

환경부 물산업지원팀 - 1469호(2009. 10. 21)



하수처리수 재이용 가이드 북

개정

2009. 10

환경부 물산업지원팀 - 1469호(2009. 10. 21)



하수처리수 재이용 가이드 북 개정

2009. 10

<주요개정내용>

- 하수도법 개정사항 반영
 - 하수도의 범위에 공공처리수재이용시설 포함, 설치시 인허가 의무화
- 용도별 재이용 수질권고기준 개정사항 반영
 - 수세식변소용수, 살수용수, 세차 및 청소용수를 도시재이용수로 통합
 - BOD, SS, T-N 등 항목 수질권고기준 일부 강화, 용존산소, ABS 삭제 등
- 공업용수 재이용 민간투자사업추진계획 수록
- 국외 재이용사례(일본, 미국, 싱가포르) 추가
- 국내 재이용사례(오산- 공업용수, 인천- 생활용수) 추가
- 재이용 지자체 조례(인천 경제자유구역청) 추가

**본 가이드 북은 “하수처리수
재이용” 관련 업무의 참고서로
활용하시기 바랍니다.**

차 례

I. 목 적	1
II. 적용범위	1
III. 근거규정	1
IV. 일반사항	9
1. 기본방향	9
2. 필요성	9
3. 용도별 이용범위	10
V. 재이용 사업계획 수립	12
1. 재이용사업 추진방식	12
2. 사업추진절차	13
3. 사업계획 수립시 검토사항	22
가. 수요조사 등 사전조사	
나. 계획수량 및 수질의 결정	
다. 재이용시설의 위치 및 규모	
라. 오점방지 대책	
마. 발생폐수의 처리대책	
바. 용도별 고려사항	
사. 공급 및 관리체계	

VI. 재이용시설의 설치	28
1. 재처리시설	28
2. 공급시설	30
3. 전기 및 계측제어설비	31
VII. 재이용시설 유지관리	33
1. 유지관리지침의 작성	33
2. 수질검사	37
3. 시설물별 유지관리	38
가. 재처리시설 유지관리	
나. 공급시설 유지관리	
다. 전기 및 계측제어설비 유지관리	
VIII. 재이용수의 요금산정	41
1. 재이용수의 요금	41
2. 하수처리수 원수비용	41
IX. 적용시기	42

[부 록]

1. 용도별 하수처리수 재이용 수질권고기준	45
2. 중수도의 수질기준	49
3. 재이용사업 국고지원기준	50
4. 하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획	52
5. 하수처리수 재처리공정(예시)	58
6. 국내·외 하수처리수 재이용 현황	63
7. 국내 재이용사업 추진사례	71
8. 재이용 관련 자치단체 조례	101

I. 목 적

이 가이드 북은 하수도법의 규정에 의한 하수처리수 재이용(이하 "하수 재이용"라 한다) 사업계획 수립, 시행 및 운영 관리에 관한 세부 업무추진 요령과 절차 등을 규정하여 관계 기관간 업무협의를 및 사업추진 관리의 효율성을 제고하고, 하수재이용시설을 적정 유지 관리함을 목적으로 한다

II. 적용범위

1. 하수재이용사업의 추진 및 관리에 관하여 하수도법과 다른 법령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 가이드 북을 참고로 한다
2. 이 가이드 북의 적용을 받는 대상사업은 다음과 같다
 - 공공하수처리시설의 하수처리수를 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수 등으로 재이용하는 사업
 - 다만, 공공하수처리시설 건설사업에 반영된 시설운전용 장내 재이용수는 이 가이드 북의 적용대상에서 제외한다

III. 근거규정

< 하수처리수 재이용 >

하수도법 제2조(정의)

3. “하수도”라 함은 하수와 분뇨를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 하수관거·공공하수처리시설·공공처리수재이용시설·분뇨처리시설·중수도·배수설비·개인하수처리시설 그 밖의 공작물·시설의 총체를 말한다.
4. “공공하수도”라 함은 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 하수도를 말한다. 다만, 개인하수도를 제외한다.

5. “개인하수도”라 함은 건물·시설 등의 설치자 또는 소유자가 당해 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 유출 또는 처리하기 위하여 설치하는 중수도·배수설비·개인하수처리시설과 그 부대시설을 말한다.
9. “공공하수처리시설”이라 함은 하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설을 말한다.
- 9의2. “공공처리수재이용시설”이란 공공하수처리시설에서 처리된 물을 생활용수·공업용수 등으로 다시 이용하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설 및 그 부속시설을 말한다.
11. “중수도”라 함은 건물·시설 등에서 발생하는 오수를 다시 처리하여 생활용수·공업용수 등으로 재이용하는 시설을 말한다.

하수도법 제5조(하수도정비기본계획의 수립권자 등)

- ①특별시장·광역시장·시장 또는 군수(광역시의 군수를 제외한다)는 하수도의 정비에 관한 20년 단위의 기본계획(이하 “하수도정비기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.
- ③하수도정비기본계획에는 「공공하수처리시설에서 처리된 물의 재이용 계획 및 공공처리수재이용시설의 설치에 관한 사항」이 포함되어야 한다.

하수도법 제11조 (공공하수도의 설치 등)

- ①지방자치단체의 장은 하수도정비기본계획에 따라 공공하수도를 설치하여야 한다.
- ②시·도지사는 공공하수도를 설치하고자 하는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 사업시행지의 위치 및 면적, 설치하고자 하는 시설의 종류, 사업시행기간 등을 고시하여야 한다. 고시한 사항을 변경 또는 폐지하고자 하는 때에도 또한 같다.
- ③시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 공공하수도를 설치하려면 대통령령으로 정하는 바에 따라 시·도지사의 인가를 받아야 한다.

④시장·군수·구청장은 제3항에 따라 인가받은 사항을 변경하거나 폐지하려면 시·도지사의 인가를 받아야 한다. 다만, 환경부령으로 정하는 경미한 사항을 변경하려는 경우에는 그러하지 아니하다.

⑤제3항 및 제4항에도 불구하고 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제8조에 따른 오염총량관리계획 또는 「금강수계 물 관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제11조에 따른 오염총량관리시행계획을 수립·시행하지 아니하는 시장·군수·구청장이 상수원 수질보전을 위하여 「환경정책기본법」 제22조에 따라 지정·고시된 특별대책지역에서 공공하수처리시설을 설치하고자 하는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 환경부장관의 인가를 받아야 한다. 인가받은 사항을 변경 또는 폐지하고자 하는 때에도 또한 같다.

⑥시·도지사는 국가의 보조를 받아 설치하고자 하는 공공하수도에 대하여 제2항에 따른 고시 또는 제3항 및 제4항에 따른 인가를 하고자 할 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 그 설치에 필요한 재원의 조달 및 사용에 관하여 환경부장관과 미리 협의하여야 한다.

⑦환경부장관 또는 시·도지사는 제3항부터 제5항까지의 규정에 따라 인가를 한 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 그 인가내용을 고시하여야 한다.

⑧환경부장관은 지방자치단체의 장이 하수도정비기본계획에 따라 공공하수도를 설치하지 아니할 때에는 당해 지방자치단체의 장에게 하수도정비기본계획에 따라 공공하수도를 설치할 것을 요청할 수 있다.

하수도법 제21조(공공하수처리시설 처리수의 재이용)

①공공하수도관리청은 공공하수처리시설의 처리수를 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등(이하 “재이용수”라 한다)으로 이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급하여야 한다.

②제1항의 규정에 따라 처리수를 재이용수로 이용 또는 공급하여야 하는 대상시설의 범위와 재이용수의 양에 관한 기준 등 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

③공공하수도관리청은 제1항의 규정에 따라 재이용수를 공급받는 자로부터 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 요금을 받을 수 있다.

하수도법 시행령 제17조(공공하수처리시설 처리수 재이용)

법 제21조제1항 및 제2항에 따라 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 100분의 5 이상으로 한다.

※ 용도별 하수처리수 재이용 수질권고기준

하수처리수는 기본적으로 공공하수처리시설의 방류수수질기준을 만족해야 하며, 방류수수질기준보다 강화 또는 추가되는 항목에 대해서 용도별 하수처리수 재이용 수질권고기준을 적용 (부록1 참조)한다.

※ 하수도정비기본계획수립지침(환경부, 생활하수과-2819('07.9.28)호)

2. 기본계획의 작성기준

제7장 하수처리수 재이용계획

7.1 총설

- 계획의 목적·범위
- 계획의 개요 및 단계별 수립현황

7.2 재이용 현황조사

- 하수처리수 재이용시설현황 및 재이용 실적(최근 5년 이상)
- 처리수 재이용과 관련된 조례 및 제도현황과 처리구역별 중수도 이용현황
 - 중수도 시설운영에 따른 하수찌꺼기(슬러지)의 처분방법
- 계획구역의 물수급 현황 및 계획
- 계획구역의 하수처리수의 대체 가능량 및 용도

7.3 계획의 기본방향

- 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 100분의 5 이상으로 계획
- 처리수의 재이용 방법은 지역의 제반 여건을 감안하여 대체 수자원으로 활용토록 하고 합리적인 수자원으로 재이용하기 위한 관리체계를 구축
- 재이용 용도중 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 계획
- 지역의 물수급 상태 등을 고려하고 우선적으로 공급할 지역과 공급용도를 결정
- 현황조사를 통한 지역특성 및 실정을 파악하여 반영
- 처리수는 공중위생적 측면에서 이용자의 인체에 안전하여야 함
- 대도시 지역이나 물수요가 많은 지역은 지역순환 시스템 도입

7.4 처리수 재이용 계획

7.4.1 처리수 재이용 용도의 종류 및 처리수질

- 처리수 재이용을 위한 사용용도 및 적정 처리수질 제시

7.4.2 재이용 용도 및 구역 결정

- 도시현황 및 지역특성, 주변여건을 고려하여 처리수의 처리시설내 이용 및 처리시설외 이용으로 구분하여 재이용 용도 제시
- 재이용 가능지역의 재이용 용도별로 경제성 및 타당성을 비교·검토(결과는 보고서에 수록)
- 재이용 용도에 따라 환경성을 고려하여 계획구역의 단계별 재이용구역을 제시

7.4.3 단계별 시설계획 및 재이용계획

- 재이용을 위한 하수처리수의 처리시설은 공공하수처리시설 부지내 설치
 - 처리수 이송설비(펌프장 및 이송관로) 포함
 - 처리시설의 처리방식은 안전성, 경제성 및 유지관리의 효율성을 종합 검토하여 결정(결과는 보고서에 수록)
- 처리수 재이용용도 및 이용수량을 목표연도별, 처리시설별로 제시
 - 공급용도별 수질관리계획 제시
 - 하천유지용수를 포함한 실질적인 단계별 재이용율 제시
 - 단계별 사업량

< 중수도 >

하수도법 제26조(중수도의 설치)

①물을 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 공장으로서 1일 폐수배출량이 1천500세제곱미터 이상인 시설물

3. 그 밖에 대통령령이 정하는 종류 및 규모 이상인 시설물

②중수도의 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.

③국가는 중수도의 설치비용을 지원할 수 있으며, 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 중수도를 설치한 시설물의 소유자 등에 대하여 수도요금 또는 하수도 사용료를 경감할 수 있다.

④환경부장관 또는 지방자치단체의 장은 제1항의 규정에 따른 시설물을 신축하는 자가 중수도를 설치·운영하지 아니하는 경우에는 그 이행을 명할 수 있다.

하수도법 시행령 제21조(중수도의 설치 등)

①법 제26조제1항제3호에서 "대통령령이 정하는 종류 및 규모 이상인 시설물"이란 건축의 연면적이 6만제곱미터 이상인 시설물로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설물을 말한다.

1. 「유통산업발전법」 제2조제3호에 따른 대규모 점포
2. 「건축법 시행령」 별표 1 제8호에 따른 운수시설
3. 「건축법 시행령」 별표 1 제14호에 따른 업무시설
4. 「건축법 시행령」 별표 1 제23호가목에 따른 교정시설
5. 「건축법 시행령」 별표 1 제24호가목 및 나목에 따른 방송국 및 전신전화국
6. 그 밖에 물의 효율적인 이용을 위하여 특히 필요하다고 인정하여 지방자치단체의 조례로 정하는 시설

②국가 또는 지방자치단체는 법 제26조제1항에 따라 중수도를 설치하려는 자에게 설치방법 등에 관한 기술을 지원할 수 있다.

하수도법 시행규칙 제19조 (중수도 시설기준)

①법 제26조제2항에 따라 중수도에는 다음 각 호의 시설을 갖추어야 한다.

1. 사용된 물을 생활용수나 공업용수 등으로 재이용하기에 적합한 수질로 다시 처리할 수 있는 재처리시설
2. 재처리한 물을 송수할 수 있는 펌프·송수관 등의 송수시설
3. 재처리한 물을 배수할 수 있는 배수관 등의 배수시설

②제1항에 따른 중수도의 시설은 위생 및 안전 등에 필요한 조치를 하여야 하고, 중수도에 설치하는 배관은 상수도·하수도 및 가스공급 등의 배관과 구분할 수 있도록 하여야 한다.

하수도법 시행규칙 제20조(중수도의 수질기준)

중수도를 설치·관리하는 자는 중수도의 수질을 별표 6의 수질기준(부록2 참조)에 맞도록 유지·관리하여야 한다.

하수도법 시행규칙 제21조(중수도 사용수량의 산정기준 등) ①법 제26조제2항에 따른 중수도 사용수량의 산정기준은 다음 각 호의 구분에 따른다.

1. 법 제26조제1항제1호 및 제3호의 시설 : 「수도법」 제3조제5호에 따른 수도를 통하여 공급받는 수량과 「지하수법」 제2조제1호에 따른 지하수 사용 수량을 합산한 양
2. 법 제26조제1항제2호의 공장 : 「수질환경보전법 시행령」 별표 8 비고 제1호에 따라 산정한 양에서 같은 법 시행령 제10조제2호에 따라 위탁 처리하는 양을 제외한 수량

②법 제26조제2항에 따른 건축 연면적은 「건축법 시행령」 제119조제1항제4호에 따른다.

