

제 7 장 하수처리수 재이용 계획

7.1 총 설

7.2 재이용 현황조사

7.3 계획의 기본방향

7.4 처리수 재이용 계획

제 7 장 하수처리수 재이용 계획

7.1 총 설

도시의 인구집중과 생활수준 향상 및 공업화 등으로 늘어나는 물수요는 공급의 불균형을 초래할 상황에 이르렀으며 특히 물이용 체계가 일과형 물대사 시스템으로 상수도와 하수도를 배치 상호간의 간섭이 없는 것으로 운영하다보니 물의 순환 단절로 물부족 사태를 우려하게 되었다.

따라서, 멀지 않은 장래에 나타날 수 있는 물부족 사태에 대처하기 위해 물이용의 합리화 방안으로 하수처리수의 재이용의 필요성이 대두되었다. 지금까지 처리수를 재이용하는 정도는 하수처리 시설 내에서 필요한 잡용수(펌프축봉수, 소포수, 세척수, 조경용수)로 이용하는데 그치고 있는 실정으로 장래 물부족에 대처하기 위해서 지하수 개발, 해수의 담수화, 쓰고 버린 수돗물을 재이용하는 중수도의 개발 등의 대책이 검토될 수 있으며 지하수의 개발은 보존량 부족, 지반침하, 갈수 시 고갈로 인해 이용가능량이 극히 제한되어 있으며 해수의 담수화는 고도의 기술과 막대한 투자비가 소요되어 경제성이 없다.

따라서, 수량부족의 해소, 수질환경보호 및 수질유지, 주변지역과 타용도의 물이용에 따른 마찰방지 등을 만족시키고 안전한 도시지역의 물대사 시스템을 운영하기 위해서 채택할 수 있는 방법으로서 물사용량의 억제와 조합된 처리수의 재이용이 가장 타당성이 있다. 하수를 수처리에 의해 재이용하는 경우 사용하는 수질의 분류를 명확히 하여야 하며, 이러한 계획을 수립하고 수행하고자 할 경우에는 처리수의 재이용 방안, 재생을 위한 처리방안 등을 고려하여야 한다.

하수를 수원으로 이용하는 처리수의 재이용은 한번 사용한 물을 처리하여 다시 이용하는 것으로, 공급수 및 배출수의 양이 감소되어 댐개발 등과 같은 수자원 확보의 효과를 가지며, 수자원의 효율적인 이용에 이바지함과 동시에 하천 등의 수계로 방류되는 오염물질의 양을 감소시켜 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있다.

따라서, 본 계획에서는 공공하수처리시설에서 발생하는 처리수의 재이용의 효과 및 고려사항을 살펴보고 이에 맞는 현실적인 처리수 재이용 가능성을 검토하고자 한다.

7.1.1 계획의 목적

국민생활수준의 향상 및 공업발달에 따른 기존 수자원 용량의 부족, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 의한 방류수 수질기준 강화 등 점차적으로 하수처리수의 재이용 방안에 대한 필요성이 크게 대두되고 있으므로 자원재활용 측면에서 하수처리수를 적절한 용도에 효율적으로 재이용함을 목적으로 한다.



가. 수자원 부족에 대한 대응

- 새로운 수자원의 확보
- 용수 사용량 확보를 위한 댐 건설의 부담 해소
- 갈수기 물부족에 대한 수자원의 유효 이용(처리수를 농업용수, 분뇨처리시설 희석수, 화장실 세정수, 공장의 냉각용수, 소각장의 냉각용수, 음식물 자원화시설의 희석수로 공급)
- 평상시 물사용량의 감소로 댐의 저수 여유량을 확보하게 되어 댐효율 극대화 가능

나. 수질오염 방지

- 공공하수도의 하수량 부하 경감
- 배출오염물질 감소로 인한 방류수역의 수질보존
- 댐의 여유수량 증대로 하천유지 용수가 증가하여 하천수질 개선

다. 경제적 효과도모

- 상수용수량을 줄일 수 있어 상수도 시설 투자비, 유지관리비를 절약
- 댐건설이나 정수시설 및 하수처리시설의 시설 확충시기의 연장과 시설용량의 축소
- 상수원수 수질개선으로 정수처리 비용 및 슬러지 처분비용 감소
- 중수도 설치로 얻어지는 비용을 공공시설에 투자 대체
- 공업용수 대체공급시 용수단가 인하로 업체부담 경감

라. 절수효과 도모

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

마. 친수기능 확보

- 하천의 유지용수가 부족한 곳에 공급하여 하천의 건천화 방지
- 도시하천의 친수기능을 확보

7.1.2 계획의 범위

하수처리수로 재이용 가능한 농업용수, 공업용수, 하천유지용수, 기타분야 등으로 재이용 방안을 검토하고 양질의 하수처리수 수질 확보를 위한 재처리시설 설치와 하수처리수를 수요대상 지역에 안정적으로 공급하기 위한 관로 등에 대한 계획을 검토한다.

가. 농업용수

- 공급하고자 하는 경작지 농업인의 사전 동의하에 실시
 - 농업인을 대상으로 하므로 설치에서 공급까지 농업인 부담액이 전혀 없도록 추진

- 양질의 방류수를 재처리하기 위한 재처리시설(여과, 소독시설 등) 및 안정적으로 공급할 수 있는 관거, 기타 부대시설(펌프장 등) 설치에 관한 사업
- 논농사에 국한하지 않고, 밭농사·화훼농사 등 안정적인 용수공급을 필요로 하는 농업의 모든 분야에 적용
 - 별도의 가공처리를 하지 않고 생식되는(딸기, 채소 등) 농산물을 경작할 경우 가급적 제외

나. 공업용수

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

다. 하천유지용수

- 급격한 도시 발전 및 팽창으로 친수공간이 절대 부족한 도심의 건물사이에 맑고 푸른 물이 흐를 수 있는 인공생태하천 조성
 - 건전화된 하천에 하수처리수를 공급하여 주민친화공간 형성
- 양질의 하수처리수를 재처리하기 위한 시설(여과, 소독시설 등) 및 하천에 이르는 관거, 기타 필요한 부대시설(펌프장 등) 설치에 관한 사업
 - 하천 주변의 공원화 및 체육시설 조성사업 등과 병행 실시
 - 단순히 하천 유지가 아닌 자연학습장 및 어린이 물놀이 공간 제공 등 생태하천을 조성

라. 기타 분야

- 하수처리수 재이용의 단순 고정관념을 탈피한 새로운 분야 개발

7.2 재이용 현황조사

7.2.1 하수처리수 재이용 현황

가. 국내 하수처리수 재이용 현황

『2013년 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과(2014, 환경부)』에서 '13년 말 기준 전국의 가동중인 시설용량 500톤/일 이상인 공공하수처리시설은 총 566개소, 총 시설용량은 25,398천톤/일이며, 이중 '13년 말 기준 6개월 이상 가동한 실적이 있는 시설은 557개소, 시설용량 25,348천톤/일로 조사되었다.

이 중 고도처리공법(A2O, SBR 등)이 적용된 시설은 522개소(92%)이며, 시설용량은 10만톤 이상인 시설이 53개소로 총 시설용량은 19,716천톤으로 전체의 78%를 차지하고 있다.

국내 공공하수처리시설의 하수처리수 재이용량은 2004년 360백만톤/년(재이용율 5.5%)에서 2013년 기준 894백만톤/년으로 하수처리량 대비 12.4%의 재이용율을 나타내 재이용율이 2004년 대비 약 2.5배로 증가하였다.

하수처리시설 장외용수로 재이용하는 양은 2004년 158백만톤/년(재이용율 2.4%)에서 2013년 기준 444백만톤/년으로 하수처리량 대비 6.2%로 증가하고 있으며, 하수처리수 재이용율 변화 추이는 다음과 같다.

하수처리수 재이용 현황

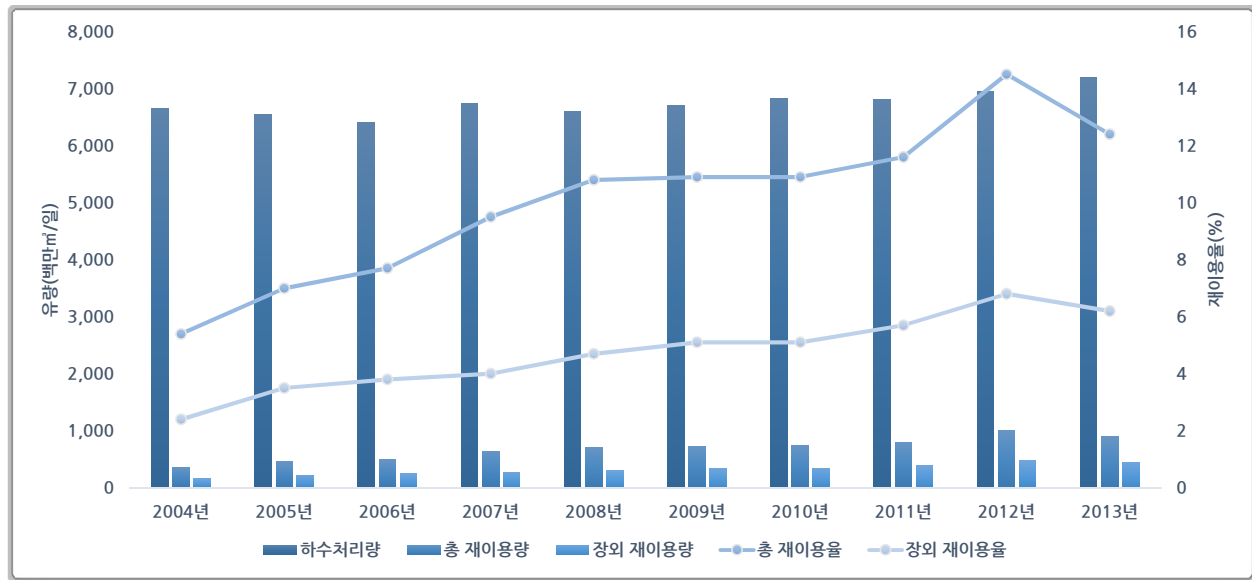
〈표 7-2-1〉

연 도	하수처리량 (천m ³ /년)	총 재이용량 (천m ³ /년)	장외 재이용량 (천m ³ /년)	총 재이용율 (%)	장외 재이용율 (%)
2004년	6,646,285	359,554	157,975	5.4	2.4
2005년	6,544,085	457,071	226,233	7.0	3.5
2006년	6,406,115	490,866	245,986	7.7	3.8
2007년	6,747,390	641,914	269,934	9.5	4.0
2008년	6,597,375	712,019	310,478	10.8	4.7
2009년	6,697,020	727,613	340,871	10.9	5.1
2010년	6,830,245	743,479	346,638	10.9	5.1
2011년	6,813,455	790,151	386,147	11.6	5.7
2012년	6,944,125	1,003,663	473,061	14.5	6.8
2013년	7,192,414	894,429	444,183	12.4	6.2

자료) 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과(2005~2014, 환경부)

하수처리수 재이용을 변화 추이

〈그림 7-2-1〉



2013년 기준 장외용수의 용도는 하천유지용수가 가장 많이 사용되고 있고, 기타용수, 농업용수, 공업용수의 순으로 나타나고 있으며, 정부정책에 따라 지속적인 수요처의 개발을 통한 장외용수로의 재이용량이 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있으며, 하수처리수 재이용 장외용도 변화 추이는 다음과 같다.

하수처리수 재이용 용도

〈표 7-2-2〉

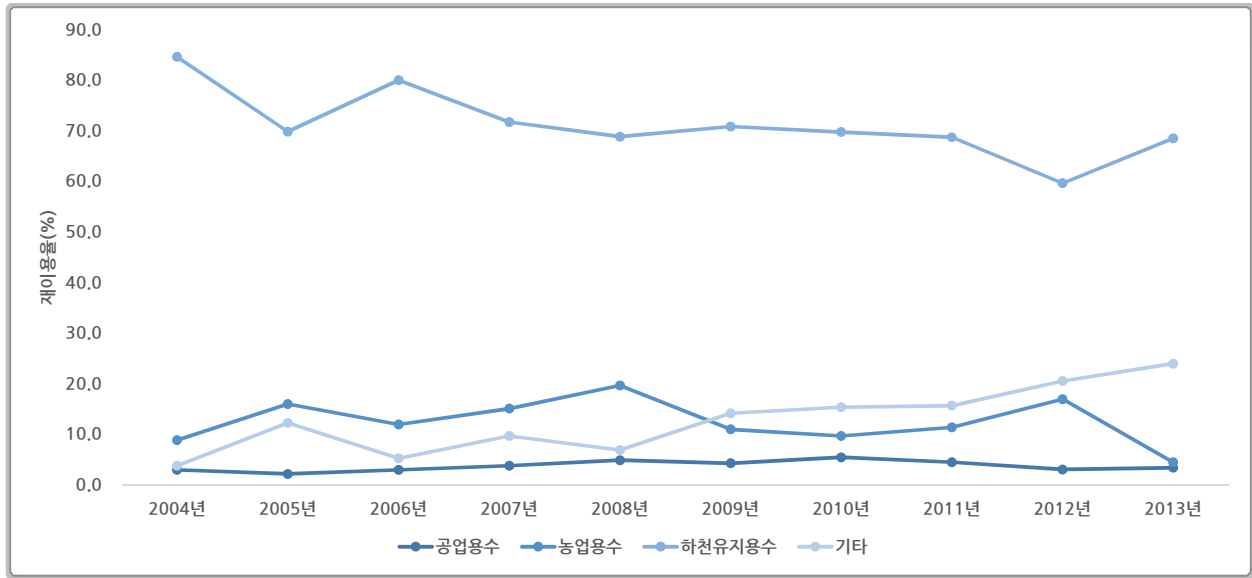
(단위 : 천m³/년, %)

