



제 7 장

하수처리수 재이용 계획

7.1 총설

7.2 재이용 현황조사

7.3 계획의 기본방향

7.4 처리수 재이용 계획

7.1 총설

7.1.1 계획의 목적

우리나라는 현대사회로 접어들면서 지속적인 공단개발, 도시화에 따른 인구증가, 생활수준의 향상에 따른 용수사용량의 증대와 더불어 수자원의 오염이 가속화되고 있다.

우리나라의 수자원은 대부분 강수를 이용하고 있으나 강수량의 계절적 편차가 심해 우기인 7~8월에 전체 강수량의 60%이상이 집중되어 건기에는 수량부족 현상을 겪고 있으며, 지역적인 수자원의 편중으로 일부지역에서는 용수부족에 따른 생산활동 차질이 빚어지고 있다. 이에 따라 한정된 수자원의 효과적인 사용방안의 모색과 수자원에 대한 오염방지 등이 커다란 사회문제로 대두되고 있다. 이에 대한 투자확대 등 특별한 대책이 유효하지 않을 경우 용수 부족 현상은 더욱 심화될 전망이다. 그동안 대형댐 또는 저수지를 축조하여 수자원을 확보하는 정책을 추진하였으나, 환경파괴의 논란 및 수몰주민의 반대 등으로 대형댐 설치에 한계에 도달하였다. 최근에는 대체 수자원의 개발과 함께 물절약, 중수도시설 의무화 등 물수요관리 정책을 추진하고 있으나, 점증하는 물수요를 충족하기에는 부족한 실정이다.

이에 따라 새로운 형태의 수자원을 개발하고, 장래의 물부족사태를 적절히 대응하기 위해서는 막대한 양의 하수처리수를 재이용하는 것이 시급한 현실이다. 그러나 하수처리수 재이용에 대한 수질기준이 없고, 안정성이 검증되지 않은 상태에서 하수처리수를 사용함에 따라 문제의 발생소지가 상존하여 재활용이 미흡하고, 현재 극히 제한적으로 공급자와 수요자의 협의에 의해 농업용수 및 공업용수로 사용하고 있는 실정이다. 하수처리수 재이용시 한정된 수자원의 효율적 이용 및 지역적 물부족의 해소, 저탄소 녹색성장 정책의 부흥, 오염부하량 감소에 따른 수질개선 및 개발용량증가, 상수도 사용량 및 광역상수도의 댐 주변지역 지원비 절감으로 인한 사회, 경제적비용 절감 및 신규 물산업육성 및 고용창출의 효과를 기대할 수 있다.

본 계획에서는 공주시 공공하수처리시설의 하수처리수를 토대로 처리시설 내 잡용수로의 이용, 주거지역에 대한 중수도 이용, 처리시설 주변공단에 대한 공업용수 이용, 농업용 관개용수 이용, 하천의 건천화 방지를 위한 하천 유지용수의 이용 등에 대한 재이용 가능성을 다각적으로 검토하여 공주시 지역 특성을 반영할 수 있는 합리적인 재이용 방안을 수립하였다.

7.1.2 계획의 범위

가. 하수처리수 재이용 관련 법령 및 지침 검토

1) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률

물순환이용을 촉진하기 위해 공공하수처리시설 하수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설을 하수처리 용량 5천 m^3 /일 이상으로 하고, 하수처리수 재처리수로 재이용하거나 공급하여야 하는 하수처리수의 양은 1일 처리량의 100분의 10 이상으로 하도록 개정하였다.

[표 7.1-1] 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률

구 분	법조문	비 고
법 률	제10조(공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급) ① 「하수도법」 제18조에 따른 공공하수도관리청(이하 “공공하수도관리청”이라 한다)은 하·폐수처리수 재처리수(하수처리수를 처리한 것만 해당한다. 이하 이 조에서 같다)를 재이용하거나 공급하기 위하여 하·폐수처리수가 제14조에 따른 용도별 수질기준을 충족하는 경우에는 바로 재이용하거나 공급할 수 있다. ② 공공하수도관리청이 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하기 위하여 하·폐수처리수 재이용시설을 설치하려면 대통령령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 설치승인을 받아야 한다. ③ 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설의 범위 및 하·폐수처리수 재처리수로 처리하여야 하는 하수처리수의 양에 관한 기준 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.	
부 칙	제5조(하·폐수처리수 재이용시설의 설치·운영에 관한 경과조치) ① 이 법 시행 당시 종전의 「하수도법」 제21조에 따라 설치 또는 운영 중인 공공처리수재이용시설은 제10조에 따른 하·폐수처리수 재이용시설로 본다. ② 이 법 시행 당시 종전의 「하수도법」 제21조에 따라 공공처리수재이용시설을 설치중인 경우 그 설치기준 등에 관하여는 종전의 「하수도법」에 따른다.	
시행령	제12조(공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급대상 시설 등) 법 제10조제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수(하수처리수를 처리한 것만 해당한다. 이하 이 조에서 같다)를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설은 1일 하수처리 용량이 5천세제곱미터 이상인 처리시설을 말하며, 하·폐수처리수 재처리수로 재이용하거나 공급하여야 하는 하수처리수의 양은 1일 처리량의 100분의 10 이상으로 한다.	

2) 하수도정비기본계획 수립지침(2012, 환경부)

공공하수처리시설 하수처리수를 재이용하여야 하는 대상 시설을 하수처리용량 5천 m^3 /일 이상으로 하고, 재이용수로 이용하거나 공급하여야 하는 양은 1일 하수처리량의 100분의 5 이상으로 하도록 되어 있다.

[표 7.1-2] 하수도정비기본계획 수립지침

구 분	수립지침	비 고
하수도 정비 기본계획 수립지침	처리수를 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등 (이하 “재이용수”라 한다)으로 이용하거나 공급하여야 하는 대상 공공하수처리시설은 1일 하수처리용량이 5천세제곱미터 이상인 공공하수처리시설을 말하며, 해당 공공하수처리시설이 재이용수로 이용하거나 공급하여야 하는 양은 1일 하수처리량의 10분의 5이상으로 한다.	

나. 계획의 범위

「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」과 「하수도정비기본계획 수립지침(2011. 11, 환경부)」상의 하수처리수 재이용 대상시설은 하수처리용량 5천 m^3 /일 이상인 공공하수처리시설로 동일하지만, 재이용량은 차이가 있다. 본 계획에서는 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」상의 하수처리용량 5천 m^3 /일 이상인 공공하수처리시설에 대해 재이용량이 하수처리량의 100분의 10 이상이 되도록 재이용 계획을 수립토록 하였다.

7.1.3 재이용 효과

하수처리수를 재이용할 시에 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

가. 수자원 부족에 대한 대응

- 새로운 수자원의 확보
- 용수 사용량 확보를 위한 댐 건설의 부담해소
- 갈수기 물부족에 대한 수자원의 유효이용 (처리수를 농업용수, 하천유지용수, 공업용수로 공급)
- 평상시 물 사용량의 감소로 댐의 저수 여유량을 확보하게 되어 댐 효율의 극대화 가능

나. 수질오염 방지

- 공공하수도의 하수량 부하 경감
- 배출오염물질 감소로 인한 방류수역의 수질보전
- 댐의 여유수량 증대로 하천유지용수가 증가하여 하천수질 개선

다. 경제적 효과

- 상수용수량을 줄일 수 있어 상수도 시설 투자비, 유지관리비 절약
- 댐 건설이나 정수시설 및 공공하수처리시설의 시설 확충시기를 연장할 수 있고, 시설 용량의 축소 가능
- 상수원수 수질개선으로 정수처리 비용 및 슬러지 처리·처분비용 감소
- 중수도 설치로 얻어지는 비용을 공공시설에 대체 투자

라. 절수 효과

- 중수도 설치로 물을 절약하는 분위기 조성
- 절약되는 수량만큼 에너지의 절감

마. 친수 효과

- 하천의 유지용수가 부족한 곳에 공급하여 하천의 건천화 현상 방지
- 도시하천의 친수기능 확보

7.1.4 계획의 개요

전체 하수처리수의 10%이상을 재이용하는 것으로 계획하였으며, 하수처리시설의 단계별 재이용 계획량은 다음과 같다.

[표 7.1-3] 공공하수처리시설 하수처리수 단계별 재이용계획

처리시설	구 분		2015년	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
공주 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		35,000	35,000	35,000	42,000	42,000	
	유입하수량(m ³ /일)		22,664	26,671	30,705	32,405	33,985	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	13,148	13,148	13,148	13,148	13,148	
		장내용수	3,148	3,148	3,148	3,148	3,148	기존
		장외용수	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	하천유지용수(기존)
	재이용량(%)		58.0%	49.3%	42.8%	40.6%	38.7%	
유구 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		4,900	4,900	4,900	4,900	4,900	
	유입하수량(m ³ /일)		3,619	3,898	3,975	4,085	4,170	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	177	355	355	355	355	
		장내용수	177	177	177	177	177	기존
		장외용수	—	178	178	178	178	농업용수(계획)
	재이용량(%)		4.9%	9.1%	8.9%	8.7%	8.5%	
공암 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		2,100	2,100	6,000	6,000	6,000	
	유입하수량(m ³ /일)		1,734	1,771	3,763	4,689	4,851	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	12	12	12	12	12	
		장내용수	12	12	12	12	12	기존
		장외용수	—	—	—	—	—	
	재이용량(%)		0.7%	0.7%	0.3%	0.3%	0.3%	
동학사 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	
	유입하수량(m ³ /일)		1,525	1,747	1,808	1,890	1,965	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	314	314	314	314	314	
		장내용수	314	314	314	314	314	기존
		장외용수	—	—	—	—	—	
	재이용량(%)		20.6%	18.0%	17.4%	16.6%	16.0%	

[표 7.1-3] 표 계속

처리시설	구 분		2015년	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
신관 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		4,500	4,500	5,300	5,300	5,300	
	유입하수량(m ³ /일)		2,269	3,641	3,838	4,049	4,264	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	37	37	37	37	37	
		장내용수	37	37	37	37	37	기존
		장외용수	—	—	—	—	—	
	재이용량(%)		1.6%	1.0%	1.0%	0.9%	0.9%	
신영 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		—	—	2,400	2,400	2,400	
	유입하수량(m ³ /일)		—	—	60	1,807	1,895	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	—	—	—	—	—	
		장내용수	—	—	—	—	—	
		장외용수	—	—	—	—	—	
	재이용량(%)		—	—	0.0%	0.0%	0.0%	

공주시의 공공하수처리시설 하수처리수 단계별 재이용계획은 「공주시 물 재이용 관리계획(2014. 9. 공주시)」를 바탕으로 계획하였으며, 신영 공공하수처리장은 아직 이렇다 할 구체적인 계획 미흡으로 금회 계획에서는 배제하였다.

7.2 재이용 현황조사

7.2.1 재이용현황 및 실정

가. 개요

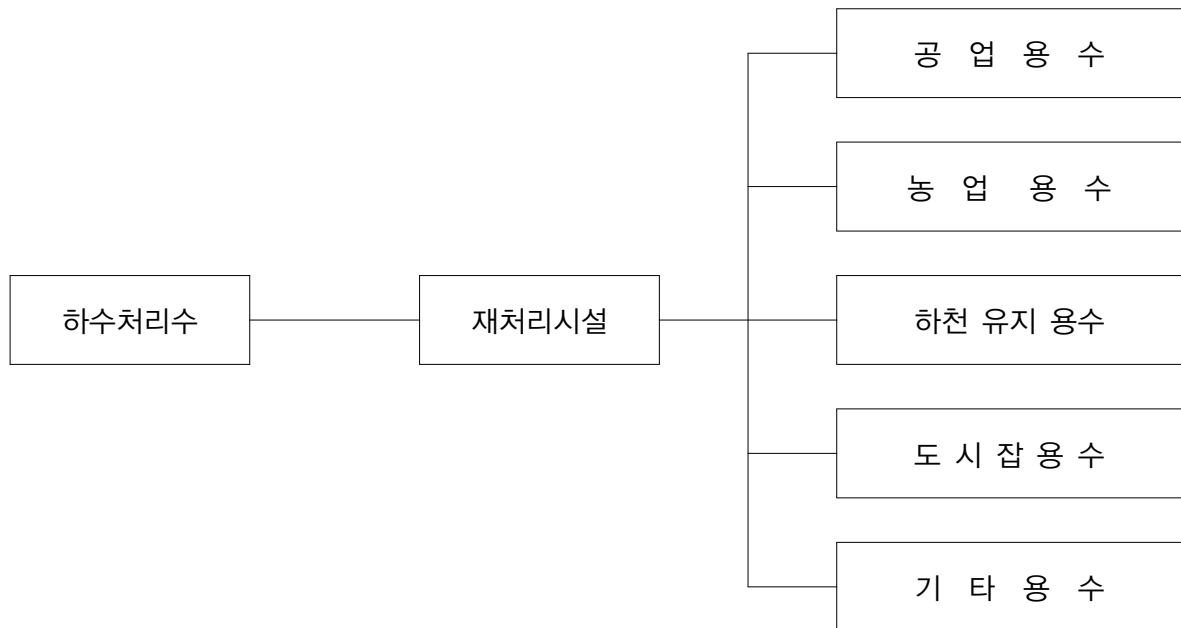
과거 우리나라 공공하수처리시설의 경우 하수처리수는 대부분 처리시설내에서 일부 재 사용할 뿐 광역적, 지역적 이용은 거의 사례가 없었으며, 다만 개별적으로 골프장 및 호텔 등과 같은 대형 물사용 사업장에서 발생하는 하수를 자체 처리하여 이를 변기 세정수, 살 수 용수 등으로 자체 시설에서 사용하는 중수도의 형태로 일부 이용하였다.

그러나 최근 정부의 물수요관리정책 및 새로운 수자원으로서의 하수처리수의 중요성이 부각되어, 하수처리수를 이용한 다양한 용도의 재이용사업이 추진되어 오고 있으며 향후 확대 적용될 것으로 예상된다.

다음은 공공하수처리시설내 잡용수로의 처리수 재이용 형태와 수송에 의한 장외 이용형 태는 <그림 7.2-1>, <그림 7.2-2>와 같다.



<그림 7.2-1> 공공하수처리시설내 처리수 재이용 용도



〈그림 7.2-2〉 공공하수처리시설의 처리수 재이용 용도

나. 국내 하수처리수 재이용현황 및 추진사례

1) 국내 하수처리수 재이용현황

국내 공공하수처리시설에서 처리되고 있는 하수처리수는 2013년 현재 약 71억톤 이상이며, 재이용율은 매년 꾸준히 증가하여 12%를 웃돌고 있다.

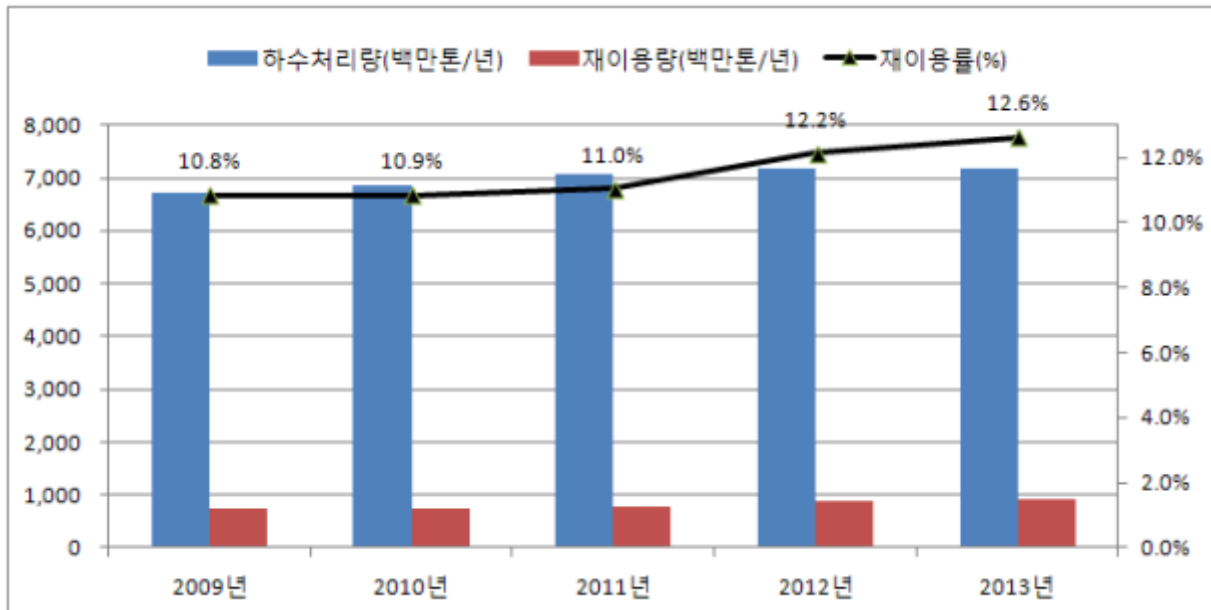
이는 하수처리수를 하나의 중요한 수자원으로 인식함과 동시에 정부의 재이용사업을 위한 시범사업 추진 및 활발한 국고지원 등에 의한 결과로 보여 진다. 또한 처리수재이용 사업의 국비재원마련 부담을 완화하기위해 민간 자본 및 기술을 도입한 하수처리수 재이용사업을 추진 중에 있으므로 향후 하수처리수의 재이용량은 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

다음 [표 7.2-1], 〈그림 7.2-3〉에서 국내 공공하수처리시설의 하수처리량 및 재이용량 현황을 나타내었다.

