 9.1-9> 친수활동을 고려한 하천유지용수량 산정기준

구 분	유 지 용 수 량 산 정 기 준	비 고
수 면 폭	산책이나 물놀이등 가능한 수면폭으로 경관에 필요한 수면폭을 적용	
유 속	친수활동에 적합한 유속 0.2m/s을 적용	
수 심	어린이의 물놀이가 예상되는 지역이므로 수심 0.2m가 적당	

주) 수환경자료(일본건설성), 2001 안양천살리기 (2001. 4 안양시)

용봉천의 하천유지용수산정은 각 하천별, 주요 지점별 생태적 기능, 경관적 기능, 친수적 기능중 주요 기능을 설정하고 각 기능에 대해 상기사항을 고려하여 하천 대표지점의 하천유지용수를 산정하였으며 유지용수 산정에 적용한 대표지점에 대한 하천의 물리적 조건은 다음 <표 9.1-10>와 같다.

<표 9.1-10> 대표 지점별 하천특성

하 천	대 표 지 점		유역면적 (㎢)	하천폭 (m)	저수로폭 (m)	비 고
	지 점	측 점				
용봉천	하산천 합류후	No.39	10.40	41	17	
	지동천 합류후	No.29+20	14.74	35	14	
	종 점	No.0	19.60	60	25	

<표 9.1-11> 대표 지점별 유지용수 산정

하 천	대 표 지 점	측점 (No.)	유 지 용 수 량 산 정				하천기능	비고
			수면폭 (m)	유 속 (m/s)	수 심 (m)	산정량 (㎥/s)		
용봉천	하산천 합류후	39	4.0	0.2	0.1	0.058	생태	
	지동천 합류후	29+20	3.6	0.2	0.1	0.056	생태	
	종 점	0	6.0	0.2	0.1	0.069	생태	

하천 주요지점의 하천유지유량의 결정은 앞에서 산정한 기능별 유량과 최소한의 하천기능을 유지하는 갈수량과 비교하여 이중에서 큰 유량으로 결정하였다.

<표 9.1-12> 주요지점별 하천유지유량 결정

하천	대 표 지 점	하천 기능	유 지 용 수 량 산 정(㎥/s)					유지용수 결정량	결 정 기 준
			평수량	저수량	평 균 갈수량	기 준 갈수량	유지용수 산 정 량		
용봉천	하산천 합류후	생태	0.109	0.065	0.015	0.001	0.058	0.058	평균갈수
	지동천 합류후	생태	0.155	0.092	0.021	0.002	0.056	0.056	평균갈수
	종 점	생태	0.206	0.123	0.028	0.002	0.069	0.069	평균갈수

4) 하천유지유량 확보 방안

하천 본래기능을 유지하기 위한 유량은 인간이 사용하는 물과는 별도로 하천 본래의 정상적인 기능을 충족시키기 위한 유량으로서 하천의 수량관리에 있어 반드시 고려되어야 할 유량이다.

과업하천은 자연적인 농경지 하천의 특성을 가지고 있어 하천경관이나 친수기능 보

다는 생태계 보전을 위한 기능이 중요시되어 생태계 보호를 위한 필요유량을 산정하고 이를 평균갈수량과 비교한 후 유지용수를 결정하였다. 검토결과 과업하천은 생태계 보전을 위해 필요한 수량이 평균갈수량보다 커 하천유지유량을 확보하기 위한 장·단기 대책을 수립하여야 한다.

<표 9.1-13> 하천별 유지용수 확보

하 천	대 표 지 점	측 점 (No.)	유 지 용 수 확 보 (톤/일)				비 고
			평 균 갈수량	유지용수 산 정 량	유지용수 결 정 량	확 보 소요량	
용봉천	하산천 합류후	39	1,296	5,011	5,011	3,715	
	지동천 합류후	29+20	1,814	4,838	4,838	3,024	
	종 점	0	2,419	5,962	5,962	3,543	

가) 단기대책

① 하수처리시설이 되어 있지 않는 중상류 및 지류지역에 소규모 하수처리시설을 도입하여 재처리수를 하천으로 방류함으로서 하천수를 확보하도록 한다.

② 농업용수 및 하천유지유량의 안정적인 공급을 위해 하천내에 암정을 설치하여 복류수를 취수, 하천으로 방류하도록 한다.

③ 경제적이며 시공이 간단한 가동보(고무댐) 등을 설치하여 평상시 하천수량을 확보하도록 하며 홍수시에는 바람을 빼내 원래의 하천을 유지하도록 한다.

나) 장기대책

① 지하수 함양을 위한 침투율 증가

② 유량확보용 저수지(소류지) 건설(재개발)

③ 향후 지하수실태를 조사하여 종합적인 용수확보대책 수립 등

<표 9.1-14> 하천수량확보 방안 비교

구 분	개 요	장 점	단 점	적용
타유역에서의 도 수	·인근의 유량이 풍부한 유역에서 도수로 등을 이용하여 유량공급	·타사업과 연계가능	·건설비용 과다 ·수원확보 곤란 ·유지관리비 과다	불리
재처리수 이 용	·가정오수와 축산폐수를 차집하여 소규모처리시설을 이용하여 처리후 하천에 방류하여 유량공급 ·식생대를 통과한 처리수 이용	·지천 건천화 방지	·건설비용 과다 ·유지관리비 과다	적합
지하수 개 발	·관정을 파 동력을 이용하여 물을 퍼올려서 유량공급 ·하천내(고수부지)에 암정을 개발하여 복류수를 취수하여 유량공급	·사업기간이 짧음	·건설비용 과다 ·유지관리비 과다 ·수량제한적	가능
저수지 (소류지) 재개발	·저수지(소류지)의 저수용량 확충 및 불용용량 활용 (펌핑 및 방류관시설계획)	·최대규모 개발 ·건설비 저렴	·관련부처간 유수사용 협의 필요 ·신규 수몰지발생 부담	적합
저류시설 댐	·홍수시 초과 유출량을 댐에 저류하였다가 갈수시 공급	·안정적인 수원확보 ·유지관리용이	·건설비용 과다 ·건설적지확보곤란 ·환경피해	불리
저류시설 지하댐	·수맥이 있는 지하에 물막이 벽을 설치하여 지하수를 가두고 필요시 양수하여 유량공급 ·하천내 차수벽을 설치하여 지하 수위를 상승시켜 유량공급	·안정적인 수질확보 ·건설비용 저렴	·유지관리비 과다	불리
수원지 함 양 능력증대	·보 등의 저류시설 및 수목 등에 의해 지하침투량을 증가시켜 갈수량을 확보하는 방안	·유지관리비 저렴 ·산림녹화와 연계가능 ·토사유출방지효과	·효과가 미미함 ·장기적인 투자 요구	가능
가동보 (고무댐등) 설치	·평상시에는 흐르는 물을 저장하고, 홍수시에는 바람을 빼내 원래의 하천을 유지시킴	·도시하천의 건천화방지 ·홍수 및 비홍수기에 탄력적인 하천이용 ·친환경적인 수변공간 조성	·고무댐의 경우 내구성증대 요구 ·높이의 제한 ·유지관리 필요	적합
분류하수관거 설 치	·추후 설치될 하수관로를 우수와 하수를 분리하여 우수를 하천으로 유도하여 흐르게 하는 방안	·하천 건천화 방지 ·하천수질개선	·초기강우시 오염물질이 하천으로 유입 하게됨에 따라 오염 가중 ·건설비 과다	불리

9.1.4 하천수질 개선대책

(1) 장래 하천수질 예측

(가) 장래 오염부하량 예측

장래 수질예측을 위해서는 우선적으로 산재해 있는 오염원들로부터 발생되는 오염물질의 배출규모를 알아야 하며 이로부터 배출되는 오염량을 목표연도별로 산정하여 기초자료로 활용하여야 한다. 따라서 이미 3.6절에서 언급한 바와 같이 각 소유역별 배출 오염원, 즉 인구, 가축, 산업 및 토양이용도에 따른 오염으로 장래 오염 부하량을 다음과 같이 산정하였다.

1) 인구에 의한 오염부하량 산정

대상하천 유역내 장래 인구증가량을 예측하고 인구증가에 따른 발생오염원을 산정하였으며 적용된 장래 생활오수의 발생원단위는 다음 <표 9.1-15>에 정리하였다.

<표 9.1-15> 인구에 의한 오염물질 발생량 산정 원단위 (단위 : g/인·일)

구 분	가정인구 발생부하원단위			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			

본 과업에서는 장래의 인구추정을 위해 홍성군의 과거 자료를 이용하여 자연적인 변화요인 뿐만 아니라 개발계획과 인구분산정책 등 인위적인 변화요인을 고려하여 합리적인 추세가 되도록 하였다.

과업대상하천 유역내 장래 추정인구는 다음<표 9.1-16>와 같으며, 이로 인한 발생부하량은 다음 <표 9.1-17>~<표 9.1-20>과 같다.

<표 9.1-16> 과업대상하천 유역내 장래 인구계획

하 천	지 구 명	유역면적 (㎢)	인구 (인)				비 고
			2010년	2015년	2020년	2025년	
용봉천	홍북지구	17.29	2,051	1,858	1,858	1,858	
	홍성지구	2.31	3,114	3,614	3,531	3,478	
	계	19.60	5,165	5,472	5,388	5,335	

<표 9.1-17> 인구에 의한 발생부하량(2010년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	254.23	58.67	6.54	124.61	31.79	3.54
홍성지구	2.31	385.90	89.06	9.93	189.15	48.26	5.38
계	19.60	640.13	147.73	16.48	313.76	80.06	8.92

<표 9.1-18> 인구에 의한 발생부하량(2015년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	230.25	53.14	5.93	112.86	28.80	3.21
홍성지구	2.31	447.87	103.36	11.53	219.53	56.01	6.24
계	19.60	678.12	156.49	17.45	332.38	84.81	9.45

<표 9.1-19> 인구에 의한 발생부하량(2020년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	230.25	53.14	5.93	112.86	28.80	3.21
홍성지구	2.31	437.54	100.97	11.26	214.46	54.72	6.10
계	19.60	667.79	154.11	17.19	327.32	83.51	9.30

<표 9.1-20> 인구에 의한 발생부하량(2025년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	230.25	53.14	5.93	112.86	28.80	3.21
홍성지구	2.31	430.97	99.46	11.09	211.24	53.90	6.00
계	19.60	661.22	152.59	17.02	324.10	82.69	9.21

2) 축산에 의한 오염부하량 산정

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

통계자료를 이용하여 본 과업대상 하천유역의 가축수를 조사하였으며, 소규모의 농장에서는 미처리로 방류되는 경우가 많은 것으로 조사되었다.

과업대상하천 주위의 농경지에 축분을 적치하여 거름으로 사용하고 있어 강우시 비점오염원의 형태로 상당량 배출될 것으로 예상된다.

가) 장래가축 추정

금회 과업대상 하천 유역내의 장래가축 사육두수는 장래 토지이용계획 등을 고려하여 향후 5년간 증가하다가 이후로는 동일한 것으로 추정하였다.

<표 9.1-21> 소유역별 가축사육 두수 현황 **(단위 : 두)**

하 천	지 구 명	유역면적 (㎢)	가축 두수				비 고
			2010년	2015년	2020년	2025년	
용봉천	홍북지구	17.29	188,235	325,404	325,404	325,404	
	홍성지구	2.31	32,299	55,836	55,836	55,836	
	계	19.60	220,535	381,241	381,241	381,241	

나) 오염물질 발생량 추정

발생성상은 폐수와 고형물로 구분되며 고형물의 대부분은 직접 수계로 배출되지 않고 퇴비화 등의 과정을 거쳐 재활용되나, 초기강우시 비점오염원의 형태로 수계로 유입될 수 있어 폐수 및 고형물 전체를 원단위로 사용하였다.

<표 9.1-22> 축산분뇨에 의한 발생원단위 (단위 : g/두·일)

항 목	구 분	한우	젖소	돼지	양	가금
BOD	합계	528	556	109	10	5.2
	폐수	67	117	32	3	0
	고형물	461	439	77	7	5.2
TN	합계	116.8	161.8	27.7	5.8	1.1
	폐수	40	63.5	14.9	4.2	0
	고형물	76.8	98.3	12.8	1.6	1.1
TP	합계	36.1	56.7	12.2	0.9	0.4
	폐수	3.5	10.7	3.3	0.2	0
	고형물	32.6	46	8.9	0.7	0.4

주) 제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)

<표 9.1-23> 가축에 의한 발생부하량(2010년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	4,488.96	1,063.46	411.62	31.61	19.07	2.52
홍성지구	2.31	770.26	182.48	70.63	5.42	3.27	0.43
계	19.60	5,259.22	1,245.94	482.25	37.04	22.34	2.96

<표 9.1-24> 가축에 의한 발생부하량(2015년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	5,712.33	1,336.56	513.44	40.23	23.97	3.15
홍성지구	2.31	980.18	229.34	88.10	6.90	4.11	0.54
계	19.60	6,692.51	1,565.90	601.54	47.13	28.08	3.69

<표 9.1-25> 가축에 의한 발생부하량(2020년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	5,712.33	1,336.56	513.44	40.23	23.97	3.15
홍성지구	2.31	980.18	229.34	88.10	6.90	4.11	0.54
계	19.60	6,692.51	1,565.90	601.54	47.13	28.08	3.69

<표 9.1-26> 가축에 의한 발생부하량(2025년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	5,712.33	1,336.56	513.44	40.23	23.97	3.15
홍성지구	2.31	980.18	229.34	88.10	6.90	4.11	0.54
계	19.60	6,692.51	1,565.90	601.54	47.13	28.08	3.69

3) 토지이용에 의한 오염부하량 산정

금회 과업대상 하천의 유역내 토지이용현황을 농경지(논, 밭), 초지 및 임목지, 나대지 및 인공녹지, 기타로 구분하여 국립지리원에서 제작한 1/5,000 지형도 및 토지이용도와 홍성군 통계연보를 참고하여 면적을 산출하였다.

가) 장래 토지이용 추정

본 과업지역의 경우 대규모 시설이나 관광지로의 개발가능성이 적은 지역이나 2015년 도청이전이 계획되어 있어 향후 토지이용 증감율을 고려하여 장래 토지이용상황을 추정하였다.

<표 9.1-27> 토지이용 동향 및 전망 (단위 : ㎢)

구 분		전	답	임야	대지	기 타
용봉천	2010년	2.96	4.74	7.79	0.71	3.40
	2015년	2.04	4.54	7.96	0.78	4.27
	2020년	2.02	4.54	7.93	0.86	4.25
	2025년	2.00	4.54	7.89	0.95	4.21

나) 오염물질 발생량 추정

토지이용별 발생량 조사는 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』의 원단위를 이용하여 산정하였다.

<표 9.1-28> 토지이용에 의한 발생원단위

구 분	발 생 부 하 원 단 위 (kg/㎢·일)			비 고
	BOD	TN	TP	
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	

<표 9.1-29> 토지이용에 의한 발생부하량(2010년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	32.67	39.75	9.43	0.25	0.76	0.07
홍성지구	2.31	12.65	6.39	1.09	0.10	0.12	0.01
계	19.60	45.32	46.14	10.52	0.34	0.89	0.07

<표 9.1-30> 토지이용에 의한 발생부하량(2015년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	34.34	35.55	9.50	13.79	6.45	1.04
홍성지구	2.31	0.26	0.68	0.07	0.10	0.12	0.01
계	19.60	34.60	36.23	9.57	13.90	6.57	1.05

<표 9.1-31> 토지이용에 의한 발생부하량(2020년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	36.67	35.90	9.50	15.06	6.52	1.00
홍성지구	2.31	0.28	0.69	0.07	0.11	0.13	0.01
계	19.60	36.95	36.59	9.57	15.17	6.65	1.01

<표 9.1-32> 토지이용에 의한 발생부하량(2025년)

지 구 명	면적 (㎢)	오염발생량(kg/일)			배출부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
홍북지구	17.29	39.25	36.30	9.51	16.46	6.63	0.96
홍성지구	2.31	0.30	0.70	0.07	0.12	0.13	0.01
계	19.60	39.54	36.99	9.57	16.58	6.76	0.97

4) 오염물질 발생량(BOD)

금회 과업대상 하천의 유역내에서 발생되는 오염물질을 상기에서 예측한 각각의 증감요인을 고려하여 아래 <표 9.1-33>와 같이 목표연도별, 오염원인별로 추정하여 정리하였다.

용봉천의 오염물질 총발생량(BOD)은 도청이전 예정인 2015년까지 인구에 의한 오염물질 발생량은 증가하며, 토지이용에 의한 오염물질은 줄어드는 것으로 예상되었으며, 도청이전 후에 인구에 의한 오염물질 발생량은 줄어들지만, 토지이용에 의한 오염물질은 증가될 것으로 예상되었다. 오염물질 총발생량(BOD)에서 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것은 가축사육에 의한 오염물질로 매년 90% 이상을 차지하였다.

<표 9.1-33> 오염물질 발생량 추정

구 분		오염 발생량 (kg/일)			비고
		BOD	T-N	T-P	
2010	인구	640.13	147.73	16.48	
	가축	5,259.22	1,245.94	482.25	
	토지	45.32	46.14	10.52	
소 계		5944.67	1439.81	509.25	
2015	인구	678.12	156.49	17.45	
	가축	6,692.51	1,565.90	601.54	
	토지	34.6	36.23	9.57	
소 계		7405.23	1758.62	628.56	
2020	인구	667.79	154.11	17.19	
	가축	6,692.51	1,565.90	601.54	
	토지	36.95	36.59	9.57	
소 계		7397.25	1756.6	628.3	
2025	인구	661.22	152.59	17.02	
	가축	6,692.51	1,565.90	601.54	
	토지	39.54	36.99	9.57	
소 계		7393.27	1755.48	628.13	

(나) 오염물질 배출량 추정

오염물질 발생량은 유역내 오염원을 조사하여 이에 적합한 원단위를 적용하여 산정한 값이고, 오염물질 배출량은 발생되는 오염물질이 배출경로에 따라 저감시설 등을 거치면서 그 양이 줄어들어 실제 유역내로 유입되는 양을 말하는 것으로 배출량 산정을 위하여 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』에서 제시한 오염원별 배출부하량 산정 공식을 적용하였으며, 계산된 하천별 오염물질 배출량(BOD)은 <표 9.1-34>와 같다.

1) 인 구

○ 『제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008.9, 국립환경과학원)』에서 제시한 직접이송량, 개별삭감량, 관거유입량, 관거배출량, 방류량, 직접정화량 등을 고려하여 배출원별 배출량을 산정하여 총 배출량을 산정하였다.

○ 배출원별 배출량은 다음의 산식으로 산정한다.(개별배출량이란 개별배출원에서 공공수역으로 직접배출되는 양을 말한다.)

배출원 배출량 = 배출원별 [개별배출량+관거배출량+방류량-직접정화량]

배출원개별배출량 = 배출원별 [발생량-개별삭감량-직접이송량-관거유입량]

○ 오염원별 배출량은 오염원별로 배출원의 총 배출량을 모두 합한양이다

오염원별배출량 = 오염원별∑배출원배출량

2) 축 산

○ 배출부하량 = {축종별사육두수 × (축산분뇨발생원단위 - 축산폐수발생원단위)
× (1-축산분뇨자원화시설 처리율/100)] × 농지배출계수
× 비점오염원배출계수(0.25)

* 농지배출계수는 농지 또는 초지에 살포된 양 중 실제 농지나 초지에 흡수 또는 분해된 후 배출되는 나머지양을 보정하는 계수임.

* 농지배출계수는 연평균값으로 이중 저수기 동안 강우에 의해 비점오염원의 형태

로 배출될 수 있는 부분은 비점오염원배출계수를 적용하여 계산함.

3) 토지이용

○ 토지계 배출부하량 = 비점배출계수(0.5)×∑(지목별면적×지목별연평균발생부하원단위)

<표 9.1-34> 오염물질 배출량 추정

구 분		배출 부하량 (kg/일)			비고
		BOD	T-N	T-P	
2010	인구	313.76	80.06	8.92	
	가축	37.04	22.34	2.96	
	토지	0.34	0.89	0.07	
소 계		351.14	103.29	11.95	
2015	인구	332.38	84.81	9.45	
	가축	47.13	28.08	3.69	
	토지	13.9	6.57	1.05	
소 계		393.41	119.46	14.19	
2020	인구	327.32	83.51	9.30	
	가축	47.13	28.08	3.69	
	토지	15.17	6.65	1.01	
소 계		389.62	118.24	14.00	
2025	인구	324.1	82.69	9.21	
	가축	47.13	28.08	3.69	
	토지	16.58	6.76	0.97	
소 계		387.81	117.53	13.87	

(다) 유달부하량 산정 및 수질예측

오염물질은 각 오염원으로부터 배출되어 과업 유역에 유입되는 동안 유역의 특성에 따라 확산, 흡착, 탈착, 용해, 침투 및 생물 섭취 등의 자연적인 현상과 취수, 배수 등의 인위적 조작에 의한 복잡한 경로를 거쳐서 변화한다. 따라서 과업유역 출구에서 오염물질의 유달부하량과 그 지점의 상류부에 위치한 모든 오염원으로부터 배출된 배출부하량이 다르며 이를 비율로 나타낸 것이 유달률이다. 유달률 산정방법으로는 실측에 의한 방법, 통계식을 이용한 방법, 침식토양의 유달률을 이용하는 방법과 합리식의 유

출계수를 이용한 방법 등으로 구분할 수 있으며, 본 검토에서는 금회 측정한 유량과 금회 분석한 유황을 비교한 결과 실측유량은 수량이 풍부한 시기에 측정되어 갈수기의 유량을 대표하기에 부적합하여 적용치 않았으며 유황분석결과인 갈수량을 적용하였다. 유달률을 산정하기 위해 용봉천의 측정지점에 대해 수질을 측정하였으며, 추정된 배출부하량과 이들 유량과 수질을 이용하여 산정한 유달 부하량의 비율로 계산하여 유달률을 산정하였다.

■ 유달부하량 산정

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.

$$\zeta = (Ce \times Qe) / Li \qquad <식\ 9.1-1>$$

ζ : 유달률

Ce : 대상물질 농도(kg/㎥)

Qe : 하단부에서의 유량 (㎥/일)

Li : 소집수구역의 배출부하량 (kg/일)

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

$$D = \zeta \times Li \qquad <식\ 9.1-2>$$

D : 유달부하량(kg/일)

ζ : 유달률

Li : 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.

<표 9.1-35> 유달부하량 (단위 : kg/일)

구 분	BOD		T-N		T-P	
	유달부하	유달율	유달부하	유달율	유달부하	유달율
용봉천	101.13	0.288	9.50	0.092	0.84	0.070

유달율 산정 및 수질변화 예측은 금회 과업대상 하천에 대해 <표 9.1-36>과 같이 산정한 결과 BOD 28.8%, T-N(총질소) 9.2%, T-P(총인) 7.0%로 예측되었다. 이는 본 과업하천이 전형적인 전원하천(농경지 하천)의 특성을 보이며 하천주변 및 제외지 고수부지의 대부분이 농경지로 이루어져 농경지 등에 살포된 요소비료 등의 성분과 축산폐수(축산농가의 경우 대부분 퇴비화 및 톱밥발효 등에 의해 축산폐수가 처리되므로 이들 오염원이 초기강우와 함께 하천으로 유출됨)에 의한 영향이 큰 것으로 판단된다.

한편 과업하천의 장래 BOD 수질예측결과는 <표 9.1-37>와 같으며, 이를 살펴보면 도청이전 예정인 2015년에 증가 이후 BOD 2.241~2.209㎎/L, T-N 4.746~4.670㎎/L, T-P 0.085~0.084㎎/L로 수질이 점차 개선되는 것으로 예측되었다.

상기와 같이 용봉천은 장래에 목표수질인 Ⅰ등급을 만족하지 않는 것으로 예측되었으나 기준량에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 따라서 별도의 오염물질 삭감대책 및 하천수질 정화시설의 도입보다는 추후 관계기관 및 해당 지자체 등과 협의하여 오염총량관리 기본계획수립, 하수처리구역 확대, 하수관거 및 오폐수처리시설의 관리감독 철저, 지역주민을 통한 홍보, 사후 수질조사 모니터링 등의 지속적인 하천관리로 목표수질을 만족할 것으로 판단된다.

<표 9.1-36> 오염부하량 및 오염기여율 예측

구 분	오염부하량(kg/일)			현재의 하천 부하량(kg/일)			오염기여율(%)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
용봉천	351.14	103.29	11.95	101.13	9.50	0.84	28.8	9.2	7.0

주) 오염기여율 산정지점 : 하천 하류지점

<표 9.1-37> 장래 수질변화 예측

구 분	년 도	오염부하량(kg/일)			오염기여율(%)			수질변화예측		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
용봉천	2010년	351.14	103.29	11.95	28.8	9.2	7.0	2.000	4.104	0.072
	2015년	393.41	119.46	14.19	28.8	9.2	7.0	2.241	4.746	0.085
	2020년	389.62	118.24	14.00	28.8	9.2	7.0	2.219	4.698	0.084
	2025년	387.81	117.53	13.87	28.8	9.2	7.0	2.209	4.670	0.084

(2) 하천수질 보전대책

대상하천이 위치한 홍북면, 홍성읍 일대는 대부분 농촌지역으로 농가가 밀집되어 있으나 하수도 시설이 미비하여 생활하수의 대부분이 하천으로 유입되고 있는 실정이다.

또한 하천 인근에 위치한 소규모 축사로부터 유입된 축산폐수 또한 수질을 악화시키는 커다란 요인 중에 하나로 나타났다. 따라서 목표수질을 유지할 수 있도록 본 과업에서는 다음과 같이 수질개선 및 보존 대책을 수립하였다.

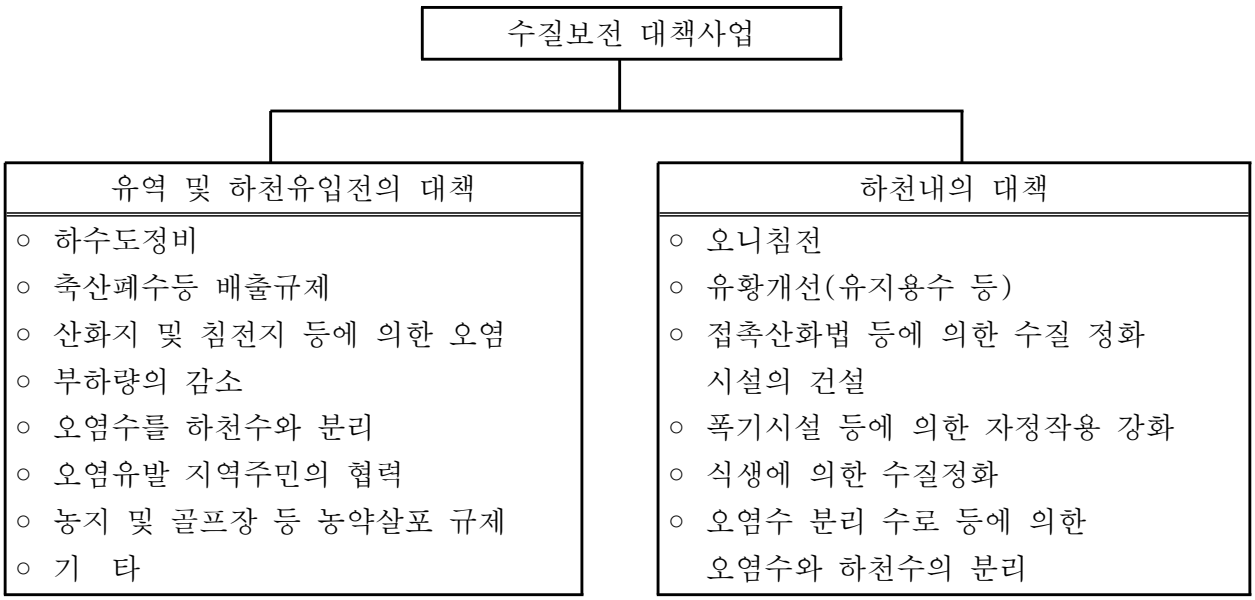
<표 9.1-38> 수질 보전대책

하 천	구 간	개 선 대 책
용봉천	전구간	• 소규모 하수처리시설(마을단위, 개별)건설 • 소규모 축산폐수 처리시설건설 및 자체처리시설 강화 • 유입하천과 연계된 정화방안 검토(식생정화)

(3) 하천수질 개선대책

수질을 보전하기 위하여는 첫째 하천으로 유입되는 오염원을 최소화 하는 것이 무엇보다 중요하며, 차후 이미 하천으로 유입된 오염물질은 하천의 자정능력을 최대화함으로서 수질을 개선·보전하여야 한다.

즉, 하천수질 보전 및 개선을 위하여는 크게 유역 및 하천유입전의 대책, 하천내의 대책으로 구분되며, 각 대책의 내용을 도식화하면 다음과 같다.



한편 금회 과업 하천구간에 설정한 하천환경 목표수질을 확보할 수 있는 정화방안으로는 다음에 나타난 바와 같이 오수관거의 설치, 마을하수도 시설 건설, 하도내 수질정화시설 도입등이 있다.

(가) 하천 유입전 개선방안

유역 및 하천 유입전의 대책으로 오염발생원의 철저한 관리를 통하여 오염수의 하천 유입방지가 필요하며 다음과 같은 사항이 선행되어야 한다.

① 비하수처리구역의 발생오염원 정화를 위해 소규모 단위 하수처리시설 설치

② 규제 미만 축산사육농가의 발생오염원 정화를 위해 공동처리시설설치

: 가축사육시 발생되는 고형물은 유기농 농업을 위한 퇴비와 토지환원 등 토질개량제로 이용

③ 하수처리구역의 하수처리체계의 정비

④ 비점오염원의 유역내 유입억제를 위한 방안 강구

⑤ 오염원의 관리체계개선

(나) 하천내 개선방안

하천내에 유입된 오염수 및 수질의 정화를 위해 오염수의 분리수로, 식생정화, 수질정화 및 희석을 위한 유지용수, 오니 준설 등이 있다.

1) 여울 및 소에 의한 정화

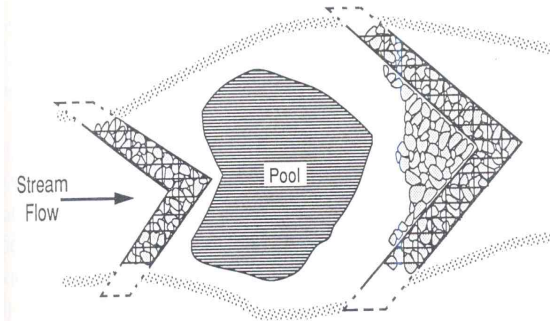
웅덩이 및 자연여울은 하천흐름에 따라 형성되는 것이며 하상에서 반복되어 형성되는 웅덩이 및 여울은 하상형태에 따라 어류의 부화, 산란, 휴식 등의 장소 제공 및 하천의 자정능력을 향상시키는 등 하천생태계에 있어 매우 중요한 역할을 하는 것이다.

하천의 흐름에 따라 평여울과 급여울로 구분되는 여울 및 소의 계획은 하도안정, 생태계, 오염원등의 영향을 충분히 고려하여 실시설계시 세부사항이 좀 더 구체적으로 검토되어 추진되어야 할 것이다.

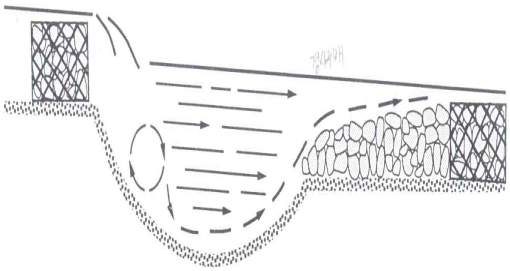
호박돌 큰돌을 이용한 중류수역 여울조성 1

호박돌 큰돌을 이용한 중류수역 여울조성 2

<그림 9.1-2> 여울 및 소의 예시



연속 V형 개비온 설치의 예



연속 개비온 설치시 경사 모형

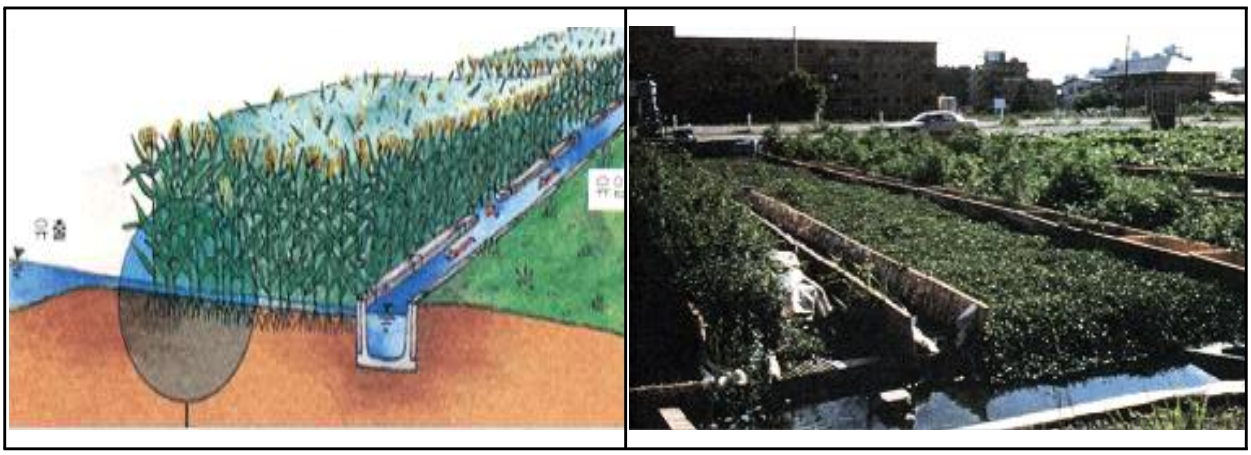
<그림 9.1-3> 인공 여울 및 소의 조성

2) 식물에 의한 정화

수변 및 강변습지에 나타나는 정수식물로 부들(cattail), 갈대(reed), 골풀, 미나리, 달뿌리풀, 물옥잠 등이 있으며, 이들 식물은 줄기나 뿌리 부분으로 오염물질을 흡착 또는 흡수하여 하천수질을 정화한다.

수생식물 설치지점으로 하폭이 넓은 하도구간, 제내지 배수로 유입지점, 지류 합류부, 오염원 유입지점등이 있으며 이들의 설치시에는 수생식물의 서식특성을 고려하여 설치하도록 하여야 할 것이다.

수생식물로는 수질 정화능력이 탁월하며 월동이 가능하고 구입이 용이하며 생명력이 강한 수종을 선정하여야 하며, 정화능력이 상실된 수생식물은 오히려 하천의 수질을 악화시키므로 정기적인 유지관리를 반드시 실시하여야 할 것이다.



<그림 9.1-4> 식생에 의한 정화 방법

<표 9.1-39> 수변식생의 역할

역할 / 식물군락			수변림	습지 식물	추수 식물	부엽 식물	침수 식물
동물의 서식장소		어류의 산란, 치어의 서식장소	-	-	○	○	○
		수조류의 서식 및 은닉장소	○	○	○	○	○
		수조류의 먹이 공급	○	○	○	○	○
		곤충류, 양서류의 서식 및 먹이 공급	○	○	○	○	○
		저생동물과 조개류에 먹이 공급	○	○	○	○	○
		부착 생물의 개생모체	-	-	○	○	○
치수 수질 개선 자원 공급	수질 정화	토사나 오염물질의 침전 부착	○	○	○	○	○
		유기물의 분해 정하	-	○	○	○	○
		호수나 저니질로부터 영양염류 흡수	-	-	○	○	○
		식물플랑크톤의 억제	-	-	○	○	○
	호안 세굴 방지	밀생한 식물줄기에 의한 침식방지	-	-	○	○	○
		밀생군락에 의한 파랑 에너지 감소	○	○	○	○	○
	자원의 공급	인간의 채소류 공급	○	○	○	○	○
		생활용품 제공	○	○	○	○	○
		가축이 먹이나 농지의 비료	○	○	○	○	○
	수변경관 창출		○	○	○	○	○

주) 오염하천 정화사업 시행지침서, 1997. 11 환경부

3) 수질보전 및 개선계획

하천수질 개선을 위해서는 하천으로 유입되는 오염물질을 발생원에서 제거하는 것이 가장 근본적이고, 효율적인 방법으로 오염원의 위치를 알고 있는 점오염원인 경우에 하수종말처리시설, 축산폐수처리시설, 분뇨처리시설, 마을하수도 등의 환경기초시설을 건설함으로써 오염원의 하천유입을 방지할 수 있다.

가) 마을단위 하수처리시설 및 관거 설치계획

대상하천의 주 오염발생원은 생활하수로 오염부하량이 큰 곳에는 지역별로 소규모 마을단위 하수처리시설을 신규 설치하는 것이 효과적으로 수질을 정화시킬 수 있는 방법이다.

일반적으로 하수도 보급지역 중 마을단위 하수처리시설과 하수도 미보급지역의 개별하수처리시설을 소규모 하수도라 하며, 농어촌 1호당 평균1일 하수발생량을 1톤으

로 볼 때 20톤 이상을 마을단위 하수처리시설로 분류하기 때문에 각종 마을단위 하수처리시설 대상규모 즉, 공동처리 시설대상은 20호 이상을 기준으로 한다. 20호 이상 중에서도 여건이 적합한 지역만 마을하수 공동처리장을 설치하고 20호 미만인 경우에는 개별처리공법으로서 합병정화조나 자연정화법 등을 채택하는 것이 바람직하며, 소규모 하수처리시설의 설치규모는 <표 9.1-40>과 같다.

<표 9.1-40> 소규모 하수처리시설 설치규모

구 분	개 별 시 설	공 동 시 설	
		공 동 처 리	개 별 처 리
규 모	20호 미만	20호 이상	
주 요 시 설	합병정화조 자연정화법	각종 마을단위 하수처리시설	각종 개별처리시설

주) 농어촌 하수의 최적처리방안, 한국환경정책·평가연구원 최지용

나) 마을단위 하수처리시설의 분류

마을단위 하수처리시설에서의 하수처리방식은 집중처리방식과 현장처리방식으로 크게 분류되며, 집중처리방식은 일정규모 이상에서 유지관리가 용이하다. 또한, 경제적인 하수 처리프로세스를 채용하고 대상가구가 20호 이상이라도 관거비용이 많이 소요되거나 자연여건상 부적절한 경우에는 합병정화조, 자연정화법 등 현장처리방식을 채용함이 바람직하다.

마을은 밀집정도와 하수관거의 형식을 좌우하는 평탄, 구릉 및 경사 등의 지형특성을 고려하여 <표 9.1-41>와 같이 12개로 분류가 가능하며, 지역특성별로 마을단위 하수처리시설과 개별시설로 나누고, 가구수에 따라 <표 9.1-42>에서 보는 바와 같은 처리법을 적용할 수 있다.

<표 9.1-41> 입지에 따른 마을분류

마을분류	밀 집 도	지 형	분 류
농촌(A)	밀집(D)	구릉(H)	ADH : 구릉지에 밀집한 농촌마을
		평지(P)	ADP : 평탄한 지형에 밀집한 농촌마을
	산재(S)	구릉(H)	ASH : 구릉지에 산재한 농촌마을
		평지(P)	ASP : 평탄한 지형에 산재한 농촌마을
어촌(F)	밀집(D)	구릉(H)	FDH : 구릉지에 밀집한 어촌마을
		평지(P)	FDP : 평탄한 지형에 밀집한 어촌마을
	산재(S)	구릉(H)	FSH : 구릉지에 산재한 어촌마을
		평지(P)	FSP : 평탄한 지형에 산재한 어촌마을
산촌(M)	밀집(D)	구릉(H)	MDH : 구릉지에 밀집한 산촌마을
		평지(P)	MDP : 평탄한 지형에 밀집한 산촌마을
	산재(S)	구릉(H)	MSH : 구릉지에 산재한 산촌마을
		평지(P)	MSP : 평탄한 지형에 산재한 산촌마을

<표 9.1-42> 마을 형태에 따른 처리공법

마 을 구 분		호 수	하수처리공법
마을단위 하수처리 시 설	AD 지역	20호이상	장기포기법, 접촉산화법, 산화구법
	FD 지역	20호이상	장기포기법, 접촉산화법, 산화구법
	AS, FS, MS 지역	20호이상	관거경제성에 따라 결정
	MD 지역	20호이상	부패조+(호기성처리)+토양트랜치법

용봉천의 마을 형태는 평탄한 지형에 산재한 농촌마을(ASP) 형태를 띄고 있으므로 지형여건 등을 고려하여 마을단위 하수처리시설과 개별처리시설을 선별하여 설치하는 것이 유리할 것으로 판단되며 마을하수 처리공법으로는 장기포기법, 접촉산화법, 산화구법 등의 적용이 가능하며 개별처리시설로는 합병정화조나 자연정화법을 적용할 수 있을 것이다. 추후 실시설계에서는 입지여건의 타당성 및 적정성 여부를 정밀·재검토하고 적합한 처리시설 및 공법을 결정하여야 할 것이다.

한편, 마을단위 하수처리시설 계획시 처리하수를 고도처리하여 방류하는 것이 수질 개선에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 예상되며, 다음 <표 9.1-43>과 같이 적용 가능한 고도처리 공법을 비교하였다.

<표 9.1-43> 마을하수도 처리방식 비교

구 분	변형회분식 활성슬러지법 (KIB 공법)	오폐수 고도처리방식 (KSBNR공법)	유량조정조이용 오수처리법 (KDST공법)
개 요	본 법은 활성슬러지법의 유입, 폭기, 침전, 배출의 전공정을 하나의 반응조에서 처리되는 방식으로 각각 공정의 시간적 배분을 자유로이 함으로써 유입수질이나 유량의 변동에 능동적으로 대처할 수 있다. 또한 침전이 정적인 상태에서 행해지므로 고액분리성이 뛰어나 처리수의 청정도가 뛰어나다. 또한 혐기성 조건과 호기성 조건이 반복되므로 PIN FLOC이 생성되지 않아 안정된 처리수질의 확보가 가능하다.	단일반응기내의 상부에는 호기성조와 고액분리조를 하부에는 혐기 무산소조 조건을 조성함으로서 미생물의 특성을 이용하여 질소 및 인을 동시에 처리할 수 있도록 Compact하게 개발된 중소규모형 고도처리방식으로 KIST와 공동으로 국가선도기술개발사업(G-7 Project)의 일환으로 개발되었다.	유입되는 생활하수는 시간에 따라 유량변동이 심하므로 충격부하에 대한 조정조 역할과 분뇨 및 생활잡배수의 침전제거와 최종침전지로부터 반송된 슬러지의 탈질화 작용이 동시에 일어나는 분배조를 이용하는 장치이다.
처 리 계통도	유입 → 침사지 → 원수조 → 스크린 → 분수 계량조 → 회분식반응조 → 처리수PIT → 소독조 → 방류조 → 방류	유입 → 조목스크린 및 집수조 → 침사조 세목 스크린 → 주반응기 (혐기 무산소 호기조) → 침전조 → 염소접촉조 → 방류	유입 → 제1혐기조 → 제2혐기조 → 접촉폭기실 → 최종침전지 → 여과 분해실 → 방류
처리 수질 (㎎/L)	BOD : 20 이하 T-N : 20 이하 SS : 20 이하 T-P : 5 이하	BOD : 10 이하 T-N : 20 이하 SS : 10 이하 T-P : 1 이하	BOD : 20 이하T-N : 미량제거 SS : 20 이하T-P : 미량제거
공법의 특 징	기존 활성슬러지법을 개량한 공법으로 기술을 도입하여 국내에 적용하였으며, 다양한 기종을 갖추고 있어 시공이용이하다.	본 공법은 시운전후 월 1~2회 정동의 점검으로 유지가 가능할 것으로 판단되므로 운전이용이하고 기존 공정에 비해 인건비 절감 효과가 기대된다.	한국 과학시술원에서 개발하였으며, 유량조절를 설치하여 과부하를 방지하였다.

<표 9.1-43 계속> 마을하수도 처리방식 비교

구 분	변형회분식 활성슬러지법 (KIB 공법)	오폐수 고도처리방식 (KSBNR공법)	유량조정조이용 오수처리법 (KDST공법)
장 점	• 공장생산품으로 시공이 간단하며 소요 공기가 짧다. • 규격화되어 소규모 시설에 적합하다. • 질소 및 인의 제거가 가능하다. • 수량변도에 비교적 안정적이다. • 송풍량의 조절이 가능하며, 유입 수질의 농도에 따라 폭기량을 조절할 수 있다.	• 유입수의 부하변동에 강하며 처리수질이 안정적이다. • 단일 반응기내에서 모든 제거가 동시에 이루어진다. (BOD, T-N, T-P등) • 운전이 용이, 인건비 절감 효과 큼. • 단일 반응기내에서 모든 공정이 이루어지므로 소요 부지가 절감된다. • 공장생산품으로 시공이 간단하며 소요공기가 짧다. • 제거효율이 높다. • 악취가 거의발생하지 않는다.	• 처리효율이 우수하여 별도의 첨가제등을 사용할 필요가 없어 별도의 비용이 들지 않는다. • 구조가 간단하여 유지관리 보수가 용이하다. • 슬러지 발생량이 매우 적어 3개월에 1회정도 처리만 해주면 된다. • 공장생산품으로 시공이 간단하며 소요공기가 짧다.
단 점	• 스컴발생의 우려가 있다. • 슬러지 발생량이 타 공법보다 많이 발생한다.	• 질소·인 제거시설이 추가되므로 초기투자비가 다소 높다. • 20m/일이하 용량에는 비경제적이다. • 신기술로서 사용실적이 적다.	• KSBNR 방법보다 부지가 많이 사용된다. • 사용실적이 적다. • 유해물질의 혼입시 기능상실 우려가 높다.
유지관리 및 운전기술	회분식 활성 슬러지법의 운전은 자동제어 장치에 의해서 자동 운전되며, 초기 처리수에 맞춰주면 자동제어 됨.	오수를 펌핑하여 운전하므로 기계설비가 다소 복합하여 운전기술 숙달이 요구됨.	시스템내부 수중에 펌프, 모터류가 없어 유지관리가 용이하며 복합한 기계설비를 배제하여 일반인도 쉽게 운전 가능
소요부지 (Q=100㎥/일 기준)	200㎡	130㎡	160㎡

<표 9.1-43 계속> 마을하수도 처리방식 비교

구 분	현수미생물이용 폭기처리법 (HBC-B공법)	침지식 분리막 공법 (HANT공법)
개 요	혐기 및 호기성 미생물을 이용한 생물학적 처리공정과 물리적 처리공정을 조합한 고효율 오수 ·합병 정화시설로, 급격한 부하변동에 적용성이 뛰어난 미생물제가 지속적으로 투여되도록 미생물활성화캡슐을 부착하여, 온도 및 pH 변화에 능동적인 대처가 가능하며, 특별한 유지관리 없이도 안정적인 처리수를 확보할 수 있고, 질소·인의 고도처리 기능을 동시에 병행할 수 있는 처리방법이다. 최근 신기술로 지정받았다.	주공정은 HANT반응조(조내를 무산소/혐기/호기/탈기조로 분리구성)와 반응조내 호기부분에 분리막(MF)을 설치하여 고액분리가 가능하여 최종침전지가 필요없고 높은 MLSS을 유지하여 오염물질의 부하변동에 강하며 슬러지발생량이 적다. 또한 하수고도처리공법을 적용한 시스템으로 질소·인의 제거를 동시에 병행할 수 있고 처리수는 중수도로 재이용이 가능하다.
처 리 계통도	유입 → 침사조 → 유량조정조 → 여과조 → 접촉폭기 → 접촉폭기 → 접촉폭기 → 접촉폭기 → 융착조 → 방류조 → 방류	유입 → 스크린 → 원수조 → HANT반응조 → 방류 및 재이용
처리 수질 (mg/L)	BOD : 20 이하 T-N : 미량제거 SS : 20 이하 T-P : 미량제거	BOD : 5 이하 T-N : 15 이하 SS : 2 이하 T-P : 2 이하
공법의 특 징	독특한 고정상 및 유동상 여재의 개발과 각 반응조의 재조합으로 고효율을 실현하고, 충진재의 단위 길이당 접촉면적 및 폭기조 BOD 용적부하의 증감 등이 가능한 기술이다.	고농도의 MLSS의 유지로 부하변동에 강하여 안정적인 고도의 처리수질 확보할 수 있고 장치가 SIMPLE하여 설치면적을 최소화할 수 있다.
장 점	• 충분한 공극율과 비표면적으로 오수가 충분히 순환 접촉할 수 있는 간격을 가진 여재를 개발, 적용하였다. • 유지관리가 편리하다. • 외관이 미려하고 정밀하므로 악취발생이 거의 없다. • 설치공사시 배관공사만 하므로 작업 환경이 깨끗하다. • 공장생산품으로 시공이 간단하며 소요공기가 짧다. • 폭기장치를 개별적으로 분리·설치하여 공기조절이 용이하다.	• 상시 안정적인 고도 처리수질 확보 • SIMPLE하고 경제적인 SYSTEM • 반응조내에서 고액분리로 최종침전지가 필요없어 설치면적의 최소화 • 부하변동에 안정적 수질확보 • 호기조 내에서 무동력으로 자동세정 • 슬러지 발생량이 적다.

<표 9.1-43 계속> 마을하수도 처리방식 비교

구 분	현수미생물이용 폭기처리법 (HBC-B공법)	침지식 분리막 공법 (HANT공법)
단 점	• 초기 SEEDING시 전문가의 설치가 요구된다. • 미생물 탈리시 재SEEDING 필요하다.	• 일정기간이 지나면 분리막 교체(약5년)
유지관리 및 운전기술	시공후 5년간 유지관리를 시공회사에서 책임관리를 해주며, 자동운전 시스템으로 일반인도 운전이 가능하다.	자동운전과 원격관리가 가능하고 유지관리가 필요없다.
소요부지 (Q=100㎥/일 기준)	160㎡	110㎡

9.2 환경영향 검토

9.2.1 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책

본 과업은 유역의 변화된 수문량과 지역적 특성을 감안하고, 당해 하천구간에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발, 하천환경에 관련된 사항을 종합적으로 조사·분석하여 수자원종합개발 지침 확립을 위한 하천정비기본계획을 수립함에 있다.

본 하천정비기본계획에서는 치수, 이수, 환경적 측면의 개선을 위하여 하천개수 계획을 수립하였고, 장래 하천개수사업 시행시 그 개선효과가 예상되나 하천공사로 인한 토사유출, 하천저질의 용출에 의한 하천오염 및 일시적 생태계교란 등 각종 부정적인 영향도 예상된다.

따라서 사전환경성 검토에서는 하천정비 사업특성을 고려하여 주변환경에 미치는 영향을 현황조사 및 사업계획을 근거로 환경분야별로 예측·평가하였으며, 자연친화형 하천정비계획을 수립하기 위한 하천생태조사와 함께 생태하천 정비기법도 제시하였다. 또한, 도출된 주요 영향에 대해서는 검토·분석한 후, 환경적 측면을 고려하여 부정적인 영향을 사전에 방지 또는 최소화할 수 있도록 저감대책을 수립·제시하였다.

<표 9.2-1> 종합평가표

▣ 수질	
환경현황	○ 환경질 측정결과 - 상류에서 하류까지 5개 지점에 대하여 18개 수질항목을 측정함. - 수질환경기준(BOD기준 등급) : 용봉천 Ⅰ등급으로 조사됨. ○ 저질측정결과 - 14개의 저질항목을 측정하였으며, 대상하천의 토양오염우려기준에 만족하는 것으로 조사됨.
영향예측	○ 강우시 “나지”가 강우에 노출되어 유역내의 유출토사와 함께 용봉천으로 유입시 토사 퇴적 현상이 발생할 것으로 판단됨. ○ 토공작업(터파기작업)으로 인하여 하천에 오탁영향이 예측되어 이에 따른 적절한 저감대책 수립이 요구됨. ○ 비점오염원에 의한 영향 - 비점오염원은 주로 초기 강우에 의하여 오염물질의 유출이 이루어지는 것으로 교량, 논, 밭 등에서 오염물질의 유출이 예상됨.

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

<table>
<tr><td colspan="2">▣ 수질</td></tr>
<tr><td>저감방안</td><td>○ 호안정비에 따른 토사유출 저감 계획
- 우기시 공사를 가급적 피하고, 공사를 중단할 경우 비닐, 부직포 등을 피복하여 토사유출을 방지
- 정비하천의 공사시 터파기가 이루어질 경우 하천유량이 적은 갈수기에 실시
- 하천내 교량공사시 가물막이를 선 실시하여 공사를 시행
- 계획구간 토사유출 발생 예상 구간에 오탁방지막을 선 설치하여 부유토사 발생으로 인한 하천오염 최소화
○ 비점오염원 저감시설
- 비점오염 유출예상지점 및 교량부에 배수처리 계획과 함께 초기우수 처리시설을 공사완료전에 설치토록 하며, 현장여건 및 유지관리 측면 등을 고려하여 본 사업지구에 가장 적절한 공법을 적용하여 설치할 계획임.</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 토지이용</td></tr>
<tr><td>환경현황</td><td>○ 지목별 토지이용 현황
- 본 대상하천이 속해 있는 홍성군의 지목별 토지이용현황을 살펴보면 임야가 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사되었음.
○ 도시계획 현황
- 홍성군의 도시지역 중 녹지지역 분포는 22.87㎢(4.82%)로 계획되어 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td>영향예측</td><td>○ 하천 유역면적내 지목별 토지이용현황
- 대상하천의 지목별 토지이용현황은 다음과 같이 조사됨.

<table>
<tr><th>분포(㎢)
구 분</th><th>답</th><th>전</th><th>대지</th><th>임야</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>용 봉 천</td><td>4.82</td><td>5.08</td><td>6.61</td><td>0.07</td><td>3.02</td></tr>
</table>

○ 주요 기존시설물 현황
- 제방 14,000m, 호안 14,000m, 배수통관 38개소, 교량 11개소 등이 설치되어 있음.</td></tr>
<tr><td>저감방안</td><td>○ 본 대상하천 과업구간 공사시 편입되는 일부 농경지 및 임야는 향후 하천부지로 토지이용이 변경될 것으로 예상되며, 편입되는 용지 등은 “공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률” 등 관련법규에 의거 해당주민과 충분한 협의를 거쳐 보상을 완료한 후 사업을 실시하도록 계획함.</td></tr>
</table>

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

▣ 지형·지질	
환경현황	○ 계획구간이 위치한 홍성군 일원에 대해 지형도 및 지질도 분석, 현장조사를 실시함. - 계획구간인 용봉천은 용봉산 인근에서 발원하여 평탄한 들판를 끼고 홍북면 중계리와 홍성읍 내법리를 따라 유하하며, 동남류하여 삽교천으로 유입됨. - 지질 : 선캠브리아(화강편마암계)의 운모편암, 그리고 제4기 충적층 및 애추(암괴, 사) 등으로 구성되어 있음.
영향예측	○ 공사시 우수에 씻긴 토사가 계획구간 주변 하천 및 농경지에 유입될 우려가 있음. ○ 현재 하천은 굴곡이 거의 없는 상태이며, 최대한 기존 하천 형태를 유지토록 할 계획이므로 지형변화는 적을 것으로 예상됨. ○ 계획구간의 현장여건(지반조건, 주변환경)을 면밀히 검토하여 구조적 안정성 및 경제성을 모두 확보할 수 있는 최적의 교량구조물 기초형식을 선정하고자 함.
저감방안	○ 토사유출 방지대책 - 공사시 가급적 우기를 피하여 공사 실시 - 강우로 인한 토사의 유출을 최소화하기 위하여 공사시 발생하는 사면을 안정화시키고, 식재작업을 우선 실시 - 토사유출이 예상되는 부분에 가마니나 비닐 등을 덮고 상·하부에 가배수로 및 침사지설치 ○ 지형변화 저감대책 - 하천특성 및 지역적 여건을 고려한 호안공법을 제시할 계획이며, 최대한 자연친화적인 공법을 적용할 계획임.
▣ 동·식물상	
환경현황	○ 식물상 - 소산식물은 총 30목 51과 128종 21변종 1품종 총 150분류군이 조사되었음. - 귀화식물은 총 10과 29종이 조사됨. - 생태계교란종인 애기수영, 돼지풀, 미국쑥부쟁이 등 3종이 출현 - 보호수로 지정된 느티나무 1본이 조사되었음

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

▣ 동·식물상	
환경현황	○ 동물상 - 포유류 : 두더지(굴), 너구리(배설물), 족제비(탐문), 고양이(목견), 고라니(배설물, 족흔), 멧토끼(탐문), 집쥐(탐문) 등 총 7과 7종의 포유류가 조사됨. - 조류 : 총 16과 25종이며, 텃새 18종, 여름철새 7종이 확인됨. 주요종은 천연기념물 323호인 황조롱이 1종이 조사되었으며, 삽교천 합류지점에서 1개체가 목견됨. - 양서·파충류 : 두꺼비(탐문), 청개구리(탐문), 참개구리(목견), 황소개구리(목견) 등 총 2과 4종이며, 파충류는 누룩뱀, 유혈목이, 쇠살모사 등 3종이 탐문조사 됨. - 육상곤충류 : 총 9목 38과 70종이 관찰되었음. - 어류 : 총 2목 3과 7종이며, 조사된 어류는 붕어, 버들치, 모래무지, 각시붕어, 피라미, 미꾸리, 얼룩동사리 등 7종임. - 저서성대형무척추동물 : 총 3문 4강 10목 24과 27종이며, 멸종위기야생동물 및 법적보호종은 출현하지 않았음.
영향예측	○ 식물상 - 수변 식생 및 수생식물의 훼손이 예상되며, 공사중 나출지의 발생은 활착과 발아능력이 뛰어난 일부 귀화식물의 증식 및 양지성 식물의 증가가 예상됨. - 공사시 기존의 식물군락 및 수서생태계의 영향이 예상됨. ○ 육상동물상 - 하천을 중심으로 서식하기보다는 채식활동을 위해 잠시 머무르는 공간으로 이용되므로 본 사업시행에 따른 영향은 적을 것으로 예상됨. ○ 육수동물상 - 탁도의 급격한 증가는 수중의 1차 생산을 담당하는 식물성플랑크톤, 부착조류 등과 같은 광합성 식물의 성장 저해와 수초 등과 같은 수중식물, 부유식물의 성장에도 저해를 주게 됨. 따라서 육수생태계가 불안정안 상태를 유지하게 될 것으로 예상됨. - 저서성대형무척추동물 및 어류의 일부 종에 대한 영향이 예상됨. - '보'로 인하여 하천어류의 이동에 제한이 발생하는 구간은 해당 구간에 서식하는 어류에 대한 불가피한 영향이 예상됨.

