

발간등록번호

11-1543000-004182-01

중왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사보고서

2021. 12.

제 출 문

본 보고서를 「중왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사」용역의 최종보고서로 제출합니다.

과업기간 : 2021. 05. ~ 2021. 11.

제 출 일 : 2021. 11. 30.

충청남도 논산시 시민로 210번길 26

주 식 회 사 동 양 기 술 단

대 표 이 사 김 은 영

요 약 문

1. 사업명

- 2021년 중왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

2. 사업 배경

- 저수지 주변으로부터 유역오염물질의 지속적인 유입으로 저수지 수질 악화
- 농업용수 수질오염에 따른 농산물 품질 경쟁력 저하 및 농업환경 악화
- 농어촌정비법 제21조(농어촌용수 오염방지와 수질개선 등), 농업용 호소수질관리지침 제8조(수질개선대책수립 등) 및 중장기수질개선대책('16.12)에 따라 수질 개선대상지로 선정됨
- 농어촌의 용수 수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대

3. 사업 목적

- 농업용수 수질관리기준을 초과한 농업용 호소의 수질을 개선하여 양질의 농업용수를 공급하고 쾌적한 농촌생활환경 조성

4. 추진 방향

- 상류대책으로 축산폐수처리시설 설치를 제안하며 호내대책으로 인공습지, 침강지, 식생제거 등 자연친화적이고 유지관리가 용이한 호내대책 추진
- 사업효과를 높일 수 있도록 지구특성을 고려한 물리·화학·생물학적 방법을 제안
- 깨끗한 수환경 조성을 통한 주민휴식공간을 제공하고 사업홍보효과를 제고할 수 있도록 주변 환경과 조화되는 사업계획 수립

5. 조사내용

5.1 지구 현황 조사

- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회 환경 조사

5.2 수리·수문 조사

- 유역피복 및 토지이용현황 조사
- 유입하천 특성 및 유량조사
- 유역의 기상자료 조사·분석

5.3 오염원 조사

- 유역 내 인구, 가축, 환경기초시설 유무 등 점오염원 및 분포현황 조사
- 유역 내 논, 밭, 임야 등 비점오염원 및 분포현황 조사

5.4 수질 조사

- 유입하천(평시, 강우시)과 저수지(상, 중 하부) 현장조사 및 분석

5.5 퇴적물 조사

- 저수지 내 상류, 중류, 하류 지점에서 퇴적물 시료를 채취하여 퇴적물의 토성 및 오염도 분석

5.6 토목조사 및 기본설계

- 수질개선대책시설 설치예정지, 유입하천 지형측량 및 하천 중·횡단 측량
- 수질개선대책시설 기본설계 및 개략사업비 산출 등

5.7 기타

- 원활한 사업시행을 위한 관련 기관 업무협의 및 자료 수집

6. 조사결과

6.1 중왕저수지 현황

- 소재지 : 충청남도 서산시 지곡면 중왕리 일원
- 중왕저수지는 1996년에 조성된 저수지로 충청남도 서산시 지곡면 중왕리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 910.0ha, 만수면적 51.05ha, 수혜면적 203.8ha로 한국농어촌공사 서산·태안지사에서 관리하고 있음

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	제방 높이	제방연장	관리주체
중왕	1996년	910ha	51.05ha	203.8ha	1,120 천 ^m ³ (1,138 천 ^m ³)	4.0m	6,390.0m	한국농어촌공사 서산·태안지사

6.2 수리·수문 조사

- 총 유입량에서 강우량 일 30mm미만은 인공습지에서 처리

구분	유역	유역면적 (km ²)	일평균 유입량(m ³ /일)			총 유입량(m ³)		
			총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과	총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과
2020년	소유역1	3.26	10,109	6,375	103,969	3,689,607	2,327,036	37,948,539
	소유역2	1.82	5,831	3,802	56,847	2,128,202	1,387,591	20,749,296
	소유역3	3.69	10,840	6,935	109,016	3,956,667	2,531,446	39,790,776
	소유역4	6.26	18,630	11,907	187,657	6,799,944	4,346,167	68,494,916
2021년 (7월까지)	소유역1	3.26	3,291	2,926	18,413	1,201,392	1,068,079	6,720,563
	소유역2	1.82	1,842	1,692	8,048	672,350	617,631	2,937,699
	소유역3	3.69	3,699	3,235	22,899	1,350,087	1,180,811	8,358,129
	소유역4	6.26	6,304	5,531	38,313	2,300,993	2,018,785	13,984,390

6.3 오염원 및 발생·배출부하량

- 중왕저수지 유역의 인구 현황 조사결과 비시가지로 구분되며, 유역 내 총 887명이 거주하는 것으로 조사됨
- 중왕저수지 유역의 인구 현황 조사결과 소유역4에서 396명으로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 그 중 하수미처리 정화조 인구가 246명으로 가장 높게 나타남
- 유역 내 사육되는 가축은 한우 576두이며, 닭 사육두수가 45,000두로 조사됨

- 유역의 총 면적은 486.9ha이며, 토지이용 형태별로 논 25.1%, 밭 13.4%, 임야 50.8%, 대지 1.8%, 기타 8.8%로 구성
- 주요오염원은 생활계이나, 토지계와 축산계도 수질오염에 기여하여 모든 오염원에 대한 종합적인 대책 수립이 필요한 것으로 판단됨

구 분	발생부하량 (kg/일)			배출부하량 (kg/일)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
계	689.09	191.06	51.78	148.82	108.03	13
생활계	43.06	11.52	1.28	18.35	7.31	1.09
축산계	600.32	134.92	45.09	84.76	56.1	6.51
토지계	45.72	44.63	5.4	45.72	44.63	5.4

6.4 수질 조사 결과

- 유입하천 수질조사 결과(중왕지 유입1 지점)
 - BOD는 0.9~3.8mg/L로 평균 2.4mg/L로 하천 수질환경기준 약간 좋음(II등급)
 - COD는 3.2~9.1mg/L로 평균 6.3mg/L로 하천 수질환경기준 보통(III등급)
 - TOC는 2.9~7.1mg/L로 평균 4.8mg/L로 하천 수질환경기준 보통(III등급)
 - T-N은 8.400~12.624mg/L로 평균 9.872mg/L
 - T-P는 0.091~0.475mg/L로 평균 0.277mg/L로 하천 수질환경기준 약간 나쁨(IV등급)
- 유입하천 수질조사 결과(중왕지 유입2 지점)
 - BOD는 1.0~3.6mg/L로 평균 2.1mg/L로 하천 수질환경기준 약간 좋음(II등급)
 - COD는 2.4~9.4mg/L로 평균 5.9mg/L로 하천 수질환경기준보통(III등급)
 - TOC는 2.8~9.7mg/L로 평균 6.3mg/L로 하천 수질환경기준나쁨(V등급)
 - T-N은 3.288~18.400mg/L로 평균 8.476mg/L,
 - T-P는 0.168~0.312mg/L로 평균 0.244mg/L로 하천 수질환경기준 약간 나쁨(IV등급)

- 호내 수질 조사결과
 - 저수지 상류, 중류, 하류 3지점 COD 7.3~20.5mg/L로 호소 생활환경기준 약간 나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급), TOC 7.1~15.0mg/L로 호소 생활환경기준 약간 나쁨(IV등급)에 해당함
 - T-N 0.888~2.504mg/L로 호소 생활환경기준 약간 나쁨(IV등급)~매우 나쁨(VI등급)에 해당함
 - T-P 0.048~0.250mg/L로 호소 생활환경기준 약간 좋음(III등급)~매우 나쁨(IV등급)에 해당함
 - '16년~'20년 농업용수 수질측정망조사 결과 수질변화 추이를 보면, 5개년간 신창저수지의 평균 TOC 7.0 mg/L, T-N 2.437 mg/L, T-P 0.083mg/L로 TOC, T-N이 농업용수 수질기준인 IV등급을 초과하고 있음
 - 목표수질(농업용수 수질기준)을 만족하기 위해서는 인공습지, 침강지 설치등의 호내대책의 수질개선사업이 필요
 - 중왕저수지 '16~'20년 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

년 도	'16	'17	'18	'19	'20	평균	수질등급
TOC(mg/L)	8.7	8.7	6.1	5.6	5.7	7.0	V등급
T-N(mg/L)	1.935	2.206	3.140	1.976	2.928	2.437	VI등급
T-P(mg/L)	0.086	0.126	0.061	0.083	0.062	0.083	IV등급

※ 호소의 생활환경기준(IV등급) : TOC 6.0mg/L, T-N 1.0mg/L, T-P 0.10mg/L 이하

호소의 생활환경기준(V등급) : TOC 8.0mg/L, T-N 1.5mg/L, T-P 0.15mg/L 이하

6.5 퇴적물 조사 결과

- 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준은 유기물 및 영양염류 오염평가 등급은 IV등급 이내, 금속류 오염평가 등급은 모두 I등급으로 조사됨.
- 저수지내 3지점 평균 유기물은 5.76%, T-P 596mg/kg로 나타나 양호한 수준임
- 카드뮴, 구리, 비소, 수은 등 토양오염우려기준 21개 항목은 토양오염우려기준 이내(지역구분 : 2지역)로 조사됨

지점명	평균	저수지 상류	저수지 중류	저수지 하류
강열감량(%)	5.76	7.09	5.91	4.27
총질소(mg/kg)	불검출*	불검출*	불검출*	불검출*
총인(mg/kg)	596	708	613	466

*정량한계(500 mg/kg) 미만 값은 불검출로 표기

7. 대책수립

7.1 기본방향

- 환경친화적 수질개선 공법의 도입
- 주변의 지형조건을 최대한 활용한 수질개선공법의 적용
- 안전성 및 유지관리가 용이한 자연정화공법 적용

7.2 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 수질개선 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급(농업용수)
 - TOC 6.0mg/L 이하, T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.1mg/L 이하
- 수질목표 달성년도 : 준공 후 5년
 - 장래 오염원 전망 연도는 2031년
 - ※수질목표 달성년도는 인공습지 등의 공사로 인한 토양교란, 정화식물

7.3 장래오염원 전망

- 장래 오염원 전망 연도는 목표수질 달성연도와 동일한 2031년으로 설정

구 분		'21년 기준	'31년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과	
인구(명)		934	934	장래인구수는 기준년도와 같다고 가정	
축산(두)	한우	576	576	축산단지조성 계획 등 관련계획 없음	
	젓소	103	103		
	말	19	19		
	닭	45,000	45,000		
토지이용(ha)	전	201.2	201.2		
	답	377.8	377.8		
	임야	763.9	763.9		
	대지	27.8	27.8		
	기타	132.9	132.9		
	합계	1,503.6	1,503.6		
산업폐수발생량 (m³/일)		-	-		
마을하수도발생량 (m³/일)		-	-		

◦ 장래 2031년 오염원별 배출부하량

- 현재 중왕저수지 유역에서 발생하는 배출부하량은 BOD 148.82kg/일 T-N 108.03kg/일, T-P 13.00kg/일로 확인되었으며, 2031년 장래에 중왕저수지 유역에서 발생하는 배출부하량은 BOD 148.82kg/일 T-N 108.03kg/일, T-P 13.00kg/일로 예측되었으며 축산계가 가장 높은 비율을 차지함

오염원	현재			2031년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
합 계	148.82	108.03	13.00	148.82	108.03	13.00
생활계	18.35	7.31	1.09	18.35	7.31	1.09
축산계	84.76	56.10	6.51	84.76	56.10	6.51
토지계	45.72	44.63	5.40	45.72	44.63	5.40
산업계	-	-	-	-	-	-
매립계	-	-	-	-	-	-
양식계	-	-	-	-	-	-

7.4 수질개선대책 내용

- 수질개선대책 선정 방향

조사항목		현황	개선방향
오염원		◦ 유역전체가 하수미처리구역으로 생활하수 지속 유입	◦ 주요주거지역에 대해 하수처리구역으로 편입 필요 (지자체)
		◦ 저수지 주변 농경지로부터 토사 및 비료성분 유출	◦ 밭 주변 완충식생대 설치 및 하부에 침사지와 식생수로 설치로 토사와 부유물질 제거(지자체)
수질	유입 하천	◦ 하천생활환경기준 : 좋음(Ⅰb등급)~약간나쁨(Ⅳ등급)	◦ 인공습지, 침강지 등 설치를 통하여 유입부하량을 저감하고 호내수 양수를 통한 기 유입된 호내수 정화 필요
	호소	◦ 호소생활환경기준 : 나쁨(Ⅴ등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)	
퇴적물		◦ 호소퇴적물 오염평가기준 : 보통(Ⅰ) ◦ 토양오염우려기준 만족	◦ 호소 퇴적물 오염도가 낮아 퇴적물 처리 불필요

◦ 수질개선대책(안)

구분	개선대책	세부내용
호외대책	◦ 미처리지역 소규모공공하수처리시설 설치	향후 대책 없음(주체:지자체)
호유입부 및 호내대책	침강지1	1호 침강지(Q: 126,297 m ³ /일, A: 15,845 m ² , V: 42,083 m ³)
	인공습지1*	1호 인공습지(Q: 18,747 m ³ /일, A: 29,940 m ² , V: 9,741 m ³)

*인공습지 : 지표흐름형 인공습지 + 지하흐름형 인공습지

◦ 호외 및 호내 대책 모두 적용시 TOC, T-P 기준 호소수질 Ⅳ등급을 달성할 것으로 예측됨

[단위: mg/L]

구분	5년 평균 ¹⁾	예측수질		목표수질
		'31년 장래 ²⁾	호내대책시 ³⁾	
TOC	7.0	7.0	5.5	6.0이하
T-N	2.437	1.639	1.365 ⁴⁾	1.00이하
T-P	0.083	0.113	0.085	0.100이하

※1. 5년 평균수질('13~'17)은 농업용수 수질측정망 조사결과

2. 무대책을 적용

3. 침강지, 인공습지 등의 대책을 적용한 결과

4. T-N은 목표수질을 불만족하나 T-P에 대한 T-N의 농도비율이 16이상인 경우 T-N의 기준을 적용하지 아니함

8. 사업효과

8.1 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '31년 장래 TOC 7.0mg/L → 호내대책시 TOC 5.5mg/L, 21.4% 개선
 - '31년 장래 T-N 1.639mg/L → 호내대책시 T-N 1.365mg/L, 16.7% 개선
 - '31년 장래 T-P 0.113mg/L → 호내대책시 T-P 0.085mg/L, 24.8% 개선

8.2 간접효과

- 양질의 농업용수 공급을 통한 안전한 농산물생산으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농촌환경 구축
- 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민홍보 및 교육공간 제공
- 조성된 자연정화시설을 이용한 다양한 연구활동 공간 제공

9. 사업시행 여건

- 본 사업시행으로 자연환경여건은 공사시 일시적으로 영향을 받을 수 있으나 운영단계에서는 생태다양성과 건전성이 오히려 증가할 것으로 예상됨
- 자연환경여건, 주변개발 및 삭감계획에 비추어 볼 때 본 사업시행으로 주변환경에 긍정적인 영향이 예상되어 사업시행여건이 매우 우수하며, 안전농산물 생산과 농산물 품질경쟁력강화, 지역균형발전 및 쾌적한 지역 환경조성 등에 기여할 수 있는 사업으로 판단됨

10. 사업비

10.1 수입

(금액 : 원)

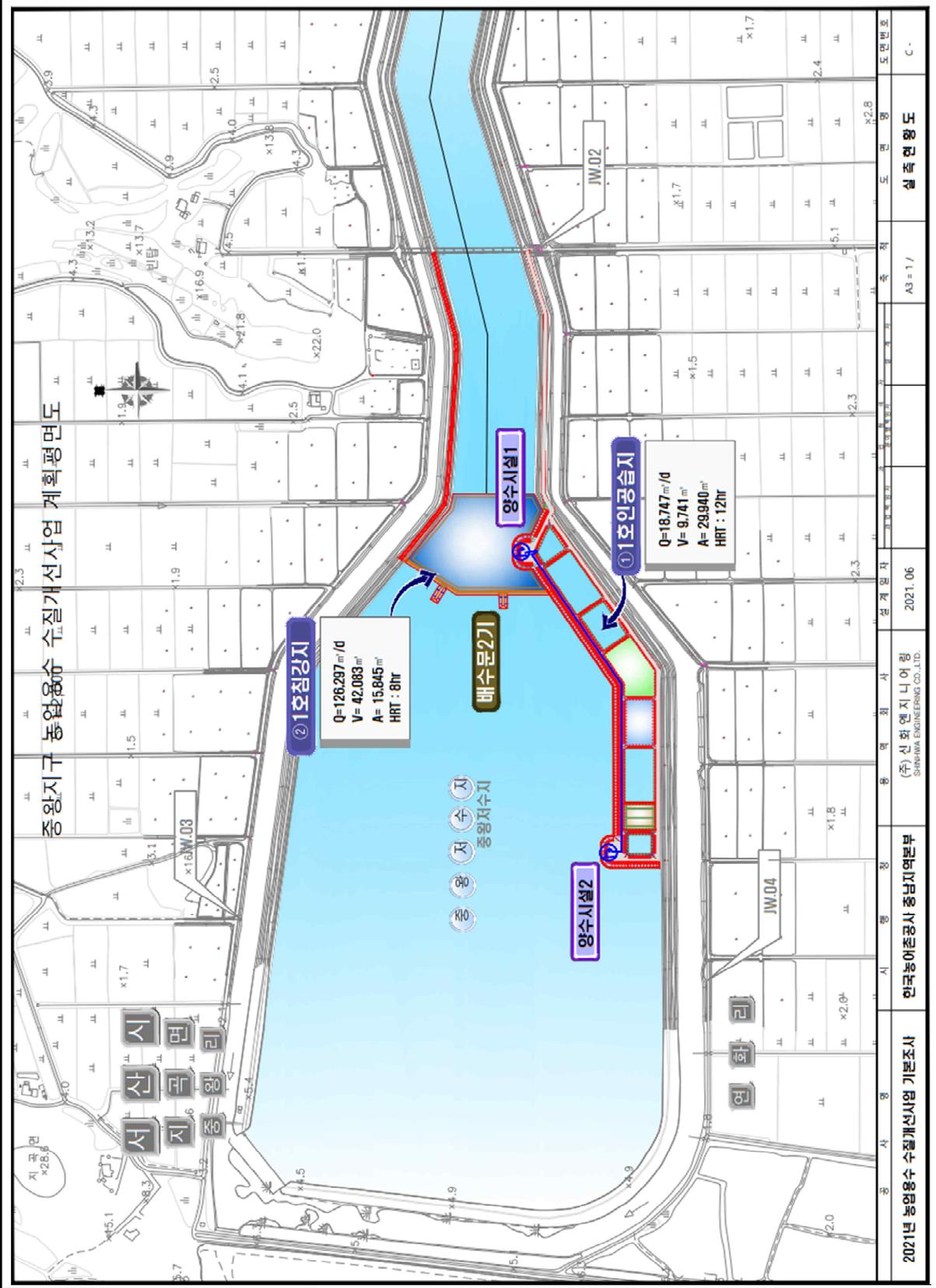
구분	연도별계획			비고
	계	국고	지방비	
중왕지구 수질개선사업	(170,000,000) 8,461,000,000	(170,000,000) 8,461,000,000	-	() : 내서 농어촌공사 직접교부액

10.2 지출

(금액 : 원)

구분	사업비	고	
총사업비	(170,000,000) 8,461,000,000	() : 내서 농어촌공사 직접교부액	
총공사비	소 계	7,400,857,000	
	1) 인공습지	4,067,975,000	
	2) 양수시설	899,724,000	
	3) 침강지	1,994,181,000	
	4) 부대공	365,739,000	
	5) 기타공사비	73,238,000	폐기물처리, 지형도면고시, 한전납입금, 설계안전성검토비
관리비 및 기타	소 계	(170,000,000) 1,040,485,000	() : 내서 기본조사비
	1) 기본조사비	170,000,000	문화재지표조사, 전략환경영향평가비 포함
	2) 세부설계비	243,556,000	소규모환경영향평가 포함
	3) 공사감리비	493,647,000	
	4) 사업관리비	92,075,000	
	5) 생태계보전협력금	41,207,000	
용지매입비	소 계	19,658,000	
	1) 직접보상비	19,325,000	일시보상 및 영농보상비
	2) 간접보상비	333,000	분할측량비, 등기이전비 등

중왕지구 수질개선사업 계획평면도



2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사	한국농어촌공사 충남지역본부	용역 계약 회사 (주) 신화엔지니어링 SHINWA ENGINEERING CO., LTD.	2021. 06	A3-1/	도면명 실측 원형도	도면번호 C-
------------------------	----------------	---	----------	-------	---------------	------------

- 목 차 -

제1장 사업의 개요	1
1.1 사업명	3
1.2 배경 및 필요성	3
1.3 목적	3
1.4 사업 범위	4
1.5 사업 수행 방법	5
1.6 기대효과	6

제2장 시설 및 유역개황	7
2.1 시설현황	9
2.2 수질현황	11
2.3 수계 및 하천현황	12
2.4 유역개황	13

제3장 오염원 및 환경질현황	29
3.1 오염원 및 오염부하량	31
3.2 수질환경	42
3.3 퇴적물 환경	60

제4장 대책수립	69
4.1 대책수립 절차	71
4.2 목표수질 및 목표연도 설정	72
4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토	73
4.4 장래수질예측	86
4.5 대책수립	91

제5장 시설 계획	107
5.1 수질개선시설 종합계획	109

5.2	인공습지 조성계획	110
5.3	침강지 조성계획	128
5.4	양수시설 조성계획	136
<hr/>		
제6장	유지관리계획	143
6.1	침강지(부담)	145
6.2	양수시설	147
6.3	인공습지	149
6.4	모니터링 계획	152
<hr/>		
제7장	사업비	153
7.1	사업비 수지예산서	155
7.2	사업비 산출내역	156
<hr/>		
제8장	부록	169
8.1	참여기술자 명단	171
8.2	환경기준	172
8.3	시험성적표	178
8.4	현황측량 기준점 성과표	185
8.5	유역도 및 면적표	208
8.6	연도별 월별 강우량	209
8.7	유역별 유출량 산정 결과	209
8.8	저수지 내용적	210
8.9	수질예측 데이터	211
8.10	시설별 기본계획도	235
8.11	시설별 편입용지조서	255
8.12	문화재 지표조사 결과	257
8.13	지질조사 결과	262
8.14	전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과	279
8.15	중간보고회 및 기술검토회 결과	297

- 표 목 차 -

<표 1.4-1> 사업지구 개요	4
<표 2.1-1> 중왕저수지 시설규모	9
<표 2.1-2> 중왕저수지 표고별 수면적 및 내용적	9
<표 2.3-1> 중왕저수지 인근 수계 현황	12
<표 2.4-1> 서산시 위치	13
<표 2.4-2> 지목별 토지이용현황	14
<표 2.4-3> 용도지역별 토지이용현황	14
<표 2.4-4> 환경관련 보전지역·지구 지정현황	15
<표 2.4-5> 표고분석	16
<표 2.4-6> 경사분석	16
<표 2.4-7> 연도별 기상개황	19
<표 2.4-8> 월별 기온분포	20
<표 2.4-9> 월별 강수량 분포	22
<표 2.4-10> 월별 평균풍속 현황	23
<표 2.4-11> 연도별 인구변화 추이	24
<표 2.4-12> 서산시 산업 대분류별 사업체 현황	24
<표 2.4-13> 상수도 보급현황	25
<표 2.4-14> 하수도 보급현황	25
<표 2.4-15> 서산시 처리방식에 따른 하수도 보급현황	26
<표 2.4-16> 서산군 처리방식에 따른 하수도 보급현황	26
<표 2.4-17> 서산하수처리장 연계처리량 현황	26
<표 2.4-18> 서산시 생활폐기물 매립지 현황	27
<표 2.4-19> 농가현황	27
<표 2.4-20> 경지면적 현황	28
<표 2.4-21> 가축사육두수 현황	28
<표 3.1-1> 중왕저수지 생활계 현황	32
<표 3.1-2> 중왕저수지 축산계 현황	33
<표 3.1-3> 소유역별 토지이용현황	34
<표 3.1-4> 유역 내 소유역별 오·폐수 발생량	36
<표 3.1-5> 소유역별 생활계 발생부하량	36
<표 3.1-5> 소유역별 축산계 발생부하량	37
<표 3.1-6> 소유역별 토지계 발생부하량	37

<표 3.1-7> 소유역별 생활계 배출부하량	38
<표 3.1-8> 소유역별 축산계 배출부하량	38
<표 3.1-9> 소유역별 토지계 배출부하량	38
<표 3.1-10> 오염원별 발생부하량	39
<표 3.1-11> 오염원별 배출부하량	39
<표 3.1-12> 오염물질별 발생·배출부하량 비교	40
<표 3.1-13> 소유역별 BOD 배출부하량	40
<표 3.1-14> 소유역별 T-N 배출부하량	40
<표 3.1-15> 소유역별 T-P 배출부하량	40
<표 3.2-1> 조사지점 위치	42
<표 3.2-2> 분석방법 및 분석기기	43
<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태	44
<표 3.2-4> 평시 중왕지 유입 1지점의 수질 조사결과	45
<표 3.2-5> 평시 중왕지 유입 1지점의 유량 및 수질 조사결과	46
<표 3.2-6> 평시 중왕지 유입 2지점의 수질 조사결과	47
<표 3.2-7> 평시 중왕지 유입 2지점의 유량 및 수질 조사결과	48
<표 3.2-8> 조사시기별 기상상태	48
<표 3.2-9> 강우시 중왕지 유입 1지점 수질 측정 결과(1차)	49
<표 3.2-10> 중왕지 유입 1지점 수질 측정 결과(2차)	51
<표 3.2-11> 강우시 중왕지 유입 2지점 수질 측정 결과(1차)	53
<표 3.2-12> 강우시 중왕지 유입 2지점 수질 측정 결과(2차)	55
<표 3.2-13> 중왕저수지 수질현황	57
<표 3.3-1> 기상 현황	60
<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점	61
<표 3.3-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기	62
<표 3.3-4> 입도 분석방법 및 분석기기	62
<표 3.3-5> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과	63
<표 3.3-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준	64
<표 3.3-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준	64
<표 3.3-8> 퇴적물 입도분석 결과	65
<표 3.3-9> 퇴적물 영양염류 용출속도	67
<표 3.3-10> 중왕저수지 내부 및 외부 부하량	67
<표 4.2-1> 중왕저수지 목표수질(2031년)	72
<표 4.2-2> 호소 생활환경기준	72

<표 4.3-1> 유역 토지이용 분석결과	73
<표 4.3-2> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료	75
<표 4.3-3> 모형효율 적용 범위	76
<표 4.3-4> 퇴적물의 용출속도	82
<표 4.3-5> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 중왕저수지 모니터링 결과	84
<표 4.3-6> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 (% , Difference)	85
<표 4.4-1> 중왕저수지 유역 인구 변화 추이	86
<표 4.4-2> 중왕저수지 유역 장래 인구 전망	87
<표 4.4-3> 중왕저수지 축산계 현황	87
<표 4.4-4> 소유역별 토지이용현황	87
<표 4.4-5> 장래 오염원 전망 결과	88
<표 4.4-6> 오염원별 발생부하량	89
<표 4.4-7> 오염원별 배출부하량	89
<표 4.4-8> 장래 수질예측결과	90
<표 4.5-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단	91
<표 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약	93
<표 4.5-3> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약	99
<표 4.5-4> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향	101
<표 4.5-5> 수질 예측 시나리오 구성	103
<표 4.5-6> 수질정화시설별 정화 효율	104
<표 4.5-7> 시나리오별 수질예측결과(연평균)	105
<표 4.5-8> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)	106
<표 4.5-9> 시나리오별 수질예측결과(분기평균)	106
<표 5.1-1> 중왕지구 수질개선시설 종합계획	109
<표 5.2-1> 인공습지 장·단점	111
<표 5.2-2> 인공습지 수질정화 기작	112
<표 5.2-3> 습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례	112
<표 5.2-4> 습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례	112
<표 5.2-5> 조합형인공습지 정화효율	114
<표 5.2-6> RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)	117
<표 5.2-7> 1호 인공습지 계획유량	120
<표 5.2-8> 1호 인공습지 조성계획	120
<표 5.2-9> 1호 인공습지 절·성토계획	120
<표 5.2-10> 기능성여재 예시	123

<표 5.2-11> 인공습지의 식물에 따른 오염물질별 정화효율 비교	125
<표 5.3-1> 침강지 조성에 따른 장·단점	129
<표 5.3-2> 침강지 유형별 수처리 효율	129
<표 5.3-3> 1호 침강지 계획유량	130
<표 5.3-4> 침강지 계획	131
<표 5.3-5> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토	132
<표 5.3-6> 침강지 시행 전·후 내용적 검토	132
<표 5.3-7> 침강지 시행 전·후 내용적 검토	133
<표 5.3-8> 침강지1 토공계획	133
<표 5.4-1> 양수시설 설치 위치 검토	137
<표 5.4-2> 중왕저수지 연도별 최저 저수율 및 수면고	138
<표 5.4-3> 양수시설 제원	138
<표 6.1-1> 침강지의 유지관리 점검 체크리스트	146
<표 6.2-1> 양수시설의 유지관리 점검 체크리스트	148
<표 6.4-1> 수질개선시설 모니터링 계획	152

- 그림 목 차 -

(그림 1.4-1) 중왕저수지 위치도	4
(그림 2.1-1) 중왕저수지 내용적 곡선	10
(그림 2.2-2) 중왕저수지 연도별 수질변화	11
(그림 2.3-1) 중왕저수지 수계 현황	12
(그림 2.4-2) 중왕저수지 유역의 지질도	17
(그림 2.4-3) 중왕저수지 유역의 토질현황	18
(그림 2.4-4) 월별 평균기온(2011~2020년)	21
(그림 2.4-5) 월별 평균 강수량 분포(2008~2017년)	22
(그림 2.4-6) 월별 평균 풍속(2008~2017년)	23
(그림 3.1-1) 중왕저수지 소유역 구분도	31
(그림 3.1-2) 중왕저수지 축산현황 분포도	33
(그림 3.1-3) 중왕저수지 토지계현황 분포도	34
(그림 3.1-4) BOD 배출부하량 기여도	41
(그림 3.1-5) T-N 배출부하량 기여도	41
(그림 3.1-6) T-P 배출부하량 기여도	41
(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도	42
(그림 3.2-2) 평시 중왕지 유입 1지점 측정사진	44
(그림 3.2-3) 평시 중왕지 유입 1지점의 수질농도 변화추이	45
(그림 3.2-4) 평시 중왕지 유입 2지점 측정사진	46
(그림 3.2-5) 평시 중왕지 유입 2지점의 수질농도 변화추이	47
(그림 3.2-6) 강우시 중왕지 유입 1지점 측정사진(1차)	48
(그림 3.2-7) 강우시 중왕지 유입 1지점 수문곡선 그래프(1차)	49
(그림 3.2-8) 강우시 중왕지 유입 1지점 수질농도변화 그래프(1차)	50
(그림 3.2-9) 강우시 중왕지 유입 1지점 측정사진(2차)	50
(그림 3.2-10) 강우시 중왕지 유입 1지점 수문곡선 그래프(2차)	51
(그림 3.2-11) 강우시 중왕지 유입 1지점 수질농도변화 그래프(2차)	52
(그림 3.2-12) 강우시 중왕지 유입 2지점 측정사진(1차)	52
(그림 3.2-13) 강우시 중왕지 유입 2지점 수문곡선 그래프(1차)	53
(그림 3.2-14) 강우시 중왕지 유입 2지점 수질농도변화 그래프(1차)	54
(그림 3.2-15) 강우시 중왕지 유입 2지점 측정사진(2차)	54
(그림 3.2-16) 강우시 중왕지 유입 2지점 수문곡선 그래프(2차)	55
(그림 3.2-17) 강우시 중왕지 유입 2지점 수질농도변화 그래프(2차)	56

(그림 3.2-18) 중왕저수지 측정사진	59
(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도	60
(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진	61
(그림 3.3-3) 수체 중 COD, TOC 농도 변화	66
(그림 3.3-4) 수체 중 T-N, T-P 농도 변화	67
(그림 3.3-5) 중왕저수지 내부(혐기상태) 및 외부 부하량 비율	68
(그림 4.1-1) 대책수립 절차	71
(그림 4.3-1) 대상지역 Delineation 및 토지이용분석 수행	74
(그림 4.3-2) 중왕저수지 유역 WinHSPF 구축	76
(그림 4.3-3) 유출량 보정 결과_중왕지 유입1	77
(그림 4.3-4) 유출량 보정 결과_중왕지 유입2	77
(그림 4.3-5) 유역모형 유출량 검증 결과_중왕지 유입1(2012~2013년)	77
(그림 4.3-6) 유역모형 유출량 검증 결과_중왕지 유입2(2012~2013년)	78
(그림 4.3-7) 유역모형 수질보정 결과_중왕지 유입1(2021년)	79
(그림 4.3-8) 유역모형 수질보정 결과_중왕지 유입2(2021년)	79
(그림 4.3-9) EFDC 모델의 구조	80
(그림 4.3-10) 3차원 수리-수질모델 EFDC 격자구축(좌) 및 3차원 수심분포도(우)	81
(그림 4.3-11) 호소수질모델 기상자료 입력결과	82
(그림 4.5-1) 중왕지구 농업용수 수질개선대책(안)	103
(그림 4.5-2) 시나리오별 장래수질예측 연간변화	105
(그림 5.1-1) 중왕지구 수질개선시설 도입계획	109
(그림 5.2-1) 지표흐름형 습지 개념도	113
(그림 5.2-2) 지하흐름형 습지 개념도	114
(그림 5.2-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도	114
(그림 5.2-4) 1호 인공습지 계획평면도	121
(그림 5.2-5) 1호 인공습지 상세도	122
(그림 5.2-6) 1호 인공습지 수리계통도	123
(그림 5.2-7) 식재식물 예시	124
(그림 5.2-8) 관리도로 표준단면도	126
(그림 5.2-9) 월류보 상세도	126
(그림 5.3-1) 1호 침강지 계획평면도	131
(그림 5.3-2) 부댐 표준단면도	132
(그림 5.3-3) 중왕저수지 마름 전경	134
(그림 5.3-4) 마름제거 사례	135

(그림 5.4-1) 고정식 양수시설	137
(그림 5.4-2) 이동식 양수시설	137
(그림 5.4-3) 양수시설 상세도 2-1	139
(그림 5.4-4) 양수시설 상세도 2-2	140
(그림 5.4-5) 양수시설 설치 위치 선정	141

제1장

사업의 개요

- 1.1 사업명
- 1.2 배경 및 필요성
- 1.3 목적
- 1.4 사업 범위
- 1.5 사업 수행 방법
- 1.6 기대효과

제1장 사업의 개요

1.1 사업명

- 2021년 중왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

1.2 배경 및 필요성

- 중왕저수지는 1996년에 조성된 이후 저수지 주변 거주지로부터 미처리 하수가 지속적으로 유입되며, 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료 등의 비점오염물질이 강우시에 유입되면서 호소 수질환경이 악화되고 있는 실정임
- 중왕지구는 최근 5년간 연평균 수질이 TOC(7.0mg/L), T-N(2.437mg/L), T-P(0.083mg/L)로서 IV등급을 초과함에 따라 농어촌정비법 제21조(농어촌용수 오염방지와 수질개선 등), 농업용호소수질관리지침 제8조(수질개선대책수립 등) 및 중장기수질개선대책('16.12)에 따라 수질개선대상지로 선정됨
- 농촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 조성에 대한 요구 증대가 예상되는 바, 중왕저수지 주변 생활환경 및 자연환경 등에 미치는 영향에 대한 사전 예방적 차원의 수질개선대책이 필요

1.3 목적

- “2021년 중왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사”의 효율적 수행을 위해 환경·토목분야(유역 오염원, 호소수질(예측), 유입하천 수질 및 유량 특성, 현황측량 등)에 대한 현장조사 수행
- 중왕저수지 수질을 개선하여 「환경정책기본법」 시행령 제2조 “호소 생활환경기준 IV등급(농업용수수질관리기준)”에 적합한 수질을 유지하기 위하여 수질개선 대책 수립
- 양질의 농업용수 공급을 통해 안정적 농산물 생산 기반구축 및 안전한 농식품 공급으로 국민 건강보호에 기여
- 현장조사 결과를 토대로 수질개선대책 시설 위치, 규모 및 사업비 산정 등 기본계획(안)을 마련하여 수질개선사업 세부설계에 활용

1.4 사업 범위

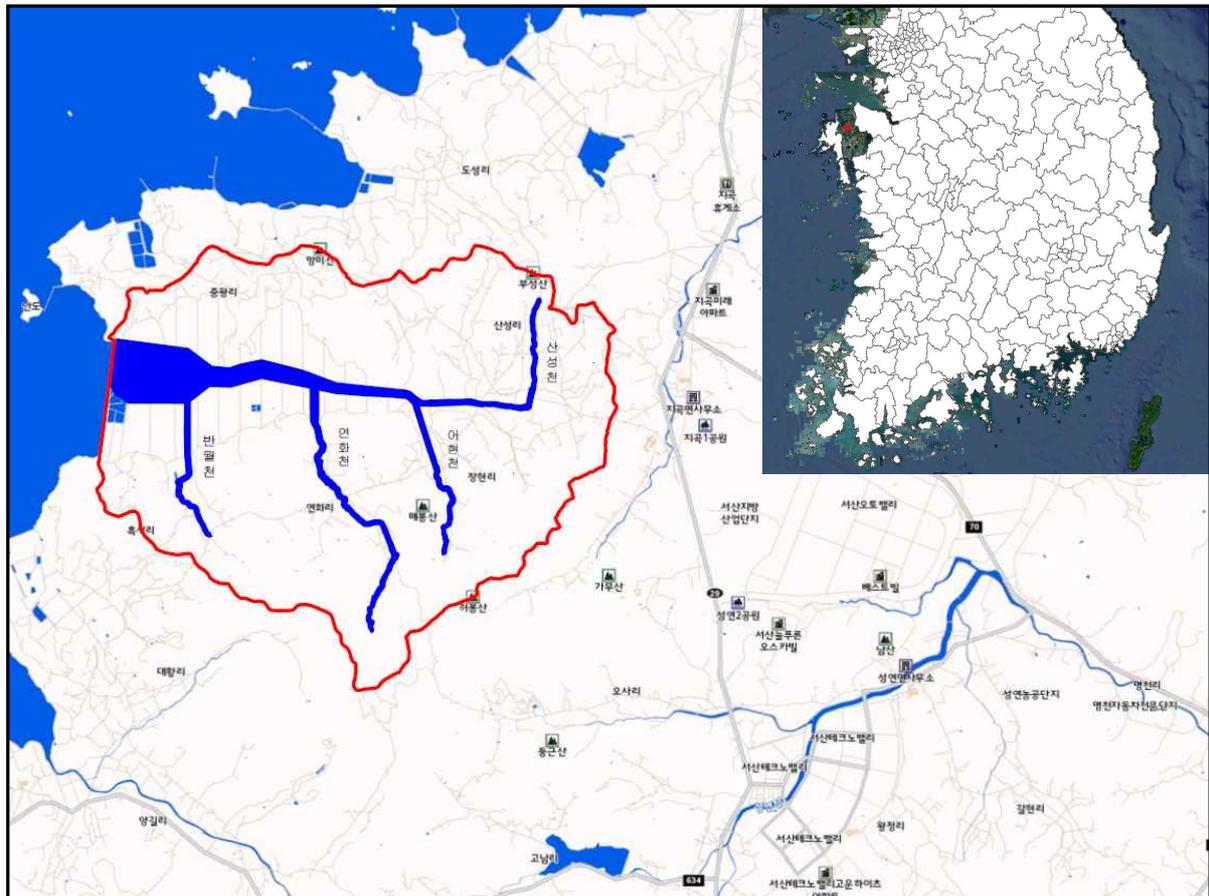
1.4.1 공간적 범위

◦ 위 치

- 중왕지구 : 충청남도 서산시 지곡면 중왕리(중왕저수지)

<표 1.4-1> 사업지구 개요

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	제방 높이	제방연장	관리주체
중왕	1996년	910ha	51.05ha	203.8ha	1,120 천m ³ (1,138 천m ³)	4.0m	6,390.0m	한국농어촌공사 서산.태안지사



(그림 1.4-1) 중왕저수지 위치도

1.4.2 내용적 범위

- 관련계획 검토 및 협의, 오염원 현황조사 등 유역현황 조사
- 평시 및 강우시 수질조사, 퇴적물 조사, 현황측량 등 현장조사
- 중왕저수지 유역내 현재 오염원 및 장래 오염원 변화에 따른 오염부하량 산정
- 중왕저수지 목표수질 달성을 위한 상류 및 저수지내 개선대책 마련, 수질개선대안별 수질예측
- 수질예측 결과를 검토하여 수질개선 최적 대안 선정 및 기본계획(안) 수립
- 수질개선대책 시설의 적정위치, 규모 및 사업비 산정 등 기본설계

1.5 사업 수행 방법

1.5.1 기본방향

- 사업은 현장조사와 자료조사 및 분석으로 구분되며, 과거자료, 현황자료, 현장조사결과 자료 등 사업대상지에 포함된 최대한 자료를 활용
- 현장조사는 유입하천과 중왕저수지 수질 특성을 파악할 수 있도록 저수지 내 3지점에서 시기별 조사를 실시
- 저수지 내부의 수질오염 생산 정도를 파악하기 위하여 퇴적물 조사를 실시
- 현장조사 결과를 바탕으로 중왕저수지의 오염상태 진단
- 수질예측 모형을 이용하여 장래 오염원 변화에 따른 수질변화를 예측하고 목표 수질을 달성할 수 있는 최적의 수질개선방안을 선정
 - 지자체 등에서 계획 중인 상류 대책을 검토하여 기본조사에 반영
 - 호내 대책은 수질개선효과가 높고 안정성과 유지관리가 용이한 대책을 선정하고 목표 수질을 만족할 수 있는 개선방안 검토
- 선정된 수질개선방안을 바탕으로 토목 현장조사, 관계기관 의견수렴 결과를 반영하여 기본계획(안) 수립

1.5.2 기본계획 수립 과정



1.6 기대효과

- 저수지 수질개선으로 농업용수 수질기준 만족
- 양질의 농업용수 공급을 통한 안전한 농산물 생산으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농업·농촌환경 구축
- 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민 홍보 및 교육 공간 제공

제2장

시설 및 구역개황

2.1 시설현황

2.2 수질현황

2.3 수계 및 하천현황

2.4 구역개황

제2장 시설 및 유역개황

2.1 시설현황

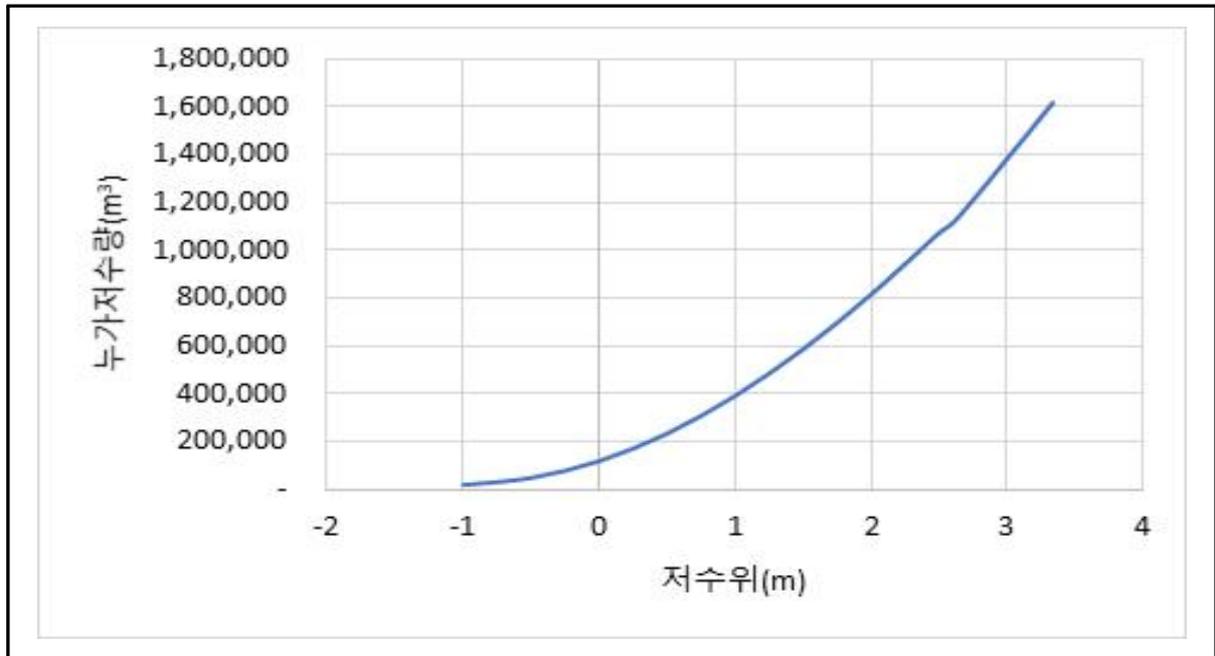
- 중왕저수지는 1996년에 조성된 저수지로 충청남도 서산시 지곡면 중왕리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 910.0ha, 만수면적 51.05ha, 수혜면적 203.8ha로 한국농어촌공사 서산·태안지사에서 관리하고 있음
- 유역은 서산시 지곡면 중왕리, 흑석리, 장현리, 연화리, 산성리가 속하며 완만한 산지와 농경지 비율이 높은 농촌지역임
- 낚시를 위한 관광객의 방문이 많으며, 유역은 대부분 농경지가 분포하고 있으며 서해로 직접 유출되는 특성이 있음

<표 2.1-1> 중왕저수지 시설규모

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	제방 높이	제방연장	관리주체
중왕	1996년	910ha	51.05ha	203.8ha	1,120 천m ³ (1,138 천m ³)	4.0m	6,390.0m	한국농어촌공사 서산·태안지사

<표 2.1-2> 중왕저수지 표고별 수면적 및 내용적

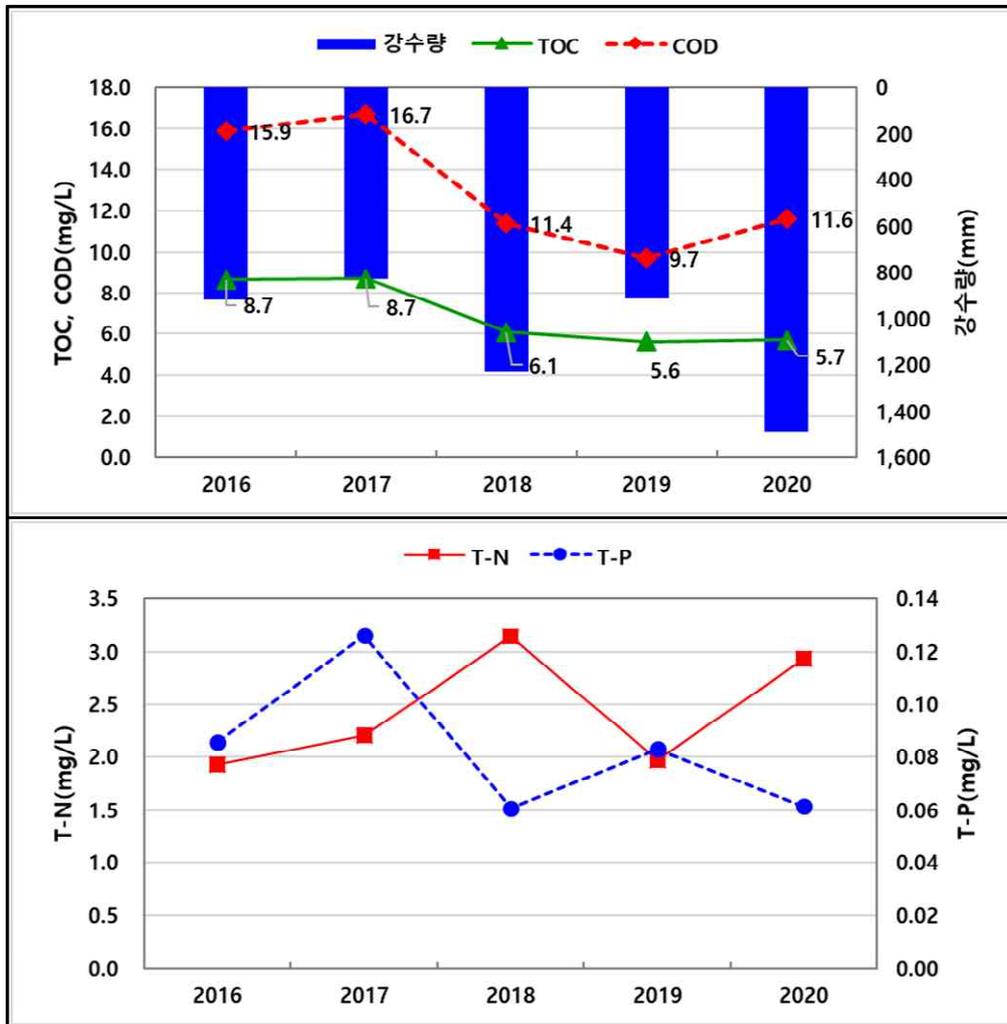
순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	-1.00	0.00	46,527	23,264	-	18,084	0.00	사수위
2	-0.50	0.50	93,822	70,175	30,044	48,131	2.68	
3	0.00	0.50	14,117	53,970	70,218	118,349	8.95	
4	0.50	0.50	278,055	146,086	116,038	234,387	19.31	
5	1.00	0.50	414,993	346,524	157,717	392,104	33.39	
6	1.50	0.50	445,074	430,034	195,255	587,359	50.83	
7	2.00	0.50	475,154	460,114	228,651	816,010	71.24	평수위
8	2.50	0.50	504,613	489,884	257,906	1,073,916	94.27	
9	2.64	0.14	510,505	507,559	64,160	1,138,076	100.00	만수위
10	3.34	0.70	867,858	689,182	482,427	1,620,503	143.07	홍수위



(그림 2.1-1) 중왕저수지 내용적 곡선

2.2 수질현황

- 중왕저수지의 연도별 수질변화를 살펴보기 위해 2016년부터 2020년까지 농어촌공사 농촌용수종합정보시스템의 “농업용수 수질조회” 자료를 연도별로 도시하여, 전체적인 수질변화 경향을 파악하였음
- TOC는 2017년 최대 8.7mg/L 이후 감소하고 있으며, 5년 평균 7.0mg/L로 호소생활환경기준 V등급(나쁨)을 나타냄
- T-N은 2018년 최대 3.140mg/L이며, 5년 평균 2.437mg/L로 호소생활환경기준 VI등급(매우나쁨)으로 나타냄
- T-P는 2017년 최대 0.126mg/L이며, 5년 평균 0.083mg/L로 호소생활환경기준 IV등급(약간나쁨)으로 나타냄



(그림 2.2-2) 중왕저수지 연도별 수질변화

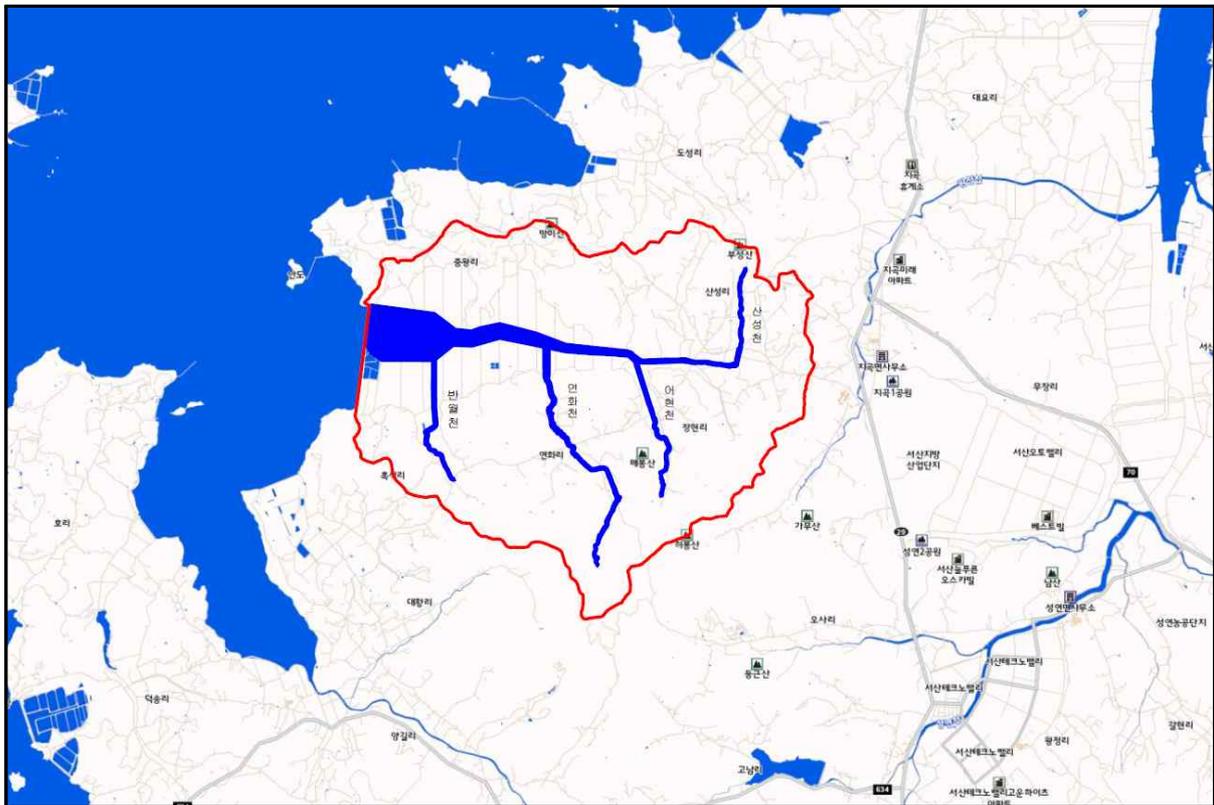
2.3 수계 및 하천현황

- 중왕저수지 인근에는 국가·지방하천이 위치하지 않으며, 팔봉면에 1개 소하천, 지곡면에 3개 소하천이 위치하고 있음

<표 2.3-1> 중왕저수지 인근 수계 현황

하천명	구 분	하천의 구간		하천연장 (km)
		기 점	종 점	
반월천	소하천	충청남도 서산시 팔봉면 흑석리	-	2.022
산성천	소하천	충청남도 서산시 지곡면 산성리	-	3.288
어현천	소하천	충청남도 서산시 지곡면 장현리	-	1.993
연화천	소하천	충청남도 서산시 지곡면 연화리	-	3.014

※ 자료 : 공공데이터포털(www.data.go.kr)



(그림 2.3-1) 중왕저수지 수계 현황

2.4 유역개황

2.4.1 자연환경

가. 일반현황

- 서산시는 충청남도 서북부에 위치하고 있으며, 동쪽으로 당진시와 예산군, 서쪽은 태안군, 남쪽은 홍성군이 인접하고 있으며, 북쪽은 바다와 인접해 있음
- 북서쪽은 팔봉산(364m), 금강산(316m) 등이 북서로 뻗고, 남쪽 끝은 도비산(352m)과 연암산(440m)이 양측으로 위치하고 있음

<표 2.4-1> 서산시 위치

시청 소재지	단	경도와 위치의 극점	
		지 점	극 점
서산시 관아문길1	극동	운산면 와우리	126°39′
	극서	팔봉면 진장리	126°22′
	극남	부석면 간월도리	36°36′
	극북	대산읍 화곡리	37°39′

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

나. 토지이용현황

(1) 지목별 토지이용현황

- 서산시는 전체 면적 742.0km² 중 ‘임야’가 288.0km²(38.8%)로 가장 넓은 면적으로 나타났으며, ‘답’ 192.8km²(26.0%), ‘전’ 78.4km²(10.6%) 순으로 조사됨
- 중왕저수지가 위치하고 있는 팔봉면은 전체 면적 51.4km² 중 ‘임야’가 30.4km²(59.1%)로 차지하는 비율이 높으며, ‘전’ 7.7km²(15.0%), ‘답’ 7.1km²(13.8%) 순으로 나타남
- 중왕저수지가 위치하고 있는 지곡면은 전체 면적 57.9km² 중 ‘임야’가 26.4km²(45.6%)로 차지하는 비율이 높으며, ‘답’ 12.2km²(21.1%), ‘전’ 6.2km²(10.6%) 순으로 나타남

<표 2.4-2> 지목별 토지이용현황

[단위 :km²]

구 분		계	전	답	임야	대지	도로	하천	기타
서산시	면적	742.0	78.4	192.8	288.0	21.9	25.8	9.3	125.8
	구성비	100%	10.6%	26.0%	38.8%	3.0%	3.5%	1.3%	17.0%
팔봉면	면적	51.4	7.7	7.1	30.4	1.2	1.4	0.3	3.3
	구성비	100%	15.0%	13.8%	59.1%	2.3%	2.6%	0.6%	6.4%
지곡면	면적	57.9	6.2	12.2	26.4	1.2	2.1	0.2	9.6
	구성비	100%	10.6%	21.1%	45.6%	2.0%	3.7%	0.4%	16.6%

※기타 : 과수원, 목장용지, 광천지, 공장용지, 학교용지, 주차장, 주유소용지, 창고용지, 철도용지, 제방, 구거, 유지, 양어장, 수도용지, 공원, 체육용지, 유원지, 종교용지, 묘지, 잡종지

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

(2) 용도지역별 토지이용현황

- 서산시의 용도지역별 토지이용현황 조사결과 도시지역 86.3km², 비도시지역 456.1km²로 총 542.4km²가 용도지역으로 지정되어있으며, 이중 농림지역이 236.9km²(43.7%)로 가장 넓고 다음으로 관리지역 199.6km²(36.8%) 순으로 나타남

<표 2.4-3> 용도지역별 토지이용현황

[단위 : km², %]

구 분	합계	도시지역					비도시지역		
		주거	상업	공업	녹지	미지정	관리	농림	기타
면적	542.4	18.8	2.5	15.3	49.7	0.0	199.6	236.9	19.6
구성비	100%	3.5%	0.5%	2.8%	9.2%	0.0%	36.8%	43.7%	3.6%

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

다. 환경관련 지구·지역 지정현황

- 중왕지구가 위치한 서산시는 야생동물보호구역, 도립공원, 오존경보제 실시지역, 수질오염물질 배출허용기준(폐수), 저황유 사용지역으로 지정되어 있음

<표 2.4-4> 환경관련 보전지역·지구 지정현황

구분	관련법률	특징
야생동물보호구역	야생생물보호법	<ul style="list-style-type: none"> - 서산시 갈산동, 지정면적 : 0.45km² - 서산시 부석면 간월도리, 지정면적 : 21.64km² - 서산시 부석면 창리, 지정면적 : 10.20km²
도립공원	자연공원법	<ul style="list-style-type: none"> - 덕산(충남 예산, 서산), 지정면적 : 19.859km²
오존경보제 실시지역	대기환경보전법	<ul style="list-style-type: none"> - 서산시(독곶리, 동문동, 대산리, 성연면)
배출허용기준 (폐수)	배출허용기준 (폐수)적용을 위한 지역지정 규정	<ul style="list-style-type: none"> - 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” 지역으로 지정 - 대신읍, 인자·고북면, 부춘·동문·활성·수석·남·오산동 - "청정"나"지역을 제외한 전역
저황유 사용지역	대기환경보전법	<ul style="list-style-type: none"> - 황함유기준 0.1% 이하의 경유(전국) - 황함유기준 0.3% 이하의 중유 공급 및 사용지역

라. 지형·지질

(1) 표고 및 경사분석

- 중왕지구의 표고는 EL. 0~250m 범위이며, 대부분 10~50m 이하에 분포

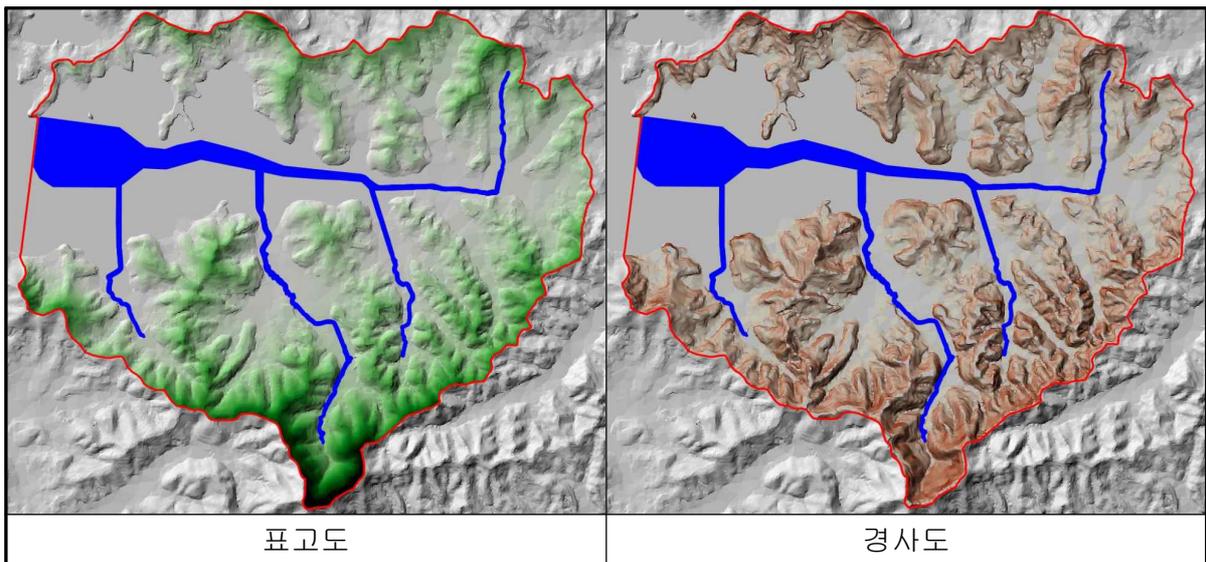
<표 2.4-5> 표고분석

구 분	합계	10m 이하	10~50m	50~100m	100~200m	200~250m
면 적(ha)	1576.5	440.9	751.4	315.9	64.2	4.0
구성비(%)	100	28.0	47.7	20.0	4.1	0.3

- 중왕지구의 경사는 5° 이하가 가장 높은 분포로 나타났으며 다음으로 10~15°, 5~10°가 높은 분포를 나타냄

<표 2.4-6> 경사분석

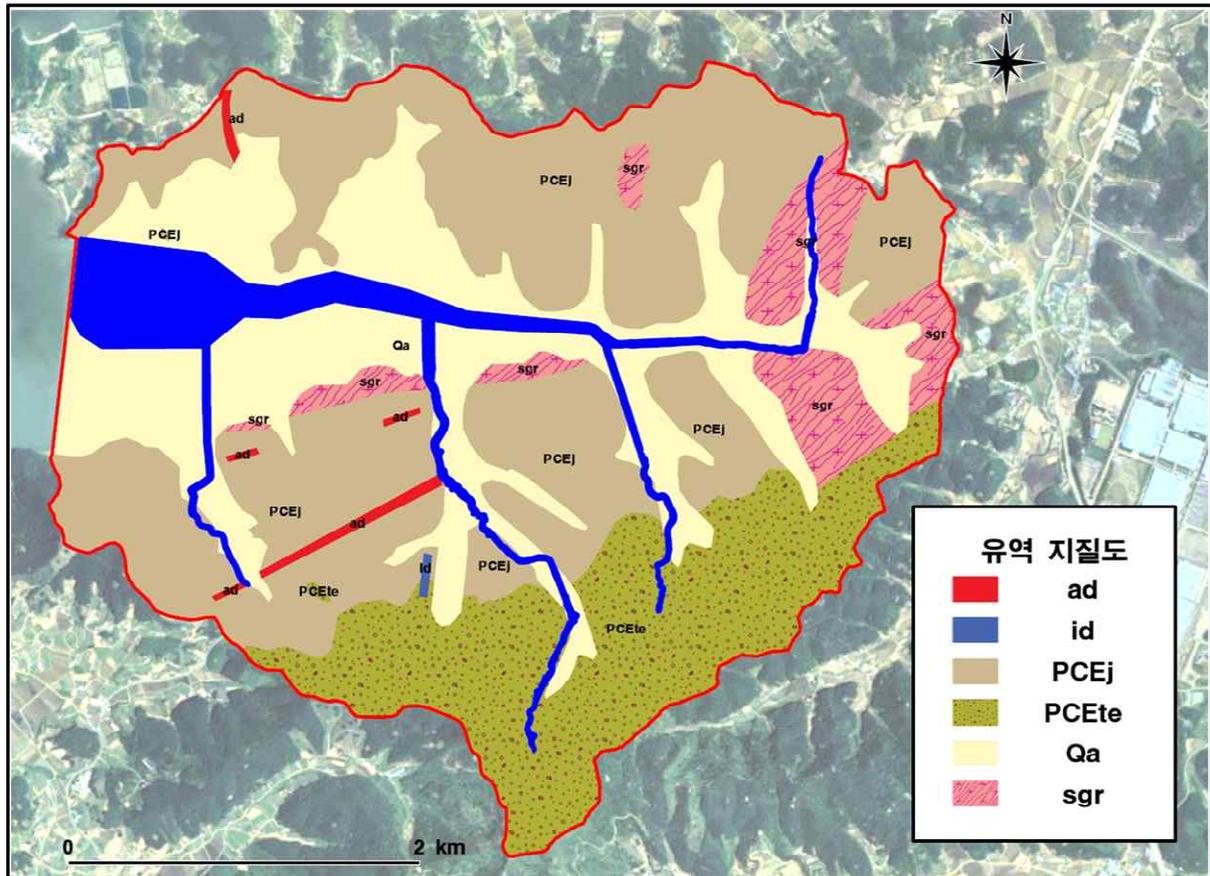
구 분	합계	5°이하	5~10°	10~15°	15~20°	20~25°	25~30°	30이상
면 적(ha)	1,576.3	701.3	199.4	221.7	189.5	124.9	75.8	63.7
구성비(%)	100	44.5	12.6	14.1	12.0	7.9	4.8	4.0



(그림 2.4-1) 중왕저수지 경사 및 표고도

(2) 지질조사

- 중왕저수지 및 그 주변의 지질은 선캠브리아, 신생대 제4기 및 시대 미상 시대의 암맥류, 지곡리층, 태안층, 총적층, 편상 화강암층으로 이루어져 있으며, 대표암석은 산성암맥, 중성암맥, 편암류 및 편마암, 세립흑운모편암, 변성사암, 편상 화강암으로 조사됨



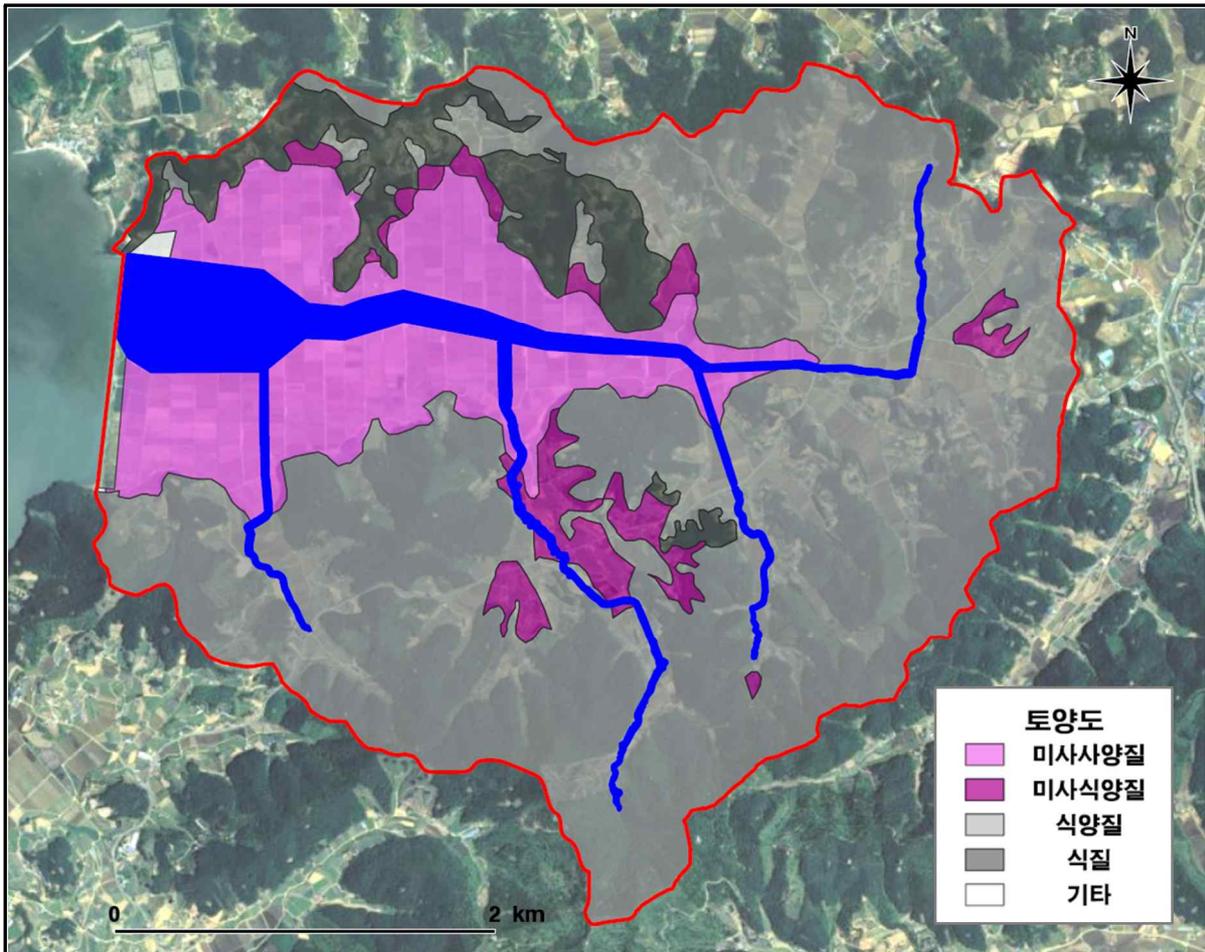
범례	기 호	시대	지층	대표암상
	ad	미분류	암맥류	산성암맥
	id	미분류	암맥류	중성암맥
	PCEj	선캠브리아	지곡리층	편암류 및 편마암
	PCEte	선캠브리아	태안층	세립흑운모편암, 변성사암
	Qa	신생대 제4기	총적층	흙, 모래, 자갈
	sgr	시대 미상	편상 화강암	편상 화강암

※ 자료 : 한국지질자원연구원(<http://kigam.re.kr>)

(그림 2.4-2) 중왕저수지 지역의 지질도

(3) 토질 조사

- 중왕저수지 유역의 토질은 국립농업과학원 토양환경정보시스템에서 제공하는 토양환경지도를 활용하였으며, 중왕지구의 토질은 주로 배수가 양호한 사양질과 식양질로 구성되는 것으로 조사됨



자료 : 국립농업과학원(<http://soil.rda.go.kr/>)

(그림 2.4-3) 중왕저수지 유역의 토질현황

마. 기상 개황

- 서산시의 기상분석을 위해 충청남도 서산시 수석1길 124-1에 위치한 서산(129)지점의 기상자료를 활용하였으며, 세부자료는 기상청에서 운영하는 기상자료개방포털을 활용하여 서산시의 기상개황 분석을 실시함
- 서산시의 10년간 평균기온은 12.3℃, 평균 강수량은 1,156.5mm, 평균풍속은 2.1m/s, 나타났으며, 10년 동안 강우량이 가장 많은 해는 2011년 1,704.4mm로 나타남

<표 2.4-7> 연도별 기상개황

구 분	기 온(℃)			강수량 (mm)	바람(m/sec) 평균풍속
	평균기온	최고기온	최저기온		
2011	11.6	33.0	-14.7	1,704.4	2.9
2012	11.5	36.0	-15.1	1,642.6	2.5
2013	11.8	33.4	-16.6	1,018.7	2.1
2014	12.3	33.7	-11.1	1,000.1	1.9
2015	12.7	33.7	-10.5	815.9	2.0
2016	12.9	34.6	-12.7	922.1	2.0
2017	12.2	34.7	-12.9	830.4	2.0
2018	12.2	37.1	-15.9	1,227.2	1.9
2019	12.7	36.3	-10.9	915.0	1.8
2020	12.6	34.9	-10.5	1,488.7	2.0
평 균	12.3	34.7	-13.1	1,156.5	2.1

※자료 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)

(1) 기 온

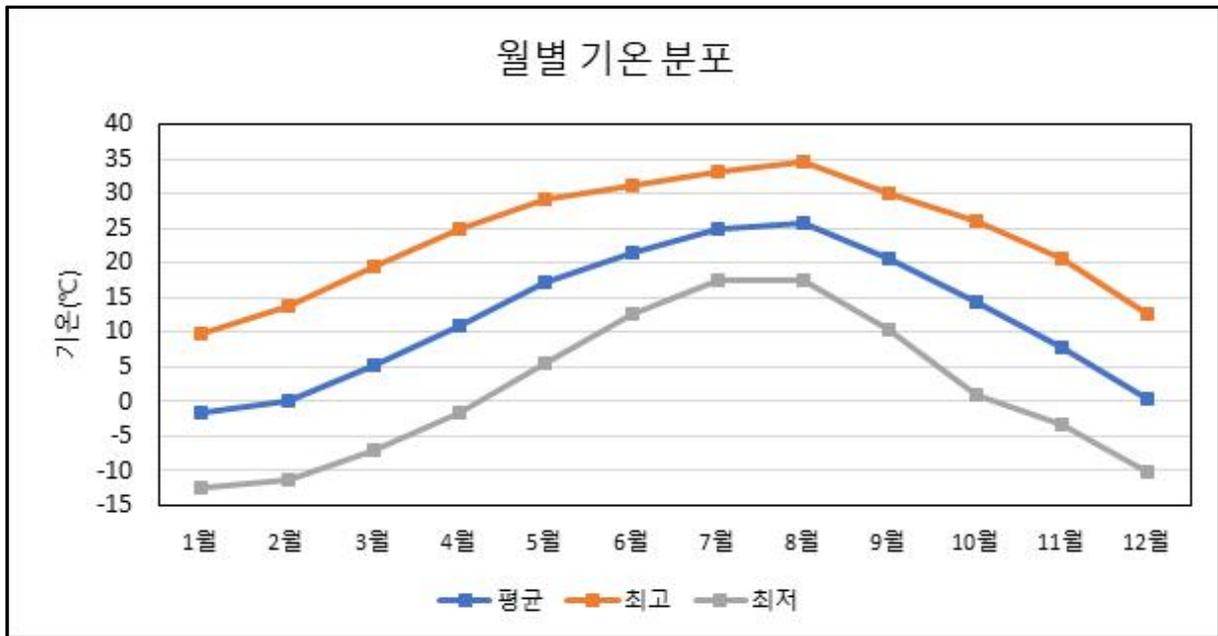
- 서산시의 10년간 연평균기온은 12.2℃로 조사되었고, 최고기온은 37.1℃(2018년), 최저기온은 -16.6℃(2013년)로 나타남

<표 2.4-8> 월별 기온분포

[단위 : °C]

구분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2011	평균	-5.1	0.8	3.5	9.5	16.5	20.3	24.1	24.5	20.4	13.0	11.2	0.7	11.6
	최고	3.4	14.3	14.8	18.9	28.3	30.8	33.0	32.9	30.7	23.1	25.4	10.5	22.2
	최저	-14.7	-10.3	-6.5	-1.2	5.6	12.1	17.9	18.1	9.2	0.5	-0.9	-10.2	1.6
2012	평균	-2.4	-2.0	3.7	10.3	17.8	22.5	24.9	26.2	19.8	13.9	6.0	-2.7	11.5
	최고	7.5	11.7	16.6	26.6	28.5	31.4	32.9	36.0	29.9	24.8	16.4	8.1	22.5
	최저	-12.1	-14.2	-6.8	-3.2	7.1	13.1	18.0	17.2	11.1	1.9	-3.5	-15.1	1.1
2013	평균	-2.8	-0.9	3.8	8.6	16.3	22.2	25.1	26.6	20.7	14.8	6.3	0.5	11.8
	최고	14.1	15.2	19.5	21.1	30.8	31.1	30.3	33.4	29.8	28.1	21.3	12.1	23.9
	최저	-16.6	-14.0	-6.5	-2.3	4.4	11.7	18.6	17.0	8.6	2.2	-5.4	-7.7	0.8
2014	평균	-0.8	1.5	6.4	12.2	16.9	21.9	24.5	23.6	20.6	14.4	8.2	-1.4	12.3
	최고	9.9	15.5	22.5	26.2	29.1	29.1	33.7	32.0	29.9	27.3	20.3	9.9	23.8
	최저	-11.1	-8.2	-7.3	-2.2	3.3	16.1	18.0	17.0	12.2	0.4	-2.9	-10.5	2.1
2015	평균	-0.4	1.0	4.9	11.9	16.8	21.3	24.1	24.9	20.7	14.8	9.5	2.8	12.7
	최고	11.0	11.9	21.3	25.8	30.0	30.0	32.8	33.7	30.1	25.8	20.6	13.2	23.9
	최저	-10.1	-10.5	-7.5	1.1	3.9	11.3	14.1	16.7	11.5	0.3	-2.1	-7.8	1.7
2016	평균	-1.6	0.6	5.9	12.5	17.9	21.9	25.2	26.4	21.7	15.3	7.2	2.2	12.9
	최고	10.7	18.0	22.8	27.8	30.9	30.4	32.4	34.6	30.4	28.2	19.9	16.1	25.2
	최저	-12.7	-11.5	-9.7	0.4	6.8	15.0	17.4	17.0	12.9	-0.5	-4.5	-9.3	1.8
2017	평균	-1.2	-0.4	4.5	12.0	17.4	21.2	25.8	25.2	20.6	15.0	6.2	-0.4	12.2
	최고	11.0	11.0	17.6	25.9	28.5	31.8	33.0	34.7	30.2	25.8	20.2	10.7	23.4
	최저	-12.9	-9.8	-6.4	-1.3	6.7	10.3	20.8	15.3	7.9	0.4	-4.7	-11.0	1.3
2018	평균	-3.2	-1.7	6.7	11.7	17.1	21.6	26.5	27.4	20.3	12.3	7.4	0.6	12.2
	최고	8.0	9.3	20.5	25.0	28.5	32.4	36.5	37.1	30.0	24.9	19.5	16.4	24.0
	최저	-15.9	-15.3	-7.2	-1.9	7.2	13.2	18.3	19.1	8.8	0.1	-2.9	-12.3	0.9
2019	평균	-1.1	0.4	5.8	11.0	17.3	20.9	24.6	25.9	21.6	15.5	7.8	2.4	12.7
	최고	9.3	13.9	18.1	28.5	29.2	31.1	34.8	36.3	29.3	28.3	20.8	15.6	24.6
	최저	-10.9	-9.7	-5.6	-3.7	3.2	11.1	16.1	16.0	11.1	3.7	-3.1	-8.3	1.7
2020	평균	1.8	2.5	6.5	9.8	16.9	22.1	23.0	26.2	20.5	13.3	8.0	0.5	12.6
	최고	13.1	16.4	20.1	22.7	28.7	33.7	32.1	34.9	30.5	24.1	21.2	12.9	24.2
	최저	-7.1	-10.3	-5.5	-1.6	6.8	13.6	16.4	21.1	11.1	1.8	-3.4	-10.5	2.7
평균	평균	-1.7	0.2	5.2	11.0	17.1	21.6	24.8	25.7	20.7	14.2	7.8	0.5	12.2
	최고	9.8	13.7	19.4	24.9	29.3	31.2	33.2	34.6	30.1	26.0	20.6	12.6	23.8
	최저	-12.4	-11.4	-6.9	-1.6	5.5	12.8	17.6	17.5	10.4	1.1	-3.3	-10.3	1.6

※자료 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)



(그림 2.4-4) 월별 평균기온(2011~2020년)

(2) 강수량

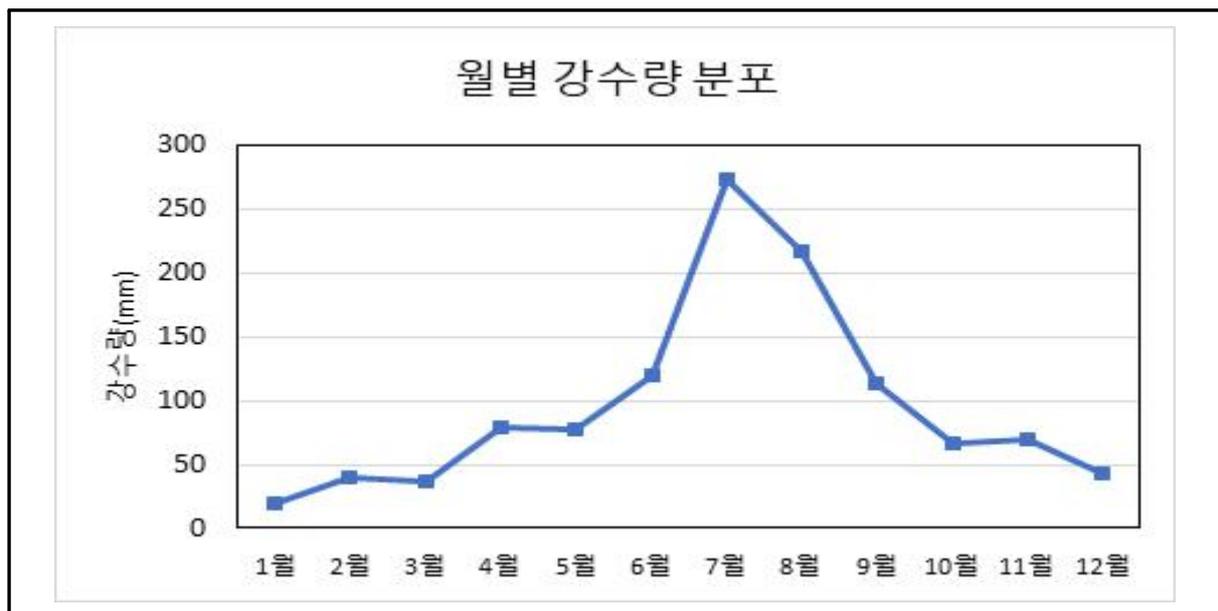
- 서산시의 10년 평균 강수량은 1,156.5mm이며, 7월과 8월에 각각 272.8mm와 216.8mm로 여름철에 많은 강수량을 나타내고 있으며, 겨울철(12월~2월)기간의 평균 강수량은 34.3mm로 낮은 수치를 나타냄

<표 2.4-9> 월별 강수량 분포

[단위 : mm]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2011	8.8	55.8	34.5	96.2	107.9	462.6	656.5	151.2	50.3	18.1	48.9	13.6	1704.4
2012	15.1	2.4	41.6	113.5	14.5	91.1	266.8	647.9	201.5	100.7	82.1	65.4	1642.6
2013	36.8	64.8	60.8	61.8	114.9	94.4	213.8	120.6	147.4	5.7	64.9	32.8	1018.7
2014	7.0	17.0	31.2	85.6	52.7	69.3	151.7	242.3	106.7	117.2	37.8	81.6	1000.1
2015	20.7	23.1	20.6	116.8	40.6	64.1	158.5	63.1	15.1	73.1	156.6	63.6	815.9
2016	21.9	61.7	24.3	87.0	153.7	36.8	295.6	34.0	53.1	73.8	17.5	62.7	922.1
2017	21.3	31.4	4.8	38.9	27.9	23.3	327.8	231.3	37.6	25.5	24.7	35.9	830.4
2018	21.0	40.5	76.6	132.8	147.7	162.3	152.9	156.8	82.7	153.2	73.9	26.8	1227.2
2019	1.1	30.2	43.7	43.9	20.1	56.3	174.5	121.1	181.1	81.0	124.6	37.4	915.0
2020	46.0	72.3	23.0	20.7	101.3	144.0	329.4	400.0	257.7	12.6	72.0	9.7	1488.7
평균	20.0	39.9	36.1	79.7	78.1	120.4	272.8	216.8	113.3	66.1	70.3	43.0	1156.5

※자료 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)



(그림 2.4-5) 월별 평균 강수량 분포(2008~2017년)

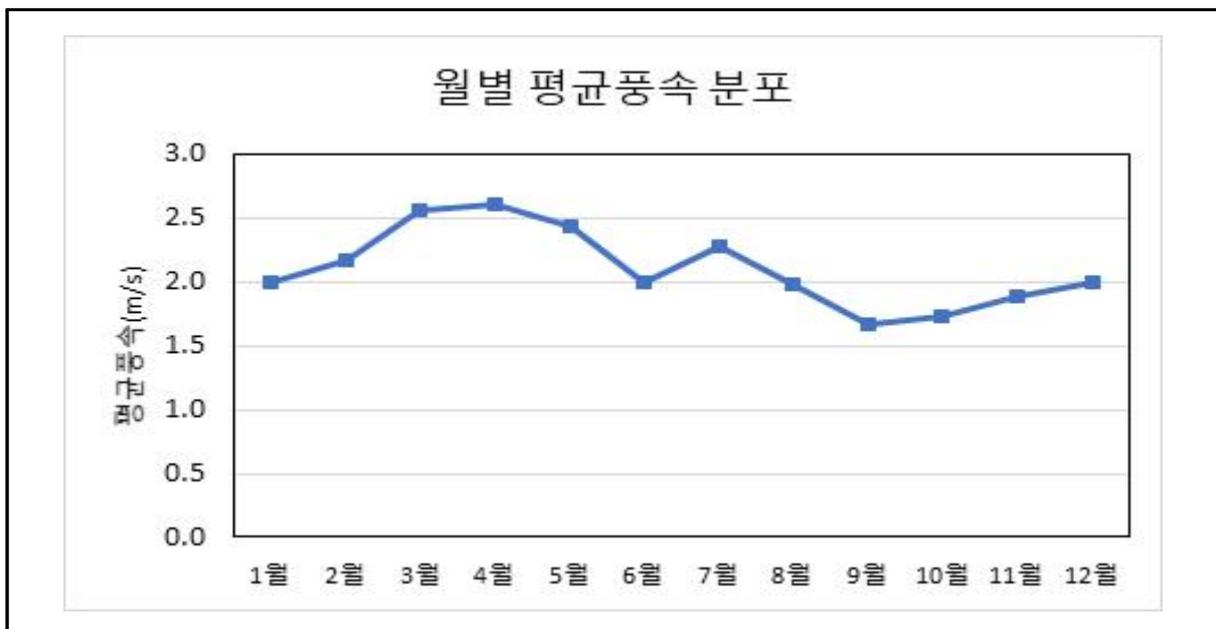
(3) 풍속

- 서산시의 과거 10년간 평균풍속은 2.1m/s로 2011년 2.9m/s 다소 높게 나타났으나, 연도별 변화는 크지 않은 것으로 나타남
- 10년간 평균 풍속은 2.1m/s로 풍력 계급의 제1등급인 미풍(1~3m/s)에 해당됨

<표 2.4-10> 월별 평균풍속 현황 [단위 : m/s]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2011	2.6	2.2	3.5	3.4	3.5	3.3	3.2	2.8	2.7	2.2	2.7	2.7	2.9
2012	2.8	3.1	3.5	3.6	2.5	2.0	2.2	2.3	1.6	1.7	2.3	2.2	2.5
2013	1.7	2.1	2.5	2.9	2.3	1.6	3.4	2.1	1.5	1.8	2.0	1.8	2.1
2014	1.6	1.7	2.3	2.0	2.6	1.8	2.0	1.6	1.2	1.7	1.7	2.1	1.9
2015	2.0	2.2	2.3	2.3	2.2	2.0	2.3	1.9	1.6	1.8	1.7	1.9	2.0
2016	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.0	2.0	1.6	1.4	1.7	1.8	2.0	2.0
2017	2.0	2.3	2.0	2.6	2.3	1.9	2.0	1.6	1.6	1.7	2.0	2.0	2.0
2018	1.9	2.3	2.3	2.4	2.3	1.7	1.8	1.9	1.6	1.7	1.2	1.9	1.9
2019	1.6	1.6	2.3	1.9	2.2	1.7	2.3	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8
2020	1.7	1.9	2.6	2.7	2.1	2.0	1.6	2.4	1.8	1.4	1.7	1.7	2.0
평균	2.0	2.2	2.6	2.6	2.4	2.0	2.3	2.0	1.7	1.7	1.9	2.0	2.1

※ 자료 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)



(그림 2.4-6) 월별 평균 풍속(2008~2017년)

2.4.2 인문·사회 환경

가. 인구현황

- 서산시의 세대수는 2019년도 기준 76,748세대, 인구는 179,151명이며, 인구밀도는 235.4명/km²으로 조사됨

<표 2.4-11> 연도별 인구변화 추이

연도별	세대수	인구(명)			인구밀도 (명/km ²)	면적 (km ²)
		합계	남	여		
2010	63,668	163,055	83,172	79,883	216.7	740.7
2011	64,361	164,345	83,983	80,362	218.0	740.6
2012	65,364	166,214	84,974	81,240	220.4	741.0
2013	66,956	168,951	86,553	82,398	223.9	740.8
2014	68,248	170,920	87,598	83,322	226.3	740.8
2015	69,993	173,715	89,235	84,480	229.6	741.0
2016	70,991	174,762	89,919	84,843	230.5	741.0
2017	72,469	175,769	90,558	85,211	231.6	741.3
2018	75,091	178,621	92,226	86,395	234.9	741.3
2019	76,748	179,151	92,800	86,351	235.4	742.0

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

나. 산업현황

- 서산시는 도매 및 소매업이 3,313개소로 가장 많았으며, 다음으로 숙박 및 음식점업, 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업, 운수업, 제조업 등의 순으로 나타남

