제4장 처리구역별 하수도 계획

1. 총 설

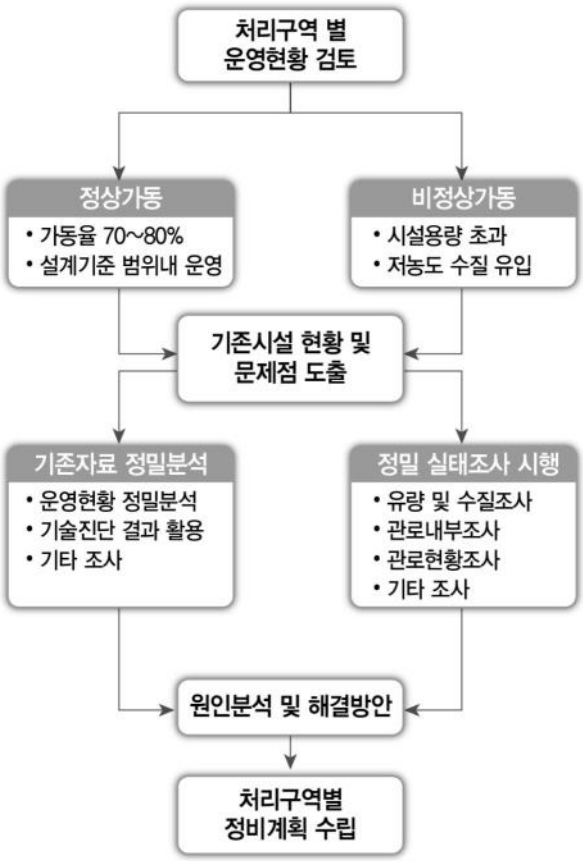
○ 처리구역별 하수도계획은 수집–이송–처리단계별로 실태조사를 통한 현황 및 문제점을 분석하고, 이에 대한 정비계획을 수립하는 것을 원칙으로 함

○ 문제점에 대한 해결 및 정비방안은 실제 조사를 바탕으로 수립하여야 하나, 기본계획 특성상 관내 전체 시설에 대한 실제 조사에 한계가 있으므로

○ 실제조사는 음성군에서 운영중인 공공하수처리구역을 대상으로 수행

⇨ 따라서, 본 계획에서는 음성·금왕·대소 공공하수처리시설은 원인분석 파악을 위한 실제조사를 시행하여 조사결과를 바탕으로 정비계획을 수립하였고

⇨ 소규모하수처리시설(생극·오궁리·부윤·미목·관성) 운영현황과 기술진단자료를 바탕으로 문제점에 대한 원인 분석 및 정비계획을 수립하였음



〈처리구역별 정비계획 기본방향〉

처리구역	운영현황검토		실태조사 시행여부
	가동율	판정	
음성	284	비정상가동	기존자료 및 현장조사, 기술진단 분석결과 활용
금왕	145	비정상가동	기존자료 및 현장조사
대소	151	비정상가동	
생극	138	비정상가동	
감곡	–	정상가동	
혁신도시	–	정상가동	

주) 가동율은 2017년 운영자료 기준

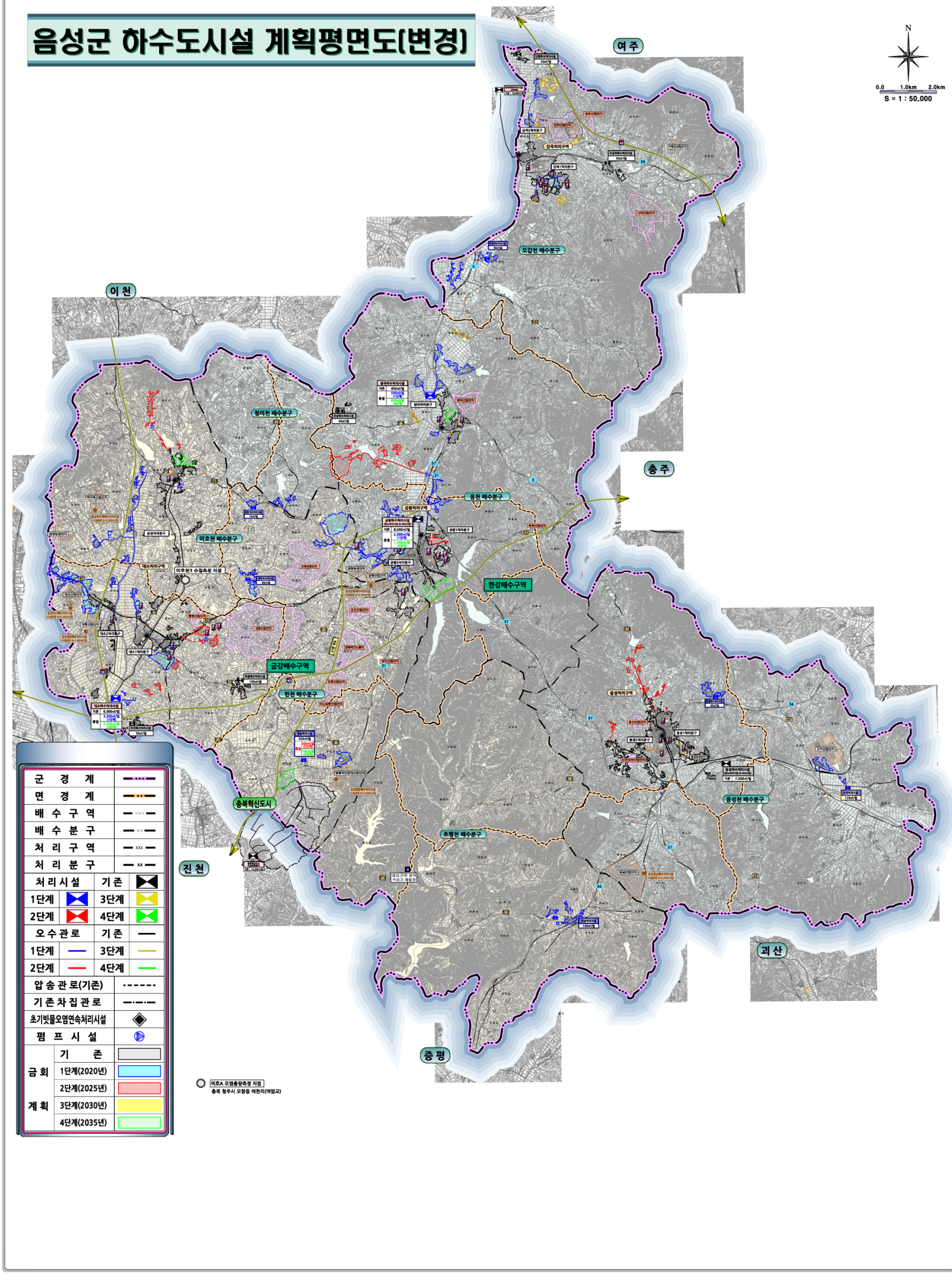
<그림 4.1-1> 음성군 하수도계획 정비방향

1.1 하수처리구역

<표 4.1-1> 하수처리구역

(단위:㎢)

구 분		2020년	2025년	2030년	2035년	비고
합 계		17.12	18.62	19.37	20.23	
음성	계	2.47	2.63	2.78	2.78	
	음성1	1.12	1.25	1.40	1.40	
	음성2	1.35	1.38	1.38	1.38	
금왕	계	3.73	4.50	4.50	4.91	
	금왕1	1.39	2.15	2.15	2.39	
	금왕2	2.34	2.35	2.35	2.52	
대소	계	3.57	4.10	4.10	4.22	
	대소1	1.35	1.72	1.72	1.72	
	대소2	1.23	1.23	1.23	1.23	
	삼성	0.99	1.15	1.15	1.27	
생극	생극	0.84	0.87	1.02	1.10	
감곡	계	1.63	1.64	2.09	2.09	
	감곡1	1.22	1.24	1.30	1.30	
	감곡2	0.41	0.40	0.79	0.79	
맹동	맹동	0.22	0.22	0.22	0.47	
혁신도시	혁신도시	3.45	3.45	3.45	3.45	
소규모	계	1.21	1.21	1.21	1.21	
	부윤	0.13	0.13	0.13	0.13	
	미곡	0.05	0.05	0.05	0.05	
	관성	0.05	0.05	0.05	0.05	
	단평	0.05	0.05	0.05	0.05	
	오궁	0.12	0.12	0.12	0.12	
	한벌	0.12	0.12	0.12	0.12	
	사창	0.14	0.14	0.14	0.14	
	소이	0.14	0.14	0.14	0.14	
	원남	0.14	0.14	0.14	0.14	
	주천	0.20	0.20	0.20	0.20	
	본대	0.07	0.07	0.07	0.07	



<그림 4.1-2> 전체처리구역도

1.2 하수처리인구

○ 하수처리인구는 2035년 기준 117,691인으로 산정됨(공공 7개소, 소규모 13개소)

⇨ 공공하수처리구역 114,758인, 소규모 공공하수처리구역 2,933인

<표 4.1-2> 하수처리인구

(단위 : 인)

구 분			2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
합 계		합계	66,910	88,725	93,466	93,897	117,691	
		자연적	59,671	67,781	69,146	67,936	66,820	
		사회적	7,239	20,946	24,324	36,549	51,271	
공공하수처리구역	계	계	65,597	85,588	90,380	90,888	114,758	
		자연적	58,358	64,644	66,060	64,927	63,887	
		사회적	7,239	20,946	24,324	36,549	51,271	
	음 성	소계	15,712	15,588	16,074	15,959	19,730	
		자연적	15,712	14,855	15,341	15,226	15,016	
		사회적	–	733	733	733	4,716	
	금 왕	소계	16,965	21,089	21,730	21,891	26,891	
		자연적	16,965	18,190	18,385	18,546	18,661	
		사회적	–	2,899	3,345	5,327	8,234	
	대 소	소계	16,551	24,875	27,298	27,554	35,754	
		자연적	16,551	20,774	21,643	20,258	19,776	
		사회적	–	4,101	5,655	10,404	15,976	
	생 극	소계	1,811	2,631	2,688	2,931	5,053	
		자연적	1,811	2,216	2,270	2,511	2,306	
		사회적	–	416	418	2,750	2,753	
	감 곡	소계	7,319	7,950	9,090	9,042	11,526	
		자연적	7,319	7,405	7,186	7,140	6,919	
		사회적	–	545	1,908	2,739	4,998	
	혁신도시	소계	7,239	12,230	12,230	12,230	12,230	
		자연적	–	–	–	–	–	
		사회적	7,239	12,230	12,230	12,230	12,230	
	맹 동	소계	–	1,225	1,270	1,281	3,574	
		자연적	–	1,204	1,235	1,246	1,209	
		사회적	–	22	35	2,366	2,364	
소규모공공하수처리구역		계	1,313	3,137	3,086	3,009	2,933	
		자연적	1,313	3,137	3,086	3,009	2,933	
		사회적	–	–	–	–	–	

1.3 하수관로현황

1.3.1 하수처리구역별 관로현황

<표 4.1-3> 하수처리구역별 관로현황

(단위 : ㎞)

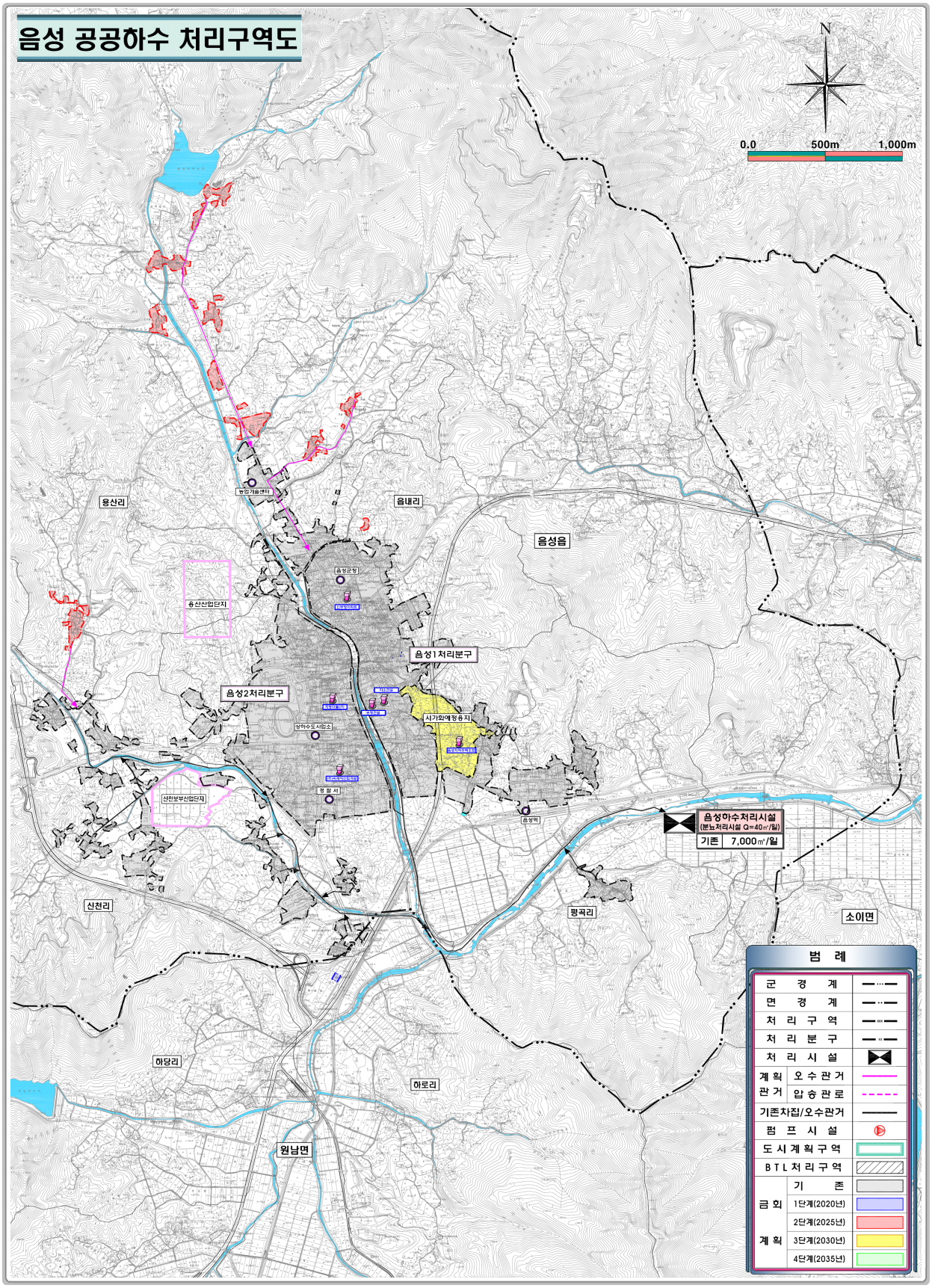
구 분	총합계	차집관로	오수간선	오수지선	우수관로	합류관로
공공처리구역	469,516	9,986	27,332	196,434	234,748	1,016
음성	128,454	8,504	906	60,101	58,943	–
금왕	92,831	1,482	2,352	40,428	48,569	–
대소	96,174	–	20,751	39,907	35,516	–
생극	29,077	–	2,856	8,755	16,450	1,016
감곡	48,068	–	467	18,561	29,040	–
혁신도시	74,912	–	–	28,682	46,231	–
소규모처리구역	5,974	–	–	5,974	–	–
생극면 관성리	811	–	–	811	–	–
감곡면 단평리	1,652	–	–	1,652	–	–
감곡면 오궁리	1,200	–	–	1,200	–	–
대소면 미곡리	1,169	–	–	1,169	–	–
대소면 부윤리	1,141	–	–	1,141	–	–
총 합계	475,489	9,986	27,332	202,408	234,748	1,016

1.3.2 BTL지역 및 BTL외지역 관로현황

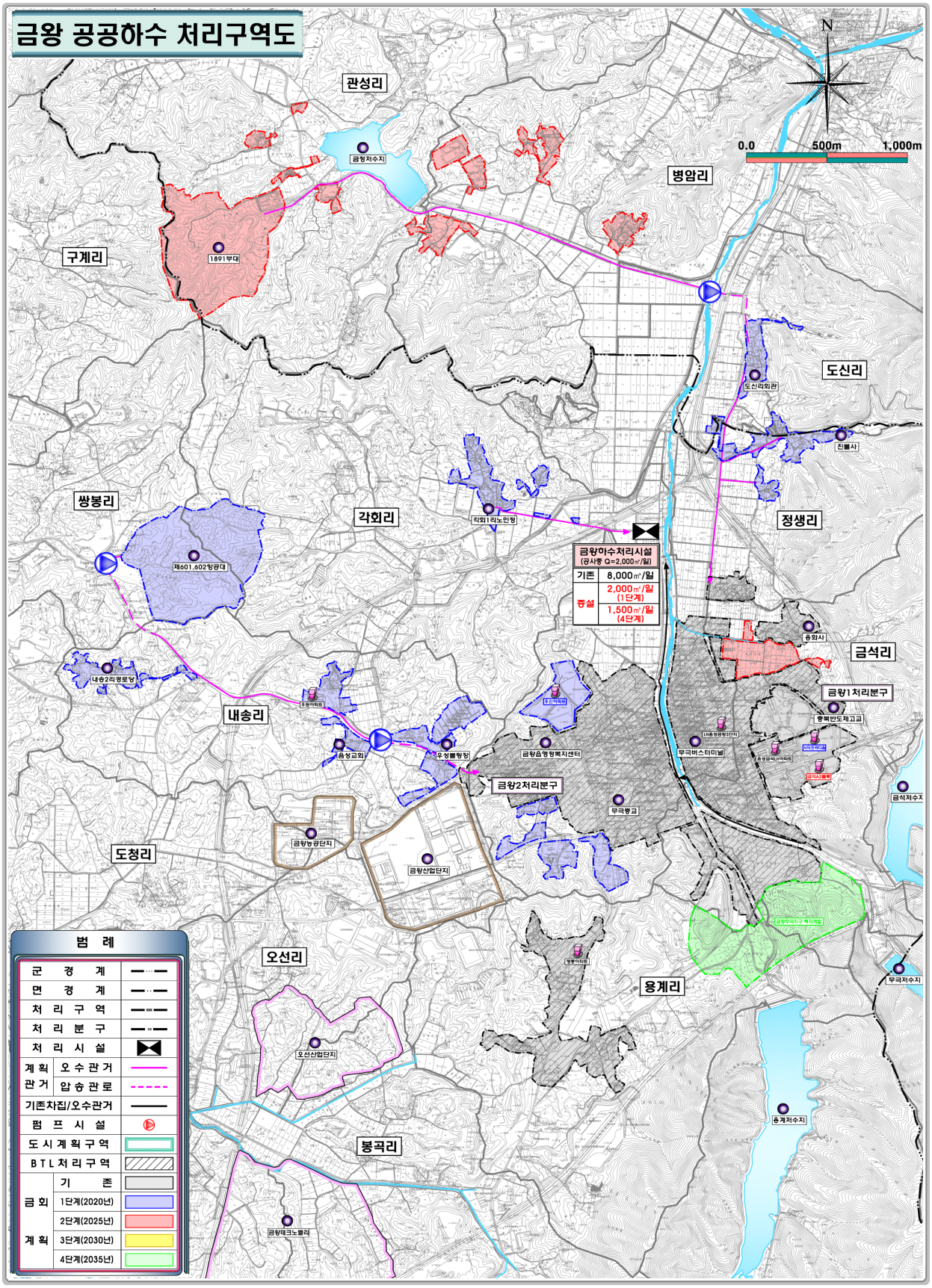
<표 4.1-4> BTL지역 및 BTL외지역 관로현황

(단위 : ㎞)

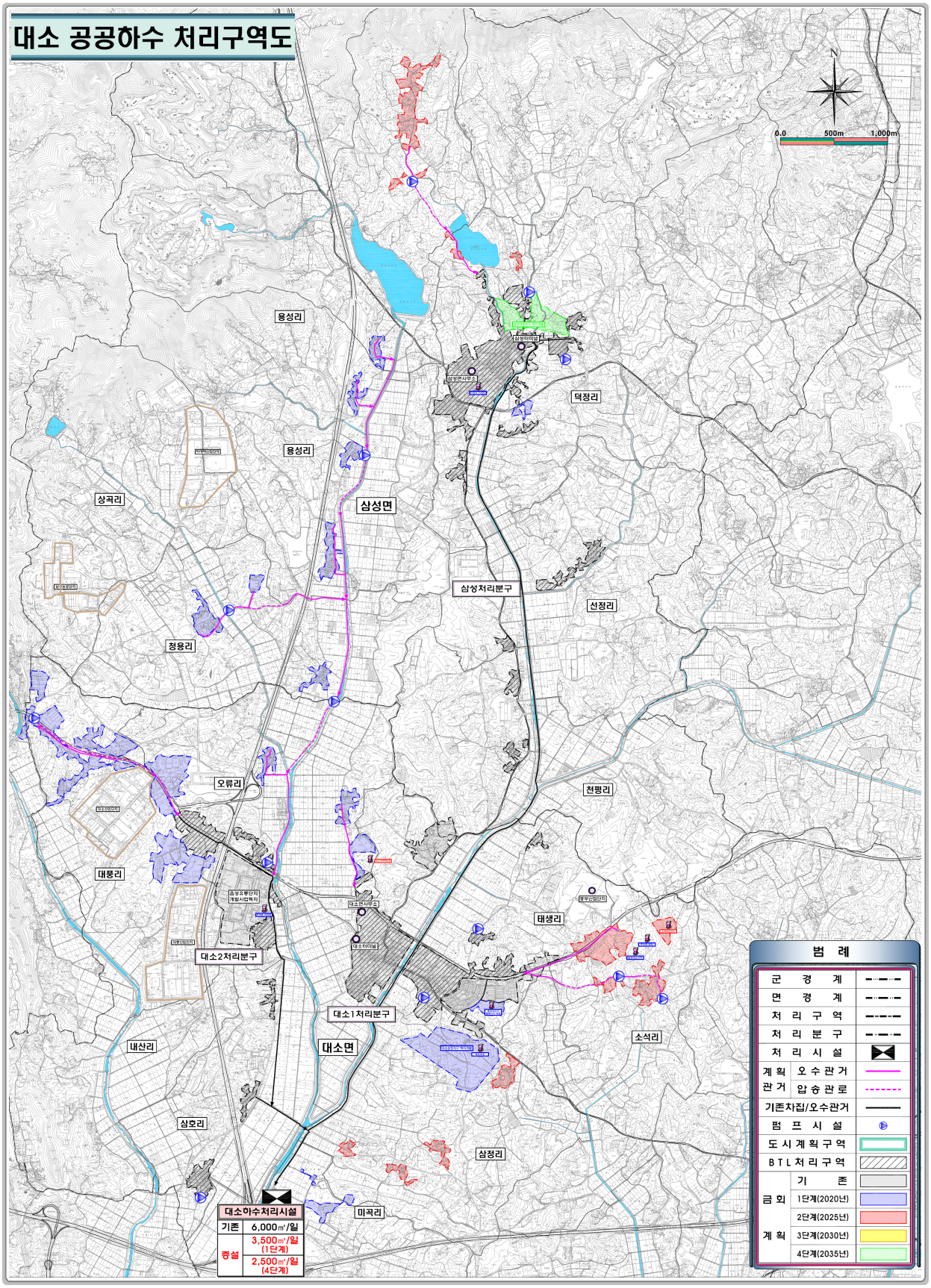
구 분	총합계	차집관로	오수간선	오수지선	우수관로	합류관로
BTL외지역	273,170	9,986	27,332	106,264	128,573	1,016
공공처리구역	267,197	9,986	27,332	100,290	128,573	1,016
감곡	11,434	–	467	2,196	8,771	–
금왕	13,581	1,482	2,352	3,085	6,661	–
대소	29,540	–	20,751	4,077	4,712	–
생극	9,275	–	2,856	2,149	3,255	1,016
음성읍	128,454	8,504	906	60,101	58,943	–
혁신도시	74,912	–	–	28,682	46,231	–
소규모처리구역	5,974	–	–	5,974	–	–
생극면 관성리	811	–	–	811	–	–
감곡면 단평리	1,652	–	–	1,652	–	–
감곡면 오궁리	1,200	–	–	1,200	–	–
대소면 미곡리	1,169	–	–	1,169	–	–
대소면 부윤리	1,141	–	–	1,141	–	–
BTL지역	202,319	–	–	96,144	106,175	–
공공처리구역	202,319	–	–	96,144	106,175	–
감곡	36,634	–	–	16,365	20,269	–
금왕	79,250	–	–	37,343	41,907	–
대소	66,633	–	–	35,830	30,803	–
생극	19,801	–	–	6,606	13,195	–
총 합계	475,489	9,986	27,332	202,408	234,748	1,016



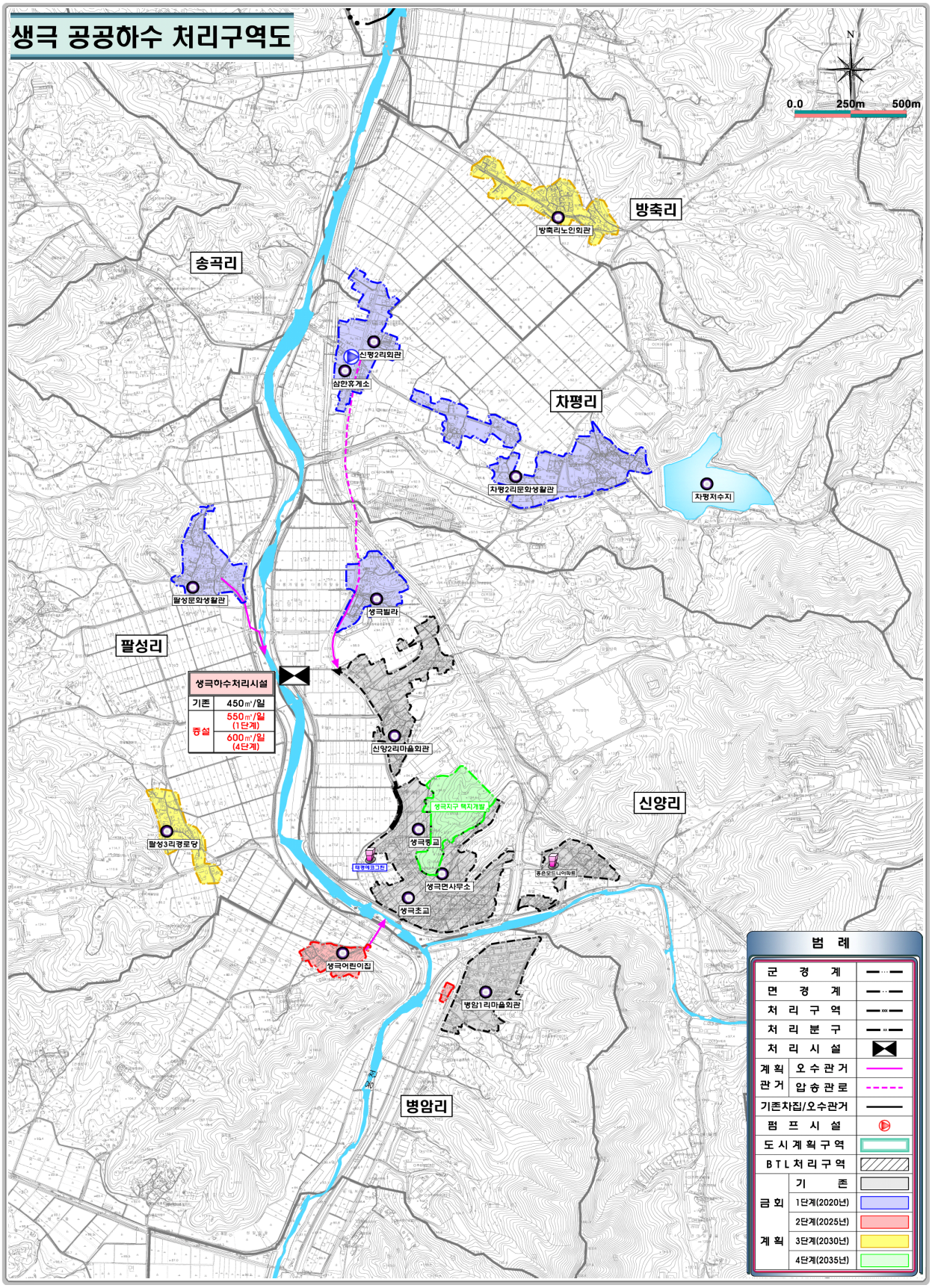
<그림 4.1-3> 음성 BTL지역 및 BTL외지역



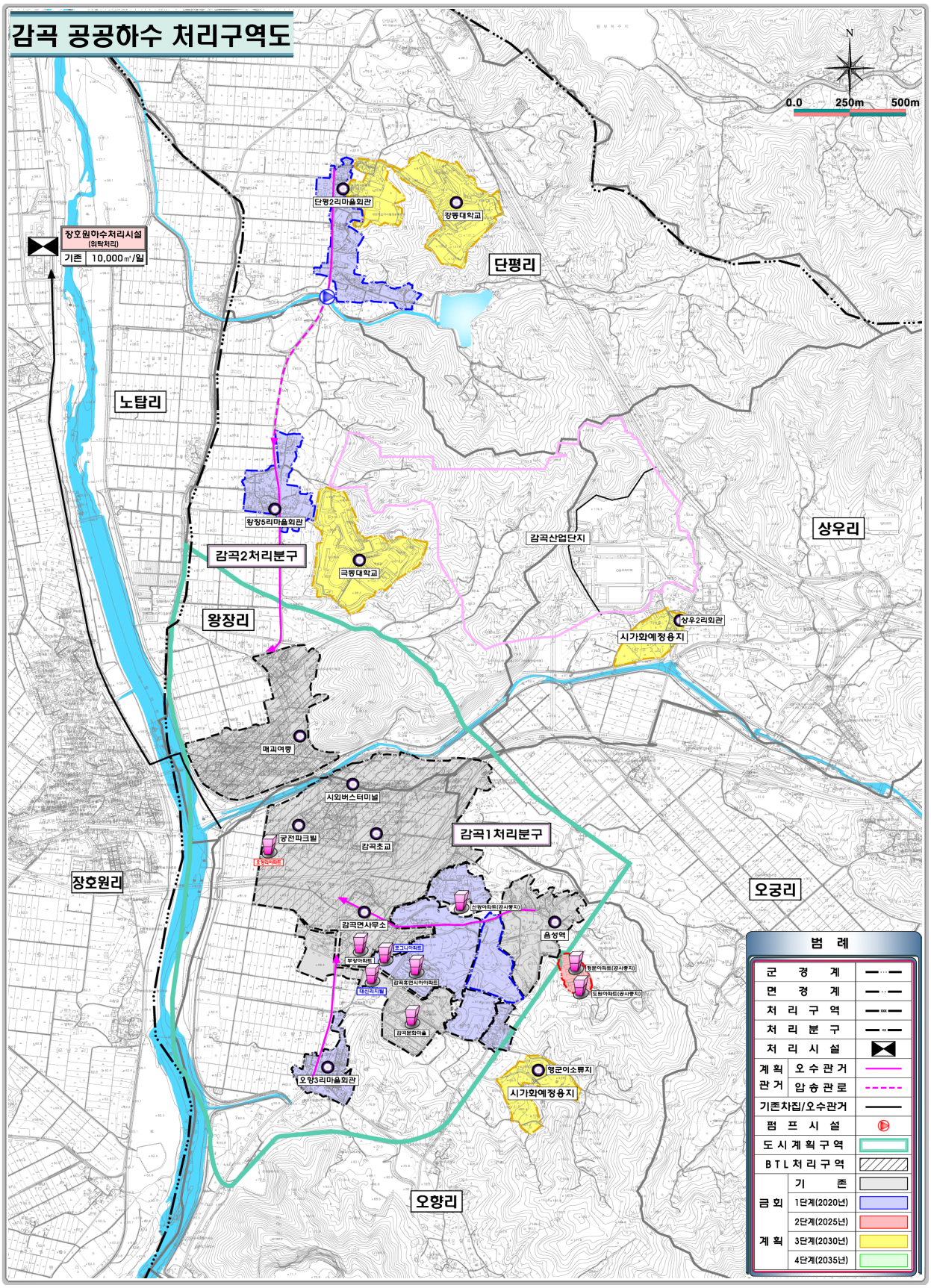
<그림 4.1-4> 금왕 BTL지역 및 BTL외지역



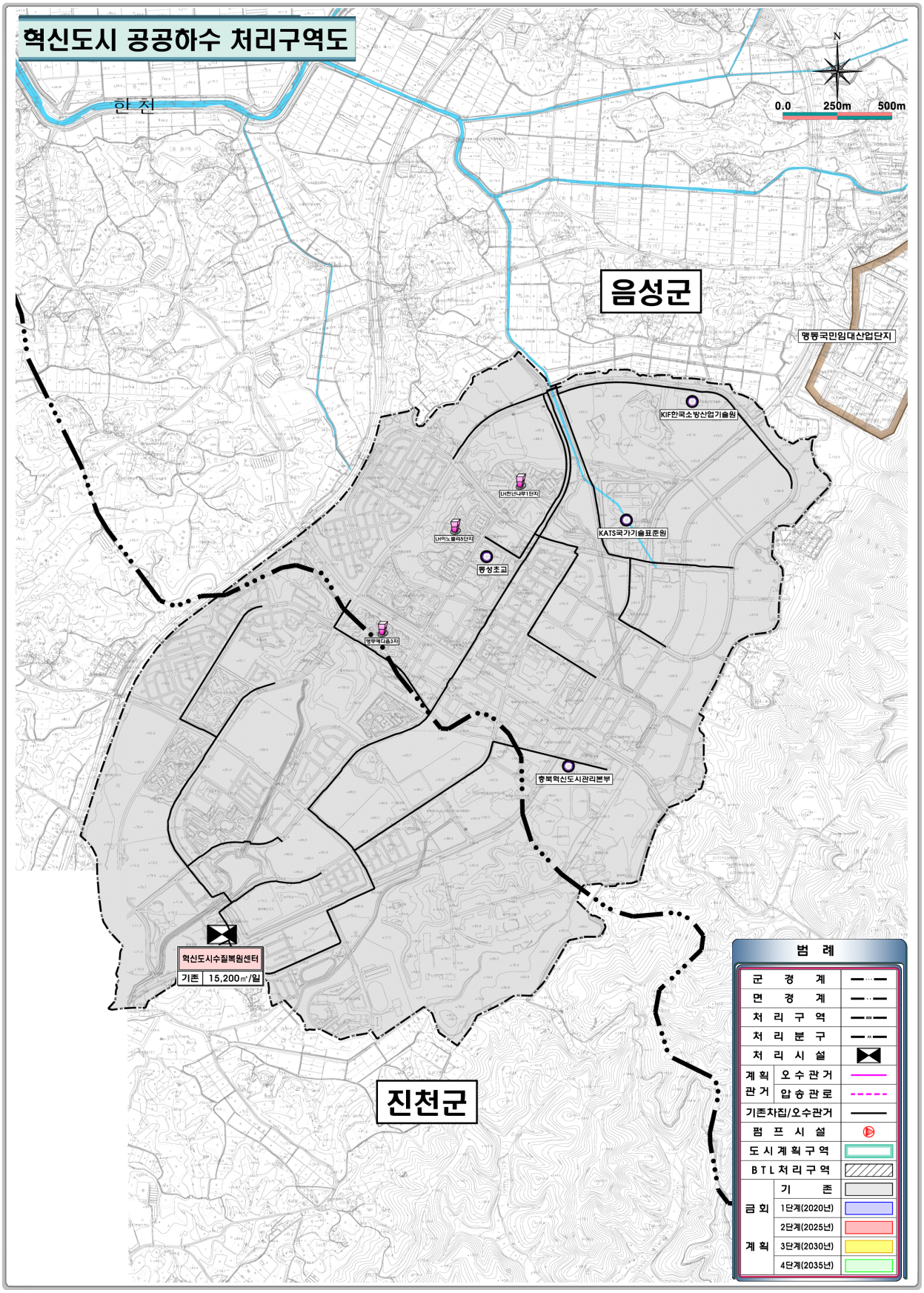
<그림 4.1-5> 대소 BTL지역 및 BTL외지역



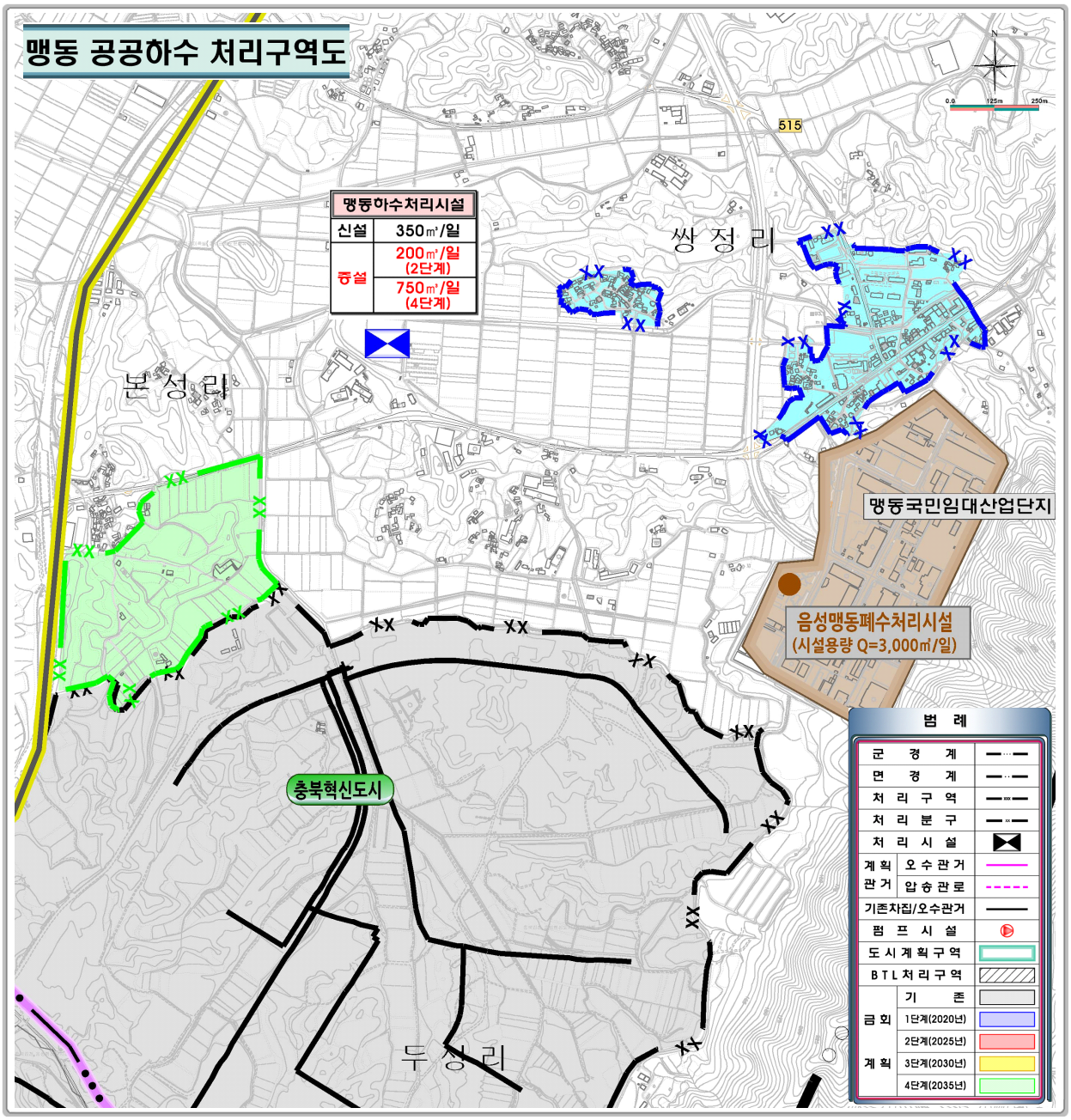
<그림 4.1-6> 생극 BTL지역 및 BTL외지역



<그림 4.1-7> 감곡 BTL지역 및 BTL외지역



<그림 4.1-8> 혁신도시 BTL지역 및 BTL외지역



<그림 4.1-9> 맹동 BTL지역 및 BTL외지역

1.4 하수관로시설계획

<표 4.1-5> 처리구역별 오수관로 신설계획

(단위:m)

구 분		합계	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
합 계		103,334	82,817	14,682	5,835	–	
음성	계	8,737	5,339	3,398	–	–	
	음성1	3,652	254	3,398	–	–	
	음성2	5,085	5,085	–	–	–	
금왕	계	28,318	23,906	4,412	–	–	
	금왕1	16,288	11,876	4,412	–	–	
	금왕2	12,030	12,030	–	–	–	
대소	계	19,358	13,605	5,753	–	–	
	대소1	3,039	618	2,421	–	–	
	대소2	12,987	12,987	–	–	–	
	삼성	3,332	–	3,332	–	–	
생극	생극	11,150	6,919	543	3,688	–	
감곡	계	9,665	6,942	576	2,147	–	
	감곡1	3,562	3,201	88	273	–	
	감곡2	6,103	3,741	488	1,874	–	
맹동	맹동	4,709	4,709	–	–	–	
혁신도시	혁신도시	–	–	–	–	–	
소규모	계	21,397	21,397	–	–	–	
	부윤	–	–	–	–	–	
	미곡	–	–	–	–	–	
	관성	–	–	–	–	–	
	단평	–	–	–	–	–	
	오궁	–	–	–	–	–	
	한벌	2,585	2,585	–	–	–	
	사창	4,378	4,378	–	–	–	
	소이	2,840	2,840	–	–	–	
	원남	3,350	3,350	–	–	–	
	주천	5,832	5,832	–	–	–	
	본대	2,412	2,412	–	–	–	

<표 4.1-6> 처리구역별 오수관로 개량계획

(단위:m)

구 분		합계	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
합 계		2,479	–	2,479	–	–	
음성	계	2,479	–	2,479	–	–	
	음성1	2,479	–	2,479	–	–	
	음성2	–	–	–	–	–	
금왕	계	–	–	–	–	–	
	금왕1	–	–	–	–	–	
	금왕2	–	–	–	–	–	
대소	계	–	–	–	–	–	
	대소1	–	–	–	–	–	
	대소2	–	–	–	–	–	
	삼성	–	–	–	–	–	
생극	생극	–	–	–	–	–	
감곡	계	–	–	–	–	–	
	감곡1	–	–	–	–	–	
	감곡2	–	–	–	–	–	
맹동	맹동	–	–	–	–	–	
혁신도시	혁신도시	–	–	–	–	–	
소규모	계	–	–	–	–	–	
	부윤	–	–	–	–	–	
	미곡	–	–	–	–	–	
	관성	–	–	–	–	–	
	단평	–	–	–	–	–	
	오궁	–	–	–	–	–	
	한벌	–	–	–	–	–	
	사창	–	–	–	–	–	
	소이	–	–	–	–	–	
	원남	–	–	–	–	–	
	주천	–	–	–	–	–	
	본대	–	–	–	–	–	

<표 4.1-7> 처리구역별 우수관로 신설계획

(단위:m)

구 분		합계	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
합 계		2,062	2,062	–	–	–	
음성	계	2,062	2,062	–	–	–	
	음성1	–	–	–	–	–	
	음성2	2,062	2,062	–	–	–	
금왕	계	–	–	–	–	–	
	금왕1	–	–	–	–	–	
	금왕2	–	–	–	–	–	
대소	계	–	–	–	–	–	
	대소1	–	–	–	–	–	
	대소2	–	–	–	–	–	
	삼성	–	–	–	–	–	
생극	생극	–	–	–	–	–	
감곡	계	–	–	–	–	–	
	감곡1	–	–	–	–	–	
	감곡2	–	–	–	–	–	
맹동	맹동	–	–	–	–	–	
혁신도시	혁신도시	–	–	–	–	–	
소규모	계	–	–	–	–	–	
	부윤	–	–	–	–	–	
	미곡	–	–	–	–	–	
	관성	–	–	–	–	–	
	단평	–	–	–	–	–	
	오궁	–	–	–	–	–	
	한벌	–	–	–	–	–	
	사창	–	–	–	–	–	
	소이	–	–	–	–	–	
	원남	–	–	–	–	–	
	주천	–	–	–	–	–	
	본대	–	–	–	–	–	

<표 4.1-8> 처리구역별 우수관로 개량계획

(단위:m)

구 분		합계	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
합 계		11,941	534	58,840	3,600	1,923	
음성	계	2,270	–	1,354	916	–	
	음성1	1,209	–	724	485	–	
	음성2	1,061	–	630	431	–	
금왕	계	3,816	534	1,799	742	741	
	금왕1	2,541	–	1,799	742	–	
	금왕2	1,275	534	–	–	741	
대소	계	1,026	–	591	435	–	
	대소1	795	–	591	204	–	
	대소2	132	–	–	132	–	
	삼성	99	–	–	99	–	
생극	생극	897	–	–	–	897	
감곡	계	3,938	–	2,144	1,509	285	
	감곡1	2,429	–	2,144	–	285	
	감곡2	1,509	–	–	1,509	–	
맹동	맹동	–	–	–	–	–	
혁신도시	혁신도시	–	–	–	–	–	
소규모	계	–	–	–	–	–	
	부윤	–	–	–	–	–	
	미곡	–	–	–	–	–	
	관성	–	–	–	–	–	
	단평	–	–	–	–	–	
	오궁	–	–	–	–	–	
	한벌	–	–	–	–	–	
	사창	–	–	–	–	–	
	소이	–	–	–	–	–	
	원남	–	–	–	–	–	
	주천	–	–	–	–	–	
	본대	–	–	–	–	–	

2. 음성처리구역

2.1 기본방향

2.1.1 개 요

○ 음성공공하수처리시설은 시설용량(7,000㎥/일)을 284% 초과하여 운영중에 있으며, 초과되는 하수는 일차 침전지에서 1차 처리후 BY-PASS로 방류하고 있음. 2017년 현재 모든 항목이 설계 방류수질 이내로 운영되고 법정방류수질을 안정하게 준수하고 있음.

