



제 5 장

하수관거계획



- 5.1 총설
- 5.2 현황 및 문제점
- 5.3 관거정비의 기본방향
- 5.4 하수배제방식
- 5.5 관거개량 계획
- 5.6 관거신설 계획
- 5.7 분류식관거 계획
- 5.8 펌프장 계획
- 5.9 하수저류 및 우수침투시설 계획
- 5.10 물받이, 연결관 및 배수설비
- 5.11 사업우선순위

5.1 총설

5.1.1 관거계획의 목적

하수도는 침수방지 및 생활환경 개선을 위한 기초적인 역할을 담당하는 생활 기초시설로서 공공수역의 수질보전뿐만 아니라 도시 방재 시설로도 그 기능발휘가 충분하여야 한다.

또한 하수배제계획은 하수도의 중요한 사항으로서 지역의 제반여건을 충분히 고려하여 종합적으로 계획되어야 한다.

우리나라의 하수도는 외국 하수도에 비해 관거 보급 역사가 짧아 전반적으로 관거시설이 부족할 뿐만 아니라 현대식 하수관거로서의 기능을 다하지 못하고 있다. 즉, 외국의 하수도는 침수방지를 위한 우수배제형 하수도(제1세대)에서 오수배제, 분뇨의 관거 직투입 등 주거 지역의 위생환경 개선을 위한 공중위생형 하수도(제2세대)를 거쳐 수자원의 오염방지와 함께 수질보전을 위한 수질보전형 하수도(제3세대)로 발전되어 왔고, 최근에는 하수처리수 재이용 및 하수도 시설의 다목적 이용을 위한 자원개발형 하수도(제4세대)로 변천해 왔다.

반면 우리나라의 하수도는 지역 개발과 함께 우수배제 기능의 하수도(제1세대)가 보급되어 왔으며 이들 중 일부가 현재까지 사용되고 있다. '70년대 경제발전과 도시의 인구집중 및 공업화와 함께 수질오염이 심각해지면서 오수배제기능(제2세대)하수도의 보급과정을 거치지 않고 상수원 수역 등의 수질보전을 위해 하수처리장건설(제3세대)을 추진해 왔기 때문에 우리나라의 하수도는 우수배제 기능위주의 불완전한 하수관거 체계에서 공공하수처리시설이 건설, 운영되는 현상을 초래했으며 불리한 오수배제 및 하수수송 체계로 인해 막대한 사업비가 투자된 공공하수처리시설의 사업효과가 저감되고 하천의 수질이 악화되는 결과를 초래하고 있다.

따라서, 본 장의 하수관거계획은 이러한 문제점 등을 고려하여 보다 효과적이고 효율적인 하수관거의 신설, 개보수 및 유지관리를 포함한 하수도 시설의 전반적인 계획을 수립하는데 그 목적이 있다.

[표 5.1-1] 도시하수의 세대론적 구분과 정비상황

구 분	정 비 목 적	정 비 내 용
제1세대 하수도	•생활환경개선 및 침수방지 (우수 및 오수의 배제)	•하수관거 시설

[표 5.1-1] 표 계속

구 분	정 비 목 적	정 비 내 용
제2세대 하수도	•공공수역의 수질보전 (오수처리)	•하수처리장 시설
제3세대 하수도	•폐자원 회수 및 개발 (처리수 및 슬러지의 자원화)	•고도처리시설 •슬러지 자원화 시설
제4세대 하수도	•하수도의 다용도화	•처리장 공간의 휴식공간화 •하수관거의 통신관로화 •도시 치수사업과의 연계 - 대심도 하수도 터널 등

5.1.2 관거계획의 범위

본 계획의 하수관거분야에서는 다음과 같은 범위에 대하여 단계별로 계획을 추진하고자 한다.

- 확률년수 상향에 의한 침수피해 경감
- 수세변소수 직유입 수준의 하수도시설 정비
- 하수관거정비사업의 효율화 추진
- 악취방지대책
- 우수유출저감형 하수도와 하수저류시설 확충
- 하수관거의 불명수 유입 저감에 의한 하수처리시설 운영효율 극대화
- 초기우수 및 CSOs 관리를 통한 방류수역의 월류부하량 경감

5.1.3 단계별 처리구역 면적

단계별 처리구역 면적은 공주시 전역을 대상으로 하며 도시계획상 시가화 지역, 장래 시가화 예상되는 지역, 기타 공공수역의 수질 보전 및 하수도 정비를 필요로 하는 지역으로 하며 계획단계별 하수처리구역은 다음과 같다.

[표 5.1-2] 단계별 하수처리구역

(단위 : km²)

처 리 구 역	처 리 분 구	기 존 (2013년)	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계		16,929	21,208	24,347	24,347	24,347	24,347	
합 계		15,047	16,945	17,563	17,563	17,563	17,563	
공주	소 계	8,583	9,121	9,163	9,163	9,163	9,163	
	동부	0,884	0,885	0,885	0,885	0,885	0,885	
	중부	2,837	2,840	2,852	2,852	2,852	2,852	
	서부	2,258	2,287	2,295	2,295	2,295	2,295	
	북부	2,199	2,201	2,201	2,201	2,201	2,201	
	신금	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	
	북부1	0,212	0,212	0,212	0,212	0,212	0,212	
	월송1	—	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503	
	월송2	—	—	0,014	0,014	0,014	0,014	
	월송3	—	—	0,008	0,008	0,008	0,008	
유구	소 계	2,282	2,581	3,133	3,133	3,133	3,133	
	북부	0,322	0,390	0,390	0,390	0,390	0,390	
	중앙	1,199	1,352	1,352	1,352	1,352	1,352	
	동부	0,488	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555	
	남부	0,273	0,284	0,284	0,284	0,284	0,284	
	유구온천	—	—	0,242	0,242	0,242	0,242	
	명곡	—	—	0,018	0,018	0,018	0,018	
	신영1	—	—	0,046	0,046	0,046	0,046	
	신영2	—	—	0,055	0,055	0,055	0,055	
	신달1	—	—	0,039	0,039	0,039	0,039	
	신달2	—	—	0,044	0,044	0,044	0,044	
	입석1	—	—	0,016	0,016	0,016	0,016	
	입석2	—	—	0,092	0,092	0,092	0,092	

[표 5.1-2] 표 계속

처 리 구 역	처 리 분 구	기 존 (2013년)	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
공암	소 계	1,599	2,599	2,599	2,599	2,599	2,599	
	공암1	0.265	0.394	0.394	0.394	0.394	0.394	
	공암2	0.270	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	
	공암3	0.064	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	
	공암4	—	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	
	공암5	—	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	
	봉곡1	0.631	1.091	1.091	1.091	1.091	1.091	
	봉곡2	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	
	송곡1	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	
	송곡2	0.129	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	
	온천1	—	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	
	사기소	—	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	
동학사	소 계	1,065	1,126	1,126	1,126	1,126	1,126	
	온천	0.128	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	
	학봉1	0.937	0.938	0.938	0.938	0.938	0.938	
	학봉2	—	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	
	밀목재	—	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	
	동월계곡	—	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	
신관	소 계	1,518	1,518	1,542	1,542	1,542	1,542	
	울정1	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	
	울정2	—	—	0.017	0.017	0.017	0.017	
	수촌1	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	
	수촌2	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	
	청룡1	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	
	청룡2	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	
	금흥	0.541	0.541	0.548	0.548	0.548	0.548	
소규모하수도		1,882	4,263	6,784	6,784	6,784	6,784	

5.2 현황 및 문제점

5.2.1 시설현황 및 문제점

가. 통계자료 조사

「2013년 하수도 통계(2013, 환경부)」 자료에 따르면 2013년 말 공주시의 하수관거 총 연장은 390.49km로 관거보급율은 계획연장 490.34km 대비 약 79.6%에 이르고 있으며, 관거 형태별로는 원형관 343.42km, 사각형 21.13km, 개거 4.43km, 측구 21.52km이며 관거 기능별 분류는 합류식관거 84.80km, 분류식 우수관거 70.88km, 분류식 오수관거 234.81km로 구성되어 있다.

2013년 말 공주시의 통계자료에 의한 하수관거 시설 현황은 다음과 같다.

[표 5.2-1] 도시하수의 세대론적 구분과 정비상황

구 분			단 위	공주시 관거시설 현황				비고	
				계	시가지	유구읍	반포면		
계획연장			km	490.34	317.75	90.58	56.74		
시설연장			km	390.49	239.96	82.01	49.32		
보급율			%	79.6	75.5	90.5	86.9		
합 류 식	계획면적		km ²	567.1	77.0	102.0	78.0		
	계획연장		km	106.80	97.80	8.71	—		
	시설연장		km	84.80	75.80	8.71	—		
	암 거	사각형	km	12.45	11.18	1.27	—		
		원 형	km	49.64	41.91	7.43	—		
	개 거		km	2.86	2.86	—	—		
	측 구		km	19.85	19.85	—	—		
분 류 식	오 수 관 거	계획면적	km ²	23.5	16.0	2.0	2.0		
		계획연장	km	248.30	114.29	52.61	56.68		
		시설연장	km	234.81	114.29	52.61	49.26		
		암 거	사각형	km	—	—	—	—	
			원형	km	234.81	114.29	52.61	49.26	
	우 수 관 거	계획면적	km ²	22.0	16.0	2.0	2.0		
		계획연장	km	135.24	105.66	29.26	0.06		
		시설연장	km	70.88	49.87	20.69	0.06		
		암 거	사각형	km	8.68	5.97	2.71	—	
			원형	km	58.97	42.54	16.11	0.06	
		개 거		km	1.57	0.59	0.98	—	
		측 구		km	1.67	0.77	0.90	—	

[표 5.2-1] 표 계속

구 분		단 위	공주시 관거시설 현황				비고		
			계룡면	의당면	신풍면	사곡면			
계획연장		km	10.51	2.50	6.32	5.95			
시설연장		km	9.07	1.99	3.35	4.79			
보급율		%	86.3	79.7	53.1	80.5			
합류식	계획면적	km ²	84.0	66.0	80.0	80.1			
	계획연장	km	—	—	0.29	—			
	시설연장	km	—	—	0.29	—			
	암거	사각형	km	—	—	—	—		
		원 형	km	—	—	0.29	—		
	개 거	km	—	—	—	—			
	측 구	km	—	—	—	—			
분류식	오수관거	계획면적	km ²	0.0	1.0	1.0	1.5		
		계획연장	km	10.25	2.50	6.02	5.95		
		시설연장	km	8.81	1.99	3.06	4.79		
		암거	사각형	km	—	—	—	—	
			원형	km	8.81	1.99	3.06	4.79	
	우수관거	계획면적	km ²	0.0	1.0	1.0	0.0		
		계획연장	km	0.26	—	—	—		
		시설연장	km	0.26	—	—	—		
		암거	사각형	km	—	—	—	—	
			원형	km	0.26	—	—	—	
		개 거	km	—	—	—	—		
		측 구	km	—	—	—	—		

주)하수도 통계 (2013, 공주시)

나. 관거현황

본 계획에서는 하수관거의 현황파악을 위하여 「공주시 하수도정비기본계획 변경(2008, 공주시)」, 「공주시 동(중부)지역 하수관거 정비사업(2008)」, 「공주시 동(북부)지역 하수관거 정비사업(2008)」, 「공주시 동(서부)지역 하수관거 정비사업(2013)」, 「공주시 동(동부)지역 하수관거 정비사업(2013)」, 「공주시 신관 하수관거 정비사업(2010)」, 기타 하수관거 정비 기본 및 실시설계 등 관련계획에서 계획 된 신설 및 개량관거를 파악하고, 택지개발지구, 신도시 개발사업 등의 개발지역에 대해서는 준공도서를 입수하여 관거 현황을 파악하였다.

조사결과 2014년 현재 공주시 총 하수관거는 418,110km로 조사되었으며 오수관로 164,759km(39.4%), 우수관로 212,473km(50.8%), 차집관로 40,878km(9.8%)가 설치되어 있는 것으로 나타났다.

공주시의 관거현황을 살펴보면 각종 하수관거 정비사업을 통해 대부분의 처리구역은 완전분류식화가 되었고 일부 지역은 진행중에 있으며, 대부분의 분류식 지역은 기존 합류식관로를 우수관으로 사용하고 있다.

금회 계획에서 조사된 공주시의 관거시설은 다음과 같다.

[표 5.2-2] 행정구역별 하수관거 시설현황

(단 위 : m)

구 분	배 제 방 식		계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
합 계	합 계		418,110	363,234	37,443	17,433	
	분류 식	소 계	377,232	322,356	37,443	17,433	
		우 수	212,473	157,597	37,443	17,433	
		오 수	164,759	164,759	—	—	
	합 류 식		—	—	—	—	
	차 집 관 거		40,878	40,878	—	—	
동지 역	합 계		249,770	218,170	27,872	3,728	
	분류 식	소 계	232,227	200,627	27,872	3,728	
		우 수	136,296	104,696	27,872	3,728	
		오 수	95,931	95,931	—	—	
	합 류 식		—	—	—	—	
	차 집 관 거		17,543	17,543	—	—	

[표 5.2-2] 표 계속

(단 위 : m)

구 분	배 제 방 식		계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
유구 읍	합 계		62,259	51,439	4,622	6,198	
	분류 식	소 계	54,903	44,083	4,622	6,198	
		우 수	33,200	22,380	4,622	6,198	
		오 수	21,703	21,703	—	—	
	합 류 식		—	—	—	—	
	차 집 관 거		7,356	7,356	—	—	
반포 면	합 계		62,400	51,681	3,212	7,507	
	분류 식	소 계	51,412	40,693	3,212	7,507	
		우 수	29,078	18,359	3,212	7,507	
		오 수	22,334	22,334	—	—	
	합 류 식		—	—	—	—	
	차 집 관 거		10,988	10,988	—	—	
의당 면	합 계		43,681	41,944	1,737	—	신관 처리구역
	분류 식	소 계	38,690	36,953	1,737	—	
		우 수	13,899	12,162	1,737	—	
		오 수	24,791	24,791	—	—	
	합 류 식		—	—	—	—	
	차 집 관 거		4,991	4,991	—	—	

주 : 본 시설현황은 "공주시 GIS구축", "기존하수도대장", "공주시 동지역 하수관거 정비사업", "공주시 신관 하수관거 정비 사업"의 준공자료 및 현장 조사된 시설현황임

[표 5.2-3] 처리구역별 하수관거 시설현황

(단 위 : m)

구 분	배 제 방 식	계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
합 계	합 계	418,110	363,234	37,443	17,433	
	분류 식	소 계	377,232	322,356	37,443	17,433
		우 수	212,473	157,597	37,443	17,433
		오 수	164,759	164,759	—	—
	합 류 식	—	—	—	—	
	차 집 관 거	40,878	40,878	—	—	
공주 처리 구역	북부	합 계	73,614	68,294	4,551	769
		분류 식	소 계	71,147	65,827	4,551
			우 수	38,957	33,637	4,551
			오 수	32,190	32,190	—
		합 류 식	—	—	—	—
		차 집 관 거	2,467	2,467	—	—
	중부	합 계	109,979	92,569	15,931	1,479
		분류 식	소 계	101,990	84,580	15,931
			우 수	60,749	43,339	15,931
			오 수	41,241	41,241	—
		합 류 식	—	—	—	—
		차 집 관 거	7,989	7,989	—	—
	서부	합 계	32,716	30,903	1,730	83
		분류 식	소 계	25,629	23,816	1,730
			우 수	15,048	13,235	1,730
			오 수	10,581	10,581	—
		합 류 식	—	—	—	—
		차 집 관 거	7,087	7,087	—	—
	동부	합 계	33,461	26,404	5,660	1,397
		분류 식	소 계	33,461	26,404	5,660
			우 수	21,542	14,485	5,660
			오 수	11,919	11,919	—
		합 류 식	—	—	—	—
		차 집 관 거	—	—	—	—

주 : 본 시설현황은 "공주시 GIS구축", "기존하수도대장", "공주시 동지역 하수관거 정비사업", "공주시 신관 하수관거 정비사업"의 준공자료 및 현장 조사된 시설현황임

[표 5.2-3] 표 계속

(단 위 : m)

구 분		배 제 방 식	계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
유구 처리 구역	북부	합 계	9,036	6,991	1,219	826	
		분류 식	소 계	8,641	6,596	1,219	826
			우 수	4,848	2,803	1,219	826
			오 수	3,793	3,793	—	—
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	395	395	—	—	
	중앙	합 계	32,903	27,183	3,075	2,645	
		분류 식	소 계	30,544	24,824	3,075	2,645
			우 수	18,865	13,145	3,075	2,645
			오 수	11,679	11,679	—	—
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	2,359	2,359	—	—	
	동부	합 계	14,594	12,829	268	1,497	
		분류 식	소 계	11,804	10,039	268	1,497
			우 수	6,809	5,044	268	1,497
			오 수	4,995	4,995	—	—
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	2,790	2,790	—	—	
	남부	합 계	5,726	4,436	60	1,230	
		분류 식	소 계	3,914	2,624	60	1,230
			우 수	2,678	1,388	60	1,230
			오 수	1,236	1,236	—	—
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	1,812	1,812	—	—	
공암 처리 구역	공암 1	합 계	9,588	7,496	76	2,016	
		분류 식	소 계	8,383	6,291	76	2,016
			우 수	5,584	3,492	76	2,016
			오 수	2,799	2,799	—	—
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	1,205	1,205	—	—	

주 : 본 시설현황은 "공주시 GIS구축", "기존하수도대장", "공주시 동지역 하수관거 정비사업", "공주시 신관 하수관거 정비사업"의 준공자료 및 현장 조사된 시설현황임

[표 5.2-3] 표 계속

(단 위 : m)

구 분		배 제 방 식		계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
공암 처리 구역	공암 2	합 계		7,012	6,118	894	—	
		분류 식	소 계	5,090	4,196	894	—	
			우 수	2,381	1,487	894	—	
			오 수	2,709	2,709	—	—	
		합 류 식		—	—	—	—	
		차 집 관 거		1,922	1,922	—	—	
	공암 3	합 계		2,747	1,751	—	996	
		분류 식	소 계	1,805	809	—	996	
			우 수	1,319	323	—	996	
			오 수	486	486	—	—	
		합 류 식		—	—	—	—	
		차 집 관 거		942	942	—	—	
	봉곡 1	합 계		10,239	9,090	562	587	
		분류 식	소 계	8,776	7,627	562	587	
			우 수	4,530	3,381	562	587	
			오 수	4,246	4,246	—	—	
		합 류 식		—	—	—	—	
		차 집 관 거		1,463	1,463	—	—	
	봉곡 2	합 계		1,043	662	—	381	
		분류 식	소 계	1,043	662	—	381	
			우 수	404	23	—	381	
			오 수	639	639	—	—	
		합 류 식		—	—	—	—	
		차 집 관 거		—	—	—	—	
	송곡 1	합 계		2,345	1,896	—	449	
		분류 식	소 계	2,345	1,896	—	449	
			우 수	1,064	615	—	449	
			오 수	1,281	1,281	—		
		합 류 식		—	—	—	—	
		차 집 관 거		—	—	—	—	

주 : 본 시설현황은 "공주시 GIS구축", "기존하수도대장", "공주시 동지역 하수관거 정비사업", "공주시 신관 하수관거 정비사업"의 준공자료 및 현장 조사된 시설현황임

[표 5.2-3] 표 계속

(단 위 : km)

구 분		배 제 방 식	계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
공암 처리 구역	송곡 2	합 계	3,267	3,181	—	86	
		분류 식	소 계	2,148	2,062	86	
			우 수	1,231	1,145	86	
			오 수	917	917	—	
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	1,119	1,119	—	—	
동학 사처 리구 역	학봉	합 계	22,996	18,324	1,680	2,992	
		분류 식	소 계	19,848	1,680	2,992	
			우 수	11,819	1,680	2,992	
			오 수	8,029	—	—	
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	3,148	3,148	—	—	
	온천	합 계	3,163	3,163	—	—	
		분류 식	소 계	1,974	—	—	
			우 수	746	—	—	
			오 수	1,228	—	—	
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	1,189	1,189	—	—	
신관 처리 구역	율정 1	합 계	3,947	3,947	—	—	
		분류 식	소 계	3,947	—	—	
			우 수	791	—	—	
			오 수	3,156	—	—	
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	—	—	—	—	
	수촌 1	합 계	7,231	6,835	396	—	
		분류 식	소 계	6,436	396	—	
			우 수	2,414	396	—	
			오 수	4,022	—	—	
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	795	795	—	—	
	수촌 2	합 계	3,387	2,839	548	—	
		분류 식	소 계	3,387	548	—	
			우 수	684	548	—	
			오 수	2,703	—	—	
		합 류 식	—	—	—	—	
		차 집 관 거	—	—	—	—	

주 : 본 시설현황은 "공주시 GIS구축", "기존하수도대장", "공주시 동지역 하수관거 정비사업", "공주시 신관 하수관거 정비사업"의 준공자료 및 현장 조사된 시설현황임

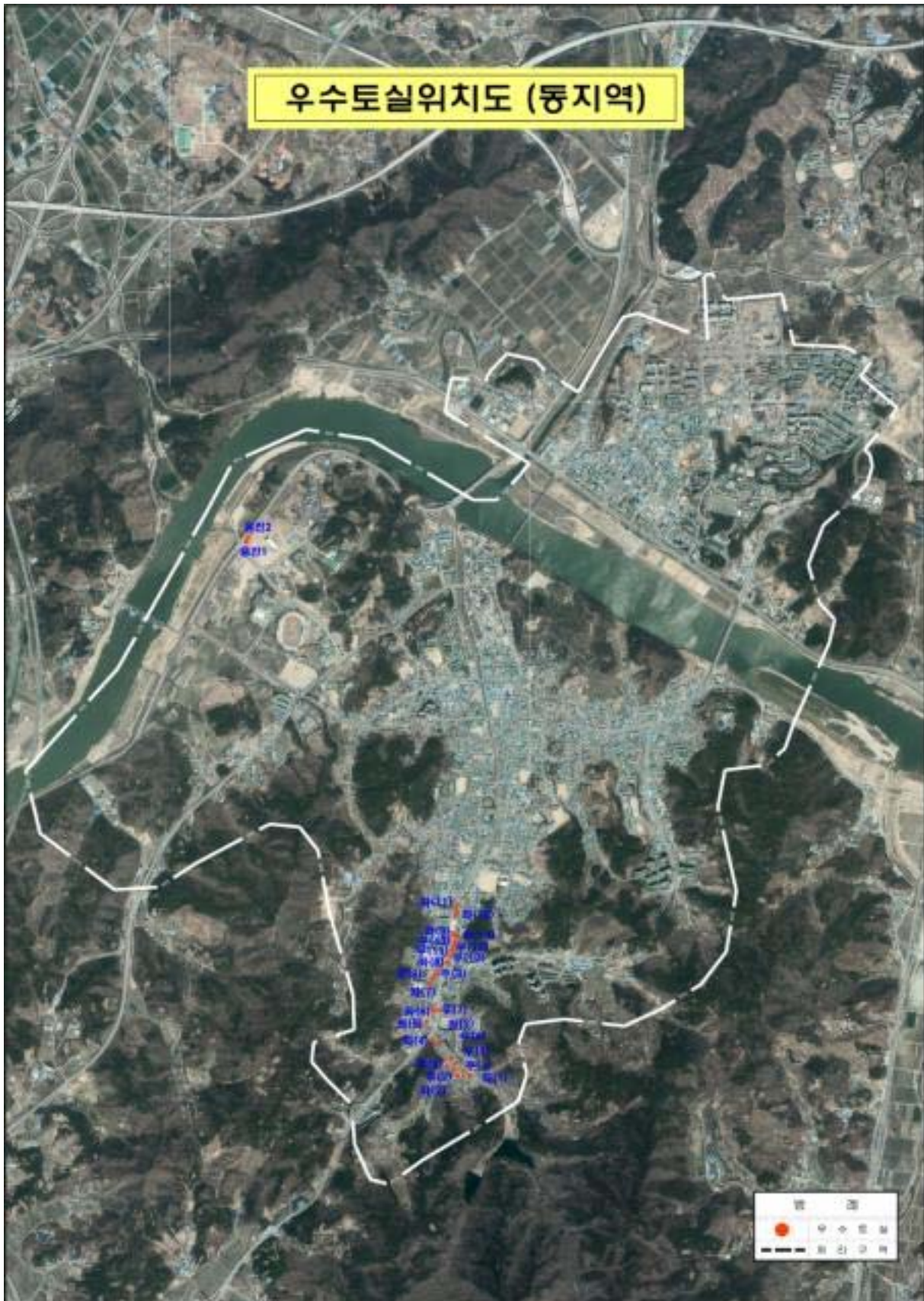
[표 5.2-3] 표 계속

(단 위 : km)

구 분		배 제 방 식	계	원 형 관	BOX	측 구	비 고
신관 처리 구역	청룡 1	합 계		9,229	9,229	—	—
		분류 식	소 계	9,229	9,229	—	—
			우 수	5,449	5,449	—	—
			오 수	3,780	3,780	—	—
		합 류 식		—	—	—	—
		차 집 관 거		—	—	—	—
	청룡 2	합 계		8,276	8,161	115	—
		분류 식	소 계	6,524	6,409	115	—
			우 수	2,022	1,907	115	—
			오 수	4,502	4,502	—	—
		합 류 식		—	—	—	—
		차 집 관 거		1,752	1,752	—	—
	금홍	합 계		11,611	10,933	678	—
		분류 식	소 계	9,167	8,489	678	—
			우 수	2,539	1,861	678	—
			오 수	6,628	6,628	—	—
		합 류 식		—	—	—	—
		차 집 관 거		2,444	2,444	—	—

주 : 본 시설현황은 "공주시 GIS구축", "기존하수도대장", "공주시 동지역 하수관거 정비사업", "공주시 신관 하수관거 정비사업"의 준공자료 및 현장 조사된 시설현황임

〈그림 5.2-1〉 우수토실 위치도



라. 차집관거 및 간선관거 시설현황

차집관거는 합류식 관거가 보급된 지역 또는 합류식 및 분류식이 혼재된 지역으로부터 하수를 효과적으로 차집하여 공공하수처리시설로 수송하기 위하여 설치하는 하수관거로서 관거시설, 우수토실, 기타 부대시설로 구성되고, 간선관거는 분류식 지역의 오수지선관거로부터 오수를 차집하여 공공하수처리시설로 수송하기 위하여 설치하는 하수관거이다.

현재 공주시의 차집관거 및 주요간선관거현황은 다음과 같다.

[표 5.2-5] 차집간거 및 간선관거 현황(공주공공하수처리시설)

구 분	관 경 (mm)	합 계	차집관거 및 오수간선 관거				비고
			북부	중부	서부	동부	
공주 처리 구역	D250	1,095		1,095			
	D300	3,110		410	2,700		
	D350	5,551	2,467	1,634	1,450		
	D400	1,467		1,322	145		
	D450	470		470			
	D500	588		588			
	D700	125		125			
	D900	407		407			
	D1000	998		998			
	D1100	3,732		940	2,792		
총 계		17,543	2,467	7,988	7,087		

[표 5.2-6] 차집관거 및 간선관거 현황(유구공공하수처리시설)

구 분	관 경 (mm)	합 계	차집관거 및 오수간선 관거				비고
			북부	동부	남부	중앙	
유구 처리 구역	D300	5,179	395	2,003	665	2,116	
	D400	1,030	—	787	—	243	
	D450	287	—	—	287	—	
	D500	860	—	—	860	—	
총 계		7,356	395	2790	1,812	2,359	

[표 5.2-7] 차집관거 및 간선관거 현황(공암공공하수처리시설)

구 분	관 경 (㎜)	합 계	차집관거 및 오수간선 관거					비고
			공암1	공암2	공암3	봉곡1	송곡2	
공암 처리 구역	D300	1,030	1,205	1,922	942	1,463	1,119	
총 계		6,651	1,205	1,922	942	1,463	1,119	

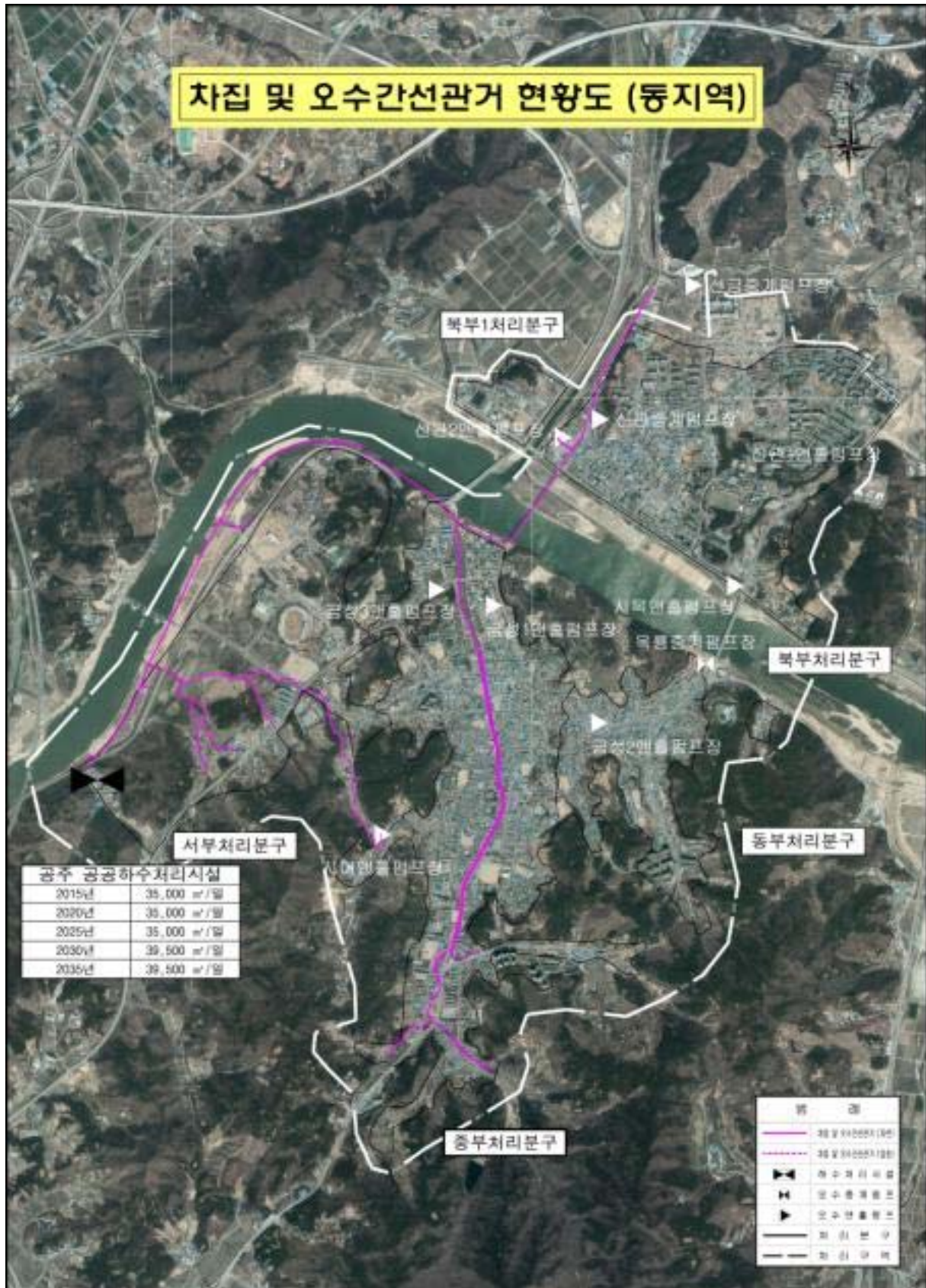
[표 5.2-8] 차집관거 및 간선관거 현황(동학사공공하수처리시설)

구 분	관 경 (㎜)	합 계	차집관거 및 오수간선 관거		비고
			학봉	온천지구	
동학사 처리구역	D300	4,337	3,148	1,189	
총 계		4,337	3,148	1,189	

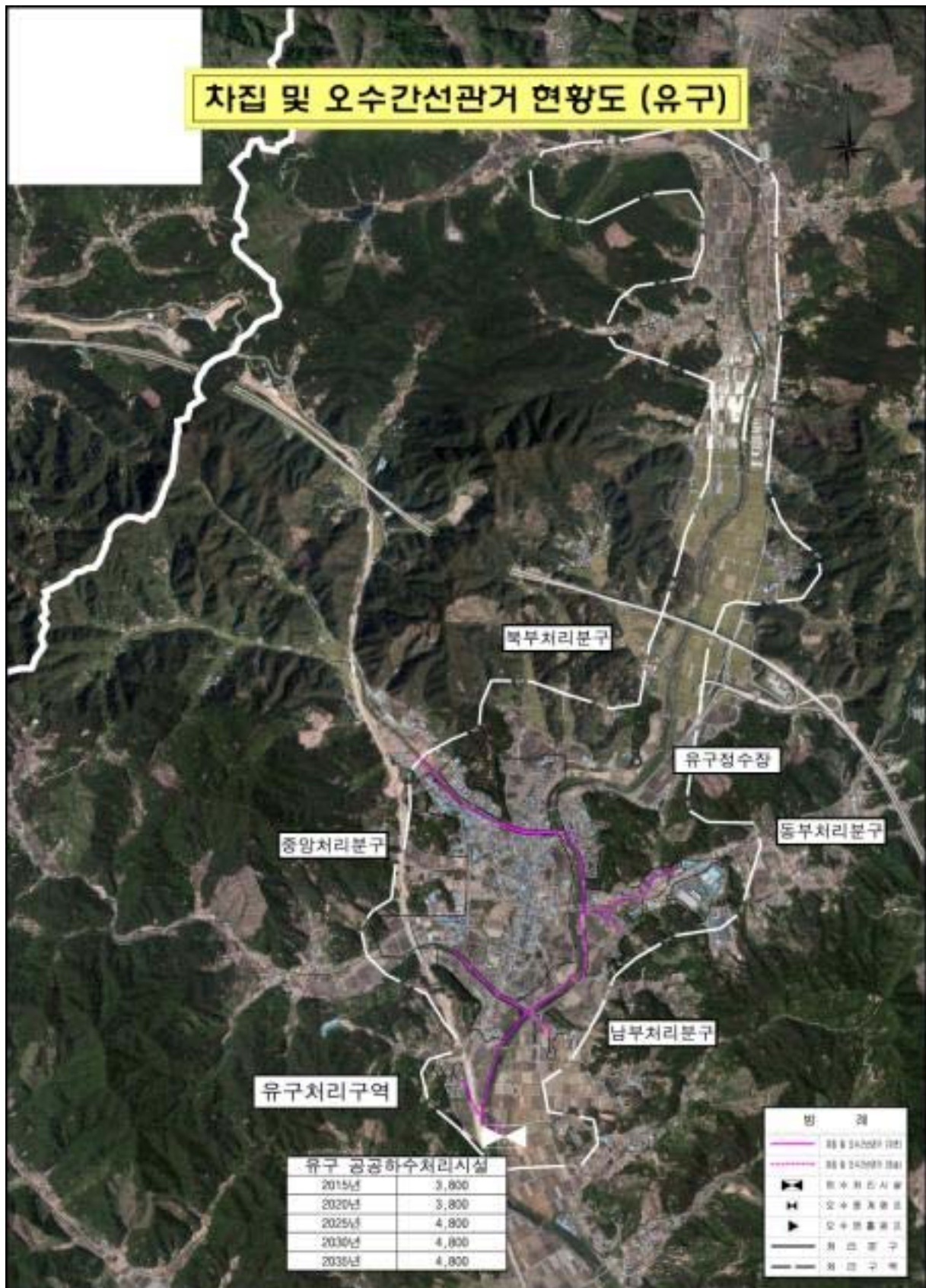
[표 5.2-9] 차집관거 및 간선관거 현황(신관공공하수처리시설)

구 분	관 경 (㎜)	합 계	차집관거 및 오수간선 관거					비고
			울정	수촌1	수촌2	청룡2	금흥	
신관 처리 구역	D200	1,535	—	795	—	—	740	
	D300	1,552	—	—	—	1,552	—	
	D400	1,704	—	—	—	—	1,704	
	D500	200	—	—	—	200	—	
총 계		4,991	—	795	—	1,752	2,444	

〈그림 5.2-2〉 공주 처리구역 차집 및 오수간선관거현황도



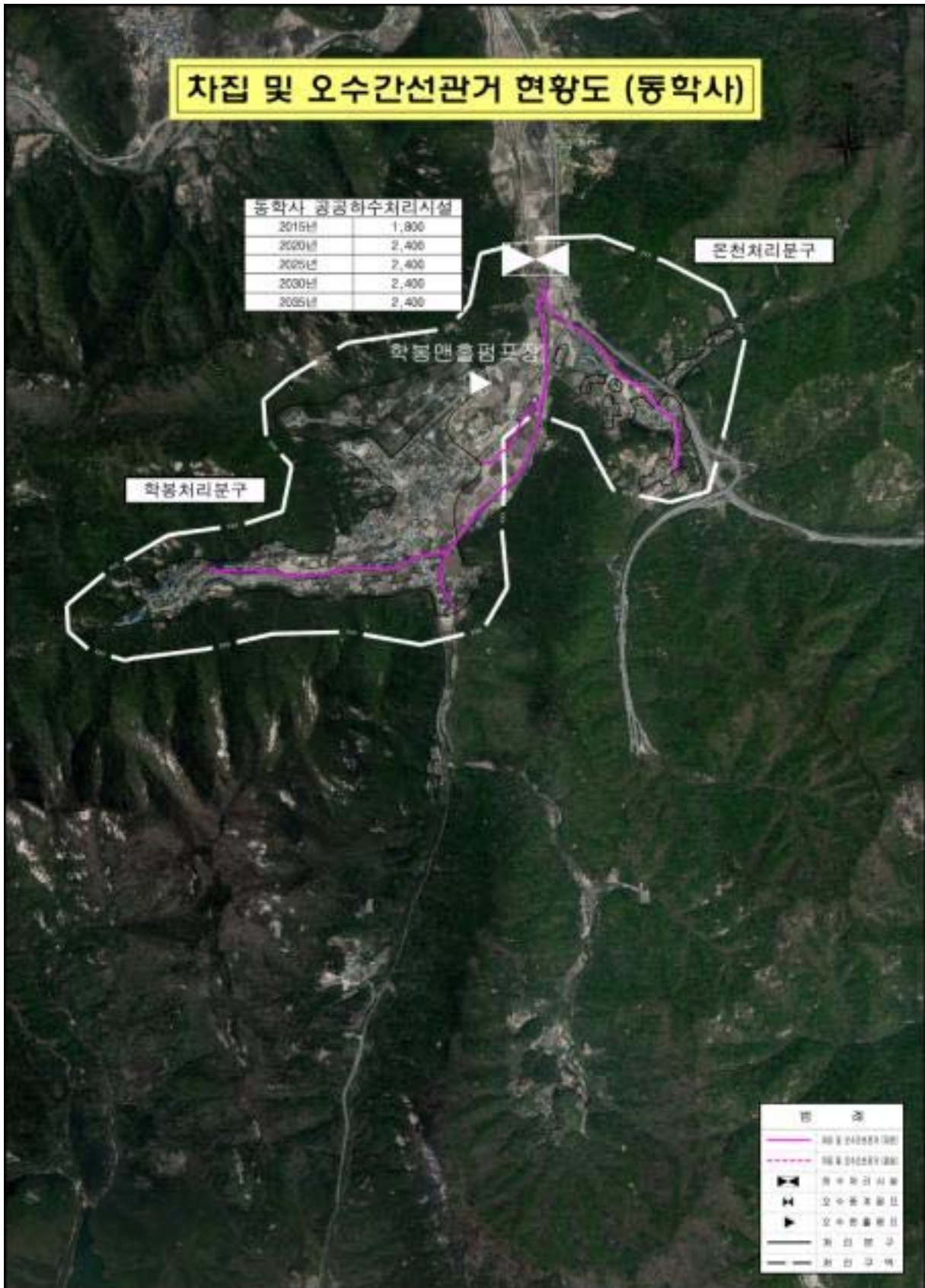
〈그림 5.2-3〉 유구 처리구역 차집 및 오수간선관거현황도



〈그림 5.2-4〉 공암 처리구역 차집 및 오수간선관거현황도



〈그림 5.2-5〉 동학사 처리구역 차집 및 오수간선관거현황도



〈그림 5.2-6〉 신관 처리구역 차집 및 오수간선관거현황도



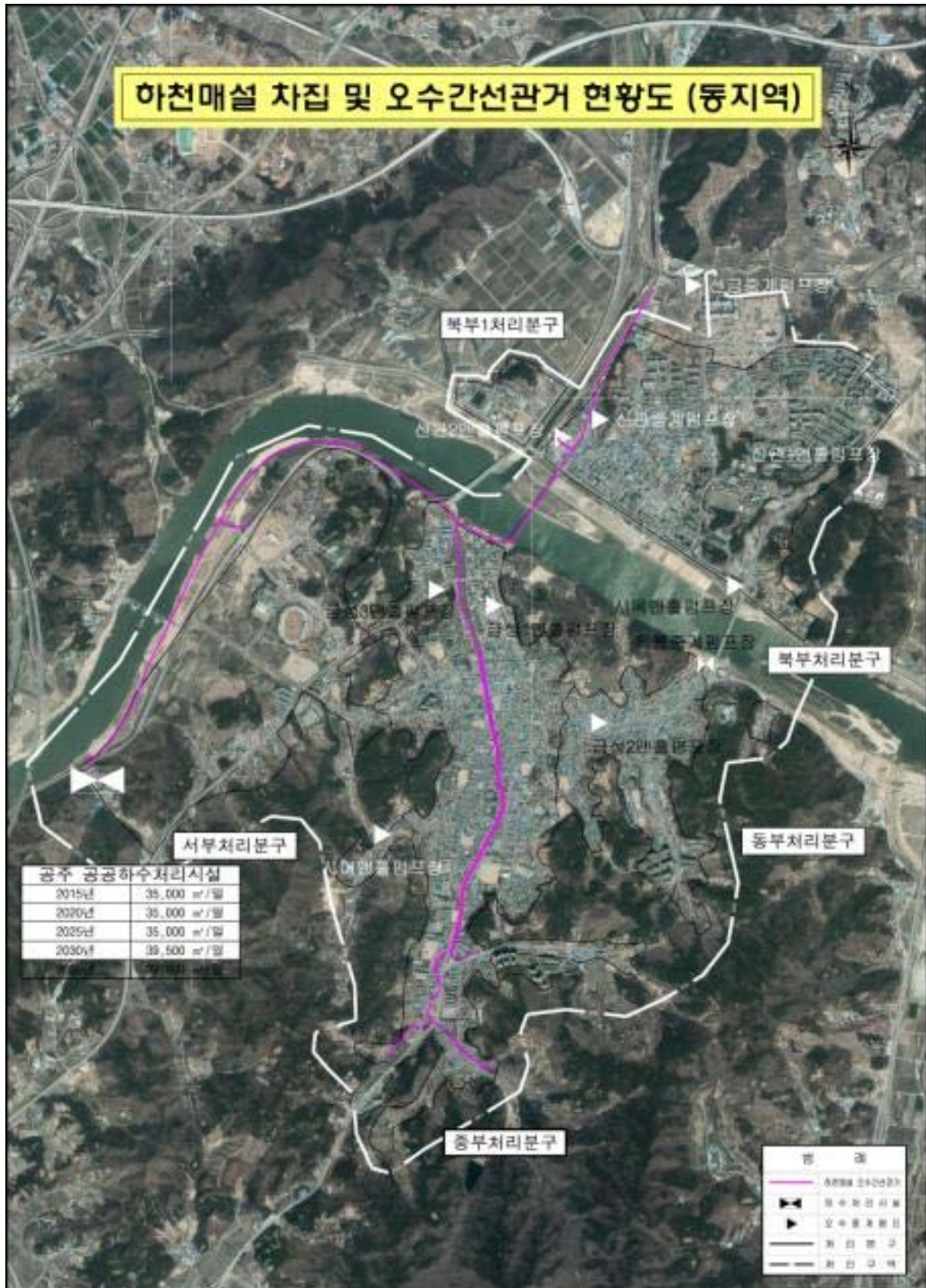
마. 하천매설 차집관거 및 오수간선관거 현황

공주시 하천내 매설되어 지하수위보다 낮은 위치에 설치된 차집관거 및 오수간선 관거의 현황과 위치는 다음과 같다.

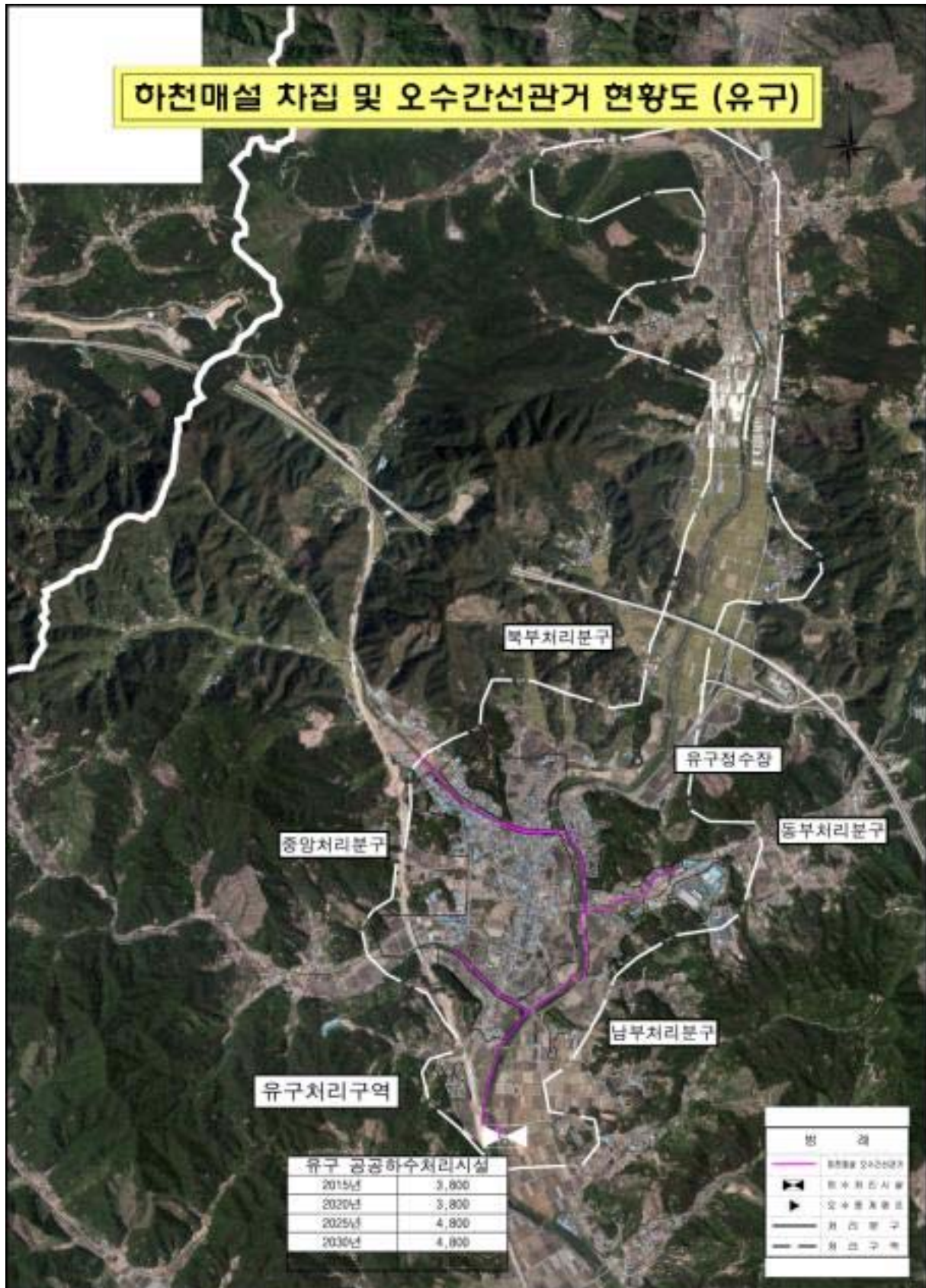
[표 5.2-10] 하천매설 차집관거 및 오수간선관거 현황

구분	처 리 구 역					
	합 계	공주	공암	동학사	유구	신관
D200	2,184	1,095				1,089
D250	1,095	1,095				
D300	13,829	670	3,255	4,337	4,015	1,552
D350	4,166	4,166				
D400	4,112	1,378			1,030	1,704
D450	757	470			287	
D500	1,648	588			860	200
D700	125	125				
D900	407	407				
D1,000	998	998				
D1,100	3,732	3,732				
합계	33,053	14,724	3,255	4,337	6,192	4,545

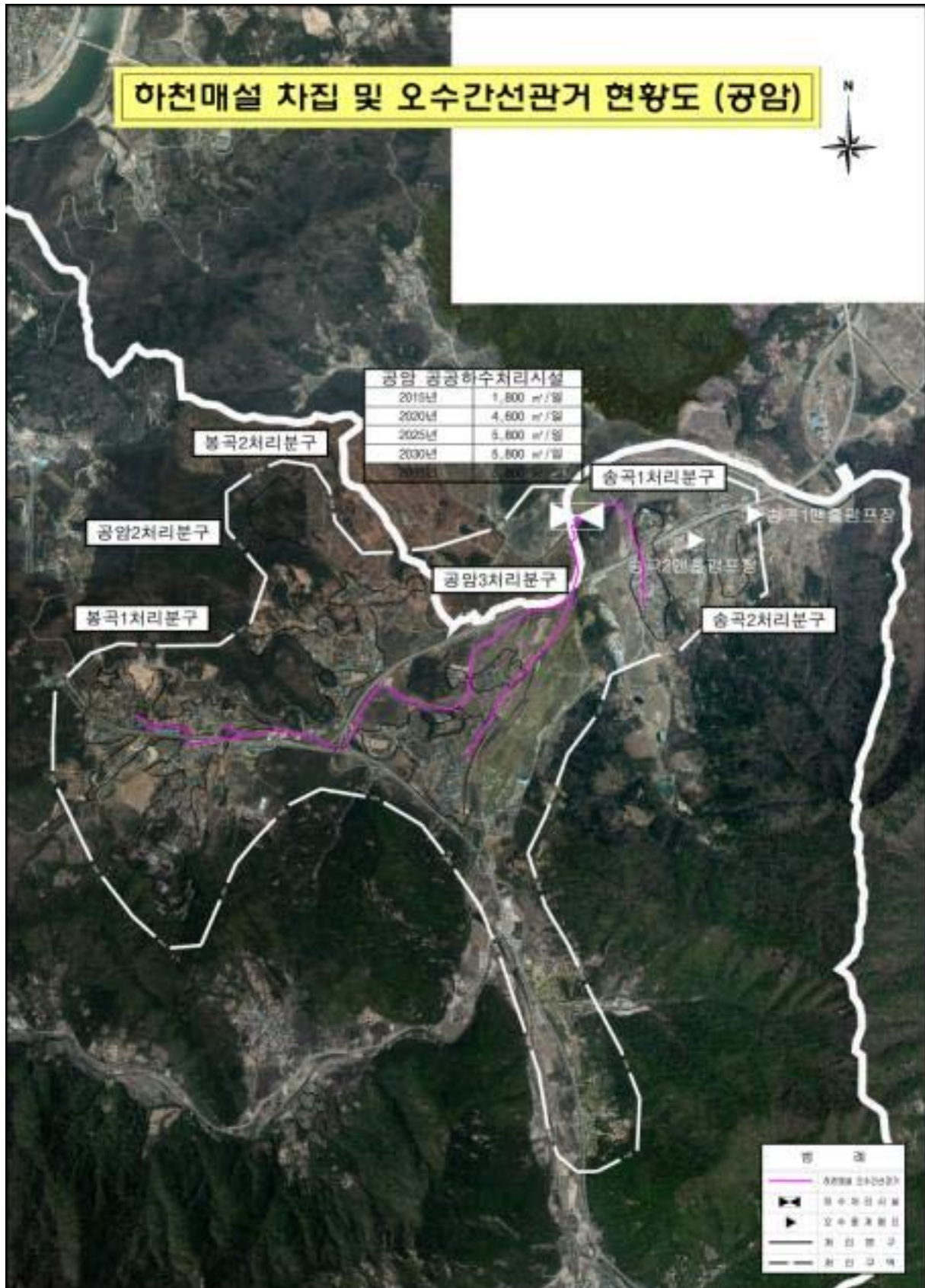
〈그림 5.2-7〉 공주 처리구역 하천매설 차집 및 오수간선관거현황도



〈그림 5.2-8〉 유구 처리구역 하천매설 차집 및 오수간선관거현황도



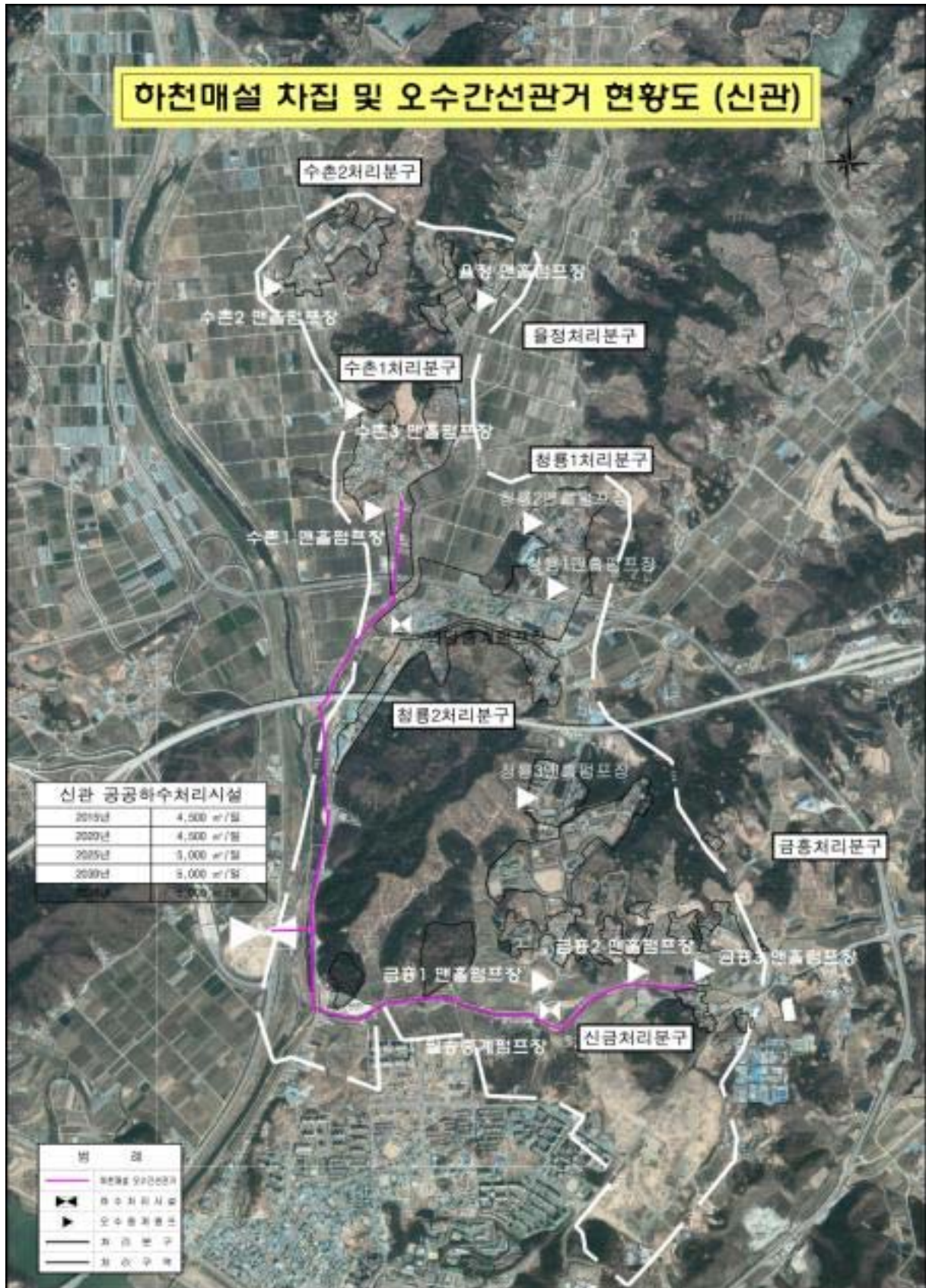
〈그림 5.2-9〉 공암 처리구역 하천매설 차집 및 오수간선관거현황도



〈그림 5.2-10〉 동학사 처리구역 하천매설 차집 및 오수간선관거현황도



〈그림 5.2-11〉 신관 처리구역 하천매설 차집 및 오수간선관거현황도



가. 중계 및 빗물펌프장의 운영현황

1) 오수중계펌프장

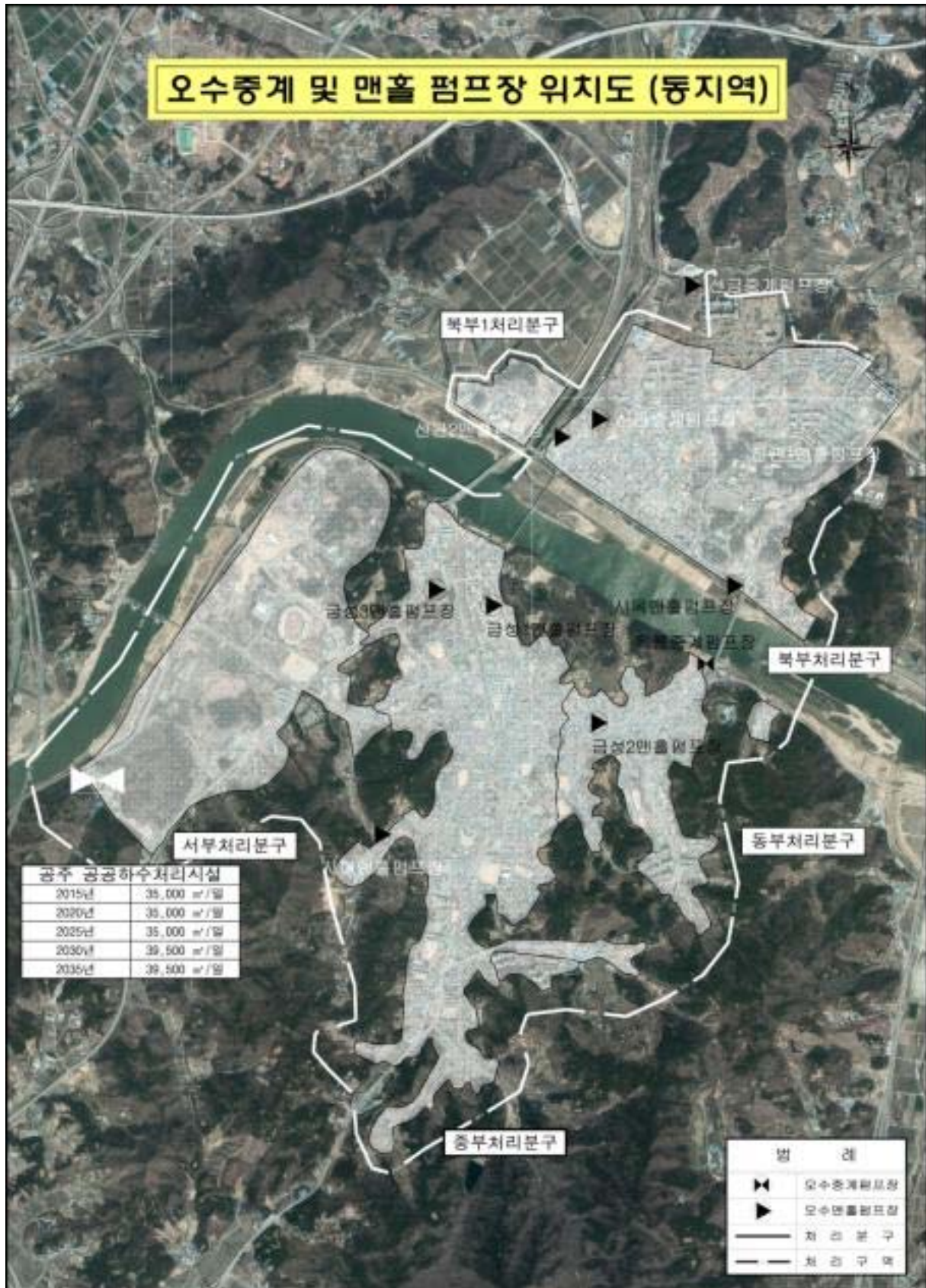
중계펌프장은 관로가 길어 관거의 매설깊이가 깊어져 비경제적으로 되는 경우 처리구역의 오수를 다음의 하수관로 및 펌프장 또는 하수처리시설로 이송하기 위해 설치한다.