<표 2.4-12> 서산시 산업 대분류별 사업체 현황

구 분	업체수 (개)	구 분	업체수 (개)
농업, 임업 및 어업	22	금융 및 보험업	128
광업	14	부동산업	427
제조업	924	전문, 과학 및 기술 서비스업	233
전기, 가스, 증기 및 수도사업	12	사업시설 관리 및 사업 지원 및 임대 서비스업	232
하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경 복원업	45	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	66
건설업	578	교육 서비스업	571
도매 및 소매업	3,313	보건 및 사회복지사업	451
운수업	1,035	예술스포츠 및 여가관련 서비스업	378
숙박 및 음식점업	3,075	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	1,473
정보통신업	47		

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

2.4.3 환경기초시설 현황

가. 상수도 현황

- 서산시의 상수도 보급현황에 대한 분석결과 보급률 기준으로 2015년 92.0%에서 2019년 98.5%로 상수도 보급률이 상승하였음

<표 2.4-13> 상수도 보급현황

연도	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	시설용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1인당 급수량 (ℓ)	급수전수 (개)
2015	173,715	159,880	92.0	53,427	41,974	263	22,487
2016	174,762	163,643	93.6	53,427	42,439	259	24,655
2017	175,769	169,439	96.4	53,427	43,983	260	29,257
2018	178,621	175,182	98.1	53,427	47,230	270	30,873
2019	179,151	176,464	98.5	61,308	58,234	330	31,274

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

나. 하수도 현황

- 서산시의 하수도 보급률은 2015년 71.6% 대비 2019년 78.3%로 증가추세이며, 이는 지속적인 하수관거 증설을 통한 보급률 상승에 기인하고 있음
- 서산시의 하수관거 보급률 감소는 계획연장 변경으로 인한 영향임

<표 2.4-14> 하수도 보급현황

연도	총인구 (명)	처리인구		하수관거		
		하수처리 인구(명)	보급률 (%)	계획연장 (m)	시설연장 (m)	보급률 (%)
2015	173,715	124,426	71.6	1,313,028	809,799	61.7
2016	174,762	125,208	71.6	1,313,407	810,178	61.7
2017	175,769	131,878	75.0	1,365,382	824,244	60.4
2018	178,621	134,533	75.3	1,365,382	824,244	60.4
2019	179,151	140,337	78.3	1,365,382	824,244	60.4

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

<표 2.4-15> 서산시 처리방식에 따른 하수도 보급현황

연도	합류식			분류식				
	계획면적 (km ²)	계획연장 (m)	시설연장 (m)	계획면적 (km ²)	계획연장(m)		시설연장(m)	
					오수	우수	오수	우수
2015	38	244,208	125,881	0	606,910	461,910	535,356	148,562
2016	38	244,208	125,881	0	607,289	461,910	535,735	148,562
2017	0	254,016	125,881	0	644,874	466,492	549,801	148,562
2018	0	254,016	125,881	0	644,874	466,492	549,801	148,562
2019	0	254,016	125,881	0	644,874	466,492	549,801	148,562

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

다. 하수처리시설 현황

- 서산시 하수처리시설 현황은 2019년 기준 15개소가 운영되고있으며, 대부분의 하수를 고도처리하고 있음

<표 2.4-16> 서산군 처리방식에 따른 하수도 보급현황

연도	시설명	시설용량(m ³ /일)		
		물리적	생물학적	고도
2015	-	0	100	48,180
2016	-	0	100	48,380
2017	-	0	0	48,690
2018	-	0	0	48,690
2019	총 15개소	0	0	48,690

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

라. 분뇨처리시설 현황

- 서산시의 분뇨처리량은 2019년 기준 분뇨 150.0m³/일이며, 침출수는 60.2m³/일로 하수처리장으로 연계처리하고 있음

<표 2.4-17> 서산하수처리장 연계처리량 현황

연도	연계처리량(m ³ /일)			
	분뇨	축산	침출수	기타
2015	89.0	0	106.0	34.0
2016	63.8	0	58.2	23.2
2017	58.4	0	52.7	26.6
2018	67.7	0	48.9	29.7
2019	150.0	0	60.2	33.5

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

마. 폐기물매립시설 및 소각시설 현황

- 서산시의 폐기물매립시설은 1개소가 존재하며 매립면적은 17,600㎡임

<표 2.4-18> 서산시 생활폐기물 매립지 현황

연도	개소	면적(㎡)	총매립용량(㎡)	기매립량(㎡)	잔여매립가능량(㎡)
2015	2	31,580	209,179	145,750	63,429
2016	1	17,600	124,800	61,371	63,429
2017	1	17,600	124,800	14,895	109,905
2018	1	17,600	124,800	14,787	110,013
2019	1	17,600	124,800	15,653	109,147

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

2.4.4 농축산업 현황

가. 농업현황

- 서산시의 농가수는 지속적으로 감소추세이며, 2019년 9,510호로 나타남
- 농가수의 감소에 따른 농가인구 역시 지속적인 감소추세를 나타내고 있음

<표 2.4-19> 농가현황

연도	농가(호)			농가인구(인)		
	합계	전업	겸업	계	남	여
2015	12,229	6,620	5,609	28,243	13,823	14,420
2016	11,677	6,689	4,988	26,822	12,936	13,886
2017	10,319	6,208	4,111	22,925	10,959	11,966
2018	9,833	5,872	3,961	21,375	10,322	11,053
2019	9,510	6,368	3,142	20,173	9,720	10,453

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

- 경지면적은 지속적으로 감소추세이나 가구당 경지면적은 다소 증가하는 추세를 나타내고 있음

<표 2.4-20> 경지면적 현황

[단위 : ha]

연도	합계	논	밭	가구당 경지면적		
				합계	논	밭
2015	27,033	21,300	5,733	205.7	162.1	43.6
2016	26,562	21,024	5,538	227.6	180.2	47.4
2017	26,305	20,441	5,864	254.0	198.0	56.0
2018	26,198	20,293	5,905	266.3	206.3	60.0
2019	26,151	20,309	5,842	274.9	213.5	61.4

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

나. 축산업 현황

- 서산시의 가축 사육두수에 대한 조사결과 한육우, 닭, 염소, 젓소 순으로 조사됨

<표 2.4-21> 가축사육두수 현황

[단위 : 마리]

연도	한육우	젓소	돼지	닭	오리	말	염소	사슴
2015	1,142	59	48	476	30	21	179	28
2016	1,115	60	37	548	29	17	158	25
2017	1,073	53	32	781	45	17	170	25
2018	1,021	59	30	766	26	21	269	23
2019	979	52	25	787	9	17	261	22

※자료 : 서산시 통계연보(2020)

제3장

오염원 및 환경질현황

3.1 오염원 및 오염부하량

3.2 수질 환경

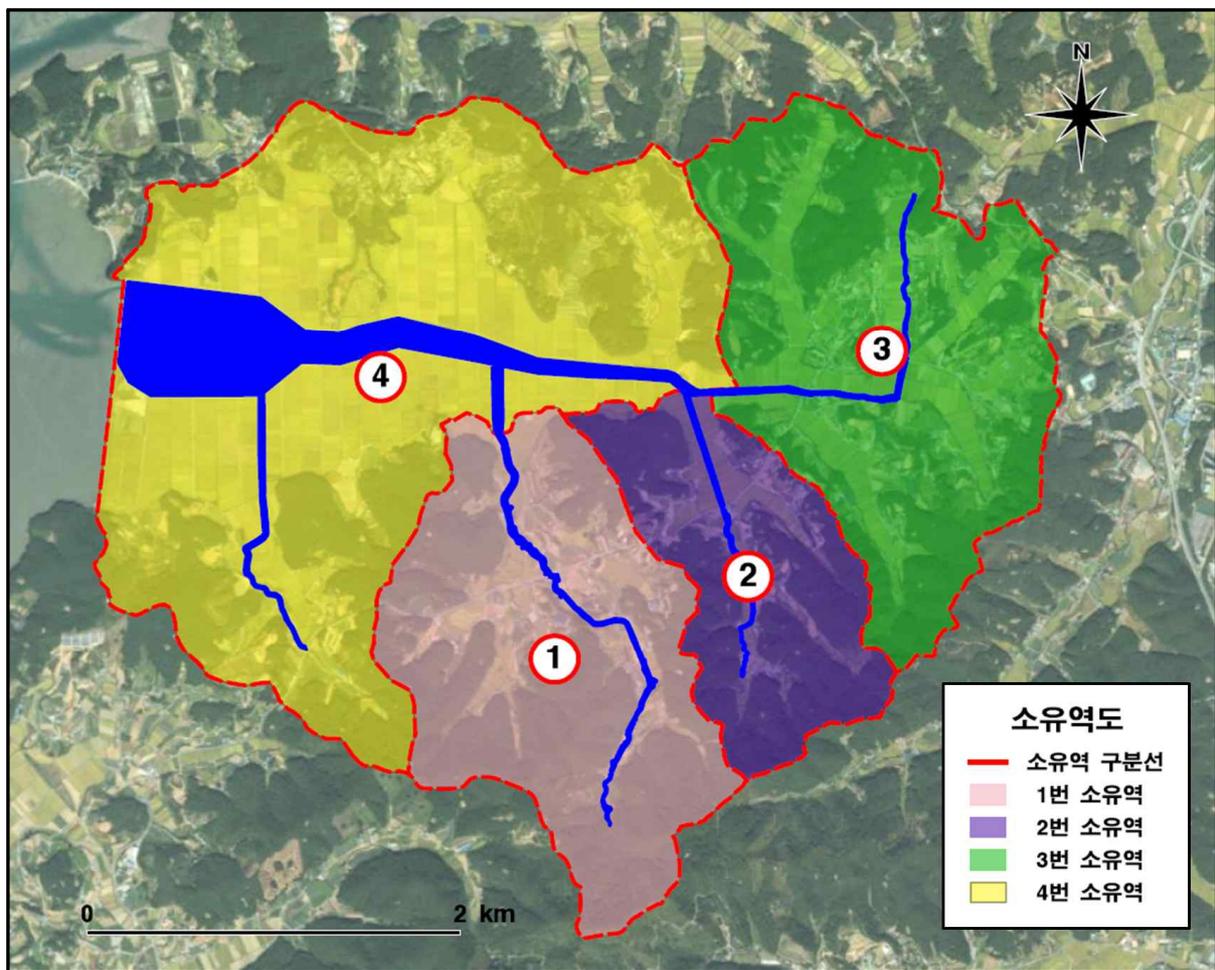
3.3 퇴적물 환경

제3장 오염원 및 환경질현황

3.1 오염원 및 오염부하량

3.1.1 유역구분

- 중왕저수지 유역을 유입하천 및 배수구역에 따라 소유역을 구분하였음
- 중왕저수지는 총 4개 소유역으로 구분하였으며, 소유역 구분도를 (그림 3.1-1)과 같이 제시하였음



(그림 3.1-1) 중왕저수지 소유역 구분도

3.1.2 오염원 현황

- 오염원 현황은 생활계, 축산계, 산업계, 토지계, 양식계, 매립계로 구분하였으며, 조사방법 및 항목은 「오염총량관리기술지침(2019.3)」에 준하여 조사하였음
- 본 검토에서는 서산시 중왕저수지로 유입되는 4개의 소유역으로 구분하여 오염원 현황을 조사함

가. 생활계

- 중왕저수지 유역의 인구 현황 조사결과 비시가지로 구분되며, 유역 내 총 887명이 거주하는 것으로 조사됨
- 중왕저수지 유역의 인구 현황 조사결과 소유역4에서 396명으로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 그 중 하수미처리 정화조 인구가 246명으로 가장 높게 나타남

<표 3.1-1> 중왕저수지 생활계 현황

[단위 : 명]

유역	계	시가지 인구					비고
		하수처리구역		하수미처리구역			
		분류식	합류식	수세식		수거식	
				오수처리	정화조		
총합	0	0	0	0	0	0	
소유역1	0	0	0	0	0	0	
소유역2	0	0	0	0	0	0	
소유역3	0	0	0	0	0	0	
소유역4	0	0	0	0	0	0	
유역	계	비시가지 인구					비고
		하수처리구역		하수미처리구역			
		분류식	합류식	수세식		수거식	
				오수처리	정화조		
총합	887	0	44	80	626	137	
소유역1	127	0	0	0	119	8	
소유역2	116	0	0	4	84	27	
소유역3	247	0	0	15	176	56	
소유역4	396	0	44	61	246	46	

※자료 : 전국오염원자료, 2019

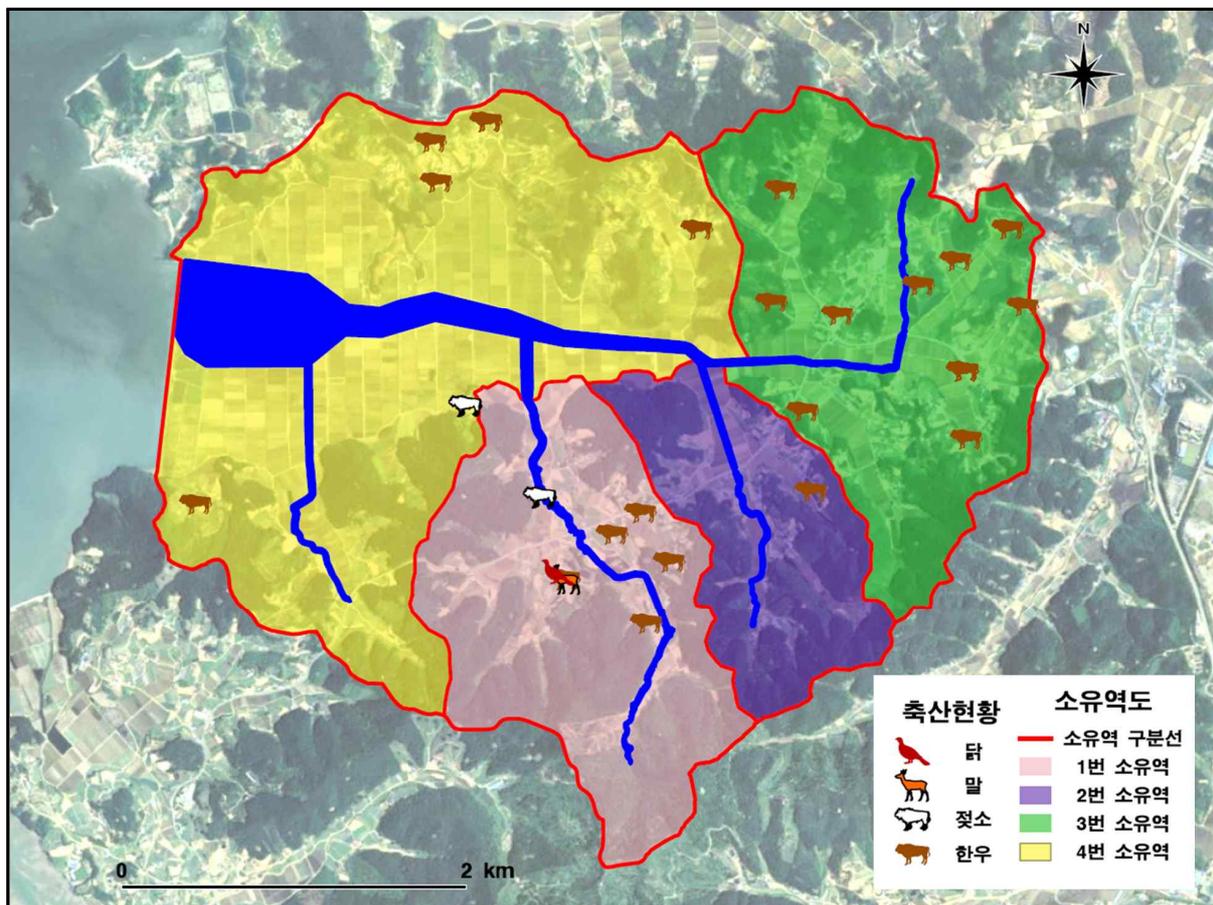
나. 축산계

- 중왕저수지 유역 내에는 총 45,698두의 축종이 있는 것으로 조사됨
- 중왕저수지 유역 내 소유역1에서 총 45,273두의 축종을 사육하고 있는 것으로 나타났으며, 그 중 닭 축종이 대부분으로 조사됨

<표 3.1-2> 중왕저수지 축산계 현황 [단위 : 두]

유역	한우		닭		말		젖소	
	사육두수	농가수	사육두수	농가수	사육두수	농가수	사육두수	농가수
전체	576	32	45,000	1	19	1	103	2
소유역1	191	7	45,000	1	19	1	63	1
소유역2	8	1	0	0	0	0	0	0
소유역3	263	17	0	0	0	0	0	0
소유역4	114	7	0	0	0	0	40	1

※자료 : 전국오염원자료, 2019



(그림 3.1-2) 중왕저수지 축산현황 분포도

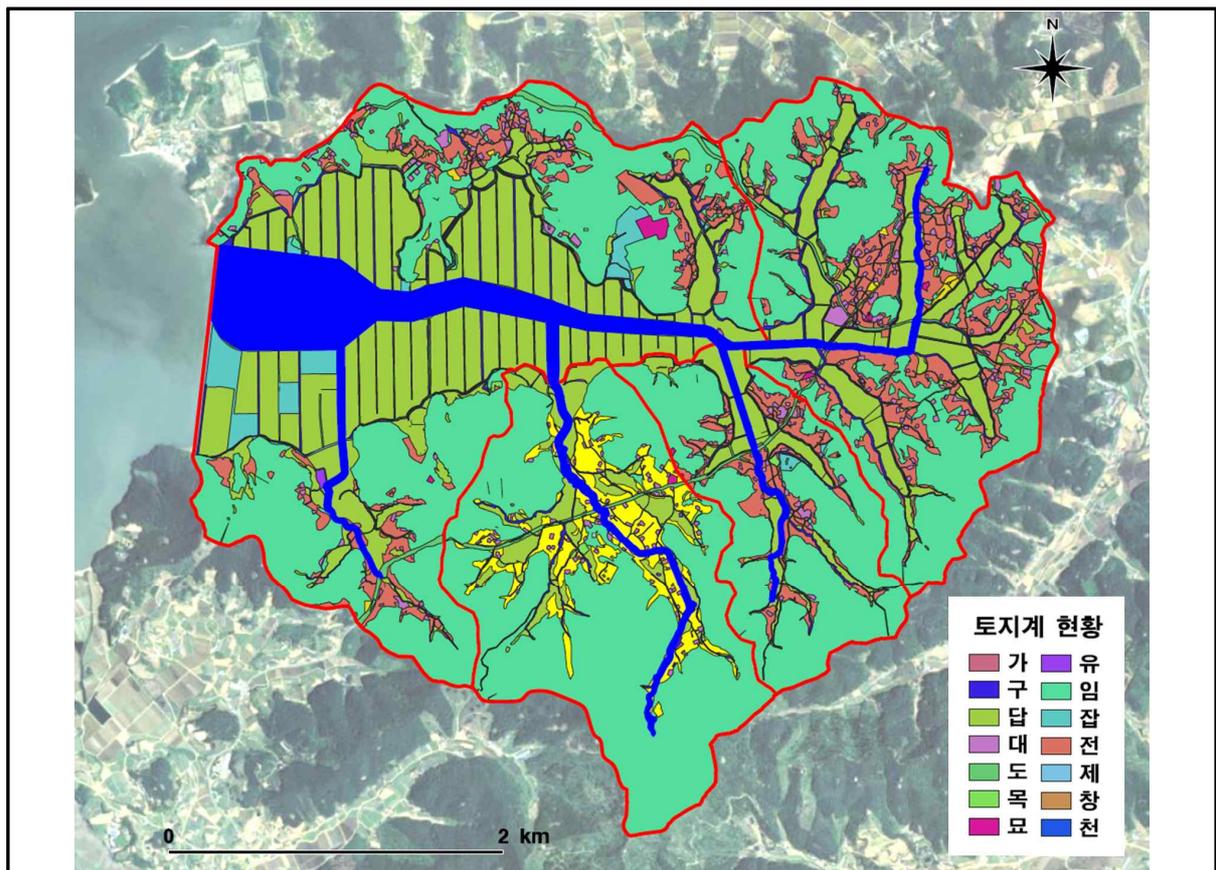
다. 토지계

- 비점오염원의 유입경로는 주로 지표면의 오염물질이 강우에 의해 유출되는 것으로, 농경지의 잔존 비료 및 농약, 주거지역의 지표오염물질, 퇴비화로 살포된 가축분뇨 등이 있음
- 농촌지역에 가축사육시설이 산재되어 있고 가축분뇨를 농경지에 개별퇴비화 하거나 야적시 관리가 소홀할 경우 강우 시에 함께 유출되어 비점오염원이 될 수 있음
- 중왕저수지 유역면적은 1,503.6ha, 저수지 면적은 72.0ha로 토지이용현황을 살펴보면 임야가 763.9ha(50.8%)로 가장 넓게 분포하고 답, 전, 대지 순으로 분포하고 있음

<표 3.1-3> 소유역별 토지이용현황

소유역	읍면동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
전체	팔봉면, 지곡면	흑석리, 산성리, 장현리, 연화리, 중왕리	1,503.6	201.2	377.8	763.9	27.8	132.9
소유역1	팔봉면, 지곡면	흑석리, 장현리, 연화리	325.9	48.9	32.8	224.8	4.4	14.9
소유역2	지곡면	장현리, 연화리	182.3	24.1	25.3	116.8	3.3	12.9
소유역3	지곡면	장현리, 상선리	368.7	81.8	75.4	169.0	11.7	30.9
소유역4	팔봉면, 지곡면	흑석리, 장현리, 연화리, 산성리, 중왕리	626.6	46.4	244.2	253.3	8.5	74.2

※자료 : 전국오염원자료, 2019



(그림 3.1-3) 중왕저수지 토지계현황 분포도

라. 산업계

- 증왕저수지 유역내에는 산업계가 소재하지 않는 것으로 조사됨

마. 양식계

- 증왕저수지 유역내에는 양식계가 소재하지 않는 것으로 조사됨

바. 매립계

- 증왕저수지 유역내에는 매립계가 소재하지 않는 것으로 조사됨

3.1.3 오염부하량 산정

- 오염부하량 산정시 원단위는 지역적 특성을 반영하도록 실측자료를 사용하는 것이 바람직하나 실측자료는 측정 횟수의 제한이 있으므로, 「오염총량관리기술지침(2019.3)」의 원단위를 사용하였음

가. 오·폐수 발생유량

- 유역에서 발생하는 총 오·폐수발생량은 생활계 179.18^{m³}/일로 나타남
- 소유역4에서 76.21^{m³}/일로 전체발생량의 42.5%를 차지하고 소유역3에서 49.08^{m³}/일로 두 번째로 많이 발생함

<표 3.1-4> 유역 내 소유역별 오·폐수 발생량 [단위 : ^{m³}/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	매립계	비고
총계	179.18	162.29	16.89	-	-	-
소유역1	32.71	23.26	9.45	-	-	-
소유역2	21.18	21.06	0.12	-	-	-
소유역3	49.08	45.24	3.84	-	-	-
소유역4	76.21	72.72	3.49	-	-	-

나. 발생부하량

(1) 생활계

- 생활계 BOD 발생부하량은 총 43.06kg/일이고, T-N 발생부하량은 11.52kg/일, T-P 발생부하량은 1.28kg/일로 산정됨
- 소유역4의 경우 BOD 발생부하량 19.29kg/일로 전체의 44.8%를 차지하고 T-N 5.16kg/일, T-P 0.58kg/일로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-5> 소유역별 생활계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총계	43.06	11.52	1.28
소유역1	6.17	1.65	0.18
소유역2	5.59	1.50	0.17
소유역3	12.00	3.21	0.36
소유역4	19.29	5.16	0.58

(2) 축산계

- 축산계 BOD 발생부하량은 총 600.32kg/일이고, T-N 발생부하량은 134.92kg/일,

T-P 발생부하량은 45.09kg/일로 산정됨

- 소유역1의 경우 전체의 60% 이상 발생부하량을 차지하고 있으며, BOD 발생부하량 374.80kg/일, T-N 83.48kg/일, T-P 28.92kg/일로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-5> 소유역별 축산계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	600.32	134.92	45.09
소유역1	374.80	83.48	28.92
소유역2	4.22	0.93	0.29
소유역3	138.86	30.72	9.49
소유역4	82.43	19.79	6.38

(3) 토지계

- 토지계 BOD 발생부하량은 총 45.72kg/일이고, T-N 발생부하량은 44.63kg/일, T-P 발생부하량은 5.40kg/일로 산정됨
- 소유역4의 경우 전체의 약 40% 정도의 발생부하량을 차지하고 있으며, BOD 발생부하량 20.17kg/일, T-N은 18.13kg/일, T-P는 2.09kg/일로 산정됨

<표 3.1-6> 소유역별 토지계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	45.72	44.63	5.40
소유역1	8.03	9.27	1.02
소유역2	4.93	5.34	0.56
소유역3	12.58	11.89	1.74
소유역4	20.17	18.13	2.09

다. 배출부하량

(1) 생활계

- 생활계 배출부하량은 하수처리시설, 분뇨처리시설 등 환경기초시설, 오수처리시설, 단독정화조 등의 개별처리시설의 처리효율을 고려하여 삭감한 후 산정됨
- 생활계 BOD 배출부하량은 총 18.35kg/일이고, T-N 배출부하량은 7.31kg/일, T-P 배출부하량은 1.09kg/일로 산정됨
- 소유역4의 경우 전체의 40% 이상 배출부하량을 차지하고 있으며, BOD 배출부하량 7.35kg/일, T-N 배출부하량은 3.05kg/일, T-P 배출부하량은 0.45kg/일로 가장 배출량이 많음

<표 3.1-7> 소유역별 생활계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	18.35	7.31	1.09
소유역1	3.36	1.24	0.18
소유역2	2.46	0.97	0.15
소유역3	5.18	2.05	0.31
소유역4	7.35	3.05	0.45

(2) 축산계

- 축산계 BOD 배출부하량은 총 84.76kg/일이고, T-N 배출부하량은 56.10kg/일, T-P 배출부하량은 6.51kg/일로 산정됨
- 소유역1의 경우 전체의 50% 이상 배출부하량을 차지하고 있으며, BOD 배출부하량 46.17 kg/일, T-N 배출부하량은 29.75kg/일, T-P 배출부하량은 3.56kg/일로 가장 배출량이 많음

<표 3.1-8> 소유역별 축산계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	84.76	56.10	6.51
소유역1	46.17	29.75	3.56
소유역2	0.70	0.48	0.05
소유역3	23.07	15.56	1.61
소유역4	14.81	10.30	1.29

(3) 토지계

- 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역별 발생부하량에 배출계수 1.0을 곱하여 산정하였으며, BOD 배출부하량은 총 45.72kg/일이고, T-N 배출부하량은 44.63kg/일, T-P 배출부하량은 5.40kg/일로 산정됨
- 유역 면적이 가장 넓은 소유역4의 경우 전체의 약 40% 정도의 발생부하량을 차지하고 있으며, BOD 발생부하량 20.17kg/일, T-N은 18.13kg/일, T-P는 2.09kg/일로 산정됨

<표 3.1-9> 소유역별 토지계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	45.72	44.63	5.40
소유역1	8.03	9.27	1.02
소유역2	4.93	5.34	0.56
소유역3	12.58	11.89	1.74
소유역4	20.17	18.13	2.09

라. 총 오염부하량

(1) 총 발생부하량

- 유역의 BOD 발생부하량은 689.09kg/일, T-N은 191.06kg/일, T-P는 51.78kg/일임
- 오염원별로 축산계가 BOD의 87.1%, T-N의 70.6%로, T-P의 87.1%로 발생되고, 토지계는 전체 BOD의 6.6%, T-N은 23.4%, T-P은 10.4%로 발생됨

<표 3.1-10> 오염원별 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD		T-N		T-P	
	부하량	비율	부하량	비율	부하량	비율
합 계	689.09	100.0%	191.06	100.0%	51.78	100.0%
생활계	43.06	6.2%	11.52	6.0%	1.28	2.5%
축산계	600.32	87.1%	134.92	70.6%	45.09	87.1%
토지계	45.72	6.6%	44.63	23.4%	5.40	10.4%
산업계	-	-	-	-	-	-
매립계	-	-	-	-	-	-
양식계	-	-	-	-	-	-

(2) 총 배출부하량

- 중왕저수지 유역 전체에서 BOD는 148.82kg/일, T-N은 108.03kg/일, T-P는 13.00kg/일의 오염부하량이 배출됨
- 오염원별로 축산계가 BOD부하량의 57.0%, T-N의 51.9%, T-P의 50.1%로 가장 높은 비율을 차지하고, 토지계는 전체 BOD부하량 중 30.7%, T-N의 41.3%, T-P의 41.6%를 차지함

<표 3.1-11> 오염원별 배출부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD		T-N		T-P	
	부하량	비율	부하량	비율	부하량	비율
합 계	148.82	100.0%	108.03	100.0%	13.00	100.0%
생활계	18.35	12.3%	7.31	6.8%	1.09	8.4%
축산계	84.76	57.0%	56.10	51.9%	6.51	50.1%
토지계	45.72	30.7%	44.63	41.3%	5.40	41.6%
산업계	-	-	-	-	-	-
매립계	-	-	-	-	-	-
양식계	-	-	-	-	-	-

- 중왕저수지 유역 전체의 오염물질별 발생부하량과 배출부하량은 다음과 같으며, BOD, T-N, T-P 중 BOD 발생 및 배출부하량이 가장 많은 것으로 나타남

<표 3.1-12> 오염물질별 발생·배출부하량 비교

[단위 : kg/일]

구 분	발생부하량	삭감부하량	배출부하량	삭감률
BOD	689.09	540.27	148.82	78.4%
T-N	191.06	83.03	108.03	43.5%
T-P	51.78	38.78	13.00	74.9%

<표 3.1-13> 소유역별 BOD 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	토지계	산업계	매립계	양식계
총 계	148.82	18.35	84.76	45.72	-	-	-
소유역1	57.57	3.36	46.17	8.03	-	-	-
소유역2	8.10	2.46	0.70	4.93	-	-	-
소유역3	40.83	5.18	23.07	12.58	-	-	-
소유역4	42.33	7.35	14.81	20.17	-	-	-

<표 3.1-14> 소유역별 T-N 배출부하량

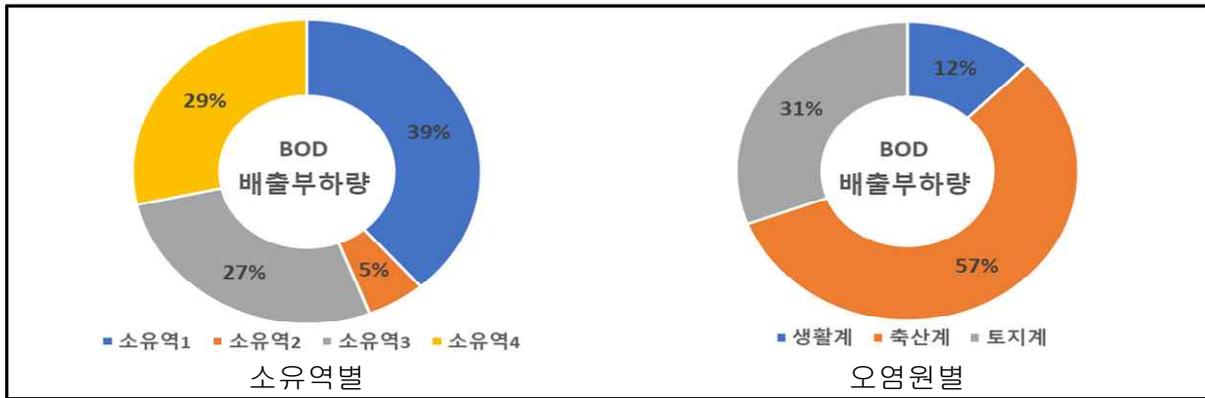
[단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	토지계	산업계	매립계	양식계
총 계	108.03	7.31	56.10	44.63	-	-	-
소유역1	40.26	1.24	29.75	9.27	-	-	-
소유역2	6.79	0.97	0.48	5.34	-	-	-
소유역3	29.51	2.05	15.56	11.89	-	-	-
소유역4	31.48	3.05	10.30	18.13	-	-	-

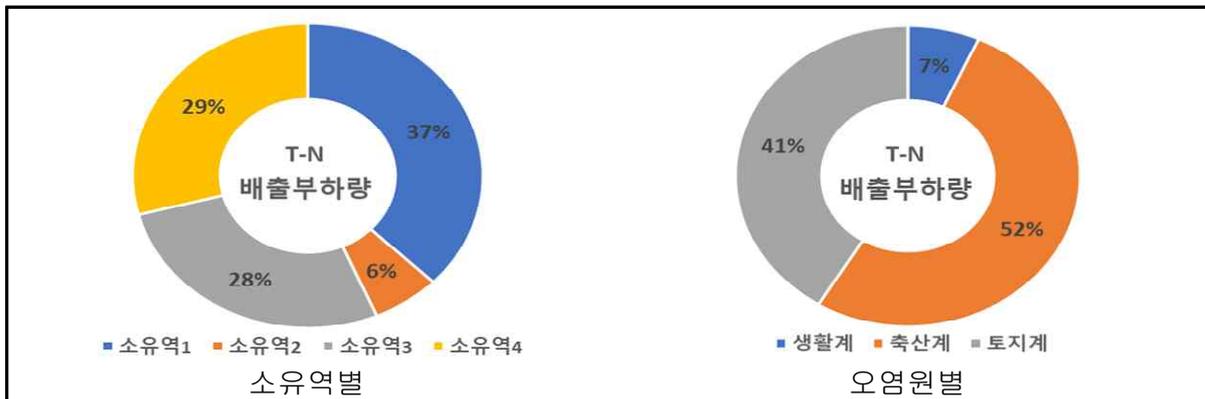
<표 3.1-15> 소유역별 T-P 배출부하량

[단위 : kg/일]

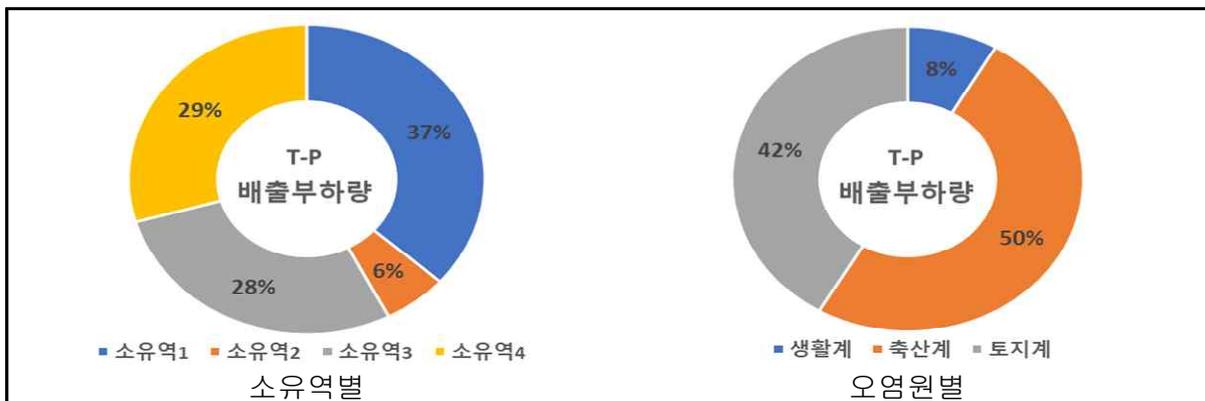
소유역	계	생활계	축산계	토지계	산업계	매립계	양식계
총 계	13.00	1.09	6.51	5.40	-	-	-
소유역1	4.75	0.18	3.56	1.02	-	-	-
소유역2	0.76	0.15	0.05	0.56	-	-	-
소유역3	3.66	0.31	1.61	1.74	-	-	-
소유역4	3.83	0.45	1.29	2.09	-	-	-



(그림 3.1-4) BOD 배출부하량 기여도



(그림 3.1-5) T-N 배출부하량 기여도



(그림 3.1-6) T-P 배출부하량 기여도

3.2 수질환경

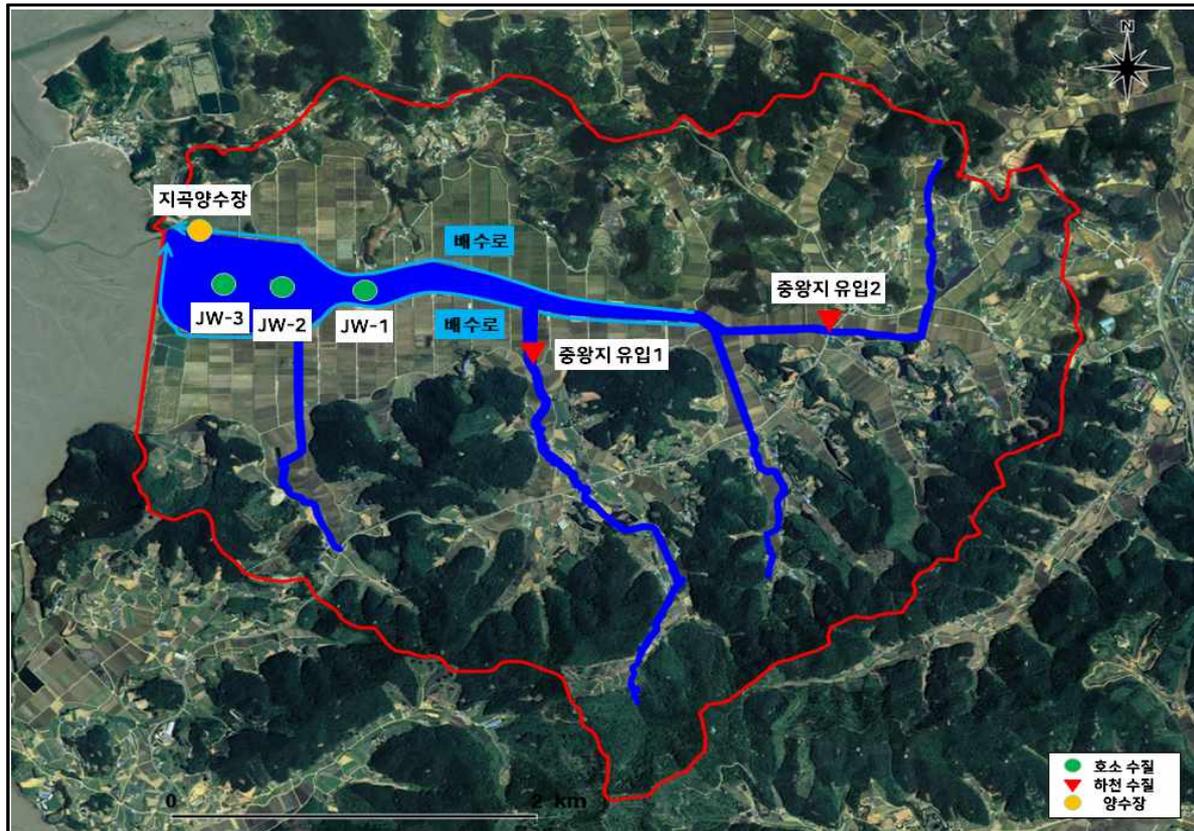
3.2.1 조사방법

가. 조사지점

- 수질조사는 중왕저수지와 유입하천, 지곡양수장으로 구분하여 조사하였고, 조사지점은 중왕저수지 3지점, 유입하천 2지점, 하류하천 1지점, 지곡양수장 1지점으로 총 6지점에서 시행하였음

<표 3.2-1> 조사지점 위치

구 분	지점번호	조 사 위 치	비 고
유입하천	중왕지 유입1	서산시 지곡면 연화리 782	소유역 3
	중왕지 유입2	서산시 지곡면 장현리 372	소유역 1
중왕저수지	JW-1	중왕저수지 제당부	
	JW-2	중왕저수지 중심부	
	JW-3	중왕저수지 유입부	
지곡양수장	지곡양수장	중왕저수지 유출부	



(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도

- 중왕저수지 외곽으로 배수로가 있으며 소유역 4에 해당하는 저수지 인근 농경지 배수용수는 배수로로 유입되어 서해로 빠져나가고 있음. 유입하천 유역에 포함되는 소유역 1, 2, 3을 중왕저수지 유역으로 볼 수 있음
- 수위 및 용수관리를 위해 지곡양수장을 운영하고 있으며 배수로에서 중왕저수지 내로 펌프를 통하여 용수를 공급하고 있음. 평시조사 1, 2회는 호내 3지점을 측정하였으며 지곡양수장의 영향을 파악하고자 3, 4회차 평시조사는 JW-1지점을 지곡양수장 유입부로 변경하였음

나. 분석방법

- 조사항목은 수온, pH, DO, BOD, TOC, COD, SS, T-N, T-P, 전기전도도, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P, Chl-a, 유량 등 16개 항목임
- 하천은 하천수질을 대표할 수 있는 위치에서 하상 퇴적물의 교란이 없도록 최대한 주의하여 흐르는 물을 채수하였음
- 조사항목별 분석방법은 아래 표와 같음

<표 3.2-2> 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	분 석 기 기
pH	유리전극법	pH Meter
DO	격막전극법	DO Meter
BOD	격막전극법	BOD Incubator, DO Meter
COD	산성망간법	COD Water Bath
TOC	고온연소법	TOC Analyzer
SS	유리섬유여지법	Dry Oven
T-N	자외선 흡광광도법	분광광도계(UV)
T-P	흡광광도법(아스코르빈산 환원법)	분광광도계(UV)
NO ₂ -N	흡광광도법(다이아조화법)	분광광도계(UV)
NO ₃ -N	흡광광도법(부루신법)	분광광도계(UV)
NH ₃ -N	흡광광도법(인도페놀법)	분광광도계(UV)
PO ₄ -P	흡광광도법(아스코르빈산환원법)	분광광도계(UV)
클로로필a	흡광광도법	분광광도계(UV)
유 량	유속-면적법	전자유속계

3.2.2 하천수질

가. 평시

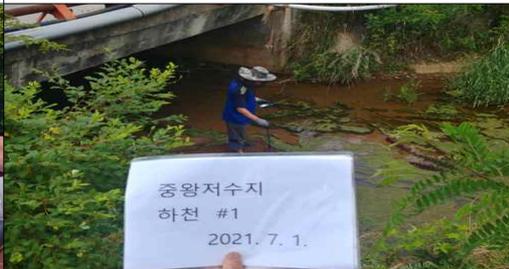
- 평시 수질조사는 2021년 7월에서 10월까지 총 4회 조사를 실시함

<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (deg.)	풍 속 (m/s)
7월 1일		25.1	73.1	153	1.5
7월 29일		28.1	75.7	162	1.4
8월 29일		21.8	86.2	133	1.5
10월 1일		20.6	83.3	143	1.9

(1) 중왕지 유입 1지점

- 중왕지 유입 1지점의 상류에는 축사와 농경지(논, 밭)이 넓게 분포하고 있음

구분	채수	유량 측정
7월 1일		
7월 29일	건천화로 인하여 측정불가	
8월 29일		
10월 1일		

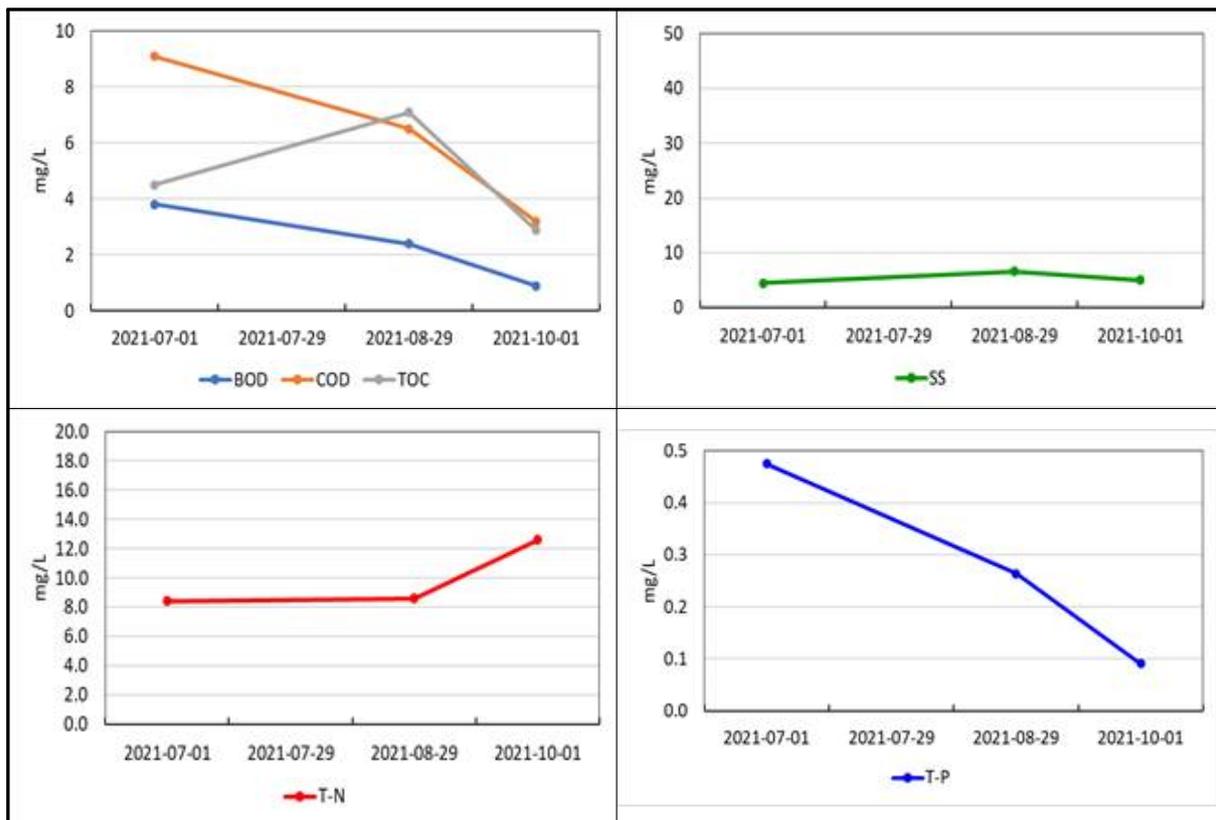
(그림 3.2-2) 평시 중왕지 유입 1지점 측정사진

- BOD는 0.9~3.8mg/L로 4회 평균 2.4mg/L로 하천 수질환경기준 약간 좋음(II등급), COD는 3.2~9.1mg/L로 4회 평균 6.3mg/L로 보통(III등급), TOC는 2.9~7.1mg/L로 4회 평균 4.8mg/L로 보통(III등급)으로 나타남
- 부유물질(SS)은 4.5~6.6mg/L로 양호한 상태로 조사되었음
- T-N은 8.400~12.624mg/L로 4회 평균 9.872mg/L, T-P는 0.091~0.475mg/L로 4회 평균 0.277mg/L로 약간 나쁨(IV등급)으로 나타남

<표 3.2-4> 평시 중왕지 유입 1지점의 수질 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS	T-N	T-P
7월 1일	3.8	9.1	4.5	4.5	8.400	0.475
7월 29일	-	-	-	-	-	-
8월 29일	2.4	6.5	7.1	6.6	8.592	0.264
10월 1일	0.9	3.2	2.9	5.0	12.624	0.091
평균	2.4	6.3	4.8	5.4	9.872	0.277



(그림 3.2-3) 평시 중왕지 유입 1지점의 수질농도 변화추이

- 중왕지 유입 1지점의 평시 유량은 0.001~0.005 m^3/s 이며, 전기전도도는 264~421 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH는 7.5~8.8, 용존산소는 8.1~9.8 mg/L 의 범위를 나타냄

<표 3.2-5> 평시 중왕지 유입 1지점의 유량 및 수질 조사결과 [단위 : mg/L]

조사시기	유량 (m^3/s)	수온 ($^{\circ}\text{C}$)	전기전도도 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	DO (mg/L)
7월 1일	0.001	15.6	264	8.8	8.1
7월 29일	-	-	-	-	-
8월 29일	0.005	14.8	380	7.6	8.7
10월 1일	0.002	16.4	421	7.5	9.8
평균	0.003	15.6	355	8.0	8.9

(2) 중왕지 유입 2지점

- 중왕지 유입 2지점의 상류에는 축사와 농경지(논, 밭)이 넓게 분포하고 있음



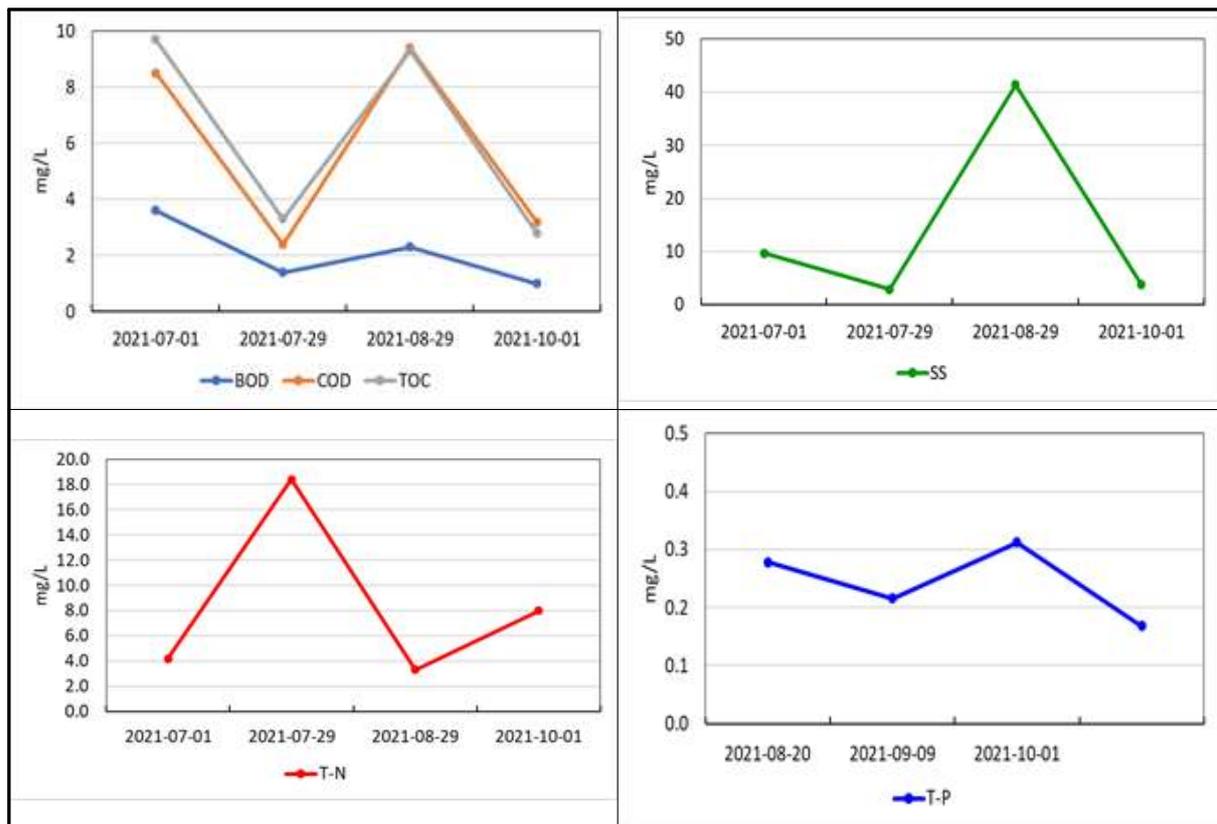
(그림 3.2-4) 평시 중왕지 유입 2지점 측정사진

- BOD는 1.0~3.6mg/L로 4회 평균 2.1mg/L로 하천 수질환경기준 약간 좋음(II등급), COD는 2.4~9.4mg/L로 4회 평균 5.9mg/L로 보통(III등급), TOC는 2.8~9.7mg/L로 4회 평균 6.3mg/L로 나쁨(V등급)으로 나타남
- 부유물질(SS)은 2.9~41.4mg/L로 양호한 상태로 조사되었음
- T-N은 3.288~18.400mg/L로 4회 평균 8.476mg/L, T-P는 0.168~0.312mg/L로 4회 평균 0.244mg/L로 약간 나쁨(IV등급)으로 나타남

<표 3.2-6> 평시 중왕지 유입 2지점의 수질 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS	T-N	T-P
7월 1일	3.6	8.5	9.7	9.7	4.248	0.278
7월 29일	1.4	2.4	3.3	2.9	18.400	0.216
8월 29일	2.3	9.4	9.3	41.4	3.288	0.312
10월 1일	1.0	3.2	2.8	3.8	7.968	0.168
평균	2.1	5.9	6.3	14.5	8.476	0.244



(그림 3.2-5) 평시 중왕지 유입 2지점의 수질농도 변화추이

- 중왕지 유입 2지점의 평시 유량은 0.001~0.085m³/s이며, 전기전도도는 305~423 μS/cm, pH는 7.4~7.7, 용존산소는 7.1~9.1mg/L의 범위를 나타냄

<표 3.2-7> 평시 중왕지 유입 2지점의 유량 및 수질 조사결과 [단위 : mg/L]

조사시기	유량 (m ³ /s)	수온 (°C)	전기전도도 (uS/cm)	pH	DO (mg/L)
7월 1일	0.001	14.8	305	7.6	7.1
7월 29일	0.001	14.7	352	7.7	7.8
8월 29일	0.085	14.7	326	7.4	8.1
10월 1일	0.018	16.7	423	7.4	9.1
평균	0.026	15.2	352	7.5	8.0

나. 강우시

- 강우시 수질에 대한 현장조사는 2021년 8월 21일, 2021년 8월 31일~9월 1일 총 2회 실시함

<표 3.2-8> 조사시기별 기상상태

측정일시		항목	기온 (°C)	습도 (%)	풍향 (deg.)	풍속 (m/s)	강우량 (mm)
1차	8월 21일		24.4	82.4	175	3.4	27.7
2차	8월 31일		22.4	92.4	78	1.8	42.9
	9월 01일		21.8	96.3	190	1.7	93.6

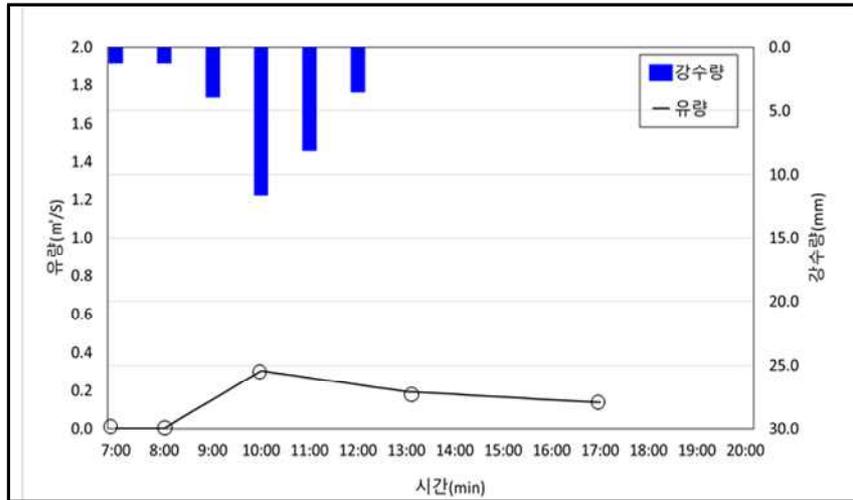
(1) 중왕지 유입 1지점

① 1차 조사 (2021년 8월 21일)



(그림 3.2-6) 강우시 중왕지 유입 1지점 측정사진(1차)

- 1차 강우사상의 총 강우량은 27.7mm이며, 약 6시간 동안 강우가 발생하였으며 시간최대강우강도는 11.3mm/hr로 조사됨



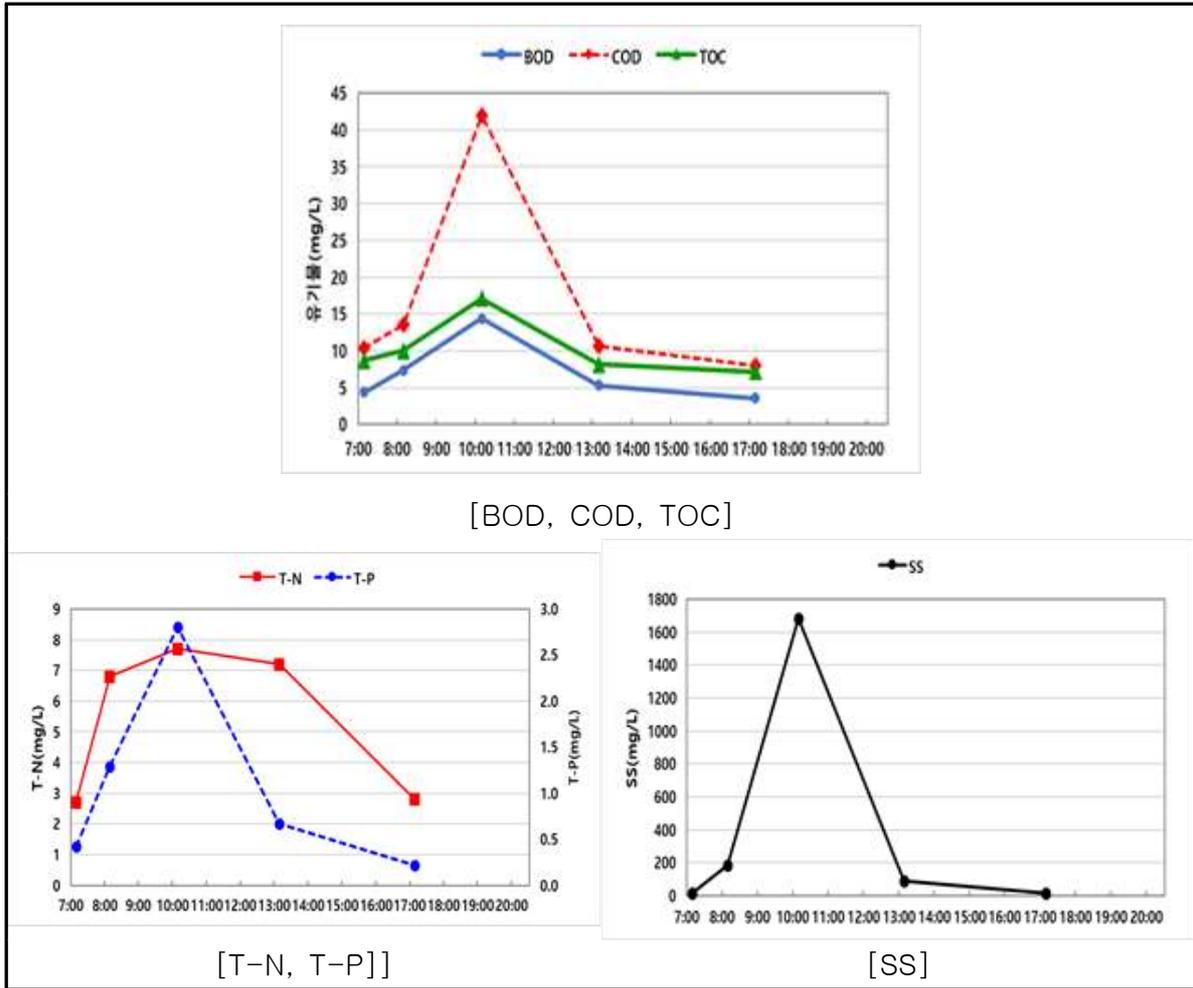
(그림 3.2-7) 강우시 중왕지 유입 1지점 수문곡선 그래프(1차)

<표 3.2-9> 강우시 중왕지 유입 1지점 수질 측정 결과(1차)

항 목	지 점	시 간					EMC
		0hr	0.2hr	1hr	1.3hr	6.3hr	
유량	(m³/s)	0.001	0.003	0.305	0.195	0.137	-
BOD	(mg/L)	4.4	7.4	14.4	5.3	3.6	9.3
COD	(mg/L)	10.4	13.6	42.0	10.7	8.0	25.0
TOC	(mg/L)	8.7	10.0	17.1	8.2	7.2	12.2
SS	(mg/L)	13.8	184.5	1,681.0	90.0	13.2	830.9
T-N	(mg/L)	2.700	6.768	7.680	7.152	2.796	6.462
T-P	(mg/L)	0.418	1.288	2.808	0.667	0.216	1.591

※EMC : 강우사상에 대한 유량가중 평균농도(Event mean concentration)

- 1차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 각각 25.0mg/L, 12.2mg/L이며 T-N, T-P는 각각 6.462mg/L, 1.591mg/L, SS는 830.9mg/L로 나타남



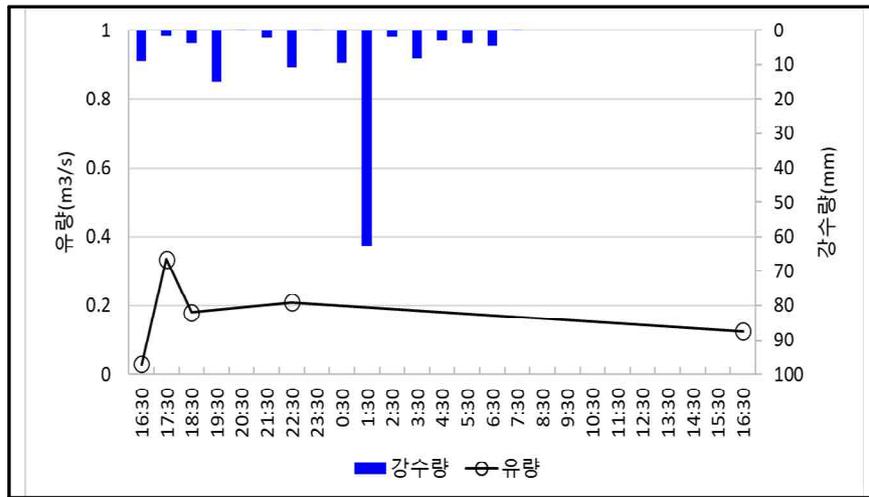
(그림 3.2-8) 강우시 중왕지 유입 1지점 수질농도변화 그래프(1차)

② 2차 조사 (2021년 8월 31일~9월 1일)



(그림 3.2-9) 강우시 중왕지 유입 1지점 측정사진(2차)

- 2차 강우사상의 총 강우량은 136.5mm이며, 약 16시간 동안 강우가 발생하였으며 시간 최대강우강도는 62.6mm/hr로 조사됨



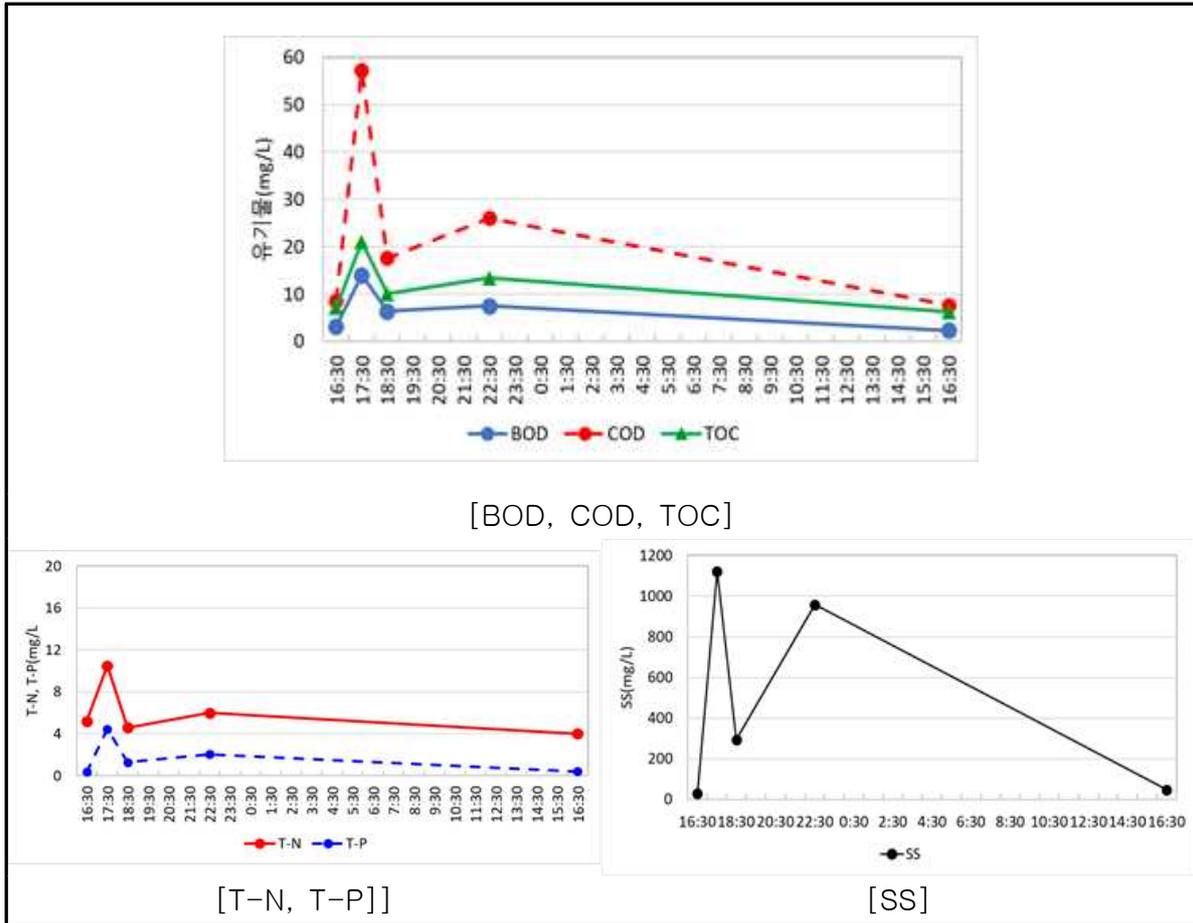
(그림 3.2-10) 강우시 중왕지 유입 1지점 수문곡선 그래프(2차)

<표 3.2-10> 중왕지 유입 1지점 수질 측정 결과(2차)

항 목	지 점	0hr	0.2hr	1hr	1.3hr	6.3hr	EMC
	유량	(m³/s)	0.030	0.335	0.181	0.21	0.126
BOD	(mg/L)	3.1	14.0	6.4	7.5	2.3	8.9
COD	(mg/L)	8.6	57.3	17.6	26.0	7.6	32.9
TOC	(mg/L)	7.1	21.0	10.0	13.4	6.2	14.4
SS	(mg/L)	29.2	1,122.0	294.0	958.0	46.4	722.2
T-N	(mg/L)	5.208	10.464	4.637	6.024	3.968	7.104
T-P	(mg/L)	0.346	4.464	1.280	2.054	0.394	2.515

※EMC : 강우사상에 대한 유량가중 평균농도(Event mean concentration)

- 2차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 32.9mg/L, 14.4mg/L이며 T-N, T-P는 7.104mg/L, 2.515mg/L, SS는 722.2mg/L로 나타남



(그림 3.2-11) 강우시 중왕지 유입 1지점 수질농도변화 그래프(2차)

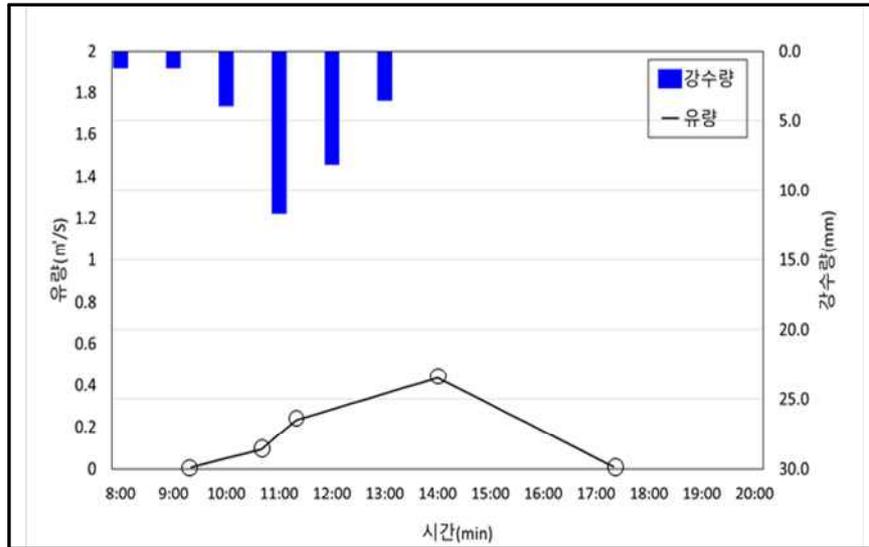
(2) 중왕지 유입 2지점

① 1차 조사 (2021년 8월 21일)



(그림 3.2-12) 강우시 중왕지 유입 2지점 측정사진(1차)

- 1차 강우사상의 총 강우량은 27.7mm이며, 약 6시간 동안 강우가 발생하였으며 시간최대강우강도는 11.3mm/hr로 조사됨



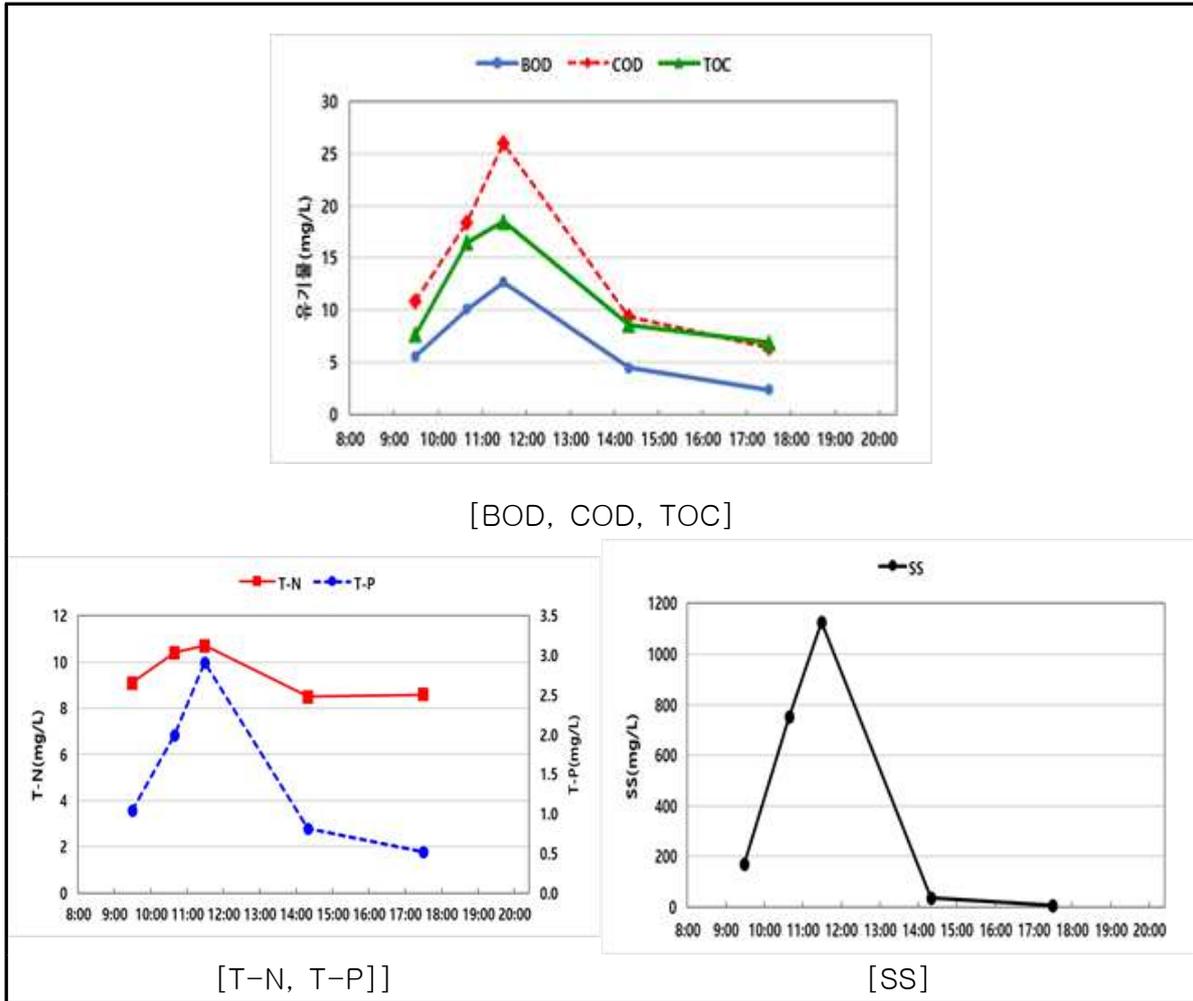
(그림 3.2-13) 강우시 중왕지 유입 2지점 수문곡선 그래프(1차)

<표 3.2-11> 강우시 중왕지 유입 2지점 수질 측정 결과(1차)

항 목	지 점	시 간					EMC
		0hr	0.2hr	1hr	1.3hr	6.3hr	
유량	(m³/s)	0.008	0.093	0.233	0.435	0.009	-
BOD	(mg/L)	5.6	10.1	12.7	4.5	2.4	7.6
COD	(mg/L)	10.9	18.4	26.0	9.4	6.4	15.4
TOC	(mg/L)	7.7	16.5	18.5	8.6	6.9	12.5
SS	(mg/L)	171.3	752.0	1128.0	36.8	4.6	450.1
T-N	(mg/L)	9.120	10.392	10.680	8.472	8.640	9.372
T-P	(mg/L)	1.042	1.997	2.916	0.811	0.518	1.582

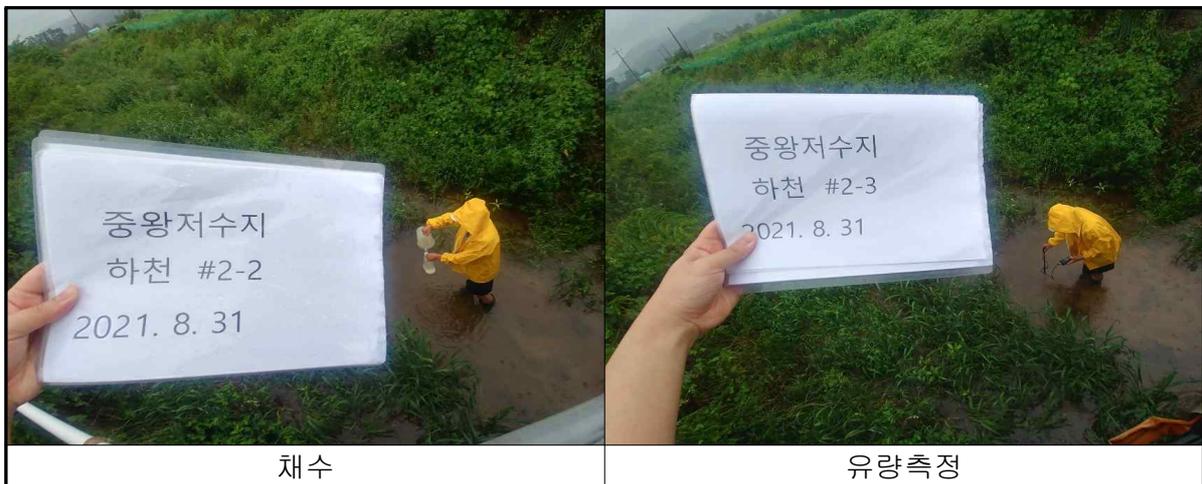
※EMC : 강우사상에 대한 유량가중 평균농도(Event mean concentration)

- 1차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 각각 15.4mg/L, 12.5mg/L이며 T-N, T-P는 각각 9.372mg/L, 1.582mg/L, SS는 450.1mg/L로 나타남



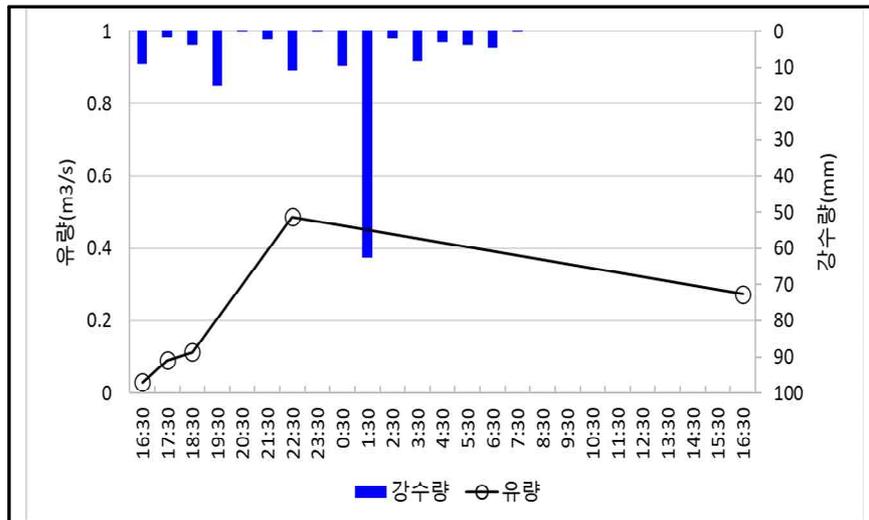
(그림 3.2-14) 강우시 중왕지 유입 2지점 수질농도변화 그래프(1차)

② 2차 조사 (2021년 8월 31일~9월 1일)



(그림 3.2-15) 강우시 중왕지 유입 2지점 측정사진(2차)

- 2차 강우사상의 총 강우량은 136.5 mm이며, 약 16시간 동안 강우가 발생하였으며 시간최대강우강도는 62.6 mm/hr로 조사됨



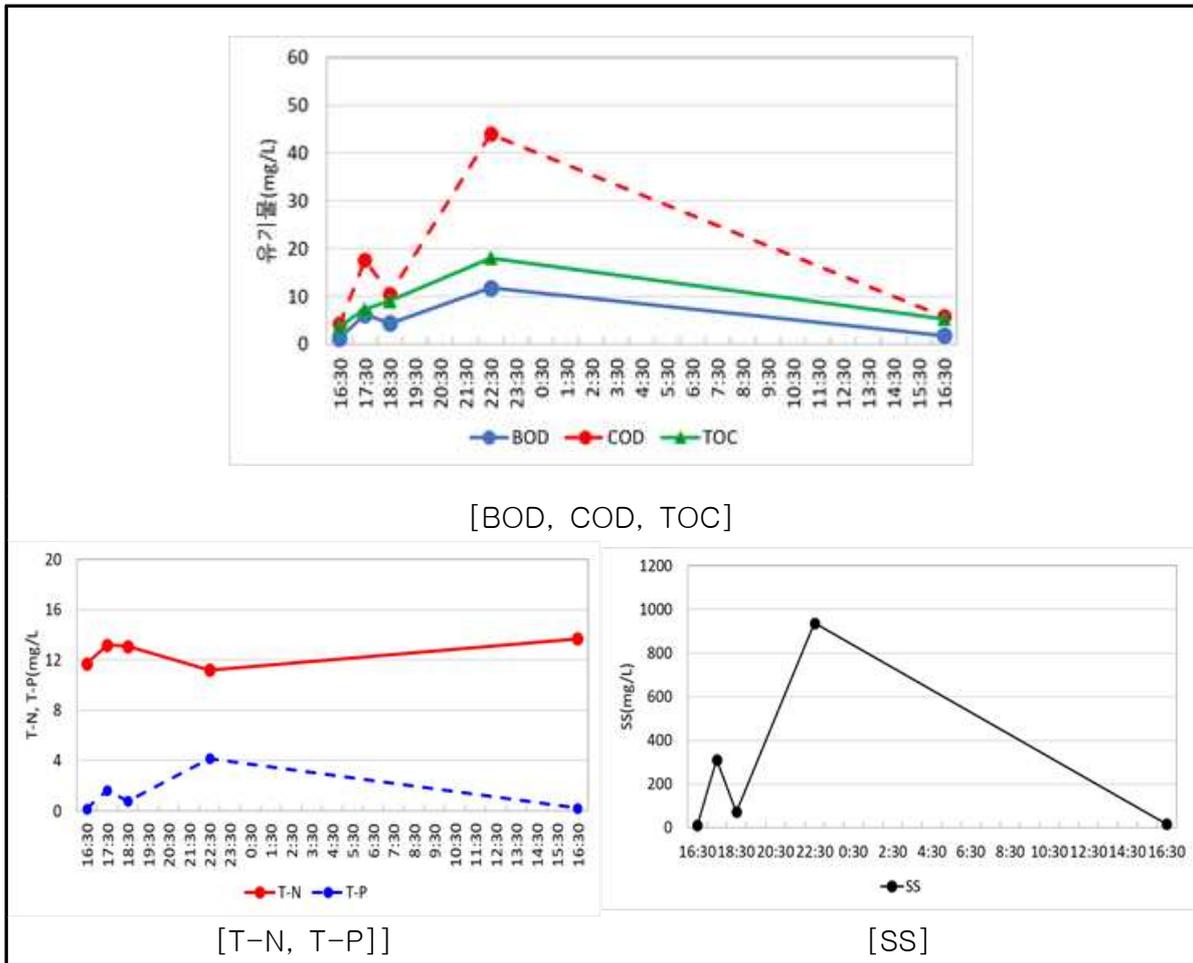
(그림 3.2-16) 강우시 중왕지 유입 2지점 수문곡선 그래프(2차)

<표 3.2-12> 강우시 중왕지 유입 2지점 수질 측정 결과(2차)

항 목	지 점		0hr	0.2hr	1hr	1.3hr	6.3hr	EMC
유량	(m³/s)		0.030	0.091	0.114	0.488	0.274	-
BOD	(mg/L)		1.3	6.2	4.4	11.8	1.8	7.4
COD	(mg/L)		4.2	17.6	10.5	44.0	5.8	26.1
TOC	(mg/L)		3.7	7.3	9.1	18.1	5.3	12.1
SS	(mg/L)		12.4	311.0	71.5	938.0	15.8	500.4
T-N	(mg/L)		11.712	13.200	13.104	11.232	13.728	12.326
T-P	(mg/L)		0.154	1.642	0.763	4.152	0.230	2.337

※EMC : 강우사상에 대한 유량가중 평균농도(Event mean concentration)

- 2차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 각각 26.1mg/L, 12.1mg/L이며 T-N, T-P는 각각 12.326mg/L, 2.337mg/L, SS는 500.4mg/L로 나타남



(그림 3.2-17) 강우시 중앙지 유입 2지점 수질농도변화 그래프(2차)

3.2.3 중왕저수지 수질현황

가. 기본조사 결과

가. 기본조사 결과

- 2021년 7~10월, 총 4회에 걸쳐 중왕저수지 JW-1, JW-2, JW-3, 지곡양수장 4지점 수질의 범위는 pH 7.6~9.3mg/L, DO 7.4~10.5mg/L, COD 7.3~20.5mg/L, SS 4.1~57.0mg/L, T-N 0.888~2.504mg/L, T-P 0.048~0.250mg/L, TOC 7.1~15.0mg/L, 전기전도도 623~1,175 μ S/cm, NH₃-N 0.05~0.55mg/L, NO₃-N 0.6~2.4mg/L, NO₂-N 0.010~0.085mg/L, PO₄-P 0.018~0.126mg/L, Chl-a 1.6~29.5mg/L로 분석됨

<표 3.2-13> 중왕저수지 수질현황

시기	조사 지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
7월 1일	JW-1	15.4	8.7	7.6	11.0	34.2	1.992	0.154
	JW-2	15.3	8.9	7.6	11.3	28.0	1.884	0.144
	JW-3	15.4	8.8	7.4	11.7	33.8	1.752	0.168
	지곡양수장	-	-	-	-	-	-	-
7월 29일	JW-1	15.3	9.1	9.9	20.5	48.5	2.456	0.202
	JW-2	14.1	9.2	10.5	15.5	46.0	2.192	0.182
	JW-3	14.4	9.1	10.3	14.3	46.0	2.192	0.202
	지곡양수장	-	-	-	-	-	-	-
8월 29일	JW-1	-	-	-	-	-	-	-
	JW-2	14.3	7.6	8.0	12.4	56.0	2.472	0.235
	JW-3	14.6	7.6	7.7	11.2	57.0	2.336	0.250
	지곡양수장	14.6	7.6	7.5	7.3	12.6	1.456	0.110
10월 1일	JW-1	-	-	-	-	-	-	-
	JW-2	16.6	7.8	8.3	9.0	50.8	2.504	0.163
	JW-3	16.5	7.7	8.4	10.3	57.0	2.360	0.197
	지곡양수장	16.6	9.3	8.0	7.4	4.1	0.888	0.048
평균		15.3	8.5	8.4	11.8	39.5	2.040	0.171

<표 계속> 중왕저수지 수질현황

시기	조사 지점	TOC (mg/L)	EC (μ S/cm)	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
7월 1일	JW-1	12.0	635	0.01	1.3	0.053	0.024	24.2
	JW-2	11.6	623	0.11	1.2	0.053	0.021	22.4
	JW-3	11.0	669	0.20	1.2	0.052	0.026	23.6
	지곡양수장	-	-	-	-	-	-	-
7월 29일	JW-1	14.7	982	0.07	1.3	0.020	0.084	25.1
	JW-2	15.0	1,029	0.05	1.3	0.018	0.072	25.8
	JW-3	13.3	1,036	0.06	1.3	0.020	0.088	29.5
	지곡양수장	-	-	-	-	-	-	-
8월 29일	JW-1	-	-	-	-	-	-	-
	JW-2	13.2	1,175	0.37	1.8	0.052	0.122	13.2
	JW-3	11.4	1,123	0.35	2.0	0.058	0.126	11.3
	지곡양수장	11.3	1,008	0.14	1.4	0.036	0.070	1.6
10월 1일	JW-1	-	-	-	-	-	-	-
	JW-2	8.7	832	0.49	2.4	0.085	0.065	4.5
	JW-3	10.1	808	0.55	2.2	0.082	0.106	8.1
	지곡양수장	7.1	827	0.10	0.6	0.010	0.018	1.9
평균		11.6	896	0.21	1.5	0.045	0.069	15.9



(그림 3.2-18) 중왕저수지 측정사진

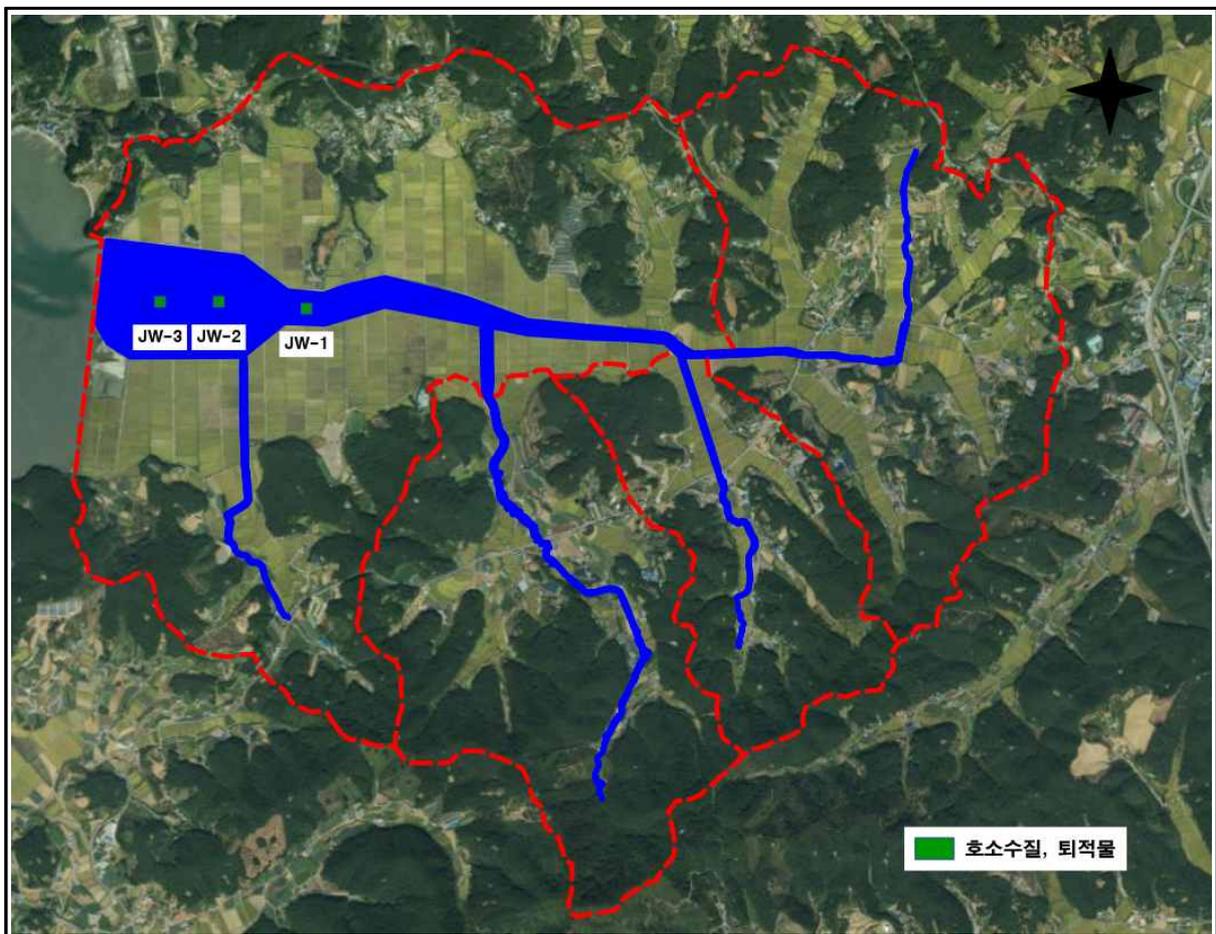
3.3 퇴적물 환경

3.3.1 조사 및 분석방법

- 중앙저수지 퇴적층의 오염도를 판단하기 위해서 3개 지점(JW-1, JW-2, JW-3)에서 시료를 채취하였으며, 토성, 유기물, 강열감량, T-N, T-P 등을 분석하고 호소수질모델링 적용을 위한 용출실험을 실시함