○ 따라서, 수집-이송단계의 정밀 실태조사와 처리단계의 최대처리능력 검토 등을 통해 기존시설에 대한 정비방안을 수립하고자 함

2.1.2 계획지표

<표 4.2-1> 음성처리구역 계획지표 요약

구 분				2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
하수처리 인구(인)	처리구역 인구			15,712	15,588	16,074	15,959	19,730	
하수량 원단위 (L/인·일)	처리구역	생활하수	일 평 균	239	239	239	239	239	
			일 최 대	299	299	299	299	299	
			시간최대	449	449	449	449	449	
계획 하수량 (㎥/일)	일 평 균	상주 하수량	생활오수	3,755	3,726	3,842	3,814	4,715	
			소 계	3,755	3,726	3,842	3,814	4,715	
		지하수사용량		340	340	340	340	340	
		지하수유입량		512	509	523	520	632	
		연계처리수	분뇨처리수	40	40	40	40	40	
		계		4,647	4,615	4,745	4,714	5,727	
	일 최 대	상주 하수량	생활오수	4,698	4,661	4,806	4,772	5,899	
			소 계	4,698	4,661	4,806	4,772	5,899	
		지하수사용량		425	425	425	425	425	
		지하수유입량		512	509	523	520	632	
		연계처리수	분뇨처리수	40	40	40	40	40	
		계		5,675	5,635	5,794	5,757	6,996	
	시간 최대	상주 하수량	생활오수	7,055	6,999	7,217	7,166	8,859	
			소 계	7,055	6,999	7,217	7,166	8,859	
		지하수사용량		638	638	638	638	638	
		지하수유입량		512	509	523	520	632	
		연계처리수	분뇨처리수	80	80	80	80	80	
		계		8,285	8,226	8,458	8,404	10,209	

2.2 수집 및 이송단계

2.2.1 현황 및 문제점

가. 배수설비

1) 배수설비 현황

<표 4.2-2> 시행사업별 배수설비 현황

(단위 : 개소, ㎞)

구 분	배수설비 설치현황				
	계	정비	미정비	연결관	배수관
음성읍 하수관거정비사업(1차)	695	695	–	–	–
음성읍 하수관거정비사업(2차)	350	350	–	–	–
음성읍 하수관거정비사업(3차)	992	980	12	13,242	30,398
계	2,037	2,025	12	13,242	30,398

주) 1. 음성읍 하수관거정비사업(1차, 2차, 3차) 계획 인용
2. 음성읍 하수관거정비사업(3차)은 2018년 9월 준공예정
3. 음성읍 하수관로 정비공사 배수설비 미정비 가옥은 폐가, 공가 및 저지대위치 등으로 인한 가옥주의 반대로 미정비 되었음

2) 배수설비 문제점

○ 2018년 음성읍 하수관거정비사업(3차) 완료 후 완전분류식화 계획이었으나, 현장여건 등으로 배수설비 미정비 가구 다수 존치

⇨ 반대, 공간협소로 인한 시공불가 등

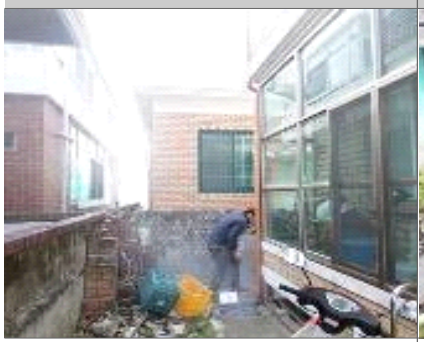
⇨ 저지대 및 이격가옥

○ 분류식화 사업시 현황에 대한 정확한 배수설비 조사 미시행으로 사업시행효과 저하

⇨ 우배수관 오접, 배수설비 정비불가, 불완전 정비

○ 음성읍 5일장에 의한 오수유입으로 우수토실 미폐쇄

<표 4.2-3> 배수설비 문제점

지붕 우배수관 오접	마당 우수 오수관유입	5일 장
		
• 지붕 배수	• 마당배수	• 오수유입으로 우수토실 미폐쇄

3) 배수설비 미정비 현황

◦음성처리구역내 3단계하수관로 정비사업 배수설비 미정비 가옥은 총 12가구로 검토됨

⇨ 배수설비 미정비가옥이 가장 많은 곳은 공간협소 및 도로내 부설된 우수BOX로 인한 시공불가로 조사되었음

⇨ 배수설비 정비불가로 인한 우수토실 존치로 우수토실에 대한 정비 및 관리방안 필요

◦1·2단계 하수관로 정비사업 자료가 없어 배수설비 현황 정밀조사가 필요함

<표 4.2-4> 배수설비 미정비 현황

(단위 : 개소)

구 분	계	음성읍 하수관로 정비사업		
		1차 사업	2차 사업	3차 사업
폐가	2	–	–	2
배수설비무	4	–	–	4
공가	3	–	–	3
저지대 및 이격가옥	3	–	–	3
계	12	–	–	12

나. 오수지선관로

1) 오수지선관로 현황

◦오수지선관로 총 연장은 34,313m이며, 주요 관종은 PE하수관으로 조사됨

⇨ 음성군 하수관로 정비사업(3차) 사업 공정율은 75%로 2018년 9월에 준공예정임

<표 4.2-5> 오수지선관로 현황

(단위 : m)

구분	관경(mm)	계	자연유하관로				압송관로
			PE	PVC	PVC-DC	기타	DCIP
음성 처리 구역	D80	466	–	162	–	466	–
	D150	248	85	162	–	–	–
	D200	25,503	23,155	780	764	803	–
	D250	296	228	44	–	24	–
	D300	25,455	21,025	840	1,203	2,388	–
	D400	5,329	3,132	1,014	321	862	–
	D500	2,706	643	–	–	2,064	–
	D600	97	97	–	–	–	–
합 계		60,101	48,365	2,841	2,288	6,607	–

2) 오수지선관로 문제점

○ 1·2차 하수관로 정비사업 완료 후 기존 하수도대장에 변경내용 미반영으로 정확한 현황파악 및 유지관리에 어려움이 있음
○ 3차 하수관로 정비사업이 진행중에 있어 현황파악 어려움

다. 차집관로 및 오수간선관로

1) 용어정의

○ "차집관로"는 합류식지역에서 청천시의 하수나 우천시 일정량의 하수를 우수토실에서 차집하여 공공하수처리시설로 이송하기 위한 관로
○ "오수간선관로"는 분류식처리분구 내 오수를 수집하는 오수지선관로에서 하수를 유입 받아 공공하수처리시설까지 이송하는 관로

2) 차집관로 및 오수간선관로 현황

○ 음성처리구역은 2018년 9월 준공 목표로 음성 하수관로정비사업(3차)이 공사중에 있음.
2017년 10월 현재 오수간선관로 공사 공정률은 75% 임.
○ 기존 차집관로는 5일 장에 의한 오수유입 및 배수설비 미정비로 우수토실을 운영하고 있음.
⇨ 오수간선관로 계획연장은 6,329m임

<표 4.2-6> 차집관로 시설현황

(단위 : m)

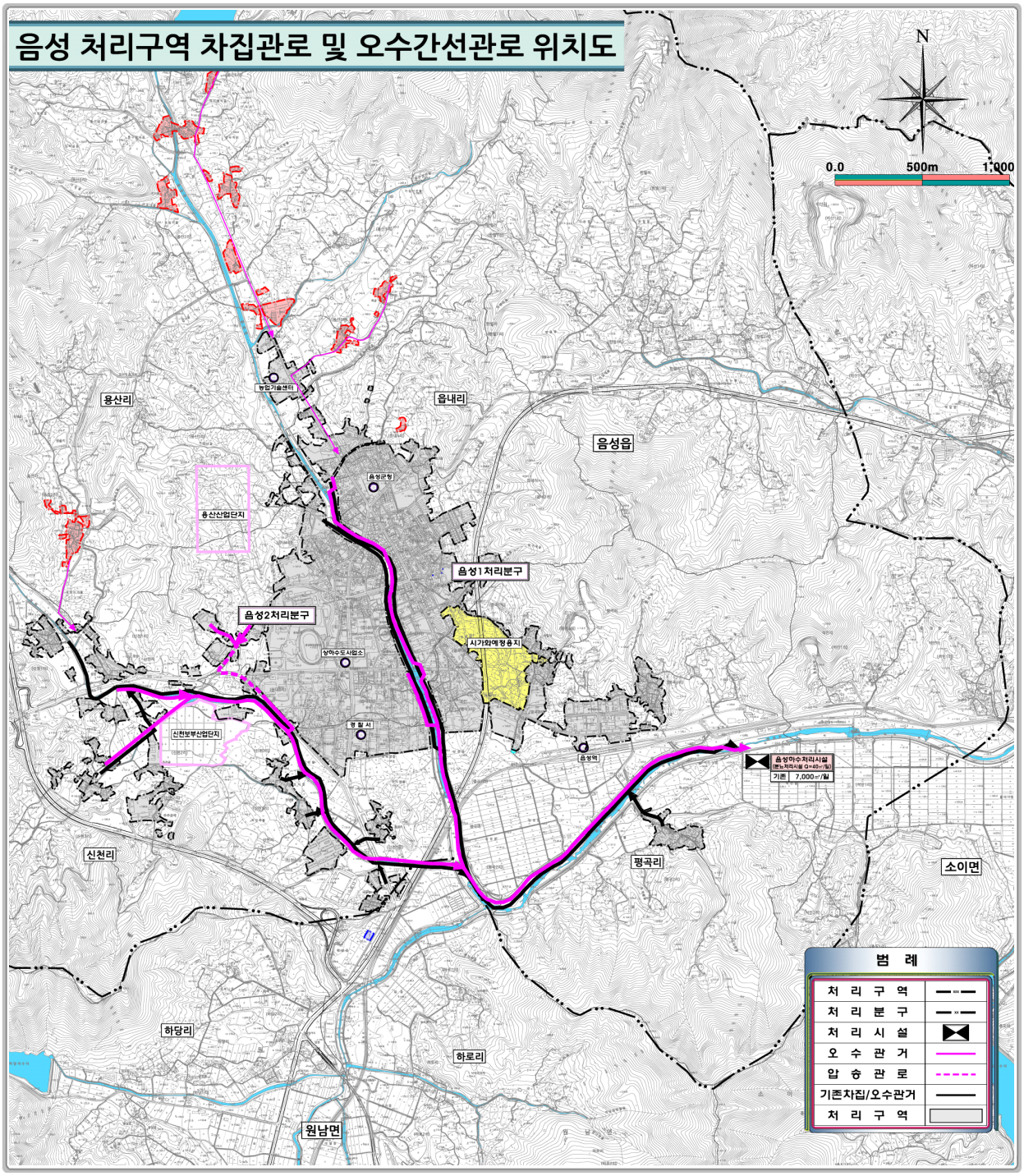
구 분		관경 (mm)	계	하상구간				육상구간			
				소계	HP	PE	기타	소계	HP	PVC	기타
차집관로	소여천	D500	1,251	1,251	1,251	–	–	–	–	–	–
		D600	155	155	155	–	–	–	–	–	–
		D800	212	212	–	212	–	–	–	–	–
		소계	1,618	1,618	1,406	212	–	–	–	–	–
	음성천	D200	18	16	–	4	12	2	–	2	–
		D300	193	193	182	4	7	–	–	–	–
		D400	91	91	58	–	33	–	–	–	–
		D500	2,377	2,377	1,742	635	–	–	–	–	–
		D700	2,423	2,423	2,425	–	–	–	–	–	–
		D900	1,782	1,782	1,782	–	–	–	–	–	–
		소계	6,883	6,881	6,188	643	52	2	–	2	–
오수간선관로	음성천	D300	906	906	906	–	–	–	–	–	–
		소계	906	906	906	–	–	–	–	–	–

<그림 4.2-1> 음성처리구역 하수관로 설치 현황

3) 차집관로 및 오수간선관로 문제점

○ 차집관로는 대부분 하상에 매설되어 접근이 불가한 구간이 있으며 대용량관으로 조사 한계로 인해 정확한 현황파악 불가 ⇨ 유량 및 수질조사 결과 I/I유입이 큼

○ 99% 이상 관로 하상구간에 매설되어 있음.



<그림 4.2-2> 음성처리구역 차집관로 및 오수간선관로 위치도

라. 펌프장(맨홀 및 중계펌프장)

" 해당사항 없음 "

마. 우수토실 및 토구

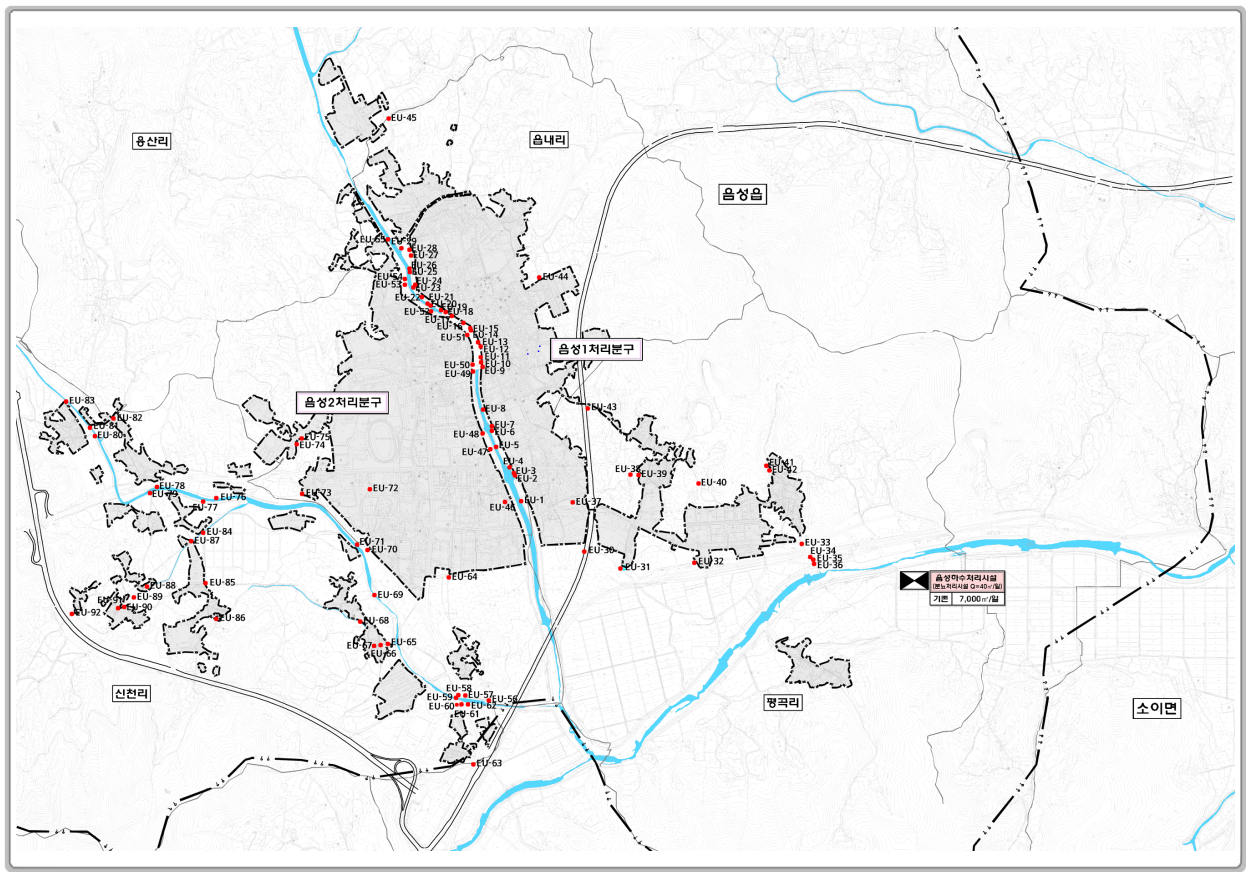
1) 우수토실 및 토구현황

○ 음성처리구역은 하수관로정비사업(3차)이 완료되는 2018년 9월 이후 우수토실(4개소)을 폐쇄할 계획임.

<표 4.2-7> 우수토실 및 토구 현황

(단위 : 개소)

처 리 분 구	우수토실	토 구	비 고
음성1	1	44	우수토실 폐쇄 예정
음성2	3	44	우수토실 폐쇄 예정
계	4	88	



<그림 4.2-3> 음성처리구역 우수토실 및 토구 위치도

2) 우수토실 상세현황 및 문제점

가) 우수토실 상세현황

○음성1처리분구 우수토실은 평소에는 오수유입이 없으며 5일 장이 있을 때 오수 유입 및 오염부하량 증가가 있음. 수문이 설치되어 강우시 우수유입을 차단하고 있음.

○음성2처리분구 우수토실 3개소는 정상 차집운영 중임

⇨ 분류식화가 완료되면 우수토실 3개소는 폐쇄할 예정임.

○우수토실의 차집형태는 기존 BOX 토구내부 측벽하단에 웨어 설치되어 차집하는 형태임

<표 4.2-8> 음성처리구역 우수토실 현황 및 제원

구 분		음성1	음성2-1	음성2-2	음성2-3
처 리 분 구		음성1	음성2	음성2	음성2
운 영 상 태		간헐적으로 운영 (폐쇄예정)	정상운영 (폐쇄예정)	정상운영 (폐쇄예정)	정상운영 (폐쇄예정)
유역면적(ha)		4.42	공사중	공사중	공사중
관로연장(km)		1.28	공사중	공사중	공사중
차집 연결관(mm)		-	-	-	-
배수설비 정비가옥(개소)		-	-		
시설 제원	연결BOX(m)	1.0×1.0	0.9×0.8	1.8×1.0	1.0×1.0
	차집위치	토구 내부	토구 내부	토구 내부	토구 내부
	웨어(cm)	30	31	30	30

나) 우수토실 문제점

○음성1처리분구 우수토실은 음성천 하상에 있으며 간헐적으로 운영됨. 우천시 초기우수를 처리할 수 있으며 수문이 설치되어 있음.

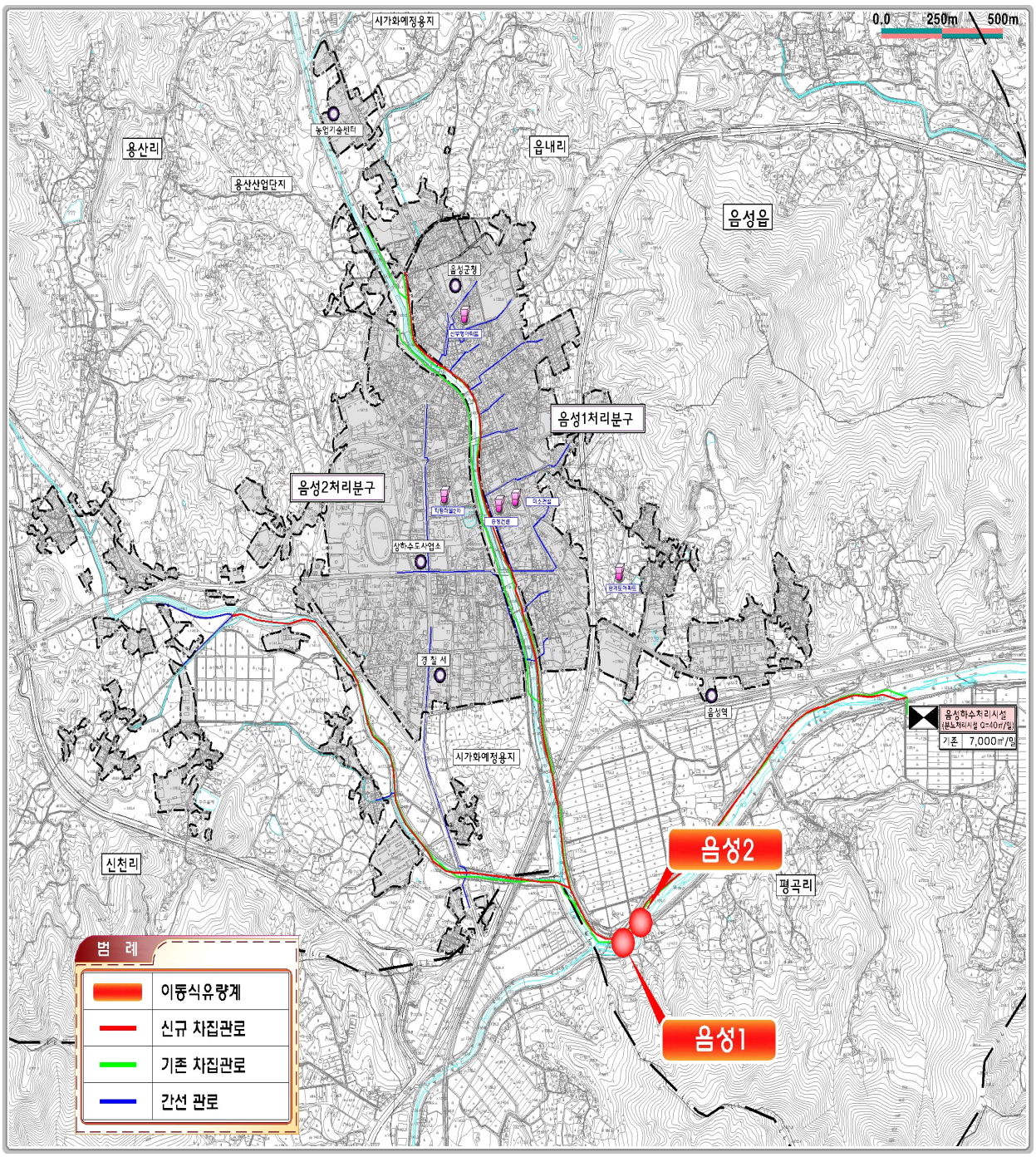
2.2.2 실태조사

가. 기본방향

○ 앞 절에서 파악된 현황 및 문제점을 토대로, 원인분석 및 해결을 위한 정밀 실태조사 수행

⇨ 정밀 실태조사를 통해 문제점에 대한 정확한 원인분석 및 정비계획 수립

나. 유량 및 수질조사



1) 음성1지점

가) 조사내용

○ 하천에 매설된 오수간선관로 지점을 선정

○ 유량 및 수질조사 결과를 이용하여 RDII량, 청천시 침입수 분석

<표 4.2-9> 음성1지점 조사내용

구분	내 용				
유량 조사	조사기간	2017.5.22.~10.18			
	조사지점	• 음성읍 평곡리 669-5			
	조사방법	• 이동식 유량계를 활용한 연속측정(초음파식)			
	측정간격	• 10분 간격 24시간 연속측정			
수질 조사	구 분	청천시			강우시
		1차	2차	3차	1차
	조사기간	5.22 ~ 5.23	9.18 ~ 9.19	10.10 ~ 10.11	8.28 ~ 8.29
	조사지점	• 오수간선관로 1개소			
	조사항목	• 기본조사 7개 항목(BOD5, CODcr, CODMn, SS, T-N, T-P, 총대장균군)			
	조사간격	• 12개/회(24시간 기준 2시간 간격으로 시료채수 실시)			

나) 유량조사

○ 음성-1 지점은 2017년 5월 22일 ~ 10월 18일까지 유량조사를 수행하였으며, 이중 데이터 유효성 분석을 거친 모니터링 일수는 총 102일로 분석됨. 모니터링 기간동안 강우일 (일 누적강우량 3mm이상)과 강우영향일 (강우일 이후 2일)을 제외한 청천일(60일) 평균 유량은 181.8㎥/hr, 강우일(23일) 평균 유량은 193.3㎥/hr로 분석됨.

<표 4.2-10> 음성-1 유량 조사 개요

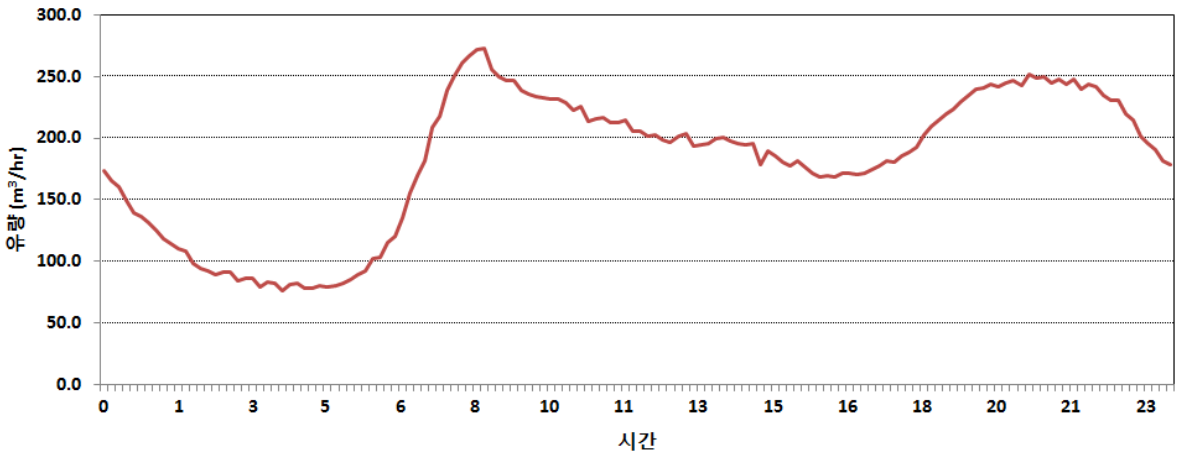
구 분	모니터링 기간	청천일	강우일	강우영향일	강우일 유량증가율(%)
일 수	102	60	23	19	-
평균유량 (㎥/hr)	188.5	181.8	193.3	200.3	106.4

주) 강우일 유량 증가율은 청천일 평균유량대비 강우일 평균유량 비율임

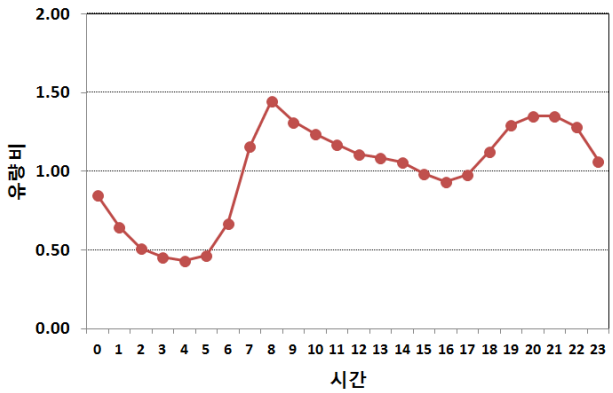
○ 음성-1 지점의 청천시 유량 시계열 그래프 및 시간대별 패턴분석결과는 다음과 같다.

<표 4.2-11> 음성-1 청천일 유량 분석 결과

음성-1 청천일 유량 시계열 그래프



음성-1 청천일 시간대별 패턴 분석



구분	유량(㎥/hr)	유량비
최대값	263.1	1.45
최소값	79.0	0.43
평균값	181.8	1.00

다) 수질조사

(1) 건기 1차 조사결과

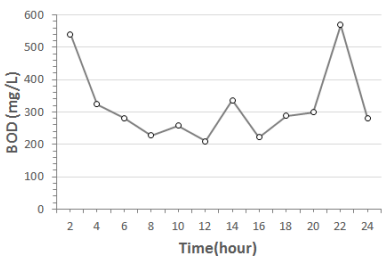
○음성-1 지점은 조사 기간 동안의 1차 건기 평균 수질BOD_5 319.9mg/L, CODmn 56.0 mg/L, CODcr 262.8mg/L, SS 56.9mg/L, T-P 2.946mg/L, T-N 25.634mg/L, 총대장균군수 12,200개/ml로 분석됨. 음성-1지점의 1차 건기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-12> 건기 1차 수질 조사 결과

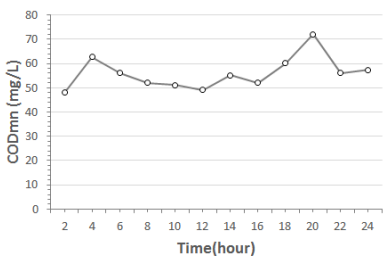
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
5월 23일	0~2	539.8	48.0	255.4	29.0	3.017	25.717	8,200
5월 23일	2~4	323.9	62.7	274.7	51.5	3.329	26.570	11,000
5월 23일	4~6	281.9	56.1	273.0	48.7	3.109	27.440	19,000
5월 23일	6~8	227.9	52.1	211.2	48.1	2.980	24.548	26,000
5월 23일	8~10	257.9	51.1	233.5	53.3	2.586	29.921	17,000
5월 22일	10~12	209.9	49.0	216.3	48.0	2.775	18.575	6,100
5월 22일	12~14	335.9	55.1	295.3	62.4	2.992	27.922	5,700
5월 22일	14~16	221.9	52.1	206.0	56.0	2.707	23.262	3,600
5월 22일	16~18	287.9	60.1	295.3	76.4	2.790	23.649	7,500
5월 22일	18~20	299.9	72.1	281.5	64.2	3.261	28.040	8,600
5월 22일	20~22	569.8	56.1	350.2	61.7	2.650	23.925	23,000
5월 22일	22~24	281.9	57.4	260.9	84.0	3.150	28.040	10,700
최 대		569.8	72.1	350.2	84.0	3.329	29.921	26,000
최 소		209.9	48.0	206.0	29.0	2.586	18.575	3,600
평 균		319.9	56.0	262.8	56.9	2.946	25.634	12,200

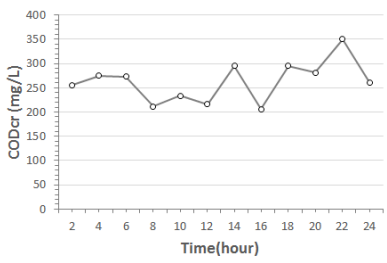
BOD



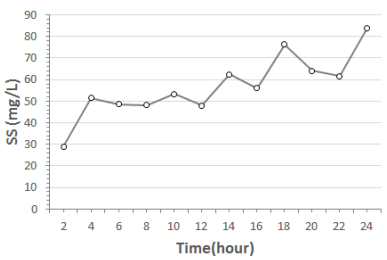
CODmn



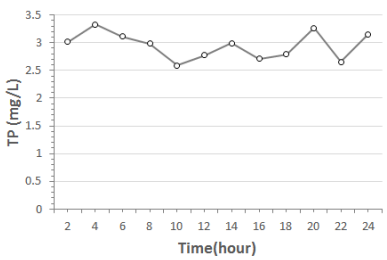
CODcr



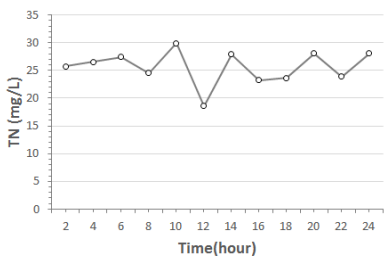
SS



T-P



T-N



(2) 건기 2차 조사결과

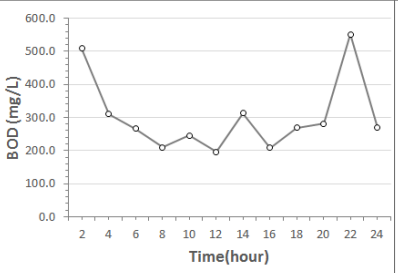
○음성-1 지점은 조사 기간 동안의 2차 건기 평균 수질BOD_5 302.3mg/L, CODmn 50.4 mg/L, CODcr 251.5mg/L, SS 49.6mg/L, T-P 2.731mg/L, T-N 24.066mg/L, 총대장균군수 10,900개/ml로 분석됨. 음성-1지점의 2차 건기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-13> 건기 2차 수질 조사 결과

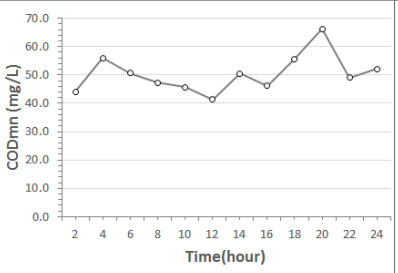
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
9월 19일	0~2	508.6	44.1	243.9	33.4	2.826	23.580	6,800
9월 19일	2~4	309.7	56.0	259.2	46.2	3.109	25.011	10,100
9월 19일	4~6	266.3	50.7	261.4	39.0	2.910	26.260	17,300
9월 19일	6~8	209.2	47.3	203.0	40.8	2.704	22.358	24,000
9월 19일	8~10	245.8	45.7	221.2	46.6	2.399	27.960	15,800
9월 18일	10~12	195.6	41.4	209.5	39.4	2.531	17.492	5,700
9월 18일	12~14	312.5	50.5	281.4	54.8	2.780	25.805	4,500
9월 18일	14~16	208.2	46.1	193.0	49.0	2.519	22.987	2,800
9월 18일	16~18	269.4	55.7	285.2	65.2	2.534	21.535	6,200
9월 18일	18~20	281.4	66.3	273.9	56.8	2.991	26.420	7,300
9월 18일	20~22	551.3	49.0	339.0	52.0	2.470	22.760	21,900
9월 18일	22~24	269.5	52.1	247.7	72.4	2.997	26.624	8,400
최 대		551.3	66.3	339.0	72.4	3.109	27.960	24,000
최 소		195.6	41.4	193.0	33.4	2.399	17.492	2,800
평 균		302.3	50.4	251.5	49.6	2.731	24.066	10,900

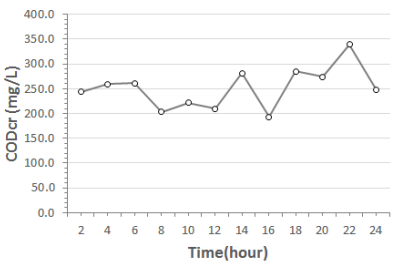
BOD



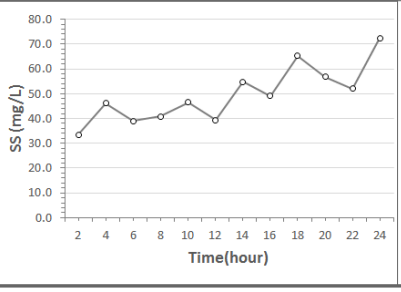
CODmn



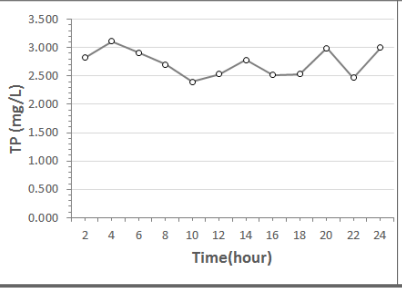
CODcr



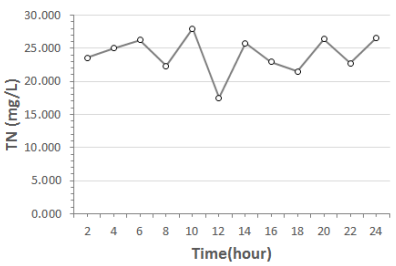
SS



T-P



T-N



(3) 건기 3차 조사결과

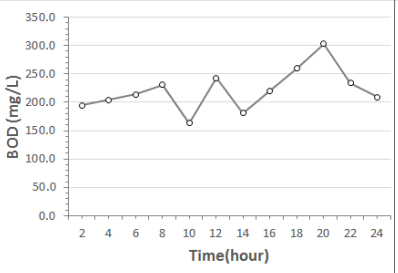
○ 음성-1 지점은 조사 기간 동안의 3차 건기 평균 수질BOD_5 221.5mg/L, CODmn 44.1 mg/L, CODcr 232.5mg/L, SS 41.9mg/L, T-P 2.695mg/L, T-N 22.232mg/L, 총대장균군수 5,225개/ml로 분석됨. 음성-1지점의 3차 건기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-14> 건기 3차 수질 조사 결과

