KEI
사업보고서
2017-08-02

녹색경제협동연구

경제 · 인문사회연구회 협동연구 총서 17-52-02

환경기반시설 사업 · 투자의 타당성 · 효과성 평가사업 (Ⅰ)

문현주 | 김현노 | 정석환 | 김시현

KEI 한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

연구진

연구책임자 문현주 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

참여연구원 김현노 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)

정석환 (한국환경정책·평가연구원 연구원)

김시현 (한국환경정책·평가연구원 연구원)

연구자문위원 (가나다 순)

김익재 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)

김종원 (국토연구원 선임연구위원)

김종호 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

박규홍 (중앙대학교 사회기반시스템공학부 교수)

조희송 (환경부 수도정책과 과장)

ⓒ 2017 한국환경정책·평가연구원

발행인 조 명 래

발행처 한국환경정책·평가연구원

(30147) 세종특별자치시 시청대로 370

세종국책연구단지 과학·인프라동

전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799

http://www.kei.re.kr

인 쇄 2017년 12월 26일

발 행 2017년 12월 31일

등 록 제 2015-000009호 (1998년 1월 30일)

ISBN 979-11-5980-191-4 93530

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.

문현주 외(2017), 「환경기반시설 사업·투자의 타당성·효과성 평가사업 (I)」, 한국환경정책·평가연구원.

값 9,000원

경제·인문사회연구회 협동연구 총서

“녹색경제협동연구”

- 환경기반시설 사업·투자의 타당성·효과성 평가사업 (Ⅰ) -

1. 협동연구 총서 시리즈

협동연구 총서 일련번호	연구보고서명	연구기관
17-52-01	[총괄] 녹색경제 성과 확산	한국환경정책·평가연구원
17-52-02	환경기반시설 사업·투자의 타당성·효과성 평가사업(Ⅰ)	한국환경정책·평가연구원
17-52-03	환경유해보조금 추계 및 개편 방향 연구	한국환경정책·평가연구원
17-52-04	사회적 경제를 활용한 친환경 소비 확산방안 연구	한국환경정책·평가연구원
17-52-05	자연혜택 평가를 통한 지역경제 활성화 방안(Ⅱ)	한국환경정책·평가연구원
17-52-06	메콩유역의 기후변화 대응 식량안보와 지속가능한 물관리 정책연구	한국환경정책·평가연구원

2. 참여연구진

연구기관		연구책임자	참여연구진
주관 연구기관	한국환경정책·평가연구원	문현주 선임연구위원 (총괄책임자)	김현노 부연구위원 정석환 연구원 김시현 연구원

서 언

1980년대 이후 집중적으로 설치된 물 인프라시설은 대한민국 발전의 역사와 함께 해온 사회기반시설로서, 경제와 국민들의 생활에 필수적이고 중요한 역할을 수행해 왔습니다. 그러나 국내 인프라의 노후화가 빠르게 진행되고 있을 뿐 아니라 기후변화의 영향과 사회적 변화로 기존 인프라에 대한 재투자 필요성이 커지고 있습니다. 이에 따른 재정부담이 가중되고 있는 상황에서 상하수도시설도 국가 자산의 측면에서 관리하여 재정 효율화를 도모할 필요성이 제기되고 있습니다.

노후 인프라에 대한 투자대안은 재건설이나 개선·보수와 같이 다양한 대안이 있을 수 있지만, 이 중에서도 우선순위를 고려한 효과적이며 효율적인 대안을 찾는 것이 재정 효율화에서 핵심이라 할 것입니다. 이에 따라 본 연구는 인프라 투자정책 대안에 대한 타당성을 평가할 수 있는 체계를 제시하고자 한 것으로, 시의적절한 정책 연구라고 할 수 있습니다. 본 연구는 인프라 투자대안에 대해 자산관리 측면에서 타당성을 평가할 수 있는 평가체계를 제시하면서 이를 적용하기 위한 기반 마련을 위한 정책과제를 제시하고 있습니다. 본 연구가 지속가능한 상하수도 서비스를 제공할 수 있는 사회적 환경을 조성하고, 정책적 변화를 이끌어 내는 기반이 되기를 바랍니다.

끝으로 본 연구를 수행한 한국환경정책·평가연구원 정책연구본부 물환경연구실 문현주 박사 외의 연구원들께 감사를 표합니다. 바쁘신 와중에도 자문을 통해 연구에 도움을 주신 김종원 국토연구원 부원장, 박규홍 중앙대학교 교수, 조희송 환경부 과장님, 그리고 우리 원의 김종호 박사, 김익재 박사께도 깊은 감사를 드립니다.

2017년 12월

한국환경정책·평가연구원

원 장 **조 명 래**

일러두기

본 보고서의 내용 중 표와 그림에 별도 출처표시를 하지 않은 것은 저자 작성임을 알려드립니다.

국문요약

상하수도사업은 필수적 서비스 혹은 공공재적 서비스의 공급을 위한 사업으로서, 투자 타당성 및 효과성 평가가 적정하게 이루어지지 않고 계획 및 재정투입이 이루어졌으며, 국가재정이 투입된 사업의 효과성에 대한 평가도 적정하게 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히 상하수도사업의 경우 자산관리 및 전략적 재정체계 구축 미비로 노후화된 시설에 대한 재투자 등 시설 투자·관리계획의 적정성 및 재정 지속가능성이 담보되지 못하고 있다.

본 연구는 환경기반시설 사업·투자의 타당성, 효과성을 평가하는 체계를 정립하고 시설·사업 분야별 평가를 통해 지속가능한 투자전략 및 관련된 국가정책과 재정투자를 효율화하기 위한 방안 마련을 목적으로 하며, 1차연도 연구로서 환경기반시설(상하수도 중심) 사업·투자의 타당성, 효과성을 평가하는 체계를 정립하고 투자 타당성·효과성 평가체계 적용을 위한 실행 계획을 제시하였다.

○ 국내 물 서비스 사업·투자 구조 분석

물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조와 물 서비스 분야의 현안, 미래전망 및 정책과제를 분석하고, 투자 타당성·효과성 평가의 필요성과 활용방향을 도출하였다.

물 서비스를 위한 인프라사업은 필수적인 공익사업으로 공공 주도의 사업구조를 가지고 있다. 상하수도사업은 지자체가 사업자로서 계획하고 공급하며, 국가는 서비스에 대한 국가목표 및 정책적 기준을 설정하여 추진한다. 공익사업의 특성상 사회적·환경적 변화에 따른 서비스 수요변화는 시장에서 그 가치변화가 반영되기는 어려우므로 사업주체인 공공이 계획과 정책목표에 이를 반영하도록 노력한다. 국가는 사업 추진을 위한 재정·정책적 지원과 사업에 대한 관리를 통해 서비스의 효율적·합리적인 공급이 이루어질 수 있도록 촉진하는 역할도 한다.

지금까지(1996~2015) 상하수도 서비스 공급의 정책적 목표 설정과, 목표 달성을 위한 사업자의 재정투입 및 국가지원계획과 그 이행실적에 대해 분석하였으며, 국가재정지원체

계의 구조를 분석하였다.

상하수도 부문은 물의 합리적인 이용과 관리를 위한 필수적인 공익 서비스의 효과적 공급이라는 기본적 과제에 더해서 환경적·사회적 변화와 더불어 여러 과제에 직면하여 있다. 상하수도 인프라시설의 노후화로 시설 재투자수요가 나타나고 있으나 상하수도사업의 재정적 건전성 취약과 자산관리 미비 등으로 어려움에 당면하고 있어 효율적 투자 및 재정운영을 통한 서비스 지속가능성 제고의 필요성이 중요한 과제로 대두되고 있다.

사회적·환경적인 변화로 새로운 공공 서비스에 대한 재정적 수요가 생기고 있는 것도 당면한 정책과제이다. 기후변화에 대응하여 하수도사업 범위는 도시침수 등으로 인한 재난방지 서비스의 범위로 확대가 되고 있다. 따라서 침수방재, 우수 서비스 등의 새로운 공공서비스를 위한 투자와 재정방안의 마련이 필요하다. 또한 악취방지에 대한 요구가 높아지는 등 사회적으로 선호되는 서비스와 가치의 변화를 반영한 정책목표 설정과 투자가 필요하다.

이러한 수요를 충족시키기 위한 투자의 타당성과 효과성은 서비스 공급을 위한 합리적인 비용과 그 부담을 통해 서비스 수요와 공급의 합리화를 가져올 수 있도록 하며, 효과성에 기반하여 투자수요에 대한 우선순위를 설정함으로써 사업의 전략적 재정과 재정지원체계의 효과적 운영에 활용될 수 있다. 따라서 지속가능한 서비스를 위한 투자전략과 재정투자의 효율화에 활용을 위한 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성을 평가할 수 있는 체계가 필요하다.

현재 상하수도 인프라 투자에 대해서는 타당성평가체계가 미비한 실정이다. 특히 인프라 시설의 노후화에 따른 재투자 필요에 대해서는 타당한 투자계획 수립의 기준이 미비한 상황에서 투자 시급성에 따른 국고지원체계 운영 및 민간투자사업 등이 진행되고 있어 투자 타당성·효과성 기준 및 평가체계 마련의 필요성이 더욱 부각되고 있다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 사례 분석

인프라 투자 타당성평가체계 사례를 투자평가체계와 최적 투자계획 측면에서 분석하여 시사점을 도출하였다.

국내외에서 인프라에 대한 투자 타당성평가체계를 분석해 본 결과, 다양한 형태의 인프라

관리 및 평가체계가 있는 것으로 확인되었다. 미국과 영국 같은 선진국의 경우 자산관리시스템과 회계기준, 경제적 유인책을 포괄하는 정교한 인프라 자산관리시스템이 운영되고 있다.

미국의 CMOM은 체크리스트를 제공하여 설비 운영자가 자가진단을 하고, 자료를 수집함으로써 예방적인 대책을 수립하도록 지원하며, GASB 34는 회계기준과 보고체계를 통해 운영자가 필요한 데이터를 생산해 내고 기준에 부합되는 재정운영을 계획할 수 있도록 유도하는 프로그램이다. 자산관리와 전략적 재정체계의 적용을 유도하고 지원하기 위한 활용가능한 도구로서 시사점이 있다.

영국의 OFWAT는 가격상한제, 자본적지출유인제도, 자산관리평가와 같은 여러 메커니즘을 통해 사업자의 효율성을 촉진하는 한편 경제적으로 규제하고 있다. 민영화된 공익사업자에 대한 규제로서, 합리적이고 타당한 투자에 대한 기준을 설정하고 투자를 유인하는 체계(CIS)는 공익 서비스에 대한 적정한 서비스 기준 혹은 장애(risk) 기준 설정에 참고가 될 수 있을 것이다. 자산관리평가(AMA)의 항목과 평가방법도 자산관리를 통한 합리적 투자계획 도출을 위한 기반설정 및 평가체계 구축에 참고가 된다.

또한 ISO 자산관리 표준은 국제적으로 통용되는 표준이며, 국제표준은 국가표준화하여 활용되고 있으므로, 국내의 상하수도사업에 있어서도 앞으로 이러한 표준체계를 따라야 할 필요가 있다.

반면 국내에서는 시설에 대한 재투자수요를 파악한 경우와, 노후도에 대한 상태평가, 성능평가 등을 한 사례가 있고, 최근 'R-사업' 즉, 시설 재투자사업에 대한 민간투자사업 타당성평가 지침이 나왔으나, 자산관리 개념을 통한 시설 평가와 재정지원시스템의 3연결과 같은 통합적인 체계가 구축되지는 못한 상태이다.

자산관리에 따른 최적 투자계획 사례로는 미국과 일본의 사례를 중점적으로 살펴보았다. 미국의 경우 포괄적 성능평가(CPE)와 종합개선프로그램(CCP)을 순차적으로 시행한다. CPE를 통해 성능개선의 방향(개보수, 재설치 등)을 설정하고 성능개선이 가능하다고 판단된 경우에는 CCP를 수행함으로써 개선가능한 성능제한인자 개선방안을 마련한다. 한편 일본에서는 지자체들이 스스로 신설이나 증설뿐 아니라 개축을 통한 시설의 장수명화를 도모하도록 하기 위해 생애주기비용을 산정하여 개축으로 인한 장수명화 시의 생애주기비용이 바로 시설을 신설할 경우의 생애주기비용보다 적을 경우, 정부에서 개축비용에 대해

보조 지원하고 기술개발 연구를 지원하는 제도를 시행하고 있다. 이처럼 지자체가 스스로 자산관리 개념을 도입하여 투자계획을 수립하도록 하는 체계는 국내에도 의의가 있을 것으로 판단된다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 제안

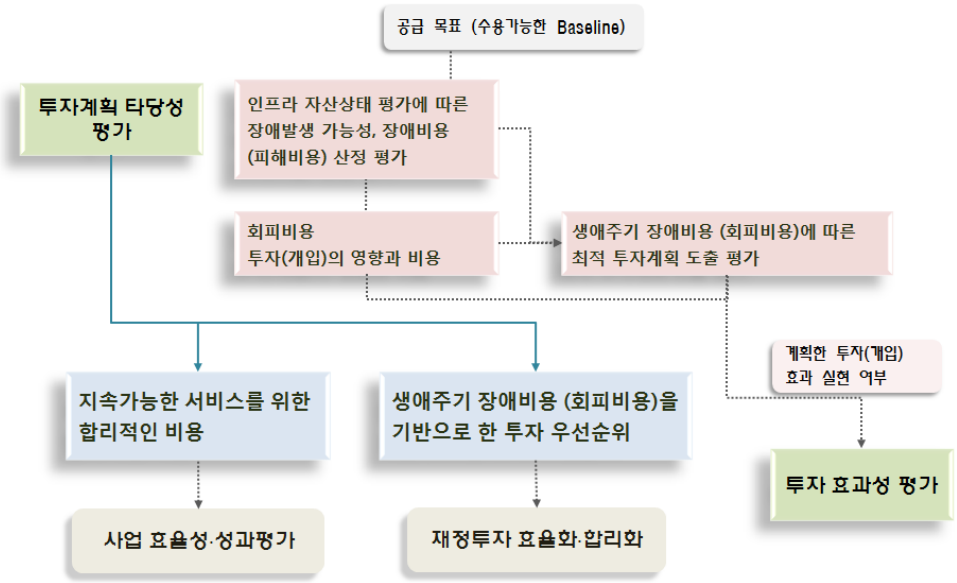
상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계를 설계 및 제시한다. 상하수도 인프라 자산관리와 시설 투자계획의 타당성 및 상하수도사업의 전략적 재정계획과 재정투자의 효율성, 효과성을 평가할 수 있는 평가체계를 구축·제시하였다.

상하수도 인프라 투자는 인프라 서비스의 수용가능한 성능을 설정하고 이러한 목표 달성과 건전한 계획 수립을 위해 전략적 재정계획을 수반하여야 한다. 이때 인프라 투자에 대한 타당성·효과성 평가체계가 사용된다. 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가는 이러한 흐름에 따라 설정된 수용가능한 사업계획 이행을 위한 투자수요에 대해 그 타당성과 효과성을 평가하는 체계이다. 시설·사업 투자의 타당성평가는 자산관리를 통한 자산의 생애주기 회피비용 관점에서 수요(정책목표)를 충족시키기 위한 비용 및 투자의 효율성·타당성에 대한 평가이며, 시설 사업 투자의 효과성 평가는 투자가 계획한 효과의 실현에 대한 평가(feedback)이다.

투자의 타당성평가의 내용은 인프라 자산상태의 평가에 따른 장애발생 가능성과 장애비용(시설 장애에 따른 피해비용)에 대한 평가를 바탕으로 그러한 장애를 개선(회피)하기 위한 자산관리 기반의 투자(혹은 개입)의 영향과 투자비용을 산정하여 시설의 생애주기 장애비용(혹은 장애회피비용)에 따른 최적 투자계획 도출 여부를 평가한다.

투자 타당성평가 항목(안)을 투자 필요성(장애가능성, 장애비용), 투자비용(회피비용), 투자효과(장애비용 저감효과)로 구분하여 제시하였다. 이러한 평가 요소들을 분석하기 위한 기반으로서 먼저 i) 인프라시설의 장애가능성 평가를 위해서는 먼저 자산(시설)에 대한 인벤토리가 구축되어야 하며, 장애가능성을 평가할 수 있는 방법도 정립되어야 한다. 이러한 방법에 대해서는 여러 방법론이 가능하나, 점수화 방식이 현실적으로 간단한 방식으로 제안될 수 있다. 또한 ii) 기준이 되는 시설성과를 달성하기 위한 투자계획은 자산관리에 따른

생애주기 최적 투자계획으로 도출되어야 하므로 자산관리체계의 적용이 필요하다. 투자계획 설정은 요소가 매우 다양하고 모형 설정이 용이하지 않아 직접적으로 평가체계화하는 것은 어려울 수 있으므로, 자산관리시스템을 미리 구축하고 그에 기반하여 투자계획이 도출되었는지를 평가하는 방법이 제안될 수 있다. 또, 수립된 투자계획이 자산생애주기 개념에서 효율적인 투자계획임을 보여 주도록 함으로써 평가하는 방법이 제안될 수 있다.



현재 상하수도사업에 대한 성과평가는 서비스를 제공하기 위한 투입과 공정의 적정성을 기준으로 운영효율성을 평가하는 체계로 운영되고 있으며, 재정의 지속가능성에 대한 구체적인 평가와 투자효율성에 대한 평가체계는 미비한 실정이다. 따라서 투자에 대한 효율성 평가 및 재정적 지속가능성 평가의 도입과 함께, 운영효율성에 대해서 기존의 투입/공정 중심적인 평가 항목을 성과평가 항목으로 전환하여 사업성과에 대한 평가로 이루어질 수 있도록 개선 방안을 제시하였다. 투자효율성 평가는 자산관리시스템의 운영과 그에 기반한 투자계획 여부에 대한 평가로 이루어지도록 하며, 재정적 지속가능성에 대한 평가에는 기존의 요금현실화와 같은 단편적 평가 항목뿐 아니라 전략적 재정체계의 구축 여부 및 전략적

재정체계와 지속가능한 재정체계를 실현할 수 있는지에 대한 평가가 포함되어야 할 것이다. 자산관리시스템과 전략적 재정시스템의 운영 등 시스템 구축 및 운영에 대한 평가 항목(안)을 제시하였다. 또한 성과의 평가결과는 각 사업자에 피드백할 수 있는 체계를 구축할 필요가 있다.

재정투자의 효율성·효과성은 각 사업 인프라의 수용가능한 성과기준을 달성하기 위해 필요한 효율적인 투자를 대상으로 투자의 효과성(장애비용 저감)이 높은 투자를 지원하는 것으로 평가될 수 있을 것이다. 투자의 성과인 장애비용 저감과 저감의 효율성(장애비용 저감 단위당 투자비용으로 서비스 장애 개선 인당 사업비 등으로 대표될 수 있다)을 재정투자의 효과성·효율성의 기준으로 설정할 수 있을 것이다.

국가의 재정지원은 지원사업의 사회적 중요성이나 투자의 효율성뿐 아니라 재정지원의 필요성이 지원 우선순위 설정에 중요한 요소이므로, 사업의 공공성에 따른 공공투자 필요성, 투자자본 조달의 어려움에 따른 초기자본 조달 지원 필요성 등이 고려될 필요가 있다.

평가체계 적용의 요소인 상하수도 인프라 자산의 장애가능성 및 장애비용 평가방법을 살펴보고, 점수화 방법을 이용한 장애가능성 및 비용의 평가 예시를 제시하였다. 또한 생애주기 최적 투자에 따른 비용산출 및 타당성평가를 예시하였다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 실행의 과제 및 활용

제시된 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 시행을 위한 과제와 활용 방안을 제시하고 평가체계 적용을 위한 상하수도사업 운영 기반을 조사·분석하였다.

상하수도 인프라 투자의 타당성평가체계는 먼저 i) 상하수도 노후시설 개보수사업의 타당성평가를 위한 기준 마련에 활용될 수 있다. 또한 ii) 지속가능한 상하수도 서비스를 위한 자산관리 및 (재)투자 기준 설정과 그를 위한 재정운영전략 마련에 활용될 수 있다. 한편, 자산관리에 기반을 둔 합리적인 재투자수요와 투자효율성 개념을 적용해 iii) 상하수도 노후시설 재투자에 대한 재정지원 구조와 우선순위 설정의 기준 마련에 활용될 수 있을 것이다.

이러한 평가체계를 적용하기 위해서는 먼저 상하수도 서비스 공급에 대한 정책적 기준이 확립되어야 한다. 이 기준은 서비스에 대한 사회적 가치와 환경의 변화 등을 고려하여 합리적으로 설정되어야 할 것이다. 또한 인프라 자산관리와 투자효율화를 위한 시스템 구축이

수반되어야 하고, 전략적 재정체계가 필요하다. 이를 위해 인프라시설의 자산평가 및 자산관리계획 수립 가이드라인 제공, 전략적 재정지원 매뉴얼, 프로그램 개발 및 제공이 정책적 과제로 고려될 수 있다. 또한 기구적 구조로서 i) 상하수도 서비스에 대한 정책적 목표를 설정하고 정책적 지원의 역할을 지닌 중앙정부(환경부)와, ii) 상하수도사업을 시행하는 사업자인 지자체, 그리고 iii) 평가체계의 운영에 있어 중요한 전문적 규제자의 역할이 필요할 것으로 사료된다.

상하수도 투자 타당성평가체계를 적용하기 위한 기반을 자산관리와 재정운영 측면에서 조사·분석하였다. 먼저, 현재 『하수도정비기본계획』에 나타난 노후 하수처리시설 재투자 혹은 개선계획에 대해 투자계획 수립의 기준을 분석하여 자산관리 기반의 최적 투자 의사결정 측면에서 평가체계 적용 기반을 검토하였다. 다음으로, 상하수도사업의 운영사례를 기반으로 상하수도사업 자산관리 및 재정운영 현황을 분석하고 노후시설 개선계획(투자수요)에 나타난 자산관리 개념의 적용 및 재정전략을 파악함으로써 평가체계 적용의 기반과 적용을 위한 과제를 도출하였다.