IV. 일반사항

1. 기본방향

- 기존 수자원의 의존도를 줄이고 수요자가 원하는 양질의 용수를 안정적으로 공급함으로써 하수처리수의 재이용을 확대보급

2. 필요성

- 양질의 안정적 용수공급원으로 지역적인 물 부족의 해소
 - 고도처리에 따라 수질이 양호하고 연중 발생량이 일정한 막대한 양의 하수처리수를 농업·공업·생활용수로 재이용할 경우, 용수 수급의 지역적인 불균형 완화
 - 하천유지용수 공급으로 건천화된 도심하천의 생태계 회복 및 친수기능 증진
- 오염부하량 감소에 따른 수질개선
 - 막대한 양의 하수처리수를 하천으로 바로 방류하지 않고 다양한 용도로 재이용할 경우, 유입 부하량 감소로 하천의 수질개선 도모
 - 특히, 수질오염총량관리제 시행지역에서는 가장 효과적인 오염부하량 삭감 수단으로서 추가적인 노력 및 예산을 절감할 수 있음
- 사회·경제적 비용절감
 - 수돗물 사용량 및 댐 주변지역 지원비 절감 등의 사회적 편익과 저렴한 재이용수 공급으로 수요처의 비용절감 및 경쟁력 제고
 - 댐 건설로 인한 일조시간 감소와 잦은 안개 발생에 의한 생태계 불균형 및 농작물의 피해 저감과 초고도 하수처리기술의 개발·보급 촉진 등 간접적인 효과 기대

○ 신규 고용창출효과

- 관련된 설계·설비·건설·유지관리 분야를 제3의 물 산업(The Third Water Industry)으로 집중 육성함으로써 직간접적인 고용창출효과를 유발

3. 용도별 이용범위

- 재이용 용도를 8개 분야로 구분하고 대표적 용도와 제한조건을 기술

〈표 1〉 재이용수의 용도 구분 및 제한 조건

구 분	대표적 용도	제 한 조 건
도시 재이용수	① 주거지역 건물외부 청소 ② 도로 세척 및 살수(撒水) ③ 기타 일반적 시설물 등의 세척 ④ 화장실 세척용수 ⑤ 건물내부의 비음용, 인체 비접촉 세척용수	<ul style="list-style-type: none"> • 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
조경용수	① 도시 가로수 등의 관개용수 ② 골프장, 체육시설의 잔디 관개용수	<ul style="list-style-type: none"> • 주거지역 녹지에 대한 관개용수로 공급하는 경우로 식물의 생육에 큰 위해를 주지 않는 수준이어야 함
친수용수	① 도시 및 주거지역에 인공적으로 건설되는 수변 친수(親水)지역의 수량 공급 ② 기존 수변(水邊)지구의 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	<ul style="list-style-type: none"> • 재이용수를 인공건설된 친수시설의 용수로 전량 사용하는 경우, 친수 용도에 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

구 분	대표적 용도	제 한 조 건
하천유지 용수	① 하천의 유지수량을 확보하기 위한 목적으로 공급되는 용수 ② 저수지, 소류지 등의 저류량을 확대하기 위한 목적으로 공급	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 유지용수 유량 증대가 주된 목적이므로 수계의 자정(自淨)용량을 고려하여 재이용수의 수질을 강화시킬 수 있음
농업용수	① 비식용 작물의 관개를 위하여 전량 또는 부분 공급하는 용도 ② 식용농작물 관개용수의 수량 보충용으로 인체 비유해성이 검증된 경우 <ul style="list-style-type: none"> • 직접식용은 조리하지 않고 날것으로 먹을 수 있는 작물 • 간접식용은 조리를 하거나 일정한 가공을 거친 후에 식용할 수 있는 작물 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 농업용수 수질을 만족하여야 하나, 관개용수의 유량 보충시 농업용수 수질이상 및 기존 수질보다 향상 가능하도록 처리하여야 함
습지용수	① 고립된 소규모 습지에 대한 수원으로 사용하는 경우 ② 하천유역의 대규모 습지에 대한 주된 수원으로 공급하는 경우	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수계의 오염물질 분해제거율과 축적가능성을 평가하여 영향이 없도록 공급하여야 함
공업용수	① 냉각용수 ② 보일러 용수 ③ 공장내부 공정수 및 일반용수 ④ 기타 각 산업체 및 공장의 용도	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적인 수질기준은 설정하되 공업용수는 기본적으로 사용자의 요구수질에 맞추어 처리하여야 하므로 산업체 혹은 세부적인 용도에 따른 수질기준은 지정하지 않음

V. 재이용 사업계획 수립

1. 재이용사업 추진방식

가. 공공부문에 의한 재이용사업

- 하수 재이용사업은 수도사업과 유사하며 막대한 초기투자비가 소요되므로 공공부문에서 운영경험과 재정을 바탕으로 대규모 택지개발 등 개발사업과 병행 추진함이 효과적임
- 유지용수 및 농업용수 등 공공성을 띤 재이용 사업의 경우 지역주민 서비스 차원에서 공공부문에서 추진함이 바람직함

나. 민간부문에 의한 재이용사업

- 상하수도 시스템의 문제점을 답습하지 않고 물 산업의 개방 대비와 해외 경쟁력 강화를 위하여 민간의 자본과 기술 활용 필요
- 기존 중수도 외 공업용수 등 수익성 있는 하수 재이용사업에 민간의 직·간접 참여유도
 - 사회기반시설 민간투자 대상사업에 포함하여 BTO 등의 방식으로 참여

다. 민관합동법인에 의한 재이용사업

- 수익성 있는 사업(공업용수 등)과 수익성은 낮으나 공공성이 큰 재이용사업을 같이 추진하고자 하는 경우 민관합동법인에 의한 재이용사업이 바람직한 대안이 될 수 있음
 - 민간투자자의 안정적 사업추진이 가능하므로 재이용사업 추진 원활(수요처확보, 행정지원, 민원처리, 부지 현물 출자, 재처리시설의 공정폐수 처리 등)

- 이때 사회기반시설에 대한 민간투자법 제52조에 의거 공공부분의 총출자 비율은 50%미만으로 한다. 다만, 동법 시행령 제36조에 의거 수익성이 낮아 민간부문이 주도적으로 추진하기 어려운 경우 등에는 예외로 한다

2. 사업추진 절차

가. 하수처리수 재이용은 다음 절차를 참고하여 각 단계별(조사, 계획, 설계, 시공 등)로 체계적으로 추진되어야 한다

- 재이용사업추진 흐름도 : <그림 1> 참조
- 재이용사업 타당성 검토 절차 : <그림 2> 참조
- 재이용사업 경제성 분석 절차 : <그림 3, 4> 참조
 - 공급자 및 사용자 측면에서의 경제성분석 절차(세부적인 방법은 「하수처리수의 재이용기술에 관한 연구」 참조, 환경관리공단, '01. 10)
- 재이용시설의 인가(설치·변경·폐지)절차 : <그림 5> 참조

나. 지방자치단체의 장이 시행하는 재이용사업은 사업계획 수립(실시설계) 이전에 환경부장관에게 사업계획안(개요, 추정사업비, 재원조달계획, 사업효과 등)을 보고하여 국고지원방안 등을 협의하여야 한다.

다. 지방자치단체의 장이 시행하는 재이용사업은 재이용 사업계획 수립 이전(실시설계 완료 이전)에 기술적인 사항에 대하여 인가권자로부터 검토를 받아야 하며, 인가권자는 그 기술적 사항에 대한 검토를 위하여 필요한 때에는 「환경관리공단법」에 의한 환경관리공단의 의견을 들을 수 있다

라. 시·도지사는 국가의 보조를 받아 설치하고자 하는 재이용사업에 대하여 인가를 하고자 할 때에는 그 설치에 필요한 재원의 조달 및 사용에 관하여 지방환경관서의 장과 미리 협의하여야 한다

마. 지방자치단체의 장이 시행하는 재이용사업은 「하수도법」 제11조(공공하수도의 설치 등)에 따라 시·도지사의 설치인가를 받아야 한다.
또한, 인가를 받은 사업을 변경 또는 폐지하고자 하는 때에는 시·도지사의 변경 또는 폐지인가를 받아야 한다

○ 지방환경관서의 장 인가 대상 : 「하수도법」 제11조제5항 참조

바. 민간사업자가 시행하는 영리 목적의 재이용사업은 사업계획 수립을 위한 타당성조사 결과를 지방자치단체의 장과 사전협의하여야 한다.

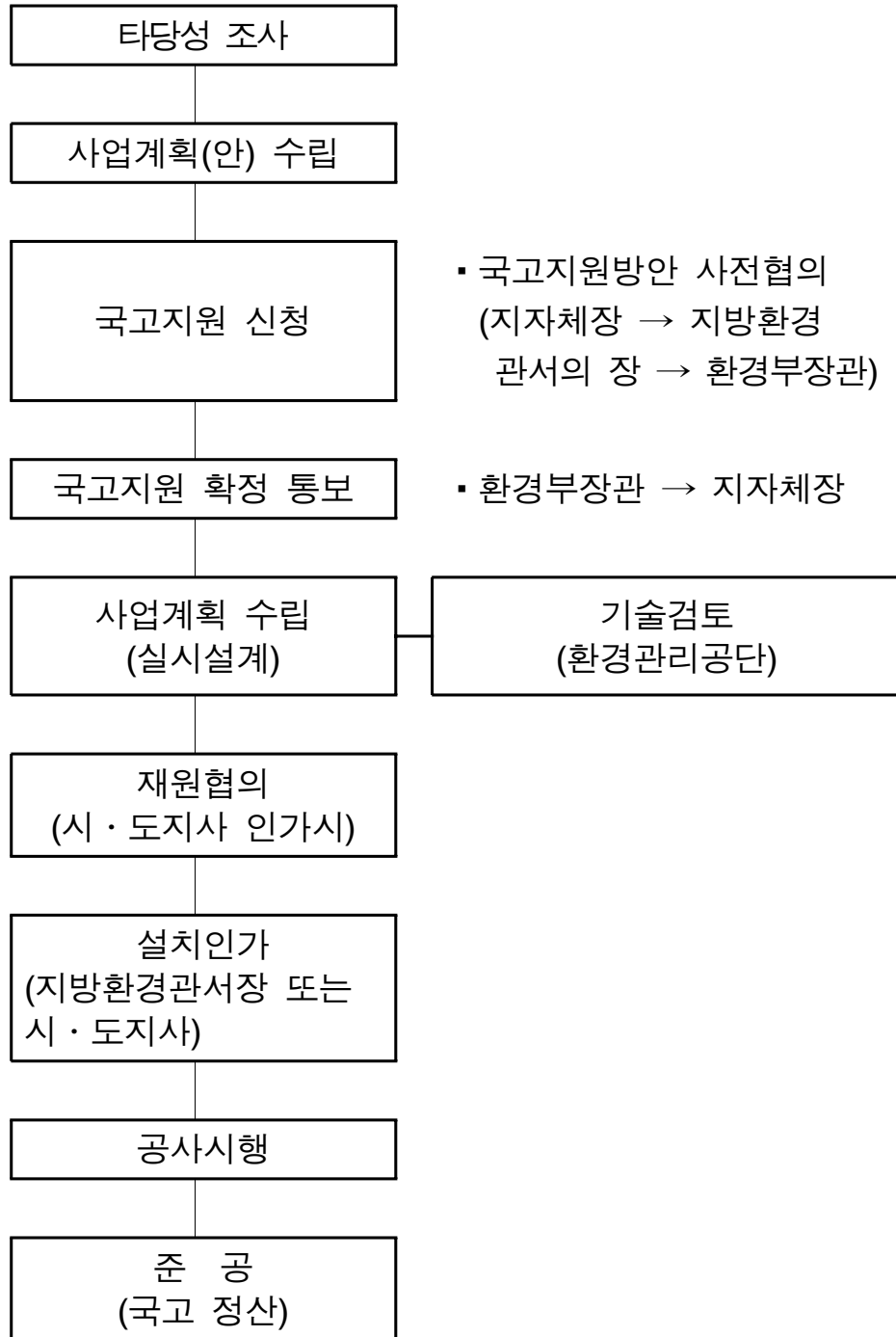
○ 타당성 조사 결과에는 사업의 목적, 시설설치내역, 재이용수 공급계획(유량, 수질, 수요처 등) 등이 포함되어야 한다.

사. 민간사업자가 시행하고자 하는 재이용사업이 공공하수도 점용행위에 해당하는 경우에는 「하수도법」 제24조 및 지방자치단체의 관련 조례에 따라 미리 공공하수도관리청의 점용허가를 받아 공사를 시행하고, 점용준공검사 후 시설설치내용 등을 지방자치단체의 장에게 신고하여야 한다.

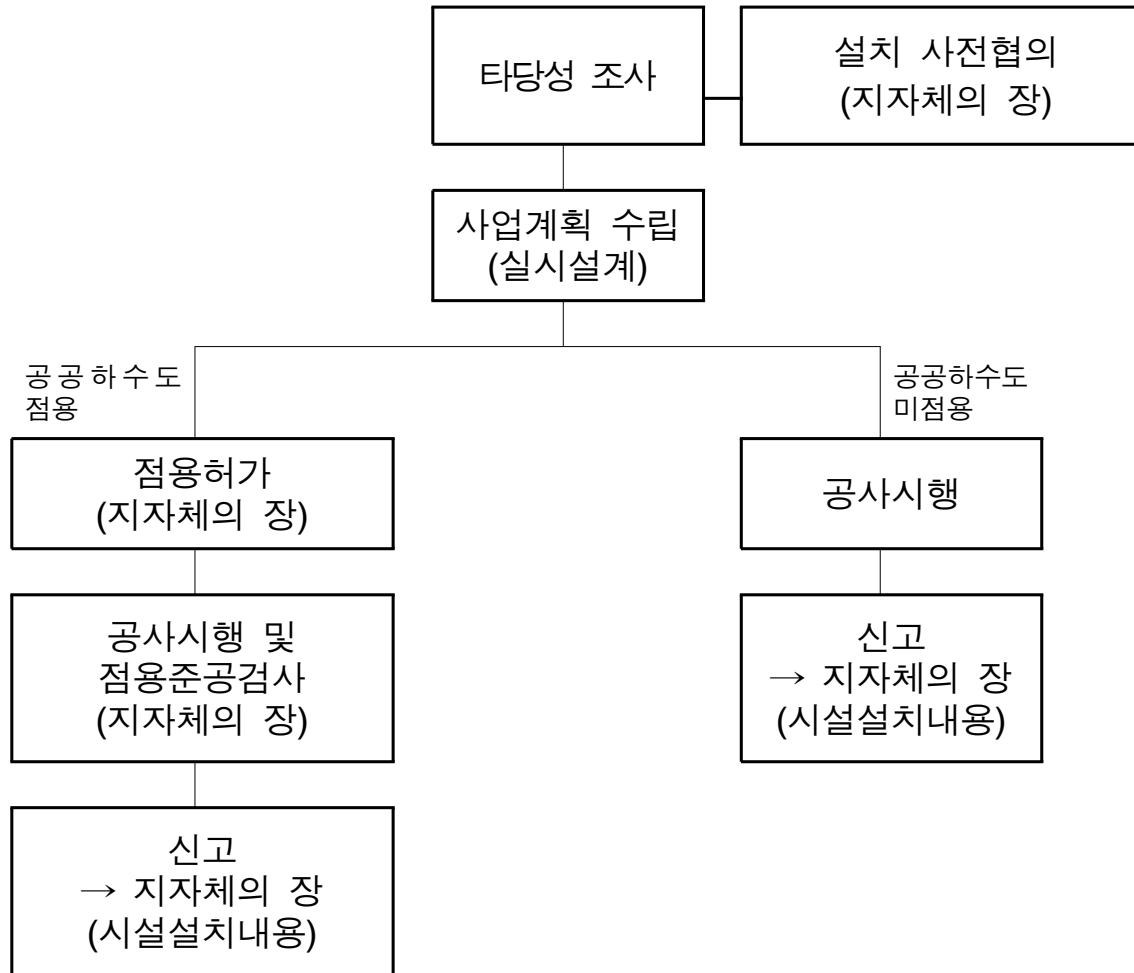
한편, 재이용사업이 공공하수도 점용행위에 해당하지 않는 경우에는 재이용시설을 설치 완료 후 시설설치내용 등을 지방자치단체의 장에게 신고하여야 한다.