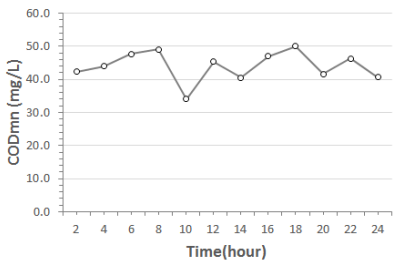
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
10월 11일	0~2	194.3	42.3	234.7	25.8	2.296	19.858	3,800
10월 11일	2~4	204.5	44.0	239.2	33.6	2.874	23.742	4,000
10월 11일	4~6	214.3	47.7	247.4	38.2	3.134	24.637	5,000
10월 11일	6~8	230.7	49.1	251.0	44.8	3.157	26.080	7,000
10월 10일	8~10	163.5	34.1	193.0	31.8	2.699	15.630	4,300
10월 10일	10~12	242.7	45.4	224.5	46.2	2.530	22.852	3,800
10월 10일	12~14	181.3	40.5	164.7	40.0	2.387	20.740	3,000
10월 10일	14~16	220.4	47.0	248.4	53.4	2.427	24.317	4,900
10월 10일	16~18	259.6	50.1	255.2	45.2	2.534	22.691	6,100
10월 10일	18~20	303.2	41.7	284.9	49.6	3.016	23.590	8,500
10월 10일	20~22	234.3	46.3	229.0	54.0	2.769	22.008	7,000
10월 10일	22~24	209.5	40.7	218.4	39.6	2.514	20.642	5,300
최 대		303.2	50.1	284.9	54.0	3.157	26.080	8,500
최 소		163.5	34.1	164.7	25.8	2.296	15.630	3,000
평 균		221.5	44.1	232.5	41.9	2.695	22.232	5,225

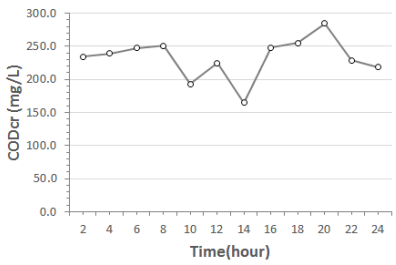
BOD



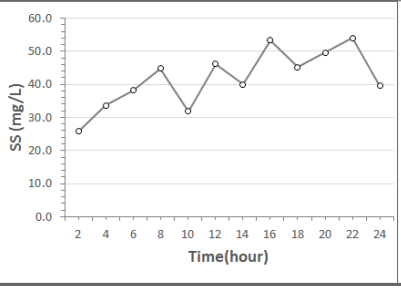
CODmn



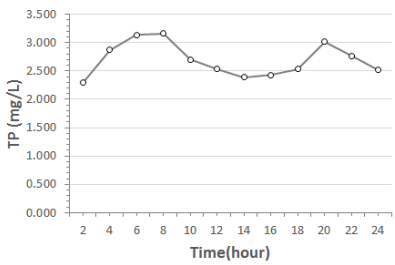
CODcr



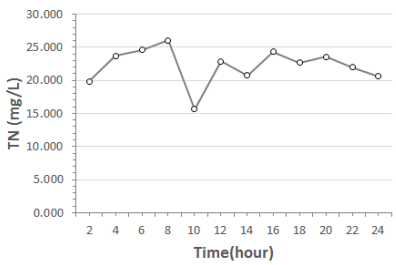
SS



T-P



T-N



(4) 우기 조사결과

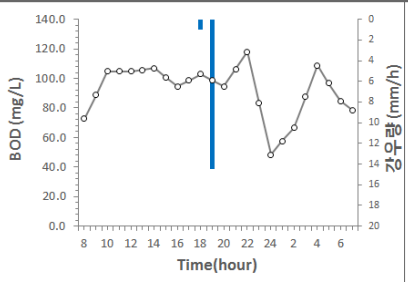
○음성-1 지점은 조사 기간 동안의 우기 평균 수질BOD_5 92.3mg/L, CODmn 36.3mg/L, CODcr 271.8mg/L, SS 99.1mg/L, T-P 2.251mg/L, T-N 24.091mg/L, 총대장균군수 8,042개/ml로 분석됨. 음성-1지점의 우기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-15> 우기 수질 조사 결과

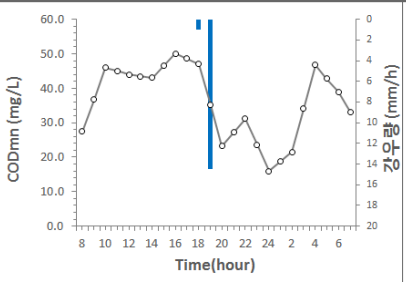
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
8월 28일	6~8	72.6	27.4	206.0	52.0	2.085	24.420	4,400
8월 28일	8~10	104.8	46.0	412.0	105.0	2.657	27.743	3,400
8월 28일	10~12	104.8	44.0	329.6	102.0	2.708	25.170	8,700
8월 28일	12~14	106.8	43.0	288.4	117.0	2.761	26.738	9,700
8월 28일	14~16	94.7	50.1	370.8	180.0	2.981	25.647	20,600
8월 28일	16~18	102.8	47.0	405.1	138.0	2.846	29.464	6,700
8월 28일	18~20	94.7	23.2	181.3	74.0	1.991	21.927	15,000
8월 28일	20~22	117.9	31.2	190.6	89.0	2.190	21.148	3,500
8월 28일	22~24	48.4	16.0	148.3	47.0	0.718	11.605	3,900
8월 29일	0~2	66.5	21.5	178.5	58.0	1.120	14.741	3,200
8월 29일	2~4	108.8	46.7	324.5	107.0	2.410	32.015	6,400
8월 29일	4~6	84.6	39.0	226.6	120.0	2.546	28.470	11,000
최 대		117.9	50.1	412.0	180.0	2.981	32.015	20,600
최 소		48.4	16.0	148.3	47.0	0.718	11.605	3,200
평 균		92.3	36.3	271.8	99.1	2.251	24.091	8,042

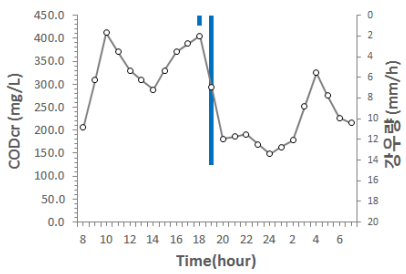
BOD



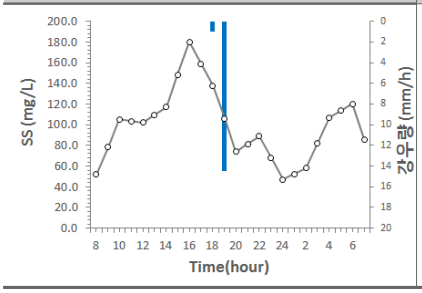
CODmn



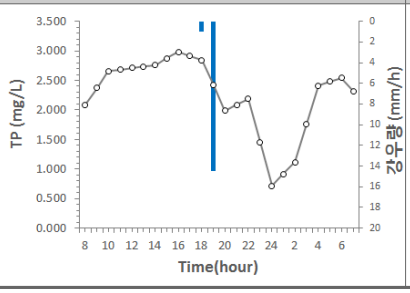
CODcr



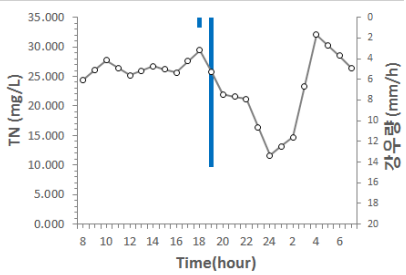
SS



T-P



T-N



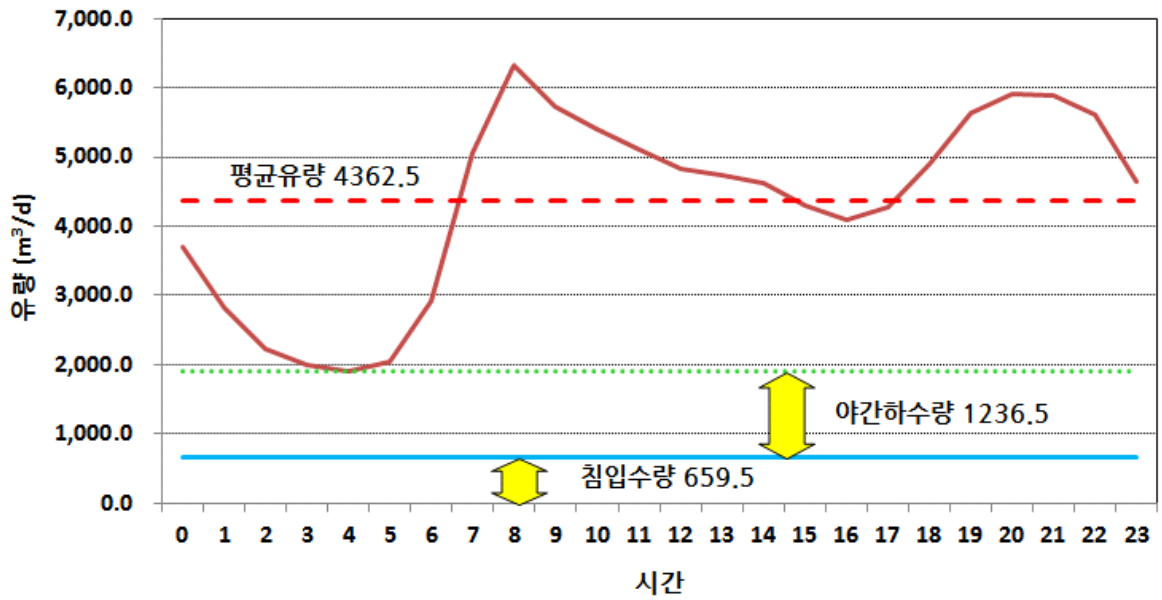
라) 침입수 분석결과

○ 음성-1 지점의 침입수량 산정은 유량 모니터링 기간 중 유효성 분석을 마친 청천일 유량모니터링 데이터(총60일)와, 총 3회에 걸쳐 수행한 청천시 BOD_5 시간대별 평균 수질결과를 가지고 야간 생활하수평가법에 의해 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같음

<표 4.2-16> 음성 1 지점 침입수 분석결과

지 점	일평균하수량 (㎥/일)	일최소 하수량 (㎥/일)	야간 생활하수량 (㎥/일)	주간순오수량 (㎥/일)	전체오수량 (㎥/일)	침입수량 (㎥/일)	침입율 (%)
음성-1	4,363.2	1,896.0	1,236.5	2,467.2	3,703.7	659.5	15

침입수량 그래프



○ 음성-1 지점의 야간생활하수 평가법에 의한 침입수 분석결과, 침입수량은 659.5 ㎥/일의 분포로 분석되었으며, 침입수 비율은 15%로 분석됨

마) 유입수 분석결과

○ 음성-1 지점의 유입수량 산정은 유효성 분석을 마친 유량 모니터링 기간 중 총 75mm의 누적강우가 발생한 7월 23일 ~ 25일 (3일)의 데이터를 가지고 수행함

<표 4.2-17> 음성 1 지점 유입수 분석을 위한 강우사상 분석결과

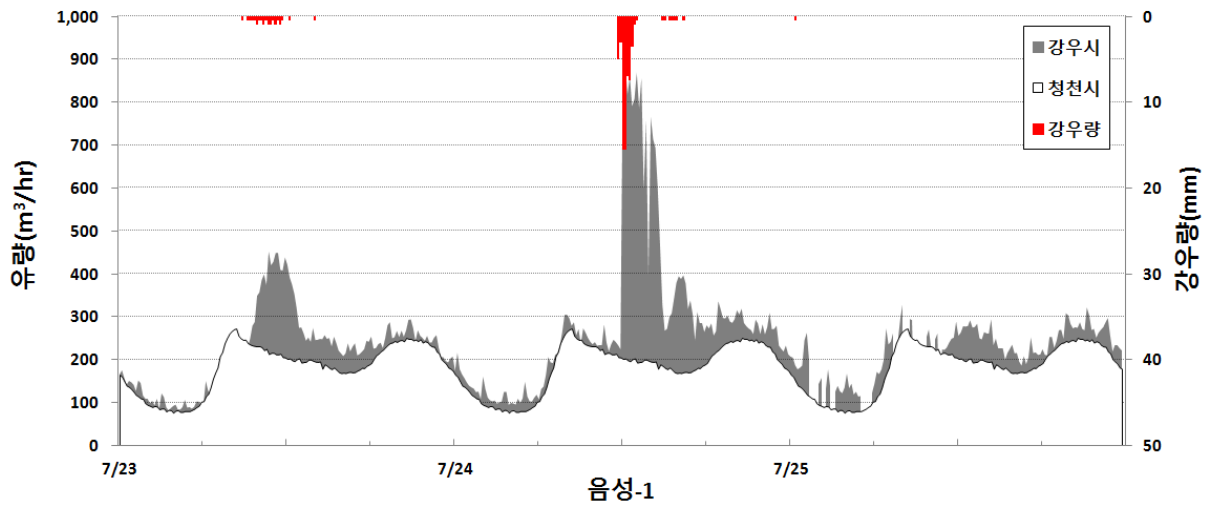
구 분	날짜	강우량 (mm/일)	강우지속시간	평균강우강도 (mm/hr)
음성관측소	2017. 7. 23	12.5	6	2.1
	2017. 7. 24	62.0	6	10.3
	2017. 7. 25	0.5	1	0.5

○ 해당 강우이벤트를 포함한 3일연속 유량측정자료를 가지고 분석한 음성-1 지점의 유입수량 산정결과 및 그래프는 다음과 같음

<표 4.2-18> 음성 1 지점 유입수 분석결과

지 점	기간	총강우량 (mm)	총유입수량 (㎥)	강우량당 유입율 (㎥/mm)
음성-1	2017. 7. 23 ~ 25	75.0	4,532.8	60.4

유입수량 그래프



○ 음성 1지점의 유입수량 산정결과 총 유입수량은 4,532.8㎥, 강우량당 유입율은 60.4mm/㎥으로 각각 산정되었다. 시간대별 유입수량 산정결과는 다음과 같음

<표 4.2-19> 음성 1 지점 시간대별 유입수량 산정결과

7/23	강우 (mm)	강우 유량 (㎥)	청천 유량 (㎥)	유입 수량 (㎥)	7/24	강우 (mm)	강우 유량 (㎥)	청천 유량 (㎥)	유입 수량 (㎥)	7/25	강우 (mm)	강우 유량 (㎥)	청천 유량 (㎥)	유입 수량 (㎥)
1:00	–	155.5	146.9	8.5	1:00	–	172.0	146.9	25.0	1:00	0.5	189.7	146.9	42.8
2:00	–	131.0	112.1	18.9	2:00	–	126.8	112.1	14.6	2:00	–	219.5	112.1	107.4
3:00	–	98.9	90.3	8.6	3:00	–	118.5	90.3	28.2	3:00	–	149.4	90.3	59.0
4:00	–	96.4	81.8	14.6	4:00	–	106.6	81.8	24.8	4:00	–	129.8	81.8	48.0
5:00	–	90.3	79.6	10.7	5:00	–	100.8	79.6	21.2	5:00	–	134.1	79.6	54.5
6:00	–	93.2	88.4	4.8	6:00	–	115.4	88.4	27.1	6:00	–	118.8	88.4	30.4
7:00	–	121.3	133.1	–	7:00	–	155.8	133.1	22.7	7:00	–	188.1	133.1	55.0
8:00	–	158.2	226.3	–	8:00	–	235.8	226.3	9.5	8:00	–	257.4	226.3	31.1
9:00	0.5	214.2	260.7	–	9:00	–	281.8	260.7	21.1	9:00	–	253.1	260.7	–
10:00	3.5	267.0	236.5	30.5	10:00	–	249.4	236.5	12.9	10:00	–	253.5	236.5	17.0
11:00	4.5	397.1	223.1	174.1	11:00	–	242.9	223.1	19.9	11:00	–	201.8	223.1	–
12:00	3.0	429.3	211.3	218.0	12:00	23.5	232.6	211.3	21.4	12:00	–	246.6	211.3	35.4
13:00	0.5	355.2	200.8	154.4	13:00	35.0	837.0	200.8	636.1	13:00	–	274.3	200.8	73.4
14:00	0.5	256.9	196.9	60.0	14:00	–	710.1	196.9	513.2	14:00	–	266.2	196.9	69.3
15:00	–	248.1	190.1	58.0	15:00	1.0	592.8	190.1	402.7	15:00	–	254.4	190.1	64.3
16:00	–	234.0	176.2	57.8	16:00	2.0	310.5	176.2	134.2	16:00	–	221.5	176.2	45.3
17:00	–	223.9	170.5	53.4	17:00	0.5	367.8	170.5	197.3	17:00	–	201.5	170.5	31.1
18:00	–	224.4	181.4	43.0	18:00	–	282.0	181.4	100.6	18:00	–	218.8	181.4	37.5
19:00	–	234.0	210.4	23.6	19:00	–	281.7	210.4	71.3	19:00	–	229.9	210.4	19.5
20:00	–	263.5	238.3	25.2	20:00	–	297.1	238.3	58.7	20:00	–	273.9	238.3	35.6
21:00	–	270.7	247.4	23.3	21:00	–	298.7	247.4	51.3	21:00	–	277.8	247.4	30.4
22:00	–	255.2	244.7	10.5	22:00	–	272.2	244.7	27.5	22:00	–	281.2	244.7	36.6
23:00	–	244.3	228.6	15.6	23:00	–	277.2	228.6	48.6	23:00	–	274.9	228.6	46.3
0:00	–	201.2	187.0	14.1	0:00	–	232.8	187.0	45.7	0:00	–	222.9	187.0	35.9

2) 음성2지점

가) 조사내용

○ 하천에 매설된 오수간선관로 지점을 선정

○ 유량 및 수질조사 결과를 이용하여 RDII량, 청천시 침입수 분석

<표 4.2-20> 음성1지점 조사내용

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="4">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">유량 조사</td><td>조사기간</td><td colspan="4">2017.5.29.~10.17</td></tr>
<tr><td>조사지점</td><td colspan="4">• 음성읍 평곡리 669-5</td></tr>
<tr><td>조사방법</td><td colspan="4">• 이동식 유량계를 활용한 연속측정(초음파식)</td></tr>
<tr><td>측정간격</td><td colspan="4">• 10분 간격 24시간 연속측정</td></tr>
<tr><td rowspan="6">수질 조사</td><td rowspan="2">구 분</td><td colspan="3">청천시</td><td>강우시</td></tr>
<tr><td>1차</td><td>2차</td><td>3차</td><td>1차</td></tr>
<tr><td>조사기간</td><td>5.29 ~ 5.30</td><td>9.18 ~ 9.19</td><td>10.10 ~ 10.11</td><td>8.28 ~ 8.29</td></tr>
<tr><td>조사지점</td><td colspan="4">• 차집관로 1개소</td></tr>
<tr><td>조사항목</td><td colspan="4">• 기본조사 7개 항목(BOD_5, CODcr, COD_{Mn}, SS, T-N, T-P, 총대장균군)</td></tr>
<tr><td>조사간격</td><td colspan="4">• 12개/회(24시간 기준 2시간 간격으로 시료채수 실시)</td></tr>
</table>

나) 유량조사

○ 음성-2 지점은 2017년 5월 29일 ~ 10월 17일까지 유량조사를 수행하였으며, 이중 데이터 유효성 분석을 거친 모니터링 일수는 총 101일로 분석됨. 모니터링 기간동안 강우일 (일 누적강우량 3mm이상)과 강우영향일 (강우일 이후 2일)을 제외한 청천일(61일) 평균 유량은 354.8㎥/hr, 강우일(19일) 평균 유량은 488.3㎥/hr로 분석됨

<표 4.2-21> 음성-2 유량 조사 개요

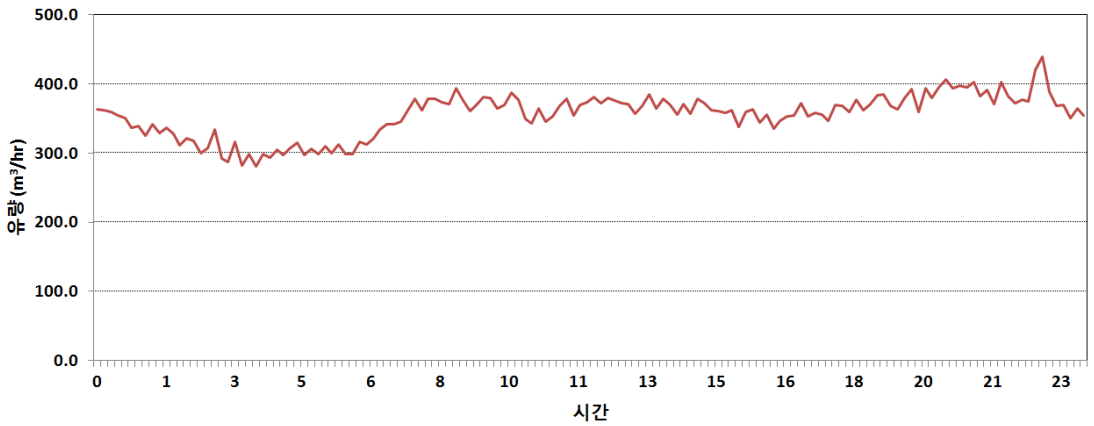
구 분	모니터링 기간	청천일	강우일	강우영향일	강우일 유량증가율(%)
일 수	101	61	19	21	-
평균유량 (㎥/hr)	365.8	354.8	488.3	336.2	137.6

주) 강우일 유량 증가율은 청천일 평균유량대비 강우일 평균유량 비율임

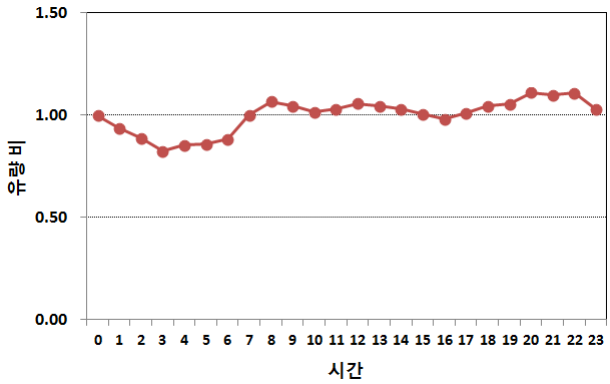
○ 음성-2 지점의 청천시 유량 시계열 그래프 및 시간대별 패턴분석결과는 다음과 같다.

<표 4.2-22> 음성-2 청천일 유량 분석 결과

음성-2 청천일 유량 시계열 그래프



음성-2 청천일 시간대별 패턴 분석



구 분	유량 (㎥/hr)	유량비
최대값	394.4	1.11
최소값	292.4	0.82
평균값	354.8	1.00

다) 수질조사

(1) 건기 1차 조사결과

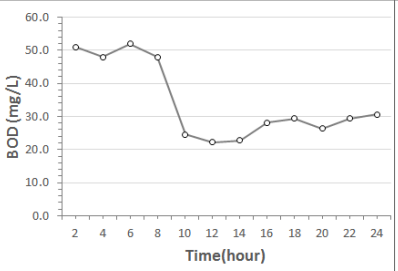
○음성-2 지점은 조사 기간 동안의 1차 건기 평균 수질BOD_5 34.4mg/L, CODmn 18.6 mg/L, CODcr 60.6mg/L, SS 27.8mg/L, T-P 1.129mg/L, T-N 10.572mg/L, 총대장균군수 7,692개/ml로 분석됨. 음성-2지점의 1차 건기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-23> 건기 1차 수질 조사 결과

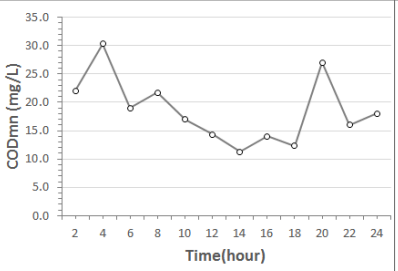
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
5월 23일	0~2	51.0	22.0	78.3	27.2	1.152	11.476	7,500
5월 23일	2~4	48.0	30.3	60.1	31.5	1.317	12.346	6,400
5월 23일	4~6	52.0	19.0	61.8	31.6	1.306	11.807	7,200
5월 23일	6~8	48.0	21.7	88.3	31.6	1.181	10.072	3,100
5월 23일	8~10	24.6	17.0	49.4	34.0	1.451	10.814	4,100
5월 22일	10~12	22.2	14.3	30.9	16.7	0.871	9.658	7,000
5월 22일	12~14	22.8	11.3	59.7	17.3	0.876	8.885	7,800
5월 22일	14~16	28.2	14.0	68.7	16.3	1.118	9.934	4,700
5월 22일	16~18	29.4	12.3	46.4	39.5	0.988	9.987	6,700
5월 22일	18~20	26.4	27.0	79.8	27.6	1.158	13.173	16,000
5월 22일	20~22	29.4	16.0	31.7	30.8	1.010	8.499	10,800
5월 22일	22~24	30.6	18.0	72.1	30.0	1.124	10.210	11,000
최 대		52.0	30.3	88.3	39.5	1.451	13.173	16,000
최 소		22.2	11.3	30.9	16.3	0.871	8.499	3,100
평 균		34.4	18.6	60.6	27.8	1.129	10.572	7,692

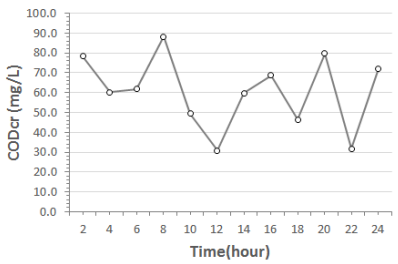
BOD



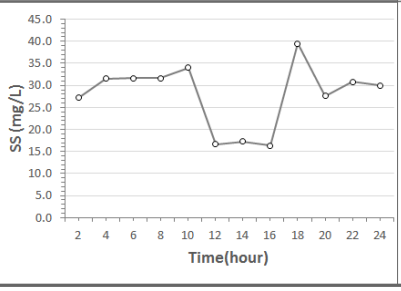
CODmn



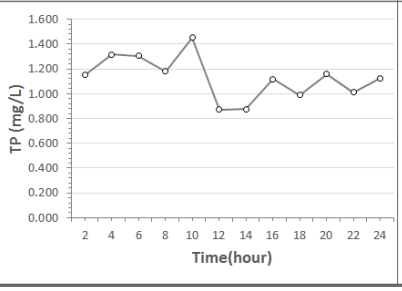
CODcr



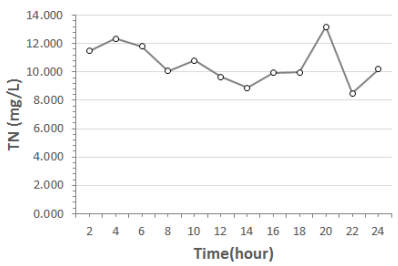
SS



T-P



T-N



(2) 건기 2차 조사결과

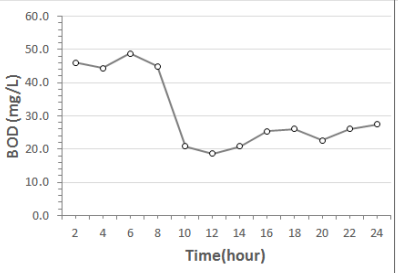
○음성-2 지점은 조사 기간 동안의 2차 건기 평균 수질BOD_5 31.0mg/L, CODmn 16.1 mg/L, CODcr 55.9mg/L, SS 24.4mg/L, T-P 0.996mg/L, T-N 9.240mg/L, 총대장균군수 6,567개/ml로 분석됨. 음성-2지점의 2차 건기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-24> 건기 2차 수질 조사 결과

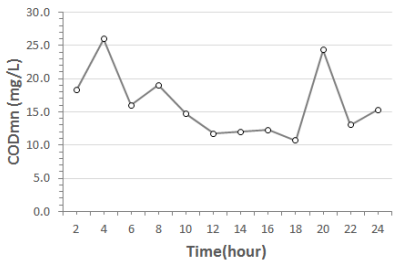
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
9월 19일	0~2	46.0	18.3	73.4	24.2	1.014	10.273	6,100
9월 19일	2~4	44.4	26.0	56.0	27.0	1.133	10.196	5,400
9월 19일	4~6	48.8	16.0	57.9	26.8	1.216	9.784	6,000
9월 19일	6~8	45.0	19.0	79.0	25.8	1.011	11.027	2,600
9월 19일	8~10	20.8	14.7	45.8	29.0	1.236	11.769	3,300
9월 18일	10~12	18.6	11.7	27.4	20.6	0.782	7.869	5,900
9월 18일	12~14	20.8	12.0	55.9	14.8	0.760	6.903	6,100
9월 18일	14~16	25.4	12.3	63.8	19.6	1.066	8.037	3,900
9월 18일	16~18	26.0	10.7	42.1	28.0	0.827	7.996	5,800
9월 18일	18~20	22.6	24.3	74.4	24.4	1.029	11.759	14,900
9월 18일	20~22	26.0	13.0	27.3	26.8	0.896	6.197	9,000
9월 18일	22~24	27.4	15.3	67.8	25.8	0.987	9.072	9,800
최 대		48.8	26.0	79.0	29.0	1.236	11.769	14,900
최 소		18.6	10.7	27.3	14.8	0.760	6.197	2,600
평 균		31.0	16.1	55.9	24.4	0.996	9.240	6,567

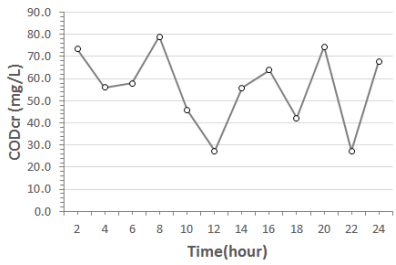
BOD



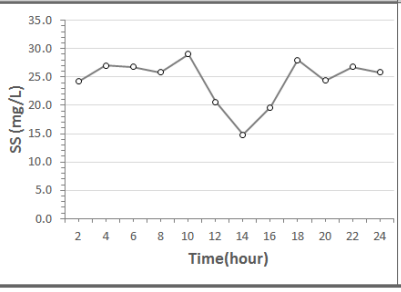
CODmn



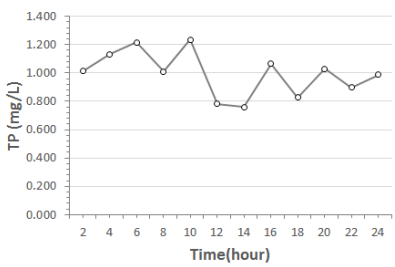
CODcr



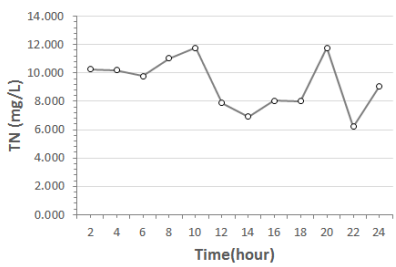
SS



T-P



T-N



(3) 건기 3차 조사결과

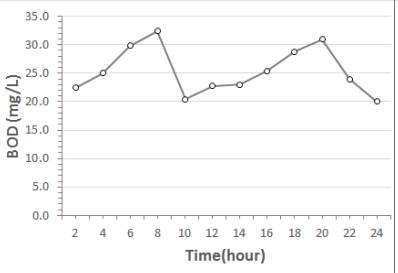
○음성-2 지점은 조사 기간 동안의 3차 건기 평균 수질BOD_5 25.4mg/L, CODmn 19.7 mg/L, CODcr 43.9mg/L, SS 25.6mg/L, T-P 1.397mg/L, T-N 8.268mg/L, 총대장균군수 6,033개/ml로 분석됨. 음성-2지점의 3차 건기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-25> 건기 3차 수질 조사 결과

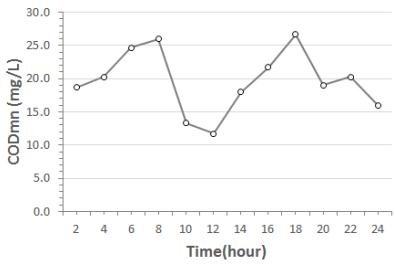
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
10월 11일	0~2	22.4	18.7	44.0	20.8	0.783	7.542	4,000
10월 11일	2~4	25.0	20.3	52.9	23.6	1.016	8.347	4,600
10월 11일	4~6	29.8	24.7	60.0	26.6	1.344	9.394	6,200
10월 11일	6~8	32.4	26.0	62.4	32.8	1.953	10.419	7,000
10월 10일	8~10	20.4	13.3	23.6	22.2	1.269	5.526	4,000
10월 10일	10~12	22.8	11.7	31.0	25.8	1.417	6.132	5,800
10월 10일	12~14	23.0	18.0	44.9	30.2	1.863	7.697	4,400
10월 10일	14~16	25.4	21.7	29.4	24.4	2.046	8.256	6,000
10월 10일	16~18	28.8	26.7	52.0	20.6	2.244	10.574	10,000
10월 10일	18~20	31.0	19.0	27.3	28.0	1.091	8.696	7,000
10월 10일	20~22	24.0	20.3	51.0	30.4	0.814	7.452	8,400
10월 10일	22~24	20.0	16.0	48.4	22.0	0.926	9.177	5,000
최 대		32.4	26.7	62.4	32.8	2.244	10.574	10,000
최 소		20.0	11.7	23.6	20.6	0.783	5.526	4,000
평 균		25.4	19.7	43.9	25.6	1.397	8.268	6,033

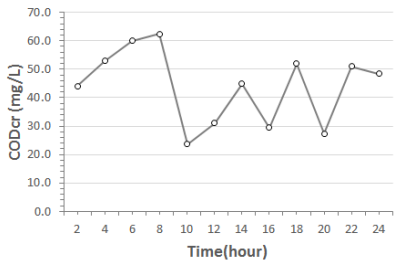
BOD



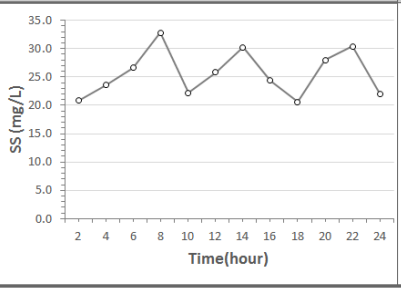
CODmn



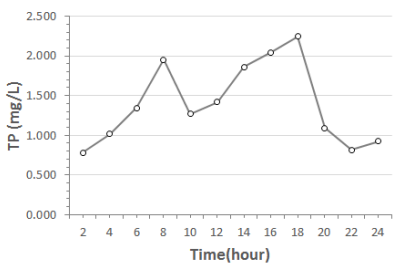
CODcr



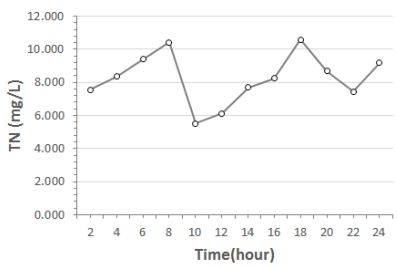
SS



T-P



T-N



(4) 우기 조사결과

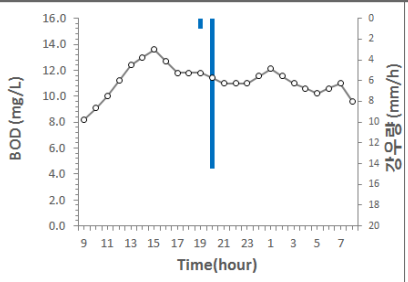
○음성-2 지점은 조사 기간 동안의 우기 평균 수질BOD_5 11.2mg/L, CODmn 12.2 mg/L, CODcr 72.8mg/L, SS 26.3mg/L, T-P 0.798mg/L, T-N 11.052mg/L, 총대장균군수 5,797개/ml로 분석됨. 음성-2지점의 우기 시간대별 수질분석 결과 및 그래프는 다음과 같음.