구 분		계	장내용수	장외용수				
				소계	공업용수	농업용수	하천유지용수	기타
2004년	재이용량	359,554	201,609	157,975	4,491	13,947	133,690	5,817
	비율	100	56	100	2.9	8.8	84.6	3.7
2005년	재이용량	457,071	230,838	226,233	4,642	35,996	157,917	27,678
	비율	100	50.5	100	2.1	15.9	69.8	12.2
2006년	재이용량	490,866	244,880	245,986	6,919	29,347	196,816	12,904
	비율	100	49.9	100	2.9	11.9	80	5.2
2007년	재이용량	641,914	371,980	269,934	9,899	40,383	193,623	26,029
	비율	100	57.9	100	3.7	15	71.7	9.6
2008년	재이용량	712,019	401,541	310,478	15,045	60,840	213,537	21,056
	비율	100	56.3	100	4.8	19.6	68.8	6.8
2009년	재이용량	727,613	386,742	340,871	14,421	37,088	241,365	47,997
	비율	100	53.1	100	4.2	10.9	70.8	14.1
2010년	재이용량	743,479	396,841	346,638	18,790	33,337	241,506	53,005
	비율	100	53.4	100	5.4	9.6	69.7	15.3
2011년	재이용량	790,151	404,004	386,147	16,971	43,825	265,217	60,134
	비율	100	51.2	100	4.4	11.3	68.7	15.6
2012년	재이용량	1,003,663	530,602	473,061	13,717	79,996	282,151	97,197
	비율	100	52.9	100	3.0	16.9	59.6	20.5
2013년	재이용량	894,429	450,246	444,183	14,730	19,578	304,251	106,116
	비율	100	50.3	100	3.3	4.4	68.5	23.9

자료 : 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과(2005~2014, 환경부)

하수처리수 재이용 장외용도 변화 추이

〈그림 7-2-2〉



나. 김천시 하수처리수 재이용 현황

1) 김천시 공공하수처리시설 현황

김천시의 공공하수처리시설은 김천 공공하수처리시설이 1999년 4월 가동을 시작하였으며, 아포 공공하수처리시설이 2014년 1월 가동을 시작하여, 2개 처리장이 운영 중이며 하수처리 시설의 시설용량은 82,150m³/일이다.

공공하수처리시설 현황

〈표 7-2-3〉

구 분	시설용량(m ³ /일)	수처리 공법	가동일
계	82,150		
김천	80,000	TEC-BNR 공법 + 마이크로버블 부상분리공법	1999.04.01
아포	2,150	ICEAS 공법 + 마이크로버블 부상분리공법	2014.01.01

2) 김천 공공하수처리시설

최근 5년간 하수처리수 재이용 현황 분석 결과, 평균 재이용량은 5,555m³/일로 장내용수 4,139m³/일, 장외용수 1,416m³/일로 사용되었다. 장외용수의 경우 2011년 9월까지 농업용수로 공급되었으나, 처리장 방류수질이 농업용수 공급수질에 미달되어 2011년 이후에는 농업용수 공급을 중단한 상태이다.

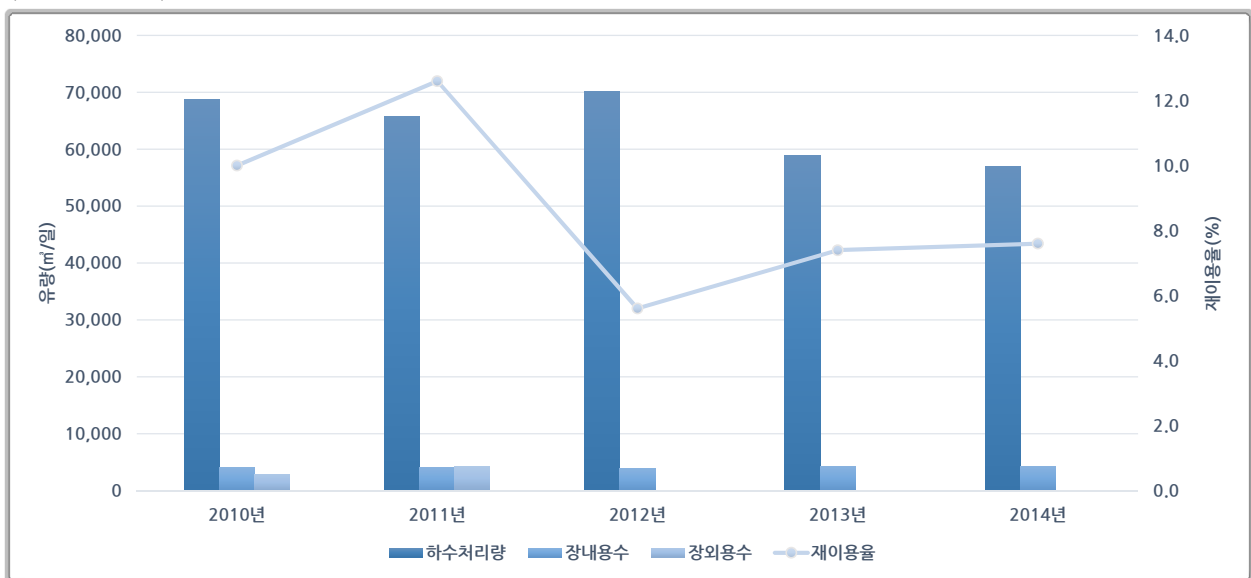
김천 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

〈표 7-2-4〉

구 분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	평균
시설용량(㎥/일)		80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
하수처리량(㎥/일)		68,705	65,767	70,128	58,865	57,040	64,101
재이용량 (㎥/일)	소계	6,867	8,287	3,923	4,344	4,350	5,555
	장내용수	3,979	4,097	3,923	4,344	4,350	4,139
	장외용수	2,888	4,190	—	—	—	1,416
재이용율(%)		10.0	12.6	5.6	7.4	7.6	8.7

김천 공공하수처리시설 하수처리수 재이용율 변화 추이

〈그림 7-2-3〉



3) 아포 공공하수처리시설

아포 공공하수처리시설은 2014년 1월 가동을 시작하였으며, 2014년 재이용량은 16㎥/일로 장내용수로 사용되었다.

아포 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

〈표 7-2-5〉

구 분	시설용량 (㎥/일)	하수처리량 (㎥/일)	재이용량(㎥/일)			재이용율 (%)
			소계	장내용수	장외용수	
2014년	2,150	1,162	16	16	—	1.4



7.2.2 처리수 재이용과 관련된 조례 및 제도현황

가. 관련 법규

환경부는 물의 재이용을 촉진하여 물 자원을 효율적으로 활용하고 수질에 미치는 해로운 영향을 줄임으로써 물 자원의 지속 가능한 이용을 도모하고 국민의 삶의 질을 높이는 것을 목적으로 2011년 6월에 『물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률』을 제정·공표하였으며 세부 내용은 다음과 같다.

1) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 (제10조 공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급)

가) 『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.

나) 공공하수도관리청이 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하기 위하여 하·폐수처리수 재이용시설을 설치하려면 대통령령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 설치승인을 받아야 한다.

다) 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.

2) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 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.

나. 관련 지침

하수처리수 재이용계획 수립과 관련된 지침은 『공공하수도시설 설치사업 업무지침(2011. 12, 환경부)』에 수록되어 있으며 세부 내용은 다음과 같다.

1) 공공하수도시설 설치사업 업무지침

가) 공공하수도관리청은 하수도정비기본계획에 공공하수처리시설 처리수 재이용계획을 반영하여야 하며, 공공하수처리시설 설치사업에 하수처리수 재이용계획을 반드시 반영하여 사업을 추진해야 한다.

- (1) 1일 하수처리용량 5,000m³ 이상인 공공하수처리시설은 1일 하수처리량의 5% 이상을 재이용수로 이용 또는 공급하여야 한다.
 - (2) 세척수, 청소수 등 장내용수 및 공공하수처리시설 내에 주민친화시설 등을 설치할 경우의 조경용수는 전량 하수처리수로 재이용하는 방안을 강구하여야 한다.
 - (3) 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 물 수요가 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 재이용계획을 검토하여야 한다.
- 나) 공공하수처리시설의 하수처리수 재이용계획을 수립할 경우에는 우선적으로 재이용수의 공중위생성과 관련 법령에 적합한 수질기준을 준수할 수 있도록 하여야 하며, 설계보고서에 지역의 특성을 반영한 재이용계획을 반드시 제시하여야 한다.
- (1) 대규모 택지개발, 도시 재개발지역 및 토지구획정리사업 지역의 경우에는 하수처리수를 수세식 화장실용수, 소방용수 등으로 재이용하는 대책을 수립·제시하여야 한다.
 - (2) 인근지역에 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.
 - (3) 인근 지역에 산업단지 및 공장이 있는 공공하수처리시설의 경우에는 하수처리수를 냉각수, 세척수 등 공업용수로 활용하는 방안을 설문조사 등을 통하여 수립·제시하여야 한다.
 - (4) 대규모 공공하수처리시설의 설치·운영으로 인한 인근 도심 하천의 건천화를 방지하기 위하여 하수처리수를 하천유지용수로 활용하는 방안을 수립·제시하여야 한다.
 - (5) 도시지역의 수변공원 및 생태공원의 조경용수와 도로의 살수용수 등으로 활용하는 방안을 수립·제시하여야 한다.
- 다) 공공하수처리시설의 하수처리수 재이용 확대방안은 고도처리시설 설치사업과 병행하여 추진하고 하수처리수의 재이용율이 높은 지방자치단체의 경우에는 국고 추가지원 등 인센티브를 제공할 수 있다.

- (1) 공업용수, 농업용수로 재이용하기 위한 처리시설, 저류시설 등은 공공하수처리시설 설치사업비에서 지원할 계획임.
- (2) 기존 공공하수처리시설의 하수처리수 재이용시설 중 노후화된 시설은 개·보수 및 추가시설 설치계획을 설계내역에 포함하여 사업계획을 수립하여야 한다.

7.2.3 중수도 이용 현황

가. 국내 중수도시설 현황

2013년 말 기준으로 431개소에 중수도가 설치되어 하루 86만여 톤의 물을 재이용하고 있다. 2001년 3월 수도법을 개정하여 권장사항으로 되어 있던 중수도 시설을 일정 규모 이상의 신축 건물에 대해서는 의무적으로 설치하도록 하였기에 중수도 시설의 설치 건물 수는 증가 되어야 하나, 의무화 조항에 해당되는 규모의 건축물 신축이 많지 않기 때문에 보급률 확대에 어려움이 있다. 따라서 중수도 보급을 조기에 확대하기 위해서는 『물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률』에 규정되어 있는 의무화 규정의 변경이나 의무조항에 해당되지 않는 건축물에도 중수도의 보급이 활성화되어야 할 것으로 판단된다.

국내 중수도시설 현황

〈표 7-2-6〉

지역	개소	건축연면적(㎡)	처리용량(㎥/일)	중수도이용량(㎥/일)
전국('13)	431개소	57,001,165	1,266,351	858,649
서울특별시	96개소	10,903,269	23,229	11,580
부산광역시	20개소	2,482,062	6,448	3,301
대구광역시	12개소	465,586	7,214	4,042
인천광역시	10개소	473,213	24,720	11,067
광주광역시	9개소	422,740	2,244	1,484
대전광역시	10개소	1,014,623	5,188	1,381
울산광역시	3개소	169,072	4,805	4,256
세종특별자치시	1개소	1,388	4,000	3,000
경기도	98개소	14,529,884	131,314	43,037
강원도	12개소	937,717	11,230	2,421
충청북도	6개소	650,920	10,254	6,367
충청남도	21개소	1,906,996	225,005	198,919
전라북도	8개소	771,319	35,652	24,186
전라남도	11개소	6,940,670	72,780	64,541
경상북도	58개소	7,719,138	166,394	125,738
경상남도	23개소	1,942,776	10,796	3,309
제주도	10개소	444,994	1,917	1,233
한국수자원공사	23개소	5,224,797	523,161	348,787

자료) 하수도통계(2015, 환경부)

나. 김천시 현황

2013년 현재 김천시에 중수도로 등록되어 있는 시설은 없으나, 총 4개소에 설치되어 있는 것으로 조사되었다. 조사결과 4개소 중 정상적으로 운영 중인 시설은 3개소로 조사 되었으며, 나머지 1개소는 중수도사용이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 중수도 4개소의 가동율을 분석한 결과 90%~100%로 나타났으며, 평균 가동율은 97%로 분석되었다.

