충 청 남 도 고 시 제 2010 - 376호
도 보 제 2100 호 (2010년 11월30일)

해 미 천

하 천 기 본 계 획

(재 수 립)



2010. 11

서 산 시

해미천 하천기본계획

재수립

국토해양부

2010. 11

서산시

충 청 남 도 고 시 제 2010 - 376호
도 보 제 2100 호 (2010년 11월30일)

해 미 천

하 천 기 본 계 획

(재 수 립)



2010. 11

서 산 시


국토해양부

제 출 문

서산시장 귀하

지방하천 해미천에 대한 「하천법」 제25조 및 「동시행령」 24조에 따른 『해미천 하천기본계획』을 최선의 노력과 신중한 기술적 판단에 의하여 작성하고 그 결과를 본 보고서에 종합 수록하여 제출합니다.



2010년 11월

충청남도 태안군 태안읍 남문리 680-10
신성이앤씨(주)
대표이사 김 명 [illegible]


국토해양부

목 차

제1장 개 요 ····· 3

1. 과업의 개요 ····· 3

1.1 과업의 목적 ····· 3

2. 과업의 범위 및 재수립 개요 ····· 4

3. 주요 내용 ····· 6

3.1 현지답사 ····· 6

3.2 하천기본계획 수립 ····· 6

제2장 하천기본계획 수립 ····· 13

1. 하천기본계획 수립을 위한 기초조사 ····· 13

1.1 일반현황 ····· 13

1.2 수문 조사 ····· 37

1.3 하도특성 조사 ····· 42

1.4 하천사업의 연혁 및 피해현황 ····· 48

1.5 하천의 이용현황 ····· 60

1.6 하천의 환경현황 ····· 61

1.7 타 계획과의 조정 ····· 115

2. 하천 측량 ····· 124

2.1 일반사항 ····· 124

2.2 지형 현황 측량 ····· 124

2.3 거리표(종단측점)의 설치 ····· 125

2.4 지적도 복사 및 축도 ····· 126

2.5 표석성과 ····· 126

2.6 홍수흔적 측량 ····· 127

국토해양부

3. 홍수량 및 홍수위산정 ····· 128

3.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량 ····· 128
3.2 홍수위 산정 ····· 184

4. 하상변동 분석 ····· 199

4.1 하상재료 조사 ····· 199
4.2 하천유사량 산정 ····· 201
4.3 하상변동 및 하도안정 분석 ····· 203

5. 용수수급 계획 수립 ····· 215

5.1 수자원부존량 산정 ····· 215
5.2 용수수급현황의 파악 ····· 222
5.3 용수수요량 예측 및 산정 ····· 225
5.4 물수지 분석 ····· 235
5.5 용수수급계획 ····· 241

6. 하천의 종합적인 정비방향 설정 ····· 242

6.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향 ····· 242
6.2 바람직한 하천모습의 설정 ····· 245
6.3 홍수처리계획의 기본방향 ····· 247
6.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향 ····· 249
6.5 하천환경관리에 관한 기본방향 ····· 254

7. 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항 ····· 260

7.1 하천의 지구별 관리 계획 수립 ····· 260
7.2 하도계획 ····· 285
7.3 하천시설물 계획 ····· 291
7.4 치수경제성 분석 ····· 330

국토해양부

8. 하천의 환경에 관한 사항 ····· 349

8.1 수환경 보전계획 ····· 349
8.2 환경영향 검토 ····· 366

9 하천의 유지관리에 관한 사항 ····· 371

9.1 고수부지 현황 및 이용방안 ····· 371
9.2 폐천부지 현황 및 이용방안 ····· 373
9.3 자갈 활용가능량 조사 ····· 377
9.4 하도 유지 관리 ····· 378
9.5 기 타 ····· 378

10 효과분석 및 건의 ····· 380

10.1 기본사항 ····· 380
10.2 종합적인 효과분석 ····· 380
10.3 건 의 ····· 381

▨ 참 고 문 헌

▨ 부 도

◎ 지 형 평 면 도
◎ 종 단 면 도
◎ 횡 단 면 도

▨ 첨부자료

국토해양부

표 목 차

<표 1-1> 과업의 범위 ····· 4
<표 1-2> 재수립 개요 ····· 4
<표 1-3> 과업의 시종점 좌표 ····· 4
<표 2.1-1> 유 역 현 황 ····· 13
<표 2.1-2> 수계 개황 ····· 15
<표 2.1-3> 유역면적 및 유로연장 ····· 18
<표 2.1-4> 하천구간 경계설정현황 ····· 19
<표 2.1-5> 고도별 누가면적 및 구성비 ····· 21
<표 2.1-6> 경사별 누가면적 및 구성비 ····· 21
<표 2.1-7> 유역의 평균고도 및 평균경사 ····· 24
<표 2.1-8> 주요 구간별 하상경사 ····· 24
<표 2.1-9> NRCS 수문학적 토양군의 분류기준 ····· 26
<표 2.1-10> 토양 종류별 특성 ····· 26
<표 2.1-11> 소유권별 임야면적 ····· 30
<표 2.1-12> 임상별 임야면적 ····· 30
<표 2.1-13> 토지이용 현황 ····· 30
<표 2.1-14> 행정구역 및 인구현황 ····· 32
<표 2.1-15> 서산시 문화재 및 유적지 현황 ····· 34
<표 2.1-16> 우량관측소 현황 ····· 37
<표 2.1-17> 수위관측소 현황 ····· 38
<표 2.1-18> 서산기상대의 월별 기상현황 ····· 40
<표 2.1-19> 서산기상대의 현상일수 ····· 41
<표 2.1-20> 하상경사 및 현하폭 ····· 44
<표 2.1-21> 하천 개수 현황 ····· 48

국토해양부

<표 2.1-22> 과거 주요 수해발생 현황 (전국 상위 10위) ····· 49
<표 2.1-23> 서산시 풍수해 현황 ····· 50
<표 2.1-24> 가뭄의 경제·환경·사회적 영향 ····· 54
<표 2.1-25> 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄빈도 ····· 55
<표 2.1-26> 가뭄과 농업재해(1900~1995년) ····· 56
<표 2.1-27> 한발 피해현황 ····· 57
<표 2.1-28> 서산시 도시공원 현황 ····· 60
<표 2.1-29> 지목별 토지이용 현황 ····· 62
<표 2.1-30> 저유황 공급 및 사용지역 ····· 63
<표 2.1-31> 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 현황 ····· 63
<표 2.1-32> 야생 동·식물보호구역 지정 현황 ····· 64
<표 2.1-33> 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간 ····· 64
<표 2.1-34> 대기질 환경기준 ····· 65
<표 2.1-35> 하천수질 환경기준 ····· 66
<표 2.1-36> 소음 환경기준 ····· 67
<표 2.1-37> 환경오염물질 배출시설 현황 ····· 68
<표 2.1-38> 서산시 도로 현황 ····· 68
<표 2.1-39> 취·정수장 현황 ····· 69
<표 2.1-40> 문화재 지정 현황 ····· 69
<표 2.1-41> 하수종말처리시설 현황 ····· 69
<표 2.1-42> 분뇨처리시설 현황 ····· 70
<표 2.1-43> 폐기물 매립시설 현황 ····· 70
<표 2.1-44> 조사지역의 식물상 ····· 75
<표 2.1-45> 조사지역의 귀화식물 ····· 76
<표 2.1-46> 조사지역 소산식물의 생활형 비교 및 분석 ····· 77
<표 2.1-47> 조사지역의 하천 단면도 ····· 78
<표 2.1-48> 조사지역의 녹지자연도, 식물현존량 및 순생산량 ····· 81
<표 2.1-49> 조사지역의 포유류 목록 ····· 85

국토해양부

<표 2.1-50> 조사지역의 조류 목록 ····· 86
<표 2.1-51> 조사지역의 양서·파충류 목록 ····· 89
<표 2.1-52> 조사지역의 어류 목록 ····· 92
<표 2.1-53> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록 ····· 93
<표 2.1-54> 대기질 측정지점 위치 ····· 96
<표 2.1-55> 대기질 측정 결과 ····· 96
<표 2.1-56> 대기질 환경기준 ····· 97
<표 2.1-57> 수질조사항목 ····· 97
<표 2.1-58> 하천수질 및 하천저질 조사지점 ····· 98
<표 2.1-59> 지표수질 분석결과 ····· 100
<표 2.1-60> 하천수질 환경기준 ····· 101
<표 2.1-61> 유량 조사 결과 ····· 102
<표 2.1-62> 하천 저질 측정 결과 ····· 102
<표 2.1-63> 생활폐기물 관리구역 지정현황 ····· 103
<표 2.1-64> 생활폐기물 발생 및 처리현황 ····· 103
<표 2.1-65> 분뇨발생 및 수거처리 현황 ····· 104
<표 2.1-66> 폐기물 매립시설 현황 ····· 105
<표 2.1-67> 분뇨 처리시설 현황 ····· 105
<표 2.1-68> 소음·진동 측정지점 ····· 105
<표 2.1-69> 소음측정결과 ····· 106
<표 2.1-70> 진동측정결과 ····· 106
<표 2.1-71> 소음환경기준 ····· 107
<표 2.1-72> 생활진동규제기준 ····· 108
<표 2.1-73> 과업구간 주요 조망점 현황 ····· 110
<표 2.1-74> 과업구간내 소하천 현황 ····· 117
<표 2.2-1> 기본 삼각점 성과 ····· 124
<표 2.2-2> 국토지리정보원 기본 수준점 성과 ····· 125
<표 2.2-3> 표석 성과표 ····· 126

국토해양부

<표 2.2-4> 흔적수위 조사 및 홍수위 검토 ····· 127
<표 2.3-1> 과거 주요 강우기록 ····· 128
<표 2.3-2> 홍수량 산정지점 ····· 129
<표 2.3-3> 관측소 강우자료년수 ····· 130
<표 2.3-4> 국내 강우자료의 지속기간별 관계 ····· 133
<표 2.3-5> 고정시간 최대우량 ····· 135
<표 2.3-6> 임의시간 최대우량 ····· 136
<표 2.3-7> 지속기간별 확률강우량 ····· 147
<표 2.3-8(a)> 면적감소계수(ARF)에 따른 홍수량 산정결과 ····· 149
<표 2.3-8(b)> 강우지속기간-재현기간별 면적감소계수(ARF) ····· 149
<표 2.3-9> 해미천유역의 산정지점별 면적감소계수 ····· 149
<표 2.3-10> 강우강도 공식 ····· 151
<표 2.3-11> 지속기간에 따른 4분위법의 최빈구간(a) ····· 155
<표 2.3-12> 지속기간에 따른 4분위법의 최빈구간(b) ····· 155
<표 2.3-13> 서산지역 강우의 분위별 적정 무차원 누가강우분포 ····· 157
<표 2.3-14> 서산지방 Huff의 4분위법 적용을 위한 회귀계수 ····· 157
<표 2.3-15> 토양형의 분류 ····· 161
<표 2.3-16> 선행함수조건의 분류 ····· 161
<표 2.3-17> 농경지역 및 임목지역의 유출곡선지수 (AMC-Ⅱ 조건) ····· 162
<표 2.3-18> 도시지역의 유출곡선지수 (AMC-Ⅱ 조건) ····· 163
<표 2.3-19> 선행함수조건(AMC)에 따른 유출곡선지수의 결과 ····· 164
<표 2.3-20> 선행토양함수 조건 ····· 165
<표 2.3-21> 하천별 홍수량 산정지점별 CN값 ····· 165
<표 2.3-22> NRCS 무차원 단위도의 비율에 따른 시간별 종거 ····· 167
<표 2.3-23> 저류상수 k값 산정결과 ····· 170
<표 2.3-24> 자연하천 유역에 대한 도달시간 공식 ····· 174
<표 2.3-25> 도달시간 산정 ····· 175
<표 2.3-26> 홍수량 산정결과 ····· 176

국토해양부

<표 2.3-27> 홍수량 산정결과 비교 ····· 177
<표 2.3-28> 강우의 시간적 분포에 따른 홍수량 산정결과 ····· 177
<표 2.3-29> 모노노베분포에 의한 홍수량 산정결과 비교 ····· 179
<표 2.3-30> 해미천 및 인근수계의 비홍수량 산정 ····· 180
<표 2.3-31> 하천설계기준상 계획빈도 ····· 182
<표 2.3-32> 계획홍수량 ····· 183
<표 2.3-33> 빈도별 기점홍수위 ····· 184
<표 2.3-34> 하천 및 수로의 조도계수 ····· 186
<표 2.3-35> 구간별 조도계수 ····· 186
<표 2.3-36> 하천설계기준의 계획하폭 ····· 187
<표 2.3-37> 하상경사에 따른 α값 ····· 189
<표 2.3-38> 주요구간별 계획하폭 ····· 190
<표 2.3-39> 빈도별 홍수위 ····· 192
<표 2.3-40> 계획홍수위 및 계획하폭 ····· 195
<표 2.4-1> 통과중량 백분율 입경 ····· 199
<표 2.4-2> 주요댐 지점의 연간 비유사량 비교표 ····· 201
<표 2.4-3> 기존댐 지점의 퇴사량 ····· 202
<표 2.4-4> 유사량 산정결과 ····· 202
<표 2.4-5> 평형하상경사 산정방법 ····· 204
<표 2.4-6> 최심하상고 및 하상변동예측 ····· 211
<표 2.5-1> 유출특성 계수(f) ····· 216
<표 2.5-2> Kajiyama 공식의 보정유량 (E) ····· 216
<표 2.5-3> 월별 유출량 ····· 218
<표 2.5-4> 해미천유역 유출현황 ····· 218
<표 2.5-5> 유황분석 ····· 219
<표 2.5-6> 상수도 이용현황 ····· 222
<표 2.5-7> 저수지 현황 ····· 223
<표 2.5-8> 취수보 현황 ····· 224

국토해양부

<표 2.5-9> 양수장 현황 ····· 224
<표 2.5-10> 용수량산정 지점 ····· 225
<표 2.5-11> 관련 상위 계획 인구 추정 ····· 232
<표 2.5-12> 지구별 장래인구 추정 ····· 232
<표 2.5-13> 급수보급률 및 단위급수량 ····· 232
<표 2.5-14> 생활용수 수요량 ····· 233
<표 2.5-15> 지구별 농업용수 수요량 ····· 233
<표 2.5-16> 지구별 농업용수 첨두수요량 ····· 234
<표 2.5-17> 지구별 용수수요 총괄 ····· 234
<표 2.5-18> 평균 갈수량 및 기준 갈수량 ····· 235
<표 2.5-19> 갈수시 자연유하량 산정 ····· 236
<표 2.5-20> 갈수량과 물수지 ····· 236
<표 2.6-1> 유역의 하천수량 확보방안 ····· 252
<표 2.6-2> 하천구간별 하천환경 정비방안 ····· 257
<표 2.7-1> 공간구역 구분 형태 ····· 264
<표 2.7-2> 구간별 구역구분 ····· 268
<표 2.7-3> 호안별 설계유속 ····· 279
<표 2.7-4> 호안공법비교 ····· 280
<표 2.7-5> 보 및 낙차공 정비 ····· 281
<표 2.7-6> 여울과 소의 특징 ····· 282
<표 2.7-7> 하도계획 수립과 관련된 결정사항 ····· 287
<표 2.7-8> 기존시설물 현황 집계표 ····· 291
<표 2.7-9> 계획홍수량에 따른 교량 형하 여유고 ····· 292
<표 2.7-10> 계획홍수량에 따른 경간장 ····· 292
<표 2.7-11> 교량 능력 검토 ····· 293
<표 2.7-12> 단면의 표준값 ····· 295
<표 2.7-13> 기존배수시설물 능력검토 ····· 296
<표 2.7-14> 보 및 낙차공 현황 ····· 297

국토해양부

<표 2.7-15> 계획홍수량에 따른 둑마루폭 기준 ····· 303
<표 2.7-16> 계획홍수량에 따른 제방여유고 기준 ····· 304
<표 2.7-17> 하도 분류별 수리특성과 호안설치 유무 ····· 306
<표 2.7-18> 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준 ····· 306
<표 2.7-19> 호안공법의 특성비교 ····· 309
<표 2.7-20> 유속에 따른 밑다짐폭 기준 ····· 310
<표 2.7-21> 구간별 호안공법 ····· 313
<표 2.7-22> 계획시설물(제방, 호안) 일람 ····· 314
<표 2.7-23> 보축지구 일람 ····· 314
<표 2.7-24> 배수구조물 계획 ····· 315
<표 2.7-25> 블라이(Bligh) 계수 ····· 317
<표 2.7-26> 어도의 분류 ····· 321
<표 2.7-27> 어도의 형식별 장·단점 ····· 322
<표 2.7-28> 표준모형의 어도형식별 제원 ····· 325
<표 2.7-29> 상황별 어도형식 선정 기준표 ····· 326
<표 2.7-30> 교량 설치 계획 ····· 329
<표 2.7-31> 조사대상지구 ····· 330
<표 2.7-32> 계획빈도 범람구역 개요 ····· 331
<표 2.7-33> 단위 침수면적당 손실 인명수 ····· 334
<표 2.7-34> 침수면적당 발생 이재민수 ····· 334
<표 2.7-35> 직접피해의 대상자산과 피해액 산정방법 ····· 335
<표 2.7-36> 침수심별 건물 피해율 ····· 336
<표 2.7-37> 침수심별 건물내용물 피해율 ····· 337
<표 2.7-38> 도시분류별 가정용품 평가액 ····· 338
<표 2.7-39> 연도별 소비자 물가지수 ····· 338
<표 2.7-40> 침수심별 농경지 피해율 ····· 339
<표 2.7-41> 농작물별 생산비 ····· 339
<표 2.7-42> 지역별 논벼의 생산비 ····· 340
<표 2.7-43> 침수심별 농작물 피해율 ····· 340

국토해양부

<표 2.7-44> 침수심별 사업체 유형고정자산·재고자산의 피해율 ····· 341
<표 2.7-45> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율 ····· 342
<표 2.7-46> 하천별 지구별 총 피해액 ····· 342
<표 2.7-47> 연차별 투입비율 ····· 343
<표 2.7-48> 연차별 사업비 투입계획 ····· 343
<표 2.7-49> 연평균 유지관리비 산정결과 ····· 344
<표 2.7-50> 경제성 분석결과 ····· 345
<표 2.7-51> 투자우선순위 설정을 위한 적용기준 ····· 346
<표 2.7-52> 세부기준의 상대가치화 방법 ····· 347
<표 2.7-53> 투자우선순위 결정 결과 ····· 348
<표 2.8-1> 목표수질 등급 설정 (BOD기준) ····· 352
<표 2.8-2> 우리나라 대표어종과 대리어종 일람표 ····· 353
<표 2.8-3> 주요 어종의 생태적 요구조건 ····· 353
<표 2.8-4> 주요 어종의 서식처 수리조건 ····· 354
<표 2.8-5> 유기물질에 따른 수생 동·식물과 수질오염의 정도 ····· 354
<표 2.8-6> 경관측면의 목표수질 ····· 355
<표 2.8-7> 친수환경 측면 목표수질 ····· 355
<표 2.8-8> 소규모 하수도 설치규모 ····· 357
<표 2.8-9> 지역특성별 마을하수도 구분 ····· 358
<표 2.8-10> 지역특성별 하수처리 공법 ····· 358
<표 2.8-11> 비점오염원 관리시설의 종류 ····· 361
<표 2.8-12> 하천정화방법의 내용과 원리 ····· 362
<표 2.8-13> 하천정화기법 구분 ····· 365
<표 2.8-14> 영향예측 및 저감대책 ····· 367
<표 2.9-1> 고수부지 현황 및 이용방안 ····· 371
<표 2.9-2> 폐천부지 이용현황 및 장래활용계획 ····· 374
<표 2.9-3> 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역 ····· 377
<표 2.10-1> 계획시설물 소요사업비 내역 ····· 381

국토해양부

그 림 목 차

【그림 1-1】 과업위치도 ····· 5
【그림 2.1-1】 유 역 도 ····· 14
【그림 2.1-2】 수 계 도 ····· 15
【그림 2.1-3】 합·분류지점의 하천구간 경계설정 ····· 20
【그림 2.1-4】 표고분포도 ····· 22
【그림 2.1-5】 경사분포도 ····· 23
【그림 2.1-6】 지 질 도 ····· 25
【그림 2.1-7】 토 양 도 ····· 29
【그림 2.1-8】 토 지 이 용 도 ····· 31
【그림 2.1-9】 행정구역도 ····· 33
【그림 2.1-10】 수문관측소 위치도 ····· 39
【그림 2.1-11】 하천현황 조사 ····· 45
【그림 2.1-12】 제7호 태풍 「올가(OLGA)」 진로도 및 1999년 서산시 피해현황 ·· 51
【그림 2.1-13】 제13호 태풍 「위니(WINNIE)」 진로도 ····· 51
【그림 2.1-14】 제3호 태풍 「에위니아(EWINIAR)」 진로도 ····· 52
【그림 2.1-15】 조사개황도 ····· 74
【그림 2.1-16】 현존식생도 ····· 82
【그림 2.1-17】 녹지자연도 ····· 83
【그림 2.1-18】 주요 육상동물상 분포도 ····· 90
【그림 2.1-19】 조사지역의 육상동물상 ····· 91
【그림 2.1-20】 조사지역의 육수동물상 ····· 95
【그림 2.1-21】 측정지점 위치도 ····· 99
【그림 2.1-22】 과업구간 주요 조망점 및 현황도 ····· 111
【그림 2.1-23】 2020년 서산도시기본구상도 ····· 116

국토해양부

【그림 2.1-24】 복합관광망 현황도 ····· 118
【그림 2.1-25】 자전거도로 설치계획 ····· 121
【그림 2.3-1】 홍수량 산정지점도 ····· 129
【그림 2.3-2】 강우빈도해석 흐름도 ····· 132
【그림 2.3-3】 고정시간의 지속기간 우량과 임의의 지속기간 우량의 보정관계 ··· 134
【그림 2.3-4】 IDF 곡선 ····· 152
【그림 2.3-5】 Huff분포의 무차원 누가곡선 ····· 158
【그림 2.3-6】 NRCS의 무차원 단위유량도 ····· 167
【그림 2.3-7】 Snyder의 합성단위유량도 ····· 171
【그림 2.3-8】 강우의 시간적 분포에 따른 홍수량산정결과 비교 ····· 178
【그림 2.3-9】 모노노베 분포에 따른 홍수량산정결과 비교 ····· 179
【그림 2.3-10】 비홍수량 비교 ····· 180
【그림 2.3-11】 계획홍수량배분도 ····· 183
【그림 2.3-12】 계획하폭 산정도 ····· 188
【그림 2.4-1】 하상재료 채취지점도 ····· 200
【그림 2.4-2】 최심하상고 및 평형하상고 ····· 213
【그림 2.5-1】 해미천 유역 수자원부존량 평가 ····· 219
【그림 2.5-2】 유황곡선 ····· 220
【그림 2.5-3】 용수수요량 산정지점도 ····· 226
【그림 2.5-4】 물수지 모식도 ····· 237
【그림 2.6-1】 치 수 대 책 ····· 247
【그림 2.6-2】 하천환경관리 기본계획수립 흐름도 ····· 259
【그림 2.7-1】 하천공간 정비계획의 전체 흐름도 ····· 262
【그림 2.7-2】 공간구분도(해미천) ····· 267
【그림 2.7-3】 관련계획 구상도 ····· 272
【그림 2.7-4】 산책로 및 자전거도로 횡단면도 ····· 273
【그림 2.7-5】 산책로 및 자전거도로 표준단면도 ····· 274
【그림 2.7-6】 자전거도로 계획평면도 ····· 275

국토해양부

【그림 2.7-7】 여울과 소의 종단도와 평면도 ····· 282
【그림 2.7-8】 대표적인 여울의 형태 ····· 283
【그림 2.7-9】 보 및 낙차공 현황 ····· 298
【그림 2.7-10】 제방표준단면도 ····· 311
【그림 2.7-11】 자연형 보 및 낙차공 시공사례 ····· 318
【그림 2.7-12】 자연형 보 및 낙차공 예시도 ····· 318
【그림 2.7-13】 어도의 형식별 일반도 ····· 323
【그림 2.7-14】 치수경제성 조사위치도 ····· 332
【그림 2.7-15】 다차원 홍수피해산정방법의 개념도 ····· 333
【그림 2.7-16】 통합지표 도출 절차 ····· 347
【그림 2.8-1】 수질보전 전략의 형성체계 ····· 351
【그림 2.8-2】 정화시설 설치 (예시) ····· 364
【그림 2.9-1】 고수부지 현황 및 이용방안 ····· 372
【그림 2.9-2】 폐천부지 현황 ····· 375

국토해양부

제1장 개 요

1. 과업의 개요
2. 과업의 범위 및 재수립 개요
3. 주요 내용

국토해양부


국토해양부

제1장 개 요

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

해미천 생태하천 정비 사업을 실시하는 과정에 기 수립된 하천기본계획(해미천 하천기본계획수립 1995년)은 15년이 지난 실정이므로 하천법 제25조 규정에 따라 10년 단위의 하천기본계획을 수립하여야 하며, 5년 마다 그 타당성 여부를 검토하여 필요한 경우 하천기본계획을 변경하도록 되어있다.

- 본 과업은 4대강 살리기 사업과 연계하여
- 지방하천인 해미천의 치수 측면의 안정성을 확보하고
- 문화·생태가 살아있는 친수공간을 조성하며
- 친환경적인 생태하천 조성사업을 추진하고
- 간월호 인근 관광자원간 연계망 구축 및 잠재력 구축

해미천 인근에 있는 해미성지는 진둡벙에 천주교인들을 생매장한 성지로서 관광객 및 순례자들이 해미읍성과 순교성지를 찾는 역사적 유적지로 이 지역을 찾는 순례객 및 탐방객들의 불편을 해소하고, 해미읍성과 연계한 역사적 순례코스로 정비하여 소중한 문화 및 관광자원을 보존하는데 목적을 두고 하천법 제25조 및 같은법 시행령 제24조 규정에 의거 지방하천 해미천 구간에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발, 치수경제성 및 수질보전에 관련된 사항을 일관성 있게 조사·분석하고, 하천기본계획을 수립하여 수자원종합개발 지침으로 활용하고자 하며, 하천의 자연환경을 인위적 훼손으로부터 보호하고, 자연생태계를 보전하기 위해 자연환경보전, 자연생태계보전 및 수질보전을 위한 하천 공간 환경 정비 등 환경관리계획을 재수립하고자 한다.

또한, 하천자산의 효율적인 유지관리를 위하여 하천법 제15조 및 동법 시행규칙 제8조의 규정에 의거 하천시설관리와 하천현황 및 이용실태를 종합적으로 조사·정리하여 하천시설에 대한 관리대장을 작성하여 일관된 하천관리 도모 및 하천사용의 이익 증진을 위한 기본자료로 활용하고자 한다.

국토해양부

2. 과업의 범위 및 재수립 개요

본 과업은 지방하천 해미천 5.3km에 대한 하천기본계획을 수립하고 하천시설물 관리대장을 작성하는 것으로, 과업구간은 확보된 예산범위 내에서 유황의 상황, 하도의 규모 등을 검토하여 효율적인 관리방안 수립이 시급한 것으로 판단되는 구간을 설정하고 발주처와 협의 및 승인을 득하여 결정하였다.

현장조사 및 측량성과에 의한 과업구간 현황 및 위치는 <표 1-1> 및【그림 1-1】과 같다.

<표 1-1> 과업의 범위

하천명	하천 등급		과업구간		하천 연장 (km)	계획 수립 (km)	유역 면적 (km^2)	유로 연장 (km)	하천지정근거 및 일자	변경사유
			기 점	종 점						
해미천	지방하천	기고시	충청남도 서산시 해미면 휴암리 (산수저수지 언제수)	충청남도 서산시 해미면 응평리 (도당천 합류지점)	8.90	5.00	31.62	9.66	충남5호 (1964.1.20)	-
		금회수립	충청남도 서산시 해미면 휴암리 (산수저수지 방류부 하단)	충청남도 서산시 해미면 응평리 (도당천 합류지점)	8.90	5.30	27.25	10.62	-	실측연장 반영

주】 기고시 자료 : 「한국하천일람」(2008, 국토해양부)

국토해양부

기 수립된 해미천 하천기본계획(1995.12, 충청남도)과 금회 과업구간의 개요를 비교하면 다음 <표1-2>과 같다.

<표 1-2> 재수립 개요

구 분	관 할 관측소	설 계 빈 도 (년)	확 률 강우량 (mm)	시간별 분 포	홍 수 량 산정공식	계획홍수량 (m^3/sec)	비 고
기수립	서산	50 (100)	313.9 (351.5)	Mononobe	Clark	610 (695)	(100년빈도)
재수립	서산	100	349.8	Huff	Clark	405	

<표 1-3> 과업의 시종점 좌표

하천명	구분	좌 표		비고
		X	Y	
해미천	기 점	355,750.6467	160,866.9399	
	종 점	358,411.5989	156,556.4224	


해미천 과업구간
L = 5.30 km
Scale
0 0.75 1.5 3.0km
충청남도
해미면
음암면
운산면
고북면
갈산면
N
국토해양부

【그림 1-1】 과업위치도

3. 주요 내용

3.1 현지답사

가. 유역의 개황

나. 하천 및 수계현황

다. 지형 및 유역의 특성

라. 하천 환경현황

마. 기타사항

3.2 하천기본계획 수립

가. 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

본 사항의 내용은 당해 수계에 대한 종합적인 기본계획과 하천공사 실시의 기본이 되는 사항을 체계 있게 조사한다.

국토해양부

1) 일반현황

① 유역의 일반현황

② 유역의 자연현황

③ 유역의 사회·문화적 현황

2) 수문조사

① 수문관측소

② 기 상

③ 강 수

3) 하도특성 조사

① 하도의 특성인자

② 하도의 평면형

③ 하도의 횡단형

④ 하상변동 특성

4) 하천사업의 연혁 및 피해현황

① 하천사업의 연혁

② 수해피해 현황

③ 가뭄피해 현황

5) 하천의 이용현황

① 용도지역구분 등 토지이용현황

② 관광·위락 등 공간이용현황

6) 하천의 환경현황

① 오염원 현황

② 오염도 현황

③ 하천의 수변현황 및 생태환경

7) 타계획과의 조정

① 관련계획 검토

② 합·분류지점의 하천구간 경계 설정

국토해양부

나. 하천측량

1) 일반사항

2) 지형현황측량

① 삼각 및 도근측량

② 수준측량

③ 지적도 복사 및 축도

3) 거리표(종단측점)의 설치

① 종단측점의 설치

② 횡단측량

4) 측량결과

다. 홍수량 및 홍수위 산정

1) 기본홍수량 및 계획홍수량

① 홍수량 산정지점

② 강우분석 및 확률강우량

③ 강우유출분석

④ 기본 및 계획홍수량

2) 홍수위 산정

① 기점홍수위 및 조도계수

② 홍수위계산

라. 하상변동 조사

1) 하상재료조사

2) 하상변동 및 하도안정분석

마. 용수수급계획 수립

1) 수자원부존량 산정

2) 용수수급현황의 파악

3) 용수수요량 예측 및 산정

4) 물수지 분석

5) 용수수급계획

바. 하천의 종합적인 정비방향 설정

1) 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

① 치수 측면

② 이수 측면

③ 하천환경 측면

2) 바람직한 하천모습 설정

3) 홍수처리계획의 기본방향

국토해양부

4) 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

5) 하천환경관리에 관한 기본방향

사. 하천의 정비, 이용, 보전에 관한 사항

1) 하천의 지구별 관리계획 수립

2) 하도계획

① 하도정비계획

② 계획홍수위 및 계획하폭

3) 하천시설물계획

① 기존시설물 능력검토

② 하천시설물 설치방향

4) 치수경제성 분석

① 조사대상 범위

② 다차원 홍수피해 산정방법

③ 투자효율 분석

④ 적정투자 규모와 투자우선순위

⑤ 단기 및 중장기 투자계획

국토해양부

아. 하천의 환경에 관한 사항

1) 수환경 보전계획

2) 환경영향 검토

자. 하천의 유지관리에 관한 사항

1) 고수부지 현황 및 이용방안

① 고수부지 이용현황

② 고수부지 보전방안

2) 골재 활용가능량 조사

3) 하도유지관리

4) 기타사항

제2장 하천기본계획 수립

1. 하천기본계획 수립을 위한 기초조사
2. 하천측량
3. 홍수량 및 홍수위 산정
4. 하상변동 분석
5. 용수수급 계획 수립
6. 하천의 종합적인 정비방향 설정
7. 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항
8. 하천의 환경에 관한 사항
9. 하천의 유지관리에 관한 사항
10. 효과분석 및 건의

국토해양부

국토해양부

제2장 하천기본계획 수립

1. 하천기본계획 수립을 위한 기초조사

1.1 일반현황

가. 유역의 일반현황

1) 유역의 개황

본 과업대상인 해미천은 도당천의 제1지류의 지방하천으로서 우리나라 중서부인 동경 126°37′16″~ 126°41′54″, 북위 36°36′50″~ 36°38′50″사이에 위치하고 있으며, 충청남도 서산시 해미면 일대를 포함하고 있는 유역으로서 유역면적 27.25km^2, 하천연장 8.9km, 유로연장 10.6km에 이른다.

해미천은 서산시 해미면 대곡리에서 발원하여 북서쪽으로 유하하다 산수저수지를 통과하면서 산수천과 합류하여 다시 북서쪽으로 유하하다 황락천과 합류하여 유하하며 서산시 해미면 응평리에서 본류인 지방하천 도당천의 좌안측으로 합류된다.

해미천 하류의 하천연안에는 비교적 넓은 평야가 발달되어 있으며 중류부의 우안으로는 해미면 읍내리의 주 시가화지가 형성되어 있고 대부분이 산지로 형성되어 유역의 경사가 비교적 급하고, 하상경사도 하류부가 대략 1/168, 중류부가 1/105, 상류부가 1/115 정도로 다소 급하게 형성되어 있다.

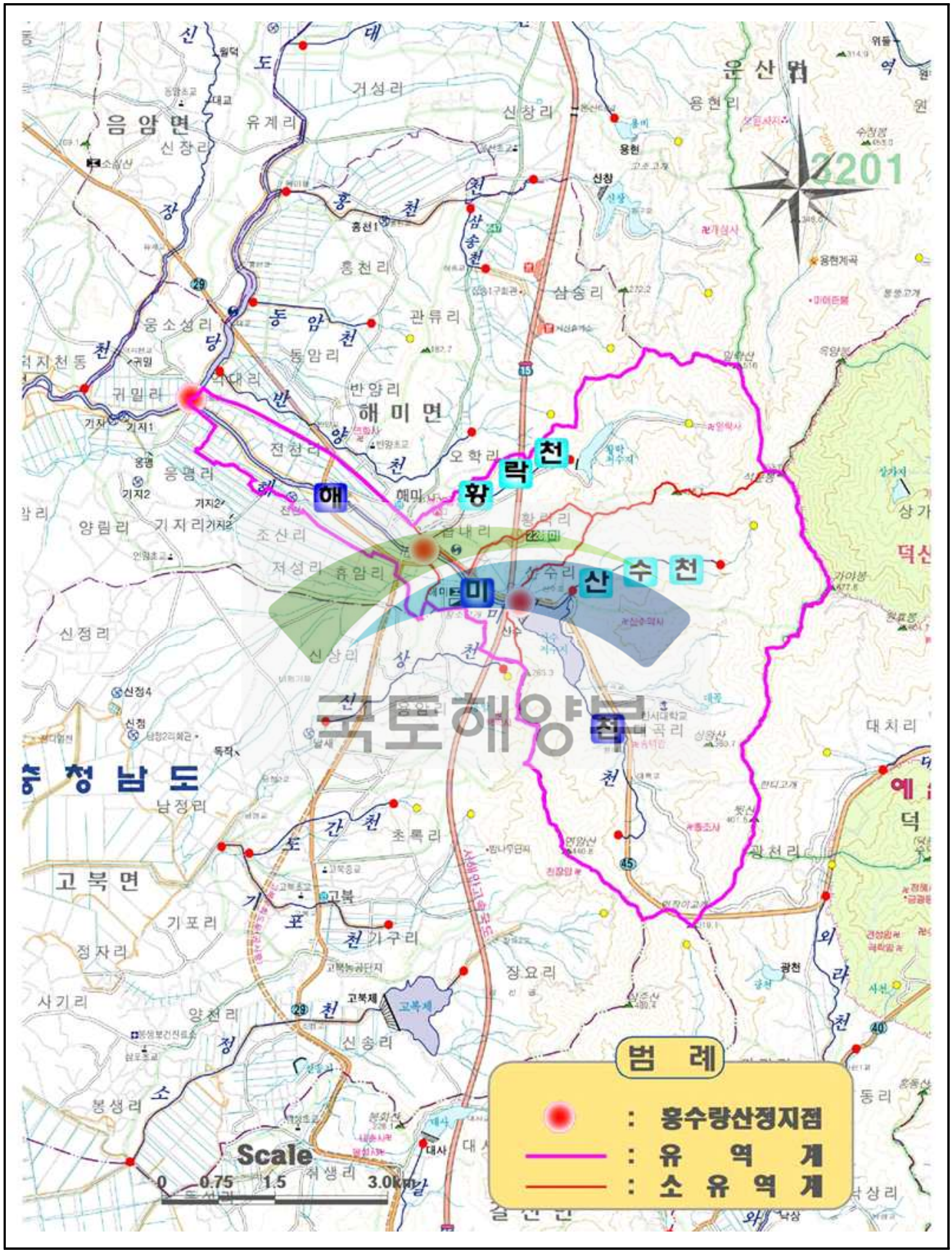
해미천 유역 내 행정구역을 살펴보면 충청남도 서산시 해미면 9개리로 구성되어 있으며, 2009년 현재 유역의 총가구수는 1,952세대, 4,317 명이 거주하고 있어 인구밀도는 2.2 인/㎢로 나타났다.

유역내 토지이용현황은 전유역의 약 13.04%인 3.55㎢가 농경지이며 약 74.04%인 20.18㎢는 임야이고 기타 12.92%인 3.52㎢로 나타나고 있다.

국토해양부

<표 2.1-1> 유 역 현 황

하 천 명	기 점	종 점	유역면적 (km^2)	하천연장 (km)	비 고
해미천	충남 서산시 해미면 휴암리, 산수리지내 산수저수지 직하류하부	충남 서산시 해미면 응평리 도당천(지방하천) 합류점	27.25	8.9	지방하천



【그림 2.1-1】 유 역 도

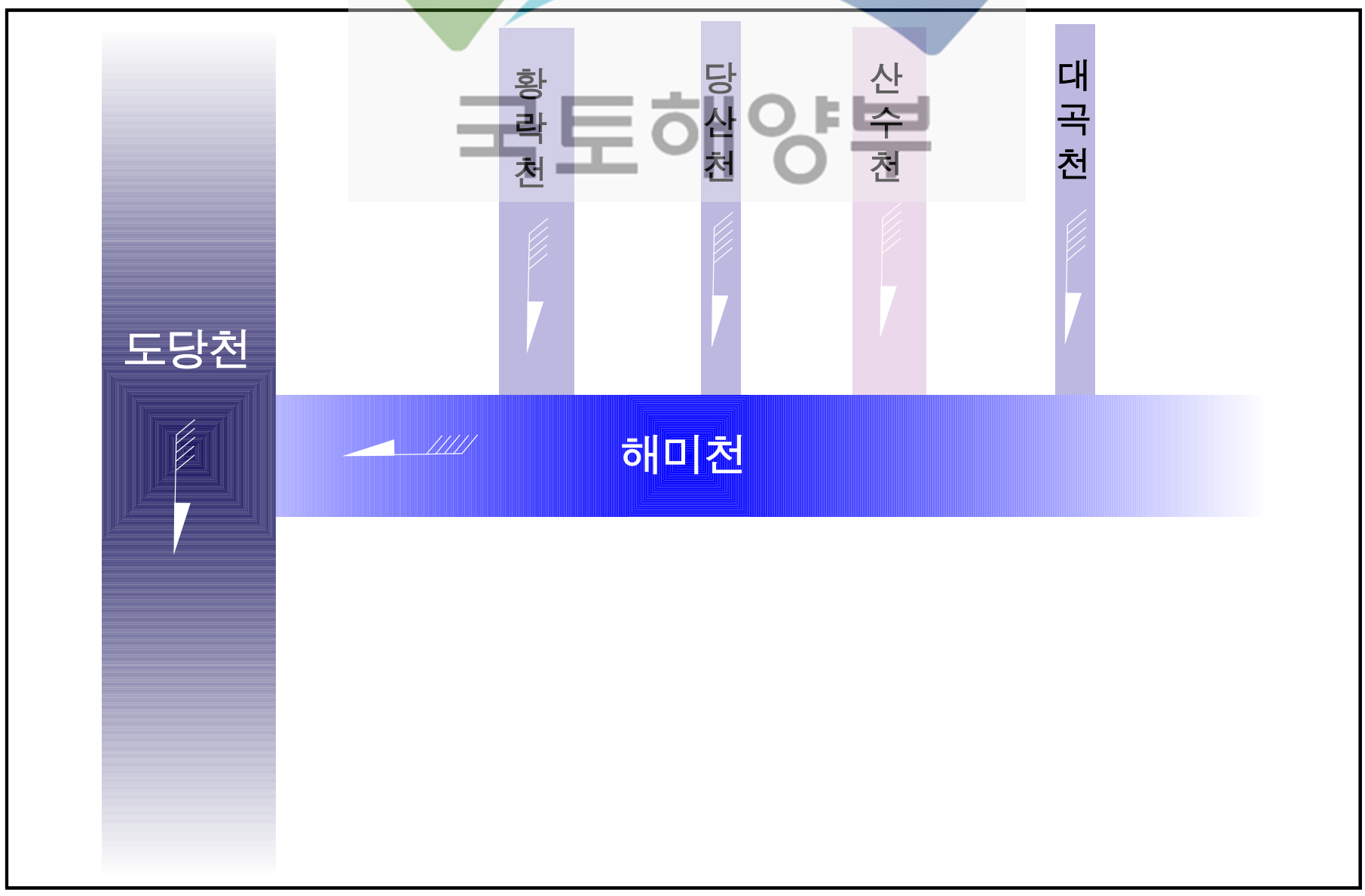
2) 수계의 구성

금회 과업대상 하천인 해미천은 도당천(지방하천)으로 유입되는 지방하천이다. 해미천의 수계 현황은 <표 2.1-2>와 같으며, 하천 수계망도는 다음【그림 2.1-2】와 같다.

<표 2.1-2> 수계 개황

본 류	제1지류	제2지류	기 점			종 점			하천연장 (km)
			시·군	읍·면·동	경 계	시·군	읍·면·동	경 계	
도당천	해미천		서산시	해미면	휴암리, 산수리 지내 산수저수지 언제수	서산시	해미면	도당천합류점	8.9
		황락천	서산시	해미면	황락리 57전61답번지선수로	서산시	해미면	해미천합류점	2.7
		산수천	서산시	해미면	당산리 수로	서산시	해미면	해미천합류점	2.7
		당산천 (소하천)	서산시	해미면	산수리 329	서산시	해미면	휴암리 59-7	1.1
		대곡천 (소하천)	서산시	해미면	대곡리 산29	서산시	해미면	대곡리 511-1	1.8

코토해양부



【그림 2.1-2】수 계 도

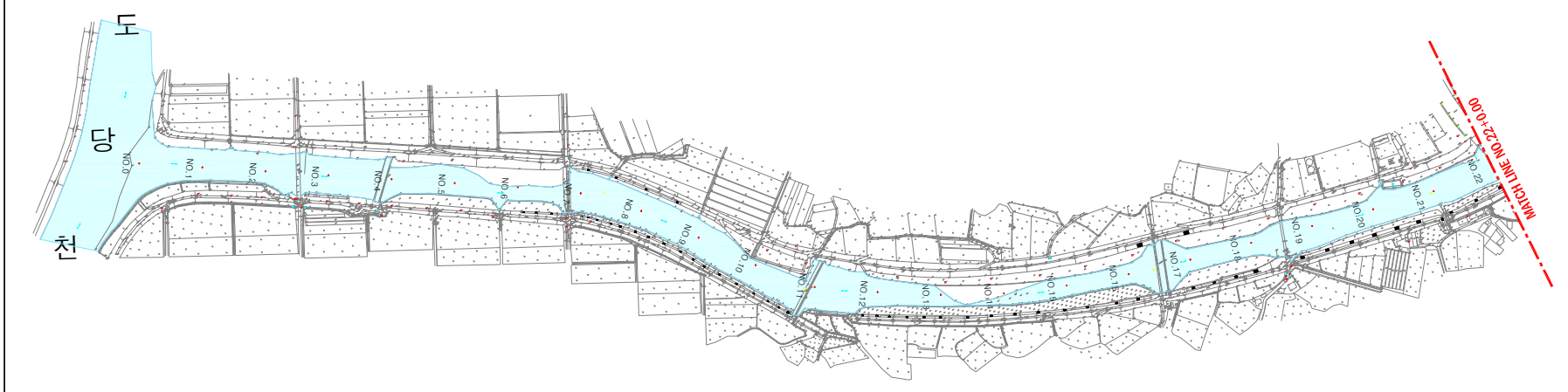
3) 유역의 특성 조사

가) 하천의 특성

본 과업하천인 해미천은 지방하천 도당천으로 유입되는 지방하천으로 상류부 및 하류부는 농경지가 분포하는 전원하천, 중류부는 시가화지역이 분포하고 있는 도심지하천의 성격을 나타내고 있다. 또한 하천의 하상경사가 전반적으로 약 1/105 ~ 1/168 정도로 급하고 유속이 다소 빠른 형태를 보이고 있으며 양안에는 농경지 및 주거지역이 분포하고 있다. 그리고 하천변으로 하천을 횡단하기 위해 잠수교를 포함한 교량이 14개소가 설치되어 있고, 하상을 안정화시키기 위한 낙차공 2개소와 농업용수 확보를 위한 취수보 9개소(1개소는 폐쇄)가 설치되어 있다. 또한, 홍수량 대비 현하폭은 충분하며 대부분의 제방이 개수되어 있다. 하도내 보 및 낙차공 시설의 노후화로 이에 대한 대책 및 개선이 필요하다.

○ 하류부구간(No.0+00 ~ No.22+00)은 좌우안에 돌망태호안으로 제방이 축조되어 있으며, 하상경사는 1/168로 다소 급하여 유속이 빠른 형태를 보이고 있다. 하천변으로는 농경지가 분포하고 있으며, 하천변 고수부지에는 농경지 및 잡종지로 활용되고 있다. 하류부의 단면형태는 좌우안의 농경지가 홍수터 구조를 띄고 있어 복단면의 형태를 가지고 있으며, 하상은 대부분 모래 및 자갈로 이루어져 있다.

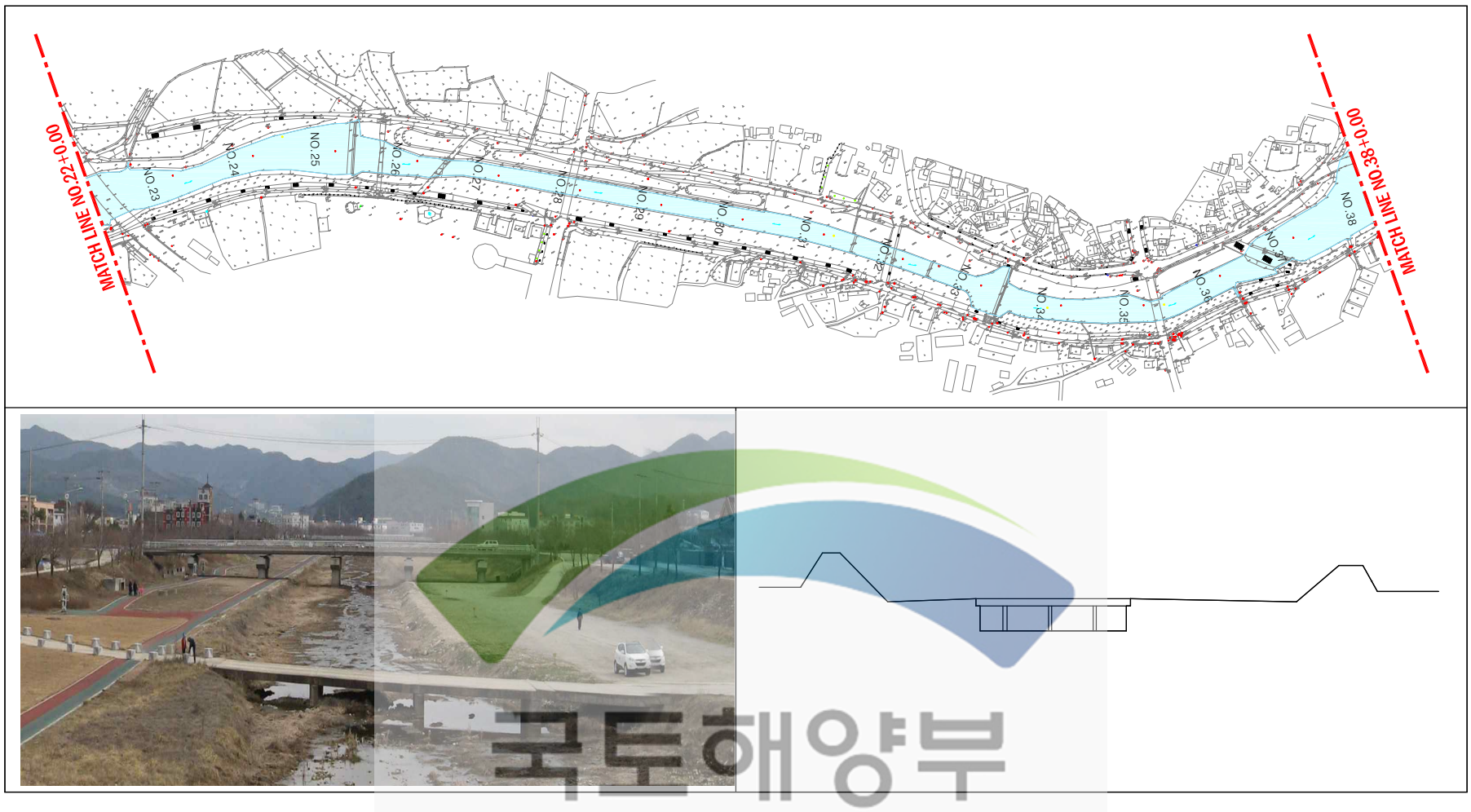
국토해양부







○ 중류부구간(No.22+00 ~ No.38+00)은 좌우안에 돌망태호안으로 제방이 축조되어 있으며, 하상경사는 1/105로 다소 급하여 유속이 빠른 형태를 보이고 있다. 좌우안부는 대부분 주거지 및 시가지를 구성하고 있다. 하천내 고수부지는 일부구간의 경우 산책로 및 자전거 도로 및 주차장으로 사용되고 있는 실정이며, 현재 중류부구간의 단면형태는 대부분 복단면이며 하상은 대부분 모래와 자갈로 되어있다.



국토해양부

○ 상류부구간(No.38+00 ~ No.53+00)은 좌우안에 돌망태호안으로 제방이 축조되어 있으며, 하상경사는 1/115로 다소 급하여 유속이 빠른 형태를 보이고 있다. 하천변으로 일부구간의 주거지와 대부분의 농경지가 주를 이루고 있다. 현재 상류부구간의 단면형태는 단단면이며 하상은 대부분 모래와 자갈로 되어있다.



국토해양부

4) 유역면적 및 유로연장

유역면적 및 유로연장은 하천을 이해하고 분석함에 있어 중요한 자료로서, 본 과업에서는 지류 합류 전·후 지점과 기타 수리·수문 분석시 필요한 주요지점을 선정하여 각 지점별로 유역면적 및 유로연장을 구하고 유역의 평균 폭 및 형상계수를 분석하였다. 일반적으로 유역의 평균 폭은 대하천일수록 크고, 소하천의 경우는 작다. 형상계수는 정사각형 유역은 1.0정도, 원형유역은 0.8정도, 방사상유역에서는 0.1정도이고 형상계수가 크면 길이에 비하여 폭이 넓은 유역이고, 작은 것은 긴 유역을 의미한다. 본 하천의 주요지점별 유역면적 및 유로연장과 유역 평균 폭 및 형상계수는 <표 2.1-3>과 같다.

<표 2.1-3> 유역면적 및 유로연장

하천명	산정지점	주 요 지 점	유역면적 A(km²)	유로연장 L(km)	유역평균폭 A/L(km)	형상계수 A/L²	비 고
해미천	HM0	해미천 하구	27.25	10.6	2.57	0.24	
	HM1	황락천 합류후	24.41	6.8	3.59	0.53	
	HM2	황락천 합류전	18.22	6.8	2.68	0.39	
	HM3	산수저수지 직하류	16.48	5.4	3.05	0.57	

나. 합·분류지점의 하천구간 경계설정

금회 과업대상인 해미천은 지방하천 도당천으로 유입되는 지방하천이고,「하천법」제10조 제2항에 의한 하천관리청의 관리가 용이하도록 하천구간의 경계를 설정하였다.

경계구간의 설정기준은 다음과 같이 정하였으며 현지지형을 고려하여 불가피할 경우는 합리적인 판단에 의해 조정하였다.

- 유제부의 경우는 지류의 영향으로 곡선형을 나타내기 직전 제방의 제내측 최 외곽선을 연결한 직선으로 하였으며 이러한 경계선이 제방과 만나는 지점에서 제방을 직각으로 가로지르는 선까지를 본류의 구역으로 하였다.
- 무제부의 경우는 본류하천의 계획홍수위선과 지표가 만나는 선을 기준으로 하였으며 경계설정방식은 유제부와 같이 하였다.

상기와 같은 기준에 의한 하천구간 경계설정 현황은 다음 <표 2.1-4> 및 【그림 2.1-3】과 같다.

국토해양부

<표 2.1-4> 하천구간 경계설정현황

하천명	등 급	경계설정현황		비 고
		지 점	설정현황	
해미천	지방하천	도당천합류지점 (해미천하구)	해미천과 도당천이 합류하는곳의 좌(167답)에서 우(해미면 전천리 385-1 제)를 연결하는 지점 (좌안 : X=358461.4232, Y=156596.5017 우안 : X=358354.3170, Y=156510.5900)	
		황락천합류지점	NO.38.00지점에서 해미천 우안으로 황락천이 유입되는 지점으로 황락천 횡단교량의 좌우를 연결하는 지점 (교량좌 : X=356512.6996 , Y=159670.0274 교량우 : X=356527.1595 , Y=159603.0874	

하천명	하 천 구 간 경 계
해미천	

(도당천합류지점)

(황락천 합류지점)

【그림 2.1-3】 합·분류지점의 하천구간 경계설정

국토해양부

다. 유역의 자연현황

1) 지 형

가) 고도 및 경사 구성비

표고별 면적분포 및 경사별 면적분포는 고도에 따라 변하는 강우·증발 및 식생 등의 영향을 검토할 수 있는 기초자료가 되며, 유역지표면의 특성이나 지형에 따라 변하는 홍수유출상황·지형 침식 등에 대한 사항을 개괄적으로 파악할 수 있는 자료가 된다.

본 과업구간의 주요지점에 대한 표고별 누가면적 구성비 및 경사별 누가면적 구성비를 보면 <표 2.1-5>, <표 2.1-6>와 <그림 2.1-4>,<그림 2.1-5>과 같다.

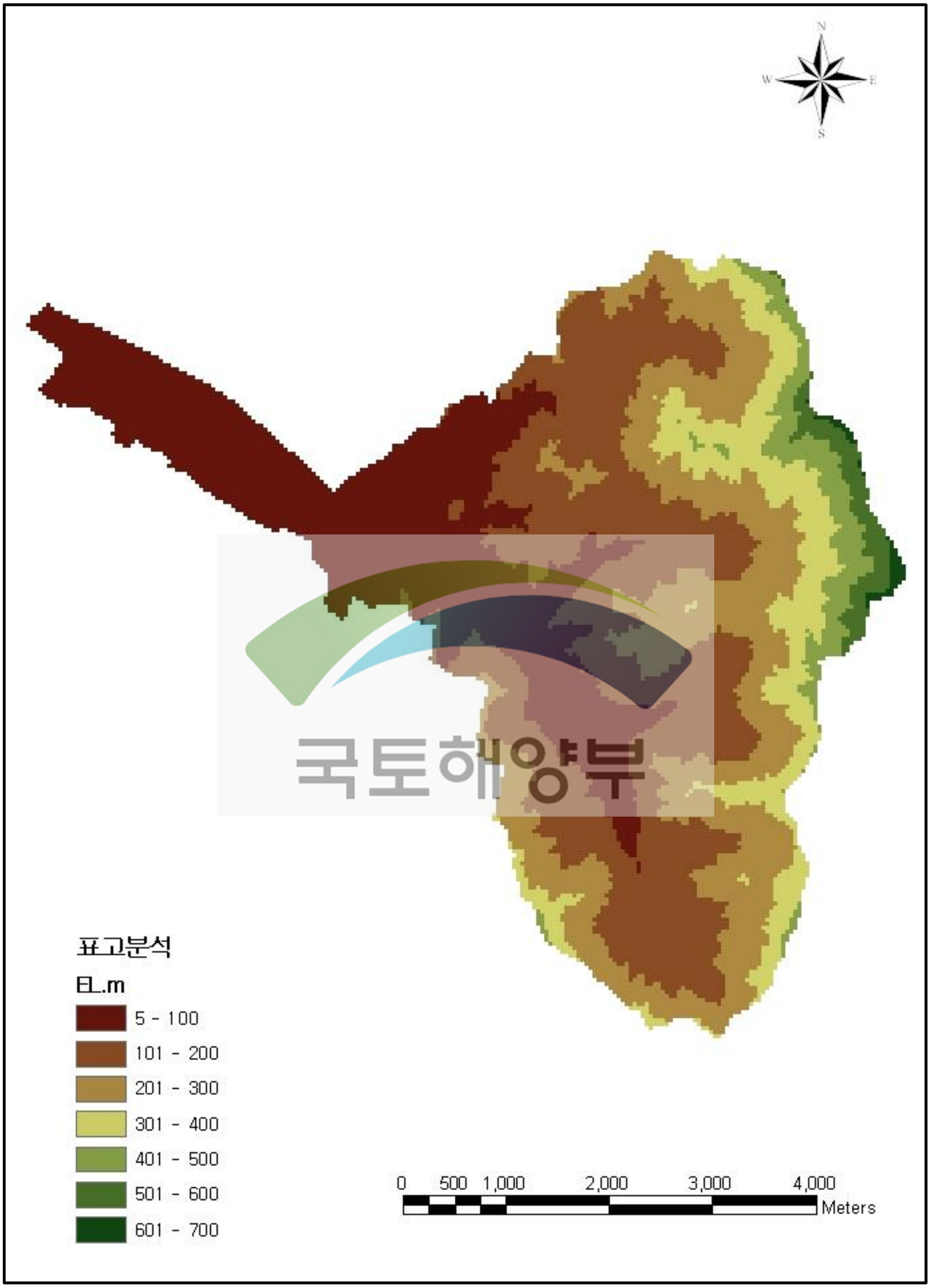
<표 2.1-5> 고도별 누가면적 및 구성비 (단위 :EL. m)

하천명	산정지점	100이하		100~200		200~300		300~400		400~500		500~600		600이상	
		면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)
해미천	HM0	7.62	27.96	16.16	59.29	22.54	82.72	25.45	93.39	26.58	97.55	27.14	99.62	27.25	100.00
	HM1	4.77	19.55	13.30	54.51	19.68	80.64	22.59	92.56	23.73	97.22	24.30	99.56	24.41	100.00
	HM2	3.27	17.93	9.77	53.59	14.74	80.86	16.82	92.32	17.62	96.70	18.12	99.41	18.22	100.00
	HM3	2.09	12.69	8.06	48.89	12.99	78.85	15.08	91.52	15.88	96.35	16.37	99.35	16.48	100.00

국토해양부

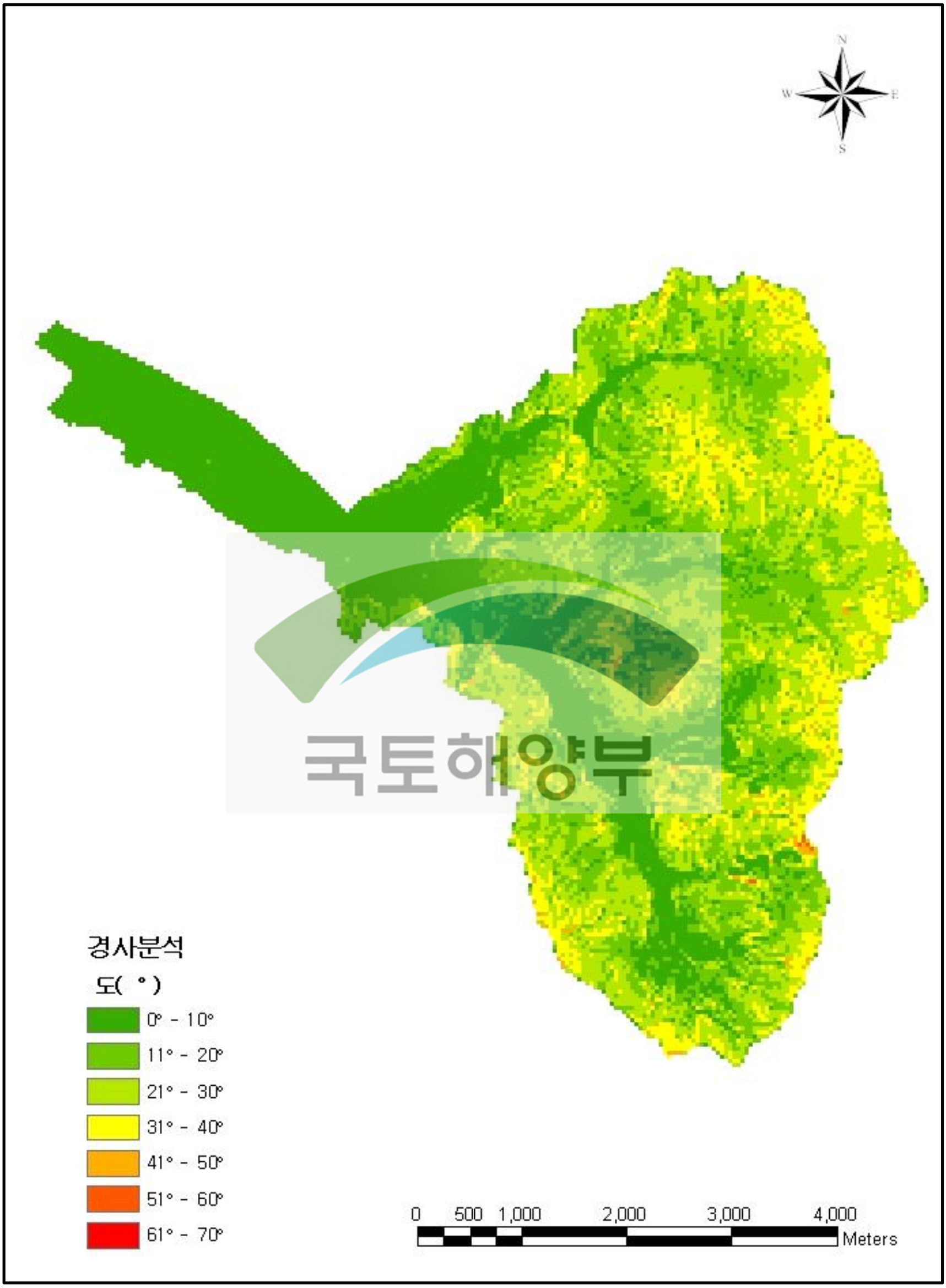
<표 2.1-6> 경사별 누가면적 및 구성비 (단위 : °)

하천명	산정지점	10이하		10~20		20~30		30~40		40~50		50~60		60이상	
		면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)	면적(㎢)	비율(%)
해미천	HM0	8.32	30.54	15.91	58.37	23.86	87.58	27.04	99.25	27.24	99.95	27.25	100.00	27.25	100.00
	HM1	5.54	22.69	13.07	53.53	21.02	86.12	24.20	99.17	24.39	99.95	24.41	100.00	24.41	100.00
	HM2	4.08	22.37	9.85	54.07	15.70	86.17	18.07	99.15	18.21	99.94	18.22	99.99	18.22	100.00
	HM3	3.34	20.28	8.54	51.84	14.02	85.11	16.33	99.09	16.47	99.93	16.48	99.99	16.48	100.00



국토해양부

【그림 2.1-4】 표고분포도



국토해양부

【그림 2.1-5】 경사분포도

나) 유역의 평균고도 및 평균경사

해미천 유역의 평균고도 및 평균경사는 국립지리원의 1:5,000 수치지도 및 ArcGis를 이용하여 산정하였으며, 그 결과는 <표 2.1-7>과 같다.

<표 2.1-7> 유역의 평균고도 및 평균경사

하 천 명	산정 지점	주 요 지 점	유역평균고도 (EL.m)	유역평균경사 (°)	비 고
해미천	HM0	해미천 하구	187.56	16.74	
	HM1	황락천 합류후	207.19	18.52	
	HM2	황락천 합류전	210.85	18.55	
	HM3	산수저수지 직하류	224.02	19.16	

라) 하상경사

하상경사는 홍수파의 도달시간과 밀접한 관계가 있는 요소로서 하상경사가 급한 하천에서는 홍수시 유하시간이 짧아져 평지하천에 비하여 첨두 홍수량이 크게 나타난다.

본 과업에서의 하상경사는 종·횡단 측량성과를 이용하여 주요지점별로 산정하였으며 도달시간 결정에 이용하였다.

본 과업 하천별 하상경사는 하류로부터 상류로 올라갈수록 점차 급해지는 성향을 나타내며 과업 하천별 주요구간에 대한 하상경사 산정결과는 다음 <표 2.1-8>과 같다.

국토해양부

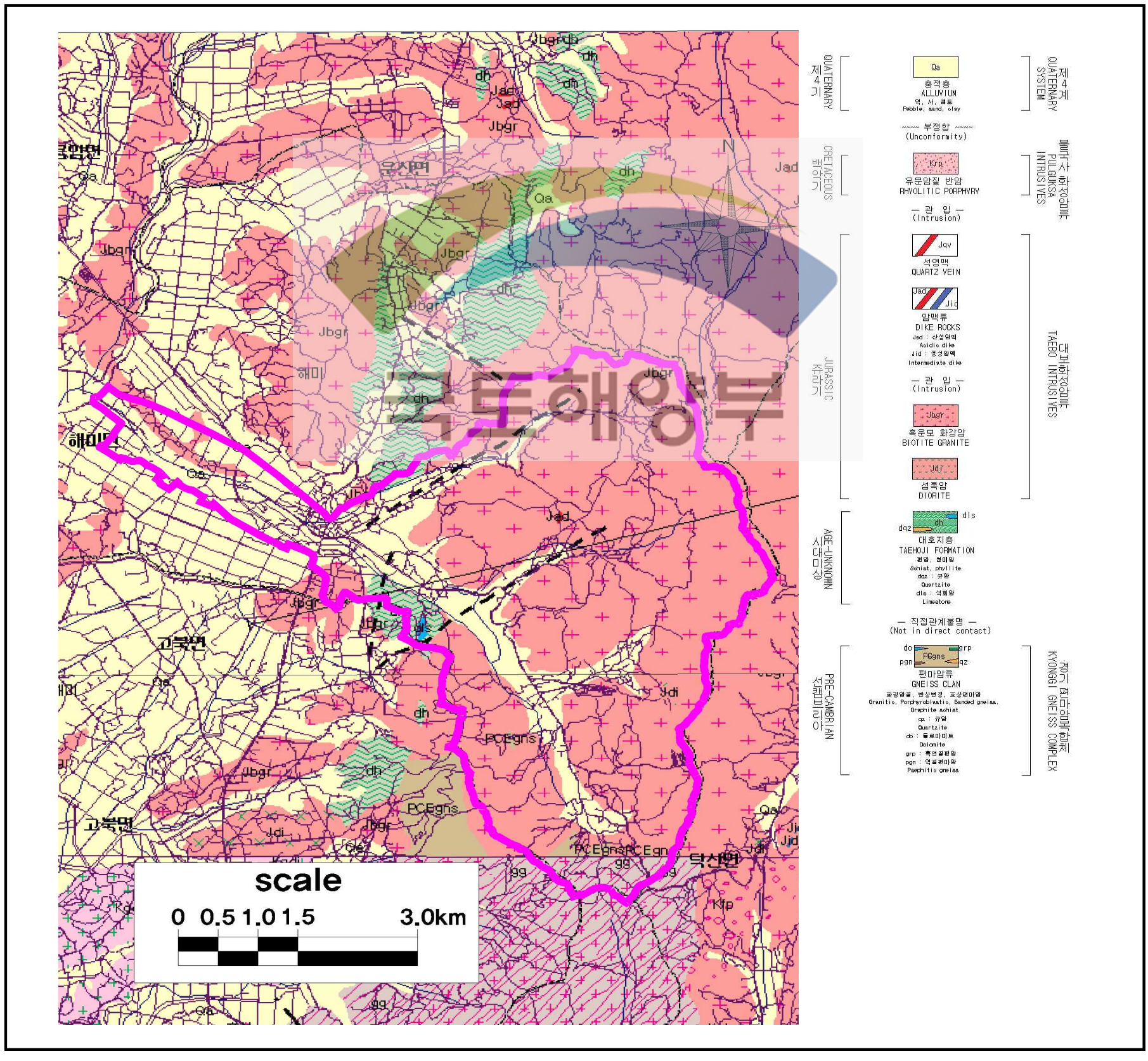
<표 2.1-8> 주요 구간별 하상경사

하천명	구 간 별 주 요 지 점	측 점 (No.)	하 상 경 사	비고
해미천	해미천 하구 ~ 해미2교	No.0+00 ~ No.22+00	1/168	
	해미2교 ~ 황락천 합류전	No.22+00 ~ No.38+00	1/105	
	황락천 합류전 ~ 해미천 기점	No.38+00 ~ No.53+00	1/115	

마) 지 질

지질구조는 유출, 갈수량, 지하수 등 유역의 수자원과 이수에 많은 영향을 미친다. 따라서 지질유형별 분석상황과 구조적 특성 등을 파악하여 유역의 유출분석 및 이수계획, 토사유출 등의 유역계획에 참고자료로 활용하기 위해 한국지질자원연구소 간행 『한국지질도(1/50,000)』를 기본으로 지질분석 개황을 파악하였다.

본 과업 유역의 지질분포는 하천 연안으로 대부분 모래, 자갈 등으로 퇴적을 이루어진 충적층을 이루고 있으며, 그 외 지역은 대보화강암류인 흑운모 화강암이 발달되어 있는 것으로 조사되었다. 유역별 지질현황은 【그림 2.1-6】과 같다.



【그림 2.1-6】 지 질 도

바) 토 양

미계측 유역에 있어서 강우로 인한 유출을 분석함에 있어 중요한 인자중의 하나인 과업대상 유역의 토양분포 현황은 『농촌진흥청 농업과학기술원』에서 제공하는 정밀 토양도(1:25,000)를 이용하여 조사한 결과는 다음 <표 2.1-9>과 같다.

<표 2.1-9> NRCS 수문학적 토양군의 분류기준

토 양 형	토 양 의 특 성	침투율(mm/h)
TYPE A	낮은 유출율 (Low Runoff Potential) 침투율이 대단히 크며 자갈이 있는 부양질, 배수 매우양호 (High Infitration Rate)	7.62-11.43 (0.3~0.45inch)
TYPE B	침투율이 대체로 크고 (Moderate Infitration Rate) 돌 및 자갈이섞인 사질토, 배수 대체로 양호	3.81-7.62 (0.15~0.30inch)
TYPE C	침투율이 대체로 작고, 대체로 세사질 토양층, 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 2.1-10> 토양 종류별 특성

분포지역	토양부호	토 양 형 및 성 질	NRCS 토양형
하 천 범람지	Afa	배수 약간 양호 내지 양호, 충적토, 사양질 내지 사질	B
	Afb	배수 약간 불량 내지 불량, 충적토, 사양질 내지 사질	C
	Afc	배수 약간 양호 내지 매우 양호, 범람지 및 충적토, 사양질 내지 사질	B
	Afd	배수 약간 양호 내지 매우 양호, 범람지 및 충적토, 자갈이 있는 사질 내지 자갈이 있는 사양질	B
내 륙 평탄지	Apa	배수 약간 불량, 회색토 및 충적토, 미사식양질 내지 식질	C
	Apb	배수 약간 양호 내지 양호, 적황색토, 홍적, 식양질 내지 식질	B
	Apc	배수 약간불량 내지 양호, 충적토, 자갈이 있는 식양질 내지 자갈이 있는 사양질	B
	Apd	배수불량, 회색토 및 충적토, 미사식양질 내지 식질	C
	Apg	배수양호, 충적토, 자갈이 있는 식양질 내지 자갈이 있는 사양질	B
산 악 곡간지	Ana	배수 약간 양호 내지 불량, 회색토 및 충적토, 식양질 내지 미사 식양질	B
	Anb	배수 약간 양호 내지 약간불량, 회색토 및 충적토, 자갈이 있는 사양질	B
	Anc	배수 약간 양호 내지 양호, 퇴적토, 사양질 내지 식질	B
	And	배수 약간 양호 내지 양호, 흙갈색 퇴적토, 식양질 내지 사양질	B

국토해양부

<표 2.1-10 계속> 토양 종류별 특성

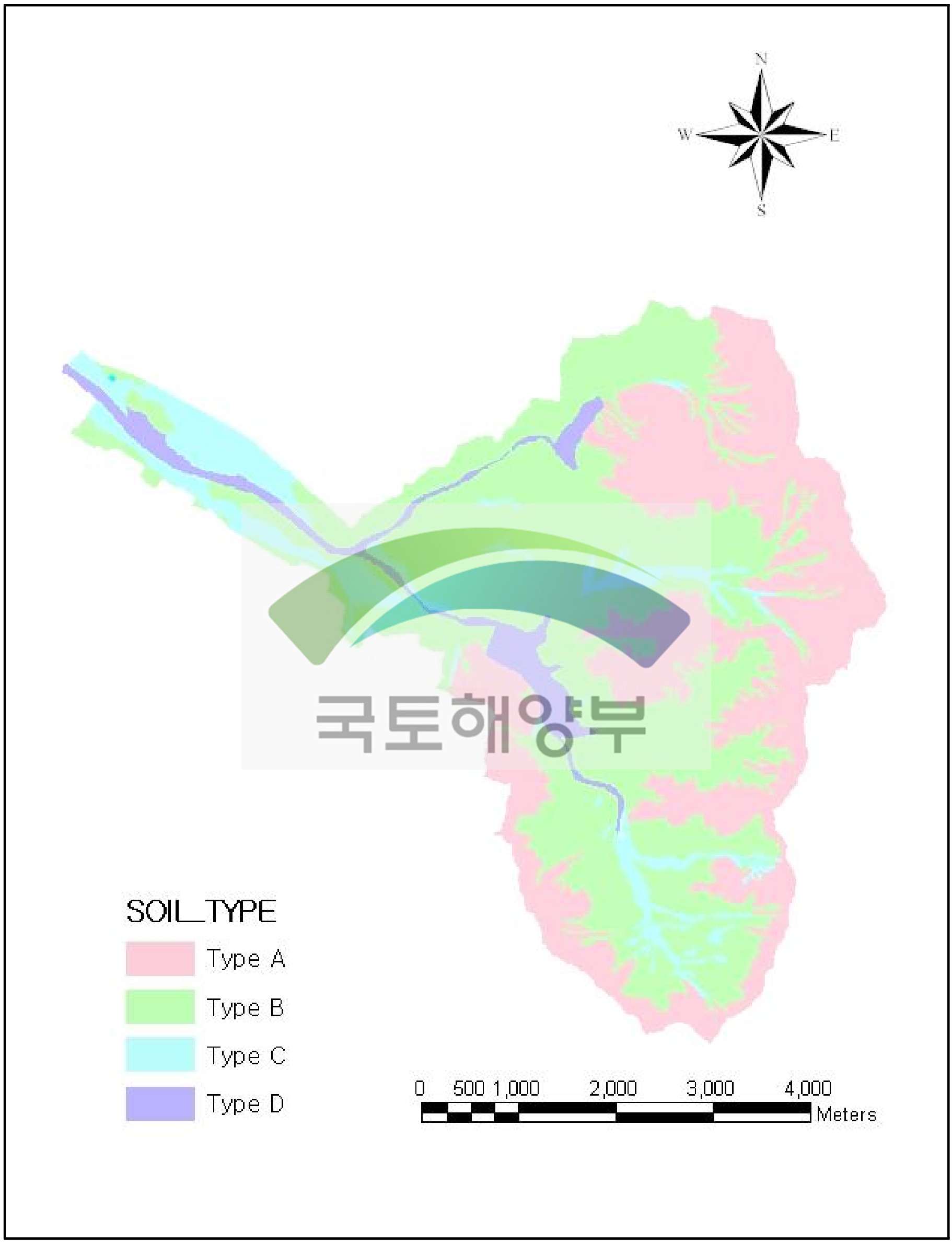
분포지역	토양 부호	토 양 형 및 성 질	NRCS 토양형
해 안 지	Fba	배수양호 내지 매우 양호, 백색사구, 사질	A
	Fbb	배수양호 내지 매우 양호, 흙색사구, 사질	A
	Fta	배수 매우 불량, 간척지, 미사사양질 내지 미사식양질	D
해 안 평탄지	Fma	배수 약간 불량, 회색토 및 충적토, 미사사양질 내지 식질	C
	Fmb	배수 약간 불량, 충적토 및 회색토, 사양질 내지 미사사양질	C
	Fmc	배수 약간 불량 내지 불량, 염류토, 미사사양질 내지 식질	C
	Fmd	배수불량 내지 매우 불량, 충적토 및 회색토, 미사식양질 내지 식질	D
	Fmg	배수불량, 충적토 및 회색토, 사양질 내지 미사사양질	C
	Fmk	배수 약간 불량 내지 불량, 특이 산성토, 미사사양질 내지 사양질	C
	Fml	배수불량 내지 매우 불량, 이탄토, 미사식양질 내지 식질	D
용암류 평원지 및 용암류 대 지	Lpa	배수양호, 흙색 화산회토, 미사식양질 내지 미사사양질	B
	Lpb	배수양호, 농암갈색 화산회토, 돌 및 자갈이 있는 미사사양질 내지 돌 및 자갈이 있는 미사식양질	B
	Lta	배수양호 내지 매우 양호, 흙색 화산회토 및 용암류, 돌 및 자갈이 있는 미사식양질 내지 돌 및 자갈이 있는 미사사양질	A
	Ltb	배수양호 내지 매우 양호, 농암갈색 화산회토 및 용암류, 돌 및 자갈이 있는 미사식양질 내지 돌 및 자갈이 있는 미사사양질 용암류	A
	Lf	용암류	A
구 릉 지 및 산 악 지	Maa	배수양호, 암쇄토 및 적황색토, 구릉, 산성암, 식양질 내지 사양질	B
	Mab	배수 매우 양호, 암쇄토 , 구릉, 산성암, 사양질 내지 식양질	A
	Mac	배수 매우 양호, 암쇄토 , 구릉, 산성암, 사양질 내지 식양질	A
	Mta	배수 매우 양호, 화산회토, 구릉 및 산악, 화산 분석구, 돌 및 자갈이 있는 미사 식양질 내지 돌 및 자갈이 있는 미사 사양질	A
	Mla	배수 매우 양호 내지 양호, 암쇄토 및 적황색토, 구릉 석회암, 사양질 내지 식질	A
	Mlb	배수 매우 양호, 암쇄토, 산악, 석회암, 사양질 내지 식질	A
	Mma	배수 매우 양호 내지 양호, 암쇄토, 구릉 변성퇴적암 및 편암, 식양질 내지 사양질	A

국토해양부

<표 2.1-10 계속> 토양 종류별 특성

분포지역	토양 부호	토 양 형 및 성 질	NRCS 토양형
구 릉 지 및 산 악 지	Mmb	배수 매우 양호, 암쇄토, 산악, 변성퇴적암 및 편암, 식양질 내지 사양질	A
	Msa	배수 매우 양호 내지 양호, 암쇄토, 구릉, 퇴적암, 식양질 내지 사양질	A
	Msb	배수 매우 양호, 암쇄토, 산악, 퇴적암, 식양질 내지 사양질	A
	Mua	배수양호, 산성갈색 산림토 및 암쇄토, 고원, 산성, 중성, 염기성암 및 퇴적암, 식양질 내지 사양질	B
	Mub	배수양호 내지 매우 양호, 산성갈색 산림토 및 암쇄토, 산악, 산성, 중성, 염기성암 및 퇴적암, 식양질 내지 사양질	A
	Mva	배수양호 내지 매우 양호, 암쇄토, 구릉, 중성 내지 염기성암, 식양질 내지 사양질	A
	Mvb	배수 매우 양호, 암쇄토, 산악, 중성 내지 염기성암, 식양질 내지 사양질	A
	Ro	암석 노출지	D
저구릉지 및 산 녹 지	Raa	배수양호, 적황색토, 저구릉, 홍적 및 산성암, 식질 내지 식양질	B
	Rab	배수양호, 적황색토 및 암쇄토, 저구릉, 산성암, 식질 내지 식양질	B
	Rac	배수양호, 적황색토 및 암쇄토, 저구릉, 산성암, 식질 내지 식양질	B
	Rad	배수양호, 퇴적토 및 적황색토, 산록, 산성암, 돌 및 자갈이 있는 식양질 내지 돌 및 자갈이 있는 사양질	B
	Rea	배수 매우 양호, 암쇄토, 저구릉, 산성암, 식양질 내지 사질, 침식	A
	Rla	배수양호, 적황색토 및 암쇄토, 저구릉, 석회암, 식양질 내지 식질	B
	Rlb	배수양호, 적황색토 및 퇴적토, 산록, 석회암, 식양질 내지 식질	B
	Rsa	배수매우양호, 암쇄토 및 적황색토, 저구릉, 퇴적암, 식양질	A
	Rsb	배수양호, 적황색토 산록, 퇴적암, 식양질 내지 사양질	B
	Rsc	배수양호, 퇴적토 및 적황색토, 산록, 퇴적암, 자갈이 있는 사양질 내지 자갈이 있는 식양질	B
	Rva	배수양호, 적황색토 및 암쇄토, 저구릉, 중성 내지 염기성암, 식양질	B
	Rvb	배수양호, 적황색토, 산록, 중성 내지 염기성암, 식질 내지 식양질	B
	Rvc	배수양호, 적황색토 및 퇴적토, 산록, 중성 내지 염기성암, 자갈이 있는 사양질 내지 자갈이 있는 식양질	B
	Rvd	배수양호, 적황색토, 대지, 현무암, 식질 내지 식양질	B
	Rxa	배수불량 내지 약간양호, 회색토 및 충적토, 저구릉 곡간, 식양질 내지 식질	B

국토해양부



국토해양부

【그림 2.1-7】 토 양 도

사) 임 상

해미천 유역의 임상은 행정관서에 비치된 통계자료를 이용하여 면적비에 의하여 임상상태를 조사하였으며, 소유권별 및 임상별 임야면적은 다음 <표 2.1-11>, <표 2.1-12>와 같다.

<표 2.1-11> 소유권별 임야면적 (단위 : ha, %)

행 정 구 역	합 계	국유림	공 유 림			사유림	비 고
			도유림	군유림	소 계		
서 산 시	31,140 (100.00)	1,582 (5.08)	21 (0.07)	425 (1.36)	446	29,112 (93.49)	

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009, 서산시), ( )내는 구성비임(%)

<표 2.1-12> 임상별 임야면적 (단위 : ha, %)

행정구역	합 계	임 목 지					무 임 목 지	비 고
		소 계	침엽수림	활엽수림	혼효림	죽림		
서 산 시	31,140 (100.0)	29,517	20,758 (66.66)	3,465 (11.13)	5,284 (16.97)	10 (0.03)	1,623 (5.21)	

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009, 서산시), ( )내는 구성비임(%)

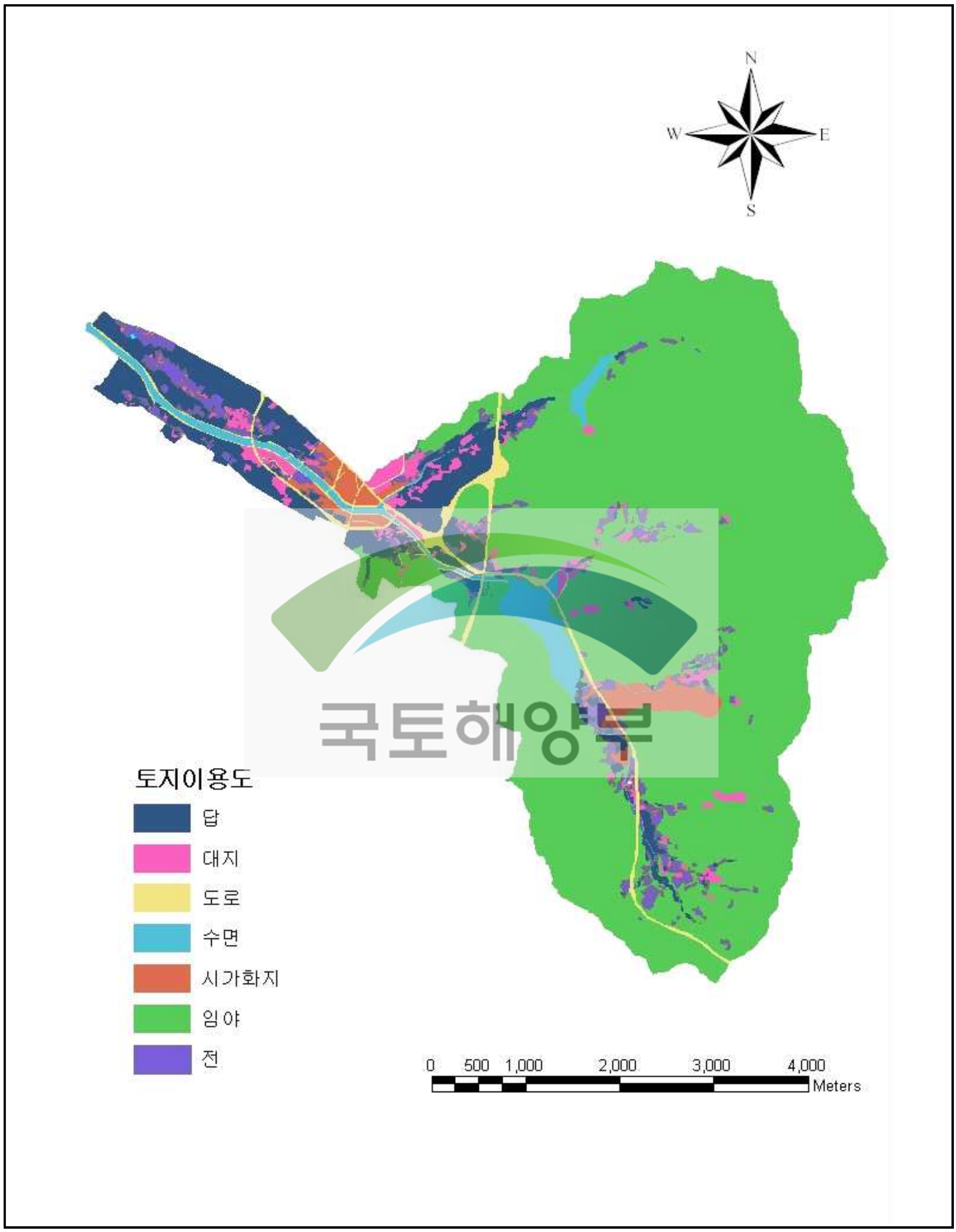
국토해양부

아) 토지이용 현황

해미천 유역의 토지이용 현황은 총 유역면적 27.25km² 중 농경지 면적이 3.55km²로 13.04%, 임야 면적은 20.18km²로 74.04%, 대지면적은 0.79km²로 2.90%, 시가화지는 0.57km²로 2.10%, 기타면적은 2.16km²로 7.91%로 유역의 대부분이 임야로 조사되었으며 토지이용 현황은 <표 2.1-13> 및 【그림 2.1-8】과 같다.

<표 2.1-13> 토지이용 현황 (단위 : km², %)

하천명	유역면적 (km²)	과 업 하천연장 (km)	농 경 지			임 야	대 지	시가화지	기 타
			전	답	소계				
해미천	27.25	5.3	1.23 (4.53)	2.32 (8.52)	3.55 (13.04)	20.18 (74.04)	0.79 (2.90)	0.57 (2.10)	2.16 (7.91)



【그림 2.1-8】 토 지 이 용 도

라. 유역의 사회·문화적 현황

1) 행정구역, 면적, 인구

본 행정구역별 가구 수 및 인구현황 조사는 통계 연보 상 구분단위가 행정면이므로 서산시 행정면의 행정단위를 기준으로 하여 가구수와 인구수를 조사하였다.

해미천 유역은 해미면으로 하천 유역 내 총 가구수 및 인구수는 1,952가구, 4,317명으로 조사되어 세대 당 평균 인구는 2.2(인/세대)인 것으로 나타났다.

본 과업유역내의 행정구역별 인구현황은 다음 <표 2.1-14>과 같다.

<표 2.1-14> 행정구역 및 인구현황

하천명	행정구역			가구수 (세대)	인구수 (인)	세대당 인구	비 고
	시·군·구	읍·면·동					
해미천	서산시	해미면		3,762	8,972	2.4	
		유역내	읍내리	831	1,907	2.3	
			휴암리	173	417	2.4	
			대곡리	541	956	1.8	
			산수리	76	172	2.3	
			황락리	128	345	2.7	
			반양리	17	45	2.6	
			전천리	94	246	2.6	
			응평리	21	48	2.3	
			조산리	71	181	2.5	
			계	1,952	4,317	2.2	

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009, 서산시)

국토해양부

2) 문화재 현황

문화재란 의식주를 비롯하여 기술, 학문, 예술, 도덕, 종교, 법률, 관습 등 사회구성원으로서의 인간이 학습을 통해 창출해낸 일체의 물질적, 정신적 성과의 산물로서 보존, 계승할 가치가 있는 것을 말한다. 문화재의 가치는 희귀성, 재질의 가치성, 시대성, 예술성 및 학술성 등의 요소들이 복합되어 결정되는 것으로 문화재 현황을 파악하기 위하여 서산시에서 보유하고 있는 관련 자료를 조사하였다.

현재 서산시 내의 문화재 현황은 <표 2.1-15>와 같으며 2009년 현재 해미천의 유역내에 문화재자료 해미읍성이 존재하고 있는 것으로 조사되었다.

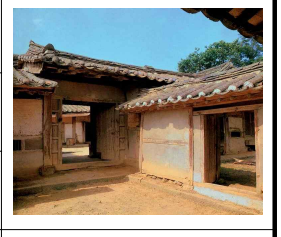


【그림 2.1-9】 행정구역도

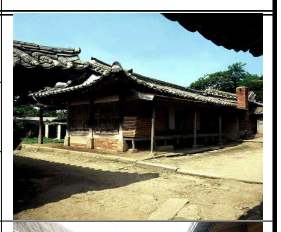
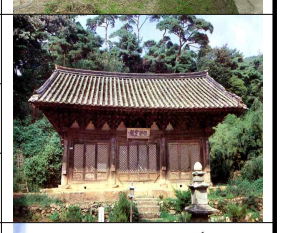
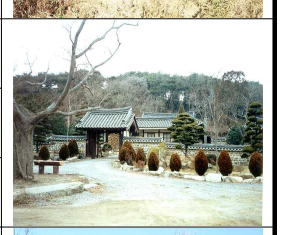
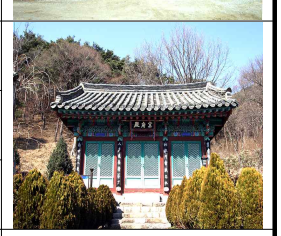
<표 2.1-15> 서산시 문화재 및 유적지 현황

구 역	종 목	명 칭	구 분		비 고
서산시	국 보	서산마애삼존불상	지정번호	제 84 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	보 물	보원사지석조 (普願寺址石槽)	지정번호	제 102 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	보원사지당간지주 (普願寺址幢竿支柱)	지정번호	제 103호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	보원사지오층석탑 (普願寺址五層石塔)	지정번호	제 104 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	보원사법인국사보승탑 (普願寺法印國師寶乘塔)	지정번호	제 105 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	보원사법인국사보승탑비 (普願寺法印國師寶乘塔碑)	지정번호	제 106 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	개심사대웅전 (開心寺大雄殿)	지정번호	제 143 호	
			관 리 자	개심사	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	개심사영산회괘불탱 (開心寺靈山會掛佛幀)	지정번호	제 1264 호	
			관 리 자	개심사	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	서산 개심사 목조아미타여래좌상 (瑞山 開心寺 木造阿彌陀如來坐像)	지정번호	제 1619 호	
			관 리 자	개심사	
			소 재 지	충남 서산시	
	사 적	해미읍성 (海美邑城)	지정번호	사적 제 116 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	

국토해양부

구 역	종 목	명 칭	구 분		비 고
서산시	사 적	서산보원사지 (瑞山普願寺址)	지정번호	사적 제 316 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	서산부장리고분군 (瑞山副長里古墳群)	지정번호	사적 제 475 호	
			관 리 자	서산시(서산시장)	
			소 재 지	충남 서산시	
	중요민속자료	정충신장군유품 (鄭忠信將軍遺品)	지정번호	제 36 호	
			관 리 자	정종설 · 정종열	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	영정 (影幀)	지정번호	제 36-1 호	
			관 리 자	정종설 · 정종열	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	갑옷	지정번호	제 36-2 호	
			관 리 자	정종설 · 정종열	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	서군사명기 (西軍司命旗)	지정번호	제 36-3 호	
			관 리 자	정종설 · 정종열	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	향로 (香爐)	지정번호	제 36-4 호	
			관 리 자	정종설 · 정종열	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	향합 (香盒)	지정번호	제 36-5 호	
			관 리 자	정종설 · 정종열	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	서산김기현가옥 (瑞山金基顯家屋)	지정번호	제 199 호	
			관 리 자	김기현	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	안채	지정번호	제 199-1 호	
			관 리 자	김기현	
			소 재 지	충남 서산시	

국토해양부

구 역	종 목	명 칭	구 분		비 고
서산시	중요민속자료	사랑채	지정번호	제 199-2 호	
			관 리 자	김기현	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	행랑채	지정번호	제 199-3 호	
			관 리 자	김기현	
			소 재 지	충남 서산시	
	시도유형문화재	문수사극락보전 (文殊寺極樂寶殿)	지정번호	제 13 호	
			관 리 자	문수사	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	서산관아문및외동헌 (瑞山官衙門및外東軒)	지정번호	제 41 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	서산객사 (瑞山客舍)	지정번호	제 137 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	
	시도기념물	서산둔당리지석묘 (瑞山屯堂里支石墓)	지정번호	제 63 호	
			관 리 자	유정호	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	정순왕후생가	지정번호	제 68 호	
			관 리 자	김기흥	
			소 재 지	충남 서산시	
	문화재자료	일락사대웅전 (日樂寺大雄殿)	지정번호	제 193 호	
			관 리 자	일락사	
			소 재 지	충남 서산시	
	〃	부성사 (富城祠)	지정번호	제 199 호	
			관 리 자	경주최씨종종	
			소 재 지	충남 서산시	
	등록문화재	서산 동문동 성당 (瑞山 東門洞 聖堂)	지정번호	제 321 호	
			관 리 자	서산시	
			소 재 지	충남 서산시	

주】 자료 : 문화재청 (www.ocp.go.kr)

국토해양부

1.2 수문 조사

가. 수문 관측소

1) 우량관측소

우리나라의 우량관측소는 2000년 말 현재 건설교통부 374개소, 기상청 73개소, 한국수자원공사 149개소 및 농업기반공사 8개소 등 총 604개소가 설치·운영되고 있다. 이는 국토면적 99,408km^2(남한)에 대하여 우량관측소 1개소 당 약 170km^{2}를 대표하여 WMO의 기준(산악지 : 100~250km^{2}당 1개소)을 만족하고 있는 상황이다.

과업대상 유역 내 우량관측소를 조사한 결과 유역 내에는 우량관측소가 없으나 인근에 기상청 관할 서산기상대의 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서, 본 과업에서는 서산기상대의 자료를 수문분석에 이용하였으며 우량관측소 현황은 다음 <표 2.1-16>과 같다.

<표 2.1-16> 우량관측소 현황

관측소	위치			해발고 (EL.m)	관측 개시일	관할 관서명	비고
	지명	동경	북위				
서산	충청남도 서산시 수석동 188	126° 29′	36° 46′	25.9	1968. 1	기상청	유역외

국토해양부

2) 수위관측소

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

해미천 유역 내에는 수위 관측시설이 전무하며, 인근 타 수계인 삽교천에 금강홍수통제소에서 관리하고 있는 수촌 및 홍성수위표가 설치 운영되고 있는 실정이다. 수촌수위표는 예산군의 충의대교에 위치하고 있으며, 1954년 1월부터 관측을 시작하여 81년, 89년 및 98년에 영점표고를 변동하고 98년 12월에 T/M화 되어 현재에 이르고 있다. 홍성수위표는 홍성군 임암교에 위치하고 있으며, 1962년 7월부터 관측을 시작하여 83년 10월 자기화 및 98년 12월에 T/M화 되었고 93년 1월에 영점표고를 변동한 바 있다.

<표 2.1-17> 수위관측소 현황

관측소	수계명	관측 종별	위치			관측 개시일	관할 관서명	비고
			지명	동경	북위			
수촌	삽교천	T/M	충남 예산 삽교 충의대교	126° 41′	36° 41′	1945. 1	금강홍수 통제소	
홍성	삽교천	T/M	충남 홍성 고암 임암교	126° 41′	36° 35′	1962. 7	금강홍수 통제소	

나. 기 상

한반도의 남중부에 위치한 본 과업대상 지역의 기상은 우리나라의 전반적인 기상현상과 대동소이한 대륙성 계절풍 지역으로써 여름에는 해양성 기후인 태평양 고기압의 영향으로 고온다습하고, 겨울에는 대륙성 기후인 고기압의 영향을 받아 한랭건조하며 사계절의 구별이 뚜렷하게 나타나고 있다. 특히, 하절기에는 양자강 유역과 일본 동남해상에서 발달한 아열대 해양성 기후인 고온 다습한 바람이 불어오면서 본격적인 우기에 접어들게 되어 전체 연강우량의 약 2/3가 이 시기에 강하하며, 수해의 요인이 되는 대부분의 호우도 이 기간에 발생한다.

본 유역내에는 기상관측자료가 없으므로, 본 과업대상 지역과 가장 인접하고 지형 및 수문학적 기상조건의 동질성을 갖는 것으로 판단되는 기상청 산하의 서산기상대의 기상자료 10개년(1999년~2008년(2000년~2009년의 기상연보))을 이용하였다.

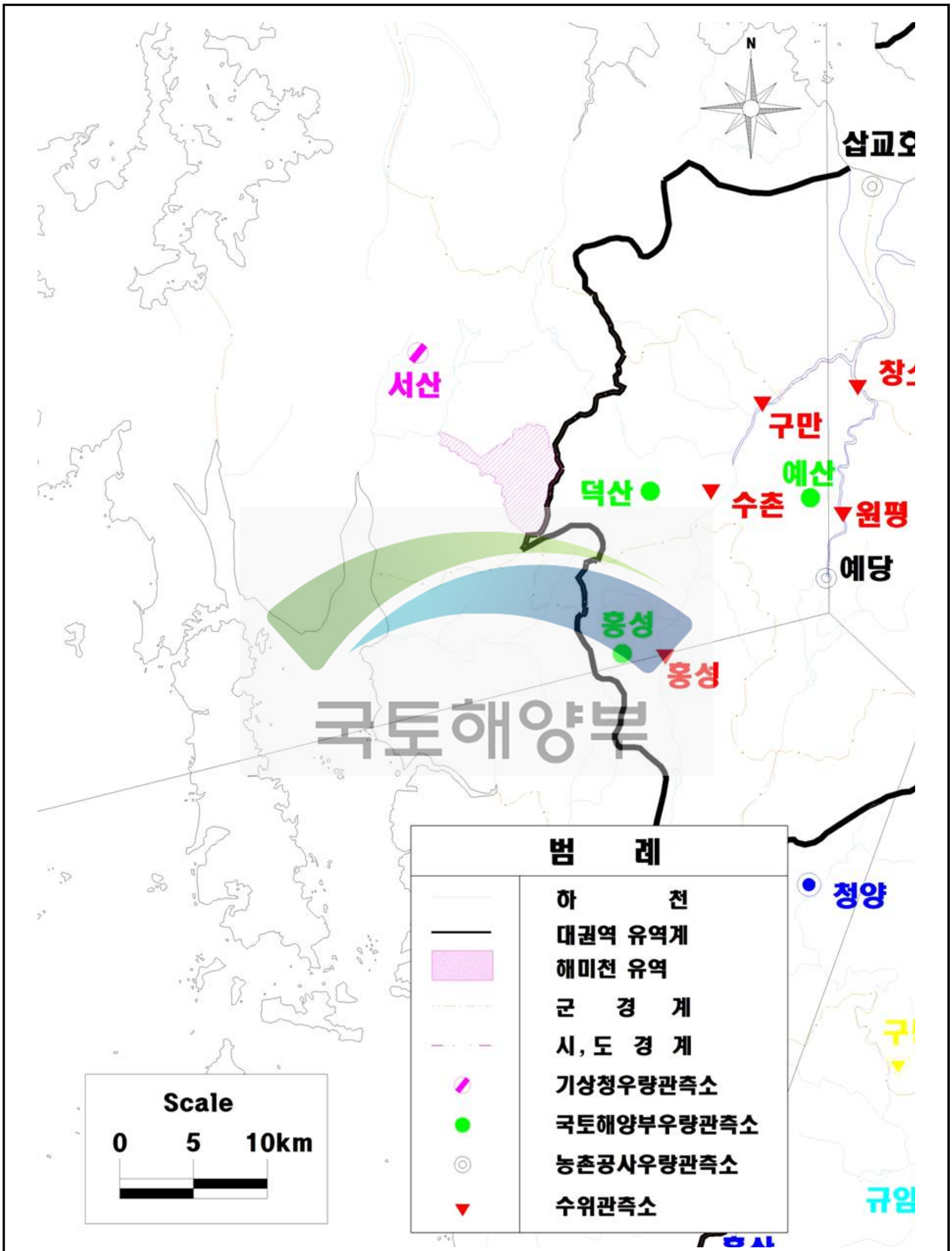
국토해양부

1) 기 온

기온은 평균, 평균최고, 평균최저, 최고, 최저로 구분하여 분석하였으며, 최고기온 및 최저기온은 29.4℃ 및 -6.2℃이며, 평균기온은 11.94℃이다.

2) 풍 속

월별 평균풍속은 4월에 3.2㎧로 가장 높고 10월에 2.0㎧로 가장 낮게 나타났으며, 월별 최대풍속은 3월에 12.7㎧로 나타났음



【그림 2.1-10】 수문관측소 위치도

3) 습 도

분석기간 중 서산기상대의 평균습도는 72.9%이다.

4) 천기일수

최근 10년간의 평균 현상일수를 보면 <표 2.1-18>과 같이 0.1㎜이상의 강우가 112.9일, 맑음 74.3일, 흐림 102.6일로 나타났음

5) 강 수 량

서산기상대에서 측정한 관측 개시일(1968년)부터 현재(2009년)까지 연평균강수량은 1,235.2mm로 측정되었다.

서산기상대의 기상현황은 다음 <표 2.1-18> 및 <표 2.1-19>와 같다.

<표 2.1-18> 서산기상대의 월별 기상현황

월별	기 온(℃)			풍 속(m/s)		습 도 (%)	강 수 량 (mm)	일조시간 (hr)
	평 균	최 고	최 저	평 균	최 대			
1	-1.5	3.4	-6.2	2.6	11	70.2	28.5	147.5
2	-0.2	5.5	-5.4	2.7	11.6	67.4	28.6	175
3	4.5	10.7	-1.3	3.1	12.7	66.1	44.6	202.8
4	11	17.3	5	3.2	12.4	65.9	81.4	215.3
5	16.4	22.1	11.2	3	11	71.8	101.6	222
6	21.1	26.2	17	2.5	10.7	75.7	130.3	171.8
7	24.3	28.3	21.3	2.8	11.8	83.6	265.8	122
8	25	29.4	21.5	2.5	12.5	81.2	266.8-	168.2
9	20.8	26.1	16.4	2.4	11.5	77.7	146.8-	165.6
10	14.2	20.5	8.7	2	9.7	73.8	57.1	192.3
11	7	12.9	1.5	2.3	10.7	71.6	52.4-	154.1
12	0.7	5.8	-4	2.5	10.2	70.6	31.2	141.3
전년	11.94	29.4	-6.2	2.63	12.7	72.97	1235.2	2077.9

주】 자료기간 : 1999 ~ 2008 (기상연보)
강수량은 서산대 관측개시일(1968.1.1)부터 2009년까지 자료 활용

국토해양부

<표 2.1-19> 서산기상대의 현상일수

년 도	강 우	눈	안 개	서 리	결 빙	뇌 전	맑 음	흐 림
1999	103	32	37	92	125	11	80	101
2000	113	33	33	106	137	12	62	113
2001	111	50	46	101	138	15	52	100
2002	112	29	46	102	119	13	72	108
2003	125	22	30	95	112	14	79	127
2004	116	26	27	95	119	13	84	96
2005	122	44	31	61	125	22	82	92
2006	102	22	38	82	114	12	64	99
2007	132	22	33	96	112	19	74	105
2008	93	20	68	76	113	20	94	85
평 균	112.9	30.0	38.9	90.6	121.4	15.1	74.3	102.6

국토해양부

1.3 하도특성 조사

하도란 하천의 구성요소로서 물과 토사를 소통시키는 제방을 포함한 수로를 의미하며 수로를 통하여 배제되는 유량의 변화와 하상 구성물질 및 유역으로부터 유입되는 유사의 운송특성에 의하여 규정된다. 그러므로 홍수시 안정한 유수소통이 이루어지도록 하상재료, 홍수량, 하폭, 저수로, 종단경사, 세굴 및 침식방지 등을 세밀히 분석 검토하여 하도 계획을 수립하여야 한다.

가. 하도의 특성인자

하도란 하천의 구성요소로 물과 토사를 소통시키는 제방을 포함한 수로를 의미한다. 따라서, 근본적으로 하도는 수로를 통하여 배제되는 유량의 시·공간적인 변화와 하상 구성 토사 및 유역으로부터 유입되는 유사의 운송특성에 의하여 규정된다. 즉, 수로의 평면적인 형상, 저수로, 홍수터 등과 같은 수로의 형상은 물과 토사의 상호작용에 의하여 빚어진 결과라 할 수 있다. 하도의 주된 기능은 유역에 내린 강우 유출량을 안전하게 배제시키는 것이며, 더불어 유역으로부터 토사 등을 유출시키는 통로가 되는 것이다.

하도의 종류에는 하도망 구성여부에 따라 단일하도와 복합하도로 구분되며 하도형성의 인위성 여부에 따라 자연하도와 인공하도로 구분된다. 단일하도는 수로의 합류점은 있으나 분류점이 없는 하도계통을 말하고 복합하도는 이들이 동일 하도계통에 수로의 합류점과 분류점이 공존하는 하도계통을 의미한다. 대부분의 하도는 단일하도로 되어 있으나 델타가 형성된 하구나 폭이 넓은 대규모 하천에서 섬이 있는 경우, 또는 평야지역을 관류하는 하천에서는 복합하도가 많다.

자연하도는 수로의 형태가 인위적인 요인에 의하여 강제되지 않은 것으로서, 흐름에 의하여 운송가능한 비점성 토사로 이루어진 충적하도의 경우 유로의 평면적 형상에 따라 사행하도와 직선하도로 구분할 수 있다. 대부분의 하도는 사행하도이나 하도를 짧은 구간으로 나누어 보면 사행하도의 흐름을 무시할 수 있으므로 직선하도로 볼 수 있다.

하도경사의 완급은 흐름특성을 좌우하는 중요한 요인이 되므로 하도경사에 따라서 급경사 하도와 완경사 하도로 구분한다. 대부분의 자연하도 형태는 제방에 의하여 제한을

받고 있으며 하천개발에 의하여 하도의 단면형상 및 하도경사 등이 인위적으로 조절되고 있으므로 인공적 자연하도라고 보는 것이 타당하다. 인공하도는 지반을 굴착하여 만들어지는 경우가 대부분이며 이러한 예로는 주운을 목적으로 한 운하, 홍수시 홍수량 배제를 위한 배수로 또는 관개배수로 등이 있다.

나. 하도의 평면형

유수는 중력의 법칙에 의해서 최단거리, 최급경사(최급유속)을 선정하여 두 점간의 직선유로를 이루고자 하는 경향이 있다.

그러나 실제의 하천은 직선류를 이루는 일이 적고 완연한 사행유로를 형성하는데 이는 지반의 불균질, 돌기한 암반, 수중 장애물 등과 아래와 같은 요인들에 의해 만곡이 시작되면 凹부에서는 원심력에 의해 하안이 침식되고 凸부에서는 유속이 감소하여 토사의 퇴적현상을 일으켜 곡선유로로 변하게 된다.

- 지반의 불균질 : 좌우 양안의 지반이 불균질 이어서 한 쪽의 하안이 연약한 경우에는 홍수시에 유수에 의하여 한 쪽의 하안만이 현저히 침식되어서 만곡이 발생하게 된다.
- 돌기한 암반 : 한 쪽의 하안이 견고하고 특히 돌기한 암반이 존재하는 경우에는 유수는 이것과 충돌하여 그 방향을 전환하고 반대측의 하안을 침식하여 만곡이 발생하게 된다.
- 수중의 장애물 : 유로의 한 쪽에 거대한 전석, 표착한 수목 등과 같은 장애물이 있는 경우에는 유수는 이것과 충돌하여 그 방향을 전환하고 다른 쪽의 하안을 침식하게 되어서 유로를 만곡시킨다.

이러한 유수의 특성에 따라 자연하천의 경우 유로가 사행을 반복하면서 자연스러운 만곡을 이루지만 일관된 치수만의 목적으로 하천의 형상을 일정하게 유지시키기 위하여 인위적인 제방을 축조하거나 저수로를 정비하는 사업이 최근까지 유행처럼 시행되었다. 그러나 금회 과업하천은 제방을 축조하여 하천의 형상을 유지하는 사업은 부분적으로 시행되었으나, 하천의 직강화 등을 통한 인위적인 하천평면 형상이 변화된 구간은 없는 것으로 조사되었다.

국토해양부

다. 하도의 종·횡단형

일반적으로 하천유로는 자연적 요인인 강수, 지형 및 지질 등과 인공적 요인인 유역의 임상, 제방축조, 하천구조물 설치, 하천자갈의 채취 등의 복합적 요인에 의해 3차원적으로 변화하고 있다.

정상적인 하도의 횡단형은 하도 중앙에 유심부가 있는 형상을 갖으나 상기에서 언급하였듯 여러 가지의 복합적인 요소에 의하여 유심부가 좌안 또는 우안측으로 치우쳐 하도가 발달하는 것이 대부분 하천의 공통적인 사항으로 만곡부를 이루는 하도 외에는 큰 홍수 발생 후에 유심부의 변동이 발생하게 된다.

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

하도의 횡단형은 최량수리단면으로 제형단면의 설계를 원칙으로 복단면 또는 복복단면으로 하는 것이 바람직한데, 이는 하상계수가 큰 우리나라 하천 특성상 홍수시와 갈수시 모두 유량을 효율적으로 관리할 수 있기 때문이다.

계획홍수량이 적은 하천에서는 안정하상 유지 및 하천환경을 보전하고 유지하는 입장에서 호안이나 하상유지공 등과 같은 하천시설물에 의해 하상이나 단면형상이 변화될 수 있다는 점을 고려하여 단면형의 결정은 저수시 하도관리와 홍수시 제방의 안정성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

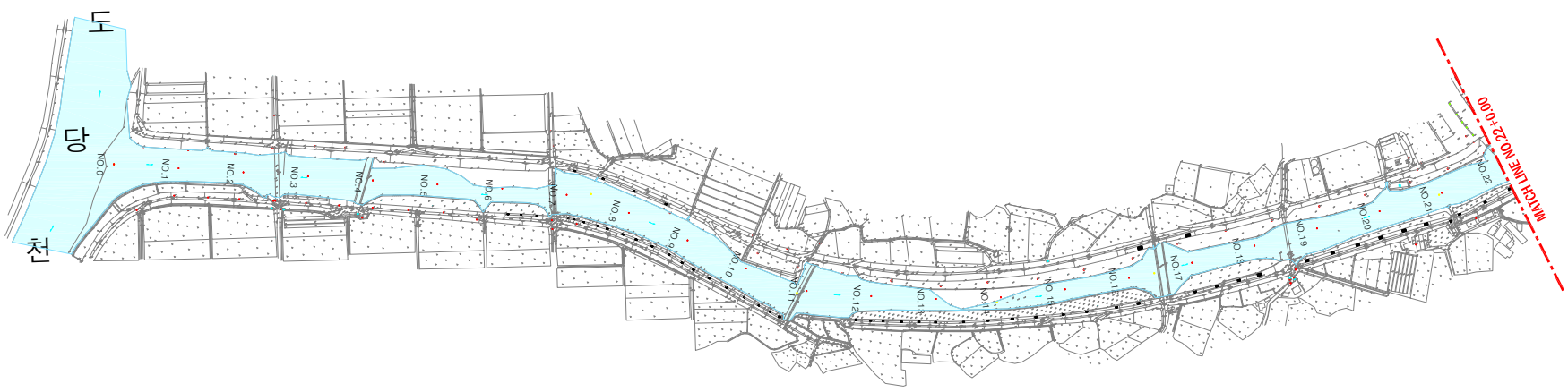
금회 과업하천인 해미천의 종·횡단적 특성을 조사하기 위하여 하상경사와 하폭을 조사하였으며, 구간별 하상경사 및 현하폭은 <표 2.1-20>과 같다.

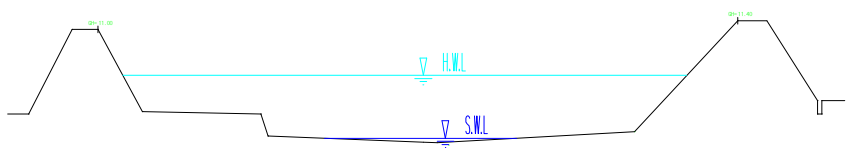
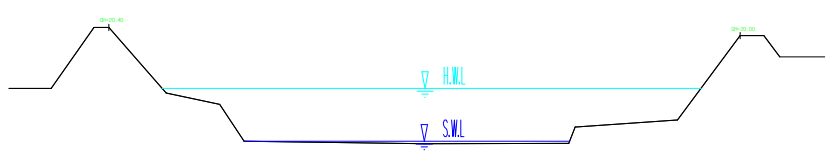
국토해양부

<표 2.1-20> 하상경사 및 현하폭

하천명	구 간 별 주 요 지 점	측 점 (No.)	하 상 경 사	현하폭 (m)	비고
해미천	해미천 하구 ~ 해미2교	No.0+00 ~ No.22+00	1/168	78 ~ 121	
	해미2교 ~ 황락천 합류전	No.22+00 ~ No.38+00	1/105	70 ~ 104	
	황락천 합류전 ~ 해미천 기점	No.38+00 ~ No.53+00	1/115	32 ~ 82	

해미천 하류부구간 (No.0 ~ No.22)



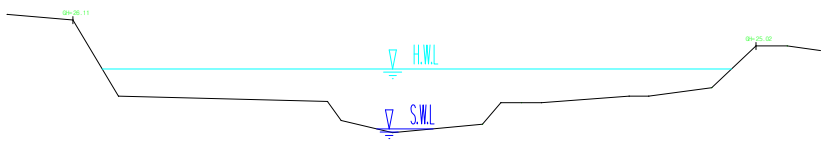
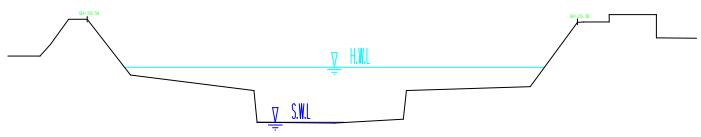
구간 하류부	구간 상류부
	
	
◦위 치 : 충청남도 서산시 해미면 ◦하도의 종류 : 단일하도 ◦하도형성의 인위성 여부 : 자연하도 ◦현 하 폭 : 78 ~ 121m ◦하상경사 : 1/168 ◦하도의 단면형 : 좌·우안 복단면 ◦하도내 초목 식생현황 : 여러 초본류 자생 ◦하상 구성 물질 : 대부분 모래 및 자갈	※현황개요 -제방도로는 정비되어 있지 않으며, 좌·우안의 제방에서 보행이 가능함 -양안 제내지에 농경지가 분포 -양안으로 대부분 돌망태형식의 호안이 설치되어 있으며, 달뿌리풀군락 및 물억새군락이 분포 -양안으로 진입로와 접근로가 있음

국토해양부

【그림 2.1-11】 하천현황 조사

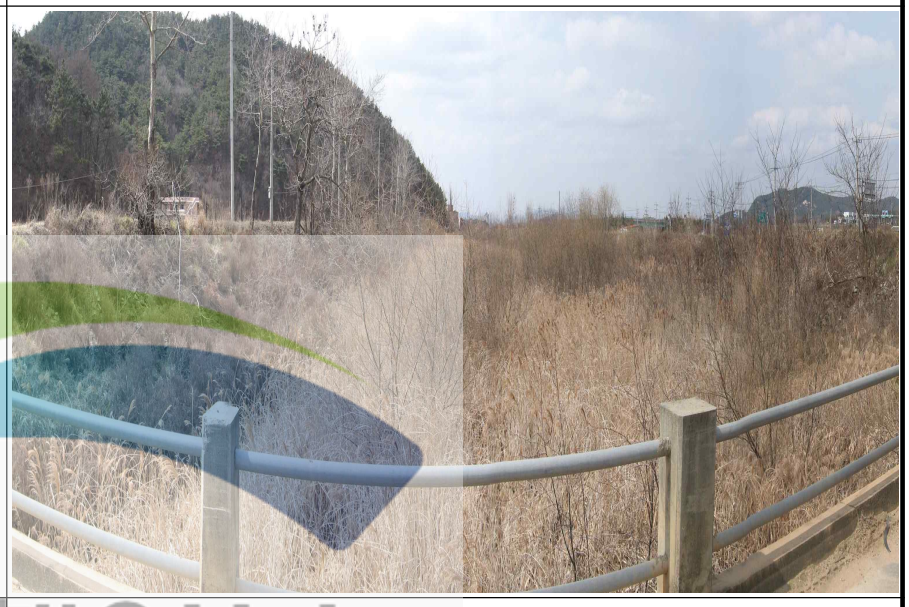
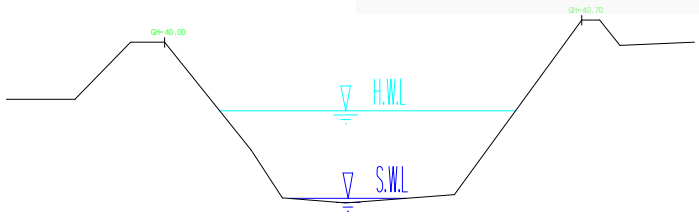
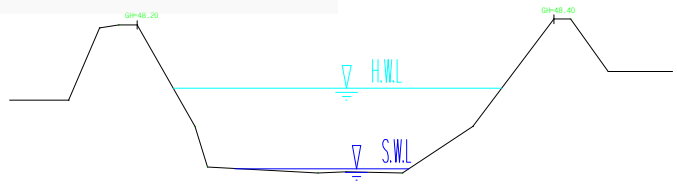
해미천 하류부구간 (No.22 ~ No.38)



구간 하류부	구간 상류부
	
	
◦위 치 : 충청남도 서산시 해미면 ◦하도의 종류 : 단일하도 ◦하도형성의 인위성 여부 : 자연하도 ◦현 하 폭 : 70 ~ 104m ◦하상경사 : 1/105 ◦하도의 단면형 : 좌우안 복단면 ◦하도내 초목 식생현황 : 여러 초본류 자생 ◦하상 구성 물질 : 대부분 모래 및 자갈	※현황개요 -도심지 구간으로 일부분 도로가 제방의 역할을 하고 일부제방도로는 정비되어 있음 -양안 제외지에 고수부지가 형성되어 있으며 운동시설 및 주차장으로 이용되고 있음 양안 제내지는 대부분 도심지로 형성되어 있음 -양안으로 대부분 돌망태형식의 호안이 설치되어 있음 -양안으로 진입로와 접근로가 있음

국토해양부

【그림 2.1-11 계속】 하천현황 조사

<table>
<tr><td colspan="2">해미천 하류부구간 (No.38 ~ No.53)</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>구간 하류부</td><td>구간 상류부</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>◦ 위 치 : 충청남도 서산시 해미면
◦ 하도의 종류 : 단일하도
◦ 하도형성의 인위성 여부 : 자연하도
◦ 현 하 폭 : 32 ~ 82m
◦ 하상경사 : 1/115
◦ 하도의 단면형 : 좌우안 단단면
◦ 하도내 초목 식생현황 : 여러 초본류 자생
◦ 하상 구성 물질 : 대부분 모래 및 자갈</td><td>※현황개요
-제방도로는 우안 일부분은 정비되어 있지 않으며, 좌우안의 제방에서 차량의 통행 및 보행이 가능함
-양안 제내지에 농경지가 분포되어 있으며 좌안 제내지 일부분은 주거지가 형성되어있음
-호안은 설치되어 있으며 달뿌리풀군락 및 버드나무 류군락이 분포
-양안으로 진입로와 접근로가 있음</td></tr>
</table>

국토해양부

【그림 2.1-11 계속】 하천현황 조사

1.4 하천사업의 연혁 및 피해현황

가. 하천사업의 연혁

금회 과업대상인 해미천 개수사업 현황을 조사한 결과 70, 80년대의 집중호우로 인하여 하천제방유실 및 붕괴로 인해 인근 농경지에 막대한 피해를 입은 이후에 금회 과업대부분 구간에 재해위험지구 정비공사 및 수해복구공사가 서산시에서 시행되었으나, 구체적인 현황을 파악 할 수 있는 자료가 정리되어 있지 않아 과거 개수사업의 자료가 없는 것으로 조사되었다.

금회 과업대상 하천의 개수 현황을 살펴보면 과업대상 하천연장은 5.3km에 요개수 연장은 10,600m이며 완전개수 연장은 9,479m, 불완전개수 연장은 785m 로 조사 되었다.

과업대상 하천구간에서의 전체 개수율은 완전개수 제방을 기준으로 할 때 89%이며 불완전개수 제방을 포함한 전체 개수율은 97%에 이르렀다.

<표 2.1-21> 하천 개수 현황

하천명		요개수 연 장 (km)	완전개수		불완전 개수		미개수		비 고
			연장 (km)	비율 (%)	연장 (km)	비율 (%)	연장 (km)	비율 (%)	
충청남도 (지방하천)		2,771.78	3,185.80	64.05	583.12	18.30	562.18	17.65	
과업 구간	해미천	10.60	9.479	89.00	0.785	8.00	0.336	3.00	금회조사

주】 1. 요 개 수 : 하천의 좌·우안에 제방을 설치하였거나 설치할 필요가 있는 구간의 연장.
2. 완전개수 : 완성제방(계획홍수량에 대한 구조적 안정성이 확보된 제방) 연장
하천설계기준에서 정한 홍수여유고와 단면을 가진 제방 연장
3. 불완전개수 : 제방은 있으나 완성제방기준에 미달하여 보강이 필요한 연장
4. 미 개 수 : 향후 제방을 설치하여야 할 필요가 있는 구간 연장
5. 충청남도개수현황 : 「한국하천일람」(2008, 국토해양부)

국토해양부

나. 수해피해현황

우리나라는 대륙성 기후권에 속하는 관계로 하절기인 6~9월 사이에 집중호우와 태풍의 영향으로 막대한 인명손실과 재산피해가 매년 지역적으로 발생하고 있다.

우리나라의 주요호우 및 태풍피해 20위 중 9개가 최근 10년에 발생되었는바, 그 원인은 도시화로 재산의 집중과 무분별한 개발로 인한 유출증가와 기상이변으로 인한 집중

호우 등에 기인하는 것으로 판단되며 과거 우리나라의 주요호우 및 수해현황 내용은 다음 <표 2.1-22>와 같다.

<표 2.1-22> 과거 주요 수해발생 현황 (전국 상위 10위)

구분 / 년도	피해내용		주요 피해지역	이재민 (인)	인명피해 (인)	재산피해 (백만원)	피해 순위
	기간	내용					
2002	8.30~9. 1	태풍 RUSA	전 국	63,085	246	5,262,200	1
2003	9.12~9.13	태풍 MEAMI	전 국 (서울,인천 제외)	61,844	131	4,222,485	2
1998	7.31~8.18	집중호우	전 국 (제주 제외)	24,531	324	1,264,038	3
1999	7.23~8. 4	집중호우 태풍 OLGA	전 국	25,327	67	1,085,443	4
2002	8. 4~8.11	호 우	전 국 (제주 제외)	81,07	23	938,514	5
1990	9. 9~9.12	집중호우 태풍 THELMA	서울, 경기 강원, 충북	187,265	163	741,028	6
1987	7.15~7.16	집중호우	남해, 동해	99,516	345	604,946	7
1995	8.19~8.30	태풍 JANIS	경기, 강원	24,146	65	556,079	8
1987	7.21~7.23	집중호우	중 부	50,472	167	509,404	9
1996	7.26~7.28	집중호우	경기, 강원 인천, 서울	16,933	29	504,657	10

주】 비고란의 숫자는 재산피해액 기준 우선순위임.

국토해양부

1) 홍수 발생 현황 (서산시)

서산시는 대륙과 해양의 경계에 있어 대륙성 및 해양성 기후의 교점에 위치하고 있는 관계로 풍수해의 가능성이 많은 몬순(Monsoon)기후지대 내에 속하여 특히 6월~9월에 북서쪽에서 내려오는 기류와 남서쪽 중국 양자강 부근에서 발생한 고온다습한 기류의 상승작용으로 수해가 빈번히 발생하고, 특히, 적도 부근의 태평양에서 발생한 태풍이 북동진할 경우 홍수 피해가 심하게 발생하게 된다.

서산시의 최근 10년(1999~2008년)간 피해가 가장 크게 발생했던 년도는 2001년으로 총피해액 10,360백만원 중 공공시설 피해액은 2,405백만원, 기타시설 피해액은 7,933백만원으로 기타시설에 대한 피해가 가장 큰 비중을 차지한 것으로 조사되었으며 그 현황은 다음 <표 2.1-23>과 같다.

<표 2.1-23> 서산시 풍수해 현황

년도	이재민(인)	인명피해(인)	침수면적(ha)	소 계(천원)						비고
				건 물	선 박	농경지	공 공 시 설	기 타 시 설	피해액	
1999	5	2	1,835.80	67,500	3,689	28,757	3,973,674	361,542	4,435,162	
2000	76	-	26	297,000	72,830	-	538,886	1,561,330	2,470,046	
2001	-	-	264.3	-	-	21,148	2,405,403	7,933,958	10,360,509	
2002	45	-	68.8	108,000	-	-	181,761	460,614	756,375	
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2004	7	-	-	15,000	-	91	-	380,212	395,212	
2005	-	-	-	-	-	-	-	391,350	391,350	
2006	-	-	-	-	-	11,424	571,008	159,509	714,941	
2007	-	-	-	-	-	-	-	46,200	46,200	
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
계	133	2	2,195	487,500	76,519	61,420	7,670,732	11,294,715	19,569,795	

국토해양부

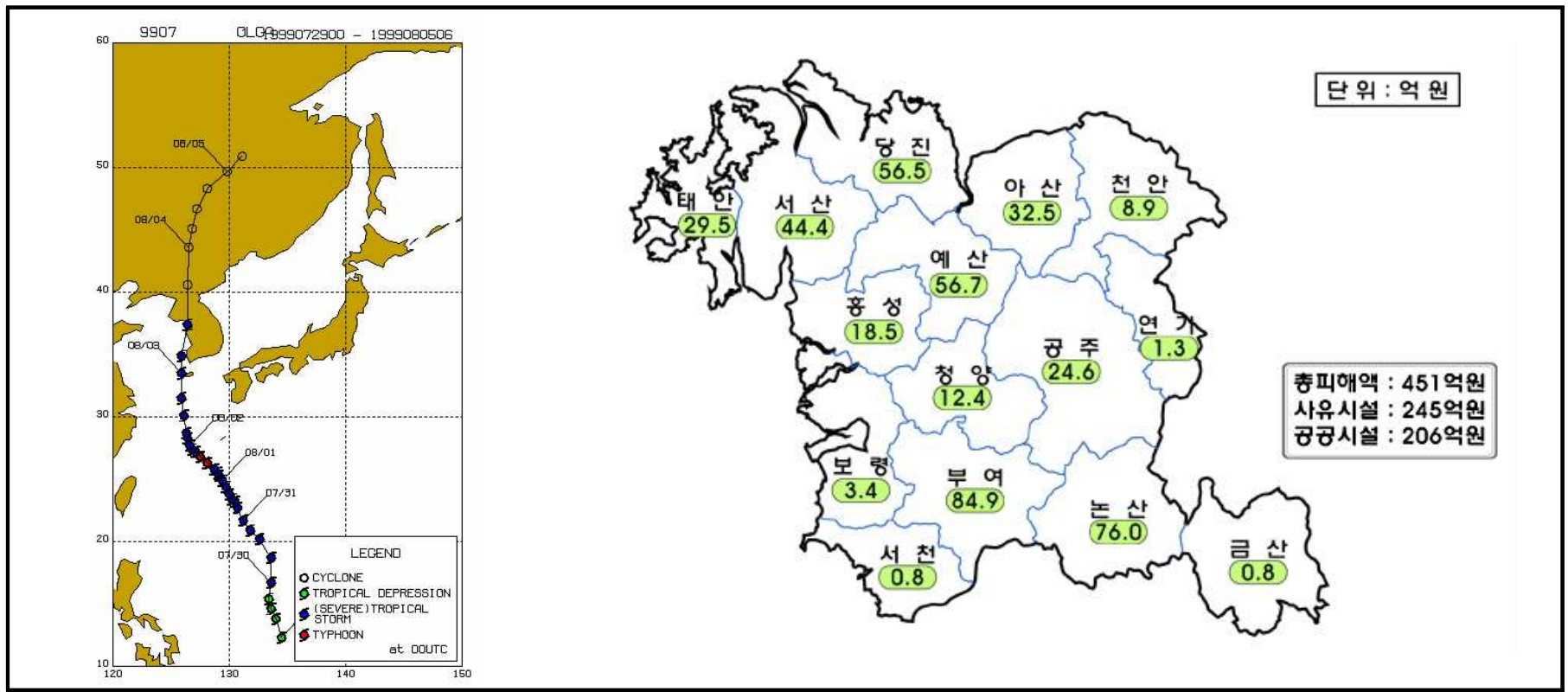
2) 2001년 7월 5일 호우 피해

2001년 7.5~7.15 기간 중 제4호 태풍 「우토」영향 및 중국 화남지방의 저기압이 장마전선을 활성화 시켜 서산지역에 309mm의 국지적인 집중호우가 발생하였다. 이에 따라 264.30ha의 면적이 침수되고, 농경지 2,100만원·공공시설 2,400만원·사유시설 790만원 등 총 1,036만원의 피해가 발생했다.