<그림 1> 하수처리수 재이용사업 추진 흐름도

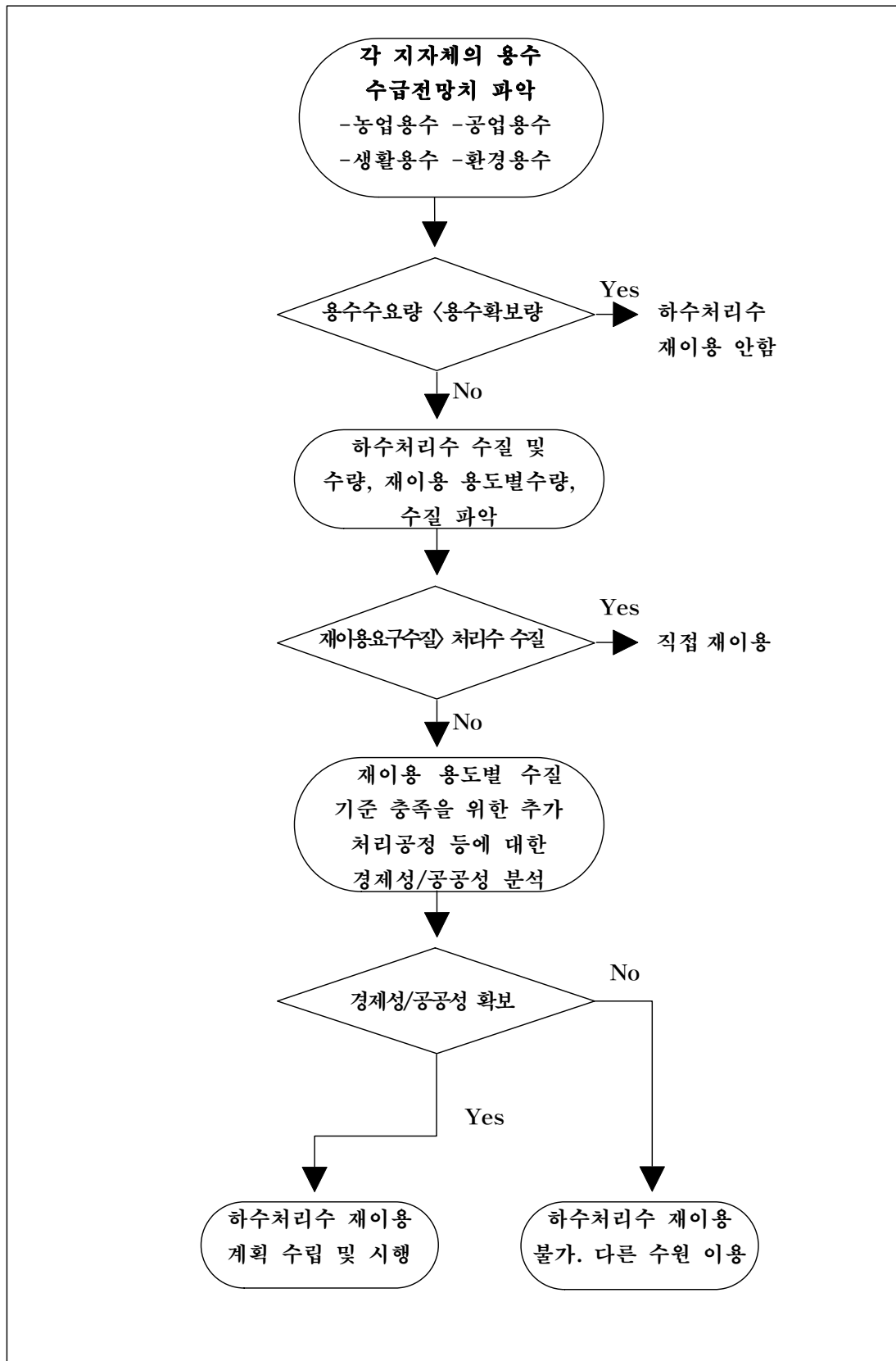
□ 지방자치단체의 장이 시행하는 사업



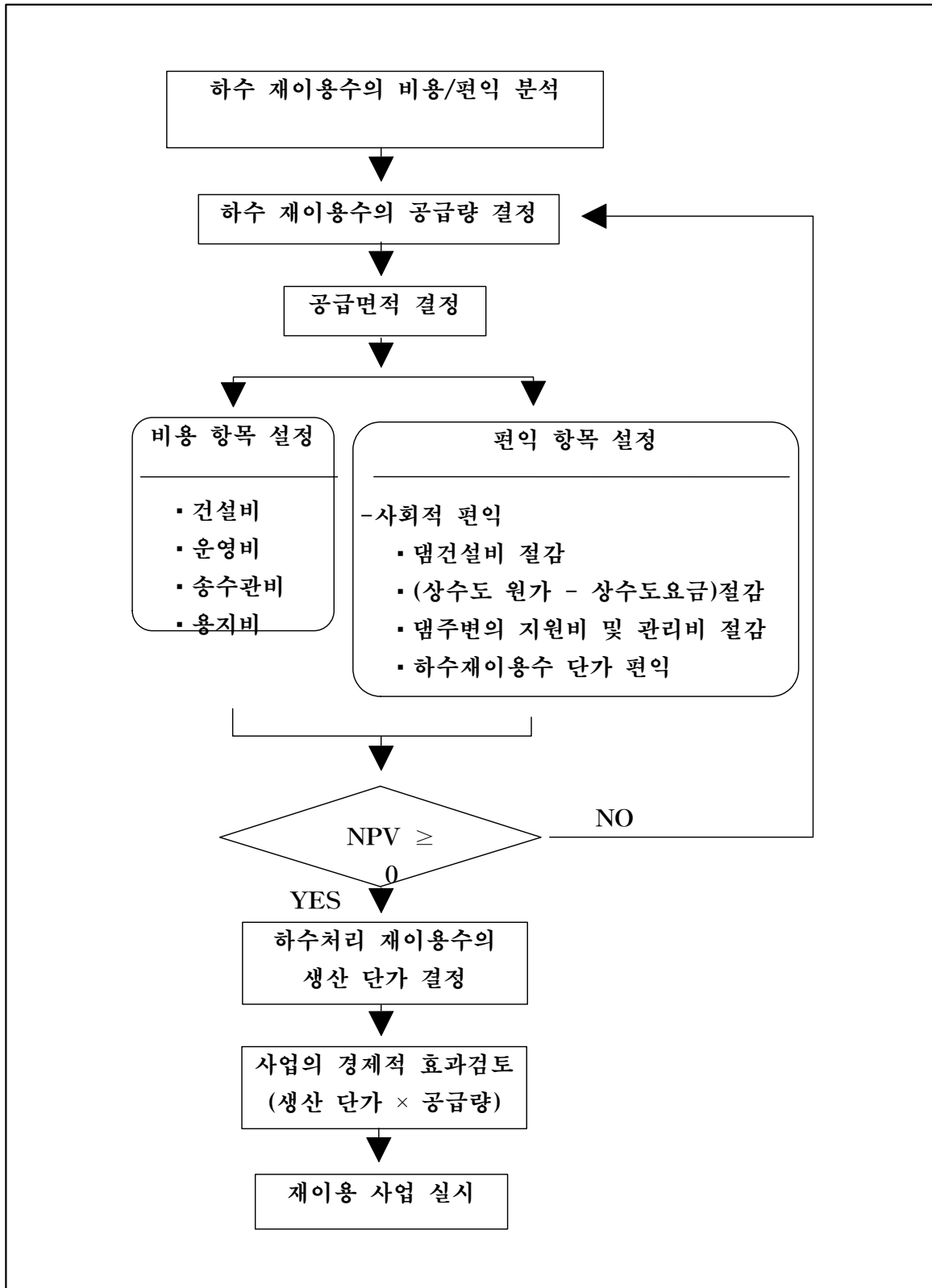
□ 민간사업자가 시행하는 사업



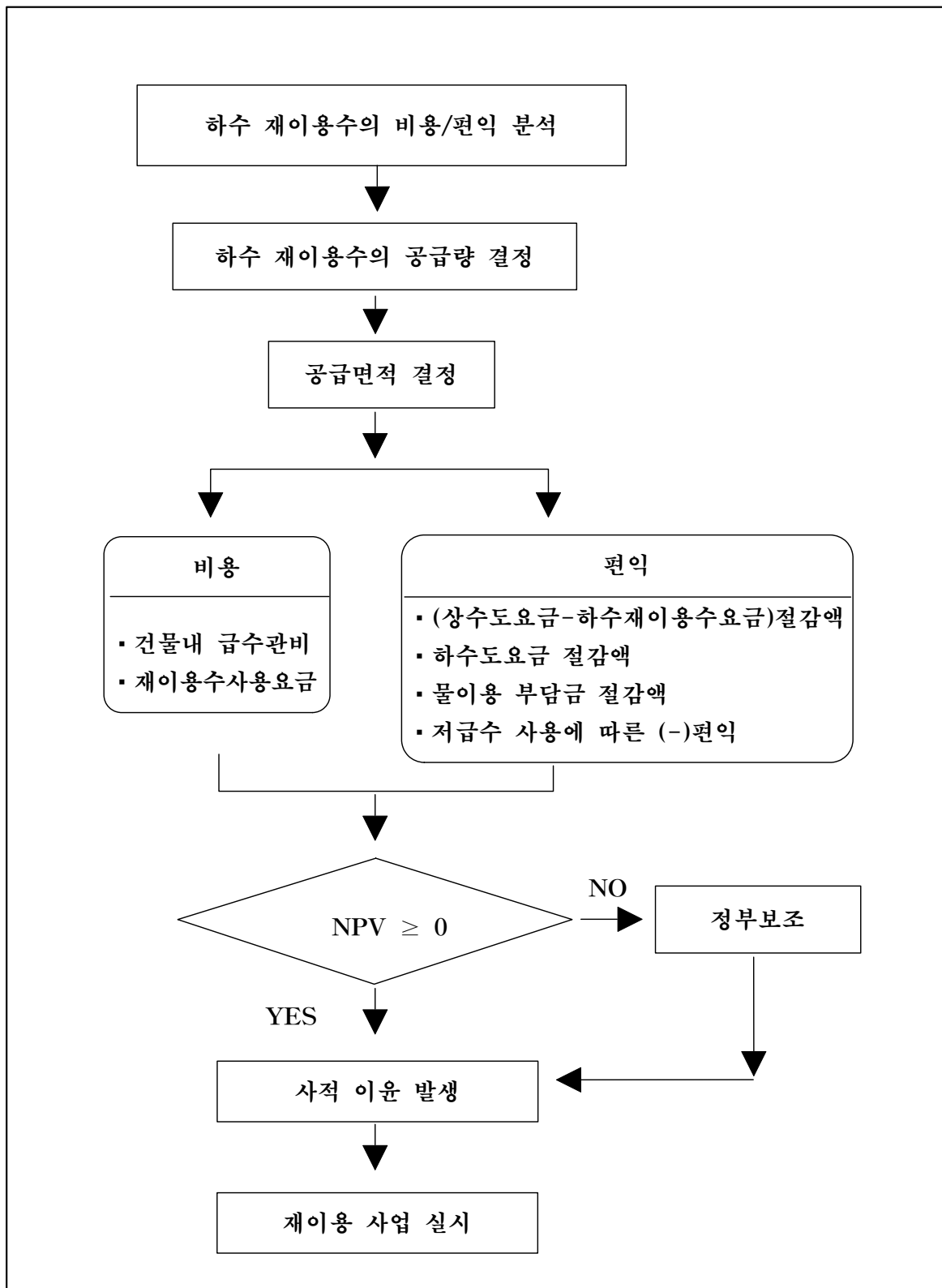
<그림 2> 하수처리수 재이용사업 타당성 검토 절차



<그림 3> 공급자 측면에서의 경제성 분석절차



<그림 4> 사용자 측면에서의 경제성 분석절차



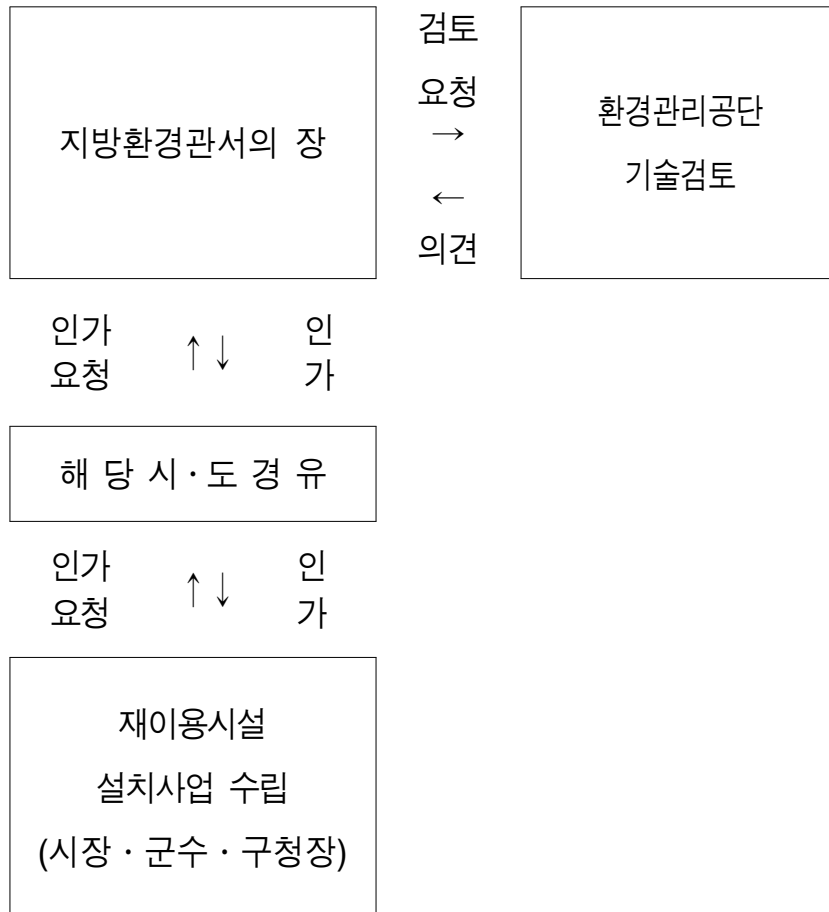
〈 그림3, 4의 NPV 용어 정의 〉

$$NPV = B_0 - C_0 + \frac{B_1 - C_1}{1+r} + \dots + \frac{B_{n-1} - C_{n-1}}{(1+r)^{(n-1)}}$$