<표 4.2-26> 우기 수질 조사 결과

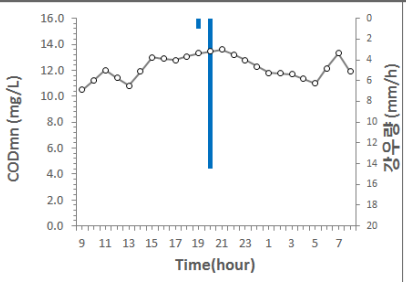
(단위 : mg/L, 개/ml)

날 짜	시간(H)	BOD	CODmn	CODcr	SS	T-P	T-N	총대장균군
8월 28일	8~10	8.2	10.5	78.8	26.8	0.848	8.697	7,100
8월 28일	10~12	10	12.0	51.5	17.8	0.778	11.768	6,000
8월 28일	12~14	12.4	10.8	50.2	22.8	0.851	11.452	5,100
8월 28일	14~16	13.6	13.0	52.8	29.0	0.732	13.756	5,600
8월 28일	16~18	11.8	12.8	57.7	24.8	0.925	10.382	6,200
8월 28일	18~20	11.8	13.3	70.0	31.0	0.787	12.130	5,400
8월 28일	20~22	11	13.6	88.6	16.0	0.851	11.542	8,200
8월 28일	22~24	11	12.8	88.6	25.3	0.893	9.871	7,000
8월 29일	0~2	12.1	11.8	65.2	22.0	0.611	8.968	3,060
8월 29일	2~4	11	11.7	74.2	29.8	0.649	7.996	2,300
8월 29일	4~6	10.2	11.0	100.1	27.3	0.614	10.684	6,600
8월 29일	6~8	11	13.3	96.1	42.8	1.041	15.382	7,000
최 대		13.6	13.6	100.1	42.8	1.041	15.382	8,200
최 소		8.2	10.5	50.2	16.0	0.611	7.996	2,300
평 균		11.2	12.2	72.8	26.3	0.798	11.052	5,797

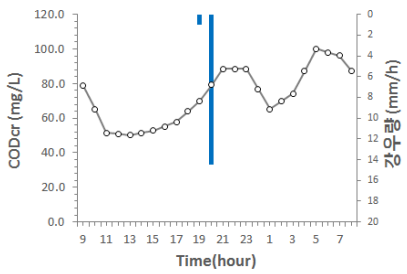
BOD



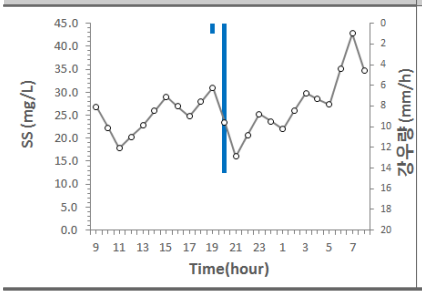
CODmn



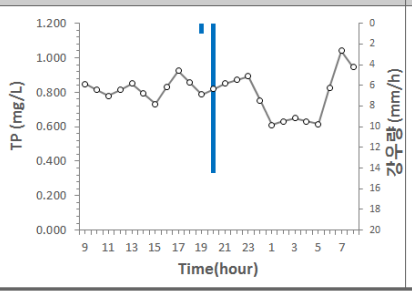
CODcr



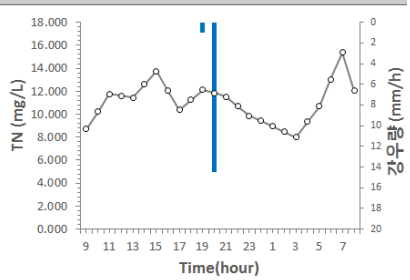
SS



T-P



T-N



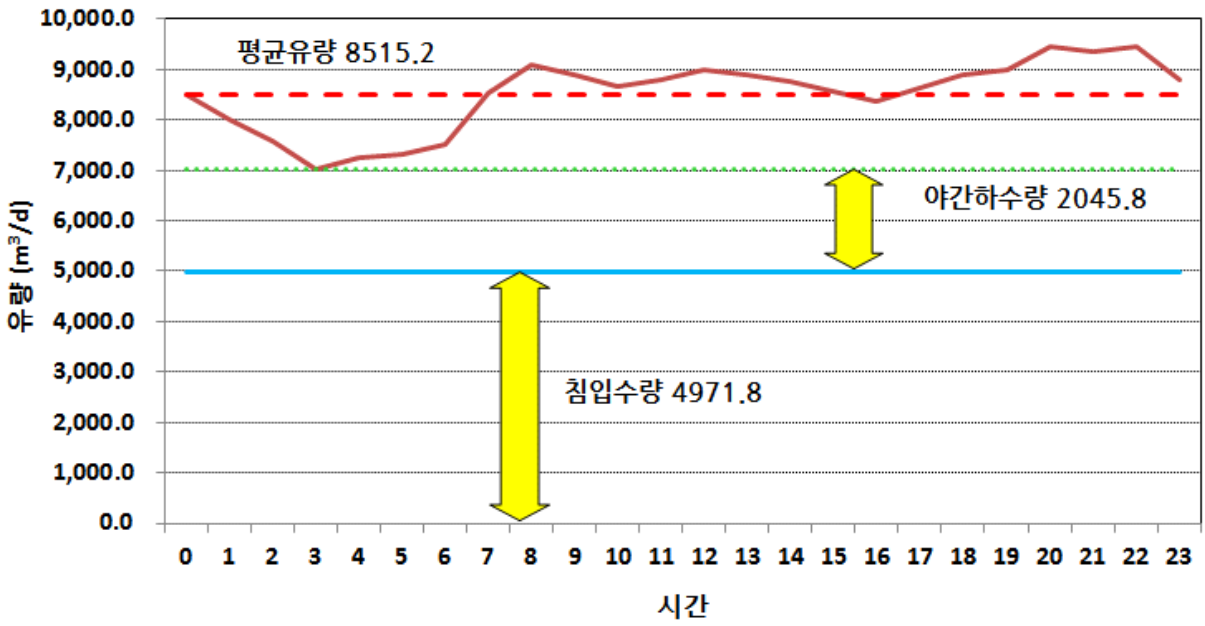
라) 침입수 분석결과

○ 음성-2 지점의 침입수량 산정은 유량 모니터링 기간 중 유효성 분석을 마친 청천일 유량모니터링 데이터(총61일)와, 총 3회에 걸쳐 수행한 청천시 BOD_5 시간대별 평균 수질결과를 가지고 야간 생활하수평가법에 의해 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같음

<표 4.2-27> 음성 2 지점 침입수 분석결과

지 점	일평균하수량 (㎥/일)	일최소 하수량 (㎥/일)	야간 생활하수량 (㎥/일)	주간순오수량 (㎥/일)	전체오수량 (㎥/일)	침입수량 (㎥/일)	침입율 (%)
음성-2	8,515.2	7,017.6	1,070.7	1,497.6	3,543.4	4,971.8	58

침입수량 그래프



○ 음성-2 지점의 야간생활하수 평가법에 의한 침입수 분석결과, 침입수량은 4,971.8 ㎥/일의 분포로 분석되었으며, 침입수 비율은 58%로 분석됨

마) 유입수 분석결과

○ 음성-2 지점의 유입수량 산정은 유효성 분석을 마친 유량 모니터링 기간 중 총 75mm의 누적강우가 발생한 7월 23일 ~ 25일 (3일)의 데이터를 가지고 수행함

<표 4.2-28> 음성 2 지점 유입수 분석을 위한 강우사상 분석결과

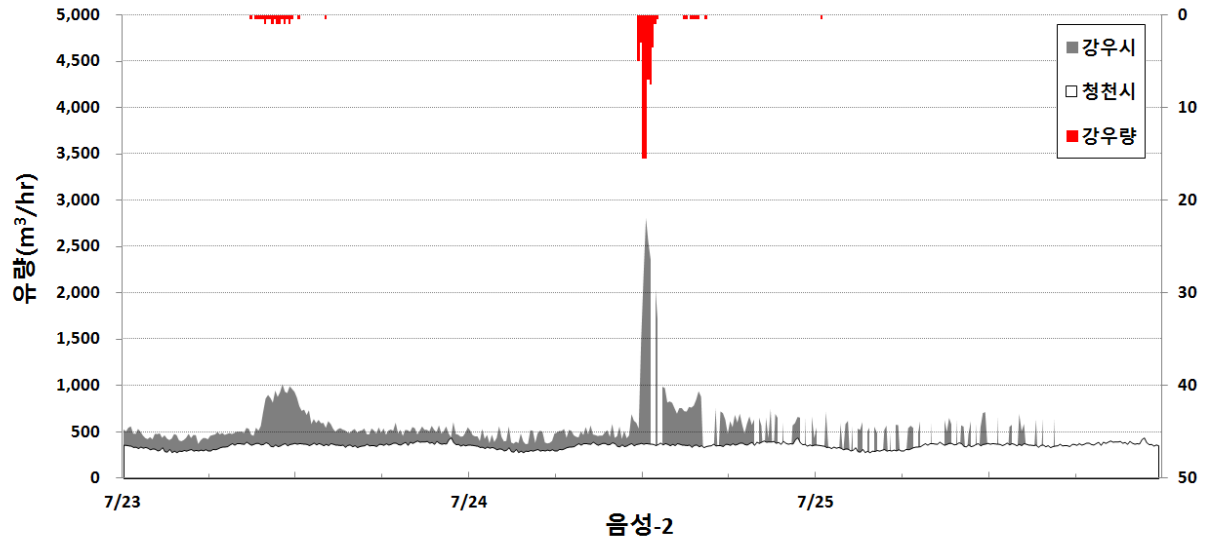
구 분	날짜	강우량 (mm/일)	강우지속시간	평균강우강도 (mm/hr)
음성관측소	2017. 7. 23	12.5	6	2.1
	2017. 7. 24	62.0	6	10.3
	2017. 7. 25	0.5	1	0.5

○ 해당 강우이벤트를 포함한 3일연속 유량측정자료를 가지고 분석한 음성-2 지점의 유입수량 산정결과 및 그래프는 다음과 같음

<표 4.2-29> 음성 2 지점 유입수 분석결과

지 점	기간	총강우량 (mm)	총유입수량 (㎥)	강우량당 유입율 (㎥/mm)
음성-2	2017. 7. 23 ~ 25	75.0	12,874.0	171.7

유입수량 그래프



○ 음성 2지점의 유입수량 산정결과 총 유입수량은 12,874.0㎥, 강우량당 유입율은 171.7mm/㎥으로 각각 산정되었다. 시간대별 유입수량 산정결과는 다음과 같음

<표 4.2-30> 음성 2 지점 시간대별 유입수량 산정결과

7/23	강우 (mm)	강우 유량 (㎥)	청천 유량 (㎥)	유입 수량 (㎥)	7/24	강우 (mm)	강우 유량 (㎥)	청천 유량 (㎥)	유입 수량 (㎥)	7/25	강우 (mm)	강우 유량 (㎥)	청천 유량 (㎥)	유입 수량 (㎥)
1:00	–	517.8	350.5	167.4	1:00	–	470.8	350.5	120.3	1:00	0.5	433.6	350.5	83.2
2:00	–	467.1	328.7	138.4	2:00	–	429.1	328.7	100.4	2:00	–	403.0	328.7	74.3
3:00	–	461.6	312.2	149.4	3:00	–	460.3	312.2	148.2	3:00	–	491.3	312.2	179.1
4:00	–	438.3	293.7	144.5	4:00	–	400.7	293.7	107.0	4:00	–	545.5	293.7	251.7
5:00	–	439.8	302.9	137.0	5:00	–	464.9	302.9	162.0	5:00	–	451.2	302.9	148.3
6:00	–	423.3	304.5	118.7	6:00	–	423.2	304.5	118.7	6:00	–	372.0	304.5	67.5
7:00	–	477.5	321.0	156.6	7:00	–	501.7	321.0	180.7	7:00	–	458.3	321.0	137.3
8:00	–	485.2	361.5	123.7	8:00	–	474.0	361.5	112.5	8:00	–	449.8	361.5	88.3
9:00	0.5	507.7	375.8	131.9	9:00	–	499.7	375.8	123.8	9:00	–	642.5	375.8	266.7
10:00	3.5	611.6	375.8	235.7	10:00	–	495.9	375.8	120.0	10:00	–	476.0	375.8	100.2
11:00	4.5	890.2	355.8	534.4	11:00	–	470.3	355.8	114.6	11:00	–	473.2	355.8	117.4
12:00	3.0	960.2	371.1	589.1	12:00	23.5	734.3	371.1	363.2	12:00	–	489.6	371.1	118.5
13:00	0.5	756.4	371.3	385.1	13:00	35.0	2,383.0	371.3	2,011.7	13:00	–	270.8	371.3	–
14:00	0.5	607.8	370.2	237.6	14:00	–	1,061.9	370.2	691.7	14:00	–	349.9	370.2	–
15:00	–	553.1	367.0	186.1	15:00	1.0	749.0	367.0	382.0	15:00	–	385.1	367.0	18.0
16:00	–	515.2	354.4	160.7	16:00	2.0	801.9	354.4	447.5	16:00	–	344.2	354.4	–
17:00	–	511.6	353.2	158.4	17:00	0.5	422.0	353.2	68.8	17:00	–	276.6	353.2	–
18:00	–	508.6	359.0	149.6	18:00	–	577.5	359.0	218.6	18:00	–	298.1	359.0	–
19:00	–	527.8	373.4	154.4	19:00	–	623.1	373.4	249.6	19:00	–	238.0	373.4	–
20:00	–	502.2	376.2	125.9	20:00	–	592.2	376.2	215.9	20:00	–	246.0	376.2	–
21:00	–	527.2	394.8	132.5	21:00	–	529.1	394.8	134.3	21:00	–	128.1	394.8	–
22:00	–	532.2	388.6	143.6	22:00	–	435.5	388.6	46.9	22:00	–	152.6	388.6	–
23:00	–	514.6	395.6	119.0	23:00	–	444.0	395.6	48.4	23:00	–	132.3	395.6	–
0:00	–	483.0	361.9	121.1	0:00	–	442.0	361.9	80.1	0:00	–	159.4	361.9	–

3) 음성읍 하수관로 기술진단

가) 유량조사

(1) 유량조사 위치도

(2) 조사내용

조사내용	일 정	비 고
현장조사 및 유량계 설치 (ES-1, ES-2, ES-3, ES-4)	2015. 11. 6	
1차 수질조사(강우시 수질조사)	2015. 11. 7	총강우량 140.0mm
1차 수질조사(청천시 수질조사)	2015. 11. 30 – 2015. 12. 1	
2차 수질조사(청천시 수질조사)	2015. 12. 7 – 2015. 12. 8	
유량계 철수	2015. 12. 8	31일 연속측정

○ 음성읍 하수관로 기술진단의 유량조사 대상지점 4개소(31일 측정)에 유량을 분석한 결과 다음과 같음.

(3) 조사지점 유량분석 결과

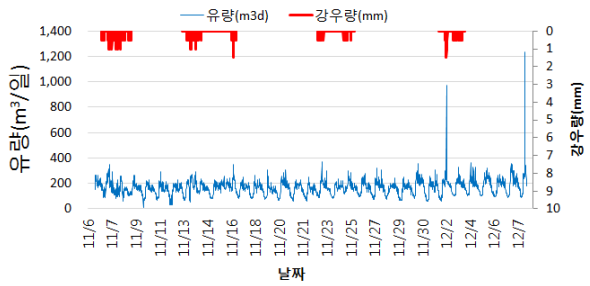
처리 구역	처리 분구	지점	청천시 평균유량(㎥/일)			강우시 평균유량 (㎥/일)			증감비율 (%)
			평균	최대	최소	평균	최대	최소	
음성	음성1	ES-1	160	202	140	173	195	149	▲7.7
		ES-2	296	348	204	346	426	268	▲16.8
		ES-3	434	507	340	437	524	325	▲0.7
		ES-4	3,240	3,869	2,889	3,554	3,928	3,143	▲9.7

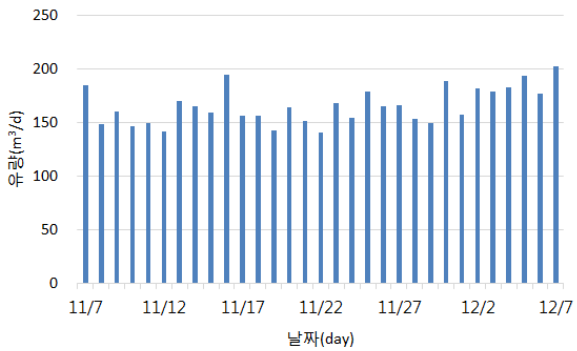
주) 증감비율은 [(강우시 평균유량 – 청천시 평균유량) / 청천시 평균유량]의 비율임

➪ 조사지점의 청천시 평균유량 대비 우천시 평균유량이 ES-1 지점 7.7%, ES-2 지점 16.8%, ES-4 지점 9.7%로 증가하는 것으로 조사되었으며 우천시 유입수의 영향으로 유량이 증가한 것으로 판단됨.

➪ ES-3 지점은 0.7%로 증가를 하였으며 이는 강우발생시 유입수의 영향이 적은 것으로 판단됨.

❑ 유량분석 및 일평균 유량분석(ES-1)

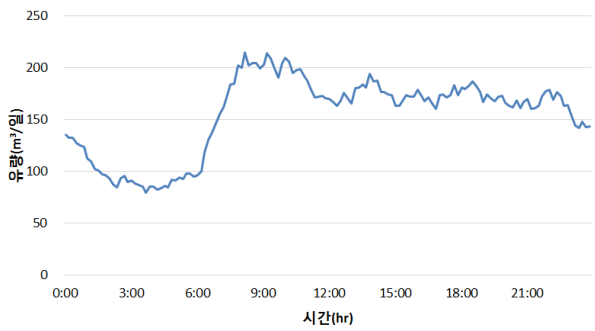


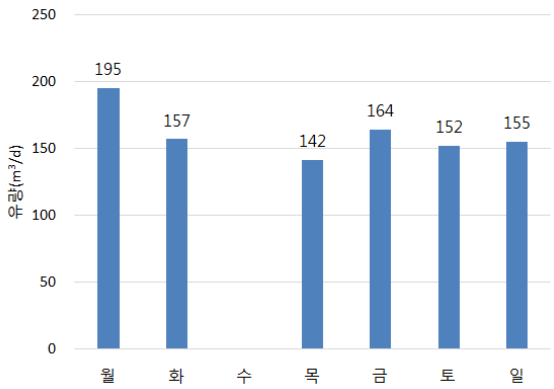


구 분	전체평균유량(㎥/일)	구 분	일평균유량(㎥/일)
최 대	202 (평균대비 1.2배)	최 대	202 (평균대비 1.3배)
최 소	140 (평균대비 0.8배)	최 소	140 (평균대비 0.9배)
평 균	165	평 균	160

주) 전체평균유량은 유효성 판단후 일별 평균유량 값이며, 일평균유량은 청천시 평균유량 값임

❑ 시간대별 및 요일별 평균유량분석(ES-1)

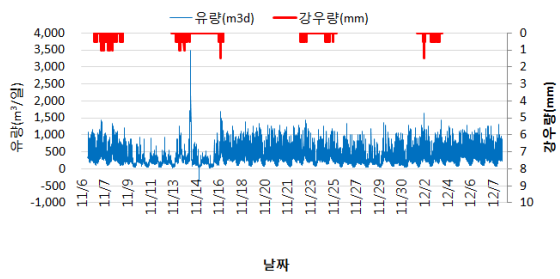


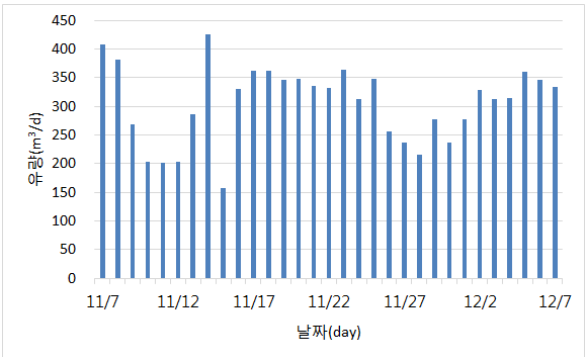


구 분	시간대별 평균유량(㎥/일)	구 분	요일별 평균유량(㎥/일)
최 대	215 (평균대비 1.4배)	최 대	195 (평균대비 1.2배)
최 소	80 (평균대비 0.5배)	최 소	142 (평균대비 0.9배)
평 균	155	평 균	161

주) 시간대별 및 요일별 평균유량은 유효성 판단후 청천시 유량자료이며 조사기간 중 수요일은 강우발생으로 요일별 유량 그래프에서 제외됨.

❑ 유량분석 및 일평균 유량분석(ES-2)

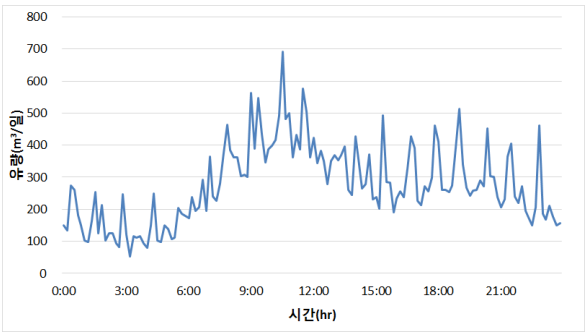


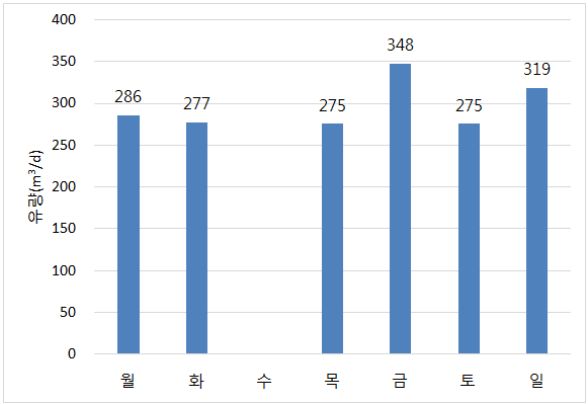


구 분	전체평균유량(㎥/일)	구 분	일평균유량(㎥/일)
최 대	426 (평균대비 1.4배)	최 대	348 (평균대비 1.2배)
최 소	158 (평균대비 0.5배)	최 소	204 (평균대비 0.7배)
평 균	306	평 균	296

주) 전체평균유량은 유효성 판단후 일별 평균유량 값이며, 일평균유량은 청천시 평균유량 값임

❑ 시간대별 및 요일별 평균유량분석(ES-2)

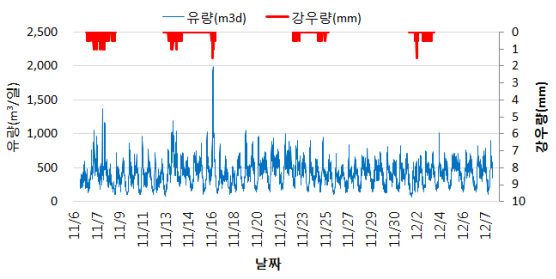


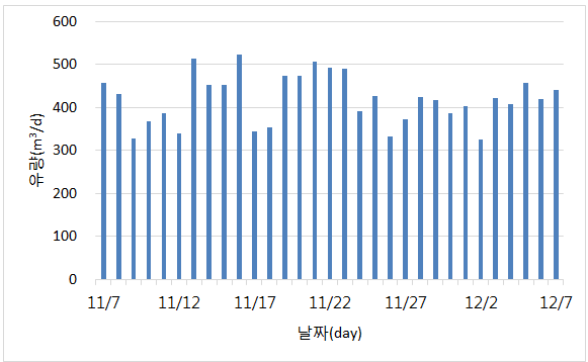


구 분	시간대별 평균유량(㎥/일)	구 분	일평균유량(㎥/일)
최 대	692 (평균대비 2.5배)	최 대	348 (평균대비 1.2배)
최 소	53 (평균대비 0.2배)	최 소	275 (평균대비 0.9배)
평 균	277	평 균	297

주) 시간대별 및 요일별 평균유량은 유효성 판단후 청천시 유량자료이며 조사기간 중 수요일은 강우발생으로 요일별 유량 그래프에서 제외됨.

❑ 유량분석 및 일평균 유량분석(ES-3)

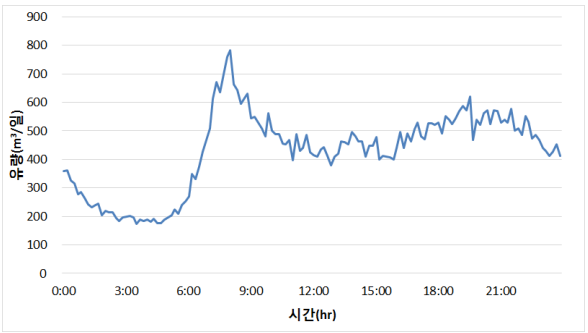


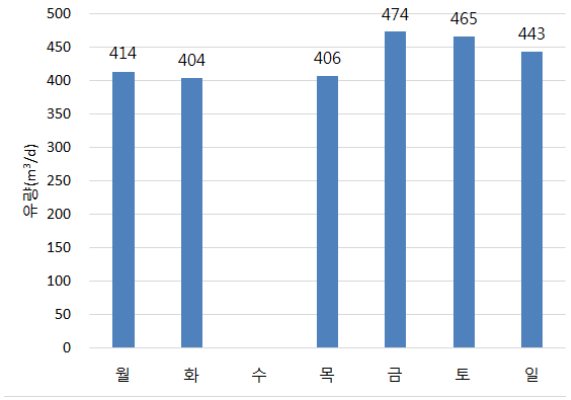


구 분	전체평균유량(㎥/일)	구 분	일평균유량(㎥/일)
최 대	524 (평균대비 1.2배)	최 대	507 (평균대비 1.2배)
최 소	325 (평균대비 0.8배)	최 소	340 (평균대비 0.8배)
평 균	420	평 균	434

주) 전체평균유량은 유효성 판단후 일별 평균유량 값이며, 일평균유량은 청천시 평균유량 값임

❑ 시간대별 및 요일별 평균유량분석(ES-3)

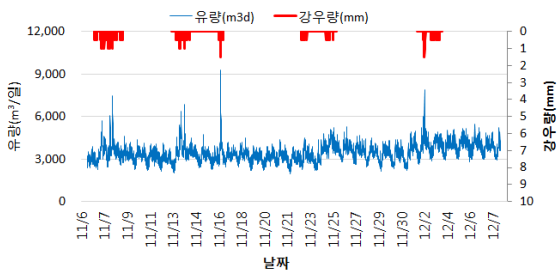


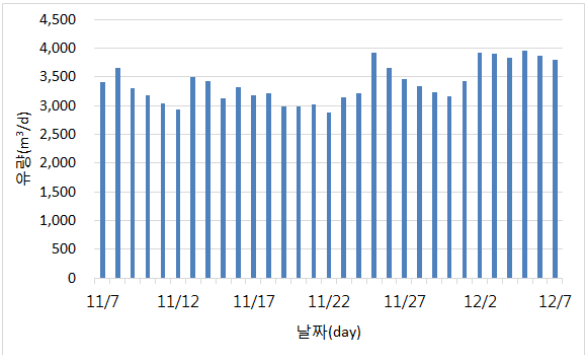


구 분	시간대별 평균유량(㎥/일)	구 분	요일별 평균유량(㎥/일)
최 대	784 (평균대비 1.8배)	최 대	474 (평균대비 1.1배)
최 소	174 (평균대비 0.4배)	최 소	404 (평균대비 0.9배)
평 균	429	평 균	434

주) 시간대별 및 요일별 평균유량은 유효성 판단후 청천시 유량자료이며 조사기간 중 수요일은 강우발생으로 요일별 유량 그래프에서 제외됨.

❑ 유량분석 및 일평균 유량분석(ES-4)

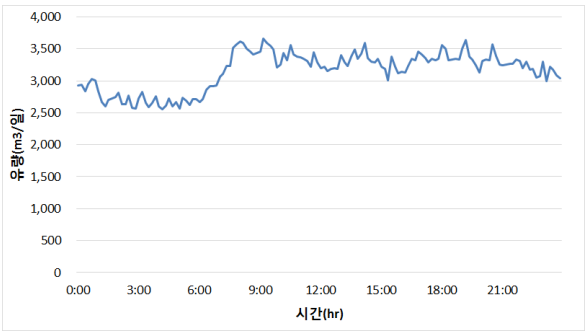


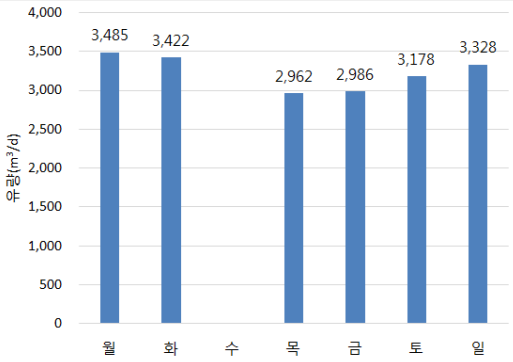


구 분	전체평균유량(㎥/일)	구 분	청천일 평균유량(㎥/일)
최 대	3,951 (평균대비 1.2배)	최 대	3,865 (평균대비 1.2배)
최 소	2,889 (평균대비 0.9배)	최 소	2,889 (평균대비 0.9배)
평 균	3,389	평 균	3,240

주) 전체평균유량은 유효성 판단후 일별 평균유량 값이며, 일평균유량은 청천시 평균유량 값임

❑ 시간대별 및 요일별 평균유량분석(ES-4)





구 분	시간대별 평균유량(㎥/일)	구 분	요일별 평균유량(㎥/일)
최 대	3,661 (평균대비 1.2배)	최 대	3,485 (평균대비 1.2배)
최 소	2,557 (평균대비 0.8배)	최 소	2,962 (평균대비 0.8배)
평 균	3,150	평 균	3,227

주) 시간대별 및 요일별 평균유량은 유효성 판단후 청천시 유량자료이며 조사기간 중 수요일은 강우발생으로 요일별 유량 그래프에서 제외됨.

나) 수질조사

(1) 수질조사 위치도

(2) 수질조사 지점 현황

NO.	유형	지점	지점설명	인근지번
1	지선관로	ES-1	분류식 오수관로	충북 음성군 음성읍 읍내리 644-6번지
2	지선관로	ES-2	분류식 오수관로	충북 음성군 음성읍 읍내리 614-2번지
3	지선관로	ES-3	분류식 오수관로	충북 음성군 음성읍 읍내리 309-29번지
4	차집관로	ES-4	차집관로	충북 음성군 음성읍 읍내리 353-13번지

(3) 수질조사 분석결과

❑ 청천시 평균 BOD농도를 살펴보면

➫ ES-1 : 1차 176.1mg/L 2차 201.7mg/L,

➫ ES-2 : 1차 118.9mg/L 2차 175.5mg/L

➫ ES-3 : 1차 145.0mg/L 2차 288.0mg/L

➫ ES-4 : 1차 39.8mg/L 2차 62.4mg/L

❑ 강우시 평균 BOD농도는

➫ ES-1 : 181.0mg/L

➫ ES-2 : 144.5mg/L

➫ ES-3 : 258.1mg/L

➫ ES-4 : 105mg/L

❑ 청천시 대비 강우시 평균 수질농도 비율을 살펴보면

➫ ES-1 지점 89.7%, ES-2 지점 82.3%로 소폭 감소하였으며

➫ ES-3 지점 130.4%, ES-4 지점 168.6%로 증가함

❑ 음성읍의 5일장으로 인해 청천일대비 유동인구의 증가로 인한 고농도의 수질의 유입이 있는 것으로 판단됨.

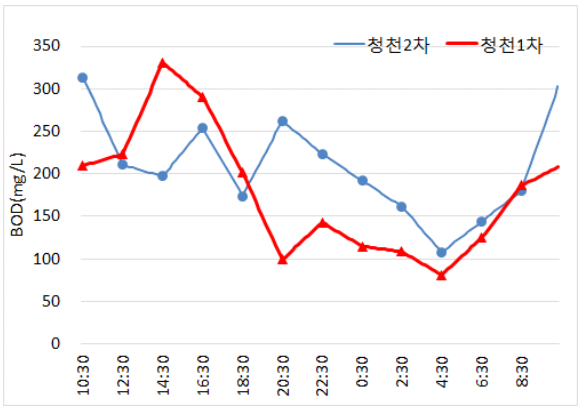
❑ 수질분석 결과(BOD)

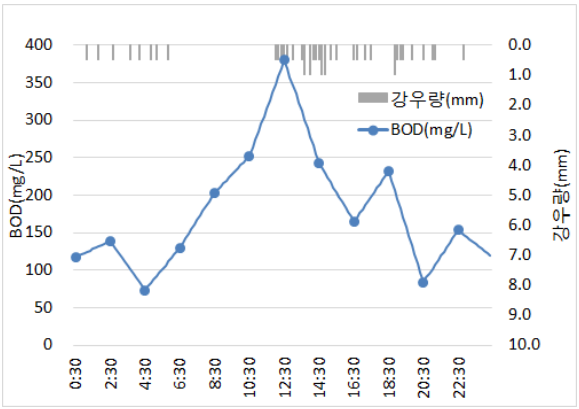
지점명	1차 청천시 평균 수질			2차 청천시 평균 수질			우천시 평균 수질			증감비율 (%)
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	
ES-1	176.1	330.8	81.3	201.7	313.5	107.8	181.0	380.3	73.4	▼10.3
ES-2	118.9	192.8	38.9	175.5	398.0	107.6	144.5	312.6	60.8	▼17.7
ES-3	145.0	227.4	58.2	197.9	288.0	119.6	258.1	491.0	120.0	▲30.4
ES-4	39.8	70.4	13.7	62.4	94.0	27.5	105.2	208.1	36.7	▲68.6

주) 비율은 청천시 대비 강우시 평균수질농도 비율임

❑ 청천시 및 강우시에 분석한 결과를 활용하여 시간대별 변화추이는 다음과 같음.

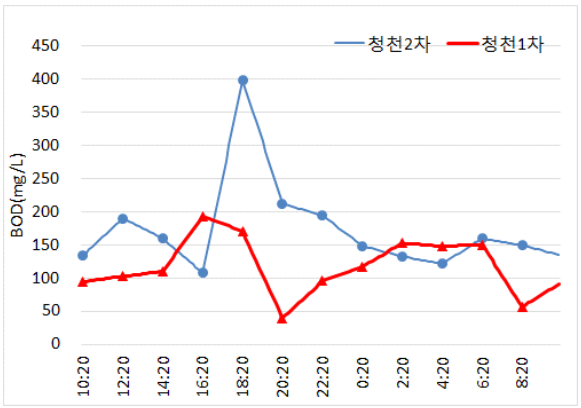
❑ 청천시 및 강우시 수질분석결과(ES-1)

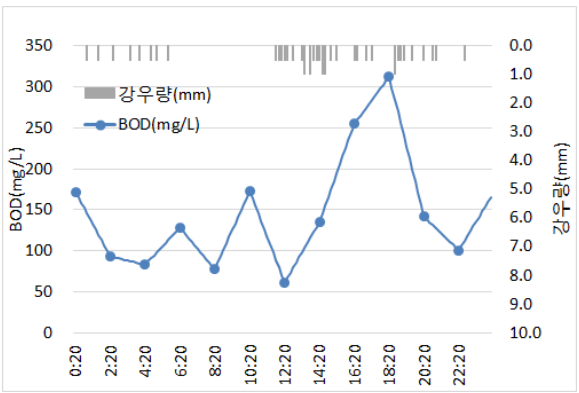




구 분	1차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	2차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	구 분	강우시 수질농도(BOD, mg/L)
최 대	330.8	313.5	최 대	380.3
최 소	81.3	107.8	최 소	73.4
평 균	176.1	201.7	평 균	181

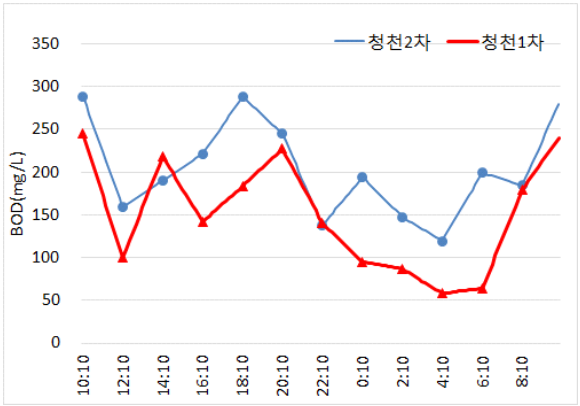
❑ 청천시 및 강우시 수질분석결과(ES-2)

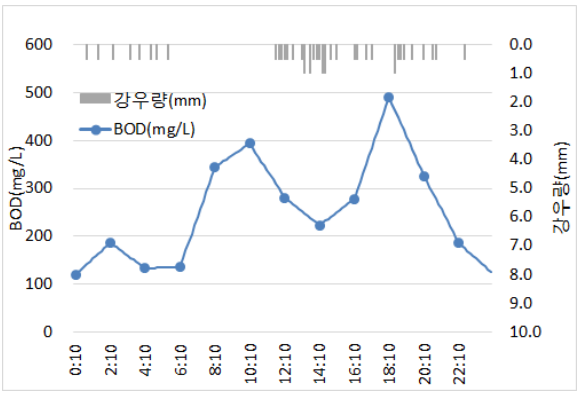




구 분	1차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	2차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	구 분	강우시 수질농도(BOD, mg/L)
최 대	192.8	398	최 대	312.6
최 소	38.9	107.6	최 소	60.8
평 균	118.9	175.5	평 균	144.5

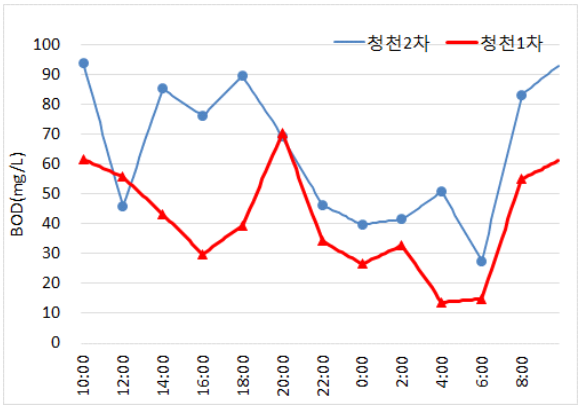
❑ 청천시 및 강우시 수질분석결과(ES-3)

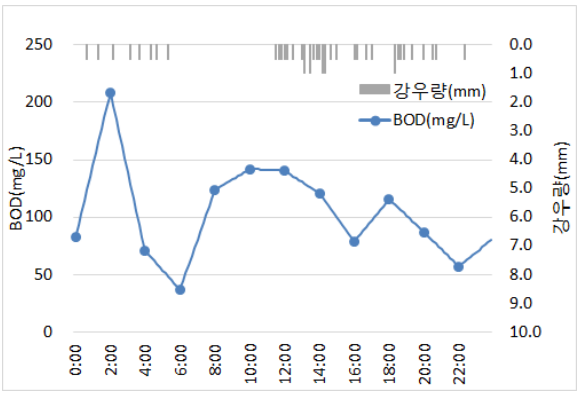




구 분	1차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	2차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	구 분	강우시 수질농도(BOD, mg/L)
최 대	227.4	288	최 대	491
최 소	58.2	119.6	최 소	120
평 균	145	197.9	평 균	258.1

❑ 청천시 및 강우시 수질분석결과(ES-4)





구 분	1차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	2차 청천시 수질농도 (BOD, mg/L)	구 분	강우시 수질농도(BOD, mg/L)
최 대	70.4	94	최 대	208.1
최 소	13.7	27.5	최 소	36.7
평 균	39.8	62.4	평 균	105.2

(4) 오염부하량 및 유량가중 평균농도 분석

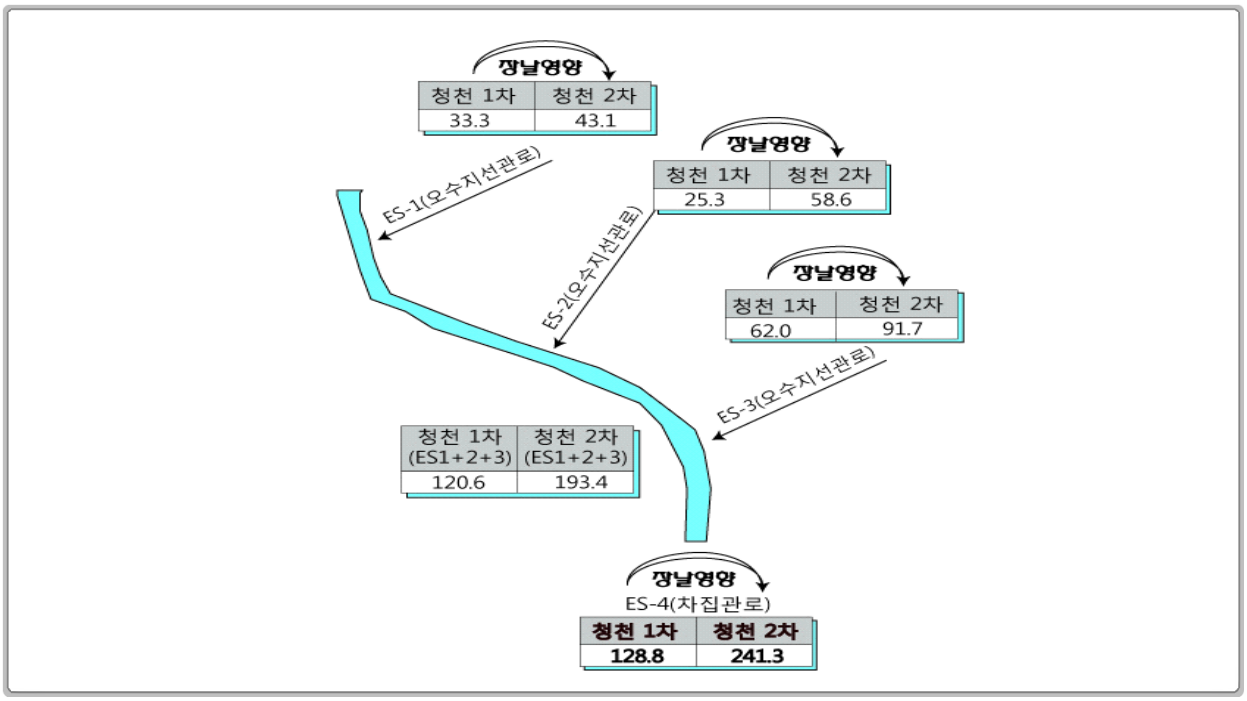
❑ 금회 조사 지점의 청천시 측정된 유량 및 수질데이터를 이용하여 BOD5 오염부하량 및 유량가중평균농도를 산정하면 다음과 같음.

❑ 유량가중평균농도 분석 결과 산술평균값과 큰 차이는 없는 것으로 조사되었으며 오염부하량은 ES-1지점 1차 33.3kg/일 2차 43.1kg/일, ES-2지점 1차 25.3kg/일 2차 58.6kg/일, ES-3지점 1차 62.0kg/일 2차 91.7kg/일, ES-4지점 1차 128.8kg/일 2차 241.3kg/일

❑ 오염부하량 및 유량가중평균농도 분석결과(BOD_5)

지점번호	수질조사	오염부하량 (kg/일)	유량가중평균농도 (mg/L)	산술평균농도 (mg/L)
ES-1	청천1차	33.3	176.1	176.1
	청천2차	43.1	201.7	201.7
ES-2	청천1차	25.3	118.9	118.9
	청천2차	58.6	175.5	175.5
ES-3	청천1차	62.0	145.0	145.0
	청천2차	91.7	197.9	197.9
ES-4	청천1차	128.8	39.8	39.8
	청천2차	241.3	62.4	62.4

❑ 오염부하량 mass balance



다) 침입수 유입수 산정

(1) 조사 위치도

(2) 유입수량 산정

❑ 유입수는 1차(11월 7일~11일)강우, 2차(11월 14일~18일) 강우, 3차(11월 21일~27일) 강우, 4차(12월 2일~5일) 강우에 대하여 분석을 실시

❑ 유입수 산정결과

지점	강우발생일	강우형태	총강우량 (mm)	유입수량 (㎥)	비 유입수량 (㎥/mm)	비고
ES-1	2015/11/7 ~ 11/11	연속강우	41.0	13	0.3	
	2015/11/14 ~ 11/18	연속강우	42.5	128	3.0	
	2015/11/21 ~ 11/27	연속강우	16	66	4.1	
	2015/12/2 ~ 12/5	연속강우	37.5	93	2.5	
ES-2	2015/11/7 ~ 11/11	연속강우	41.0	445	10.8	
	2015/11/14 ~ 11/18	연속강우	42.5	26	0.6	
	2015/11/21 ~ 11/27	연속강우	16	447	27.9	
	2015/12/2 ~ 12/5	연속강우	37.5	28	0.7	
ES-3	2015/11/7 ~ 11/11	연속강우	41.0	273	6.6	
	2015/11/14 ~ 11/18	연속강우	42.5	601	14.1	
	2015/11/21 ~ 11/27	연속강우	16	231	14.4	
	2015/12/2 ~ 12/5	연속강우	37.5	186	5.0	
ES-4	2015/11/7 ~ 11/11	연속강우	41.0	1,941	47.3	
	2015/11/14 ~ 11/18	연속강우	42.5	2,206	51.9	
	2015/11/21 ~ 11/27	연속강우	16	2,028	126.8	
	2015/12/2 ~ 12/5	연속강우	37.5	2,060	54.9	

주) 유입수 산정방법

1. 기저하수발생유형(Base line : 기저유량) 산정
2. 유입수 자료에 기저유량자료를 상·하로 Match-up
3. 잔차(Residue) 산정(미세조정 범위 ±5% 이내) 및 시계열 그래프 작성
4. 유입수 발생량(㎥) 산정

(3) 침입수량 산정

❑ 본 침입수 분석시 2015년 11월 7일부터 12월 7일까지 31일간 연속 측정된 유량데이터와 유량 측정기간 중 조사한 청천시 2회 수질 분석결과를 이용하여 침입수량을 산정함.