김천시 중수도 현황

〈표 7-2-7〉

지역	처리용량 (m³/일)	처리방법	원수	용도	설치 년도	중수사용량 (m³/일)	가동율 (%)
합 계	6,020	-	-	-		5,850	97%
(주)두산전자BG	200	R/O	공장하수	공장용수 재이용	1997	200	100
유한킴벌리(주)	5,000	여과	공정하수	공정용수	N/A	5,000	100
코오롱인더스트리	720	이온수지	잡배수	용수 보충수	2000	650	90
SG케미칼	100	여과	-	공장냉각 용수	2006	미사용	-

7.2.4 물수급 현황 및 계획

가. 상수도 급수현황

최근 10년간 상수도 통계자료에 의하면 김천시 전체 상수도 보급률은 2003년 64.0%에서 2013년 83.7%로 크게 증가하였으며, 1일1인당 급수량은 2003년 428Lpcd, 2013년 459Lpcd로 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

상수도 급수실적

〈표 7-2-8〉

구 분	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (m³/일)	급수량 (m³/일)	급수량원단위 (Lpcd)	비 고
2003년	151,336	96,893	64.0	52,000	41,422	428	
2004년	144,587	96,856	67.0	52,000	40,148	415	
2005년	142,688	98,235	68.8	52,000	46,507	473	
2006년	140,922	100,620	71.4	55,500	44,589	443	
2007년	140,564	106,156	75.5	53,000	46,767	441	
2008년	139,871	106,603	76.2	51,800	47,359	444	
2009년	135,918	107,493	79.1	51,800	38,068	354	
2010년	137,837	108,812	78.9	49,800	46,129	424	
2011년	137,920	110,104	79.8	49,800	44,800	407	
2012년	137,052	111,108	81.1	49,800	48,800	439	
2013년	136,858	114,590	83.7	49,800	52,562	459	

자료) 1. 김천시 통계연보(2005~2015, 김천시)

2. 상수도통계(2005~2015, 환경부)

나. 용수 수급 계획

1) 기존시설 공급능력 검토

2013년 현재 확보하고 있는 상수도 공급가능량은 81,300㎥/일로서 지방상수도 49,800㎥/일(황금정수장 49,000㎥/일, 지례정수장 800㎥/일)과 광역상수도 31,500㎥/일(구미Ⅱ단계)에서 생활용수를 공급하고 있다.

기존시설 공급능력 검토

〈표 7-2-9〉

(단위 : ㎥/일)

구 분	시설용량				비 고
	2010년	2015년	2020년	2025년	
합 계	81,300	81,300	81,300	81,300	
지방상수도	49,800	49,800	49,800	49,800	
황금정수장	49,000	49,000	49,000	49,000	
지례정수장	800	800	800	800	
광역상수도	31,500	31,500	31,500	31,500	구미Ⅱ단계

2) 용수 과부족량 및 용수 수급 계획

김천시 수도정비 기본계획(2010. 8)상 2025년도 용수수요량은 80,200㎥/일로서 기존 시설의 공급능력인 81,300㎥/일을 초과하지 않는 것으로 나타났다.

용수 과부족량

〈표 7-2-10〉

(단위 : ㎥/일)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
수요량	63,700	76,800	78,200	80,200	
공급가능량	81,300	81,300	81,300	81,300	
지방상수도	49,800	49,800	49,800	49,800	
광역상수도	31,500	31,500	31,500	31,500	
과부족량	17,600	4,500	3,100	1,100	

7.2.5 하수처리수의 대체 가능량 및 용도

가. 하수처리수 대체 가능량

공공하수처리시설의 하수처리수를 재이용수로 사용할 수 있는 용량은 공공하수처리시설 방류수 모두 사용가능하며 하수처리수 재이용 용도 중 하수처리시설의 장내용수(조경 및 청소용수 포함)는 처리수 재이용의 기본이나 그 물량은 극히 적다.

나. 하수처리수 사용용도 검토

하수처리수의 재이용수로의 사용용도는 다음과 같은 방안을 검토하여 설정하였다.

- 하수처리시설내의 장내용수, 처리시설 인근 조경 및 청소용수에 우선 적용
- 공업용수로의 활용방안 : 지역특성 및 주변 여건을 고려한 공업용수로의 재이용 방안
- 농업용수로의 활용방안 : 주민인식 및 이미지 개선을 통하여 점진적으로 보급하여 갈수기 시 재이용 방안
- 하천유지용수로의 활용 방안 : 양질의 하수처리수를 건천화된 하천에 공급하여 주민친화공간 형성하는 방안

7.3 계획의 기본방향

처리수 재이용계획을 수립함에 있어 다음을 기본방향으로 설정하였다.

- 처리수를 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등으로 이용하거나 공급하여야 하는 대상 공공하수처리시설은 1일 하수처리용량이 5천세제곱미터 이상인 공공하수처리시설을 말하며, 해당 공공하수처리시설이 재이용수로 이용하거나 공급하여야 하는 양은 종전 1일 하수처리량의 100분의 5 이상에서 100분의 100이상으로 확대하여 계획한다.
- 처리수의 재이용 방법은 지역의 제반 여건을 감안하여 대체 수자원으로 활용토록 하고 합리적인 수자원으로 재이용하기 위한 관리체계를 구축한다.
- 재이용 용도 중 공공하수처리시설의 장내용수(조경 및 청소용수 포함)는 처리수의 재이용을 기본으로 하고 인근의 하천유지용수 및 농업용수, 조경용수, 산업단지의 공업용수, 재개발이나 신규개발지역의 상업용 및 공공용의 수세식화장실 용수 등 실질적인 재이용율을 높일 수 있도록 단계별로 계획한다.
- 지역의 물수급 상태 등을 고려하고 우선적으로 공급할 지역과 공급용도를 결정한다.
- 현황조사를 통한 지역특성 및 실정을 파악하여 반영한다.
- 처리수는 공중 위생적 측면에서 이용자의 인체에 안전하도록 계획한다.
- 대도시 지역이나 물수요가 많은 지역은 지역순환 시스템을 도입한다.

7.4 처리수 재이용 계획

7.4.1 처리수 재이용 용도의 종류 및 처리수질

가. 처리시설 내에서의 처리수 재이용

하수처리시설에서의 처리수는 처리시설 내 설비의 공정용수, 수세식화장실용수, 청소용수, 조경용수, 세차용수 등으로 이용할 수 있다. 재이용수의 용도선정에 있어서는 수량, 수질의 적합성, 경제성 및 유지관리의 난이도 등에 대하여도 검토할 필요가 있다. 하수처리시설에서 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 설비기기에 대해서는 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, 슬러지펌프 실링수 등은 부유물질 성분이 많으면 폐쇄될 우려가 있으므로 사여과수 정도 이상의 수질을 사용하는 것이 바람직하다.
- 펌프, 모터, 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.
- 약품용액세척방식의 탈취용수는 상수를 사용하는 것이 바람직하다. 재이용수를 약품용해수로 이용시 약품이 처리수중의 용존염류와 반응하여 재이용수를 사용하는 경우 스트레이너의 폐쇄나 스케일에 의한 기능장애가 있을 수 있다.
- 보일러 용수는 상수를 사용한다. 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.

나. 처리시설 외에서의 처리수 재이용

처리시설 외에서의 처리수 재이용 용도는 8개 분야로 구분되며 그 용도는 다음과 같다.

재이용수의 용도 구분 및 제한조건

〈표 7-4-1〉

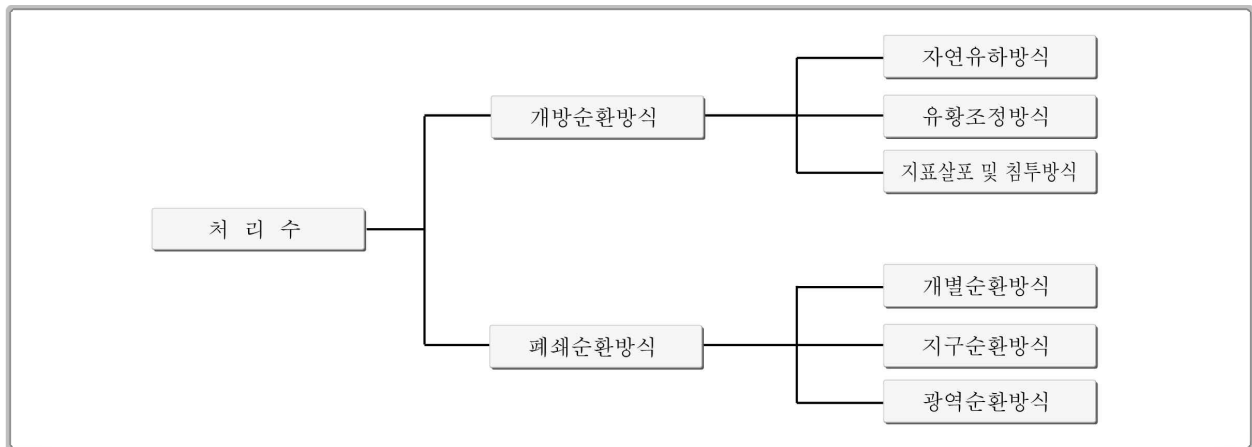
구 분	대표적 용도	제한 조건
도시 재이용수	·주거지역 건물외부 청소 ·도로 세척 및 살수(撒水) ·기타 일반적 시설물 등의 세척 ·화장실 세척용수 ·건물내부의 비음용, 인체 비접촉 세척용수	·도시지역 내 일반적인 오물, 협잡물의 청소 용도로 사용하며 다량의 청소용수 사용으로 직접적 건강상의 위해 가능성이 없는 경우 ·비데 등을 통한 인체 접촉 시와 건물 내 비음용·비접촉 세척시에는 잔류물 등에 의한 위생상 문제가 없도록 처리하여야 함
조경용수	·도시 가로수 등의 관개용수 ·골프장, 체육시설의 잔디 관개용수	·주거지역 녹지에 대한 관개용수로 공급하는 경우로 식물의 생육에 큰 위해를 주지 않는 수준이어야 함
친수용수	·도시 및 주거지역에 인공적으로 건설되는 수변 친수(親水)지역의 수량 공급 ·기존 수변(水邊)지구의 수량 증대를 통하여 수변 식물의 성장을 촉진시키기 위하여 보충 공급 ·기존 하천 및 저수지 등의 수질향상을 통하여 수변 휴양(물놀이 등) 기능을 향상시킬 목적으로 보충 공급되는 용수	·재이용수를 인공 건설된 친수시설의 용수로 전량 사용하는 경우, 친수 용도에 따라 재이용수 수질의 강화여부를 결정 ·일반 친수목적의 보충수는 기존 수계 수질을 유지 혹은 향상시킬 수 있어야 하며 목적에 따라 재이용수의 처리정도를 강화할 수도 있음
하천 유지용수	·하천의 유지용수량을 확보하기 위한 목적으로 공급되는 용수 ·저수지, 소류지 등의 저류량을 확대하기 위한 목적으로 공급	·기존 유지용수 유량 증대가 주된 목적이므로 수계의 자정(自淨)용량을 고려하여 재이용수의 수질을 강화시킬 수 있음
농업용수	·비식용 작물의 관개를 위하여 전량 또는 부분 공급하는 용도 ·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
습지용수	·고립된 소규모 습지에 대한 수원으로 사용하는 경우 ·하천유역의 대규모 습지에 대한 주된 수원으로 공급하는 경우	·습지의 미묘한 생태계에 악영향을 미치지 않도록 영양소 등의 제거와 생태영향 평가를 거쳐 공급하여야 함
지하수 충전용수	·지하수 함양을 통한 지하수위 상승 목적 ·지하수자원의 보충용도	·지하수계의 오염물질 분해제거율과 축적가능성을 평가하여 영향이 없도록 공급하여야 함
공업용수	·냉각용수 ·보일러용수 ·공장내부 공정수 및 일반용수 ·기타 각 산업체 및 공장의 용도	·일반적인 수질기준은 설정하되 공업용수는 기본적으로 사용자의 요구수질에 맞추어 처리하여야 하므로 산업체 혹은 세부적인 용도에 따른 수질기준은 지정하지 않음

다. 처리수 재이용 방식

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

처리수 재이용 방식

〈그림 7-4-1〉



1) 개방순환방식

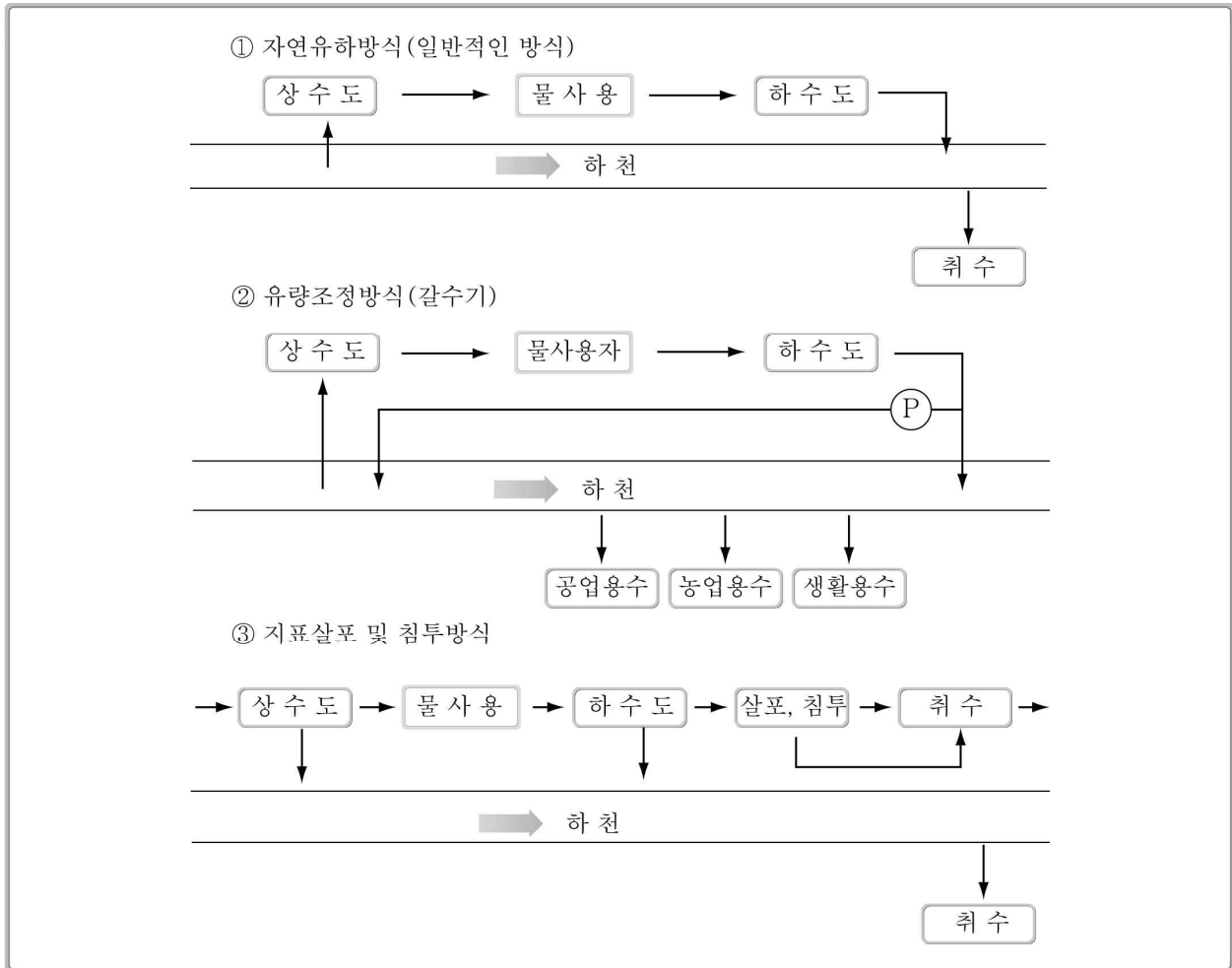
개방순환방식이란 처리수를 하천 등 공공수역에 방류해서 하천유량을 확보함과 동시에 이를 하류에서 취수하여 생활용수, 공업용수, 농업용수 등의 용도로 이용하는 방식으로 자연유하, 유량조정, 지표살포 및 침투방식이 있으며 이는 수량관리의 성격이 크므로 수자원이 절대적으로 부족한 지역에 유효한 방식이다.

