

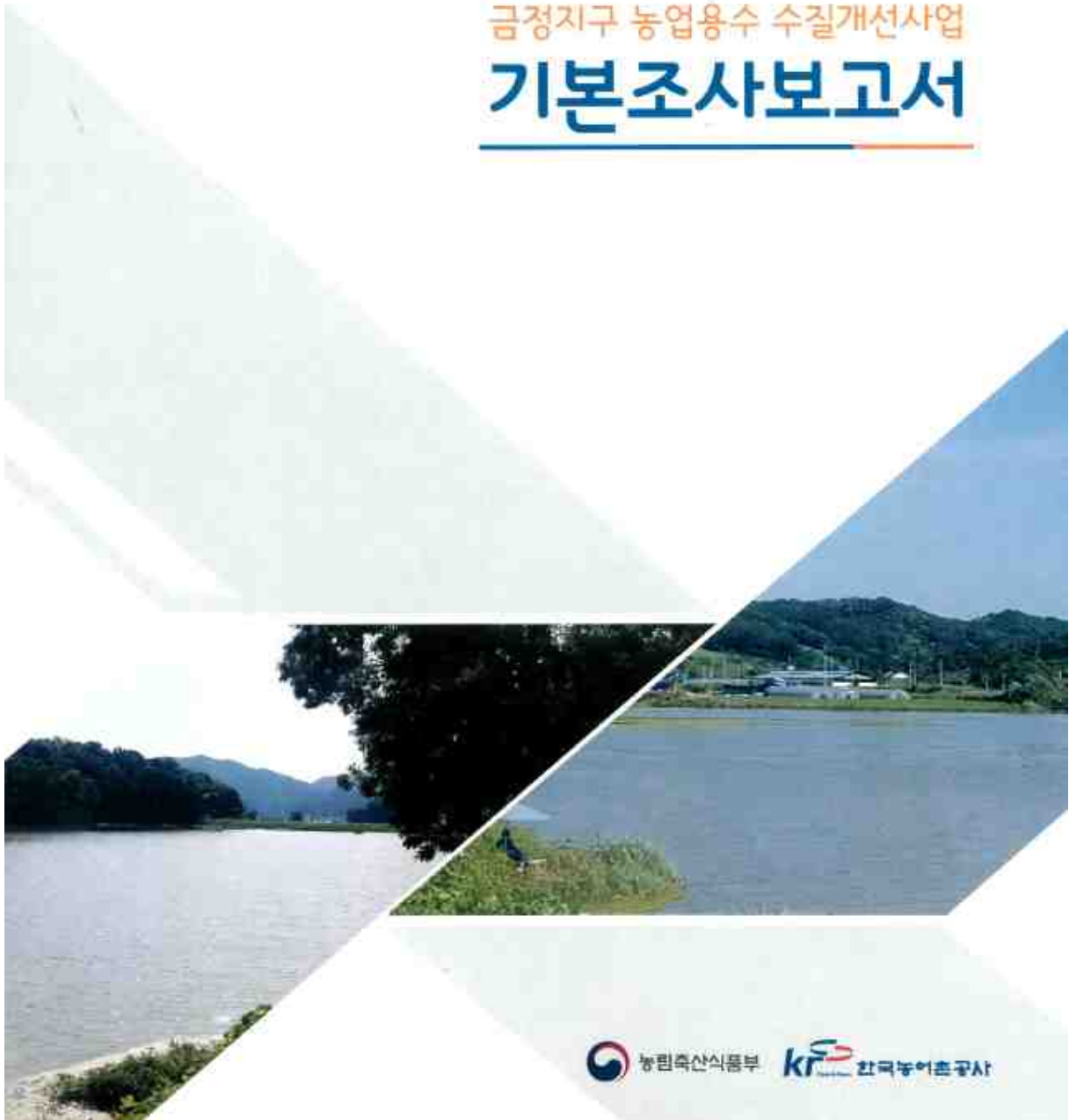
발간등록번호

11-1543000-002030-01

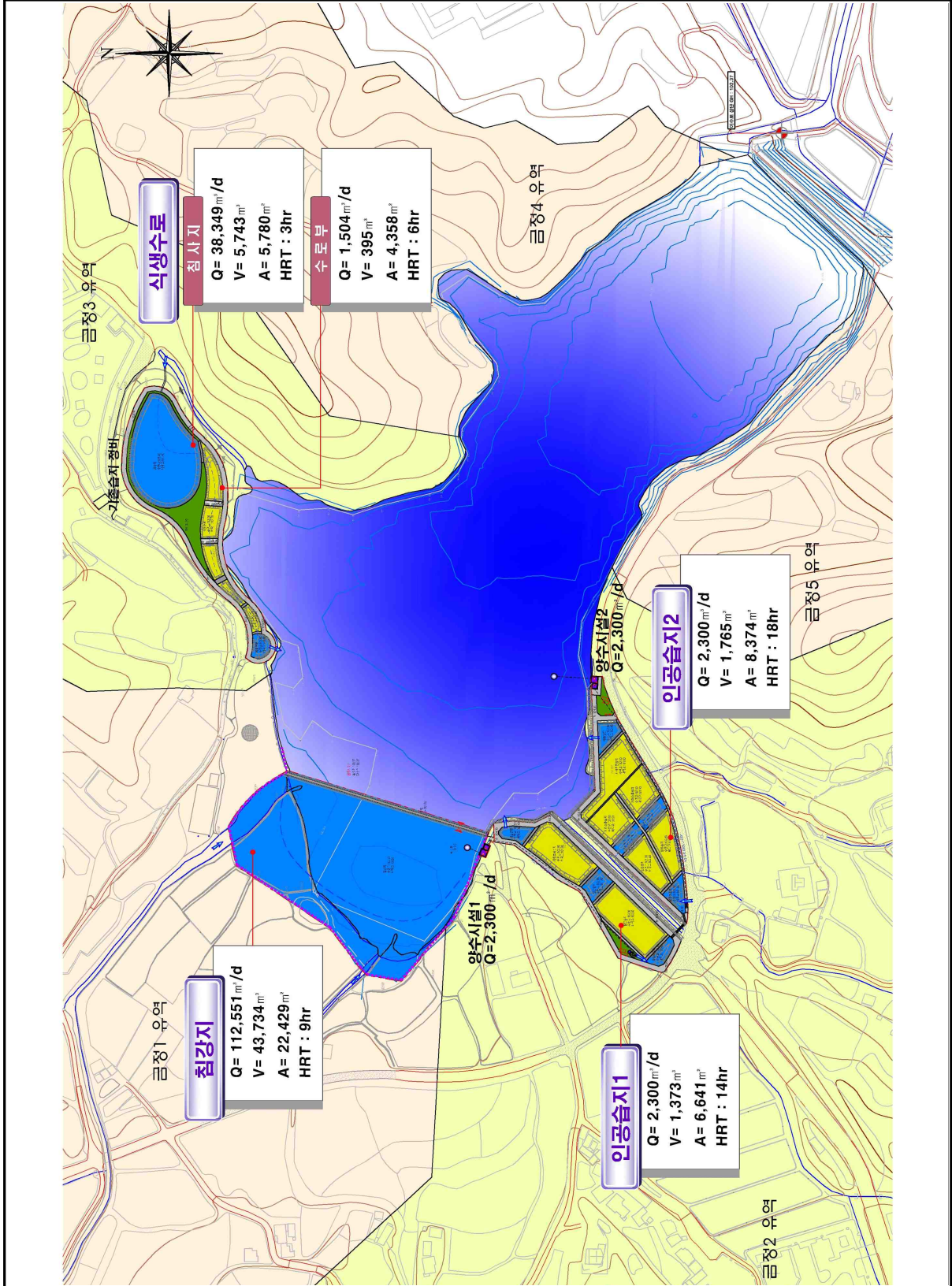
2017

금정지구 농업용수 수질개선사업

# 기본조사보고서



# 금정지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도





# 요 약 문

## 1. 사업명

- 금정지구 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

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

## 4. 추진 방향

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

## 5. 조사내용

### 5.1 지구 현황 조사

- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회 환경 조사

### 5.2 오염원 조사

- 유역 내 인구, 가축, 환경기초시설 방류수 등 점오염원 및 분포현황 조사
- 유역 내 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 생태 조사

- 저수지 및 주변지역의 동·식물 등에 대한 생태환경조사

## 5.6 토양 및 지질 조사

- 수질정화시설 설치예정지 토양의 물리·화학적 특성 조사를 위해 현장조사를 실시하고 시료를 채취하여 실내분석 시행
- 수질정화시설 설치예정지 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 지층의 조밀도 및 연경도를 확인하여 세부설계에 필요한 지반 자료를 제공

## 5.7 매장문화재 지표조사

- 사업 시행으로 인한 문화재 보존환경의 영향요소 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 금정저수지 현황

- 소재지 : 충청북도 음성군 생극면 관성리 일원

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당연장	관리주체
금정	1944년	561ha	14.8ha	176.4ha	38.2만 m <sup>3</sup> (38.2만 m <sup>3</sup> )	12.0m	148.0m	한국농어촌공사 음성지사

- 유역은 1군 1면 1리에 해당되며, 완만한 산지와 농경지 비율이 높은 농촌지역
- 주 유입수계는 관말천으로 이루어져 있음

### 6.2 수리·수문 조사

- 농어촌공사의 수문모형(DIROM)을 활용하여 유역 유출량 산정

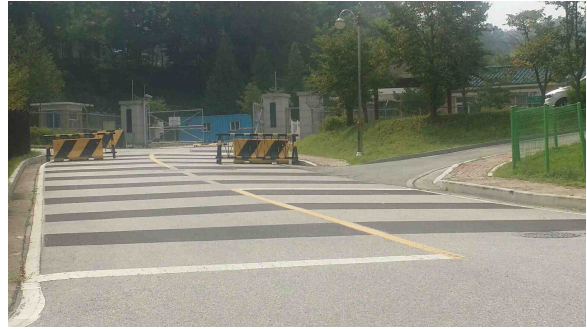
소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m <sup>3</sup> /년)	일평균 유입량(m <sup>3</sup> /일)		
				총 유입량	30mm/일 이하	30mm/일 초과
I	307.6	57.0	3,912.5	10,719.3	7,005.4	112,550.5
II	134.3	54.9	2,230.9	6,112.1	3,740.8	71,504.4
III	80.0	53.6	953.2	2,611.6	1,504.4	36,844.4
III	5.6	68.4	152.6	418.0	227.5	5,695.7
V	11.5	61.1	44.6	122.3	65.4	1,707.5
저수지	(15.0)					
계	538.9	295.0	7,293.9	19,983.3	12,543.4	228,302.6

※ 유역면적은 최신 수치지도와 BASINS를 이용하여 재산정된 면적임

### 6.3 오염원 및 배출부하량

- 금정저수지 **유역 내에** 거주인구는 전체 397명이고, 금정 I 소유역에서 229명으로 가장 많이 거주하며, 금정 II, 금정 III, 금정 V, 금정 IV 소유역 순으로 거주자가 많음
- 전체 인구 중 368명이 하수 미처리인구로 하수도 보급률이 매우 낮음
- 가축은 한우 161두, 젓소 149두, 돼지 0두, 사슴 12두, 양 7두, 가금 73두로 한우가 가장 많으며, 축산분뇨는 대부분 개별퇴비화로 경작지에 살포되고 있음
- 저수지 수면적 15.0ha를 제외한 유역의 총 면적은 538.9ha이며, 토지이용 형태별로 전 13.2%, 답 12.3%, 임야 57.6%, 대지 6.1%, 기타 10.1%로 구성

- 유역 내 매립계 오염원은 없음
- 유역 상류의 병원 및 요양원 등 대규모 영업시설과 군부대로 부터 유출되는 하수, 다수의 축사와 대규모 농경지역에서의 퇴비 및 화학비료의 강우에 의한 유출 등이 저수지 수질오염을 가중시키고 있음



< 유역의 오염원 시설 >

- 유역전체에서 BOD 67.9kg/일, T-N 43.7kg/일, T-P 4.1kg/일의 오염부하를 배출하고 있으며, BOD 기준으로 생활계가 21.8%, 축산계가 22.4%, 양식계 8.7%, 토지계가 47.1%를 차지하는 것으로 조사됨
- 주요오염원은 토지계이며 비점오염원(토지계)이 수질오염에 기여하므로 비점오염저감 위주의 대책 수립이 필요한 것으로 판단됨

구 분	배출부하량(kg/일)			비 고
	BOD	T-N	T-P	
합 계	67.9	43.7	4.1	-
생활계	14.8	13.0	1.2	-
축산계	15.2	10.3	1.1	-
산업계	0.0	0.0	0.0	-
토지계	32.0	19.2	1.5	주오염원
양식계	5.9	1.2	0.3	-

## 6.4 수질 조사 결과

- 유입하천 3개 지점(GJS1, GJS2, GJS3)
  - BOD 1.5~17.3mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(I b등급)~매우나쁨(VI등급)
  - COD 4.1~10.8mg/L, 하천 생활환경기준 약간좋음(II등급)~매우나쁨(VI등급)
  - TOC 2.3~7.2mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(I b등급)~나쁨(V등급)
  - T-P 0.042~1.141mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(I b등급)~매우나쁨(VI등급)
- 저수지
  - 저수지 내 상류, 중류, 하류 3지점 COD가 6.6~36.8mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급), TOC가 4.4~20.1mg/L로 호소 생활환경기준 보통(III등급)~매우나쁨(VI등급)에 해당함
  - T-N은 3.047~5.559mg/L로 호소 생활환경기준 매우나쁨(VI등급), T-P는 0.062~0.780mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급)에 해당함
  - '12년~'16년 농업용수 수질측정망조사 결과 금정저수지의 평균 TOC 5.3mg/L, T-N 1.342mg/L, T-P 0.108mg/L로 지속적으로 농업용수 수질관리기준인 IV등급을 초과하고 있음
  - 금정저수지 '12~'16년 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

년 도	'12	'13	'14	'15	'16	평균	수질등급
TOC(mg/L)	4.2	5.9	5.8	5.5	5.2	5.3	T-N, T-P V등급 (나쁨)
T-N(mg/L)	1.574	1.577	1.189	1.218	1.151	1.342	
T-P(mg/L)	0.121	0.103	0.120	0.121	0.075	0.108	

※농업용 호소 수질관리기준(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~III등급으로 양호한 수준이며, 호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준은 약간 나쁨으로 조사됨.
  - 저수지 내 3지점 평균 유기물은 8.21%, T-N 4,621mg/kg, T-P 1,078mg/kg로 나타나 양호한 수준임
  - 카드뮴, 구리, 비소, 수은 등 토양오염우려기준 21개 항목은 토양오염우려기준 이내 (지역구분 : 2지역)로 조사됨



지점명	평균	저수지 하류 (금정1)	저수지 중류 (금정2)	저수지 상류 (금정3)
유기물(%)	8.21	11.10	9.09	4.43
총질소(mg/kg)	4,621	6,557	5,107	2,199
총인(mg/kg)	1,078	1,098	1,032	1,105

## 6.6 토양조사 결과

- 인공습지 구간은 현재 밭으로 이용되고 있으며, 토성은 양질사토(Loamy Sand), 사양토(Sandy loam), 양토(Loam) 등 임(유효토심 50~70cm)
- 토양배수는 약간불량(Imperfectly)~불량(Poorly)하여 지반지지력이 약하므로 중장비 작업시 지장을 초래할 수 있음
- 대부분 지역의 토성이 사양토~양질사토이며, 배수가 약간불량~불량하여 인공습지 조성에 적합하며, 중금속 오염도는 토양오염우려기준 이내로 양호함

## 6.7 지질조사 결과

- 시설물 설치예정지에 대한 시추조사 결과, 지층은 토사층, 풍화암 순으로 분포함. 토사층은 0.0~13.5m 구간에 전담토, 매립층, 퇴적층, 풍화대층으로 구성되었고 유기물 섞인 실트질 점토, 점토질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트질 모래가 분포하고 있으며, 그 하부의 풍화암은 13.5~16.5m 이상의 두께로 암편 및 실트질 모래를 구성 성분으로 분포함
- 표준관입시험(35회) 결과, 토사층의 실측 N치가 3/30~13/30(회/cm)로 매우느슨~보통조밀한 상대밀도를 보이며, 풍화대는 14/30~50/11(회/cm)로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보이고 풍화암은 50/10~50/3(회/cm)로 매우 조밀한 상대밀도를 보임
- 조사지점의 지하수위는 GL(-)0.5~1.2m로 조사됨

## 6.8 생태환경 조사결과

- 현지조사결과 법정보호종 3종 확인(원앙(천), 새매(멸 II, 천), 황조롱이(천))
- 문헌조사결과 법정보호종 10종 확인(삿(멸 II), 수달(멸 I, 천), 원앙(천), 독수리(멸 II, 천), 큰말뚝가리(멸 II), 매(멸 I, 천), 새호리기(멸 II), 황조롱이(천), 흰목물떼새(멸 II), 물방개(멸 II))

## 7. 대책수립

### 7.1 기본방향

- 환경친화적이고 주변 지형조건을 최대한 활용한 수질개선공법의 적용
- 시설의 안정적 운영 및 유지관리가 용이한 공법 적용
- 기존 수질정화시설의 리모델링을 통한 기능유지 및 개선

### 7.2 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급
  - TOC 6.0mg/L 이하, T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.10mg/L 이하
- 목표수질 달성연도 : 준공 후 5년(2027년 예상)
  - ※ 목표수질 달성연도는 정화식물과 미생물이 활착하여 안정상태를 보이는 기간을 고려하여 설정

### 7.3 장래오염원 전망

- 장래 오염원 전망 연도는 목표수질 달성연도와 동일한 2027년으로 설정

구 분		'15년 기준	'27년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인구(명)		397	508	자연증감(수학적방법)+개발인구(관련계획) : 다소증가 경향
축산 (두)	한우	161	161	관련계획 없음(현 수준 유지)
	젓소	149	149	
	돼지	0	0	
토지 이용 (ha)	전	73.2	73.2	
	답	68.0	68.0	
	임야	310.6	310.6	
	대지	32.7	32.7	
	기타	54.4	54.4	
합계		538.9	538.9	
산업폐수발생량 (m <sup>3</sup> /일)		10.9	10.9	
마을하수도발생량 (m <sup>3</sup> /일)		-	-	

※토지이용에서 금정저수지 수면적 15.0ha 제외

※장래 오염원 전망 예측방법 : 수계오염총량관리기술지침, 2014, 국립환경과학원

- 장래 2027년 소유역별 오염물질 배출부하량
  - 금정 I 유역은 생활계, 축산계, 토지계 부하가 집중되어 배출부하량이 가장 크며, 다음으로 금정 II, 금정 III으로 조사됨

- 금정 I, II, III유역의 배출부하량이 96.7%(BOD기준)로 대부분을 차지하고 있음

[단위: kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	BOD	69.3	16.2	15.2	0.0	32.0	5.9
	T-N	42.1	11.5	10.3	0.0	19.2	1.2
	T-P	4.0	1.2	1.1	0.0	1.5	0.3
금정 I	BOD	39.7	9.3	8.7	0.0	18.3	5.9
	T-N	24.1	6.6	5.9	0.0	11.0	1.2
	T-P	2.3	0.7	0.6	0.0	0.9	0.3
금정 II	BOD	17.1	4.0	3.8	0.0	7.9	0.0
	T-N	10.4	2.8	2.5	0.0	4.7	0.0
	T-P	1.0	0.3	0.3	0.0	0.4	0.0
금정 III	BOD	10.2	2.4	2.2	0.0	4.7	0.0
	T-N	6.2	1.7	1.5	0.0	2.8	0.0
	T-P	0.6	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0
금정 IV	BOD	0.7	0.2	0.2	0.0	0.3	0.0
	T-N	0.4	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0
	T-P	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
금정 V	BOD	1.5	0.3	0.3	0.0	0.7	0.0
	T-N	0.9	0.2	0.2	0.0	0.4	0.0
	T-P	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## 7.4 수질개선대책 내용

◦ 수질개선대책 선정 방향

조사항목	현 황	개선방향
오염원	◦ 군부대 및 정신병원 등으로부터 하수유입	◦ 하수미처리구역으로 주요주거지역을 하수처리구역으로 편입필요(지자체)
	◦ 상류 대규모 인삼밭 등 농경지로부터 토사 및 영양염류 유출	◦ 밭 주변 완충식생대, 침사지, 식생수로 설치 추진(지자체, 공사)
	◦ 소규모 축사 다수 있으며, 모두 퇴비화 하여 토양살포, 강우시 토사와 함께 유출	◦ 가축분뇨 위탁처리 및 관리감독 필요(지자체)
수질	유입 하천 ◦ 하천생활환경기준 : 좋음(Ⅰb등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)	◦ 인공습지, 침강지 등 설치를 통하여 유입부하량을 저감하고 호내수 양수를 통한 기 유입된 호내수 정화 필요
	호소 ◦ 호소생활환경기준 : 보통(Ⅲ등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)	
퇴적물	◦ 호소퇴적물 오염평가기준 : 약간나쁨(Ⅱ) ◦ 토양오염우려기준 만족	◦ 호소 퇴적물 오염도가 낮아 퇴적물 처리 불필요
수생식물	◦ 저수지 수심 얕은 지역으로 수생식물(자라풀)이 무성하고(저수지 남서측), 동계에 일시사멸로 수질악화 예상	◦ 자라풀은 보호가치가 있는 종으로 시설설치지역 일부만 제거, 그 외는 존치

◦ 수질개선대책(안)

구 분	개선대책	세부내용
호외대책	군부대 하수처리구역 편입	금왕하수관로정비사업(L=14.542km)으로 군부대 하수 이송계획, 2020년 준공예정
	농업비점오염저감대책 실시	주민역량강화, 최적관리기법(BMP)보급, 모니터링 및 효과평가
호유입부 및 호내대책	침강지 설치	30mm 초과 평균유출량 처리 Q : 112,551m <sup>3</sup> /d V : 43,734m <sup>3</sup> A : 22,429m <sup>2</sup> HRT : 9hr
	식생수로 설치(기존습지 정비) * 침사지+식생수로로 구성	[침사지] 일강우 30mm 초과 평균유출량 처리 Q : 38,349m <sup>3</sup> /d V : 5,743m <sup>3</sup> A : 5,780m <sup>2</sup> HRT : 3hr [식생수로] 일강우 30mm 이하 평균유출량 처리 Q : 1,504m <sup>3</sup> /d V : 395m <sup>3</sup> A : 4,358m <sup>2</sup> HRT : 6hr
	인공습지 설치	인공습지를 2섹터로 구분하여 각각 호유입부와 호중심부 양수처리 후 호내 재방류 [습지1] 호유입부(침강지) 양수 Q : 2,300m <sup>3</sup> /d V : 1,373m <sup>3</sup> A : 6,641m <sup>2</sup> HRT : 14hr [습지2] 호중앙부 양수 Q : 2,300m <sup>3</sup> /d V : 1,765m <sup>3</sup> A : 8,374m <sup>2</sup> HRT : 18hr * 습지1, 2 유량조절조에 응집침전 1식 설치

인공습지 : 지표흐름형 인공습지 + 지하흐름형 인공습지

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

[단위: mg/L]

구 분	5년 평균 <sup>1)</sup>	예측수질		목표수질
		'27년 장래 <sup>2)</sup> (호외대책시)	호내대책시 <sup>3)</sup>	
TOC	5.3	6.1	3.3	6.0이하
T-N	1.342	1.459	0.659	1.0이하
T-P	0.108	0.100	0.046	0.100이하

1. 5년 평균수질('12~'16)은 농업용수 수질측정망 조사결과
2. 호외대책으로 군부대하수를 금왕하수처리장으로 이송계획을 적용 (농업비점오염저감대책은 시범사업으로 개선효율 미적용)
3. 침강지, 인공습지, 식생수로 등 호내 대책을 적용한 결과

## 8. 사업효과

### 8.1 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
  - '27년 장래 TOC 6.1mg/L → 장래 TOC 3.3mg/L, 45.9% 개선
  - '27년 장래 T-P 0.100mg/L → 장래 T-P 0.046mg/L, 54.0% 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 교육, 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
- 매장문화재현황 조사 및 자연생태환경 조사결과 사업시행에 불리한 요소는 없음
- 저수지로 유입되는 군부대하수를 유역 외(금왕하수처리장)로 이송처리계획('20완료)이 예정되어 있으며, 농업비점오염저감 시범사업 등 상류 오염원대책과 호 내 대책 연계를 통해 사업목표 달성 여건이 매우 우수함





# - 제 목 차 례 -

<b>제1장 사업의 개요</b> .....	<b>1</b>
1.1 사업명 .....	1
1.2 배경 및 필요성 .....	1
1.3 목적 .....	1
1.4 사업 범위 .....	2
1.4.1 공간적 범위 .....	2
1.4.2 내용적 범위 .....	3
1.5 사업 수행 방법 .....	3
1.5.1 기본방향 .....	3
1.5.2 기본계획 수립 과정 .....	4
1.6 기대 효과 .....	4
<b>제2장 시설 및 유역개황</b> .....	<b>5</b>
2.1 시설현황 .....	5
2.2 수질현황 .....	7
2.3 수계 및 하천현황 .....	8
2.4 유역개황 .....	9
2.4.1 자연환경 .....	9
2.4.2 인문·사회 환경 .....	18
2.4.3 환경기초시설 현황 .....	19
2.4.4 농축산업 현황 .....	21
2.4.5 개발 및 삭감계획 .....	22



<b>제3장 오염원 및 환경질현황</b> .....	<b>23</b>
3.1 오염원 및 오염부하량 .....	23
3.1.1 유역구분 .....	23
3.1.2 오염원 현황 .....	24
3.1.3 오염부하량 산정 .....	27
3.2 수질환경 .....	34
3.2.1 조사방법 .....	34
3.2.2 하천수질 .....	36
3.2.3 금정저수지 수질현황 .....	52
3.3 퇴적물 환경 .....	54
3.3.1 조사 및 분석방법 .....	54
3.3.2 분석결과 .....	56
3.4 토양 환경 .....	60
3.4.1 조사방법 .....	60
3.4.2 조사결과 .....	61
3.5 지질 환경 .....	63
3.5.1 조사개요 .....	63
3.5.2 조사결과 .....	65
3.6 생태 환경 .....	67
3.6.1 조사항목 .....	67
3.6.2 조사범위 .....	67
3.6.3 조사방법 .....	69
3.6.4 조사결과 .....	75

<b>제4장 대책수립</b> .....	<b>85</b>
4.1 대책수립 절차 .....	85
4.2 목표수질 및 목표연도 설정 .....	86
4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토 .....	87
4.3.1 유역모형 구축 및 보정 .....	87
4.3.2 호소 수질 모델을 이용한 저수지 수질분석 .....	94
4.4 장래수질예측 .....	100
4.4.1 장래 오염원 전망 .....	100
4.4.2 장래 오염부하량 .....	103
4.4.3 장래 수질예측 .....	105
4.5 대책수립 .....	106
4.5.1 호소 수질개선공법 종류 및 적용가능 공법 선정 .....	107
4.5.2 시나리오 구성 및 수질예측 .....	113
<b>제5장 시설 계획</b> .....	<b>117</b>
5.1 수질개선 종합시설계획 .....	117
5.2 인공습지 조성계획 .....	118
5.2.1 인공습지 개요 .....	118
5.2.2 인공습지의 종류 .....	121
5.2.3 인공습지 설계인자 .....	123
5.2.4 조합형인공습지 조성계획 .....	129
5.3 침강지 조성계획 .....	138
5.3.1 침강지 개요 .....	138
5.3.2 침강지 설계인자 .....	140
5.3.3 침강지 조성계획 .....	141

5.4 식생수로 조성계획 .....	145
5.4.1 식생수로 개요 .....	145
5.4.2 식생수로 설계인자 .....	147
5.4.3 식생수로 조성계획 .....	149
5.5 양수시설 계획 .....	153
5.5.1 양수시설 도입 개요 .....	153
5.5.2 양수시설 설계 .....	153
5.6 기타 수질개선장치(응집침전장치) .....	157
5.6.1 응집침전법 개요 .....	157
5.6.2 응집침전 시설계획 .....	158
<b>제6장 농업비점오염 저감계획 .....</b>	<b>161</b>
6.1 개 요 .....	161
6.1.1 도입 배경 .....	161
6.1.2 목 적 .....	161
6.1.3 비점오염저감 범위 .....	161
6.1.4 연차별 추진계획 .....	162
6.1.5 사업비 .....	162
6.2 세부내용 .....	163
6.2.1 주민역량강화 프로그램 운영 .....	163
6.2.2 최적관리기법(BMP) 보급 .....	164
6.2.3 모니터링 및 효과평가 .....	165
<b>제7장 유지관리계획 .....</b>	<b>167</b>
7.1 침강지(부담) .....	167
7.1.1 침강지 유지관리 일반 .....	167
7.1.2 침강지 유지관리 체크리스트 .....	168

7.2 양수시설 .....	168
7.2.1 양수시설 유지관리 일반 .....	169
7.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트 .....	170
7.3 인공습지 .....	171
7.3.1 인공습지 유지관리 일반 .....	171
7.3.2 인공습지 유지관리 체크리스트 .....	173
7.4 식생수로 .....	174
7.4.1 식생수로 유지관리 일반 .....	174
7.4.2 식생수로 유지관리 체크리스트 .....	175
7.5 모니터링 계획 .....	176
<b>제8장 사업시행 여건 .....</b>	<b>177</b>
8.1 자연환경 여건 .....	177
8.2 매장문화재 현황 및 영향 .....	177
8.3 주변 개발 및 오염삭감 계획 .....	178
8.4 조사자 종합의견 .....	178
<b>제9장 사업비 .....</b>	<b>179</b>
9.1 사업비 수지예산서 .....	179
9.1.1 수입 .....	179
9.1.2 지출 .....	179
9.2 사업비 산출내역 .....	180
9.2.1 관리비 및 기타 산출내역 .....	180
9.2.2 용지매수 보상비 산출내역 .....	182
9.2.3 공사비 산출내역 .....	184
<b>제10장 부록 .....</b>	<b>191</b>

## - 표 차례 -

<표 1.4-1> 사업지구 개요 .....	2
<표 2.1-1> 금정저수지 시설규모 .....	5
<표 2.1-2> 금정저수지 표고별 수면적 및 내용적 .....	5
<표 2.3-1> 금정저수지 유역 내 수계 현황 .....	8
<표 2.4-1> 음성군 위치 .....	9
<표 2.4-2> 지목별 토지이용현황 .....	9
<표 2.4-3> 용도지역별 토지이용현황 .....	10
<표 2.4-4> 표고분석 .....	11
<표 2.4-5> 경사분석 .....	11
<표 2.4-6> 연도별 기상개황 .....	14
<표 2.4-7> 월별 기온분포 .....	14
<표 2.4-8> 월별 강수량 분포 .....	16
<표 2.4-9> 월별 평균풍속 현황 .....	17
<표 2.4-10> 연도별 인구변화 추이 .....	18
<표 2.4-11> 사업체 현황 .....	18
<표 2.4-12> 상수도 보급현황 .....	19
<표 2.4-13> 하수도 보급현황 .....	19
<표 2.4-14> 하수도 처리현황 .....	19
<표 2.4-15> 하수처리시설 현황 .....	20
<표 2.4-16> 분뇨 배출량 현황 .....	20
<표 2.4-17> 농가현황 .....	21

<표 2.4-18> 농경지 연간 시비량 .....	21
<표 2.4-19> 가축사육두수 현황 .....	21
<표 2.4-20> 금정지구 하수관로정비사업 개요 .....	22
<표 3.1-1> 소유역별 행정구역 및 토지이용현황 .....	23
<표 3.1-2> 유역별 인구 현황 .....	24
<표 3.1-3> 소유역별 가축 사육두수 현황 .....	24
<표 3.1-4> 유역별 폐수배출시설 현황 .....	25
<표 3.1-5> 소유역별 토지이용현황 .....	25
<표 3.1-6> 소유역별 양식장현황 .....	26
<표 3.1-7> 소유역별 오·폐수 발생량 .....	27
<표 3.1-8> 소유역별 생활계 발생부하량 .....	27
<표 3.1-9> 소유역별 축산계 발생부하량 .....	28
<표 3.1-10> 소유역별 산업계 발생부하량 .....	28
<표 3.1-11> 소유역별 토지계 발생부하량 .....	29
<표 3.1-12> 소유역별 양식계 발생부하량 .....	29
<표 3.1-13> 소유역별 생활계 배출부하량 .....	29
<표 3.1-14> 소유역별 축산계 배출부하량 .....	30
<표 3.1-15> 소유역별 토지계 배출부하량 .....	30
<표 3.1-16> 소유역별 양식계 배출부하량 .....	31
<표 3.1-17> 오염원별 발생부하량 .....	31
<표 3.1-18> 오염원별 배출부하량 .....	31
<표 3.1-19> 소유역별 BOD 배출부하량 .....	32
<표 3.1-20> 소유역별 T-N 배출부하량 .....	32
<표 3.1-21> 소유역별 T-P 배출부하량 .....	32
<표 3.2-1> 조사지점 위치 .....	34

<표 3.2-2> 분석방법 및 분석기기 .....	35
<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태 .....	36
<표 3.2-4> GJS1 지점의 유기물 조사결과 .....	37
<표 3.2-5> GJS1 지점의 영양염류 조사결과 .....	37
<표 3.2-6> GJS2 지점의 유기물 조사결과 .....	39
<표 3.2-7> GJS2 지점의 영양염류 조사결과 .....	39
<표 3.2-8> GJS3 지점의 유기물 조사결과 .....	41
<표 3.2-9> GJS3 지점의 영양염류 조사결과 .....	41
<표 3.2-10> 조사시기별 기상상태 .....	42
<표 3.2-11> GJS1 지점 수질 측정 결과(1차) .....	43
<표 3.2-12> GJS1 지점 수질 측정 결과(2차) .....	44
<표 3.2-13> GJS2 지점 수질 측정 결과(1차) .....	46
<표 3.2-14> GJS2 지점 수질 측정 결과(2차) .....	47
<표 3.2-15> GJS3 지점 수질 측정 결과(1차) .....	49
<표 3.2-16> GJS3 지점 수질 측정 결과(2차) .....	50
<표 3.2-17> 조사지점별 유량조사 결과 .....	51
<표 3.2-18> 금정저수지 수질현황 .....	52
<표 3.3-1> 기상 현황 .....	54
<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점 .....	54
<표 3.3-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기 .....	55
<표 3.3-4> 입도 분석방법 및 분석기기 .....	55
<표 3.3-5> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과 .....	56
<표 3.3-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준 .....	57
<표 3.3-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준 .....	57
<표 3.3-8> 퇴적물 입도분석 결과 .....	58

<표 3.3-9> 퇴적물 영양염류 용출속도 .....	58
<표 3.3-10> 금정저수지 내부 및 외부 부하량 .....	59
<표 3.4-1> 금정지구 토양분석 결과 .....	61
<표 3.5-1> 지질조사 위치 .....	63
<표 3.5-2> 지질조사 장비 .....	64
<표 3.5-3> 시추 및 지하수위 조사 결과 .....	65
<표 3.5-4> 시추조사 결과(상세) .....	65
<표 3.5-5> 표준관입시험 결과 .....	66
<표 3.6-1> 동·식물상 조사항목 .....	67
<표 3.6-2> 생태 조사일자 .....	67
<표 3.6-3> 각 분류군별 조사시기 .....	68
<표 3.6-4> 소산식물목록 집계표 .....	75
<표 3.6-5> 조사지역내의 Raunkiaer(1934)의 생활형 .....	75
<표 3.6-6> 노거수 현황 .....	76
<표 3.6-7> 수변 식생 현황 .....	77
<표 3.6-8> 현존식생 면적 및 비율 .....	78
<표 3.6-9> 계획지구 시설별 현존식생 면적 및 비율 .....	78
<표 3.6-10> 식생보전등급 분포현황 .....	79
<표 3.6-11> 계획지구 시설별 식생보전등급 등급별 분포현황 .....	79
<표 3.6-12> 어류의 우점종 및 아우점종 현황 .....	82
<표 3.6-13> 어류의 군집분석 .....	82
<표 3.6-14> 저서성대형무척추동물 우점종 및 아우점종 현황 .....	83
<표 3.6-15> 지점별 저서성대형무척추동물 우점종 및 아우점종 우점율 .....	83
<표 3.6-16> 저서성대형무척추동물 군집지수 분석 .....	84
<표 3.6-17> 생태자연도 면적 .....	84



<표 4.2-1> 금정저수지 목표수질(2027년) .....	86
<표 4.2-2> 호소 생활환경기준 .....	86
<표 4.3-3> 유역 토지이용 분석결과 .....	87
<표 4.3-4> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료 .....	89
<표 4.3-5> 모형효율 적용 범위 .....	90
<표 4.3-6> 퇴적물의 용출속도 .....	96
<표 4.3-7> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 금정저수지 모니터링 결과 .....	97
<표 4.3-8> 금정지구 연도별 강수량 .....	98
<표 4.3-9> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 .....	98
<표 4.4-1> 음성군 인구 변화 추이 .....	100
<표 4.4-2> 금정저수지 유역 장래 인구 전망 .....	101
<표 4.3-3> 금정저수지 행정구역 단위(관성리) 가축사육 전망 .....	101
<표 4.4-4> 금정저수지 유역 장래 가축사육 전망 .....	102
<표 4.4-5> 유역별 폐수배출시설 현황 .....	102
<표 4.4-6> 소유역별 토지이용현황 .....	102
<표 4.4-7> 장래 오염원 전망 결과 .....	103
<표 4.4-8> 오염원별 발생부하량 .....	103
<표 4.4-9> 오염원별 배출부하량 .....	104
<표 4.4-10> 소유역별 장래 2027년 오염물질 배출부하량 .....	104
<표 4.4-11> 장래 수질예측결과 .....	105
<표 4.5-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단 .....	107
<표 4.5-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약 .....	108
<표 4.5-3> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약 .....	111
<표 4.5-4> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향 .....	112
<표 4.5-5> 수질 예측 시나리오 구성 .....	113

<표 4.5-6> 수질정화시설별 정화 효율 .....	114
<표 4.5-7> 시나리오별 수질예측결과(연평균) .....	115
<표 4.5-8> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소) .....	116
<표 4.5-9> 시나리오별 수질예측결과(분기평균) .....	116
<표 5.1-10> 금정지구 수질개선시설 종합계획 .....	117
<표 5.2-1> 인공습지 장·단점 .....	119
<표 5.2-2> 인공습지 수질정화 기작 .....	120
<표 5.2-3> 습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례 .....	120
<표 5.2-4> 습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례 .....	120
<표 5.2-5> 조합형인공습지 정화효율 .....	122
<표 5.2-6> RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율 .....	127
<표 5.2-7> 조합형인공습지 조성계획 .....	129
<표 5.2-8> 습지1 절.성토계획 .....	130
<표 5.2-9> 습지2 절.성토계획 .....	130
<표 5.2-10> 기능성여재 예시 .....	133
<표 5.2-11> 인공습지의 식물에 따른 오염물질별 정화효율 비교 .....	134
<표 5.3-1> 침강지 구성에 따른 장·단점 .....	139
<표 5.3-2> 침강지 유형별 수처리 효율 .....	139
<표 5.3-3> DIROM모형에 의한 금정저수지 유역별 유출량 산정결과 .....	141
<표 5.3-4> 침강지 계획 .....	142
<표 5.3-5> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토 .....	143
<표 5.3-6> 침강지내 준설계획 .....	144
<표 5.3-7> 시행 전·후 금정저수지 내용적 .....	144
<표 5.3-8> 침강지 시행 전·후 내용적 검토 .....	144
<표 5.4-1> 식생수로 정화효율 .....	146

<표 5.4-2> 금정3 유역 시설별 설계유량 .....	149
<표 5.4-3> 침사지 조성계획 .....	149
<표 5.4-4> 식생수로 조성계획 .....	150
<표 5.4-5> 식생수로 절.성토계획 .....	150
<표 5.5-1> 양수시설 설치 위치 검토 .....	154
<표 5.5-2> 금정저수지 연도별 최저 저수율 및 수면고 .....	155
<표 5.5-3> 양수시설 제원 .....	155
<표 5.5-4> 양수시설 설치 위치 .....	156
<표 5.6-1> 응집침전공법의 정확효율 .....	159
<표 7.1-1> 침강지의 유지관리 점검 체크리스트 .....	168
<표 7.2-1> 양수시설의 유지관리 점검 체크리스트 .....	170
<표 7.3-1> 인공습지의 유지관리 점검 체크리스트 .....	173
<표 7.4-1> 식생수로의 유지관리 점검 체크리스트 .....	175
<표 7.5-1> 수질개선시설 모니터링 계획 .....	176
<표 9.2-1> 금정지구 편입용지조서 .....	182



## - 그림 차례 -

(그림 1.1-1) 금정저수지 위치도 .....	2
(그림 2.1-1) 금정저수지 내용적 곡선 .....	6
(그림 2.2-1) 금정저수지 연간 수질변화 .....	7
(그림 2.3-1) 금정저수지 수계 현황 .....	8
(그림 2.4-1) 금정저수지 유역의 표고 및 경사 .....	11
(그림 2.4-2) 금정저수지 유역의 지질도 .....	12
(그림 2.4-3) 월별 평균기온(2007~2016년) .....	15
(그림 2.4-4) 월별 평균 강수량 분포(2007~2016년) .....	16
(그림 2.4-5) 월별 평균 풍속(2007~2016년) .....	17
(그림 2.4-6) 금정지구 하수관로정비사업 계획도 .....	22
(그림 3.1-1) 금정저수지 소유역 구분도 .....	23
(그림 3.1-2) 오염원별 위치도 .....	26
(그림 3.1-3) BOD 배출부하량 기여도 .....	32
(그림 3.1-4) T-N 배출부하량 기여도 .....	33
(그림 3.1-5) T-P 배출부하량 기여도 .....	33
(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도 .....	34
(그림 3.2-2) GJS1 지점의 평시 측정사진 .....	36
(그림 3.2-3) GJS1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이 .....	37
(그림 3.2-4) GJS1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이 .....	37
(그림 3.2-5) GJS2 지점의 평시 측정사진 .....	38
(그림 3.2-6) GJS2 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이 .....	39

(그림 3.2-7) GJS2 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	39
(그림 3.2-8) GJS3 지점의 평시 측정사진	40
(그림 3.2-9) GJS3 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이	41
(그림 3.2-10) GJS3 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	41
(그림 3.2-11) GJS1 지점의 강우시 측정사진	42
(그림 3.2-12) GJS1 수문곡선 그래프(1차)	42
(그림 3.2-13) GJS1 수질농도변화 그래프(1차)	43
(그림 3.2-14) GJS1 오염부하곡선(1차)	43
(그림 3.2-15) GJS1 수문곡선 그래프(2차)	44
(그림 3.2-16) GJS1 수질농도변화 그래프(2차)	44
(그림 3.2-17) GJS1 오염부하곡선(2차)	45
(그림 3.2-18) GJS2 지점의 강우시 측정사진	45
(그림 3.2-19) GJS2 수문곡선 그래프(1차)	45
(그림 3.2-20) GJS2 수질농도변화 그래프(1차)	46
(그림 3.2-21) GJS2 오염부하곡선(1차)	46
(그림 3.2-22) GJS2 수문곡선 그래프(2차)	47
(그림 3.2-23) GJS2 수질농도변화 그래프(2차)	47
(그림 3.2-24) GJS2 오염부하곡선(2차)	48
(그림 3.2-25) GJS3 지점의 강우시 측정사진	48
(그림 3.2-26) GJS3 수문곡선 그래프(1차)	48
(그림 3.2-27) GJS3 수질농도변화 그래프(1차)	49
(그림 3.2-28) GJS3 오염부하곡선(1차)	49
(그림 3.2-29) GJS3 수문곡선 그래프(2차)	50
(그림 3.2-30) GJS3 수질농도변화 그래프(2차)	50
(그림 3.2-31) GJS3 오염부하곡선(2차)	51

(그림 3.2-32) 지점별 유량변화 .....	51
(그림 3.2-33) 금정저수지 측정사진 .....	53
(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도 .....	54
(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진 .....	55
(그림 3.3-3) 금정저수지 내부(혐기상태) 및 외부 부하량 비율 .....	59
(그림 3.4-1) 조사지역 및 시료채취·원추관입 시험지점 .....	60
(그림 3.4-2) 금정지구 토양도 .....	61
(그림 3.4-3) 금정지구 지내력 시험성적 및 저항곡선도 .....	62
(그림 3.4-4) 금정지구 토양단면도 .....	62
(그림 3.5-1) 지질조사 위치도 .....	63
(그림 4.1-1) 대책수립 절차 .....	85
(그림 4.3-1) 대상지역 Delineation 및 토지이용분석 수행 .....	88
(그림 4.3-2) 금정저수지 유역 WinHSPF 구축 .....	90
(그림 4.3-3) 유역모형 유출량 보정 결과(2017년) .....	91
(그림 4.3-4) 유역모형 유출량 모의 결과(2012~2013년) .....	91
(그림 4.3-5) 유역모형 BOD 보정 결과(2017년) .....	92
(그림 4.3-6) 유역모형 T-N 보정 결과(2017년) .....	92
(그림 4.3-7) 유역모형 T-P 보정 결과(2017년) .....	93
(그림 4.3-8) EFDC 모델의 구조 .....	94
(그림 4.3-9) 3차원 수리-수질모델 EFDC 격자구축 및 3차원 수심분포도 .....	95
(그림 4.3-10) 호소수질모델 기상자료 입력결과 .....	96
(그림 4.3-11) 금정저수지 수질보정 및 검증 결과 .....	99
(그림 4.5-1) 금정지구 농업용수 수질개선대책(안) .....	114
(그림 4.5-2) 시나리오별 장래수질예측 연간변화 .....	115
(그림 5.1-3) 금정지구 수질개선시설 도입계획 .....	117

(그림 5.2-1) 지표흐름형 습지 개념도 .....	121
(그림 5.2-2) 지하흐름형 습지 개념도 .....	122
(그림 5.2-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도 .....	122
(그림 5.2-4) 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도 .....	125
(그림 5.2-5) 조합형인공습지 계획평면도 .....	131
(그림 5.2-6) 조합형인공습지 수리계통도 .....	132
(그림 5.2-9) 식재식물 예시 .....	134
(그림 5.2-10) 수변보호공 단면도 .....	135
(그림 5.2-11) 월류보(사석형) 상세도 .....	136
(그림 5.2-12) 월류보(블록형) 상세도 .....	136
(그림 5.3-1) 침강지 계획평면도 .....	142
(그림 5.3-3) 부댐 표준단면도 .....	143
(그림 5.4-1) 침사지-식생수로 계획평면도 .....	151
(그림 5.4-2) 침사지-식생수로 수리계통도 .....	152
(그림 5.5-1) 고정식 양수시설 .....	154
(그림 5.5-2) 이동식 양수시설 .....	154
(그림 5.5-3) 양수시설 상세도 .....	155
(그림 5.6-1) 응집침전장치의 원리 .....	158
(그림 5.6-2) 응집침전장치 모식도 .....	158
(그림 5.6-3) 응집침전장치 구성 예시 .....	158
(그림 5.6-4) 응집침전장치 위치도 .....	159
(그림 5.6-5) 응집침전장치 생태독성 평가 시험성적서 .....	160



# 제 1 장

## 사업의 개요

---

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



# 제1장 사업의 개요

## 1.1 사업명

- 금정지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

## 1.2 배경 및 필요성

- 금정지구는 1944년에 조성된 이후 유역상류에 위치한 군부대와 거주지역의 미처리 하수가 지속적으로 유입되며, 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료 등의 비점오염물질이 강우시에 유입되면서 호소 수질환경이 악화되고 있는 실정임
- 금정지구는 최근 5년간 연평균 수질이 T-N(1.342mg/L), T-P(0.108mg/L)로서 호소수질 IV등급을 상회함에 따라 농어촌정비법 제21조(농어촌용수 오염방지과 수질개선 등), 농업용호소 수질관리지침 제8조(수질개선대책수립 등) 및 중장기수질개선대책('16.12)에 따라 수질개선사업 대상지로 선정됨
- 농촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대, 친환경농산물 시장 확대 정책에 부응하기 위해 수질개선대책이 필요함

## 1.3 목적

- 금정저수지 수질을 개선하여 농업용수 수질관리기준(호소수질 IV등급)에 적합한 수질 유지
- 양질의 농업용수 확보로 안전한 농식품 생산기반 제공
- 환경친화적인 수질개선사업을 통해 금정저수지 자연환경을 보전하고 건전한 호소생태계를 유지하여 지속가능한 농업·농촌환경 구축과 쾌적한 수변공간 제공
- 금정저수지 수질개선사업 세부설계에 활용

## 1.4 사업 범위

### 1.4.1 공간적 범위

◦ 위 치

- 금정지구 : 충청북도 음성군 생극면 관성리(금정저수지)

<표 1.4-1> 사업지구 개요

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당연장	관리주체
금정	1944년	561.0ha	14.8ha	176.4ha	38.2만 m <sup>3</sup> (38.2만 m <sup>3</sup> )	12.0m	148.0m	한국농어촌공사 음성지사



(그림 1.4-1) 금정저수지 위치도

## 1.4.2 내용적 범위

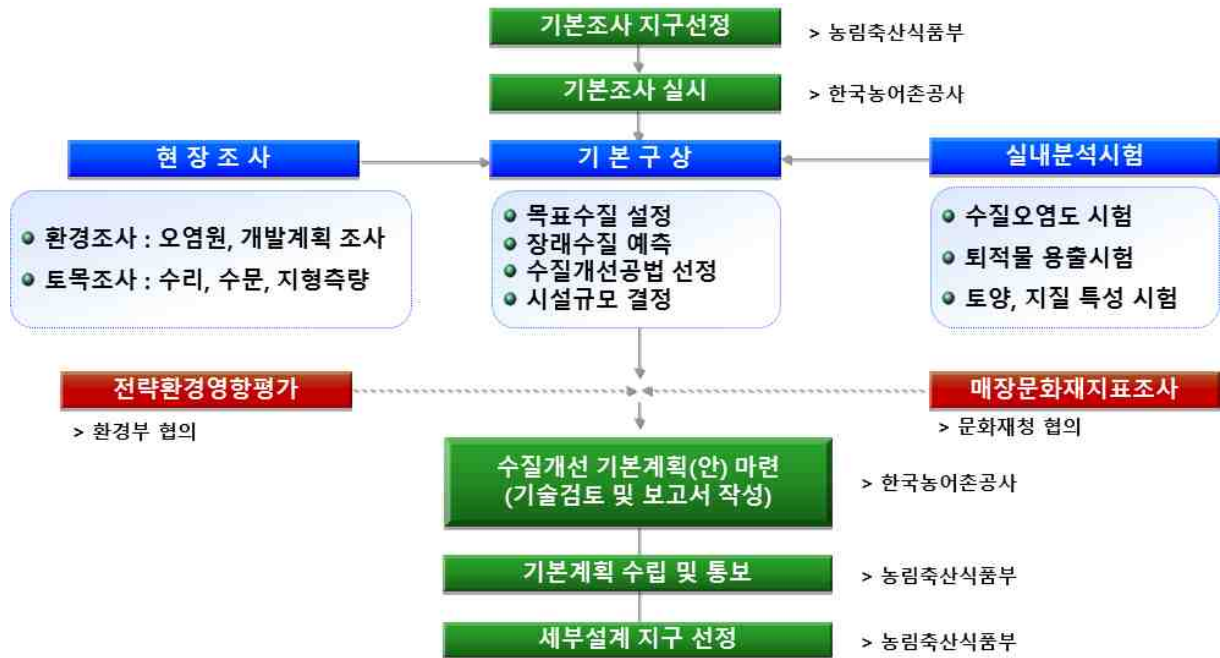
- 사업지구 주변의 자연 환경 및 인문·사회 환경조사
- 금정저수지의 수질개선대책 수립을 위한 수질, 동·식물상, 퇴적물, 수리·수문, 오염원 등 수환경 및 유역환경 조사
- 금정저수지 유역 내 현재 및 장래 오염원 변화에 따른 오염부하량 산정
- 금정저수지 목표수질 달성을 위한 상류 및 저수지내 개선대책 마련, 수질개선대안별 수질예측
- 수질예측 결과를 검토하여 금정저수지 수질개선 최적 대안 선정 및 기본계획(안) 수립

## 1.5 사업 수행 방법

### 1.5.1 기본방향

- 사업은 크게 현장조사와 실내분석으로 구분되며, 현장조사는 과거조사자료 등 이용 가능한 자료를 최대한 활용
- 현장조사는 유입하천과 금정저수지의 수질변화와 특성을 파악할 수 있도록 지정·시기별 조사를 실시
- 저수지별 내부 생산 정도를 파악하기 위하여 퇴적물 조사 및 저수지 주변에 서식하는 동·식물 등 환경 파악
- 현장조사 결과를 바탕으로 금정저수지의 오염상태를 진단
- 수질예측 모형을 이용하여 장래 오염원 변화에 따른 수질변화를 예측하고 목표 수질을 달성할 수 있는 최적의 수질개선안을 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 안전한 농산물생산으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농촌환경 구축
- 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민홍보 및 교육·연구 공간 제공

# 제 2 장

## 시설 및 구역개황

---

2.1 시설현황

2.2 수질현황

2.3 수계 및 하천현황

2.4 구역개황





## 제2장 시설 및 유역개황

### 2.1 시설현황

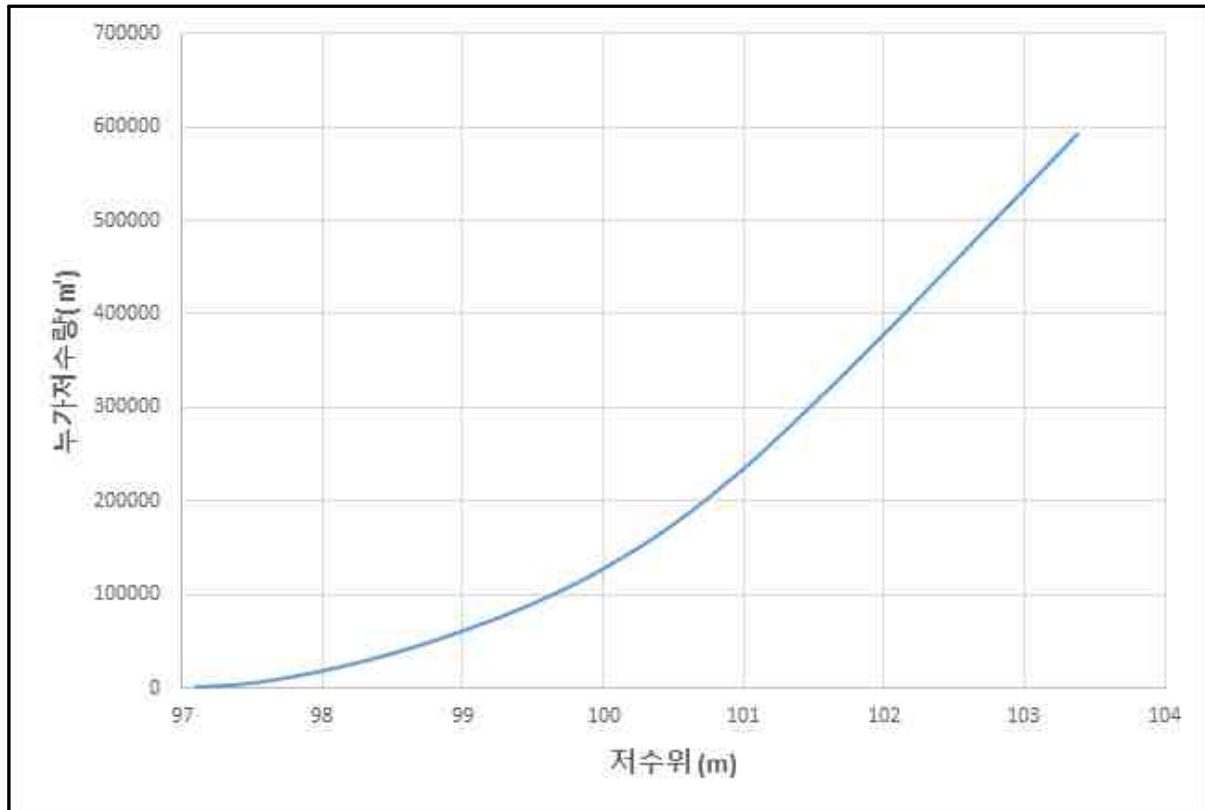
- 금정저수지는 1944년에 조성된 저수지로 충청북도 음성군 생극면 관성리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 561.0ha, 만수면적 14.8ha, 수해면적 176.4ha로 한국농어촌공사 음성지사에서 관리하고 있음
- 유역은 음성군 생극면 관성리 일부로 1도 1군 1읍 1리에 해당되며, 완만한 산지와 농경지 비율이 높은 농촌지역임
- 낚시와 캠핑을 즐기기 위한 관광객의 방문이 많으며, 유역에는 군부대 및 정신병원과 요양원과 같은 대규모 영업시설이 위치하고 있음. 또한 유역면적 크기에 비해 소규모 축사가 다수 있으며, 대단위의 인삼밭이 경작되고 있음

<표 2.1-1> 금정저수지 시설규모

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수해면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당연장	관리주체
금정	1944년	561ha	14.8ha	176.4ha	38.2만 m <sup>3</sup> (38.2만 m <sup>3</sup> )	12.0m	148.0m	한국농어촌공사 음성지사

<표 2.1-2> 금정저수지 표고별 수면적 및 내용적

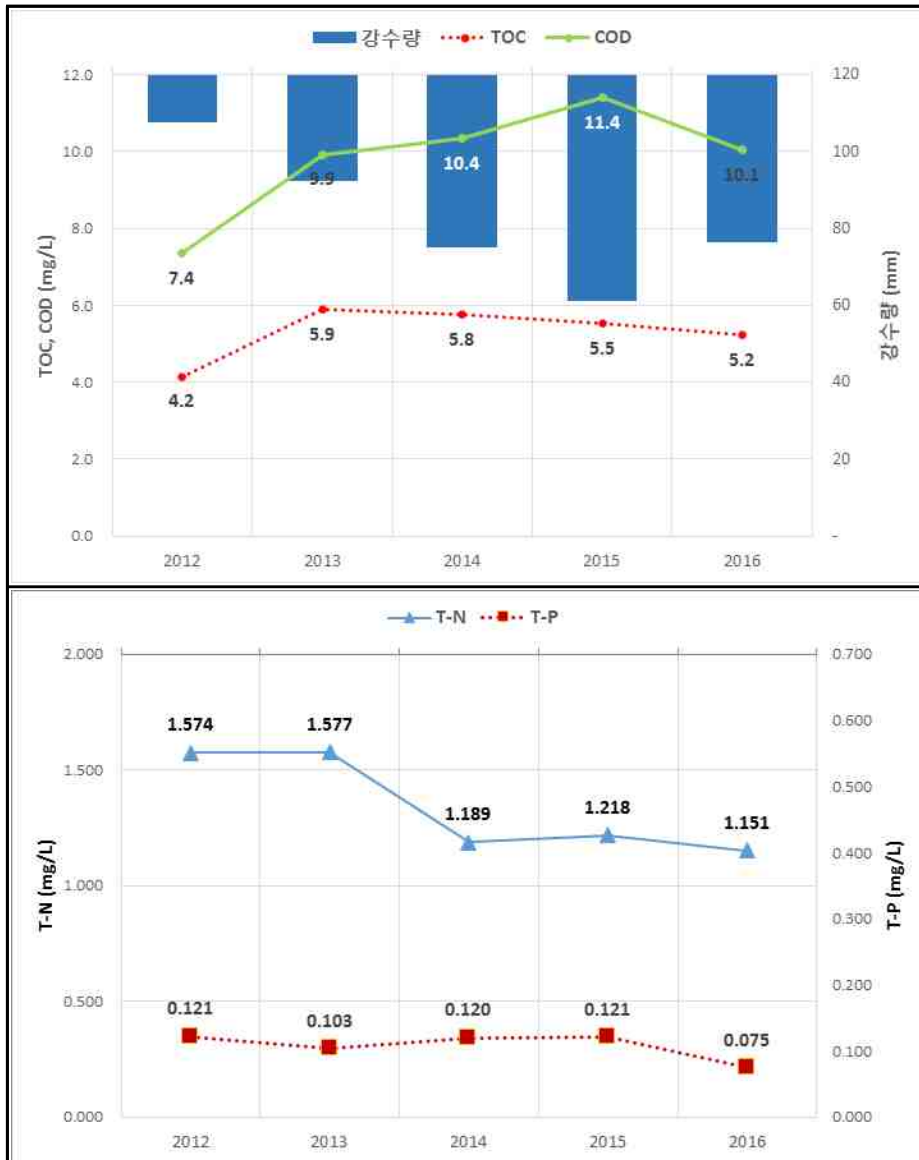
순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m <sup>2</sup> )		내용적(m <sup>3</sup> )		저수율 (%)	비 고
			누가	평균	구간별	누가		
1	97.1	0	1,716	858	0	429	0	사수위
2	97.5	0.4	20,306	11,011	4,404	4,833	1.01	
3	98	0.5	31,660	25,983	12,992	17,825	3.99	
4	98.5	0.5	42,922	37,291	18,646	36,471	8.27	
5	99	0.5	53,517	48,220	24,110	60,581	13.81	
6	99.5	0.5	63,875	58,696	29,348	89,929	20.55	
7	100	0.5	85,422	74,649	37,325	127,254	29.11	
8	100.5	0.5	105,105	95,264	47,632	174,886	40.05	
9	101	0.5	134,101	119,603	59,802	234,688	53.78	
10	101.5	0.5	145,627	139,864	69,932	304,620	69.83	
11	102	0.5	152,222	148,925	74,463	379,083	86.92	
12	102.37	0.37	155,670	153,946	56,960	436,043	100	만수위
13	103.37	1	155,760	155,715	155,715	591,758	135.75	홍수위



(그림 2.1-1) 금정저수지 내용적 곡선

## 2.2 수질현황

- 금정저수지의 연도별 수질변화를 살펴보기 위해 2012년부터 2016년까지 환경부 물환경정보시스템의 “농업용수 측정망조사” 자료를 연도별로 도시하여, 전체적인 수질변화 경향을 파악하였음
- TOC는 2013년 최대 5.9mg/L 이후 감소하고 있으며, 연평균 5.3mg/L로 호소생활환경기준 IV등급(약간 나쁨)을 나타냄
- T-N은 2013년 최대 1.577mg/L이며, 5년 평균 1.342mg/L로 호소생활환경기준 V등급(나쁨)으로 나타냄
- T-P는 2012년 최대 0.121mg/L이며, 5년 평균 0.108mg/L로 호소생활환경기준 V등급(나쁨)으로 나타냄
- 모든 수질항목의 연간 수질은 강수량에 반비례하여 변동하는 특성을 가짐



(그림 2.2-1) 금정저수지 연간 수질변화

## 2.3 수계 및 하천현황

- 무수천은 음성군 생극면 관성리에 위치하며, 유역면적 23.5km<sup>2</sup>, 하천연장 4.60km으로 무수천 중류부에 금정저수지가 위치하여 주변 농경지에 용수공급을 하고 있음
- 상류의 배내미천과 관말천이 있으며, 무수천→금정저수지→무수천으로 구분할 수 있고 동일유역에 속하는 수계현황은 다음 표와 같이 조사됨

<표 2.3-1> 금정저수지 유역 내 수계 현황

하천명	유수의 계통(수계)					하천의 구간		하천연장(km)	유로연장(km)	유역면적(km <sup>2</sup> )
	본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	기점	종점			
무수천	한강	청미천	응천	무수천	-	생극면 관성리	생극면 병암리	4.60	-	23.5
관말천	한강	청미천	응천	무수천	관말천	생극면 관성리	생극면 관성리	0.86	-	5.0
무술천	한강	청미천	응천	무수천	무술천	생극면 관성리	생극면 병암리	0.98	-	2.0
배내미천	한강	청미천	응천	무수천	배내미천	생극면 관성리	생극면 관성리	0.85	-	1.0

자료 : 하천일람(국토해양부, 2014), 음성군 소하천 기본현황 및 중기계획



(그림 2.3-1) 금정저수지 수계 현황

## 2.4 유역개황

### 2.4.1 자연환경

#### 가. 일반현황

- 음성군은 충청북도 북단부에 위치하며, 북쪽으로 경기도 이천시, 동쪽으로 충주시, 남쪽으로 괴산군, 증평군 서쪽으로 진천군과 안성시가 위치하고 있음
- 음성군의 북서쪽은 차령산맥의 팔성산(378m)·마이산(472m)이 남서로 뻗고, 북단 오갑산(609m)에서 갈라진 노령산맥의 원통산(645m)·부용산(644m) 등 준봉이 위치하고 있음

<표 2.4-1> 음성군 위치

군청 소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지 점	극 점	
충북 음성군 음성읍 중앙로 173	동단	소이면 문등리	동경 127°47'54" 북위 36°54'27"	동서간 32km
	서단	대소면 내산리	동경 127°26'44" 북위 36°57'31"	
	남단	원남면 문암리	동경 127°36'52" 북위 36°50'03"	남북간 36km
	북단	감곡면 단평리	동경 127°37'42" 북위 37°09'19"	

출처 : 음성군 통계연보(2016)

#### 나. 토지이용현황

##### (1) 지목별 토지이용현황

- 음성군은 전체 면적 520.3km<sup>2</sup> 중 임야가 272.4km<sup>2</sup>(52.4%)로 가장 넓은 면적으로 나타났으며, 답 75.6km<sup>2</sup>(14.5%), 전 62.5km<sup>2</sup>(12.0%) 순으로 조사됨
- 금정지구가 위치하고 있는 생극면은 전체 면적 56.0km<sup>2</sup> 중 '임야'가 33.7km<sup>2</sup>(60.1%)로 차지하는 비율이 가장 높으며, 다음으로 '답' 7.0km<sup>2</sup>(12.5%), '전' 5.3km<sup>2</sup>(9.4%)의 순으로 나타남

<표 2.4-2> 지목별 토지이용현황

[단위 : km<sup>2</sup>, %]

구 분	계	전	답	임야	대지	도로	하천	기타
음성군	면적	520.3	62.5	75.6	272.4	14.6	22.7	61.2
	구성비	100	12.0	14.5	52.4	2.8	4.4	11.8
생극면	면적	56.0	5.3	7.0	33.7	1.2	2.2	5.1
	구성비	100	9.4	12.5	60.1	2.1	3.9	9.1

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

자료 : 음성군 통계연보(2016)

**(2) 용도지역별 토지이용현황**

- 음성군의 용도지역별 토지이용현황 조사결과 도시지역 33.1km<sup>2</sup>, 비도시지역 485.4km<sup>2</sup>로 총 518.6km<sup>2</sup>가 용도지역으로 지정되어있으며, 이중 농림지역이 237.8km<sup>2</sup>(45.9%)로 가장 넓고 다음으로 관리지역 121.4km<sup>2</sup>(23.4%) 순으로 나타남

&lt;표 2.4-3&gt; 용도지역별 토지이용현황

[단위 : km<sup>2</sup>, %]

구 분	합계	도시지역					비도시지역		
		주거	상업	공업	녹지	미지정	관리	농림	기타
면적	518.6	9.1	1.3	7.2	15.6	0.0	121.4	237.8	126.2
구성비	100.0	1.7	0.2	1.4	3.0	0.0	23.4	45.9	24.3

자료 : 음성군 통계연보(2016)

**다. 환경관련 지구·지역 지정현황**

- 음성군은 환경부, 시·도지사 지정 생태·경관보전지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 파악(생태·경관보전지역 지정현황<2017.8, 환경부>)
- 음성군은 환경부 지정의 백두대간보호지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 파악됨(백두대간보전지역 지정현황<2007, 환경부>)
- 음성군은 상수원 보호구역으로 지정된 곳은 없는 것으로 파악됨(상수원 보호구역 지정현황<2014년말 기준, 환경부>)
- 음성군에서는 습지보전법 제8조에 의한 습지보고지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 파악(습지보호지역 지정현황<2016.11, 환경부>)
- 음성군에서는 야생생물 보호구역으로 지정된 곳은 없는 것으로 파악됨(야생생물 보호구역 지정현황<2016, 환경부>)
- 음성군은 국립·도립·군립공원 등 자연공원으로 지정된 곳은 없는 것으로 파악됨(자연공원 지정현황<2017.6, 환경부>)
- 음성군의 수질오염물질 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 현황조사결과 음성군 전체지역이 배출허용기준 ‘가’지역으로 지정되어 있음(배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황<2007, 환경부>)

라. 지형·지질

(1) 표고 및 경사분석

- 금정지구의 표고는 EL.70.0~400.0m로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며, 표고차는 약 330.0m로 분석됨

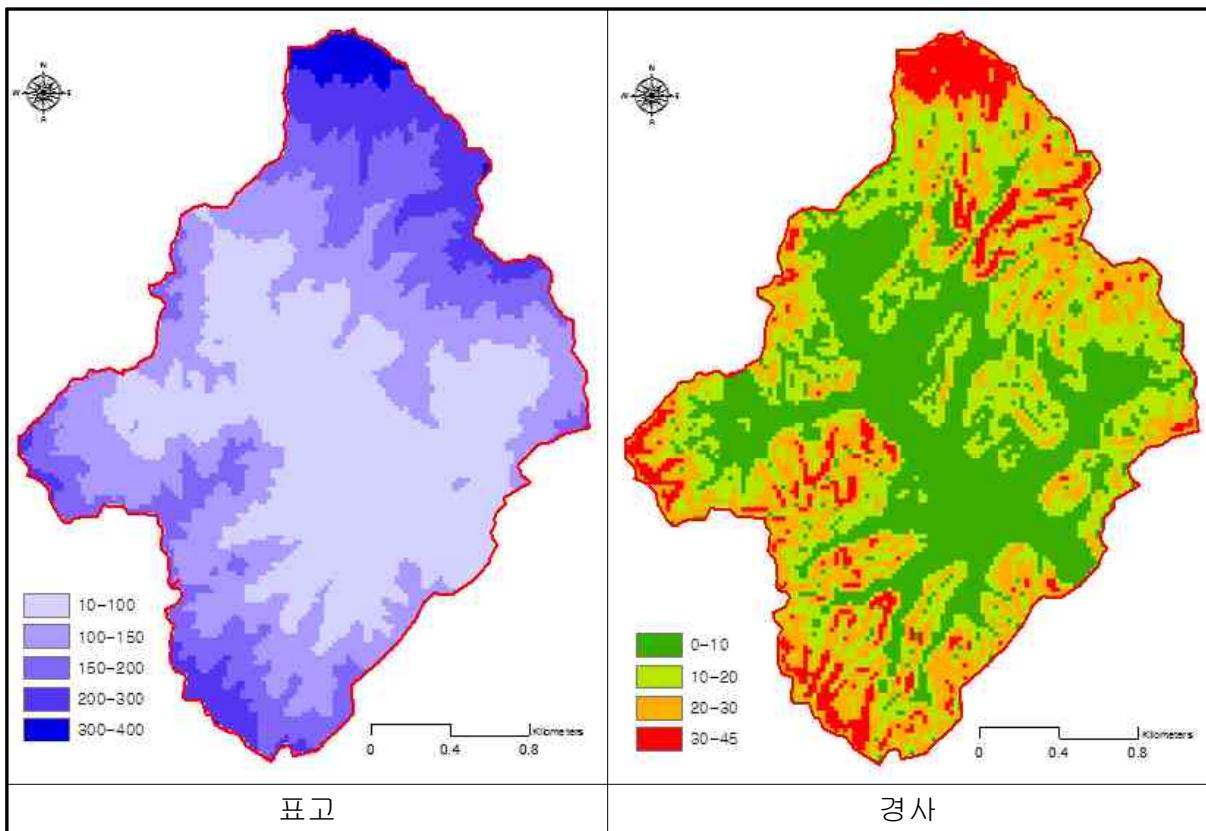
<표 2.4-4> 표고분석

구 분	합 계	10~100m	100~150m	150~200m	200~300m	300~400m
면 적(ha)	569	65	79	98	131	195
구성비(%)	100.0	11.5	13.9	17.2	23.1	34.3

- 금정지구의 경사는 0~40°로 이루어져 있으며, 평균경사는 약 10°로 분석됨

<표 2.4-5> 경사분석

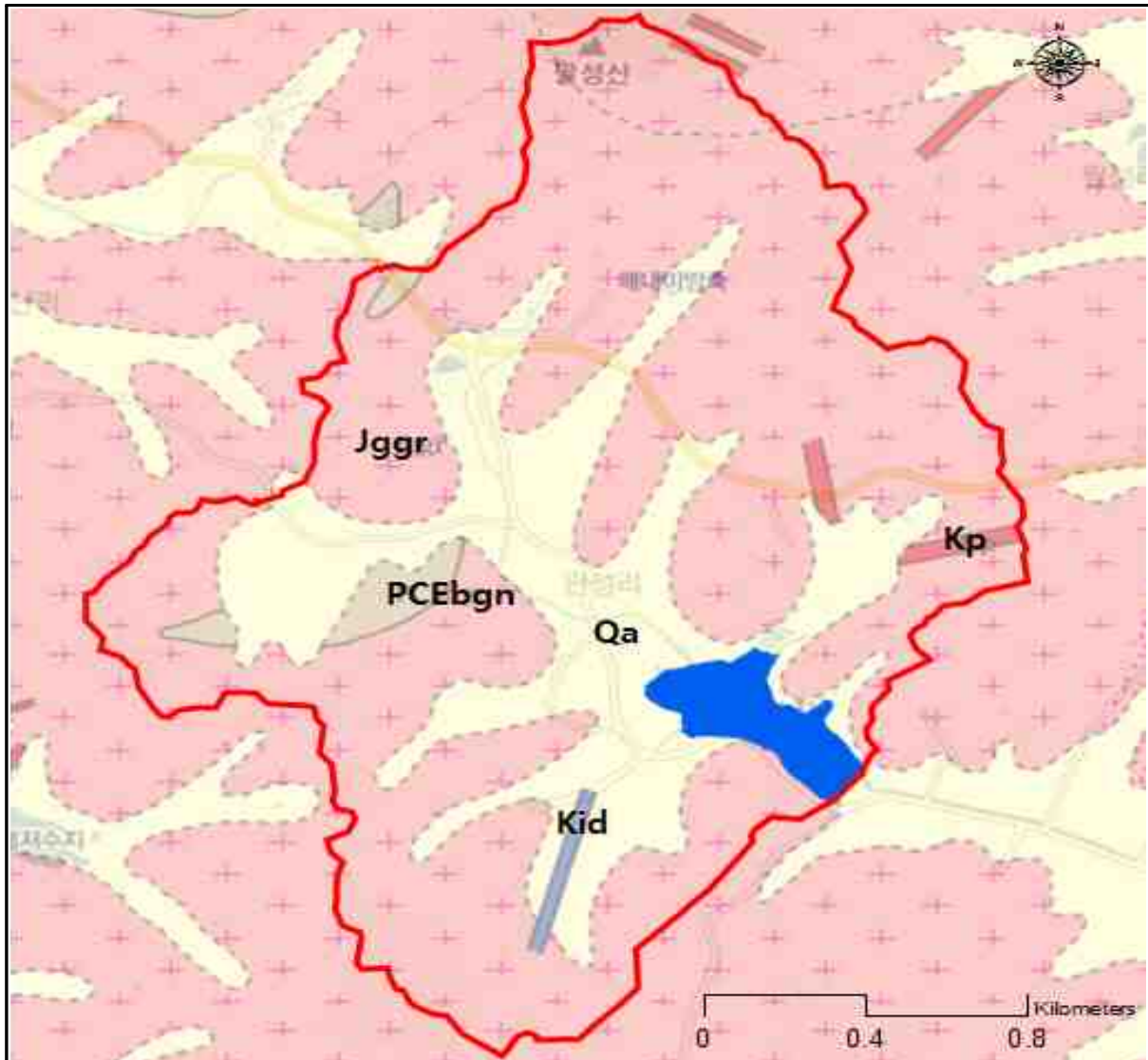
구 분	합 계	0~10°	10~20°	20~30°	30~40°
면 적(ha)	569	43	90	146	290
구성비(%)	100.0	7.6	15.8	25.6	51.0



(그림 2.4-1) 금정저수지 유역의 표고 및 경사

## (2) 지질조사

- 금정저수지 유역의 지질은 신생대 제4기 및 중생대 쥬라기시대의 편마상 흑운모, 화강암, 호상편마암, 페그마타이트, 애플라이트, 중성암맥, 총적층의 지층으로 이루어져 있으며, 대표암석은 편마상 흑운모가 대부분을 차지하고 있음



범 례	기 호	시대	지층명	대표암석	도폭
	Jggr	중생대 쥬라기	편마상흑운모 (각섬석)화강암	편마상흑운모 (각섬석)화강암	장호원(1989)
	PCEbgn	선캄브리아	호상 편마암	호상 편마암	장호원(1989)
	Kp	중생대 백악기	페그마타이트, 애플라이트	페그마타이트	장호원(1989)
	Kid	중생대 백악기	중성암맥	장석반암, 석영안산암	장호원(1989)
	Qa	신생대 제4기	총적층	역, 사, 점토	장호원(1989)

자료 : 한국지질자원연구원(<http://kigam.re.kr>)

(그림 2.4-2) 금정저수지 유역의 지질도



**(3) 보존가치가 있는 지형·지질 존재여부**

- 금정저수지 및 주변지역에 ‘자연경관적·학술적·역사적·예술적’보존가치가 있는 지형·지질의 분포 여부조사를 위하여 아래와 같이 관련 문헌조사 실시
  - 한국의 지질노두150선, 2004, 한국지질자원연구원
  - 지질·광물 문화재 자원조사 보고서, 2001, 문화재청
  - 한국의 지질유산 정보구축과 관리방안, 2008, KEI
- 금정저수지 유역에는 보존가치가 있는 지형·지질이 존재하지 않는 것으로 파악됨

**(4) 백두대간 및 주요 정맥 분포 현황**

- 금정지구가 위치한 강화군은 「백두대간 및 보호에 관한 법률」 제2조에 의한 백두대간 보호지역에 해당되지 않는 것으로 조사됨
- 본 사업은 금정저수지 내 인접수변에서 공사가 이루어져 주변 주요 산계 훼손 및 생태축 단절 등의 영향은 없을 것으로 검토됨

### 마. 기상 개황

- 음성군은 군내에 기상관측소가 없어 가장 가까운 충청북도 충주시의 기상자료를 활용하였으며, 세부자료는 기상청에서 발간한 기상연보를 활용하여 음성군의 기상 개황 분석 실시함
- 음성군의 10년간 평균기온은 12.2℃, 평균풍속은 1.6m/s, 평균 강수량은 1,149mm로 나타났으며, 10년 동안 강수량이 가장 높은 해는 2011년 2,073mm로 나타냄

<표 2.4-6> 연도별 기상개황

년 도	기 온(℃)			강수량 (mm)	바람(m/sec) 평균풍속
	평균기온	최고기온	최저기온		
2007	12.4	18.0	7.1	1,439	1.8
2008	12.0	18.4	6.6	883	1.5
2009	11.9	18.0	6.5	937	1.5
2010	11.5	17.2	6.5	1,212	1.5
2011	11.4	17.3	6.2	2,073	1.6
2012	11.5	17.3	6.4	1,290	1.6
2013	13.3	17.6	6.6	1,106	1.6
2014	12.2	18.4	6.9	900	1.6
2015	12.7	18.7	7.3	732	1.5
2016	12.9	19.0	7.5	917	1.4
평 균	12.2	18.0	6.8	1,149	1.6

출처 : 기상연보(2007~2016년)

#### (1) 기 온

- 음성군의 과거 10년간 평균기온은 12.2℃로 나타났으며, 최고기온은 18.7℃(2015년), 최저기온은 6.2℃(2011년)로 나타남

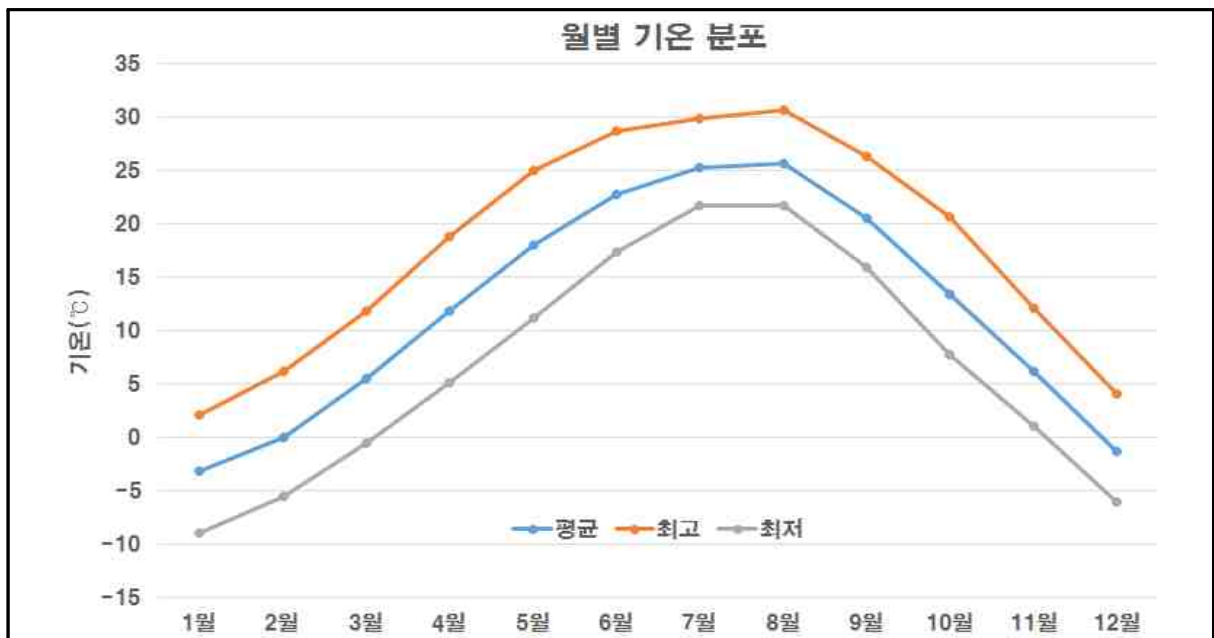
<표 2.4-7> 월별 기온분포

[단위 : ℃]

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균	
2007	평균	1.7	2.1	5.5	10.9	17.5	22.1	23.8	25.8	21.1	13.8	4.5	-0.1	12.4
	최고	4.5	9.3	11.7	17.8	24.3	28.2	28.0	30.3	25.5	20.4	11.4	5.0	18.0
	최저	-6.7	-3.9	-0.1	4.1	11.4	16.3	20.4	22.1	17.5	8.8	-0.9	-4	7.1
2008	평균	-2.3	-2.7	6.2	12.9	17.3	21.4	26.1	24.8	20.8	14.1	5.8	-0.1	12.0
	최고	2.9	4.1	12.8	20.5	24.4	27.2	30.8	30.3	27.5	21.5	12.4	6.2	18.4
	최저	-6.7	-8.9	0.5	5.7	10.4	16.3	22.6	20.6	16.0	8.5	0.2	-5.5	6.6
2009	평균	-4.2	2.4	6.1	11.9	18.1	22.3	23.9	24.7	20.2	13.5	6.0	-1.6	11.9
	최고	2.5	8.2	12.4	19.4	25.4	28.1	28.7	29.9	26.3	21.4	11	3.1	18.0
	최저	-9.9	-3.1	-0.2	4.9	11.2	16.6	20.2	20.2	15.4	7.3	1.6	-5.9	6.5
2010	평균	-5.5	0.5	4.3	9.4	17.2	22.9	25.7	26.8	21.1	13.1	4.7	-1.8	11.5
	최고	0.2	5.6	8.8	15.6	23.7	29	30.1	31.2	26.6	19.8	12.1	4.0	17.2
	최저	-11.2	-4.2	-0.1	3.0	10.6	17.2	22.0	23.9	17.2	7.9	-1.4	-7.3	6.5

<표 2.4-7> 계속

구분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2011	평균	-8.0	0.0	3.2	10.6	17.6	22.3	25.4	25.5	20.0	1.02	9.8	-1.7	10.5
	최고	-2.0	6.9	9.5	17.4	23.7	28.1	29.6	29.8	25.8	19.4	15.4	3.4	17.3
	최저	-14.0	-6.0	-2.8	3.8	11.5	17.0	22.3	22.2	15.4	6.3	4.7	-6.5	6.2
2012	평균	-3.4	-2.5	5.1	12.8	18.5	23.5	25.7	26.5	19.6	12.6	4.4	-5	11.5
	최고	2.2	3.8	10.3	19.7	25.5	29.5	30.3	31.2	25.0	19.9	9.8	0.3	17.3
	최저	-8.5	-8.5	0.3	6.2	12.0	18.2	21.9	22.7	15.4	6.7	-0.4	-9.7	6.4
2013	평균	-5.0	-1.3	5.2	9.7	18.0	23.6	26.2	26.6	20.3	14.0	4.9	-1.0	11.8
	최고	0.9	4.1	12.6	16	24.8	29.1	30.2	31.9	25.8	21.3	10.6	3.9	17.6
	최저	-10.4	-6.5	-1.4	3.4	11.3	18.6	23.2	22.3	16.1	7.9	-0.1	-5.6	6.6
2014	평균	-2.1	1.3	6.9	13.1	18.5	22.7	25.5	23.8	20.4	13.1	6.8	-3.7	12.2
	최고	3.8	7.2	13.3	20.4	26	28.5	30.7	28.3	26.8	20.7	13.2	1.6	18.4
	최저	-7.2	-3.7	0.6	6.2	11.2	18.1	21.1	20.5	15.3	7.1	1.6	-8.4	6.9
2015	평균	-1.7	0.6	5.6	12.5	18.5	23.0	25.0	25.3	19.9	13.4	8.7	1.2	12.7
	최고	3.4	6.2	13.2	19.0	26.0	29.4	29.7	30.8	27.0	21.0	12.8	6.2	18.7
	최저	-6.3	-4.3	-1.6	6.3	10.9	17.2	21.2	21.0	14.1	7.1	5.0	-3.3	7.3
2016	평균	-3.2	-0.1	6.4	14.1	18.8	23.3	25.7	26.8	21.5	14.8	5.9	0.6	12.9
	최고	2.2	6.0	13.3	21.7	26.6	29.3	30.5	32.6	26.9	20.5	12.2	6.4	19.0
	최저	-8.1	-5.8	-0.2	7.3	11.2	17.9	22.0	22.0	17.3	10.4	0.2	-4.5	7.5
평균	평균	-3.4	0.0	5.5	11.8	18.0	22.7	25.3	25.7	20.5	12.3	6.2	-1.3	11.9
	최고	2.1	6.1	11.8	18.8	25.0	28.6	29.9	30.6	26.3	20.6	12.1	4.0	18.0
	최저	-8.9	-5.5	-0.5	5.1	11.2	17.3	21.7	21.8	16.0	7.8	1.1	-6.1	6.8



