

5. 서수처리구역

5.1 기본방향

5.1.1 개요

○ 서수공공하수처리시설은 2017년 기준 비강우시 시설용량대비 79.3%수준으로 운영되고 있으며 처리시설 여유용량이 있음

⇒ 따라서, 추가 유입 하수량을 위한 하수처리구역 확대 계획 검토

5.1.2 계획지표

<표 4.5-1> 서수처리구역 계획지표 요약

구분		1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년	
하수 처리 인구 (인)	상주인구	1,697	1,797	1,798	1,796	
	관광 인구	숙박객	-	-	-	-
		일귀객	-	-	-	-
		계	-	-	-	-
물사용량원단위(LPCD)		286.5	279.5	272.9	270.6	
오수전환율(%)		90.0	90.0	90.0	90.0	
생활오수량원단위 (LPCD)	일평균	217.2	217.2	217.2	217.2	
	일최대	271.5	271.5	271.5	271.5	
	시간최대	407.3	407.3	407.3	407.3	
생활하수량 (m ³ /일)	일평균	369	390	391	390	
	일최대	461	488	488	488	
	시간최대	692	732	732	732	
기타하수량(m ³ /일)		-	-	-	-	
지하수유입량 (m ³ /일)	일평균	46	49	49	49	
	일최대	46	49	49	49	
	시간최대	46	49	49	49	
계획하수량 (m ³ /일)	일평균	415	439	440	439	
	일최대	507	537	537	537	
	시간최대	738	781	781	781	
시설용량(m ³ /일)		950	950	950	950	
증설용량(m ³ /일)		-	-	-	-	

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

5.2 수집 및 이송단계

5.2.1 현황 및 문제점

가. 배수설비

1) 배수설비 현황

<표 4.5-2> 시행사업별 배수설비 현황

(단위 : 개소)

구 분	배수설비 설치현황			비 고
	대상가구	정비	미정비	
하수관로정비 임대형 민자사업(BTL)	824	792	32	

주) 1. BTL사업의 미정비 사유는 정비불가 32개소 임



<그림 4.5-1> 시행사업별 배수설비 정비현황

2) 배수설비 문제점

- 2008 ~ 2011년 BTL사업시 배수설비 정비계획은 완전분류식화 계획이었으나, 현장여건 등으로 배수설비 미정비 가구(32가구) 일부 존치
 - ⇒ 가옥주의 정화조 폐쇄 거부, 지장물 및 현장여건 인한 시공불가 등
- 옥내배수관 조사 미시행 및 개량불가
 - ⇒ 옥내관로 오염에 의한 빗물유입 등 침입수 일부 유입

<표 4.5-3> 배수설비 문제점

오점발생	배수설비 불완전정비	배수설비 정비불가
		
· 우배수관 오수받이 연결 : 2가구	· 정화조 미폐쇄 : 9가구	· 현장여건등 시공불가 : 21가구

3) 원인분석 및 개선방안

원인분석	개선방안
<ul style="list-style-type: none"> ○ 배수설비 불완전정비로 인한 효율 저하 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 지장물 및 공간협소로 인한 기존관로 활용 ⇒ 가옥내 오점 및 정화조 미폐쇄 ○ 배수설비 정비현황 전산화 미구축 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 배수설비 공사 후 준공 성과 갱신 미흡 ⇒ 현황 파악 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배수설비 연결시 현장 입회 확인 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 소형맨홀 및 맨홀검용 오수받이 설치고려 ○ 홍보, 교육 및 제도적 규제 강화 ○ 배수설비 정비현황 전산자료 구축 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사업 시행시 전산자료 구축비용 고려 ⇒ 사업 완료후 전산자료 구축 의무화

나. 오수관로

1) 오수관로 현황

- 서수처리구역 오수관로 총 연장은 19,738m이며, 주요 관종은 흙관, DCIP관, PE관 순으로 조사됨
- 하수관로정비 임대형 민자사업(BTL)로 부설된 관로는 전체 105,746m이며, 그 중 서수처리구역 하수관로 정비공사로 부설된 관로는 13,921m임

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

<표 4.5-4> 오수관로 현황

(단위 : m)

구 분	관경 (mm)	계	자연유하관로				압송관로	
			소계	흡관	PE	기타	소계	DCIP
서수 처리 구역	D200미만	1,279	-	-	-	-	1,279	1,279
	D200이상 ~D300미만	11,336	11,336	11,317	19	-	-	-
	D300이상 ~D500미만	7,123	7,123	6,816	307	-	-	-
계		19,738	18,459	18,133	326	-	1,279	1,279

2) 오수관로 문제점

- 하수관로 정비사업 완료 후 기존 하수도대장에 변경내용 미반영으로 정확한 현황파악 및 유지관리 곤란
 - ⇒ GIS구축 및 하수도대장 보완 필요
- 배수설비 옥내배수관 오점에 의한 우수유입
 - ⇒ 배수설비 옥내배수관 전수조사(CCTV)를 통해 오점 배수관 정비계획 수립 필요

3) 원인분석 및 개선방안

원인분석	개선방안
<ul style="list-style-type: none"> ○ 배수설비 불완전정비로 인한 효율 저하 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 지장물 및 공간협소로 인한 기존관로 활용 ⇒ 가옥내 오점 및 정화조 미폐쇄 ○ 배수설비 정비현황 전산화 미구축 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 배수설비 공사 후 준공 성과 갱신 미흡 ⇒ 현황 파악 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배수설비 연결시 현장 입회 확인 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 소형맨홀 및 맨홀검용 우수받이 설치고려 ○ 홍보, 교육 및 제도적 규제 강화 ○ 배수설비 정비현황 전산자료 구축 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사업 시행시 전산자료 구축비용 고려 ⇒ 사업 완료후 전산자료 구축 의무화

다. 차집관로

1) 차집관로현황

- 서수하수처리구역은 분류식 완료지역으로 처리시설로 유입되는 차집관로는 하수처리시설 운영사에서 관리함. (오수관로는 BTL운영사에서 관리)
- 차집관로 부설현황은 총 4,930m가 부설된 것으로 조사됨
 - ⇒ 차집관로연장 4,930m으로 100% 육상에 부설되었으며, 자연유하는 4,601m, 압송구간은 329m임
 - ⇒ 차집관로의 주요관종은 합성수지계 기타관종, 덕타일주철관으로 조사됨

<표 4.5-5> 차집관로 현황

(단위 : m)

구 분	관경 (mm)	계	육상구간			
			자연유하		압송구간	
			소계	기타	소계	DCIP
차 집 관 로	D150이하	329	-	-	329	329
	D300	4,592	4,592	4,592	-	-
	D400	9	9	9	-	-
	계	4,930	4,601	4,601	329	329

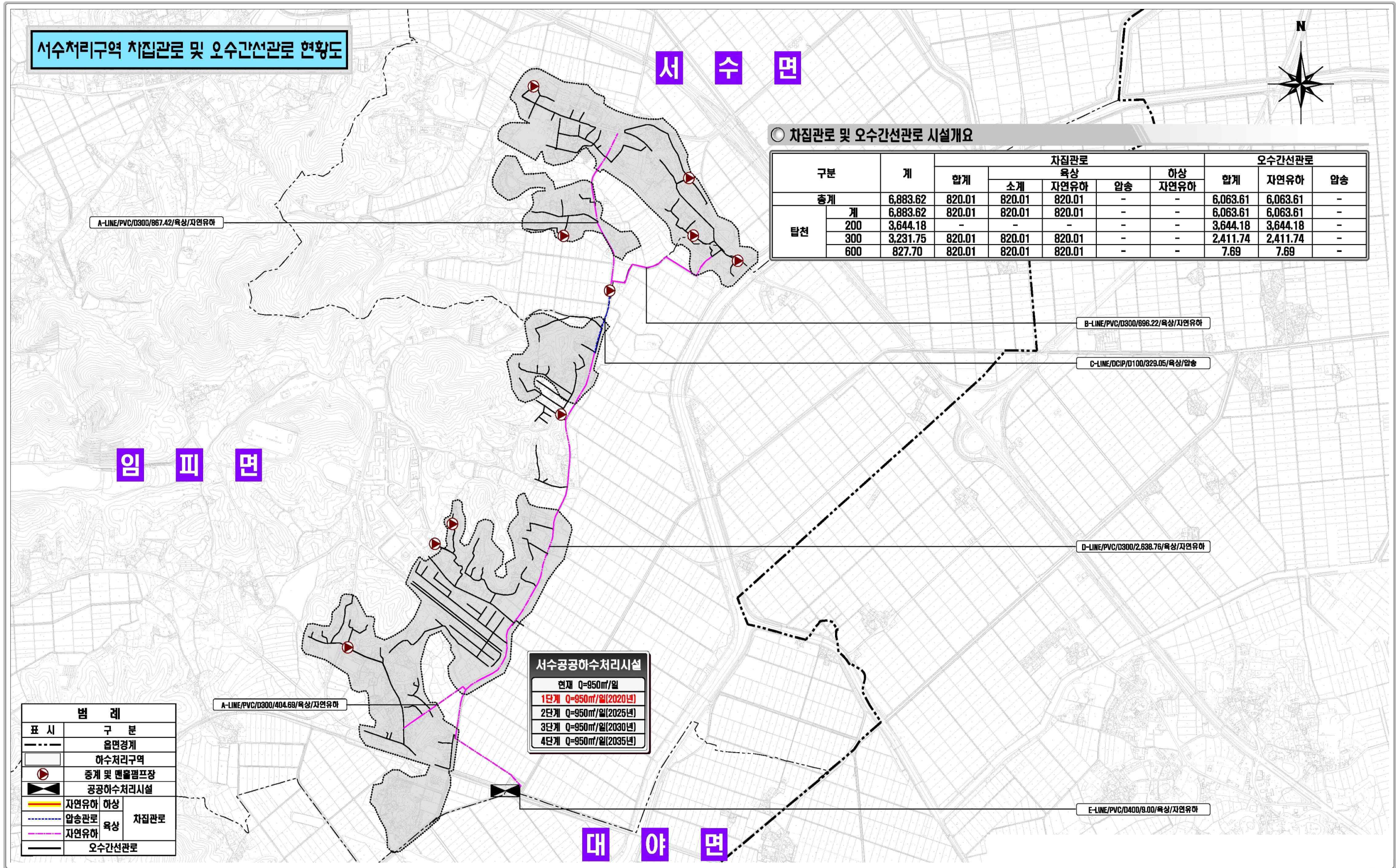
2) 차집관로 문제점

○ 차집관로의 평균구배는 0.2%로 유수의 흐름이 불량함
 ⇨ 임피면 술산리 서수공공하수처리시설 인근 차집맨홀내 만관상태 발견

3) 원인분석 및 개선방안

원인분석	개선방안
○ 청천시 및 강우시 유입유량이 증가(약 55.1%) ⇨ 오수관로 또는 차집관로내 불명수 유입	○ 오수관로 및 차집관로 관로내부조사 수행 필요 ⇨ 관로 보수계획을 통한 노후관로 정비계획 수립

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장



<그림 4.5-2> 서수처리구역 차집관로 및 오수간선관로 현황

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

라. 펌프장

1) 펌프장 현황

○ 서수처리구역내 중계펌프장 1개소 및 맨홀펌프장 10개소 운영 중
 ⇨ 서수중계펌프장, 지형적 저지대인 술산초등학교, 임파중학교, 면사무소, 용두교 일원

<표 4.5-6> 펌프장 현황

구 분	시설명	펌프장주소	시설제원(시간최대)	비 고
중계펌프장	서수	서수면 서수리 2105	2.0m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
맨홀펌프장	서수1	임피면 술산길 54	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수2	임피면 증전길 19	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수3	임피면 월하리 733	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수4	임피면 서항길 55-7	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수5	임피면 월하리 산1	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수6	서수면 서수리 838	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수7	서수면 독자길 7	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수8	서수면 용회길 28	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수9	서수면 신중용2길 32-5	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중
	서수10	서수면 용성길 6	0.2m ³ /min×2대(1대예비)	운영중

주) 1. 중계펌프장 : 하수도통계(2015년)

2. 맨홀펌프장 : '06 군산시 하수관거정비 임대형 사업(BTL) 2016년 운영 및 유지관리계획서(2015.11)

2) 펌프장 시설개요

<표 4.5-7> 펌프장 시설개요

(단위 : m³/일)

구 분	시설용량	계획하수량			비고
		일평균	일최대	시간최대	
중계펌프장	서수	통계없음			

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

3) 펌프장 문제점

- 맨홀펌프장 관리대장(전산화) 필요
- ⇒ 운영자료 부족으로 운영현황 파악이 어려움



<그림 4.5-3> 펌프장 위치도

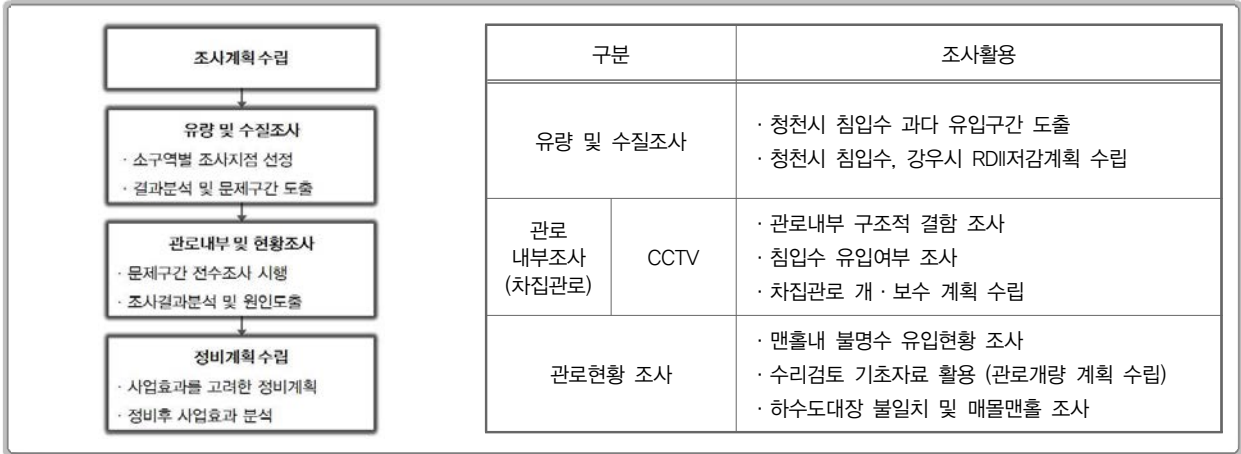
4) 원인분석 및 개선방안

원인분석	개선방안
<ul style="list-style-type: none"> ○ 맨홀펌프장 운영자료(전산화) 부족 ⇒ 운영현황 파악에 어려움 ⇒ 문제점 확인 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 맨홀펌프장 관리 체계화 ⇒ 관리대장 작성(전산화)에 의한 체계적 관리 필요 ⇒ 유리관리 및 운영상 문제점 파악

5.2.2 실태조사

가. 기본방향

○금회조사결과를 바탕으로 현황 및 문제점을 파악하여 원인분석 및 해결을 위한 정밀 실태조사 수행
 ⇨ 정밀 실태조사를 통해 문제점에 대한 정확한 원인분석 및 정비계획 수립



<그림 4.5-4> 실태조사 기본방향

나. 유량 및 수질조사

1) 조사내용

○ 하수처리분구(소구역)의 특성을 대표하는 지점 및 차집관로 등 4개 지점을 선정
 ○ 유량 및 수질조사 결과를 이용하여 지점별(소구역) 하수발생량, 청천시 침입수 분석