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

▣ 동·식물상	
저감방안	○ 식물상 복원대책 - 비산먼지 저감방안 수립 - 기존 양호구간에 대해서는 가급적 원지형을 최대한 보전 - 주기적인 모니터링을 실시 ○ 하천생태계단절 및 생물다양성 영향 저감대책 - 생태환경복원을 도모하여 하천내 다양한 생물서식처로서의 역할을 제공할 계획임. - 생태계 보전 및 친수성, 경관 등을 고려하여 수변식물 및 수변 곤충류의 서식처를 제공하고 생태환경 복원 가능한 제방을 설치 - 하천식생대 조성 등 다양한 초본류 및 지피류를 식재할 계획임. ○ 육상동물상 영향 저감대책 - 양서류의 서식환경에 미치는 영향을 최소화 ○ 육수동물상 영향 저감대책 - 토사유출 방지막, 오탁방지망 등을 공사지역변으로 설치 - 산란시기인 4~6월을 가급적 피하여 공사를 진행
▣ 자연환경자산	
환경현황	○ 야생 동·식물보호구역 현황 - 계획구간이 위치하는 홍성군에는 총 2개소의 야생 동·식물보호구역이 지정되어 있으나, 계획구간내에는 야생 동·식물보호구역이 없는 것으로 조사됨. ○ 법적보호종 현황 - 천연기념물 323호인 황조롱이 1개체가 용봉천과 삽교천 합류지점 주변 상공에서 목견 확인되었음. ○ 자연공원 지정 현황 - 계획구간이 위치하는 홍성군에는 도시공원 36개소가 지정되어 있으며, 자연공원은 지정되어 있지 않은 것으로 조사됨. ○ 습지보호지역 지정 현황 - 경관적·지형적 또는 지질학적 가치를 지닌 지역은 없는 것으로 조사됨. ○ 생태·경관보전지역 현황 - 생태・경관보전지역으로 지정된 지역은 없는 것으로 조사됨.

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

▣ 자연환경자산	
환경현황	○ 야생 동·식물보호구역 현황 - 계획구간이 위치하는 홍성군에는 총 2개소의 야생 동·식물보호구역이 지정되어 있으나, 계획구간내에는 야생 동·식물보호구역이 없는 것으로 조사됨. ○ 법적보호종 현황 - 천연기념물 323호인 황조롱이 1개체가 용봉천과 삽교천 합류지점 주변 상공에서 목견 확인되었음. ○ 자연공원 지정 현황 - 계획구간이 위치하는 홍성군에는 도시공원 36개소가 지정되어 있으며, 자연공원은 지정되어 있지 않은 것으로 조사됨. ○ 습지보호지역 지정 현황 - 경관적·지형적 또는 지질학적 가치를 지닌 지역은 없는 것으로 조사됨. ○ 생태·경관보전지역 현황 - 생태·경관보전지역으로 지정된 지역은 없는 것으로 조사됨.
영향예측 및 저감방안	○ 산림과 개활지에 흔히 서식 도래하는 맹금류는 서식환경이 경작지대, 개활지 및 고산지에 이르기까지 그 분포역이 넓으므로 본 사업으로 인한 영향이 예상되나, 환경변화에 적응탄력성이 높고 활동영역이 광범위하므로 사업시행시 미치는 직·간접적인 영향은 크지 않을 것으로 예상됨. ○ 계획구간 인근에는 특이할만한 자연환경자산은 없으나, 계획구간 북측으로 1㎞ 이격하여 위치한 용봉산은 지형경관이 우수한 것으로 조사되었으며, 사업시행으로 인한 영향은 없는 것으로 조사되었음. ○ 공사시 및 이용시 각 항목별로 제시한 저감대책을 충실히 수행하여 주변 동·식물상에 미치는 영향을 최소화할 계획임.

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

▣ 친환경적자원순환

환경현황

○ 생활폐기물 발생 및 처리현황

- 홍성군의 생활폐기물(가정생활폐기물+사업장생활폐기물) 발생량은 총 73.0톤/일로 이중 가연성 폐기물 17.1톤/일(23.4%), 불연성 폐기물 32.9톤/일(45.1%), 재활용품 8.6톤/일(11.8%), 남은음식물 14.4톤/일(19.7%)이 발생하는 것으로 조사됨.
- 생활폐기물의 처리현황을 보면, 재활용이 34.3톤/일(47.0%)로써 가장 많은 비중을 차지하며, 그 다음으로는 매립이 23.7톤/일(32.5%), 소각이 15.0톤/일(20.5%)을 차지함.

○ 사업장 배출시설계 폐기물

- 총 103.1톤/일 중 가연성 폐기물 61.3톤/일(59.5%), 불연성 폐기물 41.8톤/일(40.5%)이며, 사업장 배출시설계 폐기물 중 가연성 폐합성고분자화합물이 41.5톤/일(40.3%)로 가장 많이 발생하는 것으로 조사됨.
- 처리현황을 살펴보면, 소각이 47.8톤/일(46.4%), 재활용 28.1톤/일(27.2%), 매립 27.2톤/일(26.4%)의 순으로 처리되는 것으로 조사됨.

○ 건설폐기물

- 총 374.8톤/일의 건설폐기물 중 불연성 건설폐기물이 320.5톤/일(85.5%), 가연성건설폐기물 2.2톤/일(0.6%), 가연성·불연성 혼합 건설폐기물 52.1톤/일(13.9%)로 조사되었으며, 처리현황은 재활용이 373.0톤/일(99.5%)로 가장 많이 비율을 차지하며, 그 외 소각이 1.8톤/일(0.5%)을 차지함.

○ 지정폐기물

- 2008년도의 발생량은 총 4,157.2톤/일이 발생하는 것으로 조사되었으며, 처리방법은 전량 위탁처리로 재생처리가 4,007.6톤/일, 기타처리가 58.5톤/일의 순으로 처리되는 것으로 조사됨.

○ 분뇨발생 및 처리현황 (단위 : 명, kl/일)

구 분	수거대상 인구(인)	분뇨발생량			처리대상량			처리대상제외	처리율 (%)
		소 계	수세식	수거식	소 계	수거분뇨	정화조 오 니	정화조 등에서 처리	
홍성군	89,231	97	90	7	97	7	90	-	100.0

주)통계연보, 2009, 홍성군

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

<table>
<tr><td colspan="2">▣ 친환경적자원순환</td></tr>
<tr><td>영향예측</td><td>○ 투입인부에 의한 생활폐기물 및 분뇨발생
- 계획구간의 공사시 투입되는 공사인부에 의한 생활폐기물 및 분뇨의 발생할 것으로 예상됨
○ 공사 장비에 의한 폐유 발생
- 공사시 투입장비에 따른 폐유발생이 예상되며, 장비의 폐유발생량을 산정한 결과 6.87L/일의 폐유가 발생되는 것으로 예측됨.</td></tr>
<tr><td>저감방안</td><td>○ 생활폐기물 및 분뇨 처리대책
- 공사장 주변에 설치된 간이화장실은 불투수성 재질의 제품을 사용토록 하여 주변 토양으로의 유출 방지
- 공사장 주변에 간이 화장실을 설치하여 분뇨의 무단방출을 억제하고, 간이화장실은 정기적인 수거계획을 수립하여 용량초과로 인한 주변지역으로의 방출을 방지하며, 수거분뇨는 전량 위탁 처리함.
- 공사장 및 현장사무소 주변에 쓰레기 분리수거함을 설치하며, 분리 수거된 생활폐기물은 분리수거함으로 주기적으로 수거
- 분리수거된 생활폐기물은 최대한 재활용토록 하며, 재활용 불가능한 생활폐기물은 전문처리업체에 위탁하여 최종처분토록 함.
○ 지정폐기물(폐유) 처리대책
- 유류의 유출을 미연에 방지, 계획구간 용지내에서는 유류취급을 금지할 계획임.
- 불가피하게 유류를 취급해야 할 경우에는 수집·보관 후 발생된 폐유는 전량 전문처리업체에 위탁처리토록 할 계획임.</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 기 상</td></tr>
<tr><td>현 황</td><td>○ 서산기상대(1999년~2008년, 10개년)
- 평균기온 : 11.96℃ - 연강수량 : 1,325.42㎜
- 평균풍속 : 2.64m/s - 상대습도 : 72.97%
- 일조시간 : 2,077.68hr - 평균 최대풍향 : 남남서풍(SSW)</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 대기질</td></tr>
<tr><td>환경현황</td><td>○ 아황산가스(SO2), 이산화질소(NO2), 오존(O3), 일산화탄소(CO), 먼지(PM-10), 납(Pb), 벤젠 등 7개 항목에 대해 계획 구간 및 주변지역을 대표하는 3개지점을 선정하여 조사
○ 측정결과 전항목 모두 대기환경기준을 만족하는 것으로 조사됨.
<table>
<tr><th>항목 / 지점</th><th>SO_2 (ppm)</th><th>NO_2 (ppm)</th><th>CO (ppm)</th><th>O_3 (ppm)</th><th>PM-10 ($\mu g/m^3$)</th><th>Pb ($\mu g/m^3$)</th><th>벤젠 ($\mu g/m^3$)</th></tr>
<tr><td>A - 1</td><td>0.002</td><td>0.013</td><td>0.1</td><td>0.012</td><td>38</td><td>ND</td><td>ND</td></tr>
<tr><td>A - 2</td><td>0.003</td><td>0.016</td><td>0.2</td><td>0.014</td><td>41</td><td>ND</td><td>ND</td></tr>
<tr><td>A - 3</td><td>0.002</td><td>0.014</td><td>0.2</td><td>0.013</td><td>39</td><td>ND</td><td>ND</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

<table>
<tr><td colspan="2">▣ 대기질</td></tr>
<tr><td>영향예측</td><td>○ 공사시 : 공사 장비운행으로 인해 발생되는 오염물질인 미세먼지(PM-10), NO2를 조사
○ 발생량 산정결과 PM-10 0.0220 g/sec, NO2 0.5408g/sec로 예측되어 일시적인 대기오염 농도의 증가가 예상되나, 장비의 소규모 투입 및 오염물질의 발생량이 경미하여 주변지역의 대기질에 미치는 영향이 적을 것으로 예상됨.</td></tr>
<tr><td>저감방안</td><td>○ 공사장비의 주출입로인 계획구간 진입도로에 세륜 및 측면살수 시설을 설치·운영할 계획임.
○ 주기적 살수실시
<table>
<tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">살 수 횟 수</th><th rowspan="2">살수대상지역</th></tr>
<tr><th>주기적(2회이상/일)</th><th>수시(1회이상/2시간)</th></tr>
<tr><td>주변현황</td><td>◦공사구간
◦운반차량 이동로</td><td>◦계획구간 진입도로</td><td rowspan="3">◦공사구간
◦토사운반차량 이동로</td></tr>
<tr><td>기 상</td><td>◦공사 기간</td><td>◦건기시, 바람이 많은 날</td></tr>
<tr><td>공정 및 진행정도</td><td>◦공사말기</td><td>◦토사이동이 많은 공사 초·중기</td></tr>
</table>
○ 공사장 내에서의 차량속도는 20㎞/hr로 규제할 계획이며, 적재물은 적재함 상단부로부터 수평 5㎝ 이하까지만 적재하고, 차량덮개 사용으로 비산먼지 발생을 최소화할 계획임.
○ 공사 진행상황에 따라 지역주민과 협의하여 이동식 방진망을 설치할 계획임.</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 소음·진동</td></tr>
<tr><td>환경현황</td><td>○ 사업시행으로 인한 소음·진동의 영향예측을 위한 기초자료 확보를 위해 총 3개 지점을 선정하여 조사
○ 소음 주간4회, 야간2회, 진동 주간2회, 야간1회 실시
○ 소음 측정결과
- 일반지역의 경우 주간평균 48.6~49.9dB(A), 야간평균 40.3~41.9dB(A)로 전 지점이 소음환경기준 일반지역“나”지역기준 주간 55dB(A), 야간 45dB(A)에 주·야간 모두 만족하는 것으로 조사됨.
○ 진동 측정결과
- 진동 조사결과 주간평균 17.0~17.7dB(V), 야간 15.0dB(V)로 조사되었으며, 전체적으로 생활 진동규제기준 주간 65dB(V), 야간 60dB(V)에 만족하는 것으로 조사됨.</td></tr>
</table>

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

<table>
<tr><td colspan="2">▣ 소음·진동</td></tr>
<tr><td>영향예측</td><td>○ 건설장비 가동에 따른 소음영향 예측
- 건설장비가동에 따른 준비공 및 토공사시 장비별 소음도를 합성하여 예측결과, 61m이내 지역에서 생활소음규제기준(공사장 65dB(A))을 초과할 것으로 예측됨.
- 가축은 109m이내 지역에 위치할 경우 가축에 미치는 소음기준(60dB(A))을 초과하는 것으로 예측됨.
○ 건설장비 가동에 따른 진동영향 예측
- 7.5m 이격거리에서 각각의 장비의 경우 33.3~39.9dB(V)의 진동이 발생하는 것으로 조사되었으며, 7.5m 이격거리에서 합성진동도는 40.8dB(V)로 조사되어 생활진동규제기준 65dB(V) 및 가축에 미치는 진동기준 57dB(V) 만족하는 것으로 예측됨.</td></tr>
<tr><td>저감방안</td><td>○ 건설장비 가동에 따른 소음 저감대책
- 발생원 대책, 전달경로대책, 규제기준 초과시 추가대책을 마련하여 영향을 최소화
○ 건설장비 가동에 따른 진동 저감대책
- 진동도에 의한 진동규제기준을 만족하는 것으로 예측되었으나, 일반적인 저감대책을 수립하여 영향을 최소화</td></tr>
<tr><td colspan="2">▣ 경 관</td></tr>
<tr><td>환경현황</td><td>○ 공원현황 및 자연경관 관련 보호지구 지정 현황
- 홍성군에는 도시공원(어린이공원, 근린공원, 체육공원) 36개소 1,368천㎡ 등 총 38개소 2,400천㎡의 공원이 지정되어 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td>영향예측</td><td>○ 조망점 선정
<table>
<tr><th>구 분</th><th>위 치</th><th>선 정 사 유</th></tr>
<tr><td>조망점1</td><td>용봉천 시점</td><td>- 용봉천 및 소하천의 합류부의 현황파악</td></tr>
<tr><td>조망점2</td><td>용봉교 위</td><td>- 정온시설의 밀집지역으로 조망될 것으로 예상되는 지점</td></tr>
<tr><td>조망점3</td><td>봉신1교 위</td><td>- 지방도 609호선에서 쉽게 조망될 것으로 예상되는 지점</td></tr>
<tr><td>조망점4</td><td>서력교 위</td><td>- 용봉천 주변 농도의 이용시 조망될 것으로 예상되는 지점</td></tr>
<tr><td>조망점5</td><td>장항선 위</td><td>- 장항선 교량부에서 용봉천의 조망될 것으로 예상되는 지점</td></tr>
<tr><td>조망점6</td><td>삽교천 합류</td><td>- 용봉천 및 삽교천 합류부 현황파악</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<표 9.2-1 계속> 종합평가표

▣ 경 관	
저감방안	○ 생태계의 다양성 창출, 역동적인 하천의 속성 구현, 물과 녹음의 구현, 친근감 있는 경관연출 및 친환경적인 이용체계 조성 ○ 하천의 하도특성, 치수 기능, 수질 보전 등에 나쁜 영향을 미치지 않도록 계획·설계하고, 생태계, 경관, 친수성, 수질보전 등 여러 하천환경 요소들의 보전 및 향상에 적합한 재료를 선택 적용 ○ 하천의 현황 및 문제점과 경관특성, 생태계특성 등을 토대로 자연환경 보전에 기여하며 주변 경관과 조화를 이루고, 휴식, 오락, 교육공간의 기능을 담당할 수 있도록 할 계획임. ○ 계절변화, 주기적 범람, 홍수로 인한 변화 등이 심하므로 이러한 변화과정을 고려하여 계획을 수립할 것임. ○ 환경친화적인 개발을 위해 경제성, 생태계 조성, 안정성 등을 고려하여 시각적으로 우수하고, 치수효과가 뛰어난 식생 및 식생블럭 등을 적절히 활용하여 호안 조성계획을 수립하도록 할 계획임.

9.2.2 기타 환경성 검토에 필요한 해당유역의 특성

하천공사 시행에 있어 환경관련 검토사항에 대하여 예측·저감방안을 수립하였으나 영향예측범위 이외 지역에 대한 환경적 제한 사항을 설정함으로서 추후 공사시 검토 자료로 제시하였다.

본 과업구간에서 다음과 같은 환경관련 제도적 제한 사항을 검토하고 공사시 각종환경관련 규제사항을 사전에 검토하여 환경측면에서 양호한 설계 및 시공이 이루어져야 한다.

○ 환경관련 지정현황

- 배출허용기준(폐수)적용을 지역지정 규정(환경부고시 제2004-208호)
- 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간(환경부고시 제2006-227호)
- 전국 상수원보호구역 지정현황(2004, 환경부)

- 조수보호구현황 (2005, 환경부)

○ 환경피해 유발시설물

- 환경오염물질 배출시설

- 도로현황

○ 주요보호대상시설물

- 문화재

○ 환경기초시설현황

- 하수처리시설

- 분뇨 및 축산폐수처리시설

- 취·정수시설

- 매립 및 소각시설

(1) 환경관련지역 지정현황

(가) 배출허용기준(폐수) 적용지역

홍성군의 배출허용기준(폐수)을 적용은 다음 <표 9.2-2>와 같이 지정되었으며, 본 계획대상하천이 위치하고 있는 홍성군 홍성읍, 홍북면은 "가" 지역으로 지정되어 있다.

<표 9.2-2> 배출허용기준(폐수) 적용 지역지정현황

하 천	지역명	"청정" 지역	"가" 지역	"나" 지역
용봉천	홍성군	-	홍성읍, 금마·결성·서부·갈산·홍북· 동동·장곡면	"가" 지역을 제외한 전역

주)배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 규정, 환경부고시 제2004-208호

(나) 수역별 환경기준 적용현황

본 과업 대상하천의 본류인 삽교천의 환경기준은 『중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간(환경부 고시 제 2006-227호)』을 기준으로 설정하였으며 수역구간에

대한 환경기준은 Ⅲ등급이며, 다음 <표 9.2-3>과 같다.

<표 9.2-3> 수역별 환경기준 적용현황

대권역	중권역	측정지점	목표기준	달성기간
금강	삽교천	삽교호1	보통(Ⅲ)	2015년

주) 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간, 환경부 고시 제2006-227호

(다) 상수원 보호구역

홍성군의 상수원보호구역은 없는 것으로 조사되었다.

(라) 야생 동·식물 보호구역 지정현황

홍성군의 야생 동·식물 보호구역 현황 지정현황은 <표 9.2-4>과 같이 3개소의 야생 동·식물 보호구역 현황이 지정, 보호되고 있는 것으로 조사되었다.

<표 9.2-4> 야생 동·식물 보호구역 현황

하천	고시번호	소재지	면적 (㎢)	종현황 (일반야생동식물)	타보전지역과의 관계
용봉천	제99-98호	홍성군 갈산면 기산리 960	1.79	-	생자
	제99-98호	홍성군 서부면 궁리 1046	5.23	청둥오리 등	생자,수

주) 생자(생태자연도 1등급), 수(수자원보호구역)
야생 동·식물보호구역 현황, 2008, 환경부

(2) 환경피해 유발시설물

(가) 환경오염물질 배출시설 현황

홍성군의 환경오염물질 배출시설은 다음 <표 9.2-5>과 같이 대기가 83개소, 수질이 101개소, 소음 및 진동이 86개소가 분포하며, 이 중 수질 배출시설의 경우 5종의 배출시설이 많은 것으로 조사되었다.

<표 9.2-5> 환경오염물질 배출시설 현황 (단위 : 개소)

하천	대기(가스, 먼지, 매연 및 악취)						수 질(폐수)						소음	진동
	계	1종	2종	3종	4종	5종	계	1종	2종	3종	4종	5종		
용봉천	83	3	-	6	23	51	101	-	-	3	3	95	63	23

주) 통계연보, 2009, 홍성군

(나) 산업 및 농공단지 현황

산업 및 농공단지 현황을 조사한 결과 홍성군에 6개소의 산업 및 농공단지가 위치하며, 본 대상 하천내에는 없는 것으로 조사되었다. 홍성군 관내의 산업 및 농공단지 현황은 <표 9.2-6>과 같다.

<표 9.2-6> 산업 및 농공단지 현황

구 분	단 지 명	총면적(㎡)	입주업체수(개)	종업원수(명)
홍성군	광천농공단지	145	16	275
	은하농공단지	110	1	180
	은하전문농공단지	95	6	122
	결성전문농공단지	141	20	286
	갈산전문농공단지	122	8	-
	구항농공단지	154	16	333
	합 계	767	67	1,196

주) 통계연보, 2009, 홍성군

(다) 도로 현황

도로현황은 전체 323.7m의 도로가 놓여져 있으며, 도로 포장율은 약 88.5%로 일반국도는 100.0%, 지방도는 89.8%, 시·군도는 81.1%가 포장되어 있는 것으로 조사되었다.

홍성군 관내의 도로현황은 <표 9.2-7>과 같으며, 전반적으로 포장율이 양호한 것으로 조사되었다.

<표 9.2-7> 도로현황 (단위 : m, %)

하천	구 분		합 계	고속도로	일반국도	지 방 도	시 군 도
용봉천	홍성군	계	323.7	15.7	74.0	80.5	153.5
		포장	286.5	-	74.0	72.3	124.5
		포장율	88.5	-	100.0	89.8	81.1
		미포장	28.1	-	-	6.2	21.9
		미개통	9.1	-	-	2.0	7.1

주) 통계연보, 2009, 홍성군

(3) 주요 보호대상 시설물

(가) 문화재

문화재 현황은 지정문화재 9점, 지방지정문화재 23점, 문화재자료 17점, 등록문화재 1점 등 총 50점의 문화재가 분포하는 것으로 조사되었다. 홍성군의 문화재 현황은 다음 <표 9.2-8>와 같이 조사되었다.

<표 9.2-8> 문화재 현황 (단위 : 점)

하 천	총계	지 정 문 화 재							지 방 지 정 문 화 재					문화재자료	등록문화재
		계	국보	보물	사적 및 명승	천연기념물	중요민속자료	중요무형문화재	계	유형문화재	기념물	민속자료	무형문화재		
용봉천	50	9	-	4	2	-	3	-	23	5	10	3	5	17	1

주) 통계연보, 2009, 홍성군

(4) 환경기초시설

(가) 매립시설 현황

본 대상하천이 위치하는 홍성군의 매립시설을 조사한 결과 1개소의 매립시설이 운영

중에 있으며, 매립시설 현황은 다음 <표 9.2-9>와 같다

<표 9.2-9> 매립시설 현황

하천	소 재 지		총매립면적 (㎡)	총매립용량 (㎥)	기매립량 (㎥)	잔여매립 가능량 (㎥)	사용 기간 (년)	매 립 후 이용계획
용봉천	홍성군	홍북면 중계리 525	49,494	338,498	167,919	170,579	97~	-

주) 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2009, 환경부

(나) 소각시설 현황

본 대상하천이 위치하는 홍성군의 소각시설을 조사한 결과 1개소의 소각시설이 있는 것으로 조사되었으며, 소각시설 현황은 다음 <표 9.2-10>과 같다.

<표 9.2-10> 소각시설 현황

하천	소 재 지		시설용량 (kg/hr)	소각방식	운영방식	2008년도 처리량 (톤)	가동개시일
용봉천	홍성군	홍북면 중계리 525	15,000	화격자	준연속식	2,442	1997.11.27

주) 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2009, 환경부

(다) 분뇨처리시설 현황

홍성군의 분뇨처리시설을 조사한 결과 1개소의 분뇨처리시설을 운영 중에 있으며, 분뇨처리시설 현황은 다음 <표 9.2-11>와 같다.

<표 9.2-11> 분뇨처리시설 현황

하천	처 리 장 명	소 재 지	시설용량 (㎥/일)	처리공법	방 류 수 역			연계처리장명
					지류	본류	수계	
용봉천	홍성분뇨처리시설	홍성읍 내법리 410-26	40	전처리	-	삽교천	-	홍성하수종말처리장

주) 하수도통계, 2009, 환경부

(라) 취·정수시설 현황

홍성군 관내의 취·정수시설을 조사한 결과 없는 것으로 조사되었으며, 보령정수장(광역) 1개소가 보령시 웅천읍에 위치하는 것으로 조사되었다. 취·정수시설 현황은 다음 <표 9.2-12>와 같다.

<표 9.2-12> 정수시설 현황

명칭	소재지	시설용량 (㎥/일)	평균급수량 (㎥/일)	급수구역	관련 취수장
보령 (광역)	보령시 웅천읍 평리 517-2	285,000	192,804	홍성군(홍성읍, 광천읍, 은하면, 결성면, 서부면, 갈산면, 구항면)	보령댐

주) 상수도통계, 2009, 환경부

(마) 하수처리시설 현황

홍성군의 하수처리시설을 조사한 결과 다음 <표 9.2-13>과 같이 19개소가 운영 중에 있는 것으로 조사되었다.

<표 9.2-13> 하수처리시설 현황

명 칭	시설용량 (천톤/일)	처리방법	소재지	방류수역		
				지류	본류	수계
홍성	17,000	산화구법	홍성읍 내법리 34	-	삽교천	연안(서해)
광천	5,000	데니포	은하면 장척리 1157	-	보령담수호	연안(서해)
내죽	48	KH-BNR	광천읍 내죽리 195-1	-	광천천	연안(서해)
하산	23	IC-SBR	홍북면 상하리 177	-	용봉천	연안(서해)
홍북문화	69	KH-BNR	홍북면 중계리 499	-	용봉천	연안(서해)
동막	34	SmmIAR	홍북면 중계리 204	-	용봉천	연안(서해)
상산	23	IC-SBR	홍북면 상하리 404-3	-	용봉천	연안(서해)
홍천문화	50	IC-SBR	홍북면 중계리 752	-	용봉천	연안(서해)
장파	80	IC-SBR	금마면 장성리 207-43	-	삽교천	연안(서해)
운곡	45	IC-SBR	홍동면 운월리 598	-	삽교천	연안(서해)
금당	23	SmmIAR	홍동면 금당리 746	-	삽교천	연안(서해)
죽전1	34	IC-SBR	장곡면 죽전리 537-45	-	광천천	연안(서해)
죽전2	8	IC-SBR	장곡면 죽전리 211	-	광천천	연안(서해)
상가	40	SNR	은하면 화봉리 965-20	-	금리천	연안(서해)
원무량	40	A2EBC	결성면 무량리 64-5	-	금리천	연안(서해)
궁리	45	CNR	서부면 궁리 산105	-	-	연안(서해)
소리	34	KDHST	서부면 광리 718	-	-	연안(서해)
하촌	46	IC-SBR	서부면 이호리 406-1	-	-	연안(서해)
오봉	220	SNR	구항면 오봉리 688-1	-	남산천	연안(서해)

주) 하수도통계, 2009, 환경부

하천수질 보전대책의 향후 계획 등에 대하여 홍성군 하수도 기본계획에 의거하여 반영하겠음.

제10장 하천의 유지관리에 관한 사항

10.1 고수부지 및 폐천부지 현황 및 이용방안

10.2 하도유지관리

10.3 기타

제10장 하천의 유지관리에 관한 사항

10.1 고수부지 및 폐천부지 현황 및 아용방안

10.1.1 고수부지 현황 및 이용방안

일반적으로 하천의 고수부지는 주민들을 위한 체육시설, 주차장, 자연학습장 및 휴식을 위한 공원시설로 활용되거나 주민 이용도가 낮은 지역의 경우 농경지 등으로 개발하여 활용되고 있다.

본 용봉천 과업구간의 고수부지 현황을 현지조사와 지형현황측량 하천 종·횡단 측량성과를 이용하여 과업하천 구간내 고수부지 현황을 파악한 결과 현재 농경지와 잡종지로 이용되고 있으며, 장래에도 농경지 및 잡종지로 이용될 것으로 예상된다.

10.1.2 폐천부지 현황 및 보전방안

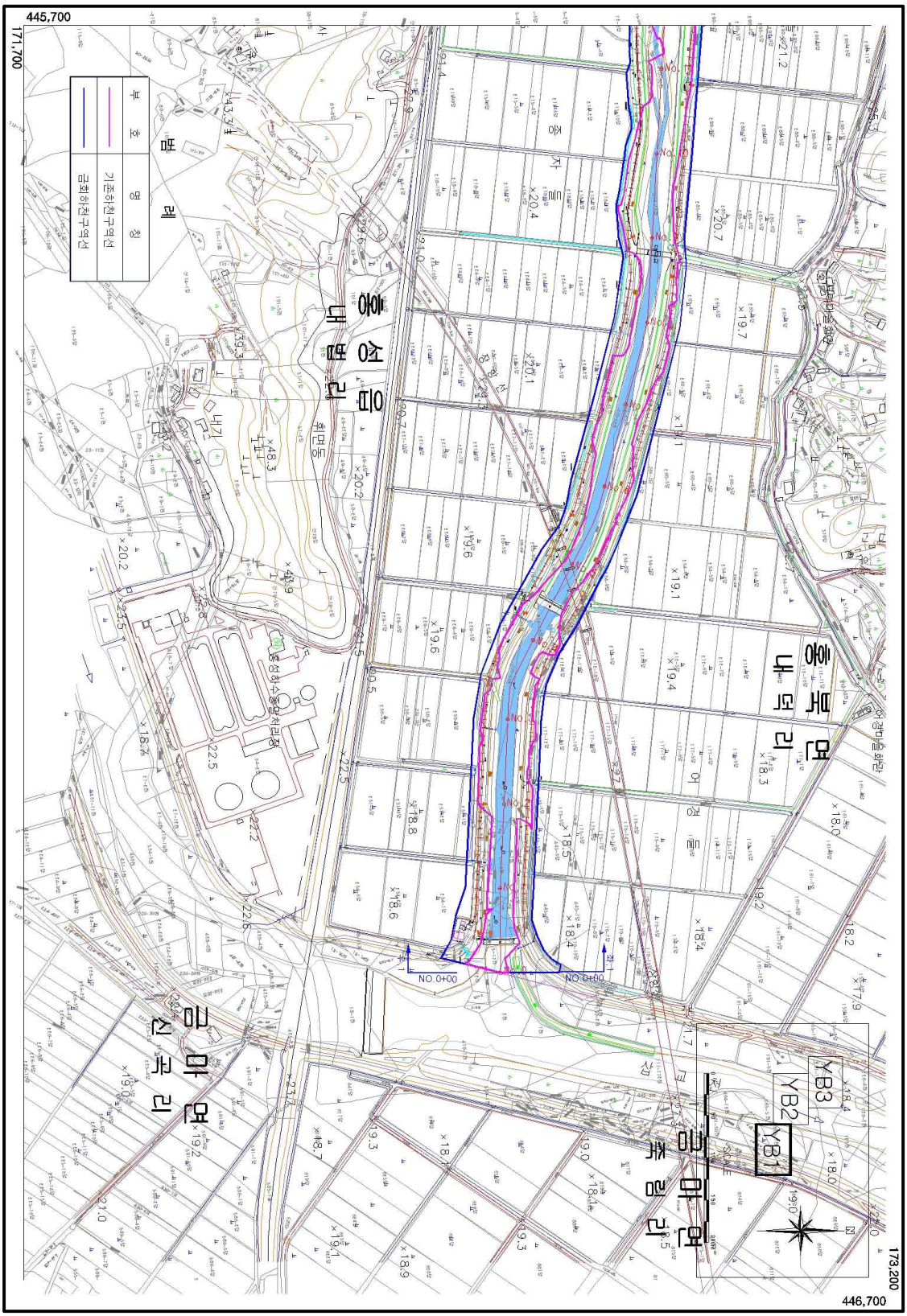
폐천부지 조사는 기개수구간의 제내지측 토지로서 지목이 “천”인 국·공유지 토지와 미개수지구의 하천부지로서 현재 농경지 및 타 용도로 이용하고 있거나 활용가능한 토지를 대상으로 금회 과업시 수리·수문사항 및 하천현황을 고려하여 개수계획된 지구의 장래 제내지로 편입되는 토지 중 폐천화하여도 문제가 없는 토지를 대상으로 기존 폐천부지와 신생 폐천부지로 구분하여 조사하였다.

(1) 기존 폐천부지

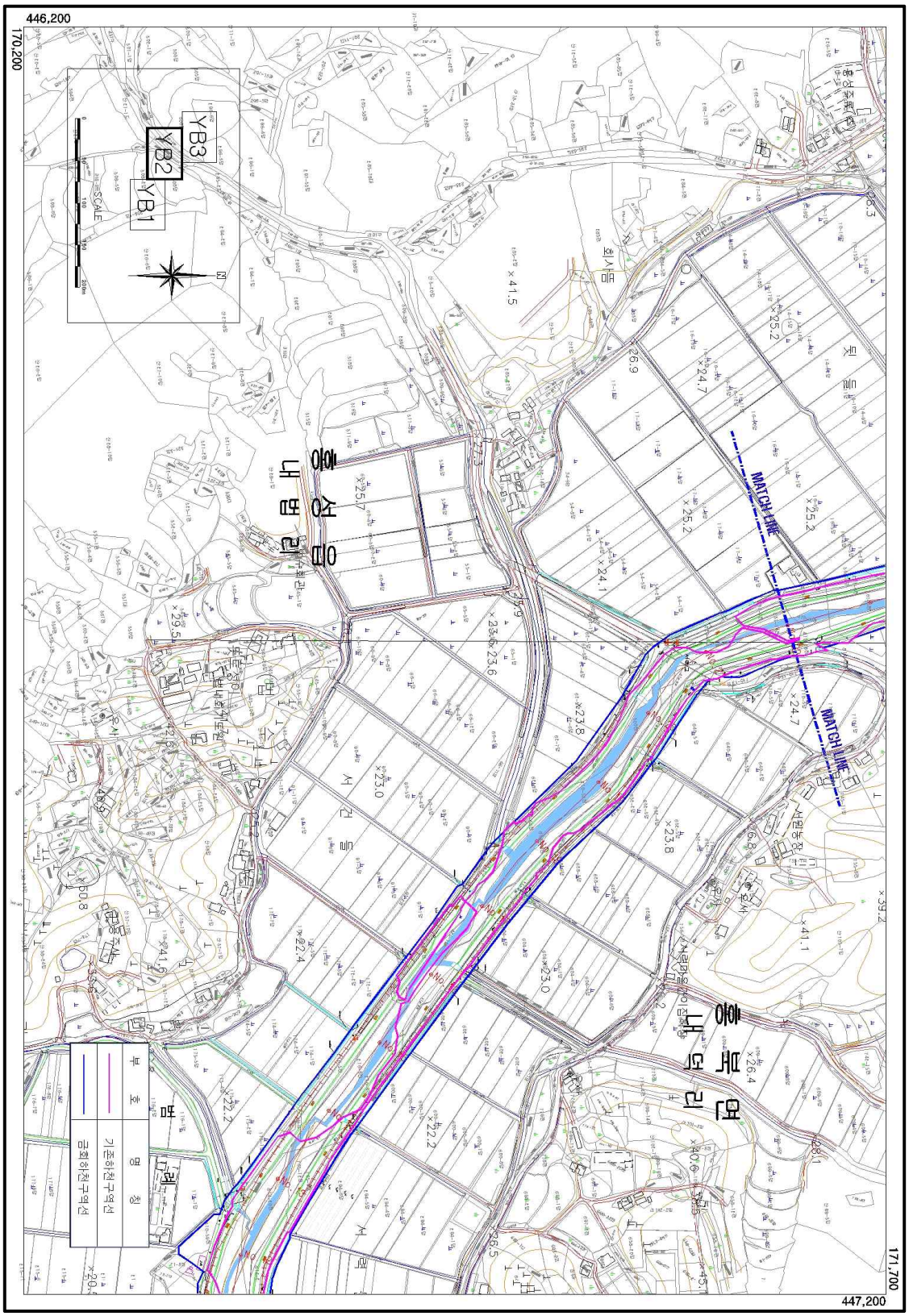
금회 하천기본계획에서는 대부분의 계획이 확폭과 보축으로서 유로를 변경하는 등의 계획은 지양한바 폐천부지가 발생하지 않았습니다. 또한 과거 하천기본계획 자료의 부재로 인하여 연속지적도상에 있는 천부지만 표기해서 현재와 비교한 결과를 <그림 10.1-1>으로 제시하였다.

(2) 신생 폐천부지

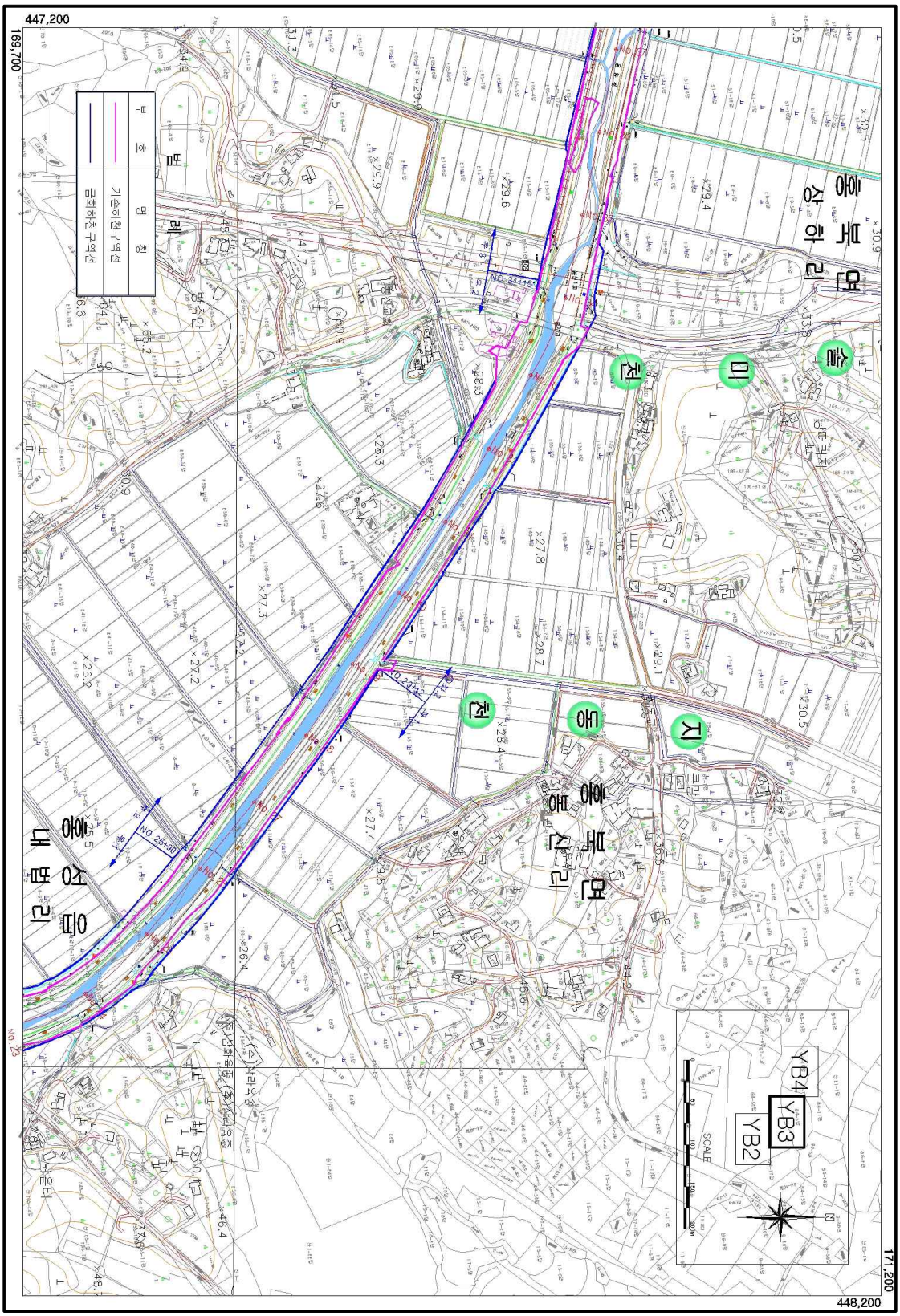
본 과업의 개수계획 등으로 인해 발생될 수 있는 제내지의 하천부지는 폐천화 시키지 않음으로서 이상홍수 및 제방관리 등을 위한 공간으로 활용할 수 있도록 하였으며, 활용방안으로 현상태를 유지하는 것을 원칙으로 하되 해당 지자체 및 주민의견을 수렴하여 용도를 최종 결정토록 해야 할 것이다.



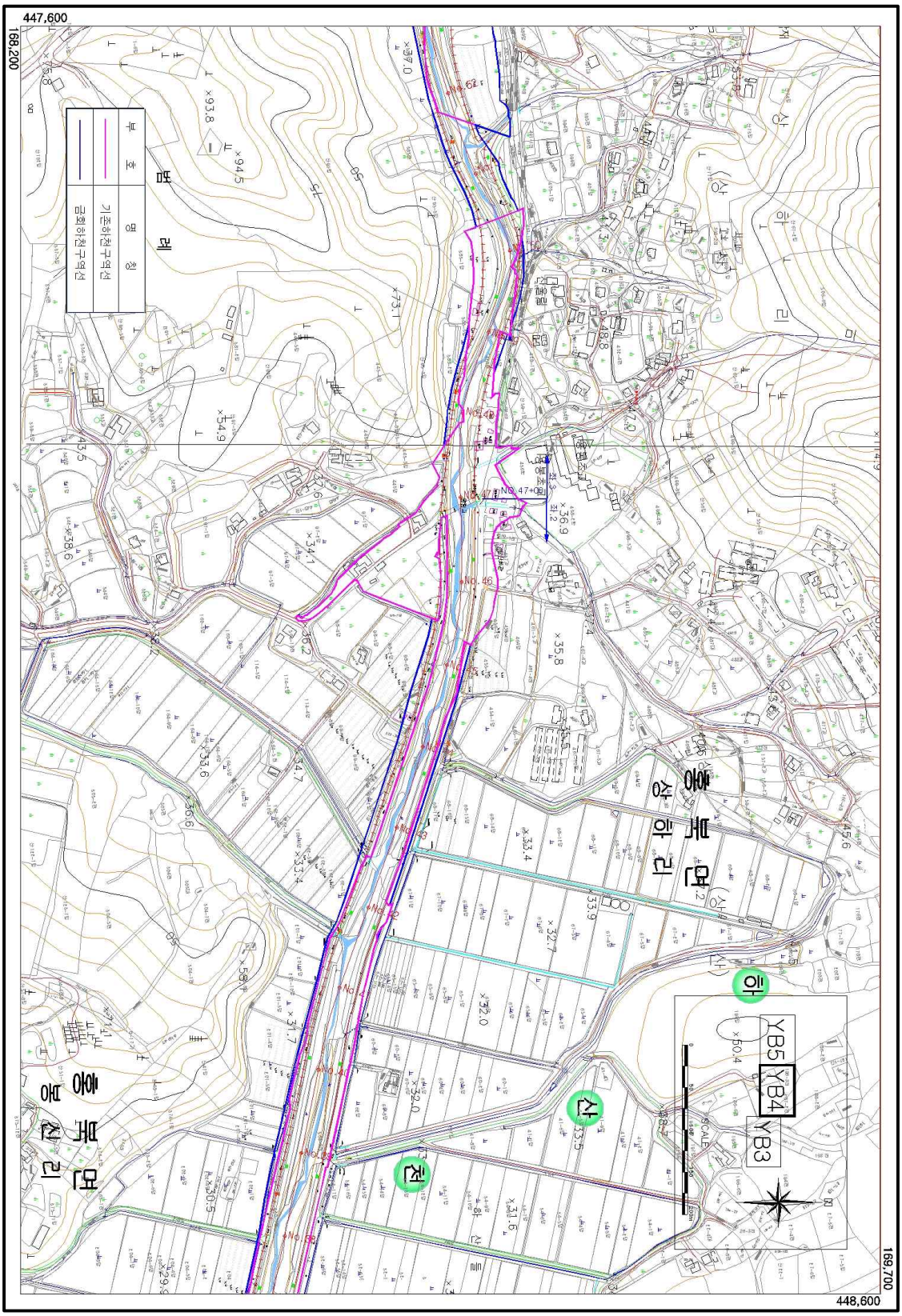
<그림 10.1-1> 기존·금회 하천구역선 구분



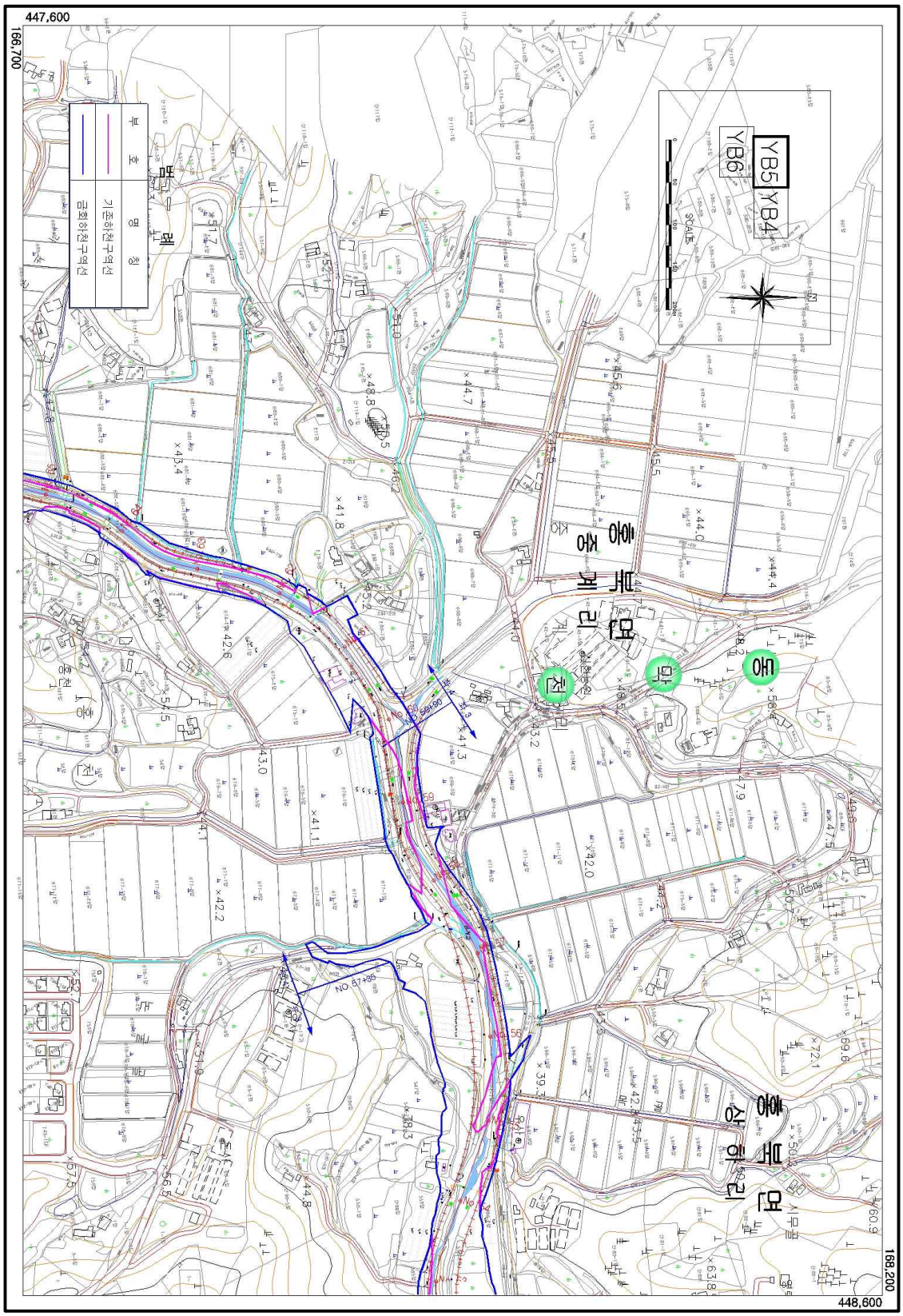
<그림 10.1-1 계속> 기존·금회 하천구역선 구분



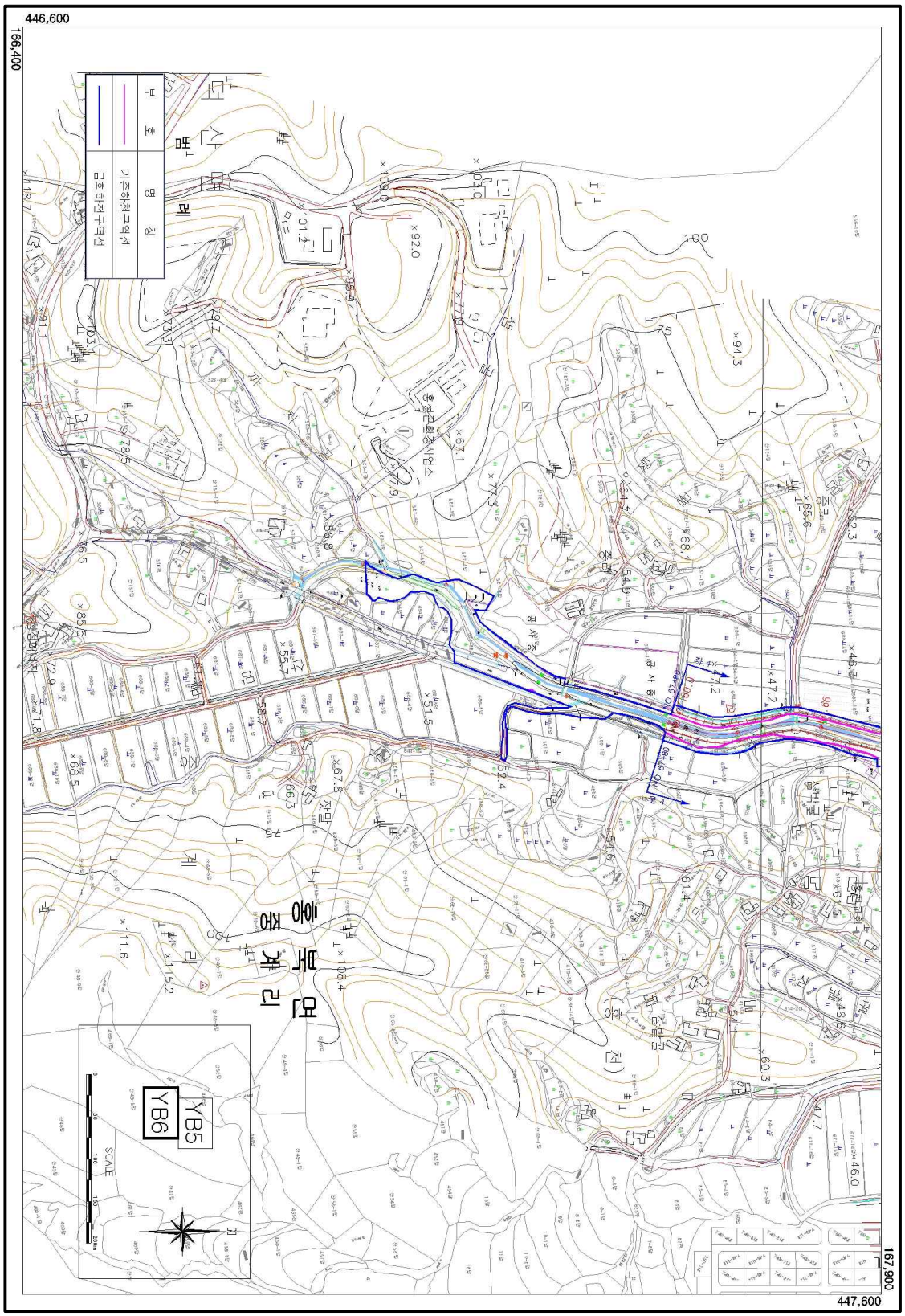
<그림 10.1-1 계속> 기존·금회 하천구역선 구분



<그림 10.1-1 계속> 기존·금회 하천구역선 구분



<그림 10.1-1 계속> 기존·금회 하천구역선 구분



<그림 10.1-1 계속> 기존·금회 하천구역선 구분

10.2 하도유지관리

10.2.1 목적 및 범위

제방이나 수문 등 하천시설물을 평상시 유지 및 관리하지 않으면 홍수 때 큰 재해를 입게 되는 요인이 된다. 따라서 유지 및 관리측면에서 항상 하천시설에 대해 예의주시를 하여 관리를 하여야 하며, 하자 발생시 수리를 행하여야 하는데 이를 하천유지라 칭한다.

또한 하천은 공공 시설물로, 제방 부지에 방목한다든가 고수부지에 사권을 설정한다든가, 저수로내의 토석을 허가 없이 채굴하는 것 등의 행위를 단속하고, 필요 또는 무해의 경우에만 이러한 행위를 허가하는 것을 하천의 관리라고 한다.

유지와 관리는 모든 하천을 이용하고, 또한 재해를 방지하기 위한 필수적이고도 중요한 사항이다.

10.2.2 유지관리

(1) 제방의 유지관리

제방을 유지하기 위하여 떼손질, 둑마루의 유지, 비탈면의 유지, 제체의 균열처리, 누수방지, 두더지 구멍처리, 통문, 통관, 수문 등의 접속부 유지에 주의해야 한다.

(가) 떼손질

둑비탈면의 떼는 그 육성을 촉진하고, 성장을 저해하는 일이 없도록 그 유지에 주의해야 한다.

잡초는 떼보다 번식력과 성장이 강하고 떼의 발육을 저해하므로 년 2회 이상 잡초씨가 떨어지기 전에 솎아주거나 베어버려야 한다.

(나) 둑마루의 유지

둑마루에 요철이 생기지 않게 하고 횡단 경사가 수평이 되지 않도록 해야 하며, 차바퀴로 인해 오목한 부분이 생기지 않도록 유지에 주의해야 한다.

(다) 비탈면의 유지

둑의 비탈면이 일정한 경사를 유지하기 위하여 오목한 곳이 생기지 않도록 하고, 또 빗물의 흐름으로 인한 작은 물골이 생기지 않도록 그 유지에 주의해야 한다.

(라) 제체의 균열처리

둑마루 또는 비탈면 등에 둑쌓기 흙의 건조수축이나 습윤포화 등으로 인한 균열이 발생하였을 경우, 이 균열을 통하여 빗물 또는 유수가 침투하여 둑을 약하게 하고, 제방 파괴의 원인이 되므로 그 장소를 파헤쳐 흙을 넣고 충분히 다져야 한다.

(마) 누수 방지

둑의 안쪽 비탈면이나 안쪽 비탈끝 지반에서 누수되는 일이 없도록 한다. 누수가 일어나기 쉬운 곳은 다음과 같은 장소이다.

1) 두더쥐, 들쥐 등이 발생하기 쉬운 쓰레기 버림터

2) 둑이 항상 습한 곳

3) 제내의 지반이 하상보다 습한 곳

4) 둑의 원지반이 투수층인 곳

5) 둑자리가 구하상 또는 파괴 장소였던 곳

6) 통문, 통관이 있는 곳

7) 제체가 다른 곳보다 작게 된 곳

(바) 두더지 구멍처리

두더지 또는 들쥐 등의 구멍을 발견하였을 때는 양질토를 보충하고 충분히 다져준다. 특히, 동절기에 눈이 많은 지방에서는 들쥐 등의 동물이 잔디의 뿌리를 먹기 위하여 제체에 침입하는 일이 많으므로 이를 방지하기 위해서는 강설직후에 구멍의 발견이 용이하므로 이 시기에 들쥐 제거방법을 강구하면 매우 좋다.

(사) 길 건늠길 계단의 설치

인구 밀집지역과 통행량이 많은 지역에서는 사람이나 차량이 둑을 넘어 다니기 위하여 비탈면을 밟아 제방사면을 훼손할 우려가 있는 경우는 건늠길이나 계단 등을 설치

하여 비탈면을 보호해야 한다.

(아) 통문, 통관 등의 접속부의 유지

배수의 통문, 통관, 수문 등의 제체와의 접속부는 둑의 약점을 형성하는 곳이므로 그 유지에 특히 주의를 해야 한다.

(2) 호안의 유지보수

(가) 비탈덮개공의 유지보수

비탈덮개공에서의 파손 개소는 다른 공정에 비해서 발견도 수리도 용이하나, 이런 이유에서 대파손을 가져오는 수가 많다. 따라서 항상 파손의 우려가 있는 곳은 면밀히 관찰하여 빨리 보수해야 한다.

가) 돌붙임의 유지보수

(1) 탈석의 수리 : 국부적으로 탈석한 곳은 다시 붙이거나 콘크리트 채우기를 한다.

(2) 배나온 곳의 수리 : 붙임을 하지만 그 원인에 따라 돌의 규격, 크기, 뒤채움돌 등의 두께 경사에 따라 재 고려할 필요가 있을 때가 있다.

(3) 뒤채움 자갈의 보완 : 뒤채움 자갈이 유실되어 돌 사이가 충분히 물리지 않을 경우 자갈 등을 채우고 이음사이에 모르터 등을 채워 각 돌의 일체화를 도모해야 한다.

(4) 초목 제거 : 돌붙임 사이에 자란 초목이 성장하여 돌붙임을 이완시킬 위험이 있으므로 제거해야 한다. 그러나 초목류가 안비탈의 조도를 증가시키고 돌붙임의 이완과 이동의 위험이 없을 경우에는 예외이다.

(5) 이음이 떨어진 곳의 보수 : 접합단이 밀착되지 않으면 돌붙임이 흔들리거나 돌의 탈락 및 이동이 생길 우려가 있으므로 콘크리트 또는 모르터 등으로 채워 돌의 이동을 방지할 필요가 있다.

(나) 호안블록의 유지보수

호안블록공에서는 표면토사가 흡출되거나 수축하여 공동이 생기는 수가 있으나 표면에서 보는 것만으로 그 이상 유무를 발견하기가 어려우므로, 표면을 두드리거나

호안 윗지반의 요부 또는 비탈면의 요부 등을 자세히 관찰하여 조기에 발견하도록 해야 한다. 보수는 표면을 떼어내고 토사 및 뒤채움을 하여 수리한다.

(다) 돌망태의 유지보수

철선돌망태는 유목, 유석에 의한 절손, 법선의 세굴에 의한 포락 등이 유실의 원인이라 할 수 있으며, 돌망태 전면의 세굴 때문에 걸려있는 돌망태 등은 발견하는 대로 보수하여 수명을 길게 해야 한다.

돌망태에 붙은 부유물은 철선부식을 촉진하며 망태에 끼인 철재 등은 홍수 시에 철선이 끊길 위험이 있으므로 제거해야 한다.

(라) 밑다짐공의 유지보수

각종 침상의 채움 돌등이 출수로 유실되거나 하상 세굴에 의해 침하했을 때 이것을 방치하면 비탈덮개공의 파손에까지 진전하므로 발견하는 대로 보완하여야 한다. 단, 그 유실의 원인을 고려하여 개량해 보는 것도 좋다.

(3) 홍수 시 하도관리

(가) 수리기하학적 하도관리

가) 홍수량

홍수량의 규모는 하도관리에 있어서 중요한 지배인자이므로 치수방재 측면에서 첨두홍수량을 안전하게 소통시키는 계획과 더불어 첨두홍수량 자체를 저감시키는 방안을 계획할 필요가 있다. 첨두홍수량을 저감시키는 가장 확실한 방법은 유역의 홍수 지체시간과 기저시간을 늘리거나 유출율을 감소시키는 것이다. 즉, 유역에 홍수조절용 저수지를 건설하거나 유역의 자연녹지를 증대시킴으로써 첨두유량을 낮추고 기저시간을 늘릴 수 있으며, 이렇게 유역의 저류능이 증대하면 안정된 유황을 유지하는데 기여할 수 있다.