❑ 지점별 침입수 산정 결과는 아래와 같음.

지점명	일평균유량 (㎥/일)	일최저유량 (㎥/일)	일평균수질 (mg/L)	일최저수질 (mg/L)	침입수량 (㎥/일)	침입수비율 (%)
ES-1	161	73	188.9	94.6	51	31.9
ES-2	296	74	147.2	73.3	48	16.2
ES-3	434	178	171.45	88.9	106	24.4
ES-4	3,240	2,518	51.1	20.6	2,193	67.7

주1) 야간생활하수평가법의 적용을 위한 측정값

- 일평균하수량 : 청천시 24시간 평균유량
- 일최저하수량 : 청천시 1시간 단위의 측정유량 평균값이 최소가 되는 시간간격을 선별하고, 이 구간을 최소하수량
- 일평균수질 : 청천시 24시간 시료의 BOD 평균값
- 일최저수질 : 청천시 24시간 시료의 BOD 최저값

주2) 침입수 산정절차

1. 오수 수질 산정 : (일평균오염부하량 - 일최저오염부하량) / 일평균하수량 - 일최저하수량
2. 야간생활하수량 산정 : (일최저하수량 * 일최저수질) / 오수 수질
3. 비례상수 산정 : 야간생활하수량 / (일평균하수량 - 일최저하수량 + 야간생활하수량)
4. 주간 순오수량 산정 : 일평균하수량 - 일최저하수량
5. 전체 순오수량 산정 : 주간 순오수량 / (1 - 비례상수)
6. 침입수량 산정 = 일평균하수량 - 전체 순오수량

(4) 관로부실도 평가

❑ 침입수 비율에 따른 관로부실도 평가결과

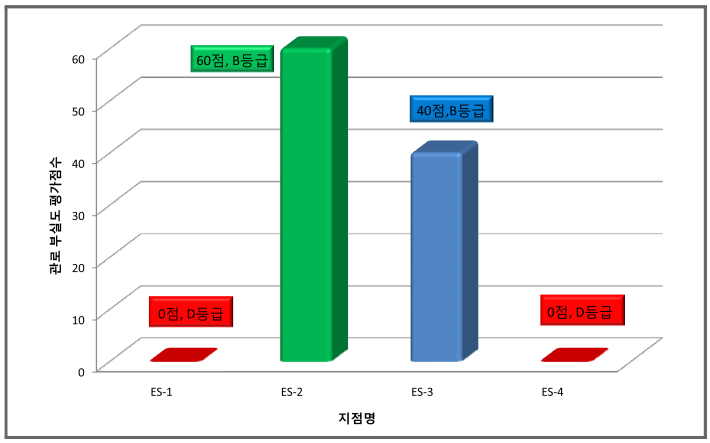
- 처리구역(조사지점) 침입수량 분석결과를 토대로 조사지점의 정량적인 상호 비교 평가를 위해 일평균하수량 대비 침입수량의 비율, 즉 침입수 비율을 산정하여 침입수 비율에 따라 등급 및 점수를 차등 적용하여 평가하였음.

• 침입수 비율 기준 등급별 배점

구 분 (침입수 비율)	A등급 (10% 이내)	B등급 (10%~25%)	C등급 (25%~30%)	D등급 (30% 초과)
점수배점	100점	침입수 비율〈10% : 100점 침입수 비율〈15% : 80점 침입수 비율〈20% : 60점 침입수 비율〈25% : 40점	침입수 비율〉25% : 30점	0점

• 처리구역(조사지점)별 관로부실도

처리구역 (조사지점)	침입수 비율(%)	등 급	점 수
ES-1	31.9	D등급	0
ES-2	16.2	B등급	60
ES-3	24.4	B등급	40
ES-4	67.7	D등급	0



• 관로부실도 평가결과

➪ ES-1지점, ES-4지점 처리구역이 0점으로 관로 부실도가 가장 큼 ➪ CCTV 조사필요

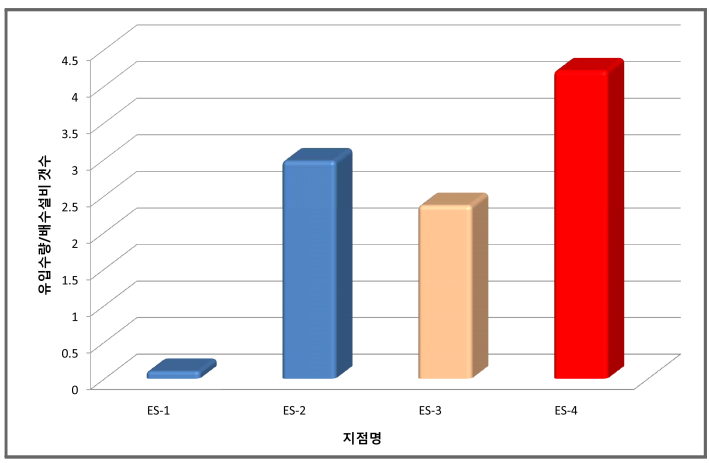
➪ ES-3지점이 40점으로 관로 부실도가 심하고 ES-2지점은 60점으로 가장 양호

❑ 배수설비 대비 유입수량 비율에 따른 관로부실도 평가

• 강우시 지표면 유출수의 오수관로 내 유입량을 비교평가하기 위한 지표로써 각 조사지점별 산정된 유입수량을 해당 조사지점으로 유입되는 하수배출원 범위내 배수설비(오수받이) 개수를 기준으로 배수설비 1개소 당 발생하는 유입수량(㎥)을 산정하여 상대적인 비교를 수행하였음.

• 처리구역(조사지점)별 관로부실도

처리구역 (조사지점)	유입수 비율(%)	배수설비 (개)	유입수량/ 배수설비수
ES-1	13	132	0.100
ES-2	445	149	2.98
ES-3	273	115	2.37
ES-4	1,941	461	4.21



- 관로부실도 평가결과
  - ES-3지점, ES-4지점이 우·오수관로 및 배수설비 오접에 의한 강우 유입수 발생의 위험이 가장 큰 것으로 분석됨 ➪ 송연(오접)조사 필요
  - ES-1지점, ES-2지점이 우·오수관로 및 배수설비 오접에 의한 강우 유입수 발생의 위험이 적은 것으로 분석되었다.

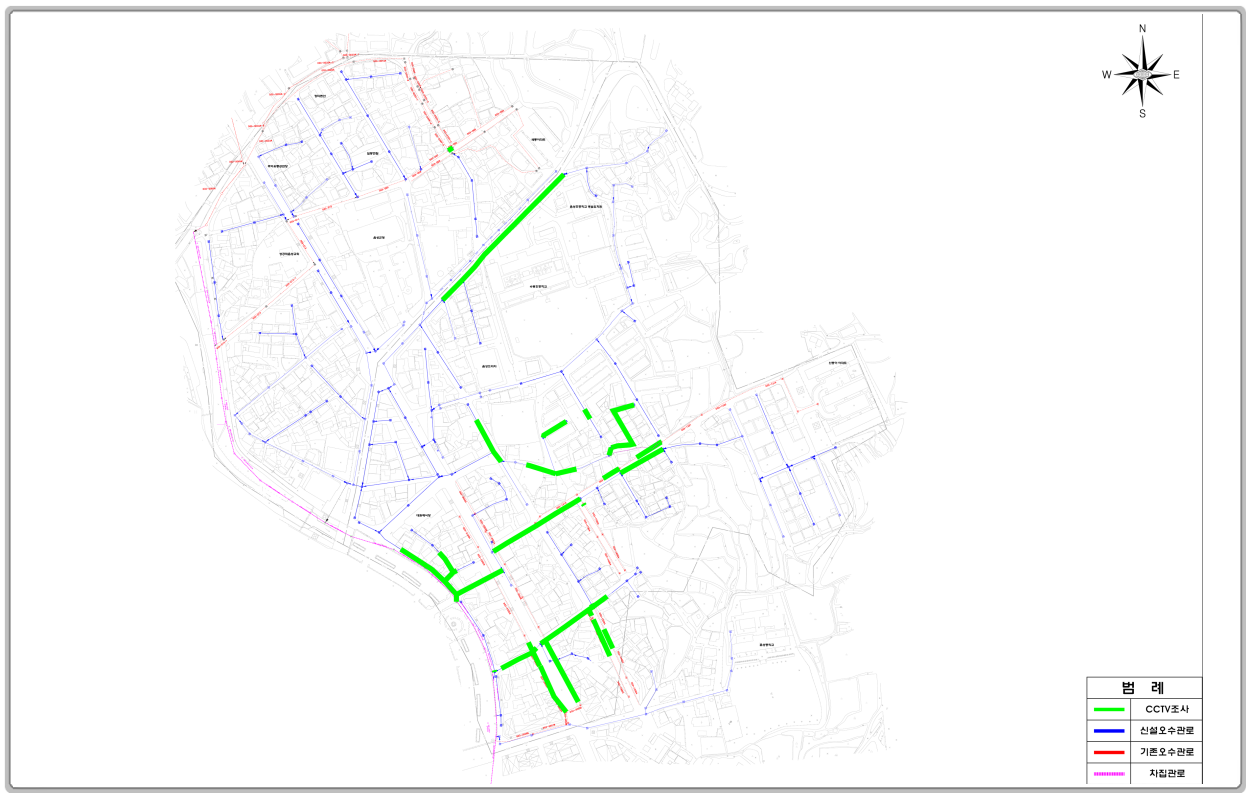
다. 관로내부조사(CCTV조사)

1) 조사내용

○현황 및 문제점에 대한 원인분석을 위해 하수관로에 대한 CCTV조사 수행
➪ 구조적 결함, 침입수 유입 등 문제구간 도출 및 개보수 계획 수립
➪ 전수조사를 원칙으로 물막기를 통한 하수의 흐름이 없는 상태에서 조사 수행
○우수토실에 연결된 합류식 노후BOX에 대한 육안조사 수행

<표 4.2-31> 조사대상 및 조사내용

구 분	내 용	
CCTV조사	조사기간	• 2016
	조사지점	• 하수관로:2.05㎞
	조사방법	• CCTV조사를 실시하여 기존하수관로의 이상항목별 불량 상태에 대한 면밀한 조사를 시행



<그림 4.2-3> 관로내부조사 위치도

2) 조사결과

○ 차집/오수간선관로에 대한 CCTV조사 수행 결과

⇨ 해미천 구간 다량의 불명수 유입(관로 접합부, 이음부 등)

⇨ 불명수유입 및 구조적 결함으로 인한 관로정비 시급

○ 합류식 노후 BOX에 대한 육안조사 수행 결과

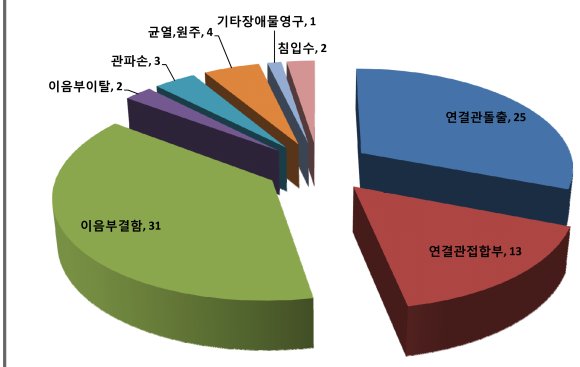
⇨ 6개 우수토실에 연결된 합류식 BOX조사결과 부춘 우수토실에 연결된 합류식 BOX의 구조적 결함으로 불명수가 유입되는 것으로 조사

<표 4.2-32> CCTV조사결과에 의한 이상항목

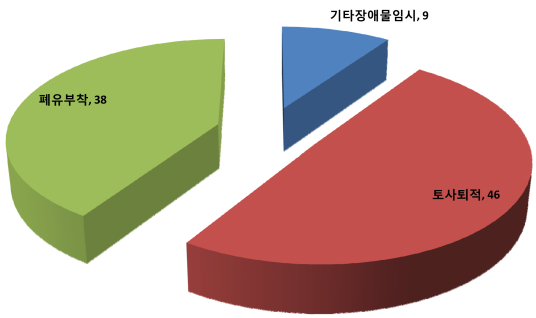
대상연장(m)	2,052.8	주행연장(m)	1,373.2	주행률(%)	66.9

구조적 내부결함						
연결관돌출	연결관접합부	이음부결함	이음부단차	이음부이탈	관파손	균열,길이
25	13	31	–	2	3	–
균열,복합	균열,원주	기타장애물(영구)	표면손상	침입수	소계	
–	4	1	0	2	79	

운영적 내부결함					
기타장애물(임시)	내피생성	뿌리침입	토사퇴적	폐유부착	소계
9	–	–	46	38	94



구조적 내부결함



운영적 내부결함

라. 송연(오접)조사

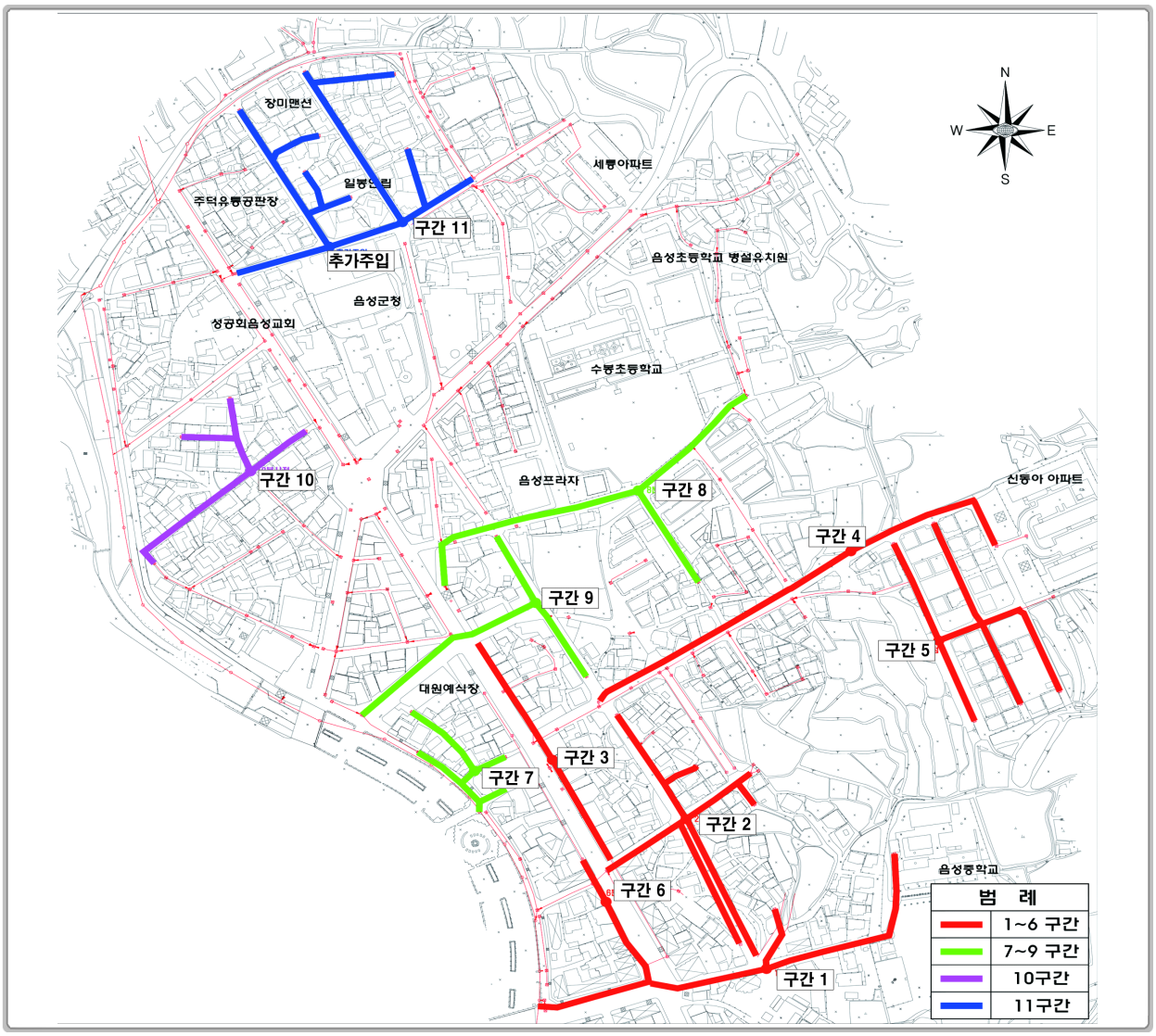
1) 조사내용

○ 본관 및 연결관 등에서의 누연발생 여부에 따른 관로불량 부분을 판단

○ 우수관, 측구 등의 누연으로 인한 오접 개소를 진단

<표 4.2-33> 조사대상 및 조사내용

구 분	내 용	비 고
송연조사 대 상	• 우수맨홀이나 측구, 배수관, 마당배수 등의 오접에 의한 유입수(우수나 지표수) 유입여부를 파악 • 배수관 및 연결관 부근의 측구, 경계석, 맨홀 불량 등에서의 누연발생 유무를 판단해 불량개소를 진단	• 배수설비 계통의 유입지점 육안 확인으로 신뢰도가 높음 • 검사과정이 간단, 신속하며 확인이 명확



<그림 4.2-4> 송연(오접)조사 위치도

2) 조사결과

○ 현황조사 자료를 기초로 하여 오접조사(송연조사) 구간을 선정하여 수행

⇨ 조사연장 3,063.0m 중 본관부 17개소, 맨홀부 11개소, 배수설비부 27개소,

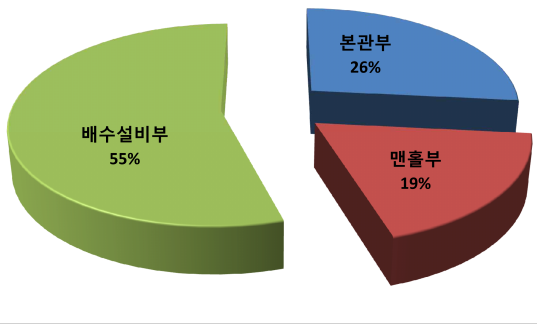
⇨ 조사연장 1,004.0m 중 본관부 9개소, 맨홀부 1개소, 배수설비부 8개소의 이상항목이 조사

○ 배수설비 불량률은 15.7%로 조사됨

가) 송연(오접)조사 결과 집계표

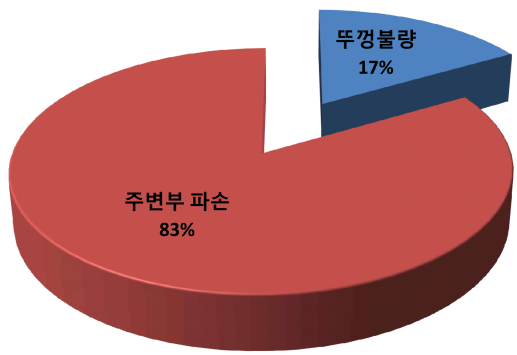
처리구역	이상항목										
	본관부			맨홀부		배수설비부					
	파손	오접		뚜껑	주변	오수받이	정화조	연결관	마당배수	지붕배수	불량률(%)
		측구(우수)	도로/농지배수								
읍내 2	–	–	17	2	9	3	3	8	5	8	17.2
읍내 1	–	–	–	–	1	1	4	–	2	1	12.1
계	–	–	17	2	10	4	7	8	7	9	15.7
	17			12		35					–

나) 부위별 이상항목 비율

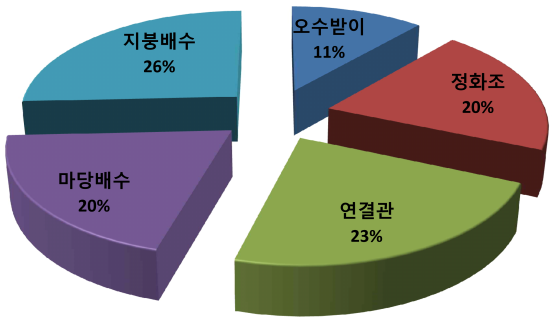


부위별 이상항목

본관부



맨홀부



배수설비부

3) 부위별 누연현황 분류

가) 본관부

○ 본관부는 17개 이상항목은 모두 오접에 의한 도로 및 마당배수 임

처리구역		이상항목			예
		파손	오접		
			측구(우수)	도로/농지배수	
읍내 2	구간-1	-	-	2	
	구간-2	-	-	3	
	구간-3	-	-	3	
	구간-4	-	-	-	
	구간-5	-	-	-	
	구간-6	-	-	6	
	구간-7	-	-	-	
	구간-8	-	-	3	
	구간-9	-	-	-	
읍내 1	구간-10	-	-	-	
	구간-11	-	-	-	
계		-	-	17	
개선방법		우수관이 오수관에 연결되어 있으므로 오접해결			

나) 맨홀부

○ 맨홀 주변부 파손 10개소, 뚜껑불량 2개소로 조사됨

처리구역		이상항목		예
		뚜껑불량	주변부 파손	
읍내 2	구간-1	-	-	
	구간-2	-	-	
	구간-3	-	3	
	구간-4	-	1	
	구간-5	-	-	
	구간-6	-	1	
	구간-7	1	1	
	구간-8	1	-	
	구간-9	-	3	
읍내 1	구간-10	-	1	
	구간-11	-	-	
계		2	10	
개선방법		맨홀 주변부 보수 및 뚜껑교체		

다) 배수 설비부

○ 오수받이의 수밀성 불량 4개소, 정화조 주변부 파손 7개소, 연결관불량 8개소 마당배수 오접 7개소, 지붕배수 오접 9개소가 조사되었다.

○ 유입수 발생 : 강우시 배수 설비부를 통해 우수가 오수관에 유입됨으로 하수처리비용 증가됨

처리구역		이상항목				
		오수받이	정화조 주변부파손	연결관불량	마당배수	지붕배수
읍내 2	구간-1	-	1	1	-	-
	구간-2	-	-	3	3	
	구간-3	-	-	1	1	1
	구간-4	1	-	1	-	-
	구간-5	1	1	2	1	4
	구간-6	-	-	-	-	-
	구간-7	-	-	-	-	-
	구간-8	-	1	-	-	-
	구간-9	1	-	-	-	3
읍내 1	구간-10	1	2	-	2	-
-	구간-11	-	2	-	-	1
계		4	7	8	7	9

오수받이 주변부 파손

정화조 주변부 파손

연결관 파손

마당배수

지붕배수

개선방법	배수설비 정비 필요 : 교체, 보수, 오접문제 해결

마. 우수토실 현황조사

○ 현장조사 결과를 바탕으로 현재 음성처리구역내 존치하고 있는 4개 우수토실의 운영현황을 파악하고 문제점을 분석하여 해결방안 제시

1) 우수토실별 조사결과 및 정비방안

가) 우수토실 1

<표 4.2-34> 우수토실1 조사결과 및 정비방안

구 분	내 용					
우수토실 유역도						
조사결과	운영상태	배수유역면적(ha)	관로연장(km)	차집연결관		배수설비 미정비
	간헐적 운영	4.42	1.28	BOX 1.0X1.0		-
	유입유량(㎥/일)	유입수질 (BOD-mg/L)	월류발생 강우강도 (mm/hr)	연결박스 육안조사 결과		
	-	-	-	-	-	-
				-	-	-
현황 및 문제점	• 음성1 우수토실의 배수유역면적은 4.42ha로 배수설비 미정비가옥이 존치하며, 현재 음성 5일장에 맞춰 간헐적 운영중임					
정비방안	• 폐쇄예정					

바. 관로현황조사

1) 조사내용

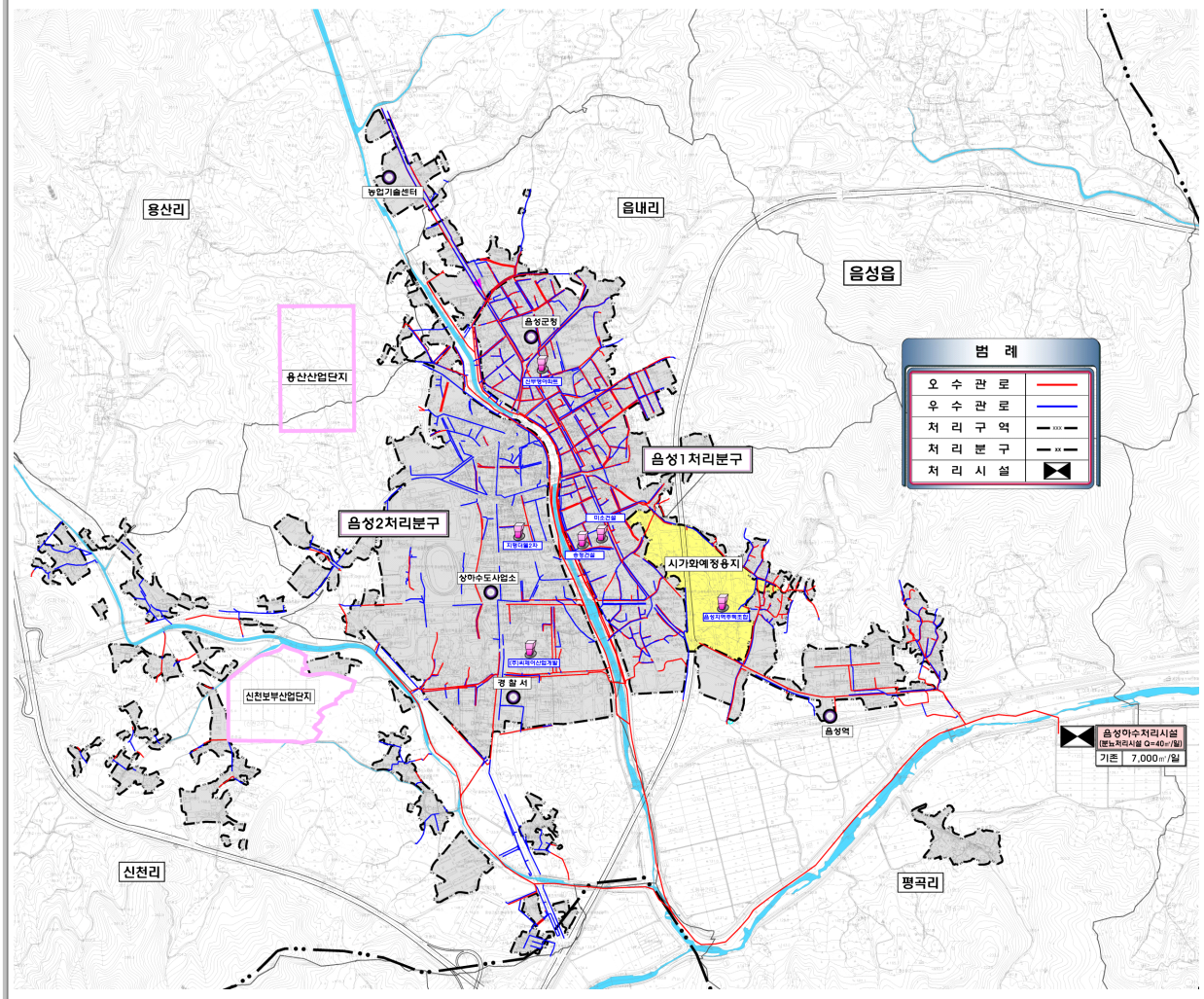
◦맨홀내부의 불명수 유입, 맨홀이음부 정상상태 확인, 맨홀뚜껑 상태 등 조사

◦하수도대장 불일치 및 매몰맨홀구간 등 맨홀확인이 불가한 구간의 관로현황조사 및 매몰맨홀 탐사

◦처리구역내 실제 현황을 반영한 수리검토 기초자료 제공

<표 4.2-35> 조사대상 및 조사내용

구 분	내 용	
관로현황조사	조사지점	· 음성 공공하수처리시설 유입 오수지선, 차집관로 및 오수간선관로 · 음성처리구역 내 우수관로
	대상관로	· 기존관로 98,246m, 음성처리구역 내 맨홀조사



<그림 4.2-5> 관로현황조사 위치도

<표 4.2-36> 관로현황조사 대상관로

(단위 : m)

구 분		계	하천구간			육상구간			비고
			소계	음성천	소여천	소계	음성천	기타	
계		98,246	9,408	7,789	1,618	88,838	2	88,836	
음성 처리 구역	D80	249	–	–	–	249	–	249	
	D150	248	–	–	–	248	–	248	
	D200	9,780	16	16	–	9,764	2	9,762	
	D250	408	–	–	–	408	–	408	
	D300	24,237	1,099	1,099	–	23,138	–	23,138	
	D400	8,770	91	91	–	8,679	–	8,679	
	D450	4,302	–	–	–	4,302	–	4,302	
	D500	13,692	3,628	2,377	1,251	10,064	–	10,064	
	D600	16,813	155	–	155	16,658	–	16,658	
	D700	3,451	2,425	2,425	–	1,026	–	1,026	
	D800	3,967	212	–	212	3,755	–	3,755	
	D900	2,022	1,782	1,782	–	240	–	240	
	D1000	1,674	–	–	–	1,674	–	1,674	
	D1100	106	–	–	–	106	–	106	
	D1200	264	–	–	–	264	–	264	
	D1500	6	–	–	–	6	–	6	
	BOX	8,258	–	–	–	8,258	–	8,258	

<표 4.2-37> 관로현황조사 대상맨홀

(단위 : 개소)

구 분	계	육상구간	하상구간		
			소계	소여천	음성천
구거용맨홀	46	46			
원형1호	1,042	984	58	2	56
원형2호	62	62			
원형3호	9	8	1		1
원형4호	3	3			
특1호	792	786	6	1	5
특2호	186	183	3		3
특3호	54	54			
특4호	6	6			
특5호	23	9	14		14
확인불가	265	191	74	22	52
총 합계	2,488	2,332	156	25	131

구 분	계	육상구간	하상구간		
			소계	소여천	음성천
개폐불가	267	198	69	22	47
복개맨홀	27	23	4		4
총 합계	294	221	73	22	51

2) 조사결과

○ 관로현황조사(기존관로조사, 맨홀조사) 수행 결과

⇨ 조사결과 일부 맨홀 중 개폐불가로 조사가 불가한 구간으로 맨홀 지속적인 유지관리 필요

⇨ 대장도와 상이한 노선변경구간 확인(오수간선관로 문제점 수록)

2.2.3 원인분석 및 해결방안

○ 현황 및 문제점 분석과 실태조사 결과를 토대로 수집·이송단계의 원인분석 및 해결방안 수립

<표 4.2-38> 원인분석 및 해결방안

구 분		원인분석	해결방안
수집 단계	배수설비	· 배수설비 관리대장 없음 · 강우시 배수설비를 통해 우수가 오수관에 유입됨으로 하수처리비용 증가 · 배수설비 불완전 정비	· 배수설비 정비계획 수립 ⇨ 시설현황 조사로 하수관로 효율 극대화 · 송연(오접)조사 시행 ⇨ 배수설비 정비가 필요한 구간 교체, 보수, 오접문제 해결 · 배수설비 불완전 정비에 대한 대책수립 ⇨ 기존관 활용 배수설비의 지속적 관리
	지선관로	· 하수관로 준공 현황 미반영 ⇨ 관로 현황파악 및 유지관리 어려움 · 하수관로 현황 미정비	· 하수도대장의 지속적인 보완 · 하수관로 기술진단을 통해 관로현황파악 ⇨ 관로내부조사, 오접에 대한 염료 및 연막검사 등 수행으로 불량관로 도출 후 관로정비 시행
	맨홀 펌프장	–	–
이송 단계	우수토실	· 음성1처리분구 우수토실 ⇨ 음성5일장 운영 · 음성2처리분구 ⇨ 차집 오리피스에 나뭇가지 등에 의해 막혀 하천에 오수 월류	· 우수토실 폐쇄예정 ⇨ 음성 하수관로정비사업(3차)에서 우수토실 폐쇄예정임.
	차집 및 오수간선 관로	· 실제 조사결과, 차집관로 위치가 대부분 하상에 위치하여 접근 어려움 · RDII 분석 결과 I/I 유입이 큼	· 오수간선관로를 차집관로와 병렬로 신설함. ⇨ 차집관로는 폐쇄예정임.

2.2.4 수집-이송단계 정비계획

가. 배수설비

○ 금회 466가옥 배수설비 신설계획 수립

<표 4.2-39> 단계별 배수설비계획

(단위 : 개소)

처리구역	처리분구	계	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
음성공공		466	294	172	–	–	–
음성	음성1	172	–	172	–	–	–
음성	음성2	294	294	–	–	–	–

나. 오수지선관로

1) 오수지선관로 신설

○ 공사중인 3단계 음성하수관로정비사업(공정율 75%) 잔여 물량과 추가처리구역 자연유하관로 L = 8,737m 계획

<표 4.2-40> 단계별 오수지선관로 신설계획

(단위 : m)

처리구역	처리분구	관경 (mm)	계	2020년	2025년	2030년	2035년
음성	**자연유하**	–	**8,737**	**5,339**	**3,398**	–	–
음성	음성1	D200	3,652	254	3,398	–	–
음성	음성2	D200	2,642	2,642	–	–	–
		D300	1,670	1,670	–	–	–
		D400	262	262	–	–	–
		D500	511	511	–	–	–

주) 음성1처리분구 신설관로계획은 3단계 음성하수관로정비사업 현재공정(75%) 잔여 물량(25%) 적용

2) 오수지선관로 개량계획

○ 수리계산 시 통수능 부족에 대한 관로 개량

○ 기본계획 특성상 지선관로에 대한 세부 조사시행에 한계가 있어 음성읍 하수관로 기술진단 시 수립된 굴착보수 0.926%, 전체보수 5.359%, 부분보수 0.926%개량 확대 적용

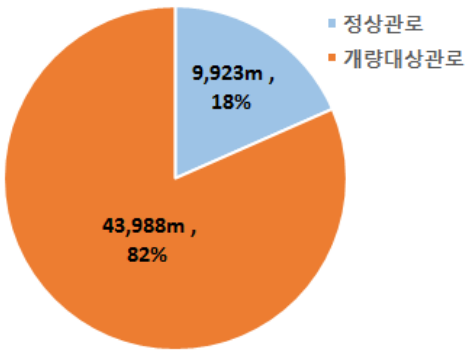
⇨ 향후 사업 시행시 하수관로기술진단를 통해 정확한 정비대상 및 목표 I/I저감량 달성 필요

○ 오수관로 수리검토 결과 통수능 부족 관로는 없으며 유지관리 대상관로는 43,984m로 검토됨

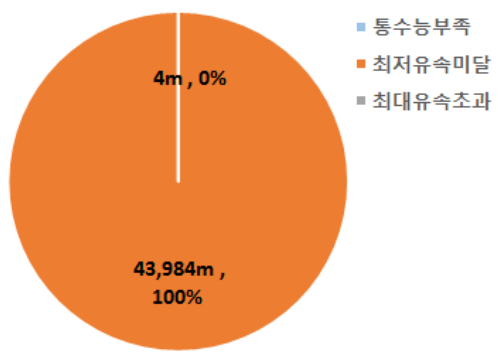
<표 4.2-41> 오수관로 수리검토결과

(단위 : m)

구 분	관경 (mm)	계	통수능부족	최저유속 미달	최대유속 초과	비고
음성처리구역	D150	249	-	249	-	
	D200	19,973	-	19,973	-	
	D250	296	-	296	-	
	D300	17,568	-	17,568	-	
	D400	2,602	-	2,598	4	
	D500	2,996	-	2,996	-	
	D600	219	-	219	-	
	D700	86	-	86	-	
	소계	43,988	-	43,984	4	



개량대상관로



유지관리대상관로

<표 4.2-42> 굴착보수

(단위 : m)

구 분	처리구역	관 경	계	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
굴착보수	음성	D150	-	-	-	-	-	
		D200	84	-	84			
		D250	3	-	3			
		D300	181	-	181			
		D400	42	-	42			
		D500	6	-	6			
		D600	1	-	1			
		계	317	-	317			

<표 4.2-43> 전체보수

(단위 : m)

구 분	처리구역	관 경	계	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
전체보수	음성	D150	14	-	14	-	-	
		D200	485	-	485			
		D250	16	-	16			
		D300	1045	-	1045			
		D400	241	-	241			
		D500	35	-	35			
		D600	6	-	6			
		계	1,842	-	1,842			

<표 4.2-44> 부분보수

(단위 : 개소)

구 분	처리구역	관 경	계	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
일반보수	음성	D150	3	-	3	-	-	
		D200	84	-	84			
		D250	3	-	3			
		D300	181	-	181			
		D400	42	-	42			
		D500	6	-	6			
		D600	1	-	1			
		계	320	-	320			

다. 차집관로 및 오수간선관로

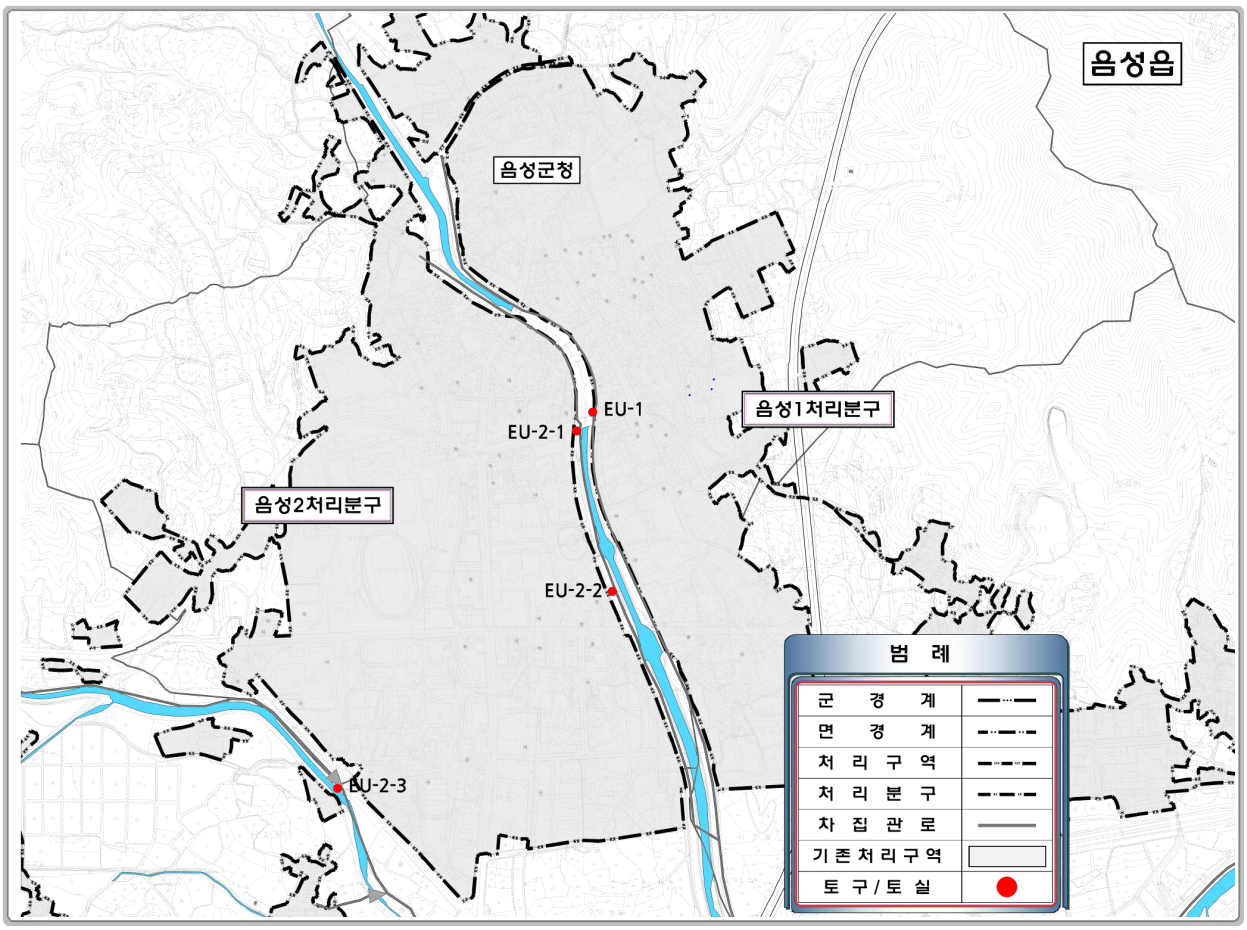
○ 유량 및 수질조사 결과 일평균하수량 8,515㎥/일 중 침입수량이 4,972㎥/일로 침입율이 58%로 조사되어 차집관로 관로기술진단을 통해 정비계획 수립 필요

라. 우수토실

1) 우수토실 폐쇄계획

○ 우수토실 4개소는 3단계 음성하수관로정비사업이 완료되는 2018년 9월경에 폐쇄할 계획임.