<표 4.5-8> 조사대상 및 조사내용

구분	내용			
유량조사	구분	· 서수처리분구		
	조사기간	· 2017.06.06 ~ 06.16		
	조사지점	· 차집관로 및 소구역 : 4개소		
	조사방법	· 이동식 유량계를 활용한 연속측정(초음파식)		
	측정간격	· 10분 간격 24시간 연속측정		
수질조사	구분	청천시 1차 2차	강우시 1차	
	조사기간	· 2017.06.14 ~ 06.15	· 2017.06.15 ~ 06.16	· 2017.06.06 ~ 06.07
	조사지점	· 차집관로 및 소구역 4개소		
	조사항목	· 기본조사 2개 항목(CODcr, BOD ₅) ⇨ CODcr은 기본 분석항목, BOD ₅ 는 특정 시간대 실시		
	조사간격	· 12개/회(24시간 기준 2시간 간격으로 시료채수 실시)		

제 1 장
제 2 장
제 3 장
제 4 장
제 5 장
제 6 장
제 7 장
제 8 장
제 9 장
제 10 장

2) 조사결과

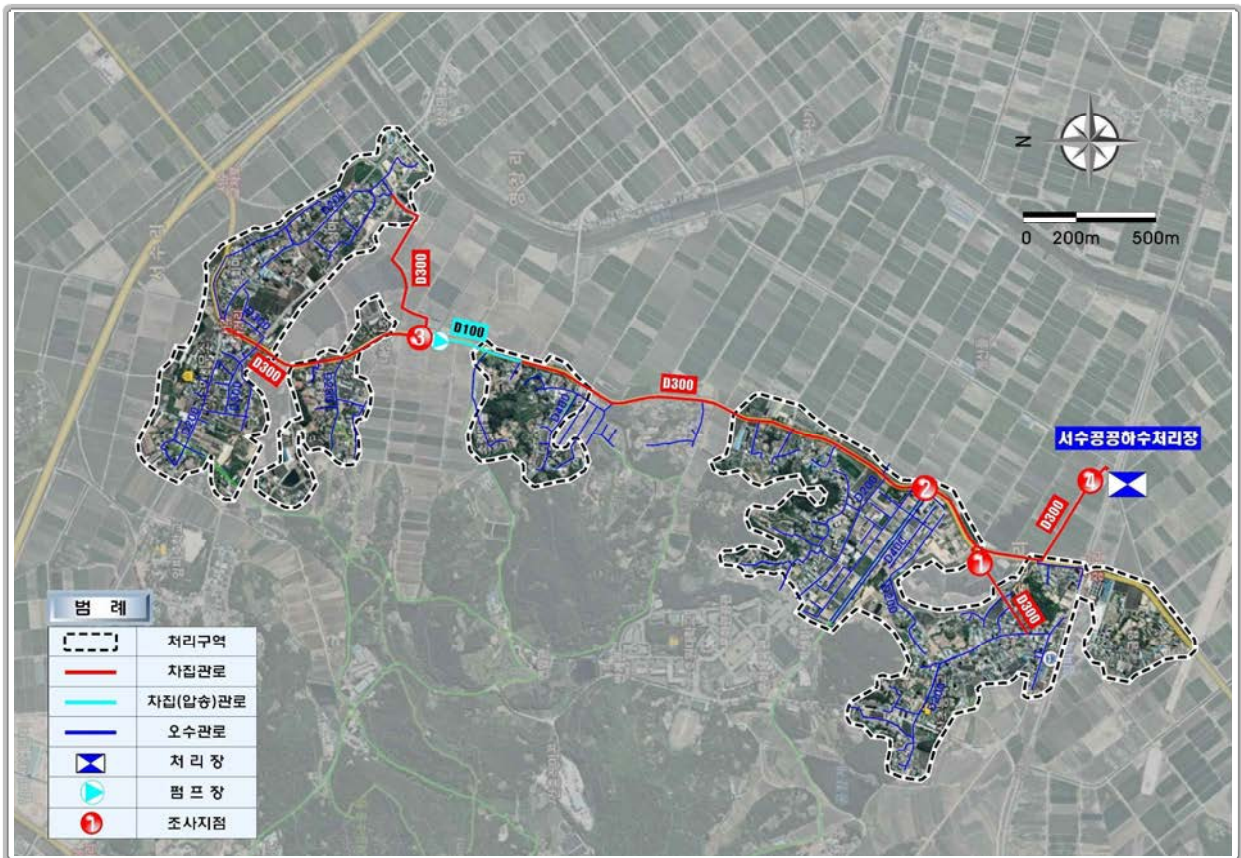
○ 유량 및 수질조사 결과 청천시 침입수 비율은 실측유량(일평균) 대비 5.4~24.0%인 것으로 조사됨
 ⇨ 주요 원인은 처리구역내 오수관로의 불명수 유입으로 추정
 ⇨ 서수처리구역 4개 소구역의 침입수 비율은 지선관로에선 미비하나 차집관로에서 크게 조사됨

<표 4.5-9> 유량 및 수질조사 결과

(단위 : m³/일, mg/L)

구 분	청천시			강우시			침입수(청천시)	
	실측유량	BOD	CODcr	실측유량	BOD	CODcr	침입수량	비율(%)
서수-1	600.8	124.2	294.2	722.7	100.0	229.6	117.1	19.5
서수-2	660.2	125.9	298.6	818.9	97.7	224.8	84.0	12.7
서수-3	129.9	128.7	319.7	136.9	122.2	302.4	21.5	16.6
서수-4	74.9	121.7	293.6	78.9	114.3	273.3	13.7	18.3
계	1,465.8	-	-	1,757.4	-	-	236.3	

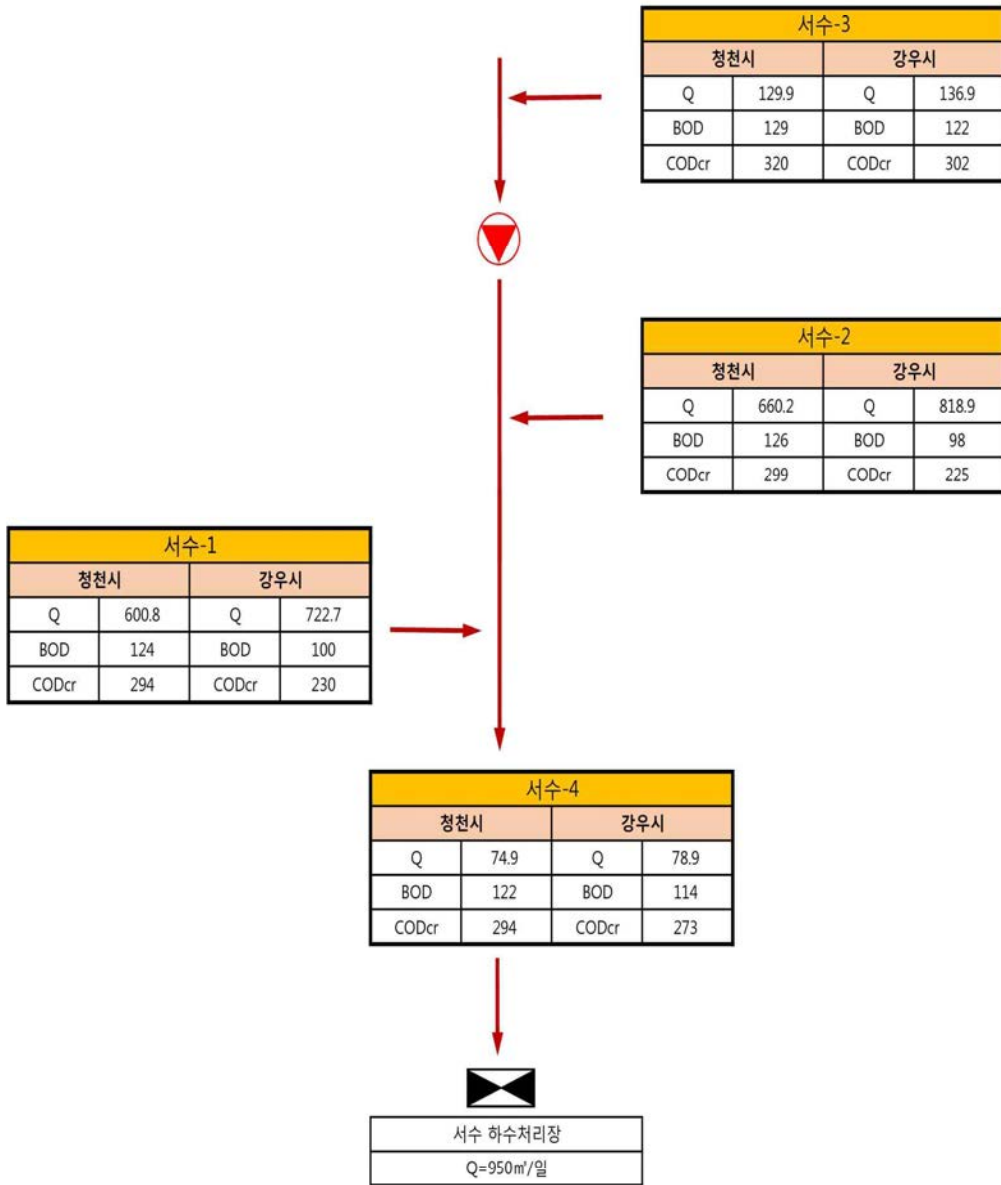
주) 침입수 분석은 “하수관거 침입수 및 유입수 산정 표준 매뉴얼(2008, 환경부)” 에 의거하여 “아간생활하수평가법” 으로 분석하였음.



<그림 4.5-5> 서수처리구역 유량 및 수질조사

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

서수처리구역 청천시/강우시 유량 및 수질 Mass Balance



<그림 4.5-6> 서수처리구역 유량 및 수질조사

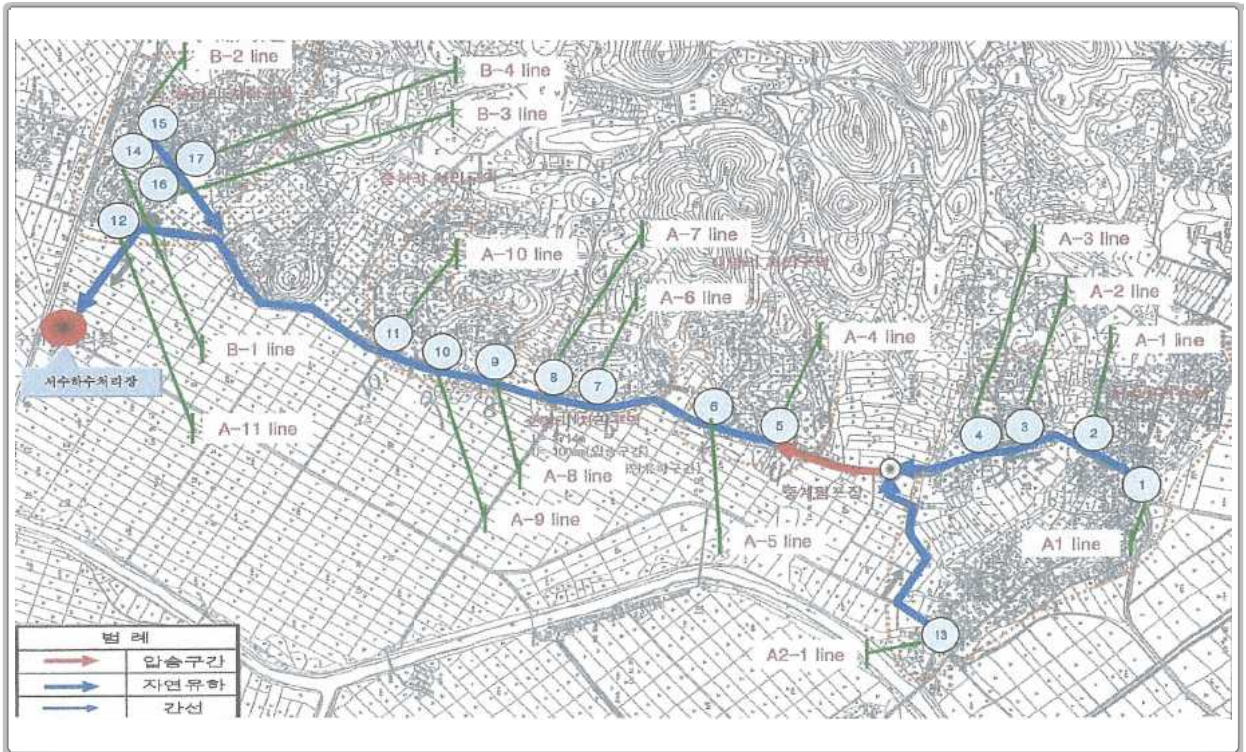
다. 관로내부조사

1) 조사내용

- 현황 및 문제점에 대한 원인분석을 위해 차집관로에 대한 CCTV조사 자료 검토
 - ↳ 2014년도에 시행한 “새만금권역 공공하수처리시설 차집관거 CCTV 촬영결과 보고서” 와 2016년도에 시행한 “군산시 노후하수관로 정밀조사 용역” 보고서검토
 - ↳ 구조적 결함, 침입수 유입 등 문제구간 도출 및 개보수 계획 수립
- 관로내부의 구조적, 운영적 문제점 등 이상항목 파악

<표 4.5-10> 조사대상 및 조사내용

구 분	내 용		
CCTV조사	구 분	차집관로 및 노후하수관로	
	조사기간	차집관로	· 2014. 06. 25. ~ 07. 02
		노후하수관로	· 2015. 07. 27 ~ 2016. 06. 28
	조사지점	차집관로	· 차집관로 총 4,952.km중 압송구간 0,326km를 제외한 4,626km
		노후하수관로	· 건설 후 20년이 경과 관로, 공사지역 주변 매설관로, 기타지역
	조사항목	· 본관:이음부결함, 침입수 및 유출수, 관부식, 관파손 및 균열, 곡관로, 관침하, 타관통과, 폐유·몰탈 부착, 기타장애물 · 연결관:연결관 돌출, 접합부	
조사방법	· 관로내부 CCTV촬영, 불량구간 하수관로 이상항목 집계표 작성		



<그림 4.5-7> 관로내부조사 위치도

2) 조사결과

- 새만금권역 공공하수처리시설 차집관거 CCTV 촬영결과 보고서(차집관로)
 - ⇒ 전체 대상연장 4,626km 중 4,488km 주행으로 조사율 97.0%임
 - ⇒ 서수처리구역 차집관로에 대한 관로내부조사 결과 이상항목 없음
- 군산시 노후하수관로 정밀조사 용역(우수관로)
 - ⇒ 전체 대상연장 4,681km 중 4,211km 주행으로 조사율 90%임
 - ⇒ 이상항목은 871개소이며, 연결관 접합부 383개소, 이음부 결함 151개소, 이음부 이탈 92개소, 관파손 52개소, 연결관 돌출 24개소, 기타장애물(영구) 10개소 등 순으로 조사되었음
- 서수처리구역내 오수관로에 대한 관로내부조사 자료(BTL 준공검사 이후) 없음
 - ⇒ 서수처리구역 오수관로에 대한 관로내부조사 필요