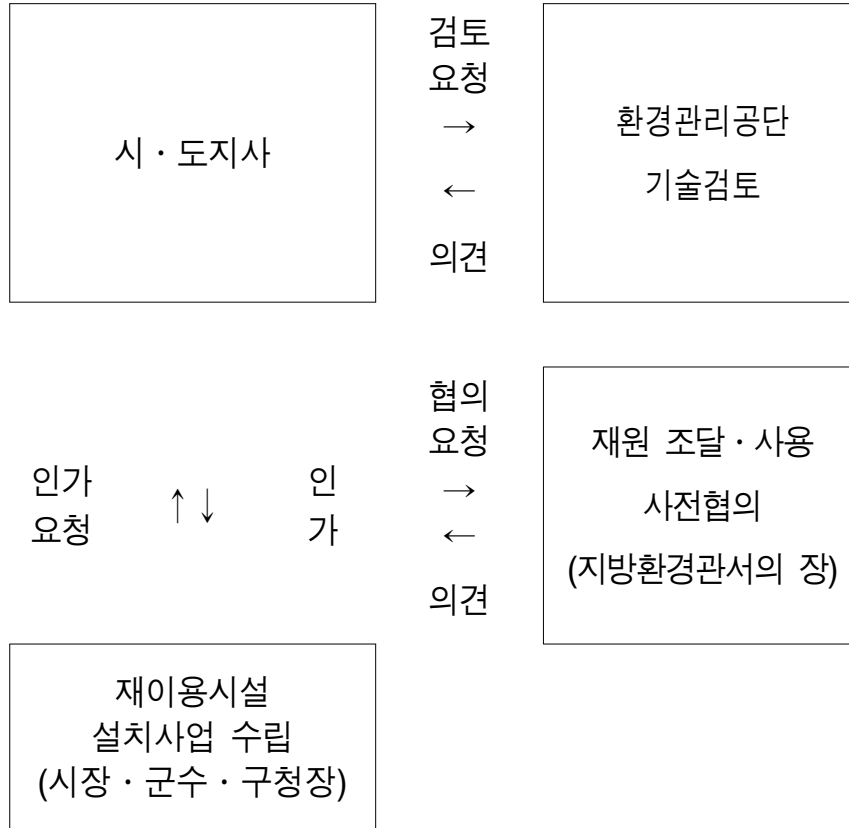
- NPV : 순편익의 현재가치가 (Net Present Value)
(양이면 사업의 경제성이 있고 음이면 경제성이 없음)
- n기간동안의 비용 흐름이 $C_0, C_1 \dots C_{n-1}$ 이고 편익의 흐름이 $B_0, B_1 \dots B_{n-1}$ 이며 할인율이 r 일 때 순편익의 현재가치
- 현재가치법(Method for Present Value) : 투자사업 기간에 걸쳐 발생하는 비용과 편익을 할인율을 적용한 현재가치를 구하여 경제성을 평가하는 방법.
- 현재가치(present value): 미래에 발생하는 현금흐름을 화폐의 시간 가치를 반영하여 적절한 할인율로 현재시점에서의 가치로 환산한 값.
- 할인율(discount rate) : 상업은행이 중앙은행에서 어음을 할인할 때 적용되는 공정한 할인율(official discount rate) 또는 자금의 현재 가치를 산출할 때에 사용되는 금리

<그림 5> 재이용시설의 인가(설치·변경·폐지) 절차

□ 지방환경관서장의 인가



□ 시·도지사의 인가



3. 사업계획 수립시 검토 사항

가. 수요조사등 사전조사

○ 수요처 및 수요량 조사의 적정성 검토

- 하수처리장 주변 지역여건(도심, 하천, 산업단지, 농경지등)을 고려하여 처리장 인근지역에서 재이용 할 수 있는 적정 수요처 및 수요량 사전 조사
- 장래 도시개발계획, 하수도정비계획, 수도정비기본계획, 하천정비계획, 오염총량관리계획 등 관련계획 종합검토

○ 기존 처리시설 운형현황 검토

- 하수처리장 시설용량 및 하수처리량, 유입 및 방류수질, 하수처리 방식(공법) 등 검토

나. 계획수량 및 수질의 결정

○ 공업용수 및 생활용수의 경우

- 계획수량

수요처의 요구량에 맞추어 계획하는 것이 원칙이나, 가까운 장래에 확정된 추가요구량이 있을시 공급배관은 장래 요구량까지 계획하여 설치하고 기타의 시설(재처리시설 및 공급펌프 등)은 필요한 시기에 설치되도록 계획되어져야 한다. 다만, 계열화 설치가 불가능할 경우에는 예외로 한다.

- 계획수질

수요처의 요구수질이 다양할 경우 원칙적으로 공급자는 공통으로 요구되는 수질에 맞추어 처리하여 공급하고 그 이상의 수질은 개별 수요처에서 재처리할 수 있도록 계획됨이 바람직하다.

다만, 공동으로 재처리설비를 설치할 경우 경제적 효과가 높고 수요처의 요구가 있을 시에는 그러하지 않을 수 있다.

○ 하천유지용수의 경우

- 계획수량

재이용수 공급하천의 특성 및 유황분석을 통해 갈수량, 하천하상의 손실량, 증발산량을 반영하여 재이용수량을 산정하여야 하며, 공급량 계획은 하수처리수의 평소 유량을 초과할 수 없다. 또한 재이용 목적(생태계, 경관, 친수활동)을 명확히 설정 후 수면폭, 유속, 수심 등의 3요소를 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

- 계획수질

하천의 수질을 사전에 조사하여 하수처리수 공급수질이 하수처리수의 용도별 수질권고기준(부록1 참조)을 만족하여야 하며, 특히 조류의 발생 등을 고려하여 공급수의 수질이 계획되어져야 한다.

○ 농업용수의 경우

- 계획수량

농업용수 공급하천의 특성, 유황분석 및 토지이용현황 등을 조사·분석하여 갈수량에 대한 재이용수량을 산정하는 것이 바람직하다.

- 계획수질

공급수질은 하수처리수의 농업용수 수질권고기준을 만족하여야 하며, 특히 갈수기와 관개용수의 유량 보충시의 경우 경작자와 협의하여 재배 농작물의 생육 및 수확량에 악영향이 없도록 계획하여야 한다.

다. 재이용시설의 위치 및 규모

- 재이용시설의 설치 위치는 원칙적으로 공공하수처리시설 부지내에 설치함을 원칙으로 한다. 다만, 처리장 부지가 협소할 경우와 공공하수처리시설 부지내에 설치할 경우 공급관로의 길이가 길어져 시설 설치비가 증가될 경우 경제성분석을 통해 부지 외에 설치할 수 있다.
- 일반적으로 처리시설 부지내 설치시 부지매입비 및 관로연장에 따른 시설설치비를 절감할 수 있으며, 공공하수처리시설과 통합 운전시 운전경비 절감 및 운영의 효율성을 도모할 수 있다.
- 민간사업자가 공공하수처리시설 부지내 재이용시설을 설치할 경우 하수도법 제24조(점용허가) 및 지방자치단체의 하수도조례기준에 따라야 한다. 다만 공공하수도관리청장은 특별한 사유 없는 한 점용허가를 하여야 한다.

- 재이용시설의 규모는 시설설치비, 운영관리비 등의 경제성과 수처리의 효율성, 공급수의 수질 변동성 등을 종합적으로 고려하여 합리적으로 결정하여야 한다.
- 특히, 재이용시설의 감시제어실과 사무실의 설치는 공공하수처리시설 유지관리 건축물을 활용할 수 있도록 우선적으로 고려하여야 한다.

라. 오점방지 대책

- 재이용수 배관은 상·하수관망과의 오점(誤接)을 피하고 타 용도의 배관 등과 구별될 수 있도록 보라색 계통의 색상으로 표기하여야 하며, 매 30m 거리마다 별도로 “재이용수배관”이란 문구를 흑색으로 표기하여야 한다.

마. 발생폐수의 처리대책

- 재이용시설을 공공하수처리시설 부지내에 설치할 경우에는 재이용시설에서 발생하는 공정폐수는 공공하수처리시설로 반류시켜 재처리하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 공공하수처리시설의 정상운전에 지장을 초래할 수 있는 정도의 부하량(농도, 유량, C/N비 등)을 보낼 경우에는 추가적인 처리대책을 강구하여야 한다.
- 민간사업자가 재이용시설을 공공하수처리시설 부지외에 설치할 경우에는 재이용시설에서 발생하는 공정폐수는 수질및수생태계보전법에 따른 방지시설을 설치하고, 폐수배출허용기준 이하로 유지되도록 계획되어야 한다. 다만, 공공하수도관리청과 협의하여 공공하수처리시설로 연계처리되는 경우에는 그러하지 않을 수 있다.

바. 용도별 고려사항

○ 공업 및 생활용수

- 경제성 분석, 수질총량오염부하 삭감량 등 장·단점 비교분석, 수요처와 협약 완료 후 사업시행을 하여야 하며, 단순 냉각용수일 경우 지나친 재처리시설 설치를 지양하여야 한다.
- 하수처리수 재이용사업자(지방자치단체장, 공공사업자, 민간사업자)는 수요처의 요구 수질 및 수량에 맞추어 공급함을 원칙으로 하되 불가피하게 공급하지 못하는 상황에 대비하여 기존의 용수공급라인을 비상용으로 확보할 수 있도록 계획하여야 한다.
- 이용설비에 “하수처리수 재이용수 사용”이라는 표지를 할 것.
- 생활용수의 용도는 수세식화장실용수, 살수용수, 조경용수, 세차·청소용수 등으로 사용하며, 음용 및 인체에 직접 접촉하는 경우는 제외한다.

○ 하천유지용수

- 친수공간이 부족한 도심지역, 건천화된 하천의 유지용수가 필요한 지역에 계획되어야 하며, 자연형하천정화사업 및 주민친화공간(공원화 및 체육시설 조성) 제공시 사업의 효과가 극대화될 수 있으므로 가능한 병행 추진함이 바람직하다.
- 재이용수 공급하천에 냄새, 거품 및 조류의 발생으로 사업의 효과가 반감될 가능성에 대비하여 이에 대한 사전검토를 실시하여야 한다.

○ 농업용수

- 상습적인 농업용수 부족지역을 우선적으로 고려되어야 하며, 경작지 농민의 사전 동의가 필요하다.

- 논 농사, 밭 농사, 화훼농사 등에 적용 가능하나, 가까운 곳에 수원이 없거나 부족하여 부득이하게 날로 먹는 농산물(딸기, 채소류 등)에 공급할 경우에는 인체 위해성이 없도록 수질관리를 철저히 하여야 한다.

사. 공급 및 관리체계

○ 재이용 원수(하수처리수)의 공급

- 민간사업자가 하수처리수 재이용을 업으로 하고자 할 경우 특별한 사유가 없는 한 공공하수도관리청은 하수처리수를 공급하여야 한다.

○ 관리체계

- 동일사업자가 공공하수처리시설의 운영과 재이용사업을 함께 운영할 경우 운영효율의 시너지 효과를 기대(유지관리비 절감, 처리수질의 안정성 확보, 민원발생 사전 예방 등)할 수 있으므로 공공하수처리시설, 관거시설의 관리를 위탁 받은 자가 재이용사업을 같이 하고자 하는 경우 지방자치단체가 정하는 바에 따라 가점을 부여할 수 있다.
- 재이용사업의 효율적인 운영, 비상시 관리 및 이해관계의 조정 등을 위해 공공하수도관리청은 수요자측의 선임대표, 공공하수처리시설 운영 대표, 재이용사업권자를 포함하는 재이용사업운영위원회를 설치·운영할 수 있다.

VI. 재이용시설의 설치

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

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

1. 재처리시설

- ① 이용목적별 처리방법이 다양하므로 유입되는 원수의 특성(유량 및 수질)을 고려하여 설치기준을 설정하여야 한다.
- ② 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.
- ③ 재처리시설의 공정은 재이용목적 및 용도 등에 따라 다양하므로 각 공정의 구체적인 설치기준은 환경부 제정 “하수도 시설기준(한국상하수도협회, 2005)”에 준하도록 한다.

※ 국내·외 사례 : 「부록4의 그림 및 부록5의 표」 참조

<표 2> 수질항목별 재처리방법의 예

대 분 류	중 분 류	소 분 류	유기물등의 생물처리법 ~질산화법	부유물질등의 물리·화학적 처리법				용해성물질등의 물리·화학적 처리법			소독법		
			생물막 여과법	급속사여과법	응집침전법	응집여과법	한외여과법	활성탄흡착법	역삼투법	오존산화법	염소소독	오존소독	자외선소독
기 본 적 수 질 항 목	위 생 항 목	대장균군수	○		△	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎
	환 경 항 목	BOD	○	△	△	△	○	○	◎				
		pH			□	□							
	미 관 유 지 항 목	탁 도	○	○	◎	◎	◎	○	◎				
		취 기	△				△	○	◎	○		△	
		색 도	△		△	△	△	◎	◎	◎		△	
용 도 별 수 질 항 목	미 관 유 지 항 목	발포원인 질	△					◎	○	△		△	
		무기성탄소	△						◎				
	어 류 생 식 항 목	용존산소								○			
		암모니아 질 소	○						○				
		잔류염소	-	-	-	-	-	-	-	-		(◎)	(◎)
	범 례	◎ (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

2. 공급시설

○ 저장시설

- ① 저장시설의 용량은 일최대유량을 기준으로 하되 시간에 따른 하수 유입량의 변동을 고려하여 결정한다.
- ② 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

- ① 펌프장의 계획용량은 일최대 공급유량을 기준으로 한다.
- ② 펌프장의 형식은 계획공급유량, 유입관의 깊이, 펌프의 설비대수 등에 의해 결정한다.
- ③ 기자재, 배관 등은 내부식성이 우수한 재질로 한다.
- ④ 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

- ① 송수관의 시설용량은 계획시간최대유량을 기준으로 하나, 지역이나 수요처의 실정에 따라 계획 송수량에 여유를 두어야 한다.
- ② 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.

- ③ 송수관을 매설(공공도로 및 사유지내 매설, 하저 통과, 철도횡단 등)하는 경우에는 그 매설위치와 매설깊이를 관련시설의 관리자와 협의하여야 한다.

○ 배수설비

- ① 배수펌프, 배수관의 시설용량은 시간최대 이용수량, 배수탱크 및 고가수조의 시설용량은 일최대 이용수량에 근거하여 결정한다.
- ② 이용자의 목적에 따라 이용수량의 시간적 변동에 대하여 수량조절 목적으로 배수탱크를 설치할 수 있으며, 수량 및 수압조정 목적의 고가수조를 설치할 수 있다.
- ③ 배수탱크 및 고가수조의 구조는 위험방지, 우수의 침입방지, 조류의 번식방지, 외부로부터의 오염물질 유입방지 등의 목적으로 덮개를 설치해야 한다.
- ④ 고가수조의 용량은 이용수량의 1~3시간 분량으로 하고, 부족분에 대해서는 별도의 배수탱크를 설치하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 하수처리수 재이용수는 배수탱크 및 고가수조내에 침전물이 쌓일 가능성이 높기 때문에 침전물을 배출할 수 있는 배수설비를 설치하여야 한다.

3. 전기 및 계측제어설비

- ① 재이용수 총 공급유량계는 1기 이상 반드시 설치하여야 하며, 수요처의 유량계 설치에 사업계획 수립시 공급자와 이용자간 협의에 따라 결정한다. 다만, 다수의 수요처에 유량계를 설치할 경우 다음과 같은 사유로 공공하수처리시설 제어실(또는 공급자의 제어실)에 원격감시 체계를 구축하는 것을 검토하여야 한다.