[표 7.2-1] 최근 5년간 국내 하수처리량 및 재이용량 현황

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	비 고
하수처리량(백만톤/년)	6,703	6,845	7,068	7,174	7,187	
재이용량(백만톤/년)	727	743	781	872	907	
재이용율(%)	10.9%	10.9%	11.0%	12.2%	12.6%	

자료) 하수도통계(2009~2013, 환경부)



〈그림 7.2-3〉 국내 하수처리량 및 재이용량 현황

점차적으로 증가하고 있는 하수처리수 재이용 현황을 살펴보면, 장내용수로의 재이용은 주로 세척수, 냉각용수, 청소수, 기타용수 등으로 재이용되고 있고, 장외용수로의 재이용은 하천유지용수, 농업용수, 공업용수, 기타용수 등으로 재이용되는 것으로 조사되었다. 2013년에는 재이용의 약 50% 정도가 처리시설내의 장내용수로 재이용되었고 이중 세척수가 21.9%로 가장 큰 부분을 차지하고 있으며, 나머지 50% 정도는 장외용수로 재이용되었고 이중 하천유지용수가 31.8%로 가장 큰 부분을 차지하고 있다.

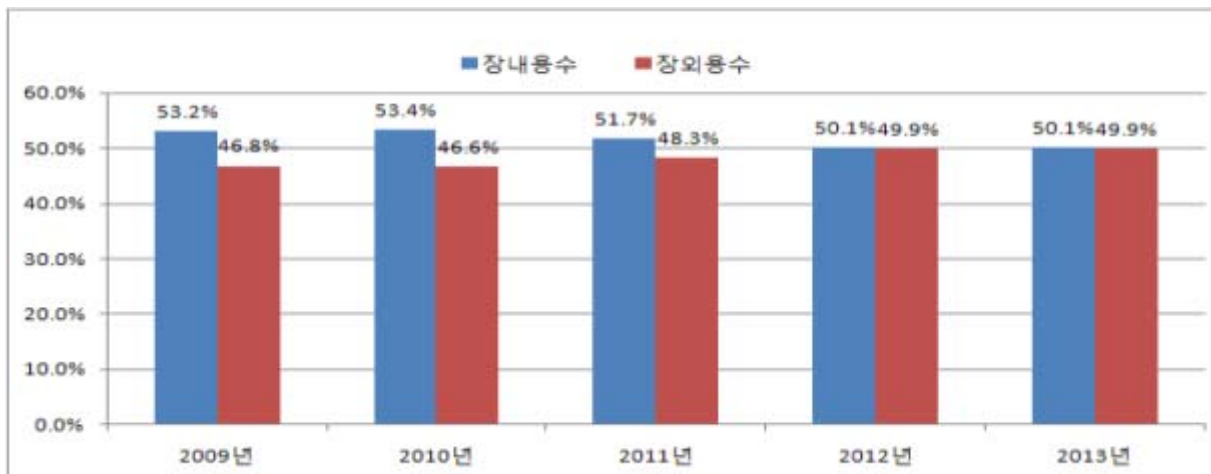
[표 7.2-2] 최근 5년간 국내 하수처리수 재이용 현황

년도	구 분	계	장내용수(천톤/년)							
			소계	세척수	냉각수	청소수	식수대	희석용수	장내중수도	기타용수
2009년	재이용량	727,833	386,962	159,462	56,145	37,910	2,656	9,622	1,085	120,078
	비율(%)	100%	53.2%	21.9%	7.7%	5.2%	0.4%	1.3%	0.1%	16.5%
2010년	재이용량	743,479	396,841	152,891	46,542	36,227	776	12,041	521	147,839
	비율(%)	100%	53.4%	20.6%	6.3%	4.9%	0.1%	1.6%	0.1%	19.9%
2011년	재이용량	781,103	403,929	163,679	58,426	41,210	449	12,550	480	127,132
	비율(%)	100%	51.7%	21.0%	7.5%	5.3%	0.1%	1.6%	0.1%	16.3%
2012년	재이용량	872,319	437,107	188,470	54,817	40,484	461	9,122	1,909	141,844
	비율(%)	100%	50.1%	21.6%	6.3%	4.6%	0.1%	1.0%	0.2%	16.3%
2013년	재이용량	907,443	454,964	198,850	64,184	26,043	257	11,957	1,529	152,143
	비율(%)	100%	50.1%	21.9%	7.1%	2.9%	0.0%	1.3%	0.2%	16.7%

[표 7.2-2] 표 계속

년도	구 분	장외용수(천톤/년)					
		소계	장외 중수도	공업 용수	농업 용수	하천유지 용수	장외 기타용수
2009년	재이용량	340,871	2,117	14,420	37,088	241,365	45,878
	비율(%)	46.8%	0.3%	2.0%	5.1%	33.2%	6.3%
2010년	재이용량	346,638	893	18,789	33,337	241,506	52,111
	비율(%)	46.6%	0.1%	2.5%	4.5%	32.5%	7.0%
2011년	재이용량	377,174	5,496	12,098	43,556	264,960	51,063
	비율(%)	48.3%	0.7%	1.5%	5.6%	33.9%	6.5%
2012년	재이용량	435,212	1,640	13,532	29,721	295,759	94,559
	비율(%)	49.9%	0.2%	1.6%	3.4%	33.9%	10.8%
2013년	재이용량	452,479	6,601	13,599	20,671	288,207	123,401
	비율(%)	49.9%	0.7%	1.5%	2.3%	31.8%	13.6%

자료) 하수도통계(2009~2013, 환경부)



〈그림 7.2-4〉 국내 하수처리수 재이용 현황

2) 국내 재이용 추진사례

가) 하수처리수의 다목적용수 재이용(부천시 굴포)

- 사업기간 : 2001. 3 ~ 2004. 7. 14
- 사업주체 : 부천시
- 재이용공급량 : 45,000톤/일
- 사업비 : 20,809백만원
- 사업량 : 시설용량 45,000톤/일

- 송수관로 : L=8.69km, D=700~600mm

나) 하수처리수의 공업용수 재이용(인천시 가좌)

- 사업기간 : 2005. 9. 17 ~ 2010. 12. 31
- 사업주체 : 가좌사업소 하수방류수 → (주)현대제철 무상공급
- 재이용공급량 : 16,000m³/일
- 사업비 : 75.2억원, (주)현대제철 투자
- 사업량
 - (주)현대제철내 재처리 시설 설치
 - 취수관로 : PE500mm, 지하매설 1.5km
 - 취수 및 수중압송펌프 : 390m³/min×H40m×3대(1대 예비)
 - 기 타 : 전원공급장치 및 현장조작판 설치

다) 하수처리수의 농업용수 재이용(강진군 강진)

- 사업기간 : 2006. 5. 26 ~ 2007. 5. 25
- 사업주체 : 강진군상하수도사업소
- 재이용공급량 : 5,000톤/일
- 사업비 : 1,200백만원
- 사업량
 - 송수관로 : D=250mm, L=2,034m
 - 저류조 1식, 토출구 1식, 포장복구 1식(아스콘 20a 등)
 - 모래여과기 1식 기타 부대공사

라) 하수처리수의 하천유지용수 재이용(대구광역시 신천)

- 사업기간 : 1995. 7. 6 ~ 1997. 6. 12
- 사업주체 : 대구광역시
- 재이용공급량 : 100,000m³/일
- 사업비 : 12,100백만원
- 사업량
 - 공급관로(Ø900), L=9.1km
 - 펌프시설 : 양흡입 볼류트펌프(원심펌프) 3대(예비 1대포함)
Ø400×900HP, 용량 : 35m³/min, 동력 675kW
 - 기타시설 : 펌프장 및 흡수정, 수위유지보

마) 하수처리수의 농업용수 재이용(천안시)

- 공급년도 : 1995년 ~
- 대상농가 : 347가구(180ha)
- 공급지역 : 천안시 용곡동, 신방동 및 아산시 배방면 장재리 일원
- 사업비 : 350백만원
- 농업용수 공급량 : 1,343천 m^3 /년
- 공급시기 : 3월 ~ 8월
- 운영비(전기요금) : 3,340천원/년

바) 하수처리수의 하천유지용수 재이용(부천시)

- 사업기간 : 2001년 ~ 2004년
- 사업비 : 20,809백만원
- 적용공법 : 입상항생물막여과 + UV소독
- 시설용량 : 45,000 m^3 /년, 송수관로 L=8.69km, D=700~600mm

사) 하수처리수의 하천유지용수 재이용(안양시 석수)

- 규모 : 2단계처리시설 300천톤/일 중 37.5천톤/일에 대하여 재이용
- 고도처리시설, 사여과시설, 송수가압장
- 송수관로 : 13km(안양천 9km, 학의천 4km)
- 안양천과 학의천 하천유지용수 공급 : 안양천 15.5천 m^3 /일, 학의천 21천 m^3 /일, 처리시설내 용수 1천 m^3 /일
- 소요사업비 : 10,300백만원

아) 하수처리수의 공업용수 재이용(오산시)

- 사업기간 : 2005년 ~ 2009년
- 사업주체 : 오산시
- 재이용공급량 : 12,000톤/일
- 사업비 : 16,443.7백만원

자) 하수처리수의 도시복합 생활용수 재이용(인천 송도국제도시)

- 사업기간 : 2006. 11. 22 ~ 2009. 6
- 사업주체 : 인천광역시 경제자유구역청
- 재이용공급량 : 계획 시설용량 13,000 m^3 /일
- 사업비 : 16,780백만원 (국비 30%)

- 사업량 : 하수재이용시설 - 13,000m³/일
- 모래/활성탄 여과시설 - 13,000m³/일
- 공급관로 - 19.059km (D75mm~D400mm 포함)

차) 하수처리수의 공업용수 재이용(아산 신도시)

- 사업기간 : 2014. ~ 2018(공사중)
- 사업주체 : 아산시, 아산스마트워터
- 재이용공급량 : 계획 시설용량 27,000m³/일
- 사업비 : 1,464억만원 (국비 70%)
- 사업량 : 하수재이용시설 - 27,000m³/일
- RO 설비 - 27,000m³/일
- 공급관로 - 4.7km (D600mm 포함)

3) 하수처리수 재이용 촉진 시범사업 추진경위

- 하수처리수 재이용 시범사업 추진계획('05. 3월)
 - 재이용수질 권고기준 마련('05. 11), 시범사업 실시('06년부터)
- 물 순환이용 기본계획('07. 2월)
 - 2016년까지 12억톤/년 재이용(재이용 공업용수 4.4억톤/년)
- 국가하수도 종합계획('07. 10월)
 - 2007년~2015년 하수처리수 재이용사업에 5,259억원(국고 3,499)투자
- 민간투자사업 예비 타당성 조사용역('08. 5월~8월)
 - 하수처리수의 공업용수 재이용 예비타당성 및 민자적격성 조사연구
- 하수도사업 민간투자 업무처리지침 개정('08. 9월)
 - 민간투자사업 대상시설에 하수처리수 재이용시설 포함

다. 국외 하수처리수 재이용 현황

물이 부족한 나라에서는 대부분 하수처리수를 재이용하고 있으며, 기존 수자원을 대체하여 생활용수, 농업용수, 공업용수 등으로 재이용하고 있다.

또한 하천유지용수 또는 친수용수 등 공공성격을 띤 용도로 재이용하고 있으며, 절대적인 물부족 및 인근국가와의 마찰소지 때문에 물안보차원에서 재이용을 하는 경우도 있다.

싱가포르의 경우는 상수원수의 75%를 말레이시아에서 수입함에 따라 국가 생존차원에서 재이용사업(NEW-WATER Project)을 추진하여 공업용수 및 간접음용수로 이용하고 있다.

[표 7.2-3] 국외 하수처리수 재이용 현황

국가명	일본	미국 Florida	미국 California	싱가포르	호주	이스라엘	쿠웨이트
재이용율	1.4% (54만톤/일)	52% (220만톤/일)	10% (170만톤/일)	6.7% (9.1만톤/일)	12%	10%	15%

1) 일본

- 일본 하수처리수 재이용율은 2005년 1.4%(약 2억^{m³}/년)이며, 이중 59%가 조경용수, 친수용수, 하천유지용수로 가장 많은 양을 차지하고 있다.
- 하수처리수의 재이용은 도시생활용수의 수요증가에 대체하기 위한 대안이며, 동경도의 경우 주요용도는 대도시의 특성상 지역내 수세식 화장실용수, 노면청소용수 및 비산먼지 살포 등이다.

2) 미국

- 미국의 재이용수의 용도는 주로 농업용(관개용)으로 가장 많이 이용되고 있으며, 특히 캘리포니아주는 미국 전체의 25%인 1억4천만³m³의 처리수가 농업 및 관개용수로 재이용되고 있다.
- 용수원 확보가 곤란한 아리조나, 캘리포니아, 콜로라도, 텍사스와 같은 건조한 남부 및 남서부 지역에서 주로 실시되고 있으며 플로리다 및 사우스캐롤라이나와 같은 습윤지역에서도 수질오염의 방지를 목적으로 재이용을 실시하고 있다.
- 재이용의 특징은 보건위생상 관점에서 주로 관개용 또는 공원과 골프장과 같은 비음용수로의 재이용만을 고려해 왔으나, 용수원의 확보가 어려운 일부 지역에서는 간접음용수로의 재이용을 계획중이다.

3) 싱가포르(Newater사업)

- 주요상수원 : Local catchment, Imported water, Newater, Desalinated water
- 문제점
 - Johor water 말레이시아 수입(전체 75%) : 2011년 협정 만료 후 원수공급량 감소
 - Local catchment(우수) 제한적 : 국가 생존차원에서 대체 수자원 확보 시급
- 향후 개발 상수원 : 해수 담수화, 하수처리수 재이용수를 Newater 통해 수급 계획

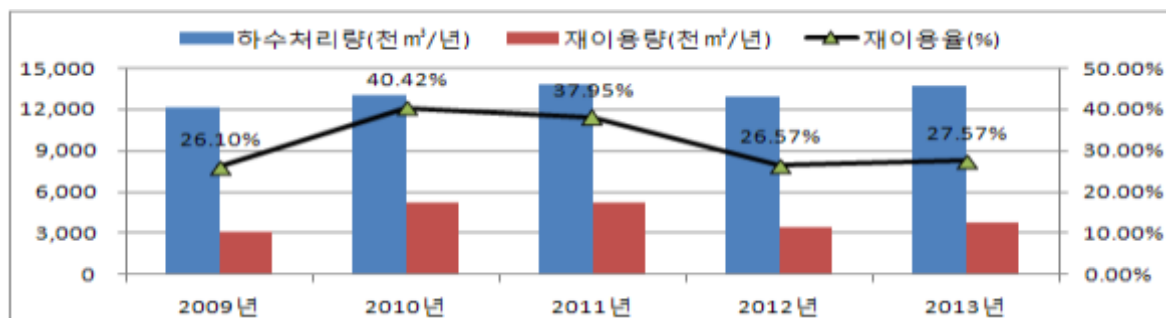
라. 공주시 하수처리수 재이용 현황

현재 가동중인 공주, 유구, 공암, 동학사, 신관공공하수처리시설의 하수처리수는 주로 처리시설 내 장내용수 및 하천유지용수로 사용되고 있으며 재이용율은 평균 27.57%로 국내 재이용율에 비해 상당히 높은 재이용율을 보이고 있다. 또한 향후에도 인근 제민천 상류의 하천유지용수를 지속적으로 활용할 계획이며, 농업용수로서의 공급도 계획하고 있어 공주시 공공하수처리시설의 재이용율은 지속적으로 높을 것으로 예상된다.

[표 7.2-4] 공주시 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

구분		2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	비 고
합 계	하수처리량(천 m^3 /년)	12,100	13,020	13,836	12,944	13,659	
	재이용량(천 m^3 /년)	3,158	5,263	5,251	3,440	3,766	
	재이용율(%)	26.10%	40.42%	37.95%	26.57%	27.57%	
공주	하수처리량(천 m^3 /년)	10,052	10,914	11,571	10,627	10,768	
	재이용량(천 m^3 /년)	3,082	4,902	4,869	3,184	3,252	
	재이용율(%)	30.66%	44.92%	42.08%	29.96%	30.20%	
유구	하수처리량(천 m^3 /년)	1,137	1,132	1,263	1,225	1,292	
	재이용량(천 m^3 /년)	34	170	190	110	4	
	재이용율(%)	2.97%	15.03%	15.02%	9.00%	0.31%	
공암	하수처리량(천 m^3 /년)	422	487	503	578	523	
	재이용량(천 m^3 /년)	5	4	4	4	5	
	재이용율(%)	1.21%	0.76%	0.87%	0.71%	0.90%	
동학사	하수처리량(천 m^3 /년)	488	488	499	514	535	
	재이용량(천 m^3 /년)	37	188	188	142	5	
	재이용율(%)	7.52%	38.42%	37.61%	27.56%	0.94%	
신관	하수처리량(천 m^3 /년)	—	—	—	—	540	
	재이용량(천 m^3 /년)	—	—	—	—	500	
	재이용율(%)	—	—	—	—	92.61%	

자료) 하수도통계(2009~2013, 환경부)



〈그림 7.2-5〉 공주시 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

[표 7.2-5] 공주시 공공하수처리시설 하수처리수 용도별재이용 현황

년도		구 분	하수 처리량 (㎥/일)	용도별 재이용 현황							
				합계	장외용수(㎥/일)				장내용수(㎥/일)		
					소계	농업 용수	하천 유지 용수	기타	소계	시설내 재이용	기타
공 주	2011년	재이용량	31,700	13,340	9,833	—	9,833	—	3,507	959	2,548
		비율(%)	100.0%	42.1%	31.0%	0.0%	31.0%	0.0%	11.1%	3.0%	8.0%
	2012년	재이용량	29,115	8,722	6,496	—	6,496	—	2,226	2,011	215
		비율(%)	100.0%	30.0%	22.3%	0.0%	22.3%	0.0%	7.6%	6.9%	0.7%
	2013년	재이용량	29,500	8,910	6,740	—	6,740	—	2,170	1,085	1,085
		비율(%)	100.0%	30.2%	22.8%	0.0%	22.8%	0.0%	7.4%	3.7%	3.7%
유 구	2011년	재이용량	3,461	520	259	259	—	—	261	10	251
		비율(%)	100.0%	15.0%	7.5%	7.5%	0.0%	0.0%	7.5%	0.3%	7.3%
	2012년	재이용량	3,348	302	125	125	—	—	177	10	167
		비율(%)	100.0%	9.0%	3.7%	3.7%	0.0%	0.0%	5.3%	0.3%	5.0%
	2013년	재이용량	3,541	11	—	—	—	—	11	10	1
		비율(%)	100.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.3%	0.0%
공 암	2011년	재이용량	1,379	12	—	—	—	—	12	11	1
		비율(%)	100.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.8%	0.1%
	2012년	재이용량	1,579	11	—	—	—	—	11	11	—
		비율(%)	100.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.7%	0.0%
	2013년	재이용량	1,434	13	—	—	—	—	13	12	1
		비율(%)	100.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.8%	0.1%
동 학 사	2011년	재이용량	1,368	515	—	—	—	—	515	16	498
		비율(%)	100.0%	37.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	37.6%	1.2%	36.4%
	2012년	재이용량	1,404	388	—	—	—	—	388	13	375
		비율(%)	100.0%	27.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	27.6%	0.9%	26.7%
	2013년	재이용량	1,466	14	—	—	—	—	14	13	1
		비율(%)	100.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.9%	0.1%
신 관	2011년	재이용량	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		비율(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2012년	재이용량	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		비율(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2013년	재이용량	2,000	1,370	—	—	—	—	1,370	28	1,342
		비율(%)	100.0%	68.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	68.5%	1.4%	67.1%

자료) 하수도통계(2009~2013, 환경부), 공주시 공공하수처리시설 운영자료(2013년)

주) 1. 장내 기타용수에는 살수용수 등이 포함됨

2. 장내 시설내 재이용수는 세척수, 냉각수, 청소수 등이 포함됨

7.2.2 법적, 제도적 현황

가. 조례현황

공주시는 현재 「공주시 하수도 사용 조례(2013. 12. 02, 일부개정)」 제23조 2항에 중수도 또는 공공하수처리시설 재이용수 사용자에 대한 공공하수도 사용료 감면기준을 제정하여 시행중에 있고 다음과 같다.