공주시는 현재 가동 중인 공공하수처리시설에 자연유하 방식으로 유입이 불가능한 지역에서 발생하는 오수를 차집하여 공공하수처리시설로 이송하기 위한 오수중계펌프장은 동지역처리구역 10개소, 신관처리구역, 12개소, 공암처리구역 2개소, 동학사처리구역 1개소가 운영중에 있다. 오수중계펌프장의 시설현황은 다음과 같다.

[표 5.2-11] 오수중계펌프장 시설 현황

처리 구역	펌프장명	위치	펌프대수(대)		펌프용량	비고
			가동	예비	규격	
동지역	신관	신관동 477-2번지	3	1	7m ³ /min*38mH	중계펌프장
	옥룡	옥룡동 4-5번지	3	1	7m ³ /min*38mH	중계펌프장
	신금	금흥동 443-3번지	2	1	1.1m ² /min*15Kw	중계펌프장
	시목	신관동 636	2	1	0.6m ³ /min*25mH	맨홀펌프장
	시어	웅진동 137번지	1	1	0.3m ³ /min*15mH	맨홀펌프장
	신관1	신관동 616번지	1	1	0.9m ³ /min*5.5kw	맨홀펌프장
	신관2	신관동 179-3번지	1	1	0.3m ³ /min*2.2kw	맨홀펌프장
	금성1	금성동 199-3번지	1	1	0.3m ³ /min*3.7kw	맨홀펌프장
	금성2	산성동 196-6번지	1	1	0.3m ³ /min*2.2kw	맨홀펌프장
	금성3	금성동 48-6	1	1	0.6m ³ /min*7.5kw	맨홀펌프장
신관	월송	금흥동 180	3	1	1.8m ³ /분×28mH	중계펌프장
	의당	의당면 청룡리 717-4	2	1	1.6m ³ /분×12mH	중계펌프장
	금흥1	금흥동 171	1	1	0.2m ³ /분×12mH	맨홀펌프장
	금흥2	금흥동 153	1	1	0.2m ³ /분×9mH	맨홀펌프장
	금흥3	금흥동 11-4	1	1	0.2m ³ /분×10mH	맨홀펌프장
	율정	의당면 율정리 248-2	1	1	0.2m ³ /분×9mH	맨홀펌프장
	수촌1	수촌리 394	1	1	0.6m ³ /분×16mH	맨홀펌프장
	수촌2	수촌리 876-1	1	1	0.2m ³ /분×21mH	맨홀펌프장
	수촌3	수촌리 533-1	1	1	0.3m ³ /분×11mH	맨홀펌프장
	청룡1	의당면 청룡리 722-1	1	1	0.1m ³ /분×10mH	맨홀펌프장
	청룡2	의당면 청룡리 661-1	1	1	0.3m ³ /분×12mH	맨홀펌프장
	청룡3	의당면 전의로 13	1	1	0.3m ³ /분×14mH	맨홀펌프장
	송곡1	반포면 송곡1리	1	1	0.30m ³ /min×14mH	맨홀펌프장
공암	송곡2	반포면 송곡1리	1	1	0.30m ³ /min×21mH	맨홀펌프장
	동학사	동학사 4-Line	1	1	0.8m ³ /min×32mH	맨홀펌프장

〈그림 5.2-12〉 공주 처리구역 중계펌프장 위치도



〈그림 5.2-13〉 공암 처리구역 중계펌프장 위치도



〈그림 5.2-14〉 동학사 처리구역 중계펌프장 위치도



〈그림 5.2-15〉 신관 처리구역 중계펌프장 위치도



빗물펌프장

공주시의 현재 빗물펌프장은 18개소로 운영중이며 이중 1개소는 공주시 수도과, 3개소는 공주시 건설과 나머지 14개소는 농어촌공사에서 위탁관리하고 있다.

[표 5.2-12] 배수펌프장 시설현황

시 설 명	위 치	사용 용도	집수면적 (ha)	배재량 (m³/분)	시설규모/규격	관리주체
14개소						2개 기관
금성	공주시 금성동 204	도시용	30	32.5	150HP×1대 250HP×2대	수도과
만수	이인면 만수리 산19	농업용	70	168.0	200HP×3대	건설과
목천	우성면 목천리 451	농업용	115	1368.0	300HP×3대	건설과
수촌	의당면 수촌리 707	농업용	72	414.0	125HP×2대	건설과
소학1	공주시 소학동 100	농업용	32	696.0	150HP×2대	건설과
소학2	공주시 소학동 368-2	농업용	133	880.0	125HP×2대	농어촌공사 공주시사
대성1	우성면 대성리 123-2	농업용	133	324.0	200HP×2대	농어촌공사 공주시사
대성2	우성면 대성리 산 117	농업용	42	55.8	50HP×2대	농어촌공사 공주시사
보흥	우성면 보흥리 894	농업용	26	324.0	150HP×2대	농어촌공사 공주시사
상서	우성면 상서리 551-7	농업용	122	1296.0	200HP×2대 50HP×2대	농어촌공사 공주시사
쌍신	공주시 쌍신동 273-1	농업용	89	69.0	200HP×3대	농어촌공사 공주시사
어천	우성면 어천리 152-2	농업용	29	180.0	75HP×1대	농어촌공사 공주시사
덕지	탄천면 덕지리 126-6	농업용	75	314.4	150HP×2대 15HP×1대	농어촌공사 공주시사
장마루	탄천면 장선리 650	농업용	28	60.0	30HP×2대	농어촌공사 공주시사
견동	탄천면 견동리 355-4	농업용	250	399.6	248HP×2대 60HP×1대	농어촌공사 공주시사
분강	탄천면 분강리 164	농업용	205	372.0	300HP×2대 50HP×1대	농어촌공사 공주시사
대학	탄천면 대학리 181-5	농업용	69	138.0	175HP×2대 25HP×1대	농어촌공사 공주시사
옥성	우성면 옥성리 49	농업용	105	126.0	175HP×2대 25HP×1대	농어촌공사 공주시사

주) 공주시, 재난관리과, 건설과, 하국농어촌공사 공주시사

가. 하수저류시설 및 초기빗물오염 연속처리시설 현황

공주시는 하수도법상의 하수저류시설은 없는 것으로 조사되었으며, 정안면 빗물저금통 설치사업은 빗물저금통 시범사업으로서 2012년 11월 19일 착공하여 동년 12월 13일 준공한 사업으로서 정안면사무소의 지붕에서 집수한 빗물을 조경용수 및 연못유지용수로 활용하기 위한 목적으로 설치되었으며 사업의 개요는 다음과 같다.

[표 5.2-13] 정안면사무소 빗물저금통 설치사업 개요

구 분	내 용		
설치위치	충청남도 공주시 정안면 정안중앙길 157 정안면사무소		
공사기간	2012.11.19.~2012.12.13		
공 사 비	18,317천원(VAT포함)		
지붕면적	959.23m ²		
집수면적	100.00m ²		
빗물저수량	5.40m ³		
초기빗물 처리량	0.86m ³		
초기빗물 처리방법	급속여과 (여과속도:120m/day, 처리능력:15m ³ /day)		
빗물의 주 용도	조경용수, 연못 유지용수		
빗물집수 종합처리장치	여과수조(스크린조)	B0.4m × L2.0m × H0.6m	
	현탁수(초기빗물) 집수수조	B0.8m × L1.35m × H0.6m	
	급속사여과기	여과기	Ø0.4m × H1.7m
		역세척펌프	0.09m ³ /min×4m×350W×220V단상 ×32A
	빗물저수탱크	저수탱크	B1.0m×L3.0m×H2.0m
		빗물공급펌프	0.04 /min×12m×600W ×220V단상×32A

자료)공주시 물 재이용 관리계획(2014)

5.2.2 문제점

가. 관거시설의 일반적인 문제점

국내 각종 하수도시설에 대한 현장조사 및 조사자료 분석결과 하수관거 시설의 일반적인 문제점은 다음과 같다.

1) 관거용량 부족

기존 하수관거가 체계적이고 계획적인 도시개발에 의한 설계, 시공에 의하여 건설되지 않고 도시의 확장에 따라 관거를 연장·증설함에 따라 배수구역의 변경, 하수관거 설계기준(강우 확률년수 10~30년) 변경과 유출계수의 증대 등으로 인해 우수유출량의 변화를 초래하고 있으며, 관내 침전물 퇴적 등에 의한 기존 하수관거의 통수능력 부족과 하수관거 부설이 적정경사보다 급하거나 지반이 저지대지역으로서 완만한 경우가 있어 지체현상이 발생되고 있다.

2) 토사퇴적

토사퇴적의 주된 원인은 관거의 시공불량 및 유지관리 불량이라고 판단된다. 그러므로 이러한 토사퇴적 구간에 대해서는 준설 등의 유지관리작업이 연중 정기적으로 시행되고 감독되어야 하나, 많은 예산이 소요될 뿐 아니라 유지관리 인력의 부족으로 인해 계획적으로 유지관리가 되고 있지 않는 실정이다. 또한 합류식 하수관거의 경우 청천시의 오수량에 대한 적정유속 미확보도 한 원인이라고 판단된다. 이러한 토사 퇴적으로 인해 발생하는 가장 큰 문제점은 관로의 통수단면적을 감소시켜 하수의 흐름을 저해할 뿐만 아니라 퇴적된 침전물이 부패되어 악취 및 가스를 유발시키는 것이라 할 수 있다.

시공불량 및 유지관리 불량에 의한 토사유입 원인은 다음과 같다.

- 이음부 불량 시공으로 인한 틈새로의 토사유입
- 연결부 불량 시공으로 인한 틈새로의 토사유입
- 관로 시설물의 파손 및 균열 틈새로의 토사유입
- 맨홀 뚜껑으로 부터의 큰 협잡물 유입
- 불법 투기(건축물 마감 콘크리트, 몰탈 등)

3) 이음부 불량 및 유입·침입수

관의 연결이란 하나의 맨홀구간 내 다수의 관이 접속되는 것으로써 관과 관, 관과 BOX, 관과 측구의 연결 등을 들 수 있다. 일반적으로 국내에서 보편적으로 사용되고 있는 관의 접합방법은 흙관의 경우 비교적 시공이 간단하다는 이유로 맞대기 접합 및 소켓 접합이 주로 사용되고 있다. 그러나 조사결과 불량시공으로 인하여 관과 관의 연결부가 맞닿지 않아 사이가 벌어지는 이음부의 이완 및 관기초 공사의 부실로 인하여 관과 관 사이가 수직으로 어긋나는 엇갈림 현상으로 지하수 침입, 우수의 유입 및 다량의 토사가 관내로 침입하여 관거의 유하능력감소, 펌프장 용량의 부족 및 처리시설 효율의 저하 등 악영향을 초래하고 있으며, 특히 하수가 지하로 유출이 되면 지하수 오염이 되어 큰 문제를 일으키게 된다.

이음부 어긋남 및 이완의 주원인은 콘크리트관과 같은 강성관의 경우 대부분 맞붙임 접합이나 칼라접합으로 인한 시공불량에 기인하고 있으며, 연성관의 경우는 다짐율 불량, 관기초불량 상재하중에 의한 변형 등으로 인하여 연결부에 틈새가 발생하고 있다. 이렇게 이음부가 어긋나고 이완되었을 경우 이상부위에 나뭇가지, 젓가락, 비닐 등의 협잡물이 걸려 토사퇴적을 야기하여 원활한 유수소통에 지장을 줄 뿐만 아니라, 하수의 정체로 유기성 퇴적물의 부패를 초래하고 또한 토사유입, 누수, 침입수, 나무뿌리 침입 등의 2차 증상을 야기하는 원인이 된다.

이와 같은 이음부 불량 및 연결부 불량은 상용관 재질이 적합하지 않거나 시공불량으로부터 그 문제가 초래되기 때문에 토사유입으로 인한 유지관리비의 증대, 침입수 유입에 의한 처리효율 감소 등의 측면에서 볼 때 관거 사용 개시이후 매우 비경제적인 결과를 초래하게 되므로, 향후 분뇨의 관거 직투입시를 가정해 볼 때 유기성 하수의 원활한 흐름을 저해하는 요인으로 작용할 수도 있다.

4) 부식 및 관파손

관거의 자연적인 파괴는 노화(부식, 마모)→균열→함몰 과정을 거치게 되나, 관거의 인위적인 파괴는 시공불량, 매설심도 불량 등에 의해 발생하는 것으로 본관부의 관파손의 경우 시간의 흐름에 따라 부식이나 마모로부터 진행되어 나타나는 손상을 보다는 주로 시공불량 및 유지관리 소홀로 인한 인위적인 파괴가 대부분이다.

특히 관 접합시의 손상빈도가 매우 높으며 관 접합시 본관의 파손 경우는 해머 등으로 천공함으로 인하여 본관의 연결부위를 과도하게 파손시키거나 본관의 다른 부분의 균열을 야기하여 발생하는 경우가 빈번히 발생된다. 관거의 자연적인 파괴는 맨홀과 맨홀구간

에서 확산되므로 시간이 흐름에 따라 부분적인 보수에서 차후에는 전체적인 정비대상이 되나, 인위적인 파괴는 주로 시공불량, 매설심도불량 등에 의해 야기되는 것이므로 광범위한 지역에 그 발생 빈도수가 높지 않는 한 부분적 보수로서 대응할 수 있을 것으로 판단된다.

5) 타관통과

하수관거내로의 타관침입은 기반시설의 노선 및 포설위치 등이 체계적이고 계획적으로 설계되지 않아 발생하는 경우가 많다. 즉 타관통과는 기 포설된 하수관으로 타관이 관통하는 경우와 공사비 증가 및 시공의 어려움 등으로 인하여 하수관이 각 시설물을 피해가지 못하여 포설되는 경우로 분류된다. 하수관거내로 타관이 통과하는 경우는 일반적으로 타관에 큰 협잡물이 걸려 토사퇴적을 야기할 뿐만 아니라 관거 통수능을 저하시키므로 관계기관과의 협의를 통한 시급한 보수를 필요로 한다.

6) 강우시 미처리 하수의 문제점

강우시 CSOs, SSOs, 우수관거 유출수의 미처리 하수가 발생한다.

공주시는 하수관거의 분류식화가 대부분 최근 5년이내에 이루어져 관거의 오점등이 없고, 침입수/유입수가 없는 것으로 조사되어 SSOs는 발생하지 않는 것으로 판단된다.

공주시에는 우수관거 유출수에 대한 처리시설이 없는 것으로 조사되어 공주시 전체 처리구역 내 우수관거 유출수의 대부분이 별도의 처리를 거치지 않고 청천시 쌓여있던 하수관거내 퇴적물이 우천시에 초기세척현상으로 씻겨 나오면서 발생하는 고농도의 오염물질이 하천에 그대로 방류되어 악취발생, 하천수질오염이 발생하는 실정이어서 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

7) 불명수 유입

시가지 외곽이 대부분 전답 또는 산지이며 전답지역의 용수로와 하수관거가 연결되고 계곡수가 유입되어 불명수가 과다한 관거가 발생되고 있다면, 이는 관거내 토사퇴적으로 인한 통수능력 저하 및 공공하수처리시설 처리효율 저하를 초래하고 있어 관거정비 계획 수립시 고려되어야 한다.

8) U형 측구에 의한 오수 배제

측구 및 개거는 합류식 지역에서 우수 및 오수의 배제를 위해 겸용되고 있다. 「하수도 시설정비를 위한 기초조사(1991, 건교부)」에 의하면 생활하수를 수송하는 측구는 비록 하수도 시설로 사용되고는 있지만 장래 하수도가 정비되기 전까지 잠정적인 시설에 불과하며, 엄격한 의미에서 하수관거(합류식 관거, 분류식 우·오수관)에서는 포함되지 않는다고 규정하고 있다.

이는 측구의 기능이 오수배제를 위한 것이 아니기 때문이며, 또한 우·오수를 이송할 경우 여러 가지 문제점을 야기하였기 때문이다. 하수관거로써 측구를 사용할 때 발생하는 문제점들을 나열하면 다음과 같다.

- 생활오수를 배제할 때 악취가 발생하며 위생상의 문제가 발생한다.
- 측구는 도로 경사를 따라 매설되며 매설깊이가 깊어질 수 없기 때문에 오수 또는 우수를 배제하기 위한 적절한 경사 및 유속을 확보하기 어렵다. 이에 따라 경사가 완만한 도로에서는 청천시 토사 및 협잡물의 퇴적이 심하고 하수의 흐름을 방해하거나 오수의 정체현상이 발생하여 냄새를 더욱 악화시킨다. 또한 우천시 퇴적물이 씻겨나갈 경우 우수토실에서 월류수의 수질을 더욱 악화시켜 방류하천의 수질오염을 가중시킨다.
- 토사의 유입량이 암거에 비해 현저히 많다. 그 이유는 측구의 경우 우수받이가 없기 때문에 노면상의 쓰레기 및 토사 등이 우수받이의 이토실에서 제거되지 못하고 관거로 직접 유입되기 때문이다.

나. 하수관거 관리시스템상의 문제점

본 계획에서는 기존하수도대장, GIS구축자료, 하수관거 정비사업 준공자료 및 금회 하수관거 조사자료를 종합적으로 검토·분석하여 하수관거시설의 현황파악과 개량계획 및 하수관거 신설계획 등에 활용하였으나, 자료의 구축시기와 기존 자료의 특성에 따른 문제점이 도출되었으며, 향후 처리구역에 대한 전반적인 하수도시설의 기초자료를 종합적으로 재정비하여야 할 것으로 판단된다.

본 계획에서 기존자료를 활용하기 위한 검토 시 도출된 문제점은 다음과 같다.

1) 기존하수도대장

공주시의 하수도시설 관리방식은 과거 하수도대장을 이용하는 방식에서 전산 구축된 GIS자료를 이용하는 방식으로 전환하였으며, 이에 따라 도시 재개발이나 도시 확대, 도로 신설 및 증설 등에 따른 하수도시설의 변동내역이 기존 하수도대장에 반영되지 않아 하수도시설의 유지관리나 개·보수 및 신설계획 등을 수립하는 기초자료로 활용하기에는 부적합한 상태이다.

이에, 본 계획에서는 기존 합류식 관거를 제외하고 하수도대장의 이용을 배제하였다.

2) GIS구축자료

공주시는 동지역과 유구읍, 반포면 등에 GIS를 구축하였으며, GIS구축사업을 계속사업으로 진행 중에 있다. 그러나 GIS구축사업이 시가지를 우선하여 단계적으로 시행됨에 따라 일부 지역에 부분적으로 누락된 구간이 있으며, 초기에 구축된 자료의 경우 급변하는 도시의 변화를 반영하지 못하고 있어 이에 대한 보완작업이 필요한 실정이다.

이에, 본 계획에서는 현재까지 최종적으로 구축된 GIS자료를 이용하되, 부분적으로 누락된 구간이나 상이한 구간은 현장조사를 통하여 관의 폐쇄여부와 연결상태, 배수면적 등을 확인한 후 관련계획을 수립하도록 하였다.

3) 하수관거 정비사업 준공자료

공주시는 동지역 북부, 중부, 동부, 서부를 대상으로 하수관거 정비사업을 시행하였으며, 2014년 말 공사 준공 후 시공된 하수도시설에 대하여 GIS를 구축할 예정이다.

이에, 본 계획에서는 GIS구축 완료 이전에 본 과업이 진행되어야 한다는 점을 감안하여 하수관거 정비사업의 준공자료를 본 계획에 이용하는 것으로 하였다.

다. 관거의 통수능 부족 및 경사불량

본 과업에서는 공주시에 인접한 부여기상대로부터 약 40년간의 강우량 자료를 입수하여 강우강도 공식을 산정하였으며, 기존 하수도정비기본계획 상의 강우강도공식과 인접·시군 등의 강우강도 공식을 비교·검토한 후 본 계획에 적용할 강우강도 공식을 결정하였으며, 확률년수를 간선 30년, 지선10년으로 계획하여 하수관거 수리검토를 시행하였다.

오·우수관거 수리검토에 따른 통수능 부족관거와 경사불량 관거현황은 다음과 같다.

[표 5.2-14] 처리구역별 수리계산 검토결과

처리구역	통수능부족 관거현황			경사불량 관거현황		
	총연장 (km)	통수불능 (km)	비율 (%)	총연장 (km)	경사불량 (km)	비율 (%)
합 계	418.11	24.82	5.94%	418.11	69.75	16.68%
공 주	249.77	9.94	3.98%	249.77	48.58	19.45%
공 압	36.24	5.06	13.96%	36.241	6.85	18.90%
동학사	26.16	0.46	1.76%	26.159	4.76	18.20%
유 구	62.26	4.61	7.40%	62.259	8.23	13.22%
신 관	43.68	4.75	10.87%	43.681	1.33	3.04%

공주시의 처리구역별 오·우수관거 수리계산 검토결과는 다음과 같다.

[표 5.2-15] 처리구역별 수리계산 검토결과(오수관거)

단위 (km)

처리구역	통수능부족 관거현황			경사불량 관거현황		
	총연장 (km)	통수불능 (km)	비율 (%)	총연장 (km)	경사불량 (km)	비율 (%)
합 계	205.63	2.12	1.03%	205.64	9.23	4.49%
공 주	113.47	0.70	0.61%	113.47	4.99	4.40%
공 암	19.73	1.26	6.39%	19.73	0.09	0.46%
동학사	13.59	—	—	13.59	0.70	5.15%
유 구	29.06	—	—	29.06	2.51	8.64%
신 관	29.78	0.16	0.54%	29.78	0.94	3.16%

[표 5.2-16] 처리구역별 수리계산 검토결과(우수관거)

단위 (km)

처리구역	통수능부족 관거현황			경사불량 관거현황		
	총연장 (km)	통수불능 (km)	비율 (%)	총연장 (km)	경사불량 (km)	비율 (%)
합 계	212.48	22.70	10.68%	212.47	60.52	28.48%
공 주	136.30	9.24	6.78%	136.30	43.59	31.98%
공 암	16.51	3.80	23.00%	16.51	6.76	40.92%
동학사	12.57	0.46	3.66%	12.57	4.06	32.30%
유 구	33.20	4.61	13.89%	33.20	5.72	17.23%
신 관	13.90	4.59	33.02%	13.90	0.39	2.81%

라. 처리구역 및 처리분구별 문제점 분석

공주시는 지속적인 관거정비사업으로 완전분류식화가 되어있으며, 현장조사 및 조사자료 분석결과 나타난 기존 하수관거에 대한 문제점 및 대책은 다음과 같다.

[표 5.2-17] 처리구역 및 처리분구별 하수관거 문제점

처리구역	문 제 점	대 책	비고
공주	■ 수리계산 결과 강우 확률년수 10~30년을 만족하지 못하는 하수관거가 나타나 향후 집중호우시 하수배제의 역할을 못해 침수피해가 예상됨	• 확률년수 10~30년을 만족하도록 하수관거 정비	
유구	■ 수리계산 결과 강우 확률년수 10~30년을 만족하지 못하는 하수관거가 나타나 향후 집중호우시 하수배제의 역할을 못해 침수피해가 예상됨	• 확률년수 10~30년을 만족하도록 하수관거 정비	
공암	■ 수리계산 결과 강우 확률년수 10~30년을 만족하지 못하는 하수관거가 나타나 향후 집중호우시 하수배제의 역할을 못해 침수피해가 예상됨	• 확률년수 10~30년을 만족하도록 하수관거 정비	
동학사	■ 수리계산 결과 강우 확률년수 10~30년을 만족하지 못하는 하수관거가 나타나 향후 집중호우시 하수배제의 역할을 못해 침수피해가 예상됨	• 확률년수 10~30년을 만족하도록 하수관거 정비	
신관	■ 수리계산 결과 강우 확률년수 10~30년을 만족하지 못하는 하수관거가 나타나 향후 집중호우시 하수배제의 역할을 못해 침수피해가 예상됨	• 확률년수 10~30년을 만족하도록 하수관거 정비	

마. 하수관거의 구조 및 성능에 관한 문제점

2014년 말 공주시의 하수관거 개보수 이력을 살펴보면, 관거개보수 연장은 총636m로 우수관 261m, 오수관 375m로 나타났다. 최근 5년간 공주시의 하수관거 개보수 현황은 다음과 같다.

[표 5.2-18] 하수관거 개·보수 이력

년 도	개·보수관거(m)				맨홀 (개소)	우·오수 받이 (개소)	토실 토구 (개소)	수밀검사 CCTV 조사량(m)
	계	합류식	분류식					
			우 수	오 수				
2009년	16,020	13,674	592	1,754	40	21	3	8,103
2010년	3,462	30	－	3,432	20	668	2	9,014
2011년	221	－	71	150	168	1,057	－	3,082
2012년	210	－	150	60	348	886	－	1,800
2013년	636	－	261	375	21	13	－	3,495

자료) 하수도통계(2009~2013년, 환경부)

바. 우수토실 및 토구의 문제점

공주시는 지속적인 하수관거 정비사업과 하수관거 분류식화 사업으로 소규모 마을하수 처리지역을 제외한 모든 처리지역이 분류식 하수도를 갖추고 있으며 최초 분류식화로 계획된 공암,유구,동학사처리구역에는 우수토실이 없는 것으로 조사되었다. 동지역처리구역은 분류식화 사업이 거의 완료 되었으나 우수토실이 다수 존치되어 있다.

동지역처리구역은 2014년 말 처리구역의 대부분이 하수관거정비사업이 완료 또는 진행 중에 있고 차츰 우수토실을 폐쇄하고 있다. 또한 택지지구 및 도시개발사업에 의한 처리구역은 완전 분류식화 계획으로 토실의 설치 없이 차집관거로 직접 연결되고 있다.

동지역처리구역은 현재 분류식화 계획의 수립으로 하수관거 정비가 시행되고 있으나 처리구역 상류의 합류식 구역 다수 존치, 분류식화 구역 내의 민원에 의한 공사 불가 등의 사유로 우수토실이 운영되고 있는 실정이다.

때문에 현재 운영되고 있는 우수토실은 분류식화 사업이 시행되기 이전의 전체 합류식 지역 오수를 차집하기 위하여 설치한 것으로, 현재 합류식 지역의 우·오수뿐만 아니라 분류식화로 전환된 지역의 우수까지 모두 차집하고 있어 건기시 계곡수가 차집되고 있으며, 우기시 합류식 지역의 오수가 우수와 함께 공공수역으로 방류되고 있는 실정이다.

그러나 정상적인 우수토실의 기능을 발휘하더라도 강우 시 일정량 이상의 하수는 하천으로 방류될 수밖에 없는 실정으로, 동지역처리구역의 합류식 지역에 대한 분류식화 사

업이 조속히 진행되어야 할 것으로 판단되며, 동지역처리구역의 점차적인 오수간선관거의 관리 및 운영계획을 수립, 우수토실을 폐쇄하는 것으로 계획하였다.

토구는 분류식 배제지역의 우수관거의 방류수역에 대한 유출구로 공주시의 경우 토구에 의한 침수나 피해 현황이 없는 것으로 조사되어 토구로 인한 우수배제의 문제점은 없는 것으로 판단된다.

사. 공공하수도과 배수설비 연결시의 문제점

공공하수도의 정비는 국가 및 지방자치단체가 계획적이고 체계적으로 실시하기 때문에 시설이 체계화되고 보급률이 점차 증가추세에 있는 반면에 각 가정 및 건물로부터 하수를 배제하기 위한 물받이 연결관 및 배수설비는 건축시 설치되고 있으나 물받이 연결관 및 배수설비 중요성의 인식부족과 관리 소홀로 인해 일반적으로 다음과 같은 문제점이 발생하고 있다.

1) 옥내 배수설비의 문제점

대부분 옥내설비의 트랩 설치율이 낮거나 제기능을 못하는 경우가 많아 공공하수도로 부터 악취가스 등이 실내 유입

2) 옥외 배수설비의 문제점

○ 우수받이 및 오수받이

- 우수받이 및 오수받이의 구별이 없이 설치되어 사용하므로써 우수받이의 이트류에 오물의 퇴적 및 하수가 정체되어 악취유발 및 원활한 흐름 방해
- 택지개발시 설치된 우·오수받이가 유실되거나 주택건설시 훼손되는 사례가 많으며, 공사시 부주의로 연결관이 막힘
- 우수받이의 규격과 설치간격이 제대로 되어있지 않고 인버트가 없어 흐름의 정체 및 퇴적으로 인한 악취 발생
- 기존 분류식 지역 오수받이에 인버트 및 방취시설 미비로 악취발생
- 대부분의 지역에 청소구 및 점검구 시설이 없어 유지관리 곤란

○ 배수설비관

- 배수관의 관경이 소요관경보다 작거나 배수관 접합부의 시공부실로 원활한 배수기능을 발휘하지 못하는 경우가 있음.
- 외압강도에 취약한 관종 매설

3) 정화조 문제점

- 정화조 상등액의 오수받이 유입으로 정화조 유지관리 비용 등 주민의 이중부담
- 정화조가 건물내에 설치되어 정화조 폐쇄의 어려움
- 일부 상가 및 아파트 등은 합병정화조(오수처리시설)이므로 폐쇄가 어려움

4) 악취발생 문제점

대부분의 받이시설은 모래받이가 설치된 우·오수받이 겸용으로 사용되고 있어 유기물의 침전부패로 악취가 발생

5) 마당 내 수도시설 문제점

취락지역의 일부는 마당내 수도시설이 설치되어 있어 강우시 우수가 오수관으로 유입

6) 기타 문제점

기존 분류식 지역 중 배수설비 오점으로 우수가 오수관으로 유입

7) 공공하수도와의 연결관의 문제점

- 공공하수도 연결관
 - 공공하수도와의 연결시 천공기를 사용하지 않거나 마무리를 제대로 하지 않아 훼손상태로 있거나 연결관 돌출로 인한 모관의 통수단면적 감소현상 발생
 - 외압강도에 취약한 관종 매설
 - 기존 분류식 지역 연결관 오점으로 인한 우수유입
 - 연결관 접합시 각도불량으로 접합부에 수리학적 폐쇄현상 발생으로 배수불량

8) 기타 문제점

- 분류식화 지역에서는 배수계통을 무시하고 우·오수관로를 오접하여 분류식화 사업의 효과를 거두지 못함.
- 개인 건축업자가 법적 규제나 전문지식을 충분히 습득하지 못하고 공공하수도에 가 정이나 영업장의 발생하수를 연결함으로써 공공하수도의 훼손, 오접, 누수, 악취발생, 관침하, 통수능력 감소 등의 문제점 발생
- 분류식화 지역 정화조 존치로 하수처리시설 효율저하 초래

5.3 관거정비의 기본방향

5.3.1 기본방향

하수관거는 하수를 발생원으로부터 공공하수처리시설까지 원활하게 운반할 수 있고 효율적으로 하수를 처리할 수 있어야 하므로 기존하수관거에 나타난 문제점에 대한 개선방안을 토대로 관거 침입수/유입수와 누수의 지속적 관리 및 최소화, 월류수의 제어 및 효율적 관리, 도시침수에 대비하기 위한 하수도 관거 등 지역의 의견과 특성을 반영하여 지역에 가장 적합하도록 하수관거 정비계획을 수립하여야 한다. 또한 하수관거의 신설 또는 정비 이후 공공하수처리시설에서 관거내 유량의 변화와 관거의 이상 유무를 지속적으로 관리·점검 할 수 있고 하수관거의 기능을 극대화하기 위한 하수관거 유지관리 모니터링 시스템을 구축하여 하수처리시설과 연계하여 하수량 및 유입수질을 적정하게 확보하여야 한다.

따라서 하수관거정비는 차집관거, 하수관거(우오수관거) 및 배수설비별로 시설목적에 맞는 정비 방향을 수립하여야 할 뿐 아니라 관거시설의 정비 시행 방향은 차집관거 → 하수관거(간선관거/지선관거) → 배수설비 순으로 시행하고 차집관거 및 간선관거의 경우 선정비, 지선관거 및 배수설비 등은 면(面)정비 개념으로 시행하도록 계획하였다.

가. 하수관거

공주시는 하수도시설의 문제점을 개선하기 위하여 하수도시설 확충에 많은 투자를 하여 왔으나 각종 계획지표의 변경, 도시화에 따른 우수유출량의 증대, 기후 변화로 인한 이상 강우와 국지적 집중호우에 따른 도시 침수 등으로 인하여 하수도시설에 대한 지속적이고 적절한 투자가 필요한 실정이다.

본 과업의 하수관거정비는 기존 하수관거의 용량검토 및 개량계획, 미보급 지역의 하수관거 신설계획, 분류식화 지역의 오수관 계획, 도시 내수침수 예방을 위한 하수관 용량검토 및 신설계획 등을 통해 수세변소수 직투입이 가능한 정도까지 정비하는 것을 목표로 하고 본 계획의 관거정비 계획수립에 적용할 기본방침을 <표 5.3-1>과 같이 설정하고 제반 하수관거 계획수립시 기준으로 삼기로 한다.

관거계획은 계획도로를 기준으로 관거노선을 선정하고, 자연유하가 가능토록 계획을 하고, 계획도로 구간은 장차 시공을 위한 실시설계시 주변 개량계획 및 계획도로 경사에 따른 배수구역 및 하수도 경사결정 등을 관련 기관과의 충분한 협의를 거쳐 시행토록 하여야 할 것이다.

또한 도로망이 형성되어 있지 않은 장래 시가화 지역 및 취락지역은 기존 지형과 배수

로를 감안하여 개략적인 계획을 수립하되 시공 시에는 충분한 설계검토 후 시행되어야 할 것이다.

[표 5.3-1] 하수관거 정비기본방향

구 분	현 황	계 획	기 본 방 향	대상지역
기시가화 밀집지역	분류식 관거 보급지역	분류식 계획지역	• 용량부족 우수관거 개량 • 최소유속미달 오·우수 관거 개량 • 불량 오·우수관거 개·보수 • 배수설비 정비	
취락지역	분류식 관거 보급지역	분류식 계획지역	• 용량부족 우수관거 개량 • 최소유속미달 오·우수 관거 개량 • 불량 오·우수관거 개·보수 • 배수설비 정비	
	관거 미 보급지역	분류식 계획지역	• 오·우수관거 신설보급 • 배수설비 정비	
시 가 화 예정지역	관거 미보급 지역	분류식 계획지역	• 오·우수관거 신설보급	

1) 공종별 하수관거 정비방향

가) 신 설

- 기존시가화 분류식 계획지역
 - 분류식 지역은 기존 합류관거를 우수관거로 활용하되, 필요지역에 대해서는 우수관거신설
 - 오수관거 신설
- 시가화 예상지역
 - 우·오수관거신설
- 산재된 자연발생 취락지역
 - 우·오수관거신설

나) 개량 및 보수

- 통수능 부족관거
 - 수리계산을 통해 판별된 통수능 부족 관거는 목표연도의 계획하수량에 대하여 통수능이 확보될 수 있도록 교체
- 최소유속 미달 관거
 - 수리계산을 통해 판별된 최소유속 미달 관거는 중점관리대상으로 선정하여 관리하도록 하며, 현지여건에 따라 개·보수 실시
- 역경사 관거
 - 현장조사에 의한 판별된 역경사 관거로 시설기준에 만족할 수 있도록 개·보수 실시
- 관거내부 이상관거
 - 파손 및 균열, 이음부 어긋남, 연결관 돌출 등 구조적, 기능적으로 불량한 관은 시설기준에 만족할 수 있도록 개·보수

다) 사업 우선순위 및 시행 방법

- 투자대비 비용효과가 높은 지역부터 단계별 시행
- 하수관거공사의 성과를 위해 설계·시공 일괄 입찰방식의 공사발주를 검토
- 하수관거 정비공사를 시행함에 있어 검측 감리 또는 시공 감리를 도입
- 하수관거 정비공사의 단계별 성과목표 (하수처리시설 유입수실, 불명수 저감량) 및 성과 측정방안 등을 마련하고 이를 분석하여 하수처리시설 설치 및 운영계획 등에 반영

나. 차집관거 및 오수간선관거

1) 기본방향

차집관거는 합류식 관거가 보급된 지역 또는 합류식 및 분류식이 혼재된 지역에서 발생하는 하수를 차집하여 공공하수처리시설로 이송하는 시설로서 대부분의 경우 부설이 용이한 하천변에 부설되어 청천시 I/I 과다유입과 함께 우천시 우수토실로부터 많은 하천수가 유입되어 공공하수처리시설 유입수질 저하의 주요원인이 되고 있다.

공주시의 경우 대부분이 하천에 매설되어 있고 우수토실의 구조적 결함에 의한 계곡수 및 농업용수 유입, 우천시 하수로 취급되는 유량 이상의 우수 유입으로 만관 흐름이 형성되는 문제점이 있어 관거정비가 필요한 실정이다. 따라서 본 계획의 차집관거 정비는 개발계획 반영을 통한 증가된 하수 발생량과 분류식화 정비계획에 따라 용량검토를 실시하여 별도의 오수간선관거 매설을 통해 청천시의 오수 전량을 차집하고 강우시 I/I 유입으로 인한 공공하수처리시설 계획하수량 이상의 유입하수를 처리하기 위한 정비계획을 수립하였다.

가) 통수능력 부족 및 최소유속 미달관거

수리계산상 통수능력 부족 및 최소유속 미달관거에 대하여 개·보수 계획을 수립

나) 신설관거

신규처리구역 및 처리구역 확장에 따른 신설차집관거(오수간선관거) 계획을 수립

다) 차집관거 내부이상관거 정비

기 시행된 차집관거 내부조사를 바탕으로 불량관거에 대하여 개·보수 계획 수립

라) 간이공공하수처리시설 설치

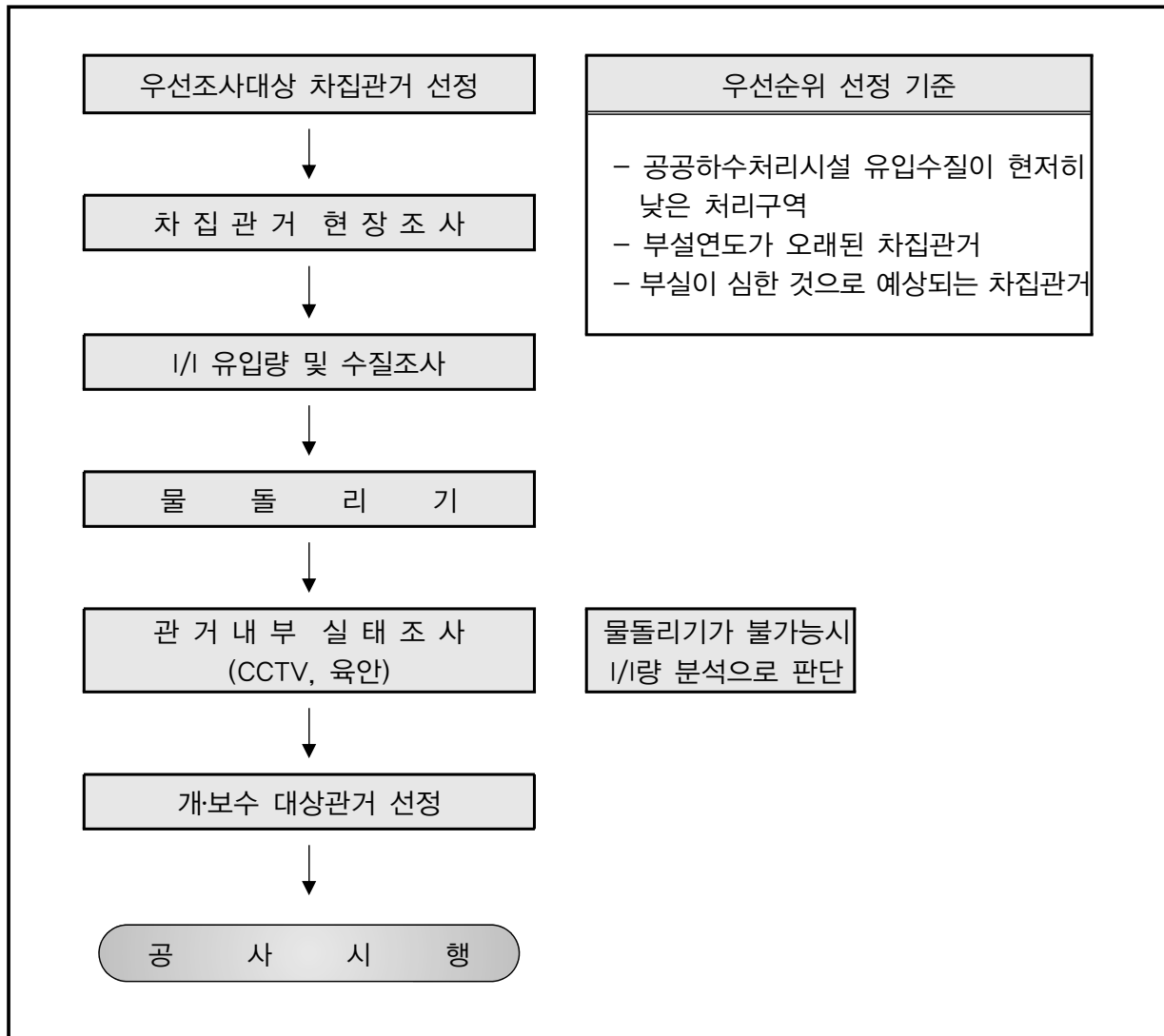
합류식 하수관로 지역내에서 강우시 계획하수량을 하수처리시설에 유입하여 처리하는 간이공공하수처리시설 계획 수립

1) 차집관거 정비방향

차집관거 개·보수는 최소유량이 공공하수처리시설에 유입되는 새벽시간대(AM4~AM9)에 물막이함과 동시에 관거내부조사를 시행하여 불량개소 및 불량정도를 분석한 후 개·보수공법 및 사업우선순위를 선정하여 개·보수 계획을 수립하여야 한다.

차집관거의 개·보수공법은 차집관거의 대부분이 하천변에 부설되어 있고 현장접근이 곤

란하며, 항상 하수가 흐르고 있는 상황으로 공사시 물돌리기 등 많은 어려움이 예상되므로 국내·외 적용이 가능한 모든 공법에 대하여 시공성 및 경제성 등을 비교·검토하여 신중하게 선정해야 한다.

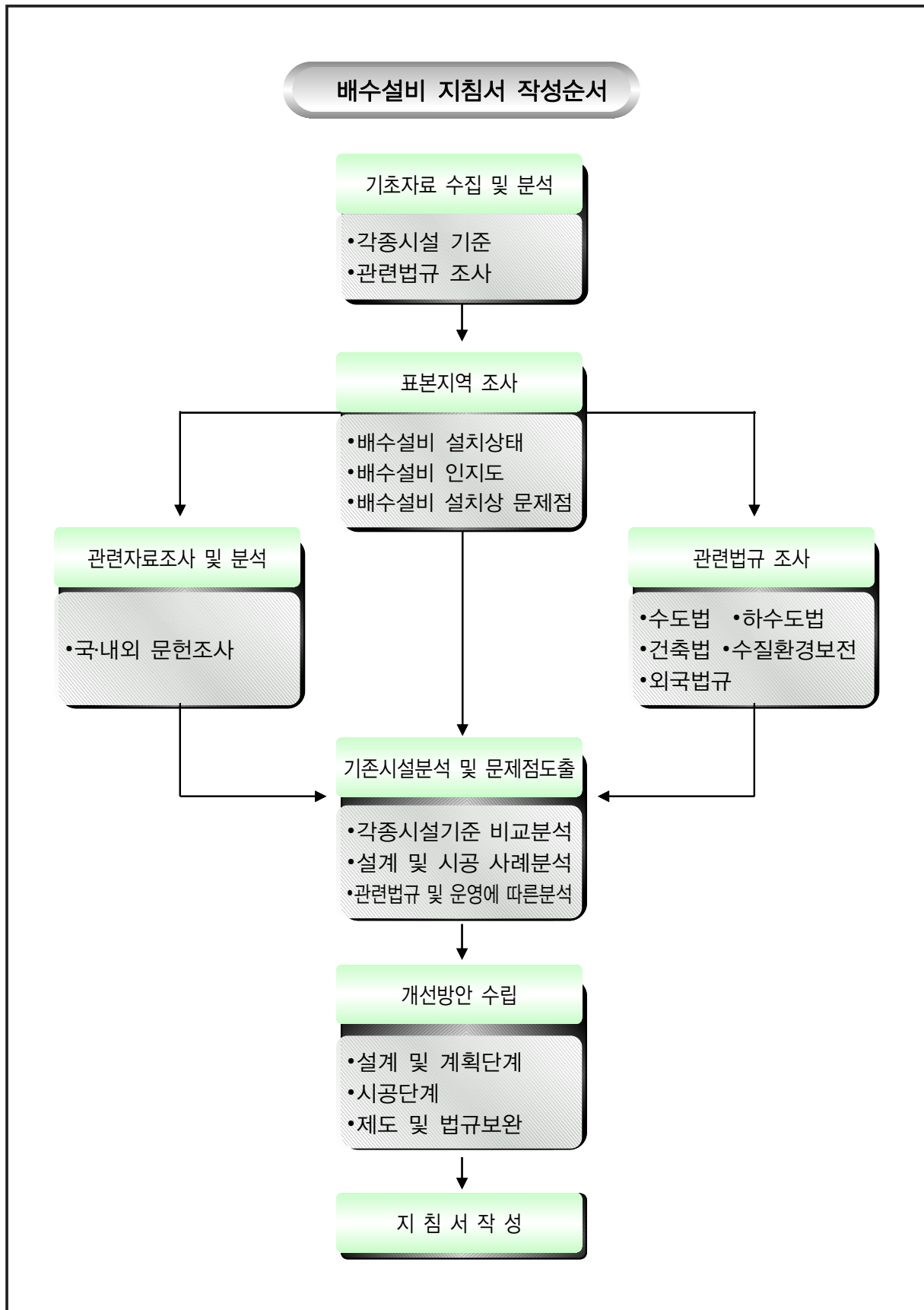


〈그림 5.3-1〉 차집관거정비 흐름도

다. 배수설비

1) 기본방향

배수설비는 하수처리시설의 유입수량 및 수질에 많은 영향을 미치고 있는 실정임에도 불구하고 공공하수도는 국가 및 지방자치단체가 설치하기 때문에 체계화되고 보급율이 점차 증가 추세에 있는 반면에 각 가정 및 건물로부터 오수를 배제하기 위한 배수설비는 건축시 개별 설치되고 있어 배수설비 설치기준에 따라 제대로 시행되지 못하고 있는 실정이다.



〈그림 5.3-2〉 배수설비 지침서 작성순서

4) 주민홍보

배수설비는 가정이나 기업체에서 개별적으로 유지관리하고 있으므로 모든 제도가 완벽 하더라도 주민의식 고취가 중요하므로 배수설비의 중요성을 지속적으로 홍보하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

라. 불명수 유입 저감방안

1) 신설관의 경우

하수관거를 신설하는 경우는 아래와 같은 점을 주의하여 시공할 필요가 있다.

계획시

- 계획, 설계하기 전에 해당지역의 지하수위, 토질, 강우시의 기상, 지형 및 토지이용 등의 환경영향을 충분히 조사한다.
- 분류식의 지역에서는 우수관, 오수관을 동시에 시공할 수 있도록 계획한다.
- 관거 특히 간선관거의 노선선정은 지형, 지반, 지하수위 등을 고려한다.

설계시

- 관의 접합부를 고무링이나 압축 joint등과 같은 수밀성의 연결제품을 사용한다. 또한 BOX 암거를 사용하는 경우 수팽창고무 등 완전방수가 가능한 지수관의 사용을 검토하여야 한다.
- 연결관과 본관의 접합부는 지관 및 가지관을 사용하고 지관접합의 경우는 정확한 크기를 기계로 천공한다.
- 맨홀과 본관의 접합부는 충전제로서 수밀성이 우수한 방수모르터, 방수제 등을 사용하고 과잉의 침입수 유입이 예상되는 지역에서는 고강도 단관 등의 사용을 고려한다.
- 맨홀은 관거의 청소가 가능한 범위에서 설치간격을 넓히고 설치위치 및 뚜껑형태 등에 유의한다.
- 받이는 오수, 우수의 사용 용도별로 형상을 명확하게 구별하여 오접합이 일어나지 않도록 한다.
- 분류식의 경우 오우수관을 명확히 구분할 수 있도록 테이프 등을 부착하여 표시한다.

가) 시공시

- 현장감독이 공사 내용을 충분히 파악할 수 있도록 적정량만을 담당하도록 한다.
- 현장감독자는 계획, 설계에 대한 개념을 충분히 파악하고 발주 관계자료의 내용을 충분히 이해함과 동시에 시공자에게 각 시공부마다 시공계획서를 반드시 작성시켜서 이에 따라 정확하게 실시하도록 한다.
- 검사는 시공의 각 단계에서 신중하게 시행하여 하자가 없도록 한다.

나) 기타

- 하수도의 구조, 기능 등에 대하여 주민에게 이해하기 쉽게 설명하고 공사 및 시공에 대해 주민의 이해를 얻을 수 있도록 홍보에 힘쓴다.

1) 기존관의 경우

하수도는 일단 사용, 개시하면 사용을 중단하기는 곤란한 시민생활의 필수불가결한 시설로 되어 있다.

따라서 하수도 시설의 기능을 장기간에 걸쳐 발휘하기 위해서는 적절한 유지관리가 필요하며, 이를 위해서는 불명수 방지 측면뿐만 아니라 관거의 파손상황, 노후화의 정도, 재해사고의 원인 및 경위 등에 대한 자료를 종합적으로 정리 검토하여 전체적인 유지관리계획을 수립하여야 한다.

2) 하천수 및 지하수의 침투방지

하수관거 및 차집관거의 맨홀 노후 및 파손, 우수토실이나 오수분류관의 연결부 접합불량이 원인으로 저감방안은 다음과 같다.

가) 오수간선관거의 연장시공

오수간선관거가 미설치된 지역 중 불명수가 다량 발생하는 지역에서는 간선관거를 연장설치 함으로써 불명수 유입을 방지할 수 있다.

나) 간선관거 유량관측을 통한 유입 감시

간선관서에서 중요한 지점을 선정하여 자동 유량 기록 장치를 설치하여 간선관거 및 유입관거 등에 체계적이고 연속적인 유량관측을 실시함으로써 불명수 유입지점의 조기 발견 및 통제방법을 강구할 수 있으며, 이는 하수처리시설 운영과 관련하여 지속적이고 장기적인 계획에 의해 효율적으로 시행하여야 한다.

다) 보수 및 하수관 교체시 감독 철저

관서 교체 및 보수, 신설관 부설 등의 시공시 접합부의 공사 및 관로경사 등을 철저히 감독하여 완전 시공될 수 있도록 한다.

마. 초기우수 대책

최근 국내에서도 초기강우시 관거내 퇴적된 고농도의 오염물질이 하천으로 유입되어 수중 생물의 생태에 악영향을 미치는 등 방류수역의 생태계 파괴가 심화되고 있어 오염물질이 다량으로 함유된 초기우수(first flush)에 대한 처리대책의 필요성이 대두되고 있다.

서울시에서 자체 실험한 결과에 의하면 초기 강우시(20mm) 발생된 오염빗물의 농도는 최대 BOD 500ppm까지 나타난 것으로 조사되었으며, 하천물고기 떼죽음 및 상수원오염의 44.5%(환경정책평가연구원)로 발표되고 있다. 따라서 앞으로 국내의 초기우수(first flush)에 대한 저감시설의 도입이 필요한 실정이므로 선진 외국에서 적용되고 있는 공법들에 대하여 검토하여 추후 하수관거정비사업에 참고토록 하였다.