<표 3.3-1> 기상 현황

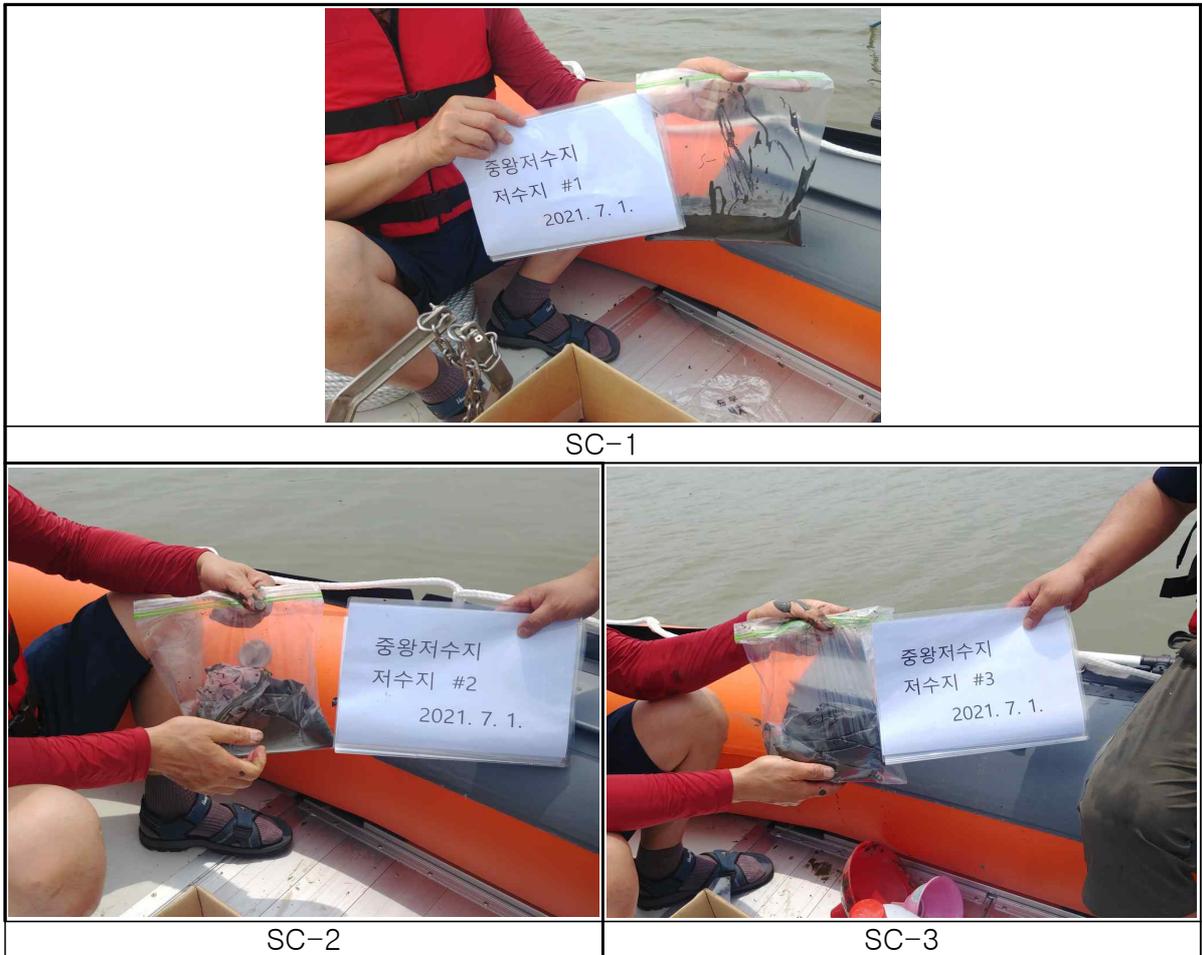
측정일시	항목	날씨	기온 (°C)	습도 (%)	풍향 (deg.)	풍속 (m/s)	비고
2021년 7월 1일		맑음	25.1	73.1	153	1.5	-



(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도

<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점

구 분	지점번호	측 정 위 치	비 고
호소 저질	JW-1	중왕저수지 유입부	-
	JW-2	중왕저수지 중심부	-
	JW-3	중왕저수지 제방부	-



(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진

- 퇴적물 시료는 외부 공기와의 접촉을 최대한 차단하여 분석실로 운반하였으며, 수질오염 공정시험기준(토양편) 및 폐기물처리공정시험법, Methods of Soil Analysis(USDA), 토양화학분석법 등을 이용하여 실시하였음

<표 3.3-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	측 정, 분 석 기 기
강열감량(VS)	회화중량법	회화로, 건조기
유기물	작열손실량 측정법	회화로, 건조기
T-N, T-P	흡광광도법	UV Spectrophotometer

<표 3.3-4> 입도 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	측 정, 분 석 기 기
입 도	건식/습식체질법	표 준 체

3.3.2 분석결과

가. 퇴적물 오염도

- 3개 조사지점에서 채취한 퇴적물내 토양 21개 항목 분석결과 카드뮴 0.32~0.57mg/kg, 구리 14.2~35.0mg/kg, 비소 4.24~5.97mg/kg, 수은 0.02~0.03mg/kg, 납 13.4~22.1mg/kg, 아연 52.8~91.5mg/kg, 니켈 12.3~17.9mg/kg, 불소 160~277mg/kg로 토양오염우려기준(2지역)을 만족하고, 그 외 6가크롬, 유기인화합물, PCBs, 시안, 페놀류, 벤젠, TPH, TCE, PCE, 벤조피렌은 검출 안됨
- 강열감량은 4.27~7.09%로 JW-1 지점이 가장 높았으며, 평균 5.76%로 조사됨
- T-N은 모든 지점에서 정량한계미만(500mg/kg 이하)값으로 불검출로 표기하였고 T-P는 466~708mg/kg로 JW-10이 가장 높았으며 평균 596mg/kg로 조사됨

<표 3.3-5> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과

시험항목	토양오염 우려기준 (2지역)	결 과(mg/kg)		
		JW-1	JW-2	JW-3
카드뮴	10	0.57	0.36	0.32
구 리	500	35.0	16.3	14.2
비 소	50	5.97	5.07	4.24
수 은	10	0.03	0.03	0.02
납	400	22.1	16.8	13.4
6가크롬	15	불검출	불검출	불검출
아 연	600	91.5	62.9	52.8
니 켈	200	17.9	14.8	12.3
볼 소	400	277	228	160
유기인화합물	10	불검출	불검출	불검출
PCBs	4	불검출	불검출	불검출
시 안	2	불검출	불검출	불검출
페놀류	4	불검출	불검출	불검출
벤 젠	1	불검출	불검출	불검출
톨루엔	20	0.1	불검출	불검출
에틸벤젠	50	0.1	불검출	불검출
크실렌	15	0.2	불검출	불검출
T-PH	800	84	56	불검출
TCE	8	불검출	불검출	불검출
PCE	4	불검출	불검출	불검출
벤조피렌	2	불검출	불검출	불검출
강열감량(%)	-	7.09	5.91	4.27
T-N	-	불검출 (정량한계(500 mg/kg) 미만 값은 불검출로 표기)	불검출 (정량한계(500 mg/kg) 미만 값은 불검출로 표기)	불검출 (정량한계(500 mg/kg) 미만 값은 불검출로 표기)
T-P	-	708	613	466

- 퇴적물 항목별 오염평가 기준으로 JW-1, 2, 3지점 퇴적물의 유기물 및 영양염류 오염평가 등급은 IV등급 이하로 오염도가 낮으며, 퇴적물의 금속류 오염평가 등급은 모두 I 등급으로 조사됨
- 하천·호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준은 보통(I 등급)으로 조사됨

<표 3.3-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준

항 목		등 급			
		I	II	III	IV
유기물 및 영양염류	완전연소가능량(%)	-			13 초과
	총질소(mg/kg)	-			5,600 초과
	총인(mg/kg)	-			1,600 초과
금속류	구리(mg/kg)	60 이하	228 이하	1,890 이하	1,890 초과
	납(mg/kg)	65 이하	154 이하	459 이하	459 초과
	니켈(mg/kg)	53 이하	87.5 이하	330 이하	330 초과
	비소(mg/kg)	29 이하	44.7 이하	92.1 이하	92.1 초과
	수은(mg/kg)	0.1 이하	0.67 이하	2.14 이하	2.14 초과
	아연(mg/kg)	363 이하	1,170 이하	13,000 이하	13,000 초과
	카드뮴(mg/kg)	0.6 이하	1.87 이하	6.09 이하	6.09 초과
크롬(mg/kg)	112 이하	224 이하	991 이하	991 초과	

※1. 등급별 퇴적물의 상태

가. 금속류

- I 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 거의 없음
- II 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있음
- III 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 비교적 높음
- IV 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 매우 높음

나. 유기물, 영양염류

- IV 등급 : 심각하고 명백한 오염

<표 3.3-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준

단 계	조 건
보통	금속류 8 항목 모두 I 등급
약간 나쁨	금속류 8 항목 중 II등급 또는 III등급 항목 1개 이상
나쁨	“금속류 II등급 기준 지수”0.34 이상
매우 나쁨	IV등급인 항목 1개 이상

※1. 단계별 퇴적물 지점의 상태 및 조치

가. 보통 : 지질이나 대기의 영향을 일반적인 정도로 받는 곳에서 나타나는 상태

나. 약간 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있으며, 독성시험을 통해 악영향 확인 필요

다. 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 높으며, 조사 범위를 상하류로 확대하여 오염 규모 확인 필요

라. 매우 나쁨 : 심각하고 명백하게 오염되었으며, 중장기적으로 배출시설 및 공공수역 관리 필요

2. 한 지점이 여러 조건에 중복 해당될 경우 오염도 높은 단계 쪽으로 판정

3. “금속류 ‘II’ 등급 기준 지수”는 아래 식에 따라 계산함

$$\text{금속류 'II' 등급 기준 지수} = \frac{\sum_{i=1}^8 \left(\frac{EC_i}{PEL_{K_i}} \right)}{8}$$

(ECi : 금속류 항목별 농도, PELKi : 금속류 항목별 ‘II’ 등급 기준치)

나. 입도분포 특성

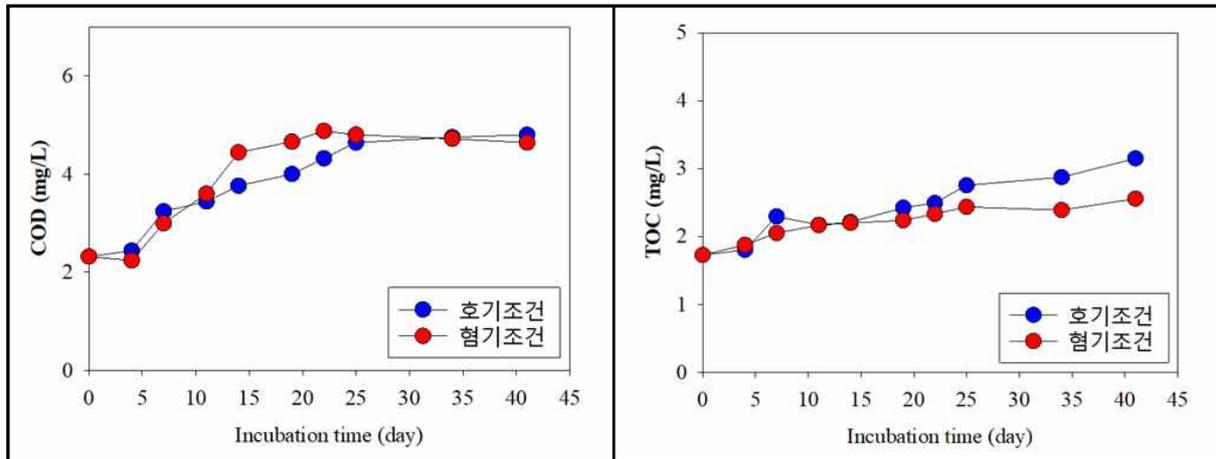
- 중왕저수지 퇴적물은 Sand 0.3%, Silt+Clay 99.7%로 토성이 양토로 조사됨

<표 3.3-8> 퇴적물 입도분석 결과

항 목		지 점		중왕1	중왕2	중왕3
		평균				
입도 분포	Sand(%)	0.3		0.4	0.4	0.2
	Silt+Clay(%)	99.7		99.6	99.6	99.8
	토성	양토		미사양토	양토	양토

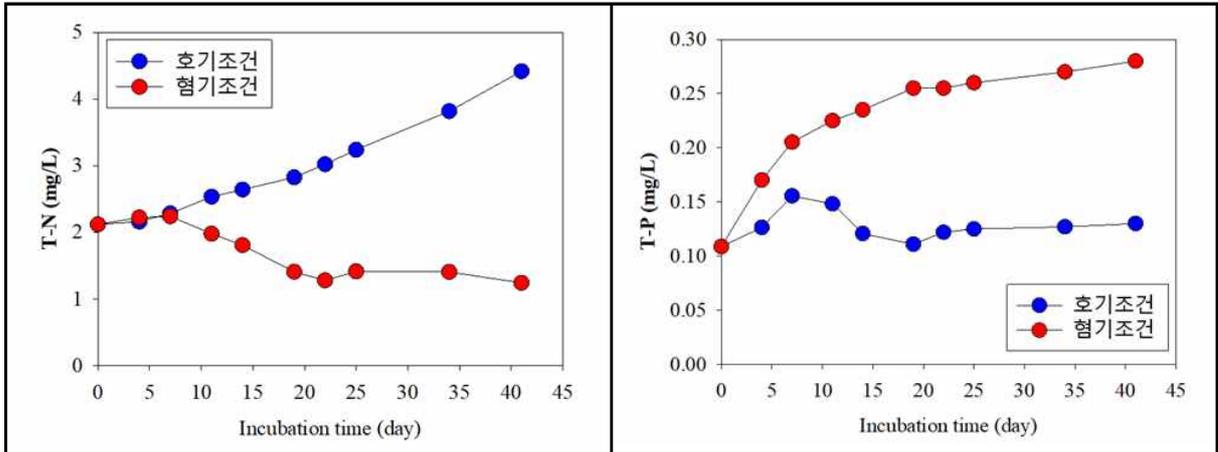
다. 용출속도

- 대상 저수지의 퇴적층으로부터 유래하는 내부오염의 가능성을 예측하기 위하여 호내 퇴적물을 대상으로 용출시험을 실시
- 용출시험은 아크릴 재질 반응조에 1리터 부피의 대상 퇴적물을 넣은 후, 물을 채우고 호기조건과 혐기조건을 유지하여 수행
- 호기조건과 혐기조건을 유지하기 위하여 밀폐한 반응조에 각각 산소(공기)와 질소가스를 지속적으로 공급
- 중왕저수지의 용출실험 결과 COD는 호기 환경에서는 실험 기간 중에 조금씩 농도가 증가하는 경향을 나타냄. 이는 퇴적물에 포함된 유기물이 수층으로 용출되었거나, 용출된 영양염류를 활용하여 성장된 미생물의 생체량에 의해 COD가 증가한 것으로 판단됨.
- 일반적으로 호기 환경의 경우 수체의 풍부한 산소를 이용하여 유기물이 산화되면서 COD가 감소하는 경향을 나타내고 있으나, 중왕저수지의 경우 COD가 증가하는 것은 이들 저수지의 유기물 농도가 높기 때문인 것으로 판단됨
- 혐기조건에서도 용출실험 기간 중 COD 농도가 25일까지 점차 증가하는 경향을 나타내었으며, 이후 거의 일정한 농도를 유지하는 것으로 나타남. 이러한 경향은 호기조건과 마찬가지로 유기물 농도가 높은 퇴적물로부터 용출된 유기물에 의한 것으로 판단됨
- TOC의 경우는 COD와 동일한 양상을 나타내었음. 전체적으로 TOC의 농도는 COD에 비해 낮은 것으로 나타났음



(그림 3.3-3) 수체 중 COD, TOC 농도 변화

- 총질소의 결과를 보면 총인과 비슷한 경향을 나타내었는데, 혐기조건에서 총질소의 용출속도가 호기조건에 비해 높게 나타났음
- 수체 중 총인의 농도를 보면 호기 조건에서는 농도가 거의 변하지 않았으나, 혐기 조건에서는 지속적으로 농도가 증가하는 경향을 나타내었음
- 이러한 결과는 총인의 경우 호기 조건에 비해 혐기조건의 용출률이 크다는 것을 의미하며, 이는 오염 퇴적물에서 일반적으로 나타나는 경향임
- 혐기 조건에서 수체 중 총인의 농도 변화 속도를 활용하여 용출률을 계산한 결과, 중왕지구의 혐기 조건에서 총인 용출속도는 $5.492\text{mg}/\text{m}^3/\text{day}$ 로 조사됨. 중왕지구의 총인 용출률은 국내 농업용 저수지의 평균값에 비해 다소 높게 나타남
- 국내에서 대표적인 녹조 발생 지점인 대청호의 추소 지역 용출률인 $5.6\text{mg}/\text{m}^3/\text{day}$ 와 추동 지역의 용출률인 $2.3\text{mg}/\text{m}^3/\text{day}$ 을 기준으로 삼아 $5.0\text{mg}/\text{m}^3/\text{day}$ 를 오염 기준으로 봤을 때, 중왕지구의 경우 총인 용출률이 높아 내부부하에 의한 부영양화, 수질에 미치는 영향이 크다는 것을 의미하게 때문에 수질관리를 위하여 퇴적물에 대한 체계적인 관리가 필요할 것으로 판단됨



(그림 3.3-4) 수체 중 T-N, T-P 농도 변화

<표 3.3-9> 퇴적물 영양염류 용출속도

[단위 : mg/m²/일]

구 분	호 기 상 태	혐 기 상 태
COD	25.658	26.151
TOC	13.138	7.207
T-N	22.293	7.039
T-P	0.224	5.492

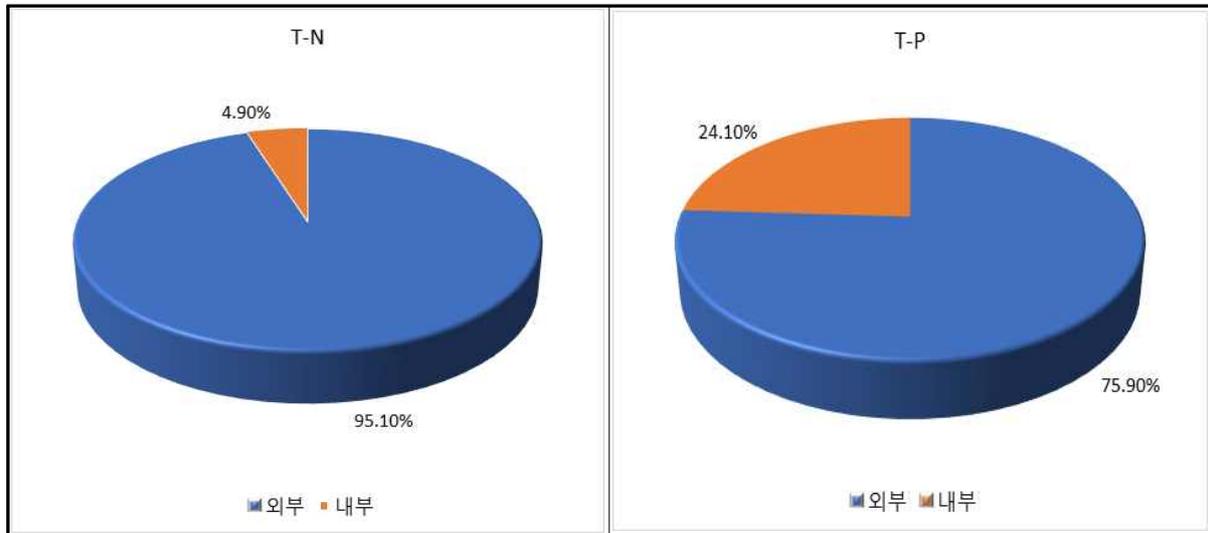
라. 저수지 내부 및 외부 부하량 비교

- 실측된 용출속도를 이용하여 내부 부하량을 산정하였으며, 이를 외부 유입부하량(배출부하량)과 함께 비교하였음
- 내부 부하량 산정은 용출속도와 저수지의 만수면적을 곱하여 산정하였음
- 중왕저수지의 내부 부하량은 악조건인 혐기상태를 적용할 경우 T-N 72.5kg/일, T-P 11.62kg/일로 T-N은 전체 부하량의 5% 미만으로 내부 오염부하량에 의한 영향이 없을 것으로 판단되나 T-P는 24%로 다소 영향이 있을 것으로 예상됨

<표 3.3-10> 중왕저수지 내부 및 외부 부하량

[단위 : kg/일]

구 분	계	내부	외부
T-N	72.5	68.93	3.57
	100%	95.10%	4.90%
T-P	11.62	8.82	2.8
	100%	75.90%	24.10%



(그림 3.3-5) 중왕저수지 내부(혐기상태) 및 외부 부하량 비율

제4장

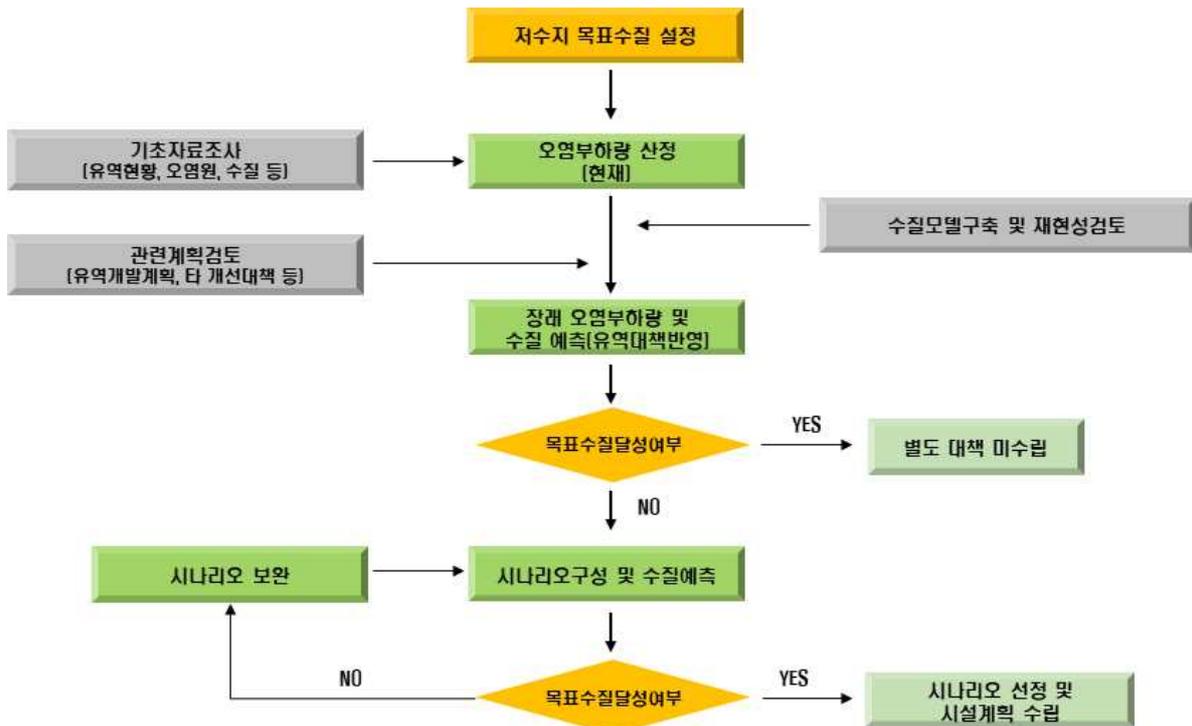
대책수립

- 4.1 대책수립 절차
- 4.2 목표수질 및 목표연도 설정
- 4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토
- 4.4 장래수질예측
- 4.5 대책수립

제4장 대책수립

4.1 대책수립 절차

- 수질개선 목표는 농업용수 수질관리기준인 호소생활환경기준 4등급을 목표로 하며, 지구여건 및 관련법령이나 계획 등에 따라 목표를 조정할 수 있음
- 유역현황, 오염원, 수질 조사를 통하여 현재의 오염부하량을 산정하고 수질예측을 위한 수질모델구축 및 재현성을 검토함
- 계획대상 지역 수질개선 관련계획 등을 검토하여 목표연도의 오염원과 오염부하량을 산정함
- 목표수질 달성을 위해 해당 유역에 적용 가능한 수질개선 공법을 선정하여 시나리오를 구축함
- 각각의 시나리오별로 목표수질 달성 여부를 검토 후 최적의 시나리오를 바탕으로 시설계획을 수립



(그림 4.1-1) 대책수립 절차

4.2 목표수질 및 목표연도 설정

- 목표수질은 농업용수 수질관리기준인 호소의 생활환경기준 IV등급으로 설정함
- 목표수질을 만족하기 위한 목표연도는 개선시설(식생, 미생물 등)의 안정화 기간을 고려하여 준공 후 5년 시점(2031년)으로 설정하고 관련계획 검토 등도 2031년까지로 함

<표 4.2-1> 중왕저수지 목표수질(2031년)

목표등급	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)	비고
IV	6이하	1.0이하	0.10이하	

<표 4.2-2> 호소 생활환경기준

구 분	매우 좋음	좋음	약간 좋음	보통	약간 나쁨	나쁨	매우 나쁨
	I a	I b	II	III	IV	V	VI
이용목적	생활용수	생활용수	생활용수 수영용수	생활용수 공업용수	농업용수 공업용수	공업용수	-
COD (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	8이하	10이하	10초과
TOC (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	6이하	8이하	8초과
T-N (mg/L)	0.20이하	0.30이하	0.40이하	0.60이하	1.00이하	1.50이하	1.5초과
T-P (mg/L)	0.01이하	0.02이하	0.03이하	0.05이하	0.10이하	0.15이하	0.15초과
건강 보호 항목	사람의 건강보호항목의 기준치를 넘지 않을 것 Cd, As, CN, Hg, 유기인, PCB, Pb, Cr ⁶⁺ , ABS, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, PCE, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, DEHP, 안티몬, 1,4-다이옥세인, 포름알데히드, 헥사클로로벤젠						

- ※자료 : 1. 총인, 총질소의 경우 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않는다.
2. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토

4.3.1 유역모델 구축 및 보정

가. 유역모델 선정

- 저수지 유역으로부터 비점오염물질 유출량 변화를 예측하기 위하여 BASINS/HSPF 유역모형을 선정하였으며, 특히 HSPF 모형은 국내에서 기준유량 산정 등 환경부의 수질오염총량관리를 위한 기초연구 및 4대강 수질예보 등 다양하게 이용되고 검증된 모형임
- HSPF 유역모형은 오염원의 공간적 분포와 지형 및 토지이용을 포함한 다양한 유역 특성, 기상특성 등을 고려하여 토지로부터의 비점오염물질 유출과 하천에서의 유달 과정을 Dynamic state로 모의할 수 있다는 점에서 복합유역의 관리방안을 평가하는데 신뢰성 있는 모형으로 이용되고 있음

나. BASINS를 이용한 유역분석

(1) 소유역 분할

- 국가수자원관리종합정보시스템 (www.wamis.go.kr)로부터 취득한 하천차수도와 표준 유역도 (국토부교통부, 2010)로부터 기초분석을 통해 대상유역인 중왕저수지 유역의 유역도 및 하천차수도를 추출하였음

(2) 토지이용 분석

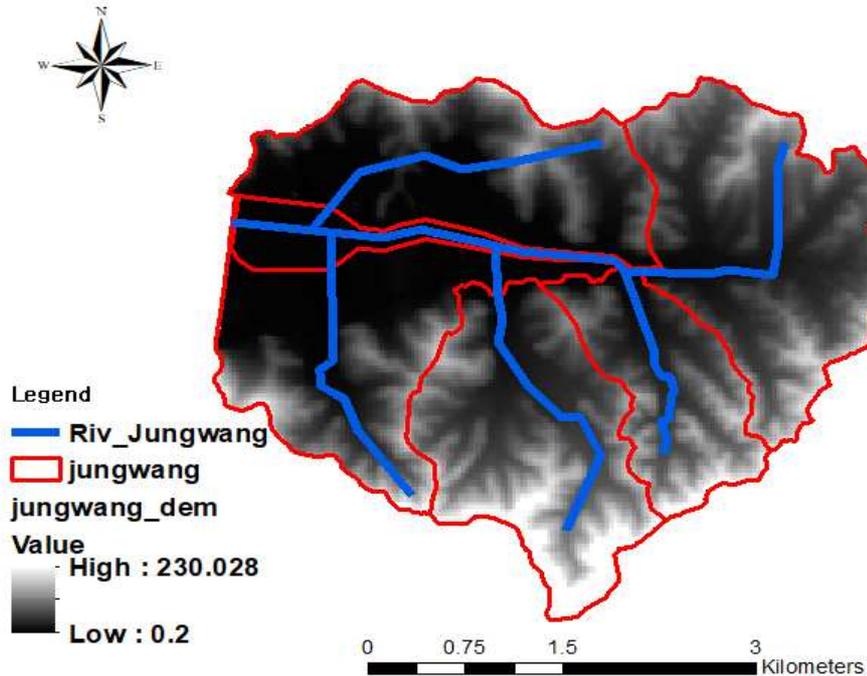
- 소유역 분할에 있어서는 도상분석을 통해 유역 내 도시 및 농업지역 개발에 기인하여 산재된 오염원 분포를 고려하여 총 6개 소유역으로 구분하였으며, 이후 환경부 (2013)에서 제작된 중분류 토지피복지도를 기초로 유역 내 토지이용 현황을 분석하였음
- 유역의 토지이용은 농업지역과 산림지역이 각각 47.9%, 46.6%로 대부분의 면적을 차지하고 있으며, 도시지역, 대지 및 수역은 상대적으로 낮은 면적을 차지하고 있음

<표 4.3-1> 유역 토지이용 분석결과

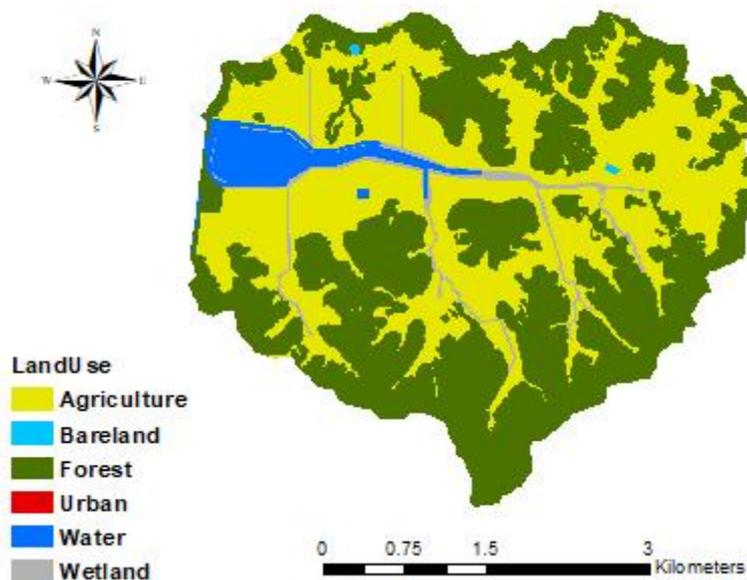
구분	토지이용						
	도시지역	논	밭	임야	대지	수역	합계
면적(km ²)	0.01	4.59	2.97	7.35	0.01	0.84	15.77
비중(%)	0.1	29.1	18.8	46.6	0.1	5.3	100.0

(3) 유역 기초인자 도출

- BASINS Auto Delineation 과정을 통해, 각 소유역의 면적 (Area) 및 경사도 (Slo1), 경사거리 (SII), 중심고도 (Elev), 하천 폭 (Wid1), 하상 고도 (Dep1) 등 다양한 유역 특성 인자와 함께 유역모형 HSPF 구축을 위한 하천인자 등을 도출하였음



(a) 대상지역 소유역 분할



(b) 토지이용 분석

(그림 4.3-1) 대상지역 Delineation 및 토지이용분석 수행

다. 유역모형 HSPF 구축

(1) 입력자료 구축

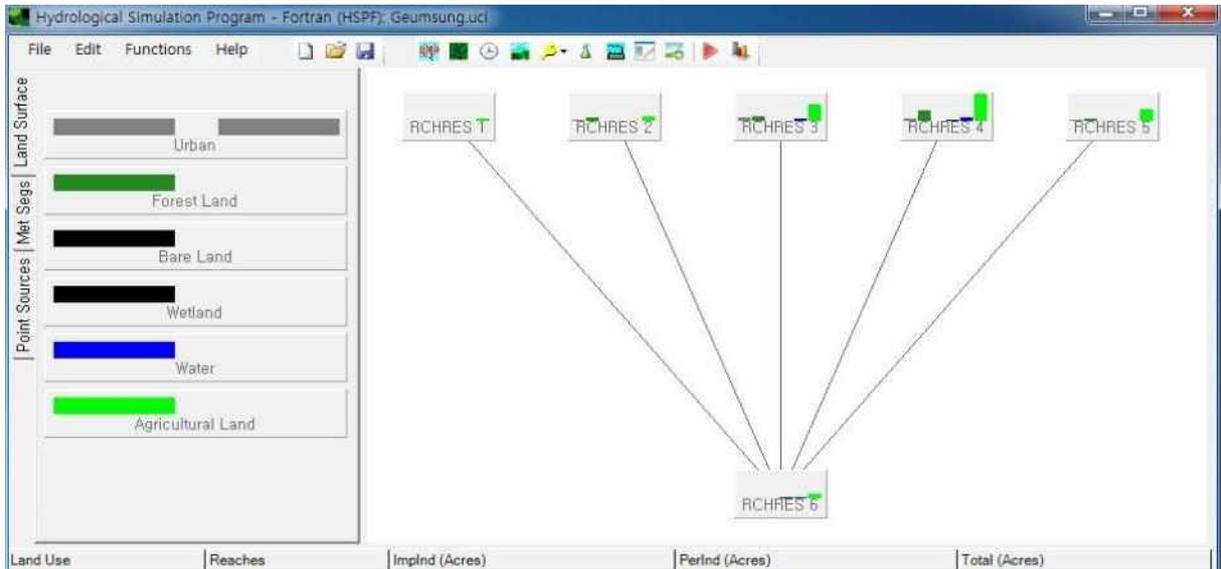
- 선행 분석된 BASINS 결과로부터 유역모형 HSPF를 구축하였으며, Thiessen 망 분석을 통해 대상유역이 태안기상관측소 영향권에 있음을 파악하여 서산기상관측소의 시간별 관측자료 (강수량, 기온, 이슬점온도, 풍속, 일사량, 전운량)로부터 HSPF 입출력 DB인 WDM을 구축하였음
- 한편 유역 내 대규모로 유입되는 점오염원은 없는 것으로 조사되었으며, 그 외 오염원 자료로부터 산정된 배출부하량을 소규모 점오염원으로 반영하였음

<표 4.3-2> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료

자료	출처	Scale	자료 특성
수치고도모델	국토지리정보원	1:5,000	Digital Elevation Model; 5m×5m
토지이용도	환경부 정보화담당관실	1:25,000	세분류 및 중분류 토지피복, 2014년 (도시, 산림, 초지, 나지, 논, 밭, 수역, 습지 등)
기상자료	기상청	Daily, hourly	2011~2016년 (강수량, 기온, 이슬점온도, 일사량, 풍속, 전운량 등)
유량	한국농어촌공사	Daily	중왕저수지 유입-방류량
환경기초시설 방류량/수질	국립환경과학원	Daily	전국오염원조사 자료 (방류량, BOD, T-N, T-P 등)
오염원	중왕저수지유역	-	유역 내 행정단위별 오염원 조사자료
수심측량자료	한국농어촌공사	-	단면, 수심 등 (캐드파일, Hec-Ras 자료)
행정 경계도	국토부/ 수자원공사	-	단위유역도, 중권역도, 대권역도, 시도군 경계도 등

(2) HSPF 구축

- BASINS 프로그램을 이용한 유역분석과, 별도로 구축된 WDM database로부터 WinHSPF (Hydrological Simulation Program-Fortran, EPA) 유역모형을 구축함
- 소유역의 말단은 EFDC모형의 유입 경계조건에서 설정한 지점(중왕저수지의 유입부)와 일치하도록 구성하였음



(그림 4.3-2) 중왕저수지 유역 WinHSPF 구축

라. HSPF 유역모형의 보정 및 검증

- 중왕지에 적합한 수질모형의 입력 자료를 구성하고, 물수지 및 물질수지를 파악한 후 실측된 유량 (수심) 및 수질자료와 비교·검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검증
- 현재까지 지속적으로 모니터링 된 유량자료가 존재하지 않기 때문에 이번 과업에서 수행된 주요 유입하천의 평시-강우시 자료를 활용하여 HSPF의 유출량 보정 및 검증 수행

<표 4.3-3> 모형효율 적용 범위

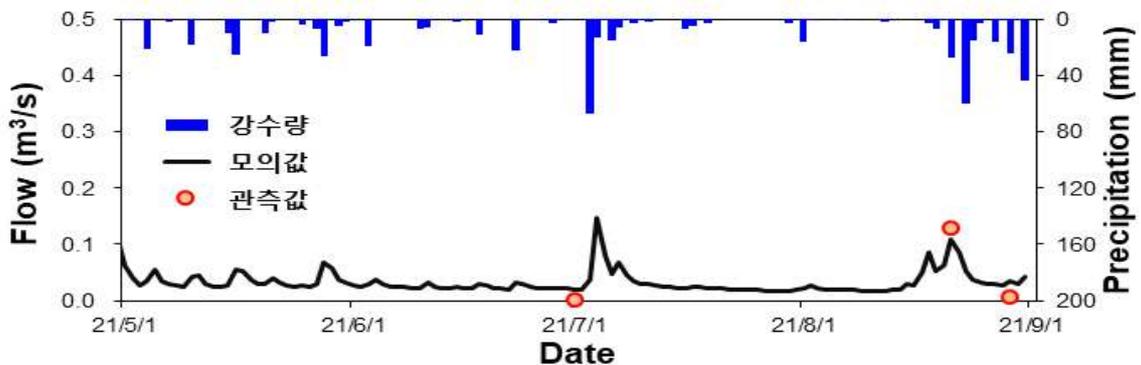
구분	Very Good	Good	Fair	Poor
(%) difference				
Water flow	< 10	10 ~ 15	15 ~ 25	-
Nutrients	< 15	15 ~ 25	25 ~ 35	-
R ²	0.90 ~ 0.80	0.80 ~ 0.70	0.70 ~ 0.60	0.60 ~ 0.50

※자료 : Donigian, Jr., A. S.(2000). HSPF Training Workshop handbook and CD. Lecture #19. Calibration and Verification Issues, Slide #L19-22, EPA Headquarters, Washington Information Center, 10-14 January, 2000, Presented and prepared for U.S. EPA, Office of Water, Office of Science and Technology, Washington, DC.

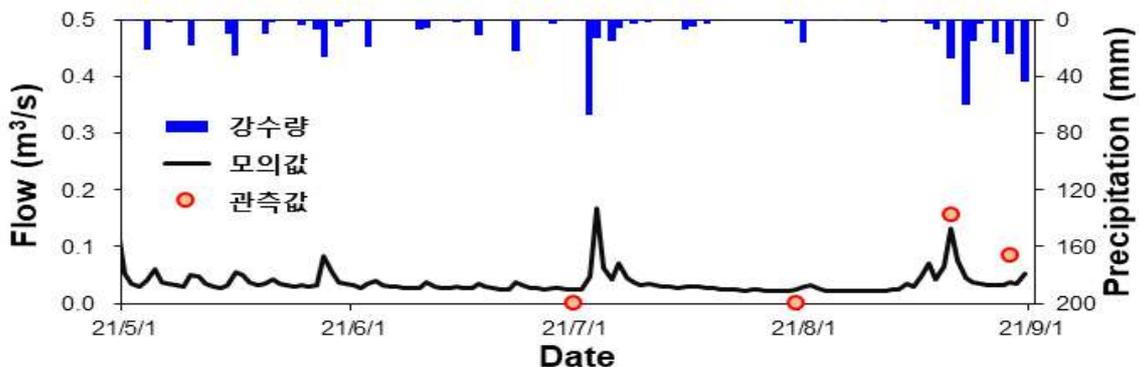
(1) 유출량 보정 및 검증 결과

- 유역모형의 유출량 보정은 중왕지 유입1과 중왕지 유입2 지점에서 2021년 7~9월에 관측된 유입량 자료를 이용하여 수행되었음

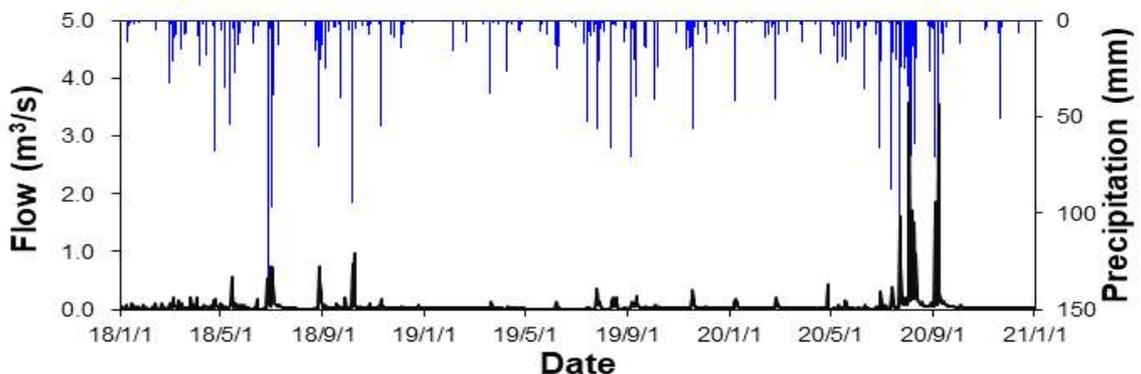
- 유역모형의 보정 및 검증은 실측치와 모의치의 차이를 나타내는 % Difference 값을 비교(ASCE, 2003; Donigian, 2002)하는 것이 일반적이거나 본 조사에서는 실측값이 하절기 편중되어 있어 별도의 오차분석은 시행하지 않았음
- 구축된 모형은 강우에 의한 유역으로의 유출 및 중왕저수지로의 유입을 적절히 모의하는 것으로 판단되며, 시나리오 분석을 위한 2018~2020년의 모의에서도 기상변화에 따른 유출량의 시계열 변동을 적절히 모의하는 것으로 판단됨



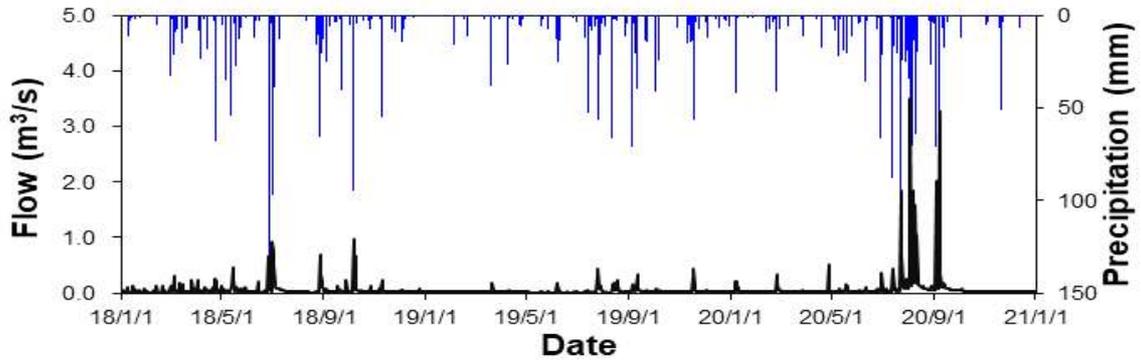
(그림 4.3-3) 유출량 보정 결과_중왕지 유입1



(그림 4.3-4) 유출량 보정 결과_중왕지 유입2



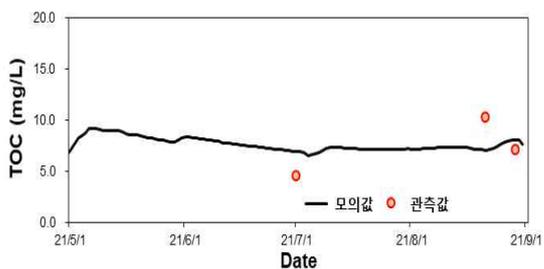
(그림 4.3-5) 유역모형 유출량 검증 결과_중왕지 유입1(2012~2013년)



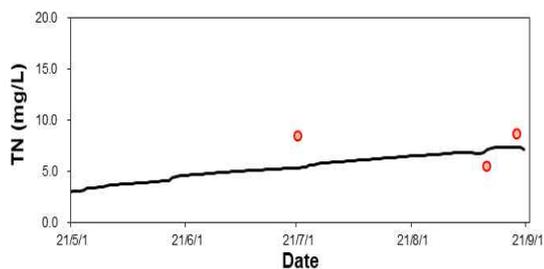
(그림 4.3-6) 유역모형 유출량 검증 결과_중왕지 유입2(2012~2013년)

(2) 수질보정 및 검증 결과

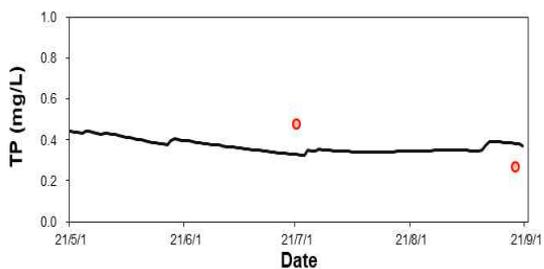
- 유역모형의 수질보정은 중왕지 유입1과 중왕지 유입2 지점에서 모니터링 된 자료를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정은 2021년 1월 1일~08월 30일(모델 구축 시점)까지 수행하였으며, 보정결과를 바탕으로 각 소유역의 특성에 따른 매개변수 조정을 위한 보완자료로 활용함
- 각 유입하천에서 관측된 TOC, T-N, T-P농도를 모의된 값과 비교한 결과 관측값과 큰 차이를 나타내지 않으며, 모든 항목에서 잘 재현하는 것으로 나타남
- 모든 지점에서 모형의 모의치가 실측치를 잘 반영하고 있는 것으로 판단되나 보정을 위한 모니터링이 3~4회로 작기 때문에 장기적인 예측 시 오차가 발생할 수 있음



(a) TOC

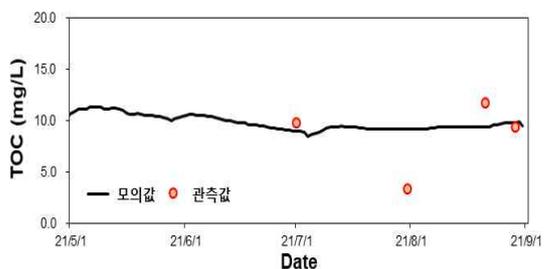


(b) T-N

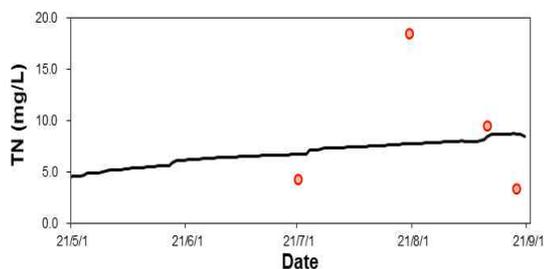


(c) T-P

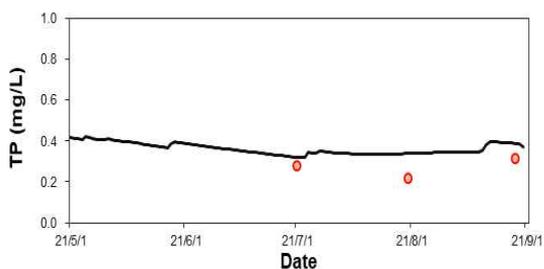
(그림 4.3-7) 유역모형 수질보정 결과_중왕지 유입1(2021년)



(a) TOC



(b) T-N



(c) T-P

(그림 4.3-8) 유역모형 수질보정 결과_중왕지 유입2(2021년)

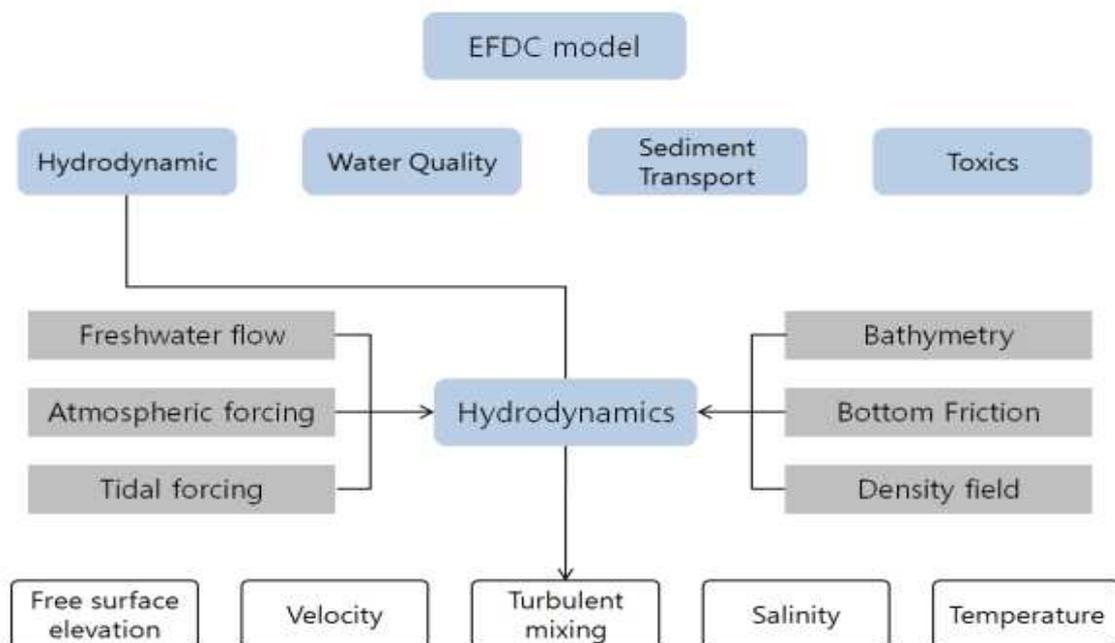
4.3.2 호소 수질 모델을 이용한 저수지 수질분석

가. 호소수질모델 선정

- 저수지 수체 내 오염물질의 시·공간적 농도 변화를 예측하기 위하여 EFDC (Environmental Fluid Dynamics Computer Code) 모델을 적용하였음
- EFDC 모형은 환경부 산하 국립환경과학원에서 2012년부터 시행중인 4대강 수계 수질예보제에 사용되고 있는 모델로서, 최근 들어 다양한 수체에 3차원 수리-수질 동시 해석을 위하여 적용하는 사례가 증가하고 있음

나. 적용모델 개요

- EFDC는 연안, 하구, 호소, 습지, 저수지 등의 유동 및 물질수송을 3차원으로 모의하는 수치모델로서 미국 VIMS (Virginia Institute of Marine Science)에서 개발하였으며, 미국 환경청(EPA)의 공인 모델로 지정되어 있으며, 미국의 연구소 및 대학 등에서 광범위하게 사용되고 있음
- EFDC 모델의 구조는 크게 4가지 모듈로 구분할 수 있으며, 유체역학모의모듈은 다시 6개의 유동모듈로 구성
- Dynamics 모듈의 모델링 결과인 수심, 유속, 혼합 등의 자료들은 수질(Water Quality), 부유사이동(Sediment Transport), 독성물질(Toxics) 모의를 위한 입력 자료로 사용됨

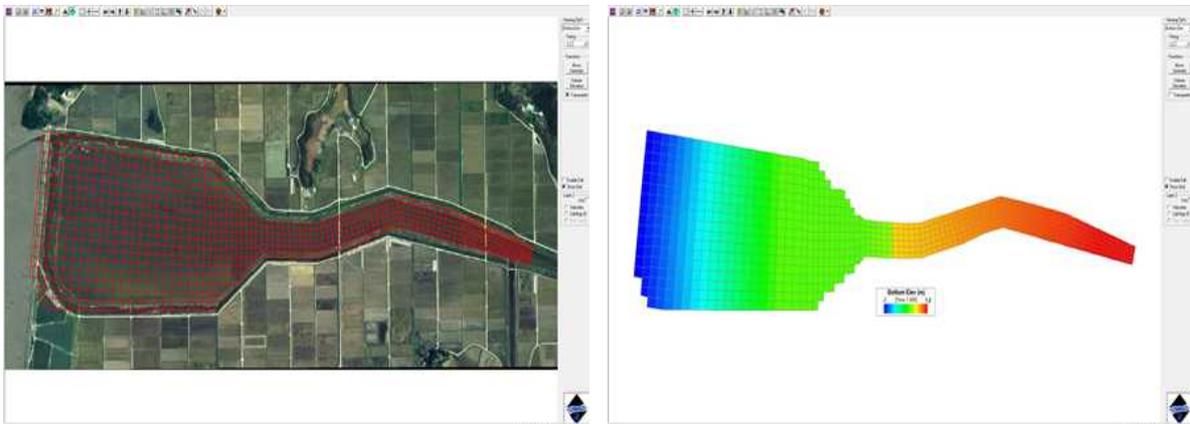


(그림 4.3-9) EFDC 모델의 구조

다. EFDC 구축

(1) 격자 구축

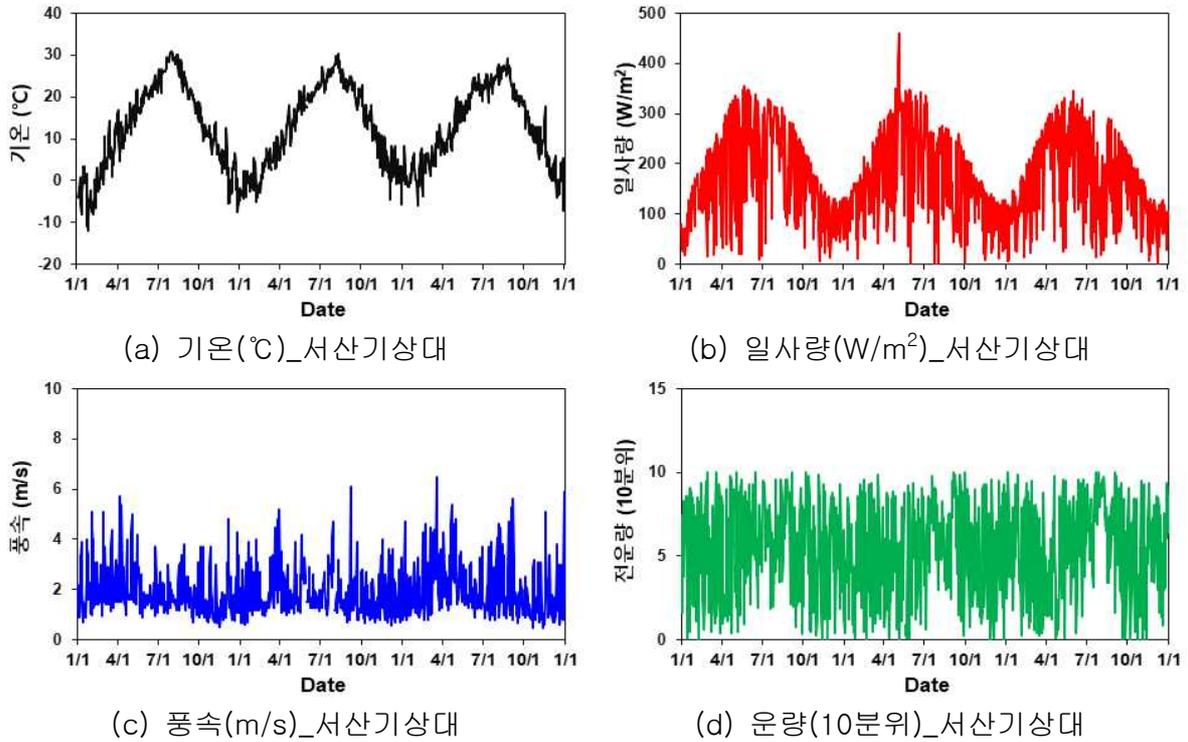
- 3차원 수리모형인 EFDC구축을 위해 수치 지도를 기초로 중왕저수지 만수위 선을 경계로 모형의 수평격자를 838개(x, y방향 평균 30m)의 격자로 구성함
- 한국농어촌공사로부터 취득한 수심측량자료를 이용하여, 각 격자 중심점의 수심과 만수위 선의 고도로부터 하상고도를 추출하고 모형의 기초자료로 입력
- 기상자료, 유입하천 유량, 구도 및 방류량, 취수량, 수질관측자료, 수위 등의 시계열 자료 수집 및 모델에서 요구하는 시간 간격으로 입력자료 구성
- 유역모형 HSPF 수질 및 유량 모의결과는 EFDC 수리모형의 입력자료로 활용되어 유역-호소 통합 수리모의를 수행함



(그림 4.3-10) 3차원 수리-수질모델 EFDC 격자구축(좌) 및 3차원 수심분포도(우)

(2) 기상자료

- EFDC 수질 모의를 위한 기상자료는 기온, 습도, 강수량, 전운량, 일사량, 기압, 풍향 /풍속 등이 입력됨
- 모든 기상자료는 기상청에서 관리하는 서산기상관측소 자료를 사용하였음



(그림 4.3-11) 호소수질모델 기상자료 입력결과

(3) 수질자료

- TOC 모의를 위한 DOC와 POC의 비율은 「물환경종합평가방법 개발 조사연구(III)-부영양화조사 및 평가체계 연구(국립환경과학원, 2006)」 자료를 참고하여 각각 0.39, 0.61를 적용함
- 저니층에서 발생하는 영양염의 용출속도는 5m를 기준으로 호기성과 혐기성을 구분 하였으며, 중왕저수지 실측을 통한 평균수심을 고려하여 호기성 상태의 용출속도를 적용하였음
- 저수지의 평균수심은 만수위 기준으로 각각의 grid 바닥고 평균으로 산정하였음

<표 4.3-4> 퇴적물의 용출속도

[단위 : mg/m²/일]

구분	호기상태	혐기상태
COD	25.658	26.151
TOC	13.138	7.207
T-N	22.293	7.039
T-P	0.224	5.492

라. 호소수질모델의 보정 및 검증

- 유역모델의 모의결과를 EFDC 입력 자료로 활용하여 중왕저수지의 수리-수질변화를 예측하였으며, 모델의 보정 및 검증을 위한 기간 중 2021년의 경우, 관측값이 하절기에 편중되어 있기 때문에 중왕저수지의 연간 수질 변동에 대한 분석이 어렵고, 모델의 보정에 사용되는 계수가 하절기 수질 특성에 한정될 가능성이 존재하기 때문에 2018~2020년을 3년 연속으로 모의하여 모델의 보정(2018년) 및 검증(2019~2020년)을 실시하였음
- 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)의 모니터링 자료를 바탕으로 TOC, TN, TP 등에 대한 검·보정을 실시하였으며, 중왕저수지의 공간적 수질분포, 연중 수질변화를 시·공간적 변화로 분석함
- 호소수질모델의 보정 및 검증 기간은 2018~2020년으로 선정하였고, 모형효율은 %difference를 이용하되, 이에 대해 US EPA (2000)가 제시한 모형효율의 범위와 신뢰구간에 따라 평가함

$$\%diff = \frac{(\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n S_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100$$

여기서, %diff : 모형효율 (%), O_i : i 일의 실측값, S_i : i 일의 모의 값

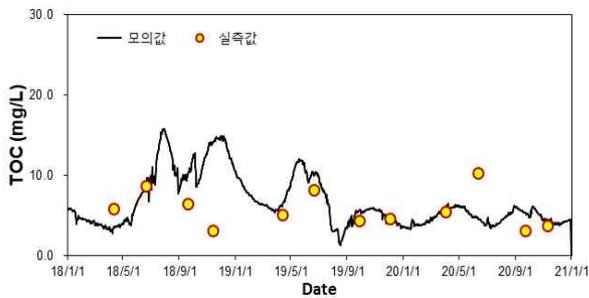
- 호소수질모델의 재현성 검토 결과, T-N은 Very Good, TOC, T-P는 Good을 보였으며, 중왕저수지의 TOC, T-P는 2018년의 모의농도가 전반적으로 높게 예측되었으나, 시나리오의 분석은 2019년도를 대상으로 했기 때문에 수질 개선 시나리오에 따른 수질 기준 만족 여부를 평가하는 데에는 무리가 없을 것으로 판단됨

<표 4.3-5> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 중왕저수지 모니터링 결과

조사년도	월	수온 (℃)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
2013	4	10.7	9.4	6.6	2.804	0.090	103.4
2013	6	27.5	7.5	8.2	2.355	0.181	71.1
2013	9	24.0	3.2	12.1	1.084	0.149	38.7
2013	11	9.4	11.5	6.2	1.649	0.105	53.3
2014	3	12.6	9.5	4.0	1.386	0.082	20.9
2014	5	24.0	9.1	8.1	1.806	0.065	5.0
2014	8	26.1	1.3	6.5	2.352	0.196	21.3
2014	12	8.2	9.0	5.7	2.061	0.079	59.6
2015	4	13.9	8.6	4.1	1.576	0.040	8.5
2015	7	26.4	4.8	8.4	1.483	0.157	18.2
2015	9	28.3	10.5	11.8	1.744	0.267	83.1
2015	11	12.6	6.3	10.3	2.351	0.139	41.9
2016	4	16.8	11.5	7.0	2.104	0.048	50.2
2016	6	26.7	6.0	9.6	2.101	0.067	25.1
2016	8	26.1	9.3	9.4	1.569	0.166	83.6
2016	11	10.6	9.7	8.6	1.964	0.062	27.1
2017	4	13.4	9.4	6.2	1.358	0.040	41.4
2017	6	27.0	17.1	17.6	2.538	0.185	105.4
2017	8	22.6	5.1	5.1	3.648	0.206	35.8
2017	11	5.2	10.8	5.9	1.280	0.073	3.8
2018	4	14.2	10.0	5.9	1.808	0.053	25.9
2018	6	25.1	11.7	8.8	1.753	0.074	36.0
2018	9	23.8	5.5	6.5	2.417	0.073	11.8
2018	11	13.7	9.3	3.2	6.581	0.043	2.8
2019	4	14.9	9.4	5.2	1.792	0.065	8.7
2019	6	25.8	9.1	8.2	1.272	0.150	40.0
2019	9	23.0	7.9	4.4	2.312	0.086	17.3
2019	12	7.8	10.9	4.7	2.526	0.031	23.8
2020	4	12.7	10.2	5.6	2.821	0.042	79.7
2020	6	27.1	6.0	10.3	2.213	0.060	50.7
2020	9	22.4	7.9	3.2	3.741	0.091	43.9
2020	11	10.9	11.6	3.8	2.936	0.053	35.3

<표 4.3-6> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 (% , Difference)

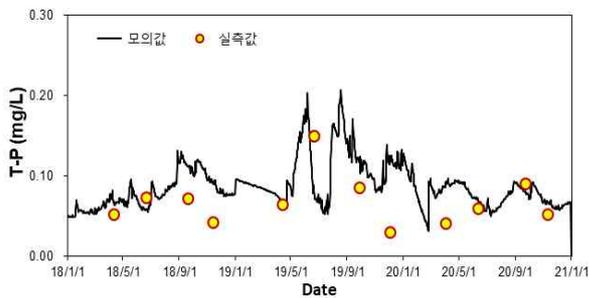
구분	TOC	T-N	T-P
결정계수	(-)20.060	9.772	(-)24.353
평가결과	Good	Very Good	Good



(a) TOC



(b) T-N



(c) T-P

(그림 4.3-12) 중왕저수지 수질보정 및 검증 결과

4.4 장래수질예측

4.4.1 장래오염원 전망

- 유역 내 오염원인 인구, 축산분뇨 등의 점오염원과 토지이용에 따른 비점오염원에 의한 장래 오염부하량을 예측하기 위해 장래 오염원을 전망하였음
- 장래 오염원 전망은 「오염총량관리기술지침(2019.3)」에서 제시한 방법을 따랐으며, 이에 서산시의 관련계획 등을 검토하였음

가. 인구

- 장래 인구 추정은 수학적 추정방법에 의한 자연적 증가와 택지(재)개발에 따른 유입인구에 의한 사회적 증가를 적용하여 산정하였으며, 유역 내 인구의 장래변화는 목표년도인 2031년 인구를 추정하였음
- “장기발전계획” 등 개발에 따른 추가 유입인구는 없는 것으로 조사되었으며, 과거추세를 반영한 수학적 방법으로 추정치와 관련 상위계획의 추정치를 비교·검토하여 계획인구를 결정함
- 중왕저수지 유역 내 인구추이는 2014년부터 2021년까지 감소추세이고, 흑석리를 제외한 유역 내 인구 분포는 비슷한 것으로 통계가 분석됨

<표 4.4-1> 중왕저수지 유역 인구 변화 추이

[단위 : 명]

연도별	흑석리	산성리	장현리	연화리	중왕리	합계	인구밀도(명/km ²)
2013	87	246	246	216	291	1,085	17.4
2014	90	244	243	211	296	1,083	17.4
2015	90	235	236	210	273	1,044	16.7
2016	94	232	233	196	262	1,016	16.3
2017	95	228	221	188	257	988	15.8
2018	90	215	211	183	249	948	15.2
2019	88	210	208	177	251	934	15.0

※자료 : 전국오염원자료, 2019

- 장래인구의 예측은 자연증감에 의한 수학적 추정방법(등차, 등비, 최소자승)에 따라 각각 예측을 진행한 후, 각 값에 따른 중위수를 선정하며, 선정된 중위수와 각 추정된 값들의 편차를 고려하여 최종값을 결정함

- 중왕저수지 유역 내 법정동리의 인구 추정시 장래 인구는 감소하는 추세이며 추세식을 적용하여 산정한 결과, 목표연도인 2031년 인구는 650명으로 전망되었음. 그러나 인구가 지속적으로 감소하지는 않을 것으로 판단하여 목표연도의 인구는 현재 수준을 유지하는 것으로 계획하였음

<표 4.4-2> 중왕저수지 유역 장래 인구 전망 [단위 : 명]

구 분	등차급수	등비급수	최소자승	선정 값	비고
2020	909	914	903	908	
2021	884	895	875	884	
2022	859	876	847	860	
2023	833	858	819	836	
2024	808	840	791	813	
2025	783	822	764	789	
2026	758	805	736	766	
2027	733	788	708	742	
2028	708	771	680	719	
2029	682	755	652	696	
2030	657	739	625	673	
2031	632	723	597	650	목표년도

나. 축산

- 중왕저수지 유역 내 축산단지 조성계획 등은 없는 것으로 조사되었으며, 비점오염원인 축산 현황은 현재와 동일한 것으로 전망하였음

<표 4.4-3> 중왕저수지 축산계 현황 [단위 : 두]

구 분	한우		닭		말		젖소	
	사육두수	농가수	사육두수	농가수	사육두수	농가수	사육두수	농가수
2031	576	32	45,000	1	19	1	103	2

※자료 : 전국오염원자료, 2019

다. 토지이용

- 도시개발계획 및 용도지역 변경 계획 등은 없는 것으로 조사되었으며, 비점오염원인 토지이용은 현재와 동일한 것으로 전망하였음

<표 4.4-4> 소유역별 토지이용현황

구 분	리	지목별 면적(ha)					
		계	전	답	임야	대지	기타
2031	흑석리, 산성리, 장현리, 연화리, 중왕리	1,503.6	201.2	377.8	763.9	27.8	132.9

※자료 : 전국오염원자료, 2019

라. 산 업

- 중왕저수지 유역 내 폐수를 배출하는 산업계 오염원이 없는 것으로 조사됨

마. 장래 오염원 전망 결과

- 장래 오염원 전망 결과, 축산 및 토지이용계획은 변화가 없는 것으로 전망하였으며, 장래인구는 현재 인구와 같다고 가정하였음

<표 4.4-5> 장래 오염원 전망 결과

구 분	'21년 기준 ¹⁾	'31년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과	
인구(명)	934	934	장래인구수는 기준년도와 같다고 가정함	
축산(두)	한우	576	576	
	젖소	103	103	
	말	19	19	
	닭	45,000	45,000	
토지이용(ha)	전	201.2	201.2	
	답	377.8	377.8	
	임야	763.9	763.9	축산단지조성 계획 등 관련계획 없음
	대지	27.8	27.8	
	기타	132.9	132.9	
	합계	1,503.6	1,503.6	
산업폐수발생량(m ³ /일)	-	-		
마을하수도발생량(m ³ /일)	-	-		

※ 비교 : 1) 2021년도 전국오염원자료(2019년 기준)의 인구 적용

4.4.2 장래 오염부하량

가. 발생부하량

- 현재 중왕저수지 유역에서 발생하는 발생부하량은 BOD 689.09kg/일 T-N 191.06kg/일, T-P 51.78kg/일로 확인되었으며, 2031년 장래에 중왕저수지 유역에서 발생하는 발생부하량은 BOD 689.09kg/일 T-N 191.06kg/일, T-P 51.78kg/일로 예측되었으며 축산계가 가장 높은 비율을 차지함

<표 4.4-6> 오염원별 발생부하량

[단위: kg/일]

오염원	현재			2031년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
합 계	689.09	191.06	51.78	689.09	191.06	51.78
생활계	43.06	11.52	1.28	43.06	11.52	1.28
축산계	600.32	134.92	45.09	600.32	134.92	45.09
토지계	45.72	44.63	5.40	45.72	44.63	5.40
산업계	-	-	-	-	-	-
매립계	-	-	-	-	-	-
양식계	-	-	-	-	-	-

나. 배출부하량

- 현재 중왕저수지 유역에서 발생하는 배출부하량은 BOD 148.82kg/일 T-N 108.03kg/일, T-P 13.00kg/일로 확인되었으며, 2031년 장래에 중왕저수지 유역에서 발생하는 배출부하량은 BOD 148.82kg/일 T-N 108.03kg/일, T-P 13.00kg/일로 예측되었으며 축산계가 가장 높은 비율을 차지함

<표 4.4-7> 오염원별 배출부하량

[단위: kg/일]

오염원	현재			2031년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
합 계	148.82	108.03	13.00	148.82	108.03	13.00
생활계	18.35	7.31	1.09	18.35	7.31	1.09
축산계	84.76	56.10	6.51	84.76	56.10	6.51
토지계	45.72	44.63	5.40	45.72	44.63	5.40
산업계	-	-	-	-	-	-
매립계	-	-	-	-	-	-
양식계	-	-	-	-	-	-

4.4.3 장래 수질예측

- 2031년 오염원 변화에 따른 수질을 예측한 결과 TOC 7.0mg/L, T-N 1.639mg/L, T-P 0.113mg/L로 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 나타남
- 중왕저수지 수질개선을 위해 유기물을 저감할 수 있는 공법 적용이 필요함

<표 4.4-8> 장래 수질예측결과

구분	수질예측결과(mg/L)		
	TOC	T-N	T-P
연평균	7.0	1.639	0.113
최대	12.1	2.245	0.206
최소	1.4	0.873	0.054
분기	1	7.6	2.180
	2	9.8	1.420
	3	5.3	1.435
	4	5.3	1.525

4.5 대책수립

4.5.1 호소 수질개선공법 종류 및 적용가능 공법 선정

가. 호소 수질개선공법 종류

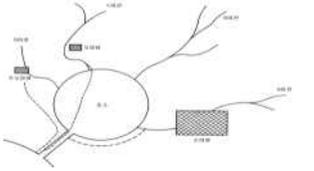
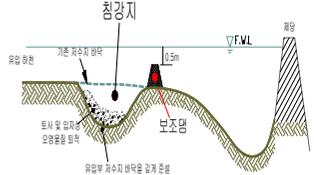
- 오염특성에 따라 각 대책별 공법의 종류와 현재 국내·외적으로 많이 적용되는 주요 수질개선공법의 장·단점을 정리하여 아래의 표로 나타내었음

<표 4.5-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

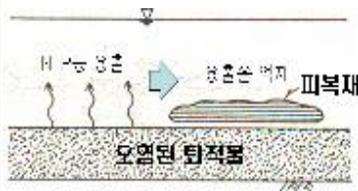
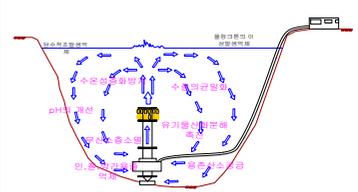
적용 대상	원리	수질개선공법	성충 형성 있음	수면 적 넓고 수질 다름	수면 적 좁음	호소의 지형 잡	회 전 수 가 능	저수 총 용 존 산 소 없	퇴적 물 오염	오염 하 천 있음	오염 하 천 예 는 부 지	내부 생 산 조 류 발 생 많 음	가 급 정 대 필 요	농 업 부 가 큼	비 특 점 오 염 원 부 하 큼	
유역 내	유역변경	유로변경								○						
	발생부하 삭감	유기인세제들의 사용제한														×
		물이용의 합리화														×
	점원발생부하 삭감	배출규제													×	×
		하수처리													×	×
		하수처리고도화													×	×
		분뇨처리고도화													×	×
	비점원부하 삭감	정화조(개별)									○				×	×
		정화조(합병)									○				×	×
		농업계 부하의 삭감													○	
	비특정부하의 삭감														○	
유입 하천 내	직접정화	저류지								○						
		저습지도입								○						
		토양처리									○					×
		침투수로								○	△					
		여과(상항류여과)								○	△					×
		부유물침전(DCF공법)								○	○					×
		점축산화수로								○	○					×
		직접폭기								○						×
	하천처리장								○	○					×	
	저류부하제거	하도준설								○					×	
호소 내	호소내 발생부하의 삭감	퇴적물 준설								○						
		퇴적물 피복(호내재료)								○						
		퇴적물 피복(호외재료)								○						
		영양염 불활성화 처리								○			○			
	수산양식업 대책												○		×	
	부영양화의 억제 (성충대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구처리		△			○									
		호소분리		○			△									
		부영식물이용처리		△										○		△
		조류제거					○						○	○		
		살조제, 제초제 처리					○						○	○		
		생태계 제어		△	△								○			△
		정화용수 도입		○	○			○								
		호소물의 인공순환	△	○			○									
		심수층 폭기	○	△	△				○	○						
		호소수 양수형 순환처리	△		○				○	○						
	저수층 산소주입	○		△				○	○	○						
	지하수 유입 증가		△	△			○									
	심수층 선택 방류	△						○	△							
호안환경보전	둔지형 호안		○			△								×	×	
	식생호안		○	△										×	×	

※ ○ : 적용가능성이 큰 기술, △ : 적용성이 있는 기술, × : 적용성이 낮은 기술
아무 표시가 없는 개선기술은 기본요건에 좌우되지 않음

<표 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
우회수로 (By-pass)		·유입부하가 큰 하천수를 계외로 배제시킴	·정량적 파악 곤란	·By-pass 수량 및 수질 ·수로의 길이 및 재료	·매디슨호(미국) ·미시간호(미국) ·워싱턴호(미국) ·테간호(독일)
침강지 (On-line)		·유입수를 하도나 호 유입부에 일시 체류시킴으로써 SS등을 침전·제거 ·보조염 월류부에서 포기 효과	·COD : 10-20% ·SS : 20-60% ·T-N : 10-40% ·T-P : 20-30%	·체류시간 ·수표면적 ·수심	·루루천(독일) ·淀川수계(일본) ·감둔저수지(한국) ·마산저수지(한국)
인공습지		·오염수를 습지로 통과시키면서 접촉, 침전, 여과, 미생물 분해, 식물흡수, 토양흡착 등의 작용에 의한 수질정화	·BOD : 10-40% ·SS : 40-60% ·T-N : 30-50% ·T-P : 40-60%	·체류시간 ·수심 ·습지시스템 ·식재밀도 등	·山王川(일본) ·알카다(미국) ·에버글라이드(미국) ·감둔저수지(한국) ·고흥담수호(한국) ·마산저수지(한국) ·석문담수호(한국)
퇴적물 준 설		·오염된 퇴적물을 준설하여 직접 제거 ·영양염류 등 오염물질의 용출을 억제하여 호 내부 생산 감소	·정량적 파악 곤란	·퇴적물 용출율 ·준설방법 ·오염심도 ·준설량 ·준설퇴적물 ·처리처분방법	·湖山池(일본) ·신구저수지(한국) ·오월저수지(한국) ·탄도담수호(한국)

<표 계속> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
퇴적물 피복		·퇴적물을 모래, 슬래그 등의 재료로 피복함으로써 영양염류 등의 용출 억제	·정량적 파악 곤란	·퇴적물 오염도 ·퇴적물 용출율 ·피복두께 ·피복재 종류	·스톤호(미국) ·고지마담수호(일본)
조류제거		·호 내에 발생한 조류를 조류제거선 등을 이용하여 수거·처리	·정량적 파악 곤란	·수심 ·온도, pH ·압력 ·응집제	·露ヶ浦(일본) ·대청호(한국) ·팔당호(한국)
희석		·깨끗한 물을 도입하여 희석에 의한 수질개선 도모	·희석수량에 의해 결정	·희석수량 ·도수방법 ·도수로 길이	·그린호 (미국) ·淀川, 淑屋川(일본)
전층 공기공급		·공기공급에 의해 전 수층을 혼합 교반하여 표층에 집적하는 조류의 증식과 축적을 억제	·정량적 파악 곤란	·포기공기량 ·공기양수통형상 ·토출량	·釜房댐(일본) ·室生댐(일본) ·相模湖(일본)
표층 공기공급		·수온약층을 파괴하지 않고 표층부를 공기공급하여 혼합·교반시켜 표층부의 조류증식, 축적 억제	·정량적 파악 곤란	·포기공기량 ·포기장치형상 ·토출량	·시화갈대습지공원(한국)

<표 계속> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
포기분수		·분수장치를 설치하여 수면교란에 의한 조류증식 억제	·정량적 파악 곤란	·살수수량 ·살수범위	·靑蓮寺湖(일본)
인공식물섬		·오염된 수체에 수생식물을 식재한 부체를 띄워 식물에 의한 영양염류 직접 흡수와 햇빛차단에 의한 조류발생 억제	·정량적 파악 곤란	·부력 ·부체재질 ·바람, 파고 ·식재식물	·마산저수지(한국) ·신구저수지(한국) ·팔당호(한국) ·백곡저수지(진천)
자연형 하천정비		·여울과 소, 하천의 사행 등 자연하천이 가진 기능을 복원	·정량적인 정화효과의 산정은 곤란	·수심 ·유속 ·하폭	·大和川(일본) ·西除川(일본)
응집·침전법 (인 불용화공법)		·알루미늄염을 이용하여 저수지 오염의 주 원인인 인(P)을 불용화시켜 수질 개선 및 녹조발생 저감	·TOC 18.0% ·T-P 45.4%	·저수지 유입수량 ·저수지 담수량 ·인(P) 농도	·감돈저수지(한국) ·반계일호저수지(한국) ·홍동저수지(한국) ·잠흥저수지(진천)

<표 4.5-3> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
식생수로		·토양침식감소, 유수속도감소, 침투 증가	·BOD : 34% ·COD : 14% ·T-N : 45% ·T-P : 51%	·하도정비 ·식생/경관 유지관리 ·유압 및 제거 효율	·한강 2개소 ·낙동강 1개소
(침투) 저류지		·유입수를 저류하여 중력침전, 일부 생물학적 과정 등에 의한 비점오염물질 저감	·BOD : 34% ·T-N : 28% ·T-P : 36%	·체류시간 ·수표면적 ·길이 : 폭=1.5:1이상	·한강 2개소
(생태) 둠벙		·강우 유출수를 침전, 여과, 흡착, 미생물분해 등으로 작용에 의한 수질안정 도모	·BOD : 20-50% ·SS : 60-80% ·T-N : 10-50% ·T-P : 25-45%	·적정 규모 ·수량확보 ·식생 ·수생생물	·영산강 2개소

나. 적용가능 공법 선정

(1) 상류유역대책

- 하수미처리구역으로 주거밀집지역을 중심으로 하수처리시설 설치 필요
- 농경지의 토사유출 저감을 위해 밭 주변 완충식생대 등의 설치 필요

(2) 유입하천대책(호 유입부 대책)

- 유입하천을 통하여 중왕저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 침강지, 인공습지 등으로 수질정화 후 저수지로 유입
- 인공습지는 비교적 효율이 높은 조합형 인공습지로 고려함
- 유입부 인근 수생식물(마름) 제거

(3) 호내대책

- 추가적인 호내대책은 고려하지 않음

<표 4.5-4> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향

조사항목		현 황	개선방향
오염원		◦ 유역전체가 하수미처리구역으로 생활하수 지속 유입	◦ 주요주거지역에 대해 하수처리구역으로 편입 필요 (지자체)
		◦ 저수지 주변 농경지로부터 토사 및 비료성분 유출	◦ 밭 주변 완충식생대 설치 및 하부에 침사지와 식생수로 설치로 토사와 부유물질 제거(지자체)
수질	유입하천	◦ 하천생활환경기준 : 좋음(Ⅰb등급)~약간나쁨(Ⅳ등급)	◦ 인공습지, 침강지 등 설치를 통하여 유입부하량을 저감하고 호내수 양수를 통한 기 유입된 호내수 정화 필요
	호소	◦ 호소생활환경기준 : 나쁨(Ⅴ등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)	
퇴적물		◦ 호소퇴적물 오염평가기준 : 보통(Ⅰ) ◦ 토양오염우려기준 만족	◦ 호소 퇴적물 오염도가 낮아 퇴적물 처리 불필요

4.5.2 시나리오 구성 및 수질예측

가. 시나리오 구성

- 중왕저수지 유역의 장래 수질을 예측하기 위하여 장래부하량 변화 및 수질개선 대책에 따른 수질예측 시나리오를 설정하였으며, 연 평균 TOC, T-N, T-P 농도가 농업용수 기준을(6.0 mg/L, 1.0 mg/L, 0.1 mg/L) 초과하는 2019년을 적용하였음
- 시나리오 1은 2031년 기준 무대책에 대한 유역 내 오염부하량의 변화만을 반영한 조건이며, 수문조건은 2019년 기준과 동일하게 적용하였음
- 시나리오 2는 유입하천(소유역 1, 2, 3)에 침강지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 시나리오 3은 유입하천(소유역 1, 2, 3)에 인공습지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 시나리오 4는 시나리오 2의 조건에서 유입하천(소유역 1, 2, 3)에 인공습지를 추가 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 시나리오 5는 시나리오 4의 조건에서 유입하천(소유역 4, 5)에 인공습지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 보완대책 1은 시나리오 1의 조건에서 소규모공공하수처리시설을 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 보완대책 2는 보완대책 1의 조건에서 유입하천(소유역 1, 2, 3)에 침강지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 보완대책 3은 보완대책 2의 조건에서 유입하천(소유역 1, 2, 3)에 인공습지를 추가 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음
- 보완대책 4는 보완대책 3의 조건에서 유입하천(소유역 4, 5)에 인공습지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입되는 것으로 적용하였음

<표 4.5-5> 수질 예측 시나리오 구성

구분	세부내용	비고
시나리오 1	장래오염부하량	무대책
시나리오 2	침강지1	1호 침강지(Q: 126,297 m ³ /일, A: 15,845 m ² , V: 42,083 m ³)
시나리오 3	인공습지1*	1호 인공습지(Q: 18,747 m ³ /일, A: 29,940 m ² , V: 9,741 m ³)
시나리오 4	침강지1 + 인공습지1	
시나리오 5	침강지1 + 인공습지1 + 인공습지2	2호 인공습지(Q: 7,621 m ³ /일, A: 19,005 m ² , V: 3,759 m ³)
보완대책 1	시나리오1 + 소규모공공하수처리시설	미처리지역 소규모공공하수처리시설 설치
보완대책 2	보완대책1 + 침강지1	
보완대책 3	보완대책2 + 인공습지1	
보완대책 4	보완대책3 + 인공습지2	

※자료 : 조합형 인공습지 : 지표흐름형 인공습지 + 지하흐름형 인공습지



(그림 4.5-1) 중왕지구 농업용수 수질개선대책(안)

- 호소수질모델에 적용한 수질정화시설별 정화 효율은 「농업용수 수질개선사업 설계 매뉴얼(한국농어촌공사, 2017.12)」에서 제시된 효율을 시나리오별 수질정화시설 설계용량에 맞춰 적용하였음

<표 4.5-6> 수질정화시설별 정화 효율

[단위 : %]

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	중금속
침강지(부담형)	강우시	-	50	60	45	45	-
	평 시	-	10	50	30	30	-
조합형인공습지		89	-	82	60	70	-

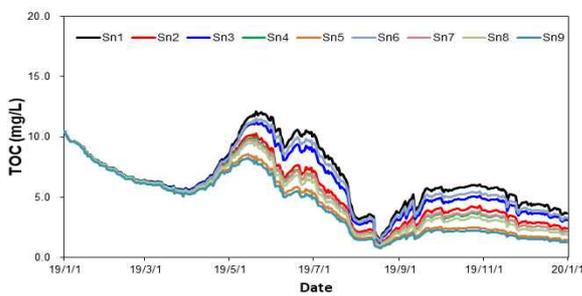
※자료 : 농업용수 수질개선사업 설계매뉴얼(한국농어촌공사, 2017.12)

나. 수질 예측 결과

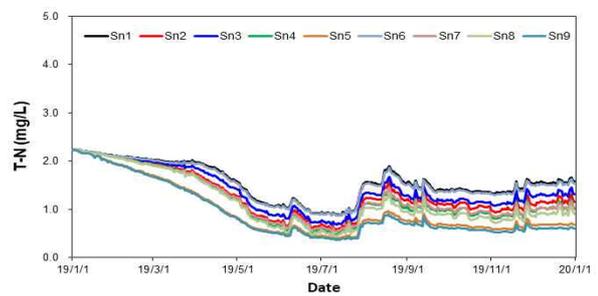
- 시나리오 1의 중왕저수지 수질은 TOC 7.0mg/L, T-N 1.640mg/L, T-P 0.113mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 2의 중왕저수지 수질은 TOC 6.4mg/L, T-N 1.468mg/L, T-P 0.101mg/L로 예측되어 TOC, T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 3의 중왕저수지 수질은 TOC 5.7mg/L, T-N 1.368mg/L, T-P 0.090mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 4의 중왕저수지 수질은 TOC 5.5mg/L, T-N 1.365mg/L, T-P 0.085mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 5의 중왕저수지 수질은 TOC 4.8mg/L, T-N 1.019mg/L, T-P 0.059mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 만족하는 것으로 예측됨
- 보완대책 1의 중왕저수지 수질은 TOC 6.7mg/L, T-N 1.615mg/L, T-P 0.109mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 보완대책 2의 중왕저수지 수질은 TOC 6.0mg/L, T-N 1.446mg/L, T-P 0.096mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 보완대책 3의 중왕저수지 수질은 TOC 5.2mg/L, T-N 1.220mg/L, T-P 0.081mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 보완대책 4의 중왕저수지 수질은 TOC 4.5mg/L, T-N 0.976mg/L, T-P 0.056mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 만족하는 것으로 예측됨

<표 4.5-7> 시나리오별 수질예측결과(연평균)

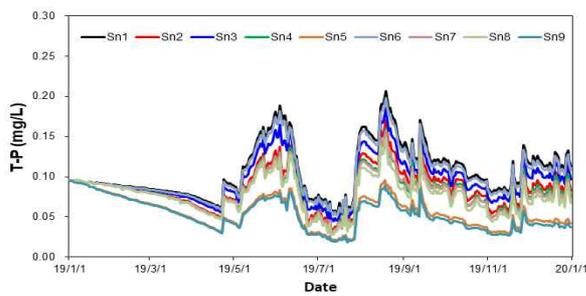
구분	수질예측결과(mg/L)		
	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	7.0	1.640	0.113
시나리오 2	6.4	1.468	0.101
시나리오 3	5.7	1.368	0.090
시나리오 4	5.5	1.365	0.085
시나리오 5	4.8	1.019	0.059
보완대책 1	6.7	1.615	0.109
보완대책 2	6.0	1.446	0.096
보완대책 3	5.2	1.220	0.081
보완대책 4	4.5	0.976	0.056



(a) TOC



(b) T-N



(c) T-P

(그림 4.5-2) 시나리오별 장래수질예측 연간변화

<표 4.5-8> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)

구분	수질예측결과(mg/L), year max			수질예측결과(mg/L), year min		
	TOC	T-N	T-P	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	12.1	2.245	0.206	1.4	0.873	0.054
시나리오 2	11.3	2.245	0.186	1.2	0.683	0.045
시나리오 3	10.5	2.245	0.170	1.0	0.583	0.034
시나리오 4	10.5	2.245	0.160	1.0	0.481	0.030
시나리오 5	10.5	2.237	0.096	0.8	0.404	0.020
보완대책 1	11.6	2.243	0.198	1.3	0.866	0.052
보완대책 2	10.5	2.243	0.157	1.0	0.540	0.031
보완대책 3	10.5	2.243	0.148	0.9	0.444	0.028
보완대책 4	10.5	2.237	0.096	0.8	0.374	0.019

<표 4.5-9> 시나리오별 수질예측결과(분기평균)