나) 통수능

하도의 통수능을 향상시키기 위해서는 조도계수를 낮추거나 유수단면적 및 경심을 증대시키는 방안을 생각할 수 있다. 일반적으로 수위의 변동에 따라 유수단면적

과 조도 계수가 변하므로, 통수능 조절은 수위조절을 통하여 달성될 수 있다. 이를 위하여 하도 내 식물의 제거, 하상의 평탄화, 하도준설, 수위유지 시설의 건설 등이 사용될 수 있으나, 이 경우 예상되는 하천 환경에 미치는 영향을 고려하여 적정한 계획을 수립하여야 한다.

다) 하도단면

하도단면은 일정한 단면적에 대하여 최대로 유량을 소통시킬 수 있어야 한다. 하도단면 형상에는 단단면과 복단면이 있으며, 복단면은 홍수 시 제방의 안정성이나 저수로부의 하상변동 국한 그리고 저수 시 고수부지의 활용에 유리한 단면형이다. 하도의 통수기능을 최대로 하고 건설비를 최소로 하기 위해서는 하도단면은 가능한 한 주어진 단면적에 대하여 윤변이 작게 되는 것을 택하여야 한다. 이런 측면에서 볼 때 하도단면은 복단면보다 단단면을 채택하는 것이 유리하나 단면형의 결정은 저수 시 하도관리와 홍수 시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 할 것이다.

따라서, 유량의 변화가 큰 대규모 하천에서는 일반적으로 복단면이 불가피하다. 이 경우 복단면의 유수단면적이 최대가 되도록 홍수터의 높이를 가능한 한 낮추는 것이 유리하나, 고수부지의 높이를 너무 낮추면 고수부지의 침수빈도가 증가하여 이용성이 떨어지므로, 고수부지의 높이는 그 이용계획을 고려하여 결정하여야 한다.

라) 수로경사

일반적으로 수로경사는 하폭이 좁아질수록 커지고 하류에서 상류로 갈수록 커지는 경향이 있다. 따라서 동일 유량인 경우 하류보다는 상류의 통수능이 크다. 홍수 시 하도경사는 수면경사에 중요한 영향을 미치므로 상·하류간의 하도경사에 급변점이 형성되지 않도록 하상관리에 유의하여야 한다. 하도경사의 급변점은 하천 내에서의 개발행위에 의하여 발생될 수 있다. 즉, 하상골재의 채취, 제방법선의 변경 또는 하폭의 급격한 변동으로 유발될 수 있으므로 홍수전에 하도 내에서 이러한 점이 없는지를 확인하여야 한다. 이러한 문제가 발생되었을 경우에는 그 지점 상·하류 하도의 안정에 어떤 영향을 미칠 것인지를 분석하여 대처하여야 한다.

마) 하천수계 형태

하천수계의 구조 또는 형상은 유역의 지표면 경사, 지형 및 지세, 지질구조, 지각운동 등과 같은 인자에 따라 달라지며, 유역의 홍수특성 결정에 중요한 요인으로 작용한다. 즉, 하천수계 형태는 홍수 시 유출수문곡선의 첨두유량과 홍수도달시간에 영향을 미치므로 홍수 시 하도관리에 있어 유역 특성인자로서의 하천형태를 충분히 고려하여야 한다. 하천수계의 형태는 수지상, 평행상, 익상, 격자상, 직각상, 방사상 및 환상으로 분류 할 수 있으나 대부분의 실제 하천은 이와 같은 여러 형상이 복합적으로 나타나고 있다. 수지상의 하천에 비하여 방사상의 하천형태가 유역의 출구에서 첨두유량이 크게 나타난다. 유역에서 하천수계 형상을 변경시킬 사유가 발생할 경우에는 이러한 점을 고려하여 유출수문 곡선의 첨두유량이 작고 홍수 도달시간이 가급적 큰 하천수계 형태가 되도록 하는 것이 바람직하다. 특히, 어떤 지역에서 홍수 시 상습적인 침수가 발생할 때, 홍수량 배제를 위하여 유로를 변경시켜야 하는 경우에는 이와 같은 점을 충분히 검토하여야 한다.

(나) 토사수리학적 하도관리

가) 하상구성 토사와 하상형태

하천에서 하상구성 토사의 입도분포는 상류로부터 하류로 내려갈수록 세립화 되고, 하천횡단면의 유심부로 갈수록 조립화 되는 것이 일반적인 경향이다. 따라서 하상을 구성하는 토사의 관리는 이러한 자연생태에 근접하게 하여야 할 것이다. 유사운송은 유역특성, 하도의 수리학적 특성, 수문학적 특성 및 토사의 특성에 따라 달라진다.

상류에서 하류로 감에 따라 그리고 하도사행의 정도 및 하폭의 크기에 따라 하상구성 토사의 입도특성이 달라지므로 홍수 시 하도안정 및 유지관리를 위하여 국부적이거나 대규모적인 하상구성토사의 입도분포 특성 등이 발생되지 않도록 하천개발 행위에 유의하여야 한다. 하상형태는 흐름특성과 유사특성에 따라 좌우되며, 유사특성으로서 하상구성 토사의 입경이 중요하다.

홍수 시 하상형태가 수면변동과 조도계수에 크게 영향을 미치므로 하도개수 혹은 하도 내의 골재 채취 시에는 적절한 흐름이 유지될 수 있도록 하상구성 토사의 입도분포를 조절하여야 한다.

나) 안정하도

안정하도는 동적 평형상태의 하도를 말한다. 즉, 홍수 시 하도의 세굴과 토사의 퇴적이 평형이 이루는 상태가 되도록 하도를 설계할 필요가 있다.

일반적으로 하도가 세굴 되는 과정을 보면, 하상과 사면이 만나는 부분의 사면측으로부터 시작되어 사면부로 진행되면서 하상을 넓히는 작용을 한다. 종국에는 사면의 붕괴가 일어나면서 사면 전체가 제내지쪽으로 후퇴하는 형상이 된다.

토사 수리학적으로 세굴이 가장 잘 발생될 수 있는 하도단면은 유심부 하상과 사면의 하상 부근에 집중되어 있다. 이 부분에 대한 보호시설이 필요하며, 홍수가 끝난 후 이 부분의 하상변동 여부를 조사하고 다음의 홍수에 대비하여야 한다.

(다) 하상변동과 하상유지

가) 하상단면 변동

하도의 측면에서 볼 때 가능한 한 주흐름의 편기현상이 일어나지 않는 것이 좋으나 이는 하도형태에 따라 달라질 것이다. 첨두홍수량의 통과를 전후한 하상의 거동을 보면, 중수부에서는 감수부보다 급격한 하상변동이 있고 감수부에서는 세굴보다 퇴적이 많다. 댐 지점의 하상변동을 보면 댐의 상류부에서는 계속적인 토사의 퇴적현상이 발생되고, 댐의 하류부에서는 하상저하가 진행된다. 이는 하상이 동적 평형상태에 도달 할 때까지 진행 될 것이다. 이러한 예비지식을 알고 하천의 댐 건설지점 선정 시 혹은 댐 상류지역의 하도관리 시에는 하상유지를 위한 충분한 대책을 강구하여야 한다.

나) 하상구성 토사의 변동

하상구성 토사의 입도분포 변동은 하천에 어떤 충격이 가해진 결과로 나타난 반응이므로 하천수계 전체에 걸친 하천감시를 위한 간편한 판단 기준이 될 수 있다.

일반적으로 하상구성 토사는 상류에서 하류로 내려갈수록 세립화 되는 경향을 나타낸다. 홍수 시 하도 내의 하상구성 토사의 입도분포는 크게 변화될 수 있는데, 홍수 전 조립화 하도가 홍수 후 세립화 상태가 되었다면 반드시 그 원인을 규명하여 대비책을 강구하여야 할 것이다.

다) 준 설

하도의 특성을 유지시키는 방법으로써 가장 대표적인 것이 하도준설이라 할 수 있다. 기계적 준설이란, 어떤 종류의 Bucket이나 Dipper로 저질토를 퍼올리고, 토사 운반선을 운용하여 준설토를 사토장까지 운반하는 것을 말한다. 수리학적 준설이란, 저질토를 흡입하여 사토장까지 관로를 통하여 운반하는 것을 말한다. 이러한 준설은 상류에서 하류방향으로 진행하고, 준설지역의 하상은 평탄하게 정비하여 하도특성의 불연속화를 최대로 억제하여야 한다. 준설된 토사는 그 오염여부를 고려하여 처리계획에 따라 운용 되어야 한다.

(4) 하천 환경적 측면의 유지관리

(가) 수질 관리

가) 수질지표

수질관리를 위한 수질지표는 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 용존산소량, 부유물질, 탁도, 중금속, 악취 등이다. 이러한 수질지표를 정기적으로 관측하여 수질관리 목표에 유의하고 상류에서 하류로의 수질관리 계통유지와 하천의 자정작용을 고려하여 정량적인 하도 내 수질관리를 하여야 한다.

나) 하천의 자정작용과 오염물질 부하량 감시

저수 및 갈수 시 하천의 자정작용은 유역의 오염부하량을 감당할 수 없을 때 문제가 되므로 유역으로부터의 오염물질 배출을 감시하여야 한다. 또한, 하천의 자정능력 제고를 위하여 하도 내에 퇴적되어 있는 오염물질을 준설하는 것이 필요할 때도 있다. 유역으로부터 배출되는 생활하수량은 유역이 도시화가 진행됨에 따라 급

증하고 있으며, 하천의 수질오염에 가장 큰 원인이 되고 있다. 생활하수가 하천으로 유입되는 것을 근본적으로 차단하기 위하여 유역의 주요지점에 하수처리장을 건설하고, 각 가정으로부터 발생되는 하수의 질과 양을 개선하기 위한 환경의식의 생활화가 필요하다. 각종 산업시설물로부터 폐수처리 시설을 갖추거나 산업단지별 폐수 종합처리장을 건설하고, 이의 적절한 가동이 이루어지는지 지속적으로 감시한다.

(나) 폐기물 관리

유수에 의한 유하퇴적 폐기물은 홍수 시 유역으로부터 하도로 유입되어 홍수가 끝난 후 하도 내에 퇴적되는 경우가 많다. 하도 내 폐기물은 홍수 시 유수의 정상적인 흐름을 방해할 뿐만 아니라 하천의 각종 수공구조물의 기능을 저하시키거나 마비시킬 수도 있다.

홍수가 끝난 후 저수로, 고수부지 및 제방사면과 하천의 주요 수공구조물 주위에 퇴적된 각종 폐기물을 수거하여 처리하여야 한다. 인위적 폐기물은 하도 내의 친수공간을 이용하는 이용객들에 의해 투기된 것들이 많다. 따라서, 이에 대한 적절한 단속을 필요로 하며 하천을 이용하는 이용객의 하천환경 의식을 제고하는 것도 필요하다. 하천 환경보전은 우리의 생활환경 보전에 있어 가장 중요한 분야라고 할 수 있으므로 이를 위한 적극적인 투자와 지속적인 관심을 기울여야 한다.

(다) 생태계 보전

하천의 생태계는 하천이 살아 있는 유기체와 같은 기능을 유지하기 위하여 반드시 필요한 구성요소이다. 자연적인 하천생태계는 하천정비 사업과 같은 하천개발 활동에 의하여 많은 교란이 발생되며, 하천개발 후 정착된 하천 생태계마저도 수질악화에 의하여 파괴되는 경우가 많다. 하천생태계 보전을 위한 하도관리는 하천정서의 함양과 친수성 제고를 위하여 반드시 필요하다. 하천생태계는 수생생태계와 수변생태계로 구분되는데, 수생생태계의 경우 하도의 만곡부를 없애고 직선화시키면 약50% 정도가 감소될 수도 있다.

수변생태계는 고수부지 활용에 따른 인간의 접근성 난이도에 따라 크게 달라진

다. 따라서 하도 내 생태계 보전을 위해서는 수질개선이 선행되어야 하고, 고수부지의 활용공간도 반드시 필요한 하천구간으로 제한할 필요가 있다.

하천생태계 보전은 전 하도에 대하여 하천개발과 생태계 조사가 일관성 있게 지속적으로 이루어져야 한다. 한번 파괴된 하천생태계를 다시 회복시키기 위해서는 다른 환경요인 보다 훨씬 많은 비용과 노력이 필요하다는 인식을 가져야 한다. 하천에 있어서 인간과 인간의 활동도 하나의 생태환경을 구성하는 인자이기 때문에 하천생태계의 파괴는 결과적으로 인간의 생존환경을 위협하는 작용으로 인간에게 되돌아올 수 밖에 없다는 사실을 유념하여야 한다.

(라) 하천환경 유지관리계획

치수·이수상 문제점이 제기되지 않도록 하는 자연환경의 보전 및 복원을 통하여 유역주민이 쾌적하고 안전한 이용이 미래까지 확보되도록 하기 위해 유지관리 계획을 수립한다.

가) 유지관리 계획지침

· 하천환경유지관리계획을 수립한다.

· 정기적인 유지관리와 비정기적인 유지관리 대상을 구분하여 관리한다.

나) 자연환경의 보전 및 재생에 관한 유지관리

자연보전 지구에 대해서는 인위적 관리는 행하지 않고 자연 경쟁력에 의해 생태계가 유지되도록 한다. 그러나 자연환경변이의 동향에 대해서는 환경역기능 식물제초, 순기능 식물의 식재 등 인위적 관리를 실시한다.

10.2.3 모니터링 계획

지금의 하천정비는 기존의 치수기능을 수행하면서 원래의 자연하천 모습을 보전 또는 복원하는 수변 복원의 개념을 포함하는 새로운 정비기법과 효율적 관리기법을 필요로 한다.

지금의 하천정비는 기존의 치수기능을 수행하면서 원래의 자연하천 모습을 보전 또는

복원하는 수변 복원의 개념을 포함하는 새로운 정비기법과 효율적 관리기법을 필요로 한다. 하천정비기본계획은 하천주변의 풍부한 자연환경을 가능한 손상하지 않게 배려하면서 하천정비를 추진하고 있다. 그러나 하천정비의 규모는 매우 크고 단기간에 진행되므로 하천형태와 생태계에 영향을 미칠 가능성이 있다. 따라서, 모니터링은 수변조사 결과 분석후 설정된 목적과 목표의 달성도 확인 또는 하천공사로 인한 예상치 못한 문제점 파악과 대응방안을 구축하는데 목적이 있다. 또한 향후 다른 하천에서 유사한 자연친화적 하천정비 사업을 시행할 때 참고자료로 활용될 수 있다.

특히 본 하천정비기본계획에서는 홍수량의 전량을 하도가 분담하도록 제방계획을 수립하였으므로 자연형 호안공법의 적용시 구간별로 세분화하여 환경, 생태, 치수측면을 고려한 다양한 공법을 적용하여 지속적인 유지관리와 모니터링을 통하여 하천유역에 적합한 지표를 구축하여 향후 하천환경정비의 자료로 활용해야 할 것이다.

향후 환경정비 사업이 시행되면 시공전 단계부터 식생등이 완전활착하는 단계인 약 3~5년까지 사업시행자로 하여금 모니터링을 실시하도록 하여야 한다.

모니터링의 주요항목은 다음과 같다.

- 수량과 수질 (수질측정)
- 하천생태계 변화 (토양과 생태계, 수질과 생태계)
- 강수량 및 수위조사 (일별)
- 비정기적 유량조사
- 하천내 시설물의 수리적 변화상태
- 식재된 식물의 활착상태(주간기록) 및 주변식물과의 변화(계절별)
- 조류, 곤충의 변화상태
- 어류, 저서생물의 변화상태

이상의 항목은 세부적으로 계획하여 점검 지도토록 하고 그 결과를 기록관리하여야 한다. 또한 모니터링을 위한 각 지점의 산정은 세부설계에 의해 과업하천의 여건을 고려하여 선정되어야 하며, 강수량 및 수위조사, 유량조사를 위한 주요 저점에 필요한 시설을

설치하여야 한다.

10.3 기 타

본 과업하천인 용봉천은 「용봉천 하천정비 기본계획(1995.12, 충청남도)」으로 수립·고시되어 현재에 이르고 있다.

본 과업은 지방하천인 용봉천의 치수 및 이수기능을 유지하면서, 자연성 회복으로 수질개선 및 쾌적한 수환경과 하천환경으로 공공 오픈스페이스로서의 기능 활성화를 도모하고, 친수기능 회복을 통하여 쾌적한 생활공간을 제공하기 위하여 기 수립연장 L=7.00㎞을 그대로 반영하여 No.0 ~ No. 70(L=7.00㎞)에 대해 기본계획을 수립함.

<표 10.3-1> 고시현황

구 분	과 업 구 간		하 천 연 장 (㎞)	하 천 수 립 (㎞)	지정근거 및 일자
	시 점	종 점			
기고시	충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선	충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점	7.00	7.00	충남60호 (1996.03.18)
금 회	충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선	충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점	7.30	7.00	

하천기본계획 자문의견 결과

자문안건	용봉천 하천기본계획(변경)
자문기간	2010. 11. . ~ 12. .
자 문 의 견	○해당유역의 상·하수도기본계획, 하천관련계획, 하천환경계획, 이수관련계획, 하천횡단 교량건설 계획 등 타 계획을 조사하여 본 계획과 관련되는 사항에 대해서는 연계하여 관련기관과 사전협의를 통해 본 계획에 반영·조정할 수 있도록 확인·검토가 필요하며 그 내용을 보고서상에 수록할 것. ○계획홍수량의 적정유무를 개략적으로 판단할 수 있도록 하기 위해 비유량으로 나타내는 것이 좋을 것으로 판단됨.. ○잡초와 잡목 제거 같은 제방관리에 대해서도 검토하기 바람. ○보 및 낙차공 등 기존시설물 중 유역내 농경지 현황 등을 감안할 때 불필요한 것이 다수 확인되나 전체적으로 재설치 계획이 수립되어 있으므로 이용도 등을 재검토하여 상황에 맞는 철거계획을 수립할 것. ○사전환경성검토를 수행하여, 의견에 대해 조치된 사항을 토대로 작성된 내용을, 보고서에 수록하여야 할 것으로 판단됨. ○하천의 시설물에 대한 현황 사진이 미흡하므로 자세히 수록하여 주기 바람. ○교각주변 세굴 검토를 현재 교각의 국부세굴공식 CSU, Neill, Froehlich, Jainv & Fisher의 4가지 방법으로 검토하였는데, Laursen, Melville 방법을 추가하여 6가지 방법으로 검토하여야 할 것으로 판단됨. ○치수경제성분석시 사용된 년도별 소비자물가지수, Deflator 보정지수, 농작물 자산가치, 일평균소득, 농경지 피해율 등을 2009년(2010년)의 자료를 이용하거나 환산 후 적용하여 계획지구에 대한 보다 정확한 경제성분석이 이루어지도록 검토할 것.

위와 같이 충청남도지방하천관리위원회 자문의견 결과를 제출합니다.

2010. 12. .

자문위원 : 김 흥 남 (서명)

충청남도지방하천관리위원회 위원장 귀하

하천기본계획 자문의견 결과

자문안건	용봉천 하천기본계획(변경)
자문기간	2010. 11. . ~ 12. .
자 문 의 견	○사전환경성검토를 수행하여 협의 후 보고서에 반영하여야 될 것으로 판단됨. ○하천사면은 자연형 호안으로 설치하도록 보고서에 제시 하여야 할 것으로 판단됨. ○상수도 기본계획 및 하수도 기본계획을 반영하여 하천의 이용, 유역의 오염, 물수지분석을 하여야 할 것으로 판단됨. ○하도내(저수로)에 자전거도로 설치를 지양하여야 됨. ○기존 인공구조물인 보 및 낙차공은 수서생물의 이동을 단절시키므로 철거 및 어도설치를 검토하여야함. ○하천을 사행형 하천으로 조성하여 유수의 흐름이 직강하 되지 않도록 하여야 함. ○토사유출로 인한 하천 수생태계가 파괴되지 않도록 하천정비시 수질오염방지대책을 강구 하여야 함.

위와 같이 충청남도지방하천관리위원회 자문의견 결과를 제출합니다.

2010. 12. .

자문위원 : 조 관 형 서명

충청남도지방하천관리위원회 위원장 귀하

하천기본계획 자문의견 결과

자문안건	용봉천 하천기본계획(변경)
자문기간	2010. 11. . ~ 12. .
자 문 의 견	○용봉천 하천기본계획이 부분적으로 적절하게 수립되었으나, 전체적으로 보고서를 충청남도의 지방하천기본계획보고서를 참고하여 재구성하여 작성할 필요가 있다. 미비한 부분에 대해서는 충분히 보완해야 한다. 수정이나 검토해야 할 중요 내용은 아래와 같다. ○Kajiyama 공식에 의한 장기유출량 산정은 적절하지 못하며, Tank 모형에 의한 유출량은 각 저류 Tank 유출구의 계수조정을 통하여 적정하게 산정할 수 있다. 이 또한 자료 부족 등으로 힘든 경우는 다른 방법을 검토하여 제시할 것. ○ 임계지속시간에 대한 분석은 적정한 시간대에 대하여 10분 단위로 분석해서 제시하고, 이에 대한 빈도별 확률강우량을 제시한 후, 홍수량을 산정할 것. 그리고 <그림 5.1-7>은 종축이 표시되어 있지 않고, 잘못 작성 제시된 것으로 보임. ○ 기능을 상실한 보나 낙차공의 철거를 적극적으로 검토하고, 하천부지 내의 경작구간을 과감하게 정리하여 기존의 하천 법선을 확보하도록 할 것. ○ 제방에 의한 보호면적이 적은 제내지 구간에 대해서는 하천구간으로 편입하여 천변저류지, 소류지 등으로 활용하여 홍수저감공간으로 활용하도록 적극적으로 수용할 것. ○ 제시된 어도 형식을 설치하고자 하는 구간에 대해서 적절한 형식을 제시할 것.

위와 같이 충청남도지방하천관리위원회 자문의견 결과를 제출합니다.

2010. 12. .

자문위원 : 정 동 국 (서명)

충청남도지방하천관리위원회 위원장 귀하

하천기본계획 자문의견 결과

자문안건	용봉천 하천기본계획(변경)
자문기간	2010. 11. . ~ 12. .
자 문 의 견	○사전환경성검토를 수행하여 협의 후 보고서에 반영하여야 될 것으로 판단됨. ○p.5-52 : 기존홍수량 산정 결과와 금회 산정된 결과를 빈도별로 지점별로 비교하여 작성하기 바라며, 산정홍수량의 증감에 대하여 사유를 기술하기 바람 ○도청이전 신도시 구역이 포함되므로 토지이용변화에 따른 홍수량의 변화를 비교분석하여 기술하기 바람 ○기점홍수위 결정에 있어 본류인 삽교천의 재정비가 필요한 시점이므로 이에 따른 문제점을 재검토하기 바람 ○p.5-135 : 제3장에서 조사된 내용을 분석하여 어떻게 적용하였는지 기술하기 바람 ○기타 오탈자 수정 요함.

위와 같이 충청남도지방하천관리위원회 자문의견 결과를 제출합니다.

2010. 12. .

자문위원 : 이 재 철 (서명)

충청남도지방하천관리위원회 위원장 귀하

사전자문의견 및 조치사항(용봉천)

자문위원 : 강 홍 남 (인)

구 분	자 문 의 견	조 치 사 항	비 고
1	○ 해당유역의 상·하수도기본계획, 하천관련계획, 하천환경계획, 이수관련계획, 하천횡단 교량건설 계획 등 타 계획을 조사하여 본 계획과 관련되는 사항에 대해서는 연계하여 관련기관과 사전협의를 통해 본 계획에 반영·조정할 수 있도록 확인·검토가 필요하며 그 내용을 보고서상에 수록할 것.	○ 금회 용봉천 하천기본계획(변경)은 홍수위 변동에 의한 개수계획, 교량 및 보/낙차공 계획을 현재 드림엔지니어링에서 수행중인 '용봉천 생태하천조성사업 실시설계용역'에 의한 계획을 반영하였으며, 홍성군 수도정비 기본계획 변경(2010. 8., 홍성군)과 홍성군 하수도정비 기본계획 변경(2009. 12., 홍성군)을 반영하였음.	
2	○ 계획홍수량의 적정유무를 개략적으로 판단할 수 있도록 하기 위해 비유량으로 나타내는 것이 좋을 것으로 판단됨.	○ 계획홍수량의 적정유무를 개략적으로 판단할 수 있도록 비유량을 보고서에 수록하였음.	
3	○ 잡초와 잡목 제거 같은 제방관리에 대해서도 검토하기 바람.	○ 추후 관할기관에서는 제방의 유지관리를 철저히 하도록 하겠음.	
4	○ 보 및 낙차공 등 기존시설물 중 유역내 농경지 현황 등을 감안할 때 불필요한 것이 다수 확인되나 전체적으로 재설치 계획이 수립되어 있으므로 이용도 등을 재검토하여 상황에 맞는 철거계획을 수립할 것.	○ 하천내 설치되어 운영중인 보 및 낙차공에 대해서는 현장조사, 주민탐문조사 및 주민설명회 개최시 설명, 토지이용상황 등을 면밀히 검토하여 그 기능을 상실한 구조물에 대해서는 철거 및 낙차공설치 계획을 수립하였음.	
5	○ 사전환경성검토를 수행하여, 의견에 대해 조치된 사항을 토대로 작성된 내용을, 보고서에 수록하여야 할 것으로 판단됨.	○ 사전환경성검토를 수행하였으며, 작성된 내용을 보고서에 수록하였음.	

사전자문의견 및 조치사항(용봉천)

자문위원 : 강 홍 남 (인)

구 분	자 문 의 견	조 치 사 항	비 고
6	○ 하천의 시설물에 대한 현황 사진이 미흡하므로 자세히 수록하여 주기 바람.	○ 하천의 시설물에 대한 현황사진을 추가하여 수록하였음.	
7	○교각주변 세굴 검토를 현재 교각의 국부세굴공식 CSU, Neill, Froehlich, Jainv & Fisher의 4가지 방법으로 검토하였는데, Laursen, Melville 방법을 추가하여 6가지 방법으로 검토하여야 할 것으로 판단됨.	○ 교각주변 세굴 검토를 현재 교각의 국부세굴공식 CSU, Neill, Froehlich, Jainv & Fisher의 4가지 방법으로 검토하였는데, Laursen, Melville 방법을 추가하여 6가지 방법으로 검토하였음.	
8	○치수경제성분석시 사용된 년도별 소비자물가지수, Deflator 보정지수, 농작물 자산가치, 일평균소득, 농경지 피해율 등을 2009년(2010년)의 자료를 이용하거나 환산 후 적용하여 계획지구에 대한 보다 정확한 경제성분석이 이루어지도록 검토할 것.	○ 치수경제성분석시 사용된 년도별 소비자물가지수, Deflator 보정지수, 농작물 자산가치, 일평균소득, 농경지 피해율 등을 2009년(2010년)의 자료를 이용하거나 환산 후 적용하여 계획지구에 대한 보다 정확한 경제성분석이 이루어지도록 검토하였음.	

사전자문의견 및 조치사항(용봉천)

자문위원 : 조 관 형 (인)

구 분	자 문 의 견	조 치 사 항	비 고
1	○ 사전환경성검토를 수행하여 협의 후 보고서에 반영하여야 될 것으로 판단됨.	○ 사전환경성 검토를 수행하였으며, 작성된 내용을 보고서에 수록하였음.	
2	○ 하천사면은 자연형 호안으로 설치하도록 보고서에 제시 하여야 할 것으로 판단됨	○ 하천사면은 자연형 호안(게비온매트리스, 식생매트)으로 설치하도록 보고서에 제시하였음.	
3	○ 상수도 기본계획 및 하수도 기본계획을 반영하여 하천의 이용, 유역의 오염, 물수지분석을 하여야 할 것으로 판단됨.	○ 홍성군 수도정비 기본계획 변경(2010. 8., 홍성군)과 홍성군 하수도정비 기본계획 변경(2009. 12., 홍성군)을 반영하여 하천의 이용, 유역의 오염, 물수지분석을 실시하였음.	
4	○ 하도내(저수로)에 자전거도로 설치를 지양하여야 됨.	○ 하도내(저수로)에 자전거도로 설치를 계획하지 않았으며, 제방도로에 자전거도로 설치를 계획하였음.	
5	○ 기존 인공구조물인 보 및 낙차공은 수서생물의 이동을 단절시키므로 철거 및 어도설치를 검토하여야함.	○ 수서생물이 원활하게 이동할 수 있도록 보 및 낙차고에 어도설치를 계획하였음.	
6	○ 하천을 사행형 하천으로 조성하여 유수의 흐름이 직강하 되지 않도록 하여야 함.	○ 현재 용봉천은 비교적 사행형 하천으로 잘 조성되어있어, 하천선형을 변경하는 유로이설 계획은 수립하지 않았음.	
7	○ 토사유출로 인한 하천 수생태계가 파괴되지 않도록 하천정비시 수질오염방지대책을 강구 하여야 함.	○ 하천정비시 토사유출로 인한 수질오염방지를 위해서 오탁방지막을 설치하도록 하겠음.	

사전자문의견 및 조치사항(용봉천)

자문위원 : 정 동 국 (인)

구 분	자 문 의 견	조 치 사 항	비 고
1	○ 용봉천 하천기본계획이 부분적으로 적절하게 수립되었으나, 전체적으로 보고서를 충청남도의 지방하천기본계획보고서를 참고하여 재구성하여 작성할 필요가 있다. 미비한 부분에 대해서는 충분히 보완해야 한다. 수정이나 검토해야 할 중요 내용은 아래와 같다.	○ 충청남도의 기수립 지방하천기본계획보고서를 참고하여 재구성하여 작성하였음.	
2	○ Kajiyama 공식에 의한 장기유출량 산정은 적절하지 못하며, Tank 모형에 의한 유출량은 각 저류 Tank 유출구의 계수조정을 통하여 적정하게 산정할 수 있다. 이 또한 자료 부족 등으로 힘든 경우는 다른 방법을 검토하여 제시할 것.	○ Tank 모형의 계소조정을 통해 유출량을 재산정하고 이를 채택하였음.	
3	○ 임계지속시간에 대한 분석은 적정한 시간대에 대하여 10분 단위로 분석해서 제시하고, 이에 대한 빈도별 확률강우량을 제시한 후, 홍수량을 산정할 것. 그리고 <그림 5.1-7>은 종축이 표시되어 있지 않고, 잘못 작성 제시된 것으로 보임.	○ 홍수량 산정시 지속시간을 10분 단위로 분석하여 입계지속시간을 구하였으며, <그림 5.1-7>을 수정하였음.	
4	○ 기능을 상실한 보나 낙차공의 철거를 적극적으로 검토하고, 하천부지 내의 경작구간을 과감하게 정리하여 기존의 하천 법선을 확보하도록 할 것.	○ 하천내 설치되어 운영중인 보 및 낙차공에 대해서는 현장조사, 주민탐문조사 및 주민설명회 개최시 설명, 토지이용상황 등을 면밀히 검토하여 그 기능을 상실한 구조물에 대해서는 철거 및 낙차공설치 계획을 수립하였으며, 하천부지 내의 경작구간을 포함하여 법선을 계획하였음.	
5	○ 제방에 의한 보호면적이 적은 제내지 구간에 대해서는 하천구간으로 편입하여 천변저류지, 소류지 등으로 활용하여 홍수저감공간으로 활용하도록 적극적으로 수용할 것.	○ 금회 대상하천은 전형적인 전원하천으로 제내지 대부분이 농경지로 이루어져 있어 천변저류지, 소류지 등으로 활용할 수 있는 부지가 없는 것으로 검토되었음.	
6	○ 제시된 어도 형식을 설치하고자 하는 구간에 대해서 적절한 형식을 제시할 것.	○ 조사된 어류의 이동이 원활하도록 어도의 형식을 채택하여 수록하였음.	

사전자문의견 및 조치사항(용봉천)

자문위원 : 이 재 철 (인)

구 분	자 문 의 견	조 치 사 항	비 고
1	○하상재료 입도분석을 위한 재료채취에 대하여 위치도 및 사진을 첨부하여 추후 활용할 수 있도록 하기 바람	○ 하상재료 입도분석을 위한 재료채취에 대하여 위치도 및 사진을 첨부하였음.	
2	○p.5-52 : 기존홍수량 산정 결과와 금회 산정된 결과를 빈도별로 지점별로 비교하여 작성하기 바라며, 산정홍수량의 증감에 대하여 사유를 기술하기 바람	○ 기존홍수량 산정 결과와 금회 산정된 결과를 빈도별로 지점별로 비교하여 작성하였으며, 산정홍수량의 증감에 대하여 사유를 기술하였음.	
3	○도청이전 신도시 구역이 포함되므로 토지이용변화에 따른 홍수량의 변화를 비교분석하여 기술하기 바람	○ 내포신도시를 미반영한 현황토지이용로 계획빈도(80년)의 홍수량을 산정하여 내포신도시의 토지이용계획을 반영한 금회 계획홍수량과 비교하여 기술하였음.	
4	○기점홍수위 결정에 있어 본류인 삽교천의 재정비가 필요한 시점이므로 이에 따른 문제점을 재검토하기 바람	○ 현재 용봉처의 합류하천인 삽교천(지방하천)의 계획홍수위는 “삽교·효교천 하천정비기본계획(1996.12., 충청남도)”에서 제시되어 고시된 상태이며, 이를 금회 기점홍수위로 채택하였음.	
5	○p.5-135 : 제3장에서 조사된 내용을 분석하여 어떻게 적용하였는지 기술하기 바람	○ 3장에서 조사된 하도의 특성(평면형, 종단형, 횡단형)을 반영하여 계획지구의 정비계획을 작성하였음.	
6	○ 기타 오탈자 수정 요함	○ 오탈자를 수정하였음.	

지방하천 용봉천 하천기본계획(재수립)

심 의 의 견 조 치 결 과

2011. 1.

충 청 남 도

목 차

1. 연기석 부위원장 ····· 1
2. 강흥남 위원 ····· 2
3. 정동국 위원 ····· 3
4. 이재철 위원 ····· 4
5. 이종형 위원 ····· 5
6. 안종서 위원 ····· 6
7. 이종석 위원 ····· 7
8. 이영신 위원 ····· 8
9. 유의근 위원 ····· 9
10. 이덕주 위원 ····· 10
11. 조관형 위원 ····· 12
12. 배병욱 위원 ····· 13
13. 윤여진 위원 ····· 14
14. 박혜숙 위원 ····· 15
15. 이주헌 위원 ····· 16

■ 첨 부

용 봉 천 하 천 기 본 계 획
심 의 의 견 조 치 결 과

구분	심의위원	심의의견 항목	조치사항 항목	심의결과	비고
부위원장	연 기 석	3	3	조건부	
위원	강 흥 남	3	3	조건부	
〃	정 동 국	3	3	조건부	
〃	이 재 철	2	2	조건부	
〃	이 종 형	3	3	조건부	
〃	안 종 서	3	3	원 안	
〃	이 종 석	4	4	조건부	
〃	이 영 신	1	1	원 안	
〃	유 의 근	6	6	조건부	
〃	이 덕 주	11	11	조건부	
〃	조 관 형	5	5	원 안	
〃	배 병 욱	3	3	조건부	
〃	윤 여 진	3	3	조건부	
〃	박 혜 숙	3	3	조건부	
〃	이 주 헌	1	1	원 안	

심 의 의 견 조 치 결 과 보 고 서 반 영 위 치

첨부 번호	보고서	비 고	첨부 번호	보고서	비 고
#첨부1	2-49~2-51		#첨부17	5-8~5-27	
#첨부2	2-143~2-155		#첨부18	8-36~8-39	
#첨부3	4-59		#첨부19	부도(평면도)	
#첨부4	4-51~5-54		#첨부20	부도(횡단면도)	
#첨부5	10-9~10-19		#첨부21	10-2~10-8	
#첨부6	4-55~4-57		#첨부22	7-17	
#첨부7	4-46~4-58		#첨부23	7-18	
#첨부8	1-2		#첨부24	2-139~2-140	
#첨부9	4-72~4-75		#첨부25	2-137~2-138	
#첨부10	1-2, 2-8~2-9		#첨부26	9-20~9-22	
#첨부11	참고문헌		#첨부27	9-49	
#첨부12	2-99, 2-129, 8-51~8-54		#첨부28	4-46	
#첨부13	4-22~4-23		#첨부29	4-55	
#첨부14	1-1, 2-2, 2-49~2-50		#첨부30	2-136, 2-139	
#첨부15	2-45		#첨부31	2-86, 2-88	
#첨부16	6-5~6-7		#첨부32	4-76~4-78	

심의위원 : 연 기 석 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
연기석 위 원 (조경부)	○ 취락지와 접해있는 지역은 민원과 분쟁이 발생하지 않도록 하폭 및 제방법선 계획 할 것.	○ 취락지와 접해있는 지역은 민원과 분쟁이 발생하지 않도록 주민설명회를 통해 주민의견을 반영하여 하폭 및 제방법선계획을 수립하였음.	원안적용
	○ 기 설치된 보나 낙차공의 기능을 고려하여 불필요한 시설은 제거하는 방향으로 정비하거나 친환경적인 형태로 개선하도록 하고, 하천의 어류의 종류를 조사하여 적정한 형식의 어도를 설치하여야 함.	○ 기 설치된 보 및 낙차공의 기능을 검토하여 시설물을 증설 및 철거후신설 하도록 계획하였으며, 모든 시설물은 사전환경성검토서에 조사된 어류의 종류를 반영하여 적정한 형식의 어도를 설치하도록 계획하였음.	원안적용 (#첨부12)
	○ 용봉천의 개수실적을 조사하여 보고서에 수록하여야 함.	○ 용봉천의 개수실적을 조사하여 보고서에 수록하였음.	반영 (#첨부1)

심의위원 : 강 홍 남

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
강홍남 위 원 (조건부)	○ 하천내 유수의 흐름을 저해하는 시설물 설치는 가급적 피하되 이·치수 목적으로 부득이 설치되는 시설물은 현지 여건에 맞는 어도를 설치하여 어류의 이동에 지장이 없도록 하여야 함.	○ 기 설치된 보 및 낙차공의 기능을 검토하여 시설물을 증설 및 철거후신설 하도록 계획하였으며, 모든 시설물은 사전환경성검토서에 조사된 어류의 종류를 반영하여 적정한 형식의 어도를 설치하도록 계획하였음.	원안적용 (#첨부12)
	○ 대상유역내 사업인 내포신도시에 대한 조사가 부족하므로 추가조사하여 보고서에 수록하여야 함.	○ 내포신도시에 대해 추가 조사하여 보고서에 수록하였음.	반영 (#첨부2)
	○ 제방계획시 내수침수의 방지를 위해 우수배제가 원활히 이루어지도록 계획하여야 함.	○ 내수침수 방지를 위해 계획배수시설물의 최소규모를 Φ1,000㎜로 계획하였음.	원안적용

심의위원 : 정 동 국 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
정동국 위 원 (조건부)	○ 계획홍수량배분도(그림 4.1-8)는 주요지점별 계획홍수량을 그림으로 나타낸 것으로 보인다. 따라서 '계획홍수량배분도'라는 표현보다는 '주요지점별 계획홍수량'으로 그림 제목을 바꾸는 것이 적절하다.	○ '계획홍수량배분도'(그림 4.1-8)를 '주요지점별 계획홍수량'으로 그림 제목을 변경하였음.	반영 (#첨부3)
	○ 대부분의 보와 낙차공을 존치시키는 것으로 계획이 수립되어 있다. 불필요한 보나 낙차공의 철거를 포함한 개선방안이 고려되었으면 한다.	○ 기 설치된 보 및 낙차공의 기능을 검토하여 시설물을 증설 및 철거후신설 하도록 계획하였으며, 모든 시설물은 사전환경성검토서에 조사된 어류의 종류를 반영하여 적정한 형식의 어도를 설치하도록 계획하였음.	반영 (#첨부4)
	○ 사후모니터링에 대한 구체적인 방안 제시를 수록하기 바란다.	○ 사후모니터링에 대한 구체적인 방안을 수록하였음.	반영 (#첨부5)

심의위원 : 이 재 철 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이재철 위 원 (조건부)	○ 기타사업을 이유로 하천연장을 임의로 축소하는 것은 반대함.	○ 금회 용봉천의 하천연장 축소는 측량으로 인한 오차와 군관리계획으로 인해 0.22㎞ 축소되었으나, 축소된 구간이 용봉천 최상류지역으로 상류에 하천이나 소하천이 없으며, 지방하천으로 보기에 하폭이 협소하여 금회 하천연장에서 제외시켰음.	원안적용 ※ 사업의 원활한 추진을 위한 축소인 것으로 판단됨. 하천에 대한 행위 허가 등에 대하여 재검토요망.
	○ 기 수립되어 있던 기본계획과 재수립된 기본계획과의 수리·수문학적 특성을 비교검토 하여 제시하기 바람	○ 기수립 기본계획과 재수립 기본계획과의 수리·수문학적 특성을 비교검토하여 제시하였음.	반영 (#첨부6)

심의위원 : 이 종 형 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이종형 위 원 (조건부)	○ 페이지 4-22~23, 강우강도식 채택에서 편차 및 상관계수가 높은 세미로그형을 선정하지 않은 것을 검토하고 수정시 구조물 능력검토부분도 재산정이 필요함.	○ 보고서 상의 Semi-Log형과 General형의 값이 바뀌어서 수록되어 있어 수정하여 첨부하였음.	반영 (#첨부13)
	○ 페이지 4-47~56, 표마다 계산된 홍수량과 기본 및 계획홍수량 값이 다르므로 검토하여 수정이 필요함.	○ 계산된 홍수량과 기본 및 계획홍수량 값을 검토하여 수정하였음.	반영 (#첨부7)
	○ 페이지 8-17, 배수시설의 설계빈도를 80년으로 적용한 것은 과다한 측면이 있으므로 검토가 필요함.	○ 현장조사 결과 용봉천은 대부분 굴입하도로 형성되어 있지 않으며 최근 배수시설을 Φ1,000㎜이상으로 계획하고 있는바, 내수침수 방지를 위해 80년빈도로 적용하였음.	원안적용

심의위원 : 안 종 서

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
안종서 위 원 (원 안)	○「1.0 하천기본계획의 수립계획」에서 - 금번과업의 범위에 변경구간의 과업내용이 수록되어 있으나, 이전기본계획은 언제 했고('95년 ?), 금번에는 어떠한 방향으로 수행했는지 보다 구체적으로 명확하게 제시할 필요가 있으며, 과업 위치도를 반영 표시.	○ 이전 기본계획은 1995년 12월 수립되었으며, 금회 하천기본계획은 용봉천의 생태하천조성을 위하여 친환경하천으로 개수하기 위해 실시하였으며, 과업 위치도를 첨부하였음.	반영 (#첨부8)
	○「4.0 홍수량 및 홍수위산정」에서 - "4.2.4 홍수위 계산"중 <표4.2-7>에서 가설제방고의 여유고가 있는 것으로 나타나나 알아보기 쉽도록 현재의 여유고, 과부족 여유고 및 검토결과를 표시하여 재작성하고, 중간의 설계홍수량이 변화하는 곳에서는 지천의 유입변화가 있으므로 비고란에 지천명 표시	○ 수정하여 첨부 하였음.	반영 (#첨부9)
	○「6.0 용수수급계획」에서 - "6.5 용수수급계획"에서 용수수급방안 및 갈수대책에서의 수록내용이 본과업과 연계성이 떨어지는 내용으로 본 용봉천의 지역을 대상으로 한 근본적인 대책을 광역적, 협의적으로 구분하여 제시할 필요가 있음.	○ 현재 용봉천 유역의 대부분에서 광역상수망이 확보되어 사용중에 있으며, 수계내에 농업용수 이외의 용수사용은 없는 것으로 조사되었음. 용봉천은 갈수시에도 충분한 유량이 흐르고 있어 하천유지유량을 추가로 확보할 필요는 없는 것으로 판단되며, 내포신도시의 경우 별도의 용수수급방안이 확보되어 있는 것으로 조사되었음. 따라서 향후 홍성군 상수도기본계획 수립시 인구변화에 따른 용수의 추가 수급방안을 제시할 수 있도록 하겠음.	반영

심의위원 : 이 종 석 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이종석 위 원 (조건부)	○ 목차 앞 부분에 있는 그림(번호, 이름 없음 : 부여하기 바람)은 제1장의 적정 위치에 이동배치하고, <표 1.2 1> 등은 본문에 제시만 되어 있고 내용 설명이 없으니 계획서 전체적으로 확인하여 보완하며, <그림 2.1 4, 5>의 범례에 단위를 확인하여 넣어주는 것이 필요함.	○ 수정하여 첨부하였음.	반영 (#첨부10)
	○ 본 계획수립과정에서 타 계획과 중복되거나 변경수립이 발생되는 경우는 없는 지 면밀히 검토·확인이 필요하고, 일부 구간의 수로폭 확장에 따른 민원의 발생은 없는 지 등에 대한 최종 검토를 하는 것이 좋을 듯함.	○ 타 계획과의 중복여부를 검토하였으며, 확폭되는 구간에 대해서는 주민설명회를 통해 주민의견을 수렴하여 계획하였으므로 민원발생은 없을 것으로 판단됨.	원안적용
	○ 계획서 전체적으로 제시된 수식에 보고서의 쪽 번호와 같은 요령으로 일련번호[예 : p.4-8~45, p.5-7~9 등]를 부여하고, 이를 이용하여 식을 설명하며 사용된 식의 기호를 일반적인 경우와 같이 설명하여 정리하는 것이 좋을 듯함. 각종 제시된 값들은 산정방법을 구체적으로 기술하고, 이들의 계산근거[예: FARD2006, HEC 6, HEC HMS, HEC RAS 등에 의한 계산]는 부록에 수록하며, 중요한 식들은 출처 등 문헌을 표시해야 함.	○ 수정하였음.	반영
	○ 목차의 마지막 부분에는 참고문헌을 넣고, 본 기본계획 수립을 수행하면서 인용 및 참고한 각종 계획서·보고서·서적, 논문 등의 문헌은 부록 앞부분에 "참고문헌"란을 두어 이들을 수록하는 것이 필요합니다. 이때 참고한 문헌 중 최근에 발간 및 생산된 본 계획수립에 꼭 필요한 문헌으로 빠지는 것[예 : 홍성군풍수해저감종합계획, 국토해양부인준 한국수자원학회(2009) 하천설계기준·해설, 건설교통부(2006) 수자원장기종합계획 및 본 기본계획과 관련된 용봉천(지방하천)의 각종 관련보고·자료 등]이 없도록 확인하고, 이 문헌들은 본문 중에도 '주)'로 표시된 부분에는 반드시 인용표시를 넣어주는 것이 필요함.	○ 수정하여 첨부하였음.	반영 (#첨부11)

심의위원 : 이 영 신

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이영신 위 원 (원 안)	○ 10개의 보 및 낙차공에 어도 설치를 8개소에 계획함. p.2-135에 어도의 형식 선정기준이 제시되었으며, 항목중 이용어종에 따른 어도형식 선정이 중요하다도 판단되는바, 용봉천의 어종을 조사한 근거에 의거 어도형식 선정을 검토바람.	○ 10개의 보 및 낙차공에 어도설치를 계획하였으며, 사전환경성검토서에 조사된 용봉천의 어종을 근거하여 어도형식을 선정 계획하였음.	반영 (#첨부12)

심의위원 : 유 의 근 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
유의근 위 원 (조건부)	○ 강우강도식 유도에서 각 공식별 편차와 상관계수를 보면 Semi Log형이 적합한 것으로 보이는데 장·단기 모두 General형 공식을 채택한 사유는?	○ 보고서 상의 Semi Log형과 General형의 값이 바뀌어서 수록되어 있어 수정하여 첨부하였음.	반영 (#첨부13)
	○ 조도계수는 수리계산을 실시할 때 가장 중요한 기본적 수치중 하나로서 조도계수 결정시 신중을 기해야 한다. 과업구간 전구간(L=6.78km)을 0.035 하나의 값을 적용하는 것 보다. 상·하류의 특성을 좀더 고려하는 것이 필요함.	○ 용봉천은 전구간 농경지하천으로 상하류의 특성이 같은 것으로 조사되어 조도계수를 전구간 0.035로 적용하여 검토하였음.	원안적용
	○ 확률강우량을 분석하기 위하여 기상관측소 자료를 이용하는데 기본계획이 동일한 시기에 수립되는 인근의 하천들과 기상관측소가 중복되는 경우가 있으므로 검토하여 분석값을 맞추어야 할 것임.	○ 금회 충청남도 지방하천관리위원회 서면심의를 함께 받는 기본계획 중 서산관측소를 채택한 와룡천 하천기본계획과 동일한 확률강우량을 적용하였음.	원안적용
	○ 제방표준단면도에서 기본계획 수립 후 실시설계는 홍수 및 예산 등의 사정에 따라 언제 이루어질지 모르는 현실을 감안하여 실시설계시 현지상황과 여건 등을 고려하여 유동적으로 제방단면을 결정할 수 있도록 좀더 여러 표준단면도를 제시함이 바람직할 것으로 판단됨.	○ 금회 기본계획의 제방표준단면은 현재 시행중인 '용봉천 생태하천조성사업 실시설계용역'의 계획단면을 반영하여 작성하였음.	원안적용
	○ 보, 낙차공 등의 하천구조물은 철저한 현장조사로 구조 및 상태 등을 정확히 파악하고 환경개선, 구조물의 상태, 구조적인 문제등을 종합적으로 검토하여 존치, 확장, 철거를 결정하여야 할 것이며, 가급적 생태환경적으로 문제가 되고 있는 보, 낙차공 신설은 지양하는 계획이 필요함.	○ 기 설치된 보 및 낙차공의 기능을 검토하여 시설물을 증설 및 철거후신설 하도록 계획하였으며, 모든 시설물은 사전환경성검토서에 조사된 어류의 종류를 반영하여 적정한 형식의 어도를 설치하도록 계획하였음.	반영 (#첨부12)
	○ 제방 축제가 필요한 구간 중 제내지측 보호할 토지가 협소한 구간이 있는 경우 보상비와 공사비간의 경제성검토를 통한 하천구역편입을 검토할 필요가 있음.	○ 제방 축제가 필요한 구간 중 제내지측 보호할 토지가 협소한 구간은 없는 것으로 조사되었음.	원안적용

심의위원 : 이 덕 주 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이덕주 위 원 (조건부)	○ 평형하상고 검토시 HEC-6로만 검토하였는데 구보공식에 의한 값을 산정하고 비교 제시가 필요함.	○ 구보공식에 의한 값을 산정하여 비교 제시하였음.	반영 (#첨부17)
	○ 제정폭에 대한 계획내용을 명기하기바람.	○ 제정폭에 대한 계획내용을 명기하였음.	반영 (#첨부18)
	○ 평면도에서 축제 및 보축의 시·종점을 지시선 및 측점으로 명기필요.	○ 평면도에서 축제 및 보축의 시·종점을 지시선 및 측점으로 명기하였음.	반영 (#첨부19)
	○ 횡단면도에 하천구역선을 표시하여 차후계획에 참고할 수 있도록 지시선 필요함.	○ 횡단면도에 하천구역선을 표시하였음.	반영 (#첨부20)
	○ 하천기본계획 보고서에도 하천구역에서 과거 하천의 흐름을 파악할 수 있는 폐천부지 현황을 파악하고 도면에 표기하여 폐천부지의 관리가 될 수 있도록 할 것.	○ 금회 하천기본계획에서는 대부분의 계획이 확폭과 보축으로서 유로를 변경하는 등의 계획은 지양한바 폐천부지가 발생하지 않았음. 또한 과거 하천기본계획 자료의 부재로 인하여 연속지적도상에 있는 천부지만 표기해서 현재와 비교한 결과를 그림으로 제시하였음.	반영 (#첨부21)

심의위원 : 이 덕 주 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이덕주 위 원 (조건부)	○ 과업의 목적에 하천기본계획을 변경하게 되는 이유를 구체적으로 언급할 필요가 있으며, 하천 지정 및 고시와 하천개수, 제방공사와 관련한 연혁 등을 정리하여 제시할 것.	○ 수정하여 첨부하였음.	반영 (#첨부14)
	○ 금번 심의중인 갈산천, 와룡천과 같은 관측소의 자료를 이용하나, 시강우 자료 및 지속시간별 확률강우량이 상이하며 일관된 값을 사용함이 타당할 것으로 사료됨.	○ 금회 충청남도 지방하천관리위원회 서면심의를 함께 받는 기본계획 중 서산관측소를 채택한 와룡천 하천기본계획과 동일한 확률강우량을 적용하였음.	반영
	○ 하상변동 현황분석을 통하여 유년기, 장년기, 노년기에 해당되는지 침식순환 특성곡선을 파악하여 어디에 해당하는지 검토하고, 하상특성량(하폭/저수로폭비, 저수로 폭/수심, 수심/대표 입경비) 등을 제시하기 바람.	○ 하상변동 분석 결과 노년기에 해당하였으며 하상특성량을 제시하였음.	반영 (#첨부15)
	○ 유황분석시 비유량법으로만 검토하였는데 DAWAST 및 TANK모형 등 다른 방법에 의한 분석 내용을 검토 비교 후 선정하는 것이 타당함.	○ TANK모형은 기분석하였으며, DAWAST는 추가분석하여 비교·검토 하였음.	반영 (#첨부16)
	○ 금회 산정한 홍수위와 기 수립된 값과 비교 분석하였는데 대부분 수위가 낮게 계산된데 이유를 명기할 필요성이 있음.	○ 하천의 퇴적된 하상구간을 개수하였으며, 계획하폭에 따라 하천을 개수하여 기수립된 하천기본계획보다 홍수위가 낮아진 것으로 분석되었음.	반영 (#첨부32)
	○ 표4.2-10 계획 홍수위 표에서 기 수립된 홍수위와 금회 산정된 값의 차이 크게 발생하는데 이유를 명기하시기 바람.	○ 하천의 퇴적된 하상구간을 개수하였으며, 계획하폭에 따라 하천을 개수하여 기수립된 하천기본계획보다 홍수위가 낮아진 것으로 분석되었음.	반영 (#첨부32)

심의위원 : 조 관 형 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
조관형 위 원 (원 안)	○ 용봉천 상류에 향후 도청신도시가 건설될 예정이므로 주변의 비점오염부하 증가에 따른 수질오염 방지대책을 구체적으로 수립하여 시행 요망.	○ 내포신도시의 건설로 주변의 비점오염부하 증가에 따른 수질오염 방지대책을 구체적으로 수립하였음.	반영 (#첨부22)
	○ 다양한 자연정화 식물중 수질정화효과가 우수한 수종만을 선정하여 오염물질의 체류가 커서 자정능력이 떨어지는 곳에 선별적으로 식재하기 위한 구체적인 계획 제시요망.	○ 용봉천의 특성에 맞는 정수식물을 선택하여 식재할 계획임.	반영 (#첨부23)
	○ 토사유출로 인한 하천 수생태계가 파괴되지 않도록 우수한 사양의 오탁방지막을 설치하여야 함.	○ 계획구간 토사유출 발생 하류 구간에 2중 오탁방지막을 선 설치하여 토사유출시 미세입자까지 철저히 제거하여 부유토사 발생으로 인한 하천오염 최소화 할 계획임.	반영 (#첨부24)
	○ 인공구조물인 보 및 낙차공은 수서생물의 이동을 단절시키므로 이동통로나 어도의 설치를 구체적으로 제시하고, 홍수시 파괴되거나 쓸려 내려가지 않도록 대책을 강구하여야함.	○ 기존 보로 인한 육수동물의 이동에 제한이 발생하지 않도록 어도를 설치 할 계획	반영 (#첨부25)
	○ 기름유출로 인한 수생태계 보호 대책 제시 필요.	○ 투입되는 건설장비에 대해서는 정기적인 점검 및 정비를 실시하여 유류의 유출을 미연에 방지하고, 유류주입, 윤활유 교환 및 차량의 점검은 가까운 정비업소를 이용하며, 계획구간 용지내에서는 유류취급을 금지할 계획임. ○ 불가피하게 유류를 취급해야 할 경우에는 「폐기물관리법 시행령 제7조제2항에 따른 동법 시행규칙 제14조 별표 5」 관련 "폐기물의 운반 수집·운반·보관·처리에 관한 구체적인 기준 및 방법" 의 4항"지정폐기물의(의료폐기물은 제외한다.) 기준 및 방법"에 의거 수집·보관 후 발생된 폐유는 전량 전문처리업체에 위탁처리토록 할 계획임. ○ 공사시 사고로 인한 기름유출시 신속히 오일펜스를 설치하여 확산을 방지하고 황토살포, 유류제거 등을 실시하여 수생태계에 미치는 영향을 최소화 할 계획임.	반영

심의위원 : 배 병 욱 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
배병욱 위 원 (조건부)	○ 표 9.1-35에서 T-N의 유달율이 91.5%로 높게 산정되었는데, 다른 오염원들과 비교할 때 비정상적으로 높은 값이므로 재검토가 필요함.	○ 재검토하여 수정하였음.	반영 (#첨부26)
	○ 하천수질 보전대책에서 유역의 소규모 마을하수도 처리시설 현황과 향후 계획 등이 보고서에 반영되어야 함.	○ 유역의 소규모 마을하수도 처리시설 현황과 향후 계획 등을 보고서에 수록하였음.	반영 (#첨부27)
	○ 사전환경성검토를 수행하여 협의 후 보고서에 반영해야 함.	○ 환경정책기본법에 따라 사전환경성검토 협의를 금강유역환경청과 완료하였으며, 충청남도의 의견도 보고서에 반영하였음.	반영

심의위원 : 윤 여 진

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
윤여진 위 원 (조건부)	○ 요약본 p.8에서 산정지점별 지속기간별 최대홍수량에서 약 200분 정도에서 유량이 감소하는데 이 원인은 ?	○ 단·장기 구분이 180분에서 이루어져 홍수량이 감소하였음.	첨부 (#첨부28)
	○ 본 보고서 p.4-46에서 각 빈도별 180분 지점에서 유량이 감소하는데 이 원인은?	○ 단·장기 구분이 180분에서 이루어져 홍수량이 감소하였음.	첨부 (#첨부28)
	○ 본 보고서와 요약본 보고서의 홍수량 비교 수치(1995년)가 서로 일치하지 않음	○ 수정하여 첨부하였음.	첨부 (#첨부29)

심의위원 : 박 혜 숙 (인)

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
박혜숙 위 원 (조건부)	○ 사업시행으로 인하여 기존의 식물군락 및 수서생태계(한국고유어종)에 영향이 예상되므로 이에 대한 피해 저감방안 제시요망	○ 사업시행으로 인하여 기존의 식물군락 및 수서생태계(한국고유어종)에 영향이 예상되므로 이에 대한 피해 저감방안 제시하였음.	첨부 (#첨부30)
	○ 하천유지유량 확보 방안 제시 하천징비 하천의 생태계보전을 위해 필요한 수량 확보 방안에 대한 실현 가능한 대안제시 요망.	○ 하천수를 농업용수 등으로 이용하기에 지형상 불리하여 하천 유지용수 확보 계획은 수립하지 않았음.	반영
	○ 하천정화 수생식물을 이용하여 목표수질을 달성하기 위해서는 오염부하량에 따른 식물군락별 습지조성 필요면적과 그에 따른 저감부하량을 산출하여 적용 가능여부를 예측하여야함.	○ 본 계획구간의 목표수질은 III등급으로 BOD기준 5.0 ㎎/L이하인 것으로 조사되었으며, 계획구간 인근 5개지점을 선정하여 수질을 측정한 결과 BOD기준 1.6~2.0㎎/L인 것으로 나타내어 계획구간의 수질은 목표수질을 하회하는 것으로 조사되어 양호한 하천으로 나타났으나, 향후 공사시 및 이용시 하천수질 오염 예방과 생태하천 조성 측면에서 수생식물 식재를 계획 하였으며, 실시설계시 수생식물에 의한 저감 효과를 예측·검토 하겠음	첨부 (#첨부31)