1) 개요

근래까지 하수처리시설 확충과 하수관거정비에도 불구하고, 강우초기에 유출되는 비점 오염원이 전체오염부하량의 30~40%로 방류수계의 수질악화 및 공중위생환경을 저해함으로써 이에 대한 대책으로 초기우수처리방안을 계획하였다.

공주시는 분류식의 도시로 과업구역내 분류식 배제구역인 상업 및 주거 등 인구밀도가 높은 지역은 포장비율이 높아 초기에 우수로 인해 씻겨 유출된 각종 오염물질의 불투수층(도로면)과 우수받이 등에 쌓이게 되고 우천시에 인근 수계에 유출되어 수질오염을 초래하고 있다.

협잡물과 부유물 등은 일차적으로 인접 지구내 주민들에게 직접적인 심미적 불쾌감을 주며, 초기우수에 포함된 오염물질은 인근 하천에 오염원이 될 수 있는 바 이에 대한 대책을 미리 강구하고 비점오염원 처리에 관한 환경정책에 부합하는 개선안을 마련하고자 한다.

2) 기본방향

- 초기우수에 포함된 오염물질을 처리하여, 향후 체계적이고 효율적인 비점오염원 저감대책 수립.
- 우천시 다량 유출되는 협잡물 제거를 통한 단지내 공중위생환경 개선책
- 최소의 유지관리와 저비용으로 가장 효과적인 초기우수처리 대책 계획
- 안정적인 처리효율 및 주변친화적인 구조 선정

3) 초기우수(F/F) 처리계획

초기우수처리 계획은

- 대상지역의 강우사상 모니터링과 대상지점의 수질 및 유량 측정
- 발생확률에 따른 오염물의 유량가중 농도 (EMC:Even Mean Concentration) 산정
- EMC에 영향을 미치는 인자(발생원, 토지이용 등)와의 관련성 분석
- 비용효과 분석을 통한 비점오염원 처리 대상 및 용량, 저감율 결정
- 물리적, 지역적, 환경적 등 설치여건을 종합 검토하여 최적관리기법(BMPs) 선정
- 처리시설 설계의 단계별로 진행된다.

그러나, 본 사업의 경우 시간적 경제적 등의 여러 여건상의 제약이 따르는 항목이 많아 대신 각종문헌이나 기초자료를 최대한 활용하여 처리시설 계획을 수립하였다.

4) 비점오염원 처리대상 및 저감목표

아래 표는 일반적인 도시지역의 오염물과 오염원, 영향을 나타낸 것이다.

[표 5.3-2] 도시 우수유출수 주요오염원 및 영향

종 류	성 분	가능한 오염원	영 향
침전물	총 부유고형물, 용해고형물	건설부지, 도시표면유출, CSOs, 매립지	서식지장해, 심미적손실, 오염물운반
영양물	질산염, 인산염	도시표면유출, 매립지, 정화조	조류 Booms, 질산염 toxicity
유기물	BOD, COD, DO	CSOs, 매립지, 정화조	용해산소 고갈, 냄새, 물고기죽음
염 분	염화나트륨	제설제	차량부식 상수원오염
중금속 및 독성물질	유독한 미량금속 Toxic organics	제조제, 저장탱크, 매립지, 오일, 사업지의 배출	Bioaccumulation과 유기체에서 잠재적인 독성

자료) 도시지역의 수변복지 조성 및 관리방안 연구 (2001, 환경정책평가연구원)

공통적으로 도시표면에서 유출되는 침전물, 영양물 그리고 하천수질의 척도가 되는 유기물을 대상으로 하는 것이 적절할 것으로 판단되며, 오염 저감목표는 경제성과 지역여건, 유지관리 등을 종합적으로 검토하여 저감정도를 결정하는 것이 타당할 것이다.

5) 초기우수(First Flush) 관리방안

최근 문제가 되고 있는 초기 강우 관리방안의 검토에 있어 향후 우·오수 관거의 설계, 시공시 초기우수의 관리를 위한 다음의 우수배출량 감소방안과 우수처리방안에 제시된 대안별 방안을 적극 검토 후 반영하여야 할 것으로 사료된다.

○ 우수 배출량 감소방안

우수 발생량은 관거 시스템에 연결된 배수지역의 포장율과 불투과 면적의 크기에 의해 결정되므로 하수관거 처리용량을 초과하는 하수는 하천에 방류하기 때문에 우수량을 감소시키기 위해서 다음과 같은 대책을 수립한다.

- 도로포장시 투수콘 사용 오염도가 낮은 우수는 지하에 침투시킨다.
- 오염도가 낮은 지붕, 마당, 통행량이 적은 인도와 도로면의 우수는 하천에 직접 방류하고, 교통량이 많은 도로, 산업지역과 대등한 지역의 오염농도가 높은 초기우수는 우수관거에 유입하여 하수처리시설에서 처리하거나 또는 별도로 처리하여 방류한다.
- 비 포장면적으로부터의 우수배출을 배제한다.
- 우수의 오염물질 농도를 저하시킨다.
 - 도로를 물차로 자주 청소
 - 우수와의 접촉하는 면적의 오염원을 사전 제거
 - 우수관거를 수시로 청소하여 오염물질의 체적을 배제

○ 우수 처리 방안

우수처리는 하수처리시설의 과부하 및 오염의 주원인이 되므로 다음과 같이 처리방안을 수립한다.

- 우천시를 대비하여 최대한 오염물질을 하수처리시설로 유입/처리하도록 설계한다.
- 처리시설에 수리학적 부하를 초과하지 않도록 적합한 설비와 공정을 설치한다.
- 적절한 우수처리 시스템을 갖춘 우수토실을 설치한다.
- 정확한 배수구역 현황을 파악해 우수관거를 과대 설계하지 않는다.
(시설투자비 및 하수관거운영유지비 절감)
- 오염물질 농도가 높은 초기우수(First Flush)는 하수처리시설에서 처리한다.

6) 구조적 BMPs 계획

대부분의 비점오염물질은 우수유출수에 의해 희석되어 오염원에서 멀어질수록 저농도화 되어 이동하기 때문에 발생전에 유출자체를 억제시키는 것이 가장 궁극적이며 이것이 비구조적 BMP이다. 방안은 정부와 국민 모두의 오염원관리에 대한 관심과 저감노력이 가장 큰 요소로 실제 이러한 사전관리로 비점오염 저감효과를 크게 기대하기는 어렵다.

따라서 본 장에서는 일단 유출된 이후의 방안으로의 구조적 BMP를 검토하기로 한다.

○ 구조적 BMP의 검토

공학적인 구조물이 필요한 대표적 구조적 BMP는 크게 침전에 의한 오염물의 제거(저류형), 침투능 증가를 통한 오염물 제거(침투형), 식생을 이용한 오염물 제거(식생형), 장치를 통하여 다양한 처리기법을 이용한 제거(장치형) 등의 기법이 있다.

○ 구조적 BMP 종류별 성능 및 종합검토

[표 5.3-3] 저감시설별 오염원 제거성능

저감시설별	오염원별					기 타
	토사	유기물	영양염류	독성물질 및 중금속	병원균	
저 류 형	○	△	△	×	×	
침 투 형	○	△	△	×	×	
식생형 또는 여과형	○	○	△	△	×	
장 치 형	○	△	△	△	×	
하수처리형	○	○	○	○	△	
고속응집처리시설	○	○	○	○	△	

주) ○ : 처리효율 높음, △ : 처리효율 낮음, × : 나쁨

- 저류형

비점오염원 처리시설로 가장 일반적인 방법이다. 초기우수중 입자상 오염물질이 침전에 의해 제거되기 때문에 입자상물질과 입자상물질에 부착되어 있는 오염물질을 제거하는데 효과적이지만, 용존성 물질을 제거하는 데는 한계가 있다.

저류형의 경우는 충분한 체류시간 확보를 위해 넓은 부지가 요구되는데 도시지역의 경우는 부지의 확보가 어려우며 처리시설이 자칫 혐오시설이 될 우려가 있어 인근 주민들의 수용여부에 대한 고려가 선행되어야 한다. 또한 저지대의 경우 자연배수가 불가하며, 겨울철에 성능향상을 위한 대책이 요구되고, 도시지역의 경우에는 오염물질 제거를 위해 침전 시설을 설치하는 것은 설치부지 요구도 및 주민수용 여부 등을 고려할 때 적용하기는 곤란할 것으로 판단되며, 이 경우에는 홍수피해 저감을 목적으로 설치된 우수지를 오

처리기법을 비용효과 분석을 통한 비점오염원 처리대상 및 용량, 저감율 등을 감안하여 선정하여야 할 것이다.

○ 설치위치 검토

- 관로 체계상 비점 오염원을 효과적으로 통제하기 용이한 곳
- 유지관리가 용이한 장소
- 계획지역의 토지이용 현황을 고려

7) 초기우수(F/F) 강우강도 검토

처리대상 초기우수 유출량은 범용적 적용가능한 이론이 정립되어 있지 않아, 국내외 자료 및 논문 등을 참조하였다. 우수저류조나 우수분리조와 같은 저장시설은 대상지역의 오염물이 대부분 유출될 수 있는 강우량(mm)으로부터 집수면적을 곱하는 것으로 검토 하였으며, 장치형 시설은 시간당 강우강도의 개념으로 합리식을 이용하여 우수유출량을 산정 하는 것으로 검토하였으나, 상세 설계시 현장여건 등을 고려하여 초기우수 강우강도를 산 정토록 하여야 한다.

가) 문헌조사

[표 5.3-4] 도시 우수유출수 주요오염원 및 영향

구 분	적용강우	비 고
Maramar 해군비행기지(미국)	12.5mm	
김포공항	10mm	
「비점오염원 관리요령」	10mm	2000.12, 환경부 수질보전국
인천공항	6mm	초기우수관로를 별도로 설치함
환경보전법 (국내)	6mm	폐차장
「팔당상수원 비점오염원 최적관리사업 타당성조사 및 기본계획수립 용역 보고서」	10mm/hr	2000, 환경부(교량적용)
포장면 유출 빗물 수질의 시간적 변화 특성	2mm/hr	논문 (한무영교수)
「도시지역 비점오염 최적관리를 위한 조사사업」	5mm/hr	2006. 2, 환경부

미국의 경우 보통 초기우수량을 6~25mm 정도로 산정하며, 상기표와 같이 국내 환경 보전법과 신공항건설에서는 기준을 6mm로 설계하고, 국내 보고서 및 논문에는 강우강 도 2~10mm/hr로 언급 되어있다.

국내 적용 가능한 기준이 마련되어 있지 않아 최근 환경부제정 (KWWA)에서 발간한

“합류식 하수도 개선대책 가이드라인과 해설(2002.6)”을 이용하여 접근하기로 한다.

보통 초기우수나 월류수는 SS가 가장 주요한 오염원이며, 강우강도가 클수록 SS 유출량이 증가하고 유출소요시간은 감소하게 된다. 아래는 한국건설기술연구원에서 제시도로면 초기빗물 처리기술 (2004. 8)연구에 일부 결과이다. 1mm/hr 강우강도부터 유출량이 발생하였으며, 오염물질의 80%가 유출되는 시간은 3.7mm/hr : 23분, 5.9mm/hr : 22분, 8.8mm/hr : 15분, 11.8mm/hr : 15분으로, 이와 같이 오염물이 유출되는데는 강우강도와 지속시간과의 함수관계로부터 기인하며 지속시간은 또한 유달시간과도 상관관계를 가진다.

유달시간이 길어지면, 오염물 희석에 의해 처리효과를 감소시킬 수 있으나, 강우강도가 감소하여 유량이 작아지므로, 적용 가능한 강우강도 산정은 확률적 빈도와 경제성으로 접근하는 것이 타당하리라 판단된다.

먼저 강우강도 확률분포를 검토하였다.

아래표는 B시 J펌프장 대표강우의 출현횟수별 강우강도 분포이다. (1975~1989년도 15년간 집계)

[표 5.3-5] 대표강우의 출현횟수별 강우강도 분포

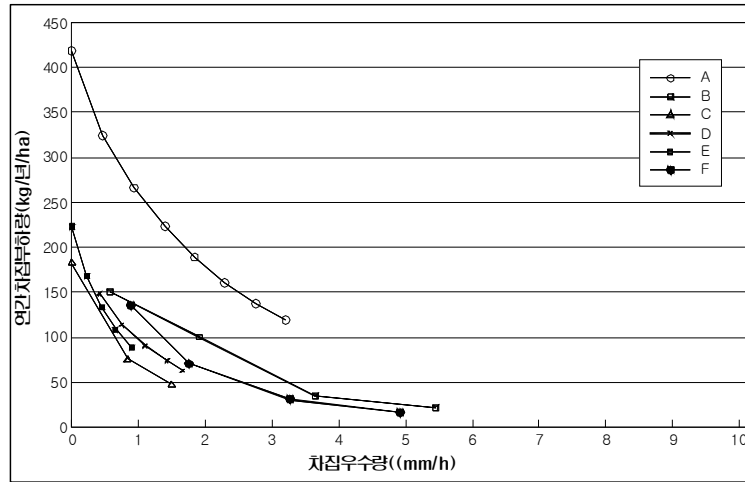
시간최대강우량 (mm/hr)	시간최대우량별 강우수			
	강우횟수	비율	누적	비교
~ 5	1,154	70.3%	70.3%	
5 ~ 10	316	19.3%	89.6%	
10 ~ 15	82	5.0%	94.6%	
15 ~ 20	41	2.5%	97.1%	
20 ~ 30	30	1.8%	97.1%	
30 ~ 40	11	0.7%	98.9%	
40 ~ 50	4	0.2%	99.6%	
50 ~ 60	0	0.0%	99.8%	
60 ~ 70	2	0.15%	99.9%	
70 ~ 80	0	0.0%	99.9%	
80 ~ 200	1	0.1%	100.0%	
합 계	1,641	100.0%		

자료) 합류식 하수도 개선대책 가이드라인과 해설 (2002.6 환경부제정)

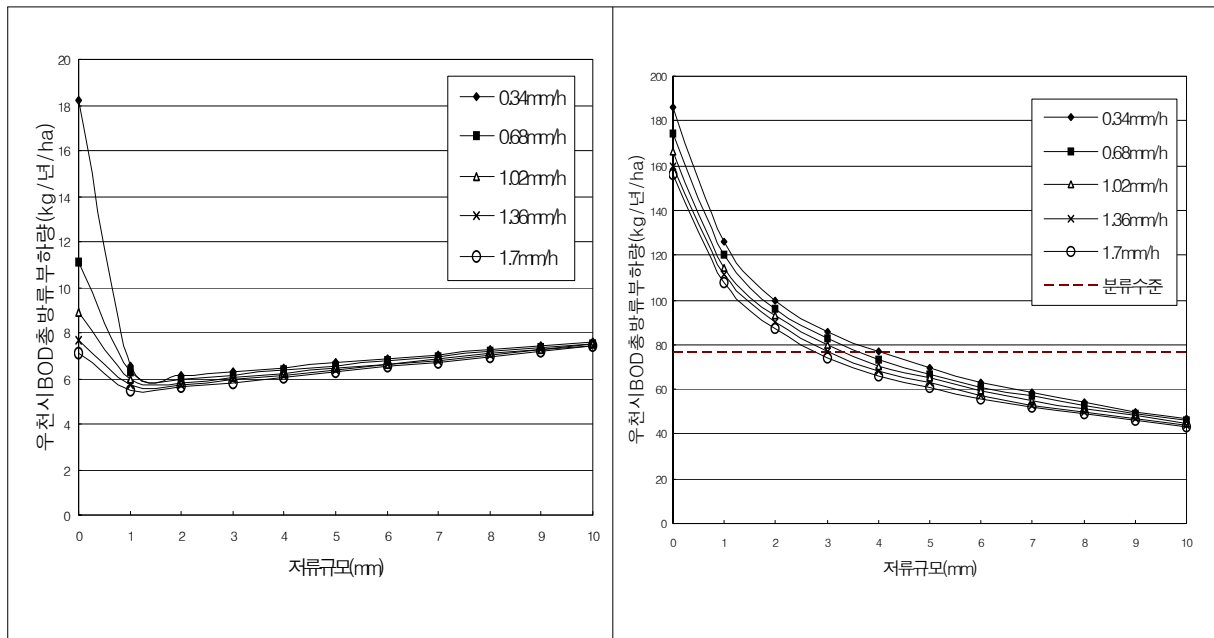
위의 표와 같이 강우강도 5~10mm/hr가 전체 확률강우강도상 70~90% 정도를 점하고 있는 것을 알 수 있으며, 국내 대부분의 지역 및 00시도 크게 다르지 않은 분포를

보일 것으로 추정된다.

두 번째로 강우강도별 오염부하량을 검토한다.



위의 표와 같이 강우강도 4~5mm/hr 정도에서 오염부하는 완만한 분포로 변화되는 것을 알 수 있으며, 이 보다 큰 강우강도 유출량 처리가 다소 비경제적일 수 있음을 보여 준다. 아래는 이와 같은 맥락에서 오염부하저감을 최대화 하며 가장 경제적 저류량 산정을 위한 비용대책 평가사례이다.



나) 강우강도 검토

- 기존문헌을 참조 : 2~10mm/hr
- 발생빈도 검토 : 5~10mm/hr : 70~90%
- 저류규모 대비 : 일반적 대규모 = 10mm(3.5mm가 1mm/hr정도)

다) 초기우수량

합리식을 적용하면,

$$Q = \frac{1}{360} CIA \quad \text{----- 식}$$

여기서 Q : 최대계획우수 유출량 (m³/sec)

C : 유출계수

I : 강우강도 (mm/hr)

A : 배수면적 (ha)

8) 초기우수(F/F) 대책방안 수립

공주시는 현재 공주,공암,유구,동학사,신관 공공하수처리시설이 운영중에 있으며 인구유입 증가와 이에 따른 하수량의 증가로 인하여 계속적인 공공하수처리시설의 증설 및 계획이 수립되었다. 또한 하수처리시설만을 대상으로 증설계획의 수립에 따라 기매설되어 있는 차집관거(오수간선관거)의 경우 하수처리시설의 건설 당시 매설되어 내구연한 및 원활한 통수능의 부족사례가 발생 될 것으로 추정된다.

따라서 신설 오수간선관거 매립시 기존의 차집관거를 보수, 또는 개량하여 존치된 토실 및 토구의 초기우수를 차집, 기존시가지의 초기우수 대책방안을 수립하였다.

5.3.2 관거정비계획의 기준

하수관거 조사에 의한 문제점에 대한 개선 방안을 중심으로 관거정비의 기준 설정 및 관거정비계획을 수립함에 있어서 유의하여야 할 사항으로는 다음과 같다.

- 오수관거는 계획시간최대오수량을 기준으로 계획
- 합류식 차집관거는 우천시 초기 오염물질이 차집 처리될 수 있도록 계획하며, 시간최대오수량의 3배를 채택하되 별도 초기강우 대책 수립 시는 변경 가능
- 분류식과 합류식이 공존하는 경우에는 원칙적으로 분류식과 합류식 관거를 분리하여 하며 분류식 지역의 발생하수는 우천시에도 하수종말처리시설까지 이송 도중 공공수역으로 방류되지 않도록 계획
- 관거는 원칙적으로 수밀구조로 함
- 관거배치는 지형, 지질, 도로폭 및 지하매설물 등을 고려하여 정함.
- 관거단면과 형상 및 관로경사는 관거내 침전물이 퇴적하지 않도록 유속을 확보하여야 하며 초기관거등 부득이한 경우 최소유속 유예기준 설정
- 관거의 역사이편은 가능한 배제하고 오수관거와 우수관거가 교차하여 역사이편을 피할 수 없는 경우에는 오수관거를 역사이편으로 함.
- 관거의 흐름은 자연유하를 원칙으로 하되 지역특성에 따라서 진공식, 압송방식을 도입토록 하며, 경제성 및 유지관리성을 비교·검토하여 하수수송에 가장 적합한 방법을 조합하여야 함.
- 하천차집 또는 하천복개차집 등의 차집방법은 배제.
- 하수도시설을 하천변에 설치하는 것은 원칙적으로 금하고 불가피하게 하수관거시설을 하천변에 설치할 경우에는 하천수 등의 유입여부를 지속적으로 관리할 수 있는 「유지관리시스템」을 설치하도록 계획
- 우수저류지는 대규모는 지양하고 처리분구나 블록단위의 소규모 시설로 계획
- 기존 관거의 토구 및 우수토실, 유지관리현황 등을 반드시 조사하여 위치, 현황 등을 관거평면도에 수록하여야 하며, 각 시설(토구, 우수토실 등 부속시설)의 개별현황사진을 이에 대한 설명과 함께 개선대책을 수립
- 하수관거 계획시 기존관거의 재활용계획은 적극 강구하여야 함.
- 관거계획시 자연유하 및 압송관거 계획의 경제성검토를 반드시 수행하여야 함.
- 관거계획시 장래 설치될 배수설비를 고려하고 환기대책도 계획하여야 함.

가. 계획하수량

관거별 계획하수량은 다음과 같다.

- 오수관거 : 계획시간최대오수량
- 우수관거 : 계획 우수유출량
- 차집관거 : 우천시 계획오수량(계획시간최대오수량의 3배이상)
- 합류식관거 : 계획시간최대오수량 + 계획우수량

계획하수량과 실제 발생하수량 간에는 큰 차이가 있을 수 있기 때문에 각 지역의 실정에 따라 계획하수량에 여유율을 두는 것이 좋다.

일반적인 여유율로서 오수관거는 계획시간최대오수량에 대해 소구경관거(D200~600mm)에서는 약 100%, 중구경관거(D700~1,500mm)에서는 약 50~100%, 대구경관거(D1,650mm~3,000mm)에서는 약 25~50% 정도 여유율을 갖도록 한다.

나. 유량계산

하수에서는 일반적으로 자연유하에서는 Manning식 또는 Kutter식을 사용하고 압송의 경우에는 Hazen-Williams식을 사용한다.

1) Manning공식

$$Q = A \cdot V \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \text{ (m/sec)}$$

여기서 Q : 유량(m³/sec)

R : 경심(m) (=A/P)

A : 유수단면적(m²)

P : 유수의 윤변(m)

V : 유속(m/sec)

I : 동수경사

n : 조도계수

2) Kutter공식

$$Q = A \cdot V \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{RI} \text{ (m/sec)}$$

3) Hazen-Williams공식(압송의 경우)

$$Q = A \cdot V \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \text{ (m/sec)}$$

여기서 V : 평균유속(m/sec)

I : 동수경사(h/L)

C : 유속계수

h : 길이 L에 대한 마찰손실수두(m)

다. 유속 및 경사

관거내 유속은 유량이나 경사도에 따라 지배된다. 일반적으로 관거의 경사는 지표경사에 순응하여 결정하는 것이 경제적이지만 이 경우 경사에 대한 유속이 너무 작으면 관거 바닥에 오물이 침전하기 쉽고, 항상 준설의 필요가 있어 유지관리가 어려우며 유지관리비가 증가하게 된다. 반면에 유속이 너무 커지면 모래나 자갈 등으로 관거가 마모, 손상되어 관거의 내구년수가 단축되고, 하류 맨홀에서 유수가 격돌하여 공기 혼입으로 뚜껑을 날리는 등 사고의 원인이 되기도 한다.

한편 경제적인 면에만 치중하여 관거단면이 작아진다는 이유로 경사를 너무 급하게 하면 매설깊이가 커지고 토공비가 증가되며 시공도 어려울 뿐만 아니라 토구에서 방류수면의 수위관계로 자연유하가 어려워지기도 한다.

따라서, 관거의 유속 및 경사를 결정하는 데에는 다음 조건에 맞도록 한다.

- 관거내에 토사 등이 침전, 정체하지 않는 유속으로 한다.
- 하류 관거의 유속은 상류보다 크게 한다.
- 경사는 하류로 갈수록 완만하게 한다.
- 현저한 급류가 생기는 경사는 관거에 손상을 주는 원인이 되므로 피하여야 한다.

위의 내용을 고려한 하수관거 유속범위는 다음 표와 같다.

[표 5.3-6] 유속기준

구 분	오수관거	우수관거	합류식관거	비 고
유 속	0.6~3.0m/sec	0.8~3.0m/sec	0.8~3.0m/sec	

우수관거 및 합류식 관거의 유속기준은 계획 하수량에 대하여 최소 0.8m/sec, 최대 3.0m/sec로 하고, 오수관거는 시간최대 오수량 기준으로 0.6m/sec 이상의 유속이 확보 되도록 하되 초기관, 지선관 및 유속확보가 어려운 구간은 0.3m/sec 이상을 유지하도록 한다. 이 경우, 시간최대 오수량 기준으로 0.6m/sec 이하 관거는 중점유지관리 대상관거로 선정하여 정기적인 준설, 세척 등 유지관리를 철저히 하도록 한다.

라. 관거의 단면

일반적으로 관거의 단면형상에는 원형, 직사각형, 말굽형 및 계란형이 있으며 이때 어떤 형상을 선정하더라도 다음 사항을 고려해야 한다.

- 수리학적으로 유리할 것
- 하중에 대해 경제적인 것
- 시공비가 저렴할 것
- 유지관리가 용이할 것
- 시공장소의 상황에 잘 적용될 것

일반적으로 사용되는 원형, 직사각형, 말굽형 및 계란형의 장단점은 다음과 같다.

[표 5.3-7] 관거의 단면별 장단점

구 분	장 점	단 점	비 고
원형	· 수리학적으로 유리하다. · 일반적으로 내경 3,000mm까지 공장제품을 사용할 수 있으므로 공사기간이 단축된다. · 역학계산이 간단하다.	· 안전하게 지지하기 위해서 모래기초 외에 별도의 기초공을 필요로 하는 경우가 있다. · 공장제품이므로 접합부가 많아져 지하수의 침투량이 많아질 염려가 있다.	
직사각형	· 시공장소의 흙두께 및 폭원에 제한을 받는 경우에 유리하며 공장제품을 사용할수도 있다. · 역학계산이 간단하다. · 만류가 되기까지는 수리학적으로 유리하다.	· 철근이 해를 받았을 경우 상부하중에 대하여 대단히 불안하게 된다. · 현장타설의 경우 공사기간이 지연된다. 따라서 공사의 신속성을 도모하기 위해 상부를 따로 제작해 나중에 덮는 방법을 사용할 수도 있다.	
말굽형	· 대구경관거에 유리하며 경제적이다. · 수리학적으로 유리하다. · 상반부의 아치작용에 의해 역학적으로 유리하다.	· 단면형상이 복잡하기 때문에 시공성이 열악하다. · 현장타설의 경우 공사기간이 길어진다.	

자료) 하수도시설기준(2011, 환경부제정)

[표 5.3-8] 관거의 단면별 장단점

구 분	장 점	단 점	비 고
계란형	· 유량이 적은 경우 원형거에 비해 수리학적으로 유리하다. · 원형거에 비해 관폭이 작아도 되므로 수직방향의 토압에 유리하다.	· 재질에 따라 제조비가 늘어나는 경우가 있다. · 수직방향의 시공에 정확도가 요구되므로 면밀한 시공이 필요하다.	
기타	· 기타관거의 단면형상은 아래 그림과 같다. · 직사각형 또는 말굽형을 사용하는 경우에는 원활한 유수의 흐름을 위하여 일반적으로 관거의 저면에 폭의 1~2배 정도의 곡률반경을 가진 인버트(invert)를 설치하는 것이 좋다.	분할관  T자관 	

자료) 하수도시설기준(2011, 환경부제정)

마. 최소관경

「하수도시설기준(2011, 환경부제정)」에서는 오수관거 D200㎜, 우수관거 및 합류관거 D250㎜를 최소관경으로 사용토록 하고 있다. 또한 배수면적이 작으면 계획하수량도 작아 관경이 작은 관거로도 충분히 배제할 수 있으나 관경이 너무 작으면 연결 및 유지관리 작업의 불편을 초래할 수 있다.

단, 오수관거는 국지적으로 장래에도 하수량의 증가가 예상되지 않고, 공장이나 공동주택의 입지 등 토지이용의 변경이 전혀 예상되지 않는 지역에 한정하여 D150㎜로 할 수 있다.

바. 매설 위치 및 깊이

하수관거의 매설위치는 다음 사항을 고려해서 결정하여야 한다.

- 관거는 공공도로상에 매설하는 것을 기본으로 하고, 그 매설위치 및 깊이를 도로관리자와 협의하여 정한다.
- 관거가 하저를 횡단하는 경우에는 그 매설위치 및 깊이를 하천관리자와 협의해야 한다.
- 철도횡단의 경우에는 관거가 교통하중 및 진동을 직접 받지 않도록 충분한 깊이로 매설해야 한다. 그러나 종단경사의 특수성에 의하여 교통하중 및 진동이 작용하는 경우에는 관거에 직접 영향을 주지 않도록 방호공을 설치하여야 한다.

- 관거를 사유지내에 매설하는 경우에는 토지소유자와 협의하여야 한다.
- 시스템 배치계획은 해당지역의 지형도 등을 따른다. 한편 관거의 매설깊이는 최소 흙 두께를 1.0m로 하나, 연결관, 노면하중, 노반두께 및 다른 매설물의 관계, 동결심도, 기타 도로점용조건을 고려하여 적절한 흙두께로 한다.

사. 관거의 보호

흙두께 및 재하중이 관거의 내하력을 넘는 경우, 철도 밑을 횡단하는 경우 또는 하천을 횡단하는 경우 등에는 콘크리트 또는 철근콘크리트로 바깥둘레를 쌓아서 외압 및 부력에 대하여 관거를 보호해야 한다.

또한 관거내면이 부식 및 마모 등에 따른 손상위험이 있을 경우 이를 고려하여 재질이 우수한 관거를 사용하거나 또는 관거내면에 라이닝 또는 코팅을 해야한다.

아. 기초공

관거 매설시 기초공은 공사비용에 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라 기초공의 부적절한 시공으로 관거 부등침하가 발생할 경우 심하면 주변이 함몰하는 현상이 나타나기도 하므로 관거 내구성 및 경제성 등을 충분히 검토하여 결정해야 한다. 일반적으로 기초공은 관거종류, 토질, 지내력, 시공방법, 하중조건 및 매설조건 등에 따라 결정되며 개략적인 기초종류는 다음과 같다.

[표 5.3-9] 관종 및 지반별 기초공

지반 관종		경질토 및 보통토	연 약 토	극 연 약 토	비고
강성관	철근 콘크리트관	버개동목기초 쇄석기초, 모래기초	콘크리트기초	말뚝기초 철근콘크리트기초	
	도관	버개동목,쇄석기초 모래기초	쇄석기초 콘크리트기초	철근콘크리트기초	
연성관	경질염화 비닐관	모래기초	모래기초 베드토목섬유기초 소일시멘트기초	베드토목섬유기초, 소일시멘트기초, 사다리동목기초, 말뚝기초, 콘크리트+모래기초	
	닥타일주철관, 강관	모래기초	모래기초	모래기초,사다리동목기초 콘크리트+모래기초	

주) 암반에 매설하는 경우는 응력을 균등히 분포시킬 수 있는 구조의 기초로 한다.

자료) 하수도시설기준(2011, 환경부제정)

자. 관거의 접합

관거설계시 관거의 방향, 경사, 관경이 변화하는 장소 및 관거가 합류하는 장소에는 맨홀을 설치해야 하며 또한 관거내의 하수를 수리학적으로 원활하게 흐르게 하기 위해서는 원칙적으로 에너지 경사선에 맞출 필요가 있다.

일반적으로 관거접합시 다음 사항을 고려하여 결정한다.

- 관거의 관경이 변화하는 경우 또는 2개의 관거가 합류하는 경우의 접합방법은 원칙적으로 수면접합 또는 관정접합으로 한다.
- 지표의 경사가 급한 경우에는 관경변화에 대한 유무에 관계없이 원칙적으로 지표의 경사에 따라서 단차접합 또는 계단접합으로 한다.
- 2개의 관거가 합류하는 경우의 중심교각은 되도록 60도 이하로 하고 곡선을 갖고 합류하는 경우의 곡률반경은 내경의 5배 이상으로 한다.

차. 역사이편

관거의 역사이편은 가능한 한 피해야 하나 하천, 철도등 시설이 불가능한 시설물을 횡단하는 경우 다음과 같은 사항을 고려하여 정한다.

- 오수관거와 우수관거가 교차하여 역사이편을 피할 수 없는 경우에는 오수관거를 역사이편으로 한다.
- 역사이편의 구조는 장애물의 양측에 수직으로 역사이편실을 설치하고, 이것을 수평 또는 하류로 하향 경사의 역사이편 관거로 연결한다. 또한 지반의 강약에 따라 말뚝 기초 등의 적당한 기초공을 설치한다.
- 역사이편실에는 수문설비 및 깊이 0.5m정도의 이토실을 설치하고, 역사이편실 깊이가 5m이상인 경우는 중간에 배수펌프를 설치할 수 있는 설치대를 둔다.
- 역사이편 관거는 일반적으로 복수로 하고, 호안, 기타 구조물의 하중 및 그들의 부등침하에 대한 영향을 받지 않도록 한다. 또한 설치위치는 교대, 교각 등의 바로 밑은 피한다.
- 역사이편 관거의 유입구와 유출구는 손실수두를 적게 하기 위하여 종모양으로 하고, 관거내 유속은 상류측 관거내의 유속을 20~30% 증가시킨 것으로 한다.
- 역사이편 관거의 흙두께는 계획하상고, 계획준설면 또는 현재의 하저최심부로부터 중요도에 따라 1m 이상으로 하며 하천관리자와 협의한다.
- 하천, 철도, 상수도, 가스, 전선 및 통신케이블 등의 매설관 밑을 역사이편으로 횡단하는 경우에는 관리자와 충분히 협의한 후, 필요한 방호시설을 한다.

- 하저를 역사이편하는 경우로서 상류에 우수토실이 없을 때에는 역사이편 상류측에
재해방지를 위한 비상 방류관거를 설치하는 것이 좋다.
- 역사이편에는 호안 및 기타 눈에 띄기 쉬운 곳에 표식을 설치하여 역사이편 관거의
크기 및 매설높이 등을 명확히 표시하는 것이 좋다.

카. 맨홀

맨홀은 관거내의 점검, 청소 및 환기 등의 기능뿐만 아니라 관거의 연결을 위해서도
반드시 설치되어야 하며 일반적인 설치장소는 관거기점, 방향경사 및 관경 등이 변하는
지점, 단차가 발생하는 지점 및 관거유지관리상 필요한 지점 등이다.

맨홀의 설치 간격 및 맨홀의 종류는 다음과 같다.

[표 5.3-10] 하수관거 관경별 맨홀최대간격

관 경 (mm)	600이하	1,000이하	1,500이하	1,650이상	비 고
최대간격 (m)	75	100	150	200	

[표 5.3-11] 표준맨홀 종류 및 용도

명 칭	치수 및 형상	용 도
1호맨홀	내경 900mm 원형	관거의 기점, 600mm이하의 관거 중간지점 또는 내경400mm까지의 관거 합류지점
2호맨홀	내경 1,200mm 원형	내경 900mm이하의 관거 중간지점 및 내경 600mm이하의 관거 합류지점
3호맨홀	내경 1,500mm 원형	내경 1,200mm이하의 관거 중간지점 및 내경 800mm이하의 관거 합류지점
4호맨홀	내경 1,800mm 원형	내경 1,500mm이하의 관거 중간지점 및 내경 900mm이하의 관거 합류지점
5호맨홀	내경 2,100mm 원형	내경 1,800mm이하의 관거 중간지점

[표 5.3-12] 특수맨홀 종류 및 용도

명 칭	치수 및 형상	용 도
특1호맨홀	내부치수 600×900mm 각형	흙두께가 특히 적은 경우, 다른 매설물 등의 관계로 1호맨홀이 설치 안되는 경우
특2호맨홀	내부치수 1,200×1,200mm 각형	내경 1,000mm이하의 관거 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특3호맨홀	내부치수 1,400×1,400mm 각형	내경 1,200mm이하의 관거 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특4호맨홀	내부치수 1,800×1,200mm 각형	내경 1,500mm이하의 관거 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특5호맨홀	내부치수D×1,200mm 각형 (D:내경+인버트폭)	현장여건상 표준맨홀 및 특1, 2, 3, 4호 맨홀이 설치 안되는 경우에 600mm이상의 흙관에 적용
현장타설 관거용 맨홀	내경900, 1,200mm원형	직사각형, 말굽형거 및 실드(shield)공법에 의한 하수관거의 중간지점
부관붙임맨홀	—	관거의 단차가 0.6m이상인 경우

맨홀 부속물로는 인버트, 발디딤부 및 맨홀뚜껑이 있으며 이들의 설치시 다음의 사항을 고려한다.

1) 인버트

인버트는 하류관거의 관경 및 경사와 동일하게 두며 발디딤부는 10~20% 횡단경사를 둔다. 또한 인버트의 폭은 하류측 폭을 상류까지 같은 넓이로 연장하며 상류관과 인버트 저부 단차는 3~10cm정도를 확보한다.

2) 발디딤부

발디딤부는 부식이 발생하지 않은 재질을 사용하며 편리성과 안전성이 확보되어야 한다.

3) 맨홀뚜껑

하수관거의 맨홀뚜껑은 유지관리의 편리성 및 안전성을 고려하여 설치하며, 분류식 지역에서는 오접을 방지하기 위해 우오수 맨홀을 명확히 구분할 수 있는 표기를 해야 하며 또한 공공하수도용 맨홀뚜껑에는 유지관리 책임이 있는 단체의 고유표식을 나타내야 한다.

타. 우수토실 및 토구

합류식 배제지역에서 우천시 발생한 우수 유출량을 전량 처리시설로 보내는 것은 관거 및 처리시설시설의 증대를 초래하기 때문에 매우 비경제적이다. 따라서 하천, 해역 및 호소 등과 같은 적절한 방류수역이 있는 경우 우수토실을 설치하여 오수로 취급하는 하수량 이상의 우수는 바로 또는 관거에 의하여 방류시킨다.

일반적으로 우수토실을 설치할 경우 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- 우수토실을 설치하는 위치는 차집관거의 배치, 방류수면의 관계 및 방류지역의 주변 환경 등의 관계를 고려하여 선정한다.
- 우수토실 우수월류량은 계획하수량에서 우천시 계획오수량을 뺀 양으로 한다.
- 우수월류위어의 위어길이 계산은 다음 식에 의한다.

여기서, L : 위어(weir)길이(m)

$$L = \frac{Q}{1.8H^{3/2}}$$

Q : 우수월류량(m³/초)

H : 월류수심(m) (위어길이간의 평균값)

- 유입관거에서 월류가 시작될 때의 수심은 수리특성곡선에서 구하며, 이 수심을 표준으로 하여 위어높이를 정한다.
- 우수토실에는 출입구를 만들어 항상 월류위어 또는 오수유출관거의 상태를 점검할 수 있도록 한다.
- 우수토실의 오수유출관거에는 소정의 유량 이상은 흐르지 않도록 한다.
- 우수토실은 위어형 이외에 수직오리피스, 기계식 수동수문 및 자동식수문 등을 사용할 수 있으며 이에 대한 내용은 다음 표와 같다.

[표 5.3-13] 우수토실의 형태

구 분		개 요	설 치 부 지	비 고
고 정 식	횡월류 위 어	기존 합류식 관거내의 흐름방향에 평행하게 위어를 설치하여 차집량 이상의 오수는 측면으로 월류하도록 고안된 형태로 구조가 간단하다.	부지가 협소한 곳에도 시공가능	
	수직 오리피스	분류위어에 의해 차집된 오수를 수직오리피스를 통해 차집하는 방식으로 구조가 간단하나 우수토실내 수위 증가에 의한 차집량 조절이 불가능하다.	비교적 작은 부지에 시공가능	
기 계 식	수동식 수문	수직오리피스형에 수동식수문을 설치한 형태로서 수직오리피스 입구에 설치된 수문을 수동으로 조작하여 오리피스의 통수면적을 가감함으로써 차집량을 조절한다.	수직오리피스와 같으나, 수문실을 우수토실내 또는 지상에 설치	
	부표 연동식 수문	수동식수문과 같은 형이나 수동식수문 대신 부표연동식수문을 설치하여 유량을 조절하도록 되어 있으나 복잡한 기계부품으로 되어 있어 하수중의 이물질에 의한 기능장애가 빈발하는 단점이 있다.	오리피스외에 부표 설치를 위한 추가 부지가 필요	
자 동 식	중앙 집중 제어식 전동 수문	수동식수문 대신 전동모터에 의해 작동되는 수문을 설치하여 유역내 우수토실을 한 곳에서 통제하는 형태로서 가장 효율적인 방식이나, 막대한 공사비, 고도의 유지관리 기술 및 특수 기술요원 확보 등의 어려움이 있다.	전동모터실 및 비상동력(디젤엔진 등)실 설치로 큰 부지 필요	

토구란 합류식 배제지역의 우수토실, 분류식 배제지역의 우수관거 및 처리시설 방류관거의 방류수역에 대한 유출구를 의미하며 이의 설치시 호안 일부를 파괴 및 개조하거나 혹은 하천, 항만 등에 돌출시켜 축조하는 경우도 있어 이에 따른 기존 구조물 등에 해를 줄 수 있으므로 충분한 주의를 요한다. 토구설치시 일반적인 고려사항은 다음과 같다.

- 토구의 위치 및 구조는 방류하는 하천, 항만 및 해안 등의 관리자와 사전에 충분한 협의를 거친 후에 결정한다.
- 토구에서의 유속은 선박의 운항 및 하저의 세굴 등 주변환경에 영향을 미치지 않을 정도로 한다.

- 토구의 저면 높이는 하천, 해역 또는 호소 계획홍수위와 저수위의 중간에 둔다. 단, 어떠한 경우라도 토구의 저면은 하천 및 해역의 저면보다 높게 한다.
- 토구의 위치 및 방류의 방향은 우수가 부근에 정체되지 않도록 정한다.
- 방류수면의 수위가 우수토실의 위어정보다 높아지는 경우에는 방조수문을 설치한다. 이 경우 수문은 반드시 자동으로 개폐되도록 하고 예비로 수동수문을 설치한다.

파. 물받이

물받이는 배수설비와 연결관의 효율적인 유지관리를 목적으로 설치하며 종류로는 오수받이, 우수받이 및 집수받이 등이 있다. 이들은 도로상에 설치하는 것을 원칙으로 하나 여유가 없는 경우에는 사유지에 설치한다.

일반적인 물받이 종류별 형상 및 용도는 다음과 같다.

[표 5.3-14] 우수받이 종류별 용도

명 칭	내 부 치 수	용 도	비 고
차도측 1호 우수받이	300×400mm	L형 측구의 폭이 50cm 이하의 경우에 사용	
차도측 2호 우수받이	300×800mm	L형 측구의 폭이 50cm 이하의 경우에 사용. 교차로나 도로의 종단경사가 큰 곳에 사용	
보도측 우수받이	500×600mm	도로의 종단경사가 급하지 않은 곳에 사용. 차도측 1호 및 2호 우수받이 적용이 곤란한곳에 사용	

[표 5.3-15] 오수받이 종류별 용도

명 칭	내 부 치 수	용 도	비 고
1호 오수받이	내경 300mm 원형	연결관 내경 150mm, 물받이 깊이 0.7m미만의 경우에 사용	
2호 오수받이	내경 500mm 원형	연결관 내경 150mm, 물받이 깊이 0.7m이상의 경우에 사용	
3호 오수받이	내경 700mm 원형	연결관 내경 200mm이상인 곳에 사용	

[표 5.3-16] 집수받이 종류별 용도

명 칭	내 부 치 수	용 도	비 고
1호 집수받이	300×400mm	폭 300mm까지의 U형 측구에 사용	
2호 집수받이	450×450mm	폭 300~450mm까지의 U형 측구에 사용	
3호 집수받이	450×450mm	폭 450mm까지의 U형 측구에 사용	

하. 연결관

연결관이란 물받이와 하수관거를 연결하여 하수를 본관에 유입시키기 위해서 도로를 횡단하여 매설하는 관으로 다음을 고려하여 설치한다.

1) 배치 및 경사

부설방향은 본관에 대하여 직각으로 하고 본관연결부는 본관에 대하여 60° 또는 90°로 한다. 연결관의 경사는 1% 이상으로 하고, 본관의 중심선보다 위쪽으로 연결한다.

2) 관 경

연결관의 최소관경은 150mm 이상을 원칙으로 한다.

3) 연결부의 구조

연결관의 접합부분은 침입수가 발생하기 쉽고 관거준설 등 유지관리시 문제가 많이 발생하고, 시공장소가 많고 복잡하기 때문에 설계 및 시공에 철저한 주의를 기울여야 한다.

5.4.2 하수배제방식의 비교

하수배제방식에는 합류식과 분류식이 있으며, 합류식은 오수와 우수를 동일 관거계통으로 배제하는 방식으로 분류식은 오수와 우수를 별개의 관거계통으로 배제하는 방식이다.

합류식은 단일관거로 오수와 우수를 배제하기 때문에 침수피해의 다발지역 또는 우수배제 시설이 정비되어 있지 않은 지역에서는 유리한 배제방식이며, 분류식에 배해 시공이 용이하다. 그러나, 우천시 관거내의 침전물이 일시에 유출되고 공공하수처리시설에 큰 부담을 주는 경우나 우수토실로부터 일정배율 이상으로 회석된 하수가 수역으로 직접 방류되는 점 등 수질보전상 바람직하지 않은 문제점이 있다.

한편, 분류식은 오수만을 공공하수처리시설로 수송하는 방식으로 우천시에 오수를 수역으로 방류하는 일이 없으므로 수질오염상 유리하고, 재래의 우수배제시설이 비교적 정비되어 있는 지역에서는 이들의 시설을 유효하게 이용할 수 있기 때문에 경제적으로도 하수도 보급을 추진할 수가 있다. 그러나 분류식에 있어서도 강우초기에 비교적 오염된 노면배수가 우수관거를 통해 직접 공공수역에 방류되는 점, 도로 폭이 좁고 여러 가지 지하매설물이 교차되어 있는 기존시가지에서 우수관거와 오수관거를 모두 신설할 경우에 시공성이 곤란한 점, 또한 분류식의 오수관거는 소구경이기 때문에 합류식에 비해 경사가 급해지고 매설깊이가 깊어지는 등의 문제점이 있다.

하수배제방식의 일반적인 장·단점을 여러가지 측면에서 비교 검토한 결과 다음 <표 5.4-2>와 같으며, 이러한 일반적인 비교 방법에서 어느 방식이 유리하다고 단언할 수 없으나 공공수역의 수질오염방지상 하수도의 역할이 커지고 있기 때문에 하수도의 배제방식은 우수에 의한 침수방지는 물론 공공수역의 수질오염방지를 위해서는 분류식 배제방식이 유리하다고 판단되며, 현재 국내에서의 하수배제방식도 신개발지역에 대해서는 분류식 배제방식이 채택되고 있으며, 기존 합류식 하수도 시설도 장기적인 계획으로 점차 분류식화가 추진되고 있는 경향이다.

[표 5.4-2] 하수배제방식의 장·단점 비교

검 토 사 항		분 류 식	합 류 식	비고
건 설 면	관거계획	오수와 우수를 별개의 관로에 배제하므로 오수의 배제계획이 합리적으로 된다	우수를 신속히 배제하기 위하여 지형조건에 적합한 관로망이 된다.	
	시 공	오수관거와 우수관거의 2계통을 동일도로에 매설시 시공이 복잡하다. 오수관거에서는 소구경관거를 매설하므로 시공이 용이하지만, 관거의 경사가 급하면 매설깊이가 크게 된다.	대구경 관거가 되면 좁은 도로의 시공이 어렵다.	
	건설비	오수관거와 우수관거의 2계통을 건설하는 경우 비싸지만 오수관거만을 건설하는 경우는 가장 저렴하다.	대구경 관거가 되면 1계통을 건설하여 오수관거와 우수관거의 2계통을 건설하는 것보다 저렴하지만, 오수관거만을 건설하는 것보다는 비싸다.	
유 지 관 리	관거오점	철저한 감시가 필요하다.	없음.	
	관거내 퇴 적	관거내의 퇴적이 적다. 수세효과는 기대할 수 없다.	청천시에 수위가 낮고 유속이 적어 오물이 침전하기가 쉽다. 그러나 우천시에 수세효과가 있기 때문에 관거내 청소빈도가 적을 수 있다.	
	처리시설 토사유입	토사의 유입이 있지만 합류식의 정도는 아니다.	우천시에 처리시설로 다량의 토사가 유입하여 장기간에 걸쳐 수로바닥, 침전지 및 슬러지소화조 등에 퇴전한다.	
	관거내의 보 수	오수관거에서는 소구경관에 의한 폐쇄의 우려가 있으나 청소는 비교적 용이하다. 측구가 있는 경우는 관리에 시간이 걸리고 불충분한 경우가 많다.	폐쇄의 염려가 없다. 검사 및 수리가 비교적 용이하다. 청소에 시간이 걸린다.	
	기존수로 관 리	기존의 측구를 존속할 경우는 관리자를 명확하게 할 필요가 있다. 수로부의 관리 및 미관성의 문제가 많다.	관리자가 불명확한 수로를 통폐합 하고 우수배제계통을 하수도 관리자가 총괄하여 관리할 수 있다.	
수 질 보 전 면	우천시의 월 류	없음	일정량 이상이 되면 우천시 오수가 월류한다.	
	청천시의 월 류	없음	오수량의 증가가 있으면 발생한다.	
	강우초기 노 면 세 정 수	노면의 오염물질이 포함된 세정수가 직접 하천 등으로 유입된다.	시설의 일부를 개선 또는 개량하면 강우 초기의 오염된 우수를 수용해서 처리할 수 있다.	
환 경 면	쓰레기의 투 기	측구가 있는 경우나 우수관거에 개거가 있을 때는 쓰레기 등이 불법투기되는 일이 있다.	없음	
	토지이용	기존의 측구를 존속할 경우는 두경의 보수가 필요하다.	기존의 측구를 폐지할 경우는 도로폭을 유효하게 이용할 수 있다.	

5.4.3 기존 하수배제방식 현황 및 문제점

가. 하수배제방식의 현황

공주시는 「공주시 동(중부)지역 하수관거 정비사업(2008)」, 「공주시 동(북부)지역 하수관거 정비사업(2008)」, 「공주시 동(서부)지역 하수관거 정비사업(2013)」, 「공주시 동(동부)지역 하수관거 정비사업(2013)」, 「공주시 신관 하수관거 정비사업(2010)」, 기타 하수관거 정비 사업을 통해 불완전분류식으로 정비되었다.

2014년 현재 분류식 지역은 15,047km²이며 하수배제 현황은 다음과 같다.

