

발간등록번호

11-1543000-002032-01

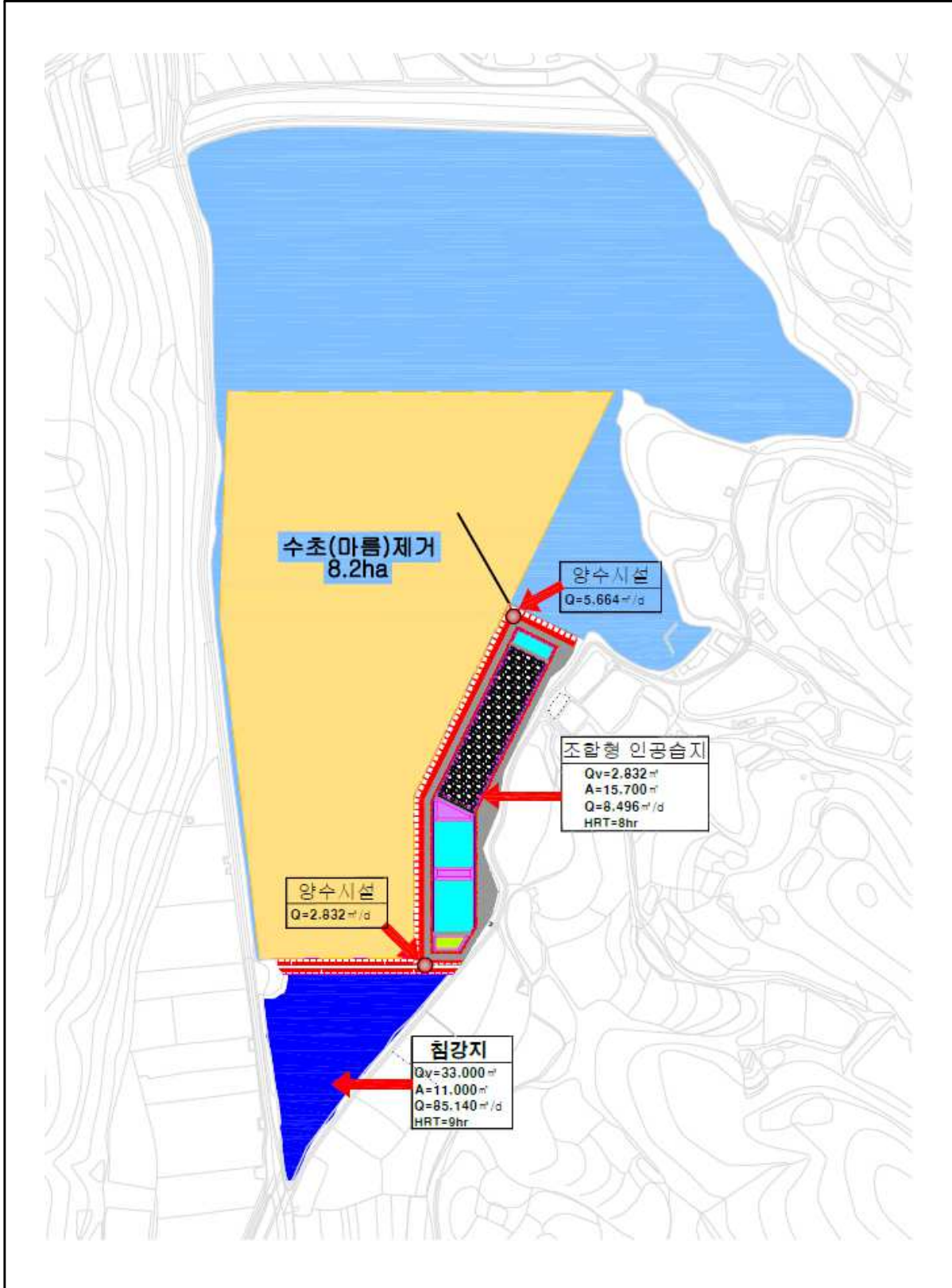
2017

유상지구 농업용수 수질개선사업

기본조사보고서



유상지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도



요 약 문

1. 사업명

- 유상지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

2. 사업 배경

- 기후변화 및 유역오염물질 유입 증가로 저수지 수질 악화
- 농업용수 수질오염에 따른 농산물 품질 경쟁력 저하 및 농업환경 악화
- 농산물우수관리인증제도(GAP) 시행을 위한 양질의 용수수요 증가
- 농어촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대

3. 사업 목적

- 수질기준을 초과한 농업용 호소의 수질을 개선하여 호소 생활환경기준 IV등급에 적합한 수질유지
- 양질의 농업용수 공급을 통해 안전한 농식품 생산으로 국민건강 보호
- 수질개선을 통한 건전하고 지속가능한 농업농촌환경 구축

4. 추진 방향

- 상류대책과 연계한 습지, 침강지 등 자연친화적이고 유지관리가 용이한 호내대책 추진
- 사업 효과를 높일 수 있도록 지구특성을 고려한 물리, 화학, 생물학적 방법을 적절히 반영
- 깨끗한 수환경을 조성을 통한 주민휴식공간을 제공하고 사업홍보효과를 제고할 수 있도록 주변환경과 조화되는 사업계획 수립

5. 조사내용

5.1 지구 현황 조사

- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회 환경 조사

5.2 오염원 조사

- 유역내 인구, 가축, 환경기초시설 방류수 등 점오염원 및 분포현황 조사
- 유역내 논, 밭, 임야 등 비점오염원 및 분포현황 조사

5.3 수질 조사

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

5.4 퇴적물 조사

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

5.5 지질 조사

- 수질정화시설 설치예정지 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 지층의 조밀도 및 연경도를 확인하여 세부설계에 필요한 지반 자료를 제공

5.6 생태 조사

- 저수지 및 주변지역의 동·식물 등에 대한 생태환경조사

5.7 매장문화재 지표조사

- 사업 시행이 문화재 보존환경에 미치는 영향 조사·분석 및 관련대책 수립

5.8 수리·수문 조사

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

5.9 토목조사 및 기본설계

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

5.10 기타

- 원활한 사업시행을 위한 관련기관 업무협의 및 자료 수집

6. 조사결과

6.1 유상저수지 현황

- 소재지 : 경상북도 북안면 유상리, 유하리 일원(1시 1면 2리)

지구명	조성 년도	유역 면적	만수 면적	수혜 면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당 연장	관리 주체
유상	1945년	559.0ha	21.9ha	126.4ha	919.5 천 ³ m ³ (919.5 천 ³ m ³)	15.0m	375.0m	한국농어촌공사 영천지사

- 유역은 영천시 북안면 2개리가 포함되며, 저수지 남측의 무명산에서 발원한 하천이 유입되는 지역으로서 농경지 및 자연부락을 형성하고 있으며 상류지역 이후 경사가 완만히 형성됨
- 주 유입수계는 무명천 수계로 이루어져 있음

6.2 수리·수문 조사

- 농어촌공사의 수문모형(DIROM)을 활용하여 유역 유출량 산정

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 ³ m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
				총 유입량	30mm/일 이하	30mm/일 초과
I	51.1	61.9	346.4	949.0	698.3	10,340.0
II	93.6	61.1	614.7	1,684.1	1,269.7	17,140.0
III	83.1	61.3	445.6	1,220.8	893.1	13,480.0
IV	94.3	58.4	648.6	1,777.0	1,382.8	16,580.0
V	95.9	58.4	675.3	1,850.1	1,446.9	17,020.0
VI	98.7	61.3	664.7	1,821.1	1,396.9	17,620.0
VII	13.4	61.1	91.8	251.5	162.5	3,300.0
VIII	6.8	66.4	48.4	132.6	86.4	1,700.0
저수지	21.9	-	-	-	-	-
계	559.0	-	3,535.5	9,686.2	7,336.6	97,180

6.3 오염원 및 배출부하량

- 전형적인 농촌지역으로 유역내 186명이 거주하고 있으며, 인구밀도 0.3인/ha로 조사됨
- 유역 내 북안유상마을하수도(시설용량 48.0m³/일)가 위치하고 있으며 부락일부지역에서 개인하수처리 후 수계로 방류함
- 유역내 사육되는 가축은 한우 27두(축사 2개소)이며, 개별 퇴비화 등으로 자체 처리되어 경작지에 살포되고 있음
- 저수지 수면적 21.9ha를 제외한 유역의 총 면적은 537.1ha이며, 토지이용 형태별로는 논 10.3%, 밭 6.3%, 임야 78.2%, 대지 2.2%, 기타 3.1%로 구성
- 산업계, 양식계, 매립계 등의 기타 오염원은 없는 것으로 조사되었음
- 유역 내 택지개발(도시개발, 산업·농공단지 조성, 도로 확포장 등) 및 수질개선관련 개발계획은 없는 것으로 조사됨
- 유역상류의 경작지 살포를 위해 도로변에 적재되어 있는 가축분뇨, 퇴비 및 화학비료의 강우에 의한 유출과 마을의 미처리 생활하수 유입 등이 저수지 수질오염을 가중시키고 있음



< 가축사육시설 및 농경지, 마을하수도 시설 >

- 유역전체에서 BOD 17.40kg/일, T-N 18.42kg/일, T-P 1.32kg/일의 오염부하량을 배출하고 있으며, BOD 기준으로 생활계가 1.0%, 축산계가 7.4%, 토지계가 91.6%를 차지하는 것으로 조사됨
- 주요오염원은 토지계이며 비점오염원(토지계)이 수질오염에 기여하므로 비점오염저감 위주의 대책 수립이 필요한 것으로 판단됨

구 분		배출부하량(kg/day)			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		17.40	18.42	1.32	-
생활계	인구	0.18	0.15	0.01	-
축산계	가축	1.28	0.50	0.05	
토지계	비점오염	15.93	17.77	1.26	주오염원

6.4 수질 조사 결과

- 유입하천 1개 지점(USS1)
 - BOD 2.8~3.5mg/L, 하천 생활환경기준 약간 좋음(II 등급)~보통(III 등급)
 - COD 7.4~11.7mg/L, 하천 생활환경기준 약간 나쁨(IV 등급)~매우 나쁨(VI 등급)
 - TOC 7.2~10.6mg/L, 하천 생활환경기준 나쁨(V 등급)~매우 나쁨(VI 등급)
 - T-P 0.041~0.261mg/L, 하천 생활환경기준 약간 좋음(II 등급)~약간 나쁨(IV 등급)
- 저수지
 - 저수지 내 상류, 중류, 하류 3지점 COD가 11.7~13.4mg/L로 호소 생활환경기준 매우 나쁨(VI 등급), TOC가 10.2~12.8mg/L로 호소 생활환경기준 매우 나쁨(VI 등급)에 해당함
 - T-N은 0.801~1.067mg/L로 호소 생활환경기준 약간 나쁨(IV 등급)~나쁨(V 등급), T-P는 0.045~0.062mg/L로 호소 생활환경기준 보통(III 등급)~약간 나쁨(IV 등급)에 해당함
 - '12년~'16년 농업용수 수질측정망 수질변화 추이 검토 결과, 5개년간 유상저수지의 평균 COD는 11.2mg/L, TOC 7.2mg/L, T-N 1.236mg/L, T-P 0.073mg/L로 T-P를 제외한 모든 항목에서 농업용수 수질관리기준인 IV 등급을 지속적으로 초과하고 있음
 - 유상저수지 '12~'16년 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

년 도	'12	'13	'14	'15	'16	평균	수질등급
COD(mg/L)	10.3	11.4	11.0	10.0	13.2	11.2	TOC V 등급 (나쁨)
TOC(mg/L)	7.6	7.3	6.9	6.6	7.4	7.2	
T-N(mg/L)	1.419	0.989	1.001	1.432	1.340	1.236	
T-P(mg/L)	0.076	0.065	0.075	0.080	0.067	0.073	

※ 농업용 호소 관리기준(IV등급) : TOC 6.0mg/L, T-N 1.0mg/L, T-P 0.1mg/L 이하

6.5 퇴적물 조사 결과

- 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준은 유기물 및 영양염류가 IV등급 이내, 금속류가 I~II등급으로 양호한 수준이며, 호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준은 약간 나뉘므로 조사됨.
- 저수지내 3지점 평균 유기물은 9.5%, 완전연소가능량(강열감량) 10.1%, T-N 4,776 mg/kg, T-P 1,201mg/kg로 나타나 양호한 수준임
- 카드뮴, 구리, 비소, 수은 등 토양오염우려기준 21개 항목은 토양오염우려기준 이내 (지역구분 : 2지역)로 조사됨

지 점 명	평 균	저수지 하류 (유상1)	저수지 중류 (유상2)	저수지 상류 (유상3)
유기물(%)	9.5	9.9	8.1	10.6
총질소(mg/kg)	4,776	5,364	4,203	4,760
총인(mg/kg)	1,201	1,656	885	1,063
완전연소가능량(%)	10.1	10.8	9.9	9.7

6.6 지질조사 결과

- 시추조사 결과 유상저수지의 지층은 토사층, 연암층 순으로 분포함. 토사층은 0.0~9.3m 구간에 표토층, 매립층, 퇴적층, 풍화대층으로 구성되었고 실트질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트가 분포하고 있으며, 그 하부의 시추기저인 연암은 2.2m 이상의 층후를 확인함
- 표준관입시험(7회) 결과 토사층의 실측 N치가 3/30~28/30(회/cm)로 매우느슨~보통 조밀한 상대밀도를 보이며, 풍화대는 50/20~50/12(회/cm)로 고결한 연경도를 보임
- 조사지점의 지하수위는 GL(-)5.8m ~ 심도이하로 조사됨

6.7 생태환경 조사 결과

- 계획지구 내 인공습지와 침강지 설치 위치에 대한 식생보전등급 사정결과 전체가 V 등급 100.0%로 사정됨
- 현지조사결과, 본 조사지역에서 확인된 법정보호종은 샅, 새호리기, 황조롱이 총 3종이 조사되었음
- 문헌을 검토한 결과, 법정보호종은 원앙, 벌매, 참매, 붉은배새매, 황조롱이, 긴꼬리딱

새, 얼룩새코미꾸리 총 7종이 조사되었음

- 생태자연도 등급평가에서 계획지구는 전체가 생태·자연도 3등급 권역에 해당하는 것으로 확인되었으며, 1등급 및 별도관리지역은 분포하지 않는 것으로 확인됨

7. 대책수립

7.1 기본방향

- 환경친화적이고 주변 지형조건을 최대한 활용한 수질개선공법의 적용
- 시설의 안정적 운영 및 유지관리가 용이한 공법 적용

7.2 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급
 - TOC 6.0mg/L 이하, T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.1mg/L 이하
- 목표수질 달성년도 : 준공 후 5년(2027년 예상)
 - ※ 목표수질 달성년도는 정화식물과 미생물이 활착하여 안정상태를 보이는 기간을 고려하여 설정

7.3 장래오염원 전망

- 장래 오염원 전망

구 분	'16년말기준	'27년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과	
인 구 (명)	186	186	자연증감(수학적방법)+개발인구(관련계획) : (감소추세) 현 수준 유지	
축 산 (두)	한우 27	한우 27	관련계획 없음(현 수준 유지)	
산업폐수 (m ³ /일)	-	-		
토지 이용 (ha)	밭	33.8		33.8
	논	55.2		55.2
	임야	419.8		419.8
	대지	11.8		11.8
	기타	16.5		16.5
합계	537.1	537.1		
마을하수도 방류량(m ³ /일)	40.1	40.1		

※ 토지이용에서 유상저수지 수면적 21.9ha 제외

※ 장래 오염원 전망 예측방법 : 수계오염총량관리기술지침, 2014, 국립환경과학원

◦ 장래 2027년 소유역별 오염물질 배출부하량

- 소유역Ⅱ,Ⅲ은 축산계와 토지계가 집중적으로 분포하고 있어 8개의 소유역중에서 배출부하량이 가장 크며, 다음으로 소유역Ⅳ, 소유역Ⅵ으로 조사됨
- 소유역Ⅰ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅵ가 유역전체의 85.5%(BOD기준)로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역Ⅱ>소유역Ⅲ>소유역Ⅵ>소유역Ⅰ>소유역Ⅳ>소유역Ⅴ > 소유역Ⅶ> 소유역Ⅷ으로 나타났음

[단위: kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
총 계	BOD	17.40	0.18	1.28	15.93
	T-N	18.42	0.15	0.50	17.77
	T-P	1.32	0.01	0.05	1.26
소유역Ⅰ	BOD	1.08	0.01	0.00	1.07
	T-N	1.66	0.00284	0.00	1.66
	T-P	0.11	0.00	0.00	0.11
소유역Ⅱ	BOD	6.13	0.09	1.28	4.76
	T-N	4.36	0.11	0.50	3.74
	T-P	0.34	0.01	0.05	0.28
소유역Ⅲ	BOD	5.04	0.06	0.00	4.98
	T-N	4.04	0.02	0.00	4.02
	T-P	0.32	0.00	0.00	0.32
소유역Ⅳ	BOD	0.98	0.00	0.00	0.98
	T-N	2.12	0.00	0.00	2.12
	T-P	0.14	0.00	0.00	0.14
소유역Ⅴ	BOD	0.90	0.00	0.00	0.90
	T-N	2.08	0.00	0.00	2.08
	T-P	0.13	0.00	0.00	0.13
소유역Ⅵ	BOD	2.72	0.02	0.00	2.70
	T-N	3.30	0.01	0.00	3.29
	T-P	0.22	0.00	0.00	0.22
소유역Ⅶ	BOD	0.37	0.00	0.00	0.37
	T-N	0.63	0.00	0.00	0.63
	T-P	0.04	0.00	0.00	0.04
소유역Ⅷ	BOD	0.17	0.00	0.00	0.17
	T-N	0.23	0.00	0.00	0.23
	T-P	0.02	0.00	0.00	0.02

7.4 수질개선대책 내용

구분	대상	시설	내용	비고
상류 대책	축산계	가축분뇨 관리	<ul style="list-style-type: none"> 가축분뇨처리 감독 강화 필요 	지자체 이행
호유입부 및 호내 대책	유입수 처리	침강지	<ul style="list-style-type: none"> 침강지 조성 <ul style="list-style-type: none"> 소유역 2,3,4,5,6,7 수면적 11,000㎡, 체류시간 9hr 유형 : 블록형(150m) 	농어촌 공사
	호내수 처리	조합형 인공습지	<ul style="list-style-type: none"> 조합형인공습지(일처리유량 8,496㎥/d(양수, 호내 5,664 + 침강지내 2,832)) <ul style="list-style-type: none"> 위치 : 호 측면부 침강지 후단 면적 15,700㎡ 체류시간 : 8hr 응집침전장치 : ALUM 20g/㎥ 주입(유량조절조내) 	
	내부생산 저감	수생 식물제거	<ul style="list-style-type: none"> 마름제거 82,000㎡ 	

◦ 상류 및 호내대책이 모두 완료시 TOC, T-N, T-P는 IV등급을 만족할 것으로 예측됨

[단위: mg/L]

구분	5개년 평균	예측수질		목표수질
		'27년 장래 (무대책시)	호내대책시	
TOC	7.2	6.9	5.9	6.0이하
T-N	1.236	1.405	0.942	1.0이하
T-P	0.073	0.079	0.061	0.1이하

※ 5개년 평균수질('12~'16)은 농업용수 수질측정망 조사결과임

8. 사업효과

8.1 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '27년 장래 TOC 6.9mg/L → 장래 TOC 5.9mg/L, 14.4% 개선
 - '27년 장래 T-N 1.405mg/L → 장래 T-N 0.942mg/L, 33.0% 개선
 - '27년 장래 T-P 0.079mg/L → 장래 T-P 0.061mg/L, 22.2% 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

- 우수농산물 인증 등 친환경 안전농산물 생산기반 조성 및 친환경수변 활용을 위한 지자체의 수질개선 요구가 지속적으로 있었으며, 지역주민의 호응도 높음
- 자연생태환경 조사결과 사업시행에 불리한 요소는 없음
- 마을하수도 시설이 운영중에 있으며 가축 사육두수도 매우 적어 본 사업 시행시 사업목표 달성에 유리한 여건이 조성되어 있음

- 목 차 -

제1장 사업 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 기대 효과	6
제2장 시설 및 유역개황	7
2.1 시설현황	9
2.1.1 유상저수지 개요	9
2.2 수질현황	11
2.3 수계 및 하천현황	12
2.4 유역 개황	14
2.4.1 자연환경	14
2.4.2 인문·사회 현황	27
2.4.3 환경기초시설	29
2.4.4 농·축산업현황	33
2.4.5 주변 개발계획	36
제3장 오염원 및 환경질 현황	39
3.1 오염원 및 오염부하량	39

3.1.1	유역내 오염원 현황	39
3.1.2	오염부하량 산정	44
3.2	수질환경	52
3.2.1	조사지점, 내용 및 분석방법	52
3.2.2	유입하천의 수질 및 유량 조사	54
3.2.3	유상저시주 수질현황	65
3.3	퇴적물 환경	67
3.3.1	조사내용	67
3.3.2	분석방법	69
3.4	지질 환경	74
3.4.1	조사개요	74
3.4.2	조사결과	76
3.5	생태 환경	77
3.5.1	조사항목	77
3.5.2	조사범위	77
3.5.3	조사결과	79
제4장	대책 수립	99
4.1	대책수립 절차	99
4.2	목표수질 및 목표연도 설정	100
4.3	수질모형 선정 및 재현성 검토	101
4.3.1	유역모델 구축 및 보정	101
4.3.2	호소 수질 모델 구축 및 보정	107
4.4	장래 수질예측	113

4.4.1	장래오염원 및 오염부하량 전망	113
4.4.2	장래수질예측	119
4.5	대책수립	120
4.5.1	호소수질 개선공법 종류 및 선정	120
4.5.2	시나리오 구성 및 수질예측	126
제5장	시설계획	133
5.1	유상지구 수질개선시설 종합계획	133
5.2	인공습지 조성계획	135
5.2.1	시설의 일반사항	135
5.2.2	인공습지 설계인자	142
5.2.3	조합형인공습지 조성계획	149
5.2.4	수생식물 선정 및 식재계획	154
5.2.5	사면보호	157
5.2.6	습지 조성 시 유의사항	158
5.3	침강지 및 부담 조성계획	159
5.3.1	침강지의 정의 및 특징	159
5.3.2	침강지 설계인자	161
5.3.3	침강지 조성계획	162
5.3.4	침강지 내 준설계획	165
5.3.5	저수지 내용적 검토	166
5.4	양수시설 조성계획	167
5.4.1	양수시설 도입 개요	167
5.4.2	양수시설 위치 선정	167

5.4.3 양수용량 및 형식 선정	169
5.5 수초제거 및 처리계획	172
5.5.1 수초 제거 개요	172
5.5.2 수초제거계획	173
5.6 기타 수질개선장치(응집침전장치)	175
5.6.1 개요	175
5.6.2 설치계획	176
제6장 유지관리계획	181
6.1 침강지(부담)	181
6.1.1 침강지 유지관리 일반	181
6.1.2 침강지 유지관리 체크리스트	182
6.2 양수시설	183
6.2.1 양수시설 유지관리 일반	183
6.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트	184
6.3 인공습지	185
6.3.1 조합형인공습지 유지관리 일반	185
6.3.2 조합형인공습지 유지관리 체크리스트	187
6.4 모니터링 계획	188
제7장 사업시행 여건	191
7.1 자연환경 여건	191
7.2 매장문화재 현황 및 현황	191
7.3 주변 개발 및 오염삭감 계획	192
7.4 조사자 종합의견	192

제8장 사업비	195
8.1 사업비	195
8.1.1 사업비 수지예산서	195
8.2 공사비 산출내역	196
8.2.1 공사비 산출내역	196
8.3 관리비 및 기타 산출내역	198
8.3.1 관리비 및 기타 산출내역	198
8.4 공정계획	200
8.4.1 공정계획표	200
8.4.2 연차별 투자계획	200
부록	201
부록1. 참여기술자 명단	203
부록2. 환경기준(수질, 토양, 퇴적물)	204
부록3. 시험성적표(수질, 퇴적물, 토질, 지질)	210
부록4. 현황측량 기준점 성과표	245
부록5. 유역도 및 면적표	246
부록6. 연도별 월별 강우량	247
부록7. 유역별 유출량 산정결과	248
부록8. 저수지 내용적	249
부록9. 수질예측모형 입력자료	250
부록10. 시설별 기본계획도	287
부록11. 시설별 편입용지도 및 조서	296
부록12. 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과	300
부록13. 중간검토회 및 기술검토회 결과	309

제 1 장

사업 개요

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

제1장 사업 개요

1.1 사업명

- 유상지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

1.2 배경 및 필요성

- 유상지구는 1945년에 조성된 이후 유역상류에 위치한 마을하수도 처리수의 지속적 인 유입과 축산농가에서 발생한 가축분뇨의 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료, 도로 비점오염물질 등이 강우시에 유입되면서 호소 수질환경이 악화되고 있는 실정임
- 유상지구는 최근 5년간 연평균 수질이 TOC 7.2mg/L, T-N 1.236mg/L, T-P 0.072mg /L로 호소수질 IV등급을 초과함에 따라 농어촌정비법 제21조(농어촌용수 오염방지와 수질개선 등), 농업용호소 수질관리지침 제8조(수질개선대책수립 등) 및 중장기수질개 선대책('16.12)에 따라 수질개선대상지로 선정됨
- 농촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대, 친환경농산물 시장 확대 정책에 부응하기 위해 수질개선대책이 필요함

1.3 목적

- 유상저수지 수질을 개선하여 농업용수 수질관리기준(호소수질 IV등급)에 적합한 수 질을 유지하기 위한 대책 수립
- 양질의 농업용수를 농경지에 공급하여 안전한 농식품 생산기반 제공
- 환경 친화적인 수질개선사업을 통한 유상저수지 자연환경을 보전하고 건전한 호소생 태계를 유지하여 지속가능한 농업농촌환경 구축과 쾌적한 수변공간 제공
- 유상저수지 수질개선사업 세부설계에 활용

1.4 사업 범위

1.4.1 공간적 범위

◦ 위 치

- 유상지구 : 경상북도 영천시 북안면 유상리 일원(유상저수지)

<표 1.1-1> 사업지구 개요

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당연장	관리주체
유상	1945년	559.0ha	21.9ha	126.4ha	919.5천 m ³ (919.5천 m ³)	15.0m	375.0m	한국농어촌공사 (영천지사)



(그림 1.1-1) 유상저수지 위치도

1.4.2 내용적 범위

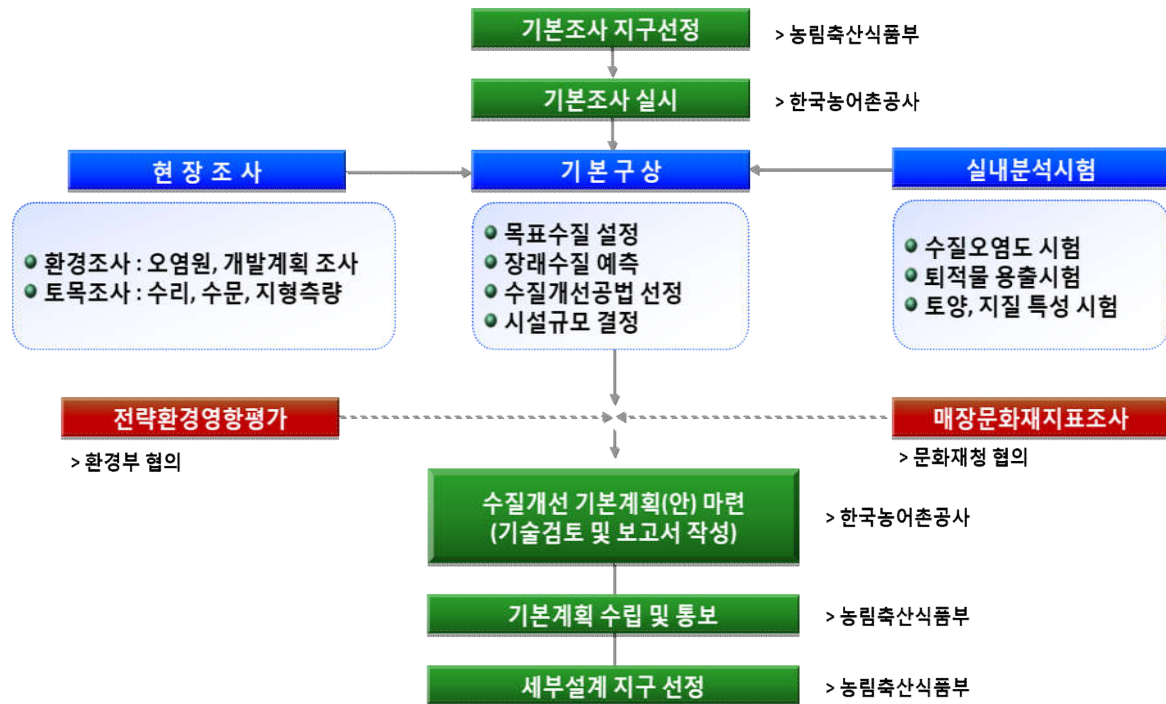
- 사업지구 주변의 자연 환경 및 인문·사회 환경조사
- 유상저수지의 수질개선대책 수립을 위한 수질, 퇴적물, 동·식물상, 수리·수문, 오염원 등 수환경 및 유역환경 조사
- 유상저수지 유역내 현재 오염원 및 장래 오염원 변화에 따른 오염부하량 산정
- 유상저수지 목표수질 달성을 위한 상류 및 저수지 내 개선대책 마련, 수질개선대안별 수질 예측
- 유상저수지 수질개선을 위한 최적(안) 선정 및 기본계획(안) 수립

1.5 사업 수행 방법

1.5.1 기본방향

- 사업은 크게 현장조사와 실내분석으로 구분되며, 현장조사는 과거조사자료 등 이용 가능한 자료를 최대한 활용
- 현장조사는 주요 유입하천과 유상저수지의 수질변화 특성을 파악할 수 있도록 지점·시기별 조사를 실시
- 저수지별 내부 생산 정도를 파악하기 위하여 퇴적물 조사 및 저수지 주변에 서식하는 동·식물 등 환경 파악
- 현장조사 결과를 바탕으로 유상저수지의 오염상태를 진단
- 수질예측 모형을 이용하여 장래 오염원 변화에 따른 수질변화를 예측하고 목표 수질을 달성할 수 있는 최적의 수질개선대안을 선정
 - 지자체 등에서 운영·추진 중인 상류 대책을 먼저 검토하여 본 기본조사에서 반영
 - 호내 대책은 사업효과가 높고 안정성과 유지관리가 용이한 대책을 선정하여 목표 수질을 만족할 때까지 검토
- 선정된 수질개선방안을 바탕으로 토목 현장조사, 관계기관 의견수렴 결과를 반영하여 기본계획(안) 수립

1.5.2 기본계획 수립 과정



1.6 기대 효과

- 양질의 농업용수 공급을 통한 우수농산물생산으로 농가소득 향상 및 안전한 농산물 생산과 국민건강 보호
- 건전하고 지속가능한 수질 및 생태환경 조성
- 깨끗하고 쾌적한 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보전에 대한 국민 홍보 및 교육·연구 공간 제공

제 2 장

시설 및 구역개황

2.1 시설 현황

2.2 수질 현황

2.3 수계 및 하천현황

2.4 구역 개황

제2장 시설 및 유역개황

2.1 시설현황

2.1.1 유상저수지 개요

- 유상저수지는 1945년에 조성된 저수지로 경상북도 남부지역의 영천시 북안면 유상리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 559.0 ha, 만수면적 21.9ha, 수해면적 126.4 ha로 한국농어촌공사 영천지사에서 관리하고 있음
- 유역은 영천시 북안면 유상리 전체와 유하리 일부로 1도 1시 1읍 2리에 해당되며 해발 87~415m로 남측은 임야이고 북동측이 구릉지 및 평야지로 농경지 비율이 높은 농촌지역임
- 상류에는 유상1리, 2리의 농촌마을 부락이 흩어져 있으며, 축사(우사 2개소)와 마을 하수도시설 1개소(유상마을하수도)가 위치하고 있음

<표 2.1-1> 유상저수지 시설규모

유역면적 (ha)	만수면적 (ha)	수해면적1) (ha)	유효저수량 (천 m ³)	총저수량 (천 m ³)	제당(m)		
					연장	높이	구조
559.0	21.9	126.4	919.5	919.5	375	15.0	필댐 (존형)

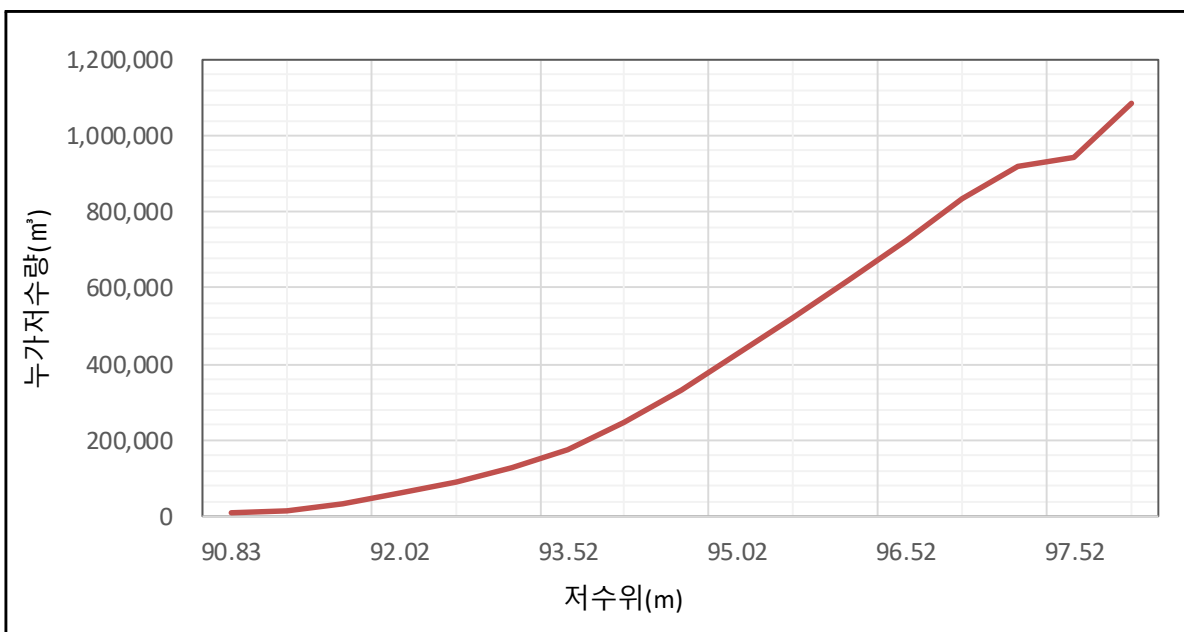
주) 1. 수해면적은 관개면적임

자료 : 유상지구 농업생산기반시설 관리대장, 2016, 한국농어촌공사

<표 2.1-2> 유상저수지 표고별 수면적 및 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	90.83	0.00	23,598	18,513	5,739	9,100	0.00	사수위
2	91.02	0.19	33,873	28,736	5,460	14,560	0.60	
3	91.52	0.50	45,290	39,582	19,791	34,351	2.77	
4	92.02	0.50	58,745	52,018	26,009	60,360	5.63	
5	92.52	0.50	67,777	63,261	31,631	91,991	9.10	
6	93.02	0.50	80,929	74,353	37,177	129,168	13.19	
7	93.52	0.50	112,382	96,656	48,328	177,496	18.50	
8	94.02	0.50	165,328	138,855	69,428	246,924	26.12	
9	94.52	0.50	178,670	171,999	86,000	332,924	35.57	
10	95.02	0.50	189,682	184,176	92,088	425,012	45.68	
11	95.52	0.50	197,727	193,705	96,853	521,865	56.32	
12	96.02	0.50	204,672	201,200	100,600	622,465	67.37	
13	96.52	0.50	210,292	207,482	103,741	726,206	78.77	
14	97.02	0.50	215,209	212,751	106,376	832,582	90.45	
15	97.42	0.40	219,372	217,291	86,916	919,498	100.00	만수위
16	97.52	0.10	228,411	223,892	22,389	941,887	102.46	
17	98.14	0.62	237,821	233,116	144,532	1,086,419	118.33	홍수위

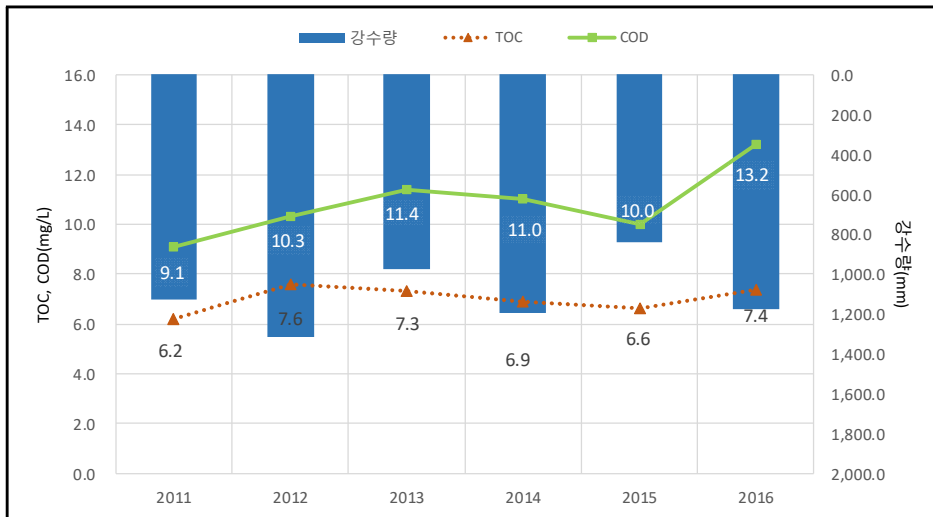
주) RIMS 여수로 표고 EL.98.80m→금회 측량 EL.97.42m값으로 보정



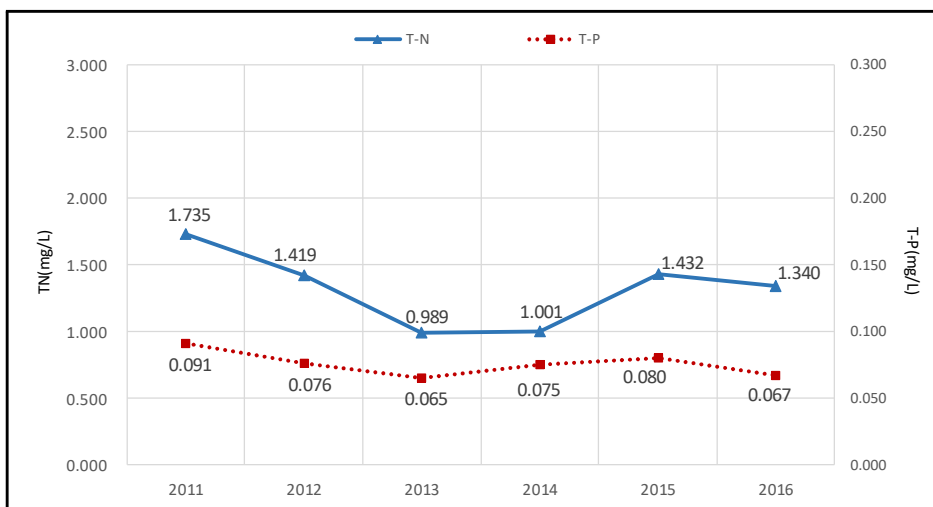
(그림 2.1-1) 유상지구 내용적 곡선

2.2 수질현황

- 유상저수지의 연도별 수질변화를 살펴보기 위해 2011년부터 환경부 물환경정보시스템의 “농업용수 측정망조사” 자료를 연도별로 도시하여 전체적인 수질변화 경향을 파악함
- TOC는 2012년 최대 7.6mg/L 이후 소폭 등락을 반복하고 있으며, 5년 평균(‘12~‘16) 7.2mg/L로 호소수질 V등급(나쁨)을 나타냄
- T-N은 2015년 최대 1.432mg/L로서 등락을 반복하고 있으며, 5년 평균(‘12~‘16) 1.236 mg/L로 호소수질 V등급(나쁨)을 나타냄
- T-P는 2015년 최대 0.080mg/L으로 소폭 등락을 반복하고 있으며, 5년 평균(‘12~‘16) 0.073mg/L로 호소수질 IV등급(약간 나쁨)을 나타냄



(그림 2.2-1) 유상저수지 강수량 및 COD, TOC 연도별 변화추이



(그림 2.2-2) 유상저수지 T-N 및 T-P 연도별 변화추이

2.3 수계 및 하천현황

- 유상저수지로 유입되는 지방하천은 없으며 유역의 남측에서 발원한 무명천이 유상2리 지역을 관류하여 인근의 무명천과 서측에서 합류 후 유상1리 자연부락을 거쳐 유상저수지의 남측부로 유입됨
- 유입 하천은 평상시 미미한 유량이 저수지내로 유입되며, 인근 농수로에서 유입되는 수량이 함께 저수지로 유입되고 있음
- 유상저수지의 하천 수계는 무명천→유상저수지→무명천 하류→북안천으로 구분할 수 있고 유상저수지에서 방류된 수계는 무명천 하류→북안천→금호강→낙동강→남해로 유하하는 것으로 조사됨

<표 2.3-1> 유상저수지 유역내 수계 현황

하천명	유수의 계통(수계)					하천의 구간		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)	비 고
	본 류	제1지 류	제2지 류	제3지 류	제4지류	기 점	종 점				
북안천	북안천	-	-	-	-	북안면 상 리	금호강 (국가) 합류점	15.9	22.4	94.1	-

자료 : 하천일람, 2014, 국토해양부



(그림 2.3-1) 유상저수지 수계 현황

2.4 유역 개황

2.4.1 자연환경

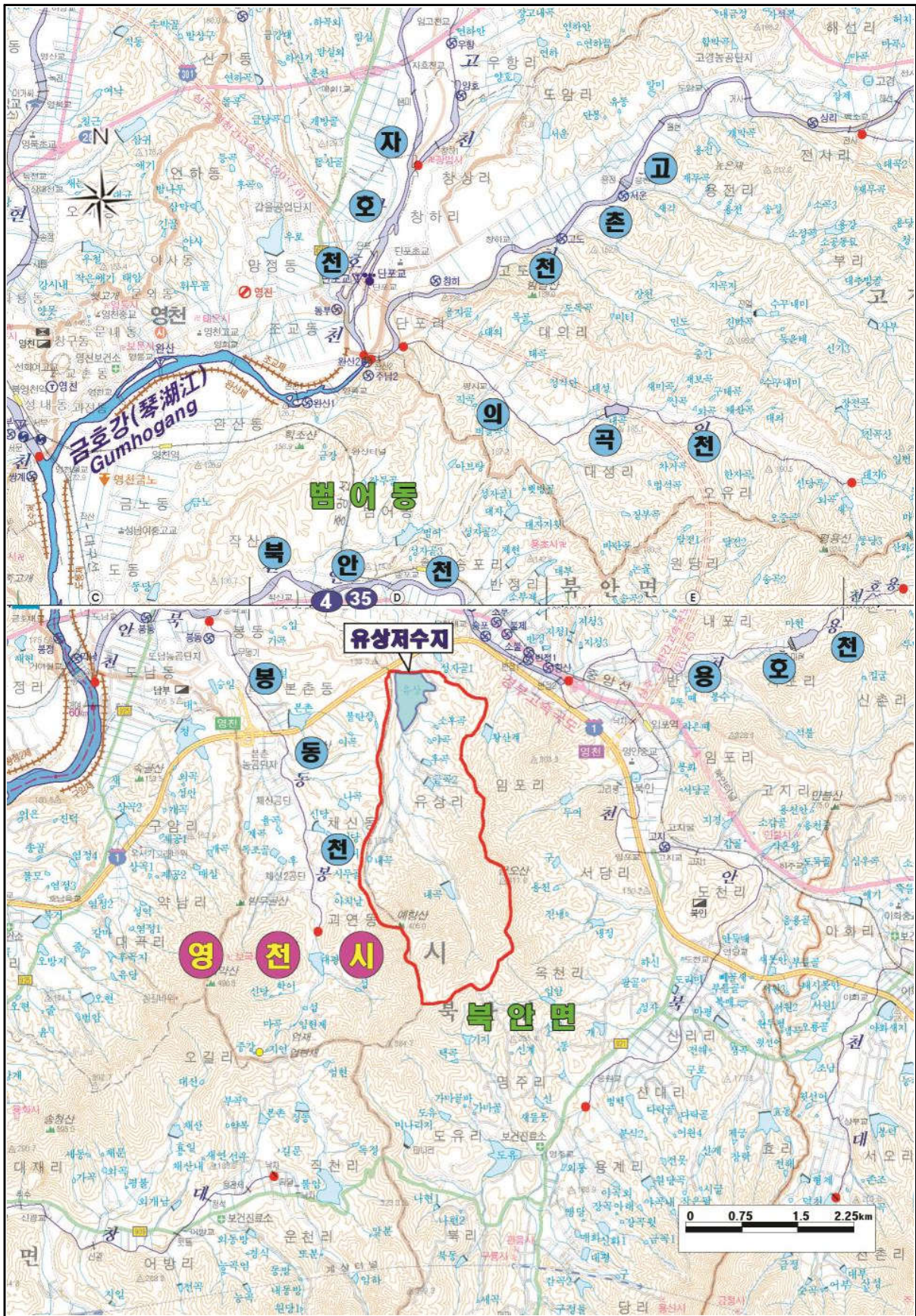
가. 일반현황

- 영천시는 총 면적 919.31㎢로 경상북도의 4.8%를 차지하고 있으며, 이 중 임야 68%, 경지 18%, 기타 14%로 구성되어 있음
- 중앙선과 대구선 철도가 동서로 뻗어 있고 경부고속도로, 국도, 지방도 등이 통과하고 있는 교통요충지이며, 태백산맥의 지류인 보현산과 서쪽으로 팔공산, 동쪽으로 운주산이 둘러싸고 있음
- 남천(자호천, 고경천)과 북천(신녕천, 고현천)이 합류하여 금호강 상류를 형성하고 있음

<표 2.4-1> 영천시 경·위도상 위치

시청 소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지 점	극 점	
영천시 시청로 16	동단	임고면 수성리 산96-1	동경 129° 08' 42" 북위 36° 03' 08"	동서간 40.75km
	서단	신녕면 치산리 산141-5	동경 128° 41' 41" 북위 36° 00' 48"	
	남단	대창면 용호리 산13	동경 128° 56' 57" 북위 35° 50' 03"	남북간 38.64km
	북단	화북면 하송리 산56	동경 128° 55' 08" 북위 36° 10' 54"	

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시



(그림 2.4-1) 유상저수지 위치도

나. 토지이용현황

(1) 지목별 토지이용현황

- 영천시의 지목별 토지이용현황 조사결과, 전체면적 919,315천㎡ 중 임야가 626,373천㎡(68.1%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 답 93,471천㎡(10.2%), 전 54,636천㎡(5.9%) 등의 순으로 조사됨
- 유상지구가 위치하는 영천시 북안면의 지목별 토지이용현황 조사결과, 전체면적 71,176천㎡ 중 임야가 48,086천㎡(67.6%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 답 8,954천㎡(12.6%), 전 4,022천㎡(5.7%) 등의 순으로 조사됨

<표 2.4-2> 지목별 토지이용현황

(단위:천㎡, %)

구 분		계	임야	답	전
영천시	면적	919,315	626,373	93,471	54,636
	구성비	100.0	68.1	10.2	5.9
북안면	면적	71,176	48,086	8,954	4,022
	구성비	100.0	67.6	12.6	5.7
구 분		도로	하천	유지	기타 ¹⁾
영천시	면적	25,249	21,787	19,138	78,662
	구성비	2.7	2.4	2.1	8.6
북안면	면적	2,035	942	1,373	5,764
	구성비	2.9	1.3	1.9	8.1

주) 1. 기타 : 과수원, 구거, 대지, 공장용지, 잡종지, 묘지, 체육용지, 목장용지, 제방, 철도용지, 학교용지, 창고용지, 종교용지, 공원, 수도용지, 주차장, 주유소용지, 양어장, 사적지, 유원지

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

(2) 용도지역별 토지이용현황

- 영천시의 용도지역별 토지이용현황 조사결과, 도시지역 57.1km², 비도시지역 862.8km²로 총 919.9km²가 용도지역으로 지정되어 있는 것으로 조사되었으며, 비도시지역의 농림지역 558.4km²(60.7%), 계획관리지역 137.4km²(14.9%), 보전관리지역 96.8km²(10.5%) 순으로 넓은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.4-3> 용도지역별 토지이용현황

(단위:km², %)

구 분	합계	도시지역					비도시지역				
		주거	상업	공업	녹지	미지정	계획관리	생산관리	보전관리	농림	자연환경보전
면적	919.9	8.9	0.9	7.9	39.4	-	137.4	6.9	96.8	558.4	63.3
구성비	100.0	0.9	0.1	0.9	4.3	-	14.9	0.8	10.5	60.7	6.9

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

다. 환경관련 지구·지역 지정현황

(1) 생태·경관보전지역 지정현황

- 영천시에는 환경부, 시·도지사 지정 생태·경관보전지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 조사됨(생태·경관보전지역 지정 현황(2015.12, 환경부))

(2) 백두대간보호지역 지정현황

- 영천시에는 백두대간보호지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 조사됨(백두대간보호 지역 지정현황(2007, 환경부))

(3) 상수원보호구역

- 영천시에는 영천댐, 왕산지 상수원보호구역 총2개소가 위치하고 있는 것으로 조사됨(상수원보호구역 지정현황(2014년말 기준, 환경부))

<표 2.4-4> 상수원보호구역 현황

시 군	보호구역명	보호구역 (개소)	지정면적 (천㎡)	지정거리 (m)	지정폭 (m)	취수장명
영천시	영천댐	1	28,179	7,400	3,700	영천
	왕산지	1	7,233	4,500	1,600	신녕

자료 : 상수원보호구역 지정 현황, 2015, 환경부

(4) 습지보호지역

- 영천시에는 습지보호지역으로 지정된 곳은 없는 곳으로 조사됨(습지보호지역 지정 및 람사르습지 등록 현황(2016.6, 환경부))

(5) 야생생물 보호구역 지정현황

- 영천시에는 5개소의 야생생물 보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 2.4-5> 야생생물 보호구역 지정현황

시 군	명칭(소재지)	지정면적 (km ²)	지정연도
영천시	경북 영천 대창면(경상북도 영천시 대창면 직천리 산 107-3, 산 107-4)	0.02	2007
	경북 영천 오미동(경상북도 영천시 오미동 산 121-1)	0.05	2008

<표 2.4-5> 계 속

시 군	명칭(소재지)	지정면적 (km ²)	지정연도
영천시	경북 영천 자양면(경상북도 영천시 자양면 성곡리 산 78)	0.05	2008
	경북 영천 청통면(경상북도 영천시 청통면 치일리 산 25-1)	0.05	2008
	경북 영천 화북면(경상북도 영천시 화북면 오산리 산 88-1)	0.01	2008

자료 : 야생생물 보호구역 지정현황, 2016. 6월말 기준, 환경부

(6) 자연공원 지정현황

- 영천시에는 팔공산도립공원이 지정되어 있는 것으로 조사됨(자연공원 현황(2017, 환경부))

<표 2.4-2> 도립공원 지정 현황

공 원 명	위 치(시·군별)	면 적(km ²)	지정일
팔 공 산	대구, 경북 칠곡, 군위, 경산, 영천	125.668	1980.05.13

자료 : 자연공원 지정현황, 2017. 1월 기준, 환경부

(7) 배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황

- 영천시의 수질오염물질 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 현황을 조사한 결과 사업예정지구가 위치한 북안면은 전체가 배출허용기준 “청정”지역으로 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 2.4-3> 배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황

지역별 행정구역	청정지역	가 지역	나 지역
영 천 시	신령·화산·화북·화남·자양·임고·고경·북안면	"청정"지역을 제외한 전역	-

자료 : 배출허용기준(폐수)적용을 위한 지역지정 규정(환경부고시 제2007-107호), 2009. 1. 1부터 적용되는 지역현황

라. 지형·지질

(1) 표고 및 경사분석

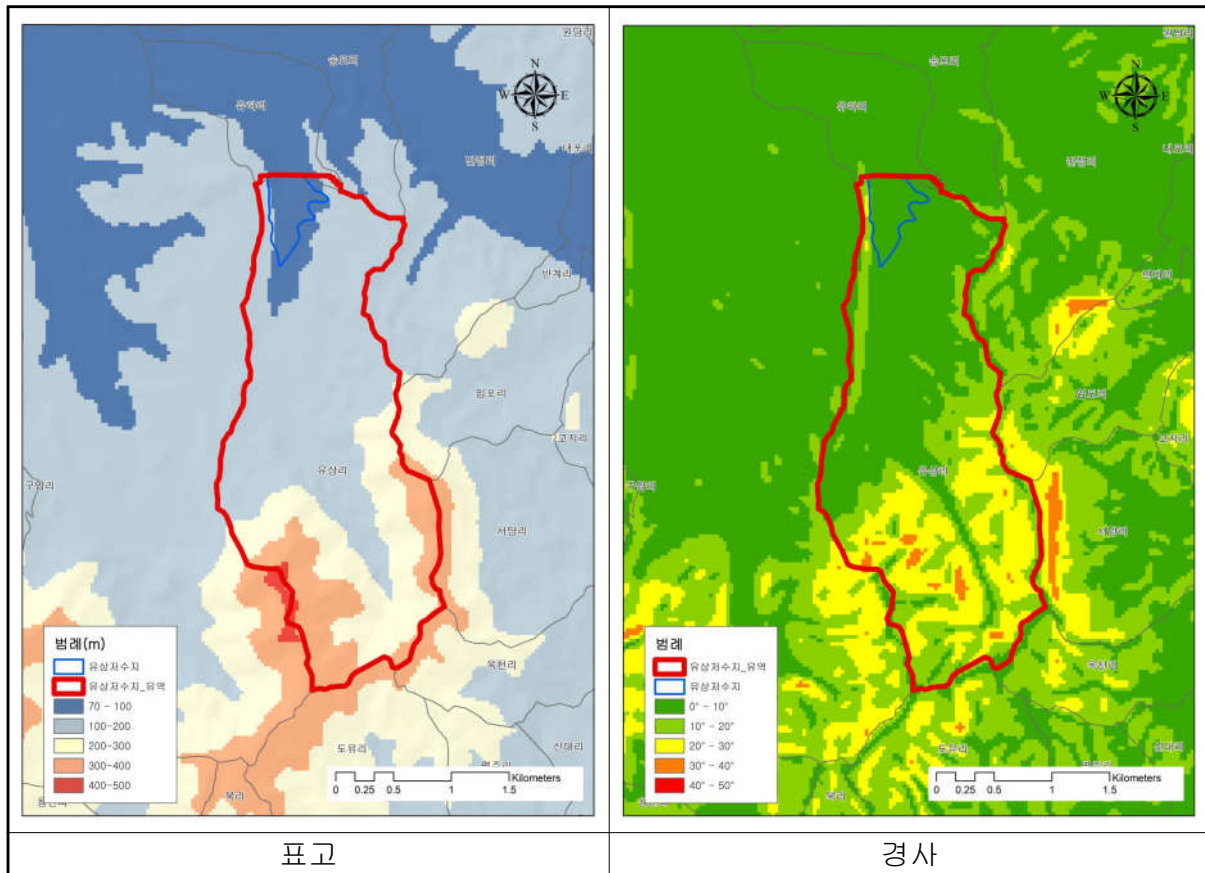
- 유상지구의 표고는 EL.87.0~415.0m로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며, 표고차는 약 328.0m로 분석됨
- 유상지구의 경사는 0~36°로 이루어져 있으며, 평균경사는 약 12°인 것으로 분석됨

<표 2.4-4> 표고분석

구 분	합 계	70~100m	100~200m	200~300m	300~400m	400~500m
면 적(m ²)	5,590,000	406,644	3,038,986	1,263,307	851,242	29,821
구성비(%)	100.0%	7.3%	54.4%	22.6%	15.2%	0.5%

<표 2.4-5> 경사분석

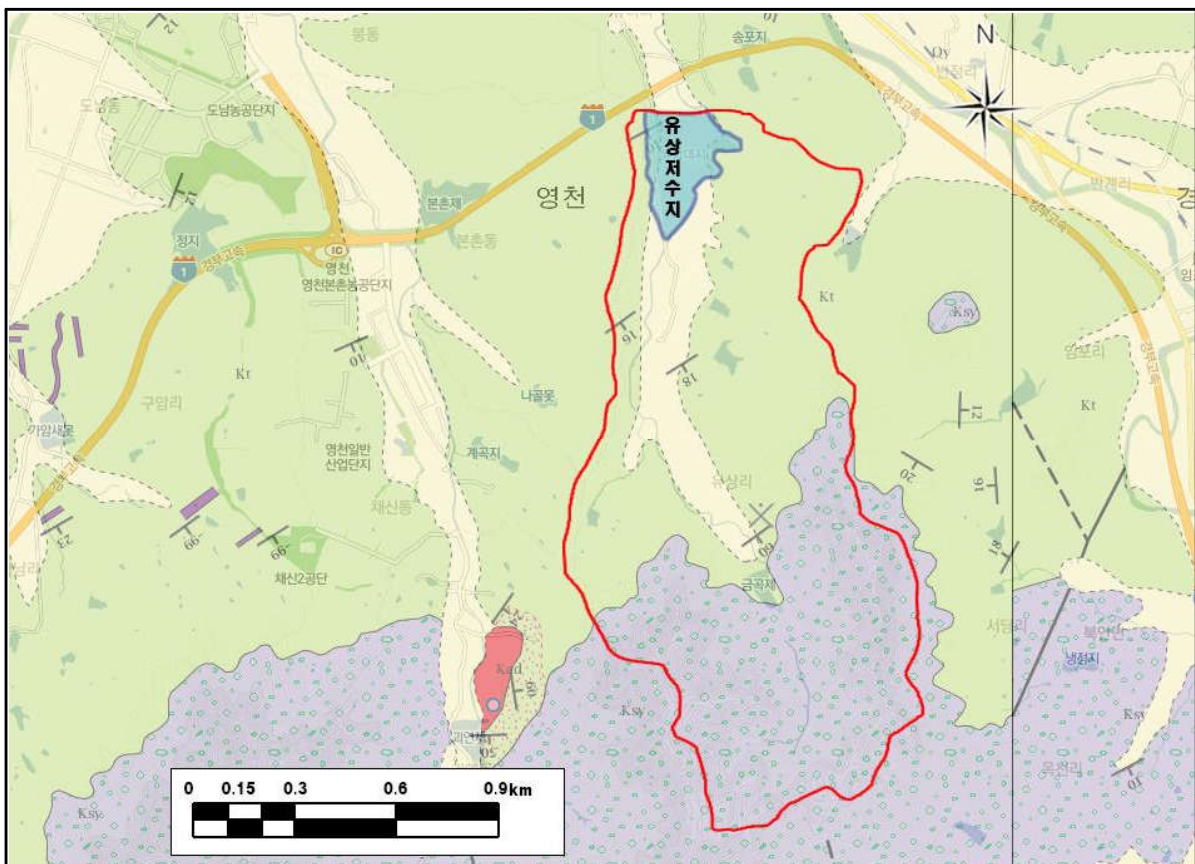
구 분	합 계	0~10°	10~20°	20~30°	30~40°
면 적(m ²)	5,590,000	2,369,501	1,737,700	1,393,533	89,266
구성비(%)	100.0%	42.4%	31.1%	24.9%	1.6%



(그림 2.4-2) 표고 및 경사분석도

(2) 지질조사

- 유상저수지 및 그 주변의 지질현황은 한국지질자원연구원(<http://kigam.re.kr>)에서 제공하는 지질주제도서비스를 활용하여 조사한 결과, 신생대 제4기 및 중생대 백악기~쥬라기시대의 신기하성층, 상부대동계(백악기-상부쥬라기) 신라통 대구층, 채약산반암, 상부대동계(백악기-상부쥬라기) 북국사통 산성암맥류로 이루어져 있으며, 대표암석은 사력점토 및 이토, 이암, 혈암, 사암, 휘석반암각섬석휘석반암, 자색응회암, 산성암맥류, 화강반암석영반암과 규장암으로 조사됨



범 례	기 호	시대	지층명	대표암석	도폭
	Qy	신생대 제4기	신기하성층	사력점토 및 이토	영천(1928)
	Ky	중생대 백악기~쥬라기	상부대동계(백악-상부쥬라기) 신라통 대구층	이암, 혈암, 사암	영천(1928)
	Ksy	중생대 백악기~쥬라기	상부대동계(백악-상부쥬라기) 신라통 채약산반암	휘석반암각섬석휘석반암 및 자색응회암	영천(1928)
	Kad	중생대 백악기~쥬라기	상부대동계(백악-상부쥬라기) 북국사통 산성암맥류	산성암맥류, 화강반암석영반암과 규장암	영천(1928)

(그림 2.4-3) 영천시 지질도

(3) 보존가치가 있는 지형·지질 존재여부

- 유상지구 및 주변지역에 ‘자연경관적·학술적·역사적·예술적’ 보존가치가 있는 지형·지질의 분포 여부 조사를 위하여 관련 문헌을 조사함.
 - 한국의 지질노두 150선, 2004, 한국지질자원연구원
 - 지질·광물 문화재 자원조사 보고서, 2001, 문화재청
 - 한국의 지질유산 정보구축과 관리방안, 2008, 한국환경정책·평가연구원
- 유상지구가 위치한 영천시에는 보존가치가 있는 지형·지질이 존재하지 않는 것으로 조사됨

(4) 백두대간 및 주요 정맥 분포 현황

- 유상지구가 위치한 영천시는 「백두대간 및 보호에 관한 법률」 제2조에 의한 백두대간 보호지역에 해당되지 않는 것으로 조사됨
- 유상지구와 인접하여 위치한 주요 산계는 낙동정맥에서 분기한 비슬지맥의 지류인 금오산(유상저수지 약 2.0km이격)이 남측으로 분포하고 있는 것으로 조사됨
- 본 사업은 유상저수지 내 인접수변에서 공사가 예상되는 사업으로 주변 주요 산계 훼손 및 생태축 단절 등의 영향은 없을 것으로 검토됨

마. 기상 개황

- 영천시 내에 영천기상대가 위치하고 있으며 최근 10개년 자료를 수집하여 비교분석 하였음
- 과거 10년(2006~2015년)간 연평균 기온은 12.8℃, 연평균 강수량은 1,061.35mm이나 연중 고르지 못하며, 조사기간 중 가장 많은 강수량을 보인 해는 2006년도의 1,353.00mm 임

<표 2.4-6> 연도별 기상개황

년 도	기 온(℃)			강수량 (mm)	바람(m/sec)
	평균기온	최고기온	최저기온		평균풍속
2006	12.7	19.2	7.1	1,353.00	1.7
2007	13.1	19.5	7.5	1,142.10	1.6
2008	12.7	19.1	7.0	774.40	1.9
2009	12.7	19.2	6.8	866.60	2.0
2010	12.4	18.7	6.9	1,030.00	1.9
2011	12.5	18.5	7.0	1,127.10	2.0
2012	12.3	18.4	7.0	1,316.00	2.0
2013	13.0	19.4	7.3	971.70	1.9
2014	12.8	19.2	7.2	1,193.90	1.8
2015	13.5	19.7	7.8	838.70	1.8
평 균	12.8	19.1	7.2	1,061.35	1.9

자료 : 기상연보(2006~2015), 기상청

(1) 기 온

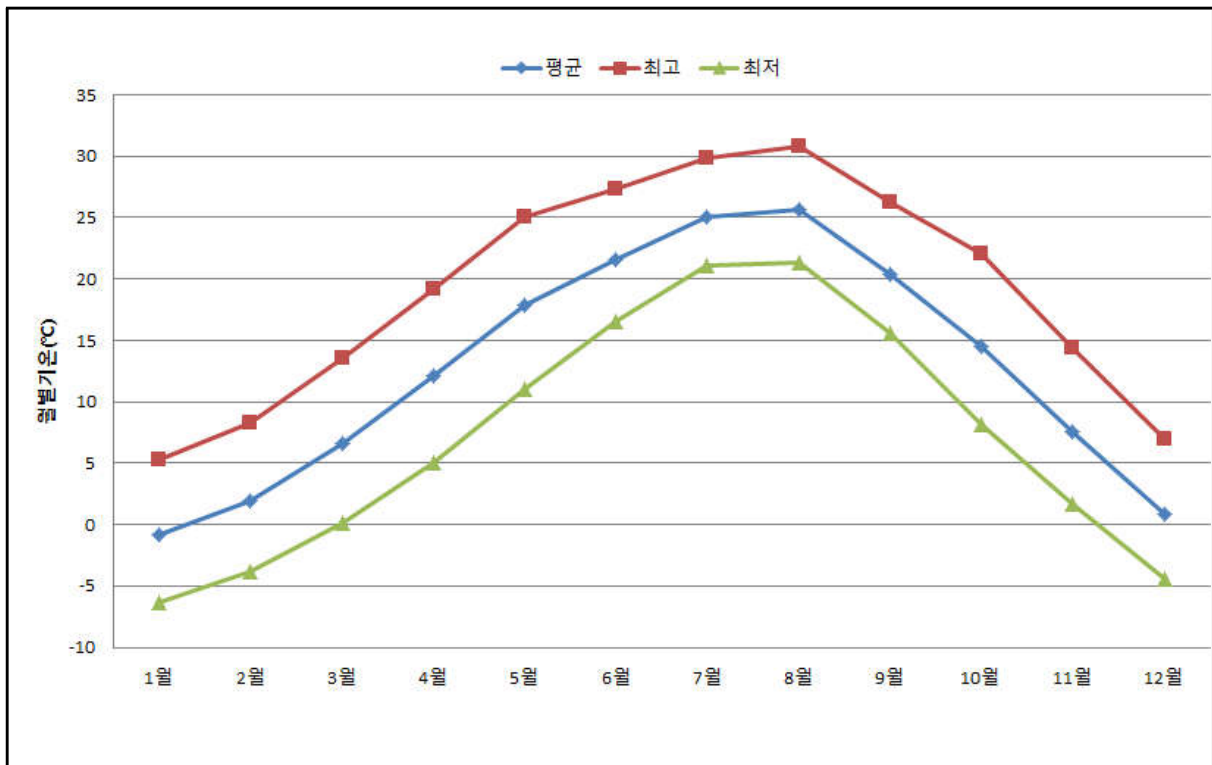
- 영천기상대에서 조사한 자료로 2006년부터 2015년까지 월별 평균기온과 최고, 최저 기온을 비교해 보았으며, 10년 동안 연평균기온은 12.8℃로 조사되었고, 최고기온은 19.7℃(2015년), 최저기온은 6.8℃(2009년)이었음.

<표 2.4-7> 월별 기온분포

[단위 : ℃]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년	
2006	평균	0.2	1.4	6.1	11.5	17.2	21.8	23.3	27.0	18.8	16.1	8.1	1.1	12.7
	최고	6.2	7.5	13.7	18.1	23.7	28.3	27.3	33.4	24.9	24.4	14.8	8.1	19.2
	최저	-5.3	-4.3	-1.0	5.4	11.3	16.1	20.4	22.1	13.8	9.7	2.0	-4.7	7.1
2007	평균	0.6	3.8	7.0	12.2	17.8	21.5	23.6	26.5	21.3	14.6	6.1	2.2	13.1
	최고	7.6	11.4	14.0	19.6	25.3	27.2	28.3	32.0	25.6	21.3	14.4	7.8	19.5
	최저	-5.3	-2.7	1.1	4.5	11.0	16.2	19.7	22.3	17.7	9.0	-1.2	-2.9	7.5
2008	평균	0.2	0.0	6.7	12.6	17.7	19.6	26.6	24.2	21.0	15.3	7.3	1.0	12.7
	최고	5.3	6.8	14.1	19.9	24.7	24.3	32.0	29.5	27.2	23.1	14.1	8.2	19.1
	최저	-4.3	-6.3	-0.2	5.2	10.5	15.3	22.3	20.0	15.9	8.9	1.0	-4.9	7.0
2009	평균	-1.6	4.4	7.4	13.1	18.3	21.9	23.0	23.5	20.0	14.3	7.2	0.6	12.7
	최고	5.2	11.2	14.1	21.4	26.0	27.9	27.6	28.2	26.4	22.6	13.6	6.6	19.2
	최저	-7.9	-1.6	0.7	5.0	11.0	16.1	19.4	19.4	14.9	7.4	1.8	-4.4	6.8
2010	평균	-1.7	2.2	5.4	9.8	17.1	22.2	25.2	27.2	21.3	14.4	5.8	0.1	12.4
	최고	4.5	8.1	10.5	16.4	24.0	28.6	30.0	32.7	27.6	21.2	14.7	6.5	18.7
	최저	-7.4	-2.9	0.8	3.6	10.2	16.0	21.4	23.2	16.4	8.2	-1.4	-5.6	6.9
2011	평균	-3.8	1.9	5.2	11.8	16.8	22.6	25.2	24.8	20.9	13.4	10.2	0.8	12.5
	최고	1.7	8.8	12.2	18.9	22.9	28.4	30.1	29.1	26.8	20.7	15.9	6.4	18.5
	최저	-8.9	-4.3	-1.7	4.3	10.8	17.3	21.6	21.4	16.0	6.8	5.3	-4.3	7.0
2012	평균	-0.7	-0.5	6.3	13.2	17.9	21.5	26.0	26.3	20.0	13.3	6.4	-1.7	12.3
	최고	4.8	5.5	12.1	20.4	25.0	26.9	30.9	31.1	26.0	21.7	12.8	3.5	18.4
	최저	-5.6	-6.0	1.1	6.0	11.7	16.7	21.8	22.6	15.2	6.3	0.3	-6.5	7.0
2013	평균	-2.0	1.2	7.6	10.7	18.2	22.2	27.0	27.1	20.8	15.1	6.9	1.4	13.0
	최고	4.0	7.1	15.7	17.7	25.7	27.8	32.0	33.1	26.8	22.3	13.5	7.4	19.4
	최저	-7.6	-4.0	-0.4	3.8	11.3	17.9	22.8	22.3	15.9	9.2	0.9	-4.0	7.3
2014	평균	0.3	2.2	7.6	13.1	18.6	21.3	25.3	23.3	20.1	14.2	8.1	-0.5	12.8
	최고	7.6	8.2	14.4	20.7	26.7	26.4	30.6	27.5	26.3	21.1	15.2	5.2	19.2
	최저	-6.4	-2.9	1.1	6.2	10.4	16.8	20.9	20.2	15.0	8.1	2.1	-5.5	7.2
2015	평균	0.7	2.3	6.9	12.7	19.4	21.5	24.5	25.6	19.8	14.4	10.4	3.6	13.5
	최고	6.4	8.9	14.9	19.3	26.9	27.5	29.4	31.4	25.7	22.3	15.1	9.1	19.7
	최저	-4.4	-3.3	-0.6	6.4	11.4	16.2	20.3	21.0	14.7	7.6	6.2	-1.4	7.8
평균	평균	-0.8	1.9	6.6	12.1	17.9	21.6	25.0	25.6	20.4	14.5	7.6	0.9	12.8
	최고	5.3	8.3	13.6	19.2	25.1	27.3	29.8	30.8	26.3	22.1	14.4	6.9	19.1
	최저	-6.3	-3.8	0.1	5.0	11.0	16.5	21.1	21.4	15.6	8.1	1.7	-4.4	7.2

자료 : 기상연보(2006~2015), 기상청



(그림 2.4-4) 월별 평균기온 분포(2006~2015)

(2) 강수량

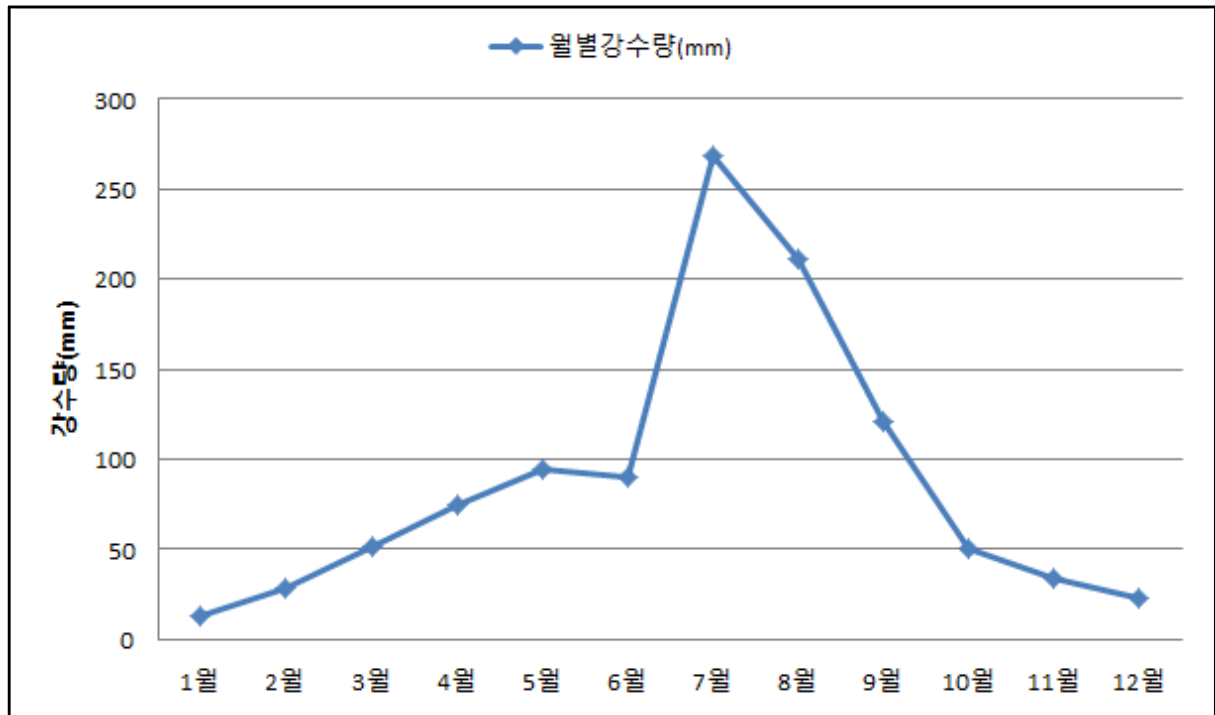
- 영천기상대의 기상자료를 이용하여 2006년에서부터 2015년까지의 강우자료를 다음 표에 나타내었으며, 조사기간 중 최고 강수량은 2006년에 1,353.0mm, 최소 강수량은 2008년에 774.4mm로 조사되었음
- 5월~8월까지 많은 양의 강수로 총 강수량의 50% 이상 이 여름철에 내리는 것으로 나타났으며, 2006년 총강수량은 1,353.0mm로 영천기상대의 최근 10년 평균값 1,061.4mm 보다 291.7mm 많은 강수량을 보임

<표 2.4-8> 월별 강수량 분포

[단위 : mm]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
2006	22.5	31.1	14.4	110.0	156.0	48.0	642.0	183.5	76.5	20.5	38.5	10.0	1,353.0
2007	0.5	43.5	72.0	33.0	76.5	120.0	185.0	258.5	294.0	28.5	0.0	30.6	1,142.1
2008	36.6	5.4	22.0	52.0	89.5	160.7	172.9	156.2	35.9	15.5	12.1	15.6	774.4
2009	7.2	26.4	13.0	20.6	132.5	111.7	350.1	59.0	55.0	23.5	36.6	31.0	866.6
2010	13.0	53.9	50.6	59.6	125.2	31.5	221.2	212.2	184.0	45.8	5.0	28.0	1,030.0
2011	0.1	66.9	17.0	114.5	169.1	139.9	296.9	134.3	39.0	76.9	58.0	14.5	1,127.1
2012	9.7	5.2	79.7	88.7	41.6	86.4	239.5	371.4	265.5	37.2	42.8	48.3	1,316.0
2013	20.0	23.7	80.2	84.6	75.8	61.5	293.8	116.9	67.6	112.7	29.6	5.3	971.7
2014	4.0	19.5	114.5	102.6	45.7	44.0	104.4	480.5	122.5	106.9	42.5	6.8	1,193.9
2015	18.1	10.7	47.3	84.0	31.6	96.1	182.5	142.5	72.5	41.0	78.7	33.7	838.7
평균	13.2	28.6	51.1	75.0	94.4	90.0	268.8	211.5	121.3	50.9	34.4	22.4	1,061.4

자료 : 기상연보(2006~2015), 기상청



(그림 2.4-5) 월별 평균 강수량 분포(2006~2015)

(3) 풍 속

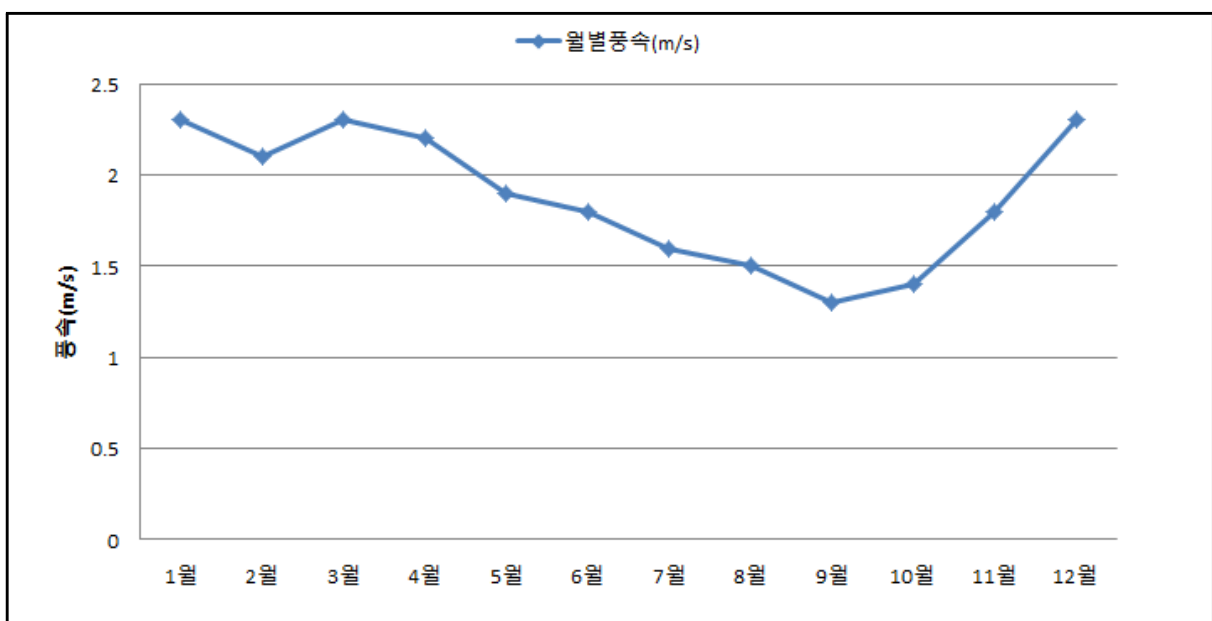
- 연평균 풍속은 1.6m/s~2.0m/s로 풍속의 변화는 크지 않는 것으로 조사됨
- 10개년간 연평균 풍속은 1.9m/s로 풍력 계급의 제2등급인 남실바람(1.6m/s~3.3m/s)에 해당하며, 이 정도는 얼굴에 바람이 느껴지며, 나뭇잎이 흔들리고, 풍향계가 움직이는 정도임

<표 2.4-9> 월별 평균풍속 분포

[단위 : m/s]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2006	1.7	2.1	2.3	2.3	1.8	1.7	1.2	1.3	1.4	1.0	1.6	1.6	1.7
2007	1.8	1.7	2.2	2.0	1.9	1.6	1.5	1.1	1.2	1.2	1.4	2.0	1.6
2008	2.2	2.6	2.1	2.1	2.1	2.0	1.5	1.8	1.4	1.5	1.8	2.1	1.9
2009	2.3	1.9	2.5	2.4	1.9	1.9	1.8	1.6	1.3	1.6	2.2	2.6	2.0
2010	2.7	2.0	2.4	2.3	2.0	1.7	1.6	1.5	1.3	1.4	1.7	2.5	1.9
2011	3.3	1.6	2.6	2.3	2.0	2.0	1.7	1.6	1.5	1.3	1.6	2.5	2.0
2012	2.3	2.4	2.4	2.4	1.7	1.9	1.7	1.8	1.4	1.4	2.2	2.4	2.0
2013	2.2	2.3	2.0	2.5	2.0	1.8	1.8	1.4	1.2	1.4	2.2	2.3	1.9
2014	1.9	1.6	1.9	1.8	2.0	1.7	1.7	1.5	1.3	1.5	1.5	2.7	1.8
2015	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.5	1.4	1.6	1.6	1.9	1.8
평균	2.3	2.1	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.4	1.8	2.3	1.9

자료 : 기상연보(2006~2015), 기상청



(그림 2.4-6) 월별 평균풍속 분포(2006~2015)

2.4.2 인문·사회 현황

가. 인구 현황

- 영천시 인구는 2015년 기준으로 47,110세대 103,677명으로 그 중 남자가 52,924명, 여자가 50,753명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었으며, 인구밀도는 112명/km²으로 조사됨
- 영천시 전체 인구는 경상북도 전체 인구 2,752,591명의 약 3.77%에 해당하며, 영천시 인구추이는 2006년부터 2015년까지 감소와 증가를 반복 한 것으로 조사됨