3) 1999년 7월 23일 호우태풍 피해

1999년 7월 30일 발생한 제7호 태풍 「올가(OLGA)」는 3일 우리나라를 통과하여 남해안 지방에 50~150mm의 많은 비를 내렸다. 또한 7월 31일부터 시작한 중부지방의 집중호우는 8월 까지 이어져 278.8mm의 비를 내리며 서산의 일강수량 극값을 기록하며 이재민 5명, 인명 2명, 침수 1,835.80ha, 공공시설 3,973,674천원 등 총 4,435,162천원의

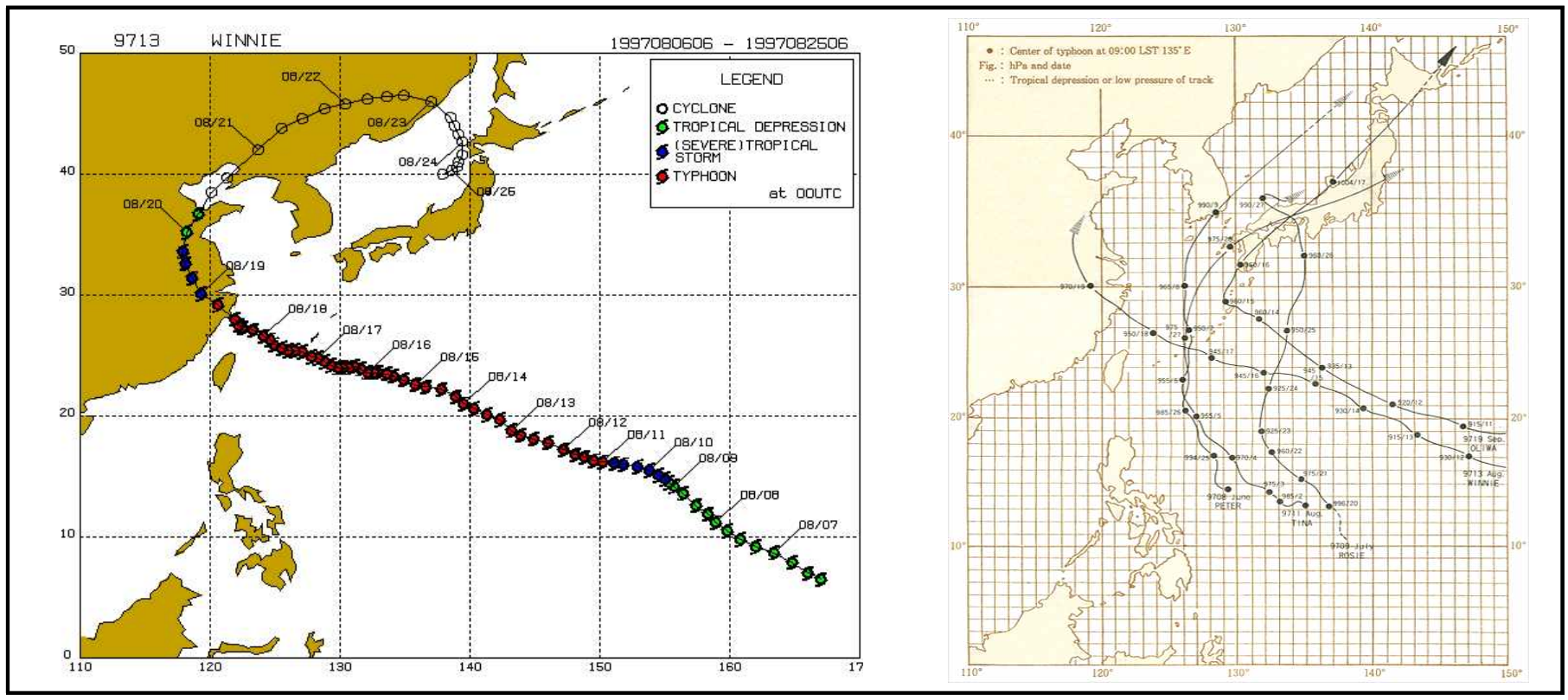
피해가 발생했다.



【그림 2.1-12】 제7호 태풍 「올가(OLGA)」 진로도 및 1999년 서산시 피해현황

4) 1997년 8월 19일 수해

1997년 8.19~8.21 기간 중 「백중사리」와 제13호 태풍 「위니(WINNIE)」의 간접영향으로 서해상의 해수수위가 예상조고보다 급상승 월류하면서 서산의 주택·농경지 1,468.90ha의 침수피해가 발생하였으며 127명의 이재민 발생, 2,128,277천원의 방조제 및 소규모 수리시설 등이 다수 유실·붕괴되는 등 총 2,299,634천원의 피해가 발생하였다.



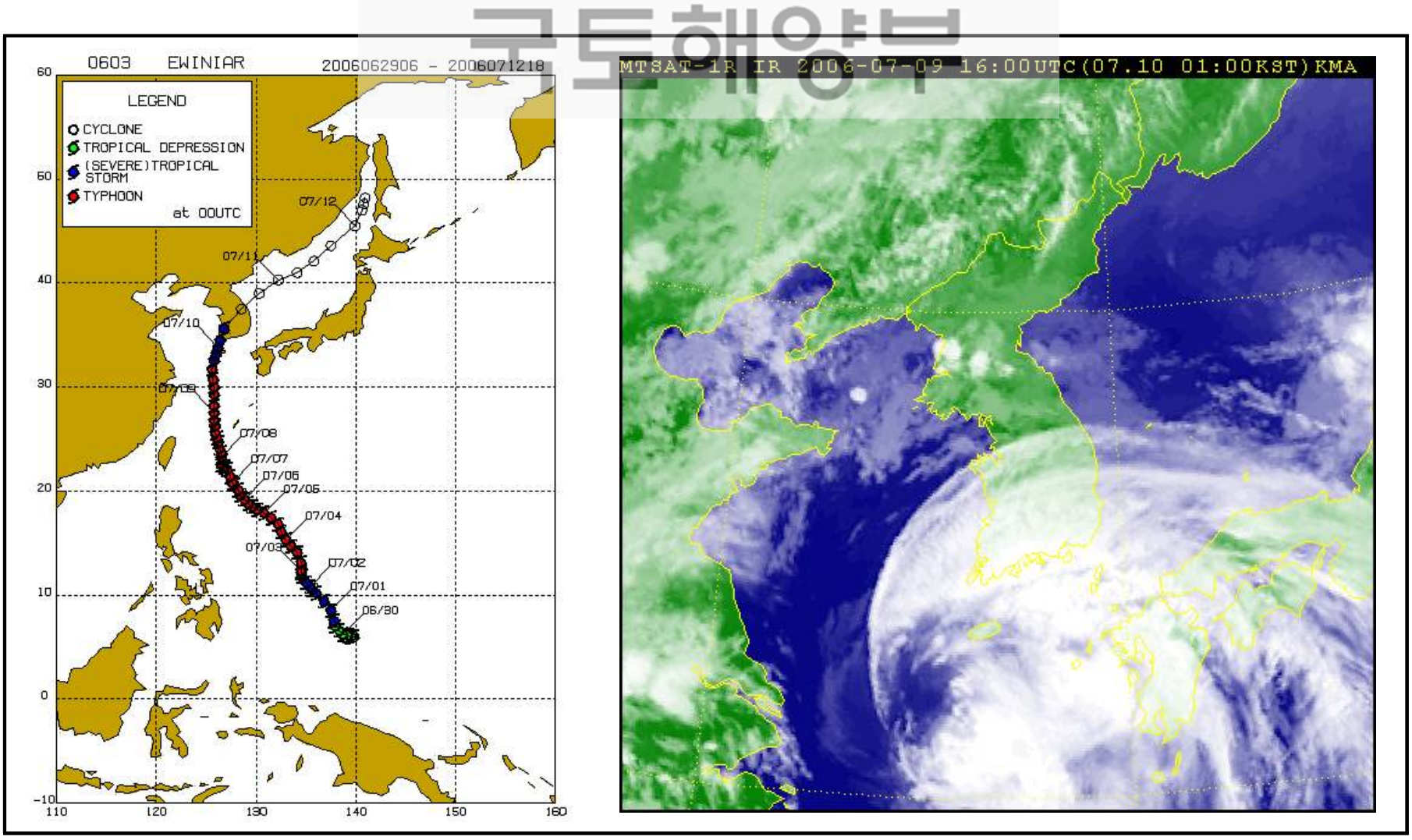
【그림 2.1-13】 제13호 태풍 「위니(WINNIE)」 진로도

5) 2002년 8월 30일 태풍 피해

2002년 8.30~9.1 기간 중 제15호 태풍 「루사(RUSA)」는 8월 23일 약한 소형태풍으로 괌섬 동북동쪽 약 1,800km 부근 해상에서 생성되어, 이후 강한 대형태풍으로 발달하여, 9월 1일 03시에 충북 보은 부근을 경유하고 12시에는 강원도 인제 부근을 지나 15시에는 속초 북동쪽 130km 부근해상에서 열대성 저기압으로 약화되어 소멸되었다. 이 대형태풍의 관통으로 서산일대에 45명의 이재민이 발생하고 건물 8세대가 침수되어 108,000천원의 피해가 발생하는 등 756,375천원의 재산피해가 발생하였다.

6) 2006년 7월 9일 호우 피해

2006년 7.9~7.10일에는 제3호 태풍 「에위니아(EWINIAR)」가 미국 괌 남서쪽 약 1,010km 부근 해상에서 발생하여 중심기압 985hPa, 최대풍속 31m/s의 강한 중형급 태풍으로 경남 및 전남 등 남부지역을 중심으로 강한 바람과 함께 국지적인 집중호우가 내렸다. 이 기간 중 서산에 집중호우가 발생하여 181.5mm의 비가 내렸다. 인명피해는 없었으나 건물 8세대가 침수되고 3.11ha의 농경지가 침수 되는 등 총 714,941천원의 피해를 발생했다.



【그림 2.1-14】 제3호 태풍 「에위니아(EWINIAR)」 진로도

다. 가뭄 피해현황

1) 가뭄의 정의

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

○ 수자원공학 측면에서 보면 용수의 주요 공급원인 하천 유출량과 저수지 저수량의 결핍현상이 주된 인자가 되며

○ 수문학적 관점에서 보면 강수량 부족과 그로 인한 유출량 부족이 가뭄의 지표로 이용된다.

○ 농업 및 임업 등 관개측면에서 보면 토양수분변화와 식물의 한계 생장조건 등이 주된 인자가 되지만 홍수발생시기에서도 평년이상의 홍수량보다 작은 양의 홍수가 발생하는 경우에도 가뭄으로 간주하게 된다.

○ 또한, 용수의 수요 및 공급의 불균형에 의한 용수공급 부족시에도 가뭄현상으로 취급하게 된다.

국토해양부

○ 한편, 미 기상국(U.S Weather Bureau)에서는 가뭄을『어느 지역의 동·식물 생육에 저해를 가져올 수 있을 정도로 강수의 부족이 매우 심각하게 장기간 지속되거나 생활용수와 수력발전에 필요한 용수를 정상적으로 확보하지 못한 상태』로 정의하고 있다.

○ 박성우 등(1984)은 다음과 같이 가뭄을 구분하고 있다.

① 기상학적 가뭄

주어진 기간의 강수량이나 무강수 지속일수 등으로 정의하는 가뭄

② 기후학적 가뭄

월별 또는 연별 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, 지하수등 가용 유량으로 정의하는 가뭄 등

○ 상기 내용 외에 사회경제측면의 가뭄(물부족 때문에 용수 및 전력공급에 차질이 발생하여 인간의 경제활동에 피해를 주는 경우)등이 있으며, 이러한 가뭄현상은 개별적 또는 독립적으로 발생하는 것이 아니라 서로 상관성을 가지고 발생하며, 기상학적 가뭄이 오래 지속되면 토양수분을 고갈시켜 농업가뭄을 발생시키며 하천이나 저수지의 수량을 감소시킴으로써 수문학적 가뭄으로 이어지게 된다.

2) 가뭄의 영향

<표 2.1-24> 가뭄의 경제·환경·사회적 영향

구 분	경제적영향	환경적영향	사회적영향
주 요 내 용	■ 곡물 생산량 감소 · 곡물의 품질 저하 · 경작지의 생산성 감소 ■ 낙농 생산량 감소 · 초지의 생산성 감소 · 가축의 폐사 증가 · 가축의 품질저하(체중감소) ■ 산불발생 가능성 증가 · 목재 생산성 감소 · 병충해 증가 · 산림지 생산성 감소 ■ 어업 생산성 감소 · 어류 서식지 파괴 · 유량감소로 인한 치어 감소 ■ 농민 등의 수입감소 및 파산 ■ 식량 생산 감소 · 식량 가격 인상 · 식량 수입가격 인상 ■ 물공급 중단 ■ 물공급 기관의 수입 · 수입 감소(수량 감소) · 반사적 이익(물값 상승) ■ 하천의 주운기능 상실 ■ 신규 수자원개발 비용 증대 ■ 지하수 고갈 및 지반 함몰 ■ 국가경제발전 저해	■ 동물의 피해 · 서식지 파괴 · 먹이, 마실 물 감소 · 질병 증가 · 대규모 이동 · 종(種)의 감소 ■ 식물 종(種)의 피해 ■ 화재 발생 건수 증가 ■ 습지의 감소 ■ 강어귀의 염수 피해 ■ 종의 다양성 감소 ■ 토양의 침식 증가 ■ 호소의 수위 저하 ■ 수질문제 · 염분상승 · 수온상승 · pH, 용존산소, 탁도 등 ■ 대기오염(먼지 등)	■ 화재피해속출 ■ 정신적, 물질적 스트레스 ■ 보건문제 · 오염물질 농도 증가 ■ 호흡기 질환 증가 ■ 물이용 관련 분쟁의 증가 ■ 문화적 기반 붕괴 ■ 사회적가치에 대한 재평가 · 우선순위 · 수요 · 권리 등 ■ 여가선용 활동 축소 ■ 가뭄영향의 사회계층에 따른 불평등 ■ 문화공간의 축소 ■ 심미적인 가치 축소 ■ 삶의 질 저하 ■ 생활양식의 변화 · 농촌지역 · 특정 도시지역 · 전체적인 빈곤 증대 ■ 이주증가 · 농촌 ☞ 도시

주】 자료 : 美 National Drought Mitigation Center

국토해양부

3) 가뭄 대책

60년 이후 발생한 가뭄에 대한 정확한 통계자료는 없고 가뭄사상별로 조직적인 조사 분석이 이루어지지 않아 가뭄별 수문, 기상특성 및 가뭄기간별 피해유형별 피해액을 분석하기는 사실상 어렵다. 따라서 금회 과업에서는 기조사 자료를 이용하여 전국적인 가뭄 실태를 파악하였다. 「가뭄기록조사 (1995, 건설교통부)」에 의하면 과거 대규모 가뭄피해가 발생한 연도는 '67~'68, '76~'77, '81~'82, '87~'88, '94~'95의 총 5회로써 자료보유 년수가 30년~40년임을 감안하면 전국적 또는 국지적인 가뭄 발생빈도는 약 7년 정도임을 알 수 있다. 「하천조사서(1992. 12, 한국수자원공사)」에서 국내 한발 상황을 조사한 결과는 대략 10년 주기로 한발이 발생하는 것으로 나타났다.

<표 2.1-25> 갈수우량을 기준으로 한 가뭄기간별 가뭄빈도

구 분	12개월		18개월		24개월	
	우심유역	재현기간(년)	우심유역	재현기간(년)	우심유역	재현기간(년)
'67~'68	남해안중서부 영산강 금강 형산강	40 - 50 17 - 30 20 14	남해안서부 영산강 금강 형산강 낙동강	25 8 21 7 6 - 12	남해안서부 영산강 금강 형산강 낙동강	24 7 18 6 4 - 7
'76~'77	낙동강 영산강	12 - 15 12 - 20	낙동강 한강	7 - 9 11	낙동강 만경강	8 8
'81~'82	낙동강 금강 한강	7 - 12 9 8 - 13	낙동강 금강 한강	7 - 16 10 8 - 9	낙동강 금강 한강	4 - 7 8 4
'87~'88	낙동강 금강 삽교천 동진강	4 - 8 8 - 9 11 9	삽교천 동진강	9 8	삽교천 동진강	6 3
'94~'95	낙동강 금강 형산강 동진강 영산강	7 - 13 9 - 17 12 8 4 - 5	낙동강 금강 형산강 동진강 영산강	7 - 15 8 15 12 7 - 9	낙동강 영산강	4 2 - 3
'67~'68	남해안중동부 영산강 섬진강 낙동강	18 - 19 15 - 18 12 - 15 9	남해안중부 금강 섬진강 낙동강	18 8 12 6 - 8	남해안중부 금강 만경강 낙동강	12 9 20 9 - 15
'76~'77	낙동강 영산강 섬진강	10 -12 10 - 13 12	낙동강 한강 금강	8 - 10 9 13	낙동강 형산강 금강	9 - 14 10 18
'81~'82	낙동강 한강	3 - 6 8 - 10	낙동강 한강	4 - 10 6 - 12	낙동강 한강	6 - 18 4 - 10
'87~'88	낙동강 만경강	4 - 7 5	남해안중부 동진강	8 15	금강 동진강	10 15
'94~'95	낙동강 금강 섬진강 만경강 영산강	9 - 20 18 12 8 10	낙동강 금강 섬진강 만경강 한강 영산강	10 - 15 35 12 20 14 10 - 20	한강 영산강	4 - 9 2 - 4

주】 자료 : 가뭄기록조사보고서 (1995. 12, 건설교통부)

국토해양부

가뭄기록 조사 보고서에 따르면 가뭄피해는 갈수유량에 의해 발생하지 않고 갈수 강수량에 의해 발생한 것으로 나타났는데, 금강서해권 유역은 가뭄피해 내용이 조사된바 없어 해미천 유역도 가뭄피해가 없는 것으로 추정된다. 또한, 지역주민과 관련기관에 대한 조사결과 최근 10여년간 해미천 유역에 가뭄으로 용수 공급에 어려움을 겪은 적이 없는 것으로 조사되었으며, 이는 용수량이 크지 않고 농업용수는 농업기반공사 서산지부에서 운영하는 관개시설로부터 공급받고 있으며 생활용수 대부분은 지하수를 이용하는데 따른 것으로 파악된다.

가) 가뭄피해 및 대책

(1) 과거 가뭄 피해

과거 주요 가뭄은 1967년~1968년, 1976년~1977년, 1981년~1982년, 1988년~1989년, 1994년~1995년 사이에 발생하였으며, 공간적인 편차를 살펴보면 1968년 7월의 가뭄은 중부지방과 호남지방을 중심으로 극심하였으며, 1977년 10월에는 전국적으로 극심한 가뭄이 발생하였다. 또한, 1982년 10월에는 중부지방과 영남지방에 극심한 가뭄이 발생하였으며, 1988년 12월에는 서해안 일대 및 전국적인 가뭄이 발생하였다.

1994년 8월에는 낙동강 유역 및 중부지방에서 극심한 가뭄이 발생하였으며, 1995년 7월에는 전라도 지역에 극심한 가뭄이 발생하였고, 전국적으로도 가뭄이 발생하였다.

국토해양부

<표 2.1-26> 가뭄과 농업재해(1900~1995년)

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

주】 자료 : '94, '95가뭄극복, 농림수산부
연도에 ▨ 표시는 강수부족이 심했던 해 및 농작물 피해가 심했던 해

서산기상대의 과거 42년간의 강수량을 기준으로 해미천 유역의 가뭄발생 현황을 살펴보면 연강수량 1,000mm이하인 연도는 ´73, ´75, ´76, ´77, ´82, ´88, ´96, ´01, ´08의 총 9회이고 이 중 88년의 연강수량은 평균강수량 1,235.2mm의 55%인 685.6mm에 불과해 한발이 가장 심했던 것으로 조사되었으며 해미천 유역은 약 5~7년 주기로 한발이 발생하는 것으로 나타났다.

<표 2.1-27> 한발 피해현황

년 도	연강수량(mm)	비 고	년 도	연강수량(mm)	비 고
1968	1132.2		1989	1197.7	
1969	1180.0		1990	1788.3	
1970	1526.7		1991	1088.6	
1971	1054.8		1992	1017.6	
1972	1437.9		1993	1093.6	
1973	946.7	▼	1994	1234.5	
1974	1377.8		1995	1448.3	
1975	880.7	▼	1996	830.1	▼
1976	974.6	▼	1997	1156.9	
1977	979.1	▼	1998	1711.6	
1978	1215.5		1999	1826.6	
1979	1272.1		2000	1424.8	
1980	1469.3		2001	986.8	▼
1981	1234.3		2002	1387.6	
1982	984.2	▼	2003	1435.2	
1983	1272.3		2004	1340.9	
1984	1376.4		2005	1334.2	
1985	1360.3		2006	1139.2	
1986	1093.6		2007	1471.1	
1987	1527.8		2008	909.6	▼
1988	685.6	▼	2009	1074.3	
			평 균	1235.2	9회

주】(▼) 연강수량이 1,000mm이하

국토해양부

(2) 가뭄 대책

◎ 가뭄대책 현황

가뭄은 심한 물 부족으로 인하여 피해를 겪는 자연재해로 풍수해와는 달리 진행상황이 완만하고 피해 또한 가시적이지 못하여 사회적 손실 및 환경적, 경제적 손실이 체계적으로 조사되지 못하고 있는 실정이다.

가뭄에 관계되는 법령으로는 풍수해 대책법(농지면적 1ha 미만의 농가가 풍수해로 50% 이상의 피해를 입었을 경우 국가가 지원하는 법)이 유일하며, 가뭄의 예측이나 조기경보를 위한 연구에 투자된 실적도, 축적된 기술도 대단히 미미한 실정이다.

기상청에서 계획하고 있는 가뭄예측기술개발이라는 사업은 2004년이 되어서야 시작되어, 건설교통부와 농림부에서 행하는 대응활동은 재해복구 차원의 성격이 더 강하며, 예방이나 피해경감 차원은 아니다.

◎ 가뭄 대책

가뭄상황을 극복하기 위한 가뭄대책을 추진함에 있어 먼저 개선해야 할 사항으로는 다음과 같은 내용을 들 수 있다.

- 민·관·군이 일체가 되어 가뭄극복을 위한 노력 및 대외적 홍보 필요
- 가뭄관리체계의 일원화
- 가뭄행정의 지방행정 조직들이 서로 상이하므로 예산 및 인력지원 등에 있어 일관성 있는 업무추진을 위한 총괄기능을 담당하도록 개선할 필요
- 가뭄지역에 대한 고위인사의 잦은 현장확인은 가뭄지역의 일선 공무원 및 농민들에게 업무지장을 초래하므로 현지방문에 대한 개선이 필요

한편, 현실적인 가뭄주의보나 조기 예·경보를 통하여 전국민 물절약 홍보와 함께 피해를 최소화할 수 있도록 자연현상을 현명하게 극복할 수 있도록 제도적, 기술적, 문화적인 뒷받침이 있어야 하며, 이와 함께 정확하고 합리적인 물수요 추정에 의해 객관적이고 신뢰성 있는 용수수요량을 제시하고 가뭄 발생시 물공급 우선순위를 결정하는 갈수 관리시스템이 제시되어야 할 것으로 판단된다. 따라서, 현실적인 가뭄주의보나 조기 예·경보가 이루어지지 않은 현 시점에서 가뭄피해를 경감하고 가뭄상황을 극복하기 위한 대책으로 다음과 같은 중·장기 대책이 어루어져야 할 것으로 판단된다.

국토해양부

첫째, 용수 수요 관리대책

- 행동부서, 수도사업체, 수도용수공급체별 갈수시 가뭄관리에 대한 주체별 기본 행동 지침 작성
- 급수제한 단계별 각 주체별 가뭄관리 시스템 구성
- 갈수시 각 주체를 위한 제한 수량 결정방법 제시
- 최소 공급량 설정을 위한 제한 수량 결정방법 제시
- 급수제한시 최소 공급량 결정을 위한 절수 목표별 최저 기준량 제시
- 절수에 대한 홍보 확대

둘째, 용수 공급 관리 대책

- 저수지 불용용량(不用容量) 활용
- 지하수 조사 및 안전취수량 평가
- 단계별 절수, 제한급수 및 단수
- 물 배분순위, 기득수리권, 하천 유지 용수의 개념 정립
- 현실적인 단계별 물 절약 대책 수립
- 지하수 개발 관행의 시정과 폐공의 재활용

셋째, 가뭄 재해관련 법령 및 제도 개선방향

- 상수원 보호구역에 대한 엄격한 법규적용
- 물관련 부서의 협조체제 구성
- 공공건물 신·개축시 신형 수도설비의 사용을 의무화
- 홍수통제업무에 갈수대책업무도 병행
- 수자원 기술자에 대한 정책적 배려

한편, 앞서 언급한 가뭄 대책을 기반으로 본 과업구간의 실정에 맞는 중·단기 대책을 제시하면 다음과 같다.

- 하천, 용배수로, 논, 저수지 등에 물가두기 추진
- 농업용수를 확보 공급하기 위하여 보 및 용배수로 개보수
- 간이 용수원 개발 및 관정개발
- 예상되는 다음 가뭄해에 이월되는 충분한 저류량을 확보하기 위하여 농경지

국토해양부

수요에 대한 지표수 공급을 삭감

- 가뭄 홍보운동을 통하여 가뭄시작을 알리고 절수방법을 알려서 소비자 절수 유도
- 다량 물 소비에서 소량 물 소비로 생활습성의 전환운동
- 수도꼭지 개량운동

1.5 하천의 이용현황

가. 용도지역구분 등 토지 이용 현황

금회 과업구간의 지형을 살펴보면 해미천 상류부는 임야지와 더불어 주거지 및 농경지가 형성되어 있고, 중·하류부에서는 하천의 제내지를 따라 농경지가 형성되어 있다.

금회 하천내 고수부지의 경우 하류부에는 농경지, 중류부는 산책로 및 자전거도로, 주차장으로 이용하고 있는 것으로 조사되었다.

나. 관광·위락 등 공간 이용 현황

서산시 통계연보를 통하여 조사한 결과 서산시 지역내 도시를 중심으로 도시공원이 조성되어 있다. 매년 도시공원 조성공사가 증가하고 있으며 과업하천 해미천 유역 근처에는 공원이 조성되어 있지 않은 것으로 조사 되었다.

국토해양부

<표 2.1-28> 서산시 도시공원 현황 (단위 : 개, 1,000m²)

구 분		어린이공원		근린공원		도시자연공원		묘지공원		계		비고
		개소	면적	개소	면적	개소	면적	개소	면적	개소	면적	
서산시		75	152	15	1,814	10	8,380	-	-	100	10,346	
	해미면	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009, 서산시)

1.6 하천의 환경현황

하천은 자연과 사회와의 사이에 위치하는 자연물로서 생활, 공업, 농업용수 등을 공급하고 수상교통으로 이용할 수 있는 이수기능, 홍수시 유수의 원활한 소통으로 시민의 생명과 재산을 보호하는 치수기능 및『자연보전기능, 친수기능, 공간기능』으로 대별되는 환경기능을 갖추고 있으며 과업하천 유역의 환경현황은 자연환경(기상, 지형, 동·식물상), 생활환경(토지이용, 대기질, 수질, 폐기물, 소음·진동, 위락·경관) 및 사회·경제환경으로 구분된다. 이와 같이 과업하천 유역 내·외의 하천환경에 대한 조사 및 환경영향은『사전환경성검토서』에 상세히 기술되어 있으며, 본 과업과 관련한 하천환경 정비방향 설정을 위하여 수질현황, 오염원현황, 하천수변조사 등을 다음과 같이 조사하였다.

○ 하천수질 조사

본 과업에 대한 수질조사는 중요한 지점 3개소를 선정하여 실험실 분석 19개 항목을 3회에 걸쳐 분석하였으며, 분석된 결과 및 과거의 자료를 이용하여 수환경계획 수립 및 장래수질 예측을 하였다. 또한, 유량조사는 하천수질 지점과 동일지점을 선정하여 조사하였다.

국토해양부

○ 하천수변 조사

본 과업하천의 수변, 둔치, 제방, 인접지대에 대하여 하천경관, 동·식물상 등을 현지조사 및 문헌조사를 실시하여 하천의 이용 및 개발, 보전을 위한 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다.

○ 오염원 조사

금회 과업하천에 유입되는 생활계, 축산계 및 토지이용시 농지에 살포된 비료, 토량 개량물질 및 산림의 유기물질 등으로 구분되는 비점오염원에 대하여 조사·분석하여 수환경 계획 수립을 위한 기초 자료로 활용하였다.

가. 지역 개황

1) 입지분석

해미천은 서산시 해미면 대곡리에서 발원하여 북서쪽으로 유하하다 산수저수지를 통과하면서 산수천과 합류하여 다시 북서쪽으로 유하하다 황락천과 합류하여 유하하며, 서산시 해미면 응평리에서 본류인 지방하천 도당천의 좌안측으로 합류되고 있으며, 해미천 하류의 하천연안에는 비교적 넓은 평야가 발달되어 있으며 중류부는 우안으로는 해미면 읍내리의 주 시가화지가 형성되어 있고 대부분이 산지로 형성되어 유역의 경사가 비교적 급하고, 하상경사도 하류부가 대략 1/168, 중류부가 1/105, 상류부가 1/115 정도로 다소 급하게 형성되어 있다.

유역내 토지이용현황은 전유역의 약 13.04%인 3.55㎢가 농경지이며 약 74.04%인 20.18㎢는 임야이고 기타 12.92%인 3.52㎢로 나타나고 있다.

해미천 상류부는 서해안고속도로가 위치하며, 중·하류부로는 주거밀집지역 및 농경지가 위치하고 있으므로, 해미천 대부분 구간이 지속적으로 인위적인 간섭을 받아온 지역이다.

해미천은 하폭이 넓어 하상내 퇴적물이 쌓인 곳과 고수부지를 중심으로 하상내 식생을 이루고 있으며, 하상내에 물을 이용하기 위하여 부분적으로 보와 교량 등이 일부 설치되어 있음. 하상은 모래 등으로 이루어져 있으며, 일부 자갈이 나타나는 정도이다.

국토해양부

2) 지목별 토지이용현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시의 토지이용현황을 살펴보면 전체(행정구역)면적은 740.55㎢이고 임야가 310.13㎢(41.88%), 전과 답이 275.47㎢(37.19%)를 차지하고 있으며, 도로 20.28㎢(2.74%), 구거 19.74㎢(2.67%), 대지 15.68㎢(2.12%), 하천이 9.35㎢(1.26%) 순으로 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-29> 지목별 토지이용 현황

행 정 구 역		계	전	답	임 야	대 지	구 거	도 로	하 천	기 타
서산시	면 적(㎢)	740.55	77.79	197.68	310.13	15.68	19.74	20.28	9.35	89.9
	구성비(%)	100.0	10.50	26.69	41.88	2.12	2.67	2.74	1.26	1.64

주】 자료 : 서산시 통계연보, 2009

3) 환경관련 지구·지역지정 현황

가) 상수원보호구역 지정 현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시에는 상수원보호구역으로 지정되어 있는 곳이 없는 것으로 조사되었다.

나) 저유황 공급 및 사용지역 지정

과업구간이 위치하고 있는 서산시는 「청정연료 등의 사용에 관한 고시(환경부고시 제2007-180호)」에 의거 다음과 같이 경유는 0.1% 이하, 중유는 0.5% 이하 사용지역인 것으로 조사되었다.

<표 2.1-30> 저유황 공급 및 사용지역

대 상 연 료	황 함 유 율
경 유	0.1% 이하
중 유	0.5% 이하

주】 자료 : 환경부고시 제 2007-180호[별표2](2007. 11. 29, 환경부)

국토해양부

다) 폐수배출 허용기준적용 지역지정

과업구간이 위치하고 있는 서산시 해미면에 대한 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역을 조사한 결과, “청정”지역에 해당되는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-31> 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 현황

지역명	“청정” 지역	“가” 지역	“나” 지역
서산시	음암면(도당·성암·유계·탑곡·부장리), 운산면(원벌·거성·용현·상성·소중·용장·고풍리), **해미면**(홍천·웅소성·반양·억대·읍내·휴암·황락·산수·대곡리)	“청정”, “나”지역을 제외한 전역	대산읍, 인지·고북면, 부춘·동문·활성·수석·남·오산동

주】 자료 : 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 규정(2007.7.6, 환경부고시 제2007-107호)

라) 야생동·식물보호구역 지정현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시에는 총 면적 30.89㎢, 총 5개소의 야생동·식물보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-32> 야생동·식물보호구역 지정현황

고시번호	소 재 지	면 적 (㎢)	종 현 황
서산 제2004-44호	서산시 갈산동 산 5-1	0.3	멧비둘기, 꿩 등 10종
서산 제2007-812호	서산시 동문동 산 38-1	0.05	멧비둘기, 꿩 등 10종
서산 제2007-812호	서산시 읍내동 산 2-2	0.1	멧비둘기, 꿩 등 10종
서산 제99-115호	서산시 부석면 간월도리(서산 A,B지구)	20.24	청둥오리 등 41종, 황새, 가창오리, 큰고니 등 11종
서산 제99-115호	서산시 부석면 창리 (서산 A,B지구)	10.2	흰빰검둥오리 등 48종, 노랑부리저어새, 큰기러기, 큰고니 등 11종

주】 자료 : 야생동·식물보호구역 지정현황(2009, 환경부)

마) 수역별 환경기준

본 해미천은 지방하천인 도당천과 합류후 서해(간월호 A지구)로 유입되는 하천으로 목표기준은 환경부 고시 제2006-227호 「중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간」에 의거 금강서해의 환경기준 목표기준은 Ib등급(BOD 2.0㎎/L 이하)으로 설정하는 것이 타당하다고 판단된다.

국토해양부

<표 2.1-33> 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간

대권역명	중권역명	목표기준		생물이해등급	달성기간
금강	금강서해	좋음	Ib	매우좋음~좋음	2015년

주】 1. 연간 275일이상 유지되는 저수위보다 높은 수위에서 달성·유지되어야할 목표기준임
2. 각 중권역의 대표지점은 수질측정망 운영계획 변경고시(환경부고시 2006-127호, '06.10.26)에 의함
3. 생물이해등급은 환경정책기본법시행령의 「수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성이해표」에 의함
4. 호소기준의 각 호소는 하천기준의 각 중권역에서 제외됨
자료 : 중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간(환경부고시 제2006-227호)

바) 수변구역 지역 현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시는 전역이 수변구역으로 지정되어 있지 않는 것으로 조사되었다.

사) 지역별 오염총량 기준

수질오염총량제도는 하천의 용수목적 등에 맞는 목표수질을 설정하고, 해당 하천 수

계의 배수구역에서 배출되는 오염부하 총량이 설정된 목표수질을 달성할 수 있는 허용량 이하가 되도록 관리하는 제도이며, 본 과업 하천인 해미천은 수질오염총량관리구역으로 지정되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

아) 습지보전법

과업구간이 위치하고 있는 서산시에는 습지보전지역으로 지정된 지역이 없는 것으로 조사되었다.

4) 환경기준

본 과업과 관련한 환경기준은 대기질 환경기준, 수질 환경기준, 소음 환경기준이 있으며 내용은 다음과 같다.

<표 2.1-34> 대기질 환경기준

항 목	기 준	비 고
PM-10	· 연간평균치 : 50㎍/㎥ 이하 · 24시간 평균치 : 100㎍/㎥ 이하	· 1시간 평균치는 999천분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 아니되고, 8시간 및 24시간 평균치는 99백분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 아니된다. · PM-10은 입자의 크기가 10㎛이하인 먼지를 말한다.
일 산 화 탄 소 (CO)	· 8시간 평균치 : 9ppm 이하 · 1시간 평균치 : 25ppm 이하	
이 산 화 질 소 (NO_2)	· 연평균치 : 0.03ppm 이하 · 24시간 평균치 : 0.06ppm 이하 · 1시간 평균치 : 0.10ppm 이하	
아 황 산 가 스 (SO_2)	· 연간평균치 : 0.02ppm 이하 · 24시간 평균치 : 0.05ppm 이하 · 1시간 평균치 : 0.15ppm 이하	
오 존(O_3)	· 8시간 평균치 : 0.06ppm 이하 · 1시간 평균치 : 0.1ppm 이하	
납 (Pb)	· 연간 평균치 : 0.5㎍/㎥ 이하	
벤젠	· 연간 평균치 : 5㎍/㎥ 이하	

국토해양부

<표 2.1-35> 하천수질 환경기준

등급		상태 (캐릭터)	기준					
			수소이온 농도(pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD)(㎎/L)	부유물질량 (㎎/L)	용존 산소량 (㎎/L)	대장균군 (군수/100mL)	
							총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하	10 이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2 이하	25 이하	5.0 이상	500 이하	100 이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3 이하	25 이하	5.0 이상	1,000 이하	200 이하
보통	III		6.5~8.5	5 이하	25 이하	5.0 이상	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8 이하	100 이하	2.0 이상	-	-
나쁨	V		6.0~8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할 것	2.0 이상	-	-
매우 나쁨	VI		-	10 초과	-	2.0 미만	-	-

구 분	등 급	기 준
사람의 건 강 보 호	전수역	카드뮴(Cd) : 0.005㎎/ℓ 이하 비소(As) : 0.05㎎/ℓ 이하 시안(CN) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.01) 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.001) 유기인 : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.0005) 포리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.0005) 납(Pb) : 0.05㎎/ℓ 이하 6가크롬(Cr+6) : 0.05㎎/ℓ 이하 음이온 계면활성제(ABS) : 0.5㎎/ℓ 이하 사염화탄소 : 0.004㎎/ℓ 이하 테트라클로로에틸렌(PCE) : 0.04㎎/ℓ 이하 1,2 디클로로에탄 : 0.03㎎/ℓ 이하 디클로로메탄 : 0.02㎎/ℓ 이하 벤젠 : 0.01㎎/ℓ 이하 클로로포름 : 0.08㎎/ℓ 이하 안티몬 : 0.02㎎/ℓ 이하 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) : 0.008㎎/ℓ 이하

국토해양부

<표 2.1-36> 소음 환경기준 (단위 : Leq dB(A))

지역구분	적용대상지역	기준	
		낮 (06:00~22:00)	밤 (22:00~06:00)
일반 지역	“가” 지 역	50	40
	“나” 지 역	55	45
	“다” 지 역	65	55
	“라” 지 역	70	65
도로변 지역	“가” 및 “나” 지역	65	55
	“다” 지 역	70	60
	“라” 지 역	75	70

※ 비 고

1. 지역구분별 적용대상 지역의 구분은 다음과 같다.

가. “가” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 관리지역중 보전관리지역과 자연환경보전지역 및 농림지역

2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 도시지역중 녹지지역

3) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 주거지역중 전용주거지역

4) 「의료법」 제3조의 규정에 의한 종합병원의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역

5) 「초·중등교육법」 제2조 및 「고등교육법」 제2조의 규정에 의한 학교의 부지경계에서 50미터 이내의 지역

6) 「도서관 및 독서진흥법」 제2조의 규정에 의한 공공도서관의 부지경계로부터 50m 이내의 지역

나. “나” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 관리지역중 생산관리지역

2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 주거지역중 일반주거지역 및 준주거지역

다. “다” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 도시지역중 상업지역과 동조 동항의 규정에 의한 관리지역중 계획관리지역

2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 시행령 제30조의 규정에 의한 공업지역중 준공업지역

라. “라” 지역

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 공업지역중 일반공업지역 및 전용공업지역

2. 도로라 함은 1종렬의 자동차(2륜자동차를 제외한다)가 안전하고 원활하게 주행하기 위하여 필요한 일정폭의 차선을 가진 2차선 이상의 도로를 말한다.

3. 이 소음환경기준은 항공기소음, 철도소음 및 건설작업소음에는 적용하지 아니한다.

국토해양부

5) 환경피해 유발시설물

가) 환경오염물질 배출시설

환경오염물질 배출시설은 대기, 수질, 소음・진동분야로 나누어지며, 서산시의 종별 배출시설 현황은 <표 2.1-37>과 같다.

과업구간이 위치하고 있는 서산시의 환경오염물질 배출시설은 대기 127개소, 수질 164개소, 소음・진동 89개소로 총 380개소가 위치하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-37> 환경오염물질 배출시설 현황 (단위 : 개소)

구분	총계	대기(가스, 먼지, 매연 및 악취)						수질(폐수)						소음 및 진동
		계	1종	2종	3종	4종	5종	계	1종	2종	3종	4종	5종	
서산시	380	127	16	6	9	40	56	164	6	2	4	5	147	89

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009년)

나) 도로현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시의 도로현황은 총 도로연장 734,361m중 포장 398,501m, 미포장 335,860m, 도로 포장율 54.3%로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.1-38> 서산시 도로 현황 (단위 : m)

구 분		합 계	고속도로	일 반 국 도	지방도	군 도
서산시	계	734,361	23,200	86,681	98,200	526,280
	포 장	398,501		84,981	90,600	199,720
	포장율(%)	54.3		98.0	92.3	37.9
	미포장(미개통)	335,860		1,700	7,600	326,560

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009년)

6) 주요 보호대상 시설물

가) 취・정수장 현황

본 과업구간이 위치하고 있는 서산시의 취・정수장현황을 보면 총2개의 취・정수장이 위치하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-39> 취·정수장 현황

구분	소재지	시설용량 (m³/일)	정수장명	1일 평균 급수량(m³/일)	급수지역	정수처리 방식
대산	대산읍 대산리	2,500	대산	2,221	대산읍	급속여과
용장	운산면 용장리	700	운산	1,155	운산면	

주】 자료 : 상수도 통계 (2009, 환경부)

나) 문화재 지정현황

서산시의 문화재지정현황을 살펴보면 국가지정 문화재 22점, 지방지정 문화재 25점, 문화재자료 17점, 등록문화재 2점 등 총 66점의 문화재가 분포하는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-40> 문화재 지정 현황

구 분	총계 (점)	국가지정문화재					지방지정문화재					문화재 자 료	등 록 문화재
		계	국보	보물	사적	중 요 민속자료	계	유 형 문화재	무 형 문화재	기념물	민 속 자 료		
서산시	66	22	1	8	3	10	25	11	2	9	3	17	2

주】 자료 : 문화재현황 (2009, 문화재청)

국토해양부

7) 환경기초시설

가) 하수종말처리시설 현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시에는 하수종말처리시설이 7개소가 위치하고 있으며, 총 처리용량은 39,597㎥/일인 것으로 조사되었다.

<표 2.1-41> 하수종말처리시설 현황

명 칭	위 치	시설용량계 (㎥/일)	처리용량 (㎥/일)	처리방법
서 산	양대동 801번지	30,000	37,159	CNR
음 암	음암면 도당리 954번지	600	252	CNR
고 북	고북면 양천리 559번지	100	24	토양피복식 접촉산화법
노라포	부석면 봉락리 720번지	45	12	ICSBR
홍 주	고북면 용암리 175번지	40	10	ICSBR
대 산	대산읍 대산리 1195-46번지	3,000	1,709	DeniPho
도 당	음암면 부장리 634번지	800	431	CNR

주】 자료 : 하수도 통계 (2009, 환경부)

나) 분뇨처리시설 현황

본 과업구간이 위치하고 있는 서산시의 분뇨처리시설을 조사한 결과 '서산시 양대동 801번지'에 1개소가 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-42> 분뇨처리시설 현황

처리장 명	위 치	시설용량 (m^3/일)	처리량 (m^3/일)	처리공법	연 계 처리장명	처 리 수 방류수역
서산	양대동 801	150	69	원심분리식전처리	서산하수처리장	하수연계처리

주】 자료 : 하수도 통계 (2009, 환경부)

다) 폐기물 처리시설 현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시의 폐기물 매립시설은 대산읍 대죽리 715번지 일원에 위치하고 있으며, 총 매립용량은 157,879m^3로 조사되었다.

<표 2.1-43> 폐기물 매립시설 현황

구 분	위 치	매립지면적 (m^2)	총매립용량 (m^3)	사용기간 (년)	비 고
서산시	대산읍 대죽리 715번지(2단계)	12,340	73,500	2005-현재	
	대산읍 대죽리 715번지(3단계)	13,980	84,379	2008년 설치	

주】 자료 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황 (2009, 환경부)

라) 소각시설 현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시내 소각시설은 없는 것으로 조사되었다.

나. 동·식물상

1) 현 황

하천기본계획을 수립하여 하천구간에 대한 하천의 관리, 이용, 보전, 개발, 치수경계 및 하천환경에 관련한 사항을 종합적이고 체계있게 조사분석을 하여 기본계획을 수립, 수자원 종합개발 지침 확립에 기여하기 위한 과업으로서, 과업시행에 따른 영향을 파악

하기 위하여 현지조사와 문헌조사 및 지역주민들을 통한 탐문조사를 병행하여 실시하였다.

가) 조사항목

- 식물분포(관속식물상)
- 현존식생 현황(현존식생도)
- 녹지자연등급 분포(녹지자연도)
- 식물현존량 및 순생산량
- 육상동물상(포유류, 조류, 양서·파충류)
- 육수동물상(어류, 저서성대형무척추동물)
- 법적보호종, 특산종, 희귀종, 천연기념물 분포 현황

나) 조사범위 및 시기

(1) 공간적 범위 : 해미천(반경 100m) 및 인근 주변지역

(2) 시간적 범위 : 2010년 03월 10일 ~ 11일(2일간)

국토해양부

다) 조사방법

(1) 식물상

식물상 조사는 조사지역을 도보로 이동하면서 출현하는 식물명을 기록하고, 분류는 대한식물도감(이창복, 1980), 원색대한식물도감(이창복, 2003), 한국양치식물도감(한국양치식물연구회, 2005), 한국귀화식물도감(박수현, 2001)을 참조하였으며, 법적 보호종, 특산종, 희귀종 등의 분포를 조사하였음. 분류·동정된 식물은 A. Engler(1964)의 분류체계에 따라 양치식물, 나자식물, 피자식물(단자엽식물, 쌍자엽식물)순으로 배열하였으며, 학명과 한국명의 기록은 대한식물도감(이, 1989)을 이용하였다.

조사된 식물목록의 생활형(life-form)의 분석은 大韓植物名考(1996, 이우철著)의 Numata식 생활형 중에서 휴면아의 위치(Raunkiaer의 방식)에 따라 구분한 것을 제시하였다.

양치식물계수(Pte・Q = 25 × 양치식물종수 / 현화식물종수) : 귀화식물은 식물상 조사와 병행하였으며, 채집된 분류군은 한국 귀화식물 원색도감(박수현, 2001), 한국의 귀화식물(김준민 외 2명, 2001) 및 국립환경연구원(1997)의 귀화식물도감 등을 참고하여 동정하였다.

(2) 녹지자연도

녹지자연도는 현존식생도를 토대로 “생태・자연도 작성지침(2009, 환경부)”에 제시된 녹지자연도의 사정기준에 의거 작성하였다.

(3) 식물현존량 및 순생산량

식물의 현존량 및 순생산량은 녹지자연도 분석과 더불어 식생의 환경적 분석에 대단히 중요한 요소임. 조사된 녹지자연도를 바탕으로 Cramer's 상관계수(Anonymous, 1976)로부터 유도된 분석치를 이용하여 추정하였음. 즉, 사정된 등급별 녹지자연도 분포면적을 분석치에 적용하여 그 지역의 식물현존량과 순생산량을 추정하였다.

(4) 멸종위기야생식물, 보호수 및 노거수

자연환경보전법에 의해 고시된 멸종위기야생식물 및 보호수, 노거수 등에 대하여 조사하되 조사시기상 현지조사와 함께 탐문조사를 병행하였다.

국토해양부

(5) 육상동물상

(가) 포유류

포유동물은 직접 관찰하거나 배설물, 족적, 서식지 흔적 등을 관찰하여 종의 서식유무를 확인하는 Field sign법을 통해 서식종을 확인하였으며, 조사시기의 제한성으로 현지 확인이 어려운 종은 현지주민을 대상으로 탐문조사를 병행하여 실시하였다.

※ Field - sign method

① Fecal material(발자국, 깃털 등) ② Tree nests(다람쥐, 들쥐 등)

③ Ground nests(설치류) ④ Rodentmound & tunnels ⑤ Squirrel-middens(은신처)

⑥ Ground dens(토끼 등) ⑦ Snag(포유류 전체) ⑧ Deer rubs

(나) 조류

조류 조사는 계획노선을 따라 관찰되는 조류를 기록하는 Line census방법으로 실시하였고. 계절적 영향을 감안하여 동절기 출현 조류 등은 현지 주민들을 대상으로 탐문조사를 병행하여 실시하였다.

(다) 양서・파충류

조사지역 경작지 주변 농수로와 임야의 소로 주변을 중심으로 관찰하였으며, 조사기간의 제한성으로 전반적인 관찰이 어려운 종에 대해서는 문헌조사와 현지 주민들을 대상으로 탐문조사를 병행하여 실시하였다.

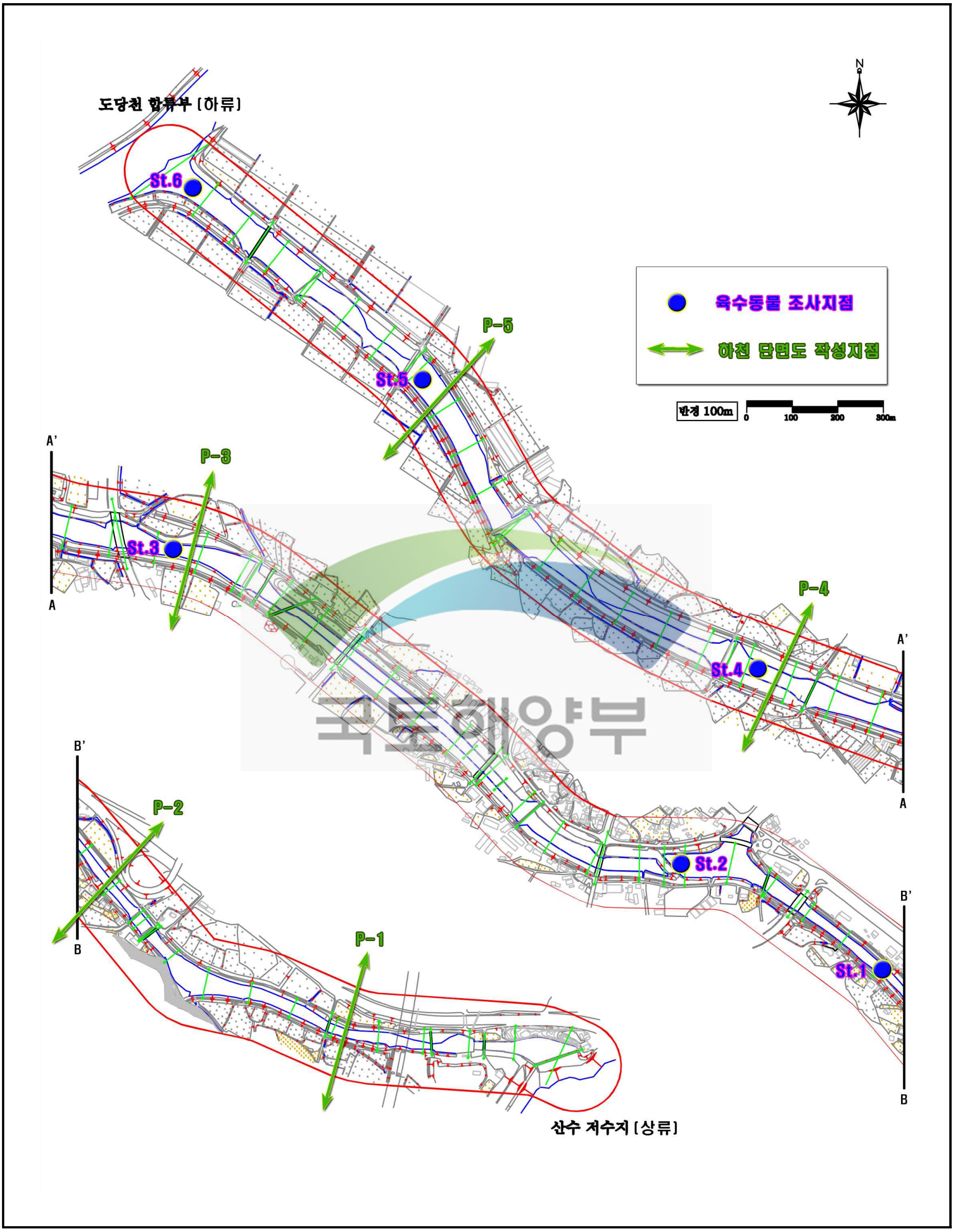
(6) 육수동물상

어류 및 대형무척추동물에 대한 조사는 해미천의 6개 지점에서 실시하였으며, 현재 해당하천의 대부분의 구간이 건천 또는 수심 5cm이하이기 때문에 수심이 깊은곳(보 상류부)을 선정하여 조사하였음. 채집방법으로 족대(망목 : 3×3㎜)를 사용하였고, 지점당 5회 이상으로 조사하였음. 현지조사시 종의 구분이 확연한 개체에 대해서는 현지기록을 전제로 하였으며, 현지동정이 어려운 종에 대해서는 대형어류의 경우 10% 포르말린 용액에 넣어 고정하여 운반하였으며, 조사한 어종의 검색 및 분류체계는 한국 동・식물도감(제39권 동물편(담수어류), 교육부, 1997)을 따랐다.

(7) 문헌조사

조사지역과 인접하여 위치하는 지역에 대하여 “제3차 전국자연환경기초조사, 해미(2007, 환경부)에 대한 문헌조사를 병행하여 실시하였다.

국토해양부



【그림 2.1-15】 조사개황도

2) 조사결과

가) 식물상 및 식생

(1) 식물상

본 조사는 충청남도 서산시 해미면에 위치하는 해미천(상류인 산수저수지에서부터 하류인 도당천 합류부까지 총 연장 5.3km)을 중심으로 조사하였으며, 현지조사시 동절기 조사이고, 본 하천이 과거에 기 정비되었던 하천으로 다양한 식물종이 분포하고 있지는 않으나, 해미천 하상 및 제방주변으로 달뿌리풀, 부들, 물억새군락 등이 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

해미천을 중심으로 현지조사를 실시한 결과, 기록된 관속식물은 <표 2.1-44>와 같이 총 25목 42과 103종 15변종으로 총 118종류가 조사되었다.

한편, 자연환경보전법 시행령 제2조 및 제3조에 의한 멸종위기야생식물은 조사되지 않았고, 초본식생이 우세하게 분포하고 있는 것으로 조사되었으며, 중부지방에 일반적으로 분포하는 식물들로 구성된 단순한 식물상을 보여주었다.

<표 2.1-44> 조사지역의 식물상

구 분	목	과	종	변종	계
양 치 식 물	1	1	0	1	1
나 자 식 물	2	3	4	0	4
피 자 식 물	22	38	99	14	113
단자엽식물	3	5	27	6	33
쌍자엽식물	19	33	72	8	80
합 계	25	42	103	15	118

국토해양부

○ 도시화지수

- 도시화지수로 사용되는 귀화식물은 여러 원인에 의한 2차적으로 도래 침입하여 자생지로부터 타지역으로 이동하여 그곳에서 자력으로 생활하게 된 식물을 가리키는 것으로, 본 조사지역의 인위적인 간섭의 영향으로 나타난 귀화식물은 총 9과 25종이 조사되었음. 현지조사시 확인된 귀화식물은 조사지역 식물상(118종)의 21.2%를 차지하고 있으며, 남한전체(290종, 국립환경연구원, 2006) 출현종의 8.6%와 비교하여 높은

비율로 나타나고 있음. 본 조사지역은 하천과 하천내 공원조성, 하천주변의 경작지, 주거지 등이 분포하고 있어 도시화에 의한 인위적 간섭의 영향을 지속적으로 받고 있는 것으로 판단된다.

<표 2.1-45> 조사지역의 귀화식물

과명	학명	국명	생활형
벼과	*Panicum dichotomiflorum* MICHX.	미국개기장	TH
	Bromus tectorum L.	털빕새귀리	H
	Festuca arundinacea Schreb.	큰김의털	H
마디풀과	*Rumex acetocella L.*	애기수영	H
	Rumex crispus L.	소리쟁이	H
비름과	*Amaranthus mangostanus* L.	비름	TH
	Amaranthus patulus Bertol.	가는털비름	TH
자리공과	*Phytolacca americana* L.	미국자리공	TH
콩과	*Robinia pseudo-acacia* L.	아까시나무	M
	Amorpha fruticosa L.	족제비싸리	M
	Trifolium repens L.	토끼풀	CH
아욱과	*Abutilon avicennae* GAERTN.	어저귀	TH
바늘꽃과	*Oenothera odorata* JACQ.	달맞이꽃	H
현삼과	*Veronica persica* POIR.	큰개불알풀	TH
국화과	*Erigeron annuus* (L.) PERS.	개망초	TH
	Erigeron canadensis L.	망초	TH
	Aster subulatus	비짜루국화	G
	Aster pilosus	미국쑥부쟁이	G
	Bidens frondosa L.	미국가막사리	TH
	Cosmos bipinnatus CAV.	코스모스	TH
	Tagetes minuta	만수국아재비	TH
	Senecio vulgaris L.	개쑥갓	TH
	Taraxacum officinale WEBER	서양민들레	CH
	Sonchus asper (L.) HILL	큰방가지똥	TH
	Galisoga ciliata (RAF.) BLAKE	털별꽃아재비	TH
계	9과 25종류		
도시화지수	25종류(조사지역의 귀화식물)/290종류(한국의 귀화식물) × 100 = 8.6		
귀화율	25종류(조사지역의 귀화식물)/118종류(조사지역의 관속식물) × 100 = 21.2		

서식지별 귀화율	주택지(언덕)	밭	시가지	주택지(평지)	논	냇가	계단식논	풀밭	숲
	48.8	32.1	27.7	18.1	14.5	13.3	7.2	4.9	4.4

국토해양부

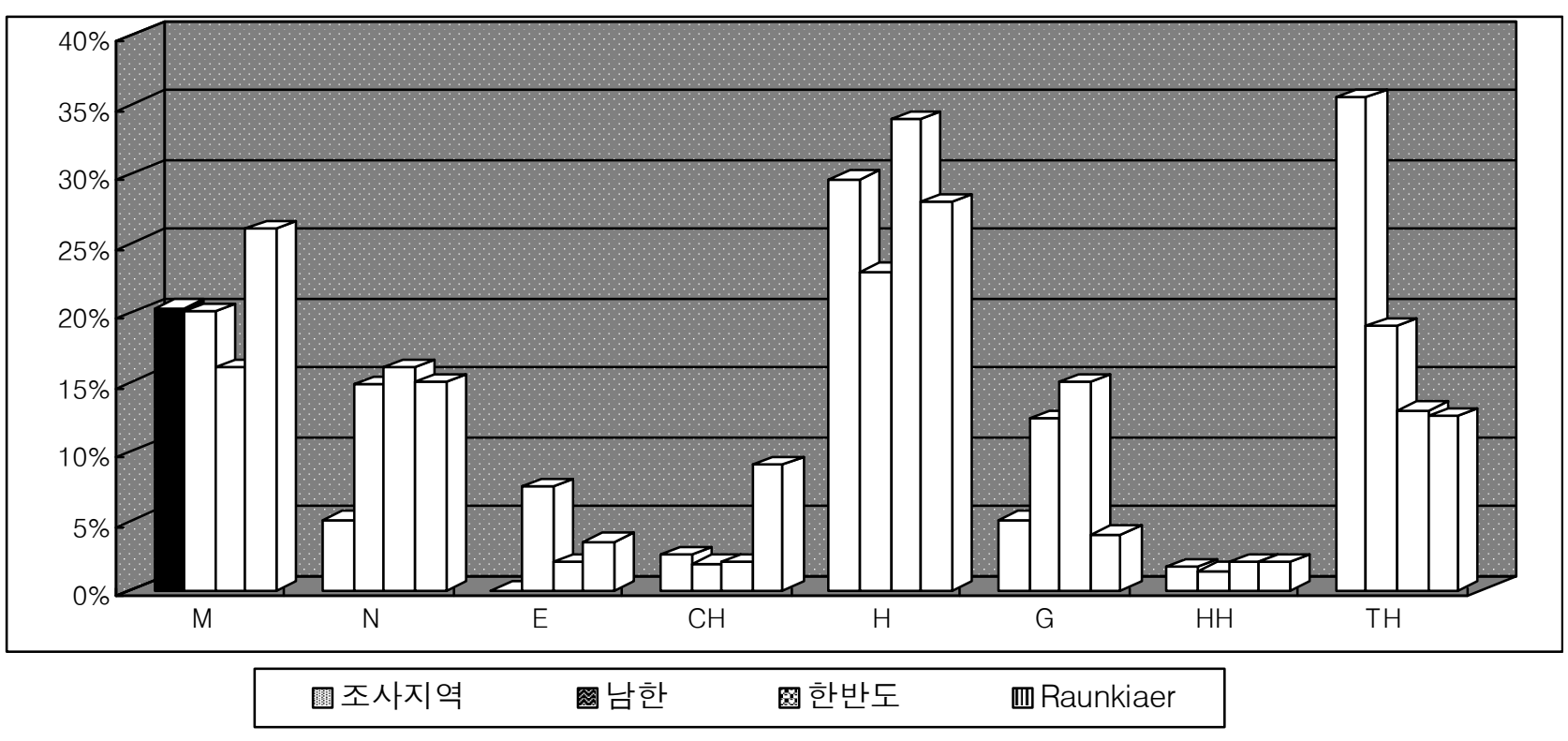
○ 생활형분석

- 식물의 생활형은 주요 환경요소 등의 상호작용과 공존하는 식물들 간의 직접적인 기능의 경쟁 등을 나타내는 것으로서 식물군집에서 종 조성뿐 아니라, 여러 환경요소(환경파괴)에 대한 군집의 반응 또는 공간의 사용, 군집 내에서의 가능한 경쟁관계에 대한 정보를 제공(Mueller Dombois & Ellenberg, 1974)

- 본 조사지역의 생활형Spectrum에서 착생식물(E)은 관찰되지 않았으며, 소형육상식물(N), 지중식물(G)은 각각 5.1%(6종), 5.1%(6종)으로 남한과 비교하여 비교적 낮게 나타났고, 대형육상식물(M), 근생수생식물(HH)는 각각 20.3%(24종), 1.7%(2종)으로 남한과 비교하여 비슷한 수준으로 나타났으며, 지표식물(CH), 반지중식물(H) 및 일년생식물(TH)은 각각 2.5%(3종), 29.7%(35종), 35.6%(42종)으로 남한과 비교하여 비교적 높게 나타났다.

<표 2.1-46> 조사지역 소산식물의 생활형 비교 및 분석

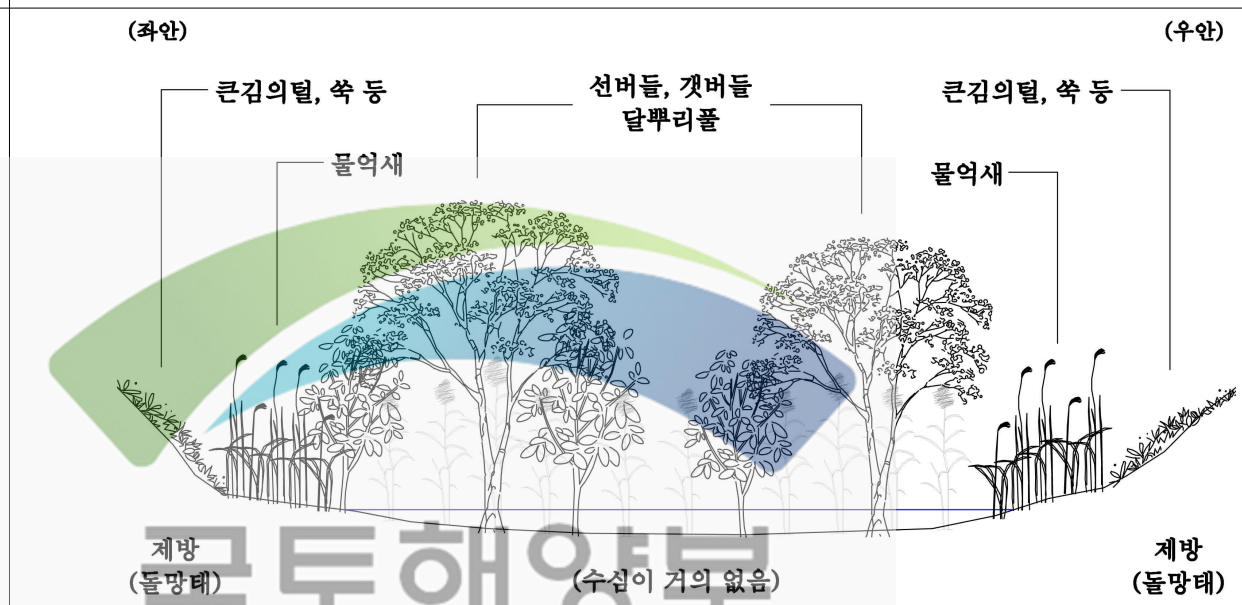
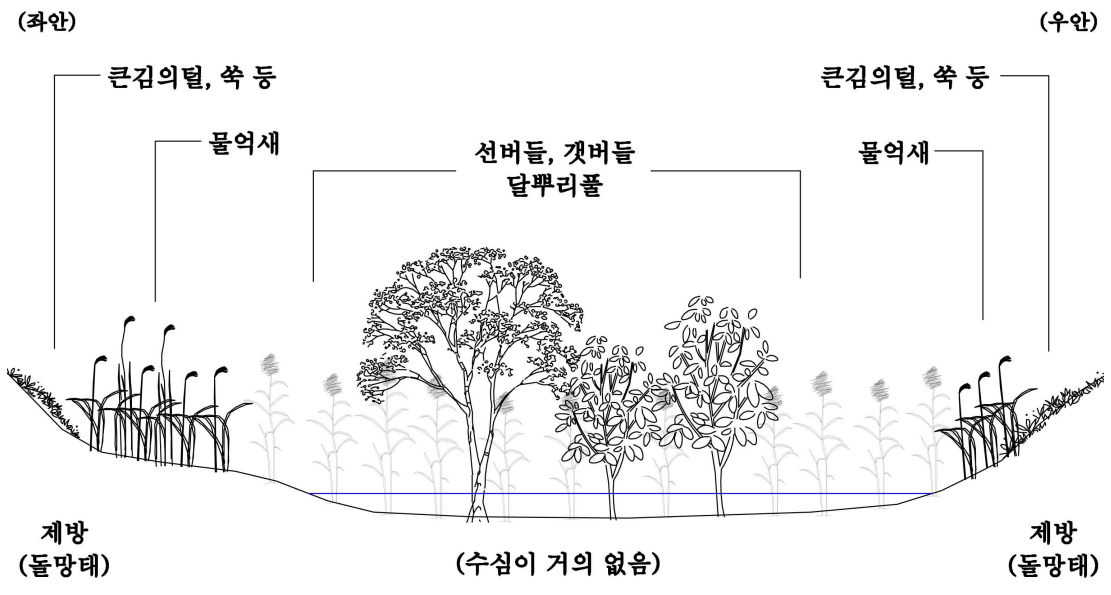
구 분	M (대형육상)	N (소형육상)	E (착생식물)	CH (지표)	H (반지중)	G (지중)	HH (근생수생)	TH (일년생)
출 현 종	24	6	0	3	35	6	2	42
조사지역	20.3%	5.1%	0.0%	2.5%	29.7%	5.1%	1.7%	35.6%
남 한	20.1%	14.8%	7.4%	1.9%	23.0%	12.4%	1.4%	19.0%
한 반 도	16.0%	16.0%	2.0%	2.0%	34.0%	15.0%	2.0%	13.0%
Raunkiaer	26.0%	15.0%	3.5%	9.0%	28.0%	4.0%	2.0%	12.5%



(2) 식생

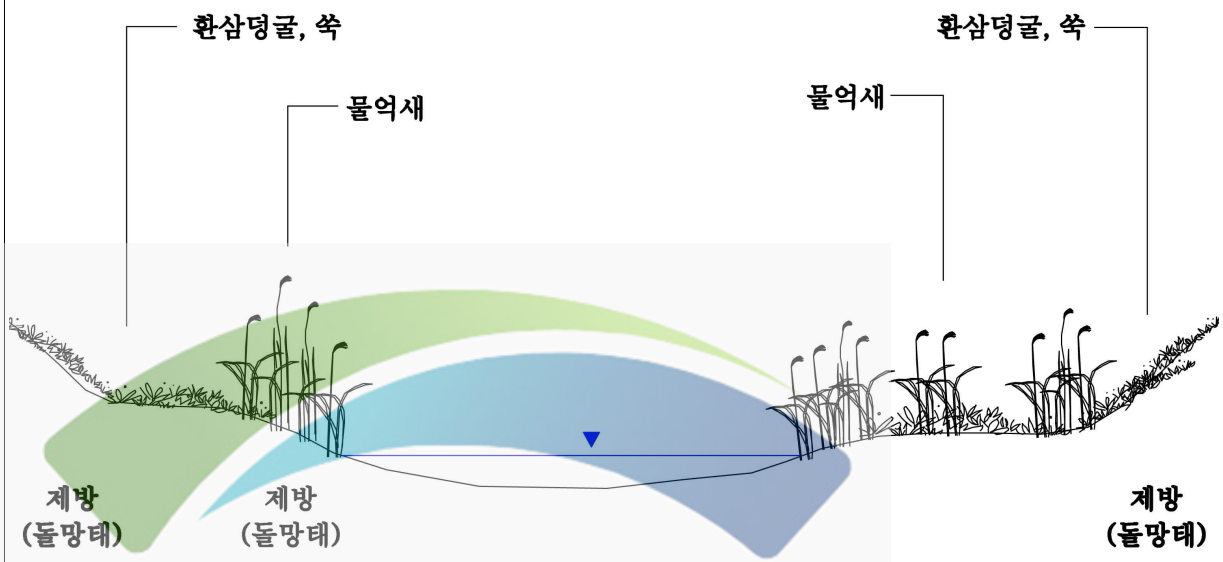
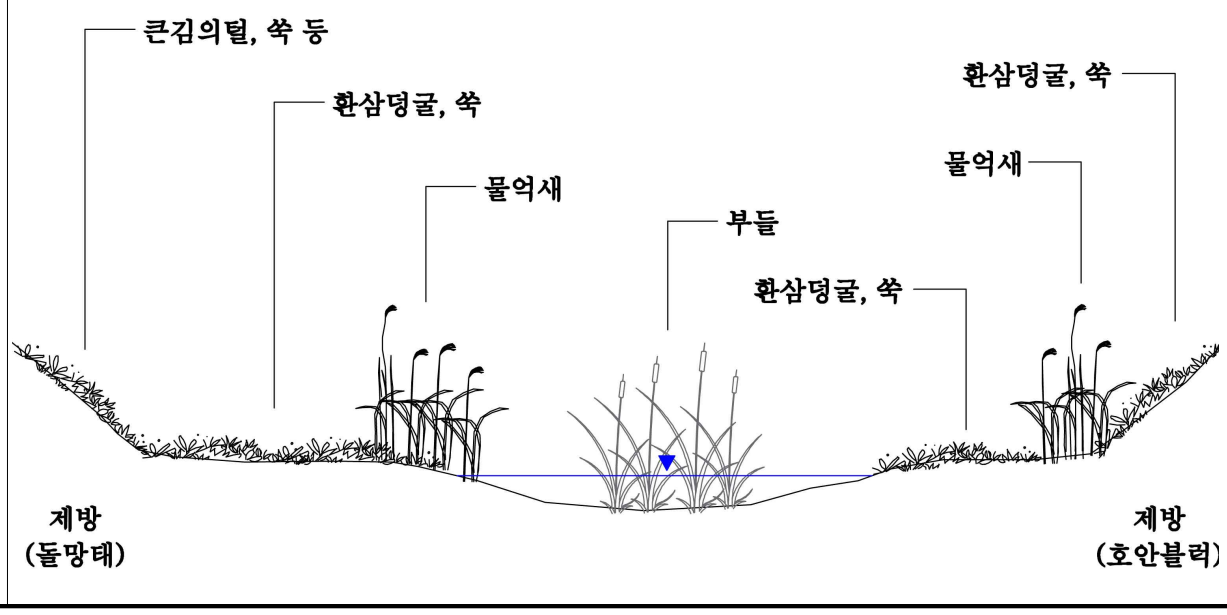
조사지역의 하천 식생은 다음과 같다.

<표 2.1-47> 조사지역의 하천 단면도

지점	구 분	내 용
P-1	식물상 및 현황	해미천 상류인 산수저수지로부터 하류부로 약 460m 이격된 지역으로 좌·우안의 제방은 돌망태 제방으로 이루어져 있음. 수심은 거의 없으며 하천내에 달뿌리풀 군락과 갯버들, 선버들 등의 버드나무류 군락이 우점하고 있음. 좌안 제방에는 오동나무, 은사시나무 등이, 우안 제방에는 아까시나무, 족제비싸리 등이 분포하고 있음
	식생단면도	
P-2	식물상 및 현황	St.1지점으로부터 하류 방향으로 약 550m 정도 이격된 지역으로 좌·우안의 제방은 돌망태 제방으로 이루어져 있음. 수심은 거의 없으며 하천내에 달뿌리풀군락과 갯버들, 선버들 등의 버드나무류군락이 우점하고 있음. 하천 제방으로는 물억새군락과 족제비싸리군락 등이 분포하고 있음
	식생단면도	

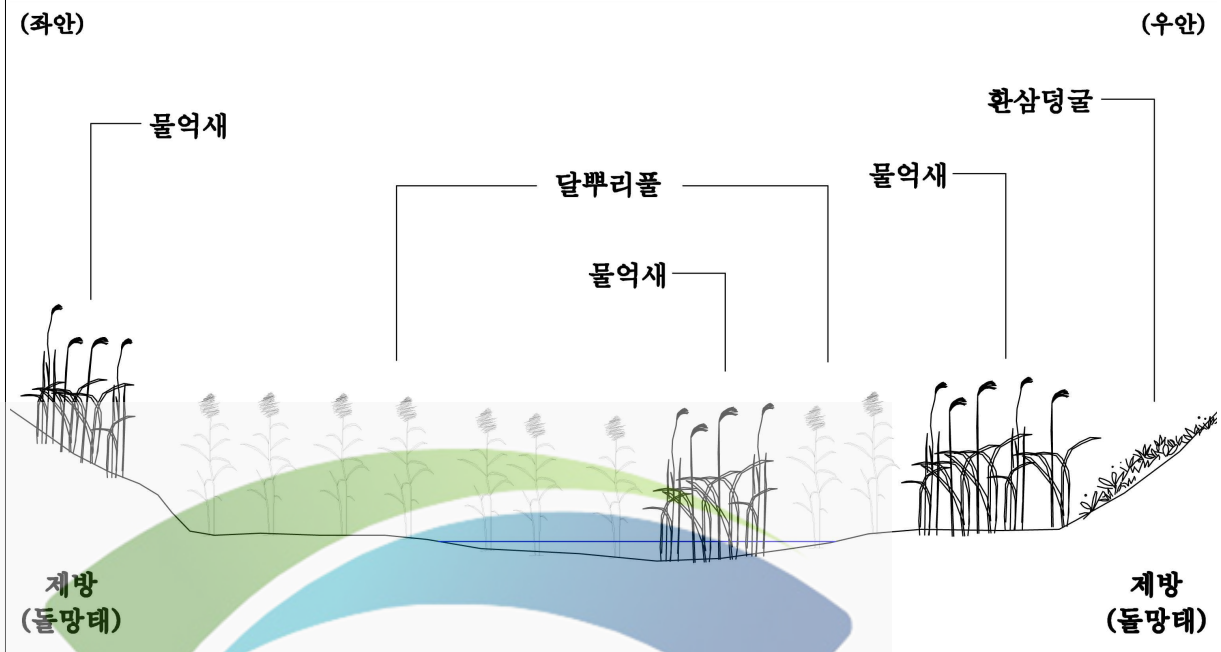
국토해양부

<표 2.1-47> 조사지역의 하천 단면도(계속)

지점	구 분	내 용
P-3	식물상 및 현황	해미2교로부터 상류 방향으로 약 220m 정도 이격된 지역으로 좌안·우안의 제방은 돌망태 제방으로 이루어져 있음. 수심은 30cm정도 이고, 수변부에 물억새군락과 환삼덩굴군락, 쑥군락 등이 분포하고 있음
	식생단면도	(좌안) (우안) 
P-4	식물상 및 현황	해미2교로부터 하류 방향으로 약 440m 정도 이격된 지역으로 좌안은 돌망태, 우안은 블록제방으로 이루어져 있음. 수심은 10~40cm 정도 이고, 수심이 깊은 지역으로 부들군락이 분포하고 있으며, 수변부로는 물억새군락 등이 분포하고 있음
	식생단면도	(좌안) (우안) 

국토해양부

<표 2.1-47> 조사지역의 하천 단면도(계속)

지점	구 분	내 용
P-5	식물상 및 현황	St.4지점으로부터 하류 방향으로 약 950m 정도 이격된 지역으로 좌·우안의 제방은 돌쌓기식 제방으로 이루어져 있음. 수심은 10-20cm 정도 이고, 하천내에 달뿌리풀군락과 물억새군락이 우점하고 있으며 하천 제방으로는 물억새군락, 환삼덩굴군락이 우점하고 있음
	식생단면도	

국토해양부

(3) 녹지자연도, 식물현존량 및 순생산량

해미천을 중심으로 반경 100m로 설정된 본 조사지역은 대부분 경작지와 주거지, 도로 등이 분포하고 있으며, 이 중 경작지인 DGN 2등급지역이 전체의 30.2%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있음. 나출지인 DGN 1등급지역이 28.3%, 이차초원(A)인 DGN 4등급지역이 17.8%, 이차초원(B)인 DGN 5등급지역이 13.1%, 수계 및 수역 지역인 DGN 0등급지역이 5.8% 등의 순으로 차지하고 있다.

또한, 녹지자연도에 의한 반경 내의 식물현존량 및 순생산량은 각각 1,737.1ton, 723.4t/y로 산정되었다.

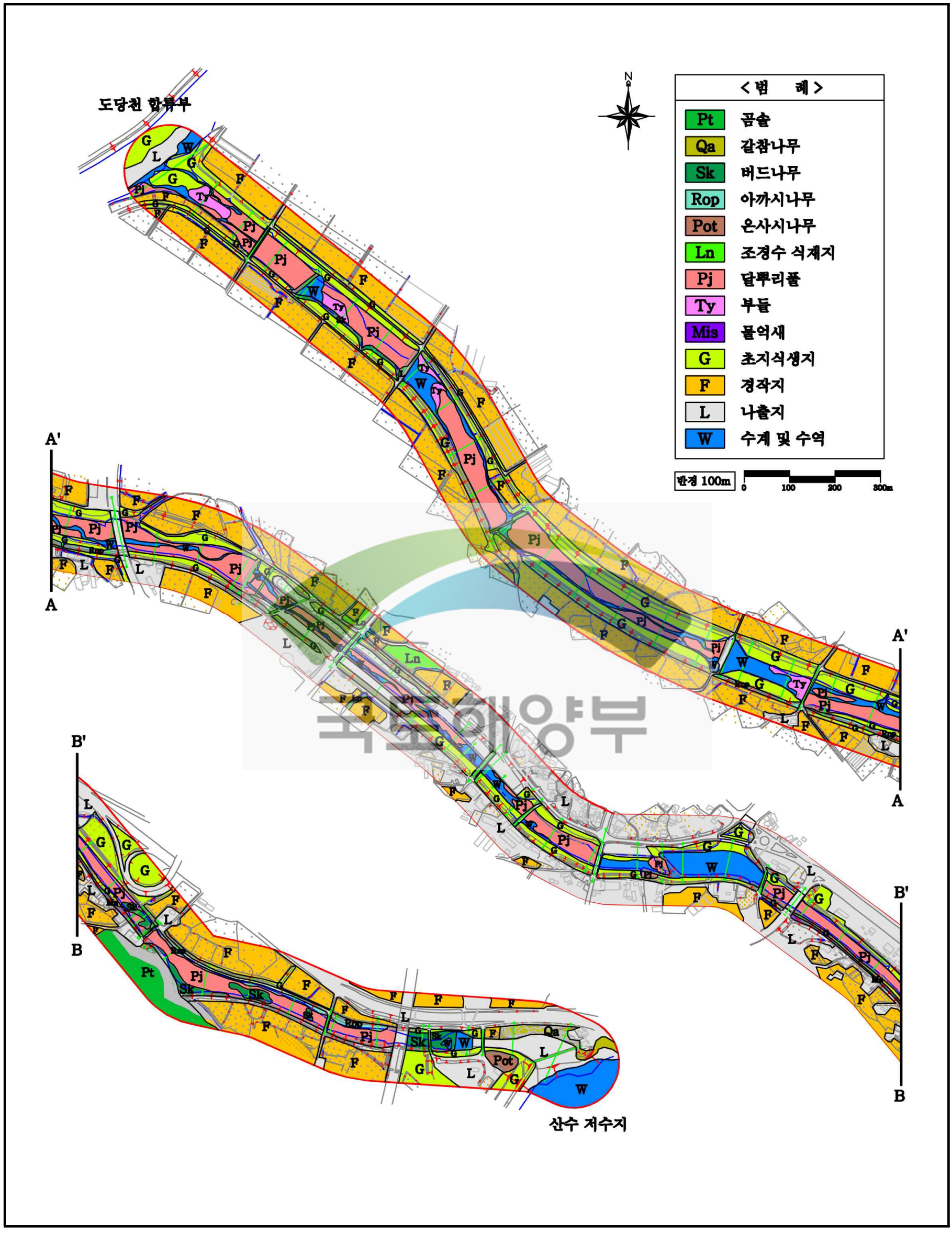
(4) 천연기념물, 보호수, 자연림, 보호림 등의 분포

해미천을 포함하는 조사지역(반경 100m)에는 천연기념물이나 주요한 자연림 및 보호림 등은 분포하지 않는 것으로 조사되었다.

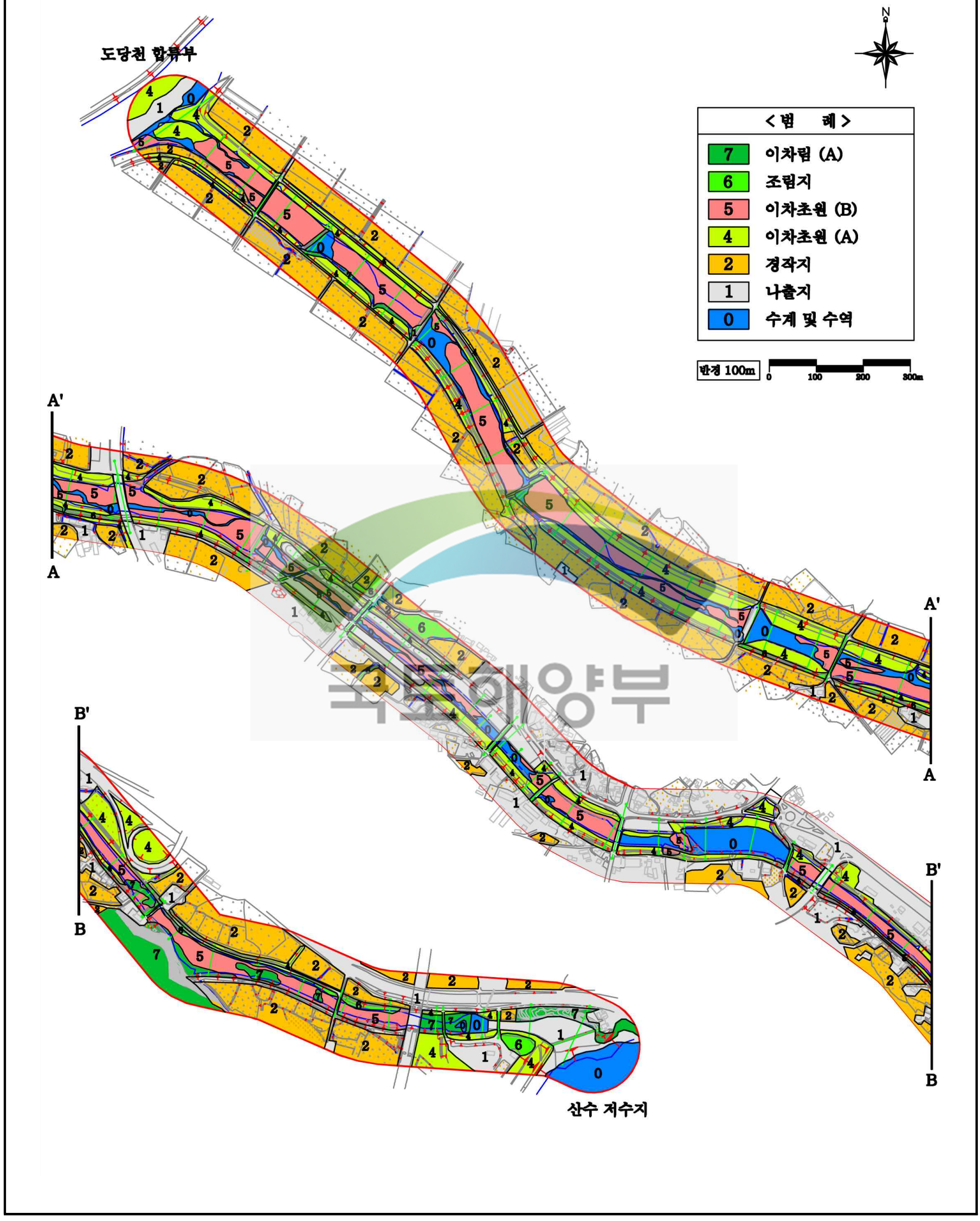
<표 2.1-48> 조사지역의 녹지자연도, 식물현존량 및 순생산량

구 분	조 사 지 역(조사반경100m)			
	면 적(㎡)	비 율(%)	현 존 량(ton)	순생산량(t/y)
DGN 0등급	65,372.7	5.8	0.0	0.0
DGN 1등급	322,663.4	28.3	164.6	74.2
DGN 2등급	344,036.6	30.2	578.0	316.5
DGN 4등급	202,758.3	17.8	302.1	180.5
DGN 5등급	149,699.8	13.1	347.3	109.3
DGN 6등급	18,282.6	1.6	121.8	21.9
DGN 7등급	36,794.1	3.2	223.3	21.0
합 계	1,139,607.5	100	1,737.1	723.4

국토해양부



【그림 2.1-16】 현존식생도



【그림 2.1-17】 녹지자연도

나) 육상동물상

해미천을 포함하는 조사지역은 충청남도 서산시 해미면에 위치하고 있으며, 연장은 해미천 상류부인 산수저수지에서부터 하류부인 도당천 합류부까지 총 5.3km임. 해미천을 포함하는 조사지역(반경 100m)은 대부분 경작지, 주거지, 도로 등이 분포하고 있어 지속적인 인위적 간섭권역에 속하여 있음. 이러한 생태적인 환경요인은 출현 동물상의 출현빈도 및 서식환경에 직접적인 영향을 초래하고 있는 것으로 나타났다.

한편, 현지조사에서의 시간적인 제한성을 보완하기 위하여 본 조사지역과 인접하여 조사된 문헌자료(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(2007, 환경부)) 및 현지주민을 대상으로 탐문조사 하는 방법을 병행하였다.

(1) 포유류

포유류는 현지조사 시 배설물, 족흔 및 생활동혈 등 직접적인 관찰과 탐문조사를 병행하여 실시한 결과를 통해 확인된 종을 기록하였다.

본 조사지역과 인접한 서산시 일대의 문헌조사(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부))에 의하면, 총 8과 14종의 포유류가 조사되었으며, 멸종위기야생동물 및 천연기념물 등의 주요종의 서식은 조사되지 않았다.

현지조사 시, 두더쥐, 족제비, 고양이, 집쥐, 등줄쥐, 멧밭쥐 등 4과 6종이 서식하는 것으로 조사되었으며, 이 중 두더쥐는 산수저수지 주변과 해미천 주변의 경작지에서 터널이 관찰되었으며, 족제비는 하류부 도당천 합류부에서 족흔이 관찰되었으며, 고양이는 주변 주거지와 수변부에서 각각 1개체씩 관찰되었음 또한, 집쥐, 등줄쥐, 멧밭쥐 등은 청문조사에 의해 서식하는 것으로 조사되었다.

또한, 멸종위기야생동물 및 천연기념물 등의 주요종의 서식은 조사되지 않았다.

(2) 조류

본 조사지역과 인접한 서산시 일대의 문헌조사(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부))에 의하면, 총 22과 38종의 조류가 조사되었으며, 멸종위기야생동물2급종인 큰기러기가 조사된 바 있다.

한편, 해미천 및 주변지역을 중심으로 현지조사를 실시한 결과, 총 16과 23종이 확인되었으며, 텃새 12종, 겨울철새 9종, 여름철새 2종이 조사되었음. 출현종 중 참새, 붉은

국토해양부

머리오목눈이, 멧비둘기, 쇠오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등이 출현빈도가 높게 나타났다.

현지조사 시 주요종으로는 천연기념물인 황조롱이 1개체가 조사구역내 전깃줄에 앉아 있는 것이 관찰되었고, 멸종위기야생동물 2급종인 말똥가리 2개체가 도당천 합류부 상공에서 관찰되었으며, 천연기념물이자 멸종위기야생동물 2급종인 고니 7개체가 해미천 하류부 상공에서 이동하는 것이 관찰되었다.

<표 2.1-49> 조사지역의 포유류 목록

학명	국명	현지조사	문헌조사	비고
Insectivora 식충목				
Talpidae 두더쥐과				
Mogera wogura	두더쥐	F	○	
Carnivora 식육목				
Canidae 개과				
Nyctereutes procyonoides	너구리		○	
Mustelidae 족제비과				
Mustela sibirica	족제비	F	○	
Felidae 고양이과				
Felis catus	고양이	V	○	(야생화)
Artiodactyla 소목				
Cervidae 사슴과				
Caproelus pygargus	노루		○	
Hydropotes inermis	고라니		○	
Lagomorpha 토끼목				
Leporidae 토끼과				
Lepus coreanus	멧토끼		○	
Rodentia 설치목				
Sciuridae 청설모과				
Sdiurus vulgaris	청설모		○	
Tamias sibiricus	다람쥐		○	
Mueidae 쥐과				
Rattus norvegicus	집쥐	H	○	
Rattus rattus	애급쥐		○	
Mus musculus	생쥐		○	
Apodemus agrarius	등줄쥐	H	○	
Micromys minutus	멧밭쥐	H	○	
계(종 수)		6	14	

주】 1. 현지 - V : 직접 목견, F : 흔적조사(field-sign method), H : 청문조사
2. 문헌 - 제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부)

국토해양부

<표 2.1-50> 조사지역의 조류 목록

학명	국명	현지조사	문헌조사	생태형	비고
Podicipediformes 논병아리목					
Podicipedidae 논병아리과					
Podiceps ruficollis	논병아리		○	RES	
Ciconiiformes 황새목					
Ardeidae 백로과					
Nycticorax nycticorax	해오라기		○	RES	
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
Cygnus columbianus	고니	++		WV	멸2,천
Anas platyrhynchos	청둥오리	+++	○	WV	
Anas poecilorhyncha	흰뺨검둥오리	+++	○	RES	
Anas crecca	쇠오리	+++	○	WV	
Mergus merganser	비오리		○	WV	
Falconuformes 매목					
Accipitridae 수리과					
Buteo buteo	말똥가리	+		WV	멸2
Falconidae 매과					
Falco tinnunculus	황조롱이	+		RES	천
Galliformes 닭목					
Phasianidae 꿩과					
Phasianus colchicus	꿩	++	○	RES	
Charadriiformes 도요목					
Charadriidae 물떼새과					
Vanellus vanellus	댕기물떼새	++		WV	
Columbiformes 비둘기목					
Columbidae 비둘기과					
Streptopelia orientalis	멧비둘기	+++	○	RES	
Cuculiformes 두견이목					

국토해양부

<표 2.1-50> 조사지역의 조류 목록(계속)

학명	국명	현지조사	문헌조사	생태형	비고
Cuculidae 두견이과					
Cuculus canorus	뻐꾸기		○	SV	
Coraciiformes 파랑새목					
Alcedinidae 물총새과					
Halcyon pileata	청호반새		○	SV	
Coraciidae 파랑새과					
Eurystomus orientalis	파랑새		○	SV	
Piciformes 딱다구리목					
Picidae 딱다구리과					
Dendrocopos kizuki	쇠딱다구리		○	RES	
Passeriformes 참새목					
Motacillidae 할미새과					
Motacilla cinerea	노랑할미새		○	SV	
Motacilla lugens	백할미새	+	○	WV	
Anthus rubescens	밭종다리		○	WV	
Pycnonotidae 직박구리과					
Hypsipetes amaurotis	직박구리	++	○	RES	
Laniidae 때까치과					
Lanius bucephalus	때까치		○	RES	
Turdidae 지빠귀과					
Phoenicurus auroreus	딱새	+	○	RES	
Turdus naumanni	개똥지빠귀		○	WV	
Turdus naumanni naumanni	노랑지빠귀	+		WV	
Panuridae 붉은머리오목눈이과					
Paradoxornis webbiana	붉은머리오목눈이	+++	○	RES	
Aegithalidae 오목눈이과					
Aegithalos caudatus	오목눈이	++	○	RES	
Paridae 박새과					
Parus palustris	쇠박새		○	RES	
Parus varius	곤줄박이		○	RES	
Parus major	박새	+	○	RES	
Emberizidae 멧새과					
Emberiza elegans	노랑턱멧새	++	○	RES	

국토해양부

<표 2.1-50> 조사지역의 조류 목록(계속)

학명	국명	현지조사	문헌조사	생태형	비고
Emberiza rustica	쑥새	++	○	WV	
Fringillidae 되새과					
Carduelis sinica	방울새		○	RES	
Ploceidae 참새과					
Passer montanus dybowskii	참새	+++	○	RES	
Sturnidae 찌르레기과					
Sturnus cineraceus	찌르레기		○	SV	
Oriolidae 꾀꼬리과					
Oriolus chinensis	꾀꼬리		○	SV	
Corvidae 까마귀과					
Garrulus glandarius	어치		○	RES	
Cyanopica cyanus	물까치		○	RES	
Pica pica sericea	까치	++	○	RES	
Corvus corone	까마귀		○	RES	
계(종 수)		23	38		

주】 1. 현지(출현빈도) - + : 5개체 미만, ++ : 5~10개체, +++ : 10개체 이상
2. 문헌 - 제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부)
3. 생태형 - Res : 텃새, SV : 여름철새, WV : 겨울철새
4. 비고 - 천 : 천연기념물, 멸2 : 멸종위기야생동물2급종

국토해양부

(3) 양서·파충류

본 조사지역과 인접한 서산시 일대의 문헌조사(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부))에 의하면, 양서류는 총 4과 7종, 파충류는 총 2과 3종이 조사된 바 있다.

현지조사 시, 조사시기의 제한성으로 직접 관찰된 종은 없으며, 마을 주민을 대상으로 탐문조사를 실시한 결과, 양서류는 도롱뇽, 두꺼비, 한국산개구리, 북방산개구리, 참개구리 등 5종, 파충류는 누룩뱀 등 1종이 서식하는 것으로 응답되었다.

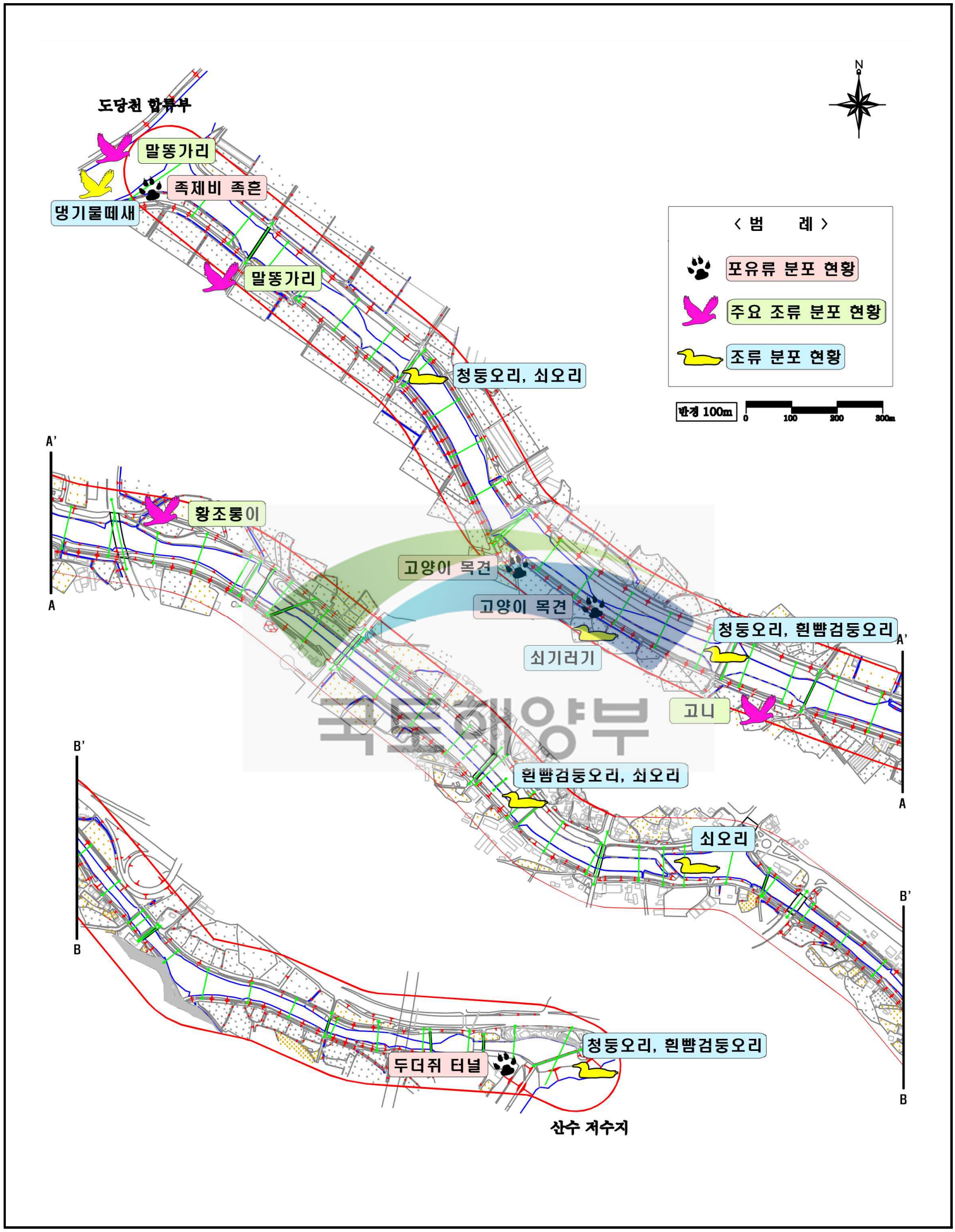
또한, 멸종위기야생동물 및 천연기념물 등의 주요종의 서식은 조사되지 않았다.

<표 2.1-51> 조사지역의 양서·파충류 목록

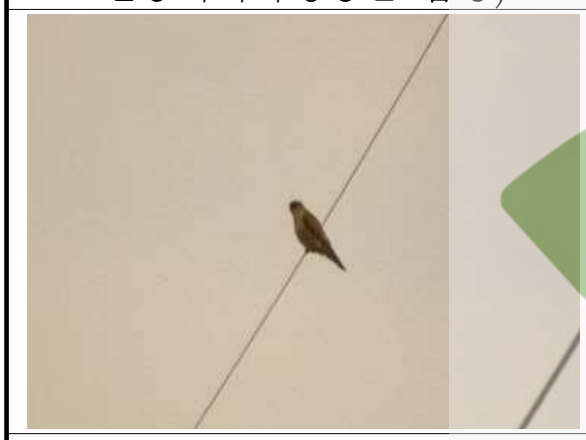
학명	국명	현지조사	문헌조사	비고
양서류				
Caudata 도롱뇽목(유미목)				
Hynobiidae 도롱뇽과				
Hynobius leechii	도롱뇽	H	○	
Salientia 개구리목				
Bufonidae 두꺼비과				
Bufo gargarizans	두꺼비	H	○	
Hylidae 청개구리과				
Hyla japonica	청개구리		○	
Ranidae 개구리과				
Rana coreana	한국산개구리	H	○	
Rana dybowskii	북방산개구리	H	○	
Rana nigromaculata	참개구리	H	○	
Rana catesbeiana	황소개구리		○	
계		5	7	
파충류				
Squamata 뱀목(유인목)				
Colubridae 뱀과				
Elaphe dione	누룩뱀	H	○	
Amphiesma vibakari ruthveni	대륙유혈목이		○	
Viperidae 살모사과				
Agkistrodon brevicaudus	살모사		○	
계(종 수)		1	3	

주】 1. 현지 - H : 탐문조사
2. 문헌 - 제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부)

국토해양부



【그림 2.1-18】 주요 육상동물상 분포도

		
두더쥐 터널	족제비 족흔	고양이
		
고니 무리(천연기념물 및 멸종위기야생동물2급종)	고니(천연기념물 및 멸종위기야생동물2급종)	말똥가리 (멸종위기야생동물2급종)
		
황조롱이(천연기념물)	쇠기러기	청둥오리
		
흰뺨검둥오리, 쇠오리	쇠오리	오목눈이
		
왜가리	직박구리	쇠백로

국토해양부

【그림 2.1-19】 조사지역의 육상동물상

다) 육수동물상

(1) 어류

본 조사지역과 인접한 서산시 일대의 문헌조사(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부))에 의하면, 어류는 붕어, 치리, 버들치, 피라미, 미꾸리, 송사리, 얼룩동사리, 밀어, 민물검정망둑 등 총 5과 12종이 조사된 바 있다.

현재 해미천은 하천의 대부분 구간이 건천 또는 수심 5cm이하이며, 하천 중간 중간의 보 상류부지역에서 수심이 깊어짐. 따라서 육수동물상 조사는 물이 분포하는 지역을 임의로 선정하여 총 6개 지점에서 조사를 실시하였다.

현지조사 결과 총 6개 지점중에서 St.1 지점에서만 버들치와 미꾸리가 조사되었고, 나머지 지점에서는 조사된 어류가 없었다.

<표 2.1-52> 조사지역의 어류 목록

학명	국명	현지조사						문헌조사	비고
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6		
Cyprinida 잉어목									
Cyprinidae 잉어과									
Carassius auratus	붕어							○	
Hemiculter eigenmanni	치리							○	고
Phoxinus oxycephalus	버들치	○						○	
Pseudorasbora parva	참붕어							○	
Rhodeus ocellatus (KNER)	흰줄납줄개							○	
Zacco platypus	피라미							○	
Cobitidae 기름종개과									
Misgurnus anguillicaudatus	미꾸리	○						○	
Beloniformes 동갈치목									
Cyprinodontidae 송사리과									
Oryzias latipes	송사리							○	
Perciformes 농어목									
Eleotridae 동사리과									
Odontobutis interrupta	얼룩동사리							○	고
Gobiidae 망둑어과									
Rhinogobius brunneus	밀어							○	
Tridentiger brevispinis	민물검정망둑							○	
계(종 수)		2	0	0	0	0	0	12	

주】 문헌 - 제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부)

국토해양부

(2) 저서성대형무척추동물

본 조사지역과 인접한 서산시 일대의 문헌조사(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부))에 의하면, 저서성대형무척추동물은 다슬기, 물달팽이, 하루살이류, 물잠자리, 등줄실잠자리, 날도래류 등 총 18과 25종이 조사된 바 있다.

현지조사 결과 총 6개 지점에서 물달팽이, 새뱅이류, 송장헤엄치게 등 총 3과 3종이 조사되었다.

<표 2.1-53> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

학명	국명	현지조사		문헌조사	비고
		St.1	St.2~St.6		
Mollusca 연체동물문					
Gastropoda 복족강					
Mesogastropoda 중복족목					
Pleuroceridae 다슬기과					
Semisulcospira libertina	다슬기			○	
Semisulcospira forticosta	주름다슬기			○	
Basommatophora 기안목					
Lymnaeidae 물달팽이과					
Lymnaea auricularia	물달팽이	○		○	
Arthropoda 절지동물문					
Crustacea 갑각강					
Amphipoda 단각목					
Gammaridae 옆새우과					
Gammarus sobaegensis Uéno	보통옆새우			○	
Decapoda 십각목					
Atyidae 새뱅이과					
Caridina denticulata denticulata De Haan	새뱅이	○			
Insecta 곤충강					
Ephemeroptera 하루살이목					
Baetidae 꼬마하루살이과					
Baetis fuscatus	개똥하루살이			○	
Baetis silvaticus Kluge	감초하루살이			○	
Labiobaetis atrebatinus (Eaton)	입술하루살이			○	
Ephemerellidae 알락하루살이과					
Cincticostella levanidovae	민하루살이			○	
Ephemeridae 하루살이과					
Ephemera strigata	무늬하루살이			○	

국토해양부

<표 2.1-53> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록(계속)

학명	국명	현지조사		문헌조사	비고
		St.1	St.2~St.6		
Heptageniidae 납작하루살이과					
Ecdyonurus dracon	참납작하루살이			○	
Ecdyonurus kibunensis	두점하루살이			○	
Ecdyonurus levis	네점하루살이			○	
Epeorus curvatulus	흰부채하루살이			○	
Odonata 잠자리목					
Coenagrionoidae 실잠자리과					
Cercion hieroglyphicum	등줄실잠자리			○	
Platycnemididae 방울실잠자리과					
Copera annulata	자실잠자리			○	
Calopterygidae 물잠자리과					
Calopteryx japonica	물잠자리			○	
Gomphidae 부채장수잠자리과					
Davidius lunatus	쇠측범잠자리			○	
Hemiptera 노린재목					
Notonectidae 송장헤엄치게과					
Notonecta (Paranecta) triguttata	송장헤엄치게	○			
Coleoptera 딱정벌레목					
Psephenidae 물삿갓벌레과					
Eubrianax KUa	둥근물삿갓벌레 KUa			○	
Trichoptera 날도래목					
Hydropsychidae 줄날도래과					
Hydropsyche kozhantschikovi	줄날도래			○	
Cheumatopsyche brevilineata	꼬마줄날도래			○	
Glossosomatidae 광택날도래과					
Glossosoma KUa	광택날도래 KUa			○	
Phryganopsychidae 둥근날개날도래과					
Phryganopsyche latipennis	둥근날개날도래			○	
Brachycentridae 둥근얼굴날도래과					
Micrasema KUa	둥근얼굴날도래 KUa			○	
Limnephilidae 우묵날도래과					
Goera japonica	가시날도래			○	
Odontoceridae 바수염날도래과					
Psilotreta kisoensis	바수염날도래			○	
계(종 수)		3	0	25	

주】 문헌 - 제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부)

국토해양부

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>미꾸리</td><td>버들치</td><td>새뱅이류</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>송장헤엄치게</td><td>물달팽이</td><td></td></tr>
</table>

【그림 2.1-20】 조사지역의 육수동물상

국토해양부

다. 생활환경

1) 대기질

가) 현황

(1) 대기질 현황조사

본 하천기본계획 지역 주변의 대기질 현황측정은 환경정책기본법상의 환경기준설정 6개 항목(SO2, NO2, CO, O3, Pb, PM-10)에 대하여 실시하였다.

(2) 측정지점의 선정

본 과업구간 주변의 현 대기질 농도분포 파악은 하천을 따라 소규모로 형성된 주거지를 대상으로 2개 지점을 선정하여 환경정책기본법상에 제시된 환경기준설정항목에 대하여 현지측정을 실시하였다.

<표 2.1-54> 대기질 측정지점 위치

지점번호	위 치	비 고
A - 1	충남 서산시 해미면 읍내리 221번지	-
A - 2	충남 서산시 해미면 전천리 101번지	-

(3) 대기질 측정결과

과업구간 주변 지역에 대한 대기질 농도 측정결과, 1차 항목별 농도분포는 PM-10 33.0~36.3㎍/㎥, SO2 0.002~0.003ppm, NO2 0.014~0.017ppm, CO 0.5~0.6ppm, O3 0.010~0.011ppm, Pb는 불검출로 분석되었고, 2차 항목별 농도분포는 PM-10 31.0~35.2㎍/㎥, SO2 0.002~0.004ppm, NO2 0.012~0.016ppm, CO 0.5~0.6ppm, O3 0.009~0.010ppm, Pb는 불검출로 분석되었으며, 3차 항목별 농도분포는 PM-10 30.4~34.2㎍/㎥, SO2 0.003~0.004ppm, NO2 0.011~0.016ppm, CO 0.5~0.6ppm, O3 0.010~0.011ppm, Pb는 불검출로 분석되었다.

한편 3회에 걸친 과업구간 주변 지역에 대한 대기질 농도 측정결과, PM-10 30.4~36.3㎍/㎥, SO2 0.002~0.004ppm, NO2 0.011~0.017ppm, CO 0.5~0.6ppm, O3 0.009~0.011ppm, Pb는 불검출로, 대기질 현황측정 농도분포는 대기질 환경기준을 하회하는 양호한 대기질 환경을 유지하는 것으로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.1-55> 대기질 측정 결과

측정지점 \ 항목		PM-10 (㎍/㎥)	SO_2 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_3 (ppm)	Pb (㎍/㎥)	비 고
1차	A-1	36.3	0.003	0.017	0.6	0.011	불검출	
	A-2	33.0	0.002	0.014	0.5	0.010	불검출	
2차	A-1	35.2	0.004	0.016	0.6	0.010	불검출	
	A-2	31.0	0.002	0.012	0.5	0.009	불검출	
3차	A-1	34.2	0.004	0.016	0.6	0.011	불검출	
	A-2	30.4	0.003	0.011	0.5	0.010	불검출	

<표 2.1-56> 대기질 환경기준

항 목	기 준	비 고
PM-10	연간 평균치 50㎍/m³ 이하 24시간 평균치 100㎍/m³ 이하	1. 1시간 평균치는 999천분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 아니되고, 8시간 및 24시간의 평균치는 99백분위수의 값이 기준을 초과하여서는 아니된다. 2. PM-10은 입자의 크기가 10㎛이하인 먼지를 말한다. 3. 벤젠항목은 2010년 1월 1일부터 시행한다.
아황산가스 (SO_2)	연간 평균치 0.02ppm 이하 24시간 평균치 0.05ppm 이하 1시간 평균치 0.15ppm 이하	
이산화질소 (NO_2)	연간 평균치 0.03ppm 이하 24시간 평균치 0.06ppm 이하 1시간 평균치 0.10ppm 이하	
일산화탄소 (CO)	8시간 평균치 9ppm 이하 1시간 평균치 25ppm 이하	
오 존 (O_3)	8시간 평균치 0.06ppm 이하 1시간 평균치 0.10ppm 이하	
납 (Pb)	연간 평균치 0.5㎍/m³ 이하	
벤젠	연간 평균치 5.0㎍/m³ 이하	

국토해양부

2) 수질

가) 현 황

(1) 조사항목

하천수질의 조사항목은 환경정책기본법의 환경기준 항목 중 총 19개 항목에 대하여 조사하였으며, 하천저질은 준설기준 및 토양오염 우려기준 항목 위주로 16개 항목에 대하여 조사하였다.

<표 2.1-57> 수질 조사항목

구 분	조사횟수	조사항목	비 고
하천수질	3회	· 수온, pH, DO, BOD, COD, SS, T-N, T-P, Hg, Cd, Cr+6, Chl-a, 대장균군	3차 조사시 CN, Pb, Cu, Zn, PCB, ABS 등 6개 항목 추가
하천저질	3회	· 강열감량, Cd, Pb, Hg, Ts, Vs	3차 조사시 COD, pH, Cr+6, As, Zn, CN, Cu, PCB, Fe, 유기인 등 10개 항목 추가

(2) 조사범위

본 과업시행으로 하천수질 및 하천저질 등에 영향을 미칠 것으로 예상되는 수계와 그 지류를 조사범위로 선정하였다.

본 하천기본계획의 대상수계인 해미천을 대상으로 하천수질 3개 지점, 하천저질 3개 지점에 대하여 현황조사를 실시하였으며, 영향예측 및 저감대책 수립의 기초자료로 활용하였다.

<표 2.1-58> 하천수질 및 하천저질 조사지점

구 분		측 정 지 점 명	측 정 환 경
하 천 수	W - 1	충남 서산시 해미면 휴암리 입구부 교량	해미천
	W - 2	충남 서산시 해미면 읍내리 해미2교	해미천
	W - 3	충남 서산시 해미면 응평리 응평교	해미천
하천 저질	WS - 1	충남 서산시 해미면 휴암리 입구부 교량	해미천
	WS - 2	충남 서산시 해미면 읍내리 해미2교	해미천
	WS - 3	충남 서산시 해미면 응평리 응평교	해미천

국토해양부

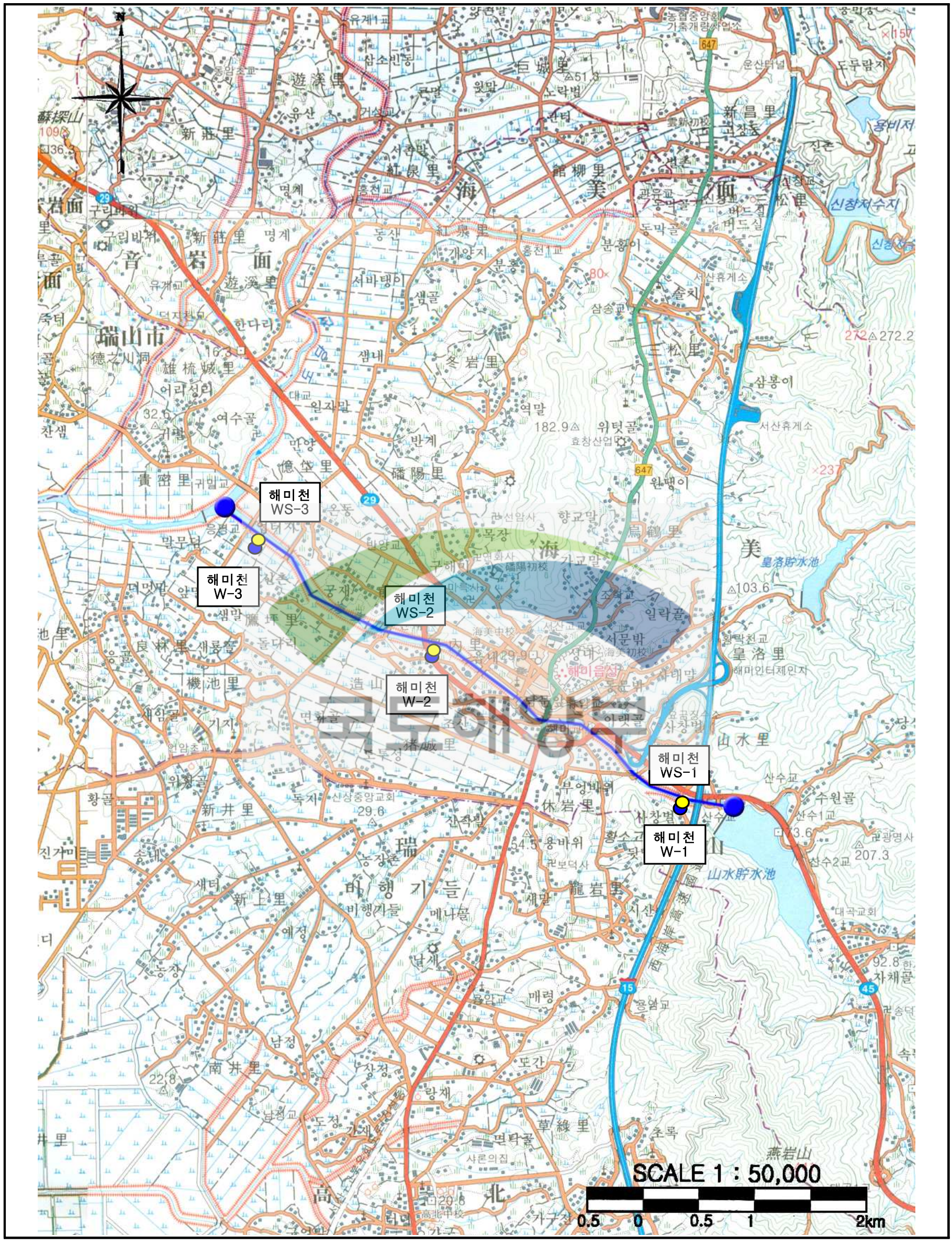
(3) 조사방법

조사방법은 현지조사와 문헌조사를 병행하였으며, 현지조사는 하천의 유황상태를 고려하여 오염도 변화를 충분히 파악할 수 있는 기간에 조사하였다.

(4) 조사결과

(가) 하천수질

해미천의 하천수질 환경기준에 의거하여 항목별 평가하면 BOD(생물화학적산소요구량)의 경우 2.3~3.5㎎/L로 환경기준 Ⅱ(약간좋음, 3㎎/L이하)~Ⅲ(보통, 5㎎/L이하)등급으로 나타났다. DO 농도는 10.1~11.8㎎/L로 1a(매우좋음, 7.5㎎/L이상)로 나타났으며 pH(수소이온농도)는 Ⅰa등급(매우좋음, pH 6.5~8.5)을 보이는 것으로 나타났으며, SS(부유물질량)는 1.6~8.4㎎/L로 Ⅰa등급(매우좋음, 25㎎/L이하)을 보이는 것으로 나타났다.



【그림 2.1-21】 측정지점 위치도

<표 2.1-59> 지표수질 분석결과

항 목 \ 지 점		W - 1			W - 2			W - 3		
		1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차
수온	(℃)	10.5	5.6	9.3	10.4	5.8	9.8	10.7	5.8	9.7
pH	-	7.1	7.2	7.3	7.1	7.3	7.3	7.3	7.5	7.3
SS	(㎎/L)	3.5	3.0	8.4	2.1	1.6	4.2	2.5	2.3	2.8
DO	(㎎/L)	10.1	11.8	11.0	10.3	11.7	11.2	10.4	11.5	11.8
BOD	(㎎/L)	3.2	2.9	2.3	3.3	3.0	2.8	3.5	3.3	2.6
COD	(㎎/L)	4.3	4.1	3.3	4.7	4.3	3.9	4.9	4.7	3.7
T-N	(㎎/L)	2.635	2.580	3.725	2.803	2.291	3.891	3.660	3.535	4.141
T-P	(㎎/L)	0.069	0.063	0.104	0.072	0.060	0.112	0.095	0.090	0.117
Cd	(㎎/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	(㎎/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chl-a	(㎎/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr+6	(㎎/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CN	(㎎/L)	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND
Pb	(㎎/L)	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND
Cu	(㎎/L)	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND
Zn	(㎎/L)	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND
PCB	(㎎/L)	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND
ABS	(㎎/L)	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND
총대장균군	(군수/100mL)	2.7×102	2.4×102	2.4×102	2.7×102	2.7×102	2.7×102	3.4×102	3.4×102	3.4×102

주】 ND : 불검출(검출한계이하)

국토해양부

<표 2.1-60> 하천수질 환경기준

등급		상태 (캐릭터)	기준					
			수소이온 농도(pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD)(㎎/ℓ)	부유물질량 (㎎/ℓ)	용존 산소량 (㎎/ℓ)	대장균군 (군수/100㎖)	
							총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하	10 이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2 이하	25 이하	5.0 이상	500 이하	100 이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3 이하	25 이하	5.0 이상	1,000 이하	200 이하
보통	III		6.5~8.5	5 이하	25 이하	5.0 이상	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8 이하	100 이하	2.0 이상	-	-
나쁨	V		6.0~8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할 것	2.0 이상	-	-
매우 나쁨	VI		-	10 초과	-	2.0 미만	-	-

구 분	등 급	기 준
사람의 건 강 보 호	전수역	카드뮴(Cd) : 0.005㎎/ℓ 이하 시안(CN) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.01) 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.001) 유기인 : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.0005) 포리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨(검출한계 0.0005) 납(Pb) : 0.05㎎/ℓ 이하 음이온 계면활성제(ABS) : 0.5㎎/ℓ 이하 테트라클로로에틸렌(PCE) : 0.04㎎/ℓ 이하 디클로로메탄 : 0.02㎎/ℓ 이하 클로로포름 : 0.08㎎/ℓ 이하 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) : 0.008㎎/ℓ 이하 비소(As) : 0.05㎎/ℓ 이하 6가크롬(Cr^{6+}) : 0.05㎎/ℓ 이하 사염화탄소 : 0.004㎎/ℓ 이하 1,2 디클로로에탄 : 0.03㎎/ℓ 이하 벤젠 : 0.01㎎/ℓ 이하 안티몬 : 0.02㎎/ℓ 이하

※ 비 고

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.

<표 2.1-61> 유량 조사 결과

지 점		실하폭(m)	평균수심(m)	평균유속(m/sec)	유량(㎥/sec)	비 고
W - 1	1차	3.40	0.09	0.07	0.306	-
	2차	3.00	0.09	0.06	0.540	
	3차	4.00	0.10	0.05	1.200	
W - 2	1차	4.00	0.09	0.08	0.360	-
	2차	3.50	0.09	0.08	0.630	
	3차	11.00	0.03	0.08	0.990	
W - 3	1차	5.50	0.11	0.09	0.605	
	2차	5.00	0.10	0.09	1.000	
	3차	6.00	0.09	0.06	1.620	

(나) 하천저질

하천저질 측정결과 강열감량 0.6~2.6%, Cd 불검출~0.6mg/kg, Pb 4.3~25.0mg/kg 등으로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.1-62> 하천 저질 측정 결과

항목 \ 지점		WS - 1			WS - 2			WS - 3			비 고
		1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차	
강열감량	(%)	2.6	2.2	2.1	1.0	0.6	0.7	2.3	2.0	2.2	
Cd	(mg/kg)	0.6	0.4	0.3	불검출	불검출	불검출	0.3	0.2	0.2	
Pb	(mg/kg)	25.0	22.3	18.9	9.0	7.1	4.3	21.5	19.5	15.0	
Hg	(mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
TS	(%)	80.9	76.5	78.4	92.0	89.1	84.6	83.2	79.3	76.8	
VS	(%)	2.7	2.2	2.1	1.1	0.6	0.8	2.5	2.0	2.2	
COD	(mg/kg)	-	-	9,174.3	-	-	8,872.6	-	-	10,033.5	
pH	(mg/kg)	-	-	6.9	-	-	6.9	-	-	7.1	
Cr+6	(mg/kg)	-	-	불검출	-	-	불검출	-	-	불검출	
As	(mg/kg)	-	-	불검출	-	-	불검출	-	-	불검출	
CN	(mg/kg)	-	-	불검출	-	-	불검출	-	-	불검출	
Cu	(mg/kg)	-	-	11.4	-	-	12.0	-	-	13.3	
Zn	(mg/kg)	-	-	112.5	-	-	110.4	-	-	116.7	
PCB	(mg/kg)	-	-	불검출	-	-	불검출	-	-	불검출	
Fe	(mg/kg)	-	-	2,342.2	-	-	2,145.3	-	-	2,637.5	
유기인	(mg/kg)	-	-	불검출	-	-	불검출	-	-	불검출	

3) 폐기물

가) 현 황

(1) 생활폐기물 관리구역 지정현황

본 과업구간이 위치한 서산시의 생활폐기물 관리구역 현황을 조사한 결과는 <표 2.1-63>과 같이 전체 행정구역면적은 740.4㎢, 인구 156,867명으로 나타났으며, 생활폐기물 관리구역으로 면적 739.3㎢, 인구 156,707명이 지정·관리되고 있는 것으로 조사되었고, 관리제외지역은 면적 1.1㎢, 인구 160명으로 조사되었다.

<표 2.1-63> 생활폐기물 관리구역 지정현황

구 분	전체행정구역		생활폐기물관리구역			생활폐기물관리 제외지역		
	면적 (㎢)	인구 (명)	면적 (㎢)	인구 (명)	동 (읍·면)	면적 (㎢)	인구 (명)	동 (읍·면)
서산시	740.4	156,867	739.3	156,707	15	1.1	160	-

주】 자료 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황 (2009, 환경부)

(2) 생활폐기물 발생 및 처리현황

서산시의 생활폐기물의 일일 발생량은 180.3ton/일이며, 이중 가연성 68.9ton/일, 불연성 20.2ton/일, 재활용 45.8ton/일, 음식물 45.4ton/일인 것으로 조사되었다.

생활폐기물의 일일 처리량은 180.3ton/일이며, 이중 매립 81.5ton/일, 소각 7.6ton/일, 재활용 91.2ton/일인 것으로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.1-64> 생활폐기물 발생 및 처리현황 (단위 : 톤/일)

구 분 / 발생량 및 처리방법		총 계	쓰레기 종량제 봉투에 의한 배출											
			가 연 성							불 연 성				
			소 계	음식물 채소류	종이류	나무류	고 무 피혁류	플 라 스틱류	기타	소계	유리류	금 속 초자류	토사류	기타
발생량		180.3	68.9	0.0	22.6	11.4	1.0	5.9	28.0	20.2	2.0	4.3	3.8	10.1
처리 방법	매 립	81.5	61.3	0.0	20.2	8.5	1.0	4.9	26.7	20.2	2.0	4.3	3.8	10.1
	소 각	7.6	7.6	0.0	2.4	2.9	0.0	1.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	재활용	91.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<표 2.1-64> 생활폐기물 발생 및 처리현황(계속) (단위 : 톤/일)

구분 / 발생량 및 처리방법		재활용품 분리 배출									남은 음식물류 배출 (분리배출 지역일 경우)
		소계	종이류	유리 병류	캔류	플라 스틱	합성 수지	전자 제품	전지류	기타	
발생량		45.8	12.8	9.2	2.6	8.3	1.6	0.0	0.0	11.3	45.4
처리 방법	매 립	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	소 각	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	재활용	45.8	12.8	9.2	2.6	8.3	1.6	0.0	0.0	11.3	45.4

주】 자료 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황 (2009, 환경부)

(3) 분뇨 발생 및 처리 현황

서산시의 분뇨발생량은 수거구역 내 인구 156,707인으로부터 1일 65kL가 배출되어 1인 1일당 배출량은 0.4L로 조사되었으며, 이 중 처리대상량은 65kL/일로 조사되었다.

국토해양부

<표 2.1-65> 분뇨발생 및 수거처리 현황 (단위 : kL/일)

구 분	수거구역내인구(인)	발생량(kL/일)			처리대상량(kL/일)			1인1일당 배출량 (L/인·일)
		계	수거식	수세식	계	수거 분뇨	정화조 오 니	
서산시	156,707	65	16	49	65	16	49	0.4

주】 자료 : 서산시 통계연보 (2009)

(4) 폐기물 처리시설 현황

과업구간이 위치하고 있는 서산시의 폐기물 매립시설은 대산읍 대죽리 715번지 일원에 위치하고 있으며, 총 매립용량은 157,879㎥로 조사되었으며, 서산시에서 발생되는 분뇨의 처리는 시설용량 150㎥/일 규모의 서산분뇨처리시설에서 원심분리식전으로 처리하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.1-66> 폐기물 매립시설 현황

구분	위 치	매립지면적 (㎡)	총매립용량 (㎥)	사용기간 (년)	비 고
서산시	대산읍 대죽리 715번지(2단계)	12,340	73,500	2005-현재	
서산시	대산읍 대죽리 715번지(3단계)	13,980	84,379	2008년 설치	

주】 자료 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황 (2009, 환경부)

<표 2.1-67> 분뇨 처리시설 현황

처리장명	위 치	시설용량 (㎥/일)	처리량 (㎥/일)	처리공법	연 계 처리장명	처 리 수 방류수역
서산	양대동 801	150	63	원심분리식 전처리	서산하수 처리시설	하수연계처리

주】 자료 : 하수도 통계 (2009, 환경부)

국토해양부

4) 소음·진동

가) 현 황

(1) 소음·진동 현황

◎ 조사개요

○ 본 과업지구 주변 2개 지점을 선정하여 3차에 걸쳐 현지측정 조사

○ 조사일시 : 1차 - 2009년 11월 23일 ~ 24일

2차 - 2010년 1월 21일 ~ 22일

3차 - 2010년 4월 19일 ~ 20일

○ 조사방법 : 소음·진동환경오염공정시험기준

<표 2.1-68> 소음·진동 측정지점

지점번호	측 정 지 점 위 치	비 고
N·V - 1	충남 서산시 해미면 읍내리 221번지	도로변지역
N·V - 2	충남 서산시 해미면 진천리 101번지	일반지역

◎ 조사결과

소음 측정결과 주간 43.5~54.1dB(A), 야간 38.0~44.1dB(A)로 전지점의 주·야간 소음도가 도로변지역 “가” 및 “나”지역(주간 65, 야간 55), 일반지역 "나"지역 (주간 55, 야간 45) 소음환경기준(주간 55, 야간 45)을 만족하는 것으로 나타났다.

<표 2.1-69> 소음 측정 결과 (단위 : dB(A))

구 분		주간					야간			기준	
		1회	2회	3회	4회	평균	1회	2회	평균	주간	야간
N - 1	1차	52.9	54.0	55.3	53.8	54.0	45.5	42.8	44.1	65	55
	2차	55.2	52.0	51.9	54.0	53.3	46.3	41.1	43.7	65	55
	3차	54.0	56.2	52.4	53.6	54.1	45.0	40.4	42.7	65	55
N - 2	1차	46.0	47.2	45.0	44.4	45.6	38.8	37.9	38.4	55	45
	2차	44.7	46.0	41.2	42.0	43.5	38.4	37.5	38.0	55	45
	3차	44.5	43.8	46.2	44.4	44.7	39.0	38.2	38.6	55	45

진동 측정결과 주간 24.0dB(V)이하, 야간 20dB(V)이하로 생활진동규제기준을 하회하는 것으로 나타났다.

국토해양부

<표 2.1-70> 진동 측정결과 (단위 : dB(V))

구 분		주 간			야 간	기 준	
		1 회	2 회	평 균	1 회	주 간	야 간
V - 1	1차	23.9	22.0	22.9	20이하	65	60
	2차	23.1	21.2	22.2	20이하	65	60
	3차	22.7	24.0	23.4	20이하	65	60
V - 2	1차	20이하	20이하	20이하	20이하	65	60
	2차	20이하	20이하	20이하	20이하	65	60
	3차	20이하	20이하	20이하	20이하	65	60

<표 2.1-71> 소음환경기준 (단위 : Leq dB(A))

지역구분	적용대상지역	기준	
		낮(06:00~22:00)	밤(22:00~06:00)
일반 지역	“가” 지 역	50	40
	“나” 지 역	55	45
	“다” 지 역	65	55
	“라” 지 역	70	65
도로변 지역	“가” 및 “나” 지역	65	55
	“다” 지 역	70	60
	“라” 지 역	75	70

※ 비 고

1. 지역구분별 적용대상 지역의 구분은 다음과 같다.

가. “가” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 관리지역중 보전관리지역과 자연환경보전지역 및 농림지역

2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 도시지역중 녹지지역

3) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 주거지역중 전용주거지역

4) 「의료법」 제3조의 규정에 의한 종합병원의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역

5) 「초·중등교육법」 제2조 및 「고등교육법」 제2조의 규정에 의한 학교의 부지경계에서 50미터 이내의 지역

6) 「도서관 및 독서진흥법」 제2조의 규정에 의한 공공도서관의 부지경계로부터 50m 이내의 지역

나. “나” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 관리지역중 생산관리지역

2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 주거지역중 일반주거지역 및 준주거지역

다. “다” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 도시지역중 상업지역과 동조 동항의 규정에 의한 관리지역중 계획관리지역

2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 시행령 제30조의 규정에 의한 공업지역중 준공업지역

라. “라” 지역

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 공업지역중 일반공업지역 및 전용공업지역

2. 도로라 함은 1종렬의 자동차(2륜자동차를 제외한다)가 안전하고 원활하게 주행하기 위하여 필요한 일정폭의 차선을 가진 2차선 이상의 도로를 말한다.

3. 이 소음환경기준은 항공기소음, 철도소음 및 건설작업소음에는 적용하지 아니한다.