<표 4.5-11> CCTV조사결과에 의한 이상항목

구 분			서수처리구역		비 고	
			차집관로	우수관로		
이상 항목 개소	합계	A	-	177		
		B	-	549		
		C	-	145		
	구 조 적 내 부 결 함 (관로)	소 계	A	-	133	
			B	-	476	
			C	-	144	
		연결관돌출	A	-	4	
			B	-	12	
			C	-	8	
		연결관접합부	A	-	40	
			B	-	269	
			C	-	74	
	이음부이탈	A	-	6		
		B	-	86		
		C	-	-		
	이음부결함	A	-	61		
		B	-	63		
		C	-	27		
	균열, 길이	A	-	-		
		B	-	1		
		C	-	4		

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

<표 4.5-11> CCTV조사결과에 의한 이상항목 <표 계속>

구 분		옥서처리구역		비 고		
		차집관로	우수관로			
이상 항목 개소	구조 적 내 부 결 합 (관로)	균열, 원주	A	-	-	
			B	-	7	
			C	-	13	
		균열, 복합	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		관침하	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		관천공	A	-	-	
			B	-	9	
			C	-	2	
		표면손상	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	4	
		관파손	A	-	13	
			B	-	28	
			C	-	11	
		변형, 강성관	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		변형, 연성관	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		라이닝 결합	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		기타장애물 (영구)	A	-	9	
			B	-	-	
			C	-	1	
		관단절	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		관붕괴	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	

<표 4.5-11> CCTV조사결과에 의한 이상항목 <표 계속>

구 분				옥서처리구역		비 고
				차집관로	우수관로	
이상 항목 개소	기타	소계	A	-	23	
			B	-	29	
			C	-	-	
		역경사	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
		침입수	A	-	23	
			B	-	29	
			C	-	-	
	구조 적 내 부 결 합 (관로)	소계	A	-	21	
			B	-	44	
			C	-	1	
		기타장애물 (임시)	A	-	-	
			B	-	3	
			C	-	-	
		내피생성	A	-	-	
			B	-	6	
			C	-	-	
		토사퇴적	A	-	21	
			B	-	35	
			C	-	1	
		폐유부착	A	-	-	
			B	-	-	
			C	-	-	
뿌리침입	A	-	-			
	B	-	-			
	C	-	-			

<표 4.5-12> CCTV조사결과

서수 A라인(차집관로)	서수 B라인(차집관로)	서수 C라인(차집관로)
		
· 이상항목 없음	· 이상항목 없음	· 이상항목 없음

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

라. 관로현황조사

1) 조사내용

- 대상구역내 기존관로 및 맨홀위치를 파악하여 설계시 기초데이터 활용 및 수리검토 기초자료 제공
- 군산시 통계연보, 하수도 대장도(2011. 1) 및 하수관로 GIS 자료 검토

<표 4.5-13> 관경별 차집 및 오수관로 현황

(단위 : m)

구 분		계	차집관로	오수관로	비고
계		24,668	4,930	19,738	
압송	소계	1,608	329	1,279	
	D200mm미만	1,608	329	1,279	
자연유하	소계	23,060	4,601	18,459	
	D200mm이상~D300mm미만	15,928	4,592	11,336	
	D300mm이상~D500mm미만	7,132	9	7,123	

<표 4.5-14> 관종별 차집 및 기존오수관로 현황

(단위 : m)

구 분		계	차집관로	오수관로	비고
계		24,668	4,930	19,738	
압송	소계	1,608	329	1,279	
	DCIP	1,608	329	1,279	
자연유하	소계	23,060	4,601	18,459	
	흙관	18,133	-	18,133	
	PE	326	-	326	
	합성수지계 기타	4,601	4,601	-	

<표 4.5-15> 관로현황조사 맨홀

(단위 : 개소)

구 분		계	차집관로	오수관로	비고
계		721	117	604	
원형맨홀	소계	699	117	582	
	1호	582	2	580	
	2호	117	115	2	
각형맨홀	소계	22	-	22	
	특1호	21	-	21	
	특3호	2	-	2	

2) 조사결과

- 관로현황조사(기존관로, 맨홀조사) 검토 결과
- ↳ 차집 및 기존오수관로 육상구간 24,668m(100%) 매설

5.2.3 수집-이송단계 정비계획

가. 배수설비

1) 배수설비 신설

◦금회 계획한 사업대상 서수처리구역인 149가구 정비계획
 ⇨ 기존 문제점을 고려한 배수설비 신설계획 수립 및 배수설비 설치불가 시 개인오수처리시설 설치 권유

<표 4.5-16> 단계별 배수설비계획

(단위 : 개소)

처리구역	처리분구	계	1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년	비고
합계		149	-	149	-	-	
서수	서수	149	-	149	-	-	

나. 오수관로

1) 오수관로 신설

◦장래 처리구역 확대지역 임피중학교 및 임피역 주변마을 일원을 2단계 사업으로 반영
 ⇨ 서수처리구역 신설 총연장 8,450m(자연유하 6,658m, 압송 1,792m)

<표 4.5-17> 단계별 오수관로 신설계획

(단위 : m)

처리구역	처리분구		관경 (mm)	계	1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년	비고
서수	서수	압송	D80	1,792	-	1,792	-	-	
		자연유하	D200	6,524	-	6,524	-	-	
			D300	134	-	134	-	-	
		계		8,450	-	8,450	-	-	

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

2) 차집관로 및 오수관로 개량계획

가) 수리검토에 의한 개량계획

- 서수처리구역내 차집관로 및 오수관로 수리검토 실시
- ⇒ 장래 연계처리에 의한 계획 하수량을 적용하여 통수능 부족관로에 대한 개량계획 수립

(1) 수리검토 결과

- 수리검토 결과 차집관로 및 오수관로 전체 연장 25.7km중 5.8%인 1.5km 통수능 부족
- 유지관리대상관로 전체 21.1km가 유속미달로 나타남

<표 4.5-18> 수리검토 결과

(단위 : m)

처리 구역	처리 분구	관경	수리검토 결과						비 고
			통수능 검토			유지관리대상관로			
			계	GOOD	NO GOOD	계	유속미달	유속초과	
서수	서수	D80	1,397	1,397	-	-	-	-	
		D100	326	326	-	-	-	-	
		D150	-	-	-	-	-	-	
		D200	848	738	110	11,546	11,546	-	
		D250	-	-	-	19	19	-	
		D300	845	578	267	4,847	4,847	-	
		D400	1,016	12	1,004	4,705	4,705	-	
		D450	118	-	118				
		소계	4,550	34,195	1,499	21,117	21,117	-	

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

(2) 관로개량 기준

○수리검토 결과 통수능 부족, 역단차 관로에 대해 개량계획(굴착교체) 수립 ⇨ 관경확대, 구배조정

<표 4.5-19> 관로개량 기준

(단위 : m)

구 분	개량방안
통수능 부족	통수능 확보를 위한 관경확대(굴착교체)
역경사	통수능을 고려하여 구배조정(굴착교체)
여유율 부족	유지관리 대상관로
최저 유속미달	
최대 유속초과	

(3) 단계별 개량계획

○수리검토 결과에 의한 오수관로 개량계획은 사업대상지역 우선순위를 고려하여 단계별 개량계획 수립
⇨ 굴착교체 4단계 1,538m로 계획

<표 4.5-20> 단계별 개량계획(굴착교체)

(단위 : m)

구 분	관 경	계	1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년	비 고
서수	D200	100	-	-	-	100	
	D300	306	-	-	-	306	
	D400	1,004	-	-	-	1,004	
	D450	118	-	-	-	118	
	계	1,538	-	-	-	1,538	

나) 유량 및 수질조사에 의한 침입수 저감 개량계획

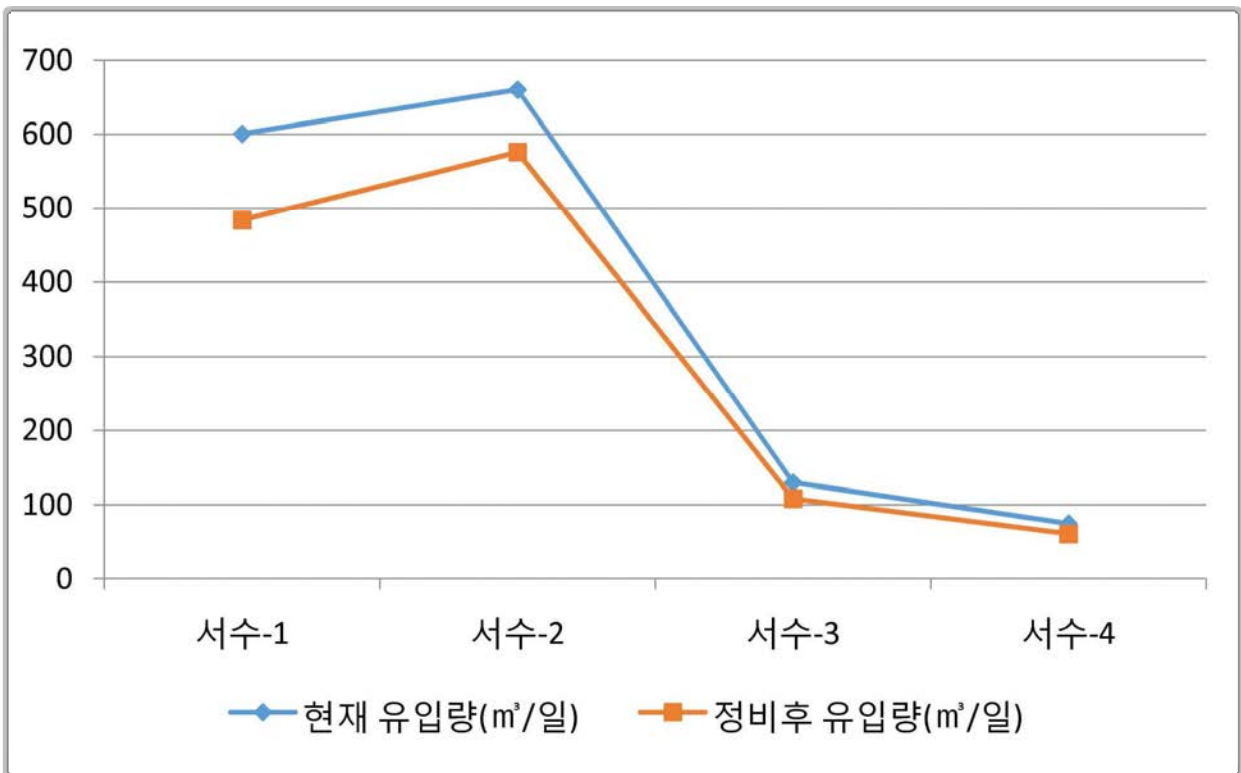
- 오수관로 개량계획은 유량 및 수질조사 결과를 바탕으로 I/저감효과를 고려하여 서수처리구역에 대하여 3단계 정비계획 수립
- ⇒ 공공하수처리시설 증설계획과 연계하여 단계별 계획 수립
- ⇒ 오수관로에 대해서는 유량 및 수질조사 결과 평균을 적용하여 17%를 개량하는 것으로 계획 수립
- ⇒ 소구역에 대한 관로정비 계획시 세부조사를 통해 I/유입 원인 분석 및 정비대상 선정 필요

(1) I/저감을 위한 오수관로 개량 대상지역 선정

<표 4.5-21> 개량 대상지역 선정

(단위 : m³/일)

처리분구	지점명	청천시 침입수				시행단계
		현재 유입량	목표 저감량	정비후 유입량	저감비율(%)	
서수	서수-1	600.8	117.1	483.7	19.5	4단계
	서수-2	660.2	84.0	576.2	12.7	4단계
	서수-3	129.9	21.5	108.4	16.6	4단계
	서수-4	74.9	13.7	61.2	18.3	4단계



<그림 4.5-9> 오수관로 I/저감 계획

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

(2) 단계별 개량계획

◦ 소구역내 오수관로 연장의 17% 개량 계획 수립(굴착교체) ※ 기술진단을 통한 물량확정 필요

<표 4.5-22> 단계별 개량계획

(단위 : m)

구 분	관 경	계	1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년	비 고
서수	D200	1,924	-	-	-	1,924	
	D250	3	-	-	-	3	
	D300	198	-	-	-	198	
	D400	1,003	-	-	-	1,003	
	D450	10	-	-	-	10	
	계	3,138	-	-	-	3,138	

다) 관로내부조사(CCTV)에 의한 개량계획

○ 2014년도에 시행한 “새만금권역 공공하수처리시설 차집관거 CCTV 촬영결과 보고서” 와 2016년에 시행한 “ 군산시 노후하수관로 정밀조사 용역 보고서” 결과를 활용하여 구조적상태등급과 불량비를 고려하여 개량 및 보수계획 수립

⇒ 차집관로 내부이상 항목 없음

⇒ 오수관로에 대한 관로내부조사 미시행

⇒ 차집관로 및 오수관로 관로내부조사에 따른 개량계획 없음

3) 사업의 효과(I/저감효과)

○ 오수관로 및 차집관로 개보수에 의한 청천시 침입수 저감효과 분석

⇒ 오수관로는 유량 및 수질조사결과 기준 236.3m³/일로 분석됨

⇒ 오수관로 개보수에 의한 청천시 침입수 저감효과는 4단계 41.0m³/일로 검토됨

<표 4.5-23> 단계별 청천시 침입수 저감효과

(단위 : m³/일)

구 분	침입수 발생량	총 저감량	단계별 저감량			
			1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년
옥서	236.3	41.0	-	-	-	41.0

라. 우수관로

- 1) 강우분석 및 확률강우량 산정 (군산처리구역 참조)
- 2) 수리검토 결과

○ 우수관로 수리검토 결과 통수능 부족 관로 8,419m, 유지관리 대상관로 1,854m로 검토됨

<표 4.5-24> 우수관로 수리검토결과

(단위 : m)

처리분구	관경 (mm)	통수능검토			유속검토				비고
		계	GOOD	N.G	계	유속미달	정상	유속초과	
서수	D700이하	8,014	4,875	3,139	8,014	365	6,648	1,001	
	D700초과	1,595	1,093	502	1,595	148	1,276	171	
	암거 및 개거	13,422	8,644	4,778	13,422	1,341	11,405	676	
	소계	23,031	14,612	8,419	23,031	1,854	19,329	1,848	

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

3) 단계별 개량계획

○ 수리검토 결과에 의한 우수관로 단계별 개량계획 수립
 ⇨ 굴착교체 4단계 서수처리구역 9,508m로 개량계획

<표 4.5-25> 단계별 개량계획(굴착교체)

(단위 : m)

처리분구	관경 (mm)	계	1단계 2020년	2단계 2025년	3단계 2030년	4단계 2035년	비고
서수	D700이하	1,951	-	-	-	1,951	
	D700초과	2,198	-	-	-	2,198	
	암거 및 개거	5,359	-	-	-	5,359	
	소계	9,508	-	-	-	9,508	