<표 2.4-10> 영천시 연도별 인구변화 추이

연도별	세대수	인구(명)			인구밀도	면적(km ²)
		합계	남	여		
2006	42,429	106,785	53,827	52,958	116.02	920.44
2007	43,539	107,701	54,196	53,505	117.02	920.40
2008	43,571	105,924	53,406	52,518	115.09	920.38
2009	43,964	104,916	53,059	51,857	114.00	920.34
2010	44,857	105,102	53,254	51,848	114.17	920.59
2011	45,765	106,386	54,147	52,239	115.59	920.38
2012	45,328	103,969	52,894	51,075	113.10	919.29
2013	45,605	103,157	52,462	50,695	112.20	919.39
2014	46,355	103,464	52,705	50,759	112.54	919.35
2015	47,110	103,677	52,924	50,753	112.78	919.31

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

나. 산업 현황

- 영천시 2016년 통계연보에 따른 산업대분류별 산업현황을 살펴보면, 사업체수로는 도매 및 소매업이 54,862개 업체로 가장 많은 부분을 차지하고, 종업원 수는 제조업이 323,127명으로 가장 많이 종사하는 것으로 나타남

<표 2.4-11> 영천시 산업 대분류별 사업체 현황

구 분	사업체수	종사자수	구 분	사업체수	종사자수
농업, 임업 및 어업	376	4,121	금융 및 보험업	2,290	26,050
광업	146	1,356	부동산업 및 임대업	5,313	16,032
제조업	26,496	323,127	전문, 과학 및 기술서비스업	3,369	22,190
전기, 가스, 증기 및 수도사업	212	7,794	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	2,414	31,401
하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	787	7,259	공공행정, 국방 및 사회보장행정	1,296	44,800
건설업	9,350	66,822	교육서비스업	9,345	78,321
도매 및 소매업	54,862	130,108	보건 및 사회복지사업	6,974	75,568
운수업	17,459	44,159	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	5,322	17,802
숙박 및 음식점업	46,840	109,479	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	24,891	51,827
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	1,054	8,044	-		
2015년	사업체수 : 218,796 종사자수 : 1,066,260				

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

2.4.3 환경기초시설

가. 상·하수도 및 환경피해유발시설물 현황

(1) 상수도 현황

- 영천시 상수도 급수현황은 2015년 기준 총인구 103,677명의 93.3%인 96,739명이 급수혜택을 받고 있으며, 1일 1인당 급수량 일평균은 581.9L임

<표 2.4-12> 영천시 상수도 급수현황

연도별	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	시설용량 (m ³ /d)	급수량 (m ³ /d)	1일 1인당 급수량(L)
2011	106,386	90,708	85.3	47,200	50,770	559.2
2012	103,969	93,108	89.6	47,200	52,947	569.0
2013	103,157	94,514	91.6	47,200	55,913	591.6
2014	103,464	96,224	93.0	47,200	55,601	578.0
2015	103,677	96,739	93.3	47,200	56,225	581.9

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

(2) 하수도 현황

- 영천시의 하수도 현황은 우수와 오수를 동일 관거로 배제시키는 합류식 배제방식과 우수와 우수가 분리되어 있는 분류식 배제방식이 적용되어 있으며, 2015년 기준 영천시의 하수관거 보급현황은 총 503,764로 합류식 시설연장은 78,892m, 분류식 시설연장은 424,872m임

<표 2.4-13> 영천시 하수도 보급현황

년도	처리인구			하수관거		
	총인구 (인)	하수처리 인구(인)	보급률 (%)	계획연장 (m)	시설연장 (m)	보급률 (%)
2011	106,386	65,724	61.8	503,613	387,881	77.0
2012	103,969	66,572	64.0	640,058	457,591	71.5
2013	103,157	72,088	69.9	676,213	587,461	72.1
2014	103,464	72,425	70.0	682,108	493,356	72.3
2015	103,677	74,450	71.8	692,516	503,764	72.7

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

<표 2.4-14> 영천시 하수도 하수관거 처리현황

년도	합류식			분류식				
	계획면적 (km ²)	계획연장 (m)	시설연장 (m)	계획면적 (km ²)	계획연장(m)		시설연장(m)	
					오수	우수	오수	우수
2011	-	191,357	145,202	43	210,178	102,078	210,178	82,616
2012	47	191,357	95,087	47	347,525	101,176	303,579	75,120
2013	63	191,357	78,892	463	383,680	101,176	333,449	75,120
2014	63	191,357	78,892	64	389,575	101,176	339,344	75,120
2015	63	191,357	78,892	64	399,308	101,851	349,077	75,795

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

(3) 환경피해유발시설물 현황

- 2015년 영천시의 환경오염물질 배출시설은 총 1,107개소로 대기(가스, 먼지, 매연 및 악취) 배출시설 366개소, 수질(폐수) 배출시설 330개소, 소음 및 진동 배출시설 411개소의 환경오염물질 배출시설이 분포하는 것으로 조사됨

<표 2.4-15> 영천시 환경오염물질 배출시설 현황

구분	총계	대기(가스, 먼지, 매연 및 악취)						수질(폐수)					소음 및 진동	
		계	1종	2종	3종	4종	5종	계	1종	2종	3종	4종		5종
영천시	1,107	366	-	-	11	128	227	330	-	-	4	22	304	411

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

나. 환경기초시설 현황

(1) 하수처리시설 현황

- 영천시 하수처리장은 영천, 금호, 청통, 신녕, 화산, 화북, 화남하수처리장 등 총 7개소가 운영되고 있고, 현재 마을하수처리장 15개소와 분뇨처리시설 1개소가 운영 중에 있음

<표 2.4-16> 영천시 하수처리시설 현황

연 별	시설명 (하수/마을)	소재지	시설용량(하수/마을)(m ³ /일)			
			생물 학적	고 도	가동 개시일	
2011	-	-	-	35,110	-	-
2012	-	-	-	10,110	31,600	-
2013	-	-	-	10,110	31,860	-
2014	-	-	-	10,110	32,960	-
하수 종말 처리	영천	도남동	31,000	-	31,000	94.02.20
	금호	금호읍	10,000	10,000	-	01.09.18
	청통	청통면	600	-	600	12.12.26
	신녕	신녕면	1,100	-	1,100	14.01.01
	화산	화산면	260	-	260	13.05.12
	화북	화북면	160	-	160	15.01.01
	화남	화남면	110	-	110	15.06.12
마을 하수 처리 장	신녕왕산리	신녕면 왕산리 725-1	14	14	-	99.02
	화남대천리	화남면 대천리 195-1	40	40	-	00.02
	신녕치산리	신녕면 치산리1087-1	70	70	-	02.12
	청통보성리	청통면 보성리188-1	40	40	-	04.01
	화산연계리	화산면 연계리299-2	40	40	-	04.01
	금호대곡2리	금호읍 대곡리 385	48	48	-	05.01
	대창조곡리	대창면 조곡리 570	48	48	-	06.12
	화남선천리	화남면 선천리 839	20	20	-	07.
	북안유상리	북안면 유상리 603-3	48	48	-	02.12
	화북전각1리	화북면 정각리624-1	40	40	-	04.07
	화북전각2리	화북면 정각리109	14	14	-	04.07
	금호대곡1리	금호읍 대곡리614-1	48	48	-	04.07
	임고금대리	임고면 금대리43-6	40	40	-	05.04
	화산석촌리	화산면 석촌리100	48	48	-	05.09
	임고황강리	임고면 황강리 248-2	48	48	-	05.12

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

(2) 분뇨처리시설 현황

- 영천시 2015년 기준 총 24㎥/일의 분뇨를 배출하고 있음
- 영천시는 100㎥/일 처리용량인 물리적 처리시설을 갖춘 영천시 위생처리장에서 1차 처리 후 영천하수처리장과 연계하여 운영 중에 있음

<표 2.4-17> 영천시 분뇨 배출량 현황

년 도	발생량(㎥/일)			처리대상량(㎥/일)		
	계	수거식	수세식	계	수거분뇨	정화조오니
2011	30	5	25	30	5	25
2012	26	2	24	26	2	24
2013	24	-	24	24	-	24
2014	24	-	24	24	-	24
2015	24	-	24	24	-	24

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

(3) 폐기물매립시설 및 소각시설 현황

- 2015년 기준 영천시 관내에는 매립시설 1개소, 폐기물 소각시설은 없는 것으로 조사됨

<표 2.4-18> 폐기물 매립시설 현황

구분	소재지	총매립지 면적(㎡)	총매립용량 (㎥)	기매립량 (㎥)	잔여매립 가능량(㎥)	2015년 매립량(㎥)	사용기간 (년)
영천시	바깥완산길 433	17,700	186,300	137,862	48,438	2,333	2004- 2033

자료 : 2015 전국폐기물발생 및 처리현황, 2016, 환경부

(4) 쓰레기처리 현황

- 2015년 기준 영천시의 쓰레기 배출량은 33,655톤/일이고, 현재 영천시의 생활폐기물 처리형태는 대부분 재활용, 매립 및 소각되고 있음

<표 2.4-19> 연도별 영천시 쓰레기 발생 및 수거현황

년 도	청소구역내 인구(인)	배출량 (톤/일)	처리량 (톤/일)	수거율 (%)	수거처리(톤/일)				
					매립	소각	재활용	해역 배출	기타
2011	106,386	20,692	20,692	100	3,217	1,210	15,598	3.6	-
2012	103,969	29,589	29,589	100	2,682	2,787	23,654	0.6	665
2013	103,157	31,593	31,593	100	2,558	3,080	23,376	2.9	466
2014	103,464	29,152	29,152	100	2,967	3,621	21,856	3.0	2,576
2015	103,677	33,655	33,655	100	3,185	1,162	25,374	2.4	706

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

2.4.4 농축산업 현황

가. 농가현황

- 영천시의 농가수는 2012년 이후 감소추세를 보이며, 2016년 기준 10,507호인 것으로 조사됨

<표 2.4-20> 영천시의 농가현황

[단위 : 호]

연도별	농 가		
	계	전업	겸업
2012	11,485	8,370	3,114
2013	11,293	8,328	2,965
2014	10,969	8,154	2,815
2015	10,797	7,955	2,842
2016	10,507	7,894	2,612

자료 : 국가통계포털(www.kosis.kr)

나. 연간시비량 및 농업용수 사용량 현황

(1) 시비현황

<표 2.4-21> 지대별, 논 유형별 시비 기준

[단위 : kg/10ha]

지대	논유형	거름주는 양(성분량)		
		질소	인산	가리 ¹⁾
평야지 및 중간지 (표고 250m 이하)	보통논, 미숙논	11	4.5	5.7
	모래논, 고논 ²⁾	13	5.1	7.1
중간산지 및 냉조풍지 ³⁾ (250~400m)	-	11	6.4	7.8
산간 고랭지 (400m 이상)	-	11	7.7	9.3
간척지	염해논	20	5.1	5.7

주) 1. 가리 : 칼륨

2. 고논 : 붓물이 가장 먼저 들어오는 물꼬가 있는 논

3. 냉조풍지 : 많은 양의 해수 입자와 한랭한 바람을 동반한 태풍이 발생하는 지역

자료 : 시비기준 및 시비량 결정 계산방법, 2001, 농업기술센터

- 영천시의 비료사용량은 2011년 이후 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타났음

<표 2.4-22> 영천시 성분별 연간 시비량

[단위 : M/T]

지역	연 별 Year	성분별				
		계	질소질	인산질	가리질	기타
		Total	Nitrogenous	Phosphate	Potash	Others
영천시	2011	4,077	1,999	999	1,079	-
	2012	3,876	1,936	900	1,040	-
	2013	3,738	1,853	869	1,016	-
	2014	3,727	1,848	866	1,013	-
	2015	3,645	1,791	848	1,006	-

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

(2) 농업용수 사용량

- 2014년 기준 영천시의 경우 농업용수의 50% 정도가 논 용수로 이용되고 있음

<표 2.4-23> 농업용수 사용량

[단위 : 천³/년]

지역	년도	계	논용수	밭용수	축산용수
영천시	2010	164,266.9	82,471.9	78,136.1	3,658.9
	2011	153,485.8	78,278.7	72,529.7	2,677.4
	2012	87,378.6	49,507.2	34,535.0	3,336.4
	2013	159,366.5	83,944.2	72,597.4	2,824.9
	2014	158,710.4	78,492.9	77,089.2	3,128.3

주) 논밭용수이용량(유효수량포함) 및 축산용수 이용량의 합

자료 : 국가수자원관리 종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

다. 주요 가축사육 현황

- 2015년 기준 영천시는 닭 1,780,386마리, 돼지 217,936마리, 한우 41,419마리, 젓소 2,843마리 등의 순으로 사육하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.4-24> 영천시의 가축사육두수

[단위 : 마리]

연도별	한육우	젓소	돼지	닭	산양	개	사슴	토끼	오리	거위	꿀벌
2011	45,170	2,360	190,638	1,995,939	3,238	6,056	304	202	1,042	49	17,347
2012	49,595	2,416	199,590	1,781,914	2,052	5,891	195	724	1,171	46	15,908
2013	42,267	3,015	211,696	1,834,215	1,482	5,687	194	115	1,073	14	13,320
2014	43,988	3,096	219,583	2,098,384	901	4,445	179	105	832	11	15,766
2015	41,419	2,843	217,936	1,780,386	1,427	4,761	191	74	655	5	19,608

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

2.4.5 주변 개발계획

- 유역 내 추진예정인 주요 개발사업은 영천시에서 2018년까지 추진 중인 ‘유상권역 단위종합정비사업’이 확인되며 세부 내용은 다음과 같음
 - 사업기간 : 2014년~2018년
 - 총사업비 : 40억원
 - 주요추진 내용 : 기초생활기반(마을회관, 도로정비), 지역경관개선(공원, 둘레길), 지역역량강화(교육, 컨설팅)



(그림 2.4-7) 대상지역 개발사업 현황도

제 3 장

오염원 및 환경질 현황

3.1 오염원 및 오염부하량

3.2 수질 환경

3.3 퇴적물 환경

3.4 지질 환경

3.5 생태 환경

제3장 오염원 및 환경질 현황

3.1 오염원 및 오염부하량

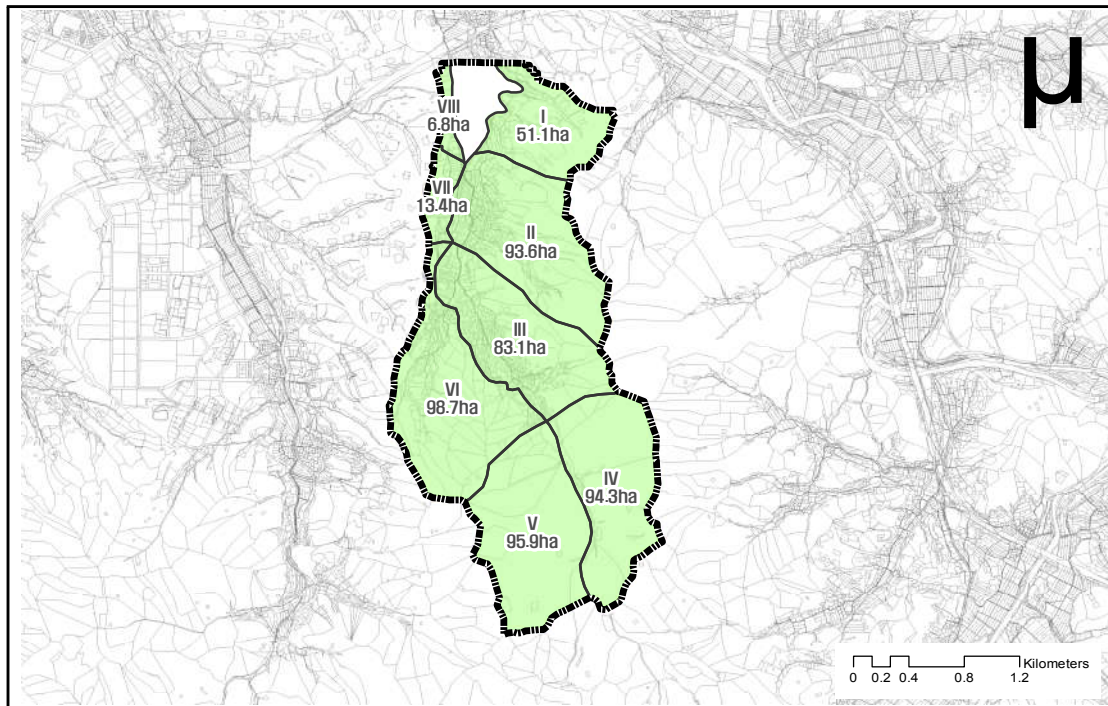
3.1.1 유역내 오염원 현황

- 오염원 현황은 점오염원인 생활계, 축산계, 산업계, 양식계, 매립계 및 비점오염원인 토지계 오염원을 조사하였으며, 조사방법 및 항목은 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」에 준하여 조사하였음
- 유상저수지로 유입되는 무명천을 중심으로 8개 소유역으로 구분하여 오염원조사 및 오염부하량을 산정함
- 주유입하천은 유상저수지 상류에 위치한 무명천으로 상류에 우사사육시설이 2개소 분포하고 있어 강우시 비점오염물질이 유입될 수 있음. 자연부락 생활인구에 의한 오수는 북안유상마을하수도로 유입처리 중이며, 배수설비가 설치되지 않은 일부 가구를 통한 미처리 생활하수가 유입되고 있음

<표 3.1-1> 소유역별 행정구역 및 토지이용현황

소유역	읍·면·동		지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계			537.1	33.8	55.2	419.8	11.8	16.5
소유역 I	북안면	유상리, 유하리	51.1	4.1	4.5	40.0	0.6	1.9
소유역 II		유상리	93.6	10.3	11.9	61.6	4.3	5.5
소유역 III		유상리	83.1	9.3	23.5	44.1	4.5	1.7
소유역 IV		유상리	94.3	0.2	1.2	90.6	0.1	2.2
소유역 V		유상리	95.9	0.0	0.2	93.0	0.0	2.7
소유역 VI		유상리	98.7	7.8	8.3	78.7	1.9	2.0
소유역 VII		유상리	13.4	1.8	4.4	6.5	0.2	0.5
소유역 VIII		유상리	6.8	0.2	1.2	5.2	0.1	0.1

주) 유상저수지 수면적(21.9ha) 제외



(그림 3.1-1) 유상저수지 소유역 구분도

가. 생활계 (인구)현황

- 유상저수지 유역의 인구 현황 조사결과, 유상리와 유하리 모두 비시가지로 구분되며, 유상리 186명 전체가 유상저수지 유역내에 거주하며, 유하리는 거주인구가 없는 것으로 조사됨
- 소유역II에서 75명으로 가장 많이 거주하며, 소유역 III, VI, I 순으로 거주자가 많음

<표 3.1-2> 유역별 인구 현황

[단위: 명]

소유역	계	비시가지 인구							비고
		하수처리구역			하수미처리구역				
		소계	분류식	합류식	소계	수세식		수거식	
오수처리	정화조								
총 계	186	151	151	0	35	30	5	0	
I	8	7	7	0	1	1	0	0	
II	75	61	61	0	14	12	2	0	
III	67	54	54	0	13	11	2	0	
IV	1	1	1	0	0	0	0	0	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	
VI	27	22	22	0	5	4	1	0	
VII	4	3	3	0	1	1	0	0	
VIII	4	3	3	0	1	1	0	0	

자료 : 전국오염원 자료, 2016, 환경부

나. 축산계 현황

- 유역내에 사육되는 가축은 한우 27두(2개소)로 조사됨
- 가축분뇨는 폐수, 고형물 각각 개별퇴비화로 자체 처리 후 경작지에 살포되고 있음

<표 3.1-3> 소유역별 가축 사육두수 현황 [단위: 두]

소유역	한우	젓소	돼지	말	사슴	염소	닭	오리	개	기타
총 계	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

자료 : 전국오염원자료, 2016, 환경부

<표 3.1-4> 소유역별 가축사육 세부 현황 [단위: 두]

소유역	리	지번	축종	사육두수	법적규제	분뇨처리방법		살포지역 용도
						폐수	고형물	
II	유상리	778	한우	4	신고미만	퇴비화	퇴비화	논
	유상리	378	한우	23	신고미만	퇴비화	퇴비화	논

자료 : 전국오염원자료, 2016, 환경부

다. 산업계 현황

- 유상저수지 유역 내에는 산업체가 분포하지 않는 것으로 조사됨

라. 비점오염원[토지계]

- 비점오염원의 유입경로는 주로 지표면에 축적되어 있는 오염물질이 강우에 의해 표면 유출되는 것으로 그 발생원에는 농경지의 잔존 비료 및 농약, 주거지역의 지표오염물질, 퇴비화하여 살포된 가축분뇨 등이 있음
- 농촌지역에 가축사육시설이 산재되어 있고 가축분뇨를 농경지에 개별퇴비화하거나 야적시 관리가 소홀할 경우 강우 시에 함께 유출되어 비점오염원이 될 수 있음
- 유상저수지 유역면적은 537.1ha로 토지이용현황을 살펴보면 임야가 419.8ha(78.2%)로 가장 넓게 분포하고 답, 전, 기타 순으로 분포하고 있음

<표 3.1-5> 소유역별 토지이용현황

소유역	읍·면·동	지목별 면적(ha)					
		계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)		537.1 (100.0)	33.8 (6.3)	55.2 (10.3)	419.8 (78.2)	11.8 (2.2)	16.5 (3.1)
소유역 I	유상리, 유하리 ²⁾	51.1	4.1	4.5	40.0	0.6	1.9
소유역 II	유상리	93.6	10.3	11.9	61.6	4.3	5.5
소유역 III	유상리	83.1	9.3	23.5	44.1	4.5	1.7
소유역 IV	유상리	94.3	0.2	1.2	90.6	0.1	2.2
소유역 V	유상리	95.9	0.0	0.2	93.0	0.0	2.7
소유역 VI	유상리	98.7	7.8	8.3	78.7	1.9	2.0
소유역 VII	유상리	13.4	1.8	4.4	6.5	0.2	0.5
소유역 VIII	유상리	6.8	0.2	1.2	5.2	0.1	0.1

주) 1. 유상저수지 수면적(21.9ha) 제외

2. 유하리 전체 면적 124.8ha중 유상저수지 유역에 2.1ha(1.7%)가 분포하고 있음.

마. 양식계

- 유상저수지 유역내에는 양식장이 소재하지 않는 것으로 조사됨

바. 매립계

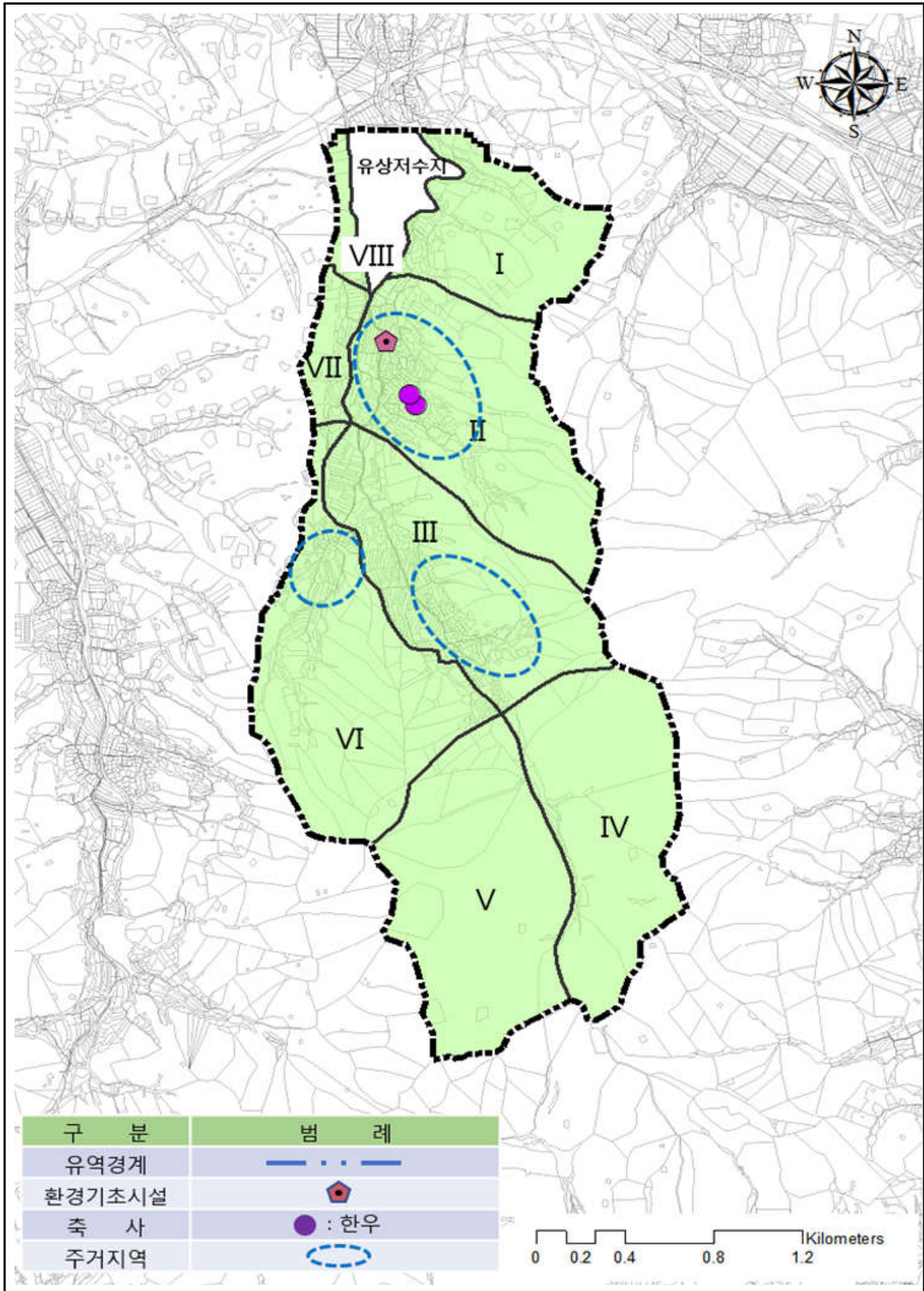
- 유상저수지 유역내에는 매립장이 소재하지 않는 것으로 조사됨

사. 환경기초시설

- 유상저수지 유역내에는 소유역 II에 ‘북안유상마을하수도(시설용량 48.0m³/일)가 위치하고 있으며, 방류량은 소유역 II를 거쳐 유상저수지 상류로 유입 중임

<표 3.1-6> 환경기초시설 현황

소유역	리	지번	시설명	시설용량 (m ³ /일)	방류량 (m ³ /일)	방류수질(mg/L)		
						BOD	TN	TP
II	유상리	603-3	북안유상마을하수도	48.0	40.1	4.3	18.8	1.912



(그림 3.1-2) 오염원별 위치도

3.1.2 오염부하량 산정

- 유상저수지 수질에 영향을 미치는 생활계, 축산계, 산업계 등의 점오염원과 강우시 토지계에서 유출되는 비점오염원으로 구분함
- 각종 오염원에 의해 발생하는 오염 발생부하량과 유역 내에 환경기초시설 및 개별 처리시설 등에서 삭감되고 공공수역으로 배출되는 배출부하량을 산정함
- 오염부하량 산정시 원단위는 지역적 특성을 반영할 수 있도록 실측자료를 통해 구한 원단위를 사용하는 것이 바람직하나 실측자료는 측정 회수의 제한으로 사용하지 않고, 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」의 원단위를 사용한 부하량 산정방법에 의해 발생 및 배출부하량 등을 산정하였음

가. 오·폐수 발생유량

- 유역내에서 발생하는 총 오·폐수발생량은 6.07^{m³}/일이며, 생활계가 전체 발생량의 93.5%인 5.67^{m³}/일이 발생되어 가장 큰 비율을 차지하고 있으며, 다음이 축산계로 0.39^{m³}/일이 발생되고 있음
- 소유역II에서 2.74^{m³}/일로 전체발생량의 45.1%를 차지하고 소유역II에서 2.04^{m³}/일로 두번째로 많이 발생함

<표 3.1-7> 유역내 소유역별 오·폐수 발생량

[단위: ^{m³}/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	매립계	비 고
총 계	6.07	5.67	0.39	0.00	0.00	
소유역 I	0.26	0.26	0.00	0.00	0.00	
소유역 II	2.74	2.34	0.39	0.00	0.00	
소유역 III	2.04	2.04	0.00	0.00	0.00	
소유역 IV	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	
소유역 V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
소유역 VI	0.84	0.84	0.00	0.00	0.00	
소유역 VII	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	
소유역 VIII	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	

나. 오염물질 발생부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 인구수에 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, BOD발생부하량은 총 9.10kg/일이고, T-N 발생부하량은 2.44kg/일, T-P 발생부하량은 0.27kg/일로 산정됨
- 소유역II의 경우 BOD 발생부하량 3.76kg/일로 전체의 41.3%를 차지하고 T-N 1.01kg/일로 41.4%, T-P 0.11kg/일로 40.7%로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-8> 소유역별 생활계 오염물질 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	9.10	2.44	0.27
소유역 I	0.41	0.11	0.01
소유역 II	3.76	1.01	0.11
소유역 III	3.27	0.88	0.10
소유역 IV	0.08	0.02	0.00
소유역 V	0.00	0.00	0.00
소유역 VI	1.34	0.36	0.04
소유역 VII	0.17	0.05	0.01
소유역 VIII	0.07	0.02	0.00

(2) 축산계

- 가축에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 축종별 마리(두)수에 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, 소유역II에서 전량 발생함
- BOD발생부하량은 총 14.26kg/일이고, T-N 발생부하량은 3.15kg/일, T-P 발생부하량은 0.97kg/일로 산정됨

<표 3.1-9> 소유역별 가축에 의한 오염물질 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	14.26	3.15	0.97
소유역 I	0.00	0.00	0.00
소유역 II	14.26	3.15	0.97
소유역 III	0.00	0.00	0.00
소유역 IV	0.00	0.00	0.00
소유역 V	0.00	0.00	0.00
소유역 VI	0.00	0.00	0.00
소유역 VII	0.00	0.00	0.00
소유역 VIII	0.00	0.00	0.00

(3) 산업계

- 유상저수지 유역 내에는 산업체가 소재하지 않아 산업체에 의한 발생부하량은 없는 것으로 조사됨

(4) 토지계

- 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 공부상 지목별 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, BOD발생부하량은 총 15.93kg/일이고, T-N 발생부하량은 17.77kg/일, T-P 발생부하량은 1.26kg/일로 산정됨
- 소유역Ⅲ은 BOD 발생부하량 4.98kg/일로 전체의 31.3%를 차지하고, T-N 4.02kg/일(22.6%), T-P 0.32kg/일(25.4%)로 산정됨

<표 3.1-10> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량

[단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	15.93	17.77	1.26
소유역 I	1.07	1.66	0.11
소유역 II	4.76	3.74	0.28
소유역 III	4.98	4.02	0.32
소유역 IV	0.98	2.12	0.14
소유역 V	0.90	2.08	0.13
소유역 VI	2.70	3.29	0.22
소유역 VII	0.37	0.63	0.04
소유역 VIII	0.17	0.23	0.02

다. 오염물질 배출부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 오염물질 발생부하량에 하수처리시설, 분뇨처리시설 등 환경기초시설, 오수처리시설, 단독정화조 등의 개별처리시설의 처리효율을 고려하여 삭감한 후 배출부하량을 산정함
- BOD배출부하량은 총 0.184kg/일이고, T-N 배출부하량은 0.150kg/일, T-P 배출부하량은 0.013kg/일로 산정됨
- 소유역II의 경우 BOD 배출부하량 0.088kg/일로 전체의 47.6%를 차지하고 T-N 배출부하량은 0.113kg/일(75.3%), T-P 배출부하량은 0.010kg/일(82.4%)로 가장 많은 배출량을 보임

<표 3.1-11> 소유역별 생활계에 의한 오염물질 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	0.184	0.150	0.013
소유역 I	0.007	0.003	0.000
소유역 II	0.088	0.113	0.010
소유역 III	0.059	0.023	0.001
소유역 IV	0.001	0.001	0.000
소유역 V	0.000	0.000	0.000
소유역 VI	0.024	0.009	0.001
소유역 VII	0.003	0.001	0.000
소유역 VIII	0.001	0.000	0.000

(2) 축산계

- 가축에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역내 축종별 마리(두)수에 배출계수를 곱하여 산정하였으며, 소유역II에서 전량 배출됨
- BOD배출부하량은 총 1.28kg/일이고, T-N 배출부하량은 0.50kg/일, T-P 배출부하량은 0.05kg/일로 산정됨

<표 3.1-12> 소유역별 가축에 의한 오염물질 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	1.28	0.50	0.05
소유역 I	0.00	0.00	0.00
소유역 II	1.28	0.50	0.05
소유역 III	0.00	0.00	0.00
소유역 IV	0.00	0.00	0.00
소유역 V	0.00	0.00	0.00
소유역 VI	0.00	0.00	0.00
소유역 VII	0.00	0.00	0.00
소유역 VIII	0.00	0.00	0.00

(3) 산업계

- 유상저수지 유역 내에는 산업체가 소재하지 않아 산업체에 의한 발생부하량은 없는 것으로 조사됨

(4) 토지계

- 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역별 발생부하량에 배출계수 1.0을 곱하여 산정하였으며, BOD배출부하량은 총 15.93kg/일이고, T-N 배출부하량은 17.77kg/일, T-P 배출부하량은 1.26kg/일로 산정됨
- 소유역Ⅲ은 BOD 배출부하량 4.98kg/일로 전체의 31.3%를 차지하고, T-N 4.02kg/일(22.6%), T-P 0.32kg/일(25.4%)로 산정됨

<표 3.1-13> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량

[단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	15.93	17.77	1.26
소유역Ⅰ	1.07	1.66	0.11
소유역Ⅱ	4.76	3.74	0.28
소유역Ⅲ	4.98	4.02	0.32
소유역Ⅳ	0.98	2.12	0.14
소유역Ⅴ	0.90	2.08	0.13
소유역Ⅵ	2.70	3.29	0.22
소유역Ⅶ	0.37	0.63	0.04
소유역Ⅷ	0.17	0.23	0.02

라. 총 오염부하량**(1) 오염물질 총 발생부하량**

- 유상저수지 유역 전체에서 BOD발생부하량은 39.29kg/일이고, T-N은 23.36kg/일, T-P는 2.51kg/일임
- 오염원은 토지계가 BOD의 40.55%, T-N의 76.1%, T-P의 50.3%로 가장 높은 비율을 차지하고, 축산계는 전체 BOD 중 36.3%, T-N의 13.5%, T-P의 38.9%로 발생됨

<표 3.1-14> 오염원별 발생부하량

[단위: kg/일]

소유역		발생부하량			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		39.29	23.36	2.51	
생활계	인구	9.10	2.44	0.27	
	하수처리장	-			
축산계		14.26	3.15	0.97	
토지계(비점오염)		15.93	17.77	1.26	

(2) 오염물질 총 배출부하량

- 유상저수지 유역 전체에서 BOD는 17.40kg/일, T-N은 18.42kg/일, T-P는 1.32kg/일의 오염부하량이 배출됨
- 오염원별로는 토지계가 BOD부하량의 91.6%, T-N의 96.4%, T-P의 95.4%로 가장 높은 비율을 차지하고, 다음으로 축산계가 전체 BOD부하량 중 7.4%, T-N의 2.7%, T-P의 3.7%를 차지함

<표 3.1-15> 오염원별 배출부하량

[단위: kg/일]

오염원별		배출부하량			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		17.40	18.42	1.32	
생활계	인구	0.16	0.06	0.00	
	하수처리장	0.02	0.09	0.01	
축산계		1.28	0.50	0.05	
토지계(비점오염)		15.93	17.77	1.26	주오염원

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

<표 3.1-16> 오염물질별 발생·배출부하량 비교

[단위: kg/일]

구 분	발생부하량	삭감부하량	배출부하량	삭감률(%)
BOD	39.29	21.89	17.40	55.7%
T-N	23.36	4.94	18.42	21.1%
T-P	2.51	1.19	1.32	47.3%

<표 3.1-17> 소유역별 BOD 배출부하량

[단위: kg/일]

소유역	계	생활계		축산계	산업계	토지계
		인구	하수처리장			
총 계	17.40	0.16	0.02	1.28	0.00	15.93
소유역 I	1.08	0.01	0.00	0.00	0.00	1.07
소유역 II	6.13	0.07	0.02	1.28	0.00	4.76
소유역 III	5.04	0.06	0.00	0.00	0.00	4.98
소유역 IV	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
소유역 V	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
소유역 VI	2.72	0.02	0.00	0.00	0.00	2.70
소유역 VII	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
소유역 VIII	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17

<표 3.1-18> 소유역별 T-N 배출부하량

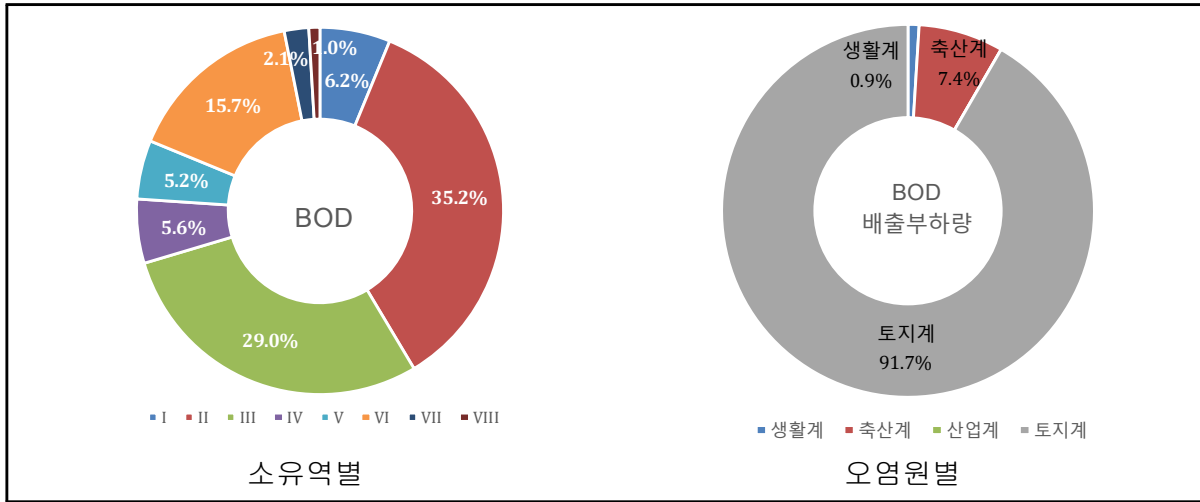
[단위: kg/일]

소유역	계	생활계		축산계	산업계	토지계
		인구	하수처리장			
총 계	18.42	0.06	0.09	0.50	0.00	17.77
소유역 I	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
소유역 II	4.36	0.03	0.09	0.50	0.00	3.74
소유역 III	4.04	0.02	0.00	0.00	0.00	4.02
소유역 IV	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12
소유역 V	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08
소유역 VI	3.30	0.01	0.00	0.00	0.00	3.29
소유역 VII	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63
소유역 VIII	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23

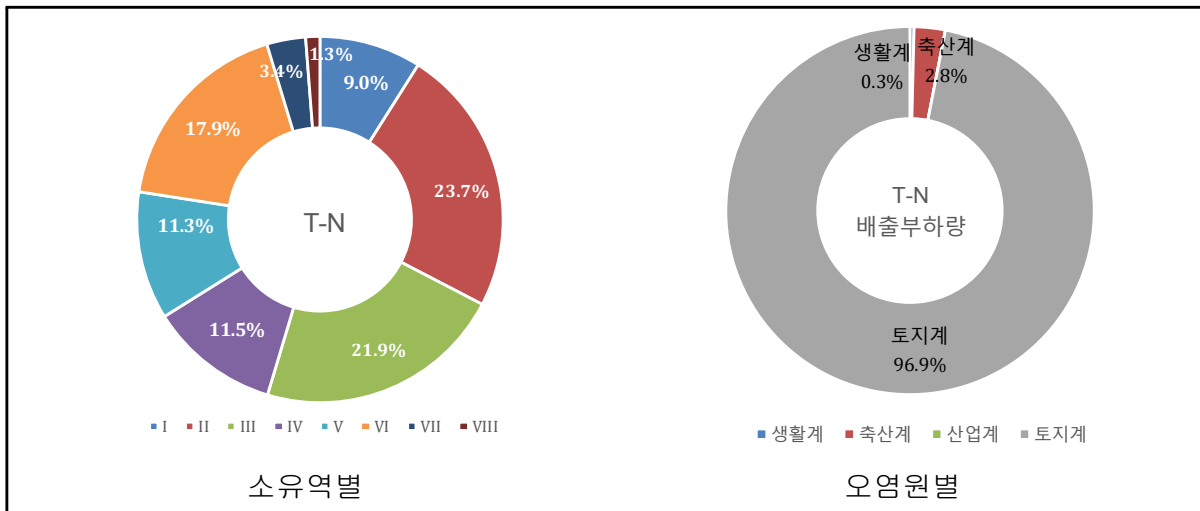
<표 3.1-19> 소유역별 T-P 배출부하량

[단위: kg/일]

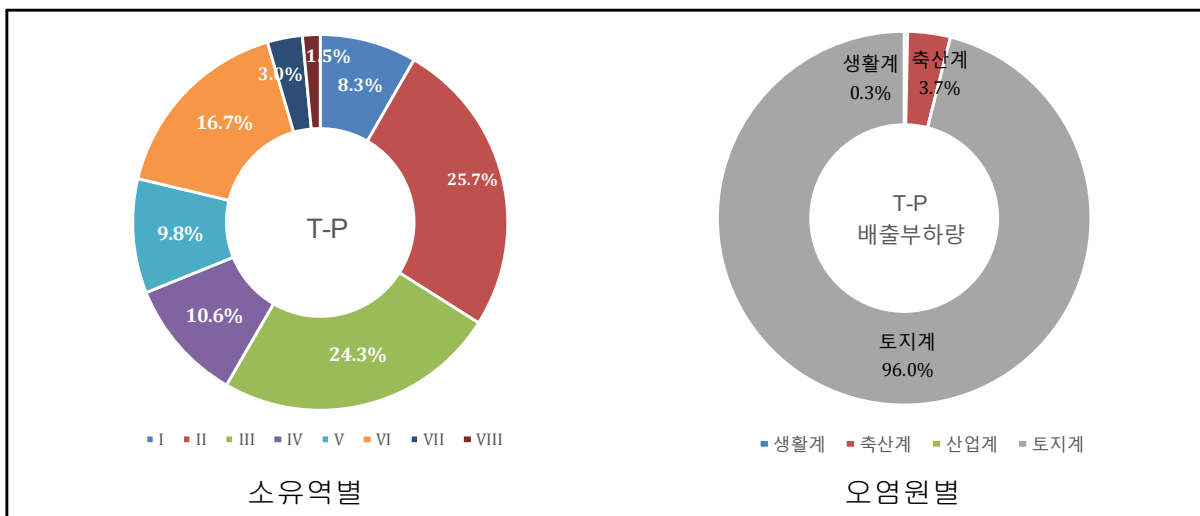
소유역	계	생활계		축산계	산업계	토지계
		인구	하수처리장			
총 계	1.32	0.00	0.01	0.05	0.00	1.26
소유역 I	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
소유역 II	0.34	0.00	0.01	0.05	0.00	0.28
소유역 III	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
소유역 IV	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
소유역 V	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
소유역 VI	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
소유역 VII	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
소유역 VIII	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02



(그림 3.1-3) BOD 배출부하량 기여도



(그림 3.1-4) T-N 배출부하량 기여도



(그림 3.1-5) T-P 배출부하량 기여도

3.2 수질환경

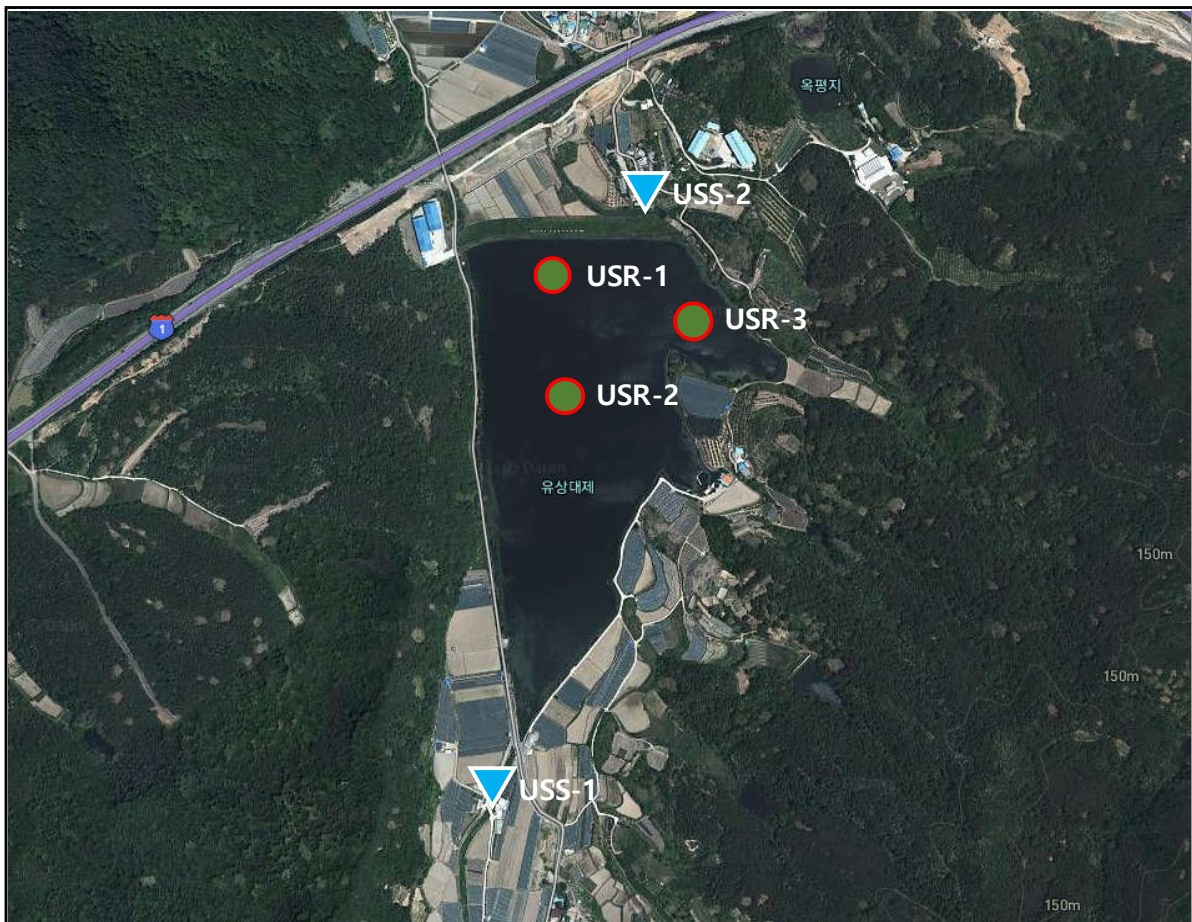
3.2.1 조사지점, 내용 및 분석방법

가. 조사지점

- 수질조사는 유상저수지와 유입하천으로 구분하여 유상저수지 3지점, 유입하천 1지점, 방류하천 1지점으로 총 5개 지점에서 시행하였음

<표 3.2-1> 조사지점 위치

구 분	지점번호	조 사 위 치	비 고
유입하천	USS - 1	경상북도 영천시 북안면 유상리 1207	
방류하천	USS - 2	경상북도 영천시 북안면 유하리 678	
유상저수지	USR - 1	유상저수지 하류	북측(제방측)
	USR - 2	유상저수지 중류	남측
	USR - 3	유상저수지 중류	동측(유입측)



(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도

나. 조사내용 및 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 채수기를 이용하여 채취하였음
- 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	산성KMnO ₄ 법	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	Velocity Meter(FM-101), Staf(5m)

3.2.2 유입하천의 수질 및 유량 조사

가. 평시




- 현장조사는 2017년 7월, 8월 기간 내 총 4회 조사를 실시함

<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/sec)
07월 14일		35.8	70.3	북북서	2.0
07월 27일		32.7	61.3	동	1.5
08월 17일		29.3	77.4	남동	1.8
08월 28일		32.6	64.4	서북서	1.2

(1) USS-1 지점

- USS-1 조사지점은 주유입하천인 무명천 유역의 하류부에 해당하고 유역면적은 479.0ha로 유역면적의 89.1%를 차지하며, 유상1리, 2리 부락과 도로 등 불투수층이 분포함. 조사지점부 상류측에는 유상마을하수도 방류수가 유입되고 있으며, 농경지 배수로를 통한 유출수가 하천 내로 유입됨

구분	채수	수심	유속
07월 14일			
07월 27일			
08월 17일			
08월 28일			

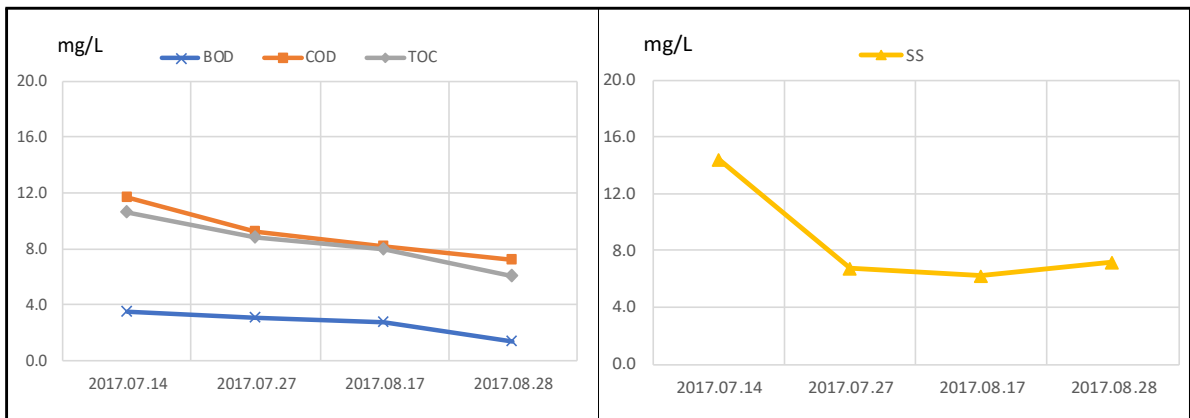
(그림 3.2-2) USS-1 평시 측정사진

① 유기물 농도

- 유기오염지표인 BOD가 1.4 ~ 3.5mg/L로 하천 수질환경기준 좋음(Ib등급) ~ 보통(III 등급), COD는 7.2~11.7mg/L로 약간나쁨(IV등급)~매우 나쁨(VI등급), TOC는 6.1 ~ 10.6mg/L로 약간나쁨(IV등급) ~ 매우 나쁨(VI등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우는 6.2 ~ 14.4mg/L로 양호한 상태임

<표 3.2-4> USS-1 지점의 유기물 조사결과

조사시기	항 목			
	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	SS(mg/L)
07월 14일	3.5	11.7	10.6	14.4
07월 27일	3.1	9.3	8.8	6.8
08월 17일	2.8	8.2	8.0	6.2
08월 28일	1.4	7.2	6.1	7.2



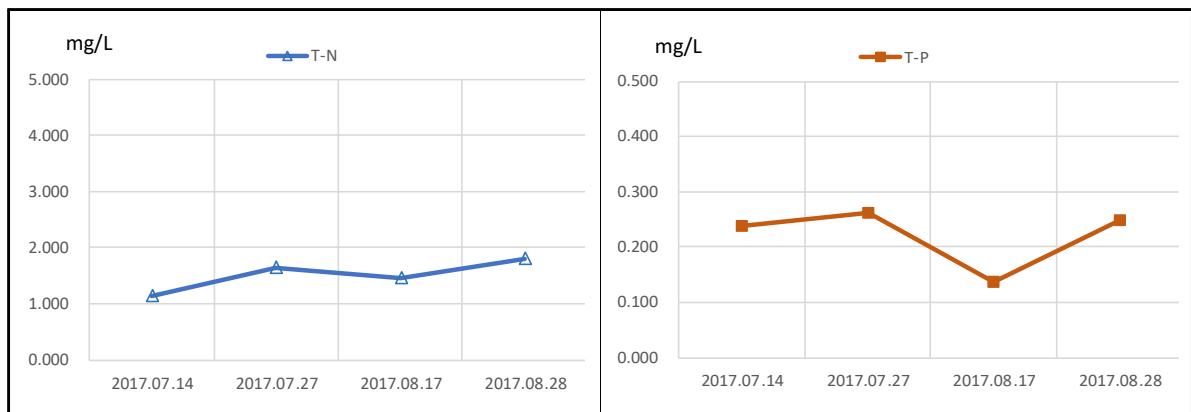
(그림 3.2-3) USS-1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

② 영양염류 농도

- 조사지점의 T-N은 1.133 ~ 1.802mg/L로 조사됨
- T-P는 0.137 ~ 0.261mg/L로 하천 수질환경기준 보통(III등급) ~ 약간나쁨(IV등급)으로 나타났음

<표 3.2-5> USS-1 지점의 영양염류 조사결과

조사시기	항 목	
	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
07월 14일	1.133	0.237
07월 27일	1.628	0.261
08월 17일	1.442	0.137
08월 28일	1.802	0.249



(그림 3.2-4) USS-1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

③ 기타항목

- 전기전도도는 340 ~ 416 μ S/cm로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.7 ~ 8.0, 용존산소농도(DO)는 4.4 ~ 7.4mg/L, NH₄-N 0.104 ~ 0.205mg/L, NO₃-N 0.090 ~ 1.235mg/L, NO₂-N 0.013 ~ 0.069mg/L, PO₄-P 0.114 ~ 0.226mg/L로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

(2) USS-2 지점

- 조사지점은 유상저수지 여수로를 통하여 북안천으로 유입되는 농경배수로 구간이며, 주위에 주거지와 농경지 등이 분포하고 있음



(그림 3.2-5) USS-2 평시 측정사진

① 유기물 농도

- 수질조사결과, BOD가 3.2mg/L로 하천 수질환경기준 보통(III등급), COD는 7.4mg/L로 약간나쁨(IV등급), TOC는 7.2mg/L로 나쁨(V등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우 8.4mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-6> USS-2 지점의 유기물 조사결과

조사시기	항목			
	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	SS(mg/L)
07월 14일	3.2	7.4	7.2	8.4

② 영양염류 농도

- 조사지점의 T-N은 0.987mg/L로 조사됨
- T-P는 0.041mg/L로 하천 수질환경기준 약간좋음(II등급)으로 나타났음

<표 3.2-7> USS-2 지점의 영양염류 조사결과

조사시기	항목	
	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
07월 14일	0.987	0.041

③ 기타항목

- 전기전도도는 337 μ S/cm로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 8.1, 용존산소농도(DO)는 4.7mg/L, NH₄-N 0.092mg/L, NO₃-N 0.134mg/L, NO₂-N 0.059mg/L, PO₄-P 0.038mg/L임

나. 강우시

- 현장조사는 2017년 7월 25일, 2017년 7월 31, 2017년 10월 12일 총 3회 조사를 실시함
- <표 3.2-8> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/sec)	강우량 ¹⁾ (mm)
1차	7월25일	25.1	87.9	서북서	1.2	16.0 (신령:10.0)
2차	7월31일	26.4	91.6	동	1.0	14.0 (신령:12.5)
3차	10월12일	17.0	85.9	북북서	2.8	28.5 (신령:28.0)

주) 1. 강우량자료는 기상청 영천(무)지점의 일별 강수량임(()내 ‘신령’은 ‘기상청 국가기후데이터센터’ 영천시 신령면 신령(826)지점 자료임. 시강우의 경우 신령지점자료를 활용함)

(1) USS-1 지점

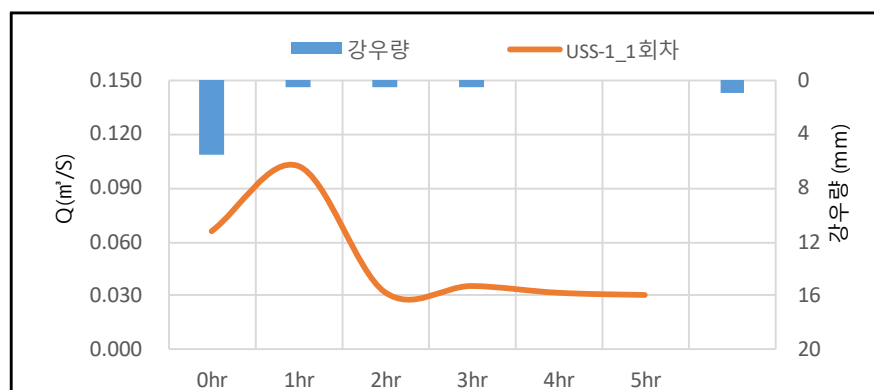
- 조사지점은 주 유입하천인 무명천 유역의 하류부에 해당하고 유역면적은 479.0ha로 유역면적의 89.1%를 차지하며, 강우시 유상1리, 2리 부락의 불투수층의 비점오염물질과 축사시설, 농경지(전, 답)를 통한 비점오염물질이 수계 내로 유입됨



(그림 3.2-6) USS-1 강우시 측정사진

① 1차 조사 결과 : 2017년 7월 25일

- 조사지점의 1차 기간 동안 신령지점에 내린 강우량은 10.0mm임. 강우량 증가시 수문곡선은 약 1시간 내외의 간격을 두고 첨두유량을 형성하는 것으로 확인되며, 첨두유량 이후 유량은 감소하는 경향을 나타냄



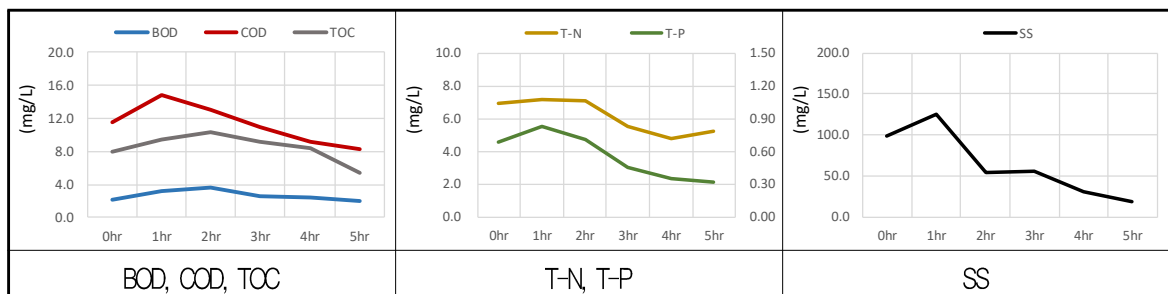
(그림 3.2-7) USS-1 수문곡선 그래프(1차)

<표 3.2-9> USS-1 지점 수질 측정 결과(1차)

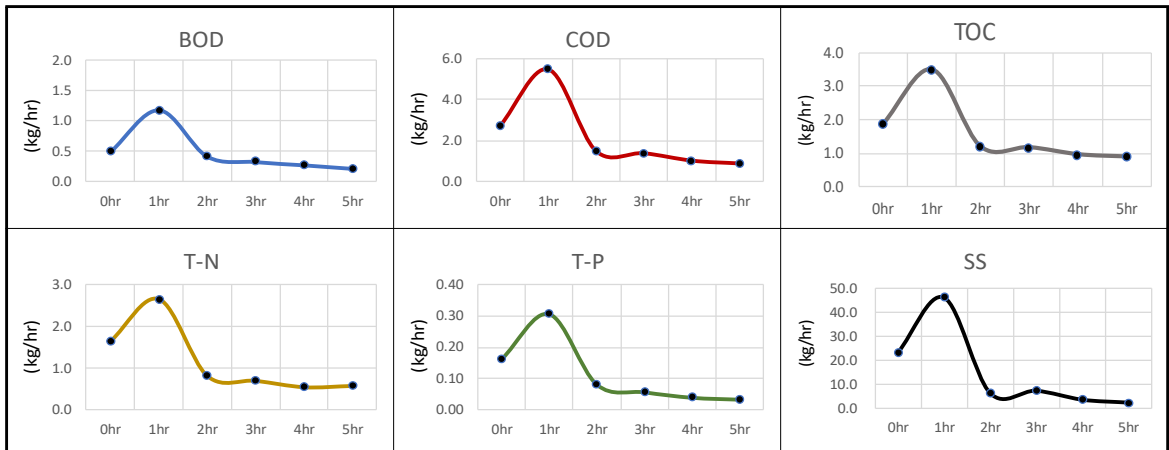
항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	EMC ¹⁾
수온 (°C)	24.2	24.8	25.0	24.8	24.9	24.9	-
pH	7.2	7.5	7.5	7.6	7.7	7.6	-
DO (mg/L)	2.3	3.3	3.8	3.9	3.6	3.8	3.3
BOD (mg/L)	2.1	3.2	3.6	2.6	2.4	2.0	2.7
COD (mg/L)	11.6	14.9	13.1	11.0	9.1	8.2	12.2
SS (mg/L)	98.0	126.0	54.0	56.0	30.0	19.0	82.6
T-N (mg/L)	6.923	7.150	7.074	5.513	4.809	5.262	6.455
T-P (mg/L)	0.686	0.829	0.712	0.457	0.355	0.318	0.638
TOC (mg/L)	7.9	9.5	10.3	9.2	8.4	8.1	8.7
전기전도도 (μS/cm)	352	235	256	356	338	334	-
유량 (m³/s)	0.0658	0.1023	0.0320	0.0353	0.0316	0.0305	-

주) 1. EMC : 강우사상에 대한 평균농도(Event mean concentration)

- 1차 강우사상 기간 동안 COD 8.2mg/L ~ 14.9mg/L, TOC 7.9mg/L ~ 10.3mg/L 범위의 값을 나타냄. SS는 강우사상기간 동안 최대 126.0mg/L의 값을 나타내며 수문곡선 상의 첨두유량 발생시기에 나타난 것으로 확인됨
- 강우사상 기간 내 총유출량에 대한 비점오염물질의 유출영향정도를 평가하기 위하여 EMC산정 후 오염영향도를 평가하였음
- COD, TOC의 EMC는 각각 12.2mg/L, 8.7mg/L로 확인되며 T-N, T-P는 6.455mg/L, 0.638mg/L의 값을 나타내어 상류지역 농경지 입지 특성상 강우시 T-N, T-P 농도의 값이 크게 나타난 것으로 확인됨. 강우기간 내 SS의 EMC는 82.6mg/L임



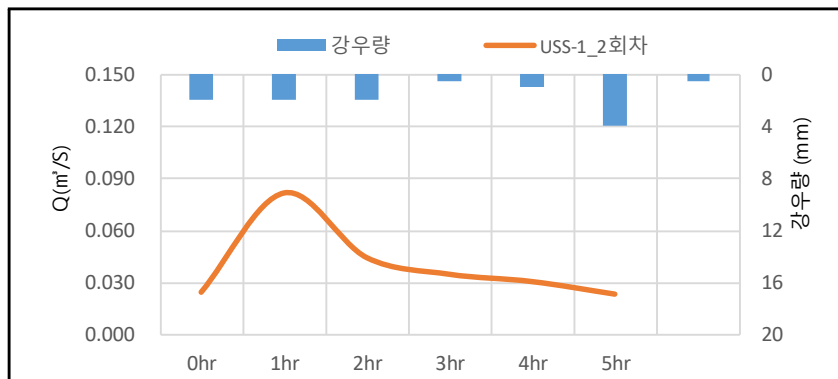
(그림 3.2-8) USS-1 수질농도변화 그래프(1차)



(그림 3.2-9) USS-1 오염부하곡선(1차)

② 2차 조사 결과 : 2017년 7월 31일

◦ 조사지점의 2차 기간동안 신령지점에 내린 강우량은 12.5mm임



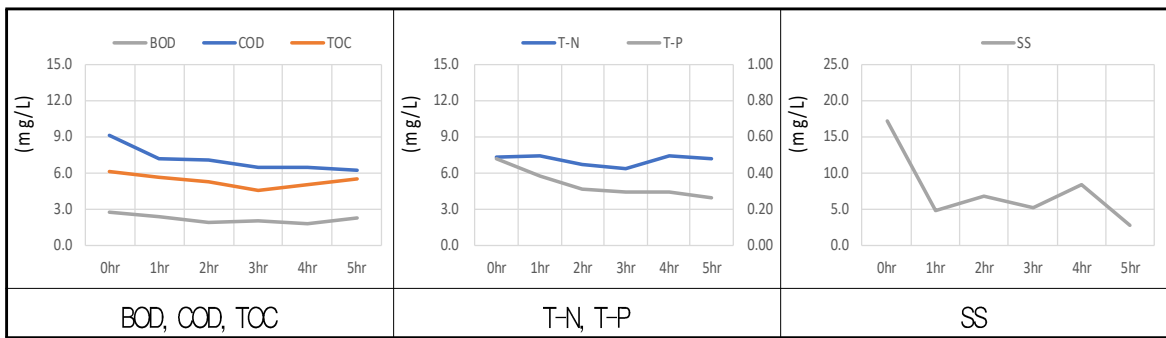
(그림 3.2-10) USS-1 수문곡선 그래프(2차)

<표 3.2-10> USS-1 지점 수질 측정 결과(2차)

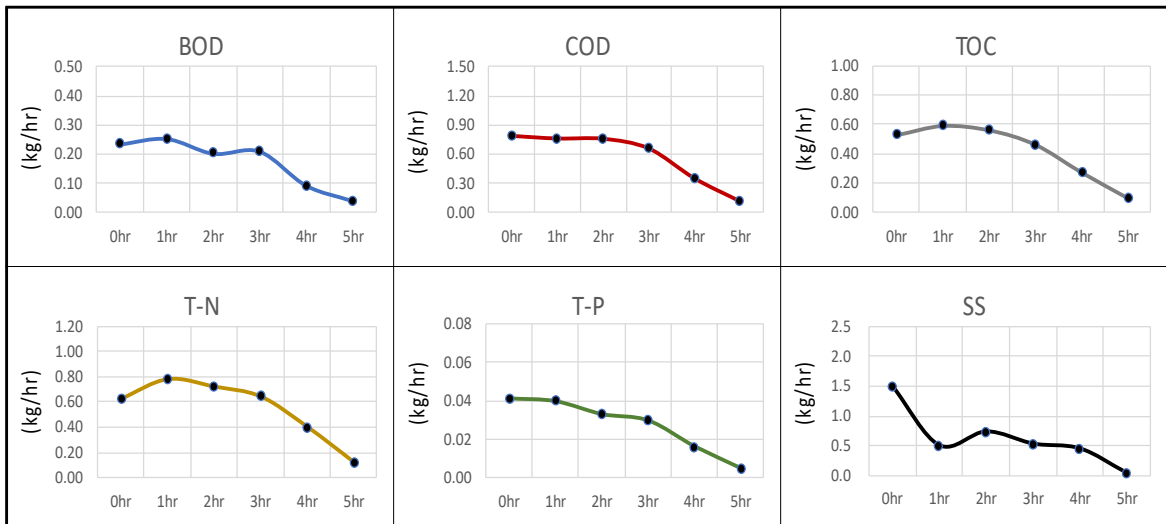
항 목	지 점	0hr	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	EMC ¹⁾
수온	(°C)	26.4	26.2	27.6	27.5	27.3	27.8	-
pH		7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	-
DO	(mg/L)	5.3	6.1	6.3	5.2	5.8	6.4	5.8
BOD	(mg/L)	2.7	2.4	1.9	2.0	1.7	2.2	2.2
COD	(mg/L)	9.1	7.2	7.0	6.4	6.4	6.2	7.2
SS	(mg/L)	17.2	4.8	6.8	5.2	8.4	2.8	7.9
T-N	(mg/L)	7.260	7.442	6.714	6.297	7.442	7.104	6.983
T-P	(mg/L)	0.480	0.379	0.306	0.290	0.297	0.261	0.348
TOC	(mg/L)	6.1	5.6	5.2	4.5	5.0	5.5	5.3
전기전도도	(μS/cm)	328	348	373	378	379	379	-
유량	(m³/s)	0.0241	0.0812	0.0441	0.0344	0.0302	0.0230	-

주) 1. EMC : 강우사상에 대한 평균농도(Event mean concentration)

- 2차 강우사상 기간 동안 COD 6.2mg/L ~ 9.1mg/L, TOC 4.5mg/L ~ 6.1mg/L 범위의 값을 나타내고 SS는 강우사상기간 동안 최대 17.2mg/L의 값을 나타냄
- 강우사상 기간 내 총유출량에 대한 비점오염물질의 유출영향정도를 평가하기 위하여 EMC산정 후 오염영향도를 평가하였음
- COD, TOC의 EMC는 각각 7.2mg/L, 5.3mg/L로 확인되며 T-N, T-P는 6.983mg/L, 0.348mg/L의 값을 나타내어 1차 조사와 마찬가지로 상류지역 강우시 농경지 비점오염물질의 영향에 따라 T-N, T-P 농도의 값이 크게 나타남



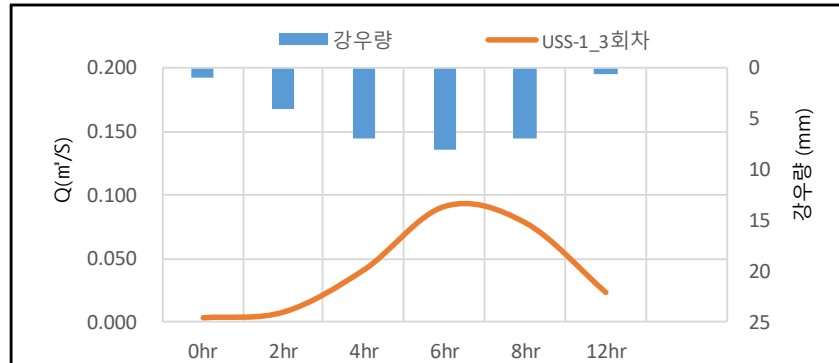
(그림 3.2-11) USS-1 수질농도변화 그래프(2차)



(그림 3.2-12) USS-1 오염부하곡선(2차)

③ 3차 조사 결과 : 2017년 10월 12일

- 조사지점의 3차 기간 동안 신령지점에 내린 강우량은 28.0mm임



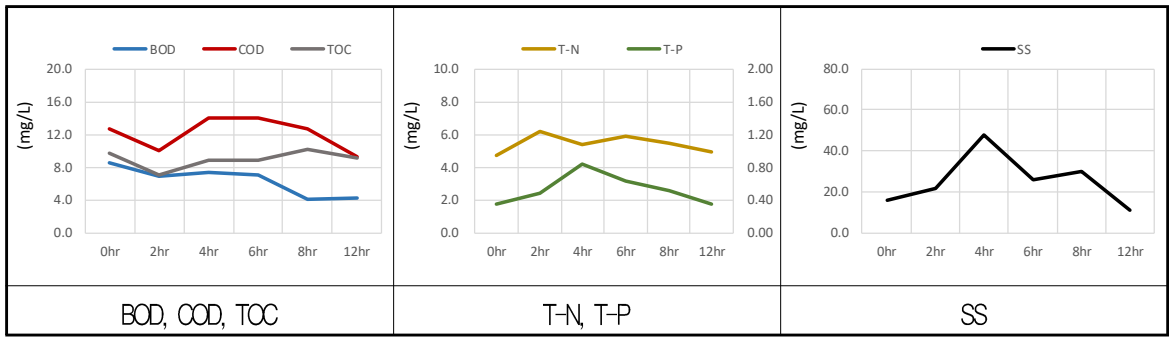
(그림 3.2-13) USS-1 수문곡선 그래프(3차)

<표 3.2-11> USS-1 지점 수질 측정 결과(3차)

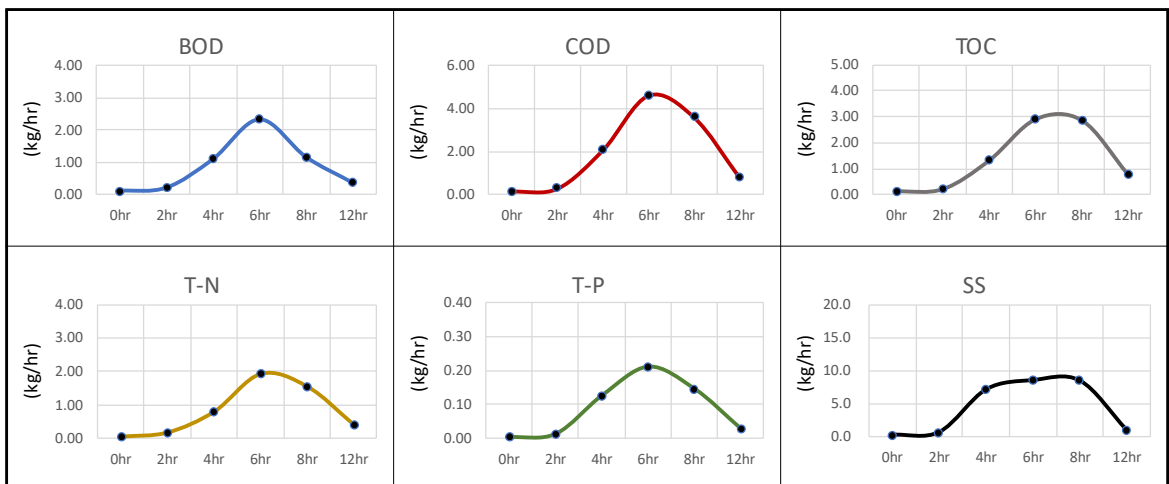
항 목 \ 지 점	0hr	2hr	4hr	6hr	8hr	12hr	EMC ¹⁾
수온 (°C)	18.0	17.4	17.4	17.4	17.1	16.6	-
pH	7.5	7.8	7.8	7.7	7.7	7.7	-
DO (mg/L)	3.2	5.6	5.9	5.4	5.7	6.0	5.6
BOD (mg/L)	8.6	6.9	7.4	7.1	4.1	4.3	5.9
COD (mg/L)	12.7	10.0	14.0	14.0	12.7	9.3	13.0
SS (mg/L)	16.0	22.0	48.0	26.0	30.0	11.0	29.3
T-N (mg/L)	4.717	6.214	5.402	5.859	5.478	4.920	5.567
T-P (mg/L)	0.348	0.485	0.841	0.633	0.509	0.346	0.592
TOC (mg/L)	9.7	7.1	8.8	8.8	10.1	9.2	9.2
전기전도도 (μS/cm)	450	413	273	321	334	301	-
유량 (m³/s)	0.0035	0.0083	0.0416	0.0917	0.0787	0.0236	-

주) 1. EMC : 강우사상에 대한 평균농도(Event mean concentration)

- 3차 강우사상 기간동안 COD 9.3mg/L ~ 14.0mg/L, TOC 7.1mg/L ~ 10.1mg/L 범위의 값을 나타내고 SS는 강우사상기간 동안 최대 48.0mg/L의 값을 나타냄
- 강우사상 기간 내 총유출량에 대한 비점오염물질의 유출영향정도를 평가하기 위하여 EMC산정 후 오염영향도를 평가하였음
- COD, TOC의 EMC는 각각 13.0mg/L, 9.2mg/L로 확인되며 T-N, T-P는 5.567mg/L, 0.592mg/L의 값을 나타내어 강우시 농경지 비점오염물질의 영향에 따라 T-N, T-P 농도의 값이 크게 나타남



(그림 3.2-14) USS-1 수질농도변화 그래프(3차)



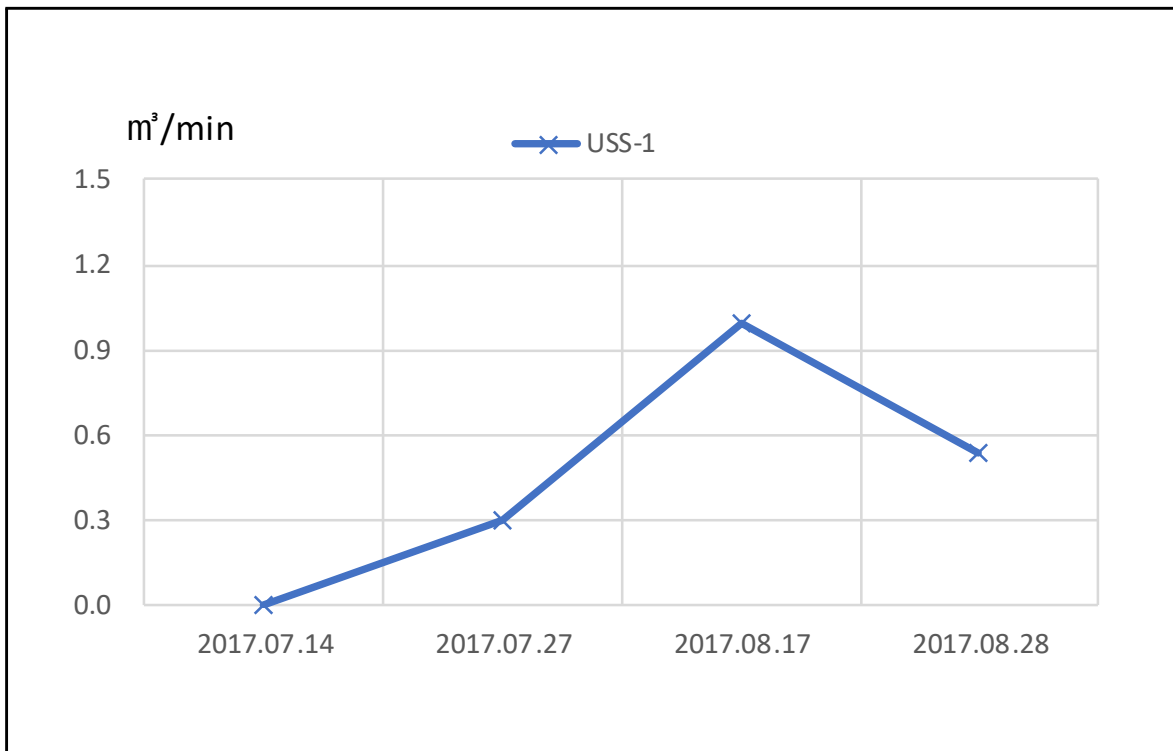
(그림 3.2-15) USS-1 오염부하곡선(3차)

다. 유량조사 결과

- USS-1 지점의 유량은 0.0060 ~ 0.9960 m³/min, 방류하천인 USS-2 지점은 0.7200 m³/min로 조사됨
- 1회차 측정자료의 경우, 장기간 가뭄에 따른 하도 내 유량부족으로 건천에 가까운 상태로 확인되었으며 인근 농경지 배수로 구간에서의 일부 수량이 유입됨. 하천내 실질적 유량은 유역 내 강우사상이 발생한 2회차 측정 이후부터 확인됨

<표 3.2-12> 조사 지점별 유량조사 결과

조사시기	유량(m ³ /min)	
	USS-1	USS-2
07월 14일	0.0060	0.7200
07월 27일	0.3000	-
08월 17일	0.9960	-
08월 28일	0.5340	-