(그림 2.4-3) 월별 평균기온(2007~2016년)

## (2) 강수량

- 음성군의 연평균 강수량은 1,149mm이며, 7월과 8월에 각각 279mm와 236mm로 여름철에 많은 강수량을 나타내고 있으며, 겨울(12월~2월)의 평균 강수량은 26mm 낮은 수치를 나타냄

&lt;표 2.4-8&gt; 월별 강수량 분포

[단위 : mm]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2007	6	39	113	18	117	90	283	366	333	33	22	21	1,439
2008	29	8	43	32	71	78	320	193	71	16	10	12	883
2009	17	16	52	31	97	90	316	143	71	45	31	30	937
2010	44	71	85	70	97	51	112	345	288	21	14	14	1,212
2011	3	46	31	158	188	453	604	289	159	62	67	16	2,073
2012	10	2	66	85	61	59	266	403	177	62	48	52	1,290
2013	41	37	48	85	93	127	241	222	122	12	47	32	1,106
2014	14	19	38	40	26	63	93	284	123	154	24	23	900
2015	16	23	32	89	23	75	182	72	34	60	90	38	732
2016	2	50	12	97	70	39	374	44	61	103	23	42	917
평균	18	31	52	71	84	113	279	236	144	57	38	28	1,149

출처 : 기상연보(2007~2016년)



(그림 2.4-4) 월별 평균 강수량 분포(2007~2016년)

(3) 풍속

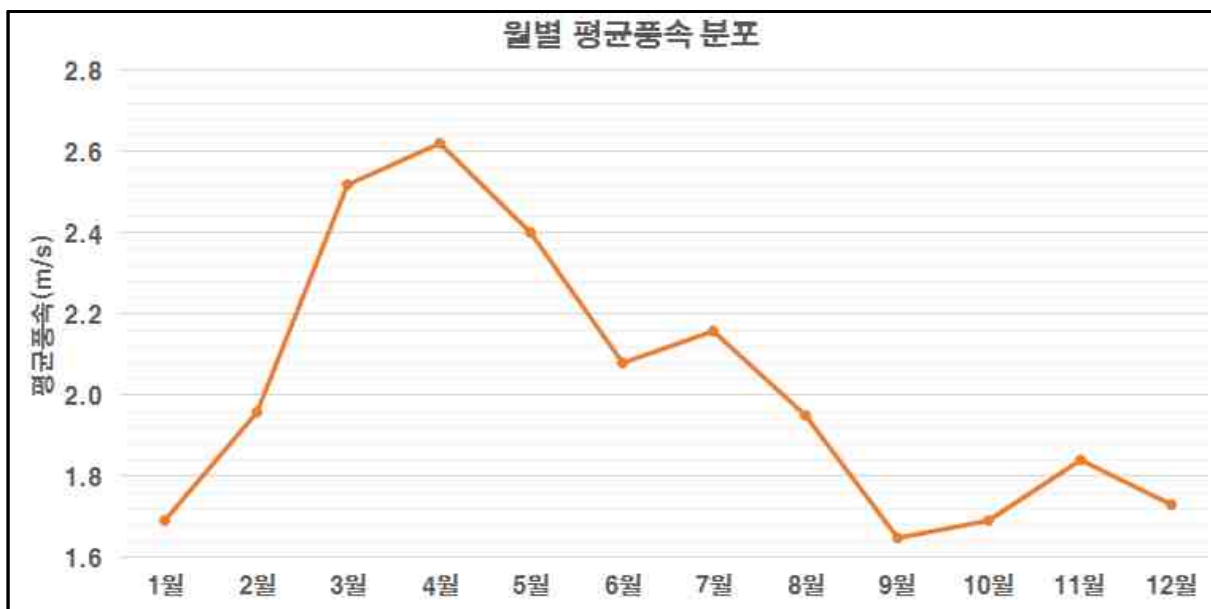
- 음성군의 과거 10년간 평균 풍속은 1.6m/s로 분석되었으며, 1.3~2.0m/s의 범위에서 연평균 풍속이 발생하는 것으로 나타남

<표 2.4-9> 월별 평균풍속 현황

[단위 : m/s]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2007	1.5	1.8	2.4	2.2	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.4	1.4	1.5	1.8
2008	1.3	1.7	1.7	2.0	1.7	1.9	1.5	1.6	1.1	1.2	1.3	1.5	1.5
2009	1.3	1.3	2.0	1.8	1.6	1.6	1.4	1.4	1.1	1.2	1.6	1.5	1.5
2010	1.3	1.4	2.0	2.1	1.7	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.4	1.5	1.5
2011	1.6	1.3	2.2	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.4	1.1	1.6	1.4	1.6
2012	1.3	1.6	2.1	2.2	1.6	1.8	1.6	1.7	1.3	1.3	1.7	1.5	1.6
2013	1.3	1.7	1.8	2.2	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.4	1.7	1.4	1.6
2014	1.2	1.5	1.8	1.8	2.1	1.7	1.6	1.6	1.3	1.4	1.4	1.7	1.6
2015	1.4	1.8	1.9	1.8	1.9	1.7	1.7	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	1.5
2016	1.5	1.7	1.4	1.7	1.8	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
평균	1.4	1.6	1.9	2.0	1.8	1.7	1.5	1.5	1.3	1.3	1.5	1.4	1.6

출처 : 기상연보(2007~2016년)



(그림 2.4-5) 월별 평균 풍속(2007~2016년)

## 2.4.2 인문·사회 환경

### 가. 인구현황

- 음성군은 2015년도 기준 43,279세대 104,316명으로 남자 56,464명, 여자 47,852명이며, 인구밀도는 201명/km<sup>2</sup>로 낮은 것으로 조사됨

<표 2.4-10> 연도별 인구변화 추이

연도별	세대수	인구(명)			인구밀도 (명/km <sup>2</sup> )	면적 (km <sup>2</sup> )
		합계	남	여		
2006	33,014	90,159	47,717	42,442	173	521
2007	34,408	92,520	49,203	43,317	178	520
2008	35,684	94,144	50,134	44,010	181	520
2009	36,457	94,580	50,661	43,919	182	520
2010	37,887	96,214	51,632	44,582	185	520
2011	38,518	96,993	51,994	44,999	186	520
2012	39,536	98,279	52,691	45,588	189	520
2013	40,307	99,952	53,799	46,153	192	520
2014	41,749	102,796	55,506	47,290	198	520
2015	43,279	104,316	56,464	47,852	201	520

자료 : 음성군 통계연보(2016)

### 나. 산업현황

- 음성군은 제조업이 1,870개소로 가장 많았으며, 다음으로 도·소매업, 숙박 및 음식점의 순으로 나타냄

<표 2.4-11> 사업체 현황

구 분	업체수 (개)	구 분	업체수 (개)
농업, 임업 및 어업	24	금융 및 보험업	77
광업	-	부동산업 및 임대업	231
제조업	1,870	전문, 과학 및 기술 서비스업	126
전기, 가스, 증기 및 수도사업	4	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	135
하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경 복원업	48	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	40
건설업	334	교육 서비스업	217
도매 및 소매업	1,835	보건 및 사회복지사업	263
운수업	808	예술스포츠 및 여가관련 서비스업	202
숙박 및 음식점업	1,706	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	762
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	23		

출처 : 음성군 통계연보(2016)

### 2.4.3 환경기초시설 현황

#### 가. 상수도 현황

- 음성군의 상수도 보급현황에 대한 분석결과 보급률 기준으로 2010년 68.7%에서 2015년 83.5%로 상수도 보급률이 상승하였음

<표 2.4-12> 상수도 보급현황

연도	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	급수량 (m <sup>3</sup> /일)	1인당 급수량 (litter)	급수전수 (개)
2010	96,214	66,068	68.7	-	30,502	462.0	12,611
2011	96,993	73,355	75.6	-	26,607	363.3	15,588
2012	98,279	46,988	78.3	-	29,861	389.2	16,747
2013	99,952	79,162	79.2	-	30,756	388.5	17,559
2014	102,796	87,367	85.0	-	43,683	500.0	18,717
2015	104,316	87,109	83.5	-	47,693	548.0	19,493

출처 : 음성군 통계연보(2016)

#### 나. 하수도 현황

- 음성군의 하수도 보급률은 2010년 49.6% 대비 2015년 52%로 증가추세를 나타내고 있으며, 이는 지속적인 하수관거 증설사업을 통한 보급률 상승에 기인하고 있음

<표 2.4-13> 하수도 보급현황

연도	총인구 (명)	처리인구		하수관거		
		하수처리 인구(명)	보급률 (%)	계획연장 (m)	시설연장 (m)	보급률 (%)
2010	96,214	47,721	49.6	-	-	-
2011	96,993	49,723	51.3	-	-	-
2012	98,279	50,630	51.5	286,476	230,571	80
2013	99,952	50,137	50.2	286,476	231,071	81
2014	102,796	53,756	52.3	291,432	239,204	82
2015	104,316	54,106	52.0	292,240	241,681	83

출처 : 음성군 통계연보(2016)

<표 2.4-14> 하수도 처리현황

연도	합류식			분류식				
	계획면적 (km <sup>2</sup> )	계획연장 (m)	시설연장 (m)	계획면적 (km <sup>2</sup> )	계획연장(m)		시설연장(m)	
					오수	우수	오수	우수
2015	2	24,216	24,216	13	162,947	105,077	115,292	102,173

출처 : 음성군 통계연보(2016)

### 다. 하수처리시설 현황

- 음성군 하수처리시설 현황은 2015년 기준 음성공공하수처리장 외 9개소가 운영되고 있으며, 일반 하수처리장 3개소, 마을 하수처리장 6개소 운영 중임

<표 2.4-15> 하수처리시설 현황

연도	시설명	시설용량(m <sup>3</sup> /일)		
		물리적	생물학적	고도
2010	음성읍 등 8개소	-	-	17,740
2011	음성읍 등 9개소	-	-	17,740
2012	음성읍 등 9개소	-	-	17,740
2013	음성읍 등 9개소	-	-	17,740
2014	음성읍 등 9개소	-	-	17,740
2015	음성읍 등 9개소	-	-	17,740

출처 : 음성군 통계연보(2016)

### 라. 분뇨처리시설 현황

- 음성군은 101m<sup>3</sup>/일의 분뇨가 발생하고 있으며, 처리량은 82m<sup>3</sup>/일로 파악됨

<표 2.4-16> 분뇨 배출량 현황

연도	발생량(m <sup>3</sup> /일)			처리량(m <sup>3</sup> /일)		
	계	수거식	수세식	계	수거분뇨	정화조 오니
2010	137	5	132	66	1	65
2011	97	5	92	71	4	67
2012	98	5	93	60	-	60
2013	98	5	93	63	-	63
2014	99	4	95	80	-	80
2015	101	4	97	82	-	82

출처 : 음성군 통계연보(2016)

### 마. 폐기물매립시설 및 소각시설 현황

- 금정저수지 유역 내에는 폐기물 매립시설이 없는 것으로 조사됨



## 2.4.4 농축산업 현황

### 가. 농업현황

- 음성군의 농가수는 2010년 이후 지속적인 감소추세이며, 2015년 6,780호로 나타남
- 농가수의 감소에 따른 농가인구 역시 지속적인 감소추세를 나타내고 있음

<표 2.4-17> 농가현황

연도	농가(호)			농가인구(인)		
	합계	전업	겸업	계	남	여
2010	7,261	3,929	3,332	9,828	9,543	10,249
2011	7,055	4,053	3,003	9,213	8,617	10,145
2012	7,185	3,758	3,427	9,292	9,202	10,083
2013	7,255	3,715	3,540	9,165	9,141	9,841
2014	7,191	3,639	3,552	9,119	9,030	-
2015	6,780	3,796	2,987	8,381	8,088	8,939

출처 : 음성군 통계연보(2016)

- 비료사용량은 다소 증가하였으며, 질소질 비료 사용량이 많은 것으로 나타남

<표 2.4-18> 농경지 연간 시비량

[단위 : M/T]

연도	합계	질소질 (Nitrogenous)	인산질 (Phosphate)	가리질 (Potash)	기타 (Others)
2010	4,474	997	298	339	2,840
2011	4,635	941	303	346	3,042
2012	6,085	1,204	400	482	3,999
2013	6,003	1,200	409	488	3,906
2014	5,634	1,144	378	451	3,661
2015	5,641	1,150	354	453	3,684

출처 : 음성군 통계연보(2016)

### 나. 축산업 현황

- 음성군의 가축사육두수에 대한 조사결과 닭, 가금, 돼지, 순으로 사육하는 것으로 조사됨

<표 2.4-19> 가축사육두수 현황

[단위 : 마리]

연도	한육우	젖소	돼지	닭	말	산양	면양	사슴	토끼	개	기타 가금류	꿀벌
2010	17,911	2,980	86,367	2,036,900	9	1,387	-	437	944	12,296	799,172	12,491
2011	20,320	2,658	91,289	2,923,500	35	2,629	-	437	944	12,296	977,045	13,197
2012	22,799	2,654	103,014	3,562,036	45	3,528	-	292	552	18,473	1,013,268	15,150
2013	23,082	2,678	102,930	4,409,445	147	2,402	-	267	487	24,008	1,050,192	16,912
2014	22,076	2,749	96,609	4,656,071	133	1,658	-	222	589	22,572	990,662	19,145
2015	21,781	2,563	97,150	5,095,698	127	1,793	-	164	472	22,695	1,003,743	20,358

출처 : 음성군 통계연보(2016)

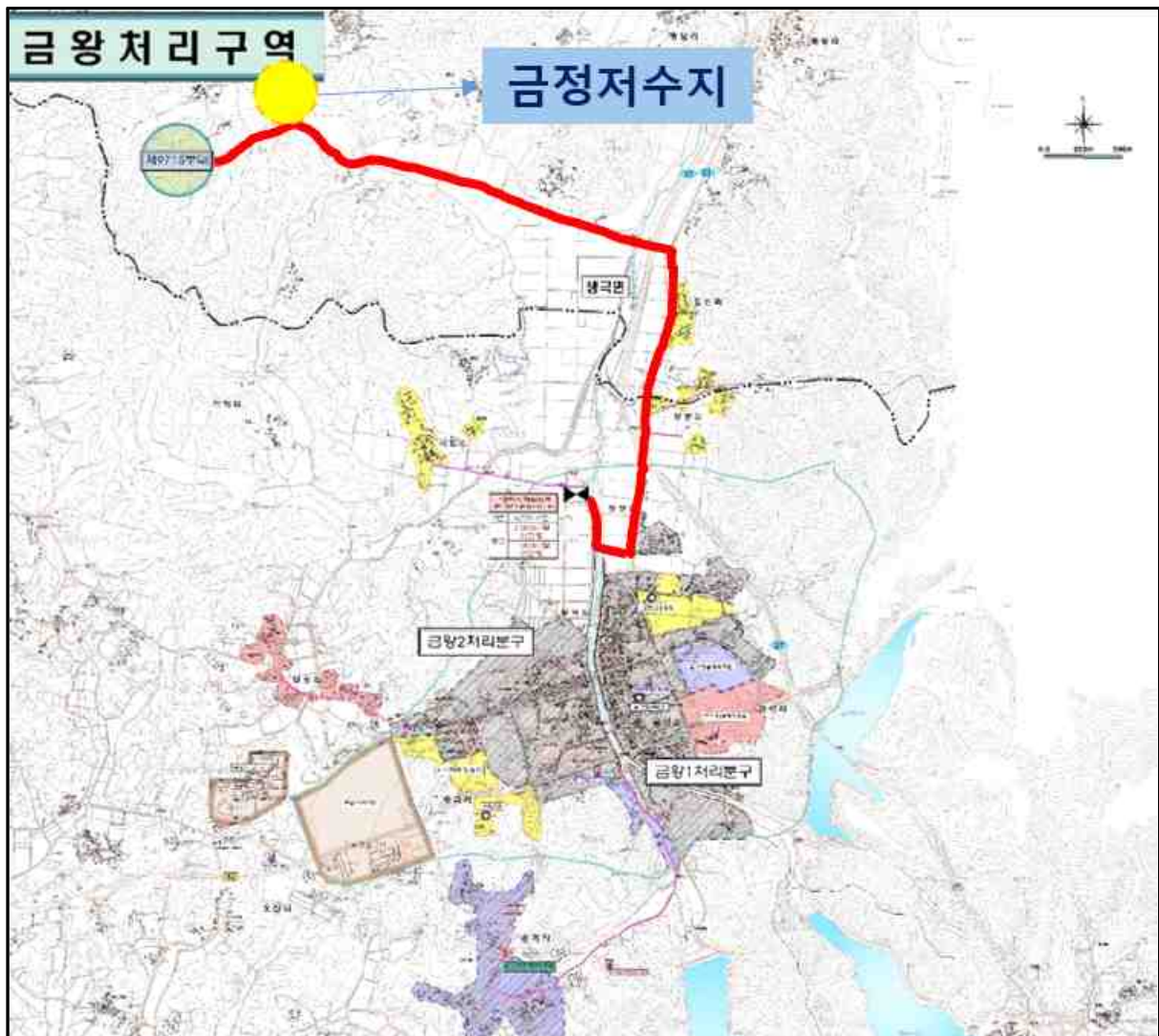
### 2.4.5 개발 및 삭감계획

- 음성군에서는 금왕읍과 생극면 일대의 군부대에서 발생하는 하수를 금왕공공하수처리 시설로 유입시켜 처리하기 위해 하수관로정비사업을 계획하고 있음

<표 2.4-20> 금정지구 하수관로정비사업 개요

사업명	위치	규모	세부내역
금왕 하수관로정비사업	금왕읍 (내송리, 정생리, 각회리) 생극면 (도신리, 관성리) 군부대	하수관로 L=14.542km 배수설비 372가구 맨홀펌프장 2개소	2020년 준공예정

출처 : 음성군 하수도정비 기본계획(부분변경), 2016



(그림 2.4-6) 금정지구 하수관로정비사업 계획도

# 제 3 장

## 오염원 및 환경질현황

3.1 오염원 및 오염부하량

3.2 수질 환경

3.3 퇴적물 환경

3.4 토양 환경

3.5 지질 환경

3.6 생태 환경



## 제3장 오염원 및 환경질현황

### 3.1 오염원 및 오염부하량

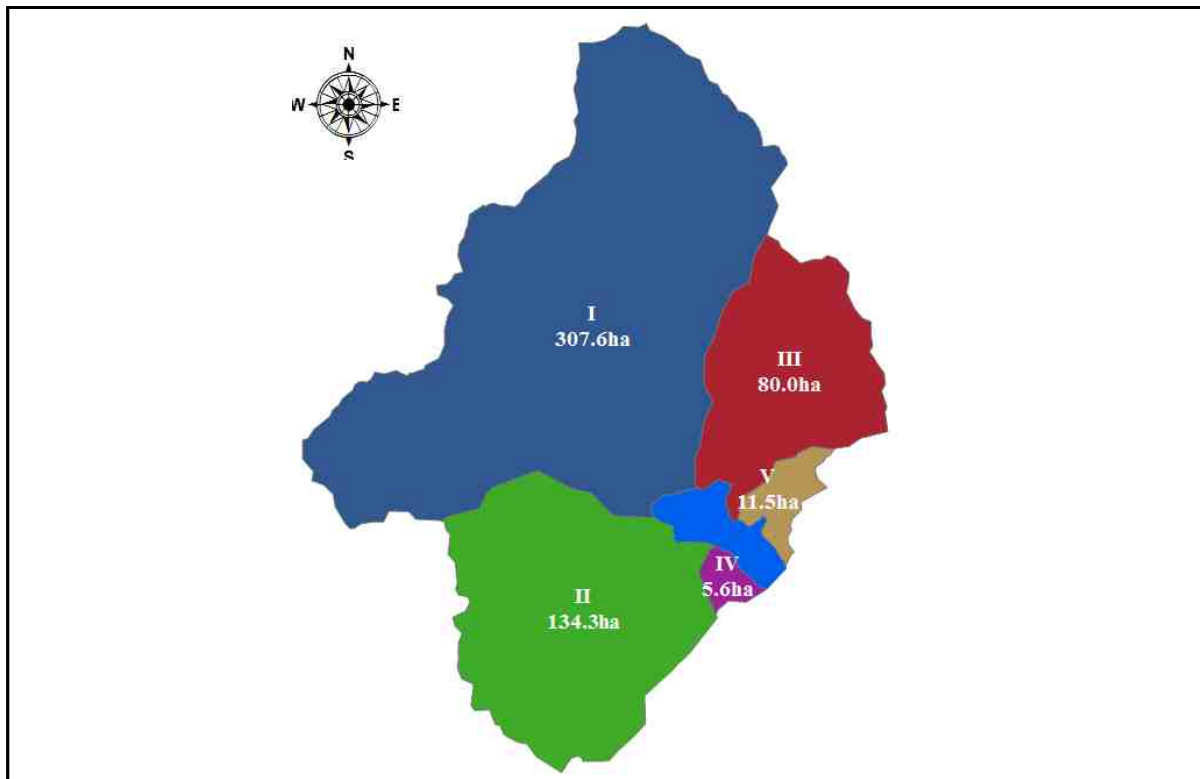
#### 3.1.1 유역구분

- 금정저수지 유역을 유입하천 및 배수구역에 따라 소유역으로 구분하였음
- 금정저수지는 총 5개 소유역으로 구분하여 소유역 구분도를 (그림 3.1-1)과 같이 제시하였음

<표 3.1-1> 소유역별 행정구역 및 토지이용현황

소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계			538.9 (100.0)	73.2 (13.6)	68.0 (12.6)	310.6 (57.6)	32.7 (6.1)	54.4 (10.1)
금정 I	생곡면	관성리	307.6	55.0	44.2	168.5	22.4	17.6
금정 II			134.3	13.0	15.1	82.9	4.1	19.2
금정 III			80.0	3.6	7.1	46.8	5.5	16.9
금정 IV			5.6	0.2	0.1	4.2	0.5	0.7
금정 V			11.5	1.4	1.6	8.2	0.3	0.0

주) 금정저수지 수면적(15.0ha) 제외, 유역면적은 최신 수치지도와 basins를 이용하여 재산정된 것임



(그림 3.1-1) 금정저수지 소유역 구분도

### 3.1.2 오염원 현황

- 오염원 현황은 생활계, 축산계, 산업계, 양식계, 매립계 및 토지계로 구분하였으며, 조사는 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」에 준하여 수행하였음
- 조사지역은 음성군 생극면의 금정저수지로 유입되는 5개 소유역에 해당됨

#### 가. 생활계

- 금정저수지 유역의 인구 현황 조사결과, 생극면 관성리는 비시가지로 구분되며, 총 558명 중 397명이 금정지 유역 내에 거주하는 것으로 조사됨
- 금정저수지 유역 내에 거주인구는 전체 397명이고, 금정 I 소유역에서 229명으로 가장 많이 거주하며, 금정 II, 금정 III, 금정 V, 금정 IV소유역 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	397	29	29	0	368	158	210	0	-
금정 I	229	17	17	0	212	91	121	0	-
금정 II	98	7	7	0	91	39	52	0	-
금정 III	58	4	4	0	54	23	31	0	-
금정 IV	4	0	0	0	4	2	2	0	-
금정 V	8	1	1	0	7	3	4	0	-

자료 : 전국오염원자료, 2015

주) 군부대 거주인구 1,100명 포함한 대규모 영업시설(병원, 요양원)의 인구는 부하량산정에 물사용량으로 반영 됨

#### 나. 축산계

- 금정저수지 유역 내에 사육되는 가축은 한우 161두, 젓소 149두, 돼지 0두, 사슴 12두, 양 7두, 가금 73두이며 한우가 가장 많은 것으로 조사됨
- 가축분뇨는 모두 개별퇴비화 등으로 자체 처리되어 경작지로 살포되고 있는 실정임

<표 3.1-3> 소유역별 가축 사육두수 현황

[단위 : 두, 마리]

소유역	한우	젓소	돼지	사슴	양	가금	개
총 계	161	149	0	12	7	73	21
금정 I	92	85	0	7	4	41	13
금정 II	40	37	0	3	2	18	5
금정 III	24	22	0	2	1	11	3
금정 IV	2	2	0	0	0	1	0
금정 V	3	3	0	0	0	2	0

자료 : 전국오염원자료, 2015

다. 산업계

- 산업폐수 발생량 조사결과, 전량 면제승인 및 재이용하여 폐수배출량은 없는 것으로 조사됨
- 금정저수지 유역 내 산업계 폐수발생량은 총 7.8㎥/일로 금정 I 유역이 4.5㎥/일로 가장 많았으며, 다음으로 금정 II>금정 III>금정 V>금정 IV의 순으로 나타남

<표 3.1-4> 유역별 폐수배출시설 현황 [단위 : ㎥/일]

소유역	폐수발생량	폐수배출량	비고
총 계	7.8	0.0	
금정 I	4.5	0.0	
금정 II	1.9	0.0	
금정 III	1.2	0.0	
금정 IV	0.1	0.0	
금정 V	0.2	0.0	

자료 : 전국오염원자료, 2015

라. 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 야적 시 관리가 소홀할 경우 강우시에 유출될 수 있음
- 금정저수지 유역면적은 538.9ha로 토지이용현황을 살펴보면 임야가 310.6ha(57.6%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 다음으로 전>답>대지의 순으로 분포하고 있음

<표 3.1-5> 소유역별 토지이용현황

소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)			538.9 (100.0)	73.2 (13.6)	68.0 (12.6)	310.6 (57.6)	32.7 (6.1)	54.4 (10.1)
금정 I	생극면	관성리	307.6	55.0	44.2	168.5	22.4	17.6
금정 II			134.3	13.0	15.1	82.9	4.1	19.2
금정 III			80.0	3.6	7.1	46.8	5.5	16.9
금정 IV			5.6	0.2	0.1	4.2	0.5	0.7
금정 V			11.5	1.4	1.6	8.2	0.3	0.0

자료 : 전국오염원자료, 2015

### 마. 비점오염원[양식계]

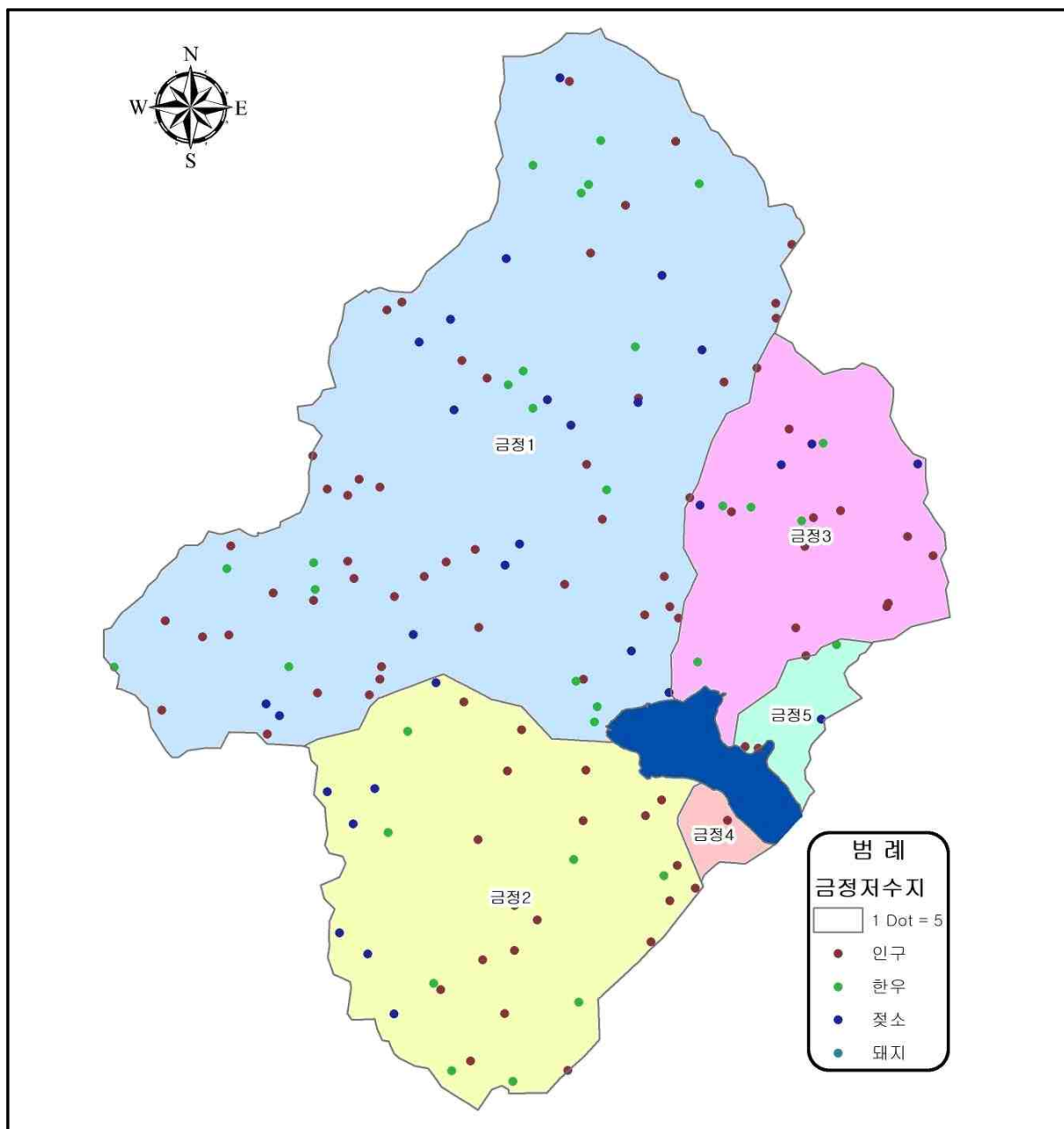
- 양식계 오염원은 주로 사료 및 어류의 배설물 등에 의한 오염등이 있음
- 대상유역에는 1개의 도전양식장이 있으며, 시설면적은 7,432㎡, 사료투여량은 1,000kg/일로 운영되고 있음

<표 3.1-6> 소유역별 양식장현황

[단위: ㎡, kg/일]

소유역	업소명	어종	종류	면허면적	시설면적	사료투여량	비고
금정 1	코이랜드비단잉어	비단잉어	도전양식	7,432	7,432	1,000	

자료 : 전국오염원자료, 2015



(그림 3.1-2) 오염원별 위치도



### 3.1.3 오염부하량 산정

- 오염부하량 산정 시 원단위는 지역적 특성을 반영하도록 실측자료를 사용하는 것이 바람직하나 실측자료는 측정 회수의 제한이 있으므로, 「수질오염총량관리기술지침 (2014.5)」의 원단위를 사용하였음

#### 가. 오·폐수 발생유량

- 유역에서 발생하는 오·폐수발생량은 571.6<sup>m³</sup>/일이며, 생활계가 전체의 97.0%(351.5<sup>m³</sup>/일)로 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타남
- 금정Ⅱ 유역의 오·폐수발생량은 294.2<sup>m³</sup>/일로 전체의 51.5%를 차지하며, 금정Ⅰ유역이 211.1<sup>m³</sup>/일로 두 번째로 많이 발생함

<표 3.1-7> 소유역별 오·폐수 발생량 [단위 : <sup>m³</sup>/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	매립계	비 고
총 계	571.6	554.5	9.2	7.9	-	-
금정Ⅰ	211.1	201.4	5.2	4.5	-	-
금정Ⅱ	294.2	290.0	2.3	1.9	-	-
금정Ⅲ	54.6	52.0	1.4	1.2	-	-
금정Ⅳ	3.8	3.6	0.1	0.1	-	-
금정Ⅴ	7.9	7.5	0.2	0.2	-	-

#### 나. 발생부하량

##### (1) 생활계

- 인구에 의한 BOD 발생부하량은 128.5kg/일, T-N 36.1kg/일, T-P 3.8kg/일로 산정됨
- 금정Ⅱ유역의 BOD 발생부하량 72.0kg/일로 전체의 56.0%를 차지하며, T-N 19.7kg/일, T-P 2.2kg/일로 소유역중 발생량이 가장 많음

<표 3.1-8> 소유역별 생활계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	128.5	36.1	3.8
금정Ⅰ	43.0	12.5	1.3
금정Ⅱ	72.0	19.7	2.2
금정Ⅲ	11.1	3.2	0.3
금정Ⅳ	0.8	0.2	0.0
금정Ⅴ	1.6	0.5	0.0

**(2) 축산계**

- 가축에 의한 BOD발생부하량은 총 168.5kg/일이고, T-N 발생부하량은 43.2kg/일, T-P 발생부하량은 14.3kg/일로 산정됨
- 금정 I 소유역의 경우 BOD 발생부하량 96.6kg/일로 전체의 57.3%를 차지하고 T-N은 24.8 kg/일, T-P는 8.2kg/일로 가장 발생량이 많음

&lt;표 3.1-9&gt; 소유역별 축산계 발생부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	168.5	43.2	14.3
금정 I	96.6	24.8	8.2
금정 II	41.7	10.7	3.5
금정 III	24.9	6.4	2.1
금정 IV	1.7	0.4	0.1
금정 V	3.6	0.9	0.3

**(3) 산업계**

- 산업체에 의한 BOD발생부하량은 총 1.0kg/일이고, T-N 발생부하량은 0.3kg/일, T-P 발생부하량은 0.03kg/일로 산정됨
- 금정 I 소유역의 경우 BOD 발생부하량 0.6kg/일로 전체의 57.3%를 차지하고 T-N은 0.1 kg/일, T-P는 0.02kg/일로 가장 발생량이 많음

&lt;표 3.1-10&gt; 소유역별 산업계 발생부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	1.0	0.3	0.03
금정 I	0.6	0.1	0.02
금정 II	0.2	0.1	0.01
금정 III	0.1	0.0	0.00
금정 IV	0.0	0.0	0.00
금정 V	0.0	0.0	0.00

**(4) 토지계**

- 토지이용에 의한 BOD 발생부하량은 총 32.0kg/일이고, T-N 발생부하량은 19.2kg/일, T-P 발생 부하량은 1.5kg/일로 산정됨
- 금정 I 소유역의 경우 BOD 발생부하량 18.3kg/일로 전체의 57.3%를 차지하고 T-N은 11.0kg/일, T-P는 0.9kg/일로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-11> 소유역별 토지계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	32.0	19.2	1.5
금정 I	18.3	11.0	0.9
금정 II	7.9	4.7	0.4
금정 III	4.7	2.8	0.2
금정 IV	0.3	0.2	0.0
금정 V	0.7	0.4	0.0

(5) 양식계

- 양식계에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 양식계 오염원의 면적당 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, 금정 I에 위치하고 있음. BOD발생부하량은 총 5.9kg/일, T-N 발생부하량은 1.2kg/일, T-P 발생부하량은 0.3kg/일로 산정됨

<표 3.1-12> 소유역별 양식계 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	5.9	1.2	0.3
금정 I	5.9	1.2	0.3
금정 II	-	-	-
금정 III	-	-	-
금정 IV	-	-	-
금정 V	-	-	-

다. 배출부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 배출부하량은 하수처리시설, 분뇨처리시설 등 환경기초시설, 오수처리시설, 단독정화조 등의 개별처리시설의 처리효율을 고려하여 삭감한 후 산정됨
- 인구에 의한 BOD 배출부하량은 14.8kg/일, T-N 13.0kg/일, T-P 1.2kg/일로 산정됨
- 금정 I 유역의 BOD 배출부하량은 7.3kg/일로 전체의 49.3%를 차지하며, T-N과 T-P는 각각 6.2kg/일, 0.6kg/일로 금정II 유역의 배출량이 가장 많았음

<표 3.1-13> 소유역별 생활계 배출부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	14.8	13.0	1.2
금정 I	7.3	5.2	0.5
금정 II	5.2	6.2	0.6
금정 III	1.9	1.3	0.1
금정 IV	0.1	0.1	0.0
금정 V	0.3	0.2	0.0

**(2) 축산계**

- 가축에 의한 BOD 배출부하량은 총 15.2kg/일이고, T-N 배출부하량은 10.3kg/일, T-P 배출부하량은 1.1kg/일로 산정됨
- 금정 I 소유역의 경우 BOD 배출부하량 8.7kg/일로 전체의 57.3%를 차지하고 T-N 배출부하량은 5.9kg/일, T-P 배출부하량은 0.6kg/일로 가장 배출량이 많음

&lt;표 3.1-14&gt; 소유역별 축산계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	15.2	10.3	1.1
금정 I	8.7	5.9	0.6
금정 II	3.8	2.5	0.3
금정 III	2.2	1.5	0.2
금정 IV	0.2	0.1	0.0
금정 V	0.3	0.2	0.0

**(3) 산업계**

- 산업체에 의한 오염물질 배출부하량은 5종의 소규모 산업체가 분포하나 전량 면제승인 및 재이용하는 산업체로 산업계에 의한 배출부하량은 없는 것으로 조사됨

**(4) 토지계**

- 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역별 발생부하량에 배출계수 1.0을 곱하여 산정하였으며, BOD 32.0kg/일, T-N 19.2kg/일, T-P 1.5kg/일로 산정됨
- 유역 면적이 가장 넓은 금정 I 소유역의 경우 BOD 배출부하량 18.3kg/일로 전체의 57.3%를 차지하고 T-N은 11.0kg/일, T-P는 0.9kg/일로 가장 발생량이 많음

&lt;표 3.1-15&gt; 소유역별 토지계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	32.0	19.2	1.5
금정 I	18.3	11.0	0.9
금정 II	7.9	4.7	0.4
금정 III	4.7	2.8	0.2
금정 IV	0.3	0.2	0.0
금정 V	0.7	0.4	0.0

**(5) 양식계**

- 양식계에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역별 발생부하량에 배출계수 1.0을 곱하여 산정하였으며, BOD 배출부하량은 총 5.9kg/일, T-N 배출부하량은 1.2kg/일, T-P 배출부하량은 0.3kg/일로 산정됨

<표 3.1-16> 소유역별 양식계 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	5.9	1.2	0.3
금정 I	5.9	1.2	0.3
금정 II	-	-	-
금정 III	-	-	-
금정 IV	-	-	-
금정 V	-	-	-

**라. 총 오염부하량**

**(1) 총 발생부하량**

- 유역의 발생부하량은 BOD가 335.9kg/일이고, T-N 100.0kg/일, T-P 19.9kg/일로 산정됨
- 오염원별로 축산계가 BOD 50.2%, T-N의 43.2%로, T-P의 71.9%로 차지하는 비율이 높았으며, 다음으로 생활계의 비율이 높게 나타남

<표 3.1-17> 오염원별 발생부하량 [단위 : kg/일]

오염원	BOD	T-N	T-P	비 고
합 계	335.9	100.0	19.9	-
생활계	128.5	36.1	3.8	-
축산계	168.5	43.2	14.3	-
산업계	1.0	0.3	0.0	-
토지계	32.0	19.2	1.5	-
양식계	5.9	1.2	0.3	-

**(2) 총 배출부하량**

- 금정저수지 유역의 배출부하량은 BOD 67.9kg/일, T-N 43.7kg/일, T-P 4.1kg/일로 나타남
- 오염원별로 토지계가 BOD 47.1%, T-N 43.9%, T-P 36.6%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 다음으로 생활계와 축산계의 비율이 높았음

<표 3.1-18> 오염원별 배출부하량 [단위 : kg/일]

오염원	BOD	T-N	T-P	비 고
합 계	67.9	43.7	4.1	-
생활계	14.8	13.0	1.2	-
축산계	15.2	10.3	1.1	-
산업계	0.0	0.0	0.0	-
토지계	32.0	19.2	1.5	-
양식계	5.9	1.2	0.3	-

&lt;표 3.1-19&gt; 소유역별 BOD 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	67.9	14.8	15.2	0.0	32.0	5.9
금정 I	37.7	7.3	8.7	0.0	18.3	3.4
금정 II	18.4	5.2	3.8	0.0	7.9	1.5
금정 III	9.7	1.9	2.2	0.0	4.7	0.9
금정 IV	0.7	0.1	0.2	0.0	0.3	0.1
금정 V	1.4	0.3	0.3	0.0	0.7	0.1

&lt;표 3.1-20&gt; 소유역별 T-N 배출부하량

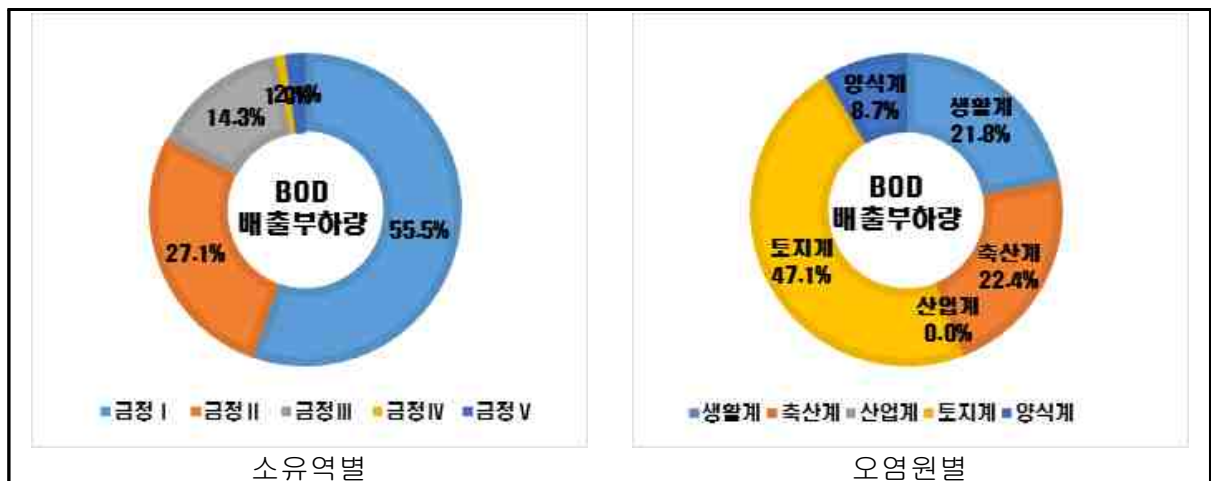
[단위 : kg/일]

소유역	계	인구	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	43.7	13.0	10.3	0.0	19.2	1.2
금정 I	22.8	5.2	5.9	0.0	11.0	0.7
금정 II	13.7	6.2	2.5	0.0	4.7	0.3
금정 III	5.8	1.3	1.5	0.0	2.8	0.2
금정 IV	0.4	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0
금정 V	0.8	0.2	0.2	0.0	0.4	0.0

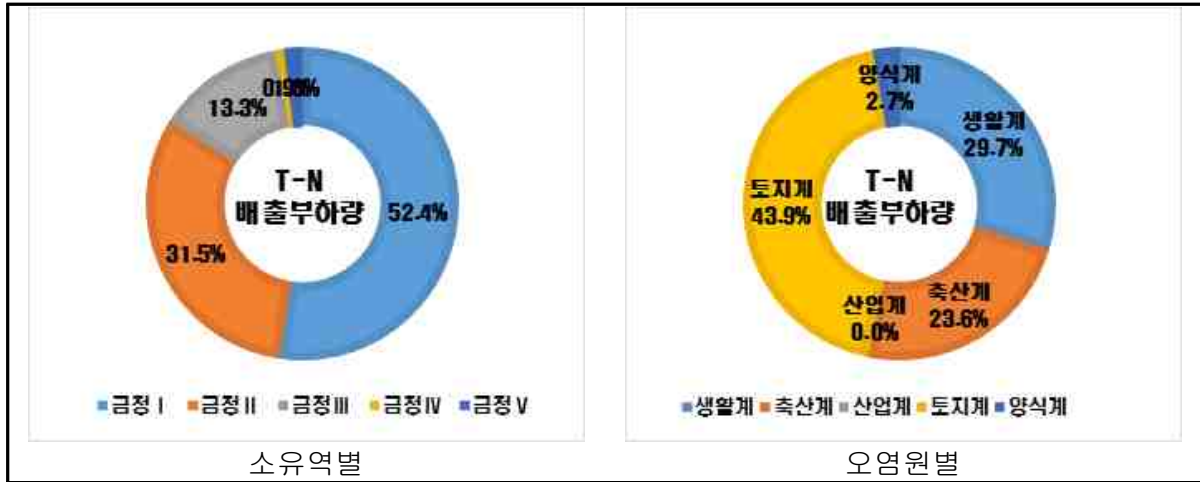
&lt;표 3.1-21&gt; 소유역별 T-P 배출부하량

[단위 : kg/일]

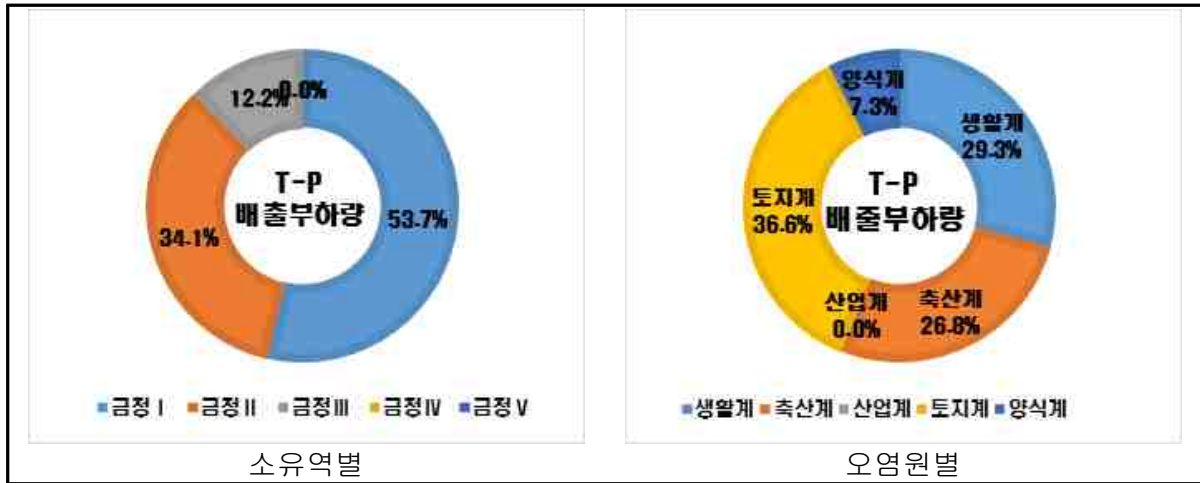
소유역	계	인구	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	4.1	1.2	1.1	0.0	1.5	0.3
금정 I	2.2	0.5	0.6	0.0	0.9	0.2
금정 II	1.4	0.6	0.3	0.0	0.4	0.1
금정 III	0.5	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0
금정 IV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
금정 V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



(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 조사방법

#### 가. 조사지점

- 수질조사는 금정저수지와 유입하천으로 구분하여 조사하였고, 금정저수지 호 내 3지점, 유입하천 3지점으로 총 6지점에서 시행하였음

<표 3.2-1> 조사지점 위치

구 분	지점번호	조 사 위 치	비 고
유입하천	GJS1	충청북도 음성군 생극면 관성리 301	
	GJS2	충청북도 음성군 생극면 관성리 1095	
	GJS3	충청북도 음성군 생극면 관성리 34	
금정저수지	GJR1	금정저수지 하류	
	GJR2	금정저수지 중류	
	GJR3	금정저수지 상류	



(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도



나. 분석방법

- 조사항목은 수온, pH, DO, BOD, TOC, COD, SS, T-N, T-P, 전기전도도, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-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
EC	백금전극법	전기전도도계
BOD	격막전극법	BOD Incubator, DO Meter
COD	산성망간법	COD Water Bath
TOC	고온연소법	TOC Analyzer
SS	유리섬유여지법	Dry Oven
T-N	자외선 흡광광도법	분광광도계(UV)
T-P	흡광광도법(아스코르빈산 환원법)	분광광도계(UV)
NO <sub>2</sub> -N	흡광광도법(다이아조화법)	분광광도계(UV)
NO <sub>3</sub> -N	흡광광도법(부루신법)	분광광도계(UV)
NH <sub>3</sub> -N	흡광광도법(인도페놀법)	분광광도계(UV)
PO <sub>4</sub> -P	흡광광도법(아스코르빈산 환원법)	분광광도계(UV)
Chl-a	흡광광도법	분광광도계(UV)
유 량	유속-면적법	Velocity Meter, FP-101, Staff, 5m

### 3.2.2 하천수질

#### 가. 평시

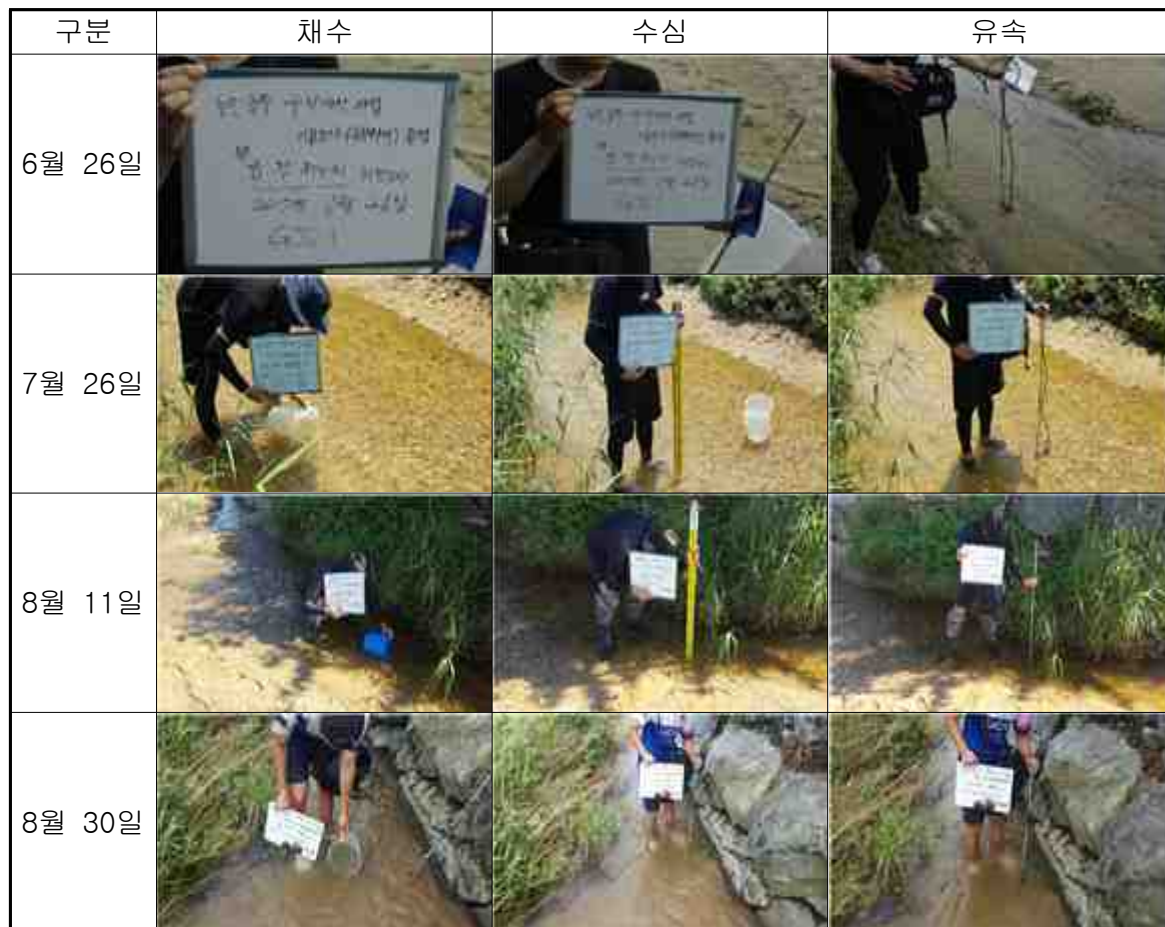
- 현장조사는 2017년 6~8월까지 총 4회 조사를 실시함

<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/s)
6월 26일		23.8	79.5	남남동	1.7
7월 26일		26.5	81.0	동	1.8
8월 11일		26.3	83.5	동북동	1.5
8월 30일		17.1	77.5	북서	0.7

#### (1) GJS1 지점

- GJS1 지점의 유입하천은 우수천이며, 상류에는 축사와 농경지(밭)이 넓게 분포하고 있음

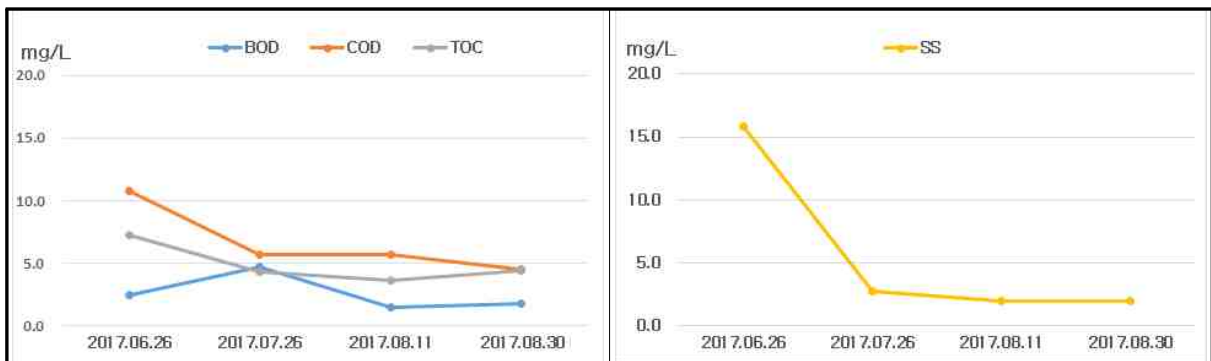


(그림 3.2-2) GJS1 지점의 평시 측정사진

- BOD는 1.5~4.7mg/L로 약간좋음(II등급), COD는 5.7~10.8mg/L로 약간나쁨(IV등급), TOC는 3.64~7.20mg/L로 약간나쁨(IV)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우는 2.0~15.8mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-4> GJS1 지점의 유기물 조사결과 [단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS
6월 26일	2.4	10.8	7.2	15.8
7월 26일	4.7	5.7	4.3	2.8
8월 11일	1.5	5.7	3.6	2.0
8월 30일	1.8	4.5	4.4	2.0

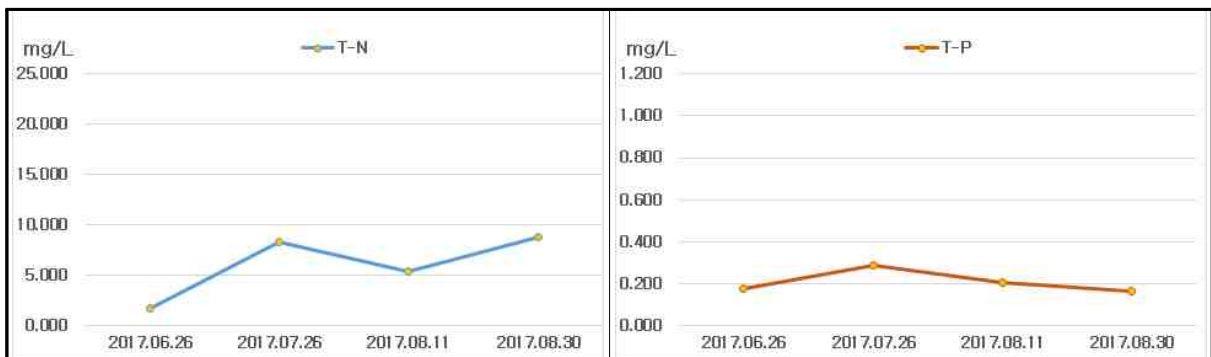


(그림 3.2-3) GJS1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

- T-N은 1.739~8.376mg/L로 조사됨
- T-P는 0.176~0.287mg/L로 약간나쁨(IV등급)으로 나타났음

<표 3.2-5> GJS1 지점의 영양염류 조사결과 [단위 : mg/L]

조사시기	T-N	T-P
6월 26일	1.739	0.176
7월 26일	8.376	0.287
8월 11일	5.364	0.206
8월 30일	8.755	0.163



(그림 3.2-4) GJS1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

- 전기전도도는 148~248 $\mu$ S/cm로 일반하천의 평균(150 $\mu$ S/cm)보다 다소 높게 나타남
- 수소이온농도(pH)는 7.20~7.90, 용존산소농도(DO)는 3.5~9.5mg/L, NH<sub>4</sub>-N 0.010~1.050 mg/L, NO<sub>3</sub>-N 0.200~1.500mg/L, NO<sub>2</sub>-N 0.065~0.083mg/L, PO<sub>4</sub>-P 0.005~0.214mg/L, Chl-a 0.6~216.7mg/m<sup>3</sup>로 다소 양호한 상태를 보이고 있음

## (2) GJS2 지점

- GJS2 조사지점의 유입하천은 관말천이며, 상류의 토지는 주로 임야로 구성되어 있으나 군부대가 있어 일부 처리된 하수가 호수로 유입되고 있음



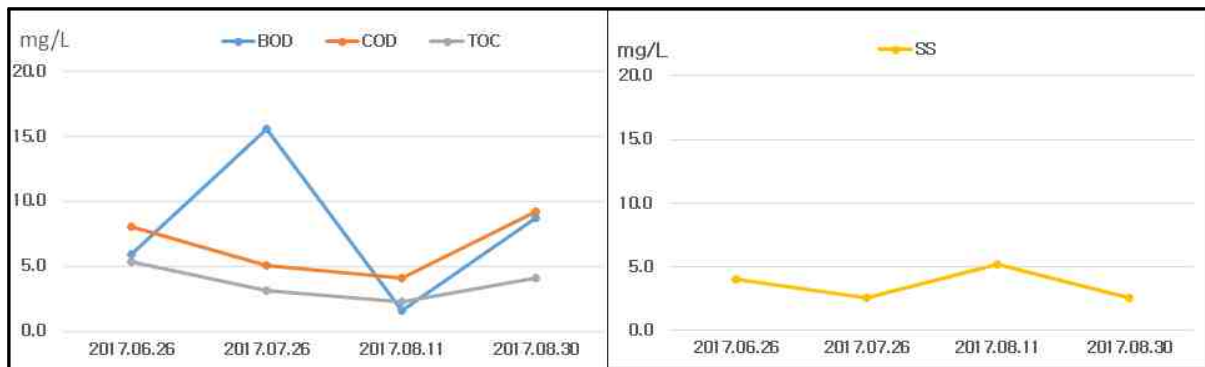
(그림 3.2-5) GJS2 지점의 평시 측정사진

- BOD는 1.6~15.5mg/L로 약간나쁨(IV등급), COD는 4.1~8.0mg/L로 보통(III등급), TOC는 2.3~5.3mg/L로 약간 좋음(II등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우 2.6~5.2mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-6> GJS2 지점의 유기물 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS
6월 26일	5.9	8.0	5.3	4.0
7월 26일	15.5	5.1	3.1	2.6
8월 11일	1.6	4.1	2.3	5.2
8월 30일	8.7	9.2	4.1	2.6



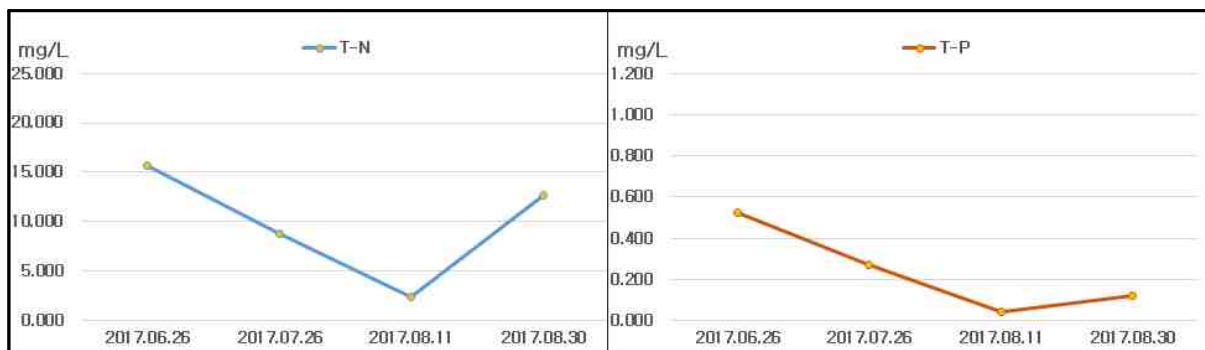
(그림 3.2-6) GJS2 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

- T-N은 2.372~15.720mg/L로 조사됨
- T-P는 0.042~0.524mg/L로 하천 수질환경기준 약간나쁨(IV등급)으로 나타났음

<표 3.2-7> GJS2 지점의 영양염류 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	T-N	T-P
6월 26일	15.720	0.524
7월 26일	8.789	0.274
8월 11일	2.372	0.042
8월 30일	12.672	0.120



(그림 3.2-7) GJS2 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

- 전기전도도는 310~449  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 보다 상당히 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.10~9.10, 용존산소농도(DO)는 5.5~13.2mg/L,  $\text{NH}_4\text{-N}$  0.346~5.720 mg/L,  $\text{NO}_3\text{-N}$  1.300~7.600mg/L,  $\text{NO}_2\text{-N}$  0.073~0.518mg/L,  $\text{PO}_4\text{-P}$  0.005~0.421mg/L, Chl-a 0.3~0.5mg/ $\text{m}^3$ 로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

### (3) GJS3 지점

- GJS3 지점의 유입하천은 배내미천이며, 상류에는 정신병원 및 2개의 축사가 위치해있고 또한 인삼밭이 넓게 분포하고 있음

구분	채수	수심	유속
06월 26일			
07월 26일			
08월 11일			
08월 30일			

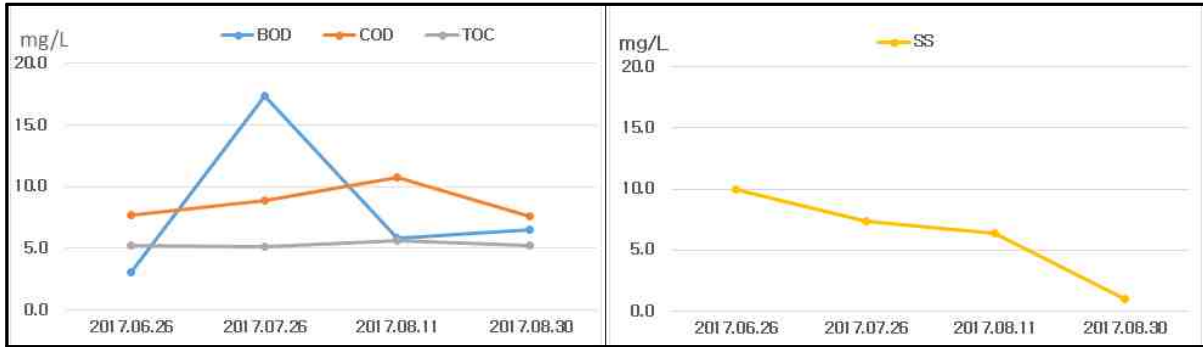
(그림 3.2-8) GJS3 지점의 평시 측정사진

- BOD는 3.1~17.3mg/L로 나쁨(V등급), COD는 7.7~10.7mg/L로 나쁨(V등급), TOC는 5.10~5.65mg/L로 약간나쁨(IV등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우는 6.4~10.0mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-8> GJS3 지점의 유기물 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS
6월 26일	3.1	7.7	5.2	10.0
7월 26일	17.3	8.9	5.1	7.4
8월 11일	5.8	10.7	5.7	6.4
8월 30일	6.5	7.6	5.2	1.0



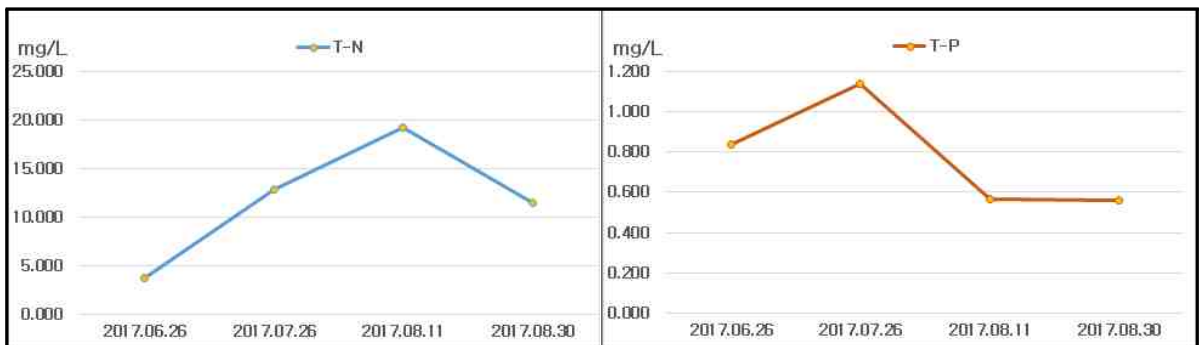
(그림 3.2-9) GJS3 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

- T-N은 3.779~19.332mg/L로 조사됨
- T-P는 0.564~1.141mg/L로 하천수질환경기준인 약간나쁨(IV등급)으로 조사되었음

<표 3.2-9> GJS3 지점의 영양염류 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	T-N	T-P
6월 26일	3.779	0.839
7월 26일	12.930	1.141
8월 11일	19.332	0.564
8월 30일	11.513	0.558



(그림 3.2-10) GJS3 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

- 전기전도도는 368~480 $\mu$ S/cm로 일반하천 평균(150 $\mu$ S/cm)보다 다소 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.0~9.5, 용존산소농도(DO)는 5.0~8.8mg/L, NH<sub>4</sub>-N 1.180~2.503 mg/L, NO<sub>3</sub>-N 1.500~10.600mg/L, NO<sub>2</sub>-N 0.065~0.381mg/L, PO<sub>4</sub>-P 0.384~0.780mg/L, Chl-a 0.4~1.2mg/m<sup>3</sup>로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

## 나. 강우시

◦ 현장조사는 2017년 7월 2~3일, 2017년 7월 10~11일 총 2회 조사를 실시함

<표 3.2-10> 조사시기별 기상상태

측정일시		항목	기 온 (℃)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/s)	강우량 (mm)
1차	7월 2일		26.3	76.6	남서	0.9	11.5
	7월 3일		24.9	79.5	남	2.6	10.0
2차	7월 10일		25.3	83.8	서북서	1.2	108.0
	7월 11일		26.1	91.3	남서	2.1	12.0

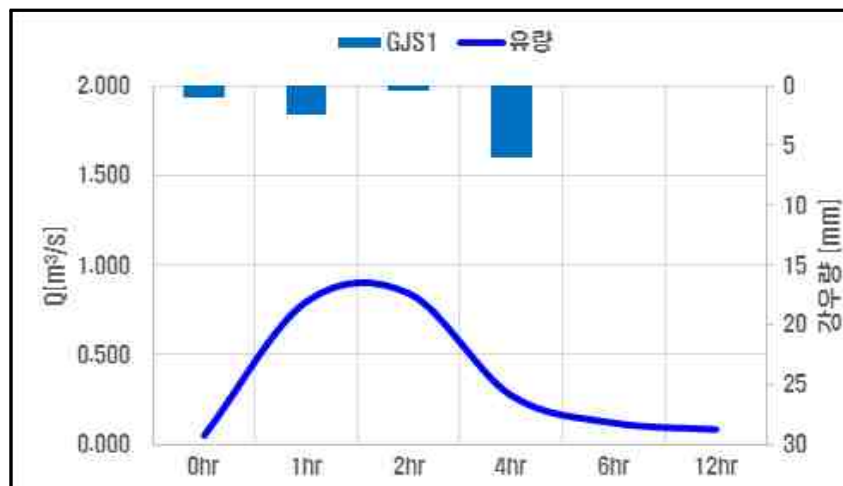
## (1) GJS1 지점



(그림 3.2-11) GJS1 지점의 강우시 측정사진

## ① 1차 조사 (2017년 7월 2~3일)

◦ 1차 강우사상의 총 강우량은 22.5mm이며, 약 4시간 동안 집중되어 시간최대강우강도는 6mm/hr로 조사됨



(그림 3.2-12) GJS1 수문곡선 그래프(1차)

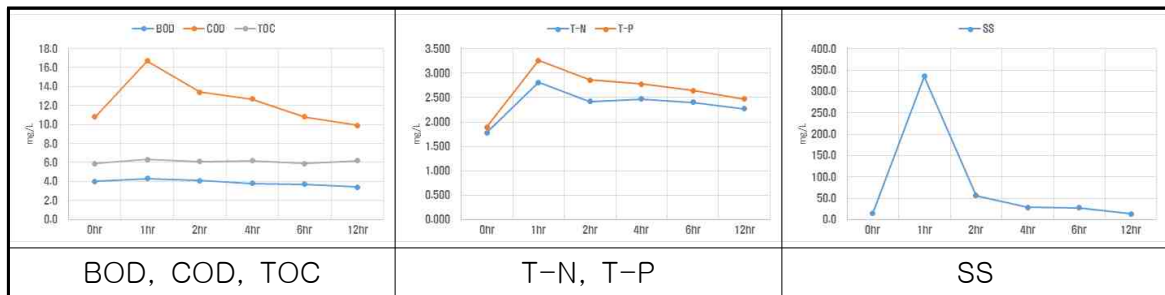


<표 3.2-11> GJS1 지점 수질 측정 결과(1차)

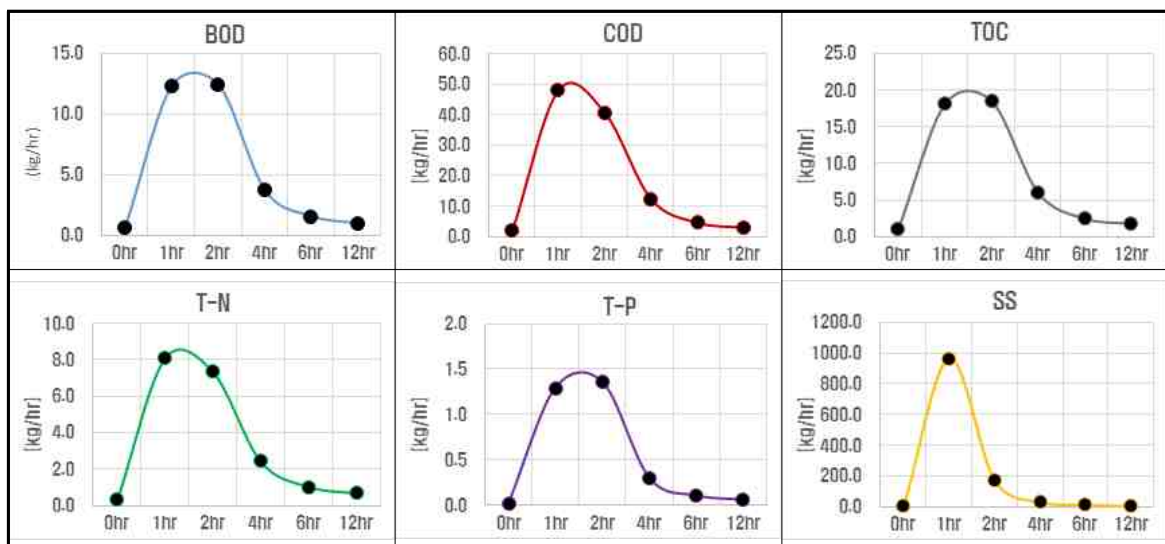
항 목	지 점		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	EMC
수온	(°C)		23.0	23.0	23.0	26.4	28.2	28.7	
pH			8.0	7.9	7.8	8.0	7.9	7.7	
DO	(mg/L)		7.8	8.1	7.8	7.7	6.9	6.7	
BOD	(mg/L)		4.0	4.3	4.1	3.8	3.7	3.4	3.5
COD	(mg/L)		10.8	16.7	13.4	12.7	10.8	9.9	11.9
SS	(mg/L)		15.2	336.0	56.0	29.0	27.5	13.0	98.0
T-N	(mg/L)		1.777	2.812	2.418	2.473	2.405	2.274	2.214
T-P	(mg/L)		0.116	0.450	0.446	0.301	0.239	0.196	0.330
TOC	(mg/L)		5.9	6.3	6.1	6.2	5.9	6.2	5.4
전기전도도	(μS/cm)		190	150	163	173	197	206	
유량	(m <sup>3</sup> /s)		0.048	0.798	0.843	0.272	0.119	0.082	

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

- 1차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 11.9mg/L, 5.4mg/L이며 T-N, T-P는 2.214mg/L, 0.330mg/L, SS는 98.0mg/L로 나타남



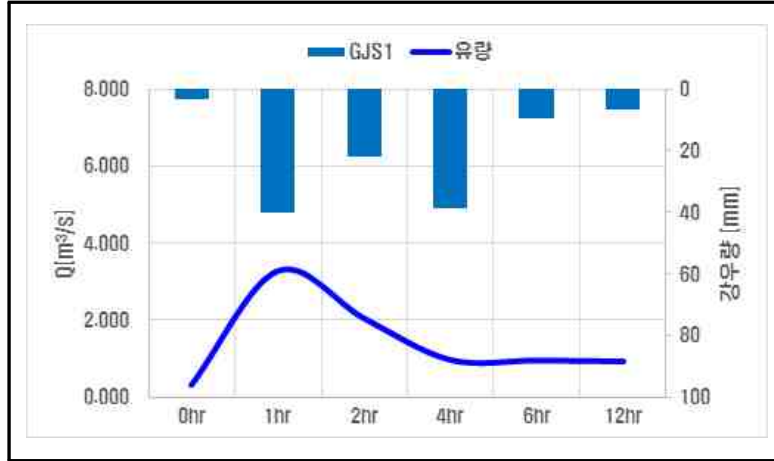
(그림 3.2-13) GJS1 수질농도변화 그래프(1차)



(그림 3.2-14) GJS1 오염부하곡선(1차)

## ② 2차 조사 (2017년 7월 10~11일)

- 2차 강우사상의 총 강우량은 120.0mm이며, 시간최대강우강도는 40mm/hr로 매우 높았음

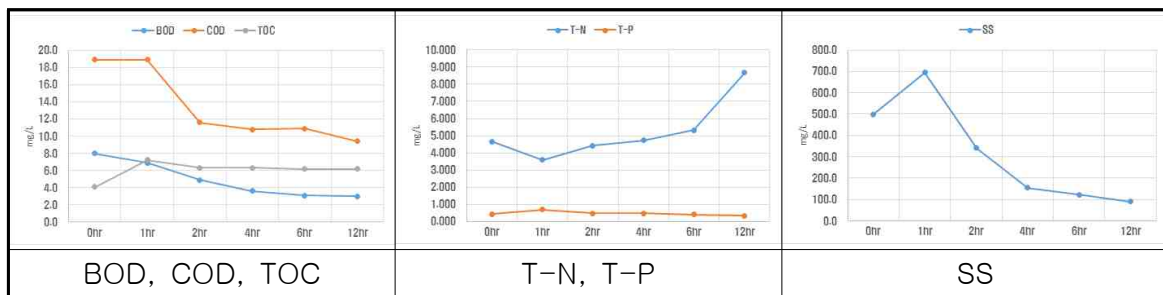


(그림 3.2-15) GJS1 수문곡선 그래프(2차)

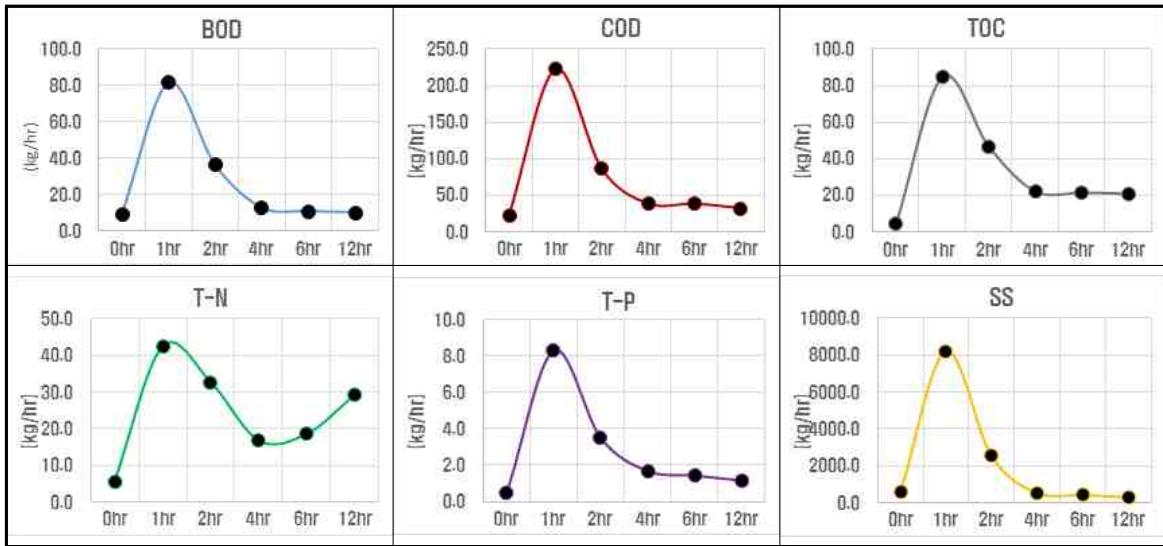
&lt;표 3.2-12&gt; GJS1 지점 수질 측정 결과(2차)

항 목	지 점	시 간						EMC
		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	
수온	(°C)	23.5	24.3	24.8	24.3	23.5	22.5	
pH		7.4	7.1	7.0	7.0	7.0	7.1	
DO	(mg/L)	6.8	7.1	7.0	6.7	7.2	7.5	
BOD	(mg/L)	8.0	6.9	4.9	3.6	3.1	3.0	4.3
COD	(mg/L)	18.9	18.9	11.6	10.8	10.9	9.4	12.3
SS	(mg/L)	498.0	694.0	342.0	154.0	122.0	90.0	286.9
T-N	(mg/L)	4.662	3.600	4.415	4.722	5.329	8.676	5.201
T-P	(mg/L)	0.434	0.703	0.474	0.475	0.409	0.340	0.472
TOC	(mg/L)	4.1	7.2	6.3	6.3	6.2	6.2	6.3
EC	( $\mu$ S/cm)	147	98	143	134	152	175	
유량	(m³/s)	0.328	3.284	2.057	0.980	0.968	0.941	

- 2차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 12.3mg/L, 6.3mg/L이며 T-N, T-P는 5.201mg/L, 0.472mg/L, SS는 286.9mg/L로 나타남



(그림 3.2-16) GJS1 수질농도변화 그래프(2차)



(그림 3.2-17) GJS1 오염부하곡선(2차)

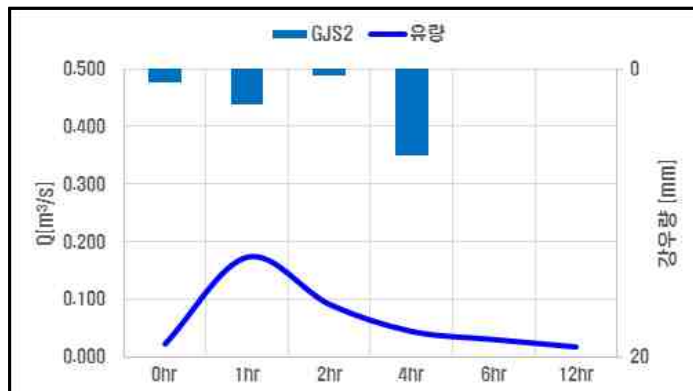
(2) GJS2 지점



(그림 3.2-18) GJS2 지점의 강우시 측정사진

① 1차 조사 (2017년 7월 2~3일)

- 1차 강우사상의 총 강우량은 22.5mm이며, 약 4시간 동안 집중되어 시간최대강우강도는 6mm/hr로 조사됨



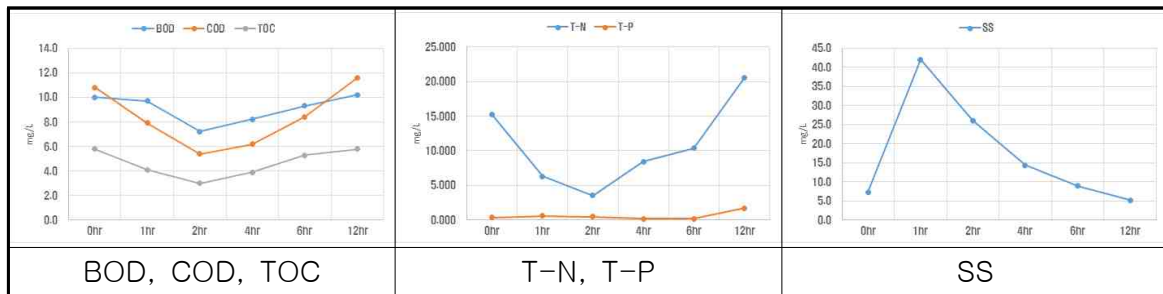
(그림 3.2-19) GJS2 수문곡선 그래프(1차)

&lt;표 3.2-13&gt; GJS2 지점 수질 측정 결과(1차)

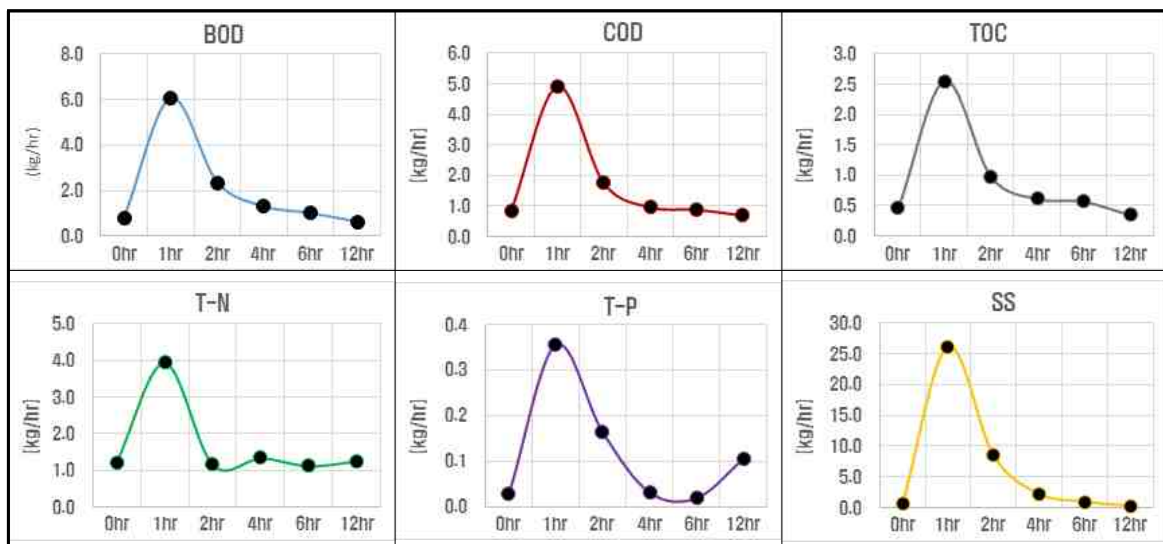
항 목	지 점		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	EMC
		(°C)	25.5	23.5	23.1	26.1	26.8	27.0	
pH			8.3	7.9	7.8	7.8	7.8	7.7	
DO	(mg/L)		6.9	8.8	8.7	8.4	7.8	7.4	
BOD	(mg/L)		10.0	9.7	7.2	8.2	9.3	10.2	7.3
COD	(mg/L)		10.8	7.9	5.4	6.2	8.4	11.6	6.0
SS	(mg/L)		7.4	42.0	26.0	14.4	9.0	5.2	20.7
T-N	(mg/L)		15.288	6.326	3.532	8.441	10.373	20.566	6.110
T-P	(mg/L)		0.355	0.569	0.499	0.199	0.172	1.704	0.347
TOC	(mg/L)		5.8	4.1	3.0	3.9	5.3	5.8	3.4
전기전도도	( $\mu$ S/cm)		497	200	131	274	332	396	
유량	( $m^3/s$ )		0.022	0.173	0.091	0.044	0.030	0.017	

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

- 1차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 6.0mg/L, 3.4mg/L이며 T-N, T-P는 6.110mg/L, 0.347mg/L, SS는 20.7mg/L로 나타남



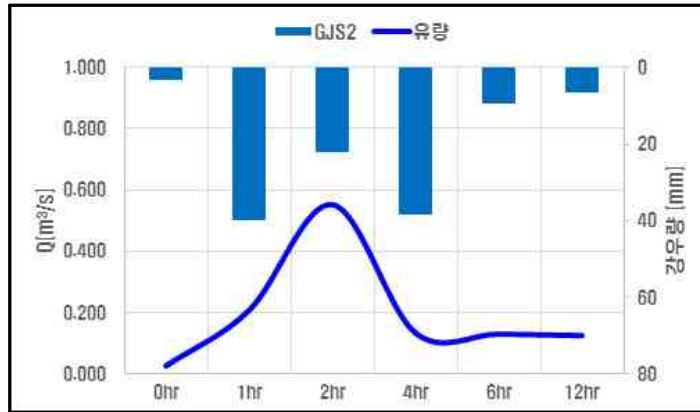
(그림 3.2-20) GJS2 수질농도변화 그래프(1차)



(그림 3.2-21) GJS2 오염부하곡선(1차)

② 2차 조사 (2017년 7월 10~11일)

◦ 2차 강우사상의 총 강우량은 120.0mm이며, 시간최대강우강도는 40mm/hr로 매우 높았음

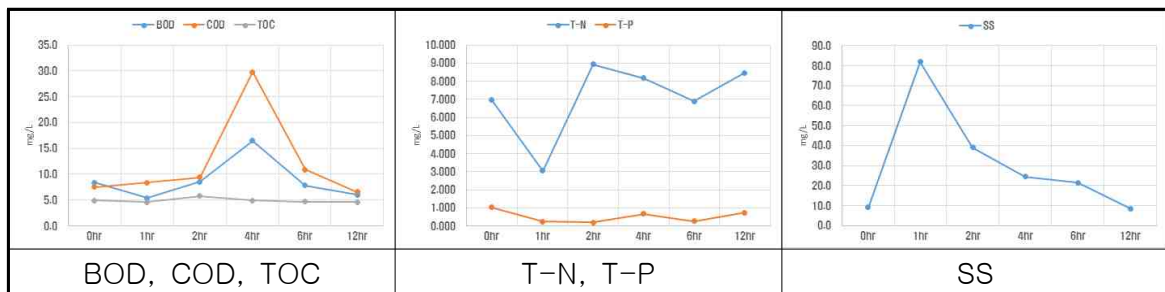


(그림 3.2-22) GJS2 수문곡선 그래프(2차)