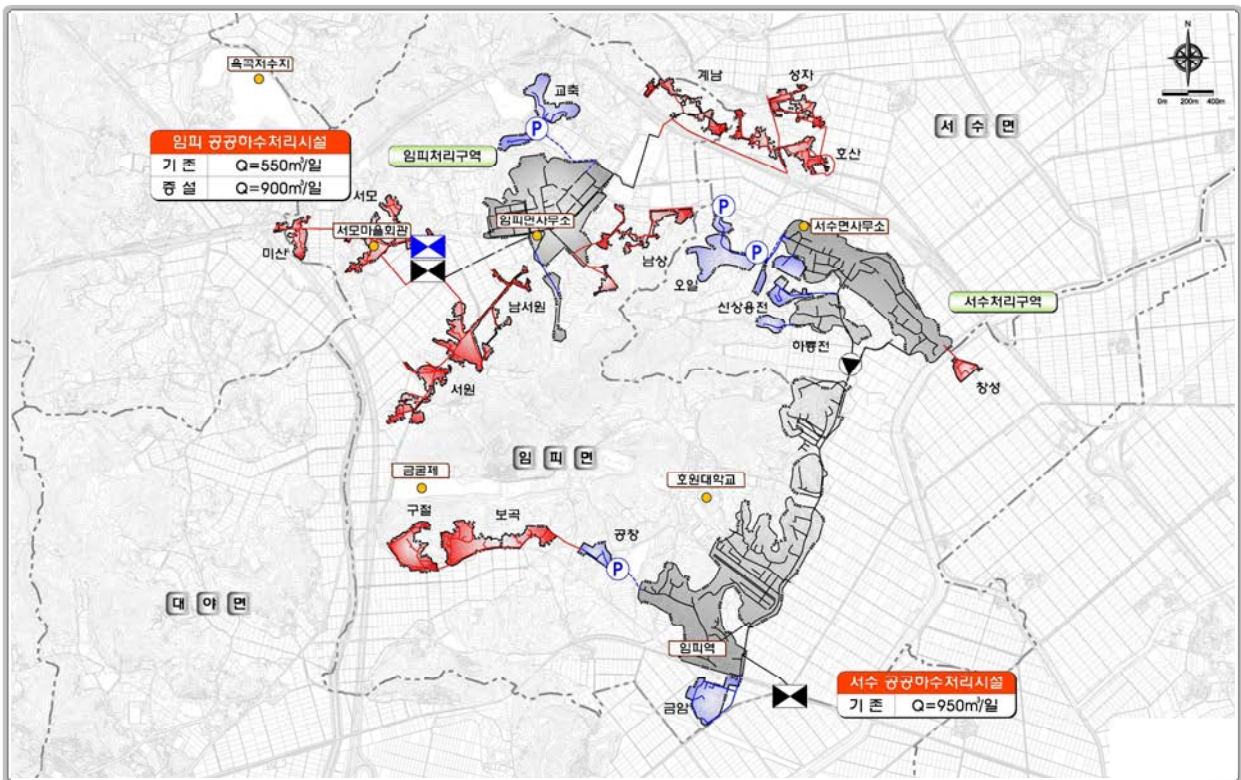
바. 펌프장

1) 신설계획

○ 처리구역 확대(임피중학교)에 따른 중계펌프장 신설계획은 없으며 맨홀펌프장 신설 3개소

<표 4.5-26> 신설 펌프장계획

처리구역	처리분구	시설명	시간최대하수량(m ³ /일)	펌프장(개소)	비고
서수	서수	-	-	3	



<그림 4.5-10> 신설 펌프장 위치도

5.3 처리단계

5.3.1 시설현황

가. 서수 공공하수처리시설 설치현황

- 2008년 시설용량 950m³/일 규모의 KIDEA공법으로 민간투자사업방식에 의하여 건설, 현재 민간 투자사업자에 의해 운영
- 공공하수처리수의 방류수는 탐천을 거쳐 만경강으로 유입

<표 4.5-27> 서수 공공하수처리시설 설치현황

구 분	고도처리	총인처리시설 신설
시설용량(m ³ /일)	950	950
처리방법	KIDEA	SMF
가동일	2008. 06	
위 치	전라북도 군산시 임피면 탐천로 248-37번지 일원	
부지면적(m ²)	4,696	
방류수역	탐천 → 만경강	



<그림 4.5-11> 서수 공공하수처리시설 시설물배치계획평면도

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

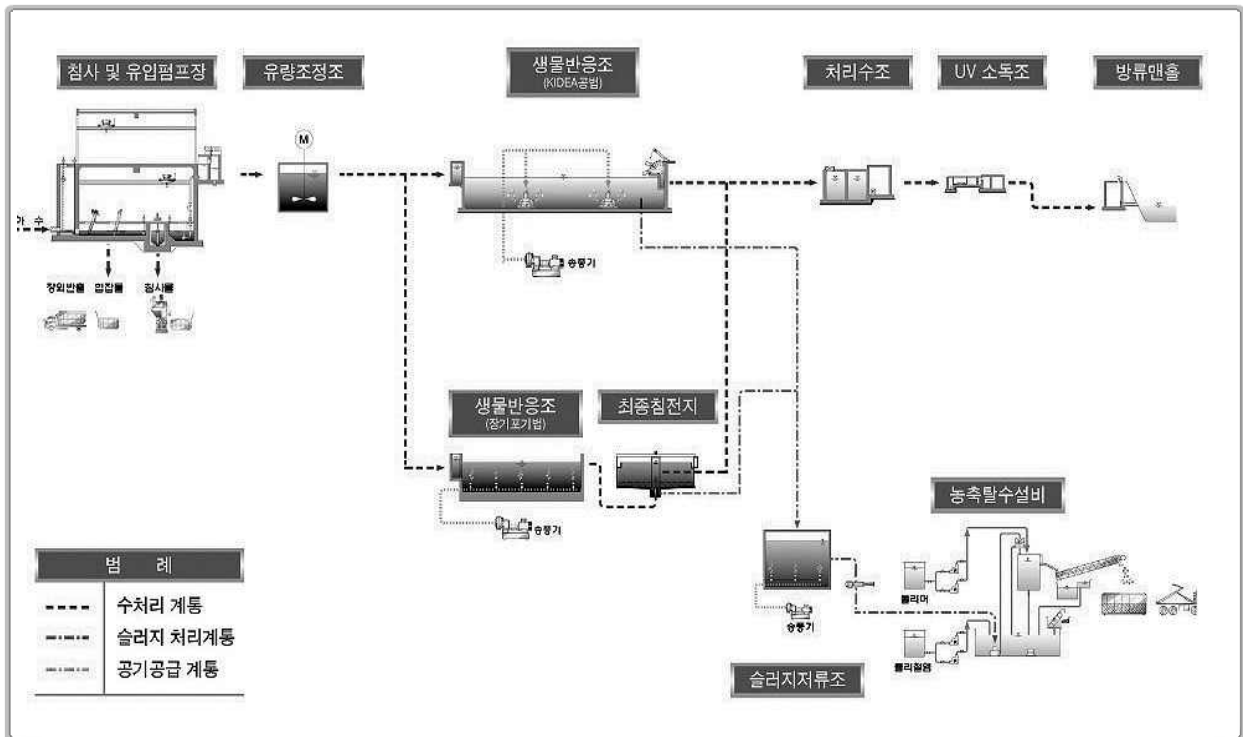
제 10 장

나. 서수 공공하수처리시설 시설개요

<표 4.5-28> 서수 공공하수처리시설 시설개요

구 분		시설개요	비 고
전 처리 공 정	스 크 린	세목 : W0.5m×H1.7m(목간격 15mm)×1대	
	침 사 기	일체형 협잡물 및 침사제거기 3,200m³/일×2.6kW×1대	
	유량조정조 및 펌프장	6.2m×8.0m×5.0m×2지	
수 처리 공 정	K I D E A 반응 조	6.5m×13.0m×5.75m×2지	
	여 과 시 설	하향류 방식(수평드럼형 950m³/일×1대)	
	U.V 소 독 조	0.19m×3.5m×0.55m(1뱅크 1모듈)	
슬러지 처리 공 정	슬러지저류조	W5.6m×L6.2m×H3.5m×1조	
	탈수기	이동차량 탈수기	
탈 취 시 설		Bio-Filter, 10m³/min × 1대	
건 축 물	관 리 및 설 비 동	지하1층, 지상 2층, 연면적 : 1,025.1m²	

다. 서수 공공하수처리시설 처리공정도



<그림 4.5-12> 서수 공공하수처리시설 처리공정도

5.3.2 운영현황

가. 서수 공공하수처리시설 설계기준

<표 4.5-29> 서수 공공하수처리시설 설계기준

구 분	설 계 기 준				
시설용량(m ³ /일)	950				
구 분	BOD	COD	SS	T-N	T-P
계획유입수질(mg/L)	121.0	106.0	144.0	28.46	4.66
법정방류수질(mg/L)	5.0	20.0	10.0	20.0	0.2
보증수질(mg/L)	5.0	17.0	10.0	20.0	0.18

나. 유입하수량

- 최근 5년간 유입하수량 분석결과 매년 유입하수량이 감소하는 것으로 나타남
- 2015년 청천시 유입하수량은 시설용량 대비 77.3%로 하수처리시설의 여유용량 있음

<표 4.5-30> 최근 5년간 유입하수량

(단위 : m³/일)

구 분		시설용량	전기간	강우시	청천시	최대	최소
2013년	유입량	950	792	838	741	1,380	486
	비율(%)		83.3	88.2	78.0	145.3	51.2
2014년	유입량	950	748	777	713	978	426
	비율(%)		78.7	81.8	75.0	102.9	44.8
2015년	유입량	950	761	783	734	1,017	497
	비율(%)		80.1	82.5	77.3	107.1	52.3
2016년	유입량	950	850	856	846	1,281	558
	비율(%)		89.5	90.1	89.1	134.8	58.7
2017년	유입량	950	780	804	753	972	568
	비율(%)		82.1	84.6	79.3	102.3	59.8

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

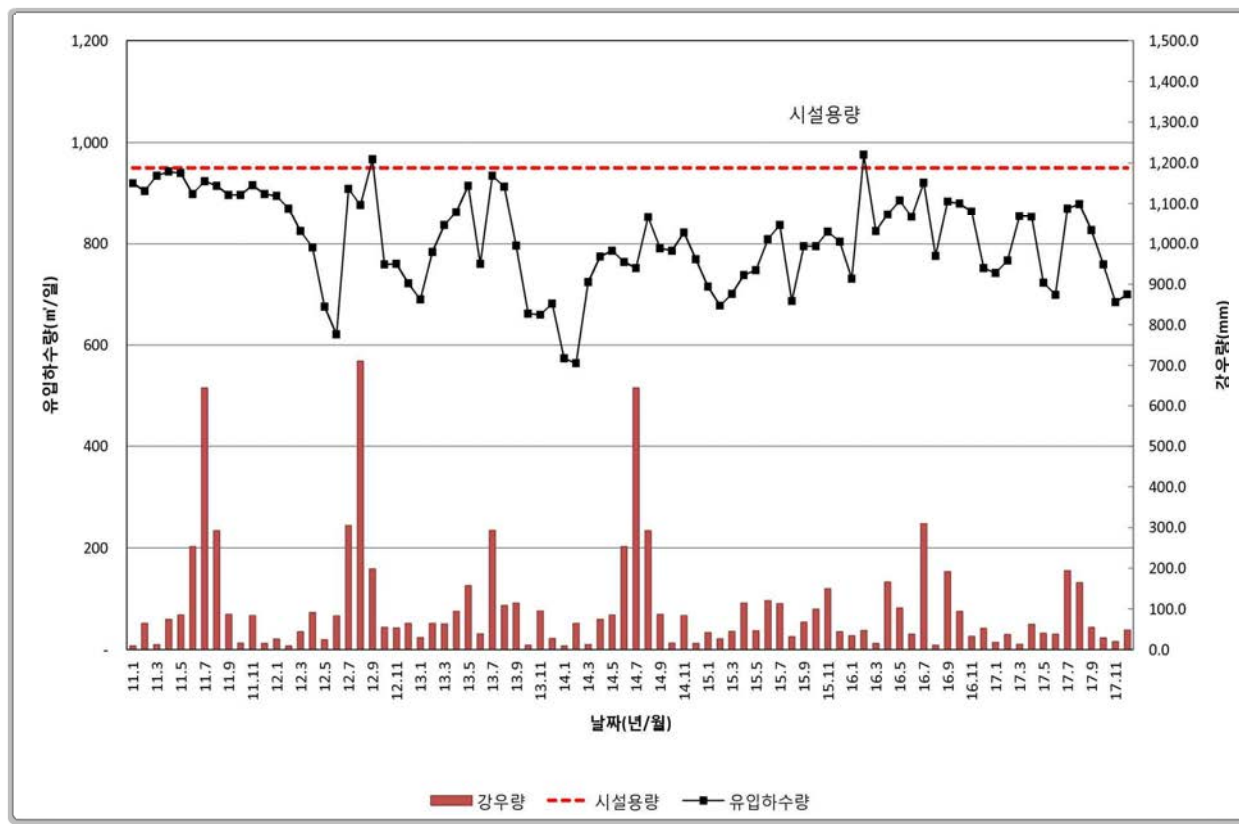
제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장



<그림 4.5-13> 최근 5년간 유입하수량

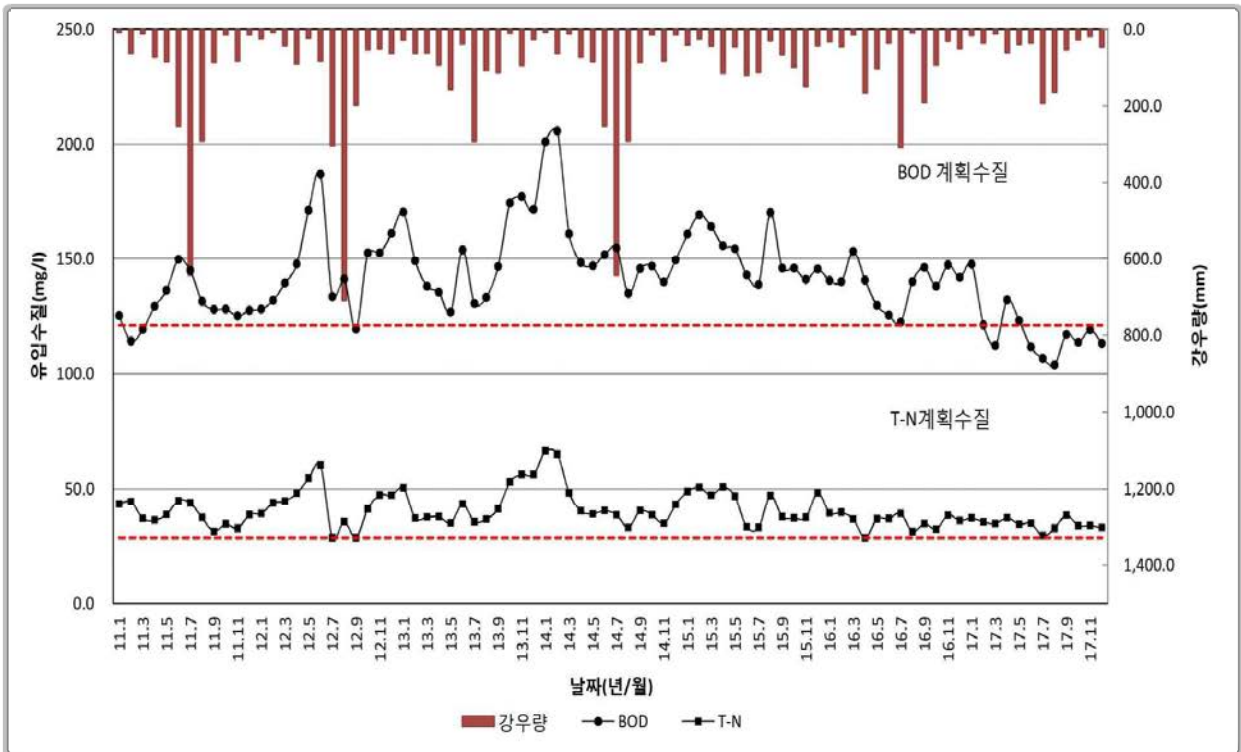
다. 유입수질

○ 최근 5년간 유입수질 분석결과
 ⇒ 수질항목중 COD, SS, 대장균군수를 제외한 BOD, T-N, T-P가 계획수질 대비 초과되어 유입

<표 4.5-31> 최근 5년간 유입수질

(단위 : mg/L, 개/mL)