[표 7.2-6] 중수도·하수처리수 재이용수 사용에 따른 하수도사용료 감면기준

구 분	감면비율	
	중수도	재이용수
가 정 용	20%	20%
일 반 용	20%	20%
대중탕용	20%	20%

주) 1. 공주시 하수도 사용조례 제23조 제2항 별표7 참고
2. 감면비율은 공공하수도사용료를 기준으로 감면하는 금액의 비율을 말함

나. 법적 제도적 현황

하수처리수 재이용과 중수도에 대한 법적 사항은 2011년 6월 이전에는 하수도법의 적용을 받았으나 이후에는 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률을 적용받게 되어 있다.

1) 하수도법(2010.10.16.)

－ 제5조(하수도정비기본계획의 수립권자 등)

- ① 특별시장·광역시장·시장 또는 군수(광역시의 군수를 제외한다)는 사람의 건강을 보호함에 필요한 공중위생 및 생활환경의 개선과 「환경정책기본법」에서 정한 수질환경기준의 유지를 위하여 종합계획을 바탕으로 관할구역 안의 유역별로 하수도의 정비에 관한 20년 단위의 기본계획(이하 "하수도정비기본계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. 이 경우 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제18조의 규정에 따른 도시기본계획이 수립된 지역의 경우에는 이를 기본으로 하여야 한다.
- ② 하수도가 2 이상의 특별시·광역시·시 또는 군(광역시의 군을 제외한다)의 관할구역에 걸쳐거나 그 밖의 특별한 사유가 있을 때에는 대통령령이 정하는 시·도지사, 시장 또는 군수(광역시의 군수를 제외한다)가 당해 하수도정비기본계획을 수립한다.
- ③ 하수도정비기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. <개정 2011.11>
 1. 하수도의 정비에 관한 기본방침
 2. 하수도에 따라 하수를 유출 또는 처리하는 구역에 관한 사항

3. 하수도의 기본적 시설의 배치·구조 및 능력에 관한 사항
 4. 합류식하수관거와 분류식하수관거의 배치에 관한 사항
 5. 하수도정비사업의 실시순위에 관한 사항
 6. 공공하수처리시설에서 처리된 물의 재이용계획 및 공공처리수재이용시설의 설치에 관한 사항
 7. 하수를 공공하수처리시설에서 처리하는 과정에서 발생한 찌꺼기의 처리계획 및 처리시설의 설치에 관한 사항
 8. 분뇨의 처리계획 및 분뇨처리시설의 설치에 관한 사항
 9. 하수와 분뇨의 연계처리에 관한 사항
 10. 하수도 관련 사업의 시행에 소요되는 비용의 산정 및 재원조달에 관한 사항
 11. 그 밖에 환경부장관이 하수도의 정비에 관하여 필요하다고 인정하여 고시하는 사항
- － 제21조(공공하수처리시설 처리수의 재이용)
- ① 공공하수도관리청은 공공하수처리시설의 처리수를 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등(이하 "재이용수"라 한다)으로 이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급하여야 한다.
 - ② 제1항의 규정에 따라 처리수를 재이용수로 이용 또는 공급하여야 하는 대상시설의 범위와 재이용수의 양에 관한 기준 등 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
 - ③ 공공하수도관리청은 제1항의 규정에 따라 재이용수를 공급받는 자로부터 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 요금을 받을 수 있다.
- － 제26조(중수도의 설치)
- ① 물을 효율적으로 이용하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설물을 신축(증축·개축 또는 재축되는 부분이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)하고자 하는 자는 단독 또는 공동으로 사용수량의 100분의 10이상을 재이용할 수 있는 중수도를 설치·운영하여야 하며, 환경부령이 정하는 바에 따라 중수도의 설치결과를 시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다. 다만, 제21조제1항의 규정에 따라 공공하수도관리청으로부터 재이용수를 사용수량의 100분의 10이상 공급받는 경우에는 그러하지 아니하다.
1. 「공중위생관리법」 제2조제1항제2호 또는 제3호의 규정에 따른 숙박업 또는 목욕장업에 사용되는 시설로서 건축 연면적이 6만제곱미터 이상인 시설물
 2. 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조제1호의 규정에 따른 공장으로

서 1일 폐수배출량이 1천500세제곱미터 이상인 시설물

3. 그 밖에 대통령령이 정하는 종류 및 규모 이상인 시설물
- ② 중수도의 시설기준 및 관리에 관한 사항과 제1항 각 호 외의 부분 본문의 규정에 따른 사용수량의 기준, 동항제1호 및 제2호의 규정에 따른 건축 연면적, 폐수배출량의 산정기준 등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.
- ③ 국가는 중수도의 설치비용을 지원할 수 있으며, 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 중수도를 설치한 시설물의 소유자 등에 대하여 수도요금 또는 하수도 사용료를 경감할 수 있다.
- ④ 환경부장관 또는 지방자치단체의 장은 제1항의 규정에 따른 시설물을 신축하는 자가 중수도를 설치·운영하지 아니하는 경우에는 그 이행을 명할 수 있다.

2) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011.6.9)

– 제5조(물 재이용 기본계획의 수립)

- ① 환경부장관은 물의 재이용을 촉진하고 관련 기술의 체계적 발전을 위하여 10년마다 제7조에 따른 물 재이용 정책위원회의 심의를 거쳐 물의 재이용 촉진에 관한 종합적인 기본계획(이하 “물 재이용 기본계획”이라 한다)을 수립·시행하여야 한다.
- ② 환경부장관은 물 재이용 기본계획을 수립하거나 변경(환경부령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우는 제외한다)할 때에는 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)의 의견을 들은 후 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다.
- ③ 환경부장관은 제2항에 따라 물 재이용 기본계획을 수립하거나 변경한 경우에는 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사에게 통보하여야 한다.
- ④ 환경부장관은 물 재이용 기본계획을 수립할 때에는 「수도법」 제5조에 따른 전국수도종합계획 및 「하수도법」 제4조에 따른 국가하수도종합계획과 연계되도록 하여야 한다.
- ⑤ 물 재이용 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
 1. 물의 재이용 여건에 관한 사항
 2. 처리수의 수요 전망 및 공급 목표에 관한 사항
 3. 물의 재이용 시책의 기본방향 및 추진전략 등에 관한 사항
 4. 물의 재이용 관련 기술의 개발 및 보급계획
 5. 물의 재이용 사업에 드는 비용의 산정 및 재원조달계획에 관한 사항

6. 그 밖에 물의 재이용 촉진에 관한 사항으로서 대통령령으로 정하는 사항

- ⑥ 환경부장관은 물 재이용 기본계획이 수립된 날부터 5년이 지나면 그 타당성을 다시 검토하고 필요하면 이를 변경하여야 한다.
- ⑦ 환경부장관은 물 재이용 기본계획의 수립을 위하여 필요하면 관계 중앙행정기관의 장, 시·도지사, 시장·군수 또는 관계 기관의 장에게 계획 수립에 필요한 자료의 제출을 요청할 수 있다.

－ 제6조(물 재이용 관리계획의 수립)

- ① 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장·군수(광역시의 군수는 제외한다. 이하 같다)는 물 재이용 기본계획에 따라 관할 지역에서의 물의 재이용 촉진에 관한 계획(이하 “물 재이용 관리계획”이라 한다)을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아야 한다. 대통령령으로 정하는 중요한 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.
- ② 하수도가 둘 이상의 특별시·광역시·도·특별자치도 또는 시·군(광역시의 군은 제외한다. 이하 같다)의 관할 지역에 걸쳐 있는 경우에는 대통령령으로 정하는 시·도지사 또는 시장·군수가 물 재이용 관리계획을 수립한다.
- ③ 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장·군수는 물 재이용 관리계획을 수립할 때에는 「수도법」 제4조에 따른 수도정비기본계획, 「하수도법」 제5조에 따른 하수도정비기본계획 및 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제49조에 따른 종말처리시설 기본계획과 연계되도록 하여야 한다.
- ④ 환경부장관은 물 재이용 관리계획을 승인하거나 변경승인하려는 경우에는 관계 중앙행정기관의 장과 미리 협의하여야 한다.
- ⑤ 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장·군수는 제1항에 따른 승인을 받은 후에는 5년마다 물 재이용 관리계획의 타당성을 다시 검토하고 필요하면 이를 변경하여야 한다.
- ⑥ 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장·군수는 물 재이용 관리계획을 수립하는 경우 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제18조에 따른 도시기본계획을 기본으로 하여야 한다.

－ 제9조(중수도의 설치·관리)

- ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설물을 신축(대통령령으로 정하는 규모 이상으로 증축·개축 또는 재축하는 경우를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)하거나 개발사업을 시행하려는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 단독 또는 공동으로 물 사

용량의 10퍼센트 이상을 재이용할 수 있도록 중수도를 설치·운영하여야 하며, 중수도의 설치 결과를 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다. 다만, 물 사용량의 10퍼센트 이상을 하·폐수처리수 재처리수로 공급받는 자의 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 공중위생관리법」 제2조제1항제2호에 따른 숙박업 또는 같은 항 제3호에 따른 목욕장업에 사용되는 시설로서 건축 연면적이 6만제곱미터 이상인 시설물
 2. 산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 공장으로서 1일 폐수배출량이 1천500세제곱미터 이상인 시설물
 3. 관광진흥법」 제2조제7호에 따른 관광단지의 개발사업
 4. 도시개발법」 제2조제1항제2호에 따른 도시개발사업
 5. 산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 산업단지개발사업
 6. 택지개발촉진법」에 따른 택지개발사업
 7. 그 밖에 대통령령으로 정하는 종류 및 규모 이상의 시설물 또는 개발사업
- ② 제1항에도 불구하고 같은 항 제3호부터 제7호까지의 개발사업은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 시행하는 경우에만 적용한다.
1. 국가 또는 지방자치단체
 2. 공공기관의 운영에 관한 법률」 제5조에 따른 공기업
 3. 지방공기업법」 제3조에 따른 지방공기업
- ③ 중수도의 시설·관리기준 및 수질기준에 관한 사항, 제1항 각 호 외의 부분 본문에 따른 물 사용량의 산정기준, 같은 항 제1호 및 제2호에 따른 건축 연면적 및 폐수배출량의 산정기준 등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.
- ④ 중수도의 소유자 또는 관리자는 제3항에 따른 시설·관리기준 등을 준수하여야 한다.
- ⑤ 중수도를 설치하려는 자는 제18조에 따라 하·폐수처리수 재이용시설 설계·시공업 등록을 한 자(이하 “하·폐수처리수 재이용시설 설계·시공업자”라 한다)에게 설계·시공하도록 하여야 하며, 하·폐수처리수 재이용시설 설계·시공업자에게 해당 시설의 관리를 위탁할 수 있다.
- ⑥ 중수도의 소유자 또는 관리자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 중수도의 안전성 및 수질 등을 분기별로 검사하고 그 결과를 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다.
- ⑦ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 제1항에 따른 시설물을 신축하거나 개발사업을 시행하는 자가 중수도를 설치·운영하지 아니하는 경우에는 그 이행을 명할 수 있다.

- ⑧ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 중수도의 소유자 또는 관리자가 제3항에 따른 시설·관리기준 등을 위반한 경우에는 시설의 개수·보수 등 필요한 조치를 할 것을 명할 수 있다.

－ 제10조(공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급)

- ① 하수도법 제18조에 따른 공공하수도관리청(이하 “공공하수도관리청”이라 한다)은 하·폐수처리수 재처리수(하수처리수를 처리한 것만 해당한다. 이하 이 조에서 같다)를 재이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급하여야 한다. 다만, 하수처리수가 제14조에 따른 용도별 수질기준을 충족하는 경우에는 바로 재이용하거나 공급할 수 있다.
- ② 공공하수도관리청이 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하기 위하여 하·폐수처리수 재이용시설을 설치하려면 대통령령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 설치승인을 받아야 한다.
- ③ 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설의 범위 및 하·폐수처리수 재처리수로 처리하여야 하는 하수처리수의 양에 관한 기준 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

－ 제13조(하·폐수처리수 재이용시설의 설치기준 등)

- ① 제10조에 따라 공공하수도관리청이 하·폐수처리수 재이용시설을 설치하거나 제11조에 따라 하·폐수처리수 재이용사업의 인가를 받은 자(이하 “하·폐수처리수 재이용사업자”라 한다)가 하·폐수처리수 재이용시설을 설치할 때에는 하·폐수처리수 재이용시설 설계·시공업자에게 설계·시공하도록 하여야 한다.
- ② 하·폐수처리수 재이용시설을 설치할 때에는 시설 규모 및 위치 등 대통령령으로 정하는 기준에 맞도록 하여야 한다.
- ③ 하·폐수처리수 재이용시설의 설치에 사용되는 기자재는 대통령령으로 정하는 기준에 맞는 것을 사용하여야 한다.

－ 제14조(하·폐수처리수 재처리수의 수질)

- ① 공공하수도관리청 및 하·폐수처리수 재이용사업자는 하·폐수처리수 재이용시설이 완공된 후 대통령령으로 정하는 바에 따라 하·폐수처리수 재처리수의 수질검사를 하고 그 결과를 환경부장관에게 보고하여야 한다.
- ② 하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준 및 수질관리 등에 관한 사항은 환경부령으로 정한다.

- ③ 공공하수도관리청 및 하·폐수처리수 재이용사업자는 제2항에 따른 용도별 수질기준에 맞게 하·폐수처리수 재처리수를 공급하여야 한다.

3) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령(2011.11.25)

－ 제3조(물 재이용 관리계획의 수립 등)

- ① 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장·군수(광역시의 군수는 제외한다. 이하 같다)는 법 제6조제1항에 따른 물 재이용 관리계획(이하 "물 재이용 관리계획"이라 한다)을 수립하는 때에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
 1. 관할 지역 내 물 수급(需給) 현황 및 물 이용 전망
 2. 물 재이용시설 설치·운영 현황
 3. 물 재이용 수요량 전망
 4. 물의 재이용 관련 분야별 실행가능 목표량 및 용도별 보급계획
 5. 물의 재이용이 하류 하천의 하천유지유량 및 하천수 사용에 미치는 영향 및 대책
 6. 물의 재이용 촉진을 위한 단계별 대책 및 사업계획에 관한 사항
 7. 물의 재이용 사업에 드는 비용의 산정 및 재원조달계획에 관한 사항
 8. 물의 재이용 홍보에 관한 사항
 9. 그 밖에 물의 재이용과 관련하여 조례로 규정한 사항
- ② 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장·군수는 법 제6조제1항에 따라 물 재이용 관리계획을 수립하거나 변경하려면 관계 특별시장·광역시장·특별자치도지사 및 시장 또는 군수의 의견을 미리 들어야 한다.
- ③ 환경부장관은 법 제6조제1항에 따라 물 재이용 관리계획의 승인 또는 변경승인을 하려는 경우에는 그 기술적 사항을 검토하기 위하여 「한국환경공단법」에 따른 한국환경공단(이하 "한국환경공단"이라 한다)의 의견을 들을 수 있다.

－ 제4조(물 재이용 관리계획의 수립권자 등)

- ① 법 제6조제1항 후단에서 "대통령령으로 정하는 중요한 사항"이란 다음 각 호의 사항을 말한다.
 1. 물의 재이용 분야별 실행가능 목표량 달성 기간의 변경(2년을 초과하는 변경만 해당한다)
 2. 용도별 보급계획의 변경
 3. 물의 재이용 사업에 드는 비용의 100분의 30을 초과하는 비용의 변경
- ② 법 제6조제2항에 따라 하수도가 둘 이상의 관할 지역에 걸쳐 있는 경우에 물 재이

7-24

법 제10조제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수(하수처리수를 처리한 것만 해당한다. 이하 이 조에서 같다)를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설은 1일 하수처리 용량이 5천세제곱미터 이상인 처리시설을 말하며, 하·폐수처리수 재처리수로 재이용하거나 공급하여야 하는 하수처리수의 양은 1일 처리량의 100분의 10 이상으로 한다.

4) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행규칙(2011.6.9)

– 제8조(중수도의 수질기준)

① 법 제9조제3항에 따른 중수도의 수질기준은 다음 각 호의 구분에 따라 용도별로 정한다.

1. 도시 재이용수: 도로·건물 세척 및 살수(撒水), 화장실 세척용수 등
2. 조경용수: 도시 가로수 및 공원·체육시설 등의 잔디 관개용수
3. 친수용수: 도시 및 주거지역에 인공적으로 건설되는 실개천 등의 수량 공급용수
4. 하천유지용수: 하천, 저수지 및 소류지(小溜池) 등의 수량유지를 위한 공급용수
5. 습지용수: 습지에 대한 공급용수
6. 공업용수: 냉각용수, 보일러용수 및 생산 공정에 공급되는 산업용수

② 제1항에 따른 중수도의 용도별 수질기준은 별표 1과 같다.

– 제14조(수질기준 및 수질관리 등)

① 영 제17조 각 호 외의 부분 단서에서 “환경부령으로 정하는 검사능력”이란 별표 2의 용도별 수질항목을 검사할 수 있는 능력을 말한다.

② 법 제14조제2항에 따른 하·폐수처리수 재처리수의 수질기준은 다음 각 호의 구분에 따라 용도별로 정한다.

1. 제8조제1항 각 호의 용도
2. 농업용수: 농작물 등의 재배에 공급되는 용수
3. 지하수 충전용수: 지하수의 수위조절을 위한 공급용수(「지하수법」 제6조의2제1항 및 제2항에 따른 지역지하수관리계획에 포함된 경우로 한정한다)

③ 제2항에 따른 하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준은 별표 2와 같다.

④ 공공하수도관리청 및 하·폐수처리수 재이용사업자는 법 제14조제2항에 따라 수질관리를 하는 때에는 다음 각 호의 구분에 따라 원수(原水) 및 재처리수에 대한 수질검사를 실시하여야 한다.

1. 수소이온농도(pH), 부유물질(SS), 탁도(NTU), 결합잔류염소, 냄새, 색도: 매일
2. 생물화학적산소요구량(BOD), 총질소(T-N), 총인(T-P), 총대장균군수: 매주
3. 염화물, 전기전도도, 그 밖에 중금속 등 미량유해물질 항목: 매분기

– 별표 1 [중수도의 용도별 수질기준(제8조제2항 관련)]

[표 7.2-7] 중수도의 용도별 수질기준

구분	수세식 화장실용수	살수용수	조경용수	세차·청소 용수
총대장균군수 (개/100ml)	불검출	불검출	불검출	불검출
결합잔류염소(mg/L)	0.2 이상	0.2 이상	—	0.2 이상
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것
탁도(NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	2 이하
생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
수소이온농도 (pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색도 (도)	20 이하	—	—	20 이하
화학적 산소요구량 (COD 망간법)(mg/L)	20 이하	20 이하	20 이하	20 이하

주) 1. 총대장군군수, 결합잔류염소, 탁도, 냄새는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정시험기준에 따라 검사해야 한다.

2. 생물화학적 산소요구량, 수도이온농도(pH), 색도, 화학적 산소요구량은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정시험기준에 따라 검사해야 한다.

나) 2015년 1월 1일부터 적용되는 기준

[표 7.2-8] 중수도의 용도별 수질기준

구분	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천 유지용수	습지용수	공업용수
총대장균군수(개/100ml)	불검출	200 이하	불검출	1000 이하	200 이하	200 이하
결합잔류염소(mg/L)	0.2 이상	-	0.1 이상	-	-	-
탁도(NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	-	-	10 이하
부유물질(SS)(mg/L)	-	-	-	6 이하	6 이하	-
생물화학적산소요구량 (BOD)(mg/L)	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	5 이하	6 이하
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것

[표 7.2-8] 표 계속

구분	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천 유지용수	습지용수	공업용수
색도(도)	20 이하	—	10 이하	20 이하	—	—
총질소(T-N)(mg/L)	—	—	10 이하	10 이하	10 이하	—
총인(T-P)(mg/L)	—	—	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	—
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
염화물(mgCl/L)	—	250 이하	—	—	250 이하	—

주) 1. 항목별 수질검사 방법은 다음과 같다.

가. 총대장균군수, 부유물질(SS), 생물화학적산소요구량(BOD), 색도, 총질소(T-N), 총인(T-P), 수소이온농도(pH), 염화물은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정시험 기준에 따라 검사해야 한다. 다만, 총대장균군수는 최적확수(最適確數) 시험법 또는 막여과 시험법으로 하고, 부유물질(SS)은 유리섬유 거름종이법으로 해야 한다.

나. 결합잔류염소, 탁도, 냄새는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정 시험기준에 따라 검사해야 한다.

2. 공업용수의 수질기준은 산업용수로 사용하는 경우에 적용하며, 다회순환냉각수, 공정수(工程水), 보일러용수 등은 수요처와 협의하여 수질을 정할 수 있다.

— 별표 2 [하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준(제14조 관련)]

[표 7.2-9] 하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준

구분	도시 재이용수	조경 용수	친수 용수	하천 유지용수	농업용수		습지 용수	지하수 충전	공업 용수
총대장균 군수 (개/100ml)	불검출	200 이하	불검출	1000 이하	직접 식용	불검출	200 이하	「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 별표 1에 따른 먹는물의 수질기준 을 준수할 것	200 이하
					간접 식용	200 이하			
결합잔류 염소 (mg/L)	0.2 이상	－	0.1 이상	－	－		－		－
탁도(NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	－	직접 식용	2 이하	－		10 이하
					간접 식용	5 이하			
부유물질 {SS(mg/L)}	－	－	－	6 이하	－		6 이하	－	
생물화학적 산소요구량 {BOD(mg/L))}	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	8 이하		5 이하	6 이하	
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것		불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	

[표 7.2-9] 표 계속

구분	도시 재이용수	조경 용수	친수 용수	하천 유지용수	농업용수		습지 용수	지하수 충전	공업 용수
색도(도)	20 이하	—	10 이하	20 이하	—		—	「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 별표 1에 따른 먹는물의 수질기준 을 준수할 것	—
총질소 T-N(mg/L)	—	—	10 이하	10 이하	—		10 이하		—
총인 T-P(mg/L)	—	—	0.5 이하	0.5 이하	—		0.5 이하		—
수소이온 농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5		5.8~8.5		5.8~8.5
염화물 (mgCl/L)	—	250 이하	—	—	—		250 이하		—
전기전도도 (μ S/cm)	—	—	—	—	직접 식용	700 이하	—		—
					간접 식용	2000 이하			

주) 1. 농업용수 수질기준 중 직접 식용은 농산물을 조리하지 않고 날것으로 먹는 경우에 적용하고, 간접 식용은 농산물을 조리를 하거나 일정한 가공을 거쳐 먹는 경우에 적용하며, 농업용수의 경우에는 추가적으로 다음 항목에 대한 수질기준을 만족해야 한다.

(단위: mg/L)

알루미늄 (Al)	비소 (As)	총붕소 (B-total)	카드뮴 (Cd)	6가크롬 (Cr+6)	코발트 (Co)	구리 (Cu)	납 (Pb)
5 이하	0.05 이하	0.75 이하	0.01 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.2 이하	0.1 이하
리튬 (Li)	망간 (Mn)	수은 (Hg)	니켈 (Ni)	셀렌 (Se)	아연 (Zn)	시안 (CN)	폴리클로리네이티드비페닐(PCB)
2.5 이하	0.2 이하	0.001 이하	0.2 이하	0.02 이하	2 이하	불검출	불검출

- 총대장균군수, 부유물질(SS), 생물화학적산소요구량(BOD), 색도, 총질소(T-N), 총인(T-P), 수소이온농도(pH), 염화물, 비소(As), 카드뮴(Cd), 6가크롬(Cr+6), 구리(Cu), 납(Pb), 망간(Mn), 수은(Hg), 니켈(Ni), 셀렌(Se), 아연(Zn), 시안(CN), 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 전기전도도 항목은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정시험기준에 따라 검사해야 한다. 다만, 총대장균군수는 최적확수 시험법 또는 막여과 시험법으로 하고, 부유물질(SS)은 유리섬유 거름종이법으로 해야 한다.
- 결합잔류염소, 탁도, 냄새, 알루미늄(Al), 총붕소(B-total), 코발트(Co), 리튬(Li) 항목은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정시험기준에 따라 검사해야 한다. 다만, 코발트(Co), 리튬(Li) 항목은 먹는물 공정시험기준의 금속류-유도결합플라즈마 원자 발광분광법에 준하되, 코발트(Co)는 측정파장 228.616, 정량한계 0.01mg/L, 리튬(Li)는 측정파장 670.784, 정량한계 0.50mg/L로 한다.
- 공업용수 수질기준은 산업용수로 사용하는 경우에 적용하며, 다회순환냉각수, 공정수, 보일러용수 등은 수요처와 협의하여 수질을 정할 수 있다.
- 하·폐수처리수 재처리수 수질기준은 하수처리수 재처리시설에서 최종 처리하여 송수하는 수질에 대하여 적용하며, 「하수도법 시행규칙」 별표 1에 따른 공공하수처리시설의 방류수수질기준이 재처리수의 기준보다 강할 경우에는 「하수도법 시행규칙」을 따른다.
- 공공하수도관리청이 공익적 목적으로 공급하는 도시 재이용수, 하천유지용수, 조경용수, 친수용수, 농업용수에 대한 수질기준은 2013년 6월 9일부터 적용한다.

7.2.3 중수도 이용 현황

가. 국내 중수도 설치현황

국내 중수도 이용현황은 2013년말 기준 총 431개소로 859천³/일의 중수도를 이용하고 있는 것으로 조사되었다.

다음 <표 7.2-10>는 우리나라 중수도 설치현황을 지역별로 나타낸 것이다.

[표 7.2-10] 국내 중수도 설치현황

시 도 명	2009년			2010년			2011년			2012년			2013년		
	시설수 (개소)	시설 용량 (³ /일)	이용량 (³ /일)	시설수 (개소)	시설 용량 (³ /일)	이용량 (³ /일)	시설수 (개소)	시설 용량 (³ /일)	이용량 (³ /일)	시설수 (개소)	시설 용량 (³ /일)	이용량 (³ /일)	시설수 (개소)	시설 용량 (³ /일)	이용량 (³ /일)
전국	271	2,200,029	574,583	299	2,429,331	793,067	357	1,337,622	901,875	364	1,230,272	889,463	431	1,266,351	858,649
서울	57	18,721	8,161	52	18,031	7,771	73	22,428	9,729	73	21,208	7,395	96	23,229	11,580
부산	22	7,066	4,907	22	7,117	4,867	17	5,976	4,634	20	6,358	3,679	20	6,448	3,301
대구	5	5,450	5,535	7	5,780	5,705	7	5,780	5,595	10	6,054	5,817	12	7,214	4,042
인천	5	23,400	6,932	9	2,460	1,772	9	24,420	10,932	9	24,420	10,943	10	24,720	11,067
광주	7	2,040	1,280	7	2,040	1,280	8	2,094	1,334	9	2,244	1,484	9	2,244	1,484
대전	5	226	1,617	7	3,286	2,402	8	3,386	1,169	10	5,188	1,721	10	5,188	1,381
울산	3	1,216	298	1	800	276	2	805	277	3	810	278	3	4,805	4,256
세종	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,000	3,000	1	4,000	3,000
경기	58	77,087	41,922	68	100,297	64,557	84	145,803	88,735	88	133,908	80,800	98	131,314	43,037
강원	9	21,310	3,382	9	21,310	3,485	11	23,010	3,088	12	11,220	2,067	12	11,230	2,421
충북	1	300	300	2	684	665	3	2,604	2,165	4	0,254	6,540	6	10,254	6,367
충남	13	215,034	119,344	16	216,490	120,100	16	225,250	153,592	19	223,822	196,402	21	225,005	198,919
전북	8	100,650	61,028	8	100,650	62,759	8	100,650	67,309	8	35,652	25,031	8	35,652	24,186
전남	11	280,566	54,104	15	206,046	66,508	12	72,846	65,177	11	72,640	65,198	11	72,780	64,541
경북	38	116,946	82,420	45	126,140	89,422	50	130,240	95,473	51	144,764	106,027	58	166,394	125,738
경남	9	14,895	1,605	6	5,595	1,605	7	5,635	1,608	8	5,655	2,014	23	10,796	3,309
제주	5	655	324	5	655	284	5	655	284	6	1,655	1,240	10	1,917	1,233
수자원공사	15	1,314,467	181,424	20	1,611,950	359,609	37개소	566,040	390,774	22	520,420	369,826	23	523,161	348,787

자료) 하수도통계(2009~2013, 환경부)

나. 공주시 중수도 설치현황

2013년 말 기준 중수도현황은 총 431개소로 서울특별시 96개소, 경기도 98개소, 경상북도 58개소 등으로 주로 수도권에 집중 설치되어 있으며, 충청남도의 중수도는 총 21개소이나 공주시에는 중수도가 전무한 상황이다.

다. 하수처리수의 중수도로서의 타당성

중수도란 개별시설물이나 개발사업 등으로 조성되는 지역에서 발생하는 오수를 공공하수도로 배출하지 아니하고 재이용 할 수 있도록 개별적 또는 지역적으로 처리하는 시설로 관련규정으로는 「수도법」 및 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 등의 지침이 있다.

장래 수자원 수급균형을 검토할 경우 특히 대도시나 공단지역의 물수급 불균형이 예상되는 지역에서는 중수도를 포함한 새로운 수원확보가 불가피한 실정이다. 따라서 관련법과 지침에 따른 대상시설의 중수도 활용은 장래 물부족에 대처할 수 있는 경제성 있는 현실적 대책이다.

7.2.4 물수급 현황 및 계획

가. 물수급 현황

공주시의 지난 10년간 지속적인 급수구역 확장사업의 추진 결과 2003년 60.1%의 보급률에서 2012년 현재 76.7%까지 보급률이 향상되었으며 시설용량도 기존 30,500m³/일 외에 2009년 7월 1일 30,000m³/일의 공주정수장을 한국수자원공사 충남중부권 수도건설단에서 건설하여 가동하고 있으며, 60,500m³/일의 공급능력을 확보하고 있다.

공주시 전체 과거 10년간 상수도 급수현황은 다음과 같다.

[표 7.2-11] 과거 10년간 급수현황

연별	급수도시 내 총인구(인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1일1인당 급수량(L)	비 고
2003	131,769	79,176	60.1	30,500	27,318	345	
2004	131,140	79,471	60.6	30,500	29,063	366	
2005	130,595	81,550	62.4	30,500	30,671	376	
2006	129,862	84,457	65.0	30,500	30,980	378	
2007	128,573	88,312	68.7	30,500	30,238	365	
2008	127,391	82,888	65.1	30,500	29,205	352	
2009	126,542	83,650	66.1	60,500	26,652	318	
2010	127,260	88,680	69.7	60,500	26,718	301	
2011	124,748	89,768	72.0	60,500	29,963	334	
2012	117,298	89,950	76.7	60,500	29,963	382	

자료) 통계연보(2004~2013, 공주시)

나. 물수급 계획

공주시의 용수공급은 현재 공주정수장(Q=30,000m³/일), 옥룡정수장(Q=28,000m³/일), 유구정수장(Q=2,500m³/일)에서 공주시 전역에 용수를 공급하고 있으며 유구정수장에서는 유구읍 및 신평면 일부에 용수공급을 하고, 이를 제외한 나머지 급수구역 전체를 공주정수장 및 옥룡정수장에서 용수 공급을 담당하고 있다.

특히 공주정수장은 충남중부권 광역상수도사업의 일환으로 건설되어 2009년 7월부터 가동을 시작하였으며 옥룡정수장 또한 2009년 5월부터 대청댐 광역상수도 원수를 공급받아 운영하고 있다.

「2025 수도정비 기본계획(광역 및 공업용수도)(2009. 12, 국토해양부)」에서는 자체수원의 한계로 부득이 광역상수도를 공급받는 것으로 하고 공주시의 각종 도시개발, 산업단

(단위 : 톤)

구분		합 계	생활용수(정수)				공업용수 (침전/원수)	잠재적 용수수요량
			소 계	인구증감 용수	개발계획 용수	공업용수 (정수)		
일평균	2010	34,870	34,870	28,860	－	6,010	－	
	2015	41,440	41,440	27,650	770	13,020	－	
	2020	41,580	41,580	26,410	790	14,380	－	
	2025	39,900	39,900	24,730	790	14,380	－	
일최대	2010	45,220	45,220	39,210	－	6,010	－	
	2015	51,680	51,680	37,630	1,030	13,020	－	
	2020	51,360	51,360	35,910	1,070	14,380	－	
	2025	49,100	49,100	33,650	1,070	14,380	－	(9,930)

자료) 「2025 수도정비 기본계획(광역 및 공업용수도)(2009. 12, 국토해양부),

[표 7.2-13] 공주시 생·공업용수 수급전망

(단위 : 톤)

구 분		수요량	공급능력	과부족	여유량	부족량	비 고
합 계	2010	45,220	61,900	16,680	16,680	—	
	2015	51,680	61,900	10,220	10,220	—	
	2020	51,360	61,900	10,540	10,540	—	
	2025	49,100	61,900	12,800	12,800	—	
생활 용수	2010	45,220	61,900	16,680	16,680	—	
	2015	51,680	61,900	10,220	10,220	—	
	2020	51,360	61,900	10,540	10,540	—	
	2025	49,100	61,900	12,800	12,800	—	
공업 용수	2010	—	—	—	—	—	
	2015	—	—	—	—	—	
	2020	—	—	—	—	—	
	2025	—	—	—	—	—	

자료) 「2025 수도정비 기본계획(광역 및 공업용수도)」(2009. 12. 국토해양부),

목표연도 2025년의 공주시 용수수요량은 생활용수 49,100m³/일, 공업용수는 0m³/일로 추정하였고, 계획 용수공급량은 생활용수 61,900m³/일, 공업용수 0m³/일 용량으로 계획되어 용수공급에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

하지만 공주시는 주변 세종지역의 급격한 발전에 따른 지속적인 인구유동과, 호남고속철도 역세권의 발전, 택지개발사업, 산업단지 입지 등의 변화에 대해 지속적인 모니터링이 필요하며, 이를 통한 용수수요량 예측이 유기적으로 수반되어야 할 것으로 판단된다.