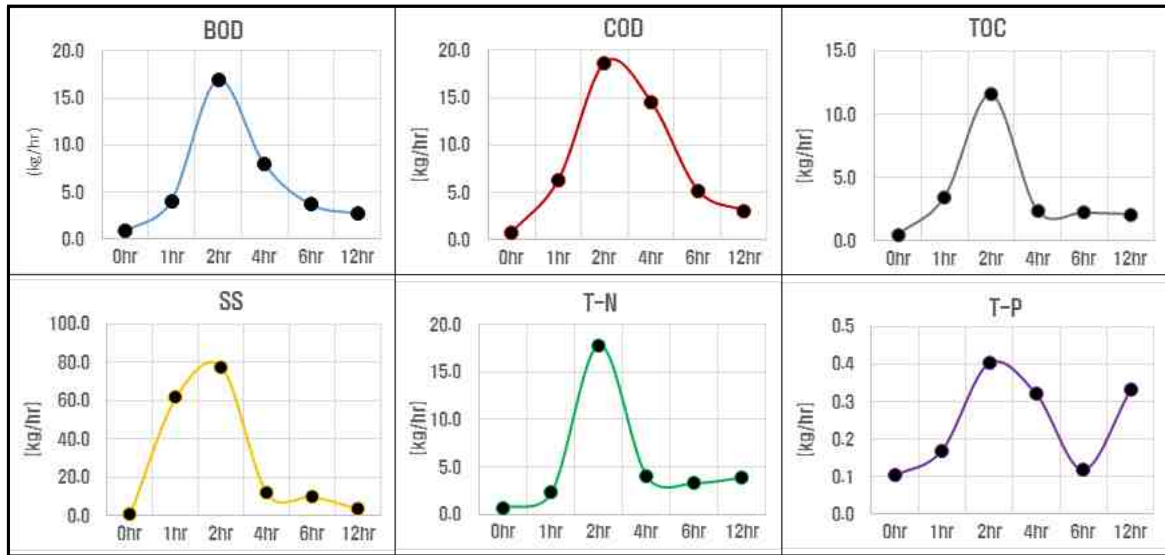
<표 3.2-14> GJS2 지점 수질 측정 결과(2차)

항 목	지 점							EMC
	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr		
수온 (°C)	24.3	24.2	23.8	23.0	22.5	21.3		
pH	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.3		
DO (mg/L)	7.2	7.6	7.4	7.5	7.5	8.0		
BOD (mg/L)	8.4	5.4	8.5	16.5	7.8	6.0	8.1	
COD (mg/L)	7.5	8.4	9.4	29.8	10.9	6.6	11.7	
SS (mg/L)	9.2	82.0	39.0	24.5	21.5	8.5	38.3	
T-N (mg/L)	6.962	3.044	8.940	8.165	6.878	8.470	6.629	
T-P (mg/L)	1.025	0.226	0.202	0.662	0.251	0.725	0.384	
TOC (mg/L)	4.9	4.6	5.8	4.9	4.7	4.6	4.9	
EC (μS/cm)	243	121	254	230	233	236		
유량 (m³/s)	0.028	0.553	0.209	0.135	0.132	0.127		

◦ 2차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 11.7mg/L, 4.9mg/L이며 T-N, T-P는 6.629mg/L, 0.384mg/L, SS는 38.3mg/L로 나타남



(그림 3.2-23) GJS2 수질농도변화 그래프(2차)



(그림 3.2-24) GJS2 오염부하곡선(2차)

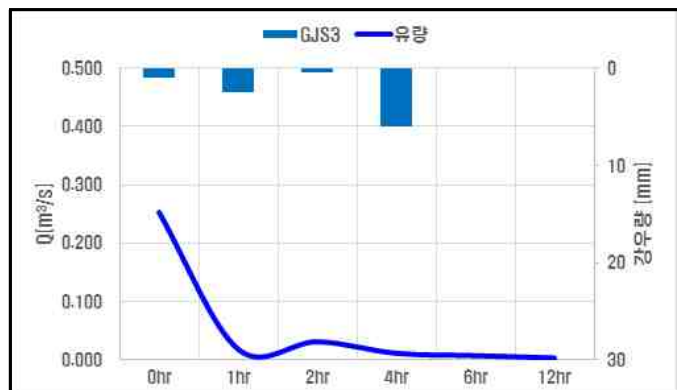
(2) GJS3 지점



(그림 3.2-25) GJS3 지점의 강우시 측정사진

① 1차 조사 (2017년 7월 2~3일)

- 1차 강우사상의 총 강우량은 22.5mm이며, 약 4시간 동안 집중되어 시간최대강우강도는 6mm/hr로 조사됨



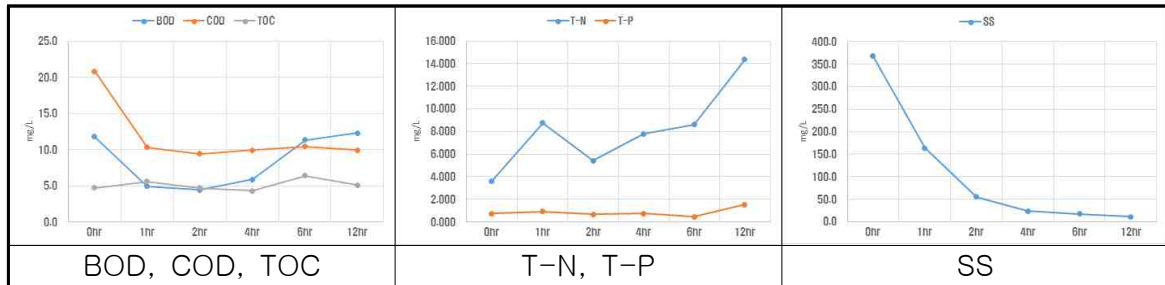
(그림 3.2-26) GJS3 수문곡선 그래프(1차)

<표 3.2-15> GJS3 지점 수질 측정 결과(1차)

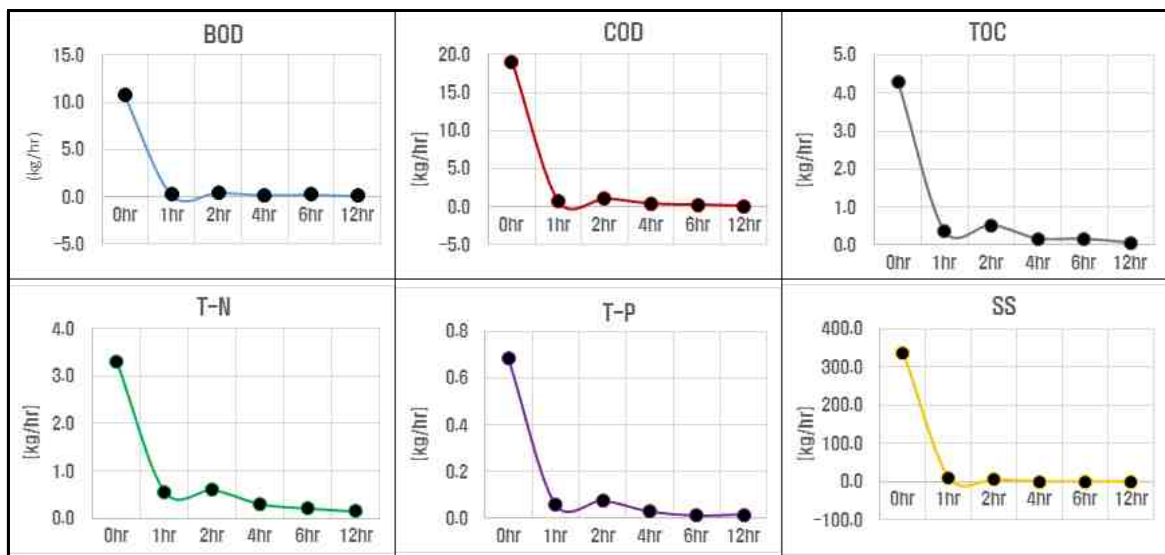
항 목	지 점		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	EMC
수온	(°C)		23.1	22.9	22.7	23.5	24.0	24.3	
pH			7.4	7.9	7.9	8.1	8.1	8.3	
DO	(mg/L)		8.9	8.3	8.8	7.6	7.4	7.1	
BOD	(mg/L)		11.8	4.9	4.4	5.9	11.3	12.3	5.9
COD	(mg/L)		20.8	10.3	9.4	9.9	10.4	9.9	9.7
SS	(mg/L)		368.0	164.0	54.7	23.2	17.0	11.2	133.5
T-N	(mg/L)		3.601	8.744	5.426	7.798	8.630	14.368	3.604
T-P	(mg/L)		0.750	0.924	0.671	0.724	0.452	1.512	0.471
TOC	(mg/L)		4.7	5.6	4.7	4.3	6.4	5.1	3.1
전기전도도	(μS/cm)		95	282	181	359	372	423	
유량	(m³/s)		0.254	0.018	0.031	0.011	0.007	0.003	

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

- 1차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 9.7mg/L, 3.1mg/L이며 T-N, T-P는 3.604mg/L, 0.471mg/L, SS는 133.5mg/L로 나타남



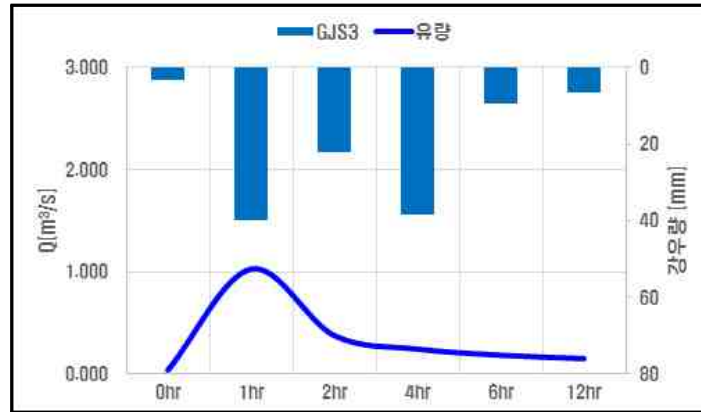
(그림 3.2-27) GJS3 수질농도변화 그래프(1차)



(그림 3.2-28) GJS3 오염부하곡선(1차)

## ② 2차 조사 (2017년 7월 10~11일)

- 2차 강우사상의 총 강우량은 120.0mm이며, 시간최대강우강도는 40mm/hr로 매우 높았음

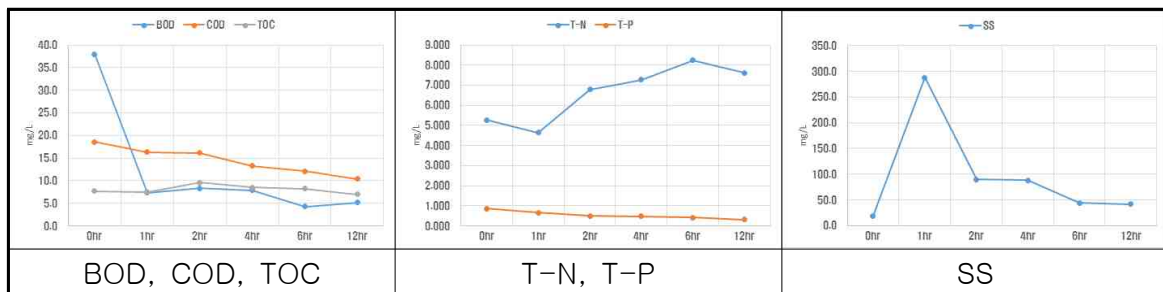


(그림 3.2-29) GJS3 수문곡선 그래프(2차)

&lt;표 3.2-16&gt; GJS3 지점 수질 측정 결과(2차)

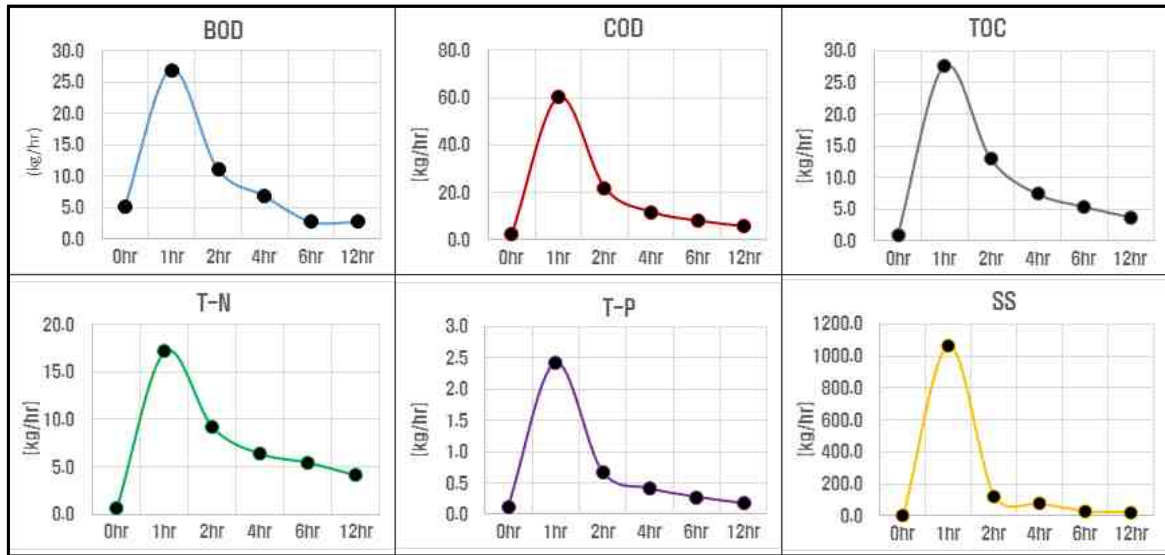
항 목	지 점							EMC
	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr		
수온 (°C)	22.9	23.7	22.6	21.8	21.5	21.2		
pH	7.6	7.5	7.0	6.9	7.0	7.0		
DO (mg/L)	6.0	7.4	7.7	7.9	7.8	7.8		
BOD (mg/L)	38.0	7.3	8.3	7.9	4.3	5.2	6.5	
COD (mg/L)	18.6	16.3	16.1	13.3	12.1	10.4	13.6	
SS (mg/L)	19.2	288.0	90.0	88.0	44.0	42.0	129.3	
T-N (mg/L)	5.268	4.646	6.790	7.279	8.244	7.615	6.378	
T-P (mg/L)	0.866	0.654	0.502	0.470	0.414	0.319	0.483	
TOC (mg/L)	7.7	7.5	9.6	8.5	8.2	7.0	7.8	
EC (μS/cm)	365	135	205	208	217	223		
유량 (m³/s)	0.038	1.027	0.376	0.244	0.184	0.150		

- 2차 강우사상의 COD, TOC의 EMC는 13.6mg/L, 7.8mg/L이며 T-N, T-P는 6.378mg/L, 0.483mg/L, SS는 129.3mg/L로 나타남



(그림 3.2-30) GJS3 수질농도변화 그래프(2차)





(그림 3.2-31) GJS3 오염부하곡선(2차)

다. 유량조사 결과

- GJS1 지점의 유량은 0.016~0.122 m<sup>3</sup>/sec, GJS2 지점은 0.006~0.029 m<sup>3</sup>/sec, GJS3 지점은 0.005~0.030 m<sup>3</sup>/sec로 나타났음

<표 3.2-17> 조사지점별 유량조사 결과 [단위 : m<sup>3</sup>/sec]

조사시기	GJS1	GJS2	GJS3
06월 26일	0.016	0.007	0.005
07월 26일	0.056	0.006	0.017
08월 11일	0.040	0.010	0.002
08월 30일	0.122	0.029	0.030



(그림 3.2-32) 지점별 유량변화

### 3.2.3 금정저수지 수질현황

#### 가. 기본조사 결과

- 2017년 6~8월, 총 4회에 걸쳐 금정저수지 GJR1, GJR2, GJR3 3지점 수질의 범위는 pH 7.0~7.9mg/L, DO 3.5~10.0mg/L, BOD 1.9~17.0mg/L, COD 6.7~36.8mg/L, SS 3.2~18.8mg/L, T-N 3.269~5.599mg/L, T-P 0.062~0.780mg/L, TOC 4.40~20.10mg/L, 전기전도도 148~255 $\mu$ S/cm, NH<sub>4</sub>-N 0.010~1.150mg/L, NO<sub>3</sub>-N 0.100~1.500mg/L, NO<sub>2</sub>-N 0.065~0.083mg/L, PO<sub>4</sub>-P 0.005~0.232mg/L, Chl-a 0.4~381.7mg/L로 분석됨

<표 3.2-18> 금정저수지 수질현황

시기	조사 지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
06월 26일	GJR1	25.1	7.9	3.5	16.7	32.6	16.4	3.839	0.522
	GJR2	25.5	7.8	4.6	12.9	35.0	18.8	5.020	0.672
	GJR3	24.9	7.8	7.8	17.0	36.8	18.8	5.599	0.780
07월 26일	GJR1	27.4	7.2	6.5	7.2	6.9	10.4	3.366	0.292
	GJR2	17.2	7.0	5.4	5.8	7.8	14.8	3.425	0.289
	GJR3	27.7	7.1	6.4	6.0	6.7	10.8	3.425	0.278
08월 11일	GJR1	29.6	7.3	8.9	1.9	6.8	3.2	3.269	0.062
	GJR2	28.8	7.3	9.2	3.3	7.2	3.8	3.415	0.071
	GJR3	30.3	7.1	8.9	2.9	7.3	3.2	3.317	0.071
08월 30일	GJR1	23.6	7.5	9.5	5.7	7.2	3.0	-	0.080
	GJR2	23.6	7.0	10.0	9.3	7.7	3.8	-	0.258
	GJR3	23.6	7.2	8.5	4.4	6.6	0.8	-	0.067
평균		25.8	7.3	7.4	8.2	16.3	11.1	3.853	0.337

<표 3.2-18> 계속

시기	조사 지점	TOC (mg/L)	EC ( $\mu$ S/cm)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )
06월 26일	GJR1	14.2	248	0.010	0.200	불검출	0.214	216.7
	GJR2	13.1	250	0.030	0.100	불검출	0.232	159.7
	GJR3	20.1	255	0.020	0.100	불검출	0.034	381.7
07월 26일	GJR1	4.5	148	1.050	1.500	0.083	0.024	0.6
	GJR2	4.5	149	1.150	1.500	0.082	0.009	0.4
	GJR3	4.4	149	0.990	0.990	0.083	0.071	0.6
08월 11일	GJR1	4.5	154	0.037	2.100	0.065	0.005	2.9
	GJR2	4.6	154	0.046	2.000	0.066	0.005	6.5
	GJR3	4.6	165	0.036	2.000	0.067	0.005	8.8
08월 30일	GJR1	5.3	155	0.096	-	0.032	0.031	16.4
	GJR2	4.9	154	0.227	-	0.034	0.038	18.9
	GJR3	4.9	156	0.077	-	0.033	0.035	10.5
평균		8.3	178	0.374	0.732	0.074	0.067	86.4



(그림 3.2-33) 금정저수지 측정사진

### 3.3 퇴적물 환경

#### 3.3.1 조사 및 분석방법

- 금정저수지 퇴적층의 오염도를 판단하기 위해서 3개 지점(금정1, 금정2, 금정3)에서 시료를 채취하였으며, 토성, 유기물, 강열감량, T-N, T-P 등을 분석하고 호소 수질 모델링 적용을 위한 용출실험을 실시함

<표 3.3-1> 기상 현황

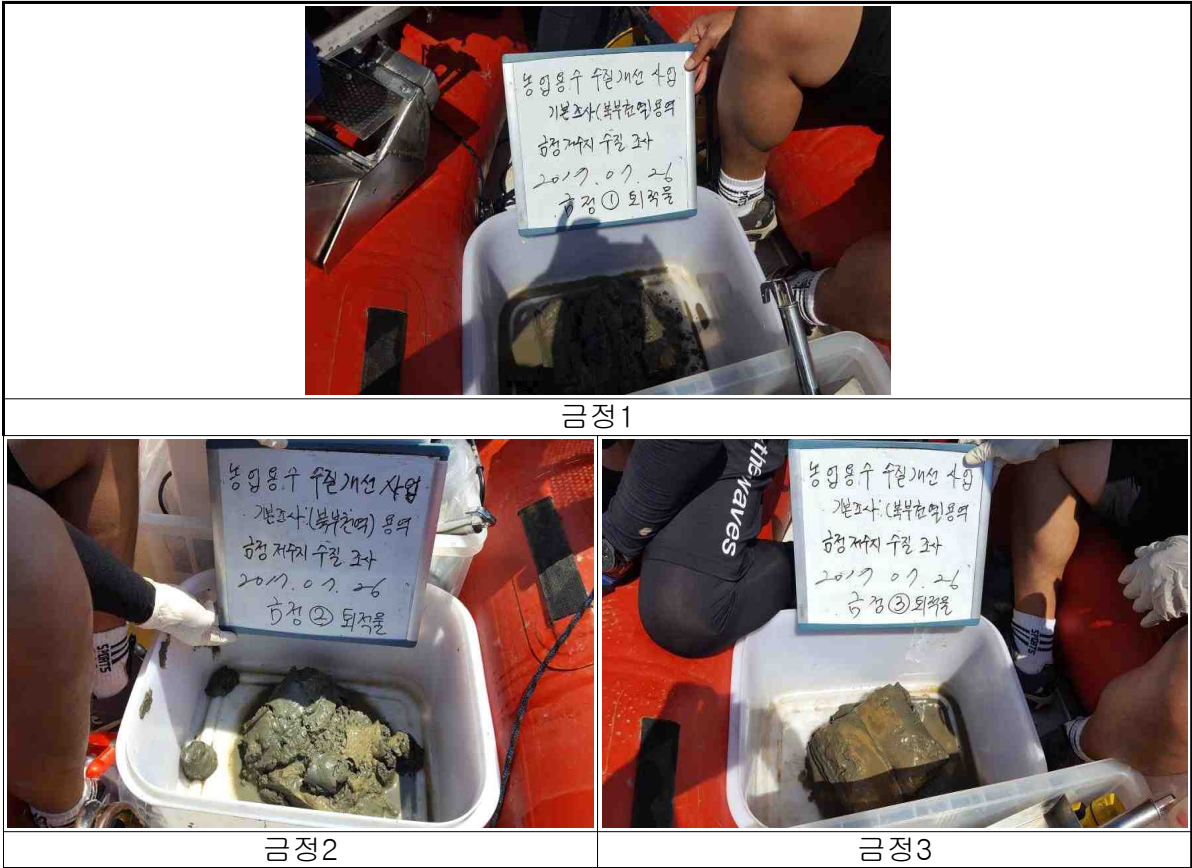
측정일시	항목	날씨	기온 (°C)	습도 (%)	강수량 (mm)	풍속 (m/s)	비고
2017년 7월 26일		맑음	26.5	81.0	0.0	1.8	-



(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도

<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점

구분	지점번호	측정위치	비고
호소 저질	금정1	금정저수지 방류구 지점	-
	금정2	금정저수지 중류	-
	금정3	금정저수지 유입 지점	-



(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진

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

<표 3.3-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기

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

<표 3.3-4> 입도 분석방법 및 분석기기

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

### 3.3.2 분석결과

#### 가. 퇴적물 오염도

- 금정지구의 경우 계획대상지의 대부분은 지목상 유지와 하천으로 토양오염우려기준(2지역)의 초과여부로 검토함
- 3개 조사지점에서 채취한 퇴적물내 토양 21개 항목 분석결과 구리 23.4~40.4mg/kg, 비소 3.3~4.8mg/kg, 납 31.0~41.2mg/kg, 아연 135.3~162.9mg/kg, 니켈 13.9~72.2mg/kg, 불소 294~298mg/kg로 토양오염우려기준(2지역)을 만족하고, 기타 카드뮴, 수은, 6가크롬, 유기인화합물, PCBs, 시안, 페놀류, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TPH, TCE, PCE, 벤조피렌은 불검출 되었음
- 강열감량은 4.43~11.10%로 금정1 지점이 가장 높았으며, 평균 8.20%로 조사됨
- T-N은 2,199~6,557mg/kg으로 평균은 4,621mg/kg임. T-P는 1,032~1,098mg/kg으로 금정1 지점이 가장 높았으며, 평균 1,078mg/kg로 조사됨

<표 3.3-5> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과

시험항목	토양오염 우려기준 2지역	결 과(mg/kg)		
		금정1	금정2	금정3
카드뮴	10	불검출	불검출	불검출
구 리	500	40.4	23.4	26.6
비 소	50	4.7	3.3	4.8
수 은	10	불검출	불검출	불검출
납	400	41.2	34.7	31.0
6가크롬	15	불검출	불검출	불검출
아 연	600	162.9	135.3	148.6
니 켈	200	72.2	13.9	15.1
불 소	400	296	298	294
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
TCE	8	불검출	불검출	불검출
PCE	4	불검출	불검출	불검출
벤조피렌	2	불검출	불검출	불검출
강열감량(%)	-	11.10	9.09	4.43
T-N	-	6,557	5,107	2,199
T-P	-	1,098	1,032	1,105

- 퇴적물 항목별 오염평가 기준으로 퇴적물의 유기물 및 영양염류 오염도는 IV등급 내로 양호하며, 퇴적물의 금속류 오염평가 등급은 니켈의 경우 금정1 지점은 72.2mg/kg로 II등급으로 조사되고 다른 항목들은 모두 I등급으로 조사됨
- 금정1지점에서 금속류 니켈 항목이 II등급으로 지점별 오염평가 기준은 약간나쁨(금속류 8항목 중 “II”등급 또는 “III”등급 항목 1개 이상)으로 조사됨

<표 3.3-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준

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

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 3.3-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준

단 계	조 건
보통	금속류 8 항목 모두 I등급
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 II등급 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)

### 나. 입도분포 특성

- 긍정저수지 퇴적물은 Sand 92.2%, Silt+Clay 7.8%로 토성이 Sand로 조사됨

<표 3.3-8> 퇴적물 입도분석 결과

항 목		지 점		평균	금정1	금정2	금정3
입 도 분 포	Sand(%)			92.2	83.9	97.6	95.1
	Silt+Clay(%)			7.8	16.1	2.4	4.9
	토성			Sand	Sand	Sand	Sand

### 다. 용출속도

- 용출속도 측정은 호기와 혐기 두 가지 조건으로 하였으며, 호기조건은 펌프로 공기를 순환시켰으며, 혐기조건은 암조건에서 질소가스를 순환시켜 수행하였음
- 긍정저수지의 용출실험 결과 호기조건에 비해 혐기조건에서 더 빠른 용출속도가 측정되었으며, 이러한 경향은 퇴적물의 일반적인 경향임
- 긍정저수지의 총인 용출속도는 혐기조건에서 0.170mg/m<sup>2</sup>/일, 호기조건에서는 0.108 mg/m<sup>2</sup>/일이며, 총질소 용출속도는 혐기조건에서 2.100mg/m<sup>2</sup>/일, 호기조건에서는 1.210mg/m<sup>2</sup>/일
- 측정한 각 항목의 용출속도는 장래수질 예측 시 사용되는 수질모형에 적용함

<표 3.3-9> 퇴적물 영양염류 용출속도 [단위 : mg/m<sup>2</sup>/일]

구 분	호 기 상 태	혐 기 상 태
TOC	334.2	343.8
COD	163.7	212.4
T-N	1.210	2.100
T-P	0.108	0.170

### 라. 저수지 내부 및 외부 부하량 비교

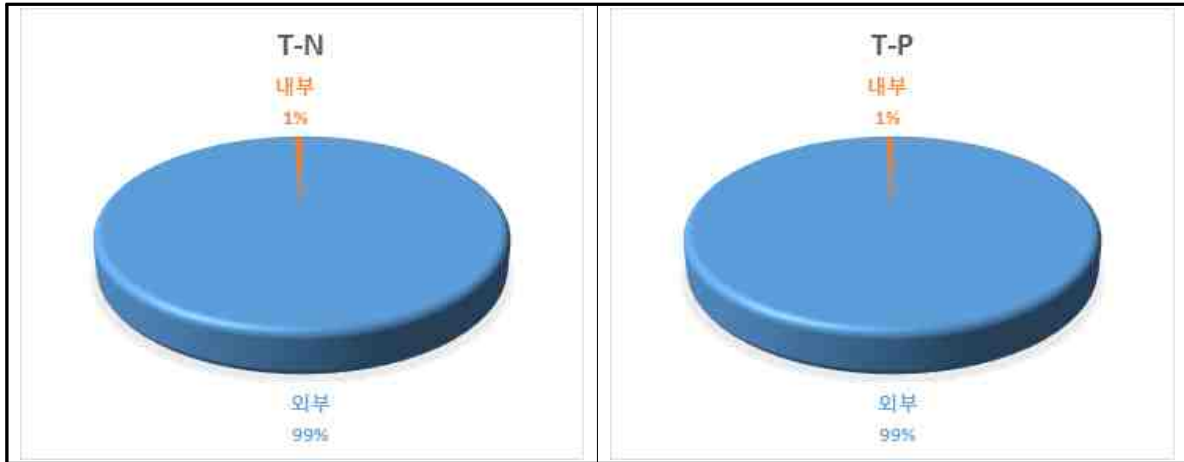
- 실측된 용출속도를 이용하여 내부 부하량을 산정하였으며, 이를 외부 유입부하량 (배출부하량)과 함께 비교하였음
- 내부 부하량 산정은 용출속도와 저수지의 만수면적을 곱하여 산정하였음
- 긍정저수지의 내부 부하량은 악조건인 혐기상태를 적용하더라도 T-N 0.32kg/일, T-P 0.03kg/일로 전체 부하량의 1%이하로서 내부 오염부하량에 의한 영향은 거의 없을 것으로 예상됨



<표 3.3-10> 금정저수지 내부 및 외부 부하량

[단위 : kg/일]

구 분	계	내부	외부
T-N	44.02	0.32	43.70
	100%	0.7%	99.3%
T-P	4.13	0.03	4.10
	100%	0.6%	99.4%



(그림 3.3-3) 금정저수지 내부(혐기상태) 및 외부 부하량 비율

## 3.4 토양 환경

### 3.4.1 조사방법

- 수질개선대책시설(인공습지) 설치 예정구간에 대해 공사시 작업여건 및 습지조성 적합성 등을 파악하고자 토양조사를 실시함
- 본 조사는 평면도(S=1:5,000)를 기본도로 하여 시굴(Auger Boring)을 통한 현장조사를 실시하였으며, 연약지반의 구분을 위하여 원추관입 시험방법에 의한 지내력 조사를 실시하였음
- 토양시료는 대표지점을 선정하여 식물이 주로 이용하는 작토층으로 교란시료를 채취 하였으며, 토양시료 분석 전문기관인 한국환경기술개발(주)에서 입도, 및 Cd 등 토양오염우려기준 21개 항목에 대한 실내분석을 실시하였음
- 분석방법은 농촌진흥청에서 실시하는 토양화학분석법과 Methods of Soil Analysis (ASA, SSSA) 등을 이용하였음



(그림 3.4-1) 조사지역 및 시료채취·원추관입 시험지점

### 3.4.2 조사결과

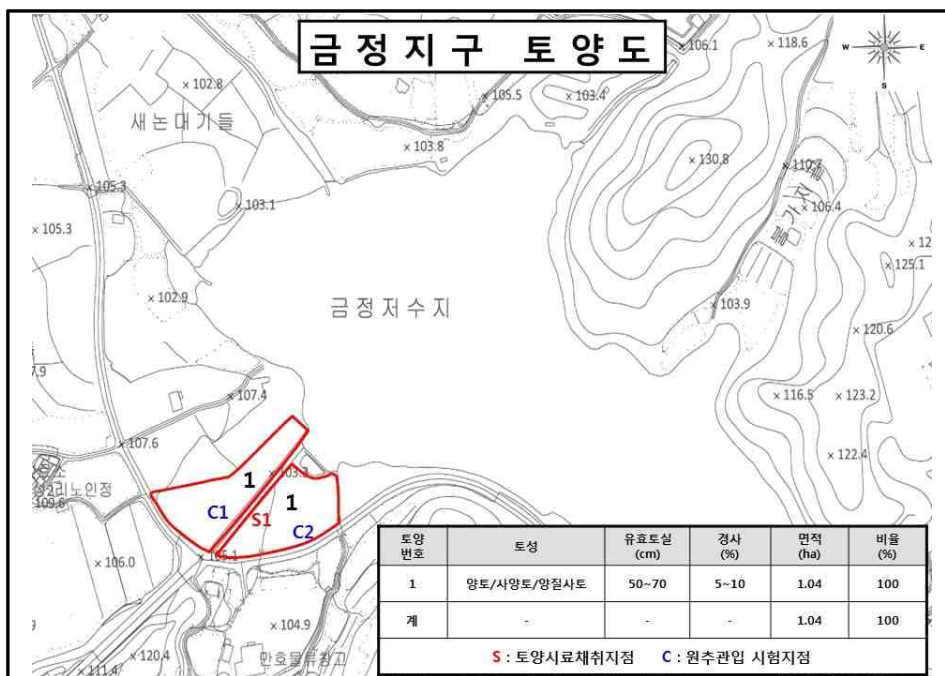
- 인공습지 구간은 현재 밭으로 이용되고 있으며, 토성은 양질사토(Loamy Sand), 사양토(Sandy loam), 양토(Loam) 등 임(유효토심 50~70cm)
- 토양배수는 약간불량(Imperfectly)~불량(Poorly)하여 지반지지력이 약하므로 중기작업 시 지장을 초래할 수 있음. 특히 지하수위가 60~70cm에 위치하고 있어 토양교란으로 인하여 지반지지력이 약화될 우려가 있으므로 중기작업 시 주의를 요함
- 대부분 지역의 토성이 사양토~양질사토이며, 배수가 약간불량~불량하여 인공습지 조성에 적합하며, 중금속 오염도는 토양오염우려기준 이내로 양호함
- 유효토심(50~70cm)이하 절토시 점토(Clay) 함량이 현저히 낮은 양질사토가 노출될 수 있으므로 절토 지역에 대해서는 표토처리가 선행되어야함

<표 3.4-1> 금정지구 토양분석 결과

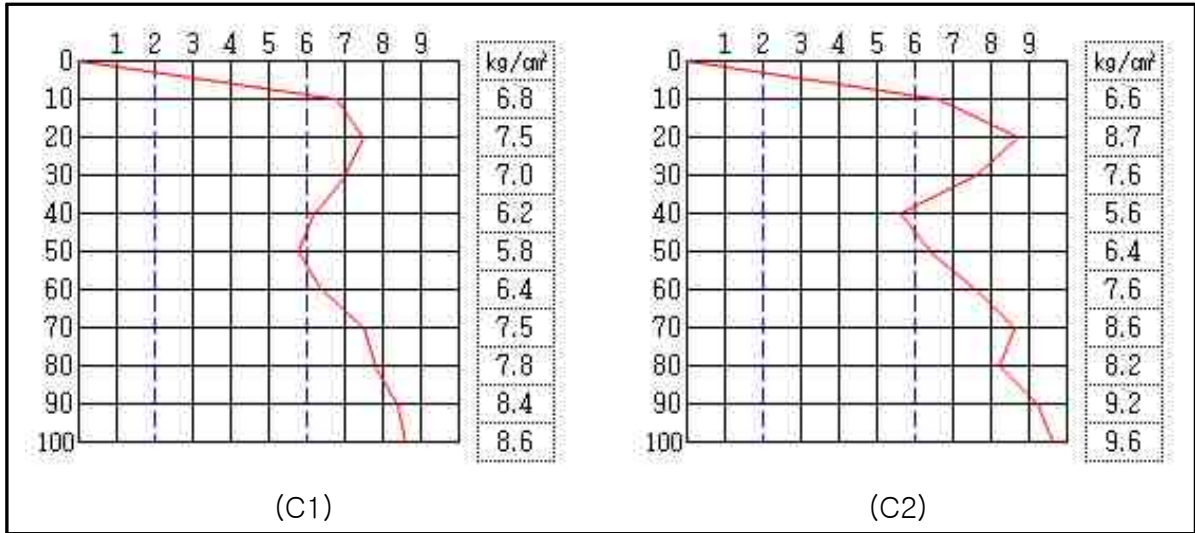
입 도	모래(%)		미사(%)		점토(%)		토성		
		71.0		27.8		1.2		SL	

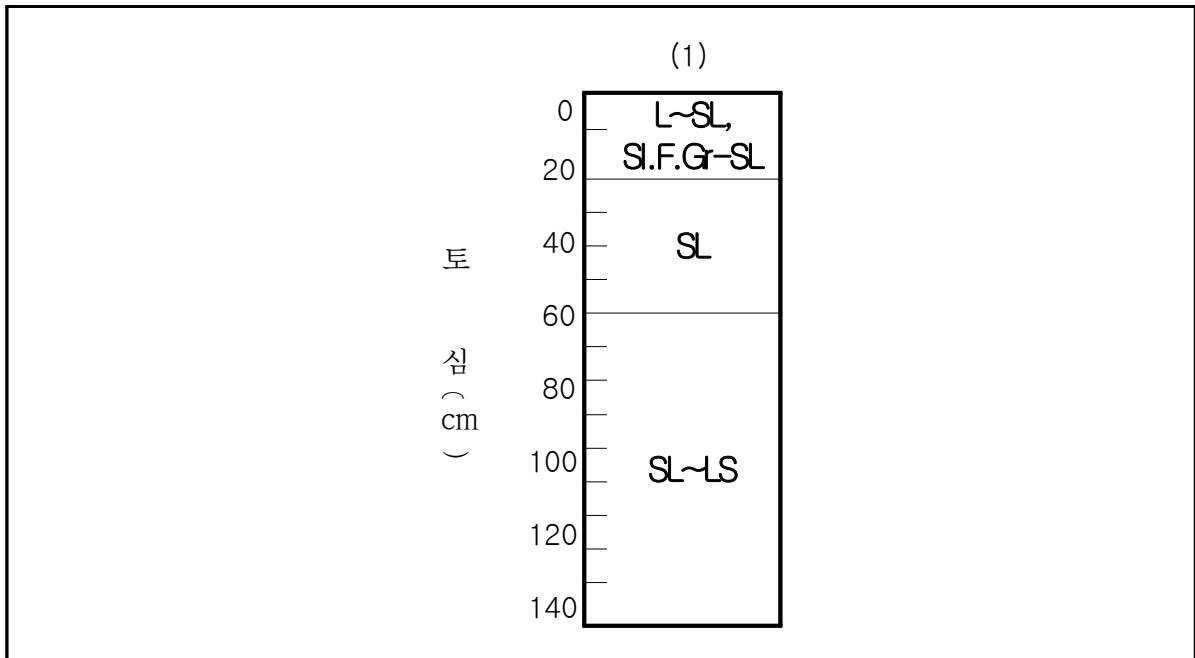
중금속 (mg/kg)	As (비소)	Cd (카드뮴)	Cu (구리)	Ni (니켈)	Pb (납)	Zn (아연)	Hg (수은)	Cr+6 (크롬)	F (불소)
	3.297	0.480	16.324	3.485	10.588	50.371	N.D.	0.292	5.492
	CN (시안)	유기인	벤젠	톨루엔	에틸 벤젠	크실렌	TCE	PCE	
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	



(그림 3.4-2) 금정지구 토양도



(그림 3.4-3) 금정지구 지내력 시험성적 및 저항곡선도



(그림 3.4-4) 금정지구 토양단면도

### 3.5 지질 환경

#### 3.5.1 조사개요

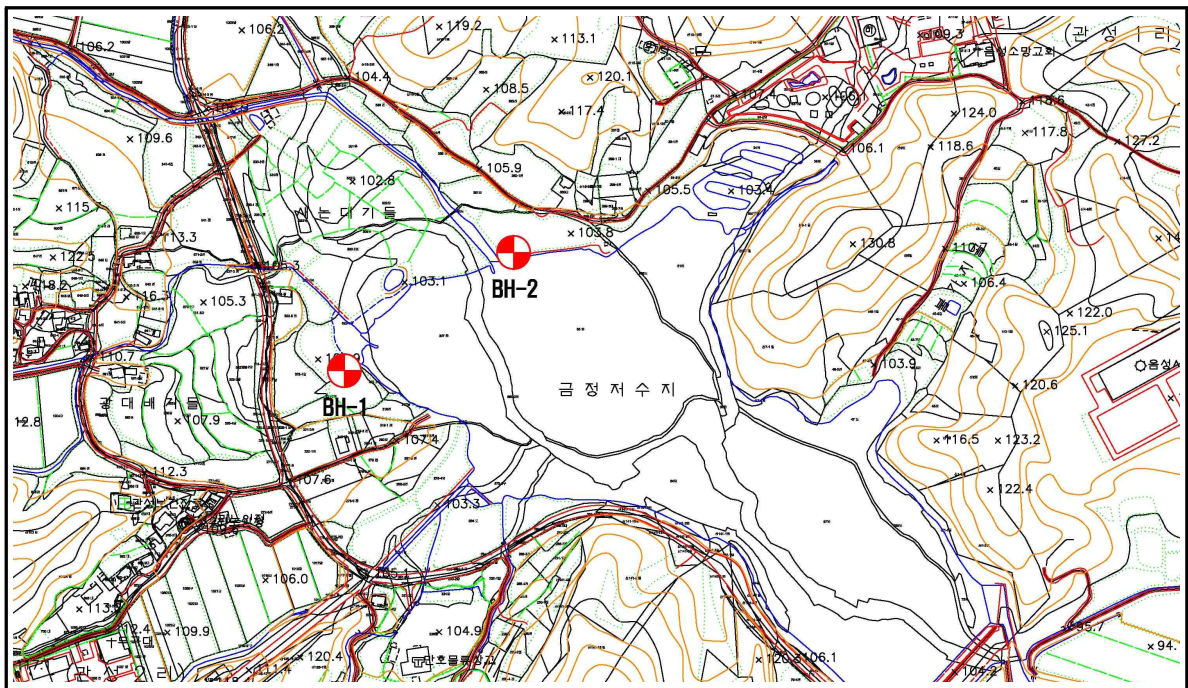
- 시설물 설치 예정지에 대한 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 지층의 조밀도 및 연경도를 확인하여 세부설계에 필요한 지반 자료를 제공

#### 가. 조사위치 및 항목

- 조사위치 : 저수지 양수장 및 부댐 구조물의 위치를 고려하여 조사 위치 선정
- 조사항목 : 시추조사(2공), 표준관입시험 35회, 지하수위 측정

<표 3.5-1> 지질조사 위치

공번	위치	기간	비고
BH-1	충청북도 음성군 생극면 관성리 56	2017.11.9~11.29	침강지 부댐부 (인공습지1 양수장 설치부)
BH-2	충청북도 음성군 생극면 관성리 322-1		침강지 부댐부



(그림 3.5-1) 지질조사 위치도

## 나. 조사장비

<표 3.5-2> 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

### 3.5.2 조사결과

- 시추조사 결과, 금정저수지의 지층은 토사층, 풍화암 순으로 분포함. 토사층은 0.0~13.5m 구간에 전답토, 매립층, 퇴적층, 풍화대층으로 구성되었고 유기물 섞인 실트질 점토, 점토질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트질 모래가 분포하고 있으며, 그 하부의 풍화암은 13.5~16.5m 이상의 두께로 암편 및 실트질 모래를 구성성분으로 분포함

<표 3.5-3> 시추 및 지하수위 조사 결과

지구	공 번	지층별 층후(m)							지하수위 (GL.-m)	표준관입 시험(회)
		토사층	사력층	혼적석	풍화암	연암	보통암	계		
금정	BH-1	13.5	-	-	13.5	-	-	27.0	0.5	18
	BH-2	9.0	-	-	16.5	-	-	25.5	1.2	17

<표 3.5-4> 시추조사 결과(상세)

지 층 명	분포심도(층후)	구 성 상 태	U.S.C.S
토사층	0.0~13.5(9.0~13.5m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전답토, 매립층, 퇴적층, 풍화대</li> <li>• 유기물 섞인 실트질 점토, 점토질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트질 모래</li> <li>• 젖음(Wet) 및 습윤(Moist)의 함수상태</li> <li>• N값은 매우느슨~매우조밀의 상대밀도</li> </ul>	CL, SC SM, SP
풍화암	9.0~27.0(13.5~16.5m 이상)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍화암</li> <li>• 실트질 모래 및 암편</li> <li>• N값은 매우조밀의 상대밀도</li> </ul>	WR

- 표준관입시험(35회) 결과 긍정저수지 토사층의 실측 N치가 3/30~13/30(회/cm)로 매우느슨~보통조밀한 상대밀도를 보이며, 풍화대는 14/30~50/11(회/cm)로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보이고 풍화암은 50/10~50/3(회/cm)로 매우 조밀한 상대밀도를 보임

<표 3.5-5> 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	3/30	토사
	3.0	14/30	풍화대		3.0	13/30	토사
	4.5	41/30	풍화대		4.5	12/30	토사
	6.0	50/26	풍화대		6.0	50/28	풍화대
	7.5	50/21	풍화대		7.5	50/15	풍화대
	9.0	50/17	풍화대		9.0	50/10	풍화암
	10.5	50/13	풍화대		10.5	50/8	풍화암
	12.0	50/11	풍화대		12.0	50/6	풍화암
	13.5	50/9	풍화암		13.5	50/5	풍화암
	15.0	50/7	풍화암		15.0	50/4	풍화암
	16.5	50/8	풍화암		16.5	50/4	풍화암
	18.0	50/6	풍화암		18.0	50/4	풍화암
	19.5	50/6	풍화암		19.5	50/2	풍화암
	21.0	50/4	풍화암		21.0	50/3	풍화암
	22.5	50/4	풍화암		22.5	50/4	풍화암
24.0	50/4	풍화암	24.0	50/3	풍화암		
25.5	50/3	풍화암	25.5	50/3	풍화암		
27.0	50/3	풍화암	-	-	-		



### 3.6 생태 환경

#### 3.6.1 조사항목

- 동식물상 조사항목은 「환경영향평가서등 작성 등에 관한 규정, 환경부고시 제2016-22호」 [별표 6]의 자연생태환경분야 조사항목을 기준으로 하여 결정하였음
- 특히, 동적 분류군은 생활특성(生活特性, life traits)과 생활사(生活史, life cycle) 등을 고려하여 실시하였음

<표 3.6-1> 동·식물상 조사항목

구 분	조 사 항 목	
육상식물	식물상	소산식물, 생활형, 귀화식물, 식물구계학적 특정종, 보호수 및 노거수
	식 생	현존식생, 식생보전등급도
	주요종	멸종위기 야생생물, 천연기념물, 생태계교란 생물(식물)
육상동물	육상동물상	포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충
	주요종	멸종위기 야생생물, 천연기념물, 생태계교란 생물(동물)
육수생물	육수생태계	담수어류, 저서성대형무척추동물
	주요종	멸종위기 야생생물, 천연기념물, 생태계교란 생물(동물)
기타	생태자연도	환경부 공개자료를 활용한 생태자연도 분석
	내륙습지	전국내륙습지 일반조사 참고

#### 3.6.2 조사범위

##### 가. 공간적 범위

- 직·간접적인 영향이 예상되는 계획지구 및 주변지역을 중심으로 동·식물상에 대한 현지 조사를 실시하였음
- 계획지구(금정저수지) 경계에서 500m를 조사대상으로 설정하였음

##### 나. 공간적 범위

- 2017년 09월 13일~14일

<표 3.6-2> 생태 조사일자

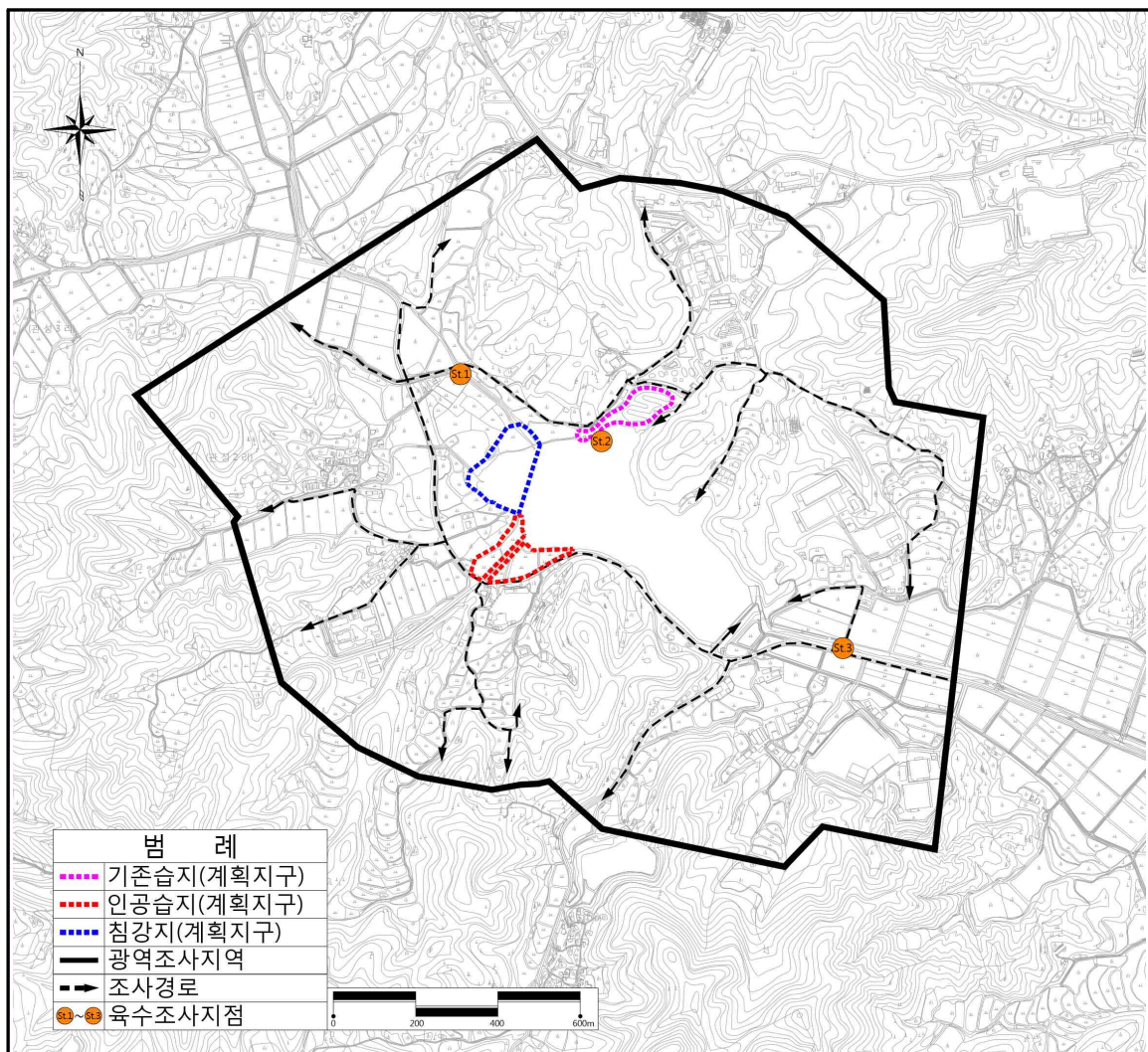
조사시기	식물상 및 식생	포유류	조류	양서· 파충류	육상 곤충류	어류	저서성대형 무척추동물
2017.09.13	◎	-	-	-	-	◎	-
2017.09.14	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

### 다. 조사지점

- 각 분류군별 조사지점은 다음 <표 3.6-3>와 같음

<표 3.6-3> 각 분류군별 조사지점

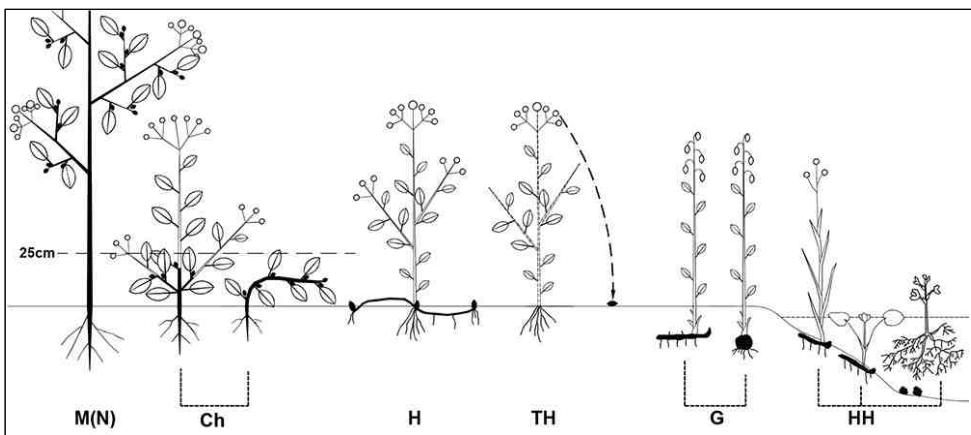
분 류 군	조사지점	조사위치(GPS 좌표)	비고
육상식물 육상동물	광역조사지역 전 구역 (계획지구 경계에서 500m)	충청북도 음성군 생극면 관성리 금정저수지	-
육수동물	육수조사지점 St.1	충청북도 음성군 생극면 관성리 351 (N 37°01'45.05"E 127°34'13.17")	-
	육수조사지점 St.2	충청북도 음성군 생극면 관성리 54-3 (N 37°01'39.18"E 127°34'24.85")	-
	육수조사지점 St.3	충청북도 음성군 생극면 병암리 963 (N 37°01'23.05"E 127°34'51.11")	-



(그림 3.6-1) 조사경로 및 조사지점도

### 3.6.3 조사방법

#### 가. 육상식물

조사항목		세부 조사방법																																																										
식물상	소산 식물	<p>◦식물상은 계획지구(금정저수지) 및 광역조사지역을 군락별로 구분한 후, 도별로 이동하면서 관찰된 식물을 「양치식물도감, 2005, 양치식물연구회」, 「새로운 한국식물도감, 2007, 이」, 「원색 대한식물도감, 2006, 이」, 「한국식물검색집, 207, 이」, 「한국의 나무, 2012, 김외 1명」, 「벼과·사초과 생태도감, 2016, 조외 2명」 등을 참고하여 동정하였으며, 학명과 국명의 표기는 「국가표준식물목록(www.nature.go.kr/kpni)」을 기준으로 작성함</p>																																																										
	생활형	<p>◦현지조사 자료를 기초로 하여 Raunkiaer's(1934)의 생활형으로 구분하여 분석하였으며, 생활형 기준은 「쉽게 찾는 한국식물명집, 2005, 양외 2명」을 참고함</p>  <p>(Raunkiaer의 생활형 분포 모식도)</p>																																																										
	귀화 식물	<p>◦조사된 소산식물을 토대로 「세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물, 2009, 박」을 참고하였으며, 귀화식물의 분포율에 따라 도시화 정도를 나타내기 위하여 다음과 같은 방법으로 도시화지수 및 귀화율을 산정함</p> <p>&lt;귀화율 산출&gt;</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th colspan="9">내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>도시화지수</td> <td colspan="9"> <math>UI = S/N \times 100</math>                      (S: 해당 조사지역 귀화식물 종수, N:남한의 귀화식물 321종)                 </td> </tr> <tr> <td rowspan="3">귀화율 (PN)</td> <td colspan="9"> <math>PN = S / N \times 100</math>                      (S : 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N : 해당조사지역의 관속식물 종수)                 </td> </tr> <tr> <td colspan="9">임지별 평균귀화율(PN)</td> </tr> <tr> <td>언덕주택지</td> <td>밭</td> <td>시가지</td> <td>평지주택지</td> <td>논</td> <td>넷가</td> <td>계단식논</td> <td>풀밭</td> <td>숲</td> </tr> <tr> <td></td> <td>48.8</td> <td>32.1</td> <td>27.7</td> <td>18.1</td> <td>14.5</td> <td>13.3</td> <td>7.2</td> <td>4.9</td> <td>4.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 한국의 귀화식물, 2000, 김민준, 임양재, 잔의식</p>	구분	내용									도시화지수	$UI = S/N \times 100$ (S: 해당 조사지역 귀화식물 종수, N:남한의 귀화식물 321종)									귀화율 (PN)	$PN = S / N \times 100$ (S : 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N : 해당조사지역의 관속식물 종수)									임지별 평균귀화율(PN)									언덕주택지	밭	시가지	평지주택지	논	넷가	계단식논	풀밭	숲		48.8	32.1	27.7	18.1	14.5	13.3	7.2	4.9	4.4
	구분	내용																																																										
도시화지수	$UI = S/N \times 100$ (S: 해당 조사지역 귀화식물 종수, N:남한의 귀화식물 321종)																																																											
귀화율 (PN)	$PN = S / N \times 100$ (S : 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N : 해당조사지역의 관속식물 종수)																																																											
	임지별 평균귀화율(PN)																																																											
	언덕주택지	밭	시가지	평지주택지	논	넷가	계단식논	풀밭	숲																																																			
	48.8	32.1	27.7	18.1	14.5	13.3	7.2	4.9	4.4																																																			
식물구계학적 특정종	<p>◦현지조사 자료와 문헌조사 자료를 기초로 하여 식물구계학적 특정종의 분포 현황을 파악함</p> <p>&lt;식물구계학적 특정종 평가기준&gt;</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>등급</th> <th>평가 기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td>국내에 고립되어 분포하거나 불연속적으로 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 1개의 아구에 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 2개의 아구에 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>비교적 전국적으로 분포하나 일반적으로 1,000m이상 지역에 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 3개의 아구에 분포하는 분류군</td> </tr> </tbody> </table>	등급	평가 기준	V	국내에 고립되어 분포하거나 불연속적으로 분포하는 분류군	IV	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 1개의 아구에 분포하는 분류군	III	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 2개의 아구에 분포하는 분류군	II	비교적 전국적으로 분포하나 일반적으로 1,000m이상 지역에 분포하는 분류군	I	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 3개의 아구에 분포하는 분류군																																															
등급	평가 기준																																																											
V	국내에 고립되어 분포하거나 불연속적으로 분포하는 분류군																																																											
IV	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 1개의 아구에 분포하는 분류군																																																											
III	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 2개의 아구에 분포하는 분류군																																																											
II	비교적 전국적으로 분포하나 일반적으로 1,000m이상 지역에 분포하는 분류군																																																											
I	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 3개의 아구에 분포하는 분류군																																																											

조사항목		세부 조사방법																								
식물상	보호수 및 노거수	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦보호수 및 노거수 조사는 조사지역을 중심으로 현지조사 및 자료조사 실시</li> </ul>																								
식생	현존 식생	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦식생조사는 Braun-Blanquet(1965)의 식물사회학적 방법에 따라 유형을 구분한 후, 임상이 균질한 상태를 나타내는 지역과 혼합되는 지점을 고려하여 식생상관에 따라 수도(abundance), 피도(cover)를 조사하고, 흉고직경, 수고를 측정하였으며, 조사된 자료를 바탕으로 식물군락을 구분하고 현존식생도를 작성함 &lt;Braun-Blanquet(1965)에 의한 유점도&gt;</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>계급</th> <th>수도(abundance)</th> <th>피도(cover)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>r</td> <td>한개 또는 수개의 개체</td> <td>고려하지 않음</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>다수의 개체이며 어떤 경우이건 조사구 면적의 5% 미만</td> <td>조사구(releve) 면적의 5%미만</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>많은 개체이면서 보다 적은 개체수이면서</td> <td>매우 낮은 피도, 또는 보다 높은 피도</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>수도를 고려하지 않으며</td> <td>26-50%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>수도를 고려하지 않으며</td> <td>51-75%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>수도를 고려하지 않으며</td> <td>76-100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>(피도의 배분 모식도)</p>	계급	수도(abundance)	피도(cover)	r	한개 또는 수개의 개체	고려하지 않음	+	다수의 개체이며 어떤 경우이건 조사구 면적의 5% 미만	조사구(releve) 면적의 5%미만	1	많은 개체이면서 보다 적은 개체수이면서	매우 낮은 피도, 또는 보다 높은 피도	2	매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%		3	수도를 고려하지 않으며	26-50%	4	수도를 고려하지 않으며	51-75%	5	수도를 고려하지 않으며	76-100%
	계급	수도(abundance)	피도(cover)																							
r	한개 또는 수개의 개체	고려하지 않음																								
+	다수의 개체이며 어떤 경우이건 조사구 면적의 5% 미만	조사구(releve) 면적의 5%미만																								
1	많은 개체이면서 보다 적은 개체수이면서	매우 낮은 피도, 또는 보다 높은 피도																								
	2	매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%																								
3	수도를 고려하지 않으며	26-50%																								
4	수도를 고려하지 않으며	51-75%																								
5	수도를 고려하지 않으며	76-100%																								
식생보전등급	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦식생보전등급(植生保全等級, Degree of Vegetation Conservation, DVC)은 국토의 식생자원을 효율적 관리를 위하여 입지의 자연조건, 식생의 천이정도, 인위적인 간섭정도, 식생경관을 고려하여 자연성, 희귀성, 역사성, 사회·문화적 가치 등에 따라 등급화한 보전수준임 &lt;식생보전 등급 평가항목 및 평가요령&gt;</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>평가항목</th> <th>평가요령</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가. 분포 희귀성 (rarity)</td> <td>(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 한반도 내에서 분포하는 패턴을 의미 (2) 분포면적이 국지적으로 좁으면 높게, 전국적으로 분포하면 낮게 평가</td> </tr> <tr> <td>나. 식생복원 잠재성 (potentiality)</td> <td>(1) 평가 대상이 되는 식물군락(식분)이 형성되는데 소요되는 기간(잠재 자연식생의 형성기간)을 의미 (2) 오랜 시간이 요구되면 높게, 짧은 시간에 형성되는 식물군락은 낮게 평가. 다만, 식생 발달기원이 부영화, 식재 등에 의한 것이면 상대적으로 낮은 것으로 평가</td> </tr> <tr> <td>다. 구성식물종 온전성 (integrity)</td> <td>(1) 평가 대상이 되는 식물군락의 구성식물종(진단종군)이 해당 입지에 잠재적으로 형성되는 식물사회의 구성식물종인가에 대한 평가를 의미 (2) 이는 입지의 자연식생의 구성종을 엄밀히 파악하는 것으로 상림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가</td> </tr> </tbody> </table>	평가항목	평가요령	가. 분포 희귀성 (rarity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 한반도 내에서 분포하는 패턴을 의미 (2) 분포면적이 국지적으로 좁으면 높게, 전국적으로 분포하면 낮게 평가	나. 식생복원 잠재성 (potentiality)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락(식분)이 형성되는데 소요되는 기간(잠재 자연식생의 형성기간)을 의미 (2) 오랜 시간이 요구되면 높게, 짧은 시간에 형성되는 식물군락은 낮게 평가. 다만, 식생 발달기원이 부영화, 식재 등에 의한 것이면 상대적으로 낮은 것으로 평가	다. 구성식물종 온전성 (integrity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락의 구성식물종(진단종군)이 해당 입지에 잠재적으로 형성되는 식물사회의 구성식물종인가에 대한 평가를 의미 (2) 이는 입지의 자연식생의 구성종을 엄밀히 파악하는 것으로 상림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가																	
평가항목	평가요령																									
가. 분포 희귀성 (rarity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 한반도 내에서 분포하는 패턴을 의미 (2) 분포면적이 국지적으로 좁으면 높게, 전국적으로 분포하면 낮게 평가																									
나. 식생복원 잠재성 (potentiality)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락(식분)이 형성되는데 소요되는 기간(잠재 자연식생의 형성기간)을 의미 (2) 오랜 시간이 요구되면 높게, 짧은 시간에 형성되는 식물군락은 낮게 평가. 다만, 식생 발달기원이 부영화, 식재 등에 의한 것이면 상대적으로 낮은 것으로 평가																									
다. 구성식물종 온전성 (integrity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락의 구성식물종(진단종군)이 해당 입지에 잠재적으로 형성되는 식물사회의 구성식물종인가에 대한 평가를 의미 (2) 이는 입지의 자연식생의 구성종을 엄밀히 파악하는 것으로 상림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가																									

조사항목	세부 조사방법				
식 생 보 전 등 급	<p>&lt; 표 계속 &gt;</p>				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">평 가 항 목</th> <th>평 가 요 평</th> </tr> </thead> </table>	평 가 항 목	평 가 요 평		
	평 가 항 목	평 가 요 평			
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">라. 식생구조 온전성</td> <td>(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 해당입지에 전형적으로 발달하는 식생구조(층위구조)가 얼마나 원형에 가까운가를 가지고 판정 (2) 삼림식생은 4층의 식생구조를 가지며, 각 층위는 고유의 식생고(height)와 식피율(coverage)을 가지고 있으므로 층위구조가 온전하면 보전생태학적으로 높게 평가</td> </tr> </table>	라. 식생구조 온전성	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 해당입지에 전형적으로 발달하는 식생구조(층위구조)가 얼마나 원형에 가까운가를 가지고 판정 (2) 삼림식생은 4층의 식생구조를 가지며, 각 층위는 고유의 식생고(height)와 식피율(coverage)을 가지고 있으므로 층위구조가 온전하면 보전생태학적으로 높게 평가		
	라. 식생구조 온전성	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 해당입지에 전형적으로 발달하는 식생구조(층위구조)가 얼마나 원형에 가까운가를 가지고 판정 (2) 삼림식생은 4층의 식생구조를 가지며, 각 층위는 고유의 식생고(height)와 식피율(coverage)을 가지고 있으므로 층위구조가 온전하면 보전생태학적으로 높게 평가			
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">마. 중요종 서식</td> <td>(1) 식물군락은 식물종의 구성으로 이루어지므로 식물종 자체에 대한 보전생태학적 가치를 평가 (2) 그 분포면적이 좁거나, 중요한 식물종(멸종위기야생식물 1·II급 또는 식물구계학적 중요종)이 포함되면 더욱 높게 평가</td> </tr> </table>	마. 중요종 서식	(1) 식물군락은 식물종의 구성으로 이루어지므로 식물종 자체에 대한 보전생태학적 가치를 평가 (2) 그 분포면적이 좁거나, 중요한 식물종(멸종위기야생식물 1·II급 또는 식물구계학적 중요종)이 포함되면 더욱 높게 평가		
	마. 중요종 서식	(1) 식물군락은 식물종의 구성으로 이루어지므로 식물종 자체에 대한 보전생태학적 가치를 평가 (2) 그 분포면적이 좁거나, 중요한 식물종(멸종위기야생식물 1·II급 또는 식물구계학적 중요종)이 포함되면 더욱 높게 평가			
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">바. 식재림 흉고직경</td> <td>식재림의 경우 가장 큰 개체, 보통 개체의 흉고직경(DBH)을 기록</td> </tr> </table>	바. 식재림 흉고직경	식재림의 경우 가장 큰 개체, 보통 개체의 흉고직경(DBH)을 기록		
	바. 식재림 흉고직경	식재림의 경우 가장 큰 개체, 보통 개체의 흉고직경(DBH)을 기록			
	<p>자료 : 자연환경조사 방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정[별표1], 2015.7.17.(훈령 제 1161호), 환경부</p>				
<p>&lt; 식생보전등급 분류기준 &gt;</p>					
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">등 급 구 분</th> <th>분 류 기 준</th> </tr> </thead> </table>	등 급 구 분	분 류 기 준	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">가. I 등급</td> <td>(1) 식생천이의 종국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림                      예) 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 주목군락 등)                      예) 산지 계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림(오리나무군락, 비솔나무군락 등), 너도밤나무군락 등의 낙엽활엽수림                      (2) 삼림식생이외의 특수한 입지에 형성된 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않아 자연성이 우수한 식생                      예) 해안사구, 단애지, 자연호소, 하천습지, 습원, 영습지, 고산황원, 석회암지대, 아고산초원, 자연암벽 등에 형성된 식생. 다만, 이와 같은 식생유형은 조사자에 의해 규모가 크고 절대보전가치가 있을 경우에만 지형도에 표시하고, 보고서에 기재 사유를 상세히 기술하여야 함</td> </tr> </table>	가. I 등급	(1) 식생천이의 종국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림 예) 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 주목군락 등) 예) 산지 계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림(오리나무군락, 비솔나무군락 등), 너도밤나무군락 등의 낙엽활엽수림 (2) 삼림식생이외의 특수한 입지에 형성된 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않아 자연성이 우수한 식생 예) 해안사구, 단애지, 자연호소, 하천습지, 습원, 영습지, 고산황원, 석회암지대, 아고산초원, 자연암벽 등에 형성된 식생. 다만, 이와 같은 식생유형은 조사자에 의해 규모가 크고 절대보전가치가 있을 경우에만 지형도에 표시하고, 보고서에 기재 사유를 상세히 기술하여야 함
등 급 구 분	분 류 기 준				
가. I 등급	(1) 식생천이의 종국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림 예) 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 주목군락 등) 예) 산지 계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림(오리나무군락, 비솔나무군락 등), 너도밤나무군락 등의 낙엽활엽수림 (2) 삼림식생이외의 특수한 입지에 형성된 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않아 자연성이 우수한 식생 예) 해안사구, 단애지, 자연호소, 하천습지, 습원, 영습지, 고산황원, 석회암지대, 아고산초원, 자연암벽 등에 형성된 식생. 다만, 이와 같은 식생유형은 조사자에 의해 규모가 크고 절대보전가치가 있을 경우에만 지형도에 표시하고, 보고서에 기재 사유를 상세히 기술하여야 함				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">나. II 등급</td> <td>(1) 자연식생이 교란된 후 2차천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 삼림식생                      예) 군락의 계층구조가 안정되어 있고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재 자연식생을 반영하고 있음                      예) 난·온대 상록활엽수림(동백나무군락, 구실잣밤나무-당단풍군락, 졸참나무군락, 서어나무군락 등의 낙엽활엽수림)                      (2) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 약하게 받고 있는 식생</td> </tr> </table>	나. II 등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 삼림식생 예) 군락의 계층구조가 안정되어 있고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재 자연식생을 반영하고 있음 예) 난·온대 상록활엽수림(동백나무군락, 구실잣밤나무-당단풍군락, 졸참나무군락, 서어나무군락 등의 낙엽활엽수림) (2) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 약하게 받고 있는 식생	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">다. III 등급</td> <td>(1) 자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 지속되고 있는 삼림식생                      예) 군락의 계층구조가 불안정하고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 충분히 반영하지 못함                      예) 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우                      (2) 산지대에 형성된 2차관목림이나 2차초원                      (3) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 심하게 받고 있는 식생</td> </tr> </table>	다. III 등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 지속되고 있는 삼림식생 예) 군락의 계층구조가 불안정하고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 충분히 반영하지 못함 예) 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우 (2) 산지대에 형성된 2차관목림이나 2차초원 (3) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 심하게 받고 있는 식생
나. II 등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 삼림식생 예) 군락의 계층구조가 안정되어 있고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재 자연식생을 반영하고 있음 예) 난·온대 상록활엽수림(동백나무군락, 구실잣밤나무-당단풍군락, 졸참나무군락, 서어나무군락 등의 낙엽활엽수림) (2) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 약하게 받고 있는 식생				
다. III 등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 지속되고 있는 삼림식생 예) 군락의 계층구조가 불안정하고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 충분히 반영하지 못함 예) 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우 (2) 산지대에 형성된 2차관목림이나 2차초원 (3) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 심하게 받고 있는 식생				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">라. IV 등급</td> <td>인위적으로 조림된 식재림</td> </tr> </table>	라. IV 등급	인위적으로 조림된 식재림	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">마. V 등급</td> <td>(1) 2차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(목발이나 훼손지 등의 역새군락이나 기타 잡초군락 등)                      (2) 2차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등)                      (3) 과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장                      (4) 논·밭 등의 경작지                      (5) 주거지 또는 시가지                      (6) 강, 호수, 저수지 등에 식생이 없는 수변과 그 하안 및 호안</td> </tr> </table>	마. V 등급	(1) 2차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(목발이나 훼손지 등의 역새군락이나 기타 잡초군락 등) (2) 2차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등) (3) 과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장 (4) 논·밭 등의 경작지 (5) 주거지 또는 시가지 (6) 강, 호수, 저수지 등에 식생이 없는 수변과 그 하안 및 호안
라. IV 등급	인위적으로 조림된 식재림				
마. V 등급	(1) 2차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(목발이나 훼손지 등의 역새군락이나 기타 잡초군락 등) (2) 2차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등) (3) 과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장 (4) 논·밭 등의 경작지 (5) 주거지 또는 시가지 (6) 강, 호수, 저수지 등에 식생이 없는 수변과 그 하안 및 호안				
<p>비고) 식재림은 인위적으로 조림된 수종 또는 자연적(2차림)으로 형성되었다 하더라도 아까시나무 등의 조림기원 도입종이나 개량종에 의해 식피율이 70%이상인 식물군락으로 한다. 다만, 녹화목적으로 적지적수(適地適樹)가 식재된 경우에는 식재림으로 보지 않는다.                      자료 : 자연환경조사 방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정[별표1], 2015.7.17.(훈령 제1161호), 환경부</p>					

## 나. 육상동물

조사항목		세부 조사방법
육 상 동 물 상	포유류	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦포유류의 조사는 조사경로를 따라 구거, 산지, 경작지, 나대지 등을 도보로 이동하며 성체 및 족적(足跡), 분변(糞便), 동지, 굴 등의 흔적을 조사하고 인근 지역 주민을 대상으로 탐문조사도 병행하여 실시함</li> <li>◦포유류의 동정은 「야생동물 흔적도감, 2007, 최와 최」 등을 참고함</li> <li>·직접 확인법(목견법) <ul style="list-style-type: none"> <li>-선정된 조사경로를 이동하면서 현장에서 직접 목견에 의한 종의 유·무를 확인하고, 주변의 서식환경, 고도, 개체수 등 다양한 생태적 습성과 서식정보를 기록함</li> </ul> </li> <li>·간접 확인법(Field sign 방법) <ul style="list-style-type: none"> <li>-선정된 조사경로를 따라 족적, 배설물, 식흔 등 서식흔적을 통하여 종을 확인하였음</li> <li>-한편 포유류는 거의 대부분이 야행성이기 때문에 중형포유류와 대형포유류는 Field-Sign법으로 종의 서식을 확인함</li> </ul> </li> </ul>
	조류	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦조류는 육지에 살고 있는 동물 중에서 이동성이 가장 강한 동물로서 산림, 경작지 등 관찰·관측이 용이한 지역에서 정점센서스(spot census)와 선조사법(line census)에 따라 육안, 쌍안경 및 망원경 등을 이용하여 조사를 실시하였으며, 조사 지역에서 확인된 깃털, 발자국, 울음소리 등을 조사하였음. 조류의 동정은 「한국의 조류, 1996, 원」, 「야외원색도감 한국의 새, 2014, 이외 2명」 등을 참고함</li> <li>◦현장 조사시 관찰된 조류의 분류학적 체계는 한국조류목록을 참고하였음(원 1987, 원 2000)</li> <li>·선조사법 <ul style="list-style-type: none"> <li>-Road-side Census로 불리는 조사방법으로 시속 1.5~2.0km정도로 걸으면서 관찰너비를 좌우 25m 혹은 50m로 하여 양쪽에서 조류의 소리 및 실제 관찰 등에 의해 출현한 모든 조류의 종과 개체수를 기록하는 방법임</li> </ul> </li> <li>·정점조사법 <ul style="list-style-type: none"> <li>-주로 넓은 행동권을 가지고 생활하는 조류나 큰 무리를 형성하여 이동하는 철새들의 개체수를 파악하는데 이용하며 넓은 조사구역 내에서 관찰이 용이하고 사방을 한 눈에 볼 수 있는 여러 장소를 정점으로 정하고 종과 개체수를 기록하거나 또는 일정한 거리 간격으로 정점을 설정하여 조류의 소리 및 관찰 등으로 확인하여 종과 개체수를 기록하는 것임</li> </ul> </li> </ul>
	양서·파충류	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦양서·파충류를 확인하는 방법으로는 조사자가 직접 종과 개체수를 확인하는 직접 조사와 청문조사를 수행하였음. 양서·파충류의 동정은 「한국 양서류 생태도감, 2016, 이외 1명」, 「한국 양서·파충류 생태도감, 2011, 이외 2명」 등을 참고함</li> <li>·양서류 <ul style="list-style-type: none"> <li>-무미목(개구리류)은 조사대상지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m 간격으로 이동 중인 개체 확인 및 바위틈 혹은 하천, 수로, 계곡, 저습지 주변의 초지에서 포충망을 이용하여 채집함</li> <li>-유미목(도롱뇽류)은 하천 내 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하였고 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인함</li> </ul> </li> <li>·파충류 <ul style="list-style-type: none"> <li>-장지뱀류의 경우 목정밭, 초지주변, 하천변과 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여있는 돌을 들추어 확인하거나 이동 중인 개체는 곤충채집용 포충망을 이용하여 채집함</li> <li>-뱀류는 저지대의 임연부 일대, 목정밭 주변에서 뱀집개와 포충망을 이용하여 채집하고 석축, 돌담, 경작지, 돌밀을 들추어 확인함</li> </ul> </li> </ul>

조사항목		세부 조사방법
육상 동물상	육상 곤충	◦육상곤충류의 채집은 포충망을 이용한 쓸어잡기(sweeping)와 채어잡기(brandishing) 방법을 주로 하였으며, 기주식물을 관찰하거나 육안으로 확인하며 채집하고 동정된 곤충은 「한국 곤충 총 목록, 2010, 백외 17명」을 참고하여 목록을 작성 함

다. 육수생물

조사항목		세부 조사방법
육 수 동 물 상	어류	◦어류상 특징이 반영되도록 하기 위해 주요 서식환경을 고려하여 지점을 선정 후, 조사를 실시하였으며, 채집도구는 투망(망목 8×8mm), 족대(망목 6×6mm), 자망(10×10mm, 30m)를 사용하였으며, 채집된 어류는 자연자원의 보호를 위하여 어종을 확인하고 기록한 후 즉시 방생함 ◦동정이 어려운 개체는 아이스박스에 보관하여 실험실로 운반 후 「한국어류대도감, 2011, 김외 5명」, 「한국어류검색도감, 2007, 윤」, 「특징으로 보는 한반도 민물고기, 2011, 이외 1명」, 「민물고기 필드 가이드, 2015, 한외 4명」 등을 참조하여 동정하였으며, 분류 체계는 Nelson(2006)을 참고 함
	저서 성대 형무 척추 동물	◦저서성대형무척추동물의 채집은 하천의 유속과 유량을 고려하여 정성 및 정량 조사를 실시하였으며, 각 조사지점에서 Surber net(30×30cm)를 이용하여 3회 정량 채집하였고, 뜰채를 이용하여 무작위 채집하였으며, 「한국의 수서곤충, 2005, 원외 2명」, 「하천생태계와 담수무척추동물, 2013, 김외 2명」, 「물속 생물도감, 2013, 권외 2명」, 「한국 잠자리 유충, 2016, 정」 등을 이용하여 동정 분류함

라. 분석방법

구 분	군 집 분 석
동물상 분 석 방 법	<p>◦생물학적 표본 추출법에 의한 생태 측정은 우점도지수와 종다양도지수를 이용하였으며, 조사한 결과를 종합하여 분석·비교하는데 사용한 공식들은 다음과 같음(McNaughton 1967, Shannon and Weaver. 1949)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우점도지수 : <math>D.I.(%) = (n_i/N) \times 100</math></li> <li>- 종다양도지수 : <math>H' = -\sum(n_i/N)(\log n_i/N)</math> (N : 총 개체수, <math>n_i</math> : 종의 개체수)</li> </ul> <p>◦종 풍부도(Richness Index, RI)는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 종 풍부도(Richness Index) : <math>RI = (S - 1) / \ln(N)</math> (S : 전체 종수, N : 총개체수)</li> </ul> <p>◦종 균등도(Evenness Index, EI)는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로 표현함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 종 균등도(Evenness Index) : <math>EI = H' / \ln(S)</math> (H' : 다양도, S : 전체 종수)</li> </ul>

### 마. 문헌조사

구 분	내 용
문헌 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 문헌조사는 「제4차 전국자연환경조사 2014 강화(도업번호:376062), 국립생태원, 2015」, 「제4차 전국자연환경조사 2014 강화도 유역, 국립생태원, 2015」, 「2016-2017년도 겨울철 조류 동시 센서스(19. 강화도, 20. 석모도), 국립생물자원관, 2017」를 참고함</li> </ul>

### 바. 법정보호종

구 분	내 용
멸종위기 야생생물 및 천연기념물	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 현장조사에서 서식, 도래여부가 확인된 특정야생생물(문화재보호법 제28조의 문화재청지정 천연기념물, 야생생물보호·관리에 관한 법률 시행규칙 제2조의 환경부지정 멸종위기 야생생물)은 관찰지소와 현장사진을 제시함</li> <li>◦ 법정보호종에 대한 약어는 멸종위기야생생물-이하, “멸 I 급, 멸 II 급”, 천연기념물-이하, “천”으로 사용함</li> </ul>

### 사. 생태·자연도

구 분	내 용
생태·자연도	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 자연환경현황도, 식생도, 임상도를 활용하여 자연환경의 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 3등급화한 환경부 자료(환경부, 2012)를 활용함</li> </ul>

### 아. 내륙습지

구 분	내 용
내륙습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 현지조사와 문헌조사(2014 전국내륙습지 일반조사)를 활용하여 보전가치 검토</li> </ul>



### 3.6.4 조사결과

#### 가. 육상식물상

##### (1) 현지조사

- 현지조사결과 계획지구 및 광역조사지역에서 조사된 소산식물은 78과 171속 194종 1아종 21변종 1품종으로 총 217분류군이 확인되었으며, 법정보호종은 관찰되지 않음

##### (2) 문헌조사

- 생극(도엽번호:3277153) 일대의 소산식물은 76과 176속 210종 1아종 19변종 3품종으로 총 233분류군이 확인되었으며, 법정보호종은 관찰되지 않음

<표 3.6-4> 소산식물목록 집계표

구 분	과	속	종	아종	변종	품종	분류군
현지조사	78	171	194	1	21	1	217
문헌조사	76	176	210	1	19	3	233

자료 : 제3차 전국자연환경조사 2011 생극(도엽번호:377153), 환경부, 2011

##### (3) 생활형 비교 및 분석

- 본 조사지역의 Life-form Spectrum에서는 일년생식물(Th) 72종(33.2%), 반지중식물(H) 41종(18.9%), 대형지상식물(M) 40종(18.4%), 소형지상식물(N) 27종(12.5%), 지중식물(G) 20종(9.2%), 수생식물(HH) 11종(5.5%), 지표식물(Ch) 5종(2.3%)으로 조사됨
- 조사지역의 소산식물을 한국의 생활형스펙트럼과 비교하면 대형지상식물(M), 지표식물(Ch), 근생수생식물(HH), 일년생식물(Th)은 높게 조사되었고, 반지중식물(H), 소형지상식물(N), 지중식물(G)는 낮게 분석됨

<표 3.6-5> 조사지역내의 Raunkiaer(1934)의 생활형

구 분	M	N	E	Ch	H	G	HH	Th	
조사지역	종수(종)	40	27	-	5	41	20	12	72
	비율(%)	18.4	12.5	-	2.3	18.9	9.2	5.5	33.2
Republic of Korea(%)	16.0	16.2	1.2	1.5	35.1	15.0	2.3	12.7	
Raunkiaer's N-S(%)	26.0	15.0	3.0	9.0	28.0	4.0	2.0	13.0	

주) M : 대형지상식물(교목), N : 소형지상식물(관목), G : 지중식물, Ch : 지표식물, H : 반지중식물, Th : 일년생식물, HH : 근생수생식물, E : 착생식물

##### (4) 귀화식물

- 현지조사시 계획지구 일대에서 조사된 귀화식물은 소리쟁이, 미국자리공, 다닥냉이, 달맞이꽃, 망초, 뚝딴지, 오리새 등 총 13과 31종이 조사됨

- 도시화 지수는 9.7%, 귀화율은 14.3%로 산정되었으며, 입지별 평균귀화율인 넷가 13.3%보다 높고 논 14.5%보다 낮은 것으로 확인됨
- 조사된 귀화식물 중 환경부에서 지정한 생태계교란 생물(식물)은 가시박, 돼지풀, 단풍잎돼지풀 미국쑥부쟁이, 가시상추 5종이 분포하는 것으로 확인됨
- 생극(도엽번호:377153) 일대의 귀화식물은 10과 18종으로 생태계교란 생물(식물)은 없는 것으로 확인됨

#### (5) 식물구계학적 특정종

- 현지조사 시 확인된 식물구계학적 특정종은 I 등급 잣나무, 참느릅나무, 큰엉겅퀴 3종, 보호가치가 높은 V등급 종은 자라풀 1종으로 조사됨
- 생극(도엽번호:377153) 일대에서 확인된 식물구계학적 특정종은 I 등급 잣나무, 참느릅나무, 투구꽃, 두메층층이, 물쑥 5종, III등급 향나무, 꼬리조팝나무, 단풍나무 3종이 확인되었으며, 보호가치가 높은 IV~V등급 종은 IV등급 등(나무) 1종, V등급 왕벚나무(식) 1종 확인됨

#### (6) 노거수 및 보호수

- 조사결과 노거수(느티나무) 1주가 계획지구와 210m 이격되어 분포하는 것으로 조사됨

<표 3.6-6> 노거수 현황

수종	소재지	흉고둘레(cm)	높이(m)	이격거리(m)
느티나무	음성군 생극면 관성리 268-1	368	15	210

#### (7) 법정보호종

- 계획지구 및 광역조사지역에서 현지조사와 문헌조사 결과 확인된 법정보호종은 없는 것으로 조사됨

#### (8) 식생

##### (가) 현존식생

##### ① 계획지구

- 계획지구는 경작지가 15,446㎡(32.55%)로 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며, 장경초지 9,135㎡(19.25%), 자라풀군락 8,199㎡(17.28%), 수역 5,283㎡(11.13%), 달뿌리풀군락 5,234㎡(11.03%), 버드나무군락 2,817㎡(5.93%), 부들군락 587㎡(1.24%), 나도겨풀군락 445㎡(0.94%), 주거지 및 나지 309㎡(0.65%)의 순으로 분포함

- 기존습지의 현존식생은 장경초지가 5,985㎡(59.03%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 달뿌리풀군락 2,233㎡(22.02%), 버드나무군락 1,273㎡(12.56%), 부들군락 587㎡(5.79%), 자라풀군락 35㎡(0.35%), 주거지 및 나지 25㎡(0.25%)의 순으로 분포함
- 인공습지 1의 현존식생은 경작지가 5,479㎡(84.10%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 장경초지 990㎡(15.20%), 주거지 및 나지 46㎡(0.70%)의 순으로 분포함
- 침강지의 현존식생은 자라풀군락이 8,016㎡(35.74%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 수역 5,283㎡(23.55%), 경작지 3,727㎡(16.62%), 달뿌리풀군락 2,999㎡(13.37%), 버드나무군락 1,313㎡(5.85%), 장경초지 646㎡(2.88%), 나도겨풀군락 445㎡(1.99%)의 순으로 분포함