가) 우수토실 위치도(폐쇄)



<그림 4.2-6> 음성2처리분구 우수토실(폐쇄) 위치도

2) 우수토실 관리방안

"해당사항 없음"

마. 우수관로계획

1) 우수유출량 산정식

○ 우수유출량 산정 방법에는 합리식, 경험식, SCS합성 수문곡선 및 기타 여러 가지가 있으나 본 계획에서는 국내에서 일반적으로 가장 많이 사용되며 하수도 시설기준에 원칙적으로 명시 사용되고 있는 '합리식' 을 계획우수유출량 산정식으로 적용하였다.

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A$$

여기서, Q : 계획우수 유출량 (㎥/s)
C : 유출계수
I : 강우강도 (㎜/h)
A : 배수면적 (ha)

○ 합리식에 의한 첨두유량은 호우가 배수구역의 전 유역에서 모였을 때 즉, 배수구역의 최원점에서 내린 빗방울이 유출구에 도달했을 때 최대 유출량이 생기는 것으로 계획한다.

○ 이때, 유달시간은 지표면을 따라 흘러서 하수관거에 유입하기까지의 유입시간과 하수관거에 유입해 관내를 유하하면서 유출량 산정지점에 도달할 때까지의 유하시간과의 합으로서, 이 유달시간에 해당하는 강우지속 시간내의 강우강도를 설계빈도에 맞추어 계산 적용한다.

○ 합리식의 적정 적용 범위는 작은 배수구역에 사용토록 규정되어 있으며, 적용면적은 500ha 이내로 되어 있다.

○ 우수유출량 산정식으로 사용되는 합리식, 경험식, SCS 합성법을 비교, 요약하면 다음과 같다.

<표 4.2-45> 우수유출량 산정식 비교

구 분	합 리 식	경 험 식	SCS 합성법
공 식	$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A$ Q : 계획우수유출량 (㎥/s) C : 유출계수 I : 강우강도 (㎜/h) A : 배수면적 (㏊)	$Q = C \cdot I \cdot A \ n\sqrt{(S/A)}$ Q : 계획우수유출량 (㎥/s) C : 유출계수 I : 강우강도 (㎜/h) A : 배수면적 (㏊) S : 지표면 평균구배 (‰) n : 정 수 – Burkli-Ziegler 식 : 4 – Brix 식 : 6	$Q = \frac{(P - A)^2}{P - IA + S}$ $S = \frac{1,000}{CN} - 10$ Q : 강우초기에서부터의 누가유출고 (in) P : 강우초기에서부터의 누가강우량 (in) IA : 초기 손실량 (유출시작 직전 까지의 차단, 지면저류량 및 침투량의 누계)(in) S : 최대 침투가능량(in) CN : 유출곡선지수

<표 계속> 우수유출량 산정식 비교

구 분	합 리 식	경 험 식	SCS 합성법
개 요	가장 일반화된 식으로 유달시간에 상당하는 강우강도의 비가 배수구역 내에 균등히 내릴때 지체현상이 생기지 않는 최대 유출량 산출법	특정지역의 강우 관측자료를 바탕으로 만들어진 것으로서 배수구역의 지형, 지세 등에 의해 지체현상이 고려되는 것으로 특정도시에 적용하기 위한 특정계수가 산정되어야 한다	미국 농무성 토양보전국에서 만들어진 식으로 유출수문곡선을 작성할 수 있으며 첨두 유출량은 CN과 유달 시간의 지배를 받는다.
적 용 면 적	500ha 미만	100ha 미만	2,590ha 미만
채 택	◉		

2) 강우강도식 산정

○ 음성군 소하천정비 종합계획(변경)의 이천관측소의 강우자료(44년)를 지속시간별 최대강우량을 조사 분석하여 강우강도식 General 형 : $I=\frac{a}{t^b+c}$ 적용

여기서, I : 강우강도(mm/hr), t : 강우지속기간(분), a, b, n : 최소자승법에 의해서 구할 수 있는 상수

○ 기존 음성군 하수도정비기본계획 변경, 음성군 방재성능 목표, 음성군 풍수해저감 적용 강우강도식을 비교 검토하여 빈도별 강우강도식 결정

가) 강우강도식 산정

○ 강우강도식은 강우강도—지속기간—재현기간(I–D–F) 관계를 나타내는 식으로서 상기에서 구한 지속기간별 지점확률강우량으로부터 유도할 수 있다. 이를 유도하는 이유는 강우량자료 수집이 곤란한 임의 지속기간에 대한 지점확률강우량을 산정할 수 있도록 하기 위함이다.

○ 일반적으로 강우 관측소의 강우계측 최소단위가 1시간인 경우가 많아 이 자료를 기초로 산정한 확률강우량은 1시간 단위 이하의 값을 가지기 어렵다. 따라서 좀 더 세밀한 지속시간의 확률강우량 값을 구하기 위해서는 확률강우강도–지속기간–재현기간관계를 나타내는 식에 의한 값으로 변환하는 작업이 필요하다. 즉, 확률강우량을 강우강도로 변환 시킨 후, 최소자승법을 이용하여 확률년별 강우강도–지속기간 관계식을 유도하고, 유도된 공식에 의한 값과 원 자료 값과의 편차를 계산하여 최소 값을 가지는 식을 확률강우강도식으로 채택해야 한다. 강우강도란 단위 시간당 내리는 강우량의 크기(mm/hr)를 의미하며, 설계홍수량의 결정을 위하여 일반적으로 널리 사용되고 있다.

○ 강우강도와 지속시간과의 관계를 나타내는 IDF(Intensity Duration Frequency) 곡선식은 지역에 따라 상이하나 일반적으로 Talbot Type, Sherman Type, Japanese Type, General Type의 4가지 형태의 곡선식이 이용되어 왔으며, 최근에는 『확률강우량도 개선 및 보완 연구(2011.11,국토해양부)』에서 6차 다항식 형태의 곡선식을 제시한 바 있다.

•Talbot Type : $I = \frac{a}{t+b}$

•Sherman Type : $I = \frac{a}{(t)^b}$

•Japanese Type : $I = \frac{a}{\sqrt{t}+b}$

•General Type : $I = \frac{a}{t^b+c}$

•6차 다항식: $\ln(\mathrm{I}) = \mathrm{a} + \mathrm{b}\ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3 + e(\ln(t))^4 + f(\ln(t))^5 + g(\ln(t))^6$

여기서, I : 강우강도(mm/hr)

t : 지속시간(min)

$a,\ b,\ c,\ d,\ e,\ f,\ g,\ n$: 지역에 따라 서로 다른 값을 가지는 상수

○ 본 과업에서는 음성군 소하천정비 종합계획(변경)의 General 형은 상관관계수가 더 높아 금회 확률강우강도식으로 채택하였다.

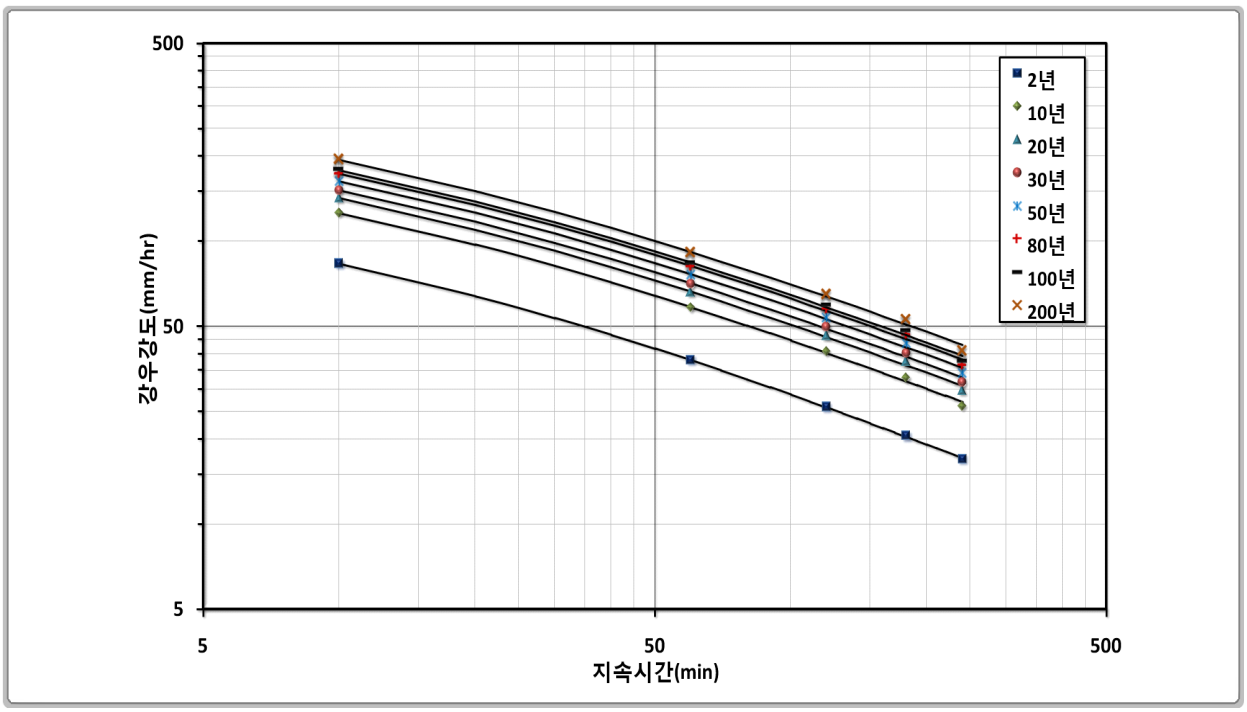
<표 4.2-46> 빈도별 강우강도식 산정결과

재현기간(년)	구분	Talbot	Sherman	Japanese	General
10	a	6,464.500	365.926	463.976	1,168.474
	b	41.703	0.461	0.512	0.666
	c	–	–	–	4.638
	R^2	0.9919	0.9971	0.9980	0.9997
20	a	7,387.116	410.095	529.520	1,311.513
	b	42.364	0.458	0.554	0.663
	c	–	–	–	4.621
	R^2	0.9916	0.9970	0.9980	0.9997
30	a	7,935.175	433.665	568.185	1,409.993
	b	42.908	0.456	0.588	0.663
	c	–	–	–	4.720
	R^2	0.9914	0.9969	0.9979	0.9996
50	a	8,582.758	467.476	614.422	1,503.653
	b	43.024	0.455	0.595	0.661
	c	–	–	–	4.636
	R^2	0.9913	0.9969	0.9979	0.9995

<표 계속> 빈도별 강우강도식 산정결과

재현기간(년)	구분	Talbot	Sherman	Japanese	General
80	a	9,206.897	494.139	658.432	1,610.955
	b	43.541	0.453	0.627	0.661
	c	–	–	–	4.714
	R^2	0.9911	0.9967	0.9978	0.9995
100	a	9,478.955	509.858	678.007	1,635.566
	b	43.461	0.453	0.622	0.658
	c	–	–	–	4.599
	R^2	0.9910	0.9968	0.9979	0.9995
200	a	10,374.526	552.305	741.539	1,771.071
	b	43.825	0.452	0.644	0.656
	c	–	–	–	4.582
	R^2	0.9907	0.9967	0.9978	0.9994

재현기간 (년)	6차 전대수 다항식 매개변수						
	a	b	c	d	e	f	g
10	4.1862	−0.2588	−0.5834	0.2257	0.1280	−0.0905	0.0136
20	4.3118	−0.2401	−0.6324	0.2476	0.1388	−0.0987	0.0148
30	4.3779	−0.2324	−0.6544	0.2579	0.1436	−0.1024	0.0154
50	4.4540	−0.2200	−0.6816	0.2690	0.1498	−0.1069	0.0161
80	4.5193	−0.2126	−0.7014	0.2779	0.1542	−0.1102	0.0166
100	4.5494	−0.2105	−0.7086	0.2814	0.1557	−0.1113	0.0168
200	4.6354	−0.2018	−0.7311	0.2914	0.1607	−0.1151	0.0173



<그림 4.2-7> IDF 곡선

나) 확률강우량

◦음성군 소하천정비 종합계획(변경) 과 『확률강우량 개선 및 보완 연구(2011. 11, 국토해양부)』의 확률강우량을 분석한 결과 분석한 값과 유사한 것으로 나타났으며, 음성군 소하천정비 종합계획(변경) 확률강우량이 적정한 것으로 판단된다.

빈도 (년)	구분	지속시간별 확률강우량(mm)										
		10분	60분	120분	180분	240분	360분	540분	720분	900분	1080분	1440분
2	①	15.6	42.7	59.1	70.7	79.7	98.5	118.1	131.7	142.0	150.2	162.4
	②	18.0	43.4	57.9	69.3	79.2	95.8	114.7	128.6	139.1	147.2	158.7
10	①	22.8	65.8	90.6	107.5	120.9	155.7	191.6	216.4	234.4	248.1	267.3
	②	29.3	63.8	85.9	104.8	121.7	151.3	186.8	214.1	235.2	251.8	275.4
20	①	25.5	74.5	102.6	121.5	136.6	177.4	219.7	248.8	269.8	285.5	307.2
	②	33.6	71.6	96.9	118.6	138.2	172.6	214.3	246.8	272.2	292.2	321.1
30	①	27.1	79.6	109.5	129.6	145.7	190.0	235.9	267.4	290.1	307.0	330.1
	②	36.1	76.1	102.9	126.3	147.6	185.1	230.6	266.0	293.5	315.1	346.0
50	①	29.1	85.9	118.2	139.7	157.1	205.7	256.1	290.7	315.5	333.9	358.8
	②	39.2	81.7	110.7	136.0	159.2	200.0	250.0	288.9	319.4	343.5	378.0
80	①	30.9	91.7	126.1	149.0	167.4	220.0	274.6	312.1	338.8	358.5	384.9
	②	42.0	86.8	117.7	144.9	169.9	214.2	268.5	310.9	344.1	370.2	407.5
100	①	31.7	94.4	129.9	153.4	172.4	226.8	283.3	322.1	349.8	370.2	397.4
	②	43.4	89.3	121.1	149.1	174.9	220.7	276.9	321.0	355.5	382.8	422.1
200	①	34.4	102.9	141.5	167.0	187.6	247.8	310.5	353.5	384.0	406.4	436.0
	②	47.5	96.8	131.4	162.2	190.7	241.4	303.9	352.9	391.2	421.5	464.5

주) ① : 음성군 소하천정비 종합계획(변경)
② : 『확률강우량 개선 및 보완 연구(2011. 11, 국토해양부)』

다) 강우강도식 결정

◦하수도시설기준 상 하수관거의 확률년수는 10~30년 원칙으로 하며, 지역의 특성 또는 방재상 필요성 등을 고려하여 지선관로는 10년, 간선관로는 30년을 적용하였다.

<표 4.2-47> 본 계획적용 확률강우강도식

구 분	공 식	비 고
10년	$I = \frac{1,548.777}{t^{0.695} + 6.371}$ = 65.8 ㎜/hr	지선관로(D〈700㎜)
30년	$I = \frac{2,095.232}{t^{0.714} + 7.707}$ = 79.6 ㎜/hr	간선관로(D≥700㎜)

다) 강우강도식 비교 검토

○ 당초 하수도정비상의 강우강도식, 음성군 방재성능목표의 1시간기준 강우강도, 음성군 풍수해저감종합계획, 채택된 강우강도식(General형, 확률빈도 30년)을 비교 검토하였다.

(1) 기존 하수도정비 강우강도식

○ 기존 강우강도식과 금회분석한 강우강도식을 이용하여 빈도별 지속시간별 강우강도를 비교한 바, 금회 산정된 강우분석 결과가 크게 나타났으며 설계안정적인 측면에서 금회 강우강도식을 설계에 반영하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

<표 4.2-48> 기존 하수도정비 강우강도식

구 분	기존 하수도정비 강우강도식		국지성 집중호우를 반영한 강우강도식	
	지선관거	간선관거	지선관거	간선관거
강우강도 (㎜/hr) / 지속시간 (min)	$I_5 = \frac{361.71}{\sqrt{t} - 0.54}$	$I_{10} = \frac{428.05}{\sqrt{t} - 0.49}$	$I_{30} = \frac{528.61}{\sqrt{t} - 0.43}$	$I_{50} = \frac{574.35}{\sqrt{t} - 0.41}$
10	22.99	26.70	32.24	34.78
30	36.63	42.91	52.37	56.67
40	41.69	48.91	59.79	64.74
50	46.15	54.20	66.33	71.85

(2) 음성군 방재성능 목표 검토

○ 목 적 : 도심지 침수피해를 최소화하기 위하여 도시지역 내 배수시설이 통합 방재성능을 발휘토록 방재성능목표를 설정 공표함.

○ 근 거 : 자연재해대책법 제16조의4(지역별 방재성능목표 설정·운용)

○ 방재성능목표

구 분	강우지속기간		
	1시간	2시간	3시간
강우강도(㎜/hr)	80	105	130

○ 방재성능목표 적용(운용) 대상

– 「자연재해대책법」 시행령 제14조의6제1항에 따라 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항제1호에 따른 도시지역에 있는 다음 각 호의 시설

가. 「소하천정비법」 제2조제3호에 따른 소하천부속물 중 제방

나. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호마목에 따른 방재시설 중 유수지(遊水池)

다. 「하수도법」 제2조제3호에 따른 하수도 중 하수관로

라. 「자연재해대책법」 시행령 제55조제12호에 따라 행정안전부장관이 고시하는 시설 중 행정안전부장관이 정하는 시설

○ 방재성능목표 적용(운용)

– 도시지역*내에 기 설치된 방재시설**에 대해 방재성능목표를 적용하여 홍수처리 능력 등 방재성능을 평가

가. 평가 결과 기존 방재시설의 성능 부족으로 내수침수가 발생되는 것으로 검토되는 지역에 대한 방재정책 *** 수립을 위한 배수구역내 홍수유출량 산정시 방재성능목표 적용

* 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」제36조제1항제1호의 규정에 따른 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역

** 하수관로, 배수(빗물)펌프장, 우수유출저류시설, 저류지, 유수지, 소하천 등

*** 기존 방재시설 정비(신설 · 증설 · 확장 등) 또는 배수구역내 홍수량 분담을 위한 배수체계 개선(우수유출저감시설, 고지배수로 설치 등) 등의 구조적 · 비구조적 개선대책

– 택지개발 등 새로운 도시기반 계획수립시 설계기준에 따라 계획한 방재시설*의 성능이 방재성능목표에 부합하는지를 평가

가. 평가 결과 계획된 방재시설의 성능이 부족할 경우 배수체계 개선**방안 검토를 위한 배수구역내 홍수유출량 산정시 적용

* 하수관로 등 방재시설의 계획(규격 · 규모 등)은 개별법령에 따른 관련 설계기준에서 제시한 재현기간(설계빈도)을 적용하여야 함

** 홍수량 분담을 위한 유수지, 우수유출저감시설, 고지배수로 설치 등의 개선대책

(3) 음성군 풍수해저감종합계획 강우강도 검토

○ 방재성능목표 75㎜/hr(30년빈도)를 기준으로 관거부족으로 인하여 월류 등의 위험요인이 발생하는 27개 지구를 위험지구로 선정되었으며, 수계별로는 음성천 수계의 읍내3지구 외 4개소, 미호천 수계의 성산1지구 외 11개소와 응천 수계의 무극1지구 외 7개소와 청미천 수계의 오향1지구 외 1개소로 검토되었다.

빈도	시강우	시간단위	적용분포형
20년	69.77mm/hr	6분	Huff 2분위
30년	74.49mm/hr	6분	〃
50년	80.43mm/hr	6분	〃
100년	88.41mm/hr	6분	〃
200년	96.42mm/hr	6분	〃
300년	101.07mm/hr	6분	〃

(4) 강우강도식 비교 검토

○ 당초 하수도정비상의 강우강도식, 음성군 방재성능목표의 1시간기준 강우강도, 음성군 풍수해저감종합계획, 채택된 강우강도식(General형, 확률빈도 30년)을 비교 검토한 결과,
금회 채택된 강우강도가 79.6㎜/hr로 음성군 방재성능목표와 유사하며 가장 상관관계수가 더 높아 금회 확률강우강도식으로 채택하였다.

구 분	당초 하수도정비	음성군 방재성능 목표	풍수해 저감종합대책	금회 채택 (General형)
강우강도(㎜/hr)	71.85	80	75	79.6

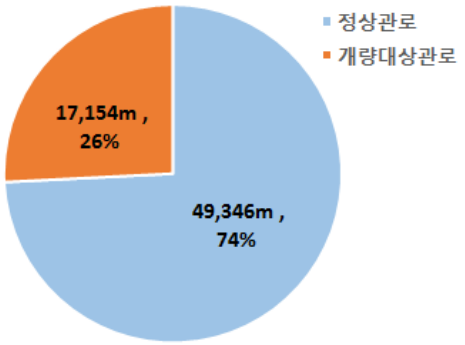
3) 수리검토 결과

○ 우수관로 수리검토 결과 통수능 부족 관로는 2,265m, 유지관리 대상관로는 14,889m로 검토됨

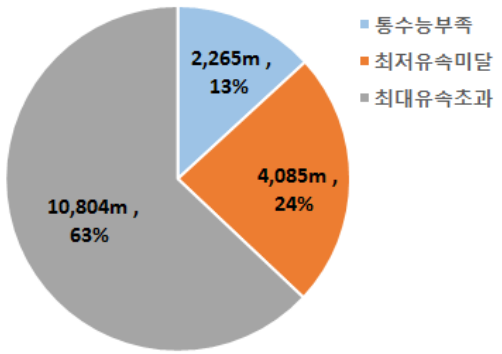
<표 4.2-49> 우수관로 수리검토결과

(단위 : m)

구 분	관경(mm)	계	통수능부족	최저유속 미달	최대유속 초과	비고
음성처리구역	B2.0m미만	3,977	466	519	2,992	
	B2.0~5.0m	160			160	
	D200~D500	5,326	958	2,456	1,911	
	D600~D1,000	7,201	805	1,110	5,286	
	D1,000이상	491	37		455	
	소계	17,154	2,265	4,085	10,804	



개량대상관로



유지관리대상관로

4) 단계별 개량계획

○ 수리검토 결과에 의한 우수관로 단계별 개량계획 수립

⇨ 1단계 굴착교체 2,265m 계획

<표 4.2-50> 단계별 개량계획(굴착교체)

(단위 : m)

처리구역	관 경(mm)	계	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
음성 처리 구역	B2.0미만	355.1	–	8.1	347	–	
	B2.0~2.5	–	–	–	–	–	
	D200~D500	513	–	326	187	–	
	D600~D900	1,006	–	701	305	–	
	D1,000이상	390	–	316	74	–	
	계	2,264.1	–	1,351.1	913	–	

바. 하수저류시설 계획

1) 개요

하수저류시설은 계획구역 공공하수도와 연결하여 초기빗물에 포함된 오염물질 유출저감 및 도시 내수침수방지, 물 재이용을 위하여 하수를 일시적으로 저장하는 시설이다.

하수저류시설 설치 목적에 따라 도시현황 및 지역특성과 오염물질저감대책, 종합적 치수대책, 단계별 하수관로정비계획 및 자연재해방재계획, 저류수 재이용계획을 고려하여 설치위치 및 시설규모 등을 검토하여야 한다.

따라서, 내수침수방지(관로개량계획반영)과 물 재이용 시설은 본 계획에서 제외하고 초기빗물에 포함된 오염물질 유출저감 계획에 대해 음성군 처리구역별 하수도 배제 특성 합류식지역의 미처리하수와 분류식지역의 초기우수에 대하여 일반적인 내용과 함께 지역 유역특성에 맞는 유출억제 방안을 강구하고자 한다.

2) 합류식지역의 미처리하수(CSOs) 월류현황 실태 분석

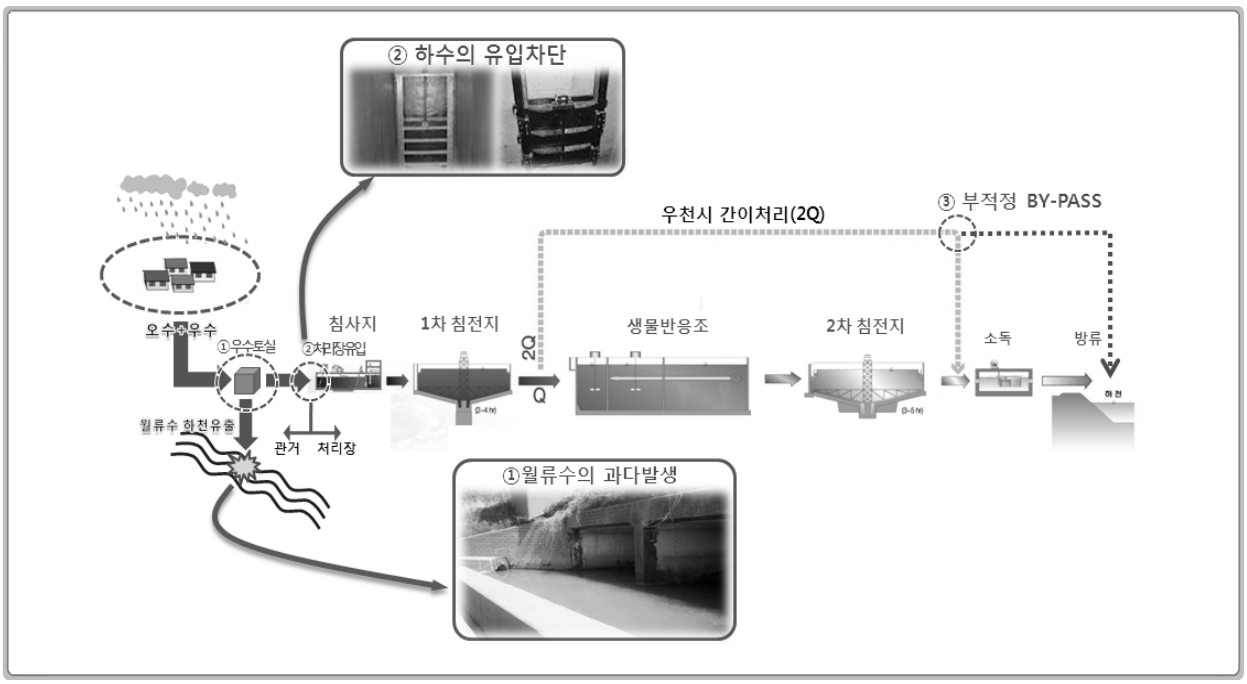
가) 개 요

일반적인 합류식 지역의 미처리하수(CSOs) 월류 현황은 다음과 같다.

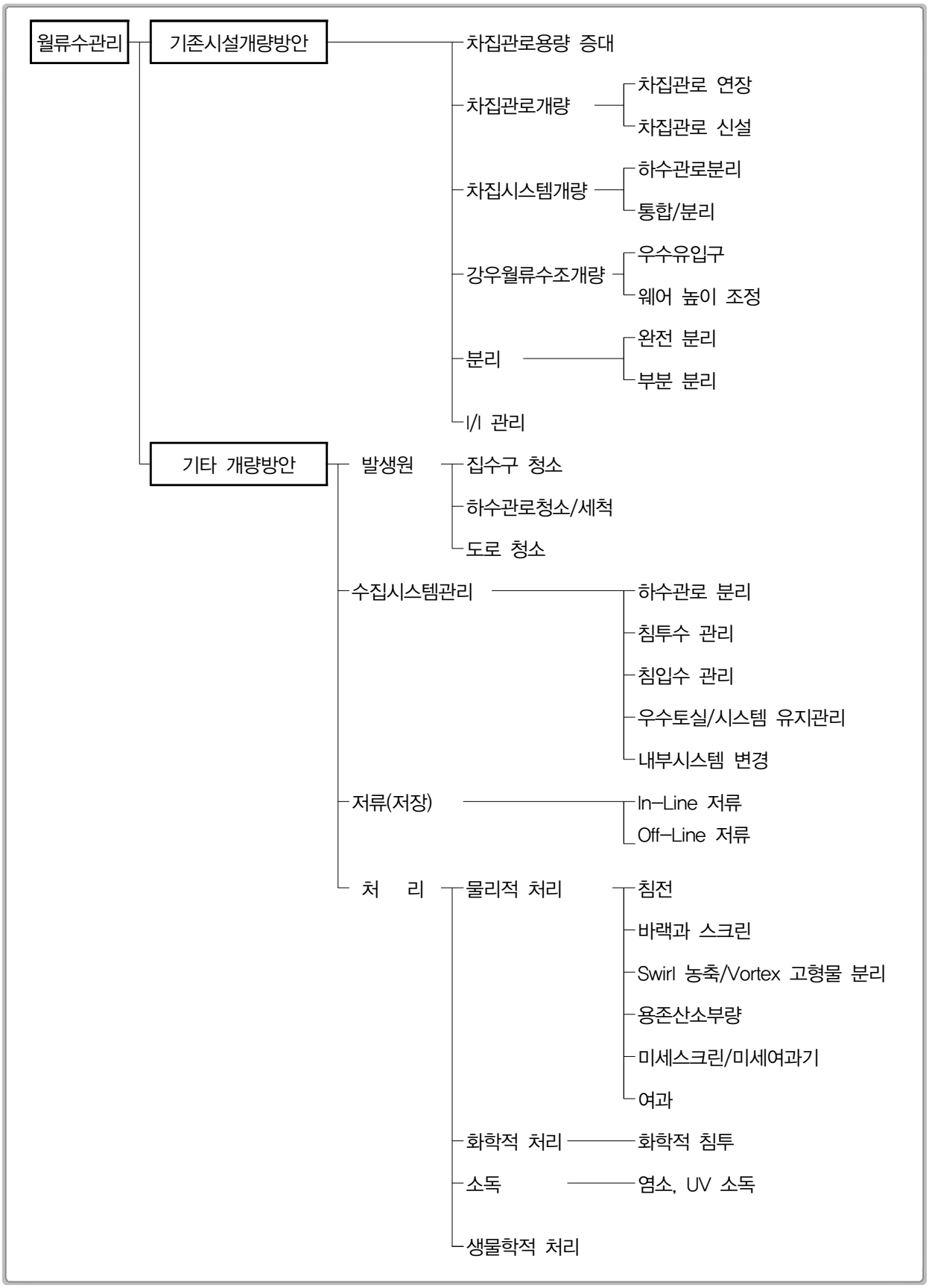
① 우수토실이 설치된 하천변 우수토실 또는 빗물펌프장을 통해 배출

② 하수처리장으로 유입된 3Q중 1Q는 2차 처리까지 정상처리하고, 1Q이상은 유입수문 조작 등을 통해 유입처리하지 않고 방류

③ 우천시 3Q를 유입하는 하수처리장에서 1Q는 정상처리하고, 유입된 3Q중 2Q는 일차침전지에서 간이 처리하여 하천으로 방류



<그림 4.2-8> CSOs 월류현황 개념도



<그림 4.2-9> CSOs 및 초기강우 관리방안

나) 수질 및 유량조사 분석을 통한 우수토실 월류현황 실태

음성처리구역은 음성1처리분구는 우수토실이 1개소 존치되어 있으며 미처리하수 (CSOs)는 발생 하는 것으로 조사되었다. 음성2처리분구는 우수토실이 3개소가 운영중에 있으며 2018년 9월 까지 음성읍 하수관거정비사업(3차)이 완료되면 폐쇄할 예정이다.

3) 분류식지역의 초기우수 유출현황 실태분석

가) 초기우수 유출특성

① 초기우수 배출경로

강우에 의해 발생하는 하수를 전량 처리하는 것은 기술적, 시간적 및 경제적으로 상당히 어려운 일이다. 이에 따라 합류식 하수도 시스템에서는 우천시 처리량별 오염부하 저감효율을 고려하여 시간최대 하수량의 3배인 3Q가 우수토실에서 차집되는 구조로 되어 있으며, 분류식 지역에서 오수는 오수관로를 통해 전량 하수처리장에서 처리하고 우수는 우수관로를 통해 전량 배출하고 있다.

② 유출유량과 오염부하 발생특성

우천시 유출되는 오염물 농도의 특성은 강우 초기에 오수보다 높은 농도로 유출되다가, 희석배율이 높아지면서 농도가 낮아지고, 강우 종료 후 유량이 감소하면 다시 청천시 오수 농도로 회복되는 양상을 보인다.

초기우수의 오염부하에 영향을 주는 인자로는 강우강도, 강우지속시간, 선행건기일수, 토지이용도, 초기세척현상 및 인구밀도 등으로 알려져 있다. 강우강도는 지표 오염물질의 세척율과 관로퇴적물의 재부유 및 이송과 관련이 있기 때문에 유출 오염부하량에 가장 크게 영향을 미치는 요인이 된다.

③ 수질특성

다음 표는 국내 도시의 합류식 하수도 월류수(CSOs), 분류식 우수관로 유출수의 평균 농도 비교이다. 2004년, “도심지 합류식 하수도 월류수 및 분류식 우수관로 우수유출 오염부하 기초자료 연구” 연구에 따르면, 분류식 유출수의 농도는 21.9~39.3mg/L의 범위를 갖는 것으로 나타난다.

<표 4.2-51> 도시지역의 CSOs 발생오염농도 조사 사례

항목 (mg/L)	우천시 유입하수 평균농도(EMC)		청천시 유입하수 평균농도(EMC)
	합류식 월류수	분류식 유출수	
BOD	75 ~ 113	21.9 ~ 39.3	83 ~ 112
SS	110 ~ 693	44.8 ~ 117.7	50 ~ 140
T-N	11 ~ 25	6.4 ~ 13.3	9.2 ~ 32
T-P	2.1 ~ 2.4	0.9 ~ 1.2	2.2 ~ 3.1

자료 : 도심지 합류식하수관거 월류수 및 분류식 우수관거 우수유출 오염부하 기초자료연구(환경관리공단, 2004)

나) 초기우수 관리방안

① 자연형 시설

- 저류형 시설
  - 소요부지 면적이 커서 개발이 완료된 지역이나 시가지 등에는 적용이 곤란
  - 시설이 커지고 소요비용이 커짐
- 침투형 시설
  - 소요 부지 면적이 큼
  - 우수유출수질의 오염물질 농도가 높을 경우에는 지하수 오염우려
  - 토양 공극 및 쇄석 등의 폐쇄 우려
  - 지하수위가 높은 경우에는 사용불가
- 식생형 시설
  - 친환경적 시설, 소요부지가 크고 개발이 완료된 지역, 시가지 등에는 적용이 곤란

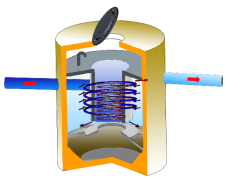
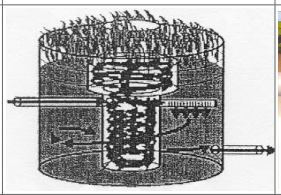
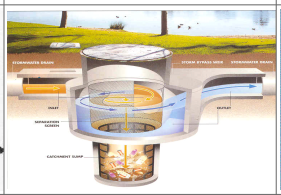
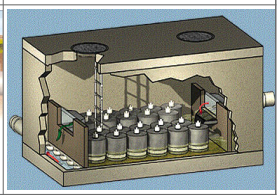
② 하수처리형 시설

- 응집침전 처리형 시설
  - 응집제를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후, 침강시설에서 고형물질을 침전분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설을 말한다.
- 생물학적 처리형 시설
  - 미생물에 의해서 콜로이드성, 용존성 유기물질을 제거하는 시설을 말한다.
- 장·단점
  - 시설비용이 고가임
  - 에너지 소모가 많아 유지관리비가 많고 숙련된 기술자가 요구됨

③ 장치형 시설

- 여과형 시설
  - 강우유출수를 집수조 등에서 차집한 후 모래, 토양 등의 여과재를 통해 여과하여 비점오염 물질을 저감하는 시설을 말한다.
- 와류형 시설
  - 중앙회전로의 움직임으로 와류가 형성되어 기름그리스 등 부유성물질은 상부로 부상시키고, 협잡물은 하부로 침전분리시켜 비점오염물질을 저감하는 시설을 말한다.
- 스크린형 시설
  - 망의 여과분리 작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설로써 주로 전 처리에 사용하는 시설을 말한다
- 장 · 단점
  - 시설이 Compact하여 소요 부지면적이 적음
  - 에너지 소비가 없거나 적으며 유지관리가 용이함

<표 4.2-52> 장치형 초기우수처리시설

구 분	우수용 와류형 분리기	Stormsys	CDS	Storm Filter
주 요 제거기작	수동력학적 와류현상	저류, 스크린, 여과	스크린	여과
주요시설	•StormDoctor (초기우수처리장치)	•Catch Basin (우수저류조) •자연정화식 맨홀 (스크린, 식생대, 메디아)	•처리수조, 세척수조, 차집용웨어 •자동화설비	•유입조, 유입 · 유출 배플 •필터카트리지, 하부집수관
개 요 도				
처리대상 및 효과	•미세고형물 및 Oil, 부유물 동시 제거에 효과적 •고형물 90%이상 제거 (150㎛입경입자)	•저유량처리시 효과적 •Oil 및 부유물 제거 곤란	•조대부유물 제거에 효과적, 협잡물 제거 •Oil제거 곤란 (별도설치)	•저유량 고효율 처리시 효과적 •Filter 폐색시 Oil제거 곤란
처리유량	•처리유량의 범위가 넓음 •적은 소요부지에 많은 유량에 탄력적 대응가능	•우수저류 및 여과에 의한 처리시설이므로 저유량에 적합	•처리유량의 범위가 넓음	•소형 여과기에 의한 처리이므로 저유량에 적합
시 공 성	•Precast제품으로 공기단축 및 시공성 간단 우수	•타시설에 비해 메디아 등 부속설비 증대로 복잡	•Precast 제품으로 비교적 간단	•타시설에 비해 메디아 등 부속설비 증대로 복잡
유지관리	•기존하수도 준설(진공흡입식)과 같은 방법으로 1년에 1~2회 정도 처리 •유지관리 용이	•메디아층의 폐색정도 측정 곤란 •여층의 메디아 교체시 비용과 인력, 폐기물 처리 비용 소요 •오물수거망 청소를 위해서 크레인이나 체인 등의 시설필요 •유지관리비용 고가	•스크린 세척을 위한 스크린 폐색여부판단용 수위계, 고압수 등과 시설의 운영을 위한 전기계장, 물, 유지관리 인원 필요	•역세척공정이 없으므로 잦은 필터카트리지 교환이 필요 •필터카트리지의 폐색정도 판단이 곤란 •유지관리 및 청소가 복잡하고 어렵다. •유지관리비용 고가

4) 우천시 수질관리 대책

음성처리구역은 음성읍 하수관거정비사업(3차)이 완료되면 분류식 지역으로 우천시 수질관리의 가장 큰 문제점은 초기우수로 인한 방류하천의 오염과 I/I유입으로 하수도시설 용량초과에 따른 오염물질의 미처리 방류이다. 따라서 이에 대한 대책으로 사업대상지역 빗물받이 정비, 우천시 배출오염물질 저감방안, I/I 저감방안, 유지관리 방안을 제시하였다.

가) 우천시 배출오염물질 저감

<표 4.2-53> 장치형 초기우수처리시설

구 분	대 책
관로의 준설	• “서울시 비점오염 및 월류수 저감방안 연구(2011.3)” 에 따르면 서울시의 연간 비점오염의 총 BOD배출부하량 22,845.1t/년의 65.4%인 14,944.1t/년이 관로 퇴적물에서 배출되는 것으로 검토되었으므로 주기적인 준설을 통하여 우천시 미처리 오염부하의 배출을 줄여야 한다.
도로의 물청소	•주기적인 도로의 물청소 시행은 우천시 고농도 오염부하의 배출을 줄일 수 있으며, 상기 연구결과에 의하면 도로 물청소 시행시 미처리 월류수의 저감 효과가 0.8% 되는 것으로 나타났다.