심의위원 : 이 주 헌

심의위원	서면심의결과	조 치 사 항	비 고
이주헌 위 원 (원 안)	○ 용봉천 하천기본계획은 1995년 수립된 이후 15년만에 다시 시행하는 것이므로 "변경"이라는 용어보다는 재수립이 타당할 것으로 사료됩니다.	○ 용역명을 용봉천 하천기본계획(재수립)으로 변경하였음.	반영

#첨부1

■ 용봉천의 개수실적

1. 삽교천 수계 치수사업 내덕제 개수공사

- 공 사 명 : 삽교천 수계 치수사업 내덕제 개수공사
- 공사개요 : 충남 홍성군 홍북면 봉신리, 내덕리, 내법리 일원

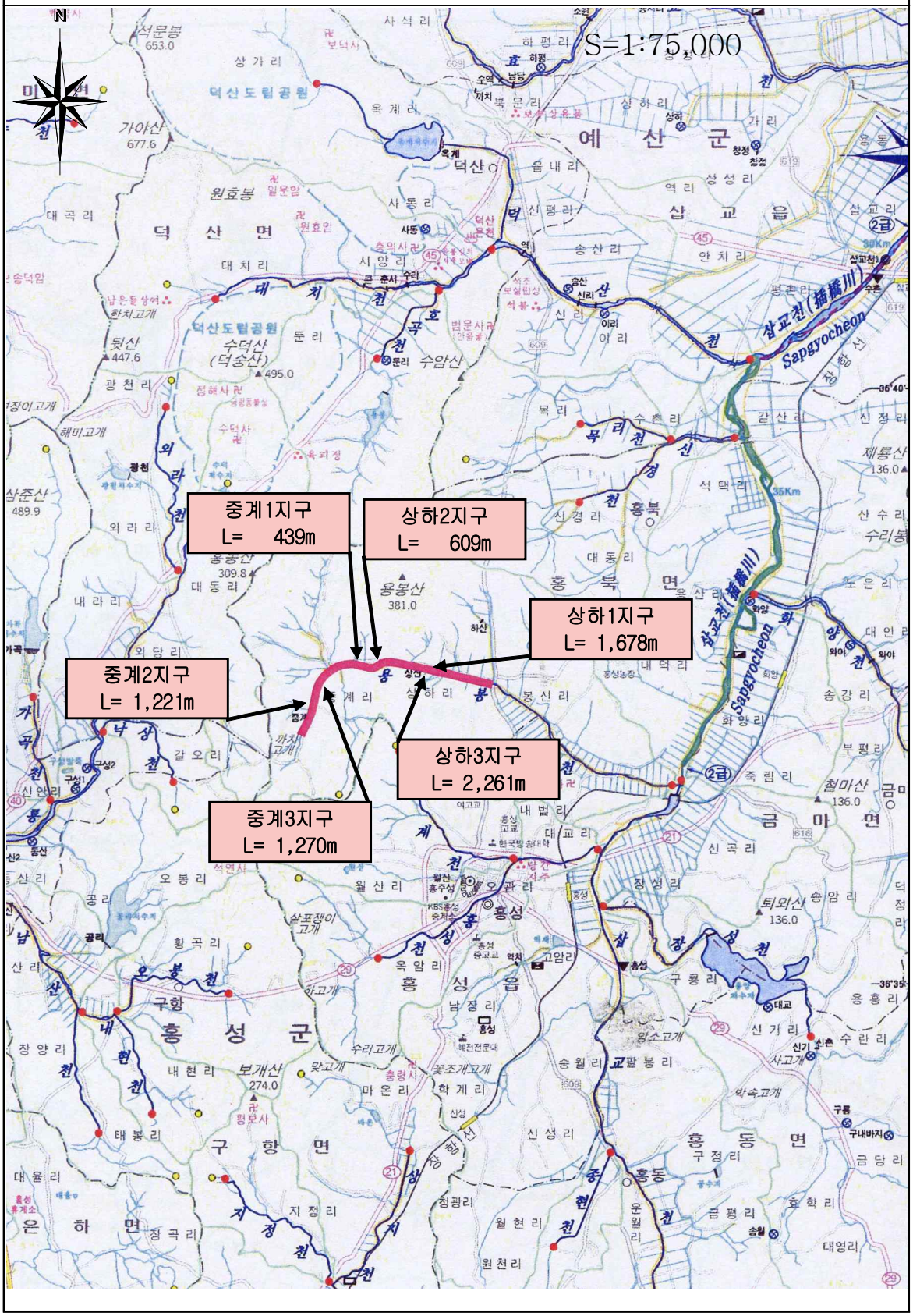
  축제연장 5,915m, 호안공 6,594m, 배수개문 7개소, 낙차보 1개소
- 공사기간 : 2001. 4. 23. ~ 2003. 12. 26.
- 시 행 청 : 건설교통부 대전지방 국토관리청
- 시공회사 : 신일건설산업(주), 계룡건설산업(주)

2. 용봉천등 3개지구 하천개수사업 실시설계

- 과업의 범위

하천명	지구명	위 치	사 업 량	비 고
용봉천	중계1	충남 홍성군 홍북면 중계리	· 축 제 : 439m · 호 안 : -m · 파 라 펫 : 45m · 배수통문 : 1 개소 · 배수통관 : 1 개소	
	중계2	충남 홍성군 홍북면 중계리	· 축 제 : 1,221m · 호 안 : 1,221m · 교 량 : 4 개소 · 배수통문 : 2 개소 · 배수통관 : 5 개소 · 낙차공,보 : 4 개소	
	중계3	충남 홍성군 홍북면 중계리	· 축 제 : 1,270m · 배수통문 : - 개소 · 배수통관 : 7 개소 · 파 라 펫 : 623m	
	상하1	충남 홍성군 홍북면 상하리	· 축 제 : 1,678m · 호 안 : 460m · 파 라 펫 : 1,478m · 교 량 : 1 개소 · 배수통문 : 1 개소 · 배수통관 : 2 개소	
	상하2	충남 홍성군 홍북면 상하리	· 축 제 : 609m · 호 안 : 609m · 배수통문 : 1 개소 · 배수통관 : 3 개소 · 낙차공,보 : 2 개소	
	상하3	충남 홍성군 홍북면 봉신리	· 축 제 : 2,261m · 호 안 : 2,261m · 배수통문 : 2 개소 · 배수통관 : 9 개소 · 낙차공,보 : 1 개소 · 교 량 : 1 개소	

과 업 위 치 도(용 봉 천)


N
S=1:75,000
중계1지구
L= 439m
상하2지구
L= 609m
상하1지구
L= 1,678m
중계2지구
L= 1,221m
상하3지구
L= 2,261m
중계3지구
L= 1,270m
덕산도립공원
예 산 군
덕 산 면
삼 교 읍
홍 성 군
구 항 면
홍 북 면
금 마 면
홍 동 면
은 하 면
삽교천(揷橋川)
Sapgyocheon
용봉천

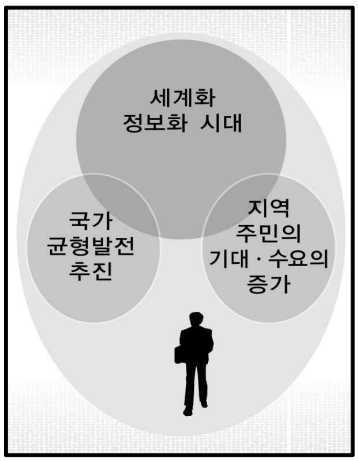
#첨부2

■ 충남도청 이전신도시 도시개발사업

1. 사업의 개요

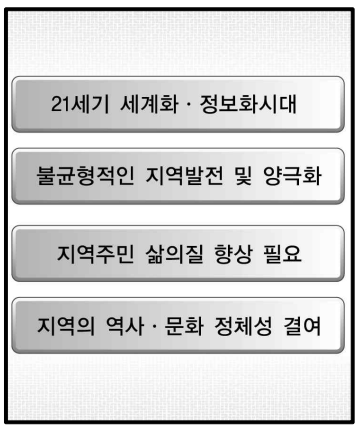
1.1 사업의 배경 및 목적

1.1.1 사업의 배경 및 필요성



가. 21세기 세계화, 정보화 시대에 적극적 대처

- 환황해권 시대를 주도하는 충청남도의 거점 도시 조성
- 지식정보 및 과학 산업의 전진기지 구축
- 네트워크형 도시개발을 위한 정보 인프라 조성
- 국가 및 지역균형 발전의 측면에서 공공기관 지방이전 필요



나. 불균형적인 지역발전 및 양극화 초래

- 거점도시의 편재로 인한 지역간 불균형 발전을 개선
  - 경부축(천안-대전)과 서북부 지역의 편향된 지역구조
- 지역발전의 양극화로 형평성, 효율성 저하
- 행정중심복합도시와 기능적 연계 및 상생발전 방안 모색 필요

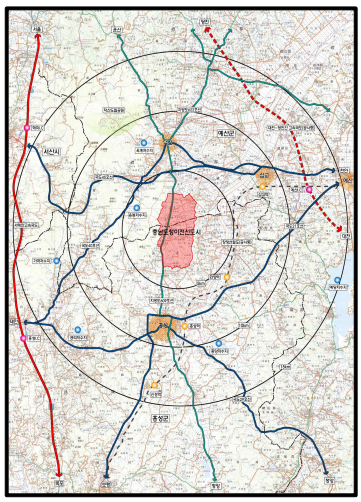
다. 지역주민 삶의 질 향상이 필요

- 복지, 의료, 생활환경 등에 관한 양질의 서비스 제공의 필요
- 난개발 및 자연환경훼손이 증대됨에 따라 지속가능한 발전을 저해할 우려
- 지속가능한 도시개발 패러다임에 따른 정주환경 조성 필요

라. 지역의 역사·문화적인 정체성 결여

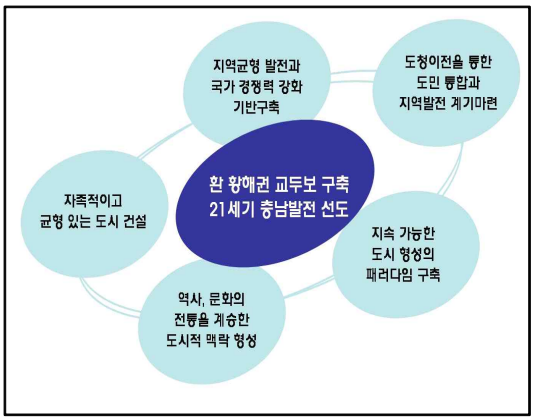
- 지역의 전통과 정체성을 가진 역사·문화 자원의 적극적인 활용
- 지역문화권 정체성 확립을 위한 인프라 조성이 필요

1.1.2 사업의 목적



가. 세계화, 정보화 시대에 부응하는 국제수준의 지역통합형 행정도시

- 환황해권 시대를 주도하는 충남권의 국제 경쟁력 강화를 위한 거점도시 조성
- 지역의 균형발전과 주민통합을 선도하는 중추적인 행정도시 건설
- 미래형 도시환경에 적합한 유비쿼터스 기반 정보화 도시 구현
- 질 높은 행정서비스 제공을 위한 광역 네트워크형 도시건설



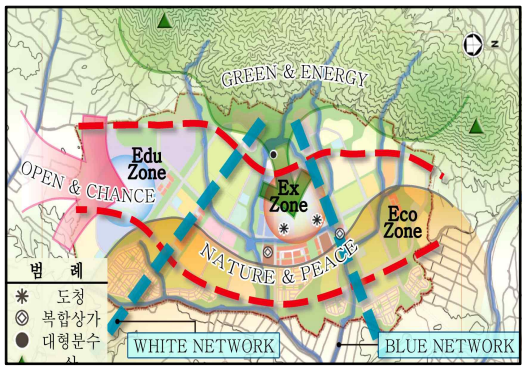
나. 도시의 경제적 자립기반 강화로 인한 자족도시 실현

- 지속적인 도시성장을 주도하는 자립형 도시기반 강화
- 충남지역 지식기반 첨단산업 육성으로 지속가능한 경제도시 실현
- 지속적인 도시발전의 흡인요소를 창출하는 지능형 . 도시기반 강화

다. 인간중심의 쾌적한 도시환경 조성

- 인간과 자연이 조화를 이루는 친환경적인 생태도시 구현
- 인간중심의 친환경적인 정주환경과 에코 커뮤니티(Eco-Community) 실현
- 주민들의 다양하고 개성 있는 라이프스타일을 반영한 도시문화 연출

- 역사·문화적 정체성이 살아있고, 쾌적하고 안전한 고품격의 건강복지도시 건설



1.2 사업의 주요내용

1.2.1 사업의 개요

가. 사 업 명 : 충남도청 이전신도시 도시개발

나. 위　　치 : 충청남도 홍성군 홍북면, 예산군 삽교읍 일원

다. 면　　적 : 9,950,521㎡

라. 사업시행자 : 충청남도개발공사, 대한주택공사, 한국토지공사

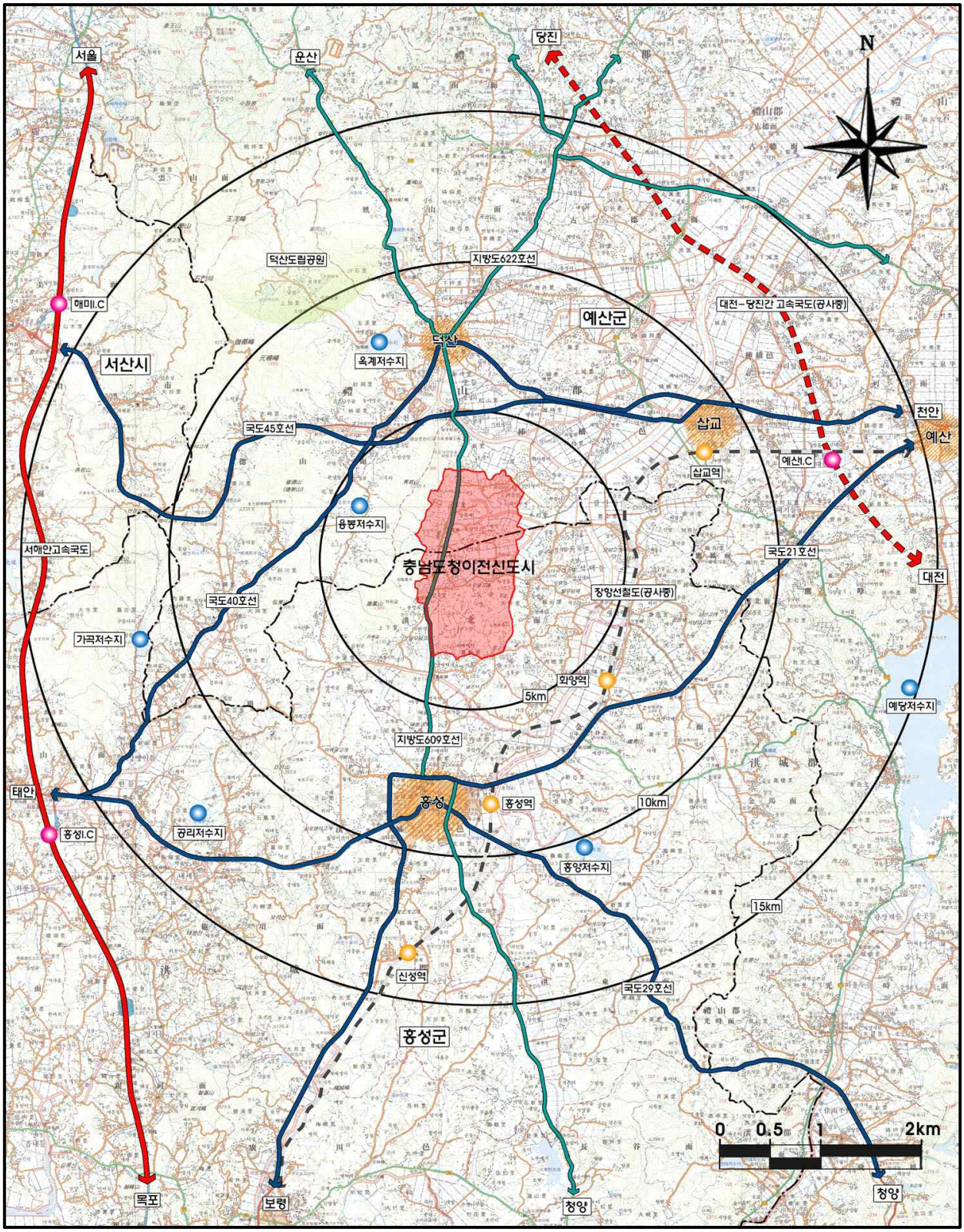
마. 사업승인권자 : 충청남도지사

바. 사업기간 : 2007.07 ~ 2020. 12.

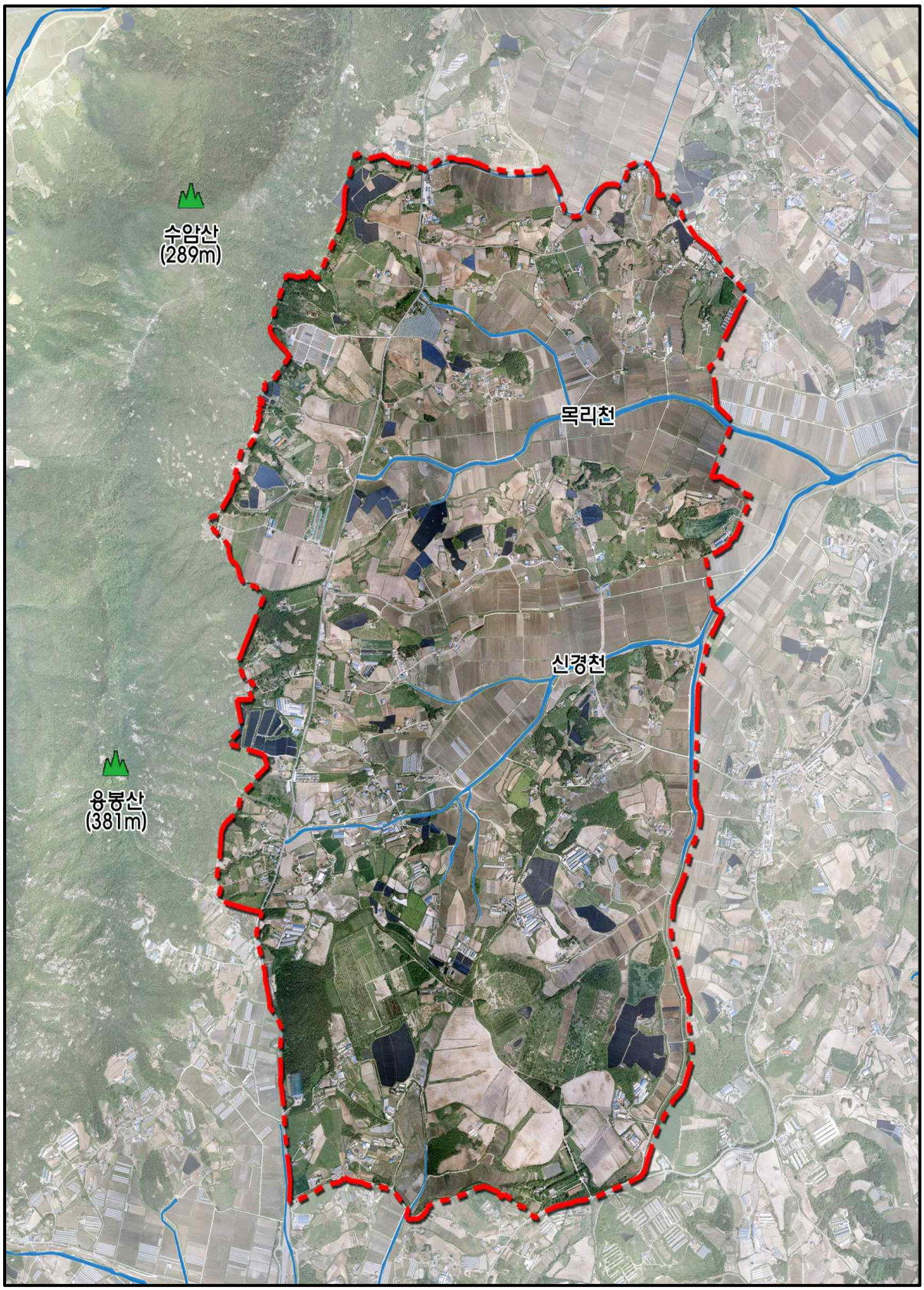
사. 소요예산 : 21,624억원

아. 사업규모 : 계획인구 - 100,000인(38,500세대)

1.2.2 사업지구 위치



<그림 1.2-1> 사업지구 위치도



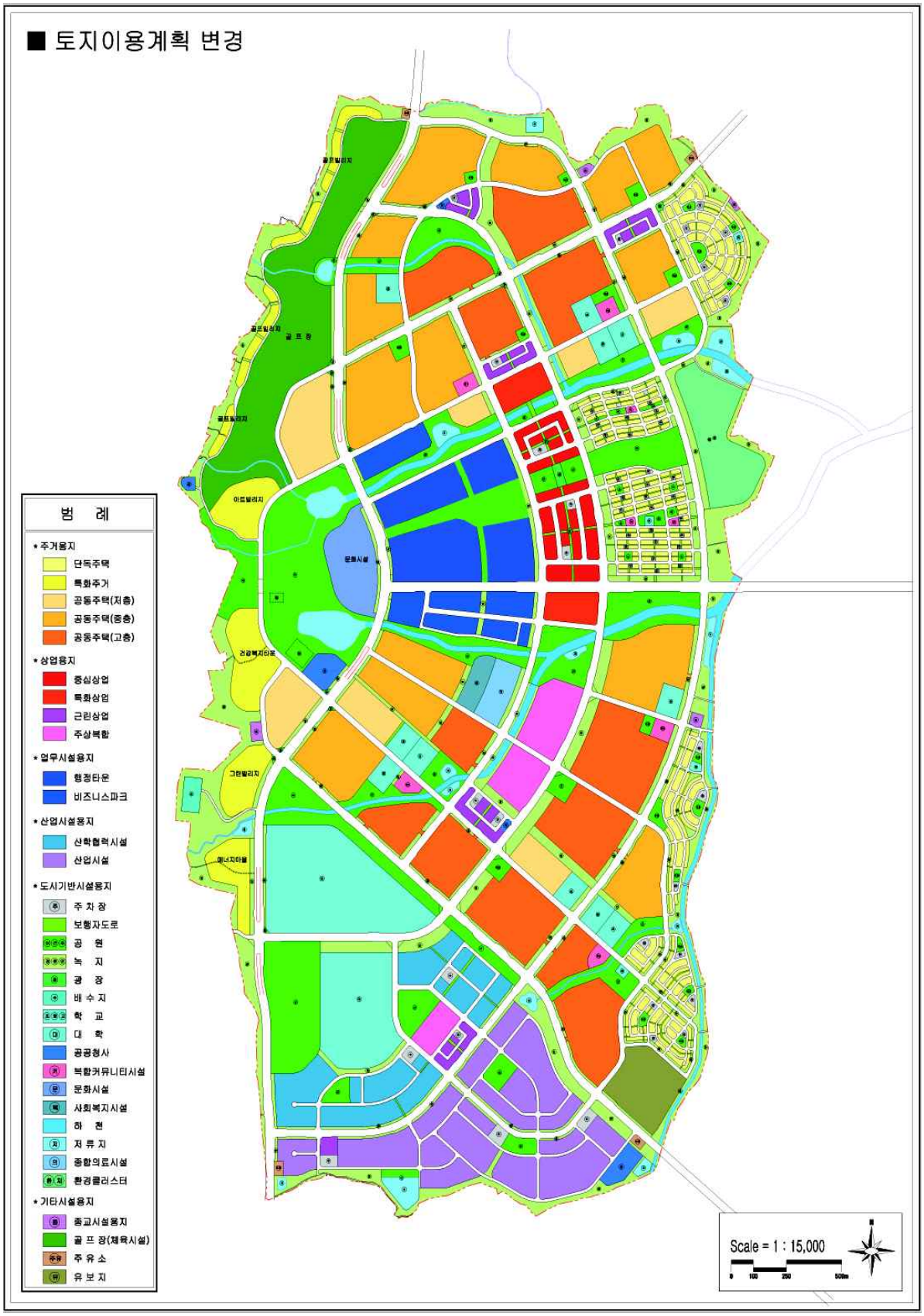
<그림 1.2-2> 항공사진

<그림 1.2-3> 종합배치도(안)

1.2.3 토지이용계획

<표 1.2-1> 토지이용계획표(안)

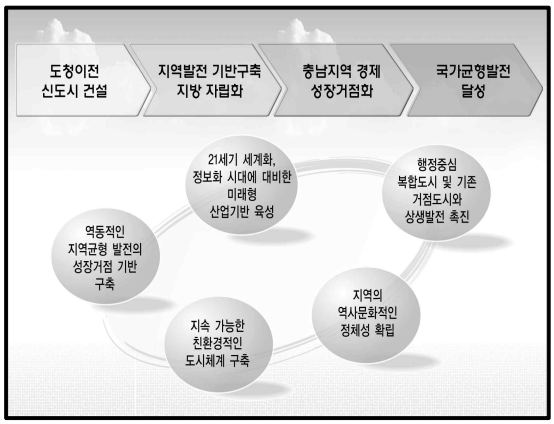
구 분		면 적		비 고
		면적(㎡)	백분율(%)	
합 계		9,950,521	100.0	
주거용지	소계	2,663,712	26.8	
	단독주택용지	563,979	5.7	
	공동주택용지	2,099,733	21.1	
상업용지	소계	363,285	3.6	
	중심상업	96,867	1.0	
	특화상업	62,848	0.6	
	근린상업	73,228	0.7	
	주상복합	130,342	1.3	
업무 시설용지	소계	451,342	4.5	
	행정타운	318,052	3.2	도청사·의회 등
	비즈니스센타	133,290	1.3	유관기관 및 단체
산업 시설용지	소계	638,083	6.5	
	산학협력시설	225,390	2.3	
	산업시설	412,693	4.2	
도시기반 시설용지	소계	5,351,872	53.7	
	도로	1,646,222	16.5	
	보행자전용도로	46,207	0.5	
	광장	10,858	0.1	
	주차장	60,356	0.6	59개소
	공원	1,218,223	12.2	소공원·어린이공원·근린공원·주제공원 저류시설(41,000㎡) 포함
	녹지	1,208,688	12.2	경관·연결·완충녹지
	학교	572,363	5.8	유4, 초6, 중3, 고2, 대2(419,989㎡)
	공공청사	41,943	0.4	
	복합커뮤니티시설	39,148	0.4	주민공동시설 포함
	문화시설	80,659	0.8	문예회관,박물관/전시관/미술관,도서관
	사회복지시설	21,587	0.2	
	종합의료시설	32,816	0.3	
	하천	192,122	1.9	
	저류지	39,750	0.4	공원내 저류지 포함 80,750㎡
	배수지	11,929	0.1	
	납골시설	-	-	
	전력공급설비	-	-	
	환경클러스터	129,001	1.3	체육시설과 중복결정
기타 시설용지	소계	482,227	4.9	
	종교시설용지	10,953	0.1	
	체육시설	382,799	3.9	퍼블릭골프장
	주유소	8,088	0.1	4개소
	유보지	80,387	0.8	



<그림 1.2-4> 토지이용계획도(안)

1.3 사업의 기대효과

가. 21세기 세계화, 정보화시대에 대비한 미래형 산업기반 육성 및 산업구조의 고도화



- 국제교류기반(물적, 인적, 경제사회적, 지식 정보 인프라) 구축으로 인한 국제경쟁력 강화
- U-city 정보통신체계 기반구축을 통한 정보도시 구현
- 지역의 특성화된 자원을 성장동력으로 삼아 지역전략산업 육성(지방 고급인력 활용)
- 환황해권에 인접한 입지적 장점을 살린 보령신항, 해미공항, 정보화허브 등 Tri-port System 구축을 통해 국제물류거점 역할이 기대

나. 역동적인 지역균형발전의 성장거점 기반구축

- 국내외 접근성 강화를 통한 지역적 연계효과(광역교통망 구축)
- 충남 4대 개발경영권역 중심지역에 위치 각 권역별 특성화 발전추진에 유리

다. 행정중심복합도시 및 기존 거점도시와 상생발전 촉진

- 행정중심복합도시와의 기능연계 및 협력기반 강화
- 기존 거점도시(대전, 천안, 아산, 서산, 공주)와의 연계발전 및 시너지 효과

라. 지속가능한 친환경적인 도시체계 구축

- 자연친화적이고 생태조화형 토지이용계획(Eco 커뮤니티 계획)
- 생태주거단지, 생태공원, 친환경적 녹색교통체계 등 생태네트워크를 통한 녹색도시 구현

마. 선진화된 사회복지 서비스 제공기회 확대

- 고품격의 생활복지 지원 및 공공서비스 기반 구축으로 인한 질적 생활환경수준 제고
- 지역 내 사회복지 서비스분야 통합체계 구축

바. 지역의 역사문화적인 정체성 확립

- 국제적인 문화권 육성을 위한 지역문화네트워크
- 역사문화적 특성을 반영한 개성있는 도시창출(관광문화사업과의 연계성 강화)

1.4 사업추진경위

1.4.1 사업승인기관

- 사 업 명 : 충남도청 이전신도시 도시개발
- 승인 기관 : 충청남도

1.4.2 사업추진경위

- 1989. 01. : 대전직할시 분리 후 도청이전 필요성 제기
- 2005. 10. : 충남도청 이전을 위한 조례개정 공포
- 2007. 07. 20 : 충남도청 이전신도시 도시개발구역 지정 고시(9.87㎢)
- 2008. 04. 30 : 사전재해영향성검토협의(개발계획) 완료
- 2008. 05. 01 : 개발계획 고시
- 2008. 07. 11 ~2008. 08. 07 : 환경·교통·재해영향평가 주민공람

  (주민설명회, 충남 홍성 홍성문화원, 07.07.17 14:00)
- 2008. 07. 11 ~2008. 09. 03 : 환경·교통 · 재해영향평가 주민의견 · 관계기관 의견수렴

1.4.3 향후추진계획

가. 충남도청 이전신도시 도시개발

- 2009. 03 : 실시계획 승인·고시
- 2009. 05 : 부지조성공사 착공

나. 사전재해영향성검토

- 2008. 12~ 2009. 01 : 사전재해영향성검토 협의

1.5 사업지구 현황

본 사업지구는 삽교천(국가하천)수계 지류하천인 지방하천 신경천, 목리천, 용봉천 유역 내에 위치하고 있으며, 행정구역상으로 충청남도 홍성군 홍북면, 예산군 삽교읍 일원에 위치하고 있다.

사진-1 (사업지구 북단→예정지)

사진-2 (신리천(예산소하천)지류→하류)

사진-3 (사업지구 북측 농경지)

사진-4 (사업지구 서측경계-목리천 교차지점, 제내지 전경)

사진-5 (사업지구 서측경계-신경천 교차지점, 제내외지 전경)

<그림 1.4-1> 사업 및 인근지역 현황

사진-6 (자경천 하류(No.5)→상류)

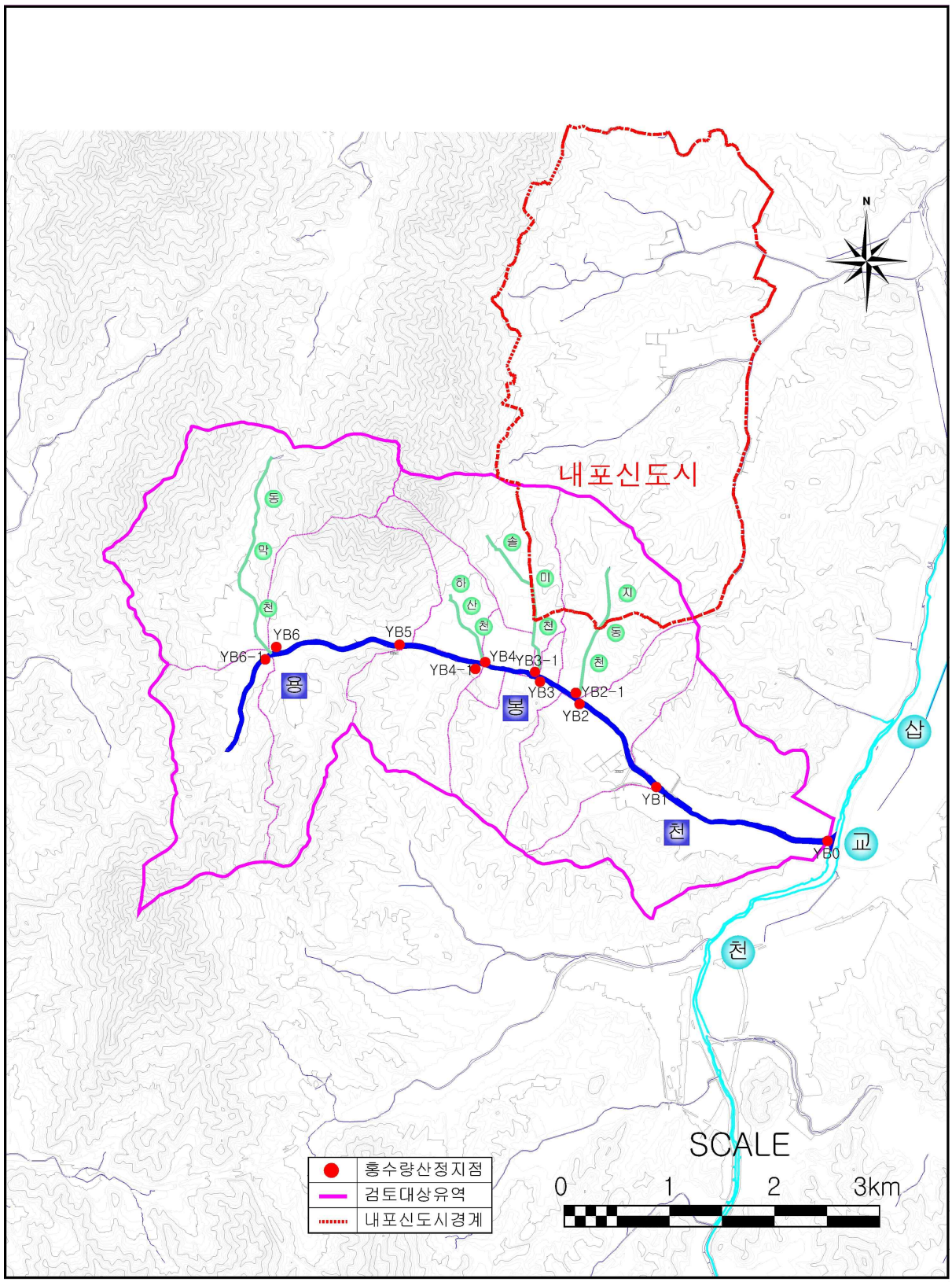
사진-7 (자경천 상류(시점부)→하류)

사진-8 (사업지구 남측경계-지동천 교차지점→지구내)

사진-9(사업지구 남서측경계)

<그림 1.4-1> 사업 및 인근지역 현황(계속)

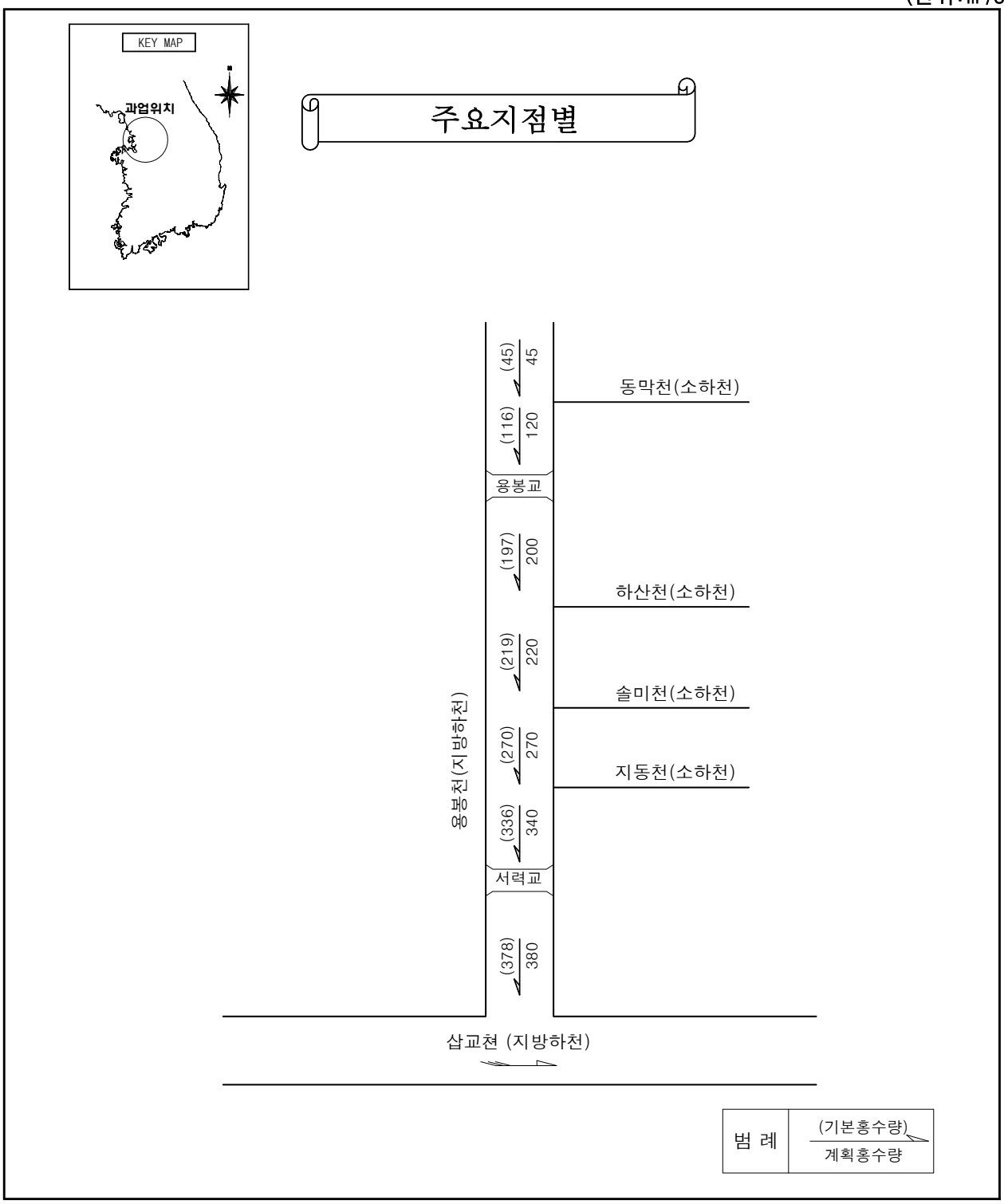
1.6 금회 유역에서 내포신도시 위치도



#첨부3

■ 주요지점별 계획홍수량

(단위:㎥/s)



<그림 4.1-8> 주요지점별 계획홍수량

#첨부4

■ 어도설치계획

1. 보 및 하상 유지시설

하천명	구조물명	측점(No.)	현상태	설치계획	비고
용봉천	어경보	0+40.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	종자보	4+50.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	서력보	20+20.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	봉신보	32+50.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	제1낙차공	50+77.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	상하보	54+16.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	중계보	56+65.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제2낙차공	62+75.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제3낙차공	64+23.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제4낙차공	66+71.70	불량	철거후신설(어도설치)	계단식

2. 금회 계획

하천명	기 존	금회계획	비고
용봉천	어경보	·하천폭의 확폭으로 보의 연장 및 어도설치	
	종자보	·하천폭의 확폭으로 보의 연장 및 어도설치	
	서력보	·기존보의 유실로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	봉신보	·기존보의 유실로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	무명1보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	
	상하보	·기존보의 불량로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	중계보	·기존보의 불량로 인한 철거후신설 및 어도설치	
	무명2보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	
	무명3보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	
	무명4보	·기존보의 기능불필요로 인해 철거후 낙차공신설(어도설치)	

3. 어류종에 따른 어도형식

어 도 종 류		주요 어류종	이동 특성
명 칭	기본형상		
① 계단식		갈겨니, 피라미, 송어, 산천어, 끄리, 살치, 강준치, 황어, 누치, 참마자	물살을 이용하여 튀어오름, 갈겨니는 2m까지 튀어오름
② 도류벽식		장어	구부러진 형상을 좋아하는 어종으로 기어올라감
③ 경사면식		피라미, 장어, 모래무지, 돌마자 등	강한 물살에도 잘 견딤
④ 수로식		대부분의 전 어종	자연하천의 유로특성을 이용, 하천에서의 이동처럼 자연스러운 이동
⑤ 갑문식		왕종개, 동사리, 꾸구리, 퉁사리, 자가사리, 각종 치어	튀어오르지 못하는 담수어종
⑥ 잠공식		미꾸리, 장어, 송사리, 모래무지, 퉁가리, 가물치	Hole을 좋아하는 어종
⑦ 복합식	①~⑥의 복합형	–	–

#첨부5

1.1 하도유지관리

1.1.1 목적 및 범위

제방이나 수문 등 하천시설물을 평상시 유지 및 관리하지 않으면 홍수 때 큰 재해를 입게 되는 요인이 된다. 따라서 유지 및 관리측면에서 항상 하천시설에 대해 예의주시를 하여 관리를 하여야 하며, 하자 발생시 수리를 행하여야 하는데 이를 하천유지라 칭한다.

또한 하천은 공공 시설물로, 제방 부지에 방목한다든가 고수부지에 사권을 설정한다든가, 저수로 내의 토석을 허가 없이 채굴하는 것 등의 행위를 단속하고, 필요 또는 무해의 경우에만 이러한 행위를 허가하는 것을 하천의 관리라고 한다.

유지와 관리는 모든 하천을 이용하고, 또한 재해를 방지하기 위한 필수적이고도 중요한 사항이다.

1.1.2 유지관리

가. 제방의 유지관리

제방을 유지하기 위하여 떼손질, 둑마루의 유지, 비탈면의 유지, 제체의 균열처리, 누수방지, 두더지 구멍처리, 통문, 통관, 수문 등의 접속부 유지에 주의해야 한다.

1) 떼손질

둑비탈면의 떼는 그 육성을 촉진하고, 성장을 저해하는 일이 없도록 그 유지에 주의해야 한다.

잡초는 떼보다 번식력과 성장이 강하고 떼의 발육을 저해하므로 년 2회 이상 잡초씨가 떨어지기 전에 솎아주거나 베어버려야 한다.

2) 둑마루의 유지

둑마루에 요철이 생기지 않게 하고 횡단 경사가 수평이 되지 않도록 해야 하며, 차바퀴로 인해 오목한 부분이 생기지 않도록 유지에 주의해야 한다.

3) 비탈면의 유지

둑의 비탈면이 일정한 경사를 유지하기 위하여 오목한 곳이 생기지 않도록 하고, 또 빗물의 흐름으로 인한 작은 물골이 생기지 않도록 그 유지에 주의해야 한다.

4) 제체의 균열처리

둑마루 또는 비탈면 등에 둑쌓기 흙의 건조수축이나 습윤포화 등으로 인한 균열이 발생하였을 경우, 이 균열을 통하여 빗물 또는 유수가 침투하여 둑을 약하게 하고, 제방 파괴의 원인이 되므로 그 장소를 파헤쳐 흙을 넣고 충분히 다져야 한다.

5) 누수 방지

둑의 안쪽 비탈면이나 안쪽 비탈끝 지반에서 누수되는 일이 없도록 한다. 누수가 일어나기 쉬운 곳은 다음과 같은 장소이다.

가) 두더쥐, 들쥐 등이 발생하기 쉬운 쓰레기 버림터

나) 둑이 항상 습한 곳

다) 제내의 지반이 하상보다 습한 곳

라) 둑의 원지반이 투수층인 곳

마) 둑자리가 구하상 또는 파괴 장소였던 곳

바) 통문, 통관이 있는 곳

사) 제체가 다른 곳보다 작게 된 곳

6) 두더지 구멍처리

두더지 또는 들쥐 등의 구멍을 발견하였을 때는 양질토를 보충하고 충분히 다져준다. 특히, 동절기에 눈이 많은 지방에서는 들쥐 등의 동물이 잔디의 뿌리를 먹기 위하여 제체에 침입하는 일이 많으므로 이를 방지하기 위해서는 강설직후에 구멍의 발견이 용이하므로 이 시기에 들쥐 제거방법을 강구하면 매우 좋다.

7) 길 건늠길 계단의 설치

인구 밀집지역과 통행량이 많은 지역에서는 사람이나 차량이 둑을 넘어 다니기 위하여 비탈면을 밟아 제방사면을 훼손할 우려가 있는 경우는 건늠길이나 계단 등을 설치하여 비탈면을 보호해야 한다.

8) 통문, 통관 등의 접속부의 유지

배수의 통문, 통관, 수문 등의 제체와의 접속부는 둑의 약점을 형성하는 곳이므로 그 유지에 특히 주의를 해야 한다.

나. 호안의 유지보수

1) 비탈덮개공의 유지보수

비탈덮개공에서의 파손 개소는 다른 공정에 비해서 발견도 수리도 용이하나, 이런 이유에서 대파손을 가져오는 수가 많다. 따라서 항상 파손의 우려가 있는 곳은 면밀히 관찰하여 빨리 보수해야 한다.

가) 돌붙임의 유지보수

(1) 탈석의 수리 : 국부적으로 탈석한 곳은 다시 붙이거나 콘크리트 채우기를 한다.

(2) 배나온 곳의 수리 : 붙임을 하지만 그 원인에 따라 돌의 규격, 크기, 뒤채움돌 등의 두께 경사에 따라 재 고려할 필요가 있을 때가 있다.

(3) 뒤채움 자갈의 보완 : 뒤채움 자갈이 유실되어 돌 사이가 충분히 물리지 않을 경우 자갈 등을 채우고 이음사이에 모르터 등을 채워 각 돌의 일체화를 도모해야 한다.

(4) 초목 제거 : 돌붙임 사이에 자란 초목이 성장하여 돌붙임을 이완시킬 위험이 있으므로 제거해야 한다. 그러나 초목류가 안비탈의 조도를 증가시키고 돌붙임의 이완과 이동의 위험이 없을 경우에는 예외이다.

(5) 이음이 떨어진 곳의 보수 : 접합단이 밀착되지 않으면 돌붙임이 흔들리거나 돌의 탈락 및 이동이 생길 우려가 있으므로 콘크리트 또는 모르터 등으로 채워 돌의 이동을 방지할 필요가 있다.

나) 호안블록의 유지보수

호안블록공에서는 표면토사가 흡출되거나 수축하여 공동이 생기는 수가 있으나 표면에서 보는 것만으로 그 이상 유무를 발견하기가 어려우므로, 표면을 두드리거나 호안 윗지반의 요부 또는 비탈면의 요부 등을 자세히 관찰하여 조기에 발견하도록 해야 한다. 보수는 표면을 떼어내고 토사 및 뒤채움을 하여 수리한다.

다) 돌망태의 유지보수

철선돌망태는 유목, 유석에 의한 절손, 법선의 세굴에 의한 포락 등이 유실의 원인이라 할 수 있으며, 돌망태 전면의 세굴 때문에 걸려있는 돌망태 등은 발견하는 대로 보수하여 수명을 길게 해야 한다.

돌망태에 붙은 부유물은 철선부식을 촉진하며 망태에 끼인 철재 등은 홍수 시에 철선이 끊길 위험이 있으므로 제거해야 한다.

2) 밑다짐공의 유지보수

각종 침상의 채움 돌등이 출수로 유실되거나 하상 세굴에 의해 침하했을 때 이것을 방치하면 비탈덮개공의 파손에까지 진전하므로 발견하는 대로 보완하여야 한다. 단, 그 유실의 원인을 고려하여 개량해 보는 것도 좋다.

다. 홍수 시 하도관리

1) 수리기하학적 하도관리

가) 홍수량

홍수량의 규모는 하도관리에 있어서 중요한 지배인자이므로 치수방재 측면에서 첨두홍수량을 안전하게 소통시키는 계획과 더불어 첨두홍수량 자체를 저감시키는 방안을 계획할 필요가 있다. 첨두홍수량을 저감시키는 가장 확실한 방법은 유역의 홍수 지체시간과 기저시간을 늘리거나 유출율을 감소시키는 것이다. 즉, 유역에 홍수조절용 저수지를 건설하거나 유역의 자연녹지를 증대시킴으로써 첨두유량을 낮추고 기저시간을 늘릴 수 있으며, 이렇게 유역의 저류능이 증대하면 안정된 유황을 유지하는데 기여할 수 있다.

나) 통수능

하도의 통수능을 향상시키기 위해서는 조도계수를 낮추거나 유수단면적 및 경심을 증대시키는 방안을 생각할 수 있다. 일반적으로 수위의 변동에 따라 유수단면적과 조도 계수가 변하므로, 통수능 조절은 수위조절을 통하여 달성될 수 있다. 이를 위하여 하도 내 식물의 제거, 하상의 평탄화, 하도준설, 수위유지 시설의 건설 등이 사용될 수 있으나, 이 경우 예상되는 하천환경에 미치는 영향을 고려하여 적정한 계획을 수립하여야 한다.

다) 하도단면

하도단면은 일정한 단면적에 대하여 최대로 유량을 소통시킬 수 있어야 한다. 하도단면 형상에는 단단면과 복단면이 있으며, 복단면은 홍수 시 제방의 안정성이나 저수로부의 하상변동 국한 그리고 저수 시 고수부지의 활용에 유리한 단면형이다. 하도의 통수기능을 최대로 하고 건설비를 최소로 하기 위해서는 하도단면은 가능한 한 주어진 단면적에 대하여 윤변이 작게 되는 것을 택하여야 한다. 이런 측면에서 볼 때 하도단면은 복단면보다 단단면을 채택하는 것이 유리하나 단면형의 결정은 저수 시 하도관리와 홍수 시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 할 것이다.

따라서, 유량의 변화가 큰 대규모 하천에서는 일반적으로 복단면이 불가피하다. 이 경우 복단면의 유수단면적이 최대가 되도록 홍수터의 높이를 가능한 한 낮추는 것이 유리하나, 고수부지의 높이를 너무 낮추면 고수부지의 침수빈도가 증가하여 이용성이 떨어지므로, 고수부지의 높이는 그 이용계획을 고려하여 결정하여야 한다.

라) 수로경사

일반적으로 수로경사는 하폭이 좁아질수록 커지고 하류에서 상류로 갈수록 커지는 경향이 있다. 따라서 동일 유량인 경우 하류보다는 상류의 통수능이 크다. 홍수 시 하도경사는 수면경

사에 중요한 영향을 미치므로 상·하류간의 하도경사에 급변점이 형성되지 않도록 하상관리에 유의하여야 한다. 하도경사의 급변점은 하천 내에서의 개발행위에 의하여 발생될 수 있다. 즉, 하상골재의 채취, 제방법선의 변경 또는 하폭의 급격한 변동으로 유발될 수 있으므로 홍수전에 하도 내에서 이러한 점이 없는지를 확인하여야 한다. 이러한 문제가 발생되었을 경우에는 그 지점 상·하류 하도의 안정에 어떤 영향을 미칠 것인지를 분석하여 대처하여야 한다.

마) 하천수계 형태

하천수계의 구조 또는 형상은 유역의 지표면 경사, 지형 및 지세, 지질구조, 지각운동 등과 같은 인자에 따라 달라지며, 유역의 홍수특성 결정에 중요한 요인으로 작용한다. 즉, 하천수계 형태는 홍수 시 유출수문곡선의 첨두유량과 홍수도달시간에 영향을 미치므로 홍수 시 하도관리에 있어 유역 특성인자로서의 하천형태를 충분히 고려하여야 한다. 하천수계의 형태는 수지상, 평행상, 익상, 격자상, 직각상, 방사상 및 환상으로 분류 할 수 있으나 대부분의 실제 하천은 이와 같은 여러 형상이 복합적으로 나타나고 있다. 수지상의 하천에 비하여 방사상의 하천형태가 유역의 출구에서 첨두유량이 크게 나타난다. 유역에서 하천수계 형상을 변경시킬 사유가 발생할 경우에는 이러한 점을 고려하여 유출수문 곡선의 첨두유량이 작고 홍수 도달시간이 가급적 큰 하천수계 형태가 되도록 하는 것이 바람직하다. 특히, 어떤 지역에서 홍수 시 상습적인 침수가 발생할 때, 홍수량 배제를 위하여 유로를 변경시켜야 하는 경우에는 이와 같은 점을 충분히 검토하여야 한다.

2) 토사수리학적 하도관리

가) 하상구성 토사와 하상형태

하천에서 하상구성 토사의 입도분포는 상류로부터 하류로 내려갈수록 세립화 되고, 하천횡단면의 유심부로 갈수록 조립화 되는 것이 일반적인 경향이다. 따라서 하상을 구성하는 토사의 관리는 이러한 자연생태에 근접하게 하여야 할 것이다. 유사운송은 유역특성, 하도의 수리학적 특성, 수문학적 특성 및 토사의 특성에 따라 달라진다.

상류에서 하류로 감에 따라 그리고 하도사행의 정도 및 하폭의 크기에 따라 하상구성 토사의 입도특성이 달라지므로 홍수 시 하도안정 및 유지관리를 위하여 국부적이거나 대규모적인 하상구성토사의 입도분포 특성 등이 발생되지 않도록 하천개발 행위에 유의하여야 한다. 하상형태는 흐름특성과 유사특성에 따라 좌우되며, 유사특성으로서 하상구성 토사의 입경이 중요하다.

홍수 시 하상형태가 수면변동과 조도계수에 크게 영향을 미치므로 하도개수 혹은 하도 내의 골재 채취 시에는 적절한 흐름이 유지될 수 있도록 하상구성 토사의 입도분포를 조절하여야 한다.

나) 안정하도

안정하도는 동적 평형상태의 하도를 말한다. 즉, 홍수 시 하도의 세굴과 토사의 퇴적이 평형이 이루는 상태가 되도록 하도를 설계할 필요가 있다.

일반적으로 하도가 세굴 되는 과정을 보면, 하상과 사면이 만나는 부분의 사면측으로부터 시작되어 사면부로 진행되면서 하상을 넓히는 작용을 한다. 종국에는 사면의 붕괴가 일어나면서 사면 전체가 제내지쪽으로 후퇴하는 형상이 된다.

토사 수리학적으로 세굴이 가장 잘 발생될 수 있는 하도단면은 유심부 하상과 사면의 하상 부근에 집중되어 있다. 이 부분에 대한 보호시설이 필요하며, 홍수가 끝난 후 이 부분의 하상 변동 여부를 조사하고 다음의 홍수에 대비하여야 한다.

3) 하상변동과 하상유지

가) 하상단면 변동

하도의 측면에서 볼 때 가능한 한 주흐름의 편기현상이 일어나지 않는 것이 좋으나 이는 하도형태에 따라 달라질 것이다. 첨두홍수량의 통과를 전후한 하상의 거동을 보면, 중수부에서는 감수부보다 급격한 하상변동이 있고 감수부에서는 세굴보다 퇴적이 많다. 댐 지점의 하상변동을 보면 댐의 상류부에서는 계속적인 토사의 퇴적현상이 발생되고, 댐의 하류부에서는 하상저하가 진행된다. 이는 하상이 동적 평형상태에 도달 할 때까지 진행 될 것이다. 이러한 예비지식을 알고 하천의 댐 건설지점 선정 시 혹은 댐 상류지역의 하도관리 시에는 하상유지를 위한 충분한 대책을 강구하여야 한다.

나) 하상구성 토사의 변동

하상구성 토사의 입도분포 변동은 하천에 어떤 충격이 가해진 결과로 나타난 반응이므로 하천수계 전체에 걸친 하천감시를 위한 간편한 판단 기준이 될 수 있다. 일반적으로 하상구성 토사는 상류에서 하류로 내려갈수록 세립화 되는 경향을 나타낸다. 홍수 시 하도 내의 하상구성 토사의 입도분포는 크게 변화될 수 있는데, 홍수 전 조립화 하도가 홍수 후 세립화 상태가 되었다면 반드시 그 원인을 규명하여 대비책을 강구하여야 할 것이다.

다) 준 설

하도의 특성을 유지시키는 방법으로써 가장 대표적인 것이 하도준설이라 할 수 있다. 기계적 준설이란, 어떤 종류의 Bucket이나 Dipper로 저질토를 퍼올리고, 토사운반선을 운용하여 준설토를 사토장까지 운반하는 것을 말한다. 수리학적 준설이란, 저질토를 흡입하여 사토장까지 관로를 통하여 운반하는 것을 말한다. 이러한 준설은 상류에서 하류방향으로 진행하고, 준설지역의 하상은 평탄하게 정비하여 하도특성의 불연속화를 최대로 억제하여야 한다. 준설된 토사는 그 오염여부를 고려하여 처리계획에 따라 운용 되어야 한다.

라. 하천 환경적 측면의 유지관리

1) 수질 관리

가) 수질지표

수질관리를 위한 수질지표는 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 용존산소량, 부유물질, 탁도, 중금속, 악취 등이다. 이러한 수질지표를 정기적으로 관측하여 수질관리 목표에 유의하고 상류에서 하류로의 수질관리 계통유지와 하천의 자정작용을 고려하여 정량적인 하도 내 수질관리를 하여야 한다.

나) 하천의 자정작용과 오염물질 부하량 감시

저수 및 갈수 시 하천의 자정작용은 유역의 오염부하량을 감당할 수 없을 때 문제가 되므로 유역으로부터의 오염물질 배출을 감시하여야 한다. 또한, 하천의 자정능력 제고를 위하여 하도내에 퇴적되어 있는 오염물질을 준설하는 것이 필요할 때도 있다. 유역으로부터 배출되는 생활하수량은 유역이 도시화가 진행됨에 따라 급증하고 있으며, 하천의 수질오염에 가장 큰 원인이 되고 있다. 생활하수가 하천으로 유입되는 것을 근본적으로 차단하기 위하여 유역의 주요지점에 하수처리장을 건설하고, 각 가정으로부터 발생되는 하수의 질과 양을 개선하기 위한 환경의식의 생활화가 필요하다. 각종 산업시설물로부터 폐수처리 시설을 갖추거나 산업단지별 폐수 종합처리장을 건설하고, 이의 적절한 가동이 이루어지는지 지속적으로 감시한다.

2) 폐기물 관리

유수에 의한 유하퇴적 폐기물은 홍수 시 유역으로부터 하도로 유입되어 홍수가 끝난 후 하도내에 퇴적되는 경우가 많다. 하도 내 폐기물은 홍수 시 유수의 정상적인 흐름을 방해할 뿐만 아니라 하천의 각종 수공구조물의 기능을 저하시키거나 마비시킬 수도 있다.