[표 5.4-3] 하수배제방식 현황

(단위 : km²)

처 리 구 역	처 리 분 구	배제방식별 면적			비 율 (%)		비 고
		계	분류식	합류식	분류식	합류식	
총 계		15,047	15,047	—	100.0	—	
공주	소 계	8,583	8,583	—	100.0	—	
	동부	0.884	0.884	—	100.0	—	
	중부	2,837	2,837	—	100.0	—	
	서부	2,258	2,258	—	100.0	—	
	북부	2,199	2,199	—	100.0	—	
	신금	0.193	0.193	—	100.0	—	
	북부1	0.212	0.212	—	100.0	—	
	월송1	—	—	—	—	—	
	월송2	—	—	—	—	—	
	월송3	—	—	—	—	—	
유구	소 계	2,282	2,282	—	100.0	—	
	북부	0.322	0.322	—	100.0	—	
	중앙	1,199	1,199	—	100.0	—	
	동부	0.488	0.488	—	100.0	—	
	남부	0.273	0.273	—	100.0	—	
	유구온천	—	—	—	—	—	
	명곡	—	—	—	—	—	
	신영1	—	—	—	—	—	
	신영2	—	—	—	—	—	
	신달1	—	—	—	—	—	
	신달2	—	—	—	—	—	
	입석1	—	—	—	—	—	
	입석2	—	—	—	—	—	

주) 면적은 2014년말 현재 기준임

[표 5.4-3] 하수배제방식 현황(표계속)

(단위 : km²)

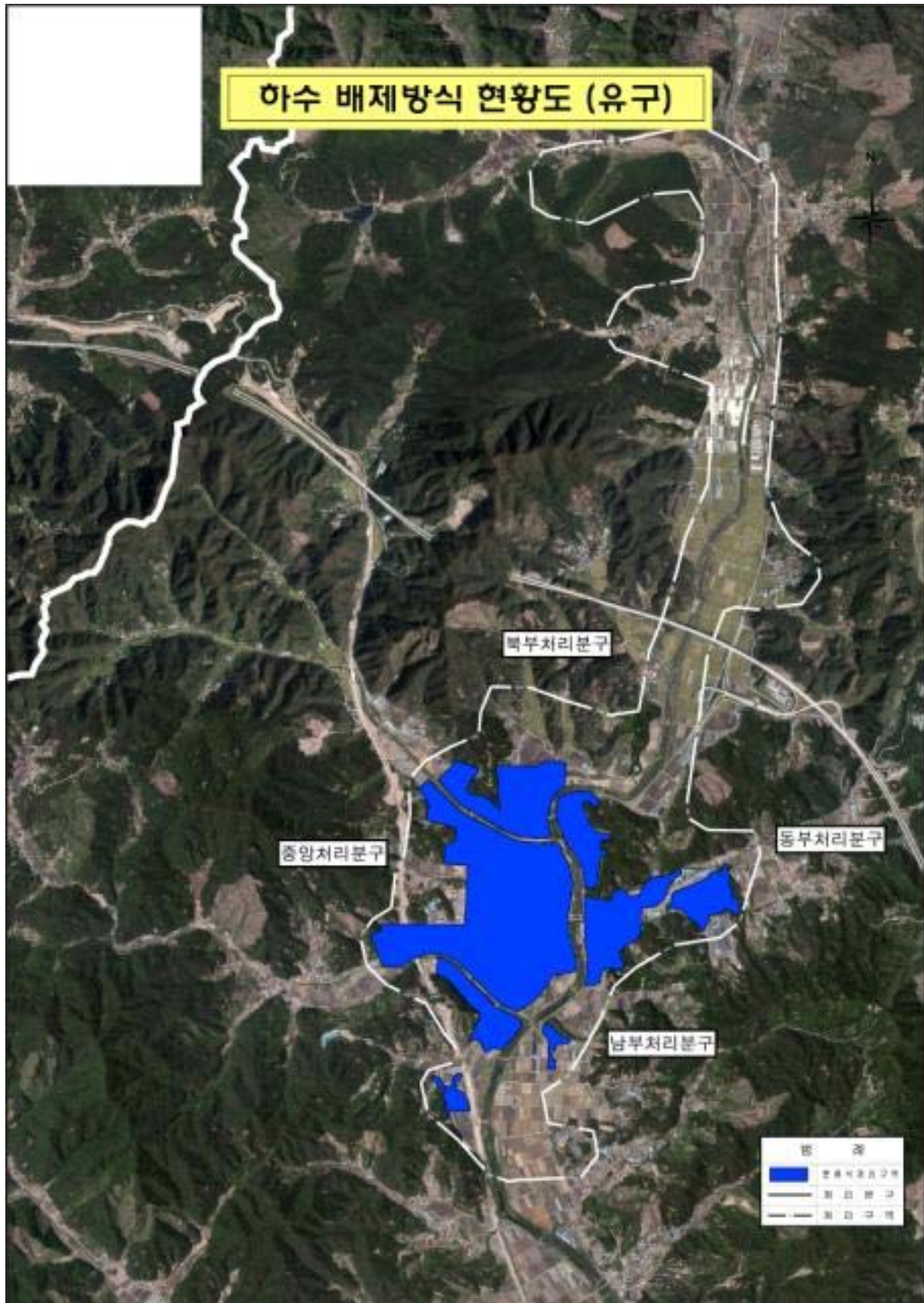
처 리 구 역	처 리 분 구	배제방식별 면적			비 율 (%)		비 고
		계	분류식	합류식	분류식	합류식	
공암	소 계	1,599	1,599	—	100.0	—	
	공암1	0.265	0.265	—	100.0	—	
	공암2	0.270	0.270	—	100.0	—	
	공암3	0.064	0.064	—	100.0	—	
	공암4	—	—	—	—	—	
	공암5	—	—	—	—	—	
	봉곡1	0.631	0.631	—	100.0	—	
	봉곡2	0.115	0.115	—	100.0	—	
	송곡1	0.125	0.125	—	100.0	—	
	송곡2	0.129	0.129	—	100.0	—	
	온천1	—	—	—	—	—	
	사기소	—	—	—	—	—	
동학사	소 계	1,065	1,065	—	100.0	—	
	온천	0.128	0.128	—	100.0	—	
	학봉1	0.937	0.937	—	100.0	—	
	학봉2	—	—	—	—	—	
	밀목재	—	—	—	—	—	
	동월계곡	—	—	—	—	—	
신관	소 계	1,518	1,518	—	100.0	—	
	율정1	0.072	0.072	—	100.0	—	
	율정2	—	—	—	100.0	—	
	수촌1	0.268	0.268	—	100.0	—	
	수촌2	0.111	0.111	—	100.0	—	
	청룡1	0.381	0.381	—	100.0	—	
	청룡2	0.145	0.145	—	100.0	—	
	금흥	0.541	0.541	—	100.0	—	

주) 면적은 2014년말 현재 기준임

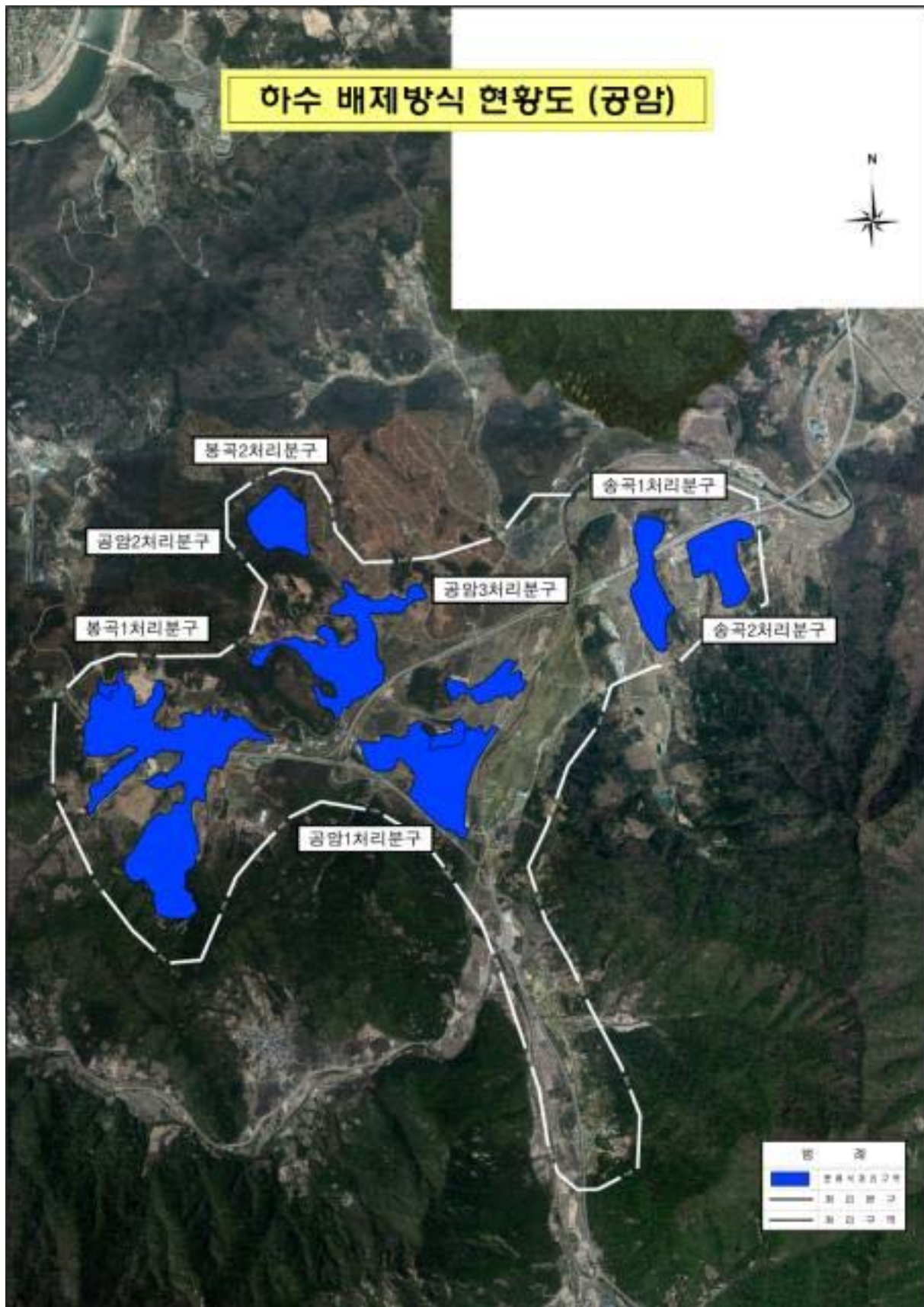
〈그림 5.4-1〉 배재방식 현황도(동지역)



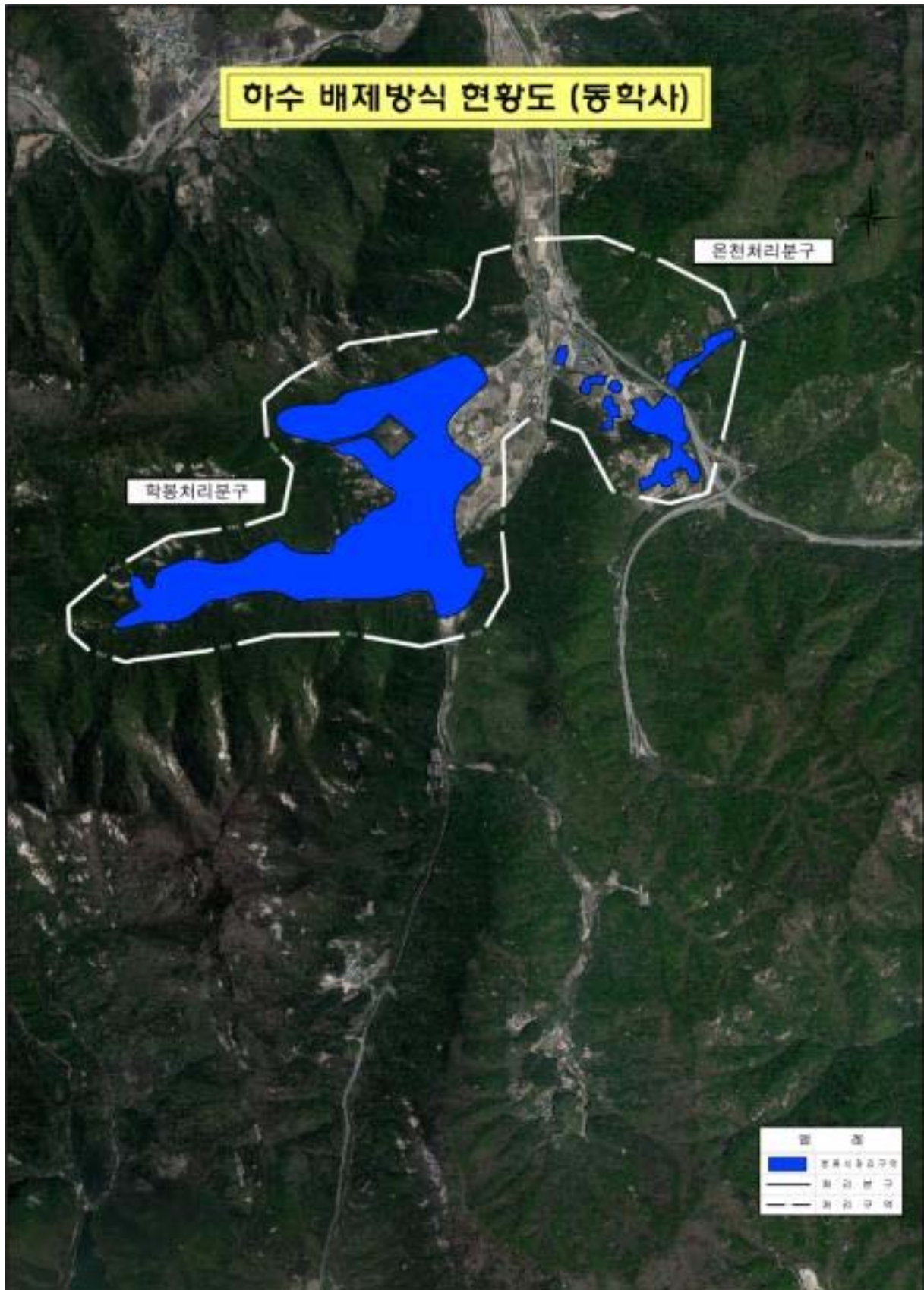
〈그림 5.4-2〉 배재방식 현황도(유구)



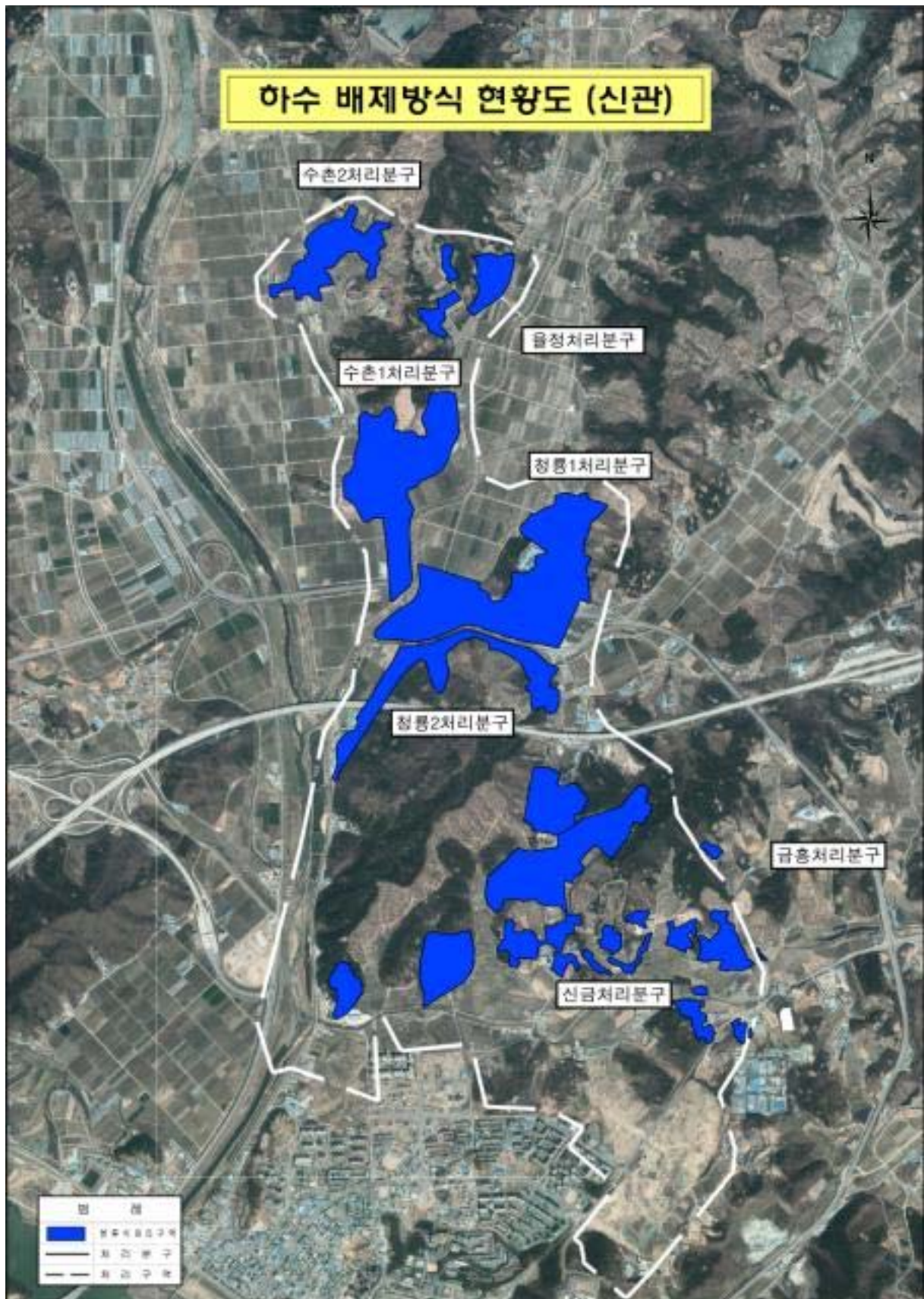
〈그림 5.4-3〉 배재방식 현황도(공암)



〈그림 5.4-4〉 배제방식 현황도(동학사)



〈그림 5.4-5〉 배재방식 현황도(신관)



나. 기존 하수배제방식의 문제점

공주시의 현재 하수배제방식은 소규모 처리지역을 제외한 모든 지역이 분류식화가 이루어진 상태이다.

공주시의 기존 하수배제방식의 문제점을 요약하면 다음과 같다.

1) 합류식 지역

공주시의 합류식 지역에 설치된 하수관거는 당초부터 오수배제를 전제로 시설된 관거는 아니며 우수배제에 주안점을 두고 부수적으로 오수를 투입하도록 시설된 관거이므로 관거시설, 맨홀형상, 오수받이의 설치 등을 감안할 때 합류식 하수관거보다는 우수관거에 가까워 기존의 합류식 하수관거로 존치시에는 관거의 정비가 필요하다.

가) 오수배제기능 결여

기존 합류식 관거의 규모가 계획우수량에 의해 결정되어 청천시 적정유속의 미확보로 관내 토사퇴적 및 오염물질 침전

나) 분뇨정화조 설치운영으로 인한 이중부담

공공하수처리시설을 가동함에 따른 하수처리구역임에도 불구하고 분뇨정화조나 오수정화시설을 설치하므로 시설비, 유지관리비 등 주민의 이중부담 발생

다) 오수차집기능 미흡

합류식관거 토구에 설치된 우수토실에서의 차집유량제어가 어려워 차집관거 및 공공하수처리시설 유지관리가 어렵다.

2) 분류식 지역

동지역의 경우 일부지역이 합류식에서 분류식으로 사업이 완료 되었지만, 사업의 효과가 감소되고 있고 현재 시설된 분류식 하수도의 대부분이 분류식 하수도에 대한 이해부족으로 오접합 및 부설시공이 주된 문제이다.

가) 우·오수관거의 오접합

분류식 지역내에서 우·오수관이 오접되어 우수관거 토구에서도 오수가 흘러나와 우수관거 말단부에 차집시설을 설치하는 경우가 있으며 접합이 양호한 지역에서도 주택 신축시 오수관을 우수관에 연결하는 사례가 발생한다.

나) 합분류식 관거의 연결

기존의 합류식 지역내에서 소규모 택지개발, 재개발 사업으로 분류식 하수관거 설치시 최종방류구가 합류식 관거에 연결되므로 분류식 오수관거 설치효과가 감소된다.

5.4.4 하수배제방식의 선정

가. 하수배제방식의 선정기준

현행 하수도시설기준에는 분류식을 원칙으로 하고 있으며 방류수역 수질보전 대책이 수립되어 있거나 기존 시가지 등 불가피한 경우 합류식을 허용하고 있으나 대부분의 신설도시가 시설기준에 따라 분류식을 채택하고 있다. 그러나 신개발지역에서 배제방식을 분류식화 하는데 있어서 다음과 같은 고려사항이 전제되어야 한다. 즉, 신개발지역에서 추진되어 온 무조건적 분류식 정책은 오점에 의한 폐단뿐만 아니라 강우시 육상 오염물질이 포함된 초기강우를 100%방류선 하천으로 내보내는 결과를 초래하게 된다.

이와 달리 합류식은 고농도의 오염물질을 함유하고 있는 초기강우는 차집관거를 거쳐 처리시설로 유도·처리하게 된다. 이러한 중요한 장점에도 불구하고 애써서 분류화를 수행하여, 방류선수체의 개선은 고사하고 수질을 더욱 악화시키는 실패담을 우리는 신도시 대부분에서 경험하고 있다.

그러므로 국내에 적합한 하수배제방식은 각 지역의 조건이 모두 상이하므로 각 지역의 관거보급율, U형측구 및 기존관거의 재이용 가능성과 기존시가화 지역의 분류화 가능성을 검토하는 한편 관거 공사비 뿐만 아니라 그 지역의 강우특성, 즉 월별 강우량 분포, 강우강도 등도 조사하여 공사 후 관거활용까지 검토함으로써 경제적이고 합리적인 배제방식이 선정되어야 할 것이다.

나. 국내외 하수배제방식 조사

1) 미 국

미국의 경우, 합류식 하수도의 우수토실에서 우천시 월류되는 월류수가 방류하천에 배출·침전된 오염물질이 하천의 용존산소 고갈과 수질악화를 초래하고, 우수와 함께 희석된 하수는 차집관거, 중계펌프장, 하수처리시설의 시설비 및 처리비용을 증가시킴과 동시에 수처리효율을 감소시키는 등 합류식 하수도에서 여러 문제가 발생하였다. 이와 같은 문제점을 효과적으로 배출제어하기 위한 수단으로 배출분류식을 추진하여 왔으며, 1960년대에 이미 122개 지자체에서 1,775개의 분류식화 사업이 진행되었다.

그러나 합류식지역의 분류식화 시행과정에서 발생하는 오점 등의 기술적인 문제와 경제적인 문제로 인해 전면적인 분류식화에서 선택적인 분류식화로 수정(분류식화 대상지역 : 재개발지구, 신개발지구, 기성 합류식 지역 중 관거노후로 교체가 필요한 지역 및 합

류식 우수관거로서 시설용량 부족지역)하였으며 관거매설 상태가 양호한 합류식관거 보급지역에서는 무리한 분류식화보다는 초기우수(First Flush)처리에 주력하는 것이 효과적이라는 결론을 내렸으며, 초기우수처리방안으로 다음의 2가지 안을 제시하였다.

- 가) 합류식 하수도의 월류수(최소한의 초기우수) 저류설비
- 나) 예비처리시설(Swirl Regulator, Rough Screenings)

2) 일 본

일본의 경우, 하수도시설기준에 1959년부터 1968년까지는 합류식과 분류식 2방법 중 도시의 상황에 따라 선택하는 것으로 기술되어 있었으나 1972년 개정된 시설기준에는 배제방식을 원칙적으로 분류식으로 하도록 변경하였다.

따라서 일본의 경제성장기인 1960년~1970년대에 걸쳐 기 보급된 합류식 하수도를 분류식 하수도로 교체하려는 시도가 있었으나 큰 효과는 거두지 못한 것으로 보고되고 있다. 최근 일본의 하수도기술동향을 살펴보면 합류식 하수도의 개선기술과 월류대책, Swirl Regulator 및 우수저류지와 관내 유입수 방지대책 등이 활발히 연구되고 있어 이는 기존의 합류식 하수도를 분류식 하수도로 교체하기보다는 기존의 합류식을 그대로 이용하되 초기우수 처리의 필요성을 제시한 미국의 경우와 같은 동향을 보이고 있다.

3) 국내의 하수배제방식별 하수관거 시설현황

2014년 말 현재 하수관거 설치연장은 126,605km이며 계획연장이 165,479km로 보급율은 76.5%이며 이 중 우수와 오수를 동시에 배제하는 합류식 관거는 49,118km(38.8%), 우수와 오수를 분리하여 배제하는 분류식은 66,543km(61.2%)이다.

과거 10년간 국내 하수관거 설비현황은 다음 표와 같다.

[표 5.4-4] 국내 연도별 하수관거 설비현황

(단위 : km)

구 분		'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13
계획연장		120,814	125,708	127,980	130,774	138,338	142,967	145,473	161,321	162,632	165,479
시설 연장	총계	82,214	85,754	91,098	96,280	102,078	107,842	113,494	118,329	123,309	126,605
	합류식	47,255	48,256	48,966	49,636	49,460	49,385	47,975	50,539	48,954	49,118
	분류식	34,959	37,498	42,132	46,644	52,618	58,457	65,519	61,615	64,445	66,543
보급율(%)		68.1	68.2	71.2	73.6	73.8	75.4	78.0	73.4	75.8	76.5

자료) 2013하수도통계 (2014, 환경부)

또한 하수관거 보급율은 다음 표에서 보는 바와 같이 전국 76.5%, 대전광역시 94.9%, 충남 72.7%, 공주시는 79.6%로 전국 및 충청남도 평균보다 공주시가 높은 것으로 조사되었다.

[표 5.4-5] 하수관거 보급율

(단위 : km)

시·도별	계 획				시 설				보급율 (%)
	계	합류식	분 류 식		계	합류식	분 류 식		
			오수관	우수관			오수관	우수관	
전 국	151,415	40,141	66,543	49,818	126,605	45,414	47,935	33,255	76.5
대 전	3,591	1,625	929	1,049	3,432	1,597	786	1,048	94.9
충 남	8,709	2,137	4,681	2,615	6,984	1,729	3,634	1,620	72.7
공 주	474	106	248	135	390	84	234	70	79.6

자료) 2013하수도통계 (2014, 환경부)

다. 하수배제방식 선정

합류식은 단일 관거로 오수와 우수를 배제하기 때문에 우천시에 노면이나 관거내의 침전물이 일시에 유출되고 이를 차집처리하기 위해서는 차집관거의 규모가 커지고 처리시설에 큰 부담을 주게 되며, 우수토실로부터 우수에 희석된 하수가 수역으로 직접 방류되는 등 수질보전상 바람직하지 않은 문제점이 있다.

한편, 분류식은 오수만을 처리시설로 수송하는 방식으로 우천시에 오수를 수역으로 방류하는 일이 없으므로 수질오염 방지상 유리하다.

분류식에 있어서도 강우초기에 비교적 오염된 노면배수가 우수관거를 통해 직접 공공수역에 방류되는 단점이 있으나 이는 초기우수처리에 의해 그 단점을 보완할 수 있으며, 최근 공공수역의 수질오염 방지상 하수도의 역할이 커지고 있기 때문에 공공수역의 수질오염 방지를 위해서는 원칙적으로 분류식으로 하는 것이 바람직 할 것이다.

그러나 공주시의 경우 기존 합류식 지역의 분류식 개조에 있어서는 시공성, 시공시 교통장애로 인한 시민의 생활불편, 통신 케이블, 상수관, 가스관, 기존 합류식관 등 각종 지하매설물과의 교차로 인한 자연유하의 어려움과 이로 인한 시가지 내 오수중계펌프장의 신설 가능성 등의 문제점이 있어 현실적으로 대단한 어려움이 수반되지만, 방류수역의 수질보호, 분류식과 합류식 관거가 혼재되어 있는 경우 분류식 관거의 효율저하 등의 문제점이 상존하는 바 분류식 하수배제 방식의 적용이 타당한 것으로 판단된다.

[표 5.4-6] 단계별 처리구역별 하수배제방식

(단위 : km²)

처리 시설	처리 구역	1단계(2015년)			2단계(2020년)			3단계(2025년)			4단계(2030년)			5단계(2035년)		
		계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식
총 계			16,945	—		17,563	—		17,563	—		17,563	—		17,563	—
공주	소계	9,121	9,121	—	9,163	9,163	—	9,163	9,163	—	9,163	9,163	—	9,163	9,163	—
	동부	0,885	0,885	—	0,885	0,885	—	0,885	0,885	—	0,885	0,885	—	0,885	0,885	—
	중부	2,840	2,840	—	2,852	2,852	—	2,852	2,852	—	2,852	2,852	—	2,852	2,852	—
	서부	2,287	2,287	—	2,295	2,295	—	2,295	2,295	—	2,295	2,295	—	2,295	2,295	—
	북부	2,201	2,201	—	2,201	2,201	—	2,201	2,201	—	2,201	2,201	—	2,201	2,201	—
	신금	0,193	0,193	—	0,193	0,193	—	0,193	0,193	—	0,193	0,193	—	0,193	0,193	—
	북부1	0,212	0,212	—	0,212	0,212	—	0,212	0,212	—	0,212	0,212	—	0,212	0,212	—
	월송1	0,503	0,503	—	0,503	0,503	—	0,503	0,503	—	0,503	0,503	—	0,503	0,503	—
	월송2	—	—	—	0,014	0,014	—	0,014	0,014	—	0,014	0,014	—	0,014	0,014	—
	월송3	—	—	—	0,008	0,008	—	0,008	0,008	—	0,008	0,008	—	0,008	0,008	—
유구	소계	2,581	2,581	—	3,133	3,133	—	3,133	3,133	—	3,133	3,133	—	3,133	3,133	—
	북부	0.390	0,390	—	0,390	0,390	—	0,390	0,390	—	0,390	0,390	—	0,390	0,390	—
	중앙	1,352	1,352	—	1,352	1,352	—	1,352	1,352	—	1,352	1,352	—	1,352	1,352	—
	동부	0,555	0,555	—	0,555	0,555	—	0,555	0,555	—	0,555	0,555	—	0,555	0,555	—
	남부	0,284	0,284	—	0,284	0,284	—	0,284	0,284	—	0,284	0,284	—	0,284	0,284	—
	유구 온천	—	—	—	0,242	0,242	—	0,242	0,242	—	0,242	0,242	—	0,242	0,242	—
	명곡	—	—	—	0,018	0,018	—	0,018	0,018	—	0,018	0,018	—	0,018	0,018	—
	신영1	—	—	—	0,046	0,046	—	0,046	0,046	—	0,046	0,046	—	0,046	0,046	—
	신영2	—	—	—	0,055	0,055	—	0,055	0,055	—	0,055	0,055	—	0,055	0,055	—
	신달1	—	—	—	0,039	0,039	—	0,039	0,039	—	0,039	0,039	—	0,039	0,039	—
	신달2	—	—	—	0,044	0,044	—	0,044	0,044	—	0,044	0,044	—	0,044	0,044	—
	입석1	—	—	—	0,016	0,016	—	0,016	0,016	—	0,016	0,016	—	0,016	0,016	—
	입석2	—	—	—	0,092	0,092	—	0,092	0,092	—	0,092	0,092	—	0,092	0,092	—

[표 5.4-6] 단계별 처리구역별 하수배제방식(표계속)

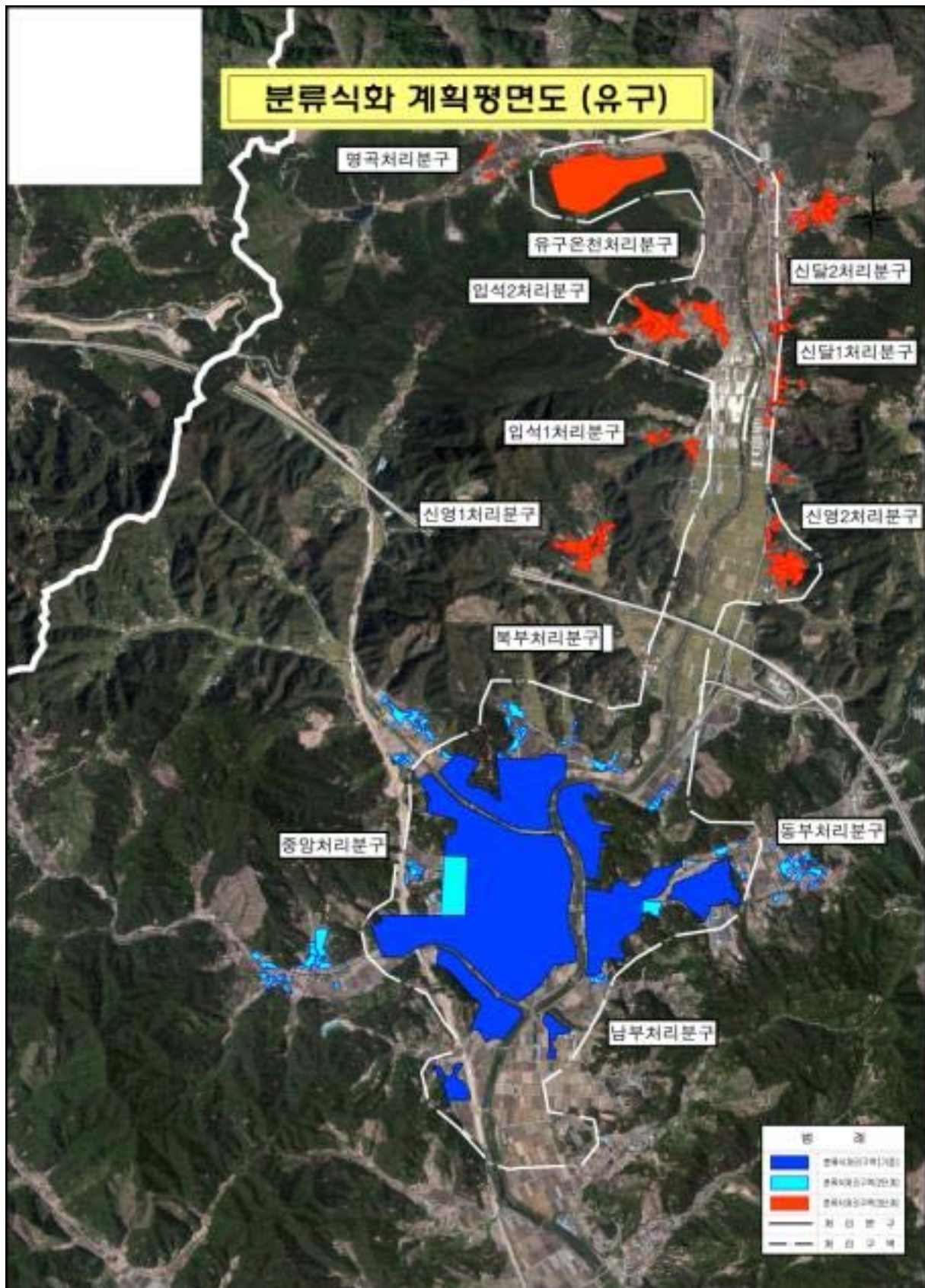
(단위 : km²)

처리 시설	처리 구역	1단계(2015년)			2단계(2020년)			3단계(2025년)			4단계(2030년)			5단계(2035년)		
		계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식	계	분류 식	합류 식
공암	소계	2,599	2,599	-	2,599	2,599	-	2,599	2,599	-	2,599	2,599	-	2,599	2,599	-
	공암1	0.394	0.394	-	0.394	0.394	-	0.394	0.394	-	0.394	0.394	-	0.394	0.394	-
	공암2	0.382	0.382	-	0.382	0.382	-	0.382	0.382	-	0.382	0.382	-	0.382	0.382	-
	공암3	0.065	0.065	-	0.065	0.065	-	0.065	0.065	-	0.065	0.065	-	0.065	0.065	-
	공암4	0.042	0.042	-	0.042	0.042	-	0.042	0.042	-	0.042	0.042	-	0.042	0.042	-
	공암5	0.087	0.087	-	0.087	0.087	-	0.087	0.087	-	0.087	0.087	-	0.087	0.087	-
	봉곡1	1.091	1.091	-	1.091	1.091	-	1.091	1.091	-	1.091	1.091	-	1.091	1.091	-
	봉곡2	0.115	0.115	-	0.115	0.115	-	0.115	0.115	-	0.115	0.115	-	0.115	0.115	-
	송곡1	0.125	0.125	-	0.125	0.125	-	0.125	0.125	-	0.125	0.125	-	0.125	0.125	-
	송곡2	0.148	0.148	-	0.148	0.148	-	0.148	0.148	-	0.148	0.148	-	0.148	0.148	-
	온천1	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-
	사기소	0.078	0.078	-	0.078	0.078	-	0.078	0.078	-	0.078	0.078	-	0.078	0.078	-
동학 사	소계	1,126	1,126	-	1,126	1,126	-	1,126	1,126	-	1,126	1,126	-	1,126	1,126	-
	온천	0.132	0.132	-	0.132	0.132	-	0.132	0.132	-	0.132	0.132	-	0.132	0.132	-
	학봉1	0.938	0.938	-	0.938	0.938	-	0.938	0.938	-	0.938	0.938	-	0.938	0.938	-
	학봉2	0.027	0.027	-	0.027	0.027	-	0.027	0.027	-	0.027	0.027	-	0.027	0.027	-
	밀목재	0.013	0.013	-	0.013	0.013	-	0.013	0.013	-	0.013	0.013	-	0.013	0.013	-
	동월계곡	0.016	0.016	-	0.016	0.016	-	0.016	0.016	-	0.016	0.016	-	0.016	0.016	-
신관	소계	1,518	1,518	-	1,542	1,542	-	1,542	1,542	-	1,542	1,542	-	1,542	1,542	-
	율정1	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-	0.072	0.072	-
	율정2	-	-	-	0.017	0.017	-	0.017	0.017	-	0.017	0.017	-	0.017	0.017	-
	수촌1	0.268	0.268	-	0.268	0.268	-	0.268	0.268	-	0.268	0.268	-	0.268	0.268	-
	수촌2	0.111	0.111	-	0.111	0.111	-	0.111	0.111	-	0.111	0.111	-	0.111	0.111	-
	청룡1	0.381	0.381	-	0.381	0.381	-	0.381	0.381	-	0.381	0.381	-	0.381	0.381	-
	청룡2	0.145	0.145	-	0.145	0.145	-	0.145	0.145	-	0.145	0.145	-	0.145	0.145	-
	금흥	0.541	0.541	-	0.548	0.548	-	0.548	0.548	-	0.548	0.548	-	0.548	0.548	-

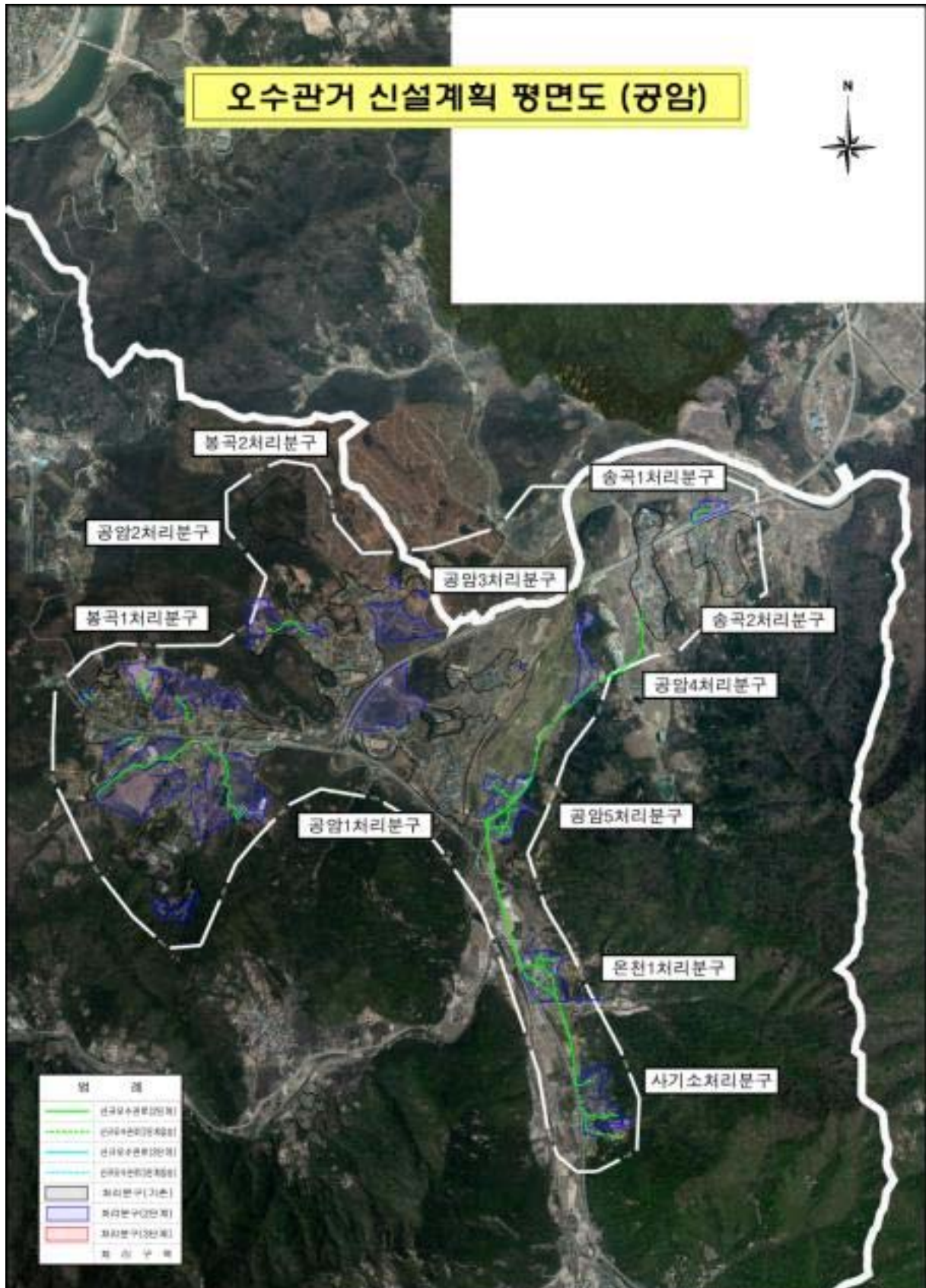
〈그림 5.4-6〉 분류식화 계획평면도(동지역)



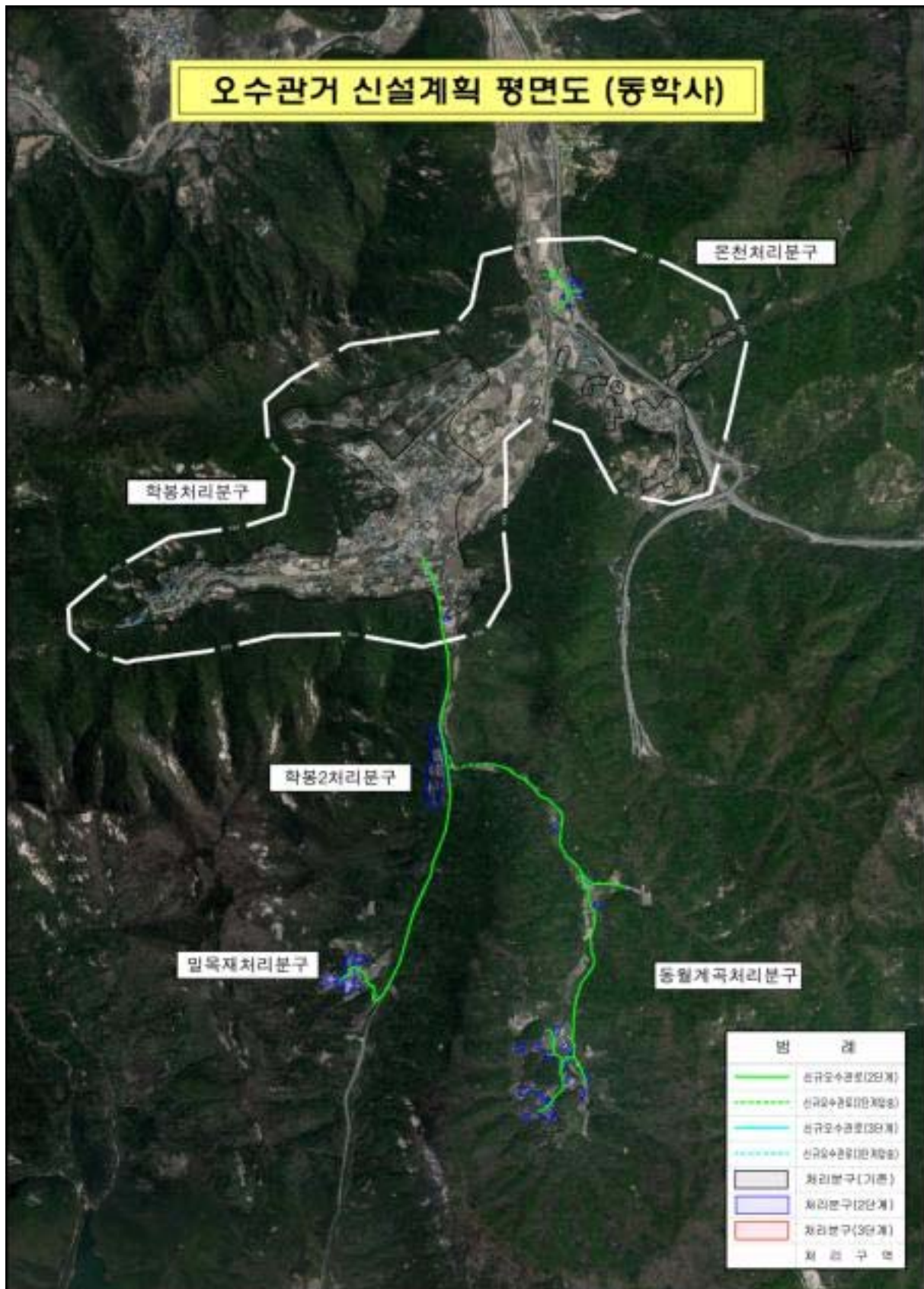
〈그림 5.4-7〉 분류식화 계획평면도(유구)



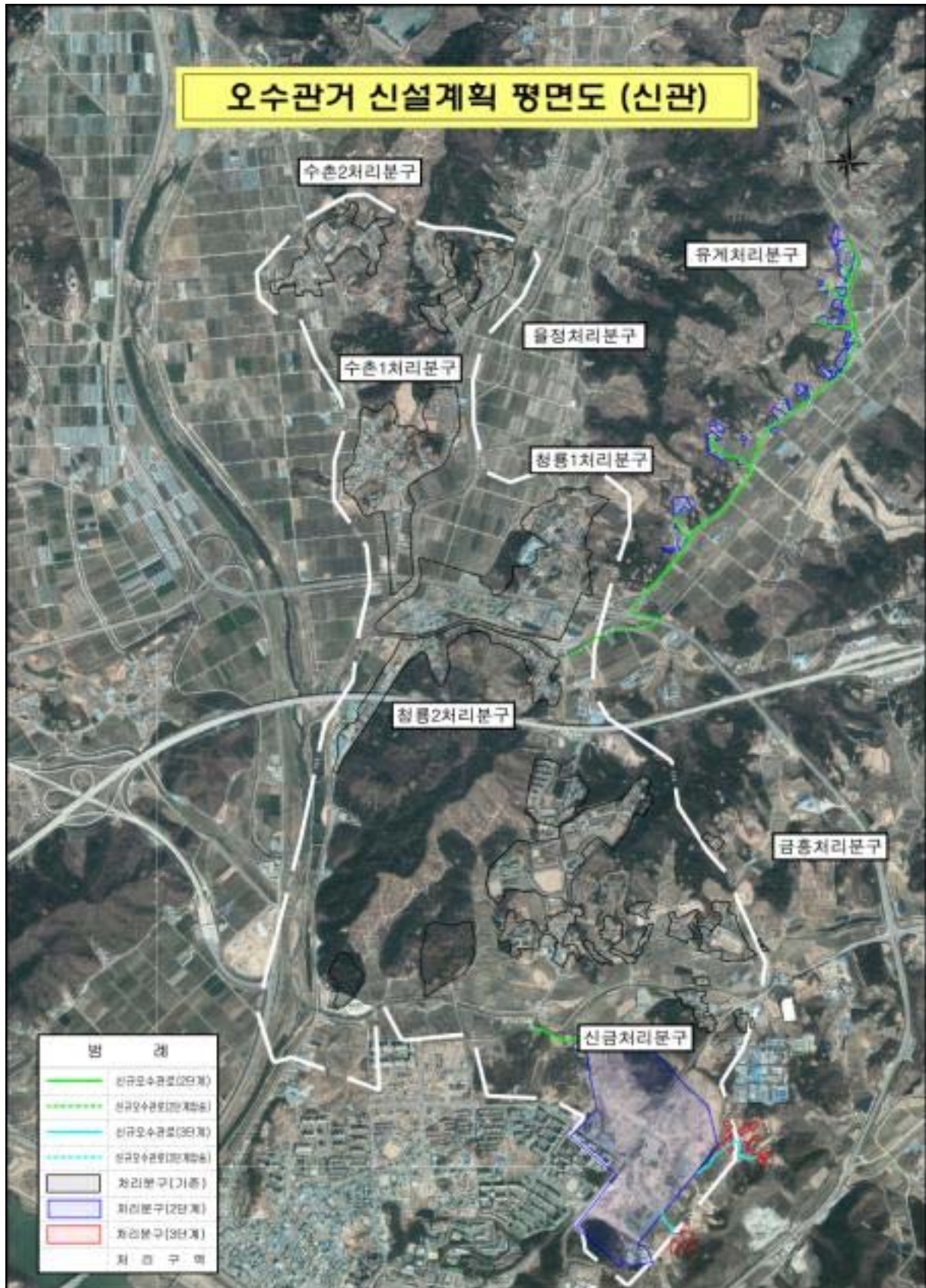
〈그림 5.4-8〉 분류식화 계획평면도(공암)



〈그림 5.4-9〉 분류식화 계획평면도(동학사)



〈그림 5.4-10〉 분류식화 계획평면도(신관)



5.5 관거개량 계획

5.5.1 개량계획의 수립

기존 하수관거 정비의 목적은 첫째, 용량부족 및 불량관거를 개량하여 원활한 우수배제를 도모하고 둘째, 오수배제 및 처리상의 문제점을 해결하기 위한 위생관거로서의 그 기능을 회복하는데 있다.

따라서 본 계획에서는 원활한 우오수배제를 위한 기존관거 용량검토방법과 개량방법을 제시하였으며, 또한 관거내부조사에 의한 불량관거의 개·보수 방법을 비교·검토하여 위생관거로서의 그 기능을 회복하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

가. 개요

지중에 매설되어 있는 하수관거는 흔히 경년변화, 산성폐수의 유입, 지반침하, 불량시공 등의 여러 가지 요인에 의하여 관 균열, 파손, 부식, 마모, 관 단차 등의 구조적인 결함을 가지게 되며, 이러한 불량 하수관거에서 발생하는 지하수(불명수)의 과다유입, 퇴적물에 의한 부패, 유하능력 감소 등에 대비하기 위해 현재 국내에서는 대부분이 지표면을 굴착하여 새로운 관으로 교체하는 굴착공법을 적용하여 하수관거 정비공사를 시행하고 있으나, 공사 시행에 따른 도시미관의 저해와 교통혼잡, 굴착된 도로면의 재포장으로 인한 도로파손, 인근 주민의 생활 불편 등의 문제점을 해결하기 위하여 비굴착공법의 도입 필요성이 제기되고 있으므로 선진외국 및 국내 현재 시행되고 있는 공법을 대상으로 심도 있게 검토한 후 국내의 하수관거 특성에 부합되는 사항을 중점 고려하여 반영하도록 하였다.

나. 하수관거 개·보수 대상의 선정

하수관거정비의 순서는 조사 → 분석 → 개·보수대상선정 → 공법선정 → 사업시행의 단계로 진행된다.

이중 개·보수대상의 선정은 정비사업의 규모 및 사업비에 큰 영향을 미치기 때문에 매우 신중히 고려되어야 한다.

한정된 사업비로 보다 효율적이고 경제적인 관거정비사업을 수행하기 위해서는 CCTV 조사 및 육안조사의 결과에 따른 이상항목이 발생한 보수대상 관거의 우선순위에 따라 년차적인 개·보수계획을 세워 사업을 추진해 나가야 한다.

불량하수관거는 하수관 이상상태에 따라 구조상 결함, 기능상 결함, 관리상 결함의 3종류로 구분된다.

1) 구조상 영향이 있는 결함

구조상 결함이 있는 경우는 도로 함몰사고의 원인이 될 위험성이 크므로 최우선으로 개·보수공사를 실시할 필요가 있다.

2) 기능상 영향이 있는 결함

기능상 결함이 있는 경우에는 다량의 침입수에 의한 도로함몰·하수의 유출, 나무뿌리의 침입, 모르타르 부착, 토사퇴적으로 인한 하수관 폐쇄를 일으키므로 구조상 결함이 있는 경우 다음으로 개·보수 우선순위를 부여할 수 있다.

3) 관리상 영향이 있는 결함

관리상 결함이 있는 경우는 당장 위험성이 있는 것은 아니지만 맨홀뚜껑의 파손 및 악취의 발생 등과 같이 유지관리상 민원의 대상이 될 수 있는 것으로서 보수를 요하는 것이다.

[표 5.5-1] 구조상 영향이 있는 결함

항 목	발생위치	원 인	예상되는 영향
파 손	관로전반	· 차량교통하중 · 지반의 부등침하 · 청소시 기구 및 수압에 의한 파손	· 도로함몰 · 토사의 관내유입, 단면부족에 의한 유하능력 저하 · 침입수, 누수
균 열	관로전반	· 차량교통하중 · 지반의 부등침하 · 타공사	· 도로함몰 · 토사의 관내유입 · 침입수, 누수
부 식	콘크리트 구조물	· 황화수소의 발생 · 악질하수의 발생	· 파손
마 모	관로전반	· 노후화, 과다유속 · 부관의 막힘에 의한 인버트의 세굴	· 파손
변 형 이음부어긋 남	본 관 연결관 부 관	· 상재하중 · 지반의 부등침하	· 파손 · 침입수(특히 관입구) · 누수

[표 5.5-2] 기능상 영향이 있는 결함

항 목	발생위치	원 인	예상되는 영향
침 입 수	이 음 부 크 락	· 이음부의 수밀성 부족 · 크랙, 파손	· 유입하수의 증가에 의한 하수종말처리시설의 과부하 · 도로함몰
누 수	이 음 부 크 락	· 이음부의 수밀성 부족 · 크랙, 파손	· 토양오염 · 침입수

[표 5.5-3] 기능상 영향이 있는 결함

항 목	발생위치	원 인	예상되는 영향
침 입 근	이 음 부 크 랙 파 손	· 이음부 어긋남, 크랙, 파손에 의한 간극	· 유하능력 저하
이음부어긋 남	이 음 부	· 차량교통하중 · 지반부등침하 · 지진 · 타 시설물공사	· 수밀성 부족 · 침입근 · 토사퇴적
고무링어긋 남	본관이음 부	· 규격부적합 · 고무링의 노화 · 시공불량	· 수밀성 부족 · 침입근
늘 어 짐 사 행	본 관 연 결 관 맨 홀	· 차량교통하중 · 지반부등침하 · 지진	· 유하능력저하 · 이음부수밀성 부족 · 크랙 발생
역 경 사	본 관 맨 홀	· 지반부등침하 · 시공불량	· 유하능력 저하 · 토사퇴적
유지부착	본 관 연 결 관	· 동물성 유지투기	· 유하능력 저하 · 폐쇄
모르타르 부 착	본 관 연 결 관 맨 홀	· 시공시 정리부족 · 불법투기	· 유하능력 저하 · 토사퇴적 · 폐쇄
토사퇴적	본 관 연 결 관 맨 홀	· 늘어짐, 역경사 모르타르 부착, 이음부 어긋남, 침입근, 파손 등 · 구조불량	· 유하능력 저하 · 악취
연 결 관 돌 출	본 관	· 이음부 이탈 · 시공불량	· 지관부 파손 · 관단면 축소로 유하능력 저하 · 본관갱생, 보수 불가능
이물혼입	본 관 연 결 관 맨 홀	· 불법투기	· 유하능력 저하
오 접 합 (분류식)	본 관 연 결 관	· 무허가 접합 · 시공시 오접합 · 합류식에서 분류식으로의 미변경	· 강우시 유량증가 (오수관으로의 우수 유입) · 우수관으로의 오수 유입
단면부족	본 관	· 계획하수량 변화	· 관내체류 또는 범람
구조불량	맨홀합류 부	· 설계불량	· 유하능력저하 또는 범람
불필요한 연 결 관	연 결 관	· 미처리	· 도로함몰 · 침입수
사다리부식	맨 홀	· 경년노화 · 악질하수유입	· 전락사고

[표 5.5-4] 관리상 영향이 있는 결함

항 목	발생위치	원 인	예상되는 영향
뚜껑다름	맨 홀, 받 이	· 설치 착오	· 유지관리 오류
맨홀매몰	맨 홀, 받 이	· 도로포장 및 퇴적 등	· 유지관리 불능
뚜껑마모	맨 홀, 받 이	· 차량교통 등	
맨홀요철	맨 홀, 받 이	· 지반부등침하, 도로포장 덧씌우기	
뚜껑볼일치	맨 홀, 받 이	· 마모 · 규격 부적합	
취 기	맨 홀, 받 이	· 오니체류 · 악질하수, 가스등의 유입	

다. 불량관거 개·보수공법의 선정

1) 개·보수공법 선정 개요

하수관거의 개·보수공사는 현장조사 및 수리용량검토 결과에 따라 하수관의 유하능력 및 통수능력 등 본래의 하수관거로서의 기능을 다하지 못하는 이상개소를 보수 또는 교체하여 부설시의 상태로 관거기능을 회복시킨다는 의미에서 하수도 시설정비의 중요한 부분을 차지하고 있다.

보수대상관거는 이상항목 및 손상정도에 따라 적절한 개·보수공법을 선정하여야 하며 공법의 선정에 있어서는 국내·외의 적용가능한 모든 하수관거 개·보수공법을 시공성, 경제성 등 여러면에서 비교 검토한 후 결정해야 한다. 현재까지 국내의 하수관 부설 및 개보수에 사용되는 공법은 대부분 굴착공법이 적용되어 왔으나 도심지에서는 선진외국에서 적용되고 있는 비굴착공법이 도입되고 있는데 외국의 개·보수공법들은 국내의 관거정비사업에 적용하기 위해서는 동일한 공법이라해도 국가마다 재료 및 공종상에서 약간씩 차이점이 있으므로 재료의 수급과 기술제공에 대한 종합적인 검토가 필요하다.

가) 관로 손상정도에 따른 하수관거별 등급분류

불량하수관거는 하수관의 불량정도에 따라 다음과 같이 4등급으로 구분하여 각각에 적합한 적용공법을 선정토록 한다.

[표 5.5-5] 관로손상정도에 따른 하수관거별 등급

등 급	불 량 정 도	적 용 공 법	
A	불량상태가 심각하여 긴급보수를 필요로 하는 상태	굴착 (D)	부분교체(P) 전체교체(W)
B	손상상태 또는 하수관 용량부족 현상이 비교적 심하여 당해연도 또는 수년(3~5년정도)내에 정비가 필요한 상태	굴착 (D)	부분교체(P) 전체교체(W)
C	손상상태 또는 하수관 용량부족 현상이 비교적 경미하여 하수관 정비종합계획에 의거 년차적으로 정비가 필요한 상태	굴착 (D) 비굴착 (L)	부분교체(P) 전체교체(W) 부분보수(P) 전체보수(W)
D	상태가 정상이거나 손상정도가 허용할만한 상태로 정비 불필요	-	

나) 하수관거 개·보수 판단기준

불량하수관거는 하수관의 불량정도에 따라 다음과 같이 4등급으로 구분하여 각각에 적합

개·보수 대상으로 선정된 하수관거에 대한 공사 규모 및 범위의 판단은 주로 맨홀간의 관연장을 위주로 산정되며, 판단기준상 평점여부에 따라 교체, 부분보수, 전체보수 사업여부가 결정된다. 일반적인 개·보수 판단기준은 다음과 같다.