또한 공주시의 용수수요량 및 공급량을 반영한 단계별 공주시의 물이용전망은 다음과 같다.

[표 7.2-14] 공주시 물 사용전망

(단위 : 톤)

구 분	목표연도				
	2012년	2014년	2016년	2018년	2020년
물 수요량(m ³ /일)	44,106	50,302	54,558	56,874	59,190
공급 가능량(m ³ /일)	63,020	65,540	66,440	65,720	65,000
과부족량(m ³ /일)	18,914	15,238	11,882	8,846	5,810
과부족율(%)	(+)42.9	(+)30.3	(+)21.8	(+)15.6	(+)9.8
재이용량(m ³ /일)	13,689	14,195	14,460	14,687	14,768

자료) 「공주시 물 재이용 관리계획(2014. 9, 공주시)」

산정된 결과에 따르면 목표연도인 2020년을 기준으로 공주시의 용수 과부족량은 없으며 특히 물재이용량이 14,768m³/일로 장기적으로 여유량이 조금씩 증가하고 있는 추세에서 물 재이용을 통한 여유량 확보가 가능한 것으로 검토되었다.

7.2.5 하수처리수의 대체 가능량 및 용도

재이용수로 활용할 수 있는 하수처리수량은 하수처리시설내의 장내용수로 이용되는 용수를 제외한 하수처리시설의 방류수 전량이라 할 수 있다.

따라서 하수처리수를 재이용수로 사용하기 위해서는 기존 장내용수 사용 및 장외 하천유지용수와 더불어 현실적으로 이용이 가능한 다음과 같은 방안을 검토하였다.

- 공업용수로의 활용방안 : 하수처리시설 인근에 적합한 수요처가 위치할 경우 사업주와의 관계기관 협의를 통해 공업용수로의 활용방안 강구
- 농업용수로의 활용방안 : 주민의식 및 이미지개선을 위해 적극적인 홍보와 계도로 점진적으로 보급하여 갈수기시 재이용방안 강구
- 화장실 세정수로의 활용방안 : 「공주시 하수도사용 조례(2013. 12. 일부개정)」 제23조 2항에 하수도사용료 감면기준을 제정하여 시행하고 있지만, 보다 구체적이고 다양한 혜택 등을 조례에 제정하여 재이용 방안 강구

7.3 계획의 기본방향

도시하수의 재생 및 재이용 계획 수립을 위해서는 우선적으로 도시하수의 재이용 방안과 재생을 위한 처리방안 등을 고려해야 한다. 특히, 이렇게 재생된 도시하수는 장기간 연속적으로 공급이 가능하여야 하기 때문에 계획단계에서 처리방안도 고려되어야 한다.

도시하수의 재이용 방안으로는 농업용 및 관상용 관개용수로의 재이용, 산업용(공업용)으로의 재이용, 지하수로의 재충전, 식용수로의 재이용 및 하천유지용수로의 재이용 등이 있다.

7.3.1 용도에 따른 처리수 재이용 방안

가. 처리시설 내에서의 처리수 재이용

공공하수처리시설에서의 처리수는 처리시설내 설비의 공정용수, 수세식화장실용수, 청소용수, 조경용수, 세차용수 등으로 이용할 수 있다. 이때 용도별 수질은 그 이용조건을 충분히 고려하여 검토하여야 하며, 처리수를 순환이용의 용도로 사용할 경우에는 수질 뿐 아니라 인체에 대한 안전성도 고려해야 한다. 인체의 안전성면에서 고려할 경우 재이용수는 다음과 같은 용도로 한정할 수 있다.

- 수세식 화장실 용수
- 설비세정용수
- 살수용수
- 공정용수
- 청소용수
- 조경용수
- 소화용수
- 세차용수 등

이중에서 비교적 수량이 많은 것은 수세식화장실용수, 설비세정용수 및 청소용수 등인데, 설비세정용수는 침전지의 기계시설 등의 세정수, 슬러지 탈수시설의 여포세정수, 여과지의 역세척수 및 슬러지 소각시설의 세정기에 이용되는 세정수 등이 있으며 공정용수는 폭기조소포수, 탈취용수, 브로와냉각수, 각종 펌프실링수 등으로 많이 사용된다.

또한 재이용수의 용도선정에 있어서는 수량, 수질의 적합성, 경제성 및 유지관리의 난이도 등에 대하여도 검토할 필요가 있다.

공공하수처리시설에서 재이용되는 처리수는 사용할 설비기기에 적합한 수질에 따라 크게 두 종류로 나눌 수 있다.

- 소포수, 사여과기세척수, 냉각수, 실링수, 탈취용수, 염소살균주입수, 탈수기세척수 등과 같이 고도의 수질을 요구하는 설비기기에는 사여과기의 처리수를 사용한다.
- 세척수 등과 같이 고도의 수질을 요구하지 않으며 많은 양을 필요로 하는 곳에는

스트레이너 여과기만으로 처리한 후 용수로 공급한다.

이와 같은 용도에 따라 바람직한 재이용수의 처리용도를 알아보면 다음과 같다.

- 소포수 및 사여과기 세척수는 일반적으로 상수를 사용하는 것을 원칙으로 하지만 처리수를 이용할 수도 있다. 단, 각종 염농도가 상수보다도 매우 높은 경우가 있어 스케일 문제가 발생하기 쉬우므로 용존염류농도가 검사결과에 의해 상수와 같은 성상의 물을 사용하여야 한다. 소포수, 사여과기 세척수 등은 부유물질로 인한 노즐 폐쇄 문제가 많으므로 가급적 2차처리후 여과를 거친 처리수를 사용하는 것이 좋다.
- 탈수기 여포세척수, 슬러지 펌프실링수 등은 부유물질 성분이 많으면 폐쇄될 우려가 있으므로 사여과수정도 이상의 수질을 사용하는 것이 바람직하다.
- 펌프, 모타, 송풍기, 엔진 등의 거의 모든 기계의 냉각수 및 실링수로 재이용수를 사용할 수 있으나, 배관에 스케일 등이 부착하여 유지관리상 어려움이 많아 상수사용을 원칙으로 한다. 또한 상수 사용시 회수방법을 생각하여 순환 사용하는 것도 바람직하다.
- 염소의 용해수는 사여과정도 이상의 처리수를 사용할 수 있다. 즉, 약품용액세척방식의 탈취용수는 상수를 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 재이용수를 약품용해수로 이용시 약품이 처리수중의 용존염류와 반응하여 재이용수를 사용하는 경우 스트레이너의 폐쇄나 스케일에 의한 기능장애가 있을 수 있다. 또한 보일러용수로 재이용수를 사용할 경우 처리수중에 함유된 용존염류 등에 의한 스케일이 발생하여 기기의 수명을 단축시킬 수 있다. 따라서 경수연화장치가 과대해지며, 첨부제의 사용이 증대하는 등의 문제가 발생하게 된다. 따라서 보일러 용수는 상수를 사용한다.

나. 처리시설 외에서의 처리수 재이용

1) 농업용 및 관상용 관개용수로의 재이용

작물을 기르기 위해서는 관개용수가 필요하며, 미국의 경우 건조한 서부지역에서 관개용수의 개발이 시작되었으며, 관개용수 사용량은 총 사용량의 34% 정도이고, 일본의 경우는 오래전부터 하천수가 농업용수로 이용되어 전체 용수사용량의 약 65%를 차지하고 있다.

그러나 물사용량은 점차적으로 증가하고 있는 추세에 따라 최근에는 공원이나 골프장에도 관개용수가 필요하게 되었으며, 도시지역에서는 관상용 혹은 골프장에 이용할 관개용수로서 재생된 하수나 폐수의 사용이 중요시되고 있다. 그러나 재생된 도시하수를 관개용으로 사용하고자 할 경우에는 용수의 공급이라는 면과 하수나 폐수의 처리라는 면을

동시에 고려하여 계획되어야 한다. 관개용수로서 사용하기 위한 수질기준은 수질이 작물 생산에 미치는 영향과 토양조건을 고려하여 수질기준과 관련이 있는 염분도, 이온의 독성, 침투율(Sodium Adsorption Ratio), 영양염류, 기타 보건상의 문제점 등의 항목도 고려되어야 하며, 특히 하수처리수가 농업용수로 이용되는데 대한 문제는 하수처리수중의 과잉질소에 의한 장애라고 보고되고 있다.

2) 산업용수(공업용수)로의 재이용

도시의 발달과 경제성장으로 각종 산업체에서의 용수 사용량은 증가할 것으로 예상되나 방류수를 대상으로한 수질기준의 강화로 산업체내 폐수의 재순환량 역시 증가될 것으로 판단된다. 공업용수란 보일러용수, 원료용수, 제품처리·세정용수, 냉각용수 등 공업활동에 따라 사용되는 용수로서 산업체에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 용수는 냉각용수이다. 냉각용수는 내부순환용이기 때문에 독자적인 수질기준에 적합하도록 처리하여 사용되고 있다. 따라서 재생된 도시하수를 냉각용수로 사용하는 데에는 어려움이 없으며, 실제로 선진국에서는 이를 실용화하여 많이 사용하고 있으며, 우리나라의 경우는 공단이나 공장에서 자체 처리후 재순환방식으로 냉각수로 이용되고 있는 정도이고 하수처리수를 이용한 공업용수의 냉각수 이용은 시범단계로 적용되고 있는 과거에는 공업용수의 수자원으로 하천수를 기본으로 해 왔지만 앞으로의 하천수의 개발에는 기술적·경제적·사회적으로 큰 곤란을 동반할 가능성이 크다.

따라서 하수처리수는 장래의 물부족에 대응하기 위한 중요한 수자원으로, 각종 용수중에서도 공업용수와 잡용수를 중심으로 재이용을 추진해 나갈 필요가 있다고 판단된다. 공업용수의 냉각용수로 하수처리수가 사용되기 위해서는 생물학적 질화반응, 경도와 인을 제거하기 위한 Lime 및 Soda Ash의 투입, 여과, pH 조정 및 염소를 이용한 살균 등과 같은 고도처리과정을 거친다. 고도처리 과정의 목적은 냉각 시스템내 부식 및 Scale의 형성을 방지하기 위함이다.

3) 재생폐수의 지하수 재충전

지하수는 일반적으로 양질이며, 수온의 변화가 적은 점 등으로 인해 널리 이용되어 왔고 하천수와 함께 중요한 수자원이 되어왔다. 지하수 재충전은 지하수 수위의 하락을 격감, 중단 또는 변화시키고, 해안지대의 대수층의 담수를 해양에서 유입되는 염수로부터 보호하고, 그리고 재생된 폐수나 기타 잉여 지표수를 장래의 용도로 저장하기 위해서 사용되어 왔다. 지하수의 재충전은 도시하수와 산업폐수를 지하로 침투시켜 처리하는 과정 또는 토지처분의 과정에서 부수적으로 이루어지기도 한다. 지하수는 지나치게 취수하면

지반침하 등의 장애를 일으키지만 합리적인 취수와 주입에 의해 보급하여 적절한 수량관리를 하면 수질이 우수한 수자원으로서 활용할 수 있다.

재생된 도시하수에 있어 재충전은 계류지(Basin)에서의 표면살포와 지하수 대수층에 직접투입하는 두가지 방법이 흔히 사용되고 있다. 일본의 경우 표류수의 개발이 곤란한 일부 지역에서 적극적으로 지하수를 개발하기 위해서 대수층에 차수벽을 설치하는 형태인 지하댐에 의한 지하수 이용이 진행되고 있다. 재생된 도시하수의 지하수 재충전에 대한 주요 관심사는 병원균이나 미량의 독성물질로 인하여 건강에 미칠 잠재적인 악영향이다. 장기간에 걸쳐 건강에 미칠 영향에 대한 관심이 증가됨에 따라 재충전수에 있는 화합물질의 종류와 특정한 유기물의 종류를 감소시키는 모든 노력이 있어야 한다.

다음 표는 처리수를 지하수 재충전 용수로 이용할 경우 고려해야 할 사항을 표면살포시와 직접주입시로 나누어서 열거한 것이다.

[표 7.3-1] 지하수 재충전 지침마련시 고려되어야 할 요소

구 분	직 접 주 입	표 면 살 포
처 리	• 독성화합물의 원천제어 • 1차침전과 2차생물학적 처리 • 활성탄흡착 • 휘발성 유기물 제거 • 역삼투 또는 기타 막분리 공정 • 소독	• 독성화합물의 원천제어 • 1차침전과 2차생물학적 처리 • 입상여과(유기물 제거시 활성탄 흡착) • 소독
지하수까지의 깊이	해당사항 없음 (지하수 대수층으로 직접주입)	토양의 비포화지역을 통한 침투 토양의 여과속도에 따라 3~15m
지상체류시간	12개월	전처리의 형태에 따라 6~12개월
재생 폐수의 최대 비율	취수정에서 연간 20%	유기물의 제거에 따라 취수정에서 연간 20~50%
수 평 거 리	300~600m	전처리에 따라 150~300m
모 니 터 링	음용수에 규제된 오염물을 포함한 광범위한 관리	음용수에 규제된 오염물을 포함한 광범위한 관리

4) 하천유지용수로의 재이용

하천의 유지용수는 기본적으로 하천의 보전을 위한 자연적 기능과 인간이 하천을 이용하는 데 필요한 인위적 기능을 유지하고 관리하는데 필요한 용수를 말하며, 이러한 하천유지용수로 하수처리수가 유용하게 사용될 수 있다. 현재 우리나라는 대부분의 강수가 7~

8월에 집중되고, 최근에는 겨울철의 가뭄발생 빈도도 늘어나 대부분 지역의 도시하천이 건천화되어 가고 있다.

이에 따라, 하수처리수를 하천유지용수로 재이용함으로써 갈수기시 도시하천의 건천화를 방지하고 쾌적한 도시환경을 조성, 주민들에게 휴식처를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

5) 저수용수로의 재이용

처리수를 인공호에 저장하여 레크레이션 공원 등에 재이용하는 방법이 있는데, 이 방법은 물이 부족한 지역에서 채택할 수 있는 특유한 방식이다.

이 경우 주민의 생활과 직접적인 관련이 있으므로 고도처리수를 공급해야 한다.

이러한 형태의 재이용을 통하여 「친수환경」을 도모하고 하수처리시설이 환경친화적 시설로서의 인식을 새롭게 함으로써 사회로부터 그 존재가치를 크게 인정받을 수 있다.

6) 음용수로의 재이용

음용수 목적으로 재생된 폐수나 하수를 재이용하는데 대한 보건의 안전 및 미적인 관심사 때문에 신중하여 왔음에도 불구하고, 일부 선진외국에 있어서는 별도의 담수공급원이 없는 지역에서 작간접적인 음용수로의 이용계획을 세우고 있거나 연구가 수행되어 오고 있다. 그러나 음용수로의 재이용을 위해서는 음용수에 대한 하나의 수질기준이 있어야 된다는 것과 만약 재생폐수나 하수가 음용수 수질기준에 적합하다 하더라도 세균학상의 안전도에 대한 일반인의 불신과 거부감으로 시행이 되기는 어려울 것으로 판단된다.

하수처리수 재이용 계획시 고려되어야 할 사항으로서 다음 표에는 도시하수의 재이용 방안 및 그에 따른 문제점을 나타내어 참고가 될 수 있도록 하였다.

[표 7.3-2] 도시하수의 재이용 방안 및 문제점

재사용 방안	문 제 점
관개용 곡물재배용, 종묘원용 관상관개용 공원, 학교운동장 고속도로 가로수, 묘지 수록보전지, 거주지역	•경우에 따라 지표수 및 지하수를 오염시킬 수 있음 •곡물의 관로 확보 여부 •토양 및 재배곡물에 대한 수질의 영향 파악 •병원성 미생물에 대한 관심도(박테리아, 바이러스 및 기생충) •토지이용 계획상의 제약점
산업용 재순환 및 재사용 냉각용, 보일러용, 제조공정용, 건설용	•Scaling, 부식 및 각종 미생물의 성장 등과 관련한 재사용수의 특성 •냉각수에서 서식할 수 있는 병원성 미생물의 전파

[표 7.3-2] 표 계속

재사용 방안	문 제 점
지하수 재충전 지하수 보충용 염분도 조절용 침하 조절용	•재생된 하폐수내 유기화합물 및 이로 인한 영향 •재생된 하폐수내 TDS, Nitrate 및 병원성 미생물의 영향
관광 및 환경보전용 호소 및 저수지 습지 보전용 하천유량 조절용 낙시 및 인공눈 공급용	•박테리아나 바이러스로 인한 보건상의 문제점 •지표수나 질소나 인의 증가로 인한 부영양화 가능성 •수중 동식물에 대한 유독성 여부
비음료수용 소화용, 냉방용 세면기용	•Aerosols에 의한 병원성 미생물 전파 가능성 •Scaling, 부식 및 각종 미생물의 성장으로 인한 수질의 변화가능성
음료수용 취수원수와 혼합사용 저수지	•미량 유기화합물 및 이로 인한 영향 •공공용수로의 채택 여부 •바이러스와 같은 병원성 미생물의 전파 가능성

다. 산·재생에너지로의 재이용

1) 하수열 이용

하수는 지중을 흐르면서 바깥 온도변화에 상관없이 연평균 15℃(여름 24~26℃, 겨울 9~11℃)를 유지하여 대기온도와 비교할 때 겨울철에는 10℃ 정도 높고, 여름에는 10~15℃ 정도 낮다. 이러한 하수의 온도 특성을 이용하여 온도차에너지를 얻을 수 있다.