주제어 : 자산관리, 상하수도, 인프라 투자, 타당성평가, 자산평가

차례

제1장 서론 ····· 1

1. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
2. 연구의 범위 ····· 2
3. 연구의 내용 및 추진 구조 ····· 3

제2장 물 서비스(인프라) 사업·투자 구조 분석 ····· 5

1. 환경기반시설 서비스의 지속가능성 ····· 5
2. 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조 ····· 8
   가. 물 인프라 서비스의 가치(편익) ····· 8
   나. 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조 ····· 11
3. 물 서비스 분야의 현안, 미래전망 및 정책과제 ····· 28
   가. 물 서비스(상하수도) 부문 현안과 정책과제 ····· 28
   나. 물 서비스(상하수도) 부문의 변화(미래전망)와 이슈 ····· 30
4. 물 서비스(상하수도) 부문 투자 타당성·효과성 평가의 필요성과 활용 ····· 41

제3장 인프라 투자 타당성평가체계 사례 분석 ····· 42

1. 인프라 투자 관련 국제적 이슈 ····· 42
2. 투자평가체계 사례 ····· 45
   가. 지자체 자체감사 프로그램과 정부회계기준 제시를 통한 자산관리시스템 ····· 45
   나. 영국 수도산업 자산관리평가 ····· 49
   다. ISO 상하수도 자산관리 표준 ····· 56
   라. 시설재투자 수요평가 ····· 59
   마. R(rehabilitate)-사업의 타당성분석 ····· 63
   바. 상하수도 성능평가 프로그램 ····· 67

3. 자산관리와 최적 투자계획 ····· 70
가. 자산관리 개념에 따른 최적 투자계획 ····· 70
나. 자산관리 개념에 따른 최적 투자계획 사례 ····· 71
[첨부] 영국 수도사업 자산관리평가(예시) ····· 84

제4장 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 ····· 91
1. 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가의 필요성 ····· 91
가. 투자 타당성평가체계 ····· 93
나. 투자 타당성평가 항목 ····· 97
다. 사업의 투자 타당성평가 ····· 99
라. 재정투자효율성·효과성 평가 ····· 102
2. 상하수도 인프라 자산 장애가능성·비용 평가 ····· 104
가. 장애가능성 평가 - Scoring 방법 ····· 106
나. 자산 장애비용 평가 예시 ····· 110
다. 생애주기비용에 따른 타당성평가의 예 ····· 111

제5장 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 실행의 과제 및 활용 ····· 113
1. 평가체계의 활용 ····· 113
가. 상하수도 노후시설 개보수사업의 타당성평가를 위한 기준 마련 ····· 114
나. 지속가능한 서비스를 위한 시설 및 (재)투자 기준 ····· 115
다. 상하수도 인프라 노후시설 재투자에 대한 재정지원 구조와 우선순위 기준 ···· 115
2. 평가체계 적용의 과제 ····· 116
3. 평가체계 적용과 재정정책 ····· 117
4. 평가체계 적용의 기구적 구조 ····· 119
5. 평가체계 적용 기반 조사 ····· 120
가. 하수처리시설 개선 수요 및 계획 분석 ····· 121
나. 상하수도사업 재정운영과 재정계획 구조와 문제점 ····· 128

다. 상하수도사업 자산관리 적용 기반과 사례 ····· 134
라. 상하수도 자산관리 지침 및 자료 현황 ····· 141

제6장 요약 및 추후 연구계획 ····· 143
1. 요약 ····· 143
2. 추후 연구계획 ····· 151

부록 ····· 161
Ⅰ. 투자사업 타당성평가 - 연구와 지침 사례 ····· 163
Ⅱ. 물 서비스의 편익과 타당성평가 ····· 168
Ⅱ-1. 물 서비스의 편익 ····· 168
Ⅱ-2. 물 환경 서비스의 투자 타당성평가 ····· 174
Ⅲ. 물 환경정책과 인프라 투자 ····· 185
Ⅲ-1. 물 환경정책의 변화와 발전 ····· 185
Ⅲ-2. 정책과 투자 의사결정 사례 ····· 192
Ⅳ. 자산평가 및 자산관리 ····· 198
Ⅳ-1. 자산관리 - 장애가능성 및 장애비용 도출 ····· 198
Ⅳ-2. ISO 상하수도시설 자산관리 표준 ····· 206
Ⅳ-3. 상하수도시설 성능평가 프로그램 ····· 211
Ⅴ. 우리나라 상하수도사업평가제도 ····· 218

Abstract ····· 225

표차례

〈표 2-1〉 물 지속가능성 확보를 위한 고려사항 ····· 7
〈표 2-2〉 물 관련 서비스 편익 ····· 9
〈표 2-3〉 상수도사업 서비스 정책목표(1996~2006년, 2007~2015년) ····· 13
〈표 2-4〉 하수도사업 서비스 정책목표(1996~2006년, 2007~2015년) ····· 13
〈표 2-5〉 상수도사업 서비스 정책목표(2020년/2030년) ····· 14
〈표 2-6〉 하수도사업 서비스 정책목표(2020년/2030년) ····· 15
〈표 2-7〉 상수도사업재정계획(2007~2015년) ····· 16
〈표 2-8〉 하수도사업재정계획(2007~2015년) ····· 16
〈표 2-9〉 상수도사업 재정수요(~2030년) ····· 17
〈표 2-10〉 하수도사업 재정수요(~2030년) ····· 17
〈표 2-11〉 상하수도사업 정책목표 이행률 ····· 18
〈표 2-12〉 상하수도사업계획 대비 실제 투자금액 비교 ····· 19
〈표 2-13〉 상하수도사업 투자재원 조달구조 비교(계획/실제) ····· 19
〈표 2-14〉 지원대상사업 및 국고보조(융자)율(상수도사업) ····· 21
〈표 2-15〉 사업별 국고보조율(하수도사업) ····· 22
〈표 2-16〉 타당성평가 면제 대상 ····· 24
〈표 2-17〉 물 관련 R-사업의 시설유형별 타당성판단 유형 분류(예시) ····· 26
〈표 2-18〉 상수관망의 노후화 정도(2015년 기준) ····· 31
〈표 2-19〉 상하수도시설 재투자수요 비용 추정 ····· 35
〈표 2-20〉 지역 규모별 상하수도시설 재투자수요 비용 추정 ····· 36
〈표 2-21〉 지방 상수도시설 노후도 정비사업 ····· 37
〈표 2-22〉 기후변화 적응을 위한 물 환경 관련 예산 ····· 38
〈표 3-1〉 상하수도 서비스 인프라 연평균 투자규모 전망 ····· 44
〈표 3-2〉 CMOM과 GASB 34를 충족하는 상하수도 자산관리시스템 구성요소 ····· 49

〈표 3-3〉 표준번호 및 주요 제정 내용 ····· 56
〈표 3-4〉 상하수도 자산관리 표준 주요 사항 ····· 58
〈표 3-5〉 사업 우선순위 검토를 위한 상태평가 기준 ····· 62
〈표 3-6〉 예비타당성조사 운용지침 제11조(면제사업) ····· 66
〈표 3-7〉 단계별 평가 점수 산정 및 판단기준 ····· 69
〈표 3-8〉 주요 단위 공정 역량 평가의 예 ····· 73
〈표 3-9〉 CIS 매트릭스: 인센티브 또는 페널티 ····· 84
〈표 3-10〉 전체 상하수도 서비스 수준에서의 CIS 기준 설정(예시) ····· 85
〈표 3-11〉 자산관리평가 항목(PR09) ····· 86
〈표 3-12〉 자산관리평가 점수 가이드라인 ····· 88
〈표 3-13〉 사업자의 자본유지 투자계획 금액 증가 또는 감소 시 AMA 조정 단계(예시) ···· 90
〈표 4-1〉 자산 장애가능성 평가방법 ····· 104
〈표 4-2〉 자산 장애가능성 평가 예시 (1) ····· 107
〈표 4-3〉 장애가능성 평가(총점 & 적합률)에 따른 개선 여부 판정 ····· 108
〈표 4-4〉 자산 장애가능성 평가 예시 (2) ····· 109
〈표 4-5〉 자산 장애비용 평가 예시 ····· 110
〈표 4-6〉 사례별 연평균 비용 비교 ····· 112
〈표 5-1〉 노후하수처리장 문제점 ····· 122
〈표 5-2〉 노후하수처리장 문제점 개선계획 ····· 123
〈표 5-3〉 주요 문제점별 개선계획 현황 ····· 124
〈표 5-4〉 사업 위험성 측면에서의 대응계획 유형 ····· 125
〈표 5-5〉 사회·환경적·정책적 배경 변화에 따른 대응계획 유형 ····· 127
〈부록 표 Ⅰ-1〉 투자사업 타당성평가 - 연구와 지침 사례 ····· 166
〈부록 표 Ⅱ-2〉 물 관련 서비스 편익 ····· 170
〈부록 표 Ⅱ-3〉 레크리에이션 용수의 수질개선에 따른 건강 편익 가치 평가 ····· 171
〈부록 표 Ⅱ-4〉 처리되지 않은 폐수배출로 인한 Bogota 강 오염의 경제적 영향(inaction 비용) ····· 173
〈부록 표 Ⅱ-5〉 생태하천 복원사업 업무처리지침에 근거한 지원대상 ····· 175

〈부록 표 Ⅱ-6〉 환경편익 추정 기법 ····· 177
〈부록 표 Ⅱ-7〉 물 환경 서비스 사업 비용편익분석의 시기와 범위 ····· 182
〈부록 표 Ⅱ-8〉 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 편익 항목(생태하천복원 사업을 중심으로) ···· 183
〈부록 표 Ⅲ-1〉 물 환경정책의 변화와 발전 ····· 191
〈부록 표 Ⅲ-2〉 새만금 주요 시설지표 ····· 193
〈부록 표 Ⅲ-3〉 내부토지이용계획의 친수활동 관련 용지의 수질관리 필요성 ····· 193
〈부록 표 Ⅲ-4〉 시나리오별/용도별 토지이용면적에 따른 비용 할당 ····· 195
〈부록 표 Ⅳ-1〉 자산관리 실패 상황 분류 ····· 199
〈부록 표 Ⅳ-2〉 실패가능성에 따른 순위 분류 ····· 201
〈부록 표 Ⅳ-3〉 자산의 실패 가능성과 직접적 관측의 연계 ····· 202
〈부록 표 Ⅳ-4〉 실패 계량화를 위한 비용 요소 - 전체 경제적 비용 ····· 203
〈부록 표 Ⅳ-5〉 상하수도 자산관리 표준 항목별 주요 내용 ····· 209
〈부록 표 Ⅳ-6〉 표준화문서의 목차 구성 ····· 210
〈부록 표 Ⅳ-7〉 일반기술진단의 범위 및 주요지표 ····· 211
〈부록 표 Ⅳ-8〉 기초평가 항목 가중치 및 조건 구분 예시 ····· 214
〈부록 표 Ⅳ-9〉 내시경평가의 예시 ····· 214
〈부록 표 Ⅳ-10〉 관체평가의 예시 ····· 215
〈부록 표 Ⅳ-11〉 설비현황 세부항목 및 내용 ····· 217
〈부록 표 Ⅴ-1〉 상하수도사업 운영 평가 비교 ····· 219
〈부록 표 Ⅴ-2〉 상하수도 운영관리평가와 지방공기업 경영평가 항목비교 ····· 220
〈부록 표 Ⅴ-3〉 상하수도사업 운영·관리 실태 평가 항목 ····· 221
〈부록 표 Ⅴ-4〉 일반 수도사업 및 공공하수도 운영·관리 실태 평가 항목 ····· 222
〈부록 표 Ⅴ-5〉 지방공기업 경영평가 시설관리 부문 평가 항목 ····· 224
〈부록 표 Ⅴ-6〉 상하수도 지방공기업경영평가 사업관리 공통 항목 ····· 224

그림차례

〈그림 1-1〉 연차별 연구 내용 ····· 2
〈그림 1-2〉 주요 연구 내용 및 추진 구조 ····· 4
〈그림 2-1〉 상하수도 서비스 편익 곡선 ····· 10
〈그림 2-2〉 상하수도사업구조 ····· 11
〈그림 2-3〉 상하수도 부문의 변화와 이슈 ····· 28
〈그림 2-4〉 상하수도사업 정책과제 ····· 29
〈그림 2-5〉 지속가능성 저하를 나타내는 인프라 서비스 사례 ····· 31
〈그림 2-6〉 지역 규모별 정수장 노후화 정도(상수도시설) ····· 32
〈그림 2-7〉 지역 규모별 취수장 노후화 정도(상수도시설) ····· 33
〈그림 2-8〉 지역 규모별 공공하수처리시설 노후화 정도(하수도시설) ····· 34
〈그림 2-9〉 연도별 상하수도 민원 요인의 비중 ····· 40
〈그림 2-10〉 하수도 서비스 수준 설문조사 결과 ····· 40
〈그림 2-11〉 상하수도 부문 투자 타당성·효과성 평가의 필요성 ····· 41
〈그림 3-1〉 가격상한 설정 절차 ····· 51
〈그림 3-2〉 상하수도 자산관리 표준 주요 내용 ····· 57
〈그림 3-3〉 상수관망 노후도 평가 기준 산정 프로세스 ····· 60
〈그림 3-4〉 정수장 노후도 평가 기준 산정 프로세스 ····· 61
〈그림 3-5〉 R-사업의 단계별 타당성분석 수행방법 ····· 64
〈그림 3-6〉 상수도관망 개량 의사결정 세부흐름도 ····· 68
〈그림 3-7〉 CPE/CCP 활용체계 ····· 72
〈그림 3-8〉 CPE 절차 ····· 74
〈그림 3-9〉 목표 성능 달성에 있어서 성능저하인자의 관계 ····· 76
〈그림 3-10〉 CCP 수행절차 ····· 77
〈그림 3-11〉 신설 시설의 장수명화로 인한 수명 연장 ····· 80

〈그림 3-12〉 기존 시설의 장수명화로 인한 수명 연장 ····· 80
〈그림 3-13〉 장수명화 대책 마련을 위한 절차 ····· 82
〈그림 3-14〉 시설관리 활동의 종류 ····· 82
〈그림 4-1〉 상하수도사업계획과 투자의 타당성·효과성 평가 ····· 92
〈그림 4-2〉 투자 타당성평가의 내용과 구성 ····· 93
〈그림 4-3〉 자산관리 기반의 투자효율성 개념 ····· 94
〈그림 4-4〉 상하수도시설 투자 타당성의 개념 ····· 95
〈그림 4-5〉 상하수도시설 투자 타당성 요소의 구조 ····· 96
〈그림 4-6〉 투자 타당성평가 항목 ····· 97
〈그림 4-7〉 투자 타당성평가 항목(안) ····· 98
〈그림 4-8〉 상하수도사업 투자 타당성평가의 구조와 방법 ····· 99
〈그림 4-9〉 상하수도사업 투자 타당성평가의 구조와 방법 ····· 100
〈그림 4-10〉 상하수도사업 성과평가체계 개선(안) ····· 101
〈그림 4-11〉 시스템 구축에 대한 평가 항목(안) ····· 102
〈그림 4-12〉 재정투자효율성·효과성 평가 ····· 103
〈그림 4-13〉 손익분석의 예(간접비용 없음) ····· 106
〈그림 4-14〉 사례 1의 갱신에 따른 비용 산출 방법 ····· 111
〈그림 4-15〉 사례 2의 장수명화 계획에 따른 비용 산출 방법 ····· 112
〈그림 5-1〉 상하수도 인프라 투자 타당성·효과성 평가의 활용 ····· 114
〈그림 5-2〉 상하수도 노후시설 개보수사업 타당성평가 기준 마련 ····· 115
〈그림 5-3〉 상하수도 인프라시설 투자 타당성평가체계 적용의 정책과제 ····· 117
〈그림 5-4〉 상하수도 노후시설 재투자 타당성평가체계의 적용과 재정정책 ····· 118
〈그림 5-5〉 상하수도 인프라 투자 타당성평가체계 적용의 기구적 구조 ····· 120
〈그림 5-6〉 상하수도 인프라 투자 타당성평가체계 적용 기반 조사 ····· 121
〈그림 5-7〉 리스크분석을 통해 본 관로 위험지역 현황 ····· 135
〈그림 5-8〉 사례 지자체 수도사업 민원 현황 ····· 135
〈그림 5-9〉 상수도시설 자산관리정보시스템 개발 사례 ····· 137
〈그림 5-10〉 하수도시설 자산관리정보시스템 개발 사례 ····· 139

〈그림 6-1〉 추후 연구계획 ····· 152
〈부록 그림 Ⅱ-1〉 물 및 위생서비스 가치사슬 ····· 168
〈부록 그림 Ⅱ-2〉 상하수도 투자가 사망률에 미치는 영향(프랑스 마르세유) ····· 171
〈부록 그림 Ⅲ-1〉 새만금 수질관리 비용분담 ····· 194
〈부록 그림 Ⅲ-2〉 빗물 관리 서비스 ····· 197
〈부록 그림 Ⅳ-1〉 자산관리 실패 확률 대표 유형 ····· 198
〈부록 그림 Ⅳ-2〉 주요 자산관리 실패 상황의 분류를 위한 의사결정 ····· 199
〈부록 그림 Ⅳ-3〉 자산감쇠곡선과 자료 수집 ····· 200
〈부록 그림 Ⅳ-4〉 자산상태에 대한 관찰 정보와 실패 확률 추정 ····· 202
〈부록 그림 Ⅳ-5〉 사업 위험 노출과 관리 전략 관계 ····· 204
〈부록 그림 Ⅳ-6〉 사업위험점수 도출식 ····· 205
〈부록 그림 Ⅳ-7〉 ISO 55001 인증 절차 ····· 207
〈부록 그림 Ⅳ-8〉 하수처리시설 정보관리 절차 ····· 216

제1장

서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

상하수도, 물 환경관리 등 물 서비스의 제공은 인간생활에 필수적이며, 쾌적한 환경의 편익과 물 자원의 보전을 위한 기본적이며 중요한 사업이다. 시간이 흐름에 따라 인프라시설의 노후화와 기후변화 대응 및 변화하는 서비스 수요는 지속적으로 발생하고 있으며, 새로운 투자를 필요로 하는 상황이다.

상하수도사업은 필수적 서비스 혹은 공공재적 서비스의 공급을 위한 사업으로서, 투자타당성 및 효과성[1] 평가가 적정하게 이루어지지 않고 계획 및 재정투입이 이루어졌으며, 국가재정이 투입된 사업의 효과성에 대한 평가도 적정하게 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히 상하수도사업의 경우 자산관리 및 전략적 재정체계 구축 미비로 노후화된 시설에 대한 재투자 등 시설 투자·관리계획의 적정성 및 재정 지속가능성이 담보되지 못하고 있다.

환경기반시설 사업은 투자계획의 사회·경제·환경적 타당성과 재정적 지속가능성의 문제가 서비스 공급의 지속가능성에 중요한 영향을 미치고 있으며, 재정투자의 합리성·효과성에 대한 평가를 필요로 한다. 지속가능성 측면에서 서비스 제공을 위한 투자사업의 타당성과 투자에 대한 효과성 평가를 통해 합리적인 투자계획 및 효율적인 재정투자를 도모하는 것이 필요하다.

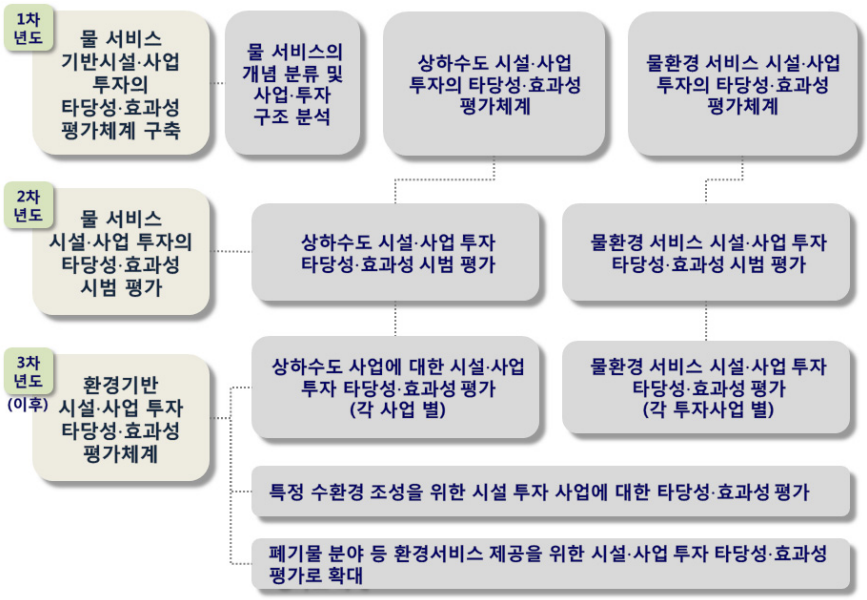
따라서 환경기반시설 사업·투자의 타당성, 효과성을 평가하는 체계를 정립하고 시설·사

1) 투자의 타당성은 투자를 통한 편익이 투자비용 이상으로 나타남으로써 투자사업의 진행이 타당함을 판단하는 기준이며, 효과성은 투자를 통해 기대한 효과가 실현되었는지를 평가하는 기준이다. 투자 타당성·효과성의 개념과 평가 활용은 제4장에서 보다 자세히 제시한다.

업 분야별 평가를 통해 지속가능한 투자전략 및 관련된 국가정책과 재정투자를 효율화하기 위한 방안을 제안하고자 한다.

2. 연구의 범위

본 연구는 다년도(3개연도)에 걸쳐 추진이 계획되었으며, 연차별 주요 연구 내용은 다음과 같다(그림 1-1 참조).



〈그림 1-0〉 연차별 연구 내용

물 서비스에 대한 타당성·효과성 평가체계를 구축 후 시범평가를 하고, 환경기반시설에 대한 평가체계로 확장시키는 것이 주요 계획이다. 먼저 1차연도에는 물 서비스 사업·투자 구조를 분석하고 물 서비스 인프라에 대한 타당성평가체계 사례를 검토한다. 이를 통해 정립한 평가체계를 토대로 2차연도에는 상하수도시설과 물 환경 서비스 시설에 대하여 시범평가를 적용해 본다. 3차연도 이후에는 물 서비스 각 사업별 투자 타당성평가를 시행하면서,

특정 수환경 조성을 위한 시설 투자사업, 폐기물 분야 등 다른 환경기반시설 사업에 대한 투자 타당성·효과성 평가로 확대한다.

3. 연구의 내용 및 추진 구조

1차연도 연구에서는 환경기반시설 사업·투자의 타당성, 효과성을 평가하는 체계를 정립하고 투자 타당성·효과성 평가체계 적용을 위한 실행 계획을 제시한다. 연구의 주요 내용 및 추진 구조는 다음과 같다(그림 1-2 참조).

첫째, 물 서비스의 개념 분류 및 사업·투자 구조 분석에서는 물 서비스의 개념 및 물 인프라 서비스와 녹색경제 개념을 살펴보고, 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조를 분석한다. 이와 함께 물 서비스 분야(상하수도 중심)[2]의 현안, 미래전망 및 정책과제를 분석하고, 투자 타당성·효과성 평가의 필요성과 활용방향을 도출한다.

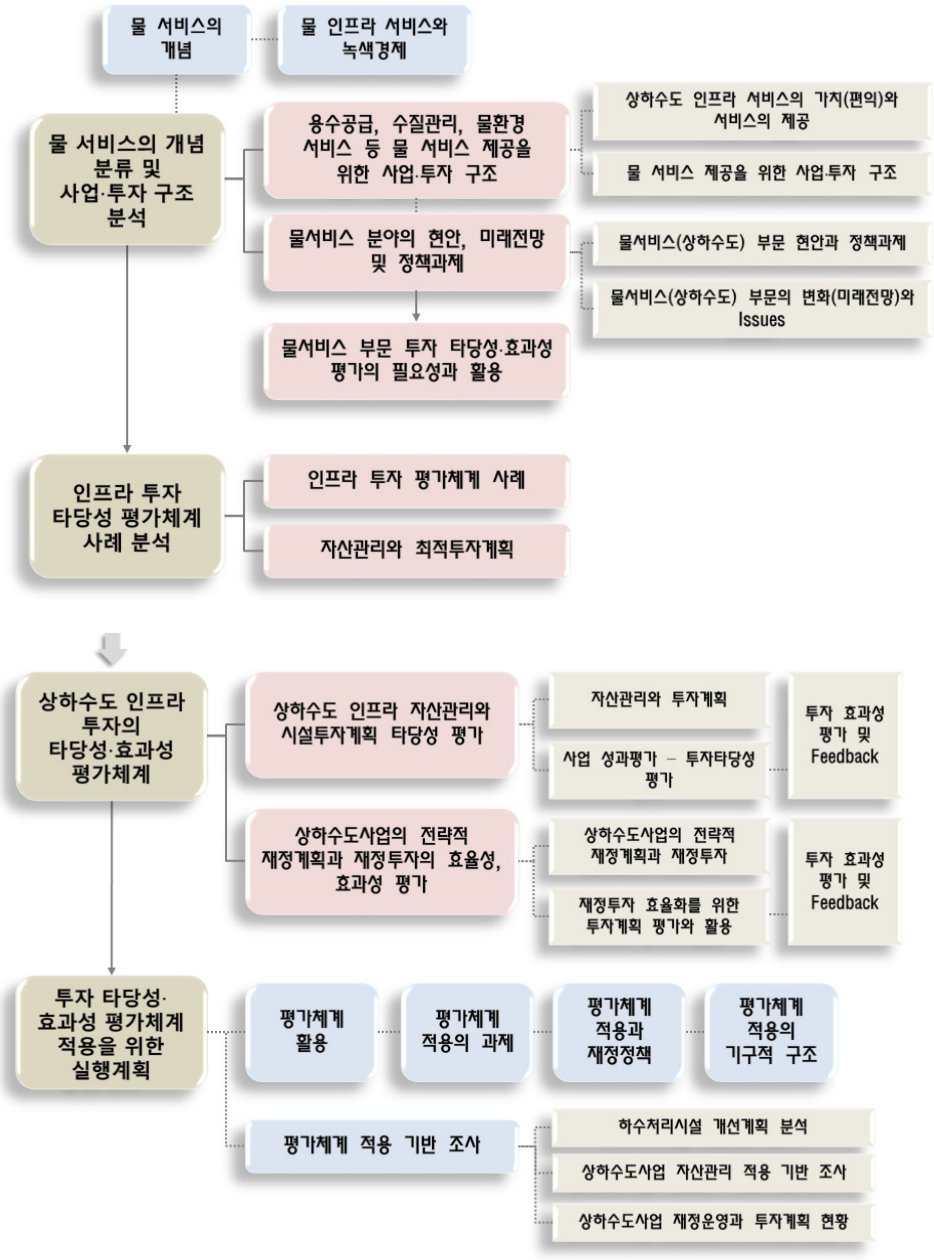
둘째, 상하수도 평가체계 구축에 앞서 인프라 투자 타당성평가체계 사례를 투자평가체계와 최적 투자계획 측면에서 분석하여 시사점을 도출한다.