구분	항목	수질예측결과(mg/L), quarter avg											
		TOC				T-N				T-P			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
시나리오 1		7.6	9.8	5.3	5.3	2.180	1.420	1.435	1.525	0.092	0.116	0.130	0.112
시나리오 2		7.6	9.1	4.4	4.4	2.147	1.239	1.208	1.278	0.090	0.103	0.113	0.098
시나리오 3		7.5	8.1	3.5	3.5	2.113	1.105	1.108	1.146	0.088	0.088	0.100	0.085
시나리오 4		7.5	7.9	3.2	3.2	2.110	1.105	1.105	1.141	0.088	0.086	0.089	0.077
시나리오 5		7.4	7.0	2.5	2.1	1.911	0.773	0.706	0.687	0.077	0.057	0.058	0.044
보완대책 1		7.5	9.4	4.9	4.8	2.170	1.395	1.406	1.490	0.092	0.112	0.124	0.107
보완대책 2		7.5	8.9	3.7	3.7	2.092	1.264	1.208	1.221	0.087	0.100	0.108	0.090
보완대책 3		7.5	7.6	2.9	2.8	2.080	0.990	0.901	0.909	0.087	0.081	0.085	0.071
보완대책 4		7.4	6.6	2.2	1.9	1.894	0.746	0.648	0.616	0.076	0.055	0.053	0.040

다. 시나리오 채택

- TOC, T-P 목표수질을 만족하는 시나리오 4(침강지1, 인공습지1)을 최적 시나리오로 채택함
 - T-N은 목표수질을 불만족하나 T-P에 대한 T-N의 농도비율이 16이상인 경우 T-N의 기준을 적용하지 아니함
- 인공습지의 양수시설 도입을 통해 기존 인공습지의 취입보 설치에 대한 문제점을 보완하고 호내수를 양수하여 저수지 전체의 물순환을 촉진할 뿐만 아니라 최근 일반화 되고 있는 가뭄 및 폭우 등에도 시설의 안정적 운영으로 인해 정화효율을 유지

제5장

시설 계획

5.1 수질개선시설 종합시설계획

5.2 인공습지 조성계획

5.3 침강지 조성계획

5.4 양수시설 조성계획

제5장 시설 계획

5.1 수질개선시설 종합계획

- 중왕지구 호내 수질개선 시설은 침강지 및 인공습지로 계획하였으며, 시설의 개요는 <표 5.1-1>과 같음
- 유입하천을 통하여 중왕저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 침강지에서 삭감 후 저수지로 유입시키도록 계획하였음
- 또한, 호 유입부에 인공습지를 설치하여 침강지 내부 및 호내에서 양수처리함으로써 가뭄 등 외부여건 변화에도 인공습지에 안정적인 유량을 공급함으로써 습지의 정화효율을 높일 수 있도록 계획하였음

<표 5.1-1> 중왕지구 수질개선시설 종합계획

대상	시설명	시설면적(m ²)	용적(m ³)	일처리유량(m ³ /d)	체류시간(hr)
유입수 및 호내수 처리	1호 인공습지	29,940	9,741	18,747	12
유입수 및 호내수 처리	1호 침강지	15,845	42,083	126,297	8



(그림 5.1-1) 중왕지구 수질개선시설 도입계획

5.2 인공습지 조성계획

5.2.1 인공습지 개요

가. 인공습지의 정의

- 인공습지(constructed wetland)는 인간의 요구와 필요성에 의해 자연습지의 형태 및 기능을 모방하여 설계, 시공, 운영되는 인위적 습지로서 자연습지가 가지고 있는 정화능력을 향상시켜 수질정화 목적으로 이용하는 습지를 말함
- 인공습지는 인위적으로 바닥의 기질과 경사를 조정하고 수리학적 현상을 제어할 수 있고 수생식물과 다른 요소들을 관리할 수 있기 때문에 동일한 면적의 자연습지에 비하여 훨씬 효과적으로 정화기능을 수행할 수 있음
- 인공습지는 다양한 오염부하에 대한 적응능력이 높고, 에너지의 필요성이 낮아 유지관리가 용이하여 경제적이라는 측면 외에 경관과 친수공간의 가치를 가질 수 있어 자연친화적이라는 측면에서 관심을 받고 있음

나. 인공습지의 특징

(1) 구성요소

① 식물

- 인공습지는 미나리, 줄, 부들류, 갈대, 창포, 고랭이류나 사초류 등을 이용할 수 있으며 수질정화 기능 향상과 유지관리 등을 고려하여 다양한 식물종으로 구성된 혼합식재 형태보다는 단일종 형태로 도입하는 것이 좋음

② 토양

- 토양은 큰 잔재물이 없는 것이 좋으며, 식물성장에 적합한 pH, EC, T-N, T-P, 유기물함량을 갖춘 사양토가 적당함

③ 수문

- 습지 설계에 관련된 수문학적 요소 중 가장 중요한 것은 설계유량 결정을 위한 유역 유출량 산정으로 유출에 영향을 미치는 모든 요소들을 고려하여 습지의 수문거동을 파악하고, 습지의 설계용량과 체류시간, 수심, 면적 등의 산정에 활용함

(2) 특징

- 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연적인 습지와 비슷한 형태를 보여 동·식물의 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관향상을 가져올 수 있음
- 인공습지의 지표와 근접한 수면은 호기 상태이며, 하부의 수층과 기질은 혐기상태에 있어 유기물질과 영양염류를 처리함

<표 5.2-1> 인공습지 장·단점

구분	장 점	단 점
지표 흐름형	<ul style="list-style-type: none"> · 건설비 및 유지관리비용이 적음 · 중금속, 병원성 미생물의 저감 · 영양염류의 제거효과가 높음 · 홍수 경감 효과 · 생태계 다양성 향상 및 야생 동식물 서식처 제공 · 경관향상 및 녹지 공간 확충 · 오염부하 변동에 적응성 높음 	<ul style="list-style-type: none"> · 가을철/동절기 오염물질 재용출 우려 · 다양한 유량조건에서 식생유지 곤란 · 다른 저감시설과 비교하여 부지요구도가 큼 · 장기간 운영시 기능 저하 우려 · 모기 등 해충발생 우려
지하 흐름형	<ul style="list-style-type: none"> · 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적음 	<ul style="list-style-type: none"> · 지표습지보다 필요면적이 적으나 여재를 조달하고, 소정의 장소에 설치하기 위한 비용이 비교적 비싸기 때문에 지하습지의 장점이 상쇄되는 경우도 있음
조합형	<ul style="list-style-type: none"> · 지표흐름과 지하흐름 습지의 장점을 조합하여 수처리효율을 높일 수 있도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> · 지하흐름습지에서는 여재의 막힘현상이 발생할 수 있으므로 침사지 및 역세척 장치가 있으면 좋음

라. 수질정화 원리

- 인공습지의 수질정화 효과로는 SS 침전, BOD, 질소와 인 제거, 중금속 제거 등이 규명되어 왔으며, SS는 주로 침전에 의해, BOD는 미생물과 유기물의 생물학적 대사에 의해, 질소는 대부분 질산화(Nitrification)와 탈질(Denitrification)현상에 의해 제거됨
- 질산화는 수중의 호기성 미생물에 의해서 일어나는데 질산화물(Nitrate)은 습지바닥의 침전물이나 토양으로 확산되어 혐기성 상태에서 탈질소화가 발생함. 호기성 미생물의 작용으로 유기물이 분해되면서 나오는 질소와 인은 조류(Algae)가 성장하면서 섭취하여 제거되고 성장한 조류는 일정기간이 지나면 죽어서 습지바닥으로 침전됨
- 또한, 습지에서 중금속은 침전되어 식물과 토양에 의한 흡수에 의해 제거됨

<표 5.2-2> 인공습지 수질정화 기작

구분	오염물	제거기작
항목	SS	침전
	BOD	침전, 생물화학적 반응, 분해, 여과
	N	암모니화, 질산화, 탈질화, 휘발
	P	침강, 흡착
	중금속	흡착
	병원균	소멸

<표 5.2-3> 습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례

유입수 (mg/L)	유출수 (mg/L)	수리부하율 (cm/일)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심 0.6m시)
2.72	1.68	8.14	38.2	7
2.71	1.21	1.44	55.4	42
2.71	1.53	1.53	43.5	39

※ 자료 : North American Treatment Wetland Database(USEPA, 1993) 사례지구-The Des Plaines River Wetland Project, Illinois, USA

<표 5.2-4> 습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례

Site	수리부하율 (cm/일)	운영기간 (years)	유입수농도 (mg/L)	유출수농도 (mg/L)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심 0.6m시)
Des Plaines, IL	4.77	6	0.10	0.02	80.0	12
Tarrant County, TX	9.44	2	0.29	0.16	44.8	6
Iron Bridge, FL	2.69	7	0.43	0.10	76.7	22
Listowel, Ontario	2.41	4	1.91	0.72	62.3	25

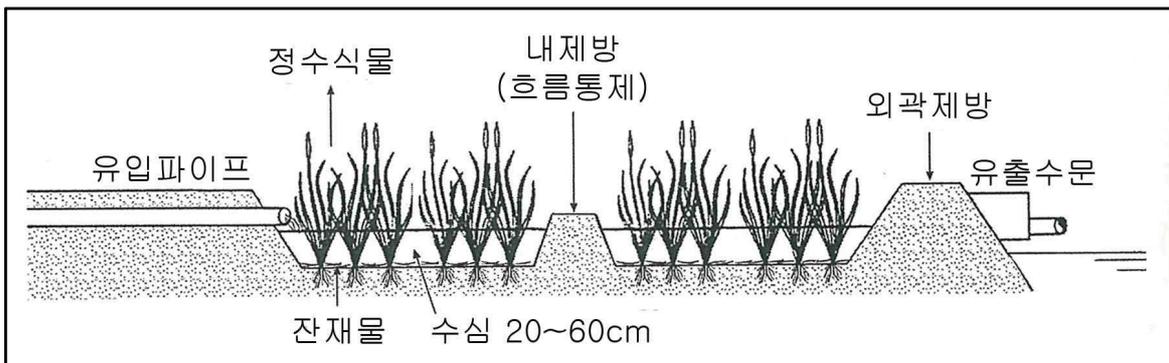
※ 자료 : Robert K. Kadlec and Robert L. Knight, 1996, Treatment Wetlands

5.2.2 인공습지의 종류

- 수질정화 인공습지는 지표흐름형(surface flow system)과 지하흐름형(subsurface flow system), 지표-지하흐름 조합형인공습지(Surface-Subsurface Flow System)으로 크게 분류하며 오염물 부하량에 따라 2~3개 습지를 직렬 또는 병렬로 구성함

가. 지표흐름형 인공습지(Free Water surface flow System, FWS)

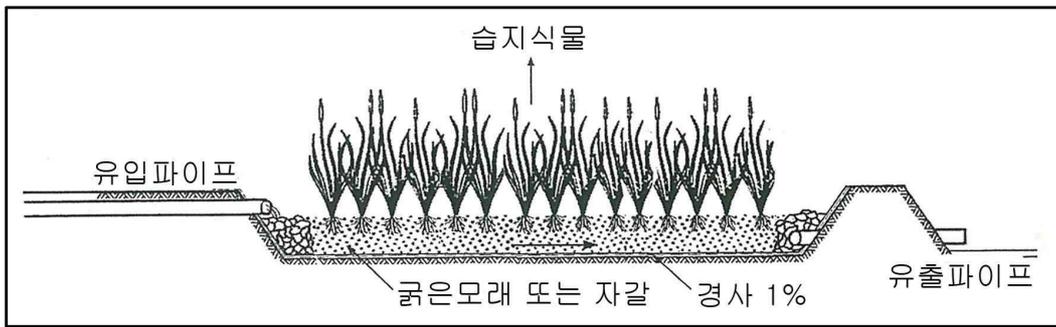
- 지표흐름형(Free water surface flow system, FWS)은 유입수의 대부분을 토양 표층 위로 흐르게 하여 물리·화학·생물학적 처리를 유도하는 방식이며, 정수식물이 자라는 수심 0.4m 정도의 식재구간(Closed Water)과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 수심 1.8m 정도의 개방구간(Open Water)으로 설계함
- 지표흐름형 습지는 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연적인 습지와 비슷한 형태로 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관 향상을 가져올 수 있음. 지표와 근접한 수면은 호기상태이며, 하부의 수층과 기질은 혐기상태에 있어 유기물질과 영양염류를 처리함



(그림 5.2-1) 지표흐름형 습지 개념도

나. 지하흐름형 인공습지(Subsurface Flow System, SFS)

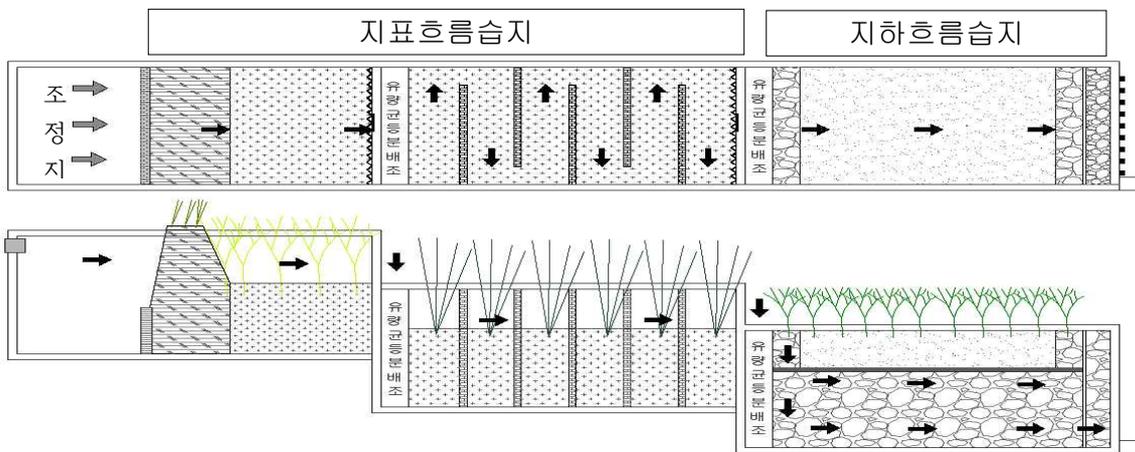
- 지하흐름형(Subsurface flow system, SFS) 습지는 원지반을 굴착하고 입자가 큰 토양 또는 자갈 등의 여재를 채운 습지를 말함. 수위는 여재층 상단보다 낮게 유지하며, 식물은 여재 사이로 뿌리를 뻗으며 자라는 형태가 됨. 이론적으로는 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적으며 여재의 두께는 보통 0.3~0.6m임
- 하부층은 여러 가지 크기의 자갈, 쇄석, 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물 식재층에는 모래를 적용함



(그림 5.2-2) 지하흐름형 습지 개념도

다. 지표-지하흐름 조합형 인공습지

- 지표-지하흐름 조합형인공습지는 지표흐름습지와 지하흐름습지를 직렬로 배치하고 침사지를 전처리시설로 도입하며, 침사지는 유량의 균등분배와 유입수 중의 입자상 고형물을 1차 제거하기 위해 설치함. 또한, 지표흐름습지를 통해 식물체에 흡수와 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하도록 설계되어짐



(그림 5.2-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도

- 지표-지하흐름 조합형인공습지는 지표흐름형인공습지와 지하흐름형인공습지의 장점을 보완한 것으로 지표흐름습지를 통해 식물체에 의한 영양물질 흡수와 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하여 유기물, T-N, T-P 항목의 제거효율도 높아짐

<표 5.2-5> 조합형인공습지 정화효율

구 분	BOD	T-N	T-P	비 고
조합형인공습지	89%	60%	70%	-

※ 자료 : 농업용수 수질개선사업 설계매뉴얼, 2017, 한국농어촌공사

5.2.3 인공습지 설계인자

- 인공습지의 설계는 기초자료 수집 및 분석, 설계조건의 설정 등의 순서에 따라 이루어지며, 본 절에서는 설계순서에 따라 주요 기본사항을 기술하였음

가. 지형 및 입지특성 조사

(1) 지형여건

- 지형적 특성은 강우시 토사유입, 유달시간 등 강우유출특성에 영향을 미치므로 인공습지 대상지역과 인공습지와 관련되는 소유역을 대상으로 조사함
 - 구역의 크기, 구역의 형상과 형태 등을 조사

(2) 입지특성

- 인공습지는 건설비용이 적게 들고, 유지관리가 용이하고, 홍수 및 갈수기 피해가 적고, 생태계에 미치는 영향이 적은 위치를 선정
 - 처리대상 수원과 가까운 지역
 - 용지매수 비용을 최소화할 수 있는 하천부지, 유휴지, 홍수부지 등 활용
 - 용지매수가 필요한 경우 습지의 형태변경 등을 통해 면적 최소화 방안 강구
 - 자연유하가 가능한 위치를 선정하고 양수가 필요한 경우 전기료 및 펌프관리 등 유지관리비용 최소화 방안 강구
 - 수질정화와 수생식물에 적합한 토양조건을 가지고 있는 지역
 - 갈수기 수량 확보의 어려움이 없고 홍수 피해가 적은 지역
 - 건설 및 사후 유지관리를 위한 장비접근 가능 지역(각종 차량의 접근 가능)
 - 천연기념물 및 멸종위기종이 서식하지 않고 역사적인 유물이 없는 지역
 - 인공습지 운영에 필요한 적정 체류시간을 충족시킬 수 있는 면적과 향후 다목적 이용을 위한 여유 공간을 확보할 수 있는 곳

나. 기상 조사 및 강우량 산정

(1) 기상 조사

- 기상은 수리수문학적 거동과 함께 동식물의 분포와 식물의 발달, 천이 등에 영향을 미칠 뿐만 아니라 도입될 시설물, 이용하는 인간의 행태에도 큰 영향을 미치는 인자임
- 기상조사를 통해 수리·수문분석을 위한 자료와 인공습지 식물선정에 필요한 자료로 활용함

(2) 강수량 산정

- 인공습지 설계유량을 결정하기 위해서는 유역으로부터의 유출량을 계산해야 하며, 강우는 일반적으로 적게는 10mm미만부터 많게는 100mm이상까지 다양하기 때문에 지역의 여건, 경제성 등을 고려해 종합적으로 결정해야 함
- 인공습지 설계시 강수량은 대상지역에 인접하여 위치한 기상관측소를 대상으로 10년 이상의 강우자료를 이용하여 산정하며 장기유출모형을 이용하여 설계유량을 결정하게 됨

다. 설계유량 산정

- 하천이나 유역의 수자원을 보다 합리적으로 이용하고 관리하기 위해서는 시간적, 공간적으로 유출량을 정확히 추정할 수 있어야 하며, 유역의 유입량은 총 강수량 중에서 유역 내에서 차단, 저류되어 증발산 되거나 침투량 등의 손실을 제외한 유출량임. 유역의 유출량 산정은 실측에 의한 자료를 이용하는 것이 이상적이나 농어촌의 소규모 유역은 실측자료가 거의 없고, 개발계획의 한시성으로 분석에 충분한 실측자료를 얻는 것이 곤란함
- 인공습지 설계유량은 인접한 기상관측소의 강수량 30mm 미만 평균유출량을 기준으로 산정하여 결정됨. 다만, 목표하는 수질을 만족하지 못하는 경우에는 수질모델링을 통하여 목표수질이 가능한 유입유량을 산정하여 이를 설계유량으로 결정할 수 있음

라. 체류시간 결정

- 인공습지에서 체류시간은 오염물질이 침전, 분해, 흡착할 수 있는 반응시간의 개념으로 체류시간이 길어질수록 오염물질과 접촉기회가 증가하여 정화효율이 높아지게 됨.
- 그러나 동일한 유입량에 대하여 체류시간이 길어지면 습지의 용적이 증가하여야 하므로 건설비용이 많이 소요되거나 식물 선정에 제한을 받게 됨
- 하천수나 담수호 유입수와 같이 처리해야 할 유량이 많은 경우, 체류시간을 가능한 짧게 설정하여 높은 수리부하율로 운영하는 것이 유리함. 이것은 체류시간을 며칠 이상 늘려 정화효율을 10~30% 증가시키기 보다는 단위면적당 제거되어지는 물질제거량에 초점을 맞추어 오염물질 제거량을 증가시키려는 시도임
- 인공습지에서의 유출수 농도는 더 이상 떨어지지 않는 한계농도를 가지고 있으며, 그 이하로 떨어뜨리기 위해서는 추가적인 후처리시설이 요구되어 보다 많은 비용과 노력이 필요하게 됨

- 체류시간은 저농도 고유량의 하천수 또는 저수지 물을 대상으로 하는 경우에는 24~48시간 정도로 하는 것이 안정적인 정화효과를 기대할 수 있으며, 부지확보의 어려움이 있는 경우에도 최소한 6~12시간 정도의 체류시간을 확보하는 것이 바람직함

마. 계획수심 결정

- 조합형인공습지의 수심은 수질정화효율을 고려하여 얕은습지는 0.4m전후, 개방수역인 깊은연못은 0.6~1.8m 수준이 일반적으로 적용되고 있음
- 동일한 습지 내에서도 다양한 수심을 갖도록 조성하는 것이 유리하며 깊은 연못 수심은 1.2~1.8m정도의 구역으로서 정수식물(emergent plant)은 거의 자라지 않고 침수식물(submergent plant)과 부유식물(floating plant)이 주종을 이루며 습지내 산소 재폭기 구간이 되도록 함
- 얕은습지의 수심은 처리효율, 수생식물의 성장, 용존산소농도 등을 고려할 때 평균 0.3m정도가 유리함

바. 습지규모 산정

- 적정습지 규모를 결정하기 위한 방법에는 RBS에 의한 방법, 수리학적 체류시간에 의한 방법, 유역면적비법, 모델을 이용한 1차반응식에 의한 방법 등이 있으며, 본 지구에서는 비교적 적용성이 높은 수리학적 체류시간을 이용한 방법으로 습지규모를 산정하였음

(1) RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)

- 상류유역에서 발생한 유량(VR)에 대한 습지용량(VB)비에 의해 산출하는 방법이며, 주로 북미 하수처리용 습지 및 강우가 빈번한 지역에 적용되고 있음. 그러나 유출이 불규칙한 하천수를 대상으로 하는 경우는 적용에 제한성이 있음

<표 5.2-6> RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)

구 분	VB/VR(습지용량/발생유량)				비 고
	1	2.5	5	7.5	
BOD, COD	25 ~ 30	35 ~ 40	40 ~ 45	45 ~ 50	-
T-N, T-P	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	-

(2) 수리학적 체류시간에 의한 방법

- 계획유량을 목표시간동안 체류시킬 수 있는 내용적을 확보하는 방법으로 체류시간을 고정하면 면적 및 수위에 제한을 받을 수 있음

$$A_s = (Q \times \text{HRT}/d) / n$$

여기서, A_s : 인공습지의 면적(m)

Q : 유입유량(m^3/hr)

HRT : 체류시간(hr)

d : 인공습지의 수심(m)

n : 시스템의 공극율(공극의 부피/총 부피, 보통 0.75적용)

(3) 유역면적비에 의한 방법

- 습지의 면적을 유역면적의 일정비율로 조성하는 방법으로, 일반적으로 유역면적의 1~3%를 제안하고 있으나 각 유역의 유출특성과 유입수질에 대한 고려가 되어 있지 않음(자료 : 농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리 요령(농림부, 농업기반공사 2004. 12))

사. 수생식물 선정

- 식물종의 선정, 식재, 식생제거 일정의 수립 등은 습지설계의 중요한 과정 중의 하나이며, 식생의 정착은 시간에 따른 자연적인 식생유도, 인공적으로 어린 식물체를 직접 식재하는 방법, 식물의 씨앗 파종과 같은 3가지 방법에 의해 가능함
- 식물종을 선정할 때 우선적으로 과거에 인공습지에서 성공적인 적용이 이루어져 검증되었는지 여부를 확인해야 함
- 또한, 주기적인 식생제거를 통하여 습지 내에 축적된 영양소와 잉여로 존재하는 유기물질을 제거하여 습지의 수명을 연장하기 위한 노력을 해야 함
- 다양한 종류의 식재식물 가운데 대상지의 기후 및 토양조건과 목적에 적합한 식물이 우선적으로 선정되어야 하며, 현장조사 결과 인근지역에 분포하는 토착종을 최대한 반영하여 식재종을 선정함

아. 설계시 고려사항

(1) 운영 개시 시점

- 공사가 완료된 후 빠른 시간 안에 정수식물이나 사면의 식생이 정착되어야 함
- 비점오염 저감시설로서의 습지의 이용은 모든 공사가 완료된 후 현장이 안정 상태에 도달한 후에 이루어져야 함

(2) 다른 저감시설과 연계

- 습지에 의해 처리하고자 하는 강우유출수의 수질에 따라서 전처리가 필요한 경우가 있으며, 이러한 경우 습지는 처리계열 중 최종단계의 시설이 되어야 함

(3) 법적검토

- 지역내에 공사 중 훼손될 가능성이 있는 멸종위협이나 보호종 동·식물이 있는지를 조사해야 함

(4) 안전사고

- 안전사고에 대비하여 인공습지 주위에 안전펜스 설치를 검토할 수 있음

(5) 위생해충 문제

- 인공습지 조성으로 인하여 모기와 같은 위생해충이 발생되기 쉬우므로 모기유충이 성장하지 못하도록 인공습지 내부에 정체수역이 없도록 설계함

5.2.4 인공습지 조성계획

가. 인공습지 계획유량 산정

- 조합형인공습지(지표-지하흐름형)는 1개를 설치하고 저수지 남측, 북측의 저수지내 성토와 외부 농경지 절토를 통하여 조성하며, 인공습지의 효율을 안정적으로 유지하고, 호 유입수의 오염부하량 삭감을 위해 침강지 및 호 내부로부터 연중 일정한 유량을 양수하여 공급하는 것으로 계획하였음
- 계획유량은 호소수질모형을 활용한 시행착오법(trial&error method)을 통해 목표수질을 만족할 수 있는 취수량으로 1호 인공습지 18,747m³/d를 침강지에서 양수하여 공급하도록 계획하였으며, 안정적인 유량 공급을 위해 호내에서 비상 취수할 수 있도록 계획하였음

<표 5.2-7> 1호 인공습지 계획유량

구 분	공급유량	비 고
1호 인공습지	18,747 m ³ /d	1호 침강지 내부 양수 비상시 호내 양수

나. 인공습지 규모

- 유량조절조, 배출연못 및 관리도로를 제외한 순수 습지는 얇은 습지 3개소, 깊은 연못 2개소, 지하흐름습지 1개소로 구성하여 14,051 m³로 계획하였고, 내용적상으로는 9,741 m³로서 침강지에서 양수하는 18,747 m³/d가 습지에서 평균적으로 약 12시간 체류하도록 계획하였음
- 습지1을 조성하기 위한 절·성토 계획을 <표 5.2-9>과 같이 산정하였으며, 습지의 절토량이 부족하여 부지 내 유용 이외에 인근 침강지에서 발생하는 79,160 m³의 준설계획을 유용하여 성토하는 것으로 계획하였음

<표 5.2-8> 1호 인공습지 조성계획

구 분	규 모	계획면적(m ²)	계획수심(m)	내용적(m ³)	
습지1	얇은습지	3개소	8,313	0.4	3,216
	깊은연못	2개소	4,574	1.5	6,025
	지하흐름습지	1개소	1,164	1.0	500
	소 계	-	14,051	-	9,741
	침사지	1개소	1,319	2.0	2,100
	배출연못	1개소	772	2.0	1,272
	관리도로 및 기타	-	13,798	-	
	소 계	-	15,889	-	3,372
합 계	-	29,940	-	13,113	

<표 5.2-9> 1호 인공습지 절·성토계획

구 분	계획면적(m ²)	바닥면적(m ²)	지반고(EL.m)	평균계획고(EL.m)	절토량(m ³)	성토량(m ³)	순성토(m ³)
침사지	1,319	780	1.10	1.64		586	
얇은습지1	2,853	2,663	1.10	3.14		5,581	
깊은연못1	2,268	1,720	1.10	1.94		1,656	
얇은습지2	2,921	2,737	0.65	2.94		6,520	
깊은연못2	2,306	1,740	0.65	1.74		2,095	
얇은습지3	2,539	2,365	0.65	2.74		5,047	
지하흐름	1,164	835	0.65	2.04		1,730	
배출연못	772	499	0.65	0.94		292	
구조물공					1,900	2,196	
관리도로	13,798			토적표 참조		21,521	
계	29,940	-	-	-	1,900	47,224	45,325



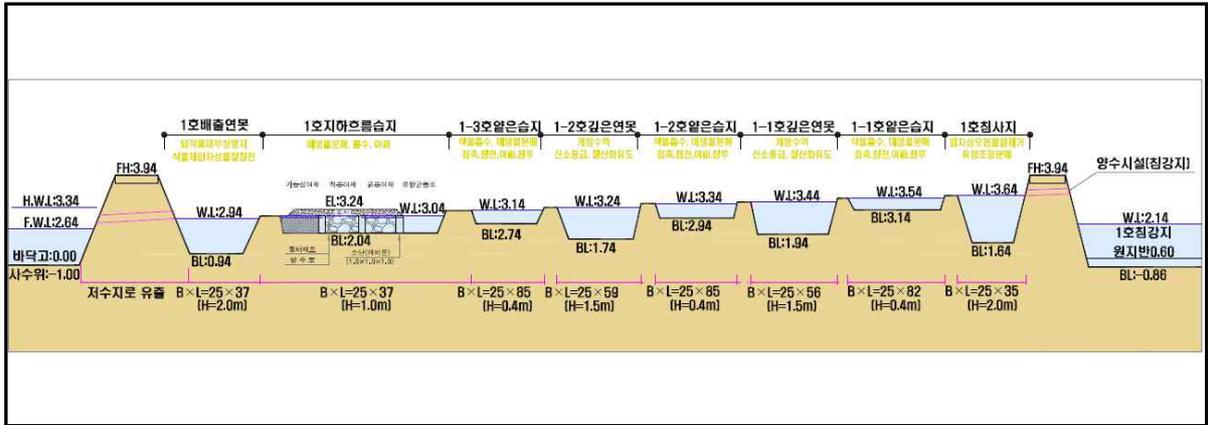
(그림 5.2-4) 1호 인공습지 계획평면도

(2) 인공습지 수리계통

- 1호 인공습지의 경우 1호 침강지 말단부에 양수시설을 설치하여 침강지 내의 물을 침사지(WL.3.64m, BL.1.64m)로 유입시키고 인공습지 내에서 수두차에 의하여 자연 유하 되도록 계획하였으며, 최종 배출연못(WL.2.94m, BL.0.94m)에서 배출구를 통하여 저수지 내(만수위 EL.3.34m)로 방류되도록 계획함
- 조합형인공습지는 침강지→침사지→얕은 습지→깊은 연못→얕은 습지→깊은 연못→얕은 습지→지하흐름조로 유하하며 지하흐름조 여재에 의한 수류지체현상 방지를 위해 여재의 선택 및 배치시 공극율을 30%이상 유지하는 것으로 계획함
- 또한 지하흐름조의 폐색우려 및 유지관리를 고려하여 수평식흐름으로 계획하였으며, 굵은 여재→작은 여재→기능성여재를 순서대로 배열하고 투수계수를 고려하여 기능성 여재구간은 상향식 흐름으로 계획하였음
- 지하흐름조의 상태점검을 위한 일정간격으로 점검맨홀과 여재 막힘에 따른 역류에 대비해 전 단계인 깊은 연못에 비상수로를 계획하였음
- 지하흐름조에는 개비온 격벽을 조성하여 수체흐름에 방해를 주지 않으면서 여재 교환시 폐색된 부분만 선택적으로 교체할 수 있도록 계획하였음



(그림 5.2-5) 1호 인공습지 상세도



(그림 5.2-6) 1호 인공습지 수리계통도

<표 5.2-10> 기능성여재 예시

구분	다공성세라믹 (다공질 여과재)	바이오스톤 (다공질 여과재)	수처리용 여과재	황토 여과재
형상				
여재 재질	다공성소결체 : 유기물+황토	다공질 담채(바이오스톤) 여과재 : 규사와 제올라이트 합성	수처리용 여과재 : 바텀애쉬(화력발전 소)+황토	황토 다공성 여과재 : 황토(주재료)+톱밥
유지 관리	여재의 폐색시 여재 세척(20년에 1회)	여재의 폐색시 여재 세척(10년에 1회)	여재의 폐색시 여재 세척(10년에 1회)	여재의 폐색시 여재 세척(10년에 1회)
처리 효율	<ul style="list-style-type: none"> ▪BOD : 83~90% ▪T-N : 50~71% ▪T-P : 75~98% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪BOD : 66.67% ▪T-N : 50% ▪T-P : 60% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪BOD : 80~90% ▪T-N : 50~60% ▪T-P : 40~50% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪BOD : 72.5% ▪T-N : 63.5% ▪T-P : 62.5%

라. 수생식물 선정 및 식재계획

- 인공습지에 식재한 식물종 선택은 목표수질, 평균/최저/최고수심, 기후, 유지관리 조건 등과 같은 변수가 고려되어야 하며, 식물 선택에 고려할 사항은 다음과 같음
 - 습지조성 예정지 주변에 서식하는 종 선택(자생식물)
 - 습지의 형태, 운영 방법에 따라 식물 선택
 - 오염물질의 흡수 및 제거기능이 높은 식물 선택
 - 수질이 나쁜 곳에서 잘 자라는 식물 선택
 - 다년생 식물 및 성장이 빠른 식물 선택
 - 자연경관이 우수한 식물 선택
 - 생물서식처로 활용도가 높은 식물 선택
 - 공급, 유지·관리가 용이한 식물 선택
- 식물 초기식재밀도는 식물 피도와 식재비용에 크게 영향을 주고, 식재 간격이 넓으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 많이 걸리고 원하지 않은 식물이 이입되고 설계된 방향으로 식생 형성이 어려울 수 있음. 반면에 식재 간격이 좁으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 짧게 소요되지만 경제성의 문제가 있음
- 인공습지 식물 중 경관적 가치가 높은 정수식물은 수생곤충의 서식처를 제공하는 등 생태계 유지에 중요한 역할을 하며 중왕저수지로 유입되는 오염물질에 대하여 수질정화능력이 우수한 종으로 꽃창포, 창포, 물억새 등을 선정하여 식재하는 것으로 계획함
- 특히 대상지 주변에서 잘 적응하여 자라고 있는 지역 자생종인 갈대와 물억새는 수질정화기능을 발휘할 수 있도록 습지부 대부분에 식재하도록 계획하였으며, 주차장 및 관리도로 주변부에는 경관 향상을 위하여 꽃창포 등의 식재를 계획함

갈대	물억새	창포	꽃창포
			
과 : 벼과 특징 : 습지, 연못, 물가에 자생하고 뿌리에 미생물군에 의해 오염물질 흡수 및 흡착	과 : 벼과 특징 : 환경적응 능력이 높아 번식능력이 높고 수질정화 능력이 큼	과 : 천남성과 특징 : 수위변동에 강하며, 오염도가 높은 수질에 적응력이 뛰어나	과 : 붓꽃과 특징 : 뿌리가 강건하여 연못 주변의 척박하고 경사진 토양 보호용으로 식재

(그림 5.2-7) 식재식물 예시

- 인공습지 조성 초기에 식재식물의 성장이 미진한 이유는 너무 어린 포트묘의 사용으로 식물체의 일부만이 수면위에 분포하여 적절한 광합성 및 호흡활동을 하지 못하였기 때문임. 따라서 식물 성장 및 착근에 유리하도록 수심의 깊이(0.05~0.1m)를 조절하여 4분얼의 성장묘를 사용할 계획임(포트식 식재)
- 지하흐름습지에는 식물의 원활한 활착을 위하여 식생완성형매트를 30%적용하였음

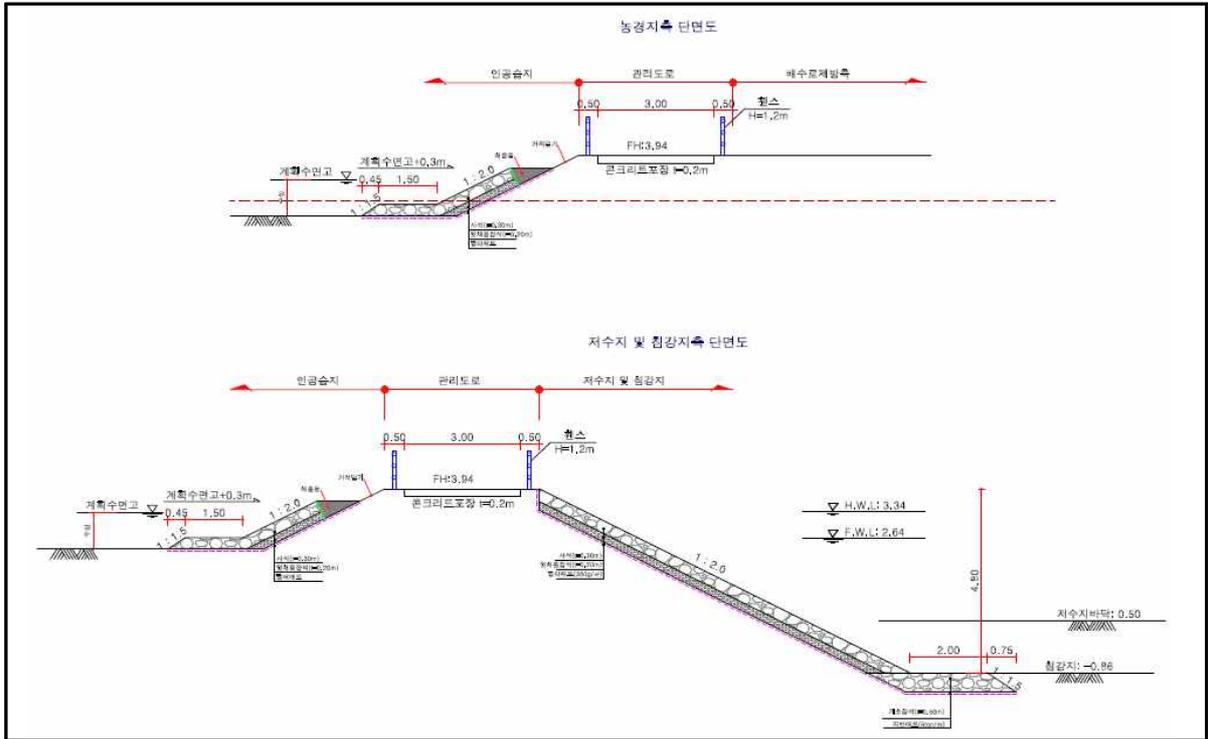
<표 5.2-11> 인공습지의 식물에 따른 오염물질별 정화효율 비교 [단위 : %]

구 분	BOD	COD	SS	Chl-a	T-N	T-P
미나리	28.4	7.3	66.5	51.1	36.4	30.1
줄	31.4	5.4	64.9	6.7	35.6	27.9
창 포	29.9	7.7	62.9	58.3	36.2	36.1
갈 대	39.9	5.5	60.6	62.1	36.1	28.0
평 균	32.2	7.3	63.9	46.7	36.0	30.3

※ 자료 : 배요섭 외, '농업용수 수질개선 실용화연구(최종)', 2006, 한국농어촌공사 농어촌연구원, p37

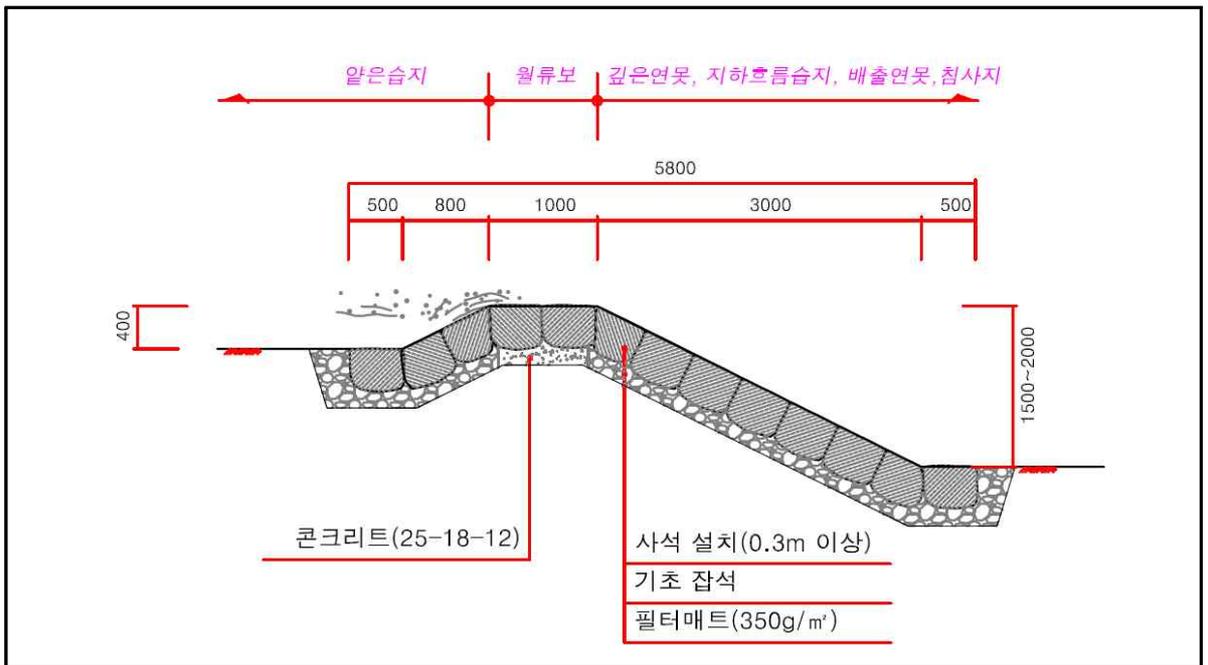
마. 사면보호공 계획

- 습지사면은 수위변동과 침식작용의 방지를 위해 인공구조물을 지양하고, 친환경적인 소재로 보호공을 계획함
- 친환경적으로 조성된 수변은 야생생물의 서식처를 제공하고 초본식물의 활착공간이 되며 보호공의 형식을 다음과 같은 유형 중 각 구간별로 적당한 타입을 선택하여 조성함
- 특히 최근에는 사면부에 식재가 가능한 식생공간부와 유용미생물(EM) 배양액을 사용하여 자연친화적 효과, 내구성 및 수질정화 성능을 겸비한 호안용 블록이 상용화되어 있으므로 이를 활용할 수 있음
- 조합형습지의 침강지측 관리도로 사면은 사석으로 피복하여 수위 변동에 안정적으로 계획하였음
- 관리도로는 습지의 유지관리시 주행안정성 및 포장의 지속적인 유지를 위하여 콘크리트 포장으로 계획하였으며, 유량조절조 및 깊은연못에는 안전을 위한 휀스를 계획하였음
- 이러한 기본계획의 내용은 세부설계시 사면안정 등에 대하여 현장여건을 반영하여 변경할 수 있음



(그림 5.2-8) 관리도로 표준단면도

- 깊은연못 및 얇은습지의 수체 흐름을 제어하는 월류보는 콘크리트블록과 사석을 이용하여 설치규모를 최소화 하였으며, 월류보 상단에 징검다리를 설치하여 유지관리 시 관리자의 이동이 가능하도록 하였음



(그림 5.2-9) 월류보 상세도

바. 부대시설 계획

- 일상적인 모니터링 및 오염물질의 유입 부하량 및 삭감 부하량의 산출이나 설계요소의 검토, 습지 물수지 분석은 물론 인공습지 운영현황 분석을 위해 유량측정 시설을 설치하며, 유량측정은 가급적 자동화하고, 실시간 전송이 가능한 최신 기술을 적용함
- 유량측정시설은 하천수 및 저수지 호내와 침강지 물 취입후 습지유입구 및 최종 유출구에 설치하며, 양수취입방식을 적용할 경우 취입관로에 만관계 유량계를 설치하거나 인입수로에 파살플룸을 설치하고 유출부에는 파살플룸, 삼각 또는 사각웨어 설치
- 양수취입방식을 적용할 경우 자동수위계를 설치하여 인공습지 운영수위에 따라 유입량을 조절할 수 있도록 함

사. 인공습지 조성 시 유의 사항

- 인공습지는 수생식물의 흡수, 토양미생물에 의한 분해, 줄기 또는 뿌리에 형성된 미생물막에 의한 흡착·분해에 의해서 수질정화능력을 발휘함. 따라서 우리나라와 같은 온대권에서 기온이 떨어지는 동계에는 미생물의 활동이 줄어 질소, 인, BOD 제거율이 감소하고, 습지식물의 잎이나 줄기가 말라죽은 잔재물이 습지바닥에 유기쇄설물(Detritus)의 형태로 쌓여 최종 처리수와 함께 배출될 우려가 있음
- 이에 고사한 식물사체에 의한 오염물질 재용출을 방지하기 위해서 유역 외로 제거하는 것이 효과적이며 이에 따른 유지관리비가 소요됨
- 유입수 중에 포함된 부유물은 유입구 부분에 많이 쌓여 슬러지층이 형성될 우려가 있으므로 유입수가 특정 지점으로 집중되는 점유입(Point Inflow)보다는 유입수가 넓게 퍼지도록 하는 확산유입(Disperse Inflow)시설이 필요함
- 그 밖의 유의점으로는
 - 인공습지의 취수시설로 펌프를 설치 시 홍수 때 침수되지 않도록 배치하여야 함
 - 지반의 형태에 따라 조성공법에 큰 영향을 미치므로 사전에 충분한 지반조사를 실시하여야 하며 구조물은 태풍이나 호우 등에 의한 파손에 견딜 수 있는 구조로 함
 - 지역여건에 맞고 겨울철에도 수질개선효과가 뛰어난 수생식물을 검토하여 선정함
 - 갈대의 경우 갈대본체의 제거로 회귀용출을 방지하여 처리효율을 증진시키는 방안으로 1년에 1회 이상 고사체 수거 및 제거가 필요함

5.3 침강지 조성계획

5.3.1 침강지 개요

가. 침강지의 정의

- 침강지(sedimentation basin)는 유입수를 일정한 체류시간 만큼 저장시켜 오염물질을 가라앉히는 일종의 저류지로서 저류지 유입부 바닥을 깊게 준설하거나 혹은 부땀을 쌓아 강우시 유입토사의 침강을 촉진하는 시스템을 의미함
- 강우기간 중에는 유역에 퇴적되어 있던 많은 양의 비점오염물질이 저수지로 씻겨 들어오게 되며, 이들은 저수지의 부영양화 문제, 물고기의 폐사 등의 문제를 유발하기 때문에 강우시 오염부하량을 줄이는 효과적인 방법으로 침강지가 많이 이용되며, 이는 물리적, 화학적, 생물학적인 과정에 의해 강우유출에 포함된 오염물질의 상당량을 제거하는 기능을 함
- 침강지는 설치 위치에 따라 호수의 유입부 바닥을 깊게 준설하는 on-line 방식과 호수 유입부 바깥에 부지를 확보하여 설치하는 off-line 방식으로 구분할 수 있음

나. 침강지의 조성 목적

- 호 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도함으로써 저수지의 내용적 감소를 줄일 수 있으며, 강우시 유입되는 토사와 이에 흡착된 인 등의 침강을 유입부에 집중시켜 저수지의 수질을 보호함

다. 수질개선 효과

- 유입하천의 유속을 저감시켜 입자성 오염물질을 침강시키는 1차적인 물리적 처리와 침강지내의 수생식물, 조류 등에 의한 생물·화학적 작용으로 2차적인 수처리 효과가 있음
- 강우시 오염물질이 다량 포함된 유출수를 저류하여 자연적인 침전을 촉진시켜 오염물질을 침강, 퇴적시키므로 정기적으로 준설하여 제거하여야 개선효과가 지속될 수 있음
- 침강지의 수질개선 효과는 유입수 중의 입자성 물질 함유량, 지내 체류시간, 침전물 제거빈도 등에 의존함
- 침강지에서 수처리 효율은 평균적으로 SS 15~55%, COD 5~50%, T-N 13~44%, T-P 20~43%로 보고되고 있으며, 국내에 소개된 침강지의 유형별 수처리 효율은 다음 표와 같음

<표 5.3-1> 침강지 구성에 따른 장·단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> · 시공비 측면에서 유출수의 수량과 수질을 모두 제어하는 가장 경제적인 방법 · 사수역(dead storage)을 포함할 경우 퇴적물과 흡착된 오염물질을 상당한 수준으로 제거가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 상대적으로 넓은 부지가 필요 · 용해성 오염물질의 제거효율이 낮음 · 큰 강우 후에 퇴적물 재부상 가능 · 유지관리가 부실할 경우 냄새와 쓰레기 등으로 지역주민에게 비호감이 될 수 있음

<표 5.3-2> 침강지 유형별 수처리 효율

구 분	COD(%)		T-N(%)		T-P(%)		SS(%)		비고
	강우시	평시	강우시	평시	강우시	평시	강우시	평시	
준설형	11	5	17	13	23	20	19	15	-
차수막형	14	5	31	25	25	20	44	30	-
보조댐형	50	5	44	32	43	23	55	47	○

※ 자료 : 농업용저수지 수질개선 조사·설계편람, 2009, 한국농어촌공사

5.3.2 침강지 설계인자

가. 침강지 규모 산정

(1) 유역면적비 규모 산정

- 침강지의 규모는 얻고자 하는 유사 포착효율로부터 침강지의 용량을 결정할 수도 있고, 혹은 지형적으로 확보된 침강지 용량으로부터 유사의 포착효율을 추정할 수도 있음. 침강지의 이상적인 구조와 규모를 「농업용수 수질개선사업 설계매뉴얼(한국농어촌공사, 2017.12)」에서는 저수지 만수위 수면적의 5~10% 범위로 제시하고 있음
- 유역면적비(SAR)만을 고려하여 산정할 경우, 유역의 형상에 따라 침강지의 규모가 과다 또는 과소하게 결정될 수 있으며, 유역내 유출수가 침강지내에서 체류시간이 길어져 부영양화 등 수질오염의 원인으로 작용하게 될 우려가 있음

(2) 유출량에 따른 규모 산정

- 강우시 유출되는 오염물질의 대부분은 초기 강우시 유출하게 되며, 유출된 오염물질이 호내로 유입되지 않도록 침강에 필요한 시간 이상으로 내용적을 확보하도록 계획함. 침강효율은 체류시간이 최소 6시간 이상만 되어도 높은 효율을 얻을 수 있으며 처리대상 유출량은 일강우량 30mm 초과 유출량을 기준으로 하되, 홍수 시에도 어느 정도의 침강시간을 확보할 수 있는 규모로 계획함

나. 부댐의 규모 및 형식

- 부댐의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 0.5~1.0m정도 낮게 계획하도록 하며 본 저수지와 분리되는 구조로 함
- 부댐의 재질은 블록형 혹은 사석형으로 시공성, 자재수급용이성 등 지구여건을 고려하여 결정함
- 부댐 설치 위치의 수심이 낮을 경우에는 별도의 부댐을 설치하지 않고 바닥을 굴착하여 침강지를 조성할 수 있음

다. 수심 및 체류시간

- 수심은 성층화현상을 방지하기 위해 6m 이하가 적정(3~5m수준에서 결정)
- 체류시간은 6시간 정도만 되어도 높은 수질정화효과를 기대할 수 있으나 12시간 정도로 증가시키는 것이 수질정화 및 홍수조절에 유리함

5.3.3 침강지 조성계획

- 침강지 위치는 저수지 북동측 금천교가 위치한 주 유입하천과 저수지가 만나는 지점에 침강지를 조성하는 것으로 계획하였으며, 침강지의 형식은 저수지내에 부댐을 설치하는 on-line 방식으로 계획하여 저수지 외부의 별도 부지 확보는 필요하지 않음

가. 설계유량 산정

- 계획유량은 호소수질모형을 활용한 시행착오법(trial&error method)을 통해 목표수질을 만족할 수 있는 취수량으로 1호 침강지 126,297m³/d를 침강지에서 양수하여 공급하도록 계획하였으며, 안정적인 유량 공급을 위해 호내에서 비상 취수할 수 있도록 계획하였음

<표 5.3-3> 1호 침강지 계획유량

구 분	공급유량	비 고
1호 침강지	126,297m ³ /d	

나. 침강지 규모 산정

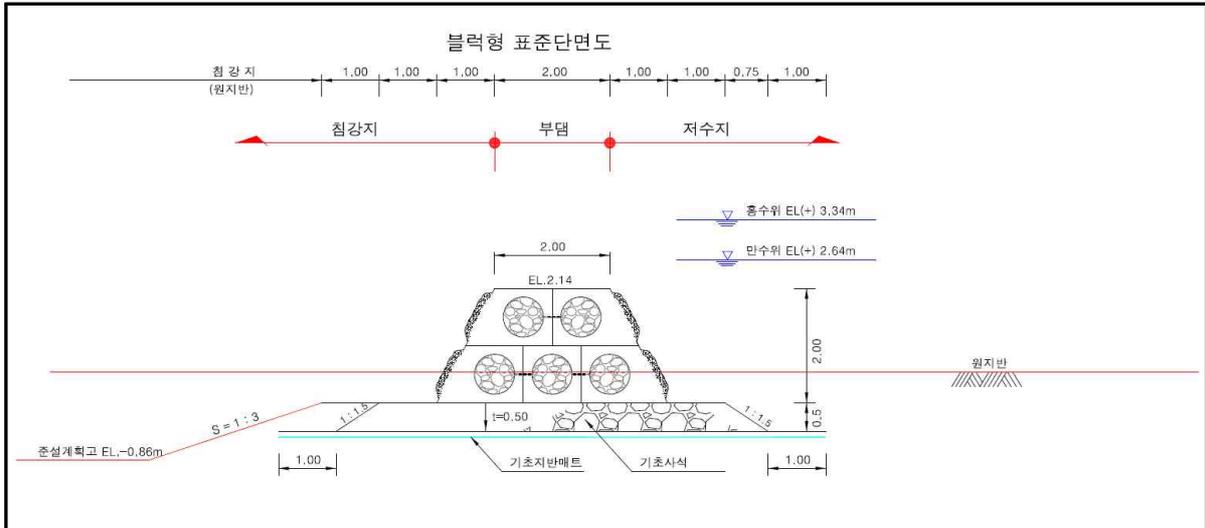
- 본 기본조사에서 침강지 규모는 수질개선효율, 유지관리, 지형적 특성 등을 고려하여 일강우 30mm 초과 평균유출량을 8시간 체류시킬 수 있는 수준으로 계획하였음
- 또한 부담에는 조작가능한 배수문 및 흡관을 설치하여 침강지 운영시 유지관리 및 어류 이동통로 등으로 활용될 수 있도록 계획함

<표 5.3-4> 침강지 계획

구 분	소유역		계획유량 (m^3 /일)	계획 수심 (m)	계획 면적 (m^2)	계획 내용적 (m^3)	체류 시간 (hr)	비고
	구분	면적(ha)						
1호 침강지	1,2,3	907	126,297	3.0	15,845	42,083	8	보조댐



(그림 5.3-1) 1호 침강지 계획평면도



(그림 5.3-2) 부댐 표준단면도

<표 5.3-5> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토

구분	블럭형	사석형
설치 전경		
특징	·다공성 재료(구조물)를 이용한 부유물질 제거	·사석 및 점토질의 차수벽으로 부유물질 침전
장점	·블럭형식의 제품이라 파손위험이 낮고 품질관리가 용이함 ·블럭형태로 시공하므로 공기가 비교적 짧음 ·향후 유지관리가 편리하고 보수보강이 편리함	·곡선부 설치가 자유로움 ·기초지반에 대한 제약이 적음 ·공사비가 상대적으로 저렴 ·시공실적이 다양함
단점	·사석댐에 비해 다소 공사비가 높음 ·기초지반에 대한 침하검토가 필요함	·토질재료로 시공되어 충분한 유지관리가 필요 ·누수 및 파손시 유지보수가 어려움

<표 5.3-6> 침강지 시행 전·후 내용적 검토

시행 전 내용적(m³)	시행 후 내용적(m³)	시행 후 내용적 증감(m³)	비고
1,138,076	1,183,262	45,186	만수위 EL.2,64m

<표 5.3-7> 침강지 시행 전·후 내용적 검토

수위 (EL.m)	시 행 전 (A)			시 행 후 (B)			내용적증감 (B-A)
	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎡)	누가내용적 (㎡, A)	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎡)	누가내용적 (㎡, B)	
-1.00	46,527	0	18,087	59,183	0	18087	0
-0.50	93,822	30,044	48,131	106,807	34,659	52,746	4,615
0.00	14,117	70,218	118,349	85,559	76,825	129,571	11,222
0.50	278,055	116,038	234,387	325,617	152,873	282,445	48,058
1.00	414,993	157,717	392,104	463,613	181,763	464,207	72,103
1.50	445,074	195,255	587,359	432,751	188,829	653,037	65,678
2.00	475,154	228,651	816,010	463,885	222,753	875,790	59,780
2.50	504,613	257,906	1,073,916	494,068	246,932	1,122,722	48,806
2.64	510,505	64,160	1,138,076	484,730	60,540	1,183,262	45,186

※ 시행 후 내용적은 부딪 및 인공습지 설치 용적과 침강지 준설 및 마름제거를 반영한 결과임

다. 침강지 내 준설계획

- 침강지에서 수심 및 내용적 확보, 침강지 계획부지의 퇴적토 제거 등을 목적으로 침강지 내를 평균 바닥표고 EL-0.86m까지 준설하는 것으로 계획하였으며, 금회 계획에서는 유용가능한 절토량이 많으므로 준설토는 토싸이클을 활용하여 사토하는 것으로 계획하였음. 시설공사시 준설토에 대한 토질조사를 수행하여 성토재로 적합한지 검토 후 토싸이클을 활용한 유용계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

<표 5.3-8> 침강지1 토공계획

구 분	준설면적 (㎡)	평균바닥고(EL.m)		준설량 (㎡)	비고
		지반고	계획고		
바닥준설	12,656.0	0.60	-0.86	4,556	
	12,985.2	0.60	-0.50	6,493	
	13,442.3	0.60	0.00	6,721	
	13,899.5	0.60	0.50	1,390	
마름제거	58,000	0.50	0.00	29,000	
	62,000	1.00	0.50	31,000	
계		-	-	79,160	

라. 식생제거 방안

(1) 식생제거의 필요성

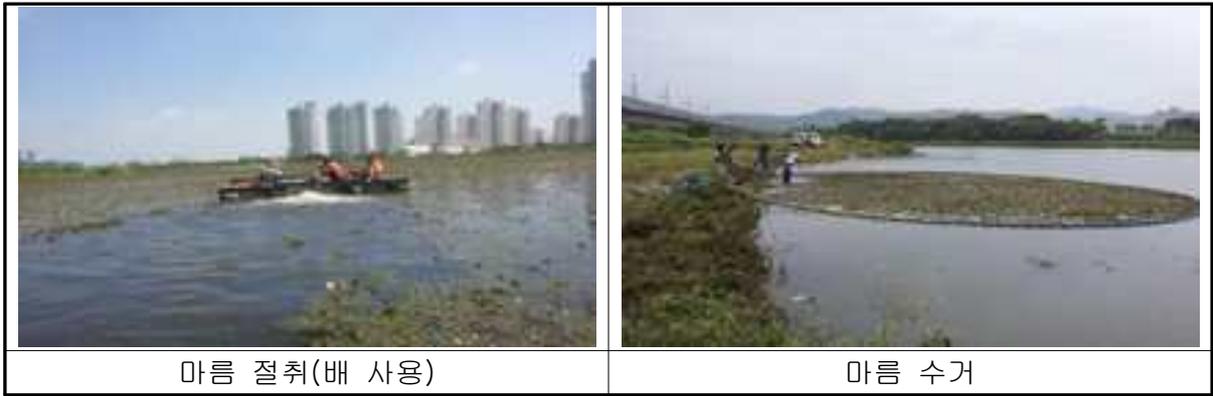
- 중왕저수지의 유입부에 마름 번성이 심각한 실정으로 유입하천 인근 및 저수지 일부를 덮고 있음. 따라서 마름 사멸시 부패로 인한 저수지 수질오염이 가중되고 있는 실정이며, 마름 분해시 갈색의 수색변화 등으로 민원발생 소지가 매우 높아 식생제거를 위한 계획이 필요함



(그림 5.3-3) 중왕저수지 마름 전경

(2) 식생제거 방법

- 식생제거시 가급적 관개기를 제외한 시기에 실시하도록 하며, 마름의 씨앗까지 완전히 제거하기 위해서는 표토제거(0.3~0.5m정도)가 필요함
- 마름제거시 표토를 제거하기 위해서는 저수지 바닥을 건조 후 육상 작업을 수행하는 것이 바람직하며 경우에 따라 습지도저 등을 이용해 수중 절취를 수행함
- 마름제거 시기는 마름의 개화기가 7월~9월로 개화 전에 마름을 절취하고 수거하여 육상에서 말린 후 폐기물처리 할 계획임
- 저수지 내 마름제거 면적은 12.0ha로 계획함



(그림 5.3-4) 마름제거 사례

5.4 양수시설 조성계획

5.4.1 양수시설 도입 개요

- 수질개선시설 유입수의 취수는 가급적 동력을 사용하지 않고 자연유하로 취수토록 계획하는 것이 유지관리 및 경제적 측면에서 볼 때 유리하나 자연유하를 위해 보를 설치할 경우 퇴적토의 발생, 홍수시 하천범람 생태단절 및 하류 건천화, 주변 농경지 침수 및 배수불량 등의 문제점이 수반됨
- 양수시설을 설치할 경우 동력비가 수반되는 단점이 있으나, 상기 언급된 문제점이 해소될 뿐만 아니라 정화시설에 연중 정량 취입이 가능하여 시설운영이 용이하고 처리효율 향상도 기대할 수 있음
- 따라서, 취입보를 설치하지 않고 양수시설을 설치하여 침강지 및 저수지 중심부로부터 정량취수하여 정화 후 호내로 재방류하여 수질정화와 더불어 호소의 물순환을 유도할 수 있도록 계획함

5.4.2 양수시설 설계

가. 양수시설 위치 선정

- 건기 침강지 내 적은 유입량으로 발생하는 수질 악화 방지를 위해서는 침강지 내에 위치한 물을 양수할 수 있는 시설이 요구됨
- 부유식 혹은 수중식 양수시설은 심층부 양수에 유리하나 대용량의 경우 도입사례가 거의 없으며, 이는 설치 시 시공의 어려움과 운영 시 유지관리의 어려움에 기인함
- 육상설치식은 일반적인 설치방식이나 통상 양수시설 직하부에서 취입하므로 저수지 물순환을 유도하기에는 한계가 있으며 저수율 하락 시 취수가 불가능할 우려가 있음
- 따라서 본 지구에서는 육상부에 양수시설을 설치하되 취수관(유도수로)을 별도로 설치하여 침강지 내부에서 취수하여 육상설치식의 단점을 보완토록 계획함
- 양수시설은 침강지 내부의 물을 취수할 수 있도록 설치하여 침강지내 장기 정체로 인한 오염도 상승을 최대한 억제할 수 있도록 계획함
- 또한, 밸브실 바닥고는 만수위 보다 높게 계획하여 만수 시에도 침수되지 않도록 계획하였음



(그림 5.4-1) 고정식 양수시설



(그림 5.4-2) 이동식 양수시설

<표 5.4-1> 양수시설 설치 위치 검토

구 분	①안(육상부)	②안(수면 혹은 수중부)
부지선정	• 지상 및 지중 모두 고려 가능	• 별도의 기반 구조물 또는 부상 시설 필요
시공성	• 전기시설 설치 시 배전 등이 용이	• 전기시설 및 배관 설치시 감전, 누전 방지 등의 안전시공이 필요, 배전 어려움
경제성	• 수상부에 비해 상대적으로 저렴	• 저수지의 배수 또는 선박 이용으로 상대적으로 고비용
유지관리	• 접근 및 유지관리가 용이하고, 경제적	• 선박이용, 안전사고 위험 등으로 유지관리 불리, 고비용
효율성	• 저수지 심층부 흡입 불리	• 부유 혹은 침수식으로 심층부 흡입 유리

나. 양수용량 및 형식 설정

- 양수용량은 목표수질을 만족하기 위해 인공습지에서 처리해야 할 양으로 유출모형에서 산정된 30mm미만에 해당하는 강우량으로 산정하여 습지1은 18,747m³/일로 설정함
- 양수시설은 습지에 2조, 2대의 수중펌프를 배치하여 1일 24시간 가동(12시간씩 교번 가동)하도록 계획하였음
- 취수위치는 침강지로 유입스크린을 설치하고 양수장 유입수조 바닥표고는 침강지 바닥표고보다 20cm 낮은 -1.06m로 계획하였음
- 양수장 유입수조 유입부에 문비를 설치하여 유지관리시 유입수를 차단할 수 있도록 하였고, 유입부에는 스크린을 설치하여 쓰레기나 이물질이 유입수조로 유입되지 않도록 계획함

- 부대시설로 펌프 운영 및 유지관리시 필요한 판넬과 호이스트를 설치하도록 반영

<표 5.4-2> 중왕저수지 연도별 최저 저수율 및 수면고

년도	최저 저수율(%)	수면고(m)
2016년	48.4	1.43
2017년	5.3	-0.20
2018년	35.4	1.00
2019년	25.0	0.67
2020년	81.2	0.31

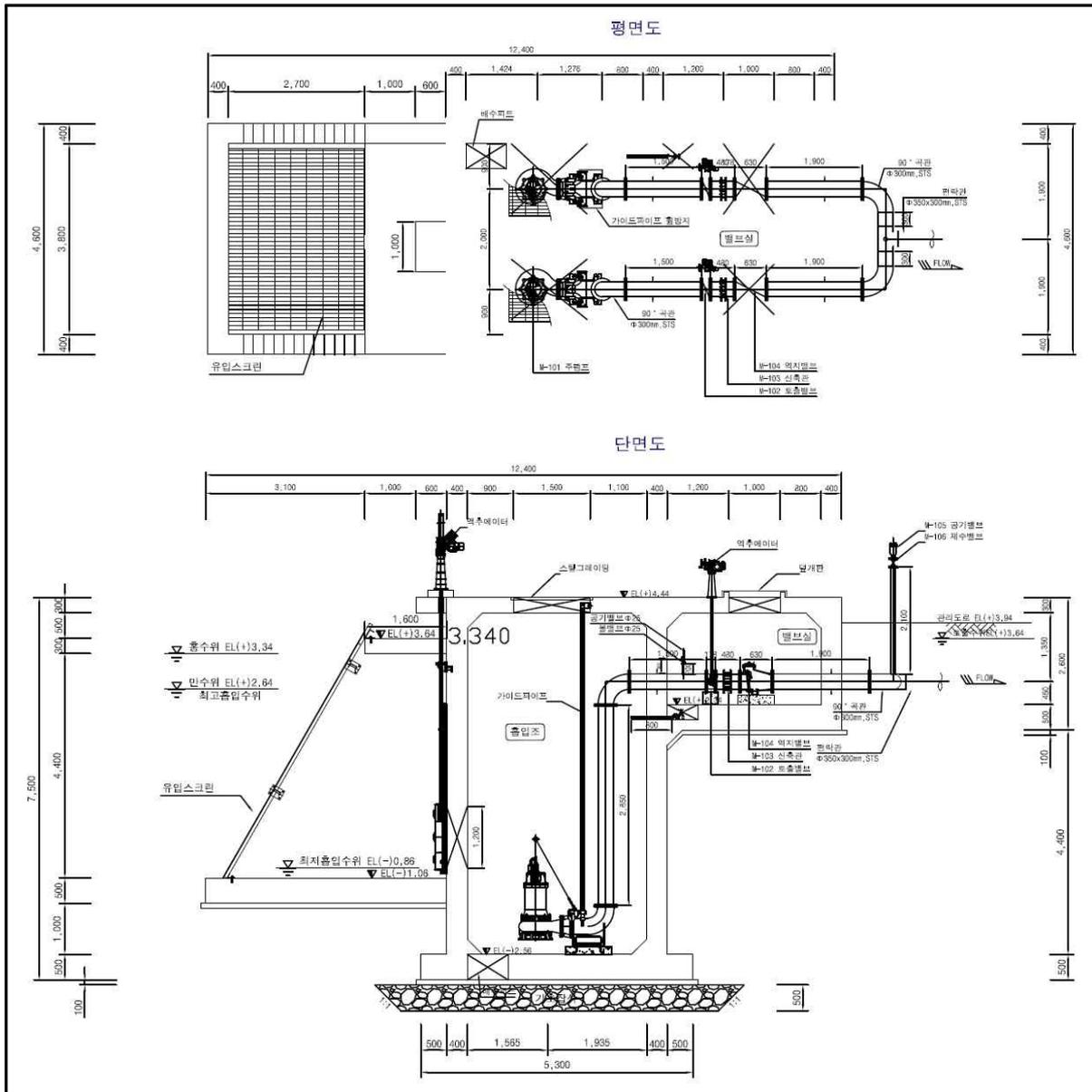
<표 5.4-3> 양수시설 제원

구 분	양수장 바닥고 (EL.m)	최저 흡입수위 (EL.m)	밸브실 바닥고 (EL.m)	유량 (m ³ /min)	펌프형식	전기동력 (kW)	구경(mm)	대수	운영시간 (hr)
양수장1 (침강지)	4.44	(-)0.86	2.34	7.69	수중펌프	15	300	2	24 (12시간교번 운전)
양수장2 (호내)	4.44	0.60	2.34	7.69	수중펌프	30	300	2	24 (12시간교번 운전)

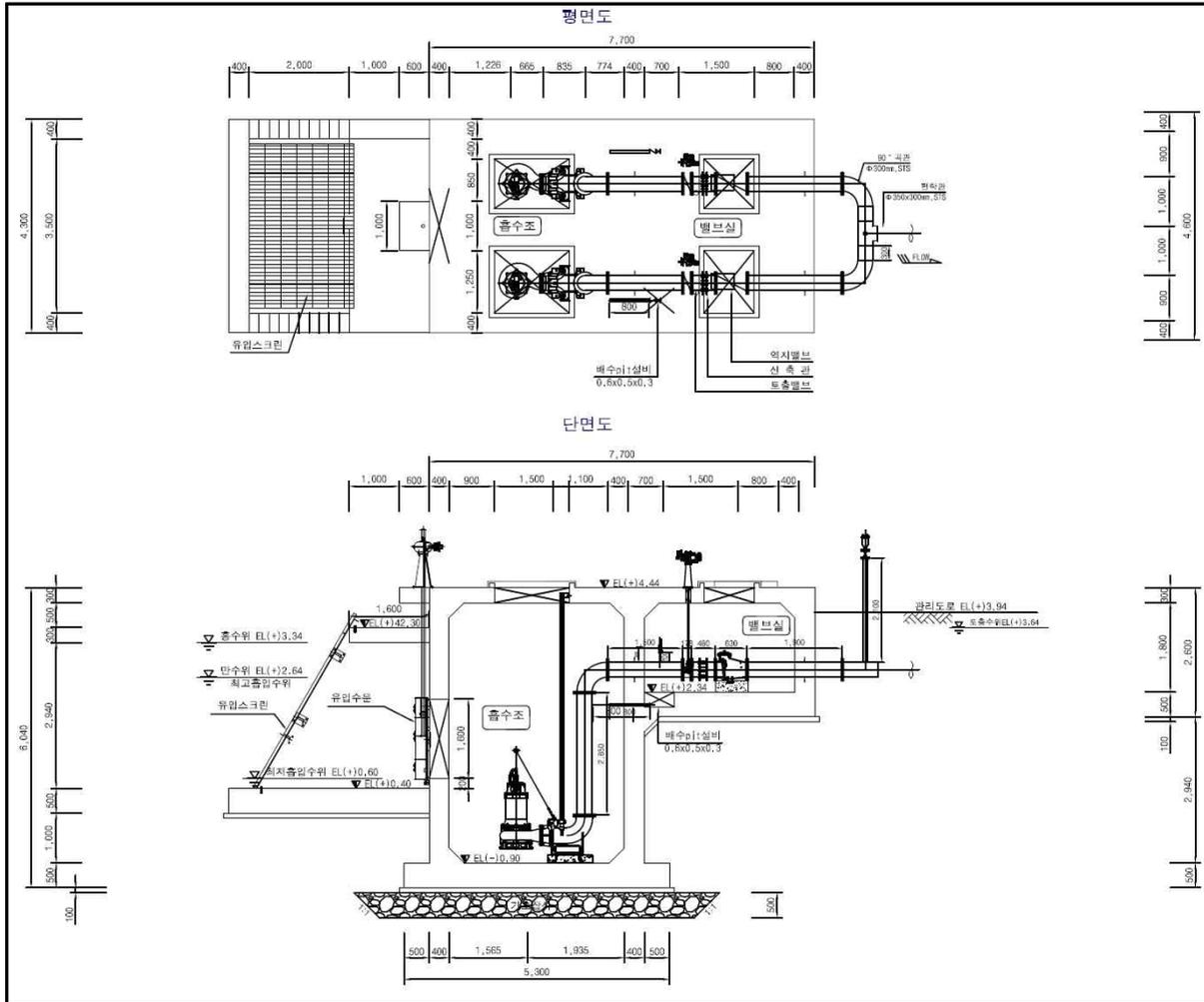
※ 양수시설은 유역유입수가 충분한 시기에는 침강지에 설치된 양수시설을 이용하여 유입수를 처리하며 유입수가 적어 침강지에 충분한 여유수량이 없는 경우 호내에 설치된 2양수장을 가동하는 조건으로 계획함.

1양수장 최저흡입수위는 침강지에 양수시설을 설치하는 여건을 감안하여 침강지 바닥고로 결정함.

2양수장 최저흡입수위는 5개년 평균 최저저수위 EL.0.64m를 감안하여 EL.0.60m로 결정함



(그림 5.4-3) 양수시설 상세도 2-1



(그림 5.4-4) 양수시설 상세도 2-2



(그림 5.4-5) 양수시설 설치 위치 선정

제6장

유지관리계획

6.1 침강지(부담)

6.2 양수시설

6.3 인공습지

6.4 모니터링 계획

제6장 유지관리계획

- 본 기본조사에서는 수질정화시설에 대해 다음과 같이 유지관리를 계획하였으며, 이는 세부설계 및 유지관리단계에서 현장상황에 따라 적정하게 수정변경 적용되어야 함

6.1 침강지(부댐)

- 침강지는 부댐을 설치하여 유입수를 일정시간 체류시켜 오염물질을 가라앉히는 일종의 저류지로서 강우기간 중에는 유역에 쌓여 있던 많은 양의 비점오염물질이 저수지 본체로 직접 들어오는 것을 최소화하는 시설임
- 이에 따라 침강지는 토사 및 입자성 오염물질의 퇴적이 촉진되어 일정기간 경과 후 퇴적물의 재부유가 유발될 수 있고, 비강우시에는 퇴적된 오염물질에 의한 녹조, 악취 등이 발생하기 쉬우며, 쓰레기 유입 등으로 주변 경관에 좋지 못한 영향을 미칠 수 있으므로 주기적인 유지관리가 수반되어야 함

6.1.1 침강지 유지관리 일반

- 계획한 저감효율을 확보할 수 있도록 유입부, 저류부, 유출부 등의 기능점검 및 관리가 중요하며 유지관리만으로 효율이 개선되지 않을 경우 시설 개선 및 보강을 고려함
- 침전기능이 정상상태로 유지되고, 호 본체로 오염물질이 재유입되는 것을 방지하기 위해 퇴적물, 유입·유출부의 협잡물, 쓰레기 등을 수시로 제거하여야 하며, 퇴적물 제거는 퇴적층이 30cm 이상이 되었거나 저류공간이 70% 이내로 남을 경우 실시함
- 퇴적물 제거시기는 저수지 수위가 낮아지는 이양기 등 침강지내 저류수를 배제할 수 있는 시기를 선택하여 시행하는 것이 바람직함
- 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검함
- 상시 물을 저류할 경우 악취, 해충 발생 등의 문제가 발생할 수 있으므로 강제배수를 실시하거나(발생강우를 1~3일정도 체류하여 침전시킨 후 강제 배수), 녹조제거제 등을 살포하여 민원 예방
- 일반인 접근으로 인한 시설훼손, 안전사고 등이 발생할 우려가 있으므로 관리자 외 낚시객 등 일반인의 접근·통행을 금지해야 함

6.1.2 침강지 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함
(월1회 이상 점검 실시)

<표 6.1-1> 침강지의 유지관리 점검 체크리스트

침강지 점검사항	점검결과	조치계획
부담 및 비상수문		
• 부담 내에 쓰레기, 기름띠가 있지 않은가?		
• 비상수문은 닫혀 있는가?		
• 비상수문은 정상적으로 작동되는가?		
• 부담의 사석/콘크리트 등 구조물 훼손은 없는가?		
• 부담에 잡초가 무성하거나 나무가 자라지 않는가?		
• 침강지 사면은 침식되지 않았는가?		
저류부		
• 물이 정체되지는 않는가?		
• 냄새나 녹조, 해충 등이 발생하지 않는가?		
• 퇴적량이 용량의 30%이상 되었는가?		
기타		
• 인근지역 주민으로부터 민원발생이 있는가?		
• 위험지역 표지판 및 안전시설 정상상태를 유지하고 있는가?		

6.2 양수시설

- 양수시설은 유량을 안정적으로 공급하여 수질정화시설의 정화효율을 안정적으로 발휘 또는 유지시키기 위해 도입하였으며, 이 외에도 저수지 본체(하부)로부터 양수하여 정화시설을 거쳐 재배출시킴으로써 저수지 물순환의 부수적인 효과도 기대할 수 있음
- 조합형인공습지에 대하여 각각 2기씩(총4기)의 양수시설을 설치할 계획이며, 유지보수 등의 시기를 제외하면 연중 운영을 원칙으로 함
- 본 사업지구의 주요 정화시설인 조합형인공습지는 취입수를 자연유하방식이 아닌 펌프에 의한 양수에 전적으로 의존하므로 양수시설에 대한 주기적인 유지관리를 통해 안정적으로 운영될 수 있도록 하여야 하며, 양수시설의 전력공급비용은 농사용 전력(감)으로 적용함.

6.2.1 양수시설 유지관리 일반

- 양수시설의 운영 및 관리는 시설관리자로 하며, 해당 양수장마다 시설관리담당자를 지정하여 운영 및 관리하여야 함
- 펌프장 건물은 펌프설비를 보호하고 악천후의 조건에서도 확실한 조작성이 가능하도록 유지관리 해야 하며 특히 비가 새거나 환기가 나쁘면 펌프와 전기설비의 고장 또는 내구성에 악영향을 미치기 때문에 유의할 필요가 있음
- 민원발생 등에 대비해 방음구조가 되어 있는 경우는 방음구조의 점검을 하고 그 효과가 확실하게 발휘되고 있는 지를 확인해야 하며 빗물펌프장 건물의 외장은 주변의 경관과 조화도 배려해야 함
- 펌프장 본체로부터 내수가 침출하지 않도록 수밀성을 확보하여야 하며, 부등침하와 지진 등으로 침하·변형과 콘크리트의 갈라짐과 열화 발생을 점검하고 펌프기능과 수밀성에 지장이 우려될 경우에는 원인을 규명하고 즉시 적절한 대책을 강구해야 함
- 계획양수를 원칙으로 하며 정기, 비정기, 긴급점검 등을 실시하여 상시 기능을 유지해야 함
- 시설관리 담당자는 기기의 점검결과 정비가 필요한 경우 신속하게 정비하여 기능이 유지되도록 조치하고, 정비가 불가능한 경우 수리, 변경 및 이설이나 사용 일시정지나 제한 등의 조치를 해야 함
- 기기의 운전 및 개폐시 안전수칙을 준수하여 재해가 발생하지 않도록 함
- 운전 중 심한 낙뢰가 칠 때나 운전 종료로 전기를 사용하지 않을 때는 전원을 차단하

- 여 안전사고가 발생하지 않도록 해야 함
- 양수시설 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리해야 함
- 안전난간, 맨홀덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리해야 함
- 사고 및 이상이 발생한 경우에는 응급조치 후 신속히 시설관리자에게 보고하고 사고의 경중에 따라 적절한 조치를 취해야 함

6.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함(점검내용에 따라 수시 및 월1회 이상 점검 실시)

<표 6.2-1> 양수시설의 유지관리 점검 체크리스트

양수시설 점검사항	점검결과	조치계획
시설일반(월1회이상)		
• 양수장에 대한 전담관리자가 지정되어 정기적으로 점검이 이루어지고 있는가?		
• 양수장 진입로에 대한 안전성은 적절히 확보되었는가?(진입로, 주차장 등의 침하, 균열 여부)		
• 양수장은 주변의 배수로 넘침이나 비탈면 사면붕괴에 대해 적절히 보호되고 있는가?		
• 낙뢰방지 시설은 적절히 유지되고 있는가?		
• 양수장 외부로부터 빗물유입방지나 환기등이 적절히 관리되고 있는가?		
• 양수장 바닥은 부등침하가 발생하지 않았는가?		
• 시설외관은 항상 청결하게 유지되고 있는가?		
• 안전사고 예방시설(난간, 표지판 등)은 적절히 유지되고 있는가?		
시설가동시(수시)		
• 가동전 흡입수위가 적정한가?		
• 펌프는 규정 토출압력을 유지하고 누수 등이 발생하지 않는가?		
• 유량계는 정상적으로 작동하는가?		
• 소음, 진동은 적정한가?		
• 예비펌프는 정상적으로 작동하는가?		

6.3 인공습지

- 본 사업지구의 인공습지는 양수시설로부터 유입수를 공급받아 습지식물과 미생물에 의해 오염물질을 차단, 침전, 흡착, 산화분해 등의 기작으로 오염수를 정화시키며, 일부구간을 지하흐름습지로 계획하여 시설의 효율을 증대하였음
- 식물과 미생물 활동을 이용하므로 습지식물의 활착 및 성장촉진, 고사식물과 슬러지의 제거 등과 같은 주기적인 유지관리가 수반되어야 하며, 지하흐름습지의 여재를 주기적으로 점검·교체하여 흐름의 정체나 여재의 폐색에 대비하여야 함

6.3.1 인공습지 유지관리 일반

- 습지가 정상적으로 잘 운영되기 위해서는 지속적인 관리를 요하며, 다음과 같은 사항에 초점을 맞추어야 함
 - 유입수가 미생물, 식물, 토양 등과 충분한 접촉을 갖도록 해야 함
 - 유입수의 흐름이 습지 전 지역을 골고루 통과해야 함
 - 미생물이 건강한 활동을 할 수 있는 환경을 조성해야 함
 - 식물들이 왕성히 성장하도록 유지시켜야 함
- 처리용량과 규모, 처리원수, 습지형태 등에 따라 퇴적물 제거 시기는 다를 수 있음. 인공습지의 경우 퇴적물에 의한 기능의 저하를 발견하였을 경우, 다른 오수처리방식에 비해 회복속도가 느리다는 단점이 있으므로 최선의 방법은 조기 발견으로 적절한 대처방안을 구상하는 것임
- 시험연구 결과(“농업용수 수질개선 시험연구, 마산저수지”)에서는 연간 퇴적물의 축적속도가 연간 약 1~2cm 이하로 조사되어 10~20년 후에 처리를 위한 필요 수심을 확보하기 어렵다고 판단될 경우 기능유지 차원에서 제거를 해야 할 필요가 있으며, 퇴적물 관리를 위한 점검내용은 아래와 같음
 - 월류보에서 처리수 월류 상황(이물질의 부착 유무 및 수평흐름의 유지)
 - 퇴적물 퇴적 깊이
 - 퇴적물에서 악취 발생
- 식재 직후에는 식물의 성장에 따라 수위를 조금씩 증가시켜야 하며, 의도하는 식물종 조성을 유도하고 잡초를 제거하기 위해 정확한 수위조절이 필요함. 또한, 습지의 유지관리를 위해서 물을 완전히 배제해야 하는 경우도 있어 수위조절 구조물의 설치가 필요함

- 식재 후 약 1년간의 수위 관리는 식물생존에 가장 중요한 요소로 작용함. 초기 성장 기간 동안 2~5cm 크기의 작은 식물의 최적 생존과 성장을 위해서는 기질이 침수되지 않고 단지 포화만 되어 있어야 하며 이후 한두 달 동안은 많은 물이나 농도가 낮은 수체를 유입시켜야 하고, 그 다음 6개월간은 계속 농도를 약간씩 증가시키고 유량도 증가시킴
- 봄철 성장 초기단계에서는 의도적 식물종의 유도, 잡초의 제어를 위해 수위조절이 필요함. 정상적인 운영상태의 수심은 처리하고자 하는 유입수의 특성에 따라 다르겠지만 하수를 처리하기 위한 수심은 10~20cm, 저수지 수질개선을 위해 대규모 유량을 처리해야 할 경우 10~40cm, 깊은 습지구간, 또는 연못의 경우 70~180cm 정도임. 적절한 수심의 유지는 식물생장에 매우 중요함. 작고 새로운 식물은 앞에서 뿌리로 산소를 공급해주는 통기조직이 잘 발달되어 있지 않아 수심이 깊으면 심각한 문제를 일으킬 수 있으며, 특히 산소가 부족한 물의 경우는 더 심해짐
- 따라서 운영단계에서 각 요소들의 수위는 필요시 검사하고 조절되어야 하며, 유량조절시설의 균열이나 누수를 육안으로 점검해야 함. 일상적인 검사는 유입 및 유출구조물에서 유량의 정상적인 흐름, 습지 각 부분의 수위, 제방의 세굴이나 파손 등 점검함
- 퇴적물은 처리수 및 식물사체, 조류 사멸 등 시스템의 내부적인 기원에 의해 발생가능하며 이에 대한 적절한 관리방안이 수립되어야 시스템의 안정성과 기능 저하 방지에 기여할 수 있음. 축적된 퇴적물의 경우 5~15년마다 제거되어야 하며 현장관찰자의 판단에 따라 퇴적물 제거를 통해 적정 수심을 확보하고 균형적인 공간분포를 유지해야 함
- 바닥잔재물(debris and litter)은 유출부의 폐쇄현상을 막기 위해 정기적으로 제거되어야 하며, 이를 통해 습지는 심미적으로 안정적으로 보일 수 있음
- 수위의 연중 변화는 처리효율 뿐 만 아니라 식물과 동물의 군집에 영향을 주므로 중요한 관리항목임. 항상 일정한 수위를 유지하기 보다는 식물의 성장주기에 맞추어 수위를 조절할 필요가 있으며 홍수기 또는 처리수량이 증가한 경우를 제외하고 설계 수위를 유지할 수 있도록 관리함

6.3.2 인공습지 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함
(월1회 이상 점검 실시)

<표 6.3-1> 인공습지의 유지관리 점검 체크리스트

조합형인공습지 점검사항	점검결과	조치계획
유량조절조		
• 양수시설로부터 계획유량이 유입되고 있는가?		
• 침전물이 재부유하여 월류하지 않는가?		
• 유량조절조내 이물질이나 녹조, 악취 등이 발생하고 있지 않은가?		
• 후단시설로 유출은 원활히 이루어지는가?		
얕은습지, 깊은 못		
• 습지측벽이나 바닥의 쇄굴, 포락이 발생하지 않았는가?		
• 습지 내외 식생(수생식물, 잔디 등)은 고르게 성장하고 있는가?		
• 습지 내 식생은 주기적으로 제거 및 적정 처리되고 있는가?		
• 처리수의 유입 및 습지 내 물흐름은 원활한가?		
• 월류부(체크댐)에 쓰레기, 협잡물, 식물잔재 등이 고여있지 않은가?		
• 월류부는 전면을 거쳐 고르게 월류되고 있는가?		
• 수위조절 장치는 적정 기능을 유지하고 있는가?		
지하흐름습지		
• 처리수의 유입 및 지하흐름습지 내 물흐름은 원활한가?		
• 지하흐름습지는 쇄굴, 포락 등으로부터 안전한가?		
기타		
• 최종배출부 주변으로 배출수로 인한 쇄굴, 포락 등이 발생하지 않는가?		
• 안전사고 예방시설(난간, 표지판 등)은 적절히 유지되고 있는가?		
• 각 구성요소별 처리효율은 주기적으로 파악하고 있는가?		
• 비상배출구는 막힘없이 상시가동상태를 유지하는가?		
• 민원유발사항이나 우려요소가 있는가?		