국토해양부

<표 2.1-72> 생활진동규제기준 (단위 : dB(V))

시간별 / 대상지역	주 간 (06:00~22:00)	야 간 (22:00~06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 그밖의 지역안에 소재한 학교·병원·공공도서관	65 이하	60 이하
그 밖 의 지 역	70 이하	65 이하

비고 : 1. 진동의 측정방법과 평가단위는 소음·진동공정시험방법에서 정하는 바에 따른다.
2. 대상지역의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 의한다.
3. 규제기준치는 생활진동의 영향이 미치는 대상지역을 기준으로 하여 적용한다.
4. 공사장의 진동규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하일 때는 +10dB을, 2시간 초과 4시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.
5. 발파진동의 경우 주간에 한하여 규제기준치에 +10dB을 보정한다.

국토해양부

(나) 소음·진동 발생원 현황

○ 과업구간 인근으로 일반국도 29호선, 45호선, 지방도 647호선과 접하고 있으며, 종점부에 서해안고속국도 및 해미IC가 위치하고 있으며, 그 외에 주변지역으로 소음·진동 영향이 예상되는 시설물은 위치하고 있지 않는 것으로 조사되었다.

○ 과업구간을 양안으로 주거지 및 상업시설이 다수 분포하고 있으며, 부분적으로 밀집된 형태를 나타내고 있으며, 북측으로 200m 이격하여 해미읍성이 위치하고 있는 것으로 조사되었다.

5) 경 관

가) 현 황

(1) 서산시

서산시의 수리적위치는 남단 : 북위36°36′(부석면 간월도리), 북단 : 북위37°00′(대산읍 화곡리), 동단 : 동경126°39′(운산면 와우리), 서단 : 동경126°22′(팔봉면 진장리)임. 이러한 위치로 말미암아 서산시는 한반도의 중앙 서부에 위치하고 있으며, 기후상으로는 사계절이 뚜렷하고, 기온이 온화한 중위도 온대 계절풍기후대에 속하고 있음. 그러나 겨울에 북서계절풍이 탁월한 것이 특징임. 한편 서산시는 충남의 북서부에 돌

출한 태안반도에 속하므로, 일찍부터 중국과의 연락이 잦아 대륙문화 수입의 선진적인 역할을 하였다.

태안 백화산의 마애삼존불상, 운산면 용현리의 서산 마애삼존불상에서 보는 바와 같이 서산지방은 백제 조상미술의 선진지역으로서, 이것이 웅진 또는 사비에 전해졌고, 다시 신라에 전해졌으며, 일본에 건너가서는 아스까 시대의 조상미술에 제1차적으로 영향을 미친 것으로 알려져 있다.

또한 서산지방은 우리나라 서해안에 위치하므로 고려말과 조선초시대에는 왜구의 침입을 자주 받았던 지역이며, 고려, 조선시대에는 삼남지방의 세곡을 서울로 운송하는 조운선의 중요한 위치였음. 문화적으로는 가야산 주위의 이른바 「내포지방」으로서, 충남에서 차령산맥 동남부의 지역과는 구별되는 하나의 문화권을 형성해 왔음. 그러나 근대교통에서 멀어서 그 동안은 그다지 발전하지 못하는 지역으로 남아 있었으나 최근 대규모의 간척사업, 대산지구 임해공업지역 등 서해안 개발의 붐을 타고 급격한 발전을 경험하고 있으며, 서해안 고속도로 등이 개통되어 수도권 지역과의 연결이 매우 밀접하게 되었다.

(2) 과업구간

금회 지방하천인 해미천은 도당천의 제1지류의 지방하천으로서 우리나라 중서부인 동경 126°37′16″~ 126°41′54″, 북위 36°36′50″~ 36°38′50″사이에 위치하고 있으며, 충청남도 서산시 해미면 일대를 포함하고 있는 유역으로서 유역면적 27.25km^2, 하천연장 8.9km, 유로연장 10.6km 이다.

해미천은 서산시 해미면 대곡리에서 발원하여 북서쪽으로 유하하다 산수저수지를 통과하면서 산수천과 합류하여 다시 북서쪽으로 유하하다 황락천과 합류하여 유하하며, 서산시 해미면 응평리에서 본류인 지방하천 도당천의 좌안측으로 합류된다.

해미천 하류의 하천연안에는 비교적 넓은 평야가 발달되어 있으며 중류부는 우안으로는 해미면 읍내리의 주 시가화지가 형성되어 있고 대부분이 산지로 형성되어 유역의 경사가 비교적 급하고, 하상경사도 하류부가 대략 1/168, 중류부가 1/105, 상류부가 1/115 정도로 다소 급하게 형성되어 있다.

상류부는 서해안고속도로가 위치하며, 중·하류부로는 주거밀집지역 및 농경지가 위

국토해양부

치하고 있으므로, 해미천 대부분 구간이 지속적으로 인위적인 간섭을 받아온 지역이다.

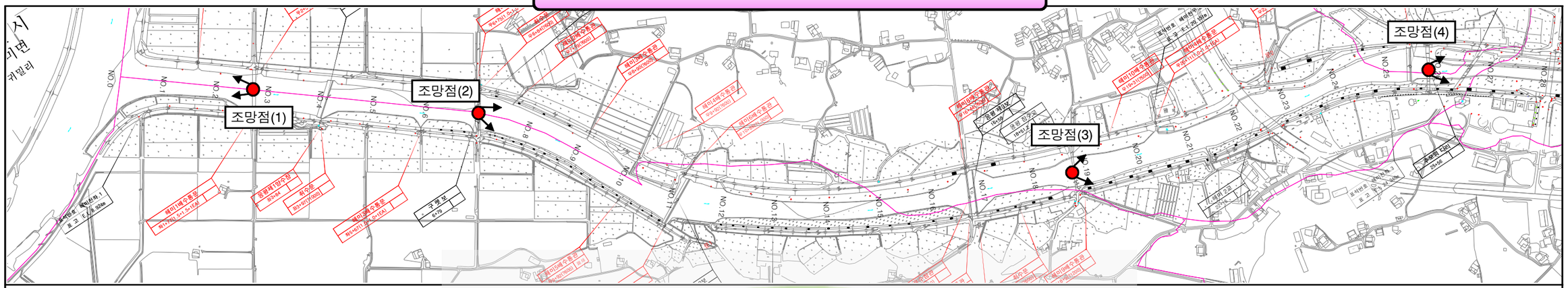
해미천은 하폭이 넓어 하상내 퇴적물이 쌓인 곳과 고수부지를 중심으로 하상내 식생을 이루고 있으며, 하천내에 물을 이용하기 위하여 보가 일부 설치되어 있음. 하상은 모래 등으로 이루어져 있으며, 일부 자갈이 나타나는 정도이다.

<표 2.1-73> 과업구간 주요 조망점 현황

구 분		위 치	현 황
해미천	조망점(1)	NO. 2+52.0	○응평교에서 하류부를 바라본 전경임 ○하류부로 초지, 산지 및 농경지가 조망됨
	조망점(2)	NO. 6+79.0	○구렛보에서 상류부를 바라본 전경임 ○상류부로 초지 및 산지가 조망됨
	조망점(3)	NO. 18+51.2	○응평잠수교에서 상류부를 바라본 전경임 ○상류부로 초지, 산 및 공장이 조망됨
	조망점(4)	NO. 25+56.0	○추모의 다리에서 상류부를 바라본 전경임 ○상류부로 억대잠수교 및 정비된 하천공원, 교회와 주거지가 조망됨
	조망점(5)	NO. 31+84.7	○조산1교에서 상류부를 바라본 전경임 ○상류부로 공영주차장, 보(조산보) 및 도로, 주거지가 조망됨
	조망점(6)	NO. 45+32.0	○휴암제1교에서 하류부를 바라본 전경임 ○하류부로 초지 및 주거지가 조망됨
	조망점(7)	NO. 49+86.0	○산수교에서 하류부를 바라본 전경임 ○하류부로 산과 초지 및 주거지가 조망됨
	조망점(8)	NO. 53+33.3	○산수교에서 하류부를 바라본 전경임 ○하류부로 고가도로 및 산과 초지가 조망됨

국토해양부

과업구간 주요 조망점 및 현황도(1)



조 망 점 위 치 도 (1)



조망점(1)



조망점(2)



조망점(3)



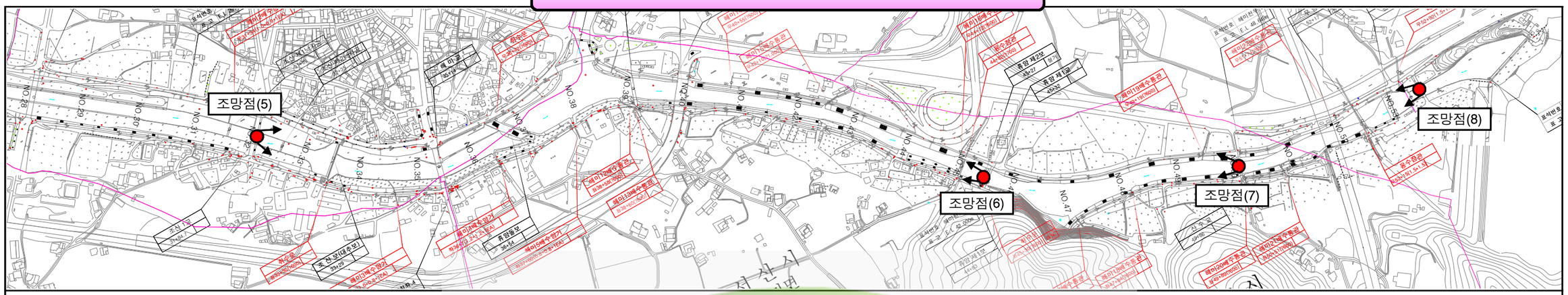
조망점(4)

국토해양부

(뒷면)



과업구간 주요 조망점 및 현황도(2)



조 망 점 위 치 도 (2)



조망점(5)



조망점(6)



조망점(7)



조망점(8)

국토해양부

1.7 타 계획과의 조정

본 하천기본계획은 과업 대상 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.

가. 2020년 서산도시기본계획(2007.12, 서산시)

1 계획의 배경 및 목적

계획의 배경

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제정에 따른 새로운 법체계에 의한 도시기본계획 수립 요구
- 서해안고속도로 개통과 대산항개발 등에 따른 도시여건변화에 대응
- 21C국토전략과 행정중심 복합도시 계획의 가시화에 따른 서산시 역할 기대
- 새로운 도시공간 구조개편 필요
- 지역균형발전과 삶의 질 향상을 위한 기반시설 확충방안 검토
- 1997년 수립된 도시기본계획 재정비에 대한 필요성 제기

계획의 목적

- 서해안시대 중추적인 역할을 위하여 서산시의 장기적인 도시미래상과 전략 재정립
- 도시기본계획수립을 통하여 도시공간구조의 재편과 장기적인 도시계획틀 마련
- 비도시지역의 계획적 관리필요

2 계획의 범위

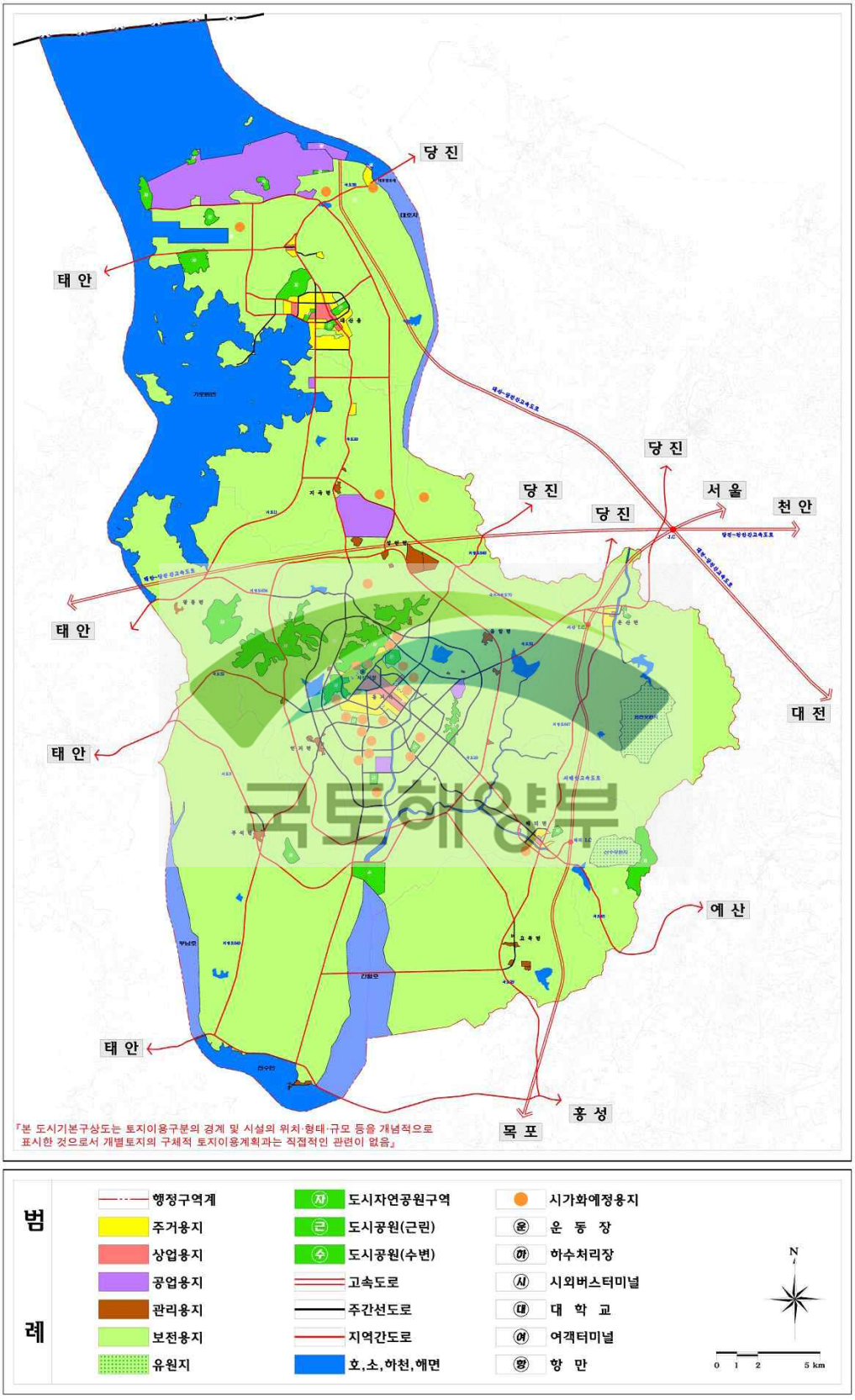
공간적 범위

- 위치 : 서산시 행정구역 전지역
- 면적 : 749.804㎢
  - 육지부 : 739.442㎢
  - 해면부 : 10.362㎢

시간적 범위

- 기준년도 : 2003년
- 목표년도 : 2020년

국토해양부



【그림 2.1-23】 2020년 서산도시기본구상도

나. 소하천정비종합계획(2003.5, 서산시)

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

<표 2.1-74> 과업구간내 소하천 현황

소하천명	과업구간		소하천연장(m)			비고
	시점	종점	당초	변경	증감	
당산천	해미면 산수리329	해미면 휴암리59-7	860	1,132	272	
대곡천	해미면 대곡리산29	해미면 대곡리 511-1	-	1,846	1,846	

다. 간월호 인근 복합관광망 구축사업 기본구상 및 타당성 조사(2009.5, 서산시)

1) 과업의 목적

☐ 간월호 인근의 새로운 관광자원을 발굴하고 기존 관광자원이 갖고 있는 가치의 잠재력을 육성하여 서산 남서부권의 관광망 구축

서산시에서 추진하고 있는 관광자원의 산발적인 진행에 따라 관광자원간 유기적인 연계을 형성하여 관광자원의 효율적 활용

☐ 서산시 기존의 도로등 교통체계망을 활용하여 저비용 고효율적 개발을 강구함으로써 자원의 체계적인 이용을 도모

☐ 서산시의 각 실과별 추진사업과 연계될 수 있도록 추진방법, 추진주체등 업무기능을 분류하여 효율적 사업방안 모색함으로써 서산시 관광자원 개발의 효율성을 증대하는 데 있음

2) 내용적 범위

☐ 간월호 인근 관광자원간 연계망 구축

☐ 서산시 관련 및 상위계획에 부합된 관광망 구축

☐ 양대저수지 호수공원 기본구상

☐ 도비산 산림휴양자원 기본구상

국토해양부



【그림 2.1-24】 복합관광망 현황도

라. 서산시 자전거도로 정비 종합계획(2010.4, 서산시)

1) 과업의 배경 및 목적

가) 과업의 배경

과거 7년간(2002년~2008년) 서산시의 세대수는 50,286세대에서 61,312세대으로 연평균 3.36% 증가하였으며, 자동차 보유대수는 43,915대에서 59,923대로 연평균 5.32%의 높은 증가율을 보이고 있어 교통정체로 인한 주행속도 감소, 대기오염, 주거환경수준 질적 저하, 도심 주차난 등 교통과 환경문제를 발생시키며 서산시의 생활문화와 도시 구조도 변화 시키고 있다.

오늘날 자동차의 증가로 인한 문제는 전 세계적인 문제로서 최근 유럽과 일본을 중심으로 교통수단의 친환경적·인간중심적인 녹색교통수단(green mode)의 패러다임으로 전환하고 있으며 성공적인 사례들도 보이고 있다.

대표적인 녹색교통수단으로서의 자전거는 국내에서도 교통수요관리방안(TDM, Transportation Demand Management) 측면에 있어 승용차통행과 대중교통수요의 일부를 전환시킬 수 있으며, 쾌적한 환경을 유지하기 위해 자전거 교통이 활성화 되어야 한다는 국민적 공감대가 형성되고 있다.

국토해양부

1996년 신설된 「자전거이용 활성화에 관한 법률」5조에 의거 자전거이용시설 정비계획이 법제화되었고 자전거 이용실태, 통행패턴의 변화가 발생함에 따라 현재의 자전거이용시설 여건을 점검하고 활성화 방안을 강구하여 향후 서산시에 가장 적합한 자전거 이용체계를 구축하고자 한다.

나) 과업의 목적

자전거이용 활성화에관한 법률에 의거 2000년도에 수립된 “서산시 자전거이용시설 정비계획”이 여건변화 등으로 변경이 이루어져 현실에 맞는 정비계획을 수립하여 자전거 도로망 구축의 기본토대를 마련하고자 한다.

단순히 이동을 위한 도로의 개념에서 벗어나서 주민의 레져, 운동, 만남, 휴식 등이 가능한 선형 공원화 개념을 적용한 계획이 필요하다.

이를 위해 서산시에서 녹색교통수단이 편리하고 안전하게 이용될 수 있는 전기를 마

련할 수 있는 녹색교통수단 전용도로를 구상하고 이러한 도로가 현실적으로 가능하도록 노선계획을 제시하고 기본구상, 기본계획 등을 통하여 이러한 도로의 필요성과 타당성을 지자체 및 주민들로부터 인정받는 등 향후 이러한 계획이 현실화 될 수 있는 발판을 구축해야한다.

2) 과업의 범위

가) 시간적 범위

○ 기준년도 : 2009년

○ 계획년도 : 2010년 ~ 2014년(1단계), 2014년 이후(2단계)

나) 과업의 내용

○ 교통현황조사 및 관련계획 검토분석

- 도로 및 교통시설 현황
- 대중교통현황
- 주요수요발생시설 현황
- 상위계획검토
- 자전거통행실태조사 및 장래수요추정

국토해양부

○ 자전거, 도로망 구축방향설정

-자전거도로망 구축방향설정

-자전거도로망 기본구상

-투자우선순위선정

○ 자전거 주차장 배치계획 수립

-학교, 공공청사, 공원, 운동장, 공연장, 시장 등의 자전거 주차장 배치

-버스터미널 등 대중교통수단과 연계되는 자전거주차장 배치

○ 자전거횡단도, 부대시설 배치구상

-자전거횡단도 설치구상

-부대시설 배치구상

○ 자전거이용 활성화 방안 수립

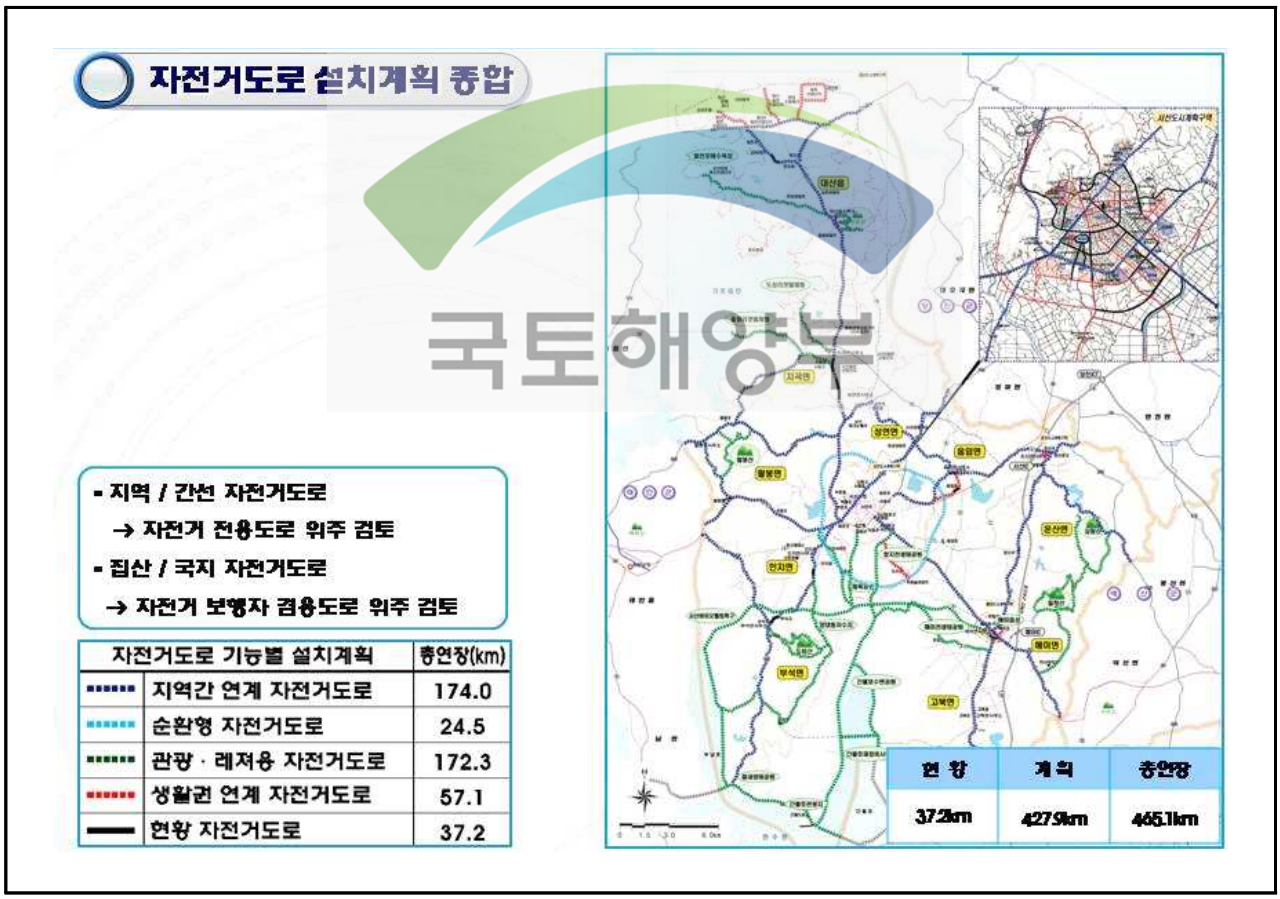
-자전거이용 증진을 위한 홍보방안

-기타 자전거 이용활성화를 시킬 수 있는 운용 방안

다) 과업의 공간적 범위

○ 1차적 범위 : 도시계획구역

○ 2차적 범위 : 도시계획 외구역



【그림 2.1-25】 자전거도로 설치계획

마. 해미순교 성지정비사업 기본설계(2009.3, 서산시)

1) 과업의 목적

본 과업은 『내포문화권 특정지역 지정 및 개발계획(충청남도 2004.10)』의 일환으로 해미순교성지는 병인박해 등으로 약 1,000여명에 달하는 천주교인들이 해미읍성내 감옥에 수감된후 탄압과 고문을 하고 인근 진둠벙에 생매장한 성지로 년간 60여만명의 관광객 및 순례자들이 해미읍성과 순교성지를 찾는 역사적 유적지로 이 지역을 찾는 순례객 및 탐방객들의 불편을 해소하고자 성지 주변정비 및 편익시설 확충으로 해미읍성과 연계한 역사적 순례코스로 정비하여 소중한 문화 및 관광자원을 보존하는데 그 목적이 있음.

2) 과업의 범위 및 내용

가) 과업 범위

○ 사 업 명 : 해미순교성지 정비사업 기본설계

○ 위　　치 : 충청남도 서산시 해미면 읍내리, 조산리, 전천리, 반양리 일원

○ 시설개요 : 순교성지내 시설물 정비, 순교성지 주변정비, 순례길 조성 및 편익시설

국토해양부

나) 과업의 내용

(1) 조　　사

○ 도로 조사 및 시설물 현황조사
○ 배수·구조물 조사
○ 수문 및 하천 현황조사
○ 용지 및 지장물 조사
○ 골재원 조사

(2) 기본 계획

○ 설계기준
○ 표준단면 구성
○ 순례도로 노선선정
○ 순교성지 배치검토

(3) 기본 설계

○ 순례도로 및 광장 설계
○ 순교성지 조성 설계
○ 해미천 하천정비 설계
○ 구조물 설계
○ 포장 설계
○ 부대시설 설계

바. 서산시 수도정비 기본계획 재정비(2008.11, 서산시)

1) 과업의 목적

본 과업은 도시발전과 도시구역내 미개발지가 급속히 개발되고 도시화에 따른 급격한 인구증가에 대비하여 장래 상수도 수요량의 예측과 장·단기 계획에 의한 수도시설의 체계적이고 계획적인 정비를 통하여 기존 상수도시설과 장래 수도시설에 대하여 시설투자의 효율성을 제고하며, 광역상수도 활용방안, 수질관리, 송·배수관 관리등의 안정화와 기존 급배수관망도의정비 및 시설 개발지역의 관망계획을 작성하여 유지관리 효율성의 극대화와 수도시설의 계획적 정비를 통해 수도법 제4조에 의한 수도정비 기본계획을 수립하여 시민이 신뢰할 수 있는 양질의 안전한 수돗물 공급과 상수도 관리의 현대화 촉진 및 수도사업 경영의 효율화 및 생산성 향상으로 수돗물 공급서비스를 시민에게 제공하여 생동하는 도시, 행복한 서산시 건설을 이루는 데 있다.

2) 과업의 범위

구 분	과 업 의 범 위
1) 기본계획 규모 결정	○ 목표연도 : 2020년 ○ 계획기간 : 15년(5개년 단위의 시행단계 구분) ○ 급수구역 : 행정구역상 서산시 전역 ○ 급수량산정 : 계획인구, 급수량 원단위, 생활용수, 공업용수 수요량
2) 생산시설의 정비 및 확장계획	○ 기본계획규모결정에 따른 상수도 시설 확장계획 수립 ○ 상수도시설 기술진단용역 결과 검토 반영
3) 송·배수시설 정비 및 확장계획	○ 송·배수시설 현황 및 문제점 조사, 송·배수관망 계획 ○ 급수구역 분할계획 및 급수공급방안 계획 ○ 급수구역별 배수지 및 가압장 계획(현대화계획 포함)
4) 유지관리 및 기타계획	○ 상수원 확보계획 및 대체수원 개발계획 ○ 상수도 수질관리, 수요관리계획 ○ 운영관리 개선계획 ○ 기술진단 및 정밀안전진단 계획 ○ 재해대책
5) 사업시행 및 재정계획	○ 소요사업비 산정 ○ 사업우선순위 선정 ○ 재정계획

국토해양부

2. 하천 측량

2.1 일반사항

하천기본계획 수립에 필요한 자료를 얻기 위하여 하천 양안 구역의 지형, 지물의 위치 및 그 현황을 상세히 파악할 수 있도록 측량실시 전 측량·수로조사 및 지적에 관한 법 제17조 규정에 의거 공공측량 작업규정을 작성 제출하여 국토해양부장관(국립지리정보원장)의 승인을 받아 공공측량 작업규정에 의거 측량을 실시하고 측량·수로조사 및 지적에 관한 법 제18조 규정에 따라 측량성과를 제출하여 대한측량협회의 심사를 받아 금회 하천기본계획 시 기본자료로 활용하였다.

2.2 지형 현황 측량

가. 삼각측량

위성측량기준점 3점의 성과를 이용하여 도근측량의 기준점이 될 수 있도록 기준점 3점으로 삼각망을 형성하였다. 도근점은 평판측량 및 종·횡단 측량에 지장이 없도록 편리한 지점을 선정하여 측설 하였고, 본 측량 시 매설한 도근점의 위치는 본 보고서 부도 및 1/2,500의 지형현황측량 원도에 표기한 바와 같다(도근점 성과는 부록 참조). 본 과업 시 이용된 위성측량기준점의 성과는 다음 <표 2.2-1>과 같다.

국토해양부

<표 2.2-1> 기본 삼각점 성과

점의 부호	명 칭	원 점	좌표 (m)		표 고 (EL.m) H1:ARP H2:금속표	비 고
			X	Y		
1	SEOS (서산)	중부	(-)135,680.842	(-)45,153.532	H1=29.752 H2=24.896	
2	CHEN (천안)	중부	(-)124,513.940	13,841.310	H1=45.434 H2=40.517	
3	CHYG (청양)	중부	(-)171,015.775	(-)17,793.711	H1=112.263 H2=107.808	

나. 수준측량

지형측량 및 종·횡단측량을 위한 수준점은 국토지리정보원의 기설 기본수준점 성과를 이용하여 조사구간내의 모든 기준점(도근점 및 측점)에 대하여 왕복측량을 실시하였으며, 금회 이용한 국토지리정보원의 기본수준점 성과는 <표 2.2-2>와 같다.

<표 2.2-2> 국토지리정보원 기본 수준점 성과

점 번 호	표고 (EL.m)	소 재 지	비 고
BM 38-07-00	29.8638	충청남도 서산시 해미면 읍내리 295-15	
BM 12-03-07-09	73.636	충청남도 서산시 해미면 산수리 산 11-5	

다. 평판측량

삼각 및 도근측량의 성과를 이용하여 하천 호안을 따라 유제부는 제내지 측으로 100m 이상, 무제부에서는 홍수위선 이상까지 지형, 지물 및 지상의 형태, 주요 하천구조물의 위치 및 고저 등을 명확히 측정하여 현황원도에 표기하였다. 그 성과는 현황측량원도 및 본 보고서에 수록된 부도에서 보는 바와 같으며, 등고선 간격은 5.0m로 하였다.

국토해양부

2.3 거리표(종단측점)의 설치

가. 종단측량

조사구간인 과업 하천들에 대하여 측점 간격 100m을 기준으로 하였으며 취수보, 낙차공, 교량, 취·배수문 등 주요한 하천부속물 및 구조물에 대하여 추가 측점을 선정하였으며 일제관측수위를 종단면도에 표시하였다.

금회 실시한 종단측량 성과의 축척은 종 1/200, 횡 1/5,000로 작도하여 부도에 수록하고, 본 보고서에는 축도하여 수록하였다.

나. 횡단측량

횡단측량은 종단측량을 따라 하천 유심의 직각방향으로 횡단측량을 실시하였다.

횡단간격은 종단거리 모두 100m간격을 원칙으로 하고 교량, 취수보, 낙차공 지점 등

에 대해서는 추가하여 실시하였고, 점간거리는 10m를 원칙으로 하되 지형이 급변하는 지점은 보측하고, 무제부에서는 계획홍수위 이상까지, 유제부에서는 제외지측은 전부, 제내지측은 50m을 기준으로 하되 현 지형을 고려하여 가감 실시하였다.

횡단측량 성과의 축척은 종 1/300, 횡 1/300로 작도하여 부도에 수록하고, 본 보고서에는 축도하여 수록하였다.

2.4 지적도 복사 및 축도

해당 시행관서에 비치된 전산화 된 지적도를 이용하여 평면도를 작성하고 측량성과를 도시하였으며, 본 보고서에는 재축도하여 부도 편에 수록하였다.

2.5 표석성과

차후 본 조사하천 구간의 측량수준점이 될 수 있고, 하천기본계획수립구간에 대하여 약1.0km마다 좌·우 양안에 표석을 설치하였으며, 계획홍수위 이상 장래 공사로 인하여 훼손되지 않는 견고한 지점의 기준점을 선정하였다.

표석매설 성과는 <표 2.2-3>과 같다.

국토해양부

<표 2.2-3> 표석 성과표

하천명	표석번호	매설위치				표고(EL.m)	부도번호	매설년도	비고
		안별	시·군	구·면	리·동				
해미천	1	좌	서산	해미	응평	8.924	1	2009	
	2	좌	서산	해미	응평	14.456	2	2009	
	3	좌	서산	해미	전천	24.348	3	2009	
	4	좌	서산	해미	휴암	33.632	4	2009	
	5	좌	서산	해미	휴암	42.000	5	2009	
	6	좌	서산	해미	산수	70.567	5	2009	
	1	우	서산	해미	전천	11.648	1	2009	
	2	우	서산	해미	전천	20.151	3	2009	
	3	우	서산	해미	읍내	29.047	3	2009	
	4	우	서산	해미	휴암	38.004	4	2009	
	5	우	서산	해미	휴암	48.649	5	2009	

2.6 홍수흔적 측량

홍수흔적측량은 과거에 발생한 유역내 주요홍수사상에 대한 홍수위 흔적을 조사하는 측량으로 본 계획에서는 과업대상하천에는 수위관측소가 없어 부득이 인근주민의 증언을 토대로 흔적수위를 하천 양안에 대해 조사하였으나, 신뢰도가 낮아 수리계산에는 활용하기가 어려웠다.

금회 홍수흔적측량시 현장에서 조사한 흔적수위와 계획홍수위를 비교한 결과 기설제방고보다 낮거나 비슷하게 조사되었다.

현장에서 조사한 흔적수위와 계획홍수위를 비교한 결과는 다음<표 2.2-4>과 같다.

<표 2.2-4> 흔적수위 조사 및 홍수위 검토

하천명	측점 (No.)	흔적수위고 (EL.m)	계획 홍수위(EL.m)	비고
해미천	2+52	7.21	8.49	응평교
	6+79	9.27	10.24	구렛보
	27+30	23.20	24.44	오수맨홀

국토해양부

3. 홍수량 및 홍수위산정

3.1 기본 홍수량 및 계획 홍수량

가. 홍수량 산정 지점

1) 과거의 홍수

홍수기록의 조사는 과거 발생한 홍수규모와 그 발생원인 및 피해상황 등 기록치를 조사·분석함으로서 홍수의 빈도정도, 홍수시 유역 및 하도의 제반특성 등을 파악하여 향후 하천공사 시행 기본방향 설정이나 하천공사 실시계획 수립시 참고자료로 활용하기 위하여 시행된다. 본 해미천의 유역내에는 관측소가 설치되어있지 않으며, 유역 인근에는 서산기상대가 위치하고 있어 과거의 홍수규모 및 상황을 판단하기 위한 자료로 활용할 수 있다. 과거의 주요강우기록을 살펴보면 <표 2.3-1>과 같다.

국도해양부

<표 2.3-1> 과거 주요 강우기록 (단위 : mm/day)

관측소	구 분	강 우 량	발 생 일	비 고
서 산	유역 외	274.5	1999. 08. 02	관측개시일 1968. 1 (기상청 관할)
		236.1	1995. 08. 23	
		192.6	1970. 10. 24	
		189.9	1972. 08. 19	
		180.3	1999. 09. 20	

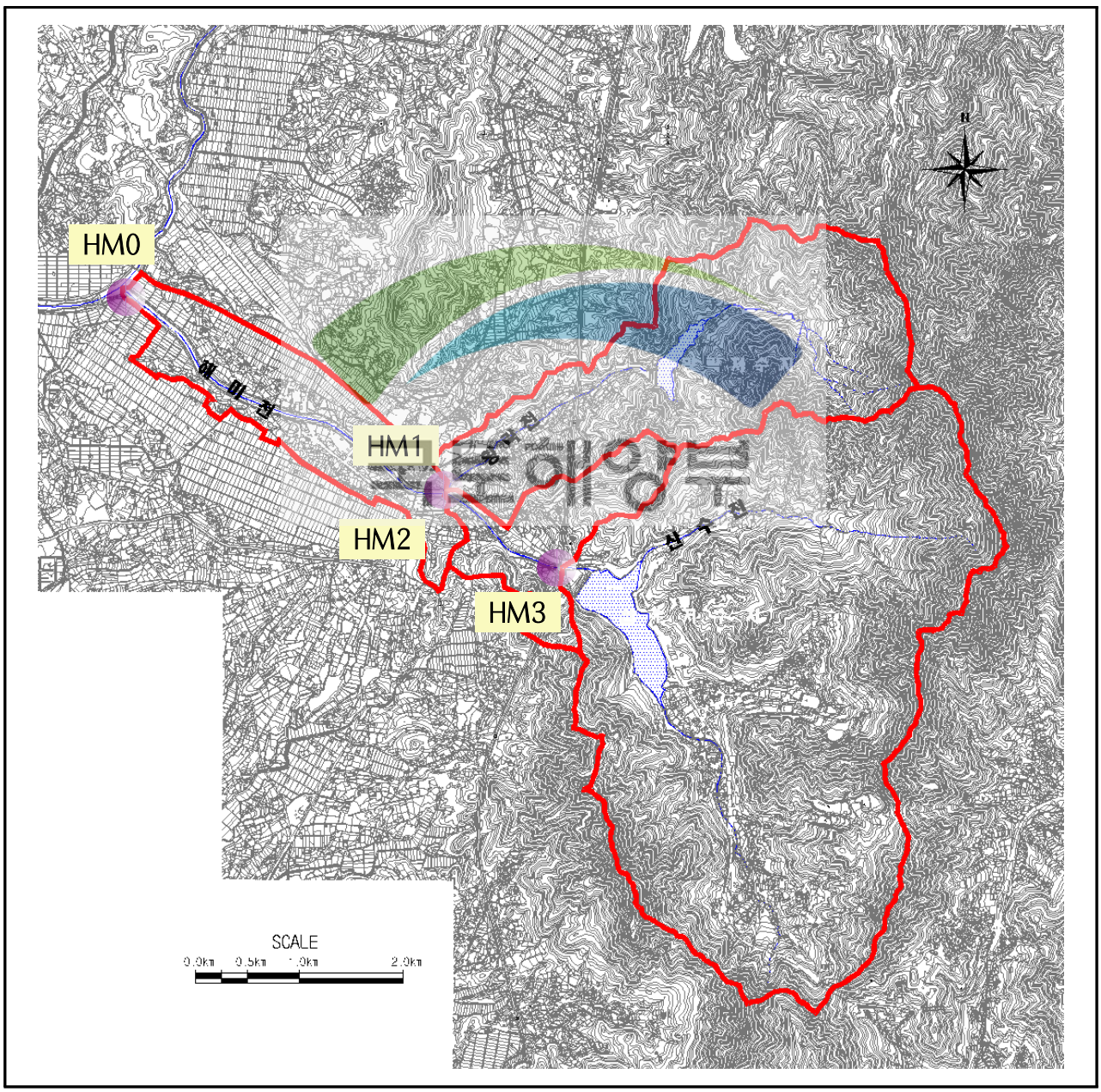
2) 홍수량 산정 지점

홍수량산정은 유역내에 설치된 수위-유량 관측자료로부터 구하는 직접방법이 가장 정확성을 기할 수 있으나 본 조사유역내에는 다년간 축적되고 정확성을 가진 수위관측소가 존재하지 않아 강우량 및 유역의 형상특성으로부터 산정하는 간접방법을 이용하였다. 한편 홍수량 산정은 주요지천 합류 전·후의 본류지점과 유역형상 및 현황이 변하는 지점에 대하여 실시하였으며, 4개 지점에 대하여 산정하였다.

홍수량 산정지점은 <표 2.3-2>, 【그림 2.3-1】과 같다.

<표 2.3-2> 홍수량 산정지점

하천명	산정지점	주 요 지 점	유역면적 A(km²)	유로연장 L(km)	비 고
해미천	HM0	해미천 하구	27.25	10.6	
	HM1	황락천 합류후	24.41	6.8	
	HM2	황락천 합류전	18.22	6.8	
	HM3	산수저수지 하류	16.48	5.4	



【그림 2.3-1】 홍수량 산정지점도

나. 강우분석 및 확률강우량

1) 확률강우량

가) 개 요

(1) 우량관측소의 선정

하천시설물을 계획하는데 있어 적정한 규모의 강우를 선정하고 그에 의한 홍수를 대상으로 하도, 홍수조절지 등의 계획을 수립하는 것으로 대상유역에 대한 계획홍수 규모를 결정하기 위해서는 유역내 혹은 인근에 위치한 우량관측소의 강우기록을 근거로 하여 통계적 해석방법으로 확률강우량을 산정하고 강우-유출모형에 따른 홍수량을 산정하는 것이 일반적이다.

지속기간별 확률강우량을 분석하기 위해서는 장기간 분·시간단위의 양호한 강우관측기록이 필요하다.

과업구간 유역내 이러한 자료를 보유하고 있는 우량관측소는 위치하고 있지 않으며, 유역 인근에 기상청관할의 서산기상대가 위치하고 있다. 따라서, 금회 확률강우분석은 장기간의 관측자료와 각 지속기간별 강우자료를 보유하고 있는 기상청관할 서산기상대의 1968년~2009년 42개년치 강우지속기간별 강우관측기록을 근거로 하여 확률강우량을 산정하였다.

국토해양부

서산기상대의 현황은 다음 <표 2.3-3>과 같다.

<표 2.3-3> 관측소 강우자료년수

관측소	관할관서	관측 개시일	시 우 량 보유기간	보유 년수	실보유 년수	비 고
서 산	기상청	1968. 1. 1	1968~2009	42개년	42개년	유역외

(2) 분석 강우지속기간

확률강우량을 분석함에 있어서 보다 정확한 유역의 임계지속기간을 판단하기 위해서는 시간간격을 짧게하여 강우지속기간을 설정하였으며, 또한 대상유역에 대한 유로연장과 도달시간 등을 감안하여 10분, 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 6시간, 9시간, 12시간,

18시간, 24시간으로 총 12개 지속기간에 대하여 분석하였다.

(3) 산정대상 확률분포형

금회 산정한 확률분포형은 수문자료 해석에 일반적으로 사용되는 분포형에 대하여 산정하였으며, 산정 확률분포형은 Gamma-2, Gamma-3, GEV, Gumbel, Log-Gumbel-2, Log-Gumbel-3, Lognormal-2, Lognormal-3, Log-Pearson type Ⅲ, Weibull-2, Weibull-3, Wakeby-4, Wakeby-5 총 8가지 분포형을 적용하여 13종류의 방법으로 분석하였다.

(4) 매개변수 추정방법

매개변수 추정방법으로는 모멘트법(Method of Moments), 최우도법(Method of Maximum Likelihood), 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments) 등이 있으나, 확률가중모멘트법이 상기 두 방법에 비해 보다 안정적인 결과를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있어 금회에는 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments)을 적용하여 강우분석프로그램 FARD 2006(Frequency Analysis of Rainfall Data Program 2006, 행정자치부/국립방재연구소)으로 매개변수를 추정하였다.

국토해양부

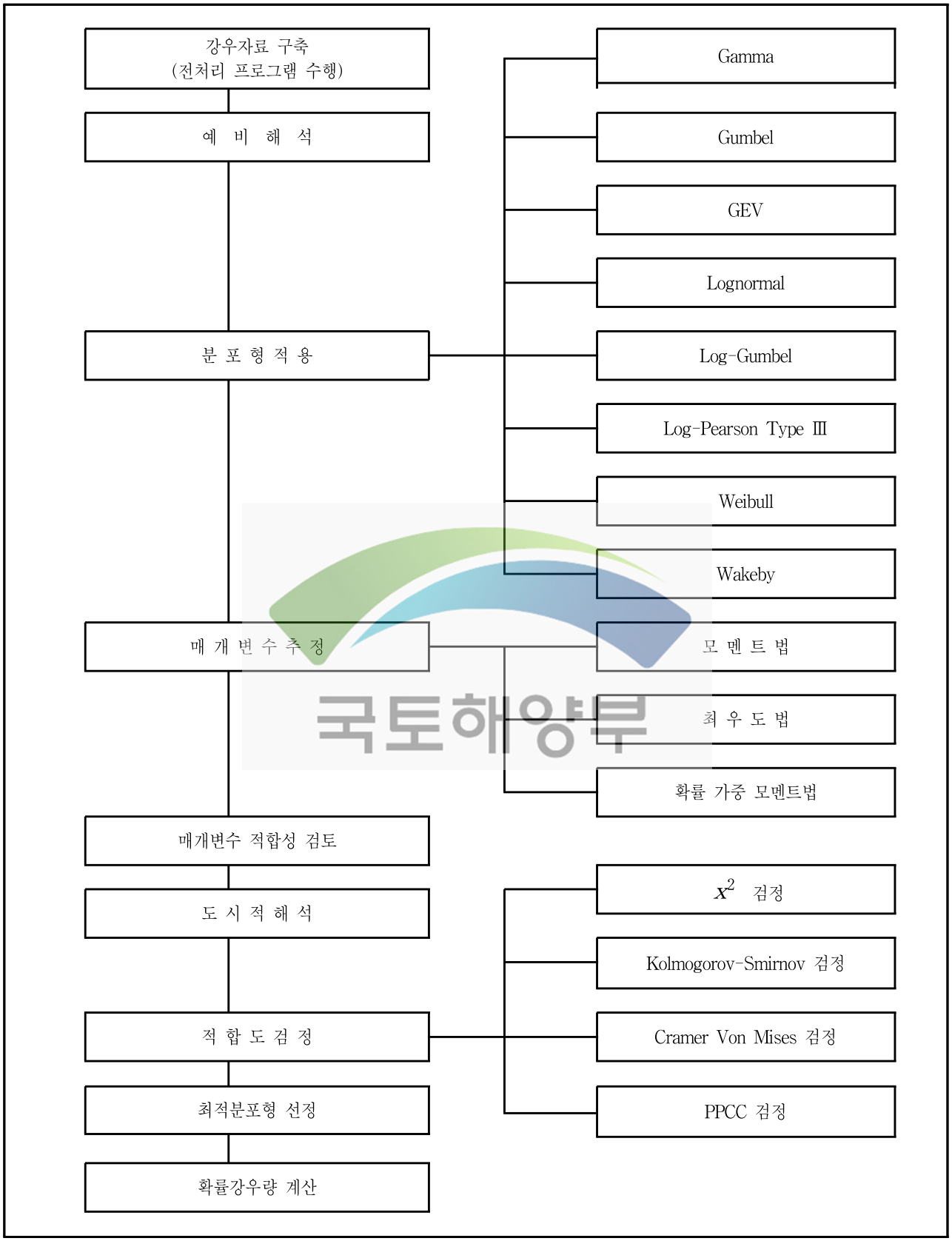
(5) 확률분포형의 적합도 검정

임의의 확률분포에 대한 적합도검정은 그 확률분포의 상대도수함수와 누가도수함수의 이론값과 표본값을 비교하여 판별하게 된다.

이에 대한 검정방법으로는 χ^2 검정, K-S 검정, Cramer Von Mises 검정, PPCC 검정 등의 방법이 있다.

금회에는 전구간에 대한 적합도를 나타내는 χ^2 검정과 각각의 소구간별 적합도 분석을 위한 K-S 검정 및 Cramer Von Mises 검정 및 최근에 제안된 PPCC 검정에 의해 적정 확률분포형을 산정하였다.

다음의 【그림 2.3-2】는 확률강우량을 산정하는 빈도해석과정을 나타내고 있다.



국토해양부

【그림 2.3-2】 강우빈도해석 흐름도

나) 강우자료 구축

(1) 고정시간 및 임의시간 최대우량간의 관계

극치 강우자료를 이용한 빈도해석을 할 경우에 필요한 자료는 자기우량기록지에서 읽은 지속기간별 연최대치 계열 또는 연초과치 계열이다. 이 자료치 계열을 구성하기 위해 자기우량기록지를 판독할 경우는 너무나 시간과 비용이 많이 들게 되고, 고정시간의 강우량과 분단위의 연속되는 지속기간 강우량과는 상당한 차이가 나게 된다. 국내에서 매년 관측하여 발간되고 데이터베이스화하는 강우자료는 고정시간 간격의 시우량(clock-hour rainfalls)이나 달력일의 일우량(observational day rainfalls)이 대부분이다. 이러한 시우량이나 일우량 만을 가지고 연최대치계열인 연초과치 계열을 구성하여 수문학적 의미의 지속기간별 자료로 빈도해석을 할 수 있도록 하기 위해 고정시간간격의 최대강우량과 지속기간별 최대강우량간의 관계를 나타내는 환산계수를 적용하였다.

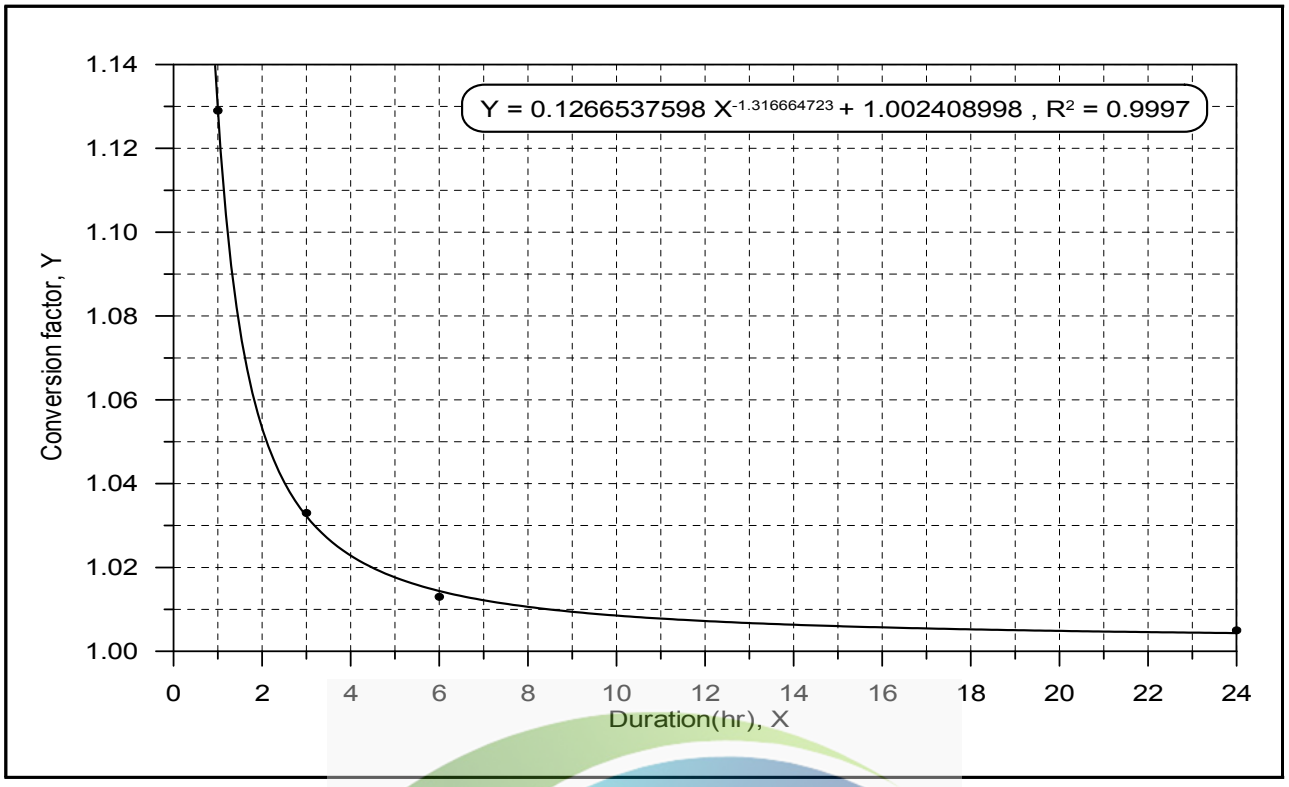
국토해양부

<표 2.3-4> 국내 강우자료의 지속기간별 관계

고정시간의 지속기간	임의의 지속기간	환산계수
1시간	60분	1.129
3시간	180분	1.033
6시간	360분	1.013
24시간	1440분	1.005
1일	1440분	1.161

주】 1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서 (2000, 건설교통부), P.27

즉, 금회 과업에서는 서산기상대의 시우량자료를 이용하여 지속기간별로 고정시간 최대강우량을 산정한 후, 지속기간별 환산계수를 적용하여 수문학적 의미를 갖는 임의시간 최대강우량을 산정하였다. 여기서, 환산계수의 적용시 지속기간별로 강우량 크기의 역전현상을 일으키지 않도록 적용하였다.



【그림 2.3-3】 고정시간의 지속기간 우량과 임의의 지속기간 우량의 보정관계

한편, 원하는 임의의 지속기간에 대한 환산계수값을 얻고자 <표 2.3-4>의 계수를 이용하여 【그림 2.3-3】과 같이 고정시간우량과 지속기간우량의 보정관계곡선을 작성하여 원하는 지속기간의 환산계수값을 곡선보간(Curve fitting)하여 산정하였다.

(2) 고정 및 임의시간 최대우량 산정

기상청 제공 시강우자료로부터 산정할 수 없는 지속기간 10분의 경우 기상청 전산화 작업에 따라 제공된 임의시간 자료를 적용하였으며, 그 이외의 지속기간의 경우에는 기상청 제공 시강우자료로부터 【그림 2.3-3】에서의 환산계수를 활용하여 임의시간 최대우량을 산정하였다. 서산기상대의 시우량자료로부터 산정된 지속기간별 고정시간 최대우량과 환산계수에 의한 수문학적 의미를 갖는 임의시간 최대우량은 각각 <표 2.3-5>, <표 2.3-6>과 같다.

<표 2.3-5> 고정시간 최대우량 (단위 : mm)

지속기간 / 년도	10분	60분	120분	180분	240분	360분	540분	720분	1080분	1440분
1968	15.2	32.2	50.8	65.0	83.5	106.2	134.8	141.4	151.6	151.7
1969	13.2	45.7	47.4	53.1	54.3	54.3	58.2	60.0	77.2	77.2
1970	16.8	40.1	63.6	68.9	73.0	86.2	106.2	111.0	115.8	118.0
1971	12.3	27.4	38.6	44.4	44.4	65.5	75.0	89.2	108.6	110.8
1972	13.0	33.9	62.0	92.2	109.7	122.9	135.7	173.8	199.1	228.5
1973	20.8	39.8	42.8	46.7	47.1	47.2	47.2	49.8	50.2	67.4
1974	16.3	38.1	63.5	97.0	112.0	134.7	172.8	220.8	249.6	252.9
1975	18.6	31.8	42.2	48.1	53.0	57.8	58.1	58.1	58.1	58.1
1976	10.6	19.2	28.8	37.4	43.5	52.1	66.1	71.4	74.7	79.6
1977	15.4	37.2	48.2	72.2	84.0	89.2	107.9	111.0	113.6	113.6
1978	20.0	73.0	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	77.0	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	36.2	54.5	60.2	60.2	82.3	99.5	121.0	133.8	142.1
1982	16.0	38.1	53.6	64.9	68.0	113.0	150.9	159.8	177.3	178.3
1983	14.5	30.7	47.5	66.4	74.3	77.5	111.3	114.1	127.4	135.5
1984	14.0	33.3	45.2	60.4	73.0	98.6	120.6	167.3	199.6	210.9
1985	13.5	22.8	32.8	36.0	36.1	44.1	45.8	47.5	50.3	54.7
1986	17.0	28.4	35.8	42.6	51.4	56.0	66.4	68.0	70.9	75.5
1987	15.5	27.9	50.8	64.8	74.0	81.7	93.0	97.0	123.6	158.8
1988	13.0	20.3	24.3	28.4	37.6	41.9	50.2	61.2	63.0	63.0
1989	9.7	25.2	42.4	52.4	57.8	73.3	83.8	89.8	122.4	152.5
1990	23.5	66.9	66.9	67.4	95.6	107.6	122.4	127.3	131.0	133.7
1991	17.7	26.5	41.5	47.5	64.6	88.7	125.3	156.3	175.1	177.1
1992	17.0	27.7	55.2	65.0	76.7	105.5	133.0	170.8	202.7	206.8
1993	10.7	22.7	36.9	43.1	51.2	58.3	61.3	78.4	89.7	89.7
1994	18.6	31.7	54.5	56.4	76.5	82.1	91.8	111.2	141.1	152.3
1995	18.6	54.5	83.8	103.3	131.9	151.7	199.6	221.4	254.0	317.1
1996	9.9	16.7	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	53.4	78.1	102.4	127.1	142.3	150.0	153.5	153.5	156.0
1999	10.1	35.3	53.1	77.6	105.6	137.8	183.4	251.7	345.5	358.9
2000	13.0	28.5	50.0	75.0	89.5	119.5	134.0	148.3	167.8	186.0
2001	17.0	72.5	100.6	106.1	109.3	111.3	116.6	120.8	120.9	120.9
2002	19.0	61.0	82.5	85.5	88.0	100.0	122.5	139.5	175.5	218.0
2003	19.5	42.0	54.5	63.5	73.0	104.0	140.0	160.5	171.0	173.0
2004	14.5	25.5	49.5	63.5	77.0	97.0	104.0	107.5	118.5	127.0
2005	16.5	28.0	47.0	60.5	73.0	86.0	108.9	110.5	110.5	110.5
2006	17.0	28.5	40.5	52.0	58.5	85.0	110.5	118.0	124.5	133.5
2007	15.0	30.0	52.0	76.0	88.0	100.0	119.0	124.0	124.7	125.0
2008	10.0	32.0	57.5	61.5	62.5	65.5	73.5	92.0	108.5	110.5
2009	14.5	27.5	38.0	46.5	53.5	71.0	94.5	113.5	121.5	122.0

국토해양부

<표 2.3-6> 임의시간 최대우량 (단위 : mm)

지속기간 / 년도	10분	60분	120분	180분	240분	360분	540분	720분	1080분	1440분
1968	15.2	36.4	53.5	67.1	85.4	107.7	136.1	142.4	152.4	152.4
1969	13.2	51.6	51.6	54.8	55.5	55.5	58.8	60.4	77.6	77.6
1970	16.8	45.3	67.0	71.1	74.7	87.4	107.2	111.8	116.4	118.5
1971	12.3	30.9	40.7	45.8	45.8	66.4	75.7	89.8	109.2	111.3
1972	13.0	38.3	65.3	95.2	112.2	124.7	137.0	175.1	200.1	229.5
1973	20.8	44.9	45.1	48.2	48.2	48.2	48.2	50.2	50.5	67.7
1974	16.3	43.0	66.9	100.1	114.6	136.6	174.4	222.4	250.9	254.0
1975	18.6	35.9	44.5	49.7	54.2	58.6	58.8	58.8	58.8	58.8
1976	10.6	21.7	30.3	38.6	44.5	52.9	66.7	71.9	75.1	80.0
1977	15.4	42.0	50.8	74.5	85.9	90.5	108.9	111.8	114.2	114.2
1978	20.0	82.4	100.9	112.5	125.9	140.3	145.0	156.4	163.4	163.4
1979	10.0	37.8	55.2	67.1	76.0	76.9	77.0	77.0	77.4	96.4
1980	20.0	46.0	54.6	63.6	73.8	86.6	90.5	102.3	121.9	122.1
1981	18.0	40.9	57.4	62.1	62.1	83.5	100.4	121.9	134.5	142.7
1982	16.0	43.0	56.5	67.0	69.6	114.6	152.3	161.0	178.2	179.1
1983	14.5	34.7	50.0	68.5	76.0	78.6	112.4	114.9	128.1	136.1
1984	14.0	37.6	47.6	62.4	74.7	100.0	121.7	168.5	200.7	211.8
1985	13.5	25.7	34.6	37.2	37.2	44.7	46.2	47.8	50.6	54.9
1986	17.0	32.1	37.7	44.0	52.6	56.8	67.0	68.5	71.3	75.8
1987	15.5	31.5	53.5	66.9	75.7	82.9	93.9	97.7	124.3	159.5
1988	13.0	22.9	25.6	29.3	38.5	42.5	50.7	61.6	63.4	63.4
1989	9.7	28.5	44.7	54.1	59.1	74.4	84.6	90.5	123.0	153.2
1990	23.5	75.5	75.5	75.5	97.8	109.2	123.6	128.2	131.7	134.3
1991	17.7	29.9	43.7	49.0	66.1	90.0	126.5	157.4	176.0	177.9
1992	17.0	31.3	58.1	67.1	78.5	107.0	134.3	172.0	203.8	207.7
1993	10.7	25.6	38.9	44.5	52.4	59.1	61.9	79.0	90.2	90.2
1994	18.6	35.8	57.4	58.2	78.3	83.3	92.7	112.0	141.8	153.0
1995	18.6	61.5	88.3	106.6	134.9	153.9	201.5	223.0	255.3	318.5
1996	9.9	18.9	26.1	38.1	46.7	66.5	78.8	83.6	85.1	85.7
1997	14.2	56.5	81.3	102.9	108.5	130.4	152.4	173.4	183.8	184.1
1998	19.5	60.3	82.3	105.7	130.0	144.4	151.4	154.7	154.7	156.7
1999	10.1	39.9	55.9	80.1	108.0	139.8	185.1	253.5	347.3	360.5
2000	13.0	32.2	52.7	77.4	91.5	121.2	135.3	149.4	168.7	186.8
2001	17.0	81.9	106.0	109.5	111.8	112.9	117.7	121.7	121.7	121.7
2002	19.0	68.9	86.9	88.3	90.0	101.4	123.7	140.5	176.4	219.0
2003	19.5	47.4	57.4	65.6	74.7	105.5	141.3	161.7	171.9	173.8
2004	14.5	28.8	52.1	65.6	78.8	98.4	105.0	108.3	119.1	127.6
2005	16.5	31.6	49.5	62.5	74.7	87.2	109.9	111.4	111.4	111.4
2006	17.0	32.2	42.7	53.7	59.8	86.2	111.5	118.9	125.2	134.1
2007	15.0	33.9	54.8	78.5	90.0	101.4	120.1	124.9	125.4	125.6
2008	10.0	36.1	60.6	63.5	63.9	66.4	74.2	92.7	109.2	111.0
2009	14.5	31.1	40.0	48.0	54.7	72.0	95.4	114.3	122.2	122.6

주】 10분의 경우 기상청 제공 임의시간 자료를 적용함

국토해양부

다) 확률분포형

금회 확률분석은 수문자료 해석에 일반적으로 사용되는 확률분포형에 대하여 실시하였으며 각 확률분포형의 확률밀도함수(Probability Density Function ; PDF) 또는 누가분포함수(Cumulative Distribution Function ; CDF)는 다음과 같다.

(1) Gamma 분포

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

α가 양수일 때는 $0 \le x < \infty$, 음수일 때의 범위는 $-\infty < x \le x_0$이며, $\beta > 0$이다. 만약에 위치매개변수 $x_0 = 0$이면 2변수 Gamma(Gamma-2)분포가 된다.

국토해양부

(2) GEV분포

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

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

(3) Gumbel 분포

극치 수문현상의 적용에 널리 사용되고 있는 GEV-1 분포 또는 Gumbel 분포의 누가분포함수와 확률밀도함수는 다음과 같다.

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

국토해양부

(4) Log-Gumbel 분포

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

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

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

여기에서,

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

x_0 = 0이면 2변수 Log-Gumbel 분포가 된다.

(5) Log-Normal 분포

수문자료 해석에 널리 사용되고 있는 3개의 매개변수를 갖는 Log-Normal 분포의 확률밀도함수는 다음과 같다.

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

여기에서,

$Y = \ln(x-x_0)$

μ_y = Y의 평균(규모 매개변수)

σ_y = Y의 표준편차(형상 매개변수)

x_0 = 위치 매개변수

따라서 Y는 2개의 매개변수를 갖는 정규분포가 된다.

상기 식에서 x_0=0이면 2변수 Log-Normal 분포가 된다.

(6) Log-Pearson Type Ⅲ 분포

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

y_0 : 위치 매개변수(location parameter)

Log-Pearson Type Ⅲ 분포는 규모 매개변수 α가 양수이면 하한경계값 ($e^{y0} \le x < \infty$)을 갖고 양으로 왜곡된(positively skewed)분포가 되며, 음수이면 상한경계값 ($0 < x \le e^{y0}$)을 갖고 형상 매개변수와 규모 매개변수의 값에 따라 양 또는 음으로 왜곡된 분포가 된다. 또한 Log-Pearson Type Ⅲ 분포는 3변수 Gamma 분포와

국토해양부

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.

(7) Weibull 분포

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

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

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

여기에서,

α : 규모 매개변수(scale parameter)

β : 형상 매개변수(shape parameter)

x_0 : 위치 매개변수(location parameter)

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

또한, x_0 = 0인 경우 2변수 Weibull 분포가 된다.

국토해양부

(8) Wakeby 분포

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

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

여기에서,

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.

라) 매개변수의 추정

매개변수 추정방법에 있어서 일반적으로 사용하는 방법으로는 모멘트법(Method of Moments), 최우도법(Method of Maximum Likelihood), 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments) 등이 있다.

(1) 모멘트법(Method of Moments)

모멘트법(Method of Moments)은 가장 오래되고 간단하여 많이 사용하는 추정방법 중의 하나로 모집단의 모멘트(population moments)와 표본자료의 모멘트(sample moments)를 같다고 하여 적용 확률분포형의 매개변수를 추정하는 방법이다.

모멘트법의 효율성은 일반적으로 왜곡된 분포인 경우 1보다 작으며, 정규분포와 같은 대칭형 분포는 1이거나 1에 가깝게 나타난다. 따라서 대칭형분포의 경우에는 최우도법과 같은 다른 매개변수 추정방법들이 모멘트법보다 우수한 결과를 얻는 것은 아니나 대부분의 수문학적 확률변수는 다소 왜곡되어 있으므로 모멘트법에 의한 매개변수의 추정은 다소 효율성이 떨어진다고 할 수 있다.

(2) 최우도법(Method of Maximum Likelihood)

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

일반적으로 최우도법은 가장 효율적인 추정치를 얻을 수 있으며 표본자료의 크기가 충분히 클 때 다른 매개변수 추정방법에 대하여 추정치의 효율성을 비교하는데 기준으로 사용된다.

(3) 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments)

확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Moments)은 금회 과업에 있어 매개변수 추정시 사용한 방법으로 확률분포형의 매개변수 추정에 보다 안정적인 결과를 얻을 수 있는 방법으로 알려져 있어 널리 추천되고 있는 방법이다.

확률가중모멘트의 일반식은 다음과 같이 나타낼 수 있으며(Greenwood 등, 1979; Landwehr 등, 1979), 여기서 p, r, s는 정수이다.

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

국토해양부

상기의 매개변수 추정방법에 따라 매개변수를 추정하고, 추정된 매개변수가 각 확률분포형의 확률변수범위 및 매개변수 적합성 조건을 만족하는지 검토하였다. 검토결과 Gumbel 분포형의 경우 3가지 매개변수 추정방법 모두에 대하여 적합성을 만족하여 채택하였다.

마) 적합도 검정

임의의 확률분포에 대한 적합도 검정은 그 확률분포의 상대도수함수(relative frequency function)와 누가분포함수(cumulative distribution function)의 이론값과 표본값을 비교하여 그 정도를 판별하게 된다.

이에 대한 검정방법으로 금회 산정된 각 방법별 확률강우량에 대하여는 χ^2- 검정, Kolmogorov-Smirnov 검정, Cramer Von Mises 검정, PPCC 검정의 4개 방법으로 시행하였으며 유의수준 α는 0.05를 적용하였다.

(1) χ^2- 검정

χ^2- 검정은 자료치를 크기에 의해 m개의 계급구간으로 나누고 이론값과 자료값의 절대도수를 비교하는 방법으로 χ^2- 검정의 통계량 q는 다음 식과 같다.

$$q = \sum_{j=1}^{m} \frac{(n_j - e_j)^2}{e_j}$$

국토해양부

여기에서,

n_j : 관측자료의 j번째 구간의 표본 관측도수

$e_j = np_j$: 확률분포의 j번째 구간의 이론도수

m : 계급구간의 수

p_j는 구간내 특정 기각치를 만족하는 모의변수확률로 유의수준 α에 대해 귀무가설이 $q \geq K$로 기각된다고 하면 $p(q \geq K ; q \sim \chi^2(k-1)) = \alpha$로 정의되며, 여기서 $K = \chi^2(k-1)$이며, 각 계급구간을 나눈 후 결정된다. 일반적으로 계급구간은 등간격으로 하는데 관측예상수는 5이상이어야 한다. 계산된 통계량 χ^2가 $\chi^2 < \chi^2_{1-\alpha\nu}$의 관계를 가지면 가정된 분포는 유의수준 α로 적합성이 인정되며, 그렇지 못하면 기각된다.

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

(2) Kolmogorov-Smirnov 검정

Kolmogorov-Smirnov 검정은 표본자료의 누가분포함수와 가정된 이론확률분포의 누가분포함수를 비교하여 양자의 최대편차로 정의되며, 그 표본의 크기와 유의수준에 따라 결정되는 한계편차보다 적어야 적합성이 인정된다.

$$q = Max\,|\,\widehat{F}_r(x) - F_0(x)\,|$$

여기서는,

$\widehat{F}_r(x)$: F(x)의 경험적 이론확률분포의 누가분포함수

$F_0(x)$: 수분자료를 오름차순으로 재정렬했을 때 m번째 자료값의 누가분포함수이며 n은 수문자료의 수이다.

$$F_0(x) = \frac{m}{n}$$

q는 $\widehat{F}_r(x)$ 와 $F_0(x)$차의 최대값으로 정의되며 n의 크기에 따라 좌우되는 확률변수로서 주어진 유의수준 α로서 적합성을 검정하고자 할 때 q가 다음식으로 정의되는 한계치 q^{α}와 비교하게 된다.

$$P\,(q \leqq q^{\alpha}) = 1 - \alpha$$

여기에서, 유의수준 $\alpha = P\,(\,q > c\,|\,H_0\,) \fallingdotseq 1 - e^{2nc^2}$으로 정의되는데 최대편차 q가 한계치 q^{α}보다 작으면 가정된 분포는 유의수준 α로서 그 적합성이 인정된다. 여기서 $H_0 : F(x) = F_0(x)$, $H_1 : F(x) \neq F_0(x)$로 H_0가 참이면 q는 0에 근접하게 되고 H_1이 참이면 $F(x) - F_0(x)$에 근접하게 된다. 특히, 가설 H_0가 인정되려면 $q > \sqrt{-\frac{1}{2n}\ln\frac{\alpha}{2}}$ 이어야 한다.

(3) Cramer Von Mises 검정

Cramer Von Mises 검정은 표본자료 X_1, X_2, …, X_N가 누가분포함수 $F_X(x\,;\hat{\theta})$으로 정의된 확률분포형을 모집단으로 갖는다는 가정을 검정하는데 사용된다. 여기서 $\hat{\theta}$

국토해양부

는 표본자료의 크기가 N인 자료에서 추정된 매개변수 집단이다. 검정통계량 W는 다음과 같이 계산된다 (Thompson, 1966).

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

여기에서, $F_{X_i}(x_i;\hat{\theta})$: 크기순으로 배열된 Xi=xi 위치에서 계산된 누가분포함수이다.

다음 조건식을 만족한다면, 적용한 분포형을 유의수준 α에서 기각할 수 없다.

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

여기에서,

$W_{1-\alpha}(N)$: N과 α의 함수

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

(4) PPCC 검정

PPCC 검정은 Filliben(1975)에 의해 처음으로 제안되었다. 간단하고 편리하면서도 대상표본자료가 정규분포인가를 판단하는데 좋은 것으로 알려져 있다. 정규분포 외에도 일반적으로 2개의 매개변수를 갖는 분포형에도 적용이 가능하다(Vogel, 1986).

PPCC 검정은 Filliben(1975), Looney와 Gulledge(1985) 등에 의해서 정규분포에 대한 검사로 알려졌으며, Vogel(1986)은 Filliben, Looney와 Gulledge 등의 검정통계량이 표본자료의 크기가 100개 이하에 대하여 제시되었으므로 10,000개 이하의 자료에 대하여 확장하여 검정통계량을 제시하였다. 또한 Gumbel 분포형에 대하여도 PPCC 검정을 확대하였다. 이때까지만 해도 매개변수가 3개 이상인 경우에는 PPCC 검정을 적용한 바가 없으며, 매개변수가 3개인 경우에 적용하면 예상보다 기각되는 경우가 매우 적으며, 이는 매개변수가 2개인 분포형에 대하여 PPCC 검정이 개발되었기 때문이라고 주장하였다(Vogel, 1986). 그러나, 그 후 Vogel(1989) 등은 저유량 자료에 대하여 normal, lognormal-2, lognormal-3, Gamma, log-Pearson Type Ⅲ, Weibull-2, Weibull-3 분포형에 확대 적용시켰다. 또한 Vogel과 McMartin(1991)은 Gamma-3, log-Pearson Type Ⅲ 분포형에 대하여 PPCC 검정을 적용하였다. Chowdhury(1991)는 GEV분포형에 대하여도 PPCC 검정을 적용하여, 검정통계량을 제시한 바 있다.

국토해양부

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

여기서, $M_i = \Phi^{-1}(m_i)$이고, $\Phi^{-1}(\cdot)$는 각 확률분포형의 누가분포함수의 역함수이다. 또한, m_i는 누가분포함수의 중간값(median)이며, Filliben은 다음 식으로 제안하였다.

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

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

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

표본자료가 가정한 확률분포형이라는 가설은 다음 조건일 경우에 만족한다.

$$\rho_c > \gamma_a\,(N)$$

유의수준(significance level 또는 critical values), 자료의 크기에 따른 검정통계량을 유도하는 과정은 다음과 같다(Vogel과 McMartin, 1991).

1) 결정된 분포형에 따른 매개변수에 대하여 표본크기 10, 15, 20, ..., 500 등의 자료를 100,000개 모의발생시킨다.
2) 1)에서 얻어진 각 자료에 대하여 M_i를 계산한다. 이때 도시위치공식(plotting position formula)은 분포형에 따라 선정한다.
3) PPCC test 검정통계량 γ값을 계산한다. 100,000개의 γ값이 계산되며, 경험적인 표본과정(empirical sampling procedure)을 통하여 q번째 값을 구한다.

$$\gamma_q = \gamma_{(100{,}000q)}$$

여기서, γ_q는 γ분포의 q번째 quantile이며, $\gamma_{(100,000q)}$는 100,000개 모의발생된 자료의 값 중에서 100,000q번째로 큰 값을 나타낸다. 결과적으로 q는 유의수준을 나타낸다.

4) 위의 방법에 따라 γ_q를 자료의 크기에 따라 계산할 수 있으며, 이를 통하여 유의수준별로 회귀분석으로 이용하여 식으로 나타낼 수도 있고, 표로 나타낼 수도 있다.

국토해양부

바) 분포형 검정결과 및 적정확률분포형 결정

하천의 수공구조물 및 배수시설물 계획은 타당한 규모의 강우량을 선정하여 홍수량을 결정하고, 그 홍수를 대상으로 하도정비 및 계획, 내수처리 계획 및 시설규모를 결정하고 있다. 계획홍수의 규모를 결정하기 위해서는 유역내 또는 인근의 우량관측소의 강우기록을 수집하여 통계처리를 실시한 후 확률강우량을 산정하고, 산정된 강우량을 토대로 유역내 유출특성을 감안하여 확률홍수량을 산정하는 것이 일반적인 방법이다.

설정된 재현기간에 해당하는 강우사상을 산정하기 위해서는 해당지역의 강우사상을 대표할 수 있는 지점의 연최대치 강우기록으로부터 지속기간별 매년 최대치 자료를 추출하는 작업이 선행되어야 한다. 따라서, 본 과업에서는 서산기상대의 시우량 자료를 이용하여 지속기간(10분, 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 6시간, 9시간, 12시간, 18시간, 24시간)별로 연최고치 계열의 강우량을 산정하여 빈도해석을 실시하였다.

지속기간별 확률강우량의 산정은 전술한 바와 같이 국립방재연구소의 「FARD」 프로그램을 이용하여 확률분포형별(GAM2, GAM3, GEV, GUM, LGU2, LGU3, LN2, LN3, LP3, WBU2, WBU3, WKB4, WKB5) 매개변수를 추정(모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법)하였고, 지속기간별 강우량 자료가 어느 분포형이 적합한가를 적합성 검정(goodness of fit test)을 실시하였다.

국토해양부

금회 강우의 적정분포형은 서산기상대에서 지속기간별, 분포형 검정방법별로 검토한 결과 다른 확률분포형에 비해 대부분의 적합도 검정에 대하여 유의수준 범위내에서 기각되지 않고 「1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서」(2000. 6, 건설교통부)에서 권장하고 있는 확률가중모멘트법에 의한 Gumbel(GUM)분포형을 채택하였다.

사) 지속기간별 확률강우량 산정

빈도별, 지속기간별 확률강우량 결정은 강우분석을 통하여 산정하는 방법과 「1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서」(2000. 6, 건설교통부)의 확률강우량을 이용하는 방법이 있다.

본 과업에서 기상청관할의 서산기상대의 시우량자료(1968년~2009년)를 이용하여 산정한 지속기간별 확률강우량을 건설교통부의 확률강우량과 비교한 결과 <표 2.3-7>에

서 나타난 바와 같이 지속기간 6시간 이하는 금회산정치가 높고, 6시간 이후로는 금회산정치가 작게 산정되었다. 본 과업의 해미천 유역은 임계지속기간이 6시간 이하를 나타내기 때문에 금회 수문분석은 지속기간 6시간 이하에서 값이 높게 나타난 금회산정된 지속기간별 확률강우량을 사용하였다.

<표 2.3-7> 지속기간별 확률강우량 (단위 : mm)

관측소	재현기간(년)	구분	강우지속기간별 확률강우량							비 고
			1시간	2시간	3시간	6시간	9시간	12시간	24시간	
서산	30	Ⅰ	73.6	95.9	115.7	159.9	196.1	231.1	288.2	채 택
		Ⅱ	64.9	86.7	111.2	158.3	202.7	244.9	306.4	
		Ⅲ	-	-	-	-	-	-	286.1	
	50	Ⅰ	79.6	103.2	124.7	172.6	212.2	251.2	314.4	채 택
		Ⅱ	70.0	93.3	120.0	171.2	220.3	267.6	335.8	
		Ⅲ	-	-	-	-	-	-	313.9	
	80	Ⅰ	85.2	110	132.9	184.1	227	269.5	338.5	채 택
		Ⅱ	74.7	99.4	128.0	183.1	236.5	288.4	362.8	
		Ⅲ	-	-	-	-	-	-	339.4	
	100	Ⅰ	87.8	113.2	136.8	189.6	234	278.2	349.8	채 택
		Ⅱ	76.9	102.3	131.8	188.7	244.2	298.2	375.5	
		Ⅲ	-	-	-	-	-	-	351.5	
	200	Ⅰ	95.9	123.1	148.8	206.5	255.7	305.1	385.1	채 택
		Ⅱ	83.8	111.2	143.7	206.1	267.9	328.7	415.1	
		Ⅲ	-	-	-	-	-	-	-	

주】 Ⅰ: 금회 산정한 지속기간별 확률강우량
Ⅱ: 「1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서」(2000. 6, 건설교통부)상의 지속기간별 확률강우량
Ⅲ: 「해미천 하천정비기본계획」(1995. 12, 충청남도)상의 1일최대 확률강우량

국토해양부

아) 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 한다.

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

<표 2.3-8(b)>는 상기 보고서에서 유도된 지속시간-재현기간별 면적감소계수(Areal Reduction Factor)이다. 이를 보면 면적감소계수는 재현기간별로 2년, 5년, 10년, 30년, 50년, 100년 빈도 등 6개의 경우에 대해서만 있고, 지속시간별은 0.5시간, 1시간, 2시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간 등 7개 지속시간만 있다. 따라서 본 과업을 위해서는 그 중간에 해당되는 값은 보간하여 다음 <표 2.3-9>와 같이 추정하였다.

국토해양부

한편 면적감소계수는 수공구조물의 안전한 설계를 위해서 유역면적이 적은 경우에는 고려할 필요가 없으며, 어느 정도 이상인 경우에만 적용해야 한다. 본 과업에서는 「한국확률강우량도의 작성(2000. 6, 국토해양부)」에서 언급된 바와 같이 26㎢이상인 경우에 면적감소계수를 적용하여야 하나, 홍수량산정지점인 해미천 하구와 황락천 합류후의 유역면적이 27.25㎢와 24.41㎢로 면적차가 2.84㎢밖에 나지 않아 <표 2.3-8(a)>에서 보는 것과 같이 해미천 하구에서 면적감소계수를 적용하였을 경우 면적감소계수를 적용하지 않은 황락천 합류후의 홍수량보다 적게 홍수량이 산정되어 <표 2.3-9>에서 구한 해미천 하구에서의 면적감소계수를 적용하지 않았다.

<표 2.3-8(a)> 면적감소계수(ARF)에 따른 홍수량 산정결과

하천명	산정지점	면적(㎢)	빈도별 홍수량(㎥/s)					비고
			30년	50년	80년	100년	200년	
해미천	HM0	27.25	335	365	390	405	455	면적감소계수미적용
			310	340	365	380	415	면적감소계수적용
	HM1	24.41	320	355	390	405	455	

<표 2.3-8(b)> 강우 지속기간-재현기간별 면적감소계수(ARF)

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

재현기간 (년)	매개변수	지속시간(hr)						
		0.5	1	2	3	6	12	24
2	M	2.4287	3.4312	3.9660	4.1367	0.9116	1.0720	1.3319
	a	0.1712	0.1867	0.1602	0.1410	0.1155	0.1192	0.1195
	b	0.1721	0.1221	0.1259	0.1191	0.2406	0.1864	0.1450
5	M	2.9261	3.6220	4.1802	6.8533	4.2678	3.7612	0.9835
	a	0.1843	0.1944	0.1642	0.1446	0.1451	0.1319	0.1442
	b	0.1491	0.1153	0.1126	0.1089	0.1156	0.1178	0.1513
10	M	3.0931	3.7249	6.7562	10.7957	3.7574	2.9752	3.2710
	a	0.1835	0.1966	0.1621	0.1417	0.1495	0.1348	0.1453
	b	0.1473	0.1128	0.1018	0.0946	0.1194	0.1285	0.0957
30	M	2.6730	3.7203	9.9311	13.5588	7.3024	4.3371	8.9801
	a	0.1841	0.1996	0.1579	0.1403	0.1450	0.1356	0.1358
	b	0.1594	0.1115	0.0895	0.0887	0.0956	0.1138	0.0719
50	M	2.7129	3.7410	11.2864	15.9672	8.8585	5.4253	1.5786
	a	0.1856	0.2008	0.1565	0.1387	0.1428	0.1338	0.1633
	b	0.1576	0.1106	0.0858	0.0849	0.0906	0.1071	0.1185
100	M	2.7718	3.7278	11.0670	17.9015	11.4217	6.2567	1.7808
	a	0.1869	0.2018	0.1581	0.1376	0.1405	0.1336	0.1646
	b	0.1552	0.1105	0.0855	0.0825	0.0840	0.1027	0.1124

주】 자료 : 「1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 제 1권 한국확률강우량도 작성 (2000. 6 국토해양부)」

국토해양부

<표 2.3-9> 해미천유역의 산정지점별 면적감소계수

유역명	지점명	유역면적	지속시간	30년	50년	80년	100년	200년	비고
해미천	HM0	27.25	60분	0.8837	0.8819	0.881	0.8804	0.8799	
			120분	0.9107	0.9082	0.9069	0.906	0.9036	
			360분	0.952	0.9507	0.9491	0.948	0.9466	
			720분	0.9726	0.9714	0.9704	0.9697	0.9682	
			1440분	0.973	0.9748	0.9738	0.973	0.9669	
	HM1	24.41	전지속시간	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	HM2	18.22	전지속시간	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	HM3	16.48	전지속시간	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

주】 금회 과업에서는 면적감소계수 미적용

2) 확률강우강도식의 유도

상기의 확률강우량 자료를 회귀분석하여 아래의 주요형태(Talbot형, Sherman형, Japanese형, General형)의 확률강우강도식을 유도할 수 있다. 한편, 확률강우강도식은 유도하는 과정에서 회귀식의 적합도를 높이기 위하여 단기간과 장기간으로 지속기간을 나누어 분석하였다. 이는 확률강우량도를 전대수지에 도시해보면, 자료의 양상이 변화되는 부분을 찾을 수 있는데, 이 지속기간을 중심으로 전반부를 단기간, 후반부를 장기간으로 나누었다. 도시결과 본 과업유역의 장·단기간 구분시간은 180분인 것으로 나타났으며, 확률강우강도식의 장·단기간으로 나누어 유도한 결과 단기간에서는 Talbot형이 강우강도식 유형중에서 편차값이 가장 작은 것으로 나타났고, 장기간에서도 General형이 편차값이 가장 작은 것으로 나타났다.

국토해양부

◦ Talbot형 : $I = \frac{a}{(t+b)} + c$

◦ Sherman형 : $I = \frac{d}{(t+f)^e}$

◦ Japanese형 : $I = \frac{g}{\sqrt{t+h}} + i$

◦ General형 : $I = \frac{j}{(t^k+l)}$

여기서, I = 강우강도 (mm/hr)

t = 강우지속기간 (min)

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l = 상수

<표 2.3-10> 강우강도 공식 (단기간)

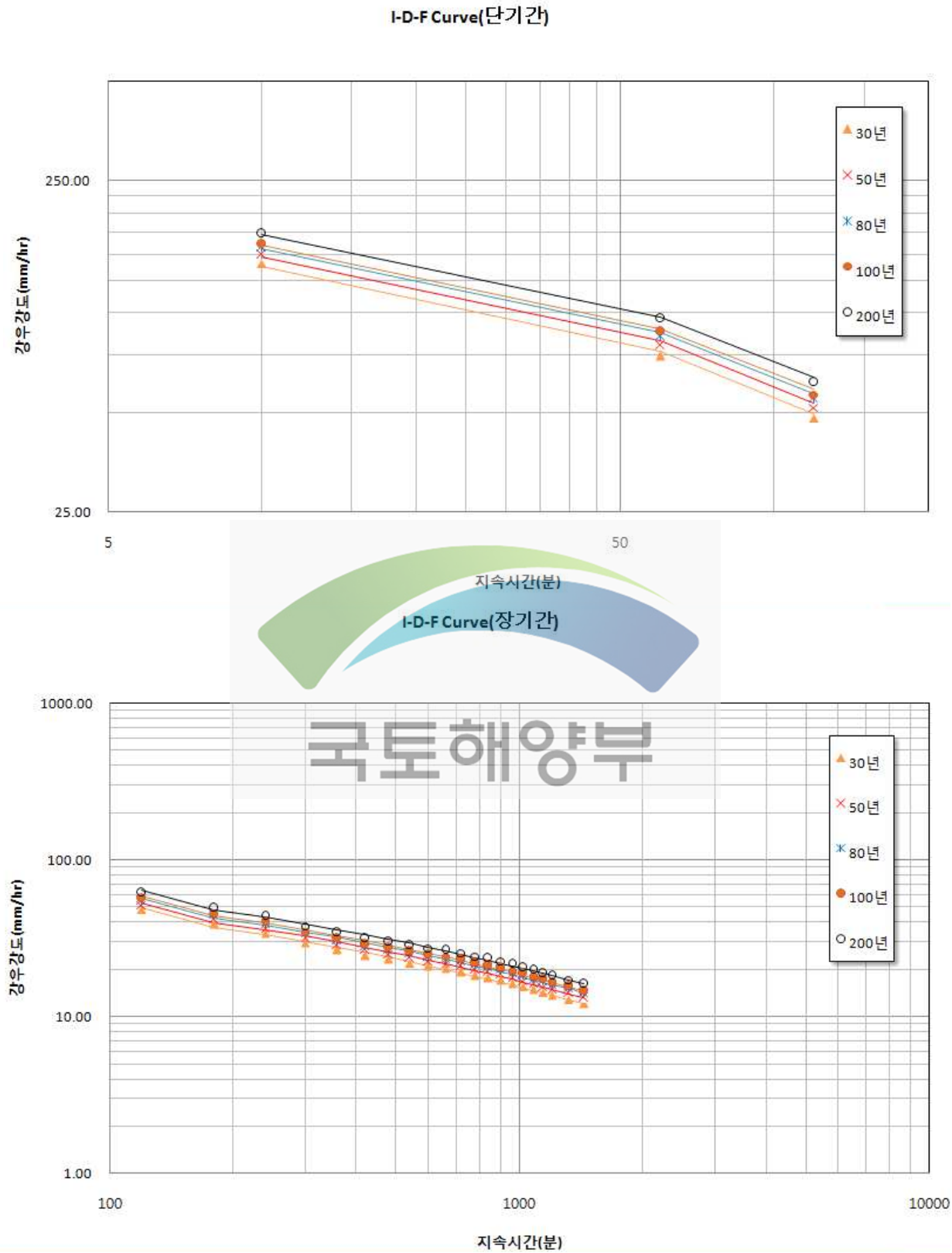
재현기간	구 분	Talbot형	Sherman형	Japanese형	General형	비고
30년	공 식	$\frac{8485.159}{(t+51.32707)}$	$\frac{403.66875}{t^{0.44187}}$	$\frac{574.49667}{\sqrt{t}+0.80264}$	$\frac{1125.13594}{t^{0.61817}+3.70081}$	Talbot형 채 택
	편 차	4.13	9.57	8.08	5.47	
50년	공 식	$\frac{9211.50735}{(t+52.46363)}$	$\frac{426.04492}{t^{0.43742}}$	$\frac{622.68833}{\sqrt{t}+0.86541}$	$\frac{1269.78128}{t^{0.6254}+4.09235}$	
	편 차	4.01	10.86	9.25	6.26	
80년	공 식	$\frac{9900.49369}{(t+53.68445)}$	$\frac{444.47876}{t^{0.43272}}$	$\frac{668.10906}{\sqrt{t}+0.93219}$	$\frac{1409.17276}{t^{0.63142}+4.4694}$	
	편 차	3.79	12.18	10.47	7.14	
100년	공 식	$\frac{10228.9012}{(t+54.27482)}$	$\frac{452.69271}{t^{0.43045}}$	$\frac{689.72727}{\sqrt{t}+0.96496}$	$\frac{1471.21569}{t^{0.63342}+4.62241}$	
	편 차	3.72	12.78	11.02	7.54	
200년	공 식	$\frac{11213.3795}{(t+55.43641)}$	$\frac{482.63045}{t^{0.42606}}$	$\frac{754.79035}{\sqrt{t}+1.0272}$	$\frac{1668.24141}{t^{0.63977}+5.03063}$	
	편 차	3.62	14.56	12.68	8.71	

주】 장·단기간 구분시간은 180분임.

국토해양부

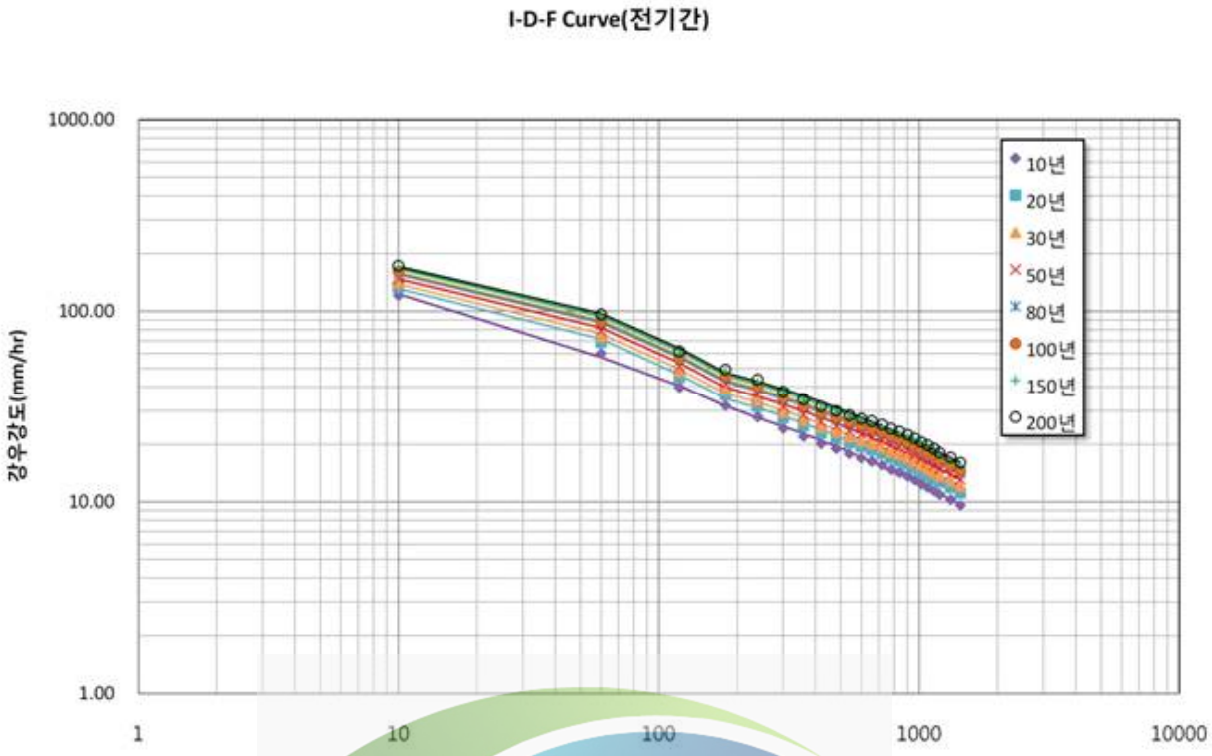
<표 2.3-10 계속> 강우강도 공식 (장기간)

재현기간	구 분	Talbot형	Sherman형	Japanese형	General형	비고
30년	공 식	$\frac{22711.7787}{(t+458.12313)}$	$\frac{869.6924}{t^{0.0.58695}}$	$\frac{428.47747}{\sqrt{t}-3.21719}$	$\frac{7502.84957}{t^{0.85617}+116.80548}$	General형 채 택
	편 차	4.11	4.23	4.94	2.7	
50년	공 식	$\frac{24925.7431}{(t+470.65279)}$	$\frac{907.14036}{t^{0.58087}}$	$\frac{469.60902}{\sqrt{t}-3.01086}$	$\frac{8573.55883}{t^{0.86143}+127.34705}$	
	편 차	4.55	4.62	5.27	3.11	
80년	공 식	$\frac{26960.8795}{(t+480.82838)}$	$\frac{942.06011}{t^{0.0.576}}$	$\frac{507.398}{\sqrt{t}-2.84353}$	$\frac{9089.15802}{t^{0.85888}+127.42914}$	
	편 차	4.96	4.98	5.58	3.43	
100년	공 식	$\frac{27921.5128}{(t+485.10566)}$	$\frac{959.46789}{t^{0.57402}}$	$\frac{525.22664}{\sqrt{t}-2.77384}$	$\frac{9309.8104}{t^{0.85748}+127.02051}$	
	편 차	5.14	5.15	5.73	3.57	
200년	공 식	$\frac{30917.3803}{(t+497.57048)}$	$\frac{1012.20779}{t^{0.56826}}$	$\frac{580.78138}{\sqrt{t}-2.57074}$	$\frac{10474.581}{t^{0.85959}+133.78226}$	
	편 차	5.71	5.69	6.22	4.08	



국토해양부

【그림 2.3-4】 IDF 곡선



【그림 2.3-4】 IDF 곡선(계속)

국토해양부

3) 강우의 시간적분포

수공구조물을 설계하고자 하는 유역에서 선택한 설계강우량을 가지고 유역대표 단위도나 합성단위도를 이용하여 설계홍수량을 산정하기 위해서는 강우의 시간분포, 즉 유출에 기여하는 설계우량주상도를 결정하여 첨두홍수량이나 유출수문곡선을 선정한다.

강우량의 시간별 분포는 대단히 복잡 다양해서 정확한 강우분포의 분석은 상당히 많은 시간과 노력을 필요로 한다.

설계강우의 시간적 분포양상은 설계지역의 과거 강우자료로부터 강우지속기간 동안에 총 강우량이 시간이 경과함에 따라 어떻게 분포하는가를 통계학적으로 분석하여 그 지역에 적합한 시간분포 모형을 만들면 수공구조물의 설계조건에 따라 결정할 수 있으며 설계강우의 시간분포를 결정할 수 있는 방법은 여러 가지가 있으나 일반적으로 사용하고 있는 방법을 소개하면 다음과 같다.

① 모노노베 방법은 강우의 시간분포를 임의로 배열하는 것으로 일최대우량을 가지고

모노노베 강우량공식에 대입하여 총강우량을 최대강우강도가 발생하는 위치에 따라 전방위형, 중앙집중형, 후방위형으로 나누고 시간별로 분포시키는 방법으로 이 방법은 과거 강우시간분포에 대한 연구결과가 전혀 없었을 때 단순히 일최대우량만을 임의로 시간구간별로 나누는 것으로서 강우의 지속특성을 전혀 반영하지 못하므로 사용을 지양하여야 할 것이다.

② 강우의 시간분포를 강우강도-지속기간-빈도 관계를 이용하여 수학적으로 모형화하는 방법으로 Keifer & Chu 방법 (Chicago 방법)이 있으며 주로 도시지역에 사용한다.

③ 실측강우를 시간대별 누가곡선을 작성하여 이용하는 방법으로 여러 강우사상에 대한 누가곡선을 평균하거나 실측강우의 지속기간 또는 강우량의 크기를 제한하여 그 크기별로 누가곡선을 평균하여 설계우량주상도를 만드는 방법으로서 미국자연자원보호청에서 제시한 6시간 무차원 설계우량주상도, Huff의 4분위법 등이 있다.

④ 강우량의 시간분포를 이동평균법을 이용하여 분석하는 방법으로 Pilgrim & Codery 방법이 있다.

⑤ 지속기간별 강우자료를 통계처리하여 무차원화 하므로서 설계우량주상도를 삼각형 또는 사각형 형태로 가정하는 방법으로 Yen & Chow 방법이 있다.

국토해양부

금회 과업에서는 국내 주요지점에 대한 강우의 시간적분포에 관한 연구로서 “지역별 설계 강우의 시간적 분포(2000, 건설교통부)”에서 비교된 Yen & Chow 방법, Huff 방법, Keifer & Chu 방법, Pilgrim & Cordery 방법 중 강우의 통계적 특성을 고려한 Huff의 4분위법(Huff's Quartile Method)을 적용하여 계획강우의 시간적분포를 결정하였다.

Huff의 4분위법은 기왕의 강우자료로부터 총 강우지속기간을 4등분하여 첨두우량이 발생하는 시각으로 분위를 구분하고 각 분위별 통계적 특성을 적출하여 해당지역의 해당분위 강우량의 분포식을 회귀분석에 의해 구한 다음, 이를 기준으로 하여 설계강우를 강우지속기간내에 분포시키는 방법이다. 이 방법은 개념상 비교적 단순하면서 물리적으로도 의미를 가지고 있으며, 대량의 강우자료에 대해서도 짧은 시간내에 계산이 가능하기 때문에 많이 사용되고 있다. 그러나 첨두우량의 발생시각이 4개로 한정되어 있으므

로 많은 기록을 가지지 않은 지역의 통계적 특성치는 오차가 발생할 우려가 있으므로 주의해서 사용하여야 한다.

<표 2.3-11> 지속기간에 따른 4분위법의 최빈구간(a)

지속기간 / 지점	전지속 기간	~ 6시간	7~12 시간	13~18 시간	19~24 시간	25시간 ~	중호우	경호우
서 산	3rd	1st	1st	2nd	3rd	3rd	2nd	1st

주】 지역적 설계 강우의 시간적 분포 (2000, 건설교통부)

<표 2.3-12> 지속기간에 따른 4분위법의 최빈구간(b)

전체강수사상					
지속시간	1분위	2분위	3분위	4분위	합계
전기간	190	284	240	140	854
-6시간	20	23	19	11	73
7시간-12시간	47	73	59	31	210
13시간-18시간	34	83	69	36	222
19시간-24시간	38	53	36	29	156
25시간이상	51	52	57	33	193
강수량이 평균(43.86mm)이상인 사상					
지속시간	1분위	2분위	3분위	4분위	합계
전기간	44	90	81	45	260
-6시간	1	4	2	1	8
7시간-12시간	3	12	10	4	29
13시간-18시간	4	22	17	11	54
19시간-24시간	4	24	17	11	56
25시간이상	32	28	35	18	113
강우강도가 평균(2.343mm/hr) 이상인 사상					
지속시간	1분위	2분위	3분위	4분위	합계
전기간	67	125	103	60	355
-6시간	17	21	16	9	63
7시간-12시간	22	42	28	14	106
13시간-18시간	6	28	22	14	70
19시간-24시간	4	20	15	10	49
25시간이상	18	14	22	13	67

주】 1968년~2009년 시강우자료 분석

국토해양부

<표 2.3-11>에서 볼 수 있듯이 서산기상대의 경우 전지속기간에 대하여 제3구간 호우가 최빈구간이며, 전 지속기간에 대하여 평균 강우강도보다 큰 중호우인 경우에는 제2구간 호우가 최빈구간으로 나타났다.

또한 <표 2.3-12>에서 보는 바와 같이 1968년부터 2009년까지의 서산기상대의 시우량자료를 분석한 결과 전체 강우사상 및 평균강우사상 중에서 지속시간 25시간 미만에서의 최빈구간은 제2구간으로 나타났다.

따라서 금회 강우의 시간적 분포는 치수안전성을 고려하여 중호우 및 평균강우사상의 최빈구간인 Huff의 제2구간 호우로 결정하였다.

각 분위별 우량을 배분하는 기법을 순서대로 열거하면 다음과 같다.

가) 누가우량 배분율의 다항식 모형

기왕의 강우자료로부터 첨두위치에 따라 4가지로 분류하고, 각 첨두위치마다 평균적인 누가우량을 구하고 이를 다음과 같은 다항식으로 나타낼 수 있다고 가정한다.

$$DR = C_0 + \Sigma C_i \cdot x^i, \qquad x^i = \frac{T}{TD} \times 100$$

여기서, T : 강우지속기간 중의 임의 경과시간(분)

TD : 총 강우지속기간(분)

x^i : 강우지속기간의 비(%)

DR : 누가우량의 배분

C_0, C_i : 다항식의 회귀계수

서산기상대의 강우기록에 관한 “지역적 설계강우의 시간적분포(2000, 건설교통부)”의 분위별 무차원 누가강우분포 및 곡선은 <표 2.3-13> 및 【그림 2.3-5】와 같으며, 이를 이용하여 회귀식의 적합도를 높이기 위해 차수를 증가시키면서 다항회귀분석(polynomial regression)을 한 결과 6차식에서 결정계수(coefficient of determination)가 1에 가까운 회귀계수값을 산정할 수 있었고, 그 결과는 <표 2.3-14>과 같다.

국토해양부

<표 2.3-13> 서산지역 강우의 분위별 적정 무차원 누가강우분포

시간비율(%) / 분 위	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
제1분위	0.0	21.1	44.6	62.3	69.7	76.4	81.5	86.5	92.0	96.3	100.0
제2분위	0.0	4.4	12.6	27.5	48.2	67.8	82.5	90.5	95.2	97.9	100.0
제3분위	0.0	3.1	7.0	12.0	19.8	34.0	56.2	78.7	92.3	97.3	100.0
제4분위	0.0	4.8	9.8	15.4	22.4	29.7	35.5	44.3	59.4	83.2	100.0

주】 「지역별 설계강우의 시간적분포」(2000.6, 건설교통부) 보고서상의 50% 확률에 해당하는 무차원 누가강우분포임

<표 2.3-14> 서산지방 Huff의 4분위법 적용을 위한 회귀계수

분위 / 계수	제 1분위	제 2분위	제 3분위	제 4분위
C_0	-2.229528E-02	-2.885636E-02	3.237358E-02	-1.012751E-01
C_1	1.292289E+00	8.044104E-01	-2.189869E-01	1.067502E+00
C_2	1.340369E-01	-7.499344E-02	8.916189E-02	-9.044315E-02
C_3	-6.159896E-03	4.976392E-03	-4.964424E-03	4.683532E-03
C_4	1.077321E-04	-1.011085E-04	1.225012E-04	-1.031834E-04
C_5	-8.536765E-07	8.490573E-07	-1.257909E-06	1.021569E-06
C_6	2.553922E-09	-2.586601E-09	4.523693E-09	-3.683007E-09
결정계수	0.999784	0.999974	0.999890	0.999816

국토해양부

나) 표준우량주상도의 작성

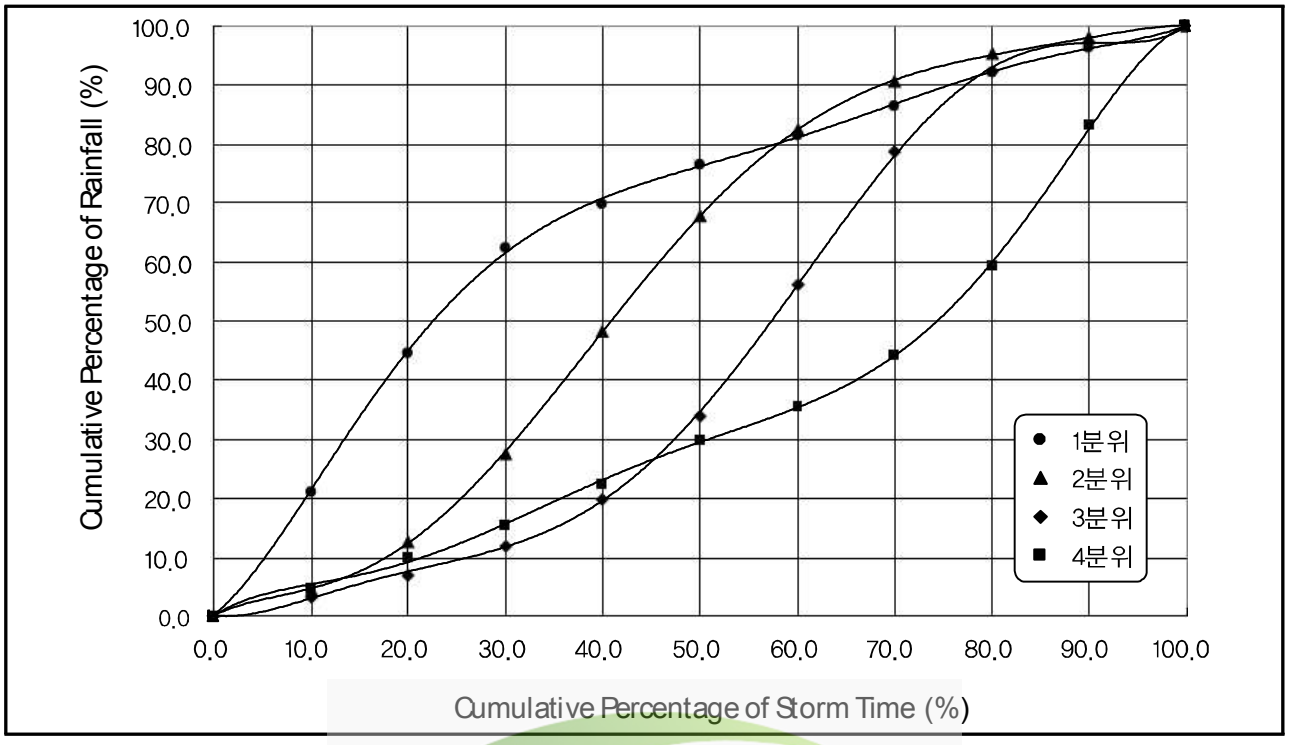
지속기간의 구간수는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$N = \frac{TD}{t}$$

여기서, N : 지속기간축의 구간수

TD : 강우의 지속기간

t : 단위시간 (분)



【그림 2.3-5】 Huff분포의 무차원 누가곡선

국토해양부

다) 강우지속기간비의 결정

$$x(i) = \frac{t \times i}{TD} \times 100 \quad (i = 1, 2, 3, \cdots, N)$$

라) 누가우량 배분율의 결정

$$DR(i) = C_0 + C_1 \cdot x(i) + C_2 \cdot x^2(i) + C_3 \cdot x^3(i) + C_4 \cdot x^4(i) + C_5 \cdot x^5(i) + C_6 \cdot x^6(i)$$

여기서, i : 지속기간의 구간순위

DR(i) : i번째 구간의 누가우량배분율(%)

마) 우량주상도의 종거결정

$$HR(i) = DR(i) - DR(i-1)$$

여기서, HR(i) : i번째 시간의 우량주상도 종거비율

4) 유효우량 산정

지상에 도달한 강우량 중 일부는 지하로 침투하고 나머지 초과분은 지표면을 흘러 유출을 형성하게 되는데, 이와 같이 지상에 내린 강우량 중 침투나 차단 등의 손실을 제외한 값을 유효우량이라 한다. 유효우량을 산정하는 방법으로는 다음과 같은 방법들이 있다.

◦ 일정비법(Constant fraction method)

시간구간별 강우량의 일정비가 손실되고 나머지가 유효우량이 된다고 가정하는 것으로 유출계수와 같은 개념으로 유효우량을 계산하는 방법

◦ 일정 손실률법(Constant loss rate method)

강우기간동안의 손실률 또는 침투능이 일정하다고 가정하는 방법으로 ∅-index방법과 동일한 개념을 가짐

◦ 초기손실-일정손실률법 (Initial loss-constant rate method)

유역의 토양수분 미흡량이 초기침투량으로 충족될 때 까지는 유출이 발생하지 않으며 초기손실이 발생한 이후에는 일정률로 손실된다고 가정하는 방법

◦ 침투 곡선법 (Infiltration curve method)

강우가 계속됨에 따라 토양의 침투율이 감소하는 특성을 표시하는 Horton, Holtan, Philip 등의 침투능 곡선으로 시간구간별 손실량을 계산하는 방법

◦ 표준 강우-유출관계곡선법 (Standard rainfall-runoff relation curve method)

광범위한 수문관측자료의 분석으로 유역의 유출특성조건에 따른 강우량과 유출량의 관계를 설정해 둠으로써 특정 강우량이 발생했을 경우의 유출량을 산정하는 방법으로 이 방법에 속하는 가장 대표적인 방법으로 NRCS방법이 있음

우리나라 중소유역에 대한 유출량의 실측자료가 부족하여 강우손실량의 계산을 위한 위의 각종 방법이 설정되어 있지 않아 유효우량의 계산에 어려움이 많으나 금번 과업에서는 비교적 객관성이 높고 유역의 토양상황, 토지이용상태 등에 의해 계산이 가능한 NRCS방법을 사용하였으며, NRCS방법을 기술하면 다음과 같다.

이 방법은 미국 자연자원보호청(U.S Natural Resources Conservation Service, NRCS)에서 제안한 방법으로 총우량과 유효우량간의 관계를 다음과 같은 식으로 표시하였다.

국토해양부

$$P' = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}, \; P > Ia$$

여기서, P : 총우량(mm)

Ia : 초기손실우량(mm)

S : 초기손실을 포함한 유역의 가능최대손실(mm)

P′ : 유효우량(mm)

한편, 여러 소유역에서 실측자료에 의하면 Ia = 0.2S의 관계가 입증된 바 있어 이를 위 식에 대입하면,

$$P' = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}, \; P \geq 0.2S$$

와 같이 쓸 수 있다. 앞 식에 S는 유역의 토양이나 토지이용 및 처리상태 등의 이른바 수문학적 토양-피복형의 성질을 대변하는 것으로서, 한 유역의 유출능력을 표시하는 유출곡선지수 CN(Curve Number)은 다음과 같이 S의 함수로 정의하였다.

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

CN값을 결정하기 위한 토양형의 분류 및 선행토양함수조건(Antecedent Soil Moisture Conditiom, AMC)의 기준은 <표 2.3-15> 및 <표 2.3-16>와 같다.

국토해양부

또한, CN값을 AMC-Ⅱ 조건하에서 계산하고, 이를 AMC-Ⅰ 또는 AMC-Ⅲ의 조건으로의 변환은 다음 공식에 의하였으며, NRCS에서 기준으로 삼고 있는 선행토양함수조건(AMC)은 유역의 습윤정도를 판단하는 기준이 되며, AMC-Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ의 순으로 토양의 수분함유량이 크므로 유역의 유출률은 높은 것임을 알 수 있다. 본 계획에서는 전 자료기간에 대하여 선행토양함수조건을 검토한 결과 AMC-Ⅲ 조건이 42회 중 24회로 우세한 것으로 나타나 AMC-Ⅲ 조건을 적용하였다.

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

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

여기서, CN(Ⅰ), CN(Ⅱ), CN(Ⅲ)은 각각 AMC-Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ 하에서의 유출곡선 지수이다. 각 하천 유역의 정밀토양도에서 배수상태 및 침투율에 따른 토양형의 분류에 따라

토양형을 <표 2.3-15>와 같이 A, B, C, D TYPE으로 구분하고, 1/25,000 및 1/5,000지형도와 현장조사내용 등을 이용하여 유역 전반의 토지이용 현황을 조사한 후 AMC-Ⅱ 조건에서의 유출곡선지수(CN값)를 기준으로 CN값을 구하고, 홍수량 산정지점에 따라 각각의 가중평균 CN값을 산정하였다.

<표 2.3-15> 토양형의 분류

토 양 형	토 양 의 특 성	침투율(mm/hr)
TYPE A	낮은 유출율(Low Runoff Potential), 침투율이 대단히 크며 자갈이 있는 부양질, 배수 매우 양호(High Infiltration Rate)	7.62~11.43
TYPE B	침투율이 대체로 크고(Moderate-Infiltration Rate) 돌 및 자갈이 섞인 사질토, 배수 대체로 양호	3.80~7.62
TYPE C	침투율이 대체로 작고, 대체로 세사질토양층, 배수 대체로 불량	1.27~3.81
TYPE D	높은 유출율(High Runoff Potential), 침투율이 대단히 작은 점토질 종류의 토양으로 거의 불투성, 배수 대단히 불량	0~1.27

국토해양부

<표 2.3-16> 선행함수조건의 분류

AMC Group	5일 선행강우량 P5(mm)		선행함수조건
	비성수기	성 수 기	
Ⅰ	P5 < 12.70	P5 < 35.56	Lowest runoff potential
Ⅱ	12.70 < P5 < 27.94	35.56 < P5 < 53.34	Average runoff poetntial
Ⅲ	P5 〉 27.94	P5 〉 53.34	Highest runoff poetntial

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

<표 2.3-17> 농경지역 및 임목지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ 조건)

토지이용상태	피복처리상태	토양의 수문학적 조건	토 양 형			
			A	B	C	D
휴경지(fallow)		-	77	86	91	94
이랑 경작지 (row crops)	경사경작(straight row)	배수 나쁨	72	81	88	91
	경사경작	배수 좋음	67	78	85	89
	등고선 경작(contoured)	배수 나쁨	70	79	84	88
	등고선 경작	배수 좋음	65	75	82	86
	등고선 및 테라스 경작	배수 나쁨	66	74	80	82
	등고선 및 테라스 경작	배수 좋음	62	71	78	81
조밀 경작지 (small grains)	경사경작	배수 나쁨	65	76	84	88
	경사경작	배수 좋음	63	75	83	87
	등고선 경작	배수 나쁨	63	74	82	85
	등고선 경작	배수 좋음	61	73	81	84
	등고선 및 테라스 경작	배수 나쁨	61	72	79	82
	등고선 및 테라스 경작	배수 좋음	59	70	78	81
콩과식물(close-seeded legumes) 또는 윤번초지 (rotation meadow)	경사경작	배수 나쁨	66	77	85	89
	경사경작	배수 좋음	58	72	81	85
	등고선 경작	배수 나쁨	64	75	83	85
	등고선 경작	배수 좋음	55	69	78	83
	등고선 및 테라스 경작	배수 나쁨	63	73	80	83
	등고선 및 테라스 경작	배수 좋음	51	67	76	80
목초지(pasture) 또는 목장(range)		배수 나쁨	68	79	86	89
		배수 보통	49	69	79	84
		배수 좋음	39	61	74	80
	등고선 경작	배수 나쁨	47	67	81	88
	등고선 경작	배수 보통	25	59	75	83
	등고선 경작	배수 좋음	6	35	70	79
초지(meadow)		배수 좋음	30	58	71	78
삼림(woods)		배수 나쁨	45	66	77	83
		배수 보통	36	60	73	79
		배수 좋음	25	55	70	77
관목숲(forests)	매우 듬성듬성	-	56	75	86	91
농가(farmsteads)		-	59	74	82	86

국토해양부

<표 2.3-18> 도시지역의 유출곡선지수(AMC-Ⅱ 조건)

피복처리상태	평균 불투수율 (%)	토양형			
		A	B	C	D
<완전히 개발된 도시지역>					
(식생처리됨)					
개활지(잔디, 공원, 골프장, 묘지등)					
- 나쁜상태(초지피복율이 50% 이하)		68	79	86	89
- 보통상태(초지피복율이 50~75%)		49	69	79	84
- 양호한 상태(초지피복율이 75% 이상)		39	61	74	80
불투수 지역					
- 포장된 주차장, 지붕, 접근로(도로경계선을		98	98	98	98
포함하지 않음)					
- 도로와 길					
· 포장된 곡선길과 우수거(도로경계선을 포함		98	98	98	98
하지 않음)					
· 포장길 : 배수로(도로경계선을 포함)		83	89	92	93
· 자갈길(도로경계선을 포함)		76	85	89	91
· 흙길(도로경계선을 포함)		72	82	87	89
도시지역					
- 상업 및 사무실 지역	85	89	92	94	95
- 공업 지역	72	81	88	91	93
- 주거 지역(구획지 크기에 따라)					
150 평 이하	65	77	85	90	92
300 평	38	91	75	83	87
400 평	30	57	72	81	86
600 평	25	54	70	80	85
1,220 평	20	51	68	79	84
2,520 평	12	46	65	77	82
<개발중인 도시 지역>		77	86	91	94

국토해양부

<표 2.3-19> 선행함수조건(AMC)에 따른 유출곡선지수의 결과

AMC 별 CN			S (AMC-Ⅱ) (mm)	곡선의 시 점 (mm)	AMC 별 CN			S (AMC-Ⅱ) (mm)	곡선의 시 점 (mm)
Ⅱ	Ⅰ	Ⅲ			Ⅱ	Ⅰ	Ⅲ		
100	100	100	0	0	60	40	78	169	33.8
99	97	100	2.57	0.5	59	39	77	177	35.3
98	94	99	5.18	1.0	58	38	76	184	36.8
97	91	99	7.85	1.5	57	37	75	192	38.4
96	89	99	10.6	2.0	56	36	75	200	39.9
95	87	98	13.4	2.8	55	35	74	208	41.6
94	85	98	16.2	3.3	54	34	73	216	43.2
93	83	98	19.1	3.8	53	33	72	225	45.0
92	81	97	22.1	4.3	52	32	71	234	47.0
91	80	97	25.1	5.1	51	31	70	244	48.8
90	78	96	28.2	5.6	50	31	70	254	50.8
89	76	96	31.5	6.4	49	30	69	264	52.8
88	75	95	34.5	6.9	48	29	68	274	54.9
87	73	95	37.5	7.6	47	28	67	287	57.4
86	72	94	41.4	8.4	46	27	66	297	59.4
85	70	94	44.7	8.9	45	26	65	310	62.0
84	68	93	48.3	9.6	44	25	64	323	64.5
83	67	93	52.1	10.4	43	25	63	335	67.1
82	66	92	55.9	11.2	42	24	62	351	70.1
81	64	92	59.4	11.9	41	23	61	366	73.2
80	63	91	63.5	12.7	40	22	60	381	76.2
79	62	91	67.6	13.5	39	21	59	396	79.2
78	60	90	71.6	14.2	38	21	58	414	82.8
77	59	89	76.0	15.2	37	20	57	432	86.4
76	58	89	80.3	16.0	36	19	56	452	90.4
75	57	88	84.6	17.0	35	18	55	472	94.5
74	55	88	89.2	17.8	34	18	54	493	98.6
73	54	87	94.0	18.8	33	17	53	516	103
72	53	86	98.8	19.8	32	16	52	538	108
71	52	86	104	20.8	31	16	51	564	113
70	51	85	109	21.8	30	15	50	592	118
69	50	84	114	22.9					
68	48	84	119	23.9	25	12	43	762	152
67	47	83	125	24.9	20	9	37	1016	203
66	46	82	131	26.2	15	6	30	1440	288
65	45	82	137	27.4	10	4	22	2286	457
64	44	81	143	28.4	5	2	13	4826	965
63	43	80	149	29.7	0	0	0	∞	∞
62	42	79	156	31.2					
61	41	78	162	32.5					

국토해양부

본 과업에서는 다음 <표 2.3-20>과 같이 전 자료기간에 대하여 선행토양함수조건을 검토한 결과 AMC-Ⅲ조건이 42회 중 24회로 우세한 것으로 나타났다. 따라서 금회 계획에서는 치수안전 등을 감안하여 유출률이 높은 상태를 나타내는 AMC-Ⅲ조건을 적용하였으며, 각 하천 유역의 평균 유출곡선지수는 다음 <표 2.3-21>과 같다.

<표 2.3-20> 선행토양함수 조건

관측소	호 우 발생시기 (년. 월)	5일 선행강수량 (mm)	AMC Group	비 고	호 우 발생시기 (년. 월)	5일 선행강수량 (mm)	AMC Group	비 고
서 산	1968. 7	41.3	Ⅱ	성수기	1989. 9	6.4	Ⅰ	성수기
	1969. 7	94.6	Ⅲ	성수기	1990. 9	119.6	Ⅲ	성수기
	1970.10	33.3	Ⅲ	비성수기	1991. 5	22.7	Ⅱ	비성수기
	1971. 8	85.3	Ⅲ	성수기	1992. 8	15.6	Ⅰ	성수기
	1972. 8	98.4	Ⅲ	성수기	1993. 7	106.0	Ⅲ	성수기
	1973. 9	76.5	Ⅲ	성수기	1994. 7	15.8	Ⅰ	성수기
	1974. 7	27.0	Ⅰ	성수기	1995. 8	190.9	Ⅲ	성수기
	1975. 8	14.3	Ⅰ	성수기	1996. 7	12.1	Ⅰ	성수기
	1976. 7	6.8	Ⅰ	성수기	1997. 7	147.7	Ⅲ	성수기
	1977. 9	34.6	Ⅰ	성수기	1998. 8	66.7	Ⅲ	성수기
	1978. 8	132.0	Ⅲ	성수기	1999. 8	112.9	Ⅲ	성수기
	1979. 6	89.0	Ⅲ	성수기	2000. 9	71.8	Ⅲ	성수기
	1980. 7	7.4	Ⅰ	성수기	2001. 7	129.7	Ⅲ	성수기
	1981. 7	93.1	Ⅲ	성수기	2002. 8	7.7	Ⅰ	성수기
	1982. 7	14.1	Ⅰ	성수기	2003. 6	22.0	Ⅰ	성수기
	1983. 8	11.6	Ⅰ	성수기	2004. 6	47.9	Ⅱ	성수기
	1984. 9	129.6	Ⅲ	성수기	2005. 7	51.0	Ⅱ	성수기
	1985.10	62.3	Ⅲ	비성수기	2006. 7	60.5	Ⅲ	성수기
	1986. 9	100.5	Ⅲ	성수기	2007. 9	57.5	Ⅲ	성수기
	1987. 8	66.7	Ⅲ	성수기	2008. 7	67.0	Ⅲ	성수기
	1988. 7	48.2	Ⅱ	성수기	2009. 7	89.0	Ⅲ	성수기

국토해양부

<표 2.3-21> 하천별 홍수량 산정지점별 CN값

하천명	산정 지점	주 요 지 점	유역면적 A(㎢)	유로연장 L(km)	토양형별 면적(㎢)				CN 계수		비 고
					Type A	Type B	Type C	Type D	AMC-Ⅱ	AMC-Ⅲ	
해미천	HM0	해미천 하구	27.25	10.6	2.58	15.35	6.88	2.44	79.10	89.70	
	HM1	황락천 합류후	24.41	6.8	9.46	12.89	1.15	0.91	70.16	84.40	
	HM2	황락천 합류전	18.22	6.8	7.17	9.31	1.07	0.67	70.17	84.40	
	HM3	산수저수지 직하류	16.48	5.4	6.94	8.07	0.91	0.56	69.02	83.67	

다. 기본홍수량 및 계획홍수량

1) 홍수량산정

일반적으로 하천유역에 있어서 홍수량 산정은 ⅰ) 기지점(수위관측소)에서 수위 및 유량관측이 이루어져 신뢰할 수 있는 수위-유량관계를 확립할 수 있는 경우, 매년 관측되는 최고수위에 의한 연최대 홍수량 자료치 계열을 형성하고, 이에 대한 확률분석에 의하여 빈도별 홍수량을 산정하는 방법과, ⅱ) 미계측 유역에 있어서 종합단위도법 또는 일반 공식에 의하여 산정하는 방법이 있다.

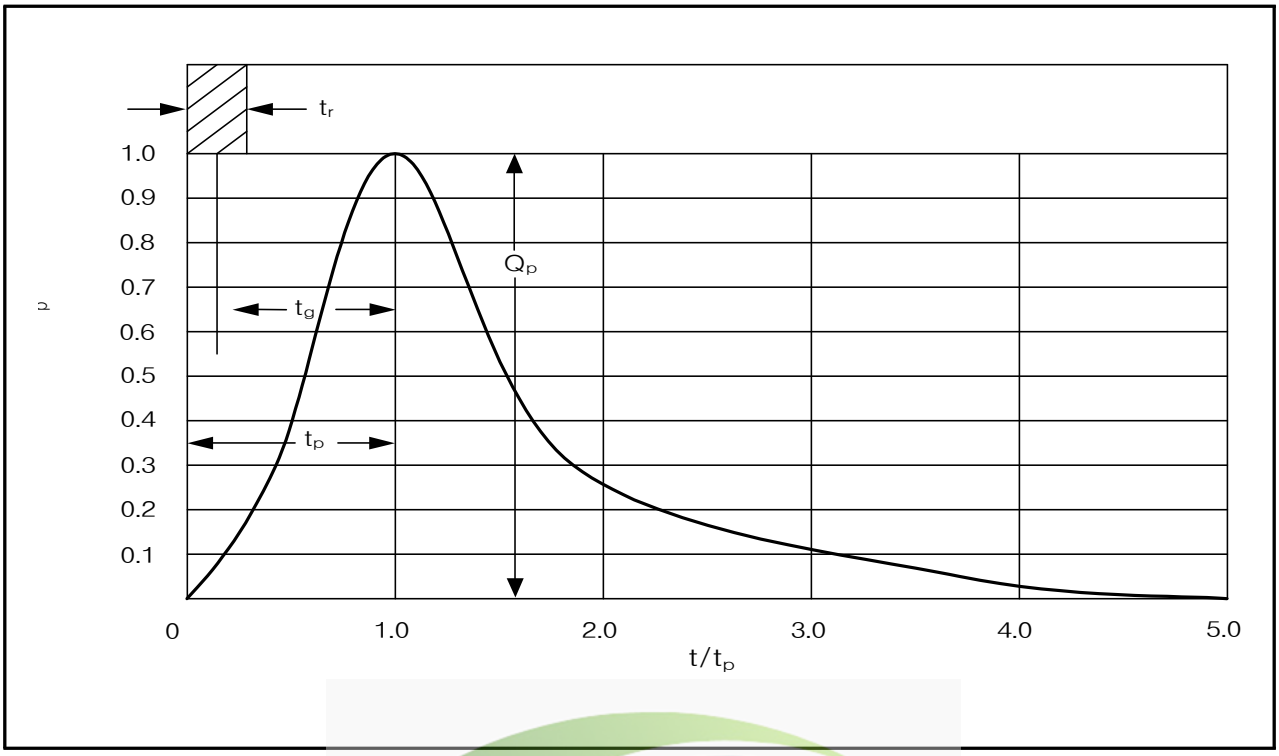
하천 유역의 확률홍수량 산정은 실측 연최대 첨두홍수량 계열의 통계처리에 의한 방법과 강우로부터 산정하는 간접적 방법에 의하고 있다. 전자는 과거 홍수시의 유량측정자료를 보유하고 있어야만 가능하나, 본 과업유역에는 충분한 유량측정자료가 없으므로 <표 2.3-7>에서 산정한 확률강우량에 의해 홍수유출을 해석하는 간접방법에 의해 홍수량을 산정하였다.

홍수량 산정은 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도에 대하여 산정하였으며 NRCS 합성단위도법, Clark의 유역추적법, Snyder의 합성단위유량도법을 적용하여 홍수량을 산정한 후, 이들 값을 상호 비교하여 홍수량 산정지점별 빈도별 홍수량을 결정하였다. 참고로 홍수량 산정방법을 기술하면 다음과 같다.

국토해양부

가) NRCS의 합성단위도법

이 방법은 미국 자연자원보호청(U.S Natural Resources Conservation Service, NRCS)에 의해 합성단위 유량도를 작성하기 위하여 고안된 방법으로서 무차원 단위도(dimensionless unit hydrograph)의 이용에 근거를 두고 있다. 이 무차원 수문곡선은 미국내 여러 지방의 대소 유역으로부터 얻은 실제의 단위도를 해석한 결과이며, 유역의 특성에 큰 관계없이 적용할 수 있다는 장점이 있다.



【그림 2.3-6】 NRCS의 무차원 단위유량도

이 방법을 사용하여 단위도를 합성하기 위해서는 단위도의 첨두유량 Q_P와 그의 발생시간 t_p를 결정하여야 하며, 일단 Q_P, t_p가 결정되면 위의 그림의 무차원곡선이나 이 그림을 만들기 위해 사용한 Q/Q_p, t/t_p 의 비율을 나타낸 아래의 <표 2.3-22>을 사용하여 단위도를 합성하면 된다.

국토해양부

<표 2.3-22> NRCS 무차원 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	0.9	0.990	1.7	0.460	3.0	0.055
0.1	0.030	1.0	1.000	1.8	0.390	3.2	0.040
0.2	0.100	1.1	0.990	1.9	0.330	3.4	0.029
0.3	0.190	1.2	0.930	2.0	0.280	3.6	0.021
0.4	0.310	1.3	0.860	2.2	0.207	3.8	0.015
0.5	0.470	1.4	0.780	2.4	0.147	4.0	0.011
0.6	0.660	1.5	0.680	2.6	0.107	4.5	0.005
0.7	0.820	1.6	0.560	2.8	0.077	5.0	0
0.8	0.930						

NRCS에서는 Q_p 와 t_p 를 산정하기 위한 식을 다음과 같이 추천하였다.

$$t_p = \frac{1}{2} t_r + t_\ell, \quad Q_p = \frac{2.082A}{t_p}$$

여기서 t_p는 강우시작시간으로부터 첨두유량 도달점까지의 시간(hr)이며, t_r은 강우지속기간, t_ℓ은 우량의 질량중심으로부터 첨두유량 도달점까지의 시간, 즉, 유역의 지체시간(hr)이며, Q_p는 첨두유량(m^3/sec)이고, A는 유역면적(km^2) 이다.

유역면적은 t_ℓ에 가장 큰 영향을 주는 인자로서, NRCS에서는 유역면적이 작은 경우(약 2,000acre 이하)에서 t_ℓ를 결정하기 위한 공식을 다음과 같이 제안하고 있다.

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

여기서 L은 하천의 총연장(ft), Y는 유역의 평균경사(%), S는 NRCS의 유효우량산정법에서 지표토층의 최대 잠재저류량(inch)으로 S=(1000/CN)-10의 관계를 가진다. 여기서 CN은 유출곡선지수이다.