셋째, 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계를 설계 및 제시한다. 상하수도 인프라 자산관리와 시설 투자계획의 타당성 및 상하수도사업의 전략적 재정계획과 재정투자의 효율성, 효과성을 평가할 수 있는 평가체계를 구축·제시한다.

넷째, 앞서 제시된 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 시행을 위한 과제와 활용 방안을 제시하고 평가체계 적용을 위한 상하수도사업 운영 기반을 조사·분석한다.

---

2) 1차연도 연구로서 물 서비스 기반시설·사업의 타당성·효과성 평가체계 구축은 상하수도 부문을 중심으로 하였다. 연구계획 내용 중 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 타당성·효과성 평가 부분은 분석 방법 및 평가 항목, 평가 고려사항을 검토(부록 II – 물 서비스의 편익과 타당성평가)하여 2차연도 시범평가를 위한 기초 분석을 수행하였다.



〈그림 1-1〉 주요 연구 내용 및 추진 구조

제2장

물 서비스(인프라) 사업·투자 구조 분석

본 장에서는 물 서비스에 대한 사업·투자 구조를 분석하고 물 서비스 분야의 현안, 미래전망 및 정책과제를 분석한다. 지금까지 물 서비스에 대한 사업·투자가 어떻게 진행되어 왔는지를 보고, 투자 타당성·효과성 평가의 필요성과 활용 가능성을 확인한다.

1. 환경기반시설 서비스의 지속가능성[3)]

물 인프라 서비스는 사회의 여러 부문에 밀접하게 연관되어 있기에 물 서비스의 지속가능성을 확보하는 것은 지속가능한 발전을 달성하기 위해 매우 중요하다. 본 부문에서는 지속가능한 물 관리가 어떻게 지속가능한 발전에 연결되어 있는지, 지속가능성을 담보하기 위한 요소가 무엇인지 논의하고자 한다.

물은 인간생활의 모든 부문에 밀접히 연관되어 있는 분야로서, 지속가능한 발전에 있어서 모든 사회적, 경제적, 환경적인 부문에 영향을 미친다. UN이 설정한 지속가능한 발전을 위한 전 세계적 목표인 SDGs(Sustainable Development Goals)가 보여 주듯이, 최근의 물 관리는 전통적인 식수와 위생 부문 이외에도 수질, 하수처리, 물 부족, 물 사용 효율성, 통합 물자원관리(IWRM: Integrated Water Resource Management), 물 관련 생태계의 보호와 보존 등 더 넓은 범위의 물 관련 목표를 담고 있다. 이는 물이 건강, 재난, 환경, 생태계, 경제, 관광업, 농업, 경제와 소비 및 생산 등 모든 부문에 영향을 미치기 때문이다.

특히 물 관리 실패는 지역 및 국가 경제의 지속가능한 성장을 유지하는 데 있어 막대한

3) E. Lee (2017), "Sustainable Development of Water Resources to Achieve Water Security and Sustainable Growth", Discussion paper for Jeju Water World Forum.

영향을 끼치기 때문에 한 국가의 지속가능한 경제 성장을 달성하기 위해 확보되어야 하는 중요 요소 중 하나이다. 통합 물 자원 관리와 혁신적인 기술적 접근에 기반을 둔 지속가능한 물 관리는 삶의 기준을 향상시키고, 시장을 성장시킬 새로운 기회를 제공하며, 지속가능한 지역 경제 성장을 일으키도록 한다. 경제적 생산성은 담수 사용 효율성에 의존하고 있으며, 수자원 저하는 경제 성장 저하로 이어질 수 있다. 가뭄 및 홍수와 같은 물 관련 재난에 대해 대비하는 것은 비즈니스 부문의 잠재적 위험을 줄일 수 있고, 이는 탄력적인 경제로 연계된다. 기술적 혁신에 기반을 둔 스마트 물 관리는 수자원 저하와 위험으로 인한 경제 성장 저하를 막는 데 도움을 줄 수 있기에 많은 기업들은 물 관련 시장에서 혁신적 접근과 새로운 비즈니스 모델을 개발 중이다. 이와 같이 물 관리는 경제 성장과 밀접한 연관을 가지고 있기에 일자리 창출에도 기여할 수 있다.

이처럼 중요한 물의 지속가능성을 보장하기 위해서는 전체적인 접근을 통해 공동의 목표를 이루고자 하는 노력이 필요하다. 이때 고려되어야 할 사항들이 〈표 2-1〉에 나와 있다. 먼저, 과학기술 발전을 통해 물 순환에 대한 이해를 증진시키고 물 효율성을 높이며 물 관련 문제에 대응할 수 있는 녹색 기술을 개발해야 한다. 이러한 과학기술 발전은 연구 및 혁신적인 기술개발을 촉진하거나 기술을 공유 또는 수용한다는 관점에서 고려될 수 있다. 조직적 및 기술적 역량 개발도 지속가능한 물 발전을 위한 주요 요소 중 하나이다. 전 세계적으로 트레이닝, 지식 전이, 경험 공유, 기술 지원 및 조직 역량 강화를 통한 기술적, 과학적 협력 강화 등 역량 개발 향상의 중요성이 강조되고 있다.

또, 정부 정책과 정책 도구는 물 지속가능성에 있어서 거버넌스 확립에 중요한 역할을 한다. 정부는 물에 관한 법률을 제정하고 대중의 참여를 촉진하고 물 관련 분쟁을 예방하면서 물 관리 프레임워크와 표준을 실행하는 데 핵심적인 역할을 한다. 이러한 적응형 정책 계획과 실행은 물 관련 요구, 위험, 미래에 대한 비전을 반영하여 실현되어야 한다. 물 관리 전략을 실행하는 것은 사회, 경제적 부문 간의 협력을 필요로 한다. 물은 정치적 경계선을 건너 이동하기에 초경계적 물 이슈가 발생한다. 이는 지역적이고 국제적인 협력 플랫폼을 강화할 것을 요구한다. 지역적, 국제적 기구는 정부와 관계된 이해관계자들과 공유된 수자원에 대한 이익을 공유하는 파트너십을 촉진할 수 있다. 이 플랫폼은 국제 과학 협력을 지원하여 최신 기술을 발전시키는 데 도움을 줄 수 있고, 이는 현존하는 많은 물 이슈를 푸는

데 도움이 될 것이다.

이외에도 취약계층, 소외계층, 성 평등도 물의 지속가능성에서 주요한 고려사항이 될 수 있다. 전 세계적으로 1억 5900만 명의 최빈민층과 소외계층 사람들이 여전히 오염된 지표수에서 식용수를 수집하고 있는 것으로 추정된다. 특히 위생적이고 깨끗한 물을 필요로 하는 취약계층과 성인여성, 십대 소녀들이 아직까지도 깨끗하거나 안전한 물에 제한적으로 접근할 수 있는 것으로 나타났다. 물의 지속가능성을 확보하려면 이러한 취약계층을 고려한 전략을 세워야 하고, 이를 국내의 관점에서 보면 수자원에 취약한 지역을 고려하는 것으로 생각할 수 있다.

이러한 물의 지속가능성을 달성하기 위해서는 마땅한 재정지원이 뒷받침되어야 한다. 물은 기본적인 인프라로서 정부가 사업을 주도하는 경우가 많지만, 지속가능한 물 개발 목표를 달성하기 위해서는 혁신적이고 창의적인 재정전략이 필요하다. 여러 재정적 어려움을 해결해 나가기 위해 자금 지원 출처를 다양화하고 다양한 이해관계자들과 공동 투자를 하는 것이 필요할 수 있다.

〈표 2-1〉 물 지속가능성 확보를 위한 고려사항

물 지속가능성 확보를 위해 고려되어야 할 사항	내용
과학기술 발전	· 물 순환에 대한 이해 증진 · 물 효율성 향상 · 물 관련 어려움 대응할 수 있는 녹색 기술개발
재정지원	· 혁신적이고 창의적인 재정전략 · 다양한 이해관계자들의 협동 투자와 자원 조달
정부 정책 및 정책 도구	· 물에 관한 법률 제정 · 물 관련 요구, 위험, 비전을 반영한 적응형 정책 계획과 실행
파트너십을 위한 플랫폼	· 초경계적 이슈인 물의 특성상 지역적, 국제적 협력 플랫폼 필요 · 공유된 수자원에 대한 이익 공유 파트너십
역량 강화	· 트레이닝, 지식 이전, 경험 공유, 기술 지원 및 조직 역량 강화
취약계층과 성 평등	· 최빈민층, 소외계층에 대한 고려 · 여성과 십대 소녀들의 안전한 물에 대한 접근

자료: E. Lee(2017)에서 재구성.

2. 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조

물 서비스를 위한 인프라사업은 공익사업의 특성상 면밀한 비용편익분석을 기반으로 추진하는 것이 용이하지 않고 정책적 추진이 이루어지는 것이 일반적이다. 이러한 상하수도 인프라 서비스의 가치에 대해 먼저 알아보고, 이제까지 진행되어 왔던 물 서비스의 사업·투자 구조에 대해 살펴본다.

가. 물 인프라 서비스의 가치(편익)

먹고 쓰는 물의 가치는 먹고 쓰는 물 관련 서비스의 편익으로 표현될 수 있으며, 이는 물의 직접적 이용에 의한 편익과 하수/폐수의 처리에 의한 편익으로 구분할 수 있다. 물의 직접적 이용에 의한 편익은 도시 물 공급, 관개, 산업이용 등에 의한 편익이 해당되며, 하수 또는 폐수의 처리에 의한 편익은 건강 및 환경편익, 수질개선에 의한 취수편익, 친수활동 등에 의한 편익이 해당된다. 〈표 2-2〉는 물 서비스 제공에 따른 건강, 환경, 경제적 및 무형의 편익에 대해 제시하고 있다.

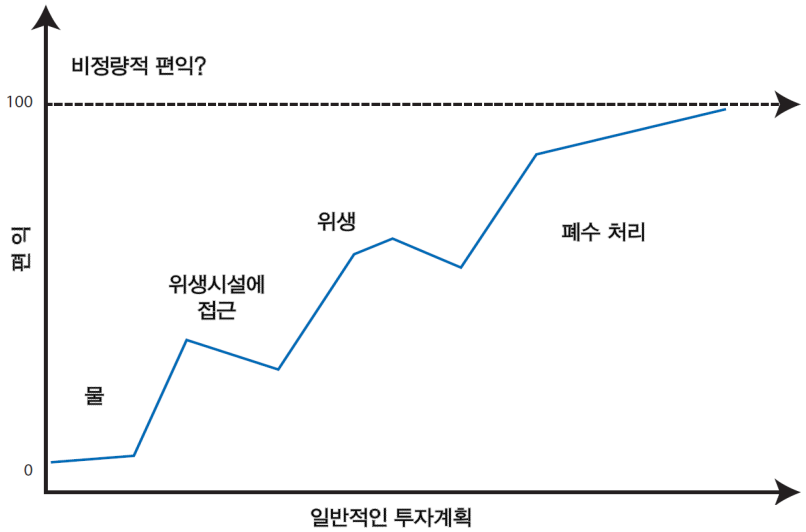
물 서비스 투자의 편익은 국가마다 인프라를 개발하는 단계가 매우 다르기 때문에 일반적으로 공식화하기 어렵다. 물 서비스 투자의 편익은 물 서비스를 공급하는 부문의 발전 수준과 지역적 요소(인프라 발전 수준, 환경상태 등)에 따라 다르게 나타난다. 예를 들어, 최빈개도국은 물, 위생 및 위생에 대한 접근성을 향상시키기 위해 여전히 상당한 투자액을 필요로 하는 반면, 대부분의 선진국은 규제를 준수하기 위해 폐수처리에 투자하고 있다. 〈그림 2-1〉에서 볼 수 있듯이 물, 위생시설, 청결에 대한 접근이 가능할수록 편익이 대체적으로 증가하나, 몇몇 구간에서는 편익이 감소하는 구간이 있다.

이런 현상은 물에 대한 접근과 위생시설에 대한 접근성이 함께 개선되지 않는 경우 나타날 수 있다. 반면 폐수처리는 일반적으로 마지막 단계에 제공되며 편익이 일정하게 증가하지만, 편익의 증가율은 점차 낮아진다. 뿐만 아니라, 일반적으로 편익 추정 시에 인간의 존엄성이나 쾌적성과 같은 화폐 단위로 추정하기가 어려우나 상당한 정도의 편익의 경우 포함되어 있지 않기에 물에 대한 편익은 과소추정되곤 한다.

〈표 2-2〉 물 관련 서비스 편익

구분		편익	내용
안전한 물과 위생에의 접근 제공	안전한 물에 대한 접근	건강 편익	- 수인성 질병 발생 감소
	위생에의 접근	경제적 편익	- 생산적 활동을 위한 시간 절약 - 생산성 증가 / 대처비용 감소 - 쾌적성 개선에 따른 관광업 영향
	폐수의 배제와 이송	기타 편익	- 청결성, 위엄, 자존감 증가 - 교육활동 등 증가
폐수처리 하류 투자	폐수처리	건강 편익	- 위락용수 질 개선 등으로부터의 추가적 건강 편익
		환경적 편익	- 부영양화 감소
		경제적 편익	- 하류에서의 전처리비용 감소 - 어류 및 수경재배 보호 - 관광활동 증진 - 관개를 위한 물 공급 증가
		기타 편익	- 쾌적성 개선 - 재산가치 증가
지속가능한 물 관리를 위한 상류 투자	물 자원 보호	환경적 편익	- 가용한 자원에의 압력감소 및 하천 흐름 개선 - 경제적 활동(농업, 수력발전)을 위한 물 사용에의 환경적 영향
	공급 증대와 보장	경제적 편익	- 수중 전처리비용 감소 - 생산공정에 대한 지속적(비차단) 공급 - 비신뢰적 물 공급에 대한 대처비용 감소 - 설비의 소규모화 - 담수화 필요 감소
	수요관리	기타 편익	- 신뢰적 물 공급에 따른 삶의 질 증가 - 간접적 편익: 댐이나 저수지에서의 위락행위

자료: OECD(2011), 「Benefits of Investing in Water and Sanitation; An OECD Perspective」, pp.32-33.



자료: OECD(2011), p.15.

〈그림 2-1〉 상하수도 서비스 편익 곡선

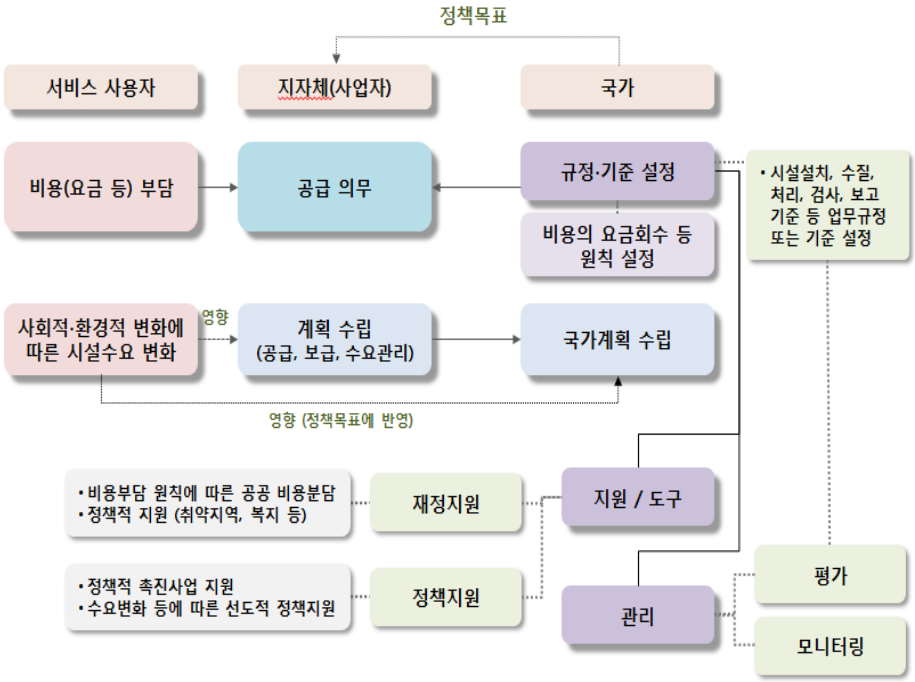
이러한 물 인프라 공급으로 인한 편익 및 비용은 다양한 방법론을 통하여 산출할 수 있지만, 정밀한 연구를 위해서는 시간과 비용이 많이 소모된다. 현재 간편하게나마 편익을 추정할 수 있는 방법론인 편익이전과 같은 방법론에 대한 연구가 시도되고 있으나 편익이전을 시도할 만큼 기존 연구사례가 많지 않아 현재 적용하기에는 한계가 있다.[4] 뿐만 아니라 법정 필수시설이 대부분인 물 인프라사업의 경우 예비타당성조사가 생략되는 경우가 많아서 민자사업을 제외한 물 인프라사업의 편익 및 비용은 제대로 추정되는 경우가 적은 실정이다.

4) 자세한 사항은 〈부록 Ⅱ-1〉 참조.

나. 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조

1) 상하수도사업구조[5)]

상하수도사업과 관련하여 국가는 시설 설치, 수질, 처리, 검사, 보고 기준 등 업무규정 또는 기준 및 비용의 요금 회수 등 원칙을 「수도법」, 「하수도법」을 통해 설정한다. 지자체(사업자)는 국가의 규정 및 기준에 의해 서비스를 공급하며 사용자는 비용을 부담한다. 또한 사회적·환경적 변화에 따른 서비스 사용자의 시설수요에 대한 변화는 지자체(사업자)의 공급, 보급, 수요관리와 관련된 계획 수립에 영향을 주며, 이러한 사용자의 수요변화와 지자체의 계획 수립은 최종적으로 국가계획 수립을 위한 정책목표에 반영된다.



〈그림 2-2〉 상하수도사업구조

5) 문현주 외(2017 초안), 「물인프라 건설단계 이후의 효율적 관리를 위한 중앙과 지방정부의 역할」, pp.6-7.

국가는 규정·기준을 설정함에 있어 비용 부담 원칙에 따른 공공비용 분담과 취약지역 지원, 복지 등과 같은 재정지원과 함께 정책적 촉진사업 지원, 수요변화 등에 따른 선도적 지원 등과 같은 정책지원을 수행한다. 이와 함께 지속적인 사업 운영을 위해 평가 및 모니터링체계를 통해 사업자(지자체)를 관리한다.

2) 상하수도사업의 추진과 재정운영

가) 상하수도사업 서비스 정책목표

상하수도의 과거 및 현재의 정책목표를 살펴보고 이제까지 사업의 추진 현황을 알아보고자 한다. 먼저 과거 상수도사업의 정책목표를 살펴보면, 과거 1996~2006년에는 '모든 국민에게 깨끗하고 안전한 수돗물을 충분히 공급'[6]하기 위해 수질, 수량, 수요, 운영관리와 대체수원 개발 추진을 목표로 하며, 상수도보급률을 1996년 83.6% 대비 2006년까지 90% 대로 높이는 것을 목표로 하였다(표 2-3 참조). 2004년에 기준이 된 급수보급률은 90%였으며 2015년까지의 목표는 96%를 달성하는 것이었다. 2007~2015년 동안의 서비스 정책목표는 '양질의 충분한 수돗물 공급을 중심으로 국민생활 영위, 값싼 공업용수 적기 공급지원'[7]으로 설정되었다.

하수도사업의 서비스 정책목표는 1996~2006년 동안 '공공수역의 수질개선 및 수질오염원이 집중된 도시지역 대형 공공하수처리시설 설치 증대 중심으로 운영'하는 것이었으며, 2007~2015년의 서비스 정책목표는 '쾌적하고 안전한 생활환경을 만드는 하수도'로서 하수도보급이 저조한 농어촌지역 등에 보급을 확대하고 개인하수도 시설관리체계를 구축하는 등 보급률을 높이고 형평성을 확보하는 데 집중하였다.[8] 하수도보급률은 1996년 기준 52%에서 2005년 보급률을 80%로 늘리는 것을 목표로 하였으며, 2004년 기준으로 83%였던 것을 2015년까지 92%로 높이는 것을 목표로 하였다. 기간별 주요지표 및 목표는 〈표 2-4〉와 같다.

---

6) 환경부(1998), 「전국수도종합계획」, p.132.
7) 문현주 외(2017 초안), p.17.
8) 문현주 외(2017 초안), p.18.

〈표 2-3〉 상수도사업 서비스 정책목표(1996~2006년, 2007~2015년)

주요지표	기준	목표	
	1996	2001	2006
총인구(천인)	46,424	49,673	52,403
전국 상수도보급률(%)	83.6	90.3	93.2
농어촌지역 상수도보급률(%)	37.4	58.8	68.2
급수인구(천인)	38,820	44,930	48,866
1인1일 최대급수량(lpcd)	438	453	483
용수수요량(천m3/일)	21,302	26,644	30,600
상수도시설용량(천m3/일)	25,323	34,750	38,500
먹는물 수질기준 항목(개)	45	85	85 이상
유수율(%)	71	77	82.3
수도요금(생산원가 대비 %)	77.1	100	100
주요지표	기준	목표	
	2004	2015	
장래인구(천인)	49,053	49,803	
급수보급률(%)	90.1	96.5	
급수인구(천인)	44,187	48,062	
1인1일급수량(L)	365	332~363	

자료: 환경부(1998), 「전국수도종합계획」, p.22.
환경부(2007b), 「전국수도종합계획」, p.16.

〈표 2-4〉 하수도사업 서비스 정책목표(1996~2006년, 2007~2015년)

주요지표		기준	목표
		1996	2005
하수도보급률	공공하수처리시설(%)	52.6	80
하수관거 정비	하수관거 정비 설치연장(km)	55,830	125,709
오수·분뇨관리	분뇨처리시설(kL/일)	-	33,632
하수도 운영관리	하수도 요금현실화율(%)	46	100
주요지표		기준	목표
		2005	2015
공공하수도보급률(농어촌지역)(%)		83.5(35.8)	92(75)
유입수질 달성율(%)		89	93
상습침수구역 감소율(2004년 기준)(%)		-	75
하수찌꺼기 재활용율(%)		11	70
하수처리수 재이용율(%)		6.9	18
유역하수도계획 수립율(%)		0	100

자료: 환경부(2007a), 「국가하수도종합계획(2007-2015)」, p.62, pp.187-189.

과거의 상하수도 서비스 정책목표가 보급률을 높이는 데 초점을 두고 있었다면, 향후의 정책목표는 기후변화 등의 새로운 수요를 반영하고 있다. 2030년 이후의 정책목표를 설정하기 위한 연구를 살펴보면, 상수도사업의 경우는 안전하고 깨끗한 물 공급, 합리적·보편적 서비스, 경쟁력 있는 수도사업, 기후변화 대응 스마트 상수도 등 4개 분야에 대해 정책목표를 설정하고 있다(표 2-5 참조). 하수도사업의 경우, 안전하고 지속가능한 하수도, 에너지 자원 효율적 활용, 통합도시 유역관리 등 3개 분야에 대해 〈표 2-6〉과 같이 정책목표를 설정하고 있다. 이를 보면 보급률 이외에도 관망 개선과 기후변화 대응, 에너지 효율화 등과 같은 새로운 정책지표를 수립한 것을 볼 수 있다.