2) 폐쇄순환방식

처리수를 공공수역으로 환원시키지 않고 폐쇄계 시스템 내에서 이중배관에 의해 반복 사용하는 방식으로 개별순환, 지구순환, 광역순환 방식이 있으며 이는 수량관리는 물론 방류수역에 방류되는 오염부하량을 최소화하기 위한 수질보전적 성격을 내포하고 있는 방식이다.

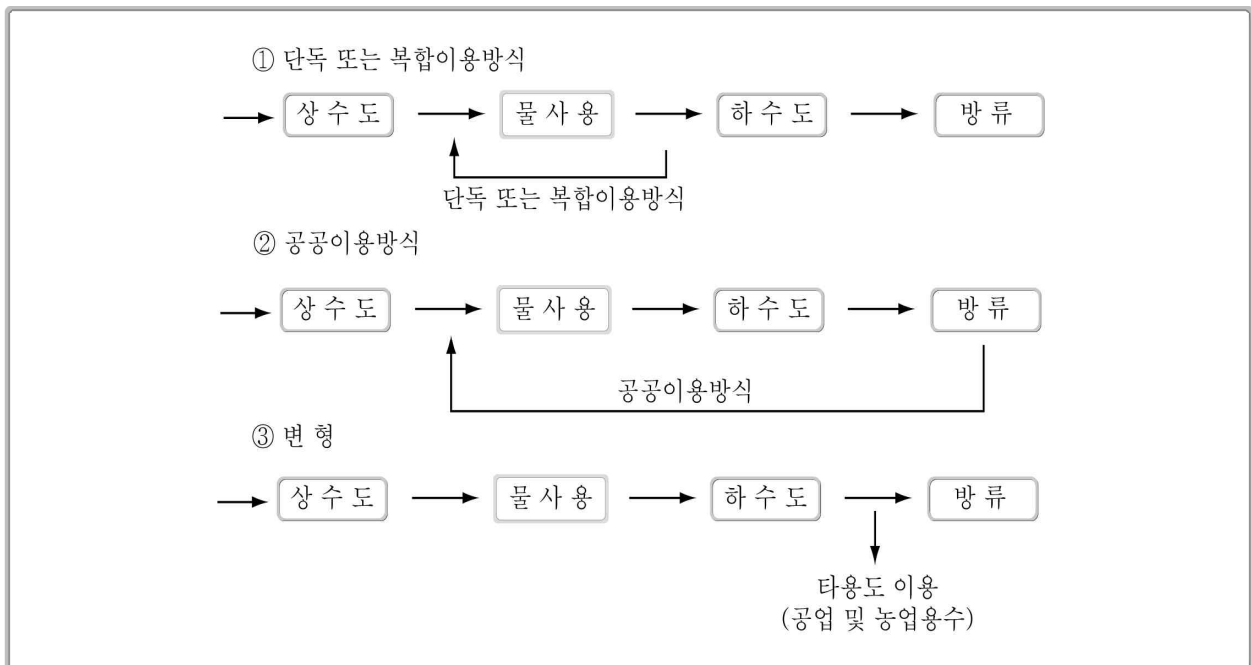
개방순환방식

〈그림 7-4-2〉



폐쇄순환방식

〈그림 7-4-3〉

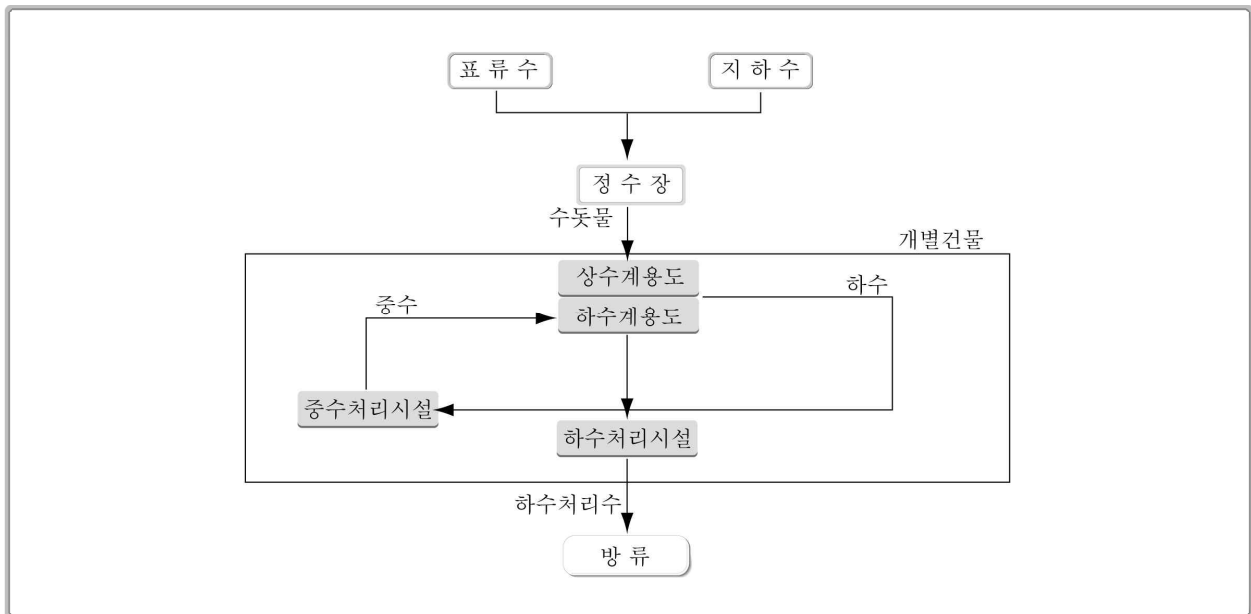


가) 개별순환방식

개별순환방식은 단일건물이나 공장등에서 발생하는 하수를 자체처리하여 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.

개별순환방식

〈그림 7-4-4〉



나) 지구순환 방식

지구순환방식이란 대형 주택단지나 재개발지구등과 같이 일정한 지역을 대상으로 중수도를 운영하며 해당건물의 중수수요에 따라 공급하는 방식이다. 이 방식은 공급대상이 넓지 않은 지역 내에 서로 근접하여 위치하므로 중수의 송배수시설 건설비가 개별순환방식의 경우보다 유리하다. 지구순환방식의 중수도를 설치할 때에는 주택단지나 재개발 사업자와 건축물의 소유자가 공동으로 중수도를 설치, 운영하게 된다.

다) 광역순환방식

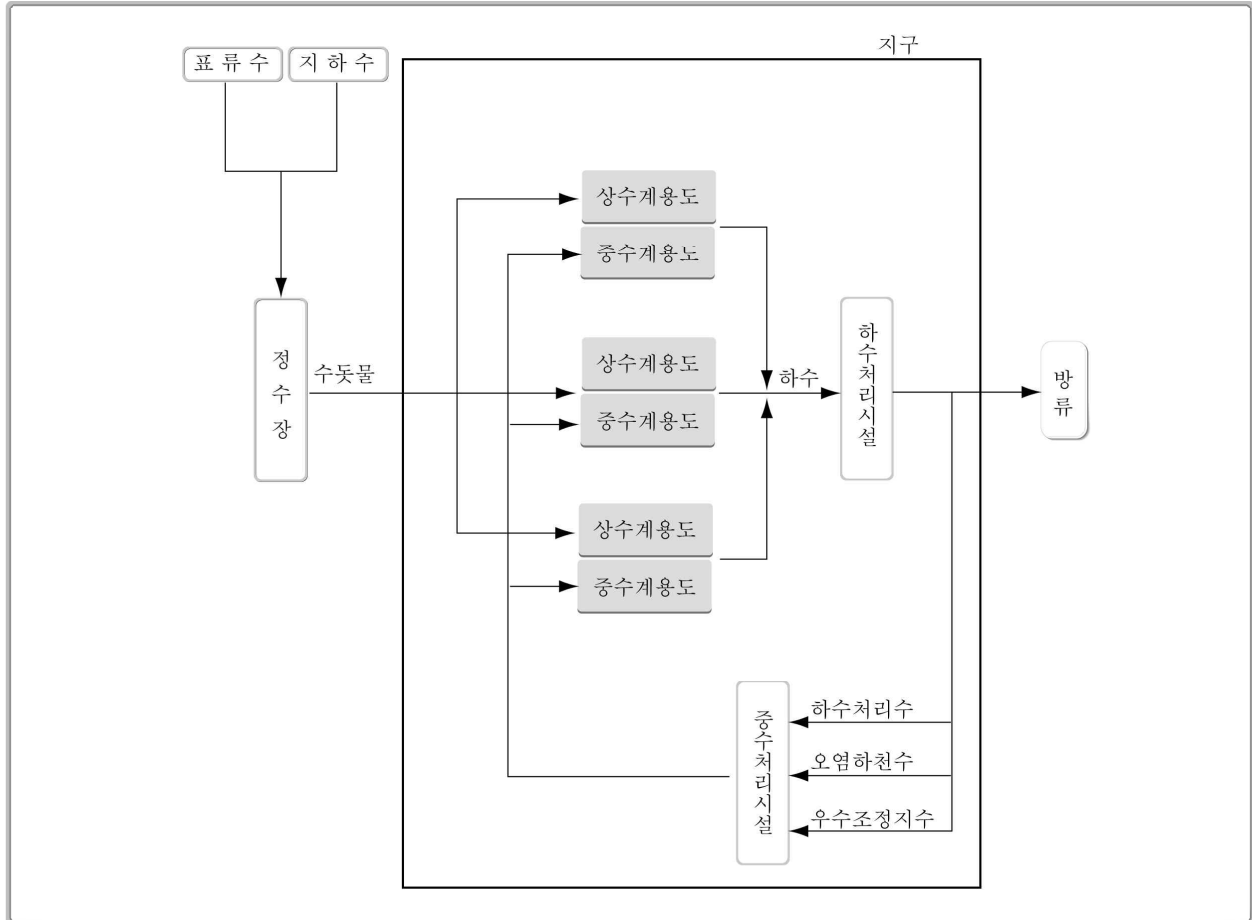
광역순환방식이란 일정한 지역이나 도시에서 해당지역내의 주택 및 건물 등에 중수를 공급하는 광역적이며 대규모의 중수도 방식이다. 유지관리가 비교적 용이하고 처리비가 저렴하지만 중수처리시설로 부터 각 수요자에게 이르기까지 제반 시설물을 설치해야 되기 때문에 매설물이 많은 도로에서는 오점합의 위험성이 높다.

이 경우의 중수도는 국가 또는 지방자치단체가 직접설치, 운영하는 것이 바람직하며 신도시, 신시가지 개발 시에는 비교적 용이하게 채택이 가능하나 기존시가지에서 모든 도로,

건물에 중수도 배관을 새로이 추가하여야 하므로 초기사업비가 많이 들어 현실적으로 채택이 거의 불가능하다.