구 분	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
계획유입수질	121.0	106.0	144.0	28.46	4.66	300,000
2013년	유입수질	150	81	127	43	110,187
	비율(%)	124.4	76.9	87.9	152.2	36.7
2014년	유입수질	157	85	132	44	99,148
	비율(%)	129.8	80.2	91.6	154.6	33.0
2015년	유입수질	153	83	138	43	192,259
	비율(%)	126.3	78.0	95.9	151.7	64.1
2016년	유입수질	139	78	123	36	199,701
	비율(%)	114.5	73.7	85.1	125.6	66.6
2017년	유입수질	118	83	125	34	195,062
	비율(%)	97.8	77.9	86.5	121.2	65.0



<그림 4.5-14> 최근 5년간 유입수질

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

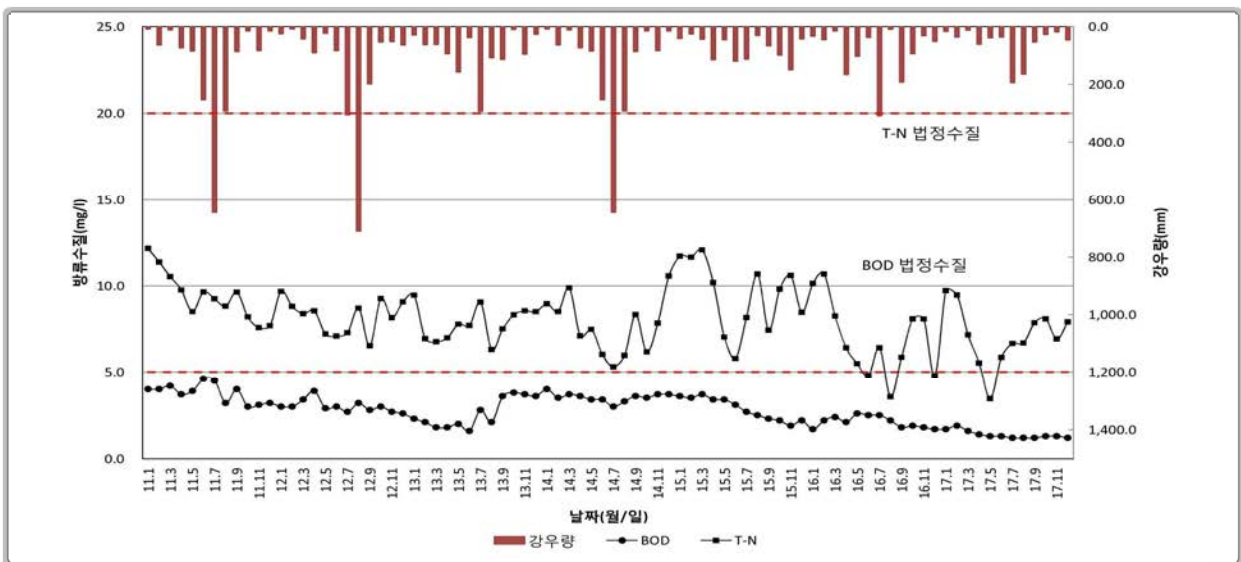
라. 방류수질

○ 최근 5년간 방류수질은 전 항목에서 방류수 수질기준을 준수하는 것으로 분석됨
 ⇨ 2012년~2013년에는 SS, T-P 항목에 대하여 법정수질 초과 일수가 있으나 최근 2015년에는 법정초과일수 없음

<표 4.5-32> 최근 5년간 방류수질

(단위 : mg/L, 개/mL)

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
법정수질		5.0이하	20.0이하	10.0이하	20.0이하	0.2이하	1,000이하
2013년	방류수질	3	7	4	8	0.1	300이하
	비율(%)	52.1	35.0	39.2	39.2	61.3	-
	법정초과일수	-	-	-	-	1	-
2014년	방류수질	4	6	3	8	0.1	300이하
	비율(%)	70.8	32.0	26.4	38.4	41.7	-
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-
2015년	방류수질	3	5	4	9	0.1	300이하
	비율(%)	57.3	23.9	38.0	47.3	33.1	-
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-
2016년	방류수질	2	5	3	7	0.1	300이하
	비율(%)	42.3	24.3	34.6	34.3	27.0	-
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-
2017년	방류수질	1	6	3	7	0.0	300이하
	비율(%)	27.6	29.3	27.5	35.5	21.5	-
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-



<그림 4.5-15> 최근 5년간 방류수질

마. 계절별 운영현황 분석

1) 동절기 운영현황(12월~2월)

- 동절기(12월~2월) 유입하수량은 2011년 이후 감소하는 추세임
- ⇒ 2011년 95.6%에서 2015년 77.3%로 18.3% 감소
- 동절기 T-N 방류수질은 2015년 기준 10.6mg/L로 방류수 수질기준 대비 52.9% 수준임

가) 유입하수량 및 유입수질

<표 4.5-33> 동절기 운영현황

(단위 : m³/일, mg/L, 개/mL)

구 분		유입하수량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
시설용량/계획유입수질		950	121.0	106.0	144.0	28.46	4.66	300,000
2013년	운영현황	716	164	89	132	48	5	91,911
	비율(%)	75.4	135.6	83.8	91.9	169.7	108.4	30.6
2014년	운영현황	638	185	100	173	58	6	120,589
	비율(%)	67.2	152.6	94.3	120.1	203.8	128.3	40.2
2015년	운영현황	734	158	86	143	49	6	161,267
	비율(%)	77.3	130.7	80.8	99.1	173.2	127.2	53.8
2016년	운영현황	817	141	83	129	38	4	181,527
	비율(%)	86.0	116.4	78.5	89.6	134.3	86.5	60.5
2017년	운영현황	735	127	79	131	35	3	186,283
	비율(%)	77.4	105.2	74.5	91.0	123.3	70.8	62.1

나) 방류수 T-N수질

<표 4.5-34> 동절기 방류수 T-N수질 현황

(단위 : mg/L)

구 분	T-N방류수질				방류수수질기준	
	12월	1월	2월	평균	법정수질	비율(%)
2013년	8.5	9.5	6.9	8.4	20	41.8
2014년	10.6	9.0	8.5	9.4		46.9
2015년	8.5	11.7	11.7	10.6		52.9
2016년	4.8	10.1	10.6	8.5		42.4
2017년	7.9	9.7	9.5	9.0		45.1

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

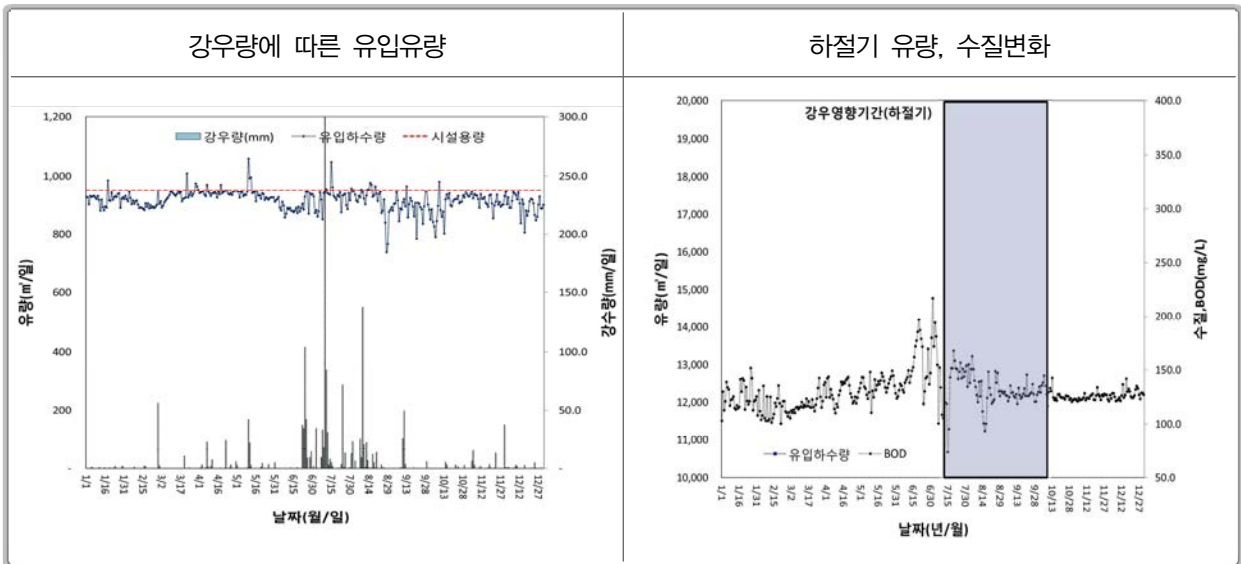
2) 하절기 운영현황(7월~9월)

- 하절기(7월~9월) 유입하수량은 2015년 기준 시설용량 대비 81.3% 로 여유용량 18.7%이 있음
- ⇒ 계획처리구역인 임피면의 하수처리인구 감소
- ⇒ 서수처리구역 인접 하수미처리구역 금회 하수처리구역으로 편입계획 수립

<표 4.5-35> 하절기 운영현황

(단위 : m³/일, mg/L, 개/mL)

구 분		유입하수량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
시설용량/계획유입수질		950	121.0	106.0	144.0	28.46	4.66	300,000
2013년	운영현황	882	137	74	117	38	4	113,239
	비율(%)	92.9	112.9	69.8	81.5	132.7	81.9	37.7
2014년	운영현황	799	145	78	111	37	4	89,033
	비율(%)	84.1	119.8	74.1	77.4	130.9	80.5	29.7
2015년	운영현황	773	152	82	145	39	4	195,239
	비율(%)	81.3	125.2	77.4	100.9	137.9	95.1	65.1
2016년	운영현황	860	136	76	118	35	4	207,592
	비율(%)	90.5	112.4	72.1	82.1	123.0	86.5	69.2
2017년	운영현황	859	109	83	118	33	3	176,989
	비율(%)	90.4	90.1	78.1	81.6	117.3	59.0	60.0



<그림 4.5-16> 하절기 유입하수량 현황(2015년)

라. 유량 및 수질조사 결과

- 서수처리구역 4개소 유량 및 수질조사 수행(서수2는 서수1의 유량 포함)
- ⇒ 일부지역 청천시 유량조사 결과 865.0m³/일 유입
- 수질조사 결과 BOD 126.30mg/L로 계획수질 대비 104.4%로 유입됨

<표 4.5-36> 유량 및 수질조사 결과

(단위 : m³/일, mg/L)

구 분		유입유량 (m ³ /일)	유입수질(mg/L)		비 고
			BOD	CODcr	
서수	서수-1	600.8	126.15	301.55	
	서수-2	660.2	127.70	307.00	
	서수-3	129.9	129.05	320.20	
	서수-4	74.9	122.20	298.30	
계		865.0	126.30	308.50	

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

5.3.3 문제점 및 해결방안

가. 운영현황 분석결과

<표 4.5-37> 운영현황 분석결과

구 분		문제점 및 원인	해결방안
유입 하수량	청천시	<ul style="list-style-type: none"> · 운영현황 분석결과(2011~2015년) 매년 유입하수량 감소추세 ⇒ 2011년 : 908m³/일 2015년 : 734m³/일 (2011년 대비 19.6%감소) · 일부구간 유량조사결과 1,261m³/일 유입 ⇒ 서수공공하수처리시설 시설용량 950 m³/일 대비 132% 용량초과 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 서수공공하수처리시설 청천시 및 강우시 운영현황, 유량조사를 통한 처리용량 검토 ⇒ 2012년, 2013년 일시적 용량초과 현상이 일부구간에서 발생되었으나, 전체적으로 청천시 및 강우시 처리 시설 여유 용량 있음 · 하수관로정비 임대형 민자사업(BTL) 시행 ⇒ 하수관로 정비사업으로 인하여 유입 하수량 감소 <p>⇒ 서수하수처리구역 확대</p>
	강우시	<ul style="list-style-type: none"> · 운영현황 분석결과(2011~2015년) 매년 유입하수량 감소추세 ⇒ 2011년 : 925m³/일 2015년 : 783m³/일 (2011년 대비 15.4%감소) · 일부구간 유량조사결과 1,437m³/일 유입 ⇒ 서수공공하수처리시설 시설용량 950 m³/일 대비 151% 용량초과 있음 	
유입수질		<ul style="list-style-type: none"> · 유입수질 분석결과(2011~2015년) BOD 기준 매년 유입수질 증가추세 ⇒ 2011년 : 130mg/L 2015년 : 153mg/L (2011년 대비 118%증가) · 수질조사 결과 BOD 126.3mg/L(104.4) 유입 ⇒ 하수관로정비 임대형 민자사업(BTL)을 통한 분뇨직투입으로 부하량 증가 	<ul style="list-style-type: none"> · 금회 서수하수처리구역 확대 및 분뇨 직투입에 의한 부하량 증가를 반영한 계획유입수질 산정

나. 기술진단 결과

1) 단위공정별 문제점 및 해결방안

- “군산시 새만금유역 하수처리시설 기술진단보고서(2014.10)” 상의 단위 공정별 문제점 및 개선방안 검토

<표 4.5-38> 단위공정별 문제점 해결방안

구 분	문제점 및 원인	해결방안
유량조정조 유입유량 검토	<ul style="list-style-type: none"> · 2013년도 유량 변화를 보면 장마철인 6월~8월에 1.5Q인 2,850m³/일을 초과하여 유입되는 경우도 빈번하게 있는 것으로 분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 하수관로 진단을 통해 우수관거의 오점 연결등 유입하수량 증가원인 파악 및 방류수 수질 저하 요인 가능성 사전 방지