나) 관로정비사업 추진으로 I/I의 저감

<표 4.2-54> 장치형 초기우수처리시설

구 분	대 책
청천시 저농도 하수 유입	•공공하수처리시설에 청천시 유입하수가 저농도로 유입되는 것은 차집관로에서의 I/I 유입으로 인한 것으로 지선관로 정비보다는 차집관로 위주로 하수관로 정비방향을 설정 •청천시에는 지하수 유입우려가 거의 없으므로 차집관로를 정비하면 고농도 하수의 공공하수처리시설 유입 가능
우천시 하수량 과다 유입	•우천시 I/I의 과다 유입은 지하수위 상승으로 배수설비와 하수관로의 불량지점으로 다량의 지하수와 빗물 유입이 주된 원인임. •우천시 I/I의 유입은 보통 배수설비에서 70%, 공공하수도에서 30%가 발생하므로 배수설비 정비의 지속적인 추진이 필요함.

사. 침수대응 하수도시설계획

◦음성군 풍수해 저감종합계획(2013.2,음성군)은 관로계획검토, 현장조사 및 SWMM 모형분석을 실시한 후 관로부족구간 및 침수 발생지역에 대해 위험지구을 선정함
◦저감대책은 전지역단위 저감대책 〉 수계단위 저감대책 〉 위험지구단위 저감대책 순으로 풍수해 저감종합계획이 수립되어 있으며 이중 위험지구단위 저감대책 중 내수재해저감대책이 본 계획과 관련이 있음.
◦재해원인은 외수위 상승 및 통수능 부족으로 인한 농경지 내수배제 불량
◦음성읍 내수재해위험지구의 저감대책으로 우수관로확장이 계획됨.

1) 읍내3지구

관로번호	연장(m)	현재우수관로		금회 우수관로 개량계획		비고
		관로규모(m)	관종	관로규모(m)	개략공사비(백만원)	
계	475.7	–	–	–	351	
L6204-5	175.0	0.5×0.4	BOX	0.7	135	
L6204-6	28.0	0.5×0.4	〃	0.7	22	
L6204-7	55.3	0.5×0.4	〃	0.7	43	
L6204-8	29.5	0.5×0.4	〃	0.7	23	
L6348	54.1	0.45	원형	0.6	37	
L6349	39.5	0.45	〃	0.6	27	
L6349-1	39.5	0.45	〃	0.6	27	
L6347	49.2	0.45	〃	0.6	34	
L6347-2	5.6	0.45	〃	0.6	4	

2) 읍내4지구 (ESN1201)

관로번호	연장(m)	현재우수관로		금회 우수관로 개량계획		비고
		관로규모(m)	관종	관로규모(m)	개략공사비 (백만원)	
계	161.6	–	–	–	141	
L6360	20.3	0.6	원형	0.8	18	
L6360-2	29.6	0.6	〃	0.8	26	
L6360-3	41.5	0.6	〃	0.8	36	
L6361	18.1	0.6	〃	0.8	16	
L6361-2	27.1	0.6	〃	0.8	23	
L6361-3	25.0	0.6	〃	0.8	22	

3) 평곡1지구 (ESN1301)

관로 번호	연장(m)	현재우수관로		금회 우수관로 개량계획		비고
		관로규모(m)	관종	관로규모(m)	개략공사비 (백만원)	
계	239.4	–	–	–	231	
L6493-4	26.6	0.5	원형	0.6	18	
L6494	51.3	0.5	〃	0.6	35	
L6495-3	8.9	0.6	〃	0.8	8	
L6496-1	11.4	0.8	〃	1.0	13	
L6496-2	12.0	0.8	〃	1.0	13	
L6499	14.6	0.8	〃	1.0	16	
L6499-1	14.5	0.8	〃	1.0	16	
L6499-2-1	12.8	0.8	〃	1.0	14	
L6499-2-2	12.8	0.8	〃	1.0	14	
L6499-3-1	8.8	0.8	원형	1.0	10	
L6499-3-2	26.9	0.8	〃	1.0	30	
L6499-4-1	15.7	0.8	〃	1.0	18	
L6499-4-2	16.8	0.8	〃	1.0	19	
L6500-3	6.3	0.8	〃	1.0	7	

4) 평곡2지구 (ESN1401)

관로 번호	연장(m)	현재우수관로		금회 우수관로 개량계획		비고
		관로규모(m)	관종	관로규모(m)	개략공사비 (백만원)	
L5366	46.9	0.4	원형	0.6	32	

5) 신천1지구 (ESN1501)

관로 번호	연장(m)	현재우수관로		금회 우수관로 개량계획		비고
		관로규모(m)	관종	관로규모(m)	개략공사비 (백만원)	
계	208.9	–	–	–	152	
L46100007	36.8	0.4	원형	0.6	25	
L46100006	19.5	0.4	〃	0.6	13	
L46100005	37.0	0.3×0.3	BOX	0.6	26	
L46100004	19.2	0.3×0.3	〃	0.6	13	
L46100003	18.3	0.3×0.3	〃	0.6	13	
L46100002	14.8	0.3×0.3	〃	0.6	10	
L46100001	13.4	0.3×0.3	〃	0.6	9	
L46100000	6.9	0.3×0.3	〃	0.6	5	
L46000001	19.8	0.6	원형	0.8	17	
L46000000	23.2	0.6	〃	0.8	20	

2.3 처리단계

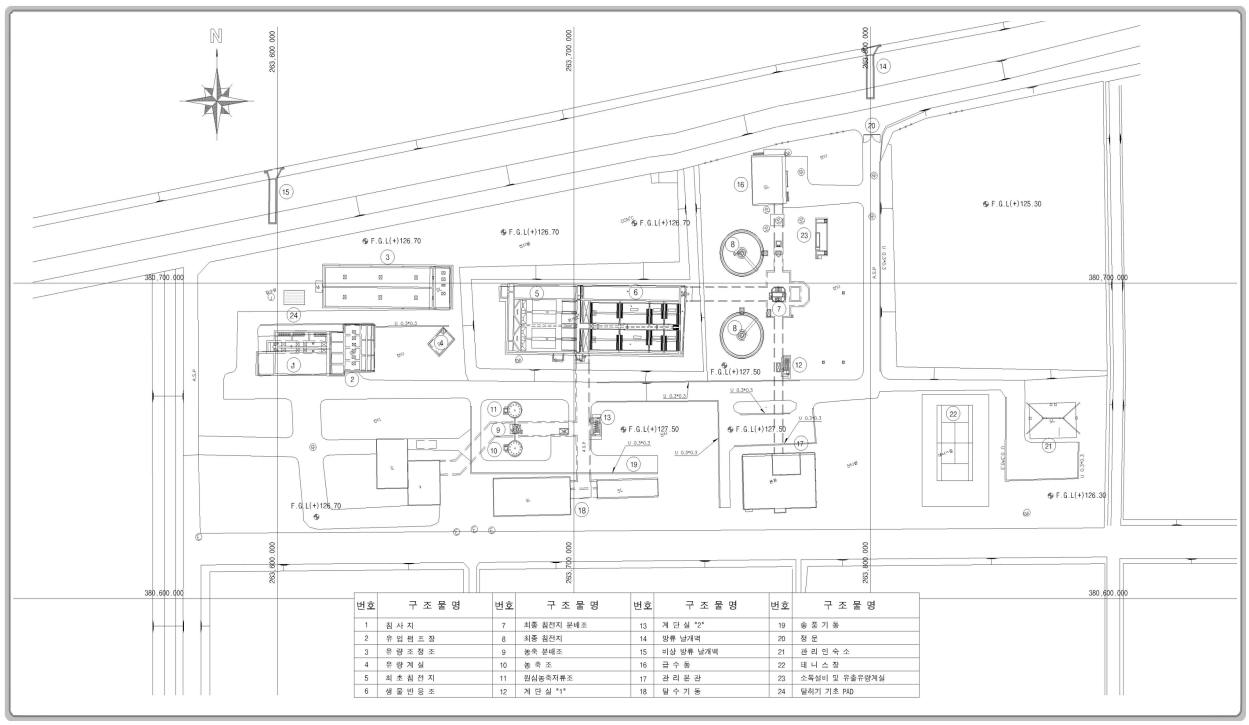
2.3.1 시설현황

가. 음성 공공하수처리시설 설치현황

- ○ 1999년 시설용량 7,000㎥/일 규모의 표준활성슬러지 공법으로 최초 준공
- ○ 2006년 고도처리시설 개량사업을 통해 CNR공법으로 개량
- ○ 2012년 총인처리 MSF공법 설치

<표 4.2-55> 음성 공공하수처리시설 설치현황

구 분	최 초	고도처리	총인처리
시설용량(㎥/일)	7,000	7,000	7,000
처리방법	표준활성슬러지법	CNR공법	MSF공법
가동일	1999.9.1	2006.5.11	2012.11.4
위 치	충청북도 음성군 음성읍 평곡리45번지		
부지면적(㎡)	37,515		
방류수역	음성천→남한강→한강		



번호	구 조 물 명	번호	구 조 물 명	번호	구 조 물 명	번호	구 조 물 명
1	침 사 지	7	최종 침전지 분배조	13	계 단 실 "2"	19	송 풍 기 동
2	유 입 펌 프 장	8	최종 침전지	14	방류 남개력	20	정 문
3	유 량 조 정 조	9	농축 분배조	15	비상 방류 남개력	21	관 리 인 숙 소
4	유 량 계 실	10	농 축 조	16	급 수 동	22	테 니 스 장
5	최 초 침 전 지	11	원심농축지류조	17	관 리 본 관	23	소독설비 및 유출유량계실
6	생 물 반 응 조	12	계 단 실 "1"	18	탈 수 기 동	24	달력기 기초 PAD

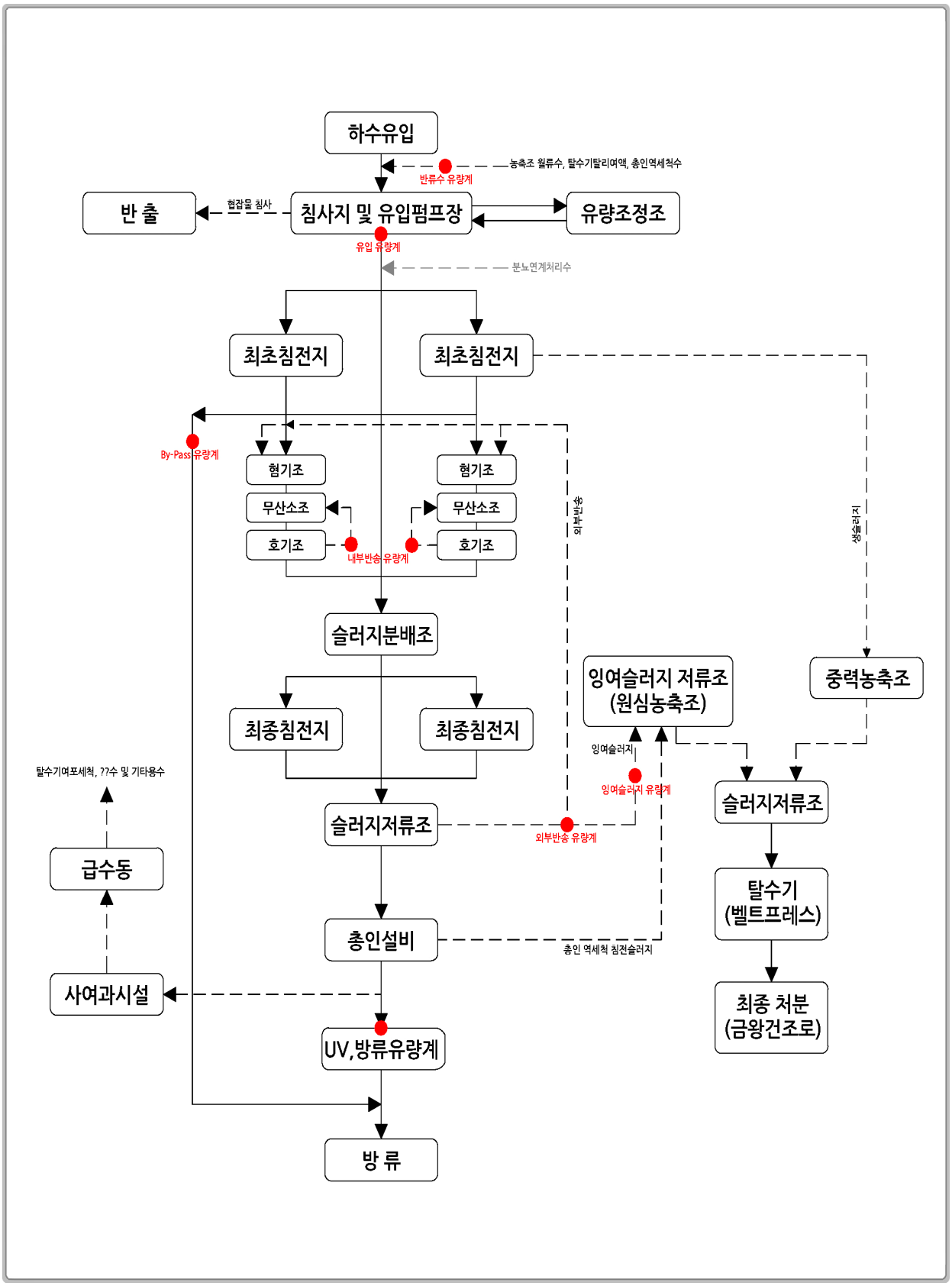
<그림 4.2-10> 음성 공공하수처리시설 시설현황

나. 음성 공공하수처리시설 시설개요

<표 4.2-56> 음성 공공하수처리시설 시설개요

시설명	규격 및 용량	비고
침사지	중력식 : W1.4m×L7.0m×2지	
	고정식 연속형 자동제진기	
	세목스크린 (바간격 20mm) 미세목스크린 (바간격 5mm)	
유입펌프장	오수용 : D200mm×5㎥/min×H13m×3대 우수용 : D300mm×10㎥/min×H13m×2대	
유량조정조	병렬식 (Side Line) : W6m×L42m×H5m×2지 유량조절 수중펌프 : D200mm×5㎥/min×H10m×2대 D200mm×4㎥/min×H10m×2대	
1차침전지	중력식 : W8.0m×L18.5m×H3m×2지	
폭기조	송풍기 + 산기관 – 혐기조 W8.0m×L3.7m×H5.0m×2지 – 무산소조 W8.0m×L6.035m×H5.0m×2지 W8.0m×L4.535m×H5.0m×2지 – 호기조 W8.0m×L5.0m×H5.0m×2지 W8.0m×L4.6m×H5.0m×2지 W8.0m×L4.8m×H5.0m×2지	
2차침전지	중력식 원형 : ø14.0m×H3.5m×2지	
농축조	중력식 원형 : ø4.5m×H3.0m×2지	
원심농축기	약주형 (8㎥/hr×1대)	
소독설비	관로형 UV램프 : 자외선 투과율 65%	
슬러지탈수시설	탈수설비 : 벨트 프레스형 탈수능력 : W1.0m×150㎏·DS/m×2대	
공기송풍기	송풍기설비 : Rotary roots blower 송풍기능력 : ø150×25㎥/minH×3(1)	

다. 음성 공공하수처리시설 처리공정도



<그림 4.2-11> 음성 공공하수처리시설 처리공정도

2.3.2 운영현황

가. 음성 공공하수처리시설 설계기준

<표 4.2-57> 음성 공공하수처리시설 설계기준

구 분			내 용					
시설용량(㎥/일)			7,000					
계획하수량(㎥/일)	일평균		4,352					
	일최대		5,328					
	시간최대		9,200					
유입수질(mg/L)	구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군(개/㎖)
	설계유입수질		171.4	162.6	220.5	40.3	8.0	300,000
법정방류수질(mg/L)-Ⅲ지역			10.0이하	40.0이하	10.0이하	20.0이하	0.500이하	3,000
보증수질(mg/L)			4.5이하	10.5이하	4.0이하	12.7이하	0.25이하	1,000
일차침전지	체류시간		3.0hr					
	수면적부하		23.6㎥/㎡·day					
생물반응조	체류시간	혐기조	1.00hr					
		무산소조	2.91hr					
		호기조	3.91hr					
이차침전지	체류시간		3.69hr					
	수면적부하		87.5㎥/㎡·day					

나. 유입하수량

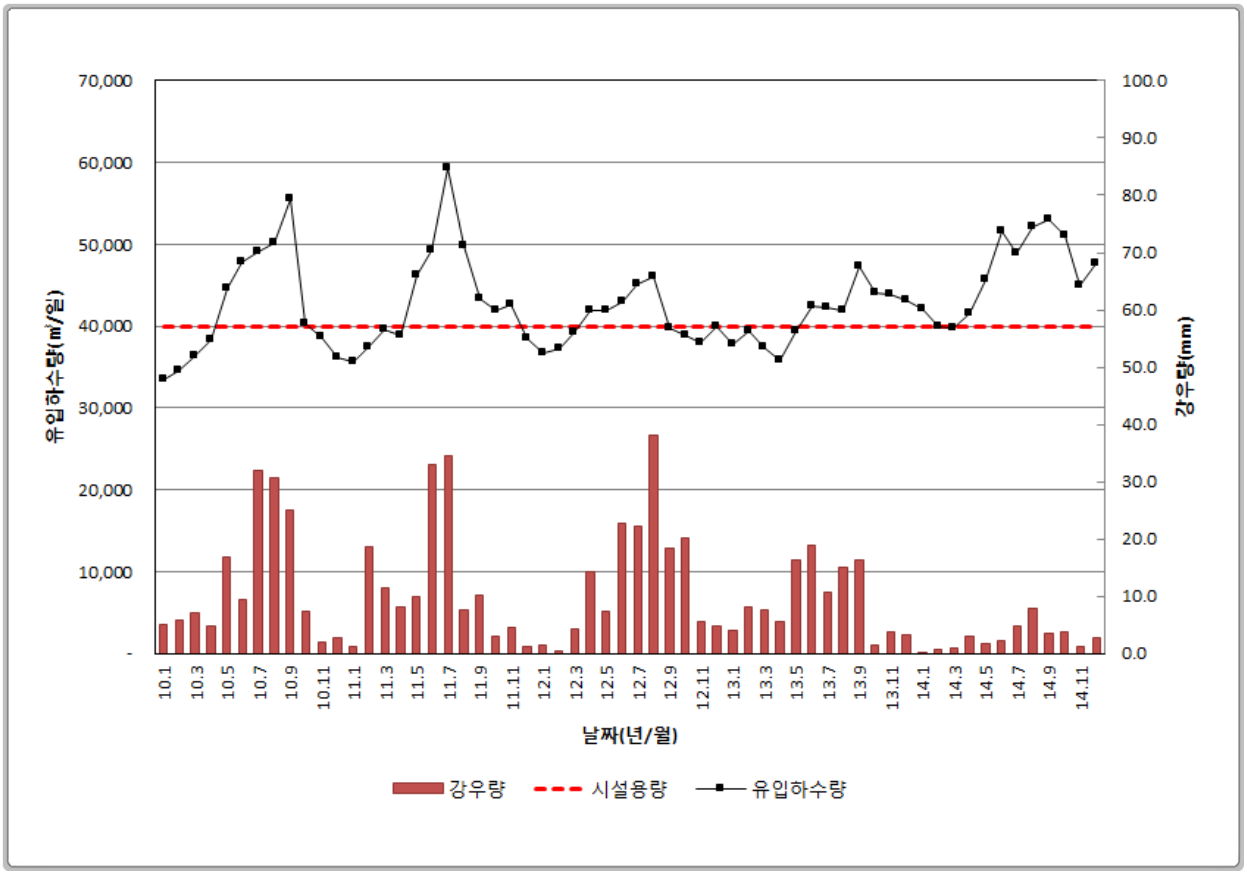
○ 최근 4년간 유입하수량 분석결과 2014년 이후 청천시에도 시설용량을 초과하여 유입되고 있음

⇨ 2017년 청천시 유입하수량은 시설용량 대비 18%초과 유입으로 하수관로정비 시급

<표 4.2-58> 최근 4년간 유입하수량

(단위 : ㎥/일)

구 분		시설용량	전기간	강우시	청천시	최대	최소
2014년	유입량	7,000	7,109	8,094	6,807	13,783	5,385
	비율		102%	116%	97%	197%	77%
2015년	유입량	7,000	7,550	8,626	7,375	17,682	5,547
	비율		108%	123%	105%	253%	79%
2016년	유입량	7,000	7,834	9,593	7,522	22,603	4,685
	비율		112%	137%	107%	323%	67%
2017년	유입량	7,000	8,578	10,166	8,259	19,881	5,210
	비율		123%	145%	118%	284%	74%



<그림 4.2-12> 최근 4년간 유입하수량

다. 유입수질

○ 최근 4년간 유입수질 분석결과 계획수질 대비 저농도 수질 유입

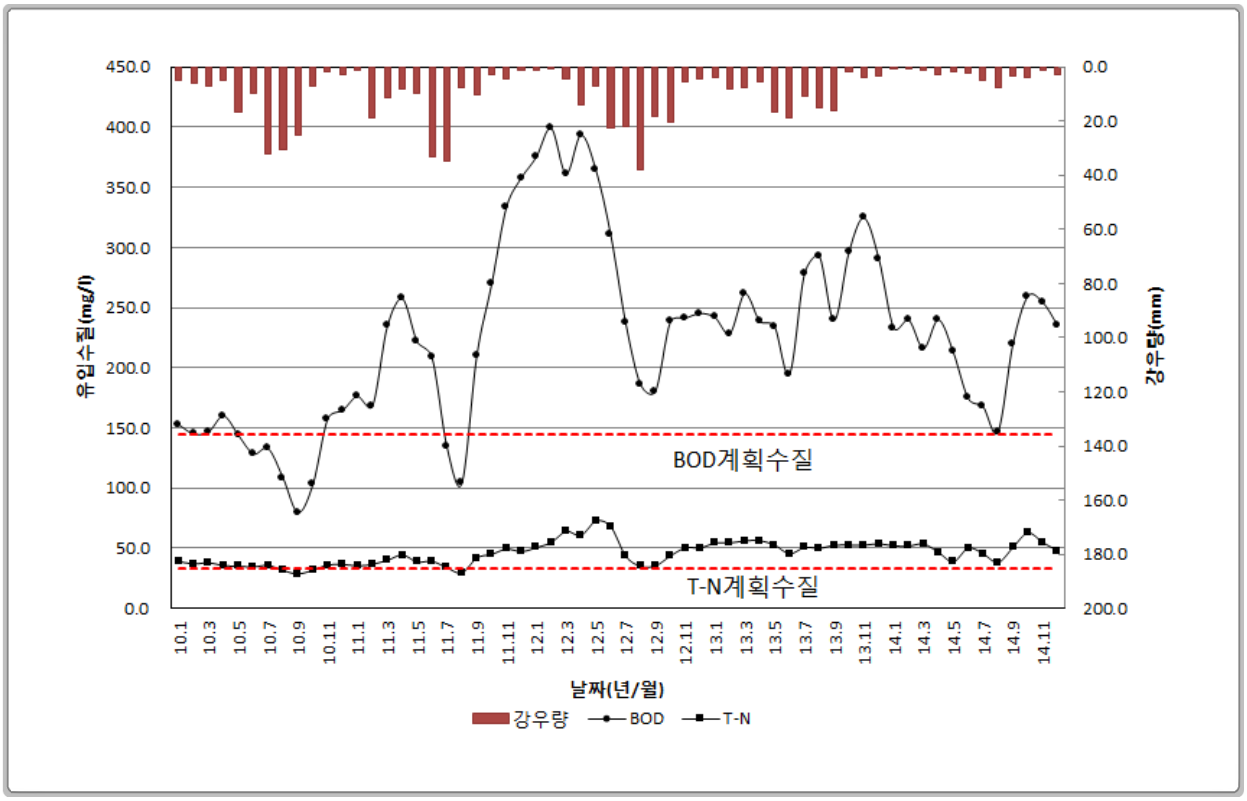
⇨ 우수토실 존치 및 불명수 유입으로 저농도의 하수 유입

⇨ 불명수 유입으로 용량부족 현상 발생

<표 4.2-59> 최근 4년간 유입수질

(단위 : mg/L, 개/mL)

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
계획유입수질		171.4	162.6	220.5	40.300	8.000	300,000
2014년	유입수질	124	83	119	41	4	85,033
	비율	72%	51%	54%	103%	52%	28%
2015년	유입수질	82	55	134	31	3	85,837
	비율	48%	34%	61%	76%	37%	29%
2016년	유입수질	89	60	166	33	4	76,411
	비율	52%	37%	75%	82%	45%	25%
2017년	유입수질	104	69	204	35	4	85,932
	비율	61%	42%	93%	88%	47%	29%



<그림 4.2-13> 최근 4년간 유입수질

라. 방류수질

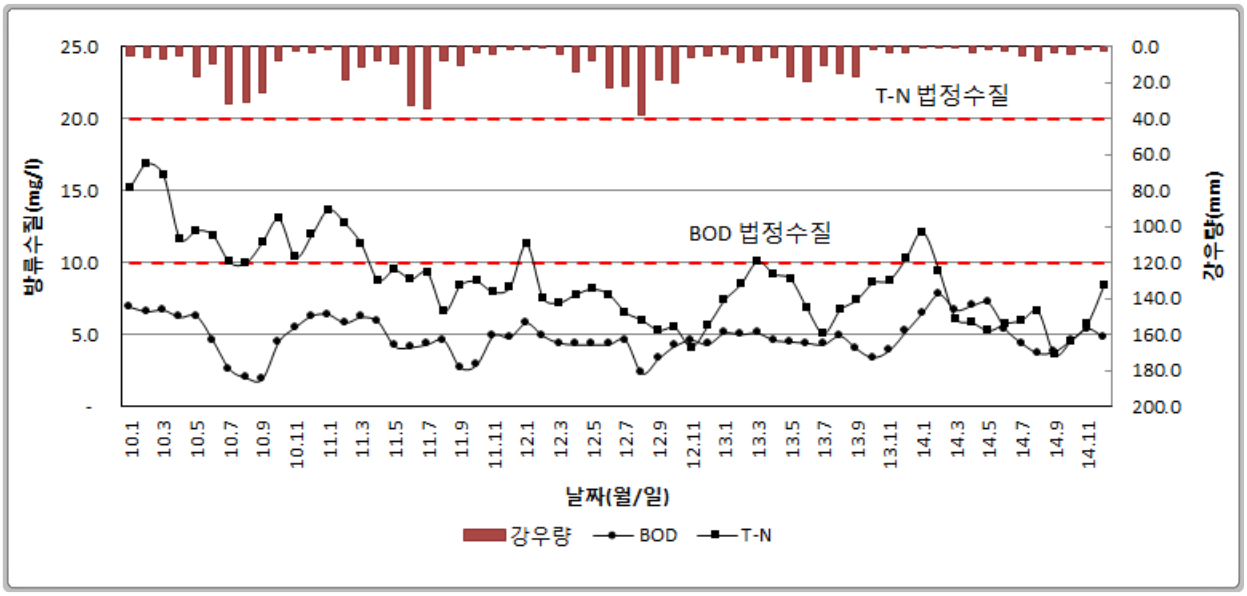
○ 최근 4년간 방류수질 분석결과 법정수질을 초과한 날은 없음.

⇨ 시설용량(7,000㎥/일) 초과시 일차침전 후 BY-PASS 하여 운영현황 상 법정수질을 초과하지 않은 것으로 검토됨

<표 4.2-60> 최근 5년간 방류수질

(단위 : mg/L, 개/mL)

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
법정수질		10.0이하	40.0이하	10.0이하	20.0이하	0.500이하	3,000이하
2014년	방류수질	2.8	6.1	2.8	10.801	0.100	93
	비율	28%	15%	28%	54%	20%	3%
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-
2015년	방류수질	3.0	5.6	3.1	11.327	0.114	65
	비율	30%	14%	31%	57%	23%	2%
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-
2016년	방류수질	2.7	5.7	3.1	11.737	0.114	38
	비율	27%	14%	31%	59%	23%	1%
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-
2017년	방류수질	3.1	6.2	3.2	13.143	0.121	36
	비율	31%	16%	32%	66%	24%	1%
	법정초과일수	-	-	-	-	-	-



<그림 4.2-14> 최근 4년간 방류수질

마. 계절별 운영현황 분석

1) 동절기 운영현황(12월~2월)

○ 동절기 유입하수량은 갈수기 임으로 시설용량 이내로 유입
○ 유입수질은 설계기준 대비 BOD기준 41~76%로 불명수가 유입되어 수질이 저농도로 유입됨
○ 동절기 T-N 방류수질은 2017년 기준 15.915mg/L로 법정수질 대비 80%수준

가) 유입하수량 및 유입수질

<표 4.2-61> 동절기 운영현황

(단위 : ㎥/일, mg/L, 개/mL)

구 분		유입하수량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
시설용량/계획유입수질		7,000	171.4	162.6	220.5	40.300	8.000	300,000
2014년	운영현황	6,140	130	87	107	42	4	80,153
	비율	88%	76%	54%	48%	104%	52%	27%
2015년	운영현황	6,994	84	56	134	34	3	65,709
	비율	100%	49%	34%	61%	84%	41%	22%
2016년	운영현황	6,649	71	48	154	32	3	79,889
	비율	95%	41%	29%	70%	79%	40%	27%
2017년	운영현황	6,447	110	75	209	39	4	89,167
	비율	92%	64%	46%	95%	98%	51%	30%

나) 방류수 T-N수질

<표 4.2-62> 동절기 방류수 T-N수질 현황

(단위 : mg/L)

구 분	법정수질	T-N방류수질				법정수질 대비
		12월	1월	2월	평균	
2014년	20.0	12.582	11.748	0.000	8.110	41%
2015년	-	12.126	11.355	12.079	11.853	59%
2016년	-	14.411	14.509	13.148	14.023	70%
2017년	-	13.559	16.709	17.478	15.915	80%

2) 하절기 운영현황(7월~9월)

○ 하절기 유입하수량은 강우에 의한 불명수 유입으로 2014년 시설용량 대비 28.3%초과 유입

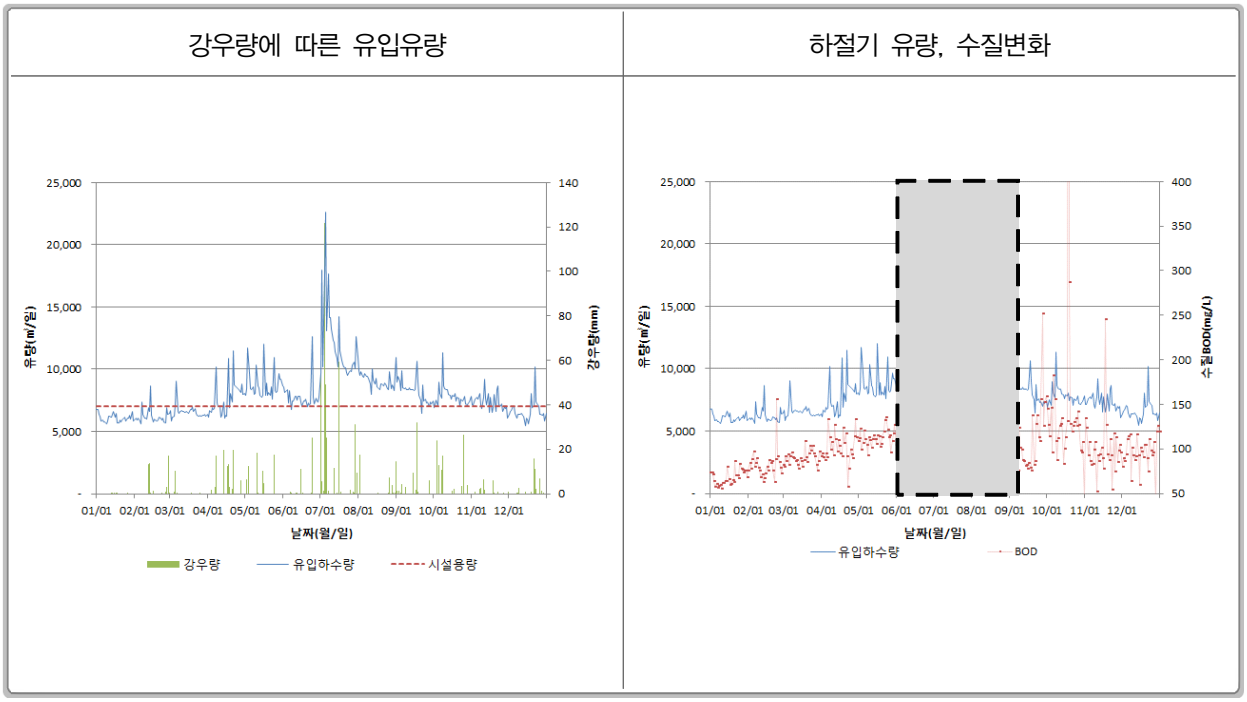
⇨ 강우시 우수토실 존치 및 하천에 부설된 오수간선관로/차집관로의 불명수 유입이 원인

⇨ 강우시 RDII 저감계획 및 처리대책 마련 필요

<표 4.2-63> 하절기 운영현황

(단위 : ㎥/일, mg/L, 개/mL)

구 분		유입하수량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
시설용량/계획유입수질		7,000	171.4	162.6	220.5	40.300	8.000	300,000
2014년	운영현황	7,941	114	76	122	40	4	86,043
	비율	113%	66%	47%	55%	99%	50%	29%
2015년	운영현황	7,816	62	41	122	24	2	79,565
	비율	112%	36%	25%	55%	59%	28%	27%
2016년	운영현황	9,843	104	70	183	34	4	71,185
	비율	141%	61%	43%	83%	85%	54%	24%
2017년	운영현황	12,225	89	59	149	26	2	69,717
	비율	175%	52%	36%	68%	64%	31%	23%



<그림 4.2-15> 하절기 유입하수량 현황(2017년)

바. 유량 및 수질조사 결과

◦ 청천시(2017.5.22 ~ 10.11), 강우시(2017.8.28 ~ 8.29) 유량 및 수질조사 시행

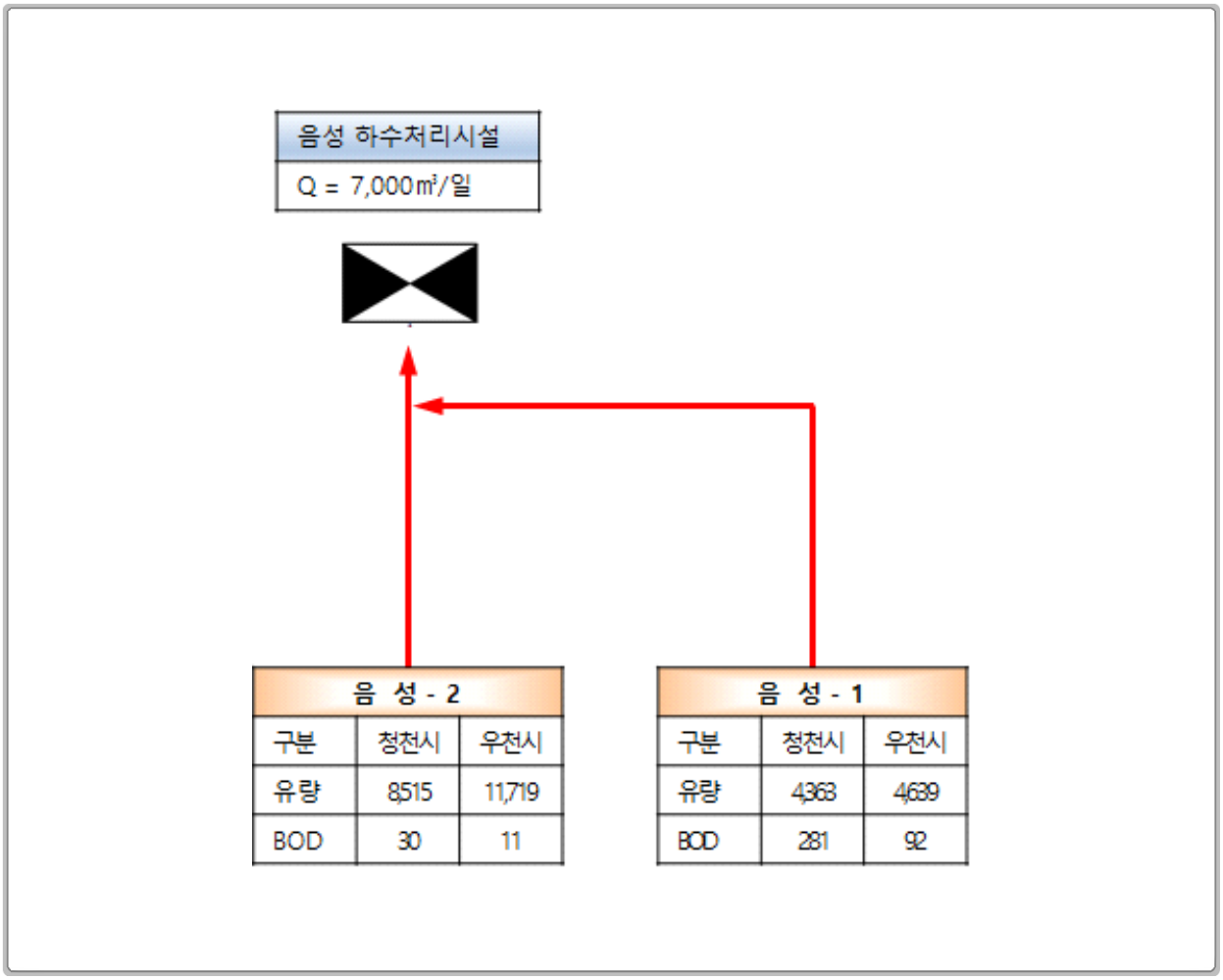
⇨ 청천시는 12,878㎥/일로 시설용량(7,000㎥/일) 대비 184%수준으로 초과 유입되었으며, 강우시는 16,358㎥/일로 시설용량 대비 234%수준으로 초과 유입되고 있음

◦ 수질조사 결과 청천시 BOD 115.3mg/L, 우천시 BOD 34.2mg/L로 계획유입수질(171.4mg/L) 대비 저농도로 유입됨

<표 4.2-64> 유량 및 수질조사 결과

(단위 : ㎥/일, mg/L)

구 분	청천시		강우시	
	실측유량	BOD	실측유량	BOD
음성-1	4,363	281	4,639	92
음성-2	8,515	30	11,719	11



<그림 4.2-16> 유량 및 수질조사 결과

2.3.3 문제점 및 해결방안

가. 운영현황 분석결과

<표 4.2-65> 운영현황 분석결과

구 분	문제점 및 원인	해결방안
청천시 유입유량	• 운영현황 분석결과 평균 8,259㎥/일 유입 (2017년 시설용량 대비 18% 초과) ⇨ 하천부설 차집관로 불명수와 우수토실을 통해 하수량 유입	• 차집관로 기술진단을 통해 관로 보수계획 수립
강우시 유입유량	• 운영현황 분석결과 평균 10,166㎥/일 유입 (2017년 시설용량 대비 45% 초과) ⇨ 강우시 하천수위 상승으로 인한 하천내 부설된 차집관로에 하천수 유입, 배수설비 정비불가로 인한 우수토실 존치 등이 강우시 유입하수량 초과 원인임	• 강우시 유입량 저감을 위한 우수토실 3개소 폐쇄 및 1개소 관리방안 수립 • 시설용량 초과하는 하수량에 대해 1차 처리 후 소독하여 방류
유입수질	• 운영현황 분석결과 평균 104mg/L로 (BOD) 저농도 하수 유입 (설계대비 61%로 유입) ⇨ 불명수에 의한 저농도 유입	• 차집관로 기술진단을 통해 관로 보수계획 수립

나. 음성공공하수 및 분뇨처리시설 기술진단 결과

○ “음성공공하수 및 분뇨처리시설 기술진단보고서(2012. 12)” 상의 단위 공정별 문제점 및 개선방안 검토

1) 공정분야 문제점 및 해결방안

<표 4.2-66> 공정분야 문제점 및 해결방안

구 분	기 기 명	수량 (대)	개선방법	비용 (천원)	추진 시기
기계 및 배관설비 분야	• 침사세정장치 Casing부 교제 – Stainless steel x 1식	1식	보완	45,000	A–2 완료
	• 1자침전지 슬러지수집기 점검 및 교제 – 슬러지수집기 : 더불체인플라이트식, 7.0mW x 16.7mL x 1.5kW x 2식	1식	신설	40,000	B–2 완료
	• 혐기무산소조 교반기 예비품 확보 – 혐기조 교반기 : 입죽 하이드로포일형, ø1.9 x 19rpm x 0.55kw – 부산소조 교반기 : 입죽 하이드로포일형, ø2.4 x 14rpm x 0.75kw	1식	보완	30,000	B–2 완료
	• 생물반응조 산기관 교제 – 산기관 : 멤브레인 디스크형, ø270 x 120l/min x 300개	1식	변경	28,000	C–2 완료
	• 반송슬러지 By-Pass배관 보완 – Stainless Steel, 250A x 1식	1식	변경	10,000	A–1 완료

2) 기계분야 문제점 및 해결방안

<표 4.2-67> 기계분야 문제점 및 해결방안

구 분	문제점 및 원인	수량 (대)	개선방법	비용 (천원)	추진 시기
기계 및 배관설비 분야	• 소독시설 및 유량계실 개선 – 소독장치 : 수로식 UV형, 1,000㎥/hr x 1식 80,000 전원 – 유량계 : 3Q유량적용 10,000전원	1식	변경	100,000	B–3 완료
	• 탈수기 OVERHAUL작업 실시 – 탈수기 : Belt Press형, l.SmW x l.SkW x 2식	1식	보완	95,000	C–2 **완료**
	• 여과포 자동세적장지 설지 – 여과포 자동세척장지 : Belt 폭(1.SmW) x 2식	1식	보완	20,000	C–2 **완료**
전기설비	– ASS, 피로1 기, Main CT 교제 – 공사비 포함	1식	교체	10,000	A–1 완료
계측제어 설비	– UPS 설비 및 통신케이블 교제 · 3ø 380V / 30 220/110V 13A 30KVA · 광케이블 교체	1식 1식	교체	25,000	A–1 완료
	– 유량계 검 . 교정 · 유입, 방류 유량계 완료	2EA	검·교정	2,000	B–1 완료
	– 탈수기 약품공급 유량계 교체 ·초음파식 또는 전자식 ·현장지시계, 변환기반, 부속기기 일제	1EA	교체	10,000	A–1 완료
	– 수질계측기 교체 · MLSS Meter 교체 · DO Meter 교체	4EA	교체	60,000	B–1 완료
	– 사여과기 PLC 교체	1식	교체	2,000	A–1 완료
	– 자동급수장지 보수 · Controller, Inverter 교체	1식	교체	4,000	A–1 완료

2) 기존시설 최대처리능력 검토

○ 기술지단결과(2012년)과 운영현황자료(2017년) 분석하였다. 음성 공공하수처리시설은 각 처리공정에서 설계기준 보다 저농도의 수질이 유입되고 있으며, 2017년 유량은 청천시 8,259㎥/일로 시설용량의 118%이며 강우시 10,166㎥/일로 145% 유입되고 있음.