홍수가 끝난 후 저수로, 고수부지 및 제방사면과 하천의 주요 수공구조물 주위에 퇴적된 각

종 폐기물을 수거하여 처리하여야 한다. 인위적 폐기물은 하도내의 친수공간을 이용하는 이용객들에 의해 투기된 것들이 많다. 따라서, 이에 대한 적절한 단속을 필요로 하며 하천을 이용하는 이용객의 하천환경 의식을 제고하는 것도 필요하다. 하천 환경보전은 우리의 생활환경 보전에 있어 가장 중요한 분야라고 할 수 있으므로 이를 위한 적극적인 투자와 지속적인 관심을 기울여야 한다.

3) 생태계 보전

하천의 생태계는 하천이 살아 있는 유기체와 같은 기능을 유지하기 위하여 반드시 필요한 구성요소이다. 자연적인 하천생태계는 하천정비 사업과 같은 하천개발 활동에 의하여 많은 교란이 발생되며, 하천개발 후 정착된 하천 생태계마저도 수질악화에 의하여 파괴되는 경우가 많다. 하천생태계 보전을 위한 하도관리는 하천정서의 함양과 친수성 제고를 위하여 반드시 필요하다. 하천생태계는 수생생태계와 수변생태계로 구분되는데, 수생생태계의 경우 하도의 만곡부를 없애고 직선화시키면 약50% 정도가 감소될 수도 있다.

수변생태계는 고수부지 활용에 따른 인간의 접근성 난이도에 따라 크게 달라진다. 따라서 하도 내 생태계 보전을 위해서는 수질개선이 선행되어야 하고, 고수부지의 활용공간도 반드시 필요한 하천구간으로 제한할 필요가 있다.

하천생태계 보전은 전 하도에 대하여 하천개발과 생태계 조사가 일관성 있게 지속적으로 이루어져야 한다. 한번 파괴된 하천생태계를 다시 회복시키기 위해서는 다른 환경요인 보다 훨씬 많은 비용과 노력이 필요하다는 인식을 가져야 한다. 하천에 있어서 인간과 인간의 활동도 하나의 생태환경을 구성하는 인자이기 때문에 하천생태계의 파괴는 결과적으로 인간의 생존환경을 위협하는 작용으로 인간에게 되돌아올 수 밖에 없다는 사실을 유념하여야 한다.

4) 하천환경 유지관리계획

치수·이수상 문제점이 제기되지 않도록 하는 자연환경의 보전 및 복원을 통하여 유역주민이 쾌적하고 안전한 이용이 미래까지 확보되도록 하기 위해 유지관리 계획을 수립한다.

가) 유지관리 계획지침

- 하천환경유지관리계획을 수립한다.
- 정기적인 유지관리와 비정기적인 유지관리 대상을 구분하여 관리한다.

나) 자연환경의 보전 및 재생에 관한 유지관리

자연보전 지구에 대해서는 인위적 관리는 행하지 않고 자연 경쟁력에 의해 생태계가 유지되

도록 한다. 그러나 자연환경변이의 동향에 대해서는 환경역기능 식물제초, 순기능 식물의 식재 등 인위적 관리를 실시한다.

1.1.3 모니터링 계획

지금의 하천정비는 기존의 치수기능을 수행하면서 원래의 자연하천 모습을 보전 또는 복원하는 수변 복원의 개념을 포함하는 새로운 정비기법과 효율적 관리기법을 필요로 한다.

지금의 하천정비는 기존의 치수기능을 수행하면서 원래의 자연하천 모습을 보전 또는 복원하는 수변 복원의 개념을 포함하는 새로운 정비기법과 효율적 관리기법을 필요로 한다. 하천정비기본계획은 하천주변의 풍부한 자연환경을 가능한 손상하지 않게 배려하면서 하천정비를 추진하고 있다. 그러나 하천정비의 규모는 매우 크고 단기간에 진행되므로 하천형태와 생태계에 영향을 미칠 가능성이 있다. 따라서, 모니터링은 수변조사 결과 분석후 설정된 목적과 목표의 달성도 확인 또는 하천공사로 인한 예상치 못한 문제점 파악과 대응방안을 구축하는데 목적이 있다. 또한 향후 다른 하천에서 유사한 자연친화적 하천정비 사업을 시행할 때 참고자료로 활용될 수 있다.

특히 본 하천정비기본계획에서는 홍수량의 전량을 하도가 분담하도록 제방계획을 수립하였으므로 자연형 호안공법의 적용시 구간별로 세분화하여 환경, 생태, 치수측면을 고려한 다양한 공법을 적용하여 지속적인 유지관리와 모니터링을 통하여 하천유역에 적합한 지표를 구축하여 향후 하천환경정비의 자료로 활용해야 할 것이다.

향후 환경정비 사업이 시행되면 시공전 단계부터 식생등이 완전활착하는 단계인 약 3~5년까지 사업시행자로 하여금 모니터링을 실시하도록 하여야 한다.

모니터링의 주요항목은 다음과 같다.

- 수량과 수질 (수질측정)
- 하천생태계 변화 (토양과 생태계, 수질과 생태계)
- 강수량 및 수위조사 (일별)
- 비정기적 유량조사
- 하천내 시설물의 수리적 변화상태
- 식재된 식물의 활착상태(주간기록) 및 주변식물과의 변화(계절별)
- 조류, 곤충의 변화상태
- 어류, 저서생물의 변화상태

이상의 항목은 세부적으로 계획하여 점검 지도토록 하고 그 결과를 기록관리하여야 한다. 또한 모니터링을 위한 각 지점의 산정은 세부설계에 의해 과업하천의 여건을 고려하여 선정되어야 하며, 강수량 및 수위조사, 유량조사를 위한 주요 저점에 필요한 시설을 설치하여야 한다.

#첨부6

■ 기수립 기본계획과의 연계성검토

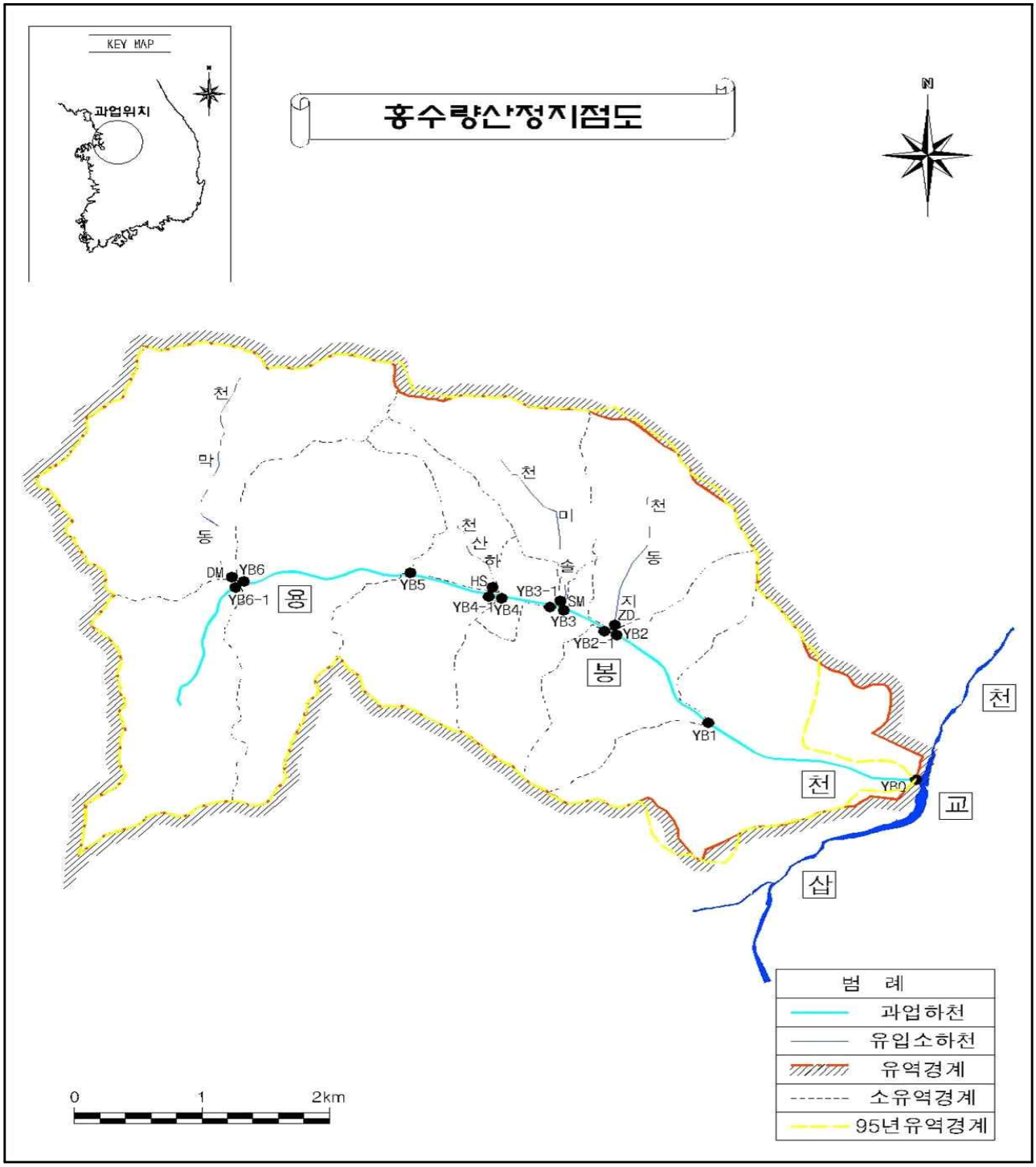
1. 홍수량 산정과정 비교

구 분		1995년 하천정비기본계획	2010년 하천기본계획(변경)
강우 자료	관측소	홍성관측소(국토해양부 관할)	서산관측소(기상청관할)
	기 간	1970~1994	1968~2009
	형 태	일최대 강수량	시간별 강수량
강우의 시간분포		Mononobe 분포	"지역적 설계 강우의 시간분포, 건설교통부, 2000"을 이용한 Huff분포 중 2분위 채택
토양도		개략토양도 이용	정밀토양도 이용
유출곡선지수		AMCⅢ 적용	AMCⅢ 적용
도달시간		Kraven	Kraven(Ⅱ)
홍수량 산정모형		Clark 유역추적법	Clark 유역추적법
계획홍수량		용봉천 하구지점 홍수량(YB0) 305㎥/s(50년 빈도)	용봉천 하구지점 홍수량(YB0) 380㎥/s(80년 빈도)

2. 수리·수문학적 특성비교

하 천	산 정 지 점	부 호	유역면적 (㎢)		유로연장 (㎞)		계획홍수량 (㎥/s)	
			1995년	금회	1995년	금회	1995년	금회
용봉천	용봉천 하구	YB0	19.36	19.60	8.60	8.94	305	380
	서력교 지점	YB1	16.79	16.42	6.55	7.18	305	340
	지동천 합류후	YB2	-	14.74	-	6.02	-	305
	지동천 합류전	YB2-1	13.83	13.71	5.70	6.02	275	270
	솔미천 합류후	YB3	-	12.16	-	5.58	-	250
	솔미천 합류전	YB3-1	11.70	10.71	5.30	5.58	240	220
	하산천 합류후	YB4	-	10.40	-	5.04	-	215
	하산천 합류전	YB4-1	-	9.73	-	5.04	-	200
	용봉교 지점	YB5	8.25	8.62	3.90	4.26	185	175
	동막천 합류후	YB6	-	5.62	-	2.94	-	120
	동막천 합류전	YB6-1	2.19	2.01	2.60	2.94	55	45

3. 홍수량 산정지점 위치도



#첨부7

<표 4.1-26> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB0	CLARK	10	205	246	242	227	215	203	192	182	173	165	151	104	246 (130)
		SCS		186	230	232	221	211	200	190	180	172	164	150	104	
		Snyder		150	192	202	198	194	187	180	172	165	159	147	103	
		CLARK	20	245	288	283	266	251	237	224	212	202	192	176	122	288 (130)
		SCS		221	271	273	259	247	234	222	211	201	191	176	122	
		Snyder		178	226	237	232	226	218	210	201	193	186	172	121	
		CLARK	30	268	314	308	287	272	257	243	230	218	208	191	132	315 (130)
		SCS		241	296	297	280	268	254	240	228	217	207	190	132	
		Snyder		195	247	258	251	245	236	227	218	209	201	186	131	
		CLARK	50	298	347	339	315	298	281	266	252	240	228	209	145	348 (130)
		SCS		266	326	326	308	293	278	263	250	238	227	209	145	
		Snyder		215	272	284	275	269	259	249	239	229	220	204	144	
		CLARK	80	327	378	366	340	322	304	287	272	259	247	226	157	378 (130)
		SCS		291	355	354	333	317	300	284	270	257	246	226	157	
		Snyder		235	296	308	298	291	280	269	258	248	238	221	156	
		CLARK	100	339	390	381	352	333	315	297	282	268	255	234	163	391 (130)
		SCS		302	367	367	345	328	311	294	280	266	254	234	163	
		Snyder		244	307	319	309	301	290	279	267	257	246	228	162	
		CLARK	200	381	438	423	391	369	348	329	311	296	282	259	180	438 (12)
		SCS		340	410	408	382	363	344	326	309	294	281	258	180	
		Snyder		273	343	355	342	333	321	308	296	284	273	253	179	
	YB1	CLARK	10	195	216	207	193	182	171	161	153	145	138	126	87	216 (120)
		SCS		167	199	198	187	178	168	159	151	144	137	126	87	
		Snyder		128	163	170	167	163	157	150	144	138	133	123	86	
		CLARK	20	231	256	244	226	213	200	189	178	169	161	148	102	256 (120)
		SCS		199	235	233	219	208	197	186	177	168	160	147	102	
		Snyder		152	193	200	195	190	183	176	169	162	155	144	101	
		CLARK	30	252	279	266	245	230	217	204	193	183	175	160	111	279 (110)
		SCS		218	257	253	237	225	213	202	191	182	174	159	110	
		Snyder		166	210	218	211	206	198	190	183	175	168	156	110	
		CLARK	50	279	308	293	269	253	237	224	212	201	192	176	122	309 (110)
		SCS		241	284	278	260	247	234	221	210	200	190	175	121	
		Snyder		184	232	240	232	226	218	209	200	192	184	171	121	
		CLARK	80	305	335	317	291	273	257	242	229	217	207	190	131	336 (110)
		SCS		263	309	302	282	267	253	239	227	216	206	189	131	
		Snyder		201	252	260	251	244	235	226	216	208	199	185	131	
		CLARK	100	316	346	329	301	283	266	250	237	225	214	196	136	349 (100)
		SCS		273	320	314	292	277	262	247	235	223	213	196	136	
		Snyder		209	261	270	260	253	244	234	224	215	206	191	135	
		CLARK	200	357	386	366	334	313	294	277	262	249	237	217	151	389 (100)
		SCS		306	356	349	323	306	289	274	260	247	236	216	151	
		Snyder		234	291	300	288	280	270	259	248	238	228	211	150	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB2	CLARK	10	181	195	187	174	163	154	145	137	130	124	113	78	196 (110)
		SCS		153	180	178	168	160	151	143	136	129	123	113	78	
		Snyder		112	143	151	148	145	140	134	129	124	119	110	77	
		CLARK	20	215	231	220	203	191	179	169	160	152	145	132	91	231 (110)
		SCS		181	213	210	197	187	177	167	158	151	144	132	91	
		Snyder		133	169	177	173	169	163	157	151	145	139	129	91	
		CLARK	30	235	252	239	220	207	194	183	173	164	157	144	99	252 (110)
		SCS		198	231	228	213	202	191	181	172	163	156	143	99	
		Snyder		145	185	193	188	183	177	170	163	157	150	139	98	
		CLARK	50	260	279	263	241	227	213	201	190	180	172	157	109	279 (110)
		SCS		220	255	251	234	222	210	198	188	179	171	157	109	
		Snyder		161	204	212	206	201	194	186	179	172	165	153	108	
		CLARK	80	284	303	285	261	245	230	217	205	195	186	170	118	304 (110)
		SCS		240	278	272	253	240	227	214	203	193	185	169	118	
		Snyder		175	222	230	223	217	210	202	193	186	178	165	117	
		CLARK	100	295	315	296	271	254	238	225	212	202	192	176	122	316 (110)
		SCS		249	289	282	262	248	235	222	211	200	191	175	122	
		Snyder		182	230	239	231	225	217	209	200	192	185	171	121	
		CLARK	200	330	351	329	300	281	264	248	235	223	213	195	135	355 (110)
		SCS		279	322	313	291	275	260	246	233	221	211	194	135	
		Snyder		204	257	266	256	249	240	231	222	213	204	189	134	
	YB2-1	CLARK	10	161	174	167	155	146	137	129	122	116	111	101	69	175 (110)
		SCS		140	163	161	152	144	136	128	121	115	110	101	69	
		Snyder		99	126	133	131	128	124	119	115	110	106	98	69	
		CLARK	20	191	206	196	181	171	160	151	143	136	129	118	82	206 (100)
		SCS		166	193	189	177	168	158	150	142	135	129	118	82	
		Snyder		117	149	157	154	150	145	140	134	129	124	115	81	
		CLARK	30	209	224	213	196	185	174	164	155	147	140	128	89	225 (100)
		SCS		181	210	206	192	182	172	162	154	146	139	128	89	
		Snyder		128	163	170	167	163	157	151	145	140	134	124	88	
		CLARK	50	232	248	235	216	202	190	179	170	161	154	141	97	248 (100)
		SCS		201	232	226	211	199	188	178	169	160	153	140	97	
		Snyder		141	179	188	183	179	173	166	159	153	147	136	97	
		CLARK	80	253	269	254	233	219	206	194	183	174	166	152	105	270 (110)
		SCS		219	253	245	228	216	203	192	182	173	165	152	105	
		Snyder		154	195	204	198	193	187	179	172	165	159	148	105	
		CLARK	100	263	280	264	241	227	213	201	190	180	172	157	109	280 (110)
		SCS		228	262	255	236	223	211	199	189	179	171	157	109	
		Snyder		160	202	211	205	200	193	186	178	171	165	153	108	
		CLARK	200	294	312	293	268	251	236	222	210	199	190	174	121	313 (110)
		SCS		255	292	283	262	247	233	220	209	198	189	174	121	
		Snyder		179	225	235	227	222	214	206	197	189	182	169	120	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB3	CLARK	10	148	160	153	143	134	126	119	112	107	102	93	64	161 (110)
		SCS		128	150	148	139	132	125	118	112	106	101	93	64	
		Snyder		89	115	121	120	117	114	110	105	101	97	90	63	
		CLARK	20	176	189	181	167	157	147	139	132	125	119	109	75	190 (100)
		SCS		152	177	174	163	154	146	138	131	124	118	109	75	
		Snyder		106	136	143	140	137	133	128	123	118	114	106	75	
		CLARK	30	193	207	196	181	170	160	151	142	135	129	118	82	207 (100)
		SCS		166	193	189	176	167	158	149	141	135	128	118	82	
		Snyder		115	148	155	152	149	144	139	133	128	123	114	81	
		CLARK	50	214	228	216	198	186	175	165	156	148	141	130	90	229 (110)
		SCS		184	213	208	194	183	173	164	155	148	141	129	90	
		Snyder		128	163	171	167	164	158	152	146	141	135	126	89	
		CLARK	80	233	248	234	215	202	189	179	169	160	153	140	97	249 (110)
		SCS		201	232	226	209	198	187	177	168	159	152	140	97	
		Snyder		139	177	186	181	177	171	165	158	152	146	136	96	
		CLARK	100	242	258	243	222	209	196	185	175	166	158	145	101	259 (110)
		SCS		209	241	234	217	205	194	183	174	165	157	145	101	
		Snyder		145	184	193	187	183	177	171	164	157	151	141	100	
		CLARK	200	271	288	270	246	231	217	204	193	184	175	160	111	289 (110)
		SCS		234	269	260	241	227	215	203	192	183	174	160	111	
		Snyder		162	205	214	208	203	196	189	181	174	168	156	111	
	YB3-1	CLARK	10	130	141	135	125	118	111	105	99	94	90	82	56	141 (110)
		SCS		113	132	130	123	116	110	104	98	93	89	82	56	
		Snyder		77	100	106	105	103	100	96	92	89	85	79	56	
		CLARK	20	155	167	159	147	138	130	122	116	110	105	96	66	167 (100)
		SCS		134	156	153	143	136	128	121	115	109	104	96	66	
		Snyder		92	118	125	123	120	117	112	108	104	100	93	66	
		CLARK	30	170	182	173	159	149	141	133	125	119	114	104	72	182 (100)
		SCS		146	170	166	155	147	139	131	125	118	113	104	72	
		Snyder		100	129	135	133	131	126	122	117	113	108	101	71	
		CLARK	50	188	201	190	174	164	154	145	138	131	125	114	79	201 (110)
		SCS		162	188	183	170	161	152	144	137	130	124	114	79	
		Snyder		111	142	149	146	143	139	134	129	124	119	110	78	
		CLARK	80	205	218	206	189	177	167	157	149	141	135	123	86	219 (110)
		SCS		177	204	199	184	175	165	156	148	140	134	123	85	
		Snyder		121	154	162	158	155	150	145	139	134	129	119	85	
		CLARK	100	213	227	214	196	184	173	163	154	146	139	128	89	227 (110)
		SCS		184	212	206	191	181	171	161	153	145	139	127	89	
		Snyder		126	160	168	164	161	155	150	144	138	133	124	88	
		CLARK	200	239	253	238	217	203	191	180	170	162	154	141	98	254 (110)
		SCS		206	236	229	212	200	189	178	169	161	153	141	98	
		Snyder		140	179	187	182	178	172	166	159	153	147	137	97	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB4	CLARK	10	127	136	131	121	114	108	101	96	91	87	79	55	137 (110)
		SCS		109	127	126	119	112	106	100	95	91	86	79	55	
		Snyder		74	97	102	101	100	97	93	90	86	83	77	54	
		CLARK	20	151	161	154	142	134	126	119	112	107	102	93	64	162 (100)
		SCS		129	151	148	139	131	124	117	111	106	101	93	64	
		Snyder		88	114	121	119	117	113	109	105	101	97	90	64	
		CLARK	30	165	176	167	154	145	136	128	122	116	110	101	70	176 (100)
		SCS		141	164	161	150	142	135	127	121	115	110	100	70	
		Snyder		97	124	131	129	126	122	118	114	109	105	98	69	
		CLARK	50	183	195	184	169	159	149	141	133	127	121	111	77	195 (100)
		SCS		157	182	177	165	156	148	140	132	126	120	110	77	
		Snyder		107	137	144	142	139	134	129	125	120	115	107	76	
		CLARK	80	199	212	200	183	172	162	152	144	137	131	120	83	212 (110)
		SCS		171	198	192	179	169	160	151	143	136	130	119	83	
		Snyder		117	150	157	153	150	145	140	135	130	125	116	82	
		CLARK	100	207	220	207	189	178	167	158	149	142	135	124	86	220 (110)
		SCS		178	205	199	185	175	165	156	148	141	134	123	86	
		Snyder		121	155	163	159	156	151	145	139	134	129	120	85	
		CLARK	200	232	245	230	210	197	185	175	165	157	150	137	95	246 (110)
		SCS		199	229	222	205	194	183	173	164	156	149	137	95	
		Snyder		136	173	181	176	172	167	161	154	148	143	133	94	
	YB4-1	CLARK	10	117	127	121	113	106	100	95	89	85	81	74	51	127 (110)
		SCS		101	118	117	110	105	99	94	89	84	81	74	51	
		Snyder		68	89	95	94	92	90	87	83	80	77	72	51	
		CLARK	20	139	150	143	132	125	117	111	105	99	95	87	60	150 (100)
		SCS		120	140	138	129	123	116	110	104	99	94	87	60	
		Snyder		81	105	112	110	108	105	101	98	94	90	84	59	
		CLARK	30	152	163	156	143	135	127	120	113	108	103	94	65	164 (100)
		SCS		131	152	150	140	133	125	119	113	107	102	94	65	
		Snyder		88	115	121	119	117	114	110	106	102	98	91	65	
		CLARK	50	169	180	171	157	148	139	131	124	118	113	103	72	181 (100)
		SCS		145	168	165	154	146	138	130	124	118	112	103	72	
		Snyder		98	127	134	131	129	125	121	116	112	107	100	71	
		CLARK	80	184	196	186	170	160	151	142	135	128	122	112	78	197 (100)
		SCS		159	183	179	166	158	149	141	134	127	121	111	77	
		Snyder		107	138	145	142	139	135	130	125	121	116	108	77	
		CLARK	100	192	204	193	177	166	156	147	139	132	126	116	80	204 (100)
		SCS		165	190	186	172	163	154	146	138	132	126	115	80	
		Snyder		111	143	151	147	144	140	135	130	125	120	112	80	
		CLARK	200	215	227	214	196	184	173	163	154	146	140	128	89	228 (110)
		SCS		185	213	206	191	181	171	161	153	146	139	128	89	
		Snyder		124	160	167	163	160	155	149	144	138	133	124	88	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB5	CLARK	10	101	110	106	99	93	88	83	79	75	71	65	45	111 (110)
		SCS		87	103	102	96	92	87	82	78	74	71	65	45	
		Snyder		58	76	82	82	81	78	76	73	70	68	63	45	
		CLARK	20	121	131	125	116	109	103	97	92	87	83	76	53	131 (110)
		SCS		104	122	121	113	107	102	96	91	87	83	76	53	
		Snyder		69	90	96	96	94	92	89	86	82	79	74	52	
		CLARK	30	132	142	136	126	118	112	105	100	95	90	83	58	143 (110)
		SCS		114	133	131	123	116	110	104	99	94	90	83	57	
		Snyder		76	99	105	104	102	100	96	93	89	86	80	57	
		CLARK	50	147	157	150	138	130	122	116	109	104	99	91	63	158 (100)
		SCS		126	147	144	135	128	121	114	109	103	99	91	63	
		Snyder		84	109	116	114	113	109	106	102	98	94	88	63	
		CLARK	80	160	171	163	150	141	132	125	118	113	107	98	68	172 (100)
		SCS		138	160	157	146	138	131	124	118	112	107	98	68	
		Snyder		92	119	126	124	122	118	114	110	106	102	95	68	
		CLARK	100	167	177	169	155	146	137	130	123	117	111	102	71	179 (100)
		SCS		143	166	163	151	143	136	128	122	116	111	102	71	
		Snyder		95	123	131	128	126	123	118	114	110	106	99	70	
		CLARK	200	187	198	188	172	162	152	143	136	129	123	113	79	199 (100)
		SCS		161	185	181	168	159	150	142	135	128	122	113	79	
		Snyder		107	138	145	142	140	136	131	126	122	117	109	78	
천	YB6	CLARK	10	70	74	69	64	60	57	53	51	48	46	42	29	74 (110)
		SCS		54	65	65	61	58	55	52	50	47	45	42	29	
		Snyder		14	18	19	19	18	18	17	16	16	15	14	10	
		CLARK	20	83	88	82	75	71	67	63	59	56	54	49	34	88 (100)
		SCS		65	77	76	72	68	65	62	58	56	53	49	34	
		Snyder		16	21	22	22	21	21	20	19	19	18	17	12	
		CLARK	30	91	96	90	82	77	72	68	64	61	58	53	37	96 (100)
		SCS		71	84	83	78	74	70	67	63	60	58	53	37	
		Snyder		18	23	24	24	23	23	22	21	20	20	18	13	
		CLARK	50	101	106	99	90	85	79	75	71	67	64	59	41	107 (100)
		SCS		79	93	92	86	82	77	73	70	66	63	58	41	
		Snyder		20	25	27	26	26	25	24	23	22	22	20	14	
		CLARK	80	110	115	108	98	92	86	81	77	73	69	64	44	116 (100)
		SCS		86	101	100	93	89	84	79	76	72	69	63	44	
		Snyder		22	28	29	29	28	27	26	25	24	23	22	16	
		CLARK	100	114	120	112	101	95	89	84	79	75	72	66	46	121 (100)
		SCS		90	105	104	97	92	87	82	78	75	71	65	46	
		Snyder		23	29	30	30	29	28	27	26	25	24	22	16	
		CLARK	200	128	134	124	113	105	99	93	88	84	80	73	51	136 (100)
		SCS		101	118	115	107	102	96	91	87	83	79	73	51	
		Snyder		25	32	34	33	32	31	30	29	28	27	25	18	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-26 계속> 방법별, 빈도별, 지속시간별 홍수량

하천	산정지점	산정방법	빈도(년)	지속시간별 홍수량												채택
				60분	120분	180분	240분	300분	360분	420분	480분	540분	600분	720분	1440분	
용봉천	YB6-1	CLARK	10	27	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	10	28 (80)
		SCS		18	21	22	21	20	19	18	17	16	16	14	10	
		Snyder		14	18	19	19	18	18	17	16	16	15	14	10	
		CLARK	20	33	32	29	27	25	23	22	21	20	19	17	12	34 (80)
		SCS		21	26	26	25	23	22	21	20	19	18	17	12	
		Snyder		16	21	22	22	21	21	20	19	19	18	17	12	
		CLARK	30	36	35	32	29	27	25	24	23	21	20	19	13	37 (80)
		SCS		23	28	28	27	26	24	23	22	21	20	19	13	
		Snyder		18	23	24	24	23	23	22	21	20	20	18	13	
		CLARK	50	40	39	36	32	30	28	26	25	24	22	21	14	41 (80)
		SCS		26	31	31	29	28	27	25	24	23	22	20	14	
		Snyder		20	25	27	26	26	25	24	23	22	22	20	14	
		CLARK	80	44	43	39	35	32	30	29	27	26	24	22	16	45 (80)
		SCS		28	34	34	32	31	29	28	26	25	24	22	16	
		Snyder		22	28	29	29	28	27	26	25	24	23	22	16	
		CLARK	100	46	45	40	36	34	31	30	28	27	25	23	16	47 (80)
		SCS		29	35	35	33	32	30	29	27	26	25	23	16	
		Snyder		23	29	30	30	29	28	27	26	25	24	22	16	
		CLARK	200	52	50	45	40	37	35	33	31	29	28	26	18	53 (70)
		SCS		33	40	39	37	35	34	32	30	29	28	25	18	
		Snyder		25	32	34	33	32	31	30	29	28	27	25	18	

주) ( )는 임계지속시간임.

<표 4.1-27> 빈도별 홍수량 산정

하천명	부 호	산 정 지점명	유역 면적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	산정 방법	빈 도 별 홍 수 량 (㎥/s)						
						10년	20년	30년	50년	80년	100년	200년
용봉천	YB0	용봉천 하 구	19.60	8.94	Clark	246	288	315	348	378	391	438
					SCS	234	274	192	329	358	371	414
					Snyder	234	274	192	329	358	371	414
	YB1	서력교 지 점	16.42	7.18	Clark	216	256	279	309	336	349	389
					SCS	200	237	177	285	310	321	358
					Snyder	200	237	177	285	310	321	358
	YB2	지동천 합류후	14.74	6.02	Clark	196	231	252	279	304	316	352
					SCS	181	214	162	257	279	290	323
					Snyder	181	214	162	257	279	290	323
	YB2-1	지동천 합류전	13.71	6.02	Clark	175	206	225	248	270	280	313
					SCS	164	194	149	233	253	263	293
					Snyder	164	194	149	233	253	263	293
	YB3	솔미천 합류후	12.16	5.58	Clark	161	190	207	229	249	259	289
					SCS	150	178	137	214	232	241	269
					Snyder	150	178	137	214	232	241	269
	YB3-1	솔미천 합류전	10.71	5.58	Clark	141	167	182	201	219	227	254
					SCS	132	156	120	188	205	212	237
					Snyder	132	156	120	188	205	212	237
	YB4	하산천 합류후	10.40	5.04	Clark	137	162	176	195	212	220	246
					SCS	128	151	116	182	198	206	229
					Snyder	128	151	116	182	198	206	229
	YB4-1	하산천 합류전	9.73	5.04	Clark	127	150	164	181	197	204	228
					SCS	119	140	107	169	184	191	213
					Snyder	119	140	107	169	184	191	213
	YB5	용봉교 지 점	8.62	4.26	Clark	111	131	143	158	172	179	199
					SCS	103	122	92	147	160	167	186
					Snyder	103	122	92	147	160	167	186
	YB6	동막천 합류후	5.62	2.94	Clark	74	88	96	107	116	121	136
					SCS	65	77	58	93	102	106	118
					Snyder	65	77	58	93	102	106	118
	YB6-1	동막천 합류전	2.01	2.94	Clark	28	34	37	41	45	47	53
					SCS	22	26	18	31	34	36	40
					Snyder	22	26	18	31	34	36	40

<표 4.1-29> 홍수량 비교

하 천	산 정 지 점	부 호	유역면적(㎢)		유로연장(㎞)		홍수량(㎥/s)	
			1995년	금회	1995년	금회	1995년	금회
용봉천	용봉천 하 구	YB0	19.36	19.60	8.60	8.94	305	380
	서력교 지 점	YB1	16.79	16.42	6.55	7.18	305	340
	지동천 합류후	YB2	-	14.74	-	6.02	-	305
	지동천 합류전	YB2-1	13.83	13.71	5.70	6.02	275	270
	솔미천 합류후	YB3	-	12.16	-	5.58	-	250
	솔미천 합류전	YB3-1	11.70	10.71	5.30	5.58	240	220
	하산천 합류후	YB4	-	10.40	-	5.04	-	215
	하산천 합류전	YB4-1	-	9.73	-	5.04	-	200
	용봉교 지 점	YB5	8.25	8.62	3.90	4.26	185	175
	동막천 합류후	YB6	-	5.62	-	2.94	-	120
	동막천 합류전	YB6-1	2.19	2.01	2.60	2.94	55	45

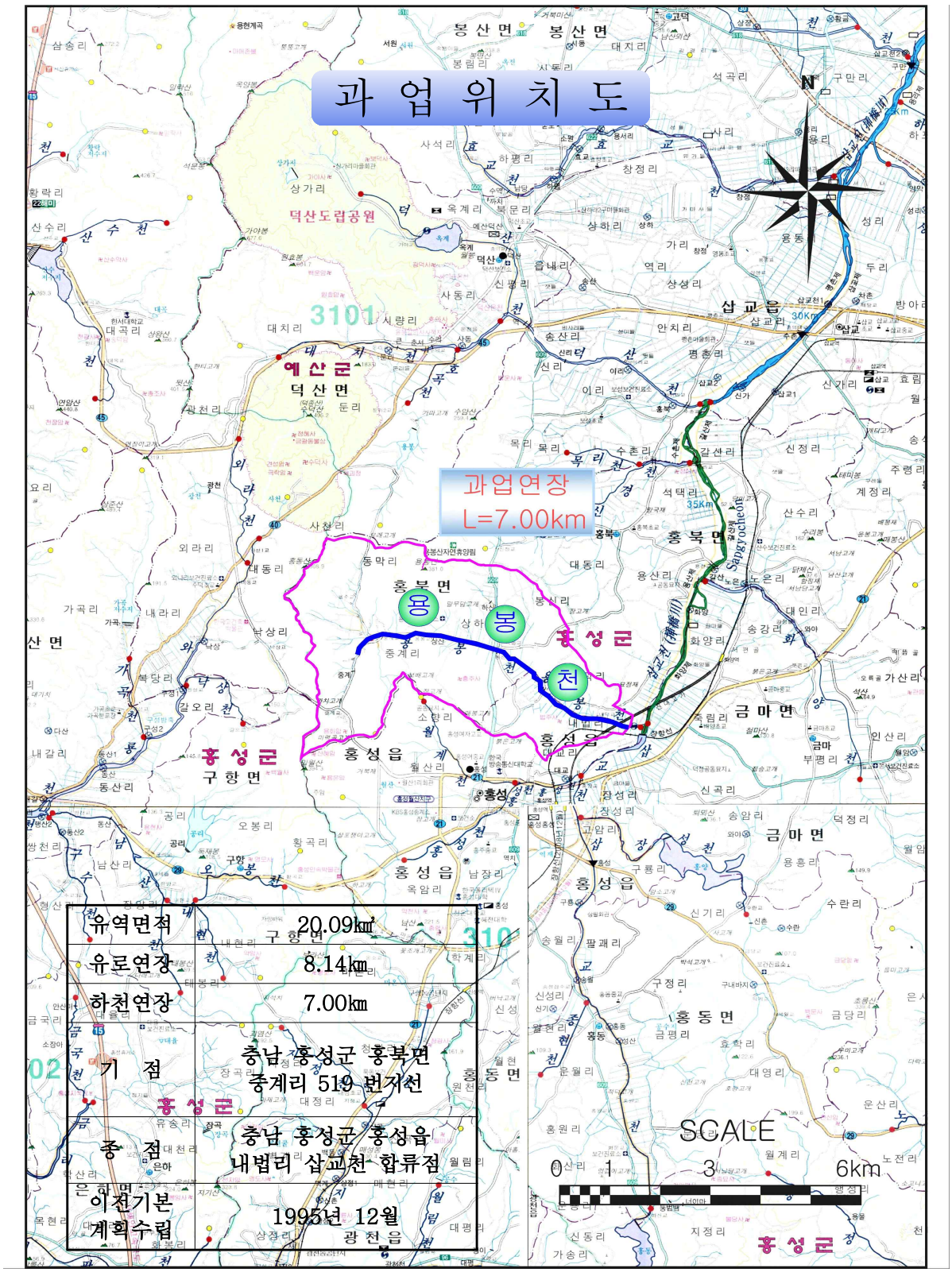
<표 4.1-30> 빈도별 홍수량 비교

산 정 지 점	빈도별 홍수량 및 증감											
	10년	증감	20년	증감	30년	증감	50년	증감	80년	증감	100년	증감
용봉천 하 구	246	-	288 (250)	△38	315 (275)	△40	348 (305)	△43	378 (330)	△48	391 (345)	△46
서력교 지 점	216	-	256 (250)	△6	279 (275)	△4	309 (305)	△4	336 (330)	△6	349 (345)	△4
지동천 합류후	196	-	231	-	252	-	279	-	304	-	316	-
지동천 합류전	175	-	206 (225)	▽19	225 (245)	▽20	248 (275)	▽27	270 (295)	▽25	280 (310)	▽30
솔미천 합류후	161	-	190	-	207	-	229	-	249	-	259	-
솔미천 합류전	141	-	167 (195)	▽28	182 (215)	▽33	201 (240)	▽39	219 (260)	▽41	227 (270)	▽43
하산천 합류후	137	-	162	-	176	-	195	-	212	-	220	-
하산천 합류전	127	-	150	-	164	-	181	-	197	-	204	-
용봉교 지 점	111	-	131 (155)	▽24	143 (170)	▽27	158 (185)	▽27	172 (205)	▽33	179 (210)	▽31
동막천 합류후	74	-	88	-	96	-	107	-	116	-	121	-
동막천 합류전	28	-	34 (45)	▽11	37 (50)	▽13	41 (55)	▽14	45 (60)	▽15	47 (65)	▽18

주) ( )의 기수립된 하천기본계획 빈도별 홍수량

#첨부8

■ 과업위치도


과 업 위 치 도
과업연장
L=7.00km
용
봉
천
덕산도립공원
예산군
덕산면
홍북면
홍성군
홍성읍
구항면
금마면
삽교읍
홍동면
유역면적 20.09㎢
유로연장 8.14㎞
하천연장 7.00㎞
기 점 충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선
종 점 충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점
이전기본계획수립 1995년 12월
SCALE
0 1 3 6km

#첨부9

<표 4.2-9> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		여 유 고 (EL.m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.0	-	-	380	20.37	126	-	21.78	21.87	1.41	1.50	
	+34	34.0	34.0	380	20.40	57	-	21.56	21.88	1.16	1.48	
	+39.1	5.1	39.1	380	20.41	56	-	21.56	21.81	1.15	1.40	
	+40.8	1.7	40.8	380	20.41	56	-	21.56	21.53	1.15	1.12	어경보
	NO.1	59.2	100.0	380	20.47	43	55	21.28	21.38	0.81	0.91	
	NO.2	100.0	200.0	380	20.57	43	55	21.43	21.46	0.86	0.89	
	NO.3	100.0	300.0	380	20.68	44	55	21.78	21.64	1.10	0.96	
	NO.4	100.0	400.0	380	20.78	44	55	21.77	22.02	0.99	1.24	
	+47.8	47.8	447.8	380	21.08	46	55	22.30	22.41	1.22	1.33	
	+50	2.2	450.0	380	21.09	46	55	22.43	22.41	1.34	1.32	
	+50.8	0.8	450.8	380	21.10	46	55	22.35	22.43	1.25	1.33	종자보
	+74.7	23.9	474.7	380	21.15	46	55	22.60	22.29	1.45	1.14	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	380	21.19	46	55	22.60	22.29	1.41	1.10	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	380	21.21	45	55	22.60	22.29	1.39	1.08	
	NO.6	100.0	600.0	380	21.38	45	55	22.64	22.72	1.26	1.34	
	NO.7	100.0	700.0	380	21.55	46	55	22.95	22.97	1.40	1.42	
	NO.8	100.0	800.0	380	21.73	45	55	23.04	23.17	1.31	1.44	
	+82.5	82.5	882.5	380	21.87	45	55	22.98	22.97	1.11	1.10	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	380	21.90	50	55	23.25	23.12	1.35	1.22	
	NO.10	100.0	1,000.0	380	22.07	53	55	23.54	23.02	1.47	0.95	
	NO.11	100.0	1,100.0	380	22.29	60	-	23.79	23.31	1.50	1.02	
	NO.12	100.0	1,200.0	380	22.43	62	-	24.10	23.78	1.67	1.35	
	NO.13	100.0	1,300.0	380	22.57	58	-	24.12	24.01	1.55	1.44	
	NO.14	100.0	1,400.0	380	22.72	50	-	24.19	24.33	1.47	1.61	
	NO.15	100.0	1,500.0	380	22.86	51	-	24.70	24.52	1.84	1.66	
	NO.16	100.0	1,600.0	380	23.08	51	-	24.82	24.80	1.74	1.72	
	NO.17	100.0	1,700.0	380	23.31	52	-	25.03	25.11	1.72	1.80	
	NO.18	100.0	1,800.0	340	23.62	52	-	25.33	25.18	1.71	1.56	
	NO.19	100.0	1,900.0	340	24.14	50	-	25.69	25.53	1.55	1.39	
	NO.20	100.0	2,000.0	340	24.27	52	-	26.21	25.87	1.94	1.60	
	+76.2	76.2	2,076.2	340	25.46	51	-	29.48	27.77	4.02	2.31	서력교

<표 4.2-9 계속> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		여 유 고 (EL.m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.21	23.8	2,100.0	340	25.54	53	-	29.15	27.38	3.61	1.84	
	NO.22	100.0	2,200.0	340	26.14	62	-	27.59	27.24	1.45	1.10	
	NO.23	100.0	2,300.0	340	26.24	51	-	27.65	27.47	1.41	1.23	
	NO.24	100.0	2,400.0	340	26.55	47	-	28.06	27.73	1.51	1.18	
	NO.25	100.0	2,500.0	340	26.97	46	-	28.14	28.02	1.17	1.05	
	NO.26	100.0	2,600.0	340	27.26	45	-	28.69	28.37	1.43	1.11	
	NO.27	100.0	2,700.0	340	27.63	45	-	28.86	28.72	1.23	1.09	
	NO.28	100.0	2,800.0	340	27.94	45	-	29.14	28.85	1.20	0.91	
	NO.29	100.0	2,900.0	340	28.21	44	-	29.39	29.15	1.18	0.94	지동천
	NO.30	100.0	3,000.0	270	28.82	44	-	29.80	29.40	0.98	0.58	
	NO.31	100.0	3,100.0	270	28.94	44	-	30.03	29.69	1.09	0.75	
	NO.32	100.0	3,200.0	270	29.22	47	-	30.94	30.50	1.72	1.28	
	NO.33	100.0	3,300.0	270	30.00	43	-	32.00	31.20	2.00	1.20	솔미천
	+63.4	63.4	3,363.4	220	30.87	42	-	31.80	31.75	0.93	0.88	봉신교
	NO.34	36.6	3,400.0	220	31.06	62	-	32.01	30.31	0.95	-0.75	
	+24.3	24.3	3,424.3	220	31.09	58	-	34.22	34.35	3.13	3.26	봉신1교
	NO.35	75.7	3,500.0	220	31.17	48	-	32.43	31.43	1.26	0.26	
	NO.36	100.0	3,600.0	220	31.29	44	45	32.32	31.85	1.03	0.56	
	NO.37	100.0	3,700.0	220	31.40	44	45	32.74	32.23	1.34	0.83	
	NO.38	100.0	3,800.0	220	31.57	41	45	32.89	32.64	1.32	1.07	
	NO.39	100.0	3,900.0	220	31.74	44	45	33.14	32.89	1.40	1.15	하산천
	NO.40	100.0	4,000.0	200	31.91	43	45	33.48	33.19	1.57	1.28	
	NO.41	100.0	4,100.0	200	32.16	38	-	33.73	33.15	1.57	0.99	
	NO.42	100.0	4,200.0	200	32.40	36	-	34.12	33.87	1.72	1.47	
	NO.43	100.0	4,300.0	200	32.81	33	35	34.40	34.33	1.59	1.52	
	NO.44	100.0	4,400.0	200	33.22	31	35	34.93	34.72	1.71	1.50	
	NO.45	100.0	4,500.0	200	33.63	31	35	35.14	35.34	1.51	1.71	
	NO.46	100.0	4,600.0	200	34.04	31	35	35.48	34.85	1.44	0.81	
	NO.47	100.0	4,700.0	175	34.50	34	35	36.20	35.54	1.70	1.04	
	+34.7	34.7	4,734.7	175	34.66	34	35	35.34	35.71	0.68	1.05	용봉교
	NO.48	65.3	4,800.0	175	34.96	27	35	35.72	35.76	0.76	0.80	
	NO.49	100.0	4,900.0	175	35.32	24	35	36.08	36.34	0.76	1.02	
	NO.50	100.0	5,000.0	175	35.68	25	35	37.46	36.57	1.78	0.89	
	+76	76.0	5,076.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	1.39	0.76	
	+77	1.0	5,077.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	1.39	0.76	
	N1.51	23.0	5,100.0	175	36.02	26	35	37.27	36.81	1.25	0.79	제1낙차공
	NO.52	100.0	5,200.0	175	36.37	28	35	37.52	36.90	1.15	0.53	
	NO.53	100.0	5,300.0	175	36.71	26	35	38.29	37.92	1.58	1.21	
	NO.54	100.0	5,400.0	175	37.16	26	35	38.41	38.11	1.25	0.95	
	+15.7	15.7	5,416.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	1.57	0.61	
	+16.6	0.9	5,417.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	1.57	0.61	상하보
	NO.55	83.4	5,500.0	175	37.61	21	35	40.10	39.42	2.49	1.81	

주) 여유고 부족

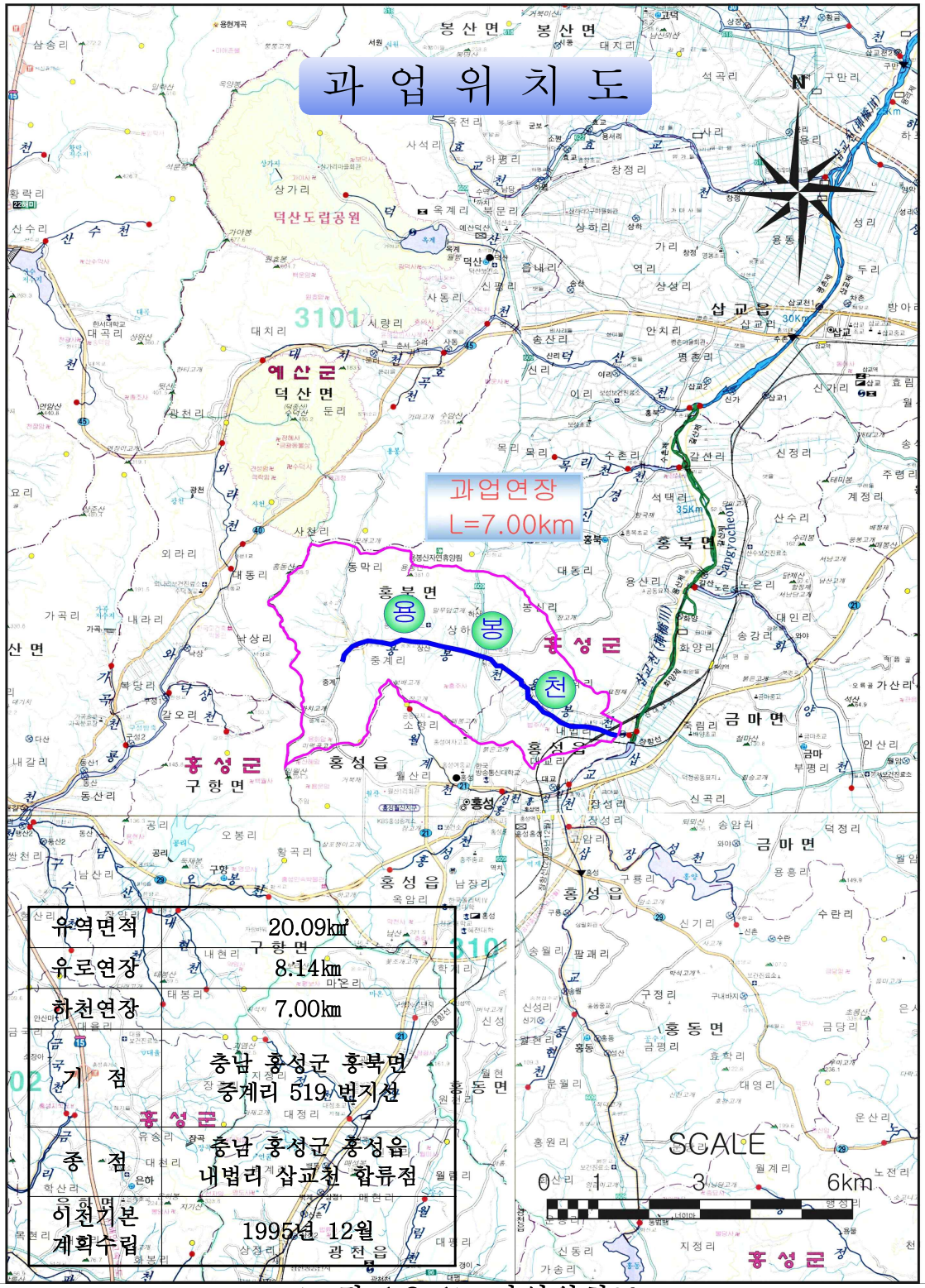
<표 4.2-9 계속> 계획 홍수위 및 하폭, 기설제방고

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		여 유 고 (EL.m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.56	100.0	5,600.0	175	38.08	23	35	40.13	39.68	2.05	1.60	
	+64	64.0	5,664.0	175	38.39	22	35	40.68	39.65	2.29	1.26	
	+65	1.0	5,665.0	175	38.62	22	35	40.68	39.65	2.06	1.03	중계보
	NO.57	35.0	5,700.0	175	39.22	22	35	41.39	39.64	2.17	0.42	
	+18.5	18.5	5,718.0	175	39.50	29	35	42.14	42.16	2.64	2.66	중계교
	NO.58	81.5	5,800.0	175	39.81	28	35	41.29	42.32	1.48	2.51	
	NO.59	100.0	5,900.0	175	40.18	27	30	42.13	42.40	1.95	2.22	
	NO.60	100.0	6,000.0	175	40.78	25	30	42.78	42.57	2.00	1.79	동막천
	NO.61	100.0	6,100.0	45	41.11	17	30	42.71	42.70	1.60	1.59	
	+51.5	51.5	6,151.5	45	41.28	7	21	43.16	43.15	1.88	1.87	중계1교
	NO.62	48.5	6,200.0	45	41.55	19	21	43.75	43.60	2.20	2.05	
	+74.8	74.8	6,274.8	45	42.27	16	21	44.40	44.16	2.13	1.89	
	+75	0.2	6,275.0	45	42.72	16	21	44.40	44.16	1.68	1.44	제2낙차공
	NO.63	25.0	6,300.0	45	43.10	17	21	44.56	44.36	1.46	1.26	
	NO.64	100.0	6,400.0	45	43.76	19	21	45.35	45.17	1.59	1.41	
	+23.3	23.3	6,423.3	45	43.93	18	21	44.53	45.51	0.60	1.58	
	+23.6	0.3	6,423.6	45	44.11	18	21	44.71	45.52	0.60	1.41	제3낙차공
	+78	54.4	6,478.0	45	44.78	11	21	46.13	46.13	1.35	1.35	동막3교
	NO.65	22.0	6,500.0	45	44.97	18	21	46.66	46.58	1.69	1.61	
	NO.66	100.0	6,600.0	45	45.58	19	21	46.83	46.83	1.25	1.25	
	+30.5	30.5	6,630.5	45	46.20	7	21	47.79	47.79	1.59	1.59	동막1교
	+71.4	40.9	6,671.4	45	46.47	17	21	48.20	48.54	1.73	2.07	
	+71.7	0.3	6,671.7	45	46.70	17	21	48.20	48.54	1.50	1.84	제4낙차공
	NO.67	28.3	6,700.0	45	47.18	18	21	48.48	48.77	1.30	1.59	
	+80	80.0	6,780.0	45	47.67	19	21	49.07	49.28	1.40	1.61	
	NO.68	20.0	6,800.0	45	47.81	19	21	49.33	49.68	1.52	1.87	
	NO.69	100.0	6,900.0	45	48.78	16	21	50.31	50.73	1.53	1.95	
	+8.3	8.3	6,903.3	45	49.16	7	21	50.83	50.83	1.67	1.67	동막2교
	NO.70	91.7	7,000.0	45	51.14	15	21	51.57	51.81	0.43	0.67	

주) 여유고 부족

#첨부10

■ 과업위치도



<그림 1.2-1> 과업위치도

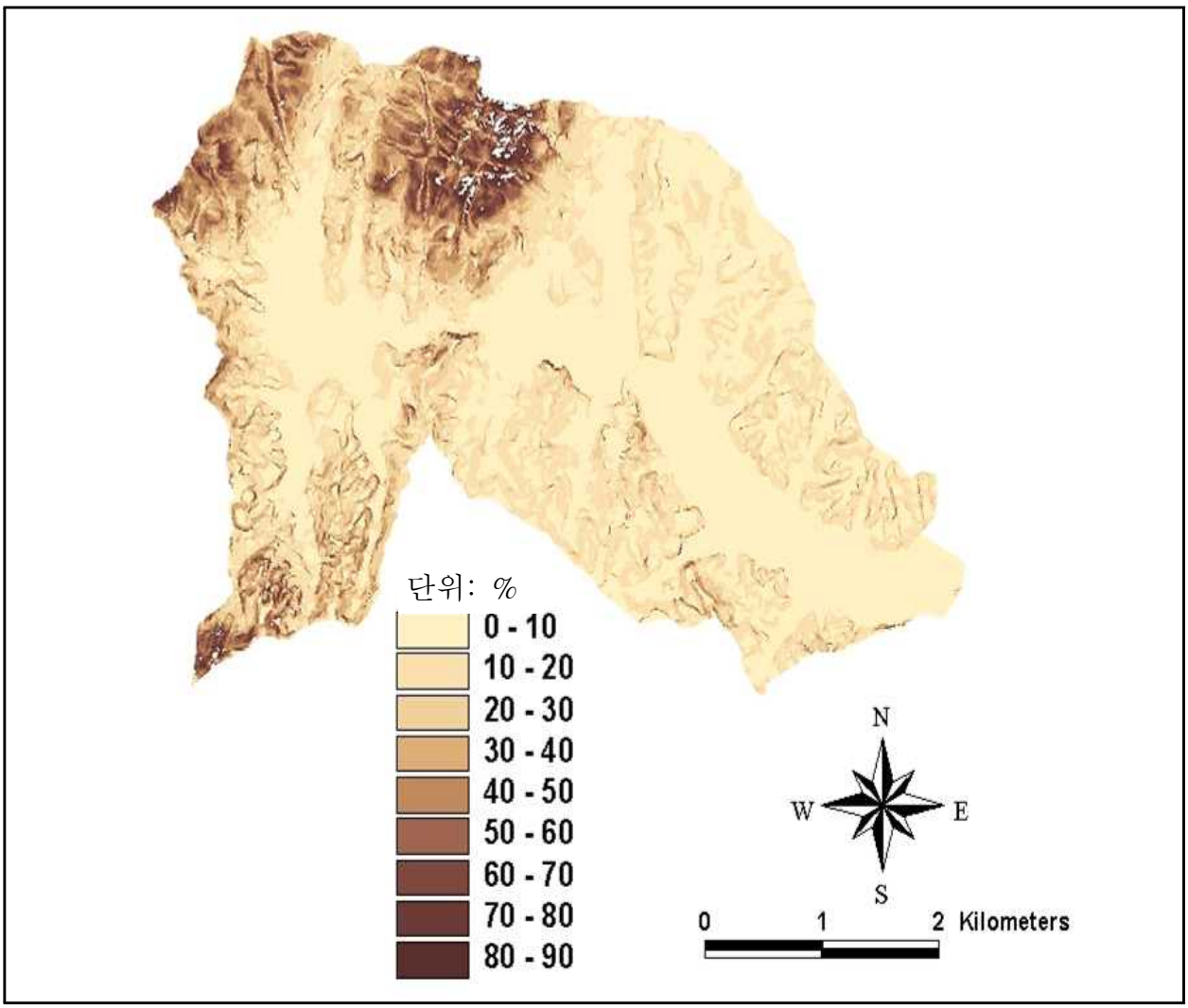
1. 과업 범위

본 과업대상 하천은 삽교천(지방하천)의 제1지류인 용봉천(지방하천)으로 1995년 12월에 기 수립된 구간은 7.0㎞이며, 금회 과업구간도 동일하게 7.0㎞이다.