6.4 모니터링 계획

- 농업용수 수질관리를 위하여 매월1회 시설관리자에 의한 시설 점검과 연4회 수질측정망에 의한 저수지 수질조사 및 시설 준공 후 4년 시점부터는 별도의 효과검증을 위한 사후 모니터링을 실시할 계획임

<표 6.4-1> 수질개선시설 모니터링 계획

구 분	시설점검	수질측정	사후모니터링
내 용	인공습지, 침강지, 양수시설 운영상태 점검 식생성장 상태, 쓰레기 유입·막힘 등 점검 잡초제거 및 보식 등 실시	저수지에 대한 TOC, T-N, T-P, 중금속 등 19항목 조사	인공습지 유출입부, 침강지 유출입부 수질 및 퇴적물 조사를 통한 효율 점검 및 개선방안 도출
주 기	월 1회 이상	연 4회 이상	준공 후 4년 시점부터

제 7 장

사업비

7.1 사업비 수지예산서

7.2 사업비 산출내역

제7장 사업비

7.1 사업비 수지예산서

7.1.1 수 입

(금액 : 원)

구 분	연 도 별 계 획			비 고
	계	국 고	지 방 비	
중왕지구 수질개선사업	(170,000,000) 8,461,000,000	(170,000,000) 8,461,000,000	-	() : 내서 농어촌공사 직접교부액

7.1.2 지 출

(금액 : 원)

구 분	사업비	고	
총사업비	(170,000,000) 8,461,000,000	() : 내서 농어촌공사 직접교부액	
총공사비	소 계	7,400,857,000	
	1) 인공습지	4,067,975,000	
	2) 양수시설	899,724,000	
	3) 침강지	1,994,181,000	
	4) 부대공	365,739,000	
	5) 기타공사비	73,238,000	폐기물처리, 지형도면고시, 한전납입금, 설계안전성검토비
관리비 및 기타	소 계	(170,000,000) 1,040,485,000	() : 내서 기본조사비
	1) 기본조사비	170,000,000	문화재지표조사, 전략환경영향평가비 포함
	2) 세부설계비	243,556,000	소규모환경영향평가 포함
	3) 공사감리비	493,647,000	
	4) 사업관리비	92,075,000	
	5) 생태계보전협력금	41,207,000	
용지매입비	소 계	19,658,000	
	1) 직접보상비	19,325,000	일시보상 및 영농보상비
	2) 간접보상비	333,000	분할측량비, 등기이전비 등

7.2 사업비 산출내역

7.2.1 관리비 및 기타 산출내역

가. 생태보전협력금 산출내역

구분	대 상 액			용도지역	할증계수	금액 (원)	비고
	개발면적 (㎡)	면적단가 (원)	금액 (원)				
인공습지	29,940	300	26,946,000	농림지역	3	26,946,000	
침강지	15,845	300	14,260,500	농림지역	3	14,260,500	
계	45,785	-	41,207,000	-	-	41,207,000	

주) 공유수면은 녹지지역의 지역계수를 준용함

나. 측량설계비 산출내역

구분	대 상 액				요율 (%)	금액 (원)	비고
	공사비	자재비	보상비	계			
기본조사비						170,000,000	문화재, 전략환경영향평가비
세부설계비	4,878,540,000	1,774,299,000	-	6,652,839,000	3.21	213,556,000	농어촌정비법 요율
소규모환경영향평가비						30,000,000	
계						413,556,000	-

다. 공사감리비 산출내역

구분	대 상 액				요율 (%)	금액 (원)	비고
	공사비	자재비	보상비	계			
공사감리비	4,878,540,000	1,774,299,000	-	6,652,839,000	7.42	493,647,000	농어촌정비법 요율
계						493,647,000	-

라. 사업관리비 산출내역

구분	대 상 액				요율 (%)	금액 (원)	비고
	공사비	자재비	보상비	계			
사업관리비 (원)	4,878,540,000	1,774,299,000	19,325,000	6,672,164,000	1.38	92,075,000	농어촌정비법 요율
계 (원)					-	92,075,000	-

마. 세부설계비, 공사감리비, 사업관리비 요율 결정

(1) 농어촌정비법 시행규칙 제60조 기준요율

구 분		10 억원까지	20 억원	50 억원	100 억원	200 억원	500 억원	1,000 억원	2,000 억원	비고
측량	기본조사	2.34	2.19	2.01	1.86	1.72	1.54	1.40	1.28	
설계	세부설계	3.79	3.60	3.30	3.05	2.81	2.53	2.34	2.16	
공사감리		8.25	8.00	7.57	7.14	6.74	6.24	5.83	5.40	
사업관리		1.70	1.57	1.42	1.32	1.22	1.10	1.02	0.95	

(2) 세부설계비 요율 결정

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액 (원)	5,000,000,000	6,652,839,000	10,000,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 5,000,000,000
세부설계 요율(%)	3.30	3.21	3.05	(대상액)-(하한기준금액): 1,652,839,000
-	-	-	-	(상한기준)-(하한기준)요율: -0.25

(3) 공사감리비 요율 결정

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액 (원)	5,000,000,000	6,652,839,000	10,000,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 5,000,000,000
공사감리 요율(%)	7.57	7.42	7.14	(대상액)-(하한기준금액): 1,652,839,000
-	-	-	-	(상한기준)-(하한기준)요율: -0.43

(4) 사업관리비 요율 결정

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액 (원)	5,000,000,000	6,672,164,000	10,000,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 5,000,000,000
사업관리 요율(%)	1.42	1.38	1.32	(대상액)-(하한기준금액): 1,672,164
-	-	-	-	(상한기준)-(하한기준)요율: -0.10

7.2.2 용지매수 보상비 산출내역

가. 용지매수보상비

◦ 중왕저수지 수질개선시설 도입에 따른 편입용지조서는 다음과 같음

번호	토지소재지	지번	부번	지목	지적면적(㎡)	편입면적(㎡)
중왕지구		소계				45,785
침강지		소계				15,845
1	지곡면 중왕리	764	3	유	2,902	1,739
2	지곡면 중왕리	962	4	유	198	9
3	지곡면 중왕리	762		유	10,800	77
4	지곡면 중왕리	964	1	제	12,419	746
5	지곡면 연화리	965		유	134,420	6,834
6	지곡면 연화리	803		유	72,530	5,970
7	지곡면 연화리	804		제	12,300	307
8	지곡면 연화리	827		구	1,504	7
9	지곡면 연화리	821		구	14,227	18
10	지곡면 연화리	608		유	11,626	138
1호 인공습지		소계				30,465
6	지곡면 연화리	803		유	72,530	1,082
7	지곡면 연화리	804		제	12,300	1,209
8	지곡면 연화리	827		구	1,504	153
9	지곡면 연화리	821		구	14,227	241
10	지곡면 연화리	608		유	11,626	6,935
11	지곡면 연화리	748		구	94,796	15,078
12	지곡면 연화리	828		구	2,711	263
13	지곡면 연화리	609		유	3,793	3,483
14	지곡면 연화리	609	1	제	698	70
15	지곡면 연화리	826		구	2,450	13
16	지곡면 연화리	610	2	제	83	48
17	지곡면 연화리	610		구	2,480	138
18	지곡면 중왕리	964		제	11,931	971
19	지곡면 중왕리	764	2	제	655	245
20	지곡면 중왕리	765	4	제	366	11

나. 직접보상비

(1) 산출내역

(단위 : 원)

구 분	단위	물량	단가	금액	비고
영농손실 보상비	㎡	5,940	3,252	19,325,880	토사적치장(한국농어촌공사소유지)
합계		계		19,325,880	
		적용		19,325,000	

(2) 산출근거

(공익사업을 위한 토지등의 취득및보상에관한법을 시행규칙중 2020년도 영농손실보상비 산정)

영농보상비(원/㎡) (평균×2년분)	(충청남도) 단위경작면적당 농작물 총수입				비고
	2017	2018	2019	평균	
3,252	1,506	1,800	1,572	1,626	

7.2.3 공사비 산출내역

가. 인공습지

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
가. 1호 인공습지		1.00	식		4,067,975,000	
1. 토공		1.00	식	1,804,097,324	1,804,097,324	
2. 구조물공		1.00	식	206,786,687	206,786,687	
3. 자재대		1.00	식	997,732,000	997,732,000	
4. 제경비		1.00	식	1,059,358,989	1,059,358,989	
1. 토 공	1호 인공습지	1.00	식		1,804,097,324	
1) 흙쌓기(토사)	도져19TON	262	M3	1,278	334,836	
2) 흙쌓기(토사)	습지도져13TON	44,767	M3	4,242	189,901,614	
3) 터파기(토사)	백호0.7㎡	306	㎡	1,393	426,258	
4) 기계퇴매움(토사)	백호0.7+콤팩터	78	㎡	4,507	351,546	
5) 가체절쌓기(외부성토 L=25km)	토사, 도차	15,235	㎡	22,395	341,201,261	
6) 가체절흙 철기	도차	15,235	㎡	1,314	20,019,577	
7) 톤 마대쌓기	외부성토	1,853	㎡	44,418	82,306,554	
8) 톤 마대철기		1,853	㎡	16,234	30,081,602	
9) 성토다짐(90%)	그레이더+진동+타이어로울러	21,571	㎡	1,306	28,171,620	
10) 성토면고르기(기계시공)	모래, 사질토, 점토, 점질토	8,507	㎡	711	6,048,477	
11) 유용성토(토사, L=0.8km)	백호+트럭	45,325	㎡	3,189	144,541,425	
12) 표토제거	습지도져13TON	5,426	㎡	4,414	23,950,364	
13) 사토(토사, L=10km)	백호+트럭	5,426	㎡	9,954	54,010,404	
14) 레미콘;철근, 펌프카뚱	Q=50㎡ 미만, 25-24-12	55.78	㎡	31,556	1,760,192	
15) 레미콘(장비사용);무근	25-21-12	57.63	㎡	23,441	1,350,903	
16) 레미콘(장비사용);LEAN용	25-18-12	12.98	㎡	23,127	300,187	
17) 철근(보통구조, 현장가공조립)		4.156	ton	909,933	3,781,680	
18) 합판거푸집(6회)	H=0-7m	612.40	㎡	33,002	20,210,424	
19) 유로폼(보통)	h=0-7m	944.80	㎡	30,305	28,632,163	
20) 시스템비계(3개월)	H=10m이하	168.00	㎡	15,805	2,655,240	

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
21) 각낙판		12.00	식	36,005	432,060	
22) 차수매트	T=2.0mm, 누수방지	9,826.01	m ²	4,661	45,799,032	
23) 힐타매트	350g/m ²	1,310.00	m ²	2,043	2,676,330	
24) 방수포부설	차수매트	3,709.70	m ²	4,750	17,621,074	
25) 기초지반매트	5TON/M	13,741.1 2	m ²	1,560	21,436,145	
26) 기초잡석		52.00	m ³	31,968	1,662,336	
27) 사석		4,030.54	m ³	66,058	266,249,409	
28) 사석 먼고르기	제당, 내제측	10,163.2 9	m ³	10,703	108,777,692	
29) 뒤채움잡석	150MM이하	894.00	m ³	34,518	30,859,092	
30) 채움돌	사석상단	306.25	m ³	30,751	9,417,492	
31) 판석	t=60mm	667.20	M2	161,883	108,008,337	
32) 거적덮기	초류종자살포포함	4,769.00	m ²	3,922	18,704,018	
33) 꽃창포식재	10cm, 초화류식재	20,108.0 0	주	2,275	45,745,700	
34) 물억새식재	10cm, 초화류식재	10,948.0 0	주	1,469	16,082,612	
35) 붓꽃식재	10cm, 초화류식재	4,000.00	주	1,775	7,100,000	
36) 부처꽃식재	10cm, 초화류식재	1,200.00	주	1,475	1,770,000	
37) 메쉬출입문(기초형)	H=1.5, W=4.0	7.00	식	1,496,448	10,475,136	
38) 메쉬출입문(기초형)	H=1.5, W=1.0	3.00	식	729,839	2,189,517	
39) 사각계비온	0-5m이하	120.00	EA	151,312	18,157,440	
40) 자갈여재부설	굵은자갈	361.50	m ³	45,812	16,561,038	
41) 자갈여재부설	작은자갈	362.00	m ³	45,812	16,583,944	
42) 콘크리트포장(레미콘:인력)	t=20cm	3,374.00	m ²	7,535	25,423,090	
43) 줄눈설치	수축줄눈	747.80	M	4,277	3,198,339	
44) 보조기층	인력식 소규모	676.36	m ²	32,706	22,121,028	
45) 이중벽유공PE관 부설	D600mm	7.20	m	146,394	1,054,036	
46) 비탈규준틀		100.00	개	59,561	5,956,100	

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
2. 구조물공	양수장2개소	2.00	식		206,786,687	
1) 터파기(토사)	백호0.7㎡	940.00	㎡	1,393	1,309,420	
2) 기계퇴메움(토사)	백호0.7+콤팩터	649.00	㎡	4,507	2,925,043	
3) 기계퇴메움(토사)	소형기계	29.00	㎡	4,507	130,703	
4) 성토다짐(90%)	그레이더+진동+타이어 로울러	412.00	㎡	1,306	538,072	
5) 잔토처리(토사)	굴삭기(무한궤도) 1.0㎡	196.00	㎡	863	169,148	
6) 표토제거(모래,사질토)	굴삭기(무한궤도)1.0㎡	99.00	㎡	1,438	142,362	
7) 사토(토사,L=10km)	백호+트럭	99.00	㎡	9,954	985,446	
8) 가체절사토(토사,L=10km)	백호+트럭	956.00	㎡	9,954	9,516,024	
9) 가체절쌓기(유용성토)	토사, 도차	838.00	㎡	1,574	1,319,012	
10) 가체절흙 헐기	도차	838.00	㎡	1,314	1,101,132	
11) 톤 마대쌓기	외부성토	118.00	㎡	44,418	5,241,324	
12) 톤 마대헐기		118.00	㎡	16,234	1,915,612	
13) 외부성토(토사,L=10km)	굴삭기(무한궤도)+트럭	956.00	㎡	10,370	9,913,720	
14) 성토면고르기(기계시공)	모래,사질토,점토,점질토	179.00	㎡	711	127,269	
15) 거적덮기	초류종자살포포함	179.00	㎡	3,922	702,038	
16) 기초잡석		46.58	㎡	31,968	1,489,068	
17) 잡석부설		32.00	㎡	15,783	505,056	
18) 기초모래(인력)	재료할증 포함	3.00	㎡	32,014	96,042	
19) 보조기층	인력식 소규모	38.00	㎡	32,706	1,242,828	
20) 레미콘;철근,펌프카뮴	Q=50㎡미만,25-27-15	98.60	㎡	30,277	2,985,311	
21) 레미콘;철근,펌프카뮴	Q=50㎡미만,25-24-12	6.26	㎡	31,556	197,539	
22) 레미콘(장비사용);LEAN용	25-18-12	7.39	㎡	23,127	170,907	
23) 철근(복잡구조,현장기공조립)		8.412	ton	1,004,716	8,451,669	
24) 철근(보통구조,현장기공조립)		0.846	ton	909,933	769,802	
25) 유로폼(복잡)	h=0-7m	345.23	㎡	39,629	13,681,118	
26) 유로폼(보통)	h=0-7m	40.76	㎡	30,305	1,235,230	
27) 합판거푸집(6회)	H=0-7m	28.49	㎡	33,002	940,226	
28) 시스템비계(3개월)	H=10m이하	203.68	㎡	15,805	3,219,161	
29) 시스템동바리(3개월)	H=10m이하	121.37	공㎡	17,409	2,112,929	
30) 스페이서 설치	(벽체용:스페이서)	45.24	M2	798	36,101	
31) 스페이서 설치	(슬라브맞기초:몰탈블럭)	274.92	M2	336	92,373	

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
32) PVC지수판	B=200mm,T=5mm	89.20	m	47,764	4,260,548	
33) 우레탄 방수		184.79	M2	26,332	4,865,890	
34) 아스팔트칠	벽	137.42	m ²	20,490	2,815,735	
35) 스테인레스안전사다리	H=5.5m	1.00	식	1,833,930	1,833,930	
36) 스테인레스안전사다리	H=3.2m	1.00	식	1,067,013	1,067,013	
37) 스테인레스안전사다리	H=1.7m	1.00	식	566,849	566,849	
38) 스테인레스난간	H=1.2m	30.00	m	155,390	4,661,700	
39) 난간 출입문	W=1.0m	1.00	개소	176,819	176,819	
40) STS덮개	1.2*1.6	1.00	조	1,214,490	1,214,490	
41) STS덮개	1.2*1.2	1.00	조	990,156	990,156	
42) 스틸그레이팅덮개	1700*1600*75	1.00	조	785,400	785,400	
43) 스틸그레이팅덮개	1700*1400*75	1.00	조	687,225	687,225	
44) 스틸그레이팅덮개	1700*1200*75	1.00	조	589,050	589,050	
45) 강관부설 및 접합	기계 D350mm	200.00	M	38,267	7,653,400	
46) 이중벽PE관 부설 및 접합	D300mm	2.00	m	31,463	62,926	
47) 강관곡관부설 및 접합	D350mm*45°	4.00	개	1,506,151	6,024,604	
48) 강관곡관부설 및 접합	D350mm*22.5°	4.00	개	1,008,021	4,032,084	
49) 강관곡관부설 및 접합	D350mm*11.25°	3.00	개	1,008,021	3,024,063	
50) 건널목암거수로관	0.6*0.6	17.00	본	323,887	5,506,079	
51) 스틸그레이팅덮개	1300*1300*75	1.00	조	487,987	487,987	
52) 사석		192.00	m ³	66,058	12,683,136	
53) 뒤채움잡석	150MM이하	57.00	m ³	34,518	1,967,526	
54) 기초지반매트	5TON/M	181.00	m ²	1,560	282,360	
55) 활타매트	350g/m ²	708.40	m ²	2,043	1,447,260	
56) 사석 먼고르기	제당, 내제츝	351.00	m ³	10,703	3,756,753	
57) 메쉬웬스(기초형)	H=1.8,W=2.0	24.00	경간	347,479	8,339,496	
58) 메쉬출입문(기초형)	H=1.8,W=3.0	1.00	식	974,127	974,127	
59) 스크린(STS)	1.8*1.6	1.00	식	581,634	581,634	
60) 물푸기	5hp,1개소1대	12.00	일	30,463	365,556	
61) 물푸기	펌프설치및해체	1.00	대	431,071	431,071	
62) 관지수	D 300mm	2.00	개소	1,879	3,758	
63) 관로표시테이프	흑갈색, 폭 10cm	20.00	M	439	8,780	

나. 양수시설

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
나. 양수시설(2개소)					899,724,000	
1. 기계					327,564,400	
1)기계설치공사		1.00	식	67,594,400	67,594,400	
2)자재대		1.00	식	259,970,000	259,970,000	
2.전기					465,790,767	
1)일반전기공사		1.00	식	53,566,408	53,566,408	
2)자동화공사		1.00	식	27,802,359	27,802,359	
3)자재대		1.00	식	384,422,000	384,422,000	
3.제경비					106,368,833	
1)기계설치공사		0.70	%	67,594,400	47,531,600	
2)전기공사		0.72	%	81,368,767	58,837,233	

다. 침강지

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
다. 1호 침강지		1.00	식		1,086,505,000	
1. 토 공	1호 침강지	1.00	식	343,157,537	343,157,537	
2. 구조물공	1호 침강지	1.00	식	150,705,711	150,705,711	
3. 자재대		1.00	식	319,101,000	319,101,000	
4. 제경비		1.00	식	273,540,752	273,540,752	
1. 토 공	1호 침강지	1.00	식		343,157,537	
1) 흙깎기(토사)	습지도져13톤	20,440.00	m³	3,509	71,723,960	
2) 흙쌓기(토사)	습지도져13TON	199.00	M3	2,755	548,245	
3) 표토제거	습지도져13TON	3,531.00	m³	4,290	15,147,990	
4) 사토(토사,L=6.4km)	백호+트럭	3,531.00	m³	6,610	23,339,910	
5) 가체절쌓기(지구내유용,L=0.4km)	토사, 덩프운반	7,875.63	m³	5,595	44,064,148	
6) 가체절흙 헐기	도자	7,875.63	m³	1,323	10,419,457	

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비고
				단 가	공사비	
7) 톤 마대쌓기	지구내토사유용,L=0.4km	1,173.69	m³	45,715	53,655,237	
8) 톤 마대철기		1,173.69	m³	16,190	19,002,039	
9) 사석 면고르기	제당, 내제측	1,771.10	m²	10,731	19,005,673	
10) 기초치환사석		1,094.50	m³	74,609	81,659,550	
11) 기초지반매트	5TON/M	2,786.00	m²	1,648	4,591,328	
2. 구조물공	1호 침강지	1.00	식		150,705,711	
1) 레미콘:철근,펌프카붐	Q=50m³ 미만,25-24-12	24.10	m³	31,238	752,897	
2) 레미콘(장비사용);무근	25-21-12	7.11	m³	23,398	166,358	
3) 레미콘(장비사용);LEAN용	25-18-12	4.62	m³	23,084	106,646	
4) 철근(보통구조,현장가공조립)		1.234	ton	874,087	1,078,621	
5) 합판거푸집(6회)	H=0-7m	12.16	m²	31,582	384,036	
6) 유로폼(보통)	h=0-7m	81.84	m²	29,152	2,385,822	
7) 소켓식흡관(기계)고무링접합	D=1000MM	4.00	본	590,319	2,361,276	
8) 일체식문비(STS)	D 1000mm	2.00	식	4,252,500	8,505,000	
9) 사석		166.64	m³	66,816	11,134,217	
10) 기초잡석		11.58	m³	34,006	393,787	
11) 휘타매트	350g/m²	555.44	m²	2,000	1,110,879	
12) 사석 면고르기	제당, 내제측	555.44	m²	10,731	5,960,426	
13) 부댐블럭	1000×1500×1000	1,492.50	EA	77,967	116,365,746	
3. 자재대					319,101,000	
1) 레미콘					2,631,000	
	25-24-12	24.10	m³	72,981	1,759,000	
	25-21-12	7.11	m³	76,512	544,000	
	25-18-12	4.62	m³	70,996	328,000	
2) 철근(SD400)					1,230,000	
	H-13	1.05	ton	998,102	1,052,000	
	H-16	0.18	ton	988,889	178,000	
3) 포카라블럭	1000×1500×1000	1,492.50	m³	211,216	315,240,000	

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
4. 수초제거		1.00	식		907,676,000	
1. 흙깎기(토사)	습지도져13톤	36,000	m³	4,109	147,924,000	
2. 가도쌓기 및 헐기	습지도져13TON	11,000	M3	9,679	106,469,000	
3. 표토제거	습지도져13TON	17,800	m³	4,414	78,569,200	
4. 적치장 고르기		36,000	m³	612	22,032,000	
5. 적치장운반(토사,L=0.3km)	백호+트럭	36,000	m³	2,345	84,420,000	
6. 사토(토사,L=10km)	백호+트럭	11,577	m³	9,954	115,237,458	
7. 육상제거후 마름수거		120,000	m³	186	22,320,000	
5. 제경비		0.55	%	1,070,834,906	604,245,094	

라. 부대공

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
라. 부 대 공		1.00	식		365,739,000	
1. 가설공사		1.00	식	89,327,017	89,327,017	
2. 시험비		1.00	식	21,134,884	21,134,884	
3. 중기운반		1.00	식	972,228	972,228	
4. 자동수위계 및 CCTV		1.00	식	70,000,000	70,000,000	
5. 기타		1.00	식	63,850,428	63,850,428	
6. 제경비		0.51	%	245,284,557	120,454,443	

마. 기타 공사비

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
마. 기타 공사비		1	식		73,238,000	
폐기물처리비		1	식	18,356,000	18,356,000	
지형도면고시		1	식	2,818,000	2,818,000	
한전통신납입금		1	식	46,364,000	46,364,000	
설계안정성검토의뢰비		1	식	2,200,000	2,200,000	
기타잡지출		1	식	3,500,000	3,500,000	

제8장

부록

- 8.1 참여기술자 명단
- 8.2 환경기준
- 8.3 시험성적표
- 8.4 현황측량 기준점 성과표
- 8.5 유역도 및 면적표
- 8.6 연도별 월별 강우량
- 8.7 유역별 유출량 산정 결과
- 8.8 저수지 내용적
- 8.9 수질예측 데이터
- 8.10 시설별 기본계획도
- 8.11 시설별 편입용지조서
- 8.12 매장문화재 지표조사 결과
- 8.13 지질조사 결과
- 8.14 잔탁 및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과
- 8.15 중간보고회 및 기술검토회 결과

제8장 부록

8.1 참여기술자 명단

8.1.1 한국농어촌공사

가. 충남지역본부

구분	성명	직종	참여분야
충남지역본부장	안 중 식	관리	업무지도
환경지질부장	정 진 희	환경	기본계획수립 총괄
차 장	임 경 훈	환경	수질개선대책 수립
과 장	윤 상 현	환경	수질개선대책 수립
차 장	백 영 흘	토목	토목설계
대 리	김 진 석	환경	수질조사 및 예측(전략환경영향평가)
차 장	오 의 환	지질	지질조사 및 예측

나. 환경지질처

구분	성명	직종	참여분야
환경지질처장	노 경 환	환경	업무지도
수질환경부장	김 이 부	환경	기본계획수립 총괄
차 장	장 인 호	토목	토목설계 지도
과 장	함 종 화	환경	수질예측 및 대책 지도

8.1.2 (주)동양기술단

책임정도	성 명	자격종목	담당업무	비고
사업책임기술자	김 남 훈	수질환경기사 (98206140305V)	총괄	
농어업토목분야 참여기술자	홍 두 선	농어업토목기술사 (95143010057C)	조사	
토질·지질분야 참여기술자	안 규 제	토목기사 (08201030332M)	"	
수자원개발분야 참여기술자	이 대 주	토목기사 (08204020268L)	"	
기계분야 참여기술자	유 재 만	일반기계기사 (13202100021V)	"	
수질관리분야 참여기술자	김 정 열	수질환경기사 (06202121195F)	"	

8.2 환경기준

8.2.1 수질

가. 하천

(1) 사람의 건강보호 기준

항목	기준값(mg/L)
카드뮴(Cd)	0.005 이하
비소(As)	0.05 이하
시안(CN)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.01)
수은(Hg)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.001)
유기인	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)
폴리클로리네이티드비페닐(PCB)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)
납(Pb)	0.05 이하
6가 크롬(Cr6+)	0.05 이하
음이온 계면활성제(ABS)	0.5 이하
사염화탄소	0.004 이하
1,2-디클로로에탄	0.03 이하
테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04 이하
디클로로메탄	0.02 이하
벤젠	0.01 이하
클로로포름	0.08 이하
디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.008 이하
안티몬	0.02 이하
1,4-다이옥세인	0.05 이하
포름알데히드	0.5 이하
헥사클로로벤젠	0.00004 이하

(2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기 준								
		수소 이온 농도 (pH)	생물 화학적 산소 요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (total phosphorus) (mg/L)	대장균군 (군수/100mL)	
									총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia 	6.5~8.5	1 이하	2 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib 	6.5~8.5	2 이하	4 이하	3 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II 	6.5~8.5	3 이하	5 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III 	6.5~8.5	5 이하	7 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV 	6.0~8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하		
나쁨	V 	6.0~8.5	10 이하	11 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.5 이하		
매우 나쁨	VI 		10 초과	11 초과	8 초과		2.0 미만	0.5 초과		

비고

1. 등급별 수질 및 수생태계 상태

- 가. 매우 좋음 : 용존산소(溶存酸素)가 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 농업용수로 사용할 수 있음.
- 마. 약간 나쁨 : 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 농업용수로 사용할 수 있음.
- 바. 나쁨 : 다량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불쾌감을 주지 않으며, 활성탄 투입, 역삼투압 공법 등 특수한 정수처리 후 농업용수로 사용할 수 있음.
- 사. 매우 나쁨 : 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.
- 아. 용수는 해당 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 해당 등급보다 높은 등급의 용도로도 사용할 수 있음.

나. 호소

(1) 사람의 건강보호 기준

- 하천 사람의 건강보호 기준과 같다.

(2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기						준				
		수소이온 농도 (pH)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (mg/L)	총질소 (total nitrog en) (mg/L)	클로로 필-a (Chl-a) (mg/m ³)	대장균군 (군수/100mL)		
										총 대장균군	분원성 대장균군	
매우 좋음	Ia 	6.5~8.5	2 이하	2 이하	1 이하	7.5 이상	0.01 이하	0.2 이하	5 이하	50 이하	10 이하	
좋음	Ib 	6.5~8.5	3 이하	3 이하	5 이하	5.0 이상	0.02 이하	0.3 이하	9 이하	500 이하	100 이하	
약간 좋음	II 	6.5~8.5	4 이하	4 이하	5 이하	5.0 이상	0.03 이하	0.4 이하	14 이하	1,000 이하	200 이하	
보통	III 	6.5~8.5	5 이하	5 이하	15 이하	5.0 이상	0.05 이하	0.6 이하	20 이하	5,000 이하	1,000 이하	
약간 나쁨	IV 	6.0~8.5	8 이하	6 이하	15 이하	2.0 이상	0.10 이하	1.0 이하	35 이하			
나쁨	V 	6.0~8.5	10 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.15 이하	1.5 이하	70 이하			
매우 나쁨	VI 		10 초과	8 초과		2.0 미만	0.15 초과	1.5 초과	70 초과			

비고

1. 총인, 총질소의 경우 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7 미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않는다.
2. 등급별 수질 및 수생태계 상태는 가목2) 비고 제1호와 같다.
3. 상태(캐릭터) 도안 모형 및 도안 요령은 가목2) 비고 제2호와 같다.
4. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

8.2.2 퇴적물

가. 하천 퇴적물 오염평가 기준

등급 \ 항목		I	II	III	IV
유기물 및 영양염류	완전연소가능량(%)				13 초과
	총질소(mg/kg)				5,600 초과
	총인(mg/kg)				1,600 초과
금속류	구리(mg/kg)	48 이하	228 이하	1,890 이하	1,890 초과
	납(mg/kg)	59 이하	154 이하	459 이하	459 초과
	니켈(mg/kg)	40 이하	87.5 이하	330 이하	330 초과
	비소(mg/kg)	15 이하	44.7 이하	92.1 이하	92.1 초과
	수은(mg/kg)	0.07 이하	0.67 이하	2.14 이하	2.14 초과
	아연(mg/kg)	363 이하	1,170 이하	13,000 이하	13,000 초과
	카드뮴(mg/kg)	0.4 이하	1.87 이하	6.09 이하	6.09 초과
	크롬(mg/kg)	112 이하	224 이하	991 이하	991 초과

비고 :

1. 등급별 퇴적물의 상태

가. 금속류

- I 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 거의 없음
- II 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있음
- III 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 비교적 높음
- IV 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 매우 높음

나. 유기물, 영양염류

- IV 등급 : 심각하고 명백한 오염

나. 호소 퇴적물 오염평가 기준

등급		항목	I	II	III	IV
유기물 및 영양염류	완전연소가능량(%)					13 초과
	총질소(mg/kg)					5,600 초과
	총인(mg/kg)					1,600 초과
금속류	구리(mg/kg)	60 이하	228 이하	1,890 이하	1,890 초과	
	납(mg/kg)	65 이하	154 이하	459 이하	459 초과	
	니켈(mg/kg)	53 이하	87.5 이하	330 이하	330 초과	
	비소(mg/kg)	29 이하	44.7 이하	92.1 이하	92.1 초과	
	수은(mg/kg)	0.1 이하	0.67 이하	2.14 이하	2.14 초과	
	아연(mg/kg)	363 이하	1,170 이하	13,000 이하	13,000 초과	
	카드뮴(mg/kg)	0.6 이하	1.87 이하	6.09 이하	6.09 초과	
	크롬(mg/kg)	112 이하	224 이하	991 이하	991 초과	

비고 :

1. 등급별 퇴적물의 상태

가. 금속류

- I 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 거의 없음
- II 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있음
- III 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 비교적 높음
- IV 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 매우 높음

나. 유기물, 영양염류

- IV 등급 : 심각하고 명백한 오염

다. 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준

단계	조건
보통	금속류 8 항목 모두 'I' 등급
약간 나쁨	금속류 8 항목 중 'II' 등급 또는 'III' 등급 항목 1개 이상
나쁨	“금속류 'II' 등급 기준 지수” 0.34 이상
매우 나쁨	'IV' 등급인 항목 1개 이상

비고 :

1. 단계별 퇴적물 지점의 상태 및 조치

- 가. 보통 : 지질이나 대기의 영향을 일반적인 정도로 받는 곳에서 나타나는 상태
- 나. 약간 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있으며, 독성시험을 통해 악영향 확인 필요
- 다. 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 높으며, 조사 범위를 상하류로 확대하여 오염 규모 확인 필요
- 라. 매우 나쁨 : 심각하고 명백하게 오염되었으며, 중장기적으로 배출시설 및 공공수역 관리 필요

2. 한 지점이 여러 조건에 중복 해당될 경우 오염도 높은 단계 쪽으로 판정

3. “금속류 'II' 등급 기준 지수”는 아래 식에 따라 계산함

$$\text{금속류 'II' 등급 기준 지수} = \frac{\sum_{i=1}^8 \left(\frac{EC_i}{PEL_{K_i}} \right)}{8}$$

(EC_i : 금속류 항목별 농도, PEL_{K_i} : 금속류 항목별 'II' 등급 기준치)

8.3 시험성적표

8.3.1 수질

<div style="text-align: center;"> <h3 style="margin: 0;">시험 결과서</h3> <p style="font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호</p> <p> 시료 번호 : B21070201 측정 일자 : - 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급 일자 : 2021년 7월 19일 대표 자 : 조양근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신항·중항지구 수질개선사업 수질분석 </p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>1. 측정결과</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>지점</th> <th>항목</th> <th>pH</th> <th>전기전도도 (uS/cm)</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>TN (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>C-1</td><td></td><td>7.6</td><td>248</td><td>7.9</td><td>13.2</td><td>12.8</td><td>30.0</td><td>1.992</td></tr> <tr><td>C-2</td><td></td><td>8.3</td><td>251</td><td>8.4</td><td>15.2</td><td>14.2</td><td>28.5</td><td>2.316</td></tr> <tr><td>C-3</td><td></td><td>8.1</td><td>260</td><td>8.1</td><td>15.6</td><td>13.2</td><td>33.5</td><td>2.616</td></tr> <tr><td>C-4</td><td></td><td>7.1</td><td>281</td><td>7.3</td><td>4.4</td><td>5.5</td><td>5.2</td><td>2.664</td></tr> <tr><td>JW-1</td><td></td><td>8.7</td><td>635</td><td>7.6</td><td>11.0</td><td>12.0</td><td>34.2</td><td>1.992</td></tr> <tr><td>JW-2</td><td></td><td>8.9</td><td>623</td><td>7.6</td><td>11.3</td><td>11.6</td><td>28.0</td><td>1.984</td></tr> <tr><td>JW-3</td><td></td><td>8.8</td><td>669</td><td>7.4</td><td>11.7</td><td>11.0</td><td>33.8</td><td>1.752</td></tr> <tr><td>JW-4</td><td></td><td>8.8</td><td>264</td><td>8.1</td><td>9.1</td><td>4.5</td><td>189.0</td><td>8.400</td></tr> <tr><td>JW-5</td><td></td><td>7.6</td><td>305</td><td>7.1</td><td>8.5</td><td>9.7</td><td>23.9</td><td>4.248</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;"> 1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준거에 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다. </p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> - 이 장 여 백 - </p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p style="font-size: x-small;">측정분석자 성명 : 김 효 숙</p> <p style="font-size: x-small;">상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.</p> <p style="font-size: x-small;">2021년 7월 19일</p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 대표</p> </div> </div>	지점	항목	pH	전기전도도 (uS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	C-1		7.6	248	7.9	13.2	12.8	30.0	1.992	C-2		8.3	251	8.4	15.2	14.2	28.5	2.316	C-3		8.1	260	8.1	15.6	13.2	33.5	2.616	C-4		7.1	281	7.3	4.4	5.5	5.2	2.664	JW-1		8.7	635	7.6	11.0	12.0	34.2	1.992	JW-2		8.9	623	7.6	11.3	11.6	28.0	1.984	JW-3		8.8	669	7.4	11.7	11.0	33.8	1.752	JW-4		8.8	264	8.1	9.1	4.5	189.0	8.400	JW-5		7.6	305	7.1	8.5	9.7	23.9	4.248	<div style="text-align: center;"> <h3 style="margin: 0;">시험 결과서</h3> <p style="font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호</p> <p> 시료 번호 : B21070201 측정 일자 : - 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급 일자 : 2021년 7월 19일 대표 자 : 조양근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신항·중항지구 수질개선사업 수질분석 </p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>1. 측정결과</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>지점</th> <th>항목</th> <th>NH₄-N (mg/L)</th> <th>NO₃-N (mg/L)</th> <th>TP (mg/L)</th> <th>PO₄-P (mg/L)</th> <th>클로로필 a (mg/m³)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>NO₂-N (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>C-1</td><td></td><td>0.10</td><td>0.007</td><td>0.346</td><td>0.025</td><td>20.5</td><td>5.5</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>C-2</td><td></td><td>0.04</td><td>0.010</td><td>0.178</td><td>0.025</td><td>32.5</td><td>6.4</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>C-3</td><td></td><td>0.05</td><td>0.010</td><td>0.290</td><td>0.033</td><td>19.8</td><td>6.2</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>C-4</td><td></td><td>0.02</td><td>0.036</td><td>0.226</td><td>0.168</td><td>3.8</td><td>1.8</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>JW-1</td><td></td><td>0.01</td><td>0.053</td><td>0.154</td><td>0.024</td><td>24.2</td><td>4.6</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>JW-2</td><td></td><td>0.11</td><td>0.053</td><td>0.144</td><td>0.021</td><td>22.4</td><td>4.2</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>JW-3</td><td></td><td>0.20</td><td>0.052</td><td>0.168</td><td>0.025</td><td>23.6</td><td>4.8</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>JW-4</td><td></td><td>0.10</td><td>0.055</td><td>0.475</td><td>0.046</td><td>10.8</td><td>3.8</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>JW-5</td><td></td><td>0.10</td><td>0.184</td><td>0.278</td><td>0.085</td><td>4.4</td><td>3.6</td><td>3.6</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;"> 1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준거에 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다. </p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> - 이 장 여 백 - </p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p style="font-size: x-small;">측정분석자 성명 : 김 효 숙</p> <p style="font-size: x-small;">상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.</p> <p style="font-size: x-small;">2021년 7월 19일</p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 대표</p> </div> </div>	지점	항목	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	클로로필 a (mg/m ³)	BOD (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	C-1		0.10	0.007	0.346	0.025	20.5	5.5	0.9	C-2		0.04	0.010	0.178	0.025	32.5	6.4	0.9	C-3		0.05	0.010	0.290	0.033	19.8	6.2	0.9	C-4		0.02	0.036	0.226	0.168	3.8	1.8	2.4	JW-1		0.01	0.053	0.154	0.024	24.2	4.6	1.3	JW-2		0.11	0.053	0.144	0.021	22.4	4.2	1.2	JW-3		0.20	0.052	0.168	0.025	23.6	4.8	1.2	JW-4		0.10	0.055	0.475	0.046	10.8	3.8	8.8	JW-5		0.10	0.184	0.278	0.085	4.4	3.6	3.6
지점	항목	pH	전기전도도 (uS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)																																																																																																																																																																													
C-1		7.6	248	7.9	13.2	12.8	30.0	1.992																																																																																																																																																																													
C-2		8.3	251	8.4	15.2	14.2	28.5	2.316																																																																																																																																																																													
C-3		8.1	260	8.1	15.6	13.2	33.5	2.616																																																																																																																																																																													
C-4		7.1	281	7.3	4.4	5.5	5.2	2.664																																																																																																																																																																													
JW-1		8.7	635	7.6	11.0	12.0	34.2	1.992																																																																																																																																																																													
JW-2		8.9	623	7.6	11.3	11.6	28.0	1.984																																																																																																																																																																													
JW-3		8.8	669	7.4	11.7	11.0	33.8	1.752																																																																																																																																																																													
JW-4		8.8	264	8.1	9.1	4.5	189.0	8.400																																																																																																																																																																													
JW-5		7.6	305	7.1	8.5	9.7	23.9	4.248																																																																																																																																																																													
지점	항목	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	클로로필 a (mg/m ³)	BOD (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)																																																																																																																																																																													
C-1		0.10	0.007	0.346	0.025	20.5	5.5	0.9																																																																																																																																																																													
C-2		0.04	0.010	0.178	0.025	32.5	6.4	0.9																																																																																																																																																																													
C-3		0.05	0.010	0.290	0.033	19.8	6.2	0.9																																																																																																																																																																													
C-4		0.02	0.036	0.226	0.168	3.8	1.8	2.4																																																																																																																																																																													
JW-1		0.01	0.053	0.154	0.024	24.2	4.6	1.3																																																																																																																																																																													
JW-2		0.11	0.053	0.144	0.021	22.4	4.2	1.2																																																																																																																																																																													
JW-3		0.20	0.052	0.168	0.025	23.6	4.8	1.2																																																																																																																																																																													
JW-4		0.10	0.055	0.475	0.046	10.8	3.8	8.8																																																																																																																																																																													
JW-5		0.10	0.184	0.278	0.085	4.4	3.6	3.6																																																																																																																																																																													
<p style="font-weight: bold; font-size: large;">2021년 07월 02일(평시)</p>																																																																																																																																																																																					
<div style="text-align: center;"> <h3 style="margin: 0;">시험 결과서</h3> <p style="font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호</p> <p> 시료 번호 : B21072901 측정 일자 : - 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급 일자 : 2021년 8월 17일 대표 자 : 조양근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신항·중항지구 수질개선사업 수질분석 </p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>1. 측정결과</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>지점</th> <th>항목</th> <th>pH</th> <th>전기전도도 (uS/cm)</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>TN (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td></td><td>9.1</td><td>982</td><td>9.9</td><td>20.5</td><td>14.7</td><td>48.5</td><td>2.456</td></tr> <tr><td>J2</td><td></td><td>9.2</td><td>1029</td><td>10.5</td><td>15.5</td><td>15.0</td><td>46.0</td><td>2.192</td></tr> <tr><td>J3</td><td></td><td>9.1</td><td>1036</td><td>10.3</td><td>14.3</td><td>13.3</td><td>46.0</td><td>2.192</td></tr> <tr><td>J5</td><td></td><td>7.7</td><td>852</td><td>7.8</td><td>2.4</td><td>3.3</td><td>2.9</td><td>18.400</td></tr> <tr><td>S1</td><td></td><td>8.5</td><td>354</td><td>9.3</td><td>14.7</td><td>14.7</td><td>22.0</td><td>2.288</td></tr> <tr><td>S2</td><td></td><td>8.5</td><td>349</td><td>9.3</td><td>14.7</td><td>14.2</td><td>18.5</td><td>2.104</td></tr> <tr><td>S3</td><td></td><td>8.4</td><td>843</td><td>9.5</td><td>14.5</td><td>13.8</td><td>22.8</td><td>2.096</td></tr> <tr><td>S4</td><td></td><td>8.5</td><td>391</td><td>9.3</td><td>10.0</td><td>11.5</td><td>3.0</td><td>1.552</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;"> 1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준거에 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다. </p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> - 이 장 여 백 - </p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p style="font-size: x-small;">측정분석자 성명 : 김 효 숙</p> <p style="font-size: x-small;">상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.</p> <p style="font-size: x-small;">2021년 8월 17일</p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 대표</p> </div> </div>	지점	항목	pH	전기전도도 (uS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	J1		9.1	982	9.9	20.5	14.7	48.5	2.456	J2		9.2	1029	10.5	15.5	15.0	46.0	2.192	J3		9.1	1036	10.3	14.3	13.3	46.0	2.192	J5		7.7	852	7.8	2.4	3.3	2.9	18.400	S1		8.5	354	9.3	14.7	14.7	22.0	2.288	S2		8.5	349	9.3	14.7	14.2	18.5	2.104	S3		8.4	843	9.5	14.5	13.8	22.8	2.096	S4		8.5	391	9.3	10.0	11.5	3.0	1.552	<div style="text-align: center;"> <h3 style="margin: 0;">시험 결과서</h3> <p style="font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호</p> <p> 시료 번호 : B21072901 측정 일자 : - 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급 일자 : 2021년 8월 17일 대표 자 : 조양근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신항·중항지구 수질개선사업 수질분석 </p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>1. 측정결과</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>지점</th> <th>항목</th> <th>NH₄-N (mg/L)</th> <th>NO₃-N (mg/L)</th> <th>TP (mg/L)</th> <th>PO₄-P (mg/L)</th> <th>클로로필 a (mg/m³)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>NO₂-N (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td></td><td>0.07</td><td>0.020</td><td>0.202</td><td>0.084</td><td>25.1</td><td>6.8</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>J2</td><td></td><td>0.05</td><td>0.018</td><td>0.182</td><td>0.072</td><td>25.9</td><td>5.1</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>J3</td><td></td><td>0.06</td><td>0.020</td><td>0.202</td><td>0.088</td><td>20.5</td><td>5.2</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>J5</td><td></td><td>0.44</td><td>0.247</td><td>0.216</td><td>0.174</td><td>9.2</td><td>1.4</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>S1</td><td></td><td>0.04</td><td>0.014</td><td>0.168</td><td>0.060</td><td>20.2</td><td>6.7</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>S2</td><td></td><td>0.04</td><td>0.013</td><td>0.154</td><td>0.064</td><td>18.7</td><td>6.9</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>S3</td><td></td><td>0.04</td><td>0.015</td><td>0.168</td><td>0.063</td><td>20.6</td><td>7.0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>S4</td><td></td><td>0.03</td><td>0.012</td><td>0.264</td><td>0.187</td><td>4.1</td><td>3.5</td><td>1.3</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;"> 1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준거에 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다. </p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> - 이 장 여 백 - </p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p style="font-size: x-small;">측정분석자 성명 : 김 효 숙</p> <p style="font-size: x-small;">상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.</p> <p style="font-size: x-small;">2021년 8월 17일</p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">㈜비앤지기술연구소 대표</p> </div> </div>	지점	항목	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	클로로필 a (mg/m ³)	BOD (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	J1		0.07	0.020	0.202	0.084	25.1	6.8	1.3	J2		0.05	0.018	0.182	0.072	25.9	5.1	1.3	J3		0.06	0.020	0.202	0.088	20.5	5.2	1.3	J5		0.44	0.247	0.216	0.174	9.2	1.4	13.0	S1		0.04	0.014	0.168	0.060	20.2	6.7	1.3	S2		0.04	0.013	0.154	0.064	18.7	6.9	1.0	S3		0.04	0.015	0.168	0.063	20.6	7.0	1.0	S4		0.03	0.012	0.264	0.187	4.1	3.5	1.3																		
지점	항목	pH	전기전도도 (uS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)																																																																																																																																																																													
J1		9.1	982	9.9	20.5	14.7	48.5	2.456																																																																																																																																																																													
J2		9.2	1029	10.5	15.5	15.0	46.0	2.192																																																																																																																																																																													
J3		9.1	1036	10.3	14.3	13.3	46.0	2.192																																																																																																																																																																													
J5		7.7	852	7.8	2.4	3.3	2.9	18.400																																																																																																																																																																													
S1		8.5	354	9.3	14.7	14.7	22.0	2.288																																																																																																																																																																													
S2		8.5	349	9.3	14.7	14.2	18.5	2.104																																																																																																																																																																													
S3		8.4	843	9.5	14.5	13.8	22.8	2.096																																																																																																																																																																													
S4		8.5	391	9.3	10.0	11.5	3.0	1.552																																																																																																																																																																													
지점	항목	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	클로로필 a (mg/m ³)	BOD (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)																																																																																																																																																																													
J1		0.07	0.020	0.202	0.084	25.1	6.8	1.3																																																																																																																																																																													
J2		0.05	0.018	0.182	0.072	25.9	5.1	1.3																																																																																																																																																																													
J3		0.06	0.020	0.202	0.088	20.5	5.2	1.3																																																																																																																																																																													
J5		0.44	0.247	0.216	0.174	9.2	1.4	13.0																																																																																																																																																																													
S1		0.04	0.014	0.168	0.060	20.2	6.7	1.3																																																																																																																																																																													
S2		0.04	0.013	0.154	0.064	18.7	6.9	1.0																																																																																																																																																																													
S3		0.04	0.015	0.168	0.063	20.6	7.0	1.0																																																																																																																																																																													
S4		0.03	0.012	0.264	0.187	4.1	3.5	1.3																																																																																																																																																																													
<p style="font-weight: bold; font-size: large;">2021년 07월 29일(평시)</p>																																																																																																																																																																																					

시 험 결 과 서								
쉼비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호 시 료 번 호 : B21083001 측 정 일 자 : 2021년 8월 29일 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발 급 일 자 : 2021년 9월 10일 대 표 자 : 조 양 근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신창-중랑지구 수질개선사업 수질분석								
1. 측정결과								
지점	항목	pH	전기전도도 (uS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)
J1		7.6	1175	9.0	12.4	13.2	56.0	2.472
J2		7.6	1123	7.7	11.2	11.4	57.0	2.336
J3		7.6	1008	7.5	7.3	11.3	12.6	1.456
J4		7.6	380	8.7	6.5	7.1	6.6	9.502
J5		7.4	326	8.1	9.4	9.3	41.4	3.288
S1		7.5	303	9.3	10.3	10.5	14.3	2.136
S2		7.5	302	8.8	9.7	10.7	13.5	2.192
S3		7.5	303	8.1	9.1	11.0	15.0	2.129
S4		7.4	289	8.0	6.6	7.6	4.4	3.816
1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선관, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.								
- 이 장 여 백 -								
측정분석자 성명: 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 쉼비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 9월 10일 쉼비앤지기술연구소 대표 								

시 험 결 과 서								
쉼비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호 시 료 번 호 : B21083001 측 정 일 자 : 2021년 8월 29일 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발 급 일 자 : 2021년 9월 10일 대 표 자 : 조 양 근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신창-중랑지구 수질개선사업 수질분석								
1. 측정결과								
지점	항목	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	TP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	클로로필라 a (mg/m ³)	BOD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)
J1		0.37	0.052	0.295	0.122	13.2	3.8	1.8
J2		0.35	0.058	0.250	0.126	11.3	3.9	2.0
J3		0.14	0.086	0.110	0.070	1.6	2.5	1.4
J4		0.15	0.088	0.264	0.236	0.3	2.4	7.0
J5		0.13	0.075	0.312	0.225	0.3	2.3	2.4
S1		0.15	0.103	0.115	0.027	14.4	6.0	1.1
S2		0.20	0.101	0.120	0.025	16.9	5.4	1.0
S3		0.22	0.106	0.106	0.026	12.7	5.4	1.0
S4		0.06	0.057	0.322	0.205	1.3	2.4	2.4
1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선관, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.								
- 이 장 여 백 -								
측정분석자 성명: 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 쉼비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 9월 10일 쉼비앤지기술연구소 대표 								

2021년 08월 30일(평시)

시 험 결 과 서								
쉼비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호 시 료 번 호 : B21100101 측 정 일 자 : - 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발 급 일 자 : 2021년 10월 29일 대 표 자 : 조 양 근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신창-중랑지구 수질개선사업 수질분석								
1. 측정결과								
지점	항목	pH	전기전도도 (uS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)
J1		9.3	827	9.0	7.4	7.1	4.1	0.889
J2		7.9	832	8.3	9.0	8.7	50.8	2.504
J3		7.7	808	8.4	10.3	10.1	57.0	2.360
J4		7.5	421	9.8	3.2	2.9	5.0	12.624
J5		7.4	423	9.1	3.2	2.8	3.8	7.068
S1		8.0	269	9.2	11.0	9.7	15.7	1.944
S2		8.1	263	9.1	9.9	9.3	11.7	1.889
S3		8.2	255	9.2	9.5	9.1	11.3	1.900
S4		7.6	381	9.9	4.0	4.2	1.0	3.864
1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선관, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.								
- 이 장 여 백 -								
측정분석자 성명: 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 쉼비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 10월 29일 쉼비앤지기술연구소 대표 								

시 험 결 과 서								
쉼비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호 시 료 번 호 : B21100101 측 정 일 자 : - 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발 급 일 자 : 2021년 10월 29일 대 표 자 : 조 양 근 주 소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동) 사 업 명 : 신창-중랑지구 수질개선사업 수질분석								
1. 측정결과								
지점	항목	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	TP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	클로로필라 a (mg/m ³)	BOD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)
J1		0.10	0.010	0.048	0.018	1.9	2.1	0.6
J2		0.49	0.085	0.163	0.085	4.5	2.9	2.4
J3		0.55	0.082	0.197	0.106	8.1	3.7	2.2
J4		0.01	0.022	0.091	0.068	2.1	0.9	11.3
J5		0.18	0.066	0.168	0.135	1.1	1.0	6.7
S1		0.49	0.028	0.154	0.027	29.1	4.8	0.9
S2		0.33	0.026	0.125	0.022	21.7	3.8	0.7
S3		0.36	0.024	0.130	0.019	19.2	3.8	0.7
S4		0.13	0.053	0.187	0.168	1.4	0.9	3.3
1. 위 실험결과는 수질오염공정시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 총포, 선관, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.								
- 이 장 여 백 -								
측정분석자 성명: 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 쉼비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 10월 29일 쉼비앤지기술연구소 대표 								

2021년 10월 01일(평시)

 시험결과서 ㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우정타워 402호						
시료번호	: B21082301		측정일자	: 2021년 8월 21일		
의뢰업체명	: ㈜화정엔지니어링		발급일자	: 2021년 9월 07일		
대표자	: 조양근					
주소	: 경기도 안양시 동안구 중앙대로439번길 20 (관양동)					
사업명	: 신창·중왕지구 수질개선사업 수질분석(강우시)					
1. 측정결과						
항목	지점	S-1-1	S-1-2	S-1-6	S-1-7	S-1-13
pH		7.0	7.0	6.8	6.7	6.8
BOD (mg/L)		2.1	2.1	4.7	5.3	1.5
COD (mg/L)		6.0	8.0	9.7	9.4	5.2
TOC (mg/L)		6.5	5.5	6.0	7.3	5.7
SS (mg/L)		7.0	49.8	127.0	58.4	11.6
DO (mg/L)		6.5	4.4	5.0	4.9	6.2
TN (mg/L)		1.192	1.696	2.016	2.784	1.928
TP (mg/L)		0.250	0.418	0.677	0.571	0.326
전기전도도 (uS/cm)		235	73	86	102	152
1. 위 실험결과를 수질오염관리시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다.						
- 이 하 여 백 -						
측정분석자 성명 : 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 9월 7일						
㈜비앤지기술연구소 대표 						

 시험결과서 ㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우정타워 402호						
시료번호	: B21082301		측정일자	: 2021년 8월 21일		
의뢰업체명	: ㈜화정엔지니어링		발급일자	: 2021년 9월 07일		
대표자	: 조양근					
주소	: 경기도 안양시 동안구 중앙대로439번길 20 (관양동)					
사업명	: 신창·중왕지구 수질개선사업 수질분석(강우시)					
1. 측정결과						
항목	지점	J-1-1	J-1-2	J-1-4	J-1-6	J-1-8
pH		7.0	6.9	6.4	6.7	6.8
BOD (mg/L)		4.4	7.4	14.4	5.3	3.6
COD (mg/L)		10.4	13.6	42.0	10.7	8.0
TOC (mg/L)		9.7	10.0	17.1	9.2	7.2
SS (mg/L)		13.8	184.5	1681.0	90.0	13.2
DO (mg/L)		3.9	3.4	2.2	4.6	4.6
TN (mg/L)		2.700	6.768	7.680	7.152	2.796
TP (mg/L)		0.418	1.288	2.908	0.667	0.216
전기전도도 (uS/cm)		416	370	129	211	231
1. 위 실험결과를 수질오염관리시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다.						
- 이 하 여 백 -						
측정분석자 성명 : 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 9월 7일						
㈜비앤지기술연구소 대표 						

 시험결과서 ㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우정타워 402호						
시료번호	: B21082301		측정일자	: 2021년 8월 21일		
의뢰업체명	: ㈜화정엔지니어링		발급일자	: 2021년 9월 07일		
대표자	: 조양근					
주소	: 경기도 안양시 동안구 중앙대로439번길 20 (관양동)					
사업명	: 신창·중왕지구 수질개선사업 수질분석(강우시)					
1. 측정결과						
항목	지점	J-2-1	J-2-2	J-2-3	J-2-5	J-2-8
pH		6.9	6.6	6.4	6.7	6.8
BOD (mg/L)		5.6	10.1	12.7	4.5	2.4
COD (mg/L)		10.9	18.4	26.0	9.4	6.4
TOC (mg/L)		7.7	16.5	18.5	8.6	6.9
SS (mg/L)		171.3	752.0	1128.0	36.8	4.6
DO (mg/L)		6.0	2.2	3.4	4.9	5.2
TN (mg/L)		9.120	10.392	10.680	6.472	6.640
TP (mg/L)		1.042	1.997	2.916	0.811	0.518
전기전도도 (uS/cm)		219	252	151	203	213
1. 위 실험결과를 수질오염관리시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다.						
- 이 하 여 백 -						
측정분석자 성명 : 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 9월 7일						
㈜비앤지기술연구소 대표 						

 시험결과서 ㈜비앤지기술연구소 (우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우정타워 402호						
시료번호	: B21082301		측정일자	: 2021년 8월 21일		
의뢰업체명	: ㈜화정엔지니어링		발급일자	: 2021년 9월 07일		
대표자	: 조양근					
주소	: 경기도 안양시 동안구 중앙대로439번길 20 (관양동)					
사업명	: 신창·중왕지구 수질개선사업 수질분석(강우시)					
1. 측정결과						
항목	지점	J-2-1	J-2-2	J-2-3	J-2-5	J-2-8
pH		6.9	6.6	6.4	6.7	6.8
BOD (mg/L)		5.6	10.1	12.7	4.5	2.4
COD (mg/L)		10.9	18.4	26.0	9.4	6.4
TOC (mg/L)		7.7	16.5	18.5	8.6	6.9
SS (mg/L)		171.3	752.0	1128.0	36.8	4.6
DO (mg/L)		6.0	2.2	3.4	4.9	5.2
TN (mg/L)		9.120	10.392	10.680	6.472	6.640
TP (mg/L)		1.042	1.997	2.916	0.811	0.518
전기전도도 (uS/cm)		219	252	151	203	213
1. 위 실험결과를 수질오염관리시험기준의 준하여 분석하였습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없습니다.						
- 이 하 여 백 -						
측정분석자 성명 : 김 효 숙 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다. 2021년 9월 7일						
㈜비앤지기술연구소 대표 						

2021년 08월 23일(강우시)



시험결과서

㈜비앤지기술연구소
(우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호

시료번호 : B21090201 측정일자 : -
 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급일자 : 2021년 9월 24일
 대표자 : 조양근
 주소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동)
 사업명 : 신창·중랑지구 수질개선사업 수질분석(강우시)

1. 측정결과

항목	지점	S-1	S-6	S-7	S-8	S-10
pH		7.1	7.3	6.7	7.2	7.0
BOD (mg/L)		1.1	1.1	7.9	5.2	3.5
COD (mg/L)		4.2	4.0	22.7	15.0	7.8
TOC (mg/L)		4.4	4.5	6.5	5.2	7.3
SS (mg/L)		0.9	1.1	200.0	376.0	31.2
DO (mg/L)		9.1	8.6	6.0	7.9	6.5
TN (mg/L)		3.920	4.584	4.608	5.472	7.440
TP (mg/L)		0.221	0.221	1.603	0.970	0.490
전기전도도 (uS/cm)		432	413	185	404	286

1. 위 실험결과에는 수질오염방지시험기준의 준하여 분석하였습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.

- 이 하 여 백 -

측정분석자 성명 : 김 효 숙
 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.
 2021년 9월 24일 
 ㈜비앤지기술연구소 대표



시험결과서

㈜비앤지기술연구소
(우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호

시료번호 : B21090201 측정일자 : -
 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급일자 : 2021년 9월 24일
 대표자 : 조양근
 주소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동)
 사업명 : 신창·중랑지구 수질개선사업 수질분석(강우시)

1. 측정결과

항목	지점	J-1-1	J-1-2	J-1-3	J-1-7	J-1-8
pH		7.1	6.5	6.7	6.8	6.9
BOD (mg/L)		3.1	14.0	6.4	7.5	2.3
COD (mg/L)		8.6	57.3	17.6	26.0	7.6
TOC (mg/L)		7.0	21.7	10.0	13.4	6.2
SS (mg/L)		29.2	1122.0	294.0	958.0	46.4
DO (mg/L)		7.5	4.8	6.4	7.7	8.7
TN (mg/L)		5.208	10.464	4.637	6.024	3.968
TP (mg/L)		0.346	4.464	1.280	2.054	0.394
전기전도도 (uS/cm)		376	155	224	197	198

1. 위 실험결과에는 수질오염방지시험기준의 준하여 분석하였습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.

- 이 하 여 백 -

측정분석자 성명 : 김 효 숙
 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.
 2021년 9월 24일 
 ㈜비앤지기술연구소 대표



시험결과서

㈜비앤지기술연구소
(우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호

시료번호 : B21090201 측정일자 : -
 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급일자 : 2021년 9월 24일
 대표자 : 조양근
 주소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동)
 사업명 : 신창·중랑지구 수질개선사업 수질분석(강우시)

1. 측정결과

항목	지점	J-2-1	J-2-2	J-2-6	J-2-7	J-2-8
pH		6.9	6.9	6.8	6.6	6.7
BOD (mg/L)		1.3	6.2	4.4	11.8	1.9
COD (mg/L)		4.2	17.6	10.5	44.0	5.9
TOC (mg/L)		3.7	7.3	9.1	18.1	5.3
SS (mg/L)		12.4	311.0	71.5	938.0	15.9
DO (mg/L)		8.2	5.6	7.4	6.6	8.6
TN (mg/L)		11.712	13.200	13.104	11.232	13.728
TP (mg/L)		0.154	1.842	0.763	4.152	0.230
전기전도도 (uS/cm)		393	306	301	223	296

1. 위 실험결과에는 수질오염방지시험기준의 준하여 분석하였습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.

- 이 하 여 백 -

측정분석자 성명 : 김 효 숙
 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.
 2021년 9월 24일 
 ㈜비앤지기술연구소 대표



시험결과서

㈜비앤지기술연구소
(우) 435-040 경기도 군포시 산본동 18-14 우경타워 402호

시료번호 : B21090201 측정일자 : -
 의뢰업체명 : ㈜화정엔지니어링 발급일자 : 2021년 9월 24일
 대표자 : 조양근
 주소 : 경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20 (관양동)
 사업명 : 신창·중랑지구 수질개선사업 수질분석(강우시)

1. 측정결과

항목	지점	J-2-1	J-2-2	J-2-6	J-2-7	J-2-8
pH		6.9	6.9	6.8	6.6	6.7
BOD (mg/L)		1.3	6.2	4.4	11.8	1.9
COD (mg/L)		4.2	17.6	10.5	44.0	5.9
TOC (mg/L)		3.7	7.3	9.1	18.1	5.3
SS (mg/L)		12.4	311.0	71.5	938.0	15.9
DO (mg/L)		8.2	5.6	7.4	6.6	8.6
TN (mg/L)		11.712	13.200	13.104	11.232	13.728
TP (mg/L)		0.154	1.842	0.763	4.152	0.230
전기전도도 (uS/cm)		393	306	301	223	296

1. 위 실험결과에는 수질오염방지시험기준의 준하여 분석하였습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없습니다.

- 이 하 여 백 -

측정분석자 성명 : 김 효 숙
 상기 사항은 귀사에서 ㈜비앤지기술연구소에 의뢰한 측정분석의 성적입니다.
 2021년 9월 24일 
 ㈜비앤지기술연구소 대표

2021년 09월 02일(강우시)

8.4 현황측량 기준점 성과표

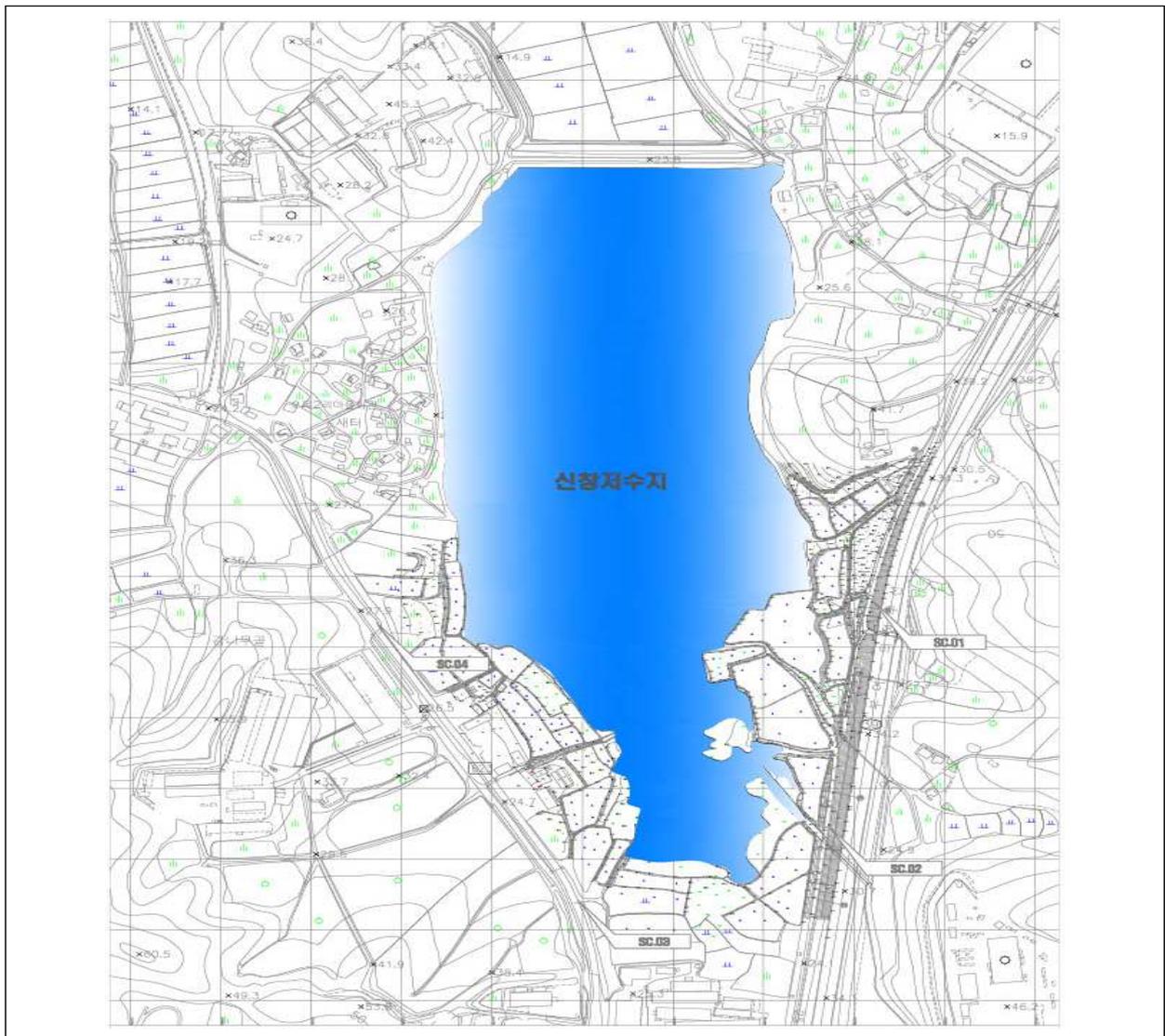
8.4.1 개요

가. 측량목적

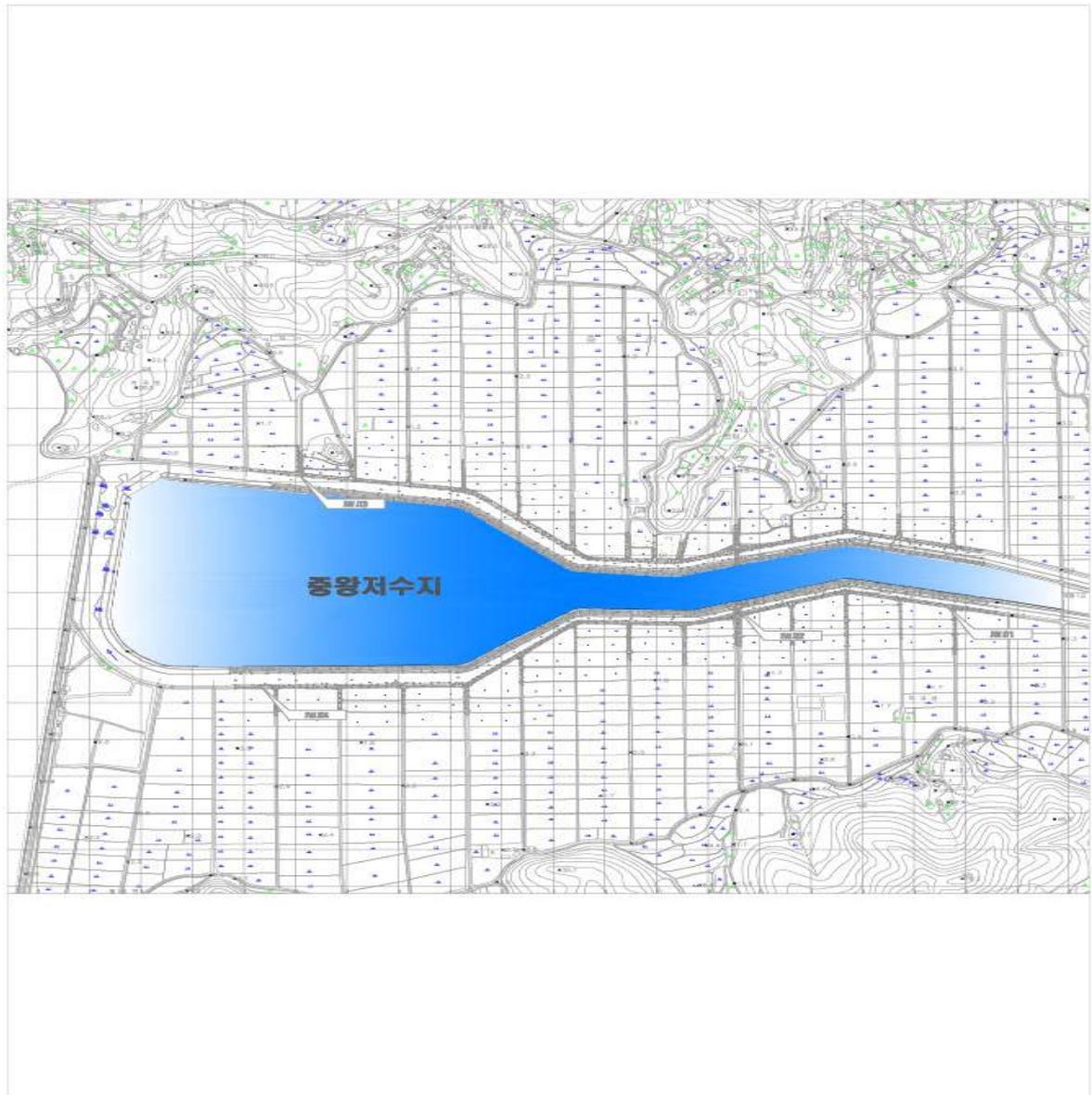
- 본 조사는 “2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사용역”에 대한 측량조사로서 계획지역에 대한
- 측량계획을 실시하여 본 과업이 합리적이고 경제적인 설계가 될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

나. 측량위치

- [신창지구] 충남 아산시 신창면 오목리 일원 신창저수지



- [중왕지구] 충남 서산시 지곡면 중왕리 일원 중왕저수지



다. 측량장비

(1) Network RTK-GPS 개요

- 『Network RTK(VRS) 측량에 대한 공공측량 성과심사 관련규정 제165조, 제166조』 준용
- 국가기준점 중 위성기준점을 이용하여 국토지리정보원에서 운영하고 있는 실시간 정밀GNSS측량 방법으로 공공기준점 및 각종 현황을 측량하는 작업임.

- 1 epoch는 GNSS 반송파 위상신호를 고정점과 이동점에서 동시에 관측되는 1회의 신호를 말함.
- 세션은 네트워크 RTK 수신기가 한점의 좌표값을 결정하기 위해 수행하는 관측 단위를 말함.

(2) 사용장비

- 본 사업에 사용된 측량 장비는 K9MINI 모델로 Network RTK-GPS 측량이 가능하며 측량 S/W 로는 TOPCON 사의 GNSS pro 프로그램을 이용하여 관측하였음.

종 류	수 량	안 테 나	성 능
K9MINI	1대	K9MINI	L1/L2 2주파
			H:3mm+0.5ppm V:10mm+1ppm

(3) 관측 및 계산방법

- 관측은 선점도를 기초로 이동점에 GNSS 수신기를 정확히 설치하고 GNSS 위성으로부터 반송파 위상신호를 수신함과 동시에 네트워크 RTK 서버로부터 수신한 가상기준점의 보정정보를 이용하여 기선해석을 실시함으로써 이동점의 좌표를 결정하고 기록하였음.
- 네트워크 RTK 측량에 사용하는 GNSS 수신기는 1급 GNSS 수신기로서 다음의 성능 이상의 것으로 한다.

구 분	수 신 주 파 수	성 능
GNSS 기준점 측량	L1, L2(2주파)	$\pm(5\text{mm}+1\text{PPM}\times D)$ D=거리(Km)

- 계산은 새로운 점의 좌표와 관련한 제반 요소의 계산을 실시하여 성과표 등을 작성하는 작업이며 세션의 수가 1회 이상인 경우 장비에서 제공하는 정밀도를 이용하여 가중평균한 결과를 최종 성과로 제출한다. 단, 공공측량시행자가 지시 또는 승인한 경우에는 산술평균을 적용할 수 있다.
- 새로운 측정의 좌표는 mm 단위까지 기록한다.

- 측지좌표: 위도, 경도, 타원체고 , 투영 평면좌표: X(N), Y(E)
- 관측 종료 후에는 신속하게 정해진 점검을 실시한다.
- 점검계산에서 정해진 허용범위를 초과한 경우에는 재측 또는 측량시행자의 지시에 따른 적절한 조치를 취한다.
- 네트워크 RTK 관측의 세션간 교차 및 허용 정밀도는 다음과 같다.

구 분	정 밀 도	비 고
수 평	세션간 교차 및 표준편차(1 σ): 5mm	
수 직	타원체고, 세션간 교차 및 표준편차(1 σ): 10mm	

8.4.2. 측량조사계획

가. 과업수행계획

(1) 개요

- 본 과업지구의 효율적인 설계 관련 자료를 제공할 수 있도록 체계적인 측량계획을 수립하며
- 부지내외의 평면 형상 및 고저관계를 나타내는 지형측량과 부지내외의 건물 및 지하 매설물의 현황측량을 실시하여 보다 정확하고 정밀한 데이터를 제공 할 수 있도록 한다.

(2) 측량범위

- 신창저수지 지형현황측량

구 분	위 치	범 위	비 고
지형측량	아산시 신창면일원	약 216,000 m ²	

- 중왕저수지 지형현황측량

구 분	위 치	범 위	비 고
지형측량	서산시 지곡면일원	약 556,000 m ²	

(3) 측량방법

- 현장 보조기준점 측량 : 네트워크 RTK(VRS)측량, 직접 수준측량을 실시하여 좌표를 확정함.
- 현황측량 : GPS측량을 실시하여 지형 및 주변 구조물의 위치를 직접 관측하였음.

나. 인원투입계획

참여 분야	성 명	비 고
조사 및 계획	김 상 균	측량및지형공간정보기사
조사 및 측량	정 문 기	측량및지형공간정보산업기사
측 량	정문기, 김승기	측량산업기사 및 측량기능사

다. 예정공정표

공 종	9월					10월	비 고
	10	15	20	25	30	5	
측량준비 및 계획수립	■						
측량작업 및 외업		■					
내업 및 성과표작성			■	■	■		
기 타						■	

※ 휴일 및 공휴일 제외

8.4.3. 측량성과부

가. 위성기준점, 국가기준점 성과(국토지리정보원)

- 국토교통부 국토지리정보원 위성기준점 중 천안(CHEN),당진(DANJ),서산(SEOS),청양(CHYG)의 성과를 이용하였으며, 국가수준점 및 통합기준점은 U아산47, BM25-06-00, U0357, BM12-02-05-06의 성과를 이용하여 수준측량을 실시하였음.
- 위성기준점

측 점 명	X	Y	Z	비고
천안(CHEN)	477,088.686	184,226.880	31.682	중부원점
당진(DANJ)	464,319.157	154,846.486	52.277	중부원점
서산(SEOS)	475,486.039	213,841.350	69.545	중부원점
청양(CHYG)	428,984.225	182,206.327	136.474	중부원점

- 신창저수지

측 점 명	X	Y	Z	비고
U아산47	465,712.0736	194,024.3252	26.5139	중부원점
BM25-06-00			35.7237	중부원점

- 중왕저수지

측 점 명	X	Y	Z	비고
U0357	474,100.3594	149,704.6730	21.2713	중부원점
BM12-02-05-06			14.2605	중부원점

나. 보조기준점성과

- 본 과업 대상지역의 효율적인 자료를 제공 할 수 있도록 좌표기준점(화강석표석)을 8점 설치하고 측정하였다.
- 신창저수지 현장매설 보조기준점 성과

측 점 명	X	Y	Z	비고
SC01	465865.074	194520.785	29.018	화강석표석
SC02	465545.591	194472.829	23.825	화강석표석
SC03	465442.521	194194.317	24.870	화강석표석
SC04	465834.579	193971.461	27.957	화강석표석

- 중왕저수지 현장매설 보조기준점 성과

측 점 명	X	Y	Z	비고
JW01	474164.718	145661.723	2.236	화강석표석
JW02	474160.105	145254.509	4.519	화강석표석
JW03	474519.081	144406.750	2.368	화강석표석
JW04	473944.793	144332.214	2.242	화강석표석

다. 좌표계산부

- 과업구간의 평면측량은 국토지리정보원의 위성기준점을 통한 네트워크 RTK(VRS)관측을 통하여 산출하였으며, 수준측량은 통합기준점 및 국가수준점에서 직접수준측량을 실시하였다.

네트워크 RTK 관측기록부

작업명	2021년 농업용수 수질개선 기본조사용역 [신 창 지 구]				
관측일자	221-06-11	GNSS 수신기 제조사/모델	KORIDA K9MINI		
관측자	nada2015	GNSS 수신기 일련번호	K82576117217683	펌웨어Ver.	3.4
관측지점명	충청남도 아산시 신창면 오목리 일원	안테나 제조사/모델	KORIDA K9MINI		
작업시작시간	2021년06월11일11시00분24초	안테나 일련번호	K82576117217683		
작업종료시간	2021년06월11일11시28분30초	안테나고	<input checked="" type="checkbox"/> 수직 <input type="checkbox"/> 사거리 (1.600 m)		

관측ID	관측 시작	관측 종료	PDOP	Epoch 수	위성수	정밀도(cm)		관측값(m)			세션평균(m)		
						E/X	H/Z	E/Nh/BLh/dXYZ			E/Nh/BLh/dXYZ		
SC01	06월11일11시18분38초	06월11일11시18분49초	1	12	21	1.0076	1.6031	465865.073	194520.788	29.032	465865.074	194520.785	29.024
	06월11일11시19분57초	06월11일11시20분08초	1	12	21	1.0718	1.6875	465865.076	194520.785	29.016			
	06월11일11시20분54초	06월11일11시21분05초	1	12	21	1.0718	1.6875	465865.074	194520.782	29.023			
SC02	06월11일11시26분01초	06월11일11시26분12초	1	12	22	1.1254	1.7719	465545.593	194472.830	23.778	465545.591	194472.829	23.771
	06월11일11시27분08초	06월11일11시27분19초	1	12	22	0.9646	1.5187	465545.591	194472.828	23.767			
	06월11일11시28분19초	06월11일11시28분30초	1	12	22	1.2452	1.9406	465545.588	194472.828	23.769			
SC03	06월11일11시00분24초	06월11일11시00분35초	1	12	23	1.0718	1.6875	465442.518	194194.319	24.830	465442.521	194194.317	24.833
	06월11일11시01분26초	06월11일11시01분37초	1	12	23	0.8397	1.3625	465442.522	194194.317	24.835			
	06월11일11시02분11초	06월11일11시02분22초	1	12	23	1.0609	1.6875	465442.524	194194.316	24.834			
SC04	06월11일11시06분51초	06월11일11시07분02초	1	12	23	1.0609	1.7031	465834.580	193971.456	27.947	465834.579	193971.461	27.945
	06월11일11시07분46초	06월11일11시07분57초	1	12	23	1.1254	1.7719	465834.579	193971.460	27.949			
	06월11일11시08분34초	06월11일11시08분45초	1	12	23	1.0182	1.6031	465834.579	193971.467	27.938			

네트워크 RTK 관측기록부

작업명	2021년 농업용수 수질개선 기본조사용역 [중 앙 지 구]				
관측일자	221-06-16	GNSS 수신기 제조사/모델	KORIDA K9MINI		
관측자	nada2015	GNSS 수신기 일련번호	K82576117217683	펌웨어Ver.	3.4
관측지점명	충청남도 서산시 지곡면 중왕리 일원	안테나 제조사/모델	KORIDA K9MINI		
작업시작시간	2021년06월16일10시00분51초	안테나 일련번호	K82576117217683		
작업종료시간	2021년06월16일10시25분31초	안테나고	<input checked="" type="checkbox"/> 수직 <input type="checkbox"/> 사거리 (1.600 m)		

관측ID	관측 시작	관측 종료	PDOP	Epoch 수	위성수	정밀도(cm)		관측값(m)			세션평균(m)		
						E/X	H/Z	E/Nh/BLh/dXYZ	E/Nh/BLh/dXYZ	E/Nh/BLh/dXYZ			
JW01	06월16일10시00분51초	06월16일10시01분02초	0.9	12	25	0.8934	1.4477	474164.719	145661.726	2.284	474164.718	145661.723	2.283
	06월16일10시01분45초	06월16일10시01분56초	0.9	12	26	1.5766	2.5547	474164.718	145661.720	2.282			
	06월16일10시02분43초	06월16일10시02분54초	0.9	12	26	1.4715	2.3844	474164.717	145661.724	2.284			
JW02	06월16일10시07분36초	06월16일10시07분47초	1	12	24	0.9122	1.4344	474160.107	145254.507	4.578	474160.105	145254.509	4.575
	06월16일10시08분29초	06월16일10시08분40초	1	12	24	1.1804	1.8562	474160.103	145254.510	4.573			
	06월16일10시09분11초	06월16일10시09분22초	1	12	24	1.0195	1.6031	474160.104	145254.511	4.574			
JW03	06월16일10시14분59초	06월16일10시15분10초	0.9	12	23	1.548	2.3406	474519.081	144406.750	2.376	474519.081	144406.750	2.374
	06월16일10시15분51초	06월16일10시16분02초	0.9	12	23	0.9302	1.4211	474519.080	144406.748	2.373			
	06월16일10시16분40초	06월16일10시16분51초	0.9	12	23	1.149	1.7555	474519.082	144406.752	2.373			
JW4	06월16일10시23분43초	06월16일10시23분54초	0.9	12	24	1.2037	1.8391	473944.791	144332.219	2.234	473944.793	144332.214	2.237
	06월16일10시24분38초	06월16일10시24분49초	0.9	12	24	1.3261	2.0063	473944.794	144332.215	2.237			
	06월16일10시25분20초	06월16일10시25분31초	0.9	12	24	1.4226	2.1734	473944.795	144332.209	2.240			

수 준 차 계 산 부

번호	거리	누가거리	수 준 차					정표고	비 고
	(km)	(km)	왕	복	평균	표고	조정량		
BM25-06-00								35.724	
U아산47	1.40	1.40	-9.214			26.510	+0.004	26.514	
컴퍼스법칙에 의해 오차배분 하였슴.									
$20\text{mm}/S(S\text{는편도거리})=20\sqrt{1.40} = 0.023 > 0.004$ 이므로 OK									
U아산47								26.514	
SC.04	0.20	0.20	+1.443	-1.443	+1.443			27.957	
컴퍼스법칙에 의해 오차배분 하였슴.									
$20\text{mm}/S(S\text{는편도거리})=20\sqrt{0.20} = 0.009 > 0.000$ 이므로 OK									
U아산47								26.514	
SC.03	0.30	0.30	-1.645	+1.643	-1.644			24.870	
SC.02	0.80	1.10	-1.044	+1.046	-1.045			23.825	
SC.01	0.30	1.40	+5.193	-5.192	+5.193			29.018	
컴퍼스법칙에 의해 오차배분 하였슴.									
$20\text{mm}/S(S\text{는편도거리})=20\sqrt{1.40} = 0.023 > 0.001$ 이므로 OK									

수 준 차 계 산 부

번호	거리	누가거리	수 준 차					정표고	비 고
	(km)	(km)	왕	복	평균	표고	조정량		
BM12-02-05-06								14.261	
U0357	1.40		+7.007				21.268	+0.003	21.271
컴퍼스법칙에 의해 오차배분 하였음.									
$20\text{mm}\sqrt{S}(S\text{는편도거리})=20\sqrt{1.40} = 0.023 > 0.003$ 이므로 OK									
U0357									21.271
JW.01	4.60	4.60	-19.044	+19.026	-19.035				2.236
JW.02	0.50	5.10	+2.282	-2.284	+2.283				4.519
JW.03	1.10	6.20	-2.150	+2.152	-2.151				2.368
컴퍼스법칙에 의해 오차배분 하였음.									
$20\text{mm}\sqrt{S}(S\text{는편도거리})=20\sqrt{6.20} = 0.049 > 0.018$ 이므로 OK									
JW.02									4.519
JW.04	1.10	1.10	-2.275	+2.279	-2.277				2.242
컴퍼스법칙에 의해 오차배분 하였음.									
$20\text{mm}\sqrt{S}(S\text{는편도거리})=20\sqrt{1.10} = 0.020 > 0.004$ 이므로 OK									

라. 매설점의조사

[신창저수지 SC01]

매 설 점 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 중 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
점의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	SC01	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	아산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 아산시 신창면 오목리					
매 설	2021년 6월 10일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 11일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-56-19.000		위도	36-47-29.036	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	52.694
			465865.074	194520.785	정 표 고	29.018
경 로	신창저수지 제방에서 농로를 따라 남동쪽으로 약 400미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[신창저수지 SC02]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 증 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	SC02	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	아산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 아산시 신창면 오목리					
매 설	2021년 6월 10일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 11일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-56-17.074		위도	36-47-18.671	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	47.448
			465545.591	194472.829	정 표 고	23.825
경 로	SC01에서 농로를따라 남쪽으로 약 300미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[신창저수지 SC03]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 중 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	SC03	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	아산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 아산시 신창면 오목리					
매 설	2021년 6월 10일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 11일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-56-5.844		위도	36-47-15.322	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	48.504
			465442.521	194194.317	정 표 고	24.870
경 로	오목늪시터 입구에서 도로를 따라 남동쪽으로 약 700미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[신창저수지 SC04]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 증 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	SC04	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	아산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 아산시 신창면 오목리					
매 설	2021년 6월 10일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 11일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-55-56.844		위도	36-47-28.035	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	51.599
			465834.579	193971.461	정 표 고	27.957
경 로	오목늪시터 입구에서 도로를 따라 남동쪽으로 약 300미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[중왕저수지 JW01]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 중 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	JW01	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	서산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 서산시 지곡면 중왕리					
매 설	2021년 6월 15일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 16일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-23-26.230		위도	36-51-52.709	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	24.466
			474164.718	145661.723	정 표 고	2.236
경 로	JW02에서 남동쪽으로 약 400미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[중왕저수지 JW02]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 중 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	JW02	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	서산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 서산시 지곡면 중왕리					
매 설	2021년 6월 15일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 16일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-23-9.791		위도	36-51-52.475	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	26.744
			474160.105	145254.509	정 표 고	4.519
경 로	중왕저수지 제방에서 남동쪽으로 약 1.2킬로미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[중왕저수지 JW03]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 중 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	JW03	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	서산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 서산시 지곡면 중왕리					
매 설	2021년 6월 15일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 16일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-22-35.473		위도	36-52-3.941	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	24.512
			474519.081	144406.750	정 표 고	2.368
경 로	중왕저수지 제방에서 동쪽으로 약 400미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

[중왕저수지 JW04]

매 설 정 의 조 서

사 업 명	2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사 (신 창 • 중 왕 지 구)			고시번호	제 - 호	
정의종류	공공(기준, 수준)점	점 번호	JW03	급 수	3급	
시 행 자	한국농어촌공사 충남지역본부	1/50,000도엽명	서산	상 태	완전	
소 재 지	충청남도 서산시 지곡면 중왕리					
매 설	2021년 6월 15일	매 설 자	김 상 균	매설형태	화강석표석	
관 측	2021년 6월 16일	관 측 자	정 문 기	관측장비	레 벨	
공공기준점 : 신성과 <input checked="" type="checkbox"/> , 구성과 <input type="checkbox"/>			공공수준점 : 직접수준 <input checked="" type="checkbox"/> , 간접수준 <input type="checkbox"/>			
성 과	경도	126-22-35.473		위도	36-52-3.941	
	BESSEL 타원체		GRS-80 타원체		좌표원점	중부
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	타원체고	24.512
			474519.081	144406.750	정 표 고	2.368
경 로	중왕저수지 제방에서 동쪽으로 약 400미터 떨어진 지점에 표석을 매설함.					
약 도			매 설			
						
근 경			원 경			
						
비 고						

GPS관측기록부 (GPS MEASUREMENT)

1. 관측기록부(Observation Record)

신청인 Applicant	신화정	신청일 Application date	2017-09-22		
관측자 Surveyor	윤민구				

구분 Classification	수신기 Receiver		안테나 Antenna		관측데이터 Observation data			비고	
	모델번호 Model No	기기번호 Series No	모델번호 Model No	기기번호 Series No	관측일자 Observation date	관측시간 Observation time			
	K9MINI	K825761172 17683	K9MINI	K82576117 217683		시작 start	완료 end		관측 time
GPS 검기선점 Observation point	U0218				2017-08-18	03:16	06:21	03:05	PointA
GPS 상시관측소 Gps station	수원-SUWN				2017-08-18	03:16	06:21	03:05	PointB
GPS 상시관측소 Gps station	동두천-DONG				2017-08-18	03:16	06:21	03:05	PointC

2. 사용 소프트웨어(Processing software)

제조회사 Company	소프트웨어(software)		비고 Remark
	명칭(Name)	버전(Version)	
TOPCON	GNSS pro	3.4	

3. 기선장 비교차(Comparing difference of baseline length)

구분 Classification	관측값 Observation value	기선값 Baseline length	차이 Difference	허용범위 Allowance	비고 Remark
기선벡터 L1(AB) baseline L1	29504.9126	29504.9095	3.0	15	합격 pass
기선벡터 L2(AB) baseline L2	56409.1787	56409.1796	0.9	15	합격 pass

4.3차원 지심직좌표차(X,Y,Z Coordinate difference)