〈표 2-5〉 상수도사업 서비스 정책목표(2020년/2030년)

분야			2020년(%)	2030년(%)
안전하고 깨끗한 물 공급	물 공급 스트레스 지수(1등급 비율)*		0	0
	상수도 관망 개선	유수율	88	89
		취약지역 급수보급률	90	90
	물 공급 그리드 구축율		25	50
합리적·보편적 서비스	취약지역 수도서비스 보급률		-	90.2
	서비스 형평성 지수	지역 간	70	77
		계층 간	67	72
	부가가치 서비스 수요개발/공급체계 마련	서비스 만족도	70	80
		소비자 만족도	50	70
경쟁력 있는 수도사업	구조개편 수도사업 시장점유율		60	90
	요금현실화율		99	99
	원인자부담비율		99	99
	재투자를 위한 Fund 이용 활성화 정도		50	70
기후변화 대응 스마트 상수도	한국형 스마트 상수도 관련 점유율(국내/국외)	특허	50/4	50/4
		매출	30/0.5	50/3
	수도시설 GHG 저감 목표달성율		50	100

주: *물 공급 스트레스 지수 = 생활용수 수요량 / 용수공급시설 능력.
자료: 환경부(2013), 「수도정책기본계획 수립을 위한 연구」, pp.171-211.

〈표 2-6〉 하수도사업 서비스 정책목표(2020년/2030년)

분야		2020년(%)	2030년(%)
안전하고 지속가능한 하수도	하수관거정비율	75	85
	도시유역 하수처리수 재이용율	10	25
에너지 자원 효율적 활용	하수슬러지 에너지전환율	15	25
	연간 인구당 에너지 순소비량	33	25
	에너지효율	36	50
통합도시 유역관리	통합도시유역관리계획 수립율	50	100
	도시유역 중심하천 오염부하 개선율	50	90
	도시유역 물 순환 지급율	10	30

자료: 환경부(2012), 「2050 하수도 정책비전 마련을 위한 연구」.

나) 목표 - 투자계획 - 재정수요 추정[9)]

정책목표에 따른 상하수도사업 투자계획에서 재정수요를 볼 수 있다. 먼저 상수도사업의 경우 2007년 환경부의 『전국수도종합계획』에 따르면 대략적으로 2007~2015년 동안의 상수도 관련 계획에 대해 약 14조 6,403억 원이 소요될 것으로 계획되었다(표 2-7 참조).[10)] 반면 하수도사업의 경우, 환경부의 『국가하수도종합계획(2007-2015)』에서 쾌적한 생활환경 조성, 공공수역 수질개선 및 수생태계 보조, 빗물 관리 기능 강화, 하수도관리 기반 강화, 융자원리금 상환 등에 대해 27조 4,237억 원이 소요될 것으로 추정되었다(표 2-8 참조).[11)]

9) 문현주 외(2017 초안), p.20.
10) 2007~2015년 기간에 약간 어긋나는 것도 있으나, 대략적으로 계산한 결과임.
11) 문현주 외(2017 초안), p.20.

〈표 2-7〉 상수도사업재정계획(2007~2015년)

분류		사업비(억원)
지방상수도	지방상수도 확충계획	7,403
	상수도시설 확충	23,947
	노후 수도관 개량사업	47,938
광역 및 공업용수도	광역 및 공업용수도 개발	19,841
	광역상수도 급수체계 조정사업	12,993
상수도 확충 사업비 조정계획		34,281
합계		146,403

주: 기간범위가 일정하지 않은 부분이 있으나, 대략적으로 더하여 계산함. 상수도시설 확충 사업비는 2005~2014 기준, 노후수도관 개량사업은 2006~2015 기준.
자료: 환경부(2007b), pp.170-173.

〈표 2-8〉 하수도사업재정계획(2007~2015년)

분류		사업비(억원)
쾌적한 생활환경 조성	하수관거 정비	81,299
공공수역 수질개선 및 수생태계 보호	하수처리시설 설치	98,293
	연안하수처리시설 설치	893
	댐상류 하수도시설	11,519
	면단위 하수처리시설 설치	15,224
	농어촌 마을하수도	24,227
	개인하수도 관리	2,110
	분뇨처리시설 확충	2,663
빗물 관리 기능 강화	우수조정지 및 빗물펌프장 확충	2,953
	CSOs/SSOs 관리	5,963
	우수유출수 억제형 하수도사업	1,363
하수도관리 기반 강화	하수도연구관리(유역계획 포함)	1,010
융자원리금 상환	하수처리시설	9,624
	하수관거	17,094
합계		274,237

자료: 환경부(2007a), p.174.

한편, 2013년 환경부의 「수도정책기본계획 수립을 위한 연구」에서 정책목표에 따른 2030년까지의 투자계획별 재정수요 추정액을 보면, 향후 막대한 재정이 상하수도사업에

투자되어야 함을 알 수 있다. 상수도사업의 경우 2014~2030년까지 총 37조 8,601억 원이 요구될 것으로 나타났는데, 가장 많은 재정이 소요되는 것은 유수율 제고사업이었으며 전체의 69%를 차지하였다(표 2-9 참조). 하수도사업의 경우 2013~2030년까지 총 69조 4,555억 원이 소요될 것으로 추정되었다(표 2-10 참조). 특히 유수율 제고사업, 시설 개량사업 같은 노후화에 따른 이슈를 해결하기 위한 경우나, 도시침수 방지 및 물 순환체계 구축과 같이 새로운 사회적 이슈를 해결하기 위한 목표에 재정이 많이 투입됨을 알 수 있다.

〈표 2-9〉 상수도사업 재정수요(~2030년)

구분	계 (억원)	2014~2020년 (억원)	2021~2030년 (억원)
총계	378,601	243,930	134,670
관로신설사업	22,053	22,053	-
유수율 제고사업	261,292	181,491	79,801
정수처리시설 개량사업	57,621	9,660	47,961
급수체계 조정사업	7,583	7,583	-
정수처리시설 신·증설사업	18,181	15,252	2,928
정수처리시설 고도화사업	11,868	7,888	3,980

주: 『전국수도종합계획』에 재정계획이 미수립됨에 따라 「수도정책기본계획 수립을 위한 연구」의 정책목표 이행 재정수요 추정결과 활용.
자료: 환경부(2013), 「수도정책기본계획 수립을 위한 연구」, p.515.

〈표 2-10〉 하수도사업 재정수요(~2030년)

구분	계 (억원)	2013~2020년 (억원)	2021~2030년 (억원)
총계	694,555	277,739	416,816
도시침수 방지를 위한 우수 배제	405,778	144,215	261,563
합류식 하수도의 방류오염부하 저감	10,862	4,827	6,035
하수관거 악취저감 및 모니터링	35,328	14,575	20,753
하수처리장 집약화	28,048	16,260	11,788
분산형 하수처리장 구축	27,365	11,769	15,595
물 순환체계 구축	160,411	66,530	93,881
하수처리장 에너지자립화	26,763	19,563	7,201

자료: 환경부(2012), 「2050 하수도 정책비전 마련을 위한 연구」, p.361.

다) 재정운영

급수와 공공하수도보급률은 2015년 기준 102%와 101%로, 정책목표 이행률을 초과해 달성한 것으로 나타났다. 하수찌꺼기와 하수처리수 재활용률을 제외한 주요지표는 모두 이행률을 초과 달성하였다.

〈표 2-11〉 상하수도사업 정책목표 이행률

상수도 주요지표	2004 (기준)	2015 (목표)	2015 (현재)	이행률 (%)
급수보급률(%)	90.1	96.5	98.8	102.4
급수인구(천인)	44,187	48,062	52,045	108.3
1인1일급수량(L)	365	332~363	335	100.0
하수도 주요지표	**2005 (기준)**	**2015 (목표)**	**2015 (현재)**	**이행률 (%)**
공공하수도보급률(%) (농어촌지역)	83.5 (35.8)	92 (75)	92.9	101.0
유입수질 달성률(%)	89	93	-	-
상습침수구역 감소율(%) (2004년 기준)	-	75	-	-
하수찌꺼기 재활용률(%)	11	70	57.0	81.4
하수처리수 재이용률(%)	6.9	18	14.7	81.7
유역하수도계획 수립률(%)	0	100	-	

주: 이행률 = 실적(현재) ÷ 목표 × 100으로 산정함.
자료: 환경부(2007a), p.62
환경부(2007b), p.16.
환경부(2016e), 「2015 상수도통계」, p.3.
환경부(2016f), 「2015 하수도통계」, pp.3-15.

한편 상하수도사업계획 대비 실제 투자금액을 비교해 보면, 투자비 역시 계획 대비 실제 투자비가 약 1.2배 초과 투자되었음을 알 수 있다. 투자재원 조달은 국비의 경우는 계획 대비 실제 투자가 거의 유사하게 이루어진 반면, 지방비 투자는 계획 대비 크게 증가하여 투자된 것으로 나타났다(상수도 1.8배, 하수도 1.6배). 이에 따라 투자재원 구성에 있어서도 지방비의 비율이 계획 시보다 상하수도 모두 10% 이상 증가되어 사업주체인 지방자치단체의 재정부담이 커졌음을 알 수 있다.

〈표 2-12〉 상하수도사업계획 대비 실제 투자금액 비교

구분	계획(2007~2015)		실제(2007~2015)[3]		투자비율[1] (%)
	총사업비 (억원)	연간 사업비 (억원)	총사업비 (억원)	연간 사업비 (억원)	
상수도	146,403	16,267	172,194	19,133	117.6
하수도	274,237	30,480	339,964	37,774	123.9
총계[2]	420,640	46,747	442,461	56,906	121.7

주: 1) 투자비율 = 실제 연도별사업비 ÷ 계획 연도별사업비 × 100으로 산정함.
2) 총계의 투자비율은 상하수도 부문의 투자비율 평균값임.
3) 실제 사업비 산출액은 상수도통계의 세출액 중 공사비, 하수도통계의 세출액 용도별 사업비 중 시설비 및 개보수비를 합산한 비용임.
자료: 환경부(2007a), p.174.
환경부(2007b), pp.170-173.
환경부(연도별), 「상수도통계」, 「하수도통계」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.24. 에서 재인용.

〈표 2-13〉 상하수도사업 투자재원 조달구조 비교(계획/실제)

상수도	계획(2009~2011)		실제(2009~2011)		투자비율 격차 (%)
	투자액(억원)	비율(%)	투자액(억원)	비율(%)[1]	
국비	11,013	28.7	11,574	18.5	계획 대비 10.2 감소
지방비	27,406	71.3	50,831	81.5	계획 대비 10.2 증가
하수도	계획(2007~2015)		실제(2007~2015)		투자비율 격차 (%)
	투자액(억원)	비율(%)	투자액(억원)	비율(%)	
국비	166,230	60.6	163,601	48.2	계획 대비 12.4 감소
지방비[2]	108,007	39.4	175,744	51.8	계획 대비 12.4 증가

주: 1) 상수도의 실제 투자 구조는 상수도시설 공사비와 국비에 해당하는 보조수입(국고보조, 도보조, 교부세), 지방비(일반회계보조금)를 투자액으로 보고 비율을 산정하였음.
2) 하수도 지방비에 수계기금을 포함시켜 계산하였음.
자료: 환경부(2007a), p.177.
환경부(2007b), p.174.
환경부(연도별), 「상수도통계」, 「하수도통계」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.25. 에서 재인용.

3) 상하수도사업 재정지원체계

중앙정부의 환경예산은 2016년 기준으로 정부예산 대비 2% 정도를 차지하고 있고, 이 중에서도 환경부 예산의 60% 정도인 3조 4,495억 원을 상하수도와 수질 부문에 배정을 하고 있다.[12] 환경예산은 환경개선특별회계, 지역발전특별회계, 에너지및자원사업특별회계, 농어촌구조개선특별회계와 같이 크게 4가지의 특별회계로 구성되어 있는데, 전체예산의 대부분을 차지하는 것은 환경개선특별회계(80.4%)와 지역발전특별회계(13.6%)이다. 여기에 지원대상과 사업별로 국고보조율을 지침으로 지정하여 재정을 지원하고 있다.

상수도사업에 대한 국고 보조는 환경개선특별회계와 지역발전특별회계에서 지원하고 있는데, 세부 사업별 보조율은 〈표 2-14〉에서 확인할 수 있다. 상수도의 국고보조는 시·군 → 시·도 → 환경부 → 기재부의 순으로 예산요구액을 협의·검토하여 조정하는 형식으로 이루어지는데, 일부인 지특 생활·제주·세종 계정과 같은 경우에는 시·군 → 시·도 → 유역환경청 → 환경부 → 기재부의 순으로 예산요구액을 협의 ·검토하여 조정한다. 2016년 예산 기준 상수도 예산에서는 상수도 예산 총 4,247억 원 중에서 지역발전특별회계 예산이 4,003억 원을 차지하여 94.2%의 비율을 보이고 있다.[13] 또, 2017년 예산안 기본방향으로서 '합리적이고 보편적인 물 복지 실현을 위해 취약지역을 중심으로 상수도보급률을 확대하고, 식수 안정성을 위한 시설 확충과 지자체별 자율성을 최대한 보장하며, 투자효율을 극대화하기 위해 예산집행률을 고려하여 사업비를 조정하는 것'으로 하고 있는데,[14] 이러한 방향성은 도서지역과 노후상수도 정비사업, 농어촌생활용수 개발사업, 소규모 수도시설 개량사업, 식수전용 저수지 확충사업 등에 국고보조율이 높은 것으로 드러나 있다.

한편, 하수도의 국고보조는 환경개선특별회계, 지역발전특별회계, 농어촌구조개선특별회계로 구성되어 있다. 이러한 보조금 예산안의 조정은 시·군 → 시·도 → 환경청 → 환경부 → 기재부의 순으로 예산요구액을 협의·검토하여 조정하는 형식으로 이루어진다. 각 사업별 국고보조율은 2009년 이후로 일정하게 유지되고 있는데, 세부 내역별 보조율은 〈표 2-15〉에 나타나 있다. 재정이 열악한 지자체를 중심으로 국고를 지원하기 위하여 일반 시· – 도청

12) 환경부(2016d), 「환경예산과 예산제도」, p.4.
13) 환경부(2016g), 「2017년도 수도시설 확충 개량사업 예산편성 및 집행관리 요령」, p.7.
14) 환경부(2016d), p.11.

소재지 – 광역시 순으로 국고보조율이 높아지는 경향을 보인다. 2017년 예산안 기준으로 하수도 예산편성 방향은 '안전한 하수도 인프라 확충, 투자의 효율성·효과성 제고, 하수도 재정건전성 강화'이다.[15] 이와 같이 시설의 안정성을 강화하기 위한 노후관 보수 및 교체 비중을 확대하고, 도시침수대응사업을 확대하는 데 투자비중을 늘리는 것은 새롭게 대두되는 미래 이슈에 대응하기 위한 방향으로 보인다. 뿐만 아니라 하수도사업 간 연계투자를 하거나 기술진단 등을 통해 우선순위에 따라 예산을 지원하는 등 투자의 효율성과 효과성을 제고하는 것이 기본방향으로 되어 있으며, 재정건전성 강화를 위한 하수도요금 현실화를 위해 현실화율이 낮을 경우 보조금 페널티를 주는 방식 등으로 연계시키는 것을 고려하고 있다.

〈표 2-14〉 지원대상사업 및 국고보조(융자)율(상수도사업)

구분	사업명	형태	보조율(%)
환경개선 특별회계	· 중소도시 지방상수도 개발[1)]	융자	50(시지역) 60(군지역)
	· 상수원보호구역 주민지원사업	보조	30
	· 평창동계올림픽 급수체계 구축	보조	60
	· 노후 지방상수도(상수관로, 정수장) 정비사업	보조	70(50)[2)]
지역발전 특별회계	· 고도정수처리시설 시범 설치	보조 (융자)	30 (50)
	· 강변여과수 개발사업	보조	70(50)[3)]
	· 도서지역 식수원 개발사업	보조	70
	· 농어촌생활용수 개발사업	보조	70(80)[3)]
	· 고도정수처리시설 설치	보조	70(50)[3)]
	· 소규모 수도시설 개량사업	보조	70
	· 친환경 대체취수원 개발사업(제주)	보조	70
	· 식수전용 저수지 확충사업(제주)	보조	70
	· 상수원보호구역 주민지원사업(제주)	보조	30

주: 1) 가뭄지역 10% 가산, 2) 통합정수장 30%, ( ) 안은 정수장 보조율, 3) 계속 사업은 ( ) 안 보조율 적용.
자료: 환경부(2016g), p.12.

15) 환경부(2017), 「2017년도 하수도분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」, p.7.

〈표 2-15〉 사업별 국고보조율(하수도사업)

사업명	보조율 (%)			
	광역시	도청 소재지	일반시군 (읍 이상)	일반시군 (면 이하)
1. 하수관로 정비사업	30 (20)[1]	50 (30)[1]	70(50)[1]	
2. 도시침수 대응사업	30 (10)[2]	50 (20)[2]	70(30)[2]	
3. 개인하수처리시설 설치지원	50(25)[3]			
4. 분뇨처리시설 확충	50		50	
5. 농어촌 마을하수도 정비	70(30)[4]			
6. 하수처리장 설치사업	10 (50)[5]		50	70
7. 하수찌꺼기처리시설, 하수처리수 재이용	30 (60)[6]	50 (80)[6]	70(90)[6]	
8. 하수도 악취개선	30		50	
9. 면단위 하수처리장	70			

주: 1) ( )는 교체/보수사업, 2) ( )는 보수사업. 3) ( )는 개인 부담. 4) ( )는 개량사업.
5) ( )는 총인처리시설, 간이 공공하수처리시설 국고지원율.
6) ( )는 하수처리수 재이용 민간투자사업 정부부담분 중 국고지원율.
자료: 환경부(2017), p.6.

4) 물 인프라사업에 대한 타당성평가

기존의 물 인프라사업은 보급률 달성을 위한 설치 위주의 사업으로 법정필수사업이 대부분이었기에, 타당성평가를 시행하지 않는 경우가 많았다. 그러나 인프라 설치 이후 경과연수가 오래되어 기존의 시설에 대해 개보수가 요구되는 등 새로운 유형의 물 인프라사업에 대한 수요가 생기고 있다. 이러한 새로운 유형에 대해서는 타당성평가체계에 대한 논의를 새로 할 필요가 있다.

일반 대규모 공공투자사업의 경우, 신규투자를 우선순위에 입각하여 투명하고 공정하게 결정함으로써 재정의 효율성을 제고하고자 예비타당성조사를 시행한다. 예비타당성조사 결과 타당성이 인정되는 경우에 한 해 예산을 요구할 수 있는데, 대상사업의 범위와 요건은 총사업비가 500억 원 이상이고 국가의 재정지원 규모가 300억 원 이상인 신규사업이다. 지자체 사업뿐 아니라 민자투자사업(BTO, BTL)도 총사업비 500억 원 이상, 국고지원 300

억 원 이상인 경우 예비타당성조사를 시행하게 되어 있다.[16][17]

민간투자사업과 국가재정사업에 대한 예비타당성은 한국개발연구원(KDI) 공공투자관리센터를 연구총괄기관으로 하여 학계, 타 연구기관, 민간엔지니어링 회사 등이 공동 수행하는데, 다만 순수 국가연구개발사업은 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 총괄하여 예비타당성조사를 수행한다. 또, 국가사업에 대한 예비타당성조사가 아닌 「지방재정법」에 따른 지방투자사업 타당성조사의 경우 지방행정 및 재정분야 전문기관을 선정하여 타당성조사가 진행되기도 한다.[18]

예비타당성조사로 인해 불필요한 예산낭비와 사업지연이 예상되는 경우 예비타당성조사를 면제받도록 하는 면제규정이 있다. 「국가재정법 시행령」 제13조 제2항에 해당하는 사업의 경우 예비타당성조사를 거치지 않는데, 물 인프라에 해당하는 조항에는 '노후상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수', '재해예방·복구 지원, 시설안정성 확보 등으로 시급한 추진이 필요한 사업', '법령에 따라 설치하거나 추진하여야 하는 사업'이 있다. 법령에 따라 면제되는 경우는 「수도법」, 「농어촌정비법」, 「하수도법」, 「자연재해대책법」 및 「하천법」, 「소하천정비법」 등의 법이 명시하는 물 인프라사업의 경우 면제가 된다. 상하수도사업의 경우 법령에 의해 추진되는 사업이 많았기 때문에 재정투자사업 심사에서 일반적으로 제외되어 왔다(표 2-16 참조).

---

16) 예비타당성 제도 도입 당시(1999)에는 경제성 분석(Benefit(편익)/Cost(비용))으로만 판단하였으나, 2003년부터 정책적 분석, 지역낙후도 등도 종합적으로 고려하는 AHP 방법을 적용하였다. AHP 방법은 경제성 분석, 정책적 분석, 지역균형발전 분석, 종합 평가를 각각 실시하고 가중치를 부여하여 총괄 합산하는데, AHP ≥ 0.5이면 사업시행이 바람직함을 의미한다.

17) 국토해양부(2012), 「예비타당성조사 신청 대상사업 선정을 위한 매뉴얼」, p.14.

18) 한국지방행정연구원(2013), 「투자사업 타당성조사 세부기준 마련 연구」, p.16.

〈표 2-16〉 타당성평가 면제 대상

구분	타당성평가 면제 대상
상수도	『수도법에 의한 수도정비기본계획』 반영 사업 「농어촌정비법」 및 「수도법」에 의한 농어촌생활용수개발
하수도	『하수도법에 의한 하수도정비기본계획』 반영사업
하천·수자원	「자연재해대책법」 및 「하천법」, 「소하천정비법」에 의한 재해위험지역 및 하천정비 - 소하천 정비사업

자료: 한국지방행정연구원(2013), pp.74-75, 재구성.

한편 신규사업이 아닌 경우, 기존 타당성조사와는 다른 방식의 평가를 수행하여야 할 필요성이 제기되었다. 인프라시설 노후화로 인해 시설의 재건설 혹은 개보수를 통한 효율성 제고 등 기존 시설의 관리 대안에 대해 판단이 요구되었다. 따라서 2013년 한국개발연구원은 이러한 노후 인프라에 대한 사업을 '시설 개선형 사업(Rehabilitate, R-사업)'이라고 하면서 R-사업에 대한 타당성평가에 대해 기준을 제시한 바 있다. R-사업은 '인위적인 수요 증대를 유발하지 않는 개량, 보수, 보강, 정비' 등을 말하며, 광의의 의미로는 '유발수요를 제외한 수요의 증대를 가져올 수 있는 기존 시설의 개축, 증축, 증설, 확장, 확충 등'을 의미한다.[19] R-사업의 유형에는 다음과 같은 경우가 있다.[20]

- 시간 경과에 따라 시설의 노후화 또는 수요의 증가 등으로 서비스 수준(효과)이 낮아져 효용(편익)이 저감된 경우
- 시설의 효용은 발휘되고 있으나 시설의 노후화로 유지관리비가 많이 소요되어 신설투자가 어려운 경우
- 내구연한이 남아 있는 민간투자사업의 관리운영권 종료 후 시설의 효용을 증대시켜 서비스를 향상시키는 경우
- 소규모 투자로 신설 당시의 서비스를 회복하는 경우
- 투자비 대비 편익의 증대가 예측되는 경우
- 기타 위와 유사한 배경과 목적의 사업

19) 한국개발연구원(2013), 「Rehabilitate 민간투자사업 타당성분석에 관한 세부요령 연구」, p.2.
20) 한국개발연구원(2013), p.7.