※ 유량 원격감시 사유

비용부담의 정확성, 유지관리의 편리성, 시간변화에 따른 재이용유량의 변동성 파악 용이, 공급관망의 누수 확인 용이, 용수공급량 결정 용이 등의 장점이 있음

- ② 전원공급의 신뢰성 확보를 감안한 수전 또는 배전방식을 선정한다.
- ③ 이송펌프는 저장시설, 배수설비 등에 설치한 수위계 또는 유량계와 연동하여 운전할 수 있는 시스템 구성을 검토한다.

VII. 재이용시설 유지관리

1. 유지관리지침의 작성

가. 작성의 목적

재이용시설 유지관리자는 재이용시설의 적정운영 및 관리를 위하여 유지관리지침서를 작성하고, 운영시 적극 활용하여야 한다.

나. 유지관리지침서 작성요령

- ① 재이용시설의 개요
- ② 유지관리의 개요
- ③ 유지관리 조직 및 업무분장에 관한 사항
- ④ 재처리시설 운전 및 관리에 관한 사항
- ⑤ 전기 및 계측제어 설비에 관한 사항
- ⑥ 공급설비 및 배수설비의 유지관리 요령에 관한 사항
- ⑦ 수질관리에 관한 사항
- ⑧ 안전관리 및 비상대책에 관한 사항
- ⑨ 점검일지 등 서식에 관한 사항
- ⑩ 참고도면

다. 유지관리지침서 세부작성내용

- ① 재이용시설의 개요
 - ㉠ 재이용시설 명칭, 위치, 용량, 재이용수 설계유입수질 및 방류수질, 재처리방법, 공급시설현황, 재이용 목적 등 일반적인 사항 기술
 - ㉡ 하수처리수의 특성, 처리원리 등

- ㉔ 재처리시설의 수처리계통도, 처리장 시설 평면도 등
- ㉕ 주요처리시설별 처리계통도, 수리·수위계통도, Mass Balance 등

② 유지관리의 개요

㉑ 운전관리

- 재처리시설별 운전방법 및 유의사항

㉒ 점검관리

- 일상점검, 정기점검, 특별점검의 시기 및 방법 등

㉓ 보수관리

- 재처리시설, 기기의 고장 및 마모시 대처 방법

㉔ 수질관리

- 재처리시설 적정운영을 위한 수질관리대책 및 기준

㉕ 수요자의 배수설비 및 측정장비 관리사항

㉖ 비상관리

- 공공하수처리시설 비정상 운영시 대응방안 등

③ 유지관리 조직 및 업무분장

㉑ 유지관리를 효율적으로 수행하기 위하여 적정인력 확보

- 운영요원은 관련분야 자격증소지자 또는 운전경력이 있는 자를 중심으로 선발

㉒ 업무분장

- 재처리시설 운영에 적합한 조직관리(관리, 운영, 시험분석 등)와 업무범위

④ 재처리시설 운전 및 관리

㉠ 설계기준

- 설계기초사양 및 규격과 관리지표 설정
- 시설설치 회사명, 전화번호 등

㉡ 목적 및 기능

- 장치의 상세 사양과 기능설명

㉢ 운전방식

- 단위시설의 운전절차, 방법, 계통설명
- 시운전결과에 따른 운전요령 등
- 가동초기 운전대책(수요량 감소시 등)

㉣ 관리요령

- 상시 주요관리인자, 주변시설과의 관계, 이상의 원인 및 대처방안 등

⑤ 전기 및 계측제어설비

㉠ 전기설비

가 개 요

- 수변전 및 배전설비, 발전설비 등의 설계개요 및 계통설명

나 일반적 취급

- 일반적인 숙지사항, 안전수칙, 정전시 대비사항

다 수전 및 정전

- 수전개시전, 수전중, 정전시 등의 조치사항 및 일상점검 항목

라 수배전설비, 단체, 차단기, 변압기의 구성 및 동작 특성의 유의사항

마 부하설비

- 부하설비, 전열, 조명, 전화방송, 화재경보설비 등 계통설명

㉞ 보수 및 점검기준

- 일상점검, 정기점검, 특별점검시의 필요한 항목 및 요령

㉟ 계측제어설비

가 개 요

- 계측제어설비의 검출 변환장치, 제어장치, 감시장치 등 설계개요 설명

나 일반적 취급

- 일반적 숙지사항, 안전수칙 등 설명

㉡ 보수 및 점검기준

- 각종 계측기기류의 점검기준을 설명

㉢ 장치의 보수점검

- 계측설비 : pH, 검출변환장치, 유량계, 농도계, 수위계 등의 보수 및 점검요령
- 제어장치 : 조절부, 조직부, 전송부 등 컴퓨터 제어부의 보수 및 점검요령

㉣ 송수관 유지관리 요령

㉤ 송수관 대장 작성

- 관로의 종류, 노선 및 사업비 등

㉥ 관로 파손상태 및 오염합 점검방법

㉦ 관로 점검방법 및 유지관리 대책

㉧ 수질관리

㉨ 수질관리의 개요 및 목적

㉩ 실험실 장비사양 및 취급설명

㉪ 수질관리항목 및 기준

- 시험항목, 횟수, 분석방법, 관리지표 등
- 하수처리수 재이용수질 권고기준, 방류수수질기준 등

㉔ 시료채취

- 채취방법, 위치 및 채취량, 채취시 주의사항 등

⑨ 안전관리 및 비상대책

- ㉑ 안전 및 위생관리의 일반적 안전관리 요령, 염소 및 고압가스등 위험물 취급요령 등

㉒ 환경보전관리

- 수질, 주변환경, 악취, 소음·진동, 폐기물 등 관리요령 및 관련법규 내용 설명

㉓ 재해대책

- 자연재해, 정전 등 처리장내 사고시 지휘계통 및 대처방안 등

2. 수질검사

가. 재이용시설을 설치한 사업자 또는 관리자는 수질검사를 실시하여야 한다.

나. 수질검사 주기 및 항목은 수요자와 공급자의 협의에 의해 결정함을 원칙으로 하고, 별도 규정이 없을 경우 재이용하는 기간 동안 용도별 수질권고기준이 설정된 항목에 대하여 다음과 같이 수질검사를 실시하여야 한다.

- 대상 : 재이용수 원수 및 처리수
- 매일 : pH, SS, 탁도, 잔류염소, 냄새, 색도
- 매주 : BOD, T-N, T-P, 대장균군수
- 매월 : 염화물, 기타 중금속 등 미량유해물질 항목

다. 채수장소는 재처리시설 유입부와 유출부 지점으로 한다.

라. 사업자 또는 관리자는 시료를 채취한 일시, 장소, 일기, 기온과 당해 재이용수의 수온, 유량 및 수질검사결과를 수질검사기록부에 기록하고, 이를 5년간 보관하여야 한다.

3. 시설물별 유지관리

가. 재처리시설 유지관리

- ① 재처리시설의 유지관리는 각단위 시설의 유지관리 측면뿐만 아니라, 전체 공정의 유기적인 처리효율에 중점을 두고 관리하여야 한다.

※ 이는 전 공정에서 제대로 처리되지 못하면 연쇄적으로 다음 공정에 파급효과를 가져와 전체적인 처리효율을 저하시키고, 결국 수질 악화의 원인이 된다.

- ② 재처리시설의 단위공정별 유지관리는 상수도 및 하수도 시설기준의 유지관리 지침을 참고로 한다.

나. 공급시설 유지관리

○ 저장시설

- ① 저장조의 바닥에 침전물이 발생될 수 있으므로 주기적으로 확인하고 제거하여야 한다.
- ② 외부로부터의 오염방지, 누수방지, 청소, 수위계, 유량계, 밸브류 등의 점검과 정비 및 저장시설의 수위, 유량의 측정이 필요
- ③ 처리수조의 레벨센서 작동상태를 확인한다.
- ④ 저수조는 재이용수 급수량의 시간적 변화에 대응 가능하고, 동시에 세척수량을 공급할 수 있는 용량을 가져야 한다. 개방식의 경우에는 조류(藻類)가 발생하는 경우가 있으므로 유의하여야 한다.

○ 펌프장

- ① 전원공급의 신뢰성 확보를 감안한 수전 또는 배전방식을 선정한다.

- ② 펌프가 소손되어 작동하지는 않는지 확인하고(과부하 경보) 이상이 발생되었을 경우 점검을 한다.

○ 배수설비 유지관리

- ① 담당자 전원이 어떠한 경우에도 적절한 조치를 취할 수 있도록 배수 펌프의 운전, 조작, 점검, 정비, 수리 등의 기준 및 보안에 관한 규칙을 작성.
- ② 펌프의 운전에 필요한 관로의 수압, 수량, 수위 등의 지시계는 감시원이 쉽게 볼 수 있는 장소에 설치
- ③ 펌프관리대장을 구비하여 점검기록이나 수리기록 등을 기입하여 고장을 미연에 방지
- ④ 배수펌프의 운전, 배수관의 제수밸브 조작, 고가탱크, 배수관, 배수 펌프 등 시설에 대한 점검 및 보수를 충실히 수행
- ⑤ 배수관 평면도, 상세도 및 필요에 따라 종단면도, 주요한 부대설비의 구조도 등을 정비해서 보존
- ⑥ 배수를 원활하게 하기 위해 적정한 수량 배분과 수압의 균등화를 도모하고, 시설을 합리적이고 경제적으로 운용할 수 있도록 배수조정
- ⑦ 사고예방을 위해 정기점검을 하고, 폭풍우 등의 재해 직후 관로 및 주요시설을 점검
- ⑧ 배수관에 부착한 녹, 스케일 등으로 인해 통수능력이 감소한 경우 조건에 따라 관을 청소

다. 전기 및 계측제어설비 유지관리

- ① 침전물의 부착이나 퇴적 등을 정기적으로 점검하고 청소한다.

- ② 처리수조의 수위가 작동 레벨까지 상승되어 있는지를 확인하며 수위가 작동레벨임에도 불구하고 자동 작동하지 않을 경우에는 레벨 센서를 꺼내어 이물질 제거한다.
- ③ 각종 노이즈로부터 오차가 발생하여 연산결과가 부정확하게 될 수 있으므로 주의한다.
- ④ 계측장치를 항상 양호한 상태로 유지하기 위하여 장치의 사양, 설치 환경, 중요도를 감안해서 보수 점검 및 수리를 한다.

VIII. 재이용수의 요금산정

1. 재이용수의 요금

가. 공공하수도관리청은 재이용수를 공급받는 자로부터 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 요금을 받을 수 있다.

나. 하수처리수 재이용수의 요금은 기존 상수도요금과 같이 서비스에 관련된 모든 비용을 반영하는 총괄원가방식에 의하여 설정한다.

다. 용도별 요금체계를 가급적 단순화하고, 재이용수의 수요를 촉진하기 위하여 단일누진체계를 적용하거나, 역 누진제를 적용하여 사용량이 많을수록 요금을 낮추어 주는 인센티브를 제공할 필요가 있다.

라. 요금계산의 복잡성을 증대시키는 정액요금제의 2부 요금제보다 사용량만을 기준으로 하는 요금제로 산정함이 바람직하다.

2. 하수처리수 원수비용

민간사업자가 하수처리수(원수)를 공급받아 재처리 후 수요자에게 공급하는 경우에 공공하수도관리청은 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 민간사업자에게 원수비용을 부과할 수 있다. 이 경우, 하수처리수 재이용을 촉진하기 위하여 원수비용의 부과를 일정기간 유예하거나, 감면할 수 있다.

IX. 적용시기

1. 이 가이드 북은 2009. 11. 1 이후에 설치인가 또는 설치협의를 신청하는 사업에 대하여 적용하는 것을 원칙으로 하며, 종전의 가이드 북은 폐지한다.
2. 다만, 종전의 가이드 북에 따라 추진하고 있는 사업으로서 설계 검토가 완료되어 사업추진 여건상 개정 가이드 북을 적용하는 것이 불합리하다고 판단되는 경우에는 그러하지 않을 수 있다.

부 록

- [부록 1] 용도별 하수처리수 재이용 수질권고기준
- [부록 2] 중수도의 수질기준
- [부록 3] 재이용사업 국고지원기준
- [부록 4] 하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획
- [부록 5] 하수처리수 재처리공정(예시)
- [부록 6] 국내 · 외 하수처리수 재이용 현황
- [부록 7] 국내 재이용사업 추진사례
- [부록 8] 재이용 관련 자치단체 조례

[부록 1]

용도별 하수처리수 재이용 수질권고기준

구 분	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천 유지용수	농업용수 ¹⁾		습지용수	지하수 충전 ²⁾	공업용수 ³⁾
총대장균 군수 (개/100mL)	불검출	불검출	불검출	≤1000	직접식용	불검출	≤200	불검출	≤200
					간접식용	≤200			
결합잔류 염소 (mg/L)	≥0.2	-	≥0.1	-	-		-	-	-
탁도 (NTU)	≤2	≤2	≤2	-	직접식용	≤2	-	≤2	≤10
					간접식용	≤5			
SS (mg/L)	-	-	-	≤6	-		≤6	-	-
BOD (mg/L)	≤5	≤5	≤3	≤5	≤8		≤5	≤5	≤6
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것		불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
색도 (도)	≤20	-	≤10	≤20	-		-	-	-
T-N (mg/L)	-	-	≤10	≤10	-		≤10	≤10	-
T-P (mg/L)	-	-	≤0.5	≤0.5	-		≤0.5	≤0.1	-
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	5.8~8.5
염화물 (mgCl/L)	-	≤250	-	-	≤250		≤250	≤250	-

※ 농업용수 수질기준 추가권장항목(mg/L)

Al	As	B-total	Cd	Cr+6	Co	Cu	Pb
5이하	0.05이하	0.75이하	0.01이하	0.05이하	0.05이하	0.2이하	0.1이하
Li	Mn	Hg	Ni	Se	Zn	CN	PCB
2.5이하	0.2이하	0.001이하	0.2이하	0.02이하	2이하	불검출	불검출

주 1) 직접식용은 조리하지 않고 날것으로 먹는 경우, 간접식용은 조리를 하거나 일정한 가공을 거쳐 먹는 경우에 적용한다.

2) 지하수 충전 또는 보충하는 경우로서 재이용수의 수질이 먹는물 수준을 유지하여야 한다.

3) 산업용수로 사용하는 경우에 적용하며, 다회순환냉각수, 공정수, 보일러용수 등은 수요처와 협의하여 수질을 정할 수 있다.

※ 재이용수 수질기준은 하수처리수 재처리시설에서 최종 처리하여 송수하는 수질에 대하여 적용하며, 공공하수처리시설의 방류수수질기준을 기본적으로 만족하여야 한다.

○ 수질검사방법

재이용수의 수질검사를 위한 시료는 재처리시설의 유입부와 유출부 지점에서 채취하는 것을 원칙으로 한다.