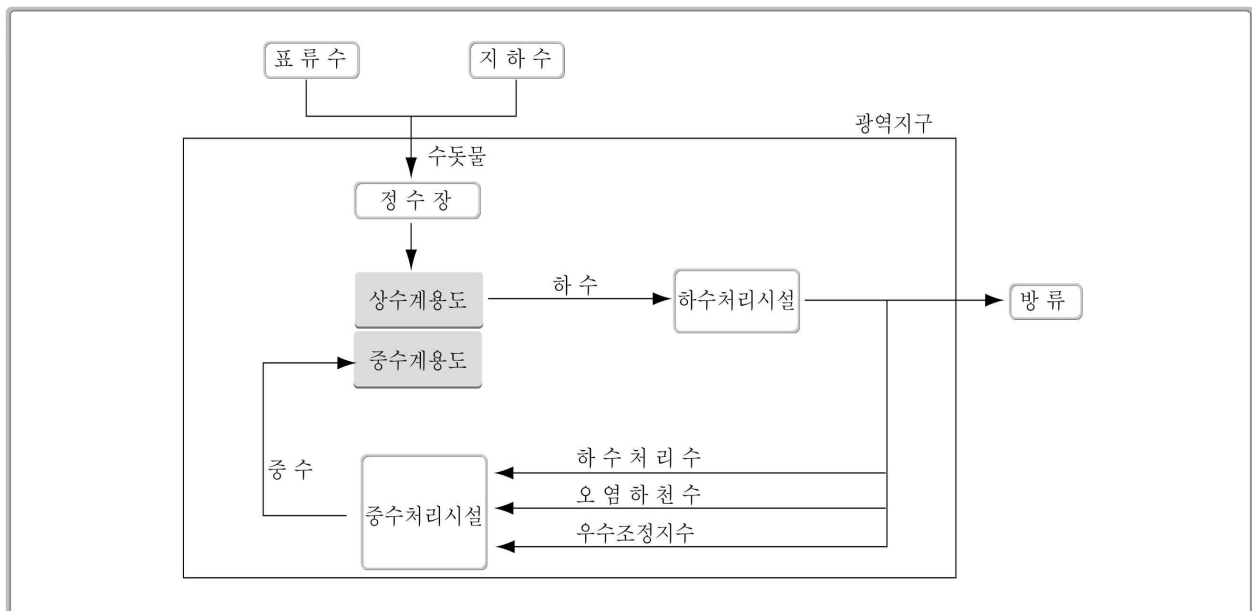
지구순환방식

〈그림 7-4-5〉



광역순환방식

〈그림 7-4-6〉





라. 재이용수 처리방식

1) 처리방식 선정시 고려사항

중수처리공정은 상수나 하·폐수처리에서 사용되고 있는 처리방법과 같다. 다만, 특정한 오염물질의 제거와 병원균 비활성화를 위해 추가적인 처리공정이 필요하며 중수 원수의 수질과 용도에 의해 요구되는 목표수질에 따라 그 처리방법이 다양해진다.

중수처리공정을 선정하는데 있어서 중요한 것은 단위공정별 운전상의 신뢰도와 요구되는 수질기준에 적합한 중수를 공급할 수 있는 전반적인 처리 시스템에 대한 성능을 분석·판단하는 것이다. 중수처리공정을 설계할 시 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- 처리시설이 간단할 것
- 운전관리가 쉽고, 무인관리가 가능할 것
- 원수의 수질 및 수량변동에 대한 대응성이 있을 것
- 시설이 위생적일 것
- 운전에 있어서 휴지나 재개가 용이할 것
- 슬러지의 발생량이 적으며, 처리·처분이 간편할 것
- 설비비 및 운전경비가 저렴할 것

2) 중수처리 기술

가) 개 요

중수처리기술은 상수나 하·폐수처리에서 사용되고 있는 처리기술과 동일하며, 다만 특정한 오염물질의 제거와 병원균의 비활성화를 위해 추가적인 처리 공정이 필요한 경우가 있다. 중수처리 기술을 선정하는데 있어서 중요한 것은 단위공정별 운전상의 신뢰도와 요구되는 수질기준에 적합한 중수를 공급할 수 있는 전반적인 처리시스템에 대한 성능을 분석하는 것이다.

(1) 물리학적처리

단위조작은 자연계의 물리적인 현상의 관찰로부터 유래된 것으로 수처리 분야에서 오래 전부터 사용되어 왔다. 일반적으로 사용되는 물리학적 단위조작은 유량측정, 스크린, 미세 스크린, 분쇄, 유량조정, 폭기, 혼합, 응집, 물리적침전, 고속중력침전분리, 부상분리, 입상여과, 마이크로 스크린 등이 있다.

(2) 화학적 처리

수처리 공정에서 변화가 화학반응에 의하거나 화학반응을 통해서 일어나는 공정을 화학적 단위공정이라고 한다.

화학적 단위공정은 물리학적단위 조작이나 생물학적 단위공정의 기능을 향상시키기 위해 여러가지 화학약품이 이용된다. 물리학적 및 생물학적 처리는 폐수로부터 특정오염물질을

감소시키는데 반하여 화학적처리는 어떤 물질을 제거하기 위해서 어떤 다른 물질을 첨가하기 때문에 결과적으로 처리하고자 하는 폐수내에 용해되어 있는 성분의 양은 증가하게 된다. 일반적인 화학적 단위공정으로는 화학적침전, 흡착, 살균, 염소살균, 탈염소, 이산화 염소 살균, 브롬화 염소살균, 오존살균, 자외선 살균, 기타 화학 약품이 있다.

(3) 생물학적 처리

생물처리의 주요목적은 유기물 즉 BOD, COD를 감소시키는 것이며 경우에 따라서는 질소, 인과 같은 영양염류나 특성이 있는 미량 유기화합물을 제거하기 위해 이용된다.

생물처리에서 주의해야 할 점은 유기물 분해에 의해 생성된 또 다른 미생물을 처리수로부터 제거 해야만 양질의 처리수를 얻을 수 있다는 점이다.

일반적으로 사용되는 생물학적 처리공정은 활성슬러지법, 부유성장질산화, 폭기식 라군, 살수여상, 초벌여상, 활성생물막공정, 부유성장탈질화, 생물막 탈질화 공정 등이 있다.

(4) 기타 특수처리

기타 처리방법으로는 한외여과법(UF), 역삼투압법(RO), 전기투석법, 이온교환법, 연화처리, 전해처리, 철·망간제거, 탈취, 탈색 등이 있다.

나) 적용가능한 공법 검토

처리공정의 선정에 있어서 가장 중요한 것은 목표로 하는 수질의 처리수를 충분히 확보할 수 있어야 하며, 공급수는 하수처리시설의 2차 혹은 고도처리수라는 점을 감안하여 결정하여야 한다.

재이용 용도별 처리방법

〈표 7-4-2〉

구 분	세부 구분	처리방법
범용재이용수	청소용수	·모래여과
	도시조경용수	·모래여과
	친수용수	·모래여과 + 활성탄 ·모래여과 + 오존산화
	하천유지용수	·모래여과 ·MF ·오존산화
	관개용수	·모래여과 ·MF ·오존산화
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

주) MF : Micro Filtration, R/O : 역삼투압



다음은 수질항목별 재이용수 처리방법을 나타낸 것인데, 처리공법의 선정에 있어서 처리 효율은 물론 기술적 안정성, 경제성, 유지관리성 등을 종합적으로 검토할 필요성이 있다.

수질항목별 재이용수 처리방법

〈표 7-4-3〉

대분류	중분류	소분류	유기물질 등의 생물처리법·탈질법			부유물질 등의 물리화학적 처리법			용해성물질 등의 물리화학적 처리법						소 독 법			
			접촉 산화법	생물막 여과법	유동층 산화법	급속 사여과	응집 침전법	응집 여과법	활성탄 흡착법	한외 여과법	역삼투 막법	오존 산화법	후포기 처리법	탈탄산 처리	염소 소독	염소+탈염소	오존 소독	자외선 소독
기본적 수질 항목	위생항목	대장균 군수		○			△	△	△	◎		◎			◎	◎	◎	◎
	환경항목	BOD	○	○		△	△	△	○	○	◎							
		pH			□		□	□						□				
	미관유지 항목	탁도		○		○	◎	◎	○	◎	◎							
		취기		△					○	△	◎	○					△	
		색도		△			△	△	◎	△	◎	◎					△	
용도별 수질 항목	미관유지 항목	발포원인 물질		△					◎		○	△					△	
		무기성 탄소	△	△	△						◎			◎				
	어류생식 항목	용존산소										○	◎					
		암모니아성 질소	○	○	◎						○							
		잔류염소														◎	(◎)	(◎)
범 례			◎ (처리대상)			개략제거율 90 % 이상												
			○ (처리대상)			개략제거율 50 % 이상 (제거율은 용존산소는 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

다음의 표는 2차 처리수에 대하여 양질의 용수를 얻을 수 있고, 현재 국내외에서 일반적으로 적용되고 있는 공정들을 처리효율, 경제성, 유지관리성 등으로 분류하여 그 적용성을 나타낸 것이다.

적용가능한 공법의 비교

〈표 7-4-4〉

항 목		한외여과법	역침투막법	활성탄 흡착법	오존 산화법	응집 침전법
처리 성능	목표 수질의 달성	용해성물질 이외에는 충분한 성능 발휘 (○)	모든 항목에 대하여 충분한 성능 발휘 (◎)	모든 항목에 대하여 충분한 성능 발휘 (◎)	색도 제거에는 유효 하나 BOD, 탁도제거 에는 효과 없음 (△)	탁도제거에 효과가 있으나 용해성 물질 에는 효과 없음 (△)
	안정성	충분히 안정하나 막 의 교환이 필요함 (○)	충분히 안정하나 막 의 교환이 필요함 (○)	적절히 재생, 보급하 지 않으면 성능이 저 하함 (○)	안정함 (◎)	안정함 (○)
	실적	소규모 수량에는 실 적이 있으나 중규모 이상 없음 (△)	중규모 이상의 실적 은 없음 (△)	중소규모의 실적은 풍부, 대규모 실적은 없음 (○)	실적이 적음 (△)	규모의 대소에 관계 없이 실적이 풍부 (○)
경제성	건설비	대부분은 한외여과막 으로 건설비커짐 (△)	반투막이 고가로서 건설비가 가장 비쌈 (△)	전처리로 필요한 사 여과가 불필요하며, 활성탄은 고가이나 건설비는 중간임 (○)	고가의 것은 오존발 생기로 공사비는 작 음 (◎)	오니처리를 고려할 필요가 없으므로 건 설비는 적음 ◎
	유지 관리비	한외여과막의 세정 및 교환이 있음. 역 침투막에 비하여 저 렴 (○)	막의 정기적인 교환 이 필요로 하여 상당 히 고가임. 전력비도 커짐 (△)	활성탄의 재생, 교환 이 유지관리의 대부 분을 점유. 전력비는 적음 (△)	오존발생기운전의 전 력비가 대부분을 점 유 (○)	약품비가 대부분으로 저렴한 약품을 사용 하면 적고 전력비도 적음 ◎
유지관리성		시스템이 간단하여 운전이 쉽고 적은 인 력으로 가능하며 전 자동화가 가능함 (◎)	시스템이 간단하며 적은 인원으로 유지 관리가 가능하며 전 자동화가 가능함 (◎)	시스템이 간단하며, 기기수가 적고, 전자 동운전이 가능하다 (◎)	시스템이 간단하며, 기기수도 작으며, 적 은 인원으로 전자동 화가 가능함 (◎)	시스템은 조금 복잡 하나 조작이 쉬우므 로 문제는 없으며, 응집상태의 감시가 필요 (○)
설치면적		전처리로 응집침전처 리를 첨가하지 않으 면 안되므로 가장 넓 은 면적을 필요로 함 (△)	대용량의 반투막 실 적이 없고, 소용량의 것을 다수 설치하여 야 함 (△)	전처리로 사여과를 설치하는 경우 역세 수 처리시설이 불필 요하여 공간적으로 여유 (◎)	설치면적은 가장 작 으나 오존 발생기를 위한 기기실을 필요 로 함 (◎)	약품주입설비 및 침 전설비를 필요로 하 므로 상당한 면적을 필요로 함 (○)
종합평가		한외여과법자체의 시 스템은 간단하나, 전 처리를 포함하여 종 합적으로 평가하면 반드시 유리하다 할 수 없음	경제적 시점에서 보 면 건설비에 비하여 반투막의 교환에 비 용이 많이 소요되므 로 수요자에게 부담 이 증대함	활성탄 교환을 자동 화 하면 문제점이 적 어지므로 채용 가능 한 방법임	중수의 색도 제거가 가능하여 미관성이 중요한 곳에서 적합 하나, BOD, SS 탁도 에 대해서는 큰 기대 할 수 없음	사여과의 후공정으로 는 효과를 기대하기 곤란하나, 경우에 따 라서는 수질을 안정 시키기 위하여 다시 사여과를 필요로 함

처리공정중 하수의 2차 처리수를 처리하기 위한 공정은 하나의 공정으로는 곤란할 수 있기 때문에 하수처리수의 수질에 따라 처리대상 물질을 처리하기 위해 2개 이상의 공정을 조합할 필요가 있다. 다음 표는 2차 처리수를 대상으로 용도별 처리공정의 조합을 나타낸 것으로 하수처리시설에서 급속사여과를 포함한 고도처리 공정이 도입된 경우라면 사용 용도에 따라서는 소독시설 만으로 이용에 적합한 재이용수를 얻을 수 있을 것이다.

수세변소수 및 살수용수는 위생적인면, 수경용수는 위생적인면과 하천 생태계에 미칠 수 있는 영향, 친수용수는 사람과 접촉가능성을 주의하여야 하며, 농업용수는 식물의 생육에 큰 영향을 미치는 질소성분의 제거, 공업용수의 경우 사용처에 따라 다르나 냉각, 건조용수의 경우 배관계통에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 처리공정의 선정에 주목해야 한다.

처리공정의 조합 예

〈표 7-4-5〉

용 도	처리공정의 조합
수세변소용수 및 살수용수	2차처리수 → 급속사여과 → (오존처리) → 소독
수경용수	2차처리수 → 급속사여과 → (오존처리) → 소독
친수용수	2차처리수 → 응집침전 → 급속사여과 → (오존처리) → 소독
	2차처리수 → 급속사여과 → (활성탄흡착) → (오존처리) → 소독
	2차처리수 → 전처리 → 역침투막처리 → 소독

마. 용도별 수질기준

하수처리수 재이용에 있어 우선적으로 고려될 사항으로 이용용도별 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.

우리나라 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률에서 규정하고 있는 중수도의 용도별 수질기준 및 하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준은 다음과 같다.