나) Clark의 유역추적법

이 방법은 유역의 도달시간-누가면적 관계를 이용하여 유역내에 내리는 순간단위 유효우량으로 인한 유역출구에서의 직접유출 수문곡선인 순간 단위유량도를 유도하는 방법으로 강우로 인한 유수의 전이(Translation)뿐만 아니라 유역의 저류효과도 고려하므로 자연하천에서의 적용에 적합한 방법으로 이론식은 다음과 같다. 수문학적 홍수추적 방법은 다음 식으로 표시되는 저류방정식에 기초한다.

$$I - O = \frac{dS}{dt} \qquad (1)$$

여기서, I와 O는 하도의 임의구간으로 유입되는 유입량(Inflow)과 유출량(Outflow)을 표시하며 S는 저류량(Storage)을 나타낸다.

식 (1)을 미분의 항으로 표시하면,

$$(I-O)\triangle t = \triangle S \qquad (2)$$

이는 다음과 같이 변형될 수 있다.

국토해양부

$$\frac{(I_1+I_2)}{2}\triangle t-\frac{(O_1+O_2)}{2}\triangle t=S_2-S_1 \quad (3)$$

여기서, △t : 추적기간

식 (3)은 저류량 - 유출량 관계식을 알면 해결할 수 있다. 따라서, 유역출구의 선형저수지의 저류량-유출량 관계는 선형성 가정에 의해,

$$S=K\cdot O \quad (4)$$

여기서, K : 저류상수(근사적으로 홍수파의 구간을 통과하는데 걸리는 유하시간)

.O : 유출량

.O : 유출량

「저류상수 K는 강우-유출자료가 있는 경우에는 이들 관계를 이용하여 구할 수 있지만 본 유역에는 이들 자료가 전무하므로 경험공식인 Clark공식, Linsley공식, Russel공식, Sabol 공식에 의한 저류상수를 산정하였으며, 금회 과업에서는 Sabol 공식을 사용하였다.」

국토해양부

○ Clark 공식

$$K = C\frac{L}{\sqrt{S}}$$

여기서, K : 저류상수(hr)
L : 주 유로의 연장(km)
S : 유로의 평균경사(%)
C : 상수(0.5~1.4적용)

○ Linsley공식

$$K = \frac{bL\sqrt{A}}{\sqrt{S}}$$

여기서, K : 저류상수(hr)
L : 주 유로의 연장(km)
A : 유역면적(㎢)
S : 유로의 평균경사(%)
b : 상수(0.01~0.03적용)

○ Russel 공식

$$K = \alpha T_c$$

여기서, K : 저류상수(hr)
α : 상수(0.8~1.2적용)
T_c : 도달시간(hr)

○ Sabol 공식

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

여기서, K : 저류상수(hr)
T_c : 도달시간(hr)
L : 주 유로의 연장(km)
A : 유역면적(㎢)

<표 2.3-23> 저류상수 k값 산정결과

하천명	산정 지점	유역면적 (km2)	유로연장 (km)	방법별 산정결과 (hr)			
				Clark	Linsley	Russel	Sabol
해미천	HM0	27.25	10.62	1.26	0.09	1.01	0.77
	HM1	24.41	6.78	0.71	0.05	0.65	0.41
	HM2	18.22	6.78	0.71	0.04	0.65	0.43
	HM3	16.48	5.40	0.55	0.03	0.51	0.33

한편, 식 (3)은 다음과 같다.

$$\frac{(I_1+I_2)}{2}\triangle t-\frac{(O_1+O_2)}{2}\triangle t=K(O_2-O_1) \quad (5)$$

식 (5)를 O_2에 대해 풀면,

$$O_2=m_0\cdot I_2+m_1\cdot I_1+m_2\cdot O_1 \quad (6)$$

여기서,

$$m_0=\frac{0.5\triangle t}{K+0.5\triangle t} \quad (7)$$

$$m_1=\frac{0.5\triangle t}{K+0.5\triangle t} \quad (8)$$

$$m_2=\frac{K-0.5\triangle t}{K+0.5\triangle t} \quad (9)$$

그런데, 추적기간 △t의 시점 및 종점 유입량이 동일하므로 식 (6)의 $I_1=I_2$이며, 따라서, 식 (6)은

$$O_2=(m_0+m_1)I+m_2O_1 \quad (10)$$

이 되며, 다시 식 (11)과 같이 된다.

$$O_2=\left(\frac{\triangle t}{K+5\triangle t}\right)I+\left(\frac{K-0.5\triangle t}{K+0.5\triangle t}\right)O_1 \quad (11)$$

식 (11)을 이용하여 유입수문곡선을 추적기간별로 축차추적함으로써 유역출구점에서의 순간단위유량도를 얻을 수 있다.

국토해양부

다) Snyder 합성단위도법

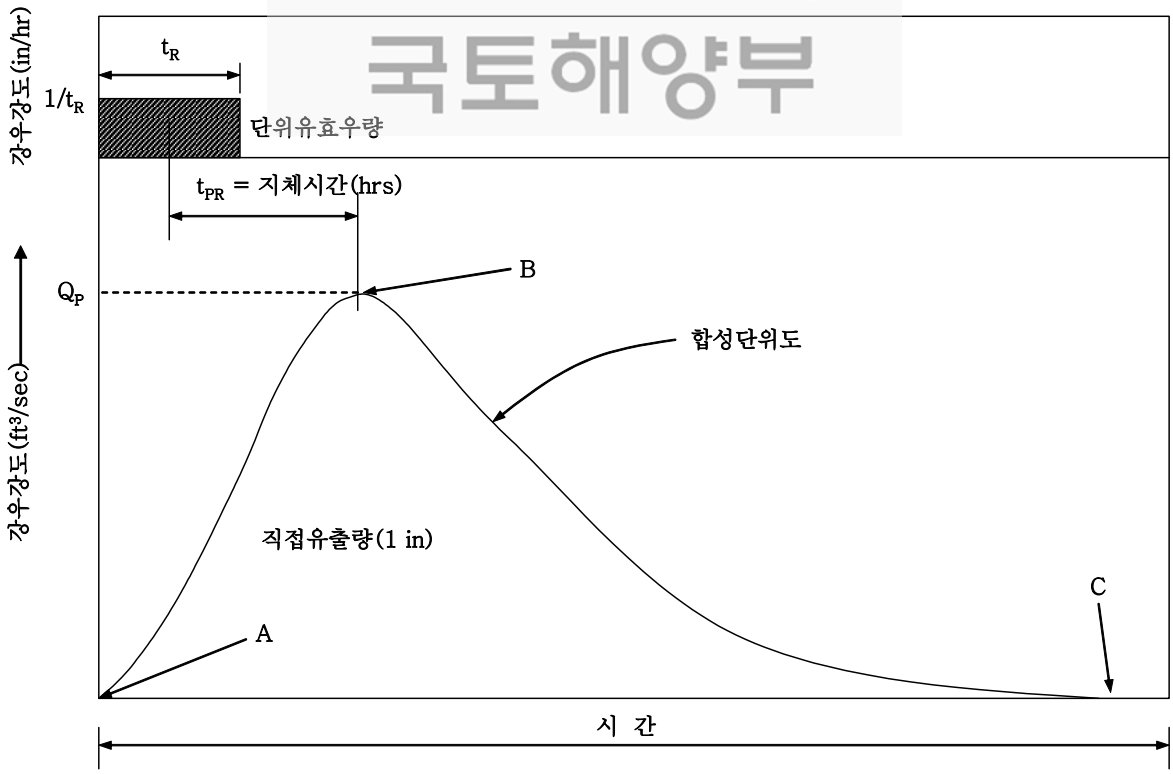
미국 Appalachian 산맥지역의 여러 계측유역에 대한 분석으로 개발되었으며, 단위도의 첨두유량의 크기 및 발생시각과 단위도의 기저시간의 길이를 유역의 지형특성인자와 상관시키는 경험공식을 사용하여 3개 점을 매끈하게 연결시킴으로써 단위도를 작성하는 방법이다.

Snyder 단위도는 <그림 2.3-7>에서 강우 지속기간이 tR인 단위도를 합성하기 위해 지체시간(tPR, hrs) 및 첨두유량의 크기(QPR, ft3/sec)와 유출 기저시간의 길이(TR, day)를 각각 다음식으로 계산하여 사용한다.

$$t_{PR} = t_p + \frac{1}{4}(t_R - t_r)$$

여기서, tP=Ct(L · Lc)0.3, tr=tp/5.5 이고, L, Lc 는 각각 유역의 본류 연장 및 유역 출구지점으로부터 유역중심에서 본류에 내린 수선의 교차점까지의 거리이고, Ct는 유역 특성상수로서 미국 Appalachian 산맥 지역에서는 1.8~2.2의 값을 가지는 것으로 알려져 있다.

국토해양부



【그림 2.3-7】 Snyder의 합성단위유량도

$$Q_{PR} = C_P \frac{640A}{t_{PR}}$$

$$T_R = 3 + 3\left(\frac{t_{PR}}{24}\right)$$

여기서, A는 유역면적(mi2), Cp는 유역특성변수로서 Appalachian 산맥지역에서는 0.56~0.69의 값을 가지는 것으로 알려져 있다.

Snyder 단위도는 좌표점(0,0),(tPR+0.5tR, QPR) 및 (TR,0)을 매끈하게 연결하되 스케치가 된 단위도 아래의 면적이 1inch의 직접 유출고가 되도록 하여야 하며, 사용되는 영국단위계이므로 SI단위계로 계산할 경우 단위환산이 필요하다.

미국 육군공병단에서는 Snyder 방법에서 3점을 사용하여 단위도를 스케치할 때 발생하는 주관적인 오차를 줄이기 위해 다음과 같은 경험식을 제안하여 4개점을 추가함으로써 보다 더 객관적인 스케치가 가능하도록 하였다.

$$W_{75} = \frac{440}{q_p^{1.08}}$$

$$W_{50} = \frac{770}{q_p^{1.08}}$$

국토해양부

여기서, qp는 단위 유역면적당 첨두유량(ft3/sec/mi2)이고, W50 와 W75는 각각 첨두유량의 50% 및 75%되는 유량에 해당하는 단위도의 시간폭(hrs)으로 해당 유량값에 대하여 첨두발생시간 전에 1/3, 후에 2/3를 배분한다.

마) 도달시간 산정

도달시간은 강우가 해당유역에 발생하였을 때 유역의 수리적인 최상류점에서 최하류부까지 강우가 도달하는데 소요되는 시간이라고 정의할 수 있다.

금회 도달시간산정은 <표 2.3-24>와 같이 국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich 공식, Rziha공식, Kraven공식 및 NRCS공식 등을 적용하여 <표 2.3-25>과 같이 산정하였으며, 도달시간 산정시 단순경사를 사용하는 경우에는 통상 유역 최상류단 산지부 짧은 구간의 큰 표고차로 인하여 전체적으로 경사가 급해지면서 도달시간이 짧아지는 경향을 나타내기 때문에 본 과업에서는 등가경사를 사용하여 도달시간을 산정하였다.

- 등가경사

$$S = \left(\frac{\sum L_i}{\sum (L_i / S_i^{1/2})} \right)^2$$

여기서, S : 무차원 하천평균경사

L_i : 구간별 거리(m)

S_i : 구간별 무차원 하천경사

또한, 현재 우리나라는 유역의 지역적 위치, 규모 등에 따른 특성을 전혀 고려하지 못하는 외국의 기존 경험공식을 채택하고 있는 실정이다. 따라서 본 계획에서는 지연하천의 경사별 유속을 적용하여 도달시간을 산정하는 Kraven-Ⅱ 공식을 채택하여 유역의 특성을 충분히 반영 할 수 있도록 하였다.

국토해양부

<표 2.3-24> 자연하천 유역에 대한 도달시간 공식

공 식 명	공 식 Tc(min)	제 한 사 항
Kirpich 공식	$T_c = 3.976 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$ L=유역의 최장하천길이(km) S=유역의 평균경사(H/L, m/m) H=유역출구점과 본류 최원점까지의 표고차	지표면 흐름이 지배적인 농경지 소유역, 하도경사가 3~5%, 유역면적 0.453㎢이하
Kraven-Ⅰ 공식	$T_c = 0.444 \times \frac{L}{S^{0.515}}$ L=유역의 최장하천길이(km) S=유역의 평균경사(H/L, m/m)	지표면 흐름이 지배적인 중하류, 하도경사가 1/200 이하인 유역
Kraven-Ⅱ 공식	$T_c = 16.667 \frac{L}{V}$ V=유속(m/s) L=유역의 최장하천길이(km) $S \le \frac{1}{200} : V = 2.1 m/\sec$ $\frac{1}{200} < S < \frac{1}{100} : V = 3.0 m/\sec$ $S \ge \frac{1}{100} : V = 3.5 m/\sec$	자연하천의 경사별 유속을 적용
Rziha 공식	$T_c = 0.833 \times \frac{L}{S^{0.6}}$ L=유역의 최장하천길이(km) S=유역의 평균경사(H/L, m/m)	지표면 흐름이 지배적인 상류, 하도경사가 1/200 이상인 유역
NRCS Lag 공식 (1975)	$T_c = [100L^{0.8}(1000/CN) - 9^{0.7}] / [1900S^{0.5}]$ L=최장 흐름경로(ft) CN=NRCS 유출곡선지수 S=유역평균경사(%)	주로 농경지 유역에 적용, 0.8km²이하의 도시유역도 적용 가능, 도시불투수지역에서는 Tc= 1.67×유역지체시간

주】 자료 : 「하천설계기준」(2009, 한국수자원학회)

국토해양부

<표 2.3-25> 도달시간 산정

구분	주요지점	유로연장(km)	등가경사	도달시간(min)					비 고
				Kirpich	Kraven	KravenⅡ	Kerby	Rziha	
해미천	HM0	10.62	0.01015	143.61	50.16	50.59	208.16	139.01	KravenⅡ 채 택
	HM1	6.78	0.01297	92.45	28.20	32.27	159.36	76.56	
	HM2	6.78	0.01297	92.45	28.20	32.27	159.36	76.56	
	HM3	5.40	0.01363	76.11	21.89	25.70	141.64	59.18	

마) 임계지속기간에 의한 빈도별 홍수량산정

설계강우(design rainfall)는 특정 목적의 수공구조물 설계를 위하여 수문계에 입력으로서 제공되는 인위적인 강우사상(artificial rainfall event)으로 정의된다. 즉, 강우는 유역응답을 유도하는 기본적인 변수이기 때문에 강우의 특성은 강우-유출과정에 있어서 매우 중요하며, 설계강우는 보통 1)재현기간, 2)지속기간, 3)강우량 또는 강우강도의 시간적 분포 등의 성분으로 기술된다.

국토해양부

특히, 첨두유량과 유수지 용량 산정에 영향을 미치는 주요한 인자로는 강우 지속기간을 들 수 있으며, 강우 지속기간 중 최대 첨두유량과 최대 저류비를 발생하는 지속기간을 임계지속기간이라 한다. 즉, 임계지속기간은 배수시스템에 있어서 가장 큰 부하를 야기시키는 강우지속기간이 될 것이다.

따라서, 금회 과업에서는 임계지속기간 개념을 도입하여 강우지속기간을 10분부터 1440분(24시간)까지 10분 간격으로 변화시켜가며 그 첨두홍수량을 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도의 5개 빈도에 대하여 계산하였으며, 각 홍수량 산정방법에 의한 빈도별 홍수량은 다음 <표 2.3-26>와 같다.

<표 2.3-26> 홍수량 산정결과

하천명	산정지점	면적(㎢)	산정방법	빈도별 홍수량(m³/s)					비고
				30년	50년	80년	100년	200년	
해미천	HM0	27.25	SNYDER	260	285	305	320	350	
			NRCS	400	440	475	495	550	
			CLARK	335 (300)	365 (300)	390 (300)	405 (300)	455 (300)	채택
	HM1	24.41	SNYDER	230	255	275	285	320	
			NRCS	355	395	435	450	510	
			CLARK	320 (120)	355 (120)	390 (120)	405 (100)	455 (100)	채택
	HM2	18.22	SNYDER	170	190	205	215	240	
			NRCS	265	295	325	335	380	
			CLARK	235 (120)	260 (120)	285 (120)	300 (100)	335 (100)	채택
	HM3	16.48	SNYDER	160	180	195	200	255	
			NRCS	250	275	305	320	360	
			CLARK	230 (110)	255 (110)	280 (110)	295 (110)	330 (110)	채택

주】( ) : 임계지속시간(분)

국토해양부

바) 홍수량산정 적정성 검토

금회 빈도별 홍수량 산정결과와 1995년 해미천 하천기본계획의 홍수량을 비교해보면 다음<표 2.3-27>와 같이 홍수량의 차이가 크게 나타나고 있어 금회 홍수량 산정 결과의 적정성을 검토하였다.

<표 2.3-27> 홍수량 산정결과 비교

하천명	산정지점	면적(㎢)	주요지점	산정방법	강우분포	빈도별 홍수량(m³/s)			비고
						50년	80년	100년	
해미천	HM0	27.25	해미천하구	Clark의 유역추적법	Huff4분위 (2분위)	365	390	405	금회산정
				Clark의 유역추적법	모노노베	610	665	695	1995년기본계획
	HM2	18.22	황락천 합류전	Clark의 유역추적법	Huff4분위 (2분위)	260	285	300	금회산정
				Clark의 유역추적법	모노노베	460	505	525	1995년기본계획

(1) 강우의 시간적 분포에 따른 홍수량 비교

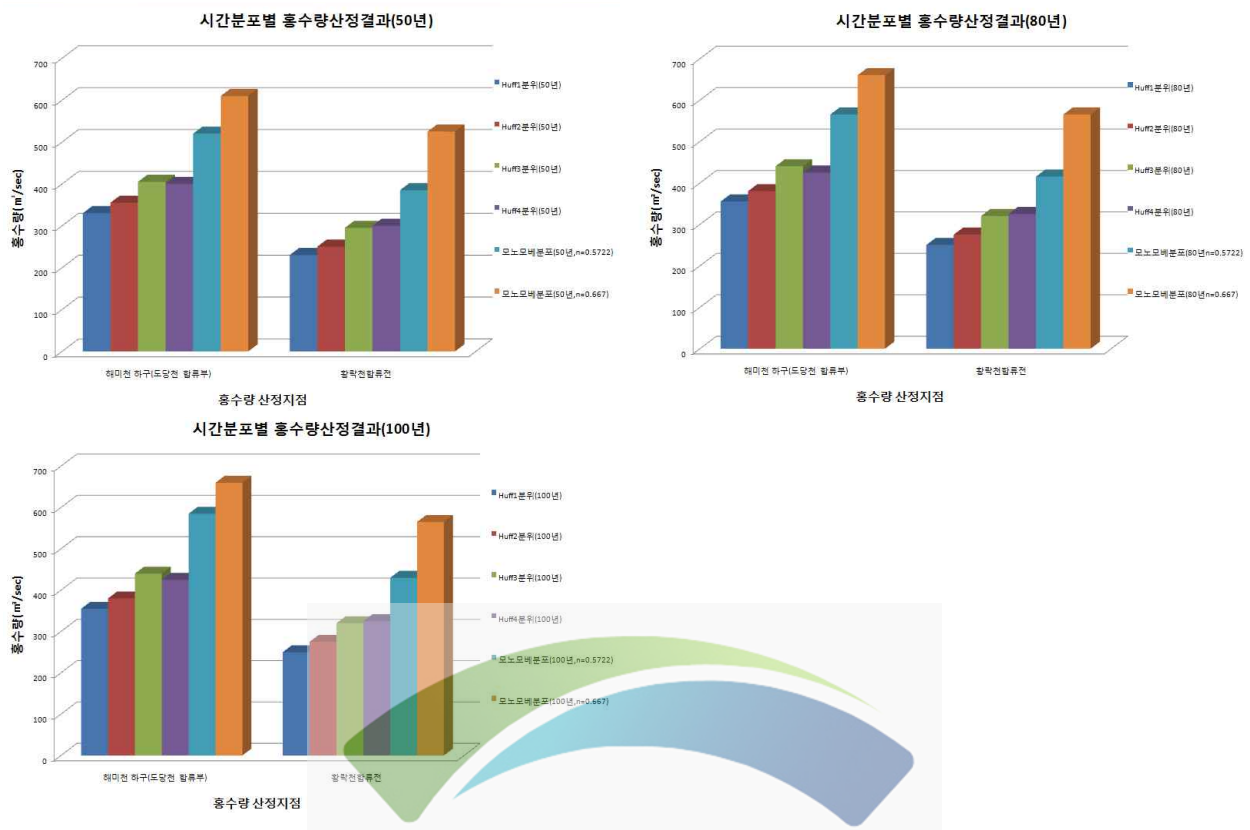
금회 산정된 홍수량과의 1995년 해미천 하천기본계획시 산정된 홍수량과의 차이에 대한 검토를 위하여 강우의 시간적분포를 Huff의 4분위법 및 모노노베분포(1995년 기본계획시 적용된 강우의 시간적 분포)로 각각 적용하여 비교하였으며 그 결과는 다음 <표2.3-28> 과 같다.

국토해양부

<표 2.3-28> 강우의 시간적 분포에 따른 홍수량 산정결과

구 분	강우분포-빈도별 홍수량(㎥/sec)																		비고
	Huff 분포												모노노베분포						
	1분위			2분위			3분위			4분위			n=0.667			n=0.5722			
빈 도(년)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	50	80	100	50	80	100	50	80	100	
해미천 하구 도당천 합류	330	355	370	365	390	405	405	440	455	405	435	455	610	660	680	520	565	585	Clark의 유역추적법
황락천합류전	230	250	260	260	285	300	295	320	330	330	325	335	525	565	585	385	415	430	〃

주】 모노노베분포의 상수 n값은 통상 0.667(2/3)을 쓰고 있으나, 한국하천의 수계별 유황에 관한 수문학적 연구(1974, 농업진흥공사)에서 제시된 서산지역의 n값은 0.5722임.



국토해양부

【그림 2.3-8】 강우의 시간적 분포에 따른 홍수량산정결과 비교

상기 표 및 그림에서 보는 바와 같이 강우의 시간적 분포에 따른 홍수량 산정 결과 Huff의 4분위법에서는 Huff의 1분위에서 4분위로 갈수록 홍수량이 증가하는 것으로 나타났으며, 모노노베분포에 의한 산정결과 모노노베 계수의 적용에 의한 결과 일반적인 계수(n=0.667)를 적용하였을 때와 서산지방의 지역계수(n=0.5722)를 적용하였을 경우의 홍수량 값에는 약 100㎥/sec 정도 크게 나타나는 것을 볼 수 있었으며, 이는 1995년 해미천 하천정비기본계획시 산정된 홍수량 값과 금회 홍수량 비교를 위해 모노노베분포의 강우 시간분포 적용시 모노노베 계수를 일반적인 계수값(n=0.667)을 적용하여 산정한 값과 근사한 값을 나타내고 있음을 다음<표 2.3-29> 및 【그림 2.3-9】와 같이 알 수 있다.

<표 2.3-29> 모노노베분포에 의한 홍수량 산정결과 비교

구 분	금회산정 빈도별 홍수량(㎥/sec)						1995년 해미천 하천기본계획 빈도별홍수량(㎥/sec)			비고
	n=0.667			n=0.5722						
빈 도	50년	80년	100년	50년	80년	100년	50년	80년	100년	
해미천 하구 도당천 합류	610	660	680	520	565	585	610	665	695	Clark의 유역추적법
황락천합류전	525	565	585	385	415	430	460	505	525	



【그림 2.3-9】 모노노베 분포에 따른 홍수량산정결과 비교

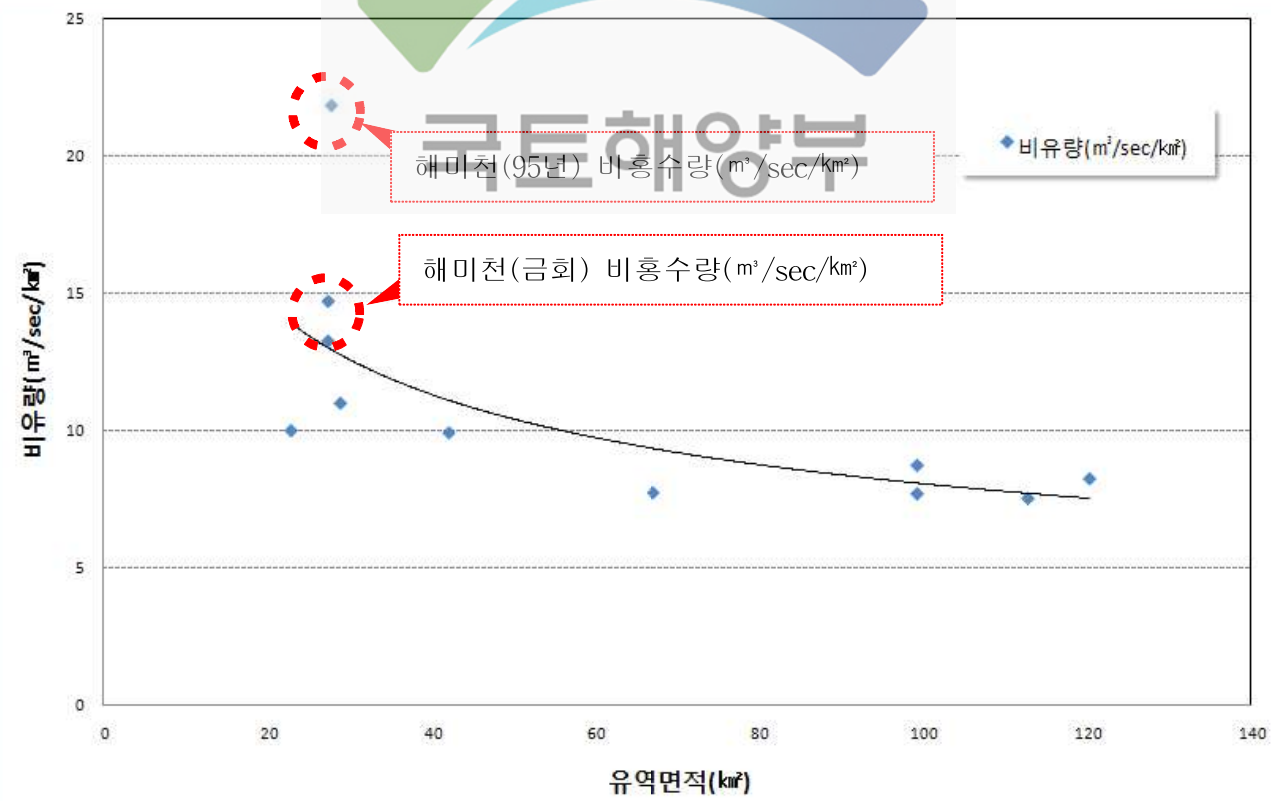
(2) 비홍수량 비교

해미천 본류인 도당천 및 인접수계인 청지천의 홍수량 산정결과 금회산정된 홍수량(강우의 시간분포 : Huff의 4분위법(2분위적용)), 1995년 해미천 하천정비기본계획상 산정된 홍수량(강우의 시간분포 : 모노노베분포)의 비홍수량(㎥/sec/㎢)은 다음과 같이 1995년(해미천) 산정된 값을 제외하면 비홍수량이 15㎥/sec/㎢ 이하로 산정되었다.

<표 2.3-30> 해미천 및 인근수계의 비홍수량 산정

하천	산정지점	유역면적 (㎢)	형상계수 (A/L^2)	계획홍수량 (㎥/sec)	비홍수량 (㎥/sec/㎢)	비고
해미천(금회)	도당천합류부	27.25	0.24	405	15	
해미천(95년)	도당천합류부	27.92	0.24	610	22	
도당천(91년)	하구	112.90	0.50	850	8	
	신장천합류전	99.40	0.46	765	8	
	해미천합류전	67.20	0.39	520	8	
	대교천합류전	23.00	0.41	230	10	
도당천(01년)	하구	120.40	0.41	993	8	
	신장천 합류전	99.40	0.46	868	9	
청지천(01년)	하구	42.23	0.35	419	10	
	석남천합류전	29.01	0.41	319	11	

국토해양부



【그림 2.3-10】 비홍수량 비교

(3) 홍수량산정 결과의 적정성 검토 결과

당초 해미천 하천기본계획(1995, 충청남도)의 계획홍수량 610㎥/sec, 금회 하천기본계획시 산정된 계획홍수량은 405㎥/sec 으로 다소 상이한 결과를 보이고 있다.

이는 당초 해미천 하천기본계획(1995, 충청남도)시 강우의 시간분포는 Mononobe 분포, 금회 기본계획시 강우의 시간분포는 Huff의 4분위법에 의한 것으로, 일반적으로 홍수량 산정시 강우의 시간분포에 따른 홍수량 값은 Mononobe 분포에 의한 홍수량이 Huff의 4분위법에 의한 홍수량보다 크게 나타나는 경향이 있으며, 금회 해미천 기본계획 홍수량 산정시에도 나타난 것으로 분석되었다.

금회 검토된 홍수량의 합리성을 파악하기 위해 <표 2.3-30>와 같이 인근 하천의 비홍수량을 검토한 결과 당초 95년 기본계획시 산정된 홍수량보다 작게 나타나고 있을지라도 인근 하천보다 1.5배정도 크게 나타나는 것으로 금회 산정된 홍수량이 적정하다고 판단된다.

따라서 금회 산정된 홍수량(강우의 시간분포 : Huff 4분위법(2분위적용))값을 적용하는 것이 95년 해미천 하천정비기본계획시 산정된 홍수량(강우의 시간분포 : 모노노베 분포)에 의한 하천의 과다 계획을 방지하고 적절한 하천 계획을 수립할 수 있을 것이다.

국토해양부

2) 기본홍수량

기본홍수량이란, 어떤 하천이나 유역에서 인위적인 유역개발이나 유량조절 시스템에 의해 조절되지 않고, 자연상태에서 흘러 내려오는 홍수 중 홍수조절이나 유역개발의 기본이 되는 홍수량을 의미한다. 일반적으로 빈도별 홍수량 개념에서 기본홍수량을 결정함에는 다음과 같은 기준에서 결정하는 바,

- 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)에 의한 기본홍수량의 빈도

① 국가하천의 주요구간 : 200년 이상 빈도 채택

② 국가하천 : 100~200년 빈도 채택

③ 지방1급하천 : 80~200년 빈도 채택

④ 지방2급하천 : 50~200년 빈도 채택

「하천설계기준」에 제시한 계획빈도를 참고하여 치수경제 분석을 통한 설계빈도를 책정함이 바람직하되 해당하천 및 인접구역의 사회적, 경제적 중요도 및 민생안정 등의 요소를 고려하여 결정하도록 되어 있다.

국토해양부

<표 2.3-31> 하천설계기준상 계획빈도

하천중요도	계획빈도(재현기간)	적용하천범위	비 고
A급	200년 이상	국가하천의 주요구간	
B급	100~200년	국가하천	
C급	50~200년	지방 하천	

주】 하천설계기준, p.221 (2009, 한국수자원학회)

최근의 기상현황은 2002년 태풍 '루사'와 2003년 태풍 '매미', 2004년 태풍 '메기'와 같은 이상호우의 발생이 빈번할 것으로 예상되는 바, 상기 기술한 내용을 토대로 금회 과업구간 하천의 기본홍수량을 검토해 볼 때 하천변 주민의 안정 등을 고려하여 설계빈도를 100년빈도를 적용하였다.

3) 계획홍수량

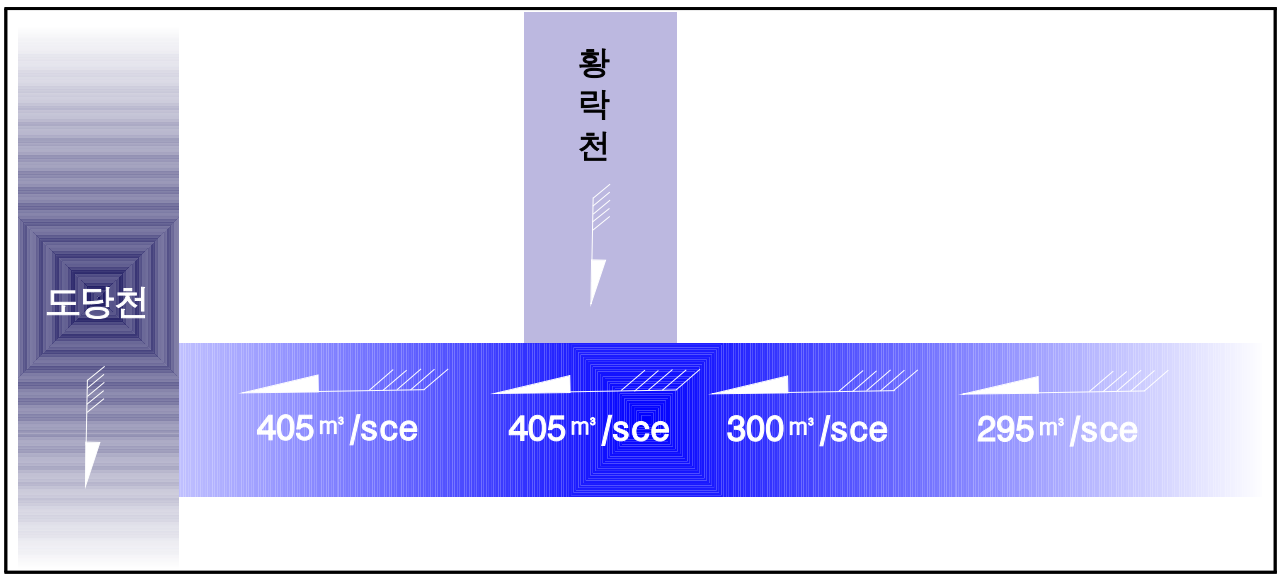
계획홍수량이란 치수계획 대상하천의 개수구간에서 하도가 부담하여야 할 홍수량을 의미하는 바, 계획 대상하천 상류부에 댐이나 조절지, 저수지 등 홍수를 조절할 수 있는 시설 또는 방수로 등이 설치되어 있거나 설치계획이 있을 경우에 기본홍수량에서 이들 시설에 의한 홍수절감량을 감한 나머지 홍수량을 의미한다.

본 하천 유역내에는 저수지 2개소가 있으나 홍수조절 기능이 없으므로, 본 과업구간의 기본홍수량을 계획홍수량으로 계획하였으며, 주요지천 합류 전·후에 대하여 세분화하여 실시, 차후 개수공사에도 신축적으로 대응토록 계획하였다. 기본 및 계획홍수량을 표시하면 <표 2.3-32>과 같다.

<표 2.3-32> 계획홍수량

하천명	산정지점	주 요 지 점	유역면적 (km^2)	유로연장 (km)	기본홍수량 (m^3/s)	계획홍수량 (m^3/s)	비 고
해미천	HM0	해미천 하구	27.25	10.62	405	405	
	HM1	황락천 합류후	24.41	6.78	405	405	
	HM2	황락천 합류전	18.22	6.78	300	300	
	HM3	산수저수지 직하류	16.48	5.40	295	295	

국토해양부



【그림 2.3-11】 계획홍수량 배분도

3.2 홍수위 산정

가. 기점홍수위

빈도별 홍수위를 산정하기 위해서는 계획구간 최하류 지점의 기점홍수위를 결정해야 한다. 기점홍수위를 결정하는 방법으로는

① 하구 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지천에서는 본류의 계획홍수위

② 수공구조물에 의해 한계수심이 발생할 경우는 한계수심 또는 설계홍수위

③ 하도가 급확대, 단락, 만곡 또는 교각에 의해 수위변화가 일어나는 곳은 손실수두를 더하여 계산한 수위

④ 사수역이 발생하는 곳은 유수단면적에서 사수역을 빼고 계산한 수위

⑤ 과거에 발생한 최대홍수위, 흔적홍수위나 기존 제방 또는 방조제의 설계홍수위

⑥ 등류수심을 구하여 기점수위를 정하는 방법

⑦ 수리모형실험에 의해 추정된 수위를 적용하는 방법 등이 있다.

본 과업대상 해미천의 재현기간별 홍수위를 산정하기 위해서 등류수심과 본류하천인 도당천(도당천 하천정비기본계획, 1991, 충청남도)의 개수후 홍수위를 비교하여 홍수위가 높은 도당천(도당천 하천정비기본계획, 1991, 충청남도)의 개수후 홍수위를 기점홍수위를 결정하였으며, 재현기간별 기점홍수위는 다음 <표 2.3-33>과 같다.

국토해양부

<표 2.3-33> 빈도별 기점홍수위 (단위 : EL.m)

수계	하천	빈도별 기점홍수위(EL.m)						비고
		20년	30년	50년	80년	100년	200년	
도당천	해미천	7.61	7.83	8.10	8.34	8.46	8.54	도당천 측점(No.7) : 채택
		6.05	6.19	6.33	6.43	6.50	6.70	등류수심

나. 조도계수

조도계수(Roughness Coefficient)는 수로내를 흐르는 물에 대한 마찰저항을 나타내는 수리학적인 계수로서 일반적으로 Manning의 조도계수를 의미한다. Manning의 조도계수에 영향을 주는 요소들로서는 수로의 표면조도, 수로내의 식물, 수로의 부정, 수로법선, 침전 및 장애물, 수로의 크기와 형상, 수위 및 유량, 계절적 변화 등 영향인자가 다양하여 동일하천, 동일구간은 물론 매년 조금씩 변화하고 있으므로 정도가 높은 값을 얻기는 상당히 어려우나 일반적인 결정방법으로는,

① 하도상황 및 하도재료에 의한 추정

② 수위-유량자료를 이용한 추정

③ 수위관측소자료를 이용하여 등류계산에 의한 추정

④ 홍수흔적을 조사하여 부등류 계산에 의한 추정 등이 있다.

$$n^2 = 2\left[(H_2 + \frac{V_2^2}{2g}) - (H_1 + \frac{V_1^2}{2g})\right] / \left[(\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}})\Delta X\right]$$

여기서, n : 조도계수

V_1, V_2 : 1, 2 단면의 유속(m/s)

H_1, H_2 : 1, 2 단면의 수위(EL.m)

g : 중력가속도(m/s²)

R : 경심(m)

$\triangle X$: 1, 2 단면간 거리(m)

국토해양부

본 과업하천 유역 내에는 ②항의 수위-유량자료가 없고 ④항의 홍수흔적이 명확하지 않아 부득이 ①항의 방법으로 수차례에 걸친 현지조사, 하상구성물질 구성재료와 하상상태 등을 종합적으로 검토한 후 <표 2.3-34>를 참고로 하여 다음 <표 2.3-35>과 같이 조도계수를 결정하였다.

<표 2.3-34> 하천 및 수로의 조도계수

하천 및 수로의 상황		n의 범위
인공수로 개수하천	콘크리트 인공수로	0.014 ~ 0.020
	나선형(spiral) 반관(半官)수로	0.021 ~ 0.030
	양안에 돌붙임이 적은 수로	0.025(평균치)
	암반을 굴착하여 방치한 하상	0.035 ~ 0.050
	다듬은 암반 하상	0.025 ~ 0.040
	점토성 하상, 세굴이 일어나지 않을 정도의 유속	0.016 ~ 0.022
	사질 Loam, 점토질, Loam	0.020(평균치)
	Drag Line 굴착준설, 잡초 적음	0.025 ~ 0.033
자연하천	평야의 소하천(잡초 없음)	0.025 ~ 0.033
	평야의 소하천(잡초와 관목(灌木)있음)	0.030 ~ 0.040
	평야의 소하천(잡초 많음, 잔자갈 하상)	0.040 ~ 0.055
	산지하천(호박돌)	0.030 ~ 0.050
	산지하천(큰호박돌)	0.040이상
	큰하천(점토, 사질하상, 사행(蛇行)이 적음)	0.018 ~ 0.035
	큰하천(자갈 하상)	0.025 ~ 0.040

주】 자료 : 「하천설계기준」(2009, 한국수자원학회)

국토해양부

<표 2.3-35> 구간별 조도계수

하 천 명	구 간 (No.)	조 도 계 수		비 고
		개 수 전	개 수 후	
해미천	전구간	0.035	0.035	

다. 계획홍수위 및 계획하폭

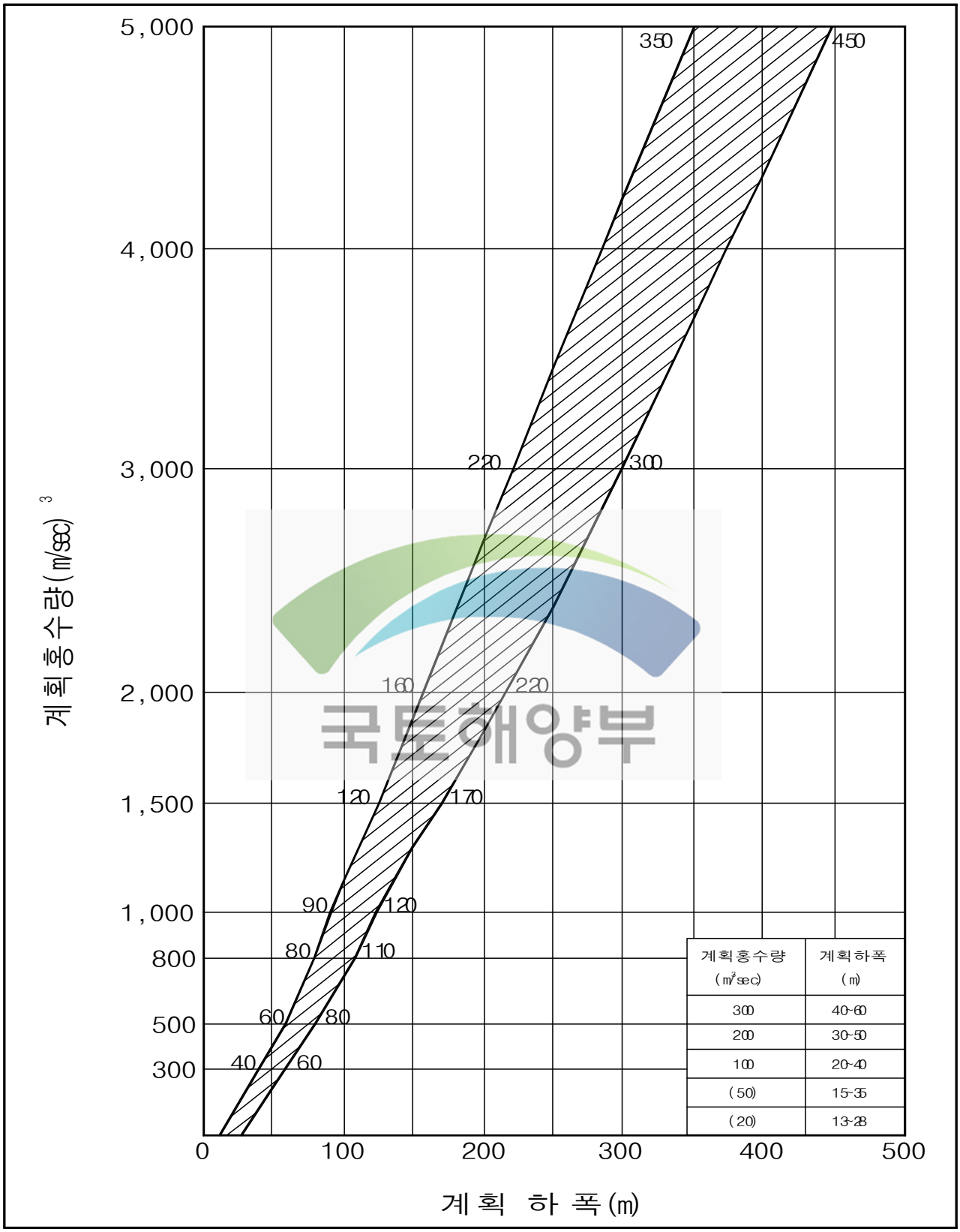
1) 계획하폭

계획하폭은 계획홍수량의 크기, 개수지역의 지형적 여건 및 수리특성에 따른 소류력, 기존 제방의 선형, 하천 연안의 토지이용 상황, 개수후 하천구조물에 대한 영향 등을 복합적으로 고려하여 결정하여야 하므로 횡단측량 성과에 나타난 기존 제방의 현하폭과 「하천설계기준」(2009, 한국수자원학회)에서 제시한 계획 홍수량의 크기에 따른 계획하폭의 설계기준, 하천크기에 따른 계획하폭 결정공식 등을 감안하여 결정하였다. 이는 기준 값을 제시하는 것으로 하천공사의 시행시는 현지여건 등을 충분히 반영하여 실시하여야 한다.

<표 2.3-36> 하천설계기준의 계획하폭

계획홍수량 (㎥/s)	계 획 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 참고한다.	

국토해양부



【그림 2.3-12】 계획하폭 산정도

가) 대하천 적용공식

$$B = \alpha \cdot Q^{0.73}$$

여기서, B : 계획하폭(m)

α : 하상경사에 따른 계수

Q : 유량(m^3/s)

<표 2.3-37> 하상경사에 따른 α값

하상경사	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

나) 중소하천 적용공식(중부지방)

$$B = 1.303 \frac{A^{0.318}}{S^{0.5}}$$

여기서, B : 계획하폭(m)

S : 하상경사

A : 유역면적(km^2)

국토해양부

다) 소하천 적용공식

① 계획홍수량과 하폭(계획홍수량이 $300m^3/s$ 이하일 경우)

$$B = 1.235 \cdot Q^{0.638}$$

여기서, B : 계획하폭(m)

Q : 유량(m^3/s)

② 유역면적과 하폭(유역면적이 $10km^2$이하 일때)

$$B = 8.794 \cdot A^{0.5603}$$

여기서, B : 계획하폭(m)

A : 유역면적(km^2)

상기의 하천설계기준 및 적용 공식에 의하여 산정한 주요구간에 대한 하폭 및 계획하폭은 <표 2.3-38>과 같다. 한편, 각 측점간의 계획하폭의 결정과 제방법선을 결정함에 있어서는 다음 사항을 고려하였다.

① 제방법선은 가급적 현유로의 방향을 고려하여 직선형과 조화가 되도록 계획하였고,

② 곡선유로부는 직선부의 하폭보다 10~20%정도 여유있게 제방법선을 계획하였으며,

③ 기성제가 있는 구간에서는 양안의 법선을 가급적 평행하게 하여 하폭의 급변을 피하였고,

④ 양안의 하천개수가 완료된 하천구간으로서 다소 하폭이 넓은 구간은 가급적 현 하폭을 그대로 유지하고,

⑤ 본류에 합류되는 지류의 하구지점에 대한 하폭은 유수의 와류현상과 현지여건 등을 고려하여 다소 넓게 계획하였고,

⑥ 각 측점간의 평균유속은 가급적 적게 되도록 하천종단계획 문제와 관련하여 계획하였다.

국토해양부

<표 2.3-38> 주요구간별 계획하폭

하천명	구 간	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	계획홍수량 (㎥/s)	하상경사	계획하폭 기준(m)				현하폭 (m)	계획하폭 (m)
						대하천 기준	중소하천 기준	소하천 기준①	소하천 기준②		
해미천	해미천 하구	27.25	10.62	405.0	0.00742	87.3	43.3	56.8	56.0	70~121	70~121
	황락천 합류전	18.22	6.78	300.0	0.01067	70.1	31.7	46.9	44.7	40~58	40~58
	산수저수지 직하류	16.48	5.40	295.0	0.01310	69.2	27.8	46.4	42.3	47~82	47~82

2) 빈도별 홍수위

빈도별 홍수위는 개수전·후로 구분하여 표준축차계산법(Standard Step Method)에 의하여 전산으로 계산하였으며, 홍수위 계산에 적용된 기점수위 및 조도계수는 3.2절 가항 및 나항에서 기술한 값을 취하였고, 각 측점별 빈도별 홍수위는 개수전·후에 대하여 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도로 산정하였다.

● 보 및 낙차공 지점 등 하천횡단 구조물로 인하여 지배단면이 발생할 수 있는 지점은 한계수심을 계산하여 구조물 하단지점의 계산 홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 낮을 경우에는 그 구조물의 각 빈도별 한계수심을 기준수위로 취하여 상류부로 배수위 계산을 수행하였고, 하단부 계산 홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 높을 경우에는 그대로 배수위 계산을 진행하였다.

● 또한, 하도에서 흐름이 없는 부분 혹은 흐름이 있어도 유수소통에 영향을 주지 않는 사수역은 제거하였으며, 가능한 한 요철 수면형이 발생하지 않도록 유의하였다.

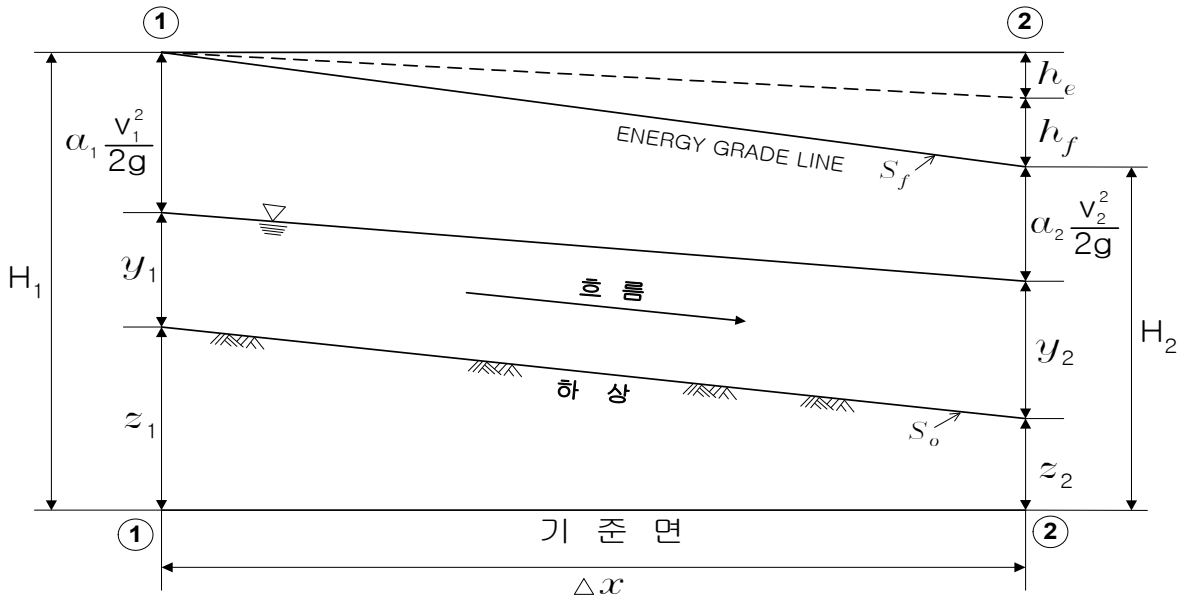
● 개수후 빈도별 홍수위는 개수전과 동일하게 산정하되 개수계획 지구 등은 상·하류를 감안한 종·횡단형을 고려하여 배수위 계산을 행하였다. 한편, 전산으로 처리한 빈도별 홍수위 계산 결과 자연적인 지형 및 하상 급변지점에서 발생한 다소의 요철 수위는 상·하류 지점의 홍수위를 감안하여 조정·결정하였다.

이상과 같이 계산한 본 조사 유역의 개수전, 개수후 각 빈도별 홍수위는 <표 2.3-39>과 같고 표준축차계산법의 기본식은 다음과 같다.

◉ 표준축차계산법(Standard Step Method)

아래 그림의 단면 ①과 ②에서 흐름에 의한 총 에너지를 같게 놓으면 다음 식과 같다.

국토해양부



$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + h_f + h_e \qquad (1)$$

여기서, y_1, y_2 : 단면 1과 2에서 수심(m)

α_1, α_2 : 단면 1과 2에서 에너지 보정계수

v_1, v_2 : 단면 1과 2에서 평균유속(m/s)

z_1, z_2 : 단면 1과 2에서 기준면으로부터 하상고(m)

Δx : 단면 1과 2사이의 거리(m)

h_e : 와류손실(eddy loss)

h_f : 마찰손실[$h_f = S_f \cdot \Delta x = 1/2(S_{f_1} + S_{f_2}) \cdot \Delta x$]

단면 ①과 ②에서의 전수두 H_1과 H_2는 다음과 같다.

$$H_1 = z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g}, \qquad H_2 = z_2 + y_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g}$$

∴ 표준축차계산법의 기본식은 다음 식으로 정리할 수 있다.

$$H_1 = H_2 + h_f + h_e$$

국토해양부

<표 2.3-39> 빈도별 홍수위 (해미천) (단위 : EL.m)

측점 (No.)	누가거리 (m)	개수전						개수후						비고
		20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
0+0	0.0	7.61	7.83	8.10	8.34	8.46	8.54	7.61	7.83	8.10	8.34	8.46	8.54	
0+29	29.0	7.59	7.81	8.08	8.32	8.44	8.52	7.59	7.81	8.08	8.32	8.44	8.52	
1+0	100.0	7.58	7.80	8.07	8.31	8.43	8.5	7.58	7.80	8.07	8.31	8.43	8.50	
2+0	200.0	7.61	7.83	8.10	8.33	8.45	8.53	7.61	7.83	8.10	8.33	8.45	8.53	
2+52	252.0	7.67	7.88	8.14	8.37	8.49	8.57	7.67	7.88	8.14	8.37	8.49	8.57	응평교
3+0	300.0	7.67	7.88	8.14	8.37	8.49	8.57	7.67	7.88	8.14	8.37	8.49	8.57	
3+91	391.0	8.27	8.39	8.52	8.65	8.72	8.88	8.27	8.39	8.52	8.65	8.72	8.88	응평제1보
4+0	400.0	8.24	8.35	8.48	8.61	8.68	8.83	8.24	8.35	8.48	8.61	8.68	8.83	
5+0	500.0	8.31	8.43	8.56	8.68	8.75	8.91	8.31	8.43	8.56	8.68	8.75	8.91	
6+0	600.0	8.53	8.65	8.78	8.89	8.96	9.13	8.53	8.65	8.78	8.89	8.96	9.13	
6+79	679.0	9.87	9.99	10.10	10.19	10.24	10.41	9.87	9.99	10.10	10.19	10.24	10.41	구렛보
7+0	700.0	9.84	9.95	10.06	10.15	10.20	10.36	9.84	9.95	10.06	10.15	10.20	10.36	

<표 2.3-39> 빈도별 홍수위 (해미천) (단위 : EL.m)

측점 (No.)	누가 거리 (m)	개수전						개수후						비고
		20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
8+0	800.0	9.96	10.07	10.18	10.27	10.32	10.48	9.96	10.07	10.18	10.27	10.32	10.48	
9+0	900.0	10.13	10.25	10.35	10.44	10.49	10.66	10.13	10.25	10.36	10.44	10.49	10.66	
10+0	1000.0	10.42	10.53	10.63	10.72	10.77	10.93	10.42	10.53	10.63	10.72	10.77	10.93	
10+93	1093.0	12.03	12.13	12.23	12.31	12.35	12.5	12.03	12.13	12.23	12.31	12.35	12.50	응평제2보
11+0	1100.0	12.01	12.11	12.21	12.28	12.33	12.48	12.01	12.11	12.21	12.28	12.33	12.48	
12+0	1200.0	11.98	12.07	12.17	12.24	12.28	12.42	11.98	12.07	12.17	12.24	12.28	12.42	
13+0	1300.0	12.22	12.31	12.41	12.48	12.52	12.66	12.22	12.31	12.41	12.48	12.52	12.66	
14+0	1400.0	12.92	13.01	13.10	13.17	13.21	13.34	12.92	13.01	13.10	13.17	13.21	13.34	
15+0	1500.0	13.65	13.75	13.85	13.93	13.97	14.12	13.65	13.75	13.85	13.93	13.97	14.12	
16+0	1600.0	14.31	14.41	14.50	14.57	14.61	14.75	14.31	14.41	14.50	14.57	14.61	14.75	
16+58	1658.0	15.53	15.64	15.75	15.84	15.89	16.06	15.53	15.64	15.75	15.84	15.89	16.06	응평제3보
17+0	1700.0	15.51	15.62	15.73	15.82	15.87	16.03	15.51	15.62	15.73	15.82	15.87	16.03	
18+0	1800.0	15.69	15.80	15.90	15.99	16.03	16.2	15.69	15.80	15.90	15.99	16.03	16.20	
18+51.2	1851.2	16.97	17.11	17.24	17.35	17.41	17.6	16.54	16.67	16.78	16.87	16.93	17.10	응평잠수교
19+0	1900.0	17.15	17.29	17.42	17.53	17.59	17.79	16.90	17.03	17.15	17.24	17.30	17.48	
20+0	2000.0	17.27	17.40	17.53	17.63	17.69	17.88	17.09	17.21	17.32	17.41	17.46	17.63	
21+0	2100.0	17.50	17.63	17.75	17.85	17.91	18.09	17.40	17.52	17.63	17.72	17.77	17.93	
22+0	2200.0	17.82	17.93	18.04	18.13	18.18	18.34	17.80	17.90	18.00	18.08	18.13	18.27	
22+15	2215.0	18.33	18.43	18.53	18.60	18.65	18.8	18.33	18.43	18.53	18.61	18.65	18.80	해미2교
23+0	2300.0	18.60	18.86	19.02	19.13	19.19	19.39	18.59	18.86	19.02	19.13	19.14	19.39	
24+0	2400.0	19.67	19.69	19.73	19.79	19.83	20.04	19.68	19.69	19.73	19.79	19.85	20.04	
25+0	2500.0	20.68	20.76	20.85	20.91	20.95	21.08	20.68	20.76	20.85	20.91	20.95	21.08	
25+22	2522.0	22.98	23.09	23.20	23.28	23.33	23.5	22.98	23.09	23.20	23.28	23.33	23.50	전천보
25+56	2556.0	23.04	23.15	23.26	23.34	23.39	23.56	23.04	23.15	23.26	23.34	23.39	23.56	진둠병교
26+0	2600.0	23.14	23.25	23.36	23.44	23.49	23.66	23.14	23.25	23.36	23.44	23.49	23.66	
26+32	2632.0	23.48	23.56	23.66	23.73	23.78	23.93	23.17	23.28	23.38	23.47	23.52	23.68	억대잠수교
27+0	2700.0	23.83	23.91	23.98	24.04	24.07	24.19	23.83	23.91	23.98	24.04	24.07	24.19	
27+88	2788.0	24.81	24.92	25.02	25.11	25.16	25.32	24.81	24.92	25.02	25.11	25.16	25.32	조산2교
28+0	2800.0	24.74	24.85	24.95	25.04	25.09	25.26	24.74	24.85	24.95	25.04	25.09	25.26	
29+0	2900.0	25.19	25.28	25.38	25.45	25.49	25.64	25.19	25.28	25.38	25.45	25.49	25.64	
30+0	3000.0	25.84	25.93	26.02	26.09	26.12	26.26	25.84	25.93	26.01	26.09	26.13	26.25	
31+0	3100.0	26.69	26.79	26.89	26.96	27.00	27.14	26.69	26.79	26.88	26.96	27.00	27.14	
31+39	3139.0	27.28	27.40	27.52	27.62	27.67	27.85	27.28	27.40	27.52	27.61	27.67	27.84	조산제1낙차
31+84.7	3184.7	28.07	28.23	28.38	28.50	28.57	28.8	28.07	28.23	28.38	28.50	28.57	28.80	조산1교

국토해양부

<표 2.3-39> 빈도별 홍수위 (해미천) (단위 : EL.m)

측점 (No.)	누가 거리 (m)	개수전						개수후						비고
		20년	30년	50년	80년	100년	200년	20년	30년	50년	80년	100년	200년	
32+0	3200.0	28.01	28.18	28.32	28.45	28.52	28.75	28.01	28.17	28.32	28.45	28.52	28.76	
32+35	3235.0	28.30	28.46	28.60	28.72	28.79	29.01	28.30	28.46	28.60	28.72	28.79	29.01	조산제2낙차
33+0	3300.0	28.27	28.42	28.57	28.70	28.77	29.01	28.27	28.42	28.57	28.69	28.77	29.01	
33+29	3329.0	30.89	31.02	31.14	31.24	31.29	31.48	30.89	31.02	31.14	31.24	31.29	31.48	조산보
34+0	3400.0	30.88	31.00	31.13	31.22	31.28	31.46	30.88	31.00	31.13	31.22	31.28	31.46	
35+0	3500.0	31.00	31.12	31.25	31.34	31.40	31.59	31.00	31.12	31.25	31.34	31.40	31.58	
35+14	3514.0	31.14	31.27	31.39	31.49	31.55	31.73	31.14	31.27	31.39	31.49	31.55	31.73	해미교
36+0	3600.0	31.19	31.27	31.37	31.44	31.59	31.72	31.19	31.28	31.37	31.44	31.48	31.56	
36+54	3654.0	33.04	33.17	33.29	33.38	33.44	33.62	33.04	33.17	33.29	33.38	33.44	33.62	휴암돌보
37+0	3700.0	32.98	33.10	33.21	33.31	33.36	33.54	32.98	33.10	33.21	33.31	33.36	33.54	
38+0	3800.0	33.09	33.21	33.33	33.42	33.47	33.65	33.09	33.21	33.33	33.42	33.48	33.65	
38+87.2	3887.2	35.18	35.29	35.42	35.54	35.59	35.75	34.57	34.73	34.88	35.05	35.10	35.27	휴암새마을교
39+0	3900.0	35.05	35.16	35.27	35.38	35.42	35.57	34.60	34.72	34.86	34.99	35.05	35.22	
39+71.2	3971.2	35.69	35.83	35.98	36.13	36.19	36.4	35.70	35.84	36.01	36.17	36.23	36.45	해 미1교
40+0	4000.0	35.51	35.64	35.79	35.93	35.98	36.18	35.53	35.67	35.83	35.98	36.04	36.24	
41+0	4100.0	36.24	36.34	36.46	36.58	36.66	36.81	36.23	36.33	36.46	36.58	36.65	36.82	
42+0	4200.0	36.77	36.88	37.01	37.14	37.21	37.37	36.77	36.88	37.01	37.14	37.21	37.37	
43+0	4300.0	37.49	37.61	37.76	37.90	37.97	38.15	37.49	37.61	37.76	37.90	37.97	38.15	
44+0	4400.0	38.59	38.73	38.90	39.07	39.16	39.38	38.59	38.73	38.90	39.07	39.16	39.38	
44+83	4483.0	41.47	41.61	41.77	41.94	42.03	42.24	41.47	41.58	41.46	41.38	41.42	41.49	휴암제1보
45+0	4500.0	41.48	41.62	41.79	41.95	42.04	42.25	41.48	41.59	41.48	41.43	41.47	41.55	
45+27	4527.0	42.46	42.59	42.75	42.90	42.99	43.19	41.88	42.02	42.18	42.02	41.85	41.76	휴암제2보
45+32	4532.0	42.60	42.74	42.90	43.06	43.15	43.35	42.09	42.23	42.4	42.36	42.34	42.51	휴암제1교
46+0	4600.0	42.53	42.66	42.83	42.98	43.07	43.27	41.91	42.06	42.23	42.25	42.32	42.47	
47+0	4700.0	43.04	43.17	43.34	43.50	43.59	43.81	43.10	43.19	43.32	43.48	43.57	43.75	
48+0	4800.0	43.43	43.50	43.58	43.67	43.72	43.84	43.43	43.50	43.58	43.66	43.71	43.82	
49+0	4900.0	44.49	44.60	44.73	44.86	44.93	45.1	44.49	44.60	44.73	44.86	44.93	45.09	
49+86	4986.0	45.57	45.69	45.84	45.99	46.07	46.26	45.57	45.69	45.84	45.98	46.07	46.26	산수교
50+0	5000.0	45.54	45.67	45.82	45.97	46.06	46.26	45.54	45.67	45.82	45.97	46.06	46.26	
51+0	5100.0	46.31	46.41	46.51	46.62	46.70	46.88	46.31	46.40	46.51	46.62	46.70	46.88	
52+0	5200.0	47.37	47.45	47.56	47.67	47.71	47.81	47.37	47.46	47.57	47.67	47.71	47.81	
52+17	5217.0	48.74	48.85	48.97	49.09	49.17	49.32	47.65	47.74	47.84	47.95	48.01	48.15	무명교
52+75	5275.0	48.81	48.92	49.05	49.17	49.25	49.4	48.31	48.42	48.54	48.67	48.74	48.90	
53+0	5300.0	48.98	49.09	49.23	49.36	49.44	49.61	48.64	48.76	48.90	49.03	49.11	49.28	

국토해양부

3) 계획홍수위

본 과업구간의 계획홍수위는 3.1절 다항의 계획홍수량 산정에서 언급한 바와 같이 현재 우리나라 하천에서 적용되고 있는 기준을 전제(국가하천 : 100~200년 빈도, 지방1급하천 : 80~200년 빈도, 지방2급하천 : 50~200년 빈도)로 하여 해당 하천의 중요도, 인근 토지의 이용상황, 상위계획과의 연계성 등을 종합적으로 고려하여 계획홍수위는 100년 빈도로 채택하였다. 개수후 빈도별 홍수위 산정시 홍수량 및 종·횡단형을 고려하였고, 개수계획 지구의 단면결정시 최심하상 및 상·하류 구간 단면을 충분히 고려하여 과도한 굴입(掘入)이 되지 않도록 유의하였다. 또한, 계획홍수위에 여유고가 부족한 구간에 대해서는 홍수시 홍수피해와 월류방지를 위하여 제방여유고를 고려한 개수계획을 수립하였다.

이상의 제요소를 고려하여 산정한 금회 과업구간내 측점별 계획홍수위, 현하폭 및 계획하폭, 기설제방고는 <표 2.3-40>과 같다.

<표 2.3-40> 계획홍수위 및 계획하폭

하천명	측점(No.)	거리(m)		계획홍수량(m^3/s)	계획홍수위(EL.m)	하폭(m)		기설제방고(EL.m)		비고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
해미천	0	0.0	0.0	405.00	8.46	-	-	-	9.38	
	+29	29.0	29.0	〃	8.46	121.00	-	8.60	9.06	
	1	71.0	100.0	〃	8.47	88.00	-	8.79	9.60	
	2	100.0	200.0	〃	8.48	84.00	-	9.05	9.54	
	+52	52.0	252.0	〃	8.49	80.00	-	9.05	9.05	응평교
	3	48.0	300.0	〃	8.49	84.00	-	9.40	9.60	
	+91	91.0	391.0	〃	8.72	87.00	-	9.76	10.10	응평제1보
	4	9.0	400.0	〃	8.73	85.00	-	9.96	10.00	
	5	100.0	500.0	〃	8.85	85.00	-	10.30	10.90	
	6	100.0	600.0	〃	8.96	87.00	-	11.00	11.40	
	+79	79.00	679.0	〃	10.24	90.00	-	10.40	10.40	구렛보

국토해양부

<표 2.3-40 계속> 계획홍수위 및 계획하폭

하천명	측점(No.)	거리(m)		계획홍수량(m^3/s)	계획홍수위(EL.m)	하폭(m)		기설제방고(EL.m)		비고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
해미천	7	21.00	700.00	405.00	10.28	84.00	-	11.40	11.60	
	8	100.00	800.00	〃	10.44	78.00	-	12.00	12.20	
	9	100.00	900.00	〃	10.60	80.00	-	12.50	12.30	
	10	100.00	1000.00	〃	10.76	86.00	-	12.50	12.60	
	93	93.00	1093.00	〃	12.35	107.00	-	12.73	13.50	응평제2보
	11	7.00	1100.00	〃	12.36	111.00	-	13.10	13.30	
	12	100.00	1200.00	〃	12.44	84.00	-	13.60	14.08	
	13	100.00	1300.00	〃	12.52	78.00	-	14.40	14.90	
	14	100.00	1400.00	〃	13.22	79.00	-	15.25	16.00	
	15	100.00	1500.00	〃	13.92	84.00	-	16.03	16.51	
	16	100.00	1600.00	〃	14.61	92.00	-	16.90	17.46	
	+58	58.00	1658.00	〃	15.89	94.00	-	17.00	17.50	응평제3보
	17	42.00	1700.00	〃	15.93	96.00	-	17.80	17.60	
	18	100.00	1800.00	〃	16.03	92.00	-	18.62	18.40	
	+51.2	51.20	1851.20	〃	16.93	92.00	-	17.80	18.50	응평잠수교
	19	48.80	1900.00	〃	17.30	93.00	-	19.60	19.15	
	20	100.00	2000.00	〃	17.53	90.00	-	20.40	20.00	
	21	100.00	2100.00	〃	17.77	94.00	-	17.96	21.75	
	22	100.00	2200.00	〃	18.13	96.00	-	21.70	22.50	
	+15	15.00	2215.00	〃	18.65	102.00	-	22.93	22.58	해미2교
	23	85.00	2300.00	〃	19.14	104.00	-	22.72	20.33	
	24	100.00	2400.00	〃	20.04	90.00	-	23.72	22.70	
	25	100.00	2500.00	〃	20.95	88.00	-	24.55	23.47	
	+22	22.00	2522.00	〃	23.33	88.00	-	24.80	23.80	전천보
	+56	34.00	2556.00	〃	23.39	90.00	-	26.40	26.40	진둠병교
	26	44.00	2600.00	〃	23.46	89.00	-	25.17	24.15	
	+32	32.00	2632.00	〃	23.52	89.00	-	25.15	24.43	억대잠수교
	27	68.00	2700.00	〃	24.07	86.00	-	26.11	25.02	
	+88	88.00	2788.00	〃	25.16	81.00	-	27.75	27.75	조산2교

국토해양부

<표 2.3-40 계속> 계획홍수위 및 계획하폭

하천명	측점(No.)	거리(m)		계획홍수량(m^3/s)	계획홍수위(EL.m)	하폭(m)		기설제방고(EL.m)		비고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
해미천	28	12.00	2800.00	405.00	25.19	87.00	-	27.30	27.31	
	29	100.00	2900.00	〃	25.49	83.00	-	27.85	27.15	
	30	100.00	3000.00	〃	26.25	82.00	-	28.50	28.45	
	31	100.00	3100.00	〃	27.00	79.00	-	29.54	29.38	
	+39	39.00	3139.00	〃	27.67	81.00	-	29.40	29.70	조산제1낙차
	+84.7	45.70	3184.70	〃	28.57	70.00	-	30.00	30.00	조산1교
	32	15.30	3200.00	〃	28.57	86.00	-	30.30	30.30	
	+35	35.00	3235.00	〃	28.79	85.00	-	30.50	30.90	조산제2낙차
	33	65.00	3300.00	〃	28.79	81.00	-	30.89	31.45	
	+29	29.00	3329.00	〃	31.29	80.00	-	30.90	31.70	조산보
	34	71.00	3400.00	〃	31.34	76.00	-	31.50	32.65	
	35	100.00	3500.00	〃	31.40	73.00	-	32.12	33.30	
	+14	14.00	3514.00	〃	31.55	72.00	-	33.70	33.70	해미교
	36	86.00	3600.00	〃	31.55	74.00	-	33.13	33.55	
	+54	54.00	3654.00	〃	33.44	80.00	-	33.40	34.20	휴암돌보
	37	46.00	3700.00	〃	33.45	86.00	-	33.62	34.60	
	38	100.00	3800.00	〃	33.48	89.00	-	34.59	35.74	
	+87.2	87.20	3887.20	405.00	35.10	59.00	-	34.90	36.30	휴암새마을교
	39	12.80	3900.00	〃	35.10	57.00	-	34.91	36.76	
	+71.2	71.20	3971.20	300.00	36.23	48.00	-	38.96	38.13	해 미1교
	40	28.80	4000.00	〃	36.33	44.00	-	37.00	37.90	
	41	100.00	4100.00	〃	36.65	43.00	-	37.80	38.30	
	42	100.00	4200.00	〃	37.31	43.00	-	39.20	39.50	
	43	100.00	4300.00	〃	37.97	40.00	-	40.00	40.70	
	44	100.00	4400.00	〃	39.16	48.00	-	41.30	41.50	
	+83	83.00	4483.00	〃	41.42	43.00	-	41.90	42.70	휴암제1보
	45	17.00	4500.00	〃	41.47	43.00	-	42.20	43.00	
	+27	27.00	4527.00	〃	42.20	41.00	-	42.20	42.60	휴암제2보
	+32	5.00	4532.00	〃	42.34	40.00	-	42.30	42.30	휴암제1교

국토해양부

<표 2.3-40 계속> 계획홍수위 및 계획하폭

하천명	측점(No.)	거리(m)		계획홍수량(m^3/s)	계획홍수위(EL.m)	하폭(m)		기설제방고(EL.m)		비고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
해미천	46	68.00	4600.00	300.00	42.34	40.00	-	44.00	44.00	
	47	100.00	4700.00	〃	43.20	65.00	-	45.00	45.00	
	48	100.00	4800.00	〃	44.07	45.00	-	45.90	46.00	
	49	100.00	4900.00	〃	44.93	44.00	-	46.90	47.10	
	+86	86.00	4986.00	〃	46.07	32.00	-	46.50	46.50	산수교
	50	14.00	5000.00	〃	46.15	43.00	-	48.20	48.40	
	51	100.00	5100.00	〃	46.70	50.00	-	48.60	48.70	
	52	100.00	5200.00	〃	47.71	53.00	-	49.50	50.20	
	+17	17.00	5217.00	295.00	48.01	55.00	-	49.03	50.70	무명교
	+75	58.00	5275.00	〃	48.78	52.00	-	51.24	52.82	
	53	25.00	5300.00	〃	49.11	47.00	-	51.50	53.70	

국토해양부

4. 하상변동 분석

4.1 하상재료 조사

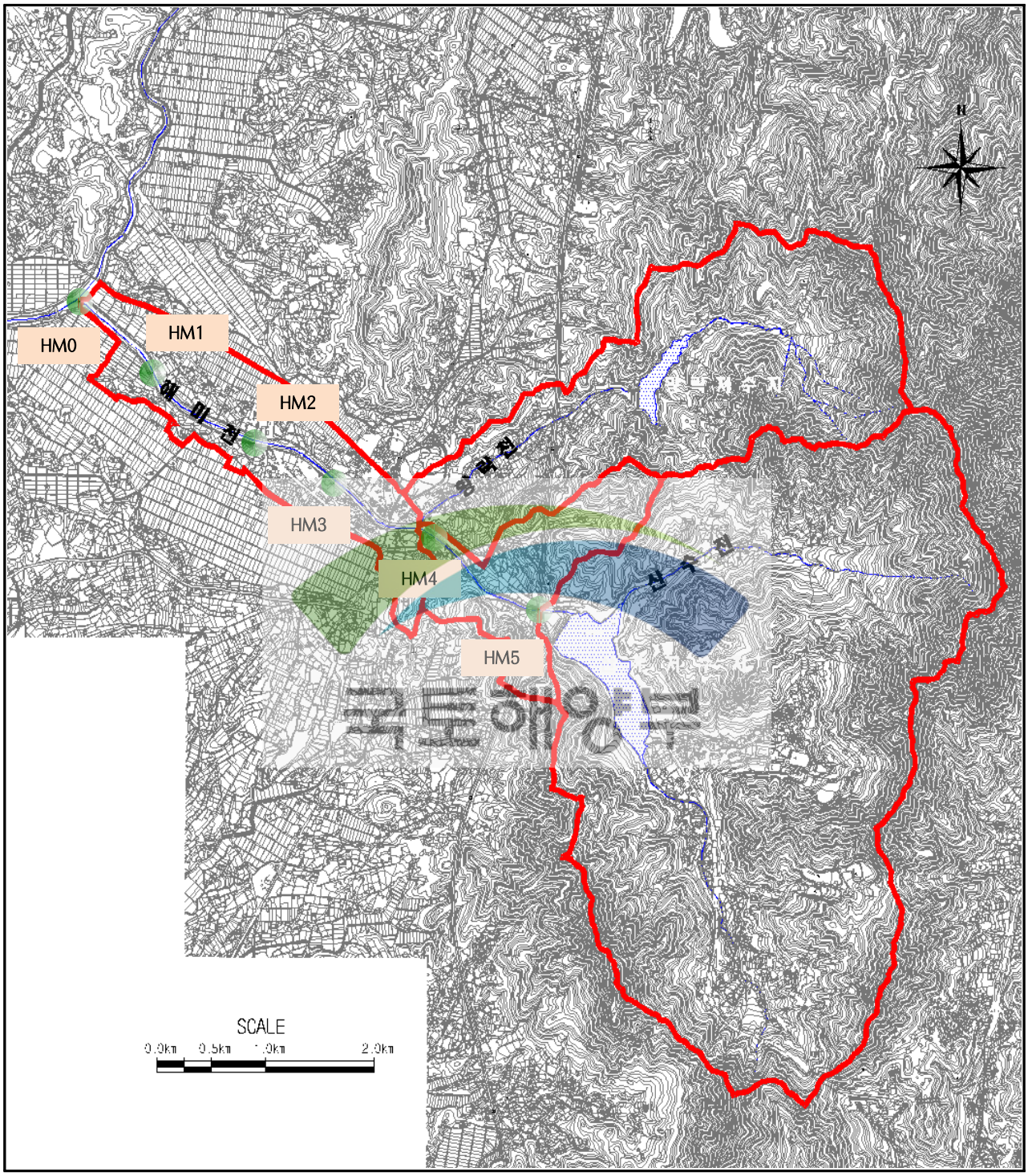
가. 하상재료 입도분석

평형하상 계산에 필요한 기초자료로서 하상재료를 다음 <그림 2.4-1>에서 보는 바와 같이 1km마다 총 6개소에서 대표시료를 채취, 입도분석을 실시하였으며 채취지점 및 실내실험 결과는 <표 2.4-1>과 같다.

<표 2.4-1> 통과중량 백분율 입경

하천명	측점(No.)	비중	체 분 석 결 과(%)											No. 200번체 통과량	D_{60} (mm)
			75 mm	50 mm	40 mm	25 mm	20 mm	10 mm	No. 4	No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 140	
해미천	No.0	2.614	100	90.7	85.8	75.4	67.6	57.3	51.0	44.0	37.7	26.3	20.3	15.7	9.9	12.00
	No.10	2.593	100	91.9	85.0	69.5	63.2	51.5	45.0	33.6	20.4	16.6	14.6	10.7	8.2	16.50
	No.20	2.621	100	76.9	65.9	56.7	52.0	47.2	41.7	32.5	20.6	12.6	7.8	5.2	3.4	30.50
	No.30	2.631	100	90.3	83.5	78.1	73.0	61.7	55.6	48.5	34.1	20.6	16.0	13.2	9.8	8.00
	No.40	2.645	100	91.7	84.5	70.6	61.2	50.1	42.4	31.9	11.7	7.3	5.2	3.4	2.4	18.00
	No.52	2.606	100	90.1	82.5	78.1	75.0	68.5	52.6	36.9	22.2	18.6	15.6	10.6	7.3	6.50

국토해양부



【그림 2.4-1】 하상재료 채취지점도

4.2 하천유사량 산정

유사량은 장래의 하상변동 예측에 필요한 인자이며, 하천의 유황, 유역의 지형, 지질 및 식생상태 등 여러 가지 유역특성에 따라 크게 변화한다.

해당 지점의 연간 유사량은 유사량 측정에 의해 작성된 유량-유사량 관계곡선에 의해 산정하는 것이 바람직하나, 미계측유역의 경우에는 유사량 공식으로 추정하거나 다른 지역의 실측 퇴사량 등을 이용하여 산정하게 된다.

한편, 유사량을 학문적인 분야에서 볼 때 유사량 산정방법은 Einstein, Brown, Toffaleti, 일본토연공식(日本土研公式) 등이 있으나, 과거의 유사량 검토 등의 경험을 토대로 보면 이들 공식 상호간에는 결과치에서 상당한 차이를 보이고 있으며, 실측치와의 상관성도 결여된 결과치를 얻는 경우가 많은 바, 이와 같은 사유는 유사현상이 하상과 물의 관계에 있어서 극히 복잡한 비정상성 등으로 정확한 흐름이동 경로를 파악하는 것은 상당히 어려운 문제이다.

본 해미천 유역은 실측-유사량 자료가 없는 미계측 유역으로 유사량산정은 『댐설계기준(2005, 건설교통부)』에 의한 소규모유역의 비유사량 추정공식을 적용하여 산정하였다.

국토해양부

○ 『댐 설계기준』 제시 소규모 유역(200㎢ 이하)의 비유사량 추정공식

$$Y_r(t/km^2/년) = 8,668 \times A^{-0.896}$$

여기서, A : 유역면적(km^2)

<표 2.4-2> 주요댐 지점의 연간 비유사량 비교표

댐 명	유역면적 (km^2)	연간비유사량 ($m^3/km^2/yr$)	수계별
화 천 댐	3,901	1,418	북한강
소 양 강 댐	2,703	1,006	북한강
춘 천 댐	777	310	북한강
청 평 댐	940	281	북한강
남 강 댐	2,285	748	낙동강
섬 진 강 댐	759.84	458.8	섬진강
충 주 댐	6,684	538	남한강
안 동 댐	1,584	230	낙동강

<표 2.4-3> 기존댐 지점의 퇴사량

구 분	댐/저수지	유역면적 (km^2)	퇴사기간 /측 정 년	비퇴사량 ($m^3/km^2/yr$)	비유사량 ($ton/km^2/yr$)	비 고
다목적댐	소양강댐	2,703	'73~'83(10년)	1,000	900	
	남 강 댐	2,285	'68~'87(19년)	357	436	자료양호
	안 동 댐	1,584	'76~'83(7년)	230	307	자료양호
	섬진강댐	763	'28~'83(54.5년)	460	414	자료양호
발전댐	청 평 댐	9,921	'43~'86(43년)	60	110	상류유역전체
		2,212	'43~'86(43년)	135	248	상류댐 건설을 고려
	화 천 댐	3,901	'44~'56(12년)	910	-	DMZ이북지역이포함 유역특성자료 수집불가
			'44~'85(29년)	500	-	
			'56~'85(33년)	360	-	
	보성강댐	275	'35~'68(33년)	200	314	
			'68~'83(15년)	37	58	
하구호	삽 교 호	1,263	'78~'90(13년)	279	408	
	아 산 호	1,369	'73~'86(13년)	226	326	
	남 양 호	209	'73~'89(16년)	523	716	

국토해양부

본 해미천 유역의 유사량을 산정한 결과는 <표 2.4-4>와 같고, 표에서 보는 바와 같이 삽교호의 실측치와 댐설계 기준에 의한 경험치가 큰 차이를 보이고 있다. 이 중에서 해미천 과업 종점부에서의 비유사량은 해미천 유역 인근에 위치한 삽교호의 실측치 $408m^3/km^2/yr$을 적용하였다. 따라서, 해미천 유역의 연간 총유사량을 $11,118m^3/yr$으로 추정하였다.

<표 2.4-4> 유사량 산정결과

하 천	유역면적 (km^2)	유사량 산정방법별 비교		적 용 비유사량 ($m^3/km^2/yr$)
		삽교호 실측치 적용	댐 설계기준 적용	
해 미 천	27.25	11,118	12,223	408

4.3 하상변동 및 하도안정 분석

하천에서의 하상변동은 홍수의 소통능력 및 호안, 교량, 낙차공 및 기타 하천부속물의 안정에 중요한 영향을 미치게 되므로 하상의 안정을 유지하기 위한 기본 자료로 활용하기 위해 전절 4.1절 하상재료조사에서 분석된 입도분석 성과를 이용하여 본 유역내의 평형하상고를 예측하였다.

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 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 전혀없는 정적평형과 하상재료의 이송은 있지만 평형상태에 있는 동적평형으로 구분되며 엄밀하게 논하면 정적평형상태는 특별한 의미가 없으며 하천에서의 평형은 동적평형을 지칭한다. 한편 본 과업에서는 정적평형상태 및 동적평형상태에 대해 검토하였으며, 평형하상경사 산정방법은 <표 2.4-5>와 같고, 금회 검토된 각 방법에 대하여 기술하면 다음과 같다.

<표 2.4-5> 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	
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	

국토해양부

가. 정적평형하상 산정

1) KUBO-MASASI(九寶雅史) 공식

$$I_0 = K \cdot d_s^{(3/2)} B$$

$$K = \frac{H}{\sum_0^L d_s^{(3/2)} B \cdot \Delta X}$$

여기서 I_0 : 평균하상경사

d_S : 하상구성물질의 입경(mm) ($d_S = d_{25} \times d_{50}/d_{75}$)

d_{25} : 통과백분율 25%에 대응하는 입경(mm)

d_{50} : 통과백분율 50%에 대응하는 입경(mm)

d_{75} : 통과백분율 75%에 대응하는 입경(mm)

B : 하폭(m)

ΔX : 측점간 거리(m)

H : 평형하상상태에 있는 상·하류 2개 지점간의 하상고차(m)

L : 평형하상상태에 있는 상·하류 2개 지점간의 거리(m)

KUBO-MASASI(九寶雅史)는 하상구성물질의 입경과 하폭의 함수로서 상하류의 2개 평형상태에 있는 지점을 기준으로하여 그 구간내에서의 평형하상경사를 구하는 공식이다.

2) AKI-KOICHI(安藝皎一) 공식

$$X = a - b \log \lambda \cdot d_m$$

여기서, X : 어느 기준점에서 흐르는 방향의 거리(㎞)

d_m : 평균입경(mm), $\left(\frac{d_1 + d_2 + \cdots\cdots + d_n}{n}\right)$

λ : 평균입경에 상당하는 통과중량백분율(%), $(100 - P_m)/P_m$

a : 거리에 따른 $\log(\lambda \cdot d_m)$의 분포로부터 가정되는 관계식에서 구하는 상수(1차관계식의 절편)

b : 거리에 따른 $\log(\lambda \cdot d_m)$의 분포로부터 가정되는 관계식에서 구하는 상수(1차관계식의 경사)

P_m : 통과율(Passing Percent, %)

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{5(x_0 - x)}{3.5b}} \cdot \frac{3.45}{3.5} \cdot \frac{1}{b} \cdot H_0 \cdot 10^{\frac{1.5(x - x_0)}{3.5b}}$$

국토해양부

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 또 다른 평형상태의 지점을 고려 할 수 없다는 단점을 지니고 있다.

나. 동적평형하상 산정

1) HEC-6 모형

동적평형하상 산정 모형은 1차원 해석 및 2차원 해석 방법등 여러 모형이 개발 발표되었으나 육군공병단에서 개발한 1차원 HEC-6 모형은 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, 결측자료를 보완한다.
- 수온자료를 수집한다.
- 유량 실측치가 없을 경우 지천의 유입유량을 추정한다. 지천의 유입유량을 적합하게 추정할 수 있는 다른 대안이 없을 경우 면적비를 이용하여 구한다.
- 이러한 자료수집활동과 동시에 실제로 대상하천구간을 답사하여 하천의 상황을 관찰하고 기록자료에 나타나지 않은 상황(하상토 입경분포의 이상유무 등)을 검토할 필요가 있다.

② 고정상 모형보정

- 하천단면의 횡단자료를 전산파일에 입력한다.
- 실측 수문자료를 분석하여 모형보정용 유량을 결정하고 유량은 일반적으로 최소, 만제, 최대유량을 선정하면 적합하다.
- Manning의 조도계수 n값을 가정하여 선정된 모형보정용 유량별로 수면고를 계산한다.
- 계산 수면고와 실측 수면고를 비교하여 하천단면의 이상기록을 조사한다. 이상단면

국토해양부

은 보정한후 수면고를 재계산한다.

- 하천단면에 이상이 없을 경우, 실측 수면고에 가장 가까운 수면고를 계산하는 최적의 n값이 나타날 때까지 과정 상기 3~4단계를 반복하여 적용 계산한다. 이때 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. 이때 지천의 유사량을 계산하는 유사량공식은 본류의 유사량공식과 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.
- 전체수문자료를 입력한 뒤 실제 하상변동을 계산한다.
- 계산값을 실측 하상고와 비교하여 실측 하상고에 근접할 때까지 유량 및 유사량을 수정하여 반복 실행한다.

⑤ 추후 하상변동의 예측

- 현 과업에서 실시한 실측 횡단자료를 전산파일에 입력한다.
- 하상변동계산에서 실측하상고에 근접시킨 유사량 및 수문자료 등 제반자료를 실측

국토해양부

횡단자료와 조합한다.

· 입력된 수문자료는 장래에도 동일하게 발생한다고 가정하므로 조합하여 실행된 하상변동을 수문 입력기간이 장래 예측기간이 된다.

앞에서 기술한 세굴과 퇴적을 통한 하상의 수직이동을 모의 하기위한 기본 방정식은 다음의 유사자료의 연속방정식(Exner 방정식)이다.

$$\frac{\partial x}{\partial G} + B_o \cdot \frac{\partial Y_s}{\partial t} = 0$$

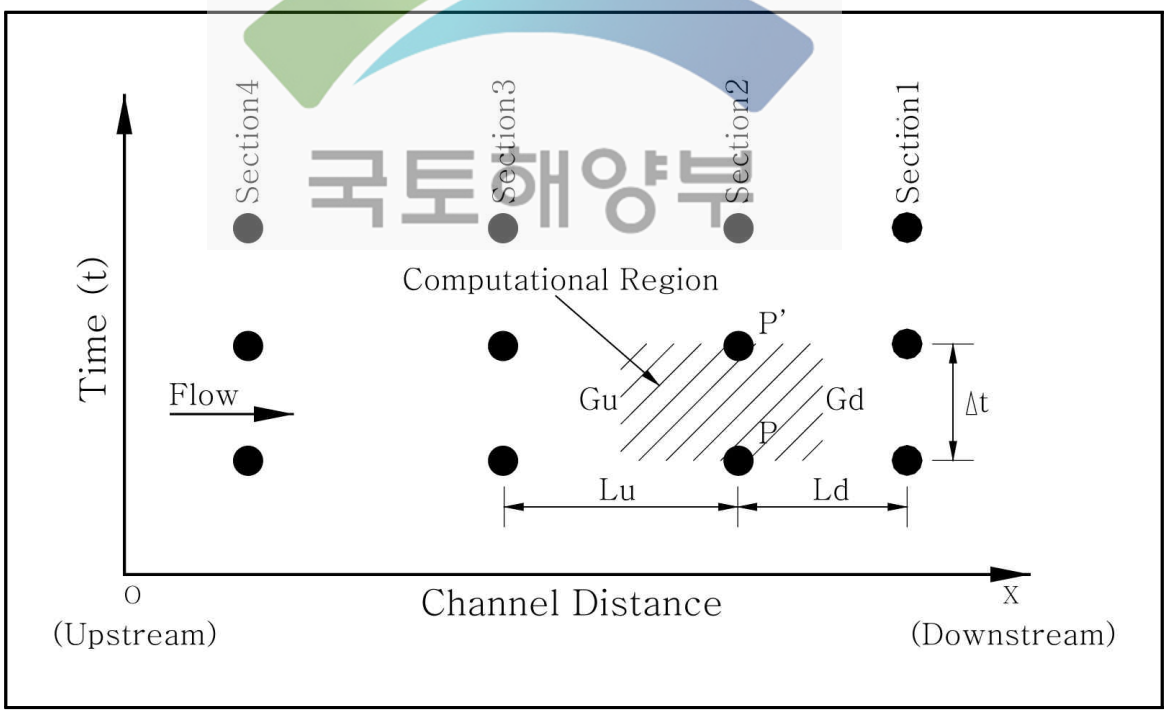
여기서, B_o : 이동상 하폭

t : 시간

G : Δt동안의 평균유사량(ft^3/s)

x : 하도거리

Y_s : 검사체적내 유사깊이



국토해양부

상기의 방정식을 그림의 항들을 이용하여 P점에 대한 유한차분법의 형태로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{G_d - G_u}{0.5(L_d + L_u)} + \frac{B_{sp}(Y_{sp}' - Y_{sp})}{\Delta t} = 0$$

$$Y_{sp}' = Y_{sp} - \frac{\Delta t}{0.5B_{sp}} \cdot \frac{G_d - G_u}{(L_d + L_u)}$$

여기서, B_{sp} : P점에서의 이동상 하폭

G_u, G_d : 상류와 하류의 유사량

L_u, L_d : 상류와 하류 횡단간 거리

Y_{sp}, Y_{sp}' : 전후 시간단계에서의 P점에서의 하상재료깊이

0.5 : 상하류 구간거리 가중 형상계수

Δt : 계산시간 간격

상기의 유한차분식을 사용자가 입력한 초기조건과 경계조건 및 P점에서의 유사운송능과 유입유사량, 하상재료의 이용가능성 및 장갑화등을 고려하여 시간과 거리에 따라 해석하여 하상변동을 예측하게 된다.

입력자료의 작성은 하천종·횡단자료, 하상도 입경자료, 수문자료로 구분하여 작성하였다. 지형자료의 경우 횡단면, 구간거리, 조도계수 n값이 포함되고 각 횡단면의 이동상 부분과 하상토층의 깊이 등도 포함된다. 유사자료에는 유체와 유사의 특성, 유입 유사량, 하상 재료의 입경분포가 포함된다. 유사량 공식과 퇴적토의 단위중량도 입력된다. 유사특성으로는 입경, 비중, 입자의 형상계수, 퇴적물의 단위중량, 침강속도의 다섯가지의 특성이 고려된다. 또한 수문자료의 경우는 유량, 수온, 하류경계의 수위, 흐름 지속기간(계산간격)이 포함된다. 유사의 최종단계는 주어진 초기 하천지형(하도의 크기, 형상, 경사)과 하천의 유사 특성을 이용하여, 이런 자료들이 수문입력이나 저수지 조작규칙 등의 변화에 어떻게 반응하는가 모의 하는 것이다. 유사운송과 흐름의 수리량은 둘다 유량의 비선형 함수이므로 유량수문곡선에 대해 연속적 모의를 하여야 한다. 또한 계산수문곡선의 유량이 장기간의 유황곡선을 재현할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 장기간의 유량 관측 기록이 없을 경우 수문곡선의 연간형태를 유황곡선에 대한 지식과 연간 흐름형태에 대한 기존 지식에서 추정 할 수 있다. 이때 평수년뿐 아니라 풍수년과 갈수년도 포함되도록 하여야 한다.

국토해양부

유입유사량 결정에 있어서 본 과업에서는 과거의 유사량 실측자료가 미비하여 유사량 산정공식을 이용하여 유사량을 결정하는 방법을 채택하였으나, 검토한 유사량 공식으로는 한국건설기술연구원의 하상변동 예측모형 비교분석에서 언급한 Toffaleti, Laursen, Yang공식 중 홍수시의 적용성이 비교적 우수한 것으로 분석된 Yang공식을 적용하였다. 또한, 지속기간을 지닌 일련의 유량자료를 반복 적용하여 10년에 대한 장기간의 하상변동을 모의하였으며 금회 과업 하천의 중·상류부 하상구배가 비교적 급하고 하상상태는 자갈 및 모래가 하상의 주요 구성물질 상태를 보이는 점을 고려하여 장기하상변동을 예측·검토 하였다.

각 하천의 HEC-6 모형을 이용한 장기하상예측결과 보 시설물의 직하류부는 다른 구간에 비하여 빠른 속도로 세굴에 따른 하상저하가 진행되는 것으로 나타났다.

다. 장래하상변동예측

국내의 하천실무에서 널리 이용되고 있는 평형하상 결정방법인 久寶雅史(Kubo-masasi)와 安藝皎一(Aki-koich)경험공식은 신뢰도 및 공식 구성상의 타당성이 미흡한 것으로 「하상변동 예측모형의 비교분석(1991. 1, 건기원)」 및 「평형하상경사 추정방법의 개발(1993. 12, 건기원)」에서 지적된 바 있다. 그러나 현재까지도 대안의 부족으로 하천정비나 하천계획시 이러한 경험공식을 그대로 사용하고 있어 하천의 과다 세굴 및 퇴적 등 잘못된 예측이 문제점으로 대두되고 있다. 따라서 본 과업에서는 장래 하상변동 예측 및 평형하상고를 추정하는 방법으로 동역학적 모형인 HEC-6 모형을 적용하였다.

국토해양부

본 과업에서는 1, 5, 10년 단위로 하상변동량을 계산하였으며 그 결과를 <표2.4-6>에 정리하였다. 금회 하상변동량 계산결과 하천의 일부구간을 제외한 대부분의 구간이 향후 10년 후의 하상상태로 안정화 될 것으로 판단되어 10년 후의 하상고를 평형하상고로 채택하였다. 한편, 향후 하천공사, 하도의 준설, 유역내 석산개발, 골재채취 등 인위적인 하상변동요인 발생시에는 하도의 변화상황을 고려하여 다시 하상변동예측을 실시해야 할 것이다.

<표 2.4-6> 최심하상고 및 하상변동예측

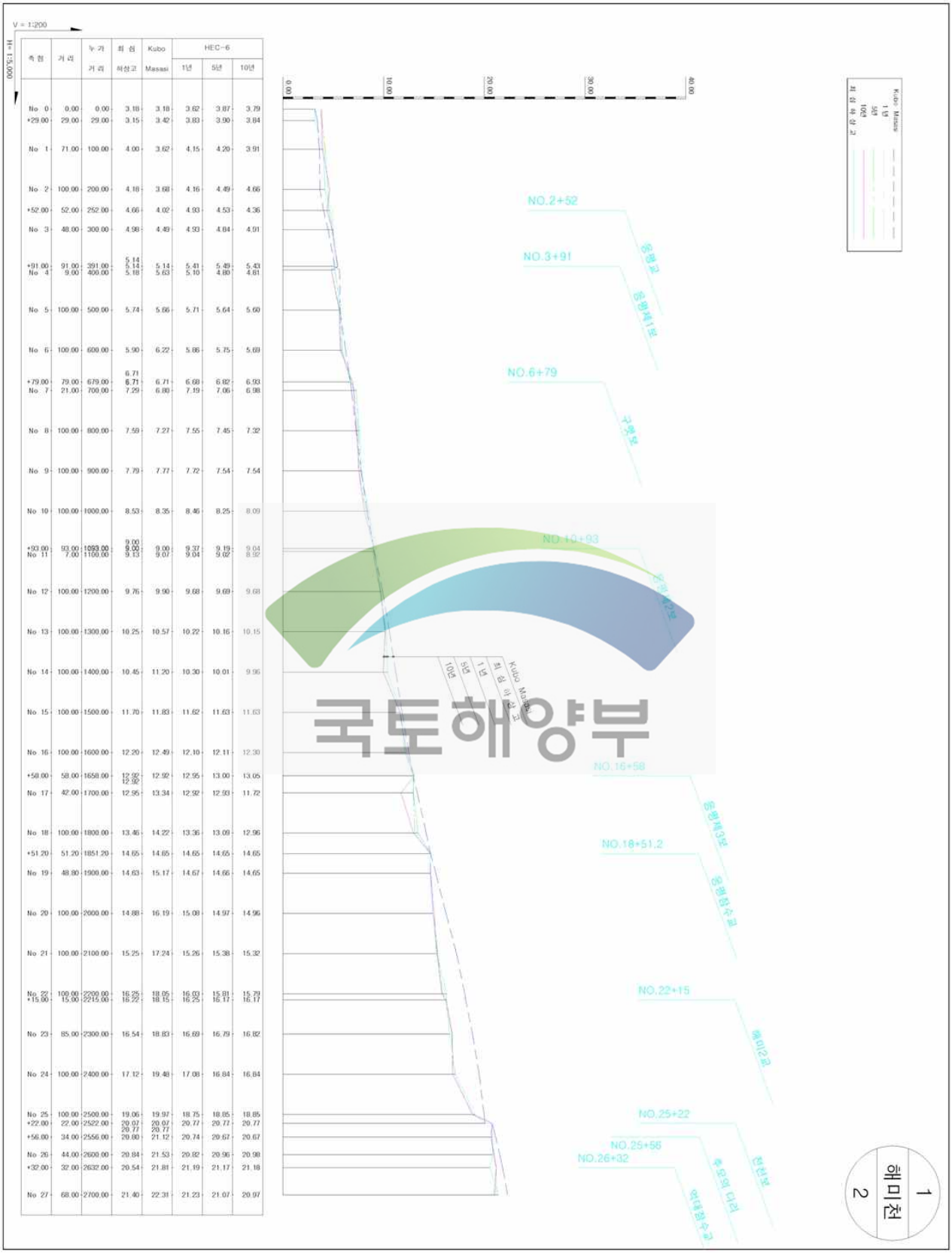
하천명	측 점 (No.)	구간거리 (m)	최심하상고 (EL.m)	평형하상고(EL.m)				비 고
				KUBO MASASI	HEC-6			
					1년	5년	10년	
해미천	0+0000	0.00	3.18	3.18	3.62	3.87	3.79	
	0+029	29.00	3.15	3.42	3.83	3.90	3.84	
	1+000	71.00	4.00	3.62	4.15	4.20	3.91	
	2+000	100.00	4.18	3.68	4.16	4.49	4.66	
	2+052	52.00	4.66	4.02	4.93	4.53	4.36	응평교
	3+000	48.00	4.98	4.49	4.93	4.84	4.91	
	3+091	91.00	5.14	5.14	5.41	5.49	5.43	응평제1보
	4+000	9.00	5.18	5.63	5.10	4.80	4.81	
	5+000	100.00	5.74	5.66	5.71	5.64	5.60	
	6+000	100.00	5.90	6.22	5.86	5.75	5.69	
	6+079	79.00	6.71	6.71	6.68	6.82	6.93	구렛보
	7+000	21.00	7.29	6.80	7.19	7.06	6.98	
	8+000	100.00	7.59	7.27	7.55	7.45	7.32	
	9+000	100.00	7.79	7.77	7.72	7.54	7.54	
	10+000	100.00	8.53	8.35	8.46	8.25	8.09	
	10+093	93.00	9.00	9.00	9.37	9.19	9.04	응평제2보
	11+000	7.00	9.13	9.07	9.04	9.02	8.92	
	12+000	100.00	9.76	9.90	9.68	9.69	9.68	
	13+000	100.00	10.25	10.57	10.22	10.16	10.15	
	14+000	100.00	10.45	11.20	10.30	10.01	9.96	
	15+000	100.00	11.70	11.83	11.62	11.63	11.63	
	16+000	100.00	12.20	12.49	12.10	12.11	12.30	
	16+058	58.00	12.92	12.92	12.95	13.00	13.05	응평제3보
	17+000	42.00	12.95	13.34	12.92	12.93	11.72	
	18+000	100.00	13.46	14.22	13.36	13.09	12.96	
	18+0512	51.20	14.65	14.65	14.65	14.65	14.65	응평잠수교
	19+000	48.80	14.63	15.17	14.67	14.66	14.65	
	20+000	100.00	14.88	16.19	15.08	14.97	14.96	
	21+000	100.00	15.25	17.24	15.26	15.38	15.32	
	22+000	100.00	16.25	18.05	16.03	15.81	15.79	
	22+015	15.00	16.22	18.15	16.25	16.17	16.17	해미2교
	23+000	85.00	16.54	18.83	16.69	16.79	16.82	
	24+000	100.00	17.12	19.48	17.08	16.84	16.84	
	25+000	100.00	19.06	19.97	18.75	18.85	18.85	
	25+022	22.00	20.07	20.07	20.77	20.77	20.77	전천보
	25+056	34.00	20.80	21.12	20.74	20.67	20.67	진둠벙교
	26+000	44.00	20.84	21.53	20.82	20.96	20.98	
	26+032	32.00	20.54	21.81	21.19	21.17	21.18	억대잠수교
	27+000	68.00	21.40	22.31	21.23	21.07	20.97	
	27+088	88.00	22.22	22.82	22.30	21.77	21.69	조산2교

보고서 해상부분

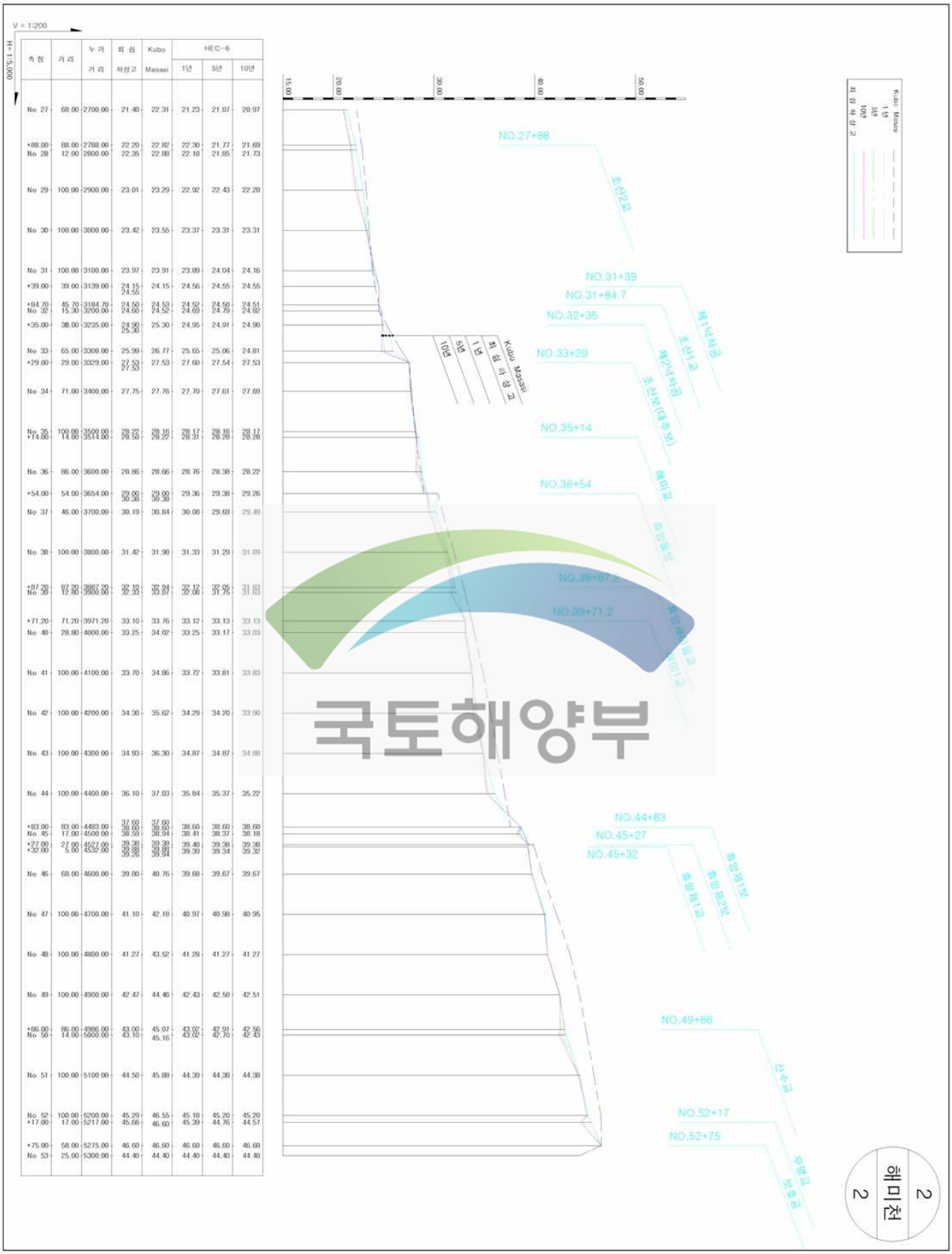
<표 2.4-6> 최심하상고 및 하상변동예측

하천명	측 점 (No.)	구간거리 (m)	최심하상고 (EL.m)	평형하상고(EL.m)				비 고
				KUBO MASASI	HEC-6			
					1년	5년	10년	
해미천	28+000	12.00	22.35	22.88	22.18	21.85	21.73	
	29+000	100.00	23.01	23.29	22.92	22.43	22.20	
	30+000	100.00	23.42	23.55	23.37	23.31	23.31	
	31+000	100.00	23.97	23.91	23.89	24.04	24.16	
	31+039	39.00	24.15	24.15	24.56	24.55	24.55	조산제1낙차
	31+0847	45.70	24.50	24.53	24.52	24.50	24.51	조산1교
	32+000	15.30	24.60	24.52	24.69	24.79	24.82	
	32+035	35.00	24.90	25.30	24.95	24.91	24.90	조산제2낙차
	33+000	65.00	25.99	26.77	25.65	25.06	24.81	
	33+029	29.00	27.53	27.53	27.60	27.54	27.53	조산보
	34+000	71.00	27.75	27.76	27.70	27.61	27.69	
	35+000	100.00	28.22	28.16	28.17	28.16	28.17	
	35+014	14.00	28.50	28.22	28.31	28.28	28.28	해미교
	36+000	86.00	28.86	28.66	28.76	28.38	28.22	
	36+054	54.00	29.00	29.00	29.36	29.38	29.26	휴암돌보
	37+000	46.00	30.19	30.84	30.08	29.69	29.49	
	38+000	100.00	31.42	31.98	31.33	31.29	31.09	
	38+0872	87.20	32.10	32.94	32.12	32.05	31.83	휴암새마을교
	39+000	12.80	32.33	33.07	32.08	31.75	31.63	
	39+0712	71.20	33.10	33.76	33.12	33.13	33.13	해미1교
	40+000	28.80	33.25	34.02	33.25	33.17	33.03	
	41+000	100.00	33.70	34.86	33.72	33.81	33.83	
	42+000	100.00	34.30	35.62	34.29	34.20	33.90	
	43+000	100.00	34.93	36.30	34.87	34.87	34.88	
	44+000	100.00	36.10	37.03	35.84	35.37	35.22	
	44+083	83.00	37.60	37.60	38.60	38.60	38.60	휴암제1보
	45+000	17.00	38.59	38.94	38.41	38.37	38.18	
	45+027	27.00	39.38	39.38	39.40	39.38	39.38	휴암제2보
	45+032	5.00	39.26	39.94	39.39	39.34	39.32	휴암제1교
	46+000	68.00	39.80	40.76	39.68	39.67	39.67	
	47+000	100.00	41.10	42.18	40.97	40.98	40.95	
	48+000	100.00	41.27	43.52	41.28	41.27	41.27	
	49+000	100.00	42.47	44.46	42.43	42.50	42.51	
	49+086	86.00	43.00	45.07	43.02	42.91	42.56	산수교
	50+000	14.00	43.10	45.16	43.02	42.70	42.43	
	51+000	100.00	44.50	45.88	44.39	44.38	44.38	
	52+000	100.00	45.29	46.55	45.18	45.20	45.20	
	52+017	17.00	45.66	46.60	45.39	44.76	44.57	무명교
	52+075	58.00	46.60	46.60	46.60	46.60	46.60	
	53+000	25.00	44.40	44.40	44.40	44.40	44.40	

본 해양보



【그림 2.4-2】 최심하상고 및 평형하상고



국토해양부

【그림 2.4-2】 최심하상고 및 평형하상고(계속)

5. 용수수급 계획 수립

5.1 수자원부존량 산정

가. 유출 및 유황

1) 유 출

유출(runoff)은 강수로 인한 물이 증발과 증산, 침투와 침루, 지하수 등의 순환과정을 거치면서 결국 하천유량의 형태로 흐르게 되는 것이며, 유출분석의 목적은 하천유량과 유황을 정량적으로 파악함으로서 수자원의 최적이용 및 관리를 도모하고 유역내 수자원 개발로 인한 하천유량의 흐름양상을 양적으로 비교함으로서 개발로 인한 효과를 분석하기 위함이다.

금회 대상하천인 해미천 유역 내에는 유출량 산정에 이용할 수 있는 수위 및 유량측정 자료가 전무한 실정이므로 금회 과업에서는 월별 강우량 자료를 이용하는 Kajiyama의 유출고 공식과 TANK 모형에 의한 분석치를 이용하여 해미천 유역의 유출량을 산정하였다.

국토해양부

가) Kajiyama 공식

Kajiyama 유출고 공식은 1929년 조선총독부의 토목기사인 Kajiyama가 만든 공식으로 우리나라의 미계측유역에 많이 적용하였던 월별유출고 산정공식으로 월별 강우량, 유역특성계수(0.6~1.4) 및 월별보정계수(E) 등을 적용하여 다음과 같이 유출량을 산정하는 방법이다.

$$Q_i = C \cdot A$$

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

여기서, Q_i : 월별 유출량(m^3/s)

C : 월별 유출고(mm)

R : 우량 관측소의 월별강우량(mm)

K : 극한손실고(138.6mm)

f : 유역특성계수

a : 최소유출고(10.2mm)

E : 월별보정유량

상기 Kajiyama 공식을 분석해보면 극한 손실고 K는 유역에서의 최대증발산량의 개념을 갖고 있으며, a값은 기저유출량 개념으로 해석할 수 있다. 유역특성계수(f)는 유역내의 농경지 및 임야분포, 경사 등에 따른 손실우량을 정의하는 계수로서 0.6~1.4의 범위를 가지며, 해미천 유역의 수치지도를 이용한 DEM(Digital Elevation Model) 및 하천망의 GIS(Geographic Information System) 레이어 구축성과(토지이용도 포함)를 토대로 유역의 유출특성을 고려하여 1.0을 적용하였다.

<표 2.5-1> 유출특성 계수(f)

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

국토해양부

<표 2.5-2> Kajiyama 공식의 보정유량 (E)

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

나) Tank모형을 이용한 유출량 추정

TANK 모형의 알고리즘은 4단 탱크에 유출공이 5개, 침투공이 3개로 홍수사상에 대한 응답을 잘 나타내는 구조형태이다. 탱크내의 저류고를 H, 유출고를 Y, 침투고를 S라 하면 유출고 및 침투고는 다음식과 같다.

$$Y = \alpha \cdot (H - \gamma), \quad S = \beta \cdot H$$

여기서, α : 유출공 계수(A11, A12, A2, A3, A4)

β : 침투공 계수(B1, B2, B3)

γ : 유출공의 높이(H11, H12, H2, H3)

유역의 유출량은 저류량과 밀접한 관계를 갖는다. 즉, 저류량이 많을수록 유출량이 크며, 유출량이 적을 때는 저류량이 작다. 저류량과 유출량의 관계는 Δt시간 동안의 강우량을 R, 임의시간 t에서 저류고를 $H(t)$로 표시하면 각 탱크에서의 물수지의 조건(연속의 조건)은 다음과 같다.

$$H_i(t - \Delta t) = H_i + I_i - Y_i - S_i$$

여기서, i : 각 탱크의 차수, I_i : 각 탱크의 유입량

국토해양부

유출계산의 시간단위를 Δt로 할 때 임의시각에서 저류고 $H_i(t)$와 $t + \Delta t$ 시각에 대한 저류고 $H_i(t + \Delta t)$가 변하므로 평균 저류고를 이용하여 유출계산을 한다. 따라서 각 탱크의 유출량 및 침투량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$Y_i = \alpha \cdot \left[(H_i(t) + H_i(t + \Delta t))/2 - \gamma_I\right], \quad S_i = \beta \cdot (H_i(t) + H_i(t + \Delta t))/2$$

위의 식에서 Y_i의 합이 하천 유출량이 되며, 유출공 계수 α, 침투공 계수 β 및 유출공의 높이 γ의 최적 매개변수를 결정하는 것이 TANK 모형에 의한 유출해석의 기본개념이다.

금회 분석시 Tank 모형의 각 탱크별 매개변수는 실측유출량 자료를 토대로 검토하는 것이 타당하나 해미천 유역내 실측유량 자료가 없으므로 '금강유역조사 수리·수문조사보고서,(2006.8, 건설교통부,한국수자원공사)'에서 제시된 유역별 추정매개변수 중,

도암댐유역의 매개변수를 적용하여 검토하였다.

다) 유출분석

분석결과 연간 유출률은 梶山(Kajiyama)공식이 약 56%, TANK모형에 의한 결과가 약 58%로 '금강유역조사 수리·수문조사보고서,(2006.8, 건설교통부,한국수자원공사)'에서 제시한 금강서해 해미천을 포함한 유역의 유출류 56.9%와 비교한 결과 梶山(Kajiyama)공식은 유사하게 TANK 모형은 과다하게 분석되었다. 따라서 금회 유역의 유출량은 梶山(Kajiyama)방법에 의한 결과치를 적용하였으며, 해미천 유출분석 결과는 <표 2.5-3>과 같다.

<표 2.5-3> 월별 유출량

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평 균
강우량(mm)		28.49	28.56	44.62	81.38	101.65	130.31	265.80	266.82	146.81	57.10	52.41	31.23	1235.18
梶山	월별유출량 (m^3/s)	0.132	0.147	0.198	0.457	0.431	0.539	1.745	1.801	0.98	0.329	0.235	0.145	0.595
	월별유출량 (백만m^3/년)	0.352	0.358	0.53	1.184	1.154	1.397	4.674	4.823	2.539	0.882	0.608	0.387	18.889
	유출률(%)	0.45	0.46	0.44	0.53	0.42	0.39	0.65	0.66	0.63	0.57	0.43	0.45	0.56
TANK	월별유출량 (m^3/s)	0.17	0.15	0.20	0.38	0.55	0.57	1.54	1.59	1.29	0.48	0.27	0.22	0.62
	월별유출량 (백만m^3/년)	0.45	0.37	0.54	0.98	1.47	1.48	4.12	4.26	3.34	1.29	0.70	0.59	19.59
	유출률(%)	0.58	0.46	0.44	0.44	0.54	0.41	0.57	0.59	0.83	0.82	0.49	0.68	0.58

국토해양부

2) 수자원총량

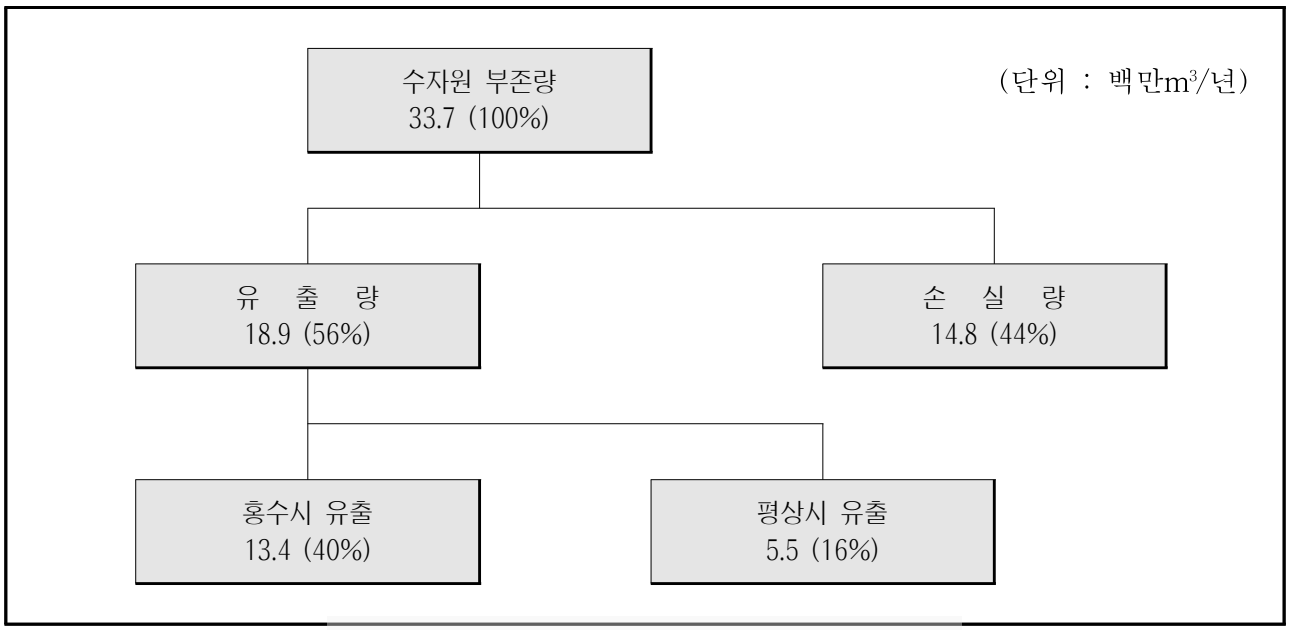
본 기본계획에서는 전술한 바와 같이 Kajiyama 월별유출고 공식을 이용하는 방법으로 해미천 유역의 유출분석을 시행하였으며, 해미천 유역의 유출현황은 다음과 같다.

<표 2.5-4> 해미천 유역 유출현황

구 분 / 하천명	유역면적 (km^2)	강수량 (mm)	수자원총량 (백만m^3/년)	손 실 량 (백만m^3/년)	유 출 량 (백만m^3/년)		
					계	홍수시 유 출	평상시 유 출
해미천	27.25	1,235.2	33.659 (100%)	14.77 (44%)	18.889 (56%)	13.433 (40%)	5.455 (16%)

주】 수자원총량 = 연평균강수량(mm)×유역면적(km^2)

본 해미천 유역의 유출량 모식도는 다음과 같다.



【그림 2.5-1】 해미천 유역 수자원부존량 평가

3) 유황

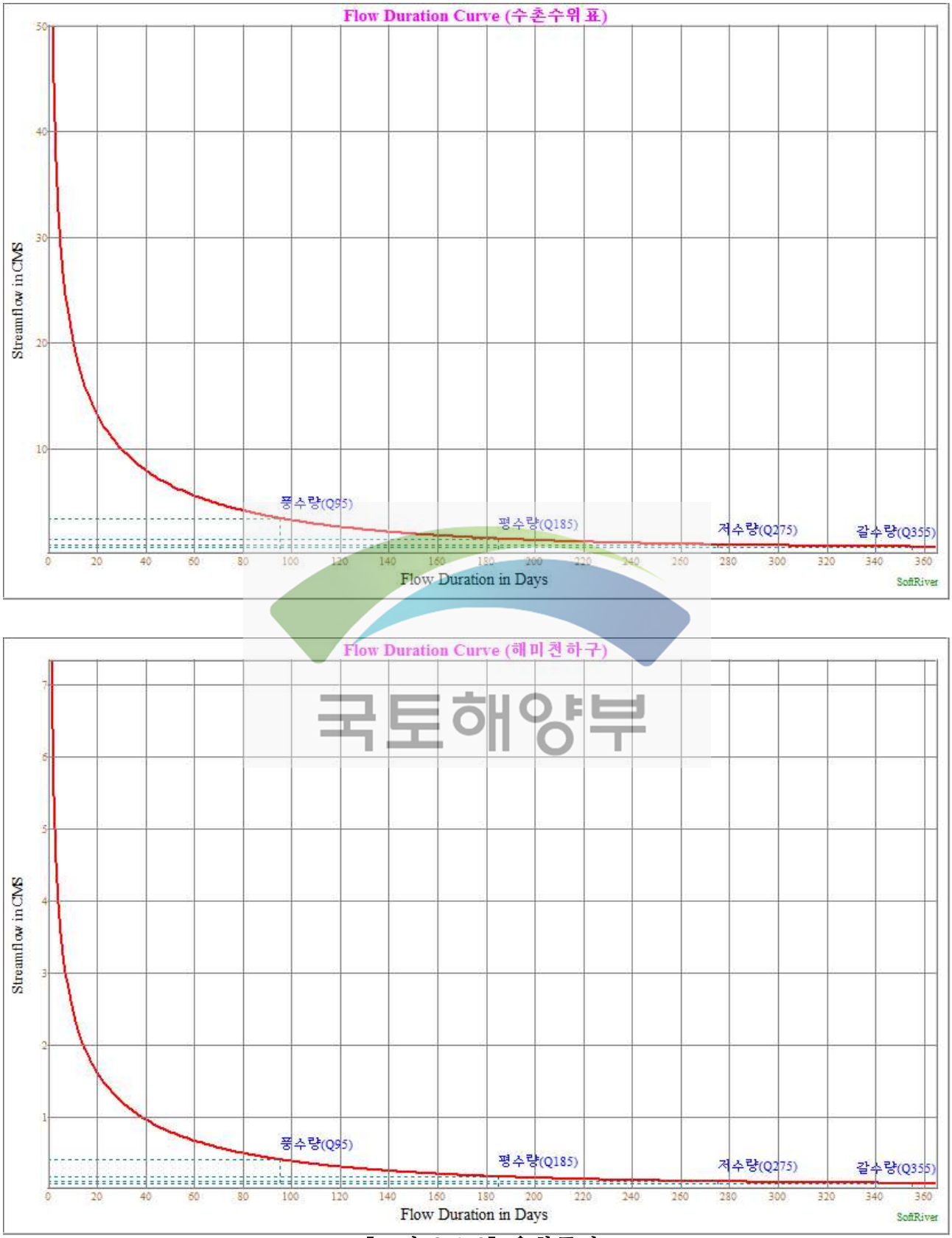
유황분석은 자료기간이 충분하고 신뢰성 있는 수위-유량 측정자료가 있어야 하나, 해미천 유역내에는 유황분석에 이용할 유량측정 자료를 보유한 수위관측소가 전무한 실정이다. 따라서, 해미천의 유황분석은 인근 수위관측소인 수촌관측소의 유황(2000~2009년) 및 본류하천인 도당천(도당천 하천정비기본계획,2001,충청남도)의 비유량법으로 산정하였으며, 그 결과는 다음 <표 2.5-5> 및 【그림 2.5-2】와 같다.

국토해양부

<표 2.5-5> 유황분석

지 점	유역면적 (km²)	연평균 강수량 (mm/년)	유 황 (m³/s)					
			풍수량 (Q_{95})	평수량 (Q_{185})	저수량 (Q_{275})	갈수량 (Q_{355})	갈수량	
							기준	평균
수촌수위표	223.26	1,235.2	3.447	1.503	0.946	0.747	0.130	0.747
해미천하구	27.25	1,235.2	0.421 (0.872)	0.183 (0.331)	0.115 (0.127)	0.091 (0.034)	0.016 (0.017)	0.091 (0.034)

주】( ) : 본류하천인 도당천(도당천 하천정비기본계획,2001,충청남도)의 비유량법에 의한 값.



국토해양부

【그림 2.5-2】 유황곡선

끝으로, 수자원 이용 및 관리계획 수립을 위한 신뢰성 있는 분석을 하기 위해서는 장래에 해미천 유역내(황락천 합류후 : 해미교)에 수위관측소를 설치하여 수위-유량측정을 실시하여 유황은 물론이고 특히, 이수계획의 기본이 되는 평균 및 기준 갈수량을 검정 혹은 재결정을 하여야 할 것이다.

국토해양부

5.2 용수수급현황의 파악

가. 유수의 이용 현황

용수이용은 크게 생활용수, 공업용수, 농업용수 등으로 구분할 수 있으며 이 중 생활·공업용수의 이용은 연중 비교적 일정하게 소요되나, 농업용수는 관개기인 4월~9월에 집중적으로 사용된다. 금회 과업에서는 각 시·군 및 유관기관의 자료를 이용하여 해미천 유역 내의 자체취수장, 양수장 및 각종 수리시설물 등을 통하여 실제 이용되는 하천수를 중심으로 유수이용 현황을 조사하였다.

1) 생활용수

금회 과업 유역의 생활용수의 급수 보급률은 2009년 서산시 통계연보에 따르면 서산시는 75.5%이며, 해미면 전체의 급수보급률은 37.1%로 조사되었다.

<표 2.5-6> 상수도 이용현황

구 분	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (m^3/일)	급수용량 (m^3/일)	1일1인당급수량 (L)	비 고
서 산 시	158,880	120,012	75.5	35,000	37,777	314.78	
해미면	8,972	3,326	37.1	-	-	-	

주】 서산시 통계연보(2009, 서산시)

국토해양부

2) 공업용수

과업하천 유역 내 공업용수 이용현황을 파악하기 위해 현장조사와 서산시의 자료를 조사한 결과 본 과업하천 유역 내에는 공업용수를 사용하는 곳이 없는 것으로 조사되었다.

3) 농업용수

농업용수는 주수원공인 저수지나 양수장으로부터 취수한다. 저수지는 수혜지인 관개지구보다 상류에 위치하여 유역으로부터 유출량을 저류하고 용수를 공급하며, 양수장은 하천으로부터 직접 취수하여 용수를 공급하는 기능을 가지고 있기 때문에 하천의 유황에 따라 영향을 받게 된다. 그러나 주 수원공의 용수공급능력이 부족할 경우에는 관정이나 보 등 보조수원공을 설치하여 용수를 공급하기도 한다.

본 과업에서는 저수지에서 저류하고 있는 유효저수량과 양수장으로부터 직접 취수하는 취수량, 보에서 취수하는 양으로 농업용수 이용현황을 조사하였다. 농업용수를 사용하기 위한 수원공은 관리 주체에 따라 크게 시·군 등 지방자치단체의 관리와 한국농어촌공사 관리로 구분할 수 있으며, 유역내의 수리시설에 대한 관리는 서산시 및 한국농어촌공사 서산태안지사에서 하는 것으로 조사되었다.

가) 저수지 현황

과업하천 유역내 현장조사와 서산시 및 한국농어촌공사의 자료를 조사하여 저수지 현황을 파악한 결과 다음과 같이 2개소가 있는 것으로 조사 되었다.

국토해양부

<표 2.5-7> 저수지 현황

구분	위치	총저수량 (천톤)	유효저수량 (천톤)	유역면적 (ha)	수해면적 (ha)	준공 연도
산수저수지	충청남도 서산시 해미면 산수리	3,312.3	3,312.3	1,706	638.9	1962.12.31
황락저수지	충청남도 서산시 해미면 황락리	1,038.5	1,038.5	420	77.1	1991.11.30

나) 취수보 현황

과업하천 내 취수보 현황은 서산시의 자료협조 및 한국농어촌공사의 자료 및 현장조사한 결과 취수보 9개소가 설치되어 있으며, 다음 <표 2.5-8>과 같다.

<표 2.5-8> 취수보 현황

위치			구조물명	측 점 (No.)	높이 (m)	연장 (m)	상태	수원	관리청	비고
시,군	읍,면	동,리								
서산	해미	응평 전천	응평제1보	3+91	1.2	74.7	양호	해미천	한국농어촌공사	양림농지계량계
〃	〃	〃	구렛보	6+79	1.2	66	양호	〃	-	
〃	〃	응평	응평제2보	10+93	1.4	96.3	양호	〃	-	
〃	〃	응평 전천	응평제3보	16+58	0.9	82.1	양호	〃	서산시	
〃	〃	전천 반양	전천보	25+22	1.0	64	불량	〃	한국농어촌공사	
〃	〃	읍내	조산보 (대추보)	33+29	0.7	65.4	양호	〃	한국농어촌공사	
〃	〃	읍내 휴암	휴암돌보	36+54	1.93	88.7	양호	〃	한국농어촌공사	
〃	〃	휴암	휴암제1보	44+83	1.2	27.6	양호	〃	-	
〃	〃	휴암	휴암제2보	45+27	0.5	30.2	불량	〃	한국농어촌공사	폐쇄

국토해양부

다) 양수장 현황

과업하천 주변의 양수장 현황은 서산시의 자료협조 및 한국농어촌공사의 자료 및 현장 조사한 결과 2개소가 설치되어 있으며, 다음 <표 2.5-9>과 같다.

<표 2.5-9> 양수장 현황

위치			구조물명	측 점 (No.)	좌우 안별	관리청	비고
시,군	읍,면	동,리					
서산	해미	응평	응평 제1양수장	3+84	좌	한국농어촌공사	양림농지계량계
〃	〃	〃	응평 제2양수장	16+54	좌	한국농어촌공사	

5.3 용수수요량 예측 및 산정

가. 용수수요량 추정

일반적으로 유역 내의 용수이용량은 크게 분류하여 생활용수, 공업용수, 농업용수로 분류할 수 있으며 이 중 생활용수 및 공업용수는 계절별 변화율이 작으나 농업용수는 계절별로 용수이용량이 크게 변화하며 또한 기상상태에 절대적으로 영향을 받아 기상상태(특히 강우량)가 좋을 때는 신규 용수가 적게 소요되나 그렇지 못할 경우에는 용수가 막대하게 소요된다.

따라서, 장래 용수수요 추정의 기초자료로 활용하기 위해 과업하천 유역의 관련기관의 협조와 관련자료의 수집, 분석 및 현장조사를 통하여 용수사용 실태를 조사, 분석하고, 생·공·농 용수의 수요추정을 위하여 서산시의 통계연보, 수자원개발 가능지점 및 광역배분계획 기본조사(1996, 건설교통부/한국수자원공사)등의 자료를 이용하였다.