② 수변식생 현황

- 계획지구 제방을 중심으로 자라풀군락, 달뿌리풀군락, 부들군락, 나도겨풀군락의 생육·분포가 확인됨
- 기존습지 정비가 계획된 지역은 달뿌리풀군락, 부들군락, 자라풀군락이 분포함
- 인공습지가 계획된 지역은 자라풀군락, 달뿌리풀군락이 분포함
- 침강지가 계획된 지역은 자라풀군락, 달뿌리풀군락, 나도겨풀군락이 분포함
- 계획지구에 분포하고 있지 않으나 기존습지와 인접한 지역에 명아자여뀌군락이 분포함

<표 3.6-7> 수변 식생 현황

구분	현황
자라풀군락	◦ 계획지구 및 주변 수역 전반에 걸쳐 넓게 분포함
달뿌리풀군락	◦ 계획지구 일대 수변부에 분포함
부들군락	◦ 기존습지 일대에 분포함
나도겨풀군락	◦ 침강지 일대 및 주변 수변지역에 일부 분포함
명아자여뀌군락	◦ 기존습지 주변 수변지역에 일부 분포함

③ 광역조사지역

- 광역조사지역은 경작지가 835,065㎡(34.26%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 주거지 및 나지 402,921㎡(16.53%), 활엽수혼효림 226,366㎡(9.29%), 장경초지 182,501㎡(7.49%), 리기다소나무군락 152,237㎡(6.24%), 상수리나무군락 117,954㎡(4.84%), 수역 109,500㎡(4.49%), 단경초지 72,291㎡(2.97%), 조경녹지 61,024㎡(2.50%), 아까시나무군락 44,983㎡(1.85%), 자라풀군락 38,181㎡(1.57%), 벌채지 36,858㎡(1.51%), 과수지 및 묘포지 35,608㎡(1.46%)의 순으로 분포함

&lt;표 3.6-8&gt; 현존식생 면적 및 비율

현존식생	계획지구		광역조사지역	
	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)
수역	5,283	11.13	109,500	4.49
주거지 및 나지	309	0.65	402,921	16.53
경작지	15,446	32.55	835,065	34.26
과수지 및 묘포지	-	-	35,608	1.46
단경초지	-	-	72,291	2.97
장경초지	9,135	19.25	182,501	7.49
명아자여뀌군락	-	-	2,385	0.10
나도겨풀군락	445	0.94	753	0.03
자라풀군락	8,199	17.28	38,181	1.57
달뿌리풀군락	5,234	11.03	19,996	0.82
부들군락	587	1.24	587	0.02
벌채지	-	-	36,858	1.51
조경녹지	-	-	61,024	2.50
밤나무군락	-	-	856	0.03
일본잎갈나무군락	-	-	22,493	0.92
잣나무군락	-	-	16,565	0.68
은사시나무군락	-	-	8,620	0.35
리기다소나무군락	-	-	152,237	6.24
아까시나무군락	-	-	44,983	1.85
버드나무군락	2,817	5.93	12,584	0.52
상수리나무군락	-	-	117,954	4.84
소나무군락	-	-	15,994	0.66
활엽수혼효림	-	-	226,366	9.29
침활혼효림	-	-	21,298	0.87
계	47,455	100.00	2,437,620	100.00

&lt;표 3.6-9&gt; 계획지구 시설별 현존식생 면적 및 비율

현존식생	계획지구							
	기존습지		인공습지1		인공습지2		침강지	
	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)
수역	-	-	-	-	-	-	5,283	23.55
주거지 및 나지	25	2.62	46	0.7	238	2.84	-	-
경작지	-	-	5,479	84.1	6,240	74.53	3,727	16.62
장경초지	5,985	56.41	990	15.2	1,514	18.08	646	2.88
나도겨풀군락	-	-	-	-	-	-	445	1.99
자라풀군락	35	0.46	-	-	148	1.76	8,016	35.74
달뿌리풀군락	2,233	21.88	-	-	2	0.03	2,999	13.37
부들군락	587	5.7	-	-	-	-	-	-
버드나무군락	1,273	12.93	-	-	231	2.76	1,313	5.85
계	10,138	100.00	6,515	100.00	8,373	100.00	22,429	100.00

(9) 식생보전등급

① 계획지구

- 계획지구의 식생보전등급 사정결과 V등급이 36,438㎡(76.78%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, III등급 11,017㎡(23.22%)의 순으로 분포함
- 계획지구 중 하나인 기존습지의 식생보전등급 사정결과 V등급이 8,830㎡(87.09%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, III등급 1,309㎡(12.91%)의 순으로 분포함
- 계획지구 인공습지 1의 식생보전등급 사정결과 6,515㎡(100.0%)가 V등급으로 산정됨
- 계획지구 인공습지 2의 식생보전등급 사정결과 V등급이 7,994㎡(95.47%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, III등급 379㎡(4.53%)의 순으로 산정됨
- 계획지구 침강지의 식생보전등급 사정결과 V등급이 13,100㎡(58.41%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, III등급 9,329㎡(41.59%)의 순으로 분포함

② 광역조사지역

- 광역조사지역의 식생보전등급 사정결과 V등급이 1,759,489㎡(72.18%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, III등급 432,377㎡(17.75%), IV등급 245,754㎡(10.07%)의 순으로 분포함

<표 3.6-10> 식생보전등급 분포현황

현존식생	계획지구		광역조사지역	
	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)
III 등급	11,017	23.22	432,377	17.75
IV 등급	-	-	245,754	10.07
V 등급	36,438	76.78	1,759,489	72.18
계	47,455	100.00	2,437,620	100.00

<표 3.6-11> 계획지구 시설별 식생보전등급 등급별 분포현황

현존식생	계획지구							
	기존습지		인공습지1		인공습지2		침강지	
	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)	면적(㎡)	비율(%)
III 등급	8,829	87.09	6,515	100.00	7,994	95.47	13,100	58.41
V 등급	1,309	12.91	-	-	379	4.53	9,329	41.59
계	10,138	100.00	6,515	100.00	8,373	100.00	22,429	100.00

## 나. 육상동물상

### (1) 포유류

#### ① 현지조사

- 현지조사에서 확인된 포유류는 두더지, 고양이, 너구리, 고라니 총 4과 4종이 조사되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

#### ② 탐문조사

- 탐문조사에서 확인된 포유류는 너구리, 족제비, 청설모 등 6과 7종이 탐문되었으며, 법정보호종은 탐문되지 않음

#### ③ 문헌조사

- 생극(도업번호: 377153)에서 확인된 포유류는 수달, 족제비, 고라니, 멧토끼 등 총 8과 10종이 확인되었으며, 법정보호종은 삿, 수달 2종이 확인됨

### (2) 조류

#### ① 현지조사

- 현지조사에서 확인된 조류는 왜가리, 새매, 청딱다구리, 때까치, 노랑턱멧새, 흰뺨검둥오리, 큰부리까마귀 등 17과 27종 321개체가 조사되었으며, 법정보호종으로는 원앙, 황조롱이, 새매 3종이 관찰됨
- 현지조사 시 확인된 조류의 생활형(life form) 분석결과 텃새(Res) 19종(70.4%), 여름철새(Sv) 7종(25.9%), 겨울철새(Wv) 1종(3.7%)으로 조사되었으며, 우점종은 참새, 아우점종은 흰뺨검둥오리로 조사됨

#### ② 문헌조사

- 생극(도업번호: 377153)에서 확인된 조류는 논병아리, 해오라기, 말뚝가리, 매, 알락도요, 삿꾸기, 물총새, 흥머리오리 등 31과 80종이 확인되었으며, 법정보호종은 원앙, 독수리, 큰말뚝가리, 매, 새호리기, 황조롱이, 흰목물떼새 7종이 조사됨

### (3) 양서·파충류

#### ① 현지조사

- 현지조사에서 확인된 양서·파충류는 청개구리, 참개구리, 무자치, 유혈목이 총 3과 4종이 조사되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

② 탐문조사

- 탐문조사에서 확인된 양서·파충류는 도롱뇽, 두꺼비, 청개구리, 참개구리, 황소개구리 총 4과 5종이 탐문되었으며, 법정보호종은 탐문되지 않았음

③ 문헌조사

- 생극(도엽번호: 377153)에서 확인된 양서·파충류는 한국산개구리, 옴개구리, 능구렁이, 무자치, 살모사 등 5과 12종이 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

(4) 육상곤충류

① 현지조사

- 현지조사에서 확인된 곤충류는 아시아실잠자리, 긴꼬리, 땅벌, 노랑나비 등 40과 99종이 조사되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

② 문헌조사

- 생극(도엽번호: 377153)에서 확인된 곤충류는 고추잠자리, 계눈노린재, 털매미, 공개미, 꼭지파리, 콩박각시, 왕자팔랑나비 등 73과 364종이 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

## 다. 육수생물상

### (1) 조사지 개황

- 계획의 시행으로 영향이 미칠 수 있는 금정저수지 3개 정점(유입부, 유출부, 저수지 내)을 육수조사지점으로 선정하였음

### (2) 담수어류

#### ① 현지조사

- 어류는 붕어, 참갈겨니, 피라미 등 3과 6종 41개체이며, 법정보호종은 확인되지 않았음
- 지점별 조사 결과, St.1에서 2과 3종 13개체, St.2에서 2과 3종 21개체, St.3에서 2과 2종 7개체가 조사되었음
- 우점종은 참붕어(31.7%), 아우점종은 피라미(26.8%)로 확인됨

<표 3.6-12> 어류의 우점종 및 아우점종 현황

지점	우점종	우점율(%)	아우점종	우점율(%)
St.1	피라미	84.6	붕어외 1종	7.7
St.2	참붕어	61.9	붕어	28.6
St.3	동자개	71.4	참갈겨니	28.6
종합	참붕어	31.7	피라미	26.8

- 군집분석 결과 우점도지수 0.90~100, 다양도지수 0.54~0.88, 균등도지수 0.49~0.86, 풍부도지수 0.51~0.78로 분석됨

<표 3.6-13> 어류의 군집분석

지점	우점도지수(DI)	다양도지수(H')	균등도지수(EI)	종풍부도지수(RI)
St.1	0.92	0.54	0.49	0.78
St.2	0.90	0.88	0.80	0.66
St.3	1.00	0.60	0.86	0.51

#### ② 문헌조사

- 생극(도엽번호: 377153)에서 확인된 어류는 잉어, 누치, 긴물개, 얼룩동사리, 밀어 등 4과 19종이 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

### (3) 저서성대형무척추동물

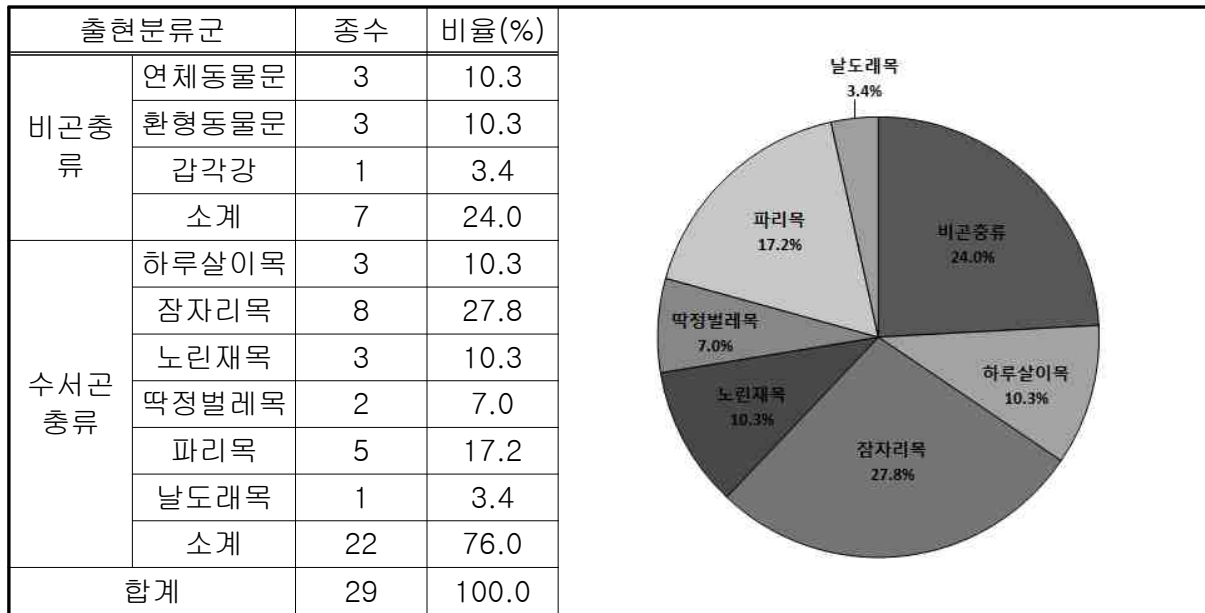
#### ① 현지조사

- 현지조사 결과 등줄하루살이, 개뿔하루살이, 아시아실잠자리, 깔따구류 등 총 3문 6강 12목 22과 29종 441개체가 조사되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음



- 지점별 조사 결과, St.1에서 7과 9종 94개체, St.2에서 12과 14종 162개체, St.3에서 19과 23종 185개체가 조사되었음
- 분류군별 출현 종수는 비곤충류 7종(24.0%), 수서곤충류 22종(76.0%)으로 이중 잠자리목 8종(27.8%), 파리목 5종(17.2%), 하루살이목과 노린재목이 각각 3종(10.3%), 딱정벌레목 2종(7.0%), 날도래목 1종(3.4%)의 순으로 나타남
- 분류군별 출현 개체수는 비곤충류 27개체(6.1%), 수서곤충류 414개체(93.9%)로 이중 파리목 286개체(64.9%), 하루살이목 81개체(18.4%), 잠자리목 37개체(8.4%), 노린재목과 딱정벌레목이 각각 4개체(0.9%), 날도래목 2개체(0.4%)의 순으로 나타남

<표 3.6-14> 저서성대형무척추동물 우점종 및 아우점종 현황



- 우점종은 깔따구류(35.1%), 아우점종은 얼룩날개모기류(15.6%)로 확인됨

<표 3.6-15> 지점별 저서성대형무척추동물 우점종 및 아우점종 우점율

조사지점	우점종	우점율(%)	아우점종	우점율(%)
St.1	깔따구류	40.4	얼룩날개모기류	19.1
St.2	깔따구류	31.5	얼룩날개모기류	17.3
St.3	깔따구류	35.7	연못하루살이	14.1
종합	깔따구류	35.1	얼룩날개모기류	15.6

- 군집분석 결과 우점도지수 0.49~0.60, 다양도지수 1.72~2.24, 균등도지수 0.71~0.78, 풍부도지수 1.76~4.21로 분석되었음

&lt;표 3.6-16&gt; 저서성대형무척추동물 군집지수 분석

조사지점	우점도(DI)	다양도(H')	균등도(E')	풍부도(RI)
St.1	0.60	1.72	0.78	1.76
St.2	0.49	1.90	0.72	2.56
St.3	0.50	2.24	0.71	4.21

**② 문헌조사**

- 생극(도엽번호: 377153)에서 확인된 담수무척추동물은 말거머리, 새뱅이, 두점하루살이, 입술하루살이, 메추리장구애비 등 38과 61종이 조사되었으며, 법정보호종은 물방개 1종이 확인됨

**(4) 법정보호종****① 현지조사**

- 현지조사 결과 계획지구 주변에서 원앙(천), 새매(멸 II, 천), 황조롱이(천) 3종이 조사됨

**② 탐문조사**

- 탐문조사에서 확인된 법정보호종은 없는 것으로 확인됨

**③ 문헌조사**

- 생극(도엽번호: 377153) 일대에서 확인된 법정보호종은 삼(멸 II), 수달(멸 I, 천), 원앙(천), 독수리(멸 II, 천), 큰말뚝가리(멸 II), 매(멸 I, 천), 새호리기(멸 II), 황조롱이(천), 흰목물떼새(멸 II), 물방개(멸 II) 10종이 확인됨

**(5) 생태자연도**

- 본 계획지구가 포함된 금정저수지의 생태자연도 등급은 전체 III등급 권역으로 확인되었으며, 기존습지, 인공습지(1, 2), 침강지 모두 생태자연도 III등급 권역으로 확인됨

&lt;표 3.6-17&gt; 생태자연도 면적

생태·자연도 등급	계획지구		비고
	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)	
III등급	47,455	100.00	-
합계	47,455	100.00	-

주) 계획지구의 면적은 CAD상 구적면적임

**(6) 전국내륙습지**

- 계획지구 일대에는 내륙습지가 분포하지 않음

# 제 4 장

## 대책수립

---

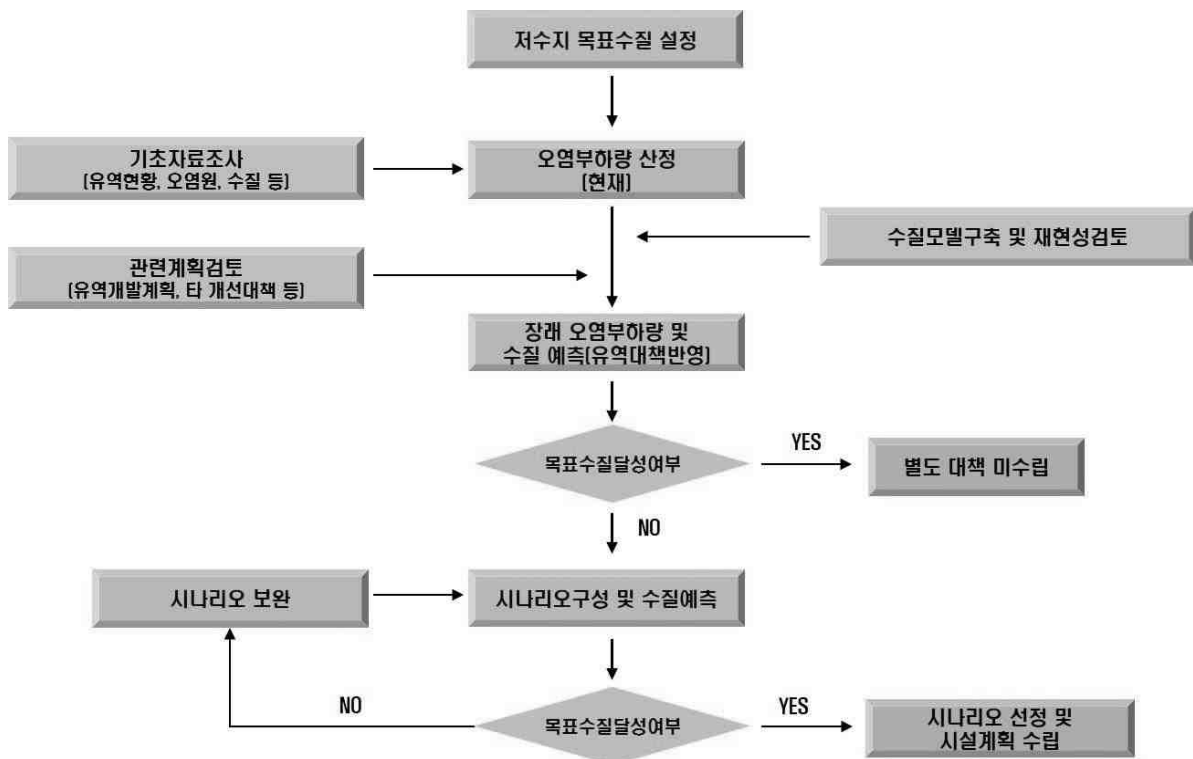
- 4.1 대책수립 절차
- 4.2 목표수질 및 목표연도 설정
- 4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토
- 4.4 장래수질예측
- 4.5 대책수립



## 제4장 대책수립

### 4.1 대책수립 절차

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



(그림 4.1-1) 대책수립 절차

## 4.2 목표수질 및 목표연도 설정

- 목표수질은 농업용수 수질관리기준인 호소의 생활환경기준 IV등급으로 설정함
- 목표수질을 만족하기 위한 목표연도는 개선시설(식생, 미생물 등)의 안정화 기간을 고려하여 준공 후 5년 시점(2027년)으로 설정하고 관련계획 검토 등도 2027년까지로 함

<표 4.2-1> 금정저수지 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	-
COD (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	8이하	10이하	10초과
TOC (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	6이하	8이하	8초과
T-N (mg/L)	0.20이하	0.30이하	0.40이하	0.60이하	1.00이하	1.50이하	1.5초과
T-P (mg/L)	0.01이하	0.02이하	0.03이하	0.05이하	0.10이하	0.15이하	0.15초과
건강 보호 항목	사람의 건강보호항목의 기준치를 넘지 않을 것 Cd, As, CN, Hg, 유기인, PCB, Pb, Cr <sup>6+</sup> , 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.  
2. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

## 4.3 수질모형 선정 및 재현성 검토

### 4.3.1 유역모형 구축 및 보정

#### 가. 유역모형 선정

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

#### 나. BASINS를 이용한 유역분석

##### (1) 소유역 분할

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

##### (2) 토지이용 분석

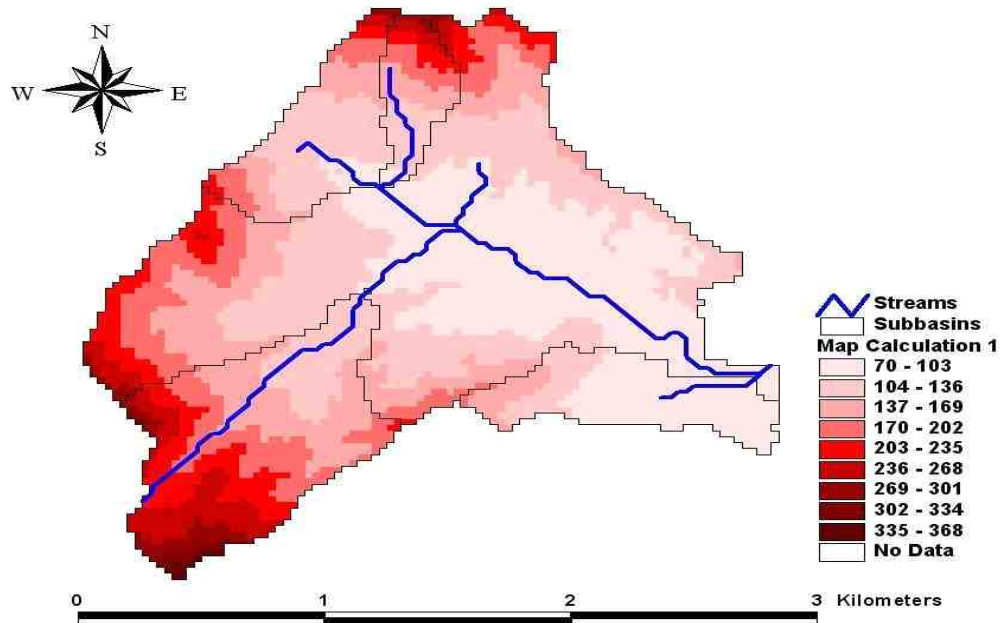
- 소유역 분할에 있어서는 도상분석을 통해 유역 내 도시 및 농업지역 개발에 기인하여 산재된 오염원 분포를 고려하여 총 5개 소유역으로 구분하였으며, 이후 환경부 (2013)에서 제작된 중분류 토지피복지도를 기초로 유역 내 토지이용 현황을 분석하였음
- 유역의 토지이용은 산림지역과 농업지역이 각각 57.7%, 37.7%로 대부분의 면적을 차지하고 있으며, 개발지와 초지는 각각 2.6%, 2.0%으로 낮은 면적을 차지하고 있음

<표 4.3-3> 유역 토지이용 분석결과

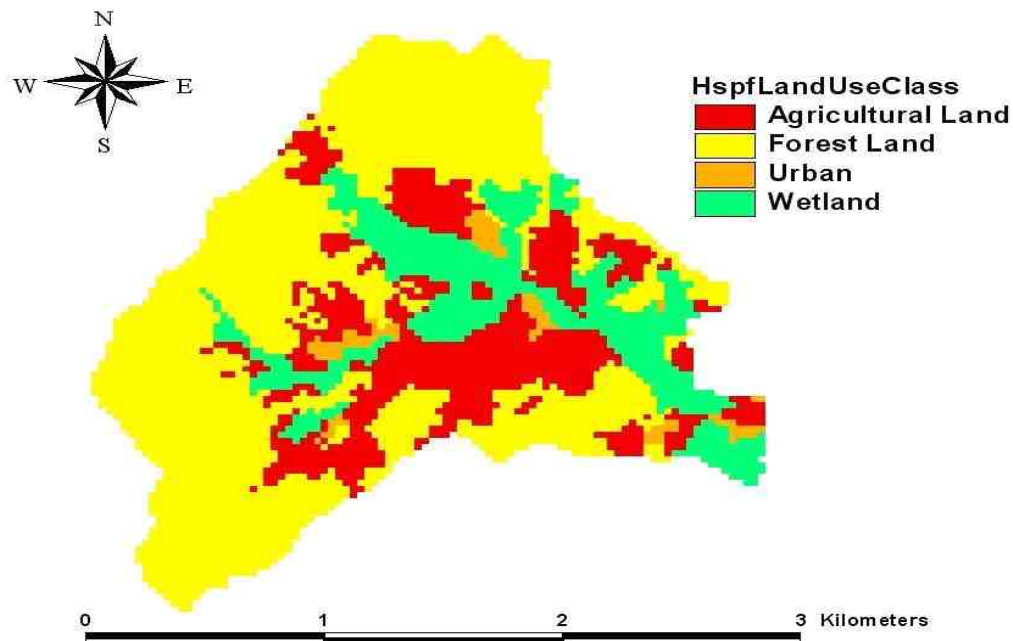
구분	토지이용							
	개발지	농업지	산림	초지	습지	나지	수역	합계
면적(km <sup>2</sup> )	0.12	1.75	2.67	0.09	-	-	-	4.63
비중(%)	2.6	37.7	57.7	2.0	-	-	-	100.0

## (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

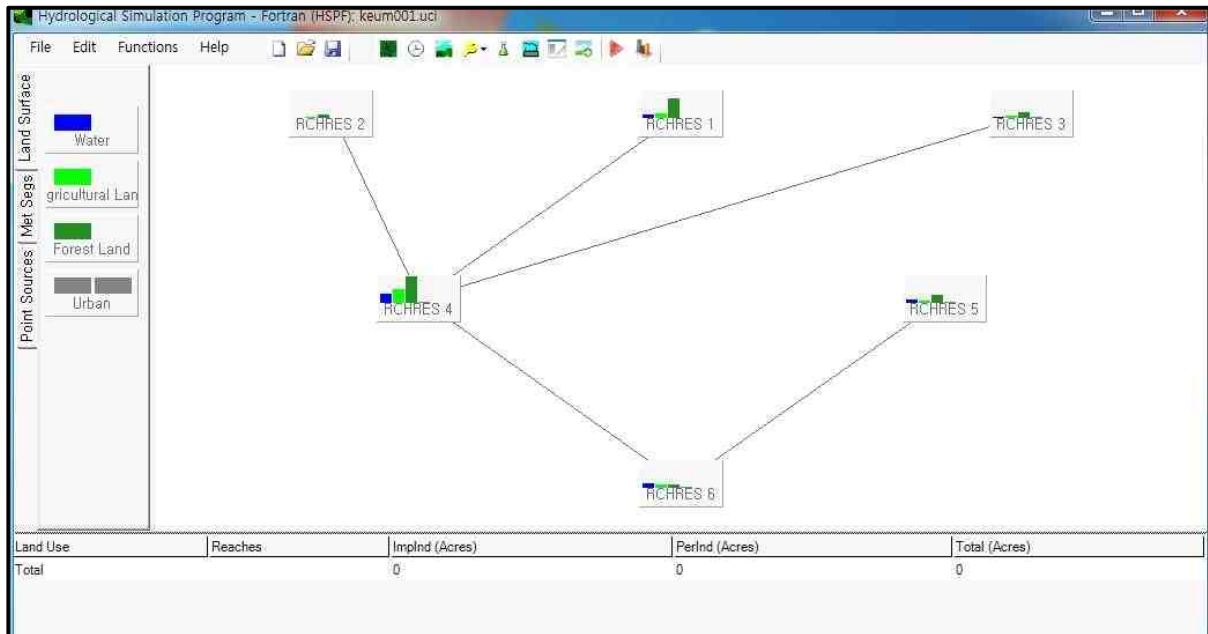
- 선행 분석된 BASINS 결과로부터 유역모형 HSPF를 구축하였으며, Thiessen 망 분석을 통해 대상유역이 이천기상대 영향권에 있음을 파악하여 이천기상대의 시간별 관측자료 (강수량, 기온, 이슬점온도, 풍속, 일사량(원주기상대), 전운량(원주기상대)로부터 HSPF 입출력 DB인 WDM를 구축하였음
- 한편 유역 내 대규모로 유입되는 점오염원은 없는 것으로 조사되었으며, 그 외 오염원 자료로부터 산정된 배출부하량을 소규모 점오염원으로서 반영하였음

<표 4.3-4> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료

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

(2) HSPF 구축

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



(그림 4.3-2) 금정저수지 유역 WinHSPF 구축

### 라. HSPF 유역모형의 보정 및 검증

- 금정저수지에 적합한 수질모형의 입력 자료를 구성하고, 물수지 및 물질수지를 파악한 후 실측된 유량 (수심) 및 수질자료와 비교 검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검증
- 현재까지 지속적으로 모니터링 된 유량자료가 존재하지 않기 때문에 한국농어촌공사에서 금정저수지 저수량을 토대로 환산된 금정저수지 유입량 및 방류량 자료를 활용하여 HSPF의 유출량 보정 및 검증 수행

&lt;표 4.3-5&gt; 모형효율 적용 범위

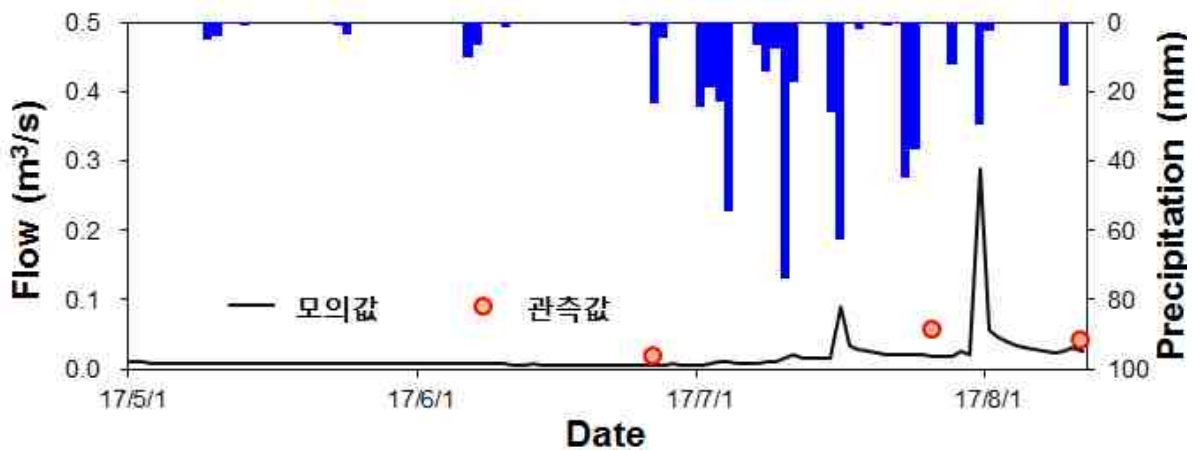
구분	Very Good	Good	Fair	Poor
% difference				
Water flow	< 10	10 ~ 15	15 ~ 25	-
Nutrients	< 15	15 ~ 25	25 ~ 35	-
R <sup>2</sup>	0.90 ~ 0.80	0.80 ~ 0.70	0.70 ~ 0.60	0.60 ~ 0.50

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

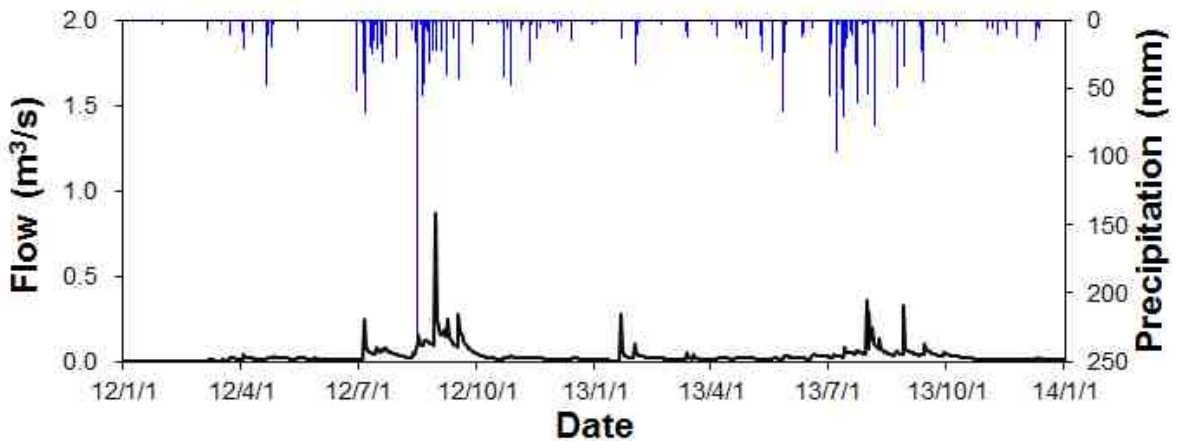
#### (1) 유출량 보정 및 검증 결과

- 유역모형의 유출량보정은 2017년 6~8월에 모니터링 된 자료(3개 지점 : GJS1, GJS2, GJS3)를 이용하여 수행되었음

- 유역모형의 보정 및 검증은 실측치와 모의치의 차이를 나타내는 % *Difference* 값을 비교(ASCE, 2003; Donigian, 2002)하는 것이 일반적인 방식이나 본 조사에서는 실측값이 3회만 존재하기 때문에 별도의 오차분석은 시행하지 않았음
- 구축된 모형은 강우에 의한 유역으로의 유출 및 금정저수지로의 유입을 적절히 모의하는 것으로 판단되며, 시나리오 분석을 위한 2012~2013년의 모의에서도 기상변화에 따른 유출량의 시계열 변동을 적절히 모의하는 것으로 판단됨



(그림 4.3-3) 유역모형 유출량 보정 결과(2017년)



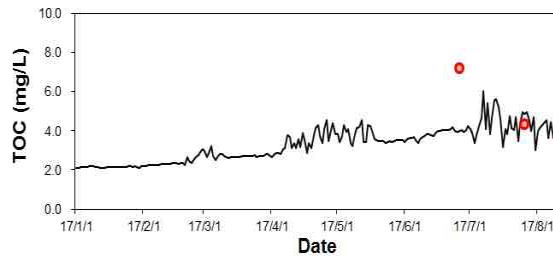
(그림 4.3-4) 유역모형 유출량 모의 결과(2012~2013년)

(2) 수질보정 결과

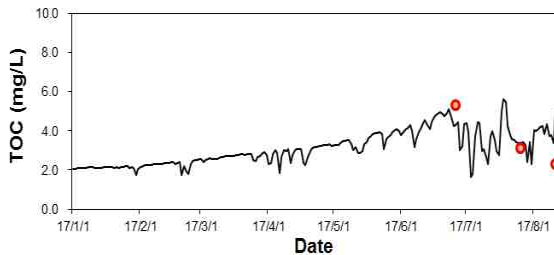
- 유역모형의 수질보정은 모니터링 된 자료(3개 지점 : GJS1, GJS2, GJS3)를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정은 2017년1월 1일~8월 11일(모형 구축 시점)까지 수행하였으며, 보정 결과를 바탕으로 각 소유역의 특성에 따른 매개변수 조정을 위한 보완자료로 활용함
- GJS1, GJS2와 GJS3에서 관측된 TOC, T-N, T-P농도를 모의 결과와 비교한 결과,

3회의 조사 시기에 농도 변화가 큰 경우에는 재현성이 떨어지는 것으로 모의되었으며, TOC는 실측값을 비교적 잘 재현하였고, T-N과 T-P는 3회 실측값의 평균농도 수준에서 보정을 수행함

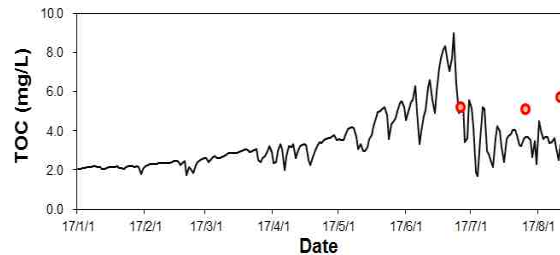
- 모든 지점에서 모형의 모의치가 실측치를 잘 반영하고 있는 것으로 판단되나 보정을 위한 모니터링이 3회로 작기 때문에 장기적인 예측 시 오차가 발생할 수 있음



(a) GJS1

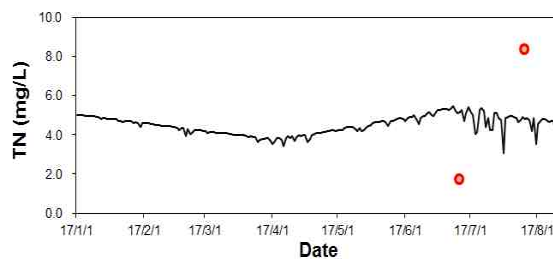


(b) GJS2

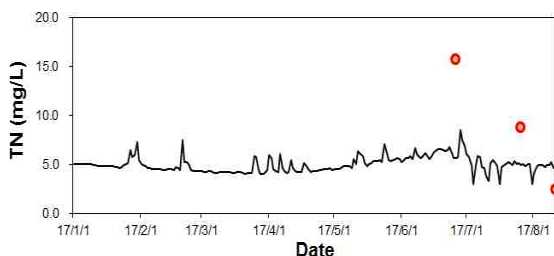


(c) GJS3

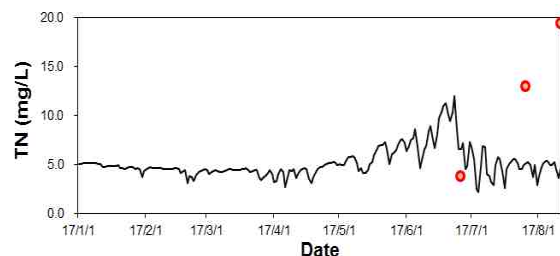
(그림 4.3-5) 유역모형 BOD 보정 결과(2017년)



(a) GJS1

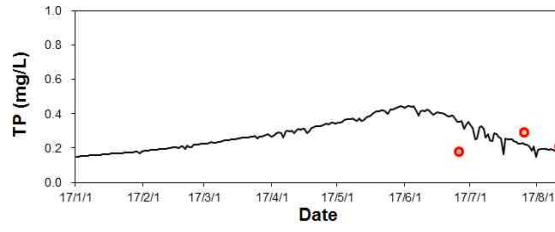


(b) GJS2

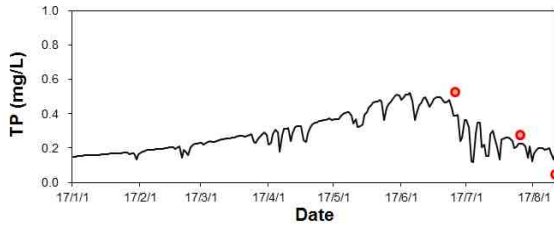


(c) GJS3

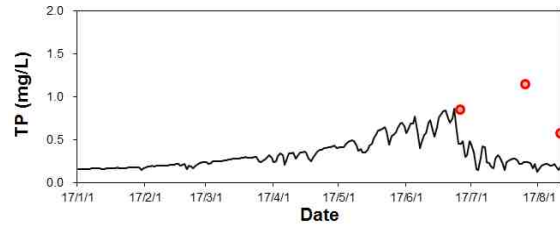
(그림 4.3-6) 유역모형 T-N 보정 결과(2017년)



(a) GJS1



(b) GJS2



(c) GJS3

(그림 4.3-7) 유역모형 T-P 보정 결과(2017년)

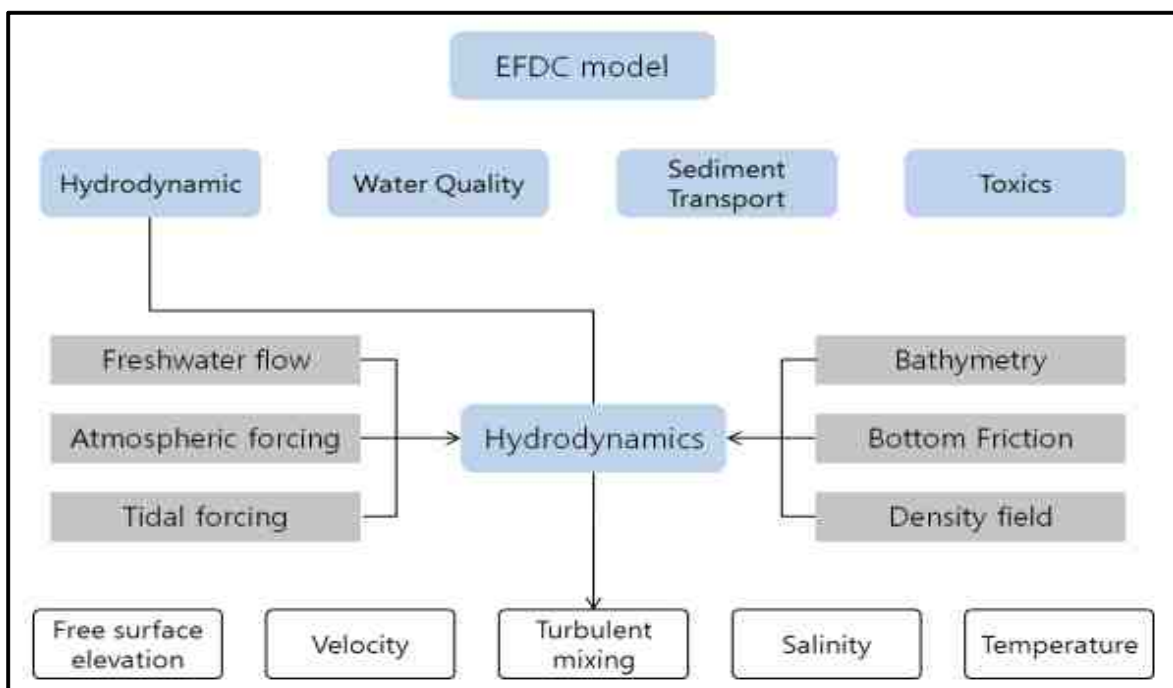
### 4.3.2 호소 수질 모델을 이용한 저수지 수질분석

#### 가. 호소수질모델 선정

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

#### 나. 적용모델 개요

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

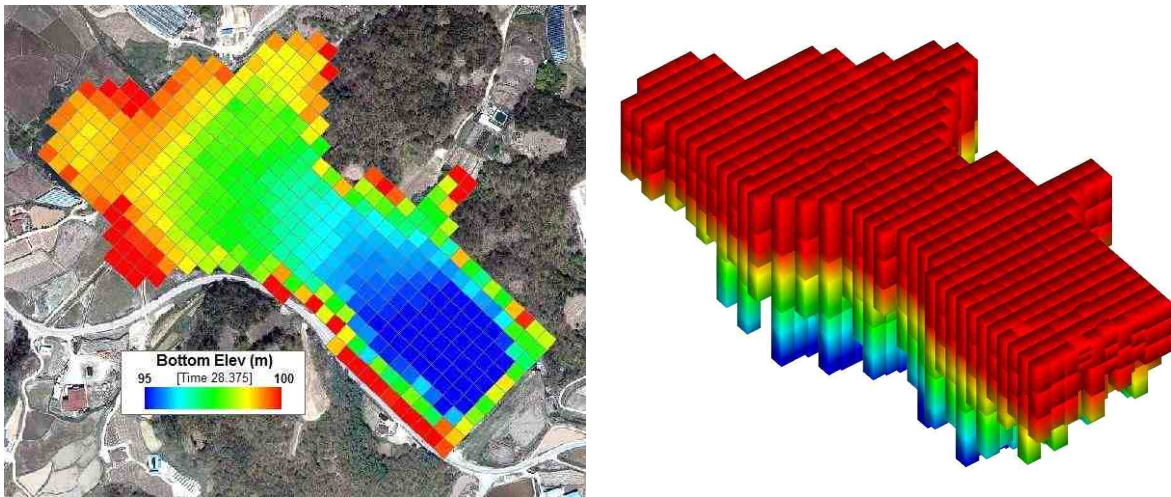


(그림 4.3-8) EFDC 모델의 구조

## 다. EFDC 구축

### (1) 격자 구축

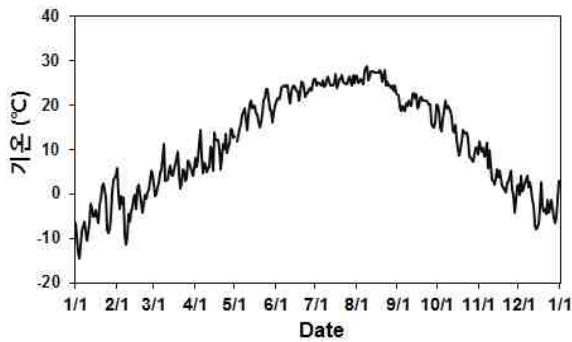
- 3차원 수리모형인 EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code, EPA) 구축을 위해 수치지도를 기초로 금정저수지 만수위 선을 경계로 모형의 수평격자를 426개(x, y방향 평균 20m)의 Grid로 분할하였으며, 수심방향으로는 3개 층으로서 금정저수지 모형은 총 1,278개 격자로 구성됨
- 한국농어촌공사로부터 취득한 수심측량자료를 이용하여, 각 격자 중심점의 수심과 만수위 선의 고도로부터 하상고도를 추출하고 모형의 기초자료로 입력
- 기상자료, 유입하천 유량, 구도 및 방류량, 취수량, 수질관측자료, 수위 등의 시계열 자료 수집 및 모델에서 요구하는 시간간격으로 입력자료 구성
- 유역모형 HSPF 수질 및 유량 모의결과는 EFDC 수리모형의 입력자료로 활용되어 유역-호소 통합 수리모의를 수행함



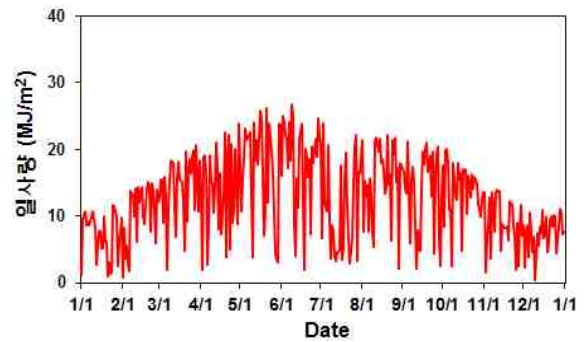
(그림 4.3-9) 3차원 수리-수질모델 EFDC 격자구축(좌) 및 3차원 수심분포도(우)

### (2) 기상자료

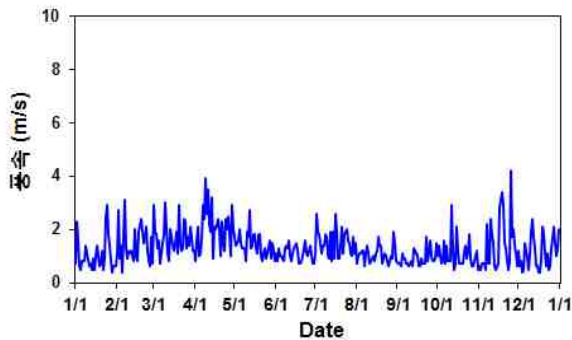
- EFDC 수질 모의를 위한 기상자료는 기온, 습도, 강수량, 전운량, 일사량, 기압, 풍향/풍속 등이 입력됨
- 이들 기상자료는 기상청에서 관리하는 이천기상대 자료를 사용하였으며, 운량과 일사량의 경우에는 근접한 원주기상대의 자료를 사용하였음



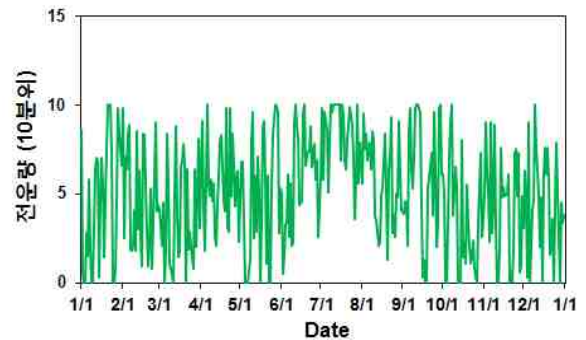
(a) 기온(°C)\_이천기상대



(b) 일사량(Langleys)\_원주기상대



(c) 풍속(m/s)\_이천기상대



(d) 운량(10분위)\_원주기상대

(그림 4.3-10) 호소수질모델 기상자료 입력결과

### (3) 수질자료

- TOC 모의를 위한 DOC와 POC의 분율은 왕송저수지(국립환경과학원, 2006) 자료를 참고하여 각각 0.39, 0.61를 적용함(물환경종합평가방법 개발 조사연구(III)-부영양화조사 및 평가체계 연구)
- 저니층에서 발생하는 영양염의 용출속도는 5m를 기준으로 호기성과 혐기성을 구분하였으며, 금정저수지 평균수심이 2.69m임을 고려하여 호기성 상태의 용출속도를 적용하였으며, 실험 초기 교란에 의한 오차를 저감시키고자 10~30일에 측정된 용출속도를 호소모델에 적용
- 저수지의 평균수심은 만수위 기준으로 각각의 grid 바닥고 평균으로 산정하였음

&lt;표 4.3-6&gt; 퇴적물의 용출속도

[단위 : mg/m²/일]

구 분	호 기 상 태	혐 기 상 태
TOC	334.2	343.8
COD	163.7	212.4
T-N	1.210	2.100
T-P	0.108	0.170



라. 호소수질모델의 보정 및 검증

- 유역모델의 모의결과를 EFDC 입력 자료로 활용하여 금정저수지의 수리-수질변화를 예측하였으며, 모델의 보정 및 검증을 위한 기간 중 2017년의 경우, 관측 값이 하절기에 편중되어 있기 때문에 금정저수지의 연간 수질 변동에 대한 분석이 어렵고, 모델의 보정에 사용되는 계수가 하절기 수질 특성에 한정될 가능성이 존재하기 때문에 2012~2013년을 2년 연속으로 모의하여 모델의 보정(2012년) 및 검증(2013년)을 실시하였음
- 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)의 모니터링 자료를 바탕으로 수온, DO, TOC, T-N, T-P, Chl-a에 대한 검 · 보정을 실시하였음

<표 4.3-7> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 금정저수지 모니터링 결과

조사년도	월	수온 (℃)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )
2007	4	13.6	12.8	-	1.467	0.019	22.6
2007	7	23.4	3.8	-	0.844	0.096	10.5
2007	8	22.9	5.8	-	1.471	0.183	11.4
2007	11	9.8	15.0	-	1.858	0.067	34.3
2008	4	12.0	9.1	-	1.742	0.012	0.2
2008	6	20.6	3.7	-	1.316	0.005	14.0
2008	8	23.7	9.2	-	0.741	0.086	37.2
2008	10	15.5	6.7	-	1.587	0.129	57.0
2009	3	7.2	13.7	-	2.155	0.046	4.0
2009	5	19.6	11.3	-	0.703	0.066	22.8
2009	8	26.3	3.0	-	0.319	0.076	45.3
2009	10	15.1	6.5	-	1.406	0.070	11.2
2010	3	6.1	11.8	4.1	1.519	0.067	53.7
2010	5	18.8	8.4	4.7	1.576	0.077	3.2
2010	8	27.3	10.1	3.6	0.789	0.056	44.8
2010	10	16.7	11.8	3.0	2.927	0.022	13.0
2011	3	5.6	15.7	4.8	2.413	0.061	27.6
2011	5	17.6	14.3	3.7	3.813	0.171	12.8
2011	8	22.6	3.1	3.1	2.304	0.202	7.9
2011	10	16.2	9.1	2.9	1.646	0.138	12.4
2012	3	5.9	10.9	3.0	1.960	0.085	22.9
2012	5	20.4	10.0	5.8	1.167	0.087	9.6
2012	8	24.6	5.1	3.8	0.991	0.172	22.7
2012	11	13.8	6.0	4.0	2.178	0.140	1.5
2013	3	8.4	14.2	4.4	2.067	0.093	45.2
2013	5	20.5	9.5	5.3	0.819	0.085	18.8
2013	8	26.4	5.1	9.3	1.293	0.132	61.5
2013	10	16.9	6.9	4.6	2.129	0.102	16.2
2014	3	8.2	13.7	5.7	1.850	0.082	32.3
2014	5	22.0	5.9	6.1	0.778	0.113	27.0
2014	7	26.3	6.8	5.5	0.950	0.142	33.8
2014	10	15.4	5.5	5.7	1.177	0.143	70.7
2015	3	7.6	11.2	4.4	1.823	0.048	13.9
2015	6	23.5	6.2	6.7	1.016	0.114	36.2
2015	8	25.6	4.4	5.8	0.972	0.203	56.5
2015	10	20.3	8.7	5.2	1.061	0.117	50.6
2016	3	7.9	10.7	4.6	2.001	0.056	16.3
2016	5	19.6	7.4	6.1	1.212	0.064	24.2
2016	8	30.6	6.1	5.4	0.611	0.077	27.8
2016	10	19.2	10.5	4.8	0.780	0.101	47.0

- 최근 계속된 가뭄으로 강수량이 다소 낮게 평가되므로, 최근 강수량자료의 왜곡을 보완하기 위해 <표 4.3-8>과 같이 총 13년간의 강수량 데이터를 분석하여 평균 강수량과 가장 유사한 2012~2013년을 이용하여 보정(2012년) 및 검증(2013년)을 실시하였음

<표 4.3-8> 금정지구 연도별 강수량

연도	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	평균
강수량 (mm)	1,177	1,303	1,465	1,415	1,171	1,402	1,430	2,045	1,559	1,367	792	843	870	1,295

- 호소수질모형의 보정 및 검증 기간은 2012~2013년으로 선정하였고, 모형효율은 %difference를 이용하되, 이에 대해 US EPA (2000)가 제시한 모형효율의 범위와 신뢰구간에 따라 평가함

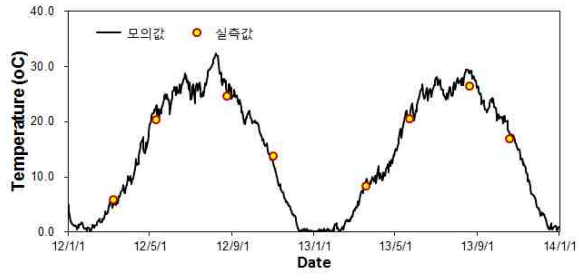
$$\%diff = \frac{(\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n S_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100$$

여기서, %diff : 모형효율 (%),  $O_i$  : i일의 실측값,  $S_i$  : i일의 모의 값

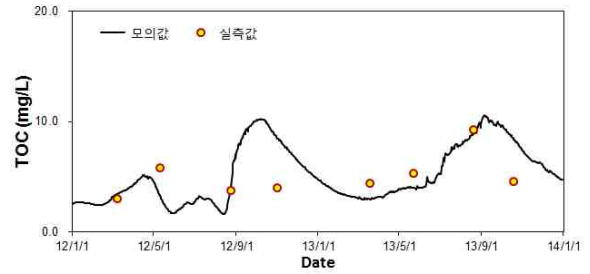
- 호소수질모형의 재현성 검토 결과 수온, T-P 항목에서는 Very Good으로 평가되었고, T-N과 Chl-a은 Good으로 평가되어 모의 값과 실측값이 유사한 변화경향을 나타냈으며, COD, TOC의 경우 결정계수가 높은 범위를 보였지만, 실측값의 횡수와 변동 범위를 고려할 때 구축된 모형은 시계열 변동을 적절히 재현하고 있기 때문에 이를 통해 예측한 장래수질의 신뢰도는 높을 것으로 판단됨

<표 4.3-9> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가

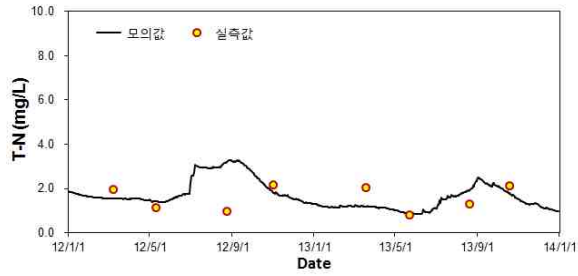
구분	수온	TOC	T-N	T-P	Chl-a
결정계수	(-)4.125	(-)8.860	(-)9.407	(-)0.110	(-)17.930
평가결과	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good	Good



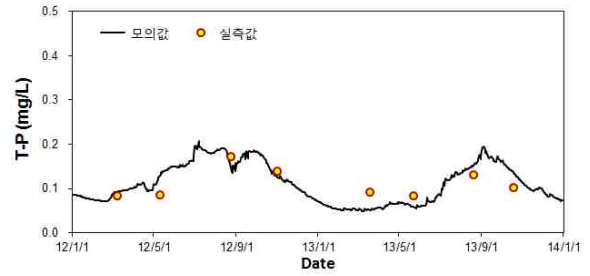
(a) 수온



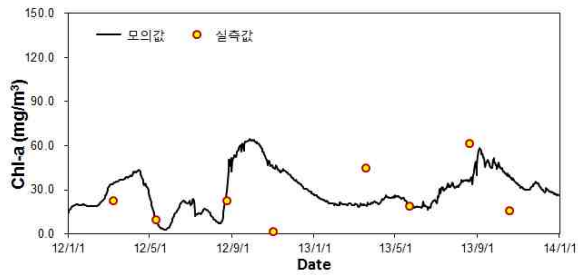
(b) TOC



(c) T-N



(d) T-P



(e) Chl-a

(그림 4.3-11) 금정저수지 수질보정 및 검증 결과

## 4.4 장래수질예측

### 4.4.1 장래 오염원 전망

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

#### 가. 인구

- 장래 인구 추정은 수학적 추정방법에 의한 자연적 증가와 택지(재)개발에 따른 유입 인구에 의한 사회적 증가를 적용하여 산정하였으며, 유역 내 인구의 장래변화는 목표 연도인 2027년 인구를 추정하였음
- “2020도시기본계획” 등 개발에 따른 추가 유입인구는 없는 것으로 조사되었으며, 과거추세를 반영한 수학적 방법의 추정치와 관련 상위계획의 추정치를 비교·검토하여 계획인구를 결정함
- 음성군 인구추이는 2006년부터 2015년까지 증가하였고, 가구당 2.5명 정도가 거주하는 것으로 통계가 분석됨

<표 4.4-1> 음성군 인구 변화 추이

연도별	인구	인구밀도	면적(km <sup>2</sup> )
2006	33,014	173.2	520.5
2007	34,408	177.8	520.4
2008	35,684	180.9	520.4
2009	36,457	181.7	520.4
2010	37,887	184.9	520.4
2011	38,518	186.4	520.3
2012	39,536	188.9	520.3
2013	40,307	192.1	520.3
2014	41,749	197.6	520.3
2015	43,279	201.0	520.0

주) 수학적 추정방법에 의한 대상 사업구역 전체 인구 추정

- 장래인구의 예측은 자연증감에 의한 수학적 추정방법(등차, 등비, 최소자승, 로지스틱)에 따라 각각 예측을 진행한 후, 각 값에 따른 중위수를 선정하며, 선정된 중위수와 각 추정된 값들의 편차를 고려하여 최종 값을 결정함
- 금정저수지 유역의 인구 추정시 선정된 중위수는 1,109명이며, 여기에 법정동리의 유역 내 편입 비율(45.8%)을 고려하여 508명으로 인구를 전망하였음

<표 4.4-2> 금정저수지 유역 장래 인구 전망

[단위 : 명]

구 분	등차급수	등비급수	최소자승	로지스틱	비고
2015	558	558	558	558	
2016	656	609	605	611	
2017	754	666	650	662	
2018	852	727	696	712	
2019	950	794	741	763	
2020	1,048	868	786	813	
2021	1,146	948	831	862	
2022	1,244	1,035	876	909	
2023	1,342	1,131	922	954	
2024	1,440	1,235	967	997	
2025	1,538	1,349	1,012	1,037	
2026	1,636	1,473	1,057	1,074	
2027	1,734	1,609	1,102	1,109	목표년도

주) 수학적 추정방법에 의한 대상 사업구역 전체 인구 추정

나. 축산

- 한우는 사육두수가 2027년까지 감소하고 젃소는 사육두수가 증가하는 것으로 전망되었으나 가축사육두수는 사회적 여건에 따라 변동성이 크므로 과거 5개년 가축사육두수 통계변화가 거의 없는 점을 고려하여 현재와 같은 수준으로 사육되는 것으로 예측함
- 따라서 금정저수지 유역 내 가축사육두수는 현 수준(2015) 사육두수(한우 225, 젃소 207)에 유역편입비율(관성리 71.6%)을 고려하여 각각 161, 149두로 예측함

<표 4.3-3> 금정저수지 행정구역 단위(관성리) 가축사육 전망

[단위 : 마리]

연 도	한 우	젃 소	돼 지	비고
2011	281	80	-	통계자료 (전국오염원현 황, 2015)
2012	230	360	1,211	
2013	231	361	1,211	
2014	231	88	1,211	
2015	225	207	-	예측자료
2016	210	228	-	
2017	207	232	-	
2018	204	236	-	
2019	202	240	-	
2020	199	244	-	
2021	196	248	-	
2022	194	253	-	
2023	189	257	-	
2024	187	261	-	
2025	184	265	-	
2026	182	269	-	
2027	179	273	-	

&lt;표 4.4-4&gt; 금정저수지 유역 장애 가축사육 전망

[단위 : 마리]

가축	2015년	2027년
한우	161	161
젖소	149	149
돼지	0	0

#### 다. 산업

- 산업폐수 발생량 조사결과, 3개소의 산업체가 분포하나 전량 재이용하는 산업체로 저수지 수질에 미치는 영향은 없는 것으로 조사됨

&lt;표 4.4-5&gt; 유역별 폐수배출시설 현황

[단위 : m<sup>3</sup>/일]

업소명	업종 코드	업종	사업장 규모 (종별)	폐수처리 및 방류		폐수 발생량	폐수 방류량
				형태	배출허용기준적용지역		
(주)광메탈	75	폐수처리업의 폐수저장시설 및 기물처리업의 폐수발생시설	5종	위탁	청정 지역	0.9	0.0
제2580-3부대	81	운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	5종	위탁	가지역	5.0	0.0
제9715부대	81	운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	5종	면제승인	가지역	5.0	0.0

#### 라. 토지이용

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

&lt;표 4.4-6&gt; 소유역별 토지이용현황

소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)			538.9 (100.0)	73.2 (13.6)	68.0 (12.6)	310.6 (57.6)	32.7 (6.1)	54.4 (10.1)
금정 I	생극면	관성리	307.6	55.0	44.2	168.5	22.4	17.6
금정 II			134.3	13.0	15.1	82.9	4.1	19.2
금정 III			80.0	3.6	7.1	46.8	5.5	16.9
금정 IV			5.6	0.2	0.1	4.2	0.5	0.7
금정 V			11.5	1.4	1.6	8.2	0.3	0.0

주) 금정저수지 수면적(15.0ha) 제외

<표 4.4-7> 장래 오염원 전망 결과

구 분		'15년 기준	'27년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인구(명)		397	508	자연증감(수학적방법)+개발인구(관련계획) : 다소증가 경향
축산 (두)	한우	161	161	관련계획 없음(현 수준 유지)
	젓소	149	149	
	돼지	0	0	
토지 이용 (ha)	전	73.2	73.2	
	답	68.0	68.0	
	임야	310.6	310.6	
	대지	32.7	32.7	
	기타	54.4	54.4	
	합계	538.9	538.9	
산업폐수발생량 (m <sup>3</sup> /일)		10.9	10.9	
마을하수도발생량 (m <sup>3</sup> /일)		-	-	

#### 4.4.2 장래 오염부하량

##### 가. 발생부하량

- 유역 내 2027년 오염발생부하량은 BOD 302.4kg/일 T-N 91.5kg/일, T-P 19.0kg/일로 예측되었으며 축산계가 각각 55.7%, 47.2%, 75.4%로 가장 높은 비율을 차지함

<표 4.4-8> 오염원별 발생부하량 [단위 : kg/일]

오염원	BOD	T-N	T-P	비 고
합 계	302.4	91.5	19.0	
생활계	95.0	27.7	2.8	
축산계	168.5	43.2	14.3	
산업계	1.0	0.3	0.0	
토지계	32.0	19.2	1.5	
양식계	5.9	1.2	0.3	

##### 나. 배출부하량

- 2027년 장래에 금정저수지 유역에서 배출되는 오염배출부하량은 BOD 69.3kg/일, T-N 42.1kg/일, T-P 4.0kg/일로 예측되었으며, 토지계가 각각 46.2%, 45.5%, 37.0%로 가장 높은 비율을 차지함

&lt;표 4.4-9&gt; 오염원별 배출부하량

[단위 : kg/일]

오염원	BOD	T-N	T-P	비고
합 계	69.3	42.1	4.0	-
생활계	16.2	11.5	1.2	-
축산계	15.2	10.3	1.1	-
산업계	0.0	0.0	0.0	-
토지계	32.0	19.2	1.5	-
양식계	5.9	1.2	0.3	-

- 금정 I 은 토지계가 집중적으로 분포하고 있어 5개의 소유역중에서 배출부하량이 가장 크며, 다음으로 금정 II, 금정 III, 금정 V, 금정 IV로 조사됨

&lt;표 4.4-10&gt; 소유역별 장래 2027년 오염물질 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	BOD	69.3	16.2	15.2	0.0	32.0	5.9
	T-N	42.1	11.5	10.3	0.0	19.2	1.2
	T-P	4.0	1.2	1.1	0.0	1.5	0.3
금정 I	BOD	39.7	9.3	8.7	0.0	18.3	3.4
	T-N	24.1	6.6	5.9	0.0	11.0	0.7
	T-P	2.3	0.7	0.6	0.0	0.9	0.2
금정 II	BOD	17.1	4.0	3.8	0.0	7.9	1.5
	T-N	10.4	2.8	2.5	0.0	4.7	0.3
	T-P	1.0	0.3	0.3	0.0	0.4	0.1
금정 III	BOD	10.2	2.4	2.2	0.0	4.7	0.9
	T-N	6.2	1.7	1.5	0.0	2.8	0.2
	T-P	0.6	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0
금정 IV	BOD	0.7	0.2	0.2	0.0	0.3	0.1
	T-N	0.4	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0
	T-P	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
금정 V	BOD	1.5	0.3	0.3	0.0	0.7	0.1
	T-N	0.9	0.2	0.2	0.0	0.4	0.0
	T-P	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



### 4.4.3 장래 수질예측

- 2027년 오염원 변화에 따른 수질을 예측한 결과 TOC 6.1mg/L, T-N 1.459mg/L, T-P 0.100mg/L로 TOC와 T-N항목이 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 나타남
- 금정저수지 수질개선을 위해 유기물과 T-N을 저감할 수 있는 공법 적용이 필요함

<표 4.4-11> 장래 수질예측결과

구분		수질예측결과(mg/L)		
		TOC	T-N	T-P
연평균		6.1	1.459	0.100
최대		11.2	2.662	0.208
최소		3.0	0.880	0.050
분기	1	3.6	1.223	0.057
	2	4.2	1.056	0.069
	3	9.1	2.023	0.158
	4	7.3	1.525	0.116

## 4.5 대책수립

- 금정저수지 유역은 음성군 생극면 관성리 일대에 분포하며, 토지이용은 대부분 산림과 농경지로 구성되어 있음. 주요 오염원으로는 군부대 및 정신병원의 방류수가 있으며, 상류에는 소규모 축사와 넓은 면적의 인삼밭이 분포하고 있어 강우시에 부유물질과 토사의 유입의 영향을 받고 있음. 따라서 금정저수지의 수질개선대책 수립을 위해서 점오염원 및 비점오염원에 대한 대책이 병행되어야 함
- 금정저수지의 군부대로부터 유입되는 하수는 2020년까지 하수관로정비사업을 통하여 금왕처리구역으로 이송되어 처리되지만, 정신병원 및 요양원 등 대규모 시설에 대한 계획은 없어 지속적으로 개별하수처리시설을 거쳐 저수지로 유입되어 하수처리구역을 확대할 필요가 있음
- 유역면적 크기에 비해 소규모 축사가 다수 분포하고 있으며, 대부분의 축분이 처리장으로 이송되어 처리되지 않고 농경지의 퇴비로 환원되고 있어 강우시 비점오염원의 형태로 저수지로 유입될 수 있으므로 가축분뇨 및 폐수의 관리강화가 필요할 것으로 판단됨
- 상류에 산림을 개간하여 대규모 인삼밭이 경작되고 있어 강우시에 토사 및 부유물질이 쉽게 유출될 것으로 판단됨. 밭 주변에 완충식생대를 조성하거나 하류에 침사지와 식생수로 등을 설치하여 유입 전에 저감할 필요가 있음
- 수질개선대책 검토 순서는 우선적으로 음성군이 추진 중인 상류대책을 먼저 검토하여 목표수질 달성여부를 확인하고 상류대책만으로 수질예측 결과가 목표수질을 만족하지 못하는 경우 호 내 대책을 추가 검토하였음
- 호 내 대책은 효과가 검증되고 널리 활용되고 있는 인공습지와 침강지를 기본으로 적용하여 유역에서 처리되지 못한 채 저수지로 유입되는 점오염원, 비점오염물질을 처리함과 동시에 습지 정화효율을 안정적으로 유지시킬 수 있는 방안을 보완·적용함

### 4.5.1 호소 수질개선공법 종류 및 적용가능 공법 선정

#### 가. 호소 수질개선공법 종류

○ 수질개선공법은 오염특성에 따라 각 대책별 공법의 종류는 <표 4.4-1>과 같고 이 중 현재 국내·외적으로 많이 적용되는 주요 공법의 장·단점을 정리하면 <표 4.4-2~4>과 같음

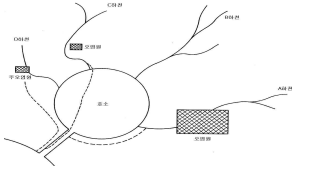
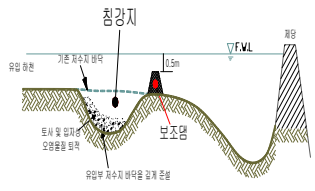


<표 4.5-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

적용 대상	원리	수질개선공법	성충 형성 있음	수면 적 넓고 수질 다름	수면 적 좁음	호소 의 지복 잡	회 전 가 적 음	저 수 층 용 존 산 소 없 음	퇴 적 물 오 염	오 염 하 천 있음	오 염 하 천 예 는 부 지	내 부 생 산 조 류 발 생 많 음	가 급 정 대 책 필 요	농 업 부 가 큼	비 특 점 오 염 부 큼	
유역 내	유역변경	유로변경								○						
	발생부하삭감	유기인세제등의 사용제한													×	
		물이용의 합리화													×	
	점원발생부하 삭감		배출규제												×	×
			하수처리												×	×
			하수처리고도화												×	×
			분뇨처리고도화												×	×
정화조(개별)											○			×	×	
정화조(합병)									○			×	×			
비점원부하 삭감		농업계 부하의 삭감												○		
		비특정부하의 삭감													○	
유입 하천 내	강우시 유출부하 유입방지	저류지								○						
	직접정화	저습지도입								○						
		토양처리								○					×	
		침투수로								○	△					
		여과(상항류여과)								○	△				×	
		부유물침전(DCF공법)								○	○				×	
		접촉산화수로								○	○				×	
		직접폭기								○	○				×	
하천처리장								○	○				×			
저류부하제거	하도준설								○					×		
호소 내	호소 내 발생부하의 삭감	퇴적물 준설							○							
		퇴적물 피복(호 내 재료)							○							
		퇴적물 피복(호 외 재료)								○						
		영양염 불활성화 처리								○			○			
		수산양식업 대책												○	×	
	부영양화의 억제 (성충대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구처리		△		○										
		호소분리		○		△										
		부엽식물이용처리		△										○	△	
		조류제거			○								○	○		
		살조제, 제초제 처리			○								○	○		
		생태계 제어		△	△								○		△	
		정화용수 도입		○	○		○									
		호소물의 인공순환	△	○		○										
		심수층 폭기	○	△	△				○	○						
		호소수 양수형 순환처리	△		○				○							
		저수층 산소주입	○		△				○	○	○					
		지하수 유입 증가		△	△		○									
		심수층 선택 방류	△						○	△						
	호안환경보전	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

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




<표 4.5-2> 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)
희석		·깨끗한 물을 도입하여 희석에 의한 수질개선 도모	·희석수량에 의해 결정	·희석수량 ·도수방법 ·도수로 길이	·그린호 (미국) ·淀川, 淑屋川(일본)
전층 공기공급		·공기공급에 의해 전 수층을 혼합 교반하여 표층에 집적하는 조류의 증식과 축적을 억제	·정량적 파악 곤란	·포기공기량 ·공기양수통형상 ·토출량	·釜房댐(일본) ·室生댐(일본) ·相模湖(일본)
표층 공기공급		·수온약층을 파괴하지 않고 표층부를 공기공급하여 혼합·교반시켜 표층부의 조류증식, 축적 억제	·정량적 파악 곤란	·포기공기량 ·포기장치형상 ·토출량	·시화갈대습지공원(한국)

&lt;표 4.5-2&gt; 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	·정량적인 정화효과의 산정은 곤란	·수심 ·유속 ·하폭	·大和川(일본) ·西除川(일본)
응집·침전법 (인 불용화공법)		·알루미늄염을 이용하여 저수지 오염의 주 원인인 인(P)을 불용화시켜 수질 개선 및 녹조발생 저감	·TOC 18.0% ·T-P 45.4%	·저수지 유입수량 ·저수지 담수량 ·인(P) 농도	·감둔저수지(한국) ·반계일호저수지(한국) ·홍동저수지(한국) ·잠흥저수지(진천)

<표 4.5-3> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약

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

## 나. 적용가능 공법 선정

### (1) 상류유역대책

- 유역의 군부대와 정신병원 등으로부터 유입되는 하수를 하수처리구역으로 편입하여 처리하도록 유도(※군부대 하수는 2020년부터 금왕하수처리장으로 이송처리 계획)
- 축산시설에서 발생하는 가축분뇨 및 폐수의 위탁처리 및 관리감독 강화 필요
- 농경지의 토사유출 저감을 위해 완충식생대 등의 설치 필요

### (2) 유입하천대책(호 유입부 대책)

- 유입하천을 통하여 금정저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 침강지, 인공습지 등으로 수질정화 후 저수지로 유입
- 기능 상실된 시설지 인공습지 정비를 통해 유입토사와 부유물질의 저감 및 수질정화

### (3) 호 내 대책

- 호내수를 인공습지로 양수함으로써 물 순환 유도, 저수지 본체 정화 및 습지의 안정적 운영
- 유입부에 퇴적된 토사와 수생식물을 함께 제거하여 저질을 호기성으로 유지시키고 영양염류의 용출율을 저감

<표 4.5-4> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향

조사항목	현 황	개선방향
오염원	◦ 군부대 및 정신병원 등으로부터 하수유입	◦ 하수미처리구역으로 주요주거지역을 하수처리구역으로 편입 필요(지자체)
	◦ 상류 대규모 인삼밭 등 농경지로부터 토사 및 영양염류 유출	◦ 밭 주변 완충식생대, 침사지, 식생수로 설치 추진(지자체, 공사)
	◦ 소규모 축사 다수 있으며, 모두 퇴비화하여 토양살포, 강우시 토사와 함께 유출	◦ 가축분뇨 위탁처리 및 관리감독 필요(지자체)
수질	유입 하천 ◦ 하천생활환경기준 : 좋음(Ⅰb등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)	◦ 인공습지, 침강지 등 설치를 통하여 유입부하량을 저감하고 호내수 양수를 통한 기 유입된 호내수 정화 필요
	호소 ◦ 호소생활환경기준 : 보통(Ⅲ등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)	
퇴적물	◦ 호소퇴적물 오염평가기준 : 약간나쁨(Ⅱ) ◦ 토양오염우려기준 만족	◦ 호소 퇴적물 오염도가 낮아 퇴적물 처리 불필요
수생식물	◦ 저수지 수심 얕은 지역으로 수생식물(자라풀)이 무성하고(저수지 남서측), 동계에 일시사멸로 수질악화 예상	◦ 자라풀은 보호가치가 있는 종으로 시설설치지역 일부만 제거, 그 외는 존치



### 4.5.2 시나리오 구성 및 수질예측

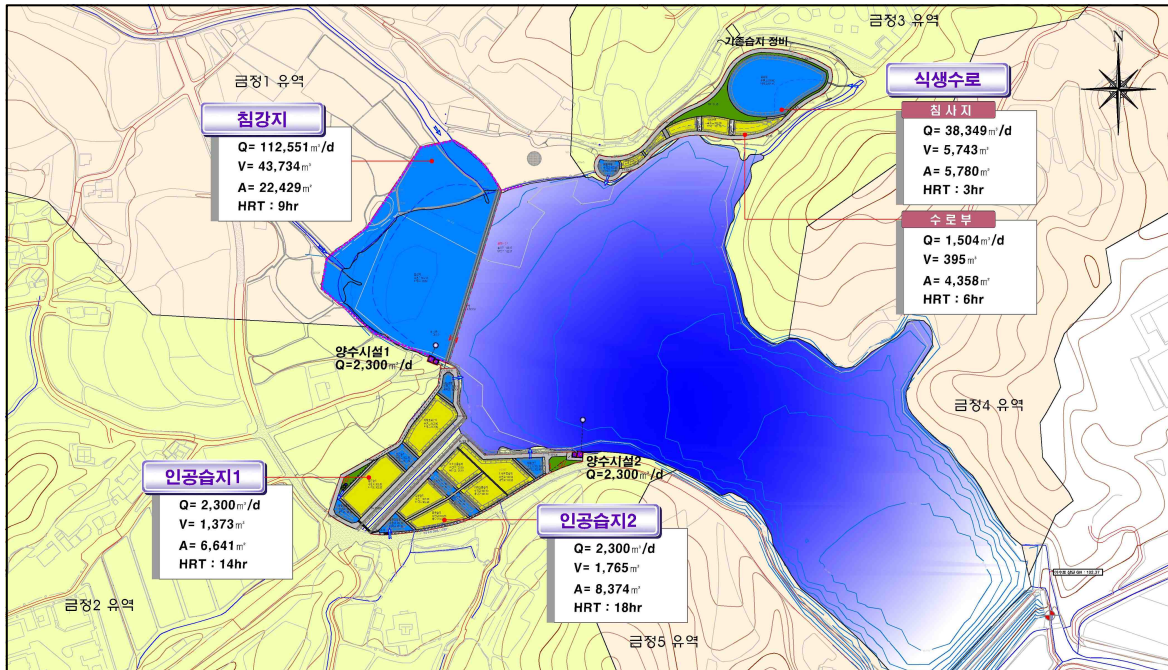
#### 가. 시나리오 구성

- 금정저수지 유역의 장래 수질을 예측하기 위하여 장래 배출부하량과 수질개선대책을 적용하여 시나리오를 설정하였으며, 최근 13년간의 평균 강수량과 유사한 2013년의 수문조건을 적용하였음
- 시나리오1은 2027년 기준 계획된 상류대책 및 유역 내 오염부하량의 변화만을 반영한 조건임
- 시나리오2는 시나리오1에 금정1유역 유입부에 침강지를 설치하여 30mm/d 초과 강우 유출량 평균을 침전 처리 후 저수지로 유입시키는 방안임
- 시나리오3은 시나리오1에 금정3유역 유입수에 식생수로 설치(기 설치된 습지 보완)하는 방안임
- 시나리오4는 시나리오 1, 2, 3을 조합하는 방안임
- 시나리오5는 시나리오 4의 조건에 인공습지를 설치하여 침강지와 호내수를 양수하여 처리하는 방안임

<표 4.5-5> 수질 예측 시나리오 구성

구 분	세부내용	비 고
시나리오 1	장래오염부하량 및 상류대책 반영	금왕하수관로정비사업(L=14.542km)으로 군부대 하수 이송계획, 2020년 준공예정
시나리오 2	시나리오1 + 침강지 설치	30mm 초과 평균유출량 처리 Q : 112,551m <sup>3</sup> /d V : 43,734m <sup>3</sup> A : 22,429m <sup>2</sup> HRT : 9hr
시나리오 3	시나리오1 + 식생수로 설치(기존습지 정비) * 침사지+식생수로로 구성	[침사지] 일강우 30mm 초과 평균유출량 처리 Q : 38,349m <sup>3</sup> /d V : 5,743m <sup>3</sup> A : 5,780m <sup>2</sup> HRT : 3hr [식생수로] 일강우 30mm 이하 평균유출량 처리 Q : 1,504m <sup>3</sup> /d V : 395m <sup>3</sup> A : 4,358m <sup>2</sup> HRT : 6hr
시나리오 4	시나리오 1 + 2 + 3	
시나리오 5	시나리오4 + 인공습지	인공습지를 2섹터로 구분하여 각각 호유입부와 호중심부 양수처리 후 호내 재방류 [습지1] 호유입부(침강지) 양수 Q : 2,300m <sup>3</sup> /d V : 1,373m <sup>3</sup> A : 6,641m <sup>2</sup> HRT : 14hr [습지2] 호중앙부 양수 Q : 2,300m <sup>3</sup> /d V : 1,765m <sup>3</sup> A : 8,374m <sup>2</sup> HRT : 18hr

주) 인공습지 : 지표흐름형 인공습지 + 지하흐름형 인공습지



(그림 4.5-1) 금정지구 농업용수 수질개선대책(안)

- 호소수질모델에 적용한 수질정화시설별 정화 효율은 「농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람(2009.12, 한국농어촌공사)」과 「수질오염총량관리기술지침(2014.05, 국립환경과학원)」에서 제시된 값을 적용하였음

&lt;표 4.5-6&gt; 수질정화시설별 정화 효율

[단위 : %]

구분		BOD	COD	SS	T-N	T-P
침강지(부댐형) <sup>1)</sup>	강우시	-	50	55	44	43
	평시	-	5	47	32	23
조합형인공습지 <sup>1)</sup>		89	34	82	54	72
식생수로(습식침투형) <sup>2)</sup>		34	14	-	45	51

자료 1. 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람(한국농어촌공사, 2009.12)

2. 수질오염총량관리기술지침(2014.05, 국립환경과학원)

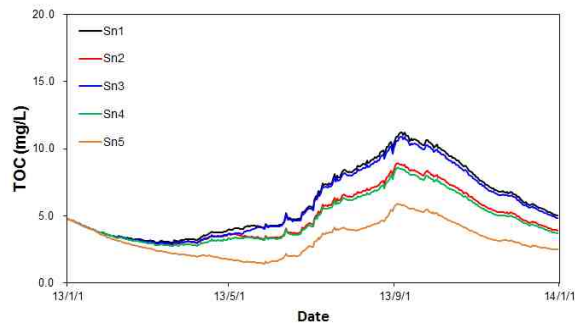
## 나. 수질 예측 결과

- 시나리오 1의 금정저수지 수질은 TOC 6.1mg/L, T-N 1.459mg/L, T-P 0.100mg/L로 예측되어 TOC, T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 2의 금정저수지 수질은 TOC 5.0mg/L, T-N 1.165mg/L, T-P 0.079mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 3의 금정저수지 수질은 TOC 5.9mg/L, T-N 1.420mg/L, T-P 0.095mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨

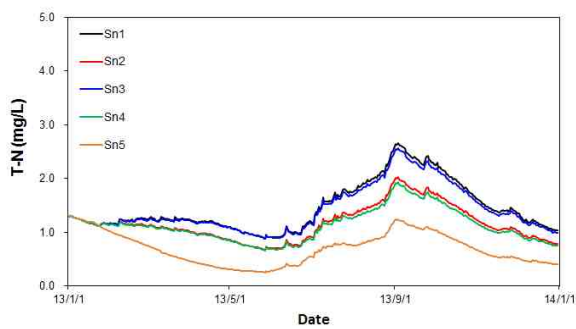
- 시나리오 4의 금정저수지 수질은 TOC 4.8mg/L, T-N 1.125mg/L, T-P 0.074mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 5의 금정저수지 수질은 TOC 3.3mg/L, T-N 0.695mg/L, T-P 0.046mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 만족할 것으로 예측됨

<표 4.5-7> 시나리오별 수질예측결과(연평균)

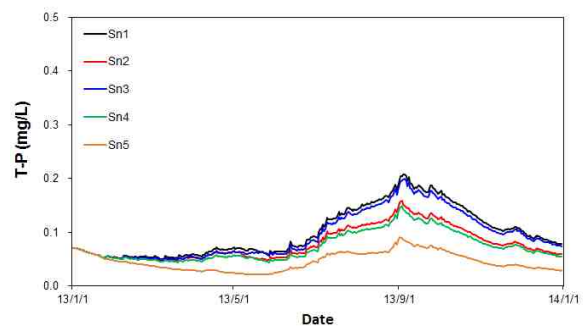
구분	수질예측결과(mg/L)		
	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	6.1	1.459	0.100
시나리오 2	5.0	1.165	0.079
시나리오 3	5.9	1.420	0.095
시나리오 4	4.8	1.125	0.074
시나리오 5	3.3	0.695	0.046



(a) TOC



(b) T-N



(c) T-P

(그림 4.5-2) 시나리오별 장래수질예측 연간변화

&lt;표 4.5-8&gt; 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)

구분	수질예측결과(mg/L), year max			수질예측결과(mg/L), year min		
	TOC	T-N	T-P	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	11.2	2.662	0.208	3.0	0.880	0.050
시나리오 2	9.0	2.023	0.159	2.8	0.675	0.047
시나리오 3	10.9	2.572	0.199	2.9	0.878	0.048
시나리오 4	8.6	1.933	0.149	2.7	0.665	0.044
시나리오 5	5.9	1.322	0.091	1.5	0.257	0.021

&lt;표 4.5-9&gt; 시나리오별 수질예측결과(분기평균)

구분	항목	수질예측결과(mg/L), quarter ave											
		TOC				T-N				T-P			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
시나리오 1	분기	3.6	4.2	9.1	7.3	1.223	1.056	2.023	1.525	0.057	0.069	0.158	0.116
시나리오 2	분기	3.5	3.5	7.2	5.7	1.142	0.827	1.530	1.158	0.055	0.058	0.119	0.085
시나리오 3	분기	3.5	4.0	8.9	7.0	1.213	1.043	1.951	1.465	0.055	0.063	0.150	0.109
시나리오 4	분기	3.4	3.4	6.9	5.4	1.132	0.811	1.457	1.099	0.053	0.053	0.110	0.079
시나리오 5	분기	3.1	1.9	4.6	3.5	0.890	0.352	0.912	0.627	0.045	0.028	0.067	0.043