1) 중수도

중수도의 용도별 수질기준(2014년 12월31일까지 적용)

〈표 7-4-6〉

항 목	수세식화장실 용수	살수용수	조경용수	세차·청소용수
대장균군수(개/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출
결합잔류염소(mg/L)	0.2이상	0.2이상	-	0.2이상
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도(NTU)	2이하	2이하	2이하	2이하
생물화학적산소요구량(BOD)(mg/L)	100이하	100이하	100이하	100이하
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)	200이하	-	-	200이하
화학적산소요구량(COD _{Mn})(mg/L)	200이하	200이하	200이하	200이하

자료) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행규칙 제8조 (별표 1)

- 주) 1. 총대장균군수, 결합잔류염소, 탁도, 냄새는 『환경분야 시험·검사 등에 관한 법률』 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정시험기준에 따라 검사해야 한다.
2. 생물화학적 산소요구량, 수소이온농도(pH), 색도, 화학적 산소요구량은 『환경분야 시험·검사 등에 관한 법률』 제6조 제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정시험기준에 따라 검사해야 한다.

중수도의 용도별 수질기준(2015년 1월 1일부터 적용)

〈표 7-4-7〉

항 목	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천 유지용수	습지용수	공업용수	세차·청소용수
대장균군수(개/100mL)	불검출	2000이하	불검출	1,000이하	2000이하	2000이하	
결합잔류염소(mg/L)	0.2이상	-	0.1이상	-	-	-	
탁도(NTU)	2이하	20이하	20이하	-	-	100이하	
부유물질(SS)(mg/L)	-	-	-	60이하	60이하	-	
생물화학적 산소요구량(BOD)(mg/L)	50이하	50이하	30이하	50이하	50이하	60이하	
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	
색도(도)	20 이하	-	100이하	200이하	-	-	
총질소(T-N)(mg/L)	-	-	100이하	100이하	100이하	-	
총인(T-P)(mg/L)	-	-	0.50이하	0.50이하	0.50이하	-	
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)	-	2500이하	-	-	2500이하	-	

자료) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행규칙 제8조 (별표 1)

- 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 공정시험기준에 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 공정시험기준에 따라 검사해야 한다.

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



2) 하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준

하·폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준

〈표 7-4-8〉

항 목	도시 재이용수	조경 용수	친수 용수	하천 유지용수	농업용수		습지 용수	지하수 충전	공업용수
대장균군수(개/100mL)	불검출	200이하	불검출	1,000 이하	직접식용	불검출	200 이하	『먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙』 별표1에 따른 먹는 물의 수질기준을 준수할 것	200이하
결합잔류염소(mg/L)	0.2이상	—	0.1이상	—	간접식용	200이하			—
탁 도(NTU)	20이하	20이하	20이하	—	직접식용	20이하	—		100이하
부유물질(SS)(mg/L)	—	—	—	60이하	간접식용	50이하			—
생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	50이하	50이하	30이하	50이하	80이하		50이하		60이하
냄 새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것		불쾌하지 않을 것		불쾌하지 않을 것
색도(도)	20 이하	—	100이하	200이하	—		—		—
총질소(T-N)(mg/L)	—	—	100이하	100이하	—		100이하		—
총인(T-P)(mg/L)	—	—	0.50이하	0.50이하	—		0.50이하		—
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		5.8~8.5
염화물(mgCl/L)	—	250이하	—	—	—		250이하		—
전기전도도(μg/cm)	—	—	—	—	직접식용	7000이하	—		—
					간접식용	2,000이하			

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

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)	폴리클로리네이트디비페닐 (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), 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), 폴리클로리네이트디비페닐(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-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.
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.

3) 농업용수

하수처리수를 농업용수로서 재이용을 하기위해서는 농업용수의 수질기준을 만족하여야 한다.

『환경정책기본법(2015.4.5)』 동시행령 별표 1에서 하천수 및 호수에 대한 농업용수의 수질 기준을 다음 표와 같이 규정하였다. 이 기준에 규정되지 않은 항목에 대해서는 『농촌진흥청 관개용수 수질기준연구』에 규정된 수질을 만족하여야 한다.

농업용수 수질기준

〈표 7-4-9〉

수역	구분	등급	기준						
			수소이온 농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)
하천	생활환경	Ⅳ	6.0~8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하
호소	생활환경	Ⅳ	6.0~8.5	8 이하	6 이하	15 이하	2.0 이상	0.10 이하	1.0 이하
전수역	사람의 건강보호	카드뮴(Cd) : 0.005mg/L 이하, 비소(As) : 0.05mg/L이하, 시안(CN) : 검출되어서는 안됨, 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨, 유기인 : 검출되어서는 안됨, 폴리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨, 납(Pb) : 0.05mg/L이하, 6가크롬(Cr+6) : 0.05mg/L이하, 음이온계면활성제(SBS) : 0.5mg/L 이하							

주) 총인·총질소의 경우 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7미만일 경우에는 총인의 기준은 적용하지 아니하며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 아니한다.

농촌진흥청 관개용수 수질기준

〈표 7-4-10〉

항목	농도 (mg/L)	항목	농도 (mg/L)	항목	농도 (mg/L)
pH	5.0~8.5	Cl	250	Co	0.05
COD	50	Cd	0.01	Pb	0.1
T-N(NH ₄ -N)	5	As	0.05	Zn	0.1
NH ₃ -N	20	Cr6+	0.05	Cu	0.2
SO ₄ 2-	50	Ni	0.05	Diesel	1

자료) 농업용수 수질환경기준(2000, 농림부)

7.4.2 재이용 용도 및 구역 설정

『물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011, 환경부)』에 의하면 처리수를 재이용수로 이용 또는 공급하여야 하는 대상시설은 1일 하수처리능력이 5천세제곱미터 이상인 공공하수처리시설이며, 재이용수로 이용하거나 공급하여야 하는 양은 1일 하수처리량의 100분의 10이상으로 계획하도록 제시하고 있다.

본 계획에서는 김천 공공하수처리시설과 아포 공공하수처리시설에 대하여 재이용 용도를 검토하였다.

가. 김천 공공하수처리시설

1) 장내용수 수요

하수처리수 장내 재이용량을 산정함에 있어 최근 5년간 장내용수의 평균값인 4,200m³/일로 단계별 수요량을 동일하게 계획하였다.

김천 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

〈표 7-4-11〉

구 분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	평균	적용
시설용량(m ³ /일)		80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	
하수처리량(m ³ /일)		68,705	65,767	70,128	58,865	57,040	64,101	
재이용량 (m ³ /일)	소계	6,867	8,287	3,923	4,344	4,350	5,555	
	장내용수	3,979	4,097	3,923	4,344	4,350	4,139	4,200
	장외용수	2,888	4,190	-	-	-	1,416	
재이용율(%)		10.0	12.6	5.6	7.4	7.6	8.7	

김천 공공하수처리시설 하수처리수 장내용수 재이용 목표량

〈표 7-4-12〉

(단위 : m³/일)

구 분	기준년도 (2013년)	2015년	1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
장내용수	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	

2) 장외용수 수요

가) 개 요

김천공공하수처리시설은 김천1차, 김천2차, 김천 일반1단계, 김천1 일반2단계의 4개 산업단지와 대광 농공단지가 인접하고 있으며, 이중 김천1 일반2단계는 2013년 착공하여 2016년 준공예정에 있다. 김천 일반1단계 산업단지 부지 내에 열병합발전소가 공사 중으로 하수처리수 재이용수 공급에 아주 유리한 곳에 위치하고 있다.

나) 관련계획 검토

(1) 김천시 하수방류수 재이용시설 타당성조사 보고서 (2009. 7, 김천시)

김천시에서는 『김천시 하수방류수 재이용시설 타당성조사 보고서 (2009.7, 김천시)』를 통해 하수처리수 재이용수 공급을 추진한 바 있으나, 현 공업용수 공급기관인 한국수자원 공사와의 협의가 이루어지지 않아 사업을 진행하지 못했다.

(가) 사업의 개요

김천시 하수방류수 재이용시설 타당성조사 사업개요

〈표 7-4-13〉

구 분	주 요 내 용	비 고
위치	김천시 대광동 850번지 김천공공하수처리장 내	
처리대상	김천공공하수처리장 최종 방류수	
시설용량	1단계 : 18,000m ³ /일, 2단계 : 28,000m ³ /일	
공급계획수질	현 공업용수 수질과 동등 또는 그 이하 수질주)	
공급범위	김천차, 김천2차, 김천 일반1단계, 김천1 일반2단계 산업단지, 대광 농공단지, 열병합발전소	
처리방법	전처리(MF 또는 UF 등 여과장치) + R/O(역삼투압법)	

주) 2009년 공업용수가 침전수에서 정수(생활용수)로 전환 완료됨.

(나) 계획용량

2차 설문조사 후 2009년 4월 15일 실무회의를 개최하여, 공단 입주 업체 20개사 관계자가 참석하여 재이용수에 대한 공급수요를 재조사한 결과, 2개 업체를 제외한 18개 업체에서 재이용수를 공급받는 것으로 나타났다.

설문조사 및 실무회의 결과

〈표 7-4-14〉

번호	업체명	용수사용량 (m ³ /일)	재이용수 사용여부	번호	업체명	용수사용량 (m ³ /일)	재이용수 사용여부
1	(주)롯데햄	460	○	11	서진화섬	120	○
2	(주)코오롱유화부문	800	○	12	(주)코오롱플라스틱	1,058	○
3	(주)아모레퍼시픽	37	×	13	(주)LG화학	450	○
4	삼금공업(주)	500	○	14	(주)테스크	1.0	○
5	해동무역(주)	110	○	15	(주)진영	0.1	○
6	(주)유엔비	600	○	16	(주)삼천리카보텍	0.5	○
7	(주)새빛캠	20	○	17	한국오웬스코닝(주)	800	○
8	고려플라텍(주)	200	○	18	한국특수소재(주)	160	○
9	(주)두산전자	320	○	19	(주)코오롱	4,500	○
10	유한킴벌리	6,300	×	20	코오롱글로벌	120	○
총 합계 : 10,100m ³ /일 중 산업용 증기용수를 제외한 공업용수는 10,000m ³ /일로 산정							

주)유한킴벌리의 경우 향후 재이용수 공급시설 운영 후 수질 및 공급방안을 검토하여 결정할 예정임

설문조사, 산업단지 조성 및 열병합발전소 계획을 고려하여 다음과 같이 하수처리수 재이용시설 계획용량을 산정하였다. 총 용수사용량은 약 15,800㎥/일로 산정되었으며, 소방용수 및 여유율을 고려하여 계획용량은 18,000㎥/일로 산정하였다.

재이용수 계획용량

〈표 7-4-15〉

구 분	계획용량(㎥/일)	비 고
김천산업단지 입주업체	10,000	산업용 증기용수 제외
일반산업단지(1단계)	2,800	음·식료 업종 제외
열병합발전소	3,000	
합계	15,800	≒ 18,000

(다) 경제성 분석 결과

연도별 총 비용과 총 편익을 계산하였으며, 4%의 할인율을 적용하여 계산한 총 비용의 현재가치, 총 편익의 현재가치, 순현재가치를 계산하였다. 김천시 재이용사업 편익비용 비율(B/C ratio)이 1.35이상으로 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났으며 편익비용 산정에 제외된 항목 고려시 B/C ratio값은 더 증가할 수 있다.

할인율 대안별 민감도 분석

〈표 7-4-16〉

구 분	할인율 3%	할인율 4%	할인율 5%
총편익의 현재가	82,074	72,037	63,371
총비용의 현재가	58,050	53,098	48,787
순편익의 현재가	24,023	18,939	14,584
B/C ratio	1.41	1.35	1.29

(2) 김천시 수도정비 기본계획 변경(2010.07, 김천시)

황금정수장은 김천시 동지역의 현재 추진중이거나 협의중인 각종 개발계획에 대처토록 하고, 광역상수도는 혁신도시 및 아포읍 지역의 증가하는 생활용수와 아포농공단지 공업용수 수요에 대처토록 하여, 현재 김천산업단지에 필요한 공업용수(14,300㎥/일)를 공급하기에는 공급시설이 충분하지 못한 실정이다.

또한, 김천산업단지 지역은 전용공업용수(광역 침전수)의 전수전환(2009년 8월 완료)으로 값비싼 생활용수가 공급됨으로 제품생산원가가 상승하여 입주업체들의 저렴한 전용공업용수 공급을 요청하는 실정이며, 하수재이용 사업은 녹색성장 실천사업이며, 하수재이용 사업을 통하여 4대강 정비사업 대상인 낙동강 수계 수질보호, 대체 수자원 확보를 도모할 수 있으므로 김천하수처리시설에 하수재이용시설을 설치하여 김천산업단지에 전용공업용수를 공급하는 것으로 계획하였다.

하수재이용시설 사업개요

〈표 7-4-17〉

구 분	사업개요
위 치	김천시 대광동 850번지 김천공공하수처리장 내
처리대상	김천공공하수처리장 최종 방류수
시설용량	15,000m ³ /일
처리방식	급속혼화조 → 응집조 → 막분리조 → 활성탄여과설비 → 공단정수지
사업비	17,228백만원

하수재이용시설 사용시 입주업체들의 경제성 분석결과

〈표 7-4-18〉

구 분	용수사용료	물이용부담금	하수도사용료	계
광역상수도 침전수	298원/m ³	150원/m ³	190원/m ³	638원/m ³
광역상수도 정수	394원/m ³	150원/m ³	190원/m ³	734원/m ³
하수재이용 처리수	400원/m ³	-	67원/m ³	467원/m ³

주) 1. 하수재이용 처리수 단가는 왜관산업단지 재이용시설 기본 및 실시설계(2006, 칠곡군) 적용

2. 물이용부담금은 하수재이용시 부담대상에서 제외

3. 하수재이용수 사용시 김천시 조례에 의거 하수도 사용료 감면

다) 공업용수 수요량 검토

(1) 기존 산업단지

최근 5년간 김천시의 산업단지 용수사용량 및 폐수발생량은 다음과 같다. 김천일반1단계 산업단지는 2012년 상반기부터 입주를 시작하여 2014년 입주를 완료하였으며, 이에 따라 공업용수량 및 폐수발생량이 증가하는 것으로 나타났다.