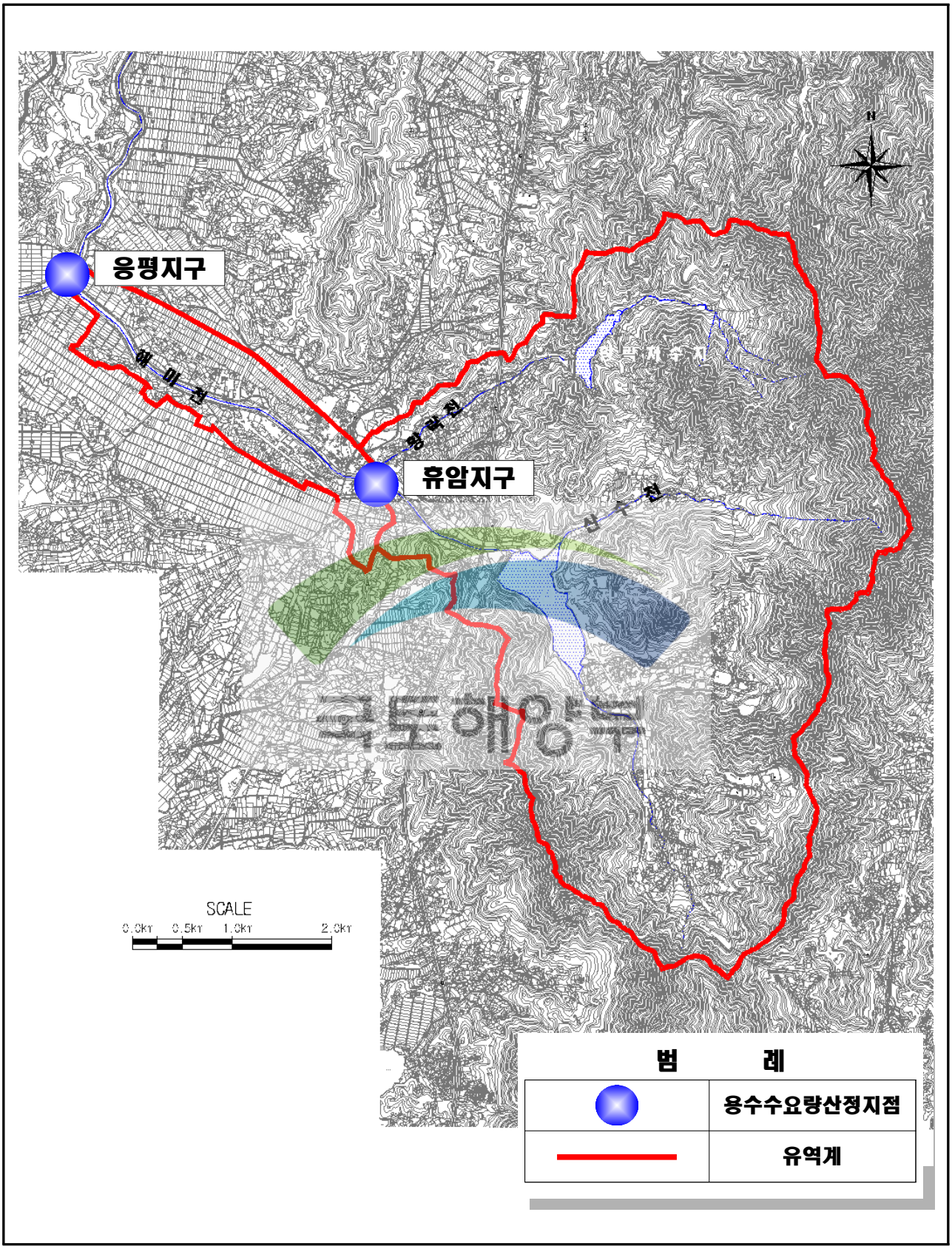
1) 용수수요량 산정 위치

과업하천 유역 내의 용수수요량 산정지점은 유역의 특성을 고려하여 하천의 하구 및 황락천 합류점으로 선정하였으며, 산정지점 위치는 <표 2.5-10> 및 【그림 2.5-3】와 같다.

국토해양부

<표 2.5-10> 용수량산정 지점

하 천 명	지 구 명	산 정 지 점	유역면적 (km^2)	비 고
해미천	응평지구	해미천하구	27.25	
	휴암지구	황락천합류점	24.41	



【그림 2.5-3】 용수수요량 산정지점도

2) 용수수요량 추정

가) 생활용수

생활용수는 인간의 생활을 구성하는 문명의 발달과 경제적 성장이 계속될수록 소비량은 증가하게 된다. 생활용수는 도시규모, 경제, 상업 및 공장구성, 기상, 물값 등의 다양한 요인에 의해 좌우된다. 이러한 요인들을 고려한 생활용수 수요추정은 각 요인별 자료수집의 어려움, 상관성 분석의 어려움, 장기간의 분석기간 등으로 인해 매우 어렵기 때문에 과거 도시의 물사용량을 해당년도 인구로 나눈 단위급수량 추이를 분석하여 장래 목표년도의 단위급수량을 산정한 후 장래 인구를 곱하여 생활용수를 추정하게 된다.

생활용수의 수요예측은 과거와 목표년도의 인구, 상수도보급률, 1일 1인 평균급수량을 바탕으로 필요수량을 산정하고 수자원 수요에 영향을 미치는 기타급수량을 조사하여 총 생활용수 수요량을 산정하였다.

현재 서산시 급수보급률은 75.5%이며 이는 전국 평균 급수보급률 90.7%, 충청남도 평균 급수보급률 71.4%과 비교해보면 전국급수보급률에 비하면 낮은 편이나 충청남도 평균 급수보급률보다는 조금 높은 수준이다.

국토해양부

상수도 급수혜택을 받지 못하는 지역은 간이상수도 및 자가 시설을 이용하는 것으로 판단되므로, 생활용수의 미급수지역 수요량 추정은 「종합개발계획(Water vision 2020)」(2006. 국토해양부)에서 제시된 1인 1일당 급수량 단위용량인 215ℓ를 미급수지역 인구에 적용하여 산정하였다.

(1) 목표년도별 인구 추정

급수대상 지역의 장래인구 추정은 용수 공급계획의 중요한 기본요소이므로 도시계획 및 상위·관련계획을 면밀히 검토하여 결정하였다.

인구증가는 자연적 및 사회적 요인으로 구분할 수 있으며 자연적 요인은 출생률과 사망률의 차이로, 사회적 요인은 전입과 전출의 차이로 나타난다.

인구추정은 이와 같이 자연적 및 사회적 요인을 고려하여 과거 시계열자료를 기준으로 장래인구를 추정하고 여기에 지역별 개발계획 등 인구의 지역 간 유동요인을 고려

하여 적정한 규모를 산출하게 된다.

급수대상지역의 장래인구를 추정하기 위한 방법으로는 등차급수에 의한 추정방법, 등비급수에 의한 추정방법, 최소자승법에 의한 추정방법, Logistic함수식에 의한 추정방법 등과 같이 수학적 계산에 의한 추정방법과 그 외에 조성법(Cohort Survival Method) 및 비례법(Ratio Method) 등이 있다.

◎ 등차급수에 의한 추정방법

과거 연평균 인구 증가가 장래에도 그대로 적용될 것이라는 가정 아래 매년 인구증가가 일정하다고 간주하고 추정하는 방법이며, 발전이 느린 도시 또는 발전 중에 있는 비교적 큰 도시에 적용하는 것이 적합하다.

$$P_{t+n} = P_t + b \cdot n$$

$$b = \frac{P_t - P_{t-m}}{m}$$

여기서 P_{t+n} : 기준년도부터 n년후의 인구

P_t : 기준년도의 인구(현재인구)

b : 연평균 인구증감량

n : 기준년도부터 경과년수

P_{t-m} : 기준년도부터 m년전 인구

m : 기준년도부터 이전년수

국토해양부

◎ 등비급수에 의한 추정방법

과거 연평균 인구 증가율을 구하여 장래 인구를 추정하는 방법이며, 상당히 긴 기간동안 같은 인구 증가율을 보이는 발전적인 도시에 적합하다.

$$P_{t+n} = P_t \cdot (1+r)^n$$

$$r = \left(\frac{P_t}{P_{t-m}}\right)^{1/m} - 1$$

여기서 P_{t+n} : 기준년도부터 n년후의 인구

P_t : 기준년도의 인구(현재인구)

r : 연평균 인구증감율

n : 기준년도부터 경과년수

P_{t-m} : 기준년도부터 m년전 인구

m : 기준년도부터 이전년수

◎ 최소자승법에 의한 추정방법

인구 변화가 과거로부터 현재까지 거의 직선적인 추세를 나타낼 때 적용하는 방법이며, 인구 증가가 계속적으로 지속되며 연평균 증가율이 일정한 경우에 적용할 수 있고 단기간 인구 추정에 적합하다.

$$P_{t+n} = a + b \cdot n$$

$$a = \left(\frac{\Sigma x_i^2 \Sigma y_i - \Sigma x_i \Sigma x_i y_i}{m\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2} \right)$$

$$b = \left(\frac{m\Sigma x_i \Sigma y_i - \Sigma x_i \Sigma y_i}{m\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2} \right)$$

국토해양부

여기서 P_{t+n} : 기준년도부터 n년후의 인구

P_t : 기준년도의 인구(현재인구)

m : 기준년도부터 이전년수

x_i : 기준년도부터 과거년도

y_i : 기준년도부터 과거년도의 인구

◎ Logistic함수식에 의한 추정방법

인구변화 추이가 처음에는 완만하게 증가하고 어느 시점을 지나면서 급격히 증가하다가 완만하게 증가하는 양상을 보이는 경우에 적용하는 방법이며, 최대 포화 인구를 갖는 것이 특징이다.

$$P_{t+n} = \frac{K}{1+e^{a+bt}}$$

여기서 P_{t+n} : 기준년도부터 n년후의 인구

K : 최대 포화 인구

a, b : 회귀분석에 의해 결정되는 상수

◎ 조성법(Cohort Survival Method)

· 과거의 자료로부터 출생률, 사망률, 생존율 등과 성별, 연령별 인구구조를 조사·분석하여 각 연령별로 인구를 추정하는 방법이다.

· 인구 센서스 등에 사용되는 방법이며, 전국 또는 시·도와 같이 대규모 지역에 사용 가능한 방법이다.

$$P_{1(x)} = C_m \times P_m(x-1) + C_w \times P_w(x-1)$$

$$Baby = C_b \times P_p(x-1)$$

$$P_t(x) = \Sigma P_1(x) + Baby$$

여기서 C_m : 해당 연령의 남자 생존율

C_w : 해당 연령의 여자 생존율

x : 목표년도

C_b : 목표년도의 출생률(가임 여성 기준)

$P_m(x-1)$: 전년도 남자 인구

$P_w(x-1)$: 전년도 여자 인구

$P_p(x-1)$: 전년도 가임 여성 인구(15세~44세)

$Baby$: 목표년도 출생 인구

◎ 비례법(Ratio Method)

· 대단위 지역의 장래인구가 결정되어 있을 때 대단위 지역에 대한 소단위별 인구구성비 추이를 상관분석하여 소단위의 장래인구 구성비를 추정한 후, 이를 대단위 지

국토해양부

역의 장래인구에 곱하여 소단위별 장래인구를 추정하는 방법이다.

・행정구역 소단위별 인구추정 결과는 신뢰도가 다소 낮으나, 행정구역 소단위별 인구의 합이 대단위의 인구와 일치하므로 계획지역이 광역지역을 대상으로 할 경우에 적합하다.

・이와 같이 계획지역이 광역일 경우나 목표년도가 10년 이상인 장기 인구추정에 적합한 방법이다.

$$P_{ts} = C_{ts} \cdot P_{tl}$$

$$C_{ts} = f(K_{si})$$

$$K_{si} = P_{si}/P_{li}$$

여기서 P_{ts} : 목표년도 t년의 소단위 지역 장래인구

P_{tl} : 목표년도 t년의 대단위 지역 장래인구

C_{ts} : 목표년도 t년의 소단위 지역 인구구성비

K_{si} : 소단위 지역 인구구성비의 과거 추이

P_{si} : 소단위 지역 i년도의 과거인구

P_{li} : 대단위 지역 i년도의 과거인구

국토해양부

금회 과업에서는 수학적인 방법을 통한 인구추정자료는 사회적 변화여건이 고려되지 않고 자연적 증가율만 반영된 인구이고, 사회적인 요인에 의한 인구추정에 관한 상세자료가 미흡하여 본 과업의 인구추정자료로 적용하기가 어려운 실정이다.

따라서, 금회 과업에서는 사회적 요인에 의한 각종 개발계획 및 사회적 여건 변화에 의한 인구를 감안하여 상위·관련계획 상의 인구지표(서산시 수도정비 기본계획 재정비, 2008.11)가 적정한 것으로 판단되어, 이를 유역 내 물수지분석을 위한 인구추정자료로 적용하였으며, 지구별 장래인구를 추정한 결과는 다음 <표 2.5-12>와 같다.

<표 2.5-11> 관련 상위 계획 인구 추정

관련 상위 계획	행정구역	계획년도(년)			비 고
		2010년	2015년	2020년	
서산시 수도정비 기본계획 재정비	서산시	181,290	195,930	203,850	
	해미면	9,100	9,200	9,100	

주】 자료 : 서산시 수도정비 기본계획 재정비 (2008.11, 서산시)

<표 2.5-12> 지구별 장래인구 추정

하천명	지 구	인 구 수(인)				비고
		2008년	2010년	2015년	2020년	
해미천	응평지구	2,427	2,491	2,521	2,491	
	휴암지구	1,890	1,941	1,963	1,941	

주】 상기 인구추정은 본 과업내 인구를 고려한 추정치임.

(2) 급수보급률 및 단위급수량

급수보급률은 인구계획과 함께 상수도 용량을 결정하는 중요한 요소로 급수보급률은 도시의 성격, 기후, 도시민의 생활양식과 생활수준, 상업의 발전도, 누수율과 지역 자연수의 수질, 공공시설 등의 여러 가지 복합적 요소에 의하여 좌우되는 것으로 장래변화율을 추정하는 것은 어려운 일이다.

장래 급수보급률 및 1인 1일당 급수량을 추정하기 위하여 본 과업에서는 서산시 수도정비 기본계획 재정비(2008. 11, 서산시)를 검토하여 장래 급수보급률 및 단위급수량 자료를 적용하였다.

금회 유역 내의 목표년도별 생활용수 사용량 산정에 사용된 급수보급률 및 단위급수량 결과는 다음 <표 2.5-13>과 같다.

국토해양부

<표 2.5-13> 급수보급률 및 단위급수량

구 분		2010년	2015년	2020년	비 고
서 산 시 전 체	보 급 률(%)	75.7	86.3	93.5	
	급수량원단위(L pcd)	306	3.06	304	
해미면	보 급 률(%)	66	70	85	
	급수량원단위(L pcd)	270	270	270	

주】 자료 : 서산시 수도정비 기본계획 재정비 (2008.11, 서산시)

(3) 생활용수 수요량 추정

금회 과업하천 유역의 장래 생활용수 수요량은 장래 추정인구에 급수보급률 및 단위 급수량을 곱하여 추정하였다. 또한 금회 물수지 분석에서는 생활용수 중 유수의 이용이 전무하므로 회수수만을 고려하였다. 연도별 생활용수 수요량 추정결과는 다음 <표 2.5-14>와 같다.

<표 2.5-14> 생활용수 수요량 (단위 : m^3/s)

하천명	지 구	2008년	2010년	2015년	2020년	비 고
해미천	응평지구	0.0052	0.0073	0.0074	0.0076	
	휴암지구	0.0066	0.0057	0.0058	0.0059	

주】 수요량 : 1일 총 급수량(m^3/일) × 1/86,400

나) 공업용수

금회 과업하천인 해미천 유역내에는 공업용수를 사용하는 곳이 없는 것으로 조사되었으므로 공업용수 수요량의 추정은 제외하였다.

다) 농업용수

농업용수는 물순환 과정 중 물을 자연그대로 이용하는 특징을 가지고 있으며 농업 고유의 기능 이외에 자연을 보전, 논과 밭을 갑작스러운 호우로 저류 또는 정체시킴으로서 홍수를 조절하고 침투된 물을 다시 하천으로 환원되어 생활, 공업용수 등의 공급원으로 사용된다.

농업용수의 수요량 추정에 있어서 기준이 되는 농업용수 원단위는 농촌용수 수요량 조사 종합보고서(1999.12, 농림부)를 참조하여 수리안전답, 수리불안전답, 관계전의 각각 1,296.08mm, 907.26mm, 514.64mm를 채택하였다.

<표 2.5-15> 지구별 농업용수 수요량 (단위 : 10^3m^3/년)

하천명	지 구	2008년	2010년	2015년	2020년	비 고
해미천	응평지구	1,821	1,821	1,821	1,821	
	휴암지구	1,819	1,819	1,819	1,819	

주】 1. 연수요량 : 단위용수심 × 10,000㎡ ×전체 관개면적 (ha)
2. 저수지 면적은 제외

<표 2.5-16> 지구별 농업용수 첨두수요량 (단위 : m³/s)

하천명	지 구	2008년	2010년	2015년	2020년	비 고
해미천	응평지구	0.1105	0.1105	0.1105	0.1105	
	휴암지구	0.1029	0.1029	0.1029	0.1029	

주】 첨두수요량은 농업용수 사용량이 대부분인 4월~9월을 기준으로 산정하였음.

라) 용수수요 총괄

과업하천 유역 내의 생활, 농업, 공업용수 수요량을 검토한 결과, 장래 용수수요 전망은 해미천 유역은 전체적으로 생활용수의 증가에 따른 전체 용수수요량은 증가현상을 나타내고 있다.

지구별 장래 총 용수수요량에 대한 결과는 <표 2.5-17>과 같다.

<표 2.5-17> 지구별 용수수요 총괄 (단위 : m³/s)

하천명	지 구	구 분	2008년	2010년	2015년	2020년	비 고
해미천	휴암지구	생활용수	0.0066	0.0057	0.0058	0.0059	
		공업용수	-	-	-	-	
		농업용수	0.1029	0.1029	0.1029	0.1029	
		계	0.1095	0.1086	0.1087	0.1088	
	응평지구	생활용수	0.0052	0.0073	0.0074	0.0076	
		공업용수	-	-	-	-	
		농업용수	0.1105	0.1105	0.1105	0.1105	
		계	0.1157	0.1178	0.1179	0.1181	

국토해양부

5.4 물수지 분석

가. 평균 및 기준갈수량

본 과업대상 유역 내에는 전술한 바와 같이 유량관측 자료가 없어 금회 분석한 유황 분석값을 이용하여 금회 과업대상 하천의 평균 갈수량 및 기준갈수량을 결정하였다.

과업종점의 평균갈수량 및 기준갈수량의 결과는 다음 <표 2.5-18>과 같다.

<표 2.5-18> 평균 갈수량 및 기준 갈수량

구 분 / 지 점	유역면적 (km^2)	기준갈수량 (m^3/s)	평균갈수량 (m^3/s)	비 고
수촌수위표	223.26	0.013	0.747	
해미천 하구	27.25	0.016	0.091	

나. 물수지 분석

물수지 분석은 계획유역에 대한 안정된 용수를 공급하기 위해 유역내의 장래 용수수요와 공급기준년의 자연유량을 비교함으로서 유역 내의 본류 및 지류에서의 물수지를 예측하고, 공급 기준년의 물부족량을 공급하기 위한 댐의 개발규모, 시기 및 위치 등을 결정하는 수단이며, 수자원 개발계획을 수립함에 있어 선행되어야 하는 기본 요소이다.

갈수시의 물수지 분석은 유역 내에서 발생하는 용수수요의 총량 및 장래수요 증가량과 불규칙한 자연유하량을 비교 검토하여 물 부족 여부를 검토하는 것으로 갈수 시에도 하천의 정상적인 기능을 유지하기 위한 유지유량(특히 이수유량)의 확보방안을 강구하기 위해 행하는 것이다.

즉, 물수지 분석은 용수수요의 총량, 용수수요의 연중 시기별 분포 및 장래 수요증가량과 불규칙 자연유하량을 비교 검토하는 것이며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

1) 자연유하량

자연유하량이란 용수수요 및 회수가 전혀 없는 상태의 하천유량을 의미하며 실측유량에 순 물소모량을 더하면 얻어진다.

국토해양부

<표 2.5-19> 갈수시 자연유하량 산정 (단위 : m³/s)

하천명	지 구	유역면적(km²) ①	저수지면적(km²) ②	저수지제외 누가유역면적(km²) ③ = ① - ②	갈수시 자연유하량	비 고
해미천	휴암	24.41	5.64	18.77	0.1286	
	응평	2.84	-	21.61	0.1480	

주】 갈수시 자연유하량 = 기준갈수량 + 순 물소모량(용수수요량-회수수)

2) 순 물소모량

순 물소모량이란 용수수요량에서 농업용수, 생·공업용수의 회수수를 공제한 것으로 본 유역에서는 생·공용수 회수수율은 65%, 농업용수는 35%를 적용하였다.

금회 해미천 유역의 생활용수의 경우 하천수의 사용이 없으므로 회수수만을 고려하였으며, 또한 유역내 공업단지가 없으므로 물수지 분석에서 공업용수의 용수수요량, 회수수는 제외하였다.

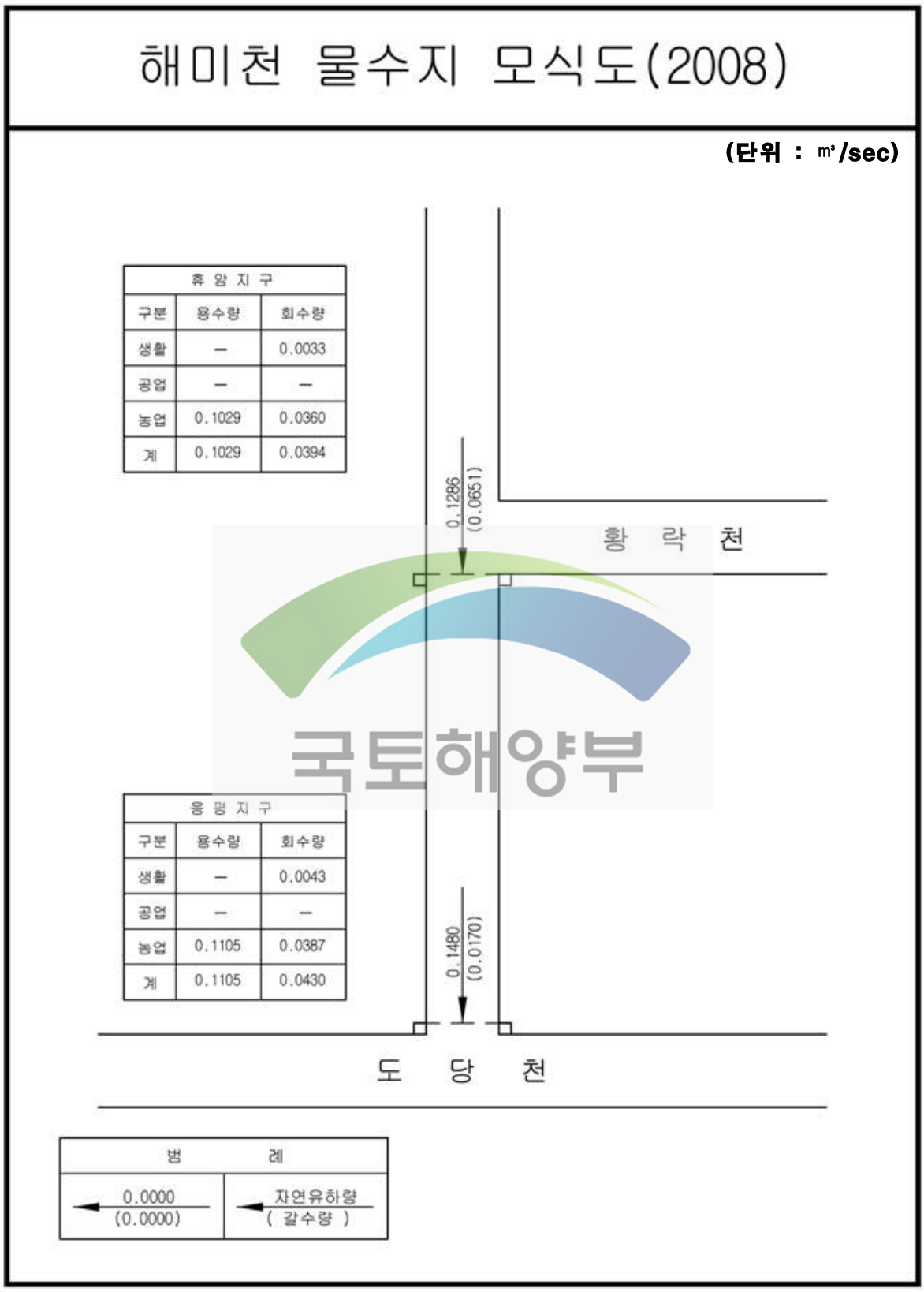
상기와 같은 방법으로 산정한 물수지분석 결과는 <표 2.5-20>과 같다.

국토해양부

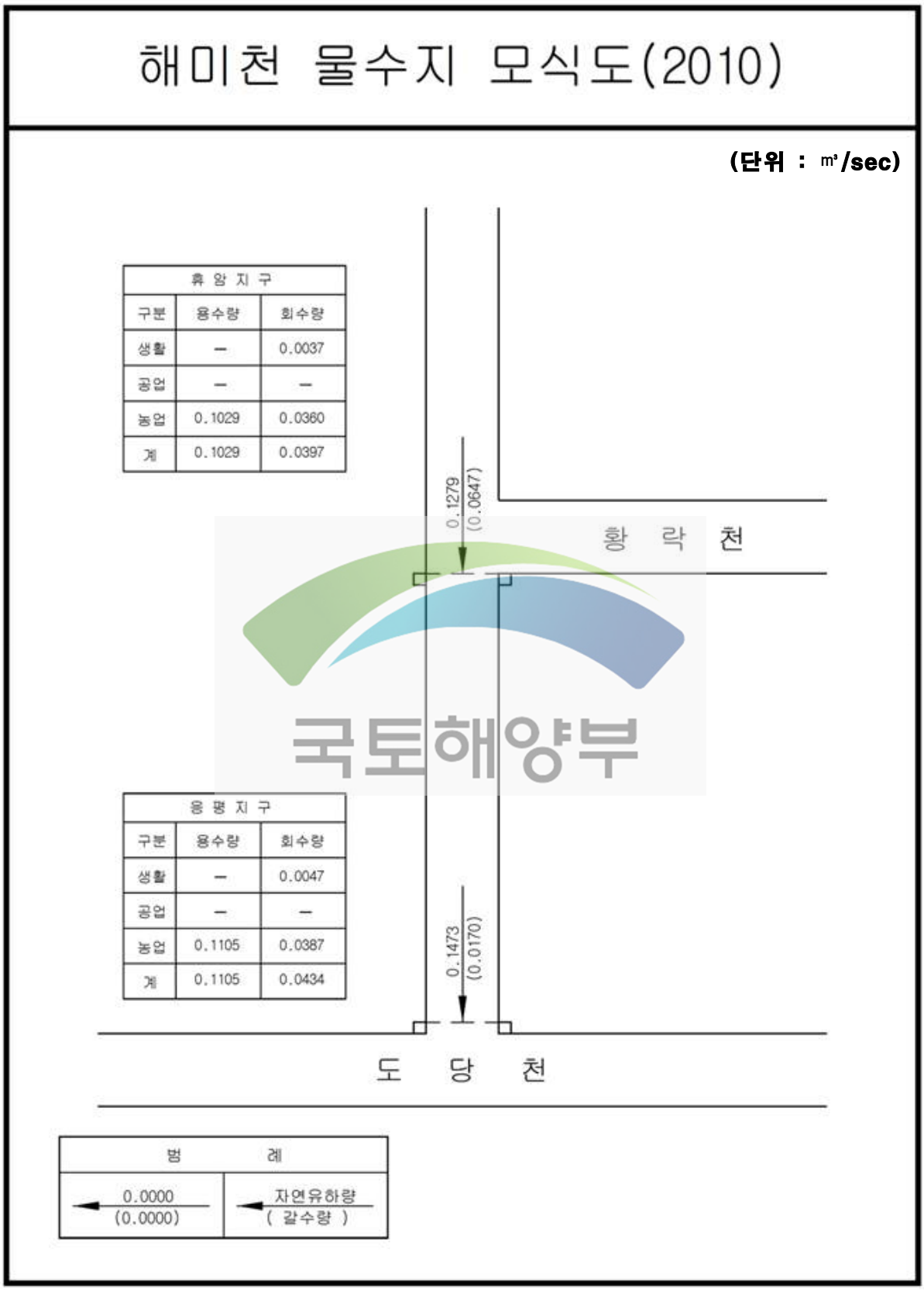
<표 2.5-20> 갈수량과 물수지 (단위 : m³/s)

하천명	년도	지구	갈수시 자 연 유하량	용수량					회수수					갈수량
				생활	공업	농업	계	누계	생활	공업	농업	계	누계	
해미천	2008	휴암 지구	0.1286	-	-	0.1029	0.1029	0.1029	0.0033	-	0.0360	0.0394	0.0394	0.0651
		응평 지구	0.1480	-	-	0.1105	0.1105	0.2134	0.0043	-	0.0387	0.0430	0.0823	0.0170
	2010	휴암 지구	0.1279	-	-	0.1029	0.1029	0.1029	0.0037	-	0.0360	0.0397	0.0397	0.0647
		응평 지구	0.1473	-	-	0.1105	0.1105	0.2134	0.0047	-	0.0387	0.0434	0.0831	0.0170
	2015	휴암 지구	0.1278	-	-	0.1029	0.1029	0.1029	0.0037	-	0.0360	0.0398	0.0398	0.0647
		응평 지구	0.1471	-	-	0.1105	0.1105	0.2134	0.0048	-	0.0387	0.0435	0.0833	0.0170
	2020	휴암 지구	0.1276	-	-	0.1029	0.1029	0.1029	0.0038	-	0.0360	0.0398	0.0398	0.0646
		응평 지구	0.1470	-	-	0.1105	0.1105	0.2134	0.0049	-	0.0387	0.0436	0.0834	0.0170

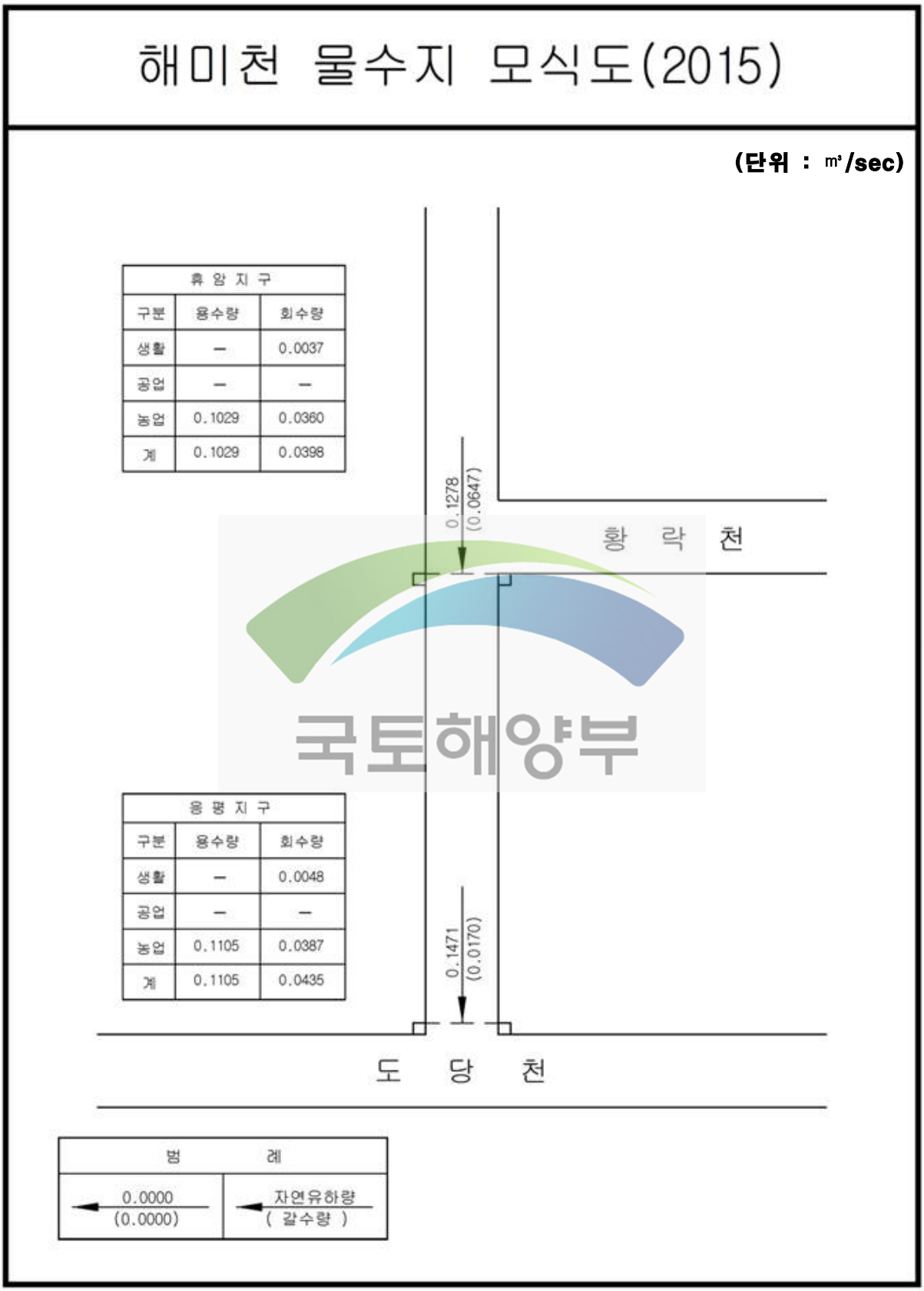
주】 갈수량 = 갈수시자연유하량 - 용수수요량 + 회수수



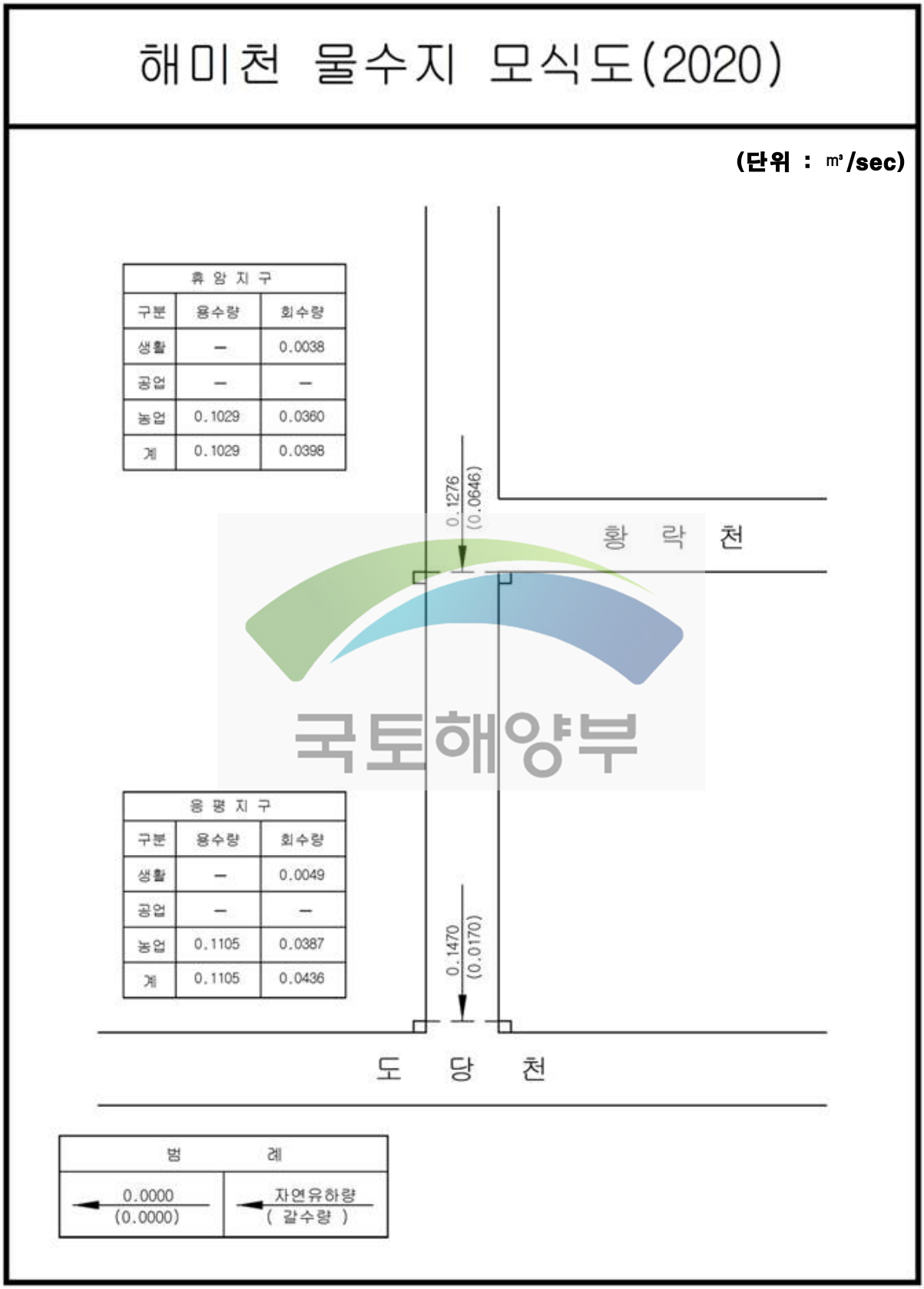
【그림 2.5-4】 물수지 모식도 (2008년)



【그림 2.5-4 계 속】 물수지 모식도 (2010년)



【그림 2.5-4 계 속】 물수지 모식도 (2015년)



【그림 2.5-4 계 속】 물수지 모식도 (2020년)

5.5 용수수급계획

용수수요량은 크게 생활용수, 농업용수, 공업용수 등으로 구분할 수 있으며 해미천의 생활용수 수요량은 2008년 0.0118m^3/s에서 2020년 0.0135m^3/s로 인구 증가에 비례하여 점차적으로 증가하는 것으로 추정되었다.

농업용수는 현재 해미천 취수보 및 상류의 저수지를 이용하고 있으며 경지면적이 크게 증가하지 않을 것으로 예상되므로 기존시설을 계속 이용하면 용수수급에 지장이 없을 것으로 예상된다.

또한 공업용수는 현재는 수요가 없는 것으로 조사되었으며, 향후 해미천 유역에는 공업단지의 조성 계획이 없으므로, 현재 및 장래 목표년도에 대하여 물수지분석을 실시한 결과 물 부족현상은 발생하지 않는 것으로 추정되어 별도의 용수공급계획은 수립하지 않았다.

국토해양부

6. 하천의 종합적인 정비방향 설정

6.1 하천의 종합적인 정비 및 이용에 관한 기본방향

하천의 종합적인 정비방향은 궁극적으로 대상하천 유역의 수자원을 개발하고 이용하기 위한 것과 하천의 순기능을 극대화하고 역기능을 최소화함으로써 하천과 주변주민의 생활이 자연스럽게 조화를 이룰 수 있도록 설정되어야 한다.

따라서, 하천을 인간생활뿐만 아니라 전 생태계적으로 유리하도록 효율적으로 보전하고 활용할 수 있도록 하기 위해서는 대상 하천에 대한 세밀하고 종합적인 계획과 실시방안이 필요하다.

그러므로 본 계획에서는 이·치수를 기본 목적으로 환경적인 측면에서 보다 적극적으로 친자연적이고 종합적인 계획을 구상하였으며 각종 관련계획의 기본방침 및 관련사항을 조사하고, 그 내용에 따라 합리적이고 체계적인 하천유역의 개발 및 관리가 가능하도록 과업하천 유역에 대하여 종합적인 정비방향을 설정하였다.

본 과업유역은 우리나라 중앙부 남서쪽에 위치하고 있으며, 1개도, 1개시에 걸쳐 유역이 분포하는 하천으로 현재는 물론 장래에도 주요 용수공급원 및 홍수소통 등의 이·치수기능을 담당할 것으로 판단되며, 자연으로서의 하천이 조화된 친수기능, 생태서식처 제공 등의 다양한 환경적 기능도 담당할 것이다.

본 하천기본계획에서는 유역의 지형적 특성, 기상 및 수문특성 등의 자연적 특성을 충분히 고려함과 동시에, 수자원장기종합계획 등의 상위계획에 부합되고 이수, 치수, 환경적 기능이 조화를 이루도록 기본방향을 설정하였다.

- 상위 관련계획에 부합되도록 기본계획 수립
- 일관성 있고 합리적인 계획수립
- 하천과 지역주민의 생활이 조화를 이루도록 계획
- 지속적인 이·치수사업의 시행
- 자연생태계 및 수질보전을 위한 친환경계획 수립

국토해양부

가. 과업유역 하천기본계획 수립을 위한 기본방향

본 과업 대상지구내의 풍수해, 산사태, 지반붕괴 등 재해발생 가능성에 대한 조사는 현황측량 및 현지조사, 인근주민 의견수렴 등을 통하여 종합적으로 검토해 본 결과, 풍수해 발생 가능성은 현재 무제부 구간이나 제방고가 낮은 구간에서 나타날 우려가 있으므로 본 과업 하천유역은 계획빈도(100년빈도)에서 홍수침수피해 발생 예방을 위해 축제 및 보축 계획 등을 검토·수립하였다.

또한, 본 과업유역내의 산사태 및 지반붕괴 등의 재해 발생가능성은 금회 과업기간 중 조사한 결과로는 거의 없을 것으로 판단된다.

본 과업유역 및 주변지역의 오염원, 토지이용상황, 장래개발계획 등을 종합적으로 고려해 볼 때 산업단지개발과 도로 및 공공시설 확충에 있어서는 전원지역임을 감안하여 현재의 자연환경을 적극 활용하여 이를 훼손하지 않는 환경 친화적인 토지이용계획이 될 수 있도록 동·식물의 서식처 및 이동경로의 보존과 복원, 하천의 식생과 어류보호 및 인근주민을 위한 환경 친화적 공간의 조성 및 구조물의 설치 등이 필요하다. 또한, 본 지역의 농업분야에 있어서도 분뇨, 축분퇴비 등을 완전히 숙성시키지 않고 경작지로 살포함에 따른 비점오염원의 하천유입 등을 통제 할 수 있는 법적, 제도적인 장치의 마련이 필요하다.

국토해양부

현재 본 유역 내에는 특별히 조수보호구역, 자연생태계 보전지역 등 환경보전 관련 지역은 없는 것으로 조사되었고, 과업하천인 해미천의 수질은 수질측정결과 Ⅱ~Ⅲ등급(BOD 기준)을 나타냈다. 그러나 해미천은 지방하천인 도당천과 합류후 서해로 유입되는 하천으로 목표기준은 환경부 고시 제2006-227호 「중권역별 수질 및 수생태계 목표기준과 달성기간」에 의거 금강서해의 환경기준 목표기준은 Ib등급(BOD 2.0㎎/L 이하)으로 설정하는 것이 타당하다고 판단된다. 따라서 과업유역내의 수질을 Ib급수로 유지하기 위한 수질 보전대책이 필요하다. 또한, 특정 야생 동·식물과 철새 도래지 등은 없으나, 지속적인 환경보전을 위한 관심과 정책수립 및 시행이 필요하다.

현재, 본 과업 유역에는 환경기초시설이 부족한 실정이나 향후 체계적이고, 일관성 있는 계획을 수립하여 이를 신설, 확충하되 반드시 환경성 및 환경보전을 위한 사전검토가 필요하다.

결론적으로, 본 과업과 연계하여 가장 중점적으로 검토되어야 할 사항은 하천수질보전 및 개선방안과 이수 및 치수를 위한 하천공사 시에 발생할 수 있는 수질 및 주변 환경 오염에 대한 예방과 대책, 친수성을 고려한 하천환경의 조성이라 할 수 있다.

따라서, 과업유역 하천기본계획 수립을 위한 기본방향은 과업유역의 현황과 특성을 고려하여 제방계획은 필요구간에 대해서만 설치하고, 호안적용시 친환경적 공법을 적용하여 자연 친화적인 하천이 될 수 있도록 계획하였다.

또한, 현 상태의 유로형상 및 하상경사를 유지하여 인위적인 계획을 지양함으로 친자연형 하천이 되도록 계획하였다.

국토해양부

6.2 바람직한 하천모습의 설정

산업화에 의한 하천수질오염방지, 접근성 저해 요인의 제거, 생태계의 복원자정능력 회복 등을 통하여 자연녹지공간으로서 Open Space 확보, 동·식물 서식처로서의 생태 공간 확보가 이루어질 때 인간의 편익성 위주로 개발 또는 이용되어 온 하천은 자연이 살아 숨쉬는 하천 본래의 모습을 나타내게 된다.

금회 과업대상 하천은 자연하천구간과 농경지 관류 전원하천구간, 도시하천(주거지관류하천)으로 구분되어지며 관련 상위계획 및 장래 개발계획과 연계하여 바람직한 하천의 모습을 다음과 같이 설정하였다.

가. 친수성 증대

○ 하천을 중심으로 발달해온 도시화로 인하여 하천수의 자정능력을 벗어난 오염수의 유입 방지를 위한 홍보를 통한 환경오염방지

○ 하천유역 농경지의 유기농화를 통한 하천수질의 보호 계획

○ 금회 과업하천은 대부분 자연하천 및 농경지 관류 전원하천으로 수질보전 계획수립

국토해양부

나. 자연생태계 보전

○ 자연생태계의 보전을 위하여 동·식물의 서식처 제공 및 이동통로 계획

○ 하천으로 방류되고 있는 오염원의 근본적인 차단대책 수립

○ 지자체에서 시행하고 있는 하천휴식년제와 더불어 자연생태계 실태 조사 실시

○ 하천횡단 시설물은 수자원보호령 제12조 제2항 규제에 의하여 어도 설치계획

다. 하천시설물 유지, 관리효율성 증대

○ 현재 과업하천 구간 내 설치되어 있는 하천시설물 중 노후화 되어 기능이 상실된 시설물은 정기적인 유지보수 계획 수립

○ 하천제방을 이용한 도로, 제외지에 상·하수시설 관로의 매설 등 무분별한 하천공간의 사용 및 이용 자제

라. 기 타

○ 하천의 범람 및 한발(가뭄)은 주민의 직접적인 재산권과 연계되므로 주민의 재산을 보호하기 위하여 적절히 대응할 수 있는 체제 수립

○ 무분별한 하천의 이용 및 개발을 자제하고 수자원 등 하천자원의 효과적인 개발계획 수립

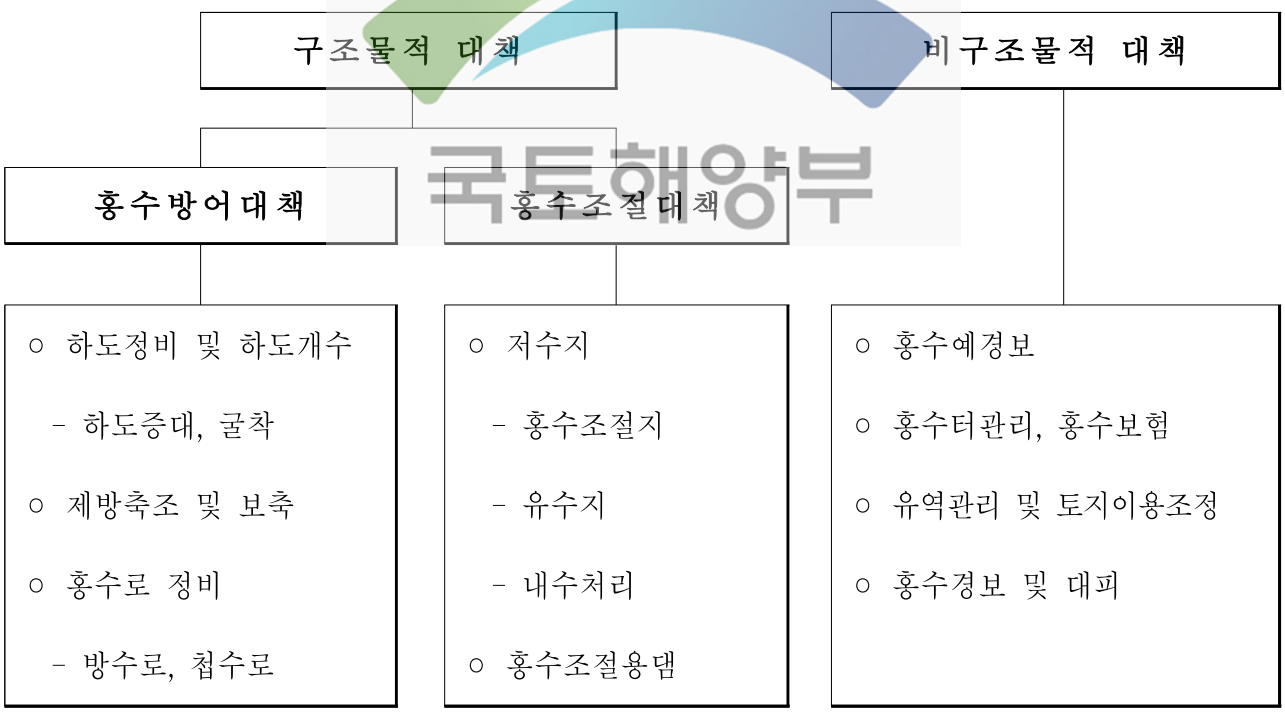
국토해양부

6.3 홍수처리계획의 기본방향

하천은 지상에 내린 강수가 모여서 흐르는 자연적으로 형성된 유로이고 각종 용수공급의 원천지이며 수력발전 등으로 산업발전에 일익을 담당하기도 한다.

홍수로 인한 피해를 막기 위한 홍수처리계획으로서 홍수방어 계획을 세우게 되는데 이는 하천홍수에 의해 발생되는 수해를 방지 또는 경감하기 위하여 어떤 계획기준점에서 계획수립에 기본이 되는 계획홍수량을 설정하고 해당지역을 홍수피해로부터 방어 할 수 있도록 홍수조절 및 방어계획을 수립하고 그 치수대책을 책정하는 것이다.

현재까지 제시된 하도 내에서의 홍수방어와 하도내를 유하 할 홍수량 조절 등의 방안이 있으며 이러한 치수대책을 도표화하면 다음 【그림 2.6-1】과 같다.



【그림 2.6-1】치 수 대 책

일반적으로 홍수방어 수단으로는

■ 유역 상류부에 홍수 조절 댐을 축조하는 방안

■ 유역변경식 홍수배분 방안

■ 하천 개수사업을 계획하는 방안

■ 이들 방안을 조합하여 치수계획을 수립하는 방안 등을 들 수 있다.

이상의 치수대책 중 하천정비측면에서의 대책은 구조물적 대책이 되며, 이러한 구조물적 대책에 있어서 본 과업에 적합한 방법 및 대책은 홍수조절보다는 하도정비, 하도개수, 제방신축 등의 홍수방어 대책이 주가 될 것이다.

본 유역의 경우 홍수처리 방안의 적용은 계획홍수량을 하도 내에서 소통시켜 처리토록 하는 하천개수 방안을 중심으로 치수계획을 수립하였다.

본 계획에서는 과업구간의 홍수방지 능력에 대한 검토를 실시하여 하천 개수방안에 대한 기본계획과 유지관리를 위한 계획을 수립하였다.

국토해양부

6.4 유수의 합리적인 이용에 관한 기본방향

가. 하천관리유량 및 하천유지유량

1) 하천관리유량

- 하천관리유량은 적절한 하천관리를 위하여 설정하는 유량으로서 전체적으로 볼 때 하천의 제반기능을 충족시킬 수 있도록 하천에 흘러야 할 유량이다.
- 하천관리유량은 하천유지유량에 이수유량을 더하여 산정한다.

2) 하천유지유량

- 하천유지유량은 갈수량을 기준으로 산정하되, 하천 수질 보전, 하천생태계 보호, 하천 경관 보전, 염수 침입 방지, 하구막힘 방지, 하천 시설물 및 취수원 보호, 지하수위 유지 등을 위한 필요유량을 감안하여 산정한다.

(1) 갈수량

과거 자연 상태 하천에서 갈수기에 흘렀던 유량으로서 자연과 사람이 공유할 수 있는 최소한의 유량을 말하며 기준갈수량, 평균 갈수량 등을 산정한 후 해당 하천의 규모나 특성 및 유량공급 가능성 등을 고려하여 결정한다.

국토해양부

(2) 하천 수질 보전

환경기초시설 등으로 최대한 처리한 후 남는 오염 부하량을 처리하는데 필요한 유량을 말한다.

(3) 하천 생태계 보호

하천내 동식물의 서식처 유지에 적절한 수심, 유속 등 수리 조건을 제공할 수 있는 유량을 말한다.

(4) 하천 경관 보전

하천이 풍부하고 정서적으로 안정된 분위기를 제공할 수 있는 자연공간으로 유지될 수 있도록 시각적으로 만족감을 느낄 수 있는 최소한의 유량을 말한다.

(5) 염수 침입 방지

바닷물이 하구로 침입하여 염분 농도가 높아지면 하천수를 직접 이용할 수가 없게

되므로 이를 억제하거나 침입을 방지할 수 있는 최소한의 유량을 말한다.

(6) 하구막힘 방지

하구의 유속 감소로 인해 하구에서 토사의 퇴적과 해안 모래의 침입 등으로 하구가 막혀 유수소통에 지장을 초래할 수 있으므로 이를 제거하기 위한 유량을 말한다.

(7) 하천 시설물 및 취수원 보호

하천수위가 낮아져 물속에 잠겨있던 하천시설물이 노출되어 부식되는 것을 방지하거나 또는 취수원 수심 확보를 위해 필요한 유량을 말한다.

(8) 지하수위 유지

하천유량의 증감은 하천 주변의 지하수위에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 하천변에서 안정적으로 지하수위를 유지할 수 있는 유량을 말한다.

- 필요유량은 하천관리를 위한 하천의 자연적 기능과 인위적 기능을 검토하여 설정한다. 이중에서 하천의 정상적인 기능을 유지하기 위한 기능 중에서 주요항목에 대해 필요유량을 산정하되, 해당 하천구간과 지천의 특성을 고려하여 필요한 항목만을 선정한다. 항목별 필요유량은 하천의 정상적인 기능, 주로 인위적인 기능과 하천만이 갖는 고유의 자연적 기능에 대해 조사 구간별로 산정한다. 하천유지유량을 산정하여 고시하고자 하는 하천의 특성과 하천관리의 목표를 설정하고 이에 따라 필요한 항목에 대해서만 필요유량을 산정할 수 있고, 하천에 설치된 유량 조절시설과 수공구조물에 따라 인위적으로 변화된 하천의 기능도 가감할 수 있도록 한다. 단지 하천유지유량 산정시 필요유량의 우선순위에 대해 검토한다. 하천유지유량 산정방법에 관한 한국건설기술연구원의 보고서(1999. 6)에 따르면 하천유지유량의 사회적인 인식도, 수혜대상 및 기능 등을 고려한 바 자연갈수량, 하천생태계 보전, 그리고 자연 상태 하천경관 등과 같은 자연적인기능을 유지하는데 필요한 유량으로 결정하는 것이 바람직한 것으로 조사된 바 있다. 그리고 자연적 기능유지를 위한 유량 이상이 요구되는 하천수질보전과 같은 인위적 기능에 대해서는 별도의 하천수질관리 또는 개선유량과 같은 하천관리유량으로 설정하는 것이 타당할 것이다.

나. 유지유량 확보방안

하천이 정상적인 기능을 가지기 위해서는 최소한의 자연갈수량, 하천동·식물의 생태환경보호, 하천경관보전, 하천수질보전 및 청결한 유수의 유지, 하구막힘방지, 하천시설

국토해양부

물 보호, 지하수위 유지와 같은 8가지 기능을 유지 할 수 있도록 최소한의 유량을 항시 유지하여야 한다. 이 최소한의 유량을 하천유지유량이라 하며 이것은 이수적인 측면에서 유수를 이용할 때 반드시 고려되어야 할 사항이다. 하천유량의 공급측면에서 갈수량(평균갈수량)을 산정하고 하천관리시설의 보호, 경관, 수질보전, 어업, 하구폐쇄의 방지, 지하수위의 유지, 동·식물의 보호 등 각 항목에 대한 필요유량을 환경보전유량으로 하며, 하천유지유량에 이수유량을 합한 수량을 하천관리유량으로 제시 할 수 있으나 하천유지유량은 현 하천법 제51조 및 하천법시행령 제59조에 별도의 규정을 두고 있으므로 본 과업에서는 산정을 제외하였다.

○ 하천유지유량 = Max.(평균갈수량, 환경보전유량)

○ 하천관리유량 = 하천유지유량 + 이수유량

해미천의 중류부는 도심지와 인접한 구간으로 친수공간으로 조성하도록 계획되어짐에 따라 유지용수 확보방안을 검토 하였다.

■ 유지용수 확보방안은 수원, 구조적 및 비구조적 대책, 단기 및 중장기 방안에 따라 분류 할 수 있음.

- 직접 확보 방안

  하천수의 저장, 취수 및 조절, 하수처리, 방류수활용, 타유역에서의 공급, 기타 지하수 용출수 이용 등

- 간접 확보 방안

  수질관리, 지하수관리, 유역관리, 물절약, 대체수자원 개발등을 통해 하천유량의 수요를 저감시키거나 하천유량을 간접적으로 증대하는 방안

  하천유량의 확보는 우선 해당 하천의 유역내에서 우선적으로 확보하는 것을 검토하였음.

가) 농업용 저수지의 활용

• 농업용수의 잉여분을 전용하는 방안

- 경지면적감소, 농업계획 변경 등에 의해 불용된 부분을 하천유지유량으로 확보하는 방안

국토해양부

- 농업용수로 구조물화 및 자동 물관리 시스템 도입 등 농지시설을 합리화함에 따라 발생한 잉여수를 하천유지유량으로 확보하는 방안
- 농업용 저수지의 물을 하천유지유량으로 방류시 서산시의 예산 지원방안 등도 고려하고 합리적으로 농업용 저수지를 운용할 수 있는 정책 개발이 필요

나) 소규모 하수처리장 건설

- 해미읍성 및 (한서대)대곡리 발생지 처리를 원칙으로 한 소규모 처리장 건설은 그 지역에서 발생하는 하수를 지역내에서 배출 할 수 있도록 하여 하천유지유량 확보함

하천수량 확보방안에 대한 일반적인 내용은 다음과 같다.

■ 이수계획은 이수뿐만 아니라 치수와 환경 측면을 고려하여 조화롭게 수립하여야 한다.

■ 갈수시에 하천을 적절하게 관리하기 위해 하천유역의 주요지점에서 유수의 정상적인 기능과 상태를 유지하는데 필요한 유량을 설정하고, 장래 하천유역 개발과 사회경제 발달에 따른 용수수요 예측과 공급, 그리고 수자원 이용의 극대화를 위한 정확한 개발수량의 산정 등을 목표로 한다.

■ 이수계획은 수자원 부존량의 산정, 용수수급 현황의 파악, 용수수요량의 산정 및 예측, 물수지 분석 등의 절차에 따라 수립한다.

국토해양부

<표 2.6-1> 유역의 하천수량 확보방안

구 분	시 설 개 요	장 점	단 점	비고
댐 건 설	· 상류에 대규모댐을 건설하여 홍수시 초과 유출량을 댐에 저류하였다가 갈수시 공급	· 안정적인 수원확보 · 유지관리 용이	· 건설비용 과다 · 후보지확보 곤란 · 주변환경에 영향이 큼.	
타유역도수 (유로변경)	· 인근의 유량이 풍부한 유역에서 도수로 등을 이용하여 유량공급 · 타유역에서 유로를 변경하여 확보하는 방법	· 타사업과 연계 가능 · 안정적 용수확보	· 건설비용 과다 · 수원확보 곤란 · 유지관리비 과다	

<표 2.6-1 계속> 유역의 하천수량 확보방안

구 분	시 설 개 요	장 점	단 점	비고
저수지 (소류지) 재개발	· 저수지(소류지)의 저수용량 확충 및 불용용량 활용 (펌핑 및 방류관시설계획)	· 기존시설 활용 · 최대규모 개발 · 건설비 저렴	· 관련부처간 유수 사용 협의 필요 · 신규 수몰지발생 부담	
지하수개발	· 건천화가 심한 지천의 상류 지역에 지하수를 개발하여 갈수시 공급 · 지하수이용실태 및 이용가능 량을 파악하여야 함.	· 사업기간이 짧음	· 기저유출감소로 하천의 건천화 유발요인 · 건설비용 과다 · 유지관리비 과다 · 수량제한적	
하수처리수 재 이 용	· 가정오수를 소규모 시설을 이용하여 처리후 하천에 방류하여 유량공급하거나 하수처리장으로부터 방류되는 방류수를 도수하여 공급	· 수량적으로 안정한 수자원임. · 지천 건천화 방지 · 활용가능성이 큼.	· 건설비용 과다 · 유지관리 곤란	
가동보 설 치	· 평상시에는 흐르는 물을 저장하고, 홍수시와 오염원유입시 보를 열어 원래의 하천을 유지시킴	· 하천의 건천화방지 · 홍수 및 비홍수기에 탄력적인 하천이용 · 친환경적인 수변공간 조성	· 내구성 저하 우려 · 경간 및 폭의 제한 · 유지관리 필요	
지 하 댐	· 수맥이 있는 지하에 물막이 벽을 설치하여 지하수를 가두고 필요시 양수하여 유량 공급	· 안정적인 수질확보 · 건설비 저렴	· 유지관리비 과다	
수 원 지 함양능력 증 대	· 보 등의 저류시설 및 수목 등에 의해 지하침투량을 증가시켜 유역내 함수량 증대.	· 유지관리비 저렴 · 산림녹화와 연계가능 · 토사유출방지 효과	· 효과가 작다 · 장기적인 투자가 필요 함	
분 류 식 하수관거 설 치	· 우수와 하수를 분리하여 하수는 하수처리장으로, 우수는 하천으로 유도	· 하천의 건천화 방지 · 하천수질 개선	· 초기강우의 하천유입 (하천수질 오염) · 건설비용 과다	

국토해양부

다. 유지유량 확보방안 검토결과

본 해미천 하구지점에서의 평균갈수량은 0.091㎥/sec 정도이나 환경보존 측면에서의 필요유량은 해미천 평균하폭(30m), 최소수심(20cm), 최소유속(0.1m/s)를 고려하여 0.6㎥/sec로 설정하였다. 그러나 하천유지용수를 공급하기 위한 별도의 시설은 전무하므로 장래에 풍부한 하천수량 확보를 위한 수원개발이 이루어지지 않을 경우 환경보존측면의 유량확보는 곤란 할 것으로 판단된다. 따라서 하천구역에 있는 산수저수지와 황락저수지의 잉여분을 최대한 전용하는 방안과 기존 보(조산제2보, 조산보, 휴암돌보)를 이용하여 우기 시에 유지용수를 확보해서 건기 시 활용하는 것으로 계획 하였다.

6.5 하천환경관리에 관한 기본방향

하천공간환경은 유역의 도시화가 진전되는 가운데 귀중한 오픈 공간으로서 주민에게 평온한 휴식의 공간을 제공하고 쾌적한 지역 환경 형성에 중요한 역할을 하고 있을 뿐만 아니라, 도시하천에서는 재해 차단, 대피 공간, 긴급수송로 등의 방재기능을 가지며 하천과 그 주변에 귀중한 자연환경을 가진다.

국토해양부

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

수환경은 수량 요소와 수질요소로 구성된다. 경제성과 생활수준의 향상에 따른 수자원의 고도이용, 지구온난화에 따른 이상갈수, 하천의 수질악화 및 돌발 수질사고 등에 대비한 안정적인 환경용수의 확보와 수질의 개선을 필요로 한다.

수환경의 개선은 양호한 수변경관 및 친수공간의 보전과 창출에 기여할 뿐 아니라 생태계의 보호 및 보존에 중요하다.

하천환경관리는 이러한 하천환경의 제반기능을 극대화시키고 그 역기능을 최소화하기 위해 하천 및 하천구역에 실시되는 조직적인 제반활동으로서 하천 관리요소 중에서 이수 및 치수관리와 더불어 필수적인 요소이다.

가. 하천환경관리 기본방향

하천환경은 『물과 주변 공간으로 구성된 하천 그 자체로서 하천수량, 하천수질, 그리고 하천공간의 3대 요소로 구성되어짐』이라 정의되며, 하천환경관리의 기본이념은 물과 공간이 통합된 하천 그 자체로서 인간생활에 윤택함과 안락함을 줄 수 있어야 하며, 기본방향은 이수 및 치수 관리와 더불어 자연보전기능, 친수기능, 공간기능으로 구분되는 환경기능의 관리로 다음과 같은 궁극적인 목적을 가지고 시행되어야 한다.

1) 하천이 갖는 자연성 유지

지속 가능한 개발의 개념에 부합되도록 하며, 또한 하천 본래의 역할 또는 기능이 상실되지 않는 하천환경관리를 위해 하천이 갖는 자연성을 최대한 살려야 한다.

2) 하천기능(이수, 치수 및 환경) 간의 조화

하천은 이수, 치수 및 환경의 3가지 기능을 가지고 있으며, 하천공사를 시행함에 있어 이수 및 치수기능을 저해하지 않는 홍수통제 기능을 유지하며, 환경기능과 조화를 이루도록 한다.

3) 수환경과 하천공간과의 일체화된 정비 및 유지관리

하천은 물과 그 주변공간으로 구성되어 있으므로 지역주민의 적극적인 활용이 기대될 수 있도록 수환경과 공간관리를 동일 개념으로 유지 관리한다.

국토해양부

4) 주민과 지역사회의 요구에 부응하는 하천환경의 정비

지역사회의 생활환경과 밀접한 관련이 있는 하천환경은 하천유역의 토지이용과 생산활동 등의 변화와 함께 달라지게 되므로 주민과 지역여건을 고려한 하천환경관리가 이루어지도록 한다.

5) 생태적 안정성 유지

인간과 동·식물이 공존하는 우호적 공간을 조성하여야 한다.

6) 생태적 환경 수용능력을 감안한 친수공간을 제공한다.

7) 하천환경관리계획에 의한 체계적이고 합리적인 정비

하천환경의 보전과 창조를 위해 체계적이고 합리적인 관리계획을 수립하여야 하며, 지속적 유지, 보수 및 관리기능이 필요하다.

8) 하천환경 정비사업의 적극적인 추진

하천환경에 대한 의식을 고취시키며, 하천이 갖는 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하천환경 정비 사업을 시행하여야 한다.

나. 하천환경관리 기본목표

1) 생태계의 다양성 창출

자연의 다양성을 존중하여 자연생태계를 유지하고, 하천 고유의 생태기반을 조성하여 조류, 어류, 곤충 등의 서식환경을 조성함으로써 하천추이대를 부활시킨다.

2) 다이나믹한 하천의 속성구현

하천의 특징인 사행을 고려하여 불규칙하게 넓히거나 좁혀 굴곡을 주며, 하안의 급·완류를 조성하여 자연하천의 역동성을 유지시킨다.

3) 하천의 사행특성 활용

유속의 다양화와 수변 및 수심의 다양화를 통한 하천의 자정능력을 증대시킨다.

4) 물과 녹음의 연계 형성

물과 녹음을 연계화함으로써 동·식물의 이동통로를 확보, 주변 녹지와 연계 제방녹지의 활용과 기존 식생을 보전 및 활용한다.

국토해양부

5) 호감 가는 경관 연출 및 적절한 이용체계 수립

주변과 조화되는 경관 및 하천의 자연스러운 경관을 연출하고 이용체계를 수립하며, 적절한 접근과 이용규제로 하천경관에 적합한 식생을 조성한다.

6) 중점 시설 구간의 설정

수변위락활동 제공(수변 산책로, 자전거 도로, 수변경관 조망), 자연관찰공간 제공(풍부한 자연생태계를 관찰할 수 있도록 유도)

7) 하천수질 개선

현재 BOD 기준 Ⅱ~Ⅲ등급 수질을 장래에 Ⅰb 등급까지 개선하도록 하며, 개발구역내는 하수도정비 및 하수처리장을 건설하고 농·축산 폐수 유입 억제를 위한 개별처리장 확충 및 공동간이 처리시설을 도입한다. 또한 유역 내 환경감시를 강화 상류지역의

오염시설 유입을 억제시킨다.

8) 인근 지역주민의 자발적 참여 유도

하천환경은 지역사회의 생활환경과 밀접한 관련을 가지고 있다는 지역주민의 의식을 유도한다.

다. 하천환경 정비방향

하천환경 정비는 유역 전반에 걸쳐 해당 하천이 가지고 있는 자연적, 지역 문화적 매력을 고려한 정비계획이 수립되어야 하며, 특히 지역주민들의 의견과 정부의 각종 상위 시책 (도시계획, 하천기본계획, 하수도 정비계획, 국토이용계획 등)과의 조화를 이룬 구간별 정비 방안을 다음 <표 2.6-2>와 같이 설정하였다.

하천환경의 보전과 창조를 위해 관련되는 시책을 종합적으로 실시하는 사항을 정하는 것으로 수환경관리와 공간환경관리로 구분하며 그 내용은 다음 <표 2.6-2>와 같으며, 하천환경관리 기본계획수립 흐름도를 도표화하면 【그림 2.6-2】와 같다.

국토해양부

<표 2.6-2> 하천구간별 하천환경 정비방안

구 간 별	정 비 방 향	
	수 환 경 계 획	공 간 환 경 계 획
자연하천 (산지하천)	○ 수환경 보전을 위한 오염원 유입 차단	○ 자연하천의 유지 및 보전을 위한 방안 강구
전원하천 (농 경 지 관류하천)	○ 오염원 유입 차단 ○ 부락단위의 생활하수처리 및 축산폐수 공동처리 시설 도입 ○ 하천생태계의 보전	○ 하천 생태계를 배려한 주거 시설과 조화 ○ 자연경관의 보전
도시하천 (주 거 지 관류하천)	○ 우·오수 분리관 설치 ○ 하천내 점오염원 방지책 ○ 수질보전을 위한 방안	○ 안정성과 쾌적성 확보 ○ 하천생태계를 배려한 시설물 설치 ○ 친수 시설물 도입

1) 제1단계 : 유역과 하천의 현황파악과 장래 전망

○ 하천과 유역에 대해 유역 및 하천환경의 현황과 하천환경에 관련된 계획 검토

○ 하천환경의 현황과 특성을 파악하고 하천환경변화를 예측

2) 제2단계 : 계획목표와 기본이념의 설정

○ 제1단계의 하천과 유역의 현황조사 성과를 바탕으로 지역사회가 요청하는 하천환경을 파악하고 바람직한 하천의 모습을 설정한다.

3) 제3단계 : 전체적인 구성내용의 검토

○ 하천환경관리에 관한 전체적인 기본방침을 설정하고 구간별로 구분하여 기본방침을 수립한다.

4) 제4단계 : 관리계획의 수립

○ 구체적인 수환경 및 공간관리계획을 수립한다.

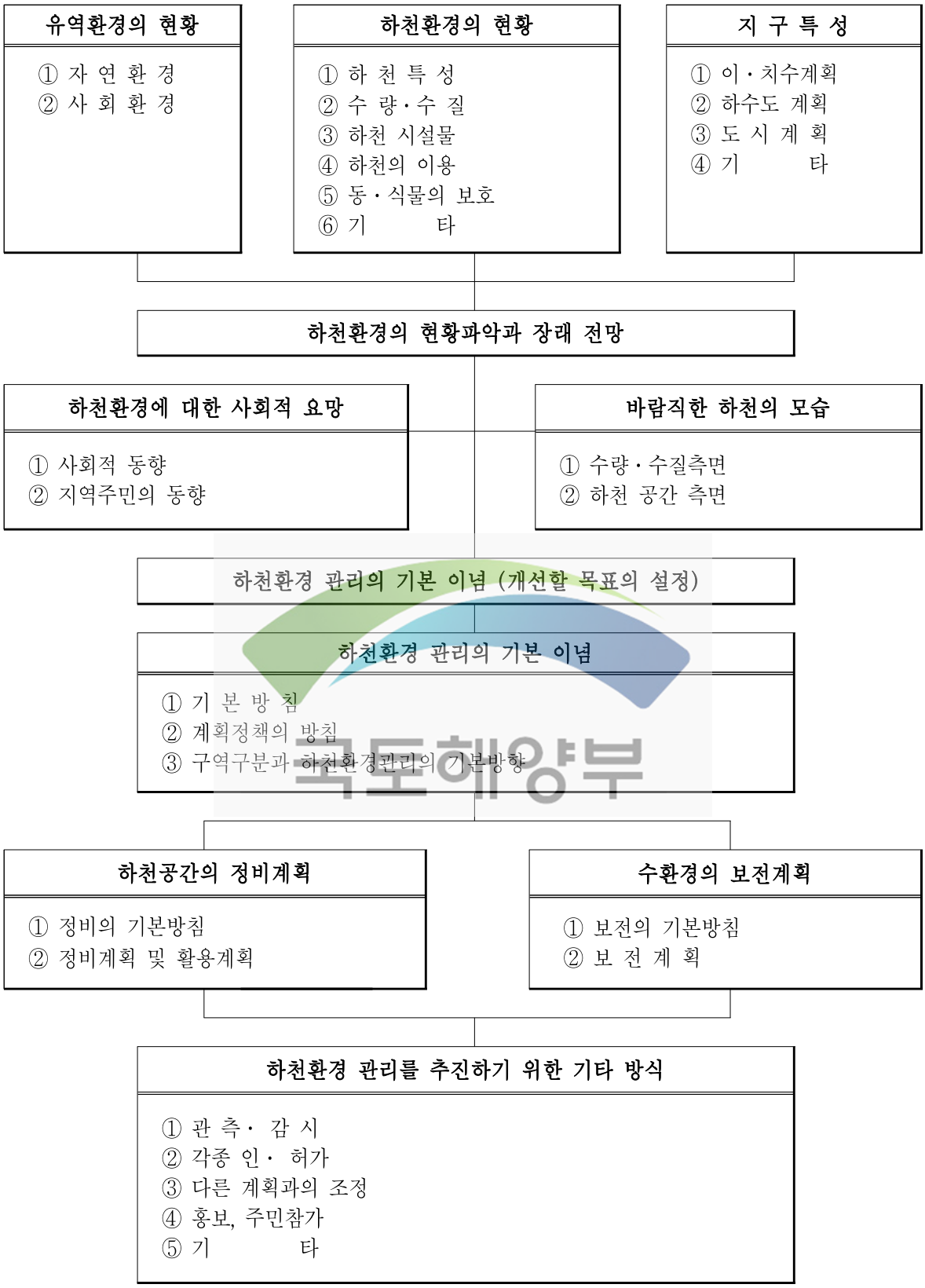
5) 제5단계 : 하천환경관리를 추진하기 위한 기타 시책

○ 수량 및 수질의 관측과 감시

○ 하천점용의 인허가와 타 계획과의 조정

○ 지역주민에 대한 홍보와 지역주민의 참여 유도

국토해양부



【그림 2.6-2】 하천환경관리 기본계획수립 흐름도

7. 하천의 정비·이용·보전에 관한 사항

7.1 하천의 지구별 관리 계획 수립

가. 공간환경

공간환경이란 하천의 수량 및 수질과 더불어 하천환경을 형성하는 3가지 요소의 하나로서, 하천이나 호소의 수면을 포함한 그 주변 하천부지와 섬, 댐 및 제방 등 하천을 주체로 한 모든 공간을 의미한다. 이러한 공간 환경은 자연의 입장에서는 지형의 일부이고, 하천생태계의 서식처이지만, 인간사회의 입장에서는 그 밖의 친수 및 경관적 기능을 가지고 있다. 우리나라의 하천 공간 환경에 대한 인식은 80년대 중반부터 국민의 생활수준의 향상에 따른 다양한 휴식 및 위락에 대한 욕구의 향상과 함께 하천이 갖고 있는 매력에 이끌려 하천에 대한 인식이 크게 변모하기 시작하였다. 이와 같은 사회적 요인에 부응하여 시행되고 있는 하천공간의 기능은 다음 하천공간의 기능에서 보는 바와 같이 친수 활동, 경관 및 자연생태계 등 각 요소가 서로 유기적으로 관련되어 있다.

하천공간의 정비란 하천에 있어서의 친수성 공간을 마련하는 것이다. 여기서 친수란 물놀이, 낚시 및 위락 등 물과의 접촉에 의한 일차적인 개념뿐만 아니라, 생태계의 보전, 하천경관을 통한 심리적·정서적인 충족 등의 개념을 의미한다.

하천 공간 정비계획 수립은 경제발전에 따라 인간의 다양해진 가치관을 충족시킬 수 있도록 하천수와 일체로 관리되고 정비될 필요가 있는 하천부지 및 주변 토지 등 하천의 치수, 이수기능 목적의 하천정비 이외의 하천의 환경적 기능을 증진시키기 위한 정비로 공간의 특성별 정비계획을 다음과 같이 수립하였다.

국토해양부

1) 하천공간 환경관리의 기본방향

하천은 개방 된 공간으로 하천을 둘러싸고 있는 매력과 지역특성의 매력을 지니고 있으며, 인간의 하천에 대한 다양한 기대에 부응되는 하천 공간 조성을 위한 정비는 위치나 생활환경에 따라 정비방향이 달리 설정되어야 하며 본 과업에서는 하천공간 환경 관리의 기본방향을 다음과 같이 설정하였다.

◦ 하천의 종·횡단형은 본래의 모습과 선형으로 복원
◦ 하도구조는 모래 및 자갈로 이루어지는 사구 및 사행형성을 유도
◦ 유로연장은 축소시키지 않도록 하고 축소된 유로는 복원

◦ 급변하는 낙차공보다는 연속되는 완경사 낙차하도나 어도를 설치

◦ 개방적인 공간으로 친수활동이 가능하도록 둔치, 호안, 하천부지 등을 재정비

인간의 활동공간인 하천주변의 쾌적한 환경조성과 자연적인 하천조성을 위한 환경기능을 종합적으로 고려한 하천공간관리의 기본방향

하천공간의 기능	하천공간 정비기본방향
	**하천의 매력유지** ○ 하도의 형태, 하상재료 등에 유의하여 하천에 서식하는 동·식물의 서식환경을 고려 ○ 유역문화재 및 친수시설을 고려한 정비 **자연과의 조화** ○ 하천의 자정능력을 감안한 자연과의 조화 **자연재료의 사용** ○ 자연석, 식생 등 자연재료를 이용한 정비 **친수공간 창출** ○ 하천형태 및 흐름상황을 고려한 다양한 수변 환경조성 ○ 개방적인 공간으로 산책, 스포츠, 피크닉 등 활동이 가능토록 도심하천의 고수, 호안 및 하천부지 등의 재정비

국토해양부

2) 하천공간 정비목표

정비 기본방침을 통한 사업의 실시, 계획 등 본 과업 유역에 대한 공간정비 목표는 다음과 같다.

가) 이·치수에 대한 안정성 확보

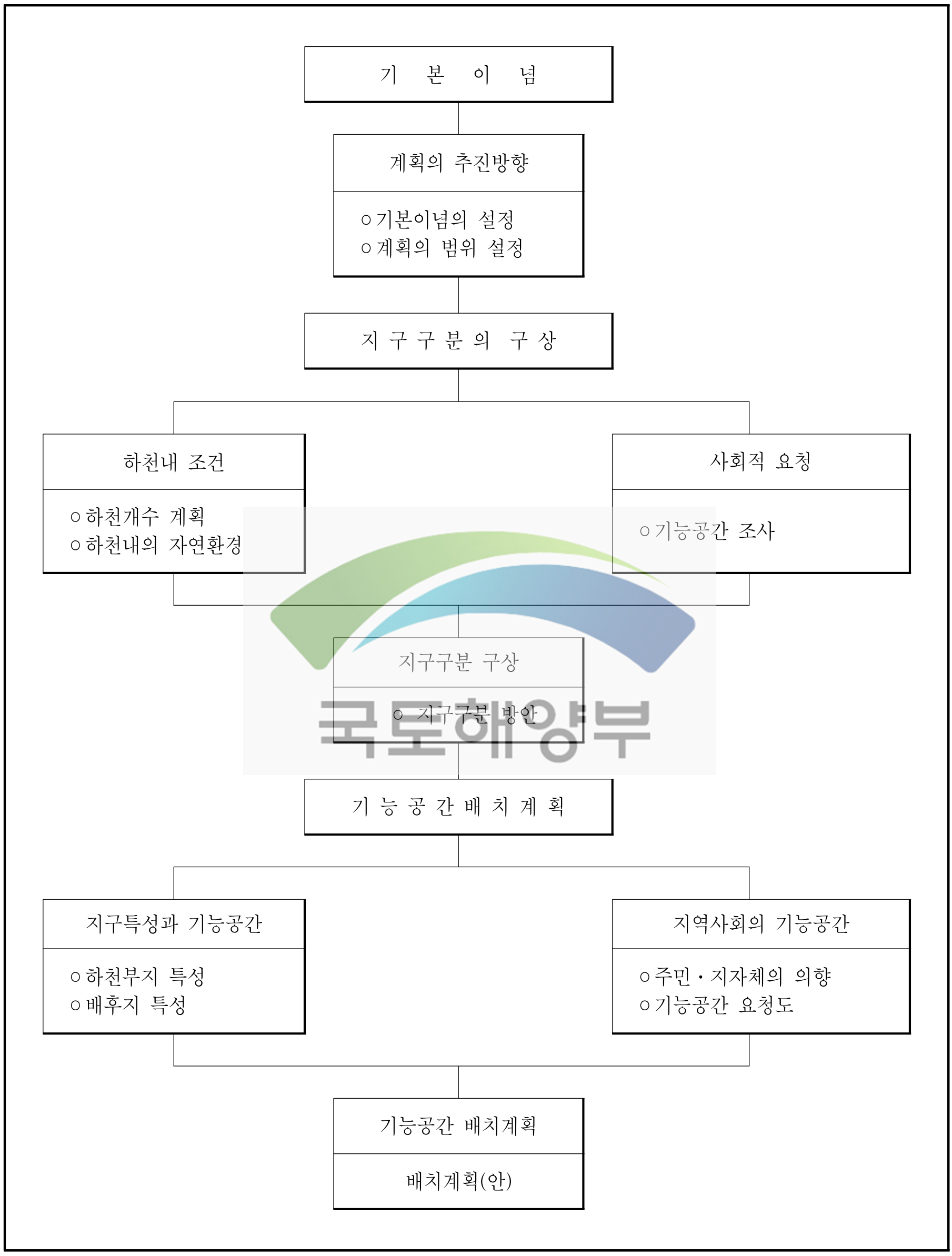
하천환경정비와 조화되는 치수·이수기능에 대한 안정성 확보

나) 하천의 친수기능 향상

지역주민의 하천 이용증진을 위한 수변경관, 정서함양 등 하천에 친수기능을 향상시킬 수 있는 정비방안 강구

다) 지속적인 개발가능성

하천변의 개발과 이용에 따른 하천의 환경기능 강화를 위해 자연 상태를 유지를 위한 지속적인 개발방안 강구



국토해양부

【그림 2.7-1】 하천공간 정비계획의 전체 흐름도

3) 하천의 구간 구분

정비 기본방향을 통한 사업의 실시, 계획 등 본 과업유역에 대한 정비계획을 기능별 구간 구분, 하천의 공간구간 구분, 하천환경 평가기준으로 구분하여 다음과 같이 설정하였다.

① 기능별 구간 구분

하천은 연속적이며, 선형적인 특성과 그 위치 및 구간에 따라 다양한 특성을 가지고 있는바 정비방향 설정을 위한 하천의 구분은 자연하천, 전원하천, 도시하천으로 구간을 구분할 수 있으며 하천의 특성을 고려한 정비가 필요하다.

㉠ 자연하천 구간

급류계곡 및 산지하천 등 자연 상태가 그대로 유지되는 구간

㉡ 전원하천 구간

유역의 농경지를 이용한 지역주민의 생활이 전개되는 곳으로 하천 생태계와 인간 생활과 조화를 이루고 자연경관의 보전 및 향상이 필요한 구간

㉢ 도시하천 구간

지역의 문화, 역사를 포함하여 인문, 사회적 측면에서 도시하천 경관을 보전하고 하천이 도시지역의 중요한 자연으로서 그 역할이 필요한 구간

국토해양부

② 하천의 공간구역 구분

하천의 공간구간 구분은 인공적 요소와 자연적 요소의 비중에 따라 3개 구역으로 구분되며 하천의 생태계 수리특성 등과 같은 자연적인 특성과 토지이용현황, 인구밀도, 교통등 사회적인 특성 및 장래 개발계획 등을 고려할 때 하천에서의 공간구역은 다음 <표 2.7-1>과 같이 분류된다.

㉠ 친수구역 : 인구밀집지역 및 도심지에 인접한 구역으로 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조정이 중점적으로 필요한 구역

㉡ 복원구역 : 직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인한 파괴된 생태계, 역사문화 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 구역

㉢ 보전구역 : 생태계, 역사, 문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고, 일상적인 유지관리가 중점적으로 필요한 구역

<표 2.7-1> 공간구역 구분 형태

하천구간	공간계	내 요	세 부 사 항
친수구역 (도시하천)	인공계 공간	운동시설, 위락시설, 수상시설, 편의시설 등 인공시설을 중심으로 적극적으로 정비하는 구역이다.	지역주민에게 생활의 중심이 되는 도시하천에서 하천정비의 핵심은 안정성과 쾌적성을 확보하는 것이다. 도시계획과 일체적으로 계획 되어지는 정비방향은 도시하천의 지역주민 활동에 영향을 미치는 문화와 역사를 포함한 인문, 사회적인 측면에서 도시하천 경관을 보전하고 창출하는 것으로 한다. 그리고 안락함과 생활의 여유를 가질 수 있고 친근감을 가져 다 주는 휴식공간으로서의 하천공간을 조성한다. 한편, 최소한의 하천 생태계를 배려하는 시설물의 설치도 고려하는 것이 필요하다.
복원구역 (전원하천)		인공적 이용과 자연적 이용이 공존하는 구역이며 산책로, 휴식시설 등 정적이용이 고려된다.	유역을 대상으로 전답을 이용한 지역주민의 활동영역의 전개되는 전원하천은 자연과 인간 활동의 균형을 유지하는 것이 중요하며, 전원하천에서는 수변에 있어 하천생태를 배려하면서 인간생활(주거지역)과 조화되도록 하는 것이 중요하다.
보전구역 (자연하천)	자연계 공간	자연생태계 및 자연경관 보전 목적으로 설정한 구역이며 원칙적으로 인공시설도입 배제	급류계곡 및 산지하천 등 자연상태가 그대로 유지되는 자연하천에서는 자연하천 그대로 유지 및 보존되도록 계획하는 것이 중요하고 하천생태계나 하천경관의 보전 및 재생에 중점을 두어야 한다.

국토해양부

본 과업하천인 해미천의 하류구간은 농경지하천의 형태로 되어있으며, 중·상류부에서 시가화 지역이 분포한다. 따라서, 해미천 내의 주거지 지역을 주민 생활의 친수공간으로 확보하여 하천경관을 개선할 수 있는 공법을 도입하여 하천을 주민들을 위한 휴식공간으로 조성하는 것이 바람직하므로 주거지가 분포해 있는 중류부는 친수공간으로 계획하였으며, 그 외의 지역은 인위적인 정비 없이 생태계를 보전하기 위한 보전지구로 계획하였다.

가) 구간별 하천공간 정비계획

본 과업에서는 지구구분형태에 따라 하천구역을 구분하고, 각 구간에 대한 성격을 부여하여 보전지구, 복원지구, 친수지구를 설정하였다.

◎ 보전 지구(NO. 0+0～NO.22+0, NO. 39+0～NO.53+0)

- 자연생태계 및 자연경관을 보전할 목적으로 설정된 구간이므로 최대한 이용자의 간섭을 제어하도록 한다.
- 하천으로 유입되는 오염원으로 오염이 심화된 곳을 통해 유입되는 폐수를 정화하고 하천주변의 경작활동으로 인한 하천의 오염방지를 위한 정화시설을 도입한다.
- 부지 고유의 지형과 자연환경, 동·식물을 발굴하여 경관요소로 활용한다.
- 인위적인 정비 없이 유수의 흐름에 지장을 주는 식물군은 지속적인 유지관리가 될 수 있도록 한다.
- 어류나 수생식물의 이동이 용이토록 어도설치등을 계획한다.

국토해양부

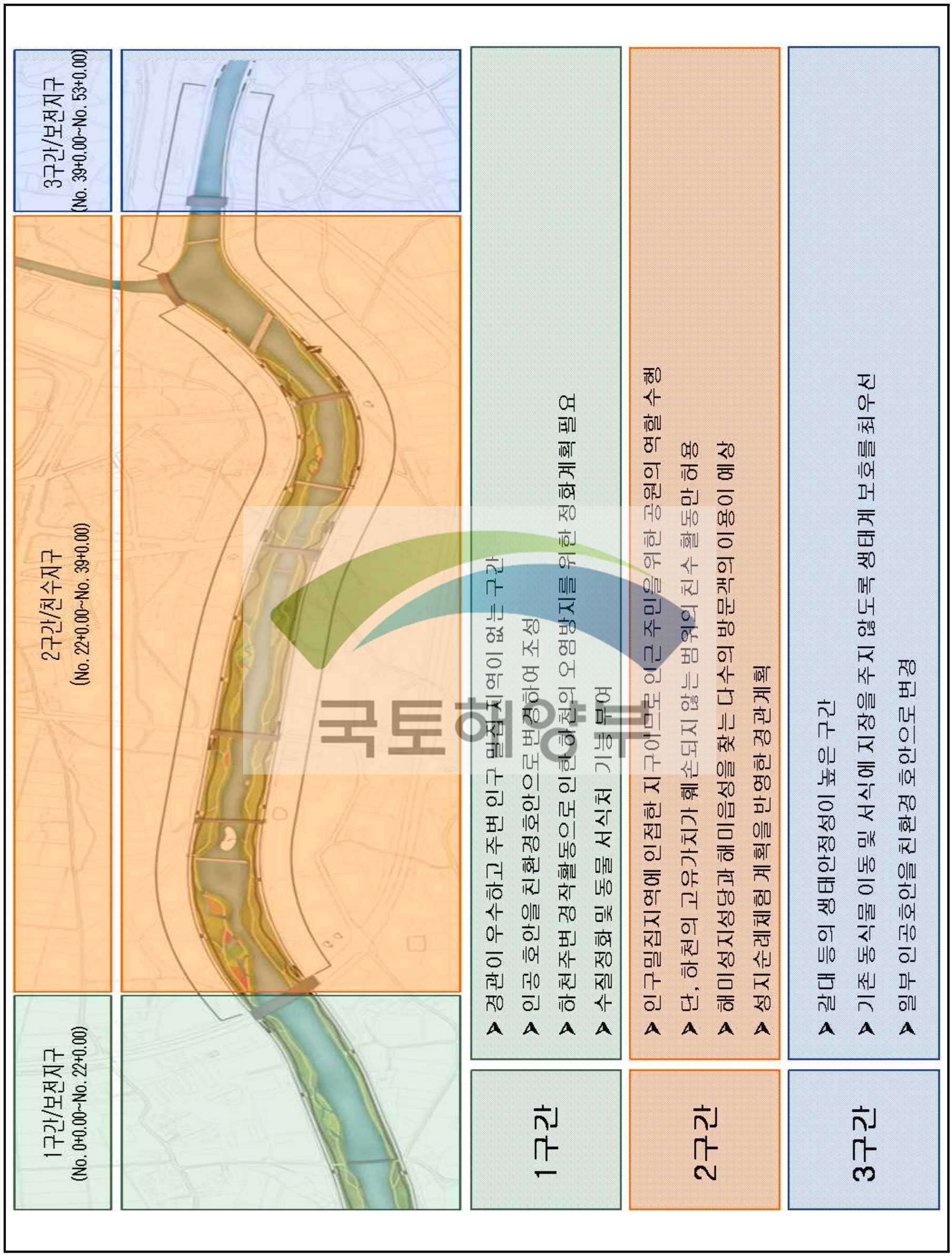
해미천 하류부구간 (No.0 ~ No.22)	
구간 하류부	구간 상류부
	
해미천 상류부구간 (No.39 ~ No.53)	
구간 하류부	구간 상류부
	

◎ 친수 지구(NO. 22+0~NO.39+0)

- 인근 해미성지 및 해미읍성등과 연계된 친수공간을 조성한다.
- 하천으로의 진입을 원활히 할 수 있도록 유도하기 위하여 진입계단 및 하천정비를 통한 하천접근이 예상되는 곳에 진입로 설치를 계획한다.
- 부지의 특성에 적합한 초화류를 선정하여 계절별 식재계획을 수립한다.
- 하천 인근 거주민을 위한 친수공간을 조성한다.
- 휴식시설, 운동시설 등 친수공간을 조성한다.
- 취수보 또는 낙차공의 신·증설시 서식 동·식물의 보호를 위하여 어도설치 및 여울, 소 등의 적극적인 보호방안이 강구되도록 한다.

국토해양부

해미천 중류부구간 (No.22 ~ No.39)	
구간 하류부	구간 상류부
	



【그림 2.7-2】 공간구분도(해미천)

<표 2.7-2> 구간별 구역구분

하천명	구 역 구 분	구 간	지 역 특 성	개 선 방 안	비고
해 미 천	보전 지구	NO. 0+0~NO.22+0	농경지	생물서식기반 조성	
		NO. 39+0~NO.53+0	주거지 및 농경지	생물서식기반 조성	
	친수 지구	NO. 22+0~NO.39+0	시가화지역	친수공간 확보 및 주민 휴식공간	

ㄱ.구간별 하천조성계획

<Key Map>

1구간 : 하천정화구간 (연장L≒2.2km)
·습지를 활용한 자연정화기능의 도입(정화습지의 조성)
·정수식물의 도입
·최소한의 동선 도입을 통한 생태탐방로의 조성



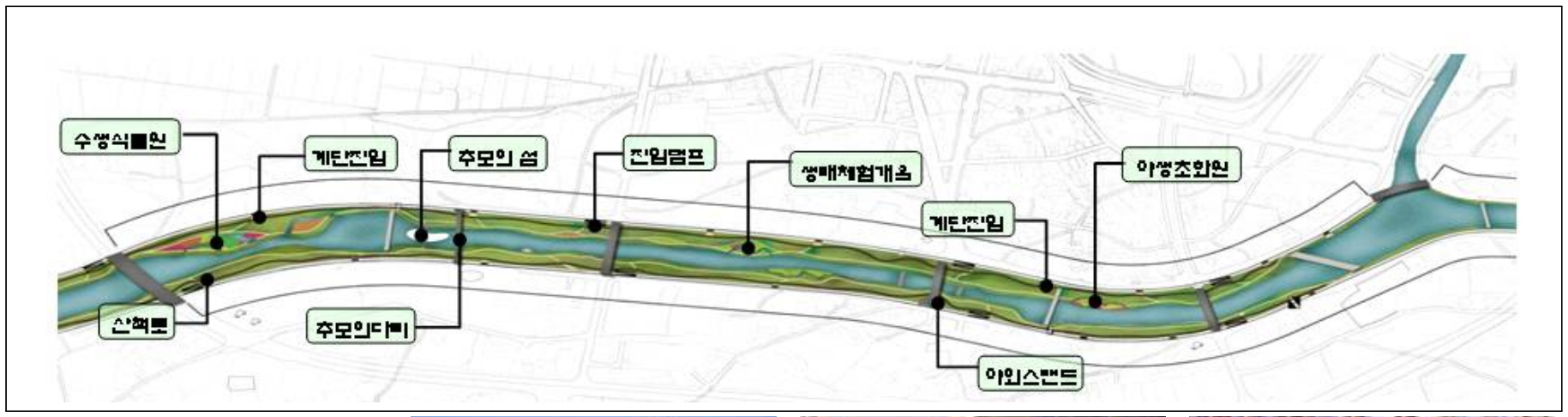






2구간 : 도심친수구간 (연장L≒1.7km)
·생태학습 및 체험의 공간
·이용을 위한 친수 공간의 조성
 -생태체험개울 등
·주민들을 위한 운동시설 도입

<Key Map>



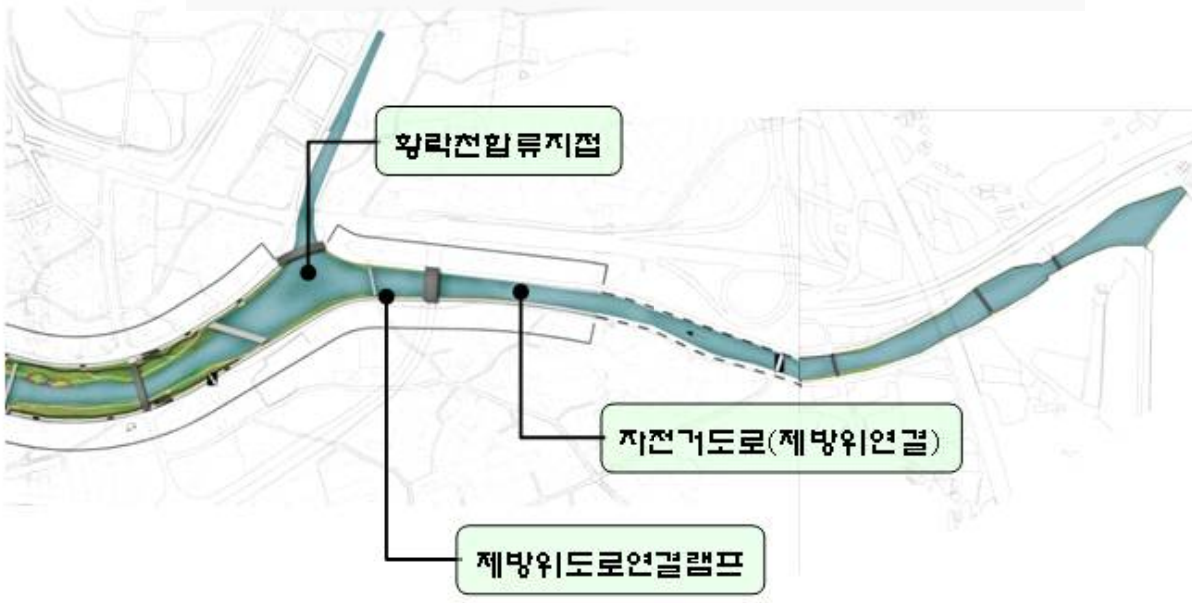




3구간 : 생태보전구간 (연장L≒1.4km)
·생태안정성이 높은 상류 구간이므로 철저히 보호
·이질적 경관요소의 보전
·고수부지 여유폭을 확보하기 어려운 구간이고,
 주변부지는 주로 경작지이므로 이용보다는 보전 원칙
 적용

<Key Map>

국토해양부



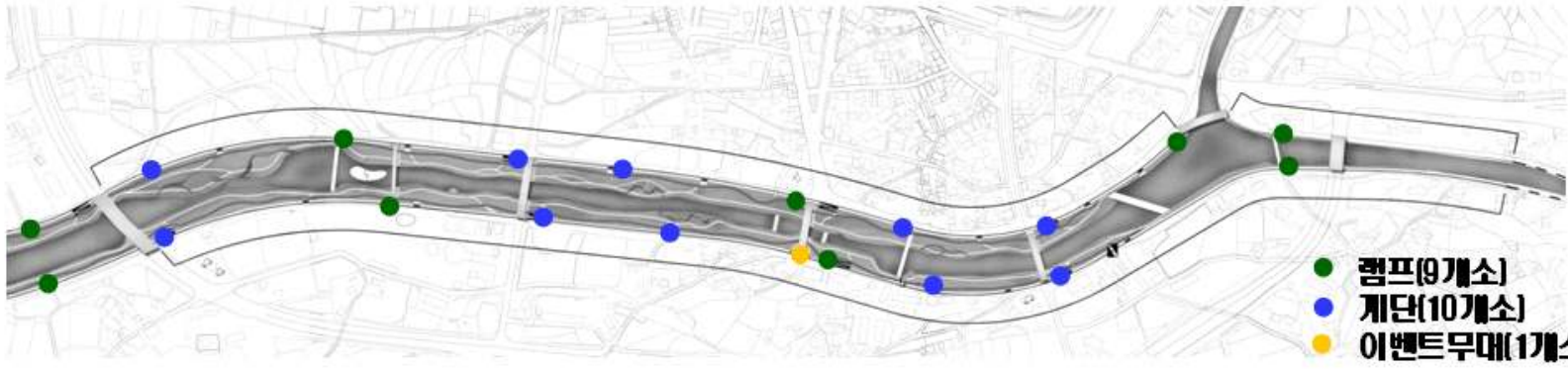


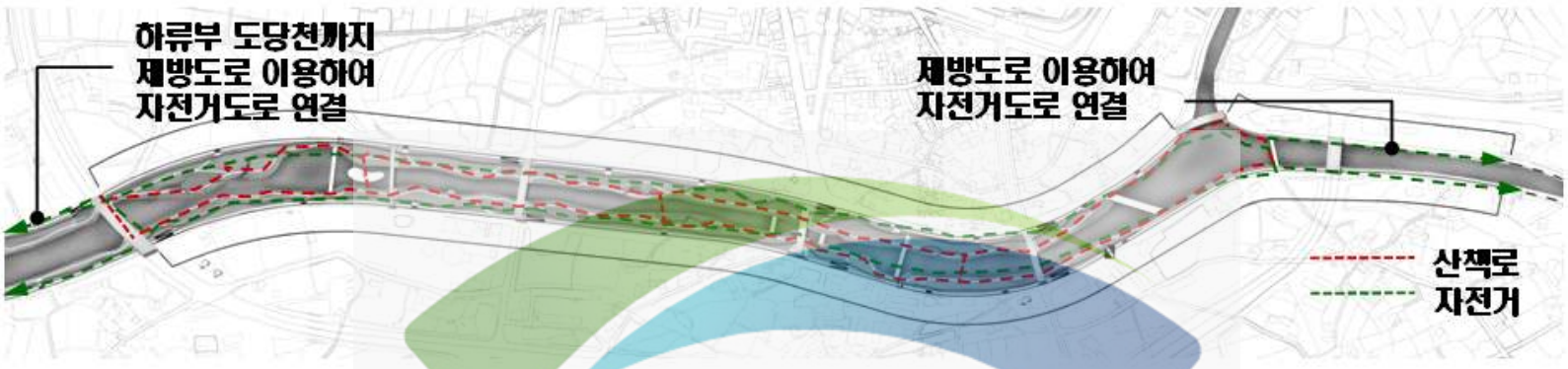


ㄴ.부분별 하천조성계획

◆ 동 선 계 획

- 진입로 계획 : 비상시 차량진입을 위한 램프, 자전거 및 장애인의 이용 편의를 위한 램프, 보행자의 빠른 진입을 위한 계단, 이벤트 부대로 활용하는 계단 등
- 보행 및 자전거 동선 분리 및 순환노선 확보





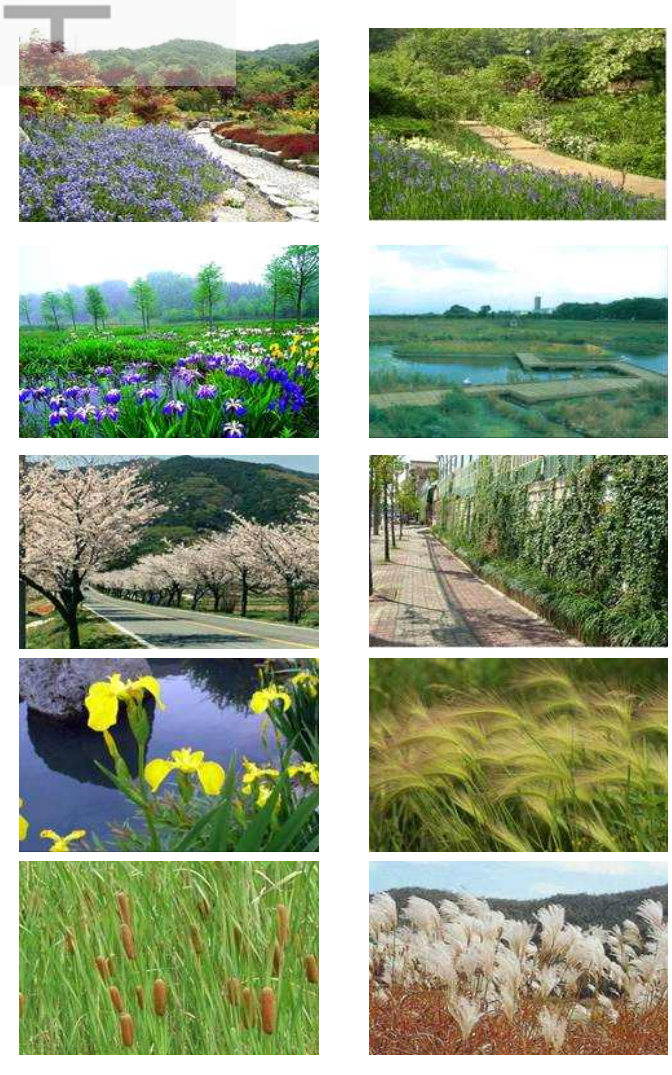
국토해양부

◆ 식 재 계 획

- 제내지 측 정화수종의 도입

-제내지 측의 농경지 등을 활용한 야생초화원, 자연학습장의 조성으로 비점오염원을 친환경공간으로 변화시키고 수질정화능력이 우수한 초종의 선택으로 수질정화의 효과의 향상 기대

-하천합류부 및 기존 식생군락에는 갈대군락을 형성하여 제내지 측에서 유입되는 오염원에 대한 정화 기능 기대



◆ 시 설 계 획 (1)

• 지천합류부 및 기존 보 부분의 특화 방안

-해미천과 황락천이 만나는 합류부에 자연석을 통한 여울 개념을 도입하여 낙차에 의한 자연정화기능을 향상 시키고 어도로 활용 가능토록 함.

-기존 여울낙차공과 보 상단의 공간에 색상 및 패턴 도입을 통한 시각적 특화공간을 조성하고 물놀이장으로 활용 가능한 공간의 확보

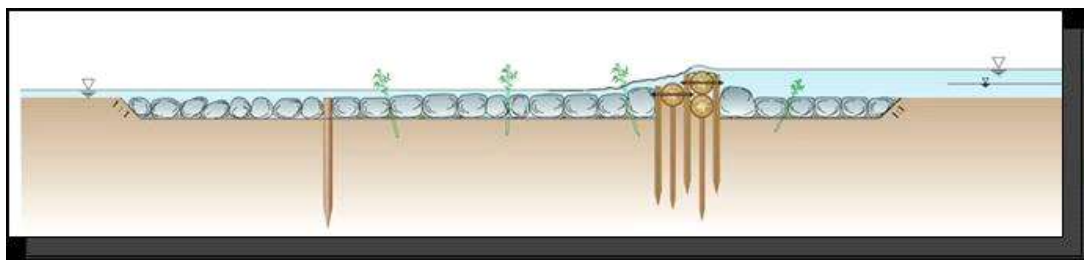






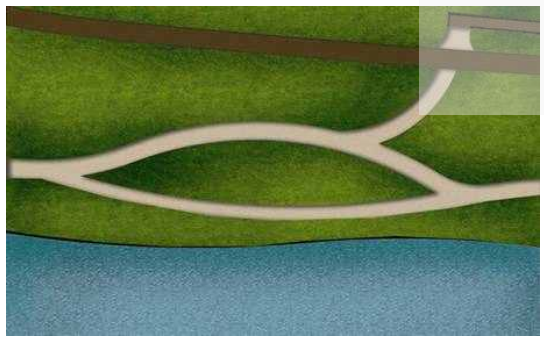



• 자연형 보 모식도



◆ 시 설 계 획 (2)

• 산책로 및 자전거도로

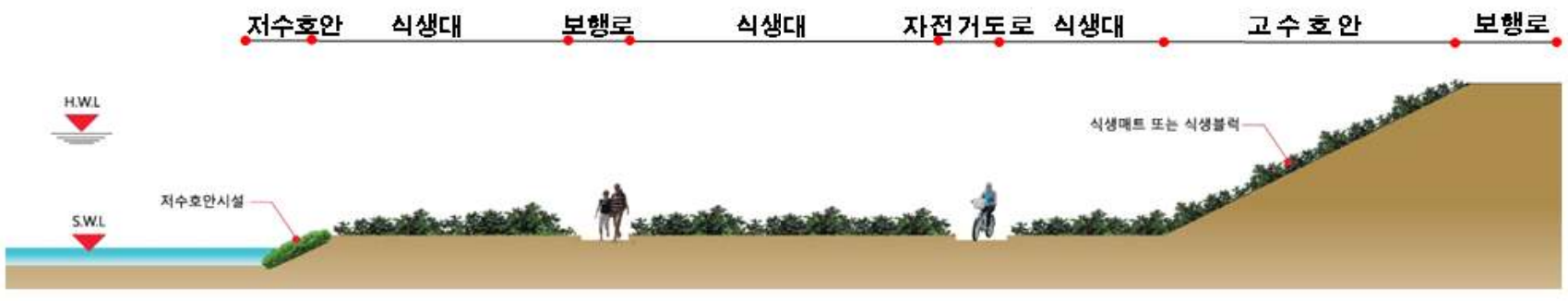




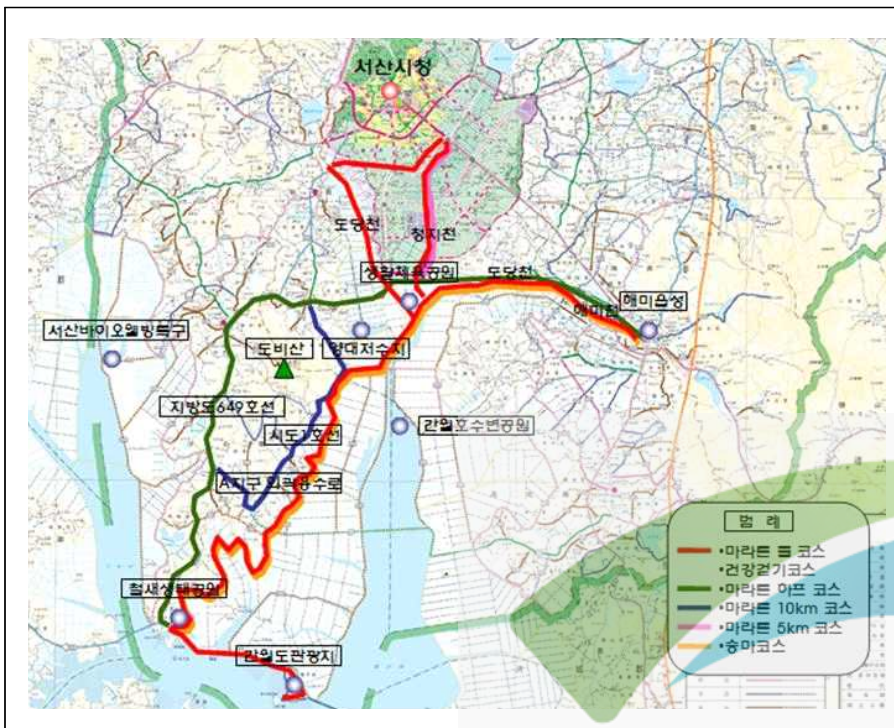
-다양한 경관체험을 할 수 있도록 함

-생물서식처 보전과 교란 예방을 위해 산책로는 고수부지 폭의 1/3 이상 떨어진 지점에, 자전거도로는 제방 쪽으로 고수부지 폭의 1/3 이내에 계획

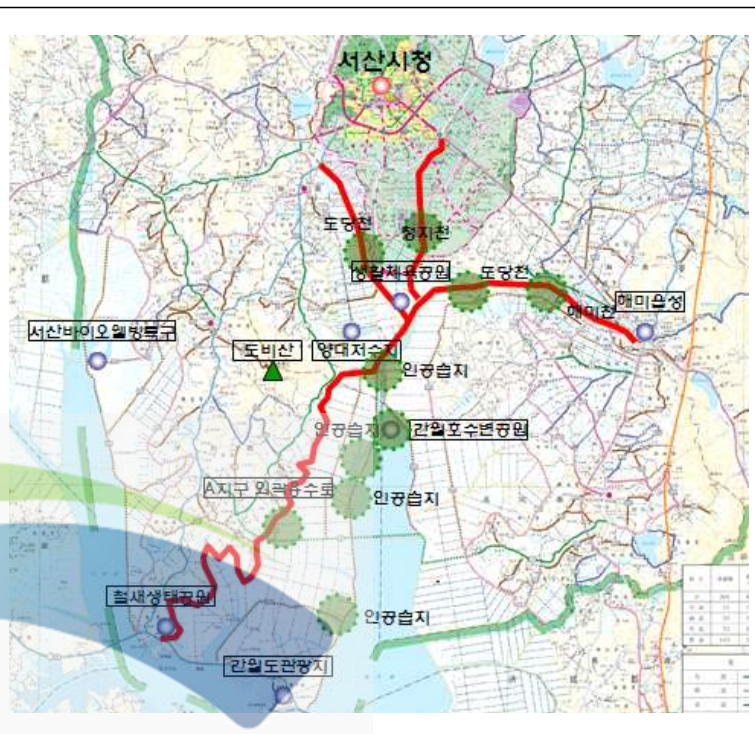
-자연포장 재료로서 자연스러운 흙의 질감과 탄성을 나타내는 흙포장 도입



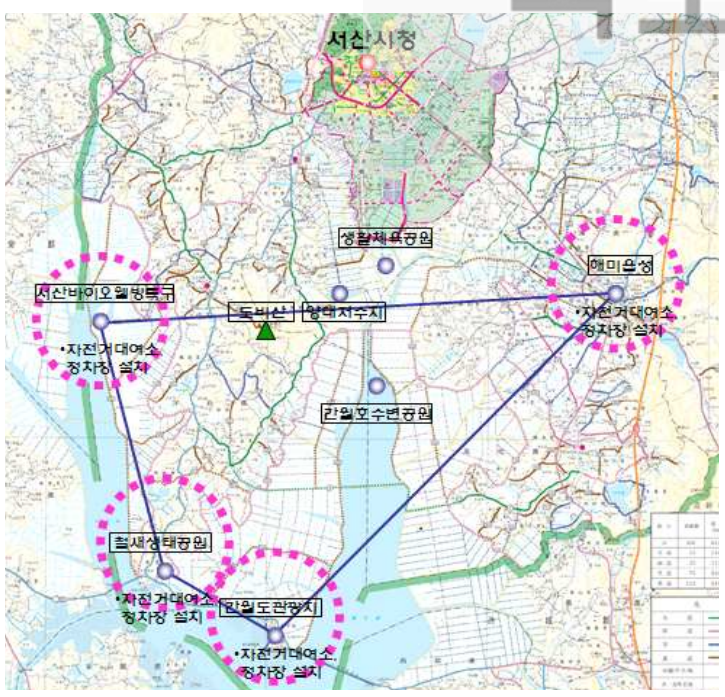
자전거이용 활성화에 관한 법률에 의거 2000년도에 수립된 “서산시 자전거 이용시설 정비계획” 및 간월호 인근 복합관광망 구축사업(2009년) 등의 관련계획 및 주변관광자원 연계를 종합적으로 검토하여 최대한 적용하는 것으로 하였다. 하천제방 및 기존 도로망을 이용하여 자전거, 마라톤, 노르딕, 걷기코스등 복합적 이용의 관광자원 탐방 노선 구축을 최대한 관광망 활용방안 구상을 적용하였다.



마라톤 및 건강걷기 구상도



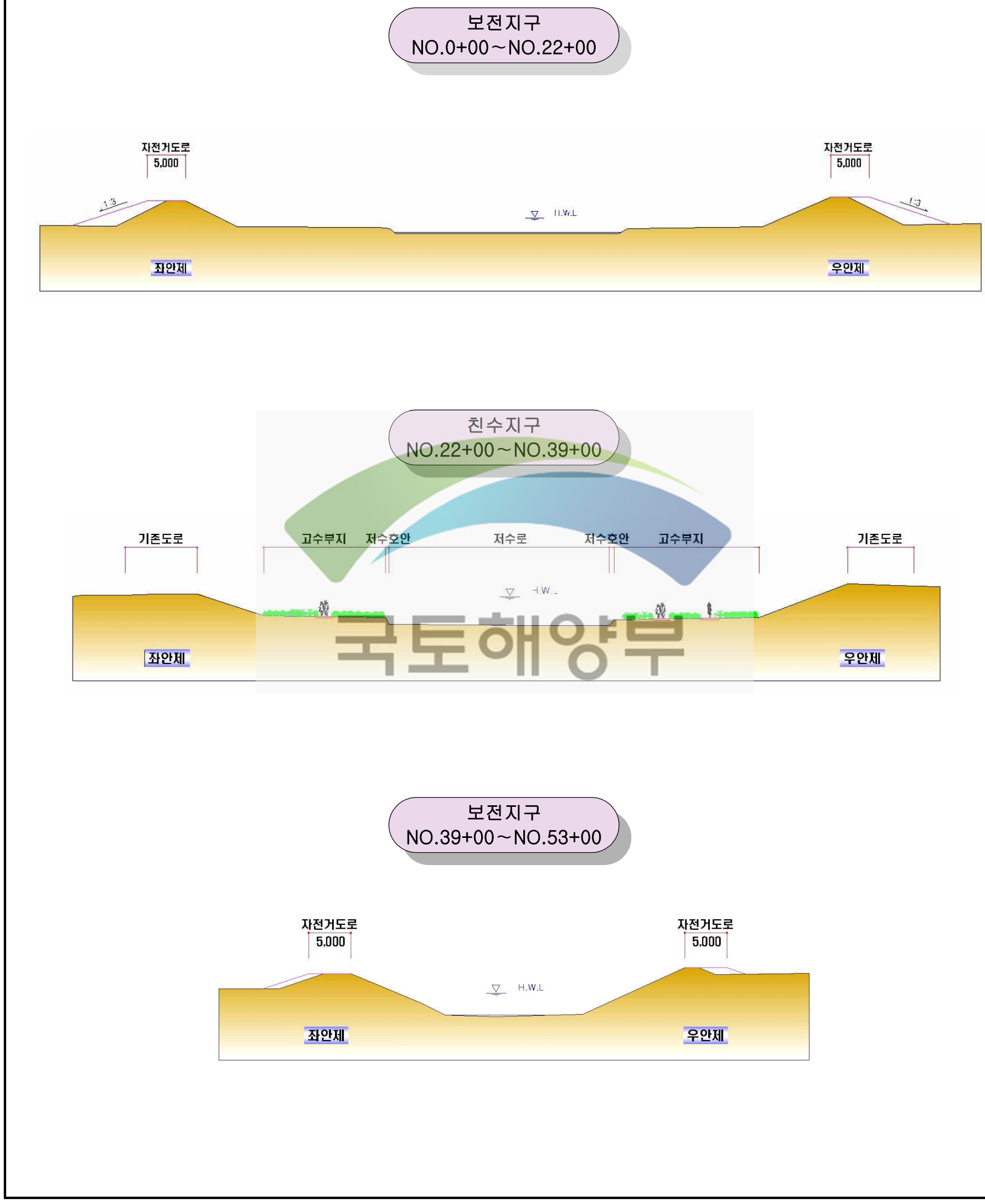
갈대 경관 조망코스 구상도



자전거 관광망 이용 구상도

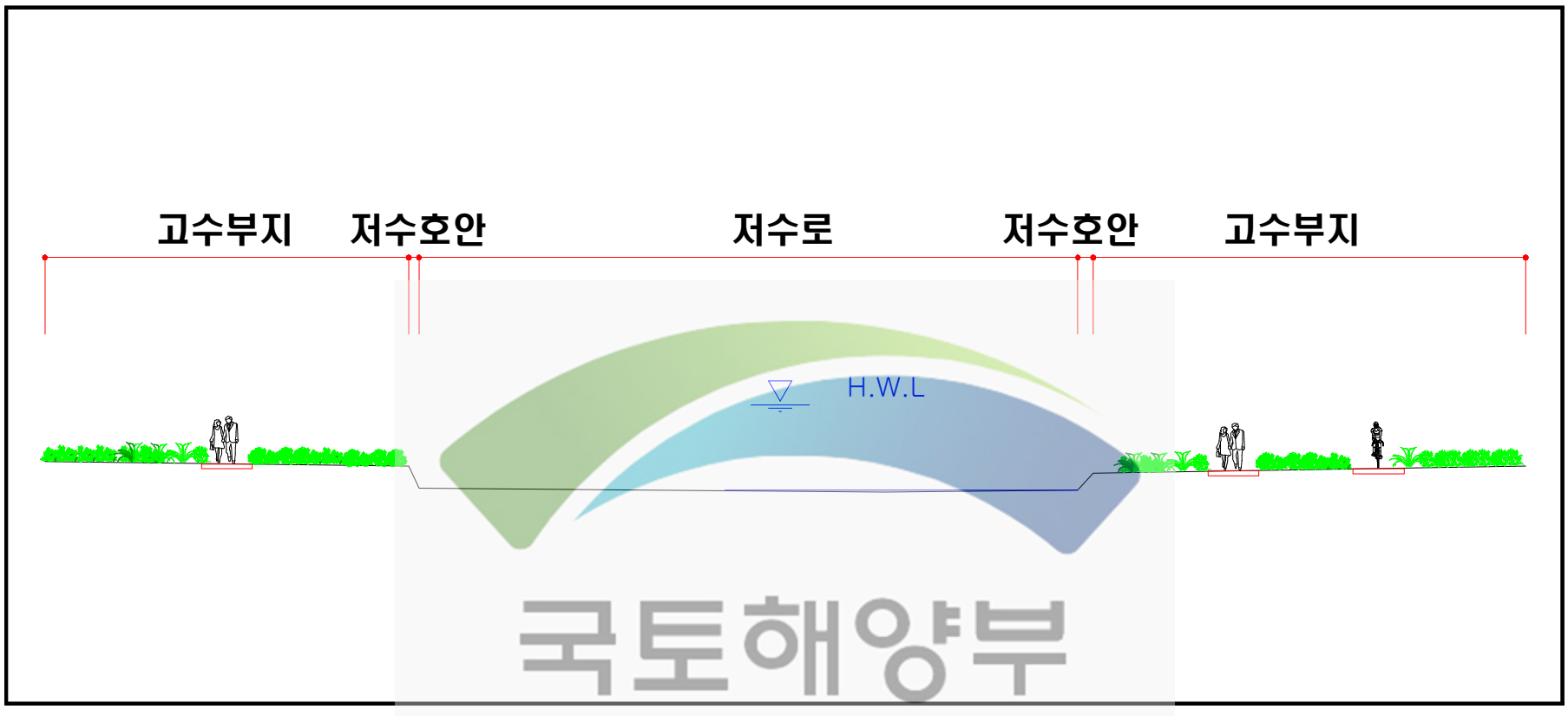
국토해양부

【그림 2.7-3】 관련계획 구상도



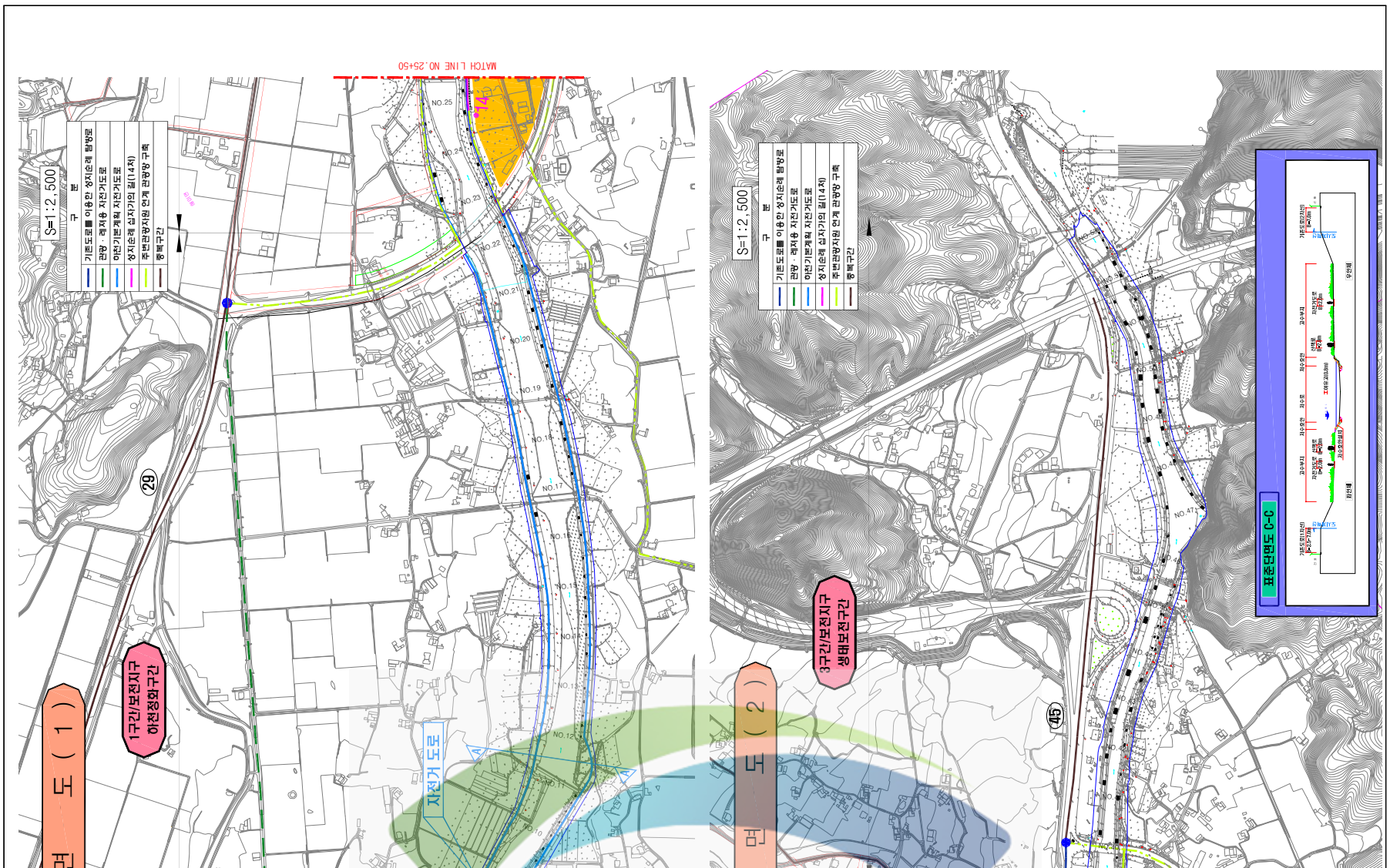
【그림 2.7-4】 산책로 및 자전거도로 횡단면도

위와같이 천수만변 해안도로를 탐방로로 조성 및 서해안 해안관광 자전거 도로 시범구간사업과 연계하여 「해미순교성지 정비사업(내포문화권 특정지역 지정 및 개발계획)(충청남도 2004,10)」등을 검토 금회 과업에 최대한 적용하여 친수지구에 산책로 및 자전거도로를 생물 서식처 보전과 교란 예방을 위해 산책로는 고수부지 폭의 1/3이상 떨어진 지점에, 자전거도로는 제방 쪽으로 고수부지 폭의 1/3이내에 계획하였으며 보전지구는 제방을 활용하여 자전거 도로를 설치하는 것으로 하여 간월호 인근 복합관광망 구축에 연결되도록 적용하였다.