#### 다. 시나리오 채택

- TOC, T-N, T-P 목표수질을 모두 만족하는 시나리오 5(침강지, 식생수로, 인공습지)를 최적 시나리오로 채택함
- 인공습지의 양수시설 도입을 통해 기존 인공습지의 취입보 설치에 대한 문제점을 보완하고 침강지와 호내수를 양수하여 저수지 전체의 물 순환을 촉진할 뿐만 아니라 최근 일반화되고 있는 가뭄 및 폭우 등에도 시설의 안정적 운영으로 인해 정화효율을 유지할 것으로 판단됨

# 제5장

## 시설 계획

---

- 5.1 수질개선시설 도입계획
- 5.2 인공습지 조성계획
- 5.3 침강지 조성계획
- 5.4 식생수로 조성계획
- 5.5 양수시설 조성계획
- 5.6 기타 수질개선장치 계획



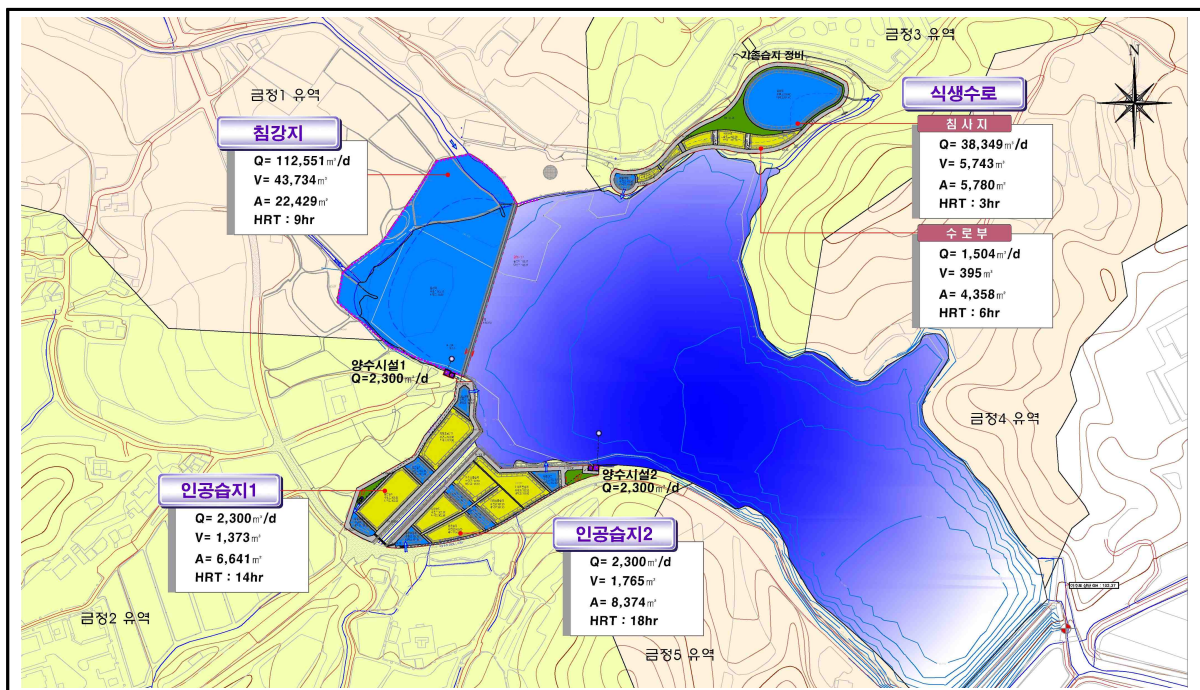
## 제5장 시설 계획

### 5.1 수질개선 종합시설계획

- 금정지구 호 내 수질개선시설은 침강지, 조합형인공습지, 식생수로(기존습지 보수보강)로 계획하였으며, 시설의 개요는 <표 5.1-1>과 같음
- 유입하천을 통하여 금정저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 침강지, 식생수로에서 삭감 후 저수지로 유입시키도록 계획하였음
- 또한, 사업지구 남서측에 조합형습지 1식을 설치하고 두 개의 섹터로 구분하여, 습지1은 침강지에서 2,300m<sup>3</sup>/day의 물을 양수 처리하고, 습지2는 저수지 중심부에서 2,300m<sup>3</sup>/day를 양수 처리하여 호 전체 물순환을 도모함과 동시에 가뭄 등 외부여건 변화에도 인공습지에 안정적인 유량을 공급함으로써 습지정화효율을 높일 수 있도록 계획하였음

<표 5.1-1> 금정지구 수질개선시설 종합계획

대상		시설명	시설면적(m <sup>2</sup> )	용적(m <sup>3</sup> )	일처리유량(m <sup>3</sup> /d)	체류시간(hr)	
유입수 처리	금정1유역	침강지	22,429	43,734	112,551	9	
	금정3유역	식생수로	침사지	5,780	5,743	38,349	3
			수로부	4,358	395	1,504	6
호내수 처리	조합형 인공습지	습지1	6,641	1,373	2,300	14	
		습지2	8,374	1,765	2,300	18	



(그림 5.1-1) 금정지구 수질개선시설 도입계획

## 5.2 인공습지 조성계획

### 5.2.1 인공습지 개요

#### 가. 인공습지의 정의

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

#### 나. 인공습지의 특징

##### (1) 구성요소

##### ① 식물

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

##### ② 토양

- 대상지역 토양의 물리적·화학적 특성 조사는 토성, 입경, 투수계수, 토양단면, 토양수분, 유기물함량, 총질소, 총인, 기타 유해성분 등을 포함함. 토양은 큰 잔재물이 없는 것이 좋으며, 식물성장에 적합한 pH, EC, T-N, T-P, 유기물함량을 갖춘 사양토가 적당함

##### ③ 수문

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



(2) 특징

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

<표 5.2-1> 인공습지 장·단점

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

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

&lt;표 5.2-2&gt; 인공습지 수질정화 기작

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

&lt;표 5.2-3&gt; 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(1USEPA, 1993) 사례지구-The Des Plains River Wetland Project, Illinois, USA

&lt;표 5.2-4&gt; 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

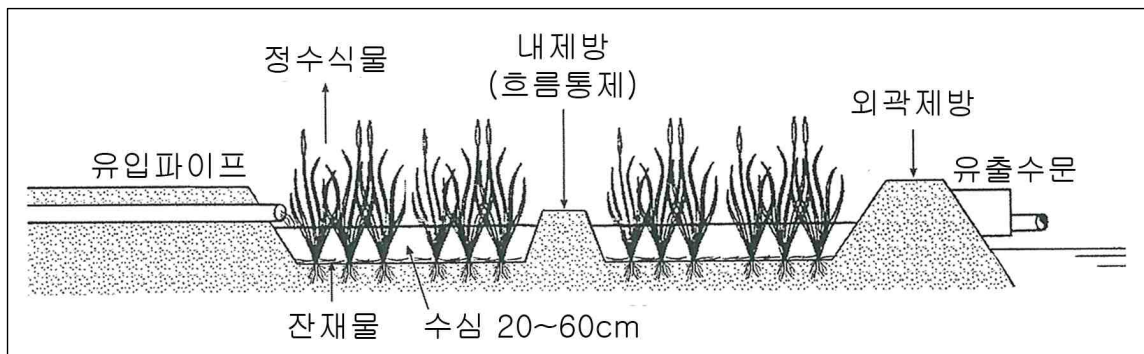
자료 : Robert K. Kadlec and Robert L. Knight, 1996, Treatment Wetlands

## 5.2.2 인공습지의 종류

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

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

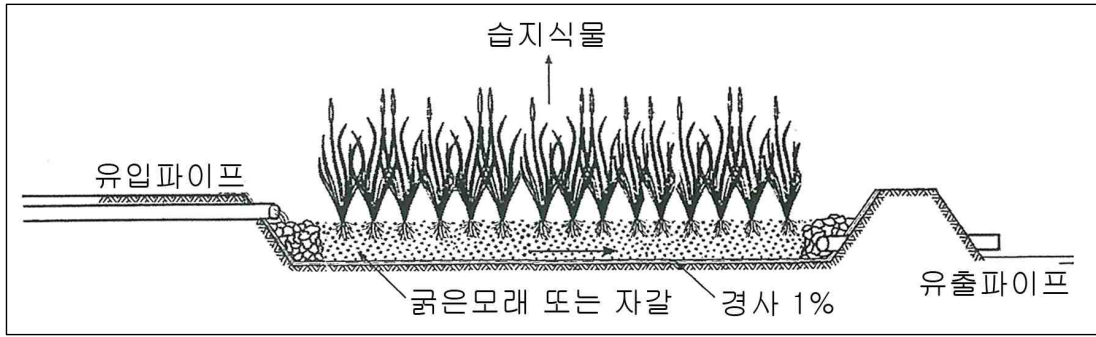
- 지표흐름형(Free water surface flow system, FWS)은 유입수의 대부분을 토양 표층 위로 흐르게 하여 물리·화학·생물학적 처리를 유도하는 방식이며, 정수식물이 자라는 수심 0.4m 정도의 식재구간(Closed Water)과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 수심 1.8m 정도의 개방구간(Open Water)으로 설계함
- 지표흐름형 습지는 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연적인 습지와 비슷한 형태로 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관 향상을 가져올 수 있음. 지표와 근접한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



(그림 5.2-1) 지표흐름형 습지 개념도

### 나. 지하흐름형 인공습지(Subsurface Flow System, SFS)

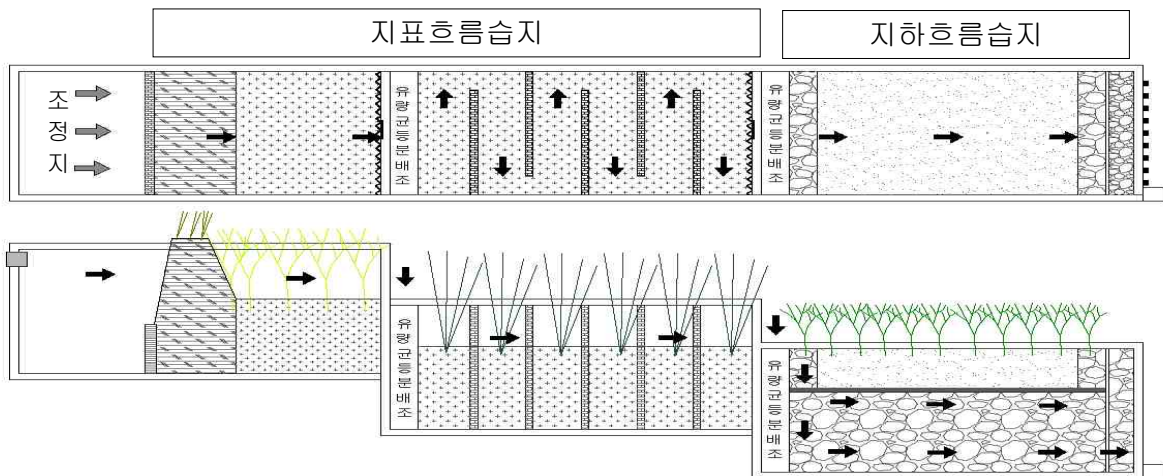
- 지하흐름형(Subsurface flow system, SFS) 습지는 원지반을 굴착하고 입자가 큰 토양 또는 자갈 등의 여재를 채운 습지를 말함. 수위는 여재층 상단보다 낮게 유지하며, 식물은 여재 사이로 뿌리를 뻗으며 자라는 형태가 됨. 이론적으로는 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적으며 여재의 두께는 보통 0.3~0.6m임
- 하부층은 여러 가지 크기의 자갈, 쇄석, 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물 식재층에는 모래를 적용함



(그림 5.2-2) 지하흐름형 습지 개념도

다. 지표-지하흐름 조합형 인공습지

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



(그림 5.2-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도

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

<표 5.2-5> 조합형인공습지 정화효율

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

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람, 2009, 한국농어촌공사

### 5.2.3 인공습지 설계인자

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

#### 가. 지형 및 입지특성 조사

##### (1) 지형여건

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

##### (2) 입지특성

- 인공습지는 건설비용이 적게 들고, 유지관리가 용이하고, 홍수 및 갈수기 피해가 적고, 생태계에 미치는 영향이 적은 위치를 선정
  - 처리대상 수원과 가까운 지역
  - 용지매수 비용을 최소화할 수 있는 하천부지, 유희지, 홍수부지 등 활용
  - 용지매수가 필요한 경우 습지의 형태변경 등을 통해 면적 최소화 방안 강구
  - 자연유하가 가능한 위치를 선정하고 양수가 필요한 경우 전기료 및 펌프관리 등 유지관리비용 최소화 방안 강구
  - 수질정화와 수생식물에 적합한 토양조건을 가지고 있는 지역
  - 갈수기 수량 확보의 어려움이 없고 홍수 피해가 적은 지역
  - 건설 및 사후 유지관리를 위한 장비접근 가능 지역(각종 차량의 접근 가능)
  - 천연기념물 및 멸종위기종이 서식하지 않고 역사적인 유물이 없는 지역
  - 인공습지 운영에 필요한 적정 체류시간을 충족시킬 수 있는 면적과 향후 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 설계시 강우량은 대상지역에 인접하여 위치한 기상관측소를 대상으로 10년 이상의 강우자료를 이용하여 산정하며 장기유출모형을 이용하여 설계유량을 결정하게 됨.
- 본 지구에서는 2007~2016년(10개년) 동안의 총주관측소 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 강우량 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

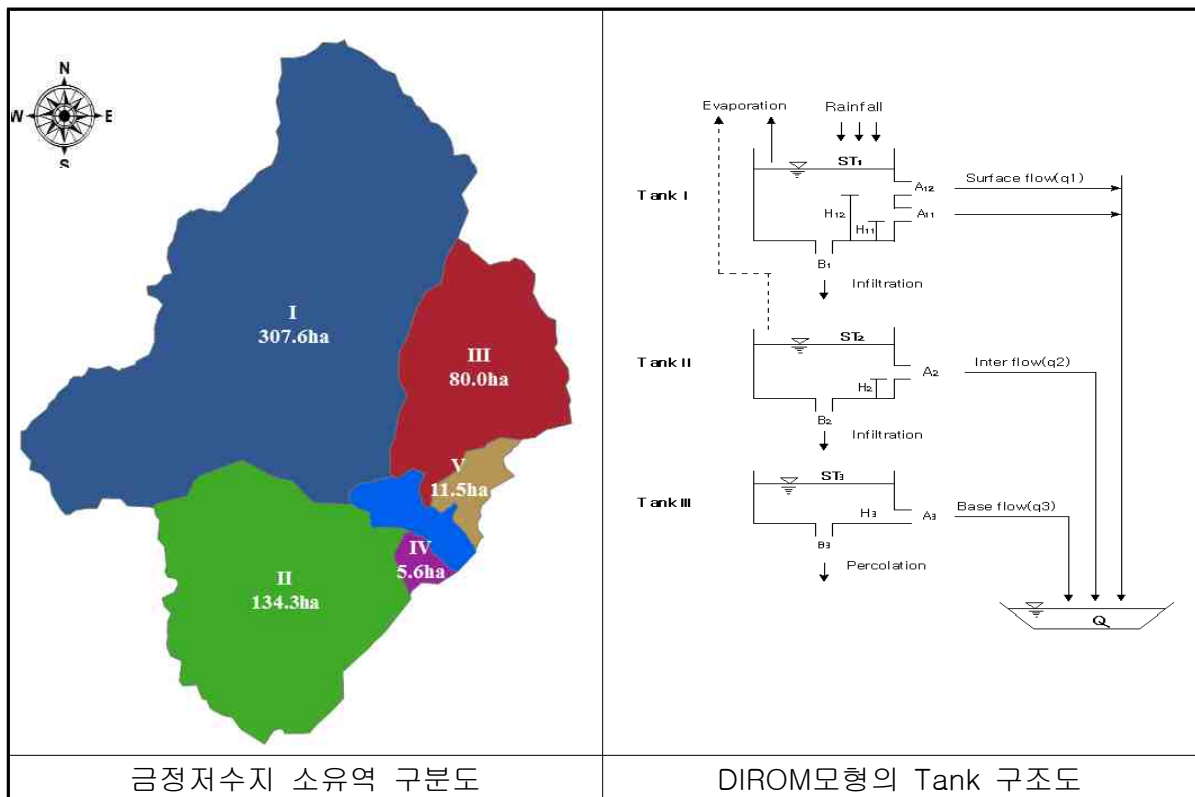
- 연평균 강우유출량의 90%를 차집하기 위해 필요한 저장 공간을 확보하는 방법으로, 외국의 하수처리 방류수 처리를 위한 인공습지 규모결정에 사용하고 있음. 또한, 유입유량이 일정한 경우에 적용되고 있으나 유입유량 변동이 많은 하천수를 처리하는 경우 및 국내 적용사례는 없음

### (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 강우량 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, 강우량으로부터 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 유출공수를 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 5.2-4) 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도

### 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 산소 재폭기 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 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 복미 하수처리용 습지 및 강우가 빈번한 지역에 적용되고 있음. 그러나 유출이 불규칙한 하천수를 대상으로 하는 경우는 적용에 제한성이 있음

&lt;표 5.2-6&gt; RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)

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

**(2) 수리학적 체류시간에 의한 방법**

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

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

여기서,  $A_s$  : 인공습지의 면적(m)

$Q$  : 유입유량(m<sup>3</sup>/hr)

HRT : 체류시간(hr)

$d$  : 인공습지의 수심(m)

$n$  : 시스템의 공극율(공극의 부피/총 부피, 보통 0.75적용)

**(3) 유역면적비에 의한 방법**

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

### 사. 수생식물 선정

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

### 아. 설계시 고려사항

#### (1) 운영 개시 시점

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

#### (2) 다른 저감시설과 연계

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

#### (3) 법적검토

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

#### (4) 안전사고

- 안전사고에 대비하여 인공습지 주위에 안전펜스 설치를 검토할 수 있음

#### (5) 위생해충 문제

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

## 5.2.4 조합형인공습지 조성계획

### 가. 조합형인공습지 계획유량 산정

- 조합형인공습지(지표-지하흐름형)는 저수지 남서측에 접한 농경지에 조성하며, 인공습지의 효율을 안정적으로 유지하고, 저수지의 물 순환 촉진을 위해 2개의 섹터로 구분하여 각각 침강지 및 저수지로부터 연중 일정한 유량을 양수하여 공급하는 것으로 계획하였음
- 계획유량은 호소수질모형을 활용한 시행착오법(trial&error method)을 통해 목표수질을 만족할 수 있는 취수량(습지1과 습지2에 각각 2,300m<sup>3</sup>/d)을 양수하여 공급하도록 계획하였음

### 나. 조합형인공습지 규모

- 유량조절조, 배출연못 및 관리도로를 제외한 순수 습지는 습지1의 경우 얇은습지 1개소, 깊은연못 1개소, 지하흐름습지 1개소로 구성하여 3,684.97m<sup>2</sup>로 계획하였고, 내용적상으로는 1,373m<sup>3</sup>로서 침강지에서 양수하는 2,300m<sup>3</sup>/d가 습지에서 평균적으로 약 14시간 체류하도록 계획하였음
- 습지2의 경우 얇은습지 2개소, 깊은연못 2개소, 지하흐름습지 3개소로 구성되며 순수한 습지의 면적은 5,233.65m<sup>2</sup>로 계획하였고, 내용적상으로는 1,765m<sup>3</sup>로서 호 내에서 양수하는 2,300m<sup>3</sup>/d가 습지에서 평균적으로 약 18시간 체류하도록 계획하였음

<표 5.2-7> 조합형인공습지 조성계획

구 분		규 모	계획면적(m <sup>2</sup> )	계획수심(m)	내용적(m <sup>3</sup> )
습지1	얇은습지	1개소	1,727.80	0.4	622
	깊은연못	1개소	369.40	1.5	365
	지하흐름습지	1개소	1,587.77	0.3	386
	소 계	-	3,684.97	-	1,373
	유량조절조	1개소	284.83	1.8	253
	배출연못	1개소	303.81	1.8	94
	관리도로 및 기타	-	2,367.61	-	-
	소 계	-	6,641.22	-	1,720
습지2	얇은습지	2개소	1,697.28	0.4	579
	깊은연못	2개소	553.82	1.5	472
	지하흐름습지	3개소	2,982.55	0.3	714
	소 계	-	5,233.65	-	1,765
	유량조절조	1개소	345.13	1.8	321
	배출연못	1개소	339.56	1.8	107
	관리도로 및 기타	-	2,455.58	-	-
	소 계	-	8,373.92	-	2,193
합 계		-	15,015.14	-	4,067

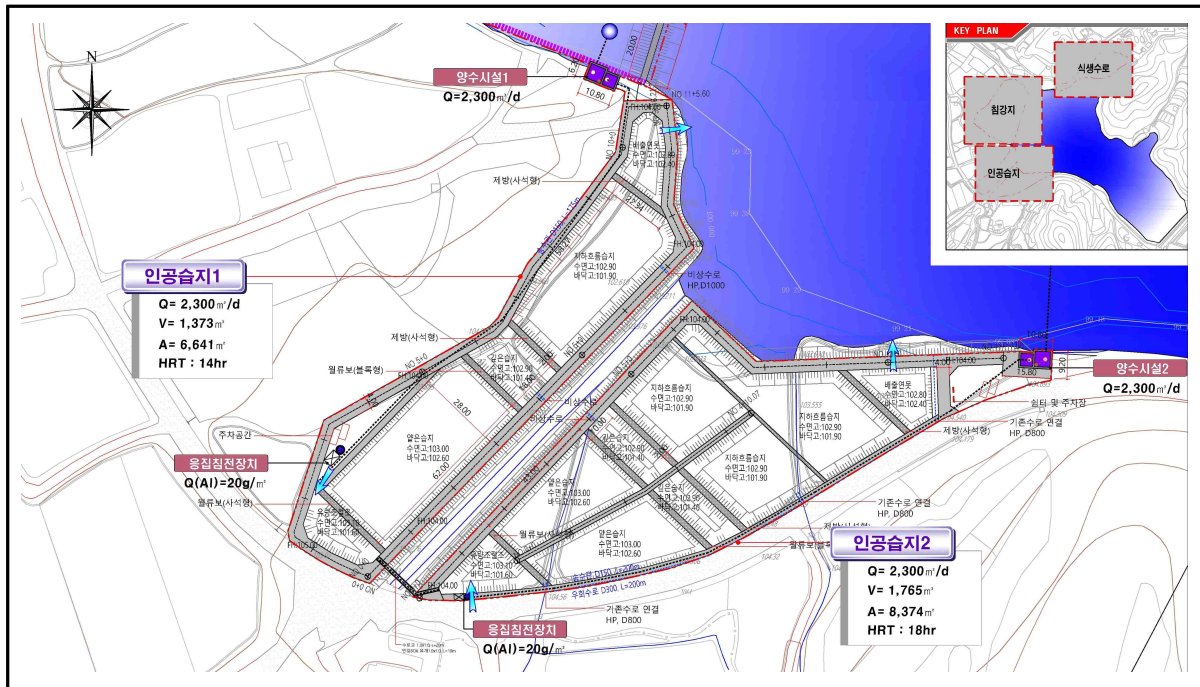
- 습지1을 조성하기 위한 절·성토 계획을 <표 5.2-8>과 같이 산정하였으며, 2,200.64 m<sup>3</sup>의 유용성토량과 5,643.09m<sup>3</sup>의 사토량이 발생함
- 습지2를 조성하기 위한 절·성토 계획은 <표 5.2-9>와 같으며, 1,374.65m<sup>3</sup>의 유용성토량과 1,378.37m<sup>3</sup>의 순성토량이 발생하며, 7,014.00m<sup>3</sup>의 사토량이 발생함

&lt;표 5.2-8&gt; 습지1 절·성토계획

구분	계획면적 (m <sup>2</sup> )	바닥면적 (m <sup>2</sup> )	지반고 (EL.m)	평균계획고 (EL.m)	절토량 (m <sup>3</sup> )	성토량 (m <sup>3</sup> )	유용성토 (m <sup>3</sup> )
유량조절조	284.83	52.91	104.27	101.60	141.00	-	-
얕은습지	1,727.80	1,387.14	104.27	102.60	2,316.00	-	-
깊은습지	369.40	117.81	104.27	101.40	338.00	-	-
지하흐름습지	1,587.77	985.89	104.27	101.90	2,336.00	-	-
배출연못	303.81	168.20	104.27	102.40	314.00	-	-
관리도로	1,711.98	-	-	104.00	2,398.72	2,200.64	2,200.64
녹지및기타	478.63	-	104.00	104.00	-	-	-
양수장	126.00	-	104.00	104.00	-	-	-
계	6,590.22	-	-	-	7,843.72	2,200.64	2,200.64

&lt;표 5.2-9&gt; 습지2 절·성토계획

구분	계획면적 (m <sup>2</sup> )	바닥면적 (m <sup>2</sup> )	지반고 (EL.m)	평균계획고 (EL.m)	절토량 (m <sup>3</sup> )	성토량 (m <sup>3</sup> )	유용성토 (m <sup>3</sup> )
유량조절조	345.13	83.75	104.25	101.60	221.00	-	-
얕은습지	828.50	591.29	104.25	102.60	975.00	-	-
깊은습지	276.71	39.21	104.25	101.40	111.00	-	-
지하흐름습지	881.20	570.44	104.25	101.90	1,340.00	-	-
얕은습지	868.78	615.24	104.25	102.60	1,015.00	-	-
깊은습지	277.11	38.77	104.25	101.40	110.00	-	-
지하흐름습지	853.60	539.68	104.25	101.90	1,268.00	-	-
지하흐름습지	1,247.75	685.31	104.25	101.90	1,610.00	-	-
배출연못	339.56	196.99	104.25	102.40	364.00	-	-
관리도로	1,041.87	-	-	104.00	1,374.65	2,753.03	1,374.65
양수장	134.58	-	104.00	104.00	-	-	-
녹지및기타	1,171.43	-	104.00	104.00	-	-	-
계	8,266.22	-	-	-	8,388.65	2,753.03	1,374.65

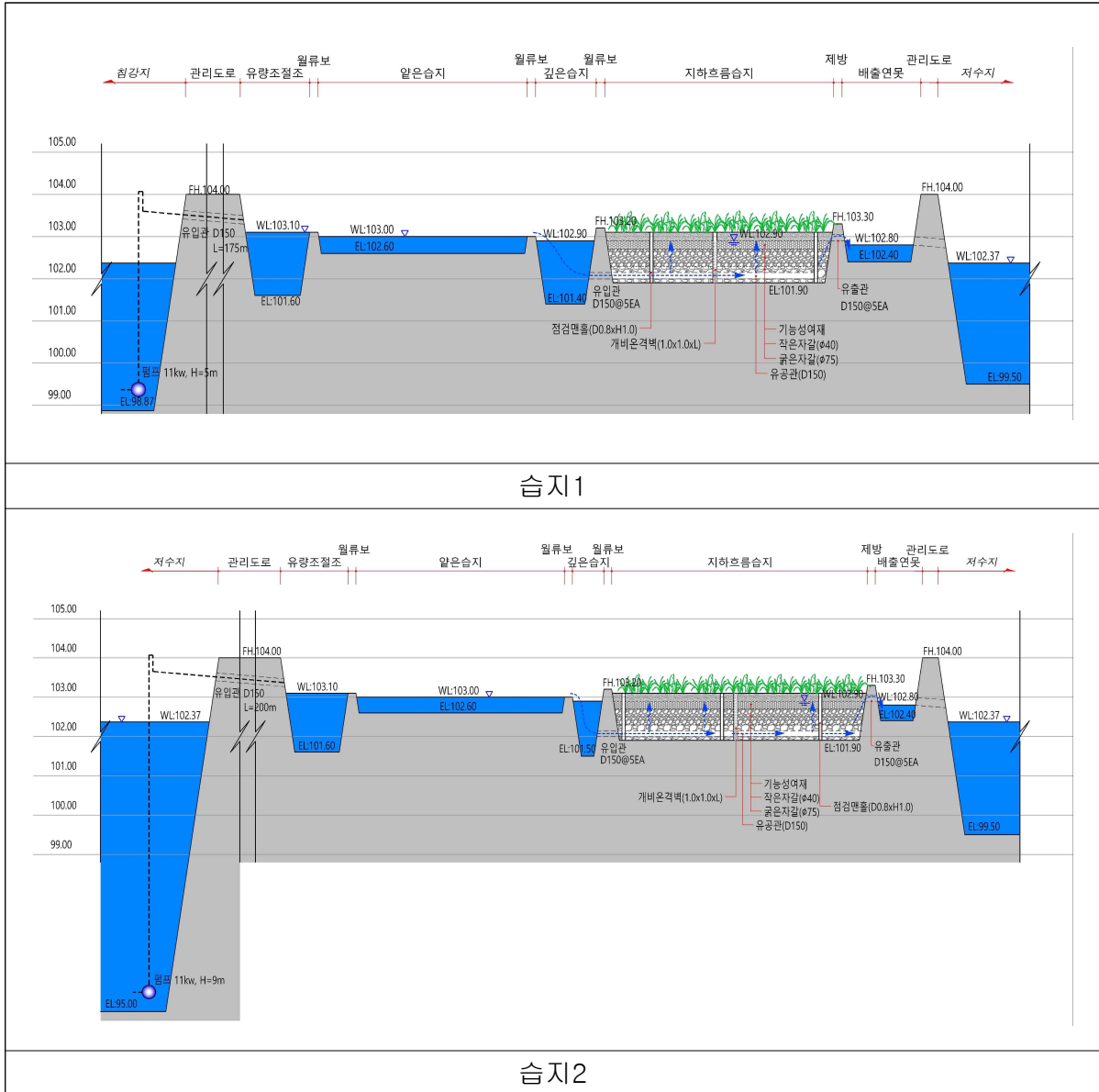


(그림 5.2-5) 조합형인공습지 계획평면도

#### 다. 조합형인공습지 수리계통

- 습지1의 경우 인공습지 말단부에 양수시설을 설치하여 침강지 내의 물을 유량조절조 (WL.103.10m, BL.101.60m)로 유입시키고 인공습지 내에서 수두차에 의하여 자연유하 되도록 계획하였으며, 최종 배출연못(WL.102.80m, BL.102.40m)에서 배출구를 통하여 저수지 내(만수위 EL.102.37m)로 방류되도록 계획함
- 습지2의 경우 인공습지 말단부에 양수시설을 설치하여 호 본체의 물을 유량조절조 (WL.103.10m, BL.101.60m)로 유입시키고 인공습지 내에서 수두차에 의하여 자연유하 되도록 계획하였으며, 최종 배출연못(WL.102.80m, BL.102.40m)에서 배출구를 통하여 저수지 내(만수위 EL.102.37m)로 방류되도록 계획함
- 또한 습지1과 습지2의 유량조절조를 서로 연결하여 수위변동, 유지보수 등 현장여건에 따라 유동적으로 유입량을 배분 할 수 있도록 계획함
- 조합형인공습지는 유량조절조→얕은습지→깊은연못→얕은습지→지하흐름조로 유하하며 지하흐름조 여재에 의한 수류지체현상 방지를 위해 여재의 선택 및 배치시 공극율을 30%이상 유지하는 것으로 계획함
- 원활한 수체이동을 위하여 지하흐름조 하부층에 유공관을 설치하여 조 전체에 유량을 배분하도록 하였으며, 지하흐름조의 상태점검을 위하여 일정간격으로 점검맨홀을 계획함

- 또한 지하흐름조의 막힘을 최소화하기 위해 투수면적을 최대화할 수 있는 상향식흐름으로 계획하였으며, 하부층에서부터 굵은여재→작은여재→기능성여재를 배열하여 통수 및 수처리효율을 높이도록 계획하였음
- 지하흐름조 여재 막힘에 대비하여 전 단계인 깊은연못에 비상수로를 설치하였음

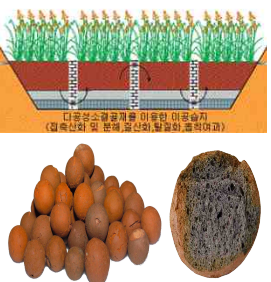

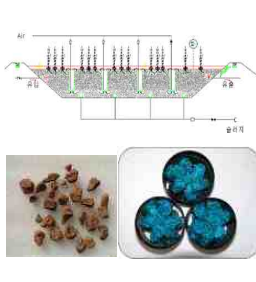



(그림 5.2-6) 조합형인공습지 수리계통도

- 지하흐름조의 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

- 지하흐름조의 기능성여재는 다공성세라믹, 바이오스톤, 황토여과재, 기타 여재 등 효율 및 비용, 유지관리를 고려하여 적용할 계획임
- 지하흐름조에는 개비온 격벽을 조성하여 수체흐름에 방해를 주지 않으면서 여재 교환 시 폐색된 부분만 선택적으로 교체할 수 있도록 계획하였음

<표 5.2-10> 기능성여재 예시

구분	다공성세라믹 (다공질 여과재)	바이오스톤 (다공질 여과재)	수처리용 여과재	황토 여과재
형상				
여재 재질	다공성소결체 : 유기물+황토	다공질 당채(바이오스톤) 여과재 : 규사와 제올라이트 합성	수처리용 여과재 : 바텀애쉬(화력발전 소)+황토	황토 다공성 여과재 : 황토(주재료)+톱밥
유지 관리	여재의 폐색시 여재 세척(20년에 1회)	여재의 폐색시 여재 세척(10년에 1회)	여재의 폐색시 여재 세척(10년에 1회)	여재의 폐색시 여재 세척(10년에 1회)
처리 효율	▪BOD : 83~90% ▪T-N : 50~71% ▪T-P : 75~98%	▪BOD : 66.67% ▪T-N : 50% ▪T-P : 60%	▪BOD : 80~90% ▪T-N : 50~60% ▪T-P : 40~50%	▪BOD : 72.5% ▪T-N : 63.5% ▪T-P : 62.5%

**라. 수생식물 선정 및 식재계획**

- 인공습지에 식재한 식물종 선택은 목표수질, 평균/최저/최고수심, 기후, 유지관리 조건 등과 같은 변수가 고려되어야 하며, 식물 선택에 고려할 사항은 다음과 같음
  - 습지조성 예정지 주변에 서식하는 종 선택(자생식물)
  - 습지의 형태, 운영 방법에 따라 식물 선택
  - 오염물질의 흡수 및 제거기능이 높은 식물 선택
  - 수질이 나쁜 곳에서 잘 자라는 식물 선택
  - 다년생 식물 및 성장이 빠른 식물 선택
  - 자연경관이 우수한 식물 선택
  - 생물서식처로 활용도가 높은 식물 선택
  - 공급, 유지·관리가 용이한 식물 선택

- 식물 초기식재밀도는 식물 피도와 식재비용에 크게 영향을 주고, 식재 간격이 넓으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 많이 걸리고 원하지 않은 식물이 이입되고 설계된 방향으로 식생 형성이 어려울 수 있음. 반면에 식재 간격이 좁으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 짧게 소요되지만 경제성의 문제가 있음
- 인공습지 식물 중 경관적 가치가 높은 정수식물은 수생곤충의 서식처를 제공하는 등 생태계 유지에 중요한 역할을 하며 금정저수지로 유입되는 오염물질에 대하여 수질정화능력이 우수한 종으로 노랑꽃창포, 창포, 물억새 등을 선정하여 식재하는 것으로 계획함
- 특히 대상지 주변에서 잘 적응하여 자라고 있는 지역 자생종인 갈대와 물억새는 수질정화기능을 발휘할 수 있도록 습지부 대부분에 식재하도록 계획하였으며, 주차장 및 관리도로 주변부에는 경관 향상을 위하여 노랑꽃창포 등의 식재를 계획함

갈대	물억새	창포	노랑꽃창포
			
과 : 벼과 특징 습지, 연못, 물가에 자생하고 뿌리에 미생물군에 의해 오염물질 흡수 및 흡착	과 : 벼과 특징 환경적응 능력이 높아 번식능력이 높고 수질정화 능력이 큼	과 : 천남성과 특징 수위변동에 강하며, 오염도가 높은 수질에 적응력이 뛰어남	과 : 붓꽃과 특징 저온기(봄, 가을)의 성장이 활발, 동절기의 흡착능력이 좋음

(그림 5.2-7) 식재식물 예시

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

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

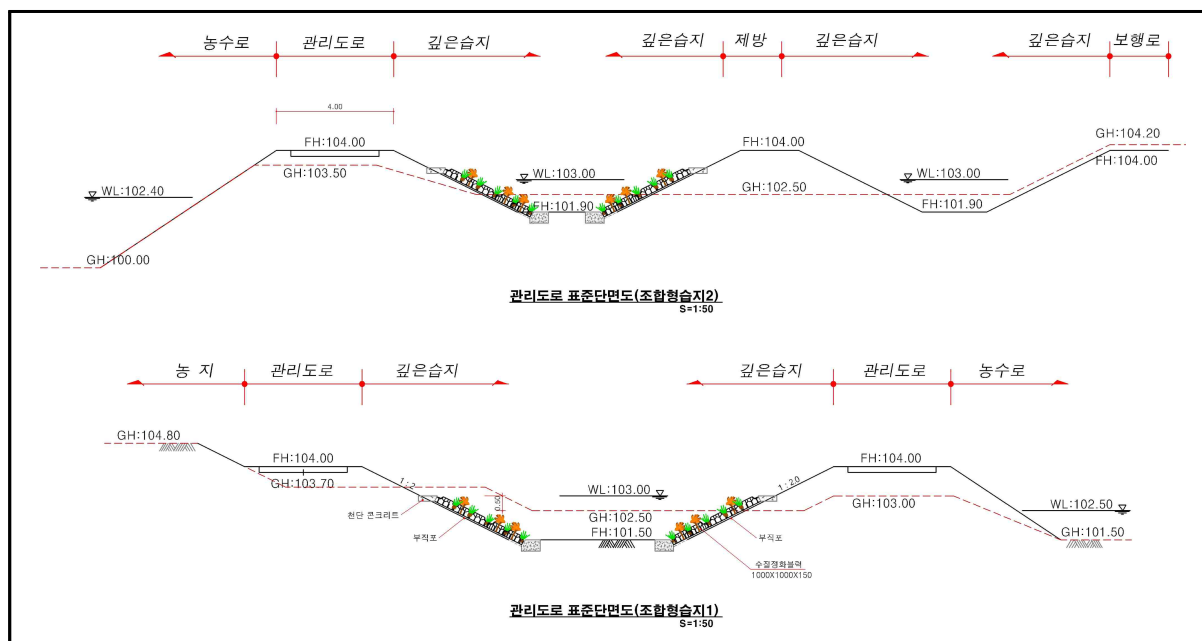
구 분	BOD	COD	SS	Chl-a	T-N	T-P
미나리	28.4	7.3	66.5	51.1	36.4	30.1
줄	31.4	5.4	64.9	6.7	35.6	27.9
창 포	29.9	7.7	62.9	58.3	36.2	36.1
갈 대	39.9	5.5	60.6	62.1	36.1	28.0
평 균	32.2	7.3	63.9	46.7	36.0	30.3

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

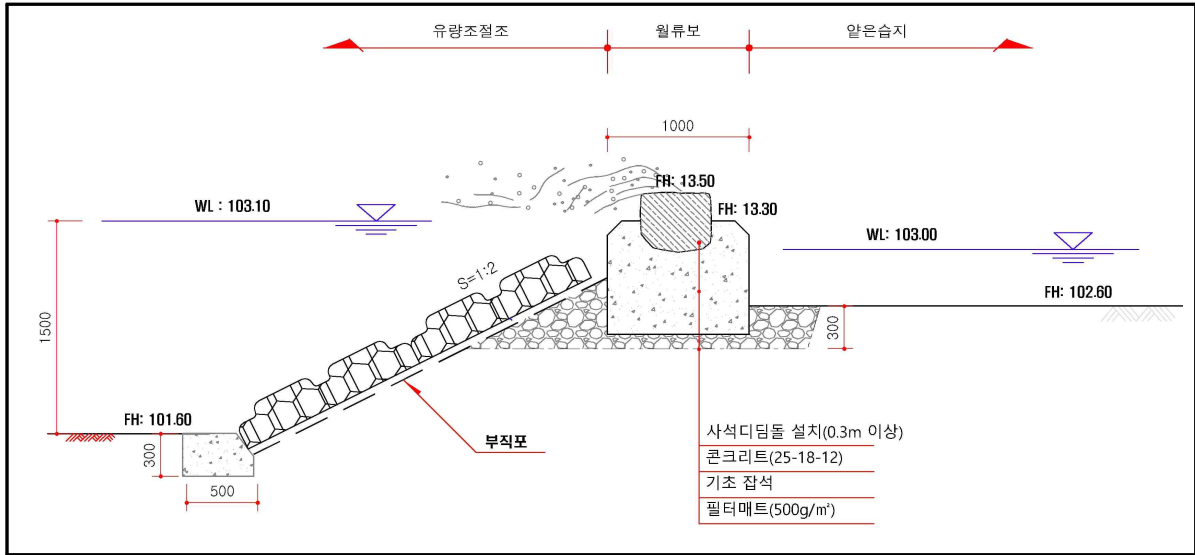


마. 사면보호공 계획

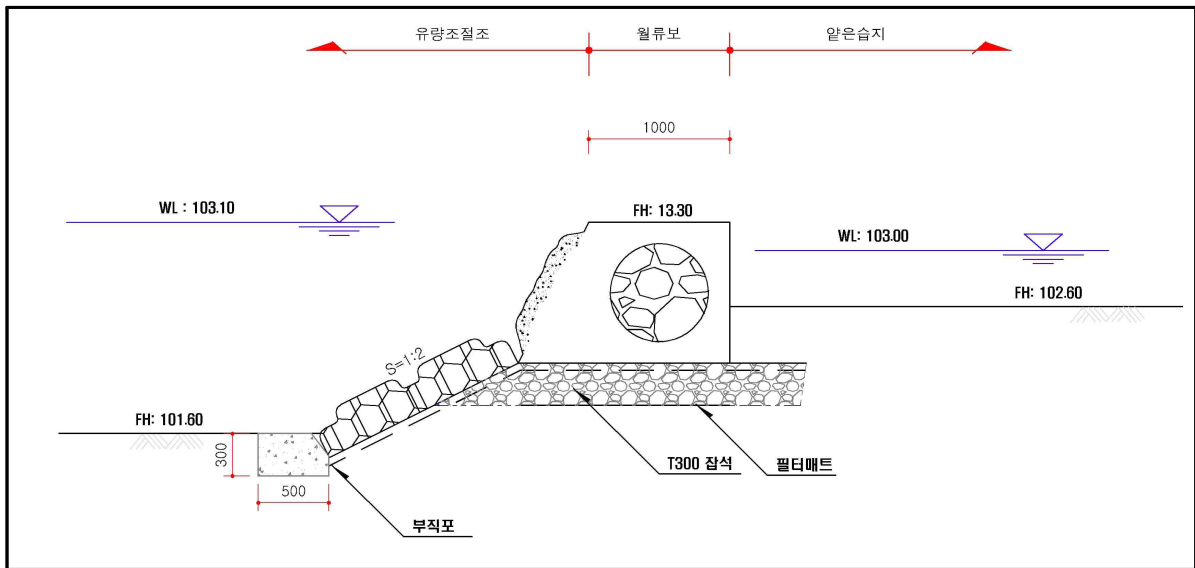
- 습지사면은 수위변동과 침식작용의 방지를 위해 인공구조물을 지양하고, 친환경적인 소재로 보호공을 계획함
- 친환경적으로 조성된 수변은 야생생물의 서식처를 제공하고 초본식물의 활착공간이 되며 보호공의 형식을 다음과 같은 유형 중 각 구간별로 적당한 타입을 선택하여 조성함
- 특히 최근에는 사면부에 식재가 가능한 식생공간부와 유용미생물(EM) 배양액을 사용하여 자연친화적 효과, 내구성 및 수질정화 성능을 겸비한 호안용 블록이 상용화 되어 있으므로 이를 활용할 수 있음
- 습지의 농수로측 관리도로 사면은 사석으로 피복하여 수위 변동에 안정성을 유지할 수 있도록 계획하였으며, 습지 내부의 사면은 관리수위까지 식생블록으로 조성하였음
- 관리도로는 습지의 유지관리시 주행안정성 및 포장의 지속적인 유지를 위하여 콘크리트 포장으로 계획하였으며, 유량조절조 및 깊은연못에는 안전을 위한 휨스를 설치하였음
- 이러한 기본계획의 내용은 실시설계시 사면안정 등에 대하여 현장여건을 반영하여 변경할 수 있음
- 깊은연못 및 얕은습지의 수체 흐름을 제어하는 월류보는 콘크리트블록과 사석을 이용하여 설치규모를 최소화 하였으며, 월류보 상단에 징검다리를 설치하여 유지관리시 관리자의 이동이 가능하도록 하였음(블록형, 사석형 설치 위치는 그림 5.2-5 참조)



(그림 5.2-8) 수변보호공 단면도



(그림 5.2-9) 월류보(사석형) 상세도



(그림 5.2-10) 월류보(블록형) 상세도

바. 인공습지 조성 시 유의 사항

- 인공습지는 수생식물의 흡수, 토양미생물에 의한 분해, 줄기 또는 뿌리에 형성된 미생물 막에 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(Detrius)의 형태로 쌓여 최종 처리수와 함께 배출될 우려가 있음
- 이에 고사한 식물사체에 의한 오염물질 재용출을 방지하기 위해서 유역 외로 제거하는

것이 효과적이며, 이에 따른 유지관리비가 소요됨

- 유입수 중에 포함된 부유물은 유입구 부분에 많이 쌓여 슬러지층이 형성될 우려가 있으므로 유입수가 특정 지점으로 집중되는 점유입(Point Inflow)보다는 유입수가 넓게 퍼지도록 하는 확산유입(Disperse Inflow)시설이 필요함
- 그 밖의 유의점으로는
  - 인공습지의 취수시설로 펌프를 설치 시 홍수 때 침수되지 않도록 배치하여야 함
  - 지반의 형태에 따라 조성공법에 큰 영향을 미치므로 사전에 충분한 지반조사를 실시하여야 하며 구조물은 태풍이나 호우 등에 의한 파손에 견딜 수 있는 구조로 함
  - 지역여건에 맞고 겨울철에도 수질개선효과가 뛰어난 수생식물을 검토하여 선정함
  - 갈대의 경우 갈대본체의 제거로 회귀용출을 방지하여 처리효율을 증진시키는 방안으로 1년에 1회 이상 고사체 수거 및 제거가 필요함

## 5.3 침강지 조성계획

### 5.3.1 침강지 개요

#### 가. 침강지의 정의

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

#### 나. 침강지의 조성 목적

- 호 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도함으로써 저수지의 내용적 감소를 줄일 수 있으며, 강우시 유입되는 토사와 이에 흡착된 인 등의 침강을 유입부에 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 구성에 따른 장·단점

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

<표 5.3-2> 침강지 유형별 수처리 효율

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

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 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, 유역 내 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 호 내로 유입되지 않도록 침강에 필요한 시간 이상으로 내용적을 확보하도록 계획함. 침강효율은 체류시간이 최소 6시간 이상만 되어도 높은 효율을 얻을 수 있으며 처리 대상 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

- 침강지 위치는 소유역1의 주 유입하천과 저수지가 만나는 지점에 계획하였으며, 침강지의 형식은 저수지내에 부댐을 설치하는 on-line 방식으로 계획하여 저수지 외부의 별도 부지 확보는 필요하지 않음

#### 가. 설계유량 산정

- 침강지 설계유량은 농어촌공사에서 운영하고 있는 수문모형(DIROM)을 이용하여 일강우량 30mm초과 유출량인 112,551 m<sup>3</sup>/일을 처리하는 것으로 계획함

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

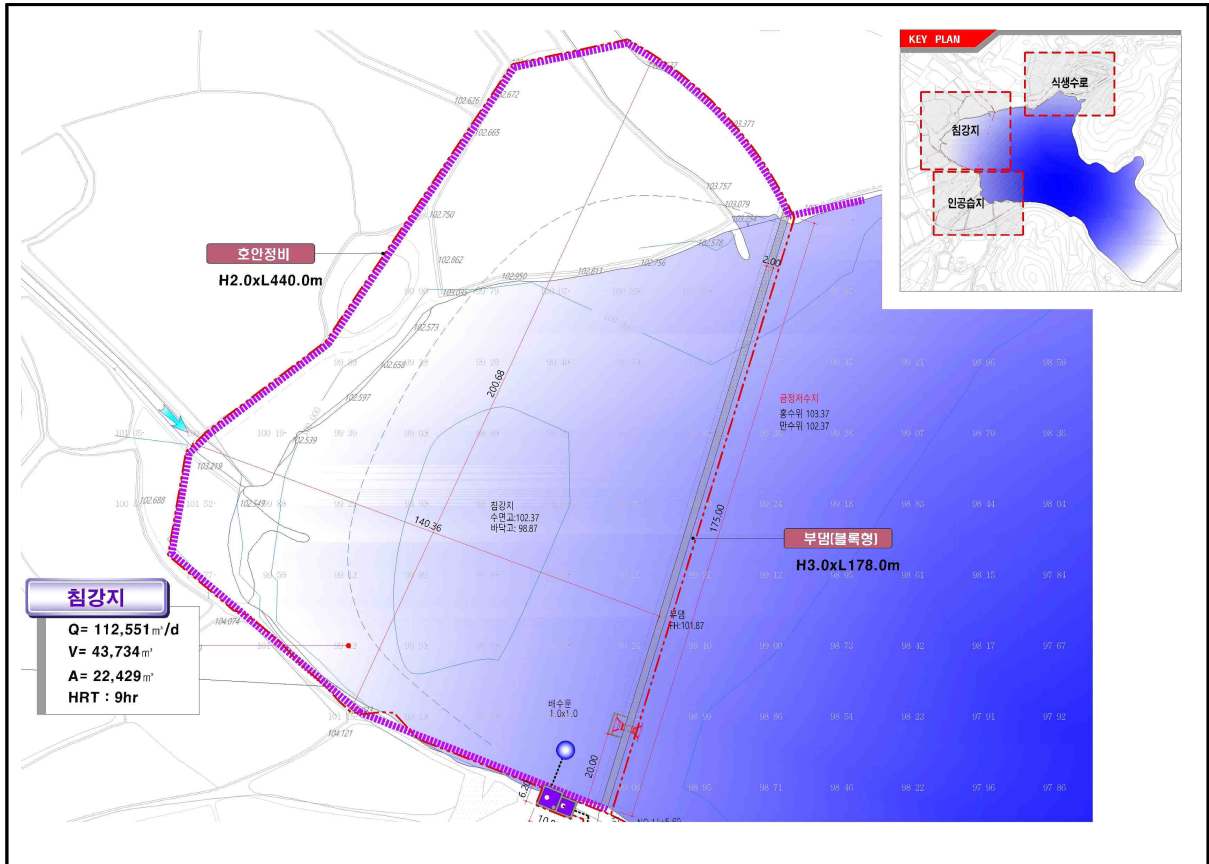
소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m <sup>3</sup> /년)	일평균 유입량(m <sup>3</sup> /일)		
				총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과
금정1	307.6	57.0	3,912.5	10,719.3	7,005.4	112,550.5
금정2	134.3	54.9	2,230.9	6,112.1	3,740.8	71,504.4
금정3	80.0	53.6	953.2	2,611.6	1,504.4	36,844.4
금정4	5.6	68.4	152.6	418.0	227.5	5,695.7
금정5	11.5	61.1	44.6	122.3	65.4	1,707.5
저수지	(15.0)	-	-	-	-	-
계	538.9	59.0	7,293.8	19,983.3	12,543.5	228,302.5

#### 나. 침강지 규모 산정

- 본 기본조사에서 침강지 규모는 수질개선효율, 유지관리, 지형적 특성 등을 고려하여 일강우 30mm 초과 평균유출량을 9시간 체류시킬 수 있는 수준으로 계획하고, 시공성이 우수하여 공기가 짧은 블록형 부댐을 적용하는 것으로 계획하였음
- 금정저수지의 만수위는 EL.102.37m로서 만수위로부터 0.5m 아래에 부댐 제정고(EL.101.87m)를 계획하고 침강지의 계획수심은 3.0m로 계획하였음
- 또한 부댐에는 조작가능한 배수문 및 흡관을 설치하여 침강지 운영시 유지관리 및 어류 이동통로 등으로 활용될 수 있도록 계획함

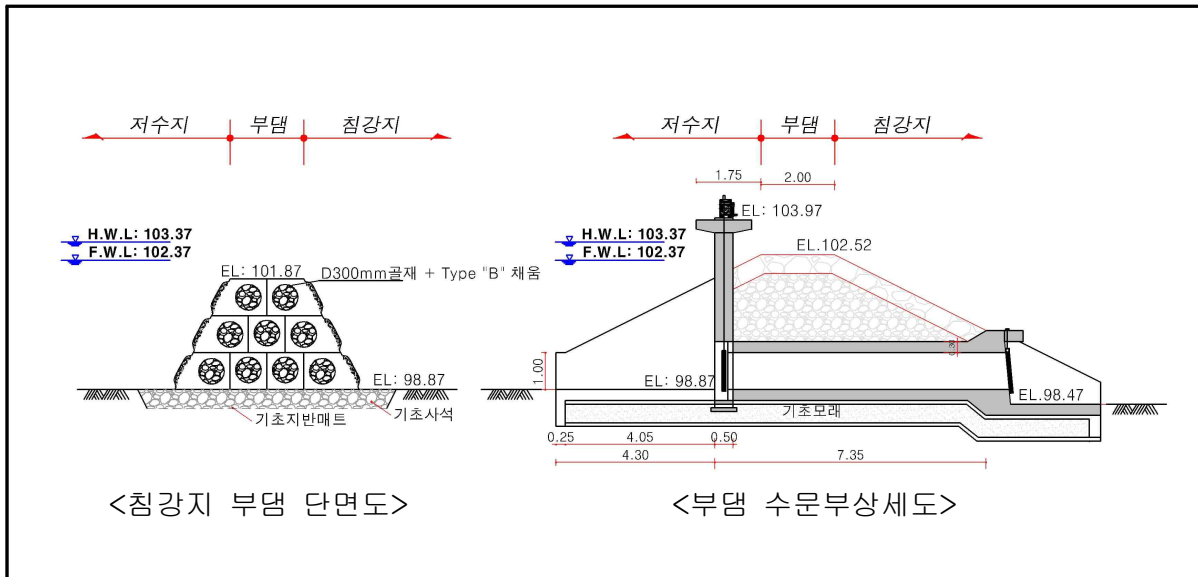
<표 5.3-4> 침강지 계획

구 분	소유역		일30mm 초과유입량 (m <sup>3</sup> /일)	계획 수심 (m)	계획 면적 (m <sup>2</sup> )	계획 내용적 (m <sup>3</sup> )	체류 시간 (hr)	비고
	구분	면적 (ha)						
침강지	1	521.9	112,550.5	3	22,429	43,734	9	블록형



(그림 5.3-1) 침강지 계획평면도





(그림 5.3-2) 부댐 표준단면도

<표 5.3-5> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토

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

#### 다. 침강지 내 준설계획

- 침강지에서 수심 및 내용적 확보, 침강지 계획부지의 퇴적토 제거 등을 목적으로 침강지 내를 평균 바닥표고 EL.98.87m까지 준설하는 것으로 계획하였으며, 이 때 침강지내 준설량은 약 17,882<sup>m</sup>으로 산정됨

&lt;표 5.3-6&gt; 침강지 내 준설계획

구 분	준설면적 (㎡)	평균바닥고(EL.m)		준설량 (㎡)	준설 후 내용적(㎡)	비고
		준설 전	준설 후			
육상부 절토	6,799.28	102.80	99.80	17,882	20,398	부담제정고 EL.101.87m
바닥준설	9,420.00	100.00	98.87	-	10,645	
계	16,219.28	-	-	17,882	31,043	

### 라. 저수지 내용적 검토

- 수질개선사업 시행 전·후 내용적의 변화를 살펴보면 침강지 준설에 따른 내용적은 증가하고 침강지 부담 조성에 따른 내용적은 감소함
- 사업시행 전·후 내용적 변화는 436,043㎡(총저수량)에서 476,686㎡으로 내용적 40,643㎡이 증가하는 것으로 조사됨

&lt;표 5.3-7&gt; 시행 전·후 금정저수지 내용적

시행 전 내용적(㎡)	시행 후 내용적(㎡)	시행 후 내용적 증감(㎡)	비고
436,043	476,686	40,643	만수위 EL.102.37m

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

&lt;표 5.3-8&gt; 침강지 시행 전·후 내용적 검토

수위 (EL.m)	시행 전 (A)			시행 후 (B)			내용적증감 (B-A)
	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎡)	누가내용적 (㎡, A)	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎡)	누가내용적 (㎡, B)	
97.1	1,716	0	429	1,716	-	-	-429
97.5	20,306	4,404	4,833	20,306	4,404	4,404	-429
98	31,660	12,992	17,825	31,660	12,992	17,396	-429
98.5	42,922	18,646	36,471	59,141	22,700	40,096	3,625
99	53,517	24,110	60,581	69,380	32,130	72,227	11,646
99.5	63,875	29,348	89,929	79,738	37,280	109,506	19,577
100	85,422	37,325	127,254	91,865	42,901	152,407	25,153
100.5	105,105	47,632	174,886	111,548	50,853	203,261	28,375
101	134,101	59,802	234,688	140,544	63,023	266,284	31,596
101.5	145,627	69,932	304,620	152,070	73,154	339,437	34,817
102	152,222	74,463	379,083	159,021	77,773	417,210	38,127
102.37	155,670	56,960	436,043	162,469	59,476	476,686	40,643

- 주) 시행 후 내용적은 부담 설치 용적과 침강지 준설을 반영한 결과임

## 5.4 식생수로 조성계획

### 5.4.1 식생수로 개요

#### 가. 식생수로의 정의

- 식생수로(enhanced swale)는 식생을 갖춘 개수로로 집수구역으로부터 발생하는 강우 유출수의 양(WQv, water quality volume)을 포착하여 처리/운송하는 수로를 말하며, 이것은 강우 유출수에 함유된 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 고유의 특성을 가지고 있다는 측면에서 일반수로와 큰 차이가 있음

#### 나. 식생수로의 특징

- 습식 식생수로는 집약농업지구(비닐하우스 원예단지), 축산단지, 논 강우유출수 등에 적용하며, 건식 식생수로는 농공단지, 농업용저수지 유입하천과 직결된 노면유출수, 문화마을, 쇼핑센터 주차장, 관광단지 주차장 및 노면유출수 등에 적용함
- 식생수로의 경사는 매우 완만하게 설계되므로 유출이 느리고 얇게 흘러서 입자상 오염물질의 침전이 일어나고 침식발생 가능성을 줄일 수 있으며, 흐름방향으로 투수둑이나 체크댐을 설치하여 침전이나 침투를 도모함
- 식생수로는 식생여과대(vegetative filter strip)나 초생수로(grass channel)와 비교하여 훨씬 높은 수준의 오염물질 처리를 달성하기 때문에 혼동해서는 안 됨
  - 보통의 초생수로는 여과상을 갖춘 건식침투형 수로와 동일한 처리능력을 갖도록 설계되지 않으며, 식생여과대는 수로형 흐름이 아닌 지표면을 따라 넓은 흐름을 수용하도록 설계됨. 초생수로와 식생여과대를 결합하여 통합 비점오염 저감시설로도 사용될 수 있음.
- 습식 식생수로(수로형 습지)는 지하수위 또는 투수성이 불량한 토양까지 굴착하여 조성한 수로로 구성되며, 다단형의 작고 수심이 얇은 습지 셀(wetland cell)을 이루도록 중간 중간에 체크댐을 설치함
- 건식 식생수로는 하부배수시스템 상부에 위치한 투수성 여과상과 유출수를 운송하는 개수로로 구성됨. 오염물질은 수로의 주요부에 위치한 토양여과대를 통과하면서 처리됨

#### 다. 수질정화 원리

- 습식 식생수로(wet swale or wetland channel)는 수분의 보유와 늪지의 조건을 갖추도록 설계되므로 수로를 따라 습지식생을 유지할 수 있으며, 수분을 보유하기 위해서 낮은 지하수위와 투수성이 불량한 토양이 필요함. 이와 같은 형태의 수로는 기본적으로 수로형태의 습지(wetland channel)와 동일한 기능을 수행함

- 건식 침투형 식생수로(dry swale)는 식생을 갖춘 수로로 배수시스템 상부에 여과상(filter bed)을 두고 있으며, 이러한 형태의 수로에서는 WQv 전량이 여과상을 통과하고 수로바닥을 통하여 침투가 일어나도록 설계됨
- 건식 식생수로는 대부분의 시간동안 건조한 상태로 있게 되며 주로 보통 밀도를 갖는 대규모 주거지역이나 주차장 또는 지붕 강우유출수 처리나 농촌지역을 통과하는 고속도로 노면 유출수 처리에 사용됨

<표 5.4-1> 식생수로 정화효율

구 분	TSS	TP	TN	중금속
습식침투형	75%	25%	40%	20%

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람, 2009, 한국농어촌공사

## 5.4.2 식생수로 설계인자

### 가. 식생수로 일반

- 식생수로를 설치하고자 하는 지역의 집수면적은 2ha 미만이어야 함.
- 식생수로의 경사는 최소 1%, 최대 4%를 초과하지 않도록 설계해야 하며 1~2%의 경사가 이상적임. 지형적인 특성상 경사가 2%를 초과할 경우에는 권장된 1~2% 경사를 만족하도록 15~30cm의 낙차공을 설치하고, 낙차공 직하부에는 에너지 소멸장치를 구비하도록 함
- 식생수로에서 최대수심은 식생수로의 끝에서 45cm를 초과하지 않도록 하며, 평균수심은 30cm 정도가 유지되도록 계획 함
- 식생수로의 바닥 폭은 적절한 여과작용이 일어날 수 있도록 0.6~2.4m가 적당하며, 수로의 폭을 확장할 경우 수로내 물골형성 방지를 위하여 독이나 벽체를 갖추도록 함
- 식생수로는 사다리꼴 단면으로 설계하고, 측벽 경사는 2:1을 초과하지 않도록 함
- 식생수로에는 체크댐(check dam)을 설치하여 다단형 습지 셀로 조성할 수도 있으며, 체크댐에는 V-notch 웨어를 설치하여 아주 작은 유량도 흐를 수 있도록 함

### 나. 전처리/유입구

- 식생수로 유입구는 견치석(rip-rap)이나 돌망태(gabion)를 사용하여 에너지 소산장치(energy dissipator)를 구비하여야 함
- 견식 또는 습식 식생수로에는 전처리 시설로 유입구에 침사지를 설치하며, 침사지의 용량은 전체집수구역 중 불투수 면적 1ha 당 강우유출수 60m<sup>3</sup>을 처리할 수 있는 규모로 설치되어야 함
- 수로의 선단을 시점으로 강우시 수로측부에서 유입되는 수막유량(sheet flow)을 처리하기 위해서 잔자갈 여과대를 설치하고 측벽의 경사는 완만하게 조성함

### 다. 유출구의 구조

- 습식 식생수로의 유출구는 세굴과 침식으로부터 보호될 수 있도록 설계함

### 라. 유지관리를 위한 접근성

- 식생수로를 따라서 공공도로 또는 자가용 도로와 연결된 최소 노폭 6m 크기의 유지관리용 도로를 개설함.
- 식생수로 내부도로의 경사는 최대 15% 이하가 되도록 하고 중장비와 차량의 이동을 위하여 도로가 안정화되어야 함.

**마. 설계 과정**

- 현장여건이 식생수로를 설치하기에 적합한지 검토한 후 시설을 도입하며, 전처리시설의 용량을 산출함
- 침사지의 용량은 전체집수구역 중 불투수면적 1ha 당 강우유출수 60m<sup>3</sup>을 처리할 수 있는 규모로 설치되어야 함
- 식생수로의 제원은 수로 말단의 수심이 45cm 이하가 되도록 바닥 폭, 깊이, 길이, 수로 경사를 결정함
- 건식 식생수로에서는 48시간 동안에 WQ<sub>V</sub>를 전량 침투시킬 수 있도록 설계하며, 침투독의 오리피스는 6시간 이내에 WQ<sub>V</sub>를 완전히 통수시킬 수 있도록 계획함

### 5.4.3 식생수로 조성계획

- 기존에 조성되어 있던 인공습지를 개선하여 식생수로로 조성하였으며, 기존습지의 형태 및 기능을 고려하여 토공량을 최소화하여 계획을 수립하였음
- 식생수로 전단에는 유입수 중의 입자상 고형물을 1차 제거하기 위해 침사지를 전처리 시설로 도입하며, 침사지는 부지여건을 감안하여 유역의 일 강우 30mm 초과유출량을 3hr 저류할 수 있는 용량으로 계획하였음
- 식생수로의 형식은 식물체에 의한 영양물질 침전, 분해, 흡수가 이루어질 수 있도록 습식 식생수로로 계획하였음

#### 가. 식생수로 계획유량 산정

- 앞서 산정한 유역별 일평균 유출량을 기준으로 계획유량을 산정하였으며, 전처리시설인 침사지는 일 강우 30mm초과 평균유출량 이상을 처리할 수 있도록 계획하였으며, 수로부는 일 강우 30mm이하 평균유출량을 처리할 수 있도록 하고 그 이상의 유량은 침사지만 거친 후 호 내로 유입되도록 계획함

<표 5.4-2> 금정3 유역 시설별 설계유량

[단위 : m<sup>3</sup>/일]

구분	처리유역		DIROM에 의한 일평균 유출량			설계유량	
	유역명	면적(ha)	총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과		
식생수로	침사지	금정3	3992.5	2,611.6	1,504.4	36,844.4	38,348.8 <sup>주)</sup>
	수로부						1,504.4

주) 30mm초과 유출량(36,844.4m<sup>3</sup>/일)에 체류시간 확보를 위해 4%의 여유율 부과

#### 나. 식생수로 규모

##### (1) 침사지

- 금정3 유역의 강우유출수 38,348.8m<sup>3</sup>/d를 처리하기 위해 필요한 침사지 계획면적은 관리도로 및 녹지 등을 포함하여 5,780.49m<sup>2</sup>로 계획하였으며, 수질정화를 위한 내용적은 5,743m<sup>3</sup>로서 부지여건을 고려하여 유역에서 유출되는 유출량 1,597.9m<sup>3</sup>/hr이 침사지에서 약 3.6시간 체류하도록 계획하였음

<표 5.4-3> 침사지 조성계획

구분	구분	규모	계획면적(m <sup>2</sup> )	계획수심(m)	내용적(m <sup>3</sup> )
침사지	침사지	1개소	4,303.63	2.0	5,743
	관리도로 및 기타	-	1,476.86	-	-
	계		5,780.49	-	-

## (2) 식생수로

- 금정3 유역의 침사지를 거친 평시유출량 1,504.4m<sup>3</sup>/d을 처리하기 위한 식생수로 계획 면적은 배출연못 및 관리도로 등을 포함하여 4,358.06m<sup>2</sup>로 계획하였으며, 수질정화를 위한 내용적은 395m<sup>3</sup>로서 침사지로부터 유출되는 저류수 62.68m<sup>3</sup>/hr이 식생수로에서 약 6시간 체류하도록 계획하였음

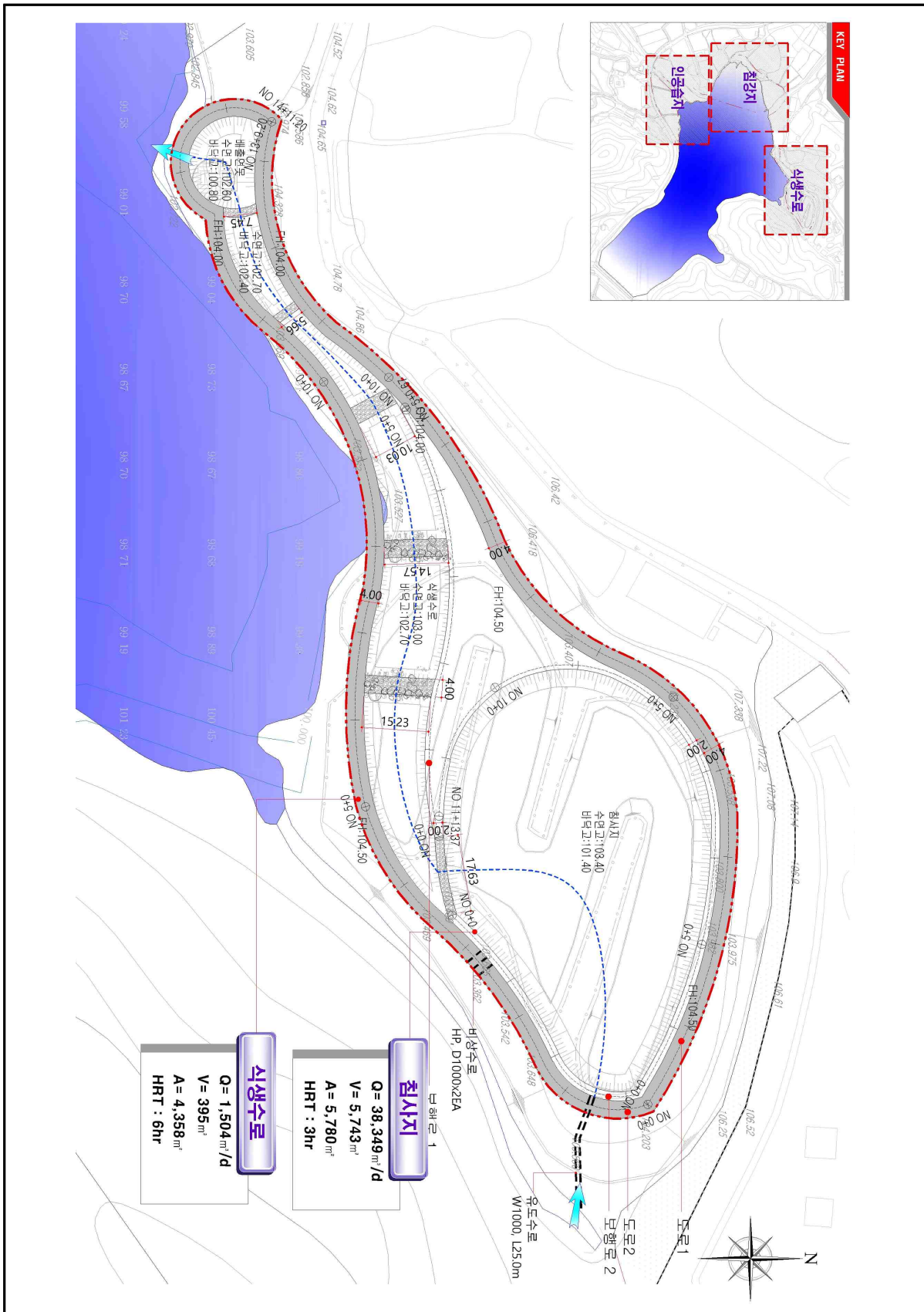
&lt;표 5.4-4&gt; 식생수로 조성계획

구 분		규 모	계획면적(m <sup>2</sup> )	계획수심(m)	내용적(m <sup>3</sup> )
식생수로	식생수로	5단	1,701.58	0.3	395
	배출연못		311.80	1.5	291
	관리도로 및 기타	-	2,344.68	-	-
	계		4,358.06	-	686

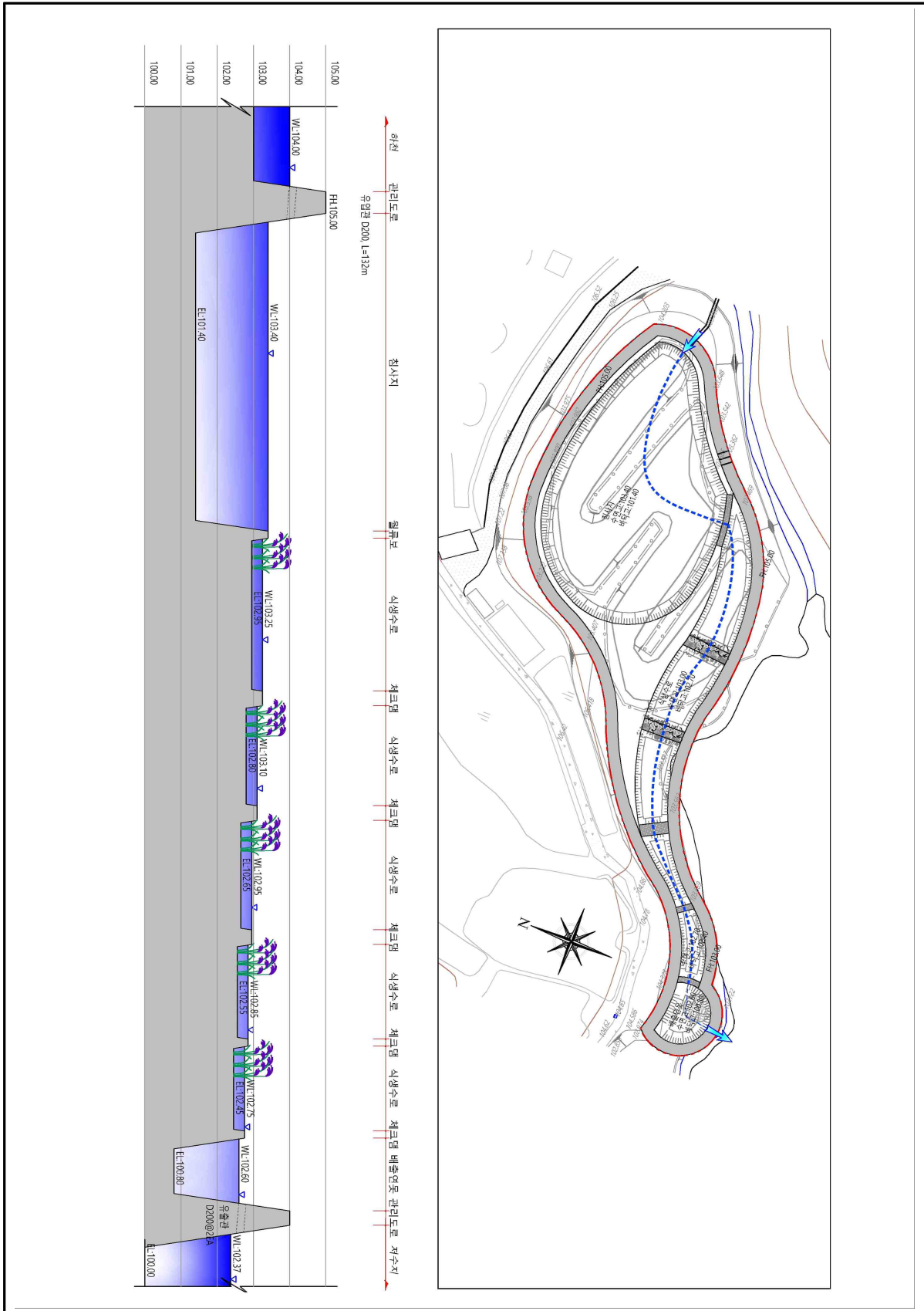
&lt;표 5.4-5&gt; 식생수로 절·성토계획

구 분	계획면적(m <sup>2</sup> )	바닥면적(m <sup>2</sup> )	지반고(EL.m)	평균계획고(EL.m)	절토량(m <sup>3</sup> )	성토량(m <sup>3</sup> )	순성토(m <sup>3</sup> )
침사지	546.49	3,354.56	103.50	101.40	7,044.00	-	-
식생수로1	546.49	322.05	103.50	102.80	225.00	-	-
식생수로2	445.37	288.47	104.70	102.70	576.00	-	-
식생수로3	364.79	211.36	104.70	102.70	422.00	-	-
식생수로4	163.69	46.09	104.70	102.60	96.00	-	-
식생수로5	181.24	73.47	104.70	102.50	161.00	-	-
배출연못	311.80	77.45	102.70	100.80	147.00	-	-
녹지	657.86	657.86	104.70	104.00	460.00	-	-
계	5,505.20	77.45	-	-	9,131	-	-





(그림 5.4-1) 침사지-식생수로 계획평면도



(그림 5.4-2) 침사지-식생수로 수리계통도

## 5.5 양수시설 계획

### 5.5.1 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, 홍수 시 하천범람 생태단절 및 하류 건천화, 주변 농경지 침수 및 배수불량 등의 문제점이 수반됨
- 양수시설을 설치할 경우 동력비가 수반되는 단점이 있으나, 상기 언급된 문제점이 해소될 뿐만 아니라 정화시설에 연중 정량 취입이 가능하여 시설운영이 용이하고 처리효율 향상도 기대할 수 있음
- 따라서, 본 기본조사에서는 취입보를 설치하지 않고 양수시설을 설치하여 저수지 및 침강지로부터 취수하여 정화처리 후 호 내로 재방류함으로써 수질정화와 더불어 호소의 물 순환을 유도할 수 있도록 계획함

### 5.5.2 양수시설 설계

#### 가. 양수시설 위치 선정

- 호 전체적인 물 순환과 수질이 나쁜 심층부 정화를 위해서는 호심에 위치한 물을 양수할 수 있는 시설이 요구됨
- 부유식 혹은 수중식 양수시설은 심층부 양수에 유리하나 대용량의 경우 도입사례가 거의 없으며, 이는 설치시 시공의 어려움과 운영시 유지관리의 어려움에 기인함
- 육상설치식은 일반적인 설치방식이나 통상 양수시설 직하부에서 취입하므로 저수지 물 순환을 유도하기에는 한계가 있으며 저수율 하락시 취수가 불가능할 우려가 있음
- 따라서 본 지구에서는 육상부에 양수시설을 설치하되 취수관(유도수로)을 별도로 설치하여 최대한 호심 가까이에서 취수하여 육상설치식의 단점을 보완토록 계획함
- 양수시설은 호 상류부 침강지와 호 본체의 물을 각각 취수할 수 있도록 2조를 설치하여 침강지 및 호 내부의 장기 정체로 인한 오염도 상승을 완화시킬 수 있도록 계획함
- 또한, 밸브실 바닥고는 홍수위보다 높게 계획하여 홍수시에도 침수되지 않도록 계획하였음



(그림 5.5-1) 고정식 양수시설



(그림 5.5-2) 이동식 양수시설

&lt;표 5.5-1&gt; 양수시설 설치 위치 검토

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

#### 나. 양수용량 및 형식 설정

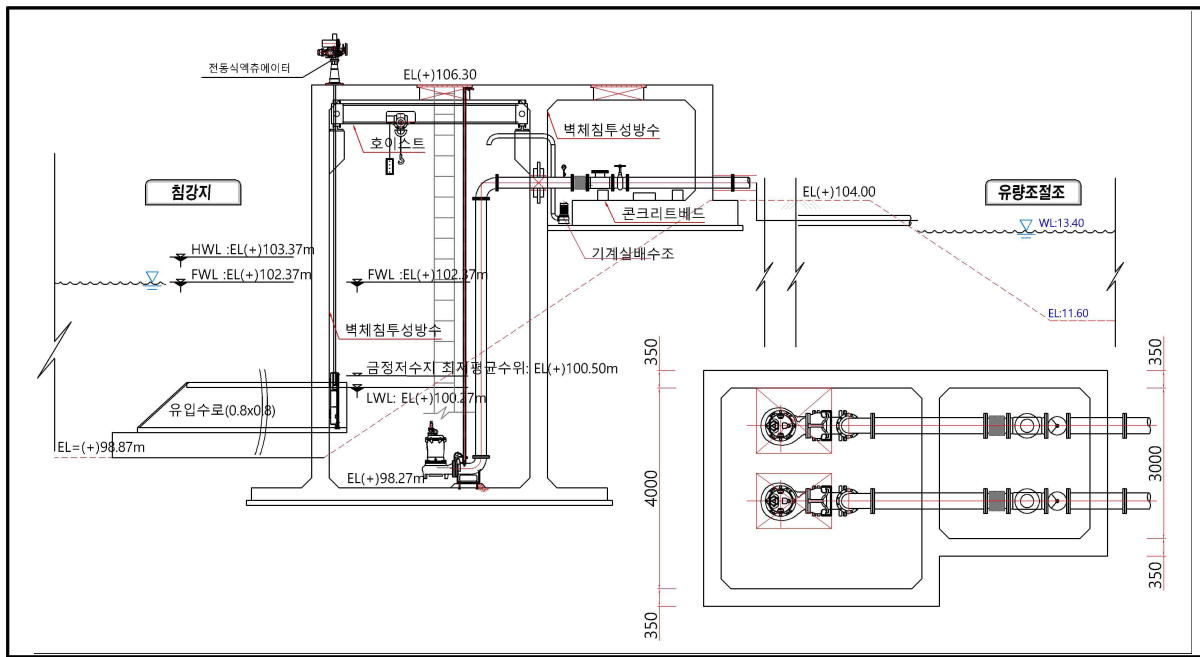
- 양수용량은 수질모형을 활용하여 목표수질을 만족하기 위해 인공습지에서 처리해야 할 양을 시행착오법을 통해 4,600m<sup>3</sup>/일로 설정함(습지 1, 2 각각 2,300m<sup>3</sup>/일)
- 양수시설은 습지 하나당 1조, 2대의 수중펌프를 배치하여 1일 24시간 가동하며(12시간 쉼 교번 가동)하도록 계획함
- 취수위치는 금정저수지의 지난 10년간(2007년~2016년) 저수율에 근거한 최저평균 저수율 49.8%까지 양수할 수 있도록 저수지 중심부로 유입수로를 설치하고(습지2), 양수장 유입수조 바닥표고는 침강지 바닥표고(98.87m)보다 60cm 낮은 98.27m로 계획하였음
- 양수장 유입수조 유입부에 문비를 설치하여 유지관리 시 유입수를 차단할 수 있도록 하였고, 유입부에는 스크린을 설치하여 쓰레기나 이물질이 유입수조로 유입되지 않도록 계획함
- 부대시설로 펌프 운영 및 유지관리 시 필요한 판넬과 호이스트를 설치하도록 반영함

<표 5.5-2> 금정저수지 연도별 최저 저수율 및 수면고

연도	저수율(%)	수면고(m)	연도	저수율(%)	수면고(m)
2007년	58.0	101.1	2012년	31.0	100.0
2008년	54.0	101.0	2013년	69.0	101.5
2009년	50.0	100.9	2014년	39.0	100.5
2010년	50.0	100.9	2015년	37.0	100.4
2011년	63.0	101.3	2016년	47.0	100.8

<표 5.5-3> 양수시설 제원

구 분	양수장 바닥고 (EL.m)	밸브실 바닥고 (EL.m)	유량 (m <sup>3</sup> /min)	펌프형식	전기동력 (kW)	구경(mm)	대수	운영시간 (hr)
인공습지1	98.27	104.00	1.60	수중펌프	5.5kw	150	2	12
인공습지2	98.27	104.00	1.60	수중펌프	5.5kw	150	2	12



(그림 5.5-3) 양수시설 상세도

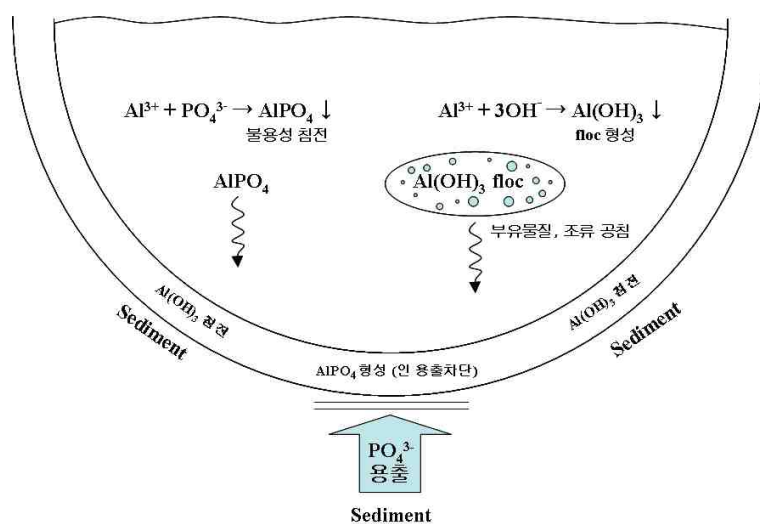
&lt;표 5.5-4&gt; 양수시설 설치 위치



## 5.6 기타 수질개선장치(응집침전장치)

### 5.6.1 응집침전법 개요

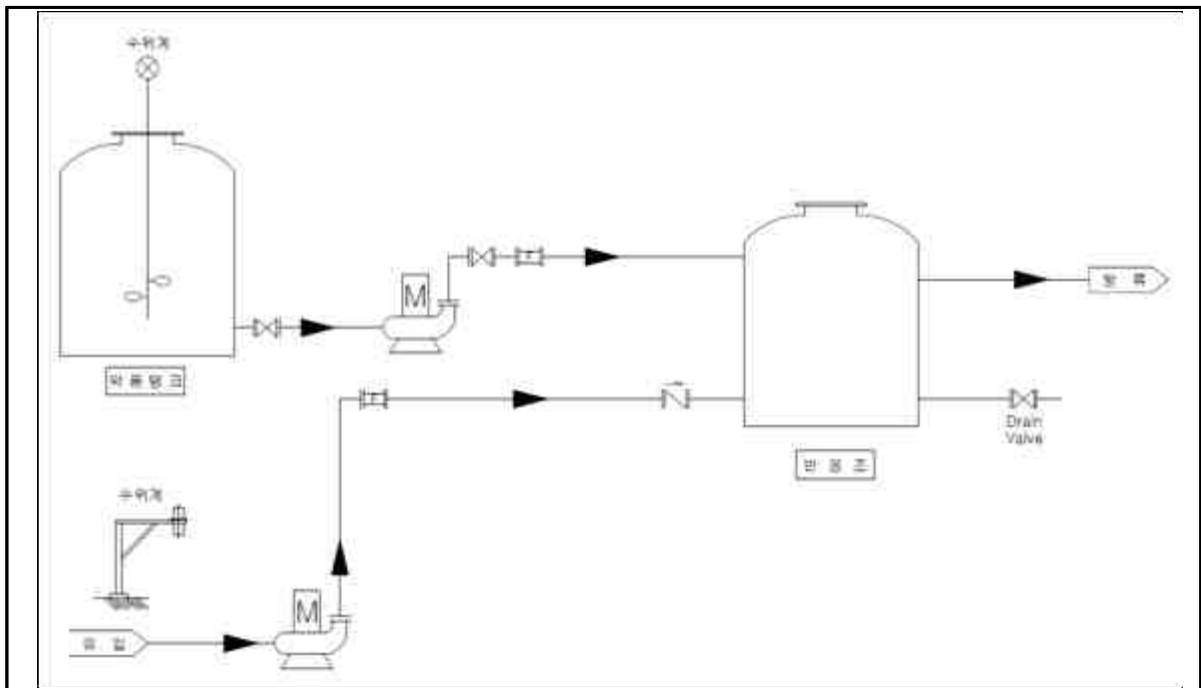
- 알루미늄염을 이용한 응집침전법은 오래 전부터 정수장의 부유물질 제거를 위하여 적용되고 있는데 외국에서는 호수의 수질개선에도 많이 사용되고 있으며, 하수의 화학적 처리에서도 사용되고 있음
- 알루미늄염 응집제는 호수의 식물플랑크톤과 무기인산이온(orthophosphate)을 침강 제거하고 인(P)의 재용출을 억제함으로써 부영양화를 억제하는 효과를 나타냄
- 알루미늄염은 생물에 독성이 없는 것으로 알려져 정수장에서도 오랫동안 사용되고 있음
- 외국의 사례를 보면 주로 자연호에서 저질의 인 용출을 억제하는 데에 많이 사용되어 왔음. 그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

- 본 사업에 적용되는 수질개선공법은 침강지, 인공습지 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 옆 지하부에 알루미늄을 이용한 응집침전장치를 두어 기존 시설로 목표수질 달성이 어려울 것으로 판단될 경우 부분적으로 가동하여 수질정화 효율을 안정적으로 유지할 수 있도록 계획함



(그림 5.6-2) 응집침전장치 모식도



(그림 5.6-3) 응집침전장치 구성 예시(지상부)

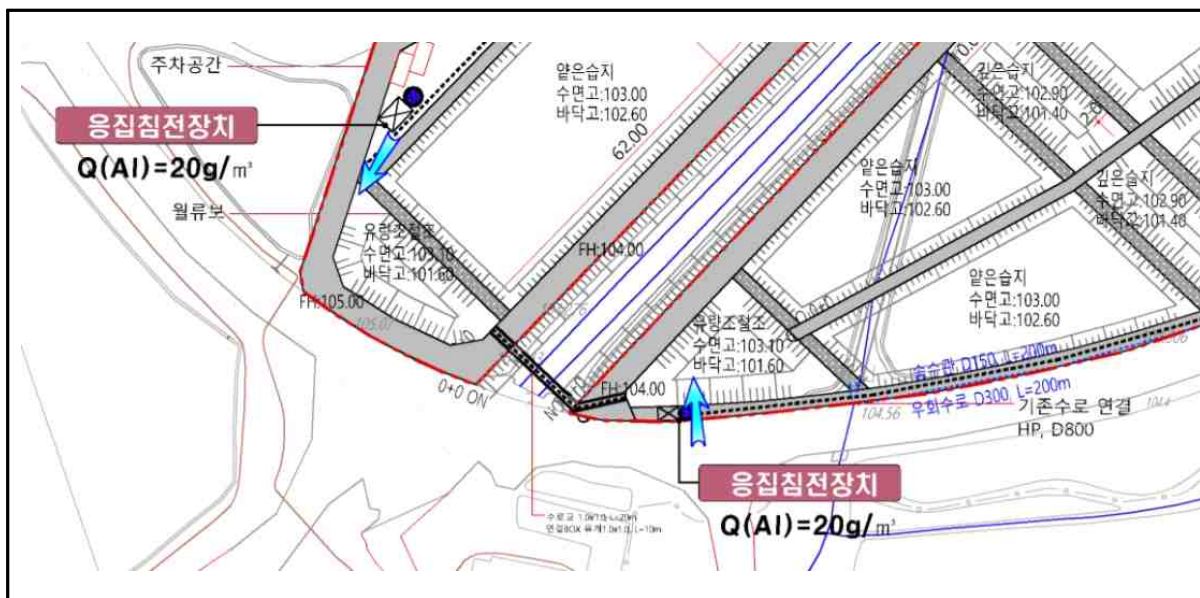


- 구성은 알루미늄을 저장할 수 있는 약품저장탱크와 정량을 지속적으로 주입할 수 있는 정량약품펌프, 노즐, 파이프 등으로 구성됨
- 주입 용량은 처리대상수의 오염 농도에 따라 Jar Test를 통해 달라질 수 있으나, 금번 기본계획에서는 경험적 수치(감돈저수지, 흥동저수지 등)인 20g/m<sup>3</sup>을 주입하는 것으로 계획하였음

<표 5.6-1> 응집침전공법의 정화효율

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 조합형인공습지의 유량조절조(습지1, 2)에 투입되어 습지내부로 이동하는 과정에서 원수와 접촉, 반응하며 인공습지 내부에 침적되어 침전물이 호내로 재유입 되는 것을 방지하도록 계획함



(그림 5.6-4) 응집침전장치 위치도

- 응집침전시설은 각 인공습지의 유량조절조 옆 관리도로 아래 지하부에 두어 경관성을 고려하여 계획하였음

- 다수의 외국사례와 국내 적용사례(감돈저수지)의 생태독성평가 등을 살펴보았을 때 생태계에 독성피해는 없는 것으로 조사되었으나, 유량조절조와 습지내부에 침강한 플럭(floc)은 인공습지의 유지관리시 침전물 준설을 통해 제거하고 이때 퇴적토 성분 분석을 실시하여 관련법에 따라 적정 처리할 계획임

Neo Environmental Business Co., Ltd

### 시험성적서

의뢰자 정보	의뢰자	강원대학교 환경학과
	주소	강원도 춘천시 강원대학길 1
	접수일자	2015년 07월 29일
시험 정보	시험명	물벼룩 24시간 급성독성시험
	시험일자	2015년 07월 30일 ~ 08월 4일
	시험방법	수질오염공정시험기준
시료 정보	시료명	감돈침강지

- 시험 결과 -

이 시험성적서는 의뢰자가 의뢰한 시료에 대한 시험 결과입니다.