(그림 3.2-16) 지점별 유량변화

3.2.3 유상저수지 수질현황

가. 기본조사 결과

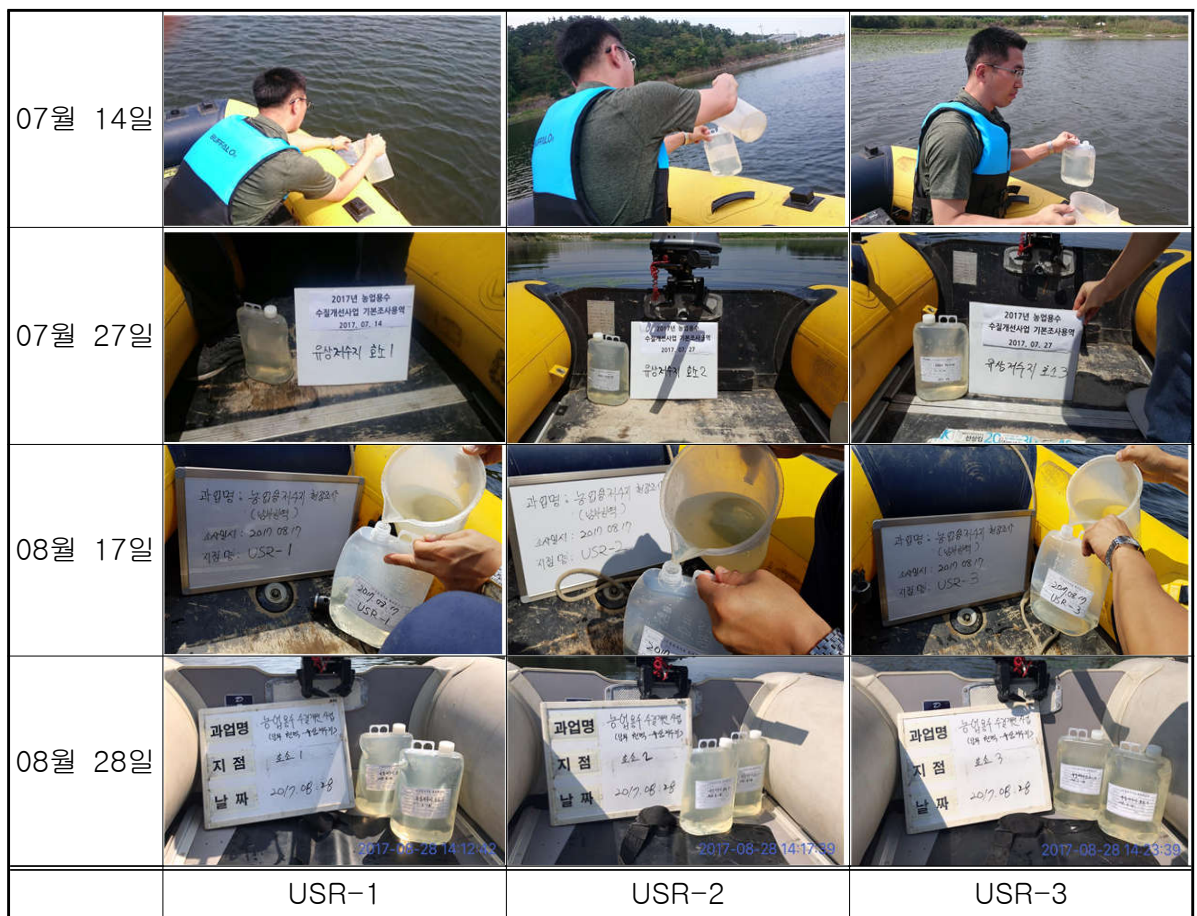
- 2017년 7월 ~ 8월, 총 4회에 걸쳐 유상저수지 USR-1, USR-2, USR-3 세지점의 수질변화를 조사함
- pH 7.6 ~ 8.5, DO 3.3 ~ 8.2mg/L, 전기전도도 316 ~ 419 μ S/cm, 수온 27.0 ~ 30.9 $^{\circ}$ C 범위를 형성함
- COD는 11.7 ~ 13.4mg/L로 매우나쁨(VI등급)을 형성하고, TOC 10.2 ~ 12.8mg/L로 매우나쁨(VI등급) 상태로 확인됨. T-N은 0.708 ~ 1.067mg/L로 약간나쁨(IV등급) ~ 나쁨(V등급), T-P는 0.044 ~ 0.062mg/L로 보통(III등급) ~ 약간나쁨(IV등급)상태로 확인됨
- SS 3.2 ~ 6.0mg/L, NH₄-N 0.097 ~ 0.196mg/L, NO₃-N 0.014 ~ 0.139mg/L, NO₂-N 0.001 ~ 0.003mg/L, PO₄-P 0.003 ~ 0.041mg/L, Chl-a 11.5 ~ 84.6mg/m³로 분석됨

<표 3.2-13> 유상저수지 수질현황

시기	조사 지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
07월 14일	USR-1	29.1	8.1	4.8	12.9	3.2	0.962	0.045
	USR-2	28.0	8.5	8.2	13.4	4.0	1.067	0.046
	USR-3	29.4	8.0	5.6	12.3	4.0	1.002	0.053
07월 27일	USR-1	30.3	7.7	5.9	11.7	6.0	0.997	0.062
	USR-2	30.4	7.9	6.2	12.6	5.6	0.901	0.057
	USR-3	30.9	7.9	6.6	12.6	3.2	0.896	0.058
08월 17일	USR-1	27.6	7.7	3.9	12.5	5.2	0.817	0.052
	USR-2	27.9	7.8	4.2	12.0	4.8	0.801	0.046
	USR-3	27.0	7.6	3.3	12.5	5.6	0.801	0.059
08월 28일	USR-1	29.2	7.9	5.2	12.5	4.0	0.911	0.044
	USR-2	28.5	7.7	5.4	12.3	3.6	1.181	0.048
	USR-3	29.5	7.8	6.4	12.6	4.4	0.708	0.053
평균	USR-1	29.1	7.8	4.9	12.4	4.6	0.922	0.051
	USR-2	28.7	8.0	6.0	12.6	4.5	0.988	0.049
	USR-3	29.2	7.8	5.5	12.5	4.3	0.852	0.056

<표 3.2-13> 유상저수지 수질현황(계속)

시기	조사 지점	TOC (mg/L)	전기전도도 (μS/cm)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
07월 14일	USR-1	10.4	340	0.113	0.092	0.003	0.036	73.4
	USR-2	10.3	419	0.127	0.139	0.002	0.036	77.6
	USR-3	10.6	359	0.146	0.132	0.002	0.040	84.6
07월 27일	USR-1	10.2	330	0.118	0.101	0.001	0.041	20.7
	USR-2	11.4	326	0.115	0.081	0.001	0.030	16.7
	USR-3	10.9	325	0.115	0.048	0.002	0.030	16.3
08월 17일	USR-1	12.8	321	0.116	0.038	0.002	0.003	27.7
	USR-2	10.9	320	0.156	0.014	0.003	0.010	17.9
	USR-3	11.4	321	0.196	0.016	0.003	0.024	30.7
08월 28일	USR-1	12.4	317	0.161	0.023	0.003	0.020	13.2
	USR-2	11.8	316	0.105	0.020	0.003	0.008	11.5
	USR-3	12.1	318	0.097	0.025	0.002	0.024	16.2
평균	USR-1	11.5	327	0.127	0.064	0.002	0.025	33.7
	USR-2	11.1	345	0.126	0.064	0.002	0.021	30.9
	USR-3	11.3	331	0.139	0.055	0.002	0.030	36.9



(그림 3.2-17) 유상저수지 측정사진

3.3 퇴적물 환경

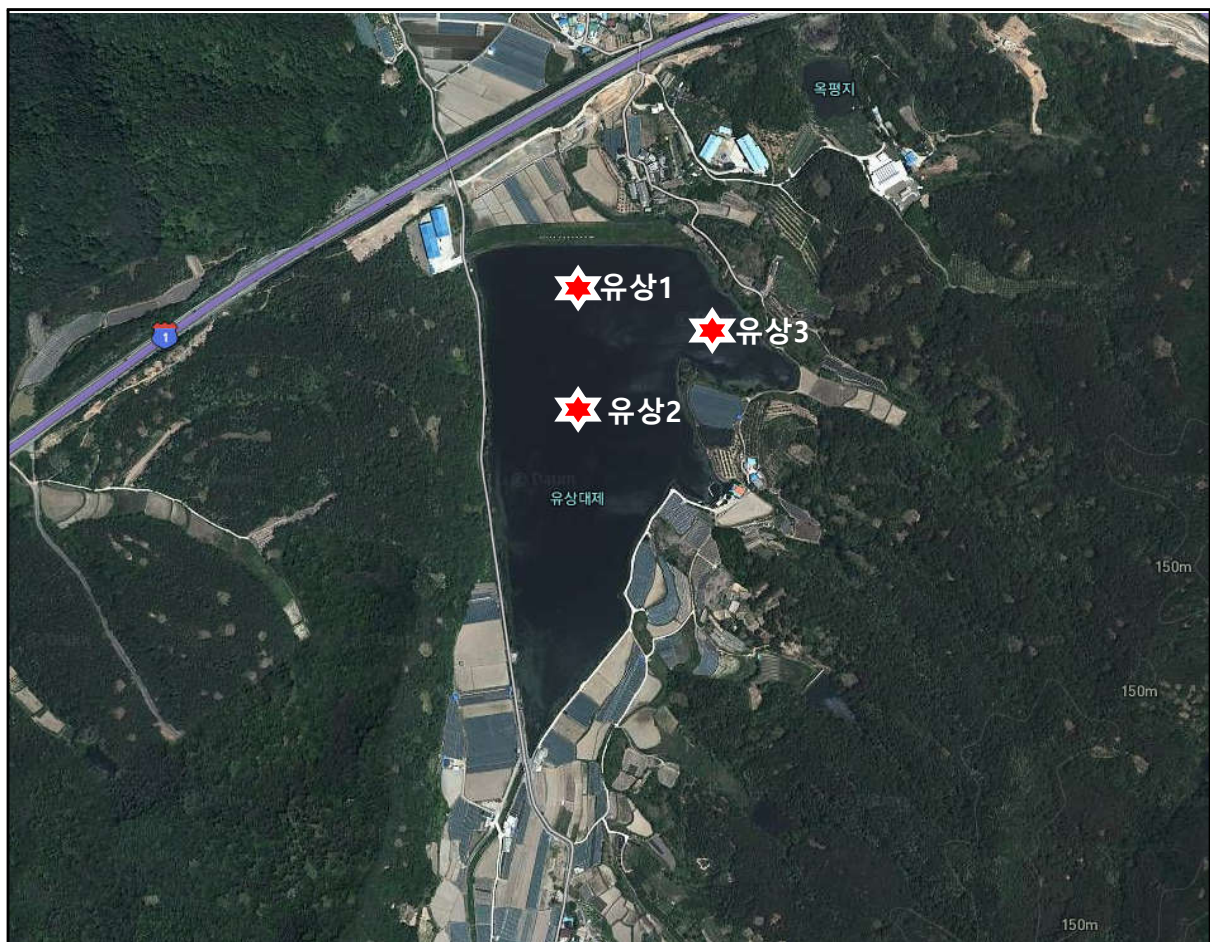
3.3.1 조사내용

- 유상저수지 퇴적층의 오염도를 판단하기 위해서 3개 지점(유상1, 유상2, 유상3)에서 시료채취를 실시하였으며, 토성, 유기물, 완전연소가능량, 총질소, 총인 등을 분석하고 용출실험을 실시함

<표 3.3-1> 기상 현황

측정일시	항목	날씨	기온 (°C)	습도 (%)	풍향 (풍)	풍속 (m/sec)	비고
2017년 08월 02일		맑음	31.3	75.6	동남동	1.3	
2017년 09월 28일 ¹⁾		맑음	19.9	65.9	서북서	1.5	보완조사

주) 1. 1차 결과의 보완조사는 T-N, T-P항목을 대상으로 시행함



(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도

<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점

구 분	지점번호	측 정 위 치	비 고
호소 저질	유상1	유상저수지 하류	제방측
	유상2	유상저수지 중류	중앙부
	유상3	유상저수지 중류(마름번성으로 상류부 진입 불가)	여수로 부근



(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진

3.3.2 분석방법

- 퇴적물 시료는 외부 공기와와의 접촉을 최대한 차단하여 분석실로 운반한 후 실내시험을 실시하였으며, 전처리가 필요한 항목에 대해서는 전처리를 수행하였고, 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
완전연소가능량(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

3.3.3 조사결과

가. 퇴적물 오염도

- 3개 조사지점에서 채취한 퇴적물내 토양 21개 항목 분석결과 카드뮴 0.73~0.86mg/kg, 구리 29.9~34.2mg/kg, 수은 0.046~0.065mg/kg로, 납 34.7~44.4mg/kg, 아연 205.8~275.1mg/kg, 니켈 23.7~28.2mg/kg, 불소 211~332mg/kg로 토양오염우려기준(2지역)을 만족하고, 비소, 6가크롬, 유기인화합물, PCBs, 시안, 페놀류, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TPH, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 벤조(a)피렌은 불검출
- 퇴적물의 유기물 및 영양염류 오염평가 등급은 IV등급 이하로 오염도가 낮고, 퇴적물의 금속류 오염평가 등급은 카드뮴의 경우 모든 지점의 값이 0.73~0.86mg/kg 범위로 II등급으로 조사되고 다른 항목들은 모두 I등급으로 조사됨
- 유기물, 영양염류, 금속류 농도를 종합한 지점별 오염평가 기준은 약간 나쁨(금속류 8항목 중 “II”등급 또는 “III”등급 항목 1개 이상)으로 조사됨

<표 3.3-5> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과

시험항목	토양오염 우려기준 2지역	결 과 (mg/kg)		
		유상1	유상2	유상3
카드뮴	10	0.73	0.86	0.74
구 리	500	29.9	34.2	32.1
비 소	50	불검출	불검출	불검출
수 은	10	0.065	0.053	0.046
납	400	34.7	44.4	36.2
6가크롬	15	불검출	불검출	불검출
아 연	600	205.8	275.1	273.8
니 켈	200	27.1	28.2	23.7
불 소	400	211	276	332
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	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	50	불검출	불검출	불검출
크실렌	15	불검출	불검출	불검출
TPH	800	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	8	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	4	불검출	불검출	불검출
벤조(a)피렌	2	불검출	불검출	불검출

<표 3.3-6> 퇴적물 내 유기물, 영양염류 농도

항 목 \ 지 점	평균	유상1	유상2	유상3
유기물(%)	9.5	9.9	8.1	10.6
T-N(mg/kg)	4,776	5,364	4,203	4,760
T-P(mg/kg)	1,201	1,656	885	1,063
완전연소가능량(%)	10.1	10.8	9.9	9.7

<표 3.3-7> 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

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

<표 3.3-8> 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

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)

나. 입도 분포

- 유상저수지 퇴적물 내 입도분포는 모래(S)함량 6.0 ~ 7.6%, 실트 57.4 ~ 59.6%, 점토(clay) 32.8 ~ 36.4%로 모든 지점의 토성이 실트(Silt)로 나타났음

<표 3.3-9> 퇴적물 입도 분포

항 목	지 점	평균	유상1	유상2	유상3
	입 도 분 포	Sand(%)	6.6	7.6	6.3
Silt(%)		58.3	59.6	57.4	57.9
clay(%)		35.1	32.8	36.4	36.2
토 성		Silt	Silt	Silt	Silt

다. 퇴적물 용출시험 결과

- 유상지구의 경우에는 호기조건에 비해 혐기조건에서 높은 용출속도를 나타냈으며, 이러한 경향은 퇴적물의 일반적인 경향임. 유상지구 퇴적물의 혐기조건에서 TOC 용출속도는 98.3mg/m²/day, 총질소와 총인 용출속도는 각각 24.264mg/m²/day, 8.376mg/m²/day로 나타남
- 측정된 각 항목의 용출속도는 수질 예측시 수질모형에 적용함

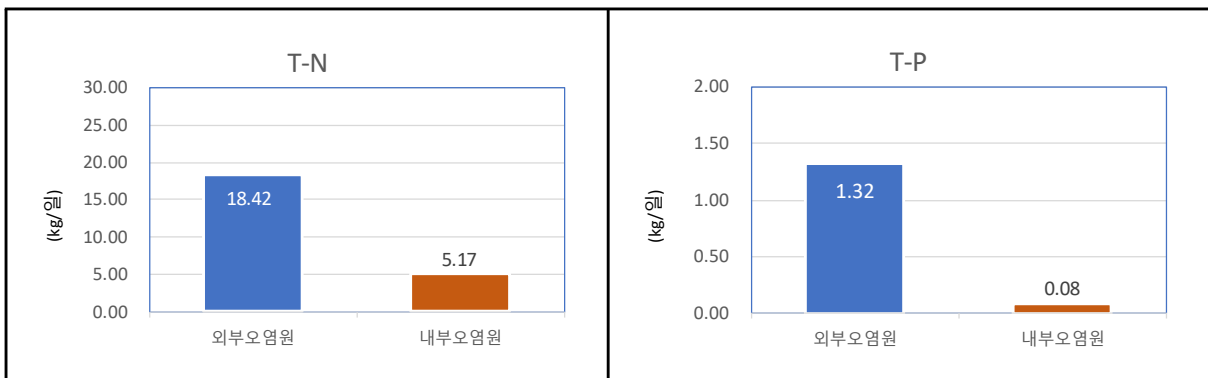
<표 3.3-10> 퇴적물 영양염류 용출속도

구 분	용출속도(mg/m ² /d)	
	호 기 상 태	혐 기 상 태
COD	252.7	530.4
TOC	93.4	98.3
T-N	23.604	24.264
T-P	0.349	8.376

- 퇴적물 용출시험결과를 활용한 내부생산부하량과 배출부하량 자료를 활용하여 오염부하 기여도를 검토하였음(내부생산부하량 산정시, 호소바닥면적은 만수면적 기준의 수면적(21.9ha)을 적용함)
- 검토결과, 악조건인 혐기상태로 가정하더라도 총질소와 총인의 내부부하량이 전체부하량의 22%이하 수준으로 외부에서 기인하는 오염원의 영향이 훨씬 큰 것으로 나타남

<표 3.3-11> 호소 오염부하 기여도 검토(외부오염원, 내부오염원)

구 분	오염배출부하량(kg/일)		
	계	외부오염원	내부오염원
총 질소	23.59	18.42	5.17
	100.0%	78.1%	21.9%
총 인	1.40	1.32	0.08
	100.0%	94.5%	5.5%



(그림 3.3-3) 호소 오염부하 기여도 검토(외부오염원, 내부오염원)

3.3.4 퇴적토 토질시험

- 유상저수지 침강지 조성시 발생하는 준설토를 성토재료로 활용할 수 있는지 판단하기 위해 침강지 설치 예정지에서 퇴적물시료를 별도로 채취하여 토질시험을 실시하였으며 그 결과는 부록 9.3에 수록하였음

3.4 지질 환경

3.4.1 조사개요

- 시설물 설치 예정지에 대한 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 지층의 조밀도 및 연경도를 확인하여 세부설계에 필요한 지반 자료를 제공

가. 조사위치 및 항목

- 조사위치 : 저수지 양수장 및 부댐 구조물의 위치를 고려하여 조사 위치 선정
- 조사항목 : 시추조사(2공), 표준관입시험 7회, 지하수위 측정

<표 3.4-1> 지질조사 위치

공번	위치	기간	비 고
BH-1	경상북도 영천시 북안면 유상리 535-1	2017.11.9~11.29	침강지 부댐부
BH-2	경상북도 영천시 북안면 유상리 1201		침강지 부댐부 (인공습지 양수장 설치부)



(그림 3.4-1) 지질조사 위치도

나. 조사장비

<표 3.4-2> 지질조사 장비

조사항목		조사장비명	수량
현장조사	시추조사(NX)	시추기 PW5000D형 1대 및 부대품	1대
	지하수위측정	지하수위 측정기	1조
현장시험	표준관입시험	KSF 2307 규정에 따른 Split-Spoon Sampler	1조

다. 조사방법

(1) 시추조사

- 회전 수세식(Rotary Wash Type)시추기 사용
- 시추구경은 NX($\phi=76\text{mm}$) 규격
- 공벽붕괴 방지를 위해 풍화암까지 Casing 삽입
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler, 암반 시료채취는 Double Core Barrel 사용
- 채취된 암석 코어는 육안관찰에 의하여 암석 내에 분포된 불연속면(Discontinuities)과 충전물 등을 파악하고 절리의 분포상태, RQD(TCR등) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공변, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관
- 작업 상태 자세히 기록한 야장과 주상도 작성
- 지층 분포상태 파악, 암반분류 및 시료채취
- 각 시추공 이용한 현장시험 실시
- 추정지질 단면도 작성

(2) 표준관입시험

- $64\pm 0.5\text{kg}$ 의 해머를 낙하고 $76\pm 1\text{cm}$ 에서 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 1.5m마다 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 시추주상도에 기재

(3) 지하수위

- 굴진 작업 완료 후 공내에 잔존하게 되는 굴진용수의 영향을 고려하여 시추작업 완료 후 24시간 이상 경과하거나 수위를 회복하였다고 판단되었을 때 측정

3.4.2 조사결과

- 시추조사 결과, 유상저수지의 지층은 토사층, 연암층 순으로 분포함. 토사층은 0.0~9.3m 구간에 표토층, 매립층, 퇴적층, 풍화대층으로 구성되었고 실트질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트가 분포하고 있으며, 그 하부의 시추기저인 연암은 2.2m 이상의 층후를 확인함

<표 3.4-3> 시추 및 지하수위 조사 결과

지구	공 번	지층별 층후(m)							지하수위 (GL.-m)	표준관입 시험(회)
		토사층	사력층	흔적석	풍화암	연암	보통암	계		
유상	BH-1	9.3	-	-	-	2.2	-	11.5	5.8	6
	BH-2	2.8	-	-	-	2.2	-	5.0	심도이하	1

<표 3.4-4> 시추조사 결과(상세)

지 층 명	분포심도(층후)	구 성 상 태	U.S.C.S
토사층	0.0~9.3(2.8~9.3m)	<ul style="list-style-type: none"> • 표토층, 매립층, 퇴적층, 풍화대 • 실트질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트 • 젖음(Wet) 및 습윤(Moist)의 함수상태 • N값은 매우느슨~보통조밀의 상대밀도, 고결한 연경도 	SM, ML
연 암	2.8~9.3(2.2m이상)	<ul style="list-style-type: none"> • 기반암의 연암층으로 세일 • 풍화정도는 심한풍화~보통풍화 • 암석강도는 보통강함 • TCR : 64~77%, RQD : 8~29% 	SR

- 표준관입시험(7회) 결과 토사층의 실측 N치가 3/30~28/30(회/cm)로 매우느슨~보통 조밀한 상대밀도를 보이며, 풍화대는 50/20~50/12(회/cm)로 고결한 연경도를 보임

<표 3.4-5> 표준관입시험 결과

공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층	공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층
BH-1	1.5	3/30	토사	BH-2	1.5	50/20	풍화대
	3.0	3/30	토사		-	-	-
	4.5	8/30	토사		-	-	-
	6.0	4/30	토사		-	-	-
	7.5	28/30	토사		-	-	-
	9.0	50/12	풍화대		-	-	-

3.5 생태 환경

3.5.1 조사항목

- 본 사업시행을 위하여 조사된 동식물상 항목은 다음과 같음

<표 3.5-1> 동·식물상 조사항목

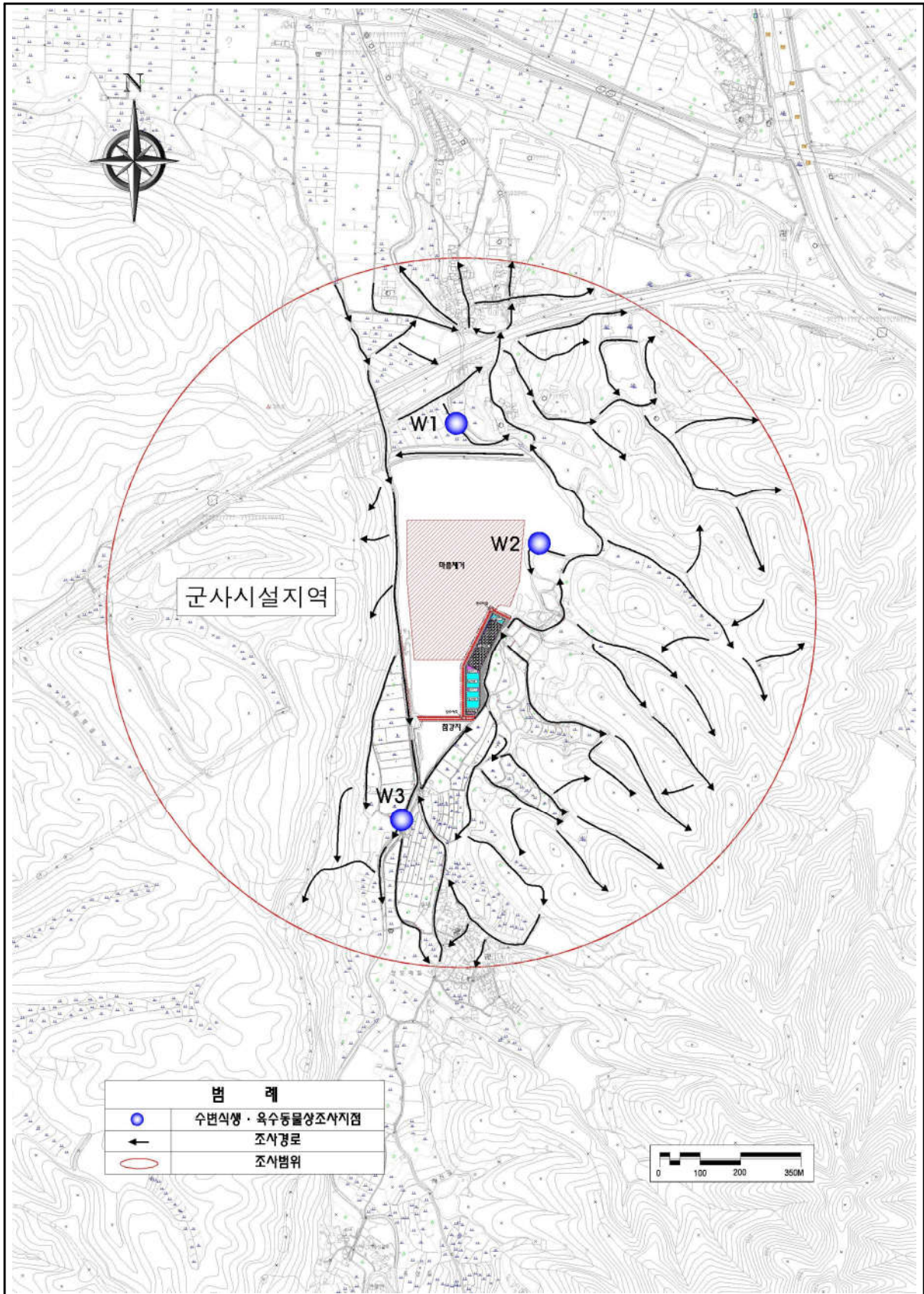
구분	조사항목	
육상식물	식물상	식물상, 특정식물
	식생	현존식생, 식생보존 등급분포현황
	주요종	천연기념물, 멸종위기 야생생물, 보호수 및 노거수
육상동물	육상동물상	포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충류
	주요종	천연기념물, 멸종위기 야생생물, 희귀종 등
육수생물	육수생물상	담수어류, 저서성대형무척추동물
	주요종	천연기념물, 멸종위기 야생생물, 희귀종 등
기타	생태자연도	환경부 공개자료를 활용한 생태자연도 분석
	내륙습지	전국내륙습지 일반조사 참고

3.5.2 조사범위

- 계획시행에 따른 육상 및 육수생태계에 미치는 영향을 파악하기 위해 계획지구 및 주변지역, 유상저수지 경계에서 500m 구간에 대한 현지조사 및 문헌조사를 실시하였음
- 문헌자료는 『제3차 전국자연환경조사 영천(358042), 2012, 환경부』(이하 문헌1), 『영천시 북안면 송포리(주)우성케미칼 제3공장 증설사업 소규모환경영향평가, 2014, (주)우성케미칼 제3공장』(이하 문헌2), 『영천시 북안면 임포리 공장설립 소규모환경영향평가, 2014, (주)북안산업개발』(이하 문헌3)를 참고하였음
- 조사는 2017년 09월 20~21일 기간동안 시행함

<표 3.5-2> 조사시기별 조사항목 조사기간

구분	육상 식물상	육상동물상				육수생물상	
		포유류	조류	양서· 파충류	육상곤 충류	담수어류	저서성대형 무척추동물
2017.09.20~21	○	○	○	○	○	○	○



(그림 3.5-1) 현지조사 경로 및 지점도

3.5.3 조사결과

가. 육상식물상

(1) 식물상

(가) 소산식물 분포현황

- 현지조사 결과 전체 조사지역 내 관속식물은 73과 172속 196종 26변종 1품종으로 총 223분류군이 조사되었음
- 계획지구 및 광역조사지역의 과별 분포율은 국화과가 13.0%로 가장 높은 비율을 보였으며, 그 다음으로 벼과 10.3%, 콩과 7.6%, 장미과 6.3%, 마디풀과 4.9% 등의 순으로 조사되었음

(나) 귀화식물

- 계획지구 및 광역조사지역의 자연파괴도 및 도시화의 발달정도를 나타내주는 귀화식물은 11과 34분류군이 조사되었음
- 도시화율은 10.6%, 귀화율은 15.2%로 조사되었으며, 평균입지별 귀화율을 분석한 결과 택지(평지) 보다는 다소 낮고, 논 보다는 높은 값을 나타냈음
- 귀화식물의 출현지역은 저수지주변, 경작지, 도로 등을 중심으로 집중적인 출현 분포를 나타내었으며, 생태계교란 생물은 돼지풀, 미국쑥부쟁이, 가시상추 3분류군이 확인되었음

(다) 식물구계학적 특정식물종

- 계획지구 및 광역조사지역에서 확인된 식물구계학적 특정식물종은 III등급 탱자나무 1종, I 등급 왕버들, 사철나무 2종으로 총 3종이 조사되었음
- 이 중 탱자나무, 사철나무는 식재된 종들로서 식물구계학적인 학술적 의미나 가치는 없는 것으로 확인되었음

(라) 환경부 지정 멸종위기 야생식물

- 문헌조사 및 현지조사 결과 환경부 지정 멸종위기 야생식물은 분포하지 않는 것으로 조사되었음

(마) 보호수 및 노거수

- 계획지구 및 광역조사지역에는 보호수 및 노거수가 확인되지 않았음

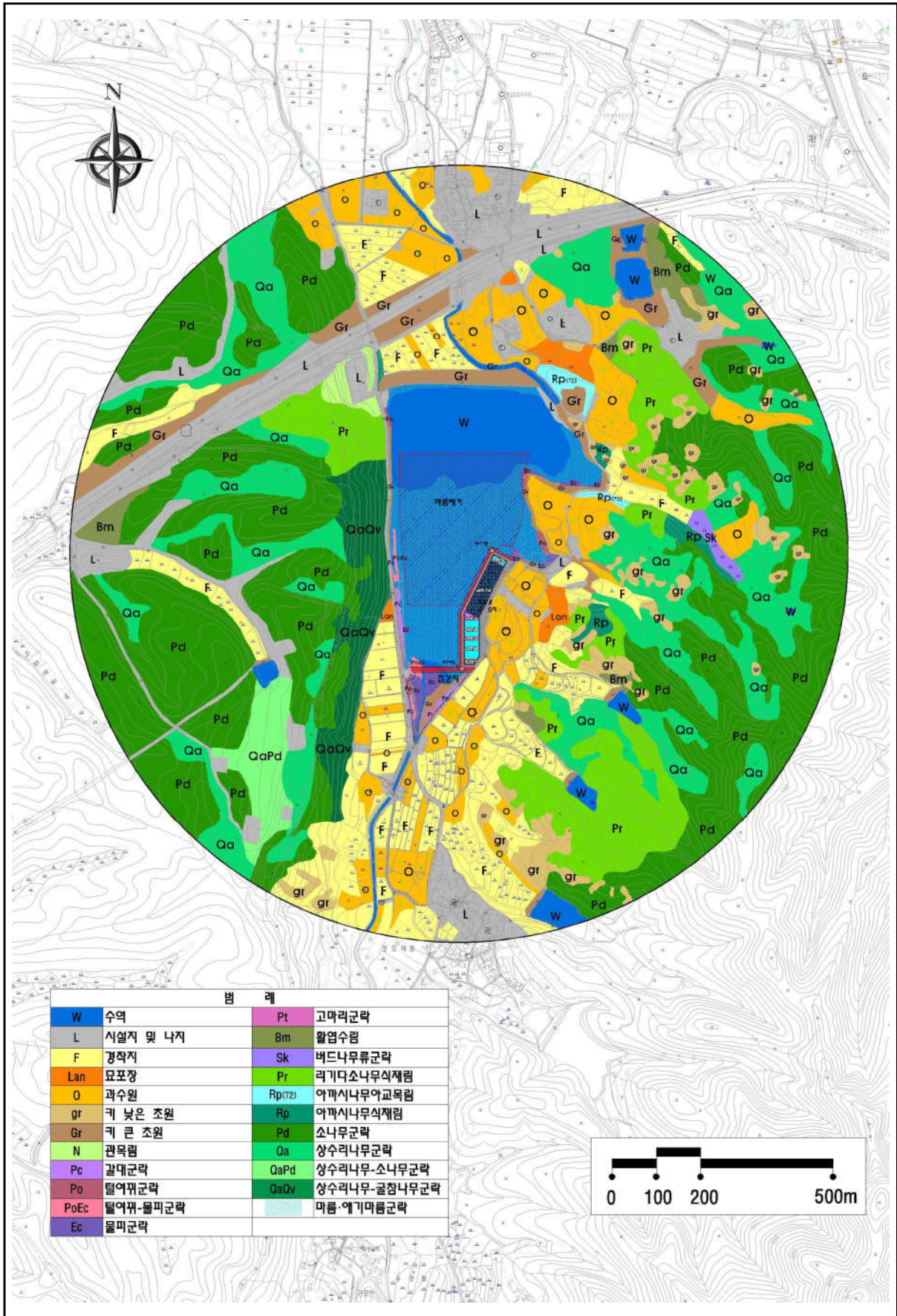


(그림 3.5-2) 조사지역에서 확인된 식물종

(2) 식생

(가) 현존 식생

- 계획지구는 경작지, 키 큰 초원 등 대부분이 비산림지역에 해당하며, 산림식생은 분포하지 않는 것으로 조사되었음
- 인공습지의 식생유형별 분포현황을 보면, 수역이 97.6%로 가장 넓은 면적을 차지하며, 키 큰 초원이 1.3%, 물피군락이 1.1% 분포하고 있는 것으로 조사되었음
- 침강지의 식생유형별 분포현황을 보면, 물피군락이 35.9%로 가장 넓은 면적을 차지하며, 그 다음으로 키 큰 초원이 24.3%, 갈대군락이 8.1%, 고마리군락이 6.2%, 털여뀌-물피군락이 5.5%, 털여뀌군락이 3.0%의 순으로 분포하고 있는 것으로 조사되었음
- 광역조사지역의 식생유형별 분포현황을 보면, 소나무군락이 26.3%로 가장 넓게 분포하였으며, 그 다음으로 상수리나무군락이 13.1%, 시설지 및 나지가 11.4%, 경작지가 11.2%, 수역이 9.4%, 과수원이 8.5%, 리기다소나무식재림이 6.8% 등의 순으로 분포하고 있는 것으로 조사되었음



(그림 3.5-3) 현존 식생도

(나) 수변식생

- 계획지구 수변부 중심으로 갈대군락, 물피군락, 털여뀌군락, 털여뀌-물피군락, 고마리군락의 생육·분포가 확인되었음
- 인공습지가 계획된 지역은 물피군락이 분포하였음
- 침강지가 계획된 지역은 물피군락, 갈대군락, 털여뀌군락, 털여뀌-물피군락, 고마리군락이 분포하였으며, 키 큰 초원은 환삼덩굴, 강아지풀, 방동사니, 바랭이, 망초 등으로 구성되어 분포하였음
- 양수시설이 계획된 지역은 물피군락 및 키 큰 초원이 분포하였음

<표 3.5-3> 수변 식생 현황

구분	현황		
마름군락	◦ 계획지구 전반에 걸쳐 넓게 분포함		
물피군락	◦ 침강지 및 양수시설 주변 수변지역에 분포함		
갈대군락	◦ 침강지 일대에 선형군락 형태로 분포함		
털여뀌군락	◦ 침강지 일대 및 주변 수변지역에 분포함		
털여뀌-물피군락	◦ 침강지 일대의 수변지역에 분포함		
고마리군락	◦ 침강지 일대의 수변지역에 분포함		
			
마름군락	물피군락	갈대군락	
			
털여뀌군락	털여뀌-물피군락	키 큰 초원	

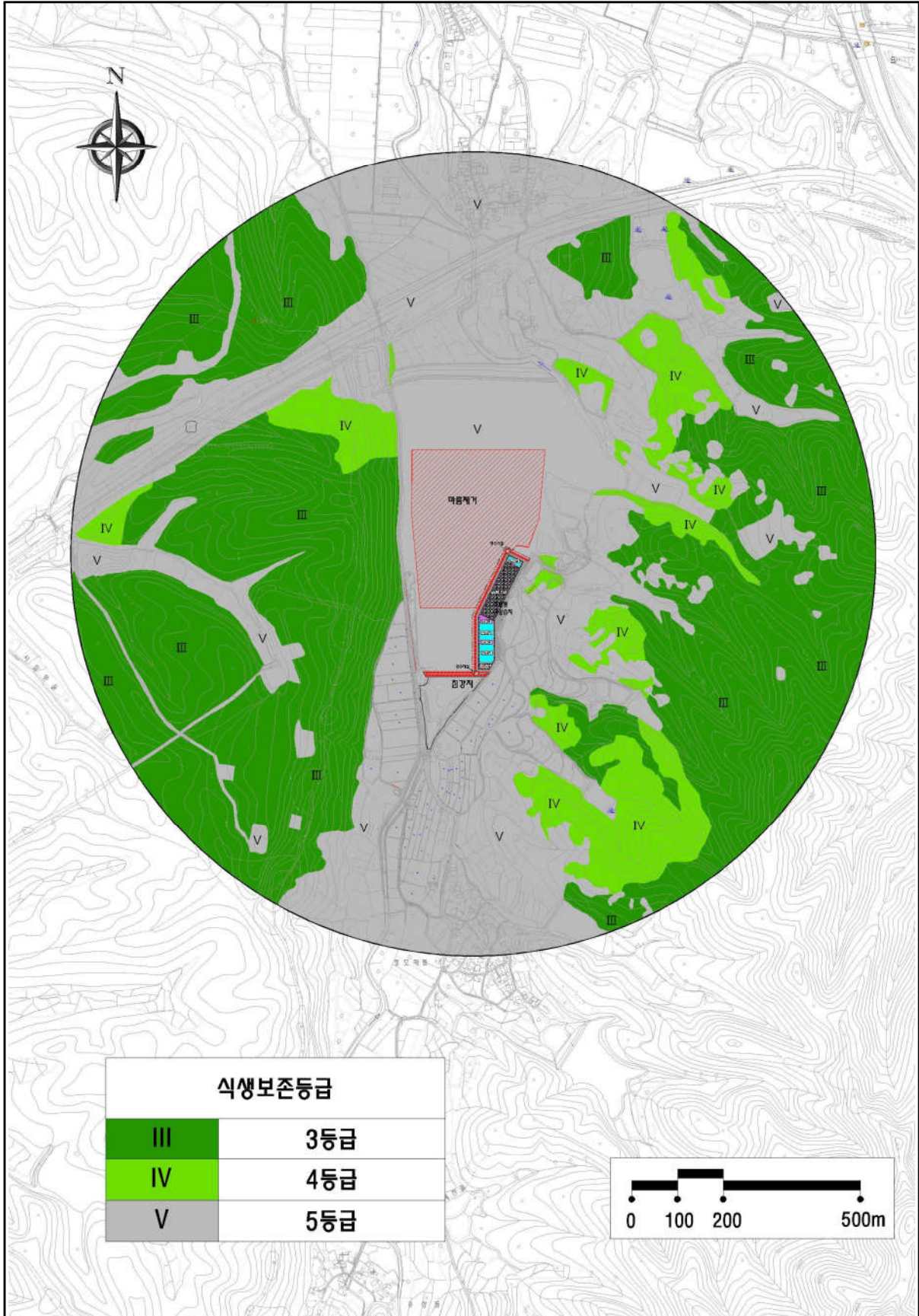
(3) 식생보전등급

- 계획지구 내 인공습지에 대한 식생보전등급 사정결과 전체가 V등급 100.0%로 사정되었으며, 침강지는 전체가 V등급 100.0%로 사정됨
- 광역조사지역에 대한 식생보전등급 사정결과 III, IV, V등급이 분포하고 있는 것으로 조사되었고, 등급별 구성비는 III등급 43.3%, IV등급 8.6%, V등급 48.1%로 나타남

<표 3.5-4> 식생보전등급 분포 현황

구분	광역조사지역		계획지구			
			인공습지		침강지	
	면적 (㎡)	구성비 (%)	면적(㎡)	구성비 (%)	면적(㎡)	구성비 (%)
III등급 ¹⁾	1,048,246	43.3	-	-	-	-
IV등급 ²⁾	205,146	8.6	-	-	-	-
V등급 ³⁾	1,166,385	48.1	15,700	100.0	11,000	100.0
합 계	2,419,777	100.0	15,700	100.0	11,000	100.0

- 주) 1. III등급 : 조사지역에서는 소나무군락, 상수리나무군락, 상수리나무-소나무군락, 상수리나무-굴참나무군락, 버드나무류군락이 해당됨
2. IV등급 : 조사지역에서는 소나무군락, 상수리나무군락, 상수리나무-소나무군락, 상수리나무-굴참나무군락, 버드나무류군락이 해당됨
3. V등급 : 조사지역에서는 소나무군락, 상수리나무군락, 상수리나무-소나무군락, 상수리나무-굴참나무군락, 버드나무류군락이 해당됨



(그림 3.5-4) 광역조사지역의 식생보전등급도

나. 육상 동물상

(1) 포유류

- 현지조사시 포유류는 총 4목 6과 8종이 확인되었음
- 확인된 포유류 가운데 식육목 4종(50.0%), 설치목 2종(25.0%), 식충목과 우제목이 각각 1종(12.5%) 순으로 확인되었음
- 확인된 종들의 출현양상을 살펴보면, 저수지 주변 초지, 산림에서 고라니, 너구리 흔적이 확인되었으며, 두더지는 경작지와 초지 주변에서 확인되었고, 청설모, 뉴트리아의 경우 탐문조사시 추가로 확인되었음
- 포유류의 흔적 빈도는 서측과 동측에 위치한 산림 내부 또는 산림과 인접한 지역에서 높게 나타났으며, 저수지와 인접한 지역에서는 서식흔적 빈도가 매우 낮게 나타났음

(2) 조류

- 현지조사시 조류는 총 9목 18과 26종 417개체가 확인됨
- 조사지역에서 확인된 조류 가운데 참새가 163개체(39.1%)으로 우점하였으며, 붉은머리오목눈이 45개체(10.8%), 까치 32개체(7.7%), 제비 26개체(6.2%), 멧비둘기 16개체(3.8%) 등의 순으로 확인되었음
- 현지조사결과, 본 계획지구 내부 갈대밭을 중심으로 참새, 붉은머리오목눈이와 같은 명금류가 높은 개체수로 확인되었으며, 주변의 산림지역을 중심으로 산림지역과 저지대의 경작지 등을 왕래하며 활동하는 산림 의존성 조류가 일부 분포하는 것으로 확인되었음

(3) 양서·파충류

- 현지조사시 양서·파충류는 총 2목 4과 6종이 확인되었음
- 분류군구성은 무미목과 뱀목이 각각 3종(50.0%)으로 확인되었음
- 현지조사시 초지에서 청개구리, 유혈목이가 확인되었으며, 산림에서 쇠살모사가 확인되었으며, 저수지 인근 배수로에서 능구렁이가 확인되었음
- 현지조사시 저수지 유입하천 및 저수지에서 생태계교란 생물로 지정되어 있는 황소개구리가 대단위 유생 및 성체로 확인되어 계획지구 일대에 교란을 끼치고 있는 것으로 확인되었음

(4) 육상곤충류

- 현지조사시 육상곤충은 총 10목 37과 83종이 확인되었음
- 분류군구성은 나비목 18종(21.9%), 메뚜기목 17종(20.5%), 잠자리목과 벌목이 각각 10종(12.0%), 노린재목 9종(10.8%), 파리목 8종(9.6%), 딱정벌레목 7종(8.4%), 사마귀목 2종(2.4%), 바퀴목과 매미목이 각각 1종(1.2%) 순으로 확인됨



(그림 3.5-5) 조사지역의 육상동물상 현황

다. 육수생물상

(1) 조사지점 선정

- 육수생물상 조사지점은 공사시행에 따른 영향을 고려하여 저수지에 유입하는 유입하천과 유출되는 유출하천 그리고 계획지구 내부에 3개 지점을 선정하였음

<표 3.5-5> 육수생물상 조사지점의 하천현황

조사지점	W1	
지형분류	평지천	
하폭, 유폭, 수심	7~12m, 1~3m, 0.1~0.3m	
하상구조	빨, 모래, 자갈, 큰돌, 호박돌	
탁도	보통	
제방현황	자연형 제방, 석축	
유역토지이용	경작지, 주거지	
조사지점	W2(유상저수지)	
지형분류	평지천	
하폭, 수심	50~700m 이상, 30~1.5m 이상	
하상구조	빨, 모래, 자갈, 큰돌	
탁도	보통	
제방현황	자연형 제방	
유역토지이용	경작지, 주거지, 산림	
조사지점	W3	
지형분류	평지천	
하폭, 유폭, 수심	7~15m, 1~4m, 0.1~0.3m	
하상구조	모래, 자갈, 큰돌	
탁도	탁함	
제방현황	콘크리트	
유역토지이용	경작지	

(2) 어류

- 현지조사시 어류는 총 2목 3과 5종 58개체가 확인되었음
- 분류군 구성은 잉어목이 4종(80.0%)으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 농어목 1종(20.0%) 순으로 확인되었음

(3) 저서성대형무척추동물

- 현지조사시 저서성대형무척추동물은 총 3문 4강 11목 18과 20종 345개체가 확인되었음
- 분류군구성은 연체동물문, 잠자리목, 노린재목이 각각 4종(20.0%), 갑각강 3종(15.0%), 환형동물문 2종(10.0%), 하루살이목, 파리목, 날도래목이 각각 1종(5.0%) 순으로 확인되었음
- W1에서 종다양도(H')는 2.04, 균등도(E')0.77, 종풍부도(RI)는 2.63으로 확인됨
- W2에서 종다양도(H')는 1.71, 균등도(E')0.71, 종풍부도(RI)는 2.24로 확인됨
- W3에서 종다양도(H')는 1.14, 균등도(E')0.59, 종풍부도(RI)는 1.25로 확인됨



(그림 3.5-6) 조사지역의 육수동물상 현황

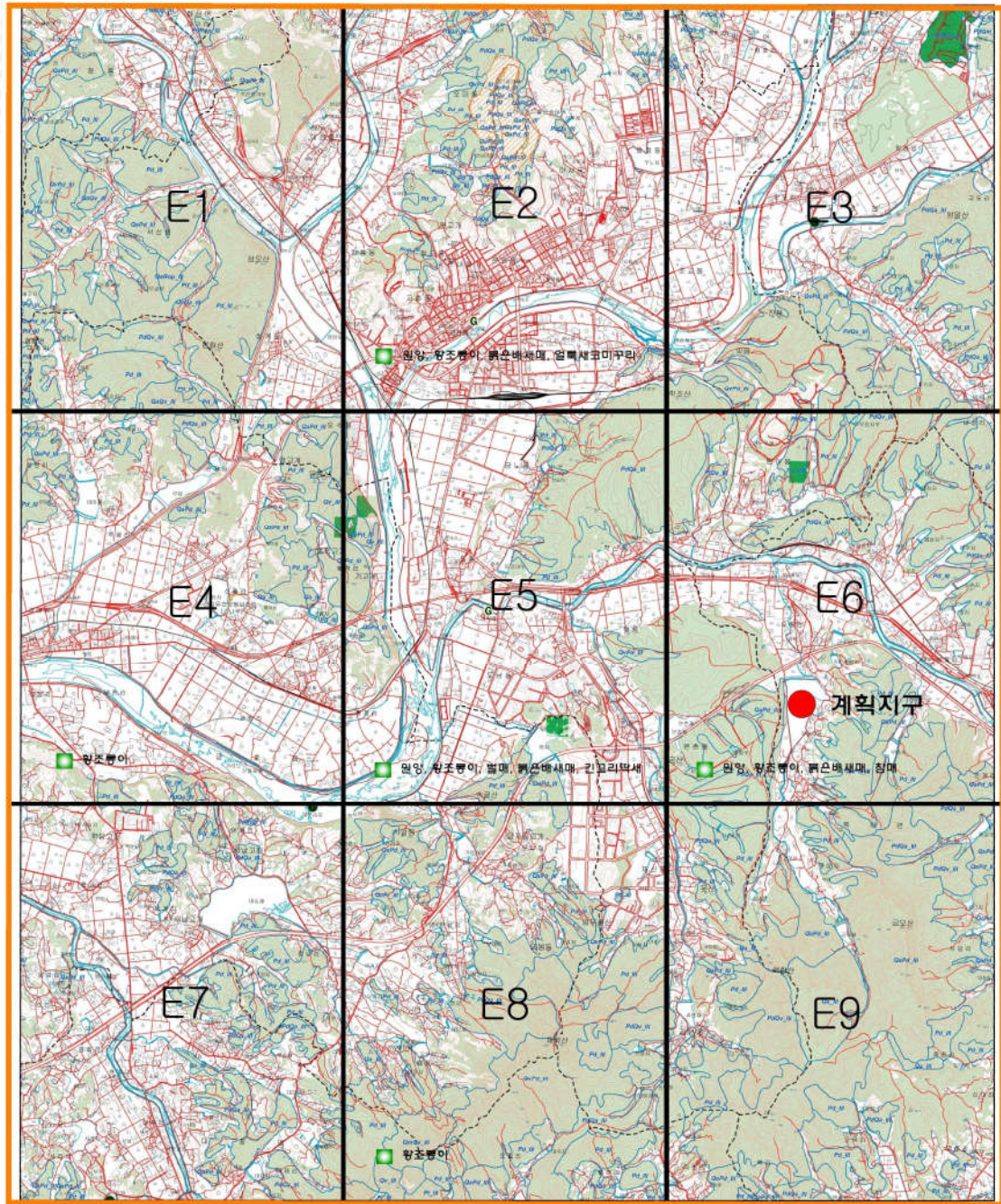
라. 법정보호종

- 현지조사결과, 본 조사지역에서 확인된 법정보호종은 삼, 새호리기, 황조롱이 총 3종이 조사되었음
- 문헌을 검토한 결과, 법정보호종은 원앙, 벌매, 참매, 붉은배새매, 황조롱이, 긴꼬리딱새, 얼룩새코미꾸리 총 7종이 조사되었음

<표 3.5-6> 문헌조사 및 현지조사 법정보호종

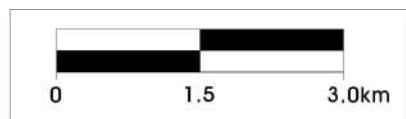
분류군	구분	종 명	천연 기념물	멸종위기야생생물		문헌조사	현지조사
				I 급	II 급		
포유류		삼	-	-	○	-	◎
조류		원앙	제327호	-	-	●	-
		벌매	-	-	○	●	-
		참매	제323-1호	-	○	●	-
		붉은배새매	제323-2호	-	○	●	-
		새호리기	-	-	○	-	◎
		황조롱이	제323-8호	-	-	●	◎
		긴꼬리딱새	-	-	○	●	-
어류		얼룩새코미꾸리	-	○	-	●	-
총 합						7	3

주) 1. 천연기념물 : 『문화재보호법』 제25조의 문화재청지정 천연기념물
 2. 멸종위기 야생생물 : 『야생생물보호·관리에 관한법률 시행규칙』 제2조 환경부지정 멸종위기야생생물

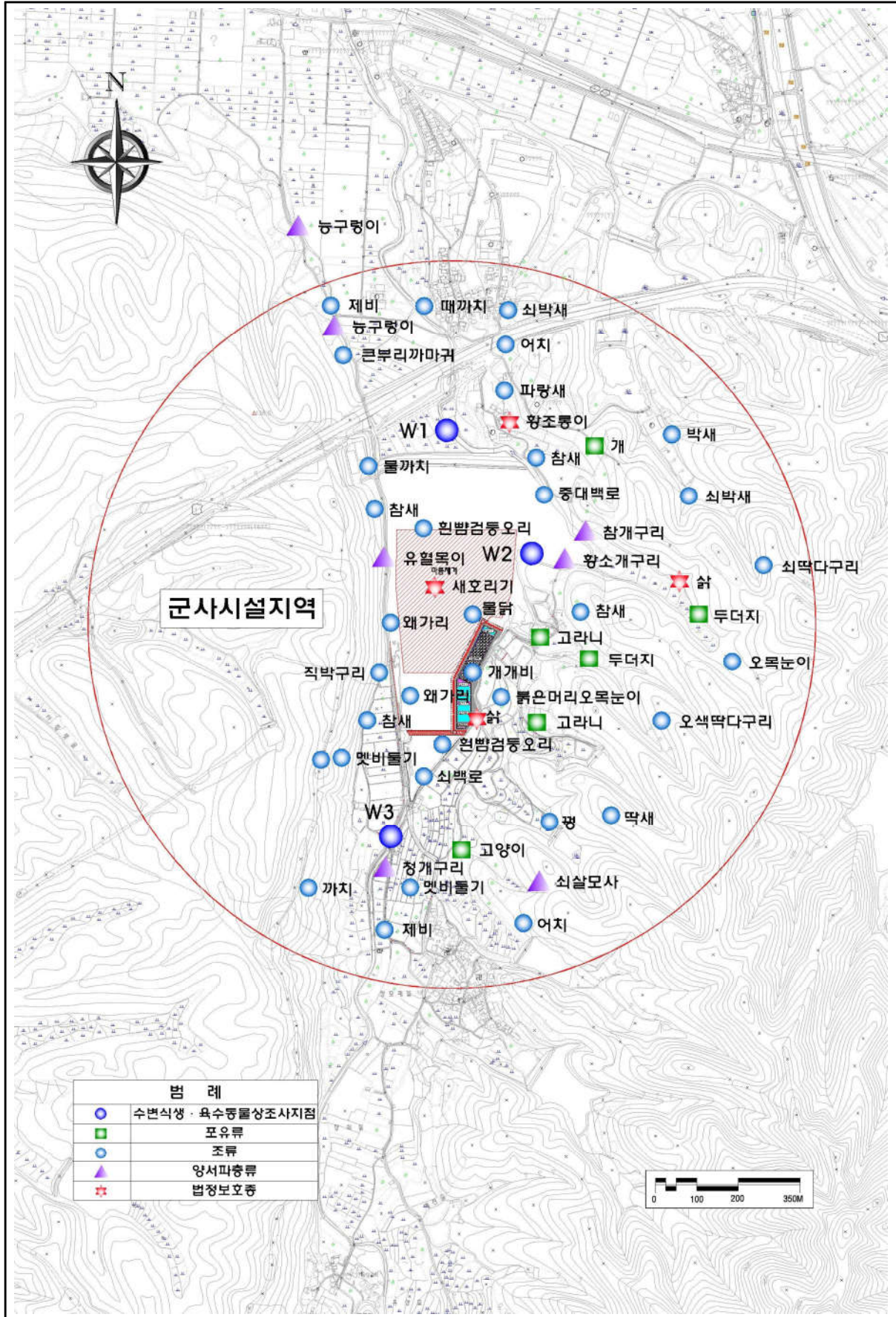


- 문헌2, 문헌3은 법정보호종이 확인되지 않았음

범 레	
■	문헌 1



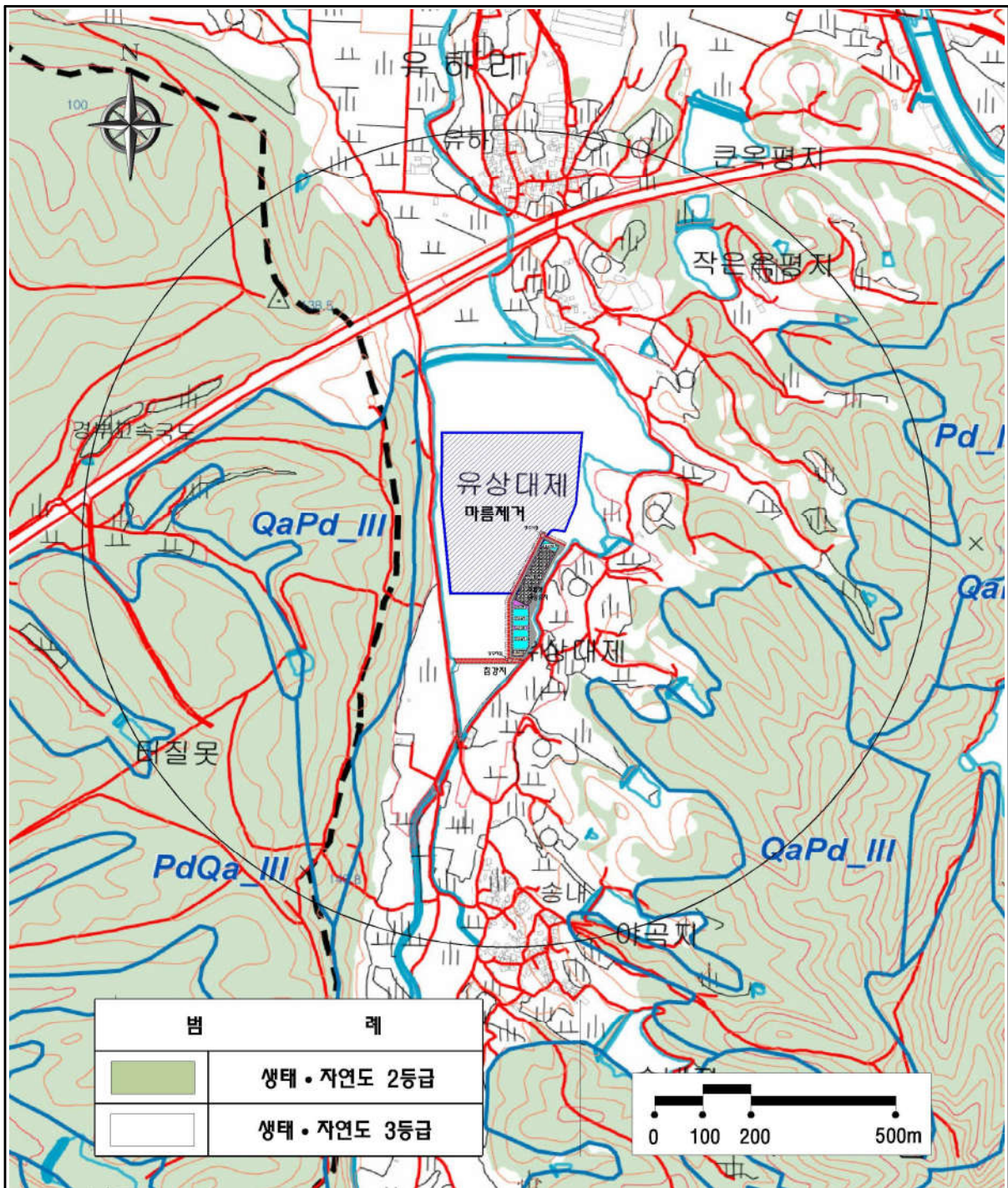
(그림 3.5-7) 법정보호종 분포도(문헌조사)



(그림 3.5-8) 종 출현지정도(현지조사)

마. 생태자연도

- 환경부 환경공간정보서비스(<http://egis.me.go.kr>)의 생태자연도(도엽번호 영천 (358042) 1/25,000 지형도)를 검색 및 분석하였음
- 계획지구는 전체가 생태·자연도 3등급 권역에 해당하는 것으로 확인되었으며, 1등급 및 별도관리지역은 분포하지 않는 것으로 확인됨



(그림 3.5-9) 조사지역의 생태자연도

바. 내륙습지

- 계획지구는 현지조사 결과 보호가치가 있고 특이할 만한 수변식생군락이 분포하고 있지 않았고, 귀화식물인 털여뀌군락, 털여뀌-물피군락 등이 분포하고 있으며, 저수지 제방사면에 환삼덩굴군락, 쑥, 벼과류, 미국가막사리 등의 귀화식물 등이 분포하고 있어 식생이 우수한 지역은 아닌 것으로 판단됨
- 조류의 경우 마름 및 애기마름군락으로 채식공간의 제약이 있는 것으로 조사되었으며, 수환경에서 주로 서식하는 종으로는 흰뺨검둥오리, 물닭, 중대백로, 쇠백로, 왜가리 등의 일부 수조류만 서식이 확인되었음



(그림 3.5-10) 계획지구 습지 분포 항공사진

제 4 장

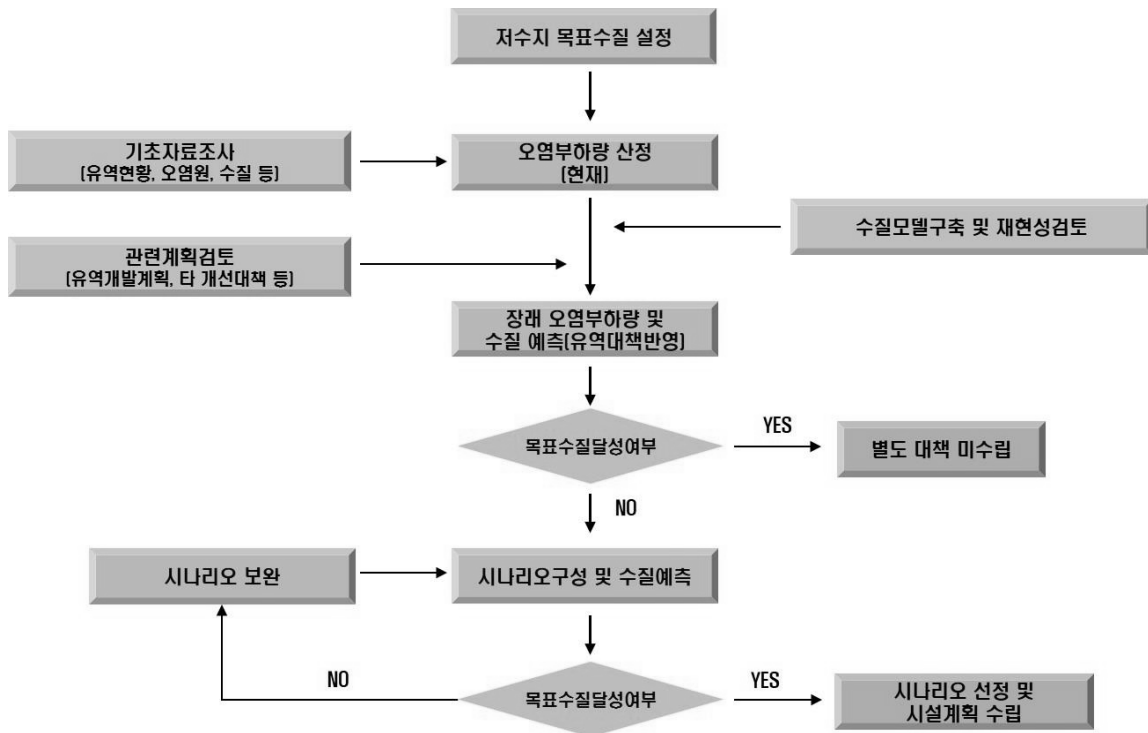
대책 수립

- 4.1 대책수립 절차
- 4.2 목표수질 및 목표연도 설정
- 4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토
- 4.4 장래 수질예측
- 4.5 대책 수립

제4장 대책 수립

4.1 대책수립 절차

- 농업용 저수지 유역에서의 수질개선 대책을 수립하기 위하여 저수지 목표수질을 설정 후 유역현황 파악을 위하여 현황조사, 오염원 및 수질조사를 수행하고 이에 기초한 오염부하량 자료를 산정함
- 오염부하량 값은 수리모형의 입력자료로 활용되며 각 모형은 오염부하량 자료와 최근 년도의 수질, 유량 자료를 활용한 보정, 검증 작업을 수행하여 모형의 신뢰도를 확보함
- 유역 및 수질모형 구축이 완료된 이후 저수지 주변에서의 장래개발계획 및 유역수질 개선 계획 등을 검토하여 장래 오염부하량 변화에 따른 저수지의 수질변화를 예측함
- 장래 목표수질을 만족할 경우, 별도의 대책수립은 필요치 않으며 목표수질 미도달시 수질개선대책을 시나리오별로 구성하여 목표수질을 달성여부를 검토함
- 저수지 내 목표수질 달성이 가능한 최적의 시나리오를 수질개선 대책(안)으로 선정하고 이에 대한 시설계획을 수립함



(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(2027년)으로 설정하고 관련계획 검토 등도 2027년까지로 함

<표 4.2-1> 유상저수지 목표수질(2027년)

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	-
TOC (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	6이하	8이하	8초과
T-N ¹⁾ (mg/L)	0.20이하	0.30이하	0.40이하	0.60이하	1.00이하	1.50이하	1.5초과
T-P ¹⁾ (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						

주) 1. 총인, 총질소의 경우 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7 미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않는다.

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 및 유역분석

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

(2) 유역 토지이용 분석

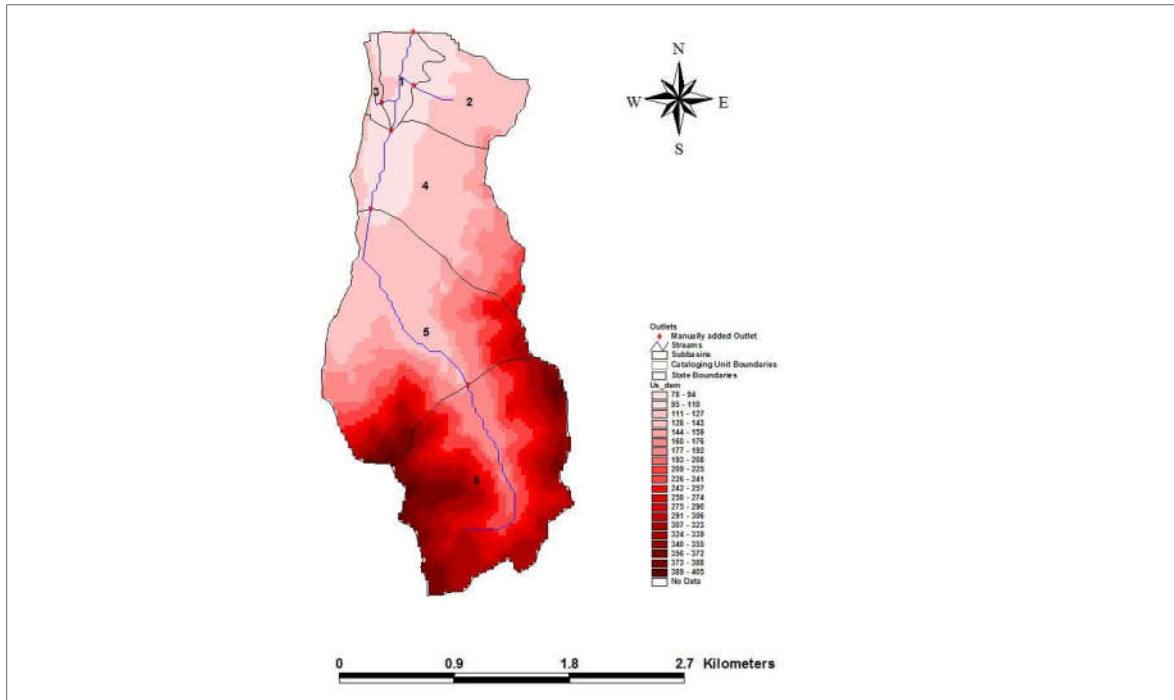
- 소유역 분할에 있어서는 도상분석을 통해 유역 내 도시 및 농업지역 개발에 기인하여 산재된 오염원 분포를 고려하여 총 8개 소유역으로 구분하였으며, 이후 환경부 (2013)에서 제작된 중분류 토지피복지도를 기초로 유역 내 토지이용 현황을 분석하였음.
- 유역 토지이용 특성 상, 산림지역이 72.8%로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 개발지역이 1.3%, 농업지역이 15.1%를 차지하는데, 이는 산림이 63.9%를 차지하는 국내 평균 토지이용 특성에 비해 상대적으로 높은 편에 해당함

<표 4.3-1> 유역 토지이용 분석결과

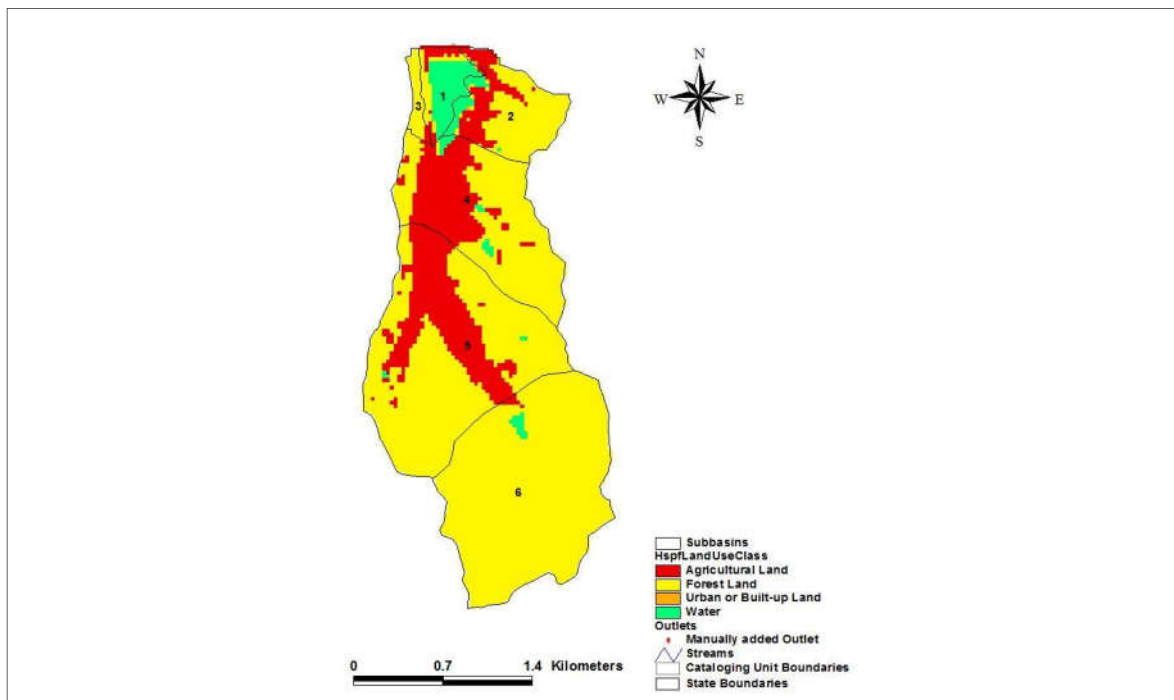
구분	Landuse							
	개발지	농업지	산림	초지	습지	나지	수역	합계
면적(m ²)	71,765	841,659	4,069,562	287,622	769	17,400	301,526	5,590,302
비중(%)	1.3	15.1	72.8	5.1	0.0	0.3	5.4	100.0

(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

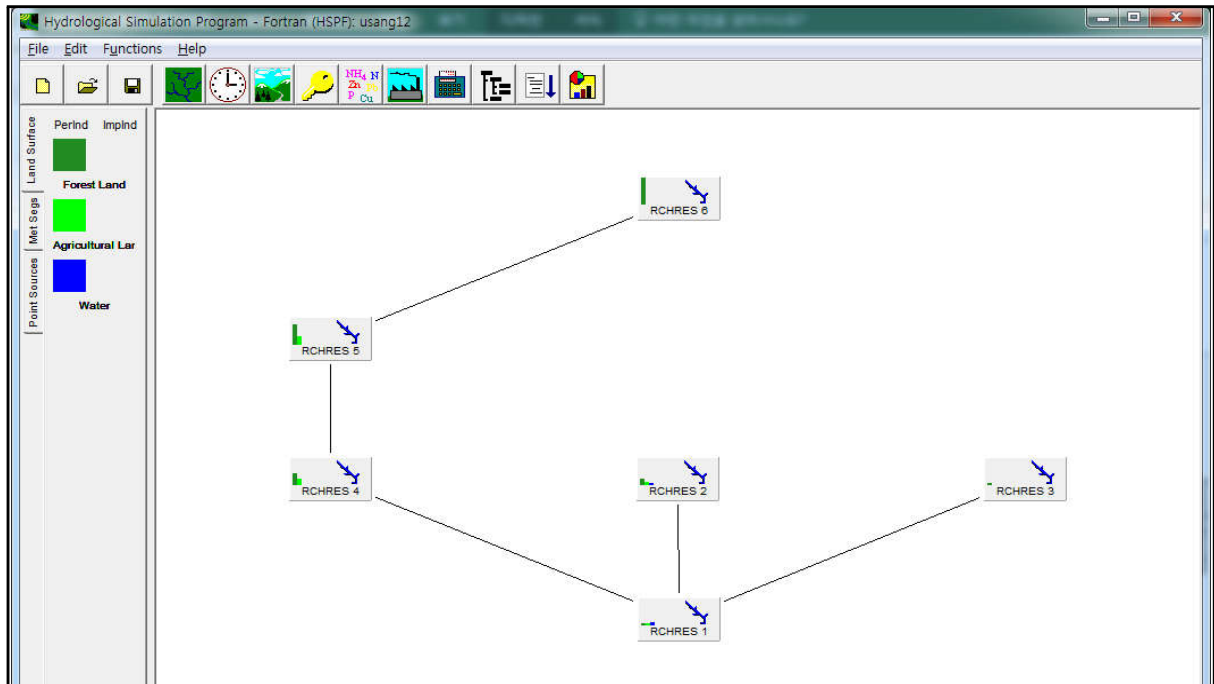
- 선행 분석된 BASINS 결과로부터 유역모형 HSPF를 구축하였으며, Thiessen 망 분석을 통해 대상유역이 영천기상대 영향권에 있음을 파악하여 영천기상대 시간별 관측자료 (강수량, 기온, 이슬점온도, 일사량, 풍속, 전운량)로부터 HSPF 입출력 DB인 WDM database를 구축하였음
- 유역 내 대규모로 유입되는 점오염원은 없는 것으로 조사되었으며, 그 외 오염원 조사 자료로부터 산정된 배출오염부하량을 소규모 점오염원으로서 반영하였음

<표 4.3-2> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료

자료	출처	Scale	자료 특성
수치고도모델	국토지리정보원	1:5,000	Digital Elevation Model; 5 m × 5 m
토지이용도	환경부 정보화담당관실	1:25,000	세분류 및 중분류 토지피복, 2014년 (도시, 산림, 초지, 나지, 논, 밭, 수역, 습지 등)
기상자료	기상청	Daily, hourly	2007~2017년 (강수량, 기온, 이슬점온도, 일사량, 풍속, 전운량 등)
유량	한국농어촌공사	Daily	유상저수지 유입-방류량
오염원	유상저수지유역	-	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 구축하였으며, 소유역의 말단은 EFDC모형의 유입 경계조건에서 설정한 지점(유상저수지의 유입부) 과 일치하도록 구성하였음



(그림 4.3-2) 유상저수지 유역 WinHSPF 구축

라. HSPF 유역모형의 보정 및 검증

- 유상저수지에 적합한 수질모형의 입력자료를 구성하고, 물수지 및 물질수지를 파악한 후 실측된 유량 (수심) 및 수질자료와 비교 검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검증
- 현재까지 유역으로부터 지속적으로 모니터링 된 유량자료가 존재하지 않기 때문에 한국 농어촌공사에서 유상저수지 저수량을 토대로 환산된 유상저수지 유입량 및 방류량 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

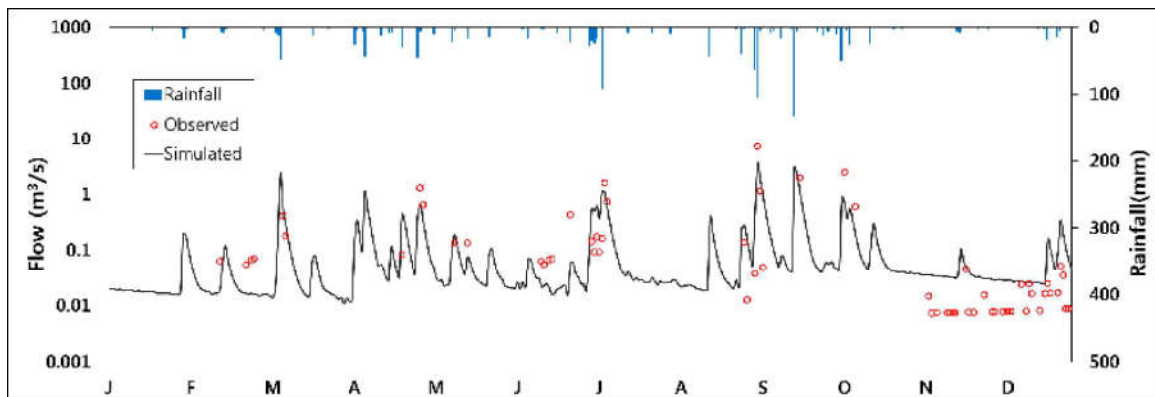
자료: Donigan, Jr., A. S.(2000). HSPF Training Workshop Handbook and CD. Lecture #19. Calibration and Verification Issues, Slide #L19-22, EPA Headquarters, Washington Information Center, 10-14 January, 2000, Presented and prepared for U.S. EPA, Office of Water, Office of Science and Technology, Washington,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

(1) 유출량 보정 및 검증 결과

- 유역모형의 유출량 보정 및 검증은 RCH1지점에서 한국농어촌공사의 유상저수지 수위측정 자료로부터 환산된 저수지 유입량 자료를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정 및 검증은 실측치와 모의치의 차이를 나타내는 %Difference 값을 비교하였으며(ASCE, 2003; Donigian, 2002), 결정계수 (%Difference)가 음(-)의 값을 가질 경우, 모의치가 평균적으로 실측치보다 결정계수의 상대오차만큼 높다는 것을 나타내며, 양(+)의 값을 가질 경우 실측치가 모의치에 비하여 상대적으로 높다는 것을 의미함
- RCH1 지점의 모의결과 모형 결정계수인 %Difference는 9.936로 Very Good으로 나타났으며, 유입량 자료는 수위로부터 환산한 자료이기 때문에 오차를 보유하는 것을 감안할 때 모의치가 실측치를 잘 반영하는 것으로 판단됨

<표 4.3-4> 유역모형 유출량 보정 및 검증에 따른 모형효율 평가

구분		결정계수	평가결과
RCH23	%Difference	9.936	Very Good



(그림 4.3-3) 유역모형 유출량 보검증 결과

(2) 수질 보정 및 검증 결과

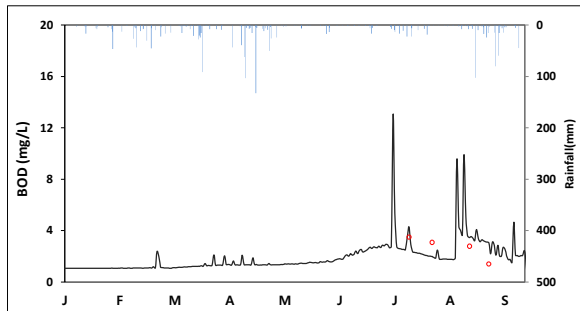
- 유역모형의 수질 보정 및 검증은 모니터링 된 자료(1개 지점 : HSPF 4번 소유역 말단)를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정과 검증은 금회모니터링 조사자료(2017년 7월~8월,4회)로 수행하였으며, 보정 및 검증 결과를 바탕으로 각 소유역의 특성에 따른 매개변수 조정을 위한 보완자료로 활용함
- RCH4 지점의 BOD 모의결과 모형 결정계수인 %Difference는 -18.61로 Good으로 나타났으며, T-N 모의결과 모형 결정계수인 %Difference는 3.36로 Very Good, T-P 모

의결과 모형 결정계수인 $\%Difference$ 는 6.45로 Very Good으로 나타남

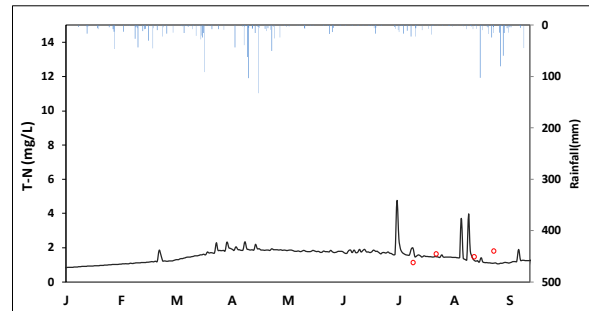
- 모든 유기물항목에서 Good이상의 값을 보여 모형의 모의치가 실측치를 잘 반영하고 있는 것으로 판단되나 보정 및 검증을 위한 모니터링 기간이 2개월 이내로 짧기 때문에 장기적인 예측 시 오차가 발생할 수 있음

<표 4.3-5> 유역모형 수질 보정 및 검증에 따른 모형효율 평가 ($\%Difference$)

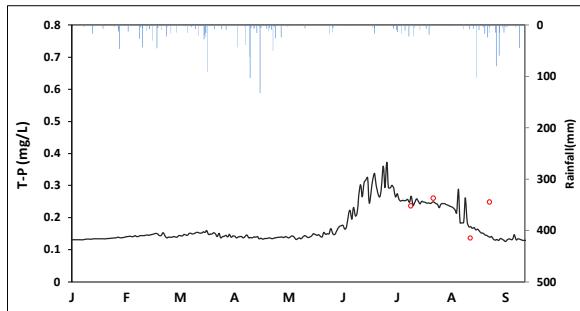
구분		결정계수	평가결과
RCH4	BOD	(-)18.61	Good
	T-N	3.36	Very Good
	T-P	6.45	Very Good



(a) BOD



(b) T-N



(c) T-P

(그림 4.3-4) 유역모형 보검증 결과

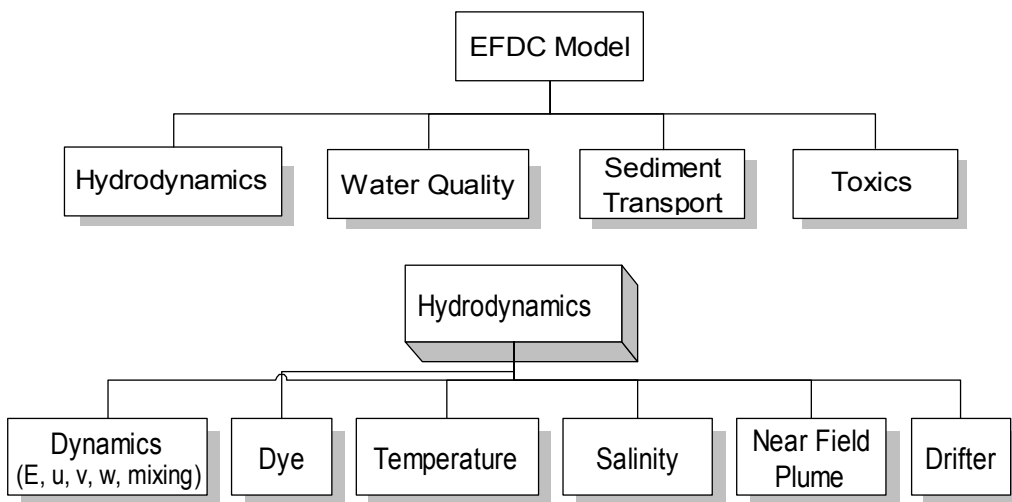
4.3.2 호소 수질 모델 구축 및 보정

가. 호소수질모델 선정

- 저수지 수체 내 오염물질의 시기적 공간적 농도 변화를 예측하기 위하여 EFDC모형을 적용하였음
- 국내에서는 부영양화 현상의 수질 모의를 위해 제시된 모델 중 WASP(Water Quality Analysis Simulation Program)모델이 주로 사용되어 왔으며, 최근 CE-QUAL-ICM과 연계하여 3차원 수리해석 및 수질해석이 가능한 EFDC(Environmental Fluid Dynamics Computer Code)모델의 활용이 증가하는 추세임.