국토해양부

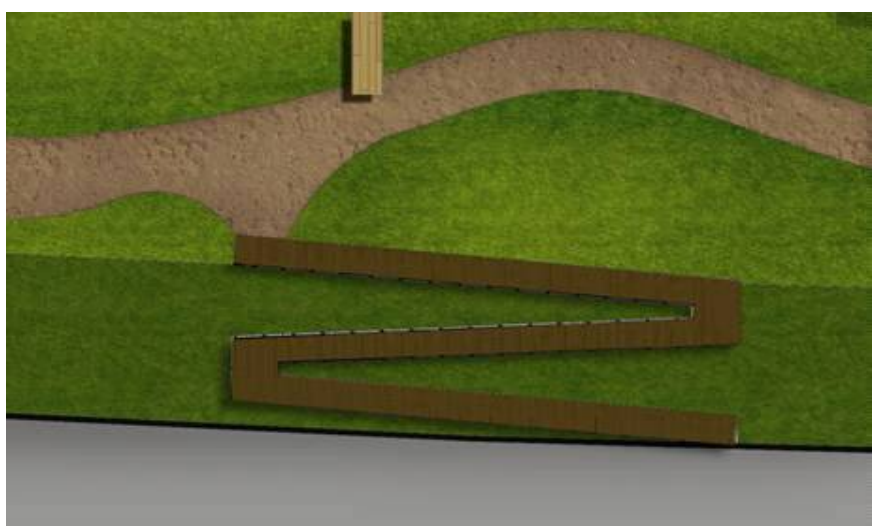
【그림 2.7-5】 산책로 및 자전거도로 표준단면도



【그림 2.7-6】 자전거도로 계획평면도

◆ 시 설 계 획 (3)

• 램 프

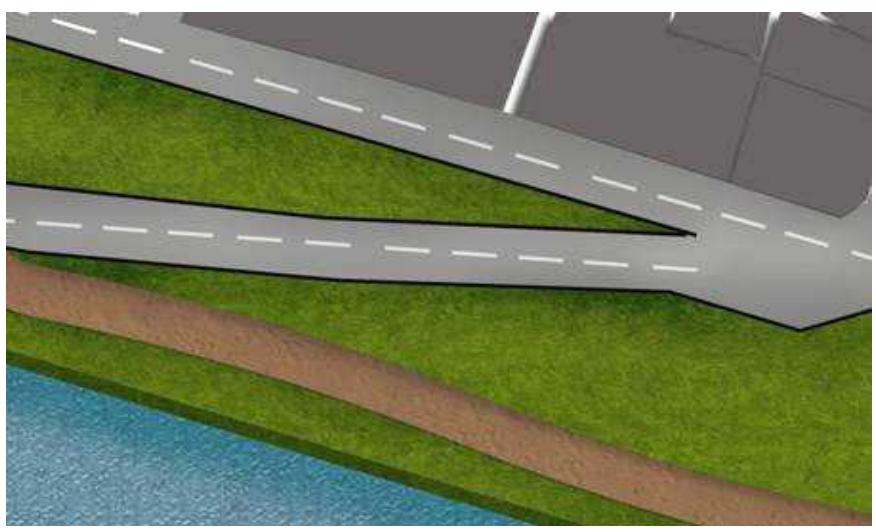






-보행자 및 자전거, 장애인의 접근이 용이 하도록 램프설치
-경사도 8%로 휠체어 배려
-위압감을 주지 않는 구조물이 되도록 심플하게 디자인
-목재재료로 친근한 분위기 조성

• 비상차량용 램프



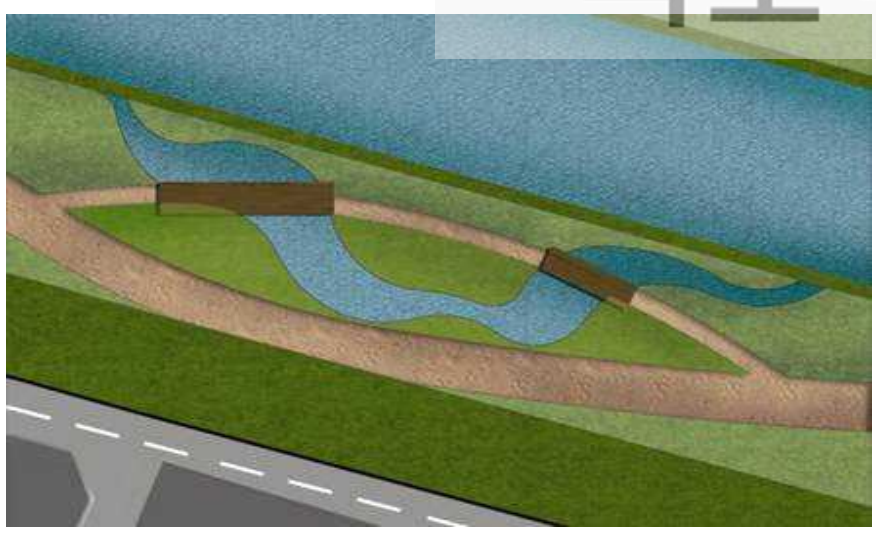




-비상시 차량이 진입할 수 있는 진출입로 확보
-기존 하상도로 진입로 구조물 이용
-경관적 리모델링 필요

◆ 시 설 계 획 (4)

• 습 지

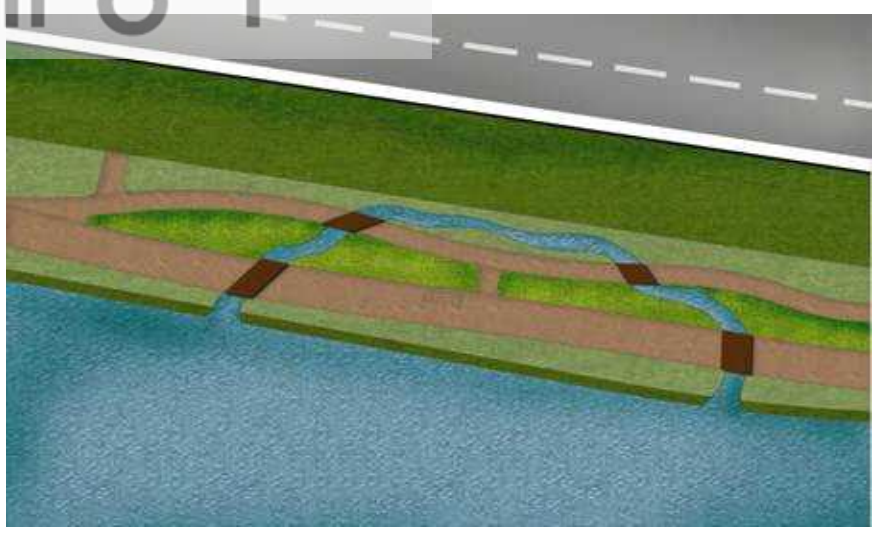






-수리적 안정성 및 수질 정화 기능
-생태계 보존을 유도하기 위한 야생동물 서식처
-콘크리트를 지양하며 자연에 가까운 재료 사용
-다양한 수생식물 식재

• 생 태 개 울







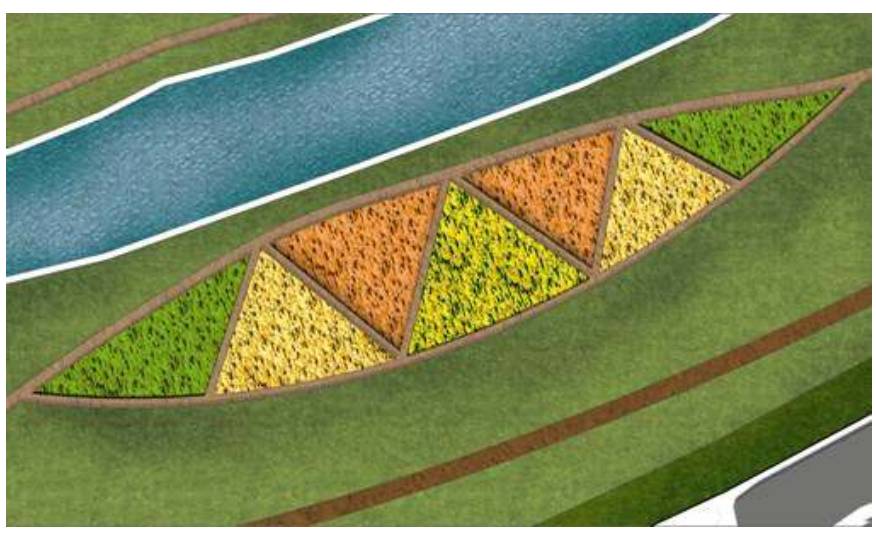


-자연스럽게 하천과 연결되는 경관으로 조성
-도섭지로서 친수시설 기능
-친수경관지구에 설치
-목교 또는 석교로 기존 동선과 연결

국토해양부

◆ 시 설 계 획 (5)

• 초 화 원



-산책로는 수로 변으로 부터 고수부지 폭의 1/3 이상 떨어진 지점에 자전거 도로는 제방 가장자리 쪽으로 설치
-고수부지 폭이 넓지 않은 구간은 혼용도로로 계획
-위압감을 주지 않는 구조물이 되도록 심플하게 디자인
-목재재료로 친근한 분위기 조성





◆ 시 설 계 획 (6)

• 계단 & 스탠드







-경사를 이용한 다양한 공간체험
-계단 일부를 야외 공연 또는 휴게가 가능한 공간으로 계획

• 안내시설물



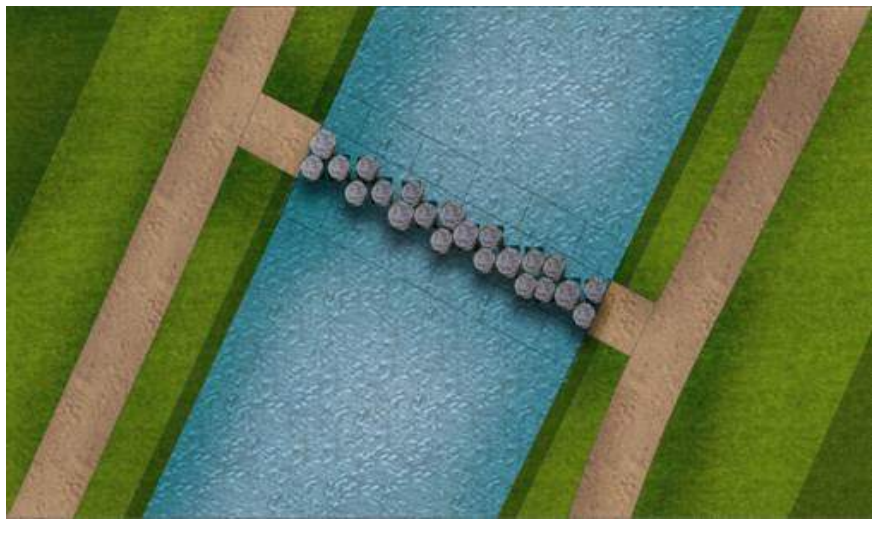


-자연적인 경관을 해치지 않도록 목재재료 선정
-최소한의 효용에 따라 종합안내시설, 유도표지 시설 설치

국토해양부

◆ 시 설 계 획 (7)

• 징검다리(여울)

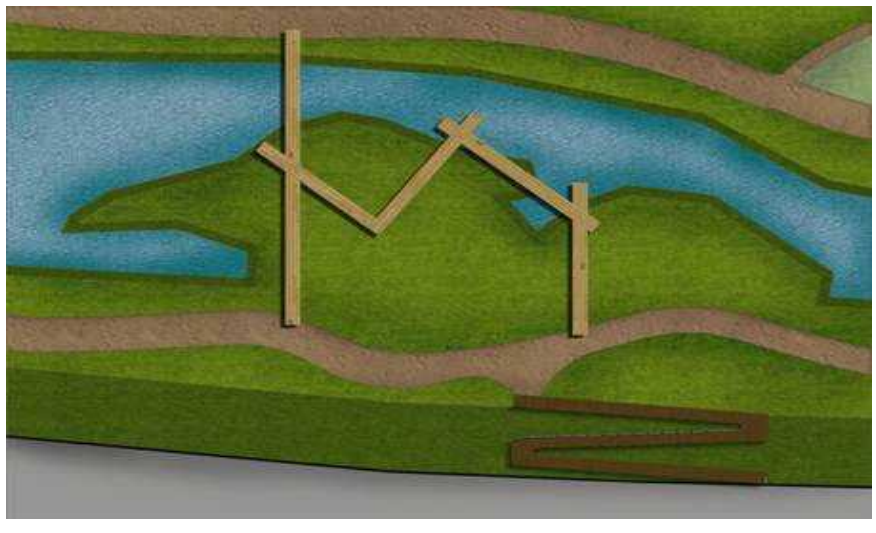






-수질 및 자연친화적인 경관을 고려
-기존 콘크리트 보 및 단조로운 형태의 기성품 설치 지양
-어류의 소통이 원활한 폭으로 계획

• 자연관찰로







-생태체험 및 교육의 목적으로 설치
-서식처 보호 및 훼손확산을 방지하기 위한 노력
-야생동물과 상호 차폐 되도록 차폐식재 도입

◆ 시 설 계 획 (8)

• 지장물



-기존 고수부지에 오수차집관로맨홀
-수평적인 고수부지 경관에서 다수의 돌출요소
-목재로 마감하여 벤치로 이용















국토해양부

4) 공종별 세부적인 정비기법

구간구분과 기능공간 배치로 대별되는 종적 공간정비와 유역 수리특성을 고려한 홍수시 통수 단면적 확보 및 하천부지의 정비 등 횡적 공간정비 사업의 합리적인 시행을 위한 각 공종별 세부적인 정비기법은 다음과 같다.

가) 제방 및 호안

본 과업하천의 경우 배수위 계산을 실시한 결과 일부 구간이 제방 월류 또는 여유고 부족구간으로 나타났고, 이에 따라 개수계획 지구를 선정하여 제2장 3.2항에서 기술된 계획하폭에 의하여 제방법선을 설정하고 이와 함께 종·횡단 계획을 실시하였다.

<표 2.7-3> 호안별 설계유속

호안타입	비탈경사	설계유속(m/s) 2 3 4 5 6 7	비 고
식생매트	1:1.5		
식생호안블럭	1:1.0		
석 축	1:1.0 이하		
자연석형환경호안	1:2.0		
자연석 쌓기	1:2.0		
기어형식생호안	1:1.5		

* 범례 ■ 적용가능 범위

주】「자연형 하천 공법의 재해특성분석에 관한연구(Ⅱ)」(행정자치부·국립방재연구소, 2000.12) 참조

국토해양부

위의 호안별 설계유속, 소류력 및 하천의 주변여건 등을 감안하여 채택된 각 구간별 호안공법은 다음 <표 2.7-21>에 수록하였으며, 계획된 호안공법의 설계유속이 0.3~3m/s 이상인 점을 감안할 때 본 계획에서 채택된 호안은 안전할 것으로 판단되나 추후 개수 공사 시에는 현장지반조사 등의 면밀한 검토 후 적용되어야 할 것이다.

<표 2.7-4> 호안공법비교

호안공법명	특 징	적용범위	사용재료
블럭계 자연형 호안	○재료구입 및 시공이 용이 ○친환경적인 생태환경의 연속성확보 ○자연미와 경관성 확보 ○밑다짐용 사석에 공극이 많아 수생생물의 서식처 제공	○유속이 빠른 급류부에 적용	○환경 식생 블록, 잡석, 부직포, 수변식물
자연석 계 자연형 호안	○자연석 배치에 따른 다양한 자연경관 창출 ○시공 및 재료의 확보용이 ○수변으로의 접근 용이 ○밑다짐용 사석에 공극이 많아 수생생물의 서식처 제공	○급류부, 준급류부에 적용 가능	○암버럭, 잡석, 호박돌, 자갈, 밑다짐용 잡석, 자연석, 깬잡석, 저면매트,배면매트, 수변식물
돌망태 계 자연형 호안	○세굴 및 침식에 강함 ○돌망태에 의한 호안 보호 기능 증대 ○돌망태에 의한 하상인근 에서의 세굴 저감효과증대 ○수질정화 효과 기대	○유속이 빠른 급류부에 시공 가능 ○수충부, 비수충부에 적용 가능	○밑다짐용 사석, 망석, 돌망태, 호박돌, 깬잡석, 암버럭, 저면매트, 배면매트, 깬잡석, 체가름 잡석, 피복토, 앙카매트, 수변식물
나무와가지를 이용한 자연형 호안	○친수적인 수변공간 확보 ○수중생태계 - 추이대 - 육상 생태계의 연계성 확보 ○세굴과 침식에 비교적 강함, 수변 접근용이	○수충부, 비수충부에 적용 가능 ○급류부, 준급류부에 적용 가능	○앙카매트, 피복토, 풀, 나뭇가지, 사석, 수변식물,배면매트, 체가름 잡석, 깬잡석 나무말뚝, 자연석
나무말뚝과 잡석을 이용한 자연형 호안	○자연적인 울타리 형식으로 동식물의 서식에 도움 ○호박돌과 자갈을 이용한 자연적인 환경공간 창출 ○PC-T형 말뚝으로 인한 공간활용 극대화	○급류부, 준급류부에 적용 가능	○양질의 복토, 깬잡석, 나무말뚝, 배면매트, 체가름 잡석, 수변식물, 콘크리트 블록, 잔디, 호박돌 및 자갈, PC-T형 말뚝
나무소재를 이용한 자연형 호안	○돌망태에 의한 구조적 안정성 증대 ○나무침상틀과 자연석에의 자연미와 인공미의 조화 ○유속완화 효과 증대 ○세굴 및 침식에 강함 ○수질정화효과 기대	○급류부, 준급류부에 적용 가능	○나무침상 틀, 자연석, 배면매트, 밑다짐용사석, 수변식물, 체가름 잡석, 호박돌 및 자갈, 수변식물, 피복토

국토해양부

나) 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 횡단경사를 완화하여 흐름을 제어하고 하상세굴을 방지하기 위해 설치되며, 경우에 따라 취수목적을 위한 하천횡단 시설물이다.

따라서, 보 및 낙차공은 하천의 상·하류의 연속성을 단절함으로서 어류의 상·하류의 이동을 저해하게 되므로 하천 주변을 포함한 하천경관이나 하천생태계의 서식환경 및 어류의 이동을 배려하여 시설물을 배치하고 적절한 구조와 재질을 선택한다.

본 과업하천인 해미천에는 취수보 9개소와 낙차공 2개소가 설치되어 있다. 따라서 노후 된 낙차공은 재설치하는 것으로 계획하였으며, 어도가 미설치된 구조물은 어도를 설치할 수 있도록 계획하였다.

<표 2.7-5> 보 및 낙차공 정비

구 분	유 의 사 항	비고
평면계획	○ 하천횡단 시설물인 고정보나 낙차공은 가급적 횡단 시설물 전체가 어도화 되도록 계획하는 것이 바람직하다. ○ 횡단 전체 어도의 설치가 곤란한 가동보의 경우에 있어서는 낙차식 등 적절한 어도의 배치 및 구조를 계획한다.	
횡단계획	○ 갈수 시에도 일정유량이 유지되도록 하는 구조로 설계하여 어류의 이동이 가능하도록 한다.	
종단계획	○ 유량확보에 도움을 주며, 수분유지기간을 늘려 습지 조성을 활성화 시키는 역할로 계획한다. ○ 보는 낙차공에 의해 소의 조성이 가능하도록 하고 갈수 시에도 어류가 피난할 수 있는 수심이 확보 되도록 계획한다.	
재 료	○ 나무, 거석, 기타 친자연적 재료를 사용하여 다공질 구조를 형성시킴으로서, 어류의 서식체와 수질정화의 기능 및 중도, 여울, 웅덩이의 자연형성을 유도한다.	

국토해양부

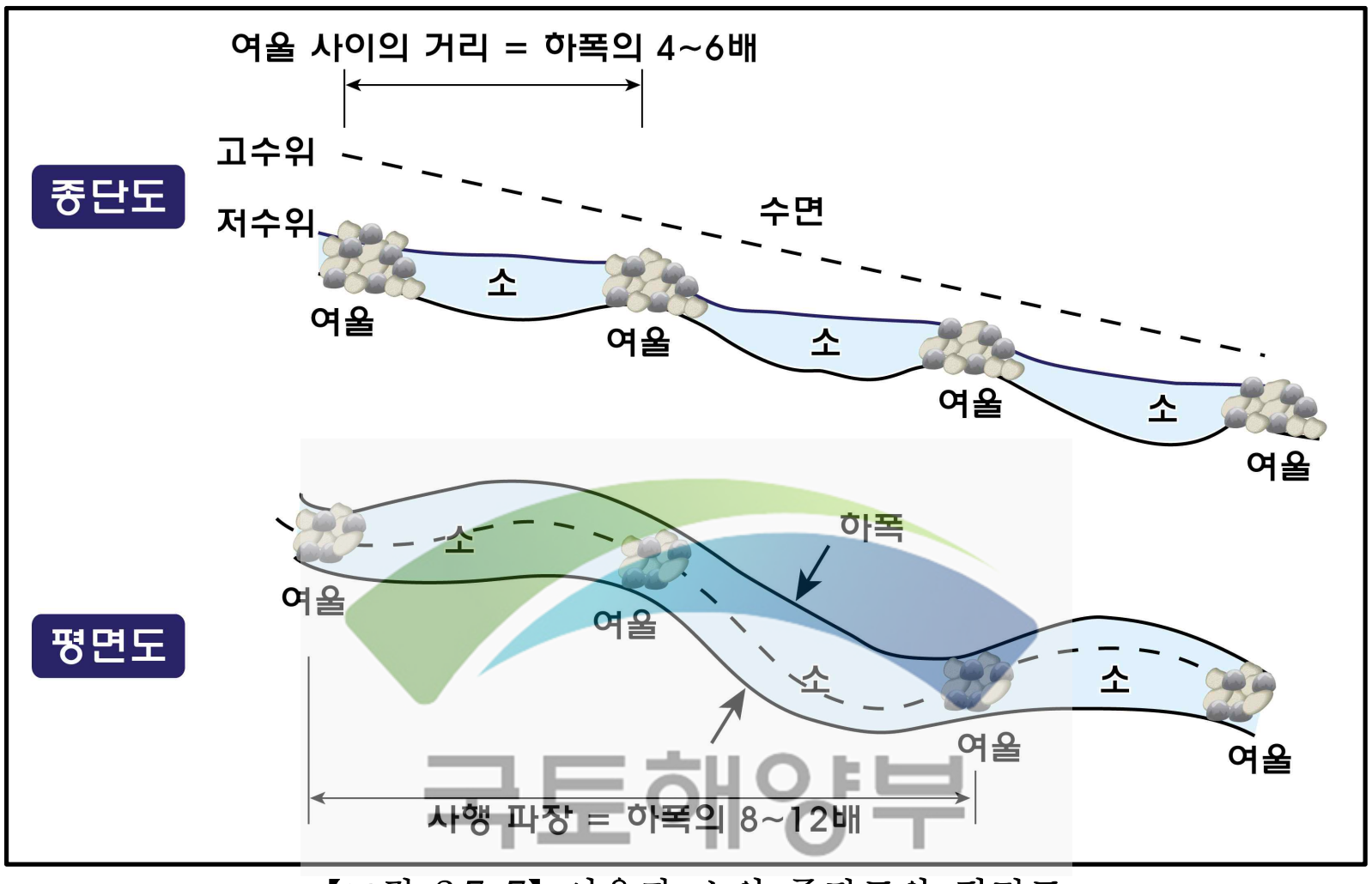
다) 여울 및 소

유속이 빠른 여울(瀨)은 폭기 작용을 통하여 용존산소량을 증가시키며, 유속이 빠른 구간에 정착되는 부착조류 등에 의해 특정 수생생물의 먹이를 제공하고, 유속이 느린 소(沼)는 각종 영양물질과 부착조류 등이 풍부하여 어류를 비롯한 수생생물의 서식처를 제공하며, 홍수시는 물론 가뭄시에도 어류의 피난처를 제공하기도 한다.

특히, 여울과 소의 연속구조를 조성하여 하도의 안정성 확보에 대한 효과를 높일 수

있다. 하상형별과 하천생태계에 따른 여울과 소의 특징은 다음 <표 2.7-6>과 같다.

본 과업하천인 해미천은 농경지를 관류하는 전원하천으로 농경지의 경지정리가 완료되어 있어 하천변 습지의 확보가 어려울 것으로 판단되므로 여울과 소를 적정한 위치에 설치하여 주거지나 축사, 농경지로부터 유입되는 오·폐수를 정화하여 친수환경을 높일 수 있다.



【그림 2.7-7】 여울과 소의 종단도와 평면도

<표 2.7-6> 여울과 소의 특징

하상형태		소	여 울		비고
			평 여울	빠른 여울	
수심		깊다	얕다	얕다	
수면		파랑이 생기지 않음	무늬결 파랑이 생성	거품이 있는 파랑 생성	
유속		느리다	빠르다	매우 빠르다	
저니질		모래	작은 자갈과 박혀있는 돌	굵은 자갈과 하상에 노출된 돌	
하 천 생태계	어류	대형 어류 및 치어류	중형 어류	소형 어류	
	곤충	서식수는 적다	날도래류가 특히 많다	날도래류가 많다	
	기타	조개류, 침수 식물	조류	조류	

주】 자료출처 : 『자연형 하천정화사업 업무편람, 2004, 환경부』



평 여 울



징검다리 여울



계단식 여울



V자 여울

【그림 2.7-8】 대표적인 여울의 형태

전체적인 여울의 형상은 V자로 설계되는데 이는 V자 형태의 여울(V자 여울과는 구별됨)이 여울 주변부 호안의 세굴을 감소시키며, 여울 위와 아래 하도의 양안에 와류를 형성하여 물고기의 피난처를 제공한다.

국토해양부

5) 하천 공간 환경 유지관리 계획

본 과업에서는 하천생태계 및 주변 환경, 하천시설물 유지관리, 각종 인·허가 관련사항, 기타 관련계획 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 수립하였다.

가) 하천시설물의 유지관리 계획

○ 수변환경 저해 및 하천수질 악화의 원인 제거

나) 하천공사 및 점용허가 등에 있어서 배려사항

○ 친수환경을 고려한 하천공사의 시공방법 개선 및 시설물 설치

○ 하천경관을 고려한 하천공작물 설치 및 하천관련법에 저촉되지 않도록 계획

○ 하·폐수의 유입 및 유수인용 등의 규제

다) 자갈 등의 채취허가

○ 치수, 이수상 지장이 없는 범위 내에서 채취 및 하천 생태계를 고려한 채취

○ 홍수시 유수소통의 확보를 위한 채취

라) 취·배수허가

○ 취수시설물의 목적별 이수량 규제 및 배출업소의 허가량 규제

마) 타 시책과의 조정

○ 도시계획, 도로계획, 지자체 사업과 관련하여 관계기간과 협의

○ 하천변에 친수관련시설 설치 시 관계기관과 협의

바) 홍보, 주민참가, 하천환경의 조사·연구

○ 행정구역별 또는 직장별 단위로 하천관리 유도

○ 하천감시 및 관리에 주민참여를 적극유도

○ 공청회를 통한 주민의견 수렴 및 사업의 필요성 홍보

○ 하천수질 및 저질조사를 주기적으로 시행

○ 자연형 하천공법을 위한 연구 개발

○ 하천수변 조사도를 이용한 정기적 현장조사

국토해양부

7.2 하도계획

가. 하도 계획의 기본방침

1) 기본이념

가) 하도계획은 하천의 다양성을 충분히 고려하여 수립하되 홍수시 치수상으로 안전하고 가뭄시 이수에 지장을 초래하지 않도록 실시한다.

나) 하도계획은 건강한 물순환을 보존하고 하천변 생태계와 상호 연계를 고려하여 수립한다.

2) 기본방침

가) 하도계획은 하천에 흐르는 물에 대한 양적 및 질적인 안정성 확보, 총경비(초기투자비와 유지관리비)의 최소화, 자연환경이나 경관의 보존 및 회복과 하천이용과의 조화를 이루고 유역전체에 대한 건전성이 확보되도록 수립한다.

나) 하도계획은 장기적으로 안정하도가 되도록 하며, 계획홍수량을 안전하게 유하시키기 위해 하상 굴착, 제방 축조, 수제 등에 의한 하도 통수 단면적의 증대, 하도법선의 수정, 첩수로(cut-off) 등의 건설 등을 충분히 검토하여야 한다.

다) 하도계획시 하도 사행이나 여울과 소의 회복·창조 등을 통해 생물의 다양한 생식·생육 환경을 확보하여야 한다.

라) 하도계획은 기본적으로 자연의 하도기능 및 특성을 살리는 홍수방어계획이 되어야 하며, 크게 평면계획, 종단계획, 횡단계획으로 구성된다.

마) 하도계획 수립시에는 특히 다음과 같은 사항에 유의한다.

- 계획하폭에 여유가 있는 곳이라도 현 하천지형을 고려하여 하천부지를 최대한 활용한다.
- 직선화되고 획일화된 하도계획은 하지 않는다.
- 하천의 구간별 활용용도 즉, 구간별로 신설하천, 하천보강, 자연친화적 하천, 또는 복원·보존구간 등 각 구간에 적합한 계획을 세우며, 단순한 치수 일변도의 하도계획은 지양한다.

국토해양부

3) 하도계획의 일반사항

가) 하도계획은 하천 고유의 선형과 공간을 고려하여 사수역, 사행, 안정하도, 자연 하도, 하천환경을 보전하는 방향으로 설계한다. 계획홍수량 소통에 근거하여 제시하는 최소화된 저비용 표준단면을 지양하고 계획홍수량 이상을 소통·저류시킬 수 있도록 습지, 홍수터 등 하천고유의 저류능력을 보전하는 방향으로 설계한다.

- 자연하천의 선형은 현재의 하천구역선, 제방이 없을 경우의 평균홍수위선과 계획홍수위선을 참고하여 판단한다.
- 계획법선과 자연하천의 선형을 중점적으로 비교·검토한다.

나) 기본계획 변경 또는 재수립시 증가되는 홍수량에 의해 기성제방 구간에 홍수위가 상승하는 경우 제방의 증고계획 보다는 다음과 같은 방안을 중점적으로 적극 검토 반영한다.

- 천변저류지, 홍수조절지 등을 확보하여 증가된 홍수량 처리
- 하도특성에 의거한 하도 확폭 등에 의한 통수단면적 확보로 홍수위 저감방안

다) 제방을 신설하고자 할 경우는 배후지역의 보상(이주)후 해당지역을 홍수터, 천변저류지, 홍수조절지 등으로 활용하는 방안을 우선적으로 검토하여 결정한다.

라) 제방법선계획시 폐천부지가 발생치 않도록 하고 부득이 발생하는 폐천예정지나 양여되지 않은 기존의 폐천부지는 저류지나 유수지로의 활용 및 환경목적으로 활용한다.

마) 기성제방과 인접하여 제내지측으로 도로가 개설되어 있는 경우, 도로가 제방역할을 할 수 있는지 가능성을 검토하고, 가능한 경우 기성제는 하도로 이용하여 통수단면적을 확보하는 방안과 기존도로를 이선제방으로 활용하는 방안을 제시한다. 또한, 무제부 구간의 제방법선 계획시 기존도로 및 계획도로의 제방 활용성 검토를 통하여 제방과 도로가 중복되지 않도록 한다.

바) 제방신설 또는 제방보축을 검토할 때 배수펌프장 설치가 필요한 지역은 배수펌프장 건설운영비 등 치수사업 추진관련 제반 비용이 경제성 분석시 누락되지 않도록 주의한다.

사) 하천기본계획, 수계치수사업, 수해상습지 개선사업 등 치수사업계획에 따라 계획되

국토해양부

었으나, 시공되지 않은 제방은 나, 다항에서와 같은 다양한 대안을 설정하여 전면 재검토한다.

<표 2.7-7> 하도계획 수립과 관련된 결정사항

계 획 항 목	기술적으로 결정할 사항	관련된 사항
계획홍수량	홍수유출해석, 기본홍수량	계획빈도 홍수량
개수구간 설정	댐, 유수지, 방수로의 가능성, 제방법선, 첩수로, 저수로법선	개수의 필요성
하도평면형	사주(砂洲)의 종단적 균형	만곡부 및 협착부 처리
하도횡단형	조도계수, 하도단면적(하폭, 계획하상고, 하도단면형)	과거에 발생한 최고홍수위, 제방고 숭상, 하도굴착
하도종단형	제내 지반고, 둔치 활용, 하상변동, 안정하도, 하상다짐, 계획하상고 및 경사, 제내 지반고 등	하상재료, 장갑화, 하상경사(지하수위, 취수)
개수효과 검토	대안의 비교, 재해조사, 하천경제조사, 제방의 안정, 계획홍수량	사회경제적 특성 검토

국토해양부

4) 평면계획

하도정비계획은 계획홍수량을 안전하게 흘려보낼 수 있고, 하천이용의 증대와 자연환경의 보전 및 연안지역의 토지이용상황 등을 고려한 하도의 선형과 지천과의 합류형상 계획을 의미한다.

가) 평면계획 수립 기본방침

- 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있는 하폭을 기준으로 하도선형을 결정한다.
- 저수로 법선 결정은 평수량 또는 풍수량을 유하 시킬 수 있는 단면으로 하며, 현재 하천의 유심선의 경년변화 양상을 참고하여 유심선을 따라 사행형상으로 결정하여야 한다.
- 하천변의 수충부, 습지, 사수역, 홍수터, 놀둑 등의 보존 및 도입에 유념하면서 계획을 수립하여야 한다.
- 계획하도가 처리할 수 있는 홍수소통능력이 부족할 경우 신설하천을 건설하는 방안을 검토하여야 한다.

나) 하도선형 결정

- 현 하도를 중심으로 선형을 선정하고 홍수소통능력을 고려하여 필요하면 별도의 방수로나 첩수로 등 신설하천 선형과 비교·검토하여 최적으로 유지·관리할 수 있는 하도를 선정한다.

- 하도 법선은 가능한 흐름에 대해 원활한 형상이 되게 정하며, 다음과 같은 사항을 종합적으로 검토한다.

㈀ 현 하도가 충분한 하폭을 갖고 있는 구간일지라도 사수역에 의한 유수효과를 고려한다면 사수역을 포함하는 하폭을 확보하여야 한다.

㈁ 홍수시 유수방향과 수충 위치를 검토하여 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 유하 할 수 있게 정한다.

▸ 급류하천에서는 직선에 가까운 형상으로 하는 경우가 많다.

▸ 중소하천에서는 극단적인 S자 곡선을 피하고 전체적으로 평활한 형상으로 한다.

▸ 대하천에서는 수충부를 고정하고 그 이외의 구간에 호안을 설치하지 않을 수도 있으므로 하천 그 자체의 사행에 따라 완만한 곡선으로 계획하는 것이 좋다.

- 제방이 설치된 하도 상류단에서 상류유역의 홍수유출량이 하도로 안전하게 유입될 수 있도록 배후지 지반고가 충분히 높은 지점, 도로, 산 등을 따라 선형을 정한다.

다) 저수로 법선 결정

① 저수로 법선은 원칙적으로 현 하도를 중심으로 결정한다. 저수로 법선은 현 하천의 유심선의 경년변화 양상을 참고하여 유심선을 따라 사행형상으로 결정하는 것이 바람직하다.

② 하천범람 구역이 넓은 대하천에서는 농경지, 하천환경관리 등과 같은 하천부지 이용계획에 따라 저수로 법선이 달라질 수 있으나, 최대한 자연생태의 유심선을 따라 결정하거나 수리모형실험 등을 통해 하상변화를 예측하여 결정하여야 한다.

③ 중·소하천에서 치수상 문제가 없는 한 저수호안을 설치하지 않고 저수로를 정비할 때는 최대한 현 하천의 유심선을 따라 저수로 법선을 결정한다.

④ 저수호안이 설치될 정도의 규모를 갖는 하천에서는 하천환경관리 측면에서 고려한 하천부지 이용방침에 따라 유심선을 중심으로 저수로 법선을 결정한다.

5) 종단계획

가) 하도 종단형을 결정하기 위해서는 계획홍수량을 안전하게 소통할 수 있고 유수에 대해 안정된 하도가 유지될 수 있도록 한다.

나) 하상변동을 예측하여 하도 종단형, 계획하상경사, 그리고 계획하상고를 결정하여 종

국토해양부

단형을 계획하여야 한다.

다) 하도 종단형은 하상유지가 필요한 구간, 이수와 치수, 하천환경, 경제성 등을 종합적으로 판단하여 결정한다.

라) 하상이 안정하지 못한 경우, 하상이 하강경향이 있는 경우, 급류하천 등에서 유속이 커서 하상세굴이 심각한 경우, 또는 불가피하게 첩수로에 의해 상하류보다 경사가 커지는 경우 등은 현재의 하상을 중시하여 치수상 명확히 유리하다고 판단된다면 호안이나 근고공을 정비하는 것보다는 낙차공 또는 띠공을 설치한다.

마) 중소하천에서 단순히 홍수를 소통하는 단면보다는 생태계 보호, 어류의 서식처 제공, 그리고 하천 경관을 유지하기 위해 하상 자체에 여울과 웅덩이를 설치하는 등 자연스러운 하도 종단형을 결정하여야 한다.

바) 계획하상경사는 계획하상고와 관련시켜 하상유지, 공사비 등을 고려하여 결정하지만, 일반적으로 안정하상을 검토하여 결정한다.

사) 계획하상고는 계획하상경사, 계획횡단형과 관련시켜 제내지 지반고를 고려하여 결정하며, 하도 주변의 지하수위, 취수위, 지류 하상고, 암반 노출지점 하상고, 기존에 설치된 중요 구조물의 바닥높이, 하상유속 등을 충분히 고려한다.

아) 하천시설물의 설치 및 유지관리상 주요 평가자료인 최심하상고와 하상변동 및 하도 특성의 수리량 평가에 주요 평가 자료인 평균하상고에 대해 종단 변화 특성을 검토한다.

자) 경사가 급한 하천에서 하상경사를 낮추어 안정하게 하고자 할 때는 낙차공과 같은 하상유지공을 설치한다. 이 때의 계획하상고는 계획하상경사 및 계획횡단형을 다음과 같이 시산 하여 결정한다.

① 계획홍수위는 되도록 제내지 지반고에 가깝게 한다.

② 제방이 세굴 되지 않도록 할 때 완류하천에서 평균유속 2~3m/s, 급류하천에서는 4m/s 정도가 되는 수심을 구하여 개략적인 계획수심의 기준으로 삼는다.

6) 횡단계획

가) 계획횡단면

① 계획횡단면은 안정하도단면과 비교 검토하여야 한다.

② 가능한 한 하천 본래의 자연적인 모양이 나타날 수 있도록 하며, 필요한 경우에

국토해양부

한하여 복단면, 또는 복복단면으로 하는 것을 기본으로 하지만, 급류하천이나 계획홍수량이 작은 하천에서는 일반적으로 단단면을 적용한다.

③ 계획횡단면은 계획홍수위의 각 구간에 대하여 작성하되, 치수, 이수, 환경측면을 고려해 홍수 및 비홍수시 유량의 계획횡단면을 검토하며, 하천환경관리계획에 따른 구역특성을 감안하여 계획하여야 한다.

④ 식생호안공법을 포함한 자연형 하천공법적용시 제방 앞 비탈경사는 홍수소통시 제방안정을 위하여 적정경사를 제시하고, 유수단면적, 홍수위 등에 관한 검토를 하여야 한다.

나) 계획하폭

① 계획하폭은 기본적으로 현재의 하천부지 및 하천이용계획 등을 고려하여 결정한다.

② 상류보다 하류측의 계획하폭이 좁아지는 경우는 하류측의 유속 및 하도특성을 검토한다.

③ 계획홍수량에 따른 계획하폭 또는 관련공식을 참고로 하나, 가능한 한 최대폭을 확보하도록 한다.

다) 저수로 수로폭 및 홍수터 높이 : 저수로 폭은 일반적으로 현재의 하도상태를 중심으로 정하고, 고수부지와 같은 홍수터 높이는 침수빈도가 년 1~3회가 되는 홍수량을 소통할 수 있도록 시산하여 정하지만, 하천 홍수터 이용에 대한 욕구 증가와 하천환경의 관심 증가를 감안하여 결정한다.

라) 만곡부의 횡단형 : 만곡부의 내외측에 수위차를 평가하고, 아울러 만곡부 진행과정을 면밀히 검토하여 하폭 및 하안침식방지공법을 정한다.

마) 하상변동 억제공법 : 하상변동억제 방법은 하상유지공, 준설, 수제, 하상재료의 포설(grain feeding) 등이 있으며, 이들의 선택시 하도상황에 부합하는 방법을 선택적으로 채택해야 한다.

7) 특이 구간에 대한 대책

하폭이 급확대, 급축소 되거나 하상이 종단적으로 급변하여 유속과 수위의 변화가 다른 지점과 현저한 지점에 대해서는 특이구간으로 산정하여 중점적으로 하도정비계획을 마련한다.

7.3 하천시설물 계획

가. 기존시설물 능력검토

1) 기존시설물 현황

본 과업하천의 조사구간에 대하여 치수시설물, 이수시설물 및 기타시설물 등 기존시설물의 주요 제원과 위치 등을 관리관서의 자료와 현지조사를 통하여 조사한바 다음과 같고, 그 명칭 및 위치는 본보고서 부도편에 표시하였다.

<표 2.7-8> 기존시설물 현황 집계표

시설물 / 하천	치수시설물				이수시설물			기타시설물	
	제방 (m)	배수시설물 (개소)	낙차공 (개소)	배수펌프장 (개소)	양수장 (개소)	보 (개소)	취수문 (개소)	교량 (개소)	하수처리장
해미천	10,271	32 (1)	2	-	2	9 (1)	8 (1)	14 (1)	무

주】 1. 배수시설물에는 배수문, 배수통관이 합쳐진 수치임.
2. 교량은 잠수교, 고속도로교가 포함된 수치임.
3. ( )는 폐쇄된 구조물

국토해양부

2) 교량

가) 검토기준

교량은 하천횡단 구조물로서 유수에 안전하기 위해서는 홍수위에 대하여 충분한 여유고를 확보하여야 하며, 유수소통에 지장이 없도록 계획하폭 및 계획홍수량에 상응하는 경간장이 필요하다.

본 과업에서는 교량 교좌장치 하단표고와 계획홍수위의 여유고(Clearance)와 계획하폭 및 계획홍수량과 경간장과의 상관관계 등을 검토하였으며, 금회 교량시설에 대한 능력검토에서는『하천설계기준・해설, 2009, 한국수자원학회』에서 제시하고 있는 계획홍수량 규모별 교량의 형하 여유고 및 경간장에 대한 기준을 적용하였다.

계획홍수량 및 하폭과 경간장과의 상관관계를 검토 시 사용한 기준은 다음과 같다.

<표 2.7-9> 계획홍수량에 따른 교량 형하 여유고

계 획 홍 수 량 (m^3/s)	여 유 고 (m)	비 고
계획홍수량 200 미만	0.6 이상	
계획홍수량 200 ~ 500	0.8 이상	
계획홍수량 500 ~ 2,000	1.0 이상	
계획홍수량 2,000 ~ 5,000	1.2 이상	
계획홍수량 5,000 ~ 10,000	1.5 이상	

주】 자료출처 : 『하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회』

<표 2.7-10> 계획홍수량에 따른 경간장

구 분	경 간 장
계획홍수량 $500m^3/s$ 미만, 하폭 30m 미만	12.5m 이상
계획홍수량 $500m^3/s$ 미만, 하폭 30m 이상	15.0m 이상
계획홍수량 $500m^3/s$ 이상 ~ $2,000m^3/s$ 미만	20.0m 이상
주운을 고려할 경우	주운에 필요한 최소 경간장 이상

주】 자료출처 : 『하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회』

국토해양부

나) 검토결과

금회 과업하천 내에 설치된 기존 교량에 대하여 연장(하폭) 및 형하 여유고를 검토한 결과, 여유고 부족으로 인하여 홍수소통에 지장을 초래하는 교량 8개소와 경간장이 부족한 교량 11개소로 파악되었다.

따라서 여유고 및 경간장 부족등으로 하천의 계획규모에 적합하지 않아 단면확장이 필요하고 노후화 된 교량에 대하여 하천개수계획 수립 및 유지 보수시에 필요한 경간장 및 여유고를 확보하도록 재설치하는 계획을 수립하였으며, 국도29호선과 45호선에 위치한 교량 해미2교와 해미1교는 1994년 준공 된 교량으로 경간장 부족으로 인하여 재가설이 요구되어지며, 추후 노후화 되어 재가설시에는 경간장을 확보하도록 계획하였다. 교량 능력 검토결과는 <표 2.7-11>과 같고 교량현황의 상세한 내용은 부록에 수록하였다.

<표 2.7-11> 교량 능력 검토

교 량 명	측점 (NO.)	여유고 검토			연장 검토		경간장		증설 판단			비 고
		홍수위 (EL.m)	여유고 (m)	슬라브 하단고 (EL.m)	교량 연장 (m)	계획 하폭 (m)	기존 (m)	필요 (m)	증고 (부족) (m)	연장 (부족) (m)	경간장 (부족) (m)	
응평교	02+52	8.49	0.8	8.60	80.0	80.0	10	15	-0.69	충분	-5.00	재가설
응평잠수교	18+51.2	16.93	0.8	15.65	55.0	92.0	2	15	-2.08	-	-13.00	재가설
해미2교 (전천교)	22+15	18.65	0.8	22.13	101.6	101.6	14.5	15	충분	충분	-0.50	재가설
진둠벙교 (추모의다리)	25+56	23.39	0.8	25.70	90.0	90.0	16.8	15	충분	충분	충분	존치
억대잠수교	26+32	23.52	0.8	22.04	32.0	89.0	8	15	-2.28	-	-7.00	철거
조산2교	27+88	25.16	0.8	26.85	81.2	81.2	15.3	15	충분	충분	충분	존치
조산1교	31+84.7	28.57	0.8	29.15	70.0	70.0	13.7	15	-0.22	충분	-1.30	재가설
해미교	35+14	31.55	0.8	32.85	72.0	72.0	12	15	충분	충분	-3.00	재가설
휴암새마을교	38+87.2	35.10	0.8	33.60	40.0	40.0	10	15	-2.30	충분	-5.00	재가설
해미1교	39+71.2	36.23	0.8	37.43	48.0	48.0	14	15	충분	충분	-1.00	재가설
휴암제1교	45+32	42.34	0.8	42.00	40.0	40.0	10	15	-1.14	충분	-5.00	재가설
산수교	49+86	46.07	0.8	46.15	32.0	32.0	8	15	-0.72	충분	-7.00	재가설
무명교	52+17	48.01	0.8	47.60	40.0	40.0	10	15	-1.21	충분	-5.00	철거

주】 고속도로교 교량능력검토 제외

국토해양부

3) 배수시설물

가) 검토기준

본 과업 하천내 기존 배수시설물(배수문, 배수관)의 통수단면적과 금회 산정한 소요 통수단면을 비교하여 통수단면의 과부족 여부를 아래의 공식을 이용하여 판단하였다. 배수구조물 능력검토에 필요한 배수유역은 국립지리원의 지형도(1/5,000, 1/25,000) 및 금회 실시한 측량성과를 토대로 작성된 1:2,500 현황도를 이용하여 배수유역을 구분하고 현지조사를 통하여 보완 결정하였다.

본 과업의 하천구간에 설치되어 있는 기존 치수시설물 중 기개수 구간의 배수문에

대한 능력검토는 저지대 배수지역과 고지대 배수지역으로 구분하여 다음과 같은 방법으로 지구별 배수면적을 산정한 후 현단면과 비교하여 과부족 상황을 판단함으로서 그 능력을 검토하였다

- **저·고지 배수지역**

$$Q = 0.2778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

여기서,

Q : 배제대상 유량(m^3/s)

I : 지속기간(배제시간)에 따른 강우강도

(금회 산정한 80년 빈도 강우강도를 적용)

C : 유출계수

A : 각 지구별 집수(유역)면적(km^2)

국토해양부

통수단면 결정을 위한 홍수량 산정은 합리식을 이용하였고 강우강도는 금회 과업에서 서산기상대의 과거 강우량자료로부터 유도한 강우강도식을 이용하였으며, 유출계수는 0.70~0.85을 적용하였다. 배수문 적용유속은 『하천설계기준』(2009, 한국수자원학회 p.461) 제 30장 수문편에 “평지부 하천에서 관내 설계유속을 통상 1~2m/s로 하는 경우가 많으나 배수유량해석을 하지 않고 합리식 등에 의해 최대유량을 기준으로 단면을 결정하는 소규모유역에서는 관내 유속을 3.5m/s 정도로 할 수도 있다. 그러나 일반적으로 토사의 침전방지 등을 고려해서 2~3m/s의 관내유속을 표준으로 한다.”라고 제시하고 있어 실무에서 가장 많이 사용하는 방법으로 평지는 2.0m/s, 고지는 2.5m/s를 적용하였다. 또한 적용배제시간은 농경지의 경우 12시간 배제가 기본이나 최근 빈번히 발생되는 국지성 호우 등을 감안하여 안전측면을 고려하여 6시간을 적용하였으며, 주거 밀집지역이 인접해 있는 시가지 구간에서는 1시간을 배제시간으로 적용하였다.

배수문의 증설규모는 가급적 “하천구조물 표준도”를 활용하되, 장래 사업시행 및 기존 시설물의 규모를 감안하였고 부유물에 의한 단면축소의 영향 등도 고려하여 결정하였

다. 또한, 배수시설물 검토시 하천설계기준(2009, 한국수자원학회, p.461)에서 제시하고 있는 <표 2.7-12>의 단면의 표준값을 만족하고 있는지 여부도 동시에 검토하였다.

<표 2.7-12> 단면의 표준값 (단위 : m^2)

구 분	집수면적 (ha)	유 역 경 사		
		1/5,000 이하	1/5,000~1/1,500	1/1,500 이상
통문(통관)	100 이내	약 0.6	약 1.25	약 2.3
수 문	1,000 이내	약 6.0	약 10.0	약 15.0
수 문	5,000 이내	약 20.0	약 33.0	-

배수문 능력검토시 처리된 증설 단면에 대하여는 추후 사업시행시 해당지역의 여건에 맞는 배제시간, 배제유속 등을 고려해서 결정하여야 할 것이며, 또한 주거밀집지역이 예상되는 지구 등에 대하여는 고지배수 등도 아울러 재검토되어야 할 것이다.

이상의 방법으로 처리된 본 과업 구간내 기존 배수문(암거, 통관)능력 검토 결과는 다음 <표 2.7-13>와 같으며, 자세한 내용은 부록에 수록하였다.

국토해양부

나) 검토결과

금회 과업하천 내 기존배수시설물(배수통관, 배수암거)에 대하여 기존시설물의 홍수소통능력을 검토하였으며, 통수단면이 부족한 것은 없는 것으로 검토되었으나, 구조물 유지관리에 유리하도록 D1,000mm미만의 배수구조물은 D1,000mm이상으로 확장하는 것으로 하였다.

각 배수시설물에 대한 배수능력 검토 결과는 다음과 같다.

<표 2.7-13> 기존배수시설물 능력검토

명 칭	안별	측점	기존시설	집수면적 (㎢)	배제유량 (㎥/sec)	단 면 검 토 (㎡)			비고
						소요단면	현단면	과부족	
해미1배수통관	우	01+46	D1000×1	0.061	0.07	0.04	0.79	O.K	
해미1배수통문	좌	01+77	1.5×1.5×1	0.038	0.04	0.02	2.25	O.K	
해미2배수통문	우	02+53	1.0×1.0×1	0.064	0.07	0.04	1.00	O.K	
해미3배수통문	좌	05+67	1.0×1.0×1	0.190	0.20	0.12	1.00	O.K	
해미1배수암거	우	06+75	1.0×1.0×1	0.105	0.12	0.07	1.00	O.K	
해미2배수통관	우	07+19	D600×1	0.027	0.03	0.02	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미3배수통관	우	08+90	D600×1	0.019	0.02	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미4배수통관	우	09+92	D600×1	0.012	0.01	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미5배수통관	좌	09+92	D600×1	-	-	-	-	-	폐쇄
해미6배수통관	우	10+86	D1000×1	0.037	0.04	0.02	0.79	O.K	
해미7배수통관	좌	16+17	D800×1	0.167	0.20	0.12	0.50	O.K	확장(D1,000)
해미8배수통관	우	16+44	D600×1	0.183	0.22	0.13	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미9배수통관	좌	18+09	D1200×1	0.467	0.55	0.33	1.13	O.K	
해미10배수통관	우	19+31	D500×1	0.020	0.02	0.01	0.20	O.K	확장(D1,000)
해미4배수통문	우	20+11	1.0×1.0×1	0.032	0.04	0.02	1.00	O.K	
해미11배수통관	우	22+30	D700×1	0.028	0.03	0.02	0.38	O.K	확장(D1,000)
해미2배수암거	우	31+34	1.0×0.9×1	0.007	0.14	0.08	0.90	O.K	
해미3배수암거	좌	34+09	1.0×0.8×1	0.043	0.05	0.03	0.80	O.K	
해미4배수암거	좌	36+07	1.2×1.2×1	0.054	0.06	0.04	1.44	O.K	
해미5배수암거	좌	37+60	0.8×0.8×1	0.021	0.02	0.01	0.64	O.K	확장(D1,000)
해미12배수통관	좌	38+58	D600×1	0.010	0.01	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미13배수통관	좌	38+60	D800×1	0.010	0.01	0.01	0.50	O.K	확장(D1,000)
해미14배수통관	우	40+55	D500×1	0.008	0.01	0.01	0.20	O.K	확장(D1,000)
해미15배수통관	우	42+10	D1000×2	0.015	0.28	0.17	0.79	O.K	
해미16배수통관	우	44+72	D600×1	0.056	0.07	0.04	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미17배수통관	좌	46+72	D600×1	0.019	0.02	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미18배수통관	좌	47+84	D600×1	0.078	0.09	0.05	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미19배수통관	좌	49+19	D600×1	0.006	0.01	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미20배수통관	좌	49+89	D600×1	0.016	0.02	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미21배수통관	좌	50+51	D600×1	0.238	0.28	0.17	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미22배수통관	우	51+74	D600×1	0.006	0.01	0.01	0.28	O.K	확장(D1,000)
해미6배수암거	우	52+92	1.5×1.5×1	0.202	0.12	0.07	2.25	O.K	

국토해양부

4) 보 및 낙차공

금회 과업하천에 기 설치되어 있는 보 및 낙차공 12개소에 대하여 현지조사를 통해 구조물의 노후화 및 파손정도를 파악하였으며 이를 토대로 살펴보면 대부분의 시설물은 양호 하였으나 추후 하천개수, 유지보수 및 관련 공사 시 별도의 보강 및 신설이 필요한 것으로 나타났다. 본 과업유역에 설치된 보 및 낙차공의 현황은 다음 <표 2.7-14>와 같다.

<표 2.7-14> 보 및 낙차공 현황

구조물명	측점 (NO.)	연장검토			현상태		시설 현황	사용 여부	검토 결과		비고
		기존	소요	과부족	노후 정도	기타	어도		보	어도	
응평제1보	3+91	74.7	74.7	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
구렛보	6+79	66	66	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
응평제2보	10+93	96.3	96.3	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
응평제3보	16+58	82.1	82.1	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
전천보	25+22	64	64	O.K	불량		무	o	철거	-	재가설 (여울 및 소)
조산제1낙차공	31+39	22.1	22.1	O.K	양호		무	o	철거	-	재가설 (여울 및 소)
조산제2낙차공	32+35	19.6	19.6	O.K	양호		무	o	철거	-	재가설 (여울 및 소)
조산보 (대추보)	33+29	65.4	65.4	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
휴암돌보	36+54	88.7	88.7	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
휴암제1보	44+83	27.6	27.6	O.K	양호		무	o	존치	설치 필요	
휴암제2보	45+27	30.2	30.2	O.K	불량	폐쇄	무	x	철거	-	
산수돌보 (보호공)	52+75	43	43	O.K	양호		무	o	존치	-	

국토해양부

하천명	구조물명	측점 (NO.)	현황	내 용	
				상태	대책
해미천	응평제1보	3+91		양호	존치
	구렛보	6+79		양호	존치
	응평제2보	10+93		양호	존치
	응평제3보	16+58		양호	존치

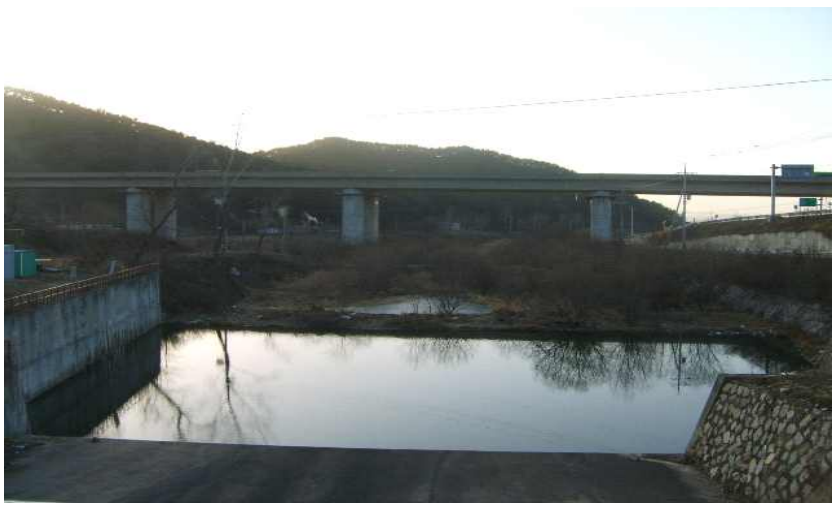
국토해양부

【그림 2.7-9】 보 및 낙차공 현황

하천명	구조물명	측점 (NO.)	현황	내 용	
				상태	대책
해미천	전천보	25+22		불량	철거 (재가설) 여울 및 소
	조산제1낙차공	31+39		양호	철거 (재가설) 여울 및 소
	조산제2낙차공	32+35		양호	철거 (재가설) 여울 및 소
	조산보 (대추보)	33+29		양호	존치

국토해양부

【그림 2.7-9 계속】 보 및 낙차공 현황

하천명	구조물명	측점 (NO.)	현황	내 용	
				상태	대책
해미천	휴암돌보	36+54		양호	존치
	휴암제1보	44+83		양호	존치
	휴암제2보	45+27		불량	철거
	산수돌보 (보호공)	52+75		양호	존치

국토해양부

【그림 2.7-9 계속】 보 및 낙차공 현황

나. 하천시설물 설치방향

하도란 제방 또는 하상과 하안으로 둘러싸고 있는 토지 공간으로서 하도계획은 계획홍수량을 안전하게 유하시킬 수 있고 유송토사에 대하여 안정하상을 유지함과 동시에 그 기능은 지속적이고 안정되도록 계획되어야 한다.

본 하천시설물 설치 계획에서는 원활한 홍수소통, 안정하도유지, 하도의 일정 수심유지, 쾌적한 환경조성 등을 종합적으로 고려하고 과업하천의 특성을 충분히 고려하여 다음과 같은 사항에 유의하면서 합리적인 계획이 되도록 하였다.

또한, 장래 하천개수 사업 시에 활용할 수 있도록 현지조사 결과와 수리·수문분석 결과를 토대로 기성제 구간, 제방보강 구간 및 개수 계획 구간으로 구분하여 하천계획을 수립하고 구간별 하천 표준단면도를 제시하였으며, 다음의 사항들을 종합적으로 고려하여 제방, 호안 및 배수시설물 등을 계획하였다.

① 하천개수 및 시설물 설치는 현지조사 및 수리·수문학적 검토, 제반여건 등을 종합적으로 검토하여 설정

② 현지조사를 통하여 작성된 지형현황도와 상·하류의 지형조건 등을 고려하여 홍수소통이 원활하도록 계획법선 설정

③ 하도의 안정을 기하기 위하여 하상의 종단형 계획 시 평형하상 및 경사를 고려함과 동시에 유속은 가급적 완화되도록 계획

④ 금회 수립한 기본계획에 준하여 하천공사 시행 시 지장물 조사를 실시하고 기설 취수시설의 취수관로를 저촉하는 경우가 발생 시는 실시설계 단계에서 이설 또는 대체시설을 설치하여 관개에 지장이 없도록 조치

⑤ 하천개수로 인하여 기설 취수보 및 낙차공, 교량 등 하천 횡단시설물의 연장이 부족할 경우 하천공사 시행 시 연장 조치

⑥ 하천의 전 유폭을 차단하는 구조물을 설치 시에는 어도의 설치를 검토

1) 제방 및 호안

가) 제　방

제방이란 홍수 시 하천연안지역의 홍수피해 방지와 홍수시 외수의 월류방지 및 유수

국토해양부

소통 능력증대 등을 목적으로 토사 등으로 축조하는 하천시설물로서 하천개수의 근간을 이루는 것이다. 개수계획 구간에 대해서는 계획하폭 기준에서 기술한 내용에 준하여 제방법선을 설정하였으며, 기설제방과 현재의 상·하류의 지형 및 하상경사, 하도의 종·횡단 등을 충분히 고려하여 하천형상별, 지점별로 다음의 사항들을 감안하여 제방 및 호안을 계획하였다.

(1) 제방 선형계획

하도의 선형은

■ 하천연안의 토지이용상황

■ 홍수시의 유황

■ 현재의 하도상태 및 장래의 하도계획·유지

■ 하천부지 이용계획 및 경제성 등을 검토하여

■ 가능한 한 흐름에 대해 원활한 형상이 되게 정하였으며

다음 사항을 종합적으로 검토한다.

① 현하도가 충분한 하폭을 가지고 있는 구간일지라도 일반적으로 사수역에 의한 유수 효과를 고려하여 가능한 한 사수역을 포함하는 하폭을 확보하는 것이 바람직하다.

② 홍수시 유수방향과 수충위치를 검토하여 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 유하할 수 있게 정한다.

③ 수충부 위치는 현상태의 하도, 배후지의 지형 및 지질의 상황, 토지이용 상태등을 고려하여 정하되 가능하면 수충부가 생기지 않도록 한다.

④ 곡선부에서는 만곡내측의 법선을 약 10~20%를 후퇴시켜 하폭을 넓게 하여 수충을 완화하는 것이 바람직하다.

⑤ 제방공사비 및 유지관리비의 절약과 유수의 침식에 의한 파제의 피해방지를 위하여 제방법선은 가급적 지반이 높은 곳을 택하고 제외토지가 존재하여야 한다.

위 사항들을 고려하여 하도의 선형은 기본적으로 현재 자연적으로 형성되어 있는 유로를 그대로 유지하는 것을 원칙으로 하였다.

국토해양부

(2) 둑마루폭

둑마루폭은 제방의 안정성에 미치는 영향이 크므로 충분한 검토를 실시하여 결정하여야 하고 제방의 둑마루폭은 제체의 안정, 제방의 중요도, 차후 제방의 이용계획, 지반의 토질여건, 홍수시 수방활동 등을 고려하여 결정하여야 하나 실제로 이와 같이 하기는 매우 곤란하다.

본 과업에서는 현 기성제의 둑마루폭 및『하천설계기준・해설, 2009, 한국수자원학회』에서 제시하는 계획홍수량 규모별 둑마루폭을 고려하여 현 둑마루폭 이상으로 결정하였다.

<표 2.7-15> 계획홍수량에 따른 둑마루폭 기준

계 획 홍 수 량(m^3/s)	둑 마 루 폭(m)	비 고
200 미만	4.0 이상	
200 이상 ~ 5,000 미만	5.0 이상	
5,000이상 ~ 10,000 미만	6.0 이상	
10,000 이상	7.0 이상	

국토해양부

주】자료출처 : 『하천설계기준・해설, 2009, 한국수자원학회』

(3) 제방의 여유고

제방의 여유고는 계획홍수위에 해당하는 홍수, 즉 계획홍수량을 안전하게 소통시키기 위하여 하천에서 발생할 수 있는 불확실한 요소들에 대한 안전 값으로 주어지는 여분의 제방높이로서 홍수시의 풍랑, 여파, 도수 등에 의한 일시적인 수위상승이나 하천구조물의 축조로 인한 영향 등에 대한 여유 및 유수 등의 유과물에 대한 교량의 여유고, 홍수시의 순시나 수방 작업을 실시할 경우의 안전 확보 등 여러 가지 요소를 고려하여 하여야 하며, 다음 사항을 고려하여 적절한 여유고가 확보될 수 있도록 한다.

① 안전율 - 제방의 유지, 수문량의 불확실성, 하도 소통능력의 불확실성

② 하천 지반의 변화 - 하도 내의 토사퇴적, 지반침하

③ 파랑 등에 의한 수면변동 등

금회 계획에서는 개수 및 보축구간의 제방여유고를『하천설계 기준·해설, 2009, 한국수자원학회』에 의하여 결정하였으며 차후 사업시행 시 지형상황 및 제반 여건들을 신중히 고려하여 적용하여야 할 것이다.

본 과업대상인 해미천은 계획홍수량이 200~500m^3/s 미만이므로 하천 전구간에 대하여 여유고 0.8m를 적용하였다.

하천설계기준의 계획홍수량에 따른 여유고는 다음 <표 2.7-16>과 같다.

<표 2.7-16> 계획홍수량에 따른 제방여유고 기준

계 획 홍 수 량(m^3/s)	제 방 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	
5,000이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

국토해양부

주】자료출처 : 『하천설계기준·해설, 2009. 한국수자원학회』

(4) 제방의 비탈경사

제방 비탈경사는 기초지반의 토질, 홍수시 침윤, 세굴 등에 대해 절대로 안전해야 하며, 제방의 파괴 원인은 다음과 같다.

① 월류작용

② 수충작용

③ 침투작용

위와 같은 현상에 대해 안정한 비탈면을 가지기 위해서는『하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회』에서 제시하는 기준에 따라 제방고와 제내지반고와의 차이가

0.6m 미만인 구간을 제외하고는 1:3.0 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다

나) 호　안

호안은 제방 또는 하안을 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 직접보호하기 위해 제방 앞비탈에 설치하는 구조물로 치수적 안정성과 환경적 요건도 고려한 친수환경호안의 설치가 요구된다.

호안설치 필요의 유무 및 호안설치 위치, 연장의 결정기준은 하도 내의 수리현상, 세굴, 퇴적의 변화 등을 고려하여 일반적으로 아래의 기준을 적용한다.

① 급류하천이나 준급류 하천에서는 전구간에 걸쳐서 호안을 설치하고, 완류 하천에서는 수충부에 중심적으로 설치한다.

② 호안설치 유속기준은 일반적으로 유속 3.0m/s이상으로 한다.

③ 도시하천에서 비탈경사가 1:2.0 이상일 때에는 전면적으로 호안을 설치한다.

④ 하천일부 구간에 호안을 설치하면 수충부가 하류로 이동할 수 있으므로 호안길이를 충분하게 하여 이를 대비하여야 한다.

⑤ 교량, 보, 낙차공 등의 구조물 상·하류에는 호안을 설치하여 구조물을 보호해야 하는데 그 설치길이는 다음과 같다.

- 대하천 : 약 20~30m
- 소하천 : 10m이상

⑥ 고수부지의 포락이 진행 중이거나 예상되는 지점에는 저수호안을 설치한다.

하천설계기준에서 제시된 호안설계를 위한 일반적인 기준은 <표 2.7-17>과 같다.

금회 과업하천인 해미천의 경우 하상경사가 1/105~1/168로 비교적 급하고 유속은 대부분 1.54~3.46m/s 이하로 준급류부 구간이 많으며, 금회 계획에서는 최근의 이상집중호우, 홍수시 정확한 수리현상의 예측곤란 등을 고려하여 계획홍수위선까지 호안을 설치하는 것으로 계획하였다.

국토해양부

<표 2.7-17> 하도 분류별 수리특성과 호안설치 유무

하 도	수 리 특 성			하 상 재 료	호안 필요유무		
	유 속 (m/s)	단위소류력 (tf/m^2)	하 상 경 사		수충부	비수충부	직선부
급 류 부	3.0 이상	1/150 이상	1/200 이상	굵은 자갈이 대부분	필요	필요	필요
준급류부	3.0 ~2.0	1/150 ~1/200	1/1,000 ~1/200	모래자갈과 잔 자갈이 소량 존재	필요	부분 필요	필요
준완류부	2.0 ~1.0	1/200 ~1/300	1/2,000 ~1/1,000	자갈과 모래 혼합	필요	불필요	부분 필요
완 류 부	1.0 이하	1/300 이하	1/2,000 이하	주로 모래	부분 필요	불필요	불필요

<표 2.7-18> 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준

수 면 경 사	비 탈 덮 기 의 수 직 높 이(m)		비 고
	비 수 충 부	수 충 부	
1/5,000~1/2,500	0.35 H	H	
1/2,500~1/5,000	0.45 H	H	
1/1,500~1/600	0.60 H	H	
1/400 이상	H	H	
1/200 이상	둑마루 높이	둑마루 높이	

국토해양부

주】 H는 계획하상고에서 계획홍수위까지의 높이임.

(1) 호안의 종류 및 구조

호안의 종류는 설치위치에 따라 다음과 같이 구분된다.

- 고수호안 - 하천이 복단면일 경우 고수부지 위의 앞비탈을 보호하기 위해 설치하는 호안
- 저수호안 - 저수로에 발생하는 난류를 방지하고 고수부지의 세굴을 방지하기 위해 저수로의 하안에 설치하는데 일반적으로 홍수 시에는 수중에 잠기므로 세굴에

대한 배려가 필요

■ 제방호안 - 단단면 하도인 경우, 혹은 복단면 하도이지만 고수부의 폭이 좁고, 제방과 저수로 하안을 일체로 해서 보호해야 하는 경우에 설치하는 것으로 고수호안과 저수호안이 일체화된 것

또한, 호안의 구조는 다음과 같이 구분한다.

■ 비탈덮기 - 제방 및 하안의 비탈면을 보호하기 위해 설치하는 것으로 하상, 설치장소, 비탈면 경사 등에 의해 공법 선정

■ 기　　초 - 비탈덮기의 밑 부분을 지지하기 위해 설치

■ 비탈멈춤 - 비탈덮기의 활동과 비탈덮기 이면의 토사유출을 방지하기 위해 설치하며 기초와 겸하는 경우도 있다.

■ 밑 다 짐 - 비탈멈춤 앞쪽 하상에 설치하여 하상세굴을 방지함으로서 기초에 비탈덮기를 보호하는 구조물이다.

이상의 호안구조는 전부가 필요한 것은 아니며, 최소경비로 최대목적을 달성할 수 있도록 일부 또는 전부를 조합하여 설치한다.

(2) 호안공법

일반적으로 종래의 호안설계 시 공법의 결정은

■ 사용재료의 확보 용이성

■ 공사비의 절감

■ 시공상의 용이성

■ 공사기간의 단축

■ 유수에 대한 조도

■ 세굴에 대한 굴요성

■ 내마모성 및 내구성 등

구조적 측면에서만 검토되었으나, 최근에는 구조측면 이외에도

■ 친수성

■ 생태계 보전

국토해양부

- 수변공간
- 하천이용 등 환경적 측면도 고려하여 환경호안을 적용하고 있다.

환경호안은 친수/하천이용호안, 생태계 보전호안, 경관보전호안 등으로 분류될 수 있으며 도표화하면 다음과 같다.



국토해양부

이러한 환경호안은 개개의 기능에 따른 별개의 호안이 아니라 하나의 호안이 여러 가지 기능을 복합적으로 수행하고 있다.

궁극적으로는 환경호안은 인위적인 시멘트 및 콘크리트계 재료를 지양하고 자연재료인 돌, 나무, 식생 등을 조합하여 사용한 호안 공법이다.

이와 같은 환경호안의 대두는 급속한 산업화, 공업화 과정에서 야기된 각종 자연의

파괴가 인류의 생존에 미치는 심각한 피해를 실감하게 되었고, 아울러 문화수준의 향상, 생활수준의 향상으로 자연적인 정서가 급속하게 확산됨에 따른 범국가적인 주거환경 및 생활환경 개선시책 등에 따른 것이다.

따라서, 본 계획에서는 환경 호안공법인 식생호안 공법을 계획하였다.

<표 2.7-19> 호안공법의 특성비교

구 분	환경 호안공법	콘크리트 호안공법
주 요 기 능	자연에 가까운 수제부를 조성 하여 하천 생태계 재생	일정지역내의 홍수배수와 상시배수 기능 위주
내 용	유수의 특성을 반영하여 수로의 선형을 결정, 수제부는 정수식물 군락으로 조성	저수로의 선형을 직강화하고 수제부는 콘크리트 처리
주 요 재 료	자연석, 나무말뚝, 섶단, 왓가지, 야자섬유, 두루마리, 황마매트, 갈대, 점토블럭, 갯버들 등 정수식물	콘크리트 블록, 콘크리트 옹벽

국토해양부

(3) 호안의 안정

호안은 주로 기초의 세굴에 의해 파괴되지만 그 외에도 여러 원인에 의해 파괴될 수 있으므로 파괴원인을 정확히 파악하여 계획하여야 한다.

■ 기초세굴에 대한 안정 : 일반적으로 호안 기초밑 깊이는 중소하천의 경우 계획하상에서 0.5m 이상, 대하천인 경우 1.0m 이상 유지되도록 하며, 수충부, 보 및 낙차공 상하류 첩수로 및 방수로 등에는 더 깊게 하는 것이 좋다.

■ 뒷채움 토사의 흡출에 대한 안정

■ 토압이나 수압에 대한 안정

■ 유수에 대한 안정

■ 상하류 마감부에 대한 안정

■ 호안 머리부분의 세굴에 대한 안정

■ 호안 구조 변화점 부근의 파괴에 대한 안정 등

■ 밑다짐에 대한 안정 : 일반적으로 급류 및 준급류 하천에는 4m이상 완류 및 준완류부 하천에서는 4~12m를 기준으로 하며, 홍수시 밑다짐의 폭은 유속 2m/s미만일 때 2~10m, 2~4m/s일 때 4~12m, 4m/s이상일 때는 6m이상으로 설치하는 것이 좋다.

<표 2.7-20> 유속에 따른 밑다짐폭 기준

구 분	홍수 시 단면 평균유속		
	2m/s미만	2~4m/s	4m/s이상
밑다짐의 폭	2~10m	4~12m	6m이상

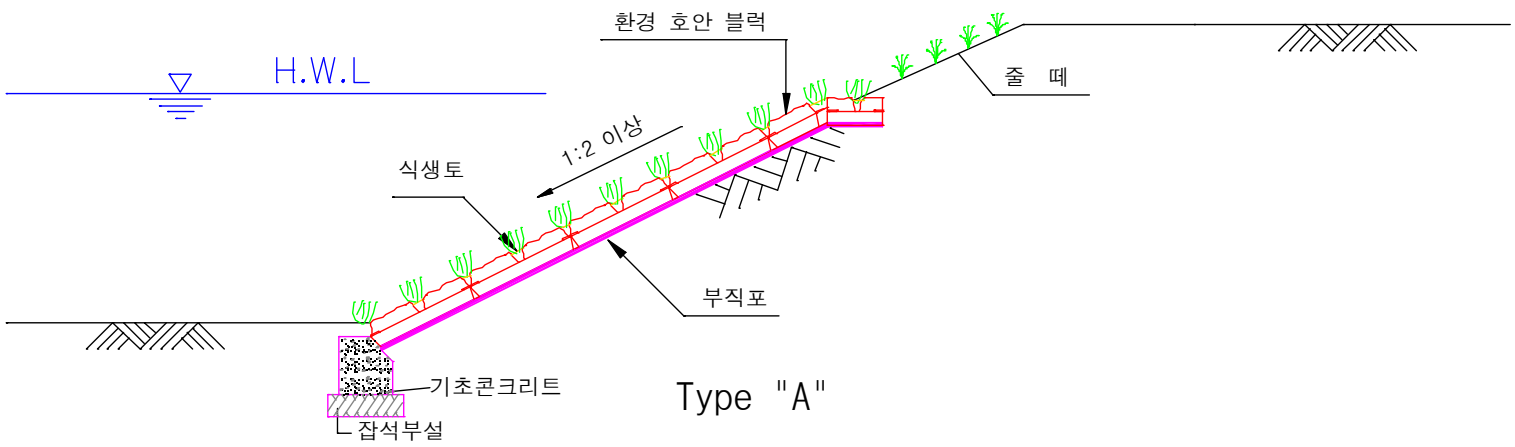
주】 자료 : 『하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회』

(4) 제방(자연형호안) 표준단면도

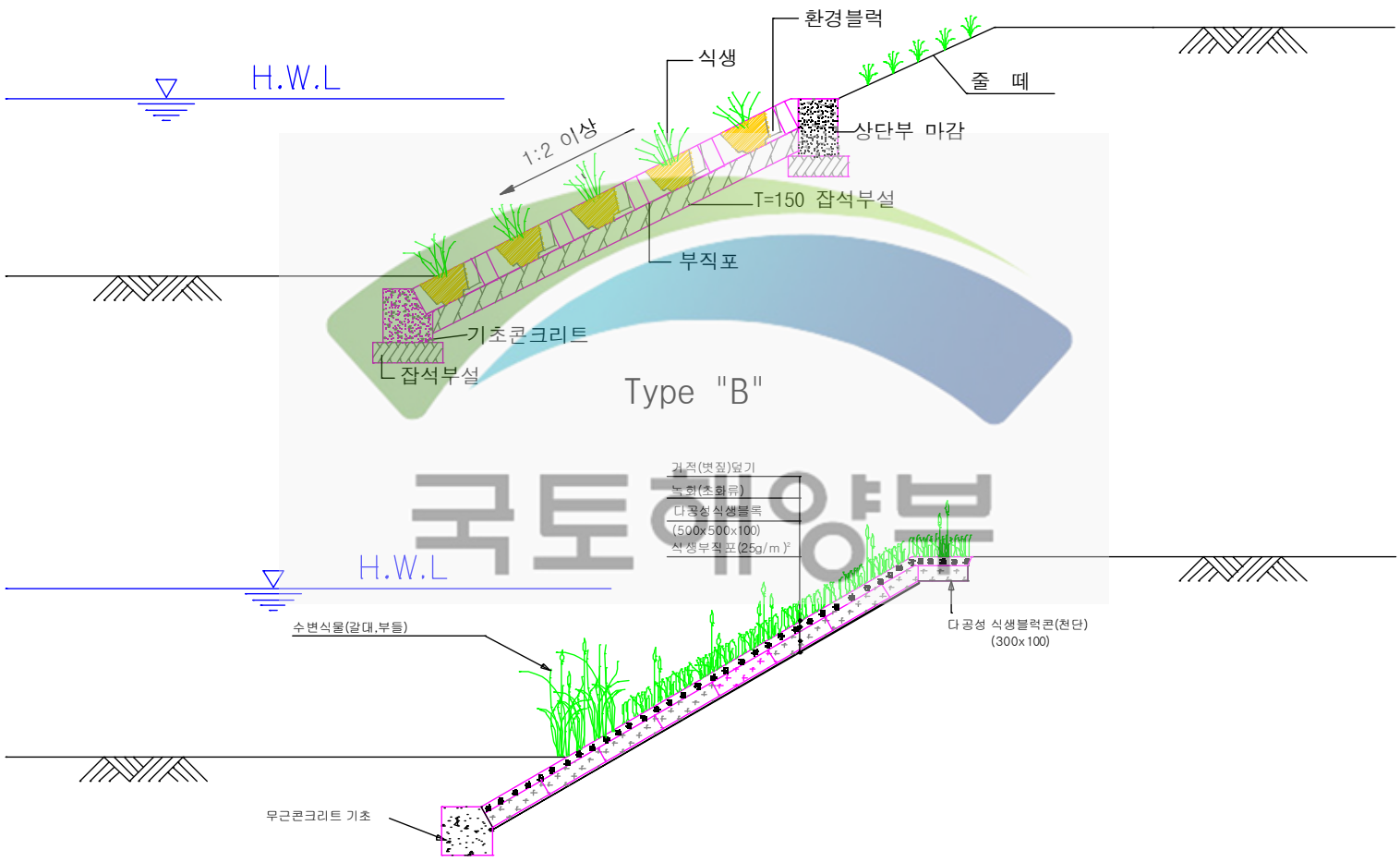
금회 과업구간의 계획지구에 대하여 상기 기준을 토대로 현 기성제 제방단면의 호안 상태 및 현장여건 등을 감안하여 친환경적이고 내구성, 굴요성 및 유지보수가 용이한 식생호안을 계획하였다. Type별 제방표준 단면도는 다음 <그림 2.7-10>과 같다.

국토해양부

자연형호안 표준단면도(1)

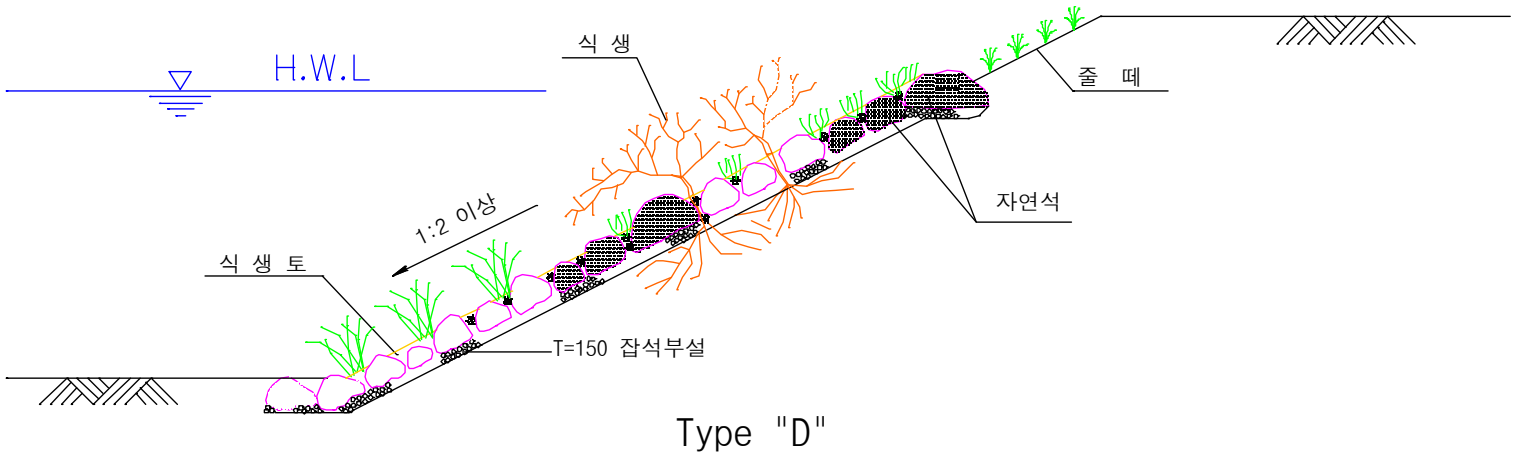


Type "A"



Type "B"

Type "C"

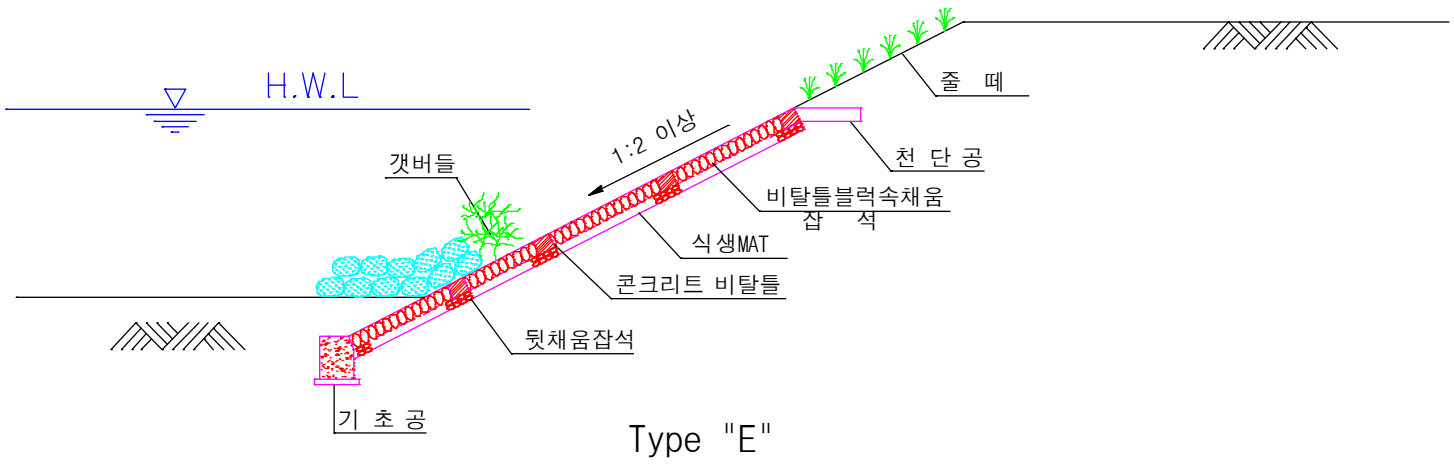


Type "D"

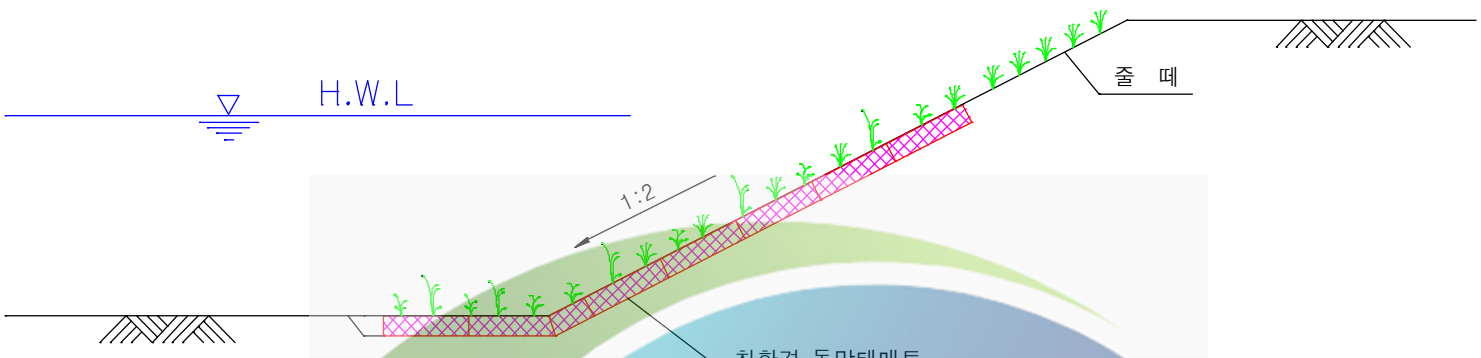
국토해양부

【그림 2.7-10】 제방표준단면도

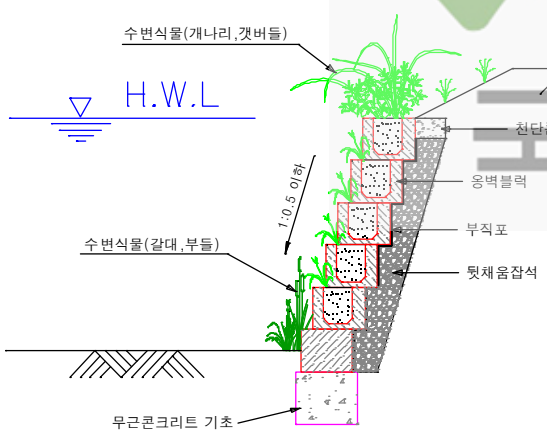
자연형호안 표준단면도(2)



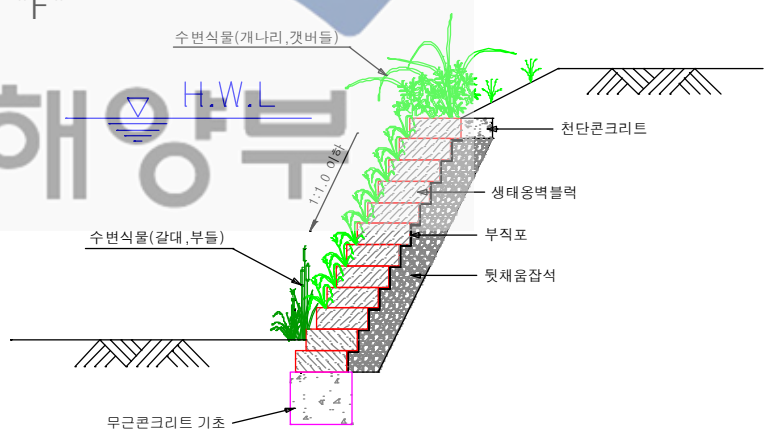
Type "E"



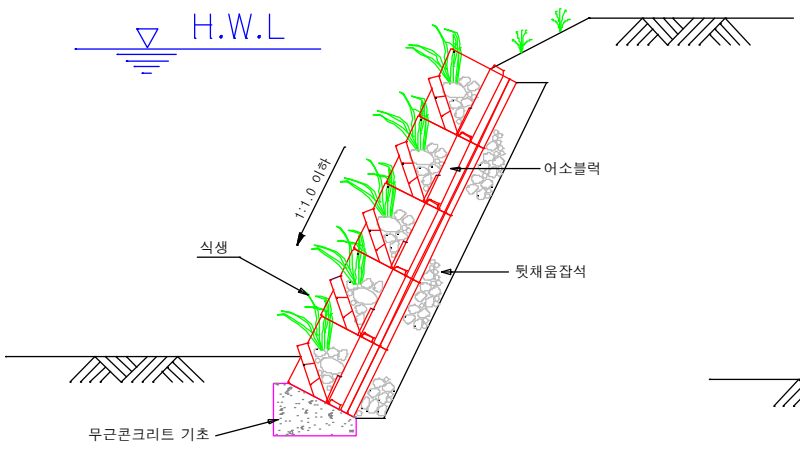
Type "F"



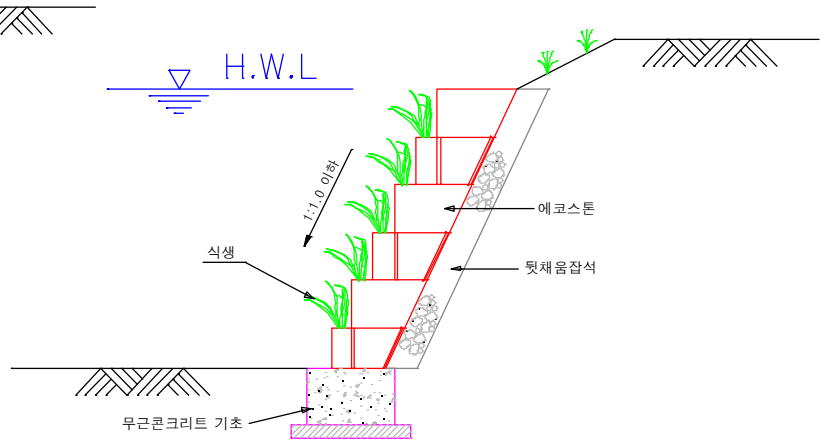
Type "G"



Type "H"



Type "I"



Type "J"

국토해양부

【그림 2.7-10 계속】 제방표준단면도

다) 제방 및 호안 계획

제방의 표준단면형은 전술한 둑마루폭, 여유고, 비탈경사, 호안공 등의 설계기준을 종합하여 결정하였으며 이상의 사항을 종합적으로 고려하여 결정한 제방 및 호안 계획은 다음 <표 2.7-21>와 같다.

<표 2.7-21> 구간별 호안공법

하천	안별	지 구 명	구 간 (No.)	단위소류력 (kgf/m²)	유 속 (m/s)	호 안 공 법
해미천	우	전천1제	NO.6+57~NO.6+86	2.05~5.72	1.54~2.45	보축(더돋기)
	우	전천지구	NO.22+48~NO.22+95	2.83	1.85	식생호안
	우	반양1제	NO.25+9~NO.25+32	3.98~16.01	2.23~3.86	보축(더돋기)
	우	읍내2제	NO.33+14~NO.33+40	1.86~16.38	1.59~3.89	보축(더돋기)
	우	휴암3제	NO.45+14~NO.45+60	5.03~11.53	2.43~3.46	보축(더돋기)
	좌	응평1제	NO.0+0~NO.2+48	0.14~1.69	0.43~1.43	보축(더돋기)
	좌	응평2제	NO.6+53~NO.6+96	2.05~5.72	1.54~2.45	보축(더돋기)
	좌	응평3제	NO.10+71~NO.10+87	2.74	1.74	보축(더돋기)
	좌	응평지구	NO.10+98~NO.11+76	1.19~1.80	1.22~1.58	식생호안
	좌	읍내지구	NO.33+4~NO.33+60	1.86~16.38	1.59~3.89	식생호안
	좌	읍내1제	NO.33+60~NO.34+85	3.73	2.43	보축(더돋기)
	좌	휴암1제	NO.36+27~NO.37+55	1.24~2.14	1.20~3.22	보축(더돋기)
	좌	휴암1지구	NO.38+33~NO.39+26	7.50~16.90	2.72~4.41	식생호안
	좌	휴암2제	NO.44+43~NO.45+5	10.14~3.85	3.26~4.59	보축(더돋기)
	좌	휴암2지구	NO.45+5~NO.45+55	5.03~11.53	2.43~3.46	식생호안

국토해양부

현하도의 통수단면이 부족하며 계획홍수위에 미달하는 구간에 대하여 축제계획을 수립하였으며, 축제지구에 대하여 채택된 호안공법을 다음에 수록하였다.

<표 2.7-22> 계획시설물(제방, 호안) 일람

하천명	안별	지 구 명	구 간 (No.)	연장 (m)	호 안 형	여유고 (m)	비탈 경사	제정폭 (m)
해미천	우	전천지구	NO.22+48~NO.22+95	47	식생호안	0.8	1:3	5.0
	좌	응평지구	NO.10+98~NO.11+76	94	식생호안	0.8	1:3	5.0
	좌	읍내지구	NO.33+4~NO.33+60	60	식생호안	0.8	1:3	5.0
	좌	휴암1지구	NO.38+33~NO.39+26	84	식생호안	0.8	1:3	5.0
	좌	휴암2지구	NO.45+5~NO.45+55	51	식생호안	0.8	1:3	5.0
소 계			5개지구	336				

여유고 부족 및 통수단면 부족구간에 대하여 보축계획을 수립하였으며, 다음 <표 2.7-23>에 수록하였다.

<표 2.7-23> 보축지구 일람

하천명	안별	지 구 명	구 간 (No.)	연장 (m)	호 안 형	여유고 (m)	비탈 경사	제정폭 (m)
해미천	우	전천1제	NO.6+57~NO.6+86	32	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	우	반양1제	NO.25+9~NO.25+32	25	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	우	읍내2제	NO.33+14~NO.33+40	25	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	우	휴암3제	NO.45+14~NO.45+60	46	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	좌	응평1제	NO.0+0~NO.2+48	269	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	좌	응평2제	NO.6+53~NO.6+96	40	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	좌	응평3제	NO.10+71~NO.10+87	20	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	좌	읍내1제	NO.33+60~NO.34+85	136	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	좌	휴암1제	NO.36+27~NO.37+55	130	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
	좌	휴암2제	NO.44+43~NO.45+5	62	보축(더돋기)	0.8	1:3	5.0
소 계			10개지구	785				

국토해양부

2) 배수구조물 계획

금회 과업하천 구간 내에 개수계획으로 제방이 축조되면 내수처리 문제가 발생 할 수 있어 개수지구의 계획횡단면과 현지조사 자료를 근거로 하여 배수시설물을 계획하였다.

또한, 금회 실시한 측량성과를 토대로 작성된 1:2,500 현황도를 이용하여 배수유역을 구분하고 현지조사를 통하여 보완 결정하였다.

검토결과, 단면부족인 배수구조물 뿐만 아니라 현재 단면은 충분하나 D800mm 이하인 소규모의 배수구조물에 대한 규격을 확장하고, 지역주민의 요구사항 및 현지여건 등을 고려하여 계획배수구조물을 설치하였고, 배수구조물의 최소규격은 장래의 유지관리 및 생태통로 확보 등을 고려하여 D1,000mm 이상, 단면 여유율은 계산 단면의 20%로 결정하였다.

<표 2.7-24> 배수구조물 계획

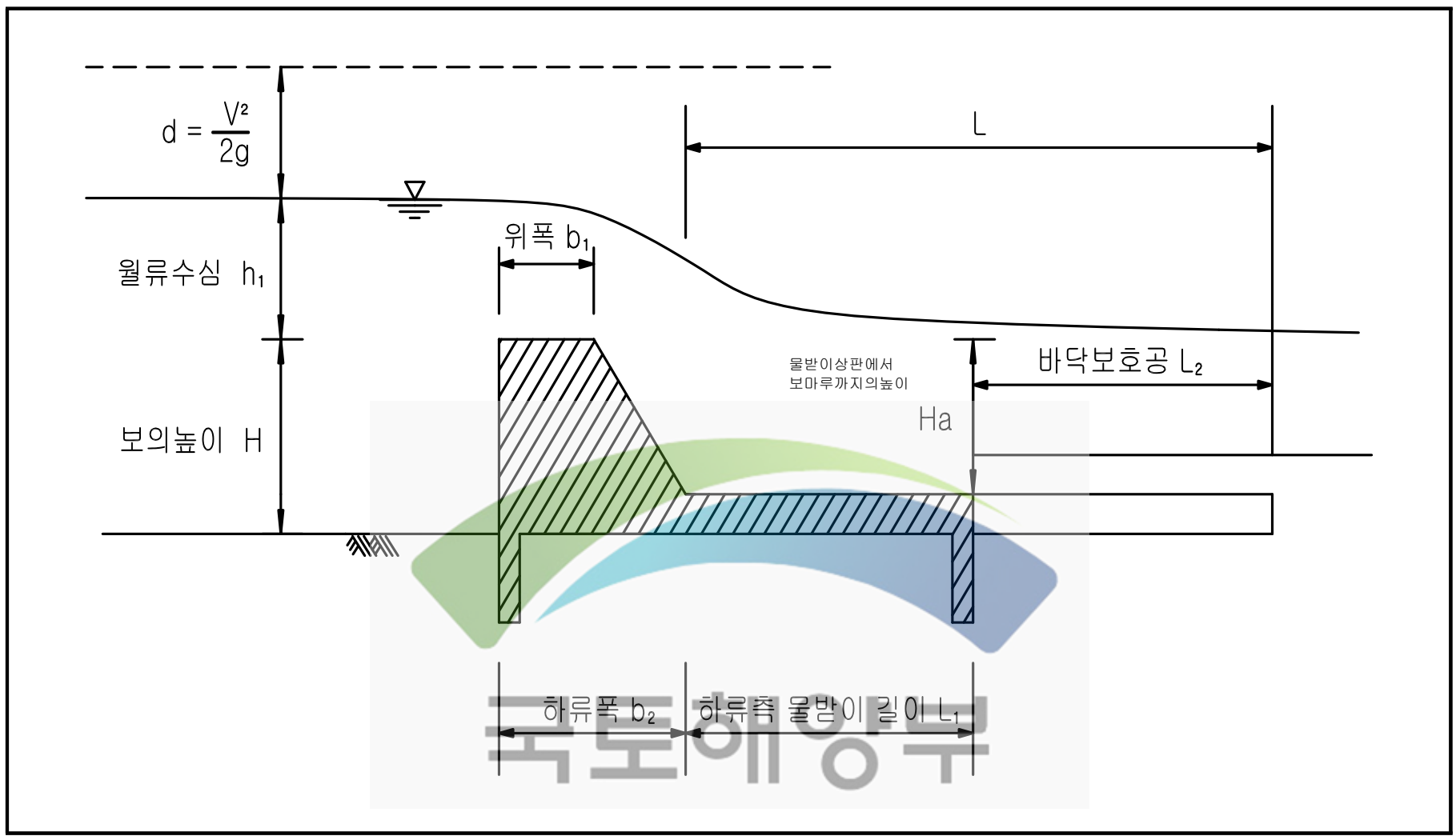
명 칭	안별	측점	기존시설	계획시설	비고
해미2배수통관	우	07+19	D600×1	D 1,000	확장
해미3배수통관	우	08+90	D600×1	〃	〃
해미4배수통관	우	09+92	D600×1	〃	〃
해미7배수통관	좌	16+17	D800×1	〃	〃
해미8배수통관	우	16+44	D600×1	〃	〃
해미10배수통관	우	19+31	D500×1	〃	〃
해미11배수통관	우	22+30	D700×1	〃	〃
해미5배수암거	좌	37+60	0.8×0.8×1	〃	〃
해미12배수통관	좌	38+58	D600×1	〃	〃
해미13배수통관	좌	38+60	D800×1	〃	〃
해미14배수통관	우	40+55	D500×1	〃	〃
해미16배수통관	우	44+72	D600×1	〃	〃
해미17배수통관	좌	46+72	D600×1	〃	〃
해미18배수통관	좌	47+84	D600×1	〃	〃
해미19배수통관	좌	49+19	D600×1	〃	〃
해미20배수통관	좌	49+89	D600×1	〃	〃
해미21배수통관	좌	50+51	D600×1	〃	〃
해미22배수통관	우	51+74	D600×1	〃	〃
문1	좌	11+46	-	D 1,000	신설
문2	우	22+50	-	〃	〃

국토해양부

3) 기타 하천공사 계획

가) 보 및 낙차공

보 및 낙차공은 하천의 수질조절, 용수취수, 하상세굴방지, 하천건천 방지, 국부세굴 방지, 구조물 보호, 유황개선 등이 목적으로 설치되는 구조물로 보 하단에 세굴이 심하므로 적당한 물받이 및 하상보호공의 길이를 산정하여야 한다.



■ 단면 결정

위폭 $b_1 = \frac{h_1}{\sqrt{s}}$, 아래폭 $b_2 = \frac{H + h_1 + d}{\sqrt{s}}$

여기서, s : 콘크리트의 비중(보통 2.3)

H : 보의 높이(m)

h_1 : 보정상의 최대 월류 수심(m)

d : 접근 유속 수두(m)

■ 물받이

$$L_1 = 0.6\,C\sqrt{H_a}$$

여기서, L_1 : 하류측 물받이 길이(m)

H_a : 하류측 물받이 상판에서 보마루까지의 높이(m)

C : 블라이(Bligh)계수

<표 2.7-25> 블라이(Bligh) 계수

하상토의 상태	블라이(Bligh)계수
극미립사 또는 이토(0.1~0.005mm)	18
가는 모래(0.25~0.1mm)	15
굵은 모래(1.00~0.5mm)	12
자갈과 모래의 혼합	9
호박돌, 자갈	4~6

국토해양부

■ 바닥보호공

$$L_2 = 0.66 \cdot C \cdot f(H_a \cdot q)^{1/2} - L_1$$

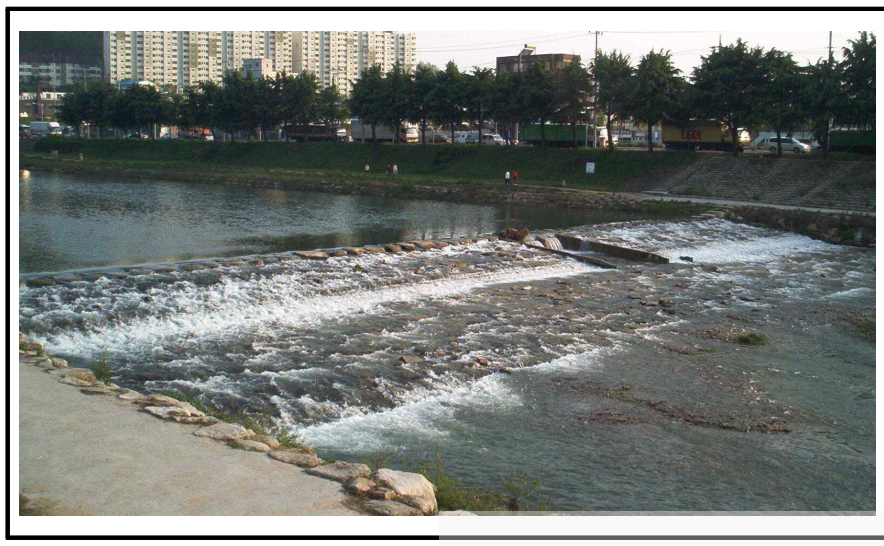
여기서, L_2 : 바닥보호공의 길이(m)

f : 안전율 (가동보 = 1.5, 고정보 = 1.0)

q : 단위폭당 유량 ($m^3/s/m$)

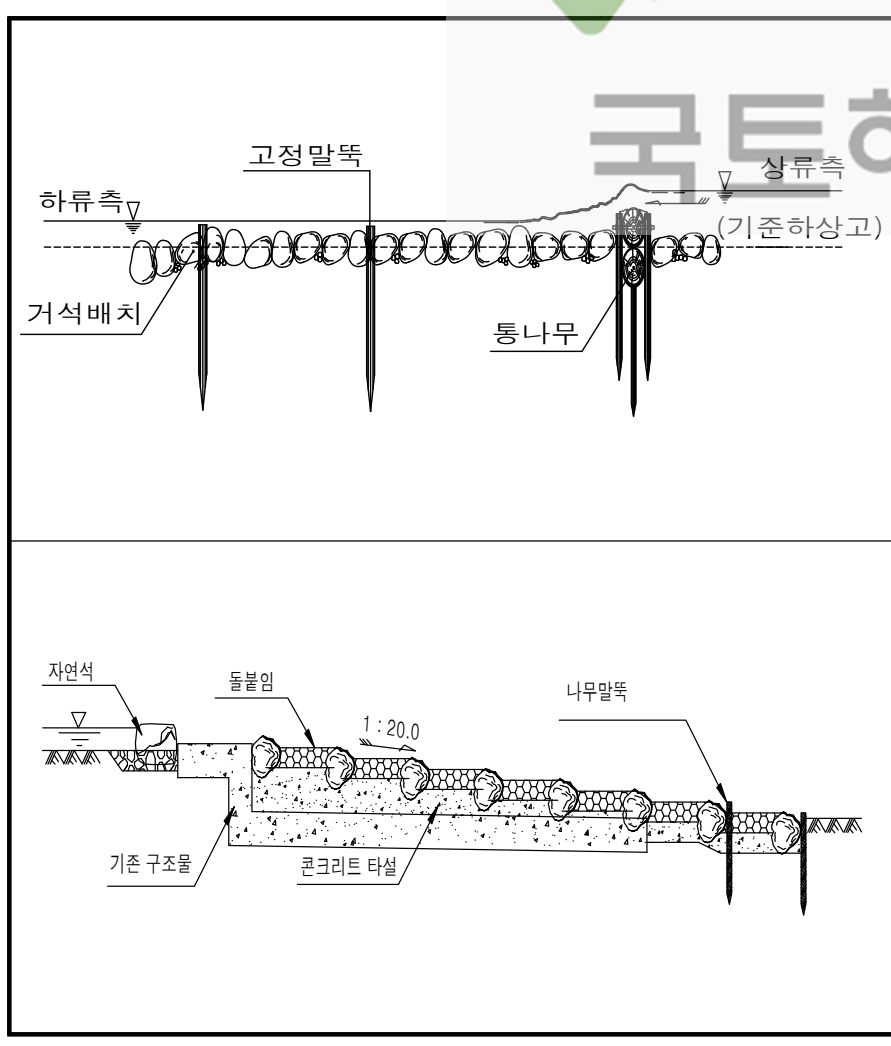
C : 블라이(Bligh)계수

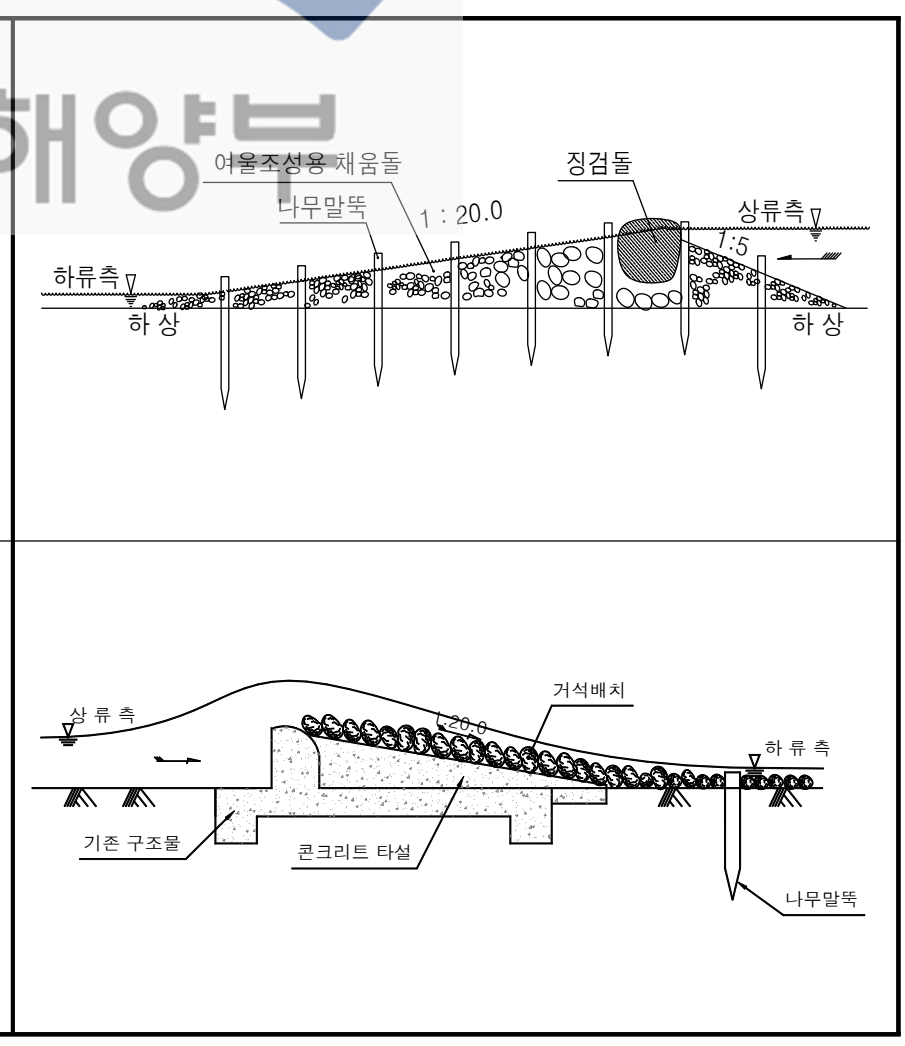
금회 대상 구간에 존치되어 있는 보·낙차공 중 어도가 설치되어 있는 구조물이 없어 전체 구조물을 대상으로 어도를 설치하는 것을 금강환경청과 협의하여 적용하기로 하였으며, 고정식 보·낙차공 위주의 기존 시설물을 완경사의 돌보 및 낙차공으로 재가설하는 것으로 계획하였다. 보 및 낙차공의 시공사례 및 예시도는 다음과 같다.

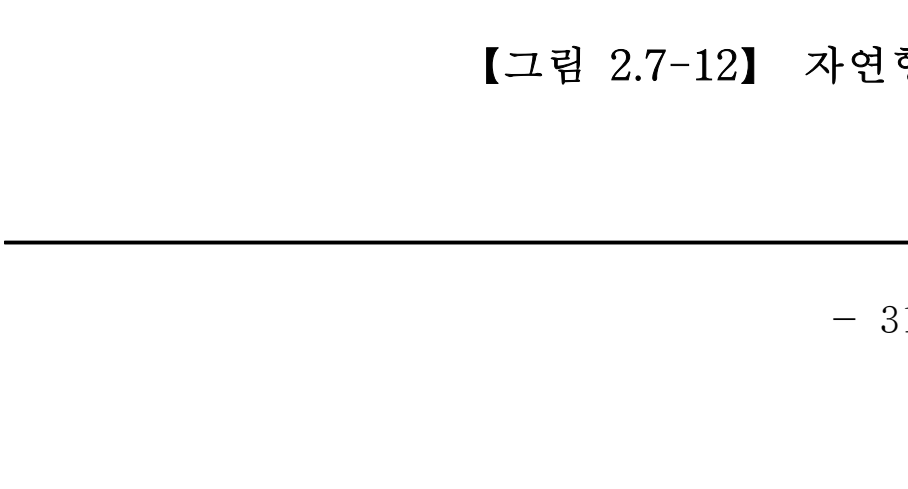


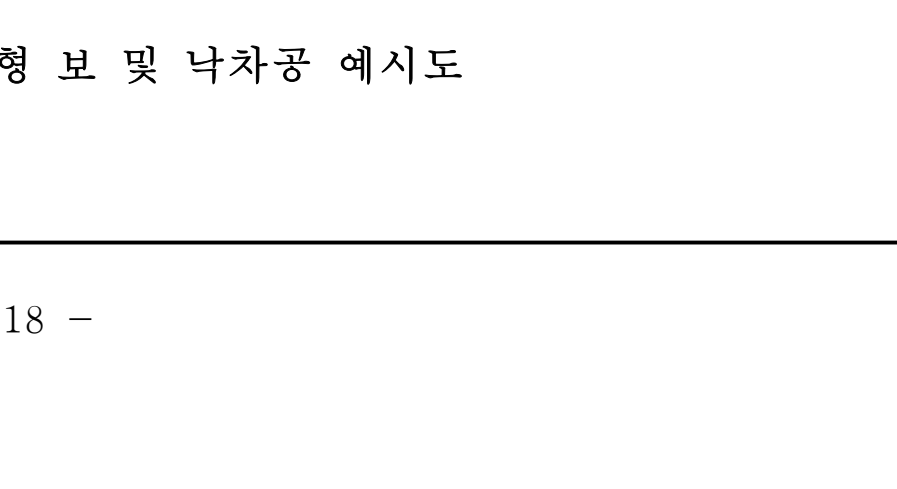


【그림 2.7-11】 자연형 보 및 낙차공 시공사례









【그림 2.7-12】 자연형 보 및 낙차공 예시도

나) 어도의 설치

하천개발에 따라 부수적으로 나타날 수 있는 하천 생태계 교란과 파괴를 최소화하고 폭포나 급류와 같이 어류의 이동에 대한 장애물을 극복하게 하여 하천에서 어종의 보존이나 어류분포의 확산을 조장할 수 있도록 어류의 이동통로를 인위적으로 개설한 하천생태환경 수공시설물을 어도라고 한다.

금회 계획에서는 향후 하천공사 시행시 실시설계 단계에서 반영할 수 있도록 어도설치 시 고려사항 및 어도의 종류를 다음과 같이 제시하였다.

(1) 어도의 조건

- 소상하는 성질이 있는 어류가 어도입구 이외의 장소에 모여들지 않아야 한다.
- 어도의 입구에 모인 모든 소상하는 어류가 신속하게 어도에 들어갈 수 있어야 한다.
- 어도 내에 진입한 모든 소상하는 어류가 신속하고·쉽고·안전하게 어도를 소상할 수 있어야 한다.
- 어도 통과 후에 소상하는 어류어가 안전하고 신속하게 하천상류로 소상할 수 있어야 한다.
- 어류의 손상이나 피로를 피할 수 있어야 한다.
- 구조가 간단하고 견고하며, 유지관리가 쉽고 비용이 절감될 수 있어야 한다.

국토해양부

(2) 어도의 위치

어도가 홍수시에 수리시설물이나 제방에 영향을 주지 않아야 하며, 어도 입출구가 퇴적되어 막히는 일이 없어야 한다. 어도 입구가 하천의 유심과 연결되어 가뭄 때에도 수로가 단절되지 않아야 한다.

① 어도의 입구

어도는 물고기가 모이는 곳, 다시 말해 물고기의 길에 설치해야 한다. 물고기는 주로 하천의 가장자리로 이동하므로 어도의 입구는 저수로의 가장자리가 좋다. 어도는 저수로의 양쪽 가장자리에 설치하는 것이 좋으나, 한 쪽에만 설치해야 되는 경우 퇴적되는 곳을 피하고 수로가 유지될 수 있는 곳에 설치해야 한다.

기존 수리시설물에 어도를 추가하는 경우는 위의 원칙에 어류가 모이는 곳을 조사하

여 현재 모이는 곳에 어도 입구를 설치하는 것이 어류의 어도이용에 유리하다.

② 어도의 출구

어도의 출구는 퇴적되는 장소에 설치하지 말아야 하며, 어도를 통과하여 소상한 물고기가 어도 출구에서 나와 목적하는 상류로 올라갈 수 있도록 출구 근처에는 취수구나 배사문 등이 없어야 한다. 취수구가 있으면 어렵게 올라온 물고기가 취수구를 통하여 다른 곳으로 갈 수 있고, 배수문을 열면 배사문으로 다시 끌려 내려갈 수 있기 때문이다.

(3) 어도내의 유속

어도내의 통수 유속은 소상의욕을 느낄 수 없이 느리지 않는 한 느린 것이 좋으나, 우리나라의 하천유황을 감안하여 0.5~1.0m/sec 정도의 유속분포를 갖도록 조성하는 것이 바람직하다.

유속은 격벽 중심의 중간수심에서 측정하는 것을 대표값으로 한다.

(4) 어도 유량의 결정

어도의 유량은 많은 것이 좋으나 대상하천의 유량, 취수조건, 대상 물고기의 종류 등 여러가지 조건을 고려해서 설정한다. 어도의 유량이 많을수록 좋다고 어도의 폭을 과다하게 설치하여 물을 많이 보내면 주민들이 물 사용을 위하여 어도 출구(유입부)를 막고 어도로 물을 보내지 않을 수 있어, 가능하면 취수하고 남는 물을 모두 어도로 보낸다는 기본개념으로 설계하는 것이 좋다.

(5) 수위변동 검토

① 어도 입구

어도 입구의 수위는 현재 하천의 수위를 기준으로 설계하고 있으나, 장래의 하천 하상변화를 예측하여 미리 저하 가능한 수위까지 어도입구를 맞추어 시공하는 것이 바람직하다.

② 어도 출구

수리시설물 상류의 수위는 수시로 변하므로 어도로 유입하는 물의 양도 수시로 변화한다. 수위가 변화하면 어도로 유입하는 물의 양이 달라지고, 이에 따라 유속도 변화한

국토해양부

다. 유속이 변화하면 이용하는 물고기들에게도 영향을 주게 된다. 이런 수위변화에 영향을 최소화하기 위하여 어도 출구(물의 유입부)의 수위는 수리시설물의 설계 취수위를 기준으로 하고 수위변화에 대응할 수 있는 어도 형식을 사용하는 것도 좋다. 그러나 어도 형식에 따라서는 수리변화에 대응할 수 없는 것도 있으므로 이 경우에는 어도 출구부의 통수량을 조절할 수 있도록 설계하는 것이 좋다.

(6) 어도의 종류

국내 하천에 적용 가능한 어도의 종류는 크게 Pool형식, 수로형식, 조작형식으로 분류되며 각 어도별 특징은<표 2.7-26> 및 <표 2.7-27>와 같다.

<표 2.7-26> 어도의 분류

어도구분	어 도 명 칭	주 요 특 징
Pool형식	전면월류식 어도 : 계단식어도(노치, 잠공형) 부분월류식어도 : 아이스하버식어도, 버티컬슬롯식어도	풀이 계단식으로 연속되어 있음
수로형식	데닐(Denil)식 어도, 도벽식 어도, 인공하도식 어도	낙차가 없이 연속된 유로형상
조작형식	리프트/엘리베이터식 어도, 갑문식 어도, Fish pump식 어도	시설이 인위적인 조작으로 작동
기타	암거식(Culvert), 혼합식(병용식), 복합식(Hybrid)	

국토해양부

자료 : 하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구(2004, 해양수산부)

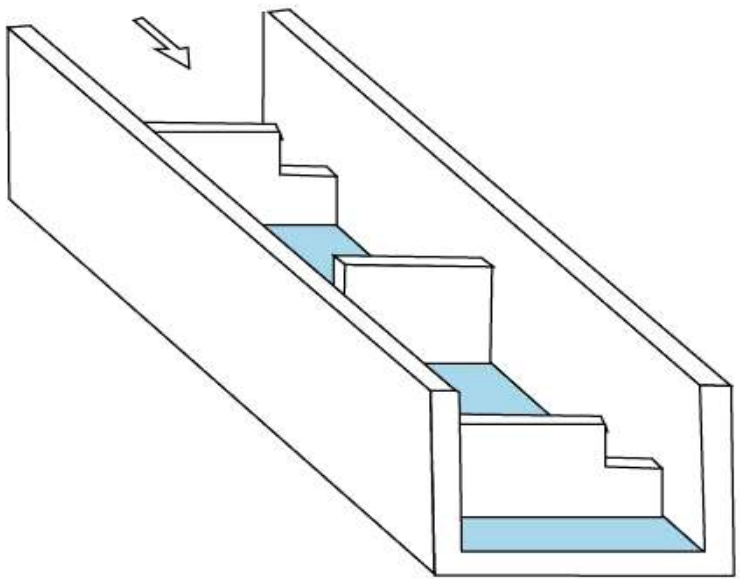
<표 2.7-27> 어도의 형식별 장·단점

구 분	장 점	단 점
계단식	· 구조가 간단하고 시공이 간편. · 시공비 저렴하고 유지관리 용이.	· 어도내 유황이 고르지 못하고,풀내 순환류 발생, 도약력, 유영력이 좋은 물고기만 이용 · 국내에 적용된 실적은 다수이나 정상적으로 운영되는 곳이 거의 없음
버티컬 슬롯식	· 좁은 장소에 설치 가능.	· 구조가 매우 복잡하고, 공사비가 많이 듬. · 어도내 수심 20cm이상일 경우 수리시설물에 배출되는 수량이 많아 용수손실이 큼 · 다양한 물고기가 이용하기 어렵고, 폭이 좁아 동시에 많은 물고기가 이용이 곤란함 · 경사 1/25 이상으로 완만하게 하지 않을 경우 빠른 유속으로 어류 이동이 제한됨
아이스 하버식	· 거의 모든어종 이용가능. · 어도내의 유황이 고르며, · 도약에 필요한 충분한 수심과 거리를 제공. · 소상중인 물고기가 쉴 휴식공간을 따로 둘 필요가 없음. · 시공용이, 고강도, 짧은공기 및 블록간 결속으로 구조적 안정성(조립식).	· 계단식 보다는 구조가 복잡하여 현장시공이 어려움. · 현장타설 시공시 공기가 길고, 압축강도 저하의 문제가 발생함. · 현장타설 시공시 구조가 복잡한 만큼 정밀시공이 어렵고, 약간의 오차에도 유황에 영향을 미쳐 어류소상에 문제가 발생함.
인 공 하도식	· 모든 어종이 이용할 수 있음	· 설치 장소가 제약적이며, 연장이 길어 공사비가 타 방법에 비해 많이 소요됨.
도벽식	· 구조가 간편하여 시공이 쉬움	· 유속이 빨라 적당한 수심을 확보하기 어려움 · 어도내 수심 20cm 이상의 경우 수리시설물 배출수량이 많아 용수손실이 큼 · 어도내의 유속이 고르지 못함
데닐식	· 좁은 장소에 설치 가능.	· 구조가 매우 복잡하고, 공사비가 많이 듦 · 다양한 물고기가 이용하기 어렵고, 폭이 좁아 동시에 많은 물고기 이용이 곤란함 · 소상중인 물고기가 쉴 장소가 없음

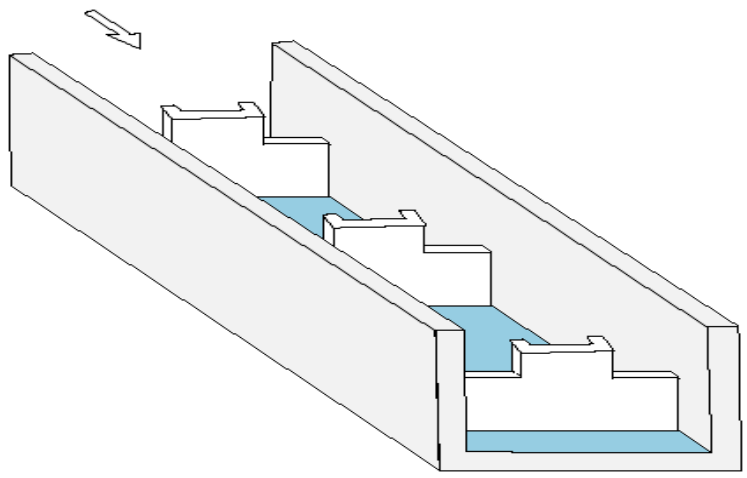
자료 : 하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구(2004, 해양수산부)

국토해양부

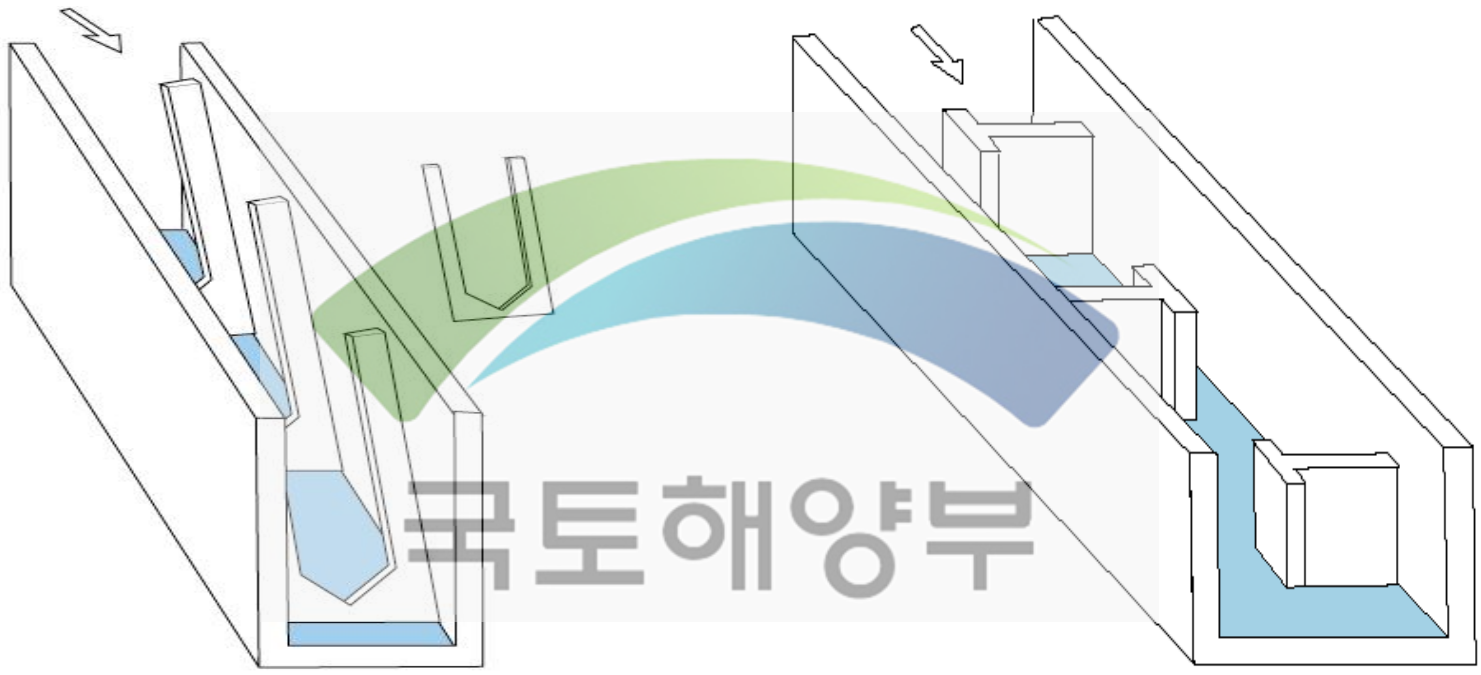
어도 형식별 일반도



전면월류형 풀타입어도(계단식)



아이스하버(Ice harbor)식



데닐식어도

도벽식어도



인공하도식

쿡토해양부

자료 : 하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구(2004, 해양수산부)

【그림 2.7-13】 어도의 형식별 일반도

(7) 어도 표준 모형의 선정

① 모든 어도의 기울기는 1/20보다 완만하게 계획하여야 하며 특히 버티컬슬롯식 어도의 경우는 수리적인 특성을 감안하여 1/25의 기울기로 모형을 제시한다.

② 어도의 폭은 하천과 유로의 규모 및 유량을 고려하여 선정하고 어도의 형식별로 어도 내부의 수심과 유하 수량에 따라 조성하는 것을 기본으로 한다. 제시된 기본형의 어도 폭을 크게 하기보다는 기본형의 어도를 2~3개 설치하는 것이 바람직하다.

③ 인공하도식과 조작형식 어도 등은 하천에서 일반적으로 조성되기 어려운 경우라고 보아 표준모형을 제시하지 않는다. 이러한 형태의 어도는 전문가의 설계참여가 요구된다.

④ 어도의 출구부는 표준모형의 격벽구조에 따라 조성하며, 출구부에 낙차가 발생하거나 유속이 빨라지지 않도록 유의한다. 또한 어도 입구부에도 낙차가 발생하지 않도록 하류의 수위 아래까지 충분히 길게 한다.

⑤ 어도는 매우 세밀한 시공을 요구하는 시설물이라는 점을 상기하고 물고기의 몸이 닿을 수 있는 지점의 마무리를 적절하게 해야 한다.

⑥ 도벽식과 버티칼슬롯식을 제외한 표준모형 어도의 격벽에는 잠공을 설치하는 것으로 한다.

⑦ 본 표준모형에서는 계단식, 아이스하버식, 버티컬슬롯식, 도벽식 어도를 기본형으로 제시하며, 각 형식에서의 변형된 어도 또는 새로운 형식의 어도는 시험설치 후 물고기의 이용효율을 조사하는 시험과정을 거쳐 표준모형에 포함하는 것으로 한다.

⑧ 어도를 설치하기 위해서는 정해진 업무 흐름에 따라 진행하도록 하며, 어도설치를 위한 하천환경조사 및 기본계획의 수립을 원칙으로 한다. 이에 대한 세부적인 내용은 본 보고서에 수록된 어도의 문제점 및 개선점을 참고하고 수계별 전체 계획을 사전에 조사 수립하는 것이 타당하다고 본다.

⑨ 표준모형에 제시된 어도의 제원은 다음과 같다.

국토해양부

<표 2.7-28> 표준모형의 어도형식별 제원

형식 \ 제원		어도폭 (m)	단위경간 (m)	측벽높이 (m)	격벽높이 (m)	수심 (m)	기울기
계단식	수평+잠공	2.0	2.0	1.1	0.7	0.7	1/20
	경사+잠공	2.0	2.0	1.1	0.6 ~ 0.7	0.65	〃
	노치+잠공	2.0	2.0	1.1	0.7	0.7	〃
아이스하버식	잠공	3.0	2.0	1.0	0.6 : 월류부 1.0 : 비월류부	0.6	〃
버티컬슬롯식	-	2.0	2.5	0.5	0.4	0.2	1/25
도 벽 식	-	1.0	1.0	0.5	0.4	0.2	1/20

(8) 어도의 형식 선정

① 과업구간의 현황

현지조사결과 목견과 현지주민탐문과 금강환경청의 의견을 최대한 반영한 결과 서산시 일대의 문헌조사(제3차 전국자연환경기초조사, 해미(E1, E2, E4, E5)(2007, 환경부))에 의하면 어류는 붕어, 치리, 피라미, 미꾸리, 송사리, 얼룩동사리, 밀어, 민물검정망둑 등 총5과 12종이 조사된 바 있으나 현지에서 2종이 발견되었으며 현재 해미천은 하천의 대부분 구간이 건천 또는 수심5cm이하인 점을 감안 했을 때 금강환경청의 의견을 최대한 반영하기로 하였음.

국토해양부

② 형식 선정

어도 형식을 결정하기 위해서는 모든 어종이 유역력에 관계없이 모두 이용할 수 있어야 하고, 수위가 변해도 어도 기능 유지가 가능해야 하며, 유지관리가 용이하여야 하고, 경관 등을 고려하여야 한다. 일반적으로 어도 선정 기준은 다음 <표 2.7-29>과 같이 서식어종의 다양성 및 유영력, 수리시설물의 길이, 유량 및 낙차, 공사비 및 유지관리비 등을 고려하여 각 항목별 세부기준에 따라 각각의 어도형식별 배점을 산정하여 채택한다.

금회 계획에서는 아이스하버식이 여러 가지 조건에서 타 형식에 비해 비교적 유리한 것으로 나타났으나 환경친화적이고 유영력 및 도약력이 약한 어종도 이동 가능하고 유량의 변화에 적응 가능하도록 STREAM형의 일종인 전면 완경사 돌붙임 보로 재 가설하는 것으로 계획하였으며, 장래 사업 시행 시에 재검토하여 시행하여야 한다.

<표 2.7-29> 상황별 어도형식 선정 기준표

고려사항 \ 어도형식		도벽식	계단식	아이스 하버식	버티컬 슬롯식
이용어종의 다양성		1	2	3	3
대상어종의 유영력	강한어종	4	3	3	2
	약한어종	1	3	4	1
수리시설물의 길이	10m이하	4	3	1	1
	10~100m	2	3	3	2
	100m이상	1	3	4	3
어도의 유량	부족할 때	3	2	2	3
	충분할 때	2	3	4	4
수리시설물의 상하류 낙차(수위차)	1m이하	4	3	2	2
	1~5m	1	3	4	3
	5~20m	1	2	3	2
상류 수위 변동폭	클 때	3	1	2	4
	적을 때	2	3	4	2
어도의 공사비		4	3	3	2
어도의 유지관리비		4	3	3	2
휴식 풀(pool)의 필요성		2	3	4	2

국토해양부

자료 : 하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구 (2004, 해양수산부)

다) 교 량

교량은 도로, 철도, 수로 등이 하천, 계곡 등의 자연 장애물을 건너기 위하여 만든 구조물로서 구조형식에 따라 단순교, 트러스교, 아치교, 라멘교, 사장교, 현수교 등으로 구분한다.

(1) 단순교(Simple beam bridge)

- 주형 또는 주트러스를 양단에서 단순하게 지지한 교량
- 한쪽 단을 고정받침으로 하고 다른 쪽 단을 가동단으로 지지한 교량

(2) 트러스교(Truss bridge)

- 몇 개의 직선 부재를 한 평면 내에서 연속된 삼각형의 뼈대 구조로 조립한 것을 트러스(Truss)라고 한다. 거더 대신에 이 트러스를 사용한 교량
- 트러스교는 일반적으로 지간이 50~100m 정도에 알맞는 형식으로, 비교적 작은 중량의 부재를 순차조립하여 큰 강성을 얻을 수 있으므로 외팔보 공법(Free Cantilevering Method)의 채용이 다른 형식보다 유리하며, 또한 개개 부재의 단면이 작기 때문에 운반이 용이하며, 해협이나 산간계곡 등에 적합한 교량이다.

국토해양부

(3) 아치교(Arch Bridge)

- 곡형 또는 곡트러스 쪽을 상향으로 하여 양단을 수평방향으로 이동할 수 없게 지지한 아치를 주형 또는 주트러스로 이용한 교량
- 아치교는 부재 내에 압축력만 발생케 하는 아치 구조의 성질을 이용한 교량 형식으로 기본적으로 2힌지 아치, 3힌지 아치 및 고정 아치의 형식이 있다. 어떤 교량 형식에서나 자중 상태에서는 부재에 휨이 발생하지 않도록 설계하는 것이 바람직하다. 강도로교의 경우에는 아치리브에 필연적으로 휨이 발생하므로 아치리브의 부재는 압축력과 휨에 동시에 저항할 수 있게 설계되어야 한다.
- 아치교는 바닥판에 작용하는 차륜하중을 행거 또는 기둥을 이용하여 가능하면 등분포로 아치리브에 전달하고, 이 아치리브를 통하여 지반으로 전달케 하는 구조체계를 갖고 있다. 하로 아치교는 바닥구조와 아치리브 구조의 연결방법에 따라 타

이드아치교, 랭거 아치교, 로제아치교 또는 닐슨 아치교 등으로 나누기도 한다. 상로 아치교는 하로 아치교의 랭거형교, 또는 로제형교에 해당하는 교량형식 이외에 트러스 아치형의 형태가 있다.

(4) 라멘교(Rahmen Bridge)

- 라멘교란 교량의 상부구조와 하부구조를 강절로 연결함으로써 전체구조의 강성을 높임과 동시에 지간내에 발생하는 휨모멘트의 크기를 줄이는 대신 이를 교대나 교각이 부담하게 하는 교량이다
- 50m 지간까지 신축이음(Expansion Joint) 이나 지압판이 없이 가설이 가능하고, 유지 관리면에서 같은 지간의 단순교에 비해 유리하며 주형의 두께가 상대적으로 작게 설계될 수 있어 교량의 미관이 수려하며, 특히 중앙부로부터 지간의 양단으로 헌치 형태를 이룬 경우 더욱 날렵한 모양을 이룬다.
- 라멘교는 교각의 높이가 그리 높지 않고 단경간의 교량에서 사용하는 것이 경제적이다. 우리나라의 경우 고속도로 횡단교량에서 많이 볼 수 있다.
- 라멘교는 매우 다양한 형태의 설계가 가능하며, 보의 두께를 작게 하여 가늘게 보이도록 하는 것이 보통이므로 교대나 교각의 두께가 상대적으로 두껍다.