구 분	분 석 방 법
총대장균군수 (개/100mL)	수질오염공정시험방법 제4장 제 39항 (최적확수 시험법, 막여과 시험법)
결합잔류염소 (mg/L)	먹는물 수질공정시험방법 ES 05310.1~05310.2
탁도(NTU)	먹는물 수질공정시험방법 ES 053008.1
SS(mg/L)	수질오염공정시험방법 제 4장 제 8항(유리섬유 거름종이법)
BOD(mg/L)	수질오염공정시험방법 제 4장 제 5항
냄새	먹는물 수질공정시험방법 ES 05303.1
색도(도)	수질오염공정시험방법 제 4장 제 7항
T-N(mg/L)	수질오염공정시험방법 제 4장 제 14항
T-P(mg/L)	수질오염공정시험방법 제 4장 제 17항
pH	수질오염공정시험방법 제 4장 제 3항
염화물(mgCl/L)	수질오염공정시험방법 제 4장 제 10항

<농업용수 수질권고기준 추가항목>

구 분	분 석 방 법
Al	먹는물 수질공정시험방법 ES 05410
As	수질오염공정시험방법 제 4장 제 29항
B-total	먹는물 수질공정시험방법 ES 05404
Cd	수질오염공정시험방법 제 4장 제 26항
Cr+6	수질오염공정시험방법 제 4장 제 23항
Co	먹는물 수질공정시험방법 ES 05400.2에 준함 (측정과장 228.616, 정량한계 0.01 mg/L)
Cu	수질오염공정시험방법 제 4장 제 25항
Pb	수질오염공정시험방법 제 4장 제 27항
Li	먹는물 수질공정시험방법 ES 05400.2에 준함 (측정과장 670.784, 정량한계 0.50 mg/L)
Mn	수질오염공정시험방법 제 4장 제 28항
Hg	수질오염공정시험방법 제 4장 제 33항
Ni	수질오염공정시험방법 제 4장 제 30항
Se	수질오염공정시험방법 제 4장 제 32항
Zn	수질오염공정시험방법 제 4장 제 24항
CN	수질오염공정시험방법 제 4장 제 20항
PCB	수질오염공정시험방법 제 4장 제 36항

<수질오염공정시험방법 및 먹는물 수질공정시험방법 외 분석항목에 대한 요약>

□ 코발트(Cobalt)

- 측정방법 : EPA Method 200.7
- 전처리방법 : 질산 및 염산에 의한 분해
- 조작조건 :
 - 분석기기 : 유도결합플라즈마발광광도법(Inductively Coupled Plasma method)
 - 캐리어 가스 : 아르곤(Ar) 가스
 - 측정파장 : 228.62nm

□ 리튬(Lithium)

- 측정방법 : EPA Method 200.7
- 전처리방법 : 질산 및 염산에 의한 분해
- 조작조건 :
 - 분석기기 : 유도결합플라즈마발광광도법(Inductively Coupled Plasma method)
 - 캐리어 가스 : 아르곤(Ar) 가스
 - 측정파장 : 670.78nm

<표> 유도결합플라즈마발광광도법(ICP)에 의한 중금속분석

분석항목	측정파장(nm)	정량한계(mg/L)
Cobalt(Co)	228.616	0.01
Lithium(Li)	670.784	0.50

[부록 2]

중수도의 수질기준

하수도법 시행규칙 제20조 [별표6]

구 분	수세식화장실용수	살수용수	조경용수	세차·청소용수
대장균군수	불검출/100mL	불검출/100mL	불검출/100mL	불검출/100mL
잔류염소(결합)	0.2mg/L 이상 일것	0.2mg/L 이상 일것	-	0.2mg/L 이상 일것
외 관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할것
탁 도	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것
생물화학적 산소요구량 (BOD)	10mg/L를 넘지 아니할 것	10mg/L를 넘지 아니할 것	10mg/L를 넘지 아니할 것	10mg/L를 넘지 아니할 것
냄 새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색 도	20도를 넘지 아니할 것			20도를 넘지 아니할 것
화학적 산소요구량 (COD _{Mn} 기준)	20mg/L를 넘지 아니할 것	20mg/L를 넘지 아니할 것	20mg/L를 넘지 아니할 것	20mg/L를 넘지 아니할 것

비 고

1. 대장균군수, 잔류염소, 탁도, 냄새는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조 제1항제6호에 해당하는 분야에 대한 환경오염공정시험기준에 따라 분석하여야 한다.
2. 생물화학적 산소요구량, pH, 색도, 화학적 산소요구량은 「수질환경보전법」 제8조에 따른 수질오염공정시험방법에 따라 분석하여야 한다.

[부록 3]

재이용사업 국고지원기준

1. 목 적

- 고도처리하여 수질이 양호한 하수처리수를 대체 수자원으로 개발하여 각종 용수를 안정적으로 공급함으로써 수자원의 효율적 이용 도모 및 향후 물 부족에 대비

2. 사업내용

- 사업기간 : 2006년 ~
- 사업대상
 - 고도처리공법 운영(설치) 중 또는 그 이상의 방류수질을 확보하고 있는 공공하수처리시설로서 하수처리수를 농업용수, 공업용수, 하천유지용수, 기타 청소용수 등으로 재이용하고자 하는 처리장
- 사업시행주체 : 지방자치단체 / 민간사업자(민투사업)
 - ※ 공업용수 재이용사업은 재처리시설과 공급관로 설치 등에 초기 투자비가 많이 소요되어 2010년부터 수익형 민간투자사업(BTO)으로 추진
- 사업내용
 - 여과, 소독시설 등 재처리시설(필요하다고 인정되는 경우)
 - 송·배수 관로 설치비, 펌프장, 저류시설 등 부대시설

3. 국고지원

- 지원형태 : 자치단체 자본보조
- 지원범위
 - 재이용시설 설치비, 기본 및 실시 설계비, 감리비 등 부대비용
 - 다만, 토지매입비, 하천유지용수로 재이용의 경우 ‘자연형 하천정화사업’의 지원대상과 하천주변 공원화·체육시설 조성 사업비는 지원대상에서 제외

- 국고 보조율(재정사업)
 - 광역시 30%, 도청소재지 50%, 일반 시·군 70%
- 국고 지원규모
 - 2009 예산 : 20개소(계속 8, 신규 12), 국고 282억원
- 연차별 지원기준
 - 계속사업 : 사업진척율에 따라 잔여보조금을 차등 배분
 - 신규사업 : 원칙적으로 설계비만 지원하되, 설계를 완료한 경우 설계비 포함하여 시설비 등을 계속사업의 지원기준에 따라 지원

4. 기대효과

- 유지용수 공급으로 생태하천 조성 및 지역주민의 친수 공간 제공
- 저렴하고 안정적인 공업·생활용수 공급으로 비용절감 및 오염총량 저감
- 안정적인 농업용수 공급으로 경작의지 고조 및 소득 증대 기여

5. 기 타

- 재이용사업의 타당성 및 기본·실시설계를 실시한 자치단체부터 예산 우선지원

※ 공업용수 재이용사업에 대한 추진절차, 국고지원 등은 ‘하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획’(부록 4)에 따르되, 예산편성은 공공투자관리센타(PIMAC)의 타당성 검토 완료분부터 반영

- 공업용수, 생활용수, 농업용수 등의 경우 수요처와 재이용수의 공급량 및 수질 등 공급조건에 관하여 사전 협약(동의)이 필요하며, 공업용수, 생활용수는 수도정비기본계획에 의한 장래 용수수급계획과 연계 검토하여야 함
- 하수처리량 및 유입·방류수질, 재이용 수요처와 재이용량, 재처리 공정, 사업비 산출내역 등에 대한 상세자료를 별도로 첨부

하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획

1. 추진배경

- 하수처리수 재이용으로 기후변화에 따른 물 부족에 대응하고 녹색성장 실천
- 공업용수로 재이용은 초기투자비가 많이 소요되나 재정 지원에 한계
- 민간의 자본·기술을 도입하여 새로운 물 시장과 일자리 창출

- 연중 발생량이 일정하고 막대한(65억톤/년) 하수처리수는 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체 수자원으로 부각
- 용수공급량이 부족하거나 물 값이 비싼 산업단지 등에 대하여 용수부족 문제 해소와 생산성 향상 및 지역경제발전에 기여
- 민간의 자본과 기술을 도입하는 민간투자사업으로 추진하여 재이용사업을 제3의 물산업(The 3rd Water Industry)으로 육성

2. 법적근거

- 사회기반시설에 대한 민간투자법
 - 하수도법에 따른 하수도, 공공하수처리시설 및 분뇨처리시설
- 하수도법
 - 제5조(하수도정비기본계획의 수립권자 등) 제3항
 - 제21조(공공하수처리시설 처리수의 재이용) 제1항

3. 추진경위

- 하수처리수 재이용 시범사업 추진계획('05. 3월)
 - 재이용수질 권고기준 마련('05.11), 시범사업 실시('06년부터)

- 물 순환이용기본계획('07.2월)
 - 2016년까지 12.4억톤/년 재이용(재이용 공업용수 4.4억톤/년)
- 국가 하수도 종합계획('07. 10월)
 - 2007년~2015년 하수처리수 재이용사업에 5,259억원(국고3,499)투자
- 하수도사업 민간투자 업무처리지침 개정('08. 9월)
 - 민간투자사업 대상시설에 하수처리수 재이용시설 포함

4. 민간투자사업 추진계획

- 사업대상지역
 - 하수처리장 인근(5Km)에 산업단지 또는 공업지역이 있는 지역
 - 용수가 부족(예상)한 지역 또는 기존 용수단가가 높은 지역
- 사업시행방식
 - 민간투자사업원칙과 유사사례를 감안하여 수익형 민자사업(BTO)으로 사업시행
- 사업제안방식
 - 정부고시사업 또는 민간제안사업 ⇒ 주무관청에서 결정
- 투자계획
 - 사업기간 : 2010~2016년
 - 사업물량 : 포항 등 19개소, 재이용량 1일 1,220천 m^3 (연간 4.4억 m^3)
 - 총사업비 : 1조 4천억원
- 정부지원비율
 - 적용조건 : 현 공업용수 가격 대비 10%인하, 수익률 7%
 - 정부지원비율
 - 위 조건 적용시 대략 총사업비의 50% 정부지원이 필요한 것으로 나타나나, 기존 공업용수 단가의 지역별 차이와 시설용량에 따른 편차로 인해 일률적인 정부지원비율을 정하는 것은 곤란함

- 사업지역 별로 민자 적격성 분석을 거쳐 구체적인 정부지원비율을 정함

사업수익율 사용료		정부지원비율(%)			
		5.5%	6.0%	7.0%	8.0%
현재공급가	547.0	24.93%	28.05%	33.75%	38.81%
5%인하	519.6	33.83%	36.56%	41.54%	45.97%
10%인하	192.3	42.75%	45.09%	49.36%	53.16%

- 정부지원금(건설보조금)은 국고와 지방비를 일정비율 분담

구 분	국 고	지 방 비
광역시	60%	40%
도청 소재지	80%	20%
일반 시군	90%	10%

《예시》

구 분		광 역 시			일반 시 · 군		
민자적격성 분석결과 제시된 정부지원율		75%	50%	10%	75%	50%	20%
재원조달	계	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	국고	45%	30%	6%	67.5%	45%	18%
	지방비	30%	20%	4%	7.5%	5%	2%
	민간자본	25%	50%	90%	25%	50%	80%

○ 사업추진절차

- 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 및 관련규정에 따라 사업 추진
 - 민간투자사업 기본계획('08. 1. 17, 기획재정부)
 - 하수도사업 민간투자 업무처리지침('08. 8. 5, 환경부)

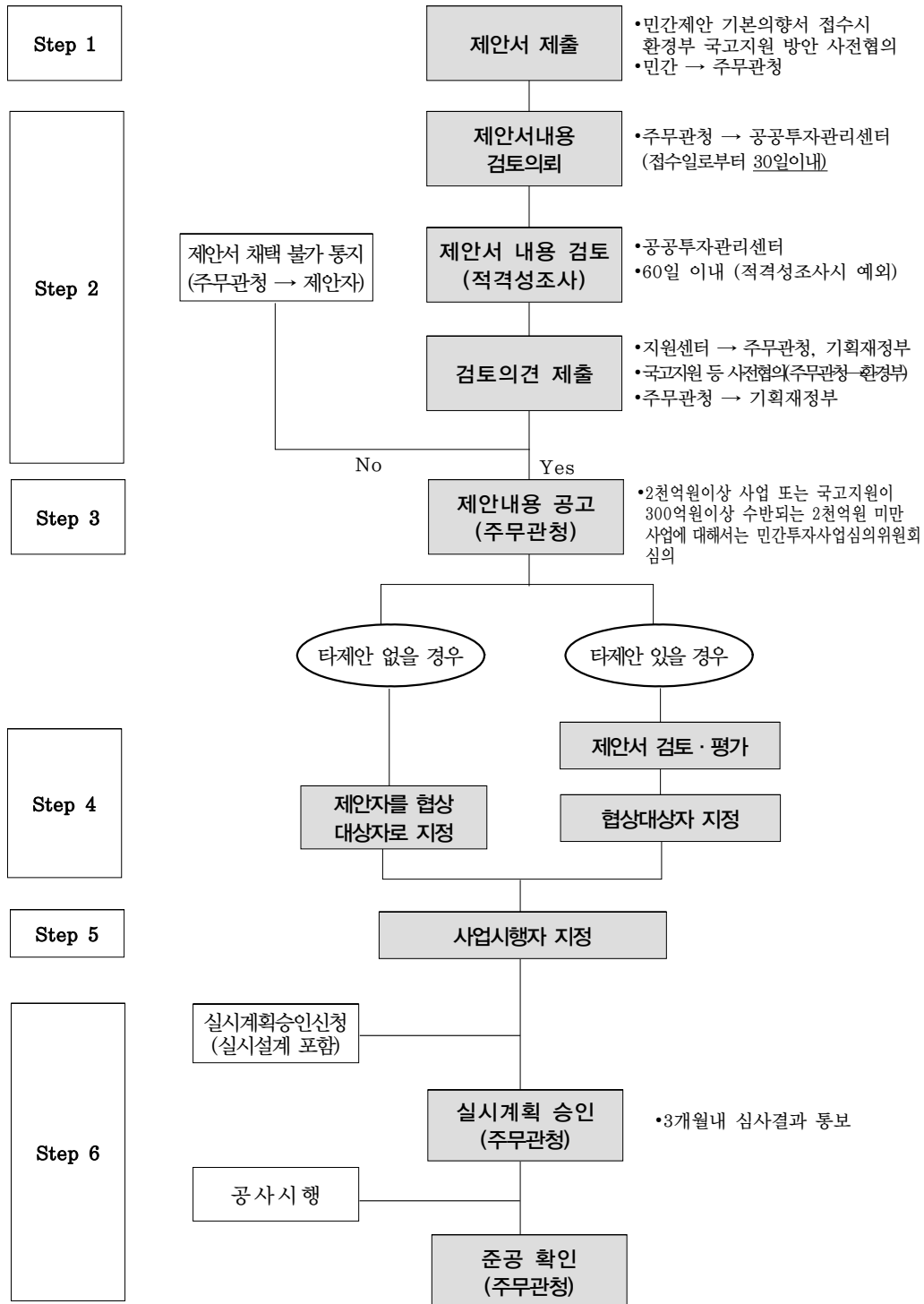
5. 기대효과

- 한정된 수자원의 효율적 이용 및 지역적 물 부족의 해소
 - 재이용 목표량 4.4억 m^3 /년은 충남 보령댐(용수공급량 1.06억톤/년) 4개 대체효과
- 저탄소 녹색성장을 선도적으로 실천
 - 연간 4.4억 m^3 /년 재이용시 CO_2 약 2만톤/년 절감 예상
- 오염부하량 감소에 따른 수질개선 및 개발 용량 증가
 - 오염부하감소 효과로 BOD 오염부하량 약 4,092톤/년 감소
- 사회·경제적 비용절감
 - 상수도 생산비용절감 1,352억원/년
- 신규 물산업 육성 및 고용창출
 - 직·간접적으로 약 1.7만명의 고용창출 효과 기대