이렇게 노후화된 인프라의 경우 신축을 하는 것은 재정적인 낭비일 수 있고 재정지원이 어려운 경우가 있다. 따라서 국가재정사업으로 추진된 인프라의 노후화에 대비해야 할 뿐 아니라, 민간사업으로 추진되어 온 인프라사업도 관리운영권의 종료 이후를 대비해야 한다.[21] 이제까지 민간투자로 진행되어 온 BTL 사업의 경우 민간의 관리운영권이 20년으로 운영기간이 종료되는 시설에 대한 대책이 필요하다. 따라서 이러한 시설에 대해 민간의 투자를 활성화시키기 위한 대안으로 나온 것이 RTL(Rehabilitate-Transfer-Lease)와 RTO (Rehabilitate-Transfer-Operate) 사업이며, R-사업에 대한 타당성평가의 틀이 제시된 것이다. 이렇게 재정지원의 효율성을 증대시키고자 민간투자를 활성화하고, 투자효율성을 증진시키기 위한 기준을 만든 것이 R-사업 타당성분석의 체계이다.[22]

R사업도 「국가재정법 시행령」 및 「예비타당성조사 운용지침(2017)」에 따라 예비타당성조사 대상시설에 해당되지 않거나 면제되는 경우가 아니면 타당성조사를 수행해야 하는데, 사업비의 규모와 면제시설 유형의 규정에 따라 판단하여야 한다. 이를테면 사업비 규모가 대규모인 수질개선사업은 타당성 면제사업이 아니며, 타당성조사를 수행해야 한다. 이와 같은 타당성조사는 사업의 효율성을 평가하기 위해 효율성 비교기준이 되는 준거사업을 설정하는 것에서부터 출발할 필요가 있다. 이 준거사업보다 효율적일 경우 사업을 추진함이 타당하다고 판단할 수 있는데, RTO 제안사업의 경우 민간이 제안한 사업내용을 준거사업으로 설정하여 타당성분석을 진행한다. 반면 RTO 고시사업과 RTL 사업의 경우 주무부처가 수립한 사업계획을 준거사업으로 설정하여 타당성을 판단한다. 두 경우 모두 정부가 사업의 타당성을 평가하기 위해서는 정부 나름의 기준이 필요할 것이며, 따라서 준거사업을 설정하는 것부터 국가가 추진하여야 한다.

예비타당성조사를 거치는 R-사업의 경우, 사업의 경제성 분석과 정책적 분석결과를 종합하여 사업 추진의 종합적 타당성을 판단한다. 뿐만 아니라 정량적 비용편익분석을 시행하지 않는 사업도 있는데, 이 경우 경제성 분석을 생략하고 정책적 타당성을 중심으로 주무부처와의 협의를 통해 사업시행 여부를 판단한다. 〈표 2-17〉은 물 관련 사업에 대해 한국개발연

21) 민간투자사업이 시행된 지 10년 이상이 경과하였으며 임대형 민자사업도 5년 이상이 경과하였음. 무상사용기간이 20년 내외인 시설에 대한 이후의 활용 대안이 필요함.

22) R 사업의 추진체계에 대해서 자세한 사항은 〈제3장 2. 마.〉를 참조.

구원이 분류한 타당성판단 유형의 예를 나타낸 것이다.

〈표 2-17〉 물 관련 R-사업의 시설유형별 타당성판단 유형 분류(예시)

시설유형	정형화된 타당성판단	정책적 판단으로 갈음
수자원 및 수도	수자원 및 상수도시설 개선	노후상수도 단순개량
하수도	-	하수종말처리시설, 하수관거시설
환경기초시설	축산분뇨처리시설 개량 및 수질개선	

자료: 한국개발연구원(2013), p.29.

수자원 및 상수도의 시설 개선은 대표적 시설인 댐과 광역상수도, 지방상수도 사업을 통해 수질 개선이나 수량의 증대를 목표로 한다. 이런 사업의 경우 대형 사업이 될 가능성이 높으므로 타당성조사가 필요한데, 「국가재정법 시행령」과 예비타당성조사 운용지침에서 노후상수도 단순개량사업은 면제사업으로 규정되어 있다. 따라서 KDI의 권고는 단순개량과 대규모개량의 구분이 쉽지 않기에 관련 주무부처와 협의하거나 의견을 수렴하여 타당성조사 여부를 결정하는 것이다.

환경기초시설 중 방류수질 개선을 위한 시설 개선인 축산분뇨처리시설은 법정필수시설이 아니므로 타당성조사 결과에 따라 사업 추진 여부를 결정하여야 한다. 또한 하수처리시설 및 하수관거와 같은 사업내용이 비교적 단순하고 사업별 특성화가 거의 없는 사업은 개별 사업마다 타당성을 검토할 필요성이 적고, 필수 설치시설 성격을 가진 사업으로 법령에 의해 설치되는 경우가 많기에 별도의 사업성 평가보다는 정책적 판단을 통해 사업 추진 여부를 검토하는 것이 바람직하다고 권고되고 있다.

R-사업의 편익을 추정할 때 기존 시설의 존재가 현재 상태(status quo)로 되는 것이므로 편익산정 시에 기존 시설이 창출하는 편익을 산정하여 반영하는 중복산정이나 과다추정의 오류를 범할 수 있다. 따라서 R-사업의 배경 및 목적을 이해하고 사업시행 전과 후의 상태를 명확히 구분하여 분석하여야 한다. 그러나 기존의 시설이 창출하는 편익을 제외한 개선사업만으로 인한 편익을 따로 추출하기는 쉽지 않기에, R-사업의 경제성평가는 신규사업의 경우보다 더 까다로울 수 있다.

이처럼 과거에는 보급률 목표를 달성하기 위한 정책에 인프라 신설이 주였다면, 이제는 인프라의 개보수와 같은 자산관리 개념이 필요한 시점이므로 인프라 관리 측면의 투자계획 타당성평가가 필요한 시점이다. 이런 유형의 인프라 투자사업에 대하여 투자 타당성에 대한 개념확립과 정책방향을 설정해야 한다. 특히 앞으로 민간투자사업에 대한 지침을 명확히 하기 위해서라도, 새로운 유형의 투자사업에 대해서는 준거사업을 조속히 설정할 필요가 있다. 이때 정책 대안을 설정하는 데 있어서 타당하고 효율적인 대안을 도출하기 위한 체계가 필요하다.

3. 물 서비스 분야의 현안, 미래전망 및 정책과제

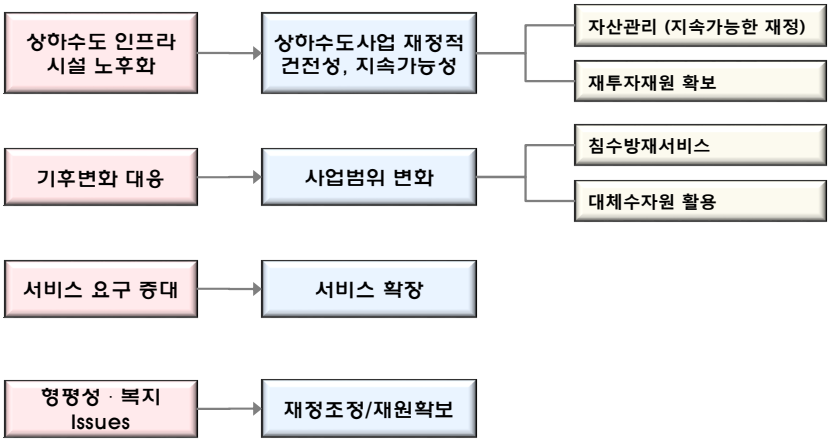
물 서비스 부문은 현재 직면하고 있는 사회·환경적 변화에 따라 사업에 대한 투자의 목표, 체계가 변화할 필요가 있다. 이러한 변화에 따른 타당성·효과성 평가체계의 활용성에 대해 검토하고자 한다.

가. 물 서비스(상하수도) 부문 현안과 정책과제

1) 상하수도 부문의 현안

상하수도 부문은 현재 다양한 사회·배경적 변화와 더불어 여러 과제에 직면하여 있다. 먼저 상하수도 인프라시설의 노후화는 상하수도사업의 재정적인 건전성과 지속가능성에 위협이 되고 있다. 이를 위해 자산관리를 도입하고 재투자재원을 확보하는 것이 필요한 시점이다.

뿐만 아니라 기후변화 대응과 새로운 서비스에 대한 요구가 증대되는 등 사업 범위가 변화되거나 확장되고 있다. 또 상하수도 서비스의 재원 확보와 서비스 제공에 있어서 형평성과 복지를 고려한 설계는 계속적으로 고려해야 한다.



〈그림 2-3〉 상하수도 부문의 변화와 이슈

2) 상하수도사업 정책과제와 투자

상하수도사업이 직면한 정책과제는 크게 상하수도사업의 재정적 지속가능성 문제와 재투자 요구, 그리고 새로운 공공 서비스에 대한 수요로 나누어 볼 수 있다(그림 2-4 참조).

〈그림 2-4〉 상하수도사업 정책과제

상하수도의 내구연한이 도래하거나 시설이 노후화되어 자산 실패의 위험성이 커지고 있으며, 자산관리와 운영효율화가 이루어지고 있지 않은 상태이기에 재정적으로 건전성을 보장하기 힘든 취약한 상황이다. 이를 개선하기 위해 재정적 지속가능성을 제고할 필요가 있으며, 국가사업에 있어서 효율적이고 형평성 있는 비용분담을 고려하여 설계하여야 한다. 또한 상하수도의 노후화로 인한 서비스 유지가 힘든 상황에서 재투자가 필요한 상황이기에 이에 대한 재원 조달 방안을 마련할 필요가 있다. 이러한 서비스 유지 측면을 넘어서 사회적인 변화로 새로운 공공 서비스에 대한 재정적 수요가 생기고 있는 것도 당면한 정책과제이다. 기후변화의 영향으로 하수도사업 범위는 도시침수 등으로 인한 재난방지 서비스의 범위로 확대가 되고 있다. 따라서 침수방재, 우수 서비스 등의 새로운 공공 서비스에 대한 효율

적이고 합리적인 비용분담 방안이 필요하다. 또한 악취방지에 대한 요구가 높아지는 등 사회적으로 선호되는 서비스와 가치가 변화하고 있는 시점이기에, 이를 반영한 정책목표 설정과 투자가 필요하다.

나. 물 서비스(상하수도) 부문의 변화(미래전망)와 이슈[23][24]

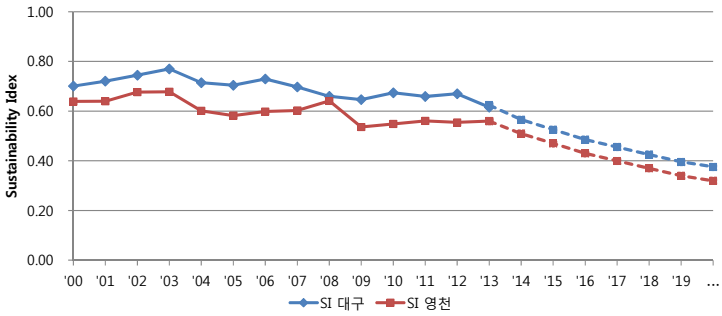
물 서비스 부문은 인프라시설의 노후화로 인한 문제와, 사회·경제·환경적 변화에 따라 새로운 도전에 직면하고 있다. 이러한 이슈에 대응하여 정책목표를 설정할 필요가 있다.

1) 상하수도 인프라시설 노후화

국내 상하수도사업은 과거에는 상하수도 서비스 보급 확대에 중점을 두었기에, 이러한 단기적 필요를 충족하기 위해 정부지원과 보조재원으로 사업을 주도해 왔다. 그러나 현재 시설보급률은 목표 이상을 달성한 상태이지만, 초기에 투자되었던 시설이 노후화됨에 따라 시설에 대한 재투자가 필요한 시기가 도래하였다. 뿐만 아니라 장기적인 체계적 관점에서 자산이 관리되지 못하여 재투자계획에 대한 재원 조달이 취약하다. 이러한 문제들은 인프라 서비스의 지속가능성을 위협하게 된다. 〈그림 2-5〉는 물 인프라의 지속가능성 저하에 대한 평가 연구 결과를 나타내는 그래프인데, 해마다 지속가능성이 감소하고 있는 것을 볼 수 있다. 상하수도 각 시설의 노후화 정도를 자세히 알아보기로 한다.

---

23) 문현주 외(2017 초안), pp.53-64.
24) 문현주, 정아영(2013b),「지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구(Ⅰ)」.



자료: 강형식 외(2016), 「물 환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(Ⅲ)」 발표자료.

〈그림 2-5〉 지속가능성 저하를 나타내는 인프라 서비스 사례

가) 상수도시설 노후화 정도

(1) 상수관망

먼저 상수도시설의 노후화를 파악하기 위해 상수관망의 노후화 정도를 살펴보면,[25] 전체 상수관망 중에서는 21년 이상 된 구간이 29.6%가량으로 나타났다. 21년 이상 된 상수관망의 비율은 지방상수도(29.7%)와 광역상수도(26.5%)가 비슷했으나, 11~20년 된 상수관망은 지방상수도(28.7%)에 비해 광역상수도(55.3%)가 월등히 높은 비율을 가진 것으로 나타났다. 이는 상수관망의 설치를 비교적 인프라 취약지역이었던 지방에서 광역시보다 비교적 최근에 시작하였기 때문이었을 것으로 추정해 볼 수 있다.

〈표 2-18〉 상수관망의 노후화 정도(2015년 기준)

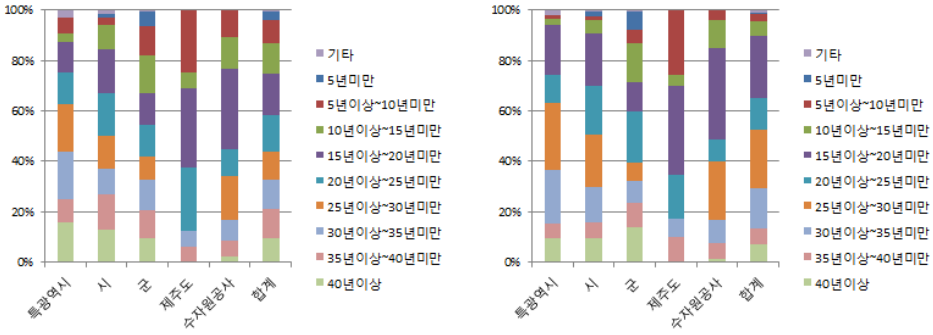
구분	총계	5년 이내	6~10년	11~15년	16~20년	21년 이상
총계 (km)	197,535 (100.0%)	41,346 (20.9%)	39,443 (20.0%)	31,826 (16.1%)	26,375 (13.4%)	58,545 (29.6%)
지방상수도 (km)	192,288 (100.0%)	40,998 (21.4%)	38,835 (20.2%)	30,202 (15.7%)	25,100 (13.0%)	57,153 (29.7%)
광역상수도 (km)	5,247 (100.0%)	348 (6.6%)	608 (11.6%)	1,624 (31.0%)	1,275 (24.3)	1,392 (26.5%)

자료: 환경부(2016e), p.13.

25) 문현주 외(2017 초안), p.54

(2) 정수시설

정수장은 2017년 기준으로 총 470개소이며, 58%가 20년 이상, 33%가 30년 이상의 노후화가 진행된 시설인 것으로 나타났다.[26] 각 지자체의 총 시설 수 대비 노후화 비율을 살펴보면, 20년 이상 정수시설 수는 특별·광역시(75%), 시(67%), 군(54%)의 순으로 높게 나타났으며, 30년 이상 정수시설 수도 마찬가지로 특별·광역시(44%), 시(37%,) 군(33%)의 순으로 높게 나타났다. 한편, 시설용량 기준으로 보면 2017년 기준 총시설용량은 2,896만 5,000톤/일이며, 이 중 65%가 20년 이상, 29%는 30년 이상의 노후화를 나타내었다. 이를 각 지자체별로 보면 20년 이상 정수시설 시설용량 비중은 특별·광역시(74%), 시(70%), 군(60%) 순으로 나타났으며, 30년 이상의 경우는 특별·광역시(37%), 군(32%), 시(30%)로 군이 시보다 더 높게 나타났다.



〈시설 수 기준〉 〈시설용량 기준〉

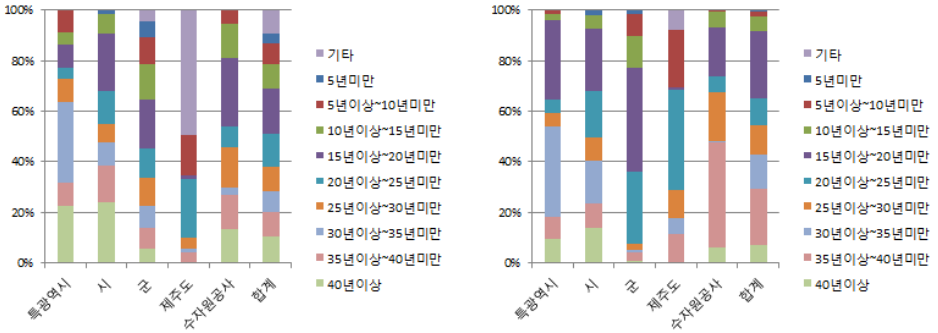
주: 1) 2017년 국가상수도정보시스템에 등록되어 있는 취수장을 대상으로 함.
2) 각 취수장의 준공연도를 바탕으로 2017년도를 기준으로 경과연수를 산정함.
3) 기타는 준공연도 정보가 없는 정수장임.
자료: 국가상수도정보시스템(2017) 수도시설 현황, http://www.waternow.go.kr/web/flctData?pMENUID=86, 검색일자: 2017.10.5.

〈그림 2-6〉 지역 규모별 정수장 노후화 정도(상수도시설)

26) 국가상수도정보시스템(2017) 수도시설 현황 엑셀 파일 참조, http://www.waternow.go.kr/web/flctData?pMENUID=86

(3) 취수시설

취수시설은 2017년 상수도정보시스템 자료 기준으로 전국에 총 470개소가 있는데, 시설수를 기준으로 노후화를 살펴보면 51%가 20년 이상, 29%가 30년 이상의 시설로 분류될 수 있다. 지자체별 노후화 비율을 비교해 보면 20년 이상 취수시설 수는 특별·광역시(77%), 시(68%), 군(46%)의 순으로 높게 나타났으며, 30년 이상의 취수시설도 마찬가지로 특별·광역시(64%), 시(48%,) 군(23%)의 순으로 높은 비중을 나타냈다. 취수장의 시설용량을 기준으로 살펴보면 총 4,048만 4,000톤/일인데, 전체적으로 65%가량이 20년 이상, 43%가 30년 이상의 시설인 것으로 나타났다. 20년 이상 취수시설 시설용량의 비중은 시(68%), 특별·광역시(65%), 군(36%) 순으로 높게 나타났으며, 이외에도 수자원공사가 운영하는 시설은 74%가량이 20년 이상인 것으로 드러났다. 30년 이상의 시설의 비중도 특별·광역시(54%), 시(41%), 군(5%) 순으로 높게 나타났다. 이처럼 대부분의 취수시설이 20년 이상의 경년을 나타내어 노후화가 빠르게 진행 중임을 알 수 있다.[27]



〈시설 수 기준〉 〈시설용량 기준〉

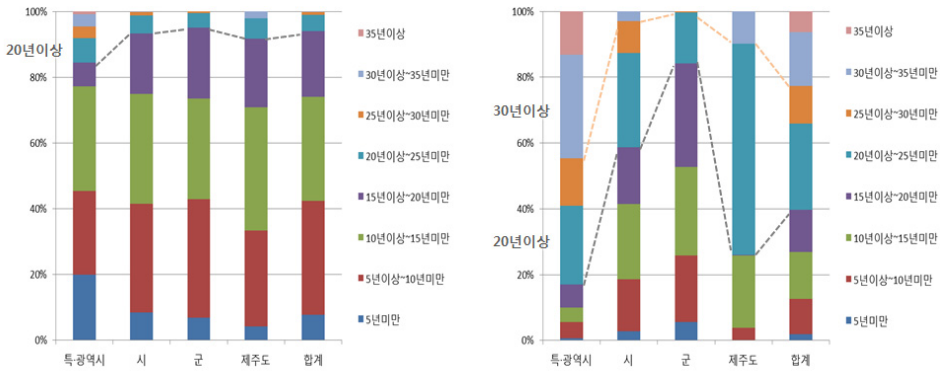
주: 1) 2017년 국가상수도정보시스템에 등록되어 있는 취수장을 대상으로 함.
2) 각 취수장의 준공연도를 바탕으로 2017년도를 기준으로 경과연수를 산정함.
3) 기타는 준공연도 정보가 없는 취수장임.
자료: 국가상수도정보시스템(2017), 수도시설 현황, http://www.waternow.go.kr/web/flctData?pMENUID=86, 검색일자: 2017.10.5.

〈그림 2-7〉 지역 규모별 취수장 노후화 정도(상수도시설)

27) 한편 제주도의 경우, 시설 수 기준으로 49%, 시설용량 기준으로 8%가량이 준공연도를 알 수 없음.

나) 하수도시설 노후화 정도

하수도 관련 시설 중에서 공공하수처리시설의 노후화 정도를 살펴보면 다음과 같다. 2015년 기준 공공하수처리시설은 총 3,907개소로 먼저 시설 수 기준으로 노후화 정도를 살펴보면, 2017년 시점에서 20년 이상 공공하수처리시설 수의 비중은 특별·광역시(16%), 시(7%), 군(5%) 순으로 나타났다. 뿐만 아니라 공공하수처리시설 시설용량은 총 2539만 8,000톤/일로, 시설용량 기준으로 노후화 정도를 살펴보면 20년 이상 공공하수처리시설 시설용량은 특별·광역시(83%), 시(41%), 군(16%) 순으로 높게 나타났으며, 30년 이상 공공하수처리시설 시설용량의 경우에도 마찬가지로 특별·광역시(45%), 시(3%), 군(0%) 순으로 높게 나타났다. 시설 수 기준으로 봤을 때에는 비중이 낮지만, 시설용량 기준으로는 노후화된 시설의 비중이 매우 높은 것으로 나타났다.



〈시설 수 기준〉 〈시설용량 기준〉

주: 1) 2015 하수도통계를 기준으로 가동되고 있는 공공하수처리시설을 대상으로 함.
2) 각 처리시설의 준공연도를 바탕으로 2017년도를 기준으로 경과연수를 산정함.
자료: 환경부(2015f), 「2015 하수도통계」.
국가하수도정보시스템(2017) 하수도시설 현황, https://www.hasudoinfo.or.kr/hasu/hasuFacilitiesIntroList.do, 검색일자: 2017.5.8.

〈그림 2-8〉 지역 규모별 공공하수처리시설 노후화 정도(하수도시설)

다) 상하수도시설 재투자수요

이렇게 노후화가 진행되고 있는 상하수도시설의 서비스 수준을 유지하기 위해서는 앞으로 막대한 재원이 필요할 것으로 예측되므로, 이에 대한 재투자 재정수요를 추정해 보고 재정조달 방안을 고려할 필요가 있다. 이에 문현주, 정아영(2014)은 상하수도시설에 대한 재투자비용을 추정한 바 있다. 상수도시설의 경우 내용연수는 「지방공기업법」상의 내용연수표를 참고하였으며 하수처리장은 경년 30년, 하수관거시설은 20년을 기준으로 재투자계획을 수립하고 이에 대한 재투자수요 비용을 추정하였다. 재투자비용을 추정한 결과, 2030년까지 상수도 부문은 약 12조 6,422억 원, 하수도시설은 약 19조 2,076억 원의 재원이 필요한 것으로 나타났다. 상하수도를 통틀어 보면, 2030년까지의 총 재투자비용은 31조 8,498억 원, 2040년까지는 65조 9,458억 원이 소요될 것으로 추정되었다(표 2-19 참조).

〈표 2-19〉 상하수도시설 재투자수요 비용 추정

(단위: 억원)

분류		2014~2020	2021~2030	2031~2040	합계
상수도	정수장	9,661	47,961	-	57,622
	관거	16,064	52,736	-	68,800
하수도	처리장	14,459	8,522	4,318	27,298
	관거	38,571	130,524	336,643	505,738
합계		78,755	239,743	340,961	659,458

자료: 문현주, 정아영(2014), 「지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구(II)」, p.105.