시료명	생태독성값(TU)
감돈침강지	0.0

실험 담당자 : 김은교  
책임자 : 강신길

2015년 8월 7일

Neo Environmental Business Co., Ltd

### 시험성적서

의뢰자 정보	의뢰자	강원대학교 환경학과
	주소	강원도 춘천시 강원대학길 1
	접수일자	2015년 08월 20일
시험 정보	시험명	물벼룩 24시간 급성독성시험
	시험일자	2015년 08월 20일 ~ 08월 23일
	시험방법	수질오염공정시험기준
시료 정보	시료명	감돈지A, 감돈지B

- 시험 결과 -

이 시험성적서는 의뢰자가 의뢰한 시료에 대한 시험 결과입니다.

시료명	생태독성값(TU)
감돈지A	0.0
감돈지B	0.0

실험 담당자 : 김은교  
책임자 : 강신길

2015년 8월 24일

(그림 5.6-5) 응집침전장치 생태독성 평가 시험성적서

[감돈저수지 침강지 인 불용화사업, 2015. 9, 한국농어촌공사]

# 제6장

## 농업비점오염 저감계획

---

6.1 개요

6.2 세부내용



## 제6장 농업비점오염 저감계획

### 6.1 개요

#### 6.1.1 도입 배경

- 비점오염원의 오염부하 기여도 증가로 공공수역 수질악화 우려
  - 정부에서는 '89~'05년 기간 동안 총 7차례 정부차원의 물관리종합대책을 수립하여 30조원을 투입하였으나, 4대강 수질은 크게 개선되지 않음
  - 동 대책의 효과로 점오염원의 기여도는 감소추세이나, 비점오염원의 비중이 커지고 있어 이에 대한 종합대책 마련 시급
  - 비점오염원에 대한 관리대책 부재 시 수질에 미치는 영향이 '20년경 68~72% 수준에 이를 전망으로 적극적인 관리대책 필요(2012, 제2차 비점오염원관리 종합대책, 관계부처합동)
- 비점오염원 관리 가능 면적 중 전·답의 비율 및 단위면적당 발생부하량 증가로 인하여 농업·농촌 비점오염원 대책의 중요성이 증가하고 있음
- 최근 관련분야에 대한 연구가 진행되었거나 진행 중에 있으며 연구를 통해 농업비점오염원을 저감할 수 있는 저감기법이 다양하게 개발되고 있음
- 이에 따라 그동안 추진해온 인공습지, 침강지 등 호 내 대책 위주의 수질개선사업에 비점오염발생 및 유출저감을 위한 유역대책을 본 지구에 시범 적용하여 그 효과를 검증하고 향후 농업용수 수질개선을 위한 정책방향을 정립하는데 활용하고자 함

#### 6.1.2 목적

- 금정지구의 농업비점오염원에 대한 최적관리기법(BMP) 보급 및 금정지구 수질개선에 미치는 효과평가를 통해 저수지 유역관리를 위한 효율적인 사업모델 구축

#### 6.1.3 비점오염저감 범위

##### 가. 공간적 범위

- 금정저수지 상류 유역 443.7ha

##### 나. 시간적 범위

- '18~'21

※ 호 내 대책 기간과 동일한 기간을 설정하여 호 내 대책 준공과 더불어 개선효과 발휘 유도

### 다. 내용적 범위

- 주민역량강화 : 농업비점오염 저감과 관련된 이해관계자들을 분석하고, 이들이 비점오염관리를 협력적으로 수행하고 의사를 조정·결정해 갈 수 있도록 역량강화 프로그램 운영 및 거버넌스 구축 지원
- 최적관리기법(BMP) 보급 : 논, 밭의 비점오염물질 발생과 유출 저감을 위한 물꼬 조정, 완효성비료 사용, 지표 피복 등 BMP기법을 보급
  - 유역 내 논 53.4ha, 밭 57.7ha 중 참여농가 대상 일부 시행
- 모니터링 및 사업효과 평가 : 적용된 비점오염저감 대책의 효과를 측정하고 구조적인 대책(호 내 및 호유입부 대책)과의 효율 비교 및 지구 내 혹은 타 지구 확대 적용 가능성 검토

### 6.1.4 연차별 추진계획

- 1차년도('18) : 세부계획수립, 거버넌스 **준비단계**
  - 비점오염저감대책 세부계획 수립, 주민교육, 역량강화, BMP이해
- 2차년도('19) : 거버넌스 **육성** 및 최적관리기법 **도입단계**
  - 주민참여, 자치활동, BMP보급, 효과모니터링, 중간평가
- 3차년도('20) : 거버넌스 **육성** 및 최적관리기법 **보완단계**
  - 주민참여, 자치활동, BMP보완, 효과모니터링, 중간평가
- 4차년도('21) : 거버넌스 **자립** 및 최적관리기법 **확립단계**, 사업총괄평가
  - 환경계획, 사업추진, BMP이행, 효과모니터링, 사업효과 총괄평가

### 6.1.5 사업비

- 총600백만원
  - 1차년도 : 50백만원(세부계획수립비 포함)
  - 2차년도 : 120백만원
  - 3차년도 : 200백만원
  - 4차년도 : 230백만원

## 6.2 세부내용

### 6.2.1 주민역량강화 프로그램 운영

#### 가. 농업비점오염원관리를 위한 지속적인 주민역량강화 교육 실시

- 참여지구 주민을 대상으로 농업비점오염원 및 농업BMP 교육을 지속적이고 반복적으로 실시
- 선진지 견학 및 홍보영상 제작
  - 연1회 선진지 견학을 통해 참여지구 주민과 농업인들의 참여 유도 및 동기 부여
  - 장기적으로 농업인을 포함한 지역주민의 농업·농촌 환경보전에 대한 역량 강화를 목표로 함
  - 비점오염저감대책 홍보 및 확산을 위한 영상물 제작, 배포

#### 나. 참여지구 농업인의 전문성 함양을 위한 심화과정 실시

- 참여지구 농업인의 농업비점오염 관리 및 농업BMP에 대한 전문성을 함양하기 위한 심화교육 실시



주민역량강화교육



전문성함양 심화교육

#### 다. 참여지구 주민 실천활동 프로그램 실시

- 이론 및 선진지 견학 등의 교육 실시 후 농업인 및 주민들이 실천 가능한 실행 프로그램 선정
- 농업인, 주민 및 마을지도자를 대상으로 한 실천 활동 프로그램 개발을 위한 워크숍을 통해 스스로 실행할 수 있는 실천 활동을 결정하고 실천하기 위한 계획을 수립



주민실천활동 프로그램1



주민실천활동 프로그램2

### 6.2.2 최적관리기법(BMP) 보급

#### 가. 농업BMP 보급

- 물꼬조절장치 보급 : 논이 저장하고 있는 논물 자체의 배출을 저감하기 위해 개량물꼬 보급
- 완효성비료 지원 : 논에 투입되는 오염원 총량 저감을 위해 완효성비료 구입에 대한 일반비료와의 차액 지원
- 지표피복 : 강우시 밭 토양 및 비료성분 유출 최소화와 수분보유력 증대를 위한 지표 피복(벼짚 등)
- 침사구 : 강우시 밭의 토양 및 비료성분 유출 최소화를 위한 물 웅덩이 설치

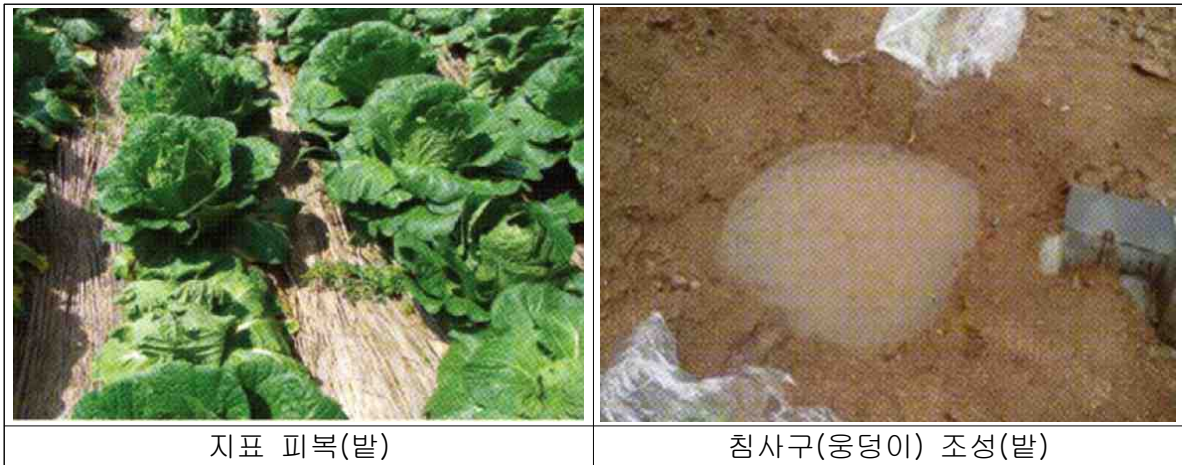


물꼬조절장치 보급(논)



완효성비료 보급(논)





#### 나. 참여 인센티브 지급

- BMP 교육 및 활동에 참여하고, 농업BMP 보급 적용에 따른 이행사항을 준수한 농가에 참여 인센티브 지급
- 참여 인센티브는 농업BMP 적용으로 인한 소득감소분을 보전해 주는 방식이 아닌 농업비점오염 저감활동에 농가 및 주민의 참여를 독려할 수 있도록 BMP 기법의 소요 농자재 보급과 저감활동에 대한 참여 수당으로 지원
- 이행매뉴얼(체크리스트) 작성 및 보급으로 주민들이 지속적으로 참여할 수 있도록 유도
- 마을 공동체 지원 인센티브의 활용 용도에 대한 부분은 참여마을에서 협의를 통해 진행

### 6.2.3 모니터링 및 효과평가

#### 가. BMP 보급효과 모니터링

- BMP적용지역 주요지점 유출수에 대한 적용 전후 수질개선효과 비교

#### 나. 사업효과평가

- 역량평가 : 거버넌스 주체의 역량, 비점오염저감 실천, 비점오염관리 성과 등 평가지표를 마련하여 연차별, 사업진행 단계별 평가
- 총괄평가 : 비점오염저감대책의 효과에 대한 총괄평가 및 기존 수질개선사업과의 비교를 통해 농업용수 수질개선을 위한 효율적인 사업모델 제시



# 제7장

## 유지관리계획

---

7.1 침강지(부담)

7.2 양수시설

7.3 인공습지

7.4 식생수로

7.5 모니터링 계획



## 제7장 유지관리계획

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

### 7.1 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 축진되어 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

#### 7.1.1 침강지 유지관리 일반

- 계획한 저장효율을 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 이앙기 등 침강지내 저류수를 배제할 수 있는 시기를 선택하여 시행하는 것이 바람직함
- 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검함
- 상시 물을 저류할 경우 악취, 해충 발생 등의 문제가 발생할 수 있으므로 강제배수를 실시하거나(발생강우를 1~3일정도 체류하여 침전시킨 후 강제 배수), 녹조제거제 등을 살포하여 민원 예방
- 일반인 접근으로 인한 시설훼손, 안전사고 등이 발생할 우려가 있으므로 관리자 외 낚시객 등 일반인의 접근·통행을 금지해야 함

### 7.1.2 침강지 유지관리 체크리스트

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

<표 7.1-1> 침강지의 유지관리 점검 체크리스트

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

## 7.2 양수시설

- 양수시설은 유량을 안정적으로 공급하여 수질정화시설의 정화효율을 안정적으로 발휘 또는 유지시키기 위해 도입하였으며, 이 외에도 저수지 본체(하부)로부터 양수하여 정화시설을 거쳐 재배출 시킴으로써 저수지 물 순환의 부수적인 효과도 기대할 수 있음
- 조합형인공습지의 습지1, 2 각 섹터에 대하여 각각 2기씩(총4기)의 양수시설을 설치할 계획이며, 유지보수 등의 시기를 제외하면 연중 운영을 원칙으로 함

- 본 사업지구의 주요 정화시설인 조합형인공습지는 취입수를 자연유하방식이 아닌 펌프에 의한 양수에 전적으로 의존하므로 양수시설에 대한 주기적인 유지관리를 통해 안정적으로 운영될 수 있도록 해야 함

### 7.2.1 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 침하변형과 콘크리트의 갈라짐과 열화 발생을 점검하고 펌프기능과 수밀성에 지장이 우려될 경우에는 원인을 규명하고 즉시 적절한 대책을 강구해야 함
- 계획양수를 원칙으로 하며 정기, 비정기, 긴급점검 등을 실시하여 상시 기능을 유지해야 함
- 시설관리 담당자는 기기의 점검결과 정비가 필요한 경우 신속하게 정비하여 기능이 유지되도록 조치하고, 정비가 불가능한 경우 수리, 변경 및 이설이나 사용 일시정지나 제한 등의 조치를 해야 함
- 기기의 운전 및 개폐시 안전수칙을 준수하여 재해가 발생하지 않도록 함
- 운전 중 심한 낙뢰가 칠 때나 운전 종료로 전기를 사용하지 않을 때는 전원을 차단하여 안전사고가 발생하지 않도록 해야 함
- 양수시설 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리해야 함
- 안전난간, 맨홀덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리해야 함
- 사고 및 이상이 발생한 경우에는 응급조치 후 신속히 시설관리자에게 보고하고 사고의 경중에 따라 적절한 조치를 취해야 함

## 7.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트

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

<표 7.2-1>양수시설의 유지관리 점검 체크리스트

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



## 7.3 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

### 7.3.1 인공습지 유지관리 일반

- 습지가 정상적으로 잘 운영되기 위해서는 지속적인 관리를 요하며, 다음과 같은 사항에 초점을 맞추어야 함
  - 유입수가 미생물, 식물, 토양 등과 충분한 접촉을 갖도록 해야 함
  - 유입수의 흐름이 습지 전 지역을 골고루 통과해야 함
  - 미생물이 건강한 활동을 할 수 있는 환경을 조성해야 함
  - 식물들이 왕성히 성장하도록 유지시켜야 함
- 처리용량과 규모, 처리원수, 습지형태 등에 따라 퇴적물 제거 시기는 다를 수 있음. 인공 습지의 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 구성을 유도하고 잡초를 제거하기 위해 정확한 수위조절이 필요함. 또한, 습지의 유지관리를 위해서 물을 완전히 배제해야 하는 경우도 있어 수위조절 구조물의 설치가 필요함

- 식재 후 약 1년간의 수위 관리는 식물생존에 가장 중요한 요소로 작용함. 초기 성장 기간 동안 2~5cm 크기의 작은 식물의 최적 생존과 성장을 위해서는 기질이 침수되지 않고 단지 포화만 되어 있어야 하며 이후 한두 달 동안은 많은 물이나 농도가 낮은 수체를 유입시켜야 하고, 그 다음 6개월간은 계속 농도를 약간씩 증가시키고 유량도 증가시킴
- 봄철 성장 초기단계에서는 의도적 식물종의 유도, 잡초의 제어를 위해 수위조절이 필요함. 정상적인 운영상태의 수심은 처리하고자 하는 유입수의 특성에 따라 다르겠지만 하수를 처리하기 위한 수심은 10~20cm, 저수지 수질개선을 위해 대규모 유량을 처리해야 할 경우 10~40cm, 깊은 습지구간, 또는 연못의 경우 70~180cm 정도임. 적절한 수심의 유지는 식물생장에 매우 중요함. 작고 새로운 식물은 앞에서 뿌리로 산소를 공급해주는 통기조직이 잘 발달되어 있지 않아 수심이 깊으면 심각한 문제를 일으킬 수 있으며, 특히 산소가 부족한 물의 경우는 더 심해짐
- 따라서 운영단계에서 각 요소들의 수위는 필요시 검사하고 조절되어야 하며, 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

### 7.3.2 인공습지 유지관리 체크리스트

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

<표 7.3-1>인공습지의 유지관리 점검 체크리스트

인공습지 점검사항	점검결과	조치계획
<b>제방/비상여수로</b>		
• 식생은 온전한가?		
• 제방의 침식문제?		
• 제방에 설치류 활동?		
• 제방의 균열, 슬라이딩, 팽창 여부?		
• 누수/침투현상 발생?		
• 여수로가 말끔한가?		
• 비상여수로 설치지역에 침식?		
• 기타 사항?		
<b>유출입구 구조물 및 수로</b>		
• 쓰레기 존재? 제대로 작동?		
• 쓰레기 랙에 쓰레기? 제대로 작동?		
• 퇴적물 축적량?		
• 콘크리트/석재 구조물의 상태?		
• 금속성 관로는 정상상태?		
• 수문작동은 정상?		
• 출수수로는 정상? 침식?		
• 기타 사항?		
<b>침사지</b>		
• 퇴적물 축적여부?		
• 상수위 습지상태		
• 침입종의 존재?		
• 육안으로 관측되는 오염현상?		
• 연안지역 침식문제?		
• 유입수 출구지역 침식발생여부?		
• 습지 선단과 말단 정상상태?		
• 다른 활동에 의해 잠식현상 발생?		
• 퇴적물 축적량은?		
<b>식생지역</b>		
• 식생은 적절한가?		
• 정상적인 식물성장이 이루어지고 있는가?		
• 침전이 과도하게 이루어지고 있는가?		
<b>안전사항</b>		
• 인근지역 주민으로부터 민원발생 여부?		
• 위험지역으로 경고되고 있나?		

## 7.4 식생수로

- 본 사업지구의 식생수로는 평시 및 강우 유출수에 대해 침사지에서의 침전 및 습지식물과 미생물에 의한 오염물질 침전, 흡착, 산화분해 등의 기작으로 정화시키도록 계획되어 있음
- 침사지의 주기적인 준설과 더불어 습지식물의 활착 및 성장촉진, 고사식물과 슬러지의 제거 등과 같은 주기적인 유지관리가 수반되어야 함

### 7.4.1 식생수로 유지관리 일반

- 계획한 저감효율을 확보할 수 있도록 유입부, 저류부, 여과부 및 유출부 등의 기능점검 및 관리가 중요하며 유지관리만으로 효율이 개선되지 않을 경우 시설 개선 및 보강을 고려함
- 식생의 식재 후 활착 및 안정화 되는 기간에는 수로내 수위를 5~10cm이하 수준으로 유지하고 식생성장에 따라 단계적으로 수위를 높여 안정화시기에는 30cm내외 수준으로 수위관리 실시
  - 비료 투입 및 약제 살포 등과 같은 인위적인 방법 금지
- 동절기에는 주기적으로 식생을 전지하여 제거하도록 하며, 7월 전후 최대생장기에 추가적으로 전지할 경우 오염물질 흡수, 제거에 유리함
  - 1년 1회~2회 정도의 식물을 수확하여야 함
  - 절취를 할 경우 성장점이 손상되지 않도록 식물 바닥으로부터 30cm 상부 부분을 절취하고 절취 잔해물이 다시 수계로 유입되는 것을 방지하기 위해 지정된 장소에 일시 적치하여 수분을 제거한 뒤 외부로 반출하여 적법한 방법에 의하여 폐기물 처리함
- 전처리 기능을 갖는 유입부는 주기적으로 협잡물과 침전물을 제거해 주도록 하여 침전 효율을 유지해야 함
- 침전물질·협잡물로 인해 수로 내 처리용량이 크게 감소되거나 물 흐름 등의 방해가 발생하기 시작하면 제거하도록 함
  - 준설한 슬러지는 「폐기물관리법」에 적합토록 처리·처분하여야 함
- 정기적으로 시설을 점검하되, 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검하여야 함
- 주기적으로 각 구성요소별 수질오염물질의 유입량, 유출량 및 제거율을 조사하여야 함

### 7.4.2 식생수로 유지관리 체크리스트

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

<표 7.4-1> 식생수로의 유지관리 점검 체크리스트

식생수로 점검사항	점검결과	조치계획
침전부(침사지)		
• 계획유량이 유입되고 있는가?		
• 침전물이 재부유하여 월류하지 않는가?		
• 침사지내 이물질이나 녹조, 악취 등이 발생하고 있지 않은가?		
• 후단시설로 유출은 원활히 이루어지는가?		
식생수로부		
• 수로측벽이나 바닥의 쇄굴, 포락이 발생하지 않았는가?		
• 수로내외 식생(수생식물, 잔디 등)은 고르게 성장하고 있는가?		
• 수로내 식생은 주기적으로 제거 및 적정 처리되고 있는가?		
• 처리수의 유입 및 수로내 물흐름은 원활하며, 주변으로 넘치지 않는가?		
• 수로내 침전으로 인한 퇴적이 과다하지 않는가(용량의 10%이상을 초과)?		
• 월류부(체크댐)에 쓰레기, 험잡물, 식물잔재 등이 고여 있지 않은가?		
• 월류부는 전면을 거쳐 고르게 월류되고 있는가?		
• 수위조절 장치는 적정 기능을 유지하고 있는가?		

## 7.5 모니터링 계획

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

<표 7.5-1> 수질개선시설 모니터링 계획

구 분	시설점검	수질측정	사후모니터링
내 용	인공습지, 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	인공습지, 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

# 제8장

## 사업시행여건

---

- 8.1 자연환경 여건
- 8.2 매장문화재 현황 및 영향
- 8.3 주변 개발 및 오염식감 계획
- 8.4 조사자 종합의견





## 제8장 사업시행 여건

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

### 8.1 자연환경 여건

- 본 사업지구에는 현지조사 결과 법정보호종 3종(원앙(천), 새매(멸Ⅱ, 천), 황조롱이(천))이 확인되고 문헌조사결과 법정보호종 10종(삿(멸Ⅱ), 수달(멸Ⅰ, 천), 원앙(천), 독수리(멸Ⅱ, 천), 큰말뚝가리(멸Ⅱ), 매(멸Ⅰ, 천), 새호리기(멸Ⅱ), 황조롱이(천), 흰목물떼새(멸Ⅱ), 물방개(멸Ⅱ))이 확인되었음
- 금정저수지의 생태자연도 등급은 전체 Ⅲ등급 권역으로 확인되었으며, 기존습지, 인공습지(1, 2), 침강지 모두 생태자연도 Ⅲ등급 권역으로 확인됨
- 공사 시 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
  - 공사 중 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 공사 시 친환경적인 소재를 사용, 육상동물의 생육(번식기)이 왕성한 시기와 어류산란기에는 공사 지양
  - 시각 및 청각에 예민한 분류군의 영향을 최소화 하기 위하여 가설방음판넬, 방진망 설치운영
- 운영 시에는 수질개선과 인공습지 조성으로 인한 식생 활착과 이입, 곤충, 소형동물 서식처 제공 등으로 생물다양성과 건강한 수생태환경 조성을 기대할 수 있음

### 8.2 매장문화재 현황 및 영향

- 매장문화재조사 결과 사업시행으로 인한 영향은 없을 것으로 예상됨

## [매장문화재 지표조사 결과요약(금정지구)]

지표조사 결과, 조사대상지역 및 주변지역에서 어떠한 고고학적 유구나 유물의 흔적을 찾을 수 없어 신규로 파악된 유적은 없다. 따라서, 관련 행정절차를 거친 후 조사대상 지역 내에서는 사업을 시행하여도 무방할 것으로 판단된다.

### 8.3 주변 개발 및 오염삭감 계획

- 금정저수지 주변으로 개발계획은 없음
- 저수지 유역은 하수미처리구역이나 금왕하수관로정비사업(L=14.542km)이 2020년 준공 예정으로 사업이 완료되면 인근 군부대 하수 이송 처리로 인해 향후 생활계 오염부하량이 크게 감소할 것으로 예상됨

### 8.4 조사자 종합의견

- 본 사업시행으로 자연환경여건은 공사시 일시적으로 영향을 받을 수 있으나 운영단계에서는 생태다양성과 건전성이 오히려 증가할 것으로 예상되며, 매장문화재영향 요인이 없고, 현재 상류대책으로 추진 중인 금왕하수관로정비 계획과 연계하여 수질개선효과를 배가 시킬 수 있을 것으로 예상됨
- 자연환경여건, 매장문화재영향, 주변개발 및 삭감계획에 비추어 볼 때 본 사업시행으로 주변환경에 긍정적인 영향이 예상되어 사업시행여건이 매우 우수하며, 안전농산물 생산과 농산물 품질경쟁력강화, 지역균형발전 및 쾌적한 지역환경조성 등에 기여할 수 있는 사업으로 판단됨

# 제9장

## 사업비

---

9.1 사업비 수지예산서

9.2 사업비 산출내역



## 제9장 사업비

### 9.1 사업비 수지예산서

#### 9.1.1 수입

(금액 : 원)

구 분	연 도 별 계 획			비 고
	계	국 고	지 방 비	
금정지구 수질개선사업	(170,000,000) <b>6,440,000,000</b>	(170,000,000) <b>6,440,000,000</b>	-	( ) : 내서 농어촌공사 직접교부액

#### 9.1.2 지출

(단위 : 원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
<b>총사업비</b>	-	(170,000,000) <b>6,440,000,000</b>	( ) : 내서 농어촌공사 직접교부액
순공사비	소 계	<b>4,831,000,000</b>	
	1) 조합형습지1	1,571,400,000	
	2) 조합형습지2	1,437,300,000	
	3) 식생수로	378,500,000	
	4) 침강지	832,800,000	
	5) 비점오염저감	600,000,000	S/W사업 (역량강화 등)
	7) 기타공사비(폐기물)	11,000,000	
자 재 대	1) 관급자재대	<b>532,000,000</b>	
관리비 및 기타	소 계	(170,000,000) <b>850,340,000</b>	( ) : 내서 기본조사비
	1) 기본조사비	(170,000,000)	문화재지표조사, 전략환경영향평가 포함
	2) 세부설계비	192,459,000	소규모환경영향평가 포함
	3) 생태보전협력기금	42,830,000	
	4) 공사관리비	373,163,000	
	5) 사업관리비	71,888,000	
용지매입비	1) 용지매수비	<b>226,660,000</b>	

## 9.2 사업비 산출내역

### 9.2.1 관리비 및 기타 산출내역

#### 가. 생태보전협력기금 산출내역

구 분	대 상 액			용도지역	할증 계수	금액 (원)
	개발면적	면적단가(원)	금액(원)			
조합형습지1	6,641	300	1,992,366	농림지역	3	5,980,000
조합형습지2	8,374	300	2,512,176	농림지역	3	7,540,000
식생수로	10,139		3,041,565			9,120,000
침강지	22,429	300	6,728,754	농림지역	3	20,190,000
계	47,583					42,830,000

#### 나. 세부설계비 산출내역

##### (1) 세부설계비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지 매수비	계			
세부설계비	4,391,000	532,000	-	4,923,000	3.30	162,459	농어촌정비법 요율
소규모환경 영향평가					-	30,000	1식
계					-	192,459	-

##### (2) 세부설계비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	4,923,000	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 3,000,000
설계요율(%)	3.60	3.30	3.30	(대상액)-(하한기준금액): 2,923,000
				(상한기준)-(하한기준)요율: -0.30

다. 공사감리비 산출내역

(1) 공사감리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
공사감리비	4,391,000	532,000	-	4,923,000	7.58	373,163	농어촌정비법요율
						-	
계						373,163	

(2) 공사감리비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비고
대상액(천원)	2,000,000	4,923,000	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 3,000,000
설계요율(%)	8.00	7.58	7.57	(대상액)-(하한기준금액): 2,923,000
				(상한기준)-(하한기준)요율: -0.43

라. 사업관리비 산출내역

(1) 사업관리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
사업관리비	4,391,000	532,000	226,660	5,149,660	1.41	71,888	농어촌정비법요율
				-		-	
계				5,149,660		71,888	

(2) 사업관리비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비 고
대상액(천원)	5,000,000	5,149,660	10,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 5,000,000
설계요율(%)	1.42	1.41	1.32	(대상액)-(하한기준금액): 149,660
				(상한기준)-(하한기준)요율: -0.10

### 9.2.2 용지매수 보상비 산출내역

◦ 금정지구 수질개선시설 도입에 따른 편입용지조서는 다음 표와 같음

<표 9.2-1> 금정지구 편입용지조서

번호	토지소재지	지번	부번	지목	지적면적(㎡)	편입면적(㎡)
인공습지1		소계				6,641.22
1	생극면 관성리	275	4	유	8,590	5,616.99
2		275	7	유	130	85.70
3		873	5	구	8,914	575.03
4		237	1	유	559	90.35
5		284		도	8,673	150.16
6		307		유	22,246	95.92
7		266	1	도	6	27.07
인공습지2		소계				8,373.91
8		275	4	유	8,590	3.23
9		873	5	구	8,914	202.86
10		237	1	유	559	234.85
11		233	4	유	559	160.56
12		284		도	8,673	5,916.07
13		284	1	유	272	95.65
14		874		구	3,445	327.61
15		237	5	유	406	125.31
16		64	2	유	974	280.15
17		64		유	28,948	1,023.88
18		238	6	유	245	3.74
식생수로		소계				10,138.54
19		51		유	15,469	5,182.19
20		54	3	답	2,407	52.50
21		34		유	4,222	3,657.19
22		857		구	8,539	555.24
23		35		유	1,679	285.76
24		860	2	천	19,933	88.22
25		56		유	44,250	317.44
침강지		소계				22,429.19
26		322	1	유	6,248	1,778.13
27		307		유	22,246	16,150.77
28		333		유	208	1,933.21
29		302		유	4,866	11.47
30		860	2	천	19,933	22.86
31		56		유	44,250	2,532.75
시설지 총계						47,582.86



◦ 이 중 매입이 필요한 사유지는 다음 표와 같으며, 각 용지의 공시지가로 매입비용을 산정하면 226,660,000원이 소요됨

대상지번			지목	면적(㎡)	실거래가(원)	매입비용(원)
계			-	6,457.23	-	226,660,000
생극면 관성리	275	7	유	85.70	35,000	2,990,000
생극면 관성리	873	5	구	575.03	35,000	20,120,000
생극면 관성리	266	1	도	27.07	15,600	420,000
생극면 관성리	873	5	구	202.86	35,000	7,100,000
생극면 관성리	233	4	유	160.56	35,000	5,610,000
생극면 관성리	284	1	유	95.65	35,000	3,340,000
생극면 관성리	874		구	327.61	35,000	11,460,000
생극면 관성리	237	5	유	125.31	35,000	4,380,000
생극면 관성리	64	2	유	280.15	35,000	9,800,000
생극면 관성리	238	6	유	3.74	35,000	130,000
생극면 관성리	54	3	답	52.50	35,000	1,830,000
생극면 관성리	34		유	3,657.19	35,000	128,000,000
생극면 관성리	857		구	555.24	35,000	19,430,000
생극면 관성리	35		유	285.76	35,000	10,000,000
생극면 관성리	860	2	천	22.86	90,000	2,050,000

## 9.2.3 공사비 산출내역

## 가. 조합형인공습지1 공사비 내역

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
1. 조합형인공습지1		1	식		1,571,400,000
-순공사비					1,125,000,000
-제경비					446,400,000
.1)토공					268,257,800
..흙깎기	굴삭기0.7m <sup>3</sup>	7844	m <sup>3</sup>	1,200	9,412,800
..유용성토	습지(덤프운반)	2201	m <sup>3</sup>	2,400	5,282,400
..사토처리	준설토,L=5km	5643	m <sup>3</sup>	6,000	33,858,000
..절토면고르기	토사	937	m <sup>2</sup>	1,600	1,499,200
..성토면고르기	토사	2138	m <sup>2</sup>	2,000	4,276,000
..지반매트	5ton/m	2218	m <sup>2</sup>	3,000	6,654,000
..콘크리트포장(인력)	t=15cm	253	m <sup>2</sup>	30,500	7,716,500
..토사치환	논흙(t=0.3,습지)	81	m <sup>2</sup>	5,000	405,000
..식생토	논흙	197	m <sup>2</sup>	5,000	985,000
..여과자갈	Ø100mm	394	m <sup>3</sup>	46,100	18,163,400
..여과자갈	Ø40mm	394	m <sup>3</sup>	46,100	18,163,400
..기능성여재	안트라사이트	197	m <sup>3</sup>	788,500	155,334,500
..필터매트	3ton/m	2958	m <sup>2</sup>	2,200	6,507,600
.2)호안공					270,250,570
..사석부설		582	m <sup>3</sup>	56,000	32,592,000
..기초사석		2746	m <sup>3</sup>	56,100	154,050,600
..뒷채움자갈	Ø40mm이하	509	m <sup>3</sup>	45,800	23,312,200
..사석면고르기		1355	m <sup>2</sup>	9,600	13,008,000
..필터매트	3ton/m	1043	m <sup>2</sup>	2,200	2,294,600
..지반매트	5ton/m	3895	m <sup>2</sup>	3,000	11,685,000
..식생매트		339	m <sup>2</sup>	5,500	1,864,500
..호안블럭설치	1000x1000x150	710	m <sup>2</sup>	9,100	6,461,000
..호안블록기초		353	m	37,100	13,096,300
..월류보	사석형,H0.4xW2.0	75	m	101,000	7,575,000
..습지내사면	사석부설	38	m	37,165	1,412,270
..게비온격벽	1.0x1.0	16	m	114,700	1,835,200
..진입로	콘크리트포장,t=15cm	10	m <sup>2</sup>	106,390	1,063,900

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
.3)시설물공					545,281,500
..양수시설(금정)	380vx5.5KW	1	개소	188,250,000	188,250,000
..유도수로	흙관,Ø800mm	10	m	135,000	1,350,000
..유입관	PE관,Ø200mm	175	m	49,000	8,575,000
..유출관	흙관,Ø400	30	m	79,000	2,370,000
..유출수문	Ø400	3	식	3,277,500	9,832,500
..비상수로	흙관,Ø1000	10	m	330,900	3,309,000
..비상수로수문	Ø1000	1	식	9,947,500	9,947,500
..관리맨홀	Ø1,200,H=1.8m	2	개소	2,510,000	5,020,000
..안전휀스설치	W2000xH1000	75	m	175,700	13,177,500
..녹지조성		230	㎡	15,000,000	3,450,000
..유량계및CCTV		1	식	200,000,000	200,000,000
..응집처리시설		1	조	100,000,000	100,000,000
.4)식재공					11,800,700
..수질정화식물	4본/㎡	1171	㎡	5,900	6,908,900
..수질정화식물	초본완성형매트	789	㎡	6,200	4,891,800
.5)부대공					29,409,430
..조립식가설사무실	36개월	80	㎡	110,000	8,800,000
..조립식가설창고	36개월	80	㎡	80,000	6,400,000
..오탁방지막		5	SPAN	2,293,400	11,467,000
..부대공	공사비의0.23%	1	식		2,742,430

## 나. 조합형인공습지2 공사비 내역

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
2. 조합형인공습지2		1	식		1,437,300,000
-순공사비					1,029,000,000
-제경비					408,300,000
.1)토공		0			432,733,000
..흙깎기	굴삭기0.7m <sup>3</sup>	8389	m <sup>3</sup>	1,200	10,066,800
..유용성토	습지(덤프운반)	2753	m <sup>3</sup>	2,400	6,607,200
..사토처리	준설토,L=5km	5636	m <sup>3</sup>	6,000	33,816,000
..절토면고르기	토사	387	m <sup>2</sup>	1,600	619,200
..성토면고르기	토사	2079	m <sup>2</sup>	2,000	4,158,000
..지반매트	5ton/m	2679	m <sup>2</sup>	3,000	8,037,000
..콘크리트포장(인력)	t=15cm	197	m <sup>3</sup>	30,500	6,008,500
..토사치환	논흙(t=0.3,습지)	101	m <sup>3</sup>	5,000	505,000
..식생토	논흙	359	m <sup>3</sup>	5,000	1,795,000
..여과자갈	Ø100mm	718	m <sup>3</sup>	46,100	33,099,800
..여과자갈	Ø40mm	718	m <sup>3</sup>	46,100	33,099,800
..기능성여재	안트라사이트	359	m <sup>3</sup>	788,500	283,071,500
..필터매트	3ton/m	5386	m <sup>2</sup>	2,200	11,849,200
.2)호안공		0			213,970,550
..사석부설		420	m <sup>3</sup>	56,000	23,520,000
..기초사석		1982	m <sup>3</sup>	56,100	111,190,200
..뒷채움자갈	Ø40mm이하	367	m <sup>3</sup>	45,800	16,808,600
..사석면고르기		978	m <sup>2</sup>	9,600	9,388,800
..필터매트	3ton/m	752	m <sup>2</sup>	2,200	1,654,400
..지반매트	5ton/m	2811	m <sup>2</sup>	3,000	8,433,000
..식생매트		245	m <sup>2</sup>	5,500	1,347,500
..호안블럭설치	1000x1000x150	1059	m <sup>2</sup>	9,100	9,636,900
..호안블럭기초		568	m	37,100	21,072,800
..월류보	사석형,H0.4xW2.0	61	m	101,000	6,161,000
..습지내사면	사석부설	50	m	37,165	1,858,250
..계비온격벽	1.0x1.0	16	m	114,700	1,835,200
..진입로	콘크리트포장,t=15cm	10	m <sup>3</sup>	106,390	1,063,900

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
.3)시설물공					353,888,500
..양수시설(금정)	380vx5.5KW	1	개소	188,250,000	188,250,000
..유도수로	흙관,Ø800mm	30	m	135,000	4,050,000
..유입관	PE관,Ø200mm	200	m	49,000	9,800,000
..유출관	흙관,Ø400	30	m	79,000	2,370,000
..유출수문	Ø400	3	식	3,277,500	9,832,500
..비상수로	흙관,Ø1000	10	m	330,900	3,309,000
..비상수로수문	Ø1000	1	식	9,947,500	9,947,500
..관리맨홀	Ø1,200,H=1.8 m	2	개소	2,510,000	5,020,000
..안전휀스설치	W2000xH1000	85	m	175,700	14,934,500
..우회수로	600x600	200	m	12,900	2,580,000
..녹지조성		253	m <sup>2</sup>	15,000.000	3,795,000
..응집처리시설		1	조	100,000,000	100,000,000
.4)식재공					15,021,500
..수질정화식물	4본/m <sup>2</sup>	1037	m <sup>2</sup>	5,900	6,118,300
..수질정화식물	초본완성형매트	1436	m <sup>2</sup>	6,200	8,903,200
.5)부대공					13,386,450
..오탁방지막		5	SPAN	2,293,400	11,467,000
..부대공	공사비의0.23%	1	식		1,919,450

## 다. 식생수로 공사비 내역

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
3. 식생수로		1	식		378,500,000
-순공사비					271,000,000
-제경비					107,500,000
.1)토공					69,709,100
..흙깎기	굴삭기0.7m <sup>3</sup>	9229	m <sup>3</sup>	1,200	11,074,800
..유용성토	습지(덤프운반)	6203	m <sup>3</sup>	2,400	14,887,200
..사토처리	준설토,L=5km	3026	m <sup>3</sup>	6,000	18,156,000
..절토면고르기	토사	1601	m <sup>2</sup>	1,600	2,561,600
..성토면고르기	토사	2528	m <sup>2</sup>	2,000	5,056,000
..콘크리트포장(인력)	t=15cm	537	m <sup>3</sup>	30,500	16,378,500
..토사치환	논흙(t=0.3,습지)	131	m <sup>3</sup>	5,000	655,000
..식생토	논흙	188	m <sup>3</sup>	5,000	940,000
.2)호안공					51,455,005
..호안블럭설치	1000x1000x150	1457	m <sup>2</sup>	9,100	13,258,700
..호안블록기초		627	m	37,100	23,261,700
..월류보	사석형,H0.4xW2.0	109	m	101,000	11,009,000
..습지내사면	사석부설	77	m	37,165	2,861,705
..진입로	콘크리트포장,t=15cm	10	m <sup>3</sup>	106,390	1,063,900
.3)시설물공					108,682,200
..유출관	흙관,Ø400	30	m	79,000	2,370,000
..유출수문	Ø400	3	식	3,277,500	9,832,500
..비상수로	흙관,Ø1000	10	m	330,900	3,309,000
..비상수로수문	Ø1000	1	식	9,947,500	9,947,500
..관리맨홀	Ø1,200,H=1.8m	2	개소	2,510,000	5,020,000
..안전휀스설치	W2000xH1000	326	m	175,700	57,278,200
..녹지조성		1395	m <sup>2</sup>	15,000.000	20,925,000
.4)식재공					4,206,700
..수질정화식물	4본/m <sup>2</sup>	713	m <sup>2</sup>	5,900	4,206,700
.5)철거공					24,737,000
..안전휀스철거	W2000xH1000	853	m	29,000	24,737,000
.6)부대공					12,209,995
..오탁방지막		5	SPAN	2,293,400	11,467,000
..부대공	공사비의0.23%	1	식		742,995

라. 침강지 공사비 내역

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
4. 침강지		1	식		832,800,000
-순공사비					596,000,000
-제경비					236,800,000
.1)토공		0			248,328,000
..흙깎기(습지)	도저13톤	31041	m³	2,000	62,082,000
..사토처리	준설토,L=5km	31041	m³	6,000	186,246,000
		0			
.2)호안공		0			219,201,000
..사석부설		282	m³	56,000	15,792,000
..기초사석		786	m³	56,100	44,094,600
..필터석	Ø25mm이하	895	m³	47,400	42,423,000
..사석면고르기		539	m²	9,600	5,174,400
..필터매트	3ton/m	816	m²	2,200	1,795,200
..지반매트	5ton/m	1182	m²	3,000	3,546,000
..식생매트		440	m²	5,500	2,420,000
..호안블럭설치	1000x1000x150	1769	m²	9,100	16,097,900
..호안블록기초		440	m	37,100	16,324,000
..콘크리트블럭설치	1500*1000	870	EA	53,000	46,110,000
..콘크리트블럭설치	1000*1000	435	EA	56,000	24,360,000
..진입로	콘크리트포장,t=20cm	10	m³	106,390	1,063,900
.3)시설물공		0			100,677,700
..배수문	Ø1000전동	1	개소	19,119,000	19,119,000
..배수문	Ø500수동	1	개소	4,021,500	4,021,500
..유도수로(침강지)	흙관,Ø1000	20	m	398,000	7,960,000
..안전휀스설치	W2000xH1000	396	m	175,700	69,577,200
		0			
.4)부대공		0			27,793,300
..가체절흙쌓기		1624	m³	1,300	2,111,200
..가체절흙헐기		1137	m³	1,100	1,250,700
..오탁방지막		10	SPAN	2,293,400	22,934,000
..부대공	공사비의0.23%	1	식		1,497,400





# 제 10 장

## 부록

- 10.1 참여기술자 명단
- 10.2 환경기준(수질, 토양, 퇴적물)
- 10.3 시험성적표(수질, 퇴적물, 토질, 시추)
- 10.4 현황측량 기준점 성과표
- 10.5 유역도 및 면적표
- 10.6 연도별 월별 강우량
- 10.7 유역별 유출량 산정 결과
- 10.8 저수지 내용적(사업시행 전후)
- 10.9 수질예측결과 데이터
- 10.10 시설별 기본계획도
- 10.11 시설별 편입용지도 및 조서
- 10.12 매장문화재지표조사 결과(요약)
- 10.13 전략및 소규모 환경영향평가 협의내용 및 반영결과
- 10.14 중간보고회 및 기술검토회 결과



## 제10장 부록

### 10.1 참여기술자 명단

#### 1) 한국농어촌공사

직책	성명	직종	참여분야
환경사업처장	안중식	환경	업무지도
수질환경부장	노경환	환경	기본계획수립 총괄
팀원	김상현	환경	수질개선대책 수립
팀원	황준철	토목	토목설계
팀원	강의태	환경	수질조사 및 예측
팀원	김대원	환경	토목설계

#### 2) (주)신성엔지니어링

분야	참여업무내용	성명	자격종목	기술자 등급	비고
사업총괄	총괄 책임기술자	서근순	수자원개발기술사 (12198010079M)	특급	
토질지질	분야별 책임기술자	이재영	토질및기초기술사 (161100100)58V	특급	
	분야별 참여기술자	박용수	토목기사 (07204070292J)	고급	
	분야별 참여기술자	임정훈	토목기사 (13204020138Z)	초급	
수자원	분야별 책임기술자	황보윤	토목기사 (01201030171G)	고급	
기계	분야별 책임기술자	최태석	건설기계기술사 (83123000252)	특급	
수질	분야별 책임기술자	유광준	수질환경기사 (04201073158S)	중급	
	분야별 참여기술자	최천호	수질환경기사 (11203010913A)	초급	
	분야별 참여기술자	유주현	수질환경기사 (12201071592Y)	초급	
측량	분야별 책임기술자	이석군	측량및지형공간정보기술사 (98153010165Q)	특급	
	분야별 참여기술자	이대환	측지기사 (94202021149J)	초급	

## 10.1 환경기준

### 10.2.1 수질

가. 하천

1) 사람의 건강보호 기준

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

2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기준								
		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)	총유기탄 소량 (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 <sup>3</sup> )	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.

10.2.2 토양

[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 폐침묵을 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

- 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
- 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
- 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.



### 10.2.3 퇴적물

#### 가. 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	

비교 : 1. 등급별 퇴적물의 상태

가. 금속류

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

나. 유기물, 영양염류

- IV 등급 : 심각하고 명백한 오염

#### 나. 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

비교 : 1. 단계별 퇴적물 지점의 상태 및 조치

- 가. 보통 : 지질이나 대기의 영향을 일반적인 정도로 받는 곳에서 나타나는 상태
  - 나. 약간 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있으며, 독성시험을 통해 악영향 확인 필요
  - 다. 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 높으며, 조사 범위를 상하류로 확대하여 오염 규모 확인 필요
  - 라. 매우 나쁨 : 심각하고 명백하게 오염되었으며, 중장기적으로 배출시설 및 공공수역 관리 필요
2. 한 지점이 여러 조건에 중복 해당될 경우 오염도 높은 단계 쪽으로 판정  
 3. “금속류 ‘II’ 등급 기준 지수”는 아래 식에 따라 계산함

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

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

### 10.3 시험성적표

#### 10.3.1 수질

문서번호 : SHW-170627-05

### 시험 성적서

2018 강원도 원주시 청강골길4 농암면회관 3층, 전화 033-734-0517, 팩스 050-5116-0518, 대표자 인신환

시 험 명	2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부원역) 과제에 따른 수질분석 결과 (금정저수지_06월)		
의뢰기관	농업기술개발사업연구소	시료채취일	2017. 06. 27.
장 소	-	검 수 일	2017. 06. 27.

#### 시험결과

1. 결과서 불필요함  
 2. 이 성적서는 원료자가 제시한 시료 및 시료 양으로 시험한 결과임.  
 3. 이 성적서는 사전 검토 없이 최종결과 이외의 사용을 금함.

발 달 자 : 채유진      기술총괄책임자 : 이복진

2017년 06월 07일

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-GP-16-02    개정번호 : 03
A4(210×297mm)

### 시 험 결 과

문서번호 : SHW-170627-05

붙임 1 수질 시험결과

항 목	단 위	GJIS-1	GJIS-2	GJIS-3	규격-1 (0m)	규격-2	규격-3
BOD	(mg/L)	2.4	5.9	3.1	16.7	12.9	17.0
COD	(mg/L)	10.8	6.0	7.7	28.6	36.0	36.8
TOC	(mg/L)	7.2	5.3	5.2	14.2	19.1	20.1
SS	(mg/L)	15.8	4.0	10.0	16.4	18.8	19.8
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	2.4	0.4	1.2	216.7	159.7	381.7
T-N	(mg/L)	1.739	13.720	3.759	3.830	5.020	5.599
T-P	(mg/L)	0.176	0.524	0.839	0.522	0.672	0.780
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	0.26	5.72	1.16	0.91	0.03	0.02
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	0.6	7.6	1.5	0.2	0.1	0.1
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.022	0.518	0.065	불검출	불검출	불검출
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.129	0.421	0.579	0.214	0.232	0.034

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-GP-16-02    개정번호 : 03
A4(210×297mm)

2017년 6월 26일(평시 1차)

문서번호 : SHW-170726-02

### 시험 성적서

2018 강원도 원주시 청강골길4 농암면회관 3층, 전화 033-734-0517, 팩스 050-5116-0518, 대표자 인신환

시 험 명	2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부원역) 과제에 따른 수질분석 결과 (금정저수지_07월_3차)		
의뢰기관	농업기술개발사업연구소	시료채취일	2017. 07. 26.
장 소	-	검 수 일	2017. 07. 26.

#### 시험결과

1. 결과서 불필요함  
 2. 이 성적서는 원료자가 제시한 시료 및 시료 양으로 시험한 결과임.  
 3. 이 성적서는 사전 검토 없이 최종결과 이외의 사용을 금함.

발 달 자 : 황석민      기술총괄책임자 : 이복진

2017년 08월 11일

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-GP-16-02    개정번호 : 03
A4(210×297mm)

### 시 험 결 과

문서번호 : SHW-170726-02

붙임 1 수질 시험결과

항 목	단 위	GJIS-1	GJIS-2	GJIS-3	GJIS-4
BOD	(mg/L)	4.7	15.5	17.3	4.7
COD	(mg/L)	5.7	5.1	8.9	5.8
TOC	(mg/L)	4.3	3.1	5.1	4.2
SS	(mg/L)	2.9	2.6	7.4	10.2
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	0.6	0.3	0.4	0.4
T-N	(mg/L)	8.376	0.789	12.930	3.635
T-P	(mg/L)	0.297	0.274	1.141	0.259
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	0.62	5.64	1.33	0.71
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	3.2	1.3	10.6	2.6
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.075	0.073	0.166	0.035
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.032	0.005	0.780	0.054

항 목	단 위	GJIR-1-0m	GJIR-1-4m	GJIR-2	GJIR-3
BOD	(mg/L)	7.2	8.3	5.8	6.6
COD	(mg/L)	6.9	8.6	7.8	6.7
TOC	(mg/L)	4.5	4.7	4.5	4.4
SS	(mg/L)	16.4	7.0	14.8	19.8
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	0.6	0.7	0.4	0.6
T-N	(mg/L)	3.366	3.376	3.425	3.425
T-P	(mg/L)	0.292	0.449	0.289	0.279
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	1.05	1.06	1.15	0.99
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	1.5	1.0	1.5	1.7
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.083	0.011	0.082	0.083
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.024	0.076	0.009	0.071

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-GP-16-02    개정번호 : 03
A4(210×297mm)

2017년 7월 26일(평시 2차)

문서번호 : SHW-170831-03

### 시험 성적서

2017년 농업용수 수질개선사업 사업관리부 3층, 전화 02-734-0817, 팩스 02-734-5116, 0818, 대표지 단상면  
10원지주소지, 0818, 2차

시 호 명	2017년 농업용수 수질개선사업 사업관리부(3층) 1차에 따른 수질관리 결과 (10원지주소지, 0818, 2차)		
작 례 기 관	대한국수환경관리연구소	시험제차원	2017. 08. 31.
등 록 보	-	입 수 일	2017. 08. 31.

#### 시험결과

1. 물과서 불필요) 원소.
2. 물 성격서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료 명으로 시험한 결과는
3. 액 첨가서는: 시료 용액 없이, 전리용도 의뢰와 자원을 곁.

발 달 자 : 최규진 **박민진**      기술총괄책임자 : 이계진 **이영석**

2017년 10월 25일

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-QP-16-02    측정번호 : 03
A4(210×297mm)

### 시험 결과

문서번호 : SHW-170831-03

별첨 1 : 수질 시험결과

항 목	시험명	GJIS-1	GJIS-2	GJIS-3	GJIS-4
BOD	(mg/L)	1.8	8.7	8.5	2.6
COD	(mg/L)	4.5	9.2	7.6	5.3
TOD	(mg/L)	4.4	4.1	5.2	4.6
SS	(mg/L)	7.8	3.0	25.6	5.8
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	1.2	0.1	0.2	6.1
T-N	(mg/L)	6.755	52.872	11.512	2.581
T-P	(mg/L)	0.163	0.170	0.558	0.094
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	0.02	2.84	3.07	0.50
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	4.2	3.0	9.7	2.2
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.022	0.194	0.133	0.064
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.102	0.023	0.293	0.050

항 목	시험명	GJIS-1	GJIS-2	GJIS-3
BOD	(mg/L)	5.7	9.3	4.4
COD	(mg/L)	7.2	7.7	6.6
TOD	(mg/L)	5.3	4.9	4.9
SS	(mg/L)	17.2	13.2	1.0
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	16.4	18.0	10.5
T-N	(mg/L)	3.095	3.947	3.590
T-P	(mg/L)	0.080	0.258	0.067
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	0.10	0.23	0.08
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	1.5	1.5	1.6
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.032	0.034	0.033
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.031	0.038	0.035

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-QP-16-02    측정번호 : 03
A4(210×297mm)

2017년 8월 11일(평시 3차)

문서번호 : SHW-170831-03

### 시험 성적서

2017년 농업용수 수질개선사업 사업관리부 3층, 전화 02-734-0817, 팩스 02-734-5116, 0818, 대표지 단상면  
10원지주소지, 0818, 2차

시 호 명	2017년 농업용수 수질개선사업 사업관리부(3층) 1차에 따른 수질관리 결과 (10원지주소지, 0818, 2차)		
작 례 기 관	대한국수환경관리연구소	시험제차원	2017. 08. 31.
등 록 보	-	입 수 일	2017. 08. 31.

#### 시험결과

1. 물과서 불필요) 원소.
2. 물 성격서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료 명으로 시험한 결과는
3. 액 첨가서는: 시료 용액 없이, 전리용도 의뢰와 자원을 곁.

발 달 자 : 최규진 **박민진**      기술총괄책임자 : 이계진 **이영석**

2017년 10월 25일

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-QP-16-02    측정번호 : 03
A4(210×297mm)

### 시험 결과

문서번호 : SHW-170831-03

별첨 1 : 수질 시험결과

항 목	시험명	GJIS-1	GJIS-2	GJIS-3	GJIS-4
BOD	(mg/L)	1.8	8.7	8.5	2.6
COD	(mg/L)	4.5	9.2	7.6	5.3
TOD	(mg/L)	4.4	4.1	5.2	4.6
SS	(mg/L)	7.8	3.0	25.6	5.8
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	1.2	0.1	0.2	6.1
T-N	(mg/L)	6.755	52.872	11.512	2.581
T-P	(mg/L)	0.163	0.170	0.558	0.094
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	0.02	2.84	3.07	0.50
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	4.2	3.0	9.7	2.2
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.022	0.194	0.133	0.064
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.102	0.023	0.293	0.050

항 목	시험명	GJIS-1	GJIS-2	GJIS-3
BOD	(mg/L)	5.7	9.3	4.4
COD	(mg/L)	7.2	7.7	6.6
TOD	(mg/L)	5.3	4.9	4.9
SS	(mg/L)	17.2	13.2	1.0
Chl-a	(mg/m <sup>3</sup> )	16.4	18.0	10.5
T-N	(mg/L)	3.095	3.947	3.590
T-P	(mg/L)	0.080	0.258	0.067
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	0.10	0.23	0.08
NO <sub>2</sub> -N	(mg/L)	1.5	1.5	1.6
NO <sub>3</sub> -N	(mg/L)	0.032	0.034	0.033
PO <sub>4</sub> -P	(mg/L)	0.031	0.038	0.035

**(주)세현에코텍**  
Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-QP-16-02    측정번호 : 03
A4(210×297mm)

2017년 8월 30일(평시 4차)

문서번호 : SHW-170718-02

### 시험 성적서

2018년 강원도 양구시 양양읍양4 동양면관리구중, 관하 003-704-0017, 팩스 003-9118-0518, 대표자: 양상봉

시 험 명	2017년 양양읍수 수질개선사업 기본조사(계곡구역) 과제에 따른 수질분석 결과 (양양저수지, 07월, 2차, 1차차)
위 치	양양국수환경관리연구소 시료채취일 2017. 07. 08.
참 조	합 수 일 2017. 07. 08.

#### 시험결과

1. 결과서 범위) 합수  
2. 이 성적서는依頼자가 제시한 시료 및 시료 함으로 시험한 결과임  
3. 이 성적서는 사전 협의 없이 타목적도 이외의 사용을 금함.

일 당 자 : 양수권 기술총괄책임자 : 양재진

2017년 08월 07일

(주)세현에코텍  
 Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-OP-18-02 제판번호 : 03 A4(210×297mm)

### 시험결과

문서번호 : SHW-170718-02

붙임 1. 수질 시험결과

항 목	단 위	GJ5-1-1	GJ5-1-2	GJ5-1-3	GJ5-1-4	GJ5-1-5	GJ5-1-6
BOD	(mg/L)	8.0	4.9	4.7	3.8	3.7	3.0
COD	(mg/L)	18.8	16.7	19.4	19.7	19.8	16.2
TOC	(mg/L)	3.8	4.7	5.7	6.2	6.8	6.7
SS	(mg/L)	19.2	288.0	90.0	28.2	27.3	12.0
T-N	(mg/L)	4.667	3.603	4.418	4.722	5.329	6.074
T-P	(mg/L)	0.434	0.432	0.480	0.480	0.235	0.348

항 목	단 위	GJ5-2-1	GJ5-2-2	GJ5-2-3	GJ5-2-4	GJ5-2-5	GJ5-2-6
BOD	(mg/L)	8.0	5.7	7.2	6.2	6.3	6.2
COD	(mg/L)	18.8	7.0	9.4	8.2	8.4	11.8
TOC	(mg/L)	3.8	4.1	3.8	5.8	5.2	5.9
SS	(mg/L)	7.2	42.0	30.0	14.4	9.0	3.2
T-N	(mg/L)	4.668	3.000	3.000	4.997	4.270	3.000
T-P	(mg/L)	0.435	0.368	0.488	0.188	0.172	0.304

항 목	단 위	GJ5-3-1	GJ5-3-2	GJ5-3-3	GJ5-3-4	GJ5-3-5	GJ5-3-6
BOD	(mg/L)	38.0	7.3	6.3	7.9	4.3	5.2
COD	(mg/L)	18.6	16.3	16.1	13.3	12.1	10.4
TOC	(mg/L)	7.7	7.5	9.6	8.6	8.2	7.0
SS	(mg/L)	19.2	288.0	90.0	89.0	44.0	42.0
T-N	(mg/L)	5.266	4.646	6.790	7.270	8.244	7.815
T-P	(mg/L)	0.866	0.854	0.552	0.470	0.414	0.319

(주)세현에코텍  
 Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-OP-18-02 제판번호 : 03 A4(210×297mm)

2017년 7월 2~3일(강우시 1차)

문서번호 : SHW-170711-02

### 시험 성적서

2018년 강원도 양구시 양양읍양4 동양면관리구중, 관하 003-704-0017, 팩스 003-9118-0518, 대표자: 양상봉

시 험 명	2017년 양양읍수 수질개선사업 기본조사(계곡구역) 과제에 따른 수질분석 결과 (양양저수지, 07월, 2차, 1차차)
위 치	양양국수환경관리연구소 시료채취일 2017. 07. 11.
참 조	합 수 일 2017. 07. 11.

#### 시험결과

1. 결과서 범위) 합수  
2. 이 성적서는依頼자가 제시한 시료 및 시료 함으로 시험한 결과임  
3. 이 성적서는 사전 협의 없이 타목적도 이외의 사용을 금함.

일 당 자 : 양수권 기술총괄책임자 : 양재진

2017년 08월 07일

(주)세현에코텍  
 Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-OP-18-02 제판번호 : 03 A4(210×297mm)

### 시험결과

문서번호 : SHW-170711-02

붙임 1. 수질 시험결과

항 목	단 위	GJ5-1-1	GJ5-1-2	GJ5-1-3	GJ5-1-4	GJ5-1-5	GJ5-1-6
BOD	(mg/L)	8.0	9.8	4.9	3.6	3.1	3.0
COD	(mg/L)	18.9	18.9	11.6	18.6	10.9	9.4
TOC	(mg/L)	4.1	7.2	6.3	6.3	6.2	6.2
SS	(mg/L)	486.0	694.0	342.0	154.0	122.0	90.0
T-N	(mg/L)	4.662	3.600	4.419	4.722	5.329	6.076
T-P	(mg/L)	0.434	0.703	0.474	0.470	0.409	0.340

항 목	단 위	GJ5-2-1	GJ5-2-2	GJ5-2-3	GJ5-2-4	GJ5-2-5	GJ5-2-6
BOD	(mg/L)	8.4	5.4	6.5	16.5	7.0	6.0
COD	(mg/L)	7.5	8.4	9.4	29.6	10.9	6.6
TOC	(mg/L)	4.9	4.6	5.8	4.9	4.7	4.6
SS	(mg/L)	9.2	92.0	39.0	24.5	21.5	8.5
T-N	(mg/L)	4.962	3.044	3.940	4.155	4.878	4.470
T-P	(mg/L)	1.025	0.325	0.302	0.662	0.251	0.725

항 목	단 위	GJ5-3-1	GJ5-3-2	GJ5-3-3	GJ5-3-4	GJ5-3-5	GJ5-3-6
BOD	(mg/L)	38.0	7.3	6.3	7.9	4.3	5.2
COD	(mg/L)	18.6	16.3	16.1	13.3	12.1	10.4
TOC	(mg/L)	7.7	7.5	9.6	8.6	8.2	7.0
SS	(mg/L)	19.2	288.0	90.0	89.0	44.0	42.0
T-N	(mg/L)	5.266	4.646	6.790	7.270	8.244	7.815
T-P	(mg/L)	0.866	0.854	0.552	0.470	0.414	0.319

(주)세현에코텍  
 Sehyun ecotech Co., Ltd.

SHW-OP-18-02 제판번호 : 03 A4(210×297mm)


2017년 7월 10~11일(강우시 2차)

### 시험 결과

문서번호 : SHW-170711-02

붙임 1. 수질 시험결과(계측)

항목	공정 01-1	공정 02-2	공정 03-3	공정 04-4	공정 05-5	공정 06-6
BOD (mg/L)	4.9	9.3	6.0	5.8	5.6	5.0
COD (mg/L)	9.1	19.4	12.4	12.8	12.1	10.0
TOC (mg/L)	6.3	6.8	6.6	6.4	6.8	6.7
SS (mg/L)	17.2	16.6	10.0	17.3	16.4	16.6
T-N (mg/L)	3.59*	3.48*	3.107	3.193	3.349	3.516
T-P (mg/L)	0.268	0.599	0.569	0.452	0.446	0.418



SHW-01-18-02 | 2017년 7월 10~11일(강우시 2차) | A4(210×297mm)

### 10.3.2 퇴적물

### 시험 성적서

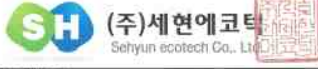
문서번호 : SHWGE-170627-05

2017년 금정지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(복수관역) 과제에 따른 수질분석 결과 (검정치수치: 06월)

시행일	2017년 06월 27일
뢰뢰기관	한국농수산대학관리연구소
담당자	김수필

### 시험결과

- 결과서 붙임 1 참조
- 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료 명으로 시험한 결과임.
- 이 성적서는 사전 검토 없이 의뢰권도 이외의 사용을 금함.



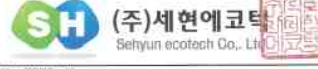
SHW-01-18-02 | 2017년 06월 27일 | A4(210×297mm)

### 시험 결과

문서번호 : SHWGE-170627-05

붙임 1. 퇴적물 시험결과

항목	공정 01-1	공정 02-2	공정 03-3	KRR1	KRR2	KRR3
장영광량 (%)	11.10	9.09	4.43	9.15	8.22	7.92
함수율 (%)	71.4	62.0	37.4	64.0	56.2	62.3
중량 (%)	153.2	167.6	134.2	58.5	84.1	98.1
F (mg/kg)	296	298	294	292	293	299
DN (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
T-N (mg/kg)	6.557	5.107	2.199	5.090	4.445	4.837
T-P (mg/kg)	1.098	1.002	1.105	918	899	969
Ca <sup>++</sup> (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
Cd (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
Pb (mg/kg)	41.2	34.7	31.0	16.0	18.4	17.6
Cu (mg/kg)	40.4	23.4	29.6	16.1	17.6	20.8
Ni (mg/kg)	72.2	13.6	15.1	36.9	34.6	55.1
Zn (mg/kg)	182.9	135.3	148.8	110.5	121.2	186.3
As (mg/kg)	4.7	3.3	4.8	6.0	5.5	5.4
Hg (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
유기인 (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
비늘 (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
TPH (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
PCB (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
BTEX (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
TCE (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
PCE (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤조피렌 (mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
미도분석	모래(%) 89.9	97.6	95.1	56.7	85.1	66.8
	WR-RRR%	16.1	2.4	4.7	41.3	16.9



SHW-01-18-05 | 2017년 6월 26일 | A4(210×297mm)

### 10.3.3 지질조사

## 1.1 조 사 명

- 2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(북부권역) 용역

## 1.2 조사 목적

- 2017년 농업용수 수질개선사업(북부권역)에 대한 지질조사 및 현장 제시험을 시행하여 필요한 제자료를 취득하는데 있음

## 1.3 조사지역 현황

구 분	위 치
금정저수지	• 충청북도 음성군 생극면 관성리 일원

조 사 위 치 도



## 1.4 조사자 및 조사기간

조 사 내 용	조 사 자	기 간
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시추조사 : 4공</li> <li>○ 표준관입시험 : 58회</li> </ul>	용역관리자 : 환경사업처 수질환경부 황 준 철 현장대리인 : 성일이엔지 김 효 선	2017. 11. 09 ~ 11. 29

## 1.5 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

## 1.6 조사실적

위 치	조 사 항 목		비 고
	시추조사	현장시험	
금정저수지	• 시추 : 2공	• 표준관입시험 : 35회	

## 제 2 장 지형 및 지질

### 2.1 지형

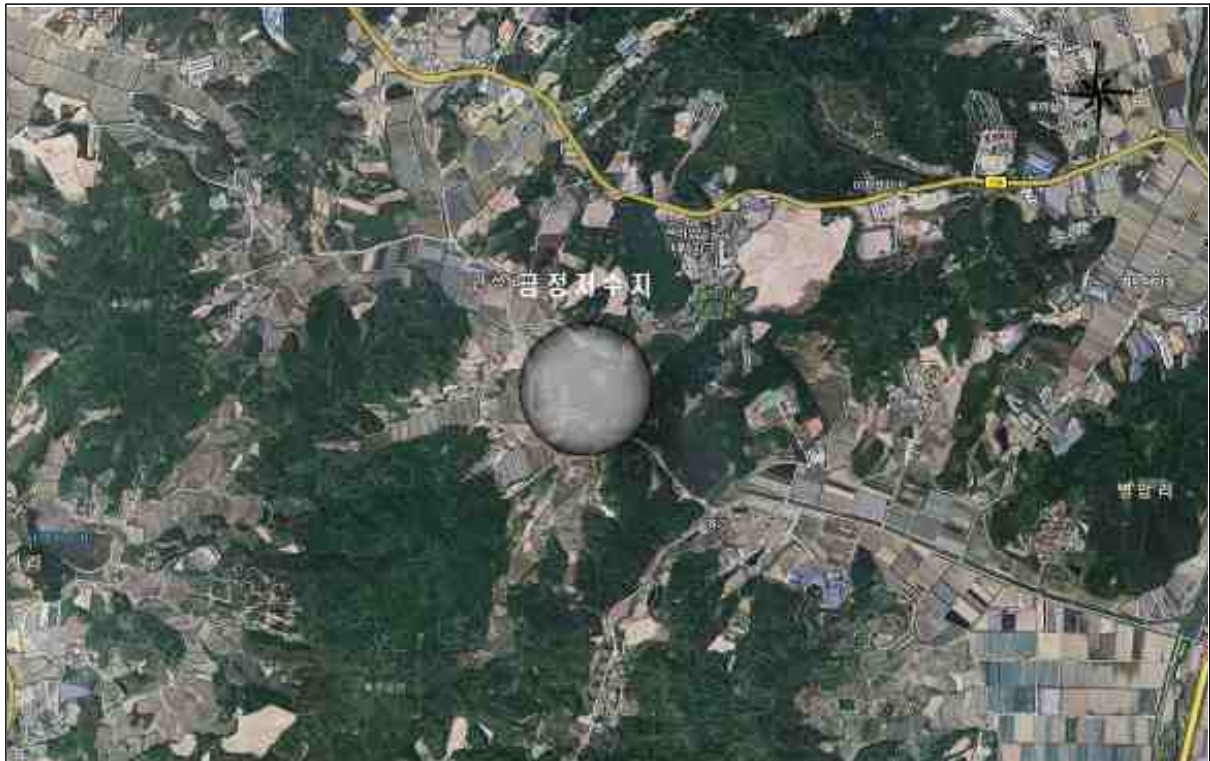
#### ■ 개 요

- 본 금정저수지는 충청북도 음성군 생극면 관성리에 위치하고 있다.
- 조사지역은 1:50,000 지형도 장호원도폭 좌측하단부에 위치하며 생극면 소재지에서 서측으로 약 4km 떨어져 있다. 서측으로 안성시, 동측으로 충주시, 남측으로 음성군, 북측으로 이천시와 접하여 위치한다.

#### ■ 산계 및 수계

- 산계 : 조사지역의 지형은 대체로 300m이하의 낮은 구릉 내지 평야로 되어있다. 지질은 화강암류로 구성되어 있는데 풍화를 심하게 받고 있어 노년기 지형에 가까운 양상을 보여준다. 곡저가 넓게 발달되어 있고 산구릉의 경사가 완만하다.
- 수계 : 주위 산계에서 발원하는 계곡부의 소지류들이 차평천으로 흘러 남북방향으로 북향하여 청미천으로 유입된다.

#### ■ 지형도



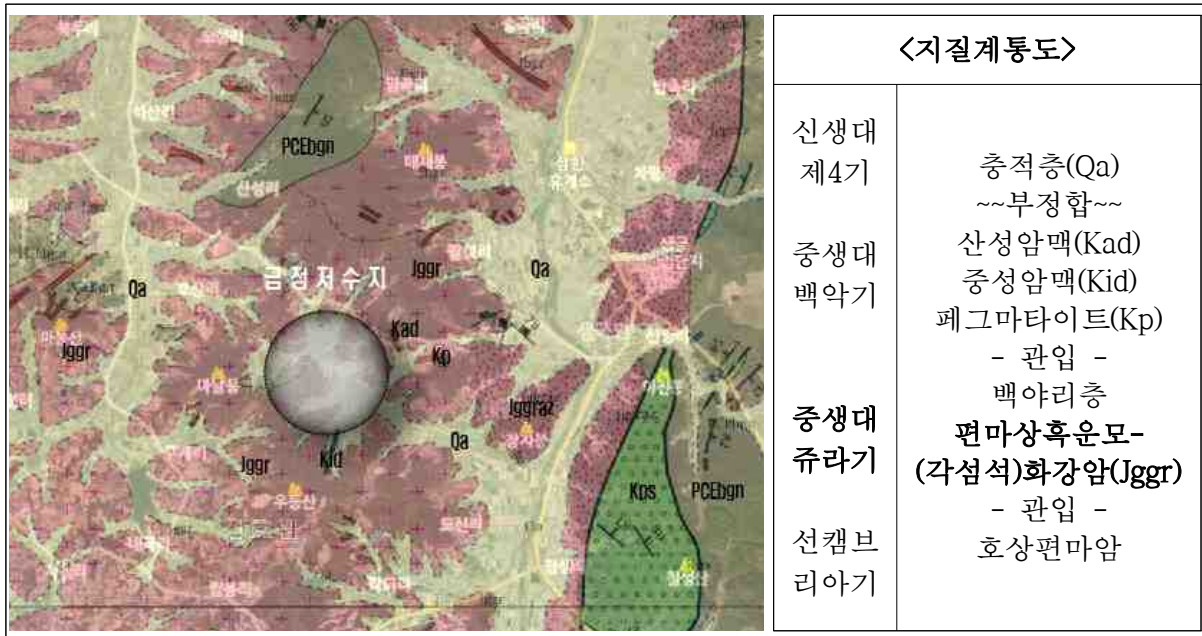


## 2.2 지 질

### 지질개요

- 기 발간된 1:50,000 장호원 지질도폭 결과를 근거로 분포지질을 파악하였다.
- 중생대 쥐라기층의 편마상흑운모-(각섬석)화강암이 주로 분포하며 그 상부로 제4기의 충적층이 피복하고 있다.

### 지질도 및 지질계통도



### 분포지질

- 본 조사지역은 선캠브리아기의 변성암류(호상편마암)를 최고기암으로 하여 중생대에 관입된 것으로 사료되는 화강암류들이 시기적으로 다소 차이를 보이면서 대부분의 지역을 점하고 있으며, 중생대의 퇴적암인 백야리층이 호상편마암과 편마상흑운모-(각섬석)화강암과 단층접촉의 관계를 갖고 분포한다.
- 조사지역의 기반암은 편마상흑운모-(각섬석)화강암으로 호상편마암과 백야리층과 단층에 의하여 점하고 있으며, 수많은 석영반암, 페그마타이트, 애플라이트, 장석반암 등의 맥이 발달하여 있다. 중립질 내지 조립질의 반상 조직을 보여주는 흑운모의 양이 비교적 풍부한 화강암으로 주구성 광물은 석영, 사장석, 정장석, 흑운모, 미사장석 등이다.
- 최상부는 하천의 주변을 따라 제4기의 충적층이 피복하고 있다.

## 제 3 장 시추조사 및 현장시험

### 3.1 시추조사

#### 1 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

#### 2 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(TCR 등) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공변, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관

#### 3 시추조사 현황

조사대상	조사공 배정기준	수 량
금정저수지	양수장 및 부댐	2공

- 시추조사를 구조물 구간에 준하여 장비투입이 가능한 위치를 선점하여 수행

#### 4 성과 정리

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



**5** 조사결과

구 분	공 번	지층별 층후(m)							지하수위 (GL.-m)	표준관 입시험 (회)
		토사층	사력층	혼적석	풍화암	연암	보통암	계		
금정저수지	BH-1	13.5	-	-	13.5	-	-	27.0	0.5	18
	BH-2	9.0	-	-	16.5	-	-	25.5	1.2	17

지 층 명	분포심도(층후)	구 성 상 태	U.S.C.S
토사층	0.0~13.5(9.0~13.5m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>전답토, 매립층, 퇴적층, 풍화대</li> <li>유기물 섞인 실트질 점토, 점토질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트질 모래</li> <li>젖음(Wet) 및 습윤(Moist)의 함수상태</li> <li>N값은 매우느슨~매우조밀의 상대밀도</li> </ul>	CL, SC SM, SP
풍화암	9.0~27.0(13.5~16.5m이상)	<ul style="list-style-type: none"> <li>기반암의 풍화암</li> <li>실트질 모래 및 암편으로 회수</li> <li>N값은 매우조밀의 상대밀도</li> </ul>	WR

## 3.2 표준관입시험

### 1 개요

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

### 2 원리 및 조사방법

- $64 \pm 0.5\text{kg}$ 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 부록의 시추주상도에 기재

#### ■ 점성토의 연경도 및 일축압축강도와 N치의 관계

N 치	연 경 도		일축압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )
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 $D_r = \frac{e_{MAX} - e}{e_{MIN} - e_{MAX}} \times 100$		내부마찰각 ( $\Phi$ )	
			Peck	Meyerhof
N < 4	매우느슨 (Very Loose)	0.0 ~ 0.2	< 28.5	< 30
4 ~ 10	느슨 (Loose)	0.2 ~ 0.4	28.5 ~ 30.0	30 ~ 35
10 ~ 30	보통 (Medium)	0.4 ~ 0.6	30.0 ~ 36.0	35 ~ 40
30 ~ 50	조밀 (Dense)	0.6 ~ 0.8	36.0 ~ 41.0	40 ~ 45
N > 50	매우조밀 (Very Dense)	0.8 ~ 1.0	41.0 <	45 <

표준관입시험 전경



3 시험결과

공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층	공 번	심도(m)	N 치 (타/Cm)	지층
BH-1	1.5	3/30	토사	BH-2	1.5	3/30	토사
	3.0	14/30	풍화대		3.0	13/30	토사
	4.5	41/30	풍화대		4.5	12/30	토사
	6.0	50/26	풍화대		6.0	50/28	풍화대
	7.5	50/21	풍화대		7.5	50/15	풍화대
	9.0	50/17	풍화대		9.0	50/10	풍화암
	10.5	50/13	풍화대		10.5	50/8	풍화암
	12.0	50/11	풍화대		12.0	50/6	풍화암
	13.5	50/9	풍화암		13.5	50/5	풍화암
	15.0	50/7	풍화암		15.0	50/4	풍화암
	16.5	50/8	풍화암		16.5	50/4	풍화암
	18.0	50/6	풍화암		18.0	50/4	풍화암
	19.5	50/6	풍화암		19.5	50/2	풍화암
	21.0	50/4	풍화암		21.0	50/3	풍화암
	22.5	50/4	풍화암		22.5	50/4	풍화암
24.0	50/4	풍화암	24.0	50/3	풍화암		
25.5	50/3	풍화암	25.5	50/3	풍화암		
27.0	50/3	풍화암	-	-	-	-	

- 금정저수지 표준관입시험은 총 35회 시행
- 금정저수지 토사층의 실측 N치가 3/30~13/30(회/cm)로 매우느슨~보통조밀한 상대밀도를 보이며, 풍화대는 14/30~50/11(회/cm)로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보이고 풍화암은 50/10~50/3(회/cm)로 매우 조밀한 상대밀도를 보인다.

### 3.3 지하수위

#### 1 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

지구명	공번	GL.-m	비고
금정저수지	BH-1	0.5	
	BH-2	1.2	

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

## 제 4 장 종합의견

### ■ 지형현황

- 조사지역의 지형은 대체로 300m이하의 낮은 구릉 내지 평야로 되어있다. 지질은 화강암류로 구성되어 있는데 풍화를 심하게 받고 있어 노년기 지형에 가까운 양상을 보여준다. 곡저가 넓게 발달되어 있고 산구릉의 경사가 완만하다. 주위 산계에서 발원하는 계곡부의 소지류들이 차평천으로 흘러 남북방향으로 북향하여 청미천으로 유입된다.

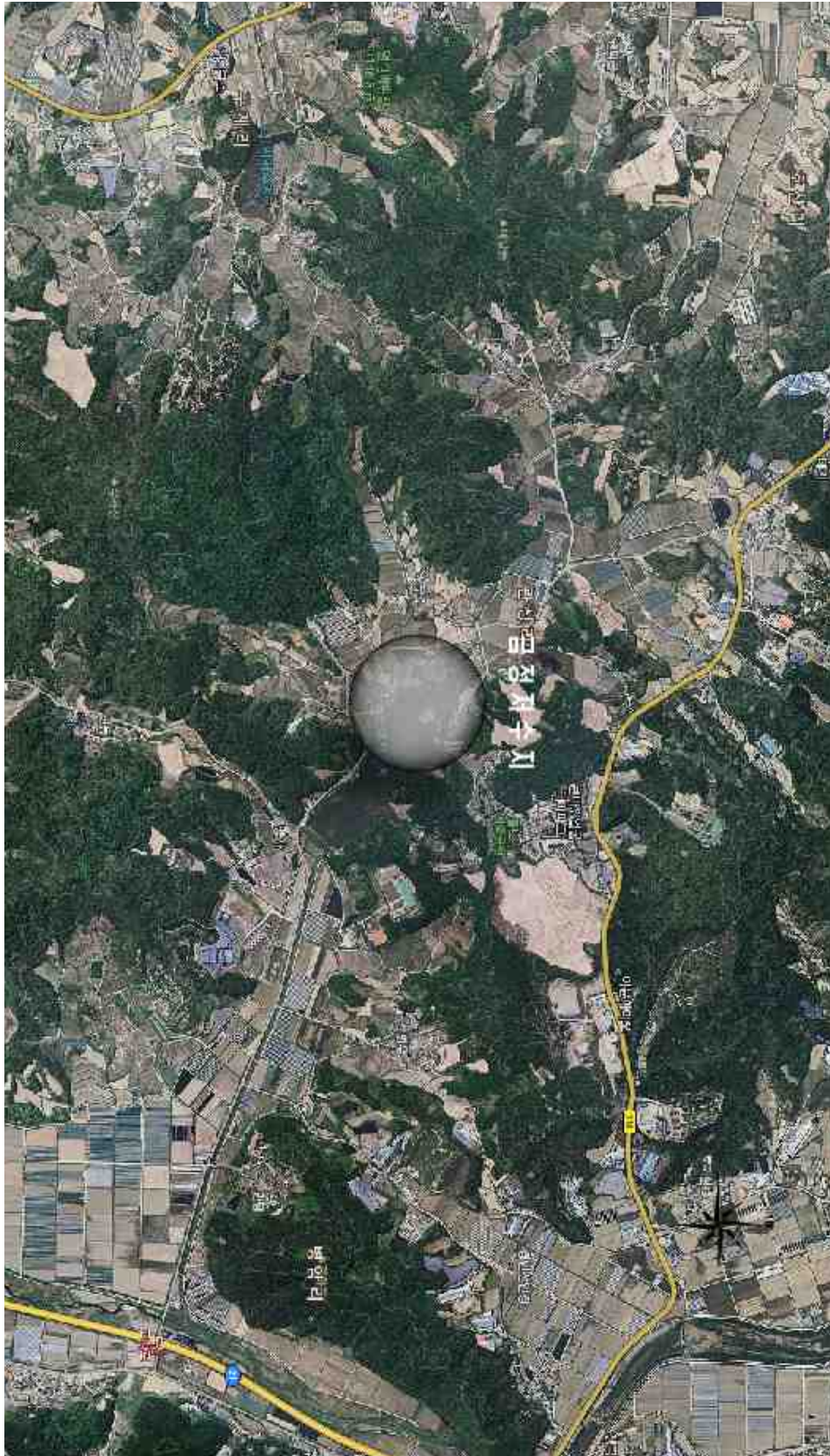
### ■ 지 질

- 본 조사지역은 선캠브리아기의 변성암류(호상편마암)를 최고기암으로 하여 중생대에 관입된 것으로 사료되는 화강암류들이 시기적으로 다소 차이를 보이면서 대부분의 지역을 점하고 있으며, 중생대의 퇴적암인 백야리층이 호상편마암과 편마상흑운모-(각섬석)화강암과 단층접촉의 관계를 갖고 분포한다. 조사지역의 기반암은 편마상흑운모-(각섬석)화강암으로 호상편마암과 백야리층과 단층에 의하여 점하고 있으며, 수많은 석영반암, 페그마타이트, 애플라이트, 장식반암 등의 맥이 발달하여 있다. 중립질 내지 조립질의 반상 조직을 보여주는 흑운모의 양이 비교적 풍부한 화강암으로 주구성 광물은 석영, 사장석, 정장석, 흑운모, 미사장석 등이다. 최상부는 하천의 주변을 따라 제4기의 충적층이 피복하고 있다.