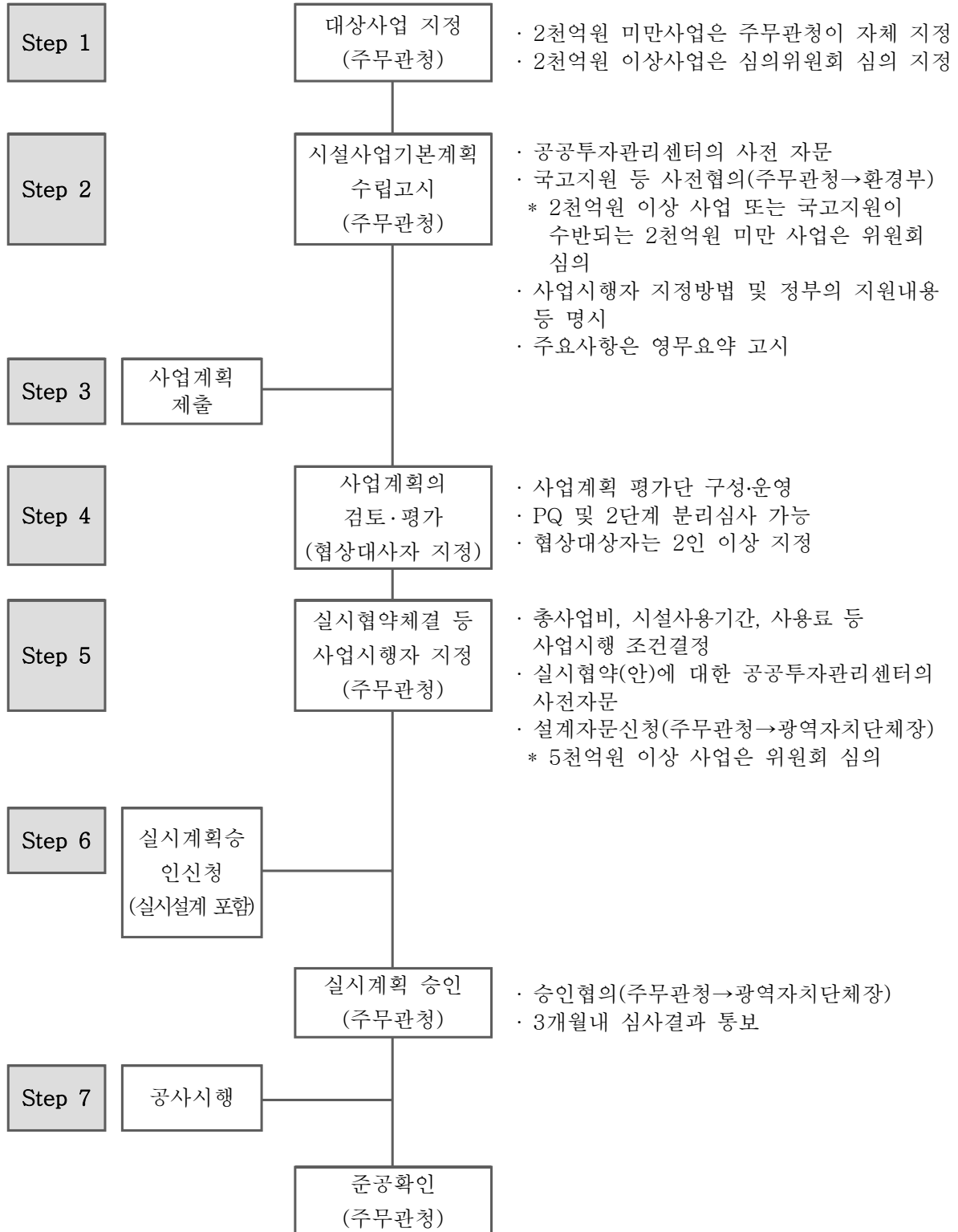
붙임 : 민간투자사업추진절차(민간제안, 정부고시사업)

[붙임] 민간투자사업 추진절차

〈민간제안사업 사업추진절차〉



〈정부고시사업 사업추진절차〉



[부록 5]

하수처리수 재처리공정[예시]

○ 국내 재처리공법 적용 현황

번호	지 역	용 도	하수처리시설 (천톤/일)	재이용량 (천톤/일)	재처리공법	비 고
1	인천송도	복합용	30	30	사여과 +활성탄 + 염소소독	
2	경기 부천	복합용	95	45	SBF	
3	경기 오산	공업용	57	12	여과 +RO	
4	충남 공주	하천유지	35	10	사여과 +UV	
5	충남 천안	하천유지	120	30	재처리시설 없음	
6	전남 여수	하천유지	110	43.2	재처리시설 없음	
7	전남 강진	농업용	8	6	재처리시설 없음	
8	충남 부여	하천유지	15	8	자외선 소독	
9	전북 익산	공업용	100	20	MF+RO	계획중

※ SBF- 입상황생물막 여과, RO-역삼투압

○ 용도별 재처리공정 분류 사례

구 분	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

※ MF : Micro Filtration

○ 해외 사례

- 용도별 분류: 용도에 따라 크게 다음과 같이 3가지로 구분

(i) 일반재이용처리(lower level treatment)

(ii) 일반재생처리(medium level reclamation treatment)

(iii) 고도재생처리(higher level treatment)

구 분	일반재이용처리	일반 재생처리	고도 재생처리
대표적인 용도	하천유지 용수 청소용수 관개용수 소량보충	비접촉 생활용수 청소용수 관개용수	지하수 충전 음용수자원의 보충 습지 보충수
처리목적	유기물/부유물질의 제거와 소독	영양소(N·P)제거 유기물/부유물질의 추가제거	영양소(N·P)의 최대제거 미량물질의 제거
처리공정	2차 처리+소독 수준	N, P 제거 + 3차 처리 MBR+N,P제거	미량물질제거 가능공정 영양소최저화 가능공정 분리막+AOP 등 추가
대표사례	남미, 중동, 동남아 일부 등 저개발 물부족 지역	대부분의 국가 및 지역 FloridaSTAR project	미국 Water Factory 21 Singapore NEWater 호주 남카브레라

(i) 일반재이용처리(lower level treatment)

기존 2차 처리공정이 위주가 되며 질소·인의 제거가 반드시 요구되지 않으나, 위생적 측면에서 소독공정이 포함되는 경우가 많다.

(ii) 일반재생처리(medium level reclamation treatment)

일반적으로 다양한 생물학적영양소제거(BNR) 공정으로 질소·인과 같은 영양소제거와 함께 추가적인 SS 및 색도 등의 제거가 이루어지며, 잘 운전되는 BNR 공정들의 처리수질은 거의 고준위처리에 가깝게 확보(T-N 3.2 mg/L, T-P 0.3 mg/L정도의 처리수를 생산)되고 있다.

- 사례 : 아래 표의 미국과 스웨덴의 일부 기존 처리장 참조

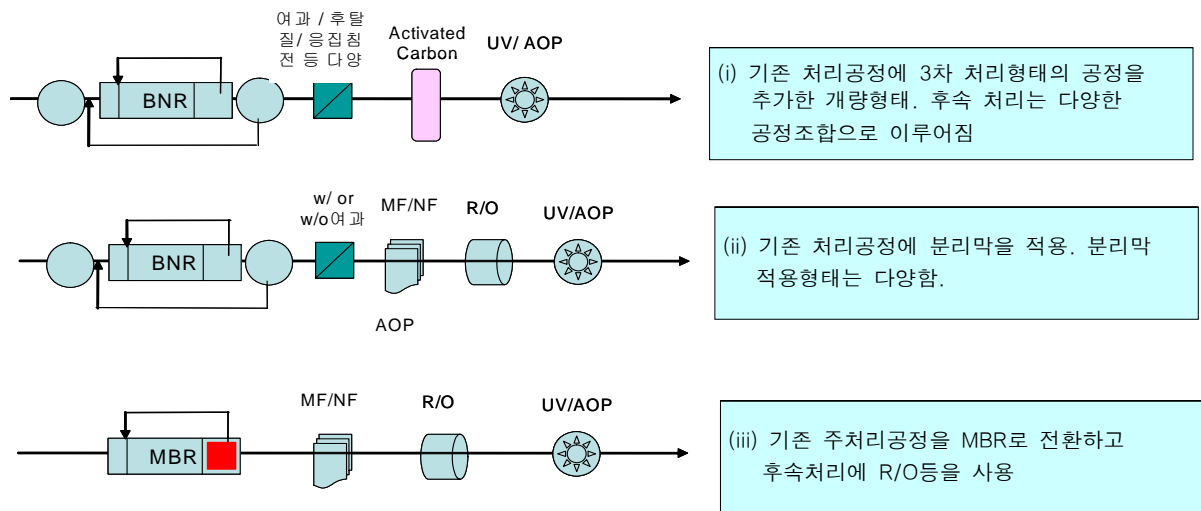
(iii) 고도재생처리(higher level treatment)

기본적으로 사용자와 용도의 위생조건 및 미량 물질 등을 제거할 수 있는 공정을 선정하게 된다. 현재 적용 가능한 시스템으로는 다음 그림과 같이

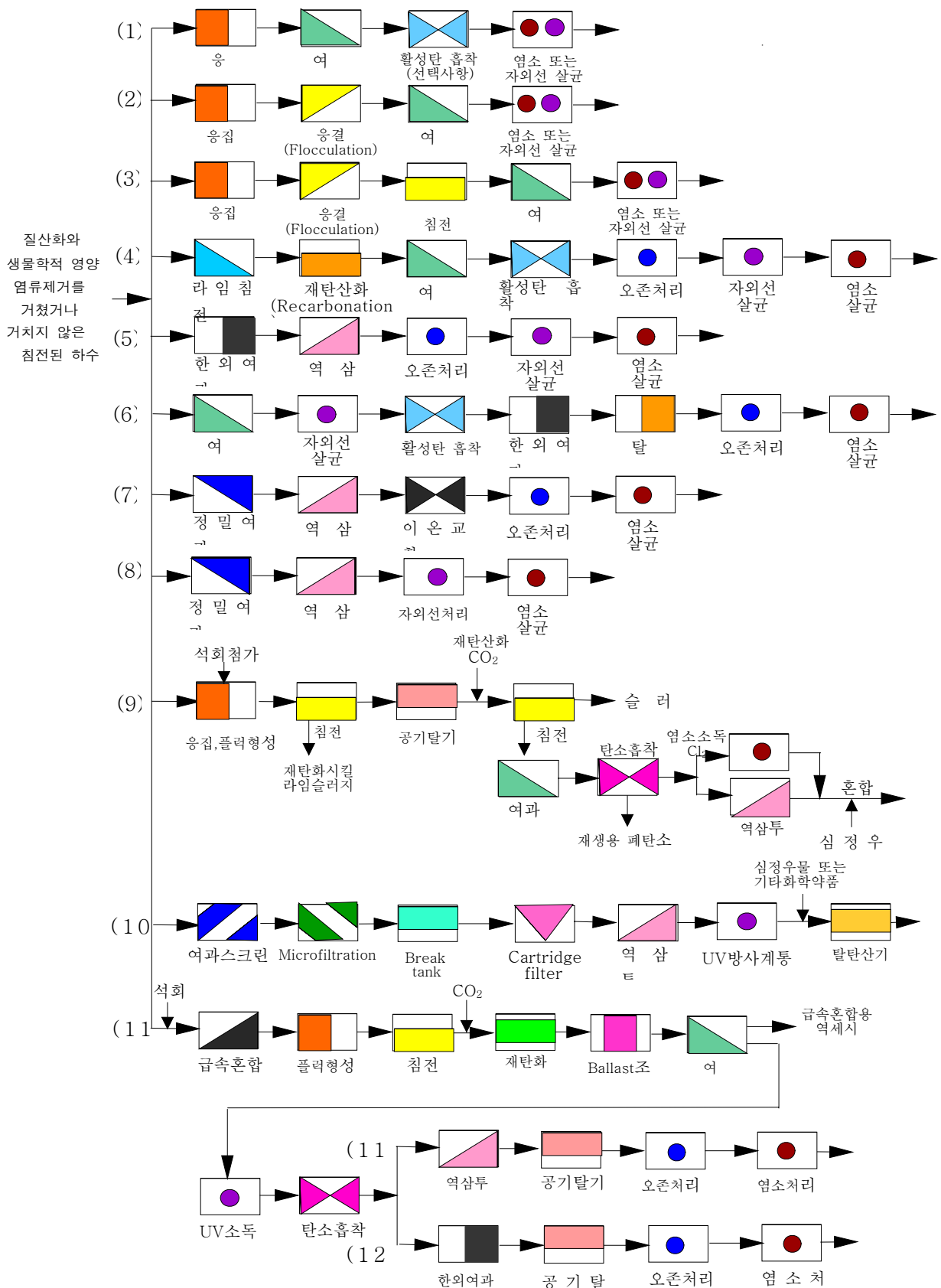
- ① 기존처리장에 3차 처리개념의 공정을 추가하는 경우와
- ② 기존 2차 처리공정처리수에 분리막을 추가하는 방안, 그리고
- ③ 처리장의 수처리공정을 MBR계열의 분리막 공정으로 개체하고 처리수를 다시 R/O등을 통하여 고도화시키는 방안 등이 있다.