[표 5.5-6] 하수관거 개·보수 판단기준

구 분	세부항목	등급(A)	점수	등급(B)	점수	등급(C)3)	점수
관부식 및 마모1)	관 부식 및 마모	철근노출	15	골재노출	10	표면박리	5
관파괴	파손	함몰	20	균열발생 (2mm이하)	15	균열미세 (2mm미만)	10
이음부	이음부이완(틈)	관경 1/30이상	10	관경 1/3~1/5	5	관경 1/5미만	3
	이음부 수평 어긋남	관경 1/30이상	10	관경 1/3~1/5	5	관경 1/5미만	3
관의 변형2)	관의 변형률	관경의 30%이상	20	관경의 10~30%이상	15	관경의 5~10%이상	10
침전물	타관통과 및 기타장애물	관경의 1/20이상	15	관경의 1/2~1/10	10	관경의 1/10미만	3
점착	모르타르, 유지류, scale 점착	관경의 1/20이상	10	관경의 1/2~1/10	5	관경의 1/10미만	1
관돌출	-	관경의 1/20이상	15	관경의 1/2~1/10	10	관경의 1/10미만	3
침입수	침입수 발생유무	분출	20	흐름	15	적셔진 정도	10
침전	토사 및 퇴적물	관경의 1/20이상	10	관경의 1/2~1/10	5	관경의 1/10미만	3

주) 1) 철근콘크리트관에 해당, 2) 연성관에 해당.

자료) 하수도시설기준(2011 환경부제정)

다) 정비공법

관거정비 공법은 현장여건을 고려한 경제성 및 시공성 등을 검토하여 적용이 용이하고 경제적인 공법을 선정하여야 하며, 굴착교체 (전체 또는 부분)의 비굴착 보수 (전체, 부분)으로 구분하여 적용하여야 한다.

[표 5.5-7] 굴착 및 비굴착 공법 비교

구 분	굴착 공법 (전체교체)	비굴착 공법 (전체보수)
개요	•도로굴착후 관 교체	•도로굴착없이 신관수준 이상으로 관 갱생
교통 문제	•시공 전구간의 교통차단 •장기간 도로 통제로 교통체증 유발	•시공 일부구간의 1차선정도 교통문제 •단기간 도로 통제로 교통체증 최소화
공사기간	•15~30일	•2~3일
환경 문제	•관 파손 및 이음부 불량에 의한 하수유출로 토양 및 지하수 오염 •지하수 유입으로 하수처리장 효율 감소 •건설 폐자재 상당량 발생	•이음부 없이 시공되므로 하수유출 및 지하수 유입 완전 차단 •지하수 및 토양오염 방지 •하수처리장 처리효율 증대 •건설 폐자재 발생억제
행정 문제	•간헐적 보수공사로 인한 민원발생 및 행정불신 초래 •예측불허의 긴급보수로 장기적 계획의 차질 초래 •도로굴착에 따른 법적 규제	•단 1회 시공으로 민원발생 해소 및 행정 신뢰감 구축 •계획적인 불량 하수관거 정비사업 추진가능
경제성	•일반굴착공사시 단순비교는 다소 저렴하나 가시설 공사비 감안시 비경제적 •내화확성이 취약하여 부식, 파손으로 인한 노후도 진행	•도로수명 단축, 교통장애, 환경오염 등 사회간접손실을 감안시 경제성 탁월 •내화확성 및 내구성이 강하여 50년 이상 반영구적 수명 보장
도심 환경	•도로굴착으로 인한 소음 및 분진, 악취 등 대기오염 초래 •장기간 공사로 주민의 주거환경 악화	•분진 및 소음을 최소화한 환경친화적 공법 •단기간 공사로 쾌적한 도심환경 창출
안전	•굴착으로 인한 주변 침하현상 야기 •굴착시 가스관 등 타 매설관과 저촉으로 위험 상존 •작업인원 및 주민의 안전사고 우려	•주변 침하현상과 무관 •타 매설관과 저촉성 전무 •안전을 최우선시하는 공법

1) 국내 개·보수공법의 현황

국내에서는 하수관거 유지보수공사시 도로면을 굴착하여 관거의 개량을 실시하는 굴착 공법이 관거 개·보수공법의 주종을 이루고 있다. 또한 관내퇴적이 심하여 정기적인 준설이 행해지고 있고, 근본적인 원인해결을 위한 유지관리사업(경사개선, 이음부파손, 맨홀개량)도 계획적이고 체계적으로 이루어지고 있는 실정이다.

불량 하수관거의 개량사업에 있어서도 도로면의 굴착에 따르는 교통문제, 포장파손, 주민생활불편, 도시미관 저해 등의 민원발생 문제점이 발생하고 있으므로 관거의 이상상태 및 지역적 여건에 따라 지반을 굴착하지 않고 개·보수할 수 있는 관거에 대해서는 비굴착 개·보수 공법이 도입되어 적용되고 있다.

2) 외국의 관거 개·보수현황 및 기술도입 검토

선진외국에서는 일찍부터 환경문제를 인식하여 불량하수관거 개·보수사업을 전개하고 있다. 우리나라보다 먼저 시가지화 된 도시에서는 상기 문제점들을 해결하기 위해 비굴착 공법을 개발하여 개·보수공사를 추진하고 있다. 비굴착 개·보수공법으로는 불량관거내면에 새로운 관을 삽입하여 라이닝하는 공법이 주종을 이루고 있으며 라이닝관의 재질 및 삽입방법, 경화방법 등에 따라 여러 가지로 분류되어 공법명칭을 달리하고 있다.

그 외에 부분적으로 파손된 개소를 보수하는 부분보수공법, 지수공법, 그라우팅공법 등이 개발되어 사용되고 있다. 대부분의 개·보수 공법은 영국 및 유럽에서 개발되어 미국 등으로 전파 되었으며 일본은 이들 공법을 도입하여 자국실정에 맞게 수정 개발한 것이 많고 독자적으로 개발한 공법도 있다.

또한 매년 관거보수를 위한 새로운 공법들이 개발되고 있고 하수관거 유지관리협회를 구성하여 발전을 도모하고 있다.

외국의 개·보수공법들을 국내의 관거정비사업에 적용하기 위해서는 동일한 공법이라해도 국가마다 재료 및 공정상의 약간씩 차이점이 있으므로 재료의 수급과 기술제공등에 대한 종합적인 검토가 필요하며 외국의 기술도입에 있어서 기술사용료(Royalty)등의 제반 여건을 조사 검토하고 재료 및 기술의 국산화에 힘써야 할 것이다.

3) 공법선정시 고려사항

개·보수 공법의 선정시 고려사항은 다음과 같으며, 이의 선정기분에 따른 공법 선정 흐름도를 나타내었다.

가) 개·보수 목적

관거용량부족 해소, 강도 향상, 지수능력 향상, 유하능력 향상 등 개·보수목적에 따라 적절한 공법을 선택한다.

나) 개·보수 규모

손상정도에 따라 전체를 교체 또는 보수할 것인가 부분적으로 보수할 것인가를 결정한다.

다) 현장 적용성

도로 사용상황, 주위환경, 도시계획상 지역제한 등을 고려하여 적용 가능한 공법을 선택한다.

라) 시공성

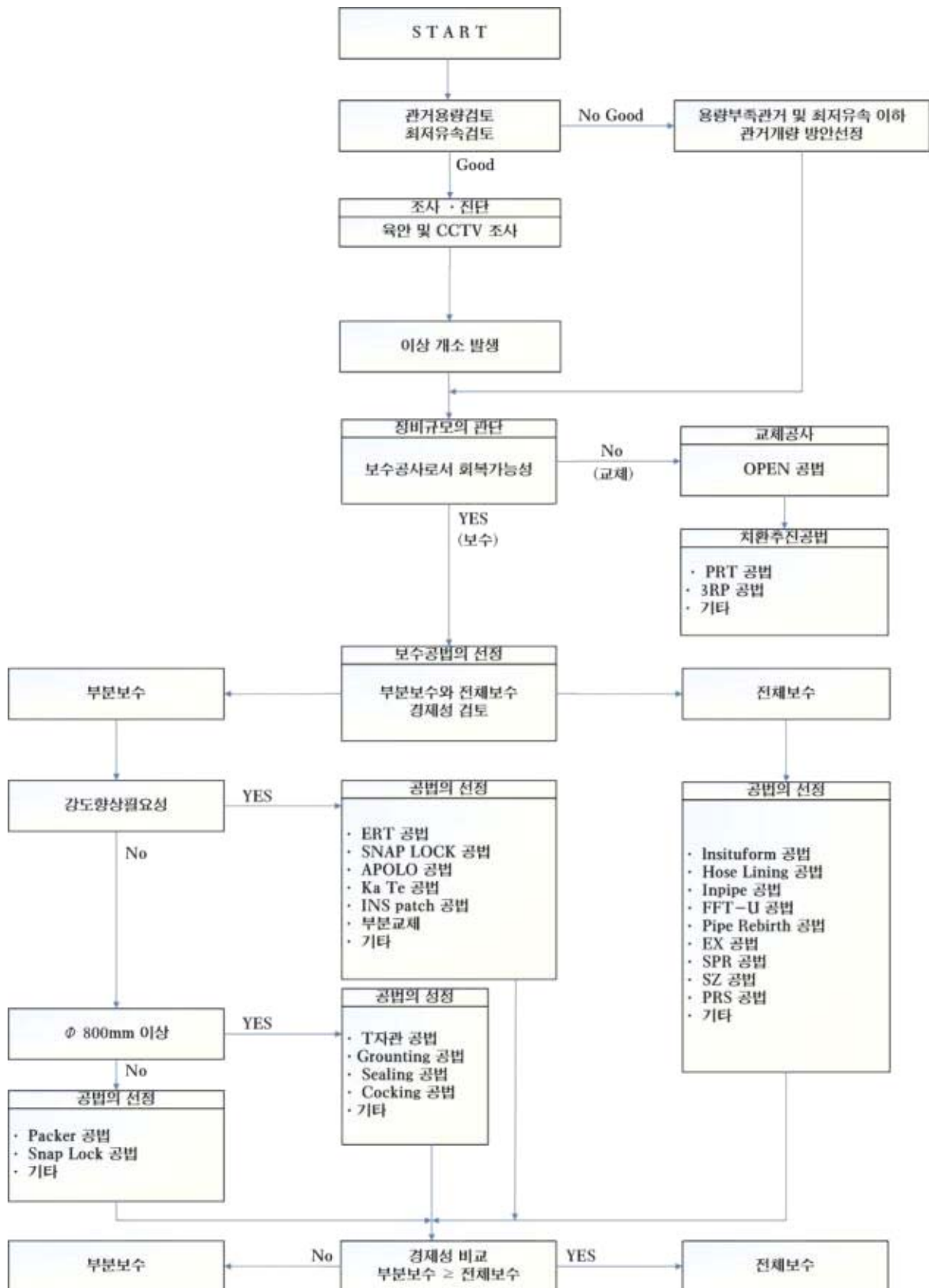
이상항목과 손상정도에 대해 시공 가능한 공법을 선정한다.

마) 적용실적

적용실적을 비교 검토하여 공법선정에 참고한다.

바) 경제성

보수가능공법이 하나 이상일 경우 가장 경제적인 공법을 선택하며 한 구간에 대해 손상부분이 여러 개소 일 경우 부분보수와 전체보수의 경제성에 대해서도 검토한다.



〈그림 5.5-1〉 개·보수 공법선정 흐름도

5.5.2 개량계획의 내용

기존 하수관거의 용량검토 및 개량계획은 기존관거에 대한 현장조사 결과를 기초자료로 하여 용량검토 및 개량계획을 수립함에 있어 현재 계획중이거나 추진중인 각종 택지개발 및 도시계획지표를 반영하고 설계기준 및 지침에 의거하여 기존 하수관거의 현장조사 결과를 토대로 종합적인 계획이 수립되도록 한다.

가. 기존관거의 용량검토

하수도는 시가지의 하수를 배제 처리하여 생활환경 개선과 공공수역의 수질보전을 도모하며 또한 하수를 조속히 배제함으로써 홍수에 대한 도시재해를 방지하는 기능을 갖고 있으나 그 기능중 방제적인 측면이 강조되어 우수의 조속한 배제에 주안점을 두어 설계되어 왔다.

본 계획에 있어서는 공주의 지역특성을 고려한 다음과 같은 기본방향을 통한 하수관거 정비로 하수의 원활하고 조속한 배제와 위생적인 처리가 이루어져야 할 것이다.

- 기존 하수관거의 통수능력 검토 시행 및 개량계획 수립
- 합류식 지역(현재 도시화 지역)은 발생오수의 무처리 방류를 억제키 위해 차집관거 설치지점 까지 합류관거를 이용하여 우수토실을 통한 유량 제어 후 차집관거에 연결
- 신개발지역은 분류식화 되는 것을 전제로 하여 계획오수량 및 우수량을 주변지역 하수 관거계획에 반영
- 분류식화 가능지역에 대한 설계개선 방안

일반적인 검토기준은 하수도 시설기준에 준하도록 하며 현장조사된 기존 하수관거에 대한 자료를 최대한 이용하도록 한다.

1) 일반사항

- ① 기존관거의 용량검토는 모든 관거를 대상으로 함을 원칙으로 한다.
- ② 관거의 시종부분등 도상판단으로도 관거용량 검토가 용이한 것으로 판단되는 관로에 대해서는 도상판단으로 검토하도록 한다.
- ③ 관경 및 관저고는 GIS구축자료 및 금회조사자료를 이용
- ④ 하수관거의 용량계산 또는 검토 등의 수리계산용으로 많이 사용되는 Kutter 방식 또는 Manning방식의 I 값은 동수구배를 적용하는 것이 원칙이나 통상의 계획에는 관저고를 사용한다. 따라서 기존 하수관거의 용량 검토시에도 관저구배를 사용하도록 한다.

2) 불량시설 검토기준

① 역경사인 하수관거

역경사인 하수관거 용량검토시의 관거경사 “I”는 상류 또는 하류측 관거에 의하여 조정된 관거경사를 적용하도록 하며, 유지관리 등을 감안하여 관거능력의 적정여부에 관계없이 조정된 관경 및 관저고로 개량하도록 계획한다.

② 맨홀에서의 유입관저고보다 유출관저고가 높은 경우에도 전항과 같이 적용하며, 기존관거의 용량이 적정할 때의 개량여부는 맨홀에서의 유출관과 유입관 관저고의 차이에 따라 판단한다.

③ 맨홀에서 유출관이 2개 이상인 경우는 유출관 중 가장 긴 간선인 관거, 관거능력상 가장 유리한 관거로 유출되는 것으로 용량을 검토한다.

④ 조사 불능관거에 대한 검토

– 맨홀이 없거나 있더라도 개폐할 수 없어 조사 불능인 관거는 상류 및 하류측 관거를 기준으로 관경 및 관저고를 추정하여 검토한다.

– 조사측량이 불가능한 단형거에 연결되는 하수관의 관저고는 상류측 관거구배와 동일한 것으로 가정하여 검토한다.

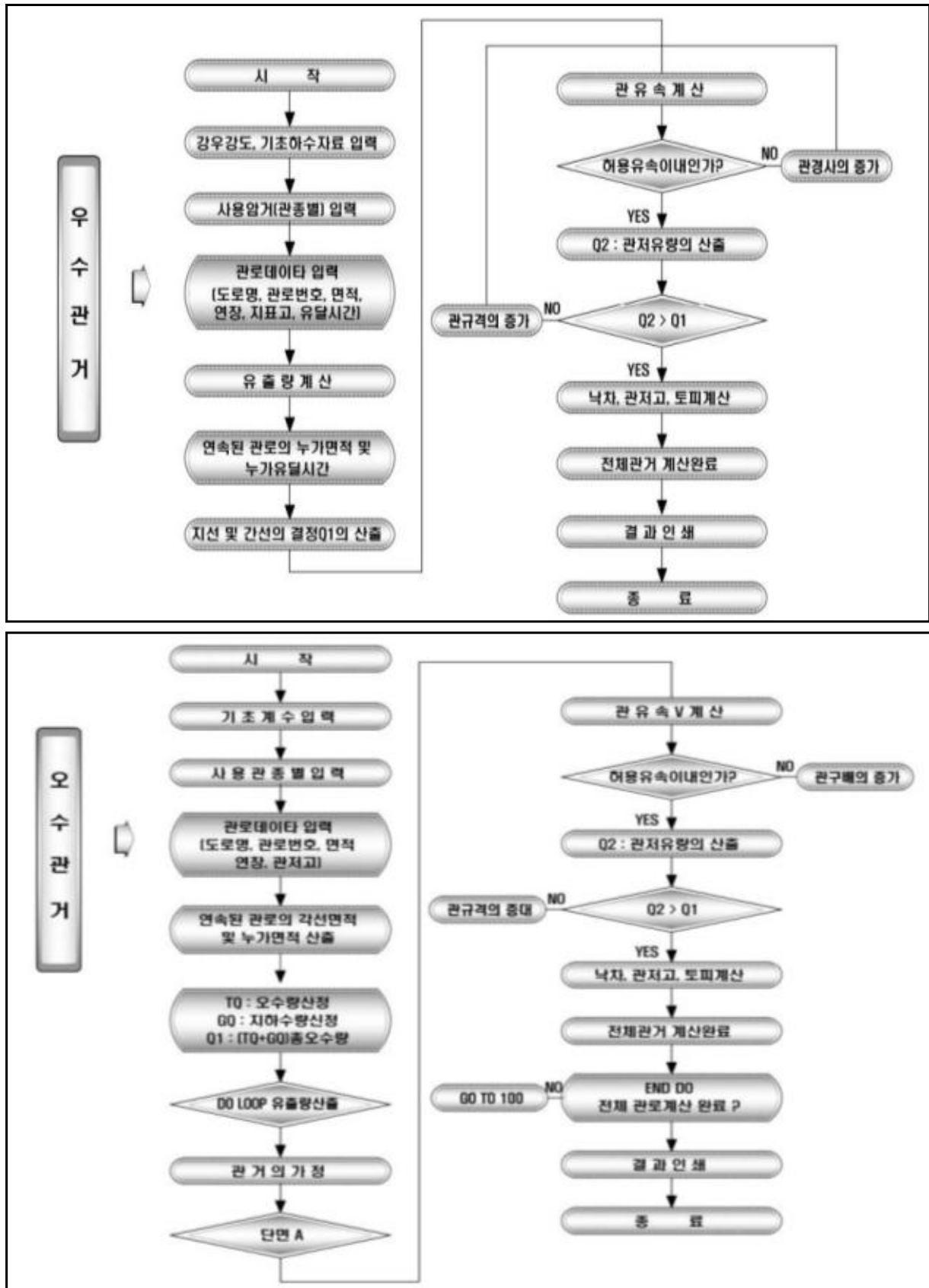
⑤ 평균유출계수

– 해당 관거번호에 대한 유출계수는 기본계획도를 이용하여 도시기본계획을 반영하여 계산한다.

$$C = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \cdots + A_n C_n}{\sum A_n}$$

⑥ 평균 인구밀도

– 관거용량 검토에 사용한 인구는 배수구역별 평균인구밀도를 구한 후 배수면적을 곱하여 산출하였다. 여기서, 배수구역별 평균인구밀도는 각 배수구역별 계획인구를 구하여 각 배수구역별 계획면적으로 나누어서 사용한다.



〈그림 5.5-2〉 하수관거 용량검토 흐름도

가. 하수관거 개량계획

기존 우오수 관거의 용량검토 결과, 용량부족 및 불량관거에 대한 개량을 필요로 하는 개소에 대한 개선방법은

- 관경만을 확대 조정하는 방법
- 상류유역을 변경하는 방법
- 압력관으로 검토하는 방법
- 관거구배를 변경 조정하는 방법
- 합류식 관거의 분류식화 방법
- 불량관거를 조사하여 개선하는 방법

상기 방법중 관거 개량방법으로 상하류의 기존관거에 가장 영향이 적은 관경을 확대 조정하는 방법을 표준으로 하며, 상류 유역을 변경하는 방법은 관경의 확대조정시 공간 확보 및 시공성 등 문제점이 있는 지역에 대한 적용가능성을 검토하여 적용여부를 결정한다.

압력관으로 검토하는 방법과 관거구배를 변경 조정하는 방법은 청천시 소요유속이 미확보되는 지역의 구배를 조정하는 방법과 전후 관의 상황에 따라 중계 펌프장을 설치하여 압력관으로 대처하는 방법이며, 합류식 관거의 분류식화 방법은 도로의 폭원 등을 감안하여 분류식화 가능성을 검토하여 방안을 결정한다. 그리고 불량관거를 조사하여 개선하는 방법은 불량관거의 실태를 파악하여 정비 방안을 결정한다.

1) 우수관거 개량

우수관거의 개량은 통수능 부족 및 역경사 관거를 정비대상 관거로 선정하여 관경확대 및 경사조정 공법을 적용 굴착개량 하였으며, 개량 관거는 상하류 관거에 미치는 영향 등을 고려하여 전후(인접) 관거까지 굴착 개량하는 것으로 하였다. 집중 강우의 증가, 강우 유출량 증가에 따른 도시침수 증가, 설계빈도 기준의 변경(10년, 30년)등으로 인하여 공주시 전체의 하수관거 용량을 재검토하여 개량계획을 수립하였다.

[표 5.5-8] 우수관거 개량계획

항 목	정 비 계 획	비고
통 수 능 부족관거	■ 관경확대 및 경사조정공법 적용 ■ 유로변경 및 병용관거 부설 ■ 조도계수 개선으로 통수능력 확보 ■ 개량제외 대상 - 과거 침수사례가 없는 지역이고, 배수위 검토결과 침수의 위험이 없는 지역 - 유지관리 대상관거로 지정 관리	

[표 5.5-8] 표 계속

항 목	정 비 계 획	비 고
역 경 사 관 거	■ 굴착에 의한 전체교체로 경사조정 - 상하류 관거에 미치는 영향을 고려하여 대상구간 선정 - 개량대상관거의 전후 관거까지 개량하는 방안 고려 ■ 개량대상 제외 기준 및 관리 방안 - 하수관에 고형물이 퇴적한 경우 축소 단면으로 통수능 확보가 가능한 경우 - 유지관리 대상관거로 선정하여 정기적 유지관리 시행	
최소유속 미달관거	■ 우수관거 최소유속미달관거는 개량대상에서 제외 ■ 유지관리 대상관거로 지정관리	

2) 오수관거 개량

공주시에서 현재 공공하수처리시설로 하수를 유입시켜 처리하고 있는 지역은 동지역의 공주처리구역과 신관처리구역, 유구읍의 유구처리구역, 반포면의 공암처리구역과 동학사처리구역으로 총 5개소이다.

상기의 처리구역 중 공주처리구역은 하수관거정비사업으로 2008~2014년 동지역 일원에 오수관거가 신설되었고, 각종 개발계획에 시 오수관거가 추가 신설되었으며, 유구, 공암, 동학사처리구역은 지속적인 하수관거 정비사업을 통해 2014년에 현재 운영 중에 있다.

이에, 본 계획에서는 최근에 신설된 오수관거에 대해서는 별도의 개량계획을 수립하지 않았으며, 처리구역 확대, 택지개발에 의한 하수량 증가에 영향을 받는 간선관로를 대상으로 현지조사와 수리계산을 통해 개량계획을 수립하였다.

오수관거의 개량은 통수능 부족 및 역경사 관거를 대상으로 선정하였으며, 굴착공법을 적용하여 관경확대 및 경사를 조정하는 것으로 계획하였으며, 상하류 관거에 미치는 영향을 고려하여 대상관거의 전·후까지 개량하는 것으로 하였으며, 내구년한 및 운영상황을 고려하여 차집 및 간선관거의 개량계획을 수립 하였다.

3) 하수관거 개량계획

앞에서 검토한 기존관거 검토기준에 기초하여 처리구역내 오수간선관거 및 오수관거 개량계획을 수립하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

[표 5.5-9] 오수관거 개량계획

(단위 : km)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	11.35	—	5.69	5.66	—	—	
공주	5.69	—	5.69	—	—	—	
신관	1.10	—	—	1.10	—	—	
유구	2.51	—	—	2.51	—	—	
공암	1.35	—	—	1.35	—	—	
동학사	0.70	—	—	0.70	—	—	

[표 5.5-10] 우수관거 개량계획

(단위 : km)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	83.22	—	5.77	77.46	—	—	
공주	52.83	—	5.77	47.07	—	—	
신관	4.98	—	—	4.98	—	—	
유구	10.33	—	—	10.33	—	—	
공암	10.56	—	—	10.56	—	—	
동학사	4.52	—	—	4.52	—	—	

5.6 관거신설 계획

5.6.1 신설계획의 수립

하수도 사업에서 관거계획은 시가지의 오수를 배제처리하여 생활환경의 개선과 공공수역의 수질보전을 도모하며 또한 우수를 빠르게 배제함으로써 침수에 대한 도시재해를 방지하는 기능을 갖고 있다.

하수관거의 신설은 기존 시가지에 하수관거가 미설치되었거나 도시계획에 의해 장래 시가지화가 예상되는 지역에 관거를 설치하는 경우이며, 하수배제방식 결정에 따라 분류식의 경우 우수 및 오수관으로 구분할 수 있으며 합류식 지역에서는 우·오수 관거가 1개의 하수관거에 의해 배제되는 합류관이 있다. 따라서 본 계획에서는 본 계획구역내의 지역여건을 고려한 관거 신설계획이 수립되어야 할 것이다.

본 계획의 관거신설계획은 기존 하수관거에 대한 하수관망을 해석하고 분석결과에 의한 문제점을 처리분구별로 작성하여 기존하수관거에 문제점이 없을 경우 기존 관거를 최대한 활용하도록 하되 부득이한 경우에만 신설계획을 수립하였다. 또한, 단계별로 처리구역확장계획과 각종 개발계획을 고려한 종합적이고 체계적인 신설계획을 수립하였다.

5.6.2 신설계획의 내용

본 계획상의 하수관거 신설계획은 분류식 오수관거가 이미 매설되어 완전분류식으로 계획된 동지역, 신관, 유구, 공암, 동학사처리구역은 분류식 계획으로 처리구역을 확장하고, 소규모 공공하수처리시설의 경우 분류식 오수관거를 신설함과 동시에 우수 신설관로 매설구간이 협소하여 기존 관로의 이설이 필요한 지역과 오수관로만 설치되어 오점 발생이 우려되는 지역에 우수관로를 함께 신설하도록 계획하였다.

본 계획에서 수립하는 신설관로는 분류식 하수배제방식으로 관거계획의 기준 및 하수처리 구역별 관로신설계획은 『5.7 분류식 관거계획』에 수록하였다.

5.7 분류식 관거계획

5.7.1 우수관거계획의 수립

본 계획에서는 분류식 지역에 대하여 우수관거의 용량과 구배 및 유속 등을 검토하여 개량 계획을 수립하였으며, 분류식 하수배제방식으로 전환되는 합류식 지역의 경우 기존 합류식관을 우수관거로 전용하는 것으로 계획, 기존 합류식관의 우수배제 능력을 검토한 후 개량하는 것으로 하여 별도의 우수관거 신설계획을 수립하지 않았으며, 소규모 공공하수처리시설의 경우 분류식 오수관로 매설구간이 협소하여 오수관 부설 시 기존 하수관의 이설이 필요한 지역과, 오수관로만 설치할 경우 오점 발생이 우려되는 하수관로 미설치지역에 대해 오수관로와 함께 우수관로를 신설하는 것으로 계획하였다.

5.7.2 우수관거계획의 기준

가. 우수유출량 산정

우수유출량을 산정하는 방법에는 하수도 시설기준에서 제시한 합리식 이외에 경험식과 SCS합성수문곡선법 등이 있으며 이에 대한 내용은 다음과 같다.

1) 합리식

합리식에 의한 침투유출량은 폭우가 배수구역의 전유역에서 모였을 때 즉, 배수구역의 최원점에서 내린 빗방울이 유출구에 도달했을 때 최대 우수유출량이 생기는 것으로 계산한다. 이 때 도달시간은 지표면을 따라 흘러서 하수관거에 유입하기까지의 유입시간과 하수관거에 유입해 관내를 유하하면서 유출량 산정지점에 도달할 때까지의 유하시간의 합으로 이 유달시간에 해당하는 강우지속시간내의 평균강우강도를 설계빈도에 맞추어 계산에 적용한다.

합리식의 적용범위는 작은 배수구역에 사용토록 되어 있고, 도시우수 유출계산에는 500ha 이내로 제한되어 있어 도시지역에 적합하며, 하수도시설 기준에서는 계획우수량의 산정은 원칙적으로 합리식을 사용하고 있으며 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$Q = \frac{1}{360} \cdot CIA$$

여기서, Q : 계획우수유출량(m³/sec)

C : 유출계수

I : 강우강도 (mm/hr)

A : 배수면적 (ha)

2) 경험식

스위스의 zurich, 독일의 오펜 등 특정지역의 우수유출 관측자료를 기준으로 작성된 식으로 다음과 같다.

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A \sqrt[n]{(S/A)}$$

여기서, Q : 계획우수유출량(m³/sec)

C : 유출계수

I : 강우강도 (mm/hr)

A : 배수면적 (ha)

S : 지표의 평균 경사(‰)

n : 정수 : Burkli식에서는 4, Brix식에서는 6

위의 식 중 C는 합리식과는 달리 침투, 증발 등에 관한 유출계수이며 $\sqrt[n]{(S/A)}$ 는 불규칙한 지형이나 측구 등 배수시설에서의 정체 등 배수구역의 특성을 고려하는 항이 된다. 경험식의 채택은 특정한 지형특성, 강우특성을 모델로 산출된 식이므로 충분한 경험과 실정에 의해 그 타당성이 입증된 경우에만 적용이 가능한 것으로 판단되며 적용범위도 100ha 미만으로 되어 있다.

3) SCS 합성수문 곡선법

이 방법은 미국토양보전국(U.S Soil conservation Service, SCS)에 의해 합성단위유량을 작성하기 위하여 고안된 방법으로서 무차원 단위도의 이용에 근거를 두고 있으며 SCS 합성수문곡선법은 홍수유역의 침투홍수량 및 홍수유출 수문곡선을 작성하는데 사용된다.

이 방법에 있어서는 CN(Curve Number)와 T(도달시간)이 주된 결정변수로서 2,600ha 이내의 배수구역에 적용할 수 있다. 한편 CN값은 토지이용형태별로 4,000종류 이상으로 분류되어 있어 실질적으로 이용이 편리하다.

계획우수유출량 산정을 위해서는 다음 식을 쓴다.

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}, \quad S = \frac{1,000}{C_n} - 10, \quad I_a : 0.2S$$

여기서, Q : 강우 초기에서부터의 누가유출고(in)

P : 강우 초기에서부터의 누가강우량(in)

Ia : 초기손실량 즉 유출이 시작되기 직전까지의 차단,
표면저류량 및 침투량의 누계(in)

S : 최대 침투가능량(in)

CN : 유출곡선 지수

(토양의 종류, 지표의 상태, 습윤상태에 따라 결정됨)

또한 무차원 단위도에서의 침투유량(Qp)을 산정하기 위한 식으로서 다음 공식을 추천하고 있다.

$$Q_p = \frac{484A}{tp}, \quad tp = \frac{1}{2} tr + tpl$$

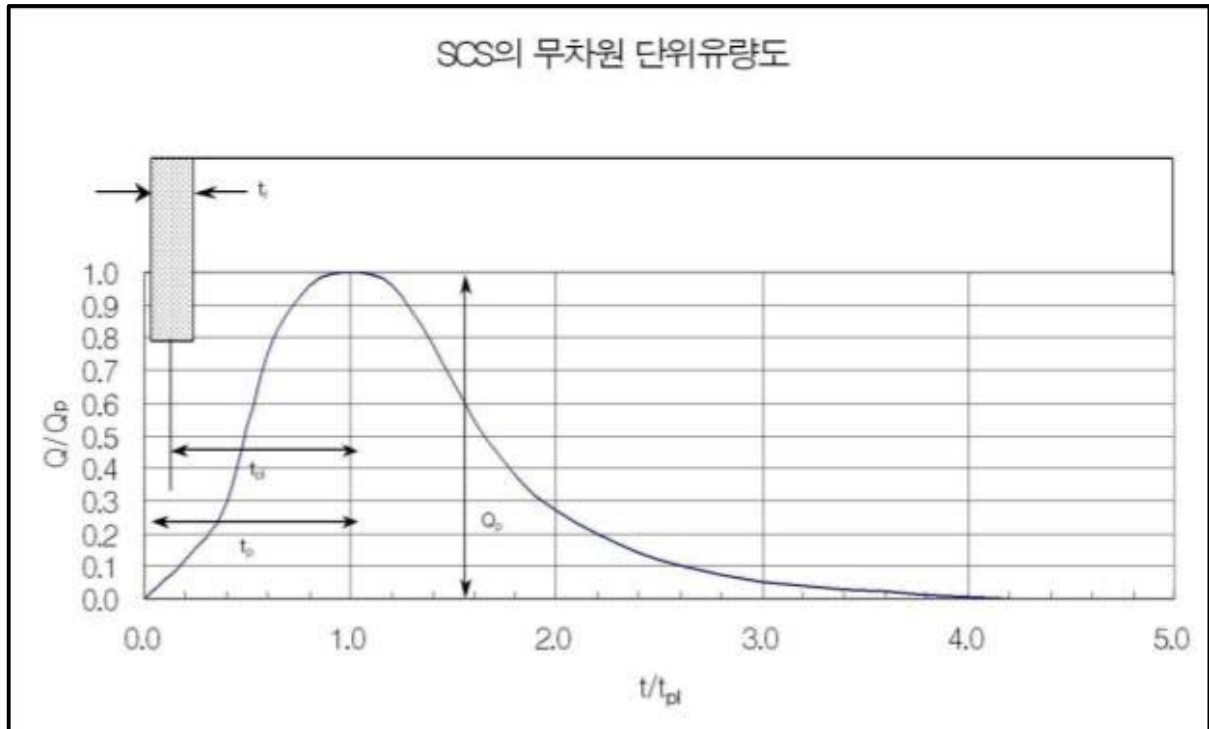
여기서, Qp : 침투유량 (ft^3/sec)

A : 유역면적 (mi^2)

tp : 강우시작시간으로부터 침투유량점까지의 시간(ha)

tr : 강우의 지속시간(hr)

tpl : 강우의 질량중심으로부터 침투유량지점까지의 시간(hr)



〈그림 5.7-1〉 SCS의 무차원 단위유량도

[표 5.7-1] 우수유출량 공식 비교표

t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp
0	0	0.9	0.990	1.7	0.460	3.0	0.055
0.1	0.030	1.0	1.000	1.8	0.390	3.2	0.040
0.2	0.100	1.1	0.990	1.9	0.330	3.4	0.029
0.3	0.190	1.2	0.930	2.0	0.280	3.6	0.021
0.4	0.310	1.3	0.860	2.2	0.207	3.8	0.015
0.5	0.470	1.4	0.780	2.4	0.147	4.0	0.011
0.6	0.660	1.5	0.680	2.6	0.107	4.5	0.005
0.7	0.820	1.6	0.560	2.8	0.077	5.0	—
0.8	0.930	—	—	—	—	—	—

4) 우수유출량 공식 결정

가) 우수유출량 공식비교

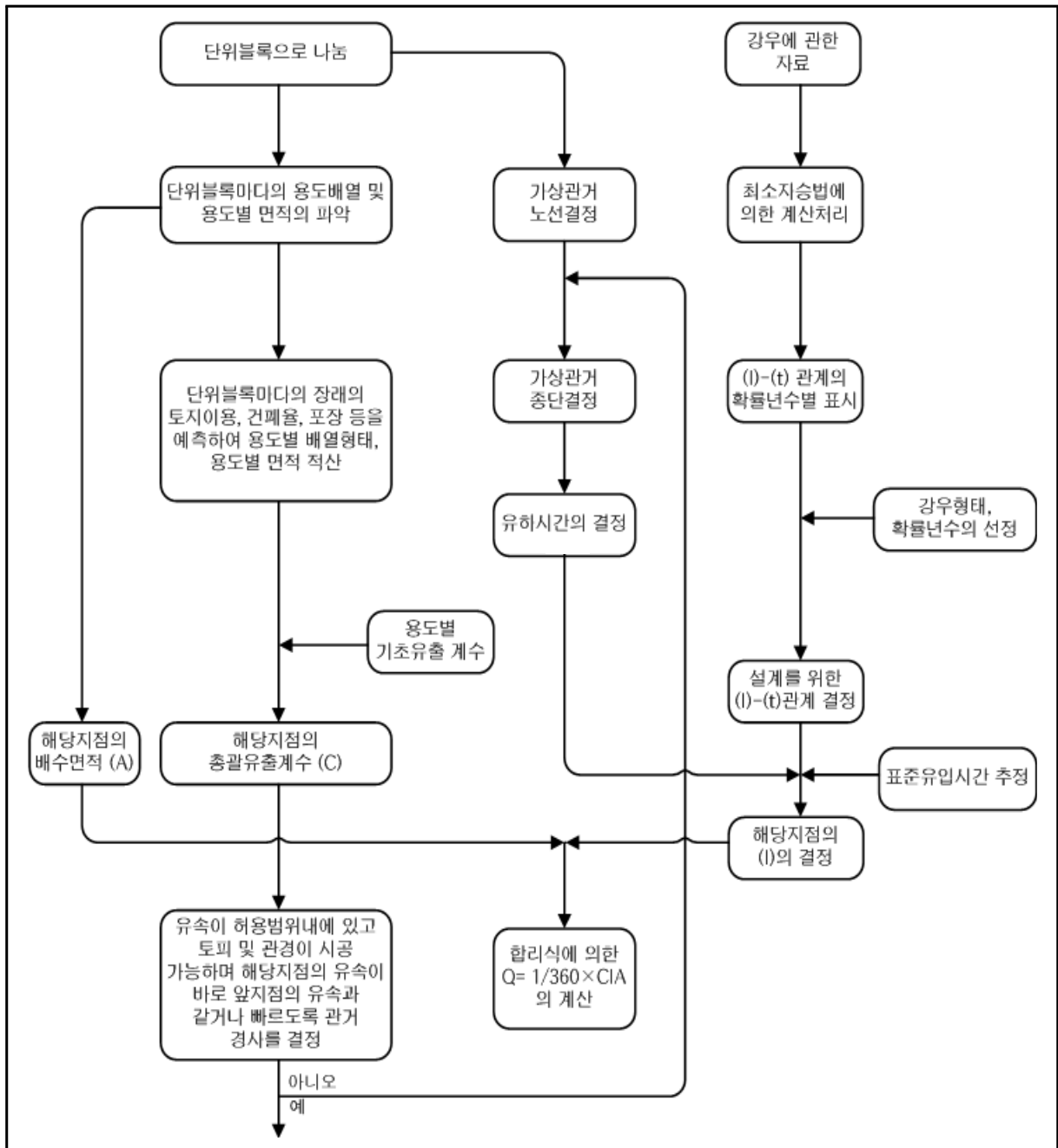
우수유출량 공식인 합리식, 경험식, SCS 합성수문곡선법을 요약하면 다음과 같다.

[표 5.7-2] 우수유출량 공식 비교표

구 분	합 리 식	경험 식	SCS 합 성 법
공 식	$Q = \frac{1}{360} \cdot CIA$	$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A \cdot \sqrt[3]{(S/A)}$	$Q = \frac{(P-A)^2}{P-IA+S}$ $S = \frac{1,000}{CN} - 10$
	Q : 계획우수유출량(m ³ /S) C : 유출계수 I : 강우강도(mm/hr) A : 배수면적(ha)	Q : 계획우수유출량(m ³ /S) C : 유출계수 I : 강우강도(mm/hr) A : 배수면적(ha) S : 지표면평균구배(‰) n : 정 수 - Burkli-Ziegler식 : 4 - Brix식 : 6	Q : 강우초기로부터 누가유출고(in) P : 강우초기로부터 누가강우량(in) IA : 초기손실량 (유출직전까지의차단, 지면지류, 침투의 누계)(in) S : 최대침투 가능량(in) CN : 유출곡선 지수
개 요	가장 일반화된 식으로 유달시간에 상당하는 강우강도의 비가 배수구역 내에 균등히 내릴 때 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.	미 농무성 토양보전국에서 만들어진 식으로 유출수문 곡선을 작성할 수 있으며 침투유출량은 CN과 유달시간의 지배를 받는다.
적용면적	500ha 미만	100ha 미만	2,600ha 미만
채 택	◎		

나) 우수유출량 공식 결정

경험식을 적용하기에는 공주시의 실정에 적합한 특정계수의 도출에 어려움이 있고, 또한 SCS 합성수문곡선법도 미국의 지역 및 강우특성으로부터 유도된 공식이므로 공주시에 적용하기 위해서는 침투유량과 침투 발생시간 값을 결정하는 연구가 선행되어야 한다. 따라서 본 계획에서는 「하수도 시설기준(2011, 환경부제정)」에서 적용하도록 하는 합리식을 채택하였으며 산정과정은 다음과 같다.



〈그림 5.7-2〉 계획우수량 산정흐름도

가. 강우강도식 산정

확률강우강도식은 강우강도-지속기간-재현기간의 관계를 나타내는 식으로서 지속기간별, 재현기간별로 확률강우량을 산정하기 위해 필요하다. 이에 따라 확률강우강도식은 공주시 주변에 위치한 대전, 천안, 부여관측소 중 공주시와 가장 인접한 부여관측소의 최근까지 지속기간별 연최대강우자료를 이용하여 산정한 확률강우량을 강우강도로 변환시킨 후 최소자승법을 이용하여 강우강도-지속기간-재현기간의 관계식을 구하며, 유도된 식형과 원래 자료치와의 편차를 계산하여 최소값을 가지는 식을 그 지점의 확률강우강도식으로 정한다.

국내에서 지금까지 주로 적용되어 온 확률강우강도식은 Talbot형, Sherman형, Japanese형, General형, 고차다항식 등의 공식이 있다.

- Talbot형 : $I = \frac{a}{t+b}$

- Sherman형 : $I = \frac{a}{t^b}$

- Japanese형 : $I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$

- General형 : $I = \frac{a}{t^n + b}$

- 고차다항식 :

$$\ln(I) = a + b\ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3 + e(\ln(t))^4 + f(\ln(t))^5 + g(\ln(t))^6$$

여기서, I는 강우강도(mm/h), a 및 b, n은 지역상수, t는 지속기간(min)이다.

1) 과거 강우강도공식

기 수립된 『공주시 하수도정비 기본계획(변경)(2008. 10, 공주시)』에서는 공주시 강우특성이 반영된 『공주시 소하천 정비기본계획(2004. 2, 공주시)』에서 채택한 강우강도식을 적용하였다.

[표 5.7-3] 과거강우강도공식

구 분	재 현 기 간		비 고
	5년	10년	
강우강도식	$I = \frac{740.24}{t^{0.5894}}$	$I = \frac{740.24}{t^{0.5894}}$	

2) 학술연구에 의한 발표공식

가) 개 요

토목학회지에 발표된 「한국대표 확률강우강도식의 유도」(토목학회지, 1993. 3, 이원환, 박상덕, 최성열) 연구는 전국 주요 강우관측지점에 대한 기존의 확률강우강도식을 종합 분석함으로써, 전국을 대표할 수 있는 대표 확률강우강도식의 형태로 유도·제시하고, 이에 따른 확률강우량을 비교함으로써 강우사상의 지역적 특성을 제시하였다.

나) 확률 강우강도식의 변화

우리나라의 기왕의 확률강우강도식은 1960년대 중반으로부터 연구·개발되었으며, 주로 중앙기상대의 기왕의 지점 우량자료들이 이용되어 왔으며 확률강우강도식의 형태는 Talbot형, Sherman형, Japanese형이 혼용 사용되어 왔다. 이후 Wenzel이 제시한 통합형 강우강도식이 1992년이 되어서야 제시되었고 최근에 대표확률 강우강도식이 유도되었다.

한편, 최근에 발표된 대표확률 강우강도식에 대해 간략히 요약하여 보면 확률강우량 산정을 위한 강우자료로 시계열성과 적정통계연수를 고려하여 최근으로부터 24년간 이상의 자료를 보유하고 있는 20개 지점에서의 자기우량 기록지상에서 임의 강우지속시간에 대한 매년 최대치 계열의 강우량을 17개의 지속시간에 따라 직접 추출하였으며 지속시간별 최적확률분포형의 선정은 이원환의 Y-K법, 3변수 대수정규분포(LN 3PD), 극치분포(EXTID), 제3형 Pearson분포(PT3D) 및 제3형 대수 Pearson분포(LPT3D)에 따른 X2 검정을 통해서 선정하고 지속시간별 최적확률 분포형이 선정되면, 이에 따른 확률강우량을 빈도계수법을 이용하여 산정하고, 확률강우량의 반전현상을 보정하여 재현기간-지속시간별 확률강우량을 설정, 최소제곱법과 반복계산법을 병용하여 각 지점에서의 통합형 확률강우강도식을 재현기간에 따라 결정한 후, 이 식들의 지역계수들을 이용 대표확률 강우강도식을 유도한 자료이다.

다) 한국대표 강우강도식

개 주요지점에 대해 1991년까지의 지속기간별 연최대치 강우량 자료를 해석하여 유도된 한국대표 확률강우강도식은 다음과 같다.

$$I(T, t) = \frac{a + b \log T}{t^n + c}$$

여기서, T : 재현기간(년)

a, b, c, n : 상수

t : 강우지속시간(분)

각 지점에 대하여 a와 b는 고정된 상수이고, c와 n은 재현기간별로 정해지는 상수이며 상수 값은 다음 표와 같다.

[표 5.7-4] 각 지점별 지역 계수 값

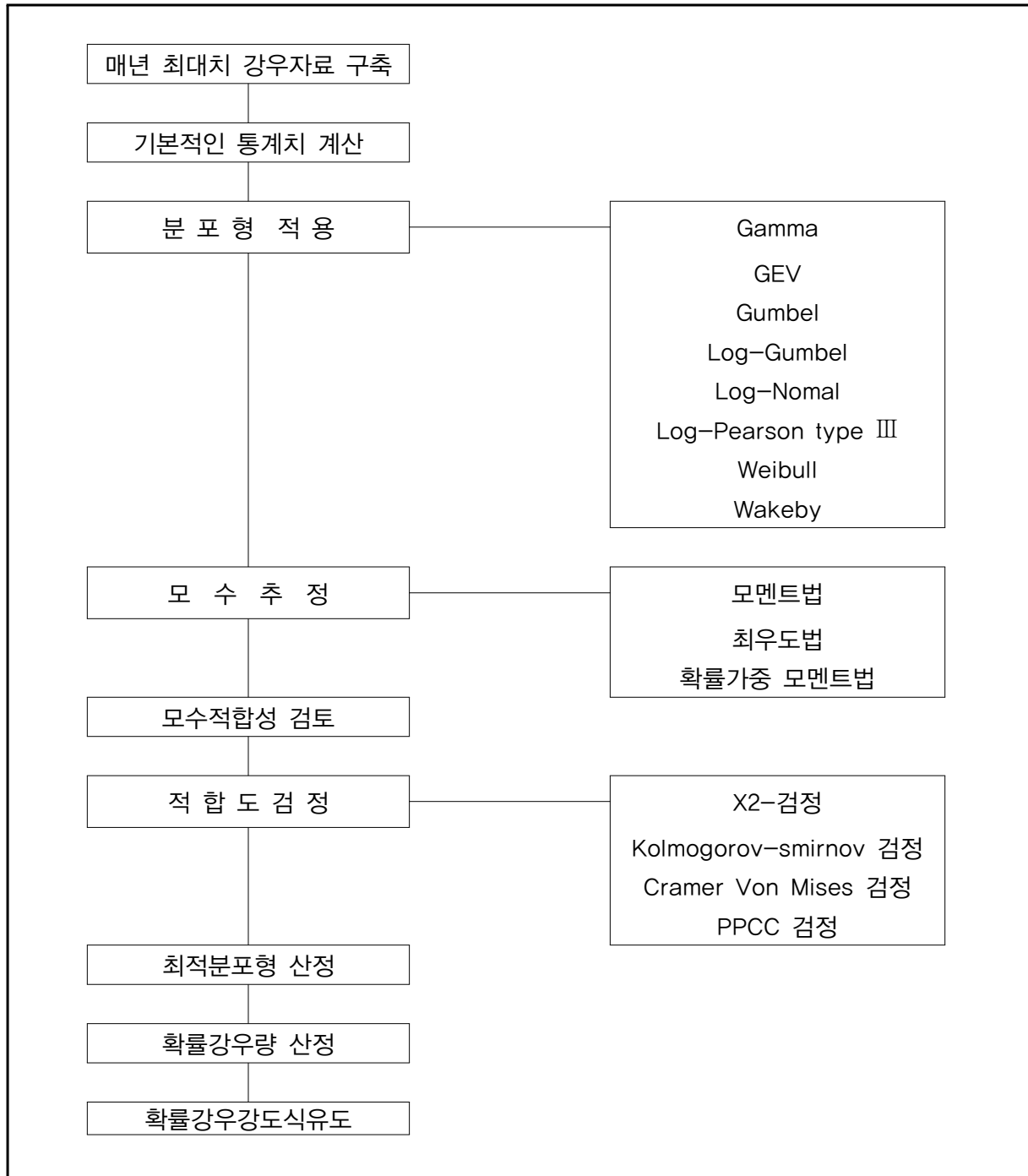
지 역 계 수			부산	청주	춘천	충무	추풍령	대구	대전	인천	전주	강릉
a			603.75	627.32	373.37	160.08	166.59	1072.2	1386.3	227.15	1440.1	165.06
b			624.90	311.52	136.48	288.67	569.94	182.09	140.08	1187.5	137.26	293.41
n	재 현 기 간	2년	0.666	0.691	0.586	0.501	0.588	0.786	0.768	0.630	0.795	0.501
		3년	0.654	0.975	0.566	0.496	0.607	0.760	0.745	0.647	0.763	0.503
		5년	0.643	0.661	0.551	0.497	0.628	0.738	0.724	0.661	0.733	0.505
		10년	0.635	0.651	0.537	0.502	0.651	0.716	0.700	0.673	0.704	0.506
		20년	0.627	0.644	0.527	0.506	0.670	0.699	0.680	0.679	0.680	0.505
		30년	0.622	0.641	0.523	0.509	0.679	0.691	0.670	0.681	0.668	0.503
		50년	0.617	0.638	0.518	0.0512	0.689	0.682	0.658	0.682	0.654	0.501
		70년	0.613	0.637	0.516	0.513	0.695	0.677	0.651	0.682	0.646	0.498
		100년	0.610	0.635	0.514	0.516	0.700	0.672	0.643	0.681	0.637	0.495
		200년	0.603	0.633	0.510	0.518	0.709	0.664	0.630	0.680	0.623	0.490
		500년	0.595	0.630	0.507	0.522	0.718	0.654	0.615	0.676	0.604	0.483
c	재 현 기 간	2년	5.060	5.173	2.089	0.389	0.407	10.140	10.359	3.301	8.770	1.160
		3년	4.989	4.602	1.679	0.582	0.788	8.091	8.855	4.214	7.388	1.331
		5년	5.197	4.318	1.381	0.800	1.204	6.650	7.622	5.204	6.446	1.607
		10년	5.542	4.151	1.145	1.019	1.671	5.546	6.568	6.243	5.637	1.997
		20년	5.946	4.115	0.995	1.232	2.020	4.857	5.854	7.105	5.146	2.375
		30년	6.204	4.137	0.925	1.338	2.197	4.564	5.522	7.522	4.969	2.594
		50년	6.515	4.166	0.857	1.450	2.391	4.270	5.178	7.957	4.746	2.849
		70년	6.719	4.184	0.805	1.536	2.505	4.084	4.978	8.241	4.640	3.024
		100년	6.896	4.221	0.769	1.596	2.616	3.924	4.801	8.533	4.546	3.201
		200년	7.248	4.286	0.692	1.731	2.801	3.643	4.483	8.952	4.356	3.498
		500년	7.684	4.395	0.608	1.869	2.999	3.378	4.146	9.442	4.221	3.817

[표 5.7-4] 표 계속

지 역 계 수			군산	광주	목포	포항	서산	서울	속초	수원	울산	여수
a			487.82	720.88	632.23	425.27	550.14	858.39	196.99	182.67	390.03	811.85
b			206.21	21.33	-59.29	-29.86	57.59	300.56	63.71	367.85	25.76	205.58
n	재 현 기 간	2년	0.641	0.680	0.658	0.624	0.644	0.685	0.466	0.689	0.567	0.680
		3년	0.626	0.654	0.629	0.598	0.618	0.667	0.451	0.649	0.538	0.660
		5년	0.613	0.631	0.600	0.573	0.595	0.651	0.439	0.608	0.511	0.643
		10년	0.602	0.607	0.570	0.545	0.572	0.639	0.430	0.560	0.483	0.627
		20년	0.595	0.587	0.545	0.521	0.554	0.631	0.425	0.537	0.461	0.615
		30년	0.592	0.577	0.532	0.508	0.545	0.627	0.423	0.492	0.450	0.609
		50년	0.588	0.565	0.517	0.493	0.535	0.623	0.420	0.469	0.437	0.602
		70년	0.585	0.558	0.507	0.483	0.529	0.621	0.418	0.457	0.429	0.599
		100년	0.583	0.551	0.497	0.473	0.524	0.619	0.417	0.433	0.421	0.595
		200년	0.578	0.538	0.479	0.456	0.514	0.616	0.414	0.368	0.408	0.589
		500년	0.573	0.523	0.456	0.434	0.503	0.613	0.410	0.284	0.392	0.580
c	재 현 기 간	2년	2.739	2.964	3.334	2.496	3.319	5.256	1.781	8.217	1.709	6.228
		3년	2.443	2.440	2.524	1.696	2.618	4.360	1.296	6.234	1.183	5.476
		5년	2.273	1.972	1.912	1.057	2.071	3.667	0.850	4.567	0.781	4.924
		10년	2.159	1.532	1.374	0.496	1.593	2.992	0.412	3.024	0.434	4.469
		20년	2.112	1.201	0.993	0.116	1.266	2.505	0.078	1.475	0.199	4.169
		30년	2.101	1.050	0.811	-0.054	1.116	2.263	-0.081	1.370	0.092	4.037
		50년	2.106	0.876	0.626	-0.233	0.955	2.006	-0.248	0.679	-0.017	3.935
		70년	2.121	0.782	0.518	-0.330	0.862	1.864	-0.343	0.269	-0.078	3.863
		100년	2.131	0.689	0.419	-0.421	0.767	1.705	-0.439	0.022	-0.135	3.795
		200년	2.169	0.523	0.239	-0.576	0.613	1.424	-0.595	-0.230	-0.234	3.690
		500년	2.210	0.329	0.049	-0.730	0.437	1.096	-0.760	-0.590	-0.333	3.635

3) 강우자료를 이용한 강우강도식 유도

본 계획에서는 부여기상대의 지속기간별 연최대 강우자료(1973~2014, 42개년)를 조사하여 강우강도식을 유도하였고, 빈도해석에 사용한 확률분포형은 Gamma, GEV, Gumbel, LOG-Gumbel 등의 방법으로 추정하였다. 다음은 본 계획에서 수행한 확률 강우량을 산정하는 빈도해석 과정을 나타내고 있다.



〈그림 5.7-3〉 빈도해석 흐름도

가) 강우자료

강우관측소는 위치, 자료의 보유연한 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 하며, 강우자료는 이·치수와 관련한 수자원계획 수립에 있어 가장 기본적이고 중요한 자료로 일반적으로 30년 이상의 장기간의 자료가 필요하다.

본 과업구역 주변에는 기상청 관할의 부여, 대전, 천안강우관측소가 있으며, 그 중 공주시와 가장 인접한 부여기상대는 1973년부터 관측을 개시하였고 강우분석에 필요한 시우량자료의 보유연한은 42개년(1973년~2014년)으로 30개년 이상의 장기간 자료를 보유하고 있으므로 강우분석의 신뢰도를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

[표 5.7-5] 강우관측소 현황

관측 소명	관측 기종	관리 기관	주 소	위도	경도	해발고 (EL.m)	관측 개시일	채택
부여 기상대	자기 T/M	기상청	충청남도 부여군 부여읍 금성로 63	36°16'19	126°55'16	11.330	'72.01.09	◎

주) 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

기상청에서 제공하는 강우기록은 1시간, 1일 등의 고정시간 강우자료로서 관측시간이 0시에서 24시까지를 기준으로 관측하지만 수문학적 의미의 지속시간별 강우량은 임의의 시간동안에 발생한 최대의 강우량을 말한다.