### ■ 결 언

- 시추조사 결과, 금정저수지의 지층은 토사층, 풍화암 순으로 분포한다. 토사층은 0.0~13.5m 구간에 전답토, 매립층, 퇴적층, 풍화대층으로 구성되었고 유기물 섞인 실트질 점토, 점토질 모래, 자갈 섞인 실트질 모래, 실트질 모래가 분포하고 있으며, 그 하부의 풍화암은 13.5~16.5m 이상의 두께로 암편 및 실트질 모래를 구성성분으로 분포하고 있다.

● 금정저수지 조사위치도





# 시 추 주 상 도

## BOREHOLE LOG

공사명 PROJECT	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구) 용역			공 변 HOLE No.	BH-1(1/2)
위 치 LOCATION	금정저수지 (양수장 예정지)	시추공좌표 COORDINATES	X: - Y: -	지반표고 ELEVATION	EL(+) - M
날 짜 DATE	2017년11월17일	공 경 HOLE DIA.	NX	지하수위 GROUND WATER	GL(-) 0.5 M
시 추 기 D R I L L	P-5000	시 추 자 D R I L L E R	김천일	작 성 자 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	
0.50	0.50		/ / / /	전담토	▷전담토 심도 : 0.00 ~ 0.50m 사질점토 40%			1.5	3/30				
3.00	2.50		. . . .	퇴적층	▷퇴적층 심도 : 0.50 ~ 3.00m 점토 100%			3.0	14/30				
13.50	10.50		. . . .	풍화대	▷풍화대 심도 : 3.00 ~ 13.50m 점토 100%			4.5	41/30				
			. . . .	풍화암	▷풍화암 심도 : 13.50 ~ 27.00m 점토 100%			6.0	50/26				
			. . . .	풍화암				7.5	50/21				
			. . . .	풍화암				9.0	50/17				
			. . . .	풍화암				10.5	50/13				
			. . . .	풍화암				12.0	50/11				
			. . . .	풍화암				13.5	50/9				
			. . . .	풍화암				15.0	50/7				
			. . . .	풍화암				16.5	50/8				
			. . . .	풍화암				18.0	50/6				
			. . . .	풍화암				19.5	50/6				



# 시 추 주 상 도

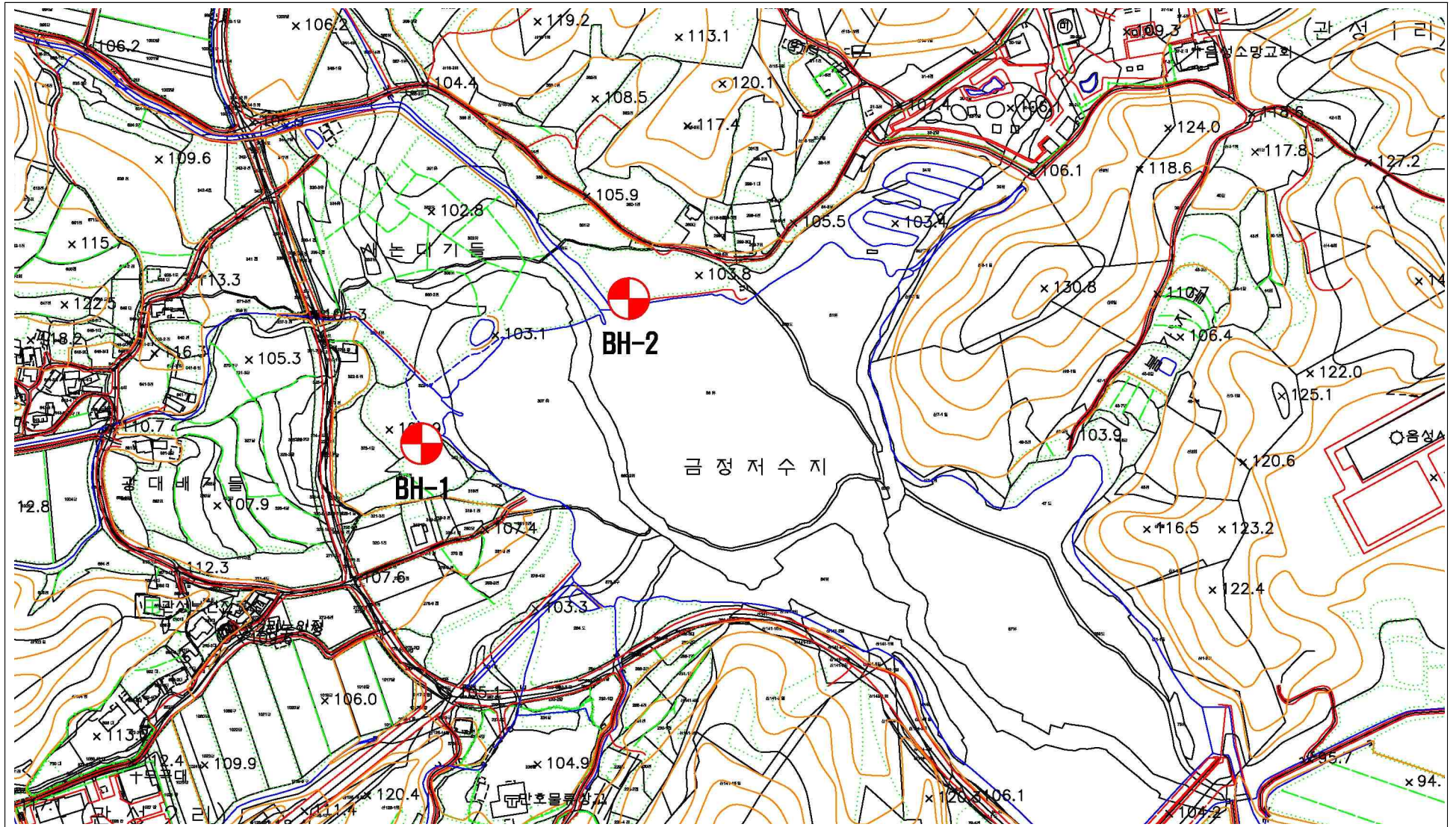
## BOREHOLE LOG

공사명 PROJECT	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구) 용역			공 번 HOLE No.	BH-2(1/2)
위 치 LOCATION	금정저수지 (부림 예정지)	시추공좌표 COORDINATES	X: - Y: -	지반표고 ELEVATION	EL(+) - M
날 짜 DATE	2017년11월17일	공 경 HOLE DIA.	NX	지하수위 GROUND WATER	GL(-) 1.2 M
시 추 기 D R I L L E R	P-5000	시 추 자 D R I L L E R	김현일	작 성 자 INSPECTOR	김효선

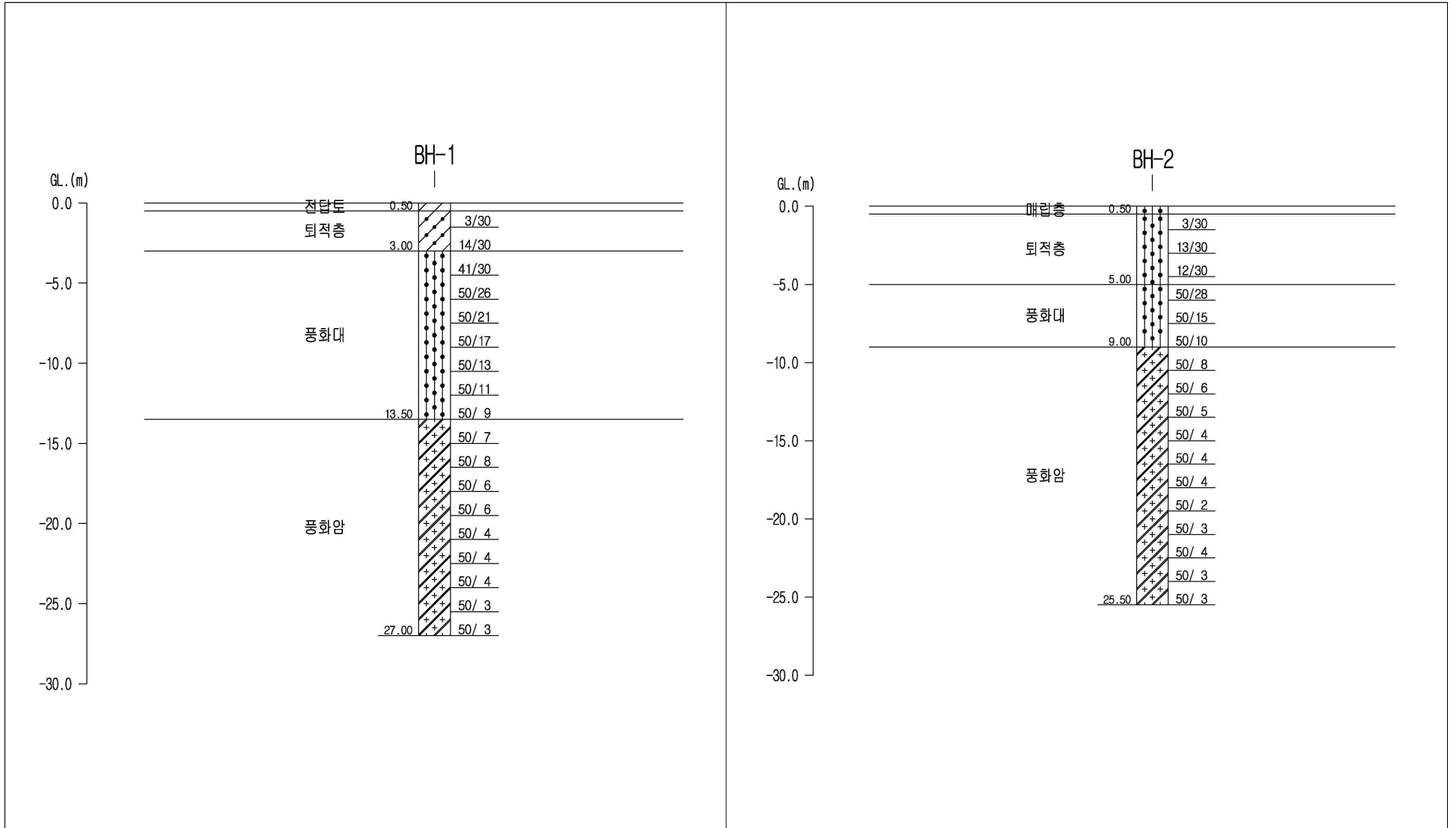
심도 Depth M	총후 Thick M	케이싱 Type	주상도 Sym bol	지층명	지층 설명 Description	Fract- re Log	표준관입시험 Standard Penetration Test		
							T.C.R /R.Q.D	채취 심도	N치 (회/cm)
0.50	0.50			매립층	▷매립층 상단 : 0.00 ~ 0.50m 상질점토질 모래 혼재 중간자갈 소량 존재 습입층 없음		1.5 S-1	3/30	
5.00	4.50			퇴적층	▷퇴적층 상단 : 0.50 ~ 5.00m 자갈 섞인 실트질 모래 현상점토-갈색 매립층-노출 노후-노출 점토		3.0 S-2	13/30	
9.00	4.00			풍화대	▷풍화대 상단 : 5.00 ~ 9.00m 상질점토질 모래 현상점토 매립층-노출 노후-노출 점토		4.5 S-3	12/30	
				풍화암	▷풍화암 상단 : 9.00 ~ 25.50m 노후-노출 실트질 모래 현상점토-갈색 매립층-노출 노후-노출 점토		6.0 S-4	50/28	
							7.5 S-5	50/15	
							9.0 S-6	50/10	
							10.5 S-7	50/8	
							12.0 S-8	50/6	
							13.5 N.S	50/5	
							15.0 N.S	50/4	
							16.5 N.S	50/4	
							18.0 N.S	50/4	
							19.5 N.S	50/2	



- 금정저수지 시추위치도 (BH-1:충청북도 음성군 생극면 관성리 56, BH-2:충청북도 음성군 생극면 관성리 322-1)



● 금정저수지 지층단면도



## 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-1
공 종	시추전경
일 자	2017.11.

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



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-1
공 종	시추전경
일 자	2017.11.

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

# 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-1
공 종	S.P.T 및 시료
일 자	2017.11.

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



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-1
공 종	S.P.T 및 시료
일 자	2017.11.

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



## 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역
	금정저수지
공 번	BH-1
공 종	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.

용역명	공 번	내 용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공전



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역
	금정저수지
공 번	BH-1
공 종	시멘트 밀크주입
일 자	2017.11.

용역명	공 번	내 용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공중(시멘트)

# 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-1
공 종	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.

용역명	공 번	내 용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공중(토사)



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-1
공 종	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.

용역명	공 번	내 용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-1	폐공후

# 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	시추전경
일 자	2017.11.

용 역 명	공 번	내 용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	시추원경



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	시추전경
일 자	2017.11.

용 역 명	공 번	내 용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	시추근경

# 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	S.P.T 및 시료
일 자	2017.11.

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



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	S.P.T 및 시료
일 자	2017.11.

용역명	공번	내용
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)	BH-2	S.P.T 시료

## 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.

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



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	시멘트 밀크주입
일 자	2017.11.

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

# 사 진 대 지



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.

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



공사명	2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사 (4지구) 용역 금정저수지
공 번	BH-2
공 종	폐공(전.중.후)
일 자	2017.11.

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

## 시료상자 사진첩

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100									
용역명					공번			심도	
2017년 농업용수 수질개선사업 지질조사(4지구)-금정저수지					BH-1, 2			0.0 ~ 27.0m 0.0 ~ 25.5m	

## 10.4 현황측량 기준점 성과표

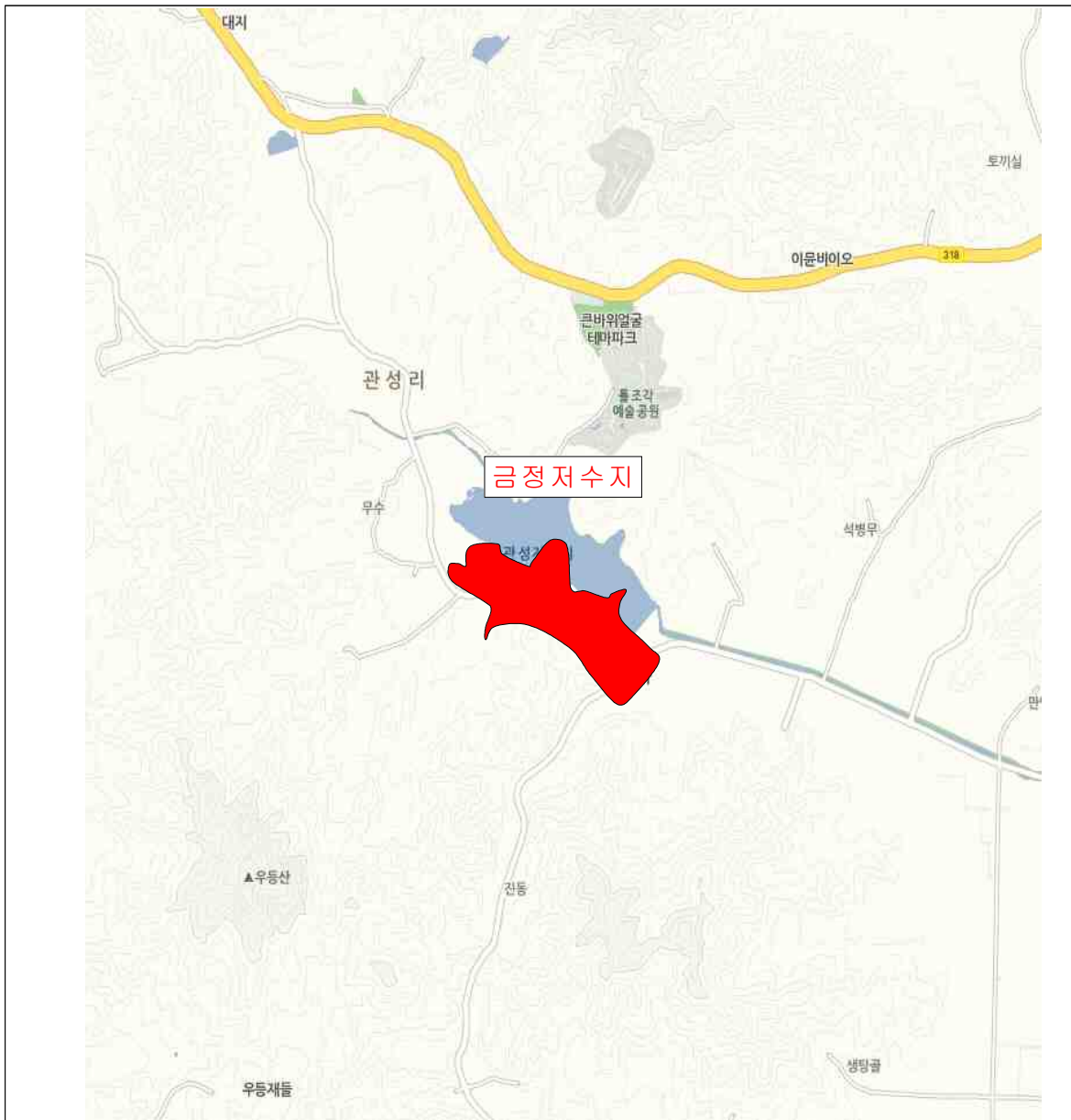
### 10.4.1 개요

#### 1) 측량목적

- 본 조사는 "2017 농업용수 수질개선사업 기본조사용역"에 대한 측량조사로서 계획지역에 대한 측량 계획을 실시하여 본 과업이 합리적이고 경제적인 설계가 될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다

#### 2)측량위치

- 충청북도 음성군 생극면 관성리 일대





### 3) 측량장비

#### 가. Network RTK-GPS 개요

- 『Network RTK(VRS) 측량에 대한 공공측량 성과심사 관련규정 제165조 , 제166조』 준용
- 국가기준점 중 위성기준점을 이용하여 국토지리정보원에서 운영하고 있는 실시간 정밀GNSS측량 방법으로 공공기준점 및 각종 현황을 측량하는 작업임.
- 1 epoch는 GNSS 반송파 위상신호를 고정점과 이동점에서 동시에 관측되는 1회의 신호를 말함.
- 세션은 네트워크 RTK 수신기가 한점의 좌표값을 결정하기 위해 수행하는 관측 단위를 말함.

#### 나. 사용장비

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

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

#### 다. 관측 및 계산방법

##### (1) 관측

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

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

## (2) 계산

- 계산은 새로운 점의 좌표와 관련한 제반 요소의 계산을 실시하여 성과표 등을 작성하는 작업이며
- 세션의 수가 1회 이상인 경우 장비에서 제공하는 정밀도를 이용하여 가중평균한 결과를 최종 성과로 제출한다. 단, 공공측량시행자가 지시 또는 승인한 경우에는 산술평균을 적용할 수 있다.
- 새로운 측점의 좌표는 mm 단위까지 기록한다.
- 측지좌표: 위도, 경도, 타원체고, 투영 평면좌표: X(N), Y(E)
- 관측 종료 후에는 신속하게 정해진 점검을 실시한다.
- 점검계산에서 정해진 허용범위를 초과한 경우에는 재측 또는 측량시행자의 지시에 따른 적절한 조치를 취한다.
- 네트워크 RTK 관측의 세션간 교차 및 허용 정밀도는 다음과 같다.

구 분	정 밀 도	비 고
수 평	세션간 교차 및 표준편차(1 $\sigma$ ): 5cm	
수 직	타원체고, 세션간 교차 및 표준편차(1 $\sigma$ ): 10cm	

### 10.4.2 측량조사계획

#### 1) 과업수행계획

##### 가. 개요

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

##### 나. 측량범위

- 서산저수지 지형현황측량 및 수심측량

구 분	위 치	범 위	비 고
지형측량	음성군 생극면 관성리일원	약 150,000m <sup>2</sup>	
수심측량	음성군 생극면 관성리일원	약 53,000m <sup>2</sup>	40~50m pitch

##### 다. 측량방법

- 국토지리정보원 기준점확인 : GPS(VRS)직접측량을 실시하여 고시된 통합기준점의 좌표를 확인하고 오차를 검토함.
- 현장 보조기준점 측량 : GPS(VRS) 직접측량을 실시하여 통합기준점과의 오차를 보정하여 좌표를 확정함.
- 현황측량 : GPS측량을 실시하여 지형 및 주변 구조물의 위치를 직접 관측하였음.
- 수심측량 : 금정저수지는 비교적 수심이 낮고 파고의 영향이 없으므로 표척에 의한 직접 측량을 실시하였음.

#### 2) 인원투입계획

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

## 3) 예정공정표

공 종	7월						8월						비 고
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	31	
측량준비 및 계획수립	■	■											
측량작업 및 외업			■	■	■	■	■						
내업 및 성과표작성								■	■	■	■	■	
기 타													

※ 휴일 및 공휴일 제외

### 10.4.3 측량성과부

#### 1) 상시기준점성과(국토지리정보원)

건설교통부 국토지리정보원 통합기준점 중 음성 U음성03, 장호원 U장호원72, 장호원 U309, 음성 U387의 성과를 이용하여 측량을 실시하였음.

측 점 명	X	Y	Z	비 고
U음성03	487,209.7941	250,338.1296	117.8666	중부원점
U장호원72	494,864.5946	248,068.2759	88.4208	중부원점
U0309	497,387.3139	254,626.6822	84.5833	중부원점
U0387	488,645.1959	253,691.3248	110.238	중부원점

#### 2) 보조점성과

본 과업 대상지역의 효율적인 자료를 제공 할 수 있도록 보조점(화강석표석)을 2점 설치하고 측정하였다. 지형측량과 수심측량을 위한 측량선의 위치결정을 위하여 기설 통합기준점 4점, 보조기준점 2점에 대하여 기준망을 구성하고 성과를 구하였다. 보조기준점의 성과는 아래와 같다.

현장매설 보조기준점(화강석표석)의 성과

측 점 명	X	Y	Z	비 고
기준 1	491,741.722	251,390.120	104.589	화강석표석
기준 2	492,234.514	251,055.288	103.939	"

#### 3) 수준점성과

과업구간의 수준측량은 국토지리정보원 통합기준점에서 Network RTK 측량을 통한 타원체고를 산출하여 보조기준점의 지오이드고를 산정하였다. 성과는 보조점 성과의 Z값과 같다.

## 4) 계산부

작업명	금정지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		
관측일자	2017. 10. 13.	GNSS 수신기 제조사/모델	KOLIDA K9MINI
관측자(VRS ID)	JJENG5678	GNSS 수신기 일련번호	K82576117217683
관측지점명	충청북도 음성군 생극면 관성리	안테나 제조사/모델	KOLIDA K9MINI
작업시작시간	12:28:50	안테나 일련번호	K82576117217683
작업종료시간	12:42:44	안테나고	<input checked="" type="checkbox"/> 수직 <input type="checkbox"/> 사거리 ( 2.000m )
비고			

관측 ID	세션 번호	관측 시작	관측 종료	HOP	Epoch수	위성수	정밀도(m)			관측값(m)			세션평균(m)			비고
							E/X	N/Y	H/Z	ENh	BLh	dXYZ	ENh	BLh	dXYZ	
CP.1	1	12:28:50	12:29:20	1.6	30	13	0.0036	0.0024	0.0048	491741.727	251390.121	104.595				
	2	12:29:39	12:30:09	1.6	30	13	0.0029	0.0037	0.0044	491741.715	251390.117	104.591	491741.722	251390.120	104.589	
	3	12:30:23	12:30:53	1.6	30	13	0.0033	0.0025	0.0036	491741.724	251390.122	104.581				
CP.2	1	12:41:01	12:41:31	1.4	30	15	0.0041	0.0032	0.0033	492234.516	251055.294	103.944				
	2	12:41:35	12:42:05	1.3	30	15	0.0038	0.0021	0.0035	492234.519	251055.281	103.941	492234.514	251055.288	103.939	
	3	12:42:14	12:42:44	1.3	30	15	0.0044	0.0019	0.0038	492234.507	251055.289	103.932				

5) 점의조서

기 준 점 점 의 조 서 [기준1]					
점의명칭	공공	기 준 점	번 호	기 준. 1	
도엽번호			도 엽 명		
소 재 지	충청북도 음성군 생극면 관성리				
계획기관	한국농어촌공사		측표상황	화강석표석	
매 설 일	2017. 08.18		매 설 자	김 상 균	
관 측 일	2017. 10.12		관 측 자	정 문 기	
성 과	GRS80	X	491,741.722	G.H=104.589m	
		Y	251,390.120		
	BESSEL	X		좌표원점	중 부
		Y			
경 로	금곡저수지 입구에서 제방따라 동쪽으로 20m지점				
약 도			도 근 관 측		
					
근 경			원 경		
					

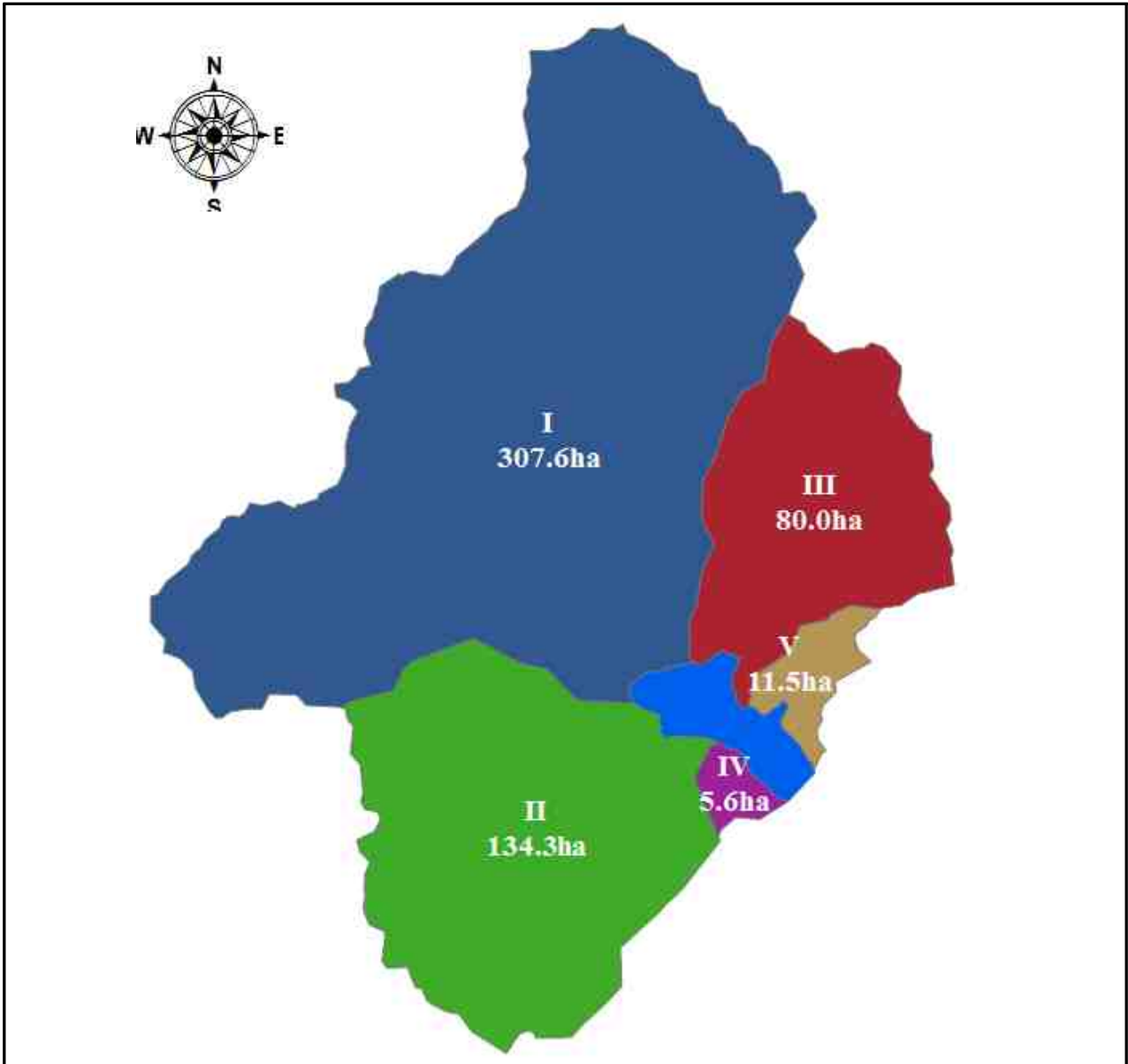
## 기 준 점 점 의 조 서 [기준2]

점의명칭	공공	기 준 점	번 호	기 준. 2	
도엽번호			도 엽 명		
소 재 지	충청북도 음성군 생극면 관성리				
계획기관	한국농어촌공사		측표상황	화강석표석	
매 설 일	2017. 08.18		매 설 자	김 상 균	
관 측 일	2017. 10.12		관 측 자	정 문 기	
성 과	GRS80	X	492,234.514	G.H=103.939 m	
		Y	251,055.288		
	BESSEL	X		좌표원점	중 부
		Y			
경 로	금정저수지 북쪽 쉼터 파고라 앞 제방				
약 도			도 근 관 측		
					
근 경			원 경		
					





## 10.5 구역도 및 면적표



소유역	읍·면·동		지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계			538.9 (100.0)	73.2 (13.6)	68.0 (12.6)	310.6 (57.6)	32.7 (6.1)	54.4 (10.1)
금정 I	생극면	관성리	307.6	55.0	44.2	168.5	22.4	17.6
금정 II		관성리	134.3	13.0	15.1	82.9	4.1	19.2
금정 III		관성리	80.0	3.6	7.1	46.8	5.5	16.9
금정 IV		관성리	5.6	0.2	0.1	4.2	0.5	0.7
금정 V		관성리	11.5	1.4	1.6	8.2	0.3	0.0

주) 금정저수지 수면적(15.0ha) 제외

### 10.6 연도별 월별 강우량

[단위 : mm]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2007	6	39	113	18	117	90	283	366	333	33	22	21	1,439
2008	29	8	43	32	71	78	320	193	71	16	10	12	883
2009	17	16	52	31	97	90	316	143	71	45	31	30	937
2010	44	71	85	70	97	51	112	345	288	21	14	14	1,212
2011	3	46	31	158	188	453	604	289	159	62	67	16	2,073
2012	10	2	66	85	61	59	266	403	177	62	48	52	1,290
2013	41	37	48	85	93	127	241	222	122	12	47	32	1,106
2014	14	19	38	40	26	63	93	284	123	154	24	23	900
2015	16	23	32	89	23	75	182	72	34	60	90	38	732
2016	2	50	12	97	70	39	374	44	61	103	23	42	917
평균	18	31	52	71	84	113	279	236	144	57	38	28	1,149

### 10.7 유역별 유출량 산정 결과

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m <sup>3</sup> /년)	일평균 유입량(m <sup>3</sup> /일)		
				총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과
금정 I	307.6	57.0	3,912.5	10,719.3	7,005.4	112,550.5
금정 II	134.3	54.9	2,230.9	6,112.1	3,740.8	71,504.4
금정 III	80.0	53.6	953.2	2,611.6	1,504.4	36,844.4
금정 IV	5.6	68.4	152.6	418.0	227.5	5,695.7
금정 V	11.5	61.1	44.6	122.3	65.4	1,707.5
저수지	(15.0)	-	-	-	-	-
계	538.9	59.0	7,293.8	19,983.3	12,543.5	228,302.5

## 10.8 저수지 내용적(사업시행 전후)

수위 (EL.m)	시 행 전 (A)			시 행 후 (B)			내용적증감 (B-A)
	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎥)	누가내용적 (㎥, A)	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎥)	누가내용적 (㎥, B)	
97.1	1,716	0	429	1,716	-	-	-429
97.5	20,306	4,404	4,833	20,306	4,404	4,404	-429
98	31,660	12,992	17,825	31,660	12,992	17,396	-429
98.5	42,922	18,646	36,471	59,141	22,700	40,096	3,625
99	53,517	24,110	60,581	69,380	32,130	72,227	11,646
99.5	63,875	29,348	89,929	79,738	37,280	109,506	19,577
100	85,422	37,325	127,254	91,865	42,901	152,407	25,153
100.5	105,105	47,632	174,886	111,548	50,853	203,261	28,375
101	134,101	59,802	234,688	140,544	63,023	266,284	31,596
101.5	145,627	69,932	304,620	152,070	73,154	339,437	34,817
102	152,222	74,463	379,083	159,021	77,773	417,210	38,127
102.37	155,670	56,960	436,043	162,469	59,476	476,686	40,643

주) 시행 후 내용적은 부댐 설치 용적과 침강지 준설을 반영한 결과임

## 10.9 수질예측결과 데이터

### 10.9.1 수질모형 HSPF

```

RUN
GLOBAL
UCI Created by WinHSPF for keum001
START 2011/01/01 00:00 END 2017/10/09 01:00
RUN INTERP OUTPT LEVELS 1 0
RESUME 0 RUN 1 UNITS 1
END GLOBAL

FILES
<FILE> <UN#>***<----FILE NAME----->
MESSU 24 keum001.ech
      91 keum001.out
WDM1 25 keum-out.wdm
WDM2 26 127.wdm
BINO 92 keum001.hbn
END FILES

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

PERLND
ACTIVITY
*** <PLS > Active Sections ***
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC ***
101 104 1 1 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
101 104 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
101 104 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 Agricultural Land 1 1 0 0 92 0
103 Forest Land 1 1 0 0 92 0
104 Urban 1 1 0 0 92 0
END GEN-INFO

ATEMP-DAT
*** <PLS > ELDAT AIRTEMP
*** x - x (ft) (deg F)
101 104 0. 32.
END ATEMP-DAT

ICE-FLAG
*** <PLS > Ice-
*** x - x flag
101 104 1
END ICE-FLAG

SNOW-FLAGS
*** <PLS >
*** x - x SNOF VKM
101 104 0 0
END SNOW-FLAGS

SNOW-PARM1
*** < PLS> LAT MELEV SHADE SNOWCF COVIND KMELT TBASE
*** x - x degrees (ft) (in) (in/d.F) (F)
101 104 36. 800. 0.3 1.2 10. 0.3 32.
END SNOW-PARM1
    
```

```

SNOW-PARM2
*** <PLS > RDCSN TSNOW SNOEVP CCFACT MWATER MGMELT
*** x - x (deg F)
101 104 0.2 32. 0.1 2. 0.03 0.01
END SNOW-PARM2

PWAT-PARM1
*** <PLS > Flags
*** x - x CSNO RTOP UZFG VCS VUZ VNN VIFW VIRG VLE IFFC HWT IRRG IFRD
101 104 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 0.06 150 0.2004 0.7 0.999
102 0 6 0.06 150 0.2004 0.7 0.999
103 1 6.5 0.06 150 0.2004 0.7 0.999
104 0 6 0.06 150 0.2004 0.7 0.999
END PWAT-PARM2

PWAT-PARM3
*** < PLS> PETMAX PETMIN INFEXP INFILD DEEPRF BASETP AGWETP
*** x - x (deg F) (deg F)
101 104 40. 35. 2. 2. 0. 0. 0.
END PWAT-PARM3

PWAT-PARM4
*** <PLS > CEPSC UZSN NSUR INTFW IRC LZETP
*** x - x (in) (in) (1/day)
101 104 0.1 1.128 0.2 1. 0.7 0.1
END PWAT-PARM4

PWAT-STATE1
*** < PLS> PWATER state variables (in)
*** x - x CEPS SURS UZS IFWS LZS AGWS GWWS
101 104 0.01 0.01 0.3 0.01 1.5 0.01 0.01
END PWAT-STATE1

MON-INTERCEP
*** <PLS > Interception storage capacity at start of each month (in)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.04 0.04 0.04 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.04 0.04 0.04
102 0.06 0.06 0.06 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.06 0.06 0.06
103 0.08 0.08 0.08 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.08 0.08 0.08
104 0.04 0.04 0.04 0.08 0.08 0.08 0.08 0.08 0.04 0.04 0.04
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
101 104 0.2 0.2 0.3 0.3 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.2 0.2
END MON-LZETPARM

PSTEMP-PARM1
*** <PLS > Flags for section PSTEMP
*** x - x SLTV ULTV LGTV TSOP
101 104 0 0 0 1
END PSTEMP-PARM1

PSTEMP-PARM2
*** <PLS > ASLT BSLT ULTP1 ULTP2 LGTP1 LGTP2
*** x - x (deg F) (deg F) (deg F) (deg F)
101 104 40. 0.6 40. 0.6 50. 0.
END PSTEMP-PARM2

PWT-PARM1
*** <PLS > Flags for section PWTGAS
*** x - x IDV ICV GDV GVC
101 104 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)
101 104 120. 8.8 0. 8.8 0.
END PWT-PARM2

MON-IFWDOX
*** <PLS > Value at start of each month for interflow DO concentration (mg/l)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 104 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
END MON-IFWDOX

MON-GRNDDOX
*** <PLS > Value at start of each month for groundwater DO concentration (mg/l)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 104 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
END MON-GRNDDOX

NQUALS
*** <PLS >
*** x - xNQUAL
101 104 4
END NQUALS

QUAL-PROPS

```

```

*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x  QUALID  QTID  QSD  VPFW  VPFS  QSO  VQO  QIFW  VIQC  QAGW  VAQC
101 104NH3+NH4      LBS      0      0      0      1      0      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      0.033      0.      0.      0.004      0.02      15.      0.      0.
102      0.03      0.      0.      0.026      0.13      15.      0.      0.
103      0.033      0.      0.      0.026      0.13      15.      0.      0.
104      0.365      0.      0.      0.068      0.34      15.      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      .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
102      0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103      .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104      0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
END MON-ACCUM

MON-SQOLIM
*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x  JAN  FEB  MAR  APR  MAY  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC
101      0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
102      0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
103      0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
104      0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x  JAN  FEB  MAR  APR  MAY  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC
101 104 1.17 1.03 0.93 0.83 0.83 0.8 0.9 1. 1.03 1.13 1.17 1.17
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
101 104 1.17 1.03 0.93 0.83 0.83 0.8 0.9 1. 1.03 1.13 1.17 1.17
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x  QUALID  QTID  QSD  VPFW  VPFS  QSO  VQO  QIFW  VIQC  QAGW  VAQC
101 104NO3      LBS      0      0      0      1      0      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      0.25      0.      0.      0.034      0.17      15.      0.      0.
102      1.4      0.      0.      0.106      0.53      15.      0.      0.
103      0.25      0.      0.      0.08      0.4      15.      0.      0.
104      0.45      0.      0.      0.338      1.69      15.      0.      0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x  JAN  FEB  MAR  APR  MAY  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC
101      0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
102      0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
103      0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
104      0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
END MON-ACCUM

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

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x  JAN  FEB  MAR  APR  MAY  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC
101 104 3.5 3.2 2.8 2.4 2.8 3.2 3.5 3.2 2.8 2.4 2.8 3.
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
101 104 3.5 3.2 2.8 2.4 2.8 3.2 3.5 3.2 2.8 2.4 2.8 3.
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x  QUALID  QTID  QSD  VPFW  VPFS  QSO  VQO  QIFW  VIQC  QAGW  VAQC
101 104ORTHO P  LBS      0      0      0      1      0      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 0.017 0. 0. 0.0014 0.007 20. 0. 0.
102 0.38 0. 0. 0.014 0.07 20. 0. 0.
103 0.017 0. 0. 0.0014 0.007 20. 0. 0.
104 0.04 0. 0. 0.007 0.035 20. 0. 0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
102 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
END MON-ACCUM

MON-SQOLIM
*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
102 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
103 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
104 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 1040.1230.1540.1930.2410.3010.3760.2720.153 0.130.1110.094 0.08
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 1040.1230.1540.1930.2410.3010.3760.2720.153 0.130.1110.094 0.08
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPF5 QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 104BOD LBS 0 0 0 1 0 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 1. 0. 0. 0.015 0.15 2. 0. 0.
102 5. 0. 0. 0.18 1.8 2. 0. 0.
103 1. 0. 0. 0.021 0.21 2. 0. 0.
104 3. 0. 0. 0.51 5.1 2. 0. 0.
END QUAL-INPUT

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

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

MON-IFLW-CONC
*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 104 4.6 5. 5.6 6.2 6.8 7.6 9. 7.6 6.4 5.4 4.6 4.
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
101 104 4.6 5. 5.6 6.2 6.8 7.6 9. 7.6 6.4 5.4 4.6 4.
END MON-GRND-CONC

END PERLND

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

```



```

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

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

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

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

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

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

IWAT-PARM2
*** <ILS >      LSUR      SLSUR      NSUR      RETSC
*** x - x      (ft)      (in)
101      150.      0.2723      0.05      0.1
END IWAT-PARM2

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

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

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

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

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

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

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

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

QUAL-INPUT
***      Storage on surface and nonseasonal parameters
***      SQO      POTFW      ACQOP      SQOLIM      WSQOP
*** <ILS >      qty/ac      qty/ton      qty/      qty/ac      in/hr
*** x - x      ac.day
101      3.      0.      0.51      5.1      2.

```

```

END QUAL-INPUT

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

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

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

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton qty/ qty/ac in/hr
*** x - x ac.day
101 0.04 0. 0.001 0.035 15.
END QUAL-INPUT

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

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton qty/ qty/ac in/hr
*** x - x ac.day
101 3. 0. 0.0279 0.544 1.
END QUAL-INPUT

END IMPLND

RCHRES
ACTIVITY
*** RCHRES Active sections
*** x - x HYFG ADFG CNFG HTFG SDFG GQFG OXFG NUFG PKFG PHFG
1 6 1 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 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 1 9
END BINARY-INFO

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

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

HYDR-PARM2
*** RCHRES FTBW FTBU LEN DELTH STCOR KS DB50
*** x - x (miles) (ft) (ft) (in)
1 0. 1. 1.32 52. 328. 0.5 0.01
2 0. 2. 1.76 66. 341. 0.5 0.01
3 0. 3. 2.4 92. 367. 0.5 0.01
4 0. 4. 1.12 72. 285. 0.5 0.01
5 0. 5. 0.88 52. 256. 0.5 0.01
6 0. 6. 1.64 46. 259. 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      CFSAX      KATRAD      KCOND      KEVAP
*** x - x      (ft)      (ft)
      1 6      123.      2.      0.77      9.      8.      1.98
END HEAT-PARM

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

MON-HT-TGRND
*** RCHRES Monthly values of ground temperatures (deg F)
*** x - x TG1 TG2 TG3 TG4 TG5 TG6 TG7 TG8 TG9 TG10 TG11 TG12
*** RCHRES Monthly values of ground temperatures (deg F)
      1 33. 37.5 45.9 56.2 72.8 77.5 81. 84. 77. 66.7 53.8 42.5
*** RCHRES Monthly values of ground temperatures (deg F)
      2 33. 37.5 45.9 56.2 72.8 73.5 74. 75. 74.2 66.7 53.8 42.5
*** RCHRES Monthly values of ground temperatures (deg F)
      3 6 33. 37.5 45.9 56.2 72.8 77.5 76. 78.2 74.2 66.7 53.8 42.5
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-GENPARG
*** RCHRES      KBOD20      TCBOD      KODSET      SUPSAT
*** x - x      /hr      ft/hr
      1 6      0.003      1.047      0.      1.5
END OX-GENPARG

OX-BENPARG
*** RCHRES      BENOD      TCBEN      EXPOD      BRBOD(1)      BRBOD(2)      EXPREL
*** x - x      mg/m2.hr      mg/m2.hr      mg/m2.hr      mg/m2.hr
      1 6      30.      1.047      1.22      0.001      0.001      2.82
END OX-BENPARG

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

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

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

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

CONV-VAL1
*** RCHRES      CVBO      CVBPC      CVBPN      BPCNTC
*** x - x      mg/mg      mols/mol      mols/mol
      1 6      1.63      106.      16.      49.
END CONV-VAL1

NUT-BENPARG
*** 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-BENPARG

NUT-NITDENIT
*** RCHRES      KTAM20      KNO220      TCNIT      KNO320      TCDEN      DENOXT
*** x - x      /hr      /hr      /hr      /hr      mg/l

```

```

1 6 0.004 0.03 1.047 0.2 1.045 3.
END NUT-NITDENIT

NUT-DINIT
*** RCHRES NO3 TAM NO2 PO4
*** x - x mg/l mg/l mg/l mg/l
1 6 4. 0.1 0. 0.05 7.
END NUT-DINIT

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

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

PLNK-PARM1
***RC HRES RATCLP NONREF LITSED ALNPR EXTB MALGR PARADF
*** x - x /mg.ft /ft /hr
1 6 0.3 0.7 0. 0.5 0.4 0.85 1.
END PLNK-PARM1

PLNK-PARM2
***RC HRES CMMLT CMMN CMMNP CMMPP TALGRH TALGRL TALGRM
*** x - x ly/min mg/l mg/l mg/l deg F deg F deg F
***RC HRES CMMLT CMMN CMMNP CMMPP TALGRH TALGRL TALGRM
1 6 0.01 0.045 0.025 0.015 95. 32. 86.
END PLNK-PARM2

PLNK-PARM3
*** RCHRES ALR20 ALDH ALDL OXALD NALDH PALDH
*** x - x /hr /hr /hr /hr mg/l mg/l
*** RCHRES ALR20 ALDH ALDL OXALD NALDH PALDH
1 6 0.01 1.5 0.01 0.03 0.1 0.001
END PLNK-PARM3

PLNK-PARM4
*** RCHRES NMINGR PMINGR CMINGR LMINGR NMINC
*** x - x mg/l mg/l mg/l ly/min mg/l
1 6 0.001 0.001 0.001 0.001
END PLNK-PARM4

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 0.2 0.3 1. 10. 0. 0.
END PHYTO-PARM

BENAL-PARM
***RC HRES MBAL CFBALR CFBALG MINBAL CAMPR FRAVL NMAXFX
*** x - x mg/m2 mg/l mg/m2 mg/l mg/l
1 6 500. 1. 1. 0.0001 0.001 0.1 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 2
rows cols ***
8 4
depth area volume outflow1 ***
0. 1.2 0. 0.
0.04 1.2 0.16 0.09
0.4 1.52 1.12 4.19
0.5 1.6 1.44 6.11
0.63 4.8 2.56 8.43
0.76 4.96 3.84 15.7
12.98 23.92 357.28 10257.02
25.19 42.88 1173.92 50270.92
END FTABLE 2

FTABLE 1
rows cols ***
8 4
depth area volume outflow1 ***
0. 1.2 0. 0.
0.04 1.2 0.16 0.09
0.4 1.52 1.12 4.19
0.5 1.6 1.44 6.11
0.63 4.8 2.56 8.43
0.76 4.96 3.84 15.7
12.98 23.92 357.28 10257.02
25.19 42.88 1173.92 50270.92
END FTABLE 1

```

```

FTABLE      3
rows cols  4
8           ***
depth      area   volume  outflow1 ***
0.         1.2    0.      0.
0.04      1.2    0.16   0.09
0.4       1.52   1.12   4.19
0.5       1.6    1.44   6.11
0.63      4.8    2.56   8.43
0.76      4.96   3.84   15.7
12.98     23.92  357.28 10257.02
25.19     42.88  1173.92 50270.92
END FTABLE  3

FTABLE      5
rows cols  4
8           ***
depth      area   volume  outflow1 ***
0.         0.96   0.      0.
0.03      1.04   0.      0.04
0.34      1.28   0.8    1.69
0.42      1.36   0.96   2.47
0.53      4.08   1.76   3.44
0.63      4.24   2.72   6.43
10.87     21.68  268.48 4454.6
21.11     39.12  891.68 22141.77
END FTABLE  5

FTABLE      4
rows cols  4
8           ***
depth      area   volume  outflow1 ***
0.         4.16   0.      0.
0.07      4.24   0.64   0.43
0.71      4.88   6.4    19.94
0.89      5.12   8.16   28.96
1.11      15.36  14.88  38.78
1.33      15.84  21.76  71.67
22.8      62.24  1698.56 39409.91
44.28     108.64 5368.96 184015.4
END FTABLE  4

FTABLE      6
rows cols  4
8           ***
depth      area   volume  outflow1 ***
0.         7.2    0.      0.
0.08      7.36   1.12   0.4
0.79      8.48   12.32  18.46
0.98      8.8    15.68  26.79
1.23      26.48  28.48  35.72
1.48      27.2   41.76  65.93
25.34     103.28 3155.68 35210.34
49.2      179.28 9897.76 162845.
END FTABLE  6
END FTABLES

EXT SOURCES
<-Volume-> <Member> SsysSgap<--Mult-->Tran <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
<Name> x <Name> x tem strg<-factor->strg <Name> x x <Name> x x ***
*** Met Seg 203
WDM2 401 PREC METR SAME PERLND 101 104 EXTNL PREC
WDM2 403 ATEM METR SAME PERLND 101 104 EXTNL GATMP
WDM2 407 DEWP METR SAME PERLND 101 104 EXTNL DTMPG
WDM2 404 WIND METR SAME PERLND 101 104 EXTNL WINMOV
WDM2 405 SOLR METR SAME PERLND 101 104 EXTNL SOLRAD
WDM2 406 PEVT METR SAME PERLND 101 104 EXTNL PETINP
*** Met Seg 203
WDM2 401 PREC METR SAME IMPLND 101 EXTNL PREC
WDM2 403 ATEM METR SAME IMPLND 101 EXTNL GATMP
WDM2 407 DEWP METR SAME IMPLND 101 EXTNL DTMPG
WDM2 404 WIND METR SAME IMPLND 101 EXTNL WINMOV
WDM2 405 SOLR METR SAME IMPLND 101 EXTNL SOLRAD
WDM2 406 PEVT METR SAME IMPLND 101 EXTNL PETINP
*** Met Seg 203
WDM2 401 PREC METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL PREC
WDM2 403 ATEM METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL GATMP
WDM2 407 DEWP METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL DEWTMP
WDM2 404 WIND METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL WIND
WDM2 405 SOLR METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL SOLRAD
WDM2 408 CLOU METR SAME RCHRES 1 6 EXTNL CLOUD
WDM2 406 PEVT METR 1.5SAME RCHRES 1 6 EXTNL POTEV
END EXT SOURCES

SCHEMATIC
<-Volume-> <--Area--> <-Volume-> <ML#> *** <sb>
<Name> x <-factor-> <Name> x *** x x
PERLND 101 6 RCHRES 2 2
PERLND 102 40 RCHRES 2 2
PERLND 103 36 RCHRES 2 2
PERLND 101 36 RCHRES 1 2
PERLND 102 44 RCHRES 1 2
PERLND 103 198 RCHRES 1 2
PERLND 104 3 RCHRES 3 2
IMPLND 101 3 RCHRES 3 1
PERLND 101 17 RCHRES 3 2
PERLND 102 24 RCHRES 3 2
PERLND 103 52 RCHRES 3 2
    
```

```

PERLND 104          3 RCHRES 5 2
IMPLND 101          3 RCHRES 5 1
PERLND 101          31 RCHRES 5 2
PERLND 102          25 RCHRES 5 2
PERLND 103          76 RCHRES 5 2
PERLND 104          7 RCHRES 4 2
IMPLND 101          7 RCHRES 4 1
PERLND 101          97 RCHRES 4 2
PERLND 102          144 RCHRES 4 2
PERLND 103          265 RCHRES 4 2
RCHRES 2           RCHRES 4 3
RCHRES 1           RCHRES 4 3
RCHRES 3           RCHRES 4 3
PERLND 104          3 RCHRES 6 2
IMPLND 101          3 RCHRES 6 1
PERLND 101          44 RCHRES 6 2
PERLND 102          40 RCHRES 6 2
PERLND 103          36 RCHRES 6 2
RCHRES 5           RCHRES 6 3
RCHRES 4           RCHRES 6 3
END SCHEMATIC

EXT TARGETS
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult-->Tran <-Volume-> <Member> Tsys Aggr Amd ***
<Name> x <Name> x x<-factor->strg <Name> x <Name>qf tem strg strg***
RCHRES 2 HYDR RO AVER WDM1 1003 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 OXRX DOX 1 1 WDM1 1201 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 OXRX BOD 1 1 WDM1 1202 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNUST 1 1 WDM1 1203 DNUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNUST 2 1 WDM1 1204 DNUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNUST 4 1 WDM1 1205 DNUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST4 1 1 WDM1 1206 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST4 2 1 WDM1 1207 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 1208 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 1 1 WDM1 1209 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 2 1 WDM1 1210 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 3 1 WDM1 1211 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 4 1 WDM1 1212 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 5 1 WDM1 1213 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PKST3 6 1 WDM1 1214 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 1215 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 2 HTRCH TW 1 1 WDM1 1216 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 HYDR RO AVER WDM1 1002 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 OXRX DOX 1 1 WDM1 1101 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 OXRX BOD 1 1 WDM1 1102 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNUST 1 1 WDM1 1103 DNUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNUST 2 1 WDM1 1104 DNUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNUST 4 1 WDM1 1105 DNUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST4 1 1 WDM1 1106 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST4 2 1 WDM1 1107 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 1108 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 1 1 WDM1 1109 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 2 1 WDM1 1110 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 3 1 WDM1 1111 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 4 1 WDM1 1112 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 5 1 WDM1 1113 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 6 1 WDM1 1114 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 1115 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 1 HTRCH TW 1 1 WDM1 1116 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 HYDR RO AVER WDM1 1004 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 OXRX DOX 1 1 WDM1 1301 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 OXRX BOD 1 1 WDM1 1302 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 NUTRX DNUST 1 1 WDM1 1303 DNUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 NUTRX DNUST 2 1 WDM1 1304 DNUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 NUTRX DNUST 4 1 WDM1 1305 DNUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST4 1 1 WDM1 1306 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST4 2 1 WDM1 1307 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PHYCLA 1 1 WDM1 1308 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 1 1 WDM1 1309 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 2 1 WDM1 1310 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 3 1 WDM1 1311 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 4 1 WDM1 1312 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 5 1 WDM1 1313 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PKST3 6 1 WDM1 1314 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 1315 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 3 HTRCH TW 1 1 WDM1 1316 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 5 HYDR RO AVER WDM1 9003 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 4 HYDR RO AVER WDM1 9002 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES 6 HYDR RO AVER WDM1 1001 FLOW 1 METR AGGR REPL
END EXT TARGETS

MASS-LINK
MASS-LINK 2
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
<Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***
PERLND PWATER PERO 0.0833333 RCHRES INFLOW IVOL
PERLND PWTGAS PODOXM RCHRES INFLOW OXIF
PERLND PWTGAS POHT RCHRES INFLOW IHEAT
PERLND PEST POPST 1 RCHRES INFLOW IDQAL
PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISQAL
PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISQAL
PERLND PEST SOSDPS 1 RCHRES INFLOW ISQAL
PERLND SEDMNT SOSED 1 0.05 RCHRES INFLOW ISED
PERLND SEDMNT SOSED 1 0.55 RCHRES INFLOW ISED
PERLND SEDMNT SOSED 1 0.4 RCHRES INFLOW ISED
PERLND PQUAL POQUAL 1 RCHRES INFLOW NUIF1 2
PERLND PQUAL POQUAL 2 RCHRES INFLOW NUIF1 1

```

```

PERLND  PQUAL  POQUAL 3          RCHRES  INFLOW NUIF1 4
PERLND  PQUAL  POQUAL 4          0.4      RCHRES  INFLOW OXIF 2
PERLND  PQUAL  POQUAL 4          0.048   RCHRES  INFLOW PKIF 3
PERLND  PQUAL  POQUAL 4          0.0023  RCHRES  INFLOW PKIF 4
PERLND  PQUAL  POQUAL 4          0.301   RCHRES  INFLOW PKIF 5
  END MASS-LINK 2

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

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