<표 4.5-39> 단위공정별 문제점 해결방안 <표 계속>

구 분	문제점 및 원인	해결방안
유량조정조	· 유입펌프 바이패스로 유량을 조절하여 비효율적 운영	· 유입펌프 인버터를 설치하여 회전수로 유량을 제어
KIDEA 반응조	· MLSS 농도가 5,000mg/L 이상으로 증가시 개선방안 필요	· 구조물을 개선하지 않고 슬러지 인발을 효율적으로 하기위해 인발배관을 가지관으로 변경하여 인발량을 늘리는 조치 필요
총인처리시설 약품사용량 검토	· 총인처리시설에 유입되는 T-P의 농도 0.4~1.4mg/L 다소 차이를 보이며 유입 · 방류수 수질기준인 0.2mg/L 이내로 유지하기 위해 T-P 산정량을 높게하여 약품투입량이 많은 실정임	· Jar-Test 결과 PAC(11%) 최적 약품 주입율은 0.15ml/L, Alum(8%)의 최적 주입율은 0.2ml/L로 분석 · 하수 성상에 따라 약품주입률에 차이가 있을 수 있지만 Alum(8%)의 응집 및 T-P 제거효율이 PAC(11%)보다 높게 분석 · 지속적인 Jar-test를 통한 수질 모니터링을 실시
총인처리시설	· 유입용 처리수 펌프 인라니 믹서 및 플러형성부 손실로 유량 저하	· 유입용 처리수 펌프 편흡입볼류트 펌프로 교체
	· 역세척 배수펌프 운전시 진공이 파괴되어 공회전을 하는 경우가 있음	· 역세척 배수펌프 자흡식 펌프로 교체
	· 반응조 슬러지 펌프 진공이 파괴되어 공회전을 하는 경우가 있음	· 반응조 슬러지 자흡식 펌프로 교체
	· 역세척수 배수펌프 배관 역세척 배수시 효율이 저하	· 역세척 배수펌프 흡입배관을 3개로 분기하여 설치
	· 여과지 수위 상승시 침수로 여과지 유입밸브 잦은 고장	· 여과지 유입밸브 위치변경으로 개선
	· 유지관리용 크레인 미설치로 유지관리시 어려움	· 유지관리용 크레인 설치
COD 계측기	· 여과기 후단에 있는 COD 계측기 고장	· 고장난 COD 계측기는 철거하고 TMS 설비로 대체하여 운영
유입펌프	· 유입펌프의 절연저항 측정결과 #B호기의 경우 불량으로 나타나 점검이 필요	· 절연저항 측정결과 불량한 상태이므로 점검 및 보수 필요

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

<표 4.5-40> 단위공정별 문제점 해결방안 <표 계속>

구 분	문제점 및 원인	해결방안
반응조 설비	· 포기 및 교반장치인 에어레이터의 경우 수중설비로 외관점검이 어려우므로 주기적으로 부하전류, 전력, 절연저항 등을 측정하여 설비 상태 감시 필요	· 주기적 가동상태 점검 관리
총인처리시설	· 유입부 인라인믹서 와 플럭유입부 손실로 인한 처리수펌프 양정상승으로 정격 운전점 이하에서 운전되어 유량이 감소한 것으로 분석	· 주기적으로 플럭형성부 자갈층의 교체 및 청소가 필요
처리수펌프	· 현재 설치된 처리수펌프의 용량(2.2kW × 0.7m ³ /min × H7m)은 총인처리시설에 적합하지 않으므로 교체가 필요	· 총인처리시설의 용량은 950m ³ /일 으로 펌프의 유량은 0.7m ³ /min(1,008m ³ /일) 기설치된 펌프와 같은 유량의 펌프 교체
전 기 및 계측제어	· 감시제어설비 신설	· 총인처리 POS 신설
	· 화상감시설비 신설	· 총인처리설비 화상감시 신설 (동형)
	· 계측기기 신설	· 재이용수 유량계 신설 - 전자식 유량계 150A · 총인역세배수 유량계 신설 - 전자식 유량계 100A · 풍량계 교체 - 차압식 풍량계
	· 정부시책에 따른 에너지 절약형 조명 기구 미반영	· 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정에 따라 LED 램프로 교체

다. 시설개선 계획

<표 4.5-41> 단위공정별 문제점 해결방안 <표 계속>

구 분	문제점 및 원인	해결방안
총인처리시설	· 공기압축기 용량이 작아 가동이 빈번하여 소음 및 기기수명 단축	· 큰 용량의 공기압축기로 교체, 공기 압축기 부대설비 설치

5.3.4 공공하수처리시설 계획

가. 시설개량 계획

1) 단위공정별 개선방안

○ 기술진단 상의 단위공정별 문제점에 따른 개선방안 및 개략 공사비 산출

<표 4.5-42> 단위공정별 개선방안

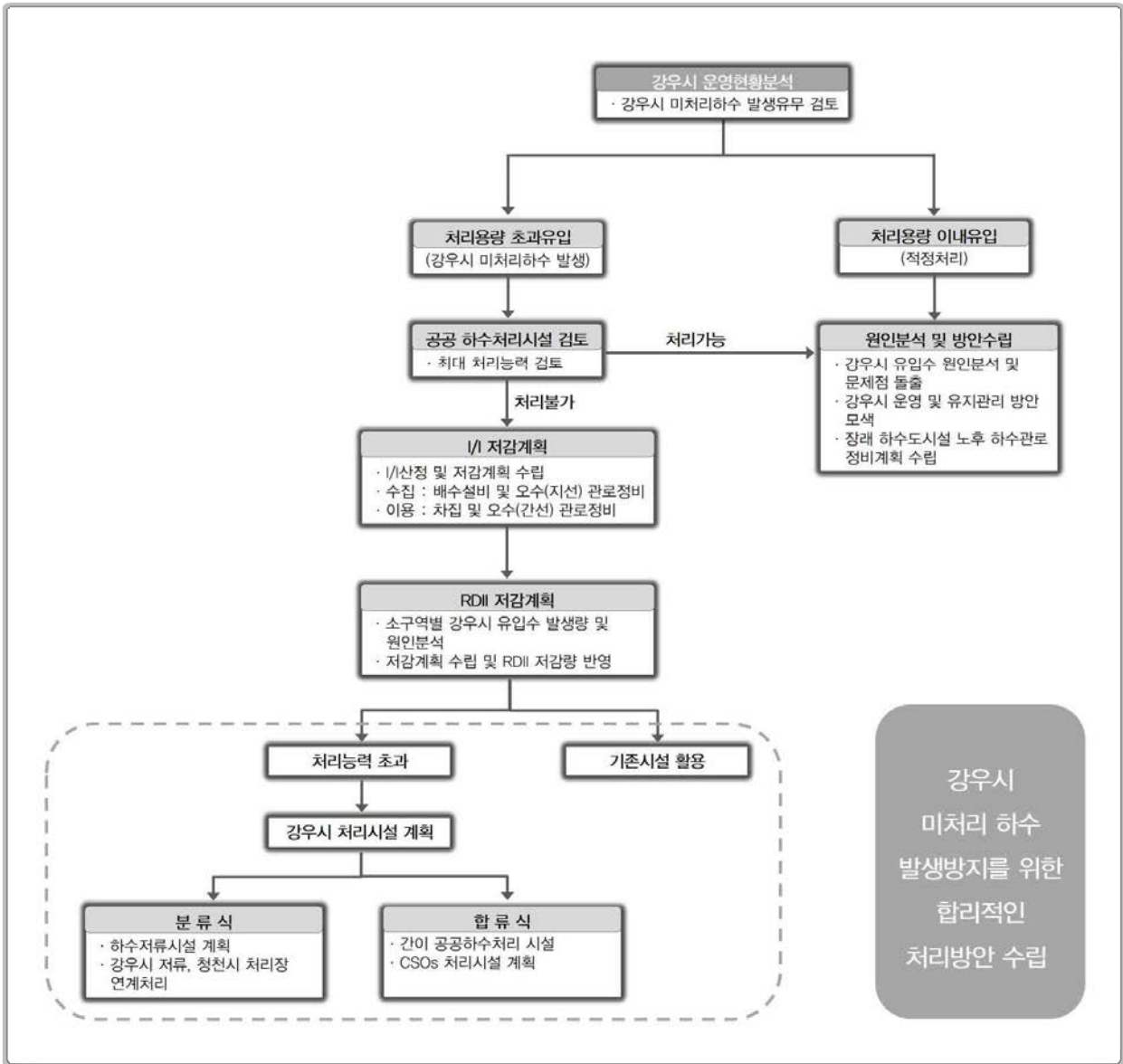
구 분	개선방안	개략 공사비(천원)	
		수량	비용
유량조정조	· 유입펌프 인버터 설치	1식	4,000
총인처리시설	· 유입용 처리수 펌프 교체	1식	4,500
	· 역세척수 배수펌프 및 반응조 슬러지 펌프 자흡식 펌프로 교체	1식	5,000
	· 역세척수 배수펌프 배관개선	1식	2,000
	· 유지관리용 크레인 설치	1식	20,000
	· 공기압축기 교체 및 부대설비 설치	1식	56,500
전 기 및 계측제어	· 총인처리 POS 신설	1식	4,675
	· 화상감시 신설	1식	6,000
	· 유량계 신설	1식	30,290
	· LED 램프로 교체	1식	69,000
계			201,965

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

5.4 강우시 하수관리 대책

5.4.1 기본방향

- 옥서 공공하수처리시설은 분류식 지역이나 현재 지선관로, 차집/오수간선관로의 RDII 유입으로 강우시 평균 783m³/일 유입중 (2015년 기준 시설용량 대비 83%)
- 강우시 하수관리 대책을 수립하기 위하여 강우시 운영현황 조사시행
 - ↳ 운영현황 분석, 유량 및 수질조사 모니터링
- 조사결과를 활용한 강우시 유입수 분석 및 RDII 분석을 통한 강우시 유입량을 산정하고 유입원인 분석
 - ↳ 간선관로, 차집관로 RDII분석을 통한 문제구간 확인
- RDII 발생 원인에 따른 실현가능한 RDII 저감계획 및 허용 RDII에 대한 처리대책 수립



<그림 4.5-17> 강우시 하수관리대책 기본방향

5.4.2 강우시 운영현황 분석

가. 운영현황 분석

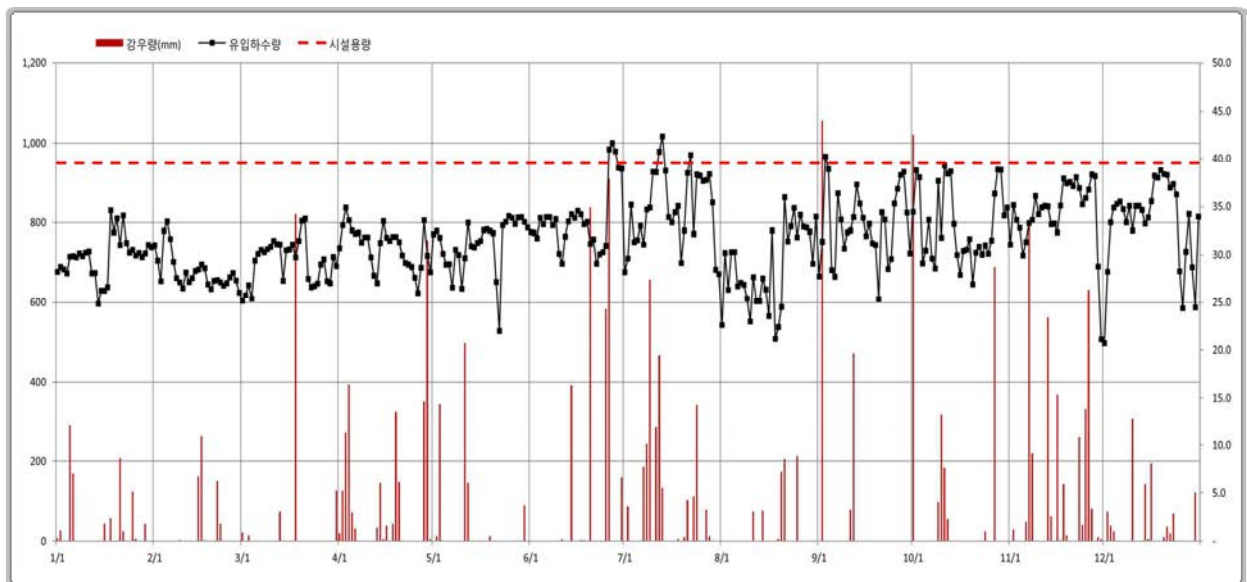
- 2015년 운영현황 분석결과 청천일 유입하수량이 시설용량대비 77.3%로 시설용량에 여유가 있으며, 3mm/일 이상 강우발생시 유입하수량 783m³/일로 시설용량대비 82.5%로 유입하수량 증가
 - 2015년 3mm이상 강우일수는 총 66일이었고, 그중 7일은 유입하수량이 950m³/일 초과 함
 - 강우량에 따라 유입하수량은 증가하는 것으로 검토
- ⇒ 강우시 유입하수량이 증가하고 있으므로 RDII 원인분석 및 저감계획 수립 필요

<표 4.5-43> 2015년 서수공공하수처리시설 운영현황

구분	청천시	강우시	강우영향	비고
일수	191	111	63	
유입하수량(m ³ /일)	734	783	805	Q=950m ³ /일
시설용량대비(%)	77.3	82.5	84.8	

<표 4.5-44> 강우시 운영현황(2015년)

강우량	일수	유입유량 (m ³ /일)		유입수질(mg/L)				
		유입량	시설용량대비	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1mm미만	25	749	78.8	156.4	84.7	145.4	44.462	5.324
1~3mm미만	20	783	82.4	147.9	80.1	128.0	43.511	5.105
3~10mm미만	35	783	82.4	148.7	80.5	134.0	42.316	4.654
10~20mm미만	18	820	86.3	140.6	76.2	127.6	38.265	4.279
20~30mm미만	6	815	85.8	141.3	76.5	135.5	38.166	4.591
30~40mm미만	5	793	83.4	146.4	79.3	120.8	37.047	4.355
40mm이상	2	790	83.2	145.1	78.6	152.0	40.725	4.771



<그림 4.5-18> 강우량에 따른 하수유입 현황

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

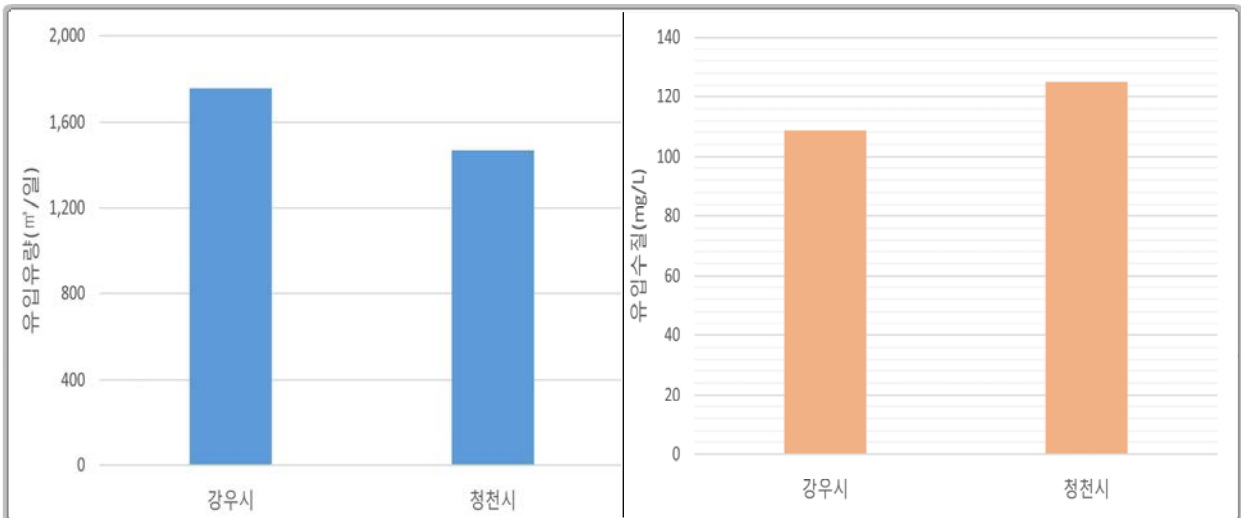
나. 유량 및 수질조사 분석

- 유량조사기간 내 3mm이상 강우일은 유량조사지점(서수-1, 서수-2, 서수-3, 서수-4) 1일 조사됨
- ⇒ 처리구역내 유량조사결과 3mm이상 강우시 유입하수량은 1,757m³/일로 청천시 유입하수량 1,466m³/일 대비 120% 유입되어 강우량 증가에 따라 유입하수량은 증가하는 것으로 분석됨
- ⇒ 강우시 유입수질은 108.6mg/L로 계획유입수질 대비 89.8%, 청천시 수질대비 86.8%로 강우유입에 따른 유입수질 저하