임의시간 강우자료를 획득하기 위해서는 자기기록지 등에서 직접 수집하여야 하지만 이 절차는 현실적으로 곤란하여 고정시간 강우량을 임의시간 강우량으로 변환하여 사용하고 있다. 따라서 본 계획에서는 기상청에서 제공하는 고정시간자료에 환산계수를 적용하여 임의시간 강우자료로 변환하여 강우량 분석을 실시하였다.

$$Y = 0.1346 \cdot X^{-1.4170} + 1.0014$$

여기서 Y : 환산계수

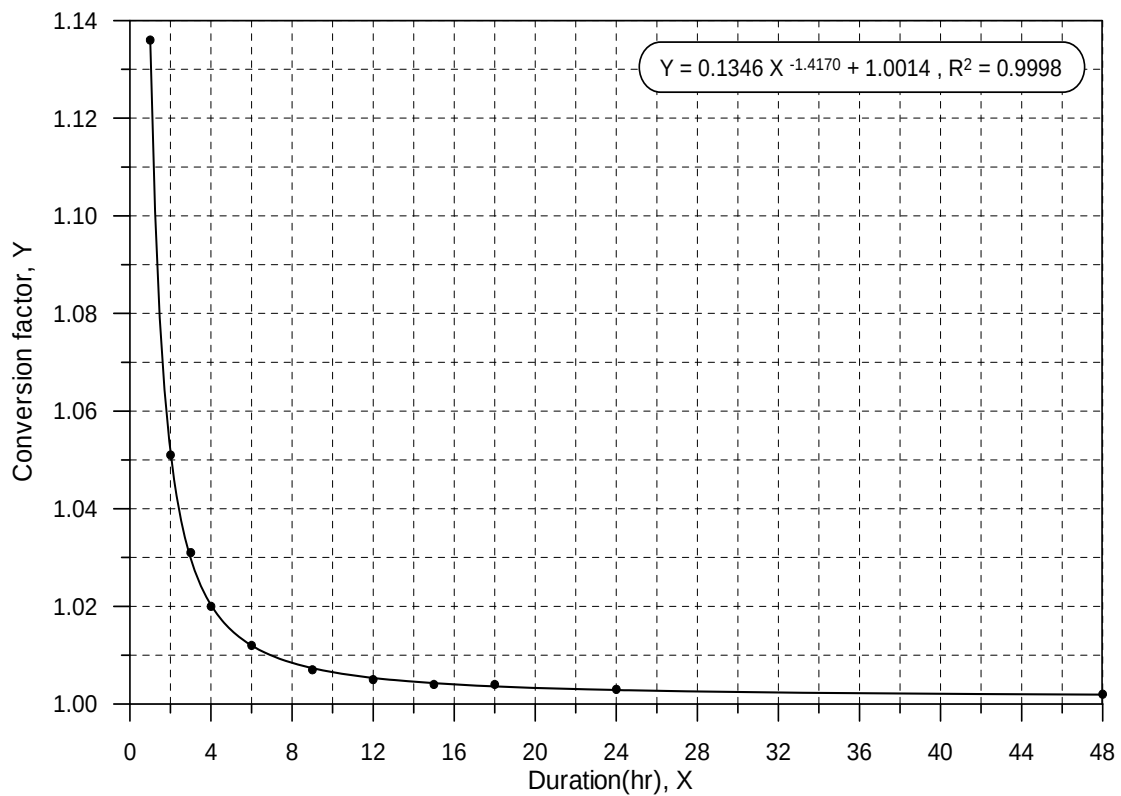
X : 강우지속기간(hr)

임의강우자료=고정강우자료×환산계수

[표 5.7-6] 고정시간 - 임의시간 환산계수

고정지속기간	임의지속기간	환산계수
1시간	60분	1.136
3시간	180분	1.031
6시간	360분	1.012
24시간	1440분	1.003
48시간	2880분	1.002

주)1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서(2000, 건설교통부)



〈그림 5.7-4〉 고정시간-임의시간 환산계수 회귀곡선

부여기상대의 42개년간 시강우자료에서 지속시간별 연최대강우량을 조사하였으며 각 지속시간별로 환산계수를 적용하여 임의시간별 연최대강우량을 산정하였다. 고정시간 및 임의시간에 대한 연최대강우량은 다음과 같다.

[표 5.7-7] 지속시간(고정시간)별 최대강우량

지속시간 년 도	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	24시간
1973	26	40.9	51.9	86.5	103.5	104.8
1974	28.5	43	57.3	72.8	99.8	126.9
1975	45	57	68	81.9	94.4	103.2
1976	44.5	73	74	92.5	112.1	158.1
1977	52.9	70.5	95.3	101.8	104.1	149.7
1978	62	69.5	75	81	88.6	103.6
1979	41	66	80.7	113.7	145.8	152.3
1980	28	47.5	63.5	111.5	161.2	170.4
1981	49.5	53.5	62	97.5	121	134
1982	37	54.5	70.5	96.8	132.8	145.9
1983	21.5	29	35.5	52.2	88.8	99.3
1984	30.5	44.5	64.5	78	97.5	107
1985	30.6	49.1	56.5	94	105	124.3
1986	40.6	71.1	91.1	114.1	123.5	136.9
1987	81.5	151.5	193.3	306	457.4	535.5
1988	43	48.5	54	67.5	73	99.5
1989	38.3	53	78	118.5	132	165
1990	35	64	85.3	113	113.5	113.6
1991	36.5	44.5	66	76.8	94.8	110.6
1992	43.5	54	73	94.5	107.5	141.5
1993	37	60.5	72.5	98	123	149.5
1994	31.5	42	44.5	59.5	78	98
1995	58	100.5	106	134	249.5	257
1996	32.5	54.5	66.5	79.5	85	105.5
1997	53	53	58	89	119	205
1998	59.5	68	83.5	90	143	172
1999	114.5	152.5	187.5	199	215	215.5
2000	64	69.5	77	101	182	206.5
2001	59	73.5	87.5	113.5	117	117
2002	51	67	75	85.5	97.5	145
2003	56	74	102.5	120.5	137.5	170.5
2004	42.5	58	69	110.5	155.5	183.5
2005	34	55.5	69	100.5	119	129.5
2006	27	39	43.5	67	97	126
2007	29.5	51	67	106	136.5	140.5
2008	23	35.7	46.2	89.7	91.2	91.5
2009	35	47.5	47.5	52	58.5	79
2010	45.5	61.5	82	118.5	119	136.5
2011	58.5	104.5	117.5	129	138.5	197.5
2012	31	50.5	64.5	87	156	165.5
2013	37	70	82	114	123	141
2014	23	39.5	46.5	61.5	99.5	107.5

[표 5.7-8] 지속시간(임의시간)별 최대강우량

지속시간 년도	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	24시간
1973	29.54	43.02	53.45	87.54	104.06	105.16
1974	32.38	45.23	59.01	73.68	100.34	127.27
1975	51.12	59.95	70.02	82.89	94.96	103.58
1976	50.55	76.78	76.78	93.61	112.7	158.56
1977	60.09	74.15	98.14	103.02	104.98	150.15
1978	70.43	73.1	77.23	81.97	89.08	104.02
1979	46.58	69.42	83.1	115.07	146.58	152.81
1980	31.81	49.96	65.39	112.84	162.07	170.89
1981	56.23	56.27	63.85	98.67	121.65	134.39
1982	42.03	57.32	72.6	97.96	133.58	146.34
1983	24.42	30.5	36.56	52.83	89.28	99.59
1984	34.65	46.81	66.42	78.94	98.02	107.31
1985	34.76	51.64	58.18	95.13	105.56	124.66
1986	46.12	74.78	93.81	115.47	124.16	137.3
1987	92.58	159.35	199.06	309.68	459.86	537.05
1988	48.85	51.01	55.61	68.31	73.39	99.79
1989	43.51	55.75	80.32	119.93	132.71	165.48
1990	39.76	67.32	87.84	114.71	114.71	114.71
1991	41.46	46.81	67.97	77.72	95.31	110.93
1992	49.42	56.8	75.17	95.64	108.08	141.91
1993	42.03	63.63	74.66	99.18	123.66	149.93
1994	35.78	44.18	45.83	60.22	78.42	98.29
1995	65.89	105.71	109.16	135.61	250.84	257.82
1996	36.92	57.32	68.48	80.46	85.46	105.83
1997	60.21	60.21	60.21	90.07	119.64	205.61
1998	67.59	71.52	85.99	91.08	143.84	172.5
1999	130.07	160.4	193.08	201.39	216.16	216.57
2000	72.7	73.1	79.29	102.21	182.98	207.34
2001	67.02	77.31	90.11	114.87	117.69	117.69
2002	57.94	70.47	77.23	86.53	98.02	145.42
2003	63.62	77.83	105.55	121.95	138.24	170.99
2004	48.28	61	71.05	111.83	156.34	184.03
2005	38.62	58.38	71.05	101.71	119.64	129.87
2006	30.67	41.02	44.8	67.81	97.52	126.36
2007	33.51	53.64	69	107.27	137.23	141.04
2008	26.13	37.55	47.58	90.78	91.8	91.87
2009	39.76	49.96	49.96	52.79	58.81	79.23
2010	51.69	64.69	84.44	119.93	120.01	136.97
2011	66.46	109.91	121	130.55	139.25	198.07
2012	35.22	53.12	66.42	88.05	156.84	166.01
2013	42.03	73.63	84.44	115.37	123.66	141.42
2014	26.13	41.55	47.88	62.24	100.04	107.87

나) 수문자료의 수집분석

수문자료의 통계분석 시 많이 사용되는 통계치로는 평균(mean), 표준편차(standard deviation), 변동계수(coefficient of variation), 왜곡도계수(coefficient of skewness) 등이 있는데 부여관측소의 지속기간별 연 최대 강우자료에 대한 통계치 분석 결과는 아래 표와 같다.

평균	$\hat{\mu} = \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$	변동계수	$\hat{\eta} = \hat{\sigma} / \hat{\mu}$
표준편차	$\hat{\sigma} = s_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$	왜곡도계수	$\hat{\gamma} = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)\hat{\sigma}^3}$

[표 5.7-9] 부여관측소의 강우자료의 기본적인 통계치

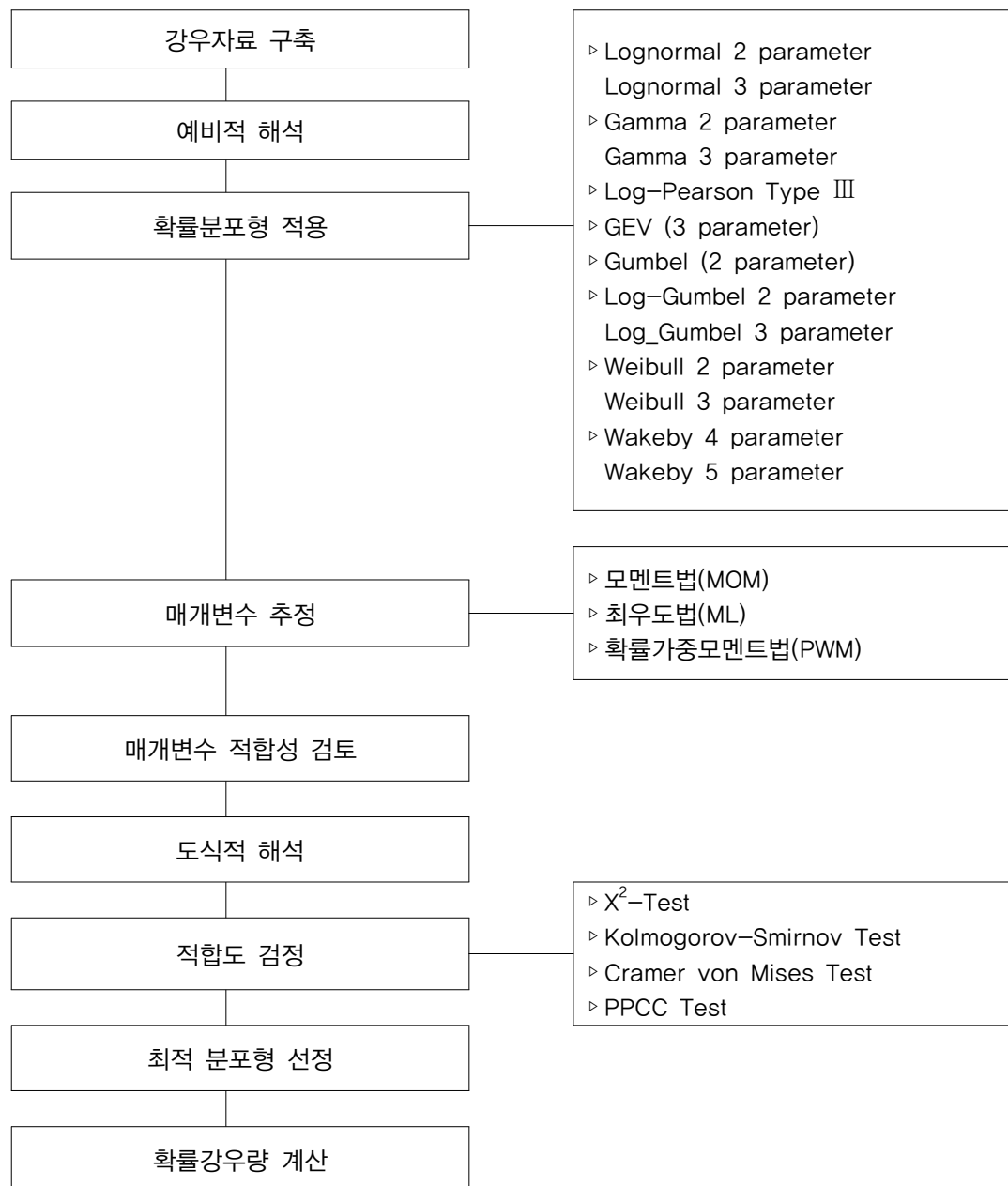
강우지속시간	표본자료수	평균	표준편차	변동계수	왜곡도계수
1시간	42	49.2	19.7	0.408	2.272
2시간	42	65.4	26.7	0.411	2.416
3시간	42	78.2	32.2	0.389	2.231
6시간	42	87.8	34.2	0.408	3.266
12시간	42	102.5	41.9	0.476	3.694
24시간	42	118.6	56.5	0.492	3.765

다) 확률강우량

강우현상은 기상 및 지형적인 요소에 의하여 시시각각 변화하기 때문에 이를 정확하게 예측하거나 파악하기는 매우 어렵다. 따라서 수문학적인 강우해석은 과거 해당지점의 관측자료를 근거로 통계학적인 기법을 이용하고 있으며, <그림 5.7-5>과 같이 강우빈도해석 절차에 의해 빈도해석을 실시하고 적합도검정 기법에 의하여 최적 분포형을 선정한 후 지속시간별 확률강우량을 산정하고 있다.

부여기상대의 42개년(1973년~2014년)간 지속시간별 연최대 강우자료를 대상으로 Lognormal 2 parameter 외 12개 분포형을 적용하여 빈도해석을 실시하였다.

각 확률분포형의 매개변수 추정은 모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법을 사용하였으며, 매개변수의 적합도를 검증하기 위하여 χ^2 , Kolmogorov-Smirnov, Cramer Von Mises, Probability Plot Correlation Coefficient 검정을 실시하여 적정 확률분포형에 따른 확률강우량을 산정하였다.



〈그림 5.7-5〉 강우빈도 해석 절차

○ 매개변수의 추정

확률분포형별 매개변수를 모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법으로 각각 산정하였다. 이들 방법 중 모멘트법은 관측년수가 짧아 자료수가 충분하지 못하면 이상치에 지나치게 민감해지고 고차모멘트로 갈수록 부정확해지는 단점이 있고, 최우도법은 표본의 크기가 충분히 클 때 가장 효율적인 방법으로 평가되지만 수렴성에 문제가 발생할 수 있으며 표본의 크기가 작을 때 일반적으로 잘 일치하지 않는 결과를 얻을 수 있다. 확률가중모멘트법은 각 변량을 크기순으로 정렬하고 각 변량의 발생확률을 모멘트차수에 따라 누승함으로써 모멘트를 산정하는 방법으로서 이 방법은 표본의 크기가 작거나 이상치에 의한 영향이 적어 비교적 안정적인 결과를 얻을 수 있는 방법으로 최근 적용성이 가장 큰 것으로 알려져 있다. 따라서 금회 과업에서는 확률가중모멘트법을 매개변수의 추정법으로 채택하였으며 그 결과는 다음과 같다.

[표 5.7~10] 지속시간별 매개변수추정 결과

지속 시간	확률 분포형	매개변수추정치					비고
		XLO	XSC		XSH	판정	
60분	NOR	49.156	17.972		0.000	O,K	
	GAM2	0.000	6.801		7.228	O,K	
	GAM3	23.898	14.772		1.710	O,K	
	GEV	39.834	12.977		-0.126	O,K	
	GUM	40.713	14.628		0.000	O,K	
	LGU2	0.000	39.207		3.696	O,K	
	LGU3	-61.126	39.928		7.880	O,K	
	LN2	0.000	3.798		0.359	O,K	
	LN3	14.276	3.413		0.527	O,K	
	LP3	2,270	0.081		19.190	O,K	
	WBU2	0.000	55.047		3,000	O,K	
	WBU3	25.424	25.452		1,244	N,G	
	GLO	45.051	9.096		-0.254	O,K	
	GPA	26.956	26.407		0.189	N,G	
		XLO	a	b	c	d	
	WKB4	0.000	30.073	55.782	-550.133	-0.04	
	WKB5	24.200	15.563	2,475	59.241	0.19	

[표 5.7-10] 지속시간별 매개변수추정 결과(표계속)

지속 시간	확률 분포형	매개변수추정치						비고
		XLO	XSC		XSH		판정	
120분	NOR	65.420	22.586		0.000		O,K	
	GAM2	0.000	8.040		8.137		O,K	
	GAM3	39.538	24.871		1.041		N,G	
	GEV	53.049	14.510		-0.220		O,K	
	GUM	54.809	18.384		0.000		O,K	
	LGU2	0.000	52.993		3.895		O,K	
	LGU3	-8.203	53.146		4.342		O,K	
	LN2	0.000	4.065		0.319		O,K	
	LN3	31.176	3.299		0.685		N,G	
	LP3	3.285	0.128		6.513		O,K	
	WBU2	0.000	73.042		3.200		O,K	
	WBU3	39.629	25.976		1.017		N,G	
	GLO	58.923	10.619		-0.327		O,K	
	GPA	39.746	26.055		0.015		N,G	
		XLO	a	b	c	d		
	WKB4	0.000	45.585	41.134	76.897	0.21		
	WKB5	31.967	19.195	5.147	33.181	0.34		
180분	NOR	78.229	26.897		0.000		O,K	
	GAM2	0.000	9.532		8.207		O,K	
	GAM3	45.755	27.355		1.187		N,G	
	GEV	63.697	17.918		-0.193		O,K	
	GUM	65.592	21.893		0.000		O,K	
	LGU2	0.000	63.436		3.910		O,K	
	LGU3	-23.244	63.825		4.973		O,K	
	LN2	0.000	4.251		0.323		O,K	
	LN3	34.722	3.569		0.639		O,K	
	LP3	3.145	0.092		12.555		O,K	
	WBU2	0.000	87.324		3.214		O,K	
	WBU3	46.283	32.857		1.076		N,G	
	GLO	70.939	12.945		-0.306		O,K	
	GPA	46.921	33.285		0.063		N,G	
		XLO	a	b	c	d		
	WKB4	0.000	56.773	29.261	65.982	0.26		
	WKB5	34.601	30.272	5.138	24.553	0.43		

[표 5.7-10] 지속시간별 매개변수추정 결과(표계속)

지속 시간	확률 분포형	매개변수추정치						비고
		XLO	XSC		XSH		판정	
360분	NOR	102,548	32,606		0,000		O,K	
	GAM2	0,000	10,638		9,640		O,K	
	GAM3	59,846	29,501		1,447		N,G	
	GEV	85,263	22,898		-0,154		O,K	
	GUM	87,229	26,540		0,000		O,K	
	LGU2	0,000	84,762		4,201		O,K	
	LGU3	-54,819	85,478		6,270		O,K	
	LN2	0,000	4,540		0,303		O,K	
	LN3	44,341	3,898		0,576		O,K	
	LP3	2,599	0,045		44,211		O,K	
	WBU2	0,000	113,964		3,506		O,K	
	WBU3	61,499	43,302		1,166		N,G	
	GLO	94,487	16,166		-0,277		O,K	
	GPA	63,304	44,474		0,133		N,G	
		XLO	a	b	c	d		
	WKB4	0,000	78,664	25,743	66,398	0,29		
	WKB5	48,295	47,907	3,674	11,594	0,59		
720분	NOR	129,179	46,569		0,000		O,K	
	GAM2	0,000	17,359		7,441		O,K	
	GAM3	83,936	68,180		0,664		N,G	
	GEV	102,562	25,661		-0,322		O,K	
	GUM	107,300	37,905		0,000		O,K	
	LGU2	0,000	103,438		3,744		O,K	
	LGU3	29,977	102,691		2,950		O,K	
	LN2	0,000	4,712		0,305		O,K	
	LN3	72,147	3,667		0,868		N,G	
	LP3	4,168	0,174		3,579		N,G	
	WBU2	0,000	144,558		3,048		O,K	
	WBU3	82,736	42,077		0,831		N,G	
	GLO	112,965	19,671		-0,407		N,G	
	GPA	80,771	40,782		-0,158		N,G	
		XLO	a	b	c	d		
	WKB4	0,000	93,038	37,304	60,124	0,39		
	WKB5	63,555	40,099	5,108	30,674	0,51		

[표 5.7-10] 표지속시간별 매개변수추정 결과(표계속)

지속 시간	확률 분포형	매개변수추정치					비고
		XLO	XSC		XSH	판정	
1440분	NOR	150.949	53.008		0.000	O,K	
	GAM2	0.000	19.214		7.856	O,K	
	GAM3	96.656	70.377		0.771	N,G	
	GEV	121.047	30.931		-0.286	O,K	
	GUM	126.045	43.146		0.000	O,K	
	LGU2	0.000	121.731		3.835	O,K	
	LGU3	22.163	121.226		3.319	O,K	
	LN2	0.000	4.881		0.307	O,K	
	LN3	81.339	3.921		0.803	N,G	
	LP3	4.310	0.162		3.961	O,K	
	WBU2	0.000	168.690		3.139	O,K	
	WBU3	95.639	52.272		0.891	N,G	
	GLO	133.590	23.330		-0.379	O,K	
	GPA	94.096	51.226		-0.099	N,G	
		XLO	a	b	c	d	
	WKB4	0.000	105.506	47.804	116.827	0.29	
	WKB5	85.103	69.621	1.484	13.054	0.65	

○ 확률분포형의 적합도 검정

수문자료가 이론적인 확률분포형과 적합하다는 가설을 검정하기 위하여 확률분포형의 적합도 검정을 실시하였다.

강우자료 빈도해석에 주로 사용되는 확률분포형에는 Log-Normal 분포(LN2P, LN3P), Gamma 분포(GAM2P, GAM3P), Log-Pearson Type-III분포(LP3P), Gumbel 분포(GUM), Generalized Extreme Value 분포(GEV) 등이 있다. 관측된 수문자료군이 이들 이론적 확률분포형 중 어느 분포에 적합한가를 판단하기 위하여 CHI-SQUARE, Kolmogorov-Smirnov test, Cramer von mises test 및 PPCC test를 실시하였다. 확률가중모멘트법에 의한 확률분포형의 적합도 검정결과는 <표 5.7-11>에 나타내었다.

적합도 검증 결과, GAM2, GAM3, GEV, GUM 분포가 각 지속시간별 적정 확률분포형으로 나타났으며, 본 계획에서는 GUM 분포를 최적 확률분포형으로 채택하였다.

[표 5.7-11] 확률분포형의 적합도 검증 결과

강우 지속 시간	확률 분포형	CHI-SQUARE -TEST			K-S TEST			CVM TEST			PPCC TEST		
		계산값	표값	판정	계산값	표값	판정	계산값	표값	판정	계산값	표값	판정
60 분	NOR	4.29	7.81	O.K	0.13	0.18	O.K	0.17	0.46	O.K	0.92	0.97	N.G
	GAM2	4.19	7.81	O.K	0.09	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.96	0.97	N.G
	GAM3	0.38	5.99	O.K	0.07	0.18	O.K	0.02	0.46	O.K	0.98	0.97	O.K
	GEV	0.86	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.02	0.46	O.K	0.98	0.94	O.K
	GUM	1.14	7.81	O.K	0.08	0.18	O.K	0.03	0.46	O.K	0.97	0.96	O.K
	LGU2	0.86	7.81	O.K	0.06	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.99	0.94	O.K
	LGU3	0.86	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.02	0.46	O.K	0.98	0.94	O.K
	LN2	2.86	7.81	O.K	0.04	0.18	O.K	0.03	0.46	O.K	0.92	0.97	N.G
	LN3	1.14	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.02	0.46	O.K	0.92	0.97	N.G
	LP3	0.14	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.02	0.46	O.K	-	-	-
	WBU2	3.43	7.81	O.K	0.13	0.18	O.K	0.14	0.46	O.K	0.92	-	-
	WBU3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GLO	2	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.03	0.46	O.K	0.99	0.92	O.K
	GPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	WKB4	1.71	3.84	O.K	0.07	0.18	O.K	0.03	0.46	O.K	-	-	-
	WKB5	2.67	3.84	O.K	0.06	0.18	O.K	0.02	0.46	O.K	-	-	-
120 분	NOR	8.29	7.81	N.G	0.2	0.18	N.G	0.37	0.46	O.K	0.87	0.97	N.G
	GAM2	4.9	7.81	O.K	0.17	0.18	O.K	0.2	0.46	O.K	0.92	0.96	N.G
	GAM3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GEV	4.86	5.99	O.K	0.11	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.96	0.93	O.K
	GUM	5.43	7.81	O.K	0.15	0.18	O.K	0.13	0.46	O.K	0.94	0.96	N.G
	LGU2	5.71	7.81	O.K	0.11	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.97	0.94	O.K
	LGU3	4.86	5.99	O.K	0.11	0.18	O.K	0.05	0.46	O.K	0.97	0.94	O.K
	LN2	8	7.81	N.G	0.09	0.18	O.K	0.1	0.46	O.K	0.87	0.97	N.G
	LN3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	LP3	5.38	5.99	O.K	0.12	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	-	-	-
	WBU2	10	7.81	N.G	0.2	0.18	N.G	0.36	0.46	O.K	0.87	-	-
	WBU3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GLO	6.86	5.99	N.G	0.1	0.18	O.K	0.04	0.46	O.K	0.97	-	O.K
	GPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	WKB4	7.43	3.84	N.G	0.11	0.18	O.K	0.08	0.46	O.K	-	-	-
	WKB5	6.67	3.84	N.G	0.08	0.18	O.K	0.04	0.46	O.K	-	-	-

[표 5.7-11] 확률분포형의 적합도 검증 결과(표계속)

강우 지속 시간	확률 분포형	CHI-SQUARE -TEST			K-S TEST			CVM TEST			PPCC TEST		
		계산값	표값	판정	계산값	표값	판정	계산값	표값	판정	계산값	표값	판정
180 분	NOR	7.14	7.81	O.K	0.17	0.18	O.K	0.32	0.46	O.K	0.86	0.97	N.G
	GAM2	3.48	7.81	O.K	0.13	0.18	O.K	0.17	0.46	O.K	0.91	0.96	N.G
	GAM3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GEV	3.43	5.99	O.K	0.09	0.18	O.K	0.09	0.46	O.K	0.95	0.92	O.K
	GUM	5.43	7.81	O.K	0.11	0.18	O.K	0.12	0.46	O.K	0.93	0.96	N.G
	LGU2	2.86	7.81	O.K	0.1	0.18	O.K	0.11	0.46	O.K	0.97	0.94	O.K
	LGU3	3.43	5.99	O.K	0.09	0.18	O.K	0.09	0.46	O.K	0.96	0.94	O.K
	LN2	2.29	7.81	O.K	0.1	0.18	O.K	0.11	0.46	O.K	0.86	0.97	N.G
	LN3	3.43	5.99	O.K	0.1	0.18	O.K	0.11	0.46	O.K	0.86	0.97	N.G
	LP3	5.86	5.99	O.K	0.08	0.18	O.K	0.08	0.46	O.K	—	—	—
	WBU2	10	7.81	N.G	0.17	0.18	O.K	0.31	0.46	O.K	0.87	—	—
	WBU3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GLO	2.86	5.99	O.K	0.08	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.97	—	O.K
	GPA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WKB4	6.29	3.84	N.G	0.09	0.18	O.K	0.11	0.46	O.K	—	—	—
	WKB5	0.67	3.84	O.K	0.04	0.18	O.K	0.01	0.46	O.K	—	—	—
360 분	NOR	7.14	7.81	O.K	0.18	0.18	O.K	0.29	0.46	O.K	0.82	0.97	N.G
	GAM2	3.95	7.81	O.K	0.16	0.18	O.K	0.17	0.46	O.K	0.86	0.96	N.G
	GAM3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GEV	3.43	5.99	O.K	0.12	0.18	O.K	0.12	0.46	O.K	0.91	0.91	N.G
	GUM	5.43	7.81	O.K	0.14	0.18	O.K	0.12	0.46	O.K	0.89	0.96	N.G
	LGU2	5.43	7.81	O.K	0.1	0.18	O.K	0.14	0.46	O.K	0.94	0.93	O.K
	LGU3	4	5.99	O.K	0.11	0.18	O.K	0.11	0.46	O.K	0.93	0.93	O.K
	LN2	4.57	7.81	O.K	0.1	0.18	O.K	0.12	0.46	O.K	0.82	0.97	N.G
	LN3	4	5.99	O.K	0.12	0.18	O.K	0.13	0.46	O.K	0.82	0.97	N.G
	LP3	4.9	5.99	O.K	0.12	0.18	O.K	0.09	0.46	O.K	—	—	—
	WBU2	7.14	7.81	O.K	0.19	0.18	N.G	0.31	0.46	O.K	0.82	—	—
	WBU3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GLO	4	5.99	O.K	0.1	0.18	O.K	0.08	0.46	O.K	0.94	0.92	O.K
	GPA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WKB4	8.29	3.84	N.G	0.09	0.18	O.K	0.11	0.46	O.K	—	—	—
	WKB5	2.67	3.84	O.K	0.08	0.18	O.K	0.04	0.46	O.K	—	—	—

[표 5.7-11] 확률분포형의 적합도 검증 결과(표계속)

강우 지속 시간	확률 분포형	CHI-SQUARE -TEST			K-S TEST			CVM TEST			PPCC TEST		
		계산값	표값	판정	계산값	표값	판정	계산값	표값	판정	계산값	표값	판정
720 분	NOR	16.29	7.81	N.G	0.21	0.18	N.G	0.51	0.46	N.G	0.78	0.97	N.G
	GAM2	9.9	7.81	N.G	0.16	0.18	O.K	0.29	0.46	O.K	0.84	0.95	N.G
	GAM3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GEV	4.86	5.99	O.K	0.07	0.18	O.K	0.07	0.46	O.K	0.93	0.91	O.K
	GUM	8.29	7.81	N.G	0.14	0.18	O.K	0.21	0.46	O.K	0.87	0.96	N.G
	LGU2	6.29	7.81	O.K	0.07	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.95	0.93	O.K
	LGU3	4	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.06	0.46	O.K	0.96	0.93	O.K
	LN2	3.71	7.81	O.K	0.11	0.18	O.K	0.16	0.46	O.K	0.78	0.97	N.G
	LN3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	LP3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WBU2	15.14	7.81	N.G	0.2	0.18	N.G	0.48	0.46	N.G	0.79	—	—
	WBU3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GLO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GPA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WKB4	3.71	3.84	O.K	0.1	0.18	O.K	0.09	0.46	O.K	—	—	—
	WKB5	5	3.84	N.G	0.07	0.18	O.K	0.04	0.46	O.K	—	—	—
1440 분	NOR	12.86	7.81	N.G	0.18	0.18	O.K	0.37	0.46	O.K	0.77	0.97	N.G
	GAM2	2.76	7.81	O.K	0.14	0.18	O.K	0.19	0.46	O.K	0.83	0.95	N.G
	GAM3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GEV	3.71	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.05	0.46	O.K	0.91	0.91	O.K
	GUM	2.29	7.81	O.K	0.12	0.18	O.K	0.13	0.46	O.K	0.87	0.96	N.G
	LGU2	3.71	7.81	O.K	0.06	0.18	O.K	0.05	0.46	O.K	0.94	0.93	O.K
	LGU3	3.14	5.99	O.K	0.06	0.18	O.K	0.05	0.46	O.K	0.94	0.93	O.K
	LN2	7.71	7.81	O.K	0.1	0.18	O.K	0.12	0.46	O.K	0.77	0.97	N.G
	LN3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	LP3	3.95	5.99	O.K	0.07	0.18	O.K	0.04	0.46	O.K	—	—	—
	WBU2	17.14	7.81	N.G	0.18	0.18	O.K	0.35	0.46	O.K	0.78	—	—
	WBU3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	GLO	3.14	5.99	O.K	0.07	0.18	O.K	0.05	0.46	O.K	0.95	—	O.K
	GPA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WKB4	10	3.84	N.G	0.17	0.18	O.K	0.18	0.46	O.K	—	—	—
	WKB5	1	3.84	O.K	0.08	0.18	O.K	0.03	0.46	O.K	—	—	—

○ 확률강우량의 산정

앞에서 설명한 바와 같이, GUM 분포를 최적 확률분포형으로 채택하였으며 금회 산정한 확률강우량과 「한국확률강우량도 작성, 2000. 6, 국토해양부」 보고서에서 제시한 확률강우량을 비교한 결과 금회 산정한 확률강우량 값이 대체적으로 큰 것으로 나타나 최근의 강우자료를 추가한 금회 확률강우량을 채택하였고, 빈도별-지속시간별 확률강우량 산정결과는 다음과 같다.

[표 5.7-12] 빈도별-지속시간별 확률강우량 산정 결과

(단위 : mm)

재현시간 (년)	지속시간별 확률강우량(mm)								비고
		10분	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	24시간	
2	I	16.6	46.1	61.6	73.4	97.0	121.47	142.4	
	II	12.6	36.2	50.4	61.1	84.1	97.7	109.4	
3	I	19.4	53.9	71.5	84.9	112.2	140.6	164.8	
	II	15.1	43.2	59.1	71.5	99.1	113.5	127.3	
5	I	22.6	62.7	82.5	97.7	129.2	162.6	191.8	
	II	17.9	51.0	68.8	83.1	115.9	131.0	147.3	
10	I	26.5	73.7	96.3	113.8	150.5	189.8	224.2	
	II	21.4	60.9	81.0	97.7	136.9	153.1	172.4	
20	I	30.3	84.3	109.5	129.2	170.9	215.8	254.8	
	II	24.8	70.3	92.7	111.7	157.0	174.2	196.5	
30	I	32.5	90.3	117.1	138.1	182.6	230.9	273.5	
	II	26.7	75.7	99.4	119.7	168.6	186.4	210.4	
50	I	35.2	97.9	126.5	149.2	197.3	249.9	296.6	
	II	29.1	82.5	107.8	129.8	183.1	201.6	227.7	
80	I	37.7	104.8	135.3	159.4	210.8	267.5	319.4	
	II	31.3	88.7	115.4	139.0	196.3	215.5	243.5	
100	I	38.9	108.2	139.4	164.2	217.0	275.1	326.5	
	II	32.4	91.6	119.1	143.4	202.6	222.1	251.1	
200	I	42.5	118.4	152.2	179.1	236.8	300.4	357.0	
	II	35.6	100.7	130.4	156.9	222.1	242.5	274.3	

주) I : 금회산정

II : 한국확률강우량도 작성, 2000. 6, 국토해양부

라) 지속시간별 강우강도

○ 강우강도식의 유도

확률강우강도식은 강우강도-지속시간-재현기간의 관계를 나타내는 식으로서 지속기간별, 재현기간별로 확률강우량을 산정하기 위해 필요하다. 이에 따라 확률강우강도식은 부여관측소의 최근까지 지속기간별 연최대강우자료를 이용하여 산정한 확률강우량을 강우강도로 변환시킨 후 최소자승법을 이용하여 강우강도-지속시간-재현기간의 관계식을 구하며, 유도된 식형과 원래 자료치와의 편차를 계산하여 최소값을 가지는 식을 그 지점의 확률강우강도식으로 정한다.

국내에서 지금까지 주로 적용되어 온 확률강우강도식은 Talbot형, Sherman형, Japanese형, General형, 고차다항식 등의 공식이 있다.

- Talbot형 : $I = \frac{a}{t + b}$
- Sherman형 : $I = \frac{a}{t^b}$
- Japanese형 : $I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$
- General형 : $I = \frac{a}{t^n + b}$
- 고차다항식 :

$$\ln(I) = a + b\ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3 + e(\ln(t))^4 + f(\ln(t))^5 + g(\ln(t))^6$$

여기서, I는 강우강도(mm/h), a 및 b, n은 지역상수, t는 지속기간(min)이다.

강우빈도 해석시 사용한 기본 자료인 연 최대 강우자료는 지속기간이 10분에서 1440분으로 지속기간의 범위가 상당히 크므로 하나의 확률 강우강도식으로 유도하여 사용하는데 무리가 있어 단기간, 장기간으로 구분하였다. 지속기간을 달리하여 단·장기간으로 강우강도식을 유도해 본 결과, 부여관측소는 지속기간 240분을 기준으로 강우양상이 상이한 경향을 보이는 것으로 판단되어 240분을 기준으로 단·장기간을 나누어 강우강도식을 유도하였으며, 위에서 기술한 4가지의 강우강도식으로 유도한 결과 자료간의 결정계수가 가장 높고, 계산 결과의 편차가 가장 작은 강우강도식이 General형으로 분석되어 부여관측소에 대한 확률강우강도식은 General형으로 결정하였다.

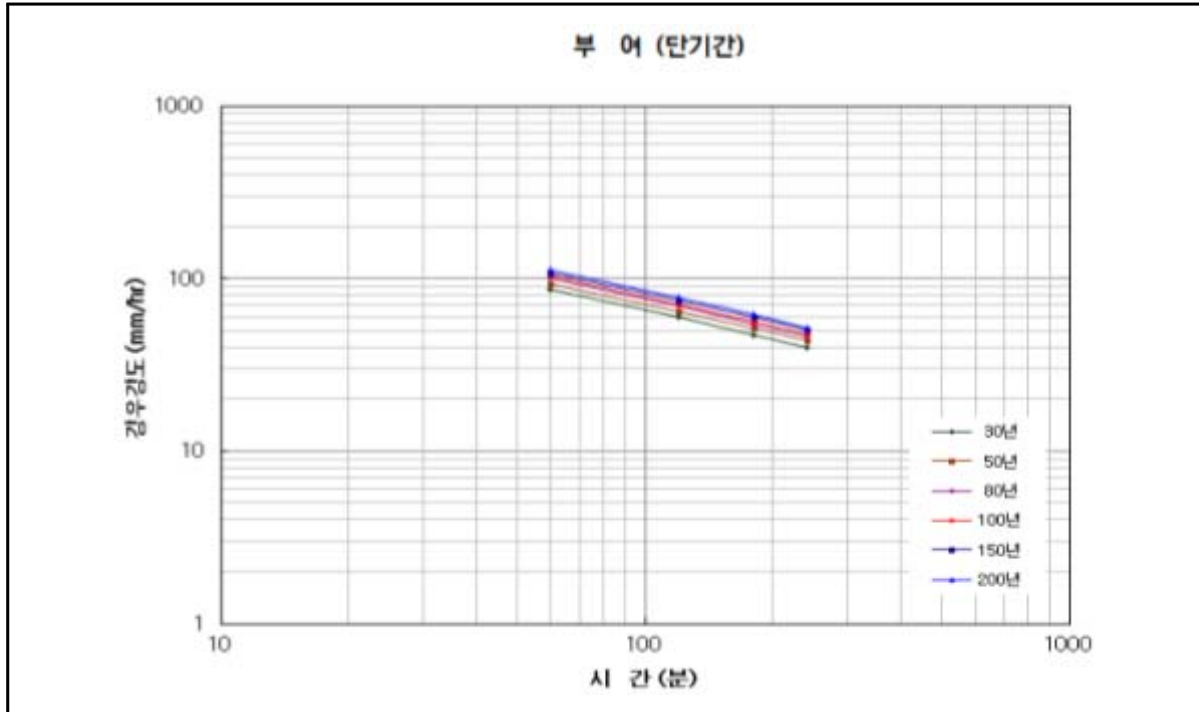
[표 5.7-13] 빈도별 강우강도식 산정(240분 미만)

재현 기간	구 분	Talbot형	Sherman	Japanese형	General형
10년	공 식	$\frac{7929.724}{t + 40.9032}$	$\frac{503.3998}{t^{0.48844}}$	$\frac{542.8738}{\sqrt{t} + 0.18154}$	$\frac{1034.35}{t^{0.61} + 2.32}$
	표준편차	1.75	1.37	0.97	0.85
	결정계수	0.9930	0.9912	0.9933	0.9977
30년	공 식	$\frac{9630.584}{t + 40.40008}$	$\frac{621.788}{t^{0.49131}}$	$\frac{659.4679}{\sqrt{t} + 0.14735}$	$\frac{1335.24}{t^{0.62} + 2.56}$
	표준편차	1.95	1.59	1.11	0.97
	결정계수	0.9937	0.9905	0.9924	0.9976
50년	공 식	$\frac{10406.01}{t + 40.20896}$	$\frac{676.2116}{t^{0.49241}}$	$\frac{712.6316}{\sqrt{t} + 0.13436}$	$\frac{1475.61}{t^{0.63} + 2.65}$
	표준편차	2.04	1.74	1.22	1.12
	결정계수	0.9940	0.9902	0.9921	0.9975
80년	공 식	$\frac{11123.74}{t + 40.12684}$	$\frac{724.8994}{t^{0.49289}}$	$\frac{761.8195}{\sqrt{t} + 0.12878}$	$\frac{1589.02}{t^{0.63} + 2.67}$
	표준편차	2.15	1.93	1.35	1.23
	결정계수	0.9941	0.9900	0.9920	0.9975
100년	공 식	$\frac{11459.09}{t + 40.05369}$	$\frac{748.6002}{t^{0.49331}}$	$\frac{784.8123}{\sqrt{t} + 0.12381}$	$\frac{1652.35}{t^{0.63} + 2.71}$
	표준편차	2.28	2.08	1.44	1.32
	결정계수	0.9942	0.9899	0.9918	0.9975
150년	공 식	$\frac{12070.41}{t + 39.93828}$	$\frac{791.6439}{t^{0.49398}}$	$\frac{826.7275}{\sqrt{t} + 0.11597}$	$\frac{1763.65}{t^{0.63} + 2.77}$
	표준편차	2.1	2.189	1.52	1.40
	결정계수	0.9897	0.9897	0.9916	0.9974
200년	공 식	$\frac{12503.54}{t + 39.88738}$	$\frac{821.4766}{t^{0.49427}}$	$\frac{856.4154}{\sqrt{t} + 0.11251}$	$\frac{1837.65}{t^{0.64} + 2.79}$
	표준편차	2.50	2.39	1.65	1.51
	결정계수	0.9944	0.9896	0.9915	0.9974
채 택					◎

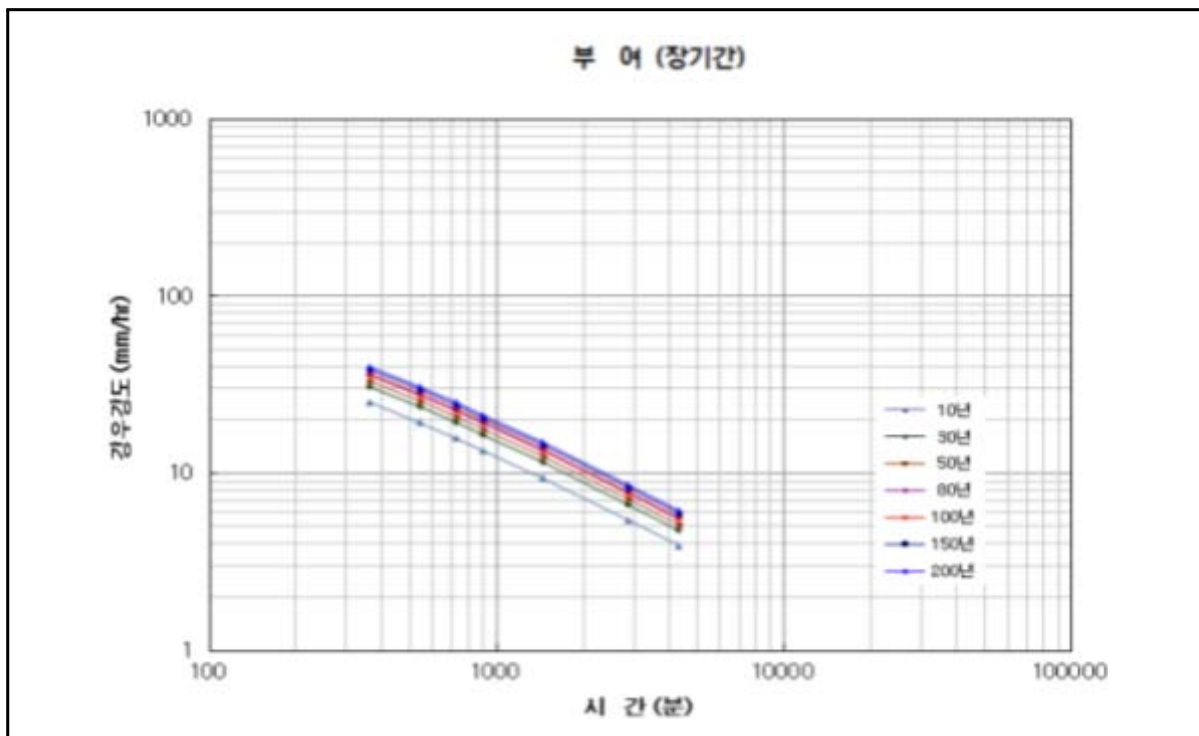
[표 5.7-14] 장기간 강우강도식(240분 이상)

재현 기간	구 분	Talbot형	Sherman	Japanese형	General형
10년	공 식	$\frac{16431.69}{t + 277.4833}$	$\frac{1700.68}{t^{0.71823}}$	$\frac{282.4991}{\sqrt{t} - 7.00599}$	$\frac{4907.95}{t^{0.85} + 47.79}$
	표준편차	0.72	1.08	1.23	0.58
	결정계수	0.9916	0.9897	0.9541	0.9990
30년	공 식	$\frac{20139.14}{t + 282.905}$	$\frac{2016.363}{t^{0.71414}}$	$\frac{345.9039}{\sqrt{t} - 6.92405}$	$\frac{6721.13}{t^{0.86} + 59.38}$
	표준편차	0.80	1.25	1.41	0.66
	결정계수	0.9903	0.9900	0.9566	0.9982
50년	공 식	$\frac{21831.31}{t + 284.7743}$	$\frac{2161.455}{t^{0.71277}}$	$\frac{374.8303}{\sqrt{t} - 6.8966}$	$\frac{7540.75}{t^{0.87} + 63.42}$
	표준편차	0.85	1.35	1.52	0.71
	결정계수	0.9899	0.9900	0.9573	0.9978
80년	공 식	$\frac{23377.59}{t + 286.0832}$	$\frac{2295.553}{t^{0.71175}}$	$\frac{401.2824}{\sqrt{t} - 6.87679}$	$\frac{8391.20}{t^{0.87} + 67.88}$
	표준편차	0.90	1.47	1.66	0.77
	결정계수	0.9895	0.9901	0.9578	0.9975
100년	공 식	$\frac{24113.16}{t + 286.7834}$	$\frac{2357.717}{t^{0.71122}}$	$\frac{413.8617}{\sqrt{t} - 6.8661}$	$\frac{8793.85}{t^{0.87} + 69.86}$
	표준편차	0.95	1.58	1.78	0.82
	결정계수	0.9893	0.9901	0.9581	0.9973
150년	공 식	$\frac{25442.79}{t + 287.7937}$	$\frac{2472.354}{t^{0.71064}}$	$\frac{436.6001}{\sqrt{t} - 6.851}$	$\frac{9501.82}{t^{0.88} + 72.87}$
	표준편차	0.97	1.64	1.84	0.85
	결정계수	0.9890	0.9901	0.9585	0.9970
200년	공 식	$\frac{26387.76}{t + 288.5435}$	$\frac{2552.629}{t^{0.7099}}$	$\frac{452.7469}{\sqrt{t} - 6.84002}$	$\frac{10064.47}{t^{0.88} + 75.57}$
	표준편차	1.04	1.80	2.02	0.93
	결정계수	0.9888	0.9901	0.9588	0.9968
채 택					◎

한편, 채택된 단기간 및 장기간 확률강우강도식의 강우강도(I)-지속시간(D)-재현기간(F) 관계도는 다음 그림과 같다.



〈그림 5.7-6〉 부여관측소 단기간 IDF 곡선



〈그림 5.7-7〉 부여관측소 장기간 IDF 곡선

[표 5.7-15] 고차다항식 빈도별 강우강도식 산정

재현 기간	고차다항식							상관계수
	계수							
	a	b	c	d	e	f	g	
10년	4.29944	-0.63426	0.02175	0.02370	-0.02099	0.00416	-0.00023	0.99997
20년	4.43420	-0.64652	0.02513	0.02604	-0.02237	0.00442	-0.00025	0.99995
30년	4.50313	-0.64889	0.02418	0.02695	-0.02226	0.00429	-0.00023	0.99995
50년	4.58416	-0.65507	0.02603	0.02811	-0.02299	0.00444	-0.00024	0.99994
80년	4.65247	-0.65670	0.02496	0.02881	-0.02282	0.00432	-0.00022	0.99993
100년	4.68352	-0.65887	0.02551	0.02922	-0.02305	0.00436	-0.00023	0.99993
200년	4.77388	-0.66361	0.02622	0.03030	-0.02345	0.00440	-0.00023	0.99992

4) 강우강도공식 결정

가) 강우강도 공식비교

본 계획에 적용할 강우강도 공식을 최종적으로 선정하기 위하여 공주시의 과거 강우 강도 공식과 학술연구에 의한 공식, 금회 산정한 강우강도 공식, 인근지자체의 강우 강도 공식을 비교·검토해 보았다.

[표 5.7-16] 강우강도 공식 비교

재현 기간	현행 공식	학술연구공식	인근지자체 하수도정비 기본계획			금 회 산정공식
			보령시 (2010)	당진시 (2009)	아산시 (2013)	
5년	$\frac{740.24}{t^{0.5894}}$	$\frac{550.14 + 57.59 \log T}{t^{0.595} + 2.071}$	$\frac{6870.2632}{t + 48.5810}$	—	$\frac{798.673}{t^{0.604} + 3.033}$	—
	57.3	43.7	63.3	—	53.6	—
10년	$\frac{740.24}{t^{0.5894}}$	$\frac{550.14 + 57.59 \log T}{t^{0.572} + 1.593}$	$\frac{8128.1855}{t + 50.6748}$	$\frac{884.66}{(t + 13.5)^{0.6218}}$	$\frac{869.834}{t^{0.591} + 2.785}$	$\frac{1034.35}{t^{0.61} + 2.32}$
	61.5	50.7	73.4	61.1	62.0	71.5
20년	—	$\frac{550.14 + 57.59 \log T}{t^{0.554} + 1.266}$	$\frac{9334.1748}{t + 52.2033}$	$\frac{1225.40}{(t + 18)^{0.65685}}$	$\frac{952.999}{t^{0.584} + 2.677}$	—
	—	57.2	83.2	70.0	70.1	—
30년	—	$\frac{550.14 + 57.59 \log T}{t^{0.545} + 1.116}$	$\frac{10055.6660}{t + 53.2310}$	$\frac{1395.4}{(t + 19.8)^{0.66772}}$	$\frac{993.228}{t^{0.580} + 2.599}$	$\frac{1335.24}{t^{0.62} + 2.56}$
	—	60.9	88.8	74.9	74.4	75.4
50년	—	$\frac{550.14 + 57.59 \log T}{t^{0.535} + 0.955}$	$\frac{10942.8926}{t + 54.2322}$	$\frac{1687.9}{(t + 22.5)^{0.68727}}$	$\frac{1043.934}{t^{0.574} + 2.512}$	$\frac{1475.61}{t^{0.63} + 2.65}$
	—	65.5	95.8	81.3	80.3	83.7

주) 1. 현행공식 : 2008년 공주시 하수도정비기본계획변경 적용 공식
2. 학술공식 : 1993년 토목학회지에 발표된 한국대표 확률강우강도 공식

나) 강우강도 공식결정

상기와 같이 강우강도 공식을 비교·분석한 결과 금회 산정공식이 현행공식과 학술 연구공식의 강우강도 보다 큰 것으로 나타났으며, 공주시와 인접한 지자체의 강우강도가 유사한 값을 나타내었다. 이에 본 계획에서는 최근 기상자료가 반영된 금회산정 강우강도 공식을 적용하는 것으로 계획하였다.

다. 계획설계 빈도

우수배제 시설계획에서의 확률년을 어떻게 채택하여야 하는가는 경제적인 면과 방재적인 면에서 서로 상반되는 관계로서 중요한 요소이다. 그러므로 확률년의 채택에 있어서는 지역의 중요도, 배수구역의 크기 등 여러 가지 여건을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

본 계획구역은 공주시 전 행정구역을 포함하고 있으므로 배수구역의 크기 및 중요빈도에 따라 확률년수를 조정하여 다르게 적용하는 것이 바람직하나 본 계획에서와 같이 다수의 배수구역에 대하여 각각 별도의 확률년수를 적용하여 하수도정비기본계획을 수립하는 것은 현실적으로 어려움이 많을 뿐 아니라 정밀도에서도 문제점이 있을 것으로 예상된다.

따라서 본 계획에서의 우수유출량 산정을 위한 확률년수는 환경부 제정 『하수도 시설기준(2011, 환경부)』을 참고하여 간선하수관거에서는 30년 확률빈도, 지선하수관거에서는 10년 확률빈도를 적용하였고, 요약하면 다음과 같다.

[표 5.7-17] 적용 확률년수

구 분	지선관거	간선관거	비고
확률년수	10년	30년	
강우강도식	$\frac{1034.35}{t^{0.61} + 2.32}$	$\frac{1335.24}{t^{0.62} + 2.56}$	

라. 유출계수

지표면에 내린 우수는 전부가 유출하는 것은 아니고 일부는 증발 또는 지하에 침투하거나 지표면과 건물 등의 사이에 저류되며 그 나머지가 유출우수로서 지표면을 흘러내려 하수관거로 유입된다. 이때 최대우수유출량의 강우량에 대한 비율을 유출계수라고 한다.

$$C = \frac{\text{최대우수유출량}}{\text{강우량}} = \frac{Q}{IA}$$

여기서, C : 유출계수 ,Q : 최대우수유출량

I : 유달시간내의 평균강우강도, A : 배수면적

유출계수는 기후, 지세, 지질, 강우강도, 강우시간, 지표면 경사 및 지표면 상황등에 따라 크게 변하기 때문에 이를 정확히 결정하기는 매우 어려운 일이다. 따라서 「하수도 시설기준(2011, 환경부제정)」에서는 유출계수를 토지이용도별 기초유출계수로부터 총괄유출계수를 구하는 것을 제시하고 있다.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^m A_i}$$

여기서, C : 총괄유출계수

Ci : i번째 토지이용도별 기초유출계수

Ai : i번째 토지이용도별 총면적

[표 5.7-18] 토지이용도별 기초유출계수의 표준값

표 면 형 태	유출계수	표 면 형 태	유출계수	비 고
지 붕	0.85~0.95	공 지	0.10~0.30	
도 로	0.80~0.90	잔디, 수목이 많은 공원	0.05~0.25	
기타 불투수면	0.75~0.85	경사가 완만한 산지	0.20~0.40	
수 면	1.00	경사가 급한 산지	0.40~0.60	

자료) 하수도 시설기준(2011, 환경부제정)

[표 5.7-19] 토지이용도별 총괄유출계수의 범위

토지이용		유출계수
상업지역	도심지역	0.70~0.95
	근린지역	0.50~0.70
주거지역	단독주택단지	0.30~0.50
	독립주택단지	0.40~0.60
	연립주택단지	0.60~0.75
	교외지역	0.25~0.40
	아파트	0.50~0.70
산업지역	산재지역	0.50~0.80
	밀집지역	0.60~0.90

자료) 하천설계기준(2009,건설교통부), 미국토목학회 ASCE(1992)

한편, 유출계수가 토지이용현황을 정확하게 반영할 수 있도록 상기 표의 유출계수표준값과 「상습침수해소를 위한 하수도시설기준 재검토(2002, 서울특별시)」의 용도별 기초유출계수를 기초로 하고 토지이용을 크게 도시화지역과 녹지 및 오픈스페이스지역으로 나누어 세부적으로 분류한 11개 항목에 대하여 유출계수를 제시하면 다음 표와 같다.