하수열을 이용한 냉난방시스템은 하수 유입량이 거의 일정하고, 그냥 버려지는 하수를 재이용 하기 때문에 지속적으로 일정량의 에너지를 공급받을 수 있으며, 일반적으로 도시 지역에서는 공급처와 수요처가 가깝다는 점에서 주목받고 있다.

냉난방시 히트펌프 열원으로 하수열에너지를 이용하며 대기와의 온도차만큼 냉매의 압축에 필요한 동력이 저감되어 COP(Coefficient of Performance : 성적계수, 생산에너지량/투입에너지량)가 향상되므로 에너지절약 및 환경개선효과를 기대할 수 있다.

하수열의 유효이용성을 판단하기 위해서 가장 중요한 것은 하수의 온도특성을 조사하는 것으로 하수열은 배출시설 종류뿐만 아니라 처리시설의 종류 등에 따라 시시각각 변

하기 때문에 적용 대상에 적합한 시스템을 설계하는 데에는 온도특성 분석이 필수적이다.

하수처리시설 주변에 대규모 열원을 공급할 수 있는 인프라 구축은 대부분 미흡한 실정으므로 단기적으로 히트펌프 설치 확대를 통해 하수열을 관리동 냉난방 시스템 및 소화 가온용으로 이용하고, 중장기적으로 열수요지가 근접한 처리시설을 중심으로 하수 및 하수처리수를 지역 냉난방 시스템의 열원으로 공급 확대가 검토되어야 할 것으로 판단된다.

2) 소수력 이용

소수력은 공해가 없는 청정에너지로서 다른 재생 가능한 에너지원에 비해 높은 에너지 밀도를 가지고 있기 때문에 개발가치가 큰 부존자원으로 평가되어 선진국을 중심으로 기술개발과 개발지원사업이 경쟁적으로 활발하게 진행되고 있다.

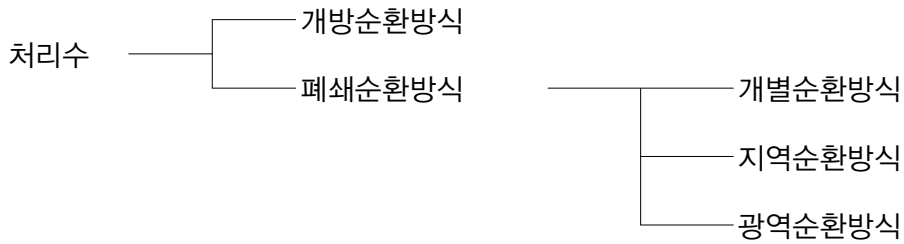
소수력발전은 일반적인 수력발전과 원리면에서는 차이가 없고, 단지 국지적인 지역조건과 조화를 이루는 규모가 작고, 시스템이 비교적 단순한 수력발전이다. 발전량은 낙차와 유량에 의해서 결정되며, 발전소 설치시 소요되는 투자비용과 발전소 운영시 발생하는 유지관리비 등을 종합적으로 고려한 경제성분석을 통해 개발타당성을 판단하게 된다. 즉, 소수력 개발 적지는 기본적으로 충분한 유량과 높은 낙차가 발생하여 효율적인 발전소 운영을 통한 전력생산이 가능한 지점이어야 하며, 현장여건과 운영조건 등을 종합적으로 반영하여 선정하여야 한다.

하수처리장에서 처리된 방류수를 이용한 소수력발전은 일반 하천의 댐건설 등에 소요되는 토목공사비가 거의 없어 초기투자비 저감으로 하천을 이용하여 발전하는 것에 비해 경제성이 높고, 안정적인 유량확보로 시스템의 고효율 발전이 가능하다. 또한 일정높이 이상의 낙차가 있는 지점에 소수력발전소를 설치할 경우 가동율은 하천(약 40~50%)의 두 배(약 90%)로 발전량이 증대되는 장점을 지니고 있다.

하수처리시설내 소수력발전소를 설치하기에 적합한 곳은 최종처리조와 방류구 사이의 방류수로인데 이곳에 발전시설을 설치함으로써 하수처리공정과의 간섭이 발생하지 않으며, 최종처리된 유수를 발전용수로 활용하므로 슬러지로 인한 발전기내의 막힘 또는 고장 문제를 최소화 할 수 있다.

7.3.2 처리수 재이용 방식

처리수 재이용은 다음과 같이 순환방식에 따라 개방순환 방식과 폐쇄순환 방식으로 구분하고 폐쇄순환 방식은 사업의 주체 및 규모에 따라 개별순환방식, 지역순환방식, 광역순환방식으로 분류된다.



가. 개방순환방식

개방순환방식이란 처리수를 하천 등 공공수역에 방류해서 하천유량을 확보함과 동시에 이를 하류에서 취수하여 생활용수, 공업용수, 농업용수 등으로 이용하는 방식으로 자연유하, 유량조정, 지표살포 및 침투방식이 있으며 이는 수량관리의 성격이 크므로 수자원이 절대적으로 부족한 지역에 유효한 방식이다.

나. 폐쇄순환방식

폐쇄순환방식이란 처리수를 하천 등 공공수역에 방류하지 않고 건물 등 폐쇄계 내에서 2중배관에 의해 반복적으로 이용하는 것으로서 개별순환, 지구순환, 광역순환 방식이 있으며 이는 수량관리는 물론 방류수역에 방류되는 오염부하량을 최소화하기 위한 수질보전적 성격을 내포하고 있는 방식이다.

1) 개별순환방식

개별순환방식은 단일건물이나 공장 등에서 발생하는 하수를 자체 처리하여 중수로 순환 이용하는 방식으로 건물외에 배관망이 없어 시설이 용이하며 상수사용량 절감과 동시에 오수량을 줄일 수 있다. 또한 단일건물이나 시설물 단위로 중수도가 채택되므로 설치 및 관리의 주체가 건물이나 시설물의 소유자 또는 관리자가 된다. 우리나라에서는 2010년말 현재 서울 잠실의 롯데월드를 비롯하여 299개 빌딩에서 개별순환 방식의 중수도를 가동하고 있는 것으로 나타나 있다.

가) 지역순환방식

지역순환방식이란 대형 주택단지나 재개발지구 등과 같이 일정한 지역을 대상으로

중수도를 운영하며 해당건물의 중수수요에 따라 공급하는 방식이다. 이 방식은 공급대상이 넓지 않은 지역내에 서로 근접하여 위치하므로 중수 송배수시설 건설비가 개별순환 방식의 경우보다 유리하다. 지역순환방식의 중수도를 설치할 때에는 주택단지나 재개발 사업자와 건축물의 소유자가 공동으로 중수도를 설치, 운영하게 된다.

나) 광역순환방식

광역순환방식이란 일정한 지역이나 도시에서 해당지역내의 주택 및 건물 등에 중수를 공급하는 광역적이며 대규모의 중수도 방식이다. 유지관리가 비교적 용이하고 처리비가 저렴하지만 중수처리시설로부터 각 수요자에게 이르기까지 제반 시설물을 설치해야 되기 때문에 매설물이 많은 도로에서는 오점합의 위험성이 높다. 이 경우의 중수도는 국가 또는 지방자치단체가 직접 설치, 운영하는 것이 바람직하며 신도시, 신시가지 개발시에는 비교적 용이하게 채택이 가능하나 기존시가지에서 모든 도로, 건물에 중수도 배관을 새로이 추가하여야 하므로 초기사업비가 많이 들어 현실적으로 채택이 거의 불가능하다.

7.4 처리수 재이용 계획

7.4.1 개요

하수처리수 재이용 계획을 수립함에 있어 다음의 「공공하수도시설 설치사업 업무지침 개정(2012.10, 환경부)」에 부합되도록 검토하였다.

- 세척수, 청소수 등 장내용수 및 공공하수처리시설 내에 주민친화시설 등을 설치할 경우의 조경용수는 전량 하수처리수로 재이용하는 방안을 강구하여야 한다.
- 대규모 택지개발지역의 청소용수, 조경용수, 공장 및 산업단지의 공업용수, 농업용수, 도심지 내 하천의 건천화 방지를 위한 하천 유지용수, 수변공원 및 생태공원의 조경용수 등으로 재이용 범위를 확대하는 방안을 적극 강구하여야 한다.
 - 대도시 지역이나 물수요가 많은 지역은 지역순환 및 광역순환 시스템을 도입하여 하수처리수 재이용율을 선진외국의 주요도시 수준으로 향상토록 계획한다.
 - 아파트단지나 산업단지 등 신규개발사업 추진을 위한 환경영향평가 및 공공하수처리시설 설치인가시 하수처리수 재이용 계획을 검토하여야 한다.
 - 대규모 택지개발, 도시 재개발지역 및 토지구획정리사업 지역의 경우에는 하수처리수를 수세식 화장실용수, 소방용수 등으로 재이용하는 대책을 수립·제시하여야 한다.
 - 인근 지역에 농경지, 목초지 등이 있는 공공하수처리시설의 경우에는 하수처리수를 농업용수로 활용하는 방안을 수립·제시하여야 한다. 특히, 지역여건상 갈수기에 농업용수가 부족하여 하수처리수를 농업용수로 재이용이 필요한 경우에는 재이용방안을 강구하여야 한다.
 - 대규모 공공하수처리시설의 설치·운영으로 인한 인근 도심하천의 건천화를 방지하기 위하여 하수처리수를 하천유지용수로 활용하는 방안을 수립·제시하여야 한다.
 - 인근 지역에 산업단지 및 공장이 있는 공공하수처리시설의 경우에는 하수처리수를 냉각수, 세척수 등 공업용수로 활용하는 방안을 설문조사 등을 통하여 수립·제시하여야 한다.
 - 도시지역의 수변공원 및 생태공원의 조경용수와 도로의 살수용수 등으로 활용하는 방안을 수립·제시하여야 한다.

7.4.2 처리수 재이용 용도의 종류 및 처리수질

하수처리수 재이용에 있어 우선적으로 고려될 사항으로 이용용도의 결정과 이용용도에 맞는 수질기준의 설정을 들 수 있으며, 이는 처리시설의 처리방식과 규모에 영향을 미치고 시스템 전체에 대한 경제성을 좌우하므로 신중하게 고려되어야 한다. 특히 하수처리수의 재이용계획은 장기간의 연속적인 공급계획이므로 계획단계에서부터의 처리방안에 대한 종합적인 검토가 필요하다.

용도별 수질 목표값 설정시 수세식 화장실용수, 살수용수, 조경용수 등의 일반 잡용수는 안정된 수질 유지 및 위생적인 측면에서 인체에 문제가 없어야 하고 이용자에 대해 불쾌감을 주지 않으면서 물로서의 심미성을 유지해야 하며, 환경용수 및 공업용수는 사용목적과 용도별 수질기준에 부합하도록 별도의 수질목표를 설정해야 한다. 농업용수는 수질이 작물에 미치는 영향과 토양 조건을 고려하여 수질목표의 설정에 유의하여야 한다. 농업용수는 수질이 작물에 미치는 영향과 토양 조건을 고려하여 수질목표의 설정에 유의하여야 한다.

환경부는 하수처리수를 포함하는 물의 원활한 재이용을 위해 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2015.3.27)」, 「물 재이용 기본계획(2011~2020) (2011.9, 환경부)」, 「물 재이용 관리계획 수립 세부지침(2011.10, 환경부)」, 「물 재이용시설 설치 관리 통합가이드북(2011.8.31, 환경부)」, 「물 재이용시설 설계 및 유지관리 가이드라인(2013, 환경부)」를 제정 및 수립하여 「하수도법」과 「수도법」 등에 분산되어 있는 물의 재이용 관련 내용을 통합하였다.

중수도의 용도별 수질기준과 하수처리수의 재이용 의무규정 및 환경부에서 제시하고 있는 하수처리수 재이용 용도범위와 재이용수질 권고기준을 살펴보면 다음과 같다.

가. 하수처리수의 재이용 용도 및 용도별 수질기준

상기의 법률 및 지침 등에서는 하수처리수 재이용 용도를 8개 분야로 구분하고 대표적 용도와 제한조건, 용도별 수질기준을 다음과 같이 설정하였다.

[표 7.4-1] 재이용수의 용도 구분 및 제한조건

구분	대표적 용도	제한조건
도시 재이용수	① 주거지역 건물외부 청소 ② 도로 세척 및 살수 ③ 기타 일반적 시설물 등의 세척 ④ 화장실 세척용수 ⑤ 건물 내부의 비음용, 인체 비접촉 세척용수	· 도시지역 내 일반적인 오물, 협잡물의 청소 용도로 사용하며 다량의 청소용수 사용으로 직접적 건강상의 위해 가능성이 없는 경우 · 비데 등을 통한 인체 접촉 시와 건물 내 비음용·비접촉 세척 시에는 잔류물 등에 의한 위생상 문제가 없도록 처리하여야 함
조경 용수	① 도시 가로수 등의 관개용수 ② 골프장, 체육시설의 잔디 관개용수	· 주거지역 녹지에 대한 관개용수로 공급하는 경우로 식물의 생육에 큰 위해를 주지 않는 수준이어야 함
친수 용수	① 도시 및 주거지역에 인공지역으로 건설되는 수변 친수지역의 수량 공급 ② 기존 수변지구의 수량 증대를 통하여 수변 식물의 성장을 촉진시키기 위하여 보충 공급 ③ 기존 하천 및 저수지 등의 수질 향상을 통하여 수변휴양(물놀이 등) 기능을 향상시킬 목적으로 보충 공급되는 용수	· 재이용수를 인공건설된 친수시설의 용수로 전량 사용하는 경우, 친수용도에 따라 재이용수 수질의 강화 여부를 결정 · 일반 친수목적의 보충수는 기존 수계 수질을 유지 혹은 향상시킬 수 있어야 하며 목적에 따라 재이용수의 처리정도를 강화할 수도 있음
하천 유지 용수	① 하천의 유지수량을 확보하기 위한 목적으로 공급되는 용수 ② 저수지, 소류지 등의 저류량을 확대하기 위한 목적으로 공급	· 기존 유지용수 유량 증대가 주된 목적이므로 수계의 자정용량을 고려하여 재이용수의 수질을 강화시킬 수 있음
농업 용수	① 비식용 작물의 관개를 위하여 전량 또는 부분 공급하는 용도 ② 식용농작물 관개용수의 수량 보충용으로 인체 비유해성이 검증된 경우 · 직접식용은 조리하지 않고 날것으로 먹을 수 있는 작물 · 간접식용은 조리를 하거나 일정한 가공을 거친 후에 식용할 수 있는 작물	· 기존 농업용수 수질을 만족하여야 하나, 관개용수의 유량 보충시 농업용수 수질이상 및 기존 수질보다 향상 가능하도록 처리하여야 함
습지 용수	① 고립된 소규모 습지에 대한 수원으로 사용하는 경우 ② 하천유역의 대규모 습지에 대한 주된 수원으로 공급하는 경우	· 습지의 미묘한 생태계에 악영향을 미치지 않도록 영양소 등의 제거와 생태영향 평가를 거쳐 공급하여야 함
지하수 충전	① 지하수 함양을 통한 지하수위 상승 목적 ② 지하수자원의 보충용도	· 지하수계의 오염물질 분해제거율과 축적가능성을 평가하여 영향이 없도록 공급하여야 함
공업 용수	① 냉각용수 ② 보일러 용수 ③ 공장내부 공정수 및 일반용수 ④ 기타 각 산업체 및 공장의 용도	· 일반적인 수질기준은 설정하되 공업용수는 기본적으로 사용자의 요구수질에 맞추어 처리하여야 하므로 산업체 혹은 세부적인 용도에 따른 수질 기준은 지정하지 않음

자료) 「물 재이용시설 설계 및 유지관리 가이드라인(2013, 환경부)」

제7장 하수처리수 재이용 계획

[표 7.4-2] 하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준

구분	도시 재이용 수	조경 용수	친수 용수	하천 유지용 수	농업용수		습지 용수	지하수 충전	공업 용수
총대장균군 수 (개/100ml)	불검출	200 이하	불검출	1000 이하	직접 식용	불검출	200 이하	「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 별표 1에 따른 먹는물의 수질기준 을 준수할 것	200 이하
					간접 식용	200 이하			
결합잔류염 소 (mg/L)	0.2 이상	-	0.1 이상	-	-		-		-
탁도(NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	-	직접 식용	2 이하	-		10 이하
					간접 식용	5 이하			
SS(mg/L)	-	-	-	6 이하	-		6 이하		-
BOD(mg/L)	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	8 이하		5 이하		6 이하
냄새	불쾌 하지	불쾌 하지	불쾌 하지	불쾌 하지	불쾌하지 않을 것		불쾌 하지		불쾌 하지 않을 것
	않을 것	않을 것	않을 것	않을 것					
색도(도)	20 이하	-	10 이하	20 이하	-		-		-
T-N(mg/L)	-	-	10 이하	10 이하	-		10 이하	-	
T-P(mg/L)	-	-	0.5 이하	0.5 이하	-		0.5 이하	-	
수소이온농 도 (pH)	5.8~8. 5	5.8~8. 5	5.8~8. 5	5.8~8. 5	5.8~8.5		5.8~8. 5	5.8~8. 5	
염화물 (mgCl/L)	-	250 이하	-	-	-		250 이하	-	
전기전도도 (μ S/cm)	-	-	-	-	직접 식용	700 이하	-	-	
					간접 식용	2000 이하			

자료) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011.6.9)」 시행규칙 별표2

주) 농업용수 수질기준 중 직접 식용은 농산물을 조리하지 않고 날것으로 먹는 경우에 적용하고, 간접 식용은 농산물을 조리를 하거나 일정한 가공을 거쳐 먹는 경우에 적용하며, 농업용수의 경우에는 추가적으로 다음 항목에 대한 수질기준을 만족해야 한다.