<표 4.5-45> 강우시 유량 및 수질조사 결과

(단위 : m³/일, mg/L)

강우량	일수	유입유량 (m ³ /일)		BOD
		청천시 유입량	강우시 유입량	
3mm 이상	1	1,466	1,757	108.6 (청천시 수질조사 125.1mg/L)



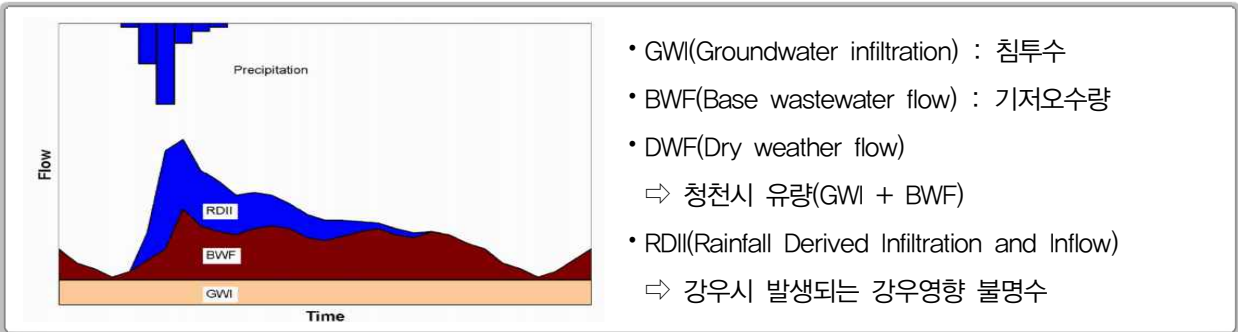
<그림 4.5-19> 강우시 유량 및 수질조사 결과

5.4.3 강우시 문제점 분석

가. RDII 시뮬레이션 개요

1) 수행목적

- RDII(Rainfall Derived Infiltration and Inflow)란 분류식 오수관, 차집 및 오수간선관로 내에서 강우발생시 청천시 유량(DWF : Dry weather flow) 이외에 추가적으로 유입되는 불명수
- 시공불량, 접합부 오점, 관로 및 맨홀 노후화에 의한 균열 등 다양한 원인에 의해서 발생되며 다량의 RDII가 지속적으로 발생될 경우 공공하수처리시설 내 시설용량 이상의 과다유입 및 유입수질저하로 처리장 운영에 문제점을 야기할 수 있음
- RDII의 정량적인 분석 및 영향평가를 위해 SSOAP(Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning)와 XP-SWMM(Stormwater and Wastewater Management Model) 시뮬레이션 프로그램을 도입

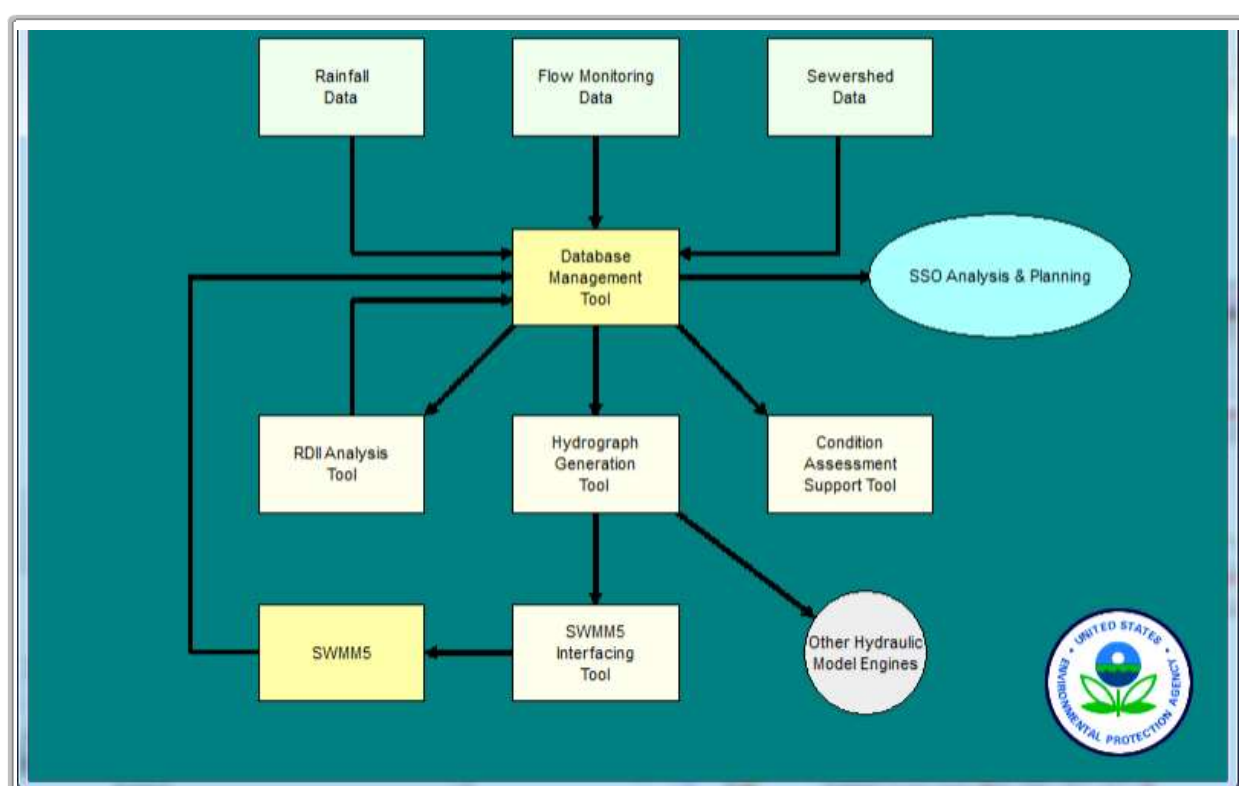


<그림 4.5-20> 강우시 하수유량 구성도

2) 구축 프로그램 개요

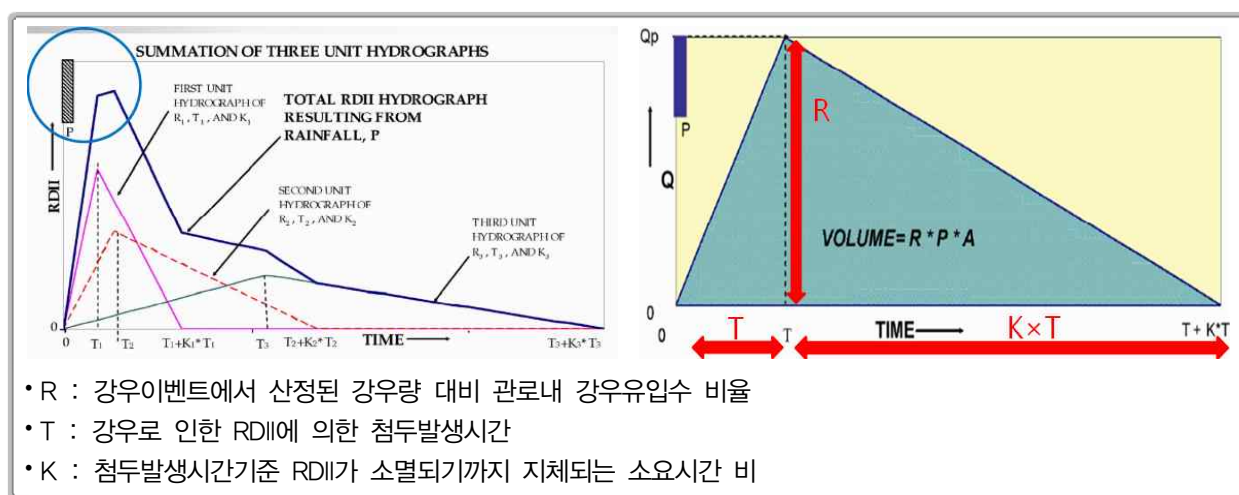
가) SSOAP(Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning)

- SSOAP은 미국 EPA에서 개발된 RDII 산정 프로그램으로 소유역별 4가지 입력자료(강우, 유량, 유역면적, 관로연장)를 통해 프로그램을 구축 후, 합성단위유량도법(RTK method)을 통해 RDII 비율 산정
- SSOAP에서 RDII를 산정하기 위해서는 앞서 언급한 데로 현장에서 실측한 시계열 유량모니터링자료, 강우자료, 모니터링지점을 기준으로 형성된 오수유역면적 및 관로연장 자료가 기구축 되어야 함.
- 유역별 청천시 평균패턴을 산정하기 위하여 최소 2주 이상의 신뢰성 있는 데이터가 확보가 필요하고, 기간내 RDII가 발생된 복수의 강우이벤트가 포함되어야 함.
- ⇒ 금회 유량 및 수질조사기간 : 5월 28일 ~ 6월 17일(강우일 포함 총 21일)
- 모니터링 기간내 강우시계열 입력자료는 군산기상관측소 자료를 이용
- 산정된 RTK매개변수는 XP-SWMM 소유역별 입력인자로 활용



- Rainfall Date : 시계열 강우자료 입력
- Flow Monitoring, Sewershed Date : 시계열 유량, 유속, 수위자료, 오수유역면적, 관로연장 입력
- Database Management Tool : 데이터 소스 인터페이스 제공 (강우분석, 모니터링 자료 scatter plot)
- RDII Analysis Tool
: DWF 패턴, RDII영향 시계열 그래프 생성, RTK parameters 생성, RDII 결과도출 및 통계분석
- Hydrograph Generation Tool : RTK Pattern 수정, RDII Hydrograph export by scenario
- Condition Assessment Support Tool
: RDII Prioritization analysis, Sewer Rehabilitation RDII Correlation Analysis
- SWMM5 Interfacing Tool : Import from SWMM5, Launch SWMM5
- SSO Analysis & Planning : EPA Technical Report 제공, EPA SSOAP Website link

<그림 4.5-21> SSOAP 모형 및 주요 기능



- R : 강우이벤트에서 산정된 강우량 대비 관로내 강우유입수 비율
- T : 강우로 인한 RDII에 의한 침투발생시간
- K : 침투발생시간기준 RDII가 소멸되기까지 지체되는 소요시간 비

<그림 4.5-22> RTK Method 모식도

나) RDII 영향 평가를 위한 강우유출모형 비교 및 선정

- 일반적으로 알려져 있고 널리 사용되는 강우유출해석모형들 중 RDII 산정이 가능한 모델은 SWMM 및 MOUSE 모형으로 나타났다.
- 상기 2가지 대표모형에 대한 비교검토를 통해 본 사업에서는 RDII 영향평가를 위한 최종모델로 SWMM 모형을 선정하였음.

<표 4.5-46> RTK 매개변수 산정지점 현황

처리구역	SWMM		MOUSE	
구 성	<ul style="list-style-type: none"> • Runoff : 우수표면유출, 오염물 축적/쓸림 모의 • Sanitary : 오수 유량 및 수질 모의 • Hydraulic : 수리시설물 모의 • GIS Module : 지형정보시스템과 연계 • RTC Module : 실시간제어 모의 		<ul style="list-style-type: none"> • HD : 표면유출, 관로흐름, 수리시설물 모의 • AD : 수질 확산현상 모의 • ST : 관로내 퇴적물 이송 모의 • RDII : 유출현상에 대한 연속 모의 • RTC : 수리구조물 실시간 제어 모의 	
지표면 유출모델	<ul style="list-style-type: none"> • 강우 손실 모델 • 비선형저류형 		<ul style="list-style-type: none"> • 강우 손실 모델 • 시간면적법 	
관내수리 모델해석	<ul style="list-style-type: none"> • Saint Venant • 음해법 • 비선형저류법 	<ul style="list-style-type: none"> • Gauss-Seidel법 • 운동파모델 	<ul style="list-style-type: none"> • Saint Venant • 음해법 • 확산파모델 	<ul style="list-style-type: none"> • Abbott 6점법 • 운동파모델
프로젝트 실적	<ul style="list-style-type: none"> • 지난 14년간 수천 건의 프로젝트 수행 (전 세계적으로 가장 널리 사용됨) 		<ul style="list-style-type: none"> • 천명이상의 등록된 사용자 보유 (미국, 유럽지역 중심) 	
국내 적용성	<ul style="list-style-type: none"> • 다수의 국내 사용자 그룹 (축적된 데이터베이스) • 검증된 모형 다수존재 (관로정비 타당성조사사업 등) 		<ul style="list-style-type: none"> • 국내 현장에 검증된 사례 미미함 • 덴마크 사용자 그룹 • 국내 기술지원이 상대적으로 부족 	
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • EPA SWMM public domain 존재 • 합리적인 예산으로 구매 가능 		<ul style="list-style-type: none"> • 기본 모듈을 포함한 모든 옵션을 구매할 경우 2배 이상 예산 소요 	
향후개발 가능성	<ul style="list-style-type: none"> • Source code open • 다수의 Third party 제품 개발 중 		<ul style="list-style-type: none"> • 최근 MIKE URBAN으로 업그레이드 	
RDII 모의방안	<ul style="list-style-type: none"> • SSOAP 프로그램내에서 연동기능 : SWMM5 • 강우사상별 3개 단위유량도 생성 (Rapid, Moderate, Slow) • SSOAP 산정 매개변수 (R, T, K) 적용에 의한 모의가능 : XPSWMM 		<ul style="list-style-type: none"> • SSOAP 프로그램과 연동되지 않음 • 강우이벤트별 2개의 단위유량도 생성 (Fast Response, Slow Response) • SSOAP 산정 매개변수 적용 모의 불가 • 별도의 추가모듈구매 필요(RDII module) 	
선정	●			
선정사유	<ul style="list-style-type: none"> • 강우유출모형 중 하수 및 우수관망 해석프로그램으로 가장 널리 소개되었으며, RDII 모의가 가능한 SWMM, MOUSE 비교 검토 결과, 모델의 과거 국내 적용 실적(시범사업 적용)이 있으며, RDII 모의 방안이 보다 합리적인 SWMM 모형을 선정 			