국토해양부

(5) 사장교(Cable Stayed Bridge)

- 사장교는 1784년 C.J.Loscher에 의하여 세상에 처음으로 교량으로서의 모습을 선보인 후, 1818년과 1824년에 두 개의 교량이 연속해서 붕괴되면서 그 발달이 지체되었다가 1955년 스웨덴에 Stromsund교가 건설되면서 다시 교량 기술자들에게서 각광을 받아오고 있는 교량형식이다.
- 사장교는 중간의 교각위에 세운 교탑으로부터 비스듬히 내려 드리운 케이블로 주형을 매단 구조물이다. 연속 들보형교, 연속 트러스교 또는 아치교에서는 그 경간이 장대해지면, 사하중이 급격히 증가하며 결국 적용한계에 달하게 된다. 그래서, 경간의 장대화에 수반하는 사하중을 경감하기 위하여 위에서 말한 것과 같은 구조계로 고안된 것이 사장교이다. 따라서, 사장교에 작용하는 하중의 일부가 케이블의 인장력으로 지탱되기 때문에 주형은 케이블 정착점에서 탄성지지된 구조물로서 거

동한다. 그 때문에 사장교는 현수교와 근본적으로 역학적 특성이 다른 구조물이다.

(6) 현수교(Suspension Bridge)

- 19세기 후반 들어 Roebling에 의해 Brooklyn교(1883년)등 근대 현수교가 완성된 이후, Moisseiff, Steinman 등에 의해 20세기 초 현수교 전성기가 시작되었다. 이후 현수교의 시행착오를 반복하며 발전해 오늘날 장대교량 형식의 선두주자가 되어 있다.
- 현수교란 주탑(Tower) 및 앵커리지(Anchorage)로 주케이블(Main Cable)을 지지하고 이 케이블에 현수재(Suspender또는Hanger)를 매달아 보강형(Stiffening Girder)을 지지하는 교량형식을 말한다.
- 현수교의 주케이블 형상은 아치교와 유사하나 인장력만을 받는다는 점에서 크게 다르다.

금회 과업하천을 횡단하는 기존 교량 능력검토를 통하여 계획홍수위에 여유고가 부족한 교량 및 경간장이 부족한 교량 9개소에 대하여 재가설 하는 것으로 계획하였다.

<표 2.7-30> 교량 설치 계획

교 량 명	측점 (NO.)	홍수위 (EL.m)	여유고 (m)	교량 연장 (m)	경간장 계획 (m)	비 고
응평교	02+52	8.49	0.8	80.0	15	재가설
응평잠수교	18+51.2	16.93	0.8	92.0	15	〃
해미2교 (전천교)	22+15	18.65	0.8	101.6	15	〃
조산1교	31+84.7	28.57	0.8	70.0	15	〃
해미교	35+14	31.55	0.8	72.0	15	〃
휴암새마을교	38+87.2	35.10	0.8	59.0	15	〃
해미1교	39+71.2	36.23	0.8	48.0	15	〃
휴암제1교	45+32	42.34	0.8	40.0	15	〃
산수교	49+86	46.07	0.8	32.0	15	〃

국토해양부

7.4 치수경제성 분석

가. 목적과 범위

1) 목 적

금회 과업하천인 해미천수계의 홍수범람구역 내에 자산을 조사하여 홍수범람시 피해액을 산정하고 홍수피해 방지를 위한 치수사업의 소요비용을 산정한 후 이에 대한 치수경제성 분석을 실시하여 과업구간내 하천개수에 대한 투자우선 순위와 합리적인 치수사업의 기본방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

2) 범 위

「치수사업 경제성분석 개선방안 연구(건설교통부, 2001)」의 개선법이 도시유형별 침수면적-피해액 관계식을 이용함으로써 침수면적에만 지배되던 문제점에 대해 「치수사업 경제성분석 방법 연구(건설교통부, 2004)」의 다차원법은 침수심-피해액 관계를 고려하여 예상피해액 산정의 정확도를 높이고, 피해액 산정의 기초데이터를 읍·면·동 단위로 세분화하여 지역적 특성이 반영될 수 있도록 하였다. 따라서, 금회 과업에서도 다차원법에 의한 경제성 분석을 실시하였다.

국토해양부

치수경제성 분석의 범위는 미개수 구간이 홍수로 인해 직·간접적인 재산상의 피해가 있는 지역을 대상으로 하므로 본 과업에서 계획한 총 15개소의 축제 및 보축 지구 중 홍수범람에 상관없는 보축지구 10개소를 제외한 5개소의 축제지구(총연장 L= 336m)에 대하여 치수경제성 분석을 실시하였으며, 각 하천별 대상지구는 다음 <표 2.7-31>과 같고, 지구별 위치는 【그림 2.7-14】에 표시하였다.

<표 2.7-31> 조사대상지구

하 천 명	지 구 명	좌·우 안 별	위 치	연장(m)	비 고
해미천	전천지구	우	NO.22+48~NO.22+95	47	
	응평지구	좌	NO.10+98~NO.11+76	94	
	읍내지구	좌	NO.33+4~NO.33+60	60	
	휴암1지구	좌	NO.38+33~NO.39+26	84	
	휴암2지구	좌	NO.45+5~NO.45+55	51	

나. 피해액 조사

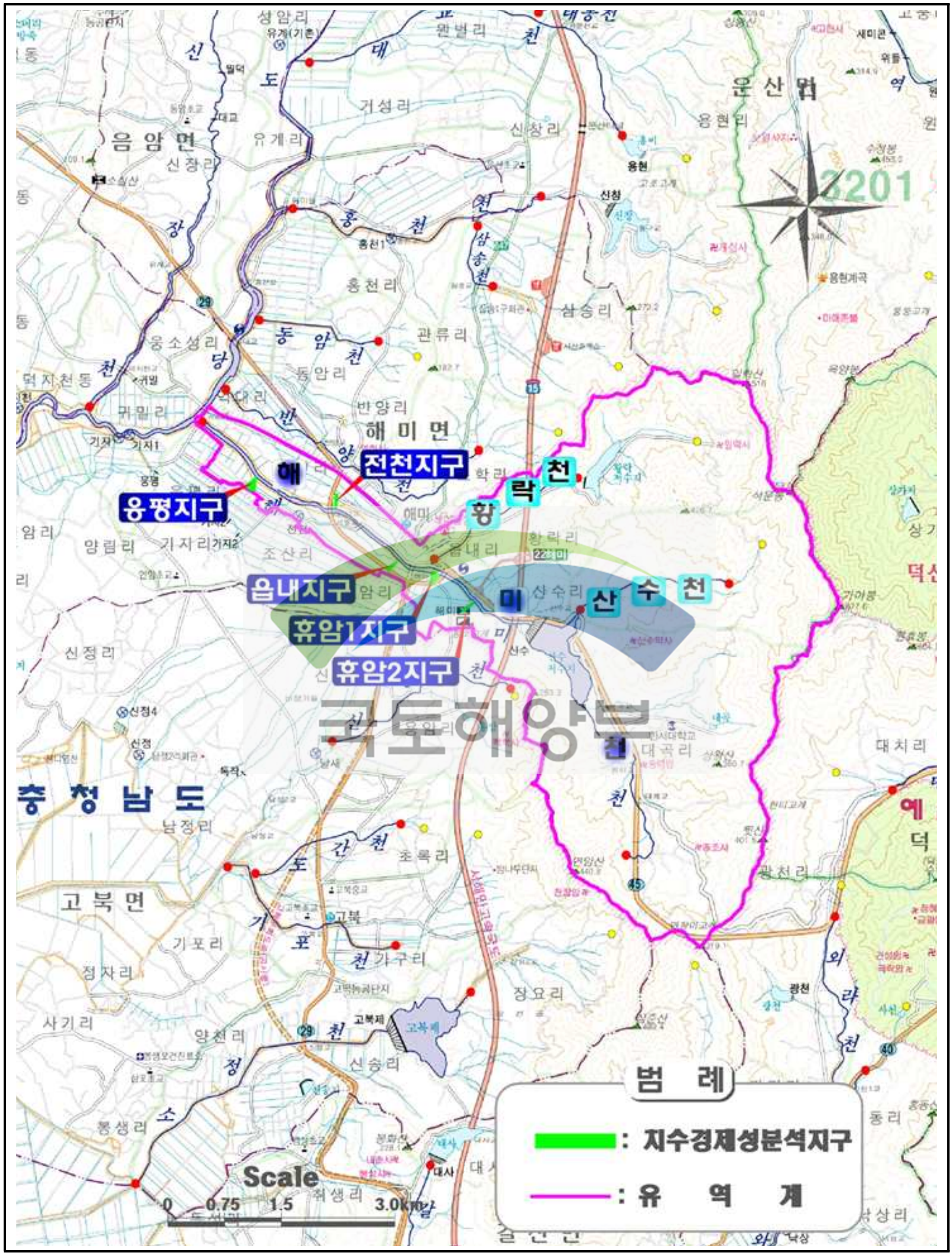
1) 침수구역 자산조사

금회 과업의 침수구역 자산조사는 1/5,000 수치지형평면도 및 금회 현황측량 자료를 이용하여 유량규모별로 홍수범람도를 작성하여 <표 2.7-32>와 같이 예상범람면적을 산정하였다. 또한, 범람지구 내에 들어가는 가옥, 공공건물 등을 조사함과 아울러 각 대상지구별로 현지조사를 실시하여 보완하였다.

<표 2.7-32> 계획빈도 범람구역 개요

하천명	지 구 명	예상 범람면적 (ha)			비 고
		계	농 경 지	택지·기타	
총 계		7.57	4.04	3.53	
해 미 천	전천지구	0.45	0.45	-	
	응평지구	1.48	1.25	0.23	
	읍내지구	5.52	2.32	3.20	
	휴암1지구	0.47	0.39	0.08	
	휴암2지구	0.12	0.02	0.10	

국토해양부

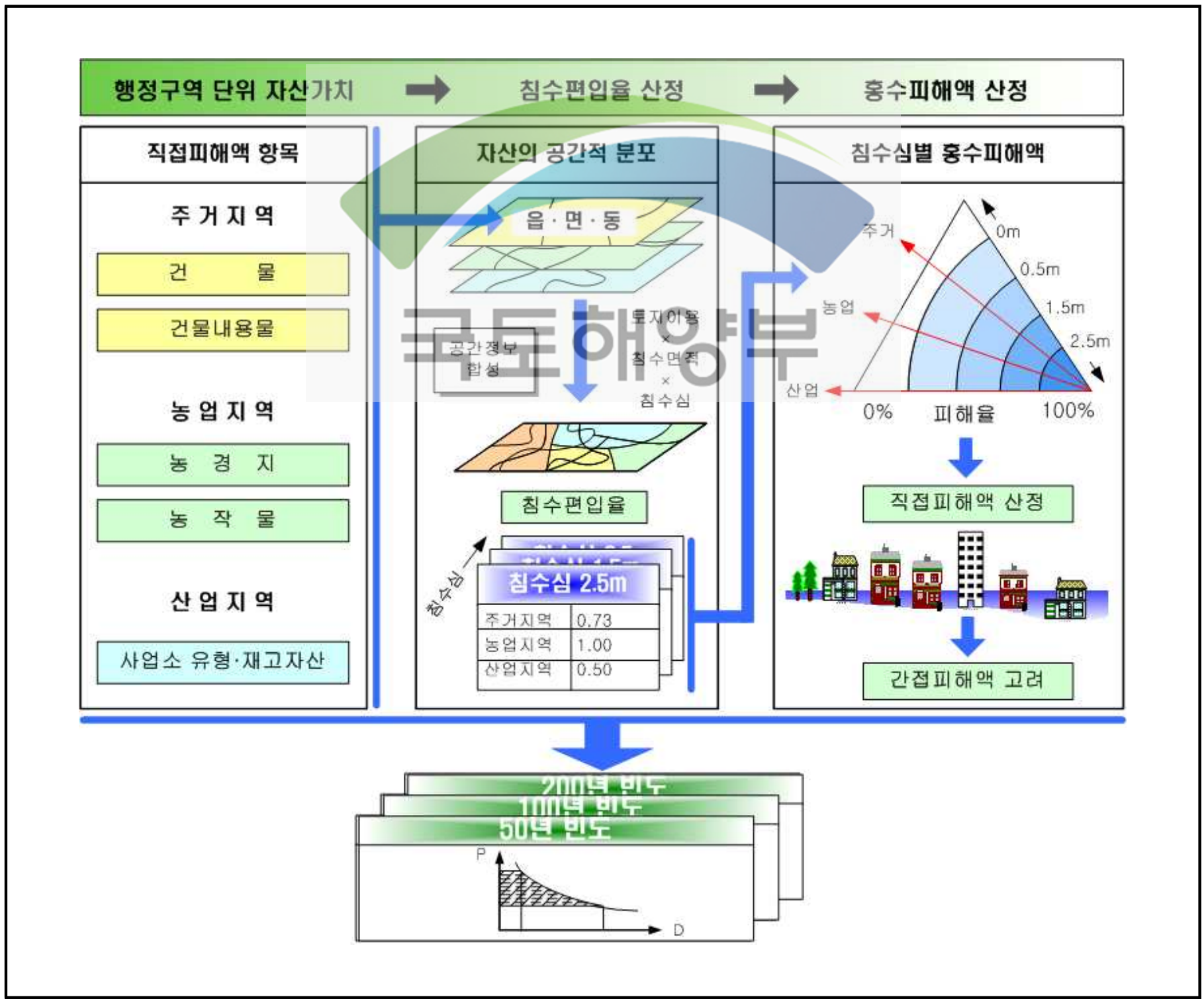


【그림 2.7-14】 치수경제성 조사위치도

2) 다차원법에 의한 편익산정

기존 개선법이 도시유형별 침수면적-피해액 관계식을 이용함으로써 침수면적에만 지배되던 것에 비해, 다차원법은 침수심-피해액 관계를 고려하여 예상피해액의 산정의 정확도를 높이고 피해액 산정의 기초데이터를 읍·면·동 단위로 세분화하여 지역적 특성이 반영될 수 있도록 하였다.

다차원법에서의 편익(피해액)은 크게 인명 피해액, 일반자산 피해액, 공공시설물 피해액으로 구성되며, 그 중 일반자산 피해액은 ① 행정구역별 대상자산 조사, ② 홍수범람해석 등에 의한 침수심도 작성, ③ 해당지역의 침수편입율 산정, ④ 일반자산 피해액 산정 등의 순서로 산정하였다. 다차원법의 개념도는 다음 【그림 2.7-15】와 같다.



【그림 2.7-15】 다차원 홍수피해산정방법의 개념도

가) 인명 피해액, 이재민 피해액

다차원법에서의 인명 피해액 및 이재민 피해액은 『치수사업 경제성분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)』의 개선법에서와 같은 방법으로 산정하도록 하고 있으므로, 이 방법에 따라 인명 및 이재민 피해액을 산정하였다.

(1) 인명손실 피해 편익산정

인명손실액 = 침수면적당 손실 인명수(명/ha) × 손실 원단위(원/명) × 침수면적(ha)

손실원단위는 1998년 불변 가격으로 사망 2억5천만원/명, 부상 2천만원/명을 적용하였다.

<표 2.7-33> 단위 침수면적당 손실 인명수 (단위 : 명/ha)

구 분	대도시	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) 자료 : 치수사업 경제성분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)

국토해양부

(2) 이재민 피해손실

이재민 피해액 = 침수면적당 발생 이재민(명/ha) × 대피일수(일) × 일평균 국민소득(원/명・일) × 침수면적(ha)

또한, 단위 침수면적당 손실인명수는 위의 <표 2.7-33>과 같이 제시하였다. 여기서, 대피일수는 평균 10일, 일평균 국민소득은 2009년 현재의 국민소득을 365일로 나눈 6만원으로 하였다. 또한, 침수면적당 발생 이재민 수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 다음 <표 2.7-34>와 같이 제시하였다.

<표 2.7-34> 침수면적당 발생 이재민수 (단위 : 명/ha)

구 분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
이재민수	1.85	1.17	0.27	0.37	0.98

주】 자료 : 치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(2001. 2, 건설교통부)

나) 일반자산 피해액

(1) 행정구역별 대상자산 조사

서산시 통계연보, 주택총조사보고서, 국부통계조사연보 등을 이용하여 침수대상 행정구역 전체의 대상자산을 조사하였으며, 조사대상 자산 및 산정방법은 <표 2.7-35>과 같다.

<표 2.7-35> 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, 답 면적 ③ 읍면동별 경작작물의 종류	논면적, 밭면적에 시군구별 단위면적당 농작물평가단가를 곱하여 농작물자산을 산정(①×②, ③은 고려사항)
		답(면적)		
산업특성	유형자산(액)		① 산업분류별 1인종사자수당 사업체 유형·재고자산액 ② 읍면동별 산업분류별 종사자수	산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산·재고자산을 산정(①×②)
	재고자산(액)			

국토해양부

(2) 침수심도 작성

침수심도에 따라 대상자산의 피해 정도가 다른 점을 고려한 것이 다차원법의 핵심이며, 이를 위해 홍수범람해석이 필요하다. 범람지역을 0.5m 단위(0~0.5m, 0.5~1.0m, 1.0~2.0m, 2.0~3.0m, 3.0m 이상)의 침수심별로 구분하여 침수편입율 산정시 이용하였다.

(3) 침수편입율 산정

침수지역을 주거지역, 농업지역, 산업지역으로 구분하여 각각의 면적(혹은 수치지도상의 도형개수)을 산정한 후 구·동별 행정구역 전체면적에 대한 비율을 추정하여야

하며, 앞서 조사한 행정구역별 대상자산에 침수편입율을 곱하므로써 홍수피해액을 도출할 수 있다.

(4) 일반자산 피해액 산정

일반자산 피해액은 행정구역별 대상자산에 침수편입율 및 침수심에 따른 피해율을 곱하여 산정할 수 있다.

$$\text{일반자산 피해액} = \sum_{i=1}^{n} [RD_i(\text{건물}, \text{건물내용물}, \text{침수심}) + AD_i(\text{농경지}, \text{농작물}, \text{침수심}) + ID_i(\text{사업체유형·재고자산}, \text{침수심})]$$

여기서, $RD_i(\cdot)$, $AD_i(\cdot)$, $ID_i(\cdot)$: 거주, 농업, 산업지역 피해액 함수

n : 해당읍면동 개수

㉠ 주거특성과 침수심에 따른 피해액 산정

- 건물피해액 산정

건물피해액은 식 (1)과 같이 등지반고 지구별 건물자산액에 추정 침수심 등에 따르는 피해율을 곱해서 산출한다. 다만 자산 피해율은 주거형태와는 무관하나 층수는 고려한다는 가정하에 <표 2.7-36>에서 제시한 건물피해율에 의하여 산정한다.

$$\text{건물피해액} = \text{건물자산가치(원)} \times \text{주거지역 침수편입율} \times \text{침수심별 건물 침수피해율} \quad (1)$$

국토해양부

<표 2.7-36> 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

주1】 n_1 = 아파트 층수, n_2 = 연립주택 층수

주2】 하천설계기준(건설교통부, 2000)
- 소파 : 홍수피해로 인한 경미한 파괴로 사용에 별 지장이 없는 경우
- 반파 : 홍수피해로 인하여 주요 구조(기둥, 벽체, 지붕)에 대한 수리를 요하는 경우
- 전파 : 홍수피해로 파괴되어 그 형태는 있으나 개축하지 않고는 사용이 불가능한 경우
- 유실 : 홍수로 인한 주택이 완전 유실되어 그 형태가 없는 경우

주3】 아파트와 연립주택의 층수를 고려

고층주택(아파트, 연립주택) 등에서는 침수대상 건물내의 전 가구가 피해를 받는 것으로 잘못 산정되어 피해를 과다 평가할 가능성이 있다. 일반적으로 침수심이 기껏해야 수미터 이내인 경우는, 3층 이상 부분을 무시하여 건물자산을 건물평균계수(평균층수) 등을 이용해서 보정하는 것이 바람직하다.

- 건물내용물 피해액 산정

식 (2)과 같이 등지반고 지구별 건물내용물 자산액에 추정 침수심 등에 따르는 피해율을 곱해서 산출하는데 주거형태와 무관하고 자산의 피해율은 모두 같다는 가정하에 <표 2.7-37>의 건물내용물 피해율에 의하여 산정한다.

$$\text{건물내용물피해액} = \text{건물내용물자산가치(원)} \times \text{주거지역침수편입율} \times \text{침수심별건물내용물침수피해율} \quad (2)$$

국토해양부

<표 2.7-37> 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

주1】 침수심별 피해율은 일본의 계수를 인용하여 산정
주2】 아파트와 연립주택의 층수를 고려

가정용품평가액은 실무적인 분석에서는 평균값 또는 대표값을 이용하는 것이 편리할 것이다. 이 값은 지역주민의 문화수준이나 소득수준을 고려하여 조정하는 것이 합리적으로 판단되나 문화수준의 평가는 평가시 주관적 개입가능성이 높기 때문에 「치수사업 경제성분석 개선방안 연구(건설교통부, 2001)」에서 제시된 도시분류구분을 이용하여 <표 2.7-38>과 같이 도시분류별로 최대평가액에서부터 최소평가액까지 등간격으로 차등을 두어 제시하였다.

<표 2.7-38> 도시분류별 가정용품 평가액

평가액 \ 도시유형	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
가정용품 평가액(원/세대)	27,402,902	22,329,401	17,255,900	12,182,399	7,108,898

특정 통계년도의 건물내용물 자산가치는 사업평가 기준년에 맞추기 위해 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 기준년 소비자 물가지수를 이용하여 조정하였다.

<표 2.7-39> 연도별 소비자 물가지수

년 도	소비자물가지수	
	전국	충청남도
2000	84.9	85.0
2001	88.3	88.1
2002	90.8	90.0
2003	93.9	93.2
2004	97.3	96.9
2005	100.0	100.0
2006	102.2	102.6
2007	104.8	105.1
2008	109.7	110.3
2009	112.8	113.3

주】 각 부문별 지수는 2009년도 단가로 환산을 위한 상대지수임. (통계청자료)

국토해양부

㉡ 농업특성과 침수심에 따른 피해액

농업 특성은 각각의 읍면동 단위에 주어진 전이나 답으로 구체화되고, 전·답의 면적이나 해당 농작물로 측정된다. 전국의 읍면동 전답의 면적과 농작물은 각 지역의 시·군통계연보로부터 과거 몇 년간의 자료를 수집할 수 있다.

- 농경지 피해액 산정

논과 밭의 침수심에 따른 피해는 동일한 기준을 적용한다. 그리고 홍수피해의 경계선을 침수심 1m로 정한다. 침수심이 1m 이상인 경우에 농경지 매몰 및 유실에 의해서 발생하는 것으로 하고, 그 피해액은 통상적으로 책정되는 농경지의 매몰이나 유실에 따른 피해액의 평균값을 사용한다. 농경지 피해액은 식 (3)에 따라 산정하며, <표

2.7-40>은 농경지와 피해율을 나타내고 있다.

농경지 피해액 = 매몰, 유실의 평균피해액(원)
× 농업지역 침수편입율 (3)
× 침수심별 농경지 침수피해율

<표 2.7-40> 침수심별 농경지 피해율

구 분		1m 이하	1m 이상	비 고
피 해 내 용		침수	매몰, 유실	· 매몰과 유실의 평균값을 사용
농경지	논	0%	100%	· 매몰 : 매몰면적(m^2) × 0.1(m) × 2,940원/m^3 · 유실 : 유실면적(m^2) × 0.2(m) × 5,660원/m^3
	밭	0%	100%	

주1】 치수사업 경제성분석방법 연구 : 다차원 홍수피해산정방법(2004, 건설교통부).

- 농작물 피해액 산정

농작물 자산에 대한 평가시 전, 답의 대표작물 및 특수농작물에 대한 생산량은 논의 경우는 벼의 수확량(생산량)으로, 밭의 경우는 주요한 작물의 수확량으로 하되, 시·군별 통계자료에 의한 곡물종류별 작물통계에 의거 최근 5개년간의 자료 중 최대 및 최소 수확량을 제외한 3개년간의 값의 수확량 평균치를 평년작으로 하여 적용하였다. 단위면적당 농작물 평가단가는 「농산물생산비 통계(2009, 통계청)」에 제시된 값을 사용하였다.

국토해양부

<표 2.7-41> 농작물별 생산비

농작물	10a당 생산비(원)	가마당 생산비	
		기준무게(kg)	생산비(원)
논 벼	624,970	80.0	90,758
겉보리	322,367	76.5	80,752
쌀보리	316,729	76.5	77,853
마 늘	1,811,020	100.0	146,962
양 파	1,421,842	20.0	4,454
고 추	1,847,842	10.0	70,102
참 깨	458,226	60.0	741,934

주】 농산물생산비 통계(2009, 통계청).

<표 2.7-42> 지역별 논벼의 생산비

시·도	10a당 생산비(원)	가마(80kg)당 생산비(원)
경 기 도	603,954	93,105
강 원 도	631,463	93,762
충청북도	636,731	93,631
충청남도	657,654	89,680
전라북도	641,169	86,610
전라남도	596,811	94,266
경상북도	624,605	86,627
경상남도	601,702	89,384
제 주 도		

주】 농산물생산비 통계(2009, 통계청).

논과 밭의 침수심에 따른 피해는 동일한 기준을 적용한다. 그리고 홍수피해의 경계선을 침수심 1m로 정한다. 그리하여 침수심 1m 이하에서는 논이나 밭이 침수되기는 하지만 농경지 침수에 의해서는 피해액은 발생하지 않으나 농작물 피해는 발생한다. 따라서, 농작물 피해액은 식 (4)에 따라 산정하며, <표 2.7-43>는 침수심에 따른 농작물에 대한 피해율을 나타내고 있다.

국토해양부

$$\text{농작물 피해액} = \text{농작물 자산가치(원)} \times \text{농업지역 침수편입율} \times \text{침수심별 농작물 침수피해율} \quad (4)$$

<표 2.7-43> 침수심별 농작물 피해율

구 분		1m 이하					1m 이상	비 고
농작물	침수시간	1일 이하	1 ~ 2	3 ~ 4	5 ~ 6	7일 이상		
	논	14%	27%	47%	77%	95%	100%	
	밭	35%	51%	67%	81%	95%	100%	

주】 농경지의 경우 1m이하 침수심에서는 매몰, 유실에 의한 농경지 피해가 없는 것으로 가정

㉢ 산업특성과 침수심에 따른 피해액

읍면동의 산업특성과 침수심에 따른 피해는 <표 2.7-44>와 같이 유형자산의 피해, 재고자산의 피해 두 가지 형태로 구분한다. 사업체 유형고정자산·재고자산액에 침수심에 맞는 피해율을 곱하여 산정한다.

$$\text{유형, 재고자산피해액} = \text{유형·재고자산가치(원)} \times \text{산업지역침수편입율} \times \text{침수심별유형,재고자산침수피해율} \quad (5)$$

<표 2.7-44> 침수심별 사업체 유형고정자산·재고자산의 피해율

구 분	0.5m 미만	0.5 ~ 1.0m	1.0 ~ 2.0m	2.0 ~ 3.0m	3.0m 이상
유형자산	23.2%	45.3%	78.9%	96.6%	100%
재고자산	12.8%	26.7%	58.6%	89.7%	100%

국토해양부

다) 공공시설물 피해액

범람 예상지역의 공공시설물의 직접적인 피해액 산정은 범위나 규모의 산정이 거의 불가능한 경우에는 일반자산피해액에 대한 공공토목시설의 피해액 비율을 사용하는 것이 일반적이다. <표 2.7-45>에서 일반자산피해액에 대한 공공시설물 피해액의 비율을 재해연보에 나와 있는 공공시설물 항목을 대상으로 분석하여 나타내었다. 각각의 항목에서 피해지역내에 존재하지 않는 공공시설물은 제외하고 산정하도록 한다.

<표 2.7-45> 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액 비율

공공시설물 항목	도로 교량	하천	소하천	상하수도	항만시설	어항시설	학교
피해율	0.22	0.28	0.26	0.06	0.008	0.05	0.015
공공시설물 항목	철도	수리시설 방조제	사방 임도	군사시설	소규모시설	기타시설	합계
피해율	0.006	0.1	0.15	0.03	0.19	0.26	1.63

주1】 2009년 재해연보를 기준으로 일반자산피해액과 공공시설물의 비율을 산정. 단, 농작물피해액 제외

라) 총 피해액

앞서 산정한 인명피해액, 일반자산 피해액, 공공시설물 피해액을 합산하면 총피해액이 되며, 홍수방어대안별 총피해액 산정결과는 다음 <표 2.7-46>와 같다.

$$\text{총(직접)피해액} = (1 + \alpha)\text{일반자산 피해액} + \text{인명 피해액}$$

여기서, α : 일반자산 피해액에 대한 공공시설물의 비율

국토해양부

<표 2.7-46> 하천별 지구별 총 피해액 (단위 : 백만원)

하천명	지 구 명	인명	이재민	일반자산					공공시설물	총 계
				건물	건물 내용물	농경지	농작물	소계		
해미천	전천지구	0.16	0.07	-	-	-	0.92	0.92	1.50	2.64
	응평지구	0.51	0.22	0.42	0.13	0.72	2.99	4.27	25.65	30.65
	읍내지구	1.91	0.82	6.16	1.76	-	4.74	12.66	76.07	91.46
	휴암1지구	0.16	0.07	1.73	0.37	-	0.80	2.89	4.71	7.84
	휴암2지구	0.04	0.02	8.45	1.81	-	0.04	10.30	16.79	27.15

다. 비용추정

1) 연평균 비용산정

공정에 따라 공사기간을 설정하고 연차별·공정별 사업비율을 산정하여 연차별사업비를 결정하였다. 금회 과업에서는 총 공사기간을 1차년도~5차년도 까지를 하였으며, 주요 공종은 축제공, 호안공, 구조물공, 보상비 및 기타로 구분하여 비용을 산정하였다. 각 공종별 연차별 투입비율은 다음 <표 2.7-47>와 같으며, 산정된 공사비와 연차별 투입계획은 다음 <표 2.7-48>과 같다.

<표 2.7-47> 연차별 투입비율

하천명	공 종	연차별 투입비율 (%)					계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
해미천	축 제 공	0	70	30	0	0	100
	호 안 공	0	70	30	0	0	100
	구 조 물 공	0	40	30	30	0	100
	보 상 비	100	0	0	0	0	100
	기 타	0	60	20	20	0	100

국토해양부

<표 2.7-48> 연차별 사업비 투입계획

하천명	지 구 명	총사업비	연 차 별 투 입 비 (백만원)				
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
해미천	전천지구	25	-	15	6	4	-
	응평지구	103	11	61	24	7	-
	읍내지구	187	106	54	21	6	-
	휴암1지구	111	50	35	16	10	-
	휴암2지구	488	31	212	126	119	-

2) 연평균 유지관리비 산정

분석기간을 50년으로 설정하고, 유지관리비를 시설의 감가상각비 개념으로 가정하면 적정한 연평균 유지관리비는 총 사업비에서 하천시설의 잔존가치를 차감한 사업비의 약

2% 정도로 설정하는 것이 적정할 것이다. 하천시설물별 잔존가치는 축제공 80%, 호안공 10%, 구조물 0%, 보상비 100% 정도로 결정하였다.

- 연평균 유지관리비 = (총사업비 - 잔존가치)×0.02(2%)

  여기서, 잔존가치 = (0.8×축제 공사비) + (0.1×호안 공사비) + (0.0×구조물 공사비) + (1.0×용지 보상비)

<표 2.7-49> 연평균 유지관리비 산정결과 (단위 : 백만원)

지 구 명	연 평 균 유지관리비	잔존가치	총사업비	축 제 공	호 안 공	구조물공	용 지 보상비	기 타
전천지구	0.48	1.42	25.40	0.90	7.00	5.50	-	12.00
응평지구	1.66	19.94	102.80	4.80	51.00	-	11.00	36.00
읍내지구	1.51	111.84	187.30	1.30	48.00	-	106.00	32.00
휴암1지구	1.15	53.02	110.40	1.40	19.00	16.00	50.00	24.00
휴암2지구	9.08	33.70	487.50	0.50	23.00	321.00	31.00	112.00
소 계	13.88	219.92	913.40	8.90	148.00	342.50	198.00	216.00

국토해양부

3) 연평균 비용의 현재가치

종래 방식과는 달리 공사기간에 따라 사업비를 적정 배분한 후 현재가치를 산정하였다.

- 연평균 비용의 현재가치 = ∑[(연평균 공사비 + 연평균유지관리비) × 현가계수]

  여기서, 현가계수 = $\frac{1}{(1+r)^k}$

  ┌ r : 할인율

  └ k : 해당년

라. 경제성 분석 및 투자우선순위

1) 경제성 분석

- B/C = 연평균 편익의 현재가치 / 연평균 비용의 현재가치
- NPV = 연평균 편익의 현재가치 - 연평균 비용의 현재가치

- IRR = 연평균 편익의 현재가치와 연평균 비용의 현재가치가 같아지는 할인율

<표 2.7-50> 경제성 분석결과

하천명	지구명	(B) 연평균 편익의 현재가치(백만원)	(C) 연평균 비용의 현재가치(백만원)	지 표			비 고
				B/C	NPV (백만원)	IRR (%)	
해미천	전천지구	31.08	27.53	1.129	3.54	6.960	
	응평지구	361.03	109.66	3.291	251.34	17.862	
	읍내지구	1077.18	188.44	5.716	888.74	23.300	
	휴암1지구	92.31	112.71	0.819	-20.40	4.716	
	휴암2지구	319.77	524.47	0.610	-204.70	2.468	

2) 투자우선순위 결정

위 절에서 실시한 경제성 분석을 검토한 결과 주요 경제성 지표인 B/C가 1이상의 값을 나타내므로, 개수사업의 경제적 타당성은 입증되었다.

금회 과업지구의 경제성 분석을 통하여 사업전체에 대한 경제적 타당성이 있는 것으로 입증되었으므로 각 개별지구에 대한 투자우선순위는 B/C외에 지역적 특성과 여러 가지 여건들을 종합적으로 고려하여 다음과 같은 기준으로 결정하였다.

목포해양부

가) 사업의 효율성

공공사업의 투자우선순위를 선정할 때 가장 중요한 요소는 사업의 효율성이라 할 수 있을 것이다. 비용편익비는 바로 이러한 효율성에 기초하여 사업으로부터 제기되는 각종 직·간접 편익과 비용을 현재의 화폐가치로 환산하여 어느 사업이 더 효율성이 있는지를 판단하기 위한 것이다.

나) 사업의 형평성

하천개수 사업의 경우 특정한 지역의 하천개수율이 지나치게 낮거나 지나치게 높을 경우 이러한 형평성의 원칙에 위배된다고 할 수 있다. 또한, 특정한 지역에서 자주 홍수가 발생하거나 다른 지역에 비해 큰 홍수가 발생한다면 형평성 차원에서 우선 개수하는 것이 타당할 것이다.

다) 사업의 일관성

현재 하천개수 사업이 각 구간별로 추진되고 있기 때문에 특정한 구간의 사업이 완료되었다고 하더라도 인접한 부분의 사업이 완료되지 못할 경우 인접지역에서 홍수피해가 발생할 수도 있다. 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 하천별 또는 수계별로 하천개수 사업이 추진되어야 한다. 사업의 시너지(Synergy) 효과를 극대화하고, 사업의 외부효과를 없애기 위해서 반드시 사업간 일관성을 고려해야 한다.

라) 적용기준

상기한 기준을 정리하면 다음과 같다.

<표 2.7-51> 투자우선순위 설정을 위한 적용기준

원 칙	세 부 기 준
효 율 성	· B/C
형 평 성	· 수계별 하천개수율 · 시도별 하천개수율 · 홍수피해 빈도 · 최대 홍수피해액
일 관 성	· 수계 본류에 직접 유입되는 제1지류 · 기개수 구간의 인접구간

국토해양부

이러한 기준들을 이용하여 투자우선순위를 설정하기 위해서는 각각의 기준을 적절한 방법으로 상대가치화하여 하나의 지표로 만들어야 한다.

따라서, 지구별 기준 값들을 각 기준들의 전국평균값으로 나누어 모든 기준이 전국평균을 1로 하는 분포를 갖도록 하였으며, 일관성 지표는 전국평균값이 없기 때문에 각각의 기준에 해당하는 지구는 1, 해당하지 않는 지구는 0으로 하는 더미변수로 활용하였다. 세부기준들을 상대가치화 하는 방법은 다음 <표 2.7-52>에 정리하였다. 참고로 2004년말 현재 전국 평균 하천개수율은 78.0%이고, 최근 10년간의 통계로부터 전국평균 홍수발생빈도는 4.5회/년, 1회당 홍수피해액은 40억원/회, 평균 B/C는 1.3이다.

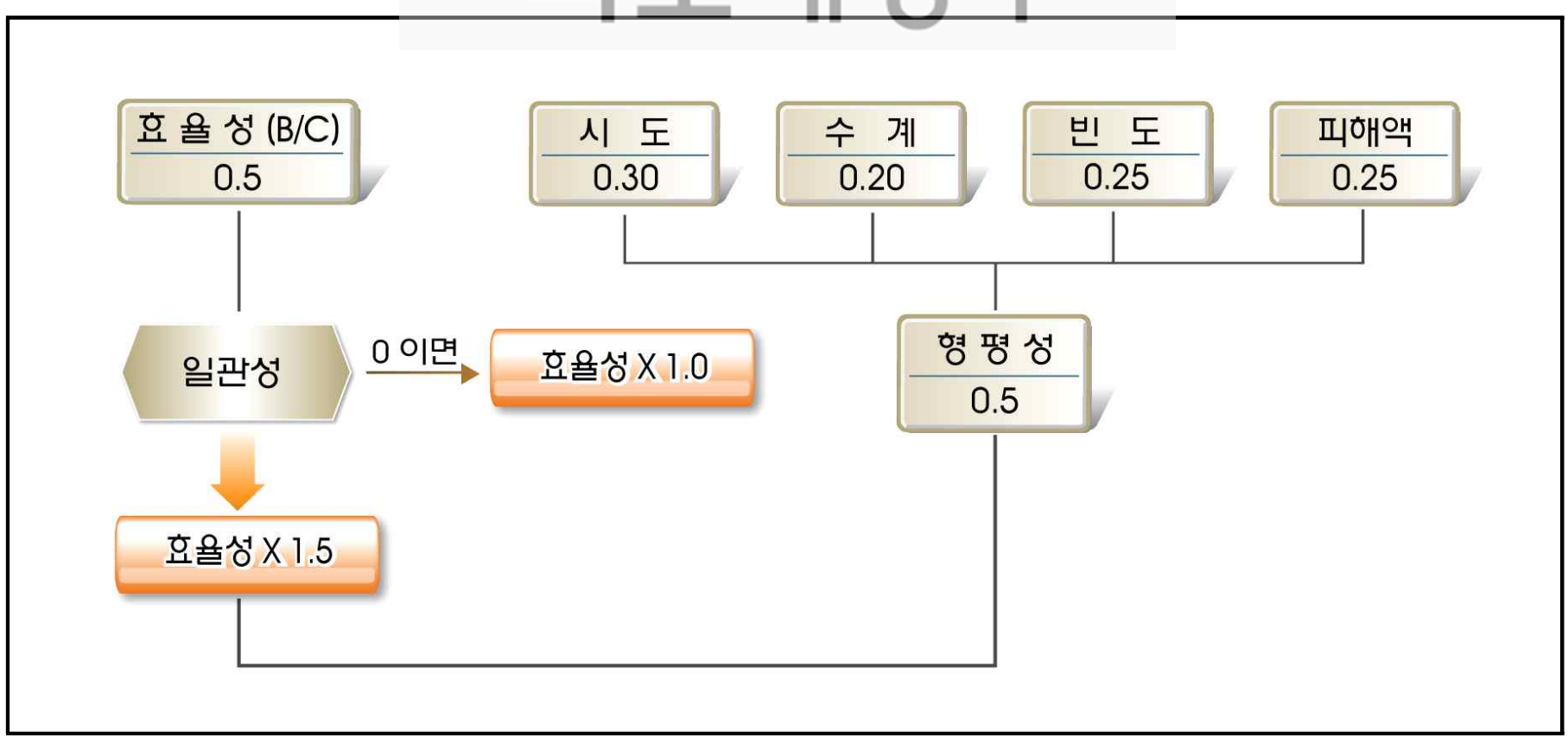
<표 2.7-52> 세부기준의 상대가치화 방법

구 분		방 법
효 율 성	비용편익비(B/C)	- 해당 지구의 B/C를 전국 평균으로 나눈 값
형 평 성	하천개수율(수계)	- 해당지구가 속해 있는 수계의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	하천개수율(시도)	- 해당지구가 속해 있는 시도의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	홍수발생빈도	- 해당 지구의 최근 10년간의 홍수발생 빈도를 전국 평균으로 나눈 값
	최대 홍수피해액	- 해당 지구의 최근 10년간의 최대홍수 피해액을 전국 평균으로 나눈 값
일 관 성	제1지류 여부, 인접구간 여부	- 두 개의 기준 중 하나에 해당되면 1, 해당되지 않으면 0

마) 투자우선순위 결정

이러한 기준과 방법에 따라 상대가치화 된 각 기준들을 실제로 적용하여 투자우선순위를 결정하려면 이들을 통합하여 하나의 지표로 만들어야 한다. 따라서, 본 과업에서는 「치수사업 경제성 분석 방법 연구 (2004, 건설교통부)」에서 제시한 가중치를 적용, 통합지표를 도출한 후 <표 2.7-53>과 같이 투자우선순위를 결정하였다.

국토해양부



【그림 2.7-16】 통합지표 도출 절차

<표 2.7-53> 투자우선순위 결정 결과

하천명	지 구 명	개 수 율		피해빈도 (회/년)	피해규모 (억원/회)	효율성 (B/C)	일 관 성		통합지표	우선순위
		수 계	시 도				제1지류	인접여부		
해	전천지구	0.86	1.31	0.33	0.48	1.129	0	0	0.98	3
	응평지구	0.86	1.31	0.33	0.48	3.291	0	0	2.23	2
미	읍내지구	0.86	1.31	0.33	0.48	5.716	0	0	3.63	1
	휴암1지구	0.86	1.31	0.33	0.48	0.819	0	0	0.80	4
천	휴암2지구	0.86	1.31	0.33	0.48	0.610	0	0	0.68	5

국토해양부

8. 하천의 환경에 관한 사항

8.1 수환경 보전계획

가. 기본방향

하천은 홍수소통과 단지 물의 이용이라는 측면 외에도 인간의 정서를 순화시킴은 물론 경관미를 개선할 수 있는 주요한 자연공간이나 최근까지 인구의 도시집중과 특히, 60년대 이후의 공업화 정책에 의한 고도개발에 따라 하천으로부터의 용수확보 및 자갈채취 등 자원취득의 차원에서 하천이 황폐화되어 온 것이 사실이다.

그러나, 80년대 이후부터는 수질악화, 토양침식, 그리고 병원균의 증가와 같은 환경문제들이 사회경제와 국민 건강에도 심각한 영향을 미친다는 인식하에 환경문제에 대한 경각심을 갖게 되었다. 버려진 하천을 정비, 개발하여 하천 본래의 기능을 되살리고 고수부지를 조성하여 시민들에게 휴식과 위락의 장소를 제공함을 목적으로 하는 “한강종합개발사업”에 의해 국내 하천환경정비 사업이 시작되었다.

하천은 크게 치수, 이수 및 환경기능을 가지고 있다. 환경기능으로서의 하천환경은 광의적으로 하천에 있어서의 물과 공간으로 구성된 하천의 존재 그 자체의 모습이라 정의되며, 협의적으로 하천에 있어 자연보전, 친수 및 공간 활용 등에 관한 정비 및 관리적 측면을 지적하여 일컫는 말이다. 하천환경은 이수 및 치수와 더불어 지역사회의 생활양식, 문화, 예술, 풍속, 신앙 등 인간생활사와 깊은 관계를 맺어 왔던 요소이다.

하천환경은 일반적으로 관리적인 측면에서 크게 하천공간환경, 수환경으로 나눌 수 있다. 하천공간환경은 유역의 도시화가 진전되는 가운데 귀중한 오픈스페이스로서 주민에게 평온한 휴식의 공간을 제공하고, 쾌적한 지역 환경 형성에 중요한 역할을 하고 있다. 뿐만 아니라, 도시하천에서는 재해 차단, 대피 공간, 긴급수송로 등의 방재기능을 가지며, 하천과 그 주변에 귀중한 자연환경을 가진다. 따라서, 하천공간은 경관, 활동, 방재, 자연환경 및 역사 환경의 중요한 장이 되고 있다.

한편, 수환경은 수량 요소와 수질 요소로 구성된다. 경제성장과 생활수준의 향상에 따른 수자원의 고도이용, 지구온난화에 따른 이상갈수, 하천의 수질악화 및 돌발 수질사

국토해양부

고 등에 대비한 안정적인 환경 용수의 확보와 수질의 개선을 필요로 한다. 수환경의 개선은 양호한 수변경관 및 친수공간의 보전과 창출에 기여할 뿐 아니라 생태계의 보호 및 보존에 중요하다.

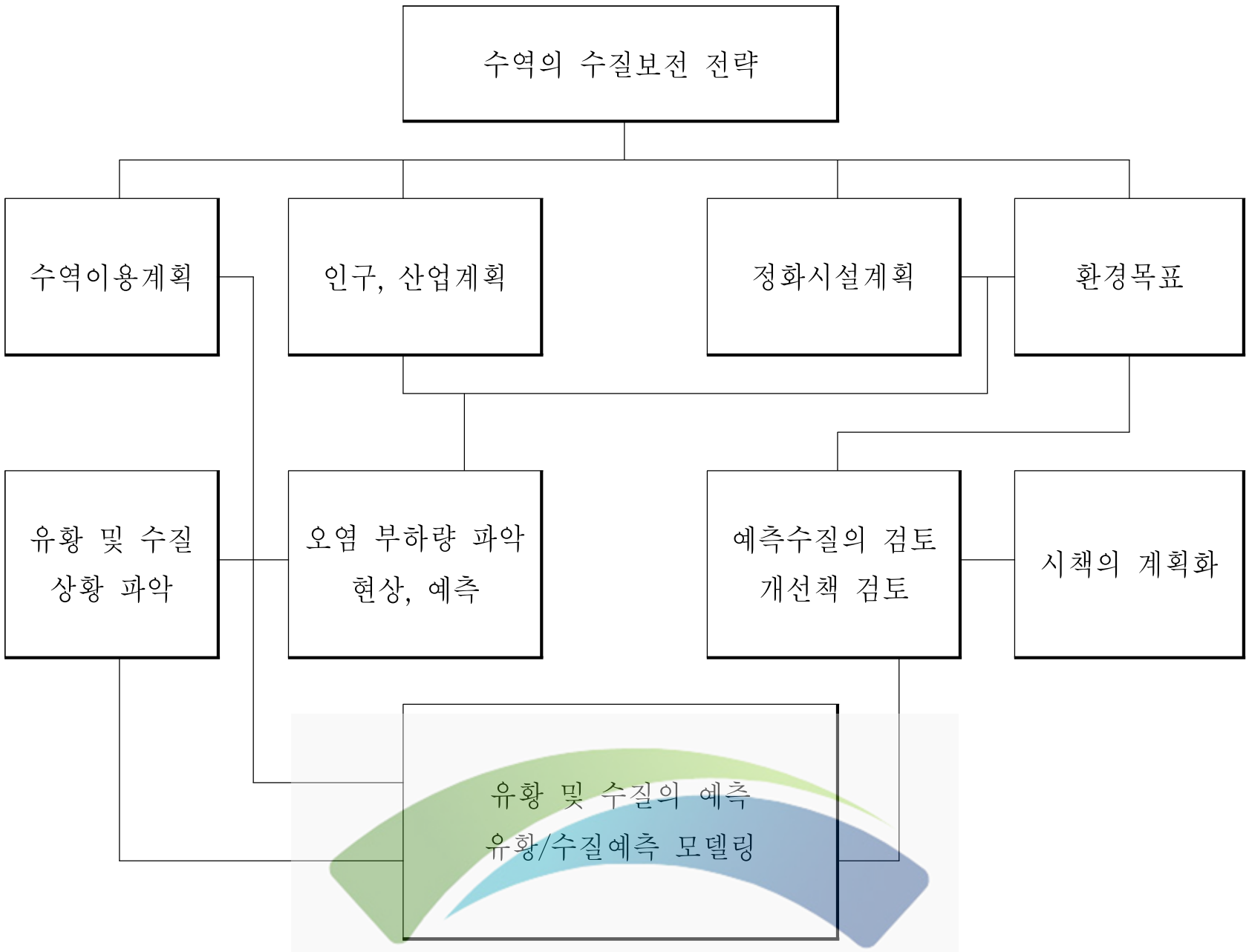
하천환경관리는 이러한 하천환경의 제반기능을 극대화시키고 그 역기능을 극소화하기 위해 하천 및 하천구역에 실시되는 조직적인 제반활동으로서 하천관리를 수행하는 요소 중에서 이수 및 치수관리와 더불어 필수 불가결한 일부분을 구성한다.

하천환경관리의 기본적인 수행방침으로는 하천의 3가지 기능인 이수, 치수, 하천환경 기능이 조화를 이룰 수 있도록 하고, 하천을 이루는 수량, 수질 등 수환경과 하천공간에 대한 상호 동등하고 유기적인 정비 관리가 필요하며, 장기적, 광역적인 시야와 지역 여건을 고려한 하천공간의 적절한 보전 및 활용이 있어야 할 뿐 아니라, 자연생태계의 보존, 어류 등의 보호에 중점을 두어 수행하되, 본류와 지천, 하천 상·하류간의 연속성을 확보하여 하천 생태계의 단절을 방지하도록 하여야 한다.

맑고 풍부한 물이 쉽게 소통할 수 있는 옛 모습의 하천을 복원하여 시민의 휴식공간과 정서 함양의 장소로 이용할 수 있게 하는 것이 당면 과제이며, 풍부한 수량의 확보와 깨끗한 수질을 유지하는 것이 선행되어야 한다.

유역 내에 유입되는 오·폐수에 대한 배출기준의 강화, 환경기초시설의 신·증설, 토양 오염방지와 하수도 정비 등의 개선을 통한 하천 유입 전 대책과 하천의 수리적 특성과 물리적 특성을 이용한 정화, 화학적 물질을 투입한 정화, 그리고 생물특성을 이용한 생물학적 정화법인 하천 내 대책으로 수질보전 방안을 구분할 수 있다. 하천의 효과적인 수환경 관리를 위해서는 하천유량과 수질의 관리목표를 설정하여 수체에 영향을 주는 제반요소를 파악하고 현재의 수질로부터 장래수질을 예측하여 목표로 하는 수질에 접근시킬 시책의 계획화가 요구되며 또한, 지속적이고 항구적인 수환경 개선방안을 수립하여야 하며, 이들의 상호관계는 다음 【그림 2.8-1】과 같다.

국토해양부



【그림 2.8-1】 수질보전 전략의 형성체계

국토해양부

위와 같은 체계 하에 수역별로 환경목표를 달성시키기 위한 수질보전은 다음과 같은 과정을 거쳐 생성되고 구체화되어야 할 것이다.

1) 수역의 이용목적의 정립

이는 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

나. 수질관리 목표설정

1) 수질개선 목표수질

수역의 수질기준은 이용목적에 따라 설정되는 것으로 상수원으로 이용될 물은 사람의 건강보호에 부합되는 엄격한 기준을 정하여야 될 것이며, 관개용은 이보다 훨씬 완화된 기준을 설정하여야 할 것이다.

이들 기준은 물리·화학적, 생물학적, 세균학적, 동물학적 지식을 바탕으로 하여 설정되어야 할 것이며 어느 한 가지도 만족되지 않으면 안 될 것이다. 그러므로 하천의 목표수질기준을 설정하여 수질기준에 부합되도록 하천정비 및 기타 오염물질 유입 방지대책을 수립해야 한다.

금회 하천의 수 이용현황은 대부분 농업용수로 이용되고 있으며, 장래 별도의 개발계획은 없는 것으로 조사되었다. 따라서, 본 과업 내 하천의 목표연도별 목표수질기준을 다음 <표 2.8-1>과 같이 설정하였다. 표에서 보는 바와 같이 해미천의 대부분의 구간에서 Ⅱ~Ⅲ등급의 수질을 유지하고 있으며, 향후 목표수질을 Ib등급으로 유지하여 깨끗한 수질을 유지하도록 하였다.

국토해양부

<표 2.8-1> 목표수질 등급 설정(BOD기준)

하천명	행정구역		과업구간		목표수질기준		
	시·군	읍·면·동	종점	시점	2010년	2015년	2020년
해미천	서산시	해미면	해미면 응평리 도당천 합류부	산수저수지 직하류	Ⅱ등급 ~ Ⅲ등급	Ib등급	Ib등급

가) 생태계측면 목표수질

하천생태계에서 수질 및 유량의 변화는 어류뿐만 아니라 하천의 모든 생물에 큰 영향을 미친다. 특히 어류의 서식처, 산란장, 산란한 알 등에는 유량의 변화가 치명적인 영향을 미친다. 따라서 하천유지유량 및 목표수질을 결정할 때 어류생태를 고려해야 한다. 그러나 하천내 모든 종의 어류를 고려한다는 것은 불가능하고 따라서 우리가 흔히 접할 수 있고 이해할 수 있는 대표어종(대리어종) 등을 선정하여 관리함으로서 어류는 물론 생태계가 보존될 수 있도록 배려하여야 한다.

<표 2.8-2> 우리나라 대표어종과 대리어종 일람표

구분 / 구역	대표어종	대 리 어 종	하천유형 (생태적분포)	비 고
버들치	버들치(4)	금강모치(36), 종개(37), 버들개(39)	산지계류형	
갈겨니	갈겨니(3)	참마자(20), 쉬리(21), 꺽지(28), 퉁가사리(13), 은어(42), 배가사리(44), 자가사리(45)	중간계류형	
피라미	피라미(1)	돌마자(5), 긴몰개(10), 돌고기(11), 모래무지(13), 동사리(16), 누치(22), 끄리(31)	중류형	

주】 1. ( )안의 숫자는 우리나라에서 출현빈도에 따른 민물고기 서열임
2. 자료 : 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용(1995, 한국수자원공사)

국토해양부

<표 2.8-3> 주요 어종의 생태적 요구조건

대표어종 대리어종	수질 (등급)	DO (ppm)	BOD (ppm)	pH	산란처	치어기 (월)	성장기 (월)	동면기 (월)	월동장소
버들치	Ⅰ	9+	0~2.5	7.0	민여울	5~10	4~10	11~3	돌, 소, 바위밑
갈겨니	Ⅱ	5+	2.5~5	6.5~7.5	민여울	7~10	4~10	11~3	돌, 소, 바위밑
피라미	Ⅱ	3+	2.5~5	7.0	민여울	7~10	4~10	11~3	돌, 소, 바위밑
돌마자	Ⅱ	3+	2.5~5	7.0	민여울	7~10	4~10	11~3	돌, 소, 바위밑
돌고기	Ⅱ	3+	2.5~5	7.0	돌	7~10	4~10	11~3	돌, 소, 바위밑
붕 어	Ⅲ	2+	5~10	7.0	여울,수초	6~10	4~10	11~3	돌, 뻘

주】 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용(1995, 한국수자원공사)

<표 2.8-4> 주요 어종의 서식처 수리조건

항목 / 어종	수심(cm)			유속(cm/s)		
	산란	치어	성어	산란	치어	성어
버들치	4~5월 (10~20)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~50)	10~30	20~40	30~120
갈겨니	5~7월 (5~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	20~30	30~80
피라미	4~5월 (10~20)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	10~20	10~20	30~60
돌마자	6~8월 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~20	30~60
돌고기	5~6월 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50
붕 어	5~6월 (20~50)	여름~가을 (10~40)	봄~가을 (30~200)	5~10	10~20	20~30

국토해양부

<표 2.8-5> 유기물질에 따른 수생 동·식물과 수질오염의 정도

구 분	부패수성	β중 폐수성	α중 폐수성	강 폐수성
DO	10ppm	5ppm	2ppm	2ppm
BOD	3ppm	5ppm	8ppm	10ppm
황화수소	없 다	없 다	냄새가 나지 않음	강렬한 냄새
박테리아	100/cc	10만 이하/cc	10만 이상/cc	100만 이상/cc
식 물	· 수초 빈약 · 부착미생물다양	· 수초, 부착조류 등 다양	· 수초, 부착조류 대량발생	· 수초는 없고 부착조류 출현
동 물	· 어류, 곤충 등 다양	· 어류, 곤충, 갑각류, 폐류 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 Ⅲ 등급 정도의 수질확보가 필요하다.

<표 2.8-6> 경관측면의 목표수질

구 분	SS	투시도	BOD	증발잔유물	색 도	탁 도
수 질	25㎎/L이하	20cm 이상	5㎎/L이하	200㎎/L		
물의색	20㎎/L이하	20cm 이상	5㎎/L이하		25°이하	10°이하
물냄새	25㎎/L이하		6㎎/L이하			20°이하

주】 자료출처 : 하천환경관리기법의 비교연구, 1991

다) 친수환경측면 목표수질

수환경 관점에서 본 도시하천의 이미지에 대한 수질을 보면 산책, 관찰, 물놀이 등을 고려한 하천환경정비 차원에서 요구되는 수질기준을 세부적으로 표현한 결과는 다음과 같다.

<표 2.8-7> 친수환경 측면 목표수질

기 능 내 용	기 본 조 건	이용형태별 수질 (BOD 기준)	비고
1. 물의 존재에 의한 안락감 (즐거움)	불쾌감을 주지 않는 것	• 물놀이, 산책 : 5mg/L 이하 • 곤충 감상 : 2mg/L 이하 • 강변놀이, 관찰 : 10mg/L	
2. 물과 접촉하여 즐긴다. (물놀이, 강놀이)	비불쾌감, 생물학적 안정성		
3. 물에 들어가 즐긴다. (수영, 수중 Recreation)	(2)의 높은 수준의 상태		
4. 수생생물을 즐긴다 (낚시, 채취)	(3)의 조건과 친수성 생태계		

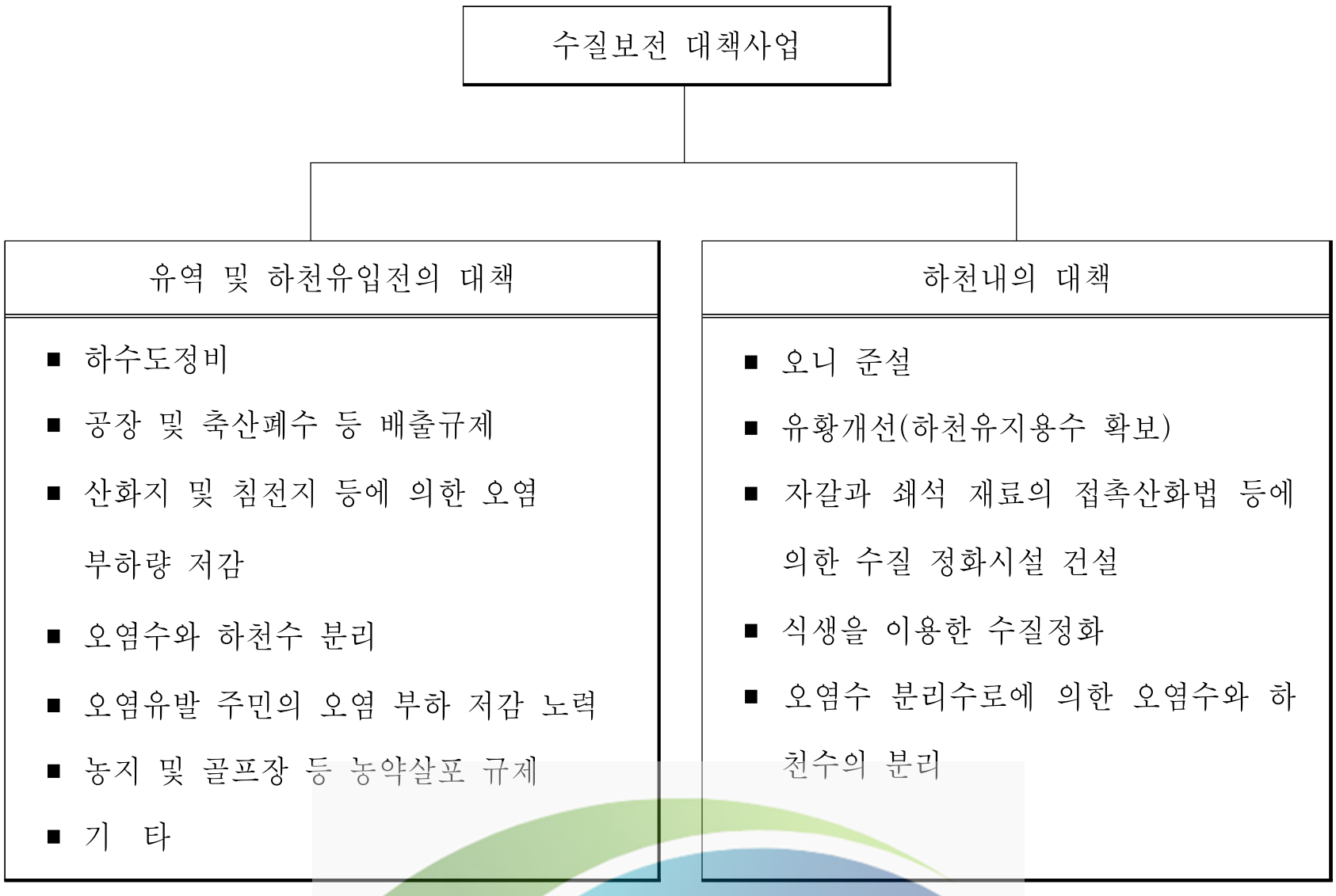
국토해양부

주】 국제 수환경기술개발 심포지움(1992, 한국수도연구소)

다. 수환경 개선을 위한 방안

수질을 보전하기 위해서는 첫째 하천으로 유입되는 오염원을 최소화하는 것이 무엇보다 중요하며, 차후 이미 하천으로 유입된 오염물질은 하천의 자정능력을 최대화함으로서 수질을 개선보전 하여야 한다.

즉 하천수질 보전 및 개선을 위해서는 크게 유역 및 하천유입전의 대책과 하천내의 대책으로 구분되며, 각 대책의 내용을 도식화하면 다음과 같다.



1) 유역 및 하천유입 전의 대책

본 대책은 유역 내에서의 오염부하량의 배출억제 및 발생된 하수의 하천 직접유입을 차단함으로서 하천수질을 보전하고자 하는 대책으로 일반적으로 하수도정비 및 하수처리장의 계획이 주를 이룬다.

오염원은 크게 점오염원과 비점오염원으로 구분할 수 있는데 하천의 경우 도심지나 취락지를 관류하는 경우에는 각종 생활하수에 의한 직접방류로 인한 하천의 하수도화를 방지하기 위해 하수분류관거의 설치와 차집처리시설의 운영을 실시하여야 하며 농경지를 관류하거나 유역 내 축사가 있는 경우 비점오염원(토사, 비료, 농약, 가축분뇨, 병원균 등)이 유출시 함께 섞여 하천으로 흘러드는 것을 방지하기 위해 가축분뇨를 함부로 버리거나 야적하지 않도록 지도하며 소단위 가축폐수 공동처리시설의 설치, 이용을 유도한다든지 비료와 농약 사용량의 감소방안을 유도한다. 또한 하천내 쓰레기, 폐전자제품, 폐타이어, 폐기농산물 등의 불법투기를 단속, 규제하고 행정 지도하여야 한다.

국토해양부

가) 점오염원 유입방지책

(1) 생활하수

오염물질이 하천으로의 직접적인 유입을 방지하기 위한 방법으로 하수종말처리시설과 축산폐수시설을 설치하여 오염물을 처리 후 방류하는 것이 있다. 그러나, 하수종말처리시설, 축산폐수처리시설 등은 일정규모 이상의 취락지나 축산농가 밀집지역에 적합한 방법으로 본 하천 유역의 경우 대부분 취락지가 하천을 중심으로 상류부에 소규모로 이루어져 있어 주거지에서 배출되는 하수 및 오수의 시급한 처리가 요구되고 있는 실정이다. 일반적으로 하수도 보급지역 중 마을하수도와 하수도 미보급 지역의 개별하수처리시설을 소규모 하수도라 하며 소규모 하수도의 설치규모는 <표 2.8-8>에서 보는 바와 같다. 농어촌 1호 당 평균 1일 하수발생량을 1톤으로 볼 때 20톤 이상을 마을하수도로 분류하기 때문에 각종 마을하수도 대상규모 즉 공동처리 시설대상은 20호 이상을 기준으로 하며, 20호 이상 중에서도 여건이 적합한 지역만 마을하수 공동처리장을 설치하고 20호 미만인 경우에는 개별처리공법으로서 정화조나 토양트렌치법 등을 채택하는 것이 바람직하다.

목포해양부

<표 2.8-8> 소규모 하수도 설치규모

구 분	개 별 시 설	공 동 시 설		비 고
		공 동 처 리	개 별 처 리	
규 모	20호 미만	20호 이상		
주요시설	- 정화조 - 토양트렌치법	각종마을하수도 시설	각종 개별처리시설	

주】 농어촌 하수의 최적처리방안(한국환경정책·평가연구원, 최지용)

마을하수도에서의 하수처리 방식은 집중처리 방식과 현장처리 방식으로 크게 분류하며, 집중처리 방식은 일정규모 이상에서 유지관리가 용이하고 또한 경제적인 하수처리 프로세스를 적용하고, 대상가구가 20호 이상이라도 관거 비용이 많이 소용되거나 자연여건상 적절한 경우에는 합병정화조, 토양트렌치법 등 현장처리 방식을 적용함이 바람직하다. 마을은 밀집정도와 하수관거의 형식을 좌우하는 평탄, 구릉 및 경사 등의 지형특성을 고려하여 <표 2.8-9>와 같이 12개로 분류가 가능하며, 지역특성별로 마을하수

도와 개별시설로 나뉘며, 가구 수에 따라 <표 2.8-10>에서 보는 바와 같은 처리법을 적용할 수 있다.

<표 2.8-9> 지역특성별 마을하수도 구분

마을분류	밀 집 도	지 형	분 류	비 고
농 촌 (A)	밀 집 (D)	구 릉 (H)	ADH : 구릉지에 밀집한 농촌마을	
		평 지 (P)	ADP : 평탄한 지형에 밀집한 농촌마을	
	산 재 (S)	구 릉 (H)	ASH : 구릉지에 산재한 농촌마을	
		평 지 (P)	ASP : 평탄한 지형에 산재한 농촌마을	
어 촌 (F)	밀 집 (D)	구 릉 (H)	FDH : 구릉지에 밀집한 어촌마을	
		평 지 (P)	FDP : 평탄한 지형에 밀집한 어촌마을	
	산 재 (S)	구 릉 (H)	FSH : 구릉지에 산재한 어촌마을	
		평 지 (P)	FSP : 평탄한 지형에 산재한 어촌마을	
산 촌 (M)	밀 집 (D)	구 릉 (H)	MDH : 구릉지에 밀집한 산촌마을	
		평 지 (P)	MDP : 평탄한 지형에 밀집한 산촌마을	
	산 재 (S)	구 릉 (H)	MSH : 구릉지에 산재한 산촌마을	
		평 지 (P)	MSP : 평탄한 지형에 산재한 산촌마을	

주】 농어촌 하수의 최적처리방안(한국환경정책·평가연구원, 최지용)

국토해양부

<표 2.8-10> 지역특성별 하수처리 공법

마 을 분 류		호 수	하 수 처 리 공 법
마 을 하 수 도	AD 지역	20호 이상	장기폭기법, 접촉폭기법, 회전원판법, 산화구법
	FD 지역	20호 이상	장기폭기법, 접촉폭기법, 회전원판법, 산화구법
	AS 지역 FS 지역 MS 지역	20호 이상	관거경제성에 따라 결정하며, 처리법은 상동
	MD 지역	20호 이상	부패조+(호기성처리)+토양트렌치법
개별시설	AS 지역	10호 이하	합병정화조 또는 부패조+(호기성처리)+토양트렌치법
	FS 지역	10호 이하	합병정화조 또는 부패조+(호기성처리)+토양트렌치법
	MS 지역	10호 이하	합병정화조 또는 부패조+(호기성처리)+토양트렌치법+살수여상법

주】 자료출처 : 『농어촌 하수의 최적처리방안(한국환경정책·평가연구원, 최지용) 』

(2) 축산폐수

규제미만 축산사육농가에서 배출되는 축산폐수의 하천 유입시 생활하수 및 공장폐수보다 발생량에 비해 오염부하량을 많이 발생시키는 특성을 지니고 있으므로, 하천오염에 대한 인식부족으로 인하여 축산분뇨의 무단투기 및 방류가 발생될 수 있으므로 대민 홍보를 통한 하천오염 유발 행위를 억제하도록 토지환원 등 토질 개량제로 이용되도록 유도하여야 한다.

나) 비점오염원 유입방지책

하천유역에 위치한 농경지 등에 살포된 비료, 농약, 퇴비 등은 강우로 인해 직·간접적으로 하천 내로 유입되어 오염을 발생시키는 것으로, 비점오염물질의 하천 유입으로 인한 수질오염을 최소화하기 위하여 「농업지역비점오염원관리방안연구(1997. 12, 한국환경정책·평가연구원)」 및 「비점오염원 관리요령(2000.12, 환경부)」, 「물관리 종합대책의 추진강화를 위한 4대강 비점오염원 관리 종합대책(2004.3, 관계합동부처)」를 참조하여 다음과 같이 비점오염물질 저감방안을 수립하였다.

(1) 농업지역

○ 무농약 농산물·저농약 농산물의 재배 권장 및 비료와 농약의 안전사용 기준 준수

○ 하천둔치지구 및 하천부지에서의 경작을 최대한 억제하고, 이를 위한 주민홍보 강화

○ 토양에 포함된 영양염류를 최대한 이용하고 비료·농약의 사용을 최소화하기 위한 윤작, 순환경작 등의 영농방식을 적극 도입

○ 비경작기에 식물 잔재물 등으로 경작지 표면을 덮어줌으로써 토양의 침식 방지

○ 농업용수 공급은 적절히 하여 농약·비료가 많이 포함된 농경배수의 하천방류를 줄임

(2) 축산지역

○ 강우유출수가 축사내로 유입되지 않고 우회되도록 방지턱, 도랑 등을 조성

○ 축분이나 퇴비는 외부유출이 안되는 구조물에 저장하고, 구조물이 없는 경우에는 외부유출이 방지되는 평평한 불투수성 토양지역에 저장

국토해양부

○ 축산분뇨를 초지나 경작지에 살포하는 경우에는 작물의 흡수가 최대가 되는 시기에 우기를 피하여 적정량 살포

(3) 도로지역

○ 강우 시 도로에서 발생하는 오염물질의 하천유입으로 인한 영향을 최소화하기 위하여 담배꽁초, 휴지 등의 쓰레기를 도로에 버리지 않도록 하고, 우수관거에 쓰레기가 유입되지 않도록 하고, 주기적으로 도로청소를 실시하며, 하수관거, 우수관거, 하천변, 하상 등에 축적된 오염물질을 주기적으로 제거

○ 도로 공사 시 강우에 의해 절·성토사면 등으로부터 침식물 발생을 억제하기 위하여 비닐 및 부직포 등을 덮고, 조기에 사면녹화를 실시하도록 하며, 유출수를 안전하게 이용 또는 처리될 수 있는 지역으로 물을 우회

(4) 비점오염원 관리방법

비점오염원의 정확한 산정이 어렵고 기타 불특정오염원인 비점오염원의 유입으로 인한 수질악화 등을 감안할 때 장기적인 비점오염을 관리하기 위한 계획을 수립, 시행하여야 할 것임

비점오염원을 관리하기 위한 유형은 저류형, 침투형, 식생형, 장치형, 하수처리형 등이 있으며 설치를 위해서는 처리효율 및 지역, 토질 여건 등을 고려하고 특히 본 과업 대상유역이 농촌인 점을 감안하여 비도시적 토지이용에서의 비점오염원 최적관리기술 등을 적용하여야 할 것임

국토해양부

<표 2.8-11> 비점오염원 관리시설의 종류

오염발생원관리	수집시스템관리	토지이용규제
1) 침식억제시스템 도입 • 식물심기, 나지의 식생, 표면덮개, 우회수로, 울타리치기, 방풍림 조성, 식생여과대 조성 2) 경작시스템의 개선 • Rige plant, Strip Tillage, Sweep-Tillage • 계단식 토지조성 3) 가축폐기물의 적정관리 • 계획방목시스템 도입, 가축폐기물의 적정 살포 및 시기조절, 폐기물 저장연못 및 저장시설 설치 4) 영농방법의 개선 • 일부경작법 및 윤작, 토양의 비옥도 증가, 파종시기 조절, 비료 및 농약사용방법 개선	1) 저류지 설치 • 보형저류지, 연못형 저류지, 복합형 저류지 2) 인공습지 조성 • 식생수로형 인공습지 • 식생대형 인공습지 • 자연습지형 인공습지 3) 복합접촉산화시설 설치 • 역간접촉산화 시설 • 복합접촉산화수로 • 끈상 미생물접촉산화 시설	• 습지보전 • 개발억제

① 저류지 설치

저류지는 수중에 포함되어 있는 오염물질이 부유입자상으로 많이 존재하는 배수로나 하천변에 설치할 수 있는 시설이며 산화지 복합형인 경우 침전과 식생에 의한 유기물 및 무기물 제거(유기물, 인의 제거율 : 40~60%)가 가능한 것으로 알려져 있다.

② 저류지 구조

저류지의 입지 여건이 자연적인 지형여건을 고려해야 되는 바 인위적인 콘크리트 구조물보다는 토사제방 구조로 설치하는 것이 바람직하며 유출수의 오염도가 심각하고 유출량이 소량일 경우에는 콘크리트 구조물의 설치도 고려할 수도 있다. 한편 저류지에 식생을 조합하여 처리효율을 상승시키는 예가 일반적이다.

2) 하천 내의 대책

하천 내의 대책은 하저 퇴적오니의 준설 등 오염물질의 직접적인 제거방법과 하천의 자정능력을 증대시키는 대책 등이 있다.

하천자정작용의 개념은 자정작용에 관여하는 반응은 물리적, 화학적, 그리고 생물학적

반응 등 여러 가지가 있으며, 오염물이 명확히 변질되는 것은 미생물이 관여하는 과정과 화학흡착에 의한 과정으로, 이 또한 자정작용에 관여한다.

기타 과정으로 오염물이 일시적으로 하천 내에서 억류·농축되거나 묽게 되어 물이 정화되는 것이고 가끔 생기는 홍수유출로 바다로 이송되는 것도 있다. 하천에서 하천자정능력을 증대시키는 대책은 일반적으로 아래와 같다.

<표 2.8-12> 하천정화방법의 내용과 원리

정화방법	내 용	원 리
접촉산화법	• 접촉재를 이용하여 하천수를 현장에서 직접 정화한다(하상재료의 변경도 포함).	생물(분해) 물리(여과, 침전)
박층류법	• 하천폭을 확장하여 수심을 얕게함으로써 물과 접촉하는 하상면적을 크게 하여 정화능력을 증대시킨다.	생물(분해)
토양정화법	• 토양이 갖는 분해 흡착능력을 이용하는 방법으로서 트렌치 등을 이용하여 원수를 토양에 주입함으로써 하천수를 정화한다.	생물(분해) 물리(여과) 물리화학(흡착)
하상형태 변경에 의한 방법	• 여울을 발생시킴으로써 생물의 서식환경을 복잡하게 하여 하천의 정화능력을 증대시킨다.	생물(분해) 물리(침전)
Living-filter법	• 수생식물(갈대 등)이 번성하는 수로 원수를 토양에 주입함으로써 하천수를 정화한다.	생물(분해,흡착) 물리(침전)
복류정화법	• 복류수를 펌프로 공급하여 하천수를 희석시키고, 하천수를 복류시켜 여과, 흡착 등의 효과를 기대한다.	물리(희석, 침전) 물리화학(흡착)
산화지· 침투지법	• 연못에 배수를 체류시켜 생물학적 분해나 침전 등을 도모한다.	생물(분해) 물리(여과, 침전)
언을 이용한 방법	• 하도에 있는 둑에서의 체류에 따른 침전효과를 이용한다.	물리(침전)
DCF법	• 하도에 투수성 작물을 설치하여 여과, 침전효과를 이용한다.	물리(여과, 침전)
도수법(조석이용 방법도 포함)	• 오염된 하천에 깨끗한 물을 끌어들여 희석, 소류 등의 효과를 도모한다.	물리(희석, 소류)
여과법	• 여과장치을 이용하여 하천수를 직접여과한다.	물리(여과)
포기법	• 포기장치를 이용하여 물리적으로 산소를 공급한다.	물리(포기)
접촉탈인법	• 인광석, 지오라이트 등의 인 흡착제를 이용하여 물리화학적으로 인을 제거한다.	물리화학(흡착)
유로전환법	• 하천에 유입하는 오염된 지천의 유로를 변경하여 유입하지 않도록 한다.	기타
생물체 치환법	• 수중의 오염물질을 식물에 흡착시켰다가 어류에 포식시켜 제거한다.	생물(분해, 흡착)

가) 준설

가장 일반적으로 이용되고 있는 준설은 자갈 등의 토사 채취, 주운을 통한 항로유지, 하구폐쇄 방지 등을 주목적으로 하는 토목공학적 측면과 수질오염의 원인이 되는 퇴적물 제거를 목적으로 하는 환경공학적 측면의 방법이 있으며, 부패된 오니의 특성은 흑색 또는 암갈색을 띠고 유기물 산화에 따른 용존산소 소비량 증가 및 수생 생태계의 변화를 초래한다.

또한 준설은 쉬운 방법이기는 하지만 수질 개선 측면에서는 그 효과가 명확하지 않다.

준설되는 저질과 준설공법의 부적합 혹은 준설 저니의 처리 측면에서 충분한 효과를 거두지 못한 사례가 있어 공법의 재검토가 필요하며 본 하천에는 적용이 타당하지 않다.

나) 접촉산화법

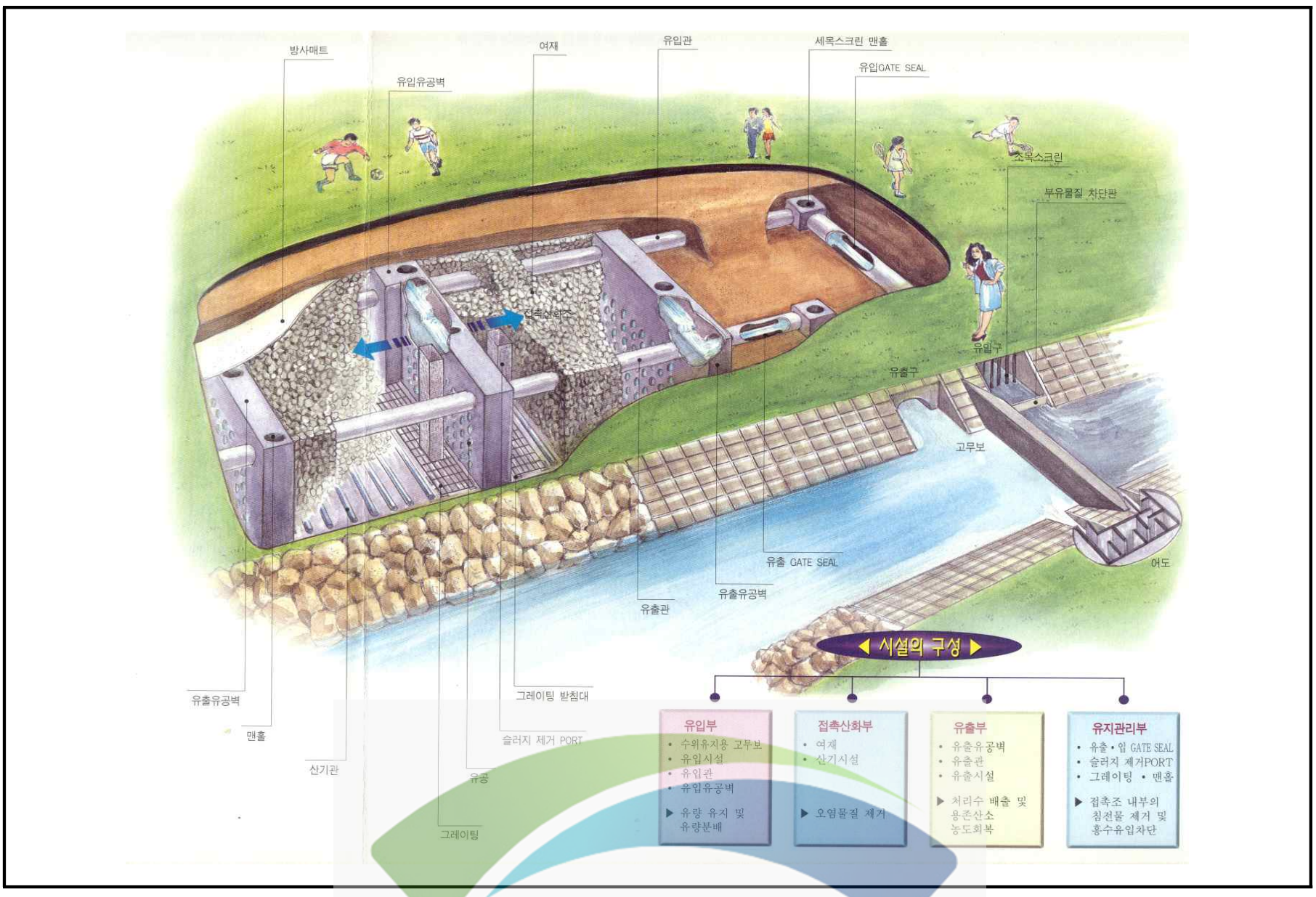
자갈접촉산화법은 이미 국내에서도 학의천, 양재천 등 여러 곳에서 실용화되고 있는 방법이다.

국토해양부

유기물(특히 BOD)농도가 높은 하천 및 충분한 면적이 사용될 수 있는 하천에 있어서도 적용하기 쉽다.

이후의 문제점으로서 생물막의 증가에 의한 공극의 폐쇄, 탈리된 생물막의 유출, 생물분해를 유지하기 위한 DO공급방식의 확립, 취기의 방지 등에 대해서도 개선할 필요도 있다.

특히 공극폐쇄를 방지하기 위한 구조의 개선에 대해서는 검토를 필요로 할 것이다. 또 이 방법에 있어서는 유기물(BOD)의 제거 또는 감소가 주목적이기 때문에 T-N, T-P등의 영양염류가 잔존하여 처리수를 방류한 하천에서 부영양화 현상이 조건 여하에 따라서 발생할 가능성도 있다.



【그림 2.8-2】 정화시설 설치 (예시)

국토해양부

다) 수생식물에 의한 수질정화

하천유역의 토지이용 증대에 따라 하천환경은 현저하게 변화되었고 홍수소통의 치수 목적으로 저수로, 하도의 선형정비, 하천제방의 축조 등은 자연하천 추이대의 변화를 초래하였고 추이대의 변화는 하천에 유입되는 오염원을 정화 또는 완화시킬 수 없으므로 호소 혹은 하안에서 서식하는 여러 가지 수생식물의 생리특성을 활용하여 수중의 영양염류의 제거, 고형물의 침전·포집을 이용하여 수질을 정화시키는 방법이다.

라) 생물학적 질소 제거 (BNR)

질소는 미생물 세포에게 근본적인 구성물질이므로 모든 순생산 과정에서 질소의 제거가 이루어진다. 이러한 동화작용을 이용한 방법과 질소의 산화작용을 이용한 질산화 방법이 대표적인 예이다.

마) 생물학적 인 제거 (BPR)

인 저장 박테리아에 의해 기질이 섭취되도록 혐기성 구역을 사용하는 방법으로 A/O

공정, Side stream에서 제거되는 Phostrip 및 PL, 연속회분식 반응조(SBR)등이 대표적인 방법이다.

바) 기타 정화방법

수심이 얕은 자갈이 깔려있는 하상에서 하천수가 하류로 유하하면서 수중의 오염물질이 자갈표면에 형성된 미생물막에 의해 흡착, 분해되거나 침전, 여과되는 원리를 이용한 Biomedia에 의한 접촉산화법 및 수심과 체류시간에 따라 정화효과가 크게 달라지며 침전시설이나 폭기시설 설치 등의 유무에 따라서도 정화효과가 달라지고 동일한 시설에서도 유입수의 수질과 수온 등에 의해서도 효율이 달라지는 산화지 등이 있다.

상술한 하천정화기법구분의 내용을 정리하면 다음 <표 2.8-13>과 같다.

<표 2.8-13> 하천정화기법 구분

구 분	처리방법	설치장소		
		하도	둔치	유수지
생물학적 방법	식 물 정 화		○	○
	접 촉 산 화	○	○	○
화학적 방법	중 화 처 리	○	○	○
물리학적 + 생물학적 방법	무폭기식 자갈 접촉 산화		○	○
	폭기식 자갈 접촉 산화		○	○
	산 화 지 (라 군)		○	○
	토 양 침 투		○	○
물리적 방법	준 설	○		
	토 양 침 투 법	○	○	○
	D C F 법	○	○	○
	보	○		
	정 화 용 수 도 입 (도수)	○		
	수 중 폭 기	○	○	○
	박 층 류	○		
	Micro - strainer	○	○	○

국토해양부

8.2 환경영향 검토

본 계획은 하천의 효율적인 이용과 일관된 개수계획을 수립하기 위하여 하천법 제25조 및 동법 시행령 제24조 규정에 의거하여 서산시 해미면 일대에 위치한 지방하천인 해미천에 대한 관리, 이용, 보전, 개발, 치수 및 하천환경에 관련된 사항을 일관성 있게 조사·분석하여 하천정비기본계획을 수립, 수자원 종합개발 지침으로 활용하고자 하는 계획이다.

따라서, 하천정비사업의 시행으로 인하여 발생되는 환경의 영향을 환경영향요소 및 환경인자간의 상호관계를 종합 분석하여, 부정적 영향을 최소화하고 개발과 환경보전을 조화시키기 위해 사전환경성검토를 실시하였다.

가. 자연환경 및 생활환경에 미치는 영향예측 및 저감대책

하천정비사업 시행에 따른 환경상 영향으로는 공사시 지형 및 하천생태계의 변화, 강우시 토사유출로 인한 영향, 운영시 생활하수 및 축산폐수의 방류로 인한 하천오염 증가 등이 예상되었으나, 이에 대한 저감대책으로 공사시 현 지형을 고려한 제방 및 호안계획, 하천생태계 및 수질보전을 위한 물돌리기 공법, 가배수로 및 침사지 등의 토사유출 저감시설 설치 계획, 비산먼지 저감을 위한 토사운반 차량 운행시 적재함을 덮개로 덮어 운행, 소음의 영향을 줄이기 위하여 주간작업의 실시, 공종별 장비의 효율적 투입으로 소음·진동발생 억제, 운영시 생활오수 및 축산폐수의 처리를 위한 기초처리시설의 확충계획 등의 적절한 저감대책을 수립하였다.

따라서, 환경상 야기되는 일부 영향은 각 항목별로 수립된 적정 저감대책을 충실히 수립·이행한다면 본 계획의 궁극적인 목적을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

국토해양부

<표 2.8-14> 영향예측 및 저감대책

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 향
기상	○기상 개황 - 평균기온 : 12.0℃ - 강수량 : 1,325.4mm - 주풍향 : SSW - 풍속 : 2.6㎧	-	-
대기질	○대기오염배출시설현황 : 127개소 ○대기질 현황농도(3회) - PM-10 : 30.4~36.3㎍/㎥ - SO2 : 0.002~0.004ppm - NO2 : 0.011~0.017ppm - CO : 0.5~0.6ppm - O3 : 0.009~0.011ppm - Pb : 불검출	○과업의 특성상 대규모 토공공사나 장비투입으로 인한 대기질의 저하는 발생하지 않을 것으로 판단됨 ○과업의 특성상 공사완료 후 운영시 발생될 대기오염물질의 배출은 없을 것으로 판단됨	○차속규제(작업장내 20㎞/hr 이하) ○대기시 공회전 금지 ○살수 실시 ○주민 요구시 적절한 대책수립
수질	○하천수질 현황(BOD기준) - 해미천 : 2.3~3.5㎎/L(Ⅱ~Ⅲ등급) ○하천저질 현황 - 전 항목 준설기준 이내임 - 하천공사표준시방서의 준설기준 및 퇴적물 환경기준 이내 양호한 상태	○공사시 - 제방축조구간에서 공사로 하천의 수질에 영향이 예상됨 ・토사유출량 : 10.311톤/일 - 공사시 현장사무소 오수발생(0.8㎥/일), BOD부하량(0.08㎏/일)이 발생될 것으로 예측됨 - 장래수질예측결과 BOD, T-N, T-P 모두 현재 현황치와 유사하거나 미미하게 높아짐	○공사시 - 공사시기는 하천유량이 적은 갈수기로 조정 - 제방축조 사면발생지역에 비닐, 부직포 덮어 토사유출 방지 - 침사지를 설치하여 토사유출로 인한 하천오염을 방지 ○운영시 - 해미천의 과업시행후 비점오염물질 저감 유도
수리・수문	○하천현황 - 해미천은 서산시 해미면 대곡리에서 발원하여 북서쪽으로 유하하다 산수저수지를 통과하면서 산수천과 합류하여 다시 북서쪽으로 유하하다 황락천과 합류하여 유하하여 서산시 해미면 응평리에서 본류인 지방하천 도당천의 좌안측으로 합류	○홍수량 산정결과(80~100년) - HM0 : 395㎥/sec - HM1 : 390㎥/sec - HM2 : 275㎥/sec - HM3 : 270㎥/sec	○제방 및 호안계획 - 축제계획 : 5개소(336m) - 보축계획 : 10개소(785m) ○배수시설물 계획 - 18개소 재가설 ○교량계획 - 9개소 재가설, 2개소 철거

국토해양부

<표 2.8-14> 영향예측 및 저감대책(계속)

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 향
수리·수문	-해미천 하류의 하천연안에는 비교적 넓은 평야가 발달되어 있으며 중류부는 우안으로는 해미면 읍내리의 주 시가화지가 형성되어 있고 대부분이 산지로 형성	○홍수위 산정 -도당천 측점의 기점홍수위 이용 -황락천 합류부~해미천 하구의 계획홍수위는 100년 빈도, 그 외구간은 80년 빈도로 채택	○보 및 낙차공계획 - 1개소 재가설, 1개소 철거 ○어도계획 - 2개소 재가설, 8개소 설치 필요
토지이용	○서산시 토지이용 현황 -총면적 740.55㎢, 임야 310.13㎢(41.88%), 농경지 275.47㎢(37.19%), 대지 15.68㎢(2.12%), 기타 20.28㎢(2.74%) 등으로 구성	○공사 시행후 하천의 토지 이용상 변화 미미	○기존제방이 설계기준을 만족하는 여유고 및 둑마루폭을 갖고 있는 경우는 현재 사면경사를 그대로 활용 ○하폭확장 및 제방보강시 사면경사 1:3 적용 ○토지보상은 관계주민과 협의를 거쳐 보상할 계획
지형·지질	○지형 -해미천 하류의 하천연안에는 비교적 넓은 평야가 발달되어 있으며 중류부는 우안으로는 해미면 읍내리의 주 시가화지가 형성되어 있고 대부분이 산지로 형성되어 유역의 경사가 비교적 급하고, 하상경사도 하류부가 대략 1/168, 중류부가 1/105, 상류부가 1/115 정도로 다소 급하게 형성되어 있음 -평균고도:187.56~224.02m -평균경사:16.74~19.16° ○지질 -유역의 하천연안에는 하류에서부터 상류에 이르기까지 모래, 자갈 등으로 퇴적을 이루는 충적층이 분포하며, 그 외 지역은 대보화성암류의 흑운모화강암과 천매암이 분포하고 있음	○하상재료를 하류, 중류 및 상류부의 대표시료를 채취, 입도분석 실시결과 D60 8~30.50mm ○해미천 유역의 연간 총 유사량을 11,118㎥/yr로 추정 ○하천시설물 설치 공사시 법면의 발생이 예상됨에 따라 절·성토 사면의 안정적인 유지·관리를 위한 사면 안정대책 필요 ○하천정비시 우수에 의한 토사유출로 하천수질의 일시적인 저하가 예상되므로 이에 대한 저감방향 필요	○법면발생시 사면안정을 위하여 관련규정에 제시된 경사를 유지하도록 할 계획임 ○하천의 다양성을 충분히 고려하여 수립하되 홍수시 치수상으로 안전하고 가뭄시 이수에 지장을 초래하지 않도록 하도계획 ○홍수규모 및 기존도로와의 연결 등에 따라 둑마루폭을 계획하며, 통수 단면에 문제가 없는 범위내에서 제방 및 호안 계획 ○하천시설물 기능보전과 이용자의 안정성을 높이기 위하여 「하천시설물 유지관리 매뉴얼(2005, 건설교통부)」에 의한 지속적인 관리를 할 계획임

국토해양부

<표 2.8-14> 영향예측 및 저감대책(계속)

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 향
동·식물상	○육상식물 - 식물상 : 총 25목 42과 103종 15변종으로 총 118종류 - 식생 : 본 사업구간의 수변지역은 대부분 달뿌리풀이 우점하고 있는 것으로 조사됨 ○육상동물 - 포유류 : 4과 6종 - 조 류 : 16과 23종 - 양서·파충류 : 4과 5종 ○육수생물 - 어류 : 2과 2종 - 저서성대형무척추동물 : 3과 3종	○육상식물 - 공사시 수변 식생 및 수생식물의 훼손이 예상 예상됨 ○육상동물 - 인위적 간섭의 영향을 지속적으로 받고 있는 지역으로 본 사업시행에 따른 영향은 미미할 것으로 사료됨 -말똥가리와 고니의 경우 겨울철새로서 본 하천을 잠시 머무르거나 쉬는 공간으로 이용되므로 영향은 미미할 것으로 사료됨 ○육수생물 - 토사유입으로 하상의 서식처 파괴 및 수변식생의 훼손을 초래할 것으로 예상됨	○육상식물 - 일정기간 노면살수를 실시하여 비산먼지의 발생을 최소화 -관목류 등의 잔존식생훼손이 예상되는 지역에 대해서는 해당 훼손수목 전량을 변에 이식 ○육상동물 - 큰 소음이 발생하는 공정이나 일시적인 충격음의 발생을 지양 -양서류의 출현이 높은 우기시나 산란시기에는 이들종의 출현에 따른 공정을 조정 ○육수생물 -산란시기인 4~6월을 가급적 피함 - 토사유출 등을 방지하기 위한 토사유출 방지막 등 설치
친환경적자원순환	○생활폐기물발생현황 - 발생량 : 180.3ton/day ○생활폐기물처리현황 - 매 립 : 81.5ton/day - 소 각 : 7.6ton/day - 재활용 : 91.2ton/day ○분뇨발생현황 - 발생량 : 65kL/day	○공사시 - 투입인부에 의한 생활폐기물 및 분뇨 발생 - 생활폐기물 : 22.0kg/인 - 분 뇨 : 8.0L/인 - 투입장비에 의한 폐유발생	- 폐유는 일정규격의 용기를 비치하여 전량 수집하여 위탁처리 할 계획임 - 생활폐기물은 분리수거함 이용, 분리수거 후 매립장으로 이송·처리 - 간이화장실 설치
소음·진동	○소음·진동 현황 - 소음(환경기준 상회함) ·주간 : 43.5~54.1dB(A) ·야간 : 38.0~44.1dB(A) - 진동(환경기준 하회함) ·주간 : 24.0dB(A)이하 ·야간 : 20.0dB(A)이하	○공사시 □ 소음 - 공사장 소음 예측결과 58.8 ~72.8dB(A)로 생활소음 규제 기준, 환경피해 산정기준을 초과함	○공사시 - 가설방음판넬 설치시에는 사전에 지역 주민들의 충분한 의견을 수렴한 후 설치여부를 결정토록 할 계획임 - 작업시간대 조절 - 공사장비 교체투입

국토해양부

<표 2.8-14> 영향예측 및 저감대책(계속)

분야	환 경 현 황	영향예측 및 분석	저 감 방 향
소음·진동	○정온시설 분포현황 -과업구간을 양안으로 주거지 및 상업시설이 다수 분포하고 있으며, 부분적으로 밀집된 형태를 나타내고 있으며, 북측으로 200m 이격하여 해미읍성이 위치함	□ 진동 -교량 공사시 공사지역으로부터 60m이내에 위치하는 정온시설에 진동영향이 예상됨	-교량공사 기초작업시 공사지역 250m이내에 정온시설에 위치할 경우 매입공법 등의 저소음 항타공법 실시
경관	○경관요소 현황 -해미천은 서산시 해미면 대곡리에서 발원하여 북서쪽으로 유하하다 산수저수지를 통과하면서 산수천과 합류하여 다시 북서쪽으로 유하하다 황락천과 합류하여 유하하며, 서산시 해미면 웅평리에서 본류인 지방하천 도당천의 좌안측으로 합류됨 -해미천 상류부는 서해안고속도로가 위치하며, 중·하류부로는 주거밀집지역 및 농경지가 위치하고 있으므로, 해미천 대부분 구간이 지속적으로 인위적인 간섭을 받아온 지역임	○경관 -과업구간에 고가 구조물 등이 계획되어 있지 않으므로 본 하천정비로 인하여 주변 경관에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단됨 -하천정비를 통하여 기존의 불량한 하천경관이 개선되어 별도의 저감방향이 필요하지 않을 것으로 판단됨	-

국토해양부

9 하천의 유지관리에 관한 사항

9.1 고수부지 현황 및 이용방안

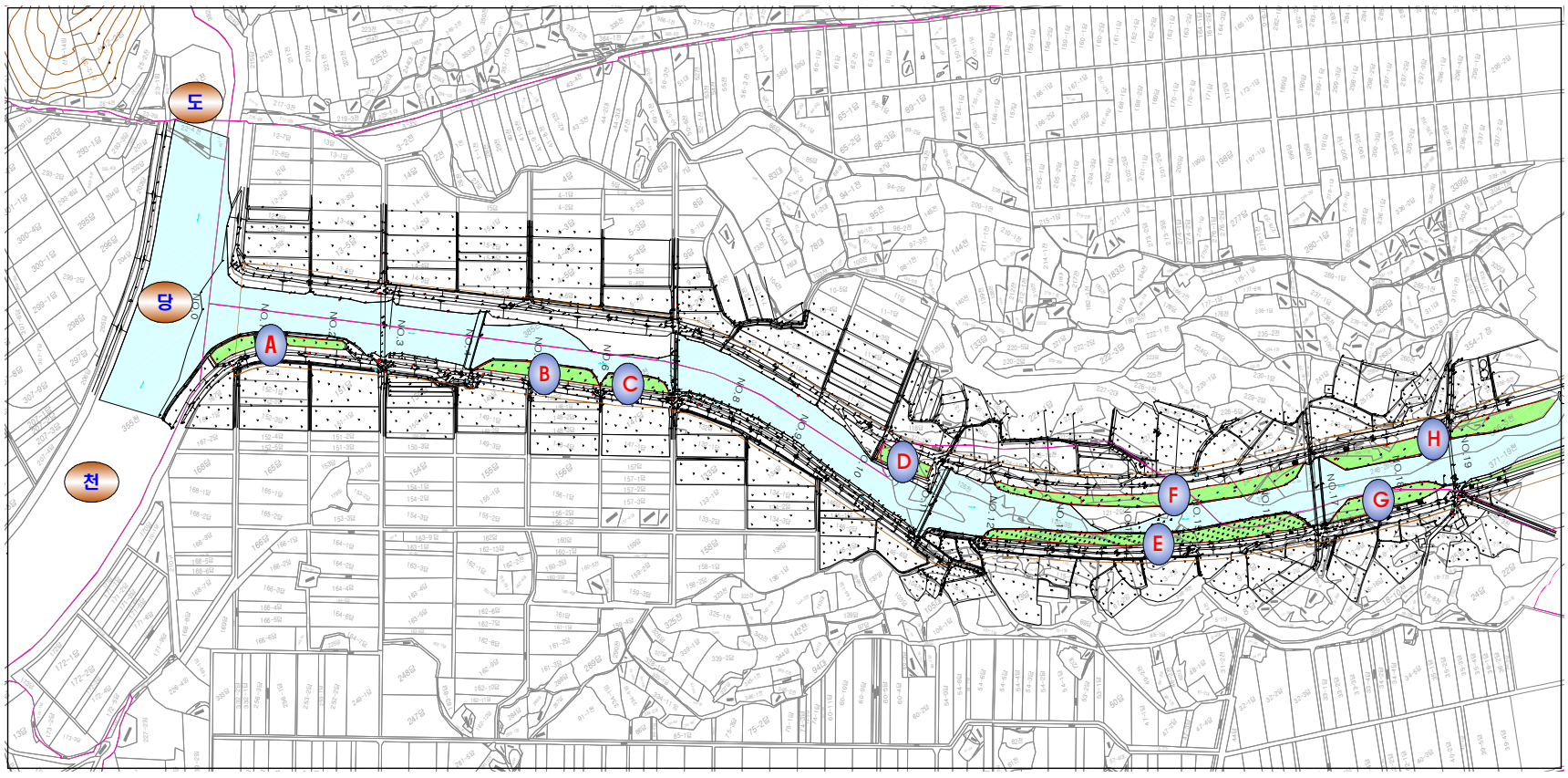
금회 과업하천인 해미천 전 구간에 대하여 현장조사를 실시한 결과 하천의 제방형태는 하류부~중상류부분까지는 대부분 복단면의 형태로 하천내 고수부지의 경우 하류부는 대부분 농경지 및 잡종지로 이용되고 있으며, 중상류부는 자전거 도로 및 산책로, 일부 주차장으로 이용되고 있는 것으로 조사되었다.

해미천 중류부인 시가지 구간은 친수공간으로 고수부지를 이용할 수 있도록 계획하였으며, 고수부지 현황 및 이용방안은 다음 <표 2.9-1> 과 같다.

<표 2.9-1> 고수부지 현황 및 이용방안 (단위:㎡)

구분	측점	좌우안별	면적(㎡)	이용현황	이용방안	비고
A	0+0 ~ 2+0	좌	2,561	답	갈대군락	
B	3+90 ~ 5+70	좌	2,629	잡종지	갈대군락	
C	5+70 ~ 6+70	좌	1,429	〃	갈대군락	
D	9+90 ~ 10+70	우	1,448	답	갈대군락	
E	11+70 ~ 16+30	좌	6,977	잡종지	갈대군락	
F	11+70 ~ 16+30	우	6,469	〃	갈대군락	
G	16+60 ~ 18+30	좌	3,085	〃	갈대군락	
H	16+60 ~ 20+20	우	6,299	〃	갈대군락	
I	18+60 ~ 21+0	좌	1,631	〃	갈대군락	
J	21+0 ~ 33+0	좌	18,595	〃	교육, 체험공간	
K	20+30 ~ 22+50	우	2,166	〃	갈대군락	
L	22+50 ~ 25+0	우	5,683	〃	교육,운동,휴계,체험공간	
M	25+20 ~ 33+20	우	18,529	자전거도로, 산책로, 주차장	운동,휴계,체험공간	
N	33+30 ~ 36+10	좌	3,677	잡종지	휴계공간	
O	33+30 ~ 36+40	우	5,318	잡종지 및 주차장	휴계공간	
P	36+10 ~ 37+50	좌	1,382	잡종지	갈대군락	
Q	37+60 ~ 38+80	좌	885	〃	갈대군락	
R	36+30 ~ 37+80	우	1,036	전	갈대군락	

국토해양부



【그림 2.9-1】 고수부지 현황 및 이용방안



【그림 2.9-1 계속】 고수부지 현황 및 이용방안

9.2 폐천부지 현황 및 이용방안

폐천부지는 기성제 구간에서 제내지 지역의 지목이 “천”이고 국유지인 토지로서 과거에는 하천으로 사용되었으나, 하천개수로 인하여 하천으로 이용하지 않는 토지이다. 현재 농경지 및 타용도로 활용하고 있거나 활용 가능한 토지를 대상으로 기존 폐천부지를 조사하였다. 또한, 금회 계획된 개수계획 지구중 하도선형 변경구간으로 발생되는 신생 폐천부지와 장래 제내지로 편입되는 현 하천부지내의 토지를 대상으로 신생 폐천부지를 조사하였다. 그러나 폐천부지를 활용하기 위한 하천부지의 축소는 지양되어야 하므로 가능한 한 폐천부지가 발생하지 않도록 하천기본계획을 수립하였다. 본 기본계획에서는 하도내 홍수터 확보 및 자연친화적인 하천기본계획 수립을 위해서는 폐천부지의 활용이 필수적이므로 지형현황측량 및 현지조사를 통하여 하천의 홍수터나 환경친화시설로 활용 가능한 폐천부지는 폐천부지 선정에서 제외하였다.

1) 기존 폐천부지 이용현황 및 보전방향

금번 조사구간내의 폐천부지는 주로 농경지, 잡종지, 도로등으로 이용되고 있으며 장래 활용방안은 현재와 같은 상태로 보존하여 향후 하천환경관리를 위한 공간으로 이용하는 것이 타당할 것으로 판단되며, 해당지자체 및 주민의견을 수렴하여 용도를 최종 결정토록 해야 할 것이다.

2) 신생 폐천부지 활용방안

원칙적으로 폐천부지를 활용하기 위한 하천구역의 축소는 지양하였으며 장래 홍수터 또는 환경친화시설 부지로 활용 가능시 신생 폐천부지 선정에서 제외하였다. 본 과업기간중 하천개수로 인하여 발생되는 신생 폐천부지는 장래 활용방안 및 인근 토지 이용현황을 고려하여 현재와 같은 농경지 및 도로로 활용하거나 현상태로 보존하여 향후 하천 환경관리를 위한 공간으로 이용하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 본 과업구간내 조사된 폐천부지는 해미천 28,673㎡로서 이중 답은 18,769㎡, 전은 3,434㎡으로 조사되었다.

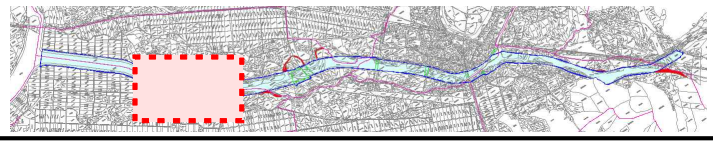
금회 과업에서 조사된 폐천부지에 대한 지번별 이용현황 및 장래활용계획은 <표 2.9-2>와 같다.

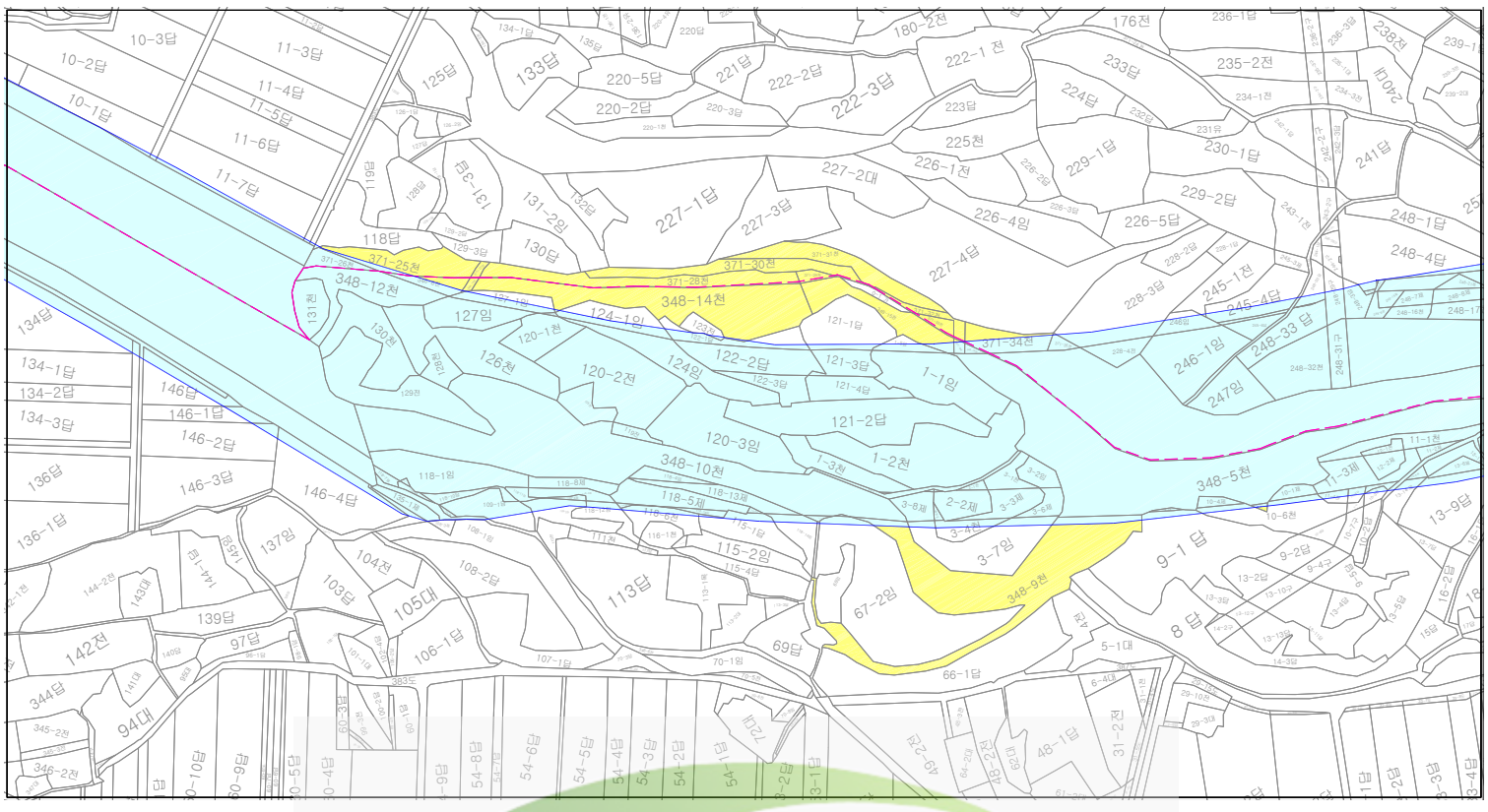
<표 2.9-2> 폐천부지 이용현황 및 장래활용계획 (단위:㎡)

하천명	행정구역		이용현황					활용방안	비고
			답	전	도로	기 타	계		
해미천	전천리	371-25	940		38		978	농경지,도로	
	〃	371-27	29			19	48	농경지	
	〃	371-28	1,131			159	1,290	농경지	
	〃	371-29	86			15	101	농경지	
	〃	371-30	673			290	963	농경지	
	〃	371-31	1,034		34	17	1,085	농경지,도로	
	〃	371-32	73	70		42	185	농경지	
	〃	371-33		62		44	106	농경지	
	〃	371-34	220				220	농경지	
	〃	371-35	1				1	농경지	
	〃	371-39		935		1,310	2,245	농경지,대지	
	〃	371-40				107	107	상업용지	
	〃	371-41				220	220	상업용지	
	〃	371-43				26	26	상업용지	
	〃	371-42	408	1,306	393	394	2,501	농경지,도로	
	응평리	348-2	411		198	141	750	농경지,도로	
	〃	348-3	1,799		220		2,019	농경지,도로	
	〃	348-7	11				11	농경지	
	〃	348-8	94		38		132	농경지,도로	
	〃	348-9	3,848				3,848	농경지	
	〃	348-13	33			14	47	농경지	
	〃	348-14	2,845	516			3,361	농경지	
	〃	348-15	35	540	155	248	978	농경지,도로	
	〃	348-17		5			5	농경지	
	휴암리	39-0	1,039				1,039	농경지	
	〃	265-18	265			201	466	농경지,도로	
	〃	265-19			110		110	도로	
	〃	265-20			24	82	106	도로	
	〃	265-27				89	89	대지	
	〃	265-28				93	93	농경지	
	〃	265-1	3,794			1,749	5,543	농경지	
	계		18,769	3,434	1,210	5,260	28,673		

국토해양부

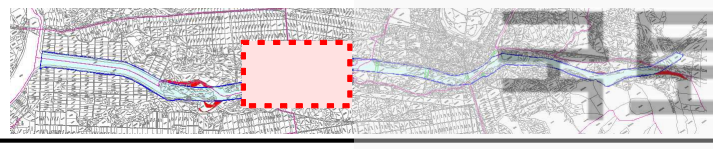
<Key-Map>

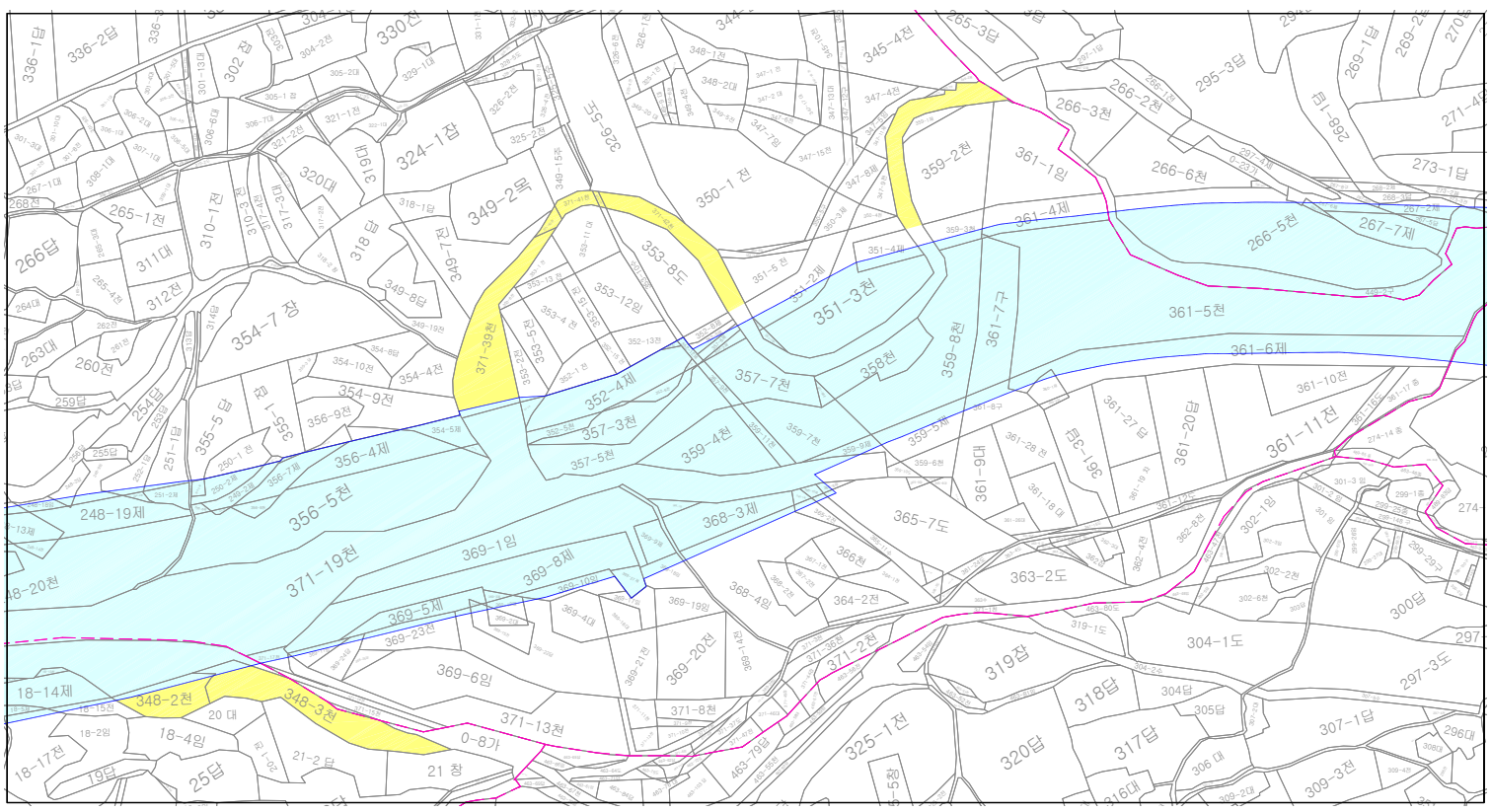




【그림 2.9-2】 폐천부지 현황

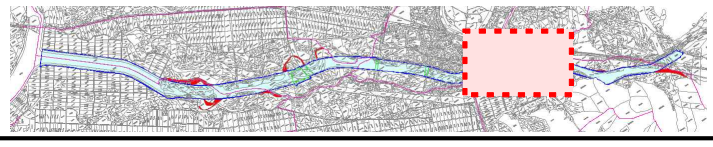
<Key-Map>

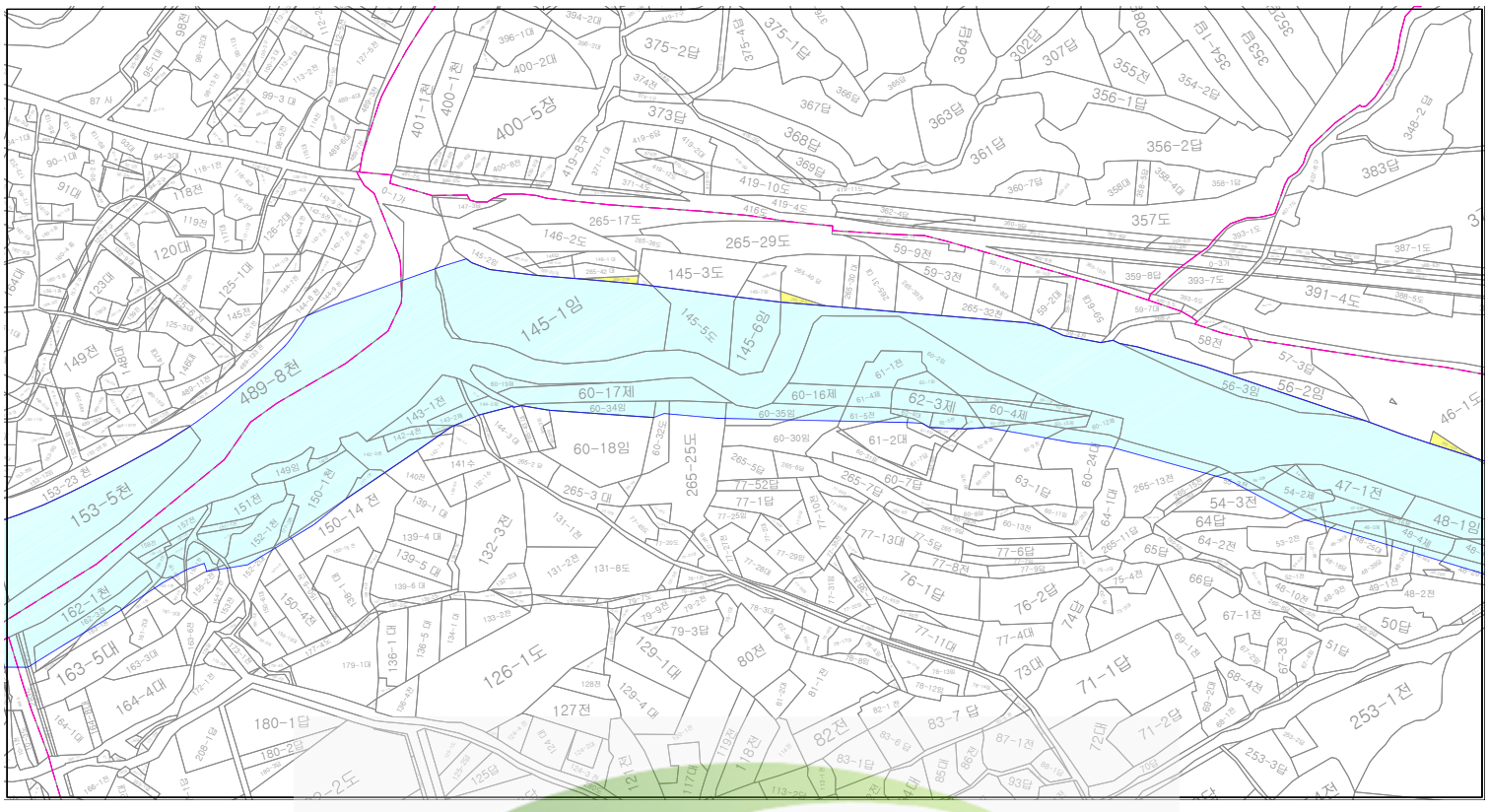




【그림 2.9-2 계속】 폐천부지 현황

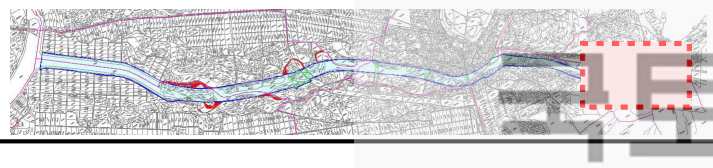
<Key-Map>

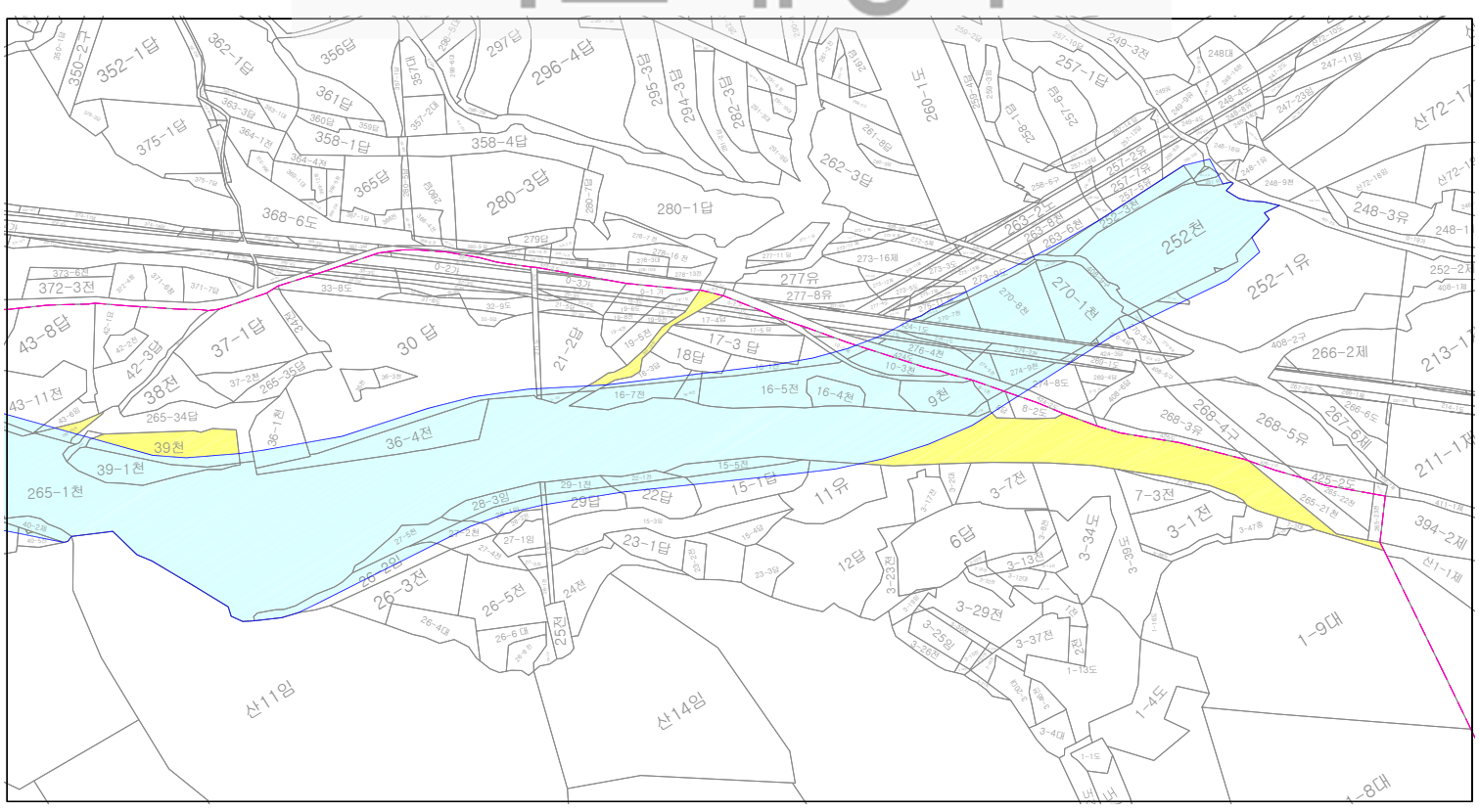




【그림 2.9-2 계속】 폐천부지 현황

<Key-Map>





【그림 2.9-2 계속】 폐천부지 현황

9.3 자갈 활용가능량 조사

하천의 골재는 자연하천에서 토사의 이동에 의하여 만곡부 등에서 퇴적현상으로 생성되며 건설재료원으로 활용되고 있다.

일반적으로 골재분포상태 및 채취가능량은 현지조사, 평형하상고 계산결과, 하상물질 입도분석결과 및 하천구조물에 미치는 영향 등을 고려하여「골재채취법 시행규칙(2009.11.26, 건교부령 제362호)」의 제14조 허가 기준을 고려하여 각 단면별 횡단형으로부터 산정한다.

<표 2.9-3> 하천부속물 및 하천공작물의 보호구역

시설종류 \ 보호구역		시설물로부터의 거리(m)			비 고
		대하천 (계획홍수량 5,000㎥/sec이상)	중하천 (계획홍수량 1,000㎥/sec이상)	소하천 (계획홍수량 1,000㎥/sec미만)	
하 천 부속물	제 방	50	30	20	
	제방비탈면의 보호 및 유수조절시설 (호안, 수제공)	30	20	10	
	바닥다짐(상고공)	200	150	100	
하 천 공작물	교 량	300	200	150	
	취수시설 및 기타시설물	300	200	150	
	수위 관측소	500	300	250	

국토해양부

금번 과업대상 하천의 골재채취 가능량을 산정하기 위하여 현장조사 및 측량성과와 상기 <표 2.9-3>의 “하천부속물 및 하천공작물 보호구역”을 제외한 골재채취 가능범위를 면밀히 분석한 결과, 본 금회 조사분석 결과에 의하면 교량, 하천구조물로 인한 금지구역을 제외한 구간에서의 골재채취 가능량은 매우 적은 것으로 추정되고, 환경문제가 많이 대두되는 점을 감안하여 골재채취는 최대한 지양해야 할 것으로 사료된다.

9.4 하도 유지 관리

과업대상 하천에 대하여 현 하도 상태를 분석하여 치수, 이수 및 하천환경을 종합적으로 고려하여 하도정비계획을 수립하였다.

본 과업 대상 하천은 조사결과 하상 변동이 거의 발생하지 않는 것으로 조사되었으며, 향후 본 계획에 의하여 하천정비사업을 시행하여야 하고 하천유지관리차원에서 필요할 경우 하천 및 주변 환경에 미치는 영향을 고려하여 준설 및 하상유지 사업을 병행하여야 할 것이다.

수목관리는 수목의 제반특성을 감안하여 작업 항목별 작업적기를 고려한 연간관리 일정을 수립하고 저수로내의 유속이 느린 구간에는 유속을 방해하는 경우가 있어 죽은 식물체들이 완전히 분해되지 못하게 되면 수질을 악화시키는 요인이 된다. 따라서 너무 많은 양의 수중식물체가 출현하였을 경우를 대비하여 년1회 또는 2회 일정구간에 대한 제초 또는 예초 계획을 수립한다.

국토해양부

9.5 기 타

가. 하천의 보존 및 관리측면

하천은 자연환경 및 생활환경을 구성하는 요소로서 도시하천을 제외한 산지하천 및 자연하천 구간의 환경관리는 자연적인 경관보전 및 이용가치의 판단이 어려우며, 장기적인 하천환경관리로 생태계를 고려한 종합적인 유지관리 계획을 수립하였다.

1) 하천환경 유지관리 사항

가) 하천시설물의 유지관리 계획

- 취·배수시설을 포함한 하천구조물은 D/B화하며, 시설의 관리는 하천관리자가 주가 되어 관리한다.
- 하천에 인접한 지역에 설치되어 수변경관 저해 및 하천수질 악화의 원인이 되는 시설물에 대해 관리한다.

나) 하천공사 및 점용허가 등에 있어서 배려사항

- 친수환경을 고려한 하천공사의 시공방법 개선 및 시설물 설치
- 하천경관을 고려한 하천 공작물 설치
- 하천 관련법에 저촉되지 않도록 계획
- 하·폐수의 유입 및 유수인용 등의 규제

다) 자갈 등의 채취허가

- 치수, 이수 상 지장이 없는 범위 내에서 채취
- 하천 생태계를 고려한 채취
- 홍수 시 유수 소통의 확보를 위한 채취

라) 취·배수 허가

- 취수 시설물의 목적별 인수량 규제
- 배출 업소의 유·주수 허가량 규제

마) 타 시책과의 조정

- 도시계획, 도로계획, 지자체 사업과 관련하여 관계기관과 협의
- 하천변에 친수관련시설 설치 시 관계기관과 협의

국토해양부

바) 홍보, 주민참가, 하천환경의 조사 및 연구

- 홍보 및 주민참여

  ① 행정구역별 또는 직장별 단위로 하천관리 유도

  ② 하천감시 및 관리에 주민참여를 적극 유도

  ③ 공청회를 통한 주민의견 수렴 및 사업의 필요성 홍보

- 하천환경의 조사 연구

  ① 하천수질 및 저질조사를 주기적으로 시행하여 수환경 관리대책 수립

  ② 자연형 하천공법을 위한 연구개발

10 효과분석 및 건의

10.1 기본사항

가. 하천의 효율적인 이용과 상·하류의 일관된 개수계획을 수립하기 위하여 수계 전체의 종합적인 개발을 도모하였다.

나. 하안을 보호하고 하도의 안정을 유지하도록 계획하였다.

다. 하안지역의 개발을 고려하여 폐천부지의 원활한 활용을 도모하였다.

라. 치수계획의 규모는 전체적인 시야에서 사업의 중요도 및 안전도를 고려하여 기술적, 경제적인 관점에서 결정하였다.

마. 본 계획과 관련된 상위계획 및 관련계획의 연관성을 최대한 고려하여 계획하였다.

국토해양부

10.2 종합적인 효과분석

가. 치수효과

1) 본 과업 하천에 대한 치수대책은 유역의 상황 및 상위계획 등을 종합적으로 고려하여 100년 빈도로 설정하였으며, 치수계획은 구조적 대책으로 홍수량 전량을 하도가 부담하는 것으로 하여 개수 및 보축계획을 수립하였다.

2) 개수계획은 5개지구 총 연장 336m의 축제계획으로 농토 및 가옥을 홍수피해로부터 보호되도록 하였으며, 여유고 부족 구간은 보축 10개지구 총 연장 785m를 수립하여 고수시 외수위의 침입을 방지하고 홍수피해를 경감케 하였다. 또한 여유고 및 경간장이 부족한 교량 9개소 재설치, D1,000mm이하의 배수구조물 18개소 확장 및 신설배수구조물 2개소, 노후화된 보 1개소 재설치 하도록 계획하였다. 이에 따른 총 공사비는 15,465 백만원이 소요되는 것으로 나타났다.