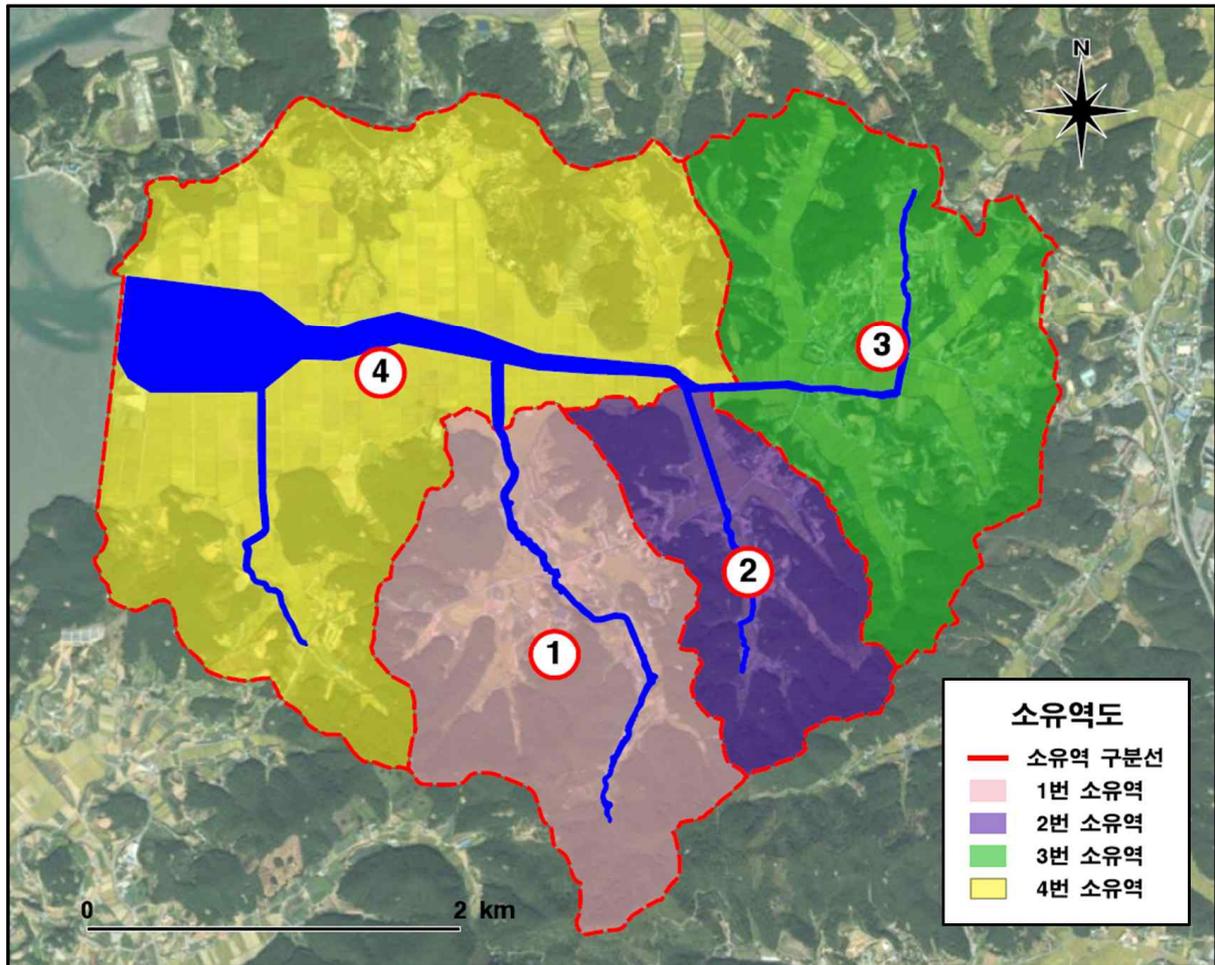
GPS 검기선점(측점A)				
관측값 Observation value	기준값 Standard value	차이 Difference	허용범위 Allowance	판정 Result
X=-3055613.8670	-3036840.0970	3.6	15.0	합격 pass
Y=4037802.4220	4060448.3972	0.9	15.0	합격 pass
Z=3865198.3560	3856356.7205	0.4	30.0	합격 pass

5. 단위삼각형 환 폐합차(Loop closure of unit triangle)

환 폐합차 Loop closure	허용범위 Allowance	판정 Result
15.6679	106.7	합격 pass

10km이상 : 1PPM × ΣD More than 10km : 1PPM × ΣD
 10km미만 : 2PPM × ΣD Under 10km : 2PPM × ΣD
 ※D(Distance) : 사거리(km)

8.5 유역도 및 면적표



소유역	읍면동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
전체	팔봉면, 지곡면	흑석리, 산성리, 장현리, 연화리, 중왕리	1,503.6	201.2	377.8	763.9	27.8	132.9
소유역1	팔봉면, 지곡면	흑석리, 장현리, 연화리	325.9	48.9	32.8	224.8	4.4	14.9
소유역2	지곡면	장현리, 연화리	182.3	24.1	25.3	116.8	3.3	12.9
소유역3	지곡면	장현리, 상선리	368.7	81.8	75.4	169.0	11.7	30.9
소유역4	팔봉면, 지곡면	흑석리, 장현리, 연화리, 산성리, 중왕리	626.6	46.4	244.2	253.3	8.5	74.2

※자료 : 전국오염원자료, 2019

8.6 연도별 월별 강우량

[단위 : mm]

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2011	8.8	55.8	34.5	96.2	107.9	462.6	656.5	151.2	50.3	18.1	48.9	13.6	1704.4
2012	15.1	2.4	41.6	113.5	14.5	91.1	266.8	647.9	201.5	100.7	82.1	65.4	1642.6
2013	36.8	64.8	60.8	61.8	114.9	94.4	213.8	120.6	147.4	5.7	64.9	32.8	1018.7
2014	7.0	17.0	31.2	85.6	52.7	69.3	151.7	242.3	106.7	117.2	37.8	81.6	1000.1
2015	20.7	23.1	20.6	116.8	40.6	64.1	158.5	63.1	15.1	73.1	156.6	63.6	815.9
2016	21.9	61.7	24.3	87.0	153.7	36.8	295.6	34.0	53.1	73.8	17.5	62.7	922.1
2017	21.3	31.4	4.8	38.9	27.9	23.3	327.8	231.3	37.6	25.5	24.7	35.9	830.4
2018	21.0	40.5	76.6	132.8	147.7	162.3	152.9	156.8	82.7	153.2	73.9	26.8	1227.2
2019	1.1	30.2	43.7	43.9	20.1	56.3	174.5	121.1	181.1	81.0	124.6	37.4	915.0
2020	46.0	72.3	23.0	20.7	101.3	144.0	329.4	400.0	257.7	12.6	72.0	9.7	1488.7
평균	20.0	39.9	36.1	79.7	78.1	120.4	272.8	216.8	113.3	66.1	70.3	43.0	1156.5

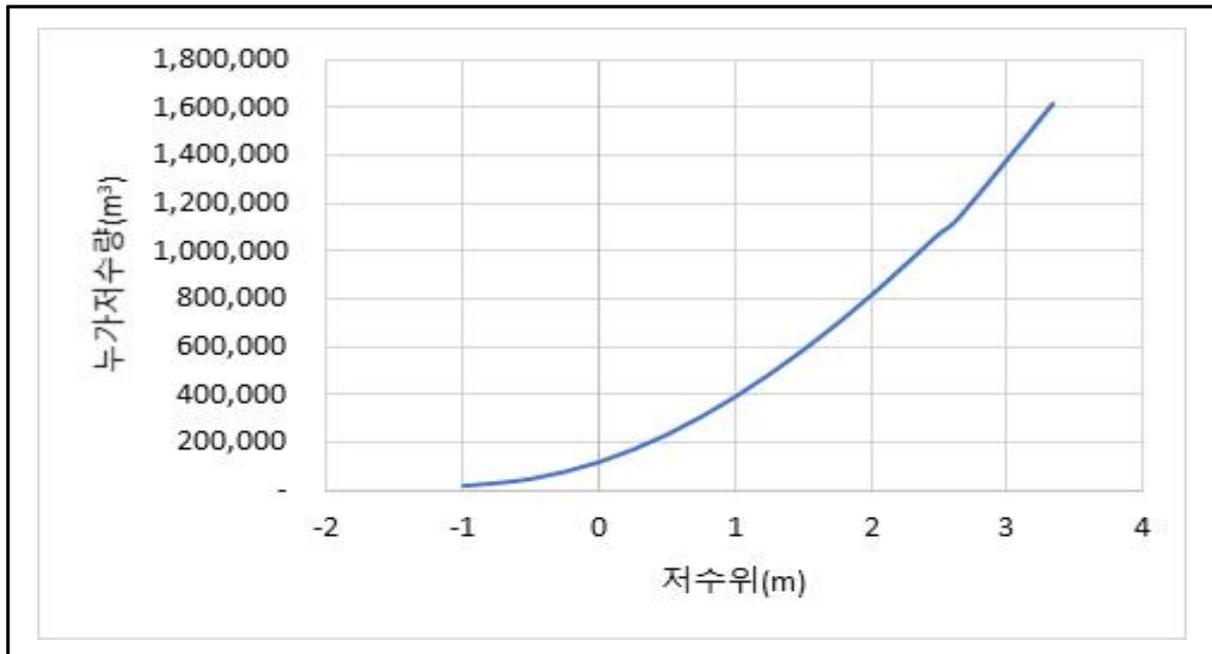
※자료 : 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)

8.7 유역별 유출량 산정 결과

구분	유역	유역면적 (km ²)	일평균 유입량(m ³ /일)			총 유입량(m ³)		
			총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과	총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과
2018년	소유역1	3.26	4,594	3,741	29,709	1,676,988	1,365,369	10,843,790
	소유역2	1.82	2,730	2,268	16,305	996,414	827,977	5,951,259
	소유역3	3.69	4,915	3,910	34,488	1,793,912	1,426,969	12,588,141
	소유역4	6.26	8,492	6,736	60,157	3,099,570	2,458,510	21,957,400
2019년	소유역1	3.26	2,486	2,318	10,001	907,441	845,970	3,650,544
	소유역2	1.82	1,408	1,321	5,285	514,034	482,328	1,928,902
	소유역3	3.69	2,792	2,557	13,272	1,018,908	933,187	4,844,218
	소유역4	6.26	4,779	4,370	22,993	1,744,161	1,595,181	8,392,414
2020년	소유역1	3.26	10,109	6,375	103,969	3,689,607	2,327,036	37,948,539
	소유역2	1.82	5,831	3,802	56,847	2,128,202	1,387,591	20,749,296
	소유역3	3.69	10,840	6,935	109,016	3,956,667	2,531,446	39,790,776
	소유역4	6.26	18,630	11,907	187,657	6,799,944	4,346,167	68,494,916
2021년 (7월까지)	소유역1	3.26	3,291	2,926	18,413	1,201,392	1,068,079	6,720,563
	소유역2	1.82	1,842	1,692	8,048	672,350	617,631	2,937,699
	소유역3	3.69	3,699	3,235	22,899	1,350,087	1,180,811	8,358,129
	소유역4	6.26	6,304	5,531	38,313	2,300,993	2,018,785	13,984,390

8.8 저수지 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	-1.00	0.00	46,527	23,264	-	18,084	0.00	사수위
2	-0.50	0.50	93,822	70,175	30,044	48,131	2.68	
3	0.00	0.50	14,117	53,970	70,218	118,349	8.95	
4	0.50	0.50	278,055	146,086	116,038	234,387	19.31	
5	1.00	0.50	414,993	346,524	157,717	392,104	33.39	
6	1.50	0.50	445,074	430,034	195,255	587,359	50.83	
7	2.00	0.50	475,154	460,114	228,651	816,010	71.24	평수위
8	2.50	0.50	504,613	489,884	257,906	1,073,916	94.27	
9	2.64	0.14	510,505	507,559	64,160	1,138,076	100.00	만수위
10	3.34	0.70	867,858	689,182	482,427	1,620,503	143.07	홍수위



8.9 수질예측 데이터

8.9.1 수질모형 HSPF

```

RUN
GLOBAL
UCI Created by WinHSPF for JungWang
START 2008/01/01 00:00 END 2021/08/31 23:00
RUN INTERP OUTPT LEVELS 1 0
RESUME 0 RUN 1 UNITS 1
END GLOBAL

FILES
<FILE> <UN#>***<----FILE NAME----->
MESSU 24 JungWang.ech
WDM1 91 JungWang.out
WDM2 25 JungWang.wdm
WDM2 26 129N.wdm
BINO 92 JungWang.hbn
END FILES

OPN SEQUENCE
INGRP INDELT 01:00
PERLND 101
PERLND 102
PERLND 103
PERLND 104
PERLND 105
PERLND 106
IMPLND 101
RCHRES 1
RCHRES 2
RCHRES 3
RCHRES 4
RCHRES 5
RCHRES 6
END INGRP
END OPN SEQUENCE

PERLND
ACTIVITY
*** <PLS > Active Sections ***
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC ***
101 106 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0
END ACTIVITY

PRINT-INFO
*** < PLS> Print-flags PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC
101 106 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
END PRINT-INFO

BINARY-INFO
*** < PLS> Binary Output Flags PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC
101 106 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
END BINARY-INFO

GEN-INFO
*** <PLS > Name Unit-systems Printer BinaryOut
*** x - x t-series Engl Metr Engl Metr
101 Urban 1 1 0 0 92 0
102 Forest Land 1 1 0 0 92 0
103 Bare Land 1 1 0 0 92 0
104 Wetland 1 1 0 0 92 0
105 Water 1 1 0 0 92 0
106 Agricultural Land 1 1 0 0 92 0
END GEN-INFO

ATEMP-DAT
*** <PLS > ELDAT AIRTEMP
*** x - x (ft) (deg F)
101 106 0 32.
END ATEMP-DAT

ICE-FLAG
*** <PLS > Ice-
*** x - x flag
101 106 1
END ICE-FLAG

SNOW-FLAGS
*** <PLS >
*** x - x SNOP VKM
101 106 0 0
END SNOW-FLAGS

SNOW-PARM1
*** < PLS> LAT MELEV SHADE SNOWCF COVIND KMELT TBASE
*** x - x degrees (ft) (in) (in/d.F) (F)
101 106 36 800. 0.3 1.2 10. 0.3 32.
END SNOW-PARM1

SNOW-PARM2
*** <PLS > RDCSN TSNOW SNOEVP CCFACT MWATER MGMELT
*** x - x (deg F) (in/day)
101 106 0.2 32. 0.1 2. 0.03 0.01
END SNOW-PARM2

PWAT-PARM1
*** <PLS > Flags
*** x - x CSNO RTOP UZFG VCS VUZ VNN VIFW VIRG VLE IFFC HWT IRRG IFRD
101 106 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0
END PWAT-PARM1

PWAT-PARM2
*** < PLS> FOREST LZSN INFILT LSUR SLSUR KVARV AGWRC
*** x - x (in) (in/hr) (ft) (1/in) (1/day)
101 0. 8.0 0.05 150. 0.2790 0.2 0.999
102 1. 6.5 0.10 150. 0.2790 0.2 0.999
103 0. 4.0 0.08 150. 0.2790 0.2 0.999
104 0. 6.0 0.08 150. 0.2790 0.2 0.999
105 0. 4.0 0.08 150. 0.2790 0.2 0.999
106 1. 6.5 0.08 150. 0.2790 0.2 0.999
END PWAT-PARM2

PWAT-PARM3
*** < PLS> PETMAX PETMIN INFEXP INFILD DEEPFR BASETP AGWETP
*** x - x (deg F) (deg F)

```

```

101 106 40. 35. 2. 2. 0.00 0.00 0.00
END PWAT-PARM3

PWAT-PARM4
*** <PLS >
*** x - x CEPSC (in) UZSN NSUR INTFW IRC LZETP
101 106 0.1 1.500 0.2 0.9 0.90 0.0
END PWAT-PARM4

PWAT-STATE1
*** <PLS > PWATER state variables (in)
*** x - x CEPS SURS UZS IFWS LZS AGWS GWWS
101 106 0.01 0.01 0.3 0.01 1.5 0.01 0.01
END PWAT-STATE1

MON-INTERCEP
*** <PLS > Interception storage capacity at start of each month (in)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.05 0.05 0.05 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.05 0.05 0.05
102 0.12 0.12 0.15 0.18 0.22 0.25 0.25 0.25 0.22 0.17 0.13 0.12
103 105 0.05 0.05 0.05 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.05 0.05 0.05
106 0.06 0.06 0.08 0.12 0.12 0.15 0.15 0.15 0.12 0.08 0.05 0.05
END MON-INTERCEP

MON-LZETPARM
*** <PLS > Lower zone evapotransp parm at start of each month
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 0.2 0.2 0.3 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.2 0.2
END MON-LZETPARM

PSTEMP-PARM1
*** <PLS > Flags for section PSTEMP
*** x - x SLTV ULTV LGTV TSOP
101 106 0 0 0 1
END PSTEMP-PARM1

PSTEMP-PARM2
*** <PLS >
*** x - x ASLT BSLT ULTP1 ULTP2 LGTP1 LGTP2
(deg F) (deg F) (deg F) (deg F)
101 106 60 0.8 60 0.8 70 0
END PSTEMP-PARM2

PWT-PARM1
*** <PLS > Flags for section PWTGAS
*** x - x IDV ICV GDV GVC
101 106 1 0 1 0
END PWT-PARM1

PWT-PARM2
*** Second group of PWTGAS parms
*** <PLS >
*** x - x ELEV IDOXP ICO2P ADOXP ACO2P
(ft) (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l)
101 106 120. 8.8 0. 8.8 0.
END PWT-PARM2

MON-IFWDOX
*** <PLS > Value at start of each month for interflow DO concentration (mg/l)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
END MON-IFWDOX

MON-GRNDDOX
*** <PLS > Value at start of each month for groundwater DO concentration (mg/l)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
END MON-GRNDDOX

NQUALS
*** <PLS >
*** x - x NQUAL
101 106 4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106 NH3+NH4 LBS 0 0 0 1 0 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** <PLS >
*** x - x SGO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
(qty/ac qty/ton qty/ton ac.day qty/ ac in/hr qty/ft3 qty/ft3)
101 0.350 0. 0. 0.070 0.350 1 0. 0.
102 0.350 0. 0. 0.070 0.350 1 0. 0.
103 0.350 0. 0. 0.035 0.350 1 0. 0.
104 105 0.035 0. 0. 0.004 0.035 1 0. 0.
106 0.350 0. 0. 0.070 0.350 1 0. 0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.00340 0.0040 0.0050 0.0120 0.0120 0.0120 0.0120 0.0120 0.0120 0.0080 0.004 0.0033
102 0.0030 0.0030 0.0050 0.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010 0.0050 0.003
103 0.00340 0.0040 0.0050 0.0120 0.0120 0.0120 0.0120 0.0120 0.0120 0.0080 0.004 0.0033
104 106 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
END MON-ACCUM

MON-SQOLIM
*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0040 0.0050 0.0070 0.0150 0.0150 0.0150 0.0150 0.0150 0.0110 0.0050 0.004
102 0.0080 0.0080 0.0130 0.0330 0.0510 0.0510 0.0380 0.0360 0.0330 0.0250 0.0130 0.008
103 0.0040 0.0050 0.0070 0.0150 0.0150 0.0150 0.0150 0.0150 0.0110 0.0050 0.004
104 106 0.0510 0.0540 0.0580 0.0690 0.0690 0.0690 0.0690 0.0690 0.0580 0.0540 0.051
END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 6.2 6.4 5.6 3.7 1.5 1.8 1.1 2.8 2.5 3.3 5.4 6.9
END MON-IFLW-CONC

MON-GRND-CONC
*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 6.2 6.4 5.6 3.7 1.5 1.8 1.1 2.8 2.5 3.3 5.4 6.9
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106 NO3 LBS 0 0 0 1 0 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters

```

```

***
*** <PLS > SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** x - x qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day in/hr qty/ft3 qty/ft3
101 3.500 0. 0. 0.700 3.500 1 0. 0.
102 3.500 0. 0. 0.700 3.500 1 0. 0.
103 3.500 0. 0. 0.350 3.500 1 0. 0.
104 105 0.350 0. 0. 0.035 0.350 1 0. 0.
106 3.500 0. 0. 0.700 3.500 1 0. 0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
102 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
103 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
104 106 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
END MON-ACCUM

MON-SQOLIM
*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
102 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
103 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
104 106 0.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 2.2 2.4 3.6 5.7 7.5 7.8 7.1 6.8 6.5 5.3 3.4 2.9
END MON-IFLW-CONC

MON-GRND-CONC
*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 2.2 2.4 3.6 5.7 7.5 7.8 7.1 6.8 6.5 5.3 3.4 2.9
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106ORTHO P LBS 0 0 0 1 0 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** <PLS > SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** x - x qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day in/hr qty/ft3 qty/ft3
101 0.100 0. 0. 0.010 0.100 1.0 0. 0.
102 0.200 0. 0. 0.075 0.200 0.4 0. 0.
103 0.100 0. 0. 0.010 0.100 1.0 0. 0.
104 105 0.010 0. 0. 0.001 0.010 1.0 0. 0.
106 0.200 0. 0. 0.015 0.200 1.2 0. 0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
102 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104 106 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
END MON-ACCUM

MON-SQOLIM
*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
102 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
103 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
104 1060.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 0.20 0.21 0.25 0.27 0.30 0.25 0.10 0.47 0.27 0.30 0.25 0.21
END MON-IFLW-CONC

MON-GRND-CONC
*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 0.20 0.21 0.25 0.27 0.30 0.25 0.10 0.47 0.27 0.30 0.25 0.21
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106BOD LBS 0 0 0 1 0 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** <PLS > SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** x - x qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day in/hr qty/ft3 qty/ft3
101 2.000 0. 0. 0.50 2.000 7.5 0. 0.
102 4.000 0. 0. 0.75 4.000 7.5 0. 0.
103 2.000 0. 0. 0.50 2.000 7.5 0. 0.
104 105 1.000 0. 0. 0.10 1.000 7.5 0. 0.
106 2.000 0. 0. 0.50 2.000 9.0 0. 0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
102 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
103 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
104 106 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
END MON-ACCUM

MON-SQOLIM
*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
102 6 6 8 12 12 12 9.6 9.6 9.6 6 6 6
103 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
104 106 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 4.2 4.3 4.7 4.1 4.5 2.2 2.8 4.7 4.3 4.6 4.1 4.7
END MON-IFLW-CONC

```

```

MON-GRND-CONC
*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 106 4.2 4.3 4.7 4.1 4.5 2.2 2.8 4.7 4.3 4.6 4.1 4.7
END MON-GRND-CONC

END PERLND

IMPLND
ACTIVITY
*** <ILS > Active Sections
*** x - x ATMP SNOW IWAT_SLD IWG IQAL
101 1 1 1 0 1 1
END ACTIVITY

PRINT-INFO
*** <ILS > ***** Print-flags ***** PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW IWAT_SLD IWG IQAL *****
101 4 4 4 4 4 4 1 9
END PRINT-INFO

BINARY-INFO
*** <ILS > ***** Binary-Output-flags ***** PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW IWAT_SLD IWG IQAL *****
101 4 4 4 4 4 4 1 9
END BINARY-INFO

GEN-INFO
Name Unit-systems Printer BinaryOut
*** <ILS > t-series Engr Metr Engr Metr
*** x - x in out
101 Urban 1 1 0 0 92 0
END GEN-INFO

ATEMP-DAT
*** <ILS > ELDAT AIRTEMP
*** x - x (ft) (deg F)
101 0. 32.
END ATEMP-DAT

SNOW-PARM1
*** <ILS > LAT MELEV SHADE SNOWCF COVIND KMELT TBASE
*** x - x degrees (ft) (in) (in/d.F) (F)
101 36. 800. 0.3 1.2 10. 0.3 32.
END SNOW-PARM1

IWAT-PARM1
*** <ILS > Flags
*** x - x CSNO RTOP VRS VNN RTLI
101 1 0 0 0 0
END IWAT-PARM1

IWAT-PARM2
*** <ILS > LSUR SLSUR NSUR RETSC
*** x - x (ft) (in)
101 150. 0.2191 0.05 0.1
END IWAT-PARM2

IWAT-PARM3
*** <ILS > PETMAX PETMIN
*** x - x (deg F) (deg F)
101 40. 35.
END IWAT-PARM3

IWAT-STATE1
*** <ILS > IWATER state variables (inches)
*** x - x RETS SURS
101 0.01 0.01
END IWAT-STATE1

IWT-PARM1
*** <ILS > Flags for section IWTGAS
*** x - x WTFV CSNO
101 0 0
END IWT-PARM1

IWT-PARM2
*** Second group of IWTGAS parms
*** <ILS > ELEV AWTF BWTF
*** x - x (ft) (deg F) (deg F/F)
101 120. 32. 0.5
END IWT-PARM2

MON-AWTF
*** <ILS > Value of AWTF at start of each month (deg F)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 29. 29. 30. 34. 54. 63. 65. 64. 60. 48. 35. 30.
END MON-AWTF

MON-BWTF
*** <ILS > Value of BWTF at start of each month (deg F/F)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.55 0.55 0.65 0.75 0.9 1.1 1.2 1.1 1. 0.65 0.65 0.6
END MON-BWTF

NQUALS
*** <ILS >
*** x - x NQUAL
101 4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 NH3+NH4 LBS 0 0 1 0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton qty/ ac day in/hr
*** x - x 0.5 0.17 1.7 45.
101
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 NO3 LBS 0 0 1 0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton qty/ ac day in/hr
*** x - x 0.45 0. 0.0169 0.169 0.5
101
END QUAL-INPUT

```

```

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 ORTHO P LBS 0 0 1 0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton ac.day qty/ ac in/hr
*** x - x 0.04 0.001 0.035 15.
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 BOD LBS 0 0 1 0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton ac.day qty/ ac in/hr
*** x - x 3. 0. 0.0279 0.544 1.
END QUAL-INPUT

END IMPLND

RCHRES
ACTIVITY
*** RCHRES Active sections
*** x - x HYFG ADFG CNFG HTFG SDFG GQFG OXFG NUFG PKFG PHFG
1 6 1 0 1 0 0 1 1 1 0
END ACTIVITY

PRINT-INFO
*** RCHRES Printout level flags
*** x - x HYDR ADCA CONS HEAT SED GQL OXRX NUTR PLNK PHCB PIVL PYR
1 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 6
END PRINT-INFO

BINARY-INFO
*** RCHRES Binary Output level flags
*** x - x HYDR ADCA CONS HEAT SED GQL OXRX NUTR PLNK PHCB PIVL PYR
1 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 6
END BINARY-INFO

GEN-INFO
*** Name Nexits Unit Systems Printer
*** RCHRES t-series Engr Metr LKFG
*** x - x in out
1 6 1 1 1 91 0 0 92 0
END GEN-INFO

HYDR-PARM1
*** Flags for HYDR section
***RC HRES VC A1 A2 A3 ODFVFG for each *** ODGTFG for each FUNCT for each
*** x - x FG FG FG FG possible exit *** possible exit possible exit
1 6 0 1 1 1 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
END HYDR-PARM1

HYDR-PARM2
*** RCHRES FTBW FTBU LEN DELTH STCOR KS DB50
*** x - x (miles) (ft) (ft) (in)
1 6 0. 1. 1.74 0.7 6. 0.5 0.01
2 0. 2. 1.07 0.8 6. 0.5 0.01
3 0. 3. 1.39 0.7 6. 0.5 0.01
4 0. 4. 1.58 0.6 6. 0.5 0.01
5 0. 5. 1.57 0.6 6. 0.5 0.01
6 0. 6. 1.94 317.0 6. 0.5 0.01
END HYDR-PARM2

HYDR-INIT
*** Initial conditions for HYDR section
***RC HRES VOL CAT Initial value of COLIND initial value of OUTGDT
*** x - x ac-ft for each possible exit for each possible exit,ft3
1 6 0.01 4.2 4.5 4.5 4.5 4.2 2.1 1.2 0.5 1.2 1.8
END HYDR-INIT

ADCALC-DATA
*** RCHRES Data for section ADCALC
*** x - x CRRAT VOL (ac-ft)
1 6 1.7 100.
END ADCALC-DATA

HT-BED-FLAGS
*** RCHRES Bed Heat Conductance Flags
*** x - x BDFG TGFG TSTP
1 6 1 3 55
END HT-BED-FLAGS

HEAT-PARM
*** RCHRES ELEV ELDAT CFSAXE KATRAD KCOND KEVAP
*** x - x (ft) (ft)
1 6 123. 2. 0.77 9. 8. 1.98
END HEAT-PARM

HT-BED-PARM
*** Bed Heat Conduction Parameters for Single and Two-layer Methods
*** RCHRES MUDDP TGRND KMUD KGRND
*** x - x (ft) (deg F) (kcal/m2/C/hr)
1 6 0.33 59. 30. 1.7
END HT-BED-PARM

MON-HT-TGRND
*** RCHRES Monthly values of ground temperatures (deg F)
*** x - x TG1 TG2 TG3 TG4 TG5 TG6 TG7 TG8 TG9 TG10 TG11 TG12
1 6 36 37 45 55 63 68 73 86 77 63 50 41
END MON-HT-TGRND

HEAT-INIT
*** RCHRES TW AIRTMP
*** x - x (deg F) (deg F)
1 6 40. 34.
END HEAT-INIT

BENTH-FLAG
*** RCHRES Benthic release flag
*** x - x BENF
1 6 1
END BENTH-FLAG

OX-FLAGS
*** RCHRES Oxygen flags
*** x - x REAM
1 6 3
    
```

```

END OX-FLAGS
OX--GENPARM
*** RCHRES KBOD20 TCBOD KODSET SUPSAT
*** x - x /hr
1 2 0.0030 1.047 0.010 1.5
3 0.0040 1.047 0.015 1.5
4 6 0.0030 1.047 0.010 1.5
END OX--GENPARM

OX--BENPARM
*** RCHRES BENOD TCBEN EXPOD BRBOD(1) BRBOD(2) EXPREL
*** x - x mg/m2.hr
1 6 30. 1.047 1.22 0.0001 0.0001 2.82
END OX--BENPARM

OX-CFOREA
*** RCHRES Reaeration correction coefficient
*** x - x CFOREA
1 6 0.8
END OX-CFOREA

OX-REAPARM
*** RCHRES TCGINV REAK EXPRED EXPREV
*** x - x /hr
1 6 1.047 0.538 -1.673 0.969
END OX-REAPARM

OX-INIT
*** RCHRES DOX BOD SATDO
*** x - x mg/l mg/l mg/l
1 6 12.8 3.5 13.5
END OX-INIT

NUT-FLAGS
*** RCHRES Nutrient flags
*** x - x NH3 NO2 PO4 AMV DEN ADNH ADPO PHFL
1 6 1 0 1 0 1 0 0 2
END NUT-FLAGS

CONV-VAL1
*** RCHRES CVBO CVBPC CVBPN BPCNTC
*** x - x mg/mg mols/mol mols/mol
1 6 1.98 106. 16. 49.
END CONV-VAL1

NUT-BENPARM
*** RCHRES BRNIT(1) BRNIT(2) BRPO4(1) BRPO4(2) ANAER
*** x - x mg/m2.hr mg/m2.hr mg/m2.hr mg/m2.hr mg/l
1 6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.001
END NUT-BENPARM

NUT-NITDENIT
*** RCHRES KTAM20 KNO220 TCNIT KNO320 TC DEN DENOXT
*** x - x /hr /hr /hr /hr mg/l
1 6 0.02 0.06 1.047 0.2 1.045 3.
END NUT-NITDENIT

NUT-DINIT
*** RCHRES NO3 TAM NO2 PO4
*** x - x mg/l mg/l mg/l mg/l
1 6 4. 0.1 0. 0.05
END NUT-DINIT

PLNK-FLAGS
*** RCHRES Plankton flags
*** x - x PHYF ZOO F BALF SDLT AMRF DECF NSFG ZFOO BNP
1 6 1 0 0 0 0 1 1 2 0
END PLNK-FLAGS

PLNK-AD-FLAGS
*** RCHRES Atmospheric Deposition Flags
*** RCHRES ORN ORP ORC
*** x - x <F><C> <F><C> <F><C>
1 6 0 0 0 0 0
END PLNK-AD-FLAGS

PLNK-PARM1
*** RCHRES RATCLP NONREF LITSED ALNPR EXTB MALGR PARADP
*** x - x /mg.ft /ft /hr
1 2 0.55 0.7 0. 0.5 0.3 0.050 1.
3 0.45 0.7 0. 0.5 0.3 0.050 1.
4 6 0.55 0.7 0. 0.5 0.3 0.050 1.
END PLNK-PARM1

PLNK-PARM2
*** RCHRES CMMLT CMMN CMMNP CMMPP TALGRH TALGRL TALGRM
*** x - x ly/min mg/l mg/l mg/l deg F deg F deg F
1 6 0.01 0.050 0.025 0.015 95. 32. 59.
END PLNK-PARM2

PLNK-PARM3
*** RCHRES ALR20 ALDH ALDL OXALD NALDH PALDH
*** x - x /hr /hr /hr mg/l mg/l
1 6 0.0013 0.01 0.001 0.001 0.001 0.001
END PLNK-PARM3

PHYTO-PARM
*** RCHRES SEED MXSTAY OREF CLALDH PHYSET REFSET
*** x - x mg/l mg/l ft/s ug/l ft/hr 0 ft/hr
1 6 0.05 0.09 0.03 10
END PHYTO-PARM

BENAL-PARM
*** RCHRES MBAL CFBALR CFBALG MINBAL CAMPR FRAVL NMAXFX
*** x - x mg/m2 mg/m2 mg/m2 mg/l mg/l mg/l
1 6 2500. 0.35 1. 0.0001 0.001 0. 10.
END BENAL-PARM

PLNK-INIT
*** RCHRES PHYTO ZOO BENAL ORN ORP ORC
*** x - x mg/l org/l mg/m2 mg/l mg/l mg/l
1 6 0.5 0.03 2500. 0.5 0.1 0.5
END PLNK-INIT

END RCHRES

FTABLES
FTABLE 1
rows cols ***
8 4
depth area volume outflow1 ***
0.000 0.240 0.000 0.0000
0.328 2.220 268.958 0.0001
3.625 12.000 269.791 0.0005
5.937 24.000 273.265 0.8250
10.562 120.000 300.952 13.297
16.404 240.000 335.305 210.658

```

```

32.808 1200.000 599.917 750.950
65.616 2400.000 905.145 2000.748
END FTABLE 1

FTABLE 2
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.000 0.240  0.000  0.0000
0.328  2.220 266.958  0.0001
3.625 12.000 269.791  0.0005
5.937 24.000 273.265  0.8250
10.562 120.000 300.952 13.297
16.404 240.000 335.305 210.658
32.808 1200.000 599.917 750.950
65.616 2400.000 905.145 2000.748
END FTABLE 2

FTABLE 3
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.000 0.240  0.000  0.000
0.328  2.220 266.958  0.004
2.625 12.000 269.791  0.035
3.937 24.000 273.265  2.225
6.562 120.000 300.952 26.829
16.404 240.000 335.305 510.950
32.808 1200.000 599.917 1060.950
65.616 2400.000 905.145 2100.748
END FTABLE 3

FTABLE 4
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.000 0.240  0.000  0.000
0.328  2.220 266.958  0.004
2.625 12.000 269.791  0.035
3.937 24.000 273.265  2.225
6.562 120.000 300.952 26.829
16.404 240.000 335.305 510.950
32.808 1200.000 599.917 1060.950
65.616 2400.000 905.145 2100.748
END FTABLE 4

FTABLE 5
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.000 0.240  0.000  0.000
0.328  2.220 266.958  0.004
2.625 12.000 269.791  0.035
3.937 24.000 273.265  2.225
6.562 120.000 300.952 26.829
16.404 240.000 335.305 510.950
32.808 1200.000 599.917 1060.950
65.616 2400.000 905.145 2100.748
END FTABLE 5

FTABLE 6
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.12  1.7  0.2  0.86
1.2  1.91  2.16  39.75
1.5  1.97  2.74  57.66
1.88  5.93  4.94  75.6
2.25  6.07  7.19  139.
38.67 19.96 481.21 6661.1.
75.09 33.85 1461.18 296134.75
END FTABLE 6
END FTABLES

EXT SOURCES
<-Volume-> <Member> SsysSgap<--Mult-->Tran <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
<Name> x <Name> x tem strg<-factor-->strg <Name> x x <Name> x x ***
*** Met Seg 279
WDM2 101 PREC METR SAME PERLND 101 106 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM METR SAME PERLND 101 106 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP METR SAME PERLND 101 106 EXTNL DTMPG
WDM2 104 WIND METR SAME PERLND 101 106 EXTNL WINMOV
WDM2 105 SOLR METR SAME PERLND 101 106 EXTNL SOLRAD
WDM2 106 PEVT METR SAME PERLND 101 106 EXTNL PETINP
*** Met Seg 279
WDM2 101 PREC METR SAME IMPLND 101 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM METR SAME IMPLND 101 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP METR SAME IMPLND 101 EXTNL DTMPG
WDM2 104 WIND METR SAME IMPLND 101 EXTNL WINMOV
WDM2 105 SOLR METR SAME IMPLND 101 EXTNL SOLRAD
WDM2 106 PEVT METR SAME IMPLND 101 EXTNL PETINP
*** Met Seg 279
WDM2 101 PREC METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL DEWTMP
WDM2 104 WIND METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL WIND
WDM2 105 SOLR METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL SOLRAD
WDM2 106 PEVT METR 1.2SAME RCHRES 1 6 EXTNL POTEV
WDM2 108 CLOU METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL CLOUD
END EXT SOURCES

SCHEMATIC
<-Volume-> <--Area--> <-Volume-> <ML#> *** <sb>
<Name> x <-factor--> <Name> x *** x x
PERLND 101 0 RCHRES 1 2
IMPLND 101 0 RCHRES 1 1
PERLND 104 3.154931 RCHRES 1 2
PERLND 106 270.275551 RCHRES 1 2
PERLND 103 0 RCHRES 1 2
PERLND 102 532.243751 RCHRES 1 2
PERLND 105 0 RCHRES 1 2
PERLND 101 0 RCHRES 2 2
IMPLND 101 0 RCHRES 2 1
PERLND 104 3.369821 RCHRES 2 2
PERLND 106 166.572601 RCHRES 2 2
PERLND 103 0 RCHRES 2 2
PERLND 102 280.365748 RCHRES 2 2
PERLND 105 0 RCHRES 2 2
PERLND 101 0 RCHRES 3 2
IMPLND 101 0 RCHRES 3 1
PERLND 104 6.200194 RCHRES 3 2
PERLND 106 509.669927 RCHRES 3 2
PERLND 103 1.570673 RCHRES 3 2
PERLND 102 393.479645 RCHRES 3 2
PERLND 105 0 RCHRES 3 2
PERLND 101 0.967005 RCHRES 4 2
IMPLND 101 0.967005 RCHRES 4 1
PERLND 104 3.661034 RCHRES 4 2
    
```

```

PERLND 106      477.265256 RCHRES 4 2
PERLND 103      1.269827 RCHRES 4 2
PERLND 102      298.009699 RCHRES 4 2
PERLND 105      0.851903 RCHRES 4 2
PERLND 101      0 RCHRES 5 2
IMPLND 101      0 RCHRES 5 1
PERLND 104      8.826051 RCHRES 5 2
PERLND 106      441.086178 RCHRES 5 2
PERLND 103      0 RCHRES 5 2
PERLND 102      310.97053 RCHRES 5 2
PERLND 105      3.128749 RCHRES 5 2
PERLND 101      0 RCHRES 6 2
IMPLND 101      0 RCHRES 6 1
PERLND 104      42.931811 RCHRES 6 2
PERLND 106      1.432847 RCHRES 6 2
PERLND 103      0 RCHRES 6 2
PERLND 102      1.896219 RCHRES 6 2
PERLND 105      133.992807 RCHRES 6 2
RCHRES 1 RCHRES 6 3
RCHRES 2 RCHRES 6 3
RCHRES 3 RCHRES 6 3
RCHRES 4 RCHRES 6 3
RCHRES 5 RCHRES 6 3
END SCHEMATIC

EXT TARGETS
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult-->Tran <-Volume-> <Member> Tsys Aggr Amd ***
<Name> x <Name> x x<-factor->strg <Name> x <Name>of tem strg strg***
RCHRES 1 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 1001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 OXRX DOX 1 1 WDM1 1002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 OXRX BOD 1 1 WDM1 1003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNJUST 1 1 WDM1 1004 DNJUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNJUST 2 1 WDM1 1005 DNJUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNJUST 4 1 WDM1 1006 DNJUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST4 1 1 WDM1 1007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 5 1 WDM1 1008 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 1009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 1 1 WDM1 1010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 2 1 WDM1 1011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 3 1 WDM1 1012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 4 1 WDM1 1013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 5 1 WDM1 1014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 6 1 WDM1 1015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 1016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 HTRCH TW 1 1 WDM1 1017 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 2001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 OXRX DOX 1 1 WDM1 2002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 OXRX BOD 1 1 WDM1 2003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNJUST 1 1 WDM1 2004 DNJUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNJUST 2 1 WDM1 2005 DNJUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNJUST 4 1 WDM1 2006 DNJUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST4 1 1 WDM1 2007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST4 2 1 WDM1 2008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 2009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 1 1 WDM1 2010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 2 1 WDM1 2011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 3 1 WDM1 2012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 4 1 WDM1 2013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 5 1 WDM1 2014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 6 1 WDM1 2015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 2016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 HTRCH TW 1 1 WDM1 2017 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 3001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 OXRX DOX 1 1 WDM1 3002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 OXRX BOD 1 1 WDM1 3003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 NUTRX DNJUST 1 1 WDM1 3004 DNJUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 NUTRX DNJUST 2 1 WDM1 3005 DNJUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 NUTRX DNJUST 4 1 WDM1 3006 DNJUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST4 1 1 WDM1 3007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST4 2 1 WDM1 3008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 3009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 1 1 WDM1 3010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 2 1 WDM1 3011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 3 1 WDM1 3012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 4 1 WDM1 3013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 5 1 WDM1 3014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 6 1 WDM1 3015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 3016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 HTRCH TW 1 1 WDM1 3017 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 4001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 OXRX DOX 1 1 WDM1 4002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 OXRX BOD 1 1 WDM1 4003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 NUTRX DNJUST 1 1 WDM1 4004 DNJUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 NUTRX DNJUST 2 1 WDM1 4005 DNJUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 NUTRX DNJUST 4 1 WDM1 4006 DNJUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST4 1 1 WDM1 4007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST4 2 1 WDM1 4008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 4009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST3 1 1 WDM1 4010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST3 2 1 WDM1 4011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST3 3 1 WDM1 4012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST3 4 1 WDM1 4013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST3 5 1 WDM1 4014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 PLANK PKST3 6 1 WDM1 4015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 HTRCH TW 1 1 WDM1 4016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 5001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 OXRX DOX 1 1 WDM1 5002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 OXRX BOD 1 1 WDM1 5003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 NUTRX DNJUST 1 1 WDM1 5004 DNJUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 NUTRX DNJUST 2 1 WDM1 5005 DNJUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 NUTRX DNJUST 4 1 WDM1 5006 DNJUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST4 1 1 WDM1 5007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST4 2 1 WDM1 5008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 5009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST3 1 1 WDM1 5010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST3 2 1 WDM1 5011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST3 3 1 WDM1 5012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST3 4 1 WDM1 5013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST3 5 1 WDM1 5014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 PLANK PKST3 6 1 WDM1 5015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 HTRCH TW 1 1 WDM1 5016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 6001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 OXRX DOX 1 1 WDM1 6002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 OXRX BOD 1 1 WDM1 6003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 NUTRX DNJUST 1 1 WDM1 6004 DNJUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 NUTRX DNJUST 2 1 WDM1 6005 DNJUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 NUTRX DNJUST 4 1 WDM1 6006 DNJUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST4 1 1 WDM1 6007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST4 2 1 WDM1 6008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 6009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 1 1 WDM1 6010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 2 1 WDM1 6011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 3 1 WDM1 6012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 4 1 WDM1 6013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 5 1 WDM1 6014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 6 1 WDM1 6015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 6016 PHYTO 1 METR AGGR REPL

```

```

RCHRES 6 HTRCH TW 1 1 WDM1 6017 TW 1 METR AGGR REPL
END EXT TARGETS

MASS-LINK
  MASS-LINK 2
  <-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
  <Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***
  PERLND PWATER PERO 0.0833333 RCHRES INFLOW IVOL
  PERLND PWTGAS PODOXM RCHRES INFLOW OXIF
  PERLND PWTGAS POHT RCHRES INFLOW IHEAT
  PERLND PEST POPST 1 RCHRES INFLOW IQOAL
  PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISOAL
  PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISOAL
  PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISOAL
  PERLND SEDMNT SOSED 1 0.05 RCHRES INFLOW ISED
  PERLND SEDMNT SOSED 1 0.55 RCHRES INFLOW ISED
  PERLND SEDMNT SOSED 1 0.4 RCHRES INFLOW ISED
  PERLND PQUAL POQUAL 1 RCHRES INFLOW NUIF1 2
  PERLND PQUAL POQUAL 2 RCHRES INFLOW NUIF1 1
  PERLND PQUAL POQUAL 3 RCHRES INFLOW NUIF1 4
  PERLND PQUAL POQUAL 4 0.4 RCHRES INFLOW OXIF 2
  PERLND PQUAL POQUAL 4 0.048 RCHRES INFLOW PKIF 3
  PERLND PQUAL POQUAL 4 0.0023 RCHRES INFLOW PKIF 4
  PERLND PQUAL POQUAL 4 0.301 RCHRES INFLOW PKIF 5
  END MASS-LINK 2

  MASS-LINK 1
  <-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
  <Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***
  IMPLND IWATER SURO 0.0833333 RCHRES INFLOW IVOL
  IMPLND IWTGAS SODOXM RCHRES INFLOW OXIF
  IMPLND IWTGAS SOHT RCHRES INFLOW IHEAT
  IMPLND SOLIDS SOSLD 1 0.05 RCHRES INFLOW ISED
  IMPLND SOLIDS SOSLD 1 0.55 RCHRES INFLOW ISED
  IMPLND SOLIDS SOSLD 1 0.4 RCHRES INFLOW ISED
  IMPLND IQUAL SOQUAL 1 RCHRES INFLOW NUIF1 2
  IMPLND IQUAL SOQUAL 2 RCHRES INFLOW NUIF1 1
  IMPLND IQUAL SOQUAL 3 RCHRES INFLOW NUIF1 4
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.4 RCHRES INFLOW OXIF 2
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.048 RCHRES INFLOW PKIF 3
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.0023 RCHRES INFLOW PKIF 4
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.301 RCHRES INFLOW PKIF 5
  END MASS-LINK 1

  MASS-LINK 3
  <-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
  <Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***
  RCHRES ROFLOW RCHRES INFLOW
  END MASS-LINK 3
END MASS-LINK
END RUN

```

8.9.2 수질모형 EFDC

```

*****
* WELCOME TO THE ENVIRONMENTAL FLUID DYNAMICS COMPUTER CODE SERIES *
* DEVELOPED BY JOHN M. HAMRICK. *
*
* THIS IS THE MASTER INPUT FILE EFDC.INP. *
* FOR EFDC EPA GVC VERSION 1.01 OR LATER, AND *
* FOR EFDC DYNAMIC SOLUTIONS GVC VERSION DATED AFTER MAR 2008, AND *
*
*
* GENERATED WITH DYNAMIC SOLUTIONS-INTERNATIONAL'S EFDC_EXPLORER_GVC *
*
*****
* PROJECT NAME:
*****
C1 RUN TITLE
* TEXT DESCRIPTION UP TO 80 CHARACTERS IN LENGTH FOR THIS INPUT FILE AND RUN
C1 TITLE
Title
-----
C2 RESTART, GENERAL CONTROL AND AND DIAGNOSTIC SWITCHES
*
* ISRESTI: 1 FOR READING INITIAL CONDITIONS FROM FILE restart.inp
* -1 AS ABOVE BUT ADJUST FOR CHANGING BOTTOM ELEVATION
* 2 INITIALIZES A KC LAYER RUN FROM A KC/2 LAYER RUN FOR KC.GE.4
* 10 FOR READING IC'S FROM restart.inp WRITTEN BEFORE 8 SEPT 92
* ISRESTO: -1 FOR WRITING RESTART FILE restart.out AT END OF RUN
* N INTEGER GE 0 FOR WRITING restart.out EVERY N REF TIME PERIODS
* ISRESTR: 1 FOR WRITING RESIDUAL TRANSPORT FILE RESTRAN.OUT
* ISLOG: 1 FOR WRITING LOG FILE EFDC.LOG
* IS_SEDLJ: SEDZLJ SEDIMENT DYNAMICS: 0-NOT USED, 1-USE (READ SEDFLUME FILES)
* ISDIVEX: 1 FOR WRITING EXTERNAL MODE DIVERGENCE TO SCREEN
* ISNEGH: 1 FOR SEARCHING FOR NEGATIVE DEPTHS AND WRITING TO SCREEN
* ISDIAG: -1 TO ENABLE EFDC DIAGNOSTICS FILES, 0 TO GLOBALLY DISABLE
* (OLD VARIABLE-ISMMC)
* ISBAL: 1 FOR ACTIVATING MASS, MOMENTUM AND ENERGY BALANCES AND
* WRITING RESULTS TO FILE BAL.OUT
* IS2TIM: 0 FOR USING 3 TIME LEVELS
* 1 FOR 2 TIME LEVEL, EXPLICIT MOMENTUM SOLUTION
* 2 FOR 2 TIME LEVEL, IMPLICIT MOMENTUM SOLUTION
* ISHOW: 1 TO SHOW PUV&S ON SCREEN, SEE INSTRUCTIONS FOR FILE show.inp
* ISTIMING: 1 TO EVALUATE PROCEDURE SIMULATION TIMES
*
C2 ISRESTI ISRESTO ISRESTR IS_SEDLJ ISLOG ISDIVEX ISNEGH ISMMC ISBAL IS2TIM ISHOW ISTIMING
0 -1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
-----
C3 EXTERNAL MODE SOLUTION OPTION PARAMETERS AND SWITCHES
*
* RP: OVER RELAXATION PARAMETER
* RSQM: TARGET SQUARE RESIDUAL OF ITERATIVE SOLUTION SCHEME
* ITERM: MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS
* IRVEC: 0 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - NO SCALING
* 9 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - SCALE BY MINIMUM DIAGONAL
* 99 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - SCALE TO NORMAL FORM
* 9999 NEW RED-BLACK ORDERED SOR FOR 2TL ONLY
*
* RPADJ: RELAXATION PARAMETER FOR AUXILIARY POTENTIAL ADJUSTMENT
* OF THE MEAN MASS TRANSPORT ADVECTION FIELD
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* RSQMADJ: TARGET SQUARED RESIDUAL ERROR FOR ADJUSTMENT
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ITRMADJ: NUMBER OF INITIAL LOOPS TO HOLD TIMESTEP CONSTANT FOR DYN-STEP (DSLCC)
* ITERHPM: MAXIMUM ITERATIONS FOR STRONGLY NONLINEAR DRYING AND WETTING
* SCHEME (ISDRY=3 OR OR 4) ITERHPM.LE.4
* IDRYCK: ITERATIONS PER DRYING CHECK (ISDRY.GE.1) 2.LE.IDRYCK.LE.20
* ISDSOLV: 1 TO WRITE DIAGNOSTICS FILES FOR EXTERNAL MODE SOLVER
* FILT: FILTER COEFFICIENT FOR 3 TIME LEVEL EXPLICIT ( 0.0625 )
*
C3 RP RSQM ITERM IRVEC RPADJ RSQMADJ NRAMPUP ITERHPM IDRYCK ISDSOLV FILT
1.8 1E-06 500 0 1.8 1E-16 1000 1 10 0 .0625
-----
C4 LONGTERM MASS TRANSPORT INTEGRATION ONLY SWITCHES
*
* ISLMTM: 1 FOR LONG-TERM MASS TRANSPORT ONLY (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISSMMT: 0 WRITES MEAN MASS TRANSPORT TO RESTRAN.OUT AFTER EACH
* AVERAGING PERIOD (FOR RESEARCH PURPOSES)
* 1 WRITES MEAN MASS TRANSPORT TO RESTRAN.OUT AFTER LAST
* AVERAGING PERIOD (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISLMTMS: 0 ASSUMES LONG-TERM TRANSPORT SOLUTION IS TRANSIENT
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* 1 ASSUMES LONG-TERM TRANSPORT SOLUTION IS ITERATED TOWARD
* STEADY STATE (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISIA: 1 FOR IMPLICIT LONG-TERM ADVECTION INTEGRATION FOR ZEBRA
* VERTICAL LINE R-B SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* RPIA: RELAXATION PARAMETER FOR ZEBRA SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* RSQMIA: TARGET RESIDUAL ERROR FOR ZEBRA SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ITRMIA: MAXIMUM ITERATIONS FOR ZEBRA SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISAVEC: 1 USE ALIVEC ENABLED SUBROUTINES (MAC G4 ONLY)
*
C4 ISLMTM ISSMMT ISLMTMS ISIA RPIA RSQMIA ITRMIA ISAVEC
0 2 0 0 1.8 1E-10 0 0
-----
C5 MOMENTUM ADVEC AND HORIZ DIFF SWITCHES AND MISC SWITCHES
*
* ISCDMA: 1 FOR CENTRAL DIFFERENCE MOMENTUM ADVECTION (USED FOR 3TL ONLY)
* 0 FOR UPWIND DIFFERENCE MOMENTUM ADVECTION (USED FOR 3TL ONLY)
* 2 FOR EXPERIMENTAL UPWIND DIFF MOM ADV (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISAHMF: 1 TO ACTIVE HORIZONTAL MOMENTUM DIFFUSION
* ISDISP: 1 CALCULATE MEAN HORIZONTAL SHEAR DISPERSION TENSOR OVER LAST MEAN MASS TRANSPORT AVERAGING PERIOD
* ISWASP: 4 OR 5 TO WRITE FILES FOR WASP4 OR WASP5 MODEL LINKAGE, 99 - CE-QUAL-ICM
* ISDRY: 0 NO WETTING & DRYING OF SHALLOW AREAS
* 1 CONSTANT WETTING DEPTH SPECIFIED BY HWET ON CARD 11
* WITH NONLINEAR ITERATIONS SPECIFIED BY ITERHPM ON CARD C3
* 2 VARIABLE WETTING DEPTH CALCULATED INTERNALLY IN CODE
* WITH NONLINEAR ITERATIONS SPECIFIED BY ITERHPM ON CARD C3
* 11 SAME AS 1, WITHOUT NONLINEAR ITERATION
* -11 SAME AS 11 BUT WITH CELL MASKING
* 99 VARIABLE WETTING & DRYING USING CELL FACES
* -99 SAME AS 11 BUT WITH CELL MASKING
* ISQQ: 1 TO USE STANDARD TURBULENT INTENSITY ADVECTION SCHEME
* ISRLID: 1 TO RUN IN RIGID LID MODE (NO FREE SURFACE)
* ISVEG: 1 TO IMPLEMENT VEGETATION RESISTANCE
* 2 IMPLEMENT WITH DIAGNOSTICS TO FILE CBOT.LOG
* ISVEGL: 1 TO INCLUDE LAMINAR FLOW OPTION IN VEGETATION RESISTANCE
* ISITB: 1 FOR IMPLICIT BOTTOM & VEGETATION RESISTANCE IN EXTERNAL MODE
* FOR SINGLE LAYER APPLICATIONS (KC=1) ONLY
* ISEVER: 1 TO DEFAULT TO EVERGLADES HYDRO SOLUTION OPTIONS
* IINTPG: 0 ORIGINAL INTERNAL PRESSURE GRADIENT FORMULATION
* 1 JACOBIAN FORMULATION
* 2 FINITE VOLUME FORMULATION
*
C5 ISCDMA ISAHMF ISDISP ISWASP ISDRY ISQQ ISRLID ISVEG ISVEGL ISITB ISEVER IINTPG
0 1 0 0 -99 1 0 0 0 0 0 0

```

```

-----
C6 DISSOLVED AND SUSPENDED CONSTITUENT TRANSPORT SWITCHES
* TURB INTENSITY=0,SAL=1,TEM=2,DYE=3,SFL=4,TOX=5,SED=6,SND=7,CWQ=8
*
* ISTRAN: 1 OR GREATER TO ACTIVATE TRANSPORT
* ISTOPT: NONZERO FOR TRANSPORT OPTIONS, SEE USERS MANUAL
* ISCDCA: 0 FOR STANDARD DONOR CELL UPWIND DIFFERENCE ADVECTION (3TL ONLY)
*          1 FOR CENTRAL DIFFERENCE ADVECTION FOR THREE TIME LEVEL STEPS (3TL ONLY)
*          2 FOR EXPERIMENTAL UPWIND DIFFERENCE ADVECTION (FOR RESEARCH) (3TL ONLY)
* ISADAC: 1 TO ACTIVATE ANTI-NUMERICAL DIFFUSION CORRECTION TO
*          STANDARD DONOR CELL SCHEME
* ISFCT: 1 TO ADD FLUX LIMITING TO ANTI-NUMERICAL DIFFUSION CORRECTION
* ISPLIT: 1 TO OPERATOR SPLIT HORIZONTAL AND VERTICAL ADVECTION
*          (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISADAH: 1 TO ACTIVATE ANTI-NUM DIFFUSION CORRECTION TO HORIZONTAL
*          SPLIT ADVECTION STANDARD DONOR CELL SCHEME (FOR RESEARCH)
* ISADAV: 1 TO ACTIVATE ANTI-NUM DIFFUSION CORRECTION TO VERTICAL
*          SPLIT ADVECTION STANDARD DONOR CELL SCHEME (FOR RESEARCH)
* ISCI: 1 TO READ CONCENTRATION FROM FILE restart.inp
* ISCO: 1 TO WRITE CONCENTRATION TO FILE restart.out
*
C6 ISTRAN ISTOPT ISCDCA ISADAC ISFCT ISPLIT ISADAH ISADAV ISCI ISCO
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ITURB 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ISAL 1
1 4 0 0 0 0 0 0 1 1 ITEM 2
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 IDYE 3
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ISFL 4
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ITOX 5
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ISED 6
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ISND 7
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 ICWQ 8
-----
C7 TIME-RELATED INTEGER PARAMETERS
*
* NTC: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS IN RUN
* NTSPTC: NUMBER OF TIME STEPS PER REFERENCE TIME PERIOD
* NLTC: NUMBER OF LINEARIZED REFERENCE TIME PERIODS
* NLTC: NUMBER OF TRANSITION REF TIME PERIODS TO FULLY NONLINEAR
* NTCPP: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS BETWEEN FULL PRINTED OUTPUT
*        TO FILE EFD.C.OUT
* NTSTBC: NUMBER OF TIME STEPS BETWEEN USING A TWO TIME LEVEL TRAPEZOIDAL
*          CORRECTION TIME STEP, ** MASS BALANCE PRINT INTERVAL **
* NTCNB: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS WITH NO BUOYANCY FORCING (not used)
* NTCVB: NUMBER OF REF TIME PERIODS WITH VARIABLE BUOYANCY FORCING
* NTSMMT: NUMBER OF NUMBER OF REF TIME TO AVERAGE OVER TO OBTAIN
*          RESIDUAL OR MEAN MASS TRANSPORT VARIABLES
* NFLTMT: USE 1 (FOR RESEARCH PURPOSES)
* NDRYSTP: MIN NO. OF TIME STEPS A CELL REMAINS DRY AFTER INTIAL DRYING
*          -NDRYSTP FOR ISDRY=-99 TO ACTIVATE WASTING WATER IN DRY CELLS
C7 NTC NTSPTC NLTC NTCPP NTSTBC NTCNB NTCVB NTSMMT NFLTMT NDRYSTP
1097 8640 0 0 10 4 0 0 267840 1 6
-----
C8 TIME-RELATED REAL PARAMETERS
*
* TC0N: CONVERSION MULTIPLIER TO CHANGE TBEGIN TO SECONDS
* TBEGIN: TIME ORIGIN OF RUN
* TREF: REFERENCE TIME PERIOD IN sec (i.e. 44714.16S OR 86400S)
* CORIOLIS: CORIOLIS PARAMETER IN 1/sec =2*7.29E-5*SIN(LAT)
* ISCORV: 1 TO READ VARIABLE CORIOLIS COEFFICIENT FROM LXLY.INP FILE
* ISCCA: WRITE DIAGNOSTICS FOR MAX CORIOLIS-CURV ACCEL TO FILEEFD.C.LOG
* ISCFL: 1 WRITE DIAGNOSTICS OF MAX THEORETICAL TIME STEP TO CFL.OUT
*          GT 1 TIME STEP ONLY AT INTERVAL ISCFL FOR ENTIRE RUN
* ISCFML: 1 TO MAP LOCATIONS OF MAX TIME STEPS OVER ENTIRE RUN
* DTSSFAC: DYNAMIC TIME STEPPING IF 0.0,LT.DTSSFAC.LT.1.0
C8 TC0N TBEGIN TREF CORIOLIS ISCORV ISCCA ISCFL ISCFML DTSSFAC
86400 1 86400 0 0 0 0 1 0
-----
C9 SPACE-RELATED AND SMOOTHING PARAMETERS
*
* KC: NUMBER OF VERTICAL LAYERS
* IC: NUMBER OF CELLS IN I DIRECTION
* JC: NUMBER OF CELLS IN J DIRECTION
* LC: NUMBER OF ACTIVE CELLS IN HORIZONTAL + 2
* LVC: NUMBER OF VARIABLE SIZE HORIZONTAL CELLS
* ISCO: 1 FOR CURVILINEAR-ORTHOGONAL GRID (LVC=LC-2)
* NDM: NUMBER OF DOMAINS FOR HORIZONTAL DOMAIN DECOMPOSITION
*          ( NDM=1, FOR MODEL EXECUTION ON A SINGLE PROCESSOR SYSTEM OR
*            NDM=MM*NCPU, WHERE MM IS AN INTEGER AND NCPU IS THE NUMBER
*            OF AVAILABLE CPU'S FOR MODEL EXECUTION ON A PARALLEL MULTIPLE PROCESSOR SYSTEM )
* LDM: NUMBER OF WATER CELLS PER DOMAIN (LDM=(LC-2)/NDM, FOR MULTIPLE VECTOR PROCESSORS,
*          LDM MUST BE AN INTEGER MULTIPLE OF THE VECTOR LENGTH OR
*          STRIDE NVEC THUS CONSTRAINING LC-2 TO BE AN INTEGER MULTIPLE OF NVEC )
* ISMASK: 1 FOR MASKING WATER CELL TO LAND OR ADDING THIN BARRIERS
*          USING INFORMATION IN FILE MASK.INP
* ISPGNS: 1 FOR IMPLEMENTING A PERIODIC GRID IN COMP N-S DIRECTION OR
*          CONNECTING ARBITRARY CELLS USING INFO IN FILE MAPPGNS.INP
* NSHMAX: NUMBER OF DEPTH SMOOTHING PASSES
* NSBMAX: NUMBER OF INITIAL SALINITY FIELD SMOOTHING PASSES
* WSMH: DEPTH SMOOTHING WEIGHT
* WSMB: SALINITY SMOOTHING WEIGHT
*
*
C9 KC IC JC LC LVC ISCO NDM LDM ISMASK ISPGNS NSHMAX NSBMAX WSMH WSMB
1 96 21 840 838 1 1 838 0 0 0 0.03125 0.03125
-----
C10 LAYER THICKNESS IN VERTICAL
*
* K: LAYER NUMBER, K=1,KC
* DZC: DIMENSIONLESS LAYER THICKNESS (THICKNESSES MUST SUM TO 1.0)
*
C10 K DZC
1 1.00000
-----
C11 GRID, ROUGHNESS AND DEPTH PARAMETERS
*
* DX: CARTESIAN CELL LENGTH IN X OR I DIRECTION
* DY: CARTESIAN CELL LENGTH IN Y OR J DIRECTION
* DXYCVT: MULTIPLY DX AND DY BY TO OBTAIN METERS
* IMD: GREATER THAN 0 TO READ IMDDXY.INP FILE
* ZBRADJ: LOG BDRY LAYER CONST OR VARIABLE ROUGH HEIGHT ADJ IN METERS
* ZBRCVRT: LOG BDRY LAYER VARIABLE ROUGHNESS HEIGHT CONVERT TO METERS
* HMIN: MINIMUM DEPTH OF INPUTS DEPTHS IN METERS
* HADJ: ADJUSTMENT TO DEPTH FIELD IN METERS
* HCVRT: CONVERTS INPUT DEPTH FIELD TO METERS
* HDRY: DEPTH AT WHICH CELL OR FLOW FACE BECOMES DRY
* HWET: DEPTH AT WHICH CELL OR FLOW FACE BECOMES WET
* BELADJ: ADJUSTMENT TO BOTTOM BED ELEVATION FIELD IN METERS
* BELCVRT: CONVERTS INPUT BOTTOM BED ELEVATION FIELD TO METERS
*
C11 DX DY DXYCVT IMD ZBRADJ ZBRCVRT HMIN HADJ HCVRT HDRY HWET BELADJ BELCVRT
1 1 1 0 1 .1 0 1 .25 .3 0 1
-----
C11A TWO-LAYER MOMENTUM FLUX AND CURVATURE ACCELERATION CORRECTION FACTORS
* (ONLY USED FOR 2 TIME LEVEL SOLUTION & ISDRY=0 PMC-Check to see if still true)
* IC2COR: 0 NO CORRECTION
* IC2COR: 1 CORRECTION USING CK2UUC,CK2VVC,CK2UVC FOR CURVATURE
* IC2COR: 2 CORRECTION USING CK2FCX,CK2FCY FOR CURVATURE
* CK2UUM: CORRECTION FOR UU MOMENTUM FLUX

```

```

* CK2VVM: CORRECTION FOR UU MOMENTUM FLUX
* CK2UVM: CORRECTION FOR UU MOMENTUM FLUX
* CK2UUC: CORRECTION FOR UU CURVATURE ACCELERATION (NOT ACTIVE)
* CK2VVC: CORRECTION FOR VV CURVATURE ACCELERATION (NOT ACTIVE)
* CK2UVC: CORRECTION FOR UV CURVATURE ACCELERATION (NOT ACTIVE)
* CK2FCX: CORRECTION FOR X EQUATION CURVATURE ACCELERATION
* CK2FCY: CORRECTION FOR Y EQUATION CURVATURE ACCELERATION
*
C11A ICK2COR CK2UUM CK2VVM CK2UVM CK2UUC CK2VVC CK2UVC CK2FCX CK2FCY
0 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825
-----
C11B CORNER CELL BOTTOM STRESS CORRECTION OPTIONS
*
* ISORTBC: 1 TO CORRECT BED STRESS AVERAGING TO CELL CENTERS IN CORNERS
* 2 TO USE SPATIALLY VARYING CORRECTION FOR CELLS IN CORNERC.INP
* ISORTBCD: 1 WRITE DIAGNOSTICS EVERY NSPTC TIME STEPS
* FSCORTBC: CORRECTION FACTOR, 0.0 GE FSCORTBC LE 1.0
* 1.0 = NO CORRECTION, 0.0 = MAXIMUM CORRECTION, 0.5 SUGGESTED
*
C11B ISORTBC ISORTBCD FSCORTBC
0 1 .5
-----
C12 TURBULENT DIFFUSION PARAMETERS
*
* AHO: CONSTANT HORIZONTAL MOMENTUM AND MASS DIFFUSIVITY m*m/s
* AHD: DIMENSIONLESS HORIZONTAL MOMENTUM DIFFUSIVITY (ONLY FOR ISHDMF>0)
* AVO: BACKGROUND, CONSTANT OR EDDY (KINEMATIC) VISCOSITY m*m/s
* ABO: BACKGROUND, CONSTANT OR MOLECULAR DIFFUSIVITY m*m/s
* AVMX: MAXIMUM KINEMATIC EDDY VISCOSITY m*m/s (DS-INTL)
* ABMX: MAXIMUM EDDY DIFFUSIVITY m*m/s (DS-INTL)
* VISMUD: CONSTANT FLUID MUD VISCOSITY m*m/s
* AVCON: EQUALS ZERO FOR CONSTANT VERTICAL MOLECULAR VISCOSITY AND DIFFUSIVITY
* WHICH ARE SET EQUAL TO AVO AND ABO, OTHERWISE SET TO 1.0
* ZBRWALL: SIDE WALL LOG LAW ROUGHNESS HEIGHT
* ISAVBMX: SET TO 1 TO ACTIVATE MAX VISC AND DIFF OF AVMX AND ABMX (DS-INTL)
* ISFVAB: SET TO 1 TO SORT FILTER AVO AND ABO
* ICHKCOUR: 0 - NO COURANT NUMBER DIAGNOSTICS
* 1 - WRITE COURANT NUMBER DIAGNOSTICS TO CFLMAX.OUT
*
C12 AHO AHD AVO ABO AVMX ABMX VISMUD AVCON ZBRWALL ISAVBMX ISFVAB ICHKCOUR
1.0 0.1 0.00001 1E-09 0.1 1E-09 0 1 0 0 1 0 1
-----
C13 TURBULENCE CLOSURE PARAMETERS
*
* VKC: VON KARMAN CONSTANT
* CTURB1: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
* CTURB2: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
* CTE1: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
* CTE2: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
* CTE3: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
* QQMIN: MINIMUM TURBULENT INTENSITY SQUARED
* QQLMIN: MINIMUM TURBULENT INTENSITY SQUARED * LENGTH-SCALE
* DMLMIN: MINIMUM DIMENSIONLESS LENGTH SCALE
*
C13 VKC CTURB1 CTURB2 CTE1 CTE2 CTE3 QQMIN QQLMIN DMLMIN
.4 16.6 10.1 1.8 1.33 .53 1E-08 1E-12 .0001
-----
C14 TIDAL & ATMOSPHERIC FORCING, GROUND WATER AND SUBGRID CHANNEL PARAMETERS
*
* MTIDE: NUMBER OF PERIOD (TIDAL) FORCING CONSTITUENTS
* NWSER: NUMBER OF WIND TIME SERIES (0 SETS WIND TO ZERO)
* NASER: NUMBER OF ATMOSPHERIC CONDITION TIME SERIES (0 SETS ALL ZERO)
* ISGWI: 1 TO ACTIVATE SOIL MOISTURE BALANCE WITH DRYING AND WETTING
* 2 TO ACTIVATE GROUNDWATER INTERACTION WITH BED AND WATER COL
* ISCHAN: >0 ACTIVATE SUBGRID CHANNEL MODEL AND READ MODCHAN.INP
* ISWAVE: 1-FOR BL IMPACTS (WAVEBL.INP), 2-FOR BL & CURRENT IMPACTS (WAVE.INP)
* 3-FOR INTERNALLY COMPUTED WIND WAVE BOUNDARY LAYER IMPACTS (DS)
* ITIDASM: 1 FOR TIDAL ELEVATION ASSIMILATION (NOT ACTIVE)
* ISPERC: 1 TO PERCOLATE OR ELIMINATE EXCESS WATER IN DRY CELLS
* TO BODY MODE AND BODY FORCES FROM FBODY.INP
* ISBODYF: 1 FOR UNIFORM OVER DEPTH, 2 FOR SURFACE LAYER ONLY
* ISPNHYDS: 1 FOR QUASI-NONHYDROSTATIC OPTION
*
C14 MTIDE NWSER NASER ISGWI ISCHAN ISWAVE ITIDASM ISPERC ISBODYF ISPNHYDS
0 1 1 0 0 0 0 0 0 0
-----
C15 PERIODIC FORCING (TIDAL) CONSTITUENT SYMBOLS AND PERIODS
*
* SYMBOL: FORCING SYMBOL (CHARACTER VARIABLE) FOR TIDES, THE NOS SYMBOL
* PERIOD: FORCING PERIOD IN SECONDS
*
C15 SYMBOL PERIOD
-----
C16 SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITION PARAMETERS
*
* NPBS: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON SOUTH OPEN BOUNDARIES
* NPBW: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON WEST OPEN BOUNDARIES
* NPBE: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON EAST OPEN BOUNDARIES
* NPBN: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON NORTH OPEN BOUNDARIES
* NPFOR: NUMBER OF HARMONIC FORCINGS
* NPFORT: FORCING TYPE, 0=CONSTANT, 1=LINEAR, 2= QUADRATIC VARIATION
* NPSE: NUMBER OF TIME SERIES FORCINGS
* PDGINIT: ADD THIS CONSTANT ADJUSTMENT GLOBALLY TO THE SURFACE ELEVATION
*
C16 NPBS NPBW NPBE NPBN NPFOR NPFORT NPSE PDGINIT
0 0 0 0 0 0 0 0
-----
C17 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE BOUNDARY COND. FORCINGS
*
* NPFOR: FORCING NUMBER
* SYMBOL: FORCING SYMBOL (FOR REFERENCE HERE ONLY)
* AMPLITUDE: AMPLITUDE IN M (PRESSURE DIVIDED BY RHO*G), NPFORT=0
* COSINE AMPLITUDE IN M, NPFORT.GE.1
* PHASE: FORCING PHASE RELATIVE TO TBEGIN IN SECONDS, NPFORT=0
* SINE AMPLITUDE IN M, NPFORT.GE.1
* NOTE: FOR NPFORT=0 SINGLE AMPLITUDE AND PHASE ARE READ, FOR NPFORT=1
* CONST AND LINEAR COS AND SIN AMPS ARE READ FOR EACH FORCING, FOR
* NPFORT=2, CONST, LINEAR, QUAD COS AND SIN AMPS ARE READ FOR EACH
* FOR EACH FORCING
*
C17 NPFOR SYMBOL AMPLITUDE PHASE
-----
C18 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON SOUTH OPEN BOUNDARIES
*
* IPBS: I CELL INDEX OF BOUNDARY CELL
* JPBS: J CELL INDEX OF BOUNDARY CELL
* ISPBS: 0 FOR ELEVATION SPECIFIED
* 1 FOR RADIATION-SEPARATION CONDITION, ZERO TANGENTIAL VELOCITY
* 2 FOR RADIATION-SEPARATION CONDITION, FREE TANGENTIAL VELOCITY
* NPFORS: APPLY HARMONIC FORCING NUMBER NPFORS
* NPSERS: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSERS
* NPSERS1: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSERS1 FOR 2ND SERIES (NPFORT.GE.1)
* TPCOORDS: TANGENTIAL COORDINATE ALONG BOUNDARY (NPFORT.GE.1)
*
C18 IPBS JPBS ISPBS NPFORS NPSERS
-----
C19 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON WEST OPEN BOUNDARIES

```

```

*
* IPBW: SEE CARD 18
* JPBW:
* ISPBW:
* NPFORW:
* NPSEFW:
* TPCOORDW:
*
C19 IPBW JPBW ISPBW NPFORW NPSEFW
-----
C20 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON EAST OPEN BOUNDARIES
*
* IPBE: SEE CARD 18
* JPBE:
* ISPBE:
* NPFOR:
* NPSEFE:
* TPCOORDE:
*
C20 IPBE JPBE ISPBE NPFOR NPSEFE
-----
C21 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON NORTH OPEN BOUNDARIES
*
* IPBN: SEE CARD 18
* JPBN:
* ISPBN:
* NPFORN:
* NPSEFN:
* TPCOORDN:
*
C21 IPBN JPBN ISPBN NPFORN NPSEFN
-----
C22 SPECIFY NUM OF SEDIMENT AND TOXICS AND NUM OF CONCENTRATION TIME SERIES
*
* NTOX: NUMBER OF TOXIC CONTAMINANTS (DEFAULT = 1)
* NSED: NUMBER OF COHESIVE SEDIMENT SIZE CLASSES (DEFAULT = 1)
* NSND: NUMBER OF NON-COHESIVE SEDIMENT SIZE CLASSES (DEFAULT = 1)
* NCSER1: NUMBER OF SALINITY TIME SERIES
* NCSER2: NUMBER OF TEMPERATURE TIME SERIES
* NCSER3: NUMBER OF DYE CONCENTRATION TIME SERIES
* NCSER4: NUMBER OF SHELLFISH LARVAE CONCENTRATION TIME SERIES
* NCSER5: NUMBER OF TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATION TIME SERIES
* EACH TIME SERIES MUST HAVE DATA FOR NTOX TOXICANTS
* NCSER6: NUMBER OF COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION TIME SERIES
* EACH TIME SERIES MUST HAVE DATA FOR NSED COHESIVE SEDIMENTS
* NCSER7: NUMBER OF NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION TIME SERIES
* EACH TIME SERIES MUST HAVE DATA FOR NSND NON-COHESIVE SEDIMENTS
* ISSBAL: SET TO 1 FOR SEDIMENT MASS BALANCE ! JOHN & JI, 4/25/97
*
C22 NTOX NSED NSND NCSER1 NCSER2 NCSER3 NCSER4 NCSER5 NCSER6 NCSER7 ISSBAL
0 0 0 5 0 0 0 0 0 0 0
-----
C23 VELOCITY, VOLUMN SOURCE/SINK, FLOW CONTROL, AND WITHDRAWAL/RETURN DATA
*
* NVBS: VEL BC (NOT USED)
* NUBW: VEL BC (NOT USED)
* NUBE: VEL BC (NOT USED)
* NVBN: VEL BC (NOT USED)
* NQSJU: NUMBER OF CONSTANT AND/OR TIME SERIES SPECIFIED SOURCE/SINK
LOCATIONS (RIVER INFLOWS, ETC)
* NQJPIJ: NUMBER OF CONSTANT AND/OR TIME SERIES SPECIFIED SOURCE
LOCATIONS TREATED AS JETS/PLUMES
* NQSER: NUMBER OF VOLUME SOURCE/SINK TIME SERIES
* NQCTL: NUMBER OF PRESSURE CONTROLLED WITHDRAWAL/RETURN PAIRS
* NQCTLT: NUMBER OF PRESSURE CONTROLLED WITHDRAWAL/RETURN TABLES
* NQWR: NUMBER OF CONSTANT OR TIME SERIES SPECIFIED WITHDRAWAL/RETURN
PAIRS
* NQWRSR: NUMBER OF TIME SERIES SPECIFYING WITHDRAWAL, RETURN AND
CONCENTRATION RISE SERIES
* ISDIQ: SET TO 1 TO WRITE DIAGNOSTIC FILE, DIAQ.OUT
*
C23 NVBS NUBW NUBE NVBN NQSJU NQJPIJ NQSER NQCTL NQCTLT NQWR NQWRSR ISDIQ
0 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
-----
C24 VOLUMETRIC SOURCE/SINK LOCATIONS, MAGNITUDES, AND CONCENTRATION SERIES
*
* IQS: I CELL INDEX OF VOLUME SOURCE/SINK
* JQS: J CELL INDEX OF VOLUME SOURCE/SINK
* QSSE: CONSTANT INFLOW/OUTFLOW RATE IN M**m/s
* NQSMUL: MULTIPLIER SWITCH FOR CONSTANT AND TIME SERIES VOL S/S
= 0 MULT BY 1, FOR NORMAL IN/OUTFLOW (L*L+L/T)
= 1 MULT BY DY FOR LATERAL IN/OUTFLOW (L*L/T) ON U FACE
= 2 MULT BY DX FOR LATERAL IN/OUTFLOW (L*L/T) ON V FACE
= 3 MULT BY DX+DY FOR LATERAL IN/OUTFLOW (L*L/T) ON U&V FACES
* NQSMFF: IF NON ZERO ACCOUNT FOR VOL S/S MOMENTUM FLUX
= 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
= 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
= 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
= 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
* IQSERQ: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN FLOW TIME SERIES
* ICSE1: ID NUMBER OF ASSOCIATED SALINITY TIME SERIES
* ICSE2: ID NUMBER OF ASSOCIATED TEMPERATURE TIME SERIES
* ICSE3: ID NUMBER OF ASSOCIATED DYE CONC TIME SERIES
* ICSE4: ID NUMBER OF ASSOCIATED SHELL FISH LARVAE RELEASE TIME SERIES
* ICSE5: ID NUMBER OF ASSOCIATED TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES
* ICSE6: ID NUMBER OF ASSOCIATED COHESIVE SEDIMENT CONC TIME SERIES
* ICSE7: ID NUMBER OF ASSOCIATED NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES
* QSFACTOR: FRACTION OF TIME SERIES FLOW NQSERQ ASSIGNED TO THIS CELL
*
C24 IQS JQS QSSE NQSMUL NQSMFF IQSERQ ICSE1 ICSE2 ICSE3 ICSE4 ICSE5 ICSE6 ICSE7 QSFACTOR ! ID
67 8 0.0000E+00 0 0 2 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1.0000E+00 !! JWWS1
92 8 0.0000E+00 0 0 2 0 2 0 0 0 0 0 0 0 1.0000E+00 !! JWWS2
94 12 0.0000E+00 0 0 3 0 3 0 0 0 0 0 0 0 1.0000E+00 !! JWWS3
5 19 0.0000E+00 0 0 4 0 4 0 0 0 0 0 0 0 1.0000E+00 !! JWWS4
6 19 0.0000E+00 0 0 5 0 5 0 0 0 0 0 0 0 1.0000E+00 !! JWWS5
3 13 0.0000E+00 0 0 6 0 5 0 0 0 0 0 0 0 -1.0000E+00 !! JWWS6
-----
C25 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT VOLUMETRIC SOURCES
*
* SAL: SALT CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* TEM: TEMPERATURE CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* DYE: DYE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* SFL: SHELL FISH LARVAE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* TOX: NTOX TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
INFLOW ABOVE WRITTEN AS TOXC(N), N=1,NTOX A SINGLE DEFAULT
VALUE IS REQUIRED EVEN IF TOXIC TRANSPORT IS NOT ACTIVE
*
C25 SAL TEM DYE SFL ! ID
0 0 0 0 !! JWWS1
0 0 0 0 !! JWWS2
0 0 0 0 !! JWWS3
0 0 0 0 !! JWWS4
0 0 0 0 !! JWWS5
0 0 0 0 !! JWWS6
-----
C26 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT VOLUMETRIC SOURCES
*
* SED: NSED COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
INFLOW ABOVE WRITTEN AS SED(N), N=1,NSED, I.E., THE FIRST
NSED VALUES ARE COHESIVE A SINGLE DEFAULT VALUE IS REQUIRED

```

```

*   EVEN IF COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
*   SND: NSND NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
*   INFLOW ABOVE WRITTEN AS SND(N), N=1.NSND, I.E., THE LAST
*   NSND VALUES ARE NON-COHESIVE. A SINGLE DEFAULT VALUE IS
*   REQUIRED EVEN IF NON-COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
*
C26  SED1  SND1
!!! IJWS1
!!! IJWS2
!!! IJWS3
!!! IJWS4
!!! IJWS5
!!! IJWS6
-----
C27 JET/PLUME SOURCE LOCATIONS, GEOMETRY AND ENTRAINMENT PARAMETERS
*
*   ID: ID COUNTER FOR JET/PLUME
*   ICAL: 1 ACTIVE, 0 BYPASS
*   IQJP: I CELL INDEX OF JET/PLUME
*   JQJP: J CELL INDEX OF JET/PLUME
*   KQJP: K CELL INDEX OF JET/PLUME (DEFAULT, QJET=0 OR JET COMP DIVERGES)
*   NPORT: NUMBER OF IDENTICAL PORTS IN THIS CELL
*   XJET: LOCAL JET LOCATION RELATIVE TO DISCHARGE CELL CENTER (m) (NOT USED)
*   YJET: LOCAL NORTH JET LOCATION RELATIVE TO DISCHARGE CELL CENTER (m)(NOT USED)
*   ZJET: ELEVATION OF DISCHARGE (m)
*   PHJET: VERTICAL JET ANGLE POSITIVE FROM HORIZONTAL (DEGREES)
*   THJET: HORIZONTAL JET ANGLE POS COUNTER CLOCKWISE FROM EAST (DEGREES)
*   DJET: DIAMETER OF DISCHARGE PORT (m)
*   CFRD: ADJUSTMENT FACTOR FOR FROUDE NUMBER
*   DJPER: ENTRAINMENT ERROR CRITERIA
*
C27  ID  ICAL  IQJP  JQJP  KQJP  NPORT  XJET  YJET  ZJET  PHJET  THJET  DJET  CFRD  DJPER
-----
C28 JET/PLUME SOLUTION CONTROL AND OUTPUT CONTROL PARAMETERS
*
*   ID: ID COUNTER FOR JET/PLUME
*   NJEL: MAXIMUM NUMBER OF ELEMENTS ALONG JET/PLUME LENGTH
*   NJPMX: MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS
*   ISENT: 0 USE MAXIMUM OF SHEAR AND FORCED ENTRAINMENT
*         1 USE SUM OF SHEAR AND FORCED ENTRAINMENT
*   ISTJP: 0 STOP AT SPECIFIED NUMBER OF ELEMENTS
*         1 STOP WHEN CENTERLINE PENETRATES BOTTOM OR SURFACE
*         2 STOP WITH BOUNDARY PENETRATES BOTTOM OR SURFACE
*   NUDJP: FREQUENCY FOR UPDATING JET/PLUME (NUMBER OF TIME STEPS)
*   IOJP: 1 FOR FULL ASCII, 2 FOR COMPACT ASCII OUTPUT AT EACH UPDATE
*        3 FOR FULL ASCII, 2 FOR COMPACT ASCII OUTPUT, 4 FOR BINARY OUTPUT
*   IPJP: NUMBER OF SPATIAL PRINT/SAVE POINT IN VERTICAL
*   ISDJP: 1 WRITE DIAGNOSTIC TO JLOG_OUT
*   IUPJP: I INDEX OF UPSTREAM WITHDRAWAL CELL IF ICAL=2
*   JUPJP: J INDEX OF UPSTREAM WITHDRAWAL CELL IF ICAL=2
*   KUPJP: K INDEX OF UPSTREAM WITHDRAWAL CELL IF ICAL=2
*
C28  ID  NJEL  NJPMX  ISENT  ISTJP  NUDJP  IOJP  IPJP  ISDJP  IUPJP  JUPJP  KUPJP
-----
C29 JET/PLUME SOURCE PARAMETERS AND DISCHARGE/CONCENTRATION SERIES IDS
*
*   ID: ID COUNTER FOR JET/PLUME
*   QQJP: CONSTANT JET/PLUME FLOW RATE IN M3m3/s
*        FOR ICAL = 1 OR 2 (FOR SINGLE PORT)
*   NQSERJP: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN FLOW TIME SERIES
*   NQWRSERJP: ID NUMBER OF ASSOCIATED WITHDRAWAL-RETURN TIME SERIES (ICAL=2)
*   ICSER1: ID NUMBER OF ASSOCIATED SALINITY TIME SERIES
*   ICSER2: ID NUMBER OF ASSOCIATED TEMPERATURE TIME SERIES
*   ICSER3: ID NUMBER OF ASSOCIATED DYE CONC TIME SERIES
*   ICSER4: ID NUMBER OF ASSOCIATED SHELL FISH LARVAE RELEASE TIME SERIES
*   ICSER5: ID NUMBER OF ASSOCIATED TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES
*   ICSER6: ID NUMBER OF ASSOCIATED COHESIVE SEDIMENT CONC TIME SERIES
*   ICSER7: ID NUMBER OF ASSOCIATED NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES
*
C29  ID  QQJP  NQSERJP  NQWRSERJP  ICSER1  ICSER2  ICSER3  ICSER4  ICSER5  ICSER6  ICSER7
-----
C30 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT JET/PLUME SOURCES
*
*   SAL: SALT CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
*   TEM: TEMPERATURE CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
*   DYE: DYE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
*   SFL: SHELL FISH LARVAE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
*   TOX: NTOX TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
*   INFLOW ABOVE WRITTEN AS TOXC(N), N=1.NTOX A SINGLE DEFAULT
*   VALUE IS REQUIRED EVEN IF TOXIC TRANSPORT IS NOT ACTIVE
*
C30  SAL  TEM  DYE  SFL
-----
C31 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT JET/PLUME SOURCES
*
*   SED: NSED COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
*   INFLOW ABOVE WRITTEN AS SEDC(N), N=1.NSED, I.E., THE FIRST
*   NSED VALUES ARE COHESIVE. A SINGLE DEFAULT VALUE IS REQUIRED
*   EVEN IF COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
*   SND: NSND NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
*   INFLOW ABOVE WRITTEN AS SND(N), N=1.NSND, I.E., THE LAST
*   NSND VALUES ARE NON-COHESIVE. A SINGLE DEFAULT VALUE IS
*   REQUIRED EVEN IF NON-COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
*
C31  SED1  SND1
-----
C32 SURFACE ELEV OR PRESSURE DEPENDENT FLOW INFORMATION
*
*   IQCTLU: I INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
*   JQCTLU: J INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
*   IQCTLD: I INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
*   JQCTLD: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
*   NQCTYP: FLOW CONTROL TYPE
*         = 0 HYDRAULIC STRUCTURE: INSTANT FLOW DRIVEN BY ELEVATION
*           OR PRESSURE DIFFERENCE TABLE
*         = 1 ACCELERATING FLOW THROUGH TIDAL INLET
*   NQCTLQ: ID NUMBER OF CONTROL CHARACTERIZATION TABLE
*   NQCMUL: MULTIPLIER SWITCH FOR FLOWS FROM UPSTREAM CELL
*         = 0 MULT BY 1. FOR CONTROL TABLE IN (L*L/L/T)
*         = 1 MULT BY DY FOR CONTROL TABLE IN (L*L/T) ON U FACE
*         = 2 MULT BY DX FOR CONTROL TABLE IN (L*L/T) ON V FACE
*         = 3 MULT BY DX*DY FOR CONTROL TABLE IN (L*L/T) ON U&V FACES
*   NQCMFU: IF NON ZERO ACCOUNT FOR FLOW MOMENTUM FLUX IN UPSTREAM CELL
*         = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
*         = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
*         = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
*         = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
*   NQCMFD: IF NON ZERO ACCOUNT FOR FLOW MOMENTUM FLUX IN DOWNSTREAM CELL
*         = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
*         = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
*         = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
*         = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
*   BQCMFU: UPSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
*   BQCMFD: DOWNSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
*
C32  IQCTLU  JQCTLU  IQCTLD  JQCTLD  NQCTYP  NQCTLQ  NQCMUL  NQC_U  NQC_D  BQC_U  BQC_D
-----
C33 FLOW WITHDRAWAL, HEAT OR MATERIAL ADDITION, AND RETURN DATA
*
*   IWRU: I INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL

```

```

* JWRU: J INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
* KWRU: K INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL LAYER
* IWRD: I INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
* JWDR: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
* KWDR: K INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN LAYER
* QWRE: CONSTANT VOLUME FLOW RATE FROM WITHDRAWAL TO RETURN
* NQWRSERO: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUM WITHDRAWAL-RETURN FLOW AND
CONCENTRATION RISE TIME SERIES
* NQWRMFU: IF NON ZERO ACCOUNT FOR WITHDRAWAL FLOW MOMENTUM FLUX
= 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
= 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
= 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
= 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
* NQWRMFD: IF NON ZERO ACCOUNT FOR RETURN FLOW MOMENTUM FLUX
= 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
= 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
= 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
= 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
* BQWRMFU: UPSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
* BQWRMFD: DOWNSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
* ANGWRMFD: ANGLE FOR HORIZONTAL FOR RETURN FLOW MOMENTUM FLUX
*
C33 IWRU JWRU KWRU IWRD JWDR KWDR QWRE NQW_RQ NQWR_U NQWR_D BQWR_U BQWR_D ANG_D
-----
C34 TIME CONSTANT WITHDRAWAL AND RETURN CONCENTRATION RISES
*
* SAL: SALTINITY RISE
* TEM: TEMPERATURE RISE
* DYEC: DYE CONCENTRATION RISE
* SFL: SHELLFISH LARVAE CONCENTRATION RISE
* TOX#: NTOX TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATION RISES
*
C34 SALT TEMP DYEC SFLC TOX1
-----
C35 TIME CONSTANT WITHDRAWAL AND RETURN CONCENTRATION RISES
*
* SED#: NSEDC COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION RISE
* SND#: NSEDN NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION RISE
*
C35 SED1 SND1
-----
C36 SEDIMENT INITIALIZATION AND WATER COLUMN/BED REPRESENTATION OPTIONS
* DATA REQUIRED IF ISTRAN(6) OR ISTRAN(7) <> 0
*
* ISEDINT: 0 FOR CONSTANT INITIAL CONDITIONS
1 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COLUMN INITIAL CONDITIONS
FROM SEDW.INP AND SNW.INP
*
* 2 FOR SPATIALLY VARIABLE BED INITIAL CONDITIONS
FROM SEDB.INP AND SNDB.INP
*
* 3 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COL AND BED INITIAL CONDITIONS
* ISEDBINT: 0 FOR SPATIALLY VARYING BED INITIAL CONDITIONS IN MASS/AREA
1 FOR SPATIALLY VARYING BED INITIAL CONDITIONS IN MASS FRACTION
OF TOTAL SEDIMENT MASS (REQUIRES BED LAYER THICKNESS
FILE BEDLAY.INP)
*
* ISEDWC: 0 COHESIVE SED WC/BED EXCHANGE BASED ON BOTTOM LAYER CONDITIONS
1 COHESIVE SED WC/BED EXCHANGE BASED ON WAVE/CURRENT/SEDIMENT
BOUNDARY LAYERS EMBEDDED IN BOTTOM LAYER
*
* ISMUD: 1 INCLUDE COHESIVE FLUID MUD VISCOUS EFFECTS USING EFDC
FUNCTION CSEDVIS(SED)
*
* ISNDWC: 0 NONCOH SED WC/BED EXCHANGE BASED ON BOTTOM LAYER CONDITIONS
1 NONCOH SED WC/BED EXCHANGE BASED ON WAVE/CURRENT/SEDIMENT
BOUNDARY LAYERS EMBEDDED IN BOTTOM LAYER
*
* ISEDDW: 0 FOR CONSTANT OR SIMPLE CONCENTRATION DEPENDENT
COHESIVE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
*
* >1 CONCENTRATION AND/OR SHEAR/TURBULENCE DEPENDENT COHESIVE
SEDIMENT SETTLING VELOCITY. VALUE INDICATES OPTION TO BE USED
IN EFDC FUNCTION CSEDSET(SED,SHEAR,ISEDVWC)
*
* 1 HUANG AND METHA - LAKE OKEECHOBEE
*
* 2 SHRESTA AND ORLOB - FOR KRONES SAN FRANCISCO BAY DATA
*
* 3 ZEH WATER FRESH WATER
*
* ISNDVW: 0 USE CONSTANT SPECIFIED NON-COHESIVE SED SETTLING VELOCITIES
OR CALCULATE FOR CLASS DIAMETER IF SPECIFIED VALUE IS NEG
*
* >1 FOLLOW OPTION 0 PROCEDURE BUT APPLY HINDERED SETTLING
CORRECTION. VALUE INDICATES OPTION TO BE USED WITH EFDC
FUNCTION CSNDSET(SND,SDEN,ISNDVW) VALUE OF ISNDVW INDICATES
EXPONENTIAL IN CORRECT (1-SDEN(SND)+SND(SND))*ISNDVW
*
* KB: MAXIMUM NUMBER OF BED LAYERS (EXCLUDING ACTIVE LAYER)
* ISDTXBUG: 1 TO ACTIVATE SEDIMENT AND TOXICS DIAGNOSTICS
*
C36 ISEDINT ISEDBINT ISEDWC ISMUD ISNDWC ISEDDW ISNDVW KB ISDTXBUG
-----
C36a SEDIMENT INITIALIZATION/BED SHEAR STRESS REPRESENTATION OPTIONS
* DATA REQUIRED IF ISTRAN(6) OR ISTRAN(7) <> 0
*
* ISBEDSTR: 0 USE HYDRODYNAMIC MODEL STRESS FOR SEDIMENT TRANSPORT
1 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL IN COH AND NONCOH COMPONENTS
2 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL APPLY TO COH AND NONCOH SEDS
3 USE INDEPENDENT LOG-LAW ROUGHNESS HEIGHT FOR SEDIMENT TRANSPORT
READ FROM FILE SEDROUGH.INP
*
* ISBDFUF: 1 CORRECT GRAIN STRESS PARTITIONING FOR NONUNIFORM FLOW EFFECTS
* COEFTSBL: COEFFICIENT SPECIFYING THE HYDRODYNAMIC SMOOTHNESS OF
TURBULENT BOUNDARY LAYER OVER COHESIVE BED IN TERMS OF
EQUIVALENT GRAIN SIZE FOR COHESIVE GRAIN STRESS
CALCULATION: FULLY SMOOTH = 4, FULL ROUGH = 100
*
* VISMUDST: KINEMATIC VISCOSITY TO USE IN DETERMINING COHESIVE GRAIN STRESS
*
C36a ISBEDSTR ISBDFUF COEFTSBL VISMUDST
-----
C36b SEDIMENT INITIALIZATION AND WATER COLUMN/BED REPRESENTATION OPTIONS
* DATA REQUIRED IF ISTRAN(6) OR ISTRAN(7) <> 0
*
* ISEDAL: 1 TO ACTIVATE STATIONARY COHESIVE MUD ACTIVE LAYER
* ISNDAL: 1 TO ACTIVATE NON-COHESIVE ARMORING EFFECTS
*
* 2 SAME AS 1 WITH ACTIVE-PARENT LAYER FORMULATION
*
* IALSTUP: 0 CONSTANT THICKNESS ARMORING LAYER
1 CONSTANT TOTAL SEDIMENT MASS ARMORING LAYER
*
* IALSTUP: 1 CREATE ARMORING LAYER FROM INITIAL TOP LAYER AT START UP
* ISEDEFF: 1 MODIFY NONCOHESIVE RESUSPENSION TO ACCOUNT FOR COHESIVE EFFECTS
USING MULTIPLICATION FACTOR: EXP(-COEHEFF*FRACTION COHESIVE)
2 MODIFY NONCOHESIVE CRITICAL STRESS TO ACCOUNT FOR COHESIVE
EFFECTS USING MULTIPLICATION FACTOR:
1+(COEHEFF2-1)*(1-EXP(-COEHEFF*FRACTION COHESIVE))
*
* HBEDAL: ACTIVE ARMORING LAYER THICKNESS
* IALSTUP: COHESIVE EFFECTS COEFFICIENT
*
C36b ISEDAL ISNDAL IALSTUP ISEDEFF HBEDAL COEHEFF COEHEFF2
-----
C37 BED MECHANICAL PROPERTIES PARAMETER SET 1
* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
*
* ISEDDT: NUMBER OF SED/TOX BED PROCESSES STEPS PER HYDRO/WC TRANS STEPS
* IBMECH: 0 TIME INVARIANT CONSTANT BED MECHANICAL PROPERTIES
1 SIMPLE CONSOLIDATION CALCULATION WITH CONSTANT COEFFICIENTS
2 SIMPLE CONSOLIDATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS DETERMINED
EFDC FUNCTIONS CSEDCON1,2,3(IBMECH)
*
* 3 COMPLEX CONSOLIDATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS DETERMINED
EFDC FUNCTIONS CSEDCON1,2,3(IBMECH). IBMECH > 0 SETS THE
C38 PARAMETER ISEDBINT=1 AND REQUIRES INITIAL CONDITIONS
FILES BEDLAY.INP, BEDBN.INP AND BEDDN.INP
*
* 9 TYPE OF CONSOLIDATION VARIES BY CELL WITH IBMECH FOR EACH

```

```

*      DEFINED IN INPUT FILE CONSOLMAP.INP
* IMORPH: 0 CONSTANT BED MORPHOLOGY (IBMECH=0, ONLY)
*      1 ACTIVE BED MORPHOLOGY: NO WATER ENTRAIN/EXPULSION EFFECTS
*      2 ACTIVE BED MORPHOLOGY: WITH WATER ENTRAIN/EXPULSION EFFECTS
* HBEDMAX: TOP BED LAYER THICKNESS (m) AT WHICH NEW LAYER IS ADDED OR IF
*      KBT(I,J)=KB, NEW LAYER ADDED AND LOWEST TWO LAYERS COMBINED
* BEDPORC: CONSTANT BED POROSITY (IBMECH=0, OR NSED=0)
*      ALSO USED AS POROSITY OF DEPOSITIN NON-COHESIVE SEDIMENT
* SEDMDMX: MAXIMUM FLUID MUD COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION (MG/L)
* SEDMDMN: MINIMUM FLUID MUD COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION (MG/L)
* SEDVDR: VOID RATIO OF DEPOSITING COHESIVE SEDIMENT
* SEDVDRM: MINIMUM COHESIVE SEDIMENT BED VOID RATIO (IBMECH > 0)
* SEDVDRT: BED CONSOLIDATION RATE CONSTANT (sec) (IBMECH = 1,2), EXP(-DELTA/SEDVDRT)
*      > 0 CONSOLIDATE OVER TIME TO SEDVDRM
*      = 0 CONSOLIDATE INSTANTANEOUSLY TO SEDVDRM (0.0>=SEDVDRT<=0.0001)
*      < 0 CONSOLIDATE TO INITIAL VOID RATIOS
*
C37 ISEDDT IBMECH IMORPH HBEDMAX BEDPORC SEDMDMX SEDMDMN SEDVDRD SEDVDRM SEDVDRT
-----
C38 BED MECHANICAL PROPERTIES PARAMETER SET 2
* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
*
* IBMECHK: 0 FOR HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K, FUNCTION K=KO*EXP((E-EO)/EK)
*      1 FOR HYD COND/(1+VOID RATIO),K', FUNCTION K'=KO'*EXP((E-EO)/EK)
* BMECH1: REFERENCE EFFECTIVE STRESS/WATER SPECIFIC WEIGHT, SEO (m)
*      IF BMECH1<0 USE INTERNAL FUNCTION, BMECH1,BMECH2,BMECH3 NOT USED
* BMECH2: REFERENCE VOID RATIO FOR EFFECTIVE STRESS FUNCTION, EO
* BMECH3: VOID RATIO RATE TERM ES IN SE=SEO*EXP(-(E-EO)/ES)
* BMECH4: REFERENCE HYDRAULIC CONDUCTIVITY, KO (m/s)
*      IF BMECH4<0 USE INTERNAL FUNCTION, BMECH1,BMECH2,BMECH3 NOT USED
* BMECH5: REFERENCE VOID RATIO FOR HYDRAULIC CONDUCTIVITY, EO
* BMECH6: VOID RATIO RATE TERM EK IN (K OR K')=(KO OR KO')*EXP((E-EO)/EK)
*
C38 IBMECHK BMECH1 BMECH2 BMECH3 BMECH4 BMECH5 BMECH6
-----
C39 COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 1 REPEAT DATA LINE NSED TIMES
* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
*
* SEDO: CONSTANT INITIAL COHESIVE SEDIMENT CONC IN WATER COLUMN
*      (MG/LITER=GM/M**3)
* SEDBO: CONSTANT INITIAL COHESIVE SEDIMENT IN BED PER UNIT AREA
*      (GM/SQ METER) IE 1CM THICKNESS BED WITH SSG=2.5 AND
*      N=.6.5 GIVES SEDBO 1.E4, 1.25E4
* SDEN: SEDIMENT SPEC VOLUME (IE 1/2.25E6 M**3/GM)
* SSG: SEDIMENT SPECIFIC GRAVITY
* WSEDO: CONSTANT OR REFERENCE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
*      IN FORMULA WSED=WSEDO*( (SED/SDSN)**SEXP )
* SEDSN: (Not Used)
* SEXP: (Not Used)
* TAUD: BOUNDARY STRESS BELOW WHICH DEPOSITION TAKES PLACE ACCORDING
*      TO (TAUD-TAUD)/TAUD
* ISEDSCOR: 1 TO CORRECT BOTTOM LAYER CONCENTRATION TO NEAR BED CONCENTRATION
*
C39 SEDO SEDBO SDEN SSG WSEDO MORPHD SEXP TAUD ISEDSCOR
-----
C40 COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 2 REPEAT DATA LINE NSED TIMES
* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
*
* IWRSP: 0 USE RESUSPENSION RATE AND CRITICAL STRESS BASED ON PARAMETERS
*      ON THIS DATA LINE
*      >0 USE BED PROPERTIES DEPENDEDNT RESUSPENSION RATE AND CRITICAL
*      STRESS GIVEN BY EFDC FUNCTIONS CSEDRES,CSEDTAUS,CSEDTAUB
*      FUNCTION ARGUMENTS ARE (BDENBED,IWRSP)
*      1 HWANG AND METHA - LAKE OKCOKORSEE
*      2 HAMRICK'S MODIFICATION OF SANFORD AND MAA
*      3 SAME AS 2 EXCEPT VOID RATIO OF COHESIVE SEDIMENT FRACTION IS USED
*      >= 99 SITE SPECIFIC
* IWRSPB:0 NO BULK EROSION
*      1 USE BULK EROSION CRITICAL STRESS AND RATE IN FUNCTIONS
*      CSEDTAUB AND CSEDRESB
* WRSP: REF SURFACE EROSION RATE IN FORMULA
*      WRSP=WRSP0*( ((TAU-TAUR)/TAUN)**TEXP ) (gm/m**2/sec)
* TAUR: BOUNDARY STRESS ABOVE WHICH SURFACE EROSION OCCURS (m/s)**2
* TAUN: (Not Used, TAUN=TAUR SET IN CODE)
* TEXP: EXPONENT OF WRSP=WRSP0*( ((TAU-TAUR)/TAUN)**TEXP )
* VDRRSP: REFERENCE VOID RATIO FOR CRITICAL STRESS AND RESUSPENSION RATE
*      IWRSP=2.3
* COSEDHID: COHESIVE SEDIMENT RESUSPENSION HIDING FACTOR TO REDUCE COHESIVE
*      RESUSPENSION BY FACTOR = (COHESIVE FRACTION OF SEDIMENT)**COSEDHID
*
C40 IWRSP IWRSPB WRSP TAUR TAUN TEXP VDRRSP COSEDHID
-----
C41 NON-COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 1 REPEAT DATA LINE NSND TIMES
* DATA REQUIRED IF NSND>0, EVEN IF ISTRAN(7) = 0
*
* SNDO: CONSTANT INITIAL NON-COHESIVE SEDIMENT CONC IN WATER COLUMN
*      (MG/LITER=GM/M**3)
* SNDBO: CONSTANT INITIAL NON-COHESIVE SEDIMENT IN BED PER UNIT AREA
*      (GM/SQ METER) IE 1CM THICKNESS BED WITH SSG=2.5 AND
*      N=.6.5 GIVES SNDBO 1.E4, 1.25E4
* SDEN: SEDIMENT SPEC VOLUME (IE 1/2.65E6 M**3/GM)
* SSG: SEDIMENT SPECIFIC GRAVITY
* SNDDIA: REPRESENTATIVE DIAMETER OF SEDIMENT CLASS (m)
* WSND: CONSTANT OR REFERENCE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
*      WSND < 0, SETTLING VELOCITY INTERNALLY COMPUTED
* SNDN: (Not Used)
* SEXP: (Not Used)
* TAUD: (Not Used)
* ISNDSOR: (Not Used)
*
C41 SNDO SNDBO SDEN SSG SNDDIA WSND SNDN SEXP TAUD ISNDSOR
-----
C42 NON-COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 2 REPEAT DATA LINE NSND TIMES
* DATA REQUIRED IF NSND>0, EVEN IF ISTRAN(7) = 0
*
* ISNDEQ: >1 CALCULATE ABOVE BED REFERENCE NON-COHESIVE SEDIMENT
*      EQUILIBRIUM CONCENTRATION USING EFDC FUNCTION
*      CSNDEQC(SNDDIA,SSG,WS,TAUR,TAUB,SIGPHI,SNDDMX,IOTP)
*      WHICH IMPLEMENT FORMULATIONS OF
*      1 GARCIA AND PARKER
*      2 SMITH AND MCLEAN
*      3 VAN RIJN
* ISBDL: 0 BED LOAD PHI FUNCTION IS CONSTANT, SBDLDP
*      1 VAN RIJN PHI FUNCTION
*      2 MODIFIED ENGLAND-HANSEN
*      3 WU, WANG, AND JIA
*      4 (Not Used)
* TAUR: CRITICAL STRESS IN (m/s)**2
*      NOTE: IF TAUR < 0, THEN TAUR AND TAUN ARE INTERNALLY
*      COMPUTED USING VAN RIJN'S FORMULAS
* TAUN: EQUAL TO TAUR FOR NON-COHESIVE SED TRANS
* TCSHIELDS: CRITICAL SHIELDS STRESS (DIMENSIONLESS)
* ISLTAUC: 1 TO IMPLEMENT SUSP LOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUC FOR EACH GRAINSIZE
*      2 TO IMPLEMENT SUSP LOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUCD50
*      3 TO USE TAUC FOR NONUNIFORM BEDS, THESE APPLY ONLY TO RESUSPENSION
*      FORMULAS NOT EXPLICITLY CONTAINING CRITICAL SHIELDS STRESS SUCH AS G-P
* IBLTAUC: 1 TO IMPLEMENT BEDLOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUC FOR EACH GRAINSIZE
*      2 TO IMPLEMENT BEDLOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUCD50
*      3 TO USE TAUC FOR NONUNIFORM BEDS, THESE APPLY ONLY TO BED LOAD
*      FORMULAS NOT EXPLICITLY CONTAINING CRITICAL SHIELDS STRESS SUCH AS E-H

```

```

* IROUSE: 0 USE TOTAL STRESS FOR CALCULATING ROUSE NUMBER
* 1 USE GRAIN STRESS FOR ROUSE NUMBER
* ISNDM1: 0 SET BOTH BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD FRACTIONS TO 1.0
* 1 SET BEDLOAD FRACTION TO 1. USE BINARY RELATIONSHIP FOR SUSPENDED
* 2 SET BEDLOAD FRACTION TO 1. USE LINEAR RELATIONSHIP FOR SUSPENDED
* 3 USE BINARY RELATIONSHIP FOR BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD
* 4 USE LINEAR RELATIONSHIP FOR BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD
* ISNDM2: 0 USE TOTAL SHEAR VELOCITY IN USTAR/WSET RATIO
* 1 USE GRAIN SHEAR VELOCITY IN USTAR/WSET RATIO
* RSNDM: VALUE OF USTAR/WSET FOR BINARY SWITCH BETWEEN BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD
-----
C42 ISNDEQ ISBDLD TAUR TAUN TCSHIELDS ISLTAUC IBLTAUC IROUSE ISNDM1 ISNDM2 RSNDM
-----
C42A NON-COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 3 (BED LOAD FORMULA PARAMETERS)
* DATA REQUIRED IF NSND>0, EVEN IF ISTRAN(7) = 0
*
* IBEDLD: 0 DISABLE BEDLOAD
* 1 ACTIVATE BEDLOAD OPTION. MUST USE SEDLBC.INP
* SBDLDA: ALPHA EXPONENTIAL FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDB: BETA EXPONENTIAL FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG1: GAMMA1 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG2: GAMMA2 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG3: GAMMA3 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG4: GAMMA4 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDP: CONSTANT PHI FOR BED LOAD FORMULA
* ISBLFUC: BED LOAD FACE FLUX, 0 FOR DOWN WIND PROJECTION, 1 FOR DOWN WIND
* WITH CORNER CORRECTION, 2 FOR CENTERED AVERAGING
* BLBSNT: ADVERSE BED SLOPE (POSITIVE VALUE) ACROSS A CELL FACE ABOVE
* WHICH NO BED LOAD TRANSPORT CAN OCCUR. NOT ACTIVE FOR BLBSNT=0.0
*
C42a IBEDLD SBDLDA SBDLDB SBDLDG1 SBDLDG2 SBDLDG3 SBDLDG4 SBDLDP ISBLFUC BLBSNT
-----
C43 TOXIC CONTAMINANT INITIAL CONDITIONS AND PARAMETERS
* USER MAY CHANGE UNITS OF WATER AND SED PHASE TOX CONCENTRATION
* AND PARTITION COEFFICIENT ON C44 - C46 BUT CONSISTENT UNITS MUST
* MUST BE USED FOR MEANINGFUL RESULTS
* DATA REQUIRED EVEN IF ISTRAN(5) IS 0
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID (1 LINE OF DATA BY DEFAULT)
* ITXINT: 0 FOR SPATIALLY CONSTANT WATER COL AND BED INITIAL CONDITIONS
* 1 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COLUMN INITIAL CONDITIONS
* 2 FOR SPATIALLY VARIABLE BED INITIAL CONDITIONS
* 3 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COL AND BED INITIAL CONDITION
* ITXBOUT: SET TO 0 FOR INITIAL BED GIVEN BY TOTAL TOX (MG/M**3)
* SET TO 1 FOR INITIAL BED GIVEN BY SORBED MASS TOX/MASS SED(MG/KG)
* TOXINTW: INIT WATER COLUMN TOT TOXIC VARIABLE CONCENTRATION (ugm/l)
* TOXINTB: INIT SED BED TOXIC CONC SEE ITXBOUT
*
* RKTOWX: FIRST ORDER WATER COL DECAY RATE FOR TOX VARIABLE IN 1/sec
* TKTOXW: REF TEMP FOR 1ST ORDER WATER COL DECAY DEG C
* RKTAXB: FIRST ORDER SED BED DECAY RATE FOR TOX VARIABLE IN 1/sec
* TKTOXB: REF TEMP FOR 1ST ORDER SED BED DECAY DEG C
-----
C43 NTOXN ITXINT ITXBOUT TOXINTW TOXINTB RKTOWX TKTOXW RKTAXB TRTOXB COMMENTS
-----
C44 ADDITIONAL TOXIC CONTAMINANT PARAMETERS
* DATA REQUIRED EVEN IF ISTRAN(5) IS 0
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID (1 LINE OF DATA BY DEFAULT)
* ISTOC: 1 FOR DISS AND PART ORGANIC CARBON SORPTION
* 2 FOR DISS ORGANIC CARBON SORPTION AND POC FRACTIONALLY
* DISTRIBUTED TO INORGANIC SEDIMENT CLASSES
* 3 FOR NO DISS ORGANIC CARBON SORPTION AND POC FRACTIONALLY
* DISTRIBUTED TO INORGANIC SEDIMENT CLASSES
* VOLTOX: WATER SURFACE VOLATILIZATION RATE MULTIPLIER (0. OR 1.)
* RMOLTX: MOLECULAR WEIGHT FOR DETERMINING VOLATILIZATION RATE
* RKTOWX: REFERENCE PHOTOLYSIS DECAY RATE 1/sec
* SKTOXP: REFERENCE SOLAR RADIATION FOR PHOTOLYSIS (watts/m**2)
* DIFTOX: DIFFUSION COEFF FOR TOXICANT IN SED BED PORE WATER (m**2/s)
* DIFTOXS: DIFF COEFF FOR TOXICANT BETWEEN WATER COLUMN AND
* PORE WATER IN TOP LAYER OF THE BED(m**2/s)
* > 0.0 INTERPRET AS DIFFUSION COEFFICIENT (m**2/s)
* < 0.0 INTERPRET AS FLUX VELOCITY (m/s)
* PDIFTOX: PARTICLE MIXING DIFFUSION COEFF FOR TOXICANT IN SED BED (m**2/s)
* DPDIFTOX: DEPTH IN BED OVER WHICH PARTICLE MIXING IS ACTIVE (m)
*
C44 NTOXN ISTOC VOLTOX RMOLTX RKTOWX SKTOXP DIFTOX DIFTOXS PDIFTOX DPDIFTOX
-----
C45 TOXIC CONTAMINANT SEDIMENT INTERACTION PARAMETERS
*
* NTOXC: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN LINES OF DATA
* FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* NSEDN/NSNDN: FIRST NSED LINES COHESIVE, NEXT NSND LINES NON-COHESIVE.
* REPEATED FOR EACH CONTAMINANT
* ITPARW: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (WC) GIVEN BY
* TOXP=PARO+(CSED**CONPAR)
* TOXP: WATER COLUMN PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
* EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPAR: EXPONENT IN TOXP=PARO+(CSED**CONPAR) IF ITPARW=1
* ITPARB: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (BED)
* TOXP: SEDIMENT BED PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
* EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPAR: EXPONENT IN TOXP=PARO+(CSED**CONPAR) IF ITPARB=1
* 0.8770 -0.943 0.025
C45 NTOXC NSEDN ITPARW TOXP CONPAR ITPARB TOXP CONPAR CONPAR COMMENTS
-----
C45A TOXIC CONTAMINANT ORGANIC CARBON INTERACTION PARAMETERS
*
* ISTOCW: 0 CONSTANT DOC IN WATER COLUMN OF STDOCW (DEFAULT=0.)
* 1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING DOC IN WATER COLUMN FROM docw.inp
* ISTPOCW: 0 CONSTANT POC IN WATER COLUMN OF STPOCW (DEFAULT=0.)
* 1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING POC IN WATER COLUMN FROM pocw.inp
* 2 TIME CONSTANT, FPOC IN WATER COLUMN, SEE C45C
* 3 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING FPOC IN WATER COLUMN FORM fpocw.inp
* 4 FUNCTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
* FPOC IN WATER COLUMN
* ISTOCB: 0 CONSTANT DOC IN BED OF STOCB (DEFAULT=0.)
* 1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING DOC IN BED FROM docb.inp
* ISTPOCB: 0 CONSTANT POC IN BED OF STPOCB (DEFAULT=0.)
* 1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING POC IN BED FROM pocb.inp
* 2 TIME CONSTANT, FPOC IN BED, SEE C45D
* 3 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING FPOC IN BED FROM fpocb.inp
* 4 FUNCTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
* FPOC IN BED
* STDOCW: CONSTANT WATER COLUMN DOC (ISTOCW=0)
* STPOCW: CONSTANT WATER COLUMN POC (ISTPOCW=0)
* STOCB: CONSTANT BED DOC (ISTOCB=0)
* STPOCB: CONSTANT BED POC (ISTPOCB=0)
*
C45A ISTOCW ISTPOCW ISTOCB ISTPOCB STDOCW STPOCW STDOCB STPOCB
-----
C45B TOXIC CONTAMINANT ORGANIC CARBON INTERACTION PARAMETERS
*
* NTOXC: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN LINES OF DATA
* FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* NOC : FIRST LINE FOR DISSOLVED ORGANIC CARBON, SECOND FOR PART OC
* REPEATED FOR EACH CONTAMINANT
* ITPARW: -1 FOR NO ORGANIC CARBON, 0 FOR NORMAL PARTITION AND 1 FOR SOLIDS

```

```

* DEPENDENT TOXP=PARO*(CSED**CONPAR)
* TOXP=PARO WATER COLUMN PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
* EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
* CONPAR: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPAR) IF ITXP=1
* ITXP: CONVENTION FOLLOWS ITXP=1 (BED)
* TOXP=PARO: SEDIMENT BED PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
* EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
* CONPAR: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPAR) IF ITXP=1
* 1 0.8770 -0.943 0.025
C45B NTOXN NOC ITXP=1 TOXP=PARO CONPAR ITXP=1 TOXP=PARO CONPAR *CARBON*
-----
C45C TOXIC CONTAMINANT POC FRACTIONAL DISTRIBUTIONS IN WATER COLUMN
* 1 LINE OF DATA REQUIRED EVEN IT ISTRAN(5) IS 0. DATA USED WHEN
* ISTOC(NT)=1 OR 2
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN 1 LINE OF DATA
* FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSND
* FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SND CLASSES 1,NSND
*
C45C NTOXN FPOCSND1 FPOCSND1 FPOCSND2 FPOCSND3
-----
C45D TOXIC CONTAMINANT POC FRACTIONAL DISTRIBUTIONS IN SEDIMENT BED
* 1 LINE OF DATA REQUIRED EVEN IT ISTRAN(5) IS 0. DATA USED WHEN
* ISTOC(NT)=1 OR 2
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN 1 LINE OF DATA
* FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSND
* FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SND CLASSES 1,NSND
*
C45D NTOXN FPOCSND1 FPOCSND1 FPOCSND2 FPOCSND3
-----
C46 BUOYANCY, TEMPERATURE, DYE DATA AND CONCENTRATION BC DATA
*
* BSC: BUOYANCY INFLUENCE COEFFICIENT 0 TO 1. BSC=1. FOR REAL PHYSICS
* TEMO: REFERENCE, INITIAL, EQUILIBRUM AND/OR ISOTHERMAL TEMP IN DEG C
* HEQT: EQUILIBRUM TEMPERATURE TRANSFER COEFFICIENT M/sec
* RKDYE: FIRST ORDER DECAY RATE FOR DYE VARIABLE IN 1/sec
* NCBS: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON SOUTH OPEN
* BOUNDARIES
* NCBW: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON WEST OPEN
* BOUNDARIES
* NCBE: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON EAST OPEN
* BOUNDARIES
* NCBN: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON NORTH OPEN
* BOUNDARIES
*
C46 BSC TEMO HEQT RKDYE NCBS NCBW NCBE NCBN
1 -0.7 0.000E+00 0.000E+00 0 0 0 0
-----
C47 LOCATION OF CONC BC'S ON SOUTH BOUNDARIES
*
* ICBS: I CELL INDEX
* JCBS: J CELL INDEX
* NTSCRS: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE
* TO INFLOW FROM OUTFLOW
* NSSERS: SOUTH BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER
* NTSERS: SOUTH BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER
* NDSERS: SOUTH BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER
* NSFSERS: SOUTH BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
* NTXSERS: SOUTH BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
* NSDSERS: SOUTH BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
* NSNSERS: SOUTH BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
*
C47 IBBS JBBS NTSCRS NSSERS NTSERS NDSERS NSFSERS NTXSERS NSDSERS NSNSERS
-----
C48 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES
*
* SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY
* TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE
* DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION
* SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
*
C48 SAL TEM DYE SFL
-----
C49 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES
*
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
*
C49 SED1 SND1
-----
C50 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES
*
* SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY
* TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE
* DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION
* SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
*
C50 SAL TEM DYE SFL
-----
C51 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES
*
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
*
C51 SED1 SND1
-----
C52 LOCATION OF CONC BC'S ON WEST BOUNDARIES AND SERIES IDENTIFIERS
*
* ICBW: I CELL INDEX
* JCBW: J CELL INDEX
* NTSCRW: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE
* TO INFLOW FROM OUTFLOW
* NSSERW: WEST BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER
* NTSERW: WEST BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER
* NDSERW: WEST BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER
* NSFSERW: WEST BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
* NTXSERW: WEST BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
* NSDSERW: WEST BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
* NSNSERW: WEST BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
*
C52 IBBW JBBW NTSCRW NSSERW NTSERW NDSERW NSFSERW NTXSERW NSDSERW NSNSERW
-----
C53 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON WEST CONC BOUNDARIES
*
* SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY
* TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE
* DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION
* SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT

```

* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX			
C53	SAL	TEM	DYE SFL

C54 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON WEST CONC BOUNDARIES			
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND			
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND			
C54	SED1	SND1	

C55 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON WEST CONC BOUNDARIES			
* SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY			
* TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE			
* DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION			
* SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION			
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT			
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX			
C55	SAL	TEM	DYE SFL

C56 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON WEST CONC BOUNDARIES			
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND			
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND			
C56	SED1	SND1	

C57 LOCATION OF CONC BC'S ON EAST BOUNDARIES AND SERIES IDENTIFIERS			
* ICBE: I CELL INDEX			
* JCBE: J CELL INDEX			
* NTSORE: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE			
* TO INFLOW FROM OUTFLOW			
* NSSERE: EAST BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER			
* NTSERE: EAST BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER			
* NDSERE: EAST BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER			
* NSFERE: EAST BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER			
* NTXSERE: EAST BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.			
* NDSERE: EAST BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER			
* NSNSERE: EAST BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER			
C57 IBBE JBBE NTSORE NSSERE NTSERE NDSERE NSFERE NTXSERE NSDSERE NSNSERE			

C58 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON EAST CONC BOUNDARIES			
* SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY			
* TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE			
* DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION			
* SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION			
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT			
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX			
C58	SAL	TEM	DYE SFL

C59 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON EAST CONC BOUNDARIES			
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND			
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND			
C59	SED1	SND1	

C60 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON EAST CONC BOUNDARIES			
* SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY			
* TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE			
* DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION			
* SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION			
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT			
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX			
C60	SAL	TEM	DYE SFL

C61 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON EAST CONC BOUNDARIES			
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND			
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND			
C61	SED1	SND1	

C62 LOCATION OF CONC BC'S ON NORTH BOUNDARIES AND SERIES IDENTIFIERS			
* ICBN: I CELL INDEX			
* JCBN: J CELL INDEX			
* NTSERN: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE			
* TO INFLOW FROM OUTFLOW			
* NSSERN: NORTH BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER			
* NTSERN: NORTH BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER			
* NDSERN: NORTH BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER			
* NSFERN: NORTH BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER			
* NTXSERN: NORTH BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.			
* NDSERN: NORTH BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER			
* NSNSERN: NORTH BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER			
C62 IBBN JBBN NTSERN NSSERN NTSERN NDSERN NSFERN NTXSERN NSDSERN NSNSERN			

C63 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES			
* SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY			
* TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE			
* DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION			
* SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION			
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT			
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX			
C63	SAL	TEM	DYE SFL

C64 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES			
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND			
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT			
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND			
C64	SED1	SND1	

C65 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES			
* SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY			
* TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE			
* DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION			

```

* SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT
* CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
*
C65 SAL TEM DYE SFL
-----
C66 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES
*
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT
* CONCENTRATIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
* CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
*
C66 SED1 SND1
-----
C66A CONCENTRATION DATA ASSIMILATION
*
* NLCDA: NUMBER OF HORIZONTAL LOCATIONS FOR DATA ASSIMILATION
* TSCDA: WEIGHTING FACTOR, 0 to 1, 1 = FULL ASSIMILATION
* ISCDA: 1 FOR CONCENTRATION DATA ASSIMILATION VALUES (NC=1.7)
*
C66A NLCDA TSCDA ISCDA
0 0 0 0 0 0 0 0
-----
C66B CONCENTRATION DATA ASSIMILATION
*
* ITPCDA: 0 ASSIMILATE DATA FROM TIME SERIES
* 1 ASSIMILATED DATA FROM ANOTHER CELL IN GRID
* ICDA: I INDEX OF CELL ASSIMILATING DATA
* JCDA: J INDEX OF CELL ASSIMILATING DATA
* ICCDA: I INDEX OF CELL PROVIDING DATA, ITPCDA=1
* JCCDA: J INDEX OF CELL PROVIDING DATA, ITPCDA=1
* NCSERA: ID OF TIME SERIES PROVIDING DATA
*
C66B ITPCDA ICDA JCDA ICCDA JCCDA NS NT ND NSF NTX NSD NSN
-----
C67 DRIFTER DATA (FIRST 4 PARAMETER FOR SUB DRIFER, SECOND 6 FOR SUB LAGRES)
*
* ISPD: 1 TO ACTIVE SIMULTANEOUS RELEASE AND LAGRANGIAN TRANSPORT OF
* NEUTRALLY BUOYANT PARTICLE DRIFTERS AT LOCATIONS INPUT ON C68
* NPD: NUMBER OF PARTICLE DRIFTERS
* NPDRT: TIME STEP AT WHICH PARTICLES ARE RELEASED
* NWPDP: NUMBER OF TIME STEPS BETWEEN WRITING TO TRACKING FILE
* DRIFTER.OUT
* ISLRPD: 1 TO ACTIVATE CALCULATION OF LAGRANGIAN MEAN VELOCITY OVER TIME
* INTERVAL TREF AND SPATIAL INTERVAL ILRPD1<K<ILRPD2.
* JLRPD1<K<JLRPD2. 1<K<KCG. WITH MLRPDRT RELEASES. ANY AVERAGE
* OVER ALL RELEASE TIMES IS ALSO CALCULATED
* 2 SAME BUT USES A HIGER ORDER TRAJECTORY INTEGRATION
* ILRPD1 WEST BOUNDARY OF REGION
* ILRPD2 EAST BOUNDARY OF REGION
* JLRPD1 NORTH BOUNDARY OF REGION
* JLRPD2 SOUTH BOUNDARY OF REGION
* MLRPDRT NUMBER OF RELEASE TIMES
* IPLRPD 1,2,3 WRITE FILES TO PLOT ALL,EVEN,ODD HORIZ LAG VEL VECTORS
*
C67 ISPD NPD NPDRT NWPDP ISLRPD ILRPD1 ILRPD2 JLRPD1 JLRPD2 MLRPDRT IPLRPD
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
-----
C68 INITIAL DRIFTER POSITIONS (FOR USE WITH SUB DRIFTER)
*
* RI: I CELL INDEX IN WHICH PARTICLE IS RELEASED IN
* RJ: J CELL INDEX IN WHICH PARTICLE IS RELEASED IN
* RK: K CELL INDEX IN WHICH PARTICLE IS RELEASED IN
*
C68 RI RJ RK
-----
C69 CONSTANTS FOR CARTESION GRID CELL CENTER LONGITUDE AND LATITUDE
*
* CDLON1: 6 CONSTANTS TO GIVE CELL CENTER LAT AND LON OR OTHER
* CDLON2: COORDINATES FOR CARTESIAN GRIDS USING THE FORMULAS
* CDLON3: DLON(L)=CDLON1+(CDLON2+FLOAT(I)+CDLON3)/60.
* CDLAT1: DLAT(L)=CDLAT1+(CDLAT2+FLOAT(J)+CDLAT3)/60.
* CDLAT2:
* CDLAT3:
*
C69 CDLON1 CDLON2 CDLON3 CDLAT1 CDLAT2 CDLAT3
0 0 0 0 0 0
-----
C70 CONTROLS FOR WRITING ASCII OR BINARY DUMP FILES
*
* ISDUMP: GREATER THAN 0 TO ACTIVATE
* 1 SCALED ASCII INTERGER (0<VAL<65535)
* 2 SCALED 16BIT BINARY INTEGER (0<VAL<65535) OR (-32768<VAL<32767)
* 3 UNSCALED ASCII FLOATING POINT
* 4 UNSCALED BINARY FLOATING POINT
* ISADMP: GREATER THAN 0 TO APPEND EXISTING DUMP FILES
* ISDUMP: NUMBER OF TIME STEPS BETWEEN DUMPS
* TSDUMP: STARTING TIME FOR DUMPS - DAYS (NO DUMPS BEFORE THIS TIME)
* TEDUMP: ENDING TIME FOR DUMPS - DAYS (NO DUMPS AFTER THIS TIME)
* ISDMP: GREATER THAN 0 FOR WATER SURFACE ELEVATION DUMP
* ISDMPU: GREATER THAN 0 FOR HORIZONTAL VELOCITY DUMP
* ISDMPW: GREATER THAN 0 FOR VERTICAL VELOCITY DUMP
* ISDMP: GREATER THAN 0 FOR TRANSPORTED VARIABLE DUMPS
* IADJDMP: 0 FOR SCALED BINARY INTEGERS (0<VAL<65535)
* -32768 FOR SCALED BINARY INTEGERS (-32768<VAL<32767)
*
C70 ISDUMP ISADMP NSDUMP TSDUMP TEDUMP ISDMPU ISDMPW ISDMP: IADJDMP
0 0 450 1 1000000 0 0 0 1 -32768
-----
C71 CONTROLS FOR HORIZONTAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING
*
* ISSPH: 1 TO WRITE FILE FOR SCALAR FIELD CONTOURING IN HORIZONTAL PLANE
* 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* NPSPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISRSPH: 1 TO WRITE FILE FOR RESIDUAL SALINITY PLOTTING IN
* HORIZONTAL
* ISPHXY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN ***CNH.OUT AND R***CNH.OUT FILES
* 1 WRITES I,J ONLY IN ***CNH.OUT AND R***CNH.OUT FILES
* 2 WRITES I,J,X,Y IN ***CNH.OUT AND R***CNH.OUT FILES
* 3 WRITES EFDC EXPLORER BINARY FORMAT FILES
* DATA LINE REPEATS 7 TIMES FOR SAL,TEM,DYE,SFL,TOX,SED,SND
*
C71 ISSPH NPSPH ISRSPH ISPHXY
0 1 0 3 ISAL
0 1 0 3 ITEM
0 1 0 3 IDYE
1 1 0 3 IEE WC/Sediment Top Layer Flag
0 1 0 3 ITOX
0 1 0 3 ISED
0 1 0 3 ISND
-----
C71A CONTROLS FOR HORIZONTAL PLANE SEDIMENT BED PROPERTIES CONTOURING
*
* ISBPH: 1 TO WRITE FILES FOR SED BED PROPERTY CONTOURING IN HORIZONTAL
* 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* ISBEXP: 0 ASCII FORMAT, 1 EXPLORER BINARY FORMAT
* NPBPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISBPH: 1 TO WRITE FILES FOR RESIDUAL SED BED PROPERTY CONTOURING
* ISBBDN: 1 WRITE LAYER WET DENSITY

```

```

* ISBLAY: 1 WRITE LAYER THICKNESSES
* ISBPOR: 1 WRITE LAYER POROSITY
* SBSSED: 1 WRITE COHESIVE SEDIMENT (MASS PER UNIT AREA)
* 2 WRITE COHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT)
* 3 WRITE COHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT+WATER)
* ISBSED: 1 WRITE NONCOHESIVE SEDIMENT (MASS PER UNIT AREA)
* 2 WRITE NONCOHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT)
* 3 WRITE NONCOHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT+WATER)
* ISBVDR: 1 WRITE LAYER VOID RATIOS
* ISBARD: 1 WRITES ACCUMULATED MASS/AREA RESUSPENSION AND DEPOSITION FOR
* EACH SEDIMENT CLASS TO ASCII FILE BEDARD.OUT FOR ISBEXP=0 OR 1
*
C71A ISBPH ISBEXP NPBPH ISRBPH ISBBDN ISBLAY ISBPOR ISBSED ISBSND ISBVDR
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
-----
C71B FOOD CHAIN MODEL OUTPUT CONTROL
*
* ISFDCH: 1 TO WRITE OUTPUT FOR HOUSATONIC RIVER FOOD CHAIN MODEL
* NFDCHZ: NUMBER OF SPATIAL ZONES
* HBFDCD: AVERAGING DEPTH FOR TOP PORTION OF BED (METERS)
* TFCAVG: TIME AVERAGING INTERVAL FOR FOOD CHAIN OUTPUT (SECONDS)
*
C71B ISFDCH NFDCHZ HBFDCD TFCAVG
0 0 .1524 86400
-----
C72 CONTROLS FOR HORIZONTAL SURFACE ELEVATION OR PRESSURE CONTOURING
*
* ISPPH: 1 TO WRITE FILE FOR SURFACE ELEVATION OR PRESSURE CONTOURING
* 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* NPPPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISRPPH: 1 TO WRITE FILE FOR RESIDUAL SURFACE ELEVATION CONTOURING IN
* HORIZONTAL PLANE
* IPPHXY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN surfpit.out and rsurfpit.out FILES
* 1 WRITES I,J ONLY IN surfpit.out and rsurfpit.out FILES
* 2 WRITES I,J,X,Y IN surfpit.out and rsurfpit.out FILES
* 3 WRITES EFDC EXPLORER BINARY FORMAT FILES
*
C72 ISPPH NPPPH ISRPPH IPPHXY
1 1 0 3
-----
C73 CONTROLS FOR HORIZONTAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING
*
* ISVPH: 1 TO WRITE FILE FOR VELOCITY PLOTTING IN HORIZONTAL PLANE
* 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* NPVPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISRVPH: 1 TO WRITE FILE FOR RESIDUAL VELOCITY PLOTTING IN
* HORIZONTAL PLANE
* IVPHXY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN velplth.out and rvelplth.out FILES
* 1 WRITES I,J ONLY IN velplth.out and rvelplth.out FILES
* 2 WRITES I,J,X,Y IN velplth.out and rvelplth.out FILES
* 3 WRITES EFDC EXPLORER BINARY FORMAT FILES
*
C73 ISVPH NPVPH ISRVPH IVPHXY
1 1 0 3
-----
C74 CONTROLS FOR VERTICAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING
*
* ISECSVP: N AN INTEGER NUMBER OF VERTICAL SECTIONS (N.LE.9) TO WRITE
* N FILES FOR SCALAR FIELD CONTOURING
* NPSPV: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISSPV: 1 TO ACTIVATE INSTANTANEOUS SCALAR FIELDS
* 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* ISRSVP: 1 TO ACTIVATE FOR RESIDUAL SCALAR FIELDS
* ISHPLTV: 1 FOR VERTICAL PLANE PLOTTING FOR MSL DATUMS, ZERO OTHERWISE
* DATA LINE REPEATS 7 TIMES FOR SAL,TEM,DYE,SFL,TOX,SED,SND
* ISECSVP IS DETERMINED FOR ALL 7 VARIABLES BY VALUE ON FIRST DATA LINE
*
C74 ISECSVP NPSPV ISSPV ISRSVP ISHPLTV
0 1 0 0 0 !SAL
0 1 0 0 0 !ITEM
0 1 0 0 0 !DYE
0 1 0 0 0 !SFL
0 1 0 0 0 !TOX
0 1 0 0 0 !SED
0 1 0 0 0 !SND
-----
C75 MORE CONTROLS FOR VERTICAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING
*
* ISECSVP: SECTION NUMBER
* NIJSPV: NUMBER OF CELLS OR I,J PAIRS IN SECTION
* SEC ID: CHARACTER FORMAT SECTION TITLE
*
C75 ISECSVP NIJSPV SEC ID
-----
C76 I,J LOCATIONS FOR VERTICAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING
*
* ISECSVP: SECTION NUMBER
* ISPV: I CELL
* JSPV: J CELL
*
C76 ISECSVP ISPV JSPV
-----
C77 CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING
*
* ISECVPV: N AN INTEGER NUMBER (N.LE.9) OF VERTICAL SECTIONS
* TO WRITE N FILES FOR VELOCITY PLOTTING
* NPVPV: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISVPV: 1 TO ACTIVATE INSTANTANEOUS VELOCITY
* 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* ISRSVP: 1 TO ACTIVATE FOR RESIDUAL VELOCITY
*
C77 ISECVPV NPVPV ISVPV ISRSVP
0 1 0 0
-----
C78 MORE CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING
*
* ISECVPV: SECTION NUMBER
* NIJVPV: NUMBER IS CELLS OR I,J PAIRS IN SECTION
* ANGVPV: CCW POSITIVE ANGLE FROM EAST TO SECTION NORMAL
* SEC ID: CHARACTER FORMAT SECTION TITLE
*
C78 ISECVPV NIJVPV ANGVPV SEC ID
-----
C79 CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY PLOTTING
*
* ISECVPV: SECTION NUMBER (REFERENCE USE HERE)
* IVPV: I CELL INDEX
* JVPV: J CELL INDEX
*
C79 ISECVPV IVPV JVPV
-----
C80 CONTROLS FOR 3D FIELD OUTPUT
*
* IS3DO: 1 TO WRITE TO 3D ASCII INTEGER FORMAT FILES, JS3DVAR.LE.2 SEE|
* 1 TO WRITE TO 3D ASCII FLOAT POINT FORMAT FILES, JS3DVAR.EQ.3 C57|
* 2 TO WRITE TO 3D CHARACTER ARRAY FORMAT FILES (NOT ACTIVE)
* 3 TO WRITE TO 3D HDF IMAGE FORMAT FILES (NOT ACTIVE)
* 4 TO WRITE TO 3D HDF FLOATING POINT FORMAT FILES (NOT ACTIVE)
* ISR3DO: SAME AS IS3DO EXCEPT FOR RESIDUAL VARIABLES
* NP3DO: NUMBER OF WRITES PER LAST REF TIME PERIOD FOR INST VARIABLES

```

```

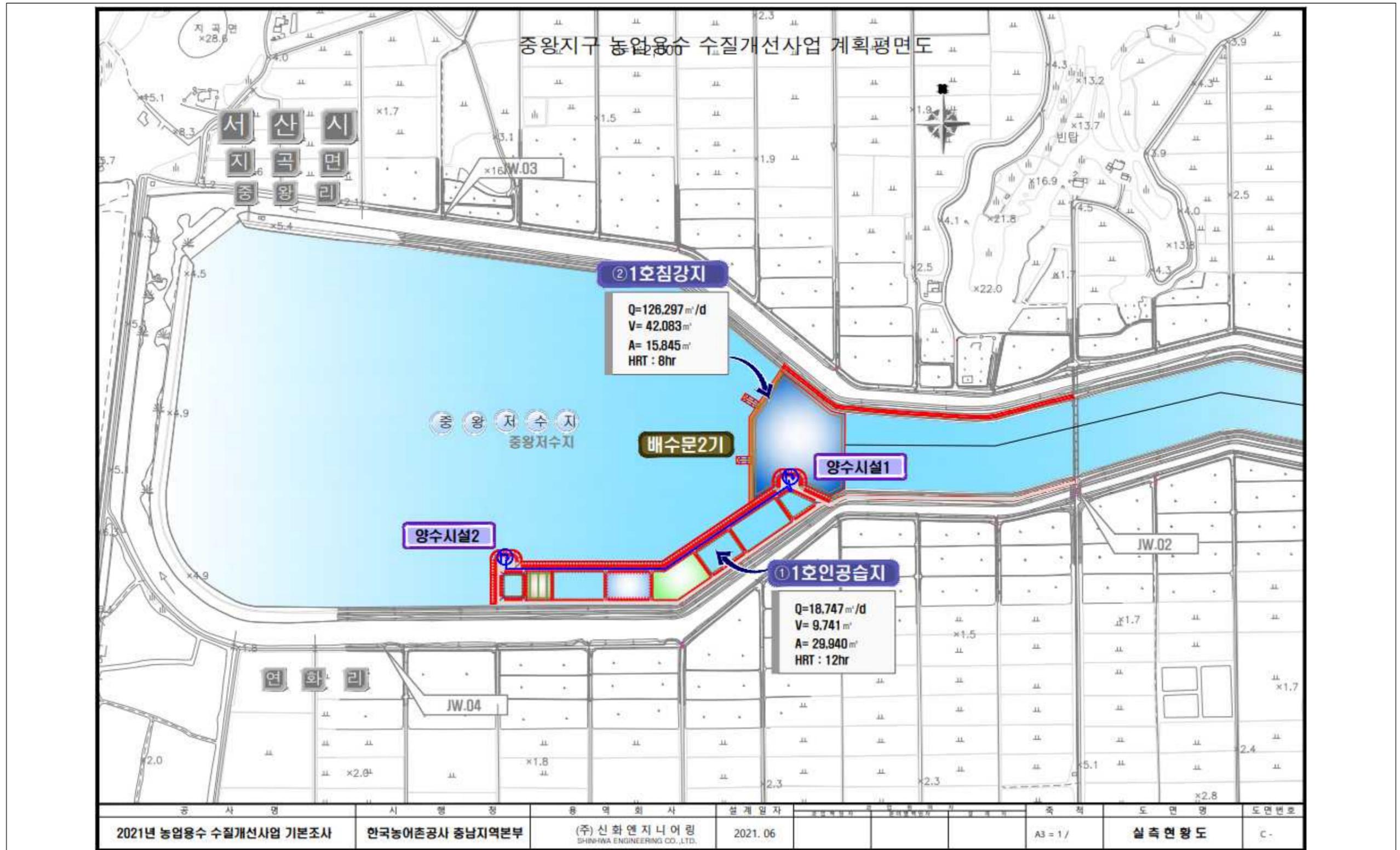
* KPC: NUMBER OF UNSTRETCHED PHYSICAL VERTICAL LAYERS
* NWGG: IF NWGG IS GREATER THAN ZERO, NWGG DEFINES THE NUMBER OF 128771
WATER CELLS IN CARTESIAN 3D GRAPHICS GRID OVERLAY OF THE
* CURVILINEAR GRID. FOR NWGG>0 AND EFDC RUNS ON A CURVILINEAR
* GRID, I3DMI,I3DMA,J3DMI,J3DMA REFER TO CELL INDICES ON THE
* ON THE CARTESIAN GRAPHICS GRID OVERLAY DEFINED BY FILE
* GCELL.INP. THE FILE GCELL.INP IS NOT USED BY EFDC, BUT BY
* THE COMPANION GRID GENERATION CODE GEFDC.F. INFORMATION
* DEFINING THE OVERLAY IS READ BY EFDC.F FROM THE FILE
* GCELLMP.INP. IF NWGG EQUALS 0, I3DMI,I3DMA,J3DMI,J3DMA REFER
* TO INDICES ON THE EFDC GRID DEFINED BY CELL.INP.
* ACTIVATION OF THE REWRITE OPTION I3DRW=1 WRITES TO THE FULL
* GRID DEFINED BY CELL.INP AS IF CELL.INP DEFINES A CARTESIAN
* GRID. IF NWGG EQ 0 AND THE EFDC COMP GRID IS CO, THE REWRITE
* OPTION IS NOT RECOMMENDED AND A POST PROCESSOR SHOULD BE USED
* TO TRANSFER THE SHORT FORM, I3DRW=0, OUTPUT TO AN APPROPRIATE
* FORMAT FOR VISUALIZATION. CONTACT DEVELOPER FOR MORE DETAILS
* I3DMI: MINIMUM OR BEGINNING I INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* I3DMA: MAXIMUM OR ENDING I INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* J3DMI: MINIMUM OR BEGINNING J INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* J3DMA: MAXIMUM OR ENDING J INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* I3DRW: 0 FILES WRITTEN FOR ACTIVE CO WATER CELLS ONLY
1 REWRITE FILES TO CORRECT ORIENTATION DEFINED BY GCELL.INP
AND GCELLMP.INP FOR CO WITH NWGG,GT,0 OR BY CELL.INP IF THE
COMPUTATIONAL GRID IS CARTESIAN AND NWGG,EQ,0
* SELVMAX: MAXIMUM SURFACE ELEVATION FOR UNSTRETCHING (ABOVE MAX SELV )
* BELVMIN: MINIMUM BOTTOM ELEVATION FOR UNSTRETCHING (BELOW MIN BELV)
*
C80 I33DO ISR3DO NP3DO KPC NWGG I3DMI I3DMA J3DMI J3DMA I3DRW SELVMAX BELVMIN
0 0 0 1 0 1 0 1 88 1 132 0 15 -315
-----
C81 OUTPUT ACTIVATION AND SCALES FOR 3D FIELD OUTPUT
*
* VARIABLE: DUMMY VARIABLE ID (DO NOT CHANGE ORDER)
* IS3(VARID): 1 TO ACTIVATE THIS VARIABLES
* JS3(VARID): 0 FOR NO SCALING OF THIS VARIABLE
1 FOR AUTO SCALING OF THIS VARIABLE OVER RANGE 0<VAL<255
* AUTO SCALES FOR EACH FRAME OUTPUT IN FILES OUT3D.DIA AND
ROUT3D.DIA OUTPUT IN I4 FORMAT
2 FOR SCALING SPECIFIED IN NEXT TWO COLUMNS WITH OUTPUT
* DEFINED OVER RANGE 0<VAL<255 AND WRITTEN IN I4 FORMAT
3 FOR MULTIPLIER SCALING BY MAX SCALE VALUE WITH OUTPUT
* WRITTEN IN F7.1 FORMAT (I33DO AND ISR3DO MUST BE 1)
*
C81 VARIABLE IS3D JS3D SMAX SMIN
'U VEL' 0 0 0 0
'V VEL' 0 0 0 0
'W VEL' 0 0 0 0
'SALINITY' 0 0 0 0
'TEMP' 0 0 0 0
'DYE' 0 0 0 0
'COH SED' 0 0 0 0
'NCH SED' 0 0 0 0
'TOX CON' 0 0 0 0
-----
C82 INPLACE HARMONIC ANALYSIS PARAMETERS
*
* ISLSHA: 1 FOR IN PLACE LEAST SQUARES HARMONIC ANALYSIS
* MLLSHA: NUMBER OF LOCATIONS FOR LSHA
* NTCLSHA: LENGTH OF LSHA IN INTEGER NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS
* ISLSTR: 1 FOR TREND REMOVAL
* ISHTA : 1 FOR SINGLE TREF PERIOD SURFACE ELEV ANALYSIS
*
90
C82 ISLSHA MLLSHA NTCLSHA ISLSTR ISHTA
0 0 0 0 0
-----
C83 HARMONIC ANALYSIS LOCATIONS AND SWITCHES
*
* ILLSHA: I CELL INDEX
* JLLSHA: J CELL INDEX
* LSHAP: 1 FOR ANALYSIS OF SURFACE ELEVATION
* LSHAB: 1 FOR ANALYSIS OF SALINITY
* LSHAUE: 1 FOR ANALYSIS OF EXTERNAL MODE HORIZONTAL VELOCITY
* LSHAU: 1 FOR ANALYSIS OF HORIZONTAL VELOCITY IN EVERY LAYER
* CLSL: LOCATION AS A CHARACTER VARIABLE
*
C83 ILLSHA JLLSHA LSHAP LSHAB LSHAUE LSHAU CLSL
-----
C84 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES
*
* ISTMSR: 1 OR 2 TO WRITE TIME SERIES OF SURF ELEV, VELOCITY, NET
INTERNAL AND EXTERNAL MODE VOLUME SOURCE-SINKS, AND
CONCENTRATION VARIABLES, 2 APPENDS EXISTING TIME SERIES FILES
* MLTMSR: NUMBER HORIZONTAL LOCATIONS TO WRITE TIME SERIES OF SURF ELEV,
VELOCITY, AND CONCENTRATION VARIABLES
* NBTMSR: TIME STEP TO BEGIN WRITING TO TIME SERIES FILES (Inactive)
* NSTMSR: TIME STEP TO STOP WRITING TO TIME SERIES FILES (Inactive)
* NWTMSR: NUMBER OF TIME STEPS TO SKIP BETWEEN OUTPUT
* NTSSTSP: NUMBER OF TIME SERIES START-STOP SCENARIOS, 1 OR GREATER
* TCTMSR: UNIT CONVERSION FOR TIME SERIES TIME, FOR SECONDS, MINUTES,
HOURS,DAYS USE 1.0, 60.0, 3600.0, 86400.0 RESPECTIVELY
*
C84 ISTMSR MLTMSR NBTMSR NSTMSR NWTMSR NTSSTSP TCTMSR
0 0 0 0 1 0 86400
-----
C85 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES
*
* ITSSS: START-STOP SCENARIO NUMBER 1,GE,ISSS,LE,NTSSTSP
* MTSSTSP: NUMBER OF STOP-START PAIRS FOR SCENARIO ISSS
*
C85 ITSSS MTSSTSP
-----
C86 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES
*
* ITSSS: START-STOP SCENARIO NUMBER 1,GE,ISSS,LE,NTSSTSP
* MTSSS: NUMBER OF STOP-START PAIRS FOR SCENARIO ISSS
* TSSTRT: STARTING TIME FOR SCENARIO ITSSS, SAVE INTERVAL MTSSS
* TSSTOP: STOPPING TIME FOR SCENARIO ITSSS, SAVE INTERVAL MTSSS
-1000.
C86 ISSS MTSSS TSSTRT TSSTOP COMMENT
-----
C87 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES
*
* ILTS: I CELL INDEX
* JLTS: J CELL INDEX
* NTSSSS: WRITE SCENARIO FOR THIS LOCATION
* MTSP: 1 FOR TIME SERIES OF SURFACE ELEVATION
* MTSC: 1 FOR TIME SERIES OF TRANSPORTED CONCENTRATION VARIABLES
* MTSQA: 1 FOR TIME SERIES OF EDDY VISCOSITY AND DIFFUSIVITY
* MTSUE: 1 FOR TIME SERIES OF EXTERNAL MODE HORIZONTAL VELOCITY
* MTSUT: 1 FOR TIME SERIES OF EXTERNAL MODE HORIZONTAL VELOCITY
* MTSU: 1 FOR TIME SERIES OF HORIZONTAL VELOCITY IN EVERY LAYER
* MTSQE: 1 FOR TIME SERIES OF NET EXTERNAL MODE VOLUME SOURCE/SINK
* MTSQ: 1 FOR TIME SERIES OF NET EXTERNAL MODE VOLUME SOURCE/SINK
* CLTS: LOCATION AS A CHARACTER VARIABLE
*
C87 ILTS JLTS NTSSSS MTSP MTSC MTSQA MTSUE MTSUT MTSU MTSQE MTSQ CLTS
-----
C88 CONTROLS FOR EXTRACTING INSTANTANEOUS VERTICAL SCALAR FIELD PROFILES

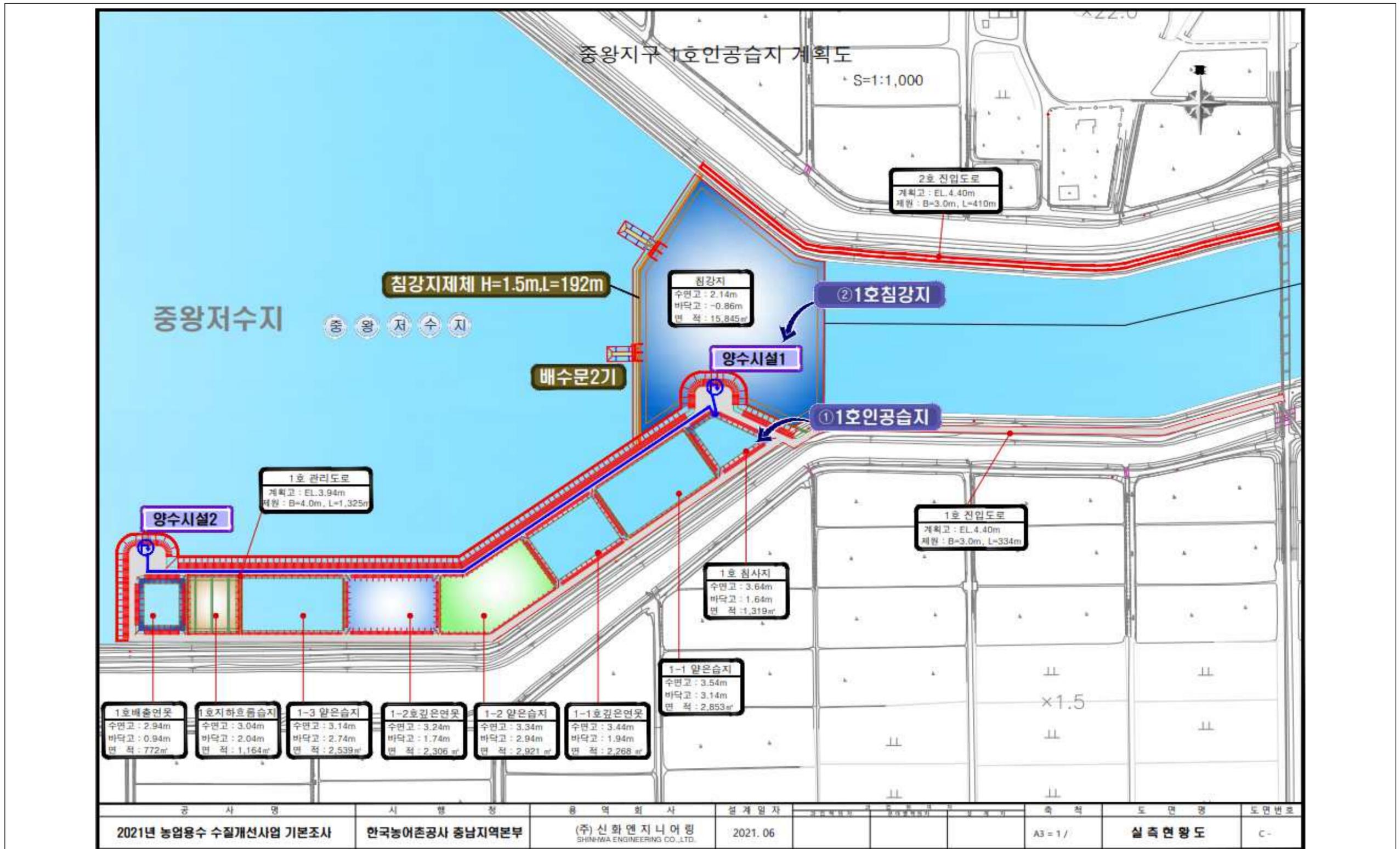
```

```

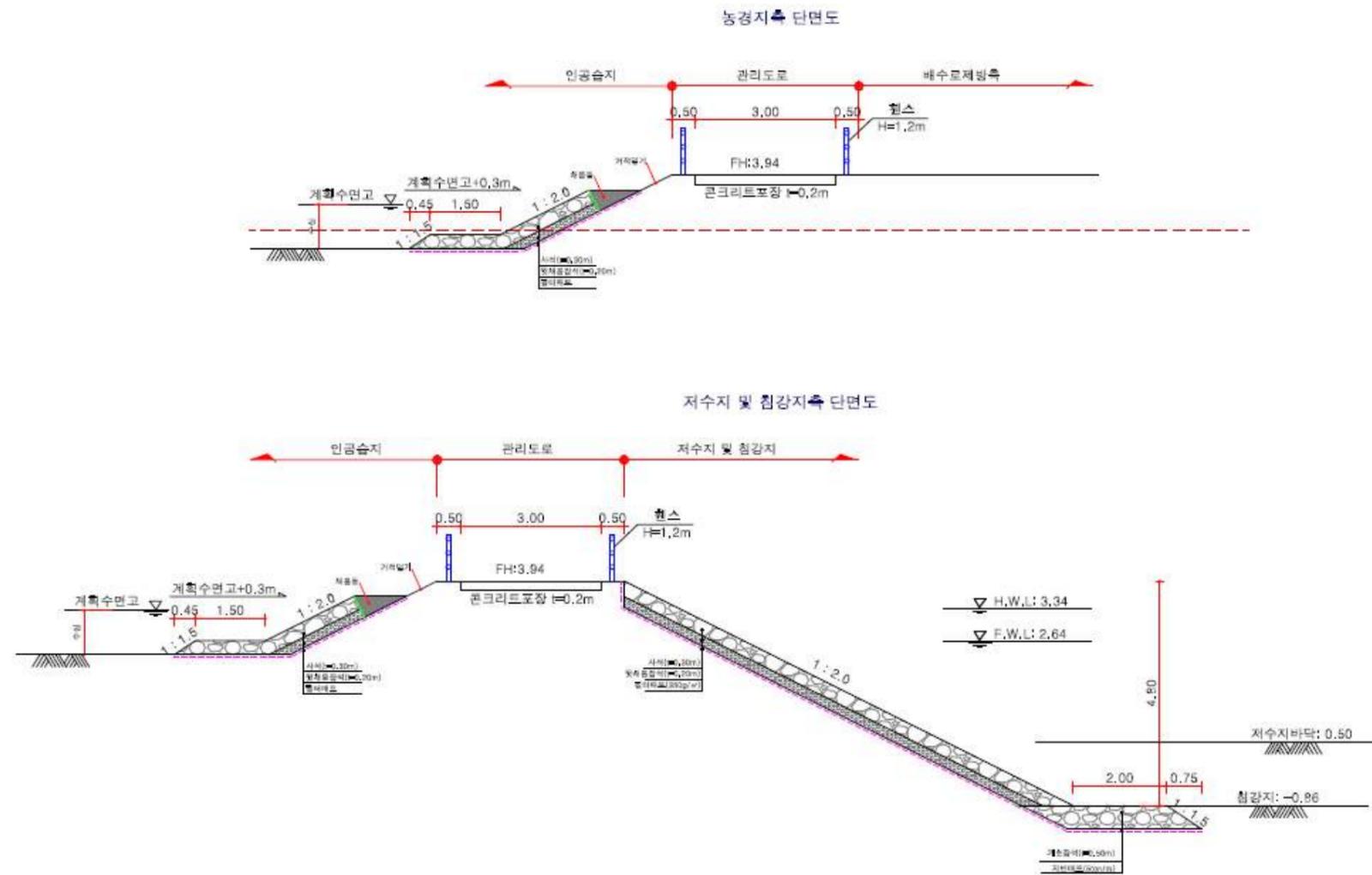
*
* ISVSFP: 1 FOR EXTRACTING INSTANTANEOUS VERTICAL FIELD PROFILES
* MDVSFP: MAXIMUM NUMBER OF DEPTHS FOR SAMPLING VALUES
* MLVSFP: NUMBER OF HORIZONTAL SPACE-TIME LOCATION PAIRS TO BE SAMPLED
* TMSVFP: MULTIPLIER TO CONVERT SAMPLING TIMES TO SECONDS
* TAVSFP: ADDITIVE ADJUSTMENT TO SAMPLING TIME BEFORE CONVERSION TO SEC
*      200MAX 1600MAX
C88 ISVSFP MDVSFP MLVSFP TMSVFP TAVSFP
    0      0      0 86400    0
-----
C89 SAMPLING DEPTHS FOR EXTRACTING INST VERTICAL SCALAR FIELD PROFILES
*
* MMDVSFP: MTH SAMPLING DEPTH
* DMSFP:  SAMPLING DEPTH BELOW SURFACE, IN METERS
*
C89 MMDVSFP DMVSFP
-----
C90 HORIZONTAL SPACE-TIME LOCATIONS FOR SAMPLING
*
* MMLVSFP: MTH SPACE TIME SAMPLING LOCATION
* TIMVSFP: SAMPLING TIME
* IVSFP:  I HORIZONTAL LOCATON INDEX
* JVSFP:  J HORIZONTAL LOCATON INDEX
*
C90 MMLVSFP TIMVSFP IVSFP JVSFP
    
```


8.10 시설별 기본계획도





중왕지구 농업용수 수질개선사업 관리도로표준단면도 S=1/50



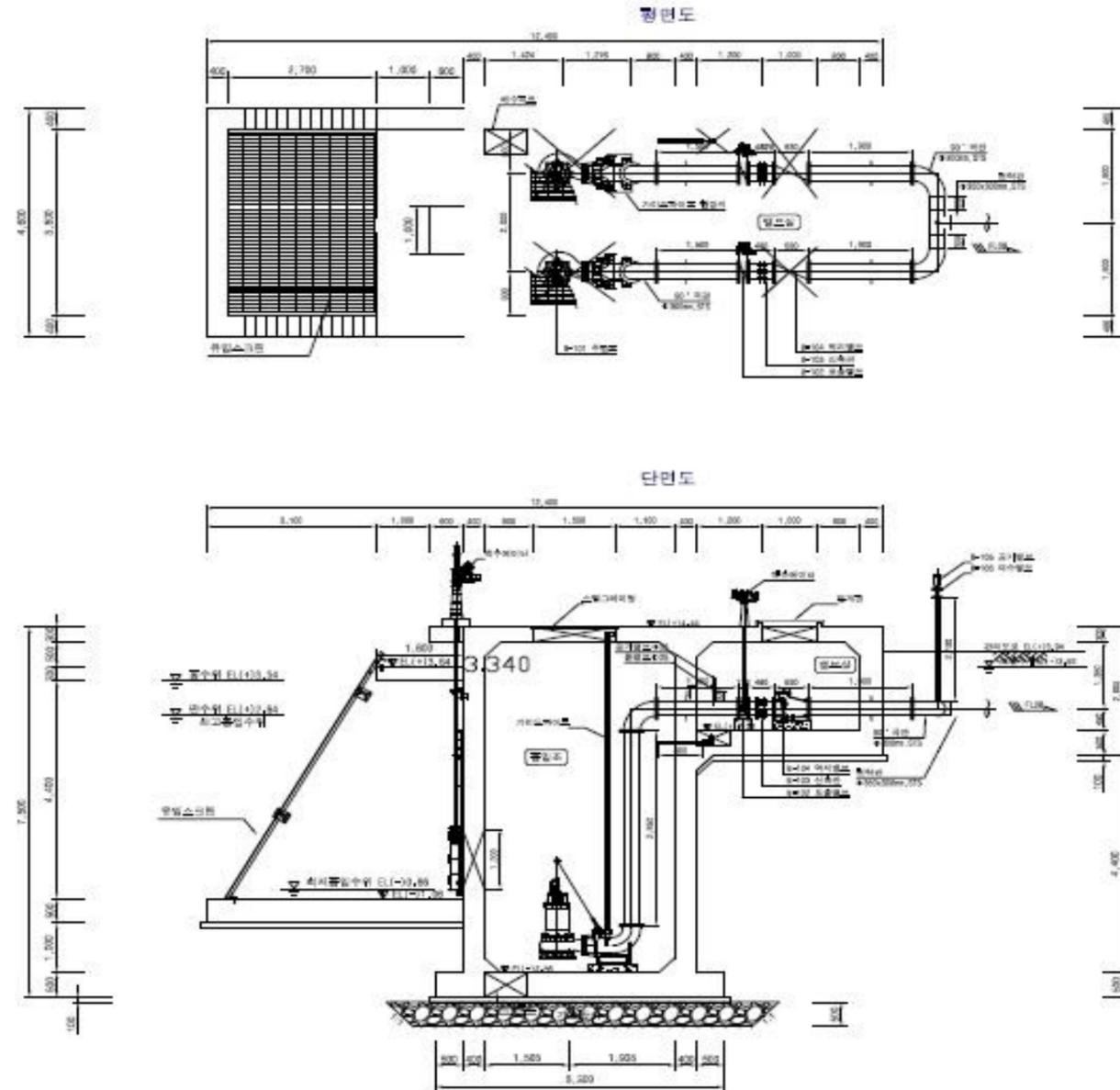
공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	설 계 일 자	사 업 의 원 자	주 문 의 원 자	시 설 의 원 자	축 적	도 면 명	도 면 번 호
2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사	한국농어촌공사 충남지역본부	(주) 신 화 엔 지 니 어 링 SHINHWA ENGINEERING CO., LTD.	2021. 06						

중왕지구 농업용수 수질개선사업 양수장 일반도(2-1)

S=1/50

1호양수장(침강지)

펌프 사양: D300mm × 15kw × 2면
 송수관로: D350mm



중왕지구 농업용수 수질개선사업 양수장 일반도(2-2)

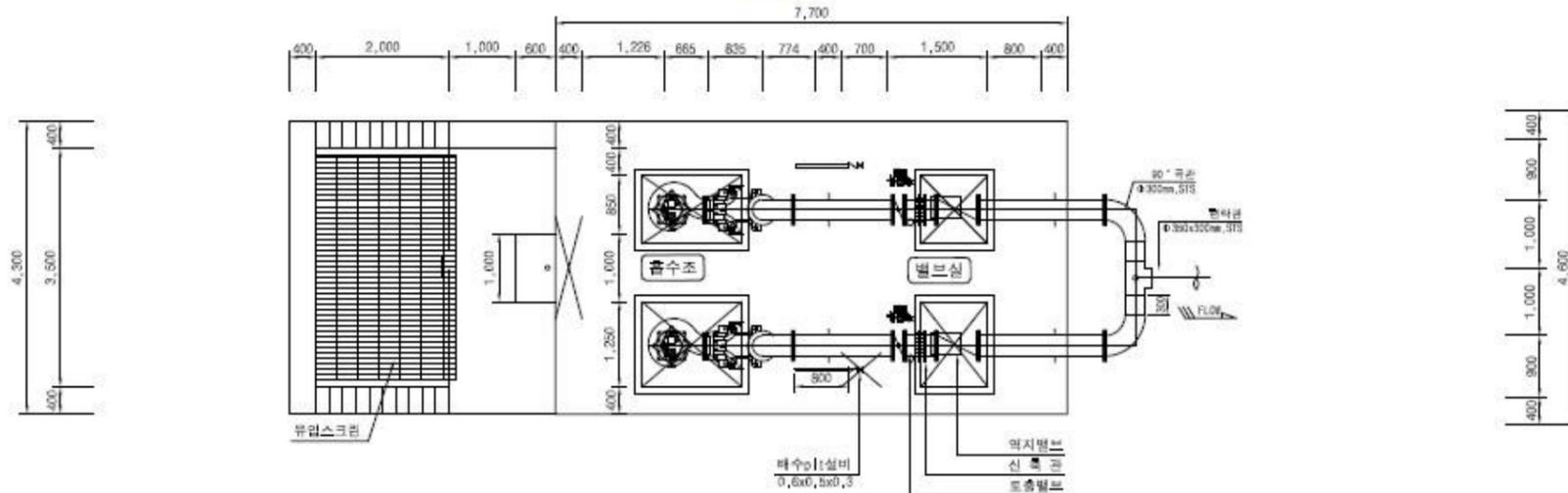
S=1/50

2호양수장(호내)

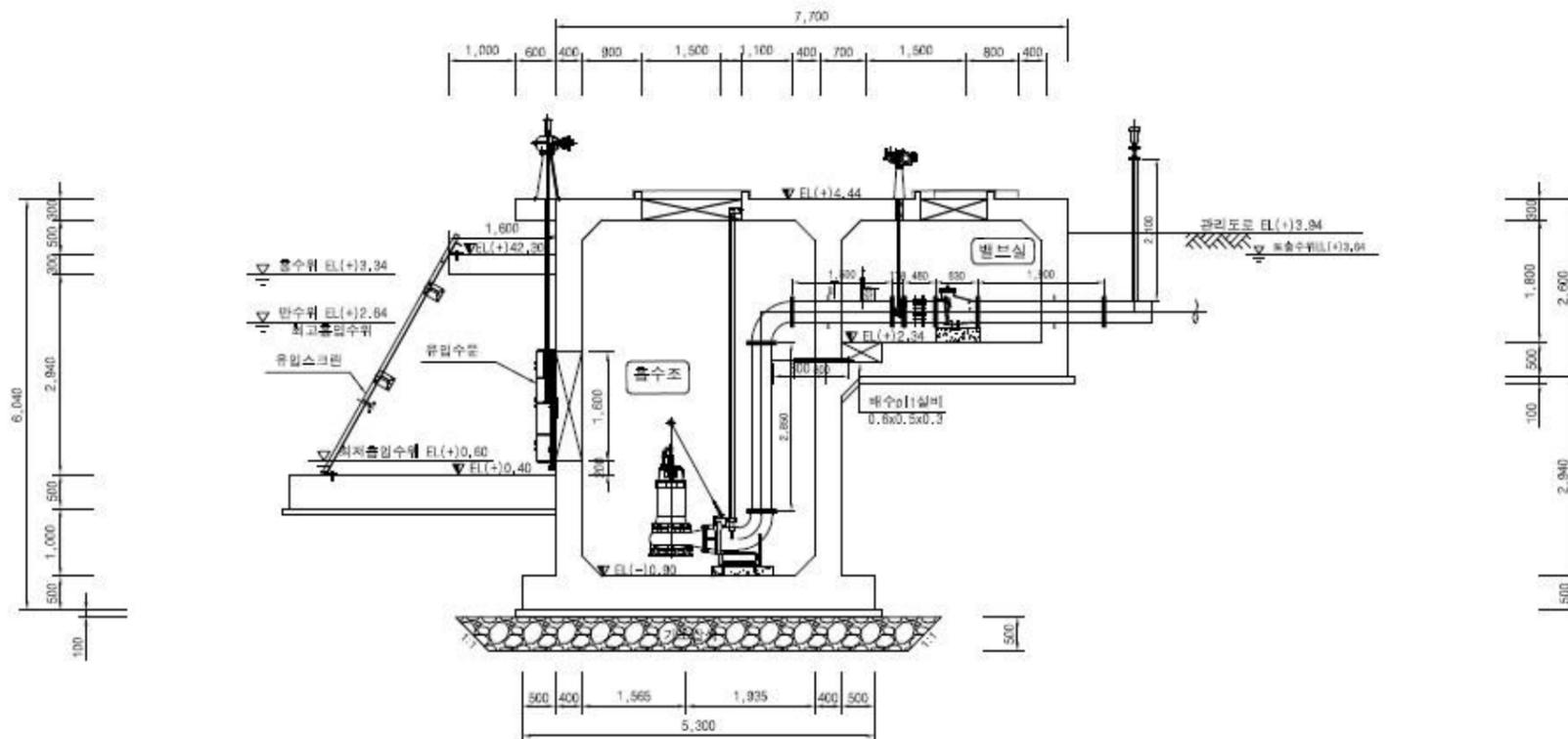
평면도

펌프사양: D300mm × 30kw × 2련

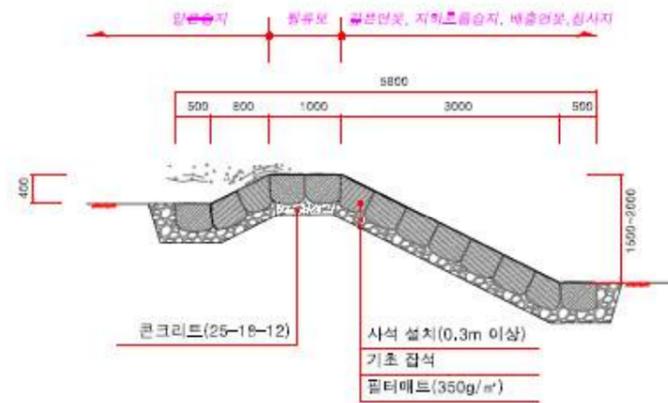
송수관로: D350mm



단면도



중왕지구 농업용수 수질개선사업 월류보상제도 S=NONE

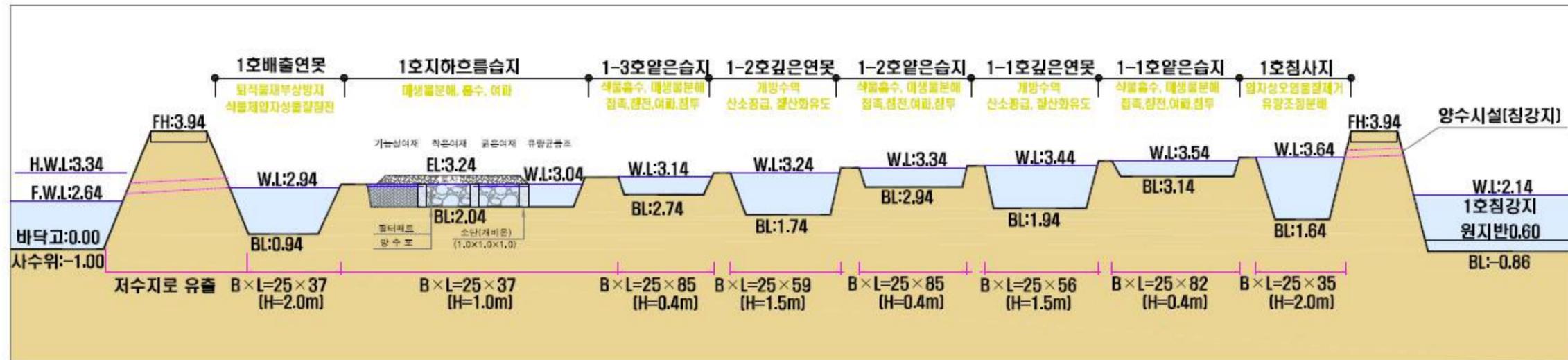


공 사 명	시 형 칭	용 역 회 사	설 계 일 자	도 면 번 호			축 척	도 면 명	도 면 번 호
				과 목 번 호	부 목 번 호	구 분 번 호			
2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사	한국농어촌공사 충남지역본부	(주) 신 화 엔 지 니 어 링 SHINHWA ENGINEERING CO.,LTD.	2021. 06						

중왕지구 농업용수 수질개선사업 인공습지 수리계통도

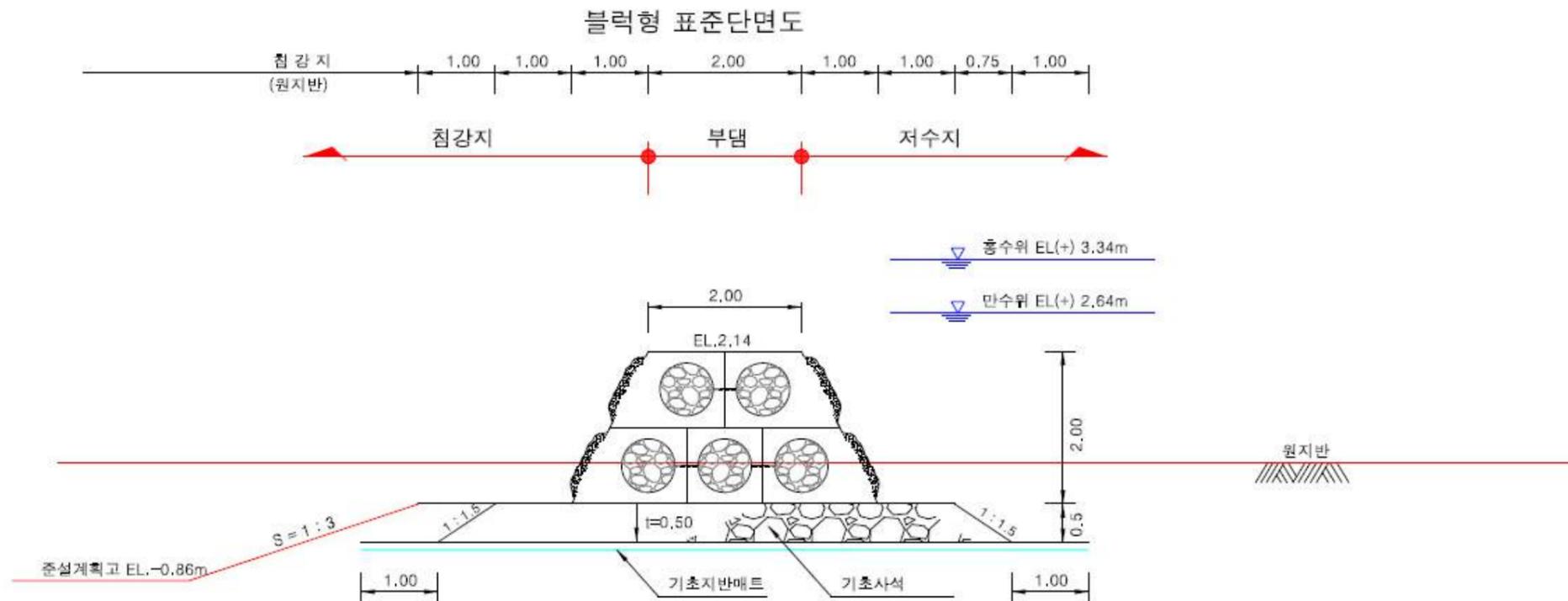
S=NONE

1호인공습지(조합형)

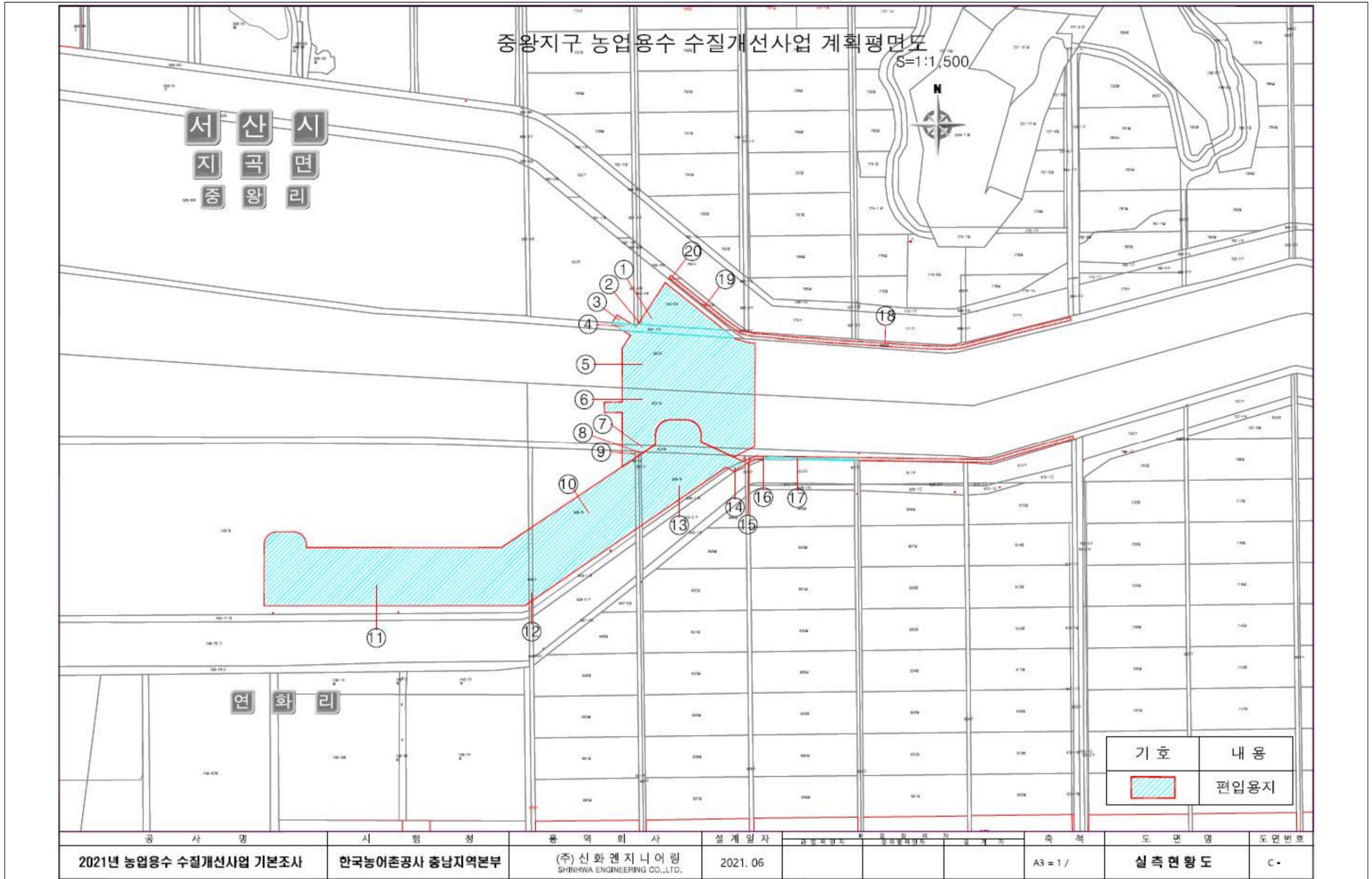


공사명	시행청	용역회사	설계일자	도면번호
2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사	한국농어촌공사 충남지역본부	(주) 신화엔지니어링 SHINHWA ENGINEERING CO., LTD.	2021. 06	

중왕지구 농업용수 수질개선사업 부댐 표준단면도
S=1/30



공 사 명	시 형 청	용 역 회 사	설 계 일 자	과 목 명	주 문 의 일 자	주 문 의 기	축 척	도 면 명	도 면 번 호
2021년 농업용수 수질개선사업 기본조사	한국농어촌공사 중남지역본부	(주) 신 화 엔 지 니 어 링 SHINHWAE ENGINEERING CO., LTD.	2021. 06						



8.11 시설별 편입용지조서

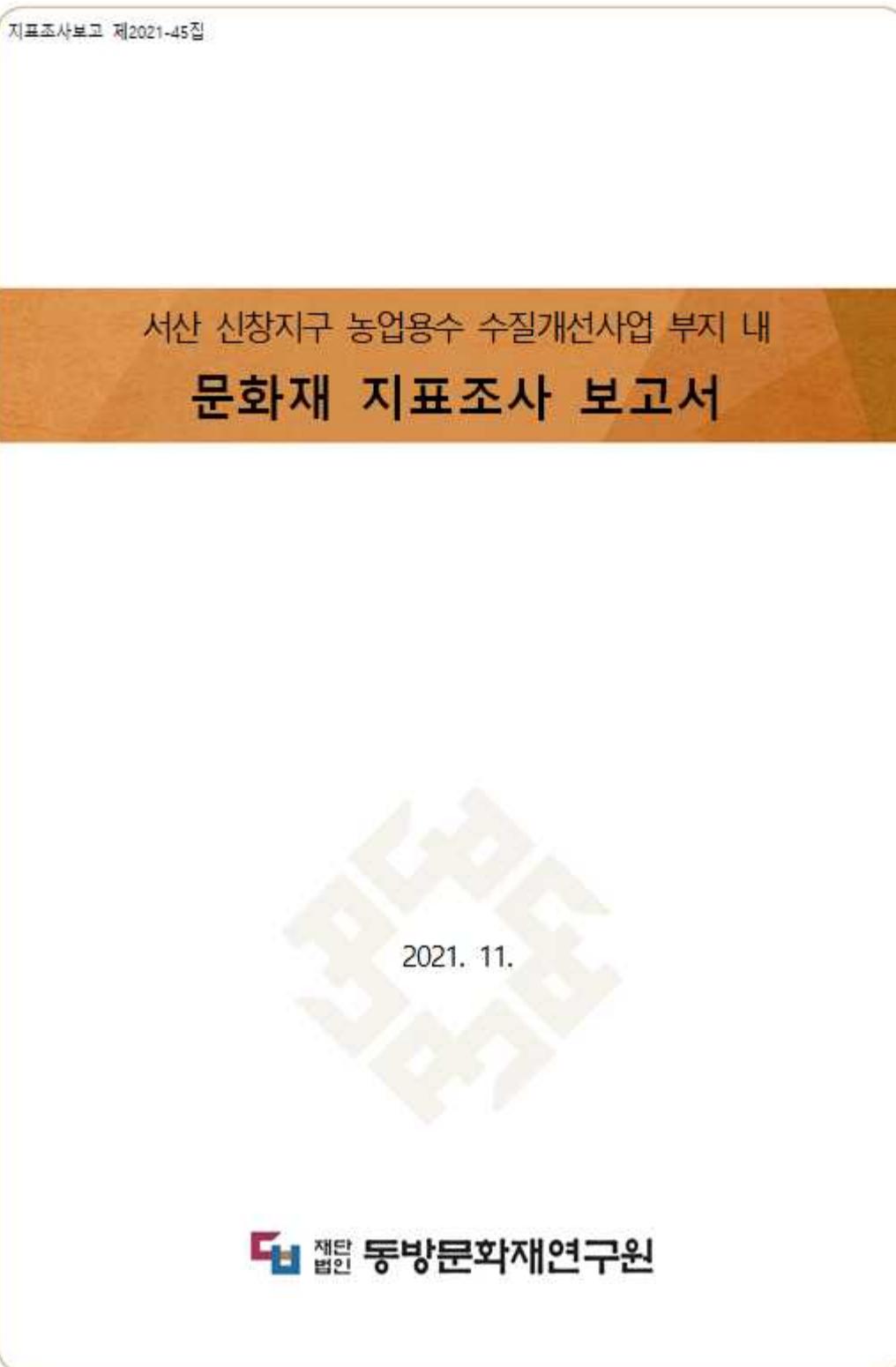
8.11.1 1호 인공습지 편입용지조서

번호	토지소재지	지번	부번	지목	지적면적	편입면적
1	지곡면 연화리	803		유	72,530	1,082
2	지곡면 연화리	804		제	12,300	1,209
3	지곡면 연화리	827		구	1,504	153
4	지곡면 연화리	821		구	14,227	241
5	지곡면 연화리	608		유	11,626	6,935
6	지곡면 연화리	748		구	94,796	15,078
7	지곡면 연화리	828		구	2,711	263
8	지곡면 연화리	609		유	3,793	3,483
9	지곡면 연화리	609	1	제	698	70
10	지곡면 연화리	826		구	2,450	13
11	지곡면 연화리	610	2	제	83	48
12	지곡면 연화리	610		구	2,480	138
13	지곡면 증왕리	964		제	11,931	971
14	지곡면 증왕리	764	2	제	655	245
15	지곡면 증왕리	765	4	제	366	11
총계					232,150	29,940

8.11.2 침강지 편입용지조서

번호	토지소재지	지번	부번	지목	지적면적	편입면적
1	지곡면 중왕리	764	3	유	2,902	1,739
2	지곡면 중왕리	962	4	유	198	9
3	지곡면 중왕리	762		유	10,800	77
4	지곡면 중왕리	964	1	제	12,419	746
5	지곡면 연화리	965		유	134,420	6,834
6	지곡면 연화리	803		유	72,530	5,970
7	지곡면 연화리	804		제	12,300	307
8	지곡면 연화리	827		구	1,504	7
9	지곡면 연화리	821		구	14,227	18
10	지곡면 연화리	608		유	11,626	138
총계					272,926	15,845

8.12 문화재 지표조사 결과



8.12.1 조사개요

가. 조사명

서산 중왕지구 농업용수 수질개산사업 부지 내 문화재 지표조사

나. 조사경위

한국농어촌공사 충남지역본부에서는 충청남도 서산시 지곡면 연화리 608번지 일원에 농업용수 수질개산사업을 추진 중에 있다. 이 사업은 저수지 수질개선을 위한 침강지, 인공습지, 물순환시설 등을 설치하는 것으로, 깨끗한 농업용수 공급기반을 구축하고 더 나아가 농천비점오염원(질소, 인 등) 저감 및 경관을 개선하는데 목적이 있다.