한편, 지역 규모별로 재투자수요 비용을 추정해 보았는데, 2040년까지 인구가 50만 명 이하인 지역의 재투자수요는 31조 8,789억 원, 50만~100만 명 이하인 지역은 8조 9,437억 원, 100만 명 이상인 지역은 25조 1,231억 원이 소요될 것으로 추정되었다(표 2-20 참조).

〈표 2-20〉 지역 규모별 상하수도시설 재투자수요 비용 추정

(단위: 억원)

분류		2014~2020	2021~2030	2031~2040	합계
상수도	50만 이하	10,964	39,500	-	50,464
	50만 이상~100만 이하	689	15,132	-	15,820
	100만 이상	14,073	46,065	-	60,138
하수도	50만 이하	21,623	71,073	175,630	268,325
	50만 이상~100만 이하	7,644	19,709	46,264	73,617
	100만 이상	23,763	48,264	119,067	191,093
합계		78,756	239,743	340,961	659,457

자료: 문현주, 정아영(2014), p.105.

라) 재투자 재정지원 계획

이렇게 노후화된 시설에 대한 재투자 필요성은 정부도 인지하고 있으며, 이에 대한 지원 계획이 수립되고 있다. '지방상수도 현대화사업'은 노후 상수도시설을 정비하기 위한 사업으로, 먼저 일반현황을 조사하고, 노후시설 규모 파악과 평가 기준 마련 및 적용을 통해 정비대상의 규모를 파악한다.[28] 마지막인 4단계에는 지원대상의 규모를 산정하고 사업대안을 제시한다. 이 사업은 2017년부터 12년간 총사업비 3조 962억 원(국고 1조 7,880억 원)을 투자하는 사업으로 진행되기로 계획되었다.[29] 지역발전특별회계 내 '생활기반계정'으로 국비를 지원하며, 총사업비의 50%를 국고보조로 하고, 최대 20%의 인센티브를 추가적으로 지원한다. 이를 통해 얻을 수 있는 효과를 환경부는 수돗물의 누수를 막아 수돗물 절감으로 얻을 수 있는 경제적 가치로 보고 연간 501억 원으로 추정했다.[30]

28) 환경부(2016a), 「기술선도형 지방상수도 현대화사업 추진계획」, 발표자료.
29) 환경부 보도자료(2017.5.12), "지방상수도 현대화 사업 본격화...지자체 연간 501억 원 예산절감 효과 기대".
30) 환경부 보도자료(2017.5.12).

〈표 2-21〉 지방 상수도시설 노후도 정비사업

구분	지원대상 규모산정		사업규모(4단계)
노후 상수관망 정비사업	급수구역 분할 및 노후급수구역 선별	사업대상	103개 지자체 (3,322km)
		사업비	2조 3,988억 원 (국고 1조 4,393억원)
노후 정수장 정비사업	재건설, 통합, 개량 수선유지 등 대안제시	사업대상	24개 지자체 (30개소)
		사업비	6,974억 원 (국고 3,487억원)

자료: 환경부(2016a).
환경부 보도자료(2017.5.12).

2) 기후변화 대응

급격한 기후변화로 인하여 집중호우와 가뭄 등의 극단 기후현상이 발생하고 있어서 인프라 관리의 새로운 투자 필요성이 증대되고 있다. 과거 30년간(1981~2010) 한반도의 연평균 기온이 1.2℃ 상승하였고, 과거 43년(1964-2006) 동안 해수면이 8cm 증가하였으며, 연평균 폭염 일수와 열대야 일수가 증가하는 등의 현상이 앞으로 계속될 것으로 예측된다.[31] 이에 따라 물 서비스 부문에서는 가뭄 피해지역이 확대되고 강우강도 증가에 따른 집중호우가 발생함에 따라 이로 인한 피해가 증가될 것으로 예상된다.

따라서 정부 20개 부처가 합동하여 기후변화에 대응하기 위한 적응대책인 『제2차 국가기후변화적응대책(2016-2020)』을 마련하였다.[32] 환경부는 상습적 가뭄지역의 식수원확보 대책 추진(2,946억 원), 도시침수 해소를 위한 우수관거 및 하수저류시설 등 인프라 확충사업(2,067억 원) 등을 통해 물 서비스 부문에서 기후변화에 대응하고자 계획하고 있다(표 2-22 참조).

31) 기상청(2012), 「한반도 기후변화 전망보고서」, pp.64-66.
32) 환경부(2015b), 「제2차 국가기후변화적응대책 (2016~2020)」, pp.185-232.

가) 침수방재서비스

기후변화의 영향으로 폭우가 빈번해짐에 따라 하천유역과 도심지, 그리고 산업시설까지도 피해 가능성이 증가하고 있다. 도심지역 자연지반 상실로 우수의 침투율이 낮아져 강우의 유출량이 증가하고, 재난에 대한 고려 없는 도시개발로 인해 침수에 대한 위험성과 피해가 커지고 있다. 도시침수 피해의 주요 원인은 ⅰ) 기 설치된 하수관거 용량을 초과한 집중폭우 발생, ⅱ) 하수관거 통수능력 부족 및 저지대 배수능력 한계지역 반복침수, ⅲ) 하천수위 상승에 따른 배수지연, ⅳ) 연속강우로 인한 산사태 발생 등이 있다.[33]

〈표 2-22〉 기후변화 적응을 위한 물 환경 관련 예산

예산 목록	2016년 기준(억 원)
도시침수 해소를 위한 하수도시설 확충	2,067
LID 확대적용 등 물 순환 강화를 위한 시스템 확대구축	758
기후변화 대응 안정적 용수이용을 위한 수자원확보 및 공급체계 마련	2,946
전국 가뭄실태 조사 및 맞춤형 가뭄대책 마련	1.4
기후변화 대응 물 관리 기술개발	38.5
수생생물 서식기반 강화로 수생생태계 안정성 확보	4,501
수생태계 위험요소 및 수질관리	2.5
기후변화 대응 하천 및 호소 수질관리 대책추진	46
소계	10,360

주: 「제2차 국가기후변화적응대책(2016-2020)」, pp.165-232, 예산안 중 물 환경 관련 계획에 대한 예산만 정리함.
자료: 환경부(2015b), 「제2차 국가기후변화적응대책(2016-2020)」: 문현주 외(2017 초안)에서 재인용.

수해의 일차적 요인은 시설용량을 초과한 호우가 발생한다는 것이고, 이를 가중시키는 요인은 도시화로 인한 유출량이 증가하고 과거 침수지역에 인구와 자산이 집중되어 있다는 것이다. 기후변화로 인해 재난의 크기와 노출이 커지고 있는 반면, 방재 서비스 수준은 과거에 머물러 있기에 더 큰 피해가 우려되는 상황이다. 따라서 이에 대한 정책적 변화가 요구되

33) 김영란(2014), "도시침수 원인 및 대책", 상하수도발전포럼.

는 상황이며, 물리적 방재 인프라를 강화할 필요가 있음이 지적되고 있다. 이를 위해 필요한 시설로는 배수시설과 저류시설과 같은 기반시설과 물 순환 개선을 위해 분산형 빗물 저류·침투·이용시설, 그리고 물막이판, 수중 자동펌프, 하수역류방지시설과 같은 소규모 방재시설뿐 아니라 재난대응을 할 수 있게 하는 재난예측시스템이나 홍수지도 외에도 재난 거버넌스와 같은 소프트웨어적 요소까지 필요하다.

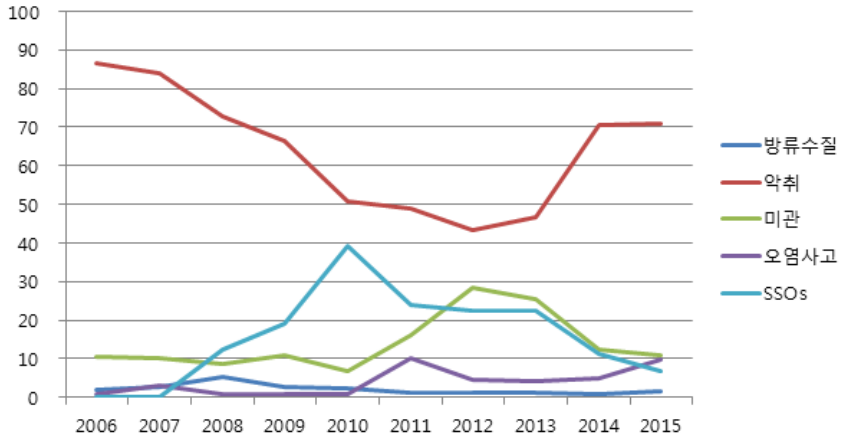
나) 새로운 서비스 요구 증대 – 악취방지

사회적인 선호가 바뀜에 따라 새로운 서비스에 대한 수요가 나타나기도 한다. 상하수도 서비스의 경우 악취방지에 대한 수요가 그러한 경우로 볼 수 있다. 최근 몇 년간의 민원 건수 비중을 〈그림 2-9〉에서 살펴보면 악취에 대한 비중이 월등히 높으며, 특히 최근 3년간(2013~2015)은 악취에 대한 민원 비중이 다른 요인에 비해 점차 증가하고 있다. 이는 기본적인 상하수도 서비스를 넘어 새로운 유형의 서비스인 악취방지 서비스 편익에 대한 수요가 증가하고 있는 것으로 볼 수 있다. 하수도 서비스 수준에 대한 설문조사 결과에서도(그림 2-10 참조), 연상 이미지와 불편도, 우선 개선해야 할 기능으로 모두 악취가 손꼽혀 시민들이 가장 큰 불편함을 느끼는 부분인 것으로 나타났다. 뿐만 아니라, 내국인뿐만 아니라 외국인들이 한국을 사랑하지 못하는 주요 원인으로 하수도 악취가 지목되기도 했다.[34]

악취문제를 해결하기 위해서는 법과 정책, 그리고 시설 개선이 병행되어야 한다. 이에 대한 필요성이 인식되어 「하수도법」이 개정된 「하수도법 시행령」이 2016년 9월 13일부터 시행되었다. 이는 도시 하수도 악취의 주요 원인으로 지목되어 왔던 정화조에 악취저감시설을 설치해야 하는 대상이 확대되는 내용을 골자로 한다. 지금까지 1,000인용 이상의 정화조에만 공기공급 장치 등 악취저감시설을 설치했던 것을 200인용 이상의 정화조를 설치할 시에도 악취저감시설을 갖추도록 하였다. 이외에도 기존 하수도처리장에서의 악취문제를 해결하기 위해 악취저감시설을 설치하거나 개량, 또는 재건설을 통해 악취와 시설 노후화 등 종합적인 문제를 해결하고자 하는 경우도 있다.

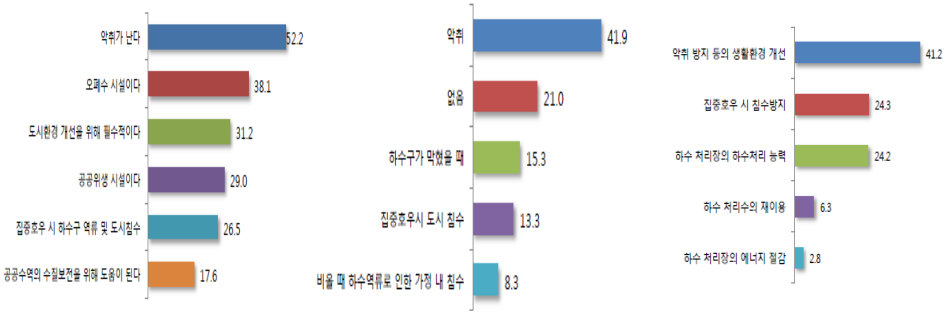
---

34) 환경부 보도자료(2016.9.6), "하수도 악취 없는 도시 기대된다".



주: 기타 민원 유형을 제외하고 각 연도별 %를 산정하였음
자료: 환경부(2015), 「하수도통계」 엑셀파일 재구성.

〈그림 2-9〉 연도별 하수도 민원 요인의 비중



자료: 박규홍 외(2012), 대한상수도학회: 환경부 보도자료(2016.9.6)에서 재인용.

〈그림 2-10〉 하수도 서비스 수준 설문조사 결과

4. 물 서비스(상하수도) 부문 투자 타당성·효과성 평가의 필요성과 활용

물 인프라 서비스에 대한 수요는 사회적·환경적 요구에 따라 변화하고 있으며, 상하수도 부문은 물의 합리적인 이용과 관리를 위한 필수적인 공익 서비스의 효과적 공급이라는 기본적 과제에 더해서 인프라시설의 노후화와 기후변화 대응 등 환경적·사회적 변화에 따른 인프라 투자수요가 나타나고 있다.

이러한 수요를 충족시키기 위한 투자의 타당성과 효과성은 서비스 공급을 위한 합리적인 비용과 그 부담을 통해 서비스 수요와 공급의 합리화를 가져올 수 있도록 하며, 효과성에 기반을 둔 투자수요에 대한 우선순위 설정으로 사업의 전략적 재정과 재정지원체계의 효과적 운영에 활용될 수 있다.

따라서 지속가능한 서비스를 위한 투자전략과 재정투자의 효율화에 활용을 위한 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성을 평가할 수 있는 체계가 필요한데, 현재 상하수도 인프라 투자에 대해서는 타당성평가체계가 미비한 실정이다. 특히 인프라시설의 노후화에 따른 재투자 필요에 대해서는 타당한 투자계획 수립의 기준이 미비한 상황에서 투자 시급성에 따른 국고지원체계 운영 및 민간투자사업 등이 진행되고 있어 투자 타당성·효과성 기준 및 평가체계 마련의 필요성이 더욱 부각되고 있다.

〈그림 2-11〉 상하수도 부문 투자 타당성·효과성 평가의 필요성

제3장

인프라 투자 타당성평가체계 사례 분석

지금까지 기존의 물 서비스에 대한 사업투자 구조와 현재 직면한 물 서비스 부문의 변화와 이슈에 대해 살펴보았다. 본 장에서는 국내외의 인프라 투자에 대한 타당성평가체계 사례를 분석해 보고 국내 상하수도 투자 타당성평가체계에 주는 시사점을 알아본다.

1. 인프라 투자 관련 국제적 이슈[35)36)]

세계적으로 물 부문은 심각한 도전에 직면해 있다. 물 서비스 인프라의 유지, 확장과 수질에 대한 새로운 규제 요구사항을 충족하기 위한 신규 시설 또는 시설 개선 등에 필요한 재원을 조달하기 어려움에 따라 기본적 물 수요를 충족시키지 못하는 경우도 존재한다. 또한 증가하고 있는 물 부족은 제한된 자원에 대한 타 부문과의 경쟁을 야기하며, 기후변화는 물 부문의 발전에 계속 영향을 미칠 것으로 전망된다.

기존 물 서비스 인프라의 설치 경과연수가 100년이 넘은 시점에서 OECD 국가들은 물 서비스 인프라를 교체 또는 개선하고, 새로운 수질 규제에 대응하며, 기후변화, 오염 및 인구증가에 대응하면서 물 공급을 보장해야 한다는 과제에 직면하고 있다. 이로 인해, 물 서비스 인프라의 운영 및 유지·보수, 개선 등을 위한 최선의 재원 조달 방법에 세계적인 관심이 커지고 있다.

안정적인 재원 마련은 물 서비스 인프라를 구축, 운영·유지하는 데 필수요소이다. 이것은

35) OECD(2007), *Infrastructure to 2030 : Volume 2 Mapping Policy for Electricity, Water and Transport.*

36) OECD(2012), *Meeting the Water Reform Challenge.*

OECD 회원국과 비-OECD 회원국 모두에게 하나의 도전과제로 인식된다. 대부분의 OECD 국가에서는 현재 존재하는 노후화된 물 서비스 인프라를 갱신(재건)하는 것이 가장 주요한 과제로 논의되고 있으며, 향후 20년 동안 다른 인프라 부문(예, 운송 및 통신)에 필요한 투자규모보다 훨씬 큰 규모의 투자가 요구될 것으로 예상하고 있다.

상하수도 서비스 인프라에 필요한 투자규모를 살펴보면, OECD 회원국과 Big 5 경제국가(브라질, 러시아 연방, 인도, 중국, 인도네시아)의 경우, 2015년까지 연간 7,700억 달러, 2025년까지 연간 1조 달러가 넘는 투자가 필요할 것으로 추정하였다(표 3-1 참조). 특히, 유럽과 북아메리카에서는 이러한 투자의 상당 부분을 인프라를 새로 건설하는 비용보다는 인프라의 유지 및 보수, 수리, 교체하는 비용이 차지하는 것으로 나타났는데, 이는 이들 국가의 상하수도 서비스 인프라가 매우 오래되고 열악한 상태이기 때문이다. 또한 점점 더 엄격한 수질기준을 충족시킬 필요가 있을 것으로 예상됨에 따라 요구되는 투자규모는 더욱 커질 것으로 예상된다.

비-OECD 회원국의 경우, 인프라 건설에 있어서 뿐만 아니라 시설을 유지하고 운영할 수 있을 만큼 안정적인 재원 조달을 보장해야 하는 과제가 존재한다. 기존과 같이 보조금 등에 의존하는 전략은 중장기적으로 충분하지 않을 수 있으므로 이러한 과제를 해결하기 위해서는 3Ts(요금, 보조금, 이전)를 잘 활용할 수 있는 현실적인 전략이 필요하다.

〈표 3-1〉 상하수도 서비스 인프라 연평균 투자규모 전망

(단위: 십억 달러)

국가	2015년까지	2025년까지	국가	2015년까지	2025년까지
호주	6.86	9.95	멕시코	167.78	153.65
오스트리아	2.59	3.91	네덜란드	5.43	7.88
벨기에	2.75	4.38	뉴질랜드	1.14	1.63
캐나다	10.27	15.74	노르웨이	1.58	2.55
체코	3.12	2.83	폴란드	7.93	7.18
덴마크	1.82	2.74	포르투갈	1.96	2.97
핀란드	1.35	2.15	슬로바키아	1.35	1.22
프랑스	16.86	25.84	스페인	10.97	15.96
독일	23.38	35.84	스웨덴	2.26	3.60
그리스	2.17	3.34	스위스	1.97	3.19
헝가리	2.02	2.79	터키	9.33	9.66
아이슬란드	0.09	0.14	영국	19.14	27.96
아일랜드	1.35	2.15	미국	101.65	167.63
이탈리아	16.83	25.23	러시아	11.49	26.41
일본	46.98	63.41	인도	74.8	108.31
대한민국	12.76	18.00	중국	182.1	247.18
룩셈부르크	0.24	0.39	브라질	19.8	32.02
			총계	772.12	1,037.83

자료: OECD(2007).

2. 투자평가체계 사례

국내외 물 서비스 인프라에 대한 투자평가체계 사례들을 알아보고, 투자평가체계 설계와 운영에 참고할 수 있는 시사점을 도출하고자 한다.

가. 지자체 자체감사 프로그램과 정부회계기준 제시를 통한 자산관리시스템

미국의 상하수도는 CMOM(Capacity, Management, Operation, and Maintenance: 용량, 관리, 운영 및 유지보수를 위한 지자체 자체감사 프로그램)과 GASB 34(Governmental Accounting Standards Board Statement 34; 정부회계기준 34호)를 통해 자산관리가 이루어지고 있다. 각 프로그램의 특징과 이를 충족하는 자산관리시스템의 특성을 알아본다.

1) CMOM[37]

미국 환경보호국(EPA)이 지자체 및 기타 업계 대표자들과 개발한 관리 프레임워크 CMOM 접근법은 다양한 자산관리 원칙을 기반으로 목표를 설정하고 우선순위 결정 및 용량 평가 단계, 전략적 예방관리 접근법, 프로그램 결함을 발견하기 위한 주기적 프로그램 감사 실시, 이러한 결함에 대해 대처하는 방법 등을 제시하고 있다. CMOM은 '용량, 관리, 운영 및 유지보수'를 의미하는데, CMOM 계획단계에서 시설의 목표 성능을 설정하고, 운영 및 유지보수, 용량 평가와 확인, 자본 개선계획, 재정적 관리계획 등을 수행한다.[38] 무엇보다 CMOM은 용량, 관리, 운영, 유지관리에 대한 광범위한 체크리스트를 제공하고 있는데, 이를 통해 현재 상태를 평가하고 정보를 수집한다. 이러한 정기적 체크를 통해 정보를 수집하여 예방적인 대응을 할 수 있도록 하는데, 이는 비용 절감으로 연결될 수 있다.[39] 이 체크리스트에서 해당되지 않는 요소가 많다면 그 부문이 취약함을 설비 운영자가 알 수 있으며, 이를 통해 개선계획을 세울 수 있다.

---

37) EPA(2002), "Fact Sheet - Asset Management for Sewer Collection Systems"
38) EPA(2012a), "About the CMOM Program Self Assessment Checklist."
39) EPA(2005), *Guide for Evaluating Capacity, Management, Operation, and Maintenance (CMOM) Programs at Sanitary Sewer Collection Systems*.

2) GASB 34[39]

GASB 34(Government Accounting Standards Board Statement 34: 정부회계기준 34호)는 자산관리시스템을 사용하는 정부기관이 추가적인 정보를 보고할 경우 선택가능한 대안과 정부 재무제표에서의 공공 인프라 자산에 대한 보고 의무사항을 제시한다. GASB 34 재정보고 요건을 충족하지 못하는 경우 일반적으로 인정되는 회계기준(GAAP: Generally Accepted Accounting Principles)에 따라 재무제표를 제출할 수 없도록 하여 정부의 신뢰성을 높일 수 있는 재정보고 모델을 만들었다.

GASB 34는 규제적 측면과 인센티브적 측면을 둘 다 가지고 있는데, 규제적 측면에서는 정부 통합재무제표에서 사용되는 모든 발생주의적(accrual) 회계원칙을 요구한다. 이는 납세자와 채권자, 서비스를 제공하는 데 사용되는 모든 자본자산의 역사적 원가(historical cost), 공공 서비스를 제공하는 데 드는 전체 비용과 같은 재무제표를 보고할 것을 요구한다. 발생주의적 회계기준에 의하면, 수집시스템 설비는 하수처리시스템과 그 구성품에 대해 역사적 원가를 보고해야 하기 때문에 미래에 기대되는 수익도 시스템으로 인한 이익으로 모두 포함된다. 시스템의 비용은 매년 그해 발생한 모든 비용뿐 아니라 감가상각(혹은 보존비용)도 포함한다.

연례 보고서의 재무제표는 경영진의 관리 보고 및 분석(MD&A: Management Discussion & Analysis)과 함께 제시되어야 하며, 이는 시스템의 전체적 재정상황과 경영결과에 대한 분석을 포함한다. 이 분석을 통해 운영의 결과로 상황이 개선되었는지 또는 악화되었는지를 알 수 있다. 또한 정부가 설정한 상태 기준에 비교하여 얼마나 다른지, 또는 시스템을 보존하고 유지하는 데 추정되는 금액과 실제로 발생한 금액과의 차액 등 시스템의 현재 상태에 대한 정보를 포함할 수 있다. GASB 34는 보고를 규정기한 내에 하도록 명시하고 있으며, 일정기간 동안 유예기간이 주어진다. 수익 수준에 따라 GASB 34로 맞추어야 하는 적용시점은 달라지지만 일단 GASB 34 보고 형식으로 전환한 이후에는 구입하거나 재생(rehabilitated), 개선된 수집시스템 항목이 있다면 회계연도의 재무제표에 새로운 자산으로서 기록되어야 한다.

---

39) EPA(2002).