<표 2.10-1> 계획시설물 소요사업비 내역 (단위:백만원)

하 천	축제 및 호안		보 축		구조물공		보상비 및 기타		총공사비	
	지구수	공사비	지구수	공사비	지구수	공사비	지구수	공사비	지구수	공사비
해미천	5	157	10	14	교량9개소, 배수구조물20개소, 보 1개소	8,758	-	6,538		15,465

나. 하천환경보전과 이용에 관한 효과

구간별 하천의 기능을 구분하고 공간이용계획과 수질보전계획을 수립함으로써 하천환경정비의 기본방향을 제시하였다.

10.3 건 의

유역개발 및 하천계획의 효율화를 기하고 시설물의 유지관리를 위하여 다음 사항을 건의함.

가. 본 과업 하천은 계획홍수량 대비 계획홍수위에 일부구간에서 제방고의 부족과 여유고가 부족한 것으로 조사되었으므로 적절한 개수계획이 필요함. 또한, 개수계획시 장기적인 관점에서 하천환경의 보존과 경관 보존 및 하천생태계의 보존을 위해 자연형 호안공법을 채택하는 것이 바람직하므로 추후 다양한 자연형 하천공법으로의 변환이 필요함.

나. 금회 과업 하천에 기설치된 취수보 및 낙차공은 대부분 어도시설이 미설치되어 있어 하천생태계의 단절 등을 초래하고 있으므로 향후 개수계획시 취수보 및 낙차공의 재설치 또는 증설시 이를 충분히 반영하여야 하며, 하천생태계의 보호와 친수환경의 조성을 위하여 적극적으로 친환경적 공법의 도입 및 구조물의 설치가 바람직함.

국토해양부

다. 기존 교량의 소요연장 및 여유고 검토를 실시한 결과, 과업하천내의 교량 중 다수의 교량이 불충분한 것으로 나타났으므로 추후에 건설되는 교량은 하천기본계획에서 제시한 계획하폭 및 교량의 설계기준에 의한 충분한 여유고를 확보하여야 하고 가급적 경간장을 충분히 확보하여 유수소통에 지장을 주지 않도록 설치하여야 함.

라. 수질상태는 BOD 기준으로 하천수 수질환경기준 Ⅱ~Ⅲ등급을 유지하고 있으므로, 장래에도 생활하수 및 축산폐수의 하천 유입을 적극 규제하고 하수처리장과 마을하수도를 설치하여 수질 Ib등급을 유지할 수 있도록 해야 함.

마. 하천환경 개선을 위하여는 가급적 인공재의 적용을 지양하고 자연재에 가까운 호안공법을 적용하여 친수성 확보 및 하천생태계 보전에 적극적으로 대처하여야 할 것임.

바. 본 하천은 농경지 하천으로서 하천의 이수적 측면이 크지만, 유역내의 취수는 하천수의 취수뿐만 아니라 지하수개발 등이 소규모로도 진행될 것으로 판단된다. 이는 장래의 하천수부족 및 지하수위감소 등에 기인한 하천건천화가 일어날 수 있는 요인이 되므로 갈수시 지속적인 유량조사 및 가뭄을 대비하고 다양한 용수원의 확보 및 용수수요 관리를 통해 지속적으로 하천유지유량을 관리함으로서 장기적으로 이수 및 하천환경보전을 위한 유용한 지표가 될 수 있도록 해야 함.

국토해양부

바. 본 하천 유역내에는 수위 및 유량 관측시설이 설치되어 있지 않은바 해미천의 중류부인 황락천과 합류후에 위치한 해미교에 수위 및 유량 관측시설을 설치하여 홍수시 홍수예경보 및 도시방재에 활용할 수 있는 방안을 강구하고, 유역관리체계를 갖도록 장기적이고 지속적인 노력이 필요 함.

참 고 문 헌

- 건설교통부, 1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 제2권 한국 가능최대강수량 추정 별책 제2권 지역적 설계강우의 시간적 분포, 2000. 6
- 건설교통부, 가뭄기록조사보고서, 1995. 12
- 건설교통부, 수자원장기종합계획(Water Vision 2020), 2006
- 건설교통부, 한국수자원공사, 한국건설기술연구원, 수자원계획의 최적화 연구(Ⅲ)(물공급 안전도 평가 및 용수수급 계획 체제 개발), 1999. 11
- 건설부, 1993년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 별책부록 설계홍수 추정 지침서, 1993. 12
- 건설부, 1991년도 수자원관리기법개발연구조사보고서, 1991. 12
- 건설부, 댐 설계를 위한 유역단위 비유사량 조사·연구, 1992
- 건설부, 한강홍수통제소, 한강수계 유출프로그램 개선방안, 1991
- 고재웅, 우리나라의 지역최대 일우량의 빈도분석에 관한 연구, 한국수문학회지, 1980
- 건설교통부, 치수사업 경제성분석 방법 연구(다차원 홍수피해산정방법), 2004
- 권순국, 김시원, 김태철, 남궁달, 최예환, 수리구조공학, 향문사, 1995
- 권오헌, 수자원공학, 도서출판 새론, 1994
- 농림부, 농어촌진흥공사, 농촌용수수요량 조사 종합보고서, 1999. 12
- 기상연구소, 면적 강수량 산정을 위한 강수 관측계에 관한 연구, 중앙기상대, 1985
- 기상청, 자기우량기록지, 기상년보, 기상월보(관측년수~2004년), 기상청 기후국 자료과, 2004
- 김규호, 김양수, 이진원, 김승, 고정시간 간격과 임의의 지속기간 최대우량간의 환산계수, 1988년도 대한토목학회 학술발표회 개요집, 1988
- 서산시, 2020년 서산도시기본계획, 2007
- 서산시, 서산시 소하천정비종합계획 보고서, 2003
- 서산시, 서산시 수도정비 기본계획, 1999
- 서산시, 서산시 수도정비 기본계획 재정비, 2008
- 서산시, 서산시 통계연보, 2009
- 선우중호, 수문학, 동명사, 1983

국토해양부

• 선우중호 외 1인, 단위유량도 합성을 위한 Snyder계수의 조정, 수문 학회지, 1986
• 우효섭, 하천수리학, 청문각, 2001
• 윤용남, 공업수문학, 청문각, 1986
• 윤용남, 수리학, 청문각, 1993
• 윤용남 외 1인, 단위유량도법에 의한 소유역의 계획홍수량 결정, 수문학회지, 1975
• 윤태훈, 응용수문학, 청문각,1997
• 이용구, 통계학 원론, 율곡출판사, 1997
• 이원환, 국내 지역별 강우특성과 확률강우량 산정에 관한 연구, 대한토목학회지, 1967
• 이원환, 중소하천 및 하수도 계획 설계에 필요한 확률강우강도식의 유도, 연세대학교 부설 산업기술 연구소, 1968
• 이원환, 하천공학, 동명사, 1999
• 이재준 외 2인, 계획강우량 설정을 위한 권역별 확률강우 강도식유도, 2001
• 조희구, 남한의 지역간・계절간 강수량의 특성, 한국기상학회지, 1978
• 정종호, 나창진, 윤용남, 한강유역의 면적감소계수 산정, 한국수자원학회 논문집 제35권 제2호, 2002. 12
• 정종호, 윤용남, 수자원설계실무, 도서출판 구미서관, 2007
• 최석범, 실무자를 위한 수자원공학, 도서출판 창원, 1999
• 한국건설기술연구원, 미계측 유역의 홍수유출 특성에 관한 비교연구, 1994. 12
• 한국건설기술연구원, 월유출모형의 개발, 1997. 12
• 한국수자원공사, 수자원장기종합계획(91～2011), 1990. 1
• 한국수자원학회, 하천설계기준・해설, 2009
• 행정자치부, 국립방재연구소, 자연형 하천 공법의 재해특성에 관한 연구(Ⅱ), 2000. 12
• 환경부, 상수도 통계
• 환경부, 하수도 통계
• 환경부, 하수도시설기준, 1998
• 허준행, 김경덕, 한정훈, 지속기간별 강우자료의 적정분포형 선정을 통한 확률 강우강도식의 유도, 한국수자원학회논문집, 1999
• 梶山, 조선에 있어서의 최대홍수량 공식, 일본토목학회지, 1922
• 岩井重久・石黑政儀 應用水文統計學 森北出版, 日本, 1981
• Bell, F.C., Estimating Design Floods from Extreme Rainfall, Fort Collins, 1968
• Bras, R.L., and Rodriguez-Iturbe, I. Random Functions and Hydrology,
국토해양부

Addison-Wesley Publishing Company Inc.

- Castillo, E. Extreme Value Theory in Engineering, Academic Press Inc., 1988
- Chow, V.T., Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, 1959
- Gray, D.M., Handbook on the Principles of Hydrology, Water Information Center, Inc., 1970
- Hoggan, D.H., Computer-Assisted Floodplan Hydrology and Hydraulics, 2nd Ed., McGraw-Hill, 1997
- Hosking, The Theory of Proability Weighted Moments, IBM, 1986
- Huff, F. A., Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms, Water Resources Research, 1967
- Jonson, N.L., and Kotz, S., Continuous Univariate Kistribution-1, Houghton Mifflin ComPany, 1970
- Keifer, C.J., and Chu, H.H.,Hynthetic Storm Pattern for Drainage Design, Proceedings of American Society of Civel Engineers, 1957
- Kite, G.w., Frequency and Risk Analysis in Hydrology, WRP, 1978
- Kottegoda, N.T., Stochastic Water Resources Technology, The Macmillan Press Ltd., 1980
- McCuen, R.H., Hydrologic Analysis and Design, Prentice Hall, 1989
- McCuen, R.H., Microcomputer Applications in Statistical Hydrology, Prentice Hall , 1993
- Ponce, V.M., Engineering Hydrology, Prentice Hall, 1989
- Rao, A.R., Hamed, K.H., Flood Frequency Analysis, CRC Press, 2000
- Sheaffer, J.R., Urban Storm Drainage Managenent, Marcel Dekker Inc, 1982
- Singh, V.P., Computer Models of Watershed Hydrology, WRP, 1995
- Singh V.P., Hydrologic Systems Rainfall-Runoff Modeling, Prentic Hall, 1988
- USACE, HEC-RAS Manual, 2001
- Yen, B.C. and chow, V.T., Feasibility Study on Research of Local Design Storm, Report No. FHWA-RD-78-65, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1977
- Yevjevich, V., Probability and Statistics in Hydrology, Water Resources Publications, 1972

국도해양부

부 도

◉ 평 면 도

◉ 종 단 면 도

◉ 횡 단 면 도

국토해양부

◉ 평 면 도

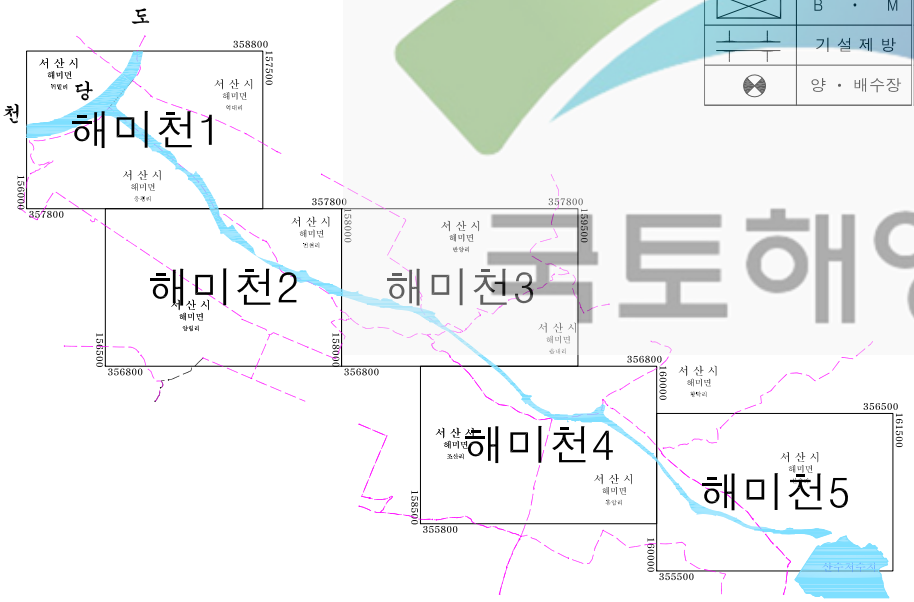
국토해양부

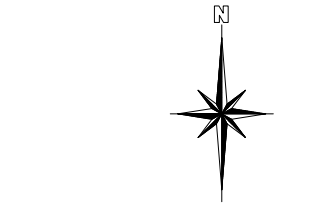
해미천수계 하천기본계획

一 覽 圖

범 례

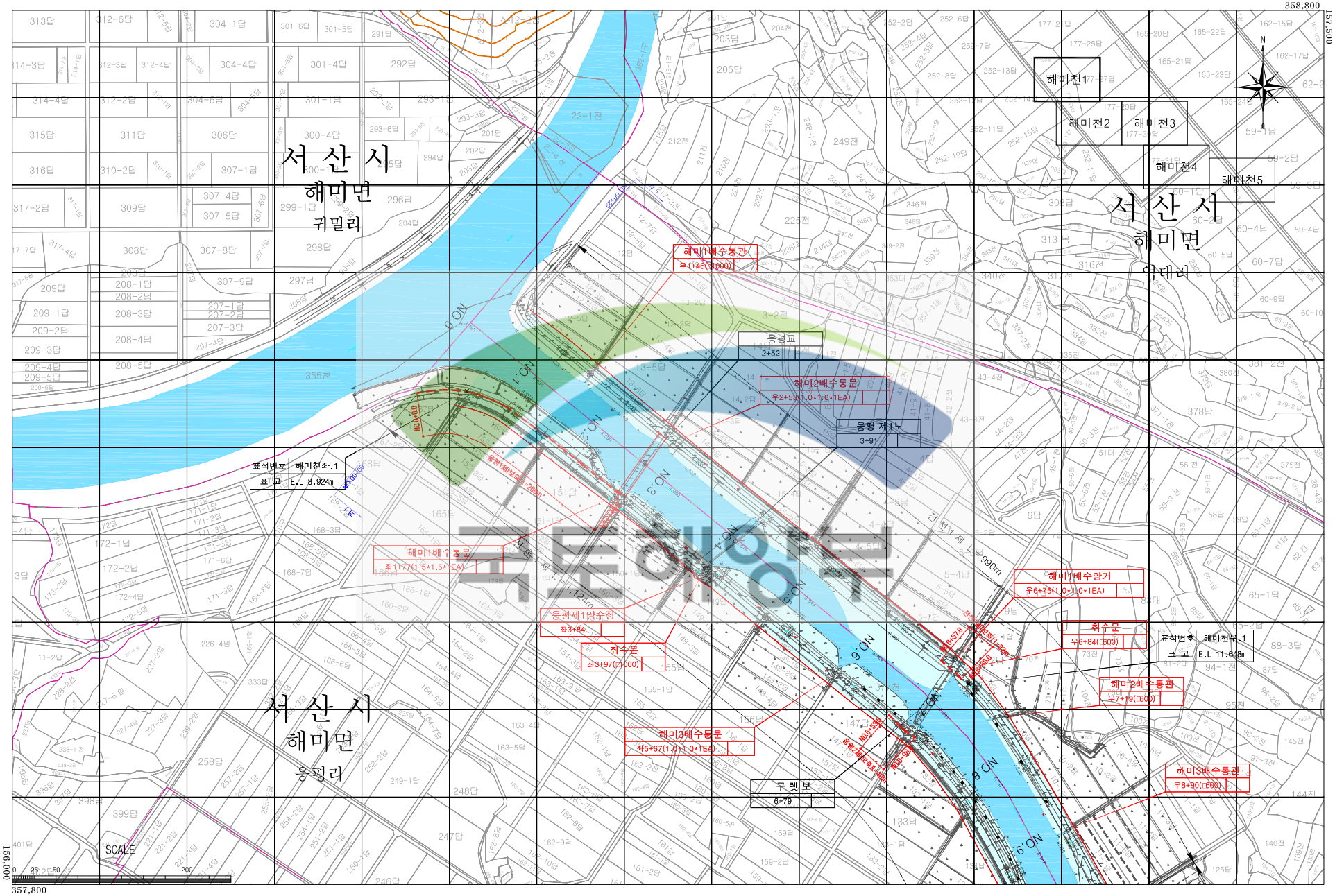
기 호	명 칭	기 호	명 칭	기 호	명 칭
	시 · 도 계		철 도		계획낙차공
	군 · 구 계		논		계 획 보
	동 · 리 계		밭		계 획 교 량
	도 로		잡 초 지		계획 배수문
	B · M		표 석		축 제
	기 설 제 방		하 천		보 축
	양 · 배수장		등 고 선		하 천 구 역

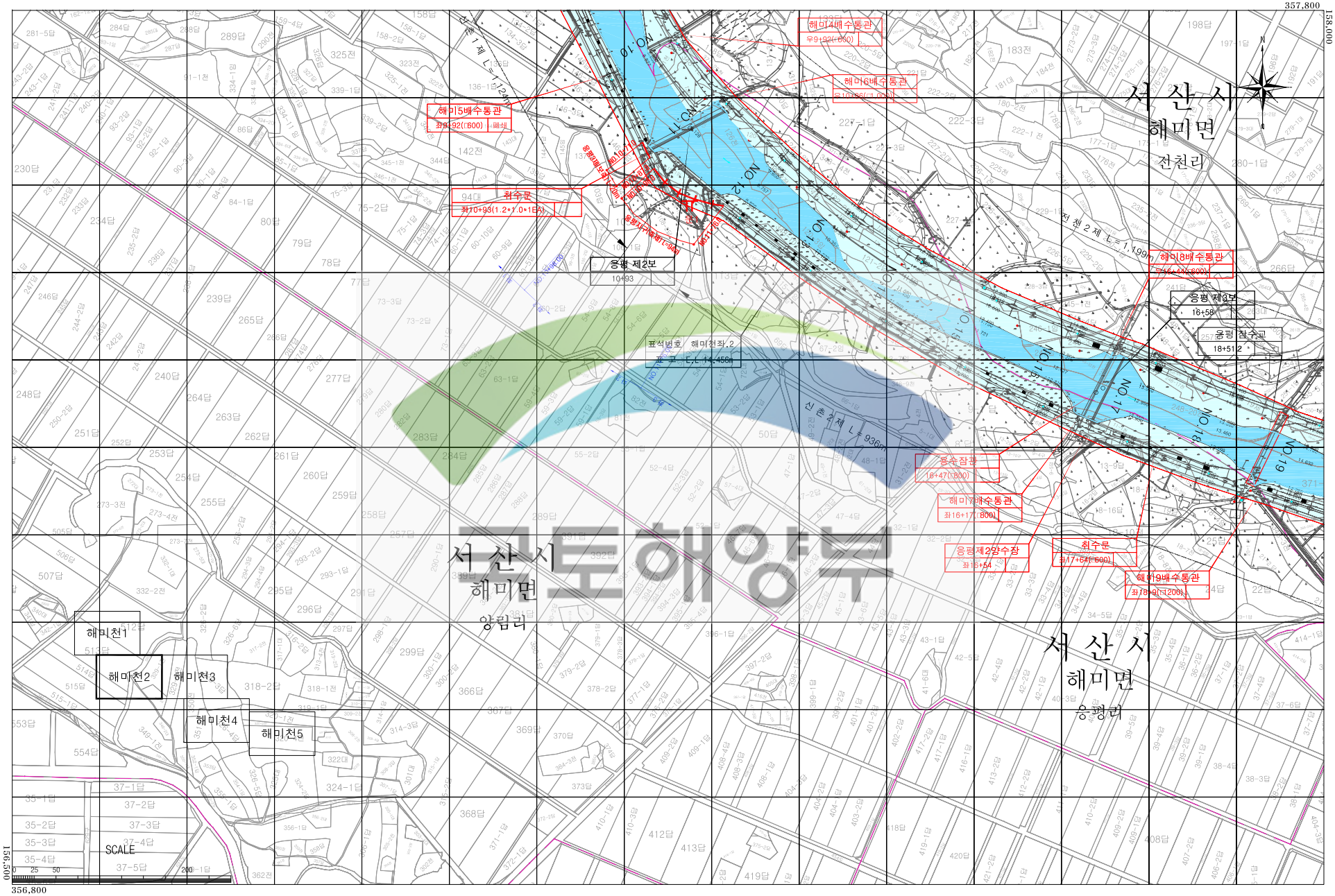


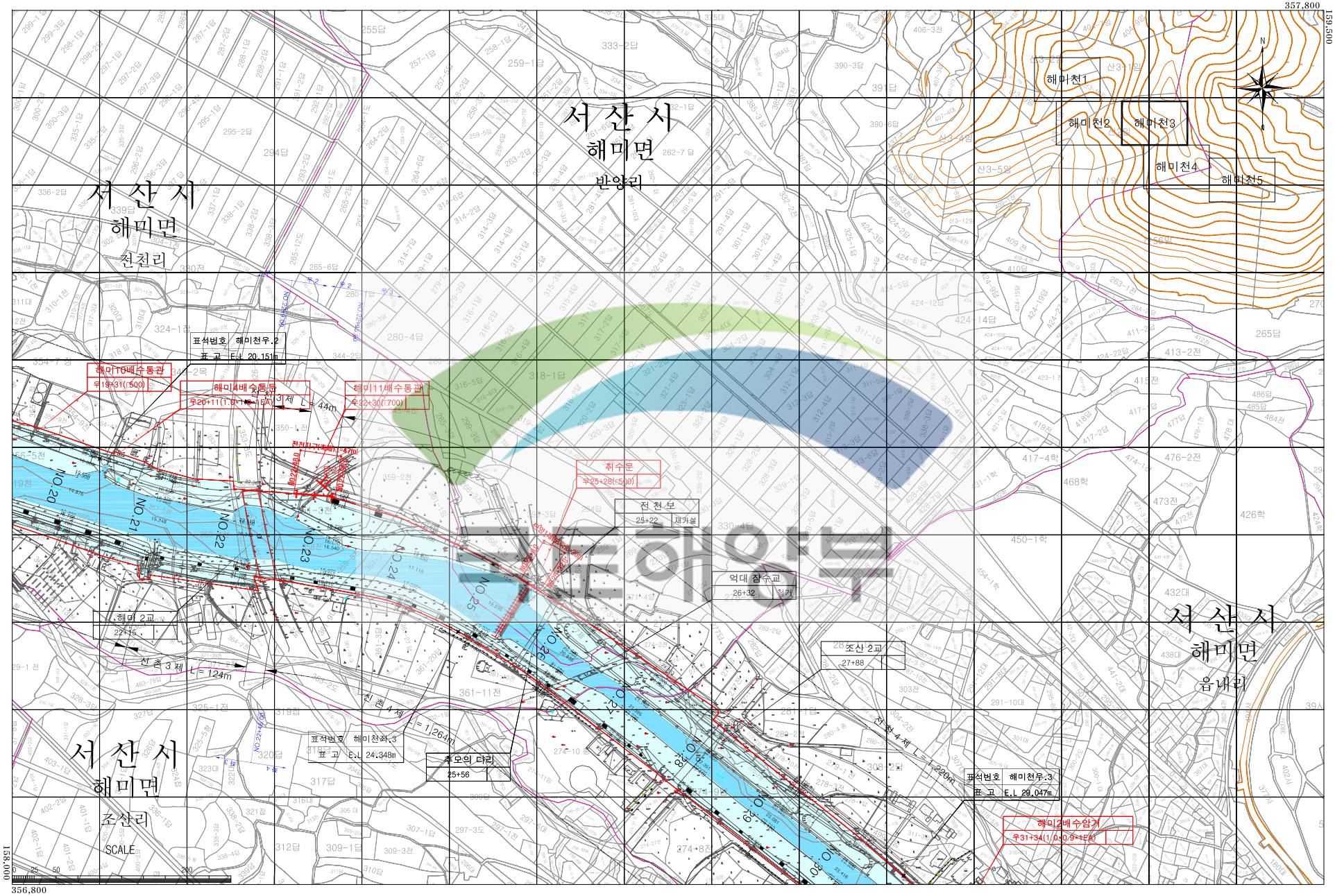


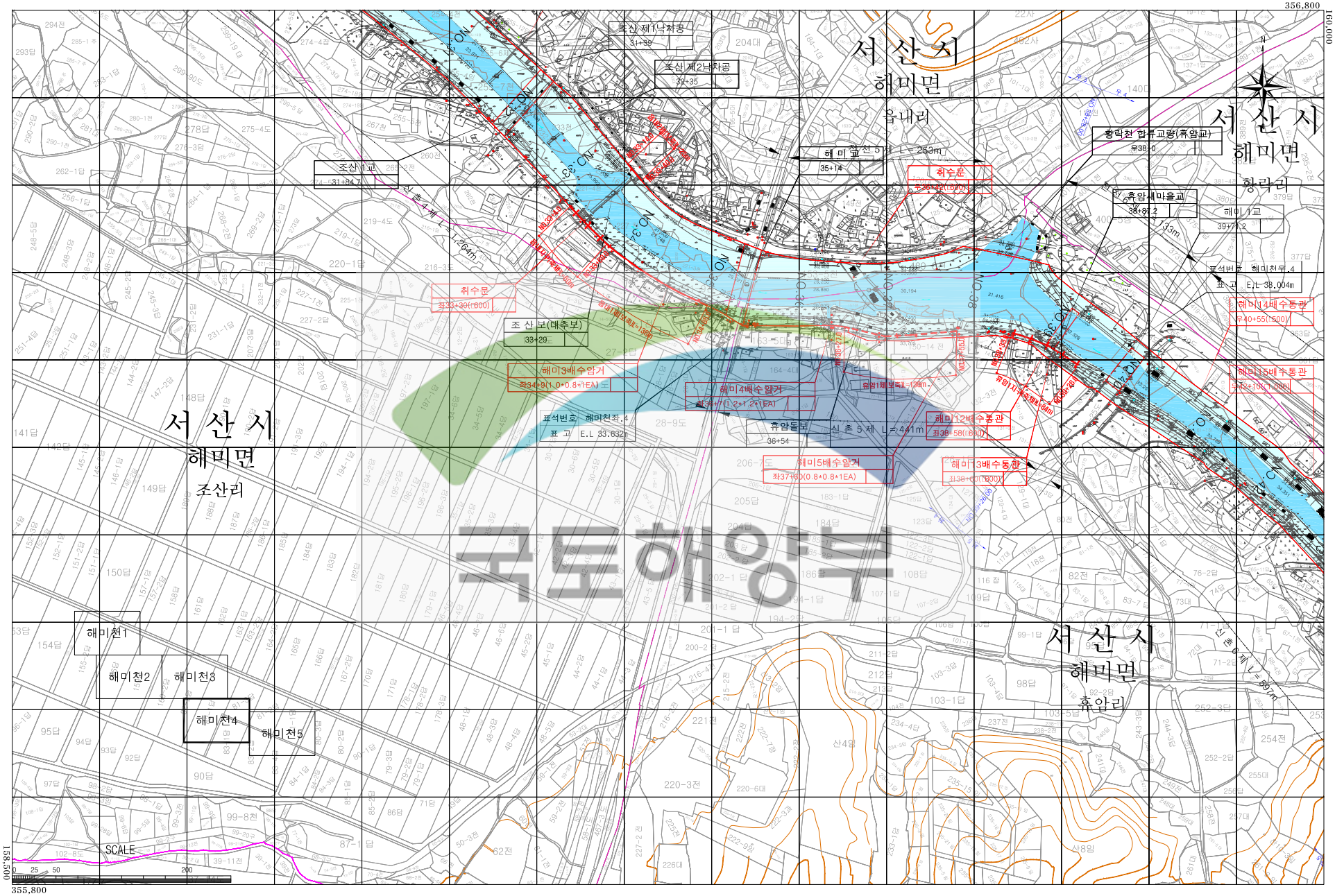


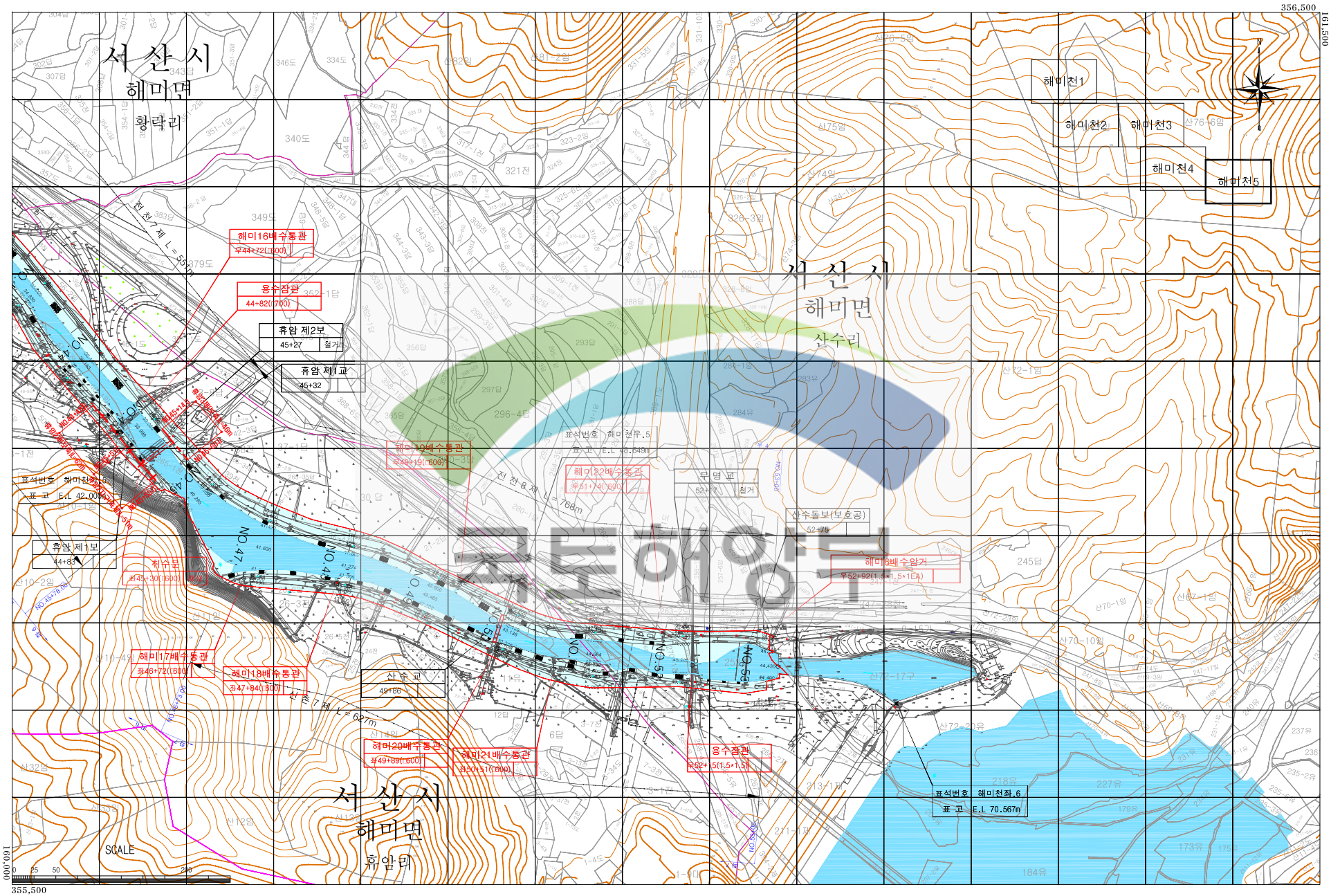
국토해양부


358,800
157,500
서 산 시
해미면
귀밀리
서 산 시
해미면
읍내리
서 산 시
해미면
응평리
해미천1
해미천2
해미천3
해미천4
해미천5
N
해미1배수통관
우1+40(Ø1000)
응평교
2+52
해미2배수통문
우2+53(1.0*1.0*1EA)
응평 제1보
3+91
표석번호 해미천좌.1
표 고 E.L 8.924m
해미1배수통문
좌1+27(1.5*1.5*1EA)
응평제1양수장
좌3+84
취수문
좌3+97(Ø1000)
해미3배수통문
좌5+67(1.0*1.0*1EA)
구 렛 보
6+79
해미1배수암거
우6+79(1.0*1.0*1EA)
취수문
우6+84(Ø800)
표석번호 해미천우.1
표 고 E.L 11.648m
해미2배수통관
우7+19(Ø800)
해미3배수통관
우8+90(Ø800)
전 기 세 L=990m
전 기 세 L=724m
0.0N
0.1N
0.2N
0.3N
0.4N
0.5N
0.6N
0.7N
0.8N
0.9N
1.0N
1.1N
1.2N
SCALE
0 25 50 200
156,000
357,800


357,800
158,000
356,800
156,500
서 산 시
해미면
전천리
양림리
응평리
해미천1
해미천2
해미천3
해미천4
해미천5
해미5배수통관
좌9+92(□600)
해미4배 수통관
우9+92(□600)
해미6배수통관
우10+56(□1,000)
94대 취수문
좌10+93(1.2*1.0*1EA)
응평 제2보
10+93
해미18배수통관
우16+47(□600)
응평 제3보
16+58
응평 취수교
18+51.2
응수잠문
16+47(□800)
해미7배수통관
좌16+17(□800)
응평제2양수장
좌15+54
취수문
좌17+64(□600)
해미9배수통관
좌18+90(□1200)
표석번호 해미점좌.2
표 고 E.L 14.458m
신 촌 2 제 L = 1,936m
전 천 2 제 L = 1,199m
NO.10
NO.11
NO.12
NO.13
NO.14
NO.15
NO.16
NO.17
NO.18
NO.19
SCALE
0 25 50 200
경도해양부


357,800
158,500
서 산 시
해미면
반양리
서 산 시
해미면
전천리
서 산 시
해미면
읍내리
서 산 시
해미면
조산리
해미천1
해미천2
해미천3
해미천4
해미천5
N
표석번호 해미천우.2
표 고 E.L 20.151m
해미10배수통관
우19+31(ϕ500)
해미4배수통관
우20+11(1.0×1.0 B.C)
해미3제 L=44m
해미11배수통관
우22+30(ϕ700)
전천지구(1.0m)
취수문
우25+28(ϕ500)
전 천 보
25+22 재가설
억대 잠수교
26+32 철거
해미 2교
22+75
전 촌 3 제 L=124m
조산 2교
27+88
전 촌 4 제 L=1,264m
전 천 4 제 L=1,220m
표석번호 해미천화.3
표 고 E.L 24.348m
촉모의 다리
25+56
표석번호 해미천우.3
표 고 E.L 29.047m
해미2배수암거
우31+34(1.0×0.9 4Ea)
NO.20
NO.21
NO.22
NO.23
NO.24
NO.25
NO.26
NO.27
NO.28
NO.29
NO.30
SCALE
0 25 50 100 200
158,000
356,800


356,800
160,000
158,500
355,800
서 산 시
해미면
읍내리
서 산 시
해미면
황락리
서 산 시
해미면
조산리
서 산 시
해미면
휴암리
조산 제1낙차공
31+39
조산 제2낙차공
32+35
조산1교
31+84.7
해 미 철 전 5제 L=253m
35+14
취수문
좌34+30(Ø600)
황락천 합류교량(휴암교)
우38+0
휴암새마을교
38+87.2
해미 1교
39+72.2
표석번호 해미천좌.4
표 고 E.L 38.004m
해미4배수통관
우40+55(Ø500)
취수문
좌33+30(Ø600)
조 산 보(대추보)
33+29
해미3배수암거
좌34+9(1.0*0.8*1EA)
해미4배수암거
좌36+7(1.2*1.2*1EA)
표석번호 해미천좌.4
표 고 E.L 33.632m
휴암돌보
36+54
신 촌 5 제 L=441m
해미12배수통관
좌39+58(Ø800)
해미5배수암거
좌37+50(0.8*0.8*1EA)
해미13배수통관
좌38+00(Ø800)
해미천1
해미천2
해미천3
해미천4
해미천5
SCALE
0 25 50 200

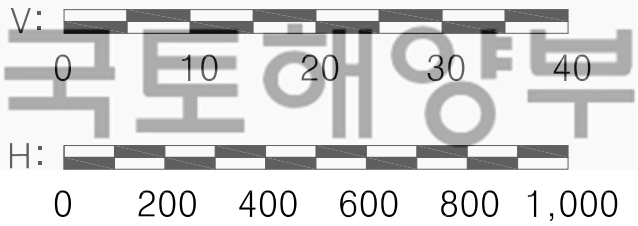

356,500
191,500
160,000
355,500
서 산 시
해미면
황락리
서 산 시
해미면
산수리
서 산 시
해미면
허암리
해미천1
해미천2
해미천3
해미천4
해미천5
해미16배수통관
우44+72(Ø600)
용수잠관
44+82(Ø700)
휴암 제2보
45+27
철거
휴암 제1교
45+32
휴암 제1보
44+83
취수로
좌45+30(Ø600)
해미17배수통관
좌46+72(Ø600)
해미18배수통관
좌47+84(Ø600)
산 수 교
49+86
해미19배수통관
우49+19(Ø600)
해미20배수통관
좌49+89(Ø600)
해미21배수통관
좌50+51(Ø600)
해미22배수통관
우51+74(Ø600)
무 명 교
52+77
철거
산수돌보(보호공)
52+75
해미3배수암거
우52+92(1.8×1.5×1EA)
용수잠관
우52+15(1.5×1.5)
표석번호 해미천우.5
표 고 E.L 46.649m
표석번호 해미천좌.6
표 고 E.L 70.567m
표석번호 해미천좌.4
표 고 E.L 42.000m
전 천 7 제 L = 651m
전 천 8 제 L=768m
전 천 9 제 L = 627m
NO.47
NO.48
NO.49
NO.50
NO.51
NO.52
SCALE
0 25 50 200

◉ 종 단 면 도



해미천 하천기본계획

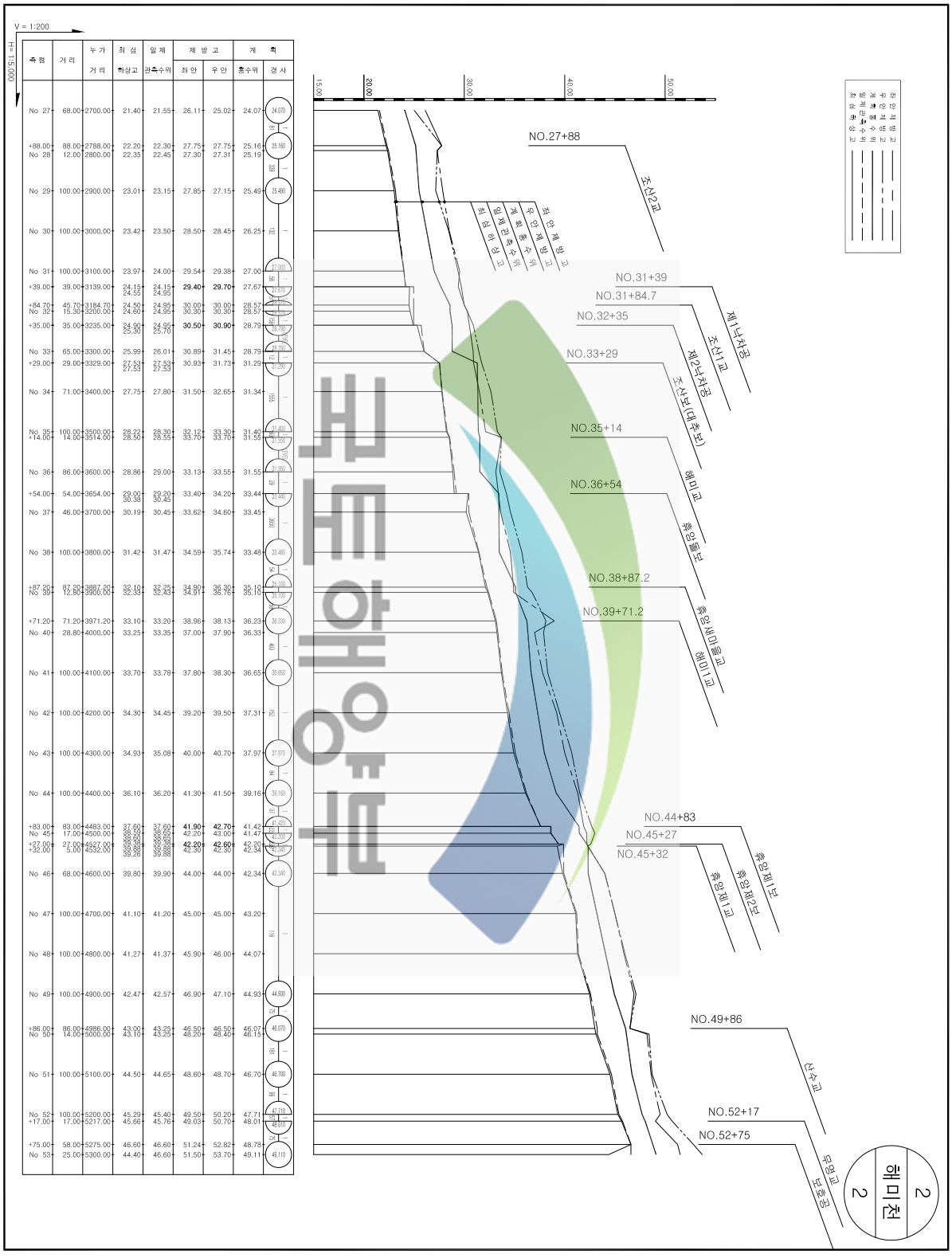
종 단 면 도



국토해양부

국토해양부

측점	거리	누가거리	최심하상고	일제관측수위	계획홍수위	제방고 우안	제방고 좌안	계획홍수위
No 0	0.00	0.00	3.18	3.45	8.46	9.38	8.60	8.46
+29.00	29.00	29.00	3.15	3.70	8.46	9.08	8.79	8.46
No 1	71.00	100.00	4.00	4.12	8.47	9.60	8.79	8.47
No 2	100.00	200.00	4.18	4.50	8.48	9.54	9.05	8.48
+52.00	52.00	252.00	4.66	4.78	8.49	9.05	9.05	8.49
No 3	48.00	300.00	4.98	5.08	8.49	9.60	9.40	8.49
+91.00	91.00	391.00	5.14	5.14	8.73	10.10	9.76	8.73
No 4	9.00	400.00	5.18	5.45	8.73	10.00	9.96	8.73
No 5	100.00	500.00	5.74	5.94	8.85	10.90	10.30	8.85
No 6	100.00	600.00	5.90	6.10	8.96	11.40	11.00	8.96
+79.00	79.00	679.00	6.71	6.71	10.24	10.40	10.40	10.24
No 7	21.00	700.00	7.25	7.50	10.28	11.60	11.40	10.28
No 8	100.00	800.00	7.55	7.79	10.44	12.20	12.00	10.44
No 9	100.00	900.00	7.79	7.99	10.60	12.30	12.50	10.60
No 10	100.00	1000.00	8.53	8.64	10.76	12.60	12.50	10.76
+93.00	93.00	1093.00	9.00	9.00	12.36	13.50	12.73	12.36
No 11	7.00	1100.00	9.10	9.40	12.36	13.50	13.10	12.36
No 12	100.00	1200.00	9.76	9.96	12.44	14.08	13.60	12.44
No 13	100.00	1300.00	10.25	10.45	12.52	14.90	14.40	12.52
No 14	100.00	1400.00	10.45	10.65	13.22	16.00	15.25	13.22
No 15	100.00	1500.00	11.70	11.90	13.92	16.51	16.03	13.92
No 16	100.00	1600.00	12.20	12.50	14.61	17.46	16.90	14.61
+58.00	58.00	1658.00	12.82	13.32	15.89	17.50	17.00	15.89
No 17	42.00	1700.00	12.95	13.32	15.93	17.60	17.80	15.93
No 18	100.00	1800.00	13.46	13.60	16.03	18.40	18.62	16.03
+51.20	51.20	1851.20	14.65	14.65	16.93	18.50	17.80	16.93
No 19	48.80	1900.00	14.63	14.70	17.30	19.15	19.60	17.30
No 20	100.00	2000.00	14.88	15.00	17.53	20.00	20.40	17.53
No 21	100.00	2100.00	15.25	15.45	17.77	21.75	21.07	17.77
No 22	100.00	2200.00	16.22	16.40	18.13	22.50	21.70	18.13
+15.00	15.00	2215.00	16.22	16.40	18.05	22.58	22.03	18.05
No 23	85.00	2300.00	16.54	16.67	19.14	21.42	22.72	19.14
No 24	100.00	2400.00	17.12	17.35	23.72	22.70	23.72	20.04
No 25	100.00	2500.00	19.06	19.15	24.55	23.47	24.55	20.95
+22.00	22.00	2522.00	20.07	20.07	24.80	23.80	24.80	23.33
+56.00	34.00	2556.00	20.87	20.98	26.40	26.40	26.40	23.39
No 26	44.00	2600.00	20.84	20.98	25.17	24.15	25.17	23.46
+32.00	32.00	2632.00	20.54	20.98	25.15	24.43	25.15	23.52
No 27	68.00	2700.00	21.40	21.55	26.11	25.02	26.11	24.07

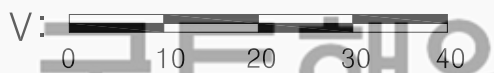

V = 1:200
H = 1:5,000
측점 | 거리 | 누가거리 | 최심하상고 | 일제관측수위 | 제방고 최안 | 제방고 우안 | 계획홍수위 | 경사
No 27+ 68.00+ 2700.00+ 21.40+ 21.55+ 26.11+ 25.02+ 24.07+
+88.00+ 88.00+ 2788.00+ 22.20+ 22.30+ 27.75+ 27.75+ 25.16+
No 28 12.00 2800.00 22.35 22.45 27.30 27.31 25.19
No 29+ 100.00+ 2900.00+ 23.01+ 23.15+ 27.85+ 27.15+ 25.49+
No 30+ 100.00+ 3000.00+ 23.42+ 23.50+ 28.50+ 28.45+ 26.25+
No 31+ 100.00+ 3100.00+ 23.97+ 24.00+ 29.54+ 29.38+ 27.00+
+39.00+ 39.00+ 3139.00+ 24.15+ 24.15+ 29.40+ 29.70+ 27.67+
24.55 24.95
+84.70+ 45.70+ 3184.70+ 24.50+ 24.95+ 30.00+ 30.00+ 28.57+
No 32+ 15.30+ 3200.00+ 24.60+ 24.95+ 30.30+ 30.30+ 28.57+
+35.00+ 35.00+ 3235.00+ 24.90+ 24.95+ 30.50+ 30.90+ 28.79+
25.30 25.70
No 33+ 65.00+ 3300.00+ 25.99+ 26.01+ 30.89+ 31.45+ 28.79+
+29.00+ 29.00+ 3329.00+ 27.53+ 27.53+ 30.93+ 31.73+ 31.29+
27.53 27.53
No 34+ 71.00+ 3400.00+ 27.75+ 27.80+ 31.50+ 32.65+ 31.34+
No 35+ 100.00+ 3500.00+ 28.22+ 28.30+ 32.12+ 33.30+ 31.40+
+14.00+ 14.00+ 3514.00+ 28.50+ 28.55+ 33.70+ 33.70+ 31.55+
No 36+ 86.00+ 3600.00+ 28.86+ 29.00+ 33.13+ 33.55+ 31.55+
+54.00+ 54.00+ 3654.00+ 29.90+ 29.20+ 33.40+ 34.20+ 33.44+
30.35 30.45
No 37+ 46.00+ 3700.00+ 30.19+ 30.45+ 33.62+ 34.60+ 33.45+
No 38+ 100.00+ 3800.00+ 31.42+ 31.47+ 34.59+ 35.74+ 33.48+
+87.20+ 87.20+ 3887.20+ 32.10+ 32.25+ 34.80+ 36.30+ 35.10+
No 39+ 12.80+ 3900.00+ 32.33+ 32.43+ 34.91+ 36.76+ 35.10+
+71.20+ 71.20+ 3971.20+ 33.10+ 33.20+ 38.96+ 38.13+ 36.23+
No 40+ 28.80+ 4000.00+ 33.25+ 33.35+ 37.00+ 37.90+ 36.33+
No 41+ 100.00+ 4100.00+ 33.70+ 33.78+ 37.80+ 38.30+ 36.65+
No 42+ 100.00+ 4200.00+ 34.30+ 34.45+ 39.20+ 39.50+ 37.31+
No 43+ 100.00+ 4300.00+ 34.93+ 35.08+ 40.00+ 40.70+ 37.97+
No 44+ 100.00+ 4400.00+ 36.10+ 36.20+ 41.30+ 41.50+ 39.16+
+83.00+ 83.00+ 4483.00+ 37.60+ 37.60+ 41.90+ 42.70+ 41.42+
No 45+ 17.00+ 4500.00+ 38.50+ 38.60+ 42.20+ 43.00+ 41.47+
+27.00+ 27.00+ 4527.00+ 38.94+ 39.04+ 42.20+ 42.60+ 42.20+
+32.00 5.00 4532.00 39.02 39.12 42.30 42.30 42.34
No 46+ 68.00+ 4600.00+ 39.80+ 39.90+ 44.00+ 44.00+ 42.34+
No 47+ 100.00+ 4700.00+ 41.10+ 41.20+ 45.00+ 45.00+ 43.20+
No 48+ 100.00+ 4800.00+ 41.27+ 41.37+ 45.90+ 46.00+ 44.07+
No 49+ 100.00+ 4900.00+ 42.47+ 42.57+ 46.90+ 47.10+ 44.93+
+86.00+ 86.00+ 4986.00+ 43.00+ 43.25+ 46.50+ 46.50+ 46.07+
No 50+ 14.00+ 5000.00+ 43.10+ 43.25+ 46.20+ 46.40+ 46.15+
No 51+ 100.00+ 5100.00+ 44.50+ 44.65+ 48.60+ 48.70+ 46.70+
No 52+ 100.00+ 5200.00+ 45.29+ 45.40+ 49.50+ 50.20+ 47.71+
+17.00+ 17.00+ 5217.00+ 45.66+ 45.76+ 49.03+ 50.70+ 48.01+
+75.00+ 58.00+ 5275.00+ 46.60+ 46.60+ 51.24+ 52.82+ 48.78+
No 53+ 25.00+ 5300.00+ 44.40+ 46.60+ 51.50+ 53.70+ 49.11+
15.00
20.00
30.00
40.00
50.00
NO.27+88
조산2교
NO.31+39
NO.31+84.7
NO.32+35
제1낙차공
조산1교
제2낙차공
NO.33+29
조산보(대체보)
NO.35+14
해미교
NO.36+54
충앙통문
NO.38+87.2
충앙제1통문
NO.39+71.2
해미1교
NO.44+83
NO.45+27
NO.45+32
충앙제1교
충앙제2교
충앙제1교
NO.49+86
산수교
NO.52+17
NO.52+75
충앙교
2
해미천
2

◉ 횡 단 면 도



해미천 하천기본계획

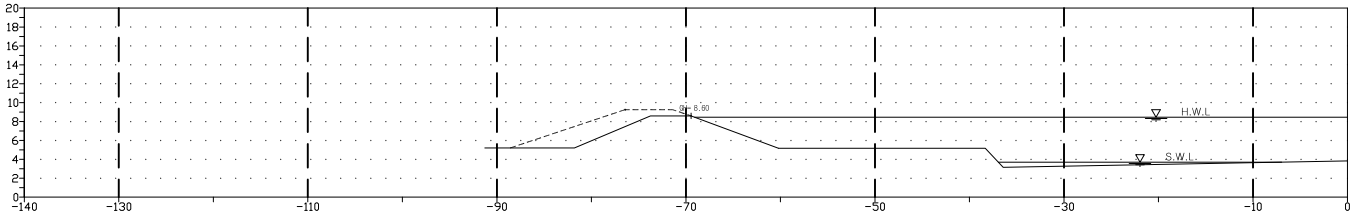
횡 단 면 도



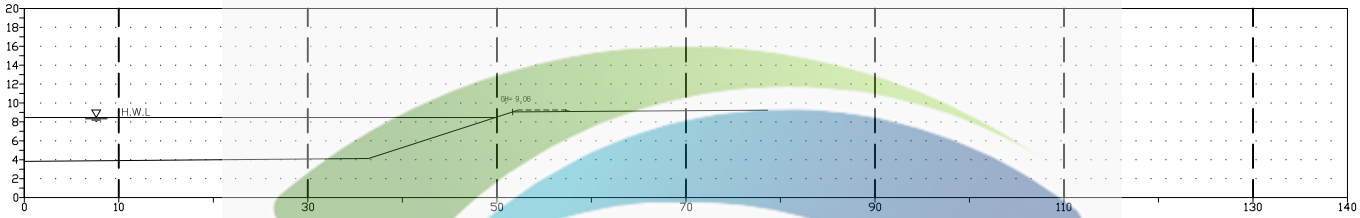


국토해양부

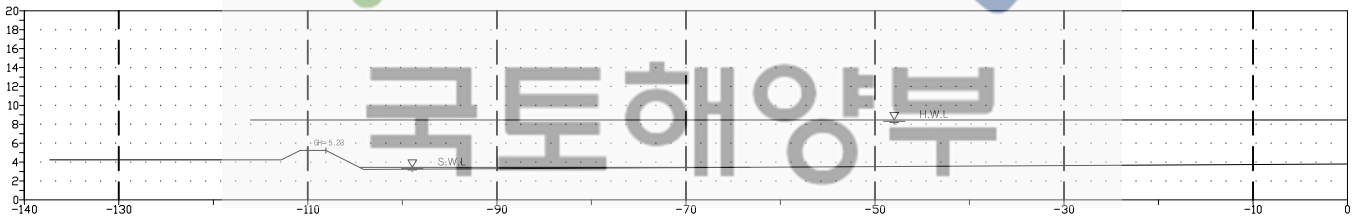
계획홍수위	H.W.L
일제관측수위	S.W.L



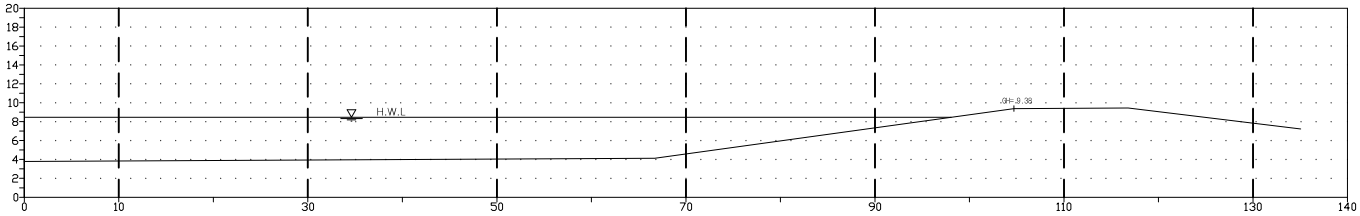
NO.0+29.0000



NO.0+29.0000

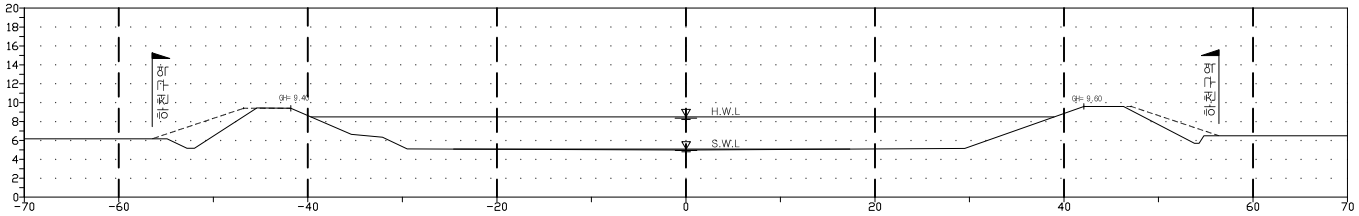


NO.0+0.0000

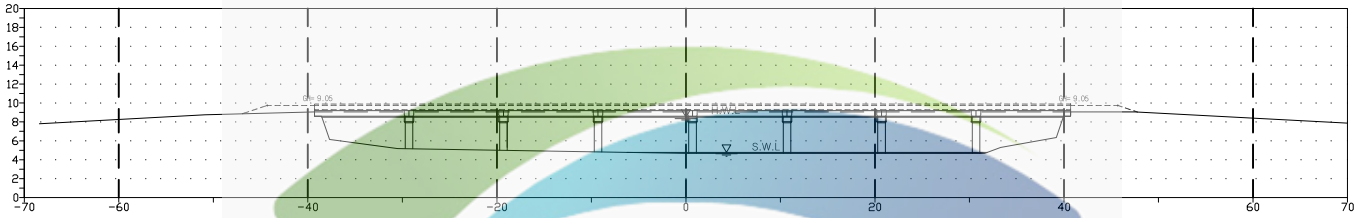


NO.0+0.0000

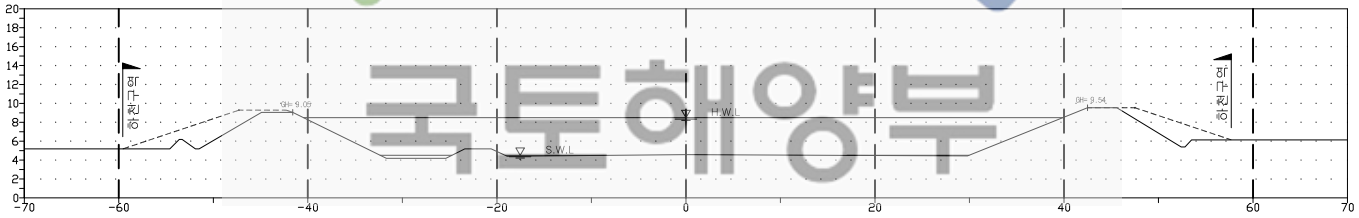
국도해양부



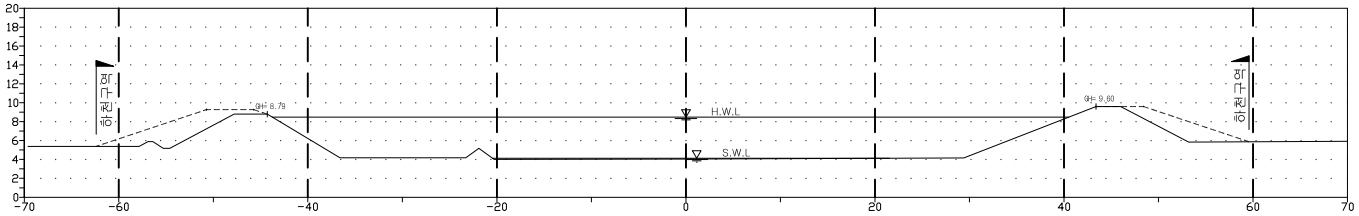
NO.3+0.0000



NO.2+52.0000
(응 평 교)

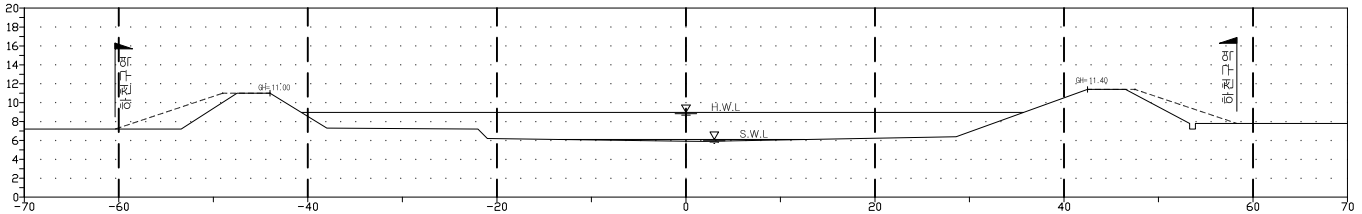


NO.2+0.0000

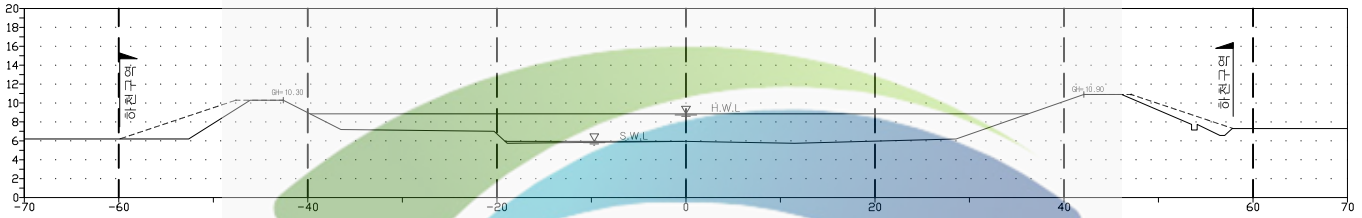


NO.1+0.0000

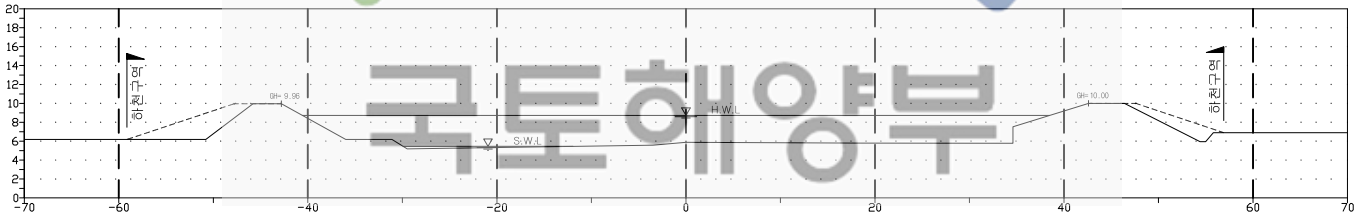
국토해양부



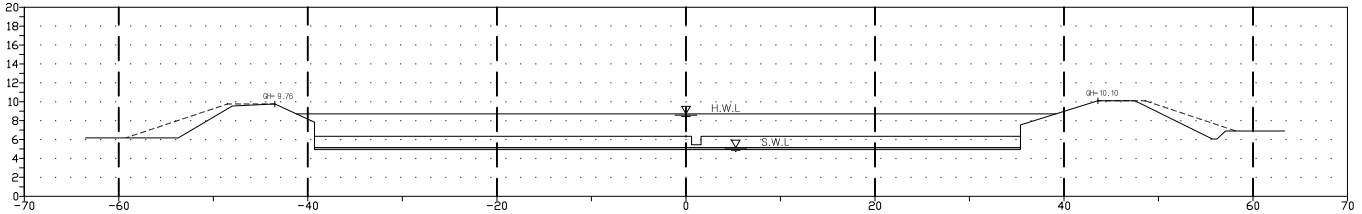
NO.6+0.0000



NO.5+0.0000

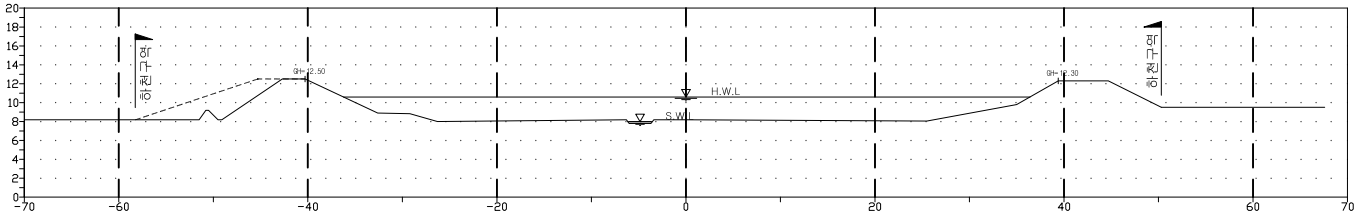


NO.4+0.0000

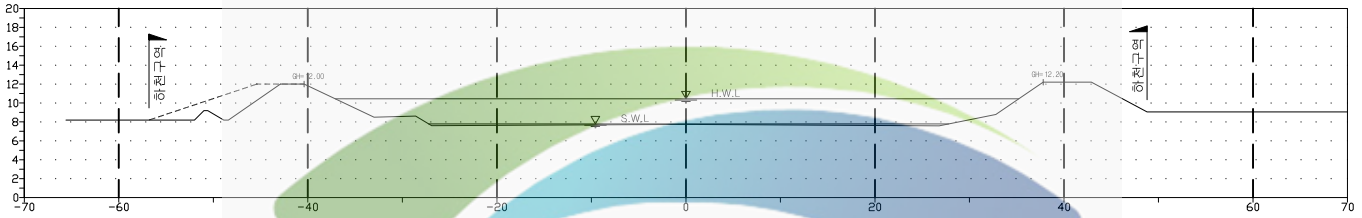


NO.3+91.0000
(응 평 제1보)

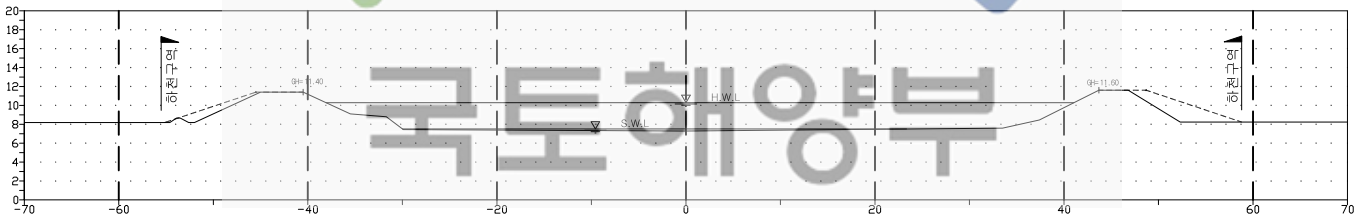
교도해양부



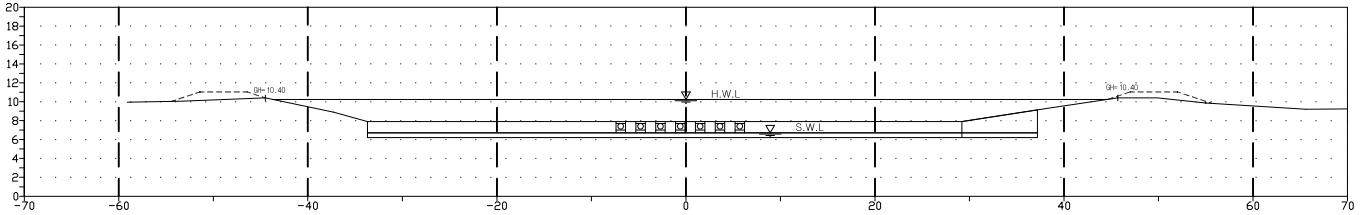
NO.9+0.0000



NO.8+0.0000

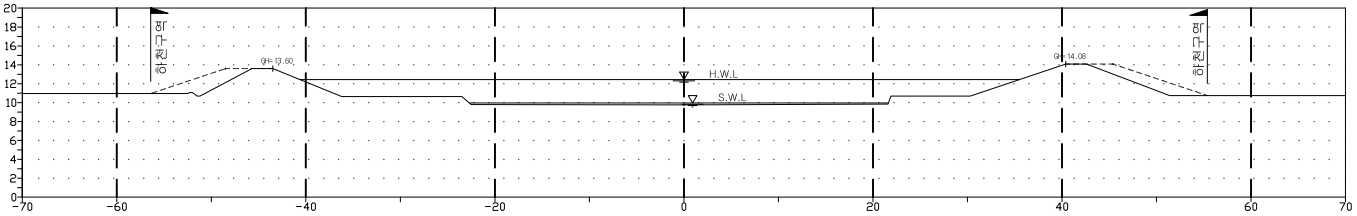


NO.7+0.0000

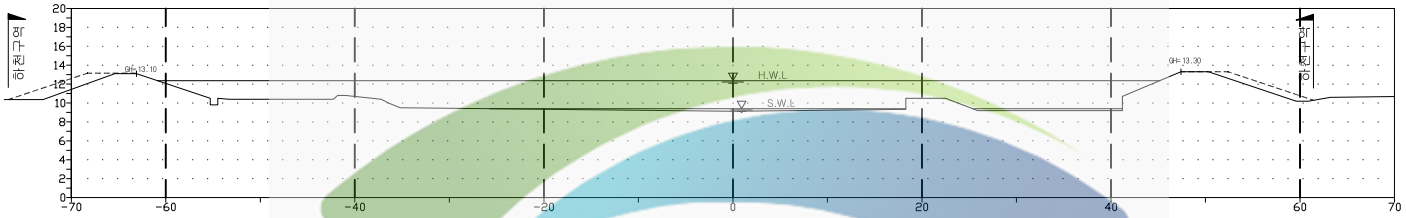


NO.6+79.0000
(구 렛 보)

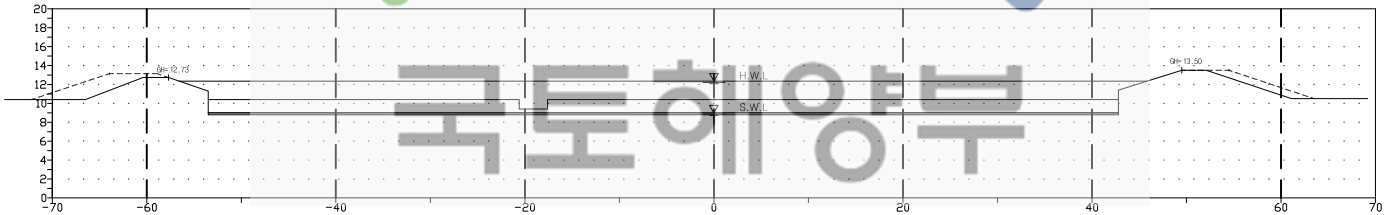
국토해양부



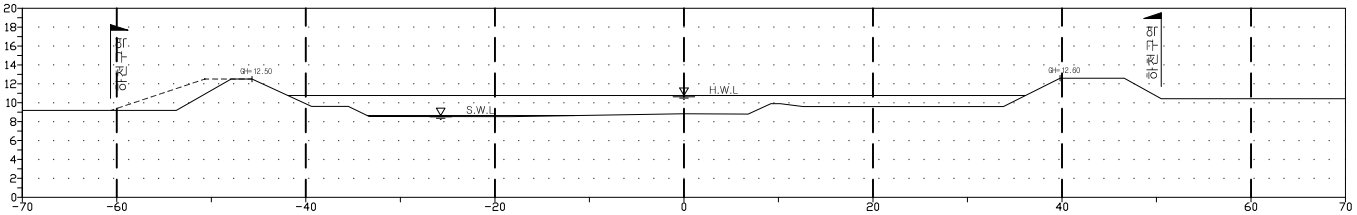
NO.12+0.0000



NO.11+0.0000

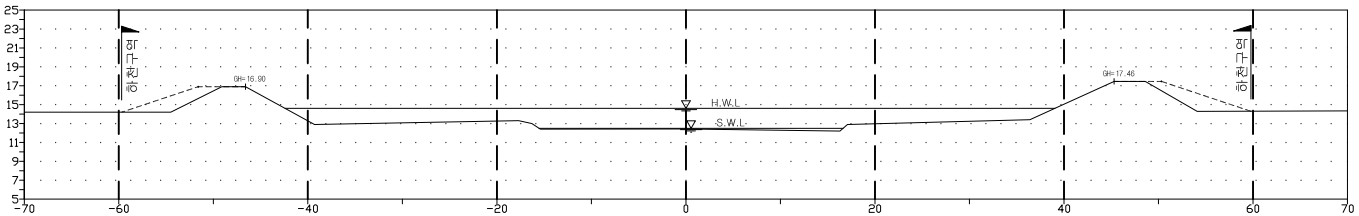


NO.10+93.0000
(응 평 제2보)

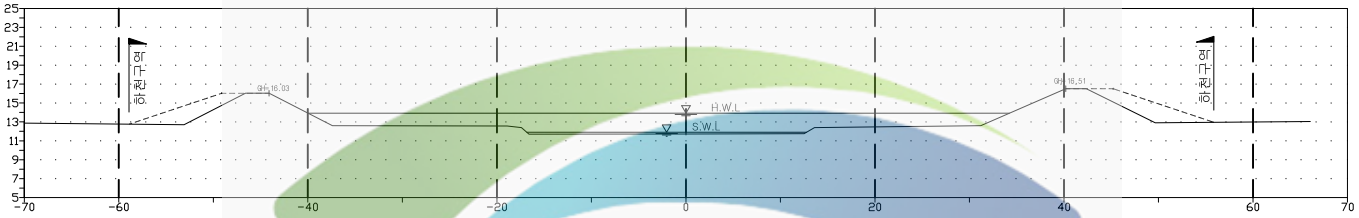


NO.10+0.0000

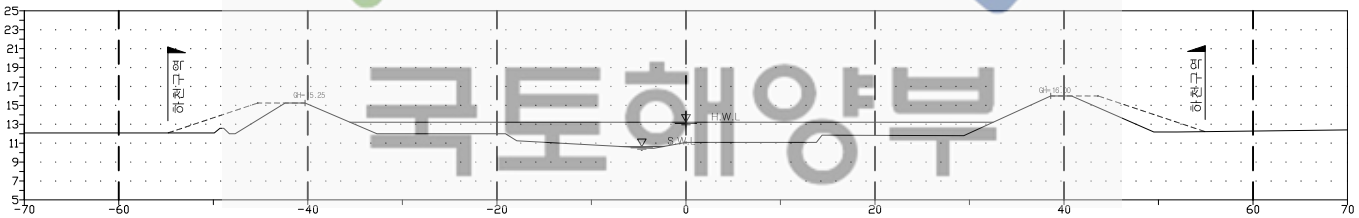
국토해양부



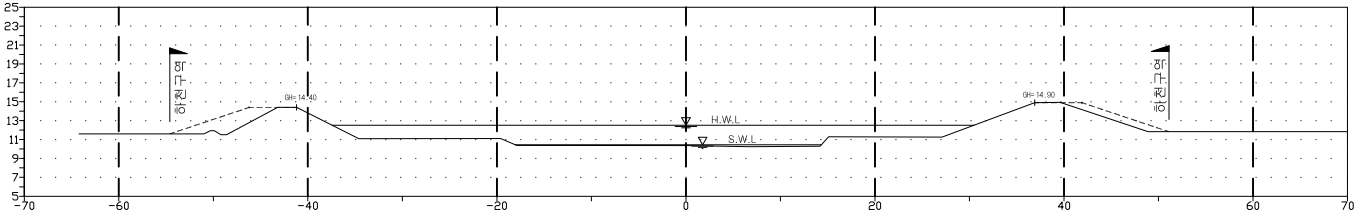
NO.16+0.0000



NO.15+0.0000

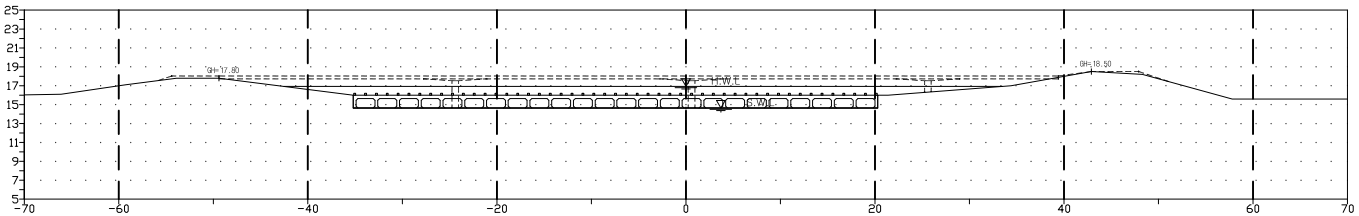


NO.14+0.0000

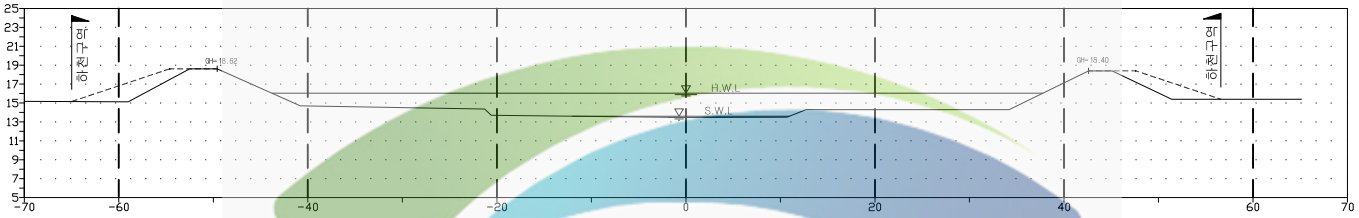


NO.13+0.0000

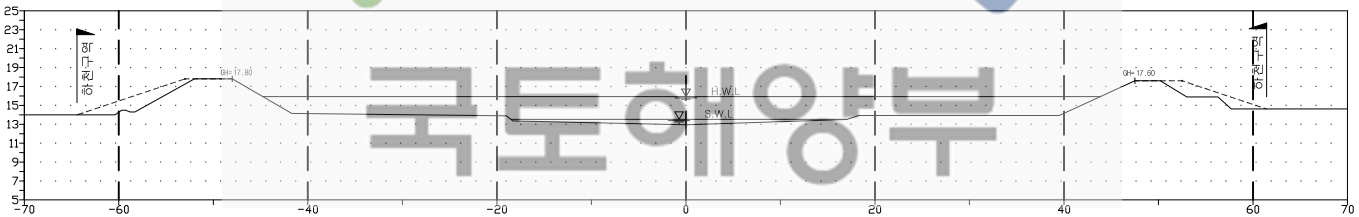
국토해양부



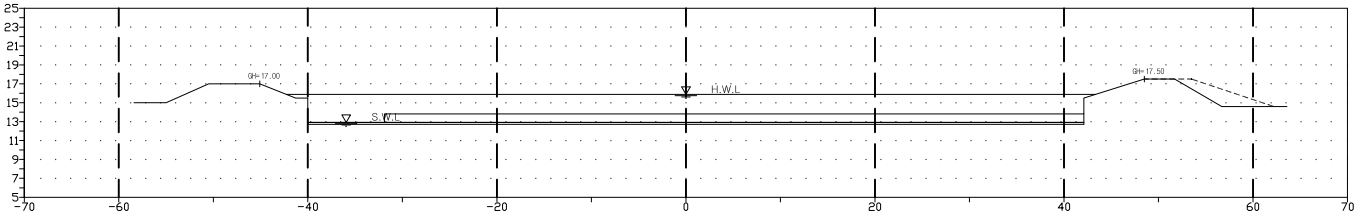
NO.18+51.2000
(응 평 잠 수 교)



NO.18+0.0000

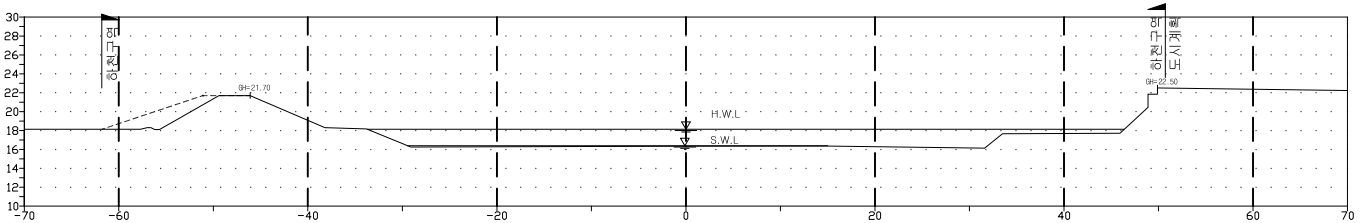


NO.17+0.0000

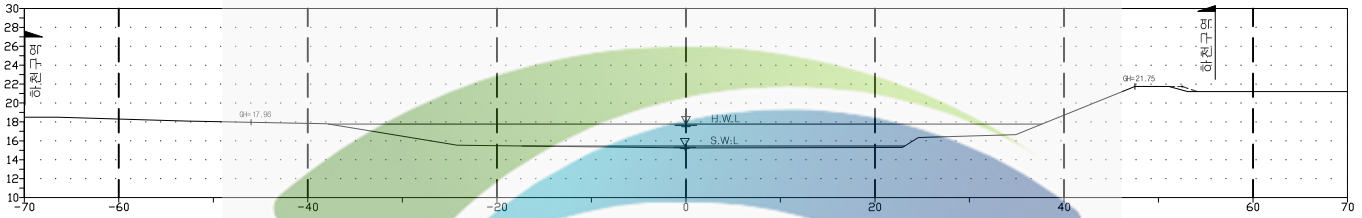


NO.16+58.0000
(응 평 제3보)

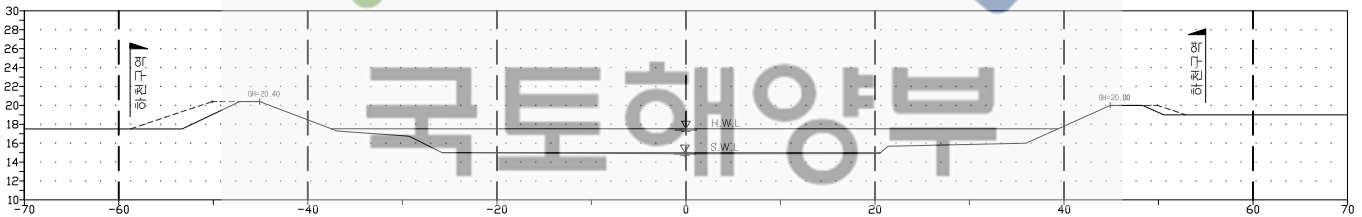
국도해양부



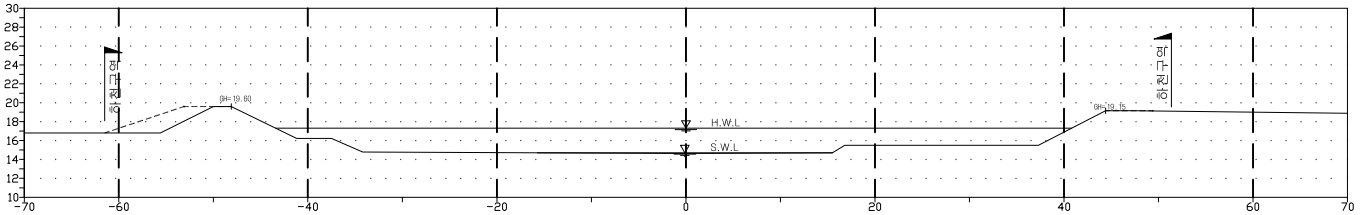
NO.22+0.0000



NO.21+0.0000

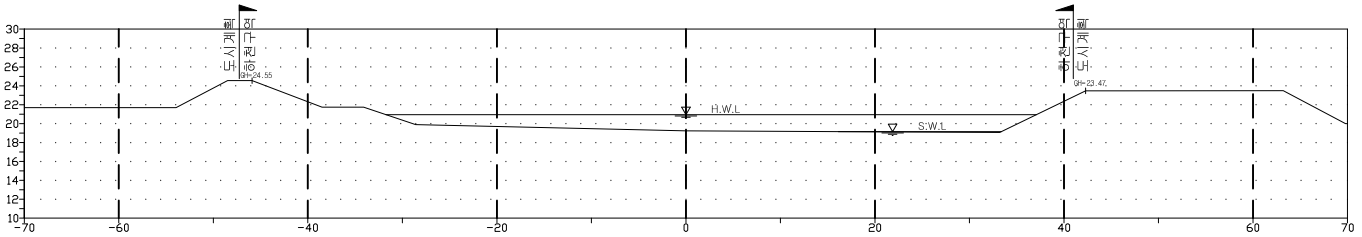


NO.20+0.0000

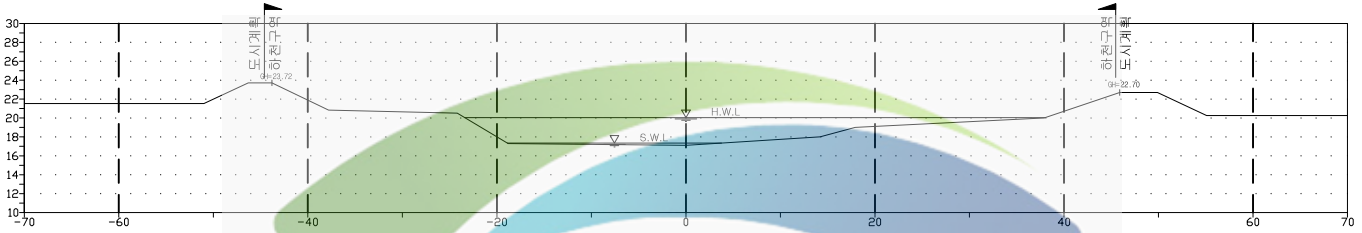


NO.19+0.0000

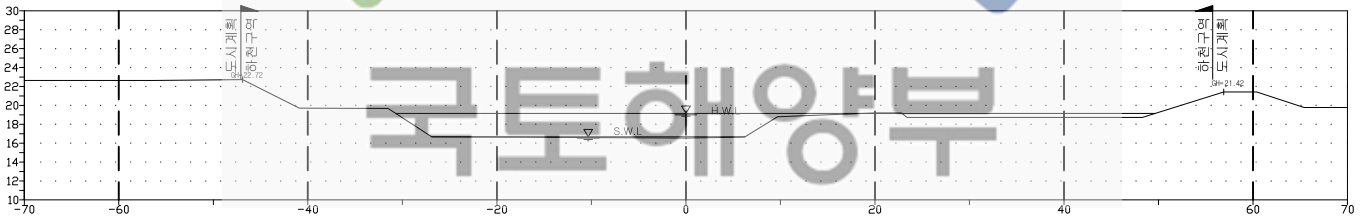
국토해양부



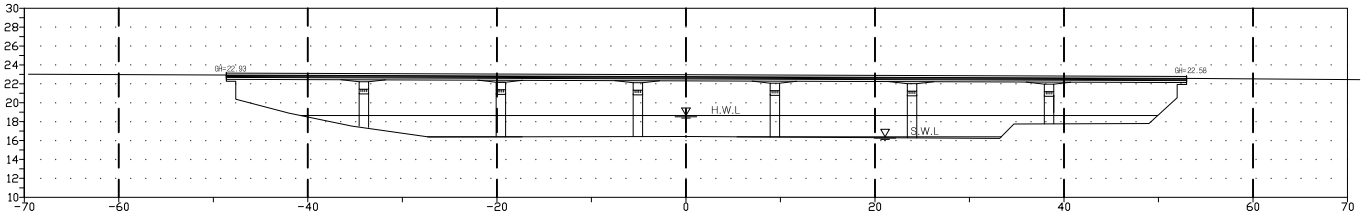
NO.25+0.0000



NO.24+0.0000

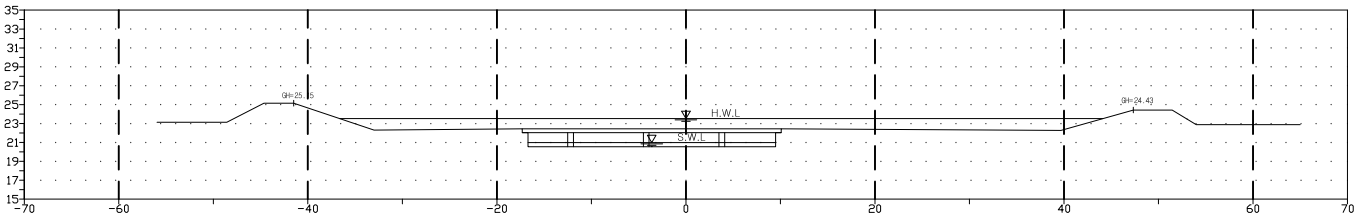


NO.23+0.0000

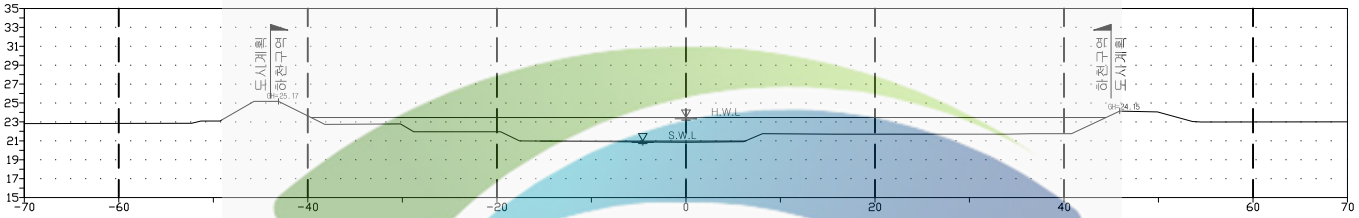


NO.22+15.0000
(해 미 2 교)

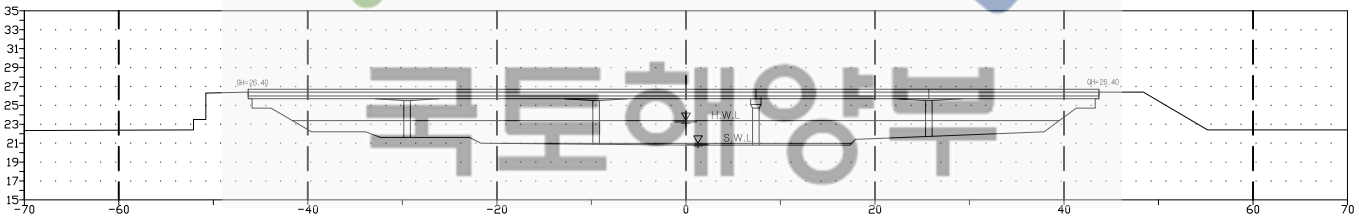
국토해양부



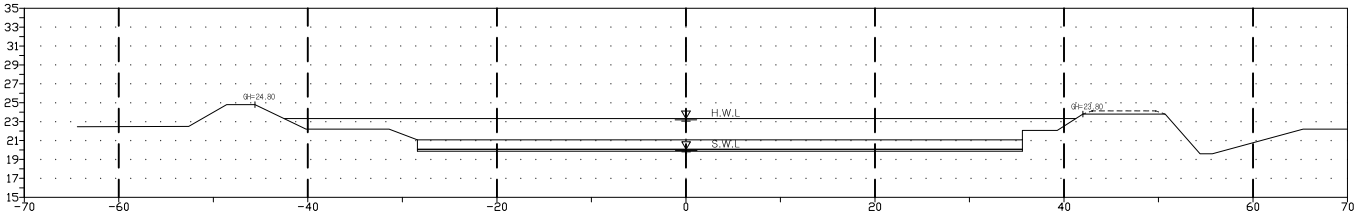
NO.26+32.0000
억대잠수교(철거)



NO.26+0.0000

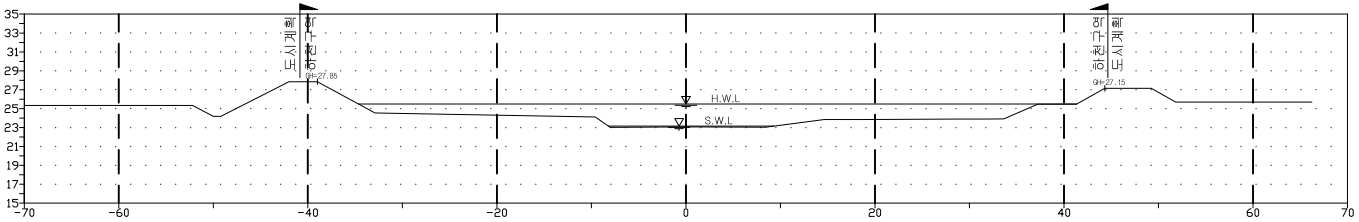


NO.25+56.0000
[진 둠 병 교(추모의 다리)]

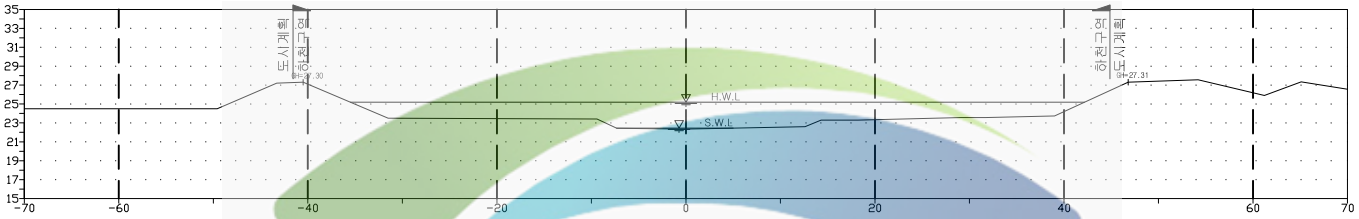


NO.25+22.0000
(전 천 보)

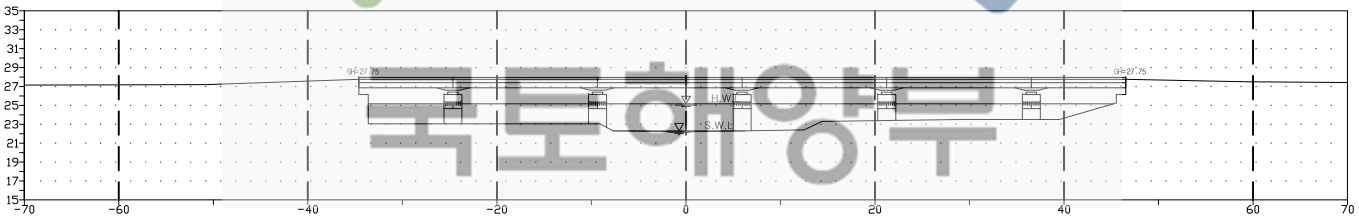
군도해양부



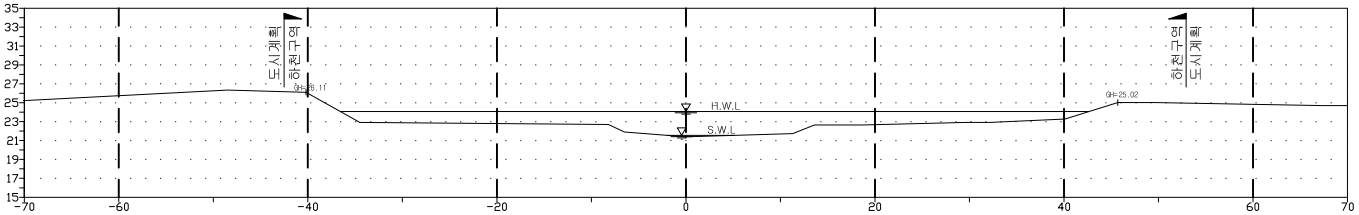
NO.29+0.0000



NO.28+0.0000

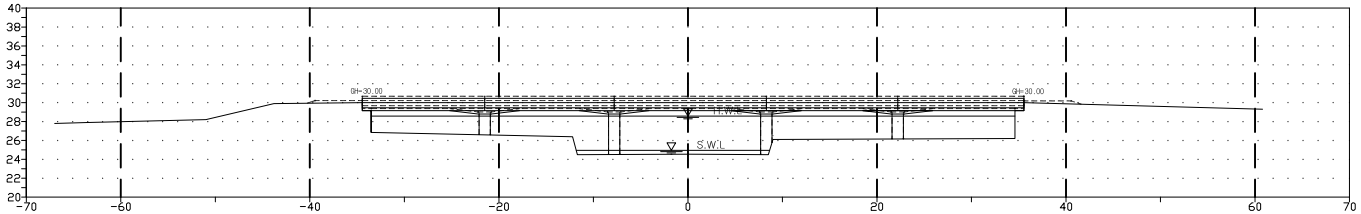


NO.27+88.0000
(조 산 2 교)

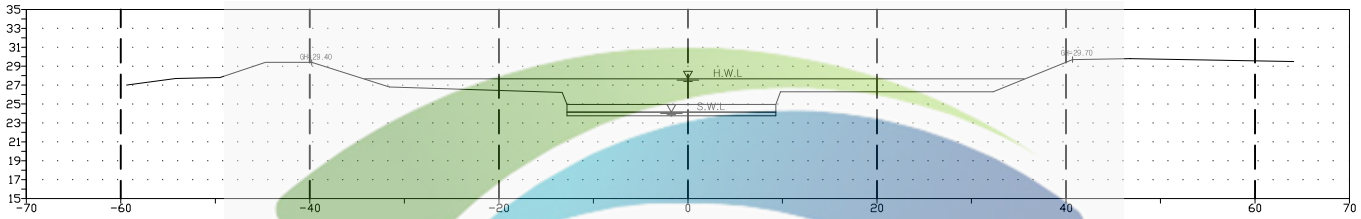


NO.27+0.0000

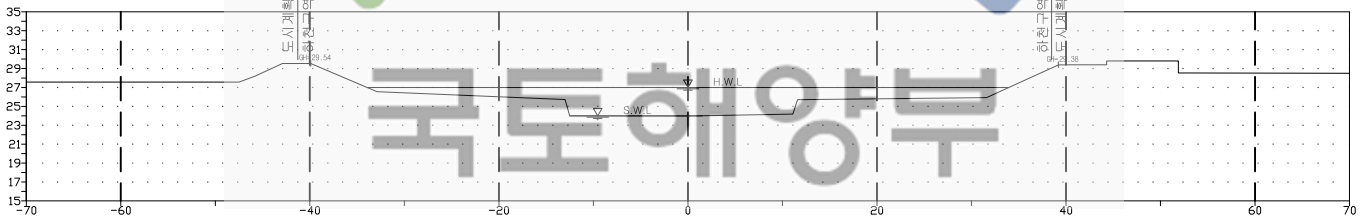
국토해양부



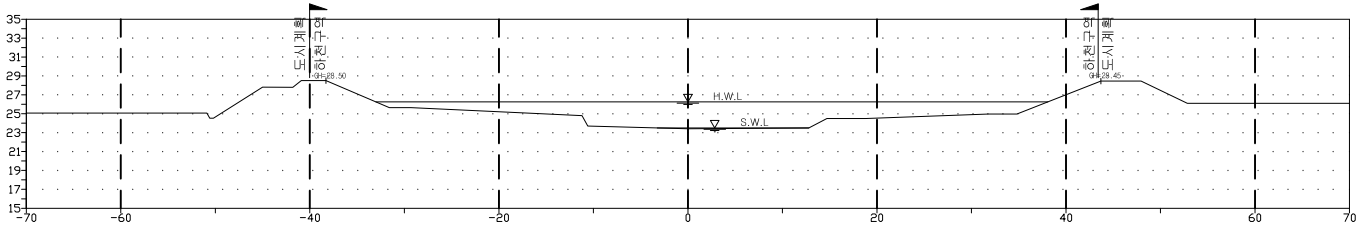
NO.31+84.7000
(조 산 1 교)



NO.31+39.0000
(조 산 1 낙 차 공)

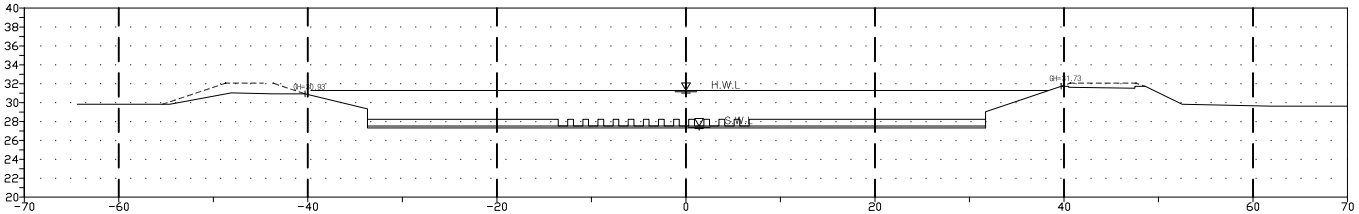


NO.31+0.0000

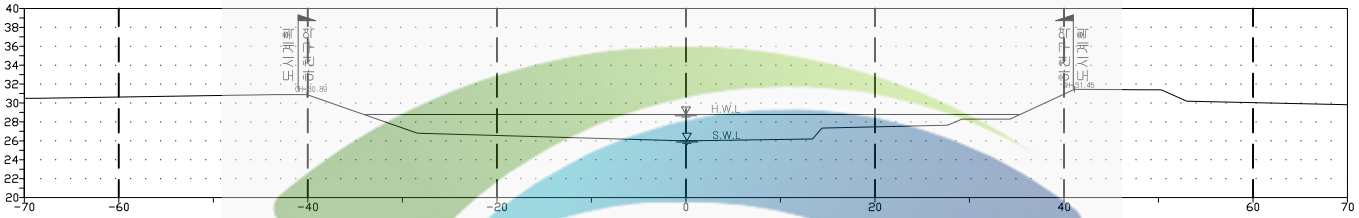


NO.30+0.0000

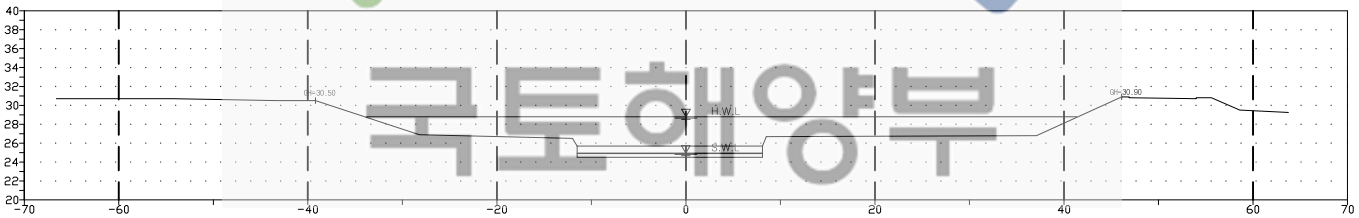
국도해양부



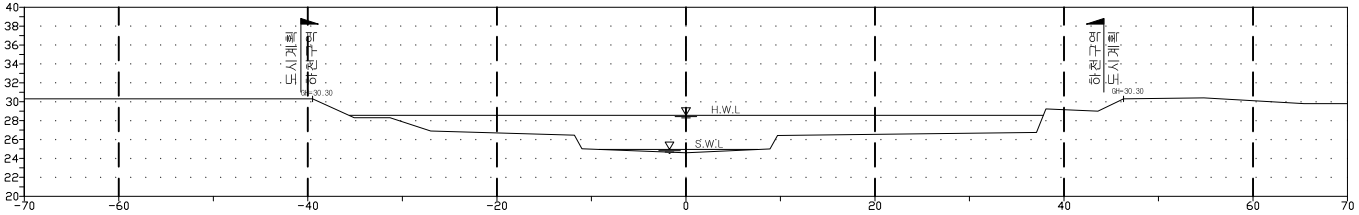
NO.33+29.0000
(조 산 보)



NO.33+0.0000

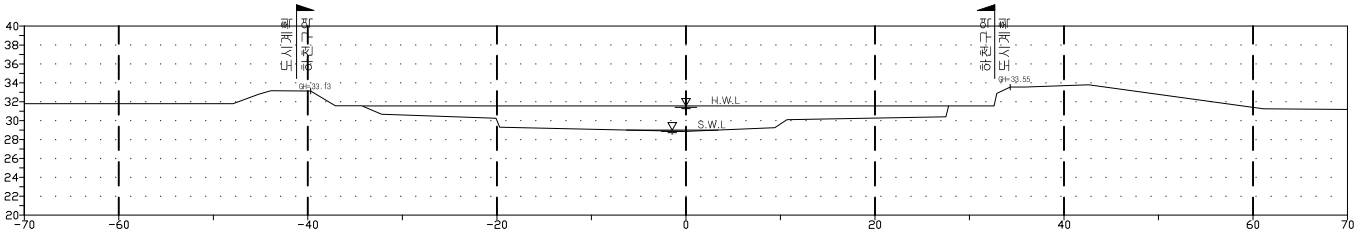


NO.32+35.0000
(조 산 제 2 낙 차 공)

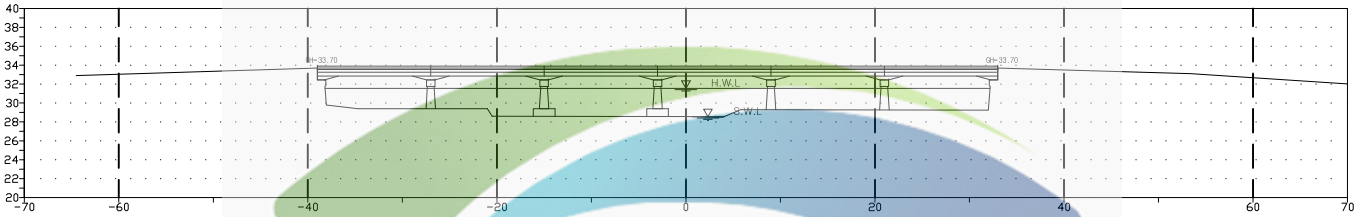


NO.32+0.0000

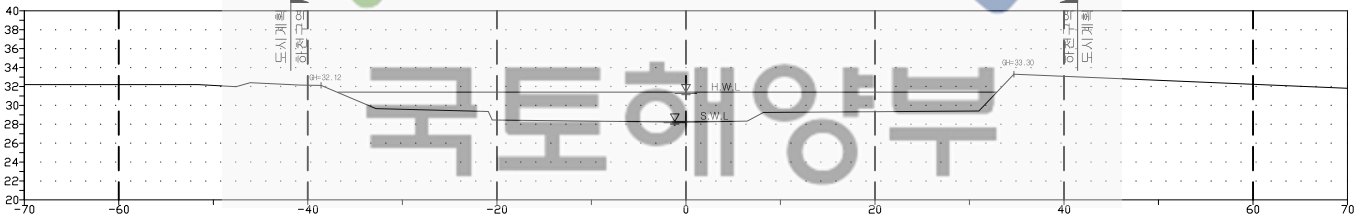
국토해양부



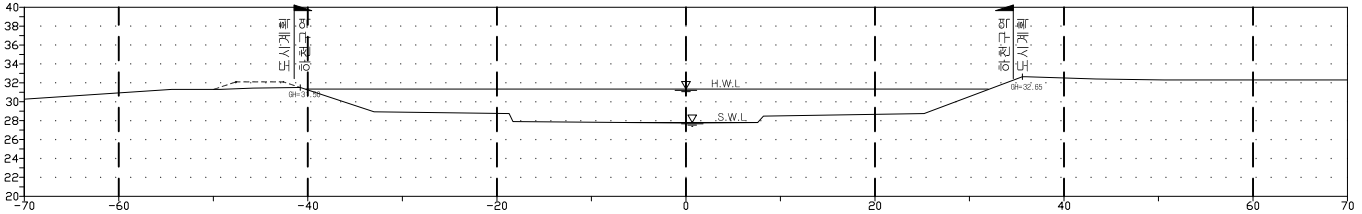
NO.36+0.0000



NO.35+14.0000
(해 미 교)

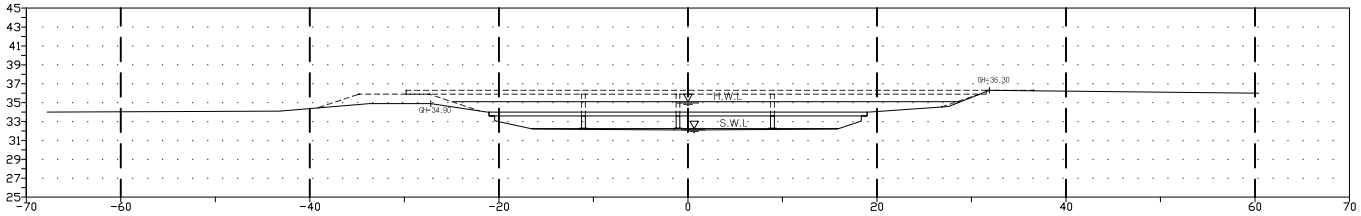


NO.35+0.0000

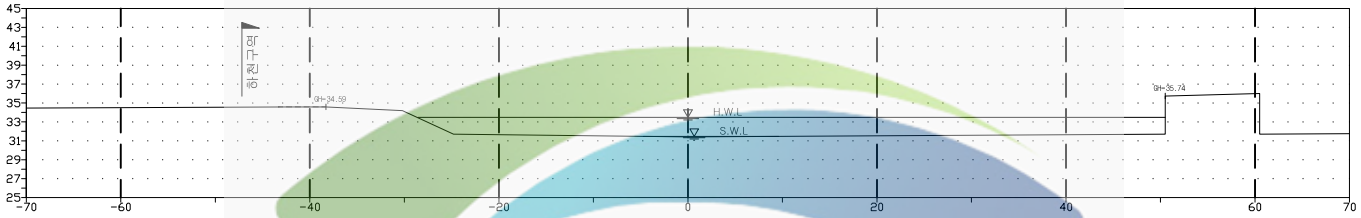


NO.34+0.0000

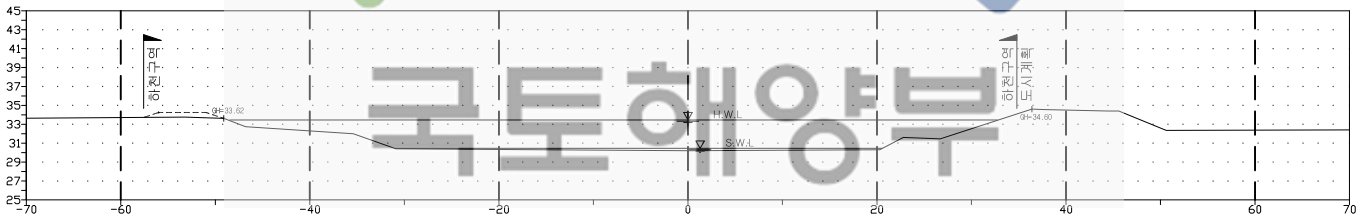
국도해양부



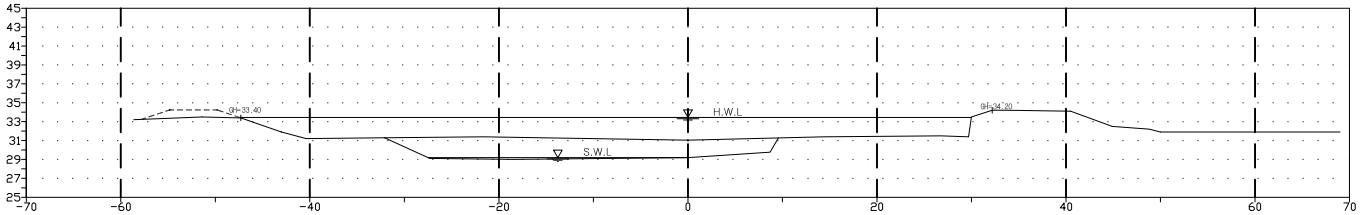
NO.38+87.2000
(휴 암 새 마 을 교)



NO.38+0.0000

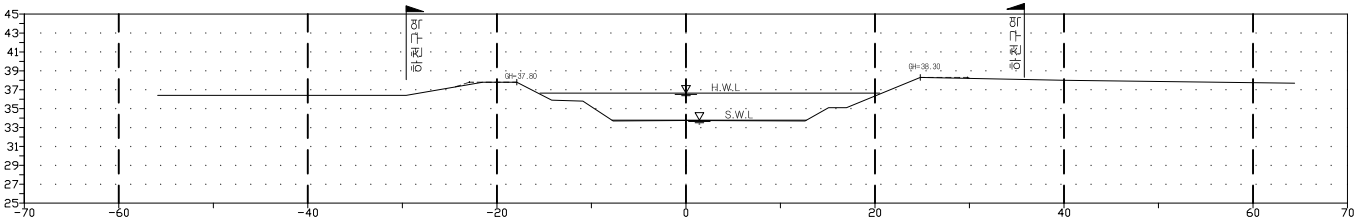


NO.37+0.0000

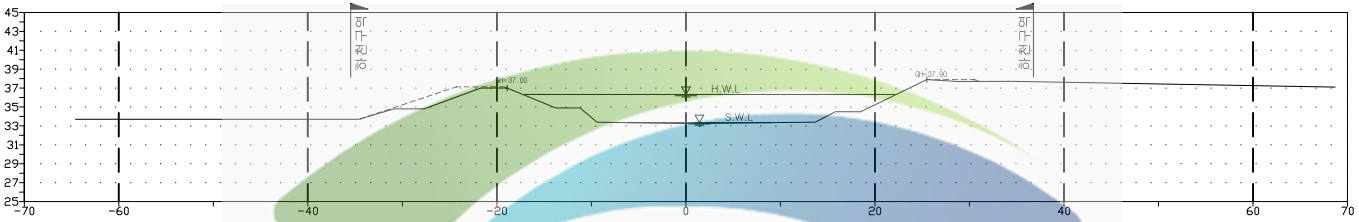


NO.36+54.0000
(휴 암 돌 보)

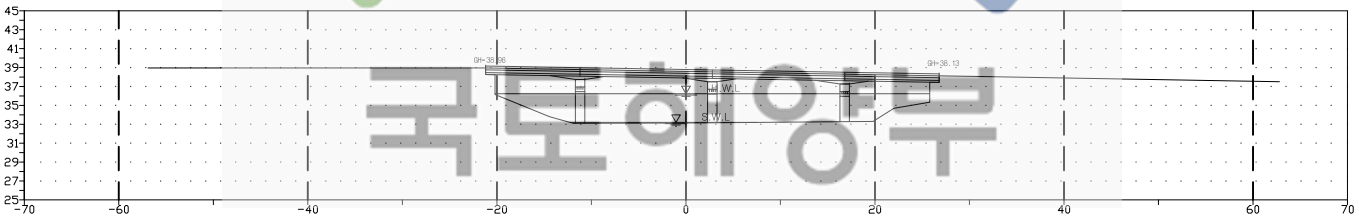
국도해양부



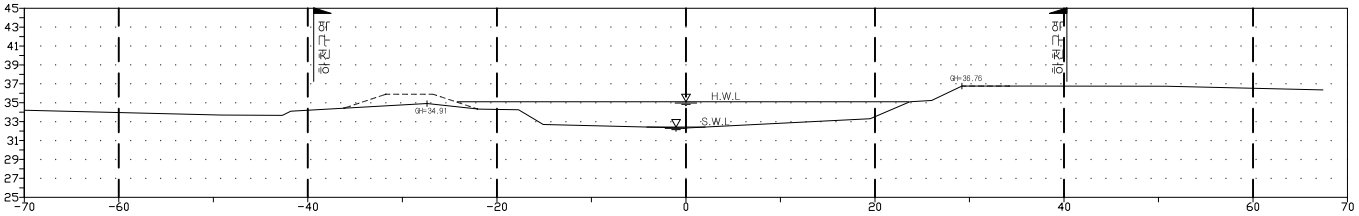
NO.41+0.0000



NO.40+0.0000

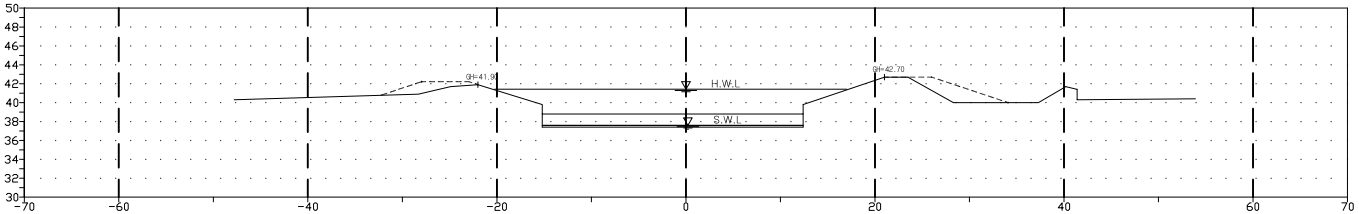


NO.39+71.2000
(해 미 1 교)

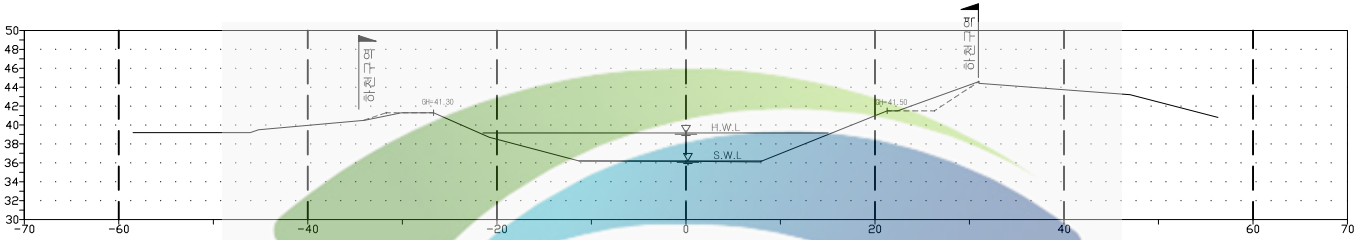


NO.39+0.0000

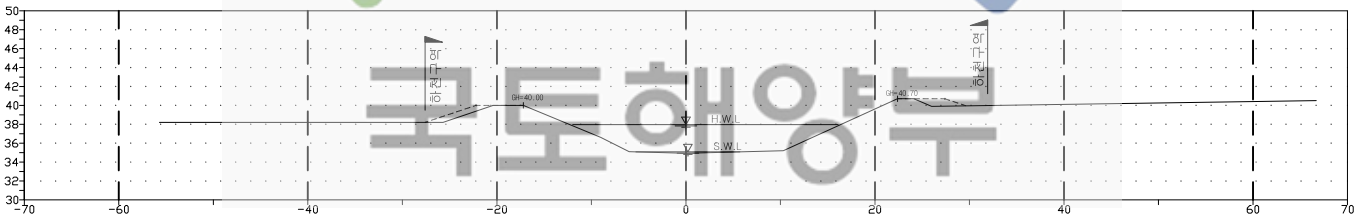
국토해양부



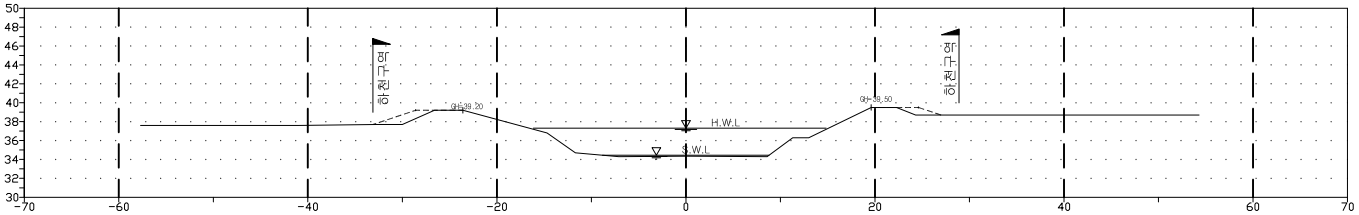
NO.44+83.0000
(휴 암 제 1 보)



NO.44+0.0000

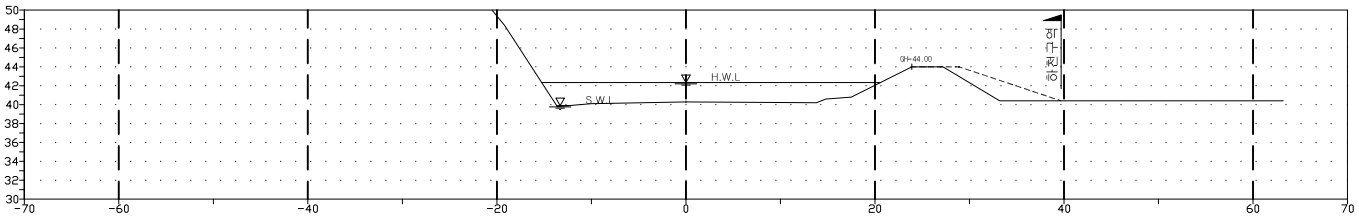


NO.43+0.0000

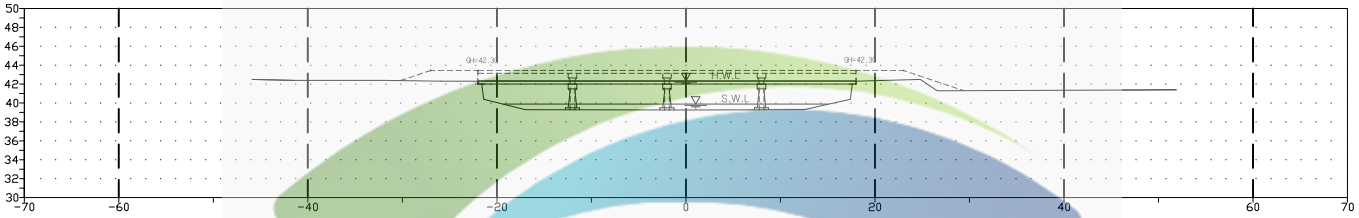


NO.42+0.0000

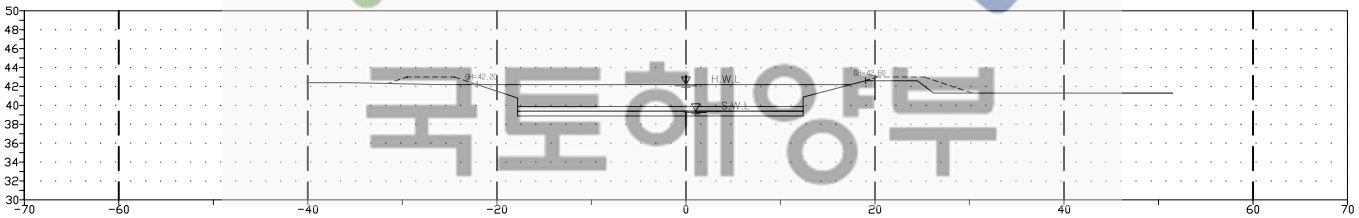
국도해양부



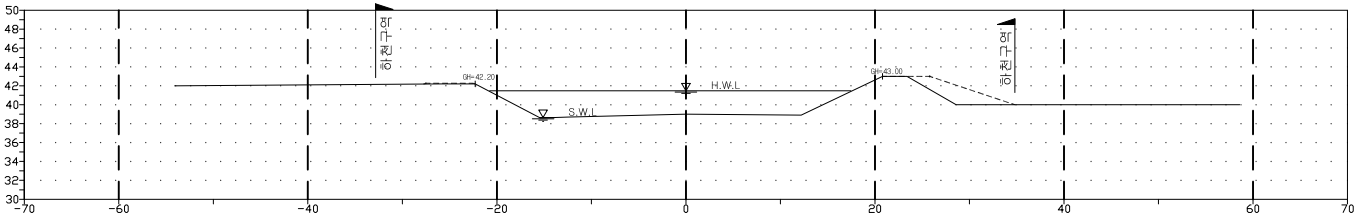
NO.46+0.0000



NO.45+32.0000
(휴 암 제 1 교)

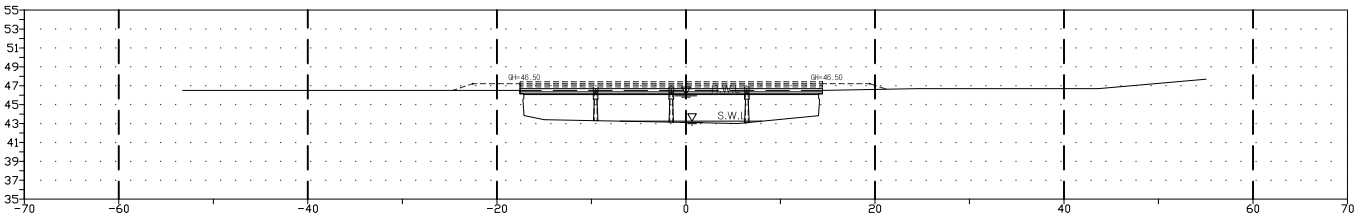


NO.45+27.0000
(휴 암 제 2 보)

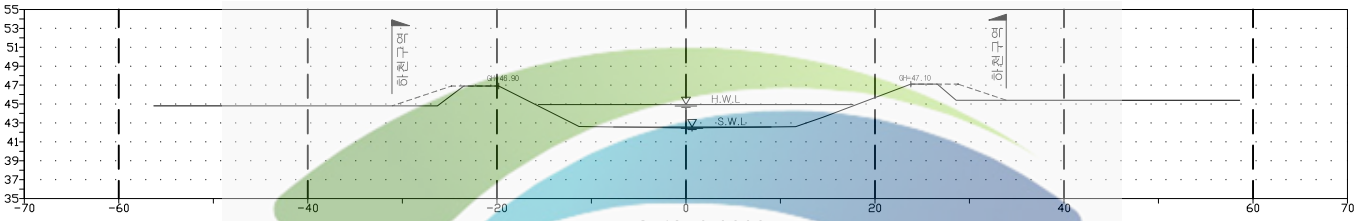


NO.45+0.0000

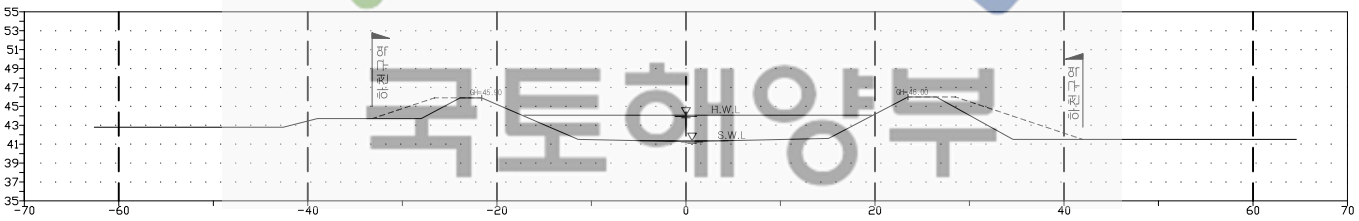
국토해양부



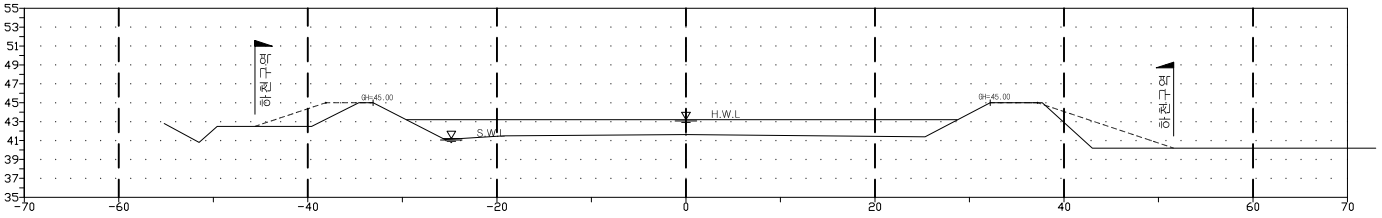
NO.49+86.0000
(산 수 교)



NO.49+0.0000

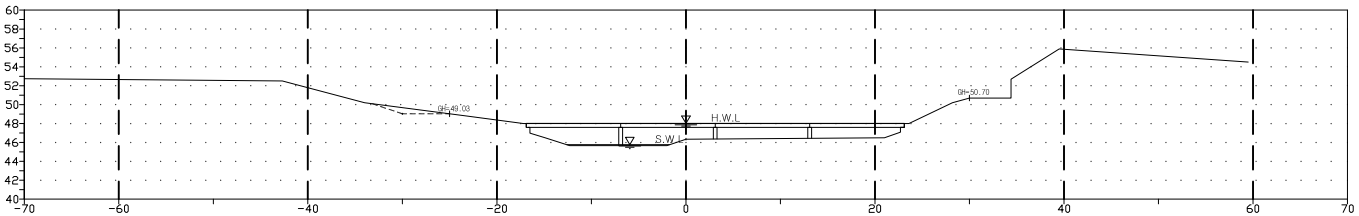


NO.48+0.0000

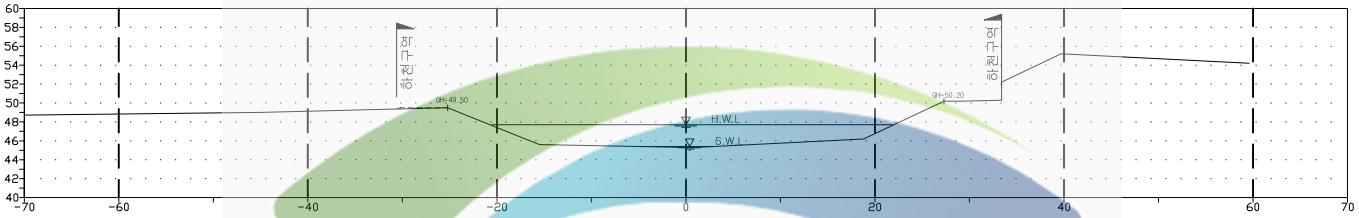


NO.47+0.0000

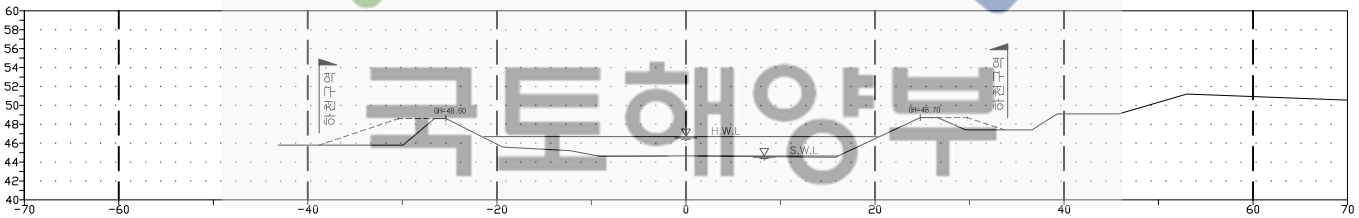
국토해양부



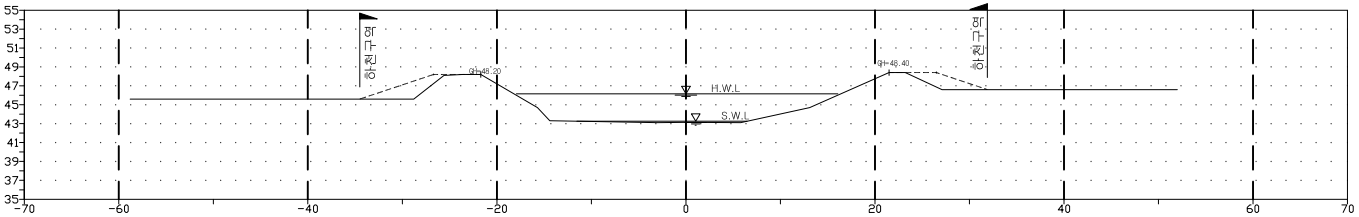
NO.52+17.0000
무명교(철거)



NO.52+0.0000

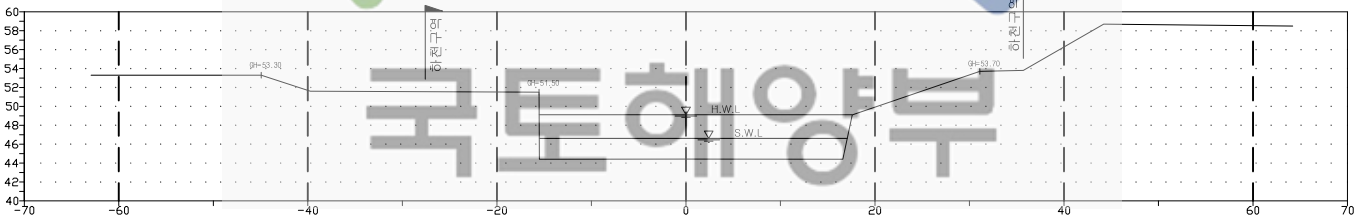


NO.51+0.0000

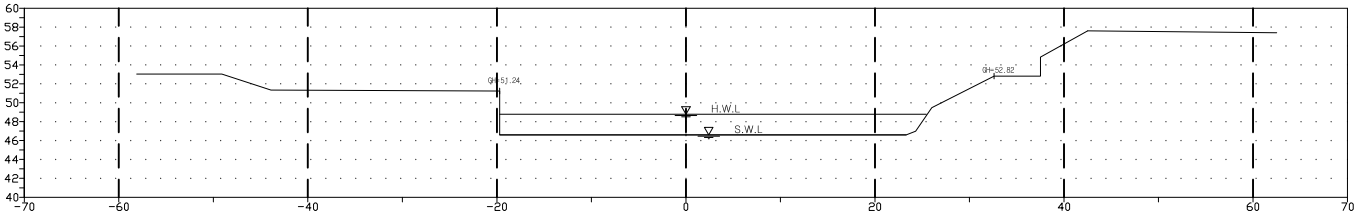


NO.50+0.0000

국토해양부



NO.53+0.0000



NO.52+75.0000
(산 수 돌 보)

국토해양부