[표 5.7-20] 토지용도에 적용되는 기초유출계수 범위

토지이용		유출계수범위
교통시설지		0.80~0.90
상업업무시설지		0.70~0.95
공공용도지		0.65~0.75
주택지		0.50~0.75
주거·상업혼합지		0.70~0.95
공업지		0.60~0.90
경작지		0.10~0.25
나 지		0.30~0.40
도시부양시설	조경수목식재지	0.10~0.25
	시 가 화 지 역	0.60~0.75
녹지 및 오픈스페이스		0.50~0.75

자료) 상습침수해소를 위한 하수도시설기준 재검토(2002, 서울특별시)

유출계수는 대상지역에 내리는 모든 강우에 대하여 동일한 것으로 보며 어떤 확률강우에 대해서도 동일하게 본다. 또한 유역의 지질, 형상, 식생과 개발상황까지 고려하여 결정해야 하는데, 실질적으로 정확한 유출계수 산정은 어려움이 따르며 동시에 혼란을 유발한다. 따라서 본 계획에서는 각종 토지이용별 유출계수를 기초로 다음 〈표 5.7-21〉와 같이 결정하였다.

[표 5.7-21] 본 계획적용 유출계수

구 분	기 하수도정비기본계획(2007)	본 계획	비고
주거지역	0.60	0.65	
상업지역	0.80	0.80	
공업지역	0.65	0.75	
녹지 및 공원지역	0.35	0.35	
산지	0.35	0.40	

마. 유달시간

유달시간이란 유입시간과 유하시간의 합이며 유입시간이란 우수가 토지 또는 기타의 표면을 흘러서 처음으로 하수관거에 도달하기까지의 시간으로 해당 배수구역의 면적과 지표면의 기울기, 조도계수 등에 의해 변한다. 통상간선인 경우 5분, 지선인 경우 7~10분이 사용된다.

$$T = t_1 + t_2$$

$$= t_1 + \frac{L}{60 \cdot \alpha \cdot V}$$

여기서 T : 유달시간(분)

t₁ : 유입시간(분)

t₂ : 유하시간(분)

L : 관거연장(m)

V : Manning 공식에 의한 평균유속(m/s)

α : 보정계수

T : 유달시간(분)

1) 유입시간(t₁)

강우는 지붕, 정원 및 도로 등을 경유하여 하수관거로 유입된다.

통상 시가화 지역의 관로 유입시간은 관로거리, 주택 등의 밀집도, 도로형태, 포장, 식재, 지세 및 지질 등에 차이가 생기며 일본, 미국에서는 다음 표와 같은 수치를 경험적으로 사용하고 있다.

[표 5.7-22] 유입시간의 표준값

우리나라에서 일반적으로 사용되고 있는 유입시간		미 국 토 목 학 회		비 고
인구밀도가 큰 지역	5분	완전포장 및 하수도가 완비된 밀집지구	5분	
인구밀도가 적은 지역	10분			
간선오수관거	5분	비교적 경사도가 적은 발전지구	10~15분	
지선오수관거	7~10분			
평 균	7분	평지의 주택지구	20~30분	

자료) 하수도시설기준(2011, 환경부제정)

한편 유입시간을 이론적으로 산정하는 공식으로는 Kerby식이 있으며 다음과 같다.

$$t_1 = 1.44 \left(\frac{Ln}{S^{1/2}} \right)^{0.467}$$

여기서, t_1 : 유입시간(분), L : 지표면 거리(m)

S : 지표면의 평균경사(%), n : 조도계수와 유사한 지체계수

[표 5.7-23] Kerby식에서의 n 값

표 면 형 태	n	표 면 형 태	n
매끄러운 불투수표면	0.02	활엽수	0.50
매끄러운 나대지	0.10	초지 또는 잔디	0.40
경작지나 기복이 있는 나대지	0.20	침엽수, 깊은 표토층을 가진 활엽수림지대	0.80

자료) 수자원 관리 기법 개발 연구 조사 보고서(1991.12, 건설부)

본 계획에서는 시가화 지역에서의 표면수는 대부분이 지선관거로 유입되므로 지선 및 간선관거 유입시간을 7분으로 적용하였다.

[표 5.7-24] 본 계획적용 유입시간

구 분	공주시하수도정비기본계획변경 (2008. 10)	본 계획 적용치	비 고
유입시간	간선관거 : 7분 지선관거 : 7분	간선관거 : 7분 지선관거 : 7분	

2) 유하시간(t_2)

유하시간은 관거 구간마다의 거리와 계획유량에 대한 유속으로부터 구한 구간당 유하시간을 합계하여 구한다. 이를 위해서는 가상적인 관거의 배치와 크기가 필요하다.

이 배치와 크기는 평균 유속이 0.8~3.0m/s가 되도록 하며, 하류로 갈수록 경사는 완만하고 유속은 빠르며 소류력을 크게 할 수 있도록 배려하여 결정하되 몇 번이고 계산을 반복하여 계획관거를 결정한다.

그리고 관거내의 유수를 등류로서 계획유량에 대응한 유속에 의해 산정하는 것을 원칙으로 하나, 관거내의 유수(유량 및 수위 등)는 시간에 따라 변동하므로 계획유량에 대응한 유속보다 첨두유량의 이동속도를 사용하는 경우도 있다.

유하시간은 유입시간에 비해 비교적 정확히 추정할 수 있는 값으로 최장 관거연장을 관거의 평균유속으로 나눈 값을 사용하였으며 다음 식과 같다.

$$t_2 = \frac{L}{a \cdot V}$$

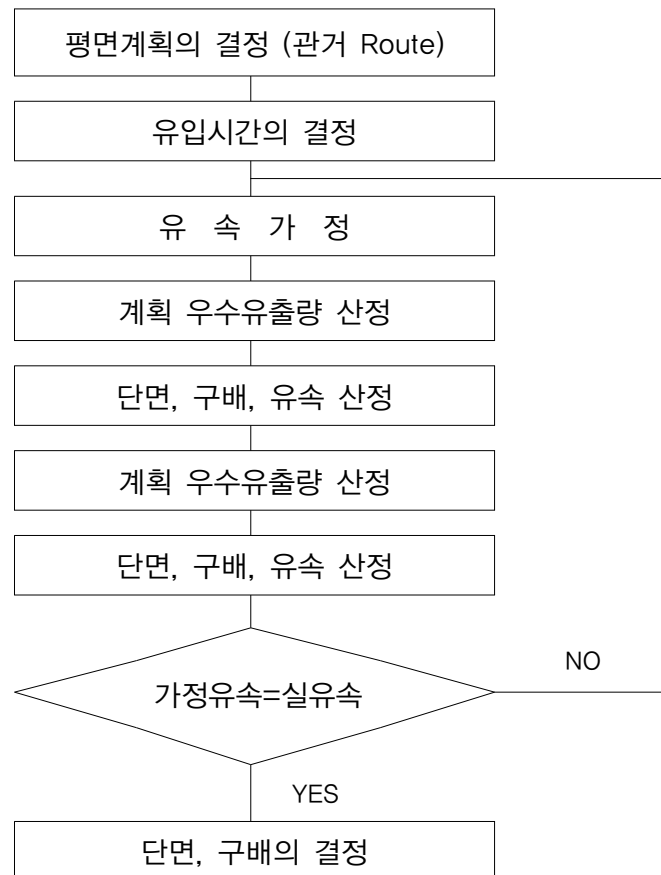
여기서 t_2 : 유하시간(분), V : Manning공식에 의한 평균유속(m/초)

L : 관거연장(m), a : 홍수의 이동속도에 대한 보정계수

[표 5.7-25] 보정계수

단 면 형 상	수 심 (%)	보정계수(a)	비 고
정 사 각 형	80	1.25	Manning식을 이용하며, Kleitz-Seddon의 이론식에서 횡유입이 없는 것으로 하여 수치계산을 할 것 (n=일정)
	50	1.33	
	20	1.48	
원 형	80	1.03	
	50	1.33	
	20	1.42	

3) 산정순서



〈그림 5.7-8〉 관거내 가정유속과 실유속 산정 공정도

5.7.3 우수관거계획의 내용

본 계획에서는 처리구역 신규편입 및 점진적인 분류식화를 추진하면서 우수관거를 신설하는 것으로 계획하였으며, 기존에 합류식관거나 우수관거가 설치되어 있는 지역은 기존 합류식관을 우수관으로 전환하여 사용하도록 계획하였다. 공주시의 경우 지속적인 하수관거 정비로 하수관거가 체계적으로 구성되어 있는 바 신규 택지개발 조성 및 도시침수 예방을 위한 하수도정비 시범사업을 대상으로 우수관로 신설계획을 수립하였다.

본 계획에서 수립한 단계별 우수관로 신설계획은 다음과 같다.

[표 5.7-26] 단계별 우수관거 신설계획

(단위 : m)

구 분		계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계		7,920	—	5,802	2,118	—	—	
공주 처리 구역	소계	1,075	—	778	297	—	—	
	북부	281	—	281	—	—	—	
	중부	398	—	398	—	—	—	
	서부	396	—	99	297	—	—	
	동부	—	—	—	—	—	—	
신관처리구역		422	—	126	296	—	—	
유구처리구역		3,543	—	2,017	1,526	—	—	
공암처리구역		1,653	—	1,653	—	—	—	
동학사처리구역		1,228	—	1,228	—	—	—	

5.7.4 오수관거계획의 수립

오수관거는 분류식 지역에서 발생하는 오수를 모아 공공하수처리시설에 유입시켜주는 역할을 해주며, 오수관거 계획은 도시개발계획, 하수처리시설 및 주요간선관로계획 등을 고려하여 계획하여야 할 것이다.

오수관거의 노선은 현지 지형, 지세를 고려한 분수계를 위주로 최대한 자연유하를 계획되 자연유하가 불가능한 지역은 펌프시설을 설치해야 하며, 또한 유지관리를 감안하여 굴곡은 최대한 피하고 지하매설물이 많은 도로는 선형을 이동시켜 시공이 가능하도록 배치계획을 수립하여야 한다.

따라서 본 계획에서는 오수관거계획을 수립하기 위하여 현지조사를 통하여 처리구역확장 계획에 따른 오수관거 미부설지역에 대한 조사를 실시하여 관거계획을 수립하였다.

5.7.5 오수관거계획의 내용

가. 오수간선관거계획

공주시 동지역의 발생하수를 처리하고 있는 공주하수처리장의 시설 및 차집관로(오수 간선관로)는 대부분 1995년 이후 계획된 시설로 공주시의 유입인구 증가와 택지개발 등의 계속된 주거환경 개선으로 하수처리시설은 증설을 거듭 해 왔고 차집관거(오수간선관로) 또한 처리구역 확장에 의해 계속 연장 되었다. 따라서 간선관거의 경우 용량부족으로 간선 관거에 통수능 부족구간 및 매설연도의 증가에 따라 대책이 필요한 실정이다.

이에 본 계획에서는 기존 차집관로(오수간선관로)에 대한 하수관망을 해석하고 분석결과에 의한 문제점을 처리구역별로 작성하여 기존하수관거에 문제점이 없을 경우 기존관거를 최대한 활용하도록 하되 부득이한 경우에만 신설계획을 수립하였다.

[표 5.7-27] 단계별 오수간선관거 신증설계획

(단위 : m)

처리구역	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총계	5,650	—	5,650	—	—		
유구	5,650	—	5,650	—	—		

나. 오수지선관거계획

공주시의 하수배제 방식은 추가되는 처리구역을 제외하고는 오·우수 분류화가 되었거나 사업 시행중에 있는 실정이다.

금회 하수도정비 계획상의 오수관거 계획은, 민원지역 및 처리구역의 추가지역을 종합적으로 검토, 기존 지형을 기준으로 관거계획을 수립하였으며, 기 매설 및 계획된 오수관거를 감안하여 상호 중복되지 않도록 계획하였다.

[표 5.7-28] 단계별 오수지선관거 신설계획

(단위 : m)

구 분		계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계		34,905	—	26,091	8,814	—	—	
공주 처리 구역	소계	2,149	—	1,556	593	—	—	
	북부	562	—	562	—	—	—	
	중부	796	—	796	—	—	—	
	서부	791	—	198	593	—	—	
	동부	—	—	—	—	—	—	
신관처리구역		4,800	—	4,208	592	—	—	
유구처리구역		13,064	—	5,435	7,629	—	—	
공암처리구역		8,751	—	8,751	—	—	—	
동학사처리구역		6,141	—	6,141	—	—	—	

다. 오수관거계획

공주시의 오수간선, 지선관거 신설계획에 대한 현황은 다음과 같다.

[표 5.7-29] 단계별 오수관거 신설계획

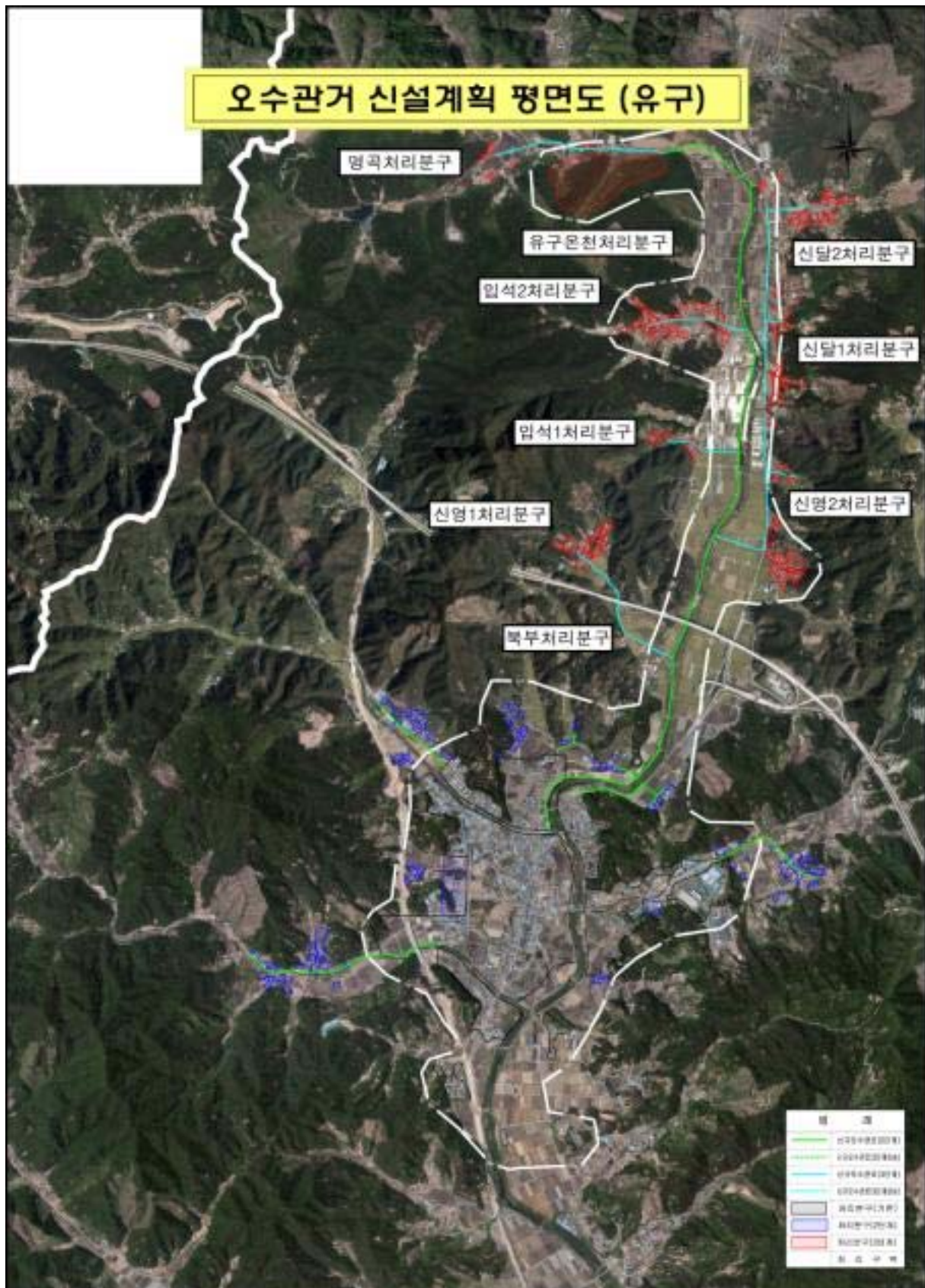
(단위 : m)

구 분		계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계		40,555	—	31,741	8,814	—	—	
공주 처리 구역	소계	2,149	—	1,556	593	—	—	
	북부	562	—	562	—	—	—	
	중부	796	—	796	—	—	—	
	서부	791	—	198	593	—	—	
	동부	—	—	—	—	—	—	
신관처리구역		4,800	—	4,208	592	—	—	
유구처리구역		18,714	—	11,085	7,629	—	—	
공암처리구역		8,751	—	8,751	—	—	—	
동학사처리구역		6,141	—	6,141	—	—	—	

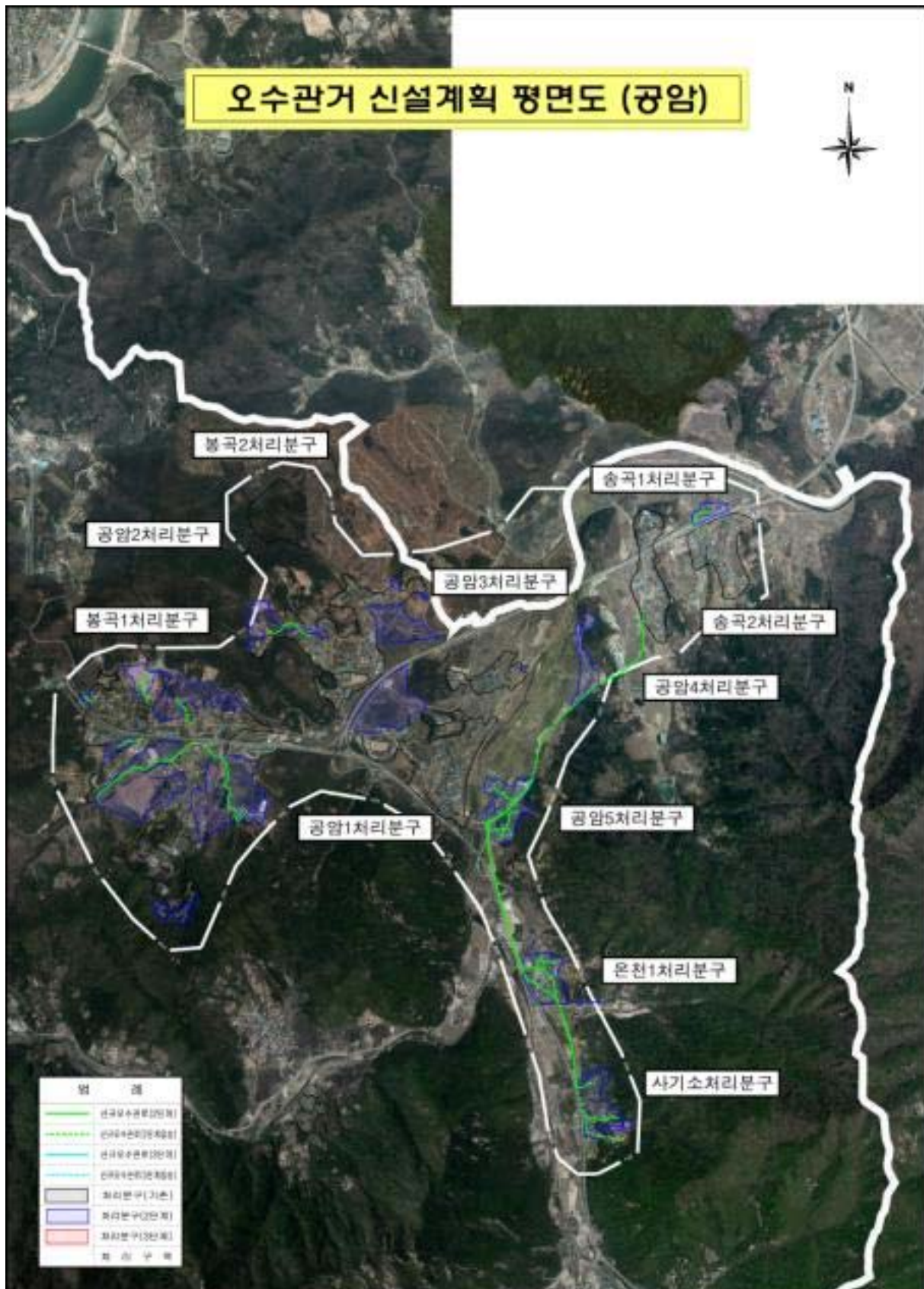
〈그림 5.7-9〉 오수관거 신설계획 평면도(동지역)



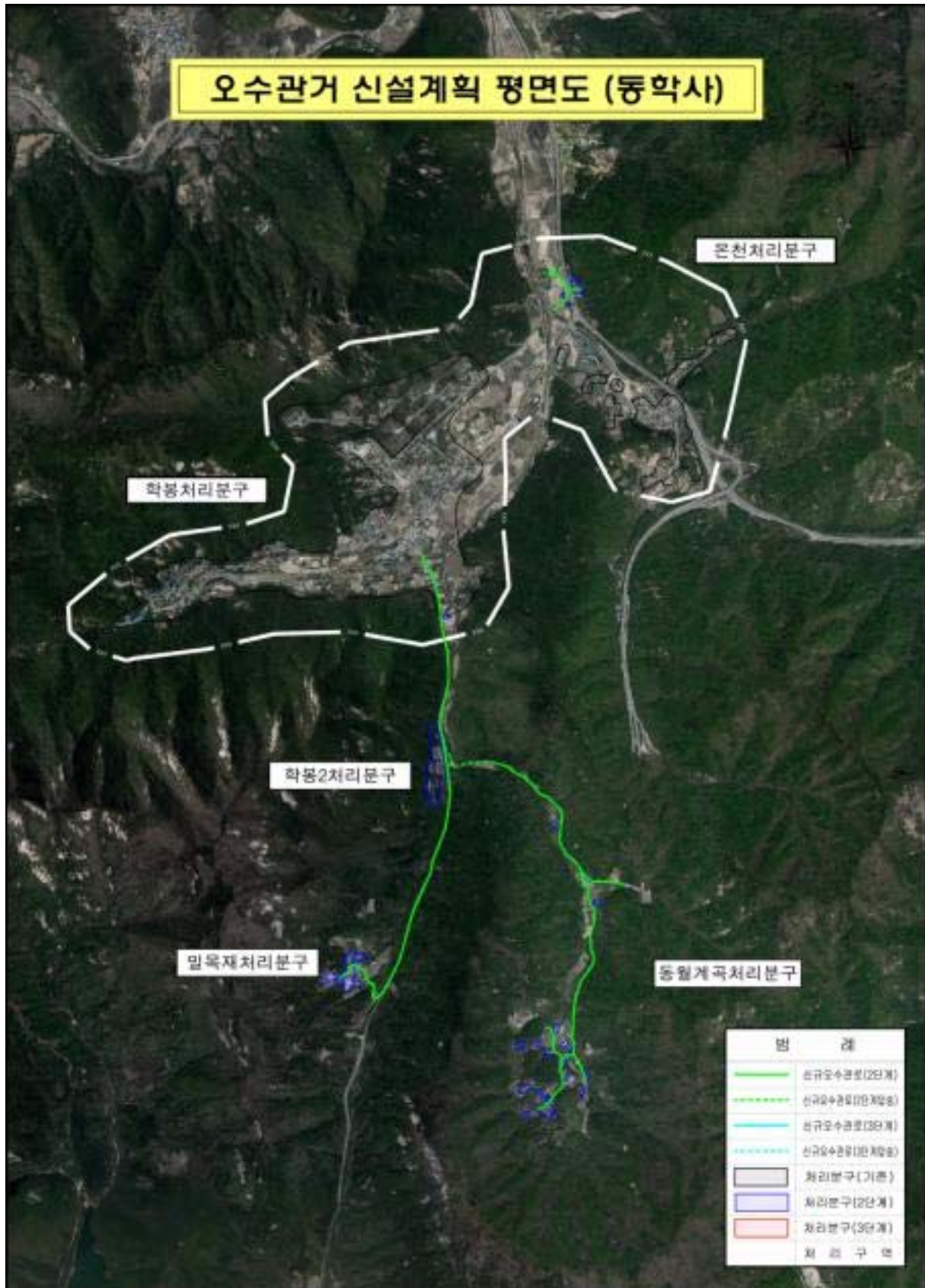
〈그림 5.7-10〉 오수관거 신설계획 평면도(유구)



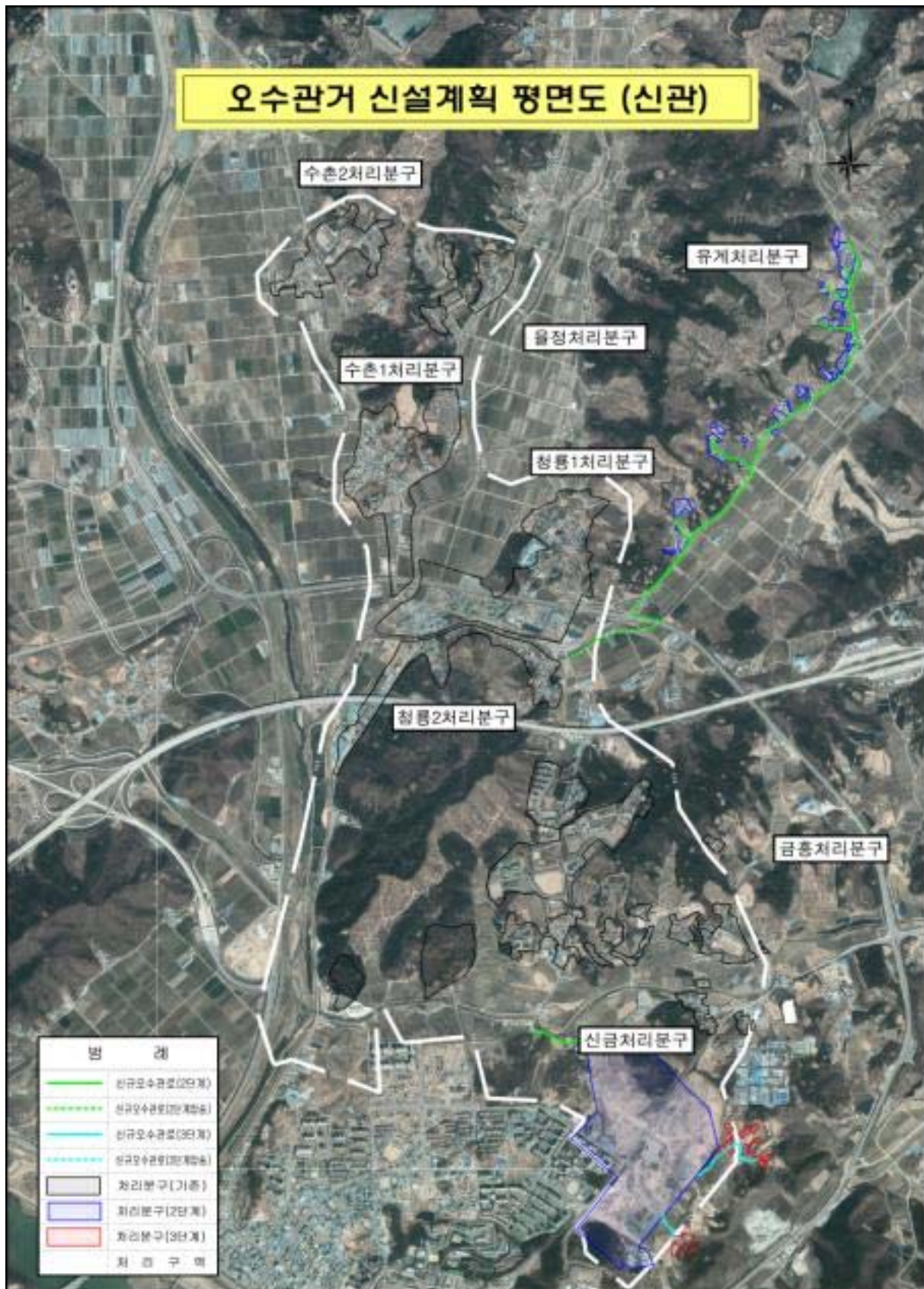
〈그림 5.7-11〉 오수관거 신설계획 평면도(공암)



〈그림 5.7-12〉 오수관거 신설계획 평면도(동학사)



〈그림 5.7-13〉 오수관거 신설계획 평면도(신관)



5.8 펌프장 계획

하수관거는 일반적으로 자연유하에 의해 하수를 이송하므로 지형적인 조건에 의해 제약을 받게 된다. 그러나 지형적인 여건에 의하여 오수를 자연유하에 의해 유하시키기 곤란한 경우, 관거의 매설깊이가 현저히 깊어져 우수를 공공수역으로 자연방류 시키기가 곤란한 경우 또는 처리장에서 자연유하에 의하여 처리할 수 없는 경우에는 펌프시설을 설치하여 자연유하가 가능한 지점까지 하수를 압송하여야 한다.

또한 압송관로의 경우 현재 운영에는 문제가 없더라도 펌프 및 관로 등의 사고발생에 신속한 대처가 가능하여야 한다. 맨홀펌프장의 경우 하수량이 적고 대부분 이송거리가 짧아 사고 발생 시에도 하수준설 및 이송차량을 이용하거나 이동식 펌프를 이용하여 인근 오수맨홀로 임시 압송하는 등의 대처가 가능하다. 그러나 하수량이 많은 오수중계펌프장의 경우에는 예비펌프의 구비와 병렬관로 설치 등의 적절한 대처가 필요하다.

공주시는 현재 24개소의 오수펌프장이 설치되어 운영 중에 있으며, 본 계획에서는 기존의 중계펌프장 시설을 검토하고 기본계획의 변경에 의하여 처리구역의 확대, 하수배제방식의 변경, 차집방법 변경 등 전체적인 오수처리 체계 조정에 따른 중계펌프장 계획을 수립하고자 한다.

5.8.1 오수 중계펌프장 계획

가. 오수중계펌프장 현황

공주시의 하수처리 구역내 대부분의 하수는 자연유하에 의한 오수 차집이 가능하나 일부 지역은 지형 여건상 자연유하가 불가능하여 오수중계펌프장 시설을 설치하여 처리시설로 펌핑(Pumping)하고 있다.

현재 운영 중인 신관처리구역 금흥1, 금흥3 맨홀펌프장은 주변 식당 및 공주원로원, 공주정보고등학교, 장기농공단지에서 피크타임(Pick Time)시 오수량 증가로 Over flow가 발생하고 있으므로 조속한 개선이 필요하다

전체 오수중계펌프장은 5개소, 오수맨홀펌프장은 20개소이며 오수 중계·맨홀펌프장의 개요 및 펌프용량은 다음과 같다.

[표 5.8-1] 오수중계펌프장 시설현황

처리 구역	펌프장명	위치	펌프대수(대)		펌프용량 규격	비고
			가동	예비		
동지역	신관	신관동 477-2번지	3	1	7m ³ /min*38mH	중계펌프장
	옥룡	옥룡동 4-5번지	3	1	7m ³ /min*38mH	중계펌프장
	신금	금흥동 443-3번지	2	1	1.1m ² /min*15Kw	중계펌프장
신관	월송	금흥동 180	3	1	1.8m ³ /분×28mH	중계펌프장
	의당	의당면 청룡리 717-4	2	1	1.6m ³ /분×12mH	중계펌프장

[표 5.8-2] 맨홀펌프장 시설현황

처리 구역	펌프장명	위치	펌프대수(대)		펌프용량 규격	비고
			가동	예비		
동지역	시목	신관동 636	2	1	0.6m ³ /min*25mH	맨홀펌프장
	시어	웅진동 137번지	1	1	0.3m ³ /min*15mH	맨홀펌프장
	신관1	신관동 616번지	1	1	0.9m ³ /min*5.5kw	맨홀펌프장
	신관2	신관동 179-3번지	1	1	0.3m ³ /min*2.2kw	맨홀펌프장
	금성1	금성동 199-3번지	1	1	0.3m ³ /min*3.7kw	맨홀펌프장
	금성2	산성동 196-6번지	1	1	0.3m ³ /min*2.2kw	맨홀펌프장
	금성3	금성동 48-6	1	1	0.6m ³ /min*7.5kw	맨홀펌프장
신관	금흥1	금흥동 171	1	1	0.2m ³ /분×12mH	맨홀펌프장
	금흥2	금흥동 153	1	1	0.2m ³ /분×9mH	맨홀펌프장
	금흥3	금흥동 11-4	1	1	0.2m ³ /분×10mH	맨홀펌프장
	율정	의당면 율정리 248-2	1	1	0.2m ³ /분×9mH	맨홀펌프장
	수촌1	수촌리 394	1	1	0.6m ³ /분×16mH	맨홀펌프장
	수촌2	수촌리 876-1	1	1	0.2m ³ /분×21mH	맨홀펌프장
	수촌3	수촌리 533-1	1	1	0.3m ³ /분×11mH	맨홀펌프장
	청룡1	의당면 청룡리 722-1	1	1	0.1m ³ /분×10mH	맨홀펌프장
	청룡2	의당면 청룡리 661-1	1	1	0.3m ³ /분×12mH	맨홀펌프장
	청룡3	의당면 전의로 13	1	1	0.3m ³ /분×14mH	맨홀펌프장
공암	송곡1	반포면 송곡1리	1	1	0.30m ³ /min×14mH	맨홀펌프장
	송곡2	반포면 송곡1리	1	1	0.30m ³ /min×21mH	맨홀펌프장
동학사	학봉	동학사 4-Line	1	1	0.8m ³ /min×32mH	맨홀펌프장

나. 오수중계펌프장 계획

1) 설계기준

가) 계획 하수량

펌프장시설의 계획하수량은 다음과 같이 결정한다.

- 분류식에서 계획하수량은 계획시간최대오수량으로 한다.
- 분류식에서 맨홀 및 오수받이 등으로부터 우수의 침입을 피할 수 없는 경우의 펌프용량은 계획하수량에 여유를 고려하여 결정한다.

나) 펌프장 계획

오수펌프시설의 계획은 다음 사항을 고려하여 정한다.

- 오수펌프시설의 위치는 낮은 장소로부터 높은 장소로 양수할 수 있는 곳에 위치하도록 한다.
- 시가지 밀집지역에 설치하는 경우에는 악취방지, 소음방지, 침사 및 스크린찌꺼기의 처분에 대하여 충분히 고려한다.
- 펌프시설은 장기적인 계획에 따라 설치되어야 하며, 경제적이고 합리적인 계획이 되도록 한다.
- 펌프장의 시설은 간단하게 하는 동시에 유지관리가 쉬운 시설로 한다.
- 펌프의 형식은 그 규모 등에 의해 간이형 및 맨홀 형식으로 한다.

다) 펌프장의 구조

펌프장의 구조는 다음 사항을 고려하여 결정한다.

- 펌프장의 형식은 계획오수량, 유입관의 깊이, 펌프의 설비대수, 전처리 설비 등에 의해 결정된다.
- 시설의 구조는 기기의 00하중을 포함하는 전하중 및 토압, 수압에 대해서 안전하고 수밀성 및 내구성을 갖도록 한다.
- 기자재, 배관 등은 내부식성이 우수한 재질로 한다.
- 전동기 및 전기설비는 침수에 대하여 고려하여야 한다.
- 간이형 펌프장에 대해서는 필요에 따라 측관 등을 고려한다.

라) 펌프규격 결정

펌프규격 결정은 다음 <표 5.8-3~ 5.8-4>의 내용을 고려하여 결정하여야 한다.

[표 5.8-3] 펌프규격 결정

구 분	규 격	비 고
펌프 구경	$D = 146 \left(\frac{Q}{V} \right)^{1/2}$	D : 펌프의 흡입구경(mm) Q : 펌프의 토출량(m ³ /분) V : 흡입구의 유속(m/초) 단, 흡입구의 유속은 펌프의 회전수 및 흡입실양정 등을 고려하여 1.5~3.0m/초를 표준으로 한다.
총양정	$H = h_a + h_{pv} + h_o$	H : 총양정(m) h _a : 실제양정(m) h _{pv} : 흡입 및 토출관의 손실수두의 합(m) h _o : 토출관 말단의 잔류속도수두(m)
축동력	$P_s = \frac{Q \times \rho \times g \times H}{\eta} \times \frac{1}{1,000}$	P _s : 펌프의 축동력(kW) Q : 펌프의 토출량(m ³ /초) ρ : 양정하는 물의 단위질량(kg/m ³) (단, 하수의 경우는 1,000kg/m ³) g : 중력가속도(9.8m/s ²) H : 펌프의 총양정(m) η : 펌프의 효율
원동기 출력	$P = \frac{P_s(1 + \alpha)}{\eta_b}$	P : 원동기 출력(kW) P _s : 펌프의 축동력(kW) α : 여유율 η _b : 전달효율(직결의 경우 1.0)

[표 5.8-4] 원동기의 여유율(α)

구 분	전 동 기		내연기관		비 고
	A의 경우	B의 경우	A의 경우	B의 경우	
원 심 펌 프	0.10	0.15	0.15	0.20	
사 류 펌 프	0.15	0.20	0.25	0.30	
축 류 펌 프	0.20	0.25	0.30	0.35	

주) A의 경우는 양정의 변화가 비교적 적은 경우(규정양정보다 원심펌프에서는 20% 정도까지 낮게 될 때, 축류펌프에서는 높게 될 때), B의 경우는 양정의 변동이 비교적 많은 경우(A이외의 경우)

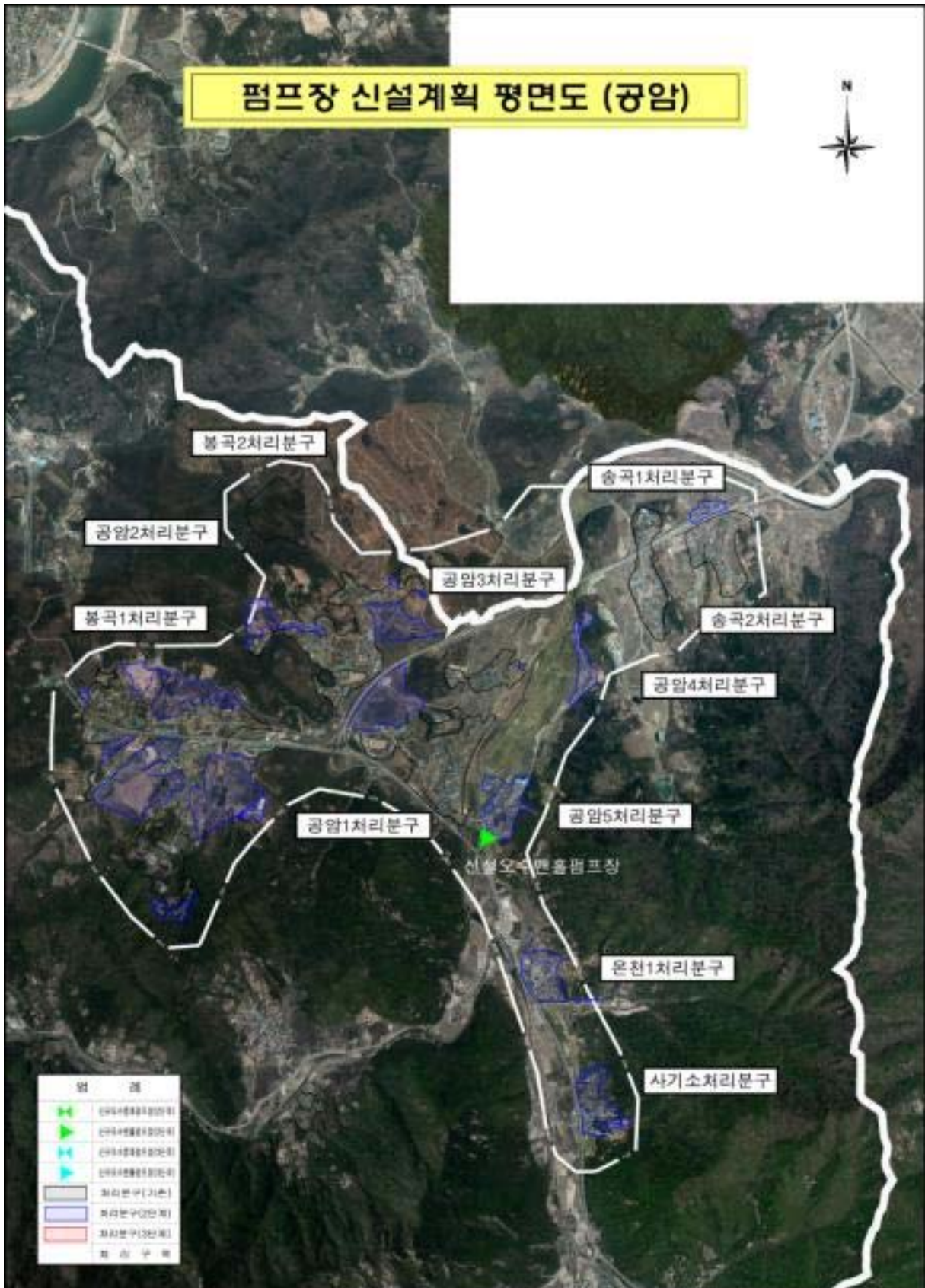
1) 신설 오수중계·맨홀펌프장 계획

신설 오수중계펌프장은 총 3개소로 공암처리구역 1개소, 동학사처리구역 1개소, 신관처리구역 1개소를 신설 계획하였으며, 하수관거 정비 단계별 목표연도에 따라 시설 계획을 수립하였다. 각 신설 오수 중계·맨홀펌프장의 시설개요 및 위치는 다음과 같으며 처리구역 확장에 따른 소규모중계펌프장 형태이다.

[표 5.8-5] 오수중계펌프장 계획

구분	하수처리 시설	처리분구	계획하수량 (m ³ /일)	펌프규격	시설 계획	비 고
맨홀 펌프장	공암	공암5	347	φ80mm×0.241m ³ /min×9mH	2(1)	2단계
	동학사	동월계곡	321	φ80mm×0.223m ³ /min×18mH	2(1)	2단계
	신관	유계	69	φ80mm×0.048m ³ /min×6mH	2(1)	2단계

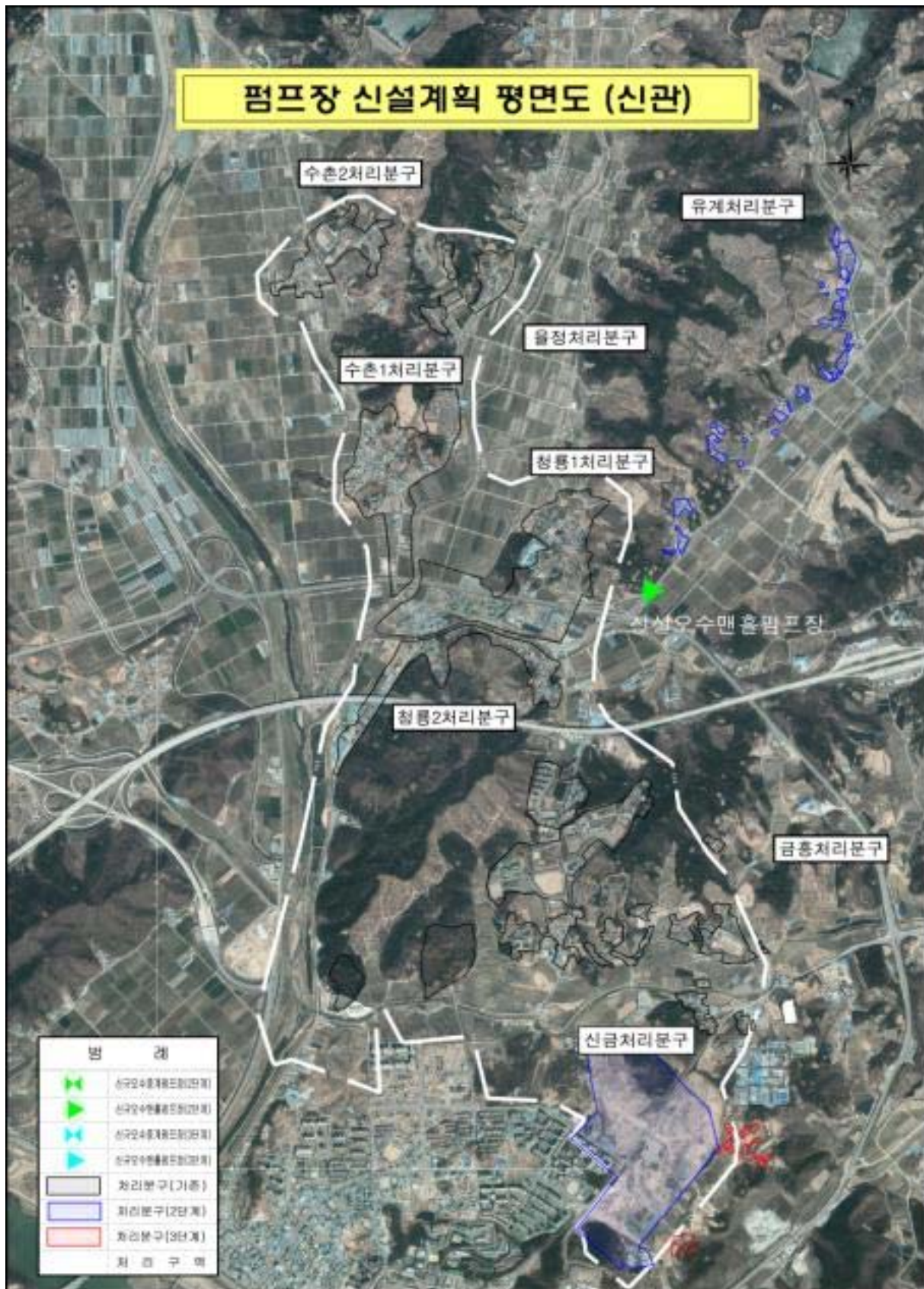
〈그림 5.8-1〉 신설 오수 중계·맨홀펌프장 위치도(공암)



〈그림 5.8-2〉 신설 오수 중계·맨홀펌프장 위치도(동학사)



〈그림 5.8-3〉 신설 오수 중계·맨홀펌프장 위치도(신관)



5.8.2 빗물펌프장 계획

가. 침수 대책방안

1) 단기대책

홍수예방을 위해서는 장기적인 안목에서 대책을 세워야 하나 비교적 단기적인 대책은 침수취약지구나 저지대에 소규모 배수펌프장을 설치하거나 하수관로의 신설, 확장 등을 통하여 홍수의 유출을 원활히 하고 홍수취약지역의 홍보와 교육 등을 통한 사전 예방대책과 재해 발생 시는 응급 및 복구대책을 수립하여 피해를 최소한으로 줄이도록 긴급조치를 하는 것이다. 특히 저지대의 경우에는 침수에 피해를 입기 쉽고 대부분의 배수를 배수펌프에 의존하므로 저지대는 우선적으로 적극적인 홍수방지책을 강구하고 연차적으로 수방시설을 확충 또는 보완하여야 한다.

[표 5.8-6] 침수대책방안 단기대책

구 분	내 용	비 고
유수지 및 배수펌프장의 신설 및 개량	유수지의 용량과 배수펌프장의 균형적인 분담을 고려하여 용량을 확장하거나, 유수지 배수구역을 분할하여 새 유수지와 배수펌프장을 신설하도록 한다. 이러한 경우에는 경제성 조사를 하여 용량확장과 신설하는 경우와의 최적성을 고려해야 하며, 소구역의 저지대에는 소규모 펌프장을 설치하도록 한다.	
집수시설의 보완	주차장, 도로포장등을 포함한 급격한 도시화로 유수의 유출율이 증대되었으나 노면의 배수가 미비하므로 유수의 집수정, 집수지등의 집수시설을 보완 또는 증설한다.	
지하수 유입정의 개발검토	지하수위가 낮은 지역에는 자연적 혹은 인공적으로 호우의 지하수로의 유입을 유도한다. 이러한 지역은 지하수위가 충분히 깊어야 하고 지표면은 적합한 투수성을 가져야 한다.	
배수시설의 보완	도시발전에 따른 배수능력을 고려하여 배수관로, 배수구, 배수문의 위치 및 용량등을 검토하여 필요시에는 신설하거나 보완한다.	
토사, 쓰레기등의 하수구 및 배수구로의 유입방지	거리의 청소, 하수도 준설 등으로 홍수시에 토사나 쓰레기등 의 유입에 의한 유수의 소통을 막는 일이 없도록 한다. 하수구 및 배수구에는 다양한 크기와 스크린을 설치하여 쓰레기를 제거하도록 하고 정기적으로 보수관리를 하고, 특히 호우뒤에는 반드시 청소 및 보수를 하도록 한다.	
홍수취약지역의 홍보와 교육	홍수예상지역도등을 통한 방재의식을 고취하고 비상시에 쉽게 대처할 수 있도록 홍보하고 교육한다.	

2) 장기대책

장기적인 대책은 단기적인 대책과 복합적으로 연계를 시키고 경제성 사회성 등을 고려하여 지역여건에 맞는 대책을 강구하여 최대의 효과를 거둘 수 있으며 장기적으로 고려할 수 있는 대책은 다음과 같다.

[표 5.8-7] 침수대처방안 장기대책

구 분	내 용	비고
수문자료의 추가관측 및 재검토	설계빈도이상의 장시간 지속된 여러차례의 집중호우로 설계강우와 도시화에 따른 유출계수등의 재조정이 필요하며, 지역적 수문상황을 알기 위해서 더 많은 우량계를 증설하고 자기우량계로 대처하도록 한다.	
하천정비 및 개수	대소하천의 정비 및 개수를 통하여 외수의 역류방지 및 유수의 소통을 쉽게 하는 것으로서 제방축조, 통수단면적의 증대, 하상준설, 수문의 신설 및 개수등을 들 수 있으며, 우수지역의 하천 개수 규모는 상류, 하류구간 모두 같은 강우규모의 하천개수를 하도록 한다.	
침투성 도로 및 주차장	도로 및 주차장의 침투성 포장은 우수의 침투를 증가시키나 지하수로의 유입을 위해서는 그 지역의 지하수위가 비교적 낮아야 하므로 지역외 여건에 따라서 고려해야 한다.	
우수저류시설의 이용	도시유역내에 내린 강수등이 우수거나 하천으로 유입하기전에 물을 일시적으로 저류시켜 하천의 홍수유량의 증대를 억제하는 방법이다. 일반적으로 도시지역에는 우수저류를 위한 적지가 부족하고 지가상승등으로 대량용지를 구하기도 어려우므로 기존 시가지의 공원, 광장, 운동장, 주차장등의 공간을 활용하여 우수를 저류하거나 기존 혹은 신설 아파트단지의 동 사이의 평지를 일부 낮게 하여 홍수시에는 우수저류지로 이용하고 평상시에는 주차장 혹은 녹지로 이용한다. 그 밖의 방법으로는 지붕저류, 건물의 옥상저류 혹은 각 가옥별 저류수조를 들 수 있으나 옥상저류는 설계하중의 증가로 비경제적일 수도 있다.	
토지이용과 규제	침수예상지역이나 저지대의 토지이용을 규제하거나 주거밀집지역이나 불량지역은 재개발을 유도하고, 미개발 및 재개발지역은 성토후에 택지를 조성한다. 특히 미개발이나 신규개발지역은 성토등으로 본래의 우수 및 보수기능이 감소될 수 있으므로, 이를 방지하기 위해서는 암거배수를 유도하는 등의 충분한 대책을 세워야 한다.	
수방시설의 전산자동화	수방시설의 과학화를 위하여 모든 수방시설을 전산자동화로 일련된 시스템화 하므로써, 중앙통제소에서 직접 조작운영 할 수 있도록 하여 비상시에는 조기 예경보와 정확한 상황판단으로 즉각 대처할 수 있도록 한다.	
수방전담부서의 신설	관련부서간의 도시계획, 지역개발계획, 용배수계획등 수방계획에 관련된 모든 사업계획에 대하여 정보를 수집하는 기관을 설치하여 모든 계획은 이 기관과 사전에 협의하여 시행하도록 한다.	

가. 기존시설현황

현재 공주시의 침수방지를 위한 빗물펌프장은 총 18개소가 있으며, 한국농어촌공사에서 관할하는 것이 14개소, 공주시에서 관할하는 것이 4개소가 운영되고 있으며, 그 현황은 다음과 같다.

[표 5.8-8] 빗물펌프장 시설현황

시 설 명	위 치	사용 용도	집수면적 (ha)	배재량 (㎥/분)	시설규모/규격	관리주체
14개소						3개 기관
금성	공주시 금성동 204	도시용	30	32.5	150HP×1대 250HP×2대	수도과
만수	이인면 만수리 산19	농업용	70	168.0	200HP×3대	건설과
목천	우성면 목천리 451	농업용	115	1368.0	300HP×3대	건설과
수촌	의당면 수촌리 707	농업용	72	414.0	125HP×2대	건설과
소학1	공주시 소학동 100	농업용	32	696.0	150HP×2대	건설과
소학2	공주시 소학동 368-2	농업용	133	880.0	125HP×2대	농어촌공사 공주시사
대성1	우성면 대성리 123-2	농업용	133	324.0	200HP×2대	농어촌공사 공주시사
대성2	우성면 대성리 산 117	농업용	42	55.8	50HP×2대	농어촌공사 공주시사
보흥	우성면 보흥리 894	농업용	26	324.0	150HP×2대	농어촌공사 공주시사
상서	우성면 상서리 551-7	농업용	122	1296.0	200HP×2대 50HP×2대	농어촌공사 공주시사
쌍신	공주시 쌍신동 273-1	농업용	89	69.0	200HP×3대	농어촌공사 공주시사
어천	우성면 어천리 152-2	농업용	29	180.0	75HP×1대	농어촌공사 공주시사
덕지	탄천면 덕지리 126-6	농업용	75	314.4	150HP×2대 15HP×1대	농어촌공사 공주시사
장마루	탄천면 장선리 650	농업용	28	60.0	30HP×2대	농어촌공사 공주시사
건동	탄천면 건동리 355-4	농업용	250	399.6	248HP×2대 60HP×1대	농어촌공사 공주시사
분강	탄천면 분강리 164	농업용	205	372.0	300HP×2대 50HP×1대	농어촌공사 공주시사
대학	탄천면 대학리 181-5	농업용	69	138.0	175HP×2대 25HP×1대	농어촌공사 공주시사
옥성	우성면 옥성리 49	농업용	105	126.0	175HP×2대 25HP×1대	농어촌공사 공주시사

주) 공주시, 재난관리과, 건설과, 하국농어촌공사 공주시사

나. 빗물펌프장 계획

공주시에서 최근 수립한 “공주시 풍수해저감종합계획(2011)”에서 현재 펌프규모가 농경지침수 같은 내수피해를 예방하는데 충분한지를 검토하기 위해 각 빗물펌프장의 현황조사 및 유역면적, 우수지용량, 홍수량 등을 산정하여 내수피해를 예방하기 위한 빗물펌프장 증설규모를 검토하였다. 공주시는 대부분의 빗물펌프장이 농어촌공사 관할로 인하여 중계펌프장 계획은 배제하였다.