나. 적용모델 개요

- EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code)는 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
- WASP모델에 3차원 유동 해석결과를 연결할 목적으로 개발되었으나, 현재는 수질 모델인 CE-QUAL-ICM과 연계하여 수리 및 수질을 동시에 모의 할 수 있도록 통합버전 모델로 개선되었으며, 동수역학 부분 해석을 위해서는 수온과 염분이 함께 고려된 3차원 천수방정식을 기본으로 하고, 수질 모델은 CE-QUAL-ICM 수질 모델(Cerco and Cole, 1994)을 기반으로 작동함
- 수온, 염분을 비롯한 용존산소, 식물성 조류, 질소계열, 인계열의 22개 항목에 대한 모의가 가능한 Dynamic 모형으로 시계열 모의가 가능함



(그림 4.3-5) EFDC 모델의 구조

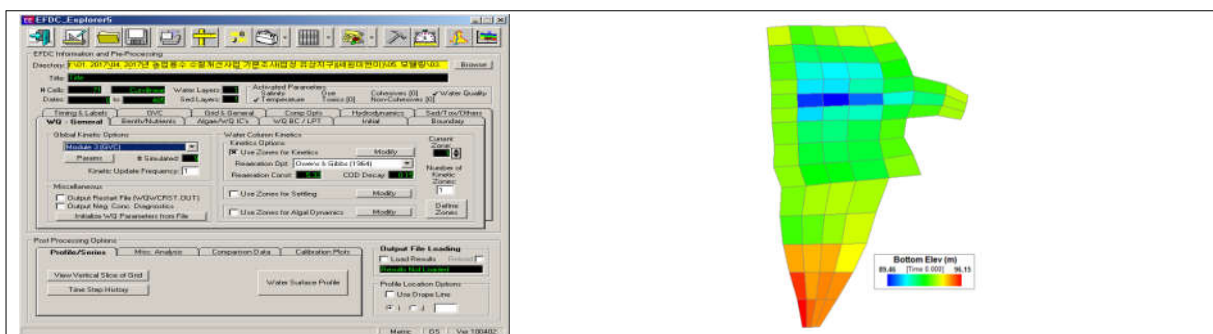
다. EFDC 구축

(1) 격자 구축

- 3차원 수리, 수질 통합모형인 EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code, EPA) 구축을 위해 수치지도를 기초로 유상저수지 만수위 선을 경계로 모형의 수평격자를 71개 Grid로 분할하였으며, 수심방향으로는 1개 층으로 구성함
- 한국농어촌공사로부터 취득한 수심측량자료를 이용하여, 각 격자 중심점의 수심과 만수위 선의 고도로부터 하상고도를 추출하고 모형의 기초자료로 입력
- HSPF모형의 모의 결과(수질, 유량)를 EFDC 수리모형의 입력 자료로 활용하여 유역-호소 통합 수리모의를 실행함
- 기상자료, 유입하천 유량, 취수량, 수질관측자료, 수위 등의 시계열 자료 수집 및 모델의 기초자료는 일단위 간격의 시계열자료로 구성함



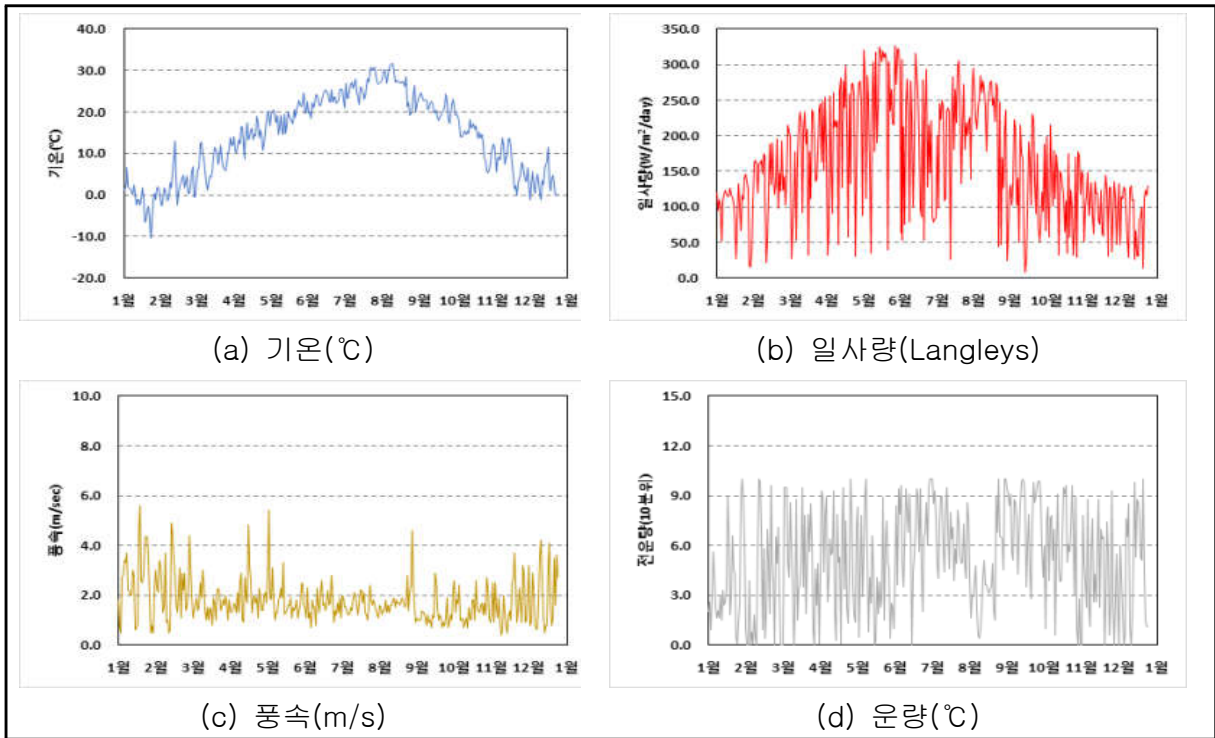
(그림 4.3-6) 3차원 수리,수질통합 모형 EFDC 격자구축



(그림 4.3-7) EFDC 모델 구축

(2) 기상자료

- EFDC 수질 모의를 위한 기상자료는 기압, 기온, 습도, 풍속, 강수량, 증발산량, 전운량, 일사량 등이 입력되며, 이들 기상자료는 기상청에서 관리하는 영천기상대 자료를 사용하였음



(그림 4.3-8) 호소수질모델 기상자료 입력결과

(3) 수질자료

- 수질 입력자료는 NO₃, NH₄, ORN, PO₄, ORP, BOD, DO 형태로 유역모형 HSPF 모의결과로부터 입력됨
- TOC 모의를 위한 DOC와 POC의 비율은 왕송저수지(국립환경과학원, 2006) 자료를 참고하여 각각 0.39, 0.61를 적용함(물환경종합평가방법 개발 조사연구(III)-부영양화 조사 및 평가체계 연구)
- 또한 저니층에서 발생하는 영양염의 용출율은 용출실험결과 중 유상저수지 평균수심이 3m¹⁾이내(2.87m)임을 고려하여 호기성 용출속도를 호소모델에 적용함

1) 수심 3m이상의 호소의 경우, 성층현상 발생에 따라 3~5m구간(수온약층)에서 수온약층이 발생하고 이후 구간의 심층부에서는 빈산소의 혐기성상태가 나타남(한국생태학 100년, 김준호). 수심은 내용적표에 기초하여 작성된 수리모형 내 격자별 수심(만수위 기준)을 평균하여 산정함

<표 4.3-6> 질소 및 인 용출율

구분	용출속도 (mg/m ² /d)	
	호기	혐기
T-P	0.349	8.376
T-N	23.604	24.264

라. 호소수질모델의 보정 및 검증

- 유역모델의 유량결과를 EFDC 입력자료로 활용하여 유상저수지의 수리수문변화를 예측 후, EFDC 유량예측 결과와 유역모델의 수질결과를 바탕으로 EFDC수질모델에 적합한 입력자료를 구성하여, 실측된 수질자료와 비교 검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검토함
- 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS), 물환경정보시스템(환경부) 모니터링 자료를 바탕으로 TOC, COD, TN, TP 등에 대한 검·보정을 실시하였으며, 유상저수지의 공간적 수질분포, 연중 수질변화를 시·공간적 변화로 분석함

<표 4.5-7> 유상저수지 모니터링 결과

조사일자	수온	pH	BOD (mg/L)	EC (μ S/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TOC ¹⁾ (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl- <i>a</i> (mg/m ³)	SS (mg/L)
2013-03-15	8.9	7.8	2.2	170.0	12.3	8.8	6.0	1.189	0.043	14.2	4.0
2013-05-10	16.6	8.5	2.9	179.0	4.6	11.0	7.6	1.105	0.054	17.1	4.7
2013-07-30	17.9	6.8	3.4	182.0	0.3	14.5	8.2	0.833	0.070	38.1	12.3
2013-10-21	17.6	6.7	2.9	200.0	5.7	11.4	7.4	0.829	0.094	31.7	5.7
2014-03-12	7.4	7.7	3.3	145.0	14.0	13.3	8.1	0.916	0.056	20.5	7.0
2014-05-20	16.6	7.8	3.1	186.0	5.5	10.2	6.9	1.236	0.148	14.7	8.4
2014-08-12	25.7	7.8	3.4	229.0	9.0	9.6	6.0	0.816	0.035	19.1	4.3
2014-10-16	18.0	7.6	3.8	124.0	11.4	10.8	6.6	1.037	0.060	27.6	7.0
2015-03-02	4.7	7.8	-	193.0	13.2	9.4	6.6	0.955	0.030	20.3	4.3
2015-06-01	18.5	7.1	-	220.0	3.2	10.2	6.5	0.779	0.108	15.6	12.5
2015-07-22	21.8	8.1	-	210.0	2.2	10.2	6.8	2.630	0.068	14.8	6.0
2015-11-17	13.4	7.3	-	242.0	6.8	10.2	6.5	1.364	0.114	26.6	11.5
2016-04-01	8.5	7.2	-	255.0	10.3	9.4	6.5	2.086	0.040	13.7	4.0
2016-05-30	18.9	7.1	-	197.0	8.1	11.0	6.8	0.426	0.034	30.7	11.3
2016-08-05	24.7	7.1	-	218.0	6.3	14.5	8.1	0.657	0.058	8.5	5.3
2016-10-31	12.9	7.1	-	185.0	7.6	17.7	8.0	2.190	0.134	46.6	13.2

주) 1. TOC자료는 물환경정보시스템(환경부) 측정망 자료를 활용함

- 모형효율은 %difference를 이용하되, 이에 대해 US EPA (2000)가 제시한 모형효율의 범위와 신뢰구간에 따라 평가함

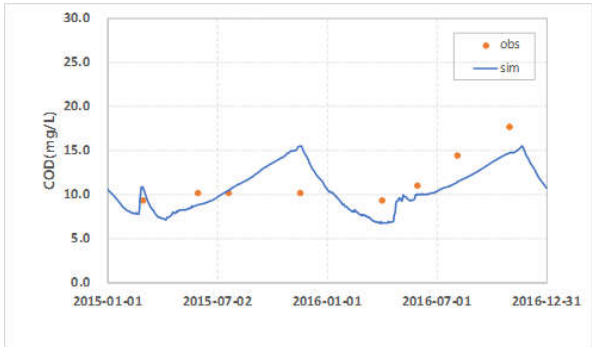
$$\%diff = \frac{(\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n S_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100$$

여기서, %diff : 모형효율 (%), O_i : i일의 실측값, S_i : i일의 모의값

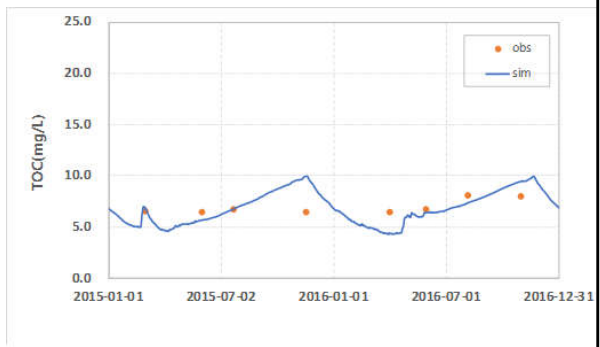
- 호소수질모형의 수질 보정 및 검증은 유상저수지 중류지점에서 RAWRIS 측정자료를 이용하였으며, 대상시기는 평년시기와 유사한 조건을 나타내는 최근 기간 중 2015~2016년을 설정하여 COD, TOC, T-N, T-P, DO항목에 대한 검토를 수행함
- 호소수질모형의 재현성 검토 결과 모든 수질항목에서 Very Good으로 평가되어, 모의값과 실측값이 유사한 변화경향을 나타냈으며, 이를 통해 예측한 장래수질의 신뢰도는 높을 것으로 판단됨

<표 4.3-8> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 (%Difference)

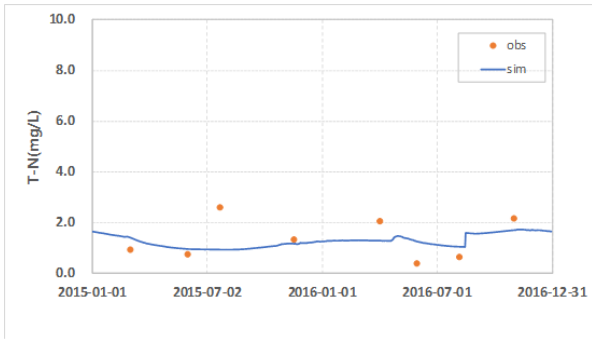
구분	COD	TOC	T-N	T-P	DO
결정계수	4.80	1.80	11.70	10.22	6.92
평가결과	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good



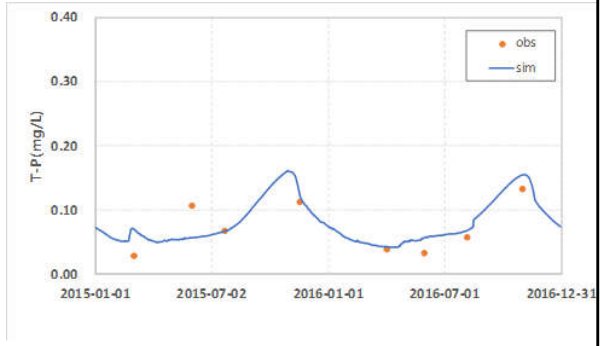
(a) COD



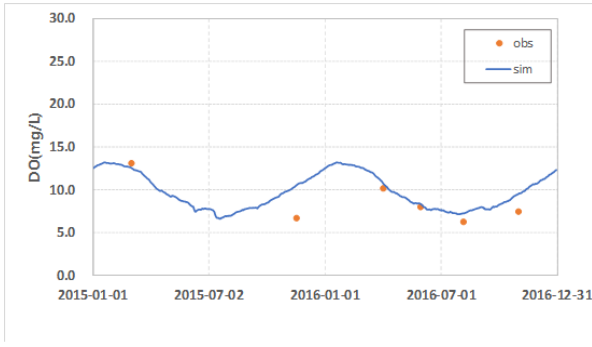
(b) TOC



(c) T-N



(d) T-P



(e) DO

(그림 4.3-9) 유상저수지 수질 보정 및 검증 결과

4.4 장래 수질예측

4.4.1 장래오염원 및 오염부하량 전망

- 유역 내 오염원인 인구, 축산분뇨 등의 점오염원과 토지이용에 따른 비점오염원에 의한 장래 오염부하량을 예측하기 위해 장래 오염원을 전망하였음
- 장래 오염원 전망은 “수질오염총량관리기술지침, 2014.5”에서 제시한 방법을 따랐으며, 이에 경상북도 및 영천시의 관련계획 등을 검토하였음

가. 장래 오염원 전망

(1) 인 구

- 장래 인구 추정은 수학적 추정방법에 의한 자연적 증가와 택지(재)개발에 따른 유입 인구에 의한 사회적 증가를 적용하여 산정하였으며, 유역내 인구의 장래변화는 목표 연도인 2027년 인구를 추정하였음
- “영천시 2020도시기본계획”, “하수도정비기본계획(변경),2013” 등 개발에 따른 추가 유입인구는 없는 것으로 조사되었으며, 과거추세를 반영한 수학적 방법의 추정치와 관련 상위계획의 추정치를 비교·검토하여 계획인구를 결정함
- 영천시 인구추이는 2006년부터 2015년까지 감소하였고, 가구당 2.2명 정도가 거주하는 것으로 분석됨. 수학적 추정방법에 의한 영천시 전체의 2027년 장래인구는 등차급수법은 99,947명, 등비급수법은 100,067명, 최소자승법은 97,806명으로 3가지 방법 모두 감소추세로 영천시 전체 장래인구를 전망함
- “영천시 2020도시기본계획”, “영천시 하수도정비기본계획(변경), 2013” 내 영천시 장래 계획인구 전망은 감소 추세이며, 유상저수지가 속한 북안면 유역의 인구도 감소하는 것으로 예측하고 있음
- 본 기본조사에서는 보수적인 관점에서 유상저수지 유역 내 장래 2027년의 인구는 현재와 동일한 수준인 186명으로 전망함

<표 4.4-1> 영천시 인구 변화 추이

연도별	인구(인)	인구밀도(인/km ²)	면적(km ²)
2006	106,785	116.02	920.44
2007	107,701	117.02	920.40
2008	105,924	115.09	920.38
2009	104,916	114.00	920.34
2010	105,102	114.17	920.59
2011	106,386	115.59	920.38
2012	103,969	113.10	919.29
2013	103,157	112.20	919.39
2014	103,464	112.54	919.35
2015	103,677	112.78	919.31

자료 : 영천시 통계연보, 2016, 영천시

<표 4.4-2> 수학적 추정방법에 의한 영천시 장래 인구추정

연도별	계획 추정인구(인)		
	등차급수법	등비급수법	최소자승법
2018	102,745	102,762	101,789
2019	102,434	102,459	101,346
2020	102,123	102,157	100,904
2021	101,812	101,856	100,461
2022	101,501	101,555	100,019
2023	101,191	101,256	99,576
2024	100,880	100,957	99,133
2025	100,569	100,659	98,691
2026	100,258	100,363	98,248
2027	99,947	100,067	97,806

<표 4.4-3> 유상저수지 유역 장래 인구 전망

[단위 : 명]

구 분	2016년	2027년
인 구	186	186

(2) 축 산

- 유역 내 가축사육두수 현황은 사회적 여건에 따라 변동성이 커 가축사육두수의 추정에는 오차가 다소 발생할 것으로 예상됨
- 한우는 인구추정방법으로 추정한 결과 2027년에 장래 한우 사육두수가 2027년까지 소폭 증가하는 것으로 전망되었음. 그러나 유역내 한우 사육두수는 연도별 두수의 차이가 큰 점을 감안하여 볼 때 사회적 요인에 의한 영향이 커서 전망하기 어려워 오차가 클 수 있음
- 과거 기간 동안 유역 내에서의 축산사육두수 변화가 크지 않은 점을 고려하여 현재

와 같은 두수가 장래 2027년에 사육되는 것으로 전망하여도 큰 무리가 없을 것으로 판단됨

- 젓소, 돼지 축종은 유상저수지 유역 내에서 사육되고 있지 않아서 장래에도 입식될 가능성은 희박함

<표 4.4-4> 영천시 장래 가축사육 전망

[단위 : 마리]

연 도	한 우	젓 소	돼 지
2018	45,640	-	-
2019	47,047	-	-
2020	48,454	-	-
2021	49,860	-	-
2022	51,267	-	-
2023	52,674	-	-
2024	54,081	-	-
2025	55,488	-	-
2026	56,895	-	-
2027	58,302	-	-

<표 4.4-5> 유상저수지 유역 장래 가축사육 전망

[단위 : 마리]

구분(축종)	2016년	2027년
한 우	27	27

(3) 공공하수처리시설 방류수

- 유상지구에서 소유역 II로 방류처리 중인 북안유상마을하수도의 경우, “하수도정비기본계획(변경),2013”에서 증설 및 방류수수질개선사업 계획이 없으므로, 현재와 동일한 조건으로 반영하며 인구의 변동사항이 없으므로 방류량도 현재와 동일한 40.1㎥/일을 적용함

(4) 토지이용

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

<표 4.4-6> 소유역별 토지이용현황

소유역	읍·면·동	지목별 면적(ha)					
		계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)		537.1 (100.0)	33.8 (6.3)	55.2 (10.3)	419.8 (78.2)	11.8 (2.2)	16.5 (3.1)
소유역Ⅰ	유상리, 유하리 ²⁾	51.1	4.1	4.5	40.0	0.6	1.9
소유역Ⅱ	유상리	93.6	10.3	11.9	61.6	4.3	5.5
소유역Ⅲ	유상리	83.1	9.3	23.5	44.1	4.5	1.7
소유역Ⅳ	유상리	94.3	0.2	1.2	90.6	0.1	2.2
소유역Ⅴ	유상리	95.9	0.0	0.2	93.0	0.0	2.7
소유역Ⅵ	유상리	98.7	7.8	8.3	78.7	1.9	2.0
소유역Ⅶ	유상리	13.4	1.8	4.4	6.5	0.2	0.5
소유역Ⅷ	유상리	6.8	0.2	1.2	5.2	0.1	0.1

주) 1. 유상저수지 수면적(21.9ha) 제외

2. 유하리 전체 면적 124.8ha중 유상저수지 유역에 2.1ha(1.7%)가 분포하고 있음.

<표 4.4-7> 유상저수지 유역 장래 오염원 전망 결과

구 분		'16년 기준	'27년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인구(명)		186	186	자연증감(수학적방법)+개발인구(관련계획) : (감소추세) 현 수준 유지
축 산 (두)	한우	27	27	현수준 유지(관련계획 없음)
	젓소	-	-	
	돼지	-	-	
토 지 이 용 (ha)	밭	33.8	33.8	
	논	55.2	55.2	
	임야	419.8	419.8	
	대지	11.8	11.8	
	기타	16.5	16.5	
	합계	537.1	537.1	
산업폐수발생량 (m ³ /일)		-	-	
마을하수도발생량 (m ³ /일)		40.1	40.1	

나. 장래 오염부하량

(1) 오염 발생부하량

- 유역 내 2027년 오염발생부하량은 BOD 39.29kg/일 T-N 23.36kg/일, T-P 2.51kg/일로 예측되었으며 토지계가 BOD의 40.55%, T-N의 76.1%로, T-P의 50.3%로 큰 비율을 차지함.

<표 4.4-8> 오염원별 발생부하량

[단위: kg/일]

소유역	발생부하량			비 고
	BOD	T-N	T-P	
합 계	39.29	23.36	2.51	
생활계	인구	9.10	2.44	-
	하수처리장	-		-
축산계	14.26	3.15	0.97	-
토지계(비점오염)	15.93	17.77	1.26	-

(2) 오염 배출부하량

- 2027년 장래에 유상저수지 유역에서 배출되는 오염배출부하량은 BOD 17.40kg/일, T-N 18.42kg/일, T-P 1.32kg/일로 예측되었으며, 축산 및 토지계가 BOD부하량의 91.6%, T-N의 96.4%, T-P의 95.4%로 큰 비율을 차지함

<표 4.4-9> 오염원별 배출부하량

[단위: kg/일]

오염원별	배출부하량			비 고
	BOD	T-N	T-P	
합 계	17.40	18.42	1.32	-
생활계	인구	0.16	0.06	-
	하수처리장	0.02	0.09	0.01
축산계	1.28	0.50	0.05	-
토지계(비점오염)	15.93	17.77	1.26	-

- 소유역 II, III은 축산계와 토지계가 집중적으로 분포하고 있어 8개의 소유역중에서 배출부하량이 가장 크며, 다음으로 소유역 IV, 소유역 VI으로 조사됨
- 소유역 I, III, IV, VI가 유역전체의 85.5%(BOD기준)로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역 II>소유역 III>소유역 VI>소유역 I >소유역 IV>소유역 V > 소유역 VII> 소유역 VIII로 나타났음

<표 4.4-10> 소유역별 장래 2027년 오염물질 배출부하량

[단위: kg/일]

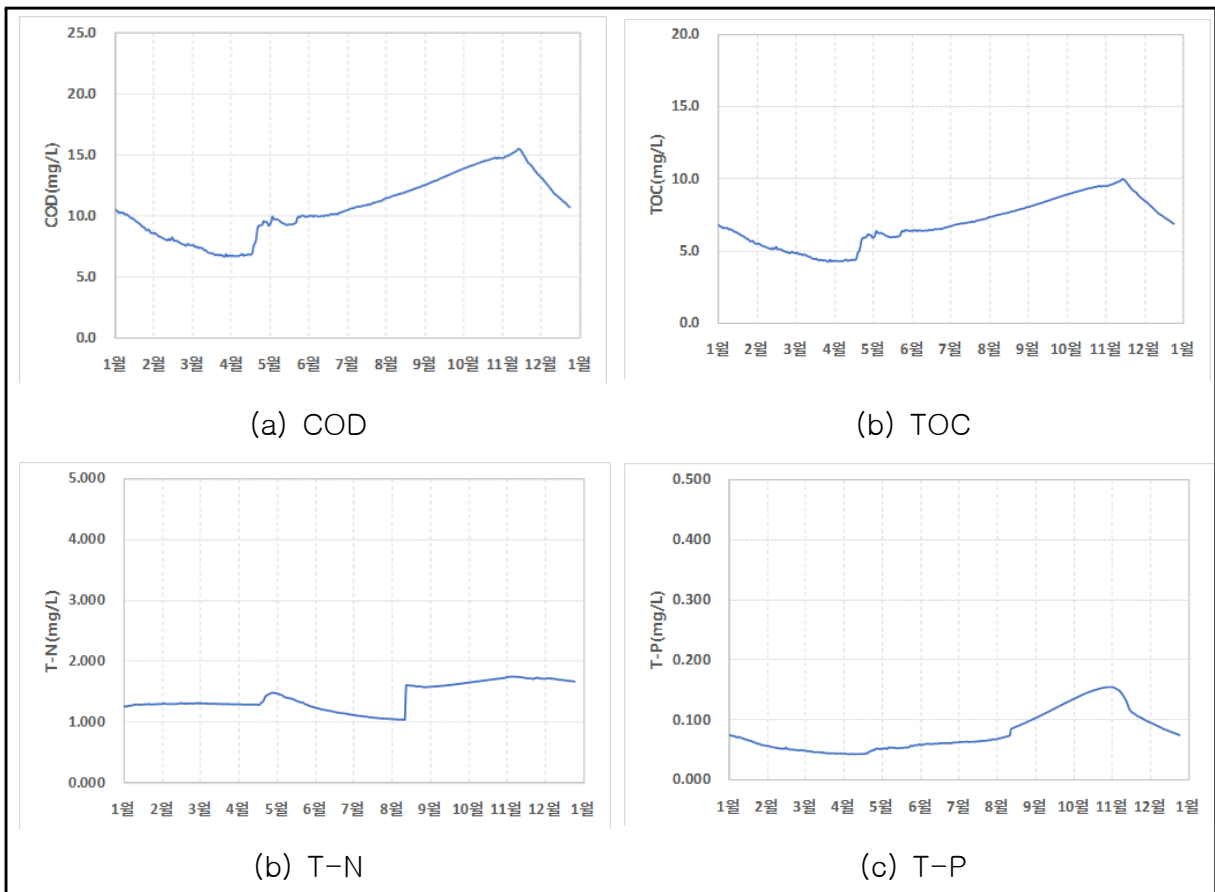
소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
총 계	BOD	17.40	0.18	1.28	15.93
	T-N	18.42	0.15	0.50	17.77
	T-P	1.32	0.01	0.05	1.26
소유역 I	BOD	1.08	0.01	0.00	1.07
	T-N	1.66	0.00284	0.00	1.66
	T-P	0.11	0.00	0.00	0.11
소유역 II	BOD	6.13	0.09	1.28	4.76
	T-N	4.36	0.11	0.50	3.74
	T-P	0.34	0.01	0.05	0.28
소유역 III	BOD	5.04	0.06	0.00	4.98
	T-N	4.04	0.02	0.00	4.02
	T-P	0.32	0.00	0.00	0.32
소유역 IV	BOD	0.98	0.00	0.00	0.98
	T-N	2.12	0.00	0.00	2.12
	T-P	0.14	0.00	0.00	0.14
소유역 V	BOD	0.90	0.00	0.00	0.90
	T-N	2.08	0.00	0.00	2.08
	T-P	0.13	0.00	0.00	0.13
소유역 VI	BOD	2.72	0.02	0.00	2.70
	T-N	3.30	0.01	0.00	3.29
	T-P	0.22	0.00	0.00	0.22
소유역 VII	BOD	0.37	0.00	0.00	0.37
	T-N	0.63	0.00	0.00	0.63
	T-P	0.04	0.00	0.00	0.04
소유역 VIII	BOD	0.17	0.00	0.00	0.17
	T-N	0.23	0.00	0.00	0.23
	T-P	0.02	0.00	0.00	0.02

4.4.2 장래 수질예측

- 장래 오염부하량 산정결과를 이용하여 목표연도에 대한 장래 수질 예측을 실시함
- 유상저수지의 경우, 호외에서의 별도 대책이 없으므로 해당사항을 반영하여 모의하였으며 목표연도 예측 수질은 TOC 6.9mg/L, T-N 1.405mg/L, T-P 0.079mg/L로 T-P항목은 목표수질 IV등급을 달성하고 TOC, T-N은 IV등급을 만족하지 못할 것으로 예측되어 추가 대책이 필요함

<표 4.4-11> 목표연도의 장래수질 예측 결과

구 분	수질예측결과(mg/L)			
	COD	TOC	T-N	T-P
호외 대책 적용시 (호내 대책 미적용)	10.7	6.9	1.405	0.079



(그림 4.4-1) 목표연도의 장래수질 예측 결과(호내대책 수립 전)

4.5 대책 수립

4.5.1 호소수질 개선공법 종류 및 선정

가. 호소 수질개선공법 종류

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

<표 4.5-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

적용 대상	원 리	수질개선공법	성층형성있음	수면적이 넓고 수질이 다름	수면적 1평음	호소의 지형 복잡	물회전율이 적음	저층수 오염	저층용존산소농도	퇴적물 오염	오염하천이 있음	오염하천에 표인부지	내부생산조류발생양상	잠정대책필요	농업계 부하가 큼	비점원부하 큼	
																	△
유역 대책	발생부하 삭감	오염원 입지규제														△	
		물이용 합리화															×
	점오염원부하삭감	배출규제									△					×	×
		하수처리 및 고도화									△					×	×
		분뇨처리 고도화									△					×	×
	비점원부하 삭감	정화조(개별)									○					×	×
		농업계 부하 삭감														○	
유입수 배제	비특정부하 삭감															○	
	유입수 배제	우회수로								○							
유입수 대책	직접정화	저류지								○	△						
		인공습지								○	△						
		토양처리									○						×
		침투수로									○	△					
		여과(상향류여과)									○	△					×
		침전여과									○	○					×
		접촉산화법									○	○					×
		직접포기									○						×
	저류부하 제거	하천수처리									○	○					×
		하도준설									○						×
호내 대책	호내 발생부하 삭감	퇴적물 준설								○			△				
		퇴적물피복(호내재료)								○			△				
		퇴적물피복(호외재료)									○			△			
		응집·침전									○			○			
		양식업 대책													○		×
	부영양화의 억제 성층대책 수리조건변경 영양염농도 저하 생물상 제어 조류제거	호소분리		○	△	△											
		부유식물이용		△											○		×
		조류제거(살조제 등)			○										○	○	
		생태계제어(인공식물성)		△	△										△		△
		희석수 도입		○	○		○										
		호소수인공순환	△	○		○											
		심층 포기	○	△	△				○	○							
		저층수 처리	○		△					○	○	○					
	호안환경보전	오염수 선택 방류	△							○	△						
		둔치형 호안		○		△										×	×
	식생호안		○	△											×	×	

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

<표 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사례
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) 출처 : 농업용저수지 수질 개선사업 조사 설계편람 (2009, 한국농어촌공사)
보조댐형 침강지		·유입수를 하도나 호 유입부에 일시 체류시킴으로써 SS등을 침전·제거 ·보조댐 월류부에서 포기 효과	·COD : (평시)5% (강우시)20% ·SS : (평시)47% (강우시)55% ·T-N : (평시)32% (강우시)44% ·T-P : (평시)23% (강우시)43%	·체류시간 ·수표면적 ·수심	·루루천(독일) ·淀川수계(일본) ·감둔저수지(한국) ·마산저수지(한국) 출처 : 농업용저수지 수질 개선사업 조사 설계편람 (2009, 한국농어촌공사)
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) 출처 : 농업용저수지 수질 개선사업 조사 설계편람 (2009, 한국농어촌공사)
퇴적물 준설		·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 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약(계속)

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)
희 석		·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 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약(계속)

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	·정량적 파악 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	·BOD : 40-60% ·TOC : 18% ·SS : 80-95% ·T-P : 30-90%	·저수지 유입수량 ·저수지 담수량 ·인(P) 농도	·감돈저수지(한국) ·반계일호저수지(한국) ·홍동저수지(한국) ·잠흥저수지(진천) 출처 : 농업용저수지 수질개선사업 조사 설계편람 (2009, 한국농어촌공사)

<표 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약(계속)

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
습식식생수로		·토양침식감소, 유수속도감소, 침투 증가	·BOD : 34% ·COD : 14% ·T-P : 51% ·T-N : 45%	·하도정비 ·식생/경관 유지관리 ·유압 및 제거 효율	·한강 2개소 ·낙동강 1개소 외 다수 출처 : 농업용저수지 수질 개선사업 조사 설계편람 (2009, 한국농어촌공사)
(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) 둠벌		·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 대책 선정

(1) 상류유역대책

- 농경지 비점 및 축산분뇨에 대한 철저한 관리감독 강화 필요

(2) 유입하천 대책(호 유입부 대책)

- 유역 면적 537.1ha, 8개 소유역으로 구분할 수 있으며, 유입하천을 통하여 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 침강지(보조댐형)를 거쳐 입자성 오염물질 제거 후 저수지로 유입

(3) 호내 대책

- 과거 5년간 수질측정망 자료 검토 결과, 유상저수지의 TOC, T-N항목은 목표수질인 호소수질 IV등급을 초과하므로 이에 대한 대책 수립
 - 유기물, 질소의 수질 개선이 필요한 것으로 판단, 물순환 및 안정적 처리유량 공급을 위한 양수시설, 인공습지를 통한 오염정화, 수생식물(마름) 제거를 통한 부영양화 완화대책 시행

<표 4.5-3> 유상지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향

조사항목	현황	개선방향
오염원	◦ 농경지로부터 토사 및 비료성분 유출	◦ 적정비료(액비)사용 권고(지자체)
	◦ 축산 분뇨 강우 시 침출수 발생 및 저수지 유입 우려	◦ 가축분뇨 적정처리 및 관리감독 필요(지자체)
수질	유입하천 ◦ 하천생활환경기준(TOC기준) : IV등급(약간나쁨)~VI등급(매우나쁨)	◦ 침강지 통한 호유입부에서의 오염저감과 호내 양수를 통한 인공습지 운영으로 유기물, 질소, 인의 안정적 저감 및 물순환을 증가 유도
	호소 ◦ 호소생활환경기준(TOC기준) : VI등급(매우나쁨)	
퇴적물	◦ 호소퇴적물 오염평가기준 : 약간나쁨(II) ◦ 토양오염우려기준 만족	◦ 호소 퇴적물 오염도가 낮으므로 퇴적물 처리 불필요
수생식물	◦ 저수지와 하천이 만나는 합류부에 마름 무성함(저수지 중앙부), 동계에 사멸로 인한 영양염류 재용출로 수질악화 영향 미침	◦ 마름제거로 부영양화 완화

4.5.2 시나리오 구성 및 수질 예측

가. 모의 시나리오 구성

- 유상저수지 수질개선을 위한 가능한 대책을 조합하여 시나리오를 설정하였으며, 시나리오별 장래 소유역별 배출부하량 변화와 저감효율을 적용하여 유역 및 호소수질을 예측하였음
- 시나리오 1은 2027년 무대책시 유역 내 오염부하량의 변화만을 반영한 조건이며, 수문조건은 2013년 기준²⁾과 동일하게 적용하였음
- 시나리오 2는 시나리오 1의 조건에서 주유입수(소유역 II~VII)에 대해 일강우 30mm를 초과하는 유출량을 침강지에서 정화 후 호내로 유입하는 방안을 적용함
- 시나리오 3은 시나리오 2의 조건에서 인공습지를 적용하였을 경우임(8,496m³/d를 양수하여 인공습지에서 처리 후 호내로 유입되는 방안을 적용함, 양수량은 목표수질을 만족하기 위해 처리해야 할 호내 양수량을 수질모형을 이용하여 산출한 수치임)

<표 4.5-4> 장래 부하량 변화에 따른 수질 예측 시나리오 구성

구 분		세부내용	비 고
상류대책	시나리오 1	무대책	장래 오염부하량 변동사항만 반영
호내대책	시나리오 2	침강지	소유역 II~VII의 일강우 30mm초과 유출량처리
	시나리오 3	침강지+조합형인공습지(양수)	양수량(호내) : 8,496m ³ /d

- 호소수질모델에 적용한 수질정화시설별 정화 효율은 「농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람(2009.12, 한국농어촌공사)」에서 제시된 효율을 시나리오별 수질정화 시설 설계용량에 맞춰 적용하였음

<표 4.5-5> 수질정화시설별 정화 효율

구 분		정화 효율(%)				
		BOD	COD	SS	T-N	T-P
침강지(보조댐형)	강우시	-	50	55	44	43
	평시	-	5	47	32	23
지표-지하 조합형 인공습지		89	34	82	54	72

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람(2009.12, 한국농어촌공사)

2) 강수량 변화에 따른 예측오차를 최소화하기 위해 유상저수지의 과거 10년 강수량 평균과 유사한 값을 나타내는 2013년 강우자료를 기초로 수문 조건을 반영함

나. 시나리오별 수질 예측 결과

- 시나리오 1의 유상저수지 수질은 TOC 6.9mg/L, T-N 1.405mg/L, T-P 0.079mg/L로 예측되어 TOC, T-N의 경우 IV등급을 초과할 것으로 예측됨
- 시나리오 2의 경우 TOC 6.6mg/L, T-N 1.149mg/L, T-P 0.070mg/L로 예측되어 TOC, T-N의 경우 IV등급을 초과할 것으로 예측됨
- 시나리오 3의 경우 TOC 5.9mg/L, T-N 0.942mg/L, T-P 0.061mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 달성할 것으로 예측됨

<표 4.5-6> 시나리오별 수질예측결과(연평균)

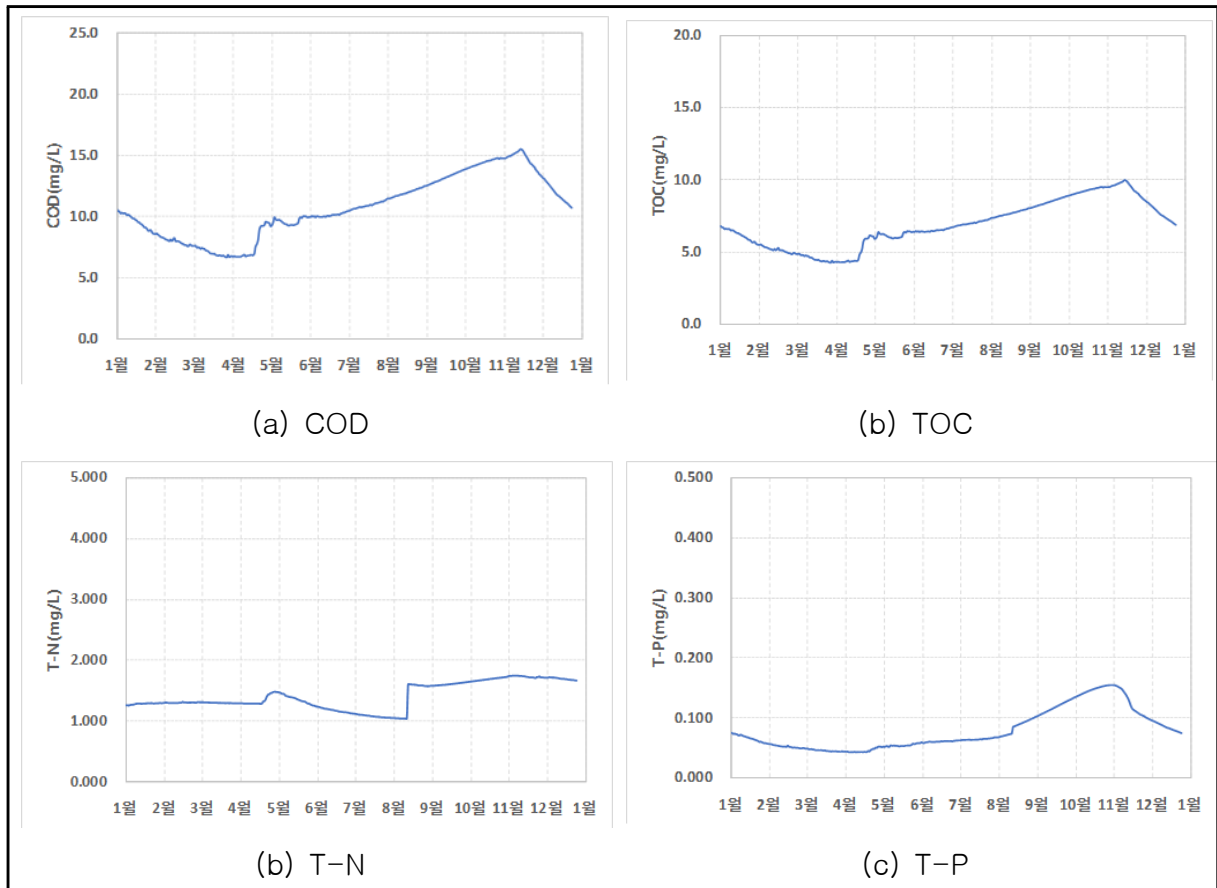
구분	수질예측결과(mg/L)			
	COD	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	10.7	6.9	1.405	0.079
시나리오 2	10.2	6.6	1.149	0.070
시나리오 3	9.2	5.9	0.942	0.061

<표 4.5-7> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)

구분	수질예측결과(mg/L), year max				수질예측결과(mg/L), year min			
	COD	TOC	T-N	T-P	COD	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	15.5	10.0	1.743	0.155	6.7	4.3	1.037	0.042
시나리오 2	15.3	9.8	1.596	0.141	6.3	4.1	0.872	0.037
시나리오 3	12.4	8.0	1.195	0.113	6.3	4.1	0.775	0.037

<표 4.5-8> 시나리오별 수질예측결과(분기평균)

구분	항목	수질예측결과(mg/L), quarter ave															
		COD				TOC				T-N				T-P			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
시나리오1		8.3	9.0	11.8	13.8	5.3	5.8	7.6	8.9	1.293	1.296	1.333	1.699	0.055	0.053	0.086	0.122
시나리오2		8.0	7.7	11.6	13.6	5.1	5.0	7.5	8.8	0.944	0.924	1.195	1.532	0.049	0.045	0.078	0.109
시나리오3		7.7	7.6	10.1	11.3	5.0	4.9	6.5	7.3	0.822	0.823	0.974	1.149	0.045	0.043	0.069	0.089



(그림 4.5-1) 시나리오별 장래수질예측 연간변화

다. 대책 선정

(1) 최종 대책(안)

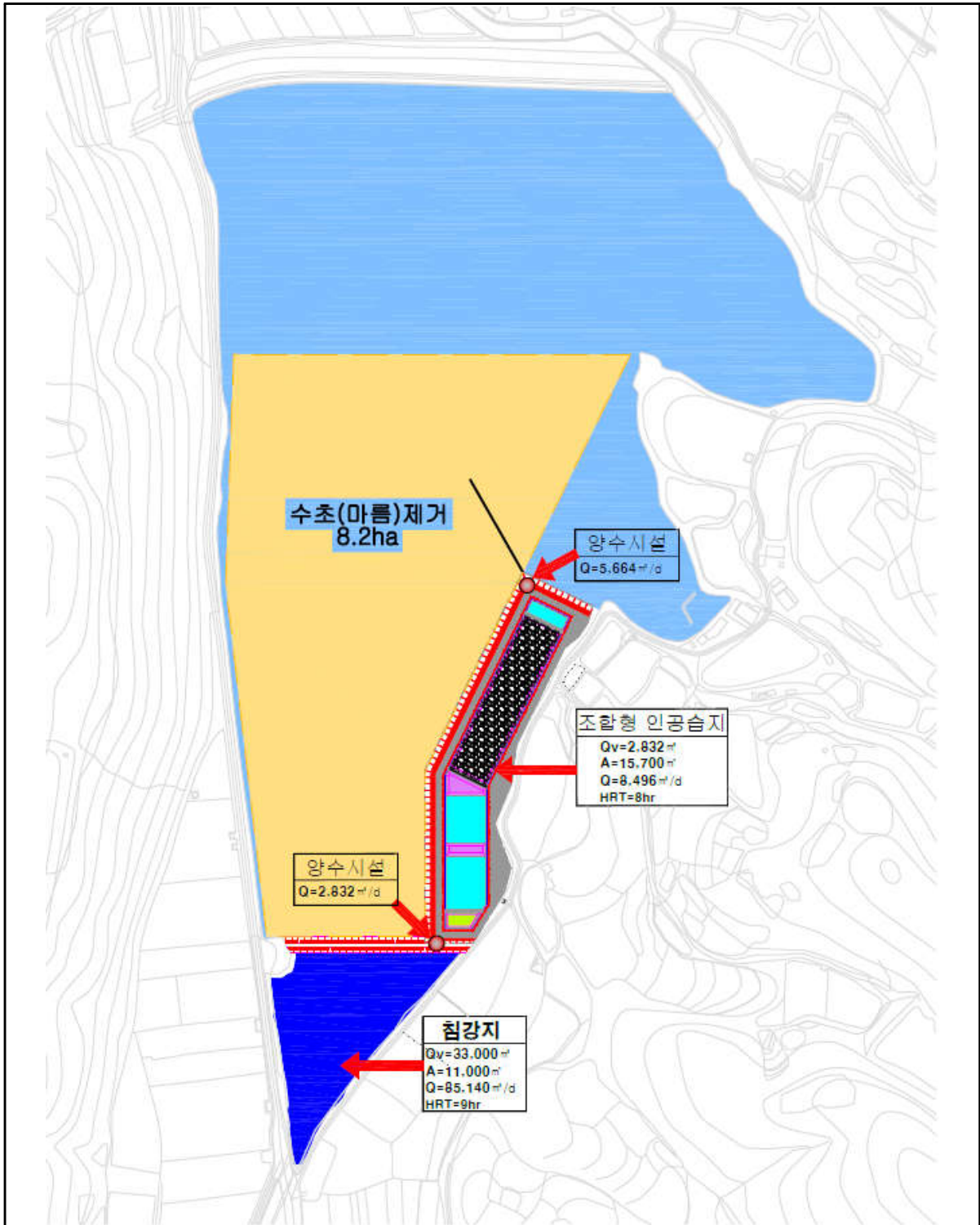
- 수질개선을 위한 3개의 시나리오 중 목표수질을 달성할 수 있는 시나리오3(침강지 + 조합형인공습지(양수)을 최적(안)으로 선정함

(2) 대책의 적정성

- 최적(안)의 경우 TOC, T-N, T-P 항목 모두 목표수질기준인 호소수질 IV등급을 달성할 것으로 예측되고 수질개선효율에 정량적으로 반영되지 않은 마름제거, 인공습지 전단부 응집침전 등의 부수적인 대책을 추가하여 주요 대책을 보완토록 하였음
- 인공습지는 기존의 취입보 방식에서 양수방식으로 전환함으로써 안정적인 취수와 저수지 물순환 촉진을 통해 시기에 관계없이 안정적인 정화효율을 유지하여 목표수질 달성에 유리 할 것으로 판단됨

<표 4.5-9> 수질개선 대책(안, 종합)

구분	대 상	시 설	내 용	비 고
상류 대책	축산계	가축분뇨 관리	◦ 가축분뇨처리 감독 강화 필요	지자체 이행
호 유입부 및 호 내 대책	유입수 처리	침강지	◦ 침강지 조성 - 소유역2,3,4,5,6,7 - 수면적 11,000㎡, 체류시간 9hr - 부댐 : 블록형(150m)	농어촌 공사
	호내수 처리	조합형 인공습지	◦ 조합형인공습지(일처리유량 8,496㎡/d(양수, 호내 5,664 + 침강지내 2,832)) - 위치 : 호 측면부 침강지 후단 - 면적 15,700㎡ - 체류시간 : 8hr - 응집침전장치 : ALUM 20g/㎡ 주입(유량조절조내)	
	내부생산 저감	수생 식물제거	◦ 마름제거 82,000㎡	



(그림 4.5-2) 유상지구 농업용수 수질개선 대책(안, 종합)

제 5 장

시설계획

- 5.1 유상지구 수질개선 종합시설계획
- 5.2 인공습지 조성계획
- 5.3 침강지 및 부텀 조성계획
- 5.4 양수시설 조성계획
- 5.5 수조제거 및 처리계획
- 5.6 기타수질개선장치 설치계획

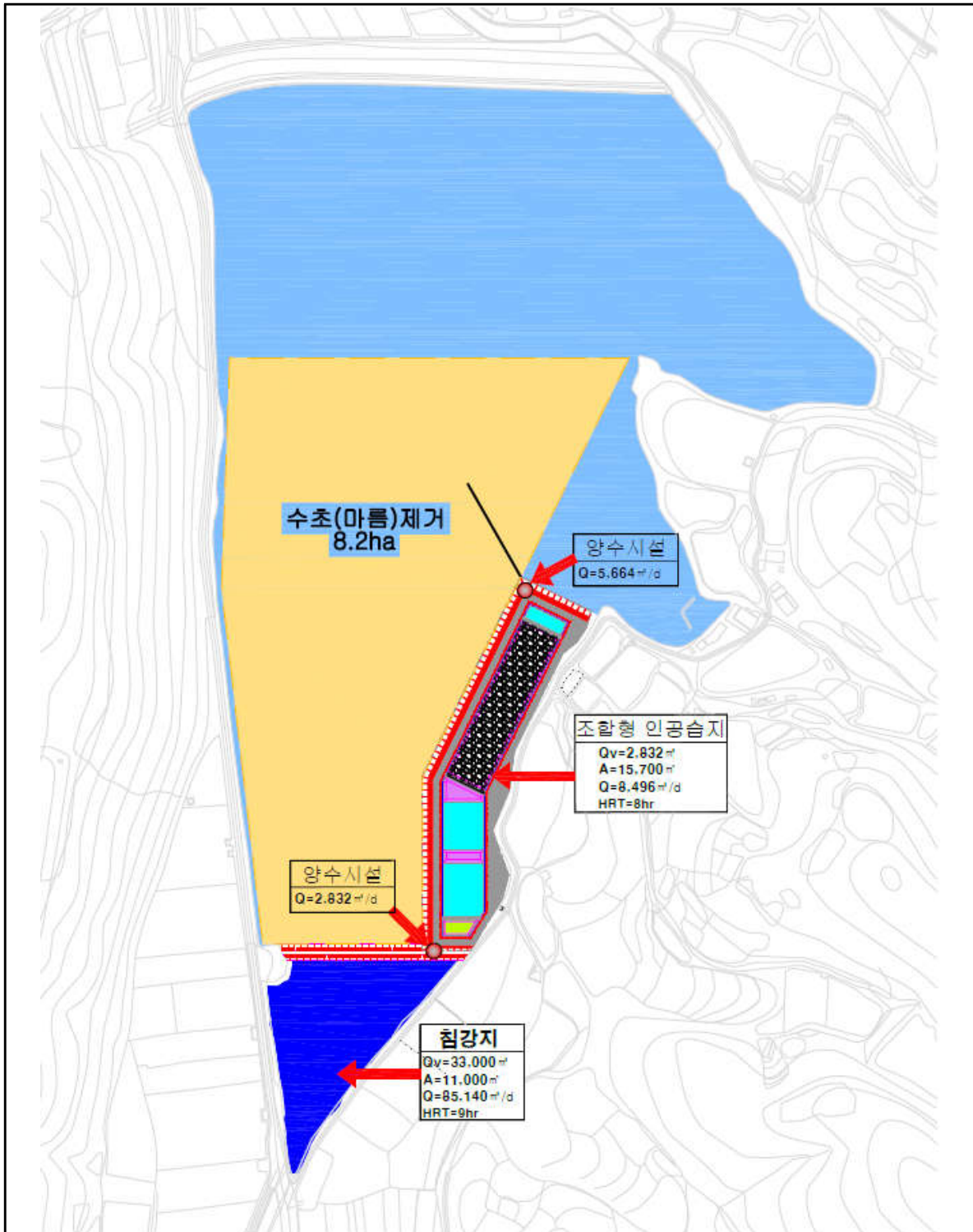
제5장 시설계획

5.1 유상지구 수질개선시설 종합계획

- 유상지구의 호내 수질개선시설은 침강지, 양수형 조합형인공습지, 수초(마름)제거로 계획함
- 주 유입하천과 유상저수지가 만나는 지점에 침강지 1개소 설치를 계획함
- 조합형인공습지는 유상저수지 내에 1개소를 계획하였으며, 조합형인공습지 초입과 말단과 양수시설(354m³/hr)을 두어 호 본체와 침강지 내 수체를 조합형인공습지로 공급하도록 계획함
- 수중식생의 사멸로 인한 오염물질 용출 및 내부생산 저감을 위한 수초제거(82,000m²)도 함께 계획함

<표 5.1-1> 호내 수질개선시설 종합계획

구분	대상	시설	내용
호유입부 및 호내대책	유입수 처리	침강지	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 침강지 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 소유역 2,3,4,5,6,7 - 수면적 : 11,000m², - 내용적 : 33,000m³ - 처리용량 : 85,140m³/d - 체류시간 : 9hr - 유형 : 블록형(150m)
	호내수 처리	조합형 인공습지	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조합형인공습지 <ul style="list-style-type: none"> - 위치 : 침강지 후단 - 면적 : 15,700m² - 용량 : 2,832m³ - 처리용량 : 8,496m³/d - 체류시간 : 8시간 - 응집침전장치(보조) : ALUM 20g/m³ 주입
	내부생산 저감	수생 식물제거	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 마름제거 1식 <ul style="list-style-type: none"> - 82,000m²



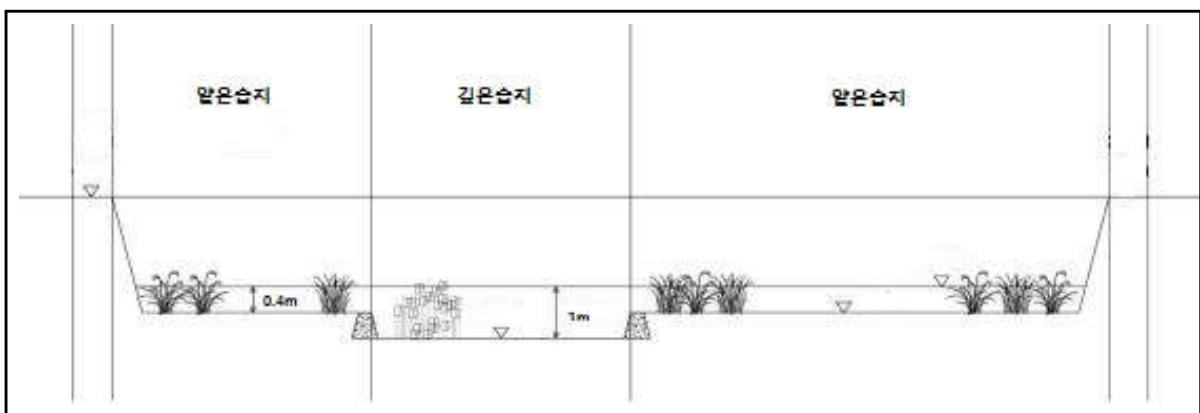
(그림 5.1-1) 유상지구 수질개선 종합시설계획도

5.2 인공습지 조성계획

5.2.1 시설의 일반사항

가. 인공습지의 정의

- 인공습지는 강우유출수 등 유입수의 오염부하량을 저감하기 위하여 인위적으로 습지를 조성하는 것으로 ①침전, ②여과, ③흡착, ④미생물분해 및 ⑤식생 식물에 의한 정화 등 자연 상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 향상시킬 수 있도록 설계, 시공 및 운영되는 습지임
- 인공습지의 오염물질별 처리과정을 살펴보면, 현탁성 유기물은 침강 및 흡착 등을 통해 침전지 및 습지에서 제거되고 물에 녹아있는 유기물은 습지식물 및 식물에 부착된 미생물에 의해 제거되며, 이러한 반응에 필요한 산소는 수표면에서 일어나는 폭기와 식물의 잎으로부터 뿌리층으로의 산소 전달로 이루어짐
- 부유물질 중 비교적 무거운 입자는 침사지에서 제거되며, 가벼운 입자는 얇은 수심과 느린 유속을 가진 습지 내에서 침전 및 토양 흡착에 의해 제거됨
- 습지에서 질소는 대부분 질산화와 탈질화의 과정 및 식물의 성장과정에서 영양분으로 이용과정에서 제거되며, 식물에 의한 제거율은 일부분이며 대부분 미생물에 의해 일어남
- 또한 인 제거율은 수체와 토양 사이의 접촉 정도에 따라 변하기 때문에 제거 효율이 높지는 않으나 어느 정도 제거되는 것으로 나타나고 있음
- 인공습지는 다양한 오염부하에 대한 적응능력이 높고, 에너지의 필요성이 낮아 유지 관리가 용이하여 경제적이라는 측면 외에 경관과 친수공간의 가치를 가질 수 있음



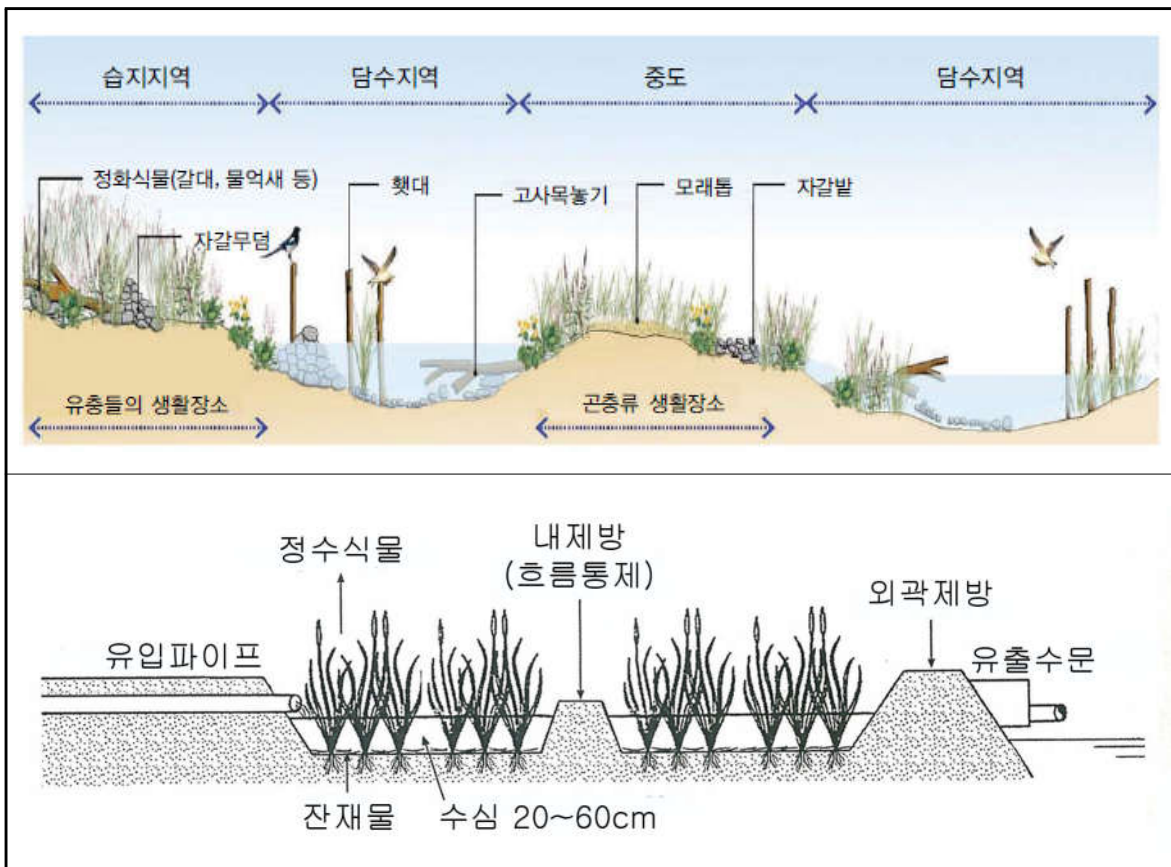
(그림 5.2-1) 인공습지 표준단면도

나. 인공습지의 종류

- 수질정화 인공습지는 지표흐름형(surface flow system)과 지하흐름형(subsurface flow system), 지표-지하흐름 조합형인공습지(Surface - Subsurface Flow System)으로 크게 분류하며 오염물질 부하량과 관리용이성을 고려하여 2~3개 습지를 직렬 또는 병렬로 구성하기도 함

(1) 지표흐름형 인공습지(Free Water surface flow System, FWS)

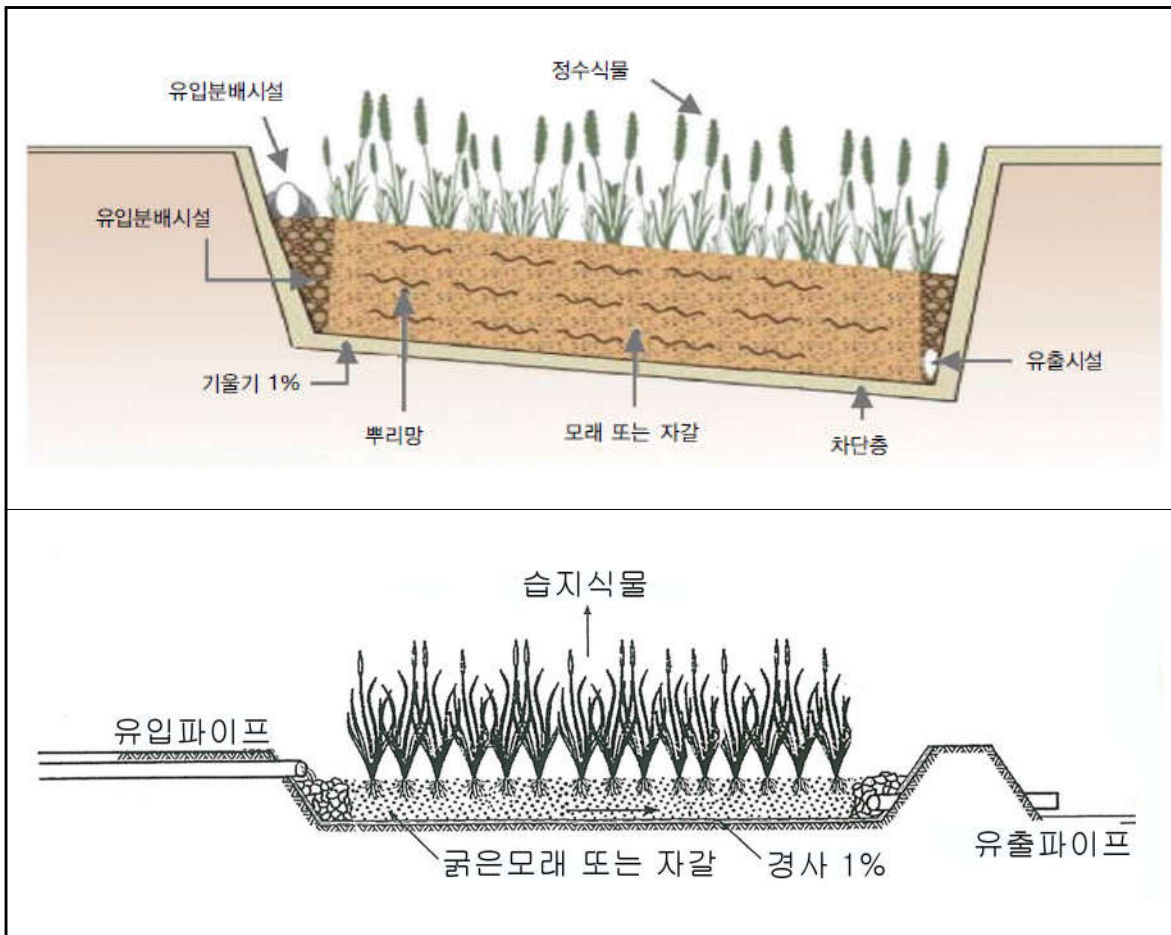
- 지표흐름형(Free water surface flow system, FWS)은 유입수의 대부분을 토양 표층 위로 흐르게 하여 물리·화학·생물학적 처리를 유도하는 방식이며, 정수식물이 자라는 수심 0.4m 정도의 식재구간(Closed Water)과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 수심 1.8m 정도의 개방구간(Open Water)으로 설계함
- 지표흐름형 습지는 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연습지와 비슷한 형태로 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관 향상을 가져올 수 있음
- 수면은 호기상태이며,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



(그림 5.2-2) 지표흐름형 습지 개념도

(2) 지하흐름형 인공습지(Subsurface Flow System, SFS)

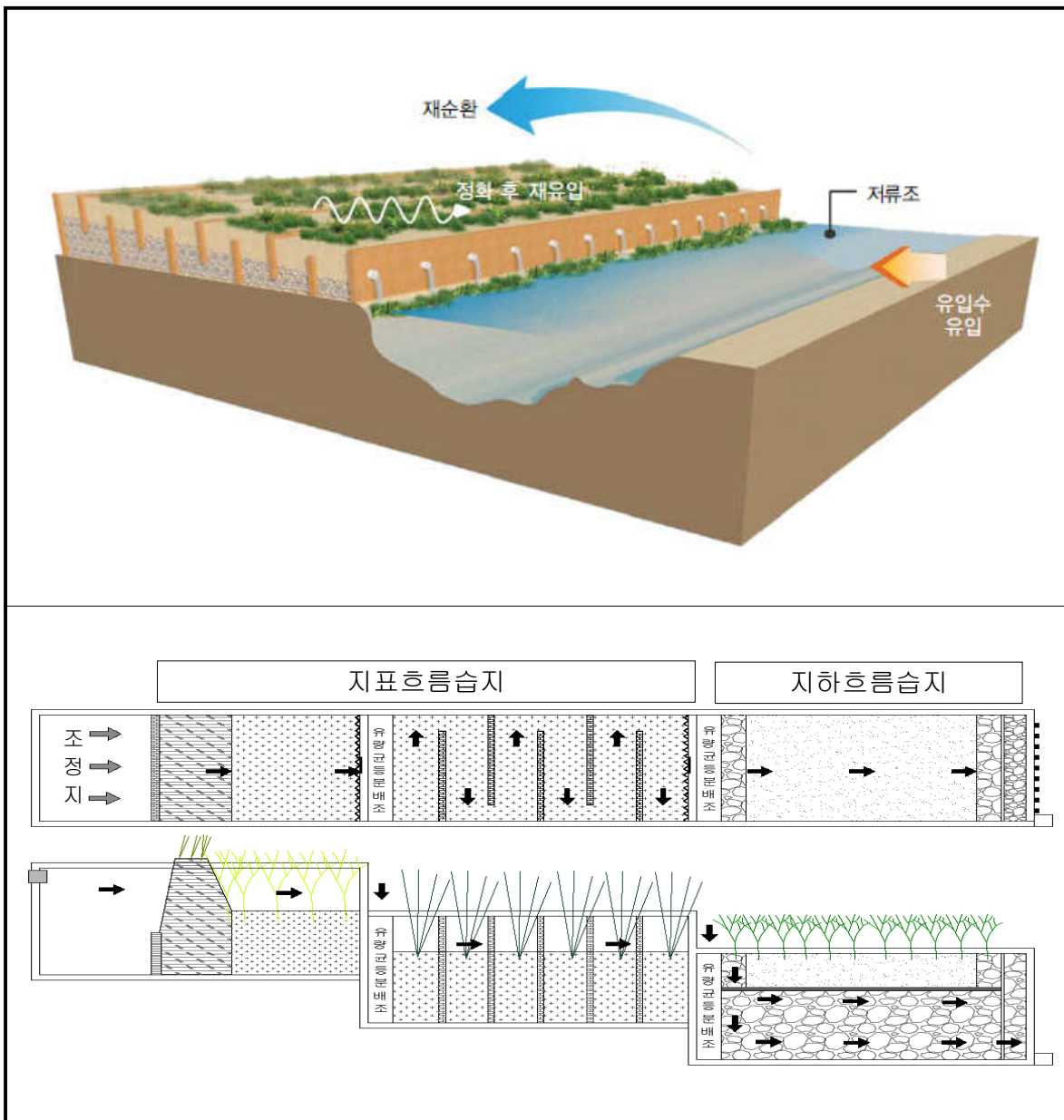
- 지하흐름형(Subsurface flow system, SFS) 습지는 원지반을 굴착하고 입자가 큰 토양 또는 자갈 등의 여재를 채운 습지를 말함
- 수위는 여재층 상단보다 낮게 유지하며, 식물은 여재 사이로 뿌리를 뻗으며 자라는 형태가 됨
- 이론적으로는 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지 위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적고 여재의 두께는 보통 0.3 ~ 0.6m임
- 하부층은 여러 가지 크기의 자갈, 쇠석 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물 식재층에는 모래를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



(그림 5.2-3) 지하흐름형 습지 개념도

(3) 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
- 지표흐름습지를 통해 식물체에 의한 흡수와 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하도록 설계되어짐



(그림 5.2-4) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도

다. 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, 유기물 함량을 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 용량과 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> 습지의 환경·생태적 기능

구 분	기 능
수질정화 기능	습지 고유기능에 의한 오염물질의 제거
수문학적 기능	홍수통제, 지하수함양, 농·공업용수 공급
생태적 기능	야생생물의 섭식, 서식처, 곤충, 어류, 조류의 산란장, 수초, 저서생물의 서식, 산란장, 생물종다양성의 보고, 생태계의 연결고리
문화적 기능	지역 환경에 따른 문화공간, 자연교육, 관광기능
경제적 기능	어패류의 산란장, 먹이공급처, 해·수산물양식, 경제작물의 생산
기후조절 기능	국지적 대기 온·습도 조절

<표 5.2-2> 인공습지 장·단점 및 특성

구분	장 점	단 점
	특성	
지 표 습 지 매 계	<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
	<ul style="list-style-type: none"> · 유입수 저류와 침출을 막기 위한 제방으로 이루어지며, 정수식물이 자라는 수심 0.2~0.6m 정도의 식재구간과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 1~1.2m 구간으로 구성되며, 보통 0.3m의 수심을 적용 	
지 하 흐 림 형	<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
	<ul style="list-style-type: none"> · 지면이 물에 잠기지 않으며 땅속에 도랑이나 침투가 용이한 바닥층을 설치하여 자갈이나 굵은 모래 속으로 유입수가 침투되어 정화되며 표토에 습지식물을 식재 · 습지 위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적음 · 여재의 두께는 보통 0.3~0.6m, 하부층은 여러 가지 크기의 자갈, 쇠석, 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물식재층(표층 15cm)에는 모래를 적용 · 폐쇄현상, 고가의 설치비 등 단점 	
조 합 형	<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
	<ul style="list-style-type: none"> · 유입수가 자연정화능력이 있는 토양, 식물 또는 미생물층을 상하흐름식으로 통과하므로 오수의 처리나 비점오염원 제거에 효과적임 	

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 5.2-3> 습지 수질정화 기작

구 분	오 염 물	제 거 기 작
항 목	SS	침전
	BOD	침전, 생물화학적 반응, 분해, 여과
	N	암모니아화, 질산화, 탈질화, 휘발
	P	침강, 흡착
	중금속	흡착
	병원균	소멸

<표 5.2-4> 습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례

유입수 (mg/L)	유출수 (mg/L)	수리부하율 (cm/day)	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, 1993, USEPA
 사례지구-The Des Plains River Wetland Project, Illinois, USA

<표 5.2-5> 습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례

Site	수리부하율 (cm/day)	운영기간 (years)	유입수농도 (mg/L)	유출수농도 (mg/L)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심 0.6m시)
Des Plains, 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

<표 5.2-6> 조합형인공습지 정화효율(본 사업에 적용)

구 분	BOD	T-N	T-P	비 고
조합형인공습지	89%	54%	72%	-

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람, 2009, 한국농어촌공사

5.2.2 인공습지 설계인자

가. 지형 및 입지특성 조사

(1) 지형여건

- 지형적 특성은 강우시 토사유입, 유달시간 등 강우유출특성에 영향을 줌으로 인공습지 대상지역과 인공습지와 관련되는 소유역을 대상으로 조사함
 - 구역의 크기, 구역의 형상과 형태 등을 조사
- 인공습지 구성에 적합한 지형은 습지를 둘러싸고 경사가 급한 사면이 있는 곳은 가급적 피하는 것이 좋음
- 공사비를 절감하고 주위 경관과 어울리기 위해서는 절·성토작업이 최소화 될 수 있는 지역을 부지로 선정해야 함

(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 유지 관리비용 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 다목적이용을 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) 강우량 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 설계 시 강우량은 대상지역에 인접하여 위치한 기상관측소를 대상으로 10년 이상의 강우자료를 이용하여 산정하며 장기유출모형을 이용하여 설계유량을 결정하게 됨
- 본 지구에서는 2006~2015년(10개년) 동안의 영천기상대 자료를 설계에 이용함

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
- 설계유량 산정방법은 90% 강우사상법, 13mm 강우법, DIROM 모형에 의한 평균유출량 산정법 등이 사용되며 각각의 특징은 다음과 같음

(1) 90% 강우사상법

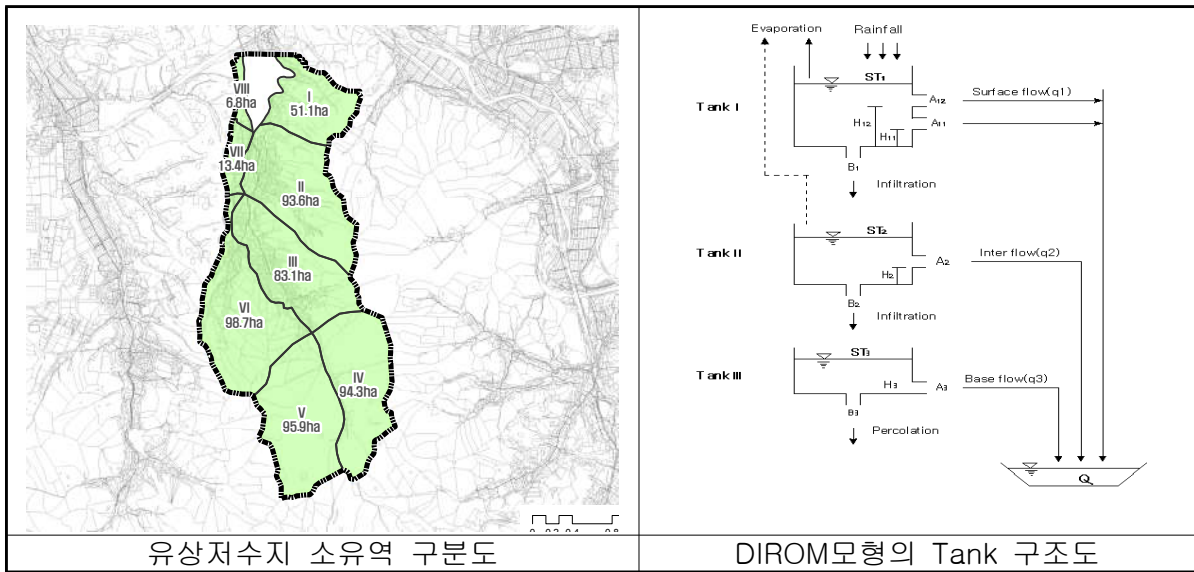
- 연평균 강우유출량의 90%를 차집하기 위해 필요한 저장 공간을 확보하는 방법으로, 외국의 하수처리 방류수 처리를 위한 인공습지 규모결정에 사용하고 있음. 또한, 유입유량이 일정한 경우에 적용되고 있으나 유입유량 변동이 많은 하천수를 처리하는 경우 및 국내 적용사례는 없음

(2) 13mm 강우법

- 강우에 의해 이동되는 오염물질 대부분은 초기유출(first flush)에 의해 이동한다고 보는 것으로 유역의 형상, 투수성 등 특성이 고려되어 있지 않아 지역별 편차가 있음

(3) DIROM 모형에 의한 평균유출량

- 우리나라 유역별 강우시 장기유출량 추정에 주로 이용되며, 유역의 특성이 고려되어 있고 강수량 30mm 미만의 평균 유출량은 90% 강우사상법에 의한 값과 비슷한 결과를 보이고 있음
- DIROM 모형은 장기유출량을 산정하는 대표적인 모형으로 3개 탱크를 직렬로 연결하여 1단 탱크의 유출공수는 2~3개, 나머지 탱크의 유출공 및 침투공의 수는 각각 한 개씩으로 구성된 모형임
- 또한, 강수량으로부터 일별 유출량을 얻을 수 있고 입력 자료수가 적어 사용이 쉬운 장점이 있음
- 다음 그림은 DIROM 모형의 개념도로서 1단 탱크는 유출성분 중 지표유출을 개념화한 것이고 2단 및 3단은 각각 중간유출 및 기저유출을 개념화한 것임
- 1단 탱크의 유출공 수를 2개로 한 것은 홍수유출시 오차를 1개일 때보다 감소시키기 위한 것이며, 3단 탱크의 유출공 높이를 “0”으로 한 것은 강우가 없을 경우의 초기 기저유출량을 표현하기 위한 것임. 또한, 저류수심 ST가 항상 유출공의 높이보다는 커야하기 때문에 대유역에서 4개의 탱크를 사용할 때 보다 매개변수의 수는 통상 19개에서 13개로 감소하게 됨



(그림 5.2-5) 유상저수지 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도

- DIROM 모형에 의한 유출량은 일별 강우량으로부터 다음 식에 의하여 계산함

$$Q_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (ST_{i,t} - H_{ij}) A_{ij}$$

- 여기서, Q_{ij} = t 일의 총유출량(mm), i = 탱크의 수, j = 탱크의 유출공수, $ST_{i,t}$ = i 탱크의 저류수심(mm), H_{ij} = i 탱크의 j 번째 유출공의 높이(mm), A_{ij} = 유출공의 단면적(무차원). 또한 저류수심 ST 는 단위시간 t 에 따라 다음 식과 같이 계산함

$$ST_{i,t} = ST_{i,t-1} + Rt - Et - I_{i,t} - Q_{i,t-1}$$

- 여기서, $ST_{i,t-1}$ = $t-1$ 일의 i 번째 탱크의 수심(mm), Rt = t 일의 강우량(mm), Et = 증발량(mm), $Q_{i,t-1}$ = i 번째 탱크의 $t-1$ 일의 유출량. 증발량 $I_{i,t}$ 는 다음 식과 같이 계산함

$$I_{i,t} = ST_{i,t} * B_i$$

여기서 B_i = i 번째 탱크의 침투공 단면적(무차원)

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 수심이 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 산소재폭기 구간이 되도록 함
- 얕은습지의 수심은 처리효율, 수생식물의 성장, 용존산소농도 등을 고려할 때 평균 0.3m 정도가 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 5.2-7> 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(m³/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))