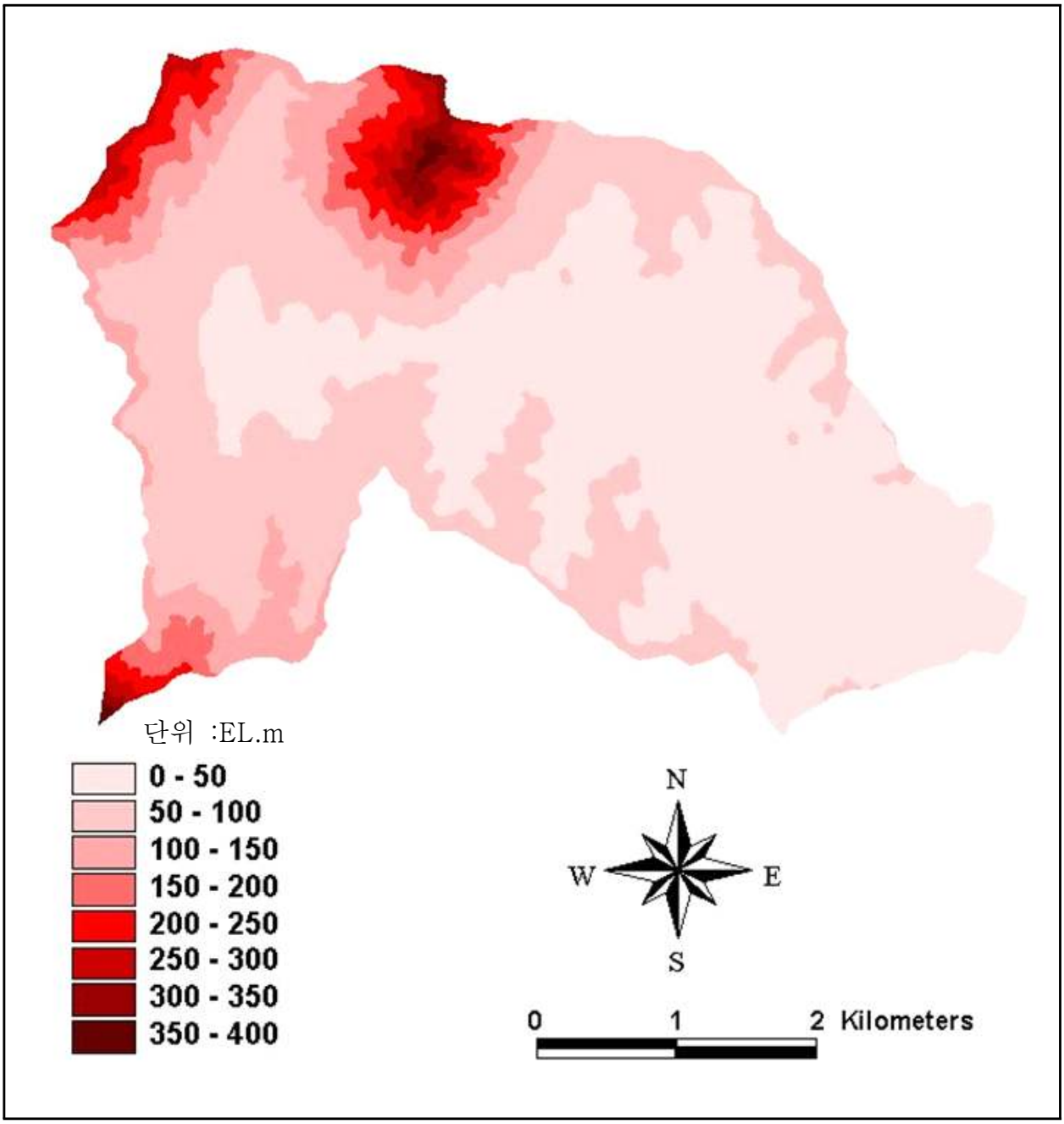
<표 1.2-1> 과업 구간

하 천	하 천 의 구 간				기수립 연장 (㎞)	금회수립 연장 (㎞)
	기 점		종 점			
	당 초	금 회	당 초	금 회		
용봉천	충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선	충남 홍성군 홍북면 중계리 519 번지선	충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점	충남 홍성군 홍성읍 내법리 삽교천 합류점	7.00 (7.30)	7.00 (7.30)

주) ( )는 전체 연장



<그림 2.1-4> 유역 평균경사(단위 추가)



<그림 2.1-5> 유역 평균고도(단위 추가)

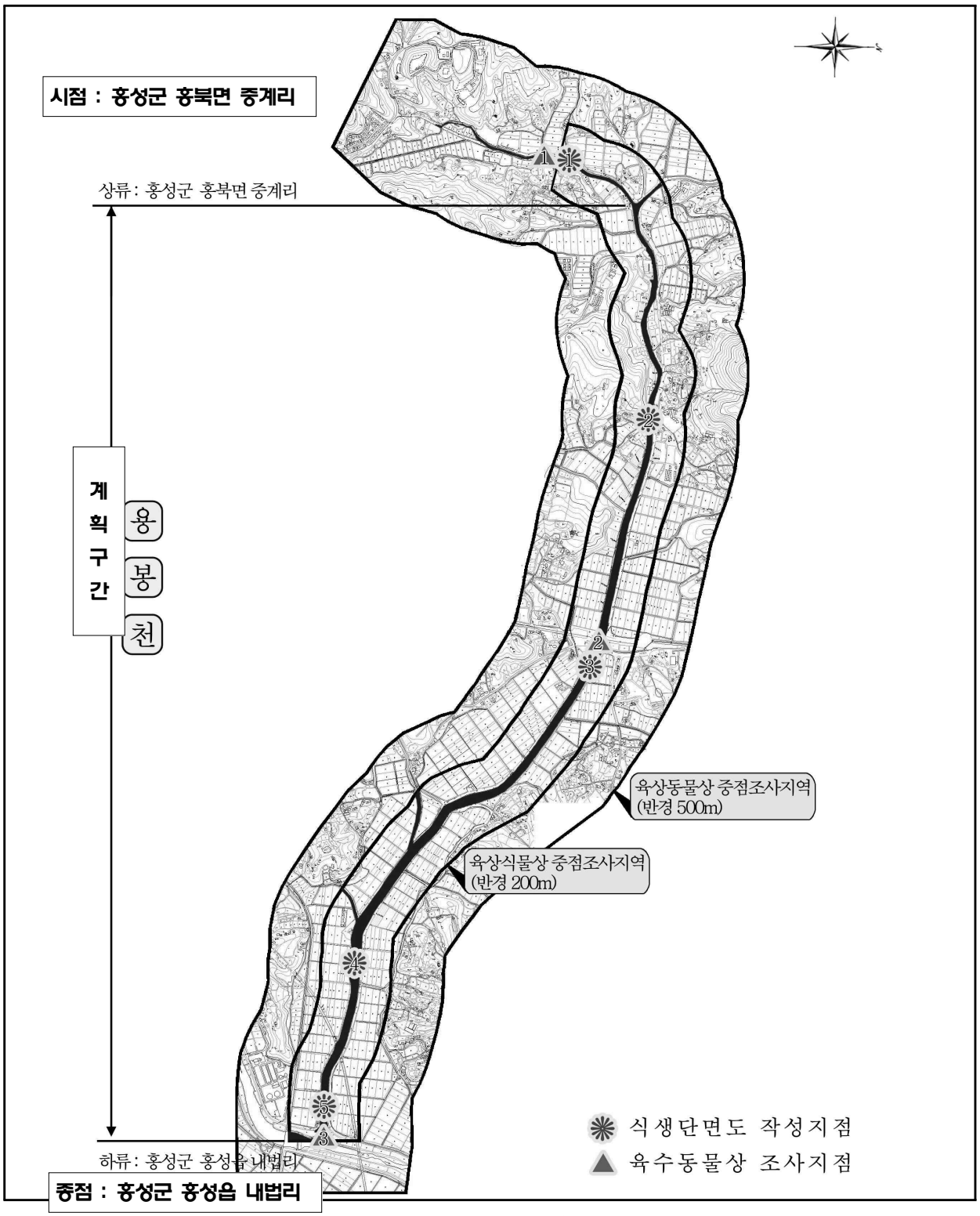
#첨부11

■ 참고문헌

- 하천설계기준·해설(2009. 한국수자원학회)
- 수자원장기종합계획(2006. 09, 건교부)
- 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류(1995, 한국농공학회지, 정경화등)
- 홍성군 통계연보(2009)
- 재해연보 2009(소방방재청 중앙재난안전대책본부)
- 가뭄기록조사보고서(1995.12 건설교통부)
- `94, `95 가뭄극복(농림수산부, 농어촌진흥공사)
- 제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008. 9, 국립환경과학원)
- 생태·자연도 작성지침-[별표2], 2006. 01. 31, 환경부
- 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7, E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
- 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366072-E7, E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
- 용봉천 하천정비기본계획(1995. 12, 충청남도)
- 1999년도 수자원관리 기법 개발연구조사 보고서, 제1권 한국 확률 강우강도 작성, 2000. 6, 건설교통부
- 한국수문조사연보(1967년~2009년)
- 농공기술(농업진흥공사 농업토목시험연구소, 제4권 제4호, 1987. 12)
- 정밀토양도를 이용한 CN 산정에 대한 제안(2003. 7, 한국수자원학회지 Vol.36 No4)
- 수자원개발가능지점 및 광역배분계획 기본조사(1996, 건교부)
- 농업생산 기반정비사업조사·설계실무요령 제1편 농촌용수(농업기반공사)
- 하천공학(1973, 운문당)
- 국내 여건에 맞는 자연형하천공법의 개발2권(환경부, 건설기술연구원, 1999)
- 자연형 하천공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ) (행정자치부·국립방재연구소, 2002. 5)
- 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)
- 하천계획 관리론(이원환 저)
- 수환경자료(일본건설성), 2001 안양천살리기(2001. 4 안양시)
- 오염하천 정화사업 시행지침서, 1997. 11 환경부
- 야생 동·식물보호구역 현황, 2008, 환경부
- 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2009, 환경부
- 하수도통계, 2009, 환경부

#첨부12

■ 어도형식선정 계획



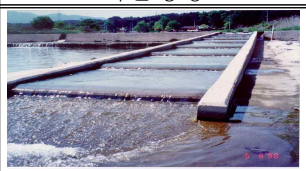
<그림> 조사 위치도

1. 조사지역의 어류 목록

학명	국명	현지			문헌		비고
		St.1	St.2	St.3	①덕산	②홍성	
Cyprinida잉어목							
Cyprinidae잉어과							
Acheilognathus lanceolatus	납자루				○		
Aphyocypris chinensis	왜몰개				○		
Carassius auratus	붕어		++	+++	○	○	
Cyprinus carpio	잉어				○		
Gnathopogon strigatus	줄몰개				○		
Hemiculter eigenmanni	치리					○	고
Microphysogobio yaluensis	돌마자				○		고
Rhynchocypris oxycephalus	버들치		+	+		○	
Pseudogobio esocinus	모래무지		+	++	○		
Pseudorasbora parva	참붕어				○	○	
Rhodeus notatus	떡납줄갱이				○	○	
Rhodeus ocellatus (KNER)	흰줄납줄개					○	
Rhodeus uyekii	각시붕어			+	○	○	고
Squalidus gracilis majimae	긴몰개				○		고
Zacco platypus	피라미	++	++	++	○	○	
Cobitidae기름종개과							
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리		+		○	○	
Perciformes농어목							
Odontobutidae 동사리과							
Odontobutis interrupta	얼룩동사리	+	+	+	○	○	고
Gobiidae망둑어과							
Chaenogobius urotaenia	꾹저구					○	
계(종수)		2	6	6	14	11	

주) 출현빈도 - +: 5개체 미만, ++: 5~10개체, +++: 10개체이상, 고: 고유종
1. 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
2. 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366074) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부

2. 어류종에 따른 어도계획

어 도 종 류		주요 어류종	이동 특성
명 칭	기본형상		
① 계단식		갈겨니, 피라미, 송어, 산천어, 끄리, 살치, 강준치, 황어, 누치, 참마자	물살을 이용하여 튀어오름, 갈겨니는 2m까지 튀어오름
② 도류벽식		장어	구부러진 형상을 좋아하는 어종으로 기어올라감
③ 경사면식		피라미, 장어, 모래무지, 돌마자 등	강한 물살에도 잘 견딤
④ 수로식		대부분의 전 어종	자연하천의 유로특성을 이용, 하천에서의 이동처럼 자연스러운 이동
⑤ 갑문식		왕종개, 동사리, 꾸구리, 퉁사리, 자가사리, 각종 치어	튀어오르지 못하는 담수어종
⑥ 잠공식		미꾸리, 장어, 송사리, 모래무지, 퉁가리, 가물치	Hole을 좋아하는 어종
⑦ 복합식	①~⑥의 복합형	-	-

3. 보 및 하상 유지시설 계획

하천명	구조물명	측점(No.)	현상태	설치계획	비고
용봉천	어경보	0+40.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	종자보	4+50.80	양호	증설(어도설치)	계단식
	서력보	20+20.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	봉신보	32+50.00	없음	철거후신설(어도설치)	계단식
	제1낙차공	50+77.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	상하보	54+16.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	중계보	56+65.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제2낙차공	62+75.00	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제3낙차공	64+23.60	불량	철거후신설(어도설치)	계단식
	제4낙차공	66+71.70	불량	철거후신설(어도설치)	계단식

#첨부13

<표 4.1-8> 강우강도식의 편차와 상관계수 비교(단기간)

재현기간	Talbot형		Sherman형		Japanese형		General형		Semi-Log형		비고
	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	
10년	5.88	0.9894	5.11	0.9920	3.94	0.9952	2.76	0.9977	6.00	0.9889	
20년	6.05	0.9905	6.34	0.9895	4.87	0.9938	3.52	0.9968	5.69	0.9916	
30년	6.09	0.9912	7.11	0.9880	5.49	0.9929	4.00	0.9962	5.53	0.9928	
50년	6.27	0.9917	7.92	0.9867	6.11	0.9921	4.52	0.9957	5.45	0.9937	
80년	6.32	0.9923	8.78	0.9851	6.80	0.9911	5.06	0.9951	5.26	0.9947	
100년	6.34	0.9925	9.19	0.9843	7.13	0.9906	5.33	0.9947	5.14	0.9951	
200년	6.54	0.9930	10.30	0.9827	8.01	0.9895	6.06	0.9940	5.07	0.9958	

<표 4.1-10> 강우강도식의 편차와 상관계수 비교(장기간)

재현기간	Talbot형		Sherman형		Japanese형		General형		Semi-Log형		비고
	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	편 차	상관계수	
10년	1.89	0.9895	1.14	0.9962	1.39	0.9943	0.66	0.9987	2.43	0.9826	
20년	2.32	0.9874	1.21	0.9965	1.42	0.9952	0.84	0.9983	2.79	0.9817	
30년	2.54	0.9865	1.28	0.9966	1.47	0.9955	0.94	0.9982	2.97	0.9816	
50년	2.83	0.9854	1.36	0.9966	1.52	0.9958	1.07	0.9979	3.21	0.9811	
80년	3.10	0.9844	1.44	0.9967	1.57	0.9960	1.19	0.9977	3.44	0.9808	
100년	3.23	0.9839	1.47	0.9967	1.60	0.9961	1.25	0.9976	3.56	0.9805	
200년	3.61	0.9828	1.60	0.9966	1.70	0.9962	1.43	0.9973	3.88	0.9802	

#첨부14

1. 과업의 목적

본 과업은 지방하천인 **용봉천의 치수 및 이수기능을 유지하면서, 자연성 회복으로 수질개선 및 쾌적한 수환경과 하천환경으로** 공공 오픈스페이스로서의 기능 활성화를 도모하고, 친수기능 회복을 통하여 쾌적한 생활공간을 제공하기 위하여 **「용봉천 생태하천 조성사업」을 추진**함에 있어

1) 기 수립된 「용봉천 하천정비기본계획(1995.12, 충청남도)」의 수리·수문 및 공간특성이 **기본계획 수립경과로 인해 현재와 상이**함에 따라
2) 「하천기본계획 수립 및 하천시설관리대장작성 지침(2008, 국토해양부)」에 의거 **치수 및 이수, 하천환경관리계획(공간 및 수환경)에 대한 기본방향을 설정**
3) 이에 맞는 **서식처 개발 및 친수공간 설계기법을 도입**하여 **수리특성을 재검토·반영**하고
4) **하천법 제25조 및 동법 시행령 제24조 규정에 의거** 용봉천에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발 및 치수 경제에 관련된 사항을 종합적이고 체계적인 조사·분석을 통하여 **수자원 종합개발지침으로 활용**하고자 함.
   또한, 하천법 제15조 및 동법 시행규칙 제8조의 규정에 의거 하천현황과 수리현황의 보존 및 이용실태를 종합적으로 조사, 정리, 대장화하여 체계를 확립함으로써 일관된 관리를 도모하고 하천사용의 이익증진을 위한 자료로 활용하고자 함.

2. 하천의 지정 및 고시

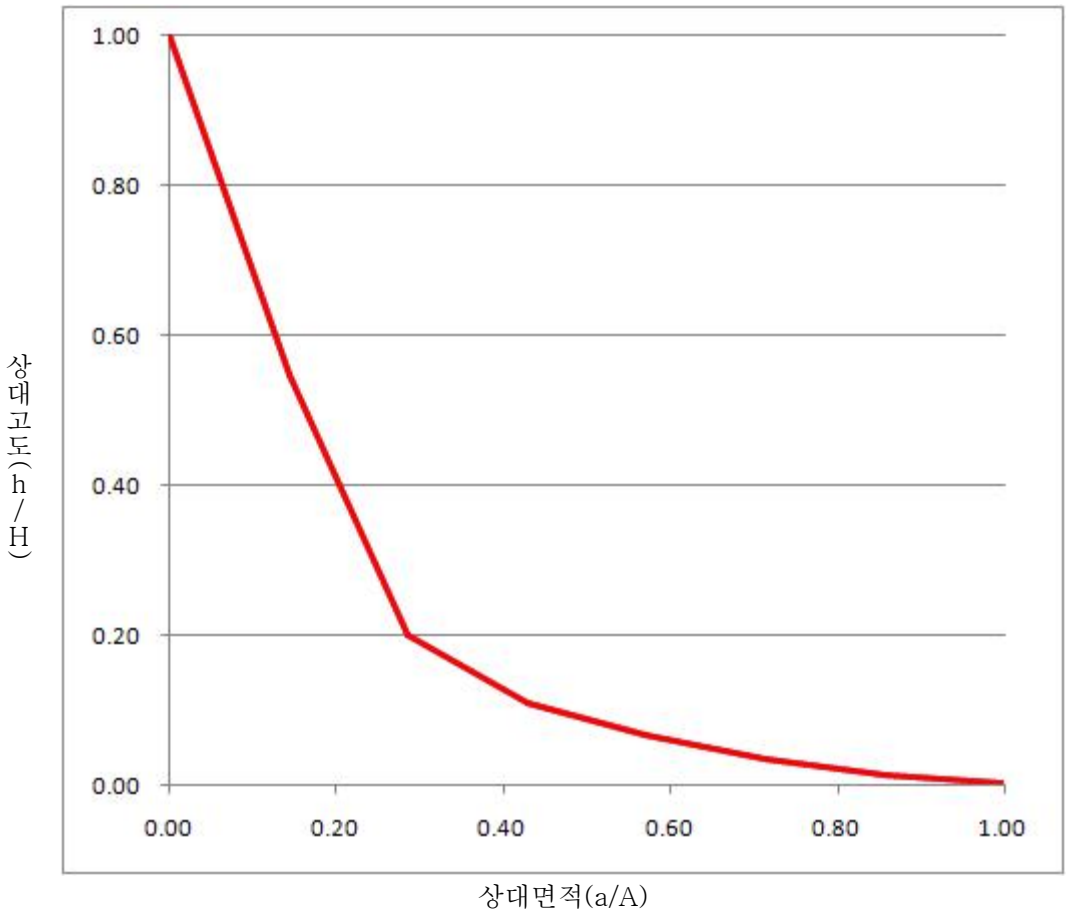
하천 연장				유로 연장 (km)	유역 면적 (㎢)	하천 개수 (km)				하천지정근거 및 일자
계 (km)	하천기본계획									
	수립구간		미수립 구간 (km)							
	고시일	연장(km)				요개수	완전개수	불완전 개수	미개수	
7.00	1996.03.18	7.00		8.14	20.09	11.40	10.05		1.35	충남60호 (1996.03.18)

3. 하천개수 현황

공 사 명 : 삽교천 수계 치수사업 내덕제 개수공사
공사개요 : 충남 홍성군 홍북면 봉신리, 내덕리, 내법리 일원
축제연장 5,915m, 호안공 6,594m, 배수개문 7개소, 낙차보 1개소
공사기간 : 2001. 4. 23. ~ 2003. 12. 26.
시 행 청 : 건설교통부 대전지방 국토관리청
시공회사 : 신일건설산업(주), 계룡건설산업(주)

#첨부15

■ 면적-고도곡선



■ 하상특성량

하천	측점	하폭/저수로폭비	저수로폭/수심	수심/대표입경비	비고
용봉천	No.0	0.308	20.884	6.615	
	No.18	0.760	22.016	1.761	
	No.30	0.237	10.836	2.880	
	No.33	0.489	16.562	1.012	
	No.40	0.472	15.007	1.261	
	No.46	0.354	10.051	1.469	
	No.61	0.534	14.929	0.450	

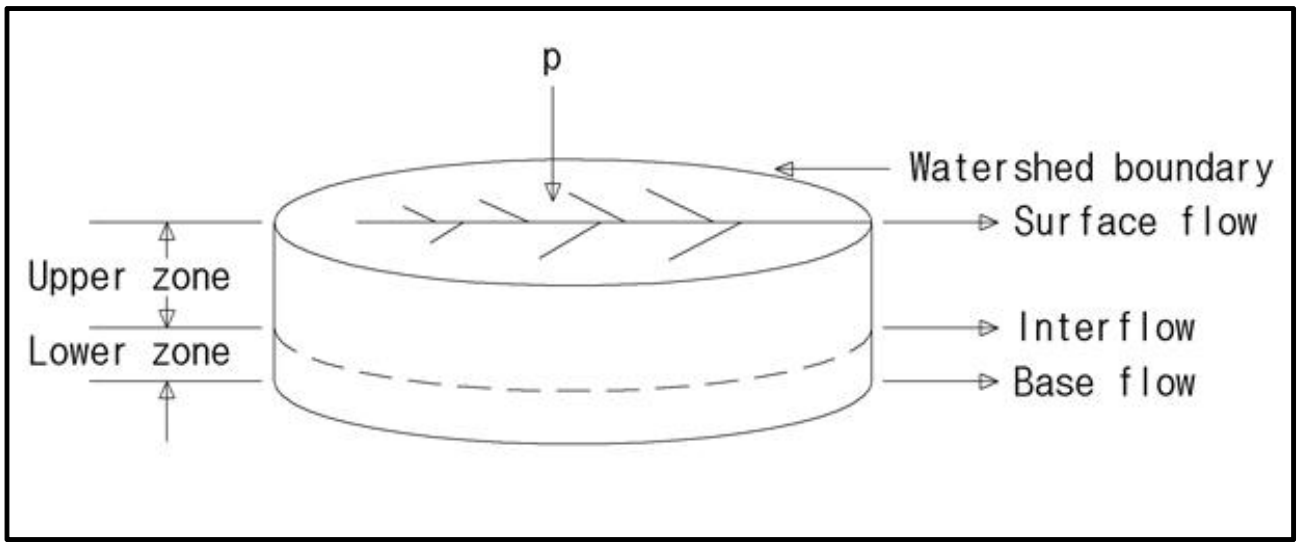
#첨부16

(4) DAWAST 모형

지금까지의 수자원계획을 위한 유출량 추정은 kajiyama의 월유출고 공식을 설계기준으로 사용하고 있었으나, 이 공식의 시대적 낙후성과 구조적 부정확성에 대해 많은 문제점이 제기되어 왔으며, 특히 우리나라 강우 및 지형 특성을 고려하여 무계측지점에서도 적용이 가능한 유출모형의 개발이 절실히 요구되는 실정이다. 따라서 본 과업에서의 유출량 추정은 월단위의 유출량 추정에서 탈피하여 일단위로 유출량 추정이 가능한 모형으로써 1992년 충남대학교에서 개발하여 전국의 수문관측지점 57개소를 대상으로 대상지점의 유출자료가 있는 계측과 유출자료가 없는 무계측 하천에서도 일유출량을 추정할 수 있는 일유출량 산정모형인 Windows용 DAWAST「Daily Watershed Streamflow Model」모형을 사용하였다.

$$Q = Q_S + Q_1 + Q_B$$

여기서, Q :일 유출량 (㎜), Q_S :표면 유출량 (㎜)
Q_1 :중간 유출량 (㎜), Q_B :기저 유출량 (㎜)



<그림 6.1-3> 유역의 개념도

(5) 유출분석 결과

수촌수위관측소의 유출자료와 梶山(Kajiyama) 월별유출고 공식, Tank 모형을 이용하는 방법으로 용봉천 유역의 유출량 산정결과는 다음<표 3.2-9>와 같다.

<표 3.2-9> 월별유출량

하천	월 별	월 별 유 출 량								비 고
		수촌수위관측소 유출량		KAJIYAMA 공식		TANK 모형		DAWAST 모형		
		m^3/s	10^6m^3	m^3/s	10^6m^3	m^3/s	10^6m^3	m^3/s	10^6m^3	
용봉천	1월	0.17	0.45	0.10	0.25	0.08	0.21	0.15	0.39	
	2월	0.18	0.43	0.11	0.26	0.07	0.19	0.16	0.38	
	3월	0.18	0.47	0.14	0.38	0.10	0.27	0.22	0.57	
	4월	0.23	0.59	0.33	0.85	0.21	0.56	0.35	0.89	
	5월	0.46	1.22	0.31	0.83	0.29	0.77	0.52	1.39	
	6월	0.73	1.88	0.39	1.01	0.41	1.09	0.70	1.79	
	7월	1.93	5.16	1.26	3.36	1.30	3.46	2.46	6.58	
	8월	1.93	5.17	1.30	3.47	1.22	3.25	2.04	5.46	
	9월	1.56	4.05	0.71	1.83	0.74	1.97	1.43	3.46	
	10월	0.64	1.70	0.24	0.64	0.16	0.43	0.43	3.70	
	11월	0.17	0.45	0.17	0.44	0.14	0.37	0.21	1.15	
	12월	0.17	0.45	0.10	0.28	0.09	0.24	0.14	0.54	
	연간	0.70	22.03	0.43	13.59	0.40	12.81	0.73	26.30	

상기 표에 따르면 용봉천 유역의 수자원부존량 대비 유출률 및 홍수기 유출률은 수촌수위관측소 유출량을 적용할 경우 약 90.99% 및 25.40%이며, Kajiyama 공식을 적용할 경우 약 56.13% 및 39.94%로 산정되었으며, TANK 모형을 적용할 경우 각각 52.91%, 40.37%로 산정되었으며, DAWAST 모형에 의한 유출량은 37.93%, 손실량은 62.07%로 각각 나타났다.

한편, 「수자원장기종합계획(2006.7, 건교부)」에 의하면 우리나라의 평균유출률 및 홍수기 유출률은 각각 58.0%, 42.0%으로 나타나 Kajiyama 공식에 의한 값이 전국평균과 유사하게 나타났으나, 유역 특성 등을 반영하지 못하기 때문에 금회 과업유역의 유출률 산정은 TANK 모형의 값을 채택하였다.

향후 대상유역의 정확한 유출분석을 위해서는 장기간의 수위관측자료를 확보하고, 유량관측의 횟수 및 정확도를 높여 수위-유량관계곡선식을 개선하여야 할 것으로 판단된다.

#첨부17

<표 5.3-2> 최심하상고 및 평형하상고

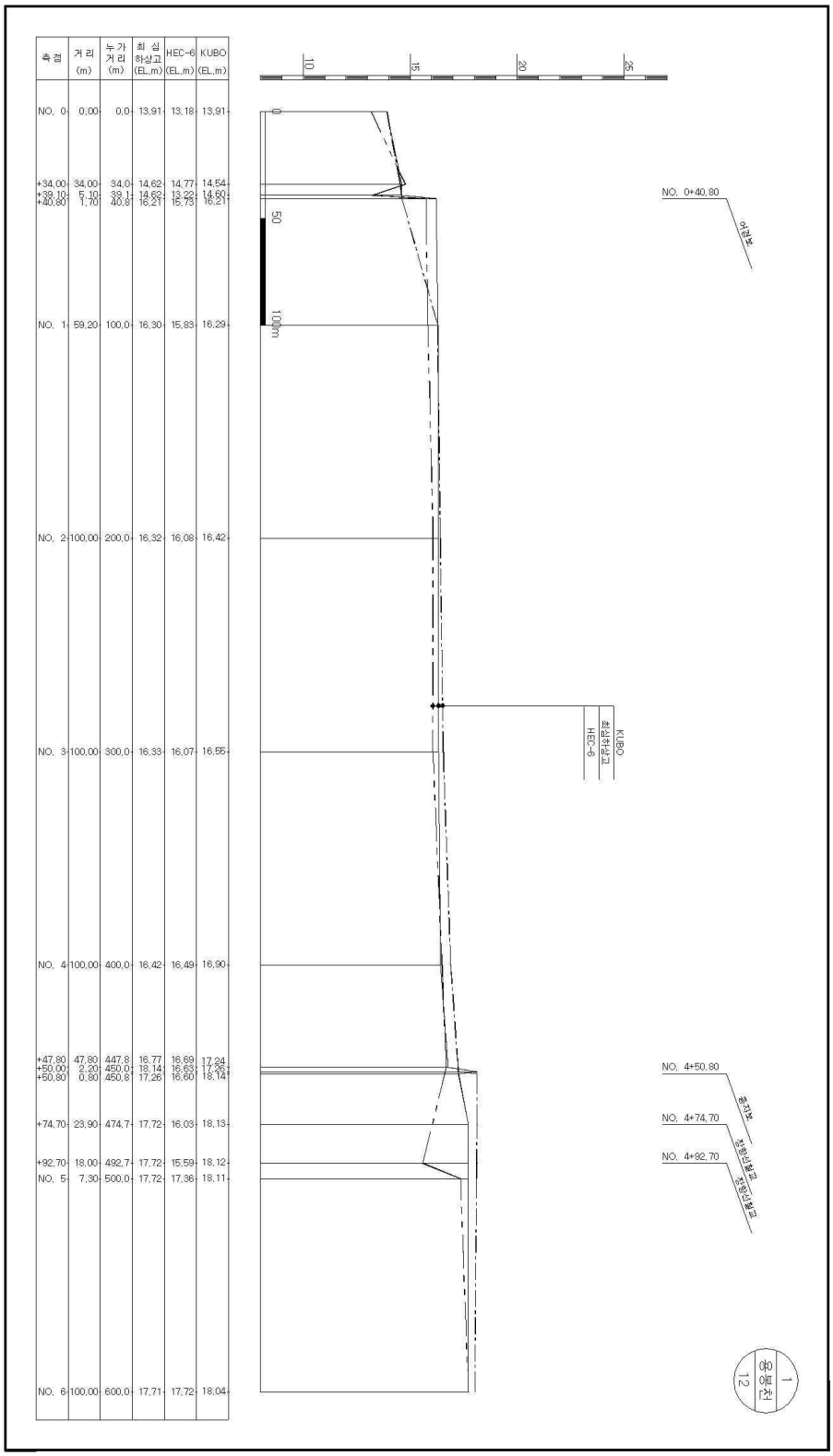
하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		최심하상고 (EL. m)	평형하상계산값		평형하상고 (EL.m)	비 고
		구 간	누 가		HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)		
용 봉 천	NO.0	0.0	0.0	13.91	13.18	13.91	13.18	
	+34.0	34.0	34.0	14.62	14.77	14.54	14.77	
	+39.1	5.1	39.1	14.62	13.22	14.60	13.22	
	+40.8	1.7	40.8	16.21	15.73	16.21	15.73	어경보
	NO.1	59.2	100.0	16.30	15.83	16.29	15.83	
	NO.2	100.0	200.0	16.32	16.08	16.42	16.08	
	NO.3	100.0	300.0	16.33	16.07	16.55	16.07	
	NO.4	100.0	400.0	16.42	16.49	16.90	16.49	
	+47.8	47.8	447.8	16.77	16.69	17.24	16.69	
	+50.8	3.0	450.8	17.26	16.60	17.26	16.60	종자보
	+74.7	23.9	474.7	17.72	16.03	18.14	16.03	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	17.72	15.59	18.14	15.59	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	17.72	17.36	18.13	17.36	
	NO.6	100.0	600.0	17.71	17.72	18.12	17.72	
	NO.7	100.0	700.0	17.78	17.79	18.11	17.79	
	NO.8	100.0	800.0	17.69	18.13	18.04	18.13	
	+82.5	82.5	882.5	17.92	17.87	17.92	17.87	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	18.41	18.13	17.75	18.13	
	NO.10	100.0	1000.0	18.25	18.40	17.57	18.40	
	NO.11	100.0	1100.0	18.18	18.38	17.53	18.38	
	NO.12	100.0	1200.0	18.45	18.74	17.26	18.74	
	NO.13	100.0	1300.0	18.25	18.24	18.33	18.24	
	NO.14	100.0	1400.0	19.30	19.24	18.56	19.24	
	NO.15	100.0	1500.0	19.41	19.38	18.83	19.38	
	NO.16	100.0	1600.0	19.73	19.79	19.11	19.79	
	NO.17	100.0	1700.0	19.79	19.81	19.41	19.81	
	NO.18	100.0	1800.0	21.13	20.67	19.77	20.67	
	NO.19	100.0	1900.0	20.85	20.41	20.17	20.41	
	NO.20	100.0	2000.0	21.64	21.19	20.62	21.19	
	+76.2	76.2	2076.2	22.18	21.60	21.10	21.60	서력교
	NO.21	23.8	2100.0	22.36	21.90	21.64	21.90	
	NO.22	100.0	2200.0	22.61	22.15	21.84	22.15	
	NO.23	100.0	2300.0	22.84	22.40	21.91	22.40	

<표 5.3-2 계속> 최심하상고 및 평형하상고

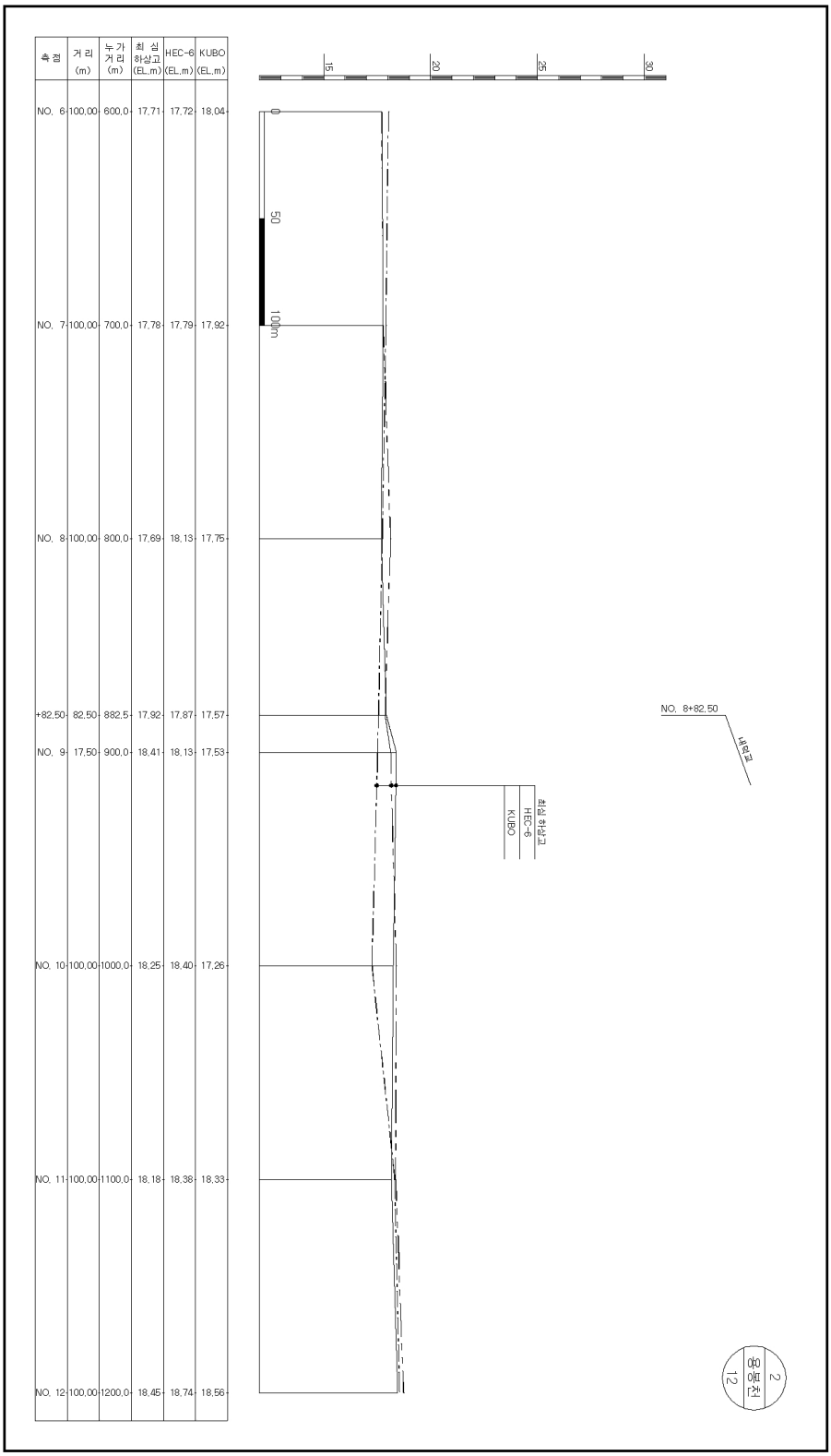
하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		최심하상고 (EL. m)	평형하상계산값		평형하상고 (EL.m)	비 고
		구 간	누 가		HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)		
용봉천	NO.24	100.0	2400.0	23.13	22.85	22.83	22.85	
	NO.25	100.0	2500.0	23.15	22.86	23.15	22.86	
	NO.26	100.0	2600.0	23.67	23.22	23.42	23.22	
	NO.27	100.0	2700.0	23.92	23.87	23.71	23.87	
	NO.28	100.0	2800.0	24.10	24.06	24.01	24.06	
	NO.29	100.0	2900.0	24.77	24.33	24.33	24.33	
	NO.30	100.0	3000.0	24.72	24.40	24.72	24.40	
	NO.31	100.0	3100.0	25.07	24.60	25.06	24.60	
	NO.32	100.0	3200.0	25.89	25.42	25.52	25.42	
	NO.33	100.0	3300.0	27.45	26.98	26.08	26.98	
	+63.4	63.4	3363.4	27.60	26.99	26.46	26.99	봉신교
	NO.34	36.6	3400.0	27.63	26.96	26.77	26.96	
	+24.3	24.3	3424.3	27.86	26.88	27.00	26.88	봉신1교
	NO.35	75.7	3500.0	27.62	27.15	27.62	27.15	
	NO.36	100.0	3600.0	27.76	27.46	27.97	27.46	
	NO.37	100.0	3700.0	28.31	27.86	28.28	27.86	
	NO.38	100.0	3800.0	28.60	27.07	28.56	27.07	
	NO.39	100.0	3900.0	28.55	28.12	28.81	28.12	
	NO.40	100.0	4000.0	29.05	28.60	29.05	28.60	
	NO.41	100.0	4100.0	29.51	29.02	29.41	29.02	
	NO.42	100.0	4200.0	29.89	29.43	29.74	29.43	
	NO.43	100.0	4300.0	30.27	29.79	30.06	29.79	
	NO.44	100.0	4400.0	30.49	30.04	30.38	30.04	
	NO.45	100.0	4500.0	30.71	30.28	30.71	30.28	
	NO.46	100.0	4600.0	31.01	30.86	31.08	30.86	
	NO.47	100.0	4700.0	31.93	31.81	31.47	31.81	
	+34.7	34.7	4734.7	31.93	31.95	31.60	31.95	용봉교
	NO.48	65.3	4800.0	32.32	32.39	31.85	32.39	
	NO.49	100.0	4900.0	32.71	32.73	32.25	32.73	
	NO.50	100.0	5000.0	32.90	33.10	32.65	33.10	
	+76.0	76.0	5076.0	32.96	33.82	32.96	33.82	
	+77.0	1.0	5077.0	33.46	32.99	33.46	32.99	제1낙차공
	N1.51	23.0	5100.0	33.51	33.22	33.53	33.22	
	NO.52	100.0	5200.0	33.75	33.85	33.85	33.85	
	NO.53	100.0	5300.0	33.98	34.32	34.18	34.32	

<표 5.3-2 계속> 최심하상고 및 평형하상고

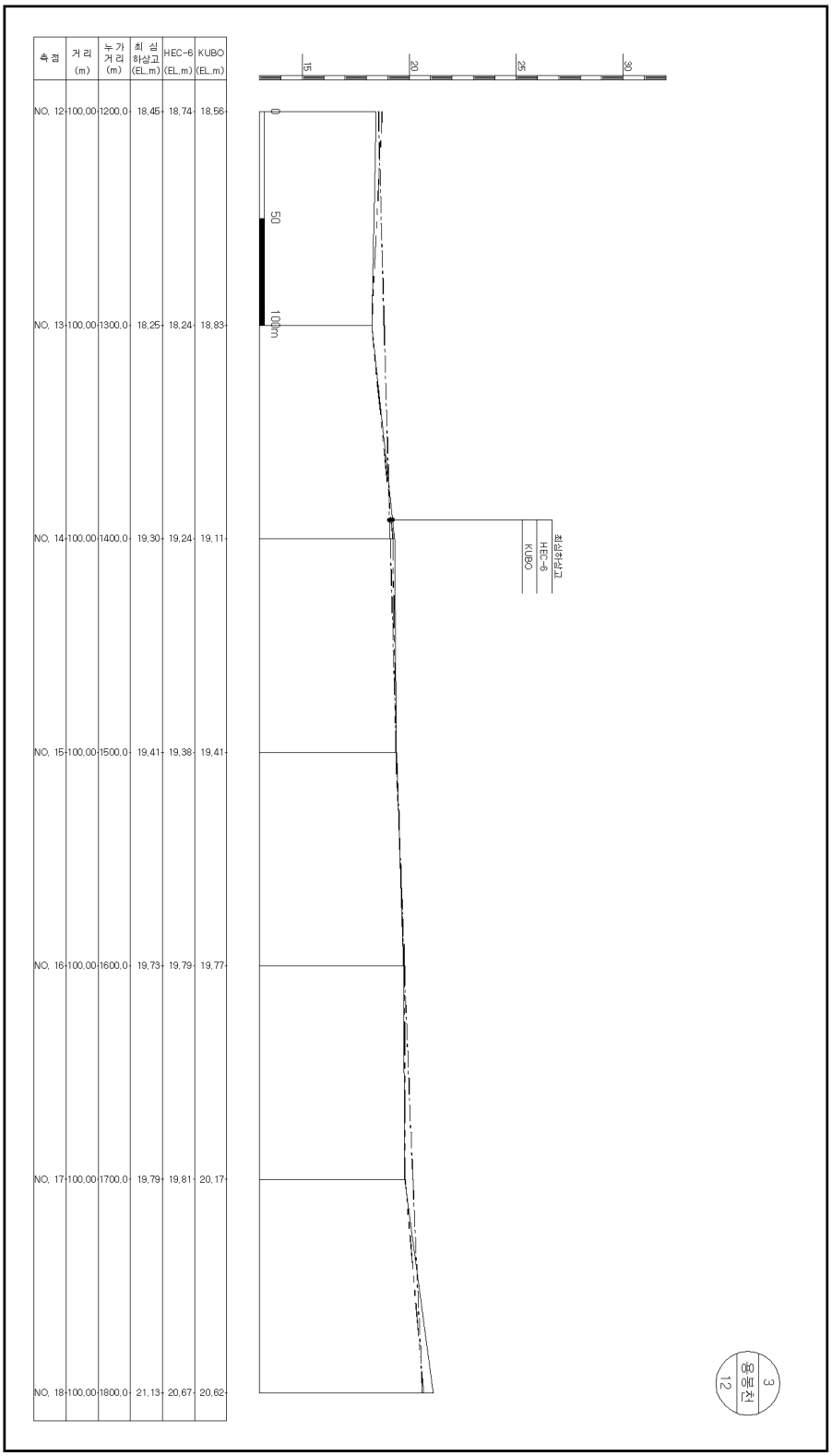
하천	측점 (No.)	거리(m) 구간	거리(m) 누가	최심하상고 (EL. m)	평형하상계산값 HEC-6 (EL.m)	평형하상계산값 KUBO (EL.m)	평형하상고 (EL.m)	비고
	NO.54	100.0	5400.0	34.48	34.57	34.50	34.57	
	+15.7	15.7	5415.7	34.56	34.09	34.56	34.09	
	+16.6	0.9	5416.6	35.06	35.09	35.06	35.09	상하보
	NO.55	83.4	5500.0	35.35	35.20	35.50	35.20	
	NO.56	100.0	5600.0	35.90	35.71	36.03	35.71	
	+64.0	64.0	5664.0	36.38	35.93	36.38	35.93	
	+65.0	1.0	5665.0	36.88	36.40	36.88	36.40	중계보
	NO.57	35.0	5700.0	36.96	36.48	37.17	36.48	
	+18.5	18.5	5718.5	37.00	36.56	37.32	36.56	중계교
	NO.58	81.5	5800.0	37.27	36.96	37.99	36.96	
	NO.59	100.0	5900.0	37.76	37.32	38.76	37.32	
	NO.60	100.0	6000.0	38.51	38.04	39.49	38.04	
	NO.61	100.0	6100.0	39.56	39.09	40.22	39.09	
용	+51.5	51.5	6151.5	40.02	39.55	40.60	39.55	중계1교
	NO.62	48.5	6200.0	40.43	39.98	40.90	39.98	
	+74.8	74.8	6274.8	41.28	40.16	41.28	40.16	
봉	+75.0	0.2	6275.0	41.78	41.30	41.78	41.30	제2낙차공
	NO.63	25.0	6300.0	41.93	41.46	41.93	41.46	
	NO.64	100.0	6400.0	42.53	42.09	42.53	42.09	
천	+23.3	23.3	6423.3	42.67	41.79	42.66	41.79	
	+23.6	0.3	6423.6	43.17	42.90	43.17	42.90	제3낙차공
	+78.0	54.4	6478.0	43.48	43.30	43.56	43.30	동막3교
	NO.65	22.0	6500.0	43.72	43.78	43.71	43.78	
	NO.66	100.0	6600.0	44.48	44.48	44.43	44.48	
	+30.5	30.5	6630.5	44.69	44.73	44.65	44.73	동막1교
	+71.4	40.9	6671.4	44.94	44.21	44.93	44.21	
	+71.8	0.4	6671.8	45.44	45.17	45.44	45.17	제4낙차공
	NO.67	28.2	6700.0	45.68	45.47	45.68	45.47	
	+80.0	80.0	6780.0	46.36	46.49	46.36	46.49	
	NO.68	20.0	6800.0	46.53	46.74	46.63	46.74	
	NO.69	100.0	6900.0	47.47	47.10	47.99	47.10	
	+8.3	8.3	6908.3	47.88	47.42	48.10	47.42	동막2교
	NO.70	91.7	7000.0	49.35	48.90	49.35	48.90	



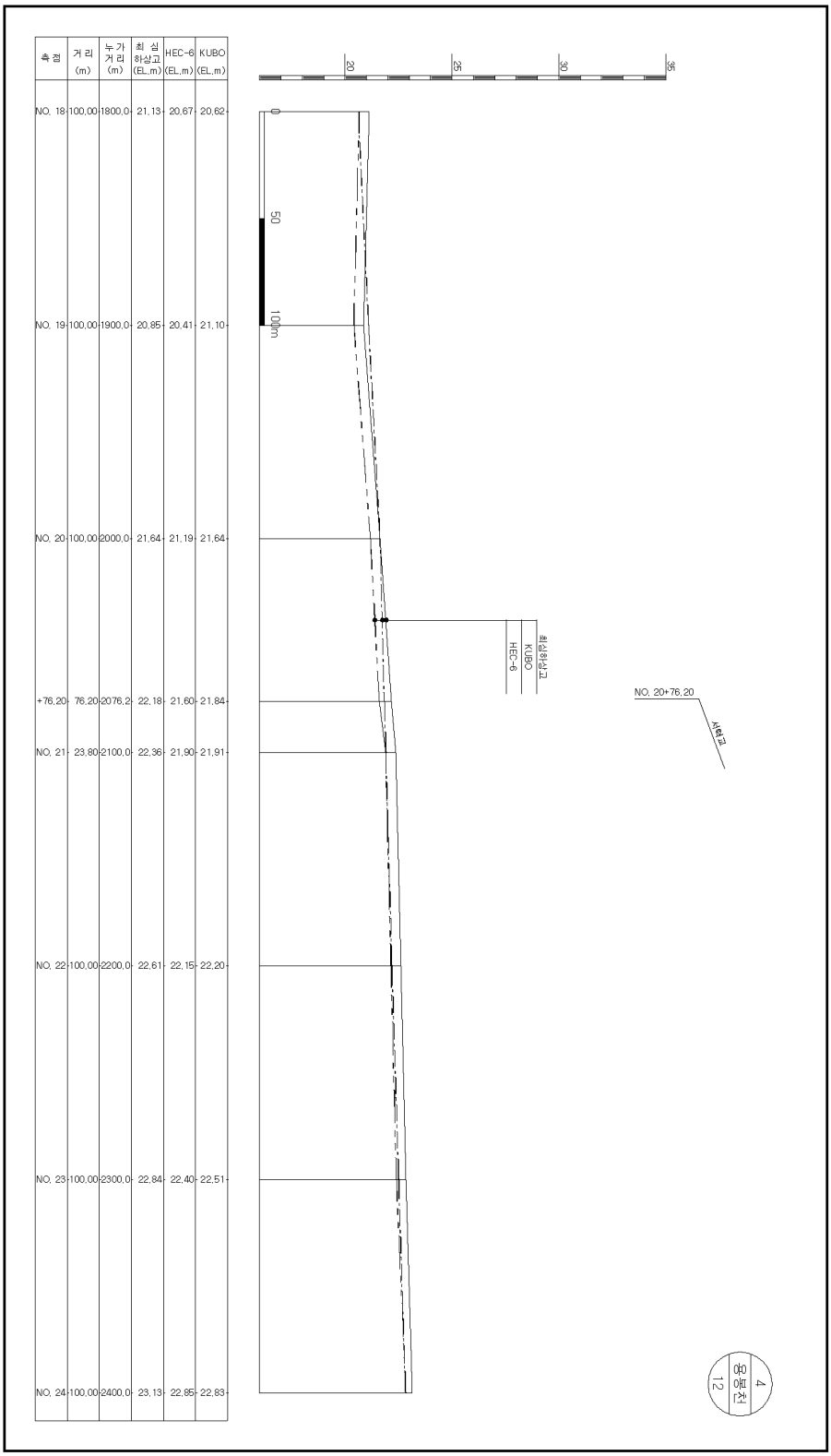
<그림 5.3-1> 최심하상고 비교도



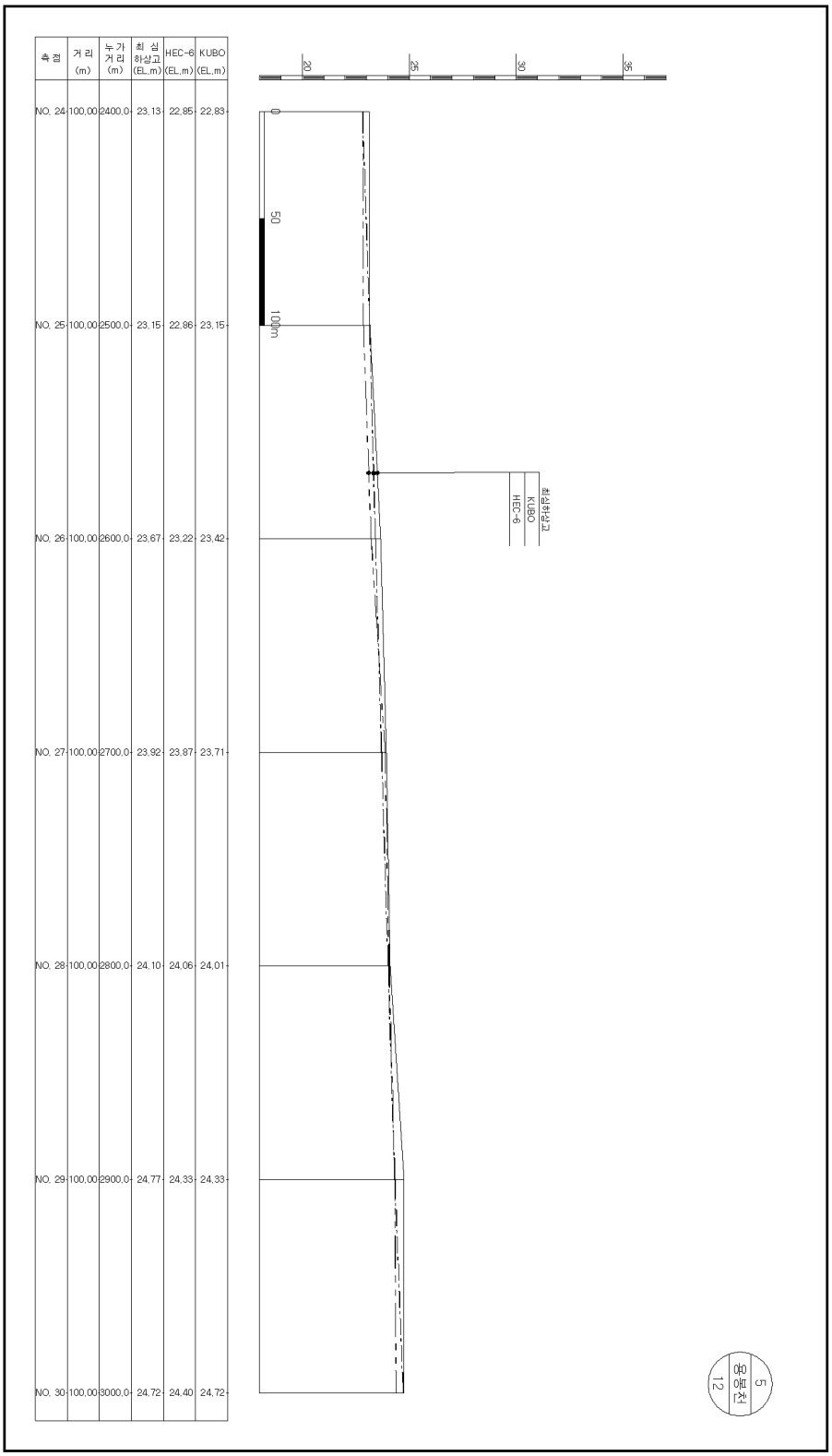
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



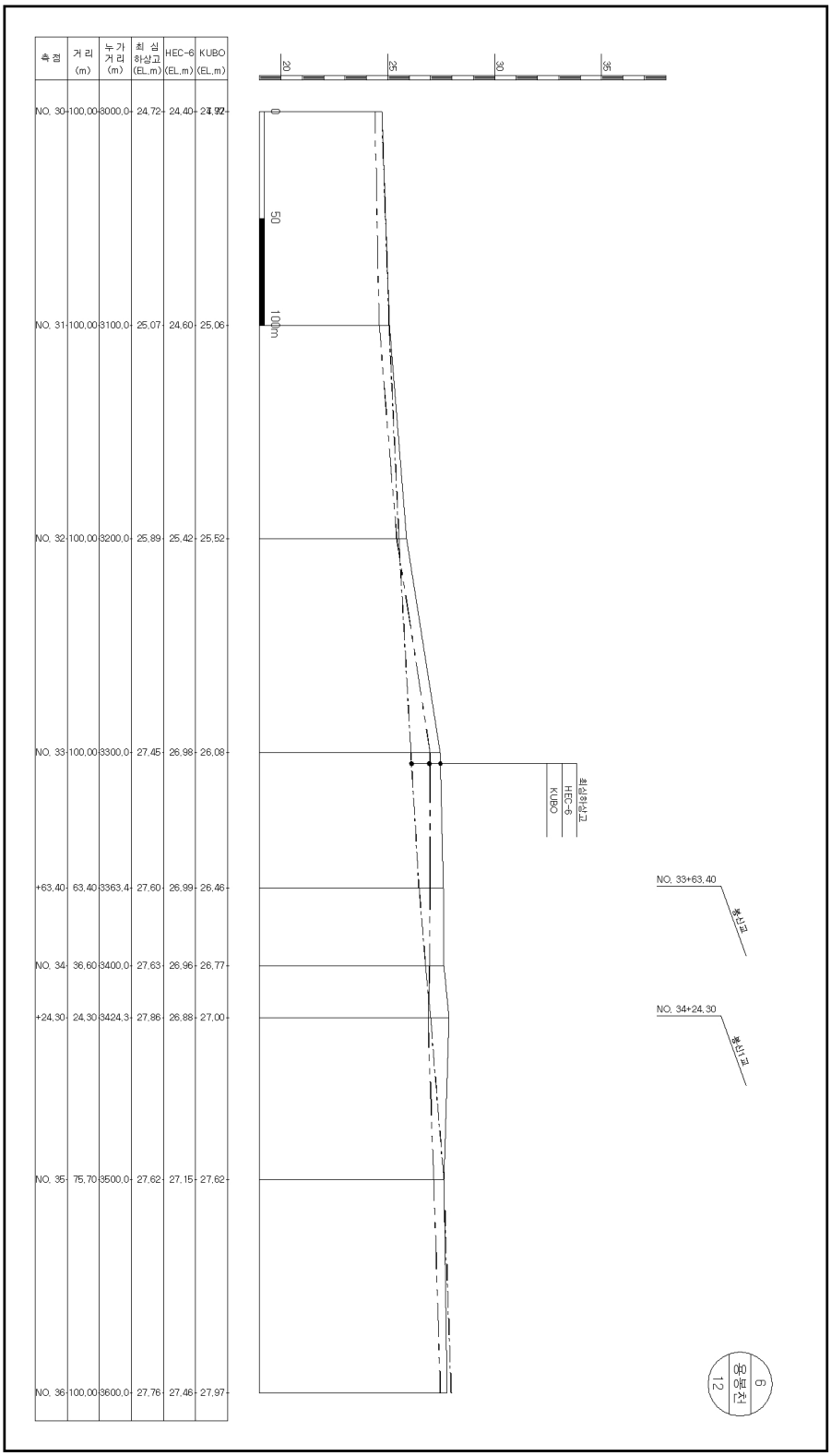
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



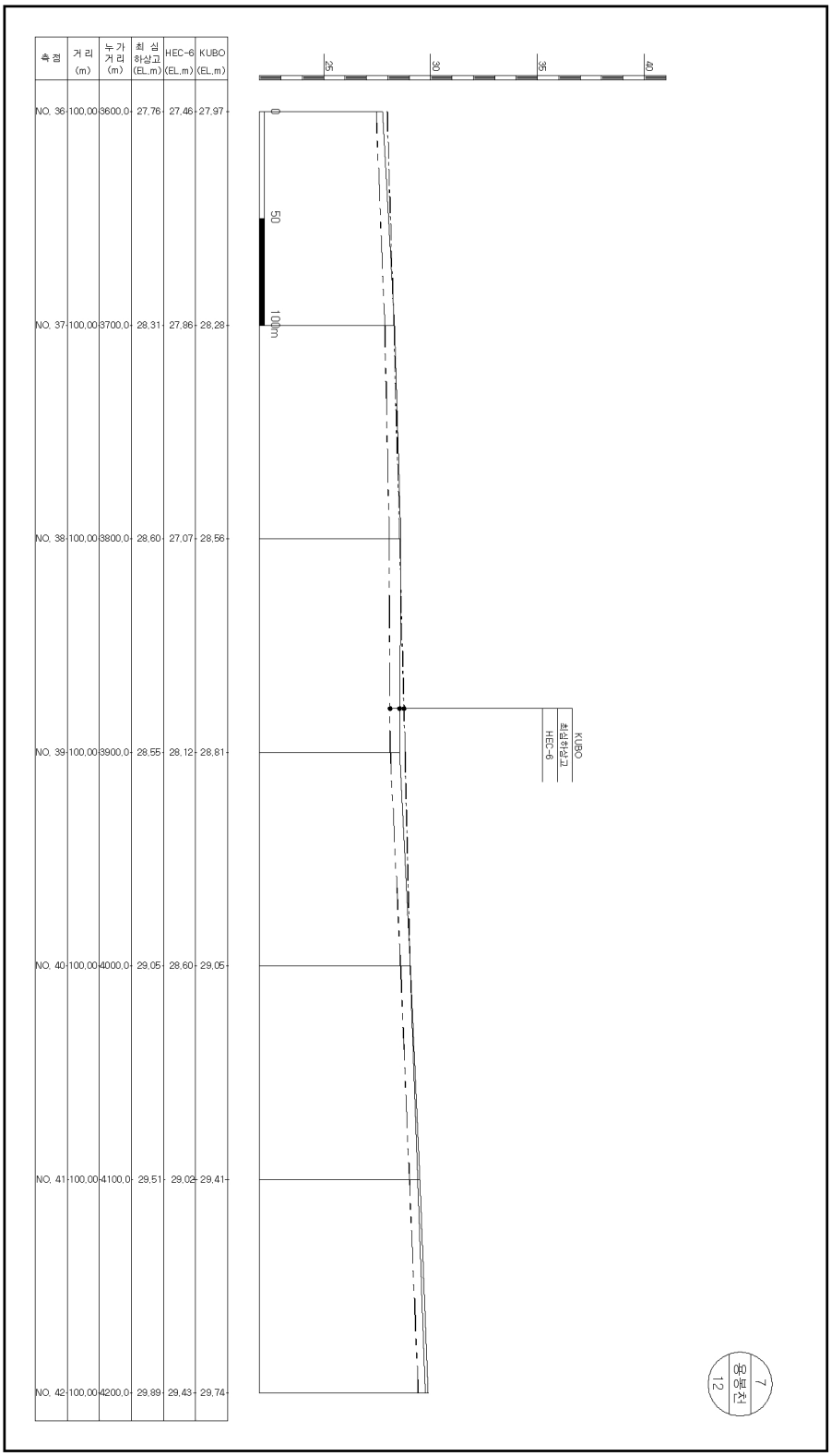
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도