산업단지 용수사용량 및 폐수발생량

〈표 7-4-19〉

구 분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	평균
공업용수량	m ³ /년	2,475,332	2,631,905	3,024,479	4,053,904	4,384,160	3,313,956
	m ³ /일	6,782	7,211	8,286	11,107	12,011	9,079
지하수사용량	m ³ /년	401,731	399,115	389,825	393,141	396,636	396,090
	m ³ /일	1,101	1,093	1,068	1,077	1,087	1,085
폐수발생량	천m ³ /년	2,653,705	2,952,004	3,383,458	3,560,515	3,962,308	3,302,398
	m ³ /일	7,270	8,088	9,270	9,755	10,856	9,048

자료) 1. 공업용수량 : 공단하수계열로 유입되는 대광동, 응명동, 어모면 사용량(2010~2014, 김천시 상하수도과 내부자료)

2. 지하수사용량 : 공단하수계열로 유입되는 대광동, 응명동, 어모면 사용량(2010~2014, 김천시 상하수도과 내부자료), 유한킴벌리 제외(자체 폐수처리시설 보유)

3. 폐수발생량 : 김천 하수처리장 공단하수계열 연평균 유입량(2010~2014)

(2) 신규 산업단지

김천1 일반2단계 산업단지의 개발계획 보고서 상의 공업용수 수요량은 다음과 같다.

김천1 일반2단계 산업단지 공업용수 수요량

〈표 7-4-20〉

유치업종	부지면적 (㎡)	공업용수원단위 (㎥/천㎡/일)	공업용수 수요량 (㎥/일)
계	952,993		3,245
음·식료품	159,238	2	318
금속가공제품	321,719	3	965
비금속 광물제품	112,848	3	339
전자, 영상, 음향 및 통신장비	252,770	6	1,517
자동차 및 트레일러	106,418	1	106

라) 시설용량 결정

하수처리수 재이용시설의 시설용량은 김천시 물 재이용 관리계획 및 공업용수 수요량을 고려하여 18,000㎥/일로 결정하였다.

하수처리수 재이용시설 시설용량 결정

〈표 7-4-21〉

구 분	하수방류수 재이용시설 타당성조사 (2009.07, 김천시)	김천시 수도정비 기본계획 변경 (2010.07, 김천시)	김천시 물 재이용 관리계획 (2015.03, 김천시)	공업용수 수요량	금 회 적 용
수요량	15,800	14,300	17,300	18,245	18,245
기존 산업단지	12,800	11,900	11,900	12,000	12,000
신규 산업단지	-	2,400	2,400	3,245	3,245
열병합발전소	3,000	-	3,000	3,000	3,000
시설용량	18,000	15,000	18,000	18,000	18,000

마) 경제성 분석

경제성 분석의 내용은 『김천시 물 재이용 관리계획(2015.03, 김천시)』의 경제성 분석 결과를 정리, 분석하여 제시하였다.

(1) 기본방향

본 계획에서는 『하수방류수 재이용시설 타당성조사 보고서 (2009.07)』 수립시 시행하였던 산업단지 입주 업체 20개社の 실무회의 결과를 반영하여, 김천하수처리시설 인근에 위치하고 있는 대광농공단지, 김천1, 2산업단지, 일반1산업단지, 열병합발전소와 현재 공사중에 있는 일반2산업단지에 대해 공업용수를 하수처리수로 대체했을 경우의 경제성 분석을 실시하였다.

최적의 경제성 분석을 위해서는 산업단지별 공업용수의 세부 수요처와 수요량에 대한 정보, 일반2산업단지의 입주업체 계획, 공급관로 노선 계획 등이 필요하지만, 경기 침체에

다른 입주 업체 공업용수 수요에 대한 잦은 입장 변화와 그에 따른 공급노선 변경 등 불확실한 여건을 고려하여, 가장 합리적인 경제성 분석이 되도록 계획하였다.

- 산업단지별 용수 수요량은 『김천시 수도정비 기본계획(2010.07)』, 『하수방류수 재이용시설 타당성조사 보고서 (2009. 7)』, 『2014년 공업용수 사용량』을 통하여 시설용량 18,000㎥/일 적용
- 하수처리수를 공업용수로 공급할 경우, 김천시 수도급수조례에 따른 전용 공업용수 단가의 90%를 하수처리수 재이용수 공급단가로 적용(물 재이용시설 설계 및 유지관리 가이드라인 1.2.6.11 공급 일반원칙)

적용요금

〈표 7-4-22〉

구 분		사용구분	사용구분 (㎥)	전용공업용수㎥당 단가(원)	재이용수㎥당 단가(원)
전용 공업용수	1단계	1 ~ 200	260	234	
	2단계	201 ~	450	405	

(2) 경제성 분석 방법

하수처리수 재이용의 경제성 평가는 사업의 소요비용과 발생편익을 비교하여 발생편익이 소요비용보다 클 경우 투자의 타당성이 있고, 작으면 투자할 가치가 없다는 것이다.

소요비용은 하수처리수 재이용시설 건설비용, 운영비용, 배관비용 등이 고려될 수 있으며, 편익은 용수공급 편익(공업용수 공급편익, 공공용수 편익), 사용자 비용절감 편익(생산원가 절감편익, 공업용수 수질개선 편익, 하수도요금 절감편익, 취수시설 유지관리비 절감편익), 오염물질저감 편익 및 기타 편익(수자원 수량 확보편익, 상수도 생산비 절감편익, 물 이용 부담금 절감편익, 생활환경개선 편익, 기술개발에 따른 동태적 편익, 기업 또는 자치단체 친환경 이미지 제고) 등으로 구분할 수 있다.

하수처리 재이용수로부터 얻을 수 있는 이러한 편익이 소요비용보다 클 경우에만 하수처리 재이용수의 확대 보급이 널리 이루어지게 된다. 이러한 의사결정의 기준은 순현재가치법, 비용·편익 비율법, 내부수익률법 등이 있다.

(가) 순현재가치법(Net Present Value : NPV)

사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인된 총 편익과 총 비용의 차로 표시된다. 즉, 1년도의 편익을 B_i , 비용을 C_i , 할인율을 d , 그리고 평가기간을 n 년이라 하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i - C_i}{(1+d)^i}, i = 1, 2, 3, \dots, n$$



순현재가치가 양인 사업은 자본비용을 회수하고도 잉여가 발생한다는 것을 의미하므로 투자 타당성이 있는 것으로 판단할 수 있다.

(나) 비용·편익비율법(Benefit/Cost Ratio : B/C)

할인된 총 편익과 총 비용의 비율이다. B/C값이 1.0보다 크면 경제성이 있다고 평가되지만 비용과 편익 항목의 구분 여하에 따라 비율이 다르게 나타날 수 있다.

$$B/C = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+d)^i} / \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+d)^i}, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

(다) 내부수익율법(Internal Rate of Return : IRR)

평가기간 내에 총 편익이 총 비용과 일치되는 이자율을 의미하며, 아래에 제시된 식에서는 d가 내부수익율로서 이 값이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있다.

$$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+d)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+d)^i}, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

(3) 분석기간 설정

분석기간은 KDI에서 발행한 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』에서 수자원의 댐 분야를 제외하고 30년의 분석기간을 적용하고 있으나, 본 계획에서는 20년을 평가기간으로 설정하였다.

(4) 할인율의 결정

할인율이란 미래의 가치를 현재가치로 전환하는데 적용되는 이자율을 말하며 경제성분석을 위해서는 실제 자본의 기회비용을 적절히 반영하여 서로 다른 기간 중에 발생하는 비용과 편익을 비교할 수 있도록 할인율을 채택하여야 한다. 미국의 경우 공공투자사업의 경우 정부장기채권 수익률에 의거하고 있는데 보통 4~5% 수준이다.

우리나라의 경우 한국개발연구원에서 수행한 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』에서 일반적인 공공투자사업의 할인율을 5.5%, 수자원 부문과 같은 장기사업일 경우 운영 30년 동안은 실질 5.5%를 이후 20년은 4.5%의 할인율을 적용하도록 하고 있다.

본 계획에서는 분석기간을 20년을 적용하여 실질 할인율 5.5%를 적용하도록 한다.

(5) 소요비용의 추정

소요비용은 하수처리수 재이용시설 건설비용, 운영비용, 배관비용으로 구분되며, 건설비용은 재이용수를 생산하기 위하여 하수처리장에 투입되는 토목·건축비, 기계구입 및 설치비 등이며 운영비용은 재이용수를 생산하는데 필요한 전력비, 약품비와 유지관리에 소요되는 인건비와 수선비 등으로 나뉘어진다.

그리고 배관비용은 하수처리시설에서 재이용수의 수요처의 입구까지 연결하는 송수관비와 건물 내부를 연결하는 급수관비로 구분되나, 본 계획에서의 배관비용은 수요처가 명확하지 않으므로 건물내부를 연결하는 급수관비가 제외되고 송수관비만을 대상으로 하였다.

운영비용은 연간 운영비와 기계 및 전기/계측설비의 대수선비를 고려하여 산정하였다.

소요비용

〈표 7-4-23〉

재이용시설		소요비용(백만원)			비 고
시설명	시설용량 (m ³ /일)	계	초기투자비	운영비용 (20년간)	
김천하수처리시설	18,000	85,017	31,235	53,782	

(6) 편익 추정

본 계획에서의 편익 항목은 『하수처리수의 공업용수 재이용시설 비용편익 분석기준·연구(2010.5, 한국환경공단)』의 자료를 참조하여 설정하였다.

(가) 공업용수 공급편익

공업용수 공급편익은 하수처리수의 재이용에 의해 생산되는 공업용수의 가치에 대한 편익으로, 기존 상수도를 공급받지 않았던 곳에 새롭게 공급하는 신규수요 인정분에 대해서만 편익으로 인정된다. 만약 기존 공급시설이 노후화 등으로 인해 폐쇄가 예정되어 있다면 이전수요에 대해서도 편익을 산정해야 하지만, 기존 공급시설이 있는 상황에서 공급처만 변경하는 성격의 이전수요에 대해서 편익을 산정하지 않는 것은 기존시설 활용을 어렵게 함으로써 불필요한 비효율이 발생하여 용수공급편익을 상쇄할 수 있기 때문이다. 김천시의 경우 전체시설이 생활용수(정수) 공급시설로 공업용수 공급시설이 전무하여 하수처리수 재이용시설 신설을 통한 공업용수 공급으로 미래 생활용수 및 공업용수 부족에 대한 대체수자원 확보가 가능할 것으로 판단되어 공업용수 공급편익을 반영하였다.

(나) 생산원가 절감편익

생산원가 절감편익의 재이용수는 기존공업용수에 비해 가격이 낮아 용수 수요자(산단 입주기업)의 생산비가 절감되는 편익을 말한다.

기존의 공업용수를 사용할 경우 발생하는 사용료에 비해 재이용수 사용료가 저렴할 경우 공업용수를 활용하는 기업 입장에서 용수사용료 지출감소로 생산원가 절감 편익이 발생하게 된다.

현재 김천시에는 『김천시 수도급수조례』가 재정되어 있으며, 하수처리수 재이용수 공급단가 405원/톤을 적용하여 생산원가 절감 편익을 산정하였다.

(다) 공업용수 수질 개선편익

공업용수 수질 개선편익은 종전 공급받던 용수보다 깨끗한 용수를 공급받음으로써 수요자가 공장내에서 용수를 재처리하던 비용이 절감되는 편익을 말한다.

사업체가 현재의 수질에 만족하지 못하는 경우에 한해 재처리시설 투자비 및 유지관리비가 절감되거나 수질로 인한 피해가 절감되는 효과가 발생하므로, 신규수요에 대해서는 재처리시설 투자비 및 유지관리비가 모두 절감되는 효과가 발생한다고 볼 수 있지만, 이전 수요에 대해서는 현재의 수질에 만족하지 못하는 수요처는 재처리시설을 갖추고 있다고 판단되므로 재처리시설 투자비의 절감 효과는 발생한다고 보기 어려울 것이다. 따라서, 신규 수요의 경우 재처리시설 투자비 및 운영비가 절감되는 효과를 계산하고, 이전수요의 경우 운영비 절감 효과만을 계산하는 것이 타당하다.

현재 검토대상 산업단지는 상수도가 공급되고 있고, 오히려 재이용수를 공급할 경우에 재처리시설을 두어야 하는 업체가 발생할 가능성도 있다.

따라서, 본 계획에서는 공업용수 수질 개선편익을 반영하지 않는 것으로 하였다.

(라) 하수도요금 절감편익

하수도요금 절감편익은 하수처리수를 재이용하는 기업에게는 지자체에서 하수도 요금을 감면해주므로 당해 기업에게 발생하는 편익을 말한다.

일부 재이용수 공급사업의 추진과정에서 하수를 배출하더라도 재이용수를 이용하는 기업의 하수도 사용료를 면제받는 것으로 계획되어 있으나, 하수도 사용요금의 경우 실제로 하수가 발생하지 않는 것이 아니라 하수가 발생함에도 그 비용을 지방자치단체가 부담하는 것이기 때문에 민간 부문에서 공공 부문으로 단지 이전되는 지출인 이전지출에 불과하므로 하수도 사용요금 절감 편익을 재이용수 공급사업의 편익항목으로 반영하는 것은 부적절한 것으로 판단된다. 즉, 당해 기업에게는 편익이나 해당 지자체에게는 같은 금액의 비용이 발생하므로 사회적 편익은 영(0)에 불과한 것이므로 하수도요금 절감편익을 반영하지 않는 것으로 하였다.