```

## 10.9.2 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      -1      0      0      0      0      0      0      1      1      1
-----
C3 EXTERNAL MODE SOLUTION OPTION PARAMETERS AND SWITCHES
*
* RP: OVER RELAXATION PARAMETER
* RSQM: TARGET SQUARE RESIDUAL OF ITERATIVE SOLUTION SCHEME
* ITERM: MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS
* IRVEC: 0 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - NO SCALING
*   9 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - SCALE BY MINIMUM DIAGONAL
*   99 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - SCALE TO NORMAL FORM
*   9999 NEW RED-BLACK ORDERED SOR FOR 2TL ONLY
*
* RPADJ: RELAXATION PARAMETER FOR 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 (DSSLCC)
* 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-06 500 9 1.8 1E-16 1000 1 10 0 .0625
-----
C4 LONGTERM MASS TRANSPORT INTEGRATION ONLY SWITCHES
*
* ISLTMT: 1 FOR LONG-TERM MASS TRANSPORT ONLY (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISSMMT: 0 WRITES MEAN MASS TRANSPORT TO RESTRAN.OUT AFTER EACH

```



## 10.10 시설별 기본계획도

관 리 번 호

--

사 본 번 호

--

충청북도 음성군

# 금 정 지 구 수 질 개 선 사 업 기 본 설 계 도 면

2018. 1.


**한국농어촌공사**  
 충북지역본부

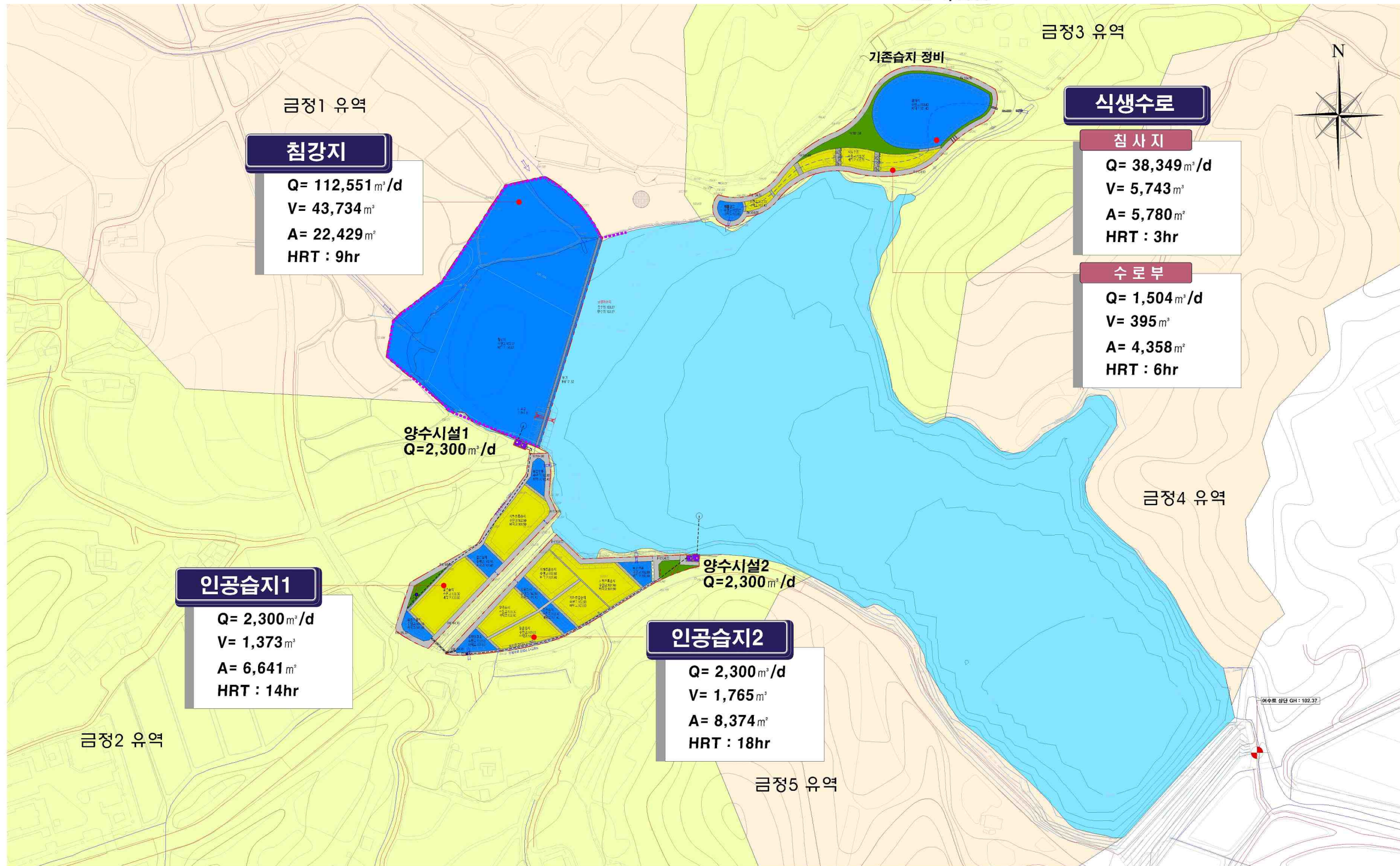
# 목 차

일련번호	도 면 명	매 수	도면번호
1	종합계획도	1	C-GJ001
2~4	계획평면도(1)~(3)	3	C-GJ002~4
5	우수유역도	1	C-GJ005
6	편입용지도	1	C-GJ006
7~9	수리계통도(1)~(2)	2	C-GJ007~9
10	관리도로 표준단면도	1	C-GJ010
11~17	관리도로 횡단면도(1)~(6)	4	C-GJ011~17
18	부담 표준단면도	1	C-GJ018

일련번호	도 면 명	매 수	도면번호
19	월류보 상세도	1	C-GJ019
20	양수시설 배치도	1	C-GJ020
21	양수시설 상세도	1	C-GJ021
22	펌프 상세도	1	C-GJ022
23	콘크리트블록 상세도	1	C-GJ023
24	수질정화블록 상세도	1	C-GJ024
25	식재상세도	1	C-GJ025

### 금정저수지 수질개선사업 종합계획도

A3=1/3000

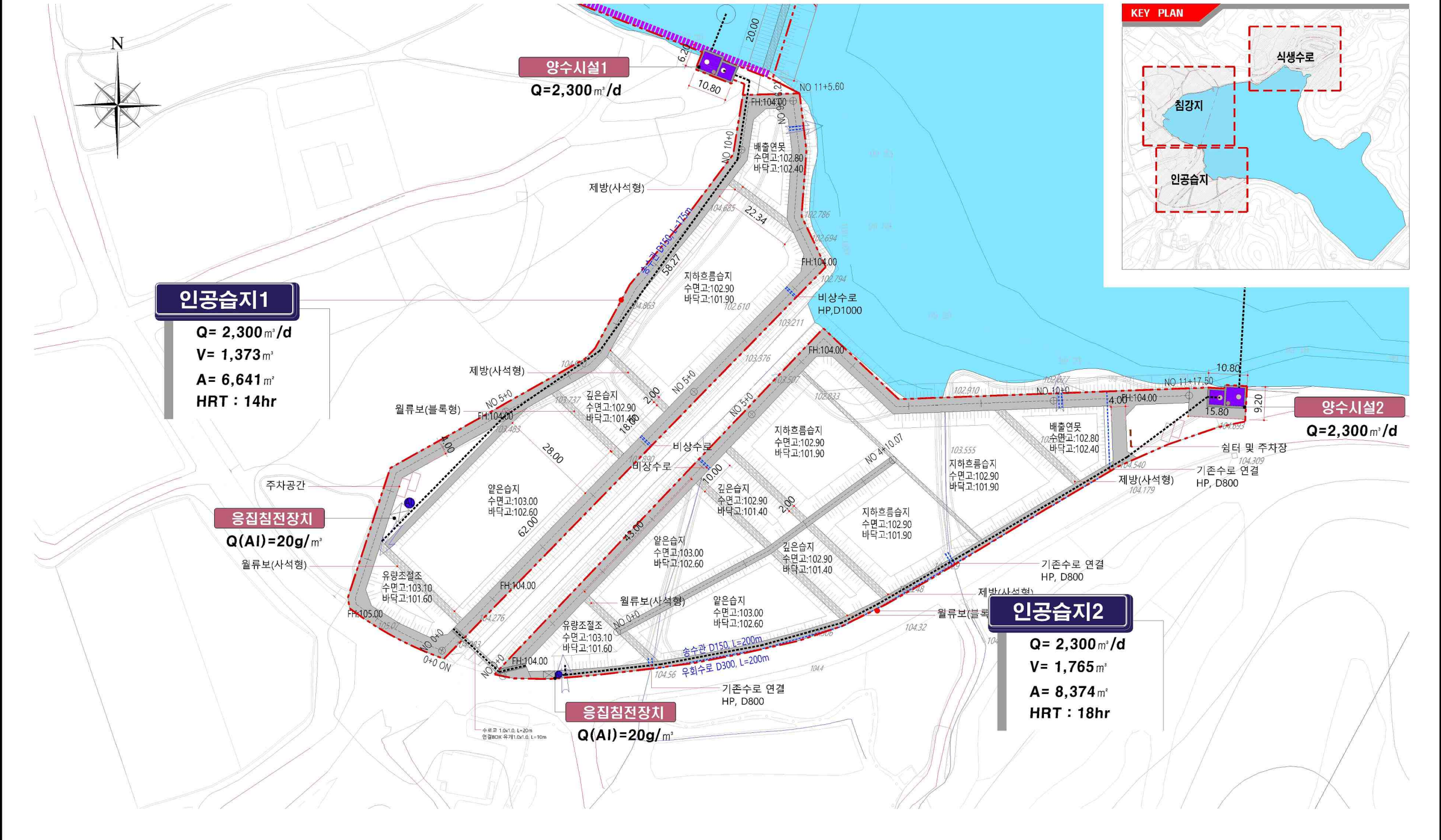


**KF 한국농어촌공사**  
2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(복부)

부서	지구	구분							건설분야	토목	도면명	종합계획도
사업단계	기본설계	공구	-						도면축척		도면번호	C-GJ001
	개정번호	날짜	내용	작성자	검토자	승인자	일련번호					
		2017.12.	세부설계									

### 계 획 평 면 도 (인공습지)

S=1:500



<b>한국농어촌공사</b> 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)	부 서	지 구						건설분야	토 목		계획 평 면 도 (인공습지) 도 면 명 도 면 번호 C-GJ002
	사업단계	공 구	-					도면축척		도 면 명	
				2017. 12.	세부설계			매 중		도면번호	
				개정번호	날짜	내용	작성자	검토자	승인자		

### 계 획 평 면 도 (침강지)

S=1:500

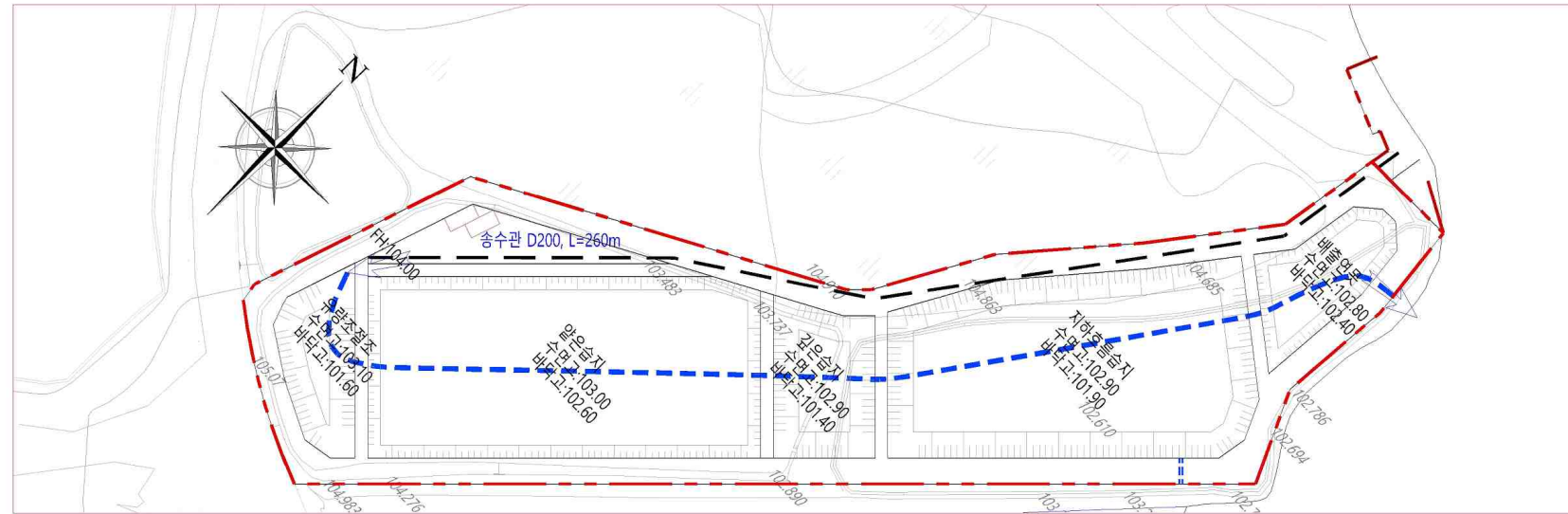


<b>한국농어촌공사</b> 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)	부 서	지 구							건설분야	토 목		도 면 명 도면번호 <b>계 획 평 면 도 (침강지)</b> C-GJ003
	사업단계	공 구	-						도면축척			
	기본설계	공 구	-	2017.12.	세부설계	작성자	검토자	승인자	매 중			
				개정번호	내 용				일련번호			

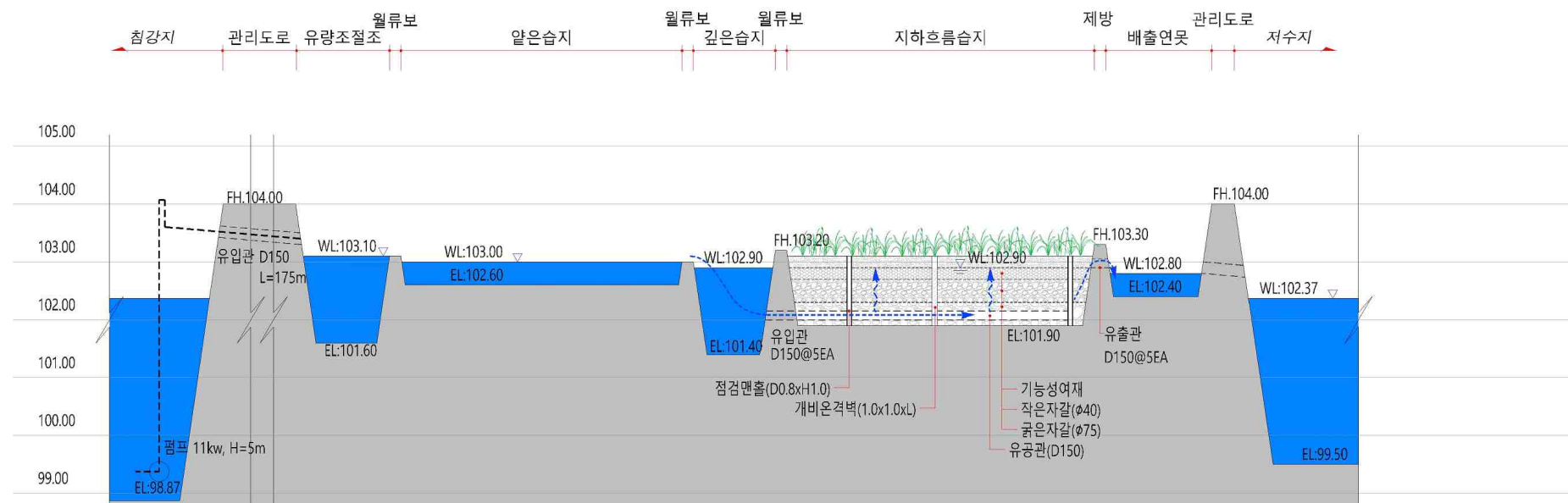


### 수리계통도(인공습지1)

S=1:500(V)  
1:50(H)



평면도(인공습지1)



수리계통도(인공습지1)

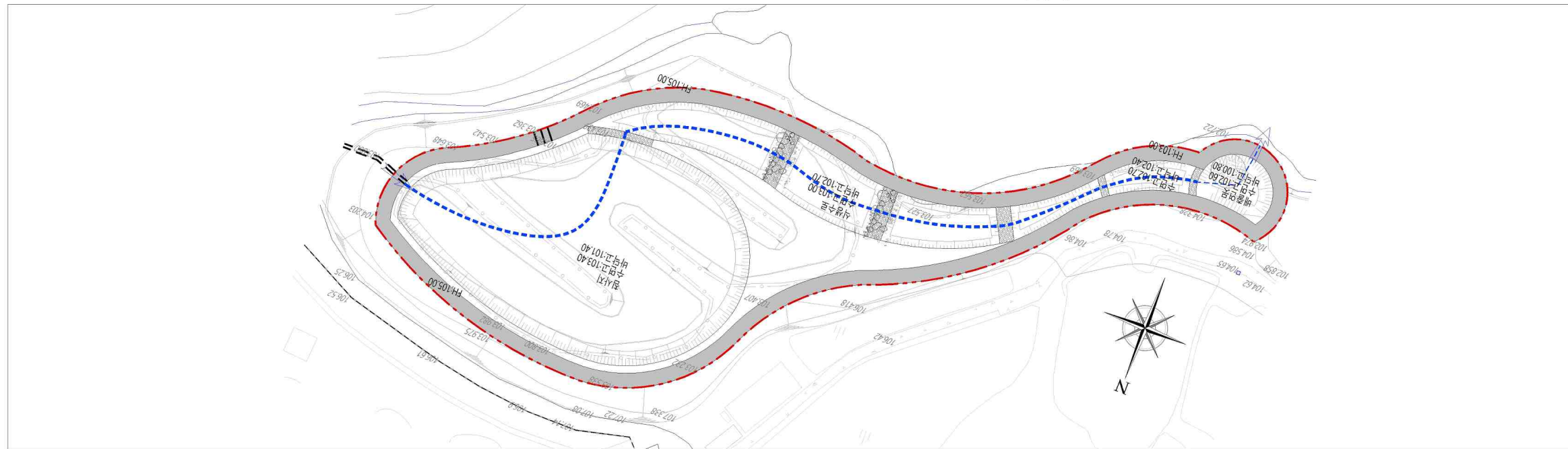
부서	지구	구							건설분야	토목		
사업단계	기본설계	공	구	-					도면축척		도면명	수리계통도(인공습지1)
					2017.12.	세부설계			매	중	도면번호	
					개정번호	날짜	내용	작성	자	검	토	승
									일	련	번	호
									번호			C-GJ007





### 수 리 계 통 도(식생수로)

S=1:500(V)  
1:50(H)



### 평면도(인공습지1)

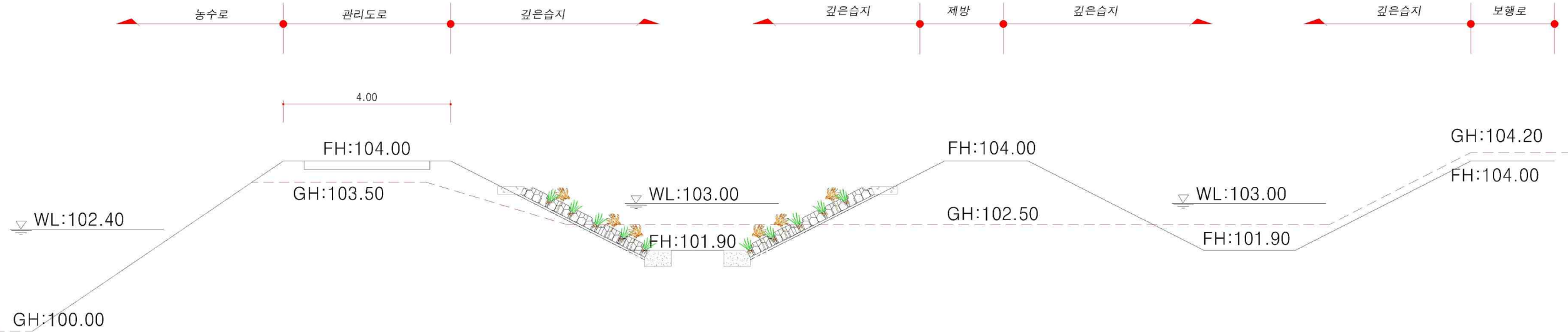


### 수리계통도(인공습지1)

<b>한국농어촌공사</b> 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)	부 서	지 구							건설분야	토 목		수 리 계 통 도(식생수로)
	사업단계	공 구	-						도면축척		도 면 명	
				2017.12.	세부설계				매 중		도면번호	C-GJ009
				개정번호	날짜	내용	작성지	검토자	승인자	일련번호		

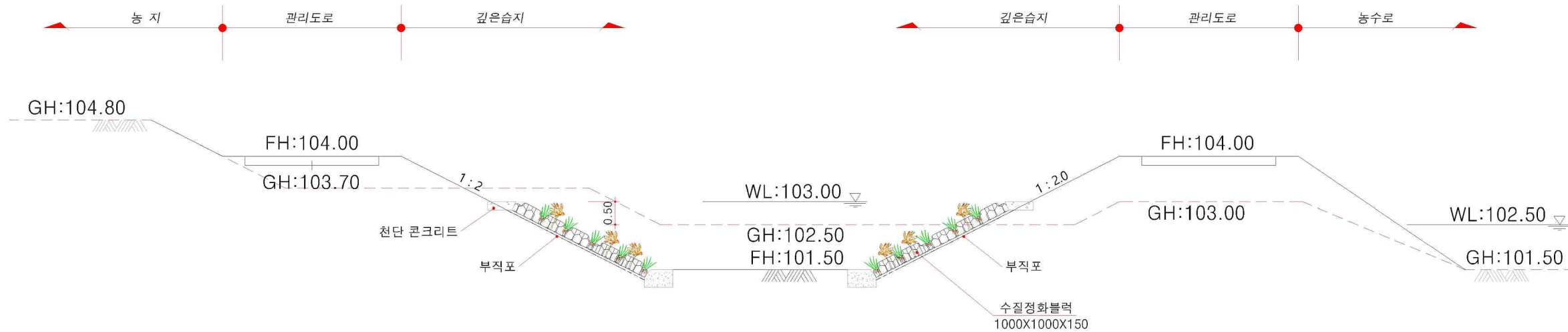
### 관리도로 표준단면도(조합형습지)

S=1:50



### 관리도로 표준단면도(조합형습지2)

S=1:50



### 관리도로 표준단면도(조합형습지1)

S=1:50

**KF 한국농어촌공사**  
2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)

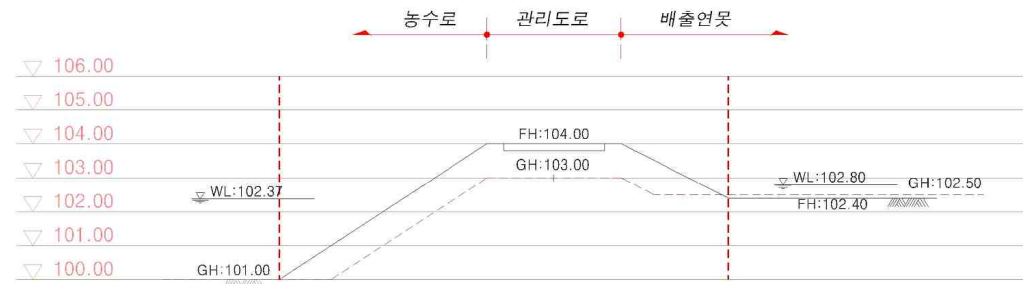
부서	지구	공구	-
사업단계	기본설계	공구	-

개정번호	2017.12. 날짜	세부설계 내용	작성자	검토자	승인자
------	-------------	---------	-----	-----	-----

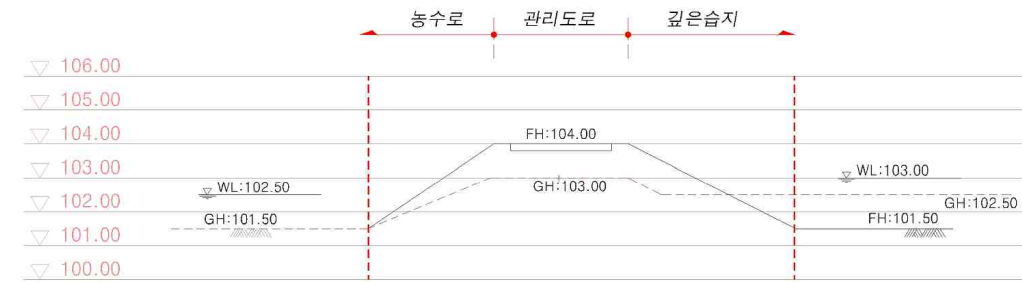
건설분야	토목	도면명	관리도로 표준단면도(조합형습지)
도면축척		도면번호	C-GJ010
매중			
일련번호			

### 관리도로 횡단면도(습지1\_수로측)

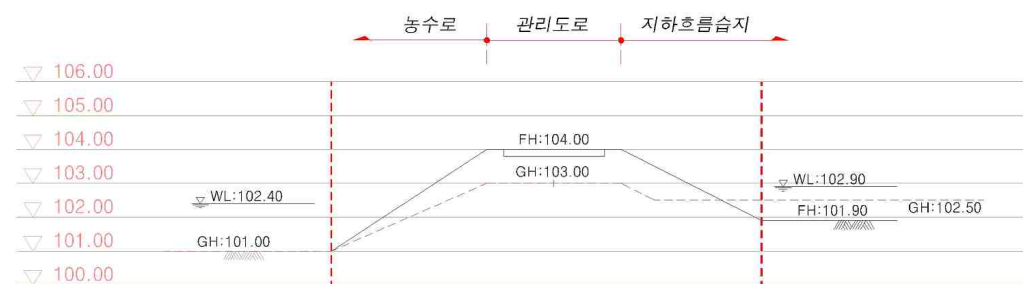
S=1:100



지반고	EL. 103.00m	호안블럭	-	m
계획고	EL. 104.00m	사석		m
성토	11.42 m <sup>2</sup>	지반매트	0	m
표토제거	m	흙깎기	0.00	m <sup>2</sup>
절토면고르기	-	되메우기		m <sup>2</sup>
성토면고르기	10.01 m	기초치환사석		m <sup>2</sup>



지반고	EL. 103.00m	호안블럭	-	m
계획고	EL. 104.00m	사석		m
성토	11.34 m <sup>2</sup>	지반매트	9.20	m
표토제거	m	흙깎기	4.52	m <sup>2</sup>
절토면고르기	-	되메우기		m <sup>2</sup>
성토면고르기	10.07 m	기초치환사석		m <sup>2</sup>



지반고	EL. 103.00m	호안블럭	-	m
계획고	EL. 104.00m	사석		m
성토	10.62 m <sup>2</sup>	지반매트	8.27	m
표토제거	m	흙깎기	2.66	m <sup>2</sup>
절토면고르기	-	되메우기		m <sup>2</sup>
성토면고르기	10.23 m	기초치환사석		m <sup>2</sup>



지반고	EL. 105.00m	호안블럭	-	m
계획고	EL. 104.90m	사석		m
성토	5.42 m <sup>2</sup>	지반매트	9.24	m
표토제거	m	흙깎기	5.53	m <sup>2</sup>
절토면고르기	-	되메우기		m <sup>2</sup>
성토면고르기	5.55 m	기초치환사석		m <sup>2</sup>

--- 현장선  
— 계획선

**KF 한국농어촌공사**  
2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)

부서	지구	구분	구분
사업단계	기본설계	공구	-

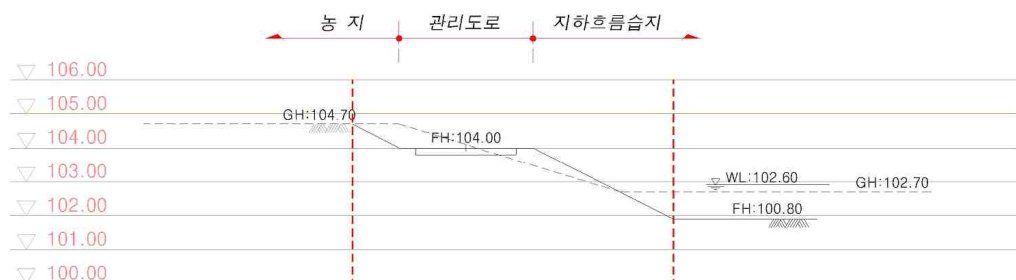
기정번호	2017.12. 날짜	세부설계 내용	작성일자	검토일자	승인일자
------	-------------	---------	------	------	------

건설분야	토목
도면축척	S=1:100
매종	
일련번호	

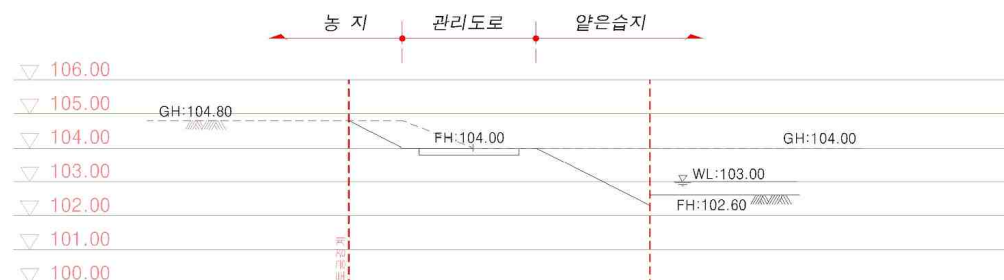
도면명	관리도로 횡단면도(2)
도면번호	C-GJ012

### 관리도로 횡단면도(습지1\_농지측)

S=1:100



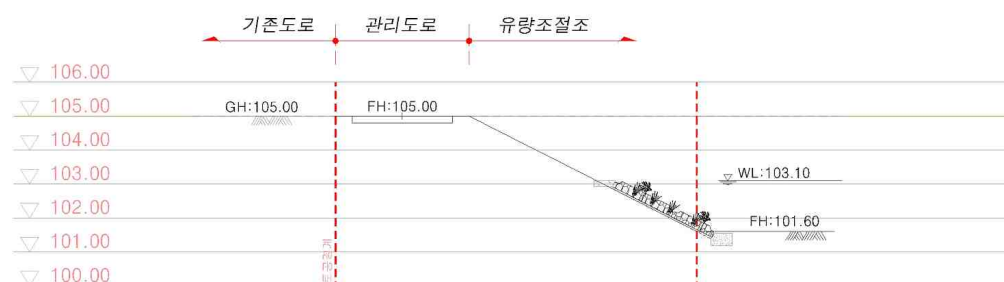
지 반 고	EL. 104.00m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	4.20 m <sup>2</sup>	지반매트	8.46 m
표토제거	m	흙 깎 기	5.04 m <sup>2</sup>
절토면고르기	1.57 m	되 데 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	4.70 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



지 반 고	EL. 104.00m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	0 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙 깎 기	4.38 m <sup>2</sup>
절토면고르기	5.59 m	되 데 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	- m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



지 반 고	EL. 103.70m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	1.20 m <sup>2</sup>	지반매트	0 m
표토제거	m	흙 깎 기	4.68 m <sup>2</sup>
절토면고르기	4.92 m	되 데 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	0.67 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



지 반 고	EL. 105.00m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 105.00m	사 석	m
성 토	0 m <sup>2</sup>	지반매트	0.00 m
표토제거	m	흙 깎 기	21.25 m <sup>2</sup>
절토면고르기	7.60 m	되 데 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	- m	기초치환사석	m <sup>2</sup>

--- 현황선  
— 계획선

**KF 한국농어촌공사**  
2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)

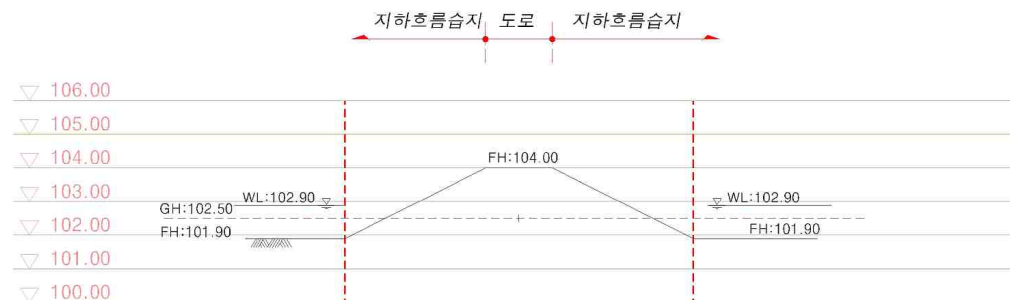
부 서	지 구		
사업단계	공 구	-	

작성일자	2017.12.	세부설계	
작성지	날짜	내용	

작성지	검토지	승인자	
-----	-----	-----	--

건설분야	토 목	도 면 명	관리도로 횡단면도(1)
도면축척	S=1:100	도면번호	
매 중			C-GJ011
일련번호			

### 관리도로 횡단면도(습지2\_내부제방)



지 반 고	EL. 102.50m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	7.50 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙 깎기	0.72 m <sup>2</sup>
철도면고르기	2.68 m	퇴 메 우 기	m <sup>2</sup>
심 토면고르기	6.70 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



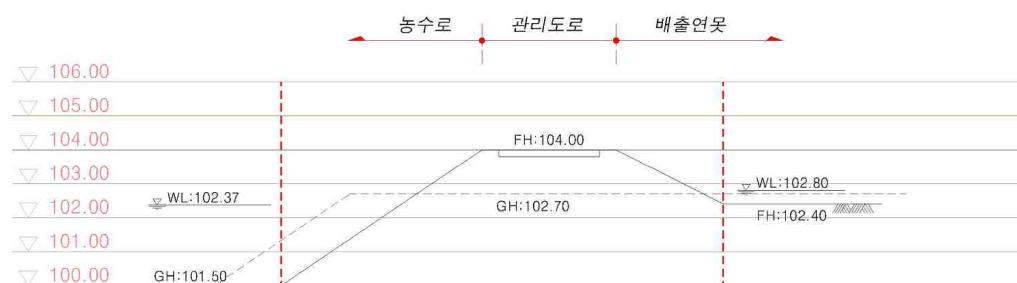
지 반 고	EL. 102.50m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	11.10 m <sup>2</sup>	지반매트	9.84 m
표토제거	m	흙 깎기	4.41 m <sup>2</sup>
철도면고르기	- m	퇴 메 우 기	m <sup>2</sup>
심 토면고르기	8.72 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>

----- 현황선  
 ————— 계획선

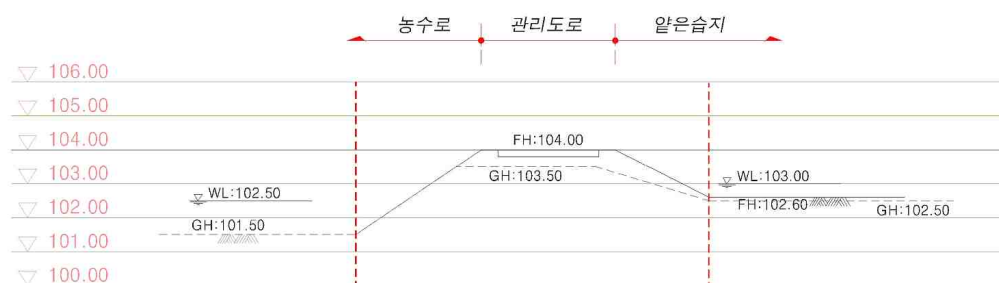
 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(복부)	부 서	지 구	공 구	-						건설분야	토 목	도 면 명	관리도로 횡단면도(4)
	사업단계	기본설계	공 구	-						도면축척	S=1:100		
	개정번호	2017.12.	날짜	세부설계	내 용	작성 자	검 토 자	승 인 자	일련번호				

### 관리도로 횡단면도(습지2\_수로측)

S=1:100



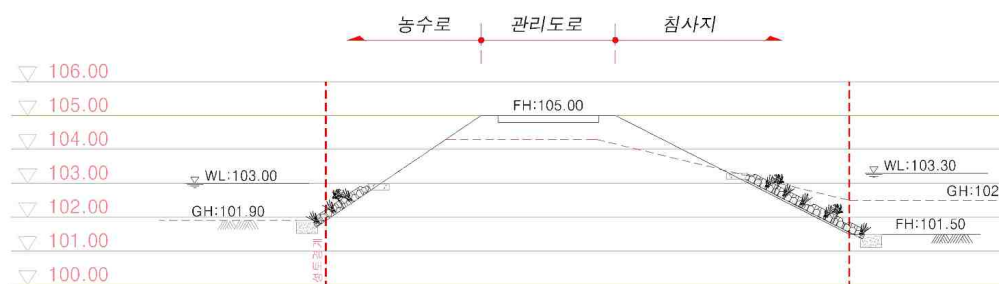
지 반 고	EL. 102.70m	호안폭력	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	9.44 m <sup>2</sup>	지반매트	9.15 m
표토제거	m	흙 짝 기	5.44 m <sup>2</sup>
질토면고르기	4.87 m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	5.92 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



지 반 고	EL. 103.50m	호안폭력	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	5.40 m <sup>2</sup>	지반매트	7.62 m
표토제거	m	흙 짝 기	2.08 m <sup>2</sup>
질토면고르기	- m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	4.03 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



지 반 고	EL. 103.50m	호안폭력	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	7.04 m <sup>2</sup>	지반매트	9.09 m
표토제거	m	흙 짝 기	4.07 m <sup>2</sup>
질토면고르기	- m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	5.60 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



지 반 고	EL. 104.30m	호안폭력	- m
계 획 고	EL. 105.00m	사 석	m
성 토	12.69 m <sup>2</sup>	지반매트	12.37 m
표토제거	m	흙 짝 기	10.05 m <sup>2</sup>
질토면고르기	- m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	9.09 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>

--- 현황선  
— 계획선

**KF 한국농어촌공사**  
2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)

부 서	지 구		
사업단계	공 구	-	

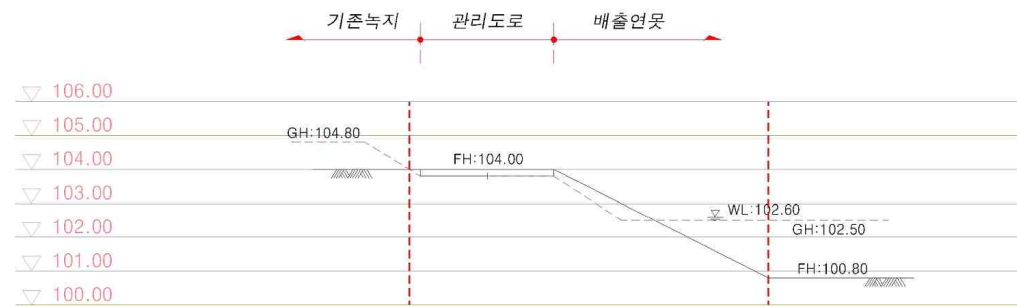
개정번호	2017.12.	세부설계					
날짜		내용	작성자	검토자	승인자		

건설분야	토 목	
도면축척	S=1:100	도 면 명
매 중		
일련번호		도면번호

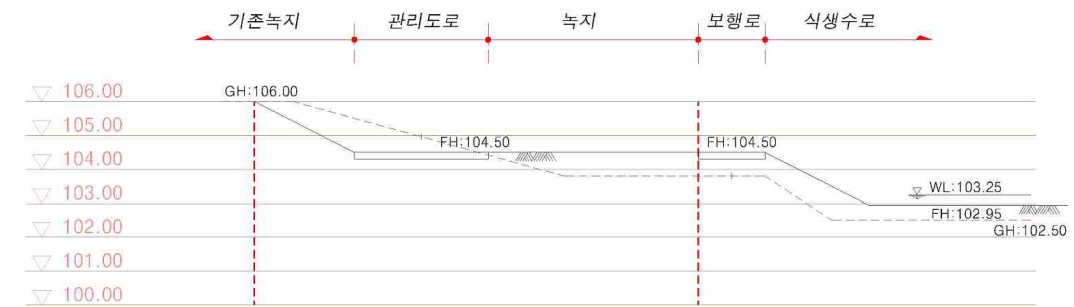
관리도로 횡단면도(3)
C-GJ013

### 관리도로 횡단면도(식생수로\_관리도로1)

S=1:100



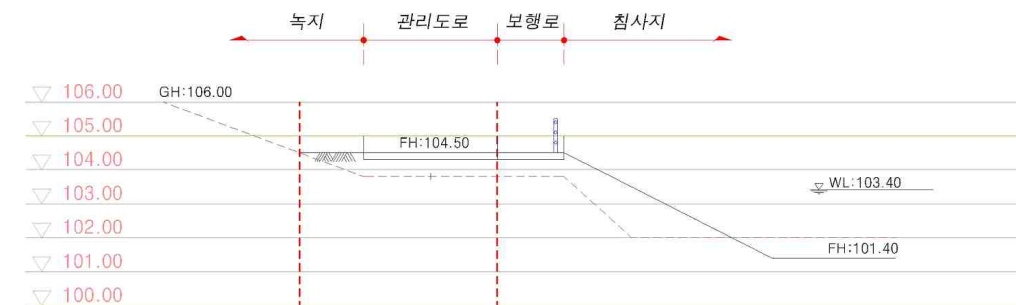
NO.12+10~13+9.20			
지반고	EL.103.80m	호안블럭	- m
계획고	EL.104.00m	사석	m
성토	1.78 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙깍기	2.89 m <sup>2</sup>
절토면고르기	3.80 m	뒤메우기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	3.35 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



NO.6~10			
지반고	EL.103.80m	호안블럭	- m
계획고	EL.104.50m	사석	m
성토	7.46 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙깍기	2.00 m <sup>2</sup>
절토면고르기	2.24 m	뒤메우기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	- m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



NO.10~12+10			
지반고	EL.103.80m	호안블럭	- m
계획고	EL.104.00m	사석	m
성토	1.76 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙깍기	0.00 m <sup>2</sup>
절토면고르기	- m	뒤메우기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	3.02 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



NO.0~6			
지반고	EL.103.80m	호안블럭	- m
계획고	EL.104.50m	사석	m
성토	6.76 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙깍기	0.00 m <sup>2</sup>
절토면고르기	- m	뒤메우기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	- m	기초치환사석	m <sup>2</sup>

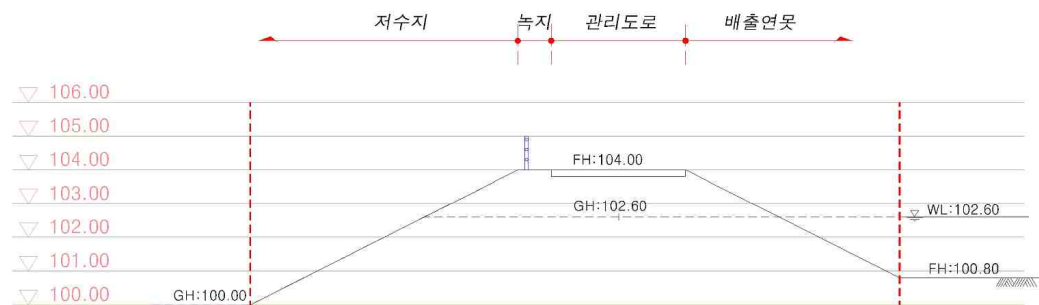
### 관리도로 1

--- 현황선  
— 계획선

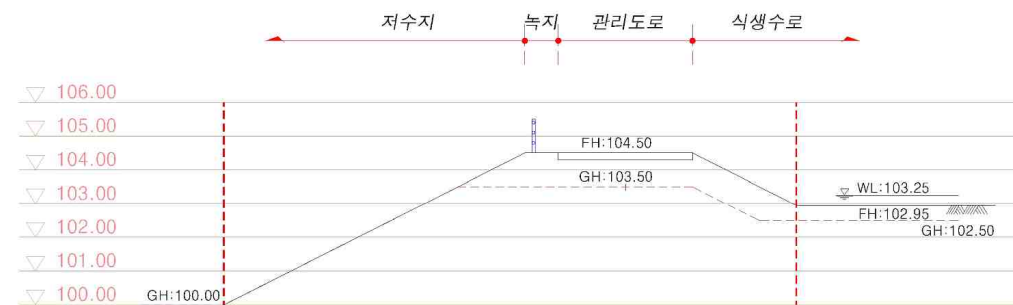
	부서	지구	구						건설분야	토목	도면명	관리도로 횡단면도(5)
	사업단계	기본설계	공구	-					도면축척	S=1:100		
	계정번호	2017.12.	세부설계	내용	작성자	검토자	승인자	일련번호				

### 관리도로 횡단면도(식생수로\_관리도로2)

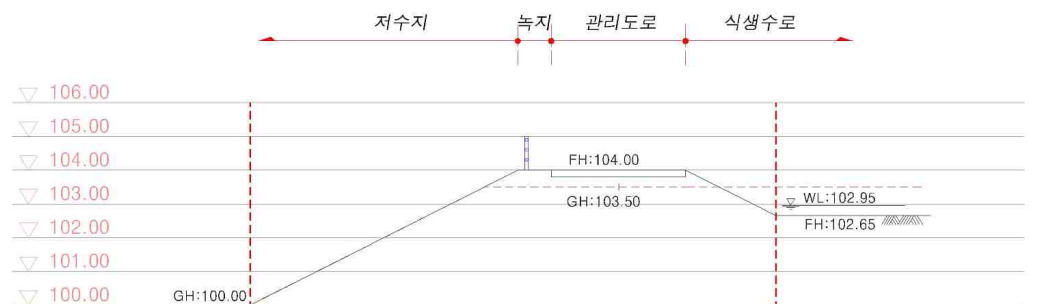
S=1:100



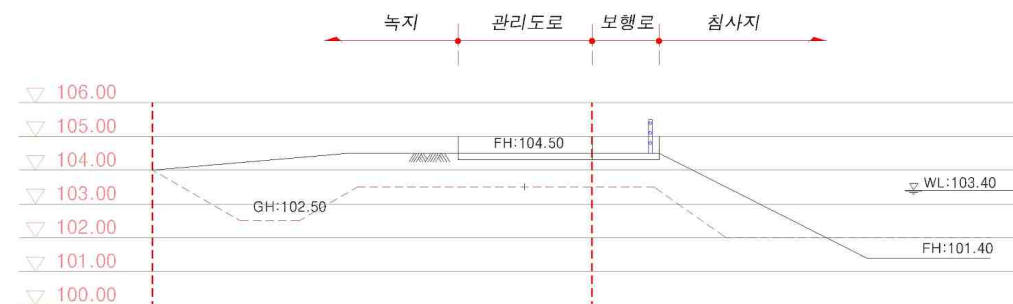
NO.12+10~14+11.20			
지 반 고	EL. 102.60m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	10.92 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙 짝 기	3.24 m <sup>2</sup>
절토면고르기	4.02 m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	6.26 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



NO.3~6+10			
지 반 고	EL. 103.50m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.50m	사 석	m
성 토	14.80 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙 짝 기	0.00 m <sup>2</sup>
절토면고르기	- m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	7.93 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



NO.6+10~12+10			
지 반 고	EL. 103.50m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.00m	사 석	m
성 토	3.00 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙 짝 기	0.72 m <sup>2</sup>
절토면고르기	1.91 m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	2.24 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>



NO.0~3			
지 반 고	EL. 103.50m	호안블럭	- m
계 획 고	EL. 104.50m	사 석	m
성 토	20.05 m <sup>2</sup>	지반매트	- m
표토제거	m	흙 짝 기	0.00 m <sup>2</sup>
절토면고르기	- m	되 메 우 기	m <sup>2</sup>
성토면고르기	5.94 m	기초치환사석	m <sup>2</sup>

### 관리도로 2

--- 현황선  
— 계획선

**KF 한국농어촌공사**  
2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)

부 서	지 구	
사업단계	공 구	-

개정번호	2017. 12. 날짜	세부설계 내용	작성지	검토지	승인자
------	--------------	---------	-----	-----	-----

건설분야	토 목	도 면 명
도면축척	S=1:100	
매 중		
일련번호		도면번호

관리도로 횡단면도(6)
C-GJ016



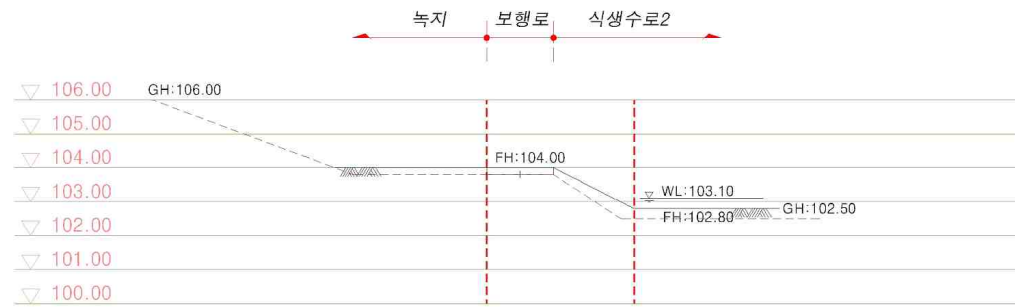
### 관리도로 횡단면도(식생수로\_보행로)

S=1:100



NO.0~11+13.37			
지 반 고	EL. 102.50	호안블럭	-
계 획 고	EL. 105.00	사 석	-
성 토	9.60	지반매트	-
표토제거	-	흙 깎 기	0.36
천토연고르기	-	되 매 우 기	-
성토연고르기	8.05	기초치환사석	-

보행로2



보행1. NO.2~3+10			
지 반 고	EL. 102.50	호안블럭	-
계 획 고	EL. 104.00	사 석	-
성 토	1.26	지반매트	-
표토제거	-	흙 깎 기	0.00
천토연고르기	-	되 매 우 기	-
성토연고르기	2.68	기초치환사석	-

보행로1-2



보행1. NO.3+10~5+0.67			
지 반 고	EL. 102.50	호안블럭	-
계 획 고	EL. 104.00	사 석	-
성 토	1.33	지반매트	-
표토제거	-	흙 깎 기	0.00
천토연고르기	-	되 매 우 기	-
성토연고르기	3.02	기초치환사석	-

보행로1-3



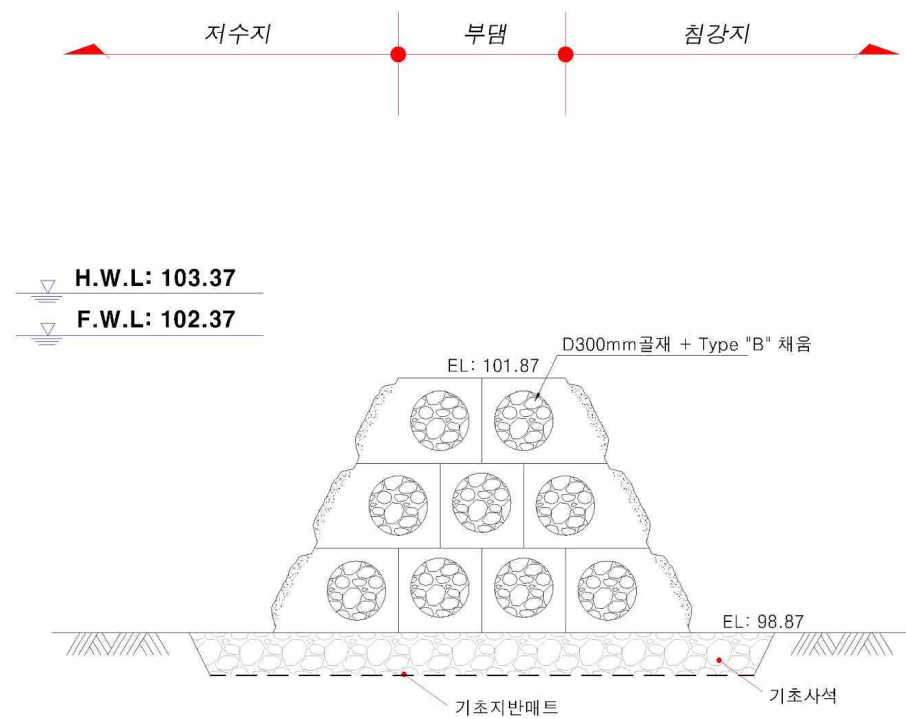
보행1. NO.0~2			
지 반 고	EL. 102.50	호안블럭	-
계 획 고	EL. 104.50	사 석	-
성 토	7.15	지반매트	-
표토제거	-	흙 깎 기	0.00
천토연고르기	-	되 매 우 기	-
성토연고르기	4.58	기초치환사석	-

보행로1-1

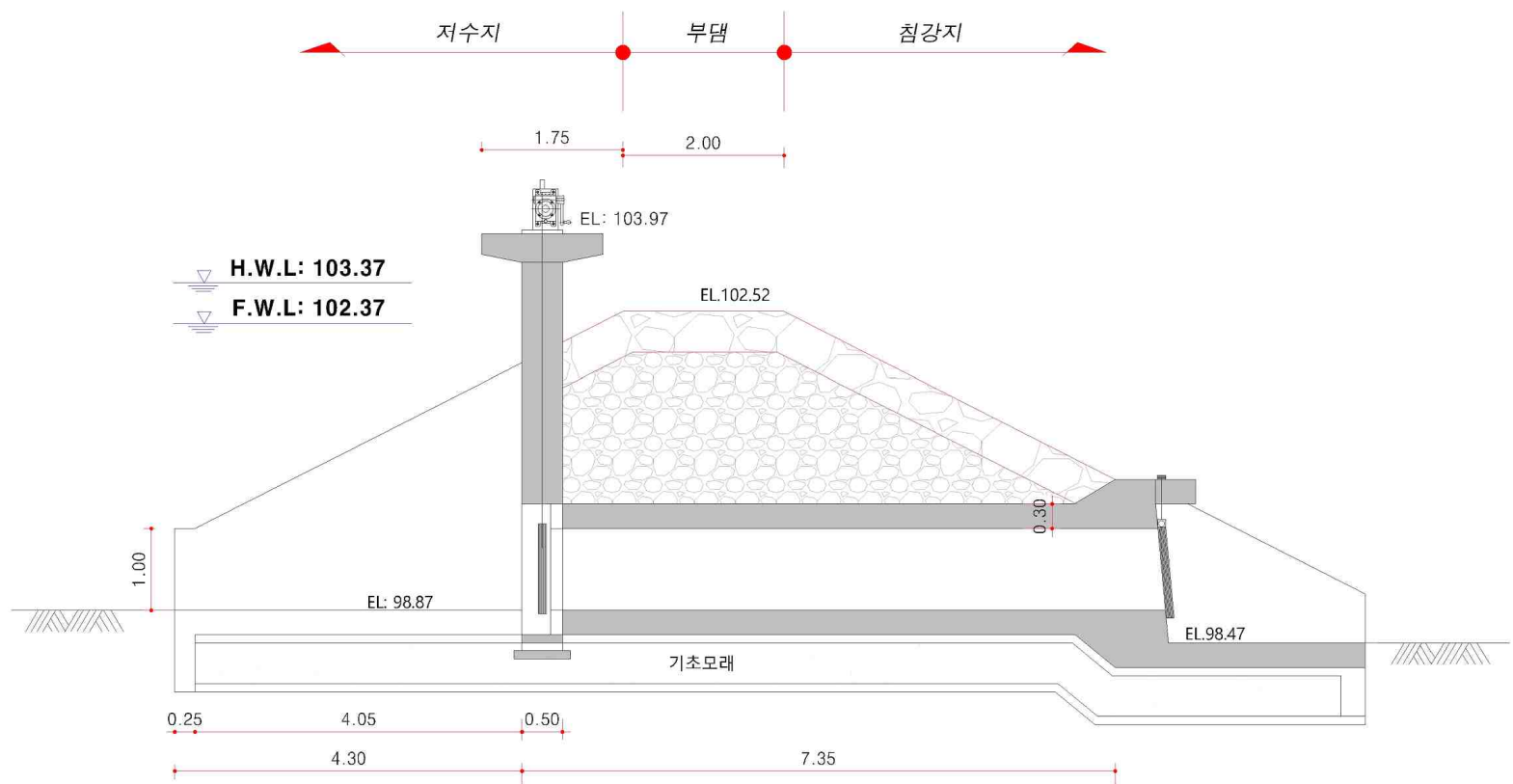
----- 현황선  
 ————— 계획선

### 부 댐 표준단면도

S=1:30



부댐(A-A') 표준단면도  
S=1:30



부댐(B-B') 표준단면도  
S=1:30

부서	지구	구	
사업단계	기본설계	공구	-
계정번호	2017.12. 날짜	세부설계 내용	작성일자

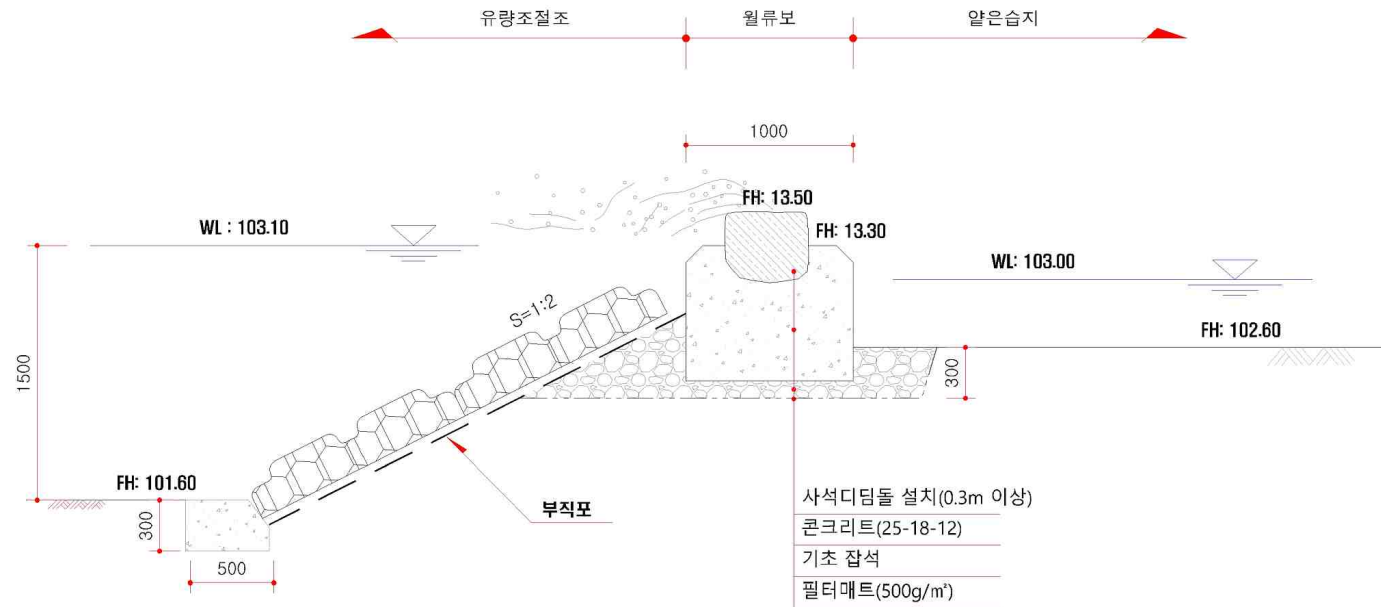
건설분야	토목	도면명	부 댐 표준단면도
도면축척	S=1:30	도면번호	C-GJ018
매종			
일련번호			

작성일자	검토지	승인자
------	-----	-----

도면명	부 댐 표준단면도
도면번호	C-GJ018

### 월류보 상세도

S=1:20

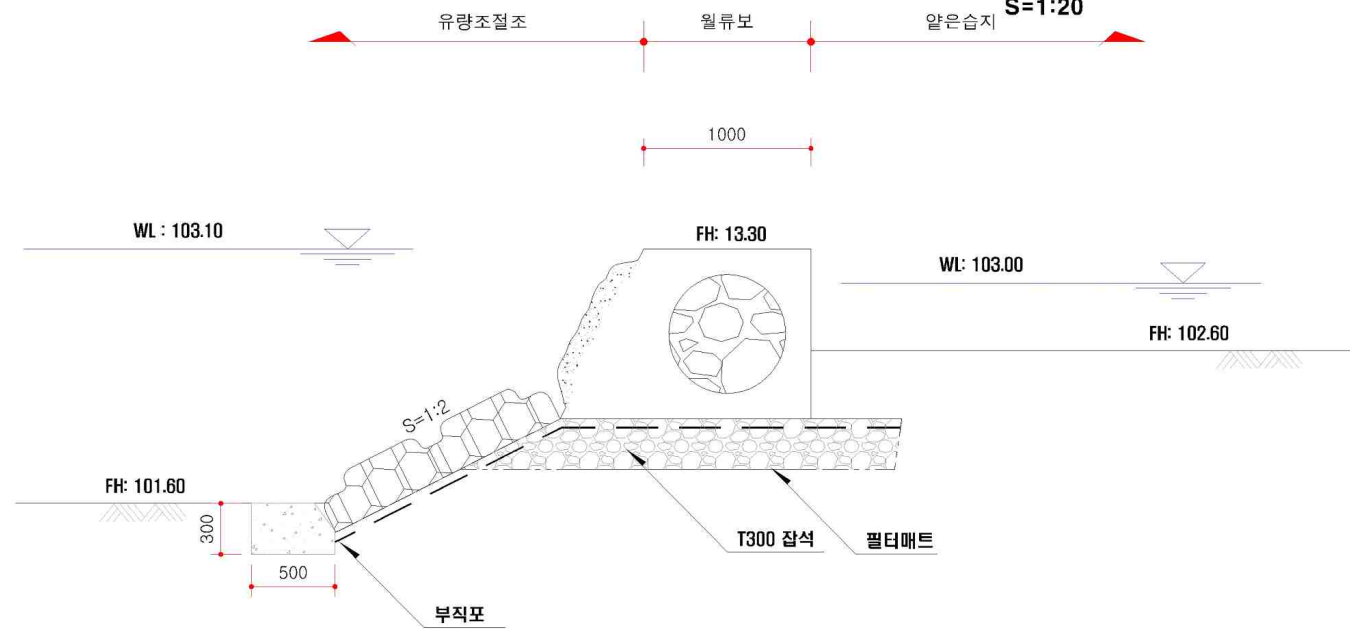


#### 월류보(징검다리형) 자재표

(M당)						
공종	품명	규격	단위	수량	비고	
사석형 월류보	사석	3.0x0.4x0.5	M3	0.75		
	수질정화블록	1.0x1.0x0.15	M2	2.70		
	콘크리트	25-18-12	M3	0.22		
	기초잡석	-	M3	1.00		
	필터매트	-	M	3.77		
	타피기	-	M3	1.41		
	진토처리	-	M3	0.04		

### 월류보(사석형) 상세도

S=1:20



#### 월류보(블록형) 자재표

(M당)						
공종	품명	규격	단위	수량	비고	
블록형 월류보	콘크리트블록	1.0x1.0	EA	2		
	수질정화블록	1.0x1.0x0.15	M2	2.04		
	콘크리트	25-18-12	M3	0.22		
	기초잡석	-	M3	1.01		
	부직포	-	M2	2.04		
	지반매트	-	M2	3.09		

### 월류보(블럭형) 상세도

S=1:20

부서	지구	공구	-																		
사업단계	기본설계	공구	-																		
개정번호	2017.12.	날짜																			
	세부설계	내용																			
	작성	작성																			
	검토	검토																			
	승인	승인																			

건설분야	토목		
도면축척	S=1:20	도면명	월류보 상세도
매중			
일련번호		도면번호	C-CJ019

### 양수시설 배치도

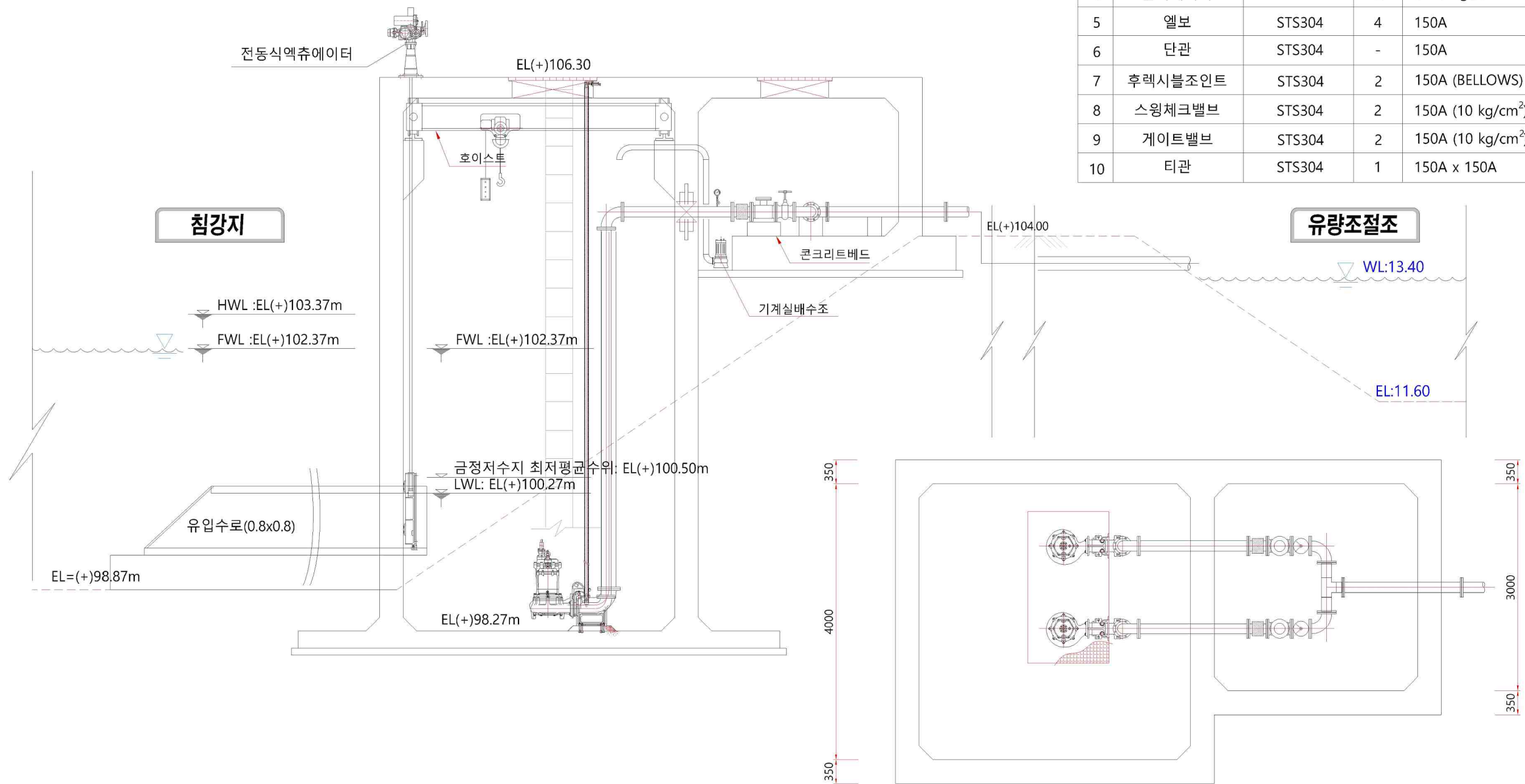


<b>KFE 한국농어촌공사</b> 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)	부 서	지 구							건설분야	토 목		
	사업단계	공 구	-						도면축척		도 면 명	양수시설 배치도
									매 중		도면번호	C-CJ020
	개정번호	날짜	세부설계	내용	작성자	검토자	승인자	일련번호				

### 양수시설 상세도

S=1:30

NO	PART NAME	MATERIAL	Q'TY	REMARKS
1	배수펌프	-	2	5.5kW (7.5Hp) x 380V x 150A
2	가이드 파이프	STS304	-	50A
3	토출 파이프	STS304	-	150A
4	압력게이지	-	2	0~15 kgf/cm <sup>2</sup>
5	엘보	STS304	4	150A
6	단관	STS304	-	150A
7	후렉시블조인트	STS304	2	150A (BELLOWS)
8	스윙체크밸브	STS304	2	150A (10 kg/cm <sup>2</sup> )
9	게이트밸브	STS304	2	150A (10 kg/cm <sup>2</sup> )
10	티관	STS304	1	150A x 150A



<p>한국농어촌공사 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)</p>	부서	지구					건설분야	토목		양수시설 상세도 C-GJ021
	사업단계	공구	-				도면축척	S=1:30	도면명	
	개정번호	날짜	내용	작성자	검토자	승인자	일련번호	도면번호		

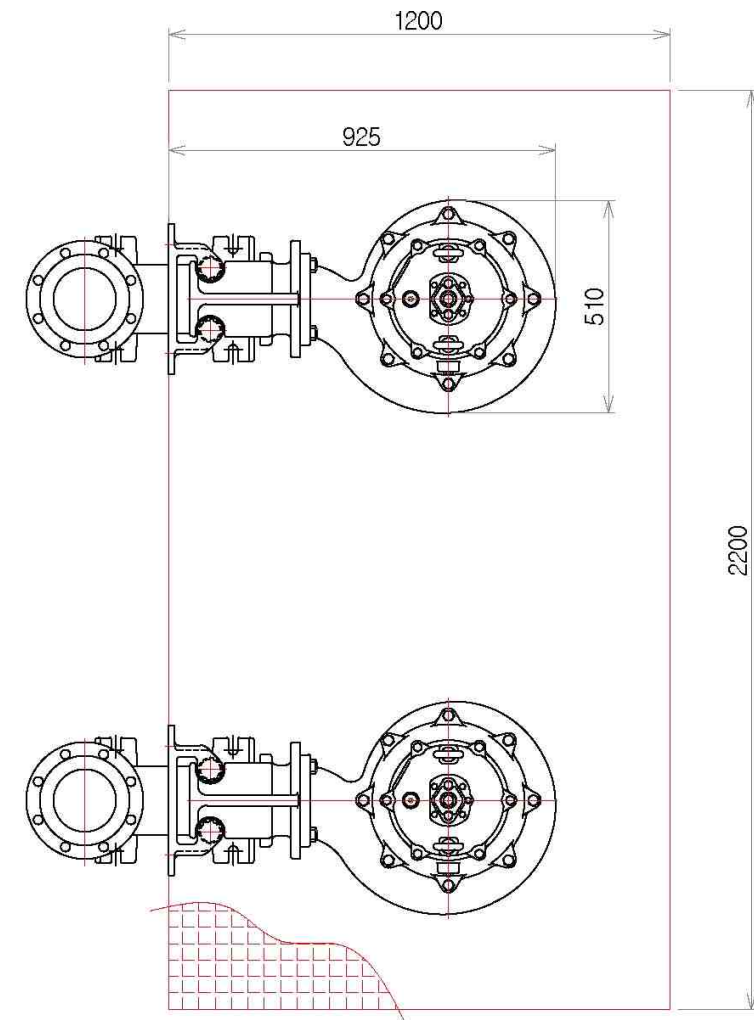
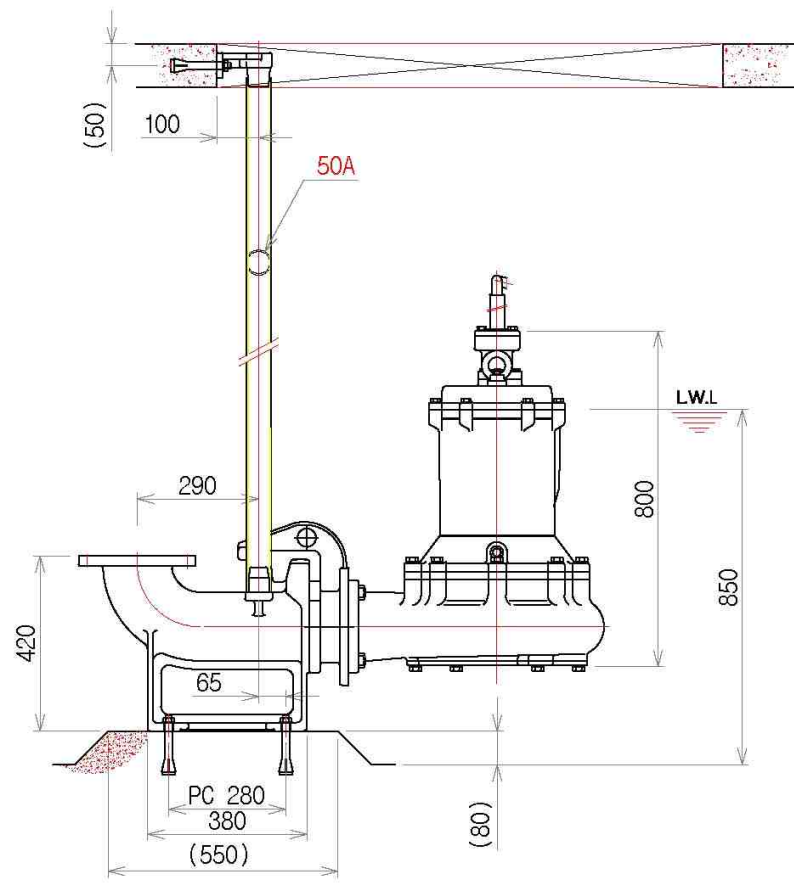
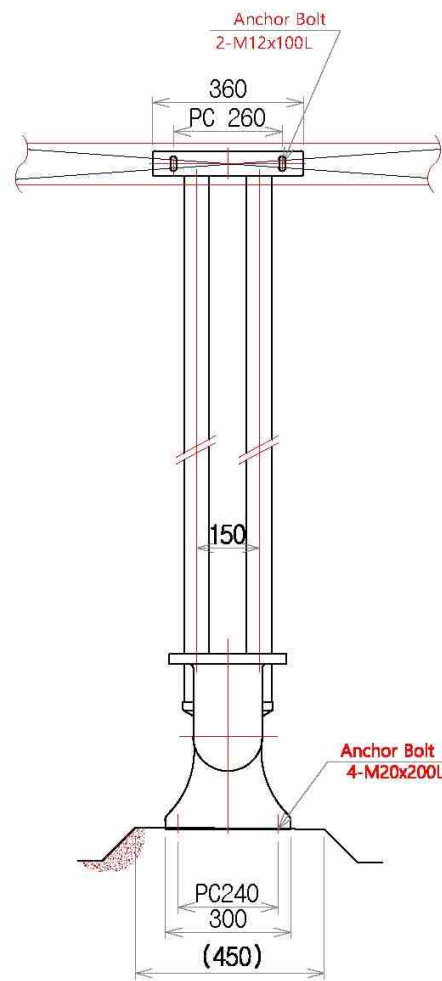
### 펌프 상세도

S=1:8

**NOTE**

본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시설계시 대상지에서의 적용성을 검토하여 시방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.

\* 펌프사양 : 150mm x 5.5kW(7.5HP) x 380V



### 펌프 상세도(5.5kW)

S=1:8

 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)	부서	지구						건설분야	토목		도면명 펌프상세도 도면번호 C-GJ022
	사업단계	기본설계	공구	-				도면축척	S=1:8		
	개정번호	2017.12.	날짜	세부설계	내용	작성	검토	승인	일련번호		

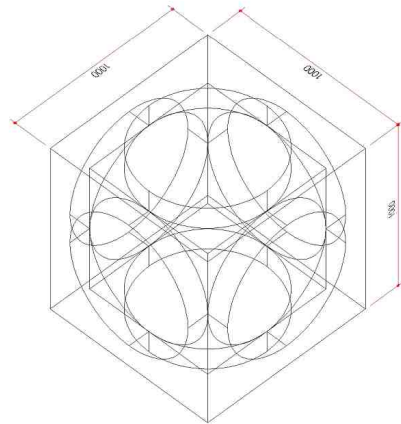
# 콘크리트블럭 상세도

S=NONE

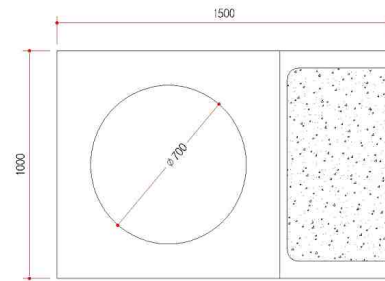
**NOTE**

본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로서 실시설계시 대상지에서의 적용성을 검토하여 시방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.

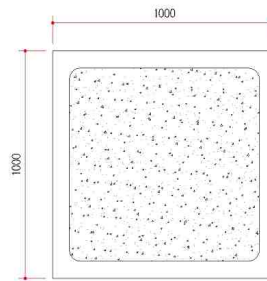
(수질정화용 포카라)



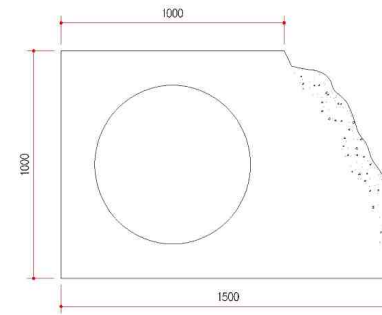
Type "A"



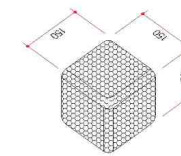
평면도



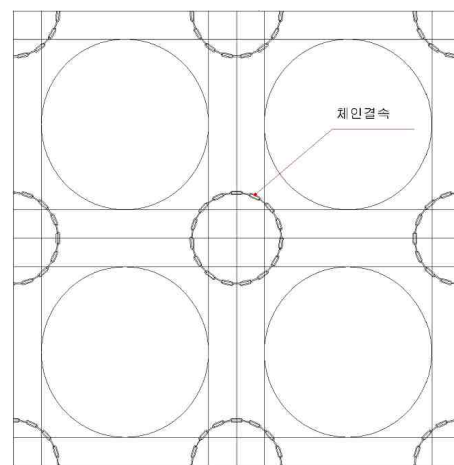
정면도



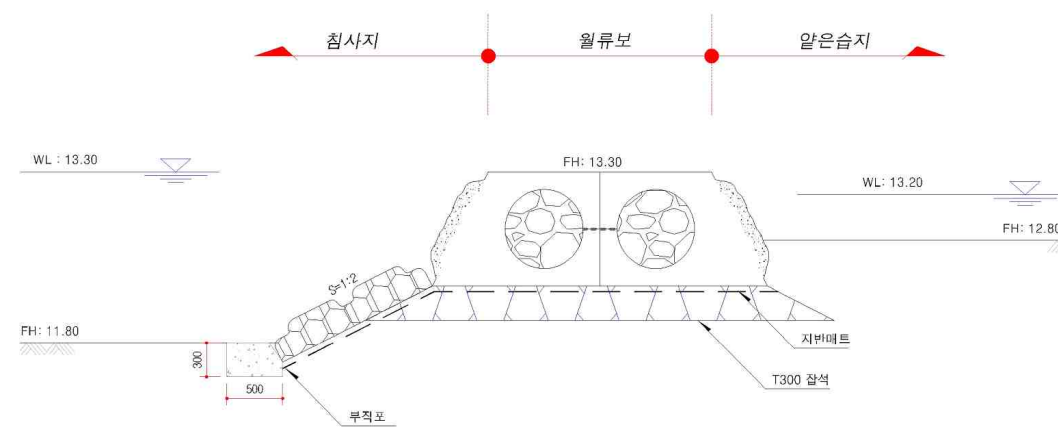
측면도



Type "C"



조립도



시공예시도

구분	품명	규격(mm)
Type "A"	포카라	1,000x1,000x1,000
Type "B"	수질정화용 포카라	1,000x1,500x1,000
Type "C"	바이오후우징 B형	150x150x150

부서	지구	구분	일련번호	작성일자	검토일자	승인일자
사업단계	공구	-	2017.12. 날짜	세부설계 내용		

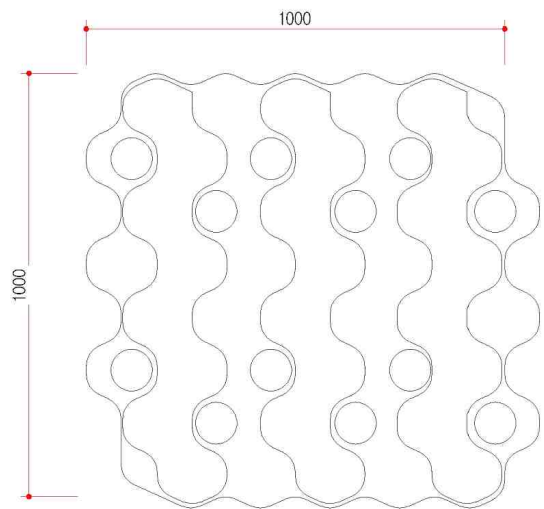
건설분야	토목	도면명
도면축척	S=NONE	도면번호
매종		
일련번호		

### 수질정화블럭상세도

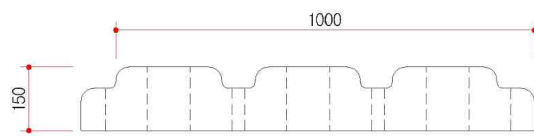
S=NONE

**NOTE**

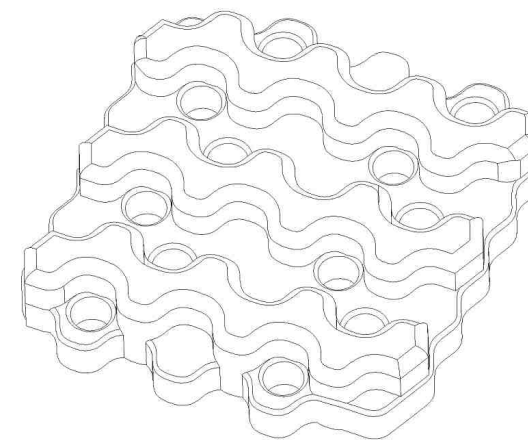
본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시설계시 대상지에서의 적용성을 검토하여 지방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.



평면도

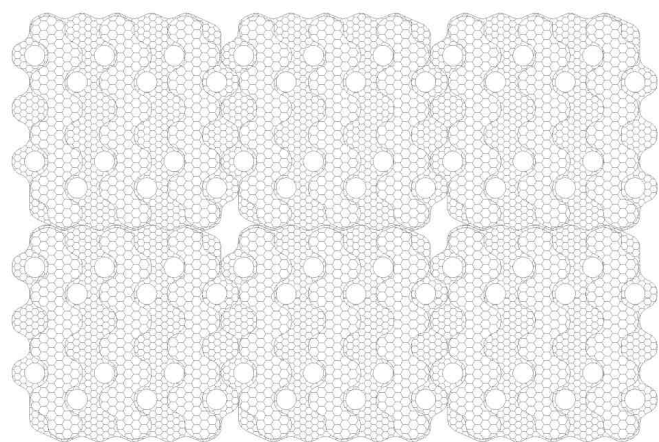


정면도

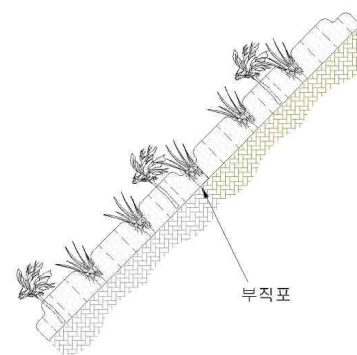


입체도

품명	규격 (mm)	단위수량
이엠에코 바이오하우징 A형	1,000x1,000x150	m <sup>2</sup> 1EA



조립도



시공예시도

부서	지구
사업단계	공구
기본설계	-

개정번호	2017.12. 날짜	세부설계 내용	작성자	검토자	승인자
------	-------------	---------	-----	-----	-----

건설분야	토목
도면축척	S=NONE
매종	
일련번호	

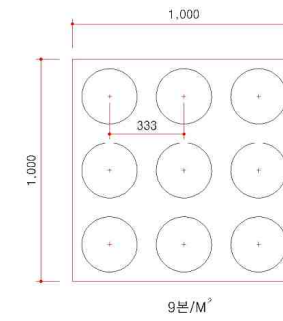
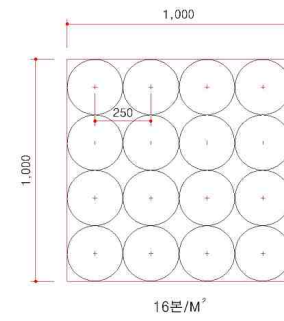
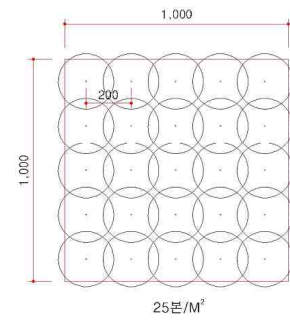
도면명	수질정화블럭상세도
도면번호	C-GJ024

수질정화블럭상세도  
C-GJ024

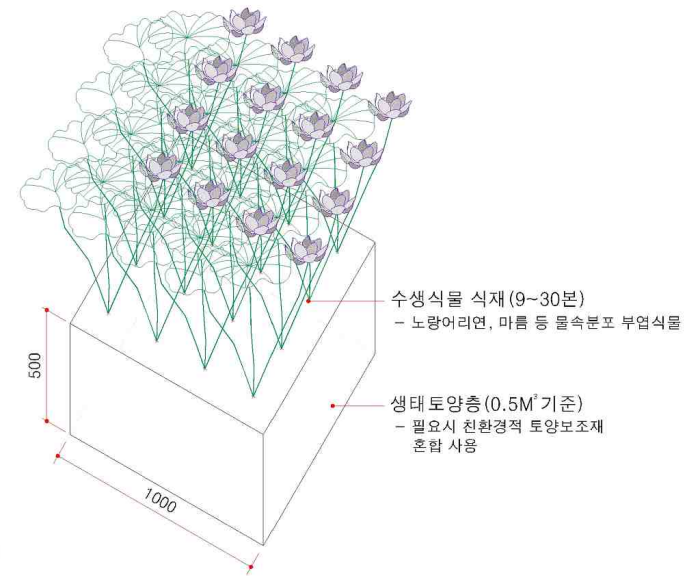
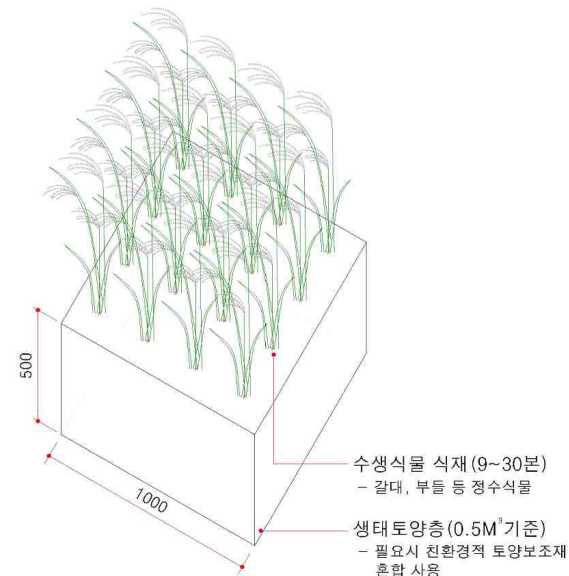
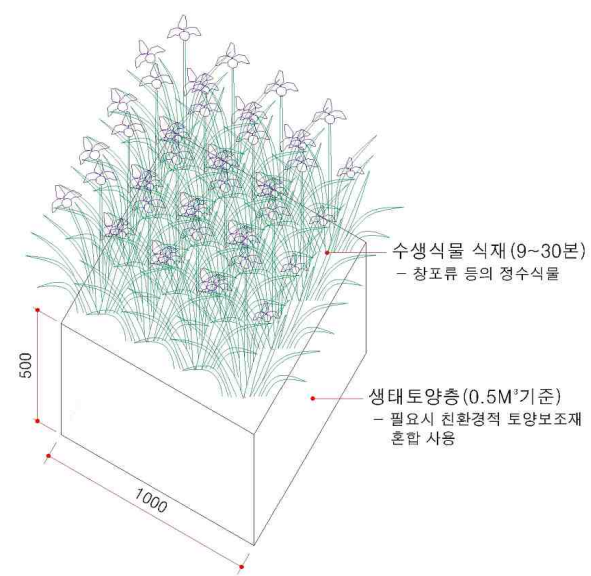


# 식재 상세도

S=1:15




1 정화식물식재 상세도  
SCALE : 1/15



• NOTE : 수질정화식물 식재 일반사항

1. 식재식물은 수질정화 효과가 있는 수생식물을 선정하며, 식물의 공급, 관리의 용이성, 지역자생여부 등을 고려하여 갈대, 줄, 미나리, 고마리, 달뿌리풀 등 현지 자생 수종을 식재한다.
2. 식재시 식물의 간격은 이입종의 침입과 초기의 안정적인 정착을 고려하여 0.2m(18본)~0.3m(9본)로 한다.
3. 금회 기본계획에는 조경수의 식재계획을 포함하지 않는다.

2 정화식물식재 상세도  
SCALE : 1/15

 <b>한국농어촌공사</b> 2017년 농업용수 수질개선사업 기본조사(북부)	부 서	지 구							건설분야	토 목	도 면 명	식재상세도
	사업단계	공 구	-						도면축척	S=1:15		
									매 중		도면번호	C-GJ025
	개정번호	2017.12. 날짜	세부설계 내용	작성 자	검 토 지	승 인 자	일련번호					

## 10.11 시설별 편입용지도 및 조서

### 금정지구 농업용수수질개선사업 편입토지 조서

○ 금정지구

번호	토지소재지	지번	부번	지목	지적(㎡)	편입면적(㎡)	공시지가(원/㎡)	실거래가	매입비용(원)	토지소유자 성명
<b>인공습지1</b>						<b>6,641.22</b>				
1	충청북도 음성군 생극면 관성리	275	4	유	8,590	5,616.99	6,600	35,000	-	한국농어촌공사
2	충청북도 음성군 생극면 관성리	275	7	유	130	85.70	6,600	35,000	2,990,000	음성군
3	충청북도 음성군 생극면 관성리	873	5	구	8,914	575.03	6,050	35,000	20,120,000	국(농림축산식품부)
4	충청북도 음성군 생극면 관성리	237	1	유	559	90.35	27,500	35,000	-	한국농어촌공사
5	충청북도 음성군 생극면 관성리	284		유	8,673	150.15	27,500	35,000	-	한국농어촌공사
6	충청북도 음성군 생극면 관성리	307		유	22,246	95.92	7,090	35,000	-	한국농어촌공사
7	충청북도 음성군 생극면 관성리	266	1	도	6	27.07	4,780	15,600	420,000	음성군
<b>인공습지2</b>						<b>8,373.91</b>				
8	충청북도 음성군 생극면 관성리	275	4	유	8,590	3.23	6,600	35,000	-	한국농어촌공사
9	충청북도 음성군 생극면 관성리	873	5	구	8,914	202.86	6,050	35,000	7,100,000	국(농림축산식품부)
10	충청북도 음성군 생극면 관성리	237	1	유	559	234.85	27,500	35,000	-	한국농어촌공사
11	충청북도 음성군 생극면 관성리	233	4	유	559	160.56	6,600	35,000	5,610,000	음성군
12	충청북도 음성군 생극면 관성리	284		도	8,673	5,916.07	27,500	15,600	-	한국농어촌공사
13	충청북도 음성군 생극면 관성리	284	1	유	272	95.65	6,600	35,000	3,340,000	음성군
14	충청북도 음성군 생극면 관성리	874		구	3,445	327.61	6,600	35,000	11,460,000	국(농림축산식품부)
15	충청북도 음성군 생극면 관성리	237	5	유	406	125.31	6,600	35,000	4,380,000	음성군
16	충청북도 음성군 생극면 관성리	64	2	유	974	280.15	7,090	35,000	9,800,000	음성군
17	충청북도 음성군 생극면 관성리	64		유	28,948	1,023.88	7,090	35,000	-	한국농어촌공사
18	충청북도 음성군 생극면 관성리	238	6	유	245	3.74	6,600	35,000	130,000	음성군
<b>식생수로</b>						<b>10,138.54</b>				
19	충청북도 음성군 생극면 관성리	51		유	15,469	5,182.19	6,600	35,000	-	한국농어촌공사
20	충청북도 음성군 생극면 관성리	54	3	답	2,407	52.50	19,300	35,000	1,830,000	이명선
21	충청북도 음성군 생극면 관성리	34		유	4,222	3,657.19	18,700	35,000	128,000,000	홍경국
22	충청북도 음성군 생극면 관성리	857		구	8,539	555.24	6,600	35,000	19,430,000	국(농림축산식품부)
23	충청북도 음성군 생극면 관성리	35		유	1,679	285.76	18,700	35,000	10,000,000	홍경국
24	충청북도 음성군 생극면 관성리	860	2	천	19,933	88.22	7,090	90,000	7,930,000	국(건설부)
25	충청북도 음성군 생극면 관성리	56		유	44,250	317.44	7,090	35,000	-	한국농어촌공사
<b>침강지</b>						<b>22,429.19</b>				
26	충청북도 음성군 생극면 관성리	322	1	유	6,248	1,778.13	6,600	35,000	-	한국농어촌공사
27	충청북도 음성군 생극면 관성리	307		유	22,246	16,150.77	7,090	35,000	-	한국농어촌공사
28	충청북도 음성군 생극면 관성리	333		유	208	1,933.21	6,600	35,000	-	한국농어촌공사
29	충청북도 음성군 생극면 관성리	302		유	4,866	11.47	6,600	35,000	-	한국농어촌공사
30	충청북도 음성군 생극면 관성리	860	2	천	19,933	22.86	7,090	90,000	2,050,000	국(건설부)
31	충청북도 음성군 생극면 관성리	56		유	44,250	2,532.75	7,090	35,000	-	한국농어촌공사
<b>수질개선시설 총계</b>						<b>47,582.86</b>			<b>234,590,000</b>	

## 10.12 매장문화재 지표조사 결과(요약)

(재)백두문화재연구원 지표조사보고 제22책

# 2017년 농업용수 수질개선사업(금정지구) 문화재 지표조사 보고서

본 학술적 또는 공공의 목적을 위하여 지표조사 보고서를 공개하는 데에 동의함.

2017. 12

## IV. 문화재 보존대책 현황 및 종합고찰

### 1. 문화재 보존대책(현황)

지표조사 결과, 조사대상지역 및 주변지역에서 어떠한 고고학적 유구나 유물의 흔적을 찾을 수 없어 신규로 파악된 유적은 없다. 따라서, 관련 행정절차를 거친후 조사대상지역 내에서는 사업을 시행하어도 무방할 것으로 판단된다.

#### ○ 역사·고고분야

[표 3] 조사대상지역 내 유적 세부 현황 및 조사단 의견

(면적 단위 : m<sup>2</sup>)

총면적	사업실행 면적	합회조사 면적	발굴조사 면적			보존 면적	
			사굴 조사	표본 조사	경질 조사	일부 보존	이전 보존
40,000	40,000	·	·	·	·	·	·

### 2. 종합 고찰

금번 문화재 지표조사는 충청북도 음성군 생극면 판성리 45-8번지 일원으로, 농업용수 수질개선을 위한 사업이다. 조사대상지역은 금강저수지 일부 지역과 주변으로, 논과 습지가 조성되어 있었다. 본격적인 사업 시행 이전에 유적의 유무와 분포 범위를 확인하고, 개발과 문화유적 보존의 효과적인 방안을 수립하고자 실시하였다. 조사단 의견을 요약하면 아래와 같다.

첫째, 조사 결과, 조사대상지역 및 주변지역에서 어떠한 고고학적 유구나 유물의 흔적을 찾을 수 없어 신규로 파악된 유적은 없다. 따라서, 관련 행정절차를 거친후 조사대상지역 내에서는 사업을 시행하어도 무방할 것으로 판단된다.

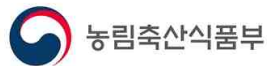
둘째, 조사대상지역 내에서 민속조사를 실시할 만한 전통 가옥 또는 이와 관련된 민속자료는 파악되지 않았다. 또한 천연기념물과 같은 자연문화재 역시 존재하지 않는 것으로 파악되어 추가적인 조사는 필요하지 않을 것으로 판단된다.

셋째, 금번 지표조사는 조사대상지가 대부분 저수지 내부이며, 특안전질이라는 방범상의 한계로 인하여 고고학적 유물이나 유구를 발견하지 못했을 가능성이 있으므로 공사시행 시 문화재로 의심되는 유물이나 유구가 발견될 경우에는 「태강문화재 보호 및 조사에 관한 법률」 제5조 및 제17조에 의거, 관계 기관에 신고하여 적절한 조치를 받아야 할 것이다.

## 10.13 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. 사업계획 등 (승인)내용

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고																																																					
		시행주체	시행방법	시행시기																																																							
사업개요	<p>〈 사업개요 〉</p> <table border="1"> <tr> <th>구분</th> <th>유상자구</th> <th>교려자구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>경북 영천시 복안면 우상리 11번지 일원</td> <td>인원명시 강현군 내면 교려리 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>26,700㎡</td> <td>56,599㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 1지, 식생만류계기 1지</td> <td>인공습지 2지, 침강지 1지</td> </tr> <tr> <th>구분</th> <th>관정자구</th> <th>입상자구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>충북 음성군 성곡면 문경리 일원</td> <td>충남 천안시 서북구 일성동 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>47,582㎡</td> <td>27,913㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 2지, 가온습지 정비 1지</td> <td>식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생만류계기 1식</td> </tr> <tr> <td>개발주체명/승인일자</td> <td colspan="2">농림축산식품부/ 해당 시도지사</td> </tr> </table>	구분	유상자구	교려자구	위치	경북 영천시 복안면 우상리 11번지 일원	인원명시 강현군 내면 교려리 일원	사업면적	26,700㎡	56,599㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생만류계기 1지	인공습지 2지, 침강지 1지	구분	관정자구	입상자구	위치	충북 음성군 성곡면 문경리 일원	충남 천안시 서북구 일성동 일원	사업면적	47,582㎡	27,913㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 가온습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생만류계기 1식	개발주체명/승인일자	농림축산식품부/ 해당 시도지사		한국농어촌공사	<table border="1"> <tr> <th>구분</th> <th>유상자구</th> <th>교려자구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>경북 영천시 복안면 우상리 일원</td> <td>인원명시 강현군 내면 교려리 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>26,700㎡</td> <td>56,599㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 1지, 식생만류계기 1지</td> <td>인공습지 2지, 침강지 1지</td> </tr> <tr> <th>구분</th> <th>관정자구</th> <th>입상자구</th> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>충북 음성군 성곡면 문경리 일원</td> <td>충남 천안시 서북구 일성동 일원</td> </tr> <tr> <td>사업면적</td> <td>47,582㎡</td> <td>27,913㎡</td> </tr> <tr> <td>사업내용</td> <td>인공습지 1지, 침강지 2지, 가온습지 정비 1지</td> <td>식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생만류계기 1식</td> </tr> <tr> <td>개발주체명/승인일자</td> <td colspan="2">농림축산식품부/ 해당 시도지사</td> </tr> </table>	구분	유상자구	교려자구	위치	경북 영천시 복안면 우상리 일원	인원명시 강현군 내면 교려리 일원	사업면적	26,700㎡	56,599㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생만류계기 1지	인공습지 2지, 침강지 1지	구분	관정자구	입상자구	위치	충북 음성군 성곡면 문경리 일원	충남 천안시 서북구 일성동 일원	사업면적	47,582㎡	27,913㎡	사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 가온습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생만류계기 1식	개발주체명/승인일자	농림축산식품부/ 해당 시도지사			
		구분	유상자구	교려자구																																																							
위치	경북 영천시 복안면 우상리 11번지 일원	인원명시 강현군 내면 교려리 일원																																																									
사업면적	26,700㎡	56,599㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생만류계기 1지	인공습지 2지, 침강지 1지																																																									
구분	관정자구	입상자구																																																									
위치	충북 음성군 성곡면 문경리 일원	충남 천안시 서북구 일성동 일원																																																									
사업면적	47,582㎡	27,913㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 가온습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생만류계기 1식																																																									
개발주체명/승인일자	농림축산식품부/ 해당 시도지사																																																										
구분	유상자구	교려자구																																																									
위치	경북 영천시 복안면 우상리 일원	인원명시 강현군 내면 교려리 일원																																																									
사업면적	26,700㎡	56,599㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 1지, 식생만류계기 1지	인공습지 2지, 침강지 1지																																																									
구분	관정자구	입상자구																																																									
위치	충북 음성군 성곡면 문경리 일원	충남 천안시 서북구 일성동 일원																																																									
사업면적	47,582㎡	27,913㎡																																																									
사업내용	인공습지 1지, 침강지 2지, 가온습지 정비 1지	식생수로 3개소, 침강지 1지, 기포발생장치 1식, 식생만류계기 1식																																																									
개발주체명/승인일자	농림축산식품부/ 해당 시도지사																																																										
I. 총괄	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업은 농업용저수지 수질 개선을 위해 수질정화시설(침강지, 인공습지 등)을 조성하는 사업으로 평가서에 제시된 환경영향 저감책안과 이해의 합목적 의견을 사업계획에 직접 반영하여야 함</li> <li>○ 사업시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우에는 해당 지역주민 및 이해관계자의 의견을 들어 적정한 피해방지 및 민원대책을 강구하여야 함</li> <li>○ 저수지 수질개선 사업은 상류역 오염원 관리대책이 수반되어야 하며, 인공습지 설치사례의 문제점을 보완하여 수질개선 효과가 장기적이고 지속적으로 유지될 수 있도록 유지관리 방안을 수립하여야 함</li> </ul>	한국농어촌공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업은 농업용저수지 수질개선을 위해 수질정화시설(침강지, 인공습지, 식생제거 등)을 조성하는 사업으로 평가서에 제시된 환경영향 저감책안과 협의의견을 사업계획에 직접 반영하여 시행하겠음</li> <li>○ 사업시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우에는 해당 지역주민 및 이해관계자의 의견을 들어 적정한 피해방지 및 민원대책을 강구 시행하겠음</li> <li>○ 본 사업은 수질정화시설(침강지, 인공습지 등)의 수질개선 효과가 장기적이고, 지속적으로 유지될 수 있도록 유지관리방안을 수립하여 시행하겠음</li> </ul>	공사시 운영시																																																							

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고
		시행주체	시행방법	시행시기		
II. 항목별 검토의견	가 수질	한국농어촌공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공사시 수질오염 저감대책의 이행 및 운영시 수질정화시설의 유지관리계획에 의거하여 저수지 수질이 개선될 수 있도록 하겠음</li> <li>- 사업지구 내 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성 지역자생수종, 경관 등을 고려하여 줄, 물약제 갈대 등을 선정하여 식재하겠음</li> <li>- 사업지구는 농업용수 수질측정장 대상시설로서, 물환경측정장 운영계획에 따라 연회 저수지 수질조사를 실시하고, 시설점검(월회) 결과에 따라 퇴적물 준설 등 유지관리를 이행하며, 준공 후 3년 경과시점부터 별도의 사후모니터링 실시할 계획임</li> <li>- 퇴적물 준설 등 시설물의 관리는 주기적인 시설점검 결과를 토대로 유지관리계획에 의거 시행할 계획임</li> </ul>	공사시 운영시		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수질정화 효과가 극대화될 수 있도록 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성 지역자생수종, 경관 등을 고려하여 선정</li> <li>- 운영시 침강지의 퇴적물 준설, 유량수질 퇴적물 조사 등 지속적인 모니터링을 실시하여 비점오염물질 저감을 위한 습지의 제기능을 발휘할 수 있도록 유지관리계획 마련 시행</li> <li>- 물수로 바닥 퇴적물 준설 등 주기적인 수질개선 방안(물수로 수질 측정 및 수질오염원 파악 등 포함) 마련</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업지구 내 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성 지역자생수종, 경관 등을 고려하여 줄, 물약제 갈대 등을 선정하여 식재하겠음</li> <li>- 사업지구는 농업용수 수질측정장 대상시설로서, 물환경측정장 운영계획에 따라 연회 저수지 수질조사를 실시하고, 시설점검(월회) 결과에 따라 퇴적물 준설 등 유지관리를 이행하며, 준공 후 3년 경과시점부터 별도의 사후모니터링 실시할 계획임</li> <li>- 퇴적물 준설 등 시설물의 관리는 주기적인 시설점검 결과를 토대로 유지관리계획에 의거 시행할 계획임</li> </ul>	공사시 운영시	불입비	
	나 등 식물상		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인공구조물(침강지, 보 등)의 설치는 수체흐름 정체, 수생태계 단절 등 수환경에 영향이 최소와 되도록 구조물의 적정 위치, 규모, 형식 등을 면밀히 검토하여야 함</li> <li>○ 공사시 어류 등 수생생물에 영향이 최소와 되도록 저감대책을 강구 시행하고, 법정보호종이 출현하는 경우에는 적절한 보호 대책(전문가 및 관계기관과 협의를 강구 후 공사를 시행하여야 함)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인공구조물(침강지, 보 등)의 설치는 수체흐름 정체, 수생태계 단절 등 수환경에 영향을 줄 수 있으므로 구조물의 적정 위치, 규모, 형식 등을 검토하여 설치하겠음</li> <li>○ 공사시 어류 등 수생생물에 영향이 최소와 되도록 저감대책을 강구 시행하고, 법정보호종이 출현하는 경우에는 적절한 보호 대책을 강구 후 공사를 시행하겠음</li> </ul>	공사시	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공사시 어류 등 수생생물에 영향이 최소와 되도록 저감대책을 강구 시행하고, 법정보호종이 출현하는 경우에는 적절한 보호 대책(전문가 및 관계기관과 협의를 강구 후 공사를 시행하여야 함)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공사시 어류 등 수생생물에 영향이 최소와 되도록 저감대책을 강구 시행하고, 법정보호종이 출현하는 경우에는 적절한 보호 대책을 강구 후 공사를 시행하겠음</li> </ul>	공사시		

구분	협의내용	사업계획 (승인)내용			협의내용 반영서류	비고
		시행주체	시행방법	시행시기		
II. 항목별 검토의견	<p>&lt;유상 고려 금정지구&gt;</p> <p>○ (인공습지) 갈수기 저수지 유입량 감소 홍수시 고농도 비점오염물질 파다 유입 식물체 고사 등으로 정화효율이 기대치 보다 낮을 수 있으므로, 습지의 식생 상상을 위해 수심유지와 파필 성장 식생 제거 등 철저한 유지관리가 수반되어야 함</p> <p>- 인공습지의 수질개선 효과 감소되지 않도록 유압수 수질 유압수량 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>&lt;유상 고려 금정지구&gt;</p> <p>○ (인공습지) 갈수기 저수지 유입량 감소 홍수시 고농도 비점오염물질 파다 유입 식물체 고사 등으로 정화효율이 기대치 보다 낮을 수 있으므로, 적정 수심유지, 주기적인 식생 제거 등 유지관리계획을 수립하여 시행하였음</p>	운영시	붙임제	
	<p>&lt;압상지구&gt;</p> <p>○ (식생수표) 식생수표의 수질개선 효과가 지속될 수 있도록 식생수표의 유지관리방안을 구체적으로 마련하고 수립이행하여야 함</p> <p>- 유압수 수질 유압수량 체류시간, 식재 식물종, 식물식재 밀도, 수심 등과 관련 유지관리 매뉴얼을 작성하고, 월별 계절별 강수량 등의 환경조건 변화에 대응 및 관리 가능하도록 유지관리 방안을 수립이행하여야 함</p>		<p>&lt;압상지구&gt;</p> <p>○ (식생수표) 식생수표의 수질개선 효과가 지속될 수 있도록 유지관리방안을 구체적으로 마련하고 이행하였음</p>	운영시	붙임제	

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 서식별인 원조에 따라 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보하여야 함</p> <p>- 협의내용을 실시할때 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 제46조의 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) 고려(인천광역시) 금강(충북도청) 압상(충남도청)	<p>○ 법 제46조의 규정에 따라 사업자의 협의내용 이행 여부를 확인하고, 관련법에 따른 해당사항을 준수하였음</p> <p>- 협의내용의 이행여부 확인결과를 다음해 1월 31일까지 유역(지방)환경청에 통보하였음</p>	공사시 운영시		
	<p>○ 법 제46조의 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) 고려(인천광역시) 금강(충북도청) 압상(충남도청)	<p>○ 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리 감독하였음</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 checked="" type="checkbox"/> 법 제46조에 따라 소규모 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 법 제49조제1항에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하여야 함	한국농어촌공사	<input checked="" type="checkbox"/> 법 제46조에 따라 소규모 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 제49조제1항에 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 협의완료(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 유역지법환경청에 이를 통보하여야 함		<input type="checkbox"/> 법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지하려는 경우 승인기관 및 관할 유역지법환경청에 통보하였음			

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(부딕) 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 유지·관리 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 헹감물과 침전물을 제거해 주도록 하여 침전효율을 유지할 수 있도록 계획함
- 침전물질·헹감물로 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 헹감물, 쓰레기 등을 수시로 제거하며, 퇴적물 제거는 퇴적층이 30cm 이상이 되었거나 저류공간이 70% 이내로 남을 경우 실시함

- 퇴적물 제거 시기는 저수지 수위가 낮아지는 이앙기 등 침강지대 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·동행을 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 연속 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 조작용이 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 물 순환이 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 식생 성장에 따라 단계적으로 수위를 높여 안정화시기에는 수위관리 실시 - 비료 투입 및 약제 살포 등과 같은 인위적인 방법 금지
- 동결기시 주기적으로 식생을 전지하여 제거하도록 하며, 7월 전후 최대생장기에 추가적으로 전지할 경우 오염물질 흡수, 제거에 유리함

- 전처리 기능을 갖는 유입부는 주기적으로 헤파물과 침전물을 제거해 주도록 하여 침전효율을 유지하고 후단부로의 월류를 방지해야 함
- 침전물질·헤파물로 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 시설 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

## 10.14 중간보고회 및 기술검토회 결과

### 10.14.1 중간보고회('17.9.14) 결과

NO	자문의견	조치결과	비고
1 (자문)	수문곡선, 오염물질농도 및 부하량곡선 작성 제시	수문, 오염물질농도 및 부하량곡선 작성 제시함	반영
2 (자문)	강우사상에 따라 유량가중평균농도(EMC) 제시	강우사상에 따라 유량가중평균농도(EMC) 제시함	반영
3 (자문)	인공습지 구성요소를 목표오염물질 삭감에 맞추어 제시	TN, TP가 수질관리기준을 초과하고 있어 얕은습지+깊은연못을 구성하였으며, 안정적 효율유지를 위해 지하흐름습지를 후단부에 반영하였음	반영
4 (자문)	취입보 위치와 형식 결정 및 이에 기초한 습지 배열안 제시	취입보 설치 없음(양수시설에 따른 시설 배치 제시)	반영
5 (자문)	갈수기보다는 저수지 수위 안정기에 양수처리가 오염물질 제거와 습지 기능 유지에 유리	평시 및 갈수기 모두 양수가 가능하도록 계획함	반영
6 (자문)	적정단가 산출을 위한 토질 및 기초지반조사 필요	토질 및 기초지반조사 실시함	반영
7 (자문)	취입보 위치에 따른 침수, 배수, 지하수위 등 검토	침수, 배수불량, 유지관리 등을 고려하여 취입보를 설치하지 않는 것으로 계획함	미반영
8 (자문)	기존 인공습지는 전면적으로 재설계 필요	기존 인공습지는 침사지+식생수로로 전면 재설계 실시함	반영
9 (자문)	군부대 하수처리수를 배출부하량에 포함하여 제시	군부대 보안사항으로 배출부하량 산정 곤란	미반영
10 (자문)	주유입하천유출부와 침강지 부댐이 너무 근접하여 일정거리 이격 필요	현재 영농사용허가 중인 유입부 토지를 준설하여 하천유출부로부터 70m이상 거리 확보	반영
11 (지사)	제방부근 양수시설은 수변 양수장 형식보다는 수중바닥 고정식으로 추진	시공성 및 유지관리 용이성을 고려하여 수변 양수형으로 반영	미반영
12 (지사)	주요시설(양수장, 수문) 등에 대한 TM/TC시설 반영	주요시설(양수장, 수문) 등에 대한 TM/TC시설 반영	반영
13 (지사)	양수시설 토출부에 유량계를 설치하여 정확한 공급유량 파악	토출부에 유량계 반영	반영
14 (지사)	정신병원 측에 조성된 공원시설에 대한 정비 필요(산책로 정비 등)	식생수로 등 설치시 주변 정비 반영	반영

10.14.2 기술검토회('17.12.1) 결과

위원	검 토 의 견	조 치 계 획	비 고
이재천 위 원	◦최근 5년간 TOC 실측치와 장래수질 예측 결과 차이 보완	▶ 실측결과와 유사성을 같도록 보완함	반영
남귀숙 위 원	◦TOC, T-N, T-P 등 저감대상항목을 설정하고, 해당항목을 저감할 수 있는 적극적인 대책 검토	▶ 금정지구는 T-N과 T-P 저감을 기본(지표흐름인공습지)으로 TOC 추가저감을 위해 지표흐름인공습지 후단에 지하흐름인공습지(접촉산화)를 계획하였으며, 습지 유량조절조에 응집침전장치를 추가로 반영하여 영양염류를 최대한 제거토록 계획함	반영
	◦침강효율 향상을 위해 침강지내 수심 및 유하거리를 증가 검토	▶ 침강지 평균수심은 2 → 3m수준으로 높여 30mm초과 강우 유출량을 6시간 이상 체류토록 계획함 ▶ 하천유입부 홍수면부지를 절토하여 최소 70m이상의 유하거리를 확보토록 계획함	반영
	◦습지 유입수 공급을 위한 양수장 흡입위치 선정시 퇴적층(저층) 취수 혹은 표층 취수 판단 필요	▶ 양수지점은 저수위에도 안정적인 취수가 가능하고 유지관리 용이성을 고려하여 저층 취수로 계획함	반영
	◦습지 각 셀은 유하거리 50~100m 수준 확보 및 병행배치 검토	▶ 유하거리는 1, 2호 습지 모두 50m 이상 유하거리 확보함 ▶ 습지를 2개 섹터로 구분하여 병행배치함	반영
	◦습지 유입수량, 개선효율 평가를 위한 부대시설 반영	▶ 유량계, CCTV를 반영하여 유지관리 및 모니터링 용이성을 확보함	반영
	◦지하흐름습지 점검구는 최소화하여 공간의 효율적 활용 필요	▶ 지하흐름습지 점검구는 소규모 맨홀설치로 최소화함	반영
정관택 위 원	◦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
	◦침강지 준설토 처리, 부댐조성 소요 사업비를 현지여건을 감안하여 적정 반영	▶ 시공용이성을 고려하여 부댐은 블록형으로 계획하고 침강지내 준설은 저수위시 육상준설로 계획하였으며, 사토비용 반영함	반영
	◦양수시설의 전기실, 기계실 바닥이 홍수위보다 0.5m이상 설치되도록 검토	▶ 검토의견대로 반영함	반영

위원	검 토 의 견	조 치 계 획	비 고
최용해 위 원	◦인공습지나 식생수로 내에 심는 정화 식물은 종류를 다양화 하고, 토질이나 주변 환경에 잘 적응할 수 있는 식물 종을 선택	▷ 습지정화식물은 현지 자생종을 위주로 각 섹터별로 다른 종을 식재할 계획이며, 준공 후 철저한 유지관리를 통해 지속적으로 정화효율을 유지하도록 할 것임	반영
	◦양수장 흡입 위치는 수면 녹조에 대한 정화가 가능토록 수위변동에 따라 상하로 움직이는 흡입수조를 설치하는 방법 필요	▷ 녹조가 발생하는 부분을 선택적으로 흡입토록 하는 것은 기술적, 유지관리 측면에서 매우 어렵다는 의견이 다수로 저층 고정식 흡입형식으로 계획함	미반영
황선경 위 원	◦내부에서 생산되는 오염물질(수생식물) 제거방안 추가 필요	▷ 금정지구 수생식물은 대부분 자라풀로서 식물구계학적 특정종Ⅴ등급이며, 산림청지정 희귀식물 약관심종으로 지정되어 있어 제거하지 않는 것으로 계획함	미반영
	◦정신병원 거주인원에 의한 오염부하량 반영 검토	▷ 군부대 거주인구 1,100명 포함한 대규모 영업시설(병원, 요양원)의 인구는 부하량산정에 물사용량으로 반영함	반영
김영철 위 원 (사전 검토)	◦2호습지가 사행성 흐름으로 수두손실이 크고 사공간이 많이 발생하므로 직류흐름이 적절하며, 깊은습지를 흐름방향으로 반복배치를 권장	▷ 습지는 직류흐름 및 깊은습지를 흐름 방향으로 반복배치함	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	반영
	◦습지 수위관리가 용이하도록 수위조절이 가능한 수문 설치 권장	▷ 습지 수위관리는 월류부에 문비를 설치하여 수위를 조절토록하고 비상 배수문을 바닥고에 설치하여 얕은습지부 완전배수가 가능토록 계획함	반영