한편 GASP 34에는 인센티브로서 존재하는 규정도 있다. 이는 수정주의 접근법(modified approach)으로서, 감가상각을 회피하기 위해 사용될 수 있다. 수집시스템을 가진 소유주들은 요건만 충족시킨다면 감가상각을 보고하는 대신 전체 역사적 원가를 보고할 수도 있다. 이때, 유지와 보존비용은 비용화되며(expensed) 시스템에 대한 개선이나 추가사항만 자본화된다(capitalized). 이 사항은 시간이 흐름에 따라 시스템의 서비스 수명을 보존하기 위해 자산관리 활동을 하는 시설물에 적합하며, 이를 위해 시스템 자산을 인벤토리화하고, 성능평가를 시행하며, 연간 기준 상태 수준을 준수하는 데 필요한 비용을 추정해야 한다. 이러한 수정주의적 접근법에 대한 모든 요구조건을 충족하기는 힘들지 모르지만 CMOM 규정에도 비슷한 활동이 요구된다. 또한 이러한 수정주의 회계를 사용하는 하수수집시설의 경우에 고객, 대출기관, 규제기관에게 자산 유지를 위한 책임의지를 알릴 수 있다. 이는 우수한 서비스, 적절한 공적 자금 사용, 환경 및 건강법 규정을 준수하는 헌신에 대해 긍정적 이미지를 국민들에게 줄 수 있다.

3) CMOM과 GASB 34를 충족하는 상하수도 자산관리시스템 구성요소와 특성[40)]

아래의 표는 CMOM 접근법의 목적과 GASB 34 보고 규정을 모두 만족시키는 자산관리 시스템의 구성요소를 나타낸다. 먼저, 서비스 수준에 대한 정의를 보면, 신뢰할 수 있는 하수처리 서비스를 최소의 비용으로 제공할 수 있어야 하며, 환경적이고 건강적인 규제에 부합하여야 한다. 성능 측정은 서비스 수준에 대한 목표가 달성되었는지를 평가하기 위한 특정 단위이다. 여기에는 매년 성능 목표, 시간별, 월별 피크 최대 유량의 설정 등이 있을 수 있다.

정보시스템의 경우, GASB 34는 수정주의 접근법의 회계원칙에 부합하는 자산관리시스템을 사용하지만 정보시스템 부문에 대해 구체적인 요구사항을 제시하지는 않는다. CMOM 접근법은 계획, 우선순위화, 위기상황 대응을 위해 정보를 관리하고 이를 이용하여 시기적절하게 의사결정을 촉진하도록 한다. 자산 식별 및 자본화는 주요 구성요소를 식별하고 번호를 매긴 후, 축적된 데이터를 정보시스템과 재정적, 경제적, 기술적, 관리 목적으로 연결

40) EPA(2002).

시킬 수 있다. 이런 기록에서 나온 정보는 스프레드시트, 관계 데이터베이스, 자산관리 소프트웨어 프로그램과 같은 데이터베이스에 전송되어야 한다. 일반적으로 자산의 자본화는 취득비, 자산 향상과 같은 것을 말한다. 자산의 자본화는 하부시스템 수준에서 이루어질 수 있다. 이를테면 입력간선(force main), 배수주관(sewer main), 맨홀 등이 있다. 이러한 세부사항에 대해서 GASB 34는 시설 소유주의 자의에 맡긴다.

이외에도 시스템 전반적으로 자산 실패로 인해 가능한 영향력을 평가한다. 또 현재 상태를 평가하여 현재 기능을 제대로 수행하고 있는지 결함은 없는지를 판단하고 자산 실패가 일어날 가능성을 예측해 본다. 이후 상태에 따라 재생 및 교체 계획을 세워야 하는데, 선제적으로 계획을 수립하는 것은 전체적으로는 자본비용 절약을 가져다줄 수 있다. 또한 용량보증계획(Capacity Assurance Planning)은 CMOM 접근법에서 필수적인 것이다. 피크시간 유량, 운영상의 데이터 등을 근거로 하여 기존의 용량에 대한 제약사항을 살피고, 하수처리 서비스의 수요를 예측분석하며, 미래의 용량 결함에 대해 규명하고, 이것의 대안에 대해 평가한다.

유지관리 분석과 계획은 시스템의 원활한 작동을 돕고 시스템 구성품 성능의 조기 저하를 예방할 수 있다. 이외에도 재정적 관리를 통하여 서비스 수준과 규정된 최소 수준 이상의 상태를 유지하기 위해 얼마나 많은 자금이 소요될 것인지를 규명하고, 이 돈이 언제 필요한지 등을 분석·계획하여 관리한다.

4) 시사점

CMOM은 체크리스트를 제공하여 설비 운영자가 자가진단을 하고, 자료를 수집함으로써 예방적인 대책을 수립하도록 지원하며, GASB 34는 회계기준과 보고체계를 통해 운영자가 필요한 데이터를 생산해 내고 기준에 부합되는 재정운영을 계획할 수 있도록 유도하는 프로그램이다. 이렇게 정보시스템과 회계시스템을 결합시켜서 자산관리에 이용하는 것은 구체적인 자산관리적 도구가 될 수 있다. 특히, 전략적 재정운영을 위한 활용가능한 도구로서 회계기준을 세울 수 있다는 시사점이 있다.

〈표 3-2〉 CMOM과 GASB 34를 충족하는 상하수도 자산관리시스템 구성요소

분류	내용
서비스 수준 정의	· 서비스 수준 정의(「환경·보건법」 규정 준수기준에 따른 최저비용 적용)
정보시스템	· 자산관리 목표, 성능 측정, 규정 요구사항 및 수집시스템 크기, 조건 등의 다양한 요인을 기반으로 한 정보 요구사항 분석
성능 측정	· 서비스 목표수준 충족 여부 평가를 위한 설계
자산 식별 및 자본화	· GASB34 제출을 위한 비용 보고
관리 실패 영향평가 및 위험관리	· 설비 전반적 위험 영향평가
상태평가	· 부진한 자산 식별 및 결함 원인 판별을 통한 사고 발생 가능성 시기 예측 및 수정 조치 결정을 위한 상태평가
재생(rehabilitate) 및 교체계획 수립	· 능동적 개량 및 교체계획의 비용편익 평가
용량보증계획	· CMOM 접근방식의 기본용량 보증계획 수립
재무관리	· 서비스 목표수준 달성 및 식별 최소조건 이상의 시스템 유지관리, 자금 필요 시 예측, 정보사용을 통한 사용자 요금 설정, 필요한 금액 설정
유지관리 분석 및 계획	· 시스템의 원활한 작동 및 유지를 위한 계획 수립
재정관리	· 시스템의 수준을 유지하는 데 필요한 자금 규명 및 자금 흐름 관리
지속적 개선	· 부적절성 식별 및 성능측정시스템 주기적 검토를 통한 지속적 개선

자료: EPA(2002) 재구성.

나. 영국 수도산업 자산관리평가

영국의 수도산업 자산관리평가는 가격상한제(Price Limits), 자본적지출유인제도(Capex Incentive Scheme, CIS), 자산관리평가(Asset Management Assessment, AMA) 등의 제도를 혼합한 체계를 가지고 있다.

1) 가격상한제[41]

가) 가격상한제 도입 배경

영국의 상하수도체계는 1989년 민영화를 단행한 후 상하수도회사와 상수도회사가 지역 독점 형식으로 사업을 추진하고 있으며, 규제기관인 OFWAT(Office Of Water Services)

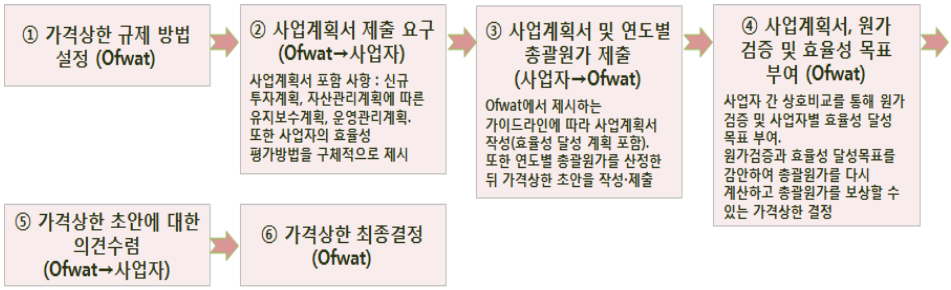
41) 이종정(2013), "수도요금 규제체계 선진사례 (영국의 가격상한제를 중심으로)".

는 상하수도사업에 대한 규제, 감독과 허가를 담당한다. 민영화를 도입하면서 기대한 효과는 사업자 간의 경쟁을 촉진하기 위함이었지만, 상하수도와 같은 네트워크 산업에서는 기업들이 자유롭게 시장에 진입하기가 어렵다. 따라서 간접경쟁을 촉진하기 위해 가격상한제를 도입하게 되었다.

나) 가격상한 설정 절차

OFWAT는 매 5년을 주기로 가격상한을 결정하는데, 사업계획 및 운영관리계획 등을 종합적으로 고려하여 5년 기간 동안의 매년 총괄원가를 산정한 후 그 총괄원가를 보상할 수 있도록 가격상한을 결정한다. 1989년 가격상한제가 도입된 이래로 총 6기에 걸쳐 가격상한을 설정해 왔으며, 전기의 제도적 보완사항을 반영하여 제도를 개선해 왔다.

영국의 가격상한 절차는 크게 6단계로 구성된다. 먼저 1단계에서는 규제기간 동안의 가격상한제 규제기준과 방법을 제시한다. 2단계에서는 설정된 방식을 토대로 사업자에게 차기 규제기간 동안의 사업계획서 제출을 요구한다. 사업계획서에는 신규투자계획, 자산관리계획에 따른 개·대체 등 유지보수 계획, 운영관리계획을 포함해야 하고, 사업자의 효율성 평가방법을 구체적으로 제시해야 한다. 3단계는 사업자가 사업계획서를 작성 및 제출하는 단계이다. OFWAT에서 제시하는 가이드에 따라서 효율성 달성 계획을 포함한 사업계획과, 연도별 총괄원가를 산정한 뒤 가격상한 초안을 작성하여 제출한다. 4단계에서는 사업자가 제출한 사업계획서 및 원가를 OFWAT가 검증한다. 사업자 간 비교를 통해 원가를 검증하고, 계량경제학적 모델을 이용하여 사업자별로 효율성 달성 목표를 부여한다. 이에 따라 사업자의 총괄원가를 다시 계산하고, 총괄원가를 보상할 수 있는 가격상한을 설정한다. 5단계에서는 산출된 가격상한에 대해 사업자의 의견을 수렴하고 조율하여 최종적인 가격상한을 결정한다. 이때, 사업자가 OFWAT의 가격상한 결정에 불복할 경우에는 경쟁위원회에서 중재를 하게 된다.



자료: 이종정(2013).

〈그림 3-1〉 가격상한 설정 절차

다) 총괄원가 산출 과정 절차

총괄원가는 사업자가 제출한 비용항목을 검토하여 타당성을 검증하고 반영하여야 할 원가를 산출 후, 이 원가에 효율성 목표를 반영하여 산정한다. 총괄원가에는 ⅰ) 운영관리비, ⅱ) 하부자산 감가상각비, ⅲ) 상부자산 감가상각비, ⅳ) 투자보수, ⅴ) 세금이 포함된다.

운영관리비의 효율성 목표는 지속적 효율성과 상대적 효율성이 있는데, 지속적 효율성은 규제로 정해져 있고, 상대적 효율성은 계량경제학적 모델을 이용해 설정된다.

한편 상부자산 감가상각비는 자본적 지출에 따라 결정되므로 자본적 지출규제에 영향을 받는다. 이 자본적 지출에 대한 규제는 먼저 투자계획을 평가하여 조정하는 것에서부터 시작한다. 사업자가 제출하는 자산관리평가(AMA)를 통해 투자금액을 가감하여 조정하는데, 이때 OFWAT의 평가 기준에 따라 항목별로 평가한다. 이렇게 조정된 금액에 대해 효율성 목표를 부여하고 금액을 조정한다.[42] 그 후 자본지출유인제도(CIS)를 통해 사업자가 제출한 투자금액이 OFWAT가 추정하는 투자금액과 비교하여 적게 계획된 경우에는 인센티브를 부여하고 반대의 경우 페널티를 부여하는 식으로 사업금액을 조정한다. 마지막으로, 자산가액(RCV: Regulatory Capital Value) 조정을 통해 감가상각이 이루어진다. RCV는 매년 물가상승률에 따라 현재 가치화되어 산출되고, 이 RCV를 내용연수로 나누어 감가상각비를 계산한다.

42) 지속적 효율성 목표는 설정되지만, 상대적 효율성 목표는 사업자마다 자산의 상호비교가 어렵기 때문에 설정하지 않는다.

하부자산 감가상각비(Infrastructure Renewals Charge, IRC)는 관로 등과 같은 자산이 성능을 유지하기 위해 드는 유지관리 및 개·대체 비용에 대해 연도별로 책정하는데, 보통 중장기적인 15년으로 설정된다. 이에 대해 제시된 근거를 바탕으로 OFWAT가 승인 여부를 결정한다. 이외에도 투자보수비는 RCV에 투자보수율을 곱하여 산정하고, 세금은 예상수입액을 기준으로 계산한다.

2) 자본적지출유인제도

가) 자본적지출유인제도 설정 배경

투자사업에 따른 총괄원가를 보상할 수 있도록 가격상한을 설정하기 위해 OFWAT는 자본적 지출을 포함하여 규제를 받는 사업자가 비용을 충당하는데 필요한 수익을 예측하는데, 사업자가 과도하게 설정된 투자계획을 제안한 후 이를 수행하지 않을 가능성이 존재함에 따라 규제기관이 계획한 투자목표를 달성하지 못하는 사업자에게 페널티를 부과하는 방안이 필요하다.

규제기관이 단순히 지출되는 금액만큼을 자본적 지출로 판단한다면 사업자에게 잘못된 유인신호로 작용할 수 있다. 이러한 리스크를 해결하기 위한 최선의 방법은 규제기관이 설비투자가 달성해야 하는 '산출물'을 정의하는 것이나, 가격상한선을 그 산출물이 달성되는 비용으로 설정하는 데 많은 어려움이 따른다. 즉, 사업자는 가격상한선을 높이기 위해 설비투자를 과장하거나, 적어도 보수적인 기준(위험회피)에 따라 투자금액을 추정하려고 한다. 이는 투자계획 금액보다 실제 투자금액이 적게 드는 사업자에게 인센티브를 부과함으로써 해결될 수 있으나, 사업자가 가장 효율적으로 운영할 필요가 있는 설비투자를 포기 또는 저지함으로써 설비투자효율을 달성하려는 인센티브를 제거할 가능성도 있다. 한편으로는, 생산량(달성해야 하는 산출물)이 정해지면, 실제 설비투자금액이 예상 설비투자금액보다 낮아서 발생하는 저감부분이 부분적으로 미래의 가격상한에 편입되어 사실상 사업자와 고객이 공유하게 된다.

나) 자본적지출유인제도

OFWAT는 사업자의 투자계획에 대한 신뢰도를 높일 것을 요구하는 한편, 사업자의 투자계획을 평가하여 사업금액을 조정하는 데 이를 자본지출유인제도(CIS)라고 한다. 사업자가 제출한 투자금액에 대해 OFWAT가 추정하는 투자금액과 비교하여 OFWAT가 추정하는 투자금액보다 사업자가 제출한 투자금액이 적을 경우에는 인센티브를 부여하고, 반대의 경우에는 페널티를 부여한다. 즉, 각 사업자는 투자(자본지출)계획의 예상지출에 따라 인센티브를 더하거나 뺀 자본지출(사업자의 가격상한 설정에 기준이 되는)을 반영하게 된다.

예를 들어, CIS 비율이 100 이하인 경우(사업자의 투자계획 금액이 OFWAT가 추정하는 투자금액보다 적을 경우), 매트릭스(허용 지출)에 따라 인센티브가 적용되며, 100 이상인 경우(사업자의 투자계획 금액이 OFWAT가 추정하는 투자금액보다 많을 경우), 페널티가 적용된다. CIS 비율이 110인 경우, 사업자의 투자계획 금액은 -7.5%(102.5 – 110)가 삭감되며, 반대로 CIS 비율이 90인 경우, 사업자의 투자계획 금액은 +7.5%(97.5 – 90)를 증액 인정받게 된다(표 3-9 참조). 전체 상하수도 서비스 수준에서의 CIS 기준을 설정하는 데 있어 단계별로 사업자와 OFWAT가 투자계획 금액을 산출하는 과정을 통해 산출된 투자금액으로 사업자의 최종 CIS 기준 비율이 정해진다.[43]

다) CIS 기준(baseline) 설정[44]

OFWAT는 사업자가 제공하는 사업계획, 비용 기반 제안서, 사업계획서 초안에 대한 사업자의 의견 표명 등을 토대로 각 사업자의 자본지출 필요성을 검토하여 CIS 기준을 설정한다. CIS 기준을 설정할 때, 영국 환경식품농촌부(DEFRA)와 웨일즈 의회 정부가 제시한 지침을 고려하며, 적절한 경우 CCWater, 환경청, DWI 및 Natural England를 포함한 다른 이해관계자들의 의견도 고려한다. CIS 기준은 위험과 효율성의 균형적 관점을 기반으로 한 중앙 추정치(Central estimate)의 핵심 개념에 기초하고 있다.[45]

---

43) 산정 예시는 본 장의 끝에 있는 〈표 3-10〉 참조.

44) OFWAT(2009b), Setting Price Limits for 2010-2015: Framework and Approach, p.67.

45) 중앙 추정치 도출 방법에는 효율성, 위험, 산출물과 예상지출에 따른 방법이 있다. 효율성에 따른 방법은 사업자가 제출한 비용 기반 제안서를 현재 효율의 중앙값이나 대표 수준에 맞추어 조정한다. 위험에 따른 방식은 사업자가 처한 위험에 대한 분석을 하며, 산출물과 예상지출에 대한 분석은 비용편익분석(CBA),

3) 자본유지비용에 대한 자산관리평가

가) 자산관리평가[46]

OFWAT는 2008년에 자본유지비용을 평가하기 위한 자산관리평가 접근법을 처음으로 구현하였다. 해당 접근방식은 전기의 가격 검토 경험에 비추어 개발된 자산관리계획 평가 프로세스(Asset Management Plan Assessment Process, AMPAP)를 기반으로 하였다. 이러한 자산관리평가를 통해 사업자의 증가된 활동 또는 비용에 따른 투자제안에 비례하여, 정당화된 계획을 수립하기 위한 인센티브를 제공하는 접근방식을 사용한다. 이 접근법을 통해 과거 수준의 활동과 지출에 적절하게 대응할 수 있다.

사업자의 최종사업계획에 대한 자산관리평가는 사업자가 제출하는 자본유지계획을 도출할 때 적용되는 기술 및 경영 프로세스에 대한 종합적인 평가이며, 데이터의 품질, 적용되는 프로세스 및 사업자가 자본유지를 위해 최종사업계획에서 표출한 의사결정의 품질 등을 모두 고려한다. 이를 통해 각 하위 서비스(상하수도 인프라/비인프라)에 대한 전반적인 '자산관리평가 점수'를 산출할 수 있으며, 산출된 자산관리평가 점수는 전체적으로 사업자가 제출한 자본유지계획의 적합성에 대한 전반적인 평가를 반영한다.

나) 자산관리평가 접근법

자산관리평가를 통해 4개의 하위 서비스(상하수도 인프라/비인프라)[47] 각각에 총 9개 영역, 31개의 평가 구성요소에 대한 점수가 매겨진다. 또한 서비스의 지출비율에 비례한 가중치를 결정하고 9개 상위영역에 각각의 가중치를 부여하여 평균 점수를 도출한다(표 3-11 참조).

자산관리평가의 상위영역을 구분하여 살펴보면, 거버넌스, 정책 및 전략, 관리, 절차, 시스템과 같은 상위영역은 자산관리의 절차 또는 시스템을 평가하는 항목으로 구성되어 있으

자산관리계획에 따라 채점표 및 가이드라인을 이용해 가이드한다.

46) OFWAT(2009b), pp.73-80.

47) 상하수도 서비스에는 두 가지 하위 서비스(인프라 및 비인프라)가 있는데 이는 상부자산, 하부자산과 동일한 개념이다. 상부자산은 건물, 정수장, 펌프장 등 지상의 시설을 의미하고, 하부자산은 관로 등 지하 매설물을 의미한다. 상부자산과 하부자산을 구분하는 이유는 내용연수의 차이로 인해 감가상각 방법이 달라지기 때문이다.

며, 분석(상위영역)은 과거 분석, 성능 모델링, 서비스 결과 모델링, 비용 결과 모델링, 서비스 예측, 시스템 분석 등을 통해 자산상태, 장애발생 가능성, 장애비용(피해비용)을 평가하는 항목으로 구성되어 있다. 또한 분석(상위영역)의 나머지 구성요소인 개입 식별(확인), 개입 영향, 개입 비용, 자산 그룹 내 개입 최적화 등을 통해 회피비용, 최적 투자계획을 평가하고 있으며, 균형(상위영역)은 생애주기 장애비용/회피비용을 평가하는 항목으로 구성되어 있다.

자산관리평가 점수는 0에서 5까지의 범위를 가지며, 5점 만점에서 4점이 완전히 정당화된 계획인 것으로 판단하고 해당 계획은 CIS 기준 평가에서 제안된 투자계획의 100%를 인정한다. 이에 상응하여, 4점을 넘는 점수는 CIS 기준 내에서 최대 25%까지 추가지출을 인정[48]하게 되며, 2점 이하의 점수는 사업계획에서 부적절한 운영 및 자산관리 업무를 나타내 현재 지출수준에서 효과적으로 서비스를 제공할 수 없는 것으로 판단한다. 즉, 과거 지출수준의 연속성을 정당화하기에는 충분하지만 지출 증가를 정당화하지 못하는 계획으로 판단한다.

자산관리평가에서는 과거 지출 및 서비스 가용성 수준과 관련된, 사업자가 제안한 전반적인 지출 규모가 주요 고려사항이다. 즉, 자산관리평가를 통한 조정은 자산관리평가 점수뿐만 아니라 과거 지출의 규모를 고려한다. OFWAT는 사업자의 과거 자본유지 지출 수준이 미래 지출 변화의 규모를 판단할 수 있는 적절한 근거라고 판단함에 따라 과거 지출 수준보다 더 낮은 지출을 제안한 사업자가 CIS 인센티브 혜택을 받을 수 있는 메커니즘을 포함시켰다.[49] 또, 자산관리평가 점수 가이드라인을 점수 영향 요소별로 제시하고 있다.[50]

4) 시사점

영국의 OFWAT는 가격상한제, 자본적지출유인제도, 자산관리평가와 같은 여러 메커니즘을 통해 사업자의 효율성을 촉진하는 한편 경제적으로 규제하고 있다. 민영화된 공익사업자에 대한 규제로서, 합리적이고 타당한 투자에 대한 기준을 설정하고 투자를 유인하는 체

48) AMA 조정 % = (자산관리평가 점수 − 4) × 25%.
49) 자세한 사업가의 자본유지 투자계획 증가 또는 감소에 따른 AMA 조정 단계는 〈표 3-13〉 참조.
50) 가이드라인은 〈표 3-12〉 참조.

계(CIS)는 공익 서비스에 대한 적정한 서비스 기준 혹은 장애(risk) 기준 설정에 참고가 될 수 있을 것이다. 자산관리평가(AMA)의 항목과 평가방법도 자산관리를 통한 합리적 투자계획 도출을 위한 기반설정 및 평가체계 구축에 참고가 된다.

다. ISO 상하수도 자산관리 표준

ISO 표준은 국제표준으로 널리 통용되며, 국내에서도 ISO 인증제도가 있다.[51] 자산관리와 상하수도 서비스 관리에 대하여도 ISO 표준이 제시되고 있다.

1) ISO 55000

ISO/TC251에서 자산관리에 관한 국제표준인 ISO 55000 시리즈를 제정하였다. ISO 55000 시리즈는 ISO 55000(개관, 원칙 및 용어), ISO 55001(자산경영시스템 요건 규정), ISO 55002(자산경영시스템 설계 및 운영에 관한 지침)로 구성되어 있다. 우리나라에서도 2016년 12월에 KS Q ISO/IEC 17021-1, KS Q ISO 55000 시리즈를 제정하였다. 주요 제정내용은 〈표 3-3〉과 같다.