(마) 취수시설 유지관리비 절감편익

취수시설 유지관리비 절감편익은 기존의 하천에서 취수하여 공업용수로 이용하고 있는 공장에 대해 적용하며, 재이용수를 활용할 경우 기존의 하천에서 취수하는 비용이 절감되게 됨에 따른 편익을 말한다.

취수에 소요되는 유지관리비를 산정하기에는 자료가 부족하므로, 본 계획에서는 2007년 수도관리 연보에서 제시한 취수장 전력원단위를 참조하여 물가상승율을 고려하여 적용하였다.

톤당 전력원단위

〈표 7-4-24〉

구분	덕소	팔당1	팔당2	팔당3	자양	평균	적용
2007년	61.37원	67.45원	65.03원	64.5원	67.68원	65.21원	77.25원

자료) 2007 수도관리연보(한국수자원공사), 물가상승률(2007년 88.9, 2013년 10월 105.3)

(바) 오염물질 저감편익

오염물질 저감편익은 하수처리수를 방류하지 않고 재이용함으로써 하천에 방류되는 오염물질이 줄어들어 수질이 개선되는 편익을 말한다.

재이용수를 활용할 경우 하수처리수의 방류량을 줄임으로써 오염총량이 감소되어 수질 개선효과와 오염총량 절감에 따른 지역경제 활성화로 인한 편익, 정수장 및 배수지를 확장하지 않음으로써 기대할 수 있는 환경에 대한 긍정적인 효과 등의 개선효과 등을 고려할 수 있다.

오염총량 배출이 감소하면 그것은 환경개선 편익이지만, 그 환경개선편익의 가치평가는 최적 의사결정 하에서 그것과 교환될 수 있는 경제재의 가치인데 이를 배출총량이 감소함으로써 수질총량제하에서 그만큼의 개발이익을 취할 수 있으므로 이를 평가하여 이를 수질개선의 경제적 가치로 보는 것이다.

대구 달성하수처리장의 경우 낙동강에 대한 BOD 저감 효과는 미미하다고 보고 단지 총인(T-P)만 하루 8.8kg이 저감된다고 인정하여 이에 소요되는 응집제, 알카리제의약품비용과 슬러지 처리비용을 편익으로 인정하고 있다.

따라서, 본 계획에서는 간편한 경제성 검토를 위하여 대구달성 공공하수처리시설의 경우를 고려하여 kg당 편익비용을 134,184원/kg·년으로 산정하였다.

김천 하수처리시설 재이용사업의 오염물질 절감편익

〈표 7-4-25〉

구 분	T-P 저감량(kg)		편익 금액(원/년)	kg당 편익(원/kg·년)
	일일	년간		
대구달성 STP	8.8	3,212	431,000,000	134,181



(사) 수자원 수량 확보편익

수자원 수량 확보편익은 기존에 투입되었던 원수가 절감되므로 댐 건설비 및 주변지역 지원비 등이 절감되는 편익을 말한다.

댐 건설비 절감비는 2001년 한국환경공단이 발간한 『하수처리수의 재이용 기술에 관한 연구』에서 산정한 용수공급 톤당 평균 총사업비 13.33원/톤에 2001년에서 2013년 물가상승률을 고려하여 다음과 같이 톤당 17.83원/톤으로 산정하였다.

$$\begin{aligned} \text{댐 건설비} &= 13.33\text{원/톤} \times (2013\text{년 물가지수} / 2001\text{년 물가지수}) \\ &= 13.33\text{원/톤} \times (105.30 / 78.72) = 17.83\text{원/톤} \end{aligned}$$

또한, 댐 건설의 감소로 인한 댐 주변지역 지원비 절감비도 2001년 한국환경공단이 발간한 『하수처리수의 재이용 기술에 관한 연구』에서 산정한 댐 주변 지원비용 0.2원/톤과 상수원 지역의 지원비용 1.5원/톤에 2001년에서 2013년 물가상승률을 고려하여 다음과 같이 톤당 2.38원/톤으로 산정하였다.

$$\begin{aligned} \text{댐 주변지역 지원비} &= (0.2\text{원/톤} + 1.5\text{원/톤}) \times (2013\text{년 물가지수} / 2001\text{년 물가지수}) \\ &= 1.7\text{원/톤} \times (105.30 / 78.72) = 2.27\text{원/톤} \end{aligned}$$

(아) 상수도 생산비 절감편익

용수부족은 상수도시설의 추가설치를 가져오는데 재이용수를 활용할 경우 상수도시설의 추가 설치가 불필요해지므로 댐 건설비 및 주변지역 지원비 등을 포함한 상수도 생산원가를 절감하는 편익을 말한다. 국가 전체적인 관점에서 비용의 절감이 발생한다면 비용절감분을 편익으로 반영하는 것은 당연하지만, 일부 부문에서는 비용의 절감이 발생하는 반면에 다른 부문에서는 비용의 증가가 발생할 수 있다.

즉, 재이용수를 활용할 경우 상수도시설의 추가 설치가 필요 없으므로 생산비용이 절감되는 효과는 분명 발생하지만 재이용수 활용을 위한 설치비용이 발생하기 때문에 국가 전체적인 관점에서 비용의 절감이 발생하지 않는다면 편익이 발생한다고 볼 수 없다. 따라서, 본 계획에서는 상수도 생산비 절감편익을 반영하지 않는 것으로 하였다.

(자) 물이용 부담금 절감편익

물이용 부담금 절감편익은 기업이 광역상수도를 쓰지 않고 재이용수를 쓰면 물이용 부담금을 납부하지 않으므로 해당 금액만큼의 편익 발생 한다는 것이다.

물이용 부담금은 공익적 목적으로 징수되어 관리되고 집행되는 것으로서 일각에서는 준조세라고도 칭하고 있다. 물이용 부담금은 민간부문에서 공공부문으로 단지 이전되는

지출인 이전지출에 불과하며, 물이용 부담금이 덜 부과되거나 더 발생한다고 해서 국가 전체적인 관점에서 볼 때, 비용이 절감되거나 비용이 추가되는 것은 아니다.

따라서, 물이용 부담금의 절감 그 자체는 편익이 될 수 없으나, 물이용 부담금을 절감하게 되는 상황 즉, 상수도 공업용수를 소비하지 않음으로써 상수원에 대한 수질보전 압력을 감소시키는 것은 명백히 편익이라고 보아야 할 것이다. 현재 김천시의 물이용 부담금은 160원/톤을 부과하고 있다.

(차) 생활환경 개선편익

생활환경 개선편익은 상수도 생산 및 장거리 이송에 필요한 전력량을 줄임으로써 감소하는 이산화탄소 절감 효과를 말한다. 『빗물이용시설 등 설치 운영 의무화 확대방안 연구용역 보고서(2010, 환경부)』에 따라 상수도 생산 1㎥당 0.248kW의 동력이 소요되며, 전기 1kW당 이산화탄소 424g이 발생함에 따라 온실가스 배출권 거래가격을 기준으로 ㎥당 편익은 2원으로 산정되었다. 상기 검토한 편익항목에 대한 편익산정은 다음과 같다.

편익 항목별 산정비용

〈표 7-4-26〉

(단위 : 백만원)

구 분		편익 금액	비 고
용수공급 편익	공업용수 공급 편익	52,480	20년간
사용자의 비용절감 편익	생산원가 절감 편익	9,320	20년간
	공업용수수질개선 편익	-	20년간
	하수도요금절감 편익	-	20년간
	취수시설 유지관리비 절감 편익	10,160	20년간
오염물질 저감 편익		17,540	20년간
기타 편익	수자원 수량 확보 편익	2,640	20년간
	상수도 생산비 절감 편익	-	20년간
	물이용 부담금 절감 편익	21,020	20년간
	생활환경 개선 편익	280	20년간

(7) 경제성 분석 결과

실질할인율 5.5%를 적용한 경제성 분석 결과, 비용편익비(B/C)가 1.125로 경제성이 있는 것으로 나타났다. 하지만, 금회 분석 결과는 설문에 응한 입주업체들의 적극적인 참여가 지속될 때 유효할 것으로 판단되므로 효과적인 홍보와 업체에 대한 각종 인센티브 등을 고려해야 할 것으로 판단된다.

경제성 분석 결과

〈표 7-4-27〉

구 분	비용 현재 (백만원)	편익 현재 (백만원)	비용편익비 (B/C)	순현재가치[NPV] (백만원)	비 고
경제성 분석 결과	54,021	60,787	1.125	6,766	

바) 하수처리수 장외용수 재이용 목표량

하수처리수 재이용시설이 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되어, 다음과 같이 하수처리수 장외용수 재이용 목표량을 설정하였다.

김천 공공하수처리시설 하수처리수 장외용수 재이용 목표량

〈표 7-4-28〉

(단위 : m³/일)

구 분	기준년도 (2013년)	2015년	1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
장외용수	-	-	18,000	18,000	18,000	18,000	

나. 아포 공공하수처리시설

1) 장내용수 수요

아포 공공하수처리시설은 2014년 1월 가동을 시작하였으며, 2014년 재이용량은 16m³/일로 장내용수로 사용되었다. 2014년 기준 유입하수량은 다소 적어 시설용량의 54%가 유입되고 있으나, 향후 정상가동시 장내용수 수요량은 증가할 것으로 판단되어, 아포 하수처리장 기본 및 실시설계 보고서(2007.12, 김천시)의 장내용수 수요량을 재이용 목표량으로 설정하였다.

아포 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

〈표 7-4-29〉

구 분		운영현황 (2014년)	기본 및 실시설계 (2007년)	비 고
시설용량(m ³ /일)		2,150	2,150	
하수처리량(m ³ /일)		1,162	2,150	
재이용량 (m ³ /일)	소계	16	42	
	장내용수	16	42	
	장외용수	-	-	
재이용율(%)		1.4		

아포 공공하수처리시설 하수처리수 장내용수 재이용 목표량

〈표 7-4-30〉

(단위 : m³/일)

구 분	기준년도 (2013년)	2015년	1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
장내용수	-	42	42	42	42	42	

2) 장외용수 수요

현재 아포공공하수처리시설은 구체적인 처리수 재이용계획(장내용수 제외)이 없는 상태이며, 인근에 아포농공단지가 위치하고 있다. 아포농공단지 공업용수 사용량은 137m³/일(식품 및 인체접촉제품 생산업체 제외)로 조사되었으나, 아포 공공하수처리시설로부터 약 4.4km 이격 되어 있고, 공업용수 사용량이 많지 않은 것으로 나타났다.

아포 공공하수처리시설은 송천택지사업에 따른 증설까지는 하수처리수 재이용 의무대상시설에 해당하지 않아 별도의 하수처리수 재이용시설을 계획하지 않았으며, 2025년 송천택지사업 준공에 따른 아포 공공하수처리시설 증설시 시설용량이 5,000m³/일로 『물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011, 환경부)』의 의무대상시설에 해당하여 하수처리량의 100분의 100이상의 하수처리수 재이용시설을 계획하여야 하므로, 하수처리수 재이용 타당성 검토를 통한 하수처리수 재이용시설 계획 수립이 필요하다.

7.4.3 단계별 시설계획 및 재이용계획

김천 공공하수처리시설 및 아포 공공하수처리시설을 대상으로 목표연도 2035년의 하수처리수 재이용 목표량을 다음과 같이 설정하였다.

김천 공공하수처리시설은 하수처리수 재이용시설로 김천1차, 김천2차, 김천일반1단계, 김천일반2단계 산업단지와 대광 농공단지, 열병합발전소에 공업용수 18,000m³/일 공급시설을 계획하였다. 2035년 재이용량은 장내용수 4,000m³/일을 포함하여 22,200m³/일로 시설용량의 27.8%, 일평균 계획하수량의 45.2%로 『물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2011, 환경부)』의 10% 이상의 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

김천 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 계획

〈표 7-4-31〉

구 분		기준년도 (2013년)	2015년	1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
시설용량(m ³ /일)		80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	
계획하수량(m ³ /일)		42,885	41,974	50,166	49,892	49,605	49,167	일평균
재이용량 (m ³ /일)	소계	4,200	4,200	22,200	22,200	22,200	22,200	
	장내용수	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	
	장외용수	-	-	18,000	18,000	18,000	18,000	공업용수
재이용율(%)	시설용량 기준	5.3	5.3	27.8	27.8	27.8	27.8	
	계획하수량 기준	9.8	10.0	44.3	44.5	44.8	45.2	

아포 공공하수처리시설은 송천택지사업에 따른 증설까지는 하수처리수 재이용 의무대상시설에 해당하지 않아 별도의 하수처리수 재이용시설을 계획하지 않았으며, 2035년 재이용량은 42m³/일로 시설용량의 0.8%, 일평균 계획하수량의 1.0%로 나타났다.

2025년 송천택지사업 준공에 따른 아포 공공하수처리시설 증설시 시설용량이 5,000m³/일로 하수처리수 재이용 의무대상시설에 해당하므로, 하수처리수 재이용 타당성 검토를 통한 하수처리수 재이용시설 계획 수립이 필요하다.

아포 공공하수처리시설 하수처리수 재이용 계획

〈표 7-4-32〉

구 분		기준년도 (2013년)	2015년	1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
시설용량(m ³ /일)		2,150	2,150	2,150	5,000	5,000	5,000	
계획하수량(m ³ /일)		1,835	1,783	1,762	4,100	4,076	4,044	일평균
재이용량 (m ³ /일)	소계	42	42	42	42	42	42	
	장내용수	42	42	42	42	42	42	
	장외용수	-	-	-	-	-	-	
재이용율(%)	시설용량 기준	2.0	2.0	2.0	0.8	0.8	0.8	
	계획하수량 기준	2.3	2.4	2.4	1.0	1.0	1.0	