(4) 모델을 이용한 1차 반응식

- 습지는 부착 생물반응조로 해석할 수 있으며, 유기물의 분해, 질산화, 탈질화, 흡착 등은 1차 반응에 따름. 반응속도 및 상수는 실험적으로 구해지며 습지의 적정규모를 결정하고 원하는 수질목표 달성 가능성 여부를 개략적으로 파악할 수 있음. 하지만, 모델을 이용한 1차 반응식은 복미 등에서 적용한 고농도 오수처리용 인공습지를 대상으로 적용한 것으로 비교적 저농도의 농업용수 수질개선을 위한 인공습지의 규모 산정 방법으로는 적합하지 않음

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. 설계 시 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

5.2.3 조합형인공습지 조성계획

가. 조합형인공습지 계획유량 산정

- 조합형인공습지(지표-지하흐름형)는 저수지 남동측 조성하며, 인공습지의 효율을 안정적으로 유지하고, 저수지의 물순환 촉진을 위해 침강지 및 저수지로부터 연중 일정한 유량을 양수하여 공급하는 것으로 계획하였음
- 계획유량은 유출모형(DIROM)으로 산정된 일강우 30mm미만 일평균 유출량을 참고하여 호소수질모형을 활용한 시행착오법(trial&error method)을 통해 목표수질을 만족할 수 있는 취수량(8,496 m³/d)을 결정하였음

<표 5.2-8> 조합형인공습지 계획유량

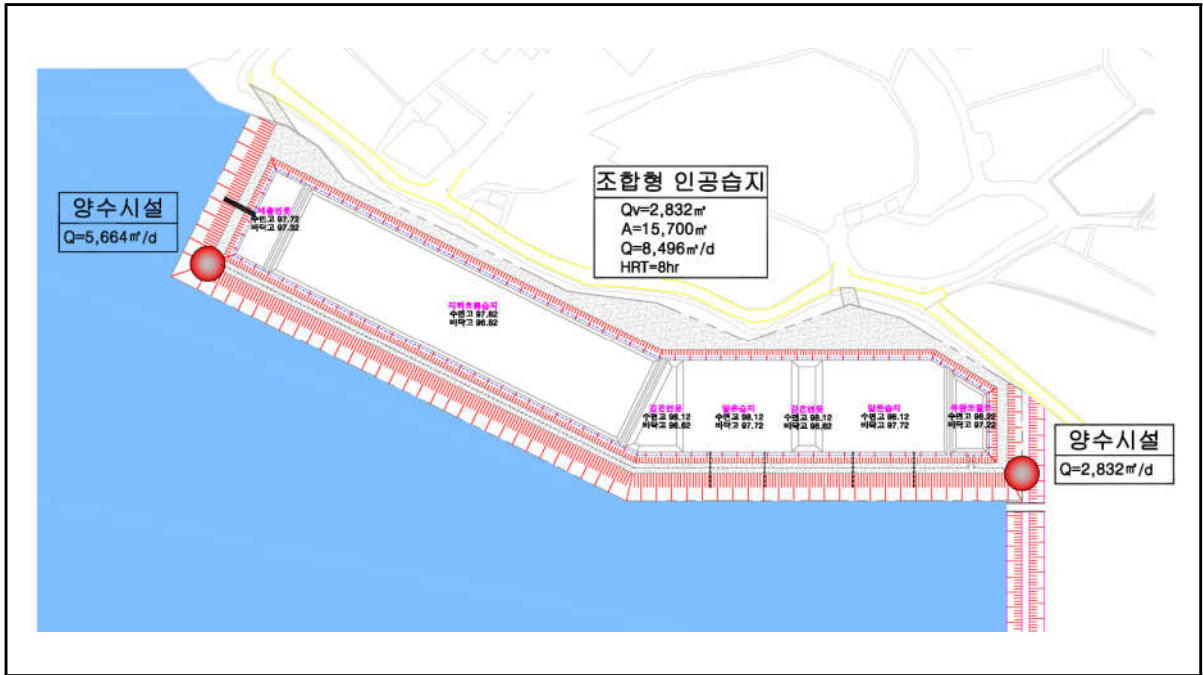
구 분	양수기간	공급유량(m ³ /d)		비 고
조합형인공습지	연중	8,496	2,832	침강지내 양수
			5,664	호중양부 양수

나. 조합형인공습지 규모산정

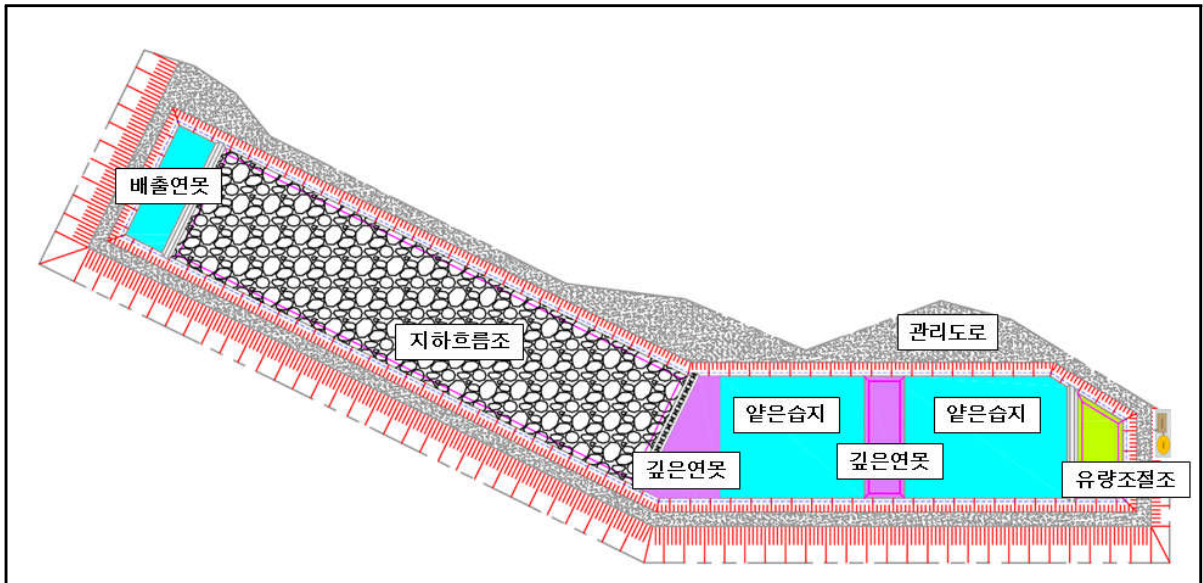
- 유량조절조, 배출연못 및 관리도로를 제외한 순수 습지는 얇은습지 2개소, 깊은연못 2개소, 지하흐름습지 1개소로 구성하여 4,248.0m²로 계획하였고, 내용적상으로는 2,832.0m³로서 저수지에서 양수하는 8,496m³/d가 습지에서 평균적으로 약 8시간 체류하도록 계획하였음
- 수질정화 효과 향상 및 다양한 생태환경을 조성하기 위해 용량기준으로 30%는 얇은습지(~0.4m), 20%는 깊은연못(~1.5m), 50%는 지하흐름습지(~1.0m)로 계획하였음

<표 5.2-9> 조합형인공습지 조성계획

구 분		필요면적(m ²)	계획수심(m)	내용적(m ³)
인공습지	얇은습지	2,124.0	0.4	849.6
	깊은연못	377.6	1.5	566.4
	지하흐름습지	1,416.0	1.0	1,416.0
	소 계	4,248.0	-	2,832.0
	유량조절조	251.0	1.0	251.0
	배출연못	300.0	0.4	120.0
	관리도로 및 기타	10,901		
	소 계	11,452.0		371.0
합 계		15,700.0		3,203



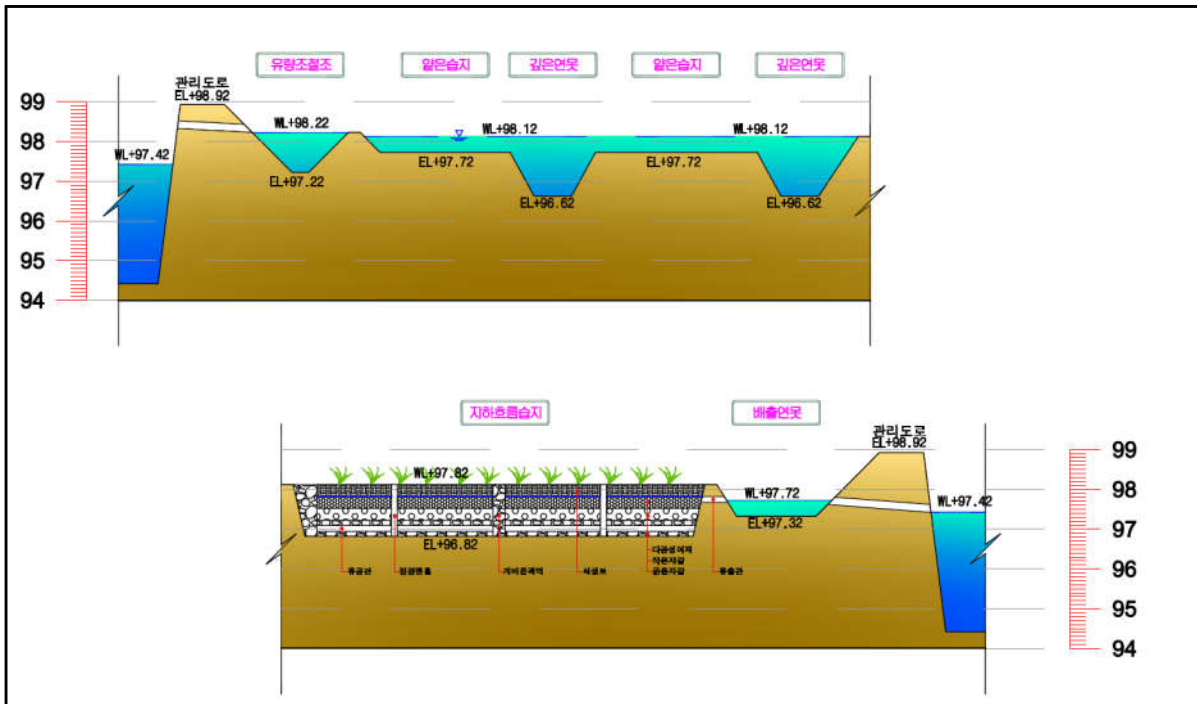
(그림 5.2-6) 유상저수지 조합형인공습지 계획평면도



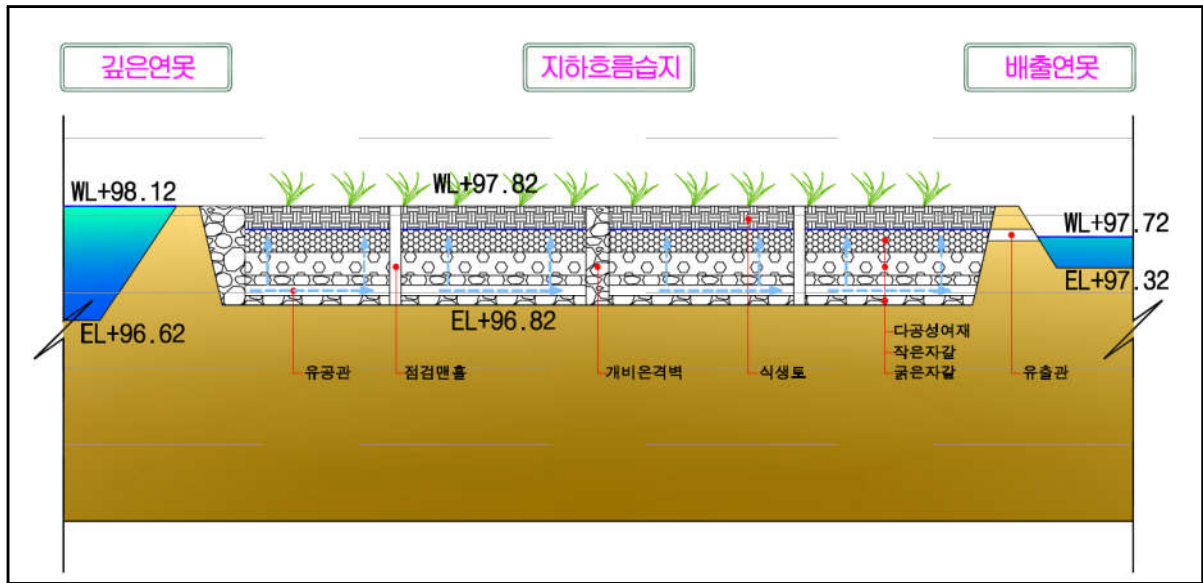
(그림 5.2-7) 조합형인공습지 평면도

다. 조합형인공습지 수리계통

- 조합형인공습지는 지표흐름습지와 지하흐름습지를 직렬로 배치하고 유량의 균등분배와 유입수 중의 입자상 고형물을 1차 제거하기 위해 유량조절조를 설치함. 이어서 지표흐름습지를 통해 식물체에 의한 영양물질 흡수와 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하도록 설계되어짐
- 조합형인공습지 말단부와 침강지내에 양수시설을 설치하며 펌프를 이용하여 유량조절조(WL.98.22m, BL.97.22m)로 수체를 유입시키고 인공습지 내에서 수두차에 의하여 자연유하 되도록 계획하였으며, 최종 배출연못(WL.97.72m, BL.97.32m)에서 배출구를 통하여 저수지 내(만수위 EL.97.42m)로 방류되도록 계획함
- 유입수는 유량조절조→얕은습지→깊은연못→얕은습지→깊은연못→지하흐름조로 유하하며 지하흐름부 여재에 의한 수류지체현상 방지를 위해 여재의 선택 및 배치시 공극율을 30%이상 유지하는 것으로 계획함
- 또한 지하흐름습지의 막힘을 최소화하기 위해 투수면적을 최대화할 수 있는 상향식흐름으로 계획하였으며, 하부층에서부터 굵은여재→작은여재→기능성여재를 배열하여 통수 및 수처리효율을 높이도록 계획하였음
- 원활한 수체이동을 위하여 하부층에 유공관을 설치하여 조 전체에 유량을 배분하도록 하였으며, 지하흐름습지의 상태점검을 위하여 일정간격으로 점검맨홀을 설치하였음



(그림 5.2-8) 조합형인공습지 수리계통도



(그림 5.2-9) 지하흐름습지 상세도

- 지하흐름습지의 여과재는 다양한 크기의 쇄석자갈층과 기능성여재로 구성하고 상부에 수생식물을 식재하여 수생식물에 의한 영양염류의 흡수와 기능성여재의 미세공극을 통한 유기물질 및 영양염류의 흡착, 산화분해, 질산화 및 탈질화 촉진에 의한 영양염류 제거를 유도하였음
- 지하흐름습지의 기능성여재는 다공성세라믹, 바이오스톤, 황토여과재, 기타 여재 등 효율 및 비용, 유지관리를 고려하여 적용할 계획임
- 지하흐름습지의 격벽은 개비온으로 조성하여 수체흐름에 방해를 주지 않으면서 여재 교환 시 폐색된 부분만 선택적으로 교체할 수 있도록 계획하였음
- 얇은 습지는 수심 40cm를 유지하되, 식생활착을 위하여 수심 10cm에서도 운영이 가능하도록 각낙판을 설치하여 수심을 변경할 수 있도록 계획
- 얇은습지 내 비상배수관을 설치하여 유지관리시 내부 수위를 조절 할 수 있도록 계획
- 지하흐름습지 유입부에 징검다리를 설치하여 습지내 도보이동을 가능토록 계획함
- 조합형인공습지에 유량측정장치 및 CCTV를 설치하여 유지관리를 용이하게 계획함

<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(화력발전소) +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%

5.2.4 수생식물 선정 및 식재계획

가. 수생식물 선정 방안

- 수질정화식물의 정화능력에 대한 연구가 여러 연구자들에 의하여 진행되고 있으며, ‘인공습지 설계 관리요령 (2004, 농림부)’에서 습지식물들의 영양염류제거 잠재력과 정화효율을 제시하고 있음

<표 5.2-11> 습지식물들의 영양염류 제거 잠재력

식재위치	생물량		질소		인	
	stock (kg/ha)	생장 (kg/ha/year)	stock (kg/ha)	흡수 (kg/ha/year)	stock (kg/ha)	흡수 (kg/ha/year)
부들속	4,300~22,500	8,000~61,000	250~1,560	600~2,630	45~375	75~403
골풀속	22,000	53,300	200~300	800	40	110
고랭이속	6,000	7,130	175~530	125	40~110	18
갈대속	6,000~35,000	10,000~60,000	140~430	225	14~53	35
부레옥잠	20,000~24,000	60,000~110,000	300~900	1,950~5,850	60~180	350~1,125
좁개구리밥	1,300	6,000~26,000	4~50	350~1,200	1~16	116~400
생이가래속	2,400~3,200	9,000~45,000	15~90	350~1,700	4~24	92~450

자료 : 인공습지 설계 관리요령(2004, 농림부)

<표 5.2-12> 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
애기부들	31.2	10.4	64.7	55.1	35.9	29.3
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

주) ‘농업용수 수질개선 실용화연구’, 2006, 한국농어촌공사

- 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
- 수질정화식물은 수심, 온도, 토양 등의 서식환경에 따라 수종이 달라지며, 수심에 따른 식물종을 살펴보면 40cm 이하의 얇은 습지에는 정수식물, 1m이상의 깊은 습지에는 침수식물(Submerged Plants)과 부유식물(Free Floating Plants)이 주로 서식

<표 5.2-13> 수심에 따른 식생 종류

개념도	구간	적용식물
	얇은 습지 (0~40cm이상)	정수식물
	깊은 습지 (40cm이상)	침수식물 부유식물

- 식물 초기식재밀도는 식물 피도의 정착속도와 식재비용에 크게 영향을 주고, 식재 간격이 넓으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 많이 걸리며 원하지 않은 식물이 이입되어 설계된 방향으로 식생 형성이 어려울 수 있음
- 반면에 식재 간격이 좁으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 짧게 소요되지만 경제성의 문제가 있음




<표 5.2-14> 습지 식생의 토양층 구성별 분포 조사 사례

식재위치	수 종
염습지지역	해홍나물, 갯개미취, 나문재, 통통마디, 가는갯는쟁이, 천일사초
점질습지지역	갈대, 갯잔디
사질토지역	마디풀
육상지역	산조풀, 사데풀, 강아지풀, 금강아지풀

자료 : 우리나라 대하천 상류 하천습지의 지형경관, 박의준, 김성환, 2005

나. 습지 식재 계획

- 현재 유상저수지 인근에 서식하고 있는 수종 중 단기간에 수질정화효과를 기대할 수 있고 유지관리가 용이하고, 가격이 저렴한 갈대, 물억새, 줄 등을 선정하여 식재하는 것으로 계획함

갈대	물억새	줄
		
<p>생태적 특성 생활사 : 다년생 식물 개화기 : 8~9월</p>	<p>생태적 특성 생활사 : 다년생 습생식물 개화기 : 9~10월</p>	<p>생태적 특성 생활사 : 여러해살이풀 개화기 : 7~10월</p>
<p>환경적 특성 분포지 : 우리나라 각지 분포환경 : 습지나 갯가, 호수 주변 등 양지 바른 곳</p>	<p>환경적 특성 분포지 : 우리나라 각지 분포환경 : 하천가, 뚝, 물기가 있는 배수가 잘되는 모래땅</p>	<p>환경적 특성 분포지 : 우리나라 각지 분포환경 : 연못가나 강가의 얇은 물 속</p>
<p>특성 : 습지, 연못, 물가에 자생하고 뿌리에 미생물군에 의해 오염물질 흡수 및 흡착. 대부분 줄기의 일부와 뿌리가 물속에 있고, 그 일부가 물위로 나오는 정수식물임</p>	<p>특성 : 환경적응 능력이 높아 번식능력이 높고 수질정화 능력이 큼. 관상용, 사료용, 침식방지, 경관형성</p>	<p>특성 : 수위변동에 강하며, 오염도가 높은 수질에 적응력이 뛰어나</p>

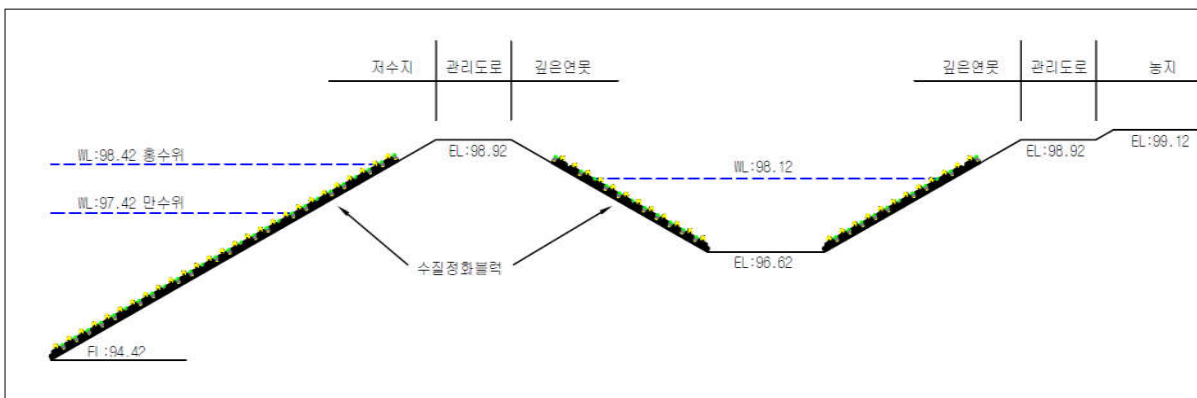
(그림 5.2-10) 선정된 식재식물



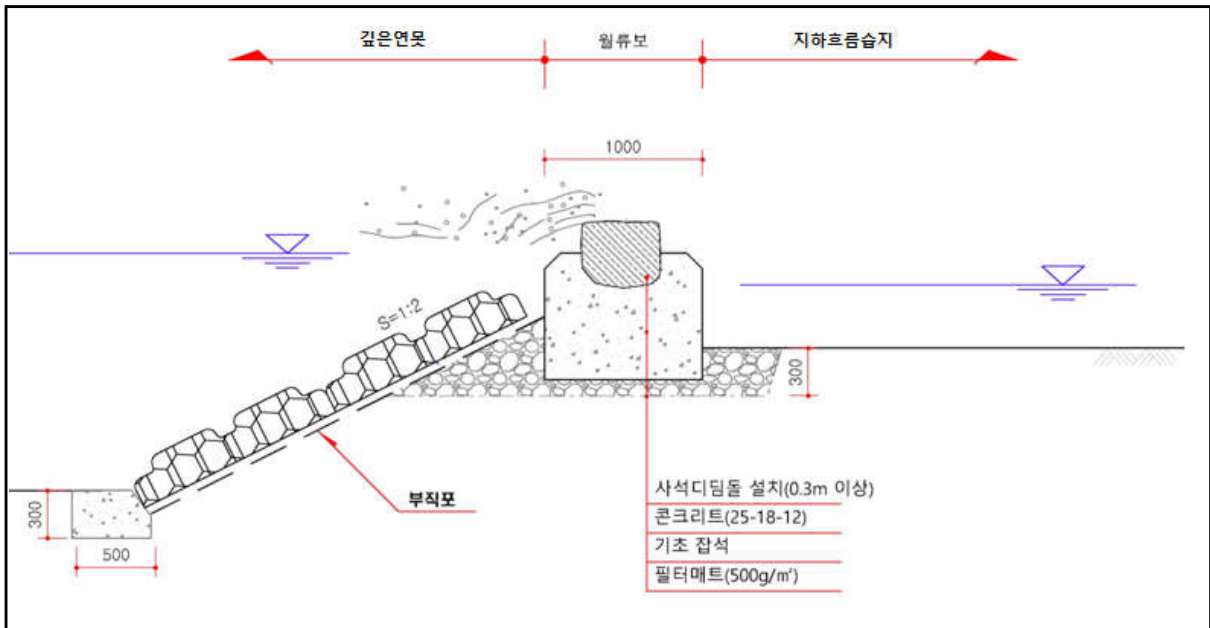
(그림 5.2-11) 습지 식재 예시

5.2.5 사면보호

- 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 상용화 되어 있으므로 이를 활용할 수 있음
- 조합형인공습지의 사면은 관리수위까지 식생블럭으로 조성하여 수위 변동에 안정성을 유지할 수 있도록 계획하였음
- 관리도로는 자갈포장으로 계획하였으며, 유량조절조 및 깊은연못에는 안전을 위한 휀스를 설치하였음
- 이러한 기본계획의 내용은 실시설계 시 사면안정 등에 대하여 현장여건을 반영하여 변경할 수 있음
- 깊은연못 및 얇은습지의 수체 흐름을 제어하는 월류보는 사석을 이용하여 설치규모를 최소화 하였으며, 월류보 상단에 징검다리를 설치하여 유지관리 시 관리자의 이동이 가능하도록 하였음



(그림 5.2-12) 수변보호공 단면도



(그림 5.2-13) 월류보(사석형) 상세도

5.2.6 습지 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 및 부댐 조성계획

5.3.1 침강지의 정의 및 특징

가. 침강지의 정의

- 침강지(sedimentation basin)는 유입수를 일정한 체류시간 만큼 저장시켜 오염물질을 가라앉히는 일종의 저류지로서 저류지 유입부 바닥을 깊게 준설하거나 혹은 부댐을 쌓아 강우시 유입토사의 침강을 촉진하는 시스템을 의미함
- 강우기간 중에는 유역에 퇴적되어 있던 많은 양의 비점오염물질이 저수지로 씻겨 들어오게 되며, 이들은 저수지의 부영양화, 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 목적

- 호 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도함으로써 저수지의 내용적 감소를 줄일 수 있으며, 강우시 유입되는 토사와 이에 흡착된 인 등의 침강을 유입부에 집중적시켜 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 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(%)		본지구 적용
	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 “침강지는 저수지 수체와 완전히 분리되는 구조이면서 유역면적 대비 0.7 ~ 1.0% 정도가 적절하다”고 연구된 바 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 0.5~1.0m 정도 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

- 유상저수지의 침강지는 저수지 남쪽 유입수로와 저수지가 만나는 지점에 계획하였으며, 침강지의 형식은 저수지내에 부뎀을 설치하는 on-line 방식으로 계획하여 저수지 외부의 별도 부지 확보는 필요하지 않음

가. 설계유량 산정

- 침강지 설계유량은 농어촌공사에서 운영하고 있는 수문모형(DIROM)을 이용하여 일강우 30mm 초과 유출량인 85,140^{m³}/일을 처리하는 것으로 계획함

<표 5.3-3> DIROM모형에 의한 유상저수지 유역별 유출량 산정결과

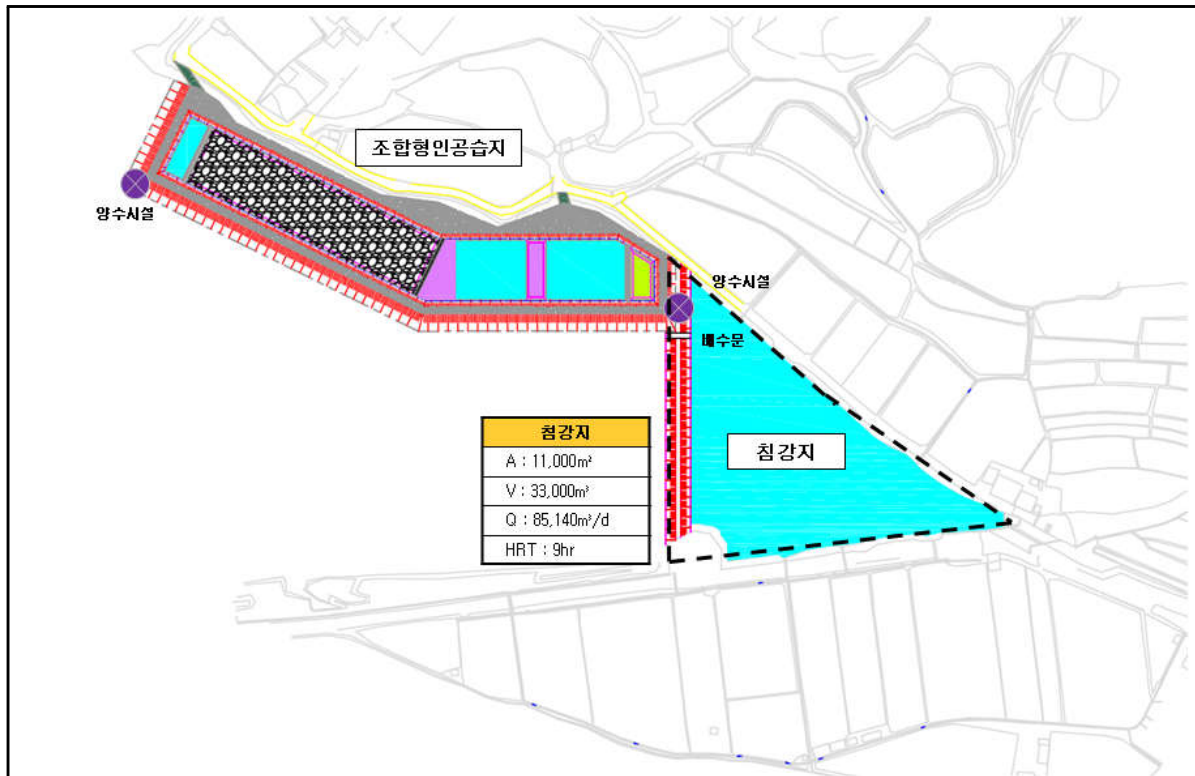
소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 ^{m³} /년)	일평균 유입량(^{m³} /일)		
				총 유입량	30mm/일 이하	30mm/일 초과
I	51.1	61.9	346.4	949.0	698.3	10,340.0
II	93.6	61.1	614.7	1,684.1	1,269.7	17,140.0
III	83.1	61.3	445.6	1,220.8	893.1	13,480.0
IV	94.3	58.4	648.6	1,777.0	1,382.8	16,580.0
V	95.9	58.4	675.3	1,850.1	1,446.9	17,020.0
VI	98.7	61.3	664.7	1,821.1	1,396.9	17,620.0
VII	13.4	61.1	91.8	251.5	162.5	3,300.0
VIII	6.8	66.4	48.4	132.6	86.4	1,700.0
저수지	21.9					
계	559.0		3,535.5	9,686.2	7,336.6	97,180

나. 침강지 규모 산정

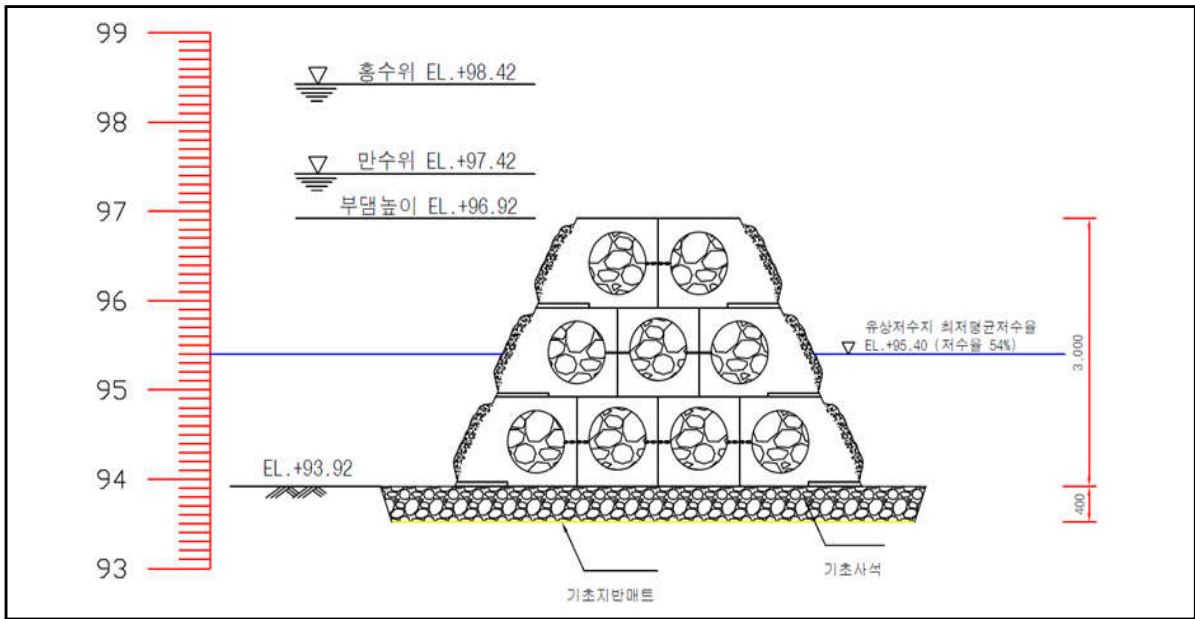
- 본 기본조사에서 침강지 규모는 수질개선효율, 유지관리, 지형적 특성 등을 고려하여 일강우 30mm 초과 유출량(85,140^{m³}/일)을 9시간 체류시킬 수 있는 수준으로 계획하고, 부뎀은 시공성이 우수하고 공기가 짧은 블록형 부뎀을 적용하는 것으로 계획하였음
- 유상저수지의 만수위는 EL. 97.42m이며 만수위로부터 0.5m 아래에 부뎀 제정고(EL. 96.92m)를 계획하고, 침강지의 계획수심은 3.0m로 계획하였음
- 또한 부뎀에는 조작가능한 배수문 및 흥관을 설치하여 침강지 운영시 유지관리 및 어류 이동통로 등으로 활용될 수 있도록 계획함

<표 5.3-4> 침강지 계획

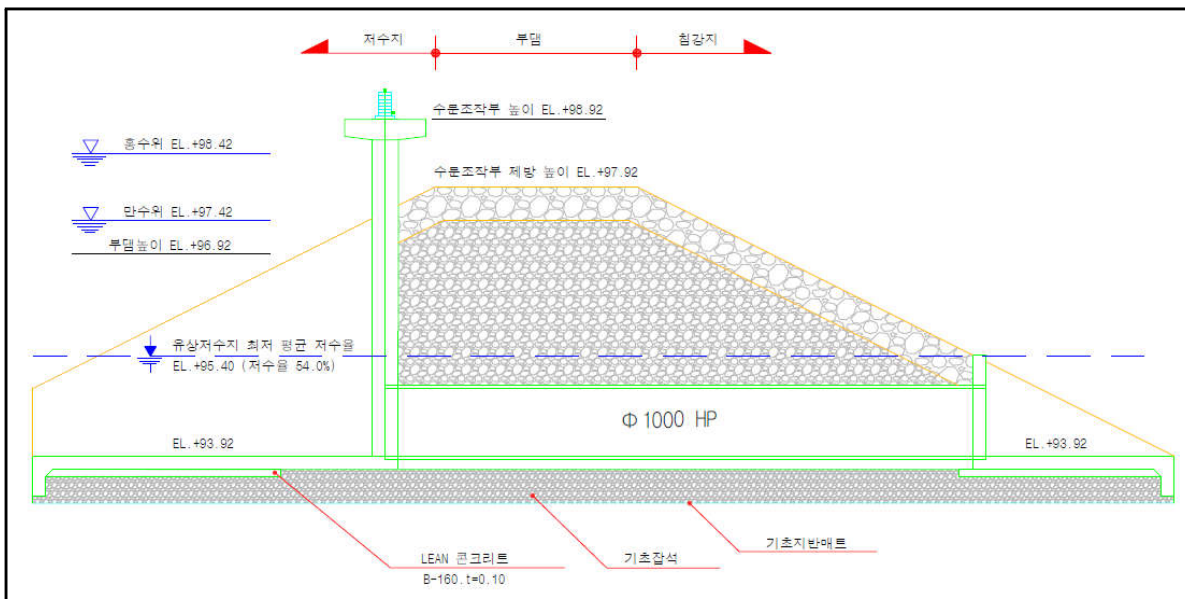
구 분	소유역		일30mm 초과유입량 (m ³ /일)	계획 수심 (m)	필요 면적 (m ²)	필요 내용적 (m ³)	체류 시간 (hr)	비고
	구분	면적 (ha)						
침강지	2,3,4,5,6,7	479.0	85,140.0	3.0	11,000.0	33,000.0	9.0	



(그림 5.3-4) 유상저수지 침강지 계획



(그림 5.3-5) 유상저수지 침강지 부댐 상세도



(그림 5.3-6) 유상저수지 침강지 부댐(수문부) 상세도

<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 ·블록형태로 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

5.3.4 침강지 내 준설계획

- 침강지에서 수심 및 내용적 확보, 침강지 계획부지의 퇴적토 제거 등을 목적으로 일정한 표고(EL. 93.92m)까지 준설하는 것으로 계획하였으며, 이때 준설량은 약 14,300^m으로 산정됨

<표 5.3-6> 침강지 내 준설계획

구분	필요면적 (m ²)	평균바닥고(EL.m)		준설량 (m ³)	준설 후 내용적 (m ³)	비고
		준설 전	준설 후			
침강지	11,000.0	95.22	93.92	14,300	33,000.0	부댐 제정고 EL.96.92m

5.3.5 저수지 내용적 검토

- 수질개선 계획에 따른 시행 전·후 내용적의 변화를 살펴보면 침강지 준설 및 식생제거 준설에 따른 내용적은 증가하고 침강지 부댐조성 및 조합형 인공습지 조성에 따른 내용적은 감소함
- 다음 표와 같이 유상저수지의 수질개선사업 시행 전·후 내용적 변화는 1,086,419^m (총저수량)에서 1,095,071^m으로 내용적 8,652^m이 증가하는 것으로 조사됨

<표 5.3-7> 사업시행 전·후 내용적 검토

수위 (EL.m)	시행 전 (A)			시행 후 (B)			내용적증감 (B-A)
	누가면적 (^m)	내용적 (^m)	누가내용적 (^m , A)	누가면적 (^m)	내용적 (^m)	누가내용적 (^m , B)	
88.08	0	0	0	0	0	0	0
89.52	0	0	0	0	0	0	0
90.02	7	2	2	7	2	2	0
90.52	13,427	3,359	3,361	13,427	3,359	3,361	0
90.83	23,598	5,739	9,100	23,598	5,739	9,100	0
91.02	33,873	5,460	14,560	33,873	5,460	14,560	0
91.52	45,290	19,791	34,351	45,290	19,791	34,351	0
92.02	58,745	26,009	60,360	58,745	26,009	60,360	0
92.52	67,777	31,631	91,991	67,777	31,631	91,991	0
93.02	80,929	37,177	129,168	80,929	37,177	129,168	0
93.52	112,382	48,328	177,496	118,097	57,354	186,522	9,026
94.02	165,328	69,428	246,924	195,205	105,025	291,546	44,622
94.52	178,670	86,000	332,924	201,278	83,504	375,050	42,126
95.02	189,682	92,088	425,012	205,979	86,477	461,527	36,515
95.52	197,727	96,853	521,865	208,673	89,227	550,754	28,889
96.02	204,672	100,600	622,465	211,724	93,159	643,913	21,448
96.52	210,292	103,741	726,206	214,410	96,514	740,428	14,222
97.02	215,209	106,376	832,582	217,445	100,806	841,234	8,652
97.42	219,372	86,916	919,498	221,436	86,916	928,150	8,652
97.52	228,411	22,389	941,887	230,509	22,389	950,539	8,652
98.14	237,821	144,532	1,086,419	239,715	144,532	1,095,071	8,652

<표 5.3-8> 사업시행 전·후 유상저수지 내용적

시행 전 내용적(^m)	시행 후 내용적(^m)	시행 후 내용적 증감(^m)	비고
1,086,419	1,095,071	8,652	

- 주) 1. 내용적 증가 : 침강지 준설, 식생제거 준설
 2. 내용적 감소 : 부댐 조성, 조합형인공습지 조성
 3. 부록 시행 전·후 내용적 표 참조

5.4 양수시설 조성계획

5.4.1 양수시설 도입 개요

- 수질개선시설의 유입수 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 처리 효율 향상도 기대할 수 있음
- 취입보를 설치할 경우 유상저수지의 만수위는 EL. 97.42m로서 인공습지의 자연배수를 위해서는 습지배출구의 높이를 만수위 보다 0.2m 높은 EL. 97.62m 수준을 확보하여야 하며, 인공습지 내에서의 원활한 자연유하 흐름을 위해 습지 유입 유출 단차를 0.7m 이상으로 고려하면 취입보의 상단 높이는 최소 EL. 98.32m 이상을 확보하여야 함⁸
- 취입보 상류부 주변 경작지의 표고를 검토해 본 결과 EL. 98.34m ~ EL. 99.01m로 여유고가 0.02m ~ 0.69m로 너무 적고, 주변 경작지 배수관로의 높이가 EL. 98.04m ~ EL. 98.05m로 취입보 설치시 배수불량 발생 우려가 큼
- 따라서 본 지구에서는 취입보를 설치하지 않고 양수시설을 설치하여 침강지 및 저수지 본체에서 직접 양수하여 인공습지에서 정화처리 후 호내로 방류함으로써 수질정화와 더불어 호소의 물순환을 유도할 수 있도록 계획함

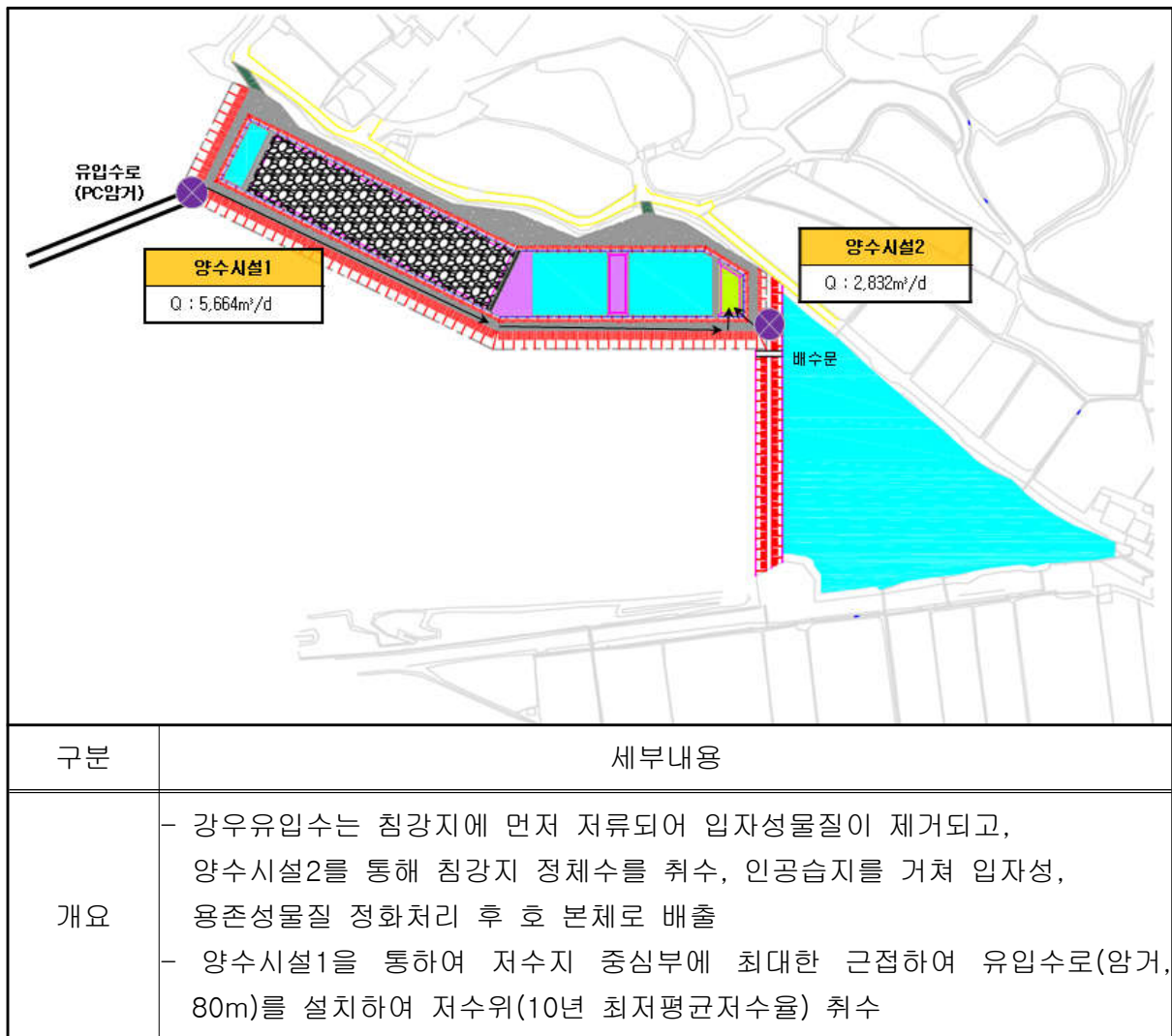
5.4.2 양수시설 위치 선정

- 호 전체적인 물순환과 심층부 취수를 위해서는 호심이 최대한 가까운 곳에 양수시설을 설치해야 하며 이 경우 부유식 혹은 수중식 양수시설이 요구됨
- 그러나 부유식 혹은 수중식 양수시설은 대용량의 경우 도입사례가 거의 없으며, 이는 설치시 시공의 어려움과 운영시 유지관리의 어려움에 기인함
- 육상설치식은 일반적인 설치방식이나 통상 양수시설 직하부에서 취입하므로 저수지 물순환을 유도하기에는 한계가 있으며 저수율 하락시 취수가 불가능할 우려가 있음
- 따라서 본 지구에서는 육상부에 양수시설을 설치하되 취수관(80m)을 별도로 설치하여 최대한 호중심부에서 취수토록함으로써 육상부의 단점을 보완하는 방식으로 계획함

<표 5.4-1> 양수시설 설치 위치 검토

구분	①안(육상부)	②안(수면 혹은 수중부)
부지선정	• 지상 및 지중 모두 고려 가능	• 별도의 기반 구조물 또는 부상 시설 필요
시공성	• 전기시설 설치시 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

<표 5.4-2> 양수시설 설치 위치 선정(육상부)





(그림 5.3-1) 양수시설 예시도(육상부)

5.4.3 양수용량 및 형식 선정

- 양수용량은 수질모형을 활용하여 목표수질을 만족하기 위해 식생수로에서 처리해야 할 양을 시행착오법을 통해 8,496m³/d로 결정하였으며, 이를 유입시킬 수 있는 펌프 규모, 펌프 형식, 전양정, 취수관구경 등을 고려함
- 양수시설은 조합형인공습지 말단과 침강지 내에 설치하여 강우유입수와 호중심부의 정체수를 동시에 취수할 수 있도록 계획함
- 양수시설 1개소당 2대의 펌프를 배치하여 1일 12시간씩 2대가 교번 가동하여 24시간 가동할 수 있도록 계획함

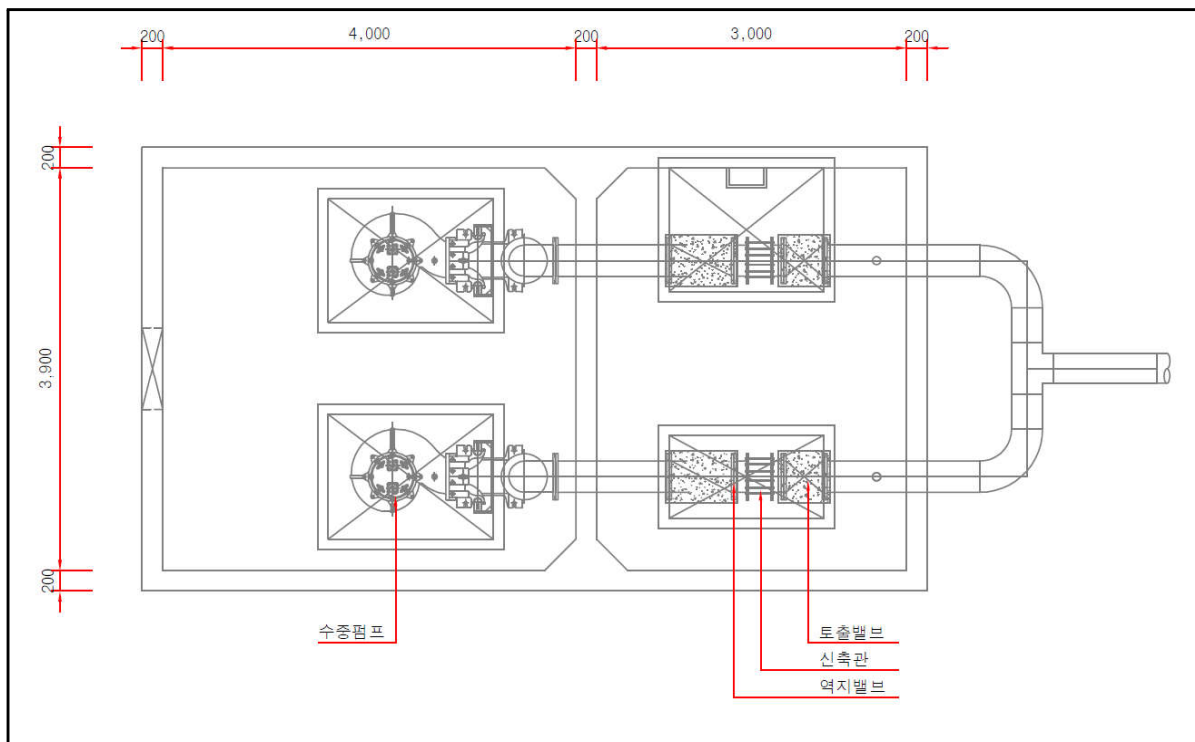
<표 5.4-3> 양수시설 제원

No.	양수장 바닥고 (EL.m)	밸브실 바닥고 (EL.m)	유량 (m ³ /d)	펌프형식	전기동력 (kW)	유입관 (mm)	대수	운영시간 (hr)
호내 (양수1)	94.90	98.92	5,664	수중펌프	15	200	2	24
침강지 (양수2)	94.90	98.92	2,832	수중펌프	15	200	2	24

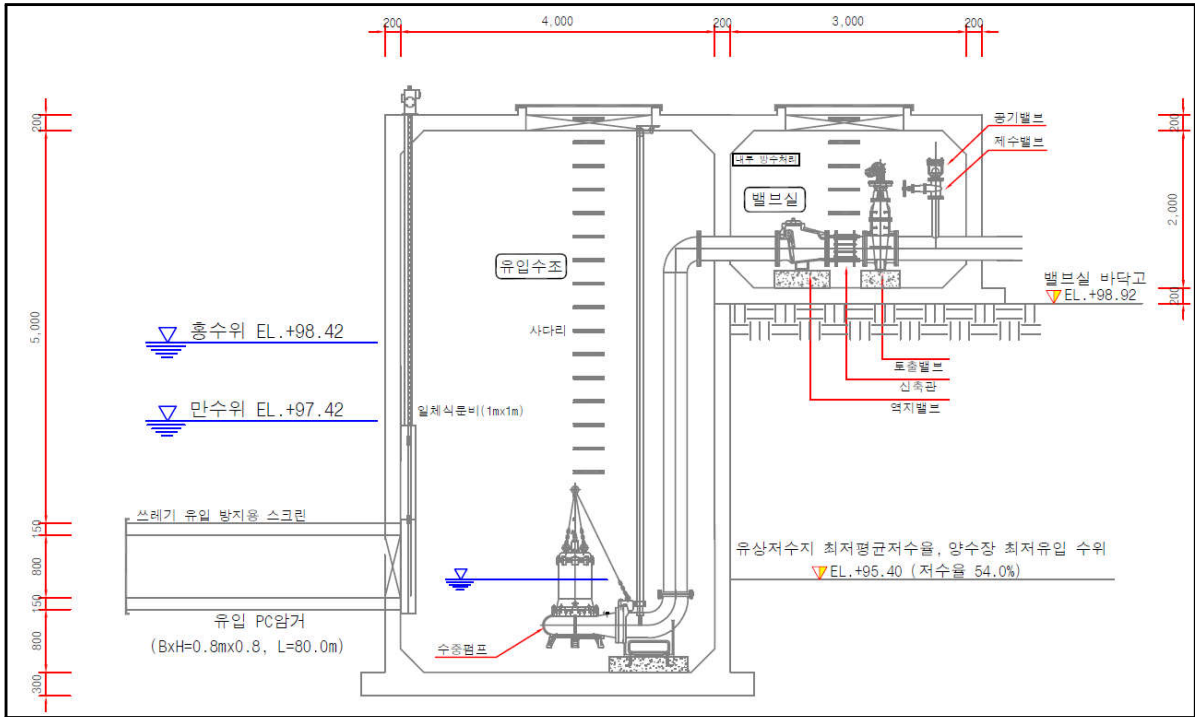
- 호내 취수(양수1)의 경우 유상저수지의 지난 10년간(2007년~2016년) 저수율에 근거한 최저평균저수율(54%, 95.4m)까지 취수할 수 있도록 양수장 유입수조에서 저수지 중심부로 유입수로 80m를 설치하여 저수위 시기에도 안정적으로 취수할 수 있도록 계획함
- 유입수조 바닥표고는 최저평균저수율(54%) 95.40m 보다 50cm 낮은 94.90m로 계획하였고, 밸브실 바닥고는 홍수위보다 50cm 높은 98.92m로 계획하여 홍수 시에도 잠기지 않도록 계획하였음

<표 5.4-2> 유상저수지 평균 저수율

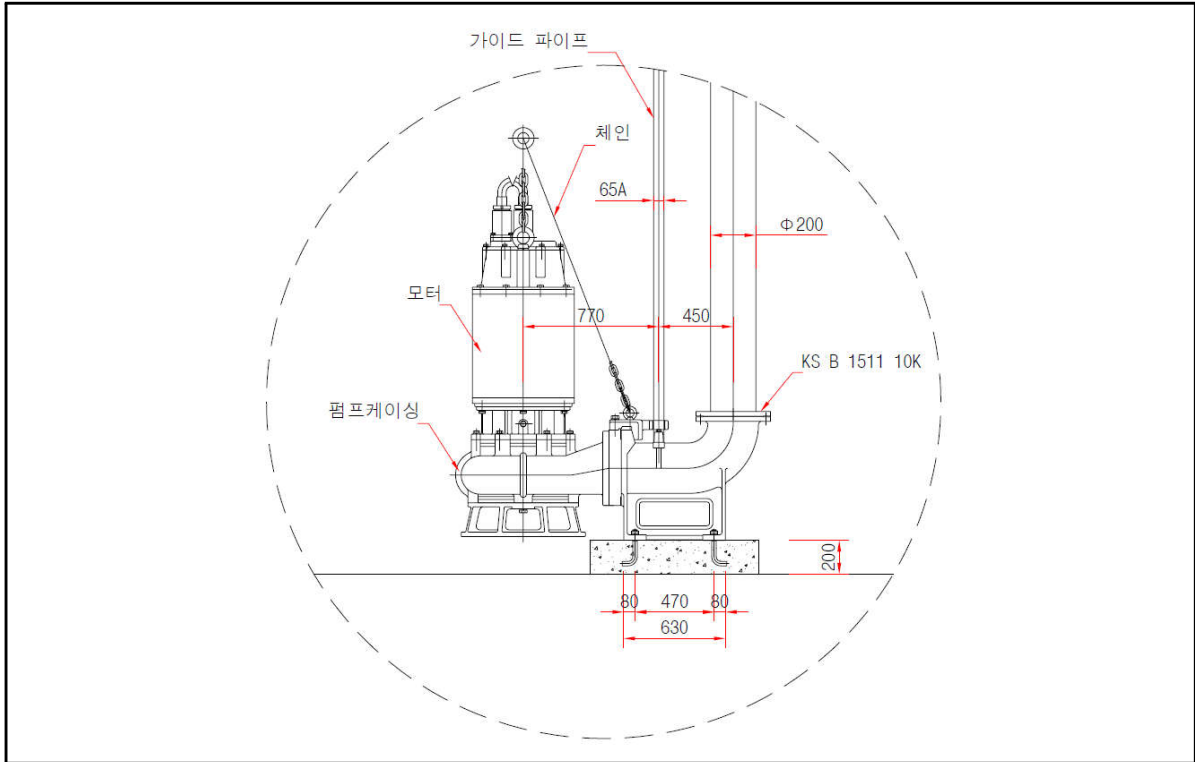
년도	저수율(%)	표고(m)	년도	저수율(%)	표고(m)
2007년	64.0	95.9	2012년	64.0	95.9
2008년	60.0	95.8	2013년	68.0	96.1
2009년	54.0	95.4	2014년	62.0	95.8
2010년	63.0	95.9	2015년	8.0	92.6
2011년	74.0	96.3	2016년	23.0	93.9



(그림 5.4-2) 유상저수지 양수시설 평면도



(그림 5.4-3) 유상저수지 양수시설 단면도



(그림 5.4-4) 유상저수지 양수시설 펌프 상세도

5.5 수초제거 및 처리계획

5.5.1 수초 제거 개요

- 유상저수지 유입부와 중앙부 수심 얇은 곳을 중심으로 마름이 넓게 번식하고 있는 실정임
- 마름으로 인한 수질 정화효과가 일부 있으나 동절기 일시 사멸·분해로 오염물질이 재용출되어 저수지 수질오염이 가중되고 있으며, 마름 분해 시 갈색으로 수색변화 등 민원발생 소지가 높아 수초제거 계획을 수립하였음



(그림 5.5-1) 유상저수지 마름 분포 현황

5.5.2 수초제거계획

가. 제거범위

- 유상저수지의 마름은 저수지 전면에 넓게 퍼져 분포하고 있으며, 계절별로 분포 면적은 달라지는 것으로 조사됨
- 위성사진 등을 이용해 파악한 마름제거 계획 면적은 약 8.2ha에 해당함 (호 상류부는 인공습지 및 침강지 조성과정에서 제거 계획)



(그림 5.5-2) 유상저수지 수초제거 구역

나. 제거방법

- 식생제거 방법에는 식생의 씨앗까지 완전히 제거가 가능한 표토제거와 수초제거선을 이용한 제거 방법 등이 있음
- 표토제거의 경우 저수지의 수위를 낮춘 후 저수지 바닥을 건조하여 표토를 약 0.3~0.5m 정도 제거 하는 방식으로 식생의 씨앗까지 완전히 제거가 가능한 방식임
- 수초제거선의 경우 저수지 수위를 그대로 유지하면서 제거선을 이용해 수초만을 제거 하는 방식임
- 본 사업에서는 마름의 씨앗까지 완전히 제거하기 위해 표토제거(0.5m) 방식을 적용 하되 표토제거가 불가능한 지역 및 제거 후에도 발생하는 경우를 대비하여 씨앗이 맺히기 전(9월 이전) 기계식(수초제거선) 방법도 병행하는 것으로 계획함

- 기계식(수초제거선) 제거방법은 사업기간 중 2회 실시하는 것으로 계획하고, 제거면적은 표토제거방법 5ha, 기계식 제거방법 8.2ha로 계획함

다. 처리계획

- 수초제거는 표토제거방법으로 계획하였으며, 제거된 표토는 적치장에서 건조 후 조형인공습지 조성 시 성토재로 활용하도록 계획함
- 절취한 수초는 적치장에서 수분을 제거한 후 외부로 반출하여 소각, 매립 등 적법하게 폐기물 처리토록 계획함

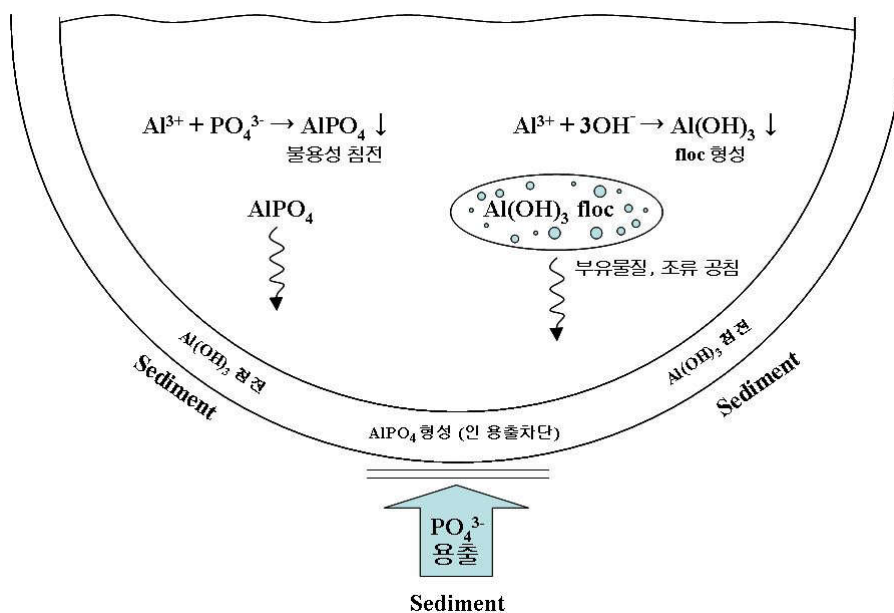


(그림 5.5-3) 수초제거 방법

5.6 기타 수질개선장치(응집침전장치)

5.6.1 개요

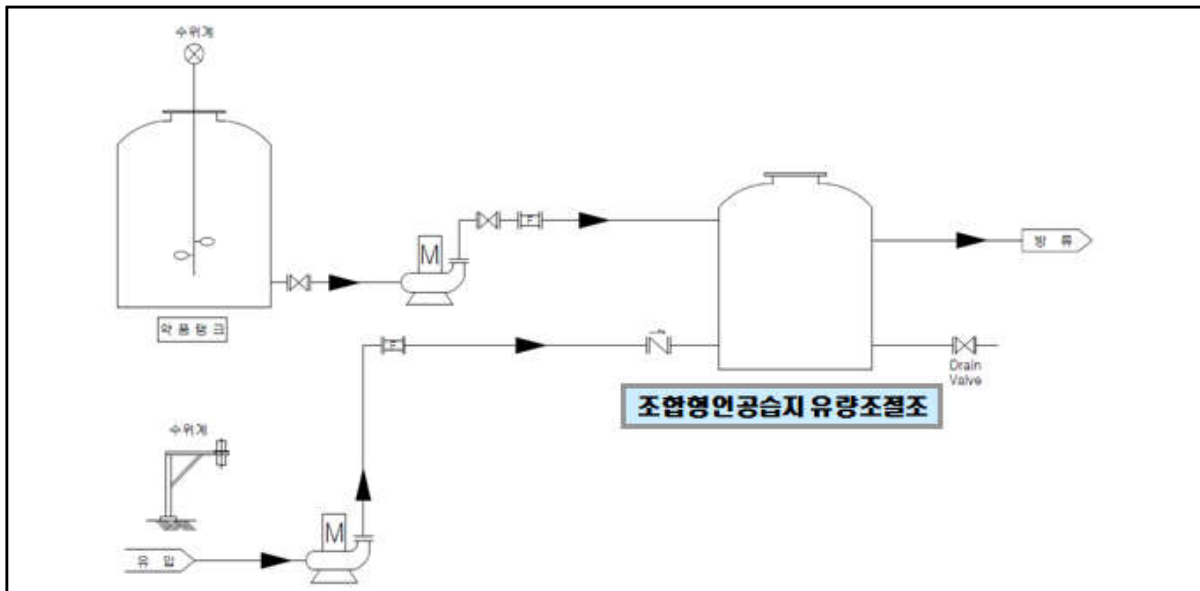
- 알루미늄염을 이용한 응집침전법은 오래 전부터 정수장의 부유물질 제거를 위하여 적용되고 있는데 외국에서는 호수의 수질개선에도 많이 사용되고 있으며, 하수의 화학적 처리에서도 사용되고 있음
- 알루미늄염 응집제는 호수의 식물플랑크톤과 무기인산이온(orthophosphate)을 침강 제거하고 인(P)의 재용출을 억제함으로써 부영양화를 억제하는 효과를 나타냄
- 알루미늄염은 생물에 독성이 없는 것으로 알려져 정수장에서도 오랫동안 사용되고 있음
- 외국의 사례를 보면 주로 자연호에서 저질의 인 용출을 억제하는 데에 많이 사용되어 왔음. 그 외에 탁수가 발생하는 경우에 부유물질을 빠르게 침강시키는 방법으로 사용되고 있음. 미국의 뉴욕시 상수원저수지에서는 탁도가 10 NTU를 초과하는 탁수 발생시에 상수원저수지에 알루미늄응집제를 투여하여 부유물질을 조속히 침강시키고 있음
- 응집제로서는 주로 금속양이온이 사용됨. 주로 사용되는 이온은 Al, Ca, Fe 등임. 이 가운데 가장 널리 사용되고 있는 것은 Al임. 알루미늄염은 황산알루미늄(aluminum sulfate)과 polyaluminum chloride (PAC)가 주로 사용됨



(그림 5.6-1) 응집침전장치의 원리

5.6.2 설치계획

- 본 사업에 적용되는 수질개선공법은 침강지, 조합형인공습지, 수초제거 등의 자연정화가 주를 이루고 있으나 이러한 자연정화공법은 기온, 유량, 시설제원(용량, 형태, 재질, 체류시간 등), 원수의 특성(수온, pH, 오염농도 등) 등에 따라 처리효율에 변동성이 큰 단점이 있음
- 이에 따라 본 사업지구에는 조합형인공습지 전단부의 유량조절조 옆에 알루미늄염을 이용한 응집침전장치를 두어 계획한 자연정화공법만으로 목표수질 달성이 어려울 것으로 판단될 경우 부분적으로 가동하여 수질정화 효율을 안정적으로 유지 할 수 있도록 계획함



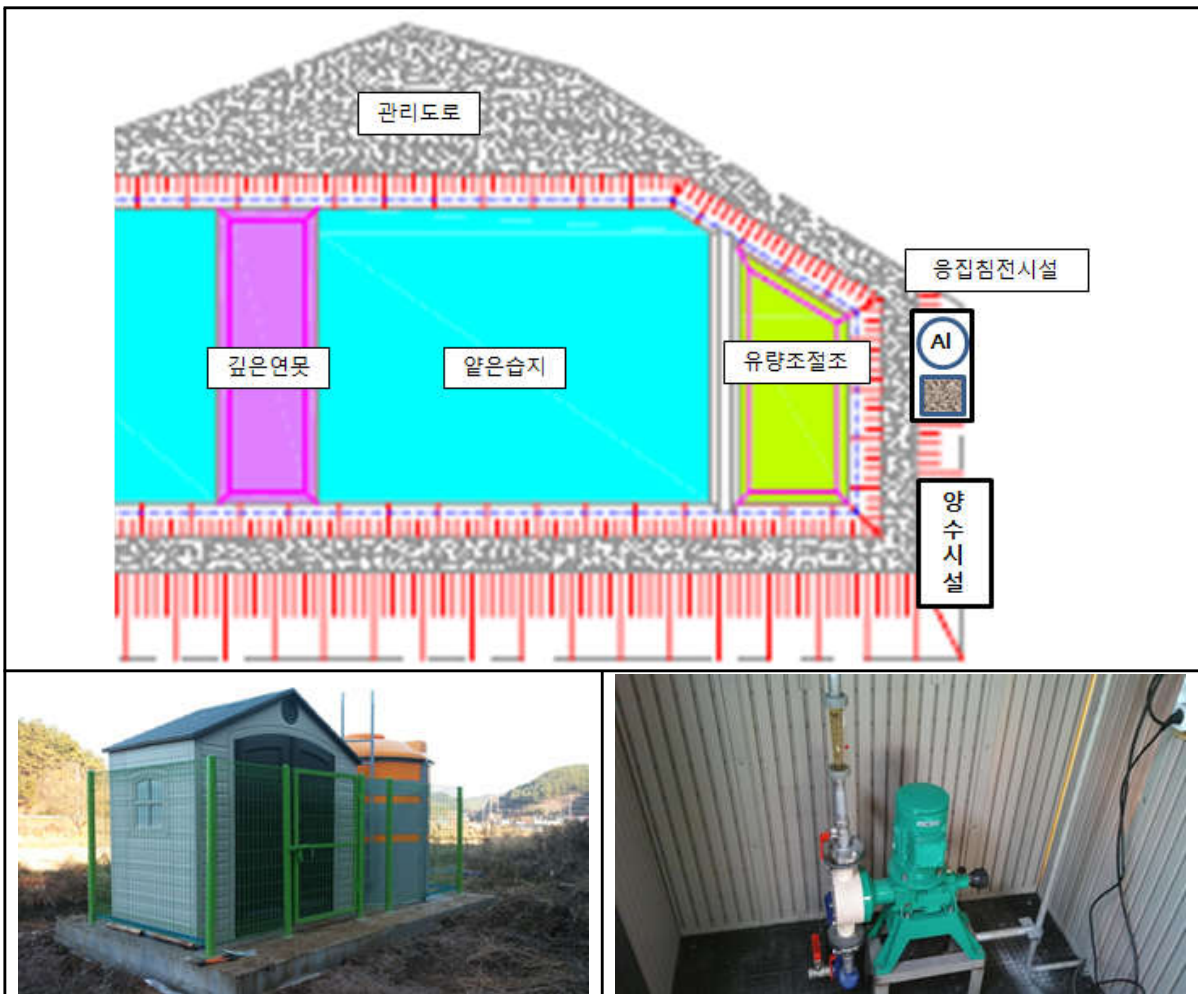
(그림 5.6-2) 응집침전장치 모식도

- 주입 용량은 처리대상수의 오염 농도에 따라 Jar Test를 통해 달라질 수 있으나, 금번 기본계획에서는 경험적 수치(감돈저수지, 흥동저수지 등)인 $20\text{g}/\text{m}^3$ 을 주입하는 것으로 계획하였음

<표 5.6-1> 응집침전공법의 저감효율

구분	BOD	TOC	T-P	TSS	출처
응집침전공법	40~60%	18%	30~90%	80~95%	농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람 (2009.12) 한국농어촌공사 ※ 본 사업에서는 보조수단으로써 수질에 대해서는 정화효율을 적용하지 않음

- 응집제는 조합형인공습지 전단의 유량조절조에 투입되어 조합형인공습지로 이동하는 과정에서 원수와 접촉, 반응하여 정화시설 내부에 침적되어 침전물이 호 내로 재유입 되는 것을 방지하는 것으로 계획함
- 다수의 외국사례와 국내 적용사례(감둔저수지)의 생태독성평가 등을 살펴보았을 때 생태계에 독성피해는 없는 것으로 조사되었으나, 유량조절조와 조합형인공습지에 침강한 플럭(floc)은 조합형인공습지의 유지관리 시 침전물 준설을 통해 제거하고 이때 퇴적토 성분분석을 실시하여 관련법에 따라 적정 처리할 계획임

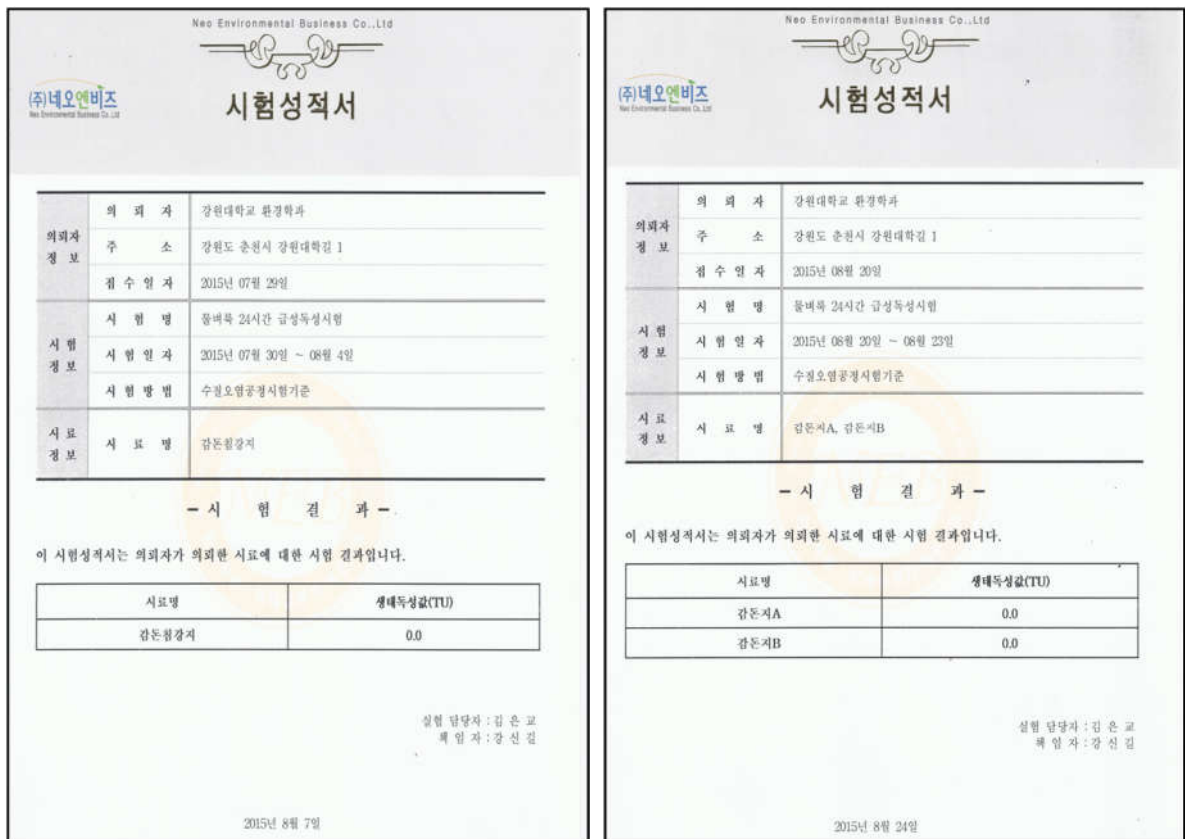


(그림 5.6-3) 응집침전장치 설치 예

- 응집침전시설은 각 식생수로 전단부 유량조절조 옆 관리도로 아래 지하부에 두어 경관을 고려하여 계획하였음
- 구성은 ALUM을 저장할 수 있는 약품저장탱크와 정량을 지속적으로 주입할 수 있는 정량약품펌프, 노즐, 파이프 등으로 구성되어 있음

다. 생태독성평가

- 2015년 전라남도 무안군에 위치한 감돈저수지에 설치한 응집침전장치를 통한 알루미늄농도 주입 시 2차에 걸쳐 물벼룩을 이용한 24시간 급성독성시험시 생태독성값(TU Toxic Unit)는 모두 0.0으로 측정되었음
- 저수지 수질 정화를 목적으로 한 적정량의 알루미늄농도 주입 시에는 저수지에 서식하는 생물에 독성영향은 없는 것으로 조사되었음



(그림 5.6-4) 응집침전장치 생태독성 평가 시험성적서
[감돈저수지 침강지 인 불용화사업, 2015. 9, 한국농어촌공사]

제 6 장

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 제거 시기는 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 낯시객 등 일반인의 접근·통행을 금지하여야 함

6.1.2 침강지 유지관리 체크리스트

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

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 호 상부로 배출시킴으로써 저수지 물순환의 부수적인 효과도 기대할 수 있음
- 조합형인공습지 시점부와 말단부에 각각 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 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 전기설비를 고장시키기도 하고 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 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)

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 적절한가?		
• 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 조합형인공습지 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 성장기간 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 유입 시켜야 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, 유량조절 시설의 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 설계수위를 유지할 수 있도록 관리함

6.3.2 조합형인공습지 유지관리 체크리스트

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

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?		
• 응집침전장치의약품저장상태, 저장량은 적정한가?		
• 응집침전장치로부터 약품이 정량 투입되고 있는가?		
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 사후모니터링을 실시할 계획임

구 분	시설점검	수질측정망	사후모니터링
내 용	식생수로, 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	식생수로 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

사업시행 여건

7.1 자연환경 여건

7.2 매장문화재 현황 및 영향

7.3 주변 개발 및 오염식감 계획

7.4 조사자 종합인견

제7장 사업시행 여건

- 유상지구 수질개선사업 기본조사를 수행함에 있어 자연환경, 문화재, 주변 개발계획 등을 종합하여 사업시행여건을 종합 검토함

7.1 자연환경 여건

- 현지조사 결과, 사업지구 및 주변에서 확인된 법정보호종은 삶, 새호리기, 황조롱이 총 3종이 조사되었고 문헌을 검토한 결과 법정보호종은 원앙, 벌매, 참매, 붉은배새매, 황조롱이, 긴꼬리딱새, 얼룩새코미꾸리 총 7종이 조사되었음
- 계획지구는 전체가 생태·자연도 3등급 권역에 해당하는 것으로 확인되었으며, 1등급 및 별도관리지역은 분포하지 않는 것으로 확인됨
- 공사시 수변부의 초본류 훼손, 공사차량 운행으로 분진, 매연 발생, 소음·진동으로 주변 주거지 영향과 동식물의 이동 및 회피 등이 발생할 수 있어 다음과 같은 대책을 실시할 계획임
 - 공사중 발생하는 토사유출, 비산먼지발생 등과 같은 영향을 저감하기 위하여 세륜·세차시설, 살수차량을 운영하고 사면에 비닐덮개와 PP마대를 설치
 - 수변부 식생훼손 저감을 위해 불필요한 편입면적을 최소화, 저수지내 콘크리트화를 지양
 - 수중부 공사시 친환경적인 소재를 사용, 육상동물의 생육(번식기)이 왕성한 시기와 어류산란기에는 공사 지양
 - 시각 및 청각에 예민한 분류군의 영향을 최소화 하기 위하여 가설방음판넬, 방진망 설치운영
- 운영시에는 수질개선과 인공습지 조성으로 인한 식생 활착과 이입, 곤충, 소형동물 서식처 제공 등으로 생물다양성과 건강한 수생태환경 조성을 기대할 수 있음

7.2 매장문화재 현황 및 영향

- 유상저수지는 개발면적 3ha 미만으로 매장문화재조사 대상이 아님

7.3 주변 개발 및 오염삭감 계획

- 유역 내 주요 개발사업으로는 영천시에서 ‘유상권역 단위종합정비사업’을 추진 중에 있어('14~'18) 기초생활기반(마을회관, 도로정비), 지역경관개선(공원, 둘레길), 지역역량강화(교육, 컨설팅) 등이 시행될 예정임
- 유역 내에는 이미 마을하수도(48m³/일)가 운영 중에 있으며, 추가 환경기초시설 설치 계획은 없는 것으로 조사됨

7.4 조사자 종합의견

- 유상저수지는 경상북도 영천시 유상리에 위치한 수혜면적 101ha의 중규모 농업용수 원으로서 이 지역의 중요한 농업용수 공급원으로서 역할을 수행하여 왔으나, 유역상류 일부 축산농가에서 발생하는 가축분뇨와 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료, 도로비점오염물질 등의 강우에 의한 유입과 마을의 미처리 생활하수 유입 등으로 인해 농업용수 관리기준인 IV등급을 초과하고 있는 실정임
- 본 사업시행으로 자연환경여건은 공사시 일시적으로 영향을 받을 수 있으나 운영단계에서는 생태다양성과 건전성이 오히려 증가할 것으로 예상됨
- 본 사업시행시 현재 진행중에 있는 유상권역 단위종합정비사업과 연계되어 안전농산물 생산과 농산물 품질경쟁력강화, 지역균형발전 및 쾌적한 지역환경조성 등에 기여할 수 있을 것으로 판단됨

제 8 장

사업비

- 8.1 사업비 수지예산서
- 8.2 공사비 산출내역
- 8.3 관리비 및 기타 산출내역
- 8.4 공정계획

제8장 사 업 비

8.1 사업비

8.1.1 사업비 수지예산서

가. 수입

(금액 : 원)

구 분	연 도 별 계 획			비 고
	계	국 고	지 방 비	
유상지구 수질개선사업	(170,000,000) 3,960,000,000	(170,000,000) 3,960,000,000		() : 내서 농어촌공사 직접교부액

나. 지 출

(단위 : 원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비	-	(170,000,000) 3,960,000,000	() : 내서 농어촌공사 직접교부액
순공사비	소 계	3,312,470,375	
	1) 조합형인공습지	2,170,137,068	
	2) 침강지 및 부댐	340,454,307	
	3) 수초제거 및 처리	390,324,000	
자 재 대	1) 관급자재	411,555,000	
관리비 및 기타	소 계	(170,000,000) 647,529,625	() : 내서, 기본조사비
	1) 기본조사비	(170,000,000)	문화재지표조사, 전략환경영향평가비 포함
	2) 세부설계비	144,901,414	소규모환경영향평가 포함
	3) 생태보전협력기금	24,030,000	
	4) 공사감리비	258,766,186	
	5) 사업관리비	49,832,025	

8.2 공사비 산출내역

8.2.2 공사비 산출내역

가. 조합형인공습지

공 종	규 격	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
조합형인공습지					2,170,137,068	
1)토공					771,376,690	
흙쌓기	성토	39,300	m ³	980	38,514,000	
성토면고르기	토사	12,690	m ²	601	7,626,690	
여과자갈	100mm	1,050	m ³	36,000	37,800,000	
여과자갈	40mm	1,050	m ³	23,000	24,150,000	
여재	다공성 황토	1,400	m ³	228,000	319,200,000	
여재부설		3,500	m ²	78,410	274,435,000	
관리도로포장	T200, 자갈	3,000	m ²	23,217	69,651,000	
2)호안공					34,160,564	
호안블럭설치	1000X1000X150	3,045	m ²	7,290	22,198,050	
월류보	사석형	38	m	89,073	3,384,774	
개비온	1000X1000	38	ea	225,730	8,577,740	
3)시설물공					390,027,250	
양수시설		1	식	45,500,000	45,500,000	
펌프		2	ea	5,000,000	10,000,000	
관로설치	200mm	320	m	27,945	8,942,400	
유입암거	0.8X0.8	80	m	233,000	18,640,000	
관리용 수문		3	ea	2,314,950	6,944,850	
응집침전시설		1	식	100,000,000	100,000,000	
유량계 및 CCTV		1	식	200,000,000	200,000,000	
4)식재공					19,686,400	
수질정화식물	갈대, 줄, 물억새	10,240	본	1,923	19,686,400	
5)부대공					428,913,538	
조립식가설사무실	36개월	80	m ²	285,016	22,801,280	
조립식가설창고	36개월	80	m ²	179,196	14,335,680	
가체절흡쌓기		9,900	m ³	980	9,702,000	
가체절흡혈기		9,900	m ³	1,238	12,256,200	
PP마대		4,800	m ²	53,085	254,808,000	
비산면방지지사설		1	식	50,000,000	50,000,000	
세륜시설		1	식	50,000,000	50,000,000	
오탁방지막		5	SPAN	2,293,390	11,466,950	
부대공	공사비의 0.23%				3,543,428	
6)제경비 및 부가세					525,972,626	
제경비 및 부가세					525,972,626	

나. 침강지 및 부댐

공 종	규 격	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
침강지					340,454,307	
1)토공					108,680,000	
흙깎기	도져 19톤	14,300	m ³	980	14,014,000	
흙운반	덤프 15톤	14,300	m ³	6,620	94,666,000	
2)부댐					92,728,900	
부댐블럭설치	1000X1000	450	ea	59,132	26,609,400	
부댐블럭설치	1000X1500	900	ea	62,355	56,119,500	
수문	Φ1000	1	ea	10,000,000	10,000,000	
3)시설물공					55,919,175	
양수시설		1	식	45,500,000	45,500,000	
펌프		2	ea	5,000,000	10,000,000	
유입관	200mm	15	m	27,945	419,175	
4)부대공					591,855	
부대공	공사비의 0.23%				591,855	
5)제경비 및 부가세					82,534,377	
제경비 및 부가세		1	식		82,534,377	

다. 수초제거 및 처리

공 종	규 격	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
수초제거 및 처리					390,324,000	
흙깎기	H=0.5m	25,000	m ³	980	24,500,000	
흙운반	덤프 15톤	25,000	m ³	6,620	165,500,000	
기계식제거		2	회	50,000,000	100,000,000	
폐기물처리비		1	식	5,700,000	5,700,000	
제경비 및 부가세		1	식		94,624,000	

라. 자재비

공 종	규 격	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
자재비					411,555,000	
부댐블럭	1000X1000	450	ea	175,000	78,750,000	
부댐블럭	1000X1500	900	ea	204,000	183,600,000	
호안블럭	1000X1000X150	3,045	ea	49,000	149,205,000	

8.3 관리비 및 기타 산출내역

8.1.3 관리비 및 기타 산출내역

가. 생태보전 협력기금

구 분	대 상 액			용도지역	할증 계수	금액(원)	비고
	개발면적	면적단가(원)	금액(원)				
인공습지	15,700	300	4,710,000	농림지역	3	14,130,000	
침강지	11,000	300	3,300,000	농림지역	3	9,900,000	
계	26,700		8,010,000			24,030,000	

나. 세부설계비 산출내역

(1) 세부설계비

(단위:원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비 고
	공사비	자재비	보상비	계			
세부설계비	2,900,915,375	411,555,000		3,312,470,375	3.47	114,901,414	농어촌 정비법 요율
소규모환경 영향평가비						30,000,000	1식
계						144,901,414	

(2) 세부설계비 요율 결정

(단위:원)

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000,000	3,312,470,375	5,000,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	3.60	3.47	3.30	(대상액)-(하한기준금액) : 1,312,470,375
-				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.30

다. 공사감리비 산출내역

(1) 공사감리비

(단위:원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비 고
	공사비	자재비	보상비	계			
공사 감리비	2,900,915,375	411,555,000		3,312,470,375	7.81	258,766,186	농어촌정비 법 요율
계						258,766,186	

(2) 공사감리비 요율 결정

(단위:원)

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000,000	3,312,470,375	5,000,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	8.00	7.81	7.57	(대상액)-(하한기준금액) : 1,312,470,375
-				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.43

라. 사업관리비 산출내역

(1) 사업관리비

(단위:원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비 고
	공사비	자재비	보상비	계			
사업 관리비	2,900,915,375	411,555,000		3,312,470,375	1.50	49,832,025	농어촌정비 법 요율
계						49,832,025	

(2) 사업관리비 요율 결정

(단위:원)

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000,000	3,312,470,375	5,000,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	1.57	1.50	1.42	(대상액)-(하한기준금액) : 1,312,470,375
-				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.15

8.4 공정계획

8.4.1 공정계획표

공 종	사업비 (원)	1년차				2년차				3년차			
		1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
계	3,960,000,000												
1) 조합형인공습지	2,170,137,068												
2) 침강지 및 부담	340,454,307												
3) 수초제거 및 처리	390,324,000												
4) 자재	411,555,000												
5) 관리비 및 기타	647,529,625												

8.4.2 연차별 투자계획

(단위 : 천원)

공 종	사업비	1년차	2년차	3년차	비고
계	3,960,000,000	1,224,349,098	1,779,382,464	956,268,439	
1) 조합형인공습지	2,170,137,068	651,041,120	868,054,827	651,041,120	
2) 침강지 및 부담	340,454,307	145,908,989	194,545,318	-	
3) 수초제거 및 처리	390,324,000	250,800,000	69,762,000	69,762,000	
4) 자재	411,555,000	-	411,555,000	-	
5) 관리비 및 기타	647,529,625	176,598,989	235,465,318	235,465,318	

부 록

1. 참여기술자 명단
2. 환경기준(수질, 토양, 퇴적물)
3. 시험성적표(수질, 퇴적물, 토질, 지질)
4. 현황측량 기준점 성과표
5. 유역도 및 면적표
6. 연도별 월별 강우량
7. 유역별 유출량 산정 결과
8. 저수지 내용적(사업시행 전후)
9. 수질예측모형 입력자료
10. 시설별 기본계획도
11. 시설별 편입용지도 및 조서
12. 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과
13. 중간보고회 및 기술검토회 결과

1. 참여기술자 명단

1.1 한국농어촌공사

분야	성명	직종	참여분야
환경사업처장	안 중 식	환경	업무지도
수질환경부장	노 경 환	환경	기본계획수립 총괄
팀 원	김 상 현	환경	수질개선대책 수립
팀 원	황 준 철	토목	토목설계
팀 원	강 의 태	환경	수질조사 및 예측
팀 원	김 대 원	환경	토목설계

1.2 (주)세원이엔이

분야	참여업무내용	성명	자격종목	비고
사업총괄	총괄책임기술자	김종오	토목기사	
토질지질	분야별책임기술자	이창익	토목산업기사	
	분야별참여기술자	한정관	측량및지형공간정보산업기사	
	분야별참여기술자	김재연	토목기사	
	분야별참여기술자	남상훈	토목기사	
수자원	분야별책임기술자	서홍준	-	
	분야별참여기술자	홍용태	-	
기계	분야별책임기술자	박재철	건설기계기술사	
	분야별참여기술자	함태익	일반기계기사	
	분야별참여기술자	윤정현	일반기계기사	
	분야별참여기술자	소용욱	-	
	분야별참여기술자	염호준	-	
수질	분야별책임기술자	권동식	수질환경기사	
	분야별참여기술자	이철웅	수질환경기사	
	분야별참여기술자	정지호	수질환경기사	
	분야별참여기술자	조정호	수질환경기사	
	분야별참여기술자	전병일	토목기사	
	분야별참여기술자	나경진	토목기사	
	분야별참여기술자	황창연	-	
측량	분야별책임기술자	유용선	측량및지형공간정보산업기사	
	분야별참여기술자	이광호	-	
	분야별참여기술자	이창호	-	

2. 환경기준(수질, 토양, 퇴적물)

2.1 수질 및 수생태계 환경기준






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 (T-P) (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 불편감을 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.

2. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

나. 호소

1) 사람의 건강보호 기준: 가목1)과 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 (T-P) (mg/L)	총질소 (T-N) (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.

2.2 토양오염우려기준 및 대책기준

[별표 3]

토양오염우려기준(제1조의5 관련)

(단위: mg/kg)

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

※ 비고

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.
5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

[별표 7]

토양오염대책기준(제20조 관련)

(단위: mg/kg)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	12	30	180
구리	450	1,500	6,000
비소	75	150	600
수은	12	30	60
납	600	1,200	2,100
6가크롬	15	45	120
아연	900	1,800	5,000
니켈	300	600	1,500
불소	800	800	2,000
유기인화합물	-	-	-
폴리클로리네이티드비페닐	3	12	36
시안	5	5	300
페놀	10	10	50
벤젠	3	3	9
톨루엔	60	60	180
에틸벤젠	150	150	1,020
크실렌	45	45	135
석유계총탄화수소(TPH)	2,000	2,400	6,000
트리클로로에틸렌(TCE)	24	24	120
테트라클로로에틸렌(PCE)	12	12	75
벤조(a)피렌	2	6	21

※ 비고

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

2.3 퇴적물 평가 기준

호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준(국립환경과학원예규 제687호, 별표2)

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	

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

하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준(국립환경과학원예규 제687호, 별표3)

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

비고 :

1. 단계별 퇴적물 지점의 상태 및 조치

가. 보 통 : 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

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

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

3. 시험성적표(수질, 퇴적물, 토질, 지질)

3.1 유입 하천 수질

□ 평시(건기시)

항 목	지 점	2017.07.14		2017.07.27	2017.08.17	2017.08.28
		USS-1	USS-2	USS-1	USS-1	USS-1
pH	(-)	7.9	8.1	8.0	7.7	7.7
DO	(mg/L)	5.2	4.7	7.4	4.4	5.3
수온	(℃)	29.5	29.5	27.9	23.7	25.8
EC	(μ S/cm)	340	337	341	416	404
BOD	(mg/L)	3.5	3.2	3.1	2.8	1.4
COD	(mg/L)	11.7	7.4	9.3	8.2	7.2
SS	(mg/L)	14.4	8.4	6.8	6.2	7.2
T-N	(mg/L)	1.133	0.987	1.628	1.442	1.802
T-P	(mg/L)	0.237	0.041	0.261	0.137	0.249
TOC	(μ S/cm)	10.6	7.2	8.8	8.0	6.1
NH ₃ -N	(mg/L)	0.205	0.092	0.104	0.140	0.169
NO ₂ -N	(mg/L)	0.013	0.059	0.018	0.031	0.069
NO ₃ -N	(mg/L)	0.090	0.134	0.403	0.900	1.235
PO ₄ -P	(mg/L)	0.205	0.038	0.226	0.114	0.176
유량	(m ³ /s)	0.0001	0.0120	0.0050	0.0166	0.0089

<p style="text-align: center; font-weight: bold;">2017.07.14</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">시험 성적서</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>접수일자</td> <td>2017.07.14</td> <td>성적서 번호</td> <td>170714(10)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인엔이</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>170714_08*09</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.07.14</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.07.14 ~ 2017.07.19</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em;">시험 결과</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (°C)</th> <th>전기 전도도 (µmhos/cm)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>NH₄-N (mg/L)</th> <th>NO₂-N (mg/L)</th> <th>NO₃-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> <th>PO₄-P (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>170714_08</td> <td>USS-1</td> <td>7.9</td> <td>5.2</td> <td>28.5</td> <td>339.8</td> <td>11.7</td> <td>10.6</td> <td>3.5</td> <td>14.4</td> <td>113.3</td> <td>0.205</td> <td>0.013</td> <td>0.090</td> <td>0.237</td> <td>0.205</td> </tr> <tr> <td>170714_09</td> <td>USS-2</td> <td>8.1</td> <td>4.7</td> <td>28.5</td> <td>336.7</td> <td>7.4</td> <td>7.2</td> <td>3.2</td> <td>8.4</td> <td>0.987</td> <td>0.092</td> <td>0.059</td> <td>0.134</td> <td>0.041</td> <td>0.038</td> </tr> <tr> <td>총도</td> <td colspan="15">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="15">-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 0.7em; margin-top: 5px;">이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과·선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">2017년 07월 20일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">시험원 : 박성별 엔지니어링 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">책임자 : 권희숙 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjun@ecoineng.com</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">(주) 에코인 </p>	접수일자	2017.07.14	성적서 번호	170714(10)	뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)	시료명	170714_08*09	시료채취일	2017.07.14	시험기간	2017.07.14 ~ 2017.07.19	시험방법	수질오염공정시험기준	NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	170714_08	USS-1	7.9	5.2	28.5	339.8	11.7	10.6	3.5	14.4	113.3	0.205	0.013	0.090	0.237	0.205	170714_09	USS-2	8.1	4.7	28.5	336.7	7.4	7.2	3.2	8.4	0.987	0.092	0.059	0.134	0.041	0.038	총도	-															비고	-															<p style="text-align: center; font-weight: bold;">2017.07.27</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">시험 성적서</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>접수일자</td> <td>2017.07.27</td> <td>성적서 번호</td> <td>170727(06)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인엔이</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>170727_07</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.07.27</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.07.28 ~ 2017.08.01</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em;">시험 결과</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (°C)</th> <th>전기 전도도 (µmhos/cm)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>NH₄-N (mg/L)</th> <th>NO₂-N (mg/L)</th> <th>NO₃-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> <th>PO₄-P (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>170727_07</td> <td>USS-1</td> <td>8.0</td> <td>7.4</td> <td>27.9</td> <td>340.7</td> <td>9.3</td> <td>8.8</td> <td>3.1</td> <td>6.8</td> <td>1.628</td> <td>0.104</td> <td>0.018</td> <td>0.403</td> <td>0.261</td> <td>0.226</td> </tr> <tr> <td>총도</td> <td colspan="15">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="15">-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 0.7em; margin-top: 5px;">이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과·선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">2017년 08월 02일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">시험원 : 박성별 엔지니어링 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">책임자 : 권희숙 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjun@ecoineng.com</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">(주) 에코인 </p>	접수일자	2017.07.27	성적서 번호	170727(06)	뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)	시료명	170727_07	시료채취일	2017.07.27	시험기간	2017.07.28 ~ 2017.08.01	시험방법	수질오염공정시험기준	NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	170727_07	USS-1	8.0	7.4	27.9	340.7	9.3	8.8	3.1	6.8	1.628	0.104	0.018	0.403	0.261	0.226	총도	-															비고	-														
접수일자	2017.07.14	성적서 번호	170714(10)																																																																																																																																																																														
뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)																																																																																																																																																																														
시료명	170714_08*09	시료채취일	2017.07.14																																																																																																																																																																														
시험기간	2017.07.14 ~ 2017.07.19	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																																														
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)																																																																																																																																																																		
170714_08	USS-1	7.9	5.2	28.5	339.8	11.7	10.6	3.5	14.4	113.3	0.205	0.013	0.090	0.237	0.205																																																																																																																																																																		
170714_09	USS-2	8.1	4.7	28.5	336.7	7.4	7.2	3.2	8.4	0.987	0.092	0.059	0.134	0.041	0.038																																																																																																																																																																		
총도	-																																																																																																																																																																																
비고	-																																																																																																																																																																																
접수일자	2017.07.27	성적서 번호	170727(06)																																																																																																																																																																														
뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)																																																																																																																																																																														
시료명	170727_07	시료채취일	2017.07.27																																																																																																																																																																														
시험기간	2017.07.28 ~ 2017.08.01	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																																														
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)																																																																																																																																																																		
170727_07	USS-1	8.0	7.4	27.9	340.7	9.3	8.8	3.1	6.8	1.628	0.104	0.018	0.403	0.261	0.226																																																																																																																																																																		
총도	-																																																																																																																																																																																
비고	-																																																																																																																																																																																

<p style="text-align: center; font-weight: bold;">2017.08.17</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">시험 성적서</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>접수일자</td> <td>2017.08.17</td> <td>성적서 번호</td> <td>170817(04)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인엔이</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>170817_01</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.08.17</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.08.18 ~ 2017.08.22</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em;">시험 결과</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (°C)</th> <th>전기 전도도 (µmhos/cm)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>NH₄-N (mg/L)</th> <th>NO₂-N (mg/L)</th> <th>NO₃-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> <th>PO₄-P (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>170818_01</td> <td>USS-1</td> <td>7.7</td> <td>4.4</td> <td>0.114</td> <td>416.3</td> <td>8.2</td> <td>8.0</td> <td>2.8</td> <td>6.2</td> <td>1.442</td> <td>0.140</td> <td>0.031</td> <td>0.900</td> <td>0.137</td> <td>0.114</td> </tr> <tr> <td>총도</td> <td colspan="15">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="15">-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 0.7em; margin-top: 5px;">이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과·선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">2017년 08월 23일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">시험원 : 박성별 엔지니어링 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">책임자 : 권희숙 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjun@ecoineng.com</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">(주) 에코인 </p>	접수일자	2017.08.17	성적서 번호	170817(04)	뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)	시료명	170817_01	시료채취일	2017.08.17	시험기간	2017.08.18 ~ 2017.08.22	시험방법	수질오염공정시험기준	NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	170818_01	USS-1	7.7	4.4	0.114	416.3	8.2	8.0	2.8	6.2	1.442	0.140	0.031	0.900	0.137	0.114	총도	-															비고	-															<p style="text-align: center; font-weight: bold;">2017.08.28</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">시험 성적서</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>접수일자</td> <td>2017.08.28</td> <td>성적서 번호</td> <td>170828(07)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인엔이</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>170828_07</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.08.28</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.08.29 ~ 2017.09.04</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em;">시험 결과</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (°C)</th> <th>전기 전도도 (µmhos/cm)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>NH₄-N (mg/L)</th> <th>NO₂-N (mg/L)</th> <th>NO₃-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> <th>PO₄-P (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>170828_07</td> <td>USS-1</td> <td>7.7</td> <td>5.3</td> <td>25.8</td> <td>404.4</td> <td>7.2</td> <td>6.1</td> <td>1.4</td> <td>7.2</td> <td>1.802</td> <td>0.169</td> <td>0.069</td> <td>1.235</td> <td>0.249</td> <td>0.176</td> </tr> <tr> <td>총도</td> <td colspan="15">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="15">-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 0.7em; margin-top: 5px;">이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과·선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">2017년 09월 05일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">시험원 : 박성별 엔지니어링 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: 0.7em;">책임자 : 권희숙 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjun@ecoineng.com</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">(주) 에코인 </p>	접수일자	2017.08.28	성적서 번호	170828(07)	뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)	시료명	170828_07	시료채취일	2017.08.28	시험기간	2017.08.29 ~ 2017.09.04	시험방법	수질오염공정시험기준	NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	170828_07	USS-1	7.7	5.3	25.8	404.4	7.2	6.1	1.4	7.2	1.802	0.169	0.069	1.235	0.249	0.176	총도	-															비고	-														
접수일자	2017.08.17	성적서 번호	170817(04)																																																																																																																																																														
뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)																																																																																																																																																														
시료명	170817_01	시료채취일	2017.08.17																																																																																																																																																														
시험기간	2017.08.18 ~ 2017.08.22	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																														
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)																																																																																																																																																		
170818_01	USS-1	7.7	4.4	0.114	416.3	8.2	8.0	2.8	6.2	1.442	0.140	0.031	0.900	0.137	0.114																																																																																																																																																		
총도	-																																																																																																																																																																
비고	-																																																																																																																																																																
접수일자	2017.08.28	성적서 번호	170828(07)																																																																																																																																																														
뢰뢰자	(주)에코인엔이	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(화산동)																																																																																																																																																														
시료명	170828_07	시료채취일	2017.08.28																																																																																																																																																														
시험기간	2017.08.29 ~ 2017.09.04	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																														
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (°C)	전기 전도도 (µmhos/cm)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)																																																																																																																																																		
170828_07	USS-1	7.7	5.3	25.8	404.4	7.2	6.1	1.4	7.2	1.802	0.169	0.069	1.235	0.249	0.176																																																																																																																																																		
총도	-																																																																																																																																																																
비고	-																																																																																																																																																																

□ 강우시

- 2017년 07월 25일

지점	시간	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	EC (μ S/cm)	유량 (m ³ /s)
USS-1	0hr	24.2	7.2	2.3	2.1	11.6	98.0	6.923	0.686	7.9	352	0.0658
	1hr	24.8	7.5	3.3	3.2	14.9	126.0	7.150	0.829	9.5	235	0.1023
	2hr	25.0	7.5	3.8	3.6	13.1	54.0	7.074	0.712	10.3	256	0.0320
	3hr	24.8	7.6	3.9	2.6	11.0	56.0	5.513	0.457	9.2	356	0.0353
	4hr	24.9	7.7	3.6	2.4	9.1	30.0	4.809	0.355	8.4	338	0.0316
	5hr	24.9	7.6	3.8	2.0	8.2	19.0	5.262	0.318	5.5	334	0.0305

- 2017년 07월 31일

지점	시간	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	EC (μ S/cm)	유량 (m ³ /s)
USS-1	0hr	26.4	7.8	5.3	2.7	9.1	17.2	7.260	0.480	6.1	328	0.0241
	1hr	26.2	7.8	6.1	2.4	7.2	4.8	7.442	0.379	5.6	348	0.0812
	2hr	27.6	7.8	6.3	1.9	7.0	6.8	6.714	0.306	5.2	373	0.0441
	3hr	27.5	7.8	5.2	2.0	6.4	5.2	6.297	0.290	4.5	378	0.0344
	4hr	27.3	7.8	5.8	1.7	6.4	8.4	7.442	0.297	5.0	379	0.0302
	5hr	27.8	7.8	6.4	2.2	6.2	2.8	7.104	0.261	5.5	379	0.0230

- 2017년 10월 12일

지점	시간	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	EC (μ S/cm)	유량 (m ³ /s)
USS-1	0hr	18.0	7.5	3.2	8.6	12.7	16.0	4.717	0.348	9.7	450	0.0035
	2hr	17.4	7.8	5.6	6.9	10.0	22.0	6.214	0.485	7.1	413	0.0083
	4hr	17.4	7.8	5.9	7.4	14.0	48.0	5.402	0.841	8.8	273	0.0416
	6hr	17.4	7.7	5.4	7.1	14.0	26.0	5.859	0.633	8.8	321	0.0917
	8hr	17.1	7.7	5.7	4.1	12.7	30.0	5.478	0.509	10.1	334	0.0787
	12hr	16.6	7.7	6.0	4.3	9.3	11.0	4.920	0.346	9.2	301	0.0236

2017.07.25	USS-1	2017.07.31	USS-1																																																																																																																																																																																																																																																																
<h3>시험성적서</h3> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>검수일자</td> <td>2017.07.25</td> <td>상적서 번호</td> <td>170725(09)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>170725_01'06</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.07.25</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.07.25 ~ 2017.07.31</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">시험결과</td> </tr> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (℃)</th> <th>전기 전도도 (µm/s)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> </tr> <tr> <td>170725_01</td> <td>USS1</td> <td>7.2</td> <td>2.3</td> <td>24.2</td> <td>352.2</td> <td>11.6</td> <td>7.9</td> <td>2.1</td> <td>98.0</td> <td>6.923</td> <td>0.686</td> </tr> <tr> <td>170725_02</td> <td>USS2</td> <td>7.5</td> <td>3.3</td> <td>24.8</td> <td>235.0</td> <td>14.9</td> <td>9.5</td> <td>3.2</td> <td>136.0</td> <td>7.150</td> <td>0.829</td> </tr> <tr> <td>170725_03</td> <td>USS3</td> <td>7.5</td> <td>3.8</td> <td>25.0</td> <td>255.6</td> <td>13.1</td> <td>10.3</td> <td>3.6</td> <td>54.0</td> <td>7.074</td> <td>0.712</td> </tr> <tr> <td>170725_04</td> <td>USS4</td> <td>7.6</td> <td>3.9</td> <td>24.8</td> <td>355.8</td> <td>11.0</td> <td>9.2</td> <td>2.6</td> <td>56.0</td> <td>5.513</td> <td>0.457</td> </tr> <tr> <td>170725_05</td> <td>USS5</td> <td>7.7</td> <td>3.6</td> <td>24.9</td> <td>337.6</td> <td>9.1</td> <td>8.4</td> <td>2.4</td> <td>30.0</td> <td>4.809</td> <td>0.355</td> </tr> <tr> <td>170725_06</td> <td>USS6</td> <td>7.6</td> <td>3.8</td> <td>24.9</td> <td>333.8</td> <td>8.2</td> <td>8.1</td> <td>2.0</td> <td>19.0</td> <td>5.262</td> <td>0.318</td> </tr> <tr> <td>용도</td> <td colspan="11">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="11">-</td> </tr> </table> <p style="font-size: small; text-align: center;">이 성적은 제시된 관측일에 한하여 이미 측정 이력이 없고, 선관 등에 이용 할 수 있으며 용기에 표장 등에도 표시할 수 있습니다.</p> <p style="text-align: center;">2017년 08월 01일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>시험원: 박성별 (주)에코인 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>책임자: 전희숙 (주)에코인 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjin@ecoineng.com</p> </div> </div>		검수일자	2017.07.25	상적서 번호	170725(09)	뢰뢰자	(주)에코인	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)	시료명	170725_01'06	시료채취일	2017.07.25	시험기간	2017.07.25 ~ 2017.07.31	시험방법	수질오염공정시험기준	시험결과				NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	전기 전도도 (µm/s)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	170725_01	USS1	7.2	2.3	24.2	352.2	11.6	7.9	2.1	98.0	6.923	0.686	170725_02	USS2	7.5	3.3	24.8	235.0	14.9	9.5	3.2	136.0	7.150	0.829	170725_03	USS3	7.5	3.8	25.0	255.6	13.1	10.3	3.6	54.0	7.074	0.712	170725_04	USS4	7.6	3.9	24.8	355.8	11.0	9.2	2.6	56.0	5.513	0.457	170725_05	USS5	7.7	3.6	24.9	337.6	9.1	8.4	2.4	30.0	4.809	0.355	170725_06	USS6	7.6	3.8	24.9	333.8	8.2	8.1	2.0	19.0	5.262	0.318	용도	-											비고	-											<h3>시험성적서</h3> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>검수일자</td> <td>2017.07.31</td> <td>상적서 번호</td> <td>170731(01)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>170731_01'06</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.07.31</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.08.01 ~ 2017.08.07</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">시험결과</td> </tr> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (℃)</th> <th>전기 전도도 (µm/s)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> </tr> <tr> <td>170731_01</td> <td>USS1</td> <td>7.8</td> <td>5.3</td> <td>26.4</td> <td>328.4</td> <td>9.1</td> <td>6.1</td> <td>2.7</td> <td>17.2</td> <td>7.260</td> <td>0.480</td> </tr> <tr> <td>170731_02</td> <td>USS2</td> <td>7.8</td> <td>6.1</td> <td>26.2</td> <td>348.2</td> <td>7.2</td> <td>5.6</td> <td>2.4</td> <td>4.8</td> <td>7.442</td> <td>0.379</td> </tr> <tr> <td>170731_03</td> <td>USS3</td> <td>7.8</td> <td>6.3</td> <td>27.6</td> <td>372.9</td> <td>7.0</td> <td>5.2</td> <td>1.9</td> <td>6.8</td> <td>6.714</td> <td>0.306</td> </tr> <tr> <td>170731_04</td> <td>USS4</td> <td>7.8</td> <td>5.2</td> <td>27.5</td> <td>377.7</td> <td>6.4</td> <td>4.5</td> <td>2.0</td> <td>5.2</td> <td>6.297</td> <td>0.290</td> </tr> <tr> <td>170731_05</td> <td>USS5</td> <td>7.8</td> <td>5.8</td> <td>27.3</td> <td>378.7</td> <td>6.4</td> <td>5.0</td> <td>1.7</td> <td>8.4</td> <td>7.442</td> <td>0.297</td> </tr> <tr> <td>170731_06</td> <td>USS6</td> <td>7.8</td> <td>6.4</td> <td>27.8</td> <td>379.4</td> <td>6.2</td> <td>5.5</td> <td>2.2</td> <td>2.8</td> <td>7.104</td> <td>0.261</td> </tr> <tr> <td>용도</td> <td colspan="11">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="11">-</td> </tr> </table> <p style="font-size: small; text-align: center;">이 성적은 제시된 관측일에 한하여 이미 측정 이력이 없고, 선관 등에 이용 할 수 있으며 용기에 표장 등에도 표시할 수 있습니다.</p> <p style="text-align: center;">2017년 08월 08일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>시험원: 박성별 (주)에코인 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>책임자: 전희숙 (주)에코인 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjin@ecoineng.com</p> </div> </div>		검수일자	2017.07.31	상적서 번호	170731(01)	뢰뢰자	(주)에코인	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)	시료명	170731_01'06	시료채취일	2017.07.31	시험기간	2017.08.01 ~ 2017.08.07	시험방법	수질오염공정시험기준	시험결과				NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	전기 전도도 (µm/s)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	170731_01	USS1	7.8	5.3	26.4	328.4	9.1	6.1	2.7	17.2	7.260	0.480	170731_02	USS2	7.8	6.1	26.2	348.2	7.2	5.6	2.4	4.8	7.442	0.379	170731_03	USS3	7.8	6.3	27.6	372.9	7.0	5.2	1.9	6.8	6.714	0.306	170731_04	USS4	7.8	5.2	27.5	377.7	6.4	4.5	2.0	5.2	6.297	0.290	170731_05	USS5	7.8	5.8	27.3	378.7	6.4	5.0	1.7	8.4	7.442	0.297	170731_06	USS6	7.8	6.4	27.8	379.4	6.2	5.5	2.2	2.8	7.104	0.261	용도	-											비고	-										
검수일자	2017.07.25	상적서 번호	170725(09)																																																																																																																																																																																																																																																																
뢰뢰자	(주)에코인	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)																																																																																																																																																																																																																																																																
시료명	170725_01'06	시료채취일	2017.07.25																																																																																																																																																																																																																																																																
시험기간	2017.07.25 ~ 2017.07.31	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																																																																																																																																
시험결과																																																																																																																																																																																																																																																																			
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	전기 전도도 (µm/s)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)																																																																																																																																																																																																																																																								
170725_01	USS1	7.2	2.3	24.2	352.2	11.6	7.9	2.1	98.0	6.923	0.686																																																																																																																																																																																																																																																								
170725_02	USS2	7.5	3.3	24.8	235.0	14.9	9.5	3.2	136.0	7.150	0.829																																																																																																																																																																																																																																																								
170725_03	USS3	7.5	3.8	25.0	255.6	13.1	10.3	3.6	54.0	7.074	0.712																																																																																																																																																																																																																																																								
170725_04	USS4	7.6	3.9	24.8	355.8	11.0	9.2	2.6	56.0	5.513	0.457																																																																																																																																																																																																																																																								
170725_05	USS5	7.7	3.6	24.9	337.6	9.1	8.4	2.4	30.0	4.809	0.355																																																																																																																																																																																																																																																								
170725_06	USS6	7.6	3.8	24.9	333.8	8.2	8.1	2.0	19.0	5.262	0.318																																																																																																																																																																																																																																																								
용도	-																																																																																																																																																																																																																																																																		
비고	-																																																																																																																																																																																																																																																																		
검수일자	2017.07.31	상적서 번호	170731(01)																																																																																																																																																																																																																																																																
뢰뢰자	(주)에코인	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)																																																																																																																																																																																																																																																																
시료명	170731_01'06	시료채취일	2017.07.31																																																																																																																																																																																																																																																																
시험기간	2017.08.01 ~ 2017.08.07	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																																																																																																																																
시험결과																																																																																																																																																																																																																																																																			
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	전기 전도도 (µm/s)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)																																																																																																																																																																																																																																																								
170731_01	USS1	7.8	5.3	26.4	328.4	9.1	6.1	2.7	17.2	7.260	0.480																																																																																																																																																																																																																																																								
170731_02	USS2	7.8	6.1	26.2	348.2	7.2	5.6	2.4	4.8	7.442	0.379																																																																																																																																																																																																																																																								
170731_03	USS3	7.8	6.3	27.6	372.9	7.0	5.2	1.9	6.8	6.714	0.306																																																																																																																																																																																																																																																								
170731_04	USS4	7.8	5.2	27.5	377.7	6.4	4.5	2.0	5.2	6.297	0.290																																																																																																																																																																																																																																																								
170731_05	USS5	7.8	5.8	27.3	378.7	6.4	5.0	1.7	8.4	7.442	0.297																																																																																																																																																																																																																																																								
170731_06	USS6	7.8	6.4	27.8	379.4	6.2	5.5	2.2	2.8	7.104	0.261																																																																																																																																																																																																																																																								
용도	-																																																																																																																																																																																																																																																																		
비고	-																																																																																																																																																																																																																																																																		
2017.10.12	USS-1	<h3>시험성적서</h3> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>검수일자</td> <td>2017.10.12</td> <td>상적서 번호</td> <td>171012(48)</td> </tr> <tr> <td>뢰뢰자</td> <td>(주)에코인</td> <td>주소</td> <td>경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)</td> </tr> <tr> <td>시료명</td> <td>171012_01'06</td> <td>시료채취일</td> <td>2017.10.12</td> </tr> <tr> <td>시험기간</td> <td>2017.10.13 ~ 2017.10.18</td> <td>시험방법</td> <td>수질오염공정시험기준</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">시험결과</td> </tr> <tr> <th>NO</th> <th>시료명</th> <th>pH</th> <th>DO (mg/L)</th> <th>수온 (℃)</th> <th>전기 전도도 (µm/s)</th> <th>COD (mg/L)</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> <th>T-N (mg/L)</th> <th>T-P (mg/L)</th> </tr> <tr> <td>171012_01</td> <td>USS1</td> <td>7.5</td> <td>3.2</td> <td>18.0</td> <td>450.0</td> <td>12.7</td> <td>9.7</td> <td>8.6</td> <td>16.0</td> <td>4.717</td> <td>0.348</td> </tr> <tr> <td>171012_02</td> <td>USS2</td> <td>7.8</td> <td>5.6</td> <td>17.4</td> <td>413.3</td> <td>10.0</td> <td>7.1</td> <td>6.9</td> <td>22.0</td> <td>6.214</td> <td>0.485</td> </tr> <tr> <td>171012_03</td> <td>USS3</td> <td>7.8</td> <td>5.9</td> <td>17.4</td> <td>273.1</td> <td>14.0</td> <td>8.8</td> <td>7.4</td> <td>48.0</td> <td>5.402</td> <td>0.841</td> </tr> <tr> <td>171012_04</td> <td>USS4</td> <td>7.7</td> <td>5.4</td> <td>17.4</td> <td>320.9</td> <td>14.0</td> <td>8.8</td> <td>7.1</td> <td>26.0</td> <td>5.659</td> <td>0.633</td> </tr> <tr> <td>171012_05</td> <td>USS5</td> <td>7.7</td> <td>5.7</td> <td>17.1</td> <td>333.9</td> <td>12.7</td> <td>10.1</td> <td>4.1</td> <td>30.0</td> <td>5.478</td> <td>0.509</td> </tr> <tr> <td>171012_06</td> <td>USS6</td> <td>7.7</td> <td>6.0</td> <td>16.6</td> <td>300.8</td> <td>9.3</td> <td>9.2</td> <td>4.3</td> <td>11.0</td> <td>4.920</td> <td>0.346</td> </tr> <tr> <td>용도</td> <td colspan="11">-</td> </tr> <tr> <td>비고</td> <td colspan="11">-</td> </tr> </table> <p style="font-size: small; text-align: center;">이 성적은 제시된 관측일에 한하여 이미 측정 이력이 없고, 선관 등에 이용 할 수 있으며 용기에 표장 등에도 표시할 수 있습니다.</p> <p style="text-align: center;">2017년 10월 19일</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>시험원: 박성별 (주)에코인 TEL : 070-4712-2849 E-mail : sbpark@ecoineng.com</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>책임자: 전희숙 (주)에코인 TEL : 070-7874-2111 E-mail : hsjin@ecoineng.com</p> </div> </div>		검수일자	2017.10.12	상적서 번호	171012(48)	뢰뢰자	(주)에코인	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)	시료명	171012_01'06	시료채취일	2017.10.12	시험기간	2017.10.13 ~ 2017.10.18	시험방법	수질오염공정시험기준	시험결과				NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	전기 전도도 (µm/s)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	171012_01	USS1	7.5	3.2	18.0	450.0	12.7	9.7	8.6	16.0	4.717	0.348	171012_02	USS2	7.8	5.6	17.4	413.3	10.0	7.1	6.9	22.0	6.214	0.485	171012_03	USS3	7.8	5.9	17.4	273.1	14.0	8.8	7.4	48.0	5.402	0.841	171012_04	USS4	7.7	5.4	17.4	320.9	14.0	8.8	7.1	26.0	5.659	0.633	171012_05	USS5	7.7	5.7	17.1	333.9	12.7	10.1	4.1	30.0	5.478	0.509	171012_06	USS6	7.7	6.0	16.6	300.8	9.3	9.2	4.3	11.0	4.920	0.346	용도	-											비고	-																																																																																																																																										
검수일자	2017.10.12	상적서 번호	171012(48)																																																																																																																																																																																																																																																																
뢰뢰자	(주)에코인	주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(한산동)																																																																																																																																																																																																																																																																
시료명	171012_01'06	시료채취일	2017.10.12																																																																																																																																																																																																																																																																
시험기간	2017.10.13 ~ 2017.10.18	시험방법	수질오염공정시험기준																																																																																																																																																																																																																																																																
시험결과																																																																																																																																																																																																																																																																			
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	전기 전도도 (µm/s)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)																																																																																																																																																																																																																																																								
171012_01	USS1	7.5	3.2	18.0	450.0	12.7	9.7	8.6	16.0	4.717	0.348																																																																																																																																																																																																																																																								
171012_02	USS2	7.8	5.6	17.4	413.3	10.0	7.1	6.9	22.0	6.214	0.485																																																																																																																																																																																																																																																								
171012_03	USS3	7.8	5.9	17.4	273.1	14.0	8.8	7.4	48.0	5.402	0.841																																																																																																																																																																																																																																																								
171012_04	USS4	7.7	5.4	17.4	320.9	14.0	8.8	7.1	26.0	5.659	0.633																																																																																																																																																																																																																																																								
171012_05	USS5	7.7	5.7	17.1	333.9	12.7	10.1	4.1	30.0	5.478	0.509																																																																																																																																																																																																																																																								
171012_06	USS6	7.7	6.0	16.6	300.8	9.3	9.2	4.3	11.0	4.920	0.346																																																																																																																																																																																																																																																								
용도	-																																																																																																																																																																																																																																																																		
비고	-																																																																																																																																																																																																																																																																		

3.2 호소 수질

□ 평시

항 목	지 점	2017년 07월 14일			2017년 07월 27일		
		USR-1	USR-2	USR-3	USR-1	USR-2	USR-3
pH	(-)	8.1	8.5	8.0	7.7	7.9	7.9
DO	(mg/L)	4.8	8.2	5.6	5.9	6.2	6.6
수온	(℃)	29.1	28.0	29.4	30.3	30.4	30.9
EC	(μ S/cm)	340	419	359	330	326	325
COD	(mg/L)	12.9	13.4	12.3	11.7	12.6	12.6
SS	(mg/L)	3.2	4.0	4.0	6.0	5.6	3.2
T-N	(mg/L)	0.962	1.067	1.002	0.997	0.901	0.896
T-P	(mg/L)	0.045	0.046	0.053	0.062	0.057	0.058
TOC	(μ s/cm)	10.4	10.3	10.6	10.2	11.4	10.9
NH ₃ -N	(mg/L)	0.113	0.127	0.146	0.118	0.115	0.115
NO ₂ -N	(mg/L)	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002
NO ₃ -N	(mg/L)	0.092	0.139	0.132	0.101	0.081	0.048
PO ₄ -P	(mg/L)	0.036	0.036	0.040	0.041	0.030	0.030
Chl-a	(mg/m ³)	73.4	77.6	84.6	20.7	16.7	16.3

항 목	지 점	2017년 08월 17일			2017년 08월 28일		
		USR-1	USR-2	USR-3	USR-1	USR-2	USR-3
pH	(-)	7.7	7.8	7.6	7.9	7.7	7.8
DO	(mg/L)	3.9	4.2	3.3	5.2	5.4	6.4
수온	(℃)	27.6	27.9	27.0	29.2	28.5	29.5
EC	(μ S/cm)	321	320	321	317	316	318
COD	(mg/L)	12.5	12.0	12.5	12.5	12.3	12.6
SS	(mg/L)	5.2	4.8	5.6	4.0	3.6	4.4
T-N	(mg/L)	0.817	0.801	0.801	0.911	1.181	0.708
T-P	(mg/L)	0.052	0.046	0.059	0.044	0.048	0.053
TOC	(μ s/cm)	12.8	10.9	11.4	12.4	11.8	12.1
NH ₃ -N	(mg/L)	0.116	0.156	0.196	0.161	0.105	0.097
NO ₂ -N	(mg/L)	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
NO ₃ -N	(mg/L)	0.038	0.014	0.016	0.023	0.020	0.025
PO ₄ -P	(mg/L)	0.003	0.010	0.024	0.020	0.008	0.024
Chl-a	(mg/m ³)	27.7	17.9	30.7	13.2	11.5	16.2

2017.07.14

시험성적서

검수일자	2017.07.14		성적서 번호	170714(11)											
뢰뢰자	㈜에코인엔이		주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(환산동)											
시료명	170714_10*12		시료채취일	2017.07.14											
시험기간	2017.07.14 ~ 2017.07.19		시험방법	수질오염공정시험기준											
시험결과															
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	부기 용해도 (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (mg/L)	T-N (mg/L)	NRN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
170714_10	USR-1	8.1	4.8	29.1	339.9	12.9	10.4	3.2	73.382	0.962	0.113	0.003	0.092	0.045	0.036
170714_11	USR-2	8.5	8.2	28.0	419.4	13.4	10.3	4.0	77.608	1.067	0.127	0.002	0.139	0.046	0.036
170714_12	USR-3	8.0	5.6	29.4	358.7	12.3	10.6	4.0	84.592	1.002	0.146	0.002	0.132	0.053	0.040
용도	-														
비고	-														

이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과-선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.

2017년 07월 20일

시험원: 박성별  책임자: 권희숙 
 TEL : 070-4712-2849 TEL : 070-7874-2111
 E-mail : sbpark@ecoineng.com E-mail : hsjun@ecoineng.com

(주) 에코인 

2017.07.27

시험성적서

검수일자	2017.07.27		성적서 번호	170727(07)											
뢰뢰자	㈜에코인엔이		주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(환산동)											
시료명	170727_08*10		시료채취일	2017.07.27											
시험기간	2017.07.28 ~ 2017.08.01		시험방법	수질오염공정시험기준											
시험결과															
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	부기 용해도 (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (mg/L)	T-N (mg/L)	NRN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
170727_08	USR-1	7.7	5.9	30.3	330.4	11.7	10.2	6.0	20.678	0.997	0.118	0.001	0.101	0.052	0.041
170727_09	USR-2	7.9	6.2	30.4	326.2	12.6	11.4	5.6	16.660	0.901	0.115	0.001	0.081	0.057	0.030
170727_10	USR-3	7.9	6.6	30.9	325.3	12.6	10.9	3.2	16.280	0.896	0.115	0.002	0.048	0.058	0.030
용도	-														
비고	-														

이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과-선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.

2017년 08월 02일

시험원: 박성별  책임자: 권희숙 
 TEL : 070-4712-2849 TEL : 070-7874-2111
 E-mail : sbpark@ecoineng.com E-mail : hsjun@ecoineng.com

(주) 에코인 

2017.08.17

시험성적서

검수일자	2017.08.17		성적서 번호	170817(05)											
뢰뢰자	㈜에코인엔이		주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(환산동)											
시료명	170817_02*04		시료채취일	2017.08.17											
시험기간	2017.08.18 ~ 2017.08.22		시험방법	수질오염공정시험기준											
시험결과															
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	부기 용해도 (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (mg/L)	T-N (mg/L)	NRN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
170817_02	USR-1	7.7	3.9	27.6	320.6	12.5	12.8	5.2	27.696	0.817	0.116	0.002	0.038	0.052	0.003
170817_03	USR-2	7.8	4.2	27.9	320.0	12.0	10.9	4.8	17.884	0.801	0.156	0.003	0.014	0.046	0.010
170817_04	USR-3	7.6	3.3	27.0	320.9	12.5	11.4	5.6	30.638	0.801	0.196	0.003	0.016	0.059	0.024
용도	-														
비고	-														

이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과-선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.

2017년 08월 23일

시험원: 박성별  책임자: 권희숙 
 TEL : 070-4712-2849 TEL : 070-7874-2111
 E-mail : sbpark@ecoineng.com E-mail : hsjun@ecoineng.com

(주) 에코인 

2017.08.28

시험성적서

검수일자	2017.08.28		성적서 번호	170828(08)											
뢰뢰자	㈜에코인엔이		주소	경상북도 영천시 영화로 245, 2층(환산동)											
시료명	170828_08*10		시료채취일	2017.08.28											
시험기간	2017.08.29 ~ 2017.09.04		시험방법	수질오염공정시험기준											
시험결과															
NO	시료명	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	부기 용해도 (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (mg/L)	T-N (mg/L)	NRN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
170828_08	USR-1	7.9	5.2	29.2	316.9	12.5	12.4	4.0	13.227	0.911	0.161	0.003	0.023	0.044	0.020
170828_09	USR-2	7.7	5.4	28.5	315.8	12.3	11.8	3.6	11.537	1.181	0.165	0.003	0.020	0.048	0.008
170828_10	USR-3	7.8	6.4	29.5	318.0	12.6	12.1	4.4	16.228	0.708	0.097	0.002	0.025	0.053	0.024
용도	-														
비고	-														

이 성적은 제시된 검사물에 한하여 의뢰 목적 이외의 결과-선언 등에 이용할 수 없으며 용기와 포장 등에도 표시할 수 없습니다.

2017년 09월 05일

시험원: 박성별  책임자: 권희숙 
 TEL : 070-4712-2849 TEL : 070-7874-2111
 E-mail : sbpark@ecoineng.com E-mail : hsjun@ecoineng.com

(주) 에코인 

3.3 퇴적물조사

- 2017 08월 02일

항 목 \ 지 점		유상1	유상2	유상3
입도분포	Sand(%)	7.58	6.27	5.95
	Silt(%)	59.64	57.35	57.89
	clay(%)	32.78	36.38	36.16
	토 성	Silt	Silt	Silt
유기물(%)		9.9	8.1	10.6
T-N(mg/kg)		5,364	4,203	4,760
T-P(mg/kg)		1,656	885	1,063
완전연소가능량(%)		10.8	9.9	9.7

주) T-N, T-P항목은 1차 결과 보완조사(2017.09.28.)시료의 결과 값임

□ 토양오염도 분석

시험항목	토양오염 우려기준 2지역	결 과 (mg/kg)		
		유상1	유상2	유상3
카드뮴	10	0.73	0.86	0.74
구 리	500	29.9	34.2	32.1
비 소	50	불검출	불검출	불검출
수 은	10	0.065	0.053	0.046
납	400	34.7	44.4	36.2
6가크롬	15	불검출	불검출	불검출
아 연	600	205.8	275.1	273.8
니 켈	200	27.1	28.2	23.7
불 소	400	211	276	332
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	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	50	불검출	불검출	불검출
크실렌	15	불검출	불검출	불검출
TPH	800	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	8	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	4	불검출	불검출	불검출
벤조(a)피렌	2	불검출	불검출	불검출

3.4 토질 조사

시험성적서

성적서번호 : CT17-115490

050-1115-540-3701

1. 성적서 번호 : CT17-115490

2. 의뢰자
 ○ 업체명 : (주)세원이엔씨
 ○ 주소 : 경기도 광명시 하안로 60, D동 605호(소라동, 광명테크노파크)

3. 시험기간 : 2017년 10월 24일 ~ 2017년 11월 21일

4. 시험성적서의 용도 : 가래채 제출용 - 한국농어촌공사

5. 시료명 : 유심저수지 준설토

6. 시험방법
 (1) KS F 2302:2002 (2) KS F 2304:2006
 (3) KS F 2306:2015 (4) KS F 2303:2015
 (5) KS F 2309:2009 (6) KS F 2312:2016

확인 작성자 영 김주석 김주석 기술책임자 전수용 전수용

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시험방법이 합당한 결과로서 정제처리에 대한 책임을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 열쇠, 선반, 망고 및 소수장 등으로 사용할 수 없으며, 방도 이외의 사용을 금합니다.

2017년 11월 21일
 한국건설생활환경시험연구원

대구광역시 : 42039 대구광역시 달서구 죽전1길 39 053-557-6681
 권태운역 : 대구광역시 달서구 죽전1길 39 053-670-7364

중 30이치 용 130이치

망식 OP-24-1-5

준설토 시료분석 결과

시험성적서

성적서번호 : CT17-115490

050-1115-540-3701

7. 시험결과

1) 1

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고
입도-최대입자지름	mm	(1)	37.5	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-600μm 이하지름	mm	(1)	0.65	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-300μm 이하지름	mm	(1)	0.045	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-100μm 이하지름	mm	(1)	0.008	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-과용계수	-	(1)	83	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-과용계수	-	(1)	0.4	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-4.75mm 통과정량 백분율	%	(1)	75.0	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-2mm 통과정량 백분율	%	(1)	69.1	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-0.425mm 통과정량 백분율	%	(1)	57.7	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-0.075mm 통과정량 백분율	%	(1)	43.7	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
입도-공학적분류(정질분류)	-	(2)	SC	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
가연함수비	%	(3)	27.4	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
액상한계	%	(4)	39.6	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
소성한계	%	(4)	25.5	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
소성지수	%	(4)	14.0	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
0.075mm 체 통과량	%	(5)	45.4	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
0.075mm 체 잔류량	g/m ²	(6)	1,578	(22 ± 3) % (40 ± 10) %
0.075mm 체 잔류량	%	(6)	19.7	(22 ± 3) % (40 ± 10) %

중 30이치 용 130이치

망식 OP-24-1-6

준설토 시료분석 결과

시험성적서

성적서번호 : CT17-115490

050-1115-540-3701

시험항목 : 입도

시험방법 : KS F 2302:2002

시험결과 : 37.5mm 이하지름 75.0% (22 ± 3) % (40 ± 10) %

시험항목 : 액상한계

시험방법 : KS F 2308:2015

시험결과 : 39.6% (22 ± 3) % (40 ± 10) %

시험항목 : 소성한계

시험방법 : KS F 2308:2015

시험결과 : 25.5% (22 ± 3) % (40 ± 10) %

시험항목 : 소성지수

시험방법 : KS F 2308:2015

시험결과 : 14.0% (22 ± 3) % (40 ± 10) %

시험항목 : 0.075mm 체 통과량

시험방법 : KS F 2308:2015

시험결과 : 45.4% (22 ± 3) % (40 ± 10) %

시험항목 : 0.075mm 체 잔류량

시험방법 : KS F 2308:2015

시험결과 : 1,578g/m² (22 ± 3) % (40 ± 10) %

시험항목 : 0.075mm 체 잔류량

시험방법 : KS F 2308:2015

시험결과 : 19.7% (22 ± 3) % (40 ± 10) %

중 30이치 용 130이치

망식 OP-24-1-6

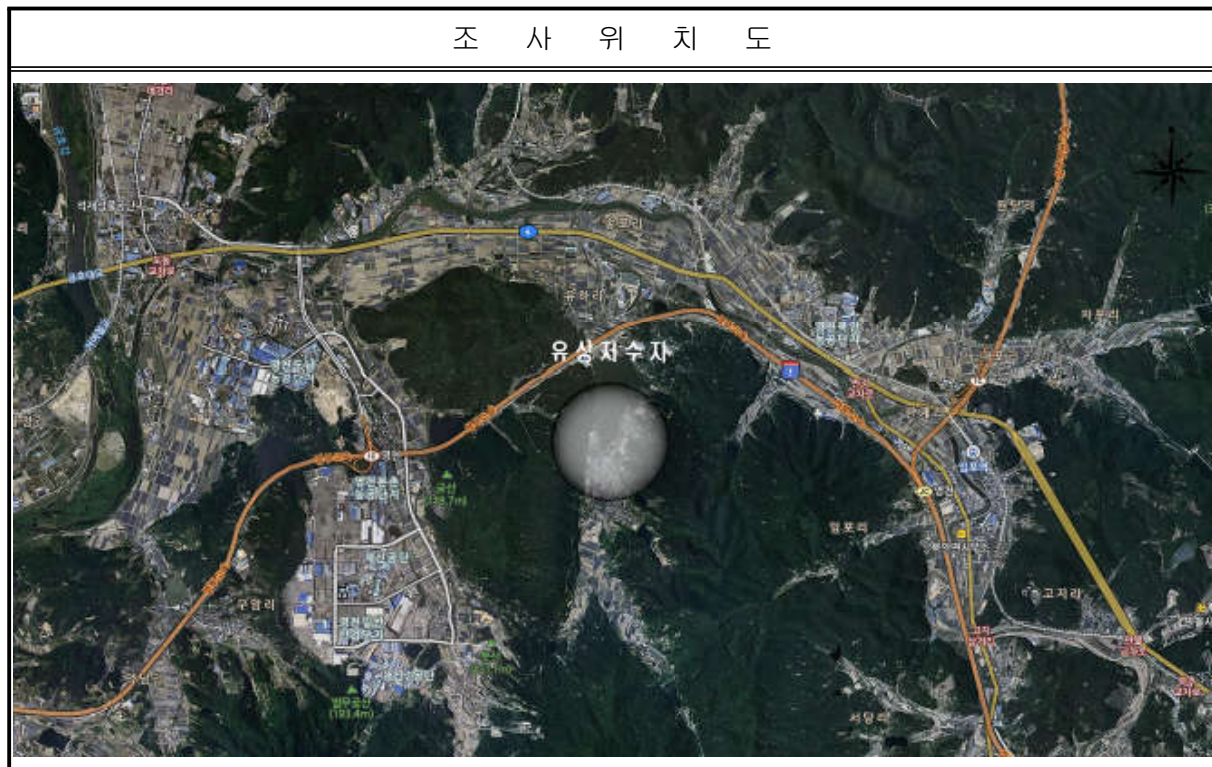
준설토 시료분석 결과

3.5 지질 조사

3.5.1 조사개요

□ 조사지역 현황

구 분	위 치
유상저수지	경상북도 영천시 북안면 유상리 일원



□ 조사자 및 조사기간

조 사 내 용	조 사 자	기 간
<ul style="list-style-type: none"> ○ 시추조사 : 2공 ○ 표준관입시험 : 7회 	용역관리자 : 환경사업처 수질환경부 황 준 철 현장대리인 : 성일이엔지 김 효 선	2017. 11. 09 ~ 11. 29

□ 조사장비

조 사 항 목		조 사 장 비 명	수 량
현장조사	시추조사(NX)	· 시추기 PW5000D형 1대 및 부대품	1대
	지하수위측정	· 지하수위 측정기	1조
현장시험	표준관입시험	· KSF 2307 규정에 따른 Split-Spoon Sampler	1조

□ 조사실적

위 치	조 사 항 목		비 고
	시추조사	현장시험	
유상저수지	· 시추 : 2공	· 표준관입시험 : 7회	

3.5.2 지형 및 지질

가. 지형

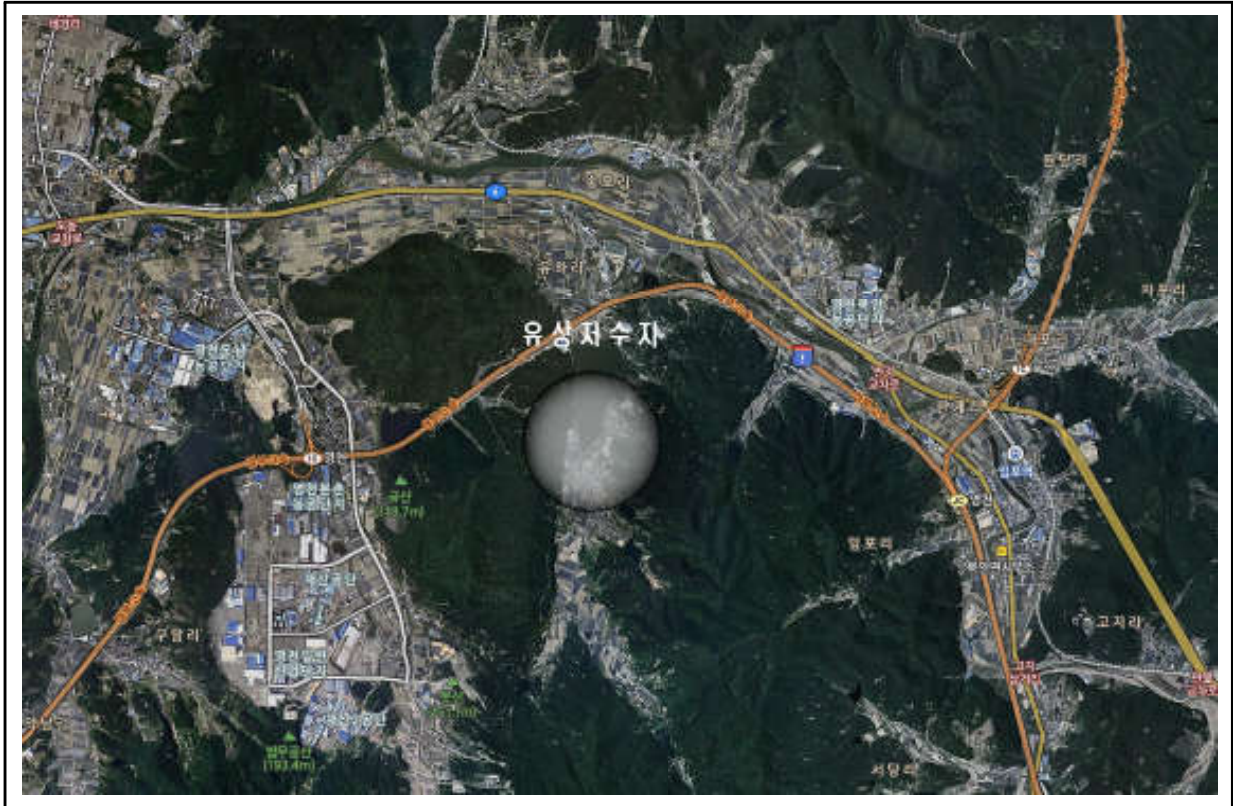
□ 개 요

- 본 유상저수지는 경상북도 영천시 북안면 유상리에 위치하고 있다.
- 조사지역은 1:50,000 지형도 영천도폭 동측중앙부에 위치하며 영천시청에서 남동측으로 약 10km 떨어져 있으며, 서측으로 경산시, 동측으로 경주시와 접하여 위치한다.

□ 산계 및 수계

- 산계 : 조사지역은 산지 지형의 사이에 위치하고 있으며, 중생대 백악기~쥬라기의 상부대동계 신라층군 대구층에 해당하며, 남서측으로 채약산(△499.1m), 동측으로 평릉산(△338.5m)이 발달하고 있다. 지형은 침식윤회상 장년기~노년기로 판단된다.
- 수계 : 주위 산계에서 발원하는 계곡부의 소지류들이 북안천으로 흘러 금호강으로 유입되며, 서류하여 낙동강으로 합류한다.

□ 지형도

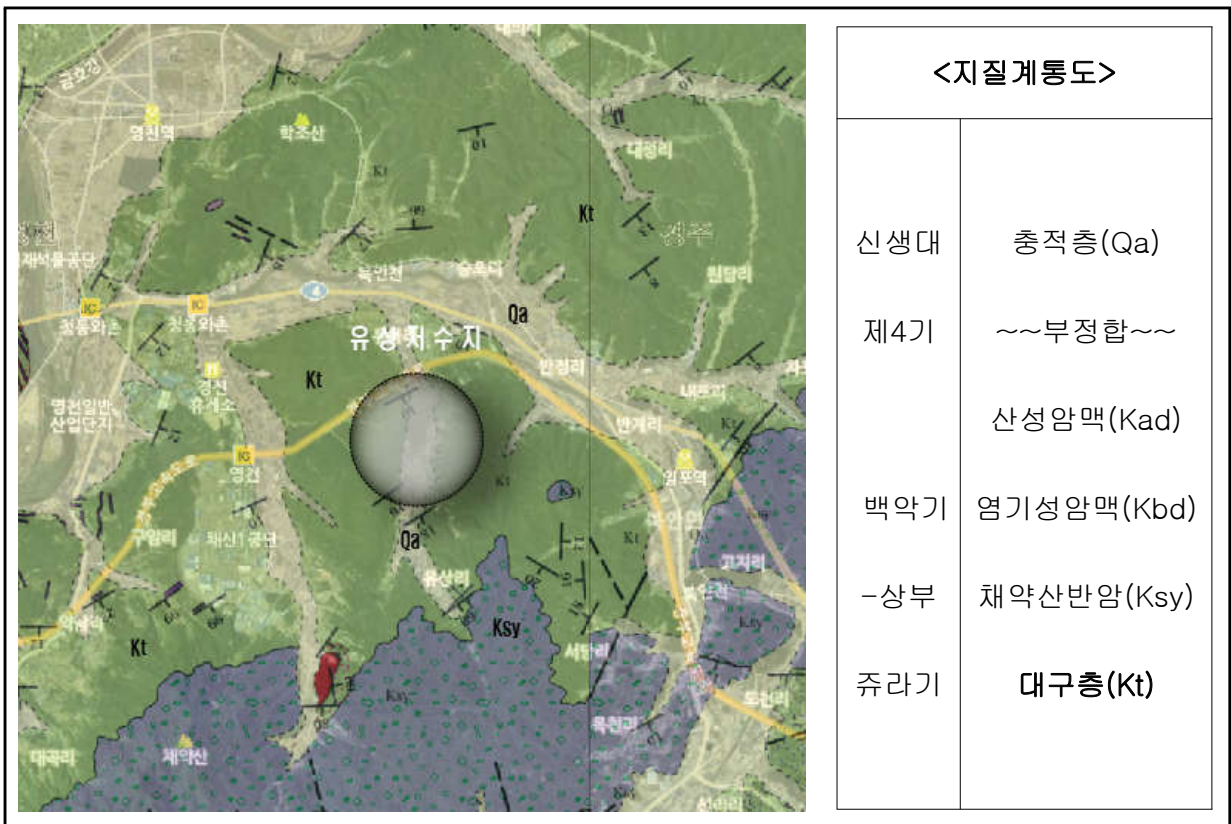


나. 지질

□ 지질개요

- 기 발간된 1:50,000 영천 지질도폭 결과를 근거로 분포지질을 파악하였다.
- 중생대 백악기~상부쥬라기의 상부대동계 신라층군의 이암, 셰일 및 사암, 각섬석회석반암 및 자색응회암이 주로 분포하며 그 상부로 제4기의 총적층이 피복하고 있다.

□ 지질도 및 지질계통도



□ 분포지질

- 본 조사지역은 중생대 백악기-상부쥬라기의 상부대동계로 산성암맥, 염기성암맥, 불국사층군 화강암, 신라층군 채약산반암, 신라층군 대구층이 기반암을 이루고 있다.
- 조사지역의 기반암은 상부대동계 신라층군의 대구층으로 이암, 셰일 및 사암으로 구성되어 있다.
- 최상부는 하천의 주변을 따라 제4기의 총적층이 피복하고 있다.

3.5.3 시추조사 및 현장시험

가. 시추조사

□ 개요

- 저수지 양수장 및 부댐 구조물의 위치를 고려하여 시추조사 위치 선정
- 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도 등 파악
- 시료를 채취 설계에 필요한 지반 자료를 제공

□ 원리 및 조사방법

- 회전 수세식(Rotary Wash Type)시추기 사용
- 시추구경은 NX($\phi=76\text{mm}$) 규격
- 공벽붕괴 방지를 위해 풍화암까지 Casing 삽입
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler, 암반 시료채취는 Double Core Barrel 사용
- 채취된 암석 코어는 육안관찰에 의하여 암석 내에 분포된 불연속면(Discontinuities)과 충전물 등을 파악하고 절리의 분포상태, RQD(TCR등) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공번, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관

□ 시추조사 현황

조사대상	조사공 배정기준	수 량
유상저수지	양수장 및 부댐	2공
<ul style="list-style-type: none"> • 시추조사를 구조물 구간에 준하여 장비투입이 가능한 위치를 선정하여 수행 		

□ 성과정리

- 작업 상태 자세히 기록한 야장과 주상도 작성
- 지층 분포상태 파악, 암반분류 및 시료채취
- 각 시추공 이용한 현장시험 실시
- 추정지질 단면도 작성



□ 조사결과

구 분	공 번	지층별 층후(m)							지하수위 (GL.-m)	표준관 입시험 (회)
		토사층	사력층	혼적석	풍화암	연암	보통암	계		
유상저수지	BH-1	9.3	-	-	-	2.2	-	11.5	5.8	6
	BH-2	2.8	-	-	-	2.2	-	5.0	심도이하	1
계	4공	12.1	-	-	-	4.4	-	16.5	-	7

지 층 명	분포심도(층후)	구 성 상 태	U.S.C.S
토사층	0.0~9.3(2.8~9.3m)	<ul style="list-style-type: none"> 표토층, 매립층, 퇴적층, 풍화대 실트질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트 젖음(Wet) 및 습윤(Moist)의 함수상태 N값은 매우느슨~보통조밀의 상대밀도 고결의 연경도 	SM, ML
연 암	2.8~9.3(2.2m이상)	<ul style="list-style-type: none"> 기반암의 연암층으로 세일 풍화정도는 심한풍화~보통풍화 암석강도는 보통강함 TCR : 64~77%, RQD : 8~29% 	SR

나. 표준관입시험

□ 개요

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

□ 원리 및 조사방법

- 64±0.5kg의 해머를 낙하고 76±1cm에서 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 1.5m마다 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 시추주상도에 기재



■ 점성토의 연경도 및 일축압축강도와 N치의 관계

N 치	연 경 도		일축압축강도(kg/cm ²)
0 ~ 2	대단히 연약	Very soft	< 0.25
2 ~ 4	연 약	soft	0.25 ~ 0.5
4 ~ 8	보 통	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 Dr =	eMAX - e	× 100	내부마찰각 (Φ)	
		eMIN - eMAX		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

표준관입시험 전경	시료 채 취																				
 <table border="1" data-bbox="193 1713 391 1803"> <tr><td>공사업</td><td>2017년 농업용수 수질개선사업(4차)구공역</td></tr> <tr><td>공종</td><td>지질조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>안-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>SPT 및 시료 채취</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2017.11.15</td></tr> </table>	공사업	2017년 농업용수 수질개선사업(4차)구공역	공종	지질조사	위 치	안-1	내 용	SPT 및 시료 채취	일 자	2017.11.15	 <table border="1" data-bbox="805 1713 1003 1803"> <tr><td>공사업</td><td>2017년 농업용수 수질개선사업(4차)구공역</td></tr> <tr><td>공종</td><td>지질조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>안-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>SPT 및 시료 채취</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2017.11.15</td></tr> </table>	공사업	2017년 농업용수 수질개선사업(4차)구공역	공종	지질조사	위 치	안-1	내 용	SPT 및 시료 채취	일 자	2017.11.15
공사업	2017년 농업용수 수질개선사업(4차)구공역																				
공종	지질조사																				
위 치	안-1																				
내 용	SPT 및 시료 채취																				
일 자	2017.11.15																				
공사업	2017년 농업용수 수질개선사업(4차)구공역																				
공종	지질조사																				
위 치	안-1																				
내 용	SPT 및 시료 채취																				
일 자	2017.11.15																				

□ 시험결과

공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층	공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층
BH-1	1.5	3/30	토사	BH-2	1.5	50/20	풍화대
	3.0	3/30	토사		-	-	-
	4.5	8/30	토사		-	-	-
	6.0	4/30	토사		-	-	-
	7.5	28/30	토사		-	-	-
	9.0	50/12	풍화대		-	-	-

- 유상저수지 표준관입시험은 총 7회 시행
- 유상저수지 토사층의 실측 N치가 3/30~28/30(회/cm)로 매우느슨~보통조밀한 상대밀도를 보이며, 풍화대는 50/20~50/12(회/cm)로 고결한 연경도를 보인다.

다. 지하수위

□ 개요

- 조사지역의 지하수위는 굴진 작업 완료 후 공내에 잔존하게 되는 굴진용수의 영향을 고려하여 시추작업 완료 후 24시간 이상 경과하거나 수위를 회복하였다고 판단되었을 때 측정하였다.

■ 시추공별 지하수위

지 구 명	공 번	GL.-m	비 고
유상저수지	BH-1	5.8	
	BH-2	시추심도 이하	

- 일반적으로 지하수위는 지질 및 지형적인 요인과 계절에 따른 강수량의 영향에 의해 변화되며 하절기 풍수기에는 지하수위가 상승하고 동절기 갈수기에는 하강하는 경향을 보인다.

3.5.4 종합의견

□ 지형현황

- 조사지역은 산지 지형의 사이에 위치하고 있으며, 중생대 백악기~쥬라기의 상부대동계 신라층군 대구층에 해당하며, 남서측으로 채약산(△499.1m), 동측으로 평릉산(△338.5m)이 발달하고 있다. 지형은 침식윤회상 장년기~노년기로 판단된다. 주위 산계에서 발원하는 계곡부의 소지류들이 북안천으로 흘러 금호강으로 유입되며, 서류하여 낙동강으로 합류한다.

□ 지 질

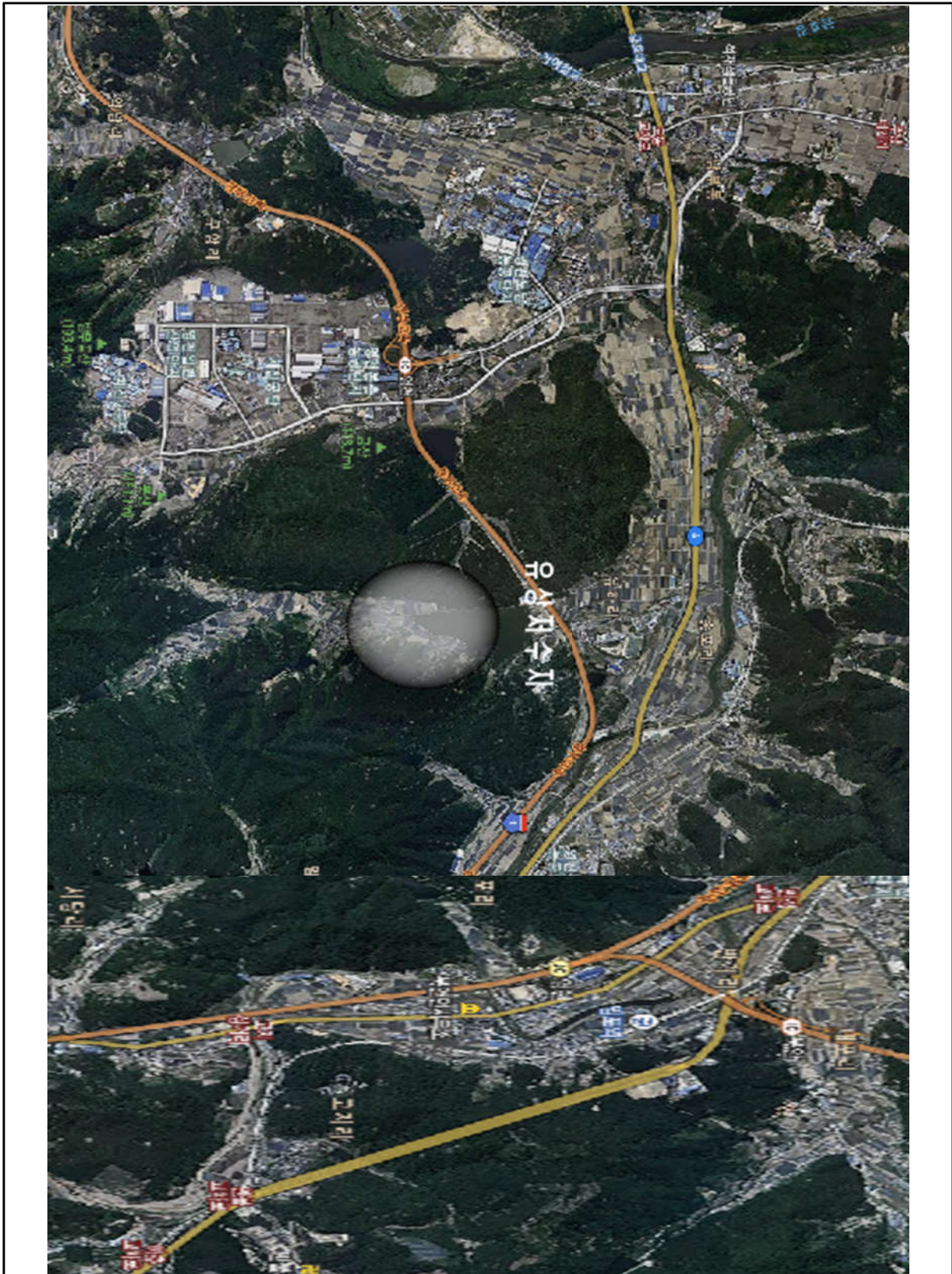
- 본 조사지역은 중생대 백악기-상부쥬라기의 상부대동계로 산성암맥, 염기성암맥, 불국사층군 화강암, 신라층군 채약산반암, 신라층군 대구층이 기반암을 이루고 있다. 조사지역의 기반암은 상부대동계 신라층군의 대구층으로 이암, 셰일 및 사암으로 구성되어 있다. 최상부는 하천의 주변을 따라 제4기의 충적층이 피복하고 있다.

□ 결 언

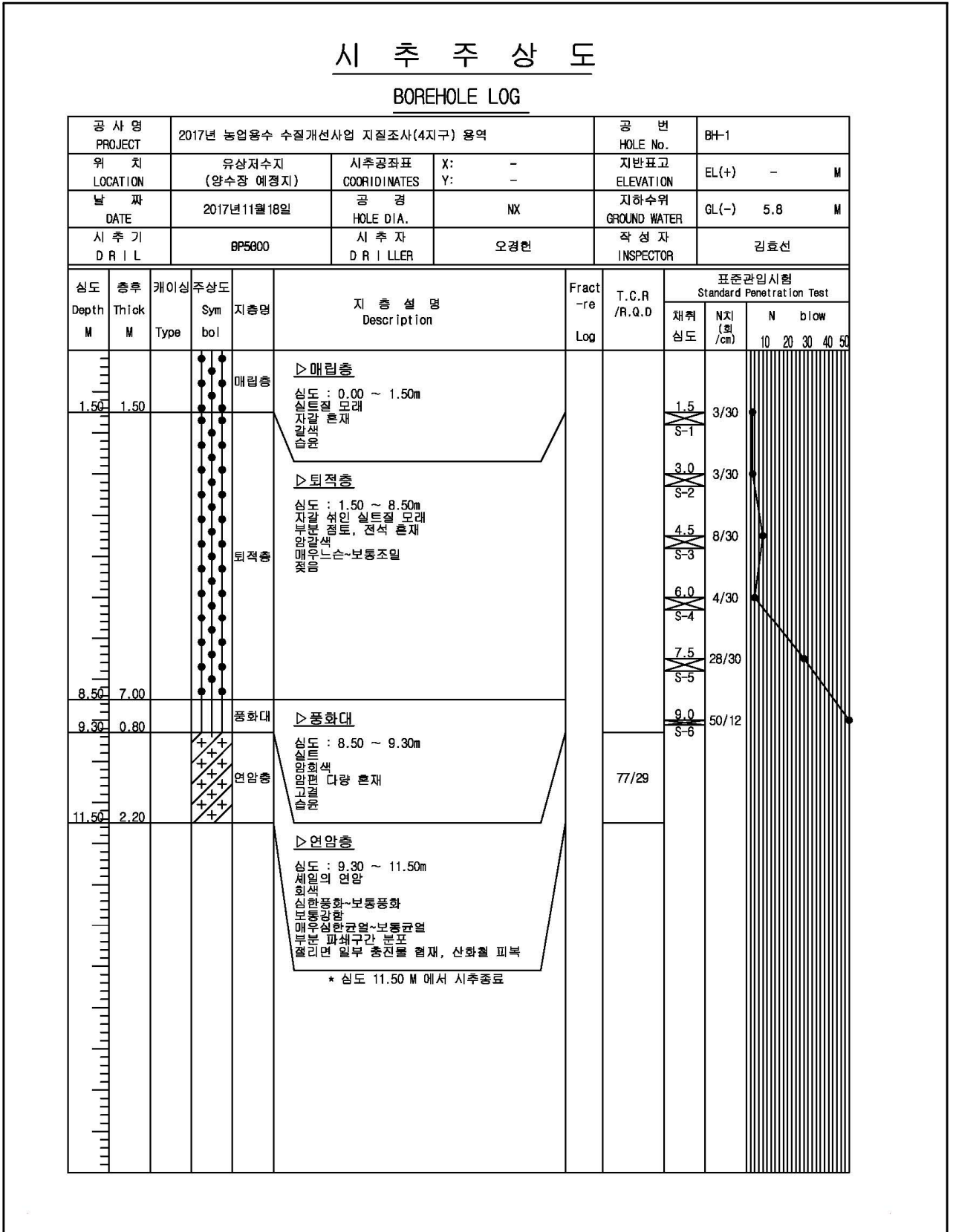
- 시추조사 결과, 유상저수지의 지층은 토사층, 연암층 순으로 분포한다. 토사층은 0.0~9.3m 구간에 표토층, 매립층, 퇴적층, 풍화대층으로 구성되었고 실트질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트가 분포하고 있으며, 그 하부의 시추기저인 연암은 2.2m 이상의 층후를 확인하였다.