(단위: mg/L)

알루미늄 (Al)	비소 (As)	총붕소 (B-total)	카드뮴 (Cd)	6가크롬 (Cr+6)	코발트 (Co)	구리 (Cu)	납 (Pb)
5 이하	0.05 이하	0.75 이하	0.01 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.2 이하	0.1 이하
리튬 (Li)	망간 (Mn)	수은 (Hg)	니켈 (Ni)	셀렌 (Se)	아연 (Zn)	시아나이드 (CN)	폴리클로리네이티드비페닐(PCB)
2.5 이하	0.2 이하	0.001 이하	0.2 이하	0.02 이하	2 이하	불검출	불검출

2. 총대장균군수, 부유물질(SS), 생물화학적산소요구량(BOD), 색도, 총질소(T-N), 총인(T-P), 수도이온농도(pH), 염화물, 비소(As), 카드뮴(Cd), 6가크롬(Cr+6), 구리(Cu), 납(Pb), 망간(Mn), 수은(Hg), 니켈(Ni), 셀렌(Se), 아연(Zn), 시안(CN), 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 전기전도도 항목은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정시험기준에 따라 검사해야 한다. 다만, 총대장균군수는 최적확수 시험법 또는 막여과 시험법으로 하고, 부유물질(SS)은 유리섬유 거름종이법으로 해야 한다.
3. 결합잔류염소, 탁도, 냄새, 알루미늄(Al), 총붕소(B-total), 코발트(Co), 리튬(Li) 항목은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정시험기준에 따라 검사해야 한다. 다만, 코발트(Co), 리튬(Li) 항목은 먹는물 공정시험기준의 금속류-유도결합플라스마 원자 발광분광법에 준하되, 코발트(Co)는 측정파장 228.616, 정량한계 0.01mg/L, 리튬(Li)는 측정파장 670.784, 정량한계 0.50mg/L로 한다.
4. 공업용수 수질기준은 산업용수로 사용하는 경우에 적용하며, 다회순환냉각수, 공정수, 보일러용수 등은 수요처와 협의하여 수질을 정할 수 있다.
5. 하·폐수처리수 재처리수 수질기준은 하수처리수 재처리시설에서 최종 처리하여 송수하는 수질에 대하여 적용하며, 「하수도법 시행규칙」 별표 1에 따른 공공하수처리시설의 방류수수질기준이 재처리수의 기준보다 강할 경우에는 「하수도법 시행규칙」을 따른다.
6. 공공하수도관리청이 공익적 목적으로 공급하는 도시 재이용수, 하천유지용수, 조경용수, 친수용수, 농업용수에 대한 수질기준은 2013년 6월 9일부터 적용한다.

나. 중수도의 용도 및 용도별 수질기준

상기의 법률 및 지침 등에서는 중수도의 용도를 6개 분야로 구분하고 용도별 수질기준을 다음과 같이 설정하였다.

1) 중수도의 용도

- ① 도시 재이용수 : 도로·건물 세척 및 살수, 화장실 세척용수 등
- ② 조경용수 : 도시 가로수 및 공원·체육시설 등의 잔디 관개용수
- ③ 친수용수 : 도시 및 주거지역에 인공적으로 건설되는 실개천 등의 수량 공급용수
- ④ 하천유지용수 : 하천, 저수지 및 소류지 등의 수량유지를 위한 공급용수
- ⑤ 습지용수 : 습지에 대한 공급용수
- ⑥ 공업용수 : 냉각용수, 보일러용수 및 생산 공정에 공급되는 산업용수

가) 중수도의 수질기준

[표 7.4-3] 중수도의 용도별 수질기준

구분	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천 유지용수	습지용수	공업용수
총대장균군수(개/100ml)	불검출	200 이하	불검출	1000 이하	200 이하	200 이하
결합잔류염소(mg/L)	0.2 이상	—	0.1 이상	—	—	—
탁도(NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	—	—	10 이하
부유물질(SS)(mg/L)	—	—	—	6 이하	6 이하	—
생물화학적산소요구량(BOD)(mg/L)	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	5 이하	6 이하

[표 7.4-3] 표 계속

구분	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천 유지용수	습지용수	공업용수
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
색도(도)	20 이하	—	10 이하	20 이하	—	—
총질소(T-N)(mg/L)	—	—	10 이하	10 이하	10 이하	—
총인(T-P)(mg/L)	—	—	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	—
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
염화물(mgCl/L)	—	250 이하	—	—	250 이하	—

자료) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011.6.9)」 시행규칙 별표1

주) 1. 항목별 수질검사 방법은 다음과 같다.

가. 총대장균군수, 부유물질(SS), 생물화학적산소요구량(BOD), 색도, 총질소(T-N), 총인(T-P), 수소이온농도(pH), 염화물은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정시험 기준에 따라 검사해야 한다. 다만, 총대장균군수는 최적확수(最適確數) 시험법 또는 막여과 시험법으로 하고, 부유물질(SS)은 유리섬유 거름종이법으로 해야 한다.

나. 결합잔류염소, 탁도, 냄새는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정 시험기준에 따라 검사해야 한다.

2. 공업용수의 수질기준은 산업용수로 사용하는 경우에 적용하며, 다회순환냉각수, 공정수(工程水), 보일러용수 등은 수요처와 협의하여 수질을 정할 수 있다.

7.4.3 재이용 용도 및 범위

가. 재이용 용도 검토

1) 공동주택 (대형아파트, 연립빌라 등)

○ 용도 : 수세식 화장실 용수

구 분	현 황	비 고
기 술 적 측 면	공동주택의 특성상 각 가구당 포설되는 급수배관의 시공 및 유지관리가 어려우며, 재이용수 사용시 복잡한 배관의 오접합으로 인한 오음용 및 오사용의 우려가 높으며,	
법 적 측 면	중수도설치 의무화 대상시설이 아닌 설치권장사항으로 규정된 바, 재이용수의 사용을 위해서는 법제상 의무화 규정의 도입이 요구되며,	
경 제 적 측 면	급수배관 설치시 투자비의 전액지원 없이는 사용자측에서 재이용수 급수배관을 자발적으로 설치할 가능성이 낮으며,	
사 회 적 측 면	재이용수에 대한 위생상의 거부감 및 수질확보에 대한 신뢰성의 결여 등으로 인해	
검 토 종 합	전반적인 전제요건이 만족되기 전에는 공동주택의 수세식 변소용수로 재이용수를 이용하기에는 현실적으로 부적합하다고 판단됨.	

2) 공공시설(학교, 공공의 청사, 도서관)

○ 용도 : 수세식화장실 용수

구 분	현 황	비 고
기 술 적 측 면	공공시설의 특성상 각 건물내 포설되는 급수배관의 시공 및 유지관리가 어렵고, 재이용수 사용시 복잡한 배관의 오접합으로 인한 오음용 및 오사용의 우려가 있으며,	
법 적 측 면	중수도설치 의무화 대상시설이 아닌 설치권장사항으로 규정된 바, 재이용수의 사용을 위해서는 법제상 의무화 규정의 도입이 요구되며,	
경 제 적 측 면	급수배관 설치시 투자비는 자체 조달이 가능하며, 재이용수 이용시 타시설보다 다소 적용상 유리한 점은 있으나,	
사 회 적 측 면	공공시설의 시범화 사업을 실시함으로써 재이용수의 확대보급을 위한 홍보효과를 발휘할 수 있으나, 현재는 시설관리의 전문성과 용수사용상의 부주의로 인한 사고유발가능성이 예상되는 등,	
검 토 종 합	시범화 사업 측면에서 재이용수를 공공시설의 수세식 화장실용수로 재이용하기 위해서는 전반적인 전제요건 및 재이용상의 문제점에 대한 안정성 확보가 선결된 후 검토 적용하는 것이 타당한 것으로 판단됨.	

3) 공장 및 하수처리시설 (장내용수처, 공장용수처)

○ 재이용 용도 : 장내용수, 공정용수, 세정용수, 냉각용수

구 분	현 황	비 고
기술적 측면	공업용수는 업종에 따라 요구되는 수질이 서로 상이하어 하수처리수를 공업용수로 재이용하고자 할 때는 주변 업체의 요구수질과 어느 정도 일치하여야 가능할 것으로 판단되며,	
법적측면 (공장시설관련)	일정규모 이상의 공장에 대해서는 의무화 대상시설로 규정되어 있으나 공장자체의 중수도 개별방식이 도입을 대신하여 하수처리수를 재이용하는 것에는 소극적이며,	
경제적 측면	공단 입주업체의 중수도 사용여부, 요구수질 및 요구단가 등의 조사가 선행되어야 하고 이송설비와 필요시 별도의 추가 설비 등이 필요하고,	
사회적측면 (공장시설관련)	장래 물부족에 대한 상수도 대체원으로 재이용수의 필요성은 인식하고 있으나,	
검 토 중 합	하수처리시설 인근에 적합한 수요처가 위치할 경우 이송설비가 적게 드는 등 경제적인 수 있음 하수처리시설 장내용수로의 재이용수 이용은 현재 사용중임	

4) 하 천(인근 방류하천)

○ 재이용 용도 : 하천유지용수, 농업용수

구 분	현 황	비 고
기술적 측면	하천유지용수 및 농업용수 공급관은 계획지역내 하수차집관거 및 오수간선관거와 병렬부설이 가능하고, 오수관 및 급수관과의 오염 위험이 적고 시공 및 유지관리가 비교적 용이함	
법적 측면	하천관리지침 및 농업용수 수질기준의 신설 도입이 실현될 경우 실용성이 높음	
경제적 측면	하천유지용수 및 농업용수로 재이용하기 위해서는 적절한 수질을 만족해야하며, 고도처리수를 공급할 경우 수질문제는 없을 것으로 판단됨 또한 처리시설 인근의 농업용수 수요처에 공급할 경우 배관설비가 적게 드는 등 경제적인	
사회적 측면	하수처리수를 인근 방류하천의 상류로 이송 방류하는 것은 건전화된 도시하천의 수질을 개선하고 생태하천의 기반을 조성하여 시민들에게 자연친화적 도시공간을 제공할 수 있으므로 최근 하천유지용수 이용율이 증가하는 추세임 농업용수로의 재이용은 공급하고자 하는 경작지 농업인의 사전 동의하에 실시하며, 농업인을 대상으로 하므로 설치에서 공급까지 농업인 부담액이 전혀 없도록 추진함이 바람직함	
검 토 중 합	하천유지용수로의 재이용은 하천유황을 분석하여 검토 적용하여야 하며, 건전화된 도심하천 복원 및 하천수질 개선효과가 나타날 것으로 판단됨. 농업용수로의 재이용은 처리시설 인근에 농지가 분포하고 수요처가 있으면 현실성이 높을 것으로 판단됨	

가. 재이용 용도 및 범위

1) 공주시 공공하수처리시설 처리수 재이용 방안

가) 하수처리시설내 재이용

○ 잡용수 이용방안

하수를 고도처리한 물은 하수처리시설 내에서 다양한 용도의 잡용수로 활용가능하다. 이는 기존의 하수처리시설에서 이미 사용되고 있는 방법으로서 대부분의 용수가 기차재 사용에 따른 세척수, 냉각수 등으로 이용되고 있다.

용도별 분류에 따른 하수처리시설 내 잡용수 이용방안 및 이용량은 다음과 같다.

[표 7.4-4] 하수처리시설내 잡용수 이용방안

용 도	이 용 내 용	비 고
기자재용 잡용수 약품용해 용 수 공 정 용 수 세 척 수	펌프셀링수, 냉각수 등 염소투입용수, 폴리머 용해수 등 폭기조 소포수, 침사세정수 등 탈수기 세척수, 하수찌꺼기배관 세척수 등	

[표 7.4-5] 장내용수 사용현황 및 사용계획

구 분		장내용수 사용현황 및 사용계획(㎥/일)									비 고
		2010	2011	2012	2013	2015	2020	2025	2030	2035	
공주시 공공하수 처리시설	하수처리 시설용량	42,000	42,000	42,000	46,500	49,000	49,000	56,100	63,100	63,100	
	하수 처리량	35,600	37,908	35,446	37,941	31,810	37,728	44,149	48,925	51,129	
	장내용수 사용량	4,333	4,294	2,803	3,577	3,689	3,689	3,689	3,689	3,689	
	비 율	12.2%	11.3%	7.9%	9.4%	11.6%	9.8%	8.4%	7.5%	7.2%	

○ 단독이용방식에 의한 기타 이용 방안

하수처리시설에서 2차처리 또는 질소인 제거공정, 고도처리 등을 거쳐 배출되는 처리수는 중수도 이용방식의 일환인 단독이용방식(개별순환방식)의 방법으로 처리시설 내에서 이용할 수 있다. 특히, 하수처리시설에 대한 부정적 이미지 제고를 위하여 주민친화시설, 환경친화시설로의 진일보된 처리시설 건설이 요구되고 있는 실정을 감안할 때 공원화시설, 주민편의시설 설치에 따른 용수확보가 필요하게 되므로 처리수 재이용은

매우 유익하고 경제적인 방법이라 할 수 있겠다.

따라서 이용용도에 따른 수질기준을 만족하는 범위 내에서 가능한 한 다양한 용도로 재이용 하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 처리시설 내에서의 단독이용방식에 의해 이용 가능한 용도는 다음과 같다.

- 조경용수 : 분수, 인공연못 등
- 살수용수, - 청소 및 세차용수
- 수세식 변소용수 : 건축물 내 및 공원 등의 옥외 화장실 용수

단독 이용방식 중 공주시 공공하수처리시설의 하수처리수로 재이용 가능한 용도를 검토한 결과 처리시설 내의 조경시설(수목 및 잔디 등) 및 연못유지용수로 하수처리수를 이용하는 것이 타당하다고 판단되며, 이용용수량 공원화 계획 등에 따라 점진적으로 확대시켜나가야 할 것으로 판단된다. 현재 유구, 동학사, 신관공공하수처리장에서는 하수처리수 일부를 조경용수 및 연못유지용수로 재이용하고 있는 것으로 파악되었다.

나) 하수처리시설의 재이용

○ 하천유지용수 이용방안

하천의 건천화를 방지하기 위한 하천유지용수의 확보 방안은 여러 가지 수원을 생각할 수 있으며 다음 사항들을 만족하여야 한다.

- 수량적으로 충분하여야 한다.
- 수질환경기준을 만족시킬 양호한 수질의 확보가 가능하여야 한다.
- 이송관로가 가급적 짧아야 한다.
- 시설의 건설비 및 유지관리비가 저렴하여야 한다.
- 수원의 수질환경에 악영향이 없어야 한다.
- 수리권 분쟁의 소지가 없어야 한다.
- 시민과 접촉할 수 있으므로 위생적으로 안전하여야 한다.

공주시 하수처리수의 하천유지용수 재이용은 현재 공주 공공하수처리시설에 일일 공급량 10,000m³의 시설이 2009년 설치되어 운영 중에 있고, 최근에 「공주시 물 재이용 관리계획(2014. 9, 공주시)」이 완료된 만큼 이를 바탕으로 계획하였다. 또한, 하천유지용수 공급시설의 특성상 장마철 및 우기시에는 공급을 제한하여 운영하고 있어 기존시설의 시설용량을 기준으로 목표량을 산정하였다.

[표 7.4-6] 하수처리수 하천유지용수 재이용 수질기준

구 분	총대장균군수 (개/100ml)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	냄새	색도 (도)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	수소이온농도 (pH)
하천유지용수	1,000이하	60이하	50이하	불쾌하지 않을 것	200이하	100이하	0.50이하	5.8~8.5

자료) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011.6.9)」 시행규칙 별표2

[표 7.4-7] 하천유지용수 공급계획

구분	기 준	계 획	비고
공급시기	기 공급	2020년	
대상하천	제민천	제민천	
용수공급량	10,000m ³ /일	18,300m ³ /일	
공급시설	공주 공공하수처리시설 35,000m ³ /일	공주 공공하수처리시설 35,000m ³ /일	

자료) 공주시 물재이용 관리계획 (2014, 공주시)

○ 공업용수 이용방안

현재 산업단지 등에서 공업용수를 광역상수도로 공급받아 사용하고 있는데, 장래의 국가적인 차원의 물 부족 현상을 생각하여 볼 때 광역상수도를 공업용수로 이용하면서 많은 에너지를 소비하고, 처리한 하수처리수를 그냥 방류한다는 것은 바람직하지 못할 것이다.

따라서, 환경부에서 제시한 하수처리수 공업용수 재이용 수질기준 유지를 전제로 하여 향후 공주시 공공하수처리시설 인근 공업지역 입주업체의 공업용수 수요량 및 요구 수질에 부합할 수 있도록 하수처리수의 수질을 향상시켜 공업용수로 재이용할 수 있는 방안을 모색하여 보는 것도 바람직 할 것으로 판단된다. 이를 추진코자하면 다음과 같은 일들이 선행되어야 한다.

- 하수처리수 공급 가능한 산업체와의 협약 체결 완료 후에 실시
- 고도로 처리된 양질의 하수처리수를 전용공업용수보다 저렴하게 산업체에 공급하여 경제 활성화 및 수질오염 총량관리제 목표달성 가능한 사업이어야 함
- 수요자의 요구에 부합되는 수질을 얻을 수 있는 재처리시설 설치 및 공업지역에 이르는 관거 설치 등에 관한 사업 실시

[표 7.4-8] 하수처리수 공업용수 재이용 수질기준

구 분	총대장균군수 (개/100ml)	탁도 (NTU)	BOD (mg/L)	냄새	수소이온농도 (pH)
공업용수	200이하	10이하	6이하	불쾌하지 않을 것	5.8~8.5

자료) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011.6.9)」 시행규칙 별표2

○ 농업용수 이용방안

하수처리수의 농업용수 재이용의 기준은 「물 재이용 관리계획 수립 세부지침, 2011. 10, 환경부」에 제시된 시설용량 5000m³/일 이상인 공공하수처리시설에 대해 검토하였으며, 공주시 관내 5개 처리장(공주, 유구, 공암, 동학사, 신관) 중 최근 3년 내 농업용수의 공급실적이 있어 수요처 확보가 비교적 쉬운 유구처리장의 하수처리수를 재이용하는 것으로 계획하였다. 유구처리장은 2010년부터 2012년까지 연간 최대 74.6천m³, 최소 45.5천m³, 평균 64.9천m³로 공급한 실적이 있어 과거 공급실적을 기준으로 시설계획을 수립하였다.