<표> 고도재생처리 사례 (유량 및 농도는 평균값)

처 리 장	Flow (m ³ /day)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	주처리 공정
Graceville, FL, USA	4,160	<2.5	<0.50	SBR BNR + 여과
Maryland, MA, USA	8,330	4.8	0.21	혐기 + 산화구 + Bio P
Fiesta Village, FL, USA	18,930	1.0	0.19	Packed bed 분리 후탈질 + 화학적 P제거
City of Dunedin, FL, USA	22,710	2.3	0.31	Packed bed 분리 후탈질 + 화학적 P제거
Parkway, MD, USA	29,900	4.1	0.41	BNR + 화학적 P제거
City of Daytona Beach, FL, USA	37,850	2.8	<0.50	Packed bed 분리 후탈질 + 화학적 P제거
River Oaks, FL, USA	37,850	1.4	0.30	질산화 + 후탈질 + 화학적 P제거
Eastern Water Reclamation, FL, USA	43,150	3.9	0.39	분질 질산화/탈질 + RA발효이용 Phostrip + 여과 + 화학적 P제거
H.L. Mooney, VA, USA	68,130	<3.0	0.10	AS + 분리 후탈질 + 화학적 인제거
Piscataway, MD, USA	94,620	4.9	0.09	Step Feed BNR + Chemical P
Himmerfjärden Grödinge, Sweden	95,000	4.8	0.48	유동상 + 여과 + 화학적 P제거
Truckee Meadows Reno, NV, USA	151,400	2.0	0.34	Modified Phostrip + Trickling Filters + 여과 + 유동상 후탈질
평균값	47,850	3.12	0.32	후탈질 활용: 6 공정 자체 고효율화: 6 화학적 인제거(Phostrip 포함): 10개소 화학적 인제거 미사용: 2개소



<그림> 대표적인 고준위 처리공정



<그림> 전형적인 2차 하수처리수의 재처리공정(Metcalf & Eddy, 2004)

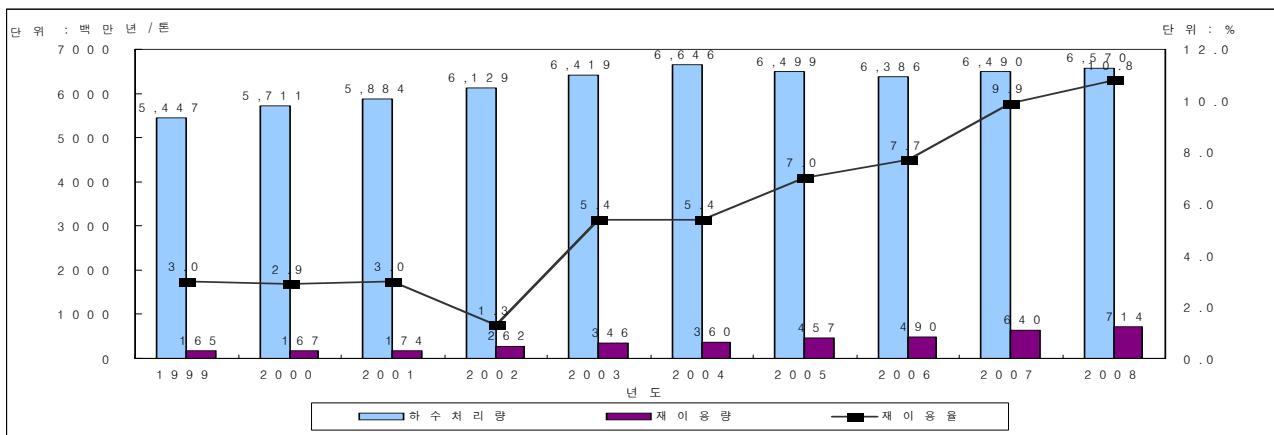
[부록 6]

국내·외 하수처리수 재이용 현황

1. 국내 하수처리수 재이용 현황

○ 2008년말 기준으로 전국에 가동중인 하수처리시설의 하수처리량은 연간 66억톤이며, 하수처리수 재이용량은 10.8%인 7.14억톤으로서 전년도에 비해 증가

- 절반 이상(4.0억톤, 56%)을 세척수·청소수·냉각수 등 장내 용수로 재이용하고, 나머지(3.1억톤, 44%)는 하천유지용수·공업용수·농업용수 등의 장외 용수로 재이용



<용도별 재이용현황>

연도	구분	계	장내용수							장외용수				
			소계	세척수	냉각용수	청소수	희석용수	식수대살수	기타	소계	하천유지용수	농업용수	공업용수	기타
2008	재이용량 (천m³/년)	712,019	401,541	155,727	61,066	37,936	8,896	4,357	133,559	310,478	213,537	60,840	15,045	21,056
	비율(%)	100	56.3	21.9	8.6	5.3	1.3	0.6	18.8	43.6	29.9	8.5	2.1	3.0
2007	재이용량 (천m³/년)	641,914	371,980	151,712	54,568	32,614	9,131	4,453	119,502	269,934	193,623	40,383	9,899	26,029
	비율(%)	100	57.9	23.6	8.5	5.1	1.4	0.7	18.6	42.1	30.2	6.3	1.5	4.1
2006	재이용량 (천m³/년)	490,866	244,880	115,230	32,566	18,642	8,139	1,000	69,303	245,986	196,816	29,347	6,919	12,904
	비율(%)	100	49.9	23.5	6.6	3.8	1.7	0.2	14.1	50.1	40.1	6.0	1.4	2.6

자료 : 『'08년도 공공하수처리시설 운영관리 실태분석 결과』, 2009, 환경부

2. 국외 하수처리수 재이용 현황

○ 각국의 재이용 현황

구 분	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%

○ 일본

- 일본하수처리수 재이용율은 2005년 1.4%(약 2억m³/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.

용 도	처리장(개소)	재이용수량(m ³ /년)	비율(%)
1. 수세식화장실용수(중수도, 잡용수)	43	6,591,937	3.36
2. 환경용수		115,435,450	58.92
1) 조경용수(옥내)	5	952,866	0.49
2) 조경용수(옥외)	82	47,387,083	24.19
3) 친수용수(옥내)	1	29,565	0.02
4) 친수용수(옥외)	17	3,269,149	1.67
5) 하천유지용수	8	63,796,787	32.56
3. 용설용수	35	42,599,089	21.74
4. 수목살수(옥내)	5	4,626	0.00
5. 수목살수(옥외)	68	1,325,749	0.68
6. 도로청소 및 살수	34	65,424	0.03
7. 공사현장의 청소, 살수	43	213,784	0.11
8. 농업용수	28	11,629,799	5.94
9. 공업용수	3	2,806,917	1.43
10. 사업소, 공장 직접공급	47	15,242,744	7.78
합 계	241	195,915,518	-

자료 : 일본 하수도협회 자료(2007년).

○ 미 국

- 미국의 재이용수의 용도는 주로 농업용(관개용)으로 가장 많이 이용되고있으며, 특히, 캘리포니아주는 미국 전체의 25%인 1억 4천만 m^3 의 처리수가 농업 및 관개용수로 재이용되고 있다.
- 용수원 확보가 곤란한 아리조나, 캘리포니아, 콜로라도, 텍사스와 같은 건조한 남부 및 남서부 지역에서 실시
- 플로리다 및 사우스캐롤라이나와 같은 습윤지역에서도 수질오염의 방지를 목적으로 재이용 실시
- 재이용의 특징은 보건위생상의 관점에서 주로 관개용 또는 공원과 골프장과 같은 비음용수로의 재이용만을 고려해 왔으나, 용수원의 확보가 어려운 일부 지역에서는 간접음용수로의 재이용을 계획 중

○ 싱가포르(Newater사업)

- 주요상수원 : Local catchment, Imported water, Newater, Desalinated water
- 문제점
 - Johor water 말레이시아 수입(전체75%) : 2011년 협정 만료 후 원수공급량 감소
 - Local catchment(우수) 제한적 : 국가 생존차원에서 대체 수자원 확보 시급
- 향후 개발 상수원 : 해수 담수화, 하수처리수 재이용용수를 Newater통해 수급 계획

구 분	처리장명	용 량	가동현황	비 고
1	Bedok	23,000 m^3 /d	2003 ~	
2	Kranji	34,000 m^3 /d	2003 ~	
3	Seletar	19,000 m^3 /d	2004 ~	
4	Ulu Pandan	95,000 m^3 /d	2007 ~	
5	Terminal 3	80,000 m^3 /d	2010 예정	
Total		251,000 m^3 /d		

<표> 2006년 하수처리수 재이용사업(6개소)

처 리 장 항 목		전남강진	충남공주	전남여수	경기도산	인천송도	충남천안
하수처리시설 설계유량(m ³ /d)		8,000	35,000	110,000	57,000	13,000	150,000
하수처리 공정		SBR	HBR-II	ASP	ASP	Biotry-R	DNR HANT
하수처리 설계방류 수질 (mg/L)	BOD	2.0	6.0	-	6.4	10.0	-
	COD	5.0	8.8	-	10.7	20.0	-
	SS	5.4	3.1	-	3.9	10.0	-
	T-N	-	13.3	-	-	15.0	-
	T-P	-	0.5	-	-	2.0	-
재이용 설계유량(m ³ /d)		8,000	10,000	43,200	12,000	30,000	30,000
재이용 공정		SBR처리수 단순공급	여과소독 시설, 펌프장	-	여과+R/O	사여과+활성 탄+염소소독	HANT
재이용용도		농업 용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수	공업 용수	복합용수 (청소·화장 실,조경,천수 용수)	하천 유지 용수
재이용 설계방류 수질 (mg/L)	BOD	2.0	5.0	-	2.0	6.0	-
	COD	5.0	-	-	2.0	10.0	-
	SS	5.4	-	-	1.0	5.0	-
	TN	-	10.0	-	-	15.0	-
	TP	-	1.0	-	-	2.0	-
	대장균군수 (개/ml)	-	1000	-	-	불검출	-
	색도	-	40	-	-	10.0	-
재 이 용 시설비용	공급관망제외	1억원	36억원	19억원		-	-
	전체	12억원	95억원	50억원	170억원	200억원	80억원
운영방법		직영	위탁	-	-	위탁(민자)	직영

<표> 2007년 하수처리수 재이용사업(신규 6개소)

처리장 항목		목포남해	고 창	구 미	보 성	고 령	고 흥
하수처리시설 설계유량(m ³ /d)		100,000	16,000	330,000	3,000	6,000	4,000
하수처리 공정		NPR+여과	표준 활성+여과	-	산화구+ 고속응집 침전	DNR	SBR
하수처리 설계방류 수질	BOD	10	5.8	-	5.0	-	5.2
	COD	15	6.5	-	10.0	-	12.0
	SS	10	4.3	-	5.0	-	16.0
	TN	15	11.1	-	10.0	-	
	TP	1.6	0.5	-	1.0	-	
재이용 설계유량(m ³ /d)		35,000	11,000	105,000	2,500	4,500	4,000
재이용 공정		처리수 단순공급	처리수 단순공급		처리수 단순공급	여과 및 소독시설	-
재이용용도		하천 유지 용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수, 조경 용수	하천 유지 용수, 인공 생태 하천 조성	하천 유지 용수	하천 유지 용수, 공원 관리 용수
재이용 설 계 방 류 수 질	BOD	7	2급수	-	5.0	6.0	-
	COD	11.3	-	-	10.0	24.8	-
	SS	3.0	-	-	5.0	6.0	-
	T-N	9.0	-	-	10.0	12.0	-
	T-P	0.9	-	-	1.0	1.2	-
	대장균군수	-	-	-	-	-	-
	색도	-	-	-	-	-	-
재이용 시설비용	공급관망 제외	8억원	30억원	-	-	-	11억원
	전체	15억원	43억원	40억원	7억원	10억원	30억원
운영방법		직영	-	-	위탁	위탁	직영

<표> 2008년 하수처리수 재이용사업(신규 5개소)

처리장 항 목		부 여	익 산	상 주	경 산	제 주(판포)
하수처리시설 설계유량(m ³ /d)		15,000	100,000	26,000	40,000	5,000
하수처리 공정		HBR- II	표준활성	BSTS- II	-	ECRs
하수처리 방류수질 (‘08)	BOD	9.0	3.9	2.5	2.1	-
	SS	9.0	1.3	1.5	1.60	-
	TN	14	19.5	8.03	4.8	13.6
	TP	1.5	0.7	1.05	0.9	1.6
재이용 설계유량(m ³ /d)		8,000	20,000	20,000	30,000	5,000
재이용 공정		자외선소독	MF+RO	처리수 단순공급	처리수 단순공급	탈염시설
재이용용도		유지 용수	공업용수	하천 유지, 농업 용수	하천 유지 용수	농업용수
재이용 설계 방류 수 질	BOD	5	1	0.88	2.1	-
	SS	10.0	1	2.4	1.6	-
	T-N	10.0	3	10.5	4.8	-
	T-P	1.0	0.1	1.25	0.9	-
	대장균군수	1,000	-	200	-	-
재이용 시설비용	공급관망 제외	-	-	-	-	-
	전체	25억원	210억원	56억원	66억원	55억원
운영방법		직영	-	-	-	-

<표> 2009년 하수처리수 재이용사업(신규 12개소)

처리장 항 목		대구 (서부)	대구 (안심)	굴포천	고양 (원능)	평택 (통복)	양주 (광백)
하수처리시설 설계유량(m ³ /d)		520,000	47,000	900,000	80,000	75,000	-
하수처리 공정		-	-	BNR	CSBR	CNR	-
하수처리 방류수질 (’08)	BOD	2.7	0.7	6.3	2.5	10	-
	SS	3.1	0.7	4.5	2.4	10	-
	TN	4.0	6.7	7.6	6.6	20	-
	TP	1.2	0.3	0.69	0.2	2	-
재이용 설계유량(m ³ /d)		26,000	40,000	75,000	30,000	45,000	20,000
재이용 공정		처리수 단순공급	처리수 단순공급	응집+중력식 섬유여과+ 오존산화	처리수 단순공급	MF	처리수 단순공급
재이용용도		하천 유지 용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수
재이용 설 계 방 류 수 질	BOD	10	10	3	10	4.6	10
	SS	-	-	3	-	3.5	-
	T-N	10	10	-	10	9.1	10
	T-P	1	1	0.5	1	0.4	1
	대장균군수	<1,000	<1,000	불검출	<1,000	-	<1,000
재이용 시설비용	공급관망 제외	-	-	-	-	-	-
	전체	72억원	70억원	110억원	173억원	147억원	15억원
운영방법		-	-	-	-	-	

<표> 2009년 하수처리수 재이용사업(신규 12개소)-계속

처리장 항 목		의왕 (부곡)	천안, 성환	당진	영암	경주	구미 (원평)
하수처리시설 설계유량(m ³ /d)		15,000	180,000	15,000	5,500	110,000	60,000
하수처리 공정		DNR	-	SDPR	산화구법	혐기호기 +여과소독	DNR
하수처리 방류수질 (’08)	BOD	2.2	12.6	6.7	3.0	2.0	3.3
	SS	2.0	4.7	6.3	3.5	1.2	3.9
	TN	13.0	13.1	15.1	9.9	5.6	8.0
	TP	0.3	0.69	1.39	0.89	0.3	0.68
재이용 설계유량(m ³ /d)		5,200	150,000	12,000	5,500	80,000	60,000
재이용 공정		처리수 단순공급	약품투입+ 여과	처리수 단순공급	여과	처리수 단순공급	처리수 단순공급
재이용용도		도로청소	농업용수	하천 유지 용수	농업용수	하천 유지 용수	하천 유지 용수
재이용 설 계 방 류 수 질	BOD	10	20	4.0	4	2.1	10
	SS	-	4	5.0	5	1.2	-
	T-N	10	10	10.0	10	7.5	10
	T-P	1	1	1.0	1	0.1	1
	대장균군수	<1,000	-	-	-	-	<1,000
재이용 시설비용	공급관망 제외	-	-	-	-	-	-
	전체	38억원	100억원	85억원	10억원	158억원	28억원
운영방법		-	-	-	-	-	-