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

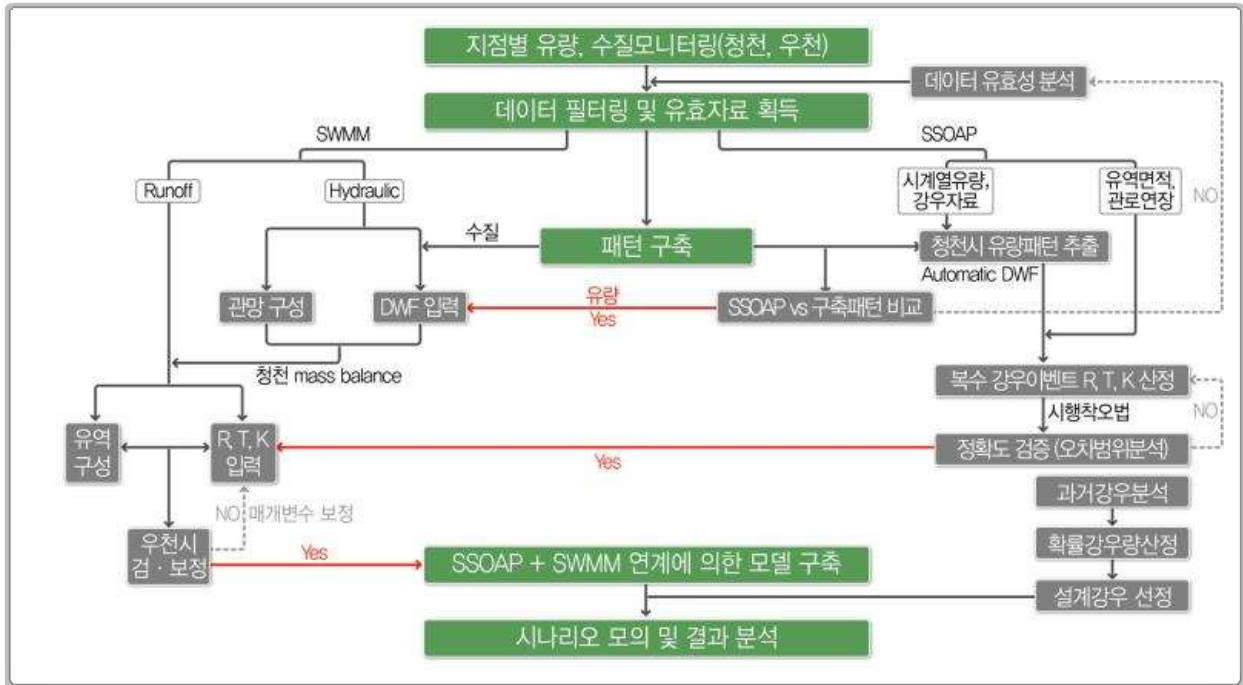
제 10 장

다) XP-SWMM (Stormwater and Wastewater Managment Model)

◦ RDII 영향평가를 위한 강우유출해석 프로그램으로 Runoff, Sanitary, Hydraulic Mode 3가지로 구분되며, 금회에는 RDII 모의를 위해 Runoff, Hydraulic Mode사용

◦ SSOAP를 통해 산정된 RTK 매개변수 입력을 통해 RDII 발생량 모의

3) 시뮬레이션 수행절차



<그림 4.5-23> SSOAP과 SWMM연계에 의한 모의수행절차 모식도

나. 차집관로 정비전 RDII 발생량 산정

1) 모델구축 및 검보정

가) 소구역별 매개변수(RTK) 산정(SSOAP) 개요

◦ 사업지역 내 SSOAP 모의를 통한 RTK의 산정은 1차적으로 지선오수관로 지점을 대상으로 수행하였으며, 지선오수관로 지점 조사결과가 없는 처리구역의 경우 차집관로 조사결과를 활용하여 소구역별 RTK 산정이 가능한 모든 지점에 대해 실시하였음.

◦ 강우량은 서수처리구역의 경우 12.0mm(강우지속시간 19.3hr)로 조사되었음.

<표 4.5-47> RTK 매개변수 산정지점 현황

처리구역	지점명	인근지번	관경(mm)	강우발생일	강우량(mm)	강우지속시간(hr)
서수	서수-3	월하리 470-7	D300	2017년 6월 6일	12.0	19.3

나) 소구역별 매개변수(RTK) 산정(SSOAP) 결과

- 지점별로 RDII가 발생된 강우이벤트에 대해서 초기, 중기, 장기로 단위유량도를 구분하여 각각의 RTK매개변수를 선정하였으며, SOAP 프로그램내에서 시행착오법을 통해 총 4가지 항목(Total event volume, Peak total flow rate, Total event I/I volume ratio, Peak I/I flow rate)에 대해서 허용오차범위(±25%) 이내로 매개변수 보정을 실시하였음
- RTK 산정 결과 강우대비 관로유입율 Total R(%)은 서수처리구역 3.5%로 나타남.

<표 4.5-48> 지점별 RTK매개변수 산정결과

처리구역	지점명	Fast inflow			Medium inflow			Slow inflow			Total R (%)
		R1	T1	K1	R2	T2	K2	R3	T3	K3	
서 수	서수-3	0.018	0.4	1.0	0.014	0.7	2.9	0.002	1.6	1.6	3.5

다) SWMM모델 검·보정 및 정확도 검증

- 유량조사 모니터링 결과와 모의 값과의 오차범위를 줄이기 위한 검·보정 및 정확도 검증 실시
- 청천시, 강우시 모델 검·보정은 차집관로 모니터링 지점에서 수행

(나) 오수간선관로(차집관로) 침입수 산정 및 보정

- 지선오수관로에 입력한 하수유입량을 바탕으로 모의 한 결과와 각 하수처리구역 유역지점별 하류지점 및 오수간선관로 측정지점에서 실측한 유량의 비교·검토를 통해 오수간선관로에서 청천시 유입되는 침입수를 산정.

<표 4.5-49> 처리구역별 오수간선관로 침입수 산정

처리구역	지점명	청천시 실측평균유량 (m³/일)	청천시 모의평균유량 (m³/일)	오수간선관로 침입수 (m³/일)
서 수	서수-1	600.8		
	서수-2	660.2		
	서수-4	74.9		

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장

처리구역별 하수도 계획

(2) 강우시 모의

(가) 오수간선관로(차집관로) RTK 매개변수 산정

- 청천시 검·보정 결과를 기반으로 강우시 차집관로에 유입되는 RDII 산정
- 청천시와 동일한 방법으로 소구역에서 강우시 발생하는 유입량과 오수간선관로(차집관로) 모니터링 결과의 비교를 통해 차집관로에 유입되는 RDII 산정
 - 소구역에서 강우시 발생하는 유입수는 분류식 지역의 경우 SSOAP 프로그램을 활용하여 기산정한 RTK를 분류식 소구역에 적용하여 산정
 - 차집관로 RDII 산정은 소구역에 기산정한 RTK 및 C 적용 후 대표 강우이벤트를 대상으로 유입량을 산정하여 차집관로 계측유량과 모의유량 비교로 산정
- 강우시 검·보정 강우이벤트는 모니터링 기간 동안 발생한 강우이벤트 활용
- 오수간선관로(차집관로) 유량조사지점에서 RDII산정을 위한 RTK 도출

<표 4.5-50> 차집관로 RTK매개변수 산정결과

처리구역	지점명	Fast inflow			Medium inflow			Slow inflow			Total R (%)
		R1	T1	K1	R2	T2	K2	R3	T3	K3	
서수	서수-1	0.003	0.3	0.5	0.003	0.4	1.3	0.000	0.6	1.1	0.7
	서수-2	0.003	0.2	0.5	0.003	0.2	0.6	0.000	0.4	1.0	0.6
	서수-4	0.018	0.1	0.5	0.010	0.3	3.2	0.002	0.5	2.7	3.0

(나) 차집관로 RTK 적용 및 보정

- 차집관로 RTK적용 후 오차범위는 미국 EPA의 HSPF(Hydrological Simulation Program - Fortran)에서 제안한 평가기준 참고하여 “GOOD” 단계가 되도록 수행

<표 4.5-51> HSPF(Hydrological Simulation Program-Fortran) 의 평가기준

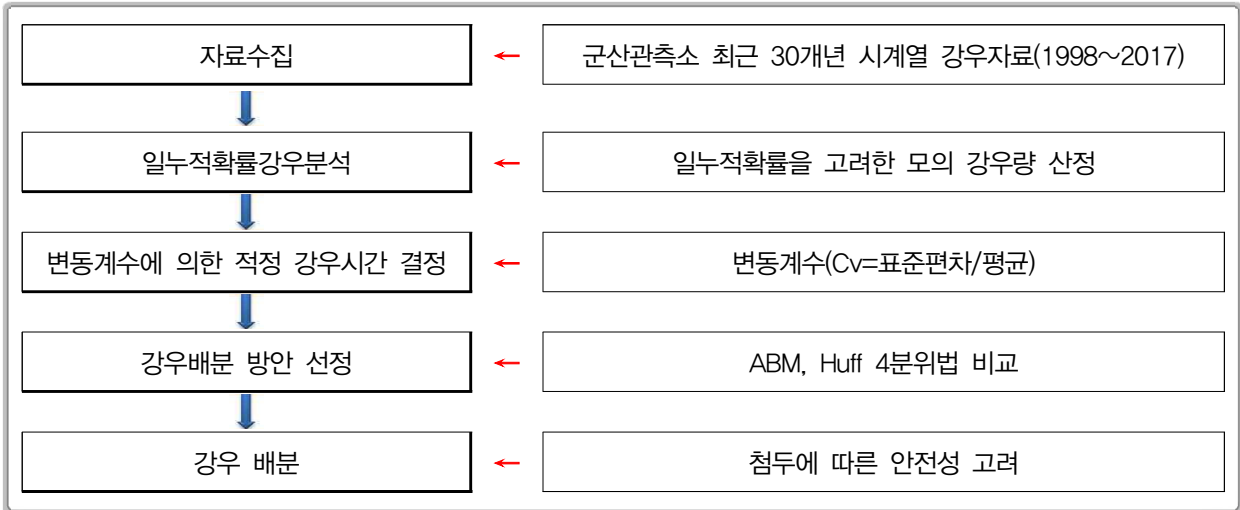
Item	Difference Between Simulated and Observed Values(%)		
	Very Good	Good	Fair
Hydrology	< 10	10 ~ 15	15 ~ 25

<표 4.5-52> 서수처리구역 차집관로 유입수 산정

처리구역	지점명	강우시 실측평균유량 (m³/일)	강우시 모의평균유량 (m³/일)	차집관로 침입수 (m³/일)
서수	서수-1	600.8		
	서수-2	660.2		
	서수-4	74.9		

(3) 설계 대상강우 선정

- 정비사업에 대한 효과 검토를 위하여 설계 대상강우 선정
- 설계 대상강우에 대하여 대표지속기간 결정
- 설계 대상강우의 지속기간에 따른 시간분포 결정
- 군산 관측소 과거 30개년(1988~2017년) 강우자료 분석을 통하여 설계 대상강우 선정



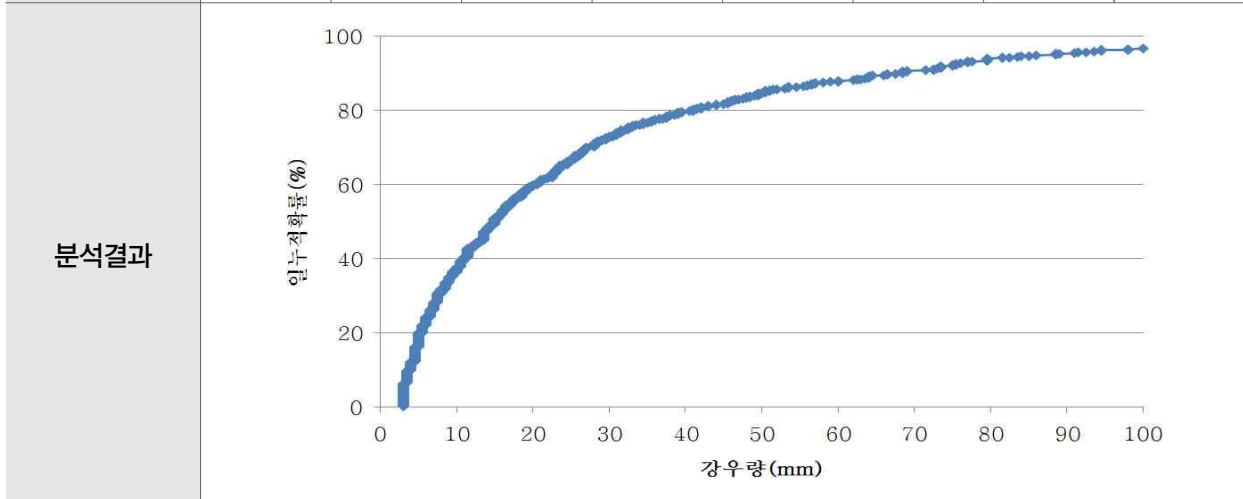
<그림 4.5-24> 설계 대상강우 분석 흐름도

가) 설계 대상강우 산정

- 최근 33년간 일누적강우량 3.0mm이상의 유효강우자료 분석을 통하여 일누적확률 산정
- ※ 강우일 자료 판단기준 : 당일 누적강우량 3.0mm 이상(침입수 및 유입수 산정 매뉴얼, 환경부)
- 일누적확률 90%를 상회하는 70mm(90.7%)를 설계대상강우로 선정

<표 4.5-53> 일누적확률강우량 분석결과

강우량	10	20	30	40	50	60	70	80
일누적확률(%)	37.7	60.5	72.9	79.7	84.7	88.0	90.7	94.0



- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장
- 제 9 장
- 제 10 장

나) 설계 대상강우 지속기간 결정

- 강우사상 분리(IETD) : Inter Event Time Defintion) 및 분석을 통하여 대표지속기간 결정
 - 변동계수가 16이 되는 IETD 14시간 채택
 - IETD 16시간 기준 평균강우지속기간이 8.22hr으로 산정되어 8시간을 대표지속기간으로 결정

<표 4.5-54> IETD에 따른 변동계수 산정 결과

IETD	강우 수	평균 지속기간 (hr)	Inter Event Time		
			평균	표준편차	변동계수
1	3,364	1.65	25.3	69.3	2.745
2	2,116	2.63	39.5	84.3	2.132
3	1,083	5.14	74.6	106.6	1.429
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12	692	8.04	112.9	117.0	1.036
13	683	8.15	114.3	117.2	1.025
14	677	8.22	115.2	117.3	1.018
15	665	8.37	117.0	117.5	1.005
16	658	8.46	118.0	117.7	0.997
17	654	8.51	118.7	117.8	0.993
18	629	8.85	122.7	118.3	0.965
19	623	8.94	123.7	118.5	0.958
20	620	8.98	124.2	118.5	0.955
21	603	9.23	127.1	118.9	0.935
22	599	9.29	127.8	119.0	0.931
23	597	9.32	128.1	119.0	0.929
24	582	9.57	130.8	119.3	0.912

다) 설계 대상강우 시간 분포방법 검토

- 강우지속기간 12시간 강우량 60mm에 대하여 시간분포 결정
 - 교호블럭(ABM)법과 Huff 4분위법 비교를 통해 교호블럭(ABM)법 채택

<표 4.5-55> 설계 대상강우 시간분포법 비교

구분	교호블럭(ABM)법	Huff 4분위법
개요	<ul style="list-style-type: none"> • 강우강도-지속기간-재현기간 곡선을 이용하여 강우분포 • 지속기간의 중앙에 최대 임의의 시간구간의 설계강우량을 배치하고 그 다음 오른쪽, 왼쪽 순으로 번갈아 배치 • 국내 침수영향해석에 주로 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기간 강우로부터 시간분포곡선 유도 • 강우지속기간을 4등분하여 첨두위치와 크기 제시 • 4개 유형의 강우에 대해서 시간별 누가 강우량을 총 누가지속기간과 총 강우량의 백분율로 표시
강우분포		
적용 및 사유	<ul style="list-style-type: none"> • 최근의 국지성, 게릴라성 호우를 포함하여 소배수구역의 다중 결함에 의해 형성되는 차집/오수간선관로 첨두부의 비율에 따른 안전성을 고려하여 교호블럭(ABM)법 채택 	

5.5 침수대응 하수도시설 계획

◦ 옥서하수처리구역내 침수이력 없음

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

제 8 장

제 9 장

제 10 장