○ 최대처리능력은 시설용량 7,000㎥/일으로 검토되었으며 시설용량을 초과 유입되고 있는 하수는 일차처리 후 방류하고 있다.

<표 4.2-68> 단위공정별 기술진단 결과

구 분		유입하수 (mg/L)	1차침전지 (mg/L)	생물반응조 (mg/L)	이차처리수 (mg/L)	최종방류수 (mg/L)
설계기준	BOD	154.0	171.4	120.4	–	8.5
	COD	141.0	162.6	114.2	–	15.0
	SS	177.0	220.5	121.7	–	9.0
	T-N	34.0	40.3	37.2	–	13.0
	T-P	6.4	8.0	7.4	–	1.6
기술진단 자료	BOD	33.4	47.2	16.7	3.4	3.3
	COD	47.0	36.1	21.4	6.2	5.7
	SS	77.8	80.5	20.1	4.3	3.8
	T-N	10.5	13.1	13.1	8.8	9.0
	T-P	1.0	1.2	0.9	0.3	0.2

다. 음성군 공공하수도 기술지원 결과보고서(안)(2017.6, 한국상하수도협회)

<표 4.2-69> 단위공정별 문제점 및 해결방안

구 분	문제점 및 원인	해결방안	조치결과
총인처리 시설(MSF) 처리효율 미흡	• 총인처리시설을 설계 역세주기로 운전 시 여재의 유실이 발생함. • 총인처리시설을 설계치와 다른 역세주기로 운전 시 설계기준을 초과한 반류수가 발생하고, 이로 인해 생물반응조 내 다량의 거품 및 스컴이 발생함. • 총인처리시설에 350 ㎥ /hr이상의 유량 유입 시 배관설비의 심한진동과 종침 슬러지 계면상승이 발생함. • 반류수가 처리장 농축슬러지 저류조에 유입되어 저류조 효율을 저하시키고, 동시에 탈수효율도 저하시킴.	• MSF공법 총인처리시설을 사용하고 있는 처리장은 공법사의 부도 및 여재유실 등의 문제점이 있고, 공법 특성 상 무리한 여과속도로 인한 고장이 자주 발생 하여 운전이 어려운 시설로 알려져 있음. • 총인처리시설 반류수가 주 처리시설에 영향을 최소화하는 방안을 강구하기 위해서는 물질수지를 모사할 수 있는 시스템, 예를 들면 EQPS(Effluent Quality • Prediction System) 등을 이용하여 다양한 시나리오에 따른 대처방안(시설물 운전방안 등)을 마련하는 것이 필요함.	

<표 계속> 단위공정별 문제점 및 해결방안

구 분	문제점 및 원인	해결방안	조치결과
분뇨처리 시설 연계처리 시 슬러지 밸런스 불균형	• 분뇨처리시설의 슬러지를 본 처리장의 슬러지와 연계처리할 경우 슬러지 처리량이 설계용량을 초과(설계:10.4㎥/일, 운영 : 22.0㎥/일)하여 슬러지 밸런스가 맞지 않으며, 분뇨처리장 저류조 수위 상승, 거품 발생 등의 문제가 슬러지처리 계통에 악영향을 미침. • 분뇨처리시설의 고농도 슬러지를 연계처리할 경우 본 처리장 반류부하가 증가하며, 이는 처리장 내 유량조정조 농도를 상승시켜 수처리에 악영향을 미침. (현재 유량조정조 교반기가 정상적인 기능을 못하는 상태임)	• 본 처리장의 반류부하 영향을 줄이기 위해서는 분뇨처리시설에서 발생하는 고농도 슬러지를 분뇨처리시설에서 자체 농축·탈수하여 처분하는 것이 타당함. • EQPS를 이용해서 본 처리시설이 처리 가능한 적정 분뇨슬러지량을 파악하는 것이 필요함. 또한 EQPS는 다양한 분뇨 슬러지 처리방법에 따른 물질수지도의 제공이 가능하므로 이를 이용하는 것이 좋을 것으로 판단됨. • 유량조정조는 기계식 교반이 적합하다고 판단되나, 현재의 기계식 교반이 불충분한 것으로 확인됨. 유량조정조 수위변화에도 충분히 교반되는 기계식 교반장치가 필요하다고 판단됨. 산기식 교반의 경우 산기에 의한 악취 발생으로 민원발생 및 현장근무 여건 악화를 유발하여 일반적으로 사용하지 않음.	
하수처리장 By-pass 발생	• 청천시 시설용량(7,000㎥/일)의 1Q 이상 유량이 유입될 경우, 본 처리장의 구조물 한계로 인한 By-pass 발생이 문제됨.(평균 350㎥/hr이상 하수 유입 시) • 강우 시 초과유량에 대한 물량은 일차침전 이후 소독되어 By-pass 되고 있고, 청천시에도 350㎥/hr이상으로 하수량이 유입되면 바로 By-pass 됨.	• 일차침전지에서 월류되는 보를 높이는 등의 구조적인 변경으로 체류시간을 확보하는 방안을 검토할 수 있음.	
Off-line 유량조정조 운영방안	• Off-line 유량조정조 용량(2,520㎥), 일차침전지의 구조적인 문제, 관로(7km)로부터의 짧은 유달시간(1hr미만)으로 인해 순시유량(350㎥/일) 이상의 순간적으로 유입되는 유량을 감당하지 못하는 것으로 판단됨.	• 단기적 방안 : 현재 음성 공공하수처리시설에 여유있는 부지가 없으므로 Off-line 유량조정조 하단부(2m이하)의 고농도 슬러지 저류로 인한 Dead Space (1,080㎥)를 활용하여 증설하고, Off-line 유량조정조를 최소수위로 유지하여 야간 시간대 펌프를 최대로 가동하는 방안을 검토할 수 있음. • 장기적 방안 : Off-line 유량조정조를 In-line 형태로 변경시키는 방안이 필요함. Off-line을 사용하는 경우에는 유량조정조 전단 하수 유량계 및 유출 펌프량을 조절할 수 있는 유량조정조 유출수량 조절 제어 시스템이 있어야 하는데 미설치 되어 있음. 그러므로 Off-line을 제어 시스템이 필요없는 In-line으로 변경시켜 유량조정 기능을 활성화시키는 것이 필요함.	

2.3.4 공공하수처리시설 계획

가. 시설개량 계획

○ 기술진단 상의 단위공정별 문제점에 따른 개선방안 및 개략 공사비 산출

<표 4.2-70> 단위공정별 개선방안

구 분	개선방안	개략 공사비(천원)	
		수량	비용
기계분야	• 침사세정장치 Casing부 교체	1식	45,000
	• 1차침전지 슬러지수집기 점검 및 교체	1식	40,000
	• 혐기무산소조 교반기 예비품 학보	1식	30,000
	• 생물반응조 산기관 교체	1식	28,000
	• 반송슬러지 By-Pass배관 보완	1식	10,000
	• 소독시설 및 유량계실 개선	1식	100,000
	• 탈수기 OVERHAUL작업 실시	1식	95,000
	• 여과포 자동세척장치 설치	1식	20,000
	소 계		368,000
전기분야	• ASS, 피뢰기, Main CT 교체	1식	10,000
	• UPS 설비 및 통신케이블 교체	1식	25,000
	• 유량계 검·교정	2EA	2,000
	• 탈수기 약품공급 유량계 교체	1EA	10,000
	• 수질계측기 교체	4EA	60,000
	• 사여과기 PLC 교체	1식	2,000
	• 자동급수장치 보수	1식	4,000
	소 계		113,000
계			481,000

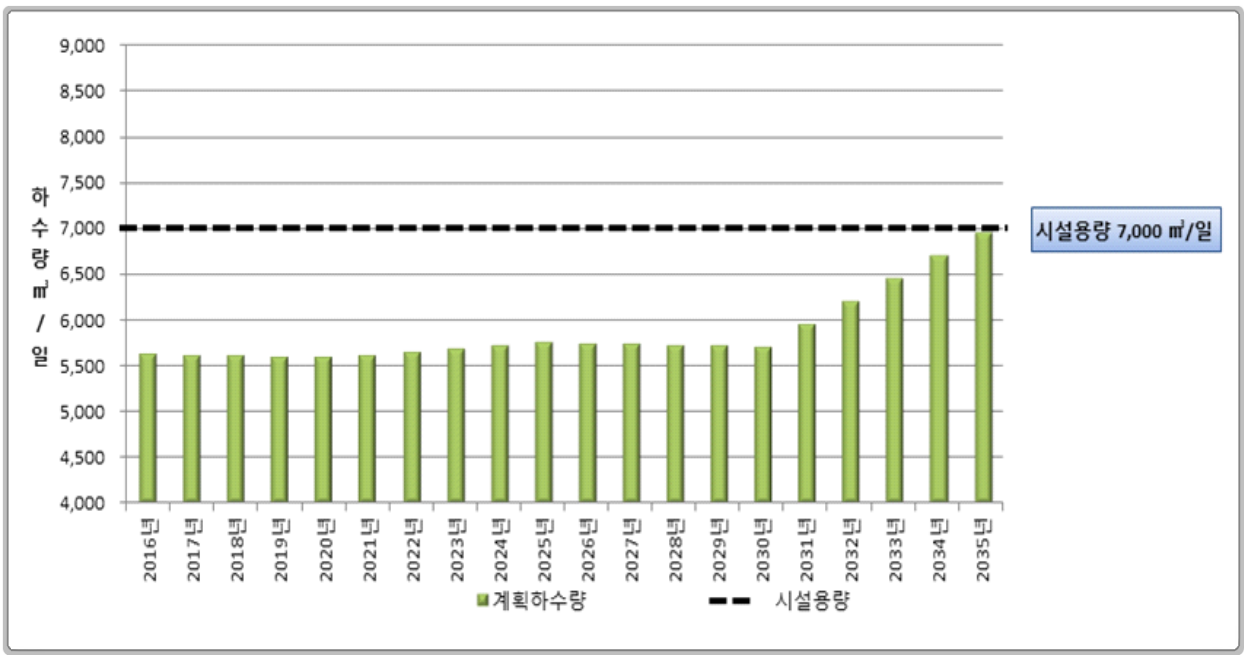
나. 공공하수처리시설 신설(증설) 계획

○ 음성 처리구역내 자연적 증가인구와 택지개발, 공동주택 개발사업에 의한 사회적 유입인구를 고려하여 당초 시설을 유지하는 것으로 계획함.

○ 최종목표년도 2035년까지 총 시설용량 7,000㎥/일로 운영하는 것으로 계획

<표 4.2-71> 단계별 신설(증설) 계획

구 분			2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
당초	처리인구(인)		16,232	16,294	–	–	기존 7,000㎥/일
	계획 하수량 (㎥/일)	일평균	4,799	4,815	–	–	
		일최대	5,756	5,776	–	–	
		시간최대	8,142	8,172	–	–	
	시설용량(㎥/일)		7,000	7,000	–	–	
	증설용량(㎥/일)		–	–	–	–	
	건설기간(년)		–	–	–	–	
금회	처리인구(인)		15,588	16,074	15,959	19,730	기존 : 7,000㎥/일
	계획 하수량 (㎥/일)	일평균	4,615	4,745	4,714	5,727	
		일최대	5,635	5,794	5,757	6,996	
		시간최대	8,226	8,458	8,404	10,209	
	시설용량(㎥/일)		7,000	7,000	7,000	7,000	
	증설용량(㎥/일)		–	–	–	–	
	건설기간(년)		–	–	–	–	



<그림 4.2-17> 음성 공공하수처리시설 단계별 증설계획

2.4 강우시 하수관리 대책

2.4.1 기본방향

◦음성 공공하수처리시설은 분류식 지역으로 현재 일부 우수토실 있음. 지선관로, 차집/오수간선관로의 RDII 유입으로 강우시 평균 10,166㎥/일 유입 (2017년기준 시설용량 대비 45%초과)
◦금회 음성처리구역의 강우시 하수관리 대책을 수립하기 위하여 강우시 운영현황 조사 실시
⇨ 운영현황 분석, 유량 및 수질조사 모니터링
◦조사결과를 활용한 강우시 유입수 분석 또는 RDII 분석(필요시)으로 강우시 불명수 유입량을 산정하고 유입원인 분석
◦하수관로 기술진단을 통해 강우시 불명수 발생 원인을 분석하여 저감계획 수립 필요

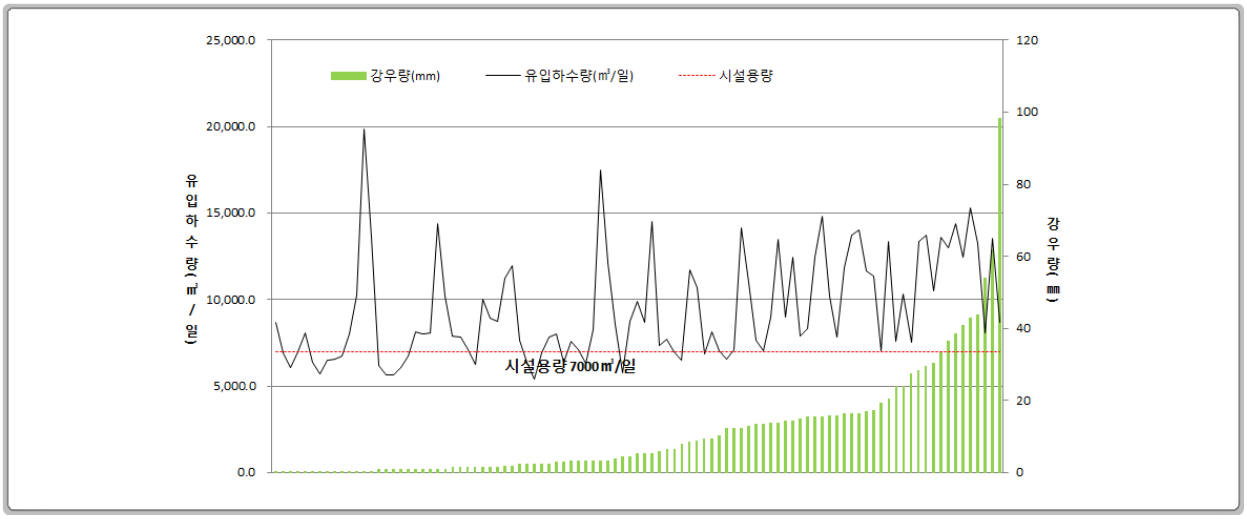
2.4.2 강우시 운영현황 분석

가. 운영현황 분석

◦2017년 3mm이상 강우시(강우영향일 제외) 운영현황 분석결과 강우일 총 61일중 7일을 제외하고 시설용량을 초과하는 것으로 검토됨
◦강우량에 따라 유입하수량은 증가하는 것으로 검토되었으며, 특히 60mm이상 강우시에 시설용량의 74%까지 초과하여 유입(분류식지역이지만 일차처리 후 BY-PASS)
⇨ 강우시 시설용량을 초과하여 유입되고 있으므로 RDII 분석 및 저감계획 수립 필요

<표 4.2-72> 강우시 운영현황(2017년)

강우량	일수	유입유량 (㎥/일)		유입수질(mg/L)				
		유입량	시설용량 대비	BOD	COD	SS	T-N	T-P
3~10mm미만	22	8,889	127%	98.9	66.9	190.0	34.055	3.704
10~20mm미만	23	10,249	146%	94.1	63.1	176.1	30.978	3.315
20~30mm미만	6	10,993	157%	92.6	61.6	137.1	29.048	3.280
30~40mm미만	4	12,886	184%	81.0	54.0	118.6	25.165	2.039
40~50mm미만	3	13,671	195%	82.0	54.7	109.5	23.407	1.653
50~60mm미만	1	8,056	115%	100.5	67.0	194.2	32.902	3.403
60mm이상	2	11,132	159%	93.0	62.0	129.1	29.552	2.761



<그림 4.2-18> 강우량에 따른 하수유입 현황

나. 유량 및 수질조사 분석

○ 유량조사기간 내 30mm이하 강우일은 총 1일(10~30mm 1일)

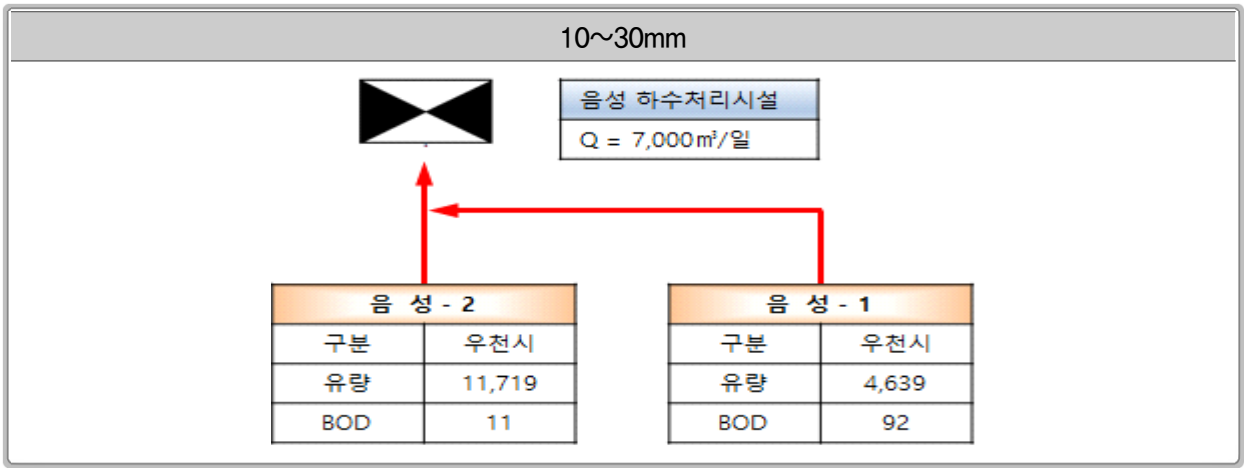
⇨ 10~30mm강우시 유량조사 결과는 유입하수량 16,358㎥/일이며 이때, 처리장 운영유입량은 10,621㎥/일로 시설용량의 151.7%로 강우량 증가에 따라 유입하수량은 증가하는 것으로 분석되어 강우에 의한 영향을 많이 받는 것으로 조사됨

⇨ 강우시 유입수질은 유량조사결과 BOD 34.2mg/L로 나타났으며 이때, 운영수질은 BOD 93.4mg/L로 계획유입수질 대비 유량조사 20.0%, 운영현황 54.5%로 강우유입에 따른 유입수질 저하 발생

<표 4.2-73> 강우시 유량 및 수질조사 결과

(단위 : ㎥/일, mg/L)

강우량	일수	처리장 운영현황			우기시 유량 및 수질조사	
		유입량	시설용량 대비	BOD	유입량	BOD
10~30mm	29	10,621	151.7	93.4	16,358	34.2



<그림 4.2-19> 강우시 유량 및 수질조사 결과

2.4.3 기존시설 최대처리능력 확보

○ 운영현황을 분석한 결과 강우시 시설용량 초과한 하수는 일차처리 후 방류됨.
○ 실제 처리능력은 시설용량 수준인 7,000㎥/일로 검토됨

<표 4.2-74> 기존시설 최대처리능력 검토결과

(단위 : ㎥/일)

구 분		현재	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
기존	시설용량	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	
	처리능력	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	
개량계획		–	–	–	–	–	–
단계별 최대처리능력		7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	

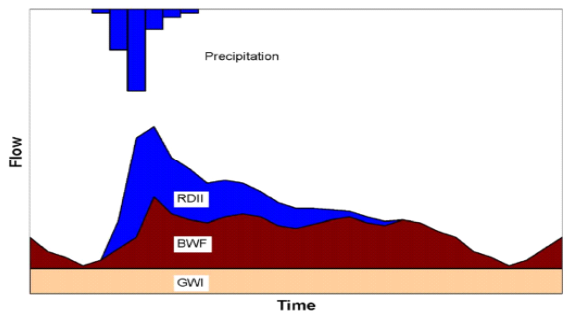
2.4.4 RDII 발생량 산정

○ 음성 공공하수처리시설은 시설용량을 초과하여 하수가 유입되고 있어 다량의 RDII 유입이 예상되므로 RDII 발생량 산정 및 유입 원인을 분석하여 RDII저감계획을 수립하고자 함
⇨ 음성처리구역 : RDII 분석을 통한 강우시 불명수량 산정

가. RDII 분석 개요

1) 수행목적

○ RDII (Rainfall Derived Infiltration and Inflow)란 분류식 오수관 및 차집 및 오수간선관로 내에서 강우 발생시 청천시 유량 (DWF : Dry weather flow) 이외에 추가적으로 유입되는 불명수
○ RDII의 정량적인 분석 및 영향평가를 위해 SSOAP(Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning)와 XPSWMM (Stormwater and Wastewater Management for eXPert) 분석 프로그램을 도입



- GWI (Groundwater infiltration) : 침투수
- BWF (Base wastewater flow) : 기저오수량
- DWF (Dry weather flow)
  ⇨ 청천시 유량 (GWI + BWF)
- RDII (Rainfall Derived Infiltration and Inflow)
  ⇨ 강우시 발생되는 강우영향 불명수

<그림 4.2-20> 강우시 하수유량 구성도

2) SSOAP(Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning) 개요

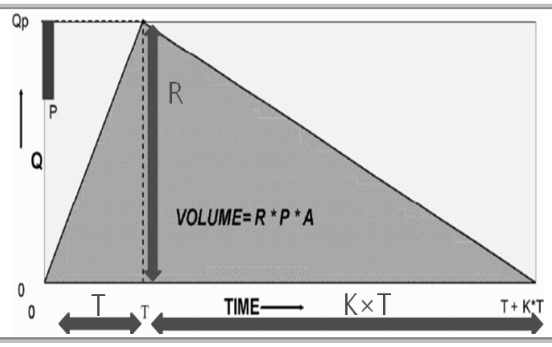
○ SSOAP은 미국 EPA에서 개발된 RDII 산정 프로그램으로 소유역별 4가지 입력자료 (강우, 유량, 유역면적, 관로연장)를 통해 프로그램을 구축 후, 합성단위유량도법(RTK method)을 통해 RDII 비율 산정

○ 유역별 청천시 평균패턴을 산정하기 위하여 최소 2주 이상의 신뢰성 있는 데이터가 확보가 필요하고, 기간내 RDII가 발생된 복수의 강우이벤트가 포함되어야 함

⇨ 금왕 처리구역 유량 및 수질조사기간 : 2017. 5. 23 ~ 10. 11

○ SSOAP에서 RDII를 산정하기 위해서는지점별 시계열 유량모니터링자료, 강우자료, 모니터링지점을 기준으로 형성된 처리구역면적 자료가 구축 필요

○ 입력자료 구축이 완료된 후 SSOAP 프로그램을 통한 RDII 산정방안은 합성단위유량도법 중 하나인 RTK method를 사용



· R : 강우이벤트에서 산정된 강우량(rainfall volume) 대비 관로내 강우유입수 비율

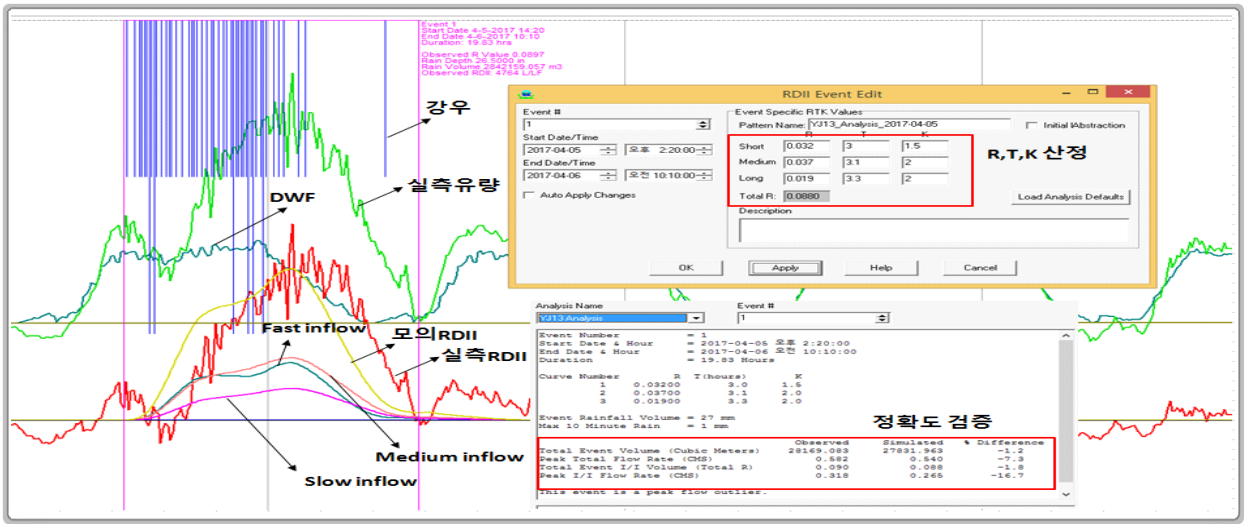
· T : 강우로 인한 RDII에 의한 첨두발생시간

· K : 첨두발생시간기준 RDII가 소멸되기까지 지체되는 소요시간 비

<그림 4.2-21> SSOAP 모형 및 주요기능

○ SSOAP에서 추출된 강우이벤트별 RDII Hydrograph는 초기, 중기, 장기로 각각 구분된 3개의 RTK 합성단위유량도로 구성됨

○ 하나의 강우이벤트에 대해서 RDII 산정을 위해 필요한 RTK 매개변수 보정인자는 총 9가지이며, 시행착오법을 통한 정확도 검증을 통해 최종 산정



<그림 4.2-22> RTK 산정 예시도

나. RDII 발생량 산정

1) 음성-1지점

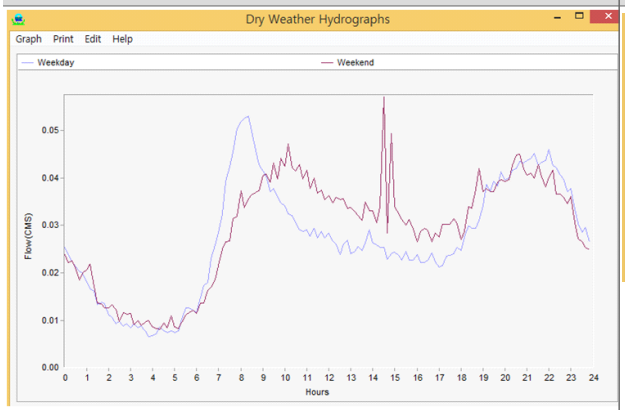
○ 음성-1 지점의 경우 모니터링 기간 중 발생한 7월 24일 강우이벤트 (62mm/day)를 가지고 강우유입비율을 산정함

○ SSOAP 프로그램을 통해 산정한 음성-1 지점의 청천시 유량패턴 (평일, 주말구분), RTK 산정결과 및 오차범위 분석결과는 다음과 같음

○ 상기의 결과와 같이 음성-1 지점의 7월 24일 강우이벤트에 대해서 RDII 영향에 의한 강우유입비율 분석결과 Total R(%)은 2.8%로 나타남

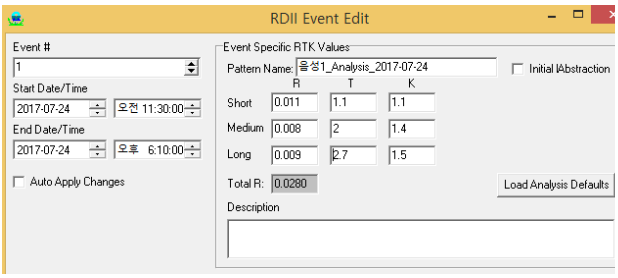
<표 4.2-75> 음성-1 지점 RDII 분석결과

청천시 DWF 추출



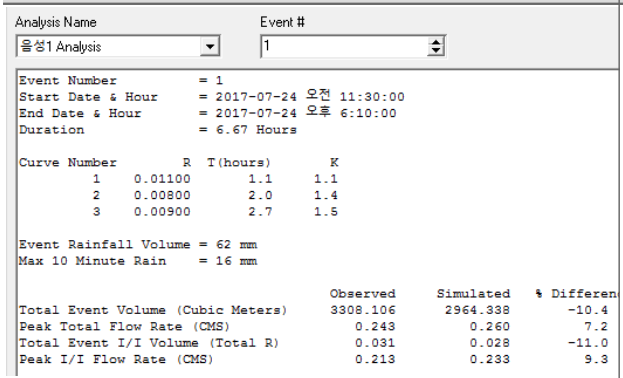
- 주말에 비해 평일 시간대별 유입패턴 변화가 크게 발생함.

RTK 산정



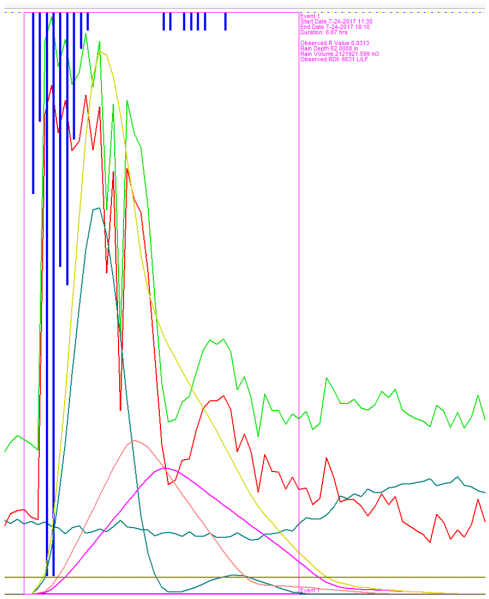
R, T, K 단위유량도									Total R (%)
Fast inflow			Medium inflow			Slow inflow			
R1	T1	K1	R2	T2	K2	R3	T3	K3	
0.011	1.1	1.1	0.008	2.0	1.4	0.009	2.7	1.5	2.8

오차범위 분석결과



항 목	오차범위 (±%)
Total event volume	10.4
Peak Total flow rate	7.2
Total event I/I volume R	11.0
Peak I/I flow rate	9.3

RDII 산정 시계열 그래프



2) 음성-2지점

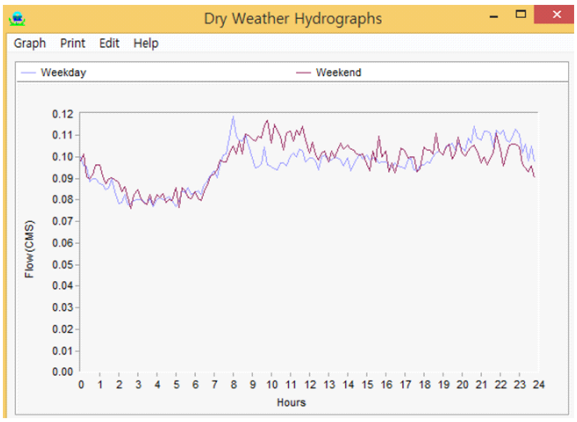
○음성-2 지점의 경우 모니터링 기간 중 발생한 7월 24일 강우이벤트 (62mm/day)를 가지고 강우유입비율을 산정함

○SSOAP 프로그램을 통해 산정한 음성-2 지점의 청천시 유량패턴 (평일, 주말구분), RTK 산정결과 및 오차범위 분석결과는 다음과 같음

○상기의 결과와 같이 음성-2 지점의 7월 24일 강우이벤트에 대해서 RDII 영향에 의한 강우유입비율 분석결과 Total R(%)은 7.5%로 나타남

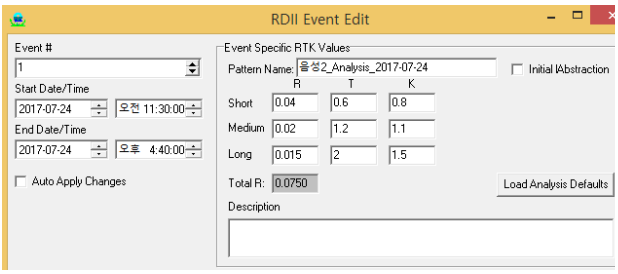
<표 4.2-76> 음성-2 지점 RDII 분석결과

청천시 DWF 추출



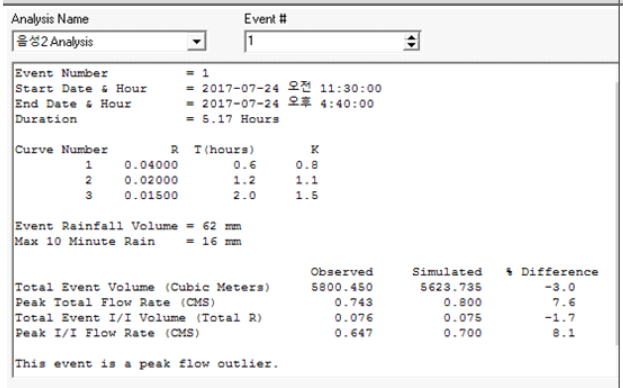
• 평일과 주말 시간대별 유입패턴 유사하게 나타남

RTK 산정



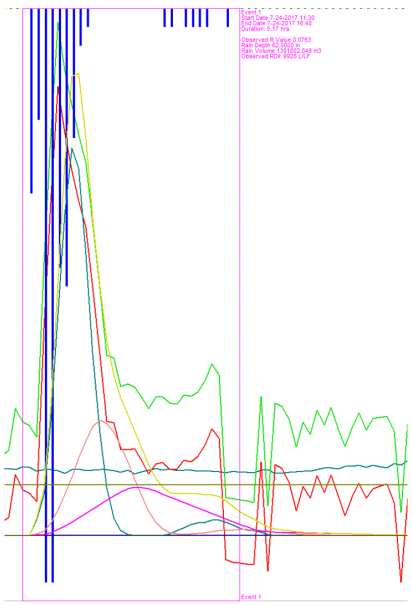
R, T, K 단위유량도									Total R (%)
Fast inflow			Medium inflow			Slow inflow			
R1	T1	K1	R2	T2	K2	R3	T3	K3	
0.040	0.6	0.8	0.020	1.2	1.1	0.015	2.0	1.5	7.5

오차범위 분석결과



항 목	오차범위 (±%)
Total event volume	3.0
Peak Total flow rate	7.6
Total event I/I volume R	1.7
Peak I/I flow rate	8.1

RDII 산정 시계열 그래프



3) 음성 1~2지점의 매개변수(R,T,K) 산정(SSOAP)

<표 4.2-77> 지점별 RTK매개변수 산정결과

조사지점	Fast inflow			Medium inflow			Slow inflow			Total R (%)
	R1	T1	K1	R2	T2	K2	R3	T3	K3	
음성-1	0.011	1.1	1.1	0.008	2.0	1.4	0.009	2.7	1.5	2.8 (378㎥/일)
음성-2	0.040	0.6	0.8	0.020	1.2	1.1	0.015	2.0	1.5	7.5 (622㎥/일)

주) 처리분구별 강우유입량은 유역면적(ha)×강우량(mm)×강우유입율(%)로 산정
음성-1 강우유입량 : 134.8ha × 2017년 평균강우량(mm) × 2.8%=378㎥/일
음성-2 강우유입량 : 82.7ha × 2017년 평균강우량(mm) × 7.5%=622㎥/일

다. RDII 유입원인

○ RDII 저감계획 수립을 위한 RDII 유입원인 분석
⇨ 실태조사를 통해 RDII유입이 확인된 우수토실, 오수간선 및 차집관로에 대한 RDII저감계획 수립 필요

<표 4.2-78> RDII 유입원인

구 분		내 용	
수집단계	배수설비	· 배수설비 우배수관 오접 등으로 강우시 우수 유입 · 배수설비 연결관 시공시 기존연결관 사용으로 인한 우수 유입 ⇨ 배수설비 연결관에 대한 전수조사 필요 ⇨ 건물내부 오접의 경우는 구조적인 개선이 어려움	
	오수 지선관로	· 우수관 오접, 불량 오수지선관로 등으로 RDII유입 ⇨ 지선관로에 대한 전수조사 필요	
이송단계	오수간선 및 차집관로	· 강우시 하천수위 상승으로 인한 관로 접합부, 맨홀 불량 구간으로 다량의 불명수 유입 가능	

2.4.5 RDII 저감계획 수립

<표 4.2-79> RDII 저감계획

구 분		내 용
수집단계	배수설비	· 배수설비 정비계획 수립 ⇨ 배수설비 우배수관 오접 등으로 강우시 우수 유입 방지 ⇨ 배수설비 연결관에 대한 전수조사 시행 및 문제 개선
	오수 지선관로	· 하수관로 기술진단 시행 중 ⇨ 오접 조사 및 정비
이송단계	오수간선 및 차집관로	· 오수간선 신설로 차집관로 폐쇄예정

2.4.6 강우시 처리시설 계획

○ 기존시설의 최대처리능력 검토를 통한 강우시 하수에 대한 적정처리는 일차처리후 방류하는 것으로 검토함.

가. 최대처리능력 검토

○ 최대처리능력 검토결과 현재 시설용량은 7,000㎥/일이고, 실제 처리능력은 시설용량 수준인 7,000㎥/일로 검토됨, 2017년 운영현황은 4,785~19,881㎥/일로 유입되고 있음.

<표 4.2-80> 최대처리능력 검토결과

(단위 : ㎥/일)

구 분		현재	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
기존	시설용량	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	
	처리능력	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	
①계획하수량		5,675	5,635	5,794	5,757	6,996	
I/I	침입수량	4,334	4,334	2,167	–	–	지하수유입량 10% 적용 그 외 침입수 간주
	유입수량	6,739	6,739	3,370	–	–	
	②계	10,009	9,969	7,961	–	–	
③유입하수량		15,684	15,604	13,755	5,757	6,996	③=②+①
④개량계획			5,536	5,537			
증설계획		–	–	–	–	–	
⑤단계별 최대처리능력		7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	
⑥시설용량 초과량		8,684	8,604	6,755	-1,243	-4	⑥=③-⑤

주) 1. I/I 저감량은 침입수량(I/I)- 지하수유입량 10%로 산정(4,334㎥/일=5,631㎥/일-1,297㎥/일)
2. 유입수량은 강우시(10~30㎜) 하수량 유입수 6,739㎥/일 적용

나. 시설계획

○ 최대처리능력 검토결과 기존 시설처리능력은 시설용량과 동일하여 별도의 기존시설 정상화를 위한 계획은 수립하지 않음

○ 음성처리구역의 I/I 저감 계획 수립

⇨ 음성읍 하수관거정비사업(3차) 완료시 차집관로와 우수토실을 폐쇄할 계획임.

⇨ 하수관로기술진단을 수행하고 있으며 결과에 따라 관로정비계획수립

○ 관로정비가 완료 되기 전 까지는 강우시 시설용을 초과하는 유입수는 일차처리후 소독하여 방류하는 것으로 계획함.