3.5.5 부록

□ 조사위치도



□ 시추주상도



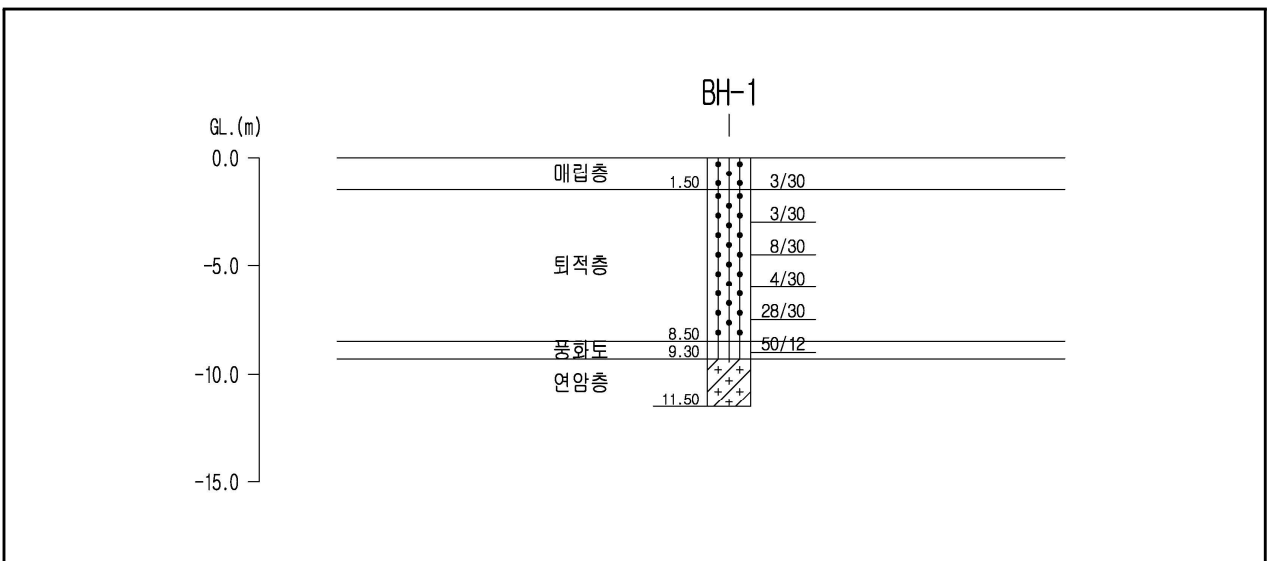
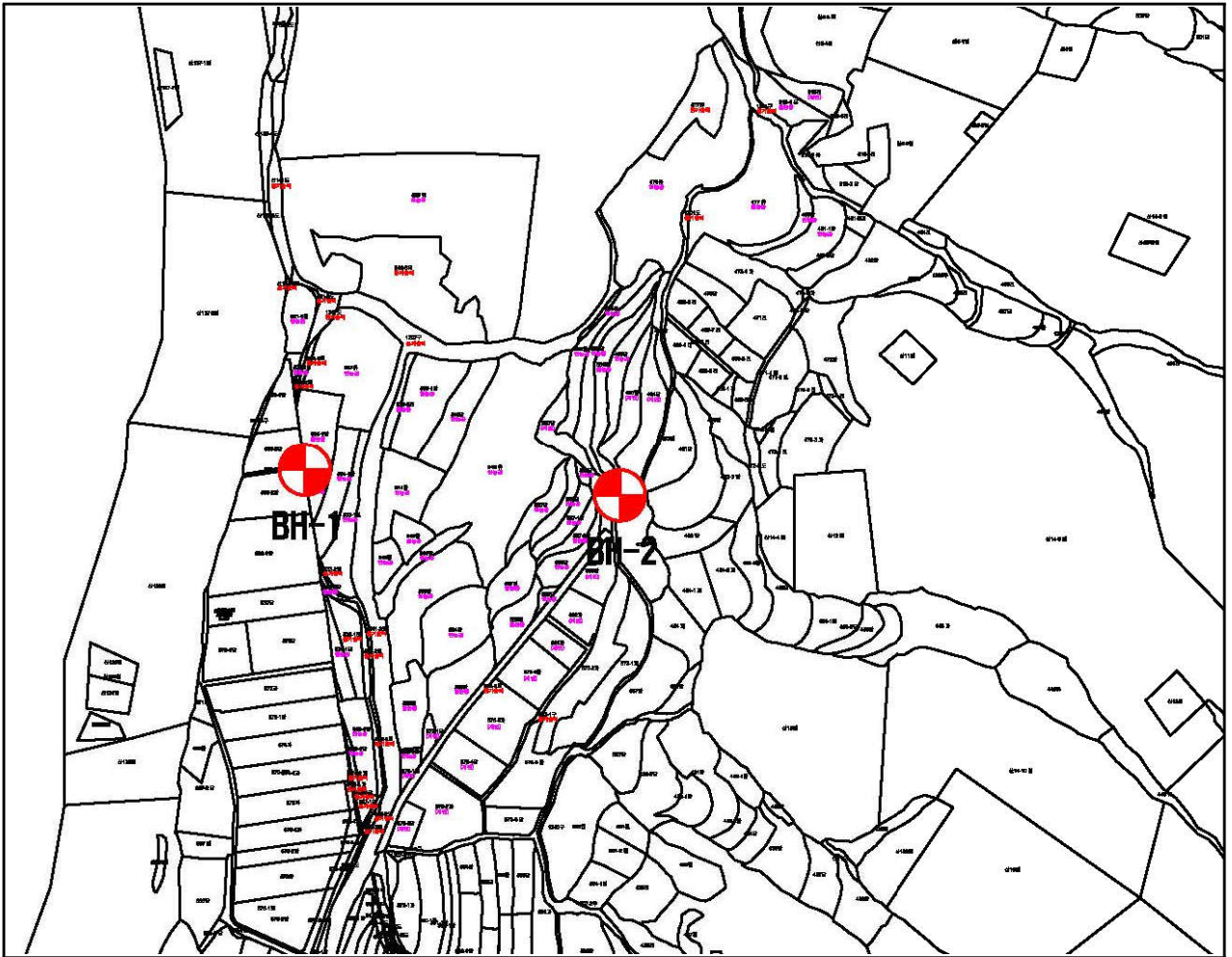
시 추 주 상 도

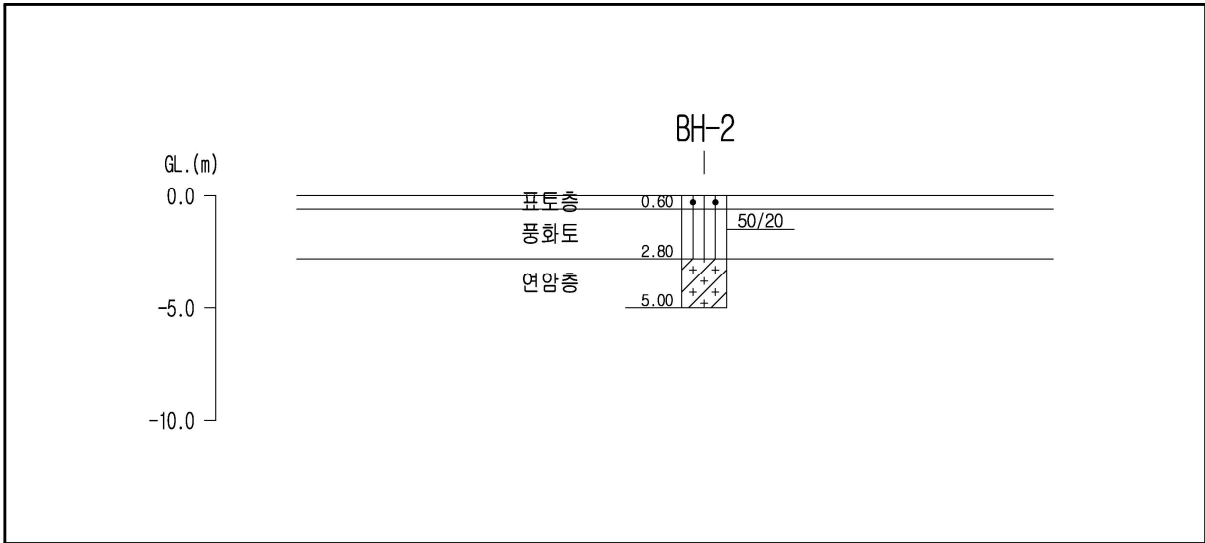
BOREHOLE LOG

공사명 PROJECT		2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구) 용역			공번 HOLE No.	BH-2	
위치 LOCATION	유상저수지 (부담 예정지)	시추공좌표 COORDINATES	X: - Y: -	지반표고 ELEVATION	EL(+) - M		
날짜 DATE	2017년11월18일	공경 HOLE DIA.	NX		지하수위 GROUND WATER	GL(-) 시추심도 이하 M	
시추기 DRILL	BP5800	시추자 DRILLER	오경현		작성자 INSPECTOR	김효선	

심도 Depth M	총후 Thick M	케이싱 Type	주상도 Sym bol	지층명	지층 설명 Description	Fract- re Log	T.C.R /R.Q.D	표준관입시험 Standard Penetration Test							
								채취 심도	N치 (회/cm)	N blow					
										10	20	30	40	50	
0.60	0.60		●●●●	표토층	> 표토층 심도 : 0.00 ~ 0.60m 심토질 모래 자갈 혼재 습윤			1.5 S-1	50/20						
2.60	2.20		++++	풍화대	> 풍화대 심도 : 0.60 ~ 2.80m 심토질 모래 점토 혼재 습윤		64/8								
5.00	2.20		++++	연암층	> 연암층 심도 : 2.80 ~ 5.00m 세립질의 연암 연암 심토질 모래-모래 혼화 연암 매립부 파쇄구간 분포 결리면 일부 충전물 협재, 변색, 산화철 피복 * 심도 5.00 M 에서 시추종료										


□ 시추위치도 및 지층단면도






□ 현장사진

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	작업전경
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	시추원경



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	작업전경
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	시추근경

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	S.P.T및시료채취
일 자	2017.11.18


용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	표준관입시험



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	S.P.T및시료채취
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	S.P.T 시료

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	코어채취
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	암반시료



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	폐공(전,중,후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공전

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	폐공(전,중,후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공중(시멘트)



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-1
내 용	폐공(전,중,후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공중(토사)

사 진 대 지

			
공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역		
공종	지질조사		
위 치	BH-1		
내 용	폐공(전.중.후)		
일 자	2017.11.18		
용역명		공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)		BH-1	폐공후

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	작업현경
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	시추원경



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	작업현경
일 자	2017.11.18

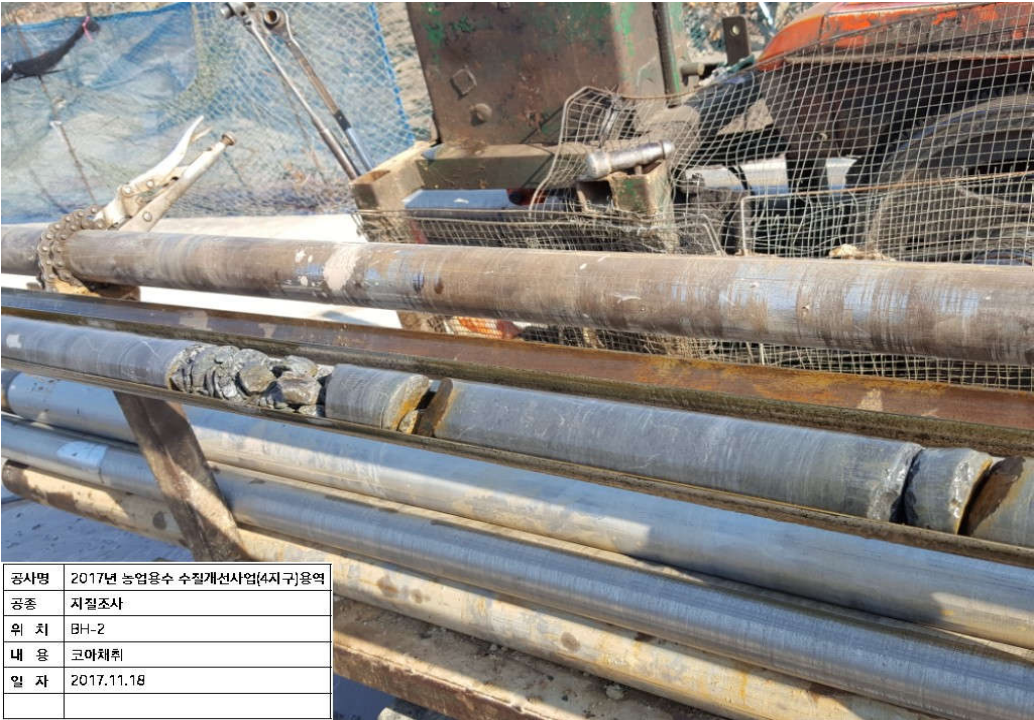
용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	시추근경

사 진 대 지

			
공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역		
공종	지질조사		
위 치	BH-2		
내 용	S.P.T 및 시료채취		
일 자	2017.11.18		
용역명		공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)		BH-2	표준관입시험

			
공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역		
공종	지질조사		
위 치	BH-2		
내 용	S.P.T 및 시료채취		
일 자	2017.11.18		
용역명		공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)		BH-2	S.P.T 시료

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	코어채취
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	암반시료



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	폐공전

사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	폐공중(시멘트)



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	폐공중(토사)

사 진 대 지

				
			공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
			공종	지질조사
			위 치	BH-2
			내 용	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.18			
용역명		공번	내용	
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)		BH-2	폐공후	


사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업(4지구)용역
공종	지질조사
위 치	BH-2
내 용	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.18

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	폐공후

시료상자 사진첩



용역명	공번	심도
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)-유상저수지	BH-1, 2	0.0 ~ 11.5m 0.0 ~ 5.0m

4. 현황측량 기준점 성과표

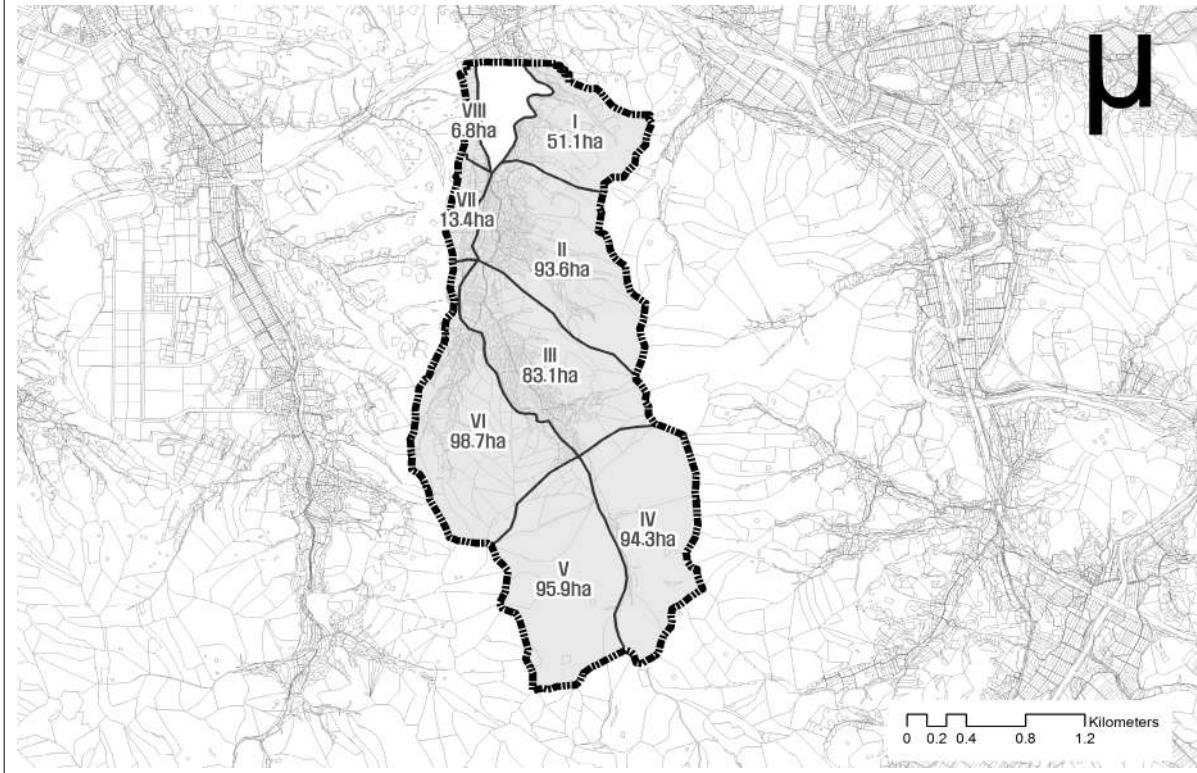
□ 기준 1



구분	표고	좌표	
		X	Y
NO.01	99.752m	369,373.222	197,629.459

5. 유역도 및 면적표

5.1 유역구분도



5.2 토지이용현황

소유역	읍·면·동		지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계			537.1	33.8	55.2	419.8	11.8	16.5
소유역 I	북안면	유상리, 유하리	51.1	4.1	4.5	40.0	0.6	1.9
소유역 II		유상리	93.6	10.3	11.9	61.6	4.3	5.5
소유역 III		유상리	83.1	9.3	23.5	44.1	4.5	1.7
소유역 IV		유상리	94.3	0.2	1.2	90.6	0.1	2.2
소유역 V		유상리	95.9	0.0	0.2	93.0	0.0	2.7
소유역 VI		유상리	98.7	7.8	8.3	78.7	1.9	2.0
소유역 VII		유상리	13.4	1.8	4.4	6.5	0.2	0.5
소유역 VIII		유상리	6.8	0.2	1.2	5.2	0.1	0.1

주) 유상저수지 수면적(21.9ha) 제외

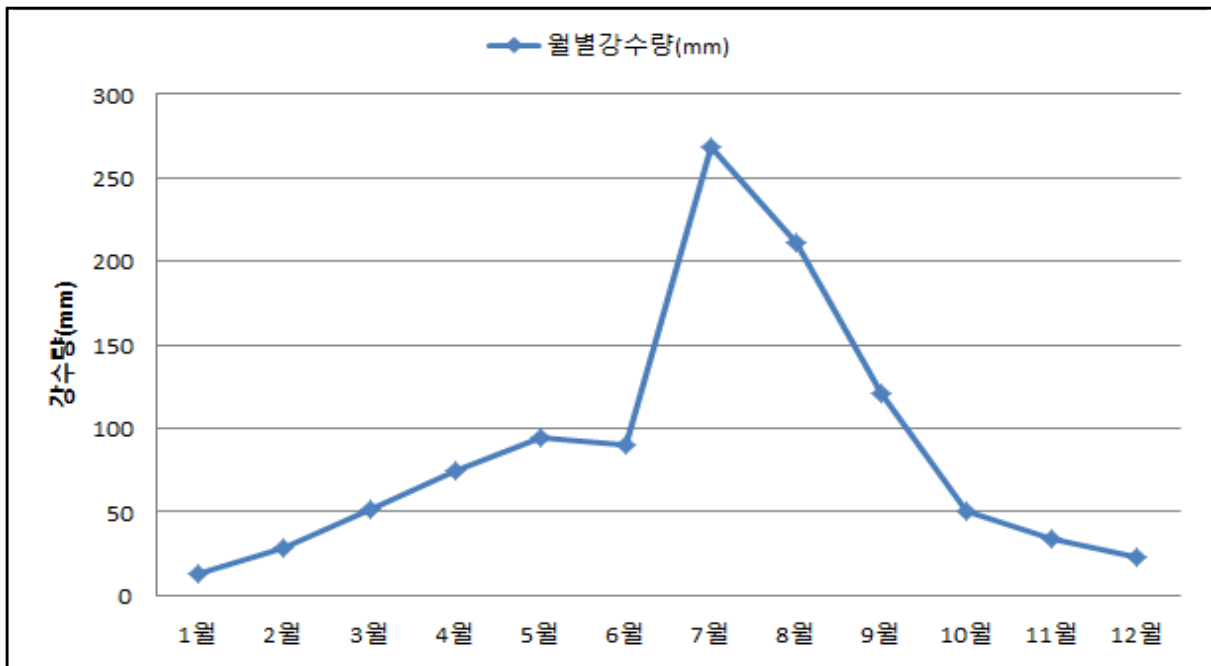
6. 연도별 월별 강우량

월별 강수량 분포

[단위 : mm]

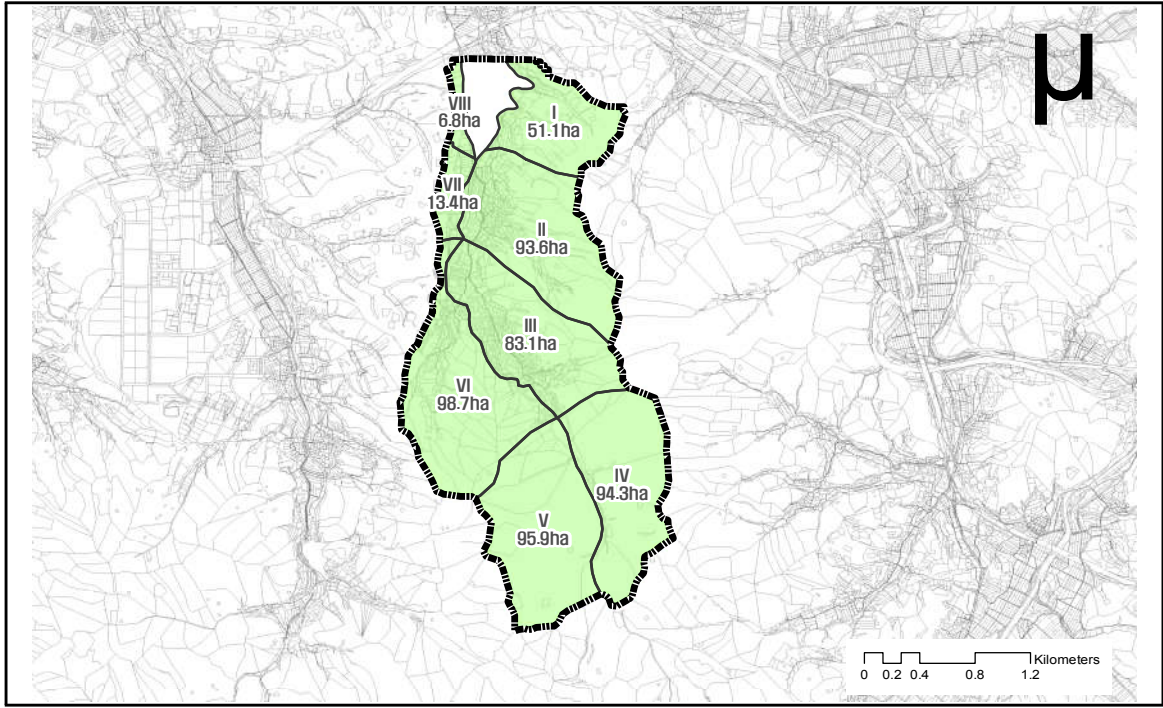
구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
2006	22.5	31.1	14.4	110.0	156.0	48.0	642.0	183.5	76.5	20.5	38.5	10.0	1,353.0
2007	0.5	43.5	72.0	33.0	76.5	120.0	185.0	258.5	294.0	28.5	0.0	30.6	1,142.1
2008	36.6	5.4	22.0	52.0	89.5	160.7	172.9	156.2	35.9	15.5	12.1	15.6	774.4
2009	7.2	26.4	13.0	20.6	132.5	111.7	350.1	59.0	55.0	23.5	36.6	31.0	866.6
2010	13.0	53.9	50.6	59.6	125.2	31.5	221.2	212.2	184.0	45.8	5.0	28.0	1,030.0
2011	0.1	66.9	17.0	114.5	169.1	139.9	296.9	134.3	39.0	76.9	58.0	14.5	1,127.1
2012	9.7	5.2	79.7	88.7	41.6	86.4	239.5	371.4	265.5	37.2	42.8	48.3	1,316.0
2013	20.0	23.7	80.2	84.6	75.8	61.5	293.8	116.9	67.6	112.7	29.6	5.3	971.7
2014	4.0	19.5	114.5	102.6	45.7	44.0	104.4	480.5	122.5	106.9	42.5	6.8	1,193.9
2015	18.1	10.7	47.3	84.0	31.6	96.1	182.5	142.5	72.5	41.0	78.7	33.7	838.7
평균	13.2	28.6	51.1	75.0	94.4	90.0	268.8	211.5	121.3	50.9	34.4	22.4	1,061.4

자료 : 기상연보(2006~2015), 기상청



7. 유역별 유출량 산정결과

7.1 유역구분도



7.2 유역별 유출량 산정결과(DIROM 모형)

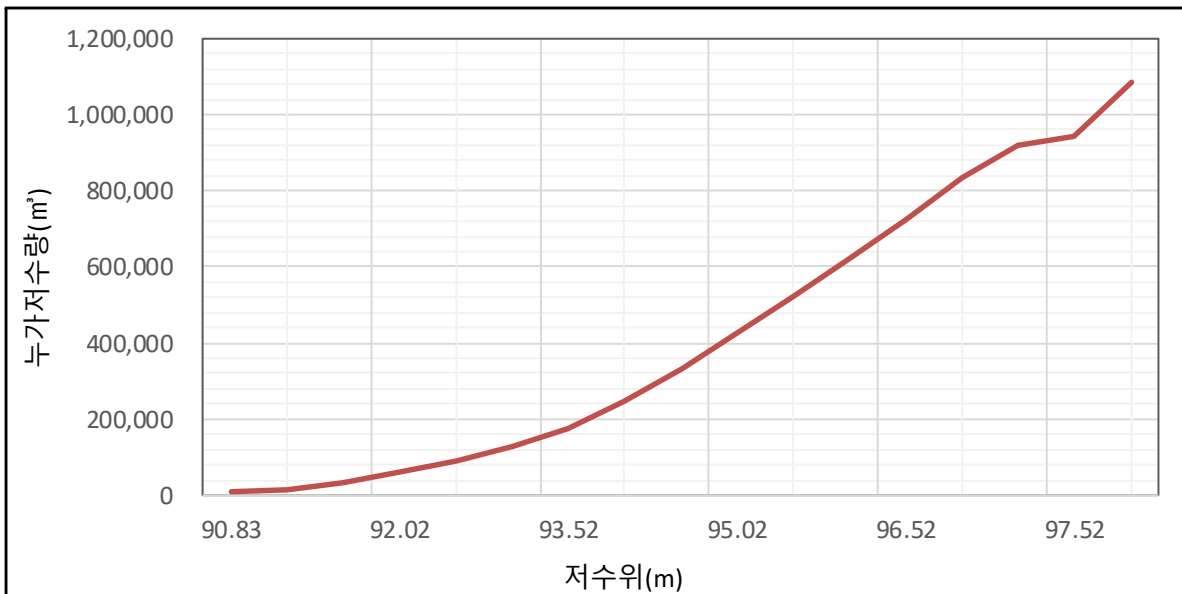
소유역 번호	유역면적 (ha)	년평균 유입량 (천 m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
			총 유입량	30mm/일 이하	30mm/일 초과
I	51.1	346.4	949.0	698.3	10,340.0
II	93.6	614.7	1,684.1	1,269.7	17,140.0
III	83.1	445.6	1,220.8	893.1	13,480.0
IV	94.3	648.6	1,777.0	1,382.8	16,580.0
V	95.9	675.3	1,850.1	1,446.9	17,020.0
VI	98.7	664.7	1,821.1	1,396.9	17,620.0
VII	13.4	91.8	251.5	162.5	3,300.0
VIII	6.8	48.4	132.6	86.4	1,700.0
저수지	21.9	-	-	-	-
계	559.0	3,535.5	9,686.2	7,336.6	97,180

8. 저수지 내용적

□ 유상저수지 표고별 표면적 및 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	90.83	0.00	23,598	18,513	5,739	9,100	0.00	사수위
2	91.02	0.19	33,873	28,736	5,460	14,560	0.60	
3	91.52	0.50	45,290	39,582	19,791	34,351	2.77	
4	92.02	0.50	58,745	52,018	26,009	60,360	5.63	
5	92.52	0.50	67,777	63,261	31,631	91,991	9.10	
6	93.02	0.50	80,929	74,353	37,177	129,168	13.19	
7	93.52	0.50	112,382	96,656	48,328	177,496	18.50	
8	94.02	0.50	165,328	138,855	69,428	246,924	26.12	
9	94.52	0.50	178,670	171,999	86,000	332,924	35.57	
10	95.02	0.50	189,682	184,176	92,088	425,012	45.68	
11	95.52	0.50	197,727	193,705	96,853	521,865	56.32	
12	96.02	0.50	204,672	201,200	100,600	622,465	67.37	
13	96.52	0.50	210,292	207,482	103,741	726,206	78.77	
14	97.02	0.50	215,209	212,751	106,376	832,582	90.45	
15	97.42	0.40	219,372	217,291	86,916	919,498	100.00	만수위
16	97.52	0.10	228,411	223,892	22,389	941,887	102.46	
17	98.14	0.62	237,821	233,116	144,532	1,086,419	118.33	홍수위

□ 유상저수지 내용적 곡선



9. 수질예측모형 입력자료

9.1 수질모형 HSPF

```

RUN
GLOBAL
  UCI Created by WinHSPF for usang01
  START 2016/01/01 00:00 END 2017/08/10 23:00
  RUN INTERP OUTPT LEVELS 1 0
  RESUME 0 RUN 1 UNITS 1
END GLOBAL

FILES
<FILE> <UN#>***<----FILE NAME----->
MESSU 24 usang01.ech
      91 usang01.out
WDM1 25 USANG01_RE.wdm
WDM2 26 YC.wdm
WDM3 27 PTS.WDM
BINO 92 usang01.hbn
END FILES

OPN SEQUENCE
  INGRP INDELT 01:00
  PERLND 302
  PERLND 303
  PERLND 401
  PERLND 402
  PERLND 403
  PERLND 601
  PERLND 602
  PERLND 603
  PERLND 201
  PERLND 202
  PERLND 203
  PERLND 501
  PERLND 502
  PERLND 503
  PERLND 101
  PERLND 102
  PERLND 103
  RCHRES 3
  RCHRES 6
  RCHRES 5
  RCHRES 2
  RCHRES 4
  RCHRES 1
  END INGRP
END OPN SEQUENCE

PERLND
ACTIVITY
*** <PLS > Active Sections ***
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC ***
101 603 1 0 1 0 1 1 1 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
101 603 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
101 603 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
END BINARY-INFO

GEN-INFO
*** Name Unit-systems Printer BinaryOut
*** <PLS > t-series Engl Metr Engl Metr
*** x - x in out
101 Water 1 1 0 0 92 0
102 Forest Land 1 1 0 0 92 0
  
```

```

103 Agricultural Land      1  1  0  0  92  0
201 Water                  1  1  0  0  92  0
202 Forest Land           1  1  0  0  92  0
203 Agricultural Land      1  1  0  0  92  0
302 Forest Land           1  1  0  0  92  0
303 Agricultural Land      1  1  0  0  92  0
401 Water                  1  1  0  0  92  0
402 Forest Land           1  1  0  0  92  0
403 Agricultural Land      1  1  0  0  92  0
501 Water                  1  1  0  0  92  0
502 Forest Land           1  1  0  0  92  0
503 Agricultural Land      1  1  0  0  92  0
601 Water                  1  1  0  0  92  0
602 Forest Land           1  1  0  0  92  0
603 Agricultural Land      1  1  0  0  92  0
END GEN-INFO

ATEMP-DAT
*** <PLS>  ELDAT  AIRTEMP
*** x - x  (ft)  (deg F)
101 603  0.  33.
END ATEMP-DAT

PWAT-PARM1
*** <PLS>  Flags
*** x - x  CSNO  RTPZ  UZFG  VCS  VUZ  VNN  VIFW  VIRC  VLE  IFFC  HWT  IRRG  IFRD
101 603  0  1  1  1  0  0  0  0  1  1  0  0  0
END PWAT-PARM1

PWAT-PARM2
*** < PLS>  FOREST  LZSN  INFILT  LSUR  SLSUR  KVARY  AGWRC
*** x - x  (in)  (in/hr)  (ft)  (1/in)  (1/day)
101 0.  4.  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
102 1.  6.5  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
103 0.  6.  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
201 0.  4.  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
202 1.  6.5  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
203 0.  6.  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
302 1.  6.5  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
303 0.  6.  0.16  250.  0.0969  0.  0.98
401 0.  4.  0.16  150.  0.2394  0.  0.98
402 1.  6.5  0.16  150.  0.2394  0.  0.98
403 0.  6.  0.16  150.  0.2394  0.  0.98
501 0.  4.  0.16  150.  0.2394  0.  0.98
502 1.  6.5  0.16  150.  0.2394  0.  0.98
503 0.  6.  0.16  150.  0.2394  0.  0.98
601 0.  4.  0.16  150.  0.3467  0.  0.98
602 1.  6.5  0.16  150.  0.3467  0.  0.98
603 0.  6.  0.16  150.  0.3467  0.  0.98
END PWAT-PARM2

PWAT-PARM3
*** < PLS>  PETMAX  PETMIN  INFEXP  INFILD  DEEPPFR  BASETP  AGWETP
*** x - x  (deg F)  (deg F)
101 603  40.  35.  2.  2.  0.1  0.02  0.
END PWAT-PARM3

PWAT-PARM4
*** <PLS>  CEPSC  UZSN  NSUR  INTFW  IRC  LZETP
*** x - x  (in)  (in)  (1/day)
101 603  0.1  1.128  0.2  0.75  0.5  0.1
END PWAT-PARM4

PWAT-STATE1
*** < PLS>  PWATER state variables (in)
*** x - x  CEPS  SURS  UZS  IFWS  LZS  AGWS  GWVS
101 603  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
101 603  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1
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
101 603  0.2  0.2  0.3  0.3  0.4  0.4  0.4  0.4  0.3  0.2  0.2
    
```

END MON-LZETPARM

PSTEMP-PARM1

*** <PLS > Flags for section PSTEMP

*** x - x SLTV ULTV LGTV TSOP

101 603 1 1 1 1

END PSTEMP-PARM1

PSTEMP-PARM2

*** <PLS > ASLT BSLT ULTP1 ULTP2 LGTP1 LGTP2

*** x - x (deg F) (deg F) (deg F) (deg F)

101 603 55. 0.15 60. 0.15 50. 0.

END PSTEMP-PARM2

MON-ASLT

*** <PLS > Value of ASLT at start of each month (deg F)

*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 603 45. 45. 45. 48. 55. 65. 70. 77. 73. 68. 60. 50.

END MON-ASLT

MON-BSLT

*** <PLS > Value of BSLT at start of each month (deg F/F)

*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 603 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15

END MON-BSLT

MON-ULTP1

*** <PLS > Value of ULTP1 at start of each month in deg F (TSOPFG=1)

*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 603 52. 52. 56. 62. 70. 77. 77. 73. 68. 60. 54.

END MON-ULTP1

MON-ULTP2

*** <PLS > Value of ULTP2 at start of each month in Deg F/F (TSOPFG=1)

*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 603 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15

END MON-ULTP2

MON-LGTP1

*** <PLS > Value of LGTP1 at start of each month in Deg F (TSOPFG=1)

*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 603 48. 48. 52. 58. 60. 63. 63. 64. 60. 55. 52. 48.

END MON-LGTP1

PSTEMP-TEMPS

*** <PLS > Initial temperatures (deg F)

*** x - x AIRTC SLTMP ULTMP LGTMP

101 603 30. 30. 40. 40.

END PSTEMP-TEMPS

PWT-PARM1

*** <PLS > Flags for section PWTGAS

*** x - x IDV ICV GDV GVC

101 603 1 0 1 0

END PWT-PARM1

PWT-PARM2

*** Second group of PWTGAS parms

*** <PLS > ELEV IDOXP ICO2P ADOXP ACO2P

*** x - x (ft) (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l)

101 603 1074. 10.8 0. 10.8 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

101 603 14.7 14.7 13.2 9.7 7.4 6.6 8.2 6.2 9. 8.4 9.4 11.6

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

101 603 10. 10. 10. 7.5 5.5 5. 5. 5.5 7.5 9. 10.

END MON-GRNDDOX

PWT-GASES

*** Initial DO and CO2 concentrations

*** <PLS > SODOX SOCO2 IODOX IOCO2 AODOX AOCO2

*** x - x (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l)

```

101 603 10.5 0. 12.7 0. 10. 0.
END PWT-GASES

NQUALS
*** <PLS >
*** x - xNQUAL
101 603 4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 603NH3+NH4 LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ qty/ac in/hr qty/ft3 qty/ft3
*** x - x ac.day
101 0.065 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
102 0.033 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
103 0.03 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
201 0.065 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
202 0.033 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
203 0.03 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
302 0.033 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
303 0.03 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
401 0.065 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
402 0.033 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
403 0.03 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
501 0.065 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
502 0.033 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
503 0.03 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
601 0.065 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
602 0.033 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
603 0.03 0. 0. 0. 0. 0.5 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 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
102 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
103 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
201 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
202 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
203 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
302 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
303 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
401 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
402 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
403 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
501 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
502 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
503 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
601 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
602 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
603 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
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 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
102 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
103 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
201 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
202 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
203 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
302 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
303 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
401 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
402 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
403 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
501 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
502 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
503 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
601 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017

```



```

602 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
603 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
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
101 102 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.06 0.06 0.06
103 0.2 0.2 0.2 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.2 0.2 0.2
201 202 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.06 0.06 0.06
203 0.2 0.2 0.2 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.2 0.2 0.2
302 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.06 0.06 0.06
303 0.2 0.2 0.2 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.2 0.2 0.2
401 402 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.06 0.06 0.06
403 0.2 0.2 0.2 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.2 0.2 0.2
501 502 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.06 0.06 0.06
503 0.2 0.2 0.2 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.2 0.2 0.2
601 602 0.06 0.06 0.06 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.06 0.06 0.06
603 0.2 0.2 0.2 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.2 0.2 0.2
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
101 102 0.04 0.04 0.040.0250.0250.0250.0250.025 0.04 0.04 0.04
103 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15
201 202 0.04 0.04 0.040.0250.0250.0250.0250.025 0.04 0.04 0.04
203 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15
302 0.04 0.04 0.040.0250.0250.0250.0250.025 0.04 0.04 0.04
303 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15
401 402 0.04 0.04 0.040.0250.0250.0250.0250.025 0.04 0.04 0.04
403 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15
501 502 0.04 0.04 0.040.0250.0250.0250.0250.025 0.04 0.04 0.04
503 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15
601 602 0.04 0.04 0.040.0250.0250.0250.0250.025 0.04 0.04 0.04
603 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 603NO3 LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ qty/ac in/hr qty/ft3 qty/ft3
*** x - x ac.day
101 0.5 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
102 0.25 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
103 1.4 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
201 0.5 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
202 0.25 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
203 1.4 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
302 0.25 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
303 1.4 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
401 0.5 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
402 0.25 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
403 1.4 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
501 0.5 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
502 0.25 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
503 1.4 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
601 0.5 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
602 0.25 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
603 1.4 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 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 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
102 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
103 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
201 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
202 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
203 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
302 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
303 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42

```

401 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
 402 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 403 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 501 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
 502 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 503 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 601 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
 602 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 603 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 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 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 102 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 103 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 201 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 202 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 203 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 302 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 303 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 401 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 402 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 403 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 501 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 502 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 503 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 601 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 602 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 603 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 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 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 102 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.8 0.8 0.8
 103 1. 1. 3. 18. 19. 15. 15. 12. 12. 12. 5. 2.
 201 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 202 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.8 0.8 0.8
 203 1. 1. 3. 18. 19. 15. 15. 12. 12. 12. 5. 2.
 302 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.8 0.8 0.8
 303 1. 1. 3. 18. 19. 15. 15. 12. 12. 12. 5. 2.
 401 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 402 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.8 0.8 0.8
 403 1. 1. 3. 15. 16. 12. 9. 7. 6. 6. 5. 2.
 501 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 502 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.8 0.8 0.8
 503 1. 1. 3. 15. 16. 12. 8. 7. 6. 6. 5. 2.
 601 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 602 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.8 0.8 0.8
 603 1. 1. 3. 15. 16. 12. 8. 7. 6. 6. 5. 2.
 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
 101 102 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 103 1. 1. 2. 12. 12. 10. 10. 7. 7. 7. 4. 1.5
 201 202 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 203 1. 1. 2. 12. 12. 10. 10. 7. 7. 7. 4. 1.5
 302 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 303 1. 1. 2. 12. 12. 10. 10. 7. 7. 7. 4. 1.5
 401 402 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 403 1. 2. 3. 7. 7. 6. 4.5 4.5 3. 3. 2. 1.5
 501 502 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 503 1. 2. 3. 7. 7. 6. 4.5 4.5 3. 3. 2. 1.5
 601 602 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.7 0.7 0.7
 603 1. 2. 3. 7. 7. 6. 4.5 4.5 3. 3. 2. 1.5
 END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS

*** <PLS > Identifiers and Flags
 *** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
 101 603ORTHO P LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
 END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT

```

*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day in/hr qty/ft3 qty/ft3
*** x - x
101 0.04 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
102 0.017 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
103 0.38 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
201 0.04 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
202 0.017 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
203 0.38 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
302 0.017 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
303 0.38 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
401 0.04 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
402 0.017 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
403 0.38 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
501 0.04 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
502 0.017 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
503 0.38 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
601 0.04 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
602 0.017 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
603 0.38 0. 0. 0. 0. 0.5 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 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
102 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
103 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
201 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
202 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
203 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
302 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
303 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
401 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
402 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
403 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
501 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
502 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
503 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
601 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
602 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
603 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
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 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
102 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
103 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
201 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
202 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
203 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
302 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
303 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
401 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
402 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
403 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
501 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
502 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
503 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
601 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
602 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
603 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
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 1020.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
103 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1
201 2020.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
203 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1
302 0.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
303 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1
401 4020.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
403 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 1.1 1.1 0.5 0.5 0.5 0.5
501 5020.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009

```

```

503      0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 1.1 1.1 0.5 0.5 0.5 0.5
601 6020.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
603      0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 1.1 1.1 0.5 0.5 0.5 0.5
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 1020.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.005
103      0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05
201 2020.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.005
203      0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05
302      0.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.005
303      0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05
401 4020.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.005
403      0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 1.15 1.10 0.55 0.55 0.55 0.55
501 5020.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.005
503      0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 1.15 1.10 0.55 0.55 0.55 0.55
601 6020.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.0050.005
603      0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55 1.15 1.10 0.55 0.55 0.55 0.55
END MON-GRND-CONC

```

QUAL-PROPS

```

*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 603BOD LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

```

QUAL-INPUT

```

*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day in/hr qty/ft3 qty/ft3
*** x - x
101      1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
102      1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
103      5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
201      1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
202      1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
203      5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
302      1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
303      5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
401      1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
402      1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
403      5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
501      1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
502      1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
503      5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
601      1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
602      1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
603      5. 0. 0. 0. 0. 0.5 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
101 102 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
103      0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
201 202 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
203      0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
302      0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
303      0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
401 402 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
403      0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
501 502 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
503      0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
601 602 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
603      0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
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
101 102 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
103      6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
201 202 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
203      6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
302      1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
303      6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
401 402 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6

```

```

403      6.  6.  8. 12. 12. 12. 11. 11. 11.  6.  6.  6.
501 502 1.6 1.6 1.6  2.  2.  2.  2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
503      6.  6.  8. 12. 12. 12. 11. 11. 11.  6.  6.  6.
601 602 1.6 1.6 1.6  2.  2.  2.  2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
603      6.  6.  8. 12. 12. 12. 11. 11. 11.  6.  6.  6.
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
101 102  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5  2.  1.
103      12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
201 202  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5  2.  1.
203      12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
302      1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5  2.  1.
303      12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
401 402  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5  2.  1.
403      12. 12. 15. 15. 15. 17. 31. 27.4 19.4 17.4 12. 12.
501 502  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5  2.  1.
503      12. 12. 15. 15. 15. 17. 31. 27.4 19.4 17.4 12. 12.
601 602  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5  2.  1.
603      12. 12. 15. 15. 15. 17. 31. 27.4 19.4 17.4 12. 12.
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
101 102  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.  2.  1.  1.
103      9.6 9.6 9.6 10.8 10.8 10.8 10.8 12. 12. 12.  9.6 9.6
201 202  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.  2.  1.  1.
203      9.6 9.6 9.6 10.8 10.8 10.8 10.8 12. 12. 12.  9.6 9.6
302      1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.  2.  1.  1.
303      9.6 9.6 9.6 10.8 10.8 10.8 10.8 12. 12. 12.  9.6 9.6
401 402  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.  2.  1.  1.
403      9.6 9.6 9.6 10.8 10.8 13.8 31.8 27. 19. 15.  9.6 9.6
501 502  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.  2.  1.  1.
503      9.6 9.6 9.6 10.8 10.8 13.8 31.8 27. 19. 15.  9.6 9.6
601 602  1.  1.  1.  1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.  2.  1.  1.
603      9.6 9.6 9.6 10.8 10.8 13.8 31.8 27. 19. 15.  9.6 9.6
END MON-GRND-CONC

END PERLND

RCHRES
ACTIVITY
*** RCHRES Active sections
*** x - x HYFG ADFG CNFG HTFG SDFG GQFG OXFG NUFG PKFG PHFG
  1  6  1  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  9
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  9
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  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) (ft) (in)

```

```

1      0.  1.  0.48  26.  3.2  0.5  0.01
2      0.  2.  1.18  144. 3.2  0.5  0.01
3      0.  3.  1.18  144. 3.2  0.5  0.01
4      0.  4.  0.71  144. 3.2  0.5  0.01
5      0.  5.  0.82  62.  3.2  0.5  0.01
6      0.  6.  1.08  413. 3.2  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 OUTDGT
*** 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

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      CFSAEX      KATRAD      KCOND      KEVAP
*** x - x      (ft)      (ft)
1      123.      2.      0.05      1.5      1.12      2.24
2      123.      2.      0.95      9.5      1.12      2.24
3      123.      2.      0.95      9.5      1.12      2.24
4      123.      2.      0.95      9.5      1.12      2.24
5      123.      2.      0.05      1.5      1.12      2.24
6      123.      2.      0.05      1.5      1.12      2.24
END HEAT-PARM

HT-BED-PARM
*** Bed Heat Conduction Parameters for Single and Two-layer Methods
*** RCHRES      MUDDEP      TGRND      KMUD      KGRND
*** x - x      (ft) (deg F)      (kcal/m2/C/hr)
1      0.33      59.      50.      1.4
2      0.33      59.      50.      1.4
3      0.33      59.      50.      1.4
4      0.33      59.      50.      1.4
5      0.33      59.      50.      1.4
6      0.33      59.      50.      1.4
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      33. 38. 53. 61. 70. 76. 111. 80. 76. 74. 65. 50.
2      33. 38. 53. 61. 70. 76. 111. 80. 76. 74. 65. 50.
3      33. 38. 53. 61. 70. 76. 111. 80. 76. 74. 65. 50.
4      33. 38. 53. 61. 70. 76. 111. 80. 76. 74. 65. 50.
5      33. 38. 53. 61. 70. 76. 111. 80. 76. 74. 65. 50.
6      33. 38. 53. 61. 70. 76. 111. 80. 76. 74. 65. 50.
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      ft/hr
1      6      0.001      1.047      0.001      1.15
END OX-GENPARM

```

```

OX-BENPARM
*** RCHRES  BENOD      TC BEN      EXPOD  BRBOD(1) BRBOD(2)  EXPREL
*** x - x  mg/m2.hr      mg/m2.hr  mg/m2.hr
1 6 0. 1.074  1.22  0.001  0.001  2.82
END OX-BENPARM

OX-REAPARM
*** RCHRES  TCGINV      REAK      EXPRED  EXPREV
*** x - x      /hr
1 6 1.007  1.2  -1.673  0.969
END OX-REAPARM

OX-INIT
*** RCHRES  DOX      BOD      SATDO
*** x - x  mg/l      mg/l      mg/l
1 6 13.8  3.5  20.0
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.  0.001
END NUT-BENPARM

NUT-NITDENIT
*** RCHRES  KTAM20      KNO220      TCNIT      KNO320      TC DEN      DENOXT
*** x - x  /hr      /hr      /hr      /hr      mg/l
1 6 0.004  0.008  1.047  0.005  1.07  5.
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  7.
END NUT-DINIT

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

PLNK-PARM1
***RC HRES  RATCLP      NONREF      LITSED      ALNPR      EXTB      MALGR      PARADF
*** x - x      l/mg.ft      /ft      /hr
1 6 0.68  0.5  0.  0.25  0.3  2.085  1.
END PLNK-PARM1

PLNK-PARM2
***RC HRES  CMMLT      CMMN      CMMNP      CMMP      TALGRH      TALGRL      TALGRM
*** x - x  ly/min  mg/l      mg/l      mg/l      deg F      deg F      deg F
1 6 0.01  0.025  0.0001  0.005  95.  -20.  86.
END PLNK-PARM2

PLNK-PARM3
*** RCHRES  ALR20      ALDH      ALDL      OXALD      NALDH      PALDH
*** x - x  /hr      /hr      /hr      /hr      mg/l      mg/l
1 6 0.105  0.0002  0.0002  0.01  0.01  0.002
END PLNK-PARM3

PHYTO-PARM
*** RCHRES  SEED      MXSTAY      OREF      CLALDH      PHYSET      REFSET
*** x - x  mg/l      mg/l      ft3/s      ug/l      ft/hr      ft/hr
1 6 1.  2.  100.  20.  0.02  0.025
END PHYTO-PARM

BENAL-PARM

```

```

***RC HRES      MBAL      CFBALR      CFBALG      MINBAL      CAMPR      FRAVL      NMAXFX
*** x  - x      mg/m2                mg/m2      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      3
rows cols                ***
8  4
depth      area      volume      outflow1 ***
0.  0.67      0.  0.
0.06  0.68      0.04      0.33
0.55  0.81      0.41      15.3
0.69  0.85      0.52      22.24
0.86  2.57      0.96      30.15
1.04  2.66      1.41      55.88
17.79  11.39      119.09      33032.99
34.54  20.12      383.09      157644.42
END FTABLE 3

FTABLE      6
rows cols                ***
8  4
depth      area      volume      outflow1 ***
0.  0.6      0.  0.
0.09  0.61      0.05      0.51
0.85  0.69      0.55      23.47
1.06  0.72      0.7      34.07
1.33  2.17      1.27      45.26
1.59  2.23      1.85      83.48
27.38  8.24      136.79      43653.37
53.16  14.24      426.58      200457.09
END FTABLE 6

FTABLE      5
rows cols                ***
8  4
depth      area      volume      outflow1 ***
0.  0.7      0.  0.
0.07  0.72      0.05      0.28
0.67  0.84      0.52      12.97
0.84  0.87      0.66      18.84
1.05  2.63      1.21      25.29
1.26  2.72      1.77      46.76
21.7  10.86      140.46      26075.5
42.13  19.  445.55      122294.68
END FTABLE 5

FTABLE      2
rows cols                ***
8  4
depth      area      volume      outflow1 ***
0.  0.81      0.  0.
0.08  0.83      0.07      0.82
0.81  0.95      0.71      37.88
1.01  0.99      0.91      55.
1.26  2.98      1.65      73.24
1.51  3.07      2.41      135.15
25.94  11.53      180.69      71707.71
50.37  19.99      565.72      330916.56
END FTABLE 2

FTABLE      4
rows cols                ***
8  4
depth      area      volume      outflow1 ***
0.  0.39      0.  0.
0.04  0.4      0.02      0.11
0.38  0.5      0.17      5.
0.47  0.53      0.22      7.28
    
```



```

0.59      1.6      0.4      10.1
0.71      1.66     0.59     18.82
12.12     8.17     56.71   12577.01
23.53     14.68    187.13  61981.44
END FTABLE 4

FTABLE    1
rows cols          ***
8      4
depth    area    volume  outflow1 ***
0.      0.39     0.      0.
0.04    0.4      0.02    0.11
0.38    0.5      0.17    5.
0.47    0.53     0.22    7.28
0.59    1.6      0.4      10.1
0.71    1.66     0.59     18.82
12.12   8.17     56.71   12577.01
23.53   14.68    187.13  61981.44
END FTABLE 1
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 YOUNGCHU
WDM2 101 PREC ENGL SAME PERLND 101 603 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM ENGL SAME PERLND 101 603 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP ENGL SAME PERLND 101 603 EXTNL DTMPG
WDM2 104 WIND ENGL SAME PERLND 101 603 EXTNL WINMOV
WDM2 105 SOLR ENGL SAME PERLND 101 603 EXTNL SOLRAD
WDM2 106 PEVT ENGL SAME PERLND 101 603 EXTNL PETINP
*** Met Seg YOUNGCHU
WDM2 101 PREC ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL DEWTMP
WDM2 104 WIND ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL WIND
WDM2 105 SOLR ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL SOLRAD
WDM2 108 CLOU ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL CLOUD
WDM2 102 EVAP ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL POTEV

WDM3 501 FLOW ENGL DIV RCHRES 5 INFLOW IVOL
WDM3 502 BOD ENGL 0.142DIV RCHRES 5 INFLOW OXIF 2
WDM3 503 NO3 ENGL 0.073DIV RCHRES 5 INFLOW NUIF1 1
WDM3 504 NH4 ENGL 0.073DIV RCHRES 5 INFLOW NUIF1 2
WDM3 505 PO4 ENGL 0.378DIV RCHRES 5 INFLOW NUIF1 4
WDM3 506 ORN ENGL 0.073DIV RCHRES 5 INFLOW PKIF 3
WDM3 507 ORP ENGL 0.378DIV RCHRES 5 INFLOW PKIF 4
WDM3 601 FLOW ENGL DIV RCHRES 6 INFLOW IVOL
WDM3 602 BOD ENGL 0.142DIV RCHRES 6 INFLOW OXIF 2
WDM3 603 NO3 ENGL 0.073DIV RCHRES 6 INFLOW NUIF1 1
WDM3 604 NH4 ENGL 0.073DIV RCHRES 6 INFLOW NUIF1 2
WDM3 605 PO4 ENGL 0.378DIV RCHRES 6 INFLOW NUIF1 4
WDM3 606 ORN ENGL 0.073DIV RCHRES 6 INFLOW PKIF 3
WDM3 607 ORP ENGL 0.378DIV RCHRES 6 INFLOW PKIF 4
WDM3 401 FLOW ENGL DIV RCHRES 4 INFLOW IVOL
WDM3 402 BOD ENGL 0.142DIV RCHRES 4 INFLOW OXIF 2
WDM3 403 NO3 ENGL 0.073DIV RCHRES 4 INFLOW NUIF1 1
WDM3 404 NH4 ENGL 0.073DIV RCHRES 4 INFLOW NUIF1 2
WDM3 405 PO4 ENGL 0.378DIV RCHRES 4 INFLOW NUIF1 4
WDM3 406 ORN ENGL 0.073DIV RCHRES 4 INFLOW PKIF 3
WDM3 407 ORP ENGL 0.378DIV RCHRES 4 INFLOW PKIF 4
WDM3 201 FLOW ENGL DIV RCHRES 2 INFLOW IVOL
WDM3 202 BOD ENGL 0.142DIV RCHRES 2 INFLOW OXIF 2
WDM3 203 NO3 ENGL 0.073DIV RCHRES 2 INFLOW NUIF1 1
WDM3 204 NH4 ENGL 0.073DIV RCHRES 2 INFLOW NUIF1 2
WDM3 205 PO4 ENGL 0.378DIV RCHRES 2 INFLOW NUIF1 4
WDM3 206 ORN ENGL 0.073DIV RCHRES 2 INFLOW PKIF 3
WDM3 207 ORP ENGL 0.378DIV RCHRES 2 INFLOW PKIF 4
WDM3 301 FLOW ENGL DIV RCHRES 3 INFLOW IVOL
WDM3 302 BOD ENGL 0.142DIV RCHRES 3 INFLOW OXIF 2
WDM3 303 NO3 ENGL 0.073DIV RCHRES 3 INFLOW NUIF1 1
WDM3 304 NH4 ENGL 0.073DIV RCHRES 3 INFLOW NUIF1 2
WDM3 305 PO4 ENGL 0.378DIV RCHRES 3 INFLOW NUIF1 4
WDM3 306 ORN ENGL 0.073DIV RCHRES 3 INFLOW PKIF 3
WDM3 307 ORP ENGL 0.073DIV RCHRES 3 INFLOW PKIF 4
END EXT SOURCES

SCHEMATIC
<-Volume-> <--Area--> <-Volume-> <ML#> *** <sb>

```

<Name>	x	<-factor->	<Name>	x	***	x x
PERLND	302	15	RCHRES	3	2	
PERLND	303	2	RCHRES	3	2	
PERLND	601	4	RCHRES	6	2	
PERLND	602	445	RCHRES	6	2	
PERLND	603	2	RCHRES	6	2	
PERLND	501		RCHRES	5	2	
PERLND	502	324	RCHRES	5	2	
PERLND	503	131	RCHRES	5	2	
RCHRES	6		RCHRES	5	3	
PERLND	201	11	RCHRES	2	2	
PERLND	202	81	RCHRES	2	2	
PERLND	203	36	RCHRES	2	2	
PERLND	401	5	RCHRES	4	2	
PERLND	402	173	RCHRES	4	2	
PERLND	403	90	RCHRES	4	2	
RCHRES	5		RCHRES	4	3	
PERLND	101	34	RCHRES	1	2	
PERLND	102	12	RCHRES	1	2	
PERLND	103	9	RCHRES	1	2	
RCHRES	3		RCHRES	1	3	
RCHRES	2		RCHRES	1	3	
RCHRES	4		RCHRES	1	3	
END SCHEMATIC						
EXT TARGETS						
<-Volume->	<-Grp>	<-Member->	<-Mult-->	Tran	<-Volume->	<Member> Tsys Aggr Amd ***
<Name>	x	<Name>	x	<-factor->	strg	<Name> x <Name>gf tem strg strg***
RCHRES	1	HYDR	RO	1	1	1000AVER WDM1 101 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	HYDR	RO	1	1	1000AVER WDM1 201 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	OXRX	BOD	1	1	1000AVER WDM1 202 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK	PKST4	1	1	1000AVER WDM1 203 TN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK	PKST4	2	1	1000AVER WDM1 204 TP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	NUTRX	DNUST	1	1	1000AVER WDM1 205 NO3 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	NUTRX	DNUST	2	1	1000AVER WDM1 206 TAM 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK	PKST3	4	1	1000AVER WDM1 207 ORN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	NUTRX	DNUST	4	1	1000AVER WDM1 208 PO4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK	PKST3	5	1	1000AVER WDM1 209 ORP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK	PHYCLA	1	1	1000AVER WDM1 210 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	HTRCH	TW	1	1	1000AVER WDM1 211 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	OXRX	DOX	1	1	1000AVER WDM1 212 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	HYDR	RO	1	1	1000AVER WDM1 301 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	OXRX	BOD	1	1	1000AVER WDM1 302 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK	PKST4	1	1	1000AVER WDM1 303 TN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK	PKST4	2	1	1000AVER WDM1 304 TP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	NUTRX	DNUST	1	1	1000AVER WDM1 305 NO3 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	NUTRX	DNUST	2	1	1000AVER WDM1 306 TAM 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK	PKST3	4	1	1000AVER WDM1 307 ORN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	NUTRX	DNUST	4	1	1000AVER WDM1 308 PO4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK	PKST3	5	1	1000AVER WDM1 309 ORP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK	PHYCLA	1	1	1000AVER WDM1 310 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	HTRCH	TW	1	1	1000AVER WDM1 311 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	OXRX	DOX	1	1	1000AVER WDM1 312 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	HYDR	RO	1	1	1000AVER WDM1 401 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	OXRX	BOD	1	1	1000AVER WDM1 402 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	PLANK	PKST4	1	1	1000AVER WDM1 403 TN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	PLANK	PKST4	2	1	1000AVER WDM1 404 TP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	NUTRX	DNUST	1	1	1000AVER WDM1 405 NO3 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	NUTRX	DNUST	2	1	1000AVER WDM1 406 TAM 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	PLANK	PKST3	4	1	1000AVER WDM1 407 ORN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	NUTRX	DNUST	4	1	1000AVER WDM1 408 PO4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	PLANK	PKST3	5	1	1000AVER WDM1 409 ORP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	PLANK	PHYCLA	1	1	1000AVER WDM1 410 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	HTRCH	TW	1	1	1000AVER WDM1 411 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	4	OXRX	DOX	1	1	1000AVER WDM1 412 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	HYDR	RO	1	1	1000AVER WDM1 501 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	OXRX	BOD	1	1	1000AVER WDM1 502 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	PLANK	PKST4	1	1	1000AVER WDM1 503 TN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	PLANK	PKST4	2	1	1000AVER WDM1 504 TP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	NUTRX	DNUST	1	1	1000AVER WDM1 505 NO3 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	NUTRX	DNUST	2	1	1000AVER WDM1 506 TAM 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	PLANK	PKST3	4	1	1000AVER WDM1 507 ORN 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	NUTRX	DNUST	4	1	1000AVER WDM1 508 PO4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	PLANK	PKST3	5	1	1000AVER WDM1 509 ORP 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	PLANK	PHYCLA	1	1	1000AVER WDM1 510 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	HTRCH	TW	1	1	1000AVER WDM1 511 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	5	OXRX	DOX	1	1	1000AVER WDM1 512 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	6	HYDR	RO	1	1	1000AVER WDM1 601 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	6	OXRX	BOD	1	1	1000AVER WDM1 602 BOD 1 METR AGGR REPL

```

RCHRES 6 PLANK PKST4 1 1 1000AVER WDM1 603 TN 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST4 2 1 1000AVER WDM1 604 TP 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 NUTRX DNUST 1 1 1000AVER WDM1 605 NO3 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 NUTRX DNUST 2 1 1000AVER WDM1 606 TAM 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 4 1 1000AVER WDM1 607 ORN 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 NUTRX DNUST 4 1 1000AVER WDM1 608 PO4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PKST3 5 1 1000AVER WDM1 609 ORP 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 PLANK PHYCLA 1 1 1000AVER WDM1 610 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 HTRCH TW 1 1 1000AVER WDM1 611 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 OXRX DOX 1 1 1000AVER WDM1 612 DOX 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 POHT RCHRES INFLOW IHEAT 1
PERLND PEST POPST 1 RCHRES INFLOW IDQAL 1
PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISQAL 1 1
PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISQAL 2 1
PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISQAL 3 1
PERLND SEDMNT SOSED 1 0.05 RCHRES INFLOW ISED 1
PERLND SEDMNT SOSED 1 0.55 RCHRES INFLOW ISED 2
PERLND SEDMNT SOSED 1 0.4 RCHRES INFLOW ISED 3
PERLND PWTGAS PODOXM RCHRES INFLOW OXIF 1
***PERLND PWTGAS POHT RCHRES INFLOW IHEAT
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 SOHT RCHRES INFLOW IHEAT 1
IMPLND SOLIDS SOSLD 1 0.05 RCHRES INFLOW ISED 1
IMPLND SOLIDS SOSLD 1 0.55 RCHRES INFLOW ISED 2
IMPLND SOLIDS SOSLD 1 0.4 RCHRES INFLOW ISED 3
IMPLND IWTGAS SODOXM RCHRES INFLOW OXIF 1
***IMPLND IWTGAS SOHT RCHRES INFLOW IHEAT
  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

```

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_SEDZLJ: 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_SEDZLJ ISLOG ISDIVEX ISNEGH ISMMC ISBAL IS2TIM ISHOW ISTIMING
0 0 0 0 1 0 0 0 1 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 AUXILLARY POTENTIAL ADJUSTMENT
* OF THE MEAN MASS TRANSPORT ADVECTION FIELD
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* RSQMADJ: TRAGET 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 NONLINER 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-09 200 9 1.8 1E-16 1000 0 20 0 .0625
-----
C4 LONGTERM MASS TRANSPORT INTEGRATION ONLY SWITCHES
*
* ISLTMT: 1 FOR LONG-TERM MASS TRANSPORT ONLY (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISSSMMT: 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)
* ISLTMTS: 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 ALTIVEC ENABLED SUBROUTINES (MAC G4 ONLY)
*
C4 ISLTMT ISSMMT ISLTMTS 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      0      0      0      0      1      0      0      0      2      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
    0      1      0      0      0      0      0      0      1      1 !TURB 0
    0      0      0      1      1      0      0      0      1      1 !SAL 1
    1      4      0      1      1      0      0      0      1      1 !TEM 2
    0      1      0      1      1      0      0      0      1      1 !DYE 3
    0      0      0      1      1      0      0      0      1      1 !SFL 4
    0      0      0      1      1      0      0      0      1      1 !TOX 5
    0      0      0      1      1      0      0      0      1      1 !SED 6
    0      0      0      1      1      0      0      0      1      1 !SND 7

```

```

1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 !CWQ 8
-----
C7 TIME-RELATED INTEGER PARAMETERS
*
* NTC: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS IN RUN
* NTSPCT: 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 EFDC.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 NTSPCT NLTC NTTC NTCPP NTSTBC NTCNB NTCVB NTSMMT NFLTMT NDRYSTP
850 1440 0 0 10 4 0 0 960 1 16
-----
C8 TIME-RELATED REAL PARAMETERS
*
* TCON: 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: CONSTANT 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 FILEEFDC.LOG
* ISCF: 1 WRITE DIAGNOSTICS OF MAX THEORETICAL TIME STEP TO CFL.OUT
* GT 1 TIME STEP ONLY AT INTERVAL ISCF FOR ENTIRE RUN
* ISCFM: 1 TO MAP LOCATIONS OF MAX TIME STEPS OVER ENTIRE RUN
* DTSSFAC: DYNAMIC TIME STEPPING IF 0.0.LT.DTSSFAC.LT.1.0
*
C8 TCON TBEGIN TREF CORIOLIS ISCORV ISCCA ISCF ISCFM DTSSFAC
86400 0 86400 0 0 1 1 0 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*NCPUS, WHERE MM IS AN INTEGER AND NCPUS 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
*
C
C9 KC IC JC LC LVC ISCO NDM LDM ISMASK ISPGNS NSHMAX NSBMAX WSMH WSMB
1 18 11 73 71 1 1 71 0 0 0 0 0.03125 0.06250
-----
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 MODDXDY.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: ADJUCTMENT 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: ADJUCTMENT 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	0	1	.01	0	1	.1	.15	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)
 * ICK2COR: 0 NO CORRECTION
 * ICK2COR: 1 CORRECTION USING CK2UUC,CK2VVC,CK2UVC FOR CURVATURE
 * ICK2COR: 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	0	.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)
 * ISFAVB: SET TO 1 TO SQRT 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	ISFAVB	ICHCOUR
	.1	0	.000001	1E-08	.000001	1E-08	0	1	.002	0	2	0

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
 * ISBODYF: TO INCLUDE EXTERNAL MODE BODY FORCES FROM FBODY.INP
 * 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
 * NPSE: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSE
 * NPSE1: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSE1 FOR 2ND SERIES (NPFORT.GE.1)
 * TPCOORDS: TANGENTIAL COORDINATE ALONG BOUNDARY (NPFORT.GE.1)

C18 IPBS JPBS ISPBS NPFORS NPSE

C19 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON WEST OPEN BOUNDARIES

*
 * IPBW: SEE CARD 18
 * JPBW:
 * ISPBW:
 * NPFORW:
 * NPSEW:
 * TPCOORDW:


```

*
C19 IPBW  JPBW  ISPBW  NPFORW  NPSEBW
-----
C20 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON EAST OPEN BOUNDARIES
*
* IPBE: SEE CARD 18
* JPBE:
* ISPBE:
* NPFORE:
* NPSEBE:
* TPCOORDE:
*
C20 IPBE  JPBE  ISPBE  NPFORE  NPSEBE
-----
C21 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON NORTH OPEN BOUNDARIES
*
* IPBN: SEE CARD 18
* JPBN:
* ISPBN:
* NPFORN:
* NPSEBN:
* TPCOORDN:
*
C21 IPBN  JPBN  ISPBN  NPFORN  NPSEBN
-----
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 SEDIENT MASS BALANCE          ! JOHN & JI, 4/25/97
*
C22 NTOX  NSED  NSND  NCSER1  NCSER2  NCSER3  NCSER4  NCSER5  NCSER6  NCSER7  ISSBAL
      0      0      0      0      1      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)
* NQSIJ: 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  NQSIJ  NQJPIJ  NQSER  NQCTL  NQCTLT  NQWR  NQWRSR  ISDIQ
      0      0      0      0      5      0      4      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*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
 * 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
 * QSFACTOR: FRACTION OF TIME SERIES FLOW NQSERQ ASSIGNED TO THIS CELL

C24	IQS	JQS	QSSE	NQSMUL	NQSMFF	IQSERQ	ICSER1	ICSER2	ICSER3	ICSER4	ICSER5	ICSER6	ICSER7
QSFACTOR	!	ID											
	16	4	0.0000E+00	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5.0000E-01
! In													
	16	5	0.0000E+00	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5.0000E-01
! In													
! Out													
	3	6	0.0000E+00	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! rch2													
	12	6	0.0000E+00	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1.0000E+00
! rch3													
	14	3	0.0000E+00	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1.0000E+00

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	!	In
	0	0	0	0	!	In
	0	0	0	0	!	Out
	0	0	0	0	!	rch2
	0	0	0	0	!	rch3

C26 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT VOLUMETRIC 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

C26	SED1	SND1
!		
!		
!		
!		
!		
!		

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 IDENTIAL PORTS IN THIS CELL
 * XJET: LOCAL EAST 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 AND COMPACT ASCII OUTPUT, 4 FOR BINARY OUTPUT
 * IPJP: NUMBER OF SPATIAL PRINT/SAVE POINT IN VERTICAL
 * ISDJP: 1 WRITE DIAGNOSTIS TO JPLOG__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 M*m*m/s
 * FOR ICAL = 1 OR 2 (FOR SINGLE PORT)
 * NQSERJP: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN FLOW TIME SERIES
 * NQWRSERJP: ID NUMBER OF ASSOCIATED WITHDAWAL-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 DIFFERENCENCE 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
* JWRD: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
* KWRD: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN LAYER
* QWRE: CONSTANT VOLUME FLOW RATE FROM WITHDRAWAL TO RETURN
* NQWRSERQ: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN 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)
* ANGRMFD: ANGLE FOR HORIZONTAL FOR RETURN FLOW MOMENTUM FLUX
*
C33 IWRU JWRU KWRU IWRD JWRD KWRD QWRE NQW_RQ NQWR_U NQWR_D BQWR_U BQWR_D
ANG_D
-----
C34 TIME CONSTANT WITHDRAWAL AND RETURN CONCENTRATION RISES
*
* SAL: SALINITY RISE
* TEM: TEMPERATURE RISE
* DYE: 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 SNDW.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(SED1)

```

```

* 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
* ISEDVW: 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 ZIEGLER AND NESBIT - 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(NS)*SND(NS)**ISNDVW
*           KB: MAXIMUM NUMBER OF BED LAYERS (EXCLUDING ACTIVE LAYER)
* ISDTXBUG: 1 TO ACTIVATE SEDIMENT AND TOXICS DIAGNOSTICS
*
C36 ISEDINT ISEDBINT ISEDWC ISMUD ISNDWC ISEDVW 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
* IALTYP: 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 IALTYP 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, BEDBDN.INP AND BEDDDN.IN
*           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)
* SEDVDRD: 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(-DELT/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/SEDSN)**SEXP )
* SEDSN: (Not Used)
* SEXP: (Not Used)
* TAUD: BOUNDARY STRESS BELOW WHICH DEPOSITION TAKES PLACE ACCORDING
* TO (TAUD-TAU)/TAUD
* ISEDSOR: 1 TO CORRECT BOTTOM LAYER CONCENTRATION TO NEAR BED CONCENTRATION
*
C39 SEDO SEDBO SDEN SSG WSEDO MORPHD SEXP TAUD ISEDSOR
-----
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 CSEDRESS,CSEDTAUS,CSEDTAUB
* FUNCTION ARGUMENSTS ARE (BDENBED,IWRSP)
* 1 HWANG AND METHA - LAKE OKEECHOBEE
* 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 CSEDRESSB
* WRSP0: 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 )
* VDRRSPO: 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 WRSP0 TAUR TAUN TEXP VDRRSPO 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)
* WSND0:   CONSTANT OR REFERENCE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
*          WSND0 < 0, SETTLING VELOCITY INTERNALLY COMPUTED
* SNDN:    (Not Used)
* SEXP:    (Not Used)
* TAUD:    (Not Used)
* ISNDSOR: (Not Used)
*
C41 SNDO  SNDBO  SDEN  SSG  SNDDIA  WSND0  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
* ISBDLD: 0 BED LOAD PHI FUNCTION IS CONSTANT, SBDLDP
*          1 VAN RIJN PHI FUNCTION
*          2 MODIFIED ENGULAND-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 SEDBLBC.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 PARTIATION COEFFICIENT ON C44 - C46 BUT CONSISTENT UNITS MUST
* MUST BE USED FOR MEANINGFUL RESULTS

```

```

* DATA REQUIRED EVEN IT 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
* ITXBDUT: 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 ITXBDUT
*
* RKTOXW: FIRST ORDER WATER COL DECAY RATE FOR TOX VARIABLE IN 1/sec
* TKTOXW: REF TEMP FOR 1ST ORDER WATER COL DECAY DEG C
* RKTOXB: 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 ITXBDUT TOXINTW TOXINTB RKTOXW TKTOXW RKTOXB TRTOXB COMMENTS
-----
C44 ADDITIONAL TOXIC CONTAMINANT PARAMETERS
* DATA REQUIRED EVEN IT 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 VOLITIALIZATION RATE MULTIPLIER (0. OR 1.)
* RMOULTX: MOLECULAR WEIGHT FOR DETERMINING VOLATILIZATION RATE
* RKTOXP: 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: DIFFUSION 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 RMOULTX RKTOXP 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=PARW: WATER COLUMN PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*         EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPARW: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPARW) IF ITPARW=1
* ITPARB: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (BED)
* TOXP=PARB: SEDIMENT BED PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*         EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPARB: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPARB) IF ITPARB=1
*         1      0.8770  -0.943      0.025
C45 NTOXC NSEDN ITPARW TOXP=PARW CONPARW ITPARB TOXP=PARB CONPARB COMMENTS
-----
C45A TOXIC CONTAMINANT ORGANIC CARBON INTERACTION PARAMETERS
*
* ISTDOCW: 0 CONSTANT DOC IN WATER COLUMN OF STDOCWC (DEFAULT=0.)
*         1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING DOC IN WATER COLUMN FROM docw.inp
* ISTPOCW: 0 CONSTANT POC IN WATER COLUMN OF STPOCWC (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 FUNTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
*         FPOC IN WATER COLUMN
* ISTDOCB: 0 CONSTANT DOC IN BED OF STDOCBC (DEFAULT=0.)
*         1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING DOC IN BED FROM docb.inp
* ISTPOCB: 0 CONSTANT POC IN BED OF STPOCBC (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 FUNTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
*         FPOC IN BED

```


* STDOCWC: CONSTANT WATER COLUMN DOC (ISTDOCW=0)
 * STPOCWC: CONSTANT WATER COLUMN POC (ISTPOCW=0)
 * STDOCB: CONSTANT BED DOC (ISTDOCB=0)
 * STPOCB: CONSTANT BED POC (ISTPOCB=0)
 *

C45A ISTDOCW ISTPOCW ISTDOCB ISTPOCB STDOCWC STPOCWC 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 (ITPARW=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
 * EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
 * CONPARW: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPARW) IF ITPARW=1
 * ITPARB: CONVENTION FOLLOWS ITPARW (BED)
 * TOXP=PARO: SEDIMENT BED PARO (ITPARB=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
 * EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
 * CONPARB: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPARB) IF ITPARB=1
 * 1 0.8770 -0.943 0.025
 C45B NTOXN NOC ITPARW TOXP=PARO CONPARW ITPARB TOXP=PARO CONPARB *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)
 * FPOCSED1-NSED: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSED
 * FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SND CLASSES 1,NSND
 *

C45C NTOXN FPOCSED1 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)
 * FPOCSED1-NSED: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSED
 * FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SND CLASSES 1,NSND
 *

C45D NTOXN FPOCSED1 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 0.0 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
 * NSFERS: 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

C
C47 IBBS JBBS NTSCRW NSSERW NTSERW NDSERW NSFSEW NTXSEW NSDSEW NSNSEW

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
- * NSFSEW: WEST BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
- * NTXSEW: WEST BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
- * NSDSEW: WEST BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
- * NSNSEW: WEST BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER

C52 IBBW JBBW NTSCRW NSSERW NTSERW NDSERW NSFSEW NTXSEW NSDSEW NSNSEW

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
 * CONCENTRAIONS 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
 * CONCENTRAIONS 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
 * NTSCRE: 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
 * NSFSERE: EAST BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
 * NTXSERE: EAST BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
 * NSDSERE: 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 NTSCRE NSSERE NTSERE NDSERE NSFSERE 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
 * CONCENTRAIONS 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
 * CONCENTRAIONS 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
 * CONCENTRAIONS 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
 * CONCENTRAIONS 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
* NTSCRN: 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.
* NSDSERN: 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 NTSCRN 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
* 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
*
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 0
-----
C66B CONCENTRATION DATA ASSIMILATION
*
* ITPCDA: 0 ASSIMILATE DATA FROM TIME SERIES
* 1 ASSIMATED 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
* NPDP: NUMBER OF PARTICLE DIRIFERS
    
```

* NPDRT: TIME STEP AT WHICH PARTICLES ARE RELEASED
 * NWPD: 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<J<JLRPD2, 1<K<K<C, 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 NWPD ISLRPD ILRPD1 ILRPD2 JLRPD1 JLRPD2 MLRPDRT IPLRPD
 0 0 0 12 0 3 28 9 7 12 1

 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
 * NSDUMP: 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)
 * ISDMPP: GREATER THAN 0 FOR WATER SURFACE ELEVATION DUMP
 * ISDMPU: GREATER THAN 0 FOR HORIZONTAL VELOCITY DUMP
 * ISDMPW: GREATER THAN 0 FOR VERTICAL VELOCITY DUMP
 * ISDMPT: 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 ISDMPP ISDMPU ISDMPW ISDMPT IADJDMP
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -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,SNL
 *

C71 ISSPH NPSPH ISRSPH ISPHXY
 0 1 0 3 !SAL
 0 1 0 3 !TEM
 0 1 0 3 !DYE
 1 1 0 3 !EE WC/Sediment Top Layer Flag
 0 1 0 3 !TOX
 0 1 0 3 !SED

0	1	0	3	!SND

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				
* ISRBPH: 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 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				
* Hbfdch: AVERAGING DEPTH FOR TOP PORTION OF BED (METERS)				
* TFCAVG: TIME AVERAGING INTERVAL FOR FOOD CHAIN OUTPUT (SECONDS)				
*				
C71B ISFDCH NFDCHZ Hbfdch TFCAVG				
0	0	0	0	

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				
* IPPHY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN surfplt.out and rsurfplt.out FILES				
* 1 WRITES I,J ONLY IN surfplt.out and rsurfplt.out FILES				
* 2 WRITES I,J,X,Y IN surfplt.out and rsurfplt.out FILES				
* 3 WRITES EFDC EXPLORER BINARY FORMAT FILES				
*				
C72 ISPPH NPPPH ISRPPH IPPHY				
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				
* ISECSPV: 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				
* ISRSPV: 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				
* ISECSPV IS DETERMINED FOR ALL 7 VARIABLES BY VALUE ON FIRST DATA LINE				
*				
C74 ISECSPV NPSPV ISSPV ISRSPV ISHPLTV				
0	0	0	0	0 !SAL

```

0 0 0 0 0 !ITEM
0 0 0 0 0 !DYE
0 0 0 0 0 !SFL
0 0 0 0 0 !TOX
0 0 0 0 0 !SED
0 0 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
- * ISRSPV: 1 TO ACTIVATE FOR RESIDUAL VELOCITY

*
C77 ISECVPV NPVPV ISVPV ISRSPV
0 1 0 0

C78 MORE CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING

- * ISCEVPV: SECTION NUMBER
- * NIJVPV: NUMBER IS CELLS OR I,J PAIRS IN SECTION
- * ANGVVPV: CCW POSITIVE ANGLE FROM EAST TO SECTION NORMAL
- * SEC ID: CHARACTER FORMAT SECTION TITLE

*
C78 ISECVPV NIJVPV ANGVVPV 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 ASCI INTEGER FORMAT FILES, JS3DVAR.LE.2 SEE|
- * 1 TO WRITE TO 3D ASCI 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 !2877|
- * 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.O 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 IS3DO  ISR3DO  NP3DO  KPC  NWGG  I3DMI  I3DMA  J3DMI  J3DMA  I3DRW  SELVMAX  BELVMIN
      0      0      6      1      0      1      29      1      14      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 (IS3DO 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
*
C82 ISLSHA MLLSHA NTCLSHA ISLSTR ISHTA
      0      0      2      0      0
-----
C83 HARMONIC ANALYSIS LOCATIONS AND SWITCHES
*
* ILLSHA:  1 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

```



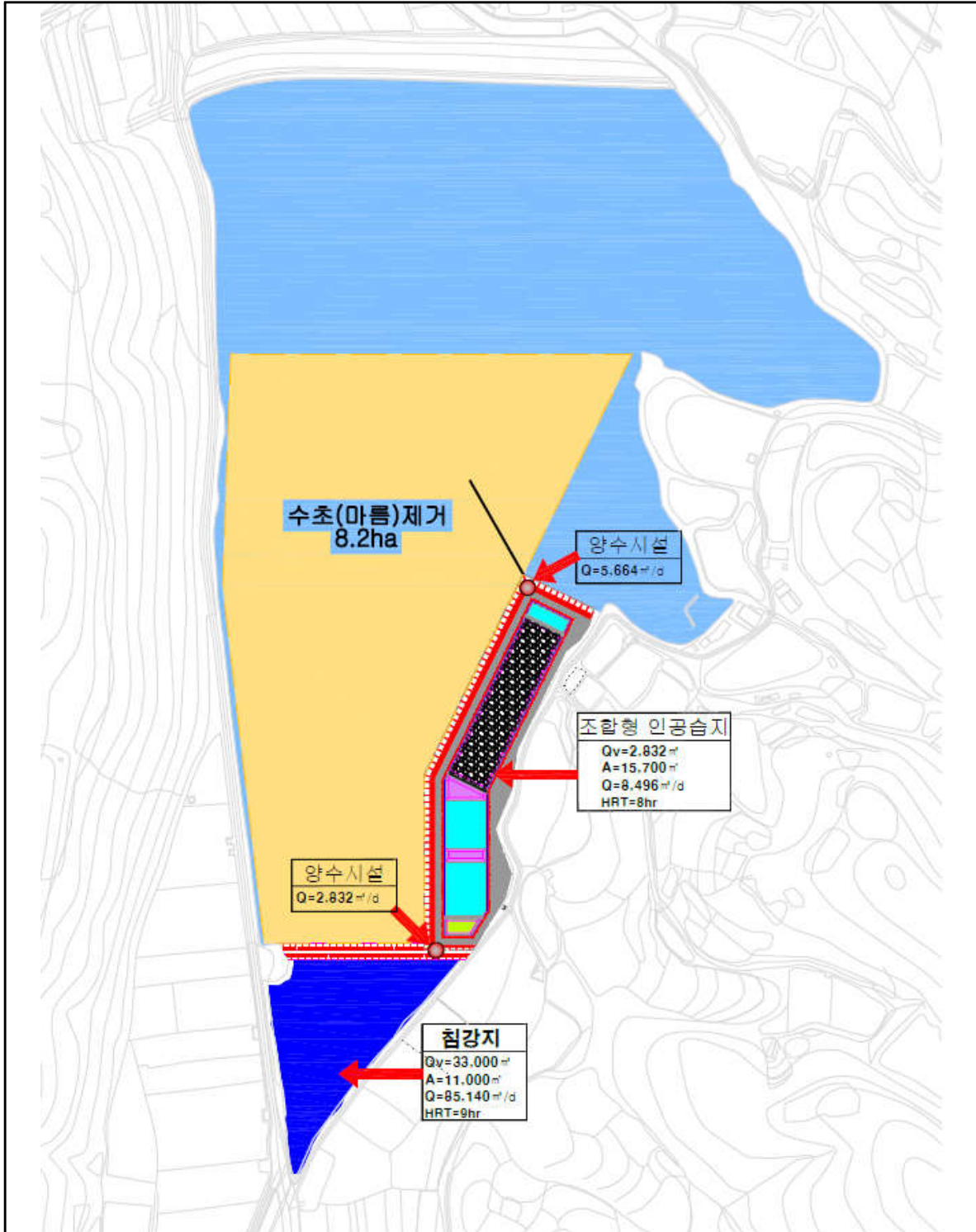
```