이러한 개발사업은 사업지역의 형질변경이 이루어져 해당지역에 존재할 수 있는 유무형의 문화재를 훼손할 가능성이 있다. 이에 한국농어촌공사 충남지역본부에서는 「매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률」 제6조 및 제7조에 의거하여 사업예정지 및 주변 지역의 문화재 존재 여부와 사업진행 시의 영향 정도에 대한 조사 및 검토를 진행하고, 문화재의 적절한 보존 및 보호조치 등 향후 대책을 마련하고자 동방문화재연구원에 지표조사를 의뢰하였다.

다. 조사지역 위치 및 범위

- 조사지역의 위치 : 충청남도 서산시 지곡면 연화리 608번지 일원
- 조사지역의 면적 : 56,524㎡

라. 조사기간

- 2021년 11월 15일 ~ 2021년 11월 26일
(사전조사 2일, 현장조사 1일, 정리 및 자료정리 2일, 보고서 작성 및 제출 5일)

마. 조사단 구성

- 조 사 단 장 : 이 호 형 (동방문화재연구원 원장)
- 책 임 조 사 원 : 강 모 영 (동방문화재연구원 조사연구과장)
- 조 사 원 : 조 상 준 (동방문화재연구원 연구원)
- 준 조 사 원 : 이 기 진 (동방문화재연구원 연구원)

바. 조사의뢰기관 : 한국농어촌공사 충남지역본부

8.12.2 종합고찰 및 조사기관 의견

가. 종합고찰

이번 조사는 ‘서산 중왕지구 농업용수 수질개선사업’ 부지 내 문화재 지표조사이다. 조사지역은 행정구역상 충청남도 서산시 지곡면 연화리 608번지 일원에 해당되며, 조사면적은 56,524㎡이다. 지표조사는 2021년 11월 15일부터 2021년 11월 26일까지의 일정으로 실시되었다.

조사는 농업용수 수질개선사업으로 인하여 훼손될 수 있는 지역에 대한 문화재의 존재 여부를 확인하고, 사업 범위 및 주변 지역에 존재하는 문화재에 대한 영향 정도를 조사하여 향후의 대책을 수립하고자 실시되었다. 조사는 지형·지리·역사·고고학 등 관련 분야의 축적된 성과들을 확인·분석하는 사전조사와 이를 바탕으로 조사지역 및 그 주변을 정밀 도보 답사하여 조사하는 현장조사로 나누어 실시하였다.

현장조사에 앞서 ‘문화재청 GIS인트라넷 시스템’을 통한 주변유적 현황과 위성사진 및 과거 지형도를 통해 사전조사를 실시하였다. 사전조사 결과, 조사지역 반경 500m 이내에는 지정문화재 및 비지정문화재가 확인되지 않았다. 지형검토 결과, 조사지역은 일제강점기 이전부터 바닷물이 들어왔던 갯벌지역으로 해안퇴적지형에 해당되며, 간척사업 이후 농경지로 이용되다 현재는 인공제방이 건설되면서 중왕저수지의 내부에 위치한다.

현장조사는 이러한 조사지역 및 주변의 사전조사 내용을 참고하면서 도보답사를 통한 조사를 진행하였다.

현장조사 결과, 조사지역에서는 유구나 유물 등 매장문화재의 흔적이 전혀 확인되지 않았다. 이는 조사지역의 경우 지형검토에서 살펴본 바와 같이 해안평탄지(갯벌)에 해당하여 조수간만에 따라 바닷물이 유입되던 지역으로 간척사업 및 논 경작 등의 형질변경으로 인해 유적이 잔존하기 어렵기 때문으로 판단된다. 이에 예정된 사업을 시행하여도 무방할 것으로 판단된다.

이번 조사지역과 주변에서 확인된 500m 이내의 문화재에 대하여 정리하면 [표 1]과 같다.

[표 1] 조사지역과 주변 문화재 현황표 및 조사기관 의견

연번	조사기관	유적이름	행정구역 (주소)	면적 (㎡)	유적성격	조사기관 의견	이격 거리
1,000m 이외	충남발전연구원	서산 중왕리 왕산 패총	충청남도 서산시 지곡면 중왕리 2구 전648	.	패총	영향 없음	1,158m
	중부고고학연구 소	금학지구 다목적농촌용수개 발 사업 문화재 지표조사- 유물산포지4	충청남도 서산시 팔봉면 흑석리 657-1 일원	35,292㎡	유물산포지	영향 없음	1,664m
	충남발전연구원	서산 김유경 신도비	충청남도 서산시 지곡면 연화리	.	비석	영향 없음	1,808m

나. 조사기관 의견

이번 조사는 한국농어촌공사 충남지역본부의 의뢰로 실시한 ‘서산 중왕지구 농업용수 수질개선사업’ 부지 내 문화재 지표조사이다. 조사면적은 56,524㎡이며, 조사기관 의견을 간략하게 제시하면 다음과 같다.

1. 이번 조사지역의 반경 500m 이내에서는 지정문화재 및 비지정문화재가 확인되지 않았다.
2. 현장조사 결과, 조사지역에서는 유구나 유물 등 매장문화재의 흔적이 전혀 확인되지 않았다. 이는 조사지역의 경우 지형검토에서 살펴본 바와 같이 해안평탄지(갯벌)에 해당하여 조수간만에 따라 바닷물이 유입되던 지역으로 간척사업 및 논 경작 등의 형질변경으로 인해 유적이 잔존하기 어렵기 때문으로 판단된다. 따라서 예정된 사업을 시행하여도 무방할 것으로 판단된다.
3. 지표조사는 조사의 특성상 지표면에 드러난 흔적을 중심으로 문화재의 존재 유무를 판단하는 조사이므로 매장문화재 분포범위와 존재를 정확히 확인하는데 분명한 한계가 있다. 따라서 지표조사보고서를 제출한 후 뿐만 아니라 문화재청의 보존대책 통보를 받은 지역 이외의 건설공사를 시행할 때에도 세심한 주의가 필요하며, 공사를 진행하는 가운데 매장문화재의 존재가 확인되면 즉시 매장문화재 조사기관 및 관계기관에 신고하여 적절한 조치¹⁾를 받아야 할 것이다.
또한 이번 지표조사를 실시한 후 설계변경 등으로 사업대상 부지가 변경된다면 변경된 범위에 대하여 추가적인 조사²⁾가 실시되어야 한다.

조사기관 의견을 요약하면 [표 2]와 같다.

[표 2] 조사기관 의견 요약표

총 면적	사업시행 면적	참관조사 면적	발굴조사 면적			보존면적	
			표본조사	시굴조사	정밀조사	일부 보존	이전 보존
56,524㎡	56,524㎡	·	·	·	·	·	·

1) 「매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률」 제5조(개발사업 계획·시행자의 책무) 참조.

2) 「지표조사의 방법 및 절차 등에 관한 규정」 제3조(지표조사 대상 사업면적의 판단) 3항 참조.

문화재 지표조사 결과서								
내용	사업명	중왕지구 농업용수 수질개선사업		사업기간	2021년 ~			
	사업지역	충청남도 서산시 지곡면 연화리 608번지 일원						
	면적	전체사업면적	56,524㎡		사업목적	하수관로 정비사업		
		지표조사면적	56,524㎡					
사업시행자	기관명	한국농어촌공사 충남지역본부		연락처	042-480-0205			
지표조사	조사기관	고고·역사분야	동방문화재연구원	책임조사원	강모영	조사원 이하	조상준 이기진	
		민속분야	-	책임조사원	-	조사원 이하	-	
		수중분야	-	책임조사원	-	조사원 이하	-	
		고건축분야	-	책임조사원	-	조사원 이하	-	
		자연문화재	-	책임조사원	-	조사원 이하	-	
	조사기간	2021년 11월 15일 ~ 2021년 11월 26일(현장조사 1일)						
조사비용 *계약금액 기준	고고·역사 분야	금4,356,000원 (세금포함)	민속 분야	원	수중 분야	원	고건축 분야	원
조사결과	주변문화재 조사결과	지정문화재						
		비지정 문화재						
	사업부지 내 문화재 조사결과		■유적 없음					
	지상문화재	기존						
		신규						
	매장문화재	기존						
		신규						
	건축물	기존						
		신규						
	민속자료	기존						
신규								
조사기관 종합 의견	<p>현장조사 결과, 이번 조사지역에서는 유구나 유물 등 매장문화재의 흔적이 전혀 확인되지 않았다. 이는 조사지역의 경우 지형경토에서 살펴본 바와 같이 해안평탄지(갯벌)에 해당하여 조수간만에 따라 바닷물이 유입되던 지역으로 간척사업 및 논 경작 등의 형질변경으로 인해 유적이 잔존하기 어렵기 때문으로 판단된다. 따라서 예정된 사업을 시행하여도 무방할 것으로 판단된다.</p>							
지표조사의 방법 및 절차 등에 관한 규정 별표 3에 따라 문화재 지표조사 결과서를 제출합니다.								
2021년 11월 26일								
재단법인 동방문화재연구원장 (인)								
문화재청장 귀하								

8.13 지질조사 결과

8.13.1. 조사개요

가. 조 사 명

- 중왕지구 수질개선사업 지질조사

나. 조 사 목 적

- 중왕지구 수질개선사업 중 양수시설 및 부댐 설치 예정위치에 대한 지질조사를 실시하여, 기본계획수립 및 설계에 필요한 자료를 취득

다. 조 사 지 역 현 황

구 분	내 용
위 치	• 중왕지구 : 충남 서산시 지곡면 중왕리, 연화리 중왕저수지 일원

위 치 도



라. 조사자료 및 조사기간

조 사 내 용	조 사 자	기 간
<ul style="list-style-type: none"> •시추조사 : 2공 •표준관입시험 : 29회 	용역관리자: 총남지역본부 오 의 환 현장대리인: (합)수도건설 양 익 성	2021.11.22. ~ 2021.12. 9

마. 조사 장비

조 사 항 목	조 사 장 비 명	수 량	
현장조사	시추조사 (BX)	• 시추기 POWER4000D형 1대 및 부대품	1대
	지하수위 측정	• 지하수위 측정기	1조
현장시험	표준관입시험	• KSF 2307 규정에 따른 Split-Spoon Sampler	1조
	불교란시료채취	• KS F 2317 규정에 따른 Piston Sampler, Thin Wall Tube	1조

바. 조사 실적

위 치	조 사 항 목		비 고
	시추조사	현장시험	
증왕지구	•시추조사 : 2공	•표준관입시험 : 29회	

8.13.2. 지형 및 지질

가. 지형

■ 개 요

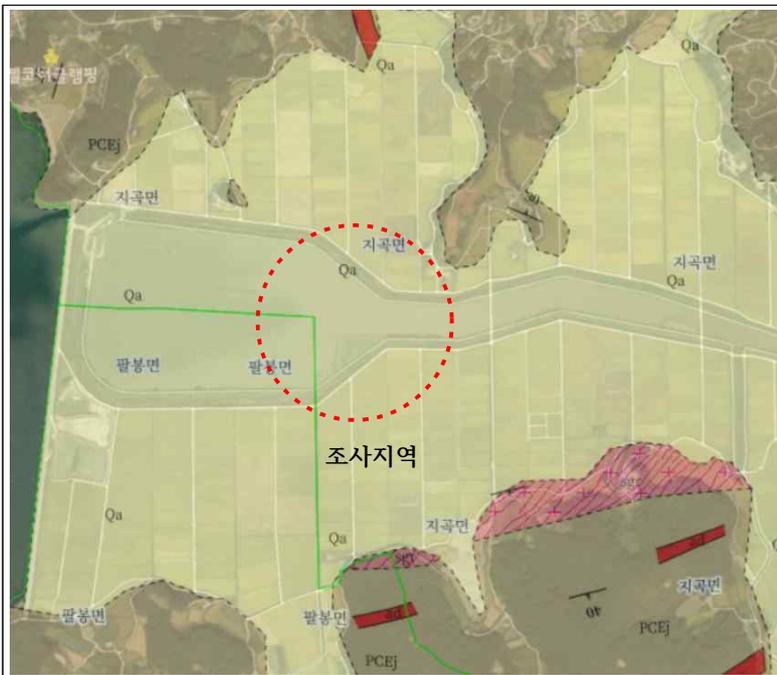
- 본 조사지구는 충남 서산시 지곡면 중왕리와 연화리 일원에 해당한다.
- 본 조사지역의 서측에는 가로림만이 위치하고 있으며, 동측에는 지곡면 소재지가 위치하고 있다.

■ 산계 및 수계

- 산계 : 조사지역은 산세가 해발 100m 내외의 낮은 구릉지로 형성된 소규모 계곡지형을 이룬다.
- 수계 : 조사지역 상류에서 발원한 소규모 하천들이 중왕리수로를 형성하여 서류하여 가로림만으로 유입되고 있다.

나. 지질

■ 지질도 및 지질계통도



<지질계통도>

제4기	Qa	충적층
		~~ 부정합 ~~
시대미상	sgr	편상화강암
		-- 관입 --
선캠브리아기	PCEj	지곡리층

■ 분포지질

- 조사지역은 선캠브리아기의 지곡리층과 이를 관입한 시대미상의 편상화강암이 기반암으로 분포하고 있으며, 이를 제4기 충적층이 부정합으로 피복하고 있다.
- 본 지구 일원의 기반암은 선캠브리아기의 지곡리층으로 편암류와 편마암으로 구성되며, 시추조사결과 편마암으로 확인된다.
- 제4기 충적층은 상기 지곡리층을 부정합으로 피복하며, 본 조사지역에서는 중왕저수지 주변으로 넓게 분포하며 주로 점토로 구성되어 있다.

8.13.3. 시추조사 및 현장시험

가. 시추조사

1 개요

- 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성 등 파악
- 시료의 채취 및 각종 현장시험 및 실내시험을 실시하여 설계에 필요한 지반자료를 제공

2 원리 및 조사방법

- 회전 수세식(Rotary Wash Type)시추기 사용
- 시추구경은 BX($\phi=65\text{mm}$) 규격
- 공벽붕괴 방지를 위해 풍화암까지 Casing 삽입
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler, 암반 시료채취는 Double Core Barrel 사용
- 채취된 암석코어는 육안관찰에 의하여 암석내에 분포된 불연속면(Discontinuities)과 충전물 등을 파악하고 절리의 분포상태, RQD(TCR등) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추 주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공번, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관

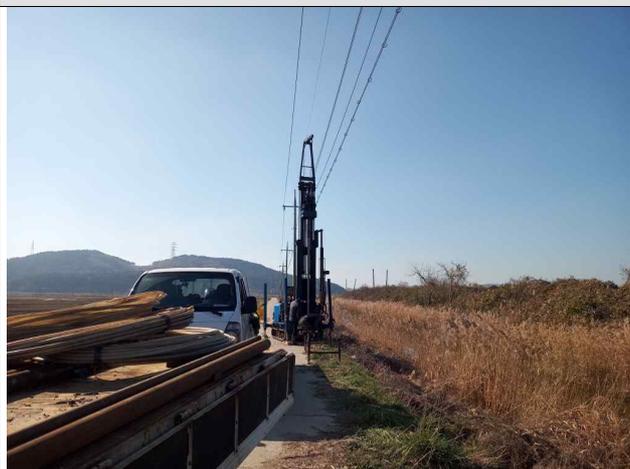
3 시추조사 현황

조사대상	조사공 배정기준	수 량
증왕지구	양수시설	1공
	부댐	1공

4 성과 정리

- 작업상태 자세히 기록한 야장과 주상도 작성
- 지층 분포상태 파악, 암반분류 및 시료채취
- 각종 시추공 이용한 현장시험 실시

시추조사 전경



표준관입시험



5 조사결과

구 분	공 번	지층별 층후(m)						지하수위 (GL.-m)	비 고
		매립층	퇴적층	풍화대	풍화암	연암	계		
양수시설	BH-1	2.6	10.0	1.0	-	1.0	14.6	1.3	
부딪	BH-2	1.4	11.0	1.6	2.0	-	16.0	0.0	
계	2공	4.0	21.0	2.6	2.0	1.0	30.6	-	

■ 중앙지구 BH-1호공

지 층 명	분포심도(층후)	구 성 상 태	U.S.C.S
매 립 층	0.0~2.6(2.6m)	• 자갈 섞인 실트질모래로 구성	SM
퇴 적 층	2.6~12.6(10.0m)	• 점토로 구성	CL
풍 화 대 (풍 화 토)	12.6~13.6(1.0m)	• 실트질 모래로 구성	SM
연 암	13.6~14.6(1.0m)	• 편마암으로 구성	SR

■ 중앙지구 BH-2호공

지 층 명	분포심도(층후)	구 성 상 태	U.S.C.S
매 립 층	0.0~1.4(1.4m)	• 자갈 섞인 실트질모래로 구성	SM
퇴 적 층	1.4~12.4(11.0m)	• 점토로 구성	CL
풍 화 대 (풍 화 토)	12.4~14.0(1.6m)	• 실트질 모래로 구성	SM
풍 화 암	14.0~16.0(2.0m)	• 실트질 모래로 구성	WR

나. 표준관입시험

1 개요

- N치로부터 지층의 조밀도 및 연경도 확인
- 지반의 강도특성을 파악하고 교란시료를 채취하여 육안판별 및 물성시험 시료로 이용

2 원리 및 조사방법

- 64kg의 해머를 낙하고 76cm에서 자유낙하시켜 Split Spoon Sampler를 30cm 관입시키는데 소요되는 타격회수(N)를 측정하는 것으로 15cm씩 3단계로 시행하며 1단계 15cm 관입시 소요되는 타격수는 예비타로 간주하여 고려하지 않음
- 한국산업규격(KS F 2307)에 규정된 방법에 의거 실시
- 지층이 변하는 구간 또는 매 1.0m마다 연속적으로 시행하는 것을 원칙으로 함
- 지층이 조밀 또는 견고하여 30cm 관입이 곤란할 때는 50회까지 타격하고 그 때의 관입량을 표시 50/3(50회 타격에 3cm관입)과 같이 기록
- 시험결과 및 육안관찰 결과는 부록의 시추 주상도에 기재

■ 점성토의 연경도 및 일축압축강도와 N치의 관계

N 치	연 경 도		일축압축강도(kg/cm ²)
	연 약	Very soft	
0 ~ 2	매 우 연 약	Very soft	< 0.25
2 ~ 4	연 약	soft	0.25 ~ 0.5
4 ~ 8	보 통 견 고	Medium	0.5 ~ 1.0
8 ~ 15	견 고	stiff	1.0 ~ 2.0
15 ~ 30	매 우 견 고	Very stiff	2.0 ~ 4.0
N > 30	고 결	Hard	4.0 <

■ 사질토의 상대밀도, 내부마찰각과 N치의 관계

N 치	상대밀도 $D_r = \frac{e_{MAX} - e}{e_{MIN} - e_{MAX}} \times 100$		내부마찰각 (ϕ)	
			Peck	Meyerhof
N < 4	매우느슨 (Very Loose)	0.0 ~ 0.2	< 28.5	< 30
4 ~ 10	느슨 (Loose)	0.2 ~ 0.4	28.5 ~ 30.0	30 ~ 35
10 ~ 30	보통 (Medium)	0.4 ~ 0.6	30.0 ~ 36.0	35 ~ 40
30 ~ 50	조밀 (Dense)	0.6 ~ 0.8	36.0 ~ 41.0	40 ~ 45
N > 50	매우조밀 (Very Dense)	0.8 ~ 1.0	41.0 <	45 <

표준관입시험 전경



3 시험결과

공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층
BH-1	1.0	5/30	매 립 층
	2.0	6/30	
	3.0	2/30	
	4.0	1/30	퇴 적 층
	5.0	1/30	
	6.0	1/30	
	7.0	1/30	
	8.0	1/30	
	9.0	1/30	
	10.0	1/30	
	11.0	1/30	
	12.0	3/30	
	13.0	25/30	
	14.0	-	풍 화 대 (풍 화 토) 연 암

공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층
BH-2	1.0	6/30	매 립 층
	2.0	2/30	
	3.0	1/30	퇴 적 층
	4.0	1/30	
	5.0	1/30	
	6.0	1/30	
	7.0	1/30	
	8.0	1/30	
	9.0	1/30	
	10.0	1/30	
	11.0	1/30	
	12.0	3/30	
	13.0	50/28	풍 화 대 (풍 화 토)
	14.0	50/15	
	15.0	50/10	풍 화 암
	16.0	50/8	

- 표준관입시험은 총 29회 시행
- BH-1 시추공에서 매립층의 실측 N치는 5/30~6/30(회/cm)으로 느슨한 상대밀도를 보이고, 퇴적층의 실측 N치는 1/30~3/30(회/cm)으로 매우연약의 연경도를 보이고, 풍화대의 실측 N치는 25/30(회/cm)으로 보통의 상대밀도를 보인다. 풍화암층은 나타나지 않으며 바로 연암층이 출현한다.
- BH-2 시추공에서 매립층의 실측 N치는 6/30(회/cm)으로 느슨한 상대밀도를 보이고, 퇴적층의 실측 N치는 1/30~3/30(회/cm)으로 매우연약의 연경도를 보이고, 풍화대의 실측 N치는 50/28(회/cm)으로 매우조밀의 상대밀도를 보인다. 풍화암층의 실측 N치는 50/15~50/8(회/cm)으로 매우조밀의 상대밀도를 보인다.

다. 종합 의견

■ 중앙지구 BH-1호공

시추위치	심도 (m)	표준관입시험(회/cm)					공내수위 (m)	분포지질
		시험구간(m)	N치	대상지층				
양수시설	14.6	0.0~2.6	5/30~6/30	매 립 층				
		2.6~12.6	1/30~3/30	퇴 적 층				
		12.6~13.6	25/30	풍 화 대				
		13.6~14.6	-	연 암				
지층별 층후(m)						공내수위 (m)	분포지질	
매 립 층	퇴 적 층	풍 화 대 (풍 화 토)	연 암	계				
2.6	10.0	1.0	1.0	14.6		1.3	편마암	
종합 의견	<ul style="list-style-type: none"> 시추조사 결과, 0.0~2.6m 구간은 매립층으로 자갈 섞인 실트질모래로 구성되어 있고, 2.6~12.6m 구간은 퇴적층으로 점토로 구성된다. 12.6~13.6m 구간은 풍화대로 실트질모래로 구성되고, 풍화암은 나타나지 않고 바로 연암이 출현한다. 표준관입시험 결과, 매립층의 실측 N치는 5/30~6/30(회/cm)으로 느슨한 상대밀도를 보이고, 퇴적층의 실측 N치는 1/30~3/30(회/cm)으로 매우연약의 연경도를 보이고, 풍화대의 실측 N치는 25/30(회/cm)으로 보통의 상대밀도를 보인다. 풍화암층은 나타나지 않으며 바로 연암층이 출현한다. 							

■ 중왕지구 BH-2호공

시추위치	심도 (m)	표 준 관 입 시 험(회/cm)				공내수위 (m)	분포지질
		시험구간(m)	N치	대상지층			
부담	16.0	0.0~1.4	6/30	매 립 층			
		1.4~12.4	1/30~3/30	퇴 적 층			
		12.4~14.0	50/28	풍 화 대			
		14.0~16.0	50/15~50/8	풍 화 암			
지층별 층우(m)					공내수위 (m)	분포지질	
매 립 층	퇴 적 층	풍 화 대 (풍 화 토)	풍 화 암	계			
1.4	11.0	1.6	2.0	16.0	0.0	편마암	
총 합 의 건	<ul style="list-style-type: none"> 시추조사 결과, 0.0~1.4m 구간은 매립층으로 자갈 섞인 실트질모래로 구성되어 있고, 1.4~12.4m 구간은 퇴적층으로 점토로 구성된다. 12.4~14.0m 구간은 풍화대로 실트질모래로 구성되고, 풍화암은 14.0~16.0m 구간에 실트질 모래로 분포한다. 표준관입시험 결과, 매립층의 실측 N치는 6/30(회/cm)으로 느슨한 상대밀도를 보이고, 퇴적층의 실측 N치는 1/30~3/30(회/cm)으로 매우연약의 연경도를 보이고, 풍화대의 실측 N치는 50/28(회/cm)으로 매우조밀의 상대밀도를 보인다. 풍화암층의 실측 N치는 50/15~50/8(회/cm)으로 매우조밀의 상대밀도를 보인다. 						

8.13.4 결론

가. 지 형

- 본 조사지역은 산세가 해발 100m 내외의 낮은 구릉지로 형성된 소규모 계곡지형을 이룬다. 서측에는 가로림만이 위치하고 있으며, 동측에는 지곡면 소재지가 위치하고 있다. 조사지역 상류에서 발원한 소규모 하천들이 중앙리수로 형성하여 서류하여 가로림만으로 유입되고 있다.

나. 지 질

- 조사지역은 선캠브리아기의 지곡리층과 이를 관입한 시대미상의 편상화강암이 기반암으로 분포하고 있으며, 이를 제4기 충적층이 부정합으로 피복하고 있다. 본 지구 일원의 기반암은 선캠브리아기의 지곡리층으로 편암류와 편마암으로 구성되며, 시추조사결과 편마암으로 확인된다. 제4기 충적층은 상기 지곡리층을 부정합으로 피복하며, 본 조사지역에서는 중앙저수지 주변으로 넓게 분포하며 주로 점토로 구성되어 있다.

다. 시추조사

- 중앙지구의 시추조사 결과, BH-1 지층분포는 매립층, 퇴적층, 풍화대, 연암 순으로 분포한다. 매립층은 2.6m의 층후를 보이며 N치는 5/30~6/30(회/cm)으로 느슨한 상대밀도를 보인다. 퇴적층은 2.6~12.6m구간에 분포하고 있으며 N치는 1/30~3/30(회/cm)으로 매우연약한 연경도를 보인다. 풍화대는 12.6~13.6m 구간에 분포하며 N치는 25/30(회/cm)으로 보통의 상대밀도를 보인다. 풍화암층은 출현하지 않았으며 시추기저부에 연암층 1m를 확인하였다.
- BH-2 지층분포는 매립층, 퇴적층, 풍화대, 풍화암 순으로 분포한다. 매립층은 1.4m의 층후를 보이며 N치는 6/30(회/cm)으로 느슨한 상대밀도를 보인다. 퇴적층은 1.4~12.4m구간에 분포하고 있으며 N치는 1/30~3/30(회/cm)으로 매우연약한 연경도를 보인다. 풍화대는 12.4~14.0m 구간에 분포하며 N치는 50/28(회/cm)으로 매우 조밀한 상대밀도를 보인다. 시추기저부에 풍화암 2m를 확인하였으며 N치는 50/15~50/8(회/cm)로 매우조밀한 상대밀도에 해당한다.

라. 종합 결론

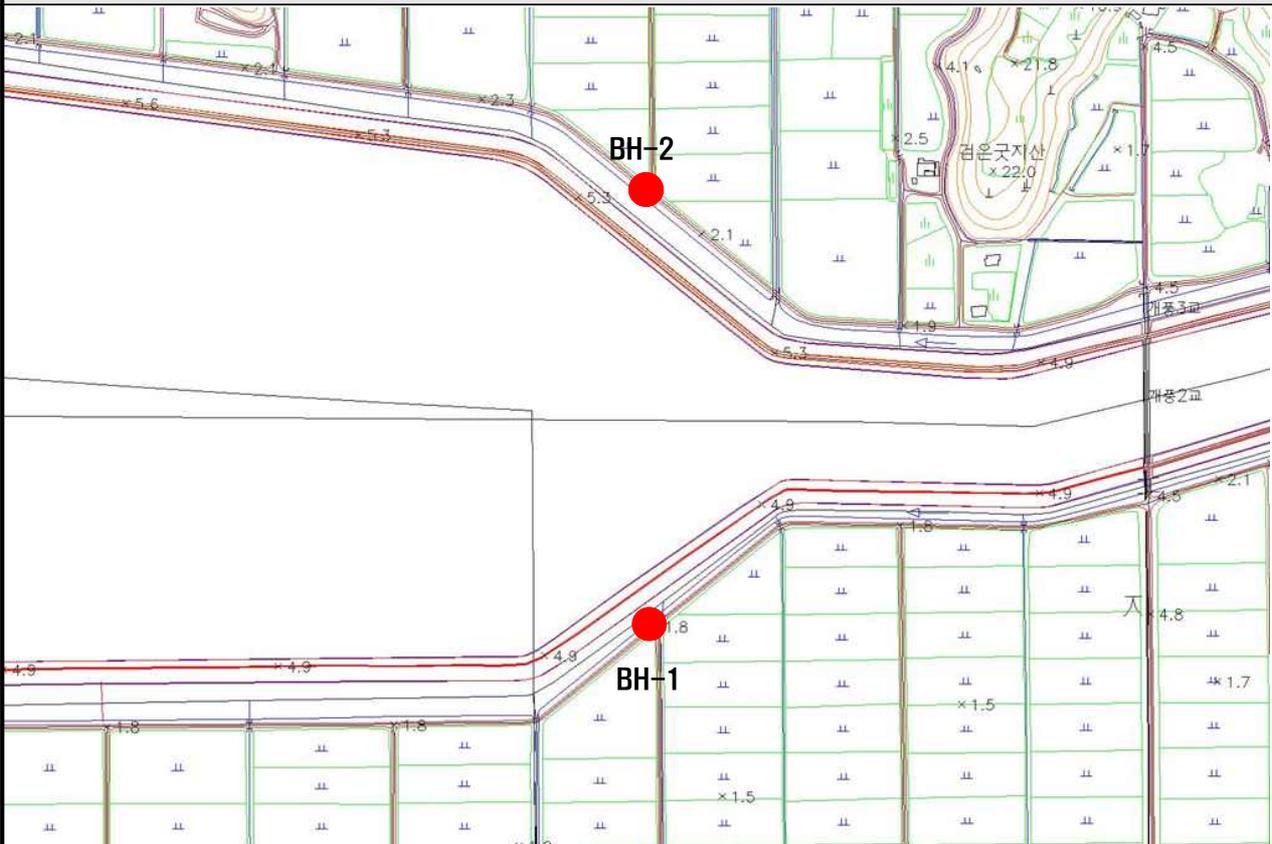
- 시추조사 결과 본 조사지역에서 기초지반인 풍화암 및 연암 출현심도는 GL.- 13.6~14.0m로 매립층, 퇴적층 및 풍화대의 층후가 깊은 것으로 조사되었다.
- 타파기 심도 및 기초의 형식은 지층의 분포상태, 상부구조물의 형식, 크기, 하중조건을 고려하여 선정하여야 할 것이며, 자연수위측정결과 자연수위가 비교적 높게(GL.- 0.0~1.3m) 분포하고 있고 상부의 퇴적층이 두꺼운 층후로 분포하고 있어 타파기시 사면유지 및 지하수유출에 대한 대책이 필요할 것으로 사료된다.

시추위치도

조사명 증왕지구 수질개선사업 지질조사



조사위치도



상세위치도

시추주상도

DRILL LOG

페이지 : 1 중 1 페이지

조 사 명 PROJECT		중왕지구 수질개선사업 지질조사		공 번 HOLE No.		BH-1		시료 채취방법의 기호 REMARKS								
위 치 LOCATION		충남 서산시 지곡면 연화리 608-2		지반표고 ELEVATION		-		○ 자연시료 U.D. SAMPLE								
날 짜 DATE		2021.11.29 ~ 2021.11.30		지하수위 GROUND WATER		(GL-) 1.3		◎ 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE								
				감 독 자 INSPECTOR		오의환		● 코어시료 CORE SAMPLE								
								⊗ DISTURBED SAMPLE								
표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명	지층 설명 Description	통 U 일 S 분 C 류 S	시 료 Sample	표준관입시험 Standard Penetration Test							
								시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회 /cm)	N blow				
												10	20	30	40	50
-2.60		2.60	2.60		매립층	*매립층 - 실트질모래 - 매우느슨 - 회갈색~담갈색 - 습윤 - 잔자갈 섞인 실트질모래로 구성	SM	S-1	◎	1.0	5/30					
								S-2	◎	2.0	6/30					
								S-3	◎	3.0	2/30					
								S-4	◎	4.0	1/30					
								S-5	◎	5.0	1/30					
								S-6	◎	6.0	1/30					
								S-7	◎	7.0	1/30					
								S-8	◎	8.0	1/30					
								S-9	◎	9.0	1/30					
								S-10	◎	10.0	1/30					
								S-11	◎	11.0	1/30					
-12.6		12.6	10.0		퇴적층	*퇴적층 - 점토 - 매우연약 - 회갈색 - 습윤 - 표준관입시험시 자중에 의한 자유낙하	CL	S-12	◎	12.0	3/30					
								S-13	◎	13.0	25/30					
-13.6		13.6	1.00		풍화토층	*풍화토층 - 부분적으로 소량의 암편석인 실트 질모래, 작은 Size 암편함유.	SM									
-14.6		14.6	1.00		연암	*연암 - 암편 및 단주상 코아회수 - 편마암, 녹회색 - 보통강함, TCR:30%, RQD:0% - 선캄브리아기의 편마암	SR									

시 추 주 상 도

DRILL LOG

페이지 : 1 중 1 페이지

조 사 명 PROJECT	중왕지구 수질개선사업 지질조사	공 번 HOLE No.	BH-2	(주) 시료채취방법의 기호 REMARKS
위 치 LOCATION	충남 서산시 지곡면 중왕리 760	지반표고 ELEVATION	-	○ 자연시료 U.D. SAMPLE
날짜 DATE	2021.12. 1 ~ 2021.12. 2	지하수위 GROUND WATER	(GL-) 0.0	⊙ 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE
		감독자 INSPECTOR	오의환	● 코어시료 CORE SAMPLE
				⊗ 흐트러진 시료 DISTURBED SAMPLE

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명	지층 설명 Description	종 U S 본 C 류 S	시 료 Sample			표준관입시험 Standard Penetration Test					
								시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회 /cm)	N blow				
												10	20	30	40	50
-1.40		1.40	1.40	●●●●●	매립층	*매립층 - 실트질모래 - 느슨 - 회갈색~담갈색 - 습윤 - 잔자갈 섞인 실트질모래로 구성	SM	S-1	○	1.0	6/30					
				/ / / / /	퇴적층	*퇴적층 - 점토 - 매우연약 - 회갈색 - 습윤 - 표준관입시험시 자중에 의한 자유낙하	CL	S-2	○	2.0	2/30					
				/ / / / /				S-3	○	3.0	1/30					
				/ / / / /				S-4	○	4.0	1/30					
				/ / / / /				S-5	○	5.0	1/30					
				/ / / / /				S-6	○	6.0	1/30					
				/ / / / /				S-7	○	7.0	1/30					
				/ / / / /				S-8	○	8.0	1/30					
				/ / / / /				S-9	○	9.0	1/30					
				/ / / / /				S-10	○	10.0	1/30					
				/ / / / /				S-11	○	11.0	1/30					
				/ / / / /				S-12	○	12.0	3/30					
-12.4		12.4	11.0	+ + + + +	풍화토	*풍화토층 - 부분적으로 소량의 암편상인 실트 - 점모래, 작은 Size 암편상 함유.	SM	S-13	○	13.0	50/28					
				+ + + + +	풍화암	*풍화암 - 암편상인 실트질모래로 구성 - 매우조밀 - 진갈색~황갈색 - 습윤 - 암편상, 암편상, 암편상 - 하부 갈수록 암편상량 증가	WR	S-14	○	14.0	50/15					
				+ + + + +				S-15	○	15.0	50/10					
				+ + + + +				S-16	○	16.0	50/8					
-14.0		14.0	1.60	+ + + + +												
				+ + + + +												
				+ + + + +												
-16.0		16.0	2.00	+ + + + +												

작업 사진첩

조사명	중앙지구 수질개선사업 지질조사		
공번 및 위치	BH-1 / 충남 서산시 지곡면 연화리 608-2		
			
	조사광경 : 작업전경(원경)	조사광경 : 작업전경(근경)	
			
	조사광경 : 표준관입시험(SPT)	조사광경 : 시료 채취	
			
	조사광경 : 폐공 전	조사광경 : 폐공 중	
			
	조사광경 : 상부몰탈 마감	조사광경 : 폐공 완료	

작업 사진첩

조 사 명 중왕지구 수질개선사업 지질조사



시 료 함(중왕지구 BH-1, BH-2)

8.14 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과

**농업용수 수질개선사업(신창지구, 중왕지구)
협 의 내 용 반 영 결 과 통 보 서**

2022. 07.



협의내용 반영결과 통보서

I. 사업개요

가. 계획명 : 농업용수 수질개선사업(신창지구, 중왕지구)

나. 사업장 위치

- 신창지구 : 충청남도 아산시 신창면 오목리(신창저수지)

- 중왕지구 : 충청남도 서산시 지곡면 중왕리(중왕저수지)

다. 사업시행자(전화번호) : 한국농어촌공사(061-338-5823)

- 신창지구 : 한국농어촌공사 아산지사(041-539-7000)

- 중왕지구 : 한국농어촌공사 서산·태안지사(041-660-8500)

라. 착공예정일(준공예정일) : 2023년(2025년)

마. 기본계획 수립기관 : 농림축산식품부

2. 사업계획등 (승인)내용

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비 고											
I.사업개요	<p>○ (계 획 명) 농업용수 수질개선사업(신창지구, 증왕지구)</p> <p>○ (계 획수립/사업시행) 농림축산식품부/한국농어촌공사</p> <p>○ (협의근거) 「농어촌정비법」 제8조에 따른 농업생산기반 정비사업 기본계획</p> <p>※ (소규모) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조제3호에 따른 농림지역 7,500㎡ 이상인 경우</p>														
	○ 계획내용														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 767 512 831">구 분</th> <th data-bbox="512 767 992 831">위 치</th> <th data-bbox="992 767 1216 831">면 적</th> <th data-bbox="1216 767 2080 831">시 설 계 획</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 831 512 979">신창지구</td> <td data-bbox="512 831 992 979">충남 아산시 신창면 오목리 일원 (신창저수지)</td> <td data-bbox="992 831 1216 979">50,172㎡</td> <td data-bbox="1216 831 2080 979">조합형 인공습지 1개소(30,276㎡), 침강지 1개소(19,896㎡), 마름 제거 36,000㎡</td> </tr> <tr> <td data-bbox="277 979 512 1126">증왕지구</td> <td data-bbox="512 979 992 1126">충남 서산시 지곡면 증왕리 일원 (증왕저수지)</td> <td data-bbox="992 979 1216 1126">45,785㎡</td> <td data-bbox="1216 979 2080 1126">조합형 인공습지 1개소(29,940㎡), 침강지 1개소(15,845㎡), 마름제거 120,000㎡</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	위 치	면 적	시 설 계 획	신창지구	충남 아산시 신창면 오목리 일원 (신창저수지)	50,172㎡	조합형 인공습지 1개소(30,276㎡), 침강지 1개소(19,896㎡), 마름 제거 36,000㎡	증왕지구	충남 서산시 지곡면 증왕리 일원 (증왕저수지)	45,785㎡	조합형 인공습지 1개소(29,940㎡), 침강지 1개소(15,845㎡), 마름제거 120,000㎡		
구 분	위 치	면 적	시 설 계 획												
신창지구	충남 아산시 신창면 오목리 일원 (신창저수지)	50,172㎡	조합형 인공습지 1개소(30,276㎡), 침강지 1개소(19,896㎡), 마름 제거 36,000㎡												
증왕지구	충남 서산시 지곡면 증왕리 일원 (증왕저수지)	45,785㎡	조합형 인공습지 1개소(29,940㎡), 침강지 1개소(15,845㎡), 마름제거 120,000㎡												

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비 고
II 협의내용 1. 총괄	○ 본 사업은 농업용수의 수질개선을 위하여 저수지에 인공습지, 침강지 등을 설치하고자 하는 것으로, 평가서 및 협의내용을 반영하여 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화하여야 함	○ 평가서에 제시한 환경영향 저감방안과 본 협의내용 등을 사업계획에 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하겠음	-	-
	○ 사업 효과의 지속성 유지를 위해서는 장기적 관점에서 근본적 오염원을 차단·제거·관리하는 것에 초점을 둔 호내·외 수질개선 대책을 수립하고 관계기관과 지속적으로 협력하여 이행하여야 함	○ 근본적 오염원을 관리하기 위해 관계기관 등이 포함된 거버넌스 구축을 통해 지속적인 수질개선 활동을 이행하겠음	-	-
	○ 호내 대책으로 제시된 침강지 계획은 부댐을 설치함에 따라 수역의 생태적 연결성이 낮아질 수 있으므로, 운영 시 생물상 모니터링을 통해 이와 관련된 저감대책(부댐 높이, 수문 설치)의 적정성을 확보할 필요가 있으며, 인공습지의 수질개선효과가 감소되지 않도록 수문학적, 생태적 환경조건 변화 등에 대응 및 관리 가능한 유지관리계획을 수립·시행하여야 함	○ 부댐의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 0.5~1.0m 낮게 계획하였으며, 배수문(2기) 및 흡관을 설치하여 어류 이동통로 등으로 활용될 수 있도록 계획함 ○ 또한 수심은 성층화현상을 방지하기 위해 3m수준으로 결정하였으며, 체류시간은 수질정화 효과를 최대화하기 위하여 12시간 정도로 계획함 ○ 또한, 침강지 모니터링 계획을 수립하여 지속적으로 관리할 계획이며, 필요시 생태모니터링을 병행하여 진행할 계획임	[첨부1] [첨부2]	-
	○ 사업 시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생할 우려가 있을 경우, 해당 지역주민 및 이해 관계자의 의견을 반영하여 피해방지 대책을 강구하여야 함	○ 사업시행 시 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생할 우려가 있을 경우, 해당 지역주민 및 이해 관계자의 의견을 반영하여 피해방지 대책을 강구하겠음	-	-

2021년 증왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비 고
2. 세부 협의내용	<p>가. 생물다양성·서식지 보전</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현지·문헌조사시 사업지구 인근에 일부 법정보호종이 확인된바, 발견시 즉시 공사를 중지하고 적절한 보호대책을 수립·시행하여야 함 -공사시 이동 및 서식피해가 최소화될 수 있도록 번식기 및 야간공사 지양, 저소음 장비 사용 등 저감방안 이행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사시 법정보호종 발견시 즉시 공사를 중지하고 발견된 법정보호종에 적절한 보호대책을 수립·시행하겠음 -번식기 및 야간공사 지양, 저소음·저진동 장비 사용 등의 저감방안을 이행하여 법정보호종에 미치는 영향을 최소화하겠음 	-	
	<p>나. 수환경의 보전</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인공습지는 수질정화뿐만 아니라 다양한 생물의 서식처 역할을 할 수 있도록 생태적 조성방안(수생식물 식재, 습지사면 식생 조성 등)을 마련하여야 함 -식재종은 자생종, 수질정화능력, 생물서식처 활용도, 자연경관 등을 종합적으로 고려하여 선정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공습지는 수질정화능력이 우수한 꽃창포, 창포, 물억새, 갈대 등을 선정하여 식재하는 것으로 계획하였으며, 습지사면은 수위변동과 침식작용의 방지를 위해 인공구조물을 지양하고, 친환경적인 소재(사석 피복)로 보호공을 계획하여 생물서식처를 제공하도록 계획함 	-	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부댐과 침강지 계획은 저수지의 수질개선 측면에서는 효과적이나 담수생물의 이동과 저수지로 유입되는 에너지원의 흐름 교란에 따른 생태적 측면에서의 파편화를 초래할 수 있으므로 수질 안정화 단계까지 생태 모니터링을 실시하고 필요시 저감대책을 수립·시행하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부댐의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 0.5~1.0m 낮게 계획하였으며, 배수문(2기) 및 흡관을 설치하여 어류 이동통로 등으로 활용될 수 있도록 계획함 ○ 또한 수심은 성층화현상을 방지하기 위해 3m수준으로 결정하였으며, 체류시간은 수질정화 효과를 최대화하기 위하여 12시간 정도로 계획함 ○ 또한, 침강지 모니터링 계획을 수립하여 지속적으로 관리할 계획이며, 필요시 생태모니터링을 병행하여 진행할 계획임 	[첨부1]	

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비 고
2. 세부 협의내용	<ul style="list-style-type: none"> 공사시 토사유출로 인한 수계 영향을 최소화하기 위하여 침사지, 오탉방지막 설치 등 토사유출 저감대책을 수립·시행하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> 공사시행 전 가물막이 선시공을 통해 부유토사 확산을 방지 및 사면발생구간에 거적덮기, 가마니쌓기, 비닐덮개 등 설치할 계획임 저수지 주요구간에 오탉방지막 설치할 계획이며, 가급적이중오탉방지막 설치하여 효율을 높일 계획임 	-	
	<ul style="list-style-type: none"> 인공습지의 수질개선 효과를 유지하기 위하여 월별, 계절별, 강수량 등의 환경조건 변화에 대응·관리가 가능하도록 유지관리 방안을 마련·이행하여야 함 -유입수 수질, 유입수량, 체류시간, 식재 식물종, 식재 밀도, 수심 등과 관련하여 유지관리 매뉴얼 작성 -고농도 영양염으로 인해 생길 수 있는 조류 대량 발생 저감방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 인공습지, 침강지, 양수시설 등은 유지관리 체크리스트에 따라 월 1회 이상 점검을 실시 후 보수 등을 시행 할 계획임. -체크리스트에는 유입수량, 체류시간, 식재 식물종, 식재 밀도, 수심 등을 포함하여 관리하겠음. -연 4회 이상 저수지 수질에 대해 모니터링을 실시 후 수질악화 우려 시 시설 보수, 녹조제거 등의 추가 저감방안을 수립하겠음. 	[첨부2]	
	<ul style="list-style-type: none"> 사업시행 후 주기적으로 수질 모니터링을 실시하고, 목표수질(호소 생활환경기준 IV등급)을 초과할 경우 추가적인 수질개선대책을 수립·시행하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> 수질측정망과 연계하여 수질모니터링 계획을 수립·시행할 계획이며, 목표수질 미달성시 원인파악 및 별도의 추가 대책을 수립·추진하여 문제점을 보완할 계획임 	[첨부3]	
	<p>다. 환경기준 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> 사업지구 인근에 일부 정온시설이 위치하고 있는 바, 공사시 비산먼지 및 소음·진동 등으로 인한 영향이 최소화되도록 저감방안을 마련하여야 함 -대기질 영향 저감을 위해 주기적인 살수, 세륜·세차시설 설치, 공사차량 덮개 사용, 운행속도 제한 등 실시 -소음예측결과 환경목표기준을 초과하는 정온시설은 공사시 소음모니터링을 실시하고 주민 협의 등을 통해 가설방음판넬 등 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 평가서에 제시한 환경영향 저감방안과 본 협의내용 등을 사업 계획에 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하겠음 환경영향평가 과정에서 예측하지 못하거나 주변 환경에 추가적인 부적정한 영향이 있을 것으로 우려되는 경우에는 협의내용 및 평가서에 제시된 저감방안 외에 추가로 저감대책을 수립·시행하겠음 	-	
	<p><사업지구별 의견></p> <p>□신창지구</p> <ul style="list-style-type: none"> 동 사업은 사업시행 전·후 추가적인 오염원의 증가가 없는 사업으로 향후 사업계획 변경으로 오염원 증가가 예상되는 경우에는 사전에 금강유역환경청 수질총량관리과 및 해당지자체 총량관리부서와 협의 후 사업을 추진하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> 향후 사업계획 변경으로 오염원 증가가 예상되는 경우에는 사전에 금강유역환경청 수질총량관리과 및 아산시 총량관리부서와 협의 후 사업을 추진할 계획임 	-	

2021년 증왕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비 고
<p>Ⅲ. 행정사항 1. 승인기관 (농림축산식품부)</p>	<p>○ 「환경영향평가법(이하 “법”이라 한다)」 제19조제1항 및 제46조제2항에 따라 사업계획에 협의내용이 반영되었는지를 확인하고, 환경관련 사업계획 승인내용을 같은 법 시행규칙 별지 제4호서식(별첨)에 따라 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보하여야 함</p> <p>-협의내용별 실시설계 보고서·설계도면·예산서 등의 반영서류 첨부</p> <p>-설계보고서 등에 반영하지 못하였거나 반영할 사항이 아닌 내용인 경우 반영여부를 확인할 수 있는 서류 첨부</p>	<p>○ 본 사업의 기본계획 수립은 농림축산식품부이며, 시행계획(세부설계) 승인은 시·도지사임</p> <p>※ 농어촌정비법 제8조 및 제9조</p> <p>○ 「환경영향평가법」 제19조에 따라 기본계획 수립 전 사업계획에 협의내용 반영여부를 확인하였음.</p> <p>○ 농어촌정비법 제8조에 따른 기본계획 수립한 날로부터 30일 이내에 협의내용 반영결과를 통보하였음.</p> <p>○ 향후, 시행계획 승인 전 사업시행자로 하여금 「환경영향평가법」 제46조에 따른 절차를 이행토록 하겠음</p>	-	
	<p>○ 법 제49조에 따라 사업자가 협의내용을 이행하였는지 여부를 확인하여야 하며, 해당 사업의 준공검사를 하려는 경우에는 협의내용의 이행여부를 확인하고 그 결과를 통보하여야 함</p> <p>-같은 법 시행령 제56조 및 같은 법 시행규칙 제22조에 따라 협의내용의 이행여부 확인 결과를 다음 해 1월 31일까지 관할 유역(지방)환경청장에게 통보하여야 함</p>	<p>○ 시행계획 승인기관(충청남도)은 「환경영향평가법」 제49조의 규정에 의하여 사업자가 협의내용을 이행하였는지 확인 후 그 결과를 통보하겠음.</p>	-	
	<p>○ 법 제49조에 따라 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 그 이행에 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리·감독하여야 함</p>	<p>○ 시행계획 승인기관(충청남도)은 사업자가 협의내용을 충실히 이행하도록 관리·감독할 것이며, 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 필요한 조치(공사중지 명령 등)를 취할 예정임</p>	-	

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비 고
Ⅲ. 행정사항 1. 승인기관 (농림축산식품부)	○ 본 사업은 「자연환경보전법」 제46조제2항에 따른 생태계 보전부담금 부과대상이므로 같은 법 제47조제1항에 따라 승인일(인·허가일·사업계획 확정일 등 포함)로부터 20일 이내에 사업자, 사업내용, 사업의 규모 등을 사업장 소재지 관할 시·도(생태계보전부담금 담당부서)에 통보하여야 함	○ 본 사업은 「자연환경보전법」 제46조제2항제1호에 따라 생태계보전부담금 부과대상으로 같은 법 제47조제1항에 의거 충청남도 시행계획 승인 과에서는 승인일(인·허가일·사업계획 확정일 등 포함)로 부터 20일 이내에 사업자, 사업내용, 사업의 규모 등을 같은 법 시행규칙 제35조 제2항 별지 제11호 서식에 의하여 충청남도 생태계보전부담금 담당 과에 통보하겠음	-	
	○ 아울러, 법 제30조에 따라 환경관련 사업계획 승인내용을 통보할 때에는 해당 시·도에 생태계보전부담금 관련 사항을 통보하였는지 여부를 포함하여 협의기관에 통보하여야 함	○ 시행계획 승인 후 환경관련 사업계획 승인내용을 통보할 때에는 해당 충청남도 생태계보전부담금 담당 과에 관련 사항을 통보하고 금강유역환경청에도 통보하겠음	-	
2. 사업시행자 (한국농어촌공사)	○ 법 제19조 및 제46조에 따라 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 제49조제1항에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하여야 함	○ 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용을 충실히 이행하며 공사를 시행하겠음	-	
	○ 법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지하려는 경우 승인기관 및 관할 유역(지방)환경청에 통보하여야 함	○ 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사 중지 시 승인기관(충청남도) 및 금강유역환경청에 통보하겠음	-	

3. 참고자료

- 본 사업은 「자연환경보전법」 제46조제2항의 생태계보전부담금 대상사업임
- 「자연환경보전법」 시행규칙 제35조(사업의 인·허가등의 통보)에 의거 시행계획 승인 시 통보
- (대상기관) 신창지구, 중왕지구 : 충청남도 기후환경정책과

[첨부 1] 침강지 계획

제5장 시설 계획

나. 부댐의 규모 및 형식

- 부댐의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 0.5~1.0m정도 낮게 계획하도록 하며 본 저수지와 분리되는 구조로 함
- 부댐의 재질은 블록형 혹은 사석형으로 시공성, 자재수급용이성 등 지구여건을 고려하여 결정함
- 부댐 설치 위치의 수심이 낮을 경우에는 별도의 부댐을 설치하지 않고 바닥을 굴착하여 침강지를 조성할 수 있음

다. 수심 및 체류시간

- 수심은 성층화현상을 방지하기 위해 6m 이하가 적정(3~5m수준에서 결정)
- 체류시간은 6시간 정도만 되어도 높은 수질정화효과를 기대할 수 있으나 12시간 정도로 증가시키는 것이 수질정화 및 홍수조절에 유리함

5.3.3 침강지 조성계획

- 침강지 위치는 저수지 북동측 금천교가 위치한 주 유입하천과 저수지가 만나는 지점에 침강지를 조성하는 것으로 계획하였으며, 침강지의 형식은 저수지내에 부댐을 설치하는 on-line 방식으로 계획하여 저수지 외부의 별도 부지 확보는 필요하지 않음

가. 설계유량 산정

- 계획유량은 호소수질모형을 활용한 시행착오법(trial&error method)을 통해 목표수질을 만족할 수 있는 취수량으로 1호 침강지 126,297 m^3/d 를 침강지에서 양수하여 공급하도록 계획하였으며, 안정적인 유량 공급을 위해 호내에서 비상 취수할 수 있도록 계획하였음

<표 5.3-3> 1호 침강지 계획유량

구분	공급유량	비고
1호 침강지	126,297 m^3/d	

나. 침강지 규모 산정

- 본 기본조사에서 침강지 규모는 수질개선효율, 유지관리, 지형적 특성 등을 고려하여 일강우 30mm 초과 평균유출량을 8시간 체류시킬 수 있는 수준으로 계획하였음
- 또한 부댐에는 조작가능한 배수문 및 홍관을 설치하여 침강지 운영시 유지관리 및 어류 이동통로 등으로 활용될 수 있도록 계획함

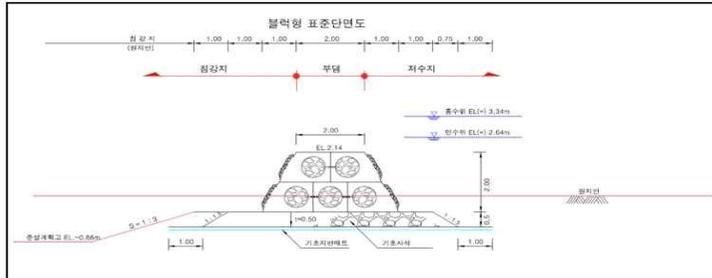
<표 5.3-4> 침강지 계획

구분	소유역		계획유량 ($m^3/일$)	계획수심 (m)	계획면적 (m^2)	계획내용적 (m^3)	체류시간 (hr)	비고
	구분	면적(ha)						
1호 침강지	1,2,3	907	126,297	3.0	15,845	42,083	8	보조댐



(그림 5.3-1) 1호 침강지 계획평면도

제5장 시설 계획



(그림 5.3-2) 부댐 표준단면도

<표 5.3-5> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토

구분	블럭형	사석형
설치 전경		
특징	·다공성 재료(구조물)를 이용한 부유물질 제거	·사석 및 점토질의 차수벽으로 부유물질 침전
장점	·블럭형식의 제품이라 파손위험이 낮고 품질관리가 용이함 ·블럭형태로 시공하므로 공기가 비교적 짧음 ·항후 유지관리가 편리하고 보수보강이 편리함	·곡선부 설치가 자유로움 ·기초지반에 대한 제약이 적음 ·공사비가 상대적으로 저렴 ·시공실적이 다양함
단점	·사석법에 비해 다소 공사비가 높음 ·기초지반에 대한 침하검토가 필요함	·토질재료로 시공되어 충분한 유지관리가 필요 ·누수 및 파손시 유지보수가 어려움

<표 5.3-6> 침강지 시행 전·후 내용적 검토

시행 전 내용적(㎥)	시행 후 내용적(㎥)	시행 후 내용적 증감(㎥)	비고
1,138,076	1,183,262	45,186	만수위 EL. 2.64m

[첨부 2] 모니터링 계획

2021년 중앙지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

제6장 유지관리계획

- 본 기본조사에서는 수질정화시설에 대해 다음과 같이 유지관리를 계획하였으며, 이는 세부설계 및 유지관리단계에서 현장상황에 따라 적정하게 수정변경 적용되어야 함

6.1 침강지(부댐)

- 침강지는 부댐을 설치하여 유입수를 일정시간 체류시켜 오염물질을 가라앉히는 일종의 저류지로서 강우기간 중에는 유역에 쌓여 있던 많은 양의 비점오염물질이 저수지 본체로 직접 들어오는 것을 최소화하는 시설임
- 이에 따라 침강지는 토사 및 입자성 오염물질의 퇴적이 촉진되어 일정기간 경과 후 퇴적물의 채부유가 유발될 수 있고, 비강우시에는 퇴적된 오염물질에 의한 녹조, 악취 등이 발생하기 쉬우며, 쓰레기 유입 등으로 주변 경관에 좋지 못한 영향을 미칠 수 있으므로 주기적인 유지관리가 수반되어야 함

6.1.1 침강지 유지관리 일반

- 계획한 저감효율을 확보할 수 있도록 유입부, 저류부, 유출부 등의 기능점검 및 관리가 중요하며 유지관리만으로 효율이 개선되지 않을 경우 시설 개선 및 보강을 고려함
- 침전기능이 정상상태로 유지되고, 호 본체로 오염물질이 재유입되는 것을 방지하기 위해 퇴적물, 유입·유출부의 협잡물, 쓰레기 등을 수시로 제거하여야 하며, 퇴적물 제거는 퇴적층이 30cm 이상이 되었거나 저류공간이 70% 이내로 남을 경우 실시함
- 퇴적물 제거시기는 저수지 수위가 낮아지는 이앙기 등 침강지내 저류수를 배제할 수 있는 시기를 선택하여 시행하는 것이 바람직함
- 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검함
- 상시 물을 저류할 경우 악취, 해충 발생 등의 문제가 발생될 수 있으므로 강제배수를 실시하거나(발생강우를 1~3일정도 체류하여 침전시킨 후 강제 배수), 녹조제거제 등을 살포하여 민원 예방
- 일반인 접근으로 인한 시설훼손, 안전사고 등이 발생할 우려가 있으므로 관리자 외 낚시객 등 일반인의 접근·통행을 금지해야 함

제6장 유지관리계획

6.1.2 침강지 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함 (월1회 이상 점검 실시)

<표 6.1-1> 침강지의 유지관리 점검 체크리스트

침강지 점검사항	점검결과	조치계획
부댐 및 비상수문		
• 부댐 내에 쓰레기, 기름띠가 있지 않은가?		
• 비상수문은 닫혀 있는가?		
• 비상수문은 정상적으로 작동되는가?		
• 부댐의 사석/콘크리트 등 구조물 훼손은 없는가?		
• 부댐에 잡초가 무성하거나 나무가 자라지 않는가?		
• 침강지 사면은 침식되지 않았는가?		
저류부		
• 물이 정체되지는 않는가?		
• 냄새나 녹조, 해충 등이 발생하지 않는가?		
• 퇴적량이 용량의 30%이상 되었는가?		
기타		
• 인근지역 주민으로부터 민원발생이 있는가?		
• 위험지역 표지판 및 안전시설 정상상태를 유지하고 있는가?		

6.2 양수시설

- 양수시설은 유량을 안정적으로 공급하여 수질정화시설의 정화효율을 안정적으로 발휘 또는 유지시키기 위해 도입하였으며, 이 외에도 저수지 본체(하부)로부터 양수하여 정화시설을 거쳐 재배출시킴으로써 저수지 물순환의 부수적인 효과도 기대할 수 있음
- 조합형인공습지에 대하여 각각 2기씩(총4기)의 양수시설을 설치할 계획이며, 유지보수 등의 시기를 제외하면 연중 운영을 원칙으로 함
- 본 사업지구의 주요 정화시설인 조합형인공습지는 취입수를 자연유방식이 아닌 펌프에 의한 양수에 전적으로 의존하므로 양수시설에 대한 주기적인 유지관리를 통해 안정적으로 운영될 수 있도록 해야 함

6.2.1 양수시설 유지관리 일반

- 양수시설의 운영 및 관리는 시설관리자로 하며, 해당 양수장마다 시설관리담당자를 지정하여 운영 및 관리하여야 함
- 펌프장 건물은 펌프설비를 보호하고 악천후의 조건에서도 확실한 조작이 가능하도록 유지관리 해야 하며 특히 비가 새거나 환기가 나쁘면 펌프와 전기설비의 고장 또는 내구성에 악영향을 미치기 때문에 유의할 필요가 있음
- 민원발생 등에 대비해 방음구조가 되어 있는 경우는 방음구조의 점검을 하고 그 효과가 확실하게 발휘되고 있는 지를 확인해야 하며 빗물펌프장 건물의 외장은 주변의 경관과 조화도 배려해야 함
- 펌프장 본체로부터 내수가 침출하지 않도록 수밀성을 확보하여야 하며, 부등침하와 지진 등으로 침하변형과 콘크리트의 갈라짐과 열화 발생을 점검하고 펌프기능과 수밀성에 지장이 우려될 경우에는 원인을 규명하고 즉시 적절한 대책을 강구해야 함
- 계획양수를 원칙으로 하며 정기, 비정기, 긴급점검 등을 실시하여 상시 기능을 유지해야 함
- 시설관리 담당자는 기기의 점검결과 정비가 필요한 경우 신속하게 정비하여 기능이 유지되도록 조치하고, 정비가 불가능한 경우 수리, 변경 및 이설이나 사용 일시정지나 제한 등의 조치를 해야 함
- 기기의 운전 및 개폐시 안전수칙을 준수하여 재해가 발생하지 않도록 함
- 운전 중 심한 낙뢰가 칠 때나 운전 종료로 전기를 사용하지 않을 때는 전원을 차단하여 안전사고가 발생하지 않도록 해야 함

- 양수시설 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리해야 함
- 안전난간, 맨홀덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리해야 함
- 사고 및 이상이 발생한 경우에는 응급조치 후 신속히 시설관리자에게 보고하고 사고의 경중에 따라 적절한 조치를 취해야 함

6.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함(점검내용에 따라 수시 및 월1회 이상 점검 실시)

<표 6.2-1> 양수시설의 유지관리 점검 체크리스트

양수시설 점검사항	점검결과	조치계획
시설일반(월1회이상)		
• 양수장에 대한 전담관리자가 지정되어 정기적으로 점검이 이루어지고 있는가?		
• 양수장 진입로에 대한 안전성은 적절히 확보되었는가?(진입로, 주차장 등의 침하, 균열 여부)		
• 양수장은 주변의 배수로 넘침이나 비탈면 사면붕괴에 대해 적절히 보호되고 있는가?		
• 낙뢰방지 시설은 적절히 유지되고 있는가?		
• 양수장 외부로부터 빗물유입방이나 환기등이 적절히 관리되고 있는가?		
• 양수장 바닥 부등침하가 발생하지 않았는가?		
• 시설외관은 항상 청결하게 유지되고 있는가?		
• 안전사고 예방시설(난간, 표지판 등)은 적절히 유지되고 있는가?		
시설가동시(수시)		
• 가동전 흡입수위가 적정한가?		
• 펌프는 규정 토출압력을 유지하고 누수 등이 발생하지 않는가?		
• 유량계는 정상적으로 작동하는가?		
• 소음, 진동은 적절한가?		
• 예비펌프는 정상적으로 작동하는가?		

제6장 유지관리계획

- 양수시설 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리해야 함
- 안전난간, 맨홀덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리해야 함
- 사고 및 이상이 발생한 경우에는 응급조치 후 신속히 시설관리자에게 보고하고 사고의 경중에 따라 적절한 조치를 취해야 함

6.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함(점검내용에 따라 수시 및 월1회 이상 점검 실시)

<표 6.2-1> 양수시설의 유지관리 점검 체크리스트

양수시설 점검사항	점검결과	조치계획
시설일반(월1회이상)		
• 양수장에 대한 전담관리자가 지정되어 정기적으로 점검이 이루어지고 있는가?		
• 양수장 진입로에 대한 안전성은 적절히 확보되었는가?(진입로, 주차장 등의 침하, 균열 여부)		
• 양수장은 주변의 배수로 넘침이나 비탈면 사면붕괴에 대해 적절히 보호되고 있는가?		
• 낙뢰방지 시설은 적절히 유지되고 있는가?		
• 양수장 외부로부터 빗물유입방지나 환기등이 적절히 관리되고 있는가?		
• 양수장 바닥은 부동침하가 발생하지 않았는가?		
• 시설외관은 항상 청결하게 유지되고 있는가?		
• 안전사고 예방시설(난간, 표지판 등)은 적절히 유지되고 있는가?		
시설가동시(수시)		
• 가동전 흡입수위가 적정한가?		
• 펌프는 규정 토출압력을 유지하고 누수 등이 발생하지 않는가?		
• 유량계는 정상적으로 작동하는가?		
• 소음, 진동은 적절한가?		
• 예비펌프는 정상적으로 작동하는가?		

제6장 유지관리계획

- 식재 후 약 1년간의 수위 관리는 식물생존에 가장 중요한 요소로 작용함. 초기 성장기간 동안 2~5㎝ 크기의 작은 식물의 최적 생존과 성장을 위해서는 기질이 침수되지 않고 단지 포화만 되어 있어야 하며 이후 한두 달 동안은 많은 물이나 농도가 낮은 수체를 유입시켜야 하고, 그 다음 6개월간은 계속 농도를 약간씩 증가시키고 유량도 증가시킴
- 봄철 성장 초기단계에서는 의도적 식물종의 유도, 잡초의 제어를 위해 수위조절이 필요함. 정상적인 운영상태의 수심은 처리하고자 하는 유입수의 특성에 따라 다르겠지만 하수를 처리하기 위한 수심은 10~20㎝, 저수지 수질개선을 위해 대규모 유량을 처리해야 할 경우 10~40㎝, 깊은 습지구간, 또는 연못의 경우 70~180㎝ 정도임. 적절한 수심의 유지는 식물생장에 매우 중요함. 작고 새로운 식물은 앞에서 뿌리로 산소를 공급해주는 통기조직이 잘 발달되어 있지 않아 수심이 깊으면 심각한 문제를 일으킬 수 있으며, 특히 산소가 부족한 물의 경우는 더 심해짐
- 따라서 운영단계에서 각 요소들의 수위는 필요시 검사하고 조절되어야 하며, 유량조절시설의 균열이나 누수를 육안으로 점검해야 함. 일상적인 검사는 유입 및 유출구조물에서 유량의 정상적인 흐름, 습지 각 부분의 수위, 제방의 세굴이나 파손 등 점검함
- 퇴적물은 처리수 및 식물사체, 조류 사멸 등 시스템의 내부적인 기원에 의해 발생가능하며 이에 대한 적절한 관리방안이 수립되어야 시스템의 안정성과 기능 저하 방지에 기여할 수 있음. 축적된 퇴적물의 경우 5~15년마다 제거되어야 하며 현장관찰자의 판단에 따라 퇴적물 제거를 통해 적정 수심을 확보하고 균형적인 공간분포를 유지해야 함
- 바닥잔재물(debris and litter)은 유출부의 폐쇄현상을 막기 위해 정기적으로 제거되어야 하며, 이를 통해 습지는 심미적으로 안정적으로 보일 수 있음
- 수위의 연중 변화는 처리효율 뿐 만 아니라 식물과 동물의 군집에 영향을 주므로 중요한 관리항목임. 항상 일정한 수위를 유지하기 보다는 식물의 성장주기에 맞추어 수위를 조절할 필요가 있으며 홍수기 또는 처리수량이 증가한 경우를 제외하고 설계 수위를 유지할 수 있도록 관리함

6.3.2 인공습지 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함 (월1회 이상 점검 실시)

<표 6.3-1> 인공습지의 유지관리 점검 체크리스트

조합형인공습지 점검사항	점검결과	조치계획
유량조절조		
• 양수시설로부터 계획유량이 유입되고 있는가?		
• 침전물이 재부유하여 월류하지 않는가?		
• 유량조절조내 이물질이나 녹조, 악취 등이 발생하고 있지 않은가?		
• 후단시설로 유출은 원활히 이루어지는가?		
얕은습지, 깊은 못		
• 습지측벽이나 바닥의 쇄굴, 포락이 발생하지 않았는가?		
• 습지 내외 식생(수생식물, 잔디 등)은 고르게 성장하고 있는가?		
• 습지 내 식생은 주기적으로 제거 및 적정 처리되고 있는가?		
• 처리수의 유입 및 습지 내 물흐름은 원활한가?		
• 월류부(체크댐)에 쓰레기, 협잡물, 식물잔재 등이 고여있지 않은가?		
• 월류부는 전면을 거쳐 고르게 월류되고 있는가?		
• 수위조절 장치는 적정 기능을 유지하고 있는가?		
지하흐름습지		
• 처리수의 유입 및 지하흐름습지 내 물흐름은 원활한가?		
• 지하흐름습지는 쇄굴, 포락 등으로부터 안전한가?		
기타		
• 최종배출부 주변으로 배출수로 인한 쇄굴, 포락 등이 발생하지 않는가?		
• 안전사고 예방시설(난간, 표지판 등)은 적절히 유지되고 있는가?		
• 각 구성요소별 처리효율은 주기적으로 파악하고 있는가?		
• 비상배출구는 막힘없이 상시가동상태를 유지하는가?		
• 민원유발사항이나 우려요소가 있는가?		

6.4 모니터링 계획

- 농업용수 수질관리를 위하여 매월1회 시설관리자에 의한 시설 점검과 연4회 수질측정망에 의한 저수지 수질조사 및 시설 준공 후 4년 시점부터는 별도의 효과검증을 위한 사후 모니터링을 실시할 계획임

<표 6.4-1> 수질개선시설 모니터링 계획

구분	시설점검	수질측정	사후모니터링
내용	인공습지, 침강지, 양수시설 운영상태 점검 식생성장 상태, 쓰레기 유입·막힘 등 점검 잡초제거 및 보식 등 실시	저수지에 대한 TOC, T-N, T-P, 중금속 등 19항목 조사	인공습지 유출입부, 침강지 유출입부 수질 및 퇴적물 조사를 통한 효율 점검 및 개선방안 도출
주기	월 1회 이상	연 4회 이상	준공 후 4년 시점부터

8.15 중간보고회 및 기술검토회 결과

8.15.1 중간보고회 회의결과

가. 신창, 증왕저수지 공통 검토의견

지구	검 토 의 견	비고
공통 (11건)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 분석방법에 문제가 있어 보이는데 COD와 TOC가 거의 같게 나와 분석 데이터 신뢰도에 문제가 있어 보임 2. 양배수 펌프의 기능을 고려하여 비교를 통한 선택이 필요해 보임 3. 인공습지 유지관리를 위한 접근도로가 필요함 4. 지자체 협의 등을 통한 상류대책 검토가 필요하며 생활계, 축산계 오염원이 차지하는 비중이 높아서 주민참여형 비점오염저감사업 등의 검토가 필요함 5. 수질 목표를 달성하기 위한 모델링 평가 시 기준치보다 여유롭게 효율 선정을 하였으면 함 6. 설치 시설별로 구분하여 시나리오를 추가하고 상류 보완대책에 대한 분석이 필요함 7. 물순환 장치 혹은 미세기포 장치를 설치하여 녹조나 어류·폐사 등에 대한 처리공정 검토가 필요함 8. 마름 제거 공법을 적용하여 퇴적오염원 및 수초제거의 필요성이 있음 9. 발생오염원 자료에서 현황 차이가 나타나는데 해당 이유 확인 필요함 10. 준공 후 유지관리 및 사후관리가 힘들어서 시설계획 시 지사 TM/TC와 연계하여 조작성이 가능하도록 계획하였으면 함 11. 현재 지사와의 협의가 미흡하여 위치 선정 등을 먼저 진행할 필요성이 있음 	

나. 중왕저수지 검토의견

지구	검 토 의 견	비고
중왕 (30건)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 분석방법에 문제가 있어 보이는데 COD와 TOC가 거의 같게 나와 분석 데이터 신뢰도에 문제가 있어 보임 2. 사업비나 공정에 대한 거론이 없어 속도를 조금 더 올려주시고 공사비 및 공정별 세부계획이 반영되었으면 함 3. 기본조사시 사업비를 세부조사에 사용할 수 있게 공정별 일위대거나 단가표 등이 필요함. 4. 시설계획에서 취입보는 양수시설로 하는 이유가 무엇이고, 자연유하 미선택의 이유가 기재되어야 함. 5. 지자체 협의 등을 통한 상류대책 검토가 필요하며 생활계, 축산계 오염원이 차지하는 비중이 높아서 주민참여형 비점오염저감사업 등의 검토가 필요함 6. 주민참여형을 진행하는 충북 전남 사례의 특이점을 찾고 참고할 필요성이 있음 7. 수질 목표를 달성하기 위한 모델링 평가 시 기준치보다 여유롭게 효율 선정을 하였으면 함 8. TOC, COD 수치가 이상적으로 나와서 시나리오 결과값에서 반영하여 나타났으면 함 9. 얇은 연못과 깊은 연못 등 연못 면적을 최대한 줄이고 습지를 늘려 효율성을 제고하였으면 함 10. 양·배수 펌프의 기능을 고려하여 비교를 통한 선택이 필요해 보임 11. 인공습지 유지관리를 위한 접근도로가 필요함 12. 기본계획에서 적용하는 시설이 실제 현장에서 공사가 가능한지 확인 13. 신기술 관련 공법이 적용될 경우 모델링 수행 시 반영하여야 함 14. 호내 염분농도로 의한 습지 가동 가능성 여부 확인 15. 차량용 도로가 없어 공사 시 재료 조달방안이 필요함, 토취장 조사가 필요함 16. 모델링 시 유입유량이 중요한데 내용적이 추가 되는건지? 17. 주민설명회나 환경영향평가시 상류지역 오염물질 저감을 위한 조사를 진행하였는가라는 내용이 나올텐데 내용이 들어갔으면 함 18. 마름이 있어야 준설할 가능성이 있는데 마름이 존재하는지 여부? 19. 2호 인공습지의 설치 용도에 대한 기재가 필요함 	

지구	검 토 의 견	비고
증왕 (30건)	20. 설치 시설별로 구분하여 시나리오를 추가하고 상류 보완대책에 대한 분석이 필요함 21. 오염원 별로 공통적으로 적용 가능한 대책이 필요함 22. 물순환 장치 혹은 미세기포 장치를 설치하여 녹조나 어류·폐사 등에 대한 처리공정 검토가 필요함 23. 마름 제거 공법을 적용하여 퇴적오염원 및 수초제거의 필요성이 있음 24. 양수시설은 지속적으로 사용하는 시설이 아니기 때문에 지곡양수장에서 양수를 진행할 시 용량을 고려하여 시설을 설치해 지속적으로 양수가 이루어지게 해야함 25. 증왕저수지 특성상 식생수로형 습지를 조성하게 되는데 지표+지하 흐름의 조합형 습지 검토가 필요함 26. 용수량이 부족한 증왕저수지 유역 조건상 장래수질예측 시나리오에 따른 저수용량 확보대책이 필요함 27. 시나리오별 위치 선정에 대한 문제가 있는지 확인이 필요함 28. 수초 및 마름제거 반영과 유지관리를 위한 배수문 전동화, TM/TC 연계 검토가 필요함 29. 발생오염원 자료에서 현황 차이가 나타나는데 해당 이유 확인 필요함 30. 염분농도 확인이 필요하며, 실측이 불가하다면 물환경정보시스템 EC를 확인하여 해당 내용이 기재 되어야 함	

8.15.2 기술검토회 회의결과

지구	검 토 의 견	조 치 계 획
중왕 지구 (22건)	1. 사업규모 및 위치에 대한 대안 검토가 필요함	- 반영하였음
	2. 침강지 위치 및 면적 고려 필요 : 유입하천 유속이 낮아져서 침강이 효율적으로 이루어질지 검토 필요	- 유입하천 내 적용시 홍수위, 강우시 재해문제 발생 등 현재 위치가 유리할 것으로 판단됨
	3. 인공습지 위치 및 규모 검토 필요 : 인공습지의 경우 저수지내 오염물질 제거에 초점을 맞추는게 필요하다고 판단	- 인공습지 끝단에 양수시설을 설치하여 호소수를 유입하여 정화 가능성도 록 설계하겠음
	4. 향후 저수지 유지관리를 위하여 지자체에서 협조가 필요한 사항에 대한 제시 필요	- 제시하겠음
	5. 시나리오 안별 사업비 산출 필요	- 반영하겠음
	6. 인공습지2의 타당성 제시 필요	- 인공습지 2는 제외하여 설계 진행하도록 변경됨
	7. 사업비 산출내역 구체화 필요	- 구체적인 사업비 제시하겠음
	8. 평시 및 강우 유출수처리에 대한 1, 2호 조합형 인공습지의 계획면적 대비 동일한 체류시간(12hr)에 비하여 2호 인공습지에 대한 일처리 유형이 상대적으로 적어보이는데 검토가 필요	- 인공습지 2는 제외하여 설계 진행하도록 변경됨
	9. 내부생산저감 식생(마름)에 대하여 제거방법과 시기 및 처리방법이 별도로 분류되어 있는지와 일률적인 제거(H=0.5m) 높이보다 수심을 고려하여 제거 높이를 조정 검토가 필요함	- 식생제거(마름) 제거 관련된 규정이 있어 규정에 맞게 검토하여 반영하도록 하겠음
	10. 수질예측결과 호내대책시 예측수질은 사업준공 후 장래 몇 년후에 대한 예측분석 수치이며, 목표수질(TOC, T-N, T-P)에 도달하기 위해서는 어떻게 관리해야 하는지 검토가 필요함	- 2031년에 대한 예측 및 공법 적용 이후 수치이며 침강지, 인공습지를 설치한 방안을 제시

지구	검 토 의 견	조 치 계 획
증왕지구 (22건)	11. 증왕저수지는 인공습지 2개소와 침강지 1개소로 되어 있고 상류에는 대다수가 가옥과 농지가 있으며, 진입로가 협소하고 차량교행이 어려우므로 시설물 점검로와 이에 대한 안전시설 설치 반영이 필요함.	- 안전시설물에 대한 설치를 반영하겠음
	12. 시설구역이 2개로 계획되어 있고 시설물 설치가 많아 수시로 확인이 필요할 경우 직원이 2구역을 확인하여야 하는 불편함이 우려되므로 인공습지 관리도로에 대한 접근성이 용이하도록 콘크리트 포장과 안전시설 반영 검토가 필요하며 양수 시설에 대해서는 유지관리를 CCTV 설치 및 가동을 위한 상주 인력이 필요없도록 침강지의 월류부에 자동수위센서 등을 설치하여 자동운전이 가능하도록 검토가 필요함	- 접근도로를 반영하였으며 CCTV 및 자동수위센서 설치하여 자동운전가능하도록 반영하겠음
	13. 물관리자동화(TM/TC) 연동체계 구축 가능여부검토가 필요하며, 집중 호우시 호내에 유입되는 하천수에 대하여 상류 농경지의 침수피해 예방을 위해 부댐 높이에 대한 침수분석 검토와 지속적인 퇴적토사에 대한 준설을 실시하여 저수량 확보 방안과 배수문 2개소 규모에 대한 단면검토와 전동화 반영이 필요함	- 부댐 높이는 매뉴얼 기준을 반영하였으며 물관리자동화 체계도 적용하겠음
	14. 침강지 1개소, 인공습지 2개소, 양수시설 2개소 등에 불법남시객, 어업행위를 막기 위한 차단시설 설치 검토 필요하고, 마름제거에 대한 폐기물 처리계획 필요	- 안전헬스 이외 시설을 지사, 본사 협의하겠음 - 폐기물처리기준에 의거한 처리계획 제시하겠음

지구	검 토 의 견	비 고
중왕 지구 (22건)	15. 펌프시설의 취수가능 저수율 검토	- 반영하겠음
	16. 수로형 인공습지 특징 상 누수방지를 위한 차수막 반영	- 누수방지 관하여 검토 및 협의진행하겠음
	17. 유량이 크므로 습지내 유속 검토필요(유속이 너무 빠르게 산정될 우려가 있음)	- 검토 후 습지 내 지별면적을 제시하겠음
	18. 지하흐름습지 통수능 검토 및 유량 균등 배분을 위한 정류벽 검토	- 통수단면 검토 및 산정 후 정류벽 적용을 검토하겠음
	19. 제방과 인접하여 습지가 설계되어 제방에 대한 안전성 검토 필요(지사와 충분한 협의 필요)	- 세부설계 후 검토하여 제시하겠음
	20. 습지와 제체 접합부 시공 가능성을 검토하여 반영할 것	- 세부설계 시 검토하여 제시하겠음
	21. 습지(1호) 위치를 수리학적으로 유리한 위치로 조정하여 검토	- 검토하여 조정하겠음
	22. 습지 외측사면에 대한 보호공이나 습지 시공에 따른 가시설 필요성 여부 검토	- 반영하겠음