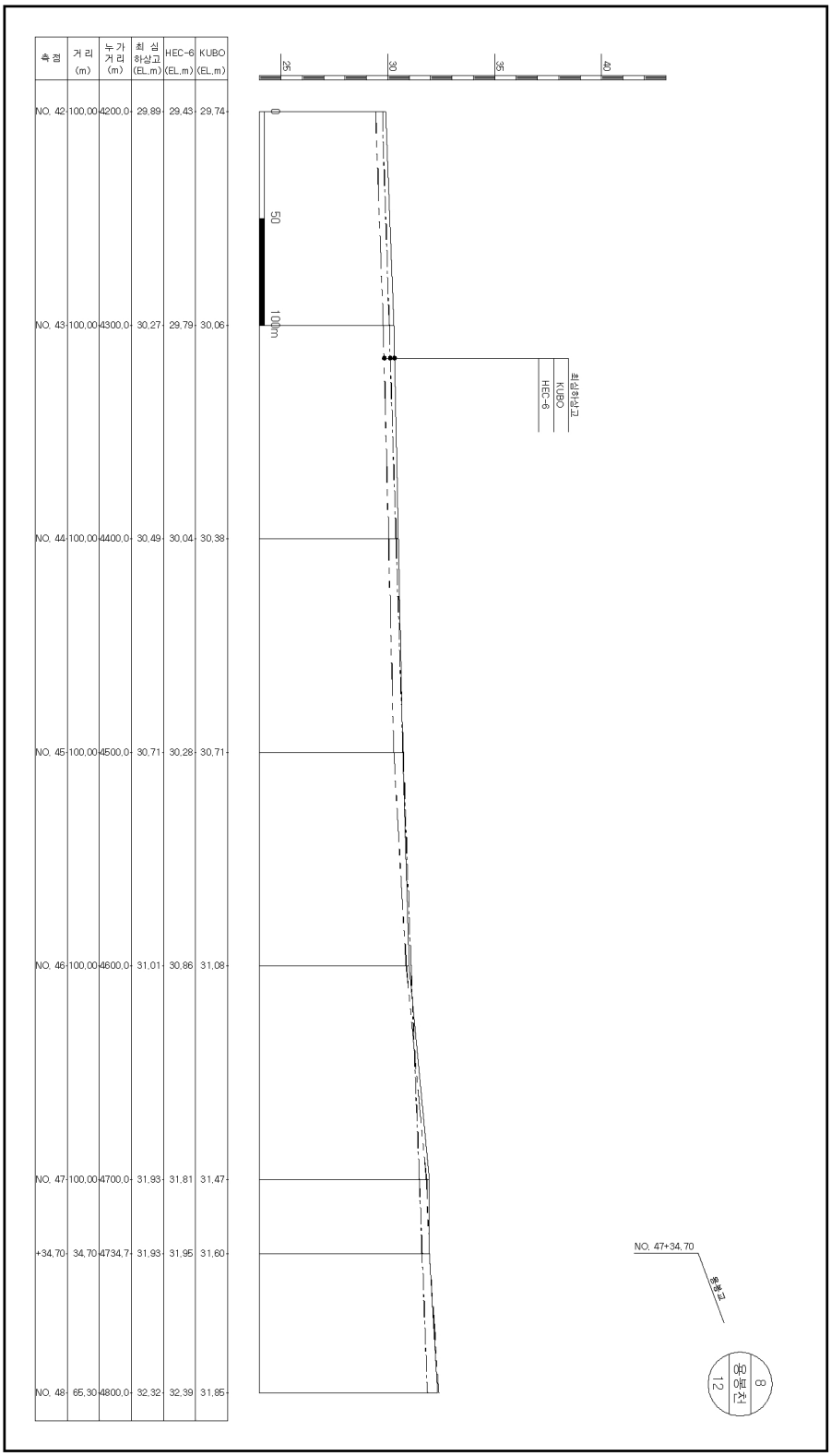


<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도

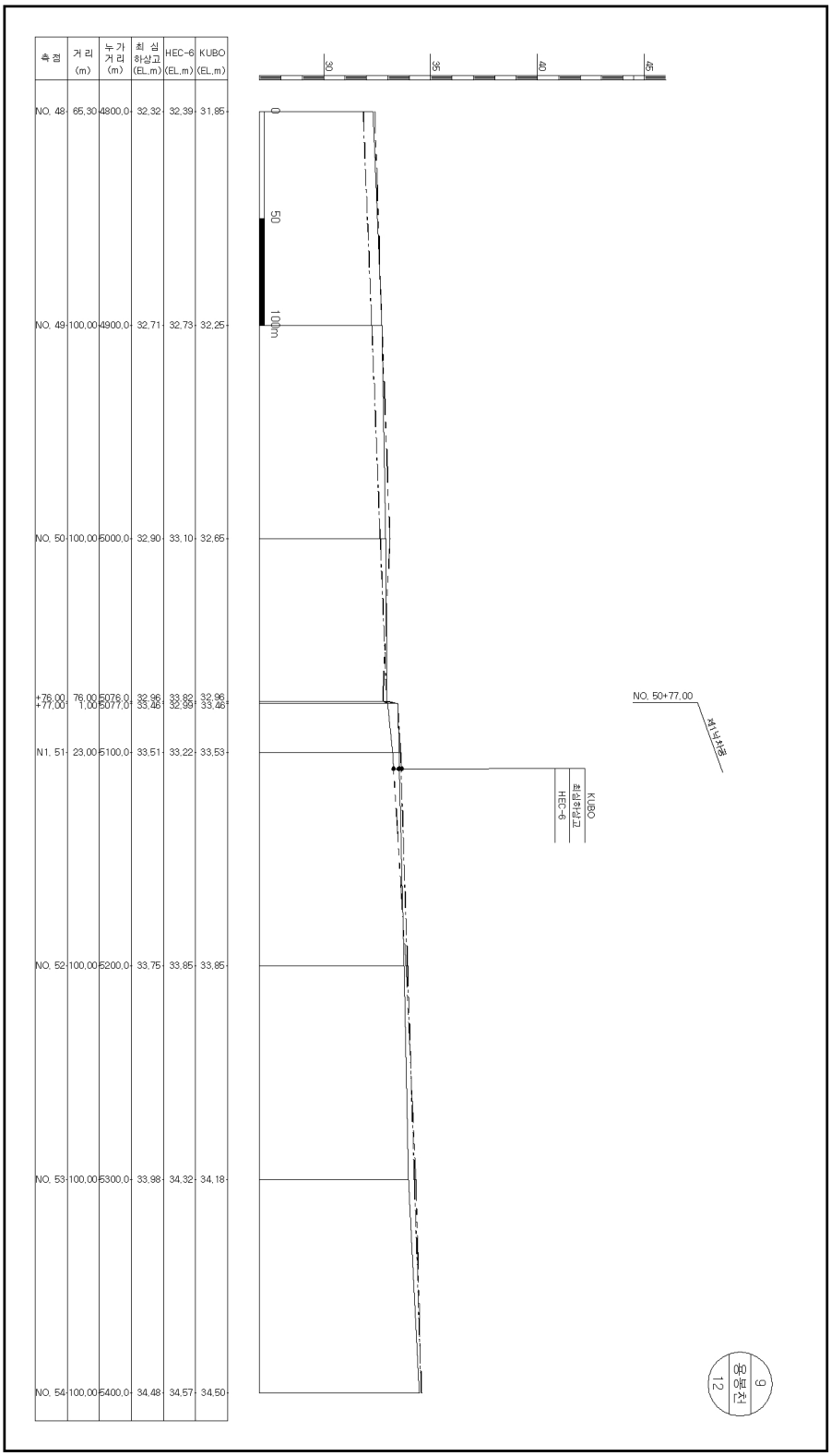


측점	거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고 (EL.,m)	HEC-6 (EL.,m)	KUBO (EL.,m)
NO. 36	100.00	3600.0	27.76	27.46	27.97
NO. 37	100.00	3700.0	28.31	27.86	28.28
NO. 38	100.00	3800.0	28.60	27.07	28.56
NO. 39	100.00	3900.0	28.55	28.12	28.81
NO. 40	100.00	4000.0	29.05	28.60	29.05
NO. 41	100.00	4100.0	29.51	29.02	29.41
NO. 42	100.00	4200.0	29.89	29.43	29.74

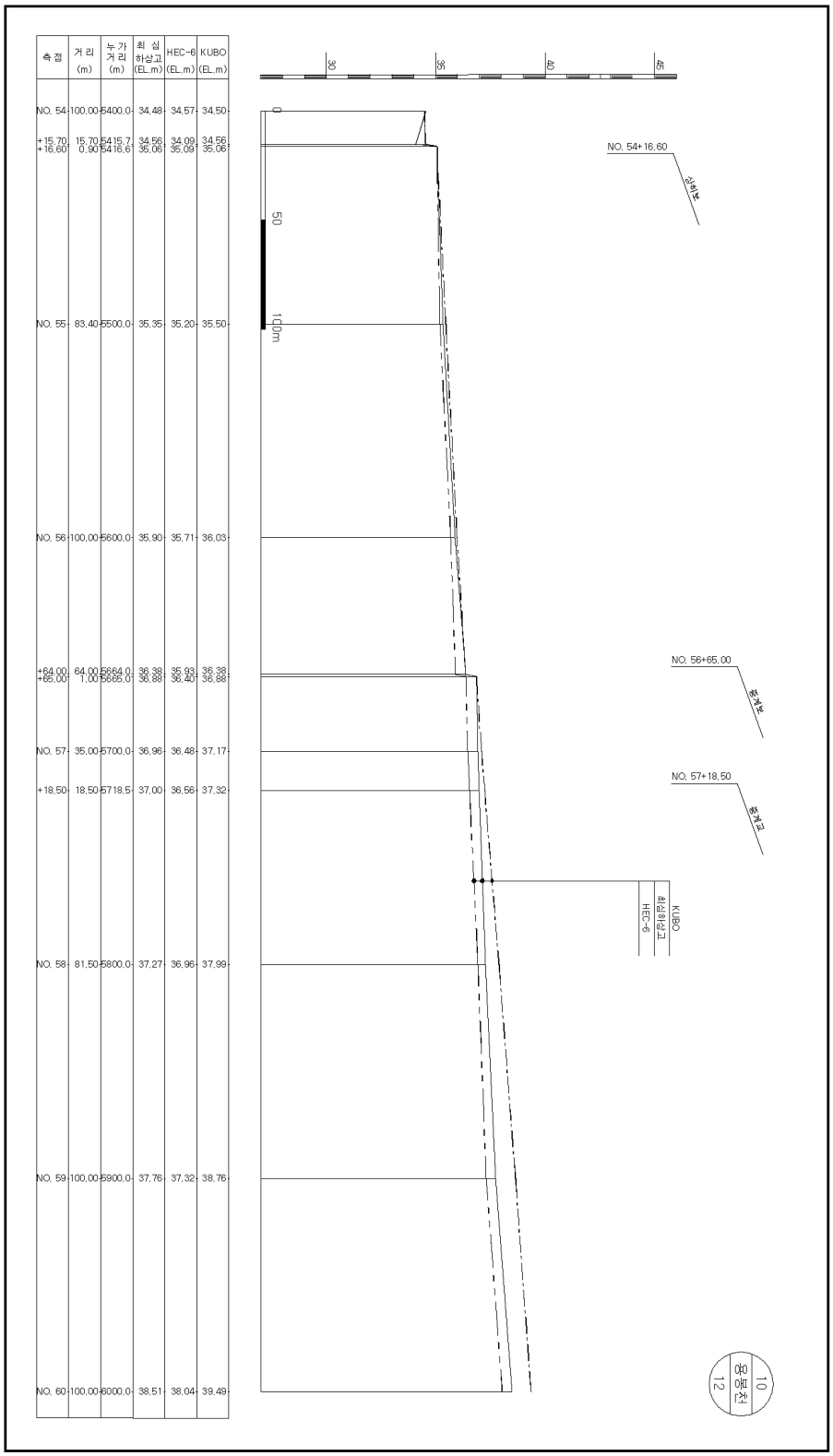
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



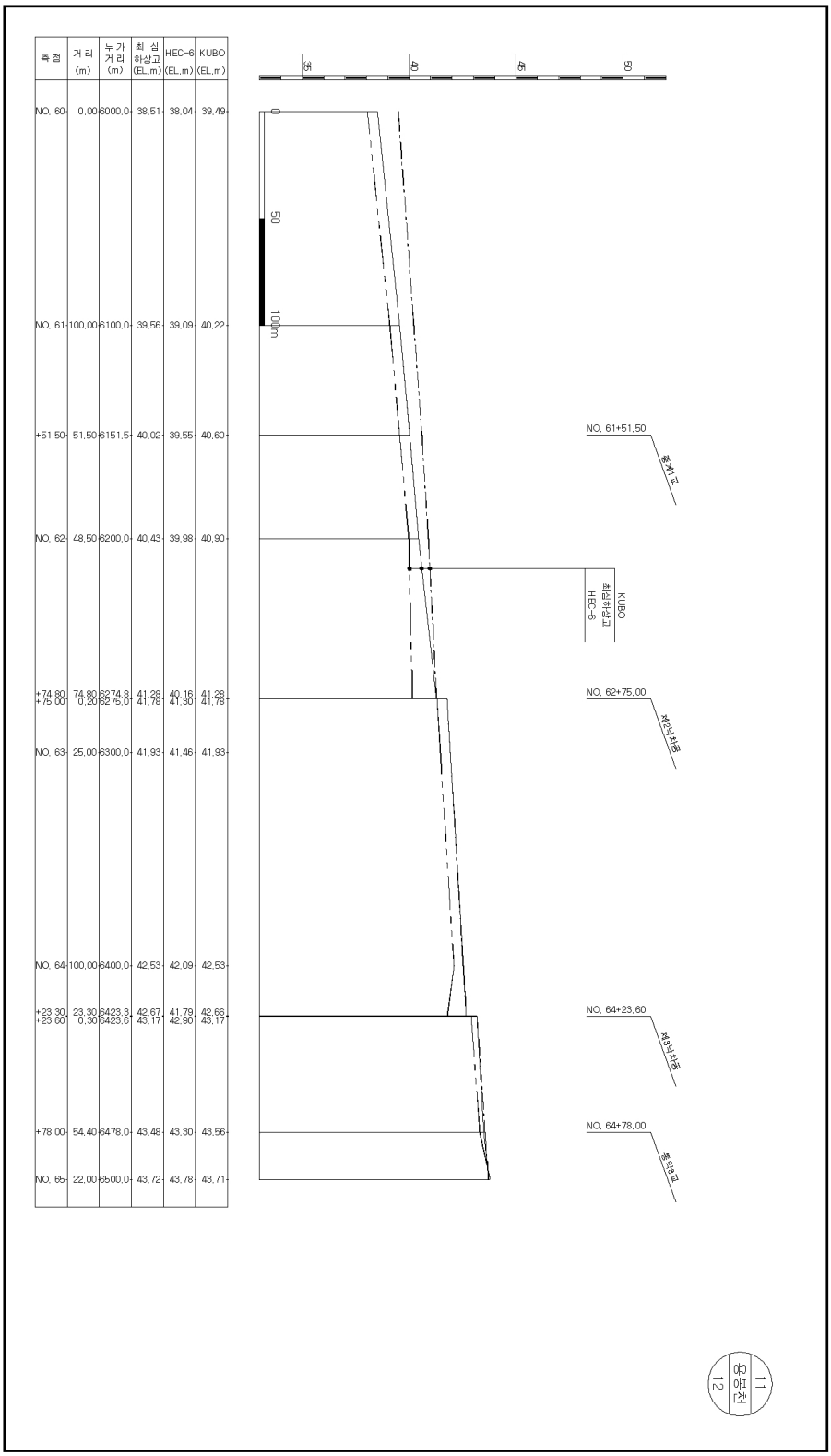
<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도

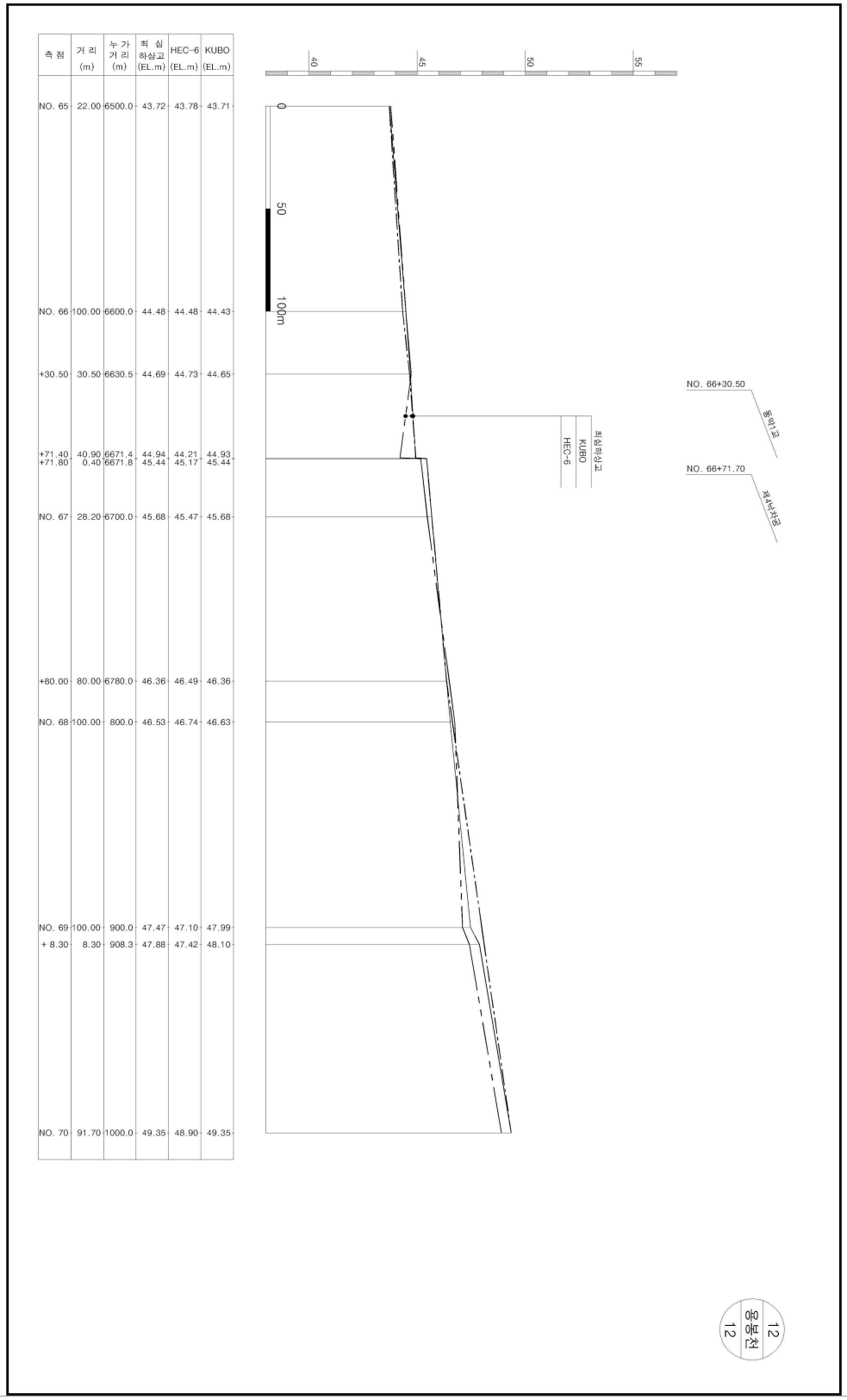


<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



측점	거리 (m)	누가거리 (m)	최심하상고 (EL.m)	HEC-6 (EL.m)	KUBO (EL.m)
NO. 60	0.00	6000.0	38.51	38.04	39.49
NO. 61	100.00	6100.0	39.56	39.09	40.22
+51.50	51.50	6151.5	40.02	39.55	40.60
NO. 62	48.50	6200.0	40.43	39.98	40.90
+74.80	74.80	6274.8	41.28	40.16	41.28
+75.00	0.20	6275.0	41.78	41.30	41.78
NO. 63	25.00	6300.0	41.93	41.46	41.93
NO. 64	100.00	6400.0	42.53	42.09	42.53
+23.30	23.30	6423.3	42.67	41.79	42.66
+23.60	0.30	6423.6	43.17	42.90	43.17
+78.00	54.40	6478.0	43.48	43.30	43.56
NO. 65	22.00	6500.0	43.72	43.78	43.71

<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도



<그림 5.3-1 계속> 최심하상고 비교도

#첨부18

■ 제정폭(둑마루폭)

제방의 제정폭은 제체의 안정과 차후 그 제방의 이용, 중요도 등에 의하여 정해지며 또한 제정폭은 제방면에 미치는 영향이 크므로 충분한 검토를 행하여야 한다.『하천설계기준·해설 (2009, 설계편, p.335)』에 의하면 제정폭의 설계기준은 <표 8.3-3>에 나타난 바와 같으며 이를 기준으로 계획하였다.

<표 8.3-3> 제정(둑마루) 폭

계 획 홍 수 량 (㎥/s)	제 정 폭 (m)
200 미만	4.0 이상
200 이상 ~ 5,000 미만	5.0 이상
5,000 이상 ~ 10,000 미만	6.0 이상
10,000 이상	7.0 이상

주) 하천설계기준·해설, 2009, p.335

상기 <표 8.3-3>에 의한 제정폭은 표준으로 취한 값으로 차후 사업시행시 제방 이용 목적, 개수지구의 특성에 따라 적절한 고려가 있어야 한다.

<표 8.3-22> 계획 제정폭

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		제정폭 (m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.0	-	-	380	20.37	126	-	21.78	21.87	-	-	
	+34	34.0	34.0	380	20.40	57	-	21.56	21.88	35.0	6.8	
	+39.1	5.1	39.1	380	20.41	56	-	21.56	21.81	13.4	4.6	
	+40.8	1.7	40.8	380	20.41	56	-	21.56	21.53	8.2	5.0	어경보
	NO.1	59.2	100.0	380	20.47	43	55	21.28	21.38	6.0	5.0	
	NO.2	100.0	200.0	380	20.57	43	55	21.43	21.46	6.0	5.0	
	NO.3	100.0	300.0	380	20.68	44	55	21.78	21.64	6.0	5.0	
	NO.4	100.0	400.0	380	20.78	44	55	21.77	22.02	6.0	5.0	
	+47.8	47.8	447.8	380	21.08	46	55	22.30	22.41	-	-	
	+50	2.2	450.0	380	21.09	46	55	22.43	22.41	-	-	
	+50.8	0.8	450.8	380	21.10	46	55	22.35	22.43	6.0	5.0	종자보
	+74.7	23.9	474.7	380	21.15	46	55	22.60	22.29	6.0	5.0	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	380	21.19	46	55	22.60	22.29	6.0	5.0	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	380	21.21	45	55	22.60	22.29	6.0	5.0	
	NO.6	100.0	600.0	380	21.38	45	55	22.64	22.72	6.0	5.0	
	NO.7	100.0	700.0	380	21.55	46	55	22.95	22.97	6.0	5.0	
	NO.8	100.0	800.0	380	21.73	45	55	23.04	23.17	6.0	5.0	
	+82.5	82.5	882.5	380	21.87	45	55	22.98	22.97	-	-	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	380	21.90	50	55	23.25	23.12	6.0	5.0	
	NO.10	100.0	1,000.0	380	22.07	53	55	23.54	23.02	6.0	5.0	
	NO.11	100.0	1,100.0	380	22.29	60	-	23.79	23.31	6.0	5.0	
	NO.12	100.0	1,200.0	380	22.43	62	-	24.10	23.78	6.0	5.0	
	NO.13	100.0	1,300.0	380	22.57	58	-	24.12	24.01	6.0	5.0	
	NO.14	100.0	1,400.0	380	22.72	50	-	24.19	24.33	6.0	5.0	
	NO.15	100.0	1,500.0	380	22.86	51	-	24.70	24.52	6.0	5.0	
	NO.16	100.0	1,600.0	380	23.08	51	-	24.82	24.80	6.0	5.0	
	NO.17	100.0	1,700.0	380	23.31	52	-	25.03	25.11	6.0	5.0	
	NO.18	100.0	1,800.0	340	23.62	52	-	25.33	25.18	6.0	5.0	
	NO.19	100.0	1,900.0	340	24.14	50	-	25.69	25.53	6.0	5.0	
	NO.20	100.0	2,000.0	340	24.27	52	-	26.21	25.87	6.0	5.0	
	+76.2	76.2	2,076.2	340	25.46	51	-	29.48	27.77	-	-	서력교

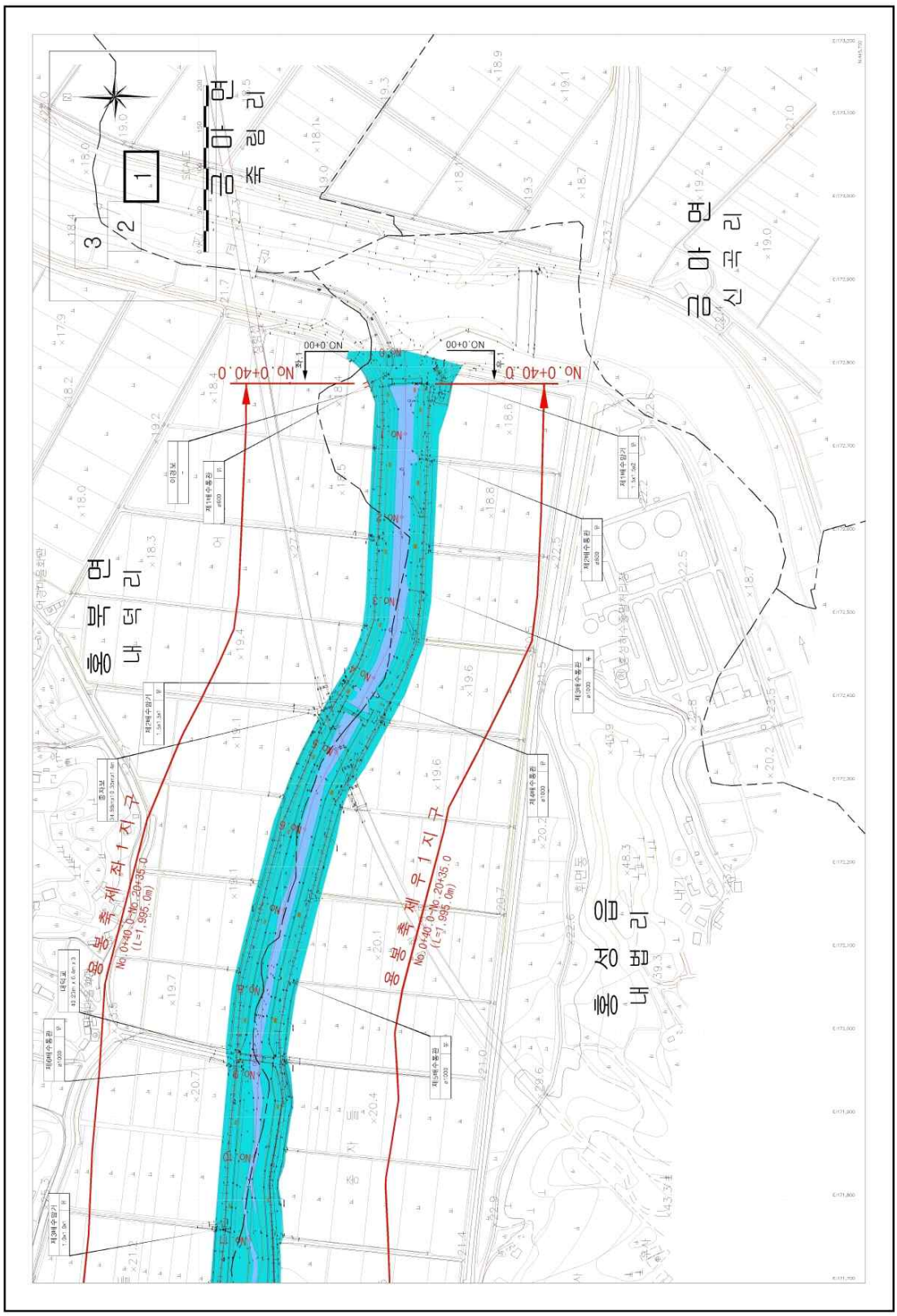
<표 8.3-22> 계획 제정폭(계속)

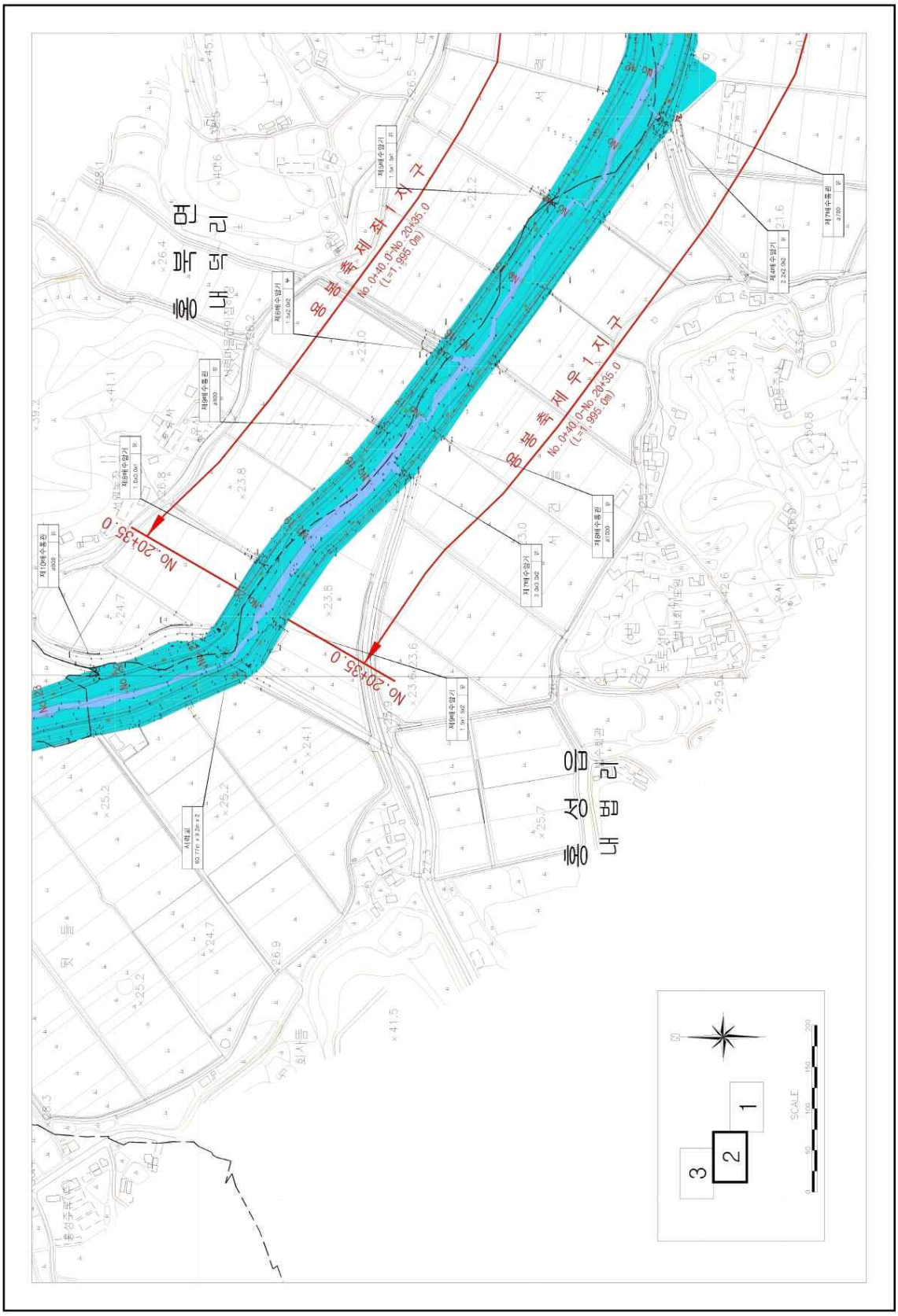
하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		제정폭 (m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.21	23.8	2,100.0	340	25.54	53	-	29.15	27.38	4.0	13.2	
	NO.22	100.0	2,200.0	340	26.14	62	-	27.59	27.24	4.0	13.6	
	NO.23	100.0	2,300.0	340	26.24	51	-	27.65	27.47	3.0	4.6	
	NO.24	100.0	2,400.0	340	26.55	47	-	28.06	27.73	3.0	3.0	
	NO.25	100.0	2,500.0	340	26.97	46	-	28.14	28.02	4.0	3.0	
	NO.26	100.0	2,600.0	340	27.26	45	-	28.69	28.37	6.0	3.0	
	NO.27	100.0	2,700.0	340	27.63	45	-	28.86	28.72	6.0	3.0	
	NO.28	100.0	2,800.0	340	27.94	45	-	29.14	28.85	6.0	3.0	
	NO.29	100.0	2,900.0	340	28.21	44	-	29.39	29.15	6.0	3.2	지동천
	NO.30	100.0	3,000.0	270	28.82	44	-	29.80	29.40	6.0	3.0	
	NO.31	100.0	3,100.0	270	28.94	44	-	30.03	29.69	6.0	3.2	
	NO.32	100.0	3,200.0	270	29.22	47	-	30.94	30.50	6.0	4.0	
	NO.33	100.0	3,300.0	270	30.00	43	-	32.00	31.20	6.0	3.6	솔미천
	+63.4	63.4	3,363.4	220	30.87	42	-	31.80	31.75	-	-	봉신교
	NO.34	36.6	3,400.0	220	31.06	62	-	32.01	30.31	6.0	-	
	+24.3	24.3	3,424.3	220	31.09	58	-	34.22	34.35	-	-	봉신1교
	NO.35	75.7	3,500.0	220	31.17	48	-	32.43	31.43	6.0	9.8	
	NO.36	100.0	3,600.0	220	31.29	44	45	32.32	31.85	6.0	9.0	
	NO.37	100.0	3,700.0	220	31.40	44	45	32.74	32.23	6.0	6.4	
	NO.38	100.0	3,800.0	220	31.57	41	45	32.89	32.64	6.0	6.0	
	NO.39	100.0	3,900.0	220	31.74	44	45	33.14	32.89	6.0	7.4	하산천
	NO.40	100.0	4,000.0	200	31.91	43	45	33.48	33.19	6.0	8.4	
	NO.41	100.0	4,100.0	200	32.16	38	-	33.73	33.15	6.0	9.2	
	NO.42	100.0	4,200.0	200	32.40	36	-	34.12	33.87	6.0	7.4	
	NO.43	100.0	4,300.0	200	32.81	33	35	34.40	34.33	6.0	8.2	
	NO.44	100.0	4,400.0	200	33.22	31	35	34.93	34.72	6.0	8.4	
	NO.45	100.0	4,500.0	200	33.63	31	35	35.14	35.34	6.0	8.8	
	NO.46	100.0	4,600.0	200	34.04	31	35	35.48	34.85	6.0	9.4	
	NO.47	100.0	4,700.0	175	34.50	34	35	36.20	35.54	4.0	6.0	
	+34.7	34.7	4,734.7	175	34.66	34	35	35.34	35.71	-	-	용봉교
	NO.48	65.3	4,800.0	175	34.96	27	35	35.72	35.76	4.0	6.0	
	NO.49	100.0	4,900.0	175	35.32	24	35	36.08	36.34	4.0	6.0	
	NO.50	100.0	5,000.0	175	35.68	25	35	37.46	36.57	4.0	6.0	
	+76	76.0	5,076.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	-	-	
	+77	1.0	5,077.0	175	35.94	25	35	37.33	36.70	6.0	5.0	제1낙차공
	N1.51	23.0	5,100.0	175	36.02	26	35	37.27	36.81	4.0	6.0	
	NO.52	100.0	5,200.0	175	36.37	28	35	37.52	36.90	4.0	6.0	
	NO.53	100.0	5,300.0	175	36.71	26	35	38.29	37.92	4.0	6.0	
	NO.54	100.0	5,400.0	175	37.16	26	35	38.41	38.11	4.0	6.0	
	+15.7	15.7	5,416.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	-	-	
	+16.6	0.9	5,417.0	175	37.23	25	35	38.80	37.84	4.0	6.0	상하보
	NO.55	83.4	5,500.0	175	37.61	21	35	40.10	39.42	4.0	6.0	

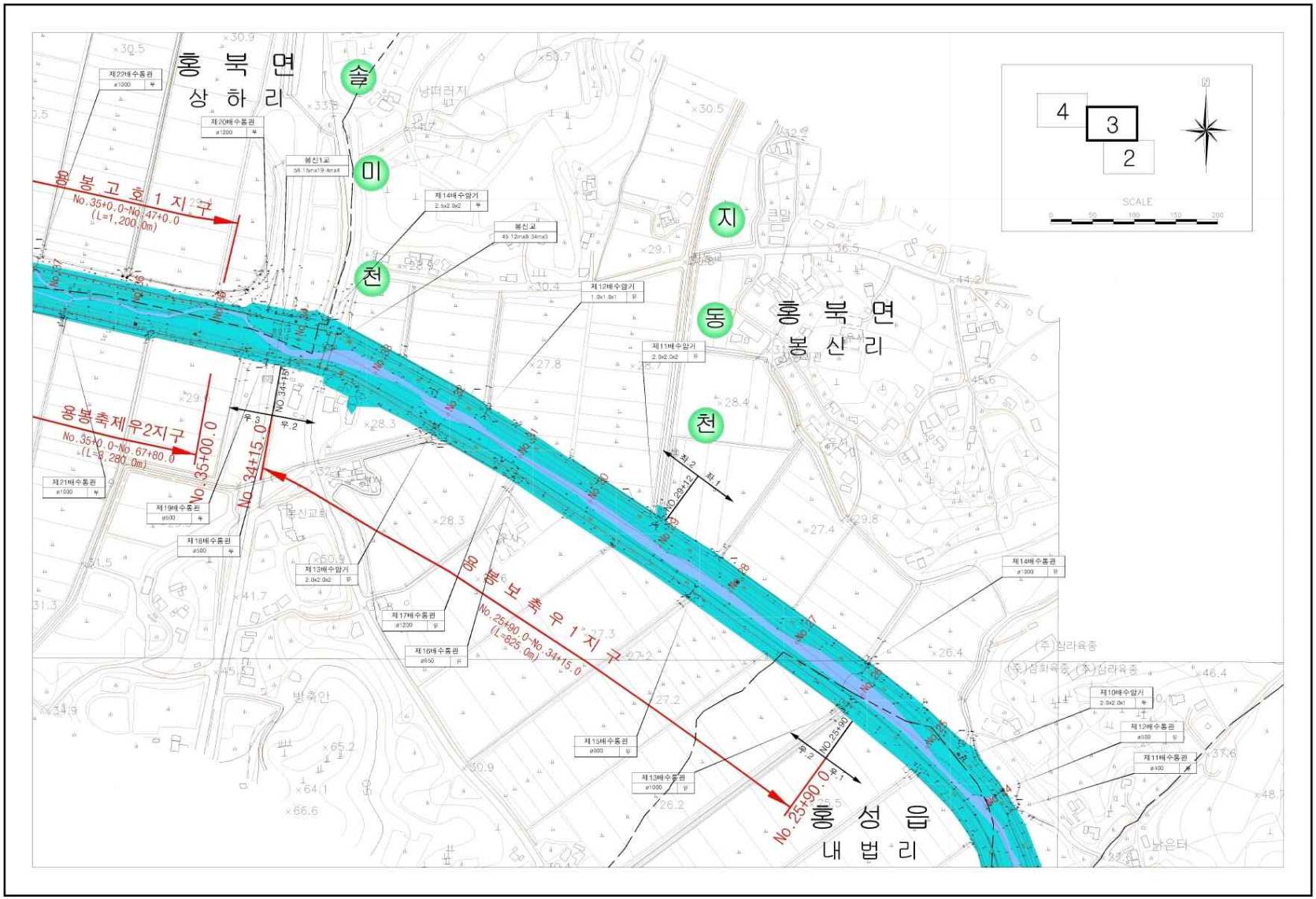
<표 8.3-22> 계획 제정폭(계속)

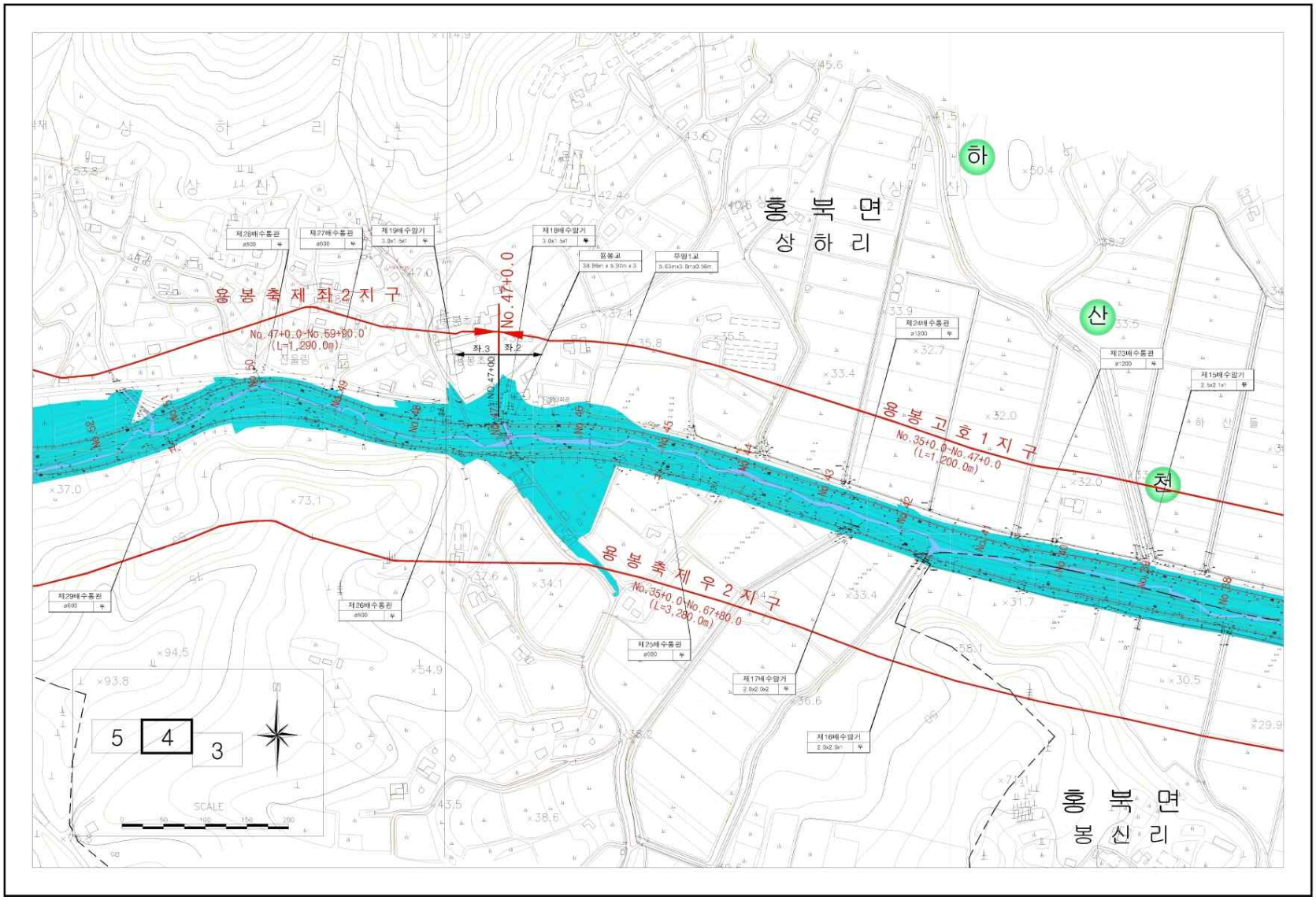
하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		제정폭 (m)		비고
						기존	계획	좌안	우안	좌안	우안	
용봉천	NO.56	100.0	5,600.0	175	38.08	23	35	40.13	39.68	4.0	6.0	
	+64	64.0	5,664.0	175	38.39	22	35	40.68	39.65	-	-	
	+65	1.0	5,665.0	175	38.62	22	35	40.68	39.65	6.0	5.0	중계보
	NO.57	35.0	5,700.0	175	39.22	22	35	41.39	39.64	4.0	6.0	
	+18.5	18.5	5,718.0	175	39.50	29	35	42.14	42.16	-	-	중계교
	NO.58	81.5	5,800.0	175	39.81	28	35	41.29	42.32	10.0	6.0	
	NO.59	100.0	5,900.0	175	40.18	27	30	42.13	42.40	5.0	6.0	
	NO.60	100.0	6,000.0	175	40.78	25	30	42.78	42.57	4.2	5.4	동막천
	NO.61	100.0	6,100.0	45	41.11	17	30	42.71	42.70	5.6	6.0	
	+51.5	51.5	6,151.5	45	41.28	7	21	43.16	43.15	-	-	중계1교
	NO.62	48.5	6,200.0	45	41.55	19	21	43.75	43.60	6.0	4.0	
	+74.8	74.8	6,274.8	45	42.27	16	21	44.40	44.16	-	-	
	+75	0.2	6,275.0	45	42.72	16	21	44.40	44.16	7.0	4.0	제2낙차공
	NO.63	25.0	6,300.0	45	43.10	17	21	44.56	44.36	6.0	4.0	
	NO.64	100.0	6,400.0	45	43.76	19	21	45.35	45.17	5.2	4.0	
	+23.3	23.3	6,423.3	45	43.93	18	21	44.53	45.51	-	-	
	+23.6	0.3	6,423.6	45	44.11	18	21	44.71	45.52	6.0	4.0	제3낙차공
	+78	54.4	6,478.0	45	44.78	11	21	46.13	46.13	-	-	동막3교
	NO.65	22.0	6,500.0	45	44.97	18	21	46.66	46.58	8.0	4.0	
	NO.66	100.0	6,600.0	45	45.58	19	21	46.83	46.83	5.0	4.0	
	+30.5	30.5	6,630.5	45	46.20	7	21	47.79	47.79	-	-	동막1교
	+71.4	40.9	6,671.4	45	46.47	17	21	48.20	48.54	-	-	
	+71.7	0.3	6,671.7	45	46.70	17	21	48.20	48.54	6.6	4.0	제4낙차공
	NO.67	28.3	6,700.0	45	47.18	18	21	48.48	48.77	6.2	4.0	
	+80	80.0	6,780.0	45	47.67	19	21	49.07	49.28	-	-	
	NO.68	100.0	6,800.0	45	47.81	19	21	49.33	49.68	-	-	
	NO.69	100.0	6,900.0	45	48.78	16	21	50.31	50.73	-	-	
	+8.3	8.3	6908.3	45	49.16	7	21	50.83	50.83	6.5	4.0	동막2교
	NO.70	91.7	7,000.0	45	51.14	15	21	51.57	51.81	-	-	

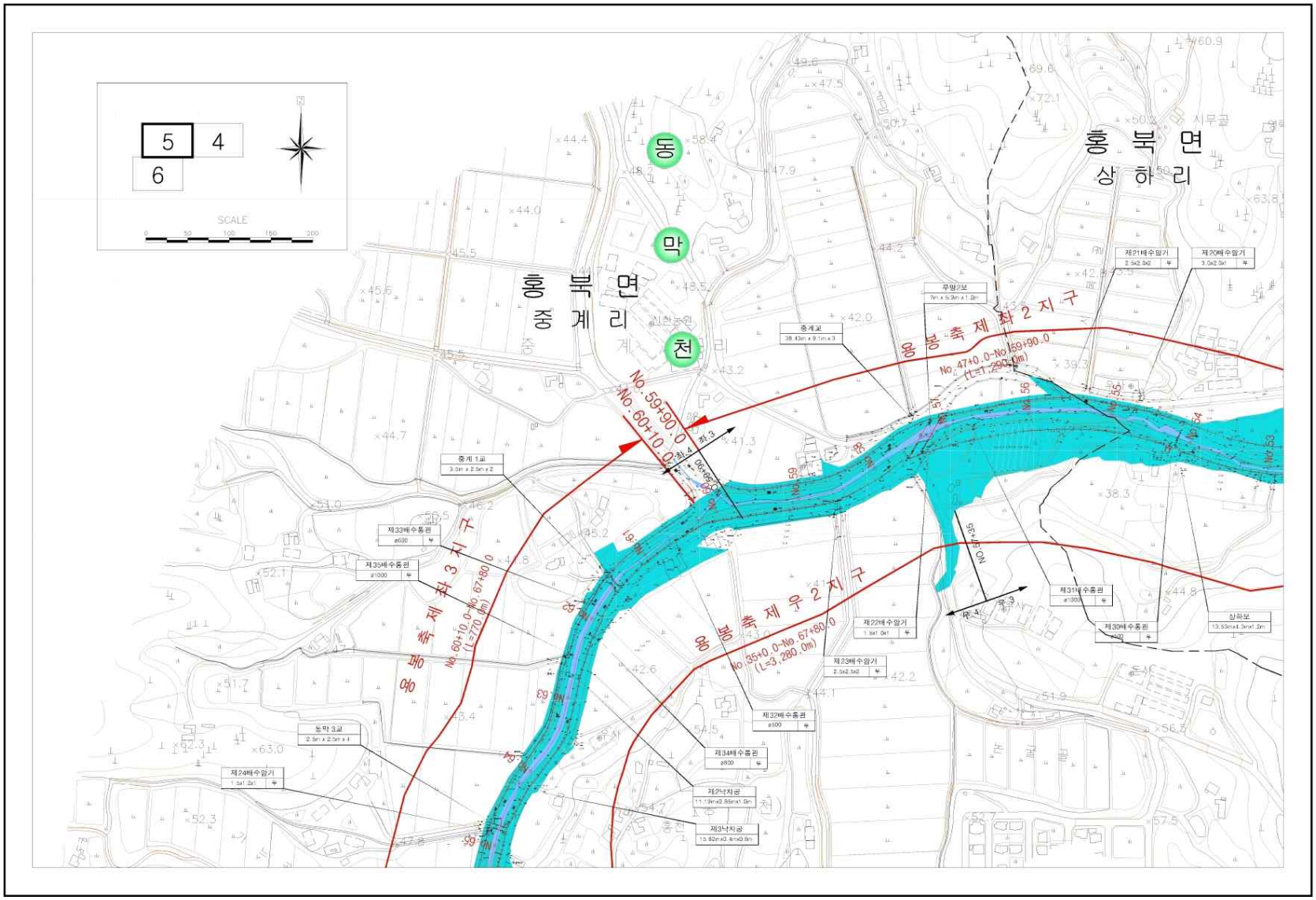
#첨부19

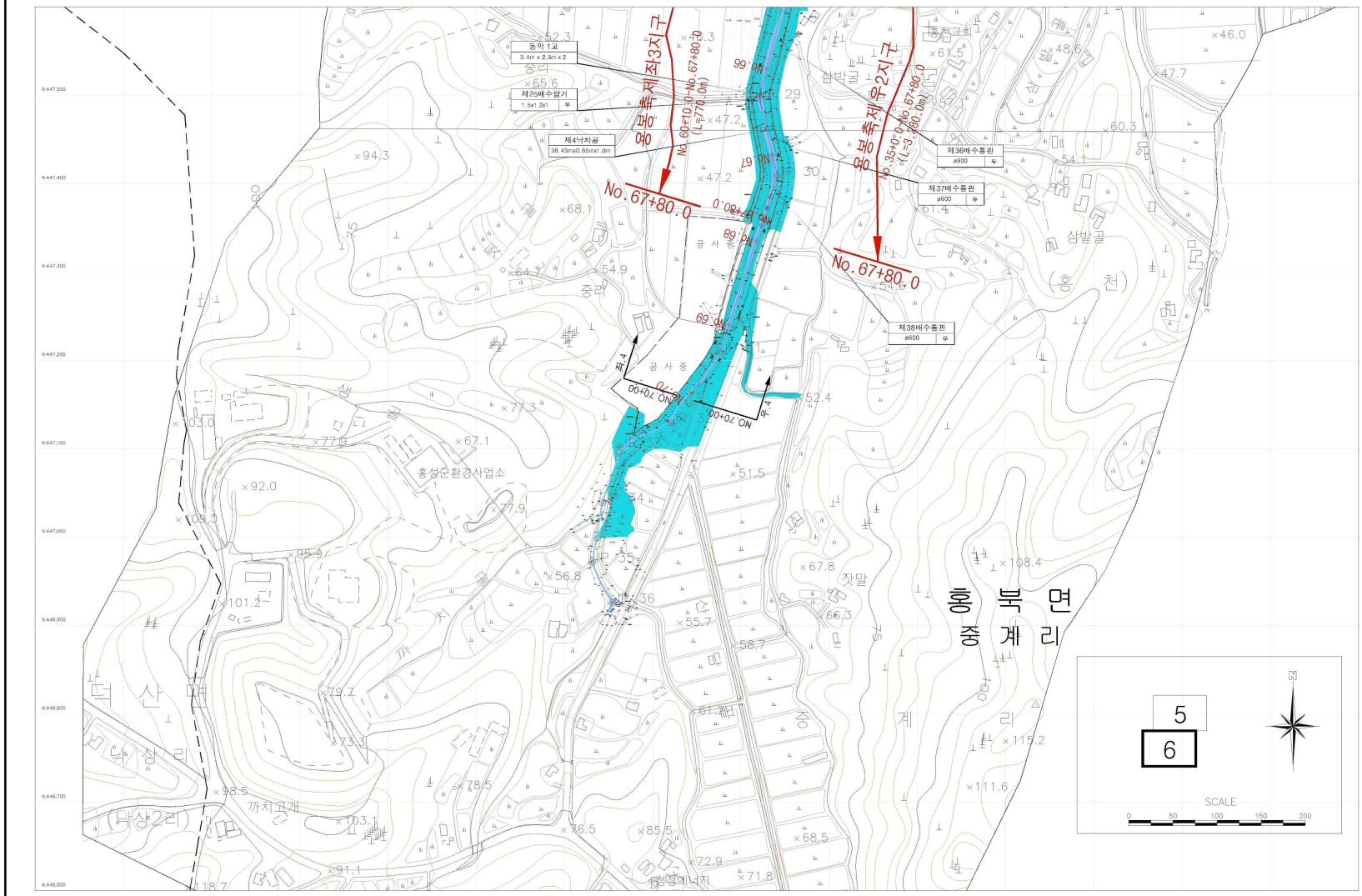

금마면 신곡리
금마면 고도리
No. 0+00
No. 0+40.0
No. 0+40.0
No. 0+00
No. 0+40 0-No. 20+35.0 (L=1,995.0m)
No. 0+40 0-No. 20+35.0 (L=1,995.0m)
1
2
3


하천기본계획 변경
좌안 제1지구
No. 0+40.0~No. 20+35.0
(L=1,995.0m)
우안 제1지구
No. 0+40.0~No. 20+35.0
(L=1,995.0m)
No. 20+35.0
No. 20+35.0
하천기본계획 변경
SCALE


홍 북 면
상 하 리
솔
미
지
천
동
홍 북 면
봉 신 리
천
용봉고호1지구
No.35+0.0~No.47+0.0
(L=1,200.0m)
용봉축제우2지구
No.35+0.0~No.67+80.0
(L=3,280.0m)
No.35+00.0
No.34+15.0
No.34+15
우.3
우.2
No.29+12
좌.2
좌.1
용봉축우1지구
No.25+90.0~No.34+15.0
(L=825.0m)
No.25+90.0
No.25+80
우.2
우.1
홍 성 읍
내 법 리
봉신교
봉신1교
제22배수통관
제20배수통관
제14배수암거
제12배수암거
제11배수암거
제21배수통관
제19배수통관
제18배수통관
제13배수암거
제17배수통관
제16배수통관
제15배수통관
제13배수통관
제14배수통관
제10배수암거
제12배수통관
제11배수통관
4
3
2
SCALE