[표 7.4-9] 하수처리수 농업용수 재이용 수질기준

구 분	총대장균군수 (개/100ml)		탁도 (NTU)		BOD (mg/L)	냄새	수소이온 농도 (pH)	전기전도도 (μs/cm)	
	직접 식용	간접 식용	직접 식용	간접 식용				직접 식용	간접 식용
농업용수	불검출	2000이하	20이하	50이하	80이하	불쾌하지 않을 것	5.8~8.5	7000이하	2,0000이하

자료) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011.6.9)」 시행규칙 별표2

[표 7.4-10] 농업용수 공급계획

구 분	농업용수 재이용 목표량 (m³/년)	비 고
총 계	64,900	2020년 기준
유구 공공하수처리시설	64,900	평균 공급량

자료) 공주시 물재이용 관리계획 (2014, 공주시)

다) 공주시 공공하수처리시설 처리수 재이용

본 계획에서는 공주시 하수처리시설의 재이용 현황과 처리수 재이용에 대한 사회적 인식과 안정성을 고려하여 다양한 용도로 재이용 계획을 수립하였으며, 현재 공급되고 있는 제민천 하천유지용수 공급계획을 유지하여 하천생태 및 수변환경을 조성에 기여토록하고, 농경지의 농업용수 공급계획을 설정하였다.

또한 하수처리수 재이용 계획의 상위계획인 공주시 물재이용 관리계획의 목표설정과 동일하게 계획하였으며, 처리수의 재이용 활성화 대책의 일환으로 주변지역 여건을 고려한 처리수 재이용 계획을 다음과 같이 수립하였다.

- 처리시설내 잡용수로 활용
- 처리시설내 공원화계획 시 조경용수 활용
- 하천 및 인근지류의 하천유지용수 공급 활용
- 인근 농경지의 농업용수로 활용

[표 7.4-11] 공주시 공공하수처리시설 처리수 재이용 계획

(단위 : m³/일)

구 분		2012년	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
하수처리시설 시설용량		42,000	46,500	49,000	56,100	63,100	63,100	
하수처리량(일평균)		33,100	31,810	37,728	44,149	48,925	51,129	
하수처리 재이용수	합 계	23,689	23,689	24,044	24,044	24,044	24,044	
	공업용수	—	—	—	—	—	—	
	농업용수	—	—	178	178	178	178	
	하천유지 용수	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
	기타 도시용수	—	—	—	—	—	—	
	장외용수(소계)	10,000	10,000	10,178	10,178	10,178	10,178	
	처리시설 장내용수	3,689	3,689	3,689	3,689	3,689	3,689	

1) 공주시 하수처리수 재이용 추진계획

하수처리수 재이용수 계획을 수립 할 경우 양적확대 뿐만 아니라 질적 확대를 가져오는 방향으로 모색하여야 하며 이는 관할구역 상황에 맞게 수립되어야 한다. 공주시의 경우 관내 공공하수처리시설은 2013년 기준 공주 공공하수처리시설, 유구 공공하수처리시설, 공암 공공하수처리시설, 동학사 공공하수처리시설, 신관 공공하수처리시설의 5개소가 운영 중에 있으며 각 사용용도별 시설물계획 및 목표연도인 2035년 기준으로 상위계획인 「공주시 물 재이용 관리계획(2014. 9, 공주시)」의 목표설정을 토대로 하여 계획하였으며 물 재이용 목표량은 다음과 같다.

공주 공공하수처리시설

공주 공공하수처리장의 하수처리수 재이용 목표량은 다음 표와 같다.

[표 7.4-12] 공주 하수처리수 재이용 목표량 설정

구 분	재이용수 사용량 및 사용계획(천m³/년)								비 고
	2012년	2014년	2016년	2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	
공업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
농업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
유지용수	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	
기타 도시용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
합 계 (장외)	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	3,650.0	
장내 재이용	1,149.0	1,149.0	1,149.0	1,149.0	1,149.0	1,149.0	1,149.0	1,149.0	

유구 공공하수처리시설

유구 공공하수처리장의 하수처리수 재이용 목표량은 다음 표와 같다.

[표 7.4-13] 유구 하수처리수 재이용 목표량 설정

구 분	재이용수 사용량 및 사용계획(천m³/년)								비 고
	2012년	2014년	2016년	2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	
공업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
농업용수	-	-	-	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	
유지용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
기타 도시용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
합 계 (장외)	-	-	-	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	
장내 재이용	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7	

공암 공공하수처리시설

공암 공공하수처리장의 하수처리수 재이용 목표량은 다음 표와 같다.

[표 7.4-14] 공암 하수처리수 재이용 목표량 설정

구 분	재이용수 사용량 및 사용계획(천㎥/년)								비 고
	2012년	2014년	2016년	2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	
공업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
농업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
유지용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
기타 도시용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
합 계 (장외)	-	-	-	-	-	-	-	-	
장내 재이용	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	

동학사 공공하수처리시설

동학사 공공하수처리장의 하수처리수 재이용 목표량은 다음 표와 같다.

[표 7.4-15] 동학사 하수처리수 재이용 목표량 설정

구 분	재이용수 사용량 및 사용계획(천㎥/년)								비 고
	2012년	2014년	2016년	2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	
공업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
농업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
유지용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
기타 도시용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
합 계 (장외)	-	-	-	-	-	-	-	-	
장내 재이용	114.7	114.7	114.7	114.7	114.7	114.7	114.7	114.7	

신관 공공하수처리시설

신관 공공하수처리장의 하수처리수 재이용 목표량은 다음 표와 같다.

[표 7.4-16] 신관 하수처리수 재이용 목표량 설정

구 분	재이용수 사용량 및 사용계획(천㎥/년)								비 고
	2012년	2014년	2016년	2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	
공업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
농업용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
유지용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
기타 도시용수	-	-	-	-	-	-	-	-	
합 계 (장외)	-	-	-	-	-	-	-	-	
장내 재이용	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	

7.4.4 단계별 시설계획 및 재이용계획

가. 재이용계획

상기에서 검토한 바와 같이 장내용수, 농업용수, 하천유지용수, 공업용수 등을 검토하여 결정된 재이용계획은 다음과 같다.

[표 7.4-17] 공공하수처리시설 하수처리수 단계별 재이용계획

처리시설	구 분		2015년	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
공주 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		35,000	35,000	35,000	42,000	42,000	
	유입하수량(m ³ /일)		22,664	26,671	30,705	32,405	33,985	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	13,148	13,148	13,148	13,148	13,148	
		장내용수	3,148	3,148	3,148	3,148	3,148	기존
		장외용수	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	하천유지용수(기존)
	재이용량(%)		58.0%	49.3%	42.8%	40.6%	38.7%	
유구 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		4,900	4,900	4,900	4,900	4,900	
	유입하수량(m ³ /일)		3,619	3,898	3,975	4,085	4,170	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	177	355	355	355	355	
		장내용수	177	177	177	177	177	기존
		장외용수	—	178	178	178	178	농업용수(계획)
	재이용량(%)		4.9%	9.1%	8.9%	8.7%	8.5%	
공암 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		2,100	2,100	6,000	6,000	6,000	
	유입하수량(m ³ /일)		1,734	1,771	3,763	4,689	4,851	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	12	12	12	12	12	
		장내용수	12	12	12	12	12	기존
		장외용수	—	—	—	—	—	
	재이용량(%)		0.7%	0.7%	0.3%	0.3%	0.3%	
동학사 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)		2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	
	유입하수량(m ³ /일)		1,525	1,747	1,808	1,890	1,965	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	314	314	314	314	314	
		장내용수	314	314	314	314	314	기존
		장외용수	—	—	—	—	—	
	재이용량(%)		20.6%	18.0%	17.4%	16.6%	16.0%	

[표 7.4-18] 표 계속

처리시설	구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
신관 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)	4,500	4,500	5,300	5,300	5,300	
	유입하수량(m ³ /일)	2,269	3,641	3,838	4,049	4,264	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	37	37	37	37	
		장내용수	37	37	37	37	기존
		장외용수	-	-	-	-	
	재이용량(%)	1.6%	1.0%	1.0%	0.9%	0.9%	
신영 공공하수 처리시설	시설용량(m ³ /일)	-	-	2,400	2,400	2,400	
	유입하수량(m ³ /일)	-	-	60	1,807	1,895	일평균
	재이용 수량 (m ³ /일)	계	-	-	-	-	
		장내용수	-	-	-	-	
		장외용수	-	-	-	-	
	재이용량(%)	-	-	0.0%	0.0%	0.0%	

공주시의 공공하수처리시설 하수처리수 단계별 재이용계획은 「공주시 물 재이용 관리 계획(2014. 9, 공주시)」를 바탕으로 계획하였으며, 신영 공공하수처리장은 아직 이렇다 할 구체적인 계획 미흡으로 금회 계획에서는 배제하였다.

나. 처리시설 결정

처리시설 결정에 앞서 하수처리수 재이용 목표수질을 검토하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

[표 7.4-19] 하수처리수 재이용 목표수질

구 분	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총대장균 군수 (개/ml)	결합 잔류 염소 (mg/L)	탁도 (NTU)	색도 (도)
방류수질기준	10이하	40이하	10이하	20이하	2이하	3,000이하	-	-	-
조경용수	5이하	-	-	-	-	200이하	-	2이하	-
친수용수	3이하	-	-	10이하	0.5이하	불검출	0.1이상	2이하	10이하
하천유지용수	5이하	-	60이하	10이하	0.5이하	1,000이하	-	-	20이하
농업용수	8이하	-	-	-	-	200이하	-	5이하	-
공업용수	60이하	-	-	-	-	200이하	-	100이하	-

자료) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2014.7.17)」 시행규칙 별표2

위에서 검토한 바와 같이 환경부에서 제시한 처리수 재이용에 부합하는 처리수를 공급

하기 위해서는 BOD, T-N, T-P, 총대장균군수 등의 추가 제거가 필요하며, 실제 사업추진 시에는 주 용수수요처의 사용용도에 따른 공급수질의 협의가 필요 할 것으로 판단된다.

「물 재이용시설 시설기준(2013 환경부)」에서 제시하고 있는 재이용시설 설치기준과 수질항목별 재처리방법 및 용도별 재처리공법 사례는 다음과 같다.

1) 재이용시설의 구성

재이용에 필요한 시설은 각 공공하수처리시설의 특성에 맞게 선택되어야 하며, 아래와 같은 시설을 갖추는 것이 바람직하다.

[표 7.4-20] 재이용시설의 구성

재처리시설	필요한 경우 공공하수처리시설의 방류수를 생활용수, 공업용수 등의 재이용용도에 적합하게 물리적, 화학적, 생물학적으로 처리하는 시설
저장시설	필요한 양의 물을 차질 없이 공급하기 위해 일정한 양을 일시적이거나 또는 일정기간 저류할 수 있는시설
펌프장 시설	필요한 양의 물을 송수할 수 있는 시설
송수관 및 사용시설	공급된 물을 각수요처에서 사용할 수 있도록 공급하는 시설
기타시설	위생 및 안전 등에 필요한 각 시설

2) 재이용시설 설계시 검토사항

○ 재처리시설

— 이용목적별 처리방법이 다양하므로 유입되는 원수의 특성(유량 및 수질)을 고려하여 설치기준을 설정하여야 한다.

— 유입원수는 공공하수처리시설 최종처리수를 대상으로 하며, 계절 및 일간중 시간대별 수질과 유량의 변화를 고려하여 정상적인 변동범위의 악조건에서도 충분히 재이용수 용도별 수질권고기준을 달성할 수 있도록 계획하여야 한다.

— 재처리시설의 공정은 재이용목적 및 용도 등에 따라 다양하므로 각 공정의 구체적인 설치기준은 환경부 제정 “하수도 시설기준(한국상하수도협회, 2014)”에 준하도록 한다.

— 수질항목별 재처리방법 및 재이용 용도별 재처리공정 사례는 다음과 같다.

[표 7.4-21] 수질항목별 재처리방법의 예

대 분 류	중 분 류	소 분 류	유기물등의 생물처리법 ~질산화법	부유물질등의 물리화학적 처리법			용해성물질등의 물리화학적 처리법			소 독 법			
			생 물 막여과법	급속 사여 과법	응 집 침전법	응 집 여과법	한 외 여과법	활성탄 흡착법	역삼 투법	오존 산화법	염소 소독	오존 소독	자외선 소독
기 본 적 수 질 항 목	위생항목	대장균군수	○		△	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎
	환경항목	BOD	○	△	△	△	○	○	◎				
		pH			□	□							
	미관유지 항 목	탁도	○	○	◎	◎	◎	○	◎				
		취기	△				△	○	◎	○		△	
		색도	△		△	△	△	◎	◎	◎		△	
용 도 별 수 질 항 목	미관유지 항 목	발포원인물질	△					◎	○	△		△	
		무기성탄소	△						◎				
	어류생식 항 목	용존산소								○			
		암모니아질소	○							○			
		잔류염소	-	-	-	-	-	-	-	-		(◎)	(◎)
범 려			◎ (처리대상) : 개략제거율 90% 이상 ○ (처리대상) : 개략제거율 50% 이상(제거율은 용존산소를 제외) △ (유 효) : 개략제거율 20%~50%이상 □ : pH 조정										

- 주) 1. 평균적 이차처리수를 대상으로 개략제거율을 표시
 2. pH는 처리과정에서 조정을 요할 가능성이 있음
 3. (◎)는 잔류염소의 문제가 없음

[표 7.4-22] 용도별 재처리공정 사례

구분	세부구분	처리방법(예시)
범용재이용수	청소용수	·모래여과
	도시조경용수	·모래여과
	친수용수	·모래여과+활성탄
	하천유지용수	·모래여과 ·MF
	관개용수	·모래여과 ·MF
인체접촉 및 직접영향 재이용수	인체접촉세척용수	·MF + R/O ·생물반응조 내 침지막설치+R/O
	직접관개용수	·MF + R/O이상
고도환경용수	습지용수	·모래여과+활성탄 ·MF + R/O ·생물반응조 내 침지막설치+R/O
	지하수충진	·모래여과+활성탄 ·MF + R/O ·생물반응조 내 침지막설치+R/O
	음용수자원보충	·MF + R/O ·생물반응조 내 침지막설치+R/O
공업용수		·6가지 조합 모두 가능

○ 공급시설

— 저장시설

• 저장시설의 용량은 일최대유량을 기준으로 하되 시간에 따른 하수유입량의 변동을 고려하여 결정한다.

- 저장조는 청소시에도 재이용수를 사용할 수 있도록 설계용량에 대해 2조 이상의 구조로 설치하며, 청소가 용이한 구조로 계획되어야 한다.(저장조에 피트와 침전물의 배출구를 설치하고, 피트의 경사는 100분의 1 이상을 두어 침전물의 배출과 청소가 쉬운 구조로 한다.)

— 펌프장

- 펌프장의 계획용량은 일최대 공급유량을 기준으로 한다.
- 펌프장의 형식은 계획공급유량, 유입관의 깊이, 펌프의 설비대수 등에 의해 결정한다.
- 기자재, 배관 등은 내부식성이 우수한 재질로 한다.
- 펌프의 용량은 유지관리상 동일용량으로 선정하는 것이 바람직하지만 가동초기 및 시간대별 송수 유량변동에 대비하여 일부 속도제어(VVVF) 및 2종류 이상의 용량이 다른 펌프를 선정하는 방안을 강구하여야 한다.

— 송수관망

- 송수관의 시설용량은 계획시간최대유량을 기준으로 하나, 지역이나 수요처의 실정에 따라 계획 송수량에 여유를 두어야 한다.
- 송수관의 재질은 원칙적으로 부식, 스케일 형성 등에 문제가 적은 염화비닐관, 폴리에틸렌관 또는 내면 처리한 강관 및 주철관을 사용하는 것이 바람직하지만, 농업용수 등 자연유하방식으로 송수가 가능한 경우에는 다양하게 결정하여 사용할 수 있다.
- 송수관을 매설(공공도로 및 사유지내 매설, 하저 통과, 철도횡단 등)하는 경우에는 그 매설위치와 매설깊이를 관련시설의 관리자와 협의하여야 한다.

— 배수설비

- 배수펌프, 배수관의 시설용량은 시간최대 이용수량, 배수탱크 및 고가수조의 시설용량은 일최대 이용수량에 근거하여 결정한다.
- 이용자의 목적에 따라 이용수량의 시간적 변동에 대하여 수량조절 목적으로 배수탱크를 설치할 수 있으며, 수량 및 수압조정 목적의 고가수조를 설치할 수 있다.

- 배수탱크 및 고가수조의 구조는 위험방지, 우수의 침입방지, 조류의 번식방지, 외부로부터의 오염물질 유입방지 등의 목적으로 덮개를 설치해야 한다.
- 고가수조의 용량은 이용수량의 1~3시간 분량으로 하고, 부족분에 대해서는 별도의 배수탱크를 설치하는 것이 바람직하다.
- 하수처리수 재이용수는 배수탱크 및 고가수조내에 침전물이 쌓일 가능성이 높기 때문에 침전물을 배출할 수 있는 배수설비를 설치하여야 한다.

○ 전기 및 계측제어설비

- 재이용수 총 공급유량계는 1기 이상 반드시 설치하여야 하며, 수요처의 유량계 설치하는 사업계획 수립시 공급자와 이용자간 협의에 따라 결정한다. 다만, 다수의 수요처에 유량계를 설치할 경우 다음과 같은 사유로 공공하수처리시설 제어실(또는 공급자의 제어실)에 원격감시체계를 구축하는 것을 검토하여야 한다.
- 전원공급의 신뢰성 확보를 감안한 수전 또는 배전방식을 선정한다.
- 이송펌프는 저장시설, 배수설비 등에 설치한 수위계 또는 유량계와 연동하여 운전할 수 있는 시스템 구성을 검토한다.