5.9 하수저류 및 우수침투시설 계획

5.9.1 개요

하수저류 및 우수침투시설 등 우수유출 저감시설은 초기우수에 포함된 오염물질 유출저감과 도시 내수침수방지, 물 재이용을 위한 하수의 일시적 저장 등을 위한 시설이며, 설치 목적에 따라 도시현황과 지역특성 및 오염물질 저감대책, 종합적 치수대책, 단계별 하수관거정비계획 및 자연재해 방재계획, 저류수 재이용계획 등을 종합적으로 고려하여 설치위치와 시설규모를 계획하여야 한다.

이에, 본 계획에서는 우수유출 저감시설에 대하여 일반적인 내용과 함께 공주시의 유역특성에 맞는 유출억제 방안을 강구하고자 한다.

5.9.2 하수저류시설 현황

공주시는 하수도법상의 하수저류시설은 없는 것으로 조사되었고, 시범사업으로 정안면 빗물저금통이 2012년에 준공되어 정안면사무소의 지붕에서 집수한 빗물을 조경용수 및 연못유지용수로 활용되고 있다.

[표 5.9-1] 우수유출저감시설 현황

위치	지붕면적 (㎡)	집수면적 (㎡)	빗물저수량 (㎡)	초기우수 처리량 (㎡)	비고
정안중앙길 157	959.23	100.00	5.40	0.86	

5.9.3 우수유출 저감시설 설치방안

가. 우수유출 저감시설 설치근거

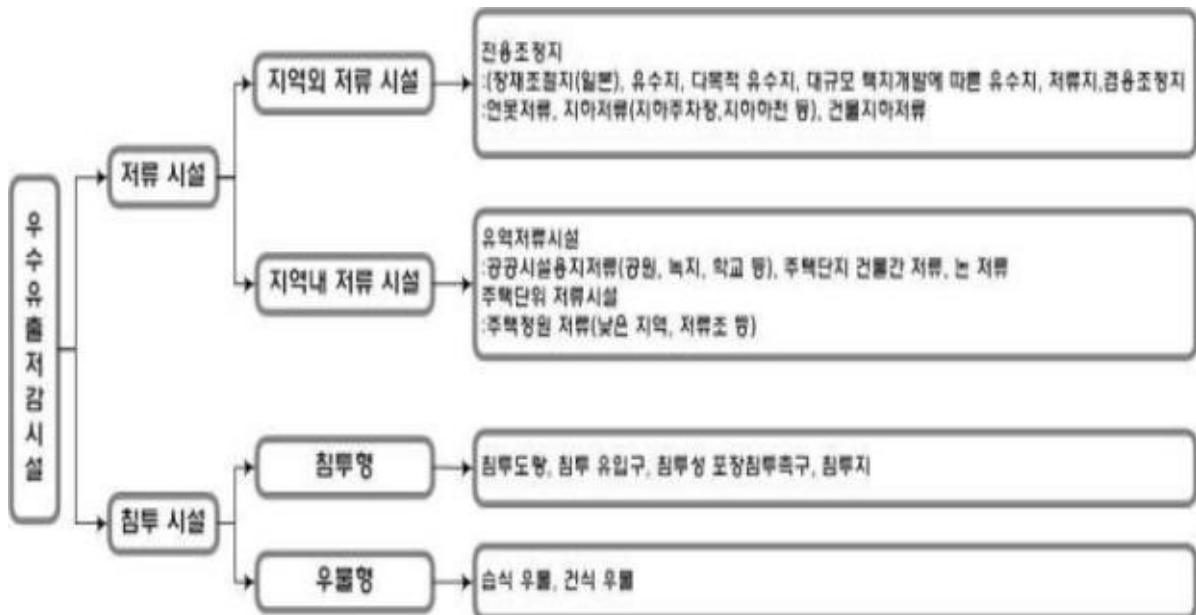
우수유출저감시설이 거론되기 시작한 것은 1999년 정부의 수해방지대책기획단의 수해방지종합대책이 확정된 이후 이를 추진하면서 각종 법령, 규칙 및 기준에 명시되었다.

우수유출저감시설의 설치근거와 관련되는 법령은 건설교통부 소관의 도시개발업무지침, 도시계획시설결정·구조 및 설치기준에 관한규칙, 택지개발업무처리지침, 준도시지역 시설용지지구개발계획수립기준, 자연재해대책법, 하천설계기준이 있으며, 환경부 소관인 하수도시설기준 등이 포함되어 있다.

나. 우수유출 저감시설 설치대상지역 및 분류

우수유출 저감시설 설치대상지역은 대규모 택지개발지역, 인구가 집중하고 도시화가 진전되어 앞으로 우수유출량의 증대가 예상되는 지역, 상습적으로 침수피해를 받는 지역, 특히 도시지역에서 하천개수나 새로운 수로를 구축하는 것이 시공상 및 재정상 어려움이 있는 지역을 그 대상으로 한다.

우수유출 저감시설은 아래의 표에서 보는 바와 같이 크게 저류형과 침투형 시설로 분류된다.



〈그림 5.9-1〉 우수유출 저감시설 분류표

다. 우수유출 저감시설의 종류

1) 우수 저류시설

가) 지구외 저류시설(Off-Site)

지구외 저류시설은 강우시 유출되는 우수를 임의 유역지점에 집수·저류하고 저감시키는 시설물로, 우수를 저류할 수 있는 지상 및 지하공간을 확보할 수 있는 지점을 대상으로 아래의 사항을 고려하여 위치를 선정하고 시설계획을 수립한다.

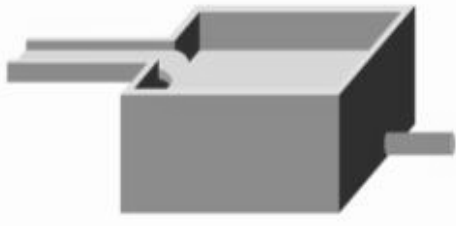
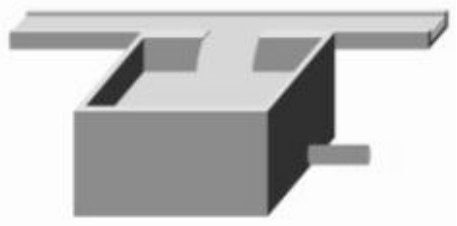
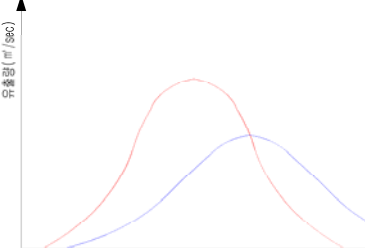
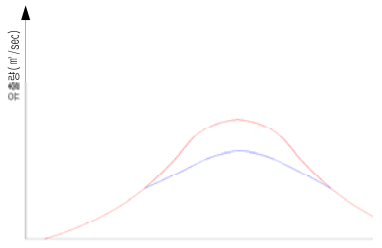
[표 5.9-2] 지구외 저류시설 계획시 고려사항

단 계	고 려 사 항
계 획 수립시	• 적절한 홍수조절로 하류부 침수방지 • 방류하천의 홍수량 저감효과 • 주변환경과 조화로운 계획수립 • 경제적인 계획수립 • 저류조 다목적 활용방안 검토(우수이용, 주차장 등)
시 설 계획시	• 수문개폐 등 인위적인 조작을 최소화 • 연속되는 호우에 대처하기 위한 신속한 저류수의 배제 • 상시 우오수의 처리 • 확률년수 이상의 홍수에 대한 대처

지구외 저류시설의 계획규모 설정은 우선 대상빈도를 설정하고, 목표조절율을 설정하여 저류시설의 규모를 결정하되 여유고를 확보하여 확률년수 이상의 홍수에 대해서도 안정성을 확보하여야 하며, 이렇게 설정된 계획규모에 대해 현지 설치여건상 규모의 조정이 필요할 경우 목표조절율을 변경하여 상기의 과정을 통해 규모를 재산정하게 된다.

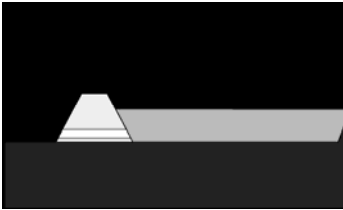
지구외 저류시설을 저류방식에 따라 분류하면 다음의 표와 같다. On-line방식은 하도내 저류시설을 설치하는 방식으로 모든 빈도의 홍수에 대해 첨두홍수의 저감 및 첨두발생시간의 지체가 가능하나 Off-line에 비해 상대적으로 큰 설치규모가 요구된다. 반면 Off-line방식은 하도와 분리하여 저류시설을 설치하는 방식으로 On-line에 비해 동일 첨두저감효과시 상대적으로 설치규모가 작아 경제적이거나 저빈도의 홍수에 대해서는 저감효과가 미흡한 단점이 있다.

[표 5.9-3] 지구외 저류시설의 저류방식에 따른 분류

구 분	On-line 저류방식	Off-line 저류방식
특 성	- 하도내 저류시설 설치 - 모든빈도에 대해 유출저감 가능 - 첨두홍수량 감소 및 첨두발생시간 지체 - off-line에 비해 상대적으로 큰 설치규모	- 하도외 저류시설 설치 - on-line에 비해 상대적으로 적은 규모 - 첨두홍수량 감소 - 저빈도의 홍수에 대해 저감효과 미흡
모 식 도		
유출저감 효 과 그 래 프		

지구외 저류시설을 구조형식에 따라 분류하면 다음 표와 같이 댐식, 굴착식, 지하식으로 분류할 수 있다.

[표 5.9-4] 지구외 저류시설의 구조형식에 따른 분류

댐 식	굴착식	지하식
		

나) 지구내 저류시설(On-Site)

지구내 저류는 빗물의 이동을 최소한으로 억제하여 강우를 내린 장소에서 저류하여 빗물유출을 억제하는 방식으로 주요 설치대상지는 학교 운동장, 공원녹지, 주차장, 주택단지 등이며 설치시 다음 표와 같은 사항을 고려하여 설치해야 한다.

[표 5.9-5] 지구내 저류시설 계획시 주요 고려사항

설치위치	고 려 사 항
학교의 운동장	• 아동·학생에 대한 안전 • 교육활동, 학교시설, 피난계획, 식생, 위생적 측면
공원녹지	• 유아·아동에 대한 안전
주 차 장	• 자동차 브레이크드럼의 침수 가능성
주택단지	• 긴급차량의 출입 • 건물의 보호 및 유지관리 • 유아에 대한 안전
기 타	• 레저용지, 운동공원, 행정관리시설용지 등

지구내 저류시설의 계획규모 설정은 각 토지이용 목적과, 제약조건, 이용자의 안전성을 고려해서 다음의 표를 참고하여 결정하여야 한다.

[표 5.9-6] 지구내 저류시설 계획규모 결정

토지이용	저류장소	저류기능 면적율(%)	저류한계수심 (m)	저류가능용량 (m ³ /ha)
주택단지	건물 사이 공간의 녹지	40	0.3	1,200
주 차 장	주차공간	84	0.1	840
초등학교	옥외운동장	33	0.3	990
중 학 교	옥외운동장	32	0.3	960
고등학교	옥외운동장	28	0.3(0.5)	840(1,400)
어린이공원	인공산등을 제외한 광장	60	0.2	1,200
근린·도시자연공원	운동시설용지광장 등	40	0.3(0.5)	1,200(2,000)

자료) 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)

주) 괄호() : 고등학교, 근린·소규모공원의 경우 안전대책을 고려하여 저류수심을 0.5m로 할 수도 있음

1) 우수침투시설

침투시설은 우수를 지표면 아래로의 침투를 활성화시키는 시설로, 주요설치대상지는 단독주택, 주택단지, 사무소, 학교, 공원, 도로 등이며, 설치지점에 대한 지반특성, 토질·지하수위·수질조사, 현장침투시험 등을 토대로 다음의 표를 고려하여 위치를 선정한다.

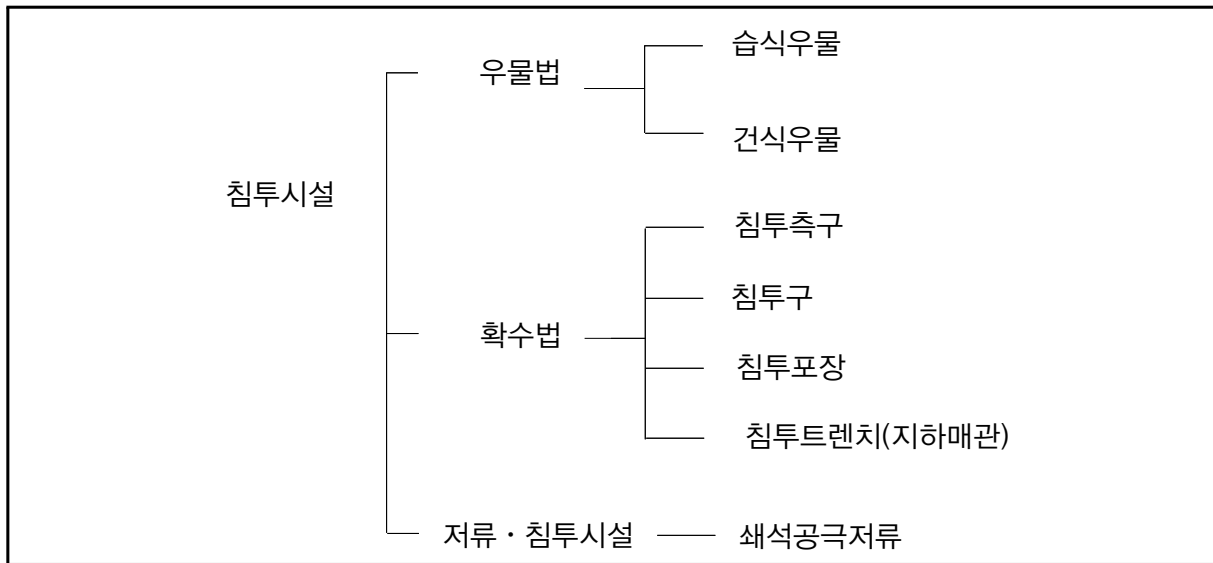
[표 5.9-7] 침투시설 설치위치 선정기준

구 분	선 정 기 준
지형과 지질	• 적지 : 대지(臺地) 단구(段丘), 선상지(扇狀地), 자연제방, 구릉지, 사구지(砂丘地) 등 • 부적격지 : 충적지, 조성지, 법령지정지, 우수의 침투로 인해 경사지 등 지반의 안전성을 잃을 우려가 있는 지역, 우수 침투로 주변장소에서 거주 및 자연환경을 해칠 우려가 있는 지역 등
토질시험	• 부적격지 - 투수계수가 10-5 cm/sec 보다 작은 경우 - 공극률이 10% 이하로 흙이 단단히 조여 있는 상태 - 입도분포에 있어서 점토가 차지하는 비율이 40% 이상인 경우 제외
지하수위	• 적지 : 지하수위와 침투시설 저면부와의 거리가 0.5m 이상
주변환경 영향	• 부적격지 : 공장이나 매립지 등 토양오염이 예상되는 구역
토지이용	• 부적격지 : 개발금지구역이나 개발이 예상되지 않은 구역

자료) 우수유출저감시설 설치기법 연구 종합보고서(2005, 국립방재연구소)

우수저류시설은 침투유출량은 저감시킬 수는 있지만, 총유출량의 감소 기능은 없다. 반면 우수침투시설은 지반의 침투능력에 따라 지하로 침투시켜 우수유출량의 절대량을 감소시켜 하류하천의 홍수부담을 경감시키고 아울러 월류오염부하량을 저감시키며, 이외에 토지의 다목적 이용을 가능하게 한다.

이와 같은 이유로 인해 예전의 방재조정지 등의 저류형 유출억제시설에서 현재에는 개발로 인해 증대되는 유출량은 되도록 현지에서 처리한다는 생각을 기본으로 기존 설치된 방재조정지 이외의 침투시설을 겸용한 우수저류·침투방식을 이용하고 있으며, 침투형 유출 억제시설의 종류로는 다음과 같이 우물법과 유역의 표층에서부터 물을 침투시키는 확수법 및 저류·침투의 2가지 기능을 동시에 가지는 쇄석공극저류법이 있다.



가) 우물법

우물법은 지하수함양 기술로써 이전부터 사용되어져 오던 공법으로 지반 보링에 의해 우물을 만들고, 그 우물 내에 우수를 통과시켜 지하로 주입하는 방법이다.

우물법에는 우물내에 지하수가 있는 경우인 습식 우물법과 없는 경우 건식 우물법 두 가지가 있으며, 우수주입 방식에는 펌프를 사용해서 하는 입안방식과 중력에 의한 자연주입방식이 있다. 우물법의 장단점을 비교하면 다음과 같다.

[표 5.9-8] 우물법에 의한 침투시설

형식	장점	단점
	1. 누수성이 크다. 2. 하수도 본관이 없는 지역에 있어서도 시공이 가능하다.	1. 토지제공자가 필요하다. 2. 토지제공자가 형편에 따라 철거하는 경우가 발생한다. 3. 모래층이 깊은 경우는 시공이 곤란하다. 4. 막힘이 발생한다.

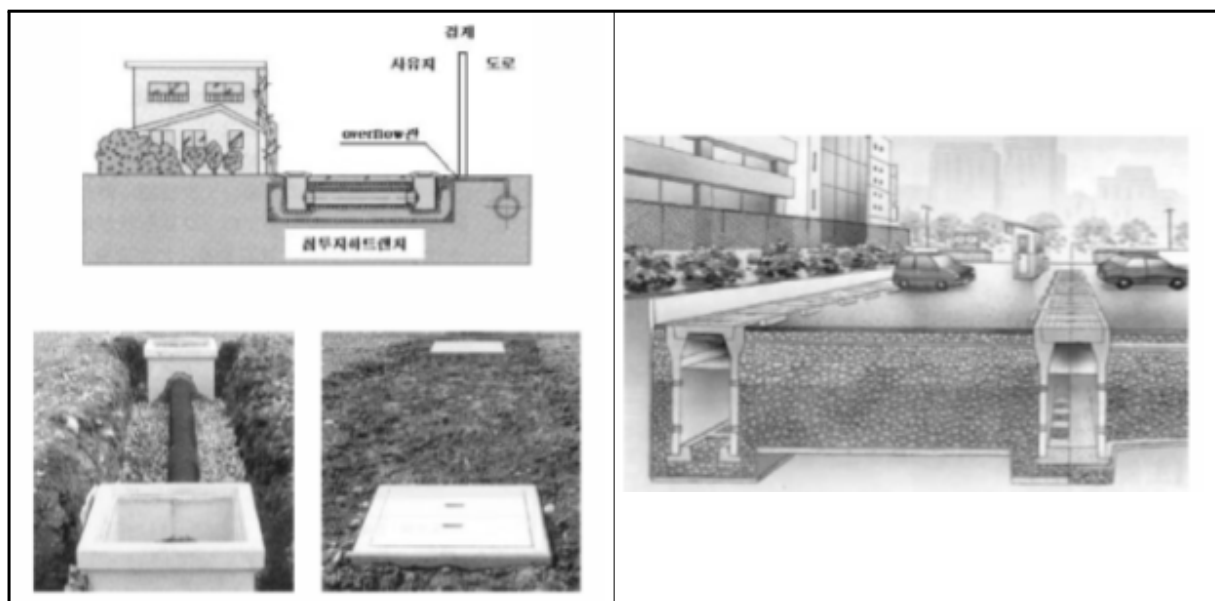
자료) 우수유출물 저감대책(1995, 시정연)

나) 확수법

확수법은 지표의 불포화층의 얇은 위치에서 우수를 침투·확산시켜 지표면유출을 억제하거나 저류에 의하여 유출시간을 지연시키고자 하는 방법으로 침투촉구, 침투구, 침투포장 및 침투트렌치(지하매관)로 세분되며, 각각의 시설개요를 나타내면 다음과 같다.

[표 5.9-9] **확수법의 종류**

구분	시 설 개 요	형 식
침 투 구	측구저면을 쇄석으로 충전하여 집수한 우수를 그 저면에서 불포화대 혹은 포화대를 통해 분산시키는 시설이다.	
침투통	침투통은 통의 저면에 모래, 쇄석을 충전하여 채운 구조를 말하며, 통 저면에서 불포화대 또는 포화대를 통해서 분산·침투시키는 시설이다.	
투수성 포장	포장된 곳을 통과해 우수를 직접 도로로 침투시켜 지중에 분산·침투하는 기능을 가졌으며, 일반보도는 물론 공원, 아파트, 광장, 자전거전용도로 등의 포장·시공에 상당한 가용성이 있음이 증명됨. 투수면의 막힘은 경과년수에 크게 관계없고 지역여건의 변화에 의해 막힘현상이 발생하는데, 주기적으로 청소하여 투수기능의 확보에 노력해야 한다.	
침 투 트렌치	주로 건물이나 주변이 녹지, 광장 등에 침투성과 조합하여 설치하며, 굴입한 도랑에 쇄석을 충전하고 침투통과 연결되는 침투관을 설치해서 우수를 도입, 쇄석의 측면 및 저면에서 불포화대 혹은 포화대를 통과해 지중으로 분산시키는 시설	



〈그림 5.9-2〉 침투시설의 적용방안

다) 쇄석공극저류법

쇄석공극저류법은 쇄석 등의 공극을 우수의 저류공간으로 이용하는 저류와 침투의 두 기능을 동시에 가지는 방법으로 다음과 같다.

[표 5.9-10] 쇄석공극저류법 개요 및 형식

구 분	시 설 개 요	형 식
쇄 석 공 극 저류법	쇄석공극저류는 지중에 쇄석구(트렌치), 쇄석조를 설치하여 쇄석간의 공극에 우수를 유입시키고 그 상부는 녹지나 운동장으로 이용하는 것이다. 이와같은 쇄석공극저류에 필요한 경비는 다른 저류시설, 침투시설과 비교해서 일반적으로 저렴하며 시설계획규모의 융통성이 크다. 따라서 다른 공법과 시설을 조합하여 유기적인 우수유출 억제기능의 일환이 되도록 계획하는 것이 좋은 방법이라 하겠다.	

라. 우수유출 저감시설의 효과

우수유출 저감시설을 통하여 얻을 수 있는 기대효과에 대한 개략적인 내용은 다음과 같다.

1) 홍수피해 경감

- 침투홍수량 측면에서 발생시각이 지체되고 양이 감소되어 유출총량 감소
- 홍수시 피해경감 기대할 수 있어 상습 침수지역에 대한 대책으로 활용 가능

2) 지하수의 함양과 수자원의 확보

- 지하수의 함양 증가
- 도시하천의 건천화 예방 기능

3) 하천, 지하수와 토양의 오염저감 및 갈수기 오염저감

- 유출수에 의한 오염물 유출 저감효과
- 지하수 함양으로 오염된 토양의 희석효과

4) 생태계의 복원

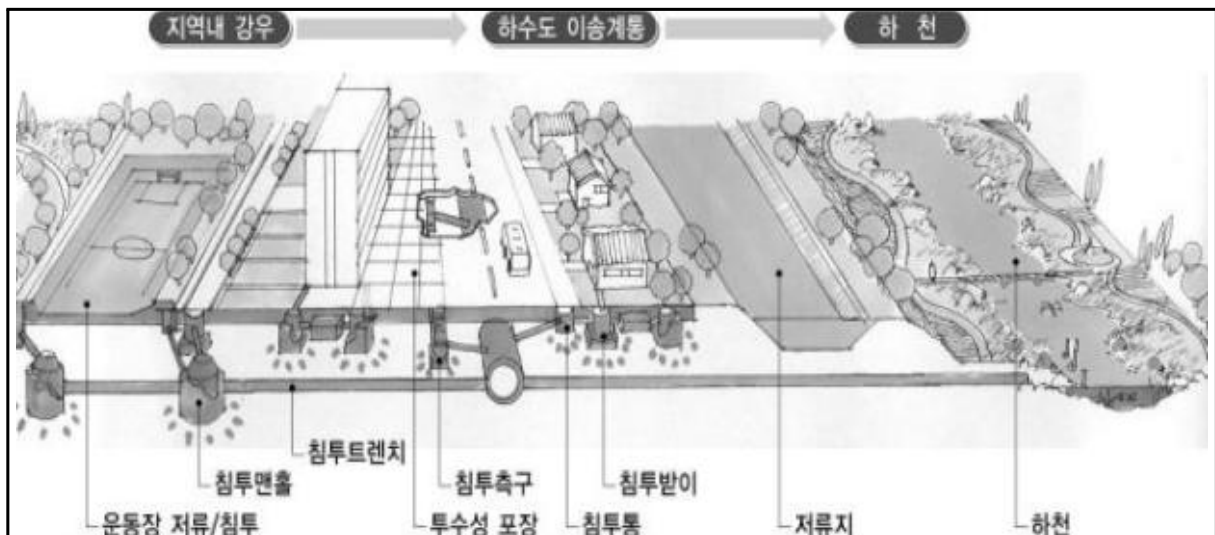
- 도시민의 정서함양
- 토양생태계, 하천 수중생태계 복원에 기여
- 수변공간 확보로 도시민의 자연친화와 정서함양에 도움

5) 지반침하의 방지

- 지하수 함양으로 지하수위 저하로 인한 지반침하 방지

6) 용지, 부지내의 수처리시설 설치 비용절감

- 각 가정의 저류시설에 저장된 우수를 별도 처리 없이 중수도로 활용



〈그림 5.9-3〉 하수도계통별 우수유출 저감

5.9.4 우수유출 저감시설 계획

우수유출 저감시설 계획은 각 소유역으로 부터의 침투유출이 미리 설정된 유출을 초과하지 않도록 하기 위한 저류시설, 방류량, 수문곡선간의 상호관계를 고려해서 홍수유출을 해석하고 현재 및 목표연도의 임계지속시간을 기준으로 유출 총 증가량을 설정하여 이를 기준으로 우수 유출 저감시설을 설치할 근거로 활용하여야 한다. 그러나 지금까지 국내에서는 이들 시설에 대한 연구실적이 미비하고 시설규모에 대한 설계기준이 없어 현재로서는 구체적으로 시설계획을 수립하기가 곤란한 실정으로 향후 별도의 연구용역을 통하여 우수유출 저감시설 설치에 따른 침수방지 효과, 방류 하천에 미치는 영향, 시설규모에 따른 경제성, 환경에 미치는 영향 등을 면밀히 분석하여 도입여부를 결정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

본 계획에서는 현재까지 공주시에 내수침수가 보고되지 않는다는 점과, 개발계획 수립 시 불투수층 증가에 상응하는 우수저류시설이 설치된다는 점을 감안하여 홍수피해 방지를 위한 저류시설계획은 제외하였으며, 기 시설되어 있는 불투수층을 단기간에 침투시설로 교체하는 것은 막대한 예산을 필요로 하며, 기존 시설의 내구연한을 고려한 침투시설로의 교체계획은 장기간에 걸쳐 시행되어야 하므로 정확한 단계설정이 어렵고 단기간에 효과를 나타내기 어렵다는 점을 감안하여 침투시설 계획에 따른 우수유출저감계획은 배제하였다.

5.10 물받이, 연결관 및 배수설비

5.10.1 계획의 수립

가. 개요

하수도 시설은 가정이나 각 영업장소에서 배출되는 발생하수를 처리장으로 원활히 유입시켜 하수처리시설에서 완벽하게 처리함으로써 주거환경 개선 및 토지이용의 극대화, 방류수역의 수질개선을 목적으로 하고 있으나, 공공하수도 시설이 잘 정비되어 있어도 오염원으로부터 발생하는 오수와 우수를 지체 없이 공공하수도 연결하기 위한 배수설비가 완비되지 않으면 하수도의 목적을 달성할 수 없게 된다.

따라서 하수도 본래의 목적달성을 위해서는 분류식화 오수관거 계획과 연계하여 배수설비에 대한 정비계획도 동시에 수립되어야 한다.

나. 배수설비의 구분

하수처리구역내 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 공공하수도에 유입시키기 위하여 설치하는 시설은 사유지와 공공도로 경계를 기준으로 하여 사유지 부분의 배수설비와 공공도로 부분의 연결관 및 그 경계부근의 물받이(오수받이)로 구분되며, 「하수도 배수설비지침(1994, 건설교통부)」에서는 옥내배수설비 및 옥외배수설비를 총괄적으로 배수설비라 정의하고 있다.

○ 옥내배수설비

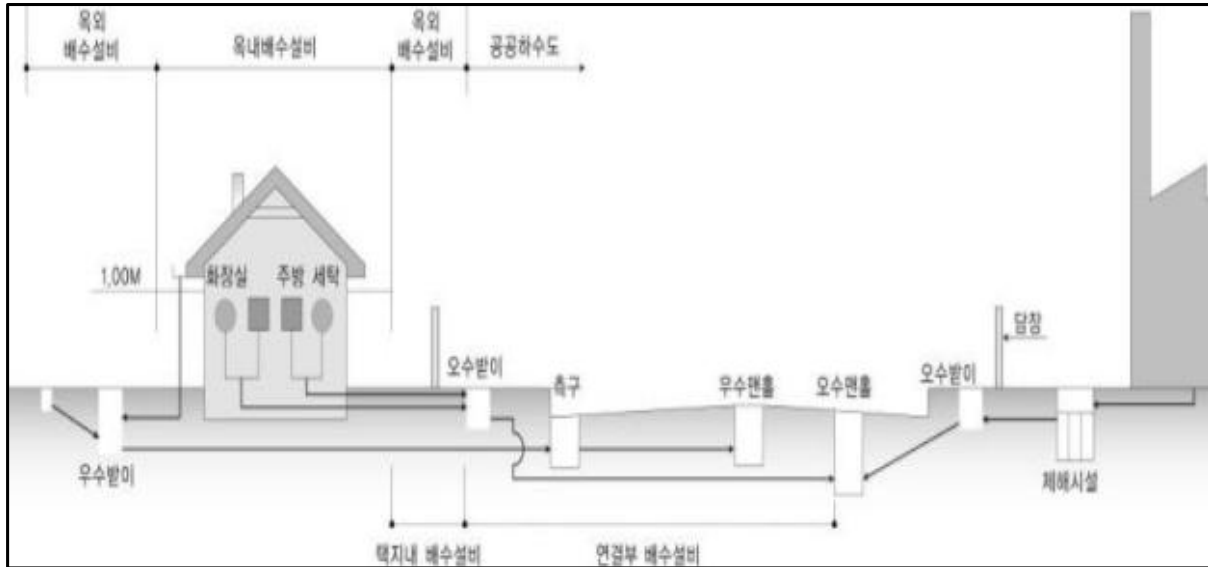
옥내 설치되는 위생기구 등으로부터 통상 건물외벽 1.0m까지(받이가 인접한 경우는 받이 직전까지)

○ 옥외배수설비

건물외벽 1.0m부터 또는 물받이가 인접한 경우는 물받이로부터 공공하수도까지의 배

수설비

- 택지내 배수설비 : 옥외시점부터 받이 직전까지
- 연결부 배수설비 : 받이부터 공공하수도 연결부까지



〈그림 5.10-1〉 배수설비 구조도

다. 배수설비의 문제점

공공하수도의 정비는 국가 및 지방자치단체가 실시하기 때문에 시설이 체계화되고 보급률이 점차 증가추세에 있는 반면에, 각 가정 및 건물로부터 오수를 배제하기 위한 배수설비는 개별 설치되고 있어 배수설비 시설기준을 정하여 실시하고 있음에도 불구하고 제대로 시행되지 못하고 있는 실정이다. 배수설비의 일반적인 문제점은 다음과 같다.

1) 옥내배수설비

옥내설비의 트랩 설치율이 낮거나 불량으로 공공하수도로부터 악취가스 등이 실내로 유입

2) 옥외배수설비

- 우수받이의 인버트 및 밀폐형 뚜껑 미설치로 유기물 침적에 의한 악취 발생
- 우수받이는 토사 등이 유입되므로 저부에 모래받이를 설치하여 하수관거로 토사의 유입이 최소화되도록 해야 하나 우수, 오수받이의 구별 없는 설치로 저부에 오물이 침적되어 악취 유발 및 원활한 흐름을 방해
- 택지개발시 설치된 우·오수받이의 유실, 주택건설시 훼손 및 공사시 부주의로 연결관 막힘
- 배수설비, 연결관, 하수관거 연결시 불량시공으로 인한 하수관거의 훼손, 통수단면

감소, 연결관 막힘으로 인한 배수기능 저하

- 우·오수 분류식 관거에 오점의 발생으로 침수피해 및 방류수역의 오염

3) 정화조

- 정화조 상등액의 오수받이 유입으로 정화조 유지관리 비용 등 주민의 이중부담
- 정화조가 건물내에 설치되어 정화조 폐쇄의 어려움
- 일부 상가 및 아파트 등은 합병정화조(오수처리시설)이므로 폐쇄가 어려움

4) 악취발생

대부분의 받이시설은 모래받이가 설치된 우·오수받이 겸용으로 사용되고 있어 유기물의 침전부패로 악취가 발생

5) 마당 내 수도시설

취락지역의 일부는 마당내 수도시설이 설치되어 있어 강우시 우수가 오수관으로 유입

6) 기타

기존 분류식 지역 중 배수설비 오점으로 우수가 오수관으로 유입

라. 배수설비 개선방안

배수설비의 개선은 하수관거 정비의 기초적이며 중요한 부분으로 배수설비의 개선 없이는 하수관거정비를 한다 해도 소기의 목적 달성을 기대하기 어렵고 배수설비 정비는 하수관거 정비계획과 연계하여 지속적으로 시행하여야 하므로 단기적으로 완성 될 수 없고 구체적인 배수설비 시설기준 및 유지관리 지침을 작성하여 체계적인 계획을 수립할 수 있도록 하여야 한다.

1) 배수설비 연결방안

하수관거의 보급과 하수종말처리시설의 꾸준한 확충에도 불구하고, 공공하수도와 배수설비를 오점시공하게 되면 처리시설로 다량의 우수가 유입되어 처리용량이 증대되거나 처리효율이 저하되며, 오수가 하수처리시설로 유입되지 않고 하천 등의 방류수역으로 보내져 공공수역의 수질보전에 많은 문제점을 갖게 된다.

따라서 배수설비의 우·오수관을 공공하수도에 정확히 연결하여 오점을 방지하도록 하고 이를 위하여 배수설비를 공공하수도에 연결시키는 방법에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

가) 단독주택 및 공동주택

단독주택과 공동주택은 원칙적으로 우·오수를 각각 설치하여 공공하수도과 연결시켜야 하며, 물받이 설치공간의 확보가 어려운 경우에는 주택내에 오수받이 대신 청소구를 설치하여 오수를 배제하고 우수는 노면배수로 처리한다.

1) 농·어촌 주택

농어촌 주택은 화장실과 주택용 건물이 분리되어 있고 주택내에 가축의 사육장이 있는 경우가 많으므로 가정하수는 오수받이를 설치하고, 헛잡물이 많은 축산폐수 등은 오수받이에 스크린을 설치하여 오수관이 막히지 않도록 하며, 우수는 지형조건 등을 고려하여 자연배수한다.

가) 공장폐수

공장폐수는 생활하수와는 달리 수질, 온도 등이 크게 다르므로 공장폐수의 수질에 따라 관종을 선정하여야 하며, 관의 접합이 불량할 경우 지하수나 토양 등을 크게 오염시킬 수 있다.

일반적으로 공장폐수는 지역별로 고시된 폐수배출 허용기준을 준수하여야 하고, 폐수 수질이 하수종말처리시설의 방류수 수질기준을 유지하기 곤란한 경우는 제해시설(방지시설)을 설치하여야 한다.

특히 폐수가 배출되는 관에는 경계선의 내부를 투시하여 폐수의 색깔, 탁도, 수질 등을 확인하거나 폐수를 용이하게 수거할 수 있는 폐수수거장치를 설치하여야 한다.

2) 유형별 개선방안

기존 합류식지역의 분류식화를 위해서 배수설비 계획시 현장조사 결과를 토대로 배수설비 계통에 대한 유형별로 정비방안을 수립하여야 하며 정화조 폐쇄방법, 관거오점방지를 위한 대책을 마련하여야 한다.

[표 5.10-1] 배수설비 유형별 개선 방안

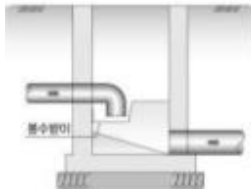
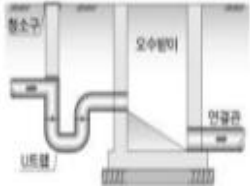
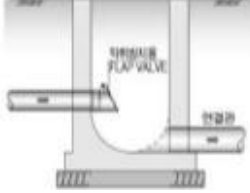
주거형태	유형구분	개 선 방 안		
		개선전	정비방안	개선후
단독주택 (수세식)	TYPE-A		•수세변소수 정화조 유입차단 •오수받이 신설 •오수받이 연결관 정비	
단독주택 (수거식)	TYPE-B		•오수받이 신설 •오수받이 연결관 정비	
공동주택 및 상가	TYPE-C		•수세변소수 정화조 유입차단 •오수받이 신설 •오수받이 연결관 정비	
공장 및 기타	TYPE-D		•오수받이 신설 •오수받이 연결관 정비 •폐수수거장치 설치유도	
저지대 가옥	TYPE-E		•오수받이 신설 •오수받이내 그라인더 펌프 설치 •오수받이 연결관 정비	

3) 악취발생 제어

공공하수도 또는 받이 시설로부터 유입되는 악취방지를 위해 각 가정의 오수발생원인 옥내 위생기구에 트랩을 설치하고 있으나 제 기능을 발휘하지 못하는 경우가 있다. 따라서 배수설비의 개량시 공공하수도로부터 악취를 차단할 수 있도록 배수설비를 정비하여야 한다.

- 배수설비를 신설하는 경우
 - 악취차단장치가 장착된 오수받이 제품을 설치.
- 배수설비를 개량하는 경우
 - 악취차단장치가 장착된 오수받이 제품으로 교체.

[표 5.10-2] 악취발생 제어

구 분	봉수형	U트랩형	FLAP VALVE형
형 상			
악취방지	배수관 말단부에 곡관을 설치하고 물에 잠기게 하여 악취침입 방지	배수관 말단부에 U형관을 설치하고 내부에 오수가 항상 잠기게 하여 악취침입 방지	배수관 말단부에 FLAP VALVE를 설치하여 악취침입방지
장 단 점	- 오수가 채워진 봉수부의 동결 방지를 위한 보온 필요 - 봉수받이 오물 퇴적 - 배수관 유지관리 곤란	- U트랩부에 채워진 오수의 동결방지를 위한 보온 필요 - U트랩부에 오물퇴적 - 배수관 유지관리 곤란	- 시공이 용이 - 동절기 FLAP VALVE 개폐에 문제발생 우려 - 이물질 부착시 VALVE 고장 발생

4) 배수설비 정비에 대한 홍보

배수설비는 지하에 매설되어 있고 사용효과가 직접적으로 사용자에게 나타나지 않기 때문에 설치 후 배수설비의 역할 및 중요성 인식이 어렵다고 할 수 있다. 또한 배수설비의 정비에는 주민의 협력이 중요하므로 배수설비에 대한 홍보를 통하여 중요성을 인식시켜야 한다.

홍보방안으로는 반사회나 설명회 개최를 통하여 정비의 필요성, 공사방법 등에 관한 충분한 홍보를 통하여 공사시 발생하는 주민생활의 불편을 최소화하고 배수설비정비를 위한 주민의 자발적인 참여를 유도할 수 있을 것이다.

5) 단계별 정비계획의 수립

근래의 산업화와 도시화에 따라 신속한 우수배제에 의한 시가지의 침수방지라는 지극히 단순한 본래의 하수도에 의한 서비스 기능에서 오수의 원활한 배제와 위생적 처리에 의한 도시생활 환경개선 및 공공수역의 수질보전이라는 역할이 첨가되었다.

그러나 우리나라의 하수도는 이와 같은 기능의 다양화에 능동적으로 대처할 수 있도록 체계적 정비계획 수립 및 투자가 따르지 못하였다. 따라서 하수도로서의 기능확보를 위한 배수설비 투자는 관거정비와 동시에 시행되어야 하므로 본계획에서 배수설비 단계별 계획은 관거정비와 동일하게 계획하였고, 다음과 같은 단계별 계획하에 추진되어야 할 것이다.

- 분류식화 관거정비계획과 연계하여 처리분구별 배수설비의 정비 및 사용개시
- 차집관거의 직접 연결이 가능한 분구부터 점차적으로 정비하되 될 수 있는 한 하류 지역부터 실시
- 신설 건축물(분류식 관거보급지역, 분류식으로 미정비된 합류식지역 공히) 배수설비의 우·오수 분리설치

6) 기술수준 확보

현재까지는 배수설비에 대한 인식수준이 낮아 건축시 형식적인 설비로 생각되어 왔으나 배수설비의 인식제고 및 생활습관을 고려한 현실적인 기술수준 확립을 위한 체계적인 분석 및 개선방안에 대한 검토가 필요하고 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

- 배수설비 전문시공업체 육성
- 우·오수 배수설비의 표준화
- 현실성에 부합되는 기술표준지침 수립 및 표준계통도를 작성하여 전문 시공업체가 공사를 시행하고 관리청에 허가를 득 하도록 유도

7) 제도 및 법규의 정비



〈그림 5.10-2〉 행정체제의 정비

[표 5.10-3] 제도의 정비

구 분	현 행	정 비
자 격 제 도	없 음	•하수도 배수설비중 공공하수도에 연결되는 옥외 배수설비의 연결부 공사는 정부 및 공공하수도 관리청에서 지정하는 수탁전문업체에 위탁하여 시행한다. ※ 연결부 공사 : 우오수 물받이로부터 공공하수도까지 연결부 공사 •지자체의 하수도 조례상에 배수설비 설치업자의 지정기준을 정하고 하수도 공사업체 증명서를 발급하여 하수도 공사 유자격업체에 의한 배수설비 설치 업무를 의무화 한다. •수탁전문회사는 공사과정 및 준공단계에 이르기까지 모든 공사 사항을 작성하여 준공시 공공하수도 관리청의 승인을 득하며, 공사에 하자가 발생시 모든 책임을 진다.(별칙규정 제정)
신 고 제 도	배수설비를 설치 하고자 하는자가 신고	•하수도 배수설비를 설치하고자 하는 자는 수탁전문업체를 통하여 신고
중 간 검 사 제 도	없 음	•공공하수도 연결시 중간검사와 점검제도를 도입한다.
준 공 검 사 제 도	없 음	•배수설비 공사가 완료된 후 공공하수도 관리청은 준공전후 사진 및 시공전경을 촬영한 사진, 공사완료 보고서를 제출받아 신청내용이 합당한 경우 검사필증을 교부한다. •수탁전문업체는 연결부 공사후 통수시험을 반드시 시행하고 공공하수도 관리청은 이를 확인한다.
관리부서의 일 원 화	건축과(계), 주택과(계), 도시정비과(계)로 분산설치	•각 기능과별로 분산되어 있는 설치 및 관리부서를 일원화하여 설치 및 관리를 효율적으로 시행
하수도법에 대한 조례제정	없 음	•포괄적인 법규화를 하수도법에 규정하고 세부사항은 지자체에서 수립토록 유도하고 행정규제 강화

공사비 지원방안

하수처리구역내 설치되어 있는 배수설비정비는 설치 및 유지관리 주체인 토지 및 건물 소유자가 수행할 경우 비합리적인 이중 투자가 될 수 있고 이는 배수설비정비에 큰 장애가 되고 있다. 따라서 이러한 장애를 극복하기 위해서는 공사비 보조 및 지원방안에 대한 검토가 필요하다.

배수설비 설치의 지원에 관한 하수도법 제32조 제1항, 제2항을 보면 「①국가는 개인하수도의 보급 확대 등을 위하여 제34조의 규정에 따른 개인하수처리시설의 설치에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다. ②지방자치단체의 장은 관할구역 안의 하수를 효율적으로 처리하기 위하여 필요한 경우에는 개인하수도를 설치·변경 또는 폐지하는 자에게 소요비용의 전부 또는 일부를 지원하거나 직접 개인하수도에 관한 공사를 할 수 있다.」 고 되어있어 배수설비정비 공사비 지원시 적절한 대책을 마련하도록 한다

1) 기타방안

배수설비의 기타 개선방안은 다음과 같다.

[표 5.10-4] 기타 배수설비 개선안

구 분	현 행	문 제 점	개 선 안
가. 옥내설비 • 법적제도 및 전문시공업체 제도	• 옥내설비에 대한 건축법상 준공검사를 필해야 하는 조항이 없으며, 배수설비에 대한 지정시공회사 제도 및 준공검사 제도가 시행되고 있지 않음	• 공공하수도의 기능유지, 지역의 환경보전 및 공공수역의 수질보전 등 다방면에 걸쳐 좋지않은 영향을 초래 • 선진국에서는 배수설비의 신설, 증설, 개축 등 시공과 수세식 변소의 개조공사에는 지정 시공회사가 아니면 시공할 수 없도록 제도화되어 있음(미국 및 일본)	• 공공하수도 관리자가 지정한 전문시공업체에서 배수설비를 시공토록 하고 준공검사를 하는 법적제도가 필요함
• 중요성 인지부족	• 배수설비는 건축설비의 여러분야중 그 중요도가 가장 적은 것으로 인식되어있다.	• 설계, 시공 및 유지관리가 서로 상이하여 배수기능의 확보가 곤란한 경우가 많음	• 지속적인 시민홍보와 지정시공회사에 대한 교육 및 법적제도로 규제
나. 옥외설비 • 설계분야	• 일반적으로 건축설비에서 시행 • 도로내 관로는 지자체에서 시행	• 설계자가 상이하므로 각각의 설계제원을 정확히 파악 곤란함	• 배수설비 기준 작성

[표 5.10-4] 기타 배수설비 개선안(표계속)

구 분	현 행	문 제 점	개 선 안
• 설계기준	• 설계기준은 「하수도시설기준」에 일괄 수록되었음	• 「하수도 시설기준」은 자체에서는 많이 사용하나, 건축설비 분야에서는 잘 이용하지 않음 • 「하수도 시설기준」에서도 일반적인 사항만 명시되어 이를 이용키 곤란함	• 배수설비 기준설정
• 우·오수 분리체계	• 택지 내에서의 우·오수분리체계로 시설한 후 연결부에서는 혼란이 야기됨	• 건축 및 공사사업 시행자들간에 우·오수분리관에 대한 인지부족으로 오접이 많은 편임	• 허가(준공검사)제도 도입
• 받 이	• 설계기준에 반드시 우·오수받이를 설치하여야 할 세부규정이 없음	• 공공택지 개발인 경우에는 사업주체에서 우·오수받이를 「하수도정비기본계획」에 의거 설치하고 있으나 개인별 주택에서는 반영하지 않음	• 허가 및 준공검사제도 도입
• 중요성 인지부족	• 건축공사에서 옥외설비 공사는 잡공사 또는 부대공사로 인식되어 사업 시행자들에게 관심 없는 공사로 간주됨	• 잡공사로 간주되어 시공이 소홀함	• 지속적인 홍보로 인지도 제고
• 법적제도 및 전문시공업체 제도	• 옥외설비에 대한 건축법상 준공검사를 필해야 하는 조항이 없음 • 옥외설비는 건축설비배관에서 공공하수도로 연결하는 중간단계로서 건축공사와 하수도공사의 중간단계에 있어 양측을 모두 인지할 수 있는 사업자가 시행함이 당연하나, 이에 대한 제도가 없음	• 전문화가 되지 않아 오류발생이 많으며 문제 발생시 법적 제재방법이 없음	• 준공검사제도 등 인·허가 제도마련 • 전문시공업체 지정 및 육성

5.10.2 계획의 내용

본 계획에서 수립한 처리구역별 배수설비계획은 다음과 같다.

[표 5.10-5] 단계별 배수설비 계획

(단위 : 개소)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	18,332	—	10,422	2,701	4,737	577	
공주처리구역	11,605	—	7,861	2,597	675	472	
신관처리구역	2,064	—	1,856	98	110	105	
유구처리구역	505	—	505	—	—	—	
공암처리구역	4,087	—	130	4	3,953	—	
동학사처리구역	72	—	70	2	—	—	

[표 5.10-6] 단계별 배수관 계획

(단위 : m)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	183,321	0	104,221	27,013	47,367	5,771	
공주처리구역	116,046	0	78,613	25,967	6,746	4,721	
신관처리구역	20,638	0	18,558	983	1,096	1,050	
유구처리구역	5,054	0	5,054	—	—	—	
공암처리구역	40,867	0	1,300	42	39,525	—	
동학사처리구역	717	0	696	21	—	—	

5.11 사업우선순위

계획구역 전체의 하수도 시설계획은 그 구역이 넓고 막대한 사업비를 필요로 하는 대단위 사업이므로 체계적이고 종합적인 년차별 투자계획의 수립을 위하여 각 처리 분구별 사업계획 단계를 제시하도록 하였다.

또한 본 하수도정비 기본계획에서는 기존관거에 대한 현황조사는 실시하였으나 관내부에 대한 조사는 과업 외의 범위이므로 실제 관거 내부 불량 및 육안으로 확인불가능한 문제점 등에 대한 세부적 개량계획의 수립은 불가능하다. 따라서 도시계획 및 취약지구 개발계획 등의 상위 계획에 따른 개발 예상시점에 맞추어 기존하수처리장의 효율성 증대를 위한 기존 합류식지역의 분류식화 및 기존 용량부족관거 등의 개량계획을 우선사업지역으로 지정하였으며 다음으로 미처리구역의 처리구역 전환에 따른 관거의 신설계획을 실시하는 것으로 단계별 하수관거계획을 수립하였다.

5.11.1 우선순위 평가

본 계획구역인 공주시 지역의 하수도사업을 체계적이고 종합적으로 수행하기 위하여 최종 목표년도인 2030년까지를 4단계로 나누어 하수관거 정비계획을 수립하였고, 목표년도 1단계인 2015년까지를 단기계획으로 2~4단계(2020년~2030년)까지를 장기계획으로 구분하여 사업의 우선순위 단계를 결정하였다.

가. 평가기준

1) 평가항목

공주시 지역의 하수관거분야에 대한 정비계획은 다음과 같은 관거정비 평가기준을 선정하여 관로부설의 시급성, 환경성, 경제성 등을 검토하여 평가를 실시하였으며 평가항목은 다음과 같다.

2) 세부평가기준

- 과다한 침입수/유입수(1/1)의 유입으로 인하여 공공하수처리시설의 유입하수 농도를 저하시키는 지역
- 하수의 누수에 의하여 지하수 및 지표수등의 2차오염이 예상되는 지역
- 강수발생시 초기우수 및 월류수의 방류로 인하여 방류수역의 오염이 예상되는 지역
- 하천차집, 복개하천차집, 농업용수 및 계곡수의 차집 등 다량의 유입수량이 발생할 수 있는 지역

- 기존관거의 통수능이 부족하여 원활한 배수에 문제점이 발생하는 지역
- 각종 개발계획지구의 근접하였으며 관로의 노후도가 진행되는 지역

가. 사업 우선순위 평가 및 우선순위 선정

하수처리 계획구역내의 체계적이고 합리적인 하수관거정비를 위한 각종 하수도시설의 단계별 시공계획 및 투자계획의 수립을 위해 고려하여야 할 사항으로는 공주시 도시기본 계획, 공공하수처리시설 건설계획, 투자효과 및 시공순서, 민생문제와 직결되는 각종 재해 발생 등이 있으며, 체계적인 투자순서는 기존관거의 통수능력, 지하수 및 지하수위 등 관거 부설지역의 특성을 충분히 감안하여 결정한다.

본 계획에서는 기존관거에 대한 현장조사를 통하여 신설관거를 계획할 때 관거용량을 검토하는 것을 원칙으로 한다.

상기의 기준을 바탕으로 사업우선순위를 결정하면 동지역의 합류식 존치지역 및 기타 수질오염이 심각한 지역이나 주거환경 개선이 우선적으로 필요한 지역에 대해 단기(1단계)로 계획하였고, 장기계획은 향후발전계획 등을 고려하여 단계별 처리구역의 2~4단계를 순차적으로 정비하는 것으로 계획하였다. 상기사항을 정리하면 다음과 같다.

- 단기계획 : 현재 관거사업이 진행 중인 지역 및 처리구역 내 분류식 전환지역, 기타 우선 필요지역
- 장기계획 : 2~5단계처리구역, 향후 발전계획에 따른 하수발생가능지역

5.11.2 단계별 사업계획

사업우선순위를 고려한 단계별 사업계획은 다음과 같다.

[표 5.11-1] 단계별 사업계획(오수관거 개량계획)

(단위 :km)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	11.35	—	5.69	5.66	—	—	
공주	5.69	—	5.69	—	—	—	
신관	1.10	—	—	1.10	—	—	
유구	2.51	—	—	2.51	—	—	
공암	1.35	—	—	1.35	—	—	
동학사	0.70	—	—	0.70	—	—	

[표 5.11-2] 단계별 사업계획(우수관거 개량계획)

(단위 :km)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	83.22	—	5.77	77.46	—	—	
공주	52.83	—	5.77	47.07	—	—	
신관	4.98	—	—	4.98	—	—	
유구	10.33	—	—	10.33	—	—	
공암	10.56	—	—	10.56	—	—	
동학사	4.52	—	—	4.52	—	—	

[표 5.11-3] 단계별 사업계획(차집관거 신설계획)

(단위 : m)

처리구역	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총계	5,650	—	5,650	—	—	—	
유구	5,650	—	5,650	—	—	—	

[표 5.11-4] 단계별 사업계획(오수지선관거 신설계획)

(단위 : m)

구 분		계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계		34,905	—	26,091	8,814	—	—	
공주 처리 구역	소계	2,149	—	1,556	593	—	—	
	북부	562	—	562	—	—	—	
	중부	796	—	796	—	—	—	
	서부	791	—	198	593	—	—	
	동부	—	—	—	—	—	—	
신관처리구역		4,800	—	4,208	592	—	—	
유구처리구역		13,064	—	5,435	7,629	—	—	
공암처리구역		8,751	—	8,751	—	—	—	
동학사처리구역		6,141	—	6,141	—	—	—	

[표 5.11-5] 단계별 사업계획(우수관거 신설계획)

(단위 : m)

구 분		계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계		7,921	—	5,802	2,119	—	—	
공주 처리 구역	소계	1,075	—	778	297	—	—	
	북부	281	—	281	—	—	—	
	중부	398	—	398	—	—	—	
	서부	396	—	99	297	—	—	
	동부	—	—	—	—	—	—	
신관처리구역		422	—	126	296	—	—	
유구처리구역		3,543	—	2,017	1,526	—	—	
공암처리구역		1,653	—	1,653	—	—	—	
동학사처리구역		1,228	—	1,228	—	—	—	

[표 5.11-6] 단계별 사업계획(배수설비 신설계획)

(단위 : 개소)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	18,332	—	10,422	2,701	4,737	577	
공주처리구역	11,605	—	7,861	2,597	675	472	
신관처리구역	2,064	—	1,856	98	110	105	
유구처리구역	505	—	505	—	—	—	
공암처리구역	4,087	—	130	4	3,953	—	
동학사처리구역	72	—	70	2	—	—	

[표 5.11-7] 단계별 사업계획(배수관 신설계획)

(단위 : m)

구 분	계	1단계 (2015년)	2단계 (2020년)	3단계 (2025년)	4단계 (2030년)	5단계 (2035년)	비고
총 계	183,321	0	104,221	27,013	47,367	5,771	
공주처리구역	116,046	0	78,613	25,967	6,746	4,721	
신관처리구역	20,638	0	18,558	983	1,096	1,050	
유구처리구역	5,054	0	5,054	—	—	—	
공암처리구역	40,867	0	1,300	42	39,525	—	
동학사처리구역	717	0	696	21	—	—	