*
* 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
* MTSA:   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 TRANSPORT
* 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 MTSA 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
* TMVSFP: MULTIPLIER TO CONVERT SAMPLING TIMES TO SECONDS
* TAVSFP: ADDITIVE ADJUSTMENT TO SAMPLING TIME BEFORE CONVERSION TO SEC
*          200MAX 1600MAX
C88 ISVSFP MDVSFP MLVSFP TMVSFP TAVSFP
      0      0      0 3600      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

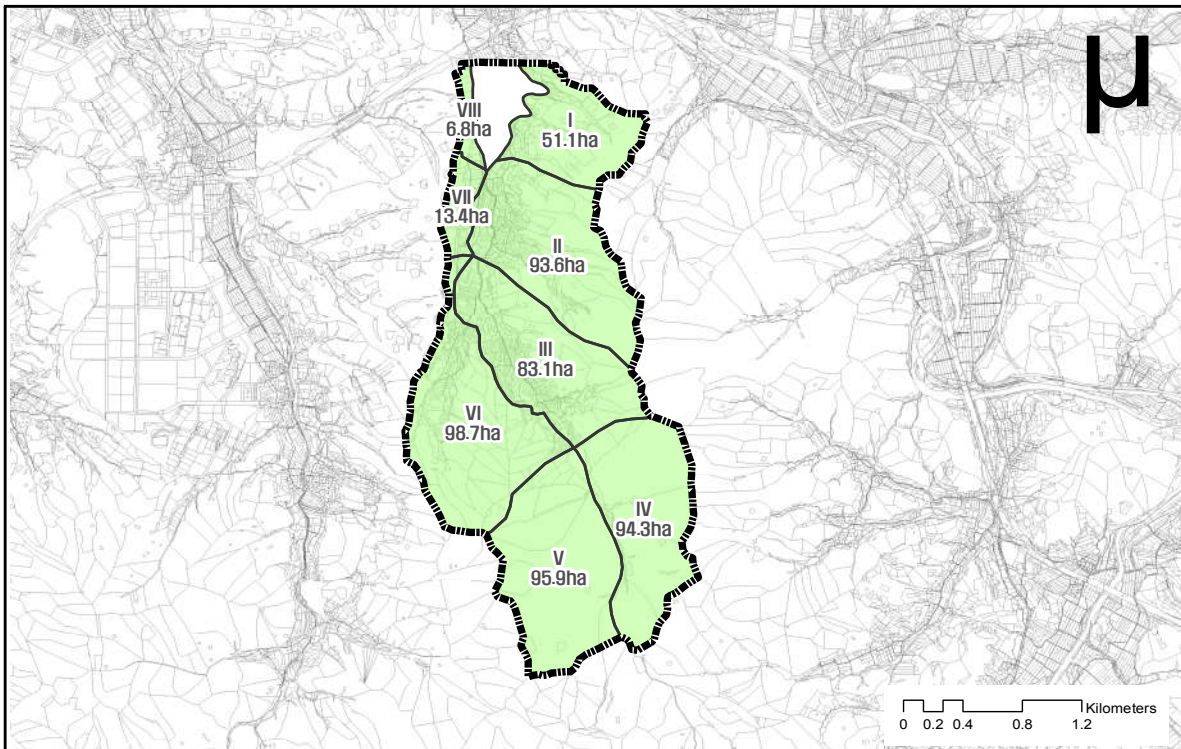
```

10. 시설별 기본계획도

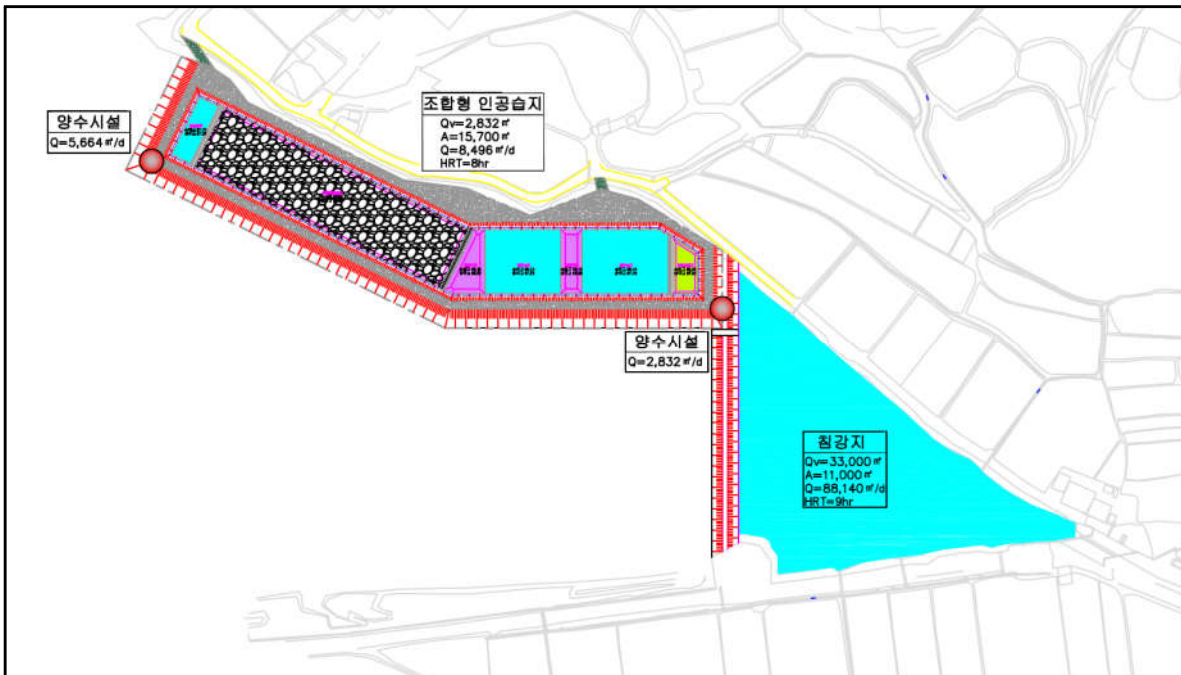
□ 종합계획도



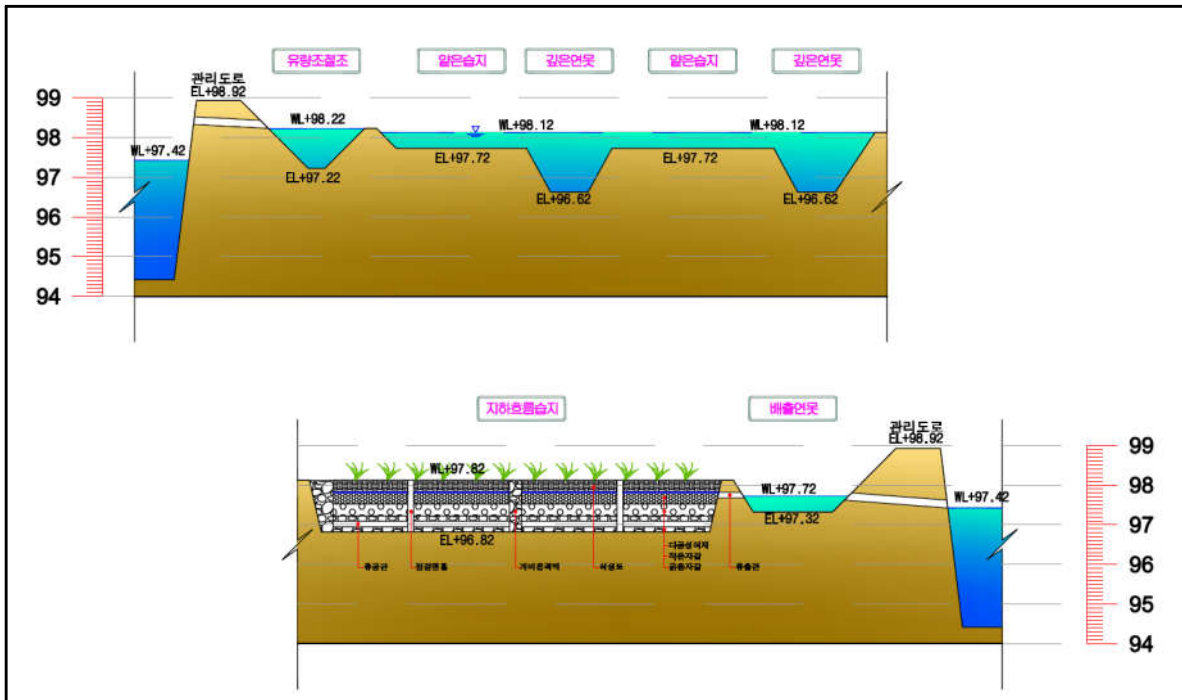
□ 우수유역도



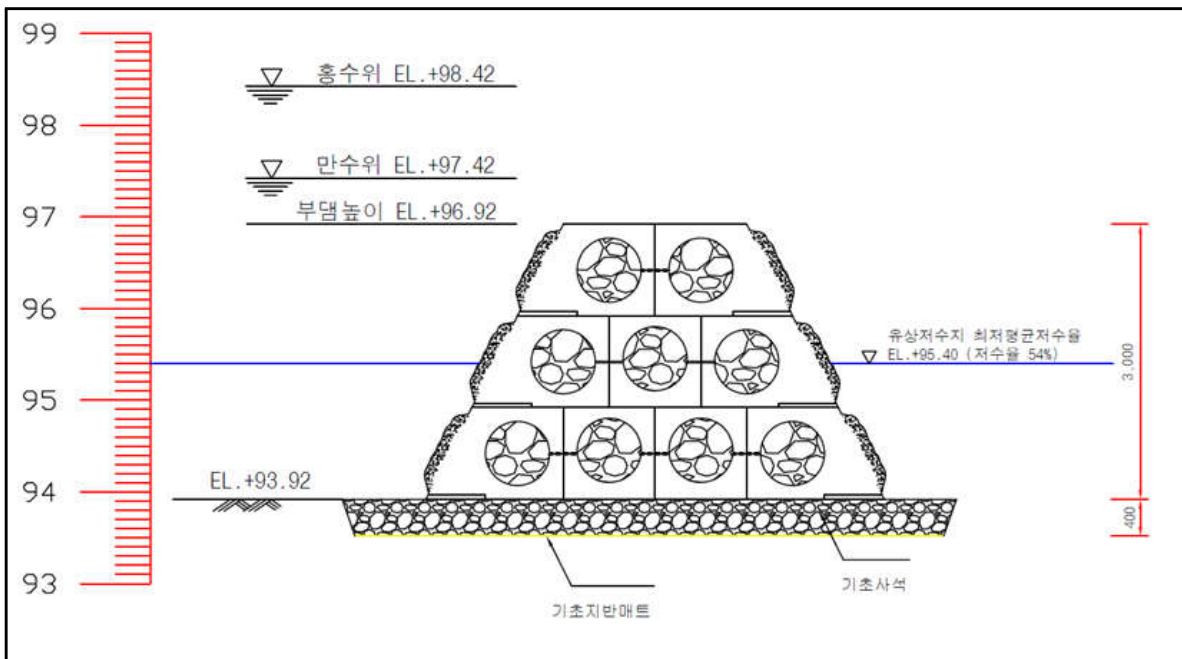
□ 조합형인공습지 상세도



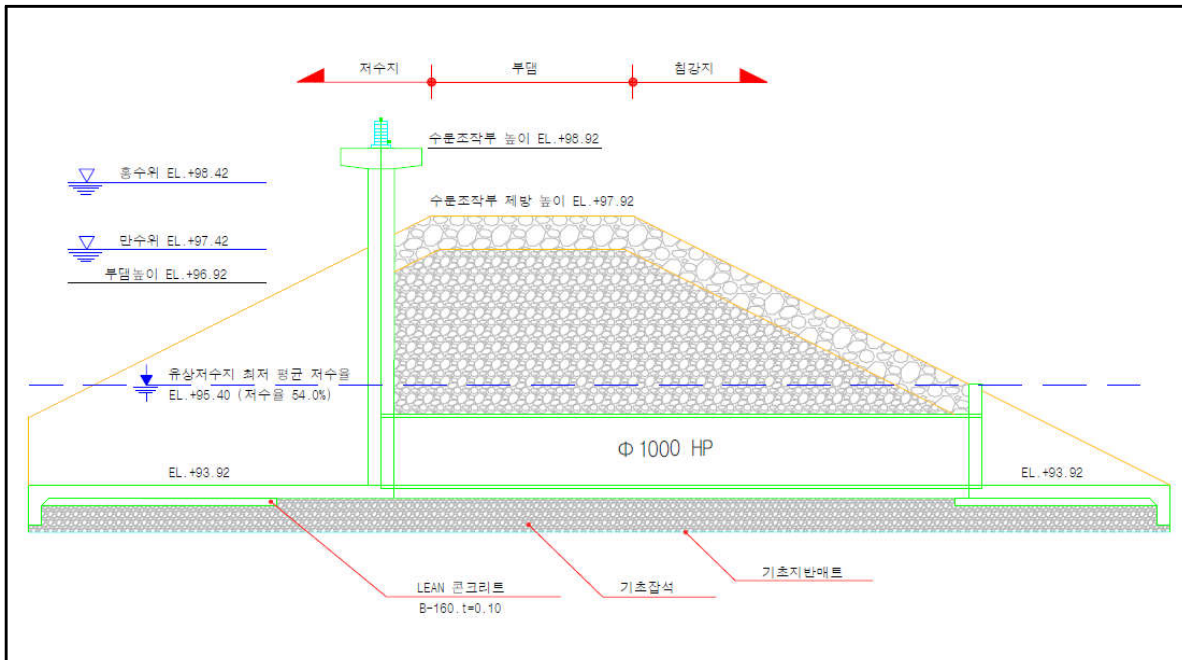
□ 조합형인공습지 수리계통도



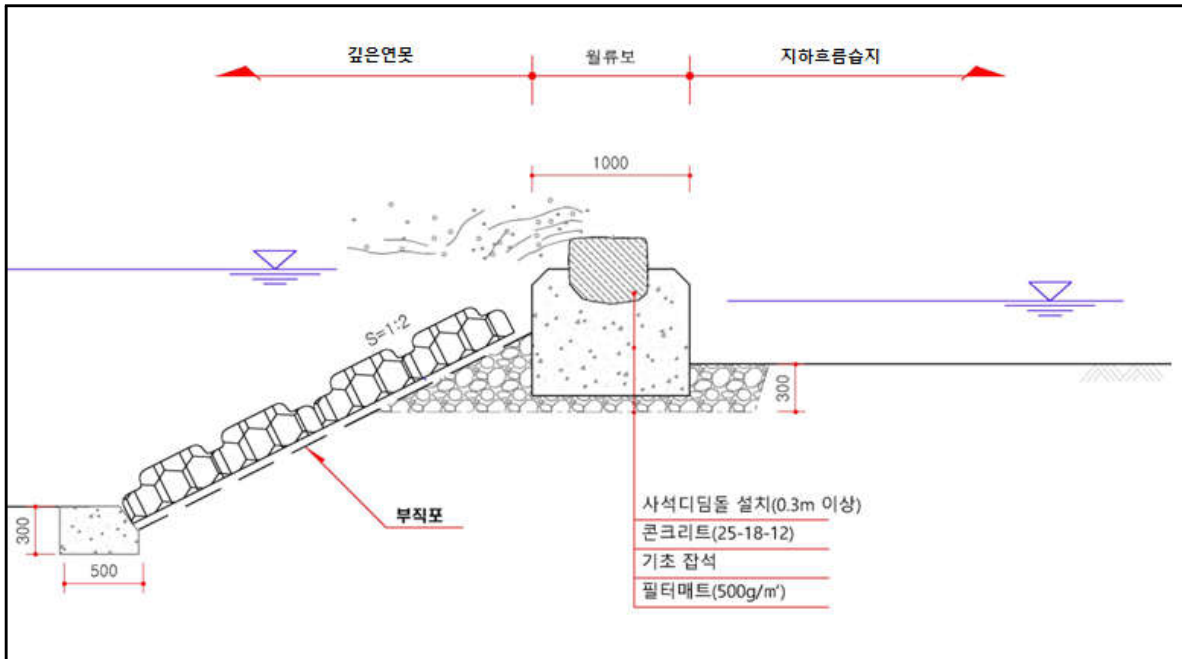
□ 침강지 부댐 상세도 (블럭형)



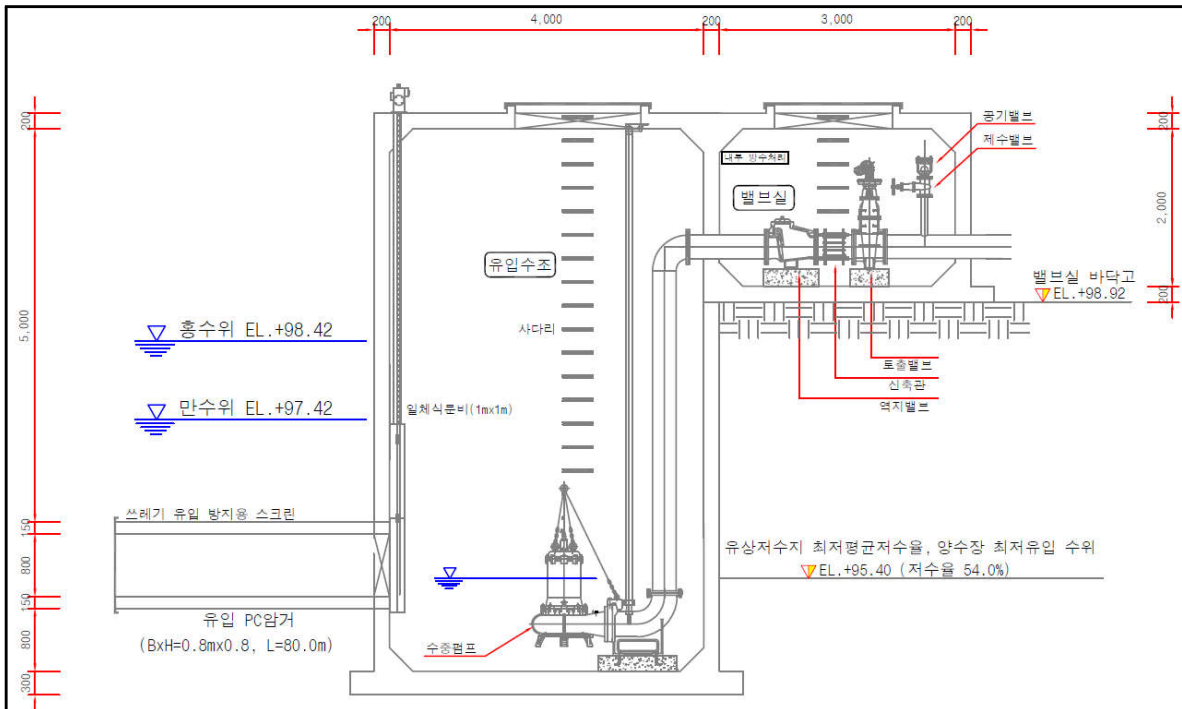
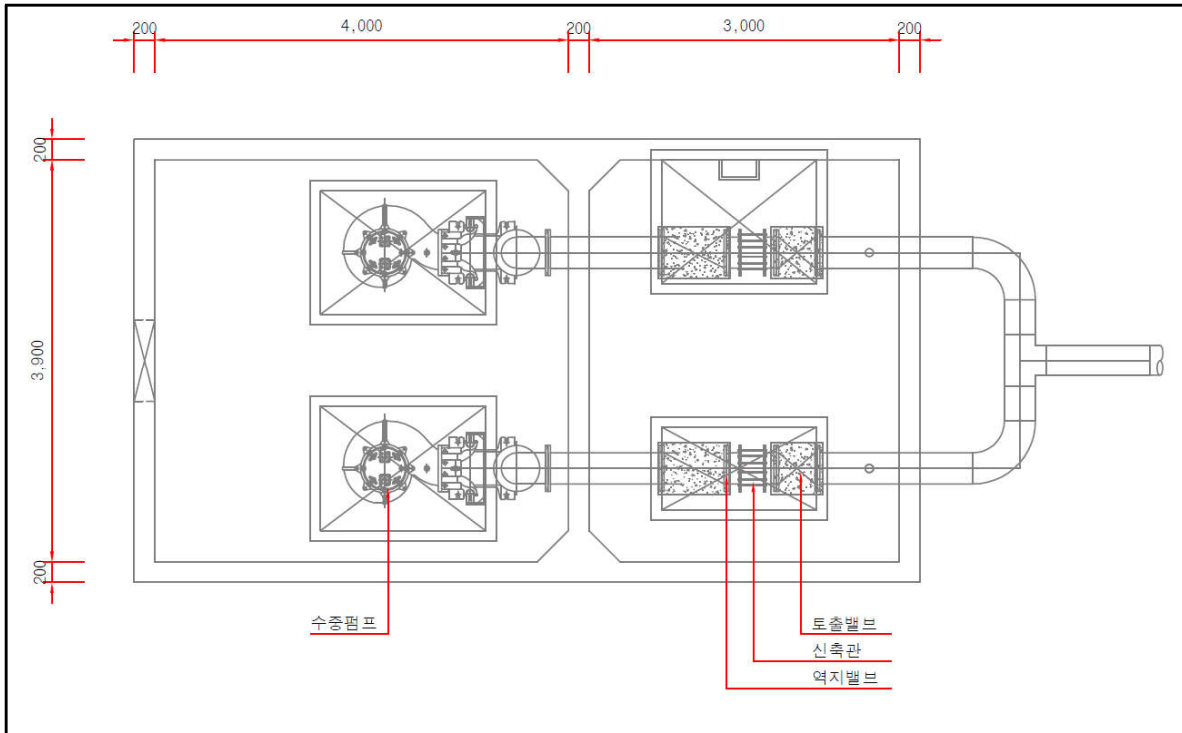
□ 침강지 부댐 상세도 (배수문 부분)



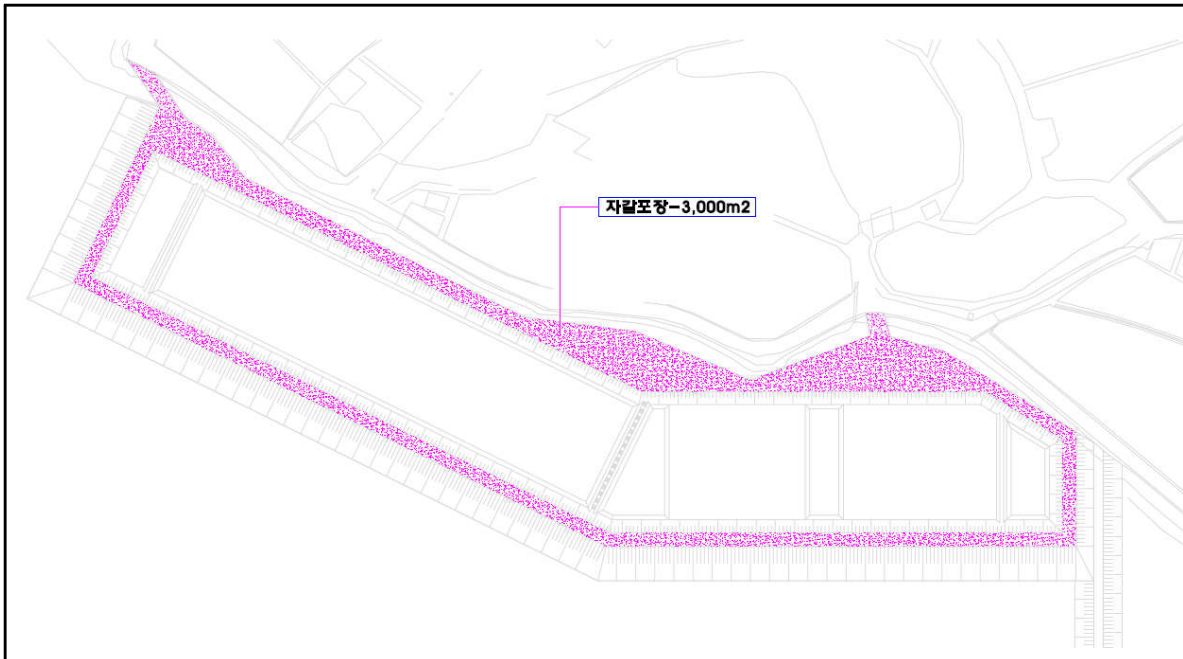
□ 월류보(사석형) 상세도

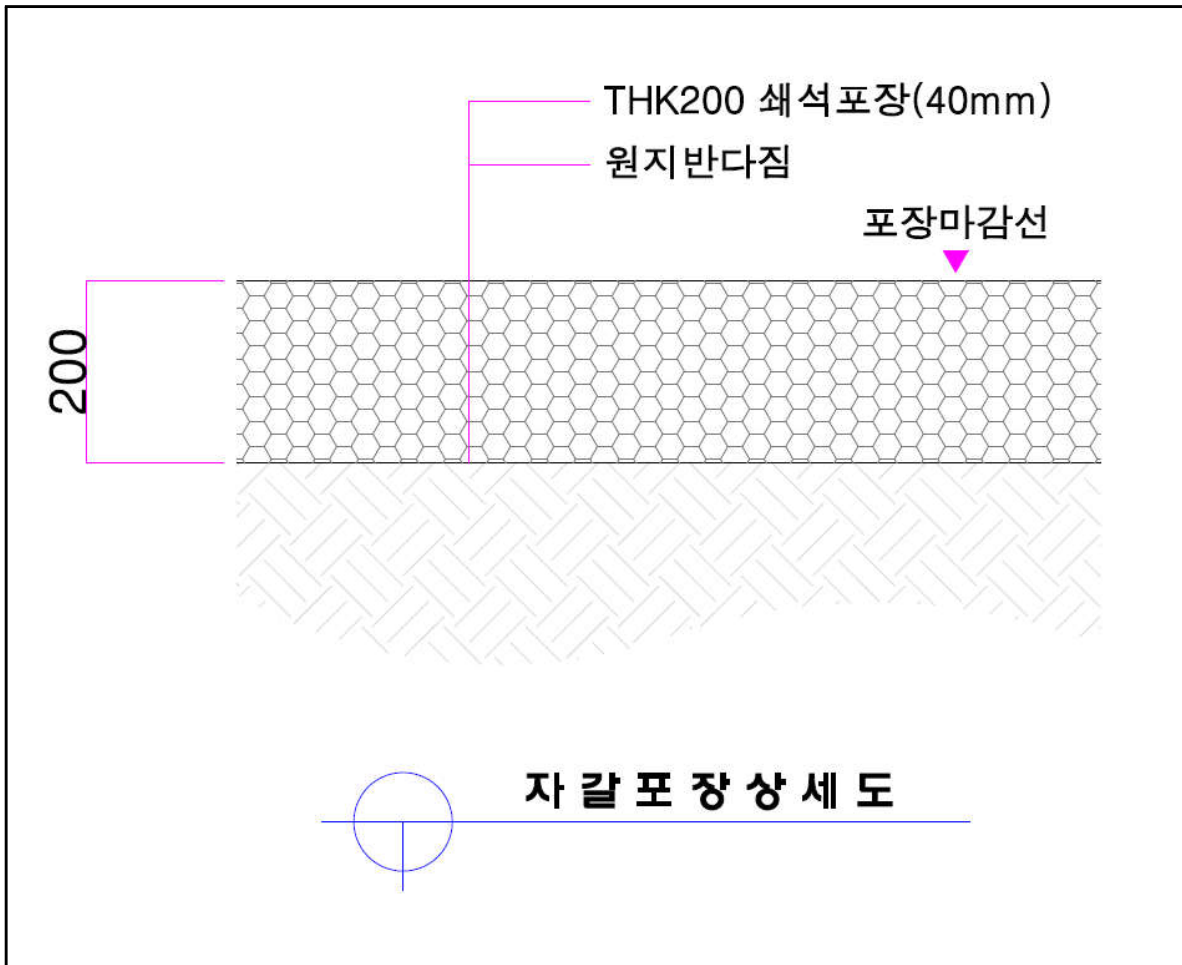


□ 양수시설 상세도

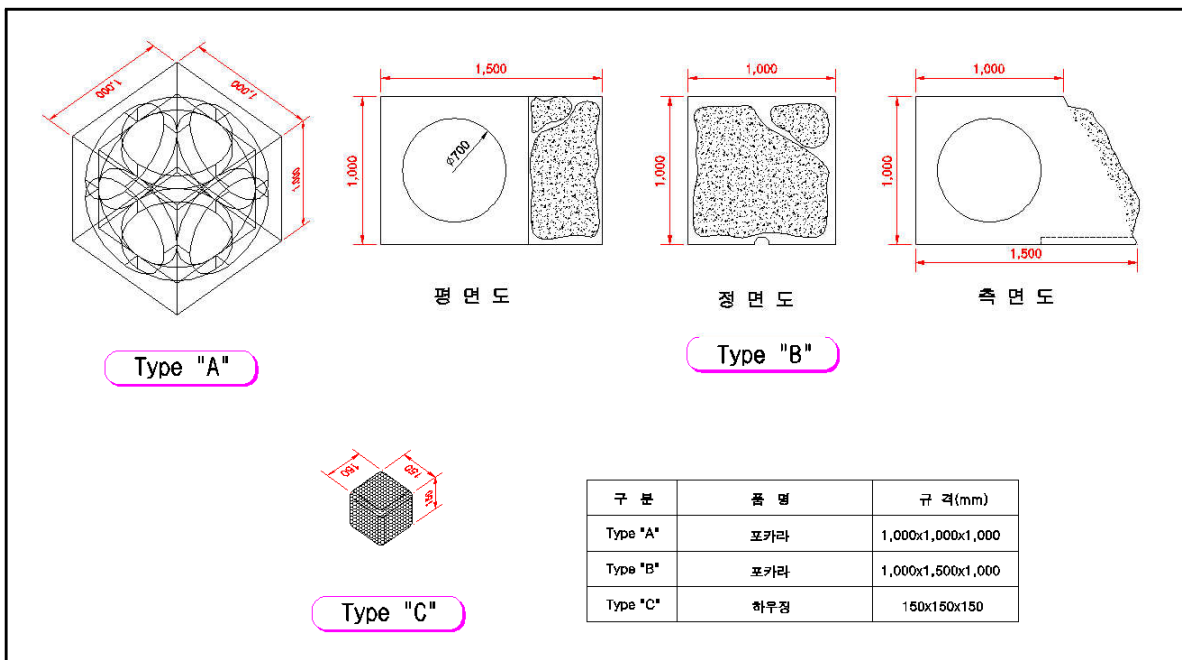


□ 관리도로 포장상세도

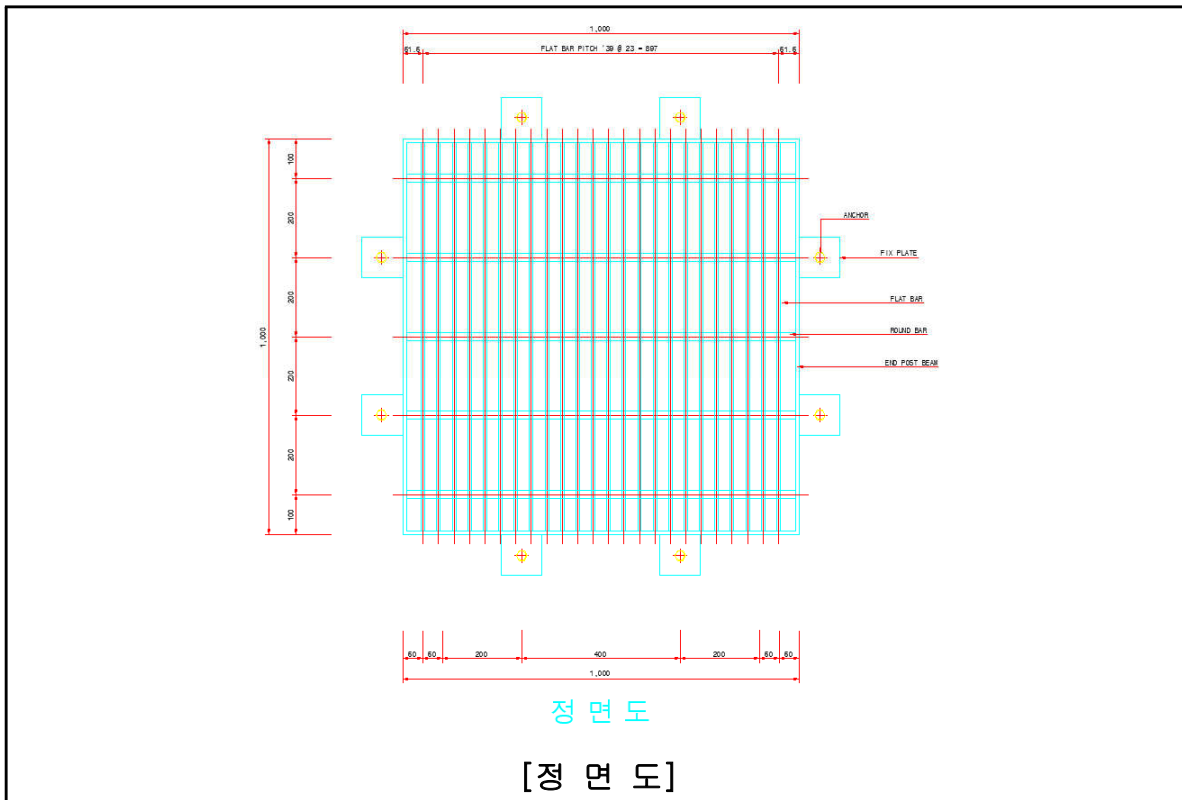
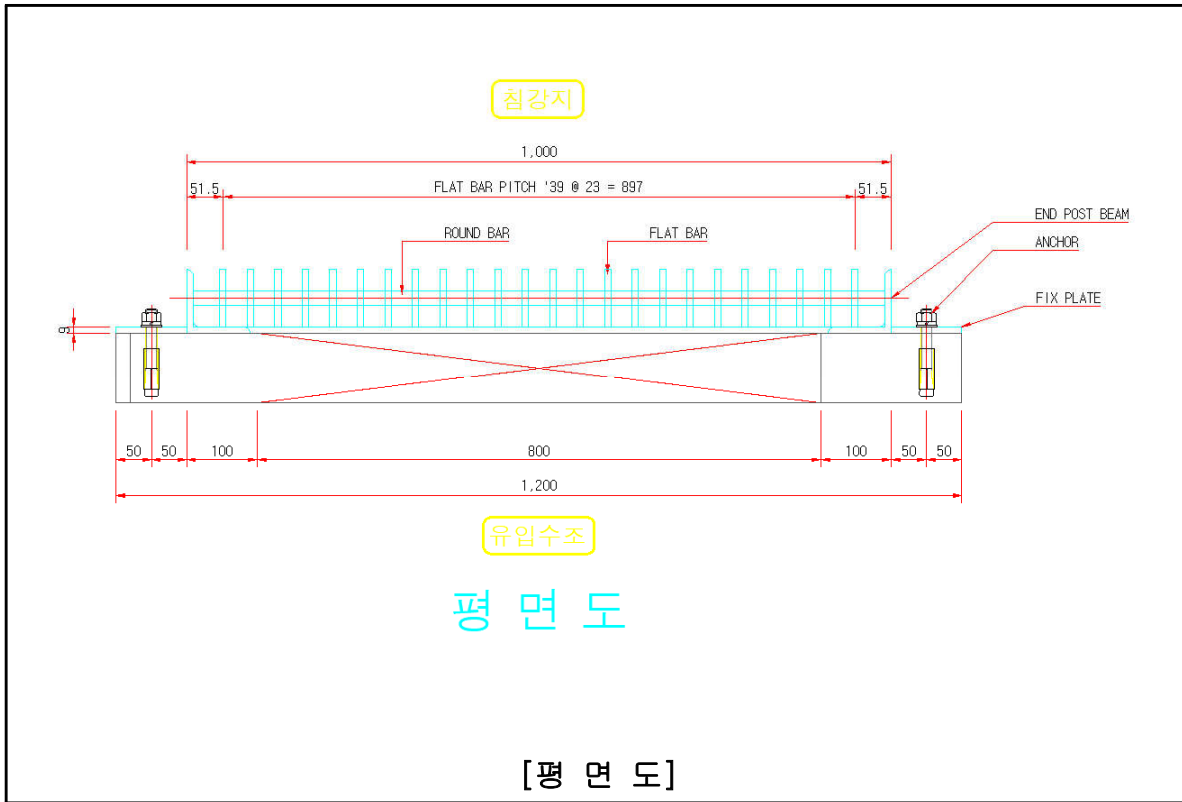


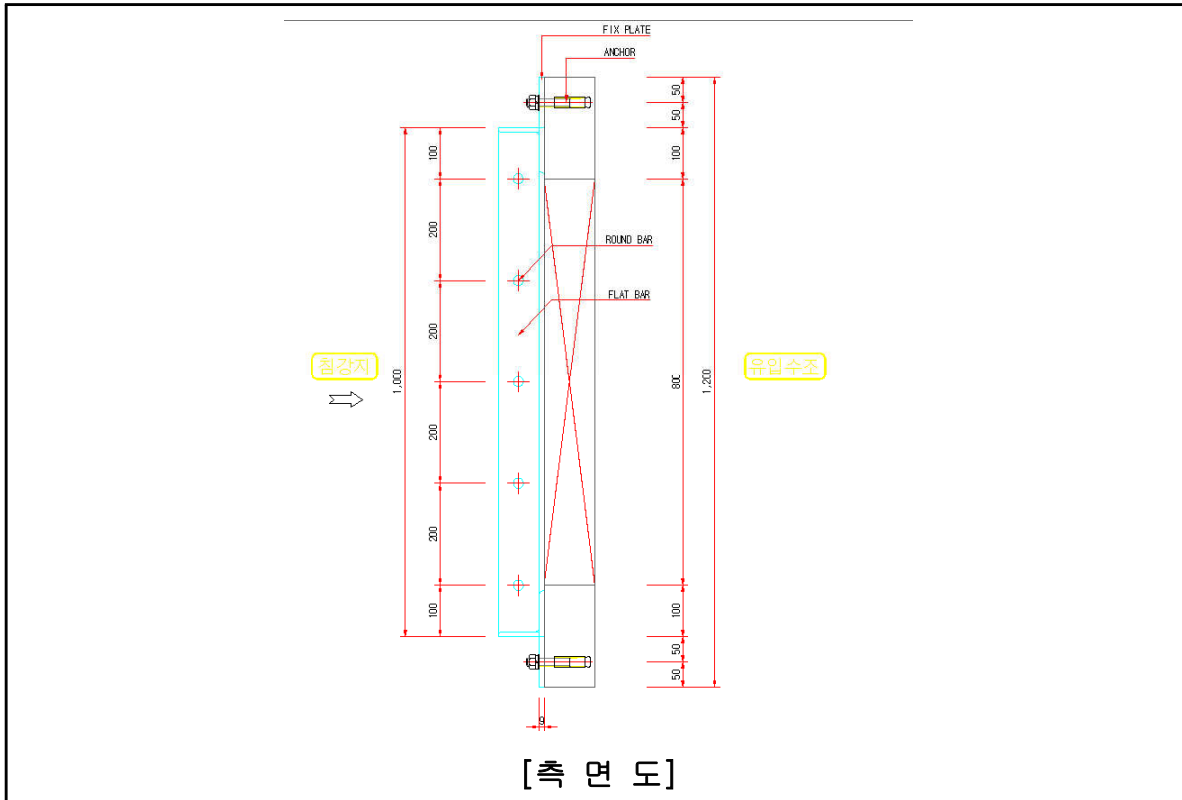


□ 콘크리트 부딤 블록 상세도



□ 양수시설 스크린 상세도

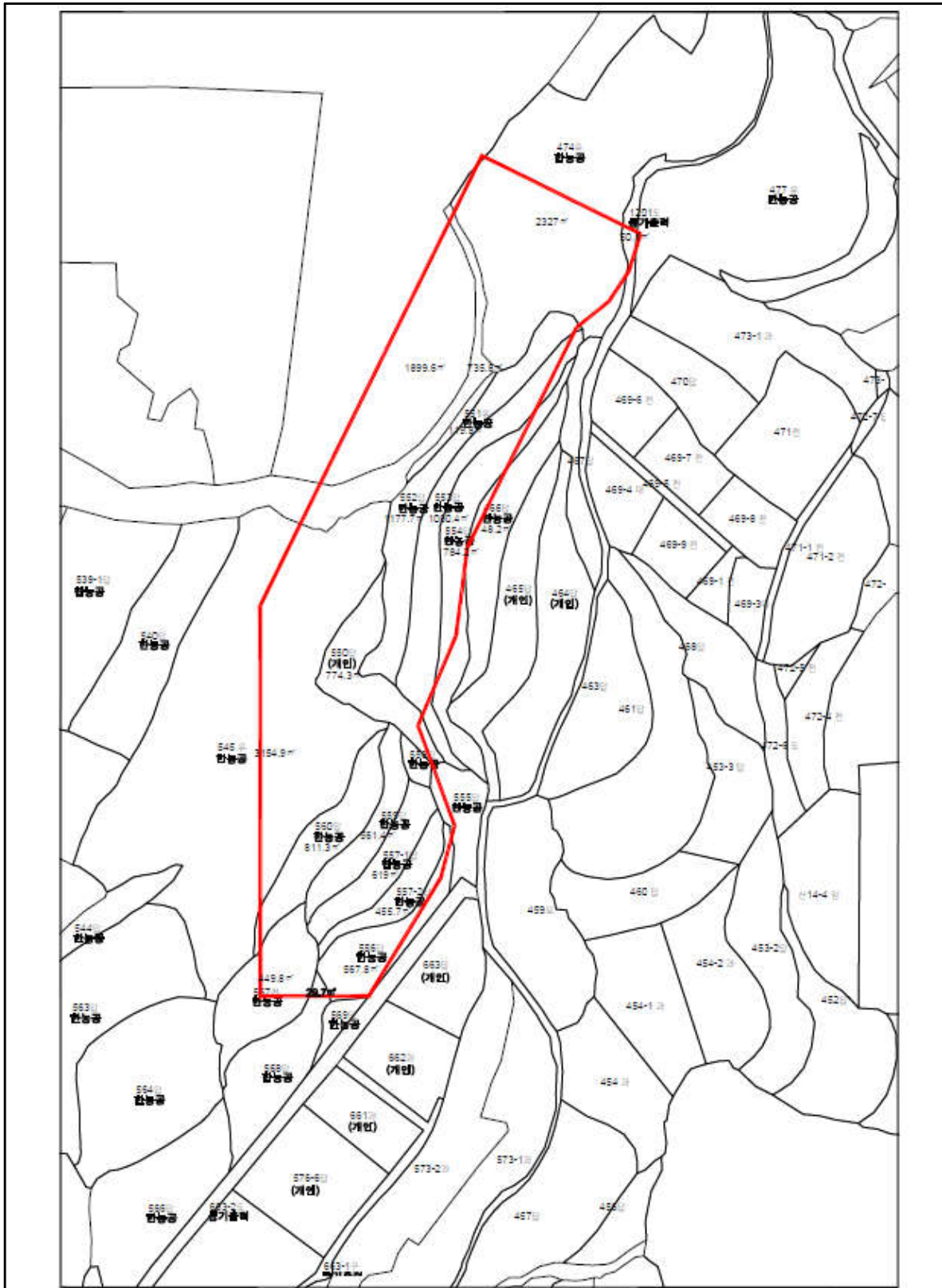




11. 시설별 편입용지도 및 조서

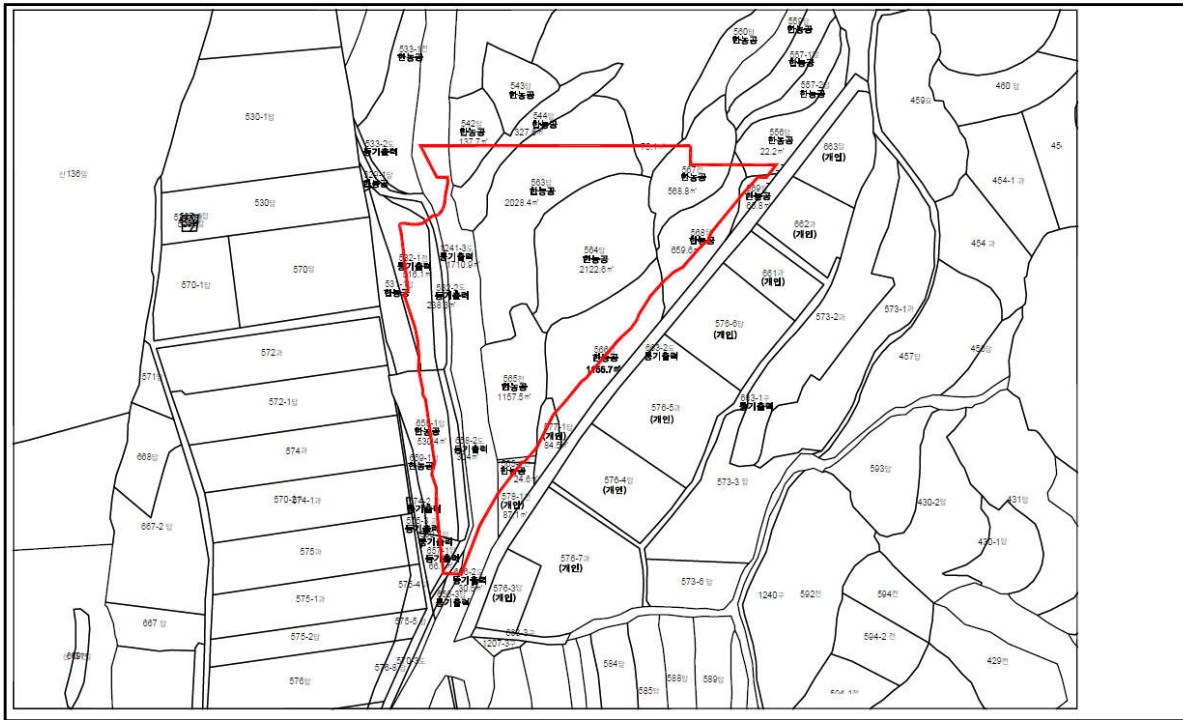
□ 조합형인공습지

토지소재지		지번	지목	면적(㎡)			용도지역	소유자
면	리			지적면적	편입면적	제외면적		
북안면	유상리	1207	구	17,695.0	730.6	16964.4	농림지역	
북안면	유상리	550	답	833.0	768.8	64.2	농림지역	개인
북안면	유상리	553	답	1,266.0	1090.6	175.4	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	554	답	1,140.0	778.6	361.4	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	555	답	486.0	59.3	426.7	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	556	답	756.0	563.8	192.2	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	557-1	답	602.0	602.0	0.0	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	557-2	답	486.0	452.5	33.5	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	558	답	112.0	104.9	7.1	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	559	답	565.0	557.4	7.6	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	560	답	843.0	805.5	37.5	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	568	답	926.0	29.5	896.5	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	552	답	1,164.0	1164.0	0.0	농림지역	
북안면	유상리	466	답	919.0	47.9	871.1	농림지역	
북안면	유상리	1201	도	1,216.0	49.7	1166.3	농림지역	
북안면	유상리	545	유	8,370.0	3132.5	5237.5	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	474	유	6,608.0	2310.5	4297.5	농림지역	
북안면	유상리	518-1	유	123,435.0	1886.3	121548.7	농림지역	
북안면	유상리	551	유	129.0	118.9	10.1	농림지역	
북안면	유상리	567	천	998.0	446.7	551.4	농림지역	한국농어촌공사
				168,549	15,700	152,849.1		



□ 침강지 및 부댐

토지소재시		지번	지목	면적(㎡)			용도지역	소유자
면	리			지적면적	편입면적	제외면적		
북안면	유상리	1207	구	17,695	1298.8	16396.2	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	542	답	585	127.1	457.9	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	544	답	807	302.4	504.6	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	556	답	756	20.5	735.5	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	557-1	답	602	78.0	524.0	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	563	답	2,754	1872.6	881.4	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	564	답	2,136	1959.6	176.4	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	566	답	1,612	1066.9	545.1	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	568	답	926	608.9	317.1	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	569	답	144	61.7	82.3	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	657-1	답	185	61.0	124.0	농림지역	영천시
북안면	유상리	658-1	답	1,021	490.2	530.8	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	532-2	도	298	252.7	45.3	농림지역	영천군
북안면	유상리	656-2	도	73	28.2	44.8	농림지역	영천군
북안면	유상리	658-2	도	248	248.0	0.0	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	1241-3	도	459	280.7	178.3	농림지역	건설부
북안면	유상리	545	유	8,370	69.3	8300.7	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	532-1	전	869	476.5	392.5	농림지역	영천시
북안면	유상리	565	천	1,169	1068.6	100.4	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	565-1	천	24	22.7	1.3		한국농어촌공사
북안면	유상리	567	천	998	525.1	472.9	농림지역	한국농어촌공사
북안면	유상리	578-1	천	290	80.5	209.6		한국농어촌공사
				42,021	11,000	31,021.1		



12. 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과

농업용수 수질개선사업 전략 및 소규모환경영향평가 협의내용 반영 결과 통보서 (유상·고려·금정·업성지구)

2018. 03



협의내용 반영 결과 통보서

1. 사업개요

- 가. 계획명 : 유상·고려·금정·업성지구 농업용수 수질개선사업
- 나. 사업장 위치
 - 유상지구 : 경북 영천시 북안면 유상리 일원
 - 고려지구 : 인천광역시 강화군 내가면 고천리 일원
 - 금정지구 : 충북 음성군 생극면 관성리 일원
 - 업성지구 : 충남 천안시 서북구 업성동 일원
- 다. 사업시행자(전화번호) : 한국농어촌공사(061-338-5837)
- 라. 착공예정일(준공예정일) : 2018년 월(착공 후 3년 ~ 4년 이내)
- 마. 승인기관명 : 농림축산식품부

2. 사업계획등 (승인)내용

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고																																																					
		시행주체	시행방법	시행시기																																																							
사업개요	<p style="text-align: center;">〈 사업개요 〉</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>구분</th> <th>유상지구</th> <th>고려지구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>경북 영천시 북인면 유상리 일원</td> <td>인천광역시 강화군 내기면 고원리 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>26,700㎡</td> <td>56,399㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 1지, 식생마름게거 1식</td> <td>인공습지 2지, 침강지 1지</td> </tr> <tr> <th>구분</th> <th>균형지구</th> <th>업정지구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>충북 음성군 생극면 관성리 일원</td> <td>충남 천안시 서북구 업정동 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>47,382㎡</td> <td>27,313㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 2지, 기존습지 정비 1지</td> <td>식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생마름게거 1식</td> </tr> <tr> <td>계획수립기간/승인일자</td> <td colspan="2">농림축산식품부/해당 시·도지사</td> </tr> </table>	구분	유상지구	고려지구	위치	경북 영천시 북인면 유상리 일원	인천광역시 강화군 내기면 고원리 일원	사업면적	26,700㎡	56,399㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생마름게거 1식	인공습지 2지, 침강지 1지	구분	균형지구	업정지구	위치	충북 음성군 생극면 관성리 일원	충남 천안시 서북구 업정동 일원	사업면적	47,382㎡	27,313㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 기존습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생마름게거 1식	계획수립기간/승인일자	농림축산식품부/해당 시·도지사		한국농어촌 공사	<p style="text-align: center;">〈 사업개요 〉</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>구분</th> <th>유상지구</th> <th>고려지구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>경북 영천시 북인면 유상리 일원</td> <td>인천광역시 강화군 내기면 고원리 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>26,700㎡</td> <td>56,399㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 1지, 식생마름게거 1식</td> <td>인공습지 2지, 침강지 1지</td> </tr> <tr> <th>구분</th> <th>균형지구</th> <th>업정지구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>충북 음성군 생극면 관성리 일원</td> <td>충남 천안시 서북구 업정동 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>47,382㎡</td> <td>27,313㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 2지, 기존습지 정비 1지</td> <td>식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생마름게거 1식</td> </tr> <tr> <td>계획수립기간/승인일자</td> <td colspan="2">농림축산식품부/해당 시·도지사</td> </tr> </table>	구분	유상지구	고려지구	위치	경북 영천시 북인면 유상리 일원	인천광역시 강화군 내기면 고원리 일원	사업면적	26,700㎡	56,399㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생마름게거 1식	인공습지 2지, 침강지 1지	구분	균형지구	업정지구	위치	충북 음성군 생극면 관성리 일원	충남 천안시 서북구 업정동 일원	사업면적	47,382㎡	27,313㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 기존습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생마름게거 1식	계획수립기간/승인일자	농림축산식품부/해당 시·도지사			
		구분	유상지구	고려지구																																																							
위치	경북 영천시 북인면 유상리 일원	인천광역시 강화군 내기면 고원리 일원																																																									
사업면적	26,700㎡	56,399㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생마름게거 1식	인공습지 2지, 침강지 1지																																																									
구분	균형지구	업정지구																																																									
위치	충북 음성군 생극면 관성리 일원	충남 천안시 서북구 업정동 일원																																																									
사업면적	47,382㎡	27,313㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 기존습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생마름게거 1식																																																									
계획수립기간/승인일자	농림축산식품부/해당 시·도지사																																																										
구분	유상지구	고려지구																																																									
위치	경북 영천시 북인면 유상리 일원	인천광역시 강화군 내기면 고원리 일원																																																									
사업면적	26,700㎡	56,399㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생마름게거 1식	인공습지 2지, 침강지 1지																																																									
구분	균형지구	업정지구																																																									
위치	충북 음성군 생극면 관성리 일원	충남 천안시 서북구 업정동 일원																																																									
사업면적	47,382㎡	27,313㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 기존습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생마름게거 1식																																																									
계획수립기간/승인일자	농림축산식품부/해당 시·도지사																																																										
I. 총괄	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동 사업은 농업용저수지 수질 개선을 위해 수질정화시설(침강지, 인공습지 등)을 조성하는 사업으로 광역수에 제시된 환경영향 저감방안과 아래의 항목별 의견을 사업계획에 적정 반영하여야 함 ○ 사업시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우에는 해당 지역주민 및 이해관계자의 의견을 들어 적절한 피해방지 및 민원대책을 강구하여야 함 ○ 저수지 수질개선 사업은 상류역 오염원 관리대책이 수반되어야 하며, 인공습지 설치시계의 문제점을 보완하여 수질개선 효과가 장기적이고 지속적으로 유지될 수 있도록 유지관리 방안을 수립·이행하여야 함 	한국농어촌 공사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 사업은 농업용저수지 수질개선을 위해 수질정화시설(침강지, 인공습지, 식생제거 등)을 조성하는 사업으로 광역수에 제시된 환경영향 저감방안과 협의의견을 사업계획에 적정 반영하여 시행하였음 ○ 사업시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우에는 해당 지역주민 및 이해관계자의 의견을 들어 적절한 피해방지 및 민원대책을 강구 시행하였음 ○ 본 사업은 수질정화시설(침강지, 인공습지 등)의 수질개선 효과가 장기적이고, 지속적으로 유지될 수 있도록 유지관리방안을 수립하여 시행하였음 	공사시 운영시																																																							

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고
		시행주체	시행방법	시행시기		
II. 항목별 검토의견	<p>가. 수질</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 및 운영 시 수질오염 저감대책 시행 및 습지 기능유지 등으로 저수지 수질이 개선될 수 있도록 관련계획을 강구 시행하여야 함 - 수질정화 효과: 극대화될 수 있도록 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성 지역자생수종, 경관 등을 고려하여 풀, 물억새, 갈대 등을 선정하여 식재하였음 - 운영시 침강지의 퇴적물 준설, 유량 수질 퇴적물 조사 등 지속적인 모니터링을 실시하여 비점오염물질 저감을 위한 습지의 제거능을 발휘할 수 있도록 유지관리계획 마련 시행 - 용수로 비과 퇴적토 준설 등 추가적인 수질개선 방안(농수로 수질 측정 및 수질오염원 파악 등 포함) 마련 <p>나. 동 식물상</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인공구조물(침강지, 보 등)의 설치는 수체흐름 정체, 수생대개 단절 등 수환경에 영향이 최소화 되도록 구조물의 적정 위치, 규모, 형식 등을 면밀히 검토하여야 함 ○ 공사 시 어류 등 수생생물에 영향이 최소화 되도록 저감대책을 강구 시행하고, 법정보호종이 출현하는 경우에는 적절한 보호 대책(선문가 및 관계기관과 협의)을 강구 후 공사를 시행하여야 함 	한국농어촌 공사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사시 수질오염 저감대책의 이행 및 운영시 수질정화시설의 유지·관리계획에 의하여 저수지 수질이 개선될 수 있도록 하였음 - 사업지구 내 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성 지역자생수종, 경관 등을 고려하여 풀, 물억새, 갈대 등을 선정하여 식재하였음 - 사업지구는 농업용수 수질측정망 대상시설로서 물환경측정망 운영계획에 따라 연회 저수지 수질조사를 실시하고, 시설점검(월1회) 결과에 따라 퇴적물 준설 등 유지관리를 이행하며, 준공 후 4년 경과시점부터 별도의 사후모니터링 실시할 계획임 - 퇴적토 준설 등 시설물의 관리는 주기적인 시설점검 결과를 토대로 유지관리계획에 의거 시행할 계획임 ○ 인공구조물(침강지, 보 등)의 설치는 수체흐름 정체, 수생대개 단절 등 수환경에 영향을 줄 수 있으므로 구조물의 적정 위치, 규모, 형식 등을 검토하여 설계하였음 ○ 공사 시 어류 등 수생생물에 영향이 최소화되도록 저감대책을 강구 시행하고, 법정보호종이 출현하는 경우에는 적절한 보호 대책을 강구 후 공사를 시행하였음 	공사시 운영시	불입 불입	

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고
		시행주체	시행방법	시행시기		
II. 항목별 검토의견	<p><유상 고령 급정자구></p> <p>○ (인공습지) 갈수기 저수지 유입량 감소, 홍수시 고농도 비점오염물질 과다 유입 식물체 고사 등으로 정화효율이 기대치 보다 낮을 수 있으므로, 습지의 식생 성장을 위해 수삽유지와 파필 성장 식생 제거 등 철저한 유지관리가 수반되어야 함</p> <p>- 인공습지의 수질개선 효과 감소되지 않도록 유입수 수질 유입수량 체류시간 식재 식물종, 식물식재 밀도, 수심 등과 관련 유지관리 매뉴얼을 작성하고, 월별 계절별 강수량 등의 환경조건 변화에 대응 및 관리 가능하도록 유지관리 방안을 수립 이행하여야 함</p>	한국농어촌공사	<p><유상 고령 급정자구></p> <p>○ (인공습지) 갈수기 저수지 유입량 감소, 홍수시 고농도 비점오염물질 과다 유입 식물체 고사 등으로 정화효율이 기대치 보다 낮을 수 있으므로, 적정 수삽유지, 주기적인 식생 제거 등 유지관리계획을 수립하여 시행하겠음</p>	운영시	불인#1	
	<p><업성자구></p> <p>○ (식생수위) 식생수위의 수질개선 효과가 지속될 수 있도록 식생수위의 유지관리방안을 구체적으로 마련하고 수립이행하여야 함</p> <p>- 유입수 수질 유입수량 체류시간, 식재 식물종, 식물식재 밀도, 수심 등과 관련 유지관리 매뉴얼을 작성하고, 월별 계절별 강수량 등의 환경조건 변화에 대응 및 관리 가능하도록 유지 관리 방안을 수립이행하여야 함</p>		<p><업성자구></p> <p>○ (식생수위) 식생수위의 수질개선 효과가 지속될 수 있도록 유지 관리방안을 구체적으로 마련하고 이행하겠음</p>	운영시	불인#1	

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고
		시행주체	시행방법	시행시기		
III. 행정사항	<p>□ 승인기관</p> <p>○ 법 제46조제2항에 따라 사업계획에 협의내용 반영여부를 확인하고, 환경관련 사업계획 승인내용을 시행규칙 별지 제4호 서식붙임 참조에 따라 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보하여야 함</p> <p>- 협의내용별 실시계획 보고서 설계도면 예산서 등 반영서류 첨부</p> <p>- 설계보고서 등에 반영하지 못하였거나 반영할 사항이 아닌 경우 반영여부를 확인할 수 있는 서류 첨부</p>	농림축산식품부	<p>○ 법 제46조제2항에 따라 사업계획에 협의내용 반영여부를 확인하고, 환경관련 사업계획 승인내용을 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보</p> <p>- 협의내용별 본 사업의 세부설계 도면 등을 첨부함</p>	사업계획 승인일로부터 30일 이내		
	<p>○ 법 제43조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하였는지 여부를 확인하여야 하며, 해당 사업의 준공검사를 하려는 경우에는 협의 내용의 이행여부를 확인하고 그 결과를 통보하여야 함</p> <p>- 같은법 시행령 제56조 및 같은법 시행규칙 제22조 규정에 따라 협의내용의 이행여부 확인결과를 다음 해 1월31일까지 유역(지방)환경청장에게 통보하여야 함</p>	해당 시도지사 유상(경북도청) 고령(안정광역시) 금성(충북도청) 업성(충남도청)	<p>○ 법 제43조의 규정에 따라 사업자의 협의내용 이행 여부를 확인하고, 관련법에 따른 해당사항을 준수하겠음</p> <p>- 협의내용의 이행여부 확인결과를 다음해 1월 31일까지 유역(지방)환경청에 통보하겠음</p>	공사시 운영시		
	<p>○ 법 제43조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 그 이행에 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리감독하여야 함</p>	해당 시도지사 유상(경북도청) 고령(안정광역시) 금성(충북도청) 업성(충남도청)	<p>○ 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리 감독하겠음</p>	공사시		

※ 기본설계 승인기관 : 농림축산식품부, 실시설계 승인기관 : 해당 시도지사

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고
		시행주체	시행방법	시행시기		
Ⅲ 행정사항	<input type="checkbox"/> 사업 시행자 <input type="checkbox"/> 법 제46조에 따라 소규모 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 법 제49조에 협에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하여야 함	한국농어촌 공사	<input type="checkbox"/> 법 제46조에 따라 소규모 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 제49조에 협에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하였음	공사시 운영시		
	<input type="checkbox"/> 법 제47조 규정에 따라 협의절차가 완료되기 전에 대상사업에 관한 공사를 착공하여서는 아니 됨		<input type="checkbox"/> 전략 및 소규모 환경영향평가 협의완결(2018.03.15)하였으며 사업계획 승인후 공사 착공 예정임	-		
	<input type="checkbox"/> 법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지하려는 경우 승인기관 및 관할 유역(지방)환경청에 이를 통보하여야 함		<input type="checkbox"/> 법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지하려는 경우 승인기관 및 관할 유역(지방)환경청에 통보하였음	공사시 운영시		

3. 참고사항

- 생태계보전협력금 부과대상사업 통보여부
 - 유상지구 : 해당없음(사업면적 : 26,700㎡)
 - 고려지구 : 해당(사업면적 : 56,399㎡)
 - 금정지구 : 해당(사업면적 : 47,582㎡)
 - 업성지구 : 해당없음(사업면적 : 27,513㎡)

[붙임1] 수질개선시설 유지·관리 및 모니터링 계획

1. 기본방향

- 본 계획은 침강지(부담) 및 조합형 인공습지 조성, 호내 마름제거 등 수질개선사업 시행을 통하여 양질의 농업용수 공급, 저수지 내 수질개선, 쾌적한 호소생태계를 유지하는 것이 목적임
- 이에 따라, 계획시행으로 인한 운영시 환경적인 악영향이 없을 것으로 판단됨에 따라 조성되는 시설이 적정 운영되기 위한 최적 관리방안을 수립·제시 함
 - 해당 지자체와 농어촌용수의 수질기준에 적합한 수질을 유지하기 위한 「농어촌용수 수질보전을 위한 협약」을 체결할 계획임
 - 한편, 사업지구와 농경지를 연결하는 용수로 내 퇴적토 관리 등은 소정의 예산을 반영하여 관리계획을 검토·수립 중임

2. 수질개선시설 유지관리 방안

- 본 사업지구(4개지구)는 농업용수 수질측정망 대상시설로서 물환경측정망 운영계획에 따라 연4회 저수지 수질조사를 실시중임
- 또한, 주기적으로 시설관리자에 의한 시설 점검을 통하여 인공습지 및 침강지 등을 점검할 계획이며, 시설 준공 후 4년 경과시점부터는 별도의 사후모니터링을 실시할 계획임
- 사업지구 내 수질개선시설별 세부적인 유지·관리 방안은 다음과 같음

(가) 조합형 인공습지

- 사업지구의 조합형 인공습지는 양수시설로부터 유입수를 공급받아 습지식물과 미생물에 의해 오염물질을 차단, 침전, 흡착, 산화분해 등의 기작으로 오염수를 정화시키며, 호 하부에서 상부로 양수하여 조합형인공습지를 거치는 과정에서 호 전체 물순환이 일어날 수 있도록 계획되어 있음
- 식물과 미생물 활동을 이용하므로 습지식물의 활착 및 성장촉진, 고사식물과 슬러지의 제거 등과 같은 주기적인 유지관리를 실시할 계획임

① 조합형 인공습지의 유지관리

- 계획한 저감효율을 확보할 수 있도록 유량조절조, 얕은습지, 깊은연못, 지하흐름습지, 배출연못 등의 기능점검 및 관리를 실시

- 식생의 식재 후 활착 및 안정화 되는 기간에는 얇은습지 내 수위를 5~10cm이하 수준으로 유지하고 식생성장에 따라 단계적으로 수위를 높여 안정화시기에는 40cm 내외 수준으로 수위관리 실시
 - 비료 투입 및 약제 살포 등과 같은 인위적인 방법 금지
- 동절기에는 주기적으로 식생을 전지하여 제거
- 전처리 기능을 갖는 유량조절조는 주기적으로 협잡물과 침전물을 제거해 주도록 하여 침전효율을 유지할 수 있도록 계획함
- 침전물질·협잡물로 인해 습지 내 처리용량이 크게 감소되거나 물흐름 등의 방해가 발생할 경우 신속히 제거하도록 계획함
 - 준설한 슬러지는 「폐기물관리법」에 적합토록 처리·처분
- 정기적으로 시설을 점검하며, 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검하는 것으로 계획함
- 주기적으로 각 구성요소별(유량조절조, 얇은습지, 깊은연못, 지하흐름습지 등) 수질 오염물질의 유입량, 유출량 및 제거율을 조사

(나) 침강지

- 침강지는 부뎀을 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

① 침강지의 유지관리

- 계획한 저감효율을 확보할 수 있도록 주기적으로 유입부, 저류부, 유출부 등의 기능점검 및 관리를 실시하며 유지관리만으로 효율이 개선되지 않을 경우 시설 개선 및 보강 검토
- 침전기능이 정상상태로 유지되고, 호 본체로 오염물질이 재유입되는 것을 방지하기 위해 퇴적물, 유입·유출부의 협잡물, 쓰레기 등을 수시로 제거하며, 퇴적물 제거는 퇴적층이 30cm 이상이 되었거나 저류공간이 70% 이내로 남을 경우 실시함

- 퇴적물 제거 시기는 저수지 수위가 낮아지는 이양기 등 침강지내 저류수를 배제할 수 있는 시기를 선택하여 실시함
- 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 금지

(다) 양수시설

- 양수시설은 유량을 안정적으로 공급하여 수질정화시설의 정화효율을 안정적으로 발휘 또는 유지시키기 위해 도입하였으며, 이 외에도 저수지 본체(하부)로부터 양수하여 정화시설을 거쳐 호 상부로 배출시킴으로써 저수지 물순환의 부수적인 효과도 기대할 수 있음
- 본 계획에서는 조합형인공습지 말단부와 침강지 내에 각각 양수시설을 설치할 계획이며, 유지보수 등의 시기를 제외하면 연중 운영을 원칙으로 함
- 사업지구의 주요 정화시설인 조합형인공습지는 취입수를 자연유하방식이 아닌 펌프에 의한 양수에 전적으로 의존하므로 양수시설에 대한 주기적인 유지관리를 통해 안정적으로 운영될 수 있도록 할 계획임

① 양수시설의 운영 및 유지관리

- 양수시설의 운영 및 관리는 시설관리자로 하며, 해당 양수장마다 시설관리담당자를 지정하여 운영 및 관리할 계획임
- 펌프장 건물은 펌프설비를 보호하고 악천후의 조건에서도 확실한 조작이 가능하도록 유지관리 할 계획이며, 특히 비가 새거나 환기가 나쁘면 펌프와 전기설비를 고장 시키기도 하고 내구성에 악영향을 미치기 때문에 문제가 발생하지 않도록 주기적인 점검을 실시할 계획임
- 펌프장 본체로부터 내수가 침출하지 않도록 수밀성을 확보하며, 부동침하와 지진 등으로 침하·변형과, 콘크리트의 갈라짐과 열화 발생을 점검하고 펌프기능과 수밀성에 지장이 될 우려가 있는 이상이 발견 될 경우에는 원인을 규명하고 즉시 적절한 대책을 강구하겠음

- 계획양수를 원칙으로 하며 정기, 비정기, 긴급점검 등을 실시하여 상시 기능을 유지할 계획임
- 시설관리담당자는 기기의 점검결과 정비가 필요한 경우 신속하게 정비하여 기능이 유지되도록 조치하고, 정비가 불가능한 경우 수리, 변경 및 이설이나 사용일시정지나 제한 등의 조치를 할 계획임
- 기기의 운전 및 개폐시 안전수칙을 준수하여 재해가 발생하지 않도록 계획함
- 운전 중 심한 낙뢰가 칠 때나 운전 종료로 전기를 사용하지 않을 때는 전원을 차단하여 안전사고가 발생하지 않도록 계획함
- 양수시설 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리할 계획임
- 안전난간, 맨홀덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리할 계획임

(라) 식생수로

- 본 계획지구의 식생수로는 양수시설로부터 유입수를 공급받아 습지식물과 미생물에 의해 오염물질을 차단, 침전, 흡착, 산화분해 등의 기작으로 오염수를 정화시키며, 역구배를 주어 호 하부에서 상부방향으로 흐름이 일어나 운영과정에서 호 전체 물순환이 일어날 수 있도록 계획되어 있음
- 식물과 미생물 활동을 이용하므로 습지식물의 활착 및 성장촉진, 고사식물과 슬러지의 제거 등과 같은 주기적인 유지관리가 수반되어야 함

① 식생수로 유지관리

- 계획된 저감효율을 확보할 수 있도록 유입부, 저류부, 여과부 및 유출부 등의 기능 점검 및 관리가 중요하며 유지관리만으로 효율이 개선되지 않을 경우 시설 개선 및 보강을 고려함
- 식생의 식재 후 활착 및 안정화 되는 기간에는 수로 내 수위를 적정 수준 이하로 유지하고 식생성장에 따라 단계적으로 수위를 높여 안정화시기에는 수위관리 실시 - 비료 투입 및 약제 살포 등과 같은 인위적인 방법 금지
- 동절기시 주기적으로 식생을 전지하여 제거하도록 하며, 7월 전후 최대생장기에 추가적으로 전지할 경우 오염물질 흡수, 제거에 유리함

- 전처리 기능을 갖는 유입부는 주기적으로 협잡물과 침전물을 제거해 주도록 하여 침전효율을 유지하고 후단부로의 월류를 방지해야 함
- 침전물질·협잡물로 인해 수로내 처리용량이 크게 감소되거나 물흐름 등의 방해가 발생하기 시작하면 제거하도록 함
 - 준설한 슬러지는 「폐기물관리법」에 적합토록 처리·처분하여야 함
- 접촉산화시설은 여재의 막힘, 슬러지 퇴적상황 등을 점검하여 주기적으로 역세척, 슬러지 제거작업을 수행함
- 정기적으로 시설을 점검하되, 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검하여야 함
- 주기적으로 각 구성요소별(유량조절및침전조, 식생수로부, 접촉산화부) 수질오염물질의 유입량, 유출량 및 제거율을 조사하여야 함

(2) 모니터링 계획

- 사업지구는 농업용수 수질측정망 대상 시설로서 연 4회 저수지 수질조사를 실시하고 있으며, 이 외에도 매월1회 시설관리자에 의한 시설 점검과 준공 후 4년 시점부터는 별도의 효과검증을 위한 사후모니터링을 실시할 계획임
- 또한, 모니터링을 통해 목표수질을 달성하지 못할 것으로 예상될 경우 해당원인 파악 후 시설보완, 추가설치 등을 검토할 계획임

<모니터링 계획>

구 분	시설점검	수질측정망	사후모니터링
내 용	·식생수로, 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 조사	·식생수로 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

13. 중간검토회 및 기술검토회 결과

□ 중간보고회('17.9.14) 결과

NO	자문의견	자문의견 반영결과 및 조치계획	반영 여부
1 (자문)	수문곡선, 오염물질농도 및 부하량곡선 작성 제시	수문, 오염물질농도 및 부하량곡선 작성제시함	반영
2 (자문)	강우사상에 따라 유량가중평균농도(EMC) 제시	강우사상에 따라 유량가중평균농도(EMC) 제시함	반영
3 (자문)	침강지와 연계하여 호내수 순환효과가 검토되어야 함	침강지 및 호내수 양측에서 양수하며 양수량은 총 8,496m ³ /d로 계획하여 유효저수량 대비 연 3회 이상 순환효과가 발생하는 것으로 검토됨	반영
4 (자문)	적정단가 산출을 위한 토질 및 기초지반 조사 필요	토질 및 기초지반조사 실시함	반영
5 (자문)	식생수로 길이 최소화 및 식생외에 여재 활용방법 고려	식생수로는 반영하지 않음	미반영
6 (자문)	마름의 확실한 제거를 위해 식생절취 외에 준설로 수심을 확보하는 방안 검토	마름제거는 준설과 기계식 절취방법을 병행하는 것으로 계획함	반영
7 (자문, 지사)	인공습지를 저수지 밖 논을 매수하여 설치하는 방안 검토	토지 소유자가 용지매수에 응할 의향이 없어 호내 일부 매립으로 인공습지 조성을 계획함	미반영
8 (자문)	유출수를 저수지 외곽으로 배제하는 방법 고려	유출수 외곽배제는 특정 오염발생원에 적용되는 사항이며, 이미 하천에 유입된 유출수를 선택적으로 배제하는 것은 기술적으로 곤란	미반영
9 (자문)	수질개선공법별 저감효율자료 및 사업비 내역 제시	수질개선공법별 저감효율자료 및 사업비 내역을 보고서에 제시하겠음	반영
10 (지사)	주변지역에서 토사 수급이 어려우므로 공법 선정시 고려	부담형식을 사석형에서 블록형으로 반영함	반영

□ 기술검토회('17.12.1) 결과

구분	검 토 의 건	조 치 결 과	비 고
김영철 위원 (사전 검토)	◦ 침전지(침사지)의 구조는 형태 및 장폭비를 고려하여 검토바람	▷ 일반적으로 침전지(침사지)의 형태는 장방형, (역)방사형으로 장폭비 2:1이상을 권장하나, 본 습지는 호내 및 침강지 내에서 양수하여 취수하는 형태로 이미 침전이 이루어진 물을 취수하므로 유량분배역할만을 수행하도록 계획함	반영
	◦ 습지효율평가 및 수문분석을 위하여 각 습지의 유입 및 유출부에는 유량측정장치나 유량측정이 가능한 구조로 설계바람	▷ 습지 유입부에는 유량측정장치를 계획하였으며, 주요 유출부는 유량측정이 가능한 구조 및 시설 반영함	반영
	◦ 지하흐름습지를 플러그플로우(관형) 흐름형식으로 할 경우 선단부 폐색시 후단부 흐름 단절이 우려되므로 측면 유입유출형식이 권장됨	▷ 지하흐름습지는 폐색을 최소화하기 위해 상향흐름(저층→상층)으로 하여 측면 유입방식보다 투수면적을 크게 하는 것으로 계획함	일부 반영
	◦ 습지 수위관리가 용이하도록 수위 조절이 가능한 수문 설치 권장	▷ 습지 수위관리는 월류부에 각낙판을 설치하여 10cm간격으로 수위를 조절토록하고 비상배수문을 바닥고에 설치하여 얕은습지부 완전배수가 가능토록 계획함	반영
이재천 위 원	◦ 마름준설제거 및 양수장 유도수로 공사를 위한 수위낮춤에 대한 대체용수 공급은 유지관리성격으로 수질개선 사업비에 반영하는 것은 부적절함	▷ 대체용수 공급비용은 삭제함	반영
	◦ 준설방식의 마름제거는 시공 및 준설토 처리방법(사토, 재이용 등)이 문제되므로 면밀히 검토 필요	▷ 마름준설은 인공습지 시공위치까지는 준설방식으로, 그 보다 더 안쪽(제방쪽)은 기계식 절취방식으로 계획하였으며, 준설토는 일부유용(적치장 포함) 및 사토처리로 반영함	반영
신재각 위 원	◦ 침강지, 침전지 준설 등 유지관리를 위한 부대시설 반영	▷ 습지나 침강지 내 장비진입도로, CCTV, 유량계 등 관련 부대시설을 반영하였음	반영
	◦ 양수시설 유입수조 및 유입구 규격 적정성 검토	▷ 양수장 유입구는 0.8×0.8m 규격의 유도수로(암거) 설치로 유입량을 충분히 인입할 수 있도록 계획하고 이에 적정한 수조 규격을 계획함	반영
	◦ 침강지 준설, 마름제거를 위한 준설시 준설토 유용가능여부 검토	▷ 준설토는 성토재로 사용가능한 것으로 분석되었으나, 시공용이성을 감안하여 일부는 습지 되메움(적치장 포함)으로 유용하고 일부는 사토처리 반영함	반영

위원	검 토 의 견	조 치 결 과	비 고
남귀숙 위 원	◦ 침강지 수심이 만수위 기준 2.5m 수준으로 침전효율향상 및 저수위시 습지 유입수 확보를 위해 수심 추가 확보 검토	▷ 침강지 평균수심은 2.5 → 3.0m 수준으로 높여 매뉴얼에 제시된 30mm강우 유출량을 6시간 이상 체류토록 계획함	반영
	◦ 얕은습지, 깊은습지, 지하흐름습지 각 구성요소별 형태, 유하거리 등을 고려하고 배출연못은 최소화 검토	▷ 지표흐름습지는 장폭비 및 유하거리(100m이내)를 고려하였으며, 지하흐름형 습지는 폐색방지를 위해 상향식 흐름으로 계획함 ▷ 배출연못은 면적, 수심을 최소화하여 계획함	반영
	◦ 습지 유입수량, 개선효율 평가(모니터링)를 위한 부대시설 반영	▷ 관리도로, 유량계, CCTV 등 유지관리시설을 반영하였음	반영
	◦ 사업비 산출 서식, 단가를 타지구와 통일 필요	▷ 검토의견대로 반영함	반영
정관택 위 원	◦ 개선시설의 호내 매립설치로 인해 발생하는 저수지 유효저수량 감소에 대한 대책 필요	▷ 침강지 준설 및 호내식생(마름) 제거 준설을 통해 유효저수량이 감소하지 않도록 계획함	반영
	◦ 기본조사 보고서에 환경영향평가 조치내용을 이행할 수 있도록 관련 사업비를 충분히 반영하고, 운영시 시설 유지관리 계획을 반영	▷ 환경영향평가 조치계획을 이행할 수 있도록 사업비에 반영하고 유지관리 계획을 수립함	반영
	◦ 수생식물 제거를 위한 준설(H=0.5m)은 퇴적토가 실트질로 구성되어 시공시 어려움이 있으므로 현지여건을 반영하여 사업비 검토	▷ 준설토는 성토재로 사용가능한 것으로 분석되었으나, 시공용이성을 감안하여 일부는 습지 퇴메움(적치장 포함)으로 유용하고 일부는 사토처리 반영함	반영
	◦ 양수시설 흡입수조 유입관이 400mm로 적으므로 확대 검토	▷ 당초 400mm → 0.8×0.8m로 계획함	반영
정해묵 위 원	◦ 운영시 침강지 및 침전지 준설을 위한 장비 진입도로 확보	▷ 침강지 및 침전지 준설을 위한 장비 진입도로를 계획함	반영
	◦ 개선시설의 호내 매립 설치로 인한 유효저수량 감소 방지 대책 검토	▷ 침강지 준설 및 호내식생(마름) 제거 준설을 통해 유효저수량이 감소하지 않도록 계획함	반영
	◦ 양수장 유지관리가 용이하도록 CCTV 및 전기요금 확보 요청	▷ CCTV는 계획되어 있으며, 전기요금 등 유지관리비용은 운영단계에서 최대한 확보, 지원토록 하겠음	반영
이동건 위 원	◦ 마름의 기계식 절취는 일회성으로 준설과 같은 지속성 있는 제거방법이 모색되어야 함	▷ 기계식 절취와 준설 모두 반영함	반영
	◦ 인공습지로 인한 내용적 감소와 마름 제거효과 지속성 확보를 위해 준설이 필요하며, 이에 대한 비용반영 검토	▷ 마름준설은 인공습지 시공위치까지는 준설방식으로, 더 안쪽(제방쪽)은 기계식 절취방식으로 계획하였으며, 준설토는 일부유용(적치장 포함) 및 사토처리 반영함	반영