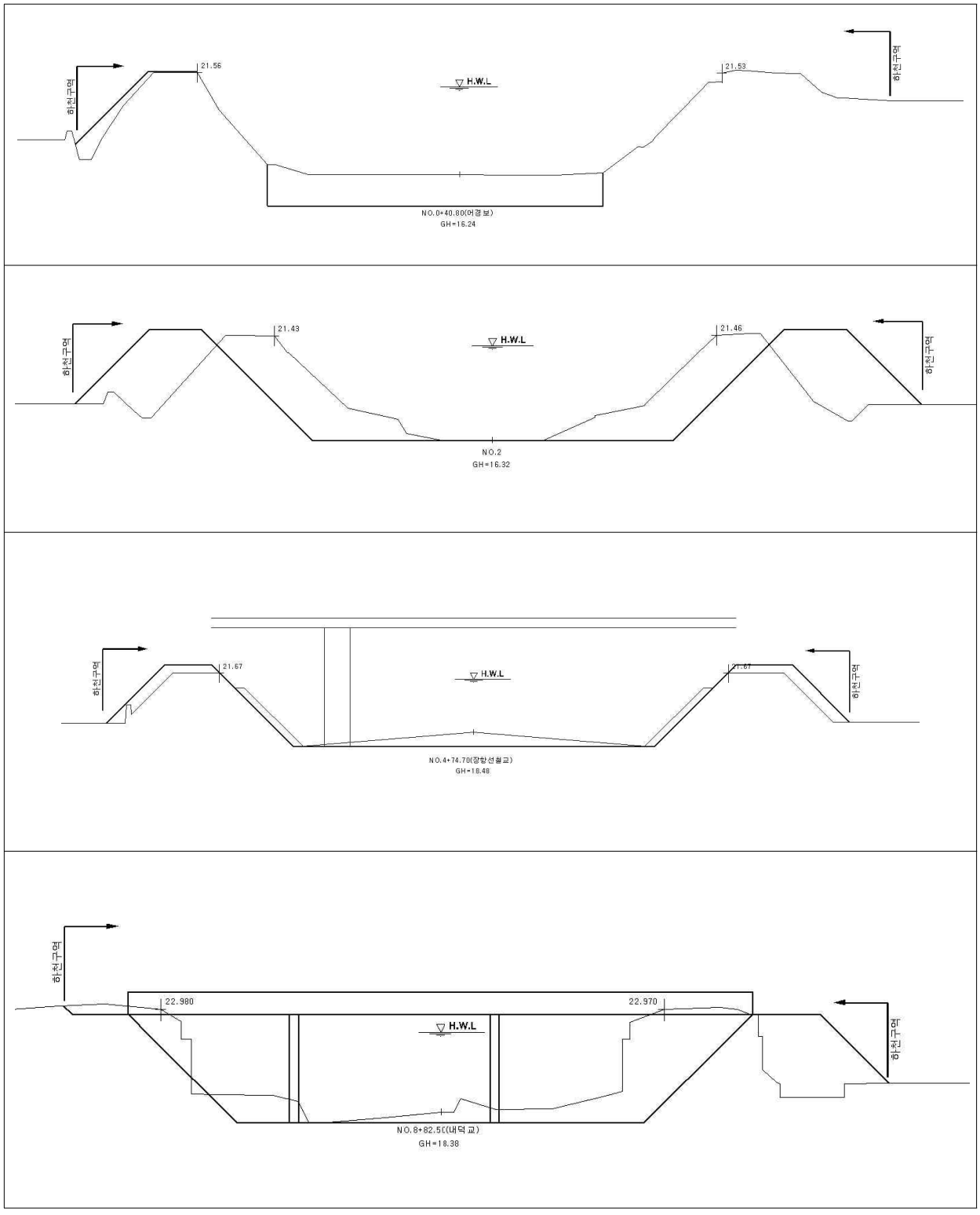

하
산
천
홍 북 면
상 하 리
홍 북 면
봉 신 리
용봉축제좌2지구
No.47+0.0~No.59+80.0
(L=1,290.0m)
No.47+0.0
좌.3
좌.2
No.47+00
용봉고호1지구
No.35+0.0~No.47+0.0
(L=1,200.0m)
용봉축제우2지구
No.35+0.0~No.67+80.0
(L=3,280.0m)
제28배수통관
제27배수통관
제19배수맘기
제18배수맘기
용봉교
무명1교
제24배수통관
제23배수통관
제15배수맘기
제29배수통관
제26배수통관
제25배수통관
제17배수맘거
제16배수맘기
5
4
3
SCALE


5
4
6
SCALE
동
막
천
홍 북 면
중 계 리
홍 북 면
상 하 리
용 봉 축 제 좌 2 지 구
No.47+0.0~No.59+90.0
(L=1,290.0m)
No.59+90.0
No.60+10.0
축 제 좌 3 지 구
No.60+10.0~No.67+80.0
(L=770.0m)
용 봉 축 제 우 2 지 구
No.35+0.0~No.67+80.0
(L=3,280.0m)
제33배수통관
제35배수통관
제24배수암거
제32배수통관
제34배수통관
제2낙차공
제3낙차공
제22배수암거
제23배수암거
제31배수통관
제30배수통관
제21배수암거
제20배수암거
중계교
중계 1교
상하보

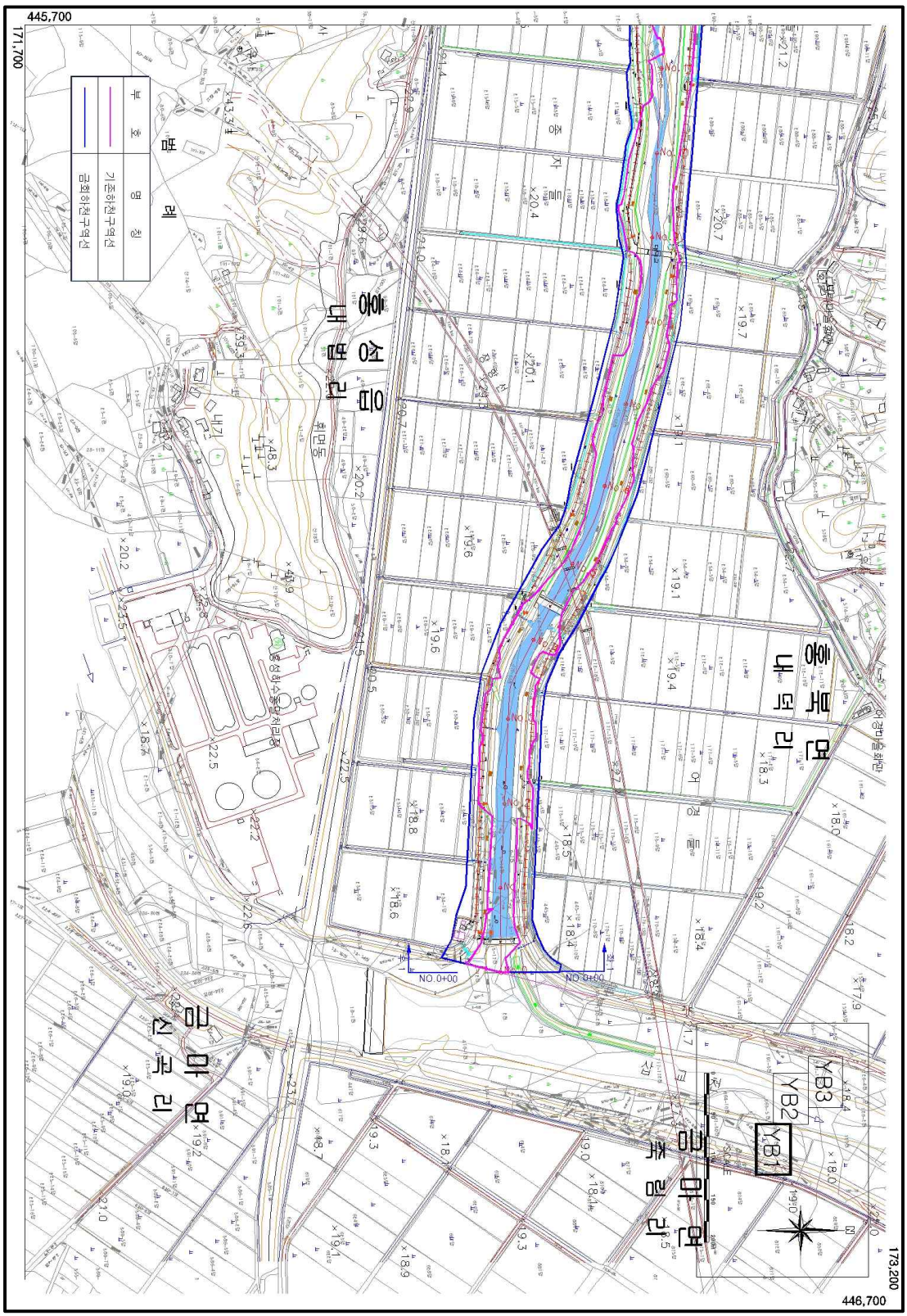

좌3지구
No.60+10.0
(L=770.0m)
No.67+80.0
우2지구
No.35+0.0
(L=380.0m)
No.67+80.0
No.67+80.0
No.67+80.0
No 70+00
No 70+00
제4낙지공
38.43m×0.85m×1.0m
제25배수암거
1.5×1.2×1
무
제36배수흄관
ø900
무
제37배수흄관
ø600
무
제38배수흄관
ø600
무
동막 1교
3.4m x 2.5m x 2
공 사 중
공 사 중
홍성군환경사업소
홍 북 면
중 계 리
삼발골
(홍 천)
장말
덕 산 면
상 리
까치고개
(덕상2리)
정여낙지
5
6
SCALE
0
50
100
150
200
N

#첨부20

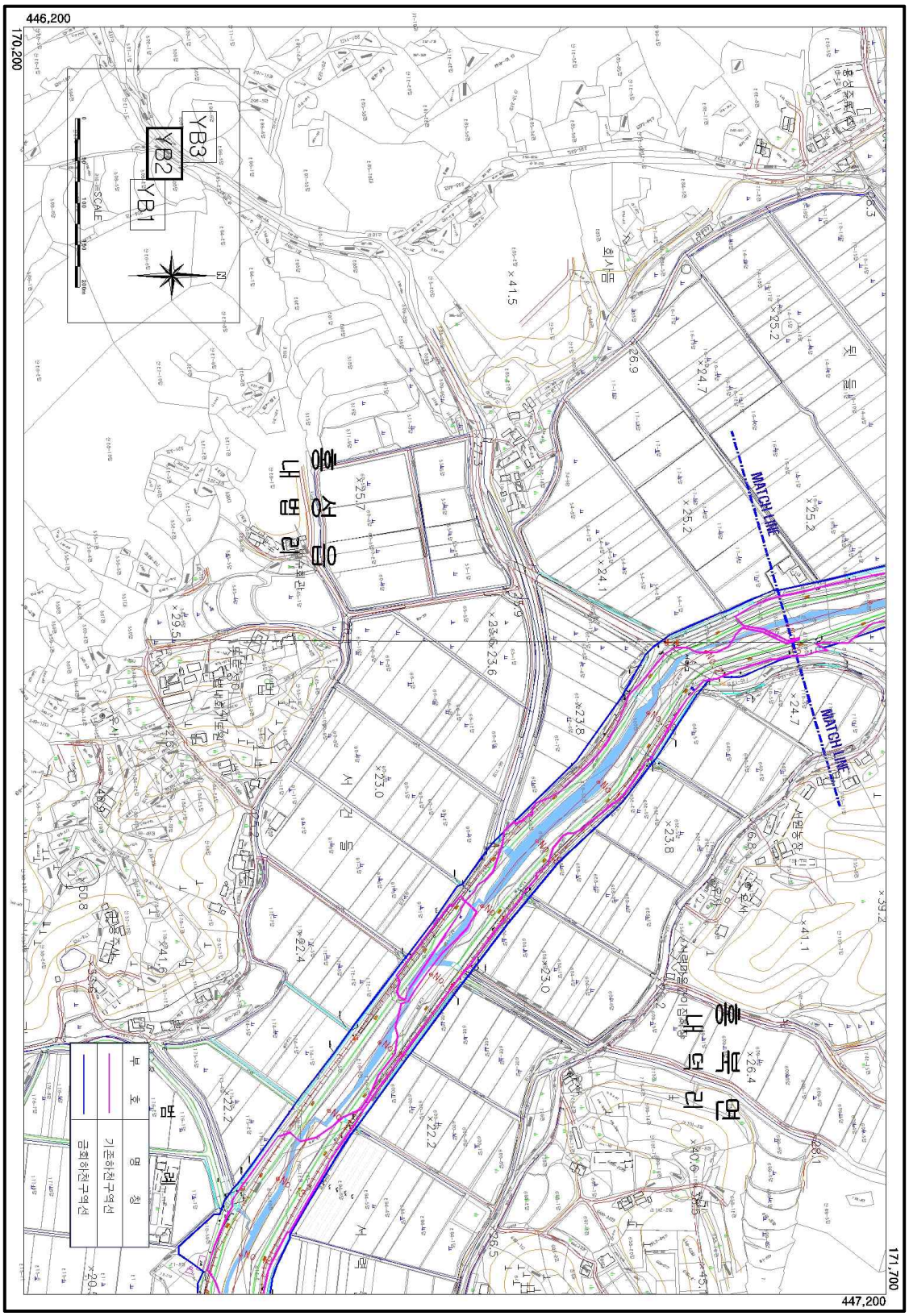
■ 횡단면도 하천구역선 표기



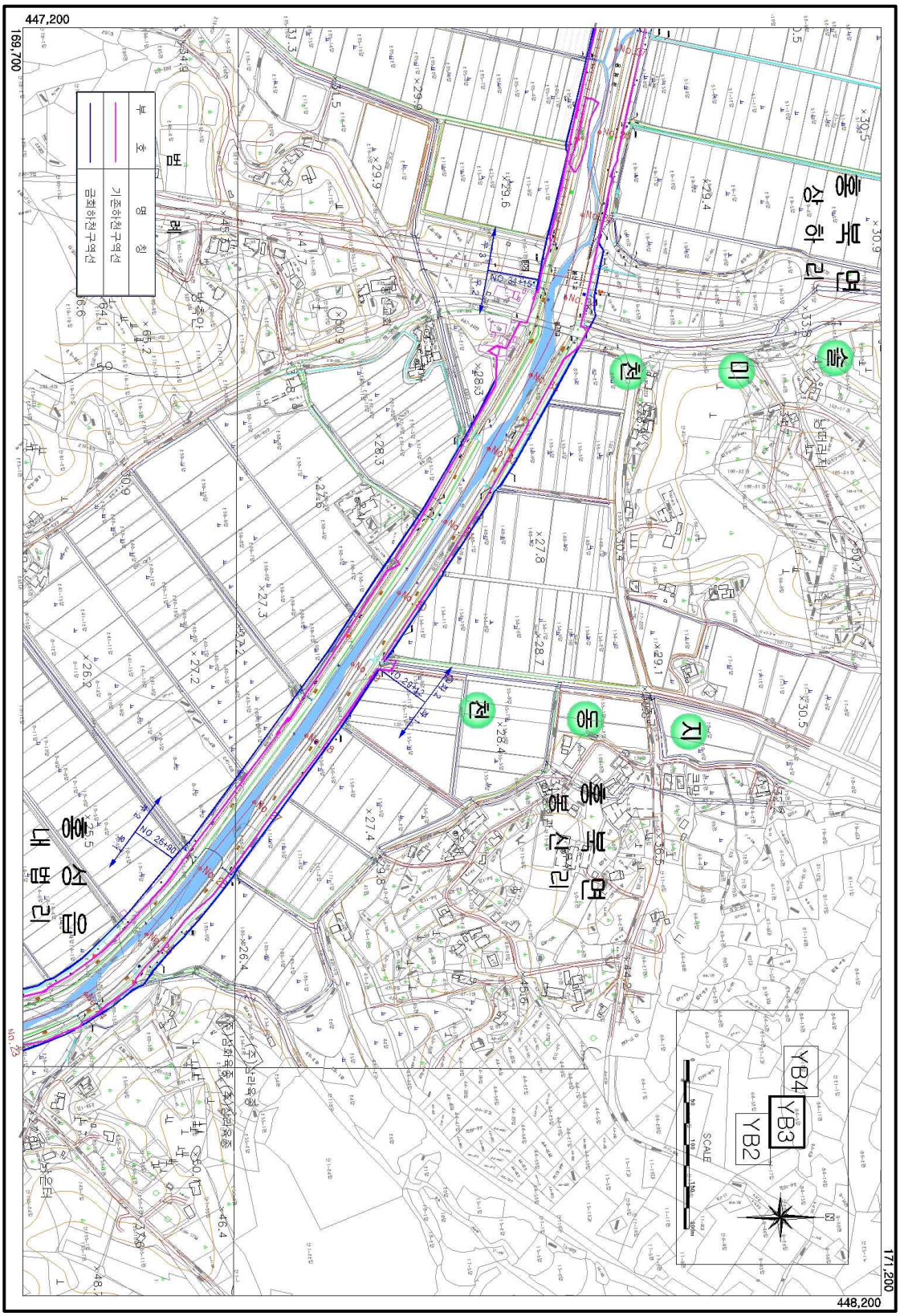
#첨부21



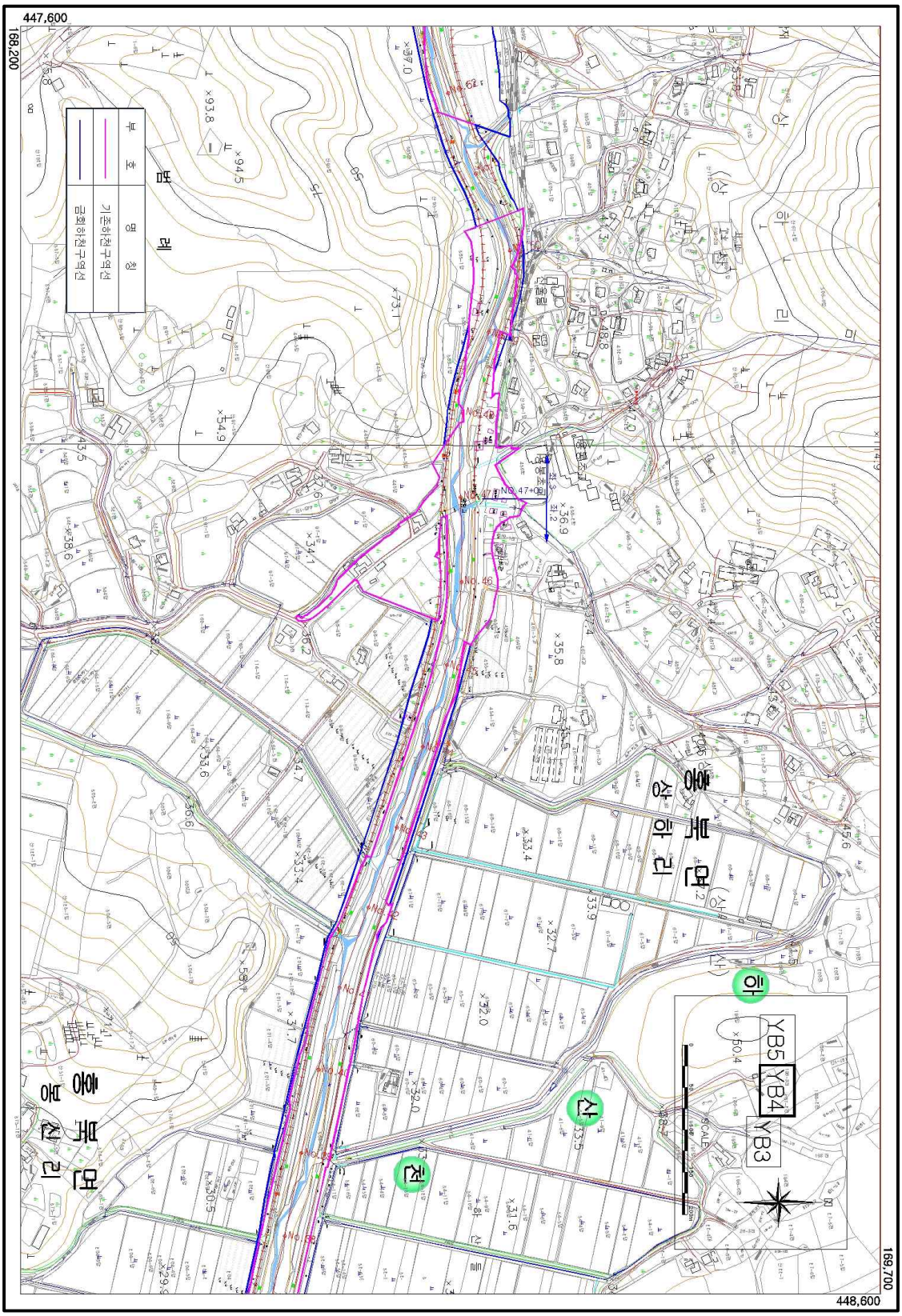
<그림 10.1-1> 기존 · 금회 하천구역선 구분



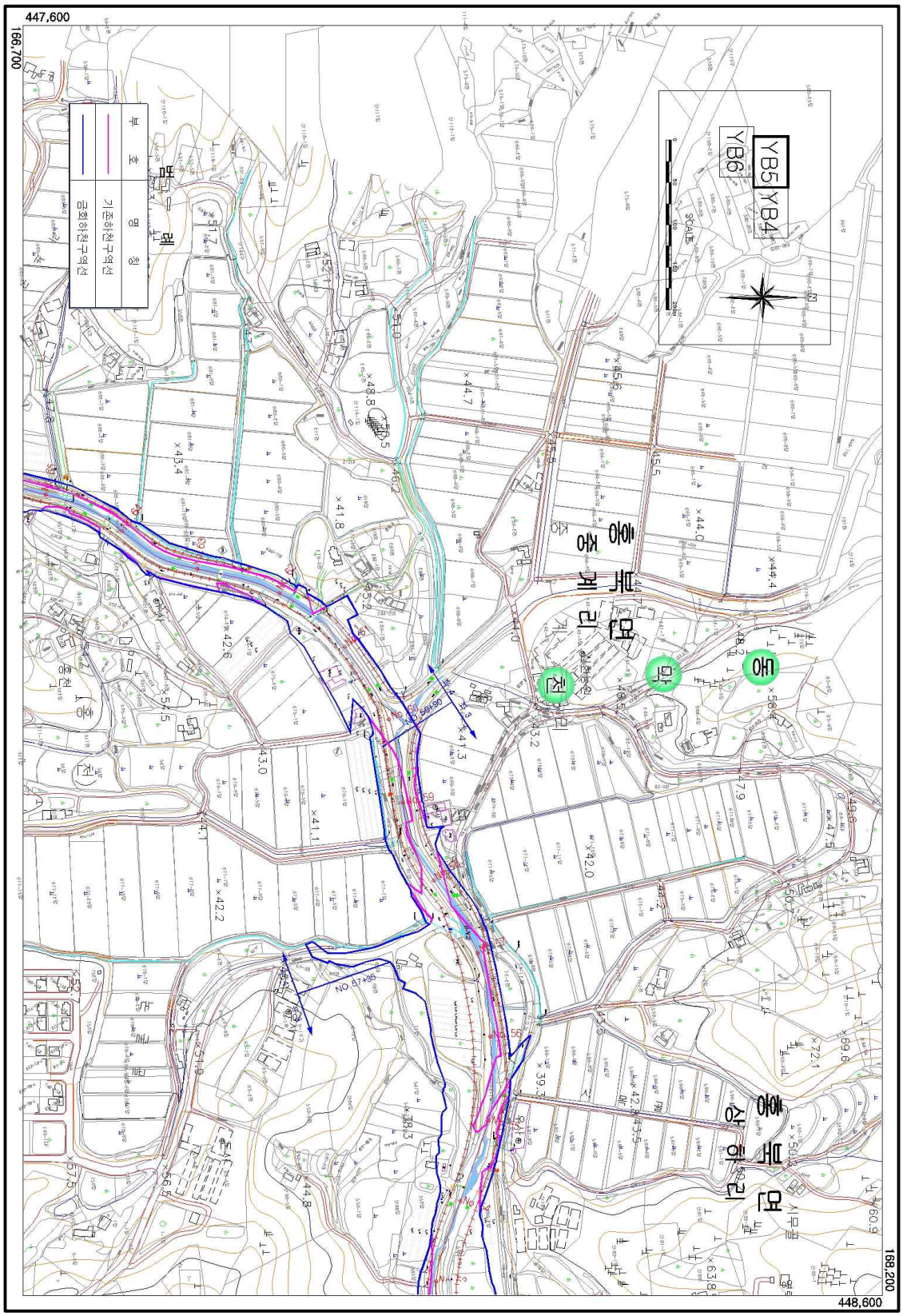
<그림 10.1-1 계속> 기존 · 금회 하천구역선 구분



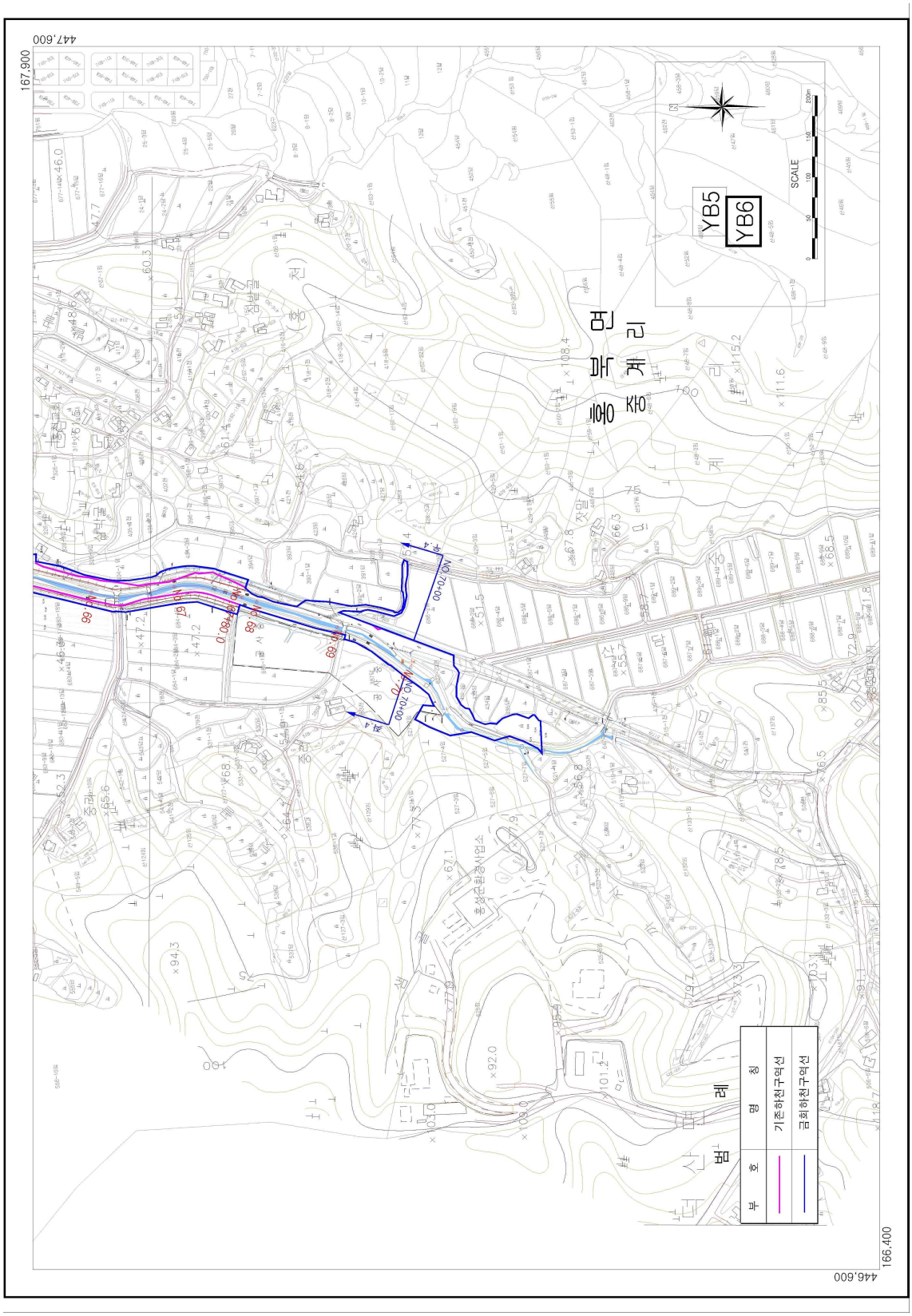
<그림 10.1-1 계속> 기존 · 금회 하천구역선 구분



<그림 10.1-1 계속> 기존 · 금회 하천구역선 구분



<그림 10.1-1 계속> 기존 · 금회 하천구역선 구분



<그림 10.1-1 계속> 기존 · 금회 하천구역선 구분

#첨부22

■ 수질오염 방지대책

1. 비점오염물질 발생억제

○무농약 농산물 및 저농약 농산물 재배 홍보 및 환경친화적 농약 사용 및 비료농약의 안전사용기준 준수 홍보 및 권장

2 지표면 오염물질 제거

○주기적으로 하천 주변 도로 청소를 실시하며, 하천변, 하상에 축적된 오염물질 제거

3. 강우유출수의 하천 직접유입 방지

○제방에 도로, 자전거도로 등을 설치할 경우 강우의 침투능력 및 지표저류능력 증대를 위하여 다공성 포장재로 시공 설치

4. 축사 주변 강우로 인한 유출수 방지

○초지관리 및 토양침식 방지를 위하여 경사지, 하천·연못 인접지역 등에서는 방목을 금지하며, 축분이나 퇴비는 외부유출이 안되는 구조물에 저장하고 구조물이 없는 경우에는 외부유출이 방지되는 평평한 불투수성 토양지역에 저장

5. 비점오염원 처리계획

○계획하천 유역에서 발생하는 비점오염원의 처리를 위하여 사업의 특성 및 지형적인 여건을 고려하여 표와 같이 현장여건에 맞는 비점오염원 처리시설을 설치할 계획임.

- 처리시설별 비교·검토

관리유형	장 점	단 점
저 류 형 (저류조)	• 강우유출수의 수질과 수량 모두를 조절하는 가장 저렴한 수단	• 비교적 대규모의 토지를 필요로 함 • 용존성 오염물질은 제거효율 저조
침 투 형 (침투조)	• 자연배수시스템을 사용하는 동안 해당지역이 자연수 균형을 유지 • 지역이 홍수피크를 감소 • 지하수 재충전	• 부적절한 설계로 인한 실패율이 높고 관리요구가 높음 • 부적절하게 관리되면 냄새, 모기, 수렁화 등으로 불쾌감을 유발 • 고농도의 오염물질부하나 침전물 부하를 처리하는데는 부적절 • 토양층내에서 처리되지 않은 오염물질에 의해 지하수 오염을 유발
장 치 형 (여과조)	• 부유성 고형물과 고형물에 부착된 오염물질 제거 가능 • 박테리아 및 조류 제거에도 효과적임 • 다양한 형식으로 설치할 수 있음 • 모래 뿐만 아니라 다양한 여재 적용이 가능	• 대규모 배수지역에서는 부적합 • 여층관리가 처리효율에 직접적인 영향을 주므로 정기적인 여층 살수 및 교체가 요구됨 • 유입부에 전처리 시설(침전)이 요구됨 • 불투수성 지역에서만 적용 가능함

#첨부23

■ 정수식물 검토

1. 비점오염에 의한 BOD가 하천에 유입시 일반 수변식물의 경우 줄기나 잎, 잔재물에 호기성 미생물이 부착되어 형성된 엷은 미생물막(microbial film)과 유기물이 반응하여 제거되므로 수변식물 자체가 오염물질을 흡수하는 역할은 미미함.
2. 그러므로 식물이 죽은 후에도 줄기가 수중에 남아 오염물질을 정화할 수 있는 갈대 등의 정수식물을 주로 활용할 것이며, 용봉천의 특성에 맞는 정수식물을 선택하여 식재할 계획임.

- 정수식물 수종 비교

식 종	특 성	비 고
갈 대 (reed,Phagmites spp.)	심근성, pH : 2~8, 성장 빠름 염도 : < 45ppt 항상 수심 1m 성장가능 새 둥지조성 적합 낮은 야생동물 먹이 공급	자유수면 인공습지에 많이 활용 겨울철 수중 줄기 남음 뿌리 산소공급율 높음 교란지역 침입 단일군락 형성
부 들 (cattail, Typha spp.)	천근성, pH : 4~10, 성장 빠름 광엽부들 : < 1ppt, 협엽부들: 15~30ppt 항상 수심 0.3m 성장, 건조에 견딤 새 둥지조성 적합 열매 및 뿌리 야생동물 먹이	겨울철 수중 줄기 남음 교란지역 침임 단일군락 형성
사 초 (sedge, Carex spp.)	천근성, pH : 5~7.5, 성장률:저~중간 염도 : < 0.5ppt 항상 수심 성장, 건조기간 필요 야생동물먹이	수질정화 습지에 많이 사용

#첨부24

■ 오탁방지막 설치

1. 계획구간 토사유출 발생 하류 구간에 **2중 오탁방지막**을 선 설치하여 토사유출시 미세입자까지 철저히 제거하여 부유토사 발생으로 인한 하천오염 최소화

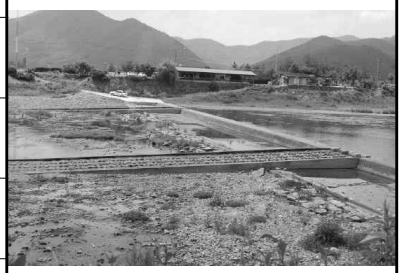
오탁방지막 설치예시

#첨부25

■ 어도설치 계획

1. ‘보’로 인하여 육수동물의 이동에 제한이 발생하는 구간은 하천생태계 단절을 방지하기 위하여 어도를 설치할 계획임.

- 어도 설치계획

구조물명	측점(No.)	설치 여부	어도 설치(예시)
어경보	0+40.80	**어도설치**	
종자보	4+50.80	**어도설치**	
서력보	20+20.00	**어도설치**	
봉신보	32+50.00	**어도설치**	
제1낙차공	50+77.00	**어도설치**	
상하보	54+16.60	**어도설치**	
중계보	56+65.00	**어도설치**	
제2낙차공	62+75.00	**어도설치**	
제3낙차공	64+23.60	**어도설치**	
제4낙차공	66+71.70	**어도설치**	

2. 어도는 계단식, 아이스하버식, 버티컬슬롯식, 도벽식 등 4개의 표준형식이 있음.
3. 이 중 갈수기에 어도로 물이 흐르고 하천유량 변화에 대응하며, 이동하는 생물의 생태에 적합하고 홍수시 파괴되지 않는 내구성 강한 어도의 형식을 채택하여 설치할 계획임.

#첨부26

■ 유달부하량 산정

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.

$$\zeta = (Ce \times Qe) / Li$$

ζ : 유달률

Ce : 대상물질 농도(kg/㎥)

Qe : 하단부에서의 유량 (㎥/일)

Li : 소집수구역의 배출부하량 (kg/일)

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

$$D = \zeta \times Li$$

D : 유달부하량(kg/일)

ζ : 유달률

Li : 소집수구역의 배출부하량 (kg/일)

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

<표 9.1-35> 유 달 부 하 량 **(단위 : kg/일)**

구 분	BOD		T-N		T-P	
	유달부하	유달율	유달부하	유달율	유달부하	유달율
용봉천	101.13	0.288	9.50	0.092	0.84	0.070

유달율 산정 및 수질변화 예측은 금회 과업대상 하천에 대해 <표 9.1-36>과 같이 산정한 결과 BOD 28.8%, T-N(총질소) 9.2%, T-P(총인) 7.0%로 예측되었다. 이는 본 과업하천이 전형적인 전원하천(농경지 하천)의 특성을 보이며 하천주변 및 제외지 고수부지의 대부분이 농경지로 이루어져 농경지 등에 살포된 요소비료 등의 성분과 축산폐수(축산농가의 경우 대부분 퇴비화 및 톱밥발효 등에 의해 축산폐수가 처리되므로 이들 오염원이 초기강우와 함께 하천으로 유출됨)에 의한 영향이 큰 것으로 판단된다.

한편 과업하천의 장래 BOD 수질예측결과는 <표 9.1-37>와 같으며, 이를 살펴보면 도청이전 예정인 2015년에 증가 이후 BOD 2.241~2.209㎎/ℓ, T-N 4.746~4.670㎎/ℓ, T-P 0.085~0.084㎎/ℓ로 수질이 점차 개선되는 것으로 예측되었다.

상기와 같이 용봉천은 장래에 목표수질인 Ⅰ등급을 만족하지 않는 것으로 예측되었으나 기준량에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 따라서 별도의 오염물질 삭감대책 및 하천수질 정화시설의 도입보다는 추후 관계기관 및 해당 지자체 등과 협의하여 오염총량관리 기본계획수립, 하수처리구역 확대, 하수관거 및 오폐수처리시설의 관리감독 철저, 지역주민을 통한 홍보, 사후 수질조사 모니터링 등의 지속적인 하천관리로 목표수질을 만족할 것으로 판단된다.

<표 9.1-36> 오염부하량 및 오염기여율 예측

구 분	오염부하량(kg/일)			현재의 하천 부하량(kg/일)			오염기여율(%)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
용봉천	351.14	103.29	11.95	101.13	9.50	0.84	28.8	9.2	7.0

주) 오염기여율 산정지점 : 하천 하류지점

<표 9.1-37> 장래 수질변화 예측

구 분	년 도	오염부하량(kg/일)			오염기여율(%)			수질변화예측		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
용봉천	2010년	351.14	103.29	11.95	28.8	9.2	7.0	2.000	4.104	0.072
	2015년	393.41	119.46	14.19	28.8	9.2	7.0	2.241	4.746	0.085
	2020년	389.62	118.24	14.00	28.8	9.2	7.0	2.219	4.698	0.084
	2025년	387.81	117.53	13.87	28.8	9.2	7.0	2.209	4.670	0.084

#첨부27

■ 유역의 소규모 마을하수도 처리시설 현황 및 향후계획

1. 홍성군에는 하수처리시설 19개소가 운영중인 것으로 조사됨.

- 하수처리시설 현황

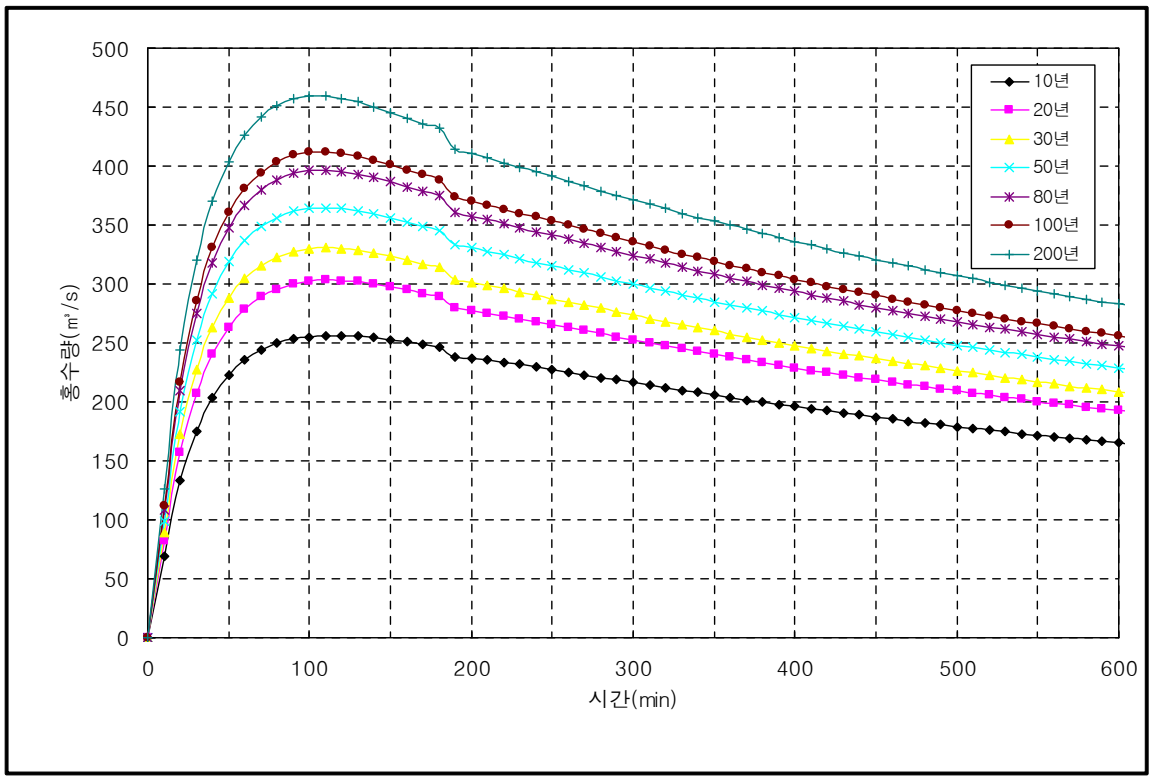
명 칭	시설용량 (천톤/일)	처리방법	소재지	방류수역		
				지류	본류	수계
내죽	48	KH-BNR	광천읍 내죽리 195-1	-	광천천	연안(서해)
하산	23	IC-SBR	홍북면 상하리 177	-	용봉천	연안(서해)
홍북문화	69	KH-BNR	홍북면 중계리 499	-	용봉천	연안(서해)
동막	34	SMMIAR	홍북면 중계리 204	-	용봉천	연안(서해)
상산	23	IC-SBR	홍북면 상하리 404-3	-	용봉천	연안(서해)
홍천문화	50	IC-SBR	홍북면 중계리 752	-	용봉천	연안(서해)
장파	80	IC-SBR	금마면 장성리 207-43	-	삽교천	연안(서해)
운곡	45	IC-SBR	홍동면 운월리 598	-	삽교천	연안(서해)
금당	23	SMMIAR	홍동면 금당리 746	-	삽교천	연안(서해)
죽전1	34	IC-SBR	장곡면 죽전리 537-45	-	광천천	연안(서해)
죽전2	8	IC-SBR	장곡면 죽전리 211	-	광천천	연안(서해)
상가	40	SNR	은하면 화봉리 965-20	-	금리천	연안(서해)
원무량	40	A2EBC	결성면 무량리 64-5	-	금리천	연안(서해)
궁리	45	CNR	서부면 궁리 산105	-	-	연안(서해)
소리	34	KDHST	서부면 광리 718	-	-	연안(서해)
하촌	46	IC-SBR	서부면 이호리 406-1	-	-	연안(서해)
오봉	220	SNR	구항면 오봉리 688-1	-	남산천	연안(서해)

자료 : 하수도통계, 2009, 환경부

2. 하천수질 보전대책의 향후 계획 등에 대하여 홍성군 하수도 기본계획에 의거하여 반영하겠음.

#첨부28

■ 지속시간별 첨두홍수량(임계지속기간)-용봉천하구



<그림 4.1-7> 지속시간별 첨두홍수량(임계지속기간) - 용봉천하구

#첨부29

■ 본 보고서와 요약보고서 비교

1. 본 보고서 홍수량 비교

하 천	산 정 지 점	부 호	유역면적(㎢)		유로연장(㎞)		홍수량(㎥/s)	
			1995년	금회	1995년	금회	1995년	금회
용봉천	용봉천 하 구	YB0	19.36	19.60	8.60	8.94	305	380
	서력교 지 점	YB1	16.79	16.42	6.55	7.18	305	340
	지동천 합류후	YB2	-	14.74	-	6.02	-	305
	지동천 합류전	YB2-1	13.83	13.71	5.70	6.02	275	270
	솔미천 합류후	YB3	-	12.16	-	5.58	-	250
	솔미천 합류전	YB3-1	11.70	10.71	5.30	5.58	240	220
	하산천 합류후	YB4	-	10.40	-	5.04	-	215
	하산천 합류전	YB4-1	-	9.73	-	5.04	-	200
	용봉교 지 점	YB5	8.25	8.62	3.90	4.26	185	175
	동막천 합류후	YB6	-	5.62	-	2.94	-	120
	동막천 합류전	YB6-1	2.19	2.01	2.60	2.94	55	45

2. 요약 보고서 홍수량 비교

하 천	산 정 지 점	부 호	유역면적(㎢)		유로연장(㎞)		계획홍수량(㎥/s)	
			1995년	금회	1995년	금회	1995년	금회
용봉천	용봉천 하구	YB0	19.36	19.60	8.60	8.94	305	380
	서력교 지점	YB1	16.79	16.42	6.55	7.18	305	340
	지동천 합류후	YB2	-	14.74	-	6.02	-	305
	지동천 합류전	YB2-1	13.83	13.71	5.70	6.02	275	270
	솔미천 합류후	YB3	-	12.16	-	5.58	-	250
	솔미천 합류전	YB3-1	11.70	10.71	5.30	5.58	240	220
	하산천 합류후	YB4	-	10.40	-	5.04	-	215
	하산천 합류전	YB4-1	-	9.73	-	5.04	-	200
	용봉교 지점	YB5	8.25	8.62	3.90	4.26	185	175
	동막천 합류후	YB6	-	5.62	-	2.94	-	120
	동막천 합류전	YB6-1	2.19	2.01	2.60	2.94	55	45

#첨부30

■ 식물군락 및 수서생태계(한국고유어종) 피해 저감방안

1. 식물군락

○토공사 및 공사장비의 운영으로 인해 발생되는 비산먼지가 계획구간 및 주변의 식생에 미치는 영향을 최소화하기위해서 다음과 같은 저감방안을 수립할 계획임.

- 살수차량의 주기적인 운행, 세륜· 측면살수시설의 설치 운영
- 토사운반 차량의 세차, 덮게사용, 과적·과속제한
- 토목공사구간의 가설방진망 설치

○공사시 하천정비가 이루어지지 않는 기존 양호구간에 대해서는 가급적 원지형을 최대한 보전토록 하여 기존 식물상에 미치는 영향을 최소화 할 계획임.

○사업시행으로 인해 증가할 것으로 예상되는 귀화식물 및 환삼덩굴, 칡 등과 같은 위해식물 등은 자생식물 및 육수동물의 생육환경에 변화를 초래할 수 있으므로 사업완료 후에도 주기적인 모니터링을 실시하여 기계적인 방법과 생육특성을 이용하는 생물학적인 방법으로 지속적으로 제거할 계획임.

- 기계적인 방법 : 인력에 의해 제거하는 방법으로 지속적인 모니터링을 통해 제거
- 생물학적인 방법 : 기계적인 제거 후 갈대, 달뿌리풀, 줄, 부들 등의 식물이 안정적으로 정착할 수 있도록 유도하여 환삼덩굴, 칡의 유입을 차단하는 방법

2. 수서생태계(한국고유어종)

○수생식물은 서식지의 수환경 변화에 대하여 매우 민감하게 반응하므로, 수서생물의 서식환경과 그 주변지역의 환경변화를 최소화하도록 하여 부가적인 훼손으로 인한 영향을 방지하도록 할 것임.

○하상준설이 필요할 경우 국부적으로 실시하며, 하상내 주변부로의 토사유출 등을 방지하기 위한 오탁방지막 등을 공사지역에 설치하도록 할 계획임.

○현장조사시 계획구간에서 조사된 어종은 납자루, 왜몰개, 붕어, 잉어, 줄몰개, 치리, 돌마자, 버들치, 모래무지, 참붕어, 떡납줄갱이, 흰줄납줄개, 각시붕어, 긴몰개, 피라미, 미꾸리, 얼룩동사리, 꾹저구 등 2목 4과 18종이 조사되었으며, 한국고유어종은 치리, 돌마자, 각시붕어, 긴몰개, 얼룩동사리 등 5종이 조사된 바 있음.

○어류는 산란기 때 수환경 변화에 가장 많은 영향을 받으므로 수체에 직접 영향을 줄 수 있는 공사는 산란시기인 4~6월을 가급적 피하여 공사를 진행하도록 할 것임.

#첨부31

○본 계획구간의 목표수질은 Ⅲ등급으로 BOD기준 5.0㎎/L이하인 것으로 조사되었으며, 계획구간 인근 5개지점을 선정하여 수질을 측정한 결과 BOD기준 1.6~2.0㎎/L인 것으로 나타내어 계획구간의 수질은 목표수질을 하회하는 것으로 조사되어 양호한 하천으로 나타났으나, 향후 공사시 및 이용시 하천수질오염 예방과 생태하천 조성 측면에서 수생식물 식재를 계획 하였으며, 실시설계시 수생식물에 의한 저감 효과를 예측·검토 하겠음

- 생활환경기준

대권역명	중권역명	목 표 기 준			달성기간
				생물이해등급	
금 강	삽교천	보통	Ⅲ	좋음 ~ 보통	2015년

- 수질측정지점

구 분	지점번호	측 정 지 점 명	비 고
하천수질	W-1	홍성군 홍북면 중계리 홍천정미소 앞	용봉천
	W-2	홍성군 홍북면 상하리 용봉교 하류 30m	용봉천
	W-3	홍성군 홍북면 봉신리 봉신교 하류 30m	용봉천
	W-4	홍성군 홍북면 내덕리 서력교 하류 500m	용봉천
	W-5	홍성군 홍북면 내법리 내법길 82-121부근	삽교천

- 수질 조사결과

지 점 / 항 목	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5
pH	7.68	7.80	7.35	7.44	7.67
BOD (㎎/L)	2.0	1.6	1.7	1.7	2.0
SS (㎎/L)	4.5	1.5	2.0	2.0	2.5
DO (㎎/L)	9.16	9.35	8.93	8.88	9.09
총대장균군(군수/100㎖)	430	280	350	320	410
COD (㎎/L)	4.0	3.7	3.8	3.9	4.5
T-N (㎎/L)	2.352	3.120	3.672	3.408	4.104
T-P (㎎/L)	0.110	0.091	0.086	0.091	0.072

#첨부32

2) 기수립 계획홍수위 비교

하상의 퇴적 및 세굴에 의해 발생된 하도의 종단형의 변화로 홍수위를 검토 한 결과 하류측으로 약 0.06~0.38m수위가 상승되었고, 상류측으로 약 0.04~1.62m 상승한 것으로 검토되었다. 또한 하천의 퇴적된 하상구간을 개수하였으며, 계획하폭에 따라 하천을 개수하여 기수립된 하천기본계획보다 홍수위가 낮아진 것으로 분석되었다.

기수립 계획홍수위와 변경된 계획홍수위의 비교 결과는 다음 <표 4.2-10>과 같다.

<표 4.2-10> 계획홍수위 비교

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위(EL.m)		계획홍수위비교 (변경-당초) (EL.m)	비고
					당초	변경		
용봉천	NO.0	-	-	380	19.99	20.37	0.38	
	+34	34.0	34.0	380	20.13	20.40	0.27	
	+39.1	5.1	39.1	380	20.15	20.41	0.26	
	+40.8	1.7	40.8	380	20.16	20.41	0.25	어경보
	NO.1	59.2	100.0	380	20.41	20.47	0.06	
	NO.2	100.0	200.0	380	20.61	20.57	-0.04	
	NO.3	100.0	300.0	380	20.81	20.68	-0.13	
	NO.4	100.0	400.0	380	21.01	20.78	-0.23	
	+47.8	47.8	447.8	380	21.34	21.08	-0.26	
	+50	2.2	450.0	380	21.36	21.09	-0.27	
	+50.8	0.8	450.8	380	21.56	21.10	-0.46	종자보
	+74.7	23.9	474.7	380	21.57	21.15	-0.42	장항선철교
	+92.7	18.0	492.7	380	21.66	21.19	-0.47	장항선철교
	NO.5	7.3	500.0	380	21.71	21.21	-0.50	
	NO.6	100.0	600.0	380	21.96	21.38	-0.58	
	NO.7	100.0	700.0	380	22.10	21.55	-0.55	
	NO.8	100.0	800.0	380	22.25	21.73	-0.52	
	+82.5	82.5	882.5	380	22.35	21.87	-0.48	내덕교
	NO.9	17.5	900.0	380	22.39	21.90	-0.49	
	NO.10	100.0	1,000.0	380	22.60	22.07	-0.53	
	NO.11	100.0	1,100.0	380	22.82	22.29	-0.53	
	NO.12	100.0	1,200.0	380	23.04	22.43	-0.61	
	NO.13	100.0	1,300.0	380	23.26	22.57	-0.69	
	NO.14	100.0	1,400.0	380	23.47	22.72	-0.75	
	NO.15	100.0	1,500.0	380	23.69	22.86	-0.83	
	NO.16	100.0	1,600.0	380	23.91	23.08	-0.80	
	NO.17	100.0	1,700.0	380	24.13	23.31	-0.76	
	NO.18	100.0	1,800.0	340	24.35	23.62	-0.73	
	NO.19	100.0	1,900.0	340	24.65	24.14	-0.51	
	NO.20	100.0	2,000.0	340	24.95	24.27	-0.68	
	+76.2	76.2	2,076.2	340	26.17	25.46	-0.71	서력교
	NO.21	23.8	2,100.0	340	26.30	25.54	-0.76	
	NO.22	100.0	2,200.0	340	26.45	26.14	-0.31	
	NO.23	100.0	2,300.0	340	26.60	26.24	-0.36	
	NO.24	100.0	2,400.0	340	26.75	26.55	-0.20	
	NO.25	100.0	2,500.0	340	27.11	26.97	-0.14	

<표 4.2-10 계속> 계획홍수위 비교

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위(EL.m)		계획홍수위비교 (변경-당초) (EL.m)	비고
					당초	변경		
용봉천	NO.26	100.0	2,600.0	340	27.48	27.26	-0.22	
	NO.27	100.0	2,700.0	340	27.71	27.63	-0.08	
	NO.28	100.0	2,800.0	340	27.94	27.94	0.00	
	NO.29	100.0	2,900.0	340	28.17	28.21	0.04	
	NO.30	100.0	3,000.0	270	28.40	28.82	0.42	
	NO.31	100.0	3,100.0	270	28.77	28.94	0.17	
	NO.32	100.0	3,200.0	270	29.14	29.22	0.08	
	NO.33	100.0	3,300.0	270	30.79	30.00	-0.79	
	+63.4	63.4	3,363.4	220	31.07	30.87	-0.20	봉신교
	NO.34	36.6	3,400.0	220	31.26	31.06	-0.20	
	+24.3	24.3	3,424.3	220	31.34	31.10	-0.24	봉신1교
	NO.35	75.7	3,500.0	220	31.60	31.16	-0.44	
	NO.36	100.0	3,600.0	220	31.95	31.25	-0.70	
	NO.37	100.0	3,700.0	220	32.16	31.36	-0.61	
	NO.38	100.0	3,800.0	220	32.37	31.85	-0.71	
	NO.39	100.0	3,900.0	220	32.59	32.07	-0.74	
	NO.40	100.0	4,000.0	200	33.11	32.22	-1.05	
	NO.41	100.0	4,100.0	200	33.43	32.30	-1.27	
	NO.42	100.0	4,200.0	200	33.76	32.81	-0.97	
	NO.43	100.0	4,300.0	200	34.09	33.92	-0.79	
	NO.44	100.0	4,400.0	200	34.42	33.80	-0.62	
	NO.45	100.0	4,500.0	200	34.81	33.99	-0.82	
	NO.46	100.0	4,600.0	200	35.20	34.44	-0.69	
	NO.47	100.0	4,700.0	175	35.60	35.02	-0.58	
	+34.7	34.7	4,734.7	175	36.13	35.11	-1.02	용봉교
	NO.48	65.3	4,800.0	175	36.30	35.28	-1.02	
	NO.49	100.0	4,900.0	175	36.51	35.54	-0.97	
	NO.50	100.0	5,000.0	175	36.96	35.83	-1.13	
	+76	76.0	5,076.0	175	37.30	35.95	-1.27	
	+77	1.0	5,077.0	175	37.31	36.03	-1.28	
	N1.51	23.0	5,100.0	175	37.41	36.09	-1.32	제1낙차공
	NO.52	100.0	5,200.0	175	37.78	36.46	-1.32	
	NO.53	100.0	5,300.0	175	38.15	36.78	-1.37	
	NO.54	100.0	5,400.0	175	38.52	37.08	-1.44	
	+15.7	15.7	5,416.0	175	38.63	36.99	-1.47	
	+16.6	0.9	5,417.0	175	38.92	37.13	-1.75	상하보
	NO.55	83.4	5,500.0	175	39.23	37.61	-1.62	

<표 4.2-10 계속> 계획홍수위 비교

하천명	측점 (No.)	거리 (m)	누가 거리 (m)	홍수량 (㎥/s)	홍수위(EL.m)		계획홍수위비교 (변경-당초) (EL.m)	비고
					당초	변경		
용봉천	NO.56	100.0	5,600.0	175	39.64	38.08	-1.56	
	+64	64.0	5,664.0	175	39.91	38.39	-1.52	
	+65	1.0	5,665.0	175	39.91	38.62	-1.29	중계보
	NO.57	35.0	5,700.0	175	40.06	39.22	-0.84	
	+18.5	18.5	5,718.0	175	40.88	39.50	-1.38	중계교
	NO.58	81.5	5,800.0	175	41.46	39.81	-1.65	
	NO.59	100.0	5,900.0	175	41.71	40.18	-1.53	
	NO.60	100.0	6,000.0	175	42.45	40.78	-1.67	
	NO.61	100.0	6,100.0	45	43.19	41.11	-2.08	
	+51.5	51.5	6,151.5	45	43.36	41.28	-2.08	중계1교
	NO.62	48.5	6,200.0	45	43.52	41.55	-1.97	
	+74.8	0.3	6,274.8	45	43.77	42.27	-1.50	
	+75	0.2	6,275.0	45	43.77	42.72	-1.05	제2낙차공
	NO.63	25.0	6,300.0	45	43.85	43.1	-0.75	
	NO.64	100.0	6,400.0	45	44.76	43.76	-1.00	
	+23.3	23.3	6,423.3	45	44.97	43.93	-1.04	
	+23.6	0.3	6,423.6	45	44.98	44.11	-0.87	제3낙차공
	+78	54.4	6,478.0	45	45.48	44.78	-0.70	동막3교
	NO.65	22.0	6,500.0	45	45.68	44.97	-0.71	
	NO.66	100.0	6,600.0	45	46.60	45.58	-1.02	
	+30.5	30.5	6,630.5	45	46.73	46.20	-0.53	동막1교
	+71.4	40.9	6,671.4	45	46.91	46.47	-0.44	
	+71.7	0.3	6,671.7	45	46.92	46.70	-0.22	제4낙차공
	NO.67	28.3	6,700.0	45	47.04	47.18	0.14	
	+80	80.0	6,780.0	45	47.65	47.67	0.03	
	NO.68	20.0	6,800.0	45	47.80	47.81	0.01	
	NO.69	100.0	6,900.0	45	48.55	48.78	0.23	
	+8.3	8.3	6,908.3	45	48.74	49.16	0.42	동막2교
	NO.70	91.7	7,000.0	45	49.31	51.14	1.83	

■ 참고문헌

- 하천설계기준·해설(2009. 한국수자원학회)
- 수자원장기종합계획(2006. 09, 건교부)
- 유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류(1995, 한국농공학회지, 정경화등)
- 홍성군 통계연보(2009)
- 재해연보 2009(소방방재청 중앙재난안전대책본부)
- 가뭄기록조사보고서(1995.12 건설교통부)
- `94, `95 가뭄극복(농림수산부, 농어촌진흥공사)
- 제2단계 수계오염총량관리기술지침(2008. 9, 국립환경과학원)
- 생태·자연도 작성지침-[별표2], 2006. 01. 31, 환경부
- 제3차 전국자연환경조사, 덕산(366072-E7, E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
- 제3차 전국자연환경조사, 홍성(366072-E7, E8) 일대의 자연생태조사보고서, 2007, 환경부
- 용봉천 하천정비기본계획(1995. 12, 충청남도)
- 1999년도 수자원괄리 기법 개발연구조사 보고서, 제1권 한국 확률 강우강도 작성, 2000. 6, 건설교통부
- 한국수문조사연보(1967년~2009년)
- 농공기술(농업진흥공사 농업토목시험연구소, 제4권 제4호, 1987. 12)
- 정밀토양도를 이용한 CN 산정에 대한 제안(2003. 7, 한국수자원학회지 Vol.36 No4)
- 수자원개발가능지점 및 광역배분계획 기본조사(1996, 건교부)
- 농업생산 기반정비사업조사·설계실무요령 제1편 농촌용수(농업기반공사)
- 하천공학(1973, 운문당)
- 국내 여건에 맞는 자연형하천공법의 개발2권(환경부, 건설기술연구원, 1999)
- 자연형 하천공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ) (행정자치부·국립방재연구소, 2002. 5)
- 하천환경관리기법의 비교연구(1991, 한국건설기술연구원)
- 하천계획 관리론(이원환 저)
- 수환경자료(일본건설성), 2001 안양천살리기(2001. 4 안양시)
- 오염하천 정화사업 시행지침서, 1997. 11 환경부
- 야생 동·식물보호구역 현황, 2008, 환경부
- 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2009, 환경부
- 하수도통계, 2009, 환경부