〈표 3-3〉 표준번호 및 주요 제정 내용

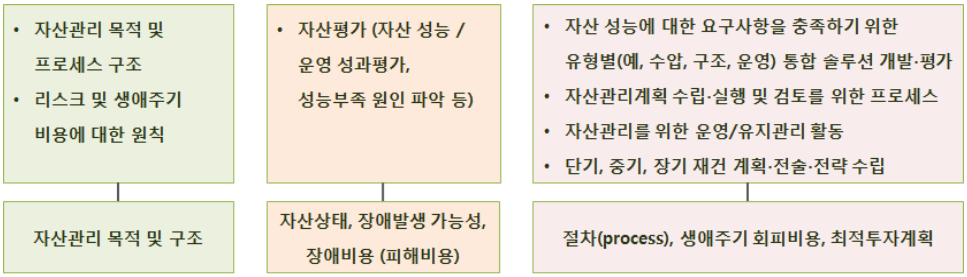
표준번호	주요 제정 내용
KS Q ISO/IEC 17021-1	- 경영시스템 심사 및 인증을 제공하는 기관에 대한 요구사항을 명시
KS Q ISO 55000	- 자산관리와 자산관리체계(즉, 자산관리를 위한 관리체계)의 개관을 제공
KS Q ISO 55001	- 조직 내 자산경영시스템에 대한 요구사항을 규정
KS Q ISO 55002	- KS Q ISO 55001의 요구사항에 따라 자산경영시스템의 적용을 위한 가이던스를 제공

자료: 한국표준협회 홈페이지 KS검색 결과, http://www.kssn.net/stdks/ks_list.asp, 검색일: 2017.10.9.

51) ISO 인증 절차에 대한 자세한 내용은 〈부록 Ⅳ-2〉 참조.

2) 상하수도 자산관리 표준

ISO/TC224에서는 상하수도 자산관리에 대한 표준을 최근 발표하고 있으며, 아직 작업 중인 분야도 있다. 상수관망과 하수관망에 대한 표준은 2016~2017년 사이에 출간이 되었으며, 상하수도 부문의 위기관리시스템에 대해서도 표준을 발간하였다.[52]



자료: ISO/TC224(2016), *Guidelines for the Management of Assets of Water Supply and Waste Water Systems - part 1: Drinking Water Distribution Networks.*

〈그림 3-2〉 상하수도 자산관리 표준 주요 내용

표준의 전체적인 구성은 i) 자산관리 원칙, ii) 조사, iii) 평가, iv) 계획, v) 실행, vi) 운영 및 유지관리, vii) 재건, viii) 문서화 및 효율성 검토로 구성되며, 대상시설을 제외하고 전체적 구성은 거의 동일하다. 상하수도 자산관리 표준의 내용을 살펴보면, 1. 자산관리 목적 및 구조, 2. 자산상태, 장애발생 가능성, 장애비용(피해비용), 3. 절차, 생애주기 회피비용, 최적 투자계획 등 크게 3개 분야로 구분할 수 있다.

상하수도 자산관리 표준에서는 위험관리 원칙, 생애주기비용을 최소화하기 위해 필요한 사항, 자산관리(재건) 전략을 주요 사항으로 다루고 있다(표 3-4 참조).

52) ISO의 상하수도 관련 표준 발간에 대해서는 〈부록 Ⅳ-2〉 참조.

〈표 3-4〉 상하수도 자산관리 표준 주요 사항

구분	내용
위험관리 원칙	- 위험식별, 위험분석, 위험평가, 위험처리(위험관리)
생애주기비용 최소화를 위해 필요한 사항	- 최적화된 유지관리계획, 정기적인 관련 자산 조사/검사 및 물 손실 평가 - 적절한 건축 방법과 내구성 있는 재료 사용 - 다른 서비스 또는 계약자와의 협력, 에너지 관리, 최적화된 대기(stand-by) 서비스 - 운영 프로세스의 적절한 제어, 직원의 효율적인 배치 및 업무 완수 - 벤치마킹 프로젝트 참여, 수요 기반 재료 관리 및 컨트롤(조달 및 재고 관리)
자산관리 (재건) 전략	- 전략계획(장기계획, 20~40년) · 허용 가능한/요구되는 서비스 수준, 공공 안전, 공중 보건 보호, 환경보호 및 사용자 만족도 설정 · 성과지표의 형태로 그 수준을 표현, 자산성과지표와 연결 · 지속가능한 수익을 보장하기 위해 적정한 요금 설정 및 청구 · 지속가능하고 예측가능한 재원 요구사항(인프라 투자를 위한)을 정량화
	- 전술계획(중기계획, 2~5년) · 인프라 자산 수명주기 분석, 운영수준에서 수집한 운영정보 설정, 정보관리체계 수립 · 보고된 정보분석, 자산의 가치성과 분석 · 계획, 설치, 운영, 유지보수 및 재건의 (특정)비용 분석, 재원으로부터 투자 우선순위 결정 · 자산 실패 또는 계획된 기능을 충족시킬 수 없는 위험평가, 모니터링
	- 운영계획(단기계획, 매년) · 자산운용 정보/조건의 수집, 모니터링 및 보고, 비용 통제, 예방을 위한 정비계획, 프로젝트 이행

자료: ISO/TC224(2016).

3) 시사점

ISO 자산관리 표준은 국제적으로 통용되는 표준이며, 국제표준은 국가표준화하여 활용되고 있으므로, 국내의 상하수도사업에 있어서도 앞으로 이러한 표준체계를 따라야 할 필요가 있다. 따라서 이미 표준화되고 있는 국제표준체계를 참고로 국내의 시스템을 개선할 필요가 있다.

라. 시설재투자 수요평가

투자의 타당성을 평가하기 위한 기본 조사로서 인프라의 현황을 파악하여 수요의 크기와 투자규모를 산정하는 프로세스도 필요하다. 이 같은 측면에서 환경부는 '지방상수도시설 노후도 실태평가 및 정비사업 타당성조사(2016)' 용역(이하 실태조사 용역)을 통해 전국 지방상수도 운영 및 관리 실태 현황 분석, 상수도시설에 대한 노후도 평가 기준 마련, 노후 상수도시설 정비사업 규모 산정, 소요 사업비 및 사업순위 검토 등을 수행하였다.

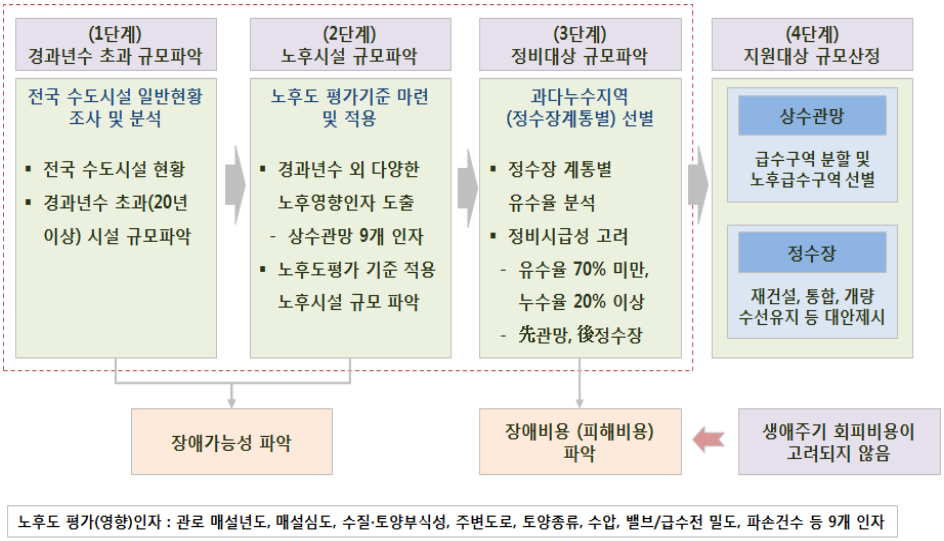
환경부의 실태조사 용역은 2단계 과정을 거쳐서 검토되었다. 1단계는 지방상수도 노후도 현황조사를 시행하였으며, 2단계로 지방상수도시설 정비사업 규모를 산정하였다. 실태조사 평가를 위해 지방상수도 현황 파악 → 노후도 실태조사 → 정비사업의 타당성검토를 수행하였으며, 전국 161개 지자체 대상 일반현황, 시설현황, 재정현황 등을 조사·분석하였고, 지자체 현지조사 등을 통해 정비사업의 타당성검토를 진행하였다. 이 1단계 수행결과를 토대로 2단계로 추진된 환경부 실태조사에서는 노후도 평가 기준 마련 → 노후 규모 파악 → 정비 시급성 → 지원대상 지역 선정 순으로 검토 후 산정 및 사업우선순위를 제시하였다.

1) 상수관망 노후도 평가 기준

노후 상수관망 정비사업을 위한 대상 선정을 위해 4단계에 걸쳐 정비사업 규모를 분석하였다. 1단계에서는 전국 수도시설의 현황파악을 통해 20년 이상의 내용연수 초과 시설의 규모를 파악하였으며, 2단계에서는 노후도 평가 기준을 적용하여 노후시설의 규모를 산정하였다. 노후도 평가 기준은 관로 매설연도, 매설심도, 수질·토양부식성, 주변도로, 토양종류, 수압, 밸브/급수전 밀도, 파손 건수 등 9개 인자를 사용하였다. 3단계에서는 정비 시급성(유수율, 누수율)을 고려하여 정비대상 규모를 파악하였으며, 4단계에서는 현장조사 결과에 따라 노후 상수관망의 급수지역 및 통합정수장에 대한 선별을 수행하였다.

한편, 상수관망 노후도 평가 기준 산정 프로세스를 살펴보면, 1단계 경과연수 초과 규모 파악, 2단계 노후시설 규모 파악은 장애가능성을 파악하는 과정으로 볼 수 있으며, 3단계 정비대상 규모 파악은 장애비용(피해비용)을 파악하는 과정으로 볼 수 있다. 그러나 기 수행된 상수관망 노후도 평가 기준 산정 프로세스에서는 생애주기 회피비용이 고려되지 않은

것으로 파악된다(그림 3-3 참조).



자료: 환경부(2016c), 「지방상수도시설 노후도 실태평가 및 정비사업 타당성조사」 재구성.

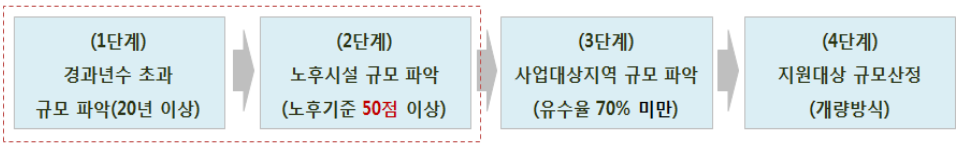
〈그림 3-3〉 상수관망 노후도 평가 기준 산정 프로세스

2) 정수장 노후도 평가 기준

노후 정수장 사업비 산정을 위해 정수장 노후도 평가를 실시하였으며, 점수평가 기준은 경과연수, 안전등급, 정수처리 현황, 여과방식 총 4개 기준을 적용하였다. 총 100점 중 50점 이상을 노후시설로 선별하였으며, 노후 기준은 경과연수 20점, 안전등급 20점, 정수처리 현황 20점, 여과방식 40점을 적용하였다.

한편, 정수장 노후도 평가 기준 산정 프로세스를 살펴보면, 경과연수와 시설상태 등 구조적 상태 파악은 장애가능성을 파악하는 과정으로 볼 수 있으며, 정수처리 현황, 여과방식 등 정수처리 상태 파악은 장애비용(피해비용)을 파악하는 과정으로 볼 수 있다(그림 3-4 참조).

<단계별 선정기준에 의한 정비사업 개량 순위 선정>



<정수장 노후도 평가 기준>

구분	구조적 상태				정수처리 상태			
평가항목	설치기간		시설상태		정수처리현황		정수방식	
배점	경과년수		안전등급		탁도0.3NTU 초과횟수		여과방식	
	20		20		20		40	
평가기준	10년 미만 10~15년 미만 15~20년 미만 20~25년 미만 25~30년 미만 30년 이상	0점 2.5점 5점 10점 15점 20점	A등급(우수) B등급(양호) C등급(보통) D등급(미흡) E등급(불량)	0점 5점 10점 15점 20점	0회 1~3회 미만 3~10회 미만 10회 이상 0.5NTU 초과	0점 5점 10점 15점 20점	고도 급속 완속 소독 기계 간이	0점 10점 25점 40점 40점 40점

장애가능성 파악

장애비용 (피해비용) 파악

자료: 환경부(2016c).

〈그림 3-4〉 정수장 노후도 평가 기준 산정 프로세스

3) 사업 우선순위

노후 상수도시설의 적정 투자계획 수립을 위해 사업 우선순위를 검토하였다. 지자체 시설 상태 기준에 따른 사업 우선순위는 크게 사업의 필요성, 사업의 시급성, 사업의 효율성 3가지 사항으로 검토되었으며, 그 기준은 〈표 3-5〉와 같다. 세부적으로는 사업의 필요성 > 시급성 > 효율성 순으로 우선순위를 산정하였다.

〈표 3-5〉 사업 우선순위 검토를 위한 상태평가 기준

평가 기준	상수관망		정수장	
	검토항목	검토방법	검토항목	검토방법
사업의 필요성	노후도(상수관망 간접평가법)	지자체별 노후도 검토결과[1)]	노후도(정수장 간접평가법)	정수장별 노후도 평가결과[1)]
사업의 시급성	인당 누수량 (m^3/일)	지자체별 누수량[2)] / 급수인구	사업계획 수립여부	『수도정비기본계획』 상 사업계획 수립여부
사업의 효율성	인당 사업비 (백만원/인)	총사업비[3)] / 급수인구	인당 사업비 (백만원/인)	총사업비[3)] / 급수인구

주: 1) 노후 상수도시설 정비사업 규모 산정을 위한 노후도 평가의 노후도 기준 활용
2) 상수도통계 총괄수량수지분석 참고
3) 노후 상수도시설 정비사업 지자체별 총사업비
자료: 환경부(2016c).

4) 시사점

상수도시설 재투자에 대한 재정지원체계 구축을 위한 시설 재투자수요 도출에 있어 시설의 장애가능성과 장애비용을 파악하여 반영하고자 하는 노력이 이루어졌다. 장애가능성(경년, 다양한 노후영향인자 등)과 장애비용(유수율, 수질초과 등) 파악을 위해 활용된 대리변수들은 투자계획 수립의 기초자료인 시설상태평가가 시도된 중요한 자료로서 유용하고 의미 있게 활용될 수 있을 것이다. 그러나 지원대상사업 선정에 있어 재투자계획이 자산관리에 기반을 둔 생애주기 최적 투자계획인지는 평가되지 못한 한계가 있다.

마. R(rehabilitate)-사업의 타당성분석

앞 장에서 언급하였던 R-사업의 타당성분석체계를 자세히 살펴봄으로써, 노후화와 같은 새로운 수요에 대해 적용 가능한 타당성평가체계와 이슈를 알아본다.

1) R-사업의 타당성분석 필요성

R-사업은 재정사업 또는 민간투자사업에서 시설의 재건설보다 노후화된 인프라를 관리하여 재정을 절약하고, 투자효율성을 제고하기 위해 민간의 참여를 이끌어 내는 것을 목표로 한다. 먼저 민간투자로 추진되기 위해서는 사업의 타당성을 입증하여야 하는데, 사업이 공공조달방식에 비교하여서도 타당한지에 대해서도 입증하여야 한다. 이러한 타당성분석을 하기 위해 정부에서 정부실행대안(PSC: Public Sector Comparator)을 작성하여 민간투자대안(PFI: Private Finance Initiative)과 비교하는 것은 계속적인 민간투자에 대한 타당성평가 기초데이터를 쌓아 이를 토대로 더 정교한 타당성평가를 가능하게 한다.

2) R-사업의 타당성분석 수행방법

타당성분석을 수행하기 위해서는 먼저 준거사업을 설정해야 한다. 준거사업이란 '성과요구수준서의 모든 요소를 만족시키는 가장 일반적이며 효율적인 사업'을 의미하는데,[53] 기본계획을 참고하여 사업의 규모 등을 결정하고, 이를 바탕으로 사업의 투자비를 계산할 수 있다. 준거사업이 설정되고 민간에서 제시한 민간투자대안이 정부실행대안과 같은 서비스 수준을 제공한다고 판단할 수 있다면 비용을 비교하여 적격성을 판단내릴 수 있게 된다. R-사업의 타당성분석은 ⅰ) 타당성판단, ⅱ) 민자 적격성판단, ⅲ) 민간투자 실행대안 구축으로 구분해 볼 수 있다(그림 3-5 참조).[54]

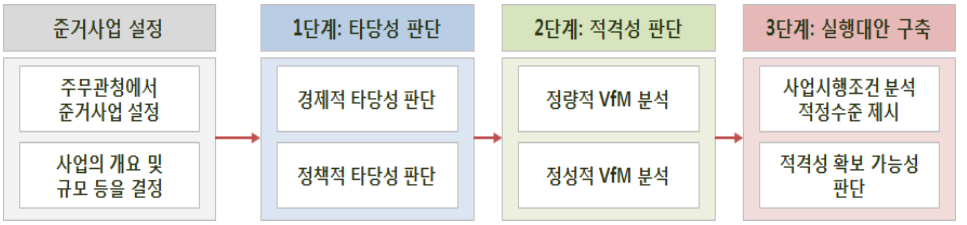
먼저 1단계인 타당성판단에서는 경제적·정책적 타당성을 분석한다. 경제적 타당성판단은 한국개발연구원의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침」과 「부문별 표준지침」에 따라

53) 한국개발연구원(2005), 「BTL 민간투자사업 타당성 및 민간투자 적격성 조사 수행을 위한 세부요령 연구(안)」, p.8.

54) 한국개발연구원(2013), p.5.

평가하고, 정책적 판단은 시설유형별 특성을 감안하여 필수분석항목과 선택분석항목으로 구분하여 수행한다.

2단계에서는 민간투자 적격성판단을 내리는데, 정량적 VfM(Value for Money) 분석과 정성적 VfM 분석을 하고 결과를 종합하여 판단한다. 정량적 VfM 분석은 준거사업에 대해 재정사업으로 추진하는 정부실행대안과 민간투자사업으로 추진하는 민간투자대안의 총 생애주기비용을 추정하여 각 대안별 정부부담액을 비교하고, 민간투자대안의 정부부담액이 정부실행대안의 경우보다 적을 경우 민자적격성이 있는 것으로 판단한다.



자료: 한국개발연구원(2013).

〈그림 3-5〉 R-사업의 단계별 타당성분석 수행방법

3단계에서는 민간투자 실행대안을 구축한다. 2단계에서 제안된 민간투자대안 자료를 바탕으로 적정한 수준의 사업시행조건을 제시하거나, 적격성이 없다고 판단되었던 경우는 실행대안을 통해 적격성을 확보하기 위한 조건을 제시하거나 가능성을 가늠해 볼 수 있다. 여기서 구축된 비용 분석 자료는 향후 다른 사업 과정에서 참고자료로 활용할 수 있다.

3) 준거사업 설정 시 고려사항

타당성분석의 기초가 되는 준거사업을 설정하기 위해서는 R-사업으로 추진할 수 있는 사업의 성격과 배경에 대해 명확하게 이해한 후 검토할 필요가 있다. 우선, 지침을 바탕으로 R-사업의 해당여부를 판단해야 한다.[55] 뿐만 아니라, R-사업은 기존 시설의 서비스 수준

55) 구체적인 R-사업에 대한 판단은 제2장 2. 나. 내용 참조.

하에서 추가적인 서비스 향상을 도모하는 사업이기 때문에 주무관청은 요구되는 성과수준을 신중히 설정하여야 한다.

4) R-사업의 타당성판단 기본방향과 의의

R-사업은 사업의 규모에 따라 예비타당성조사를 거치는 사업과 그렇지 않은 사업으로 분류가 가능하다. 예비타당성조사를 거치는 R-사업은 예비타당성조사 단계에서 사업의 경제적·정책적 분석결과를 종합하여 사업 추진의 타당성을 판단한다. 기존 민간투자사업 중 정책적 판단으로만 진행되고 있는 사업들은 법정필수시설로 분류하는 시설이며, R-사업에서도 이러한 시설에 대해서는 경제적 타당성을 생략하고 정책적 판단으로 추진할 수 있을 것이다(표 3-6 참조). 다만, 최근 법정필수시설에 대한 면제조항이 강화되어 법령에 재정지원 또는 사업 추진이 규정되어 있고 사업내용이 구체적으로 수립된 경우에 한하여 재정사업평가 자문회의를 거쳐 예비타당성조사를 면제하도록 규정하고 있다. 예비타당성조사제도 면제 대상 여부를 판단하고, 법률 및 정부 주요정책 의사결정 과정과 사업의 규모 등을 고려하여 타당성검토 방향을 설정하여야 한다.[56] 수자원 및 수도시설의 대표적 시설 사업인 댐과 광역상수도 및 지방상수도사업은 대형 사업으로 실행될 가능성이 높아 일반적인 예비타당성검토를 받아야 하므로 타당성조사가 필요하다.

노후상수도 단순개량사업과 같이 「국가재정법 시행령」 및 「예비타당성조사 운용지침」에서 면제사업으로 규정되어 있는 경우라 할지라도 단순개량과 대규모개량의 구분이 쉽지 않기에,[57] 관계자들과 협의 및 의견을 수렴하여 타당성조사 여부를 결정하여야 한다. 사업내용이 비교적 단순하고 사업별 특성화가 거의 없는 하수처리시설 및 하수관거에 대한 사업의 경우나, 기본적 생활을 위한 필수 설치시설 성격을 가진 사업의 경우에는 정책적 판단을 통해 사업의 타당성을 검토할 수 있다.

---

56) 〈표 2-16〉 참조.
57) 한국개발연구원(2013), p.29.

〈표 3-6〉 예비타당성조사 운용지침 제11조(면제사업)

1. 공공청사, 교정시설, 초·중등 교육시설의 신·증축 사업
   주) 공공청사: 국가가 중앙행정기관 및 그 소속기관의 사무용과 공무원의 주거용으로 사용하거나 사용하기로 결정한 건물·부대시설 및 그 대지(정부청사관리규정 제2조, 제3조 참조)
2. 문화재 복원사업
3. 국가안보에 관계되거나 보안을 요하는 국방 관련 사업
4. 남북교류협력에 관계되거나 국가 간 협약·조약에 따라 추진하는 사업
5. 도로 유지보수, 노후상수도 개량 등 기존 시설의 효용 증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업
6. 재해 예방·복구 지원, 시설 안전성 확보, 보건·식품안전 문제 등으로 시급한 추진이 필요한 사업
7. 법령에 따라 설치하거나 추진하여야 하는 사업
   주) 법령에 재정지원 또는 사업 추진이 규정되어 있고 사업내용이 구체적으로 수립된 경우에 한하여 재정사업평가 자문회의를 거쳐 예타 면제
8. 〈삭제〉
9. 출연·보조기관의 인건비 및 경상비 지원, 융자사업 등과 같이 예비타당성조사의 실익이 없는 사업
10. 지역균형발전, 긴급한 경제·사회적 상황 등을 위하여 국가정책적으로 추진이 필요한 사업으로서 기획재정부장관이 정하는 사업

자료: 기획재정부(2012), 「2012년도 예비타당성조사 운용지침」.

바. 상하수도 성능평가 프로그램[58)]

국내에서도 상하수도시설의 성능평가에 대한 매뉴얼이 발간되었거나 진행 중이다. 국내의 하수도 성능평가체계는 아직까지 체계적인 평가제도가 없고 2016년 한국상하수도협회가 틀을 작성한 「공공하수도시설 시설물 정보관리 가이드라인」만 마련되어 있는 상태이다. 이 가이드라인은 정보관리 매뉴얼을 통해 하수도시설 자산을 효율적으로 운영하기 위한 기본체계를 갖추고자 하는 것을 목적으로 한다. 정보관리 절차로는 하수처리시설의 ⅰ) 정보수집, ⅱ) 시설물 목록화, ⅲ) 시설물 이력정보관리, ⅳ) 노후도 평가를 하도록 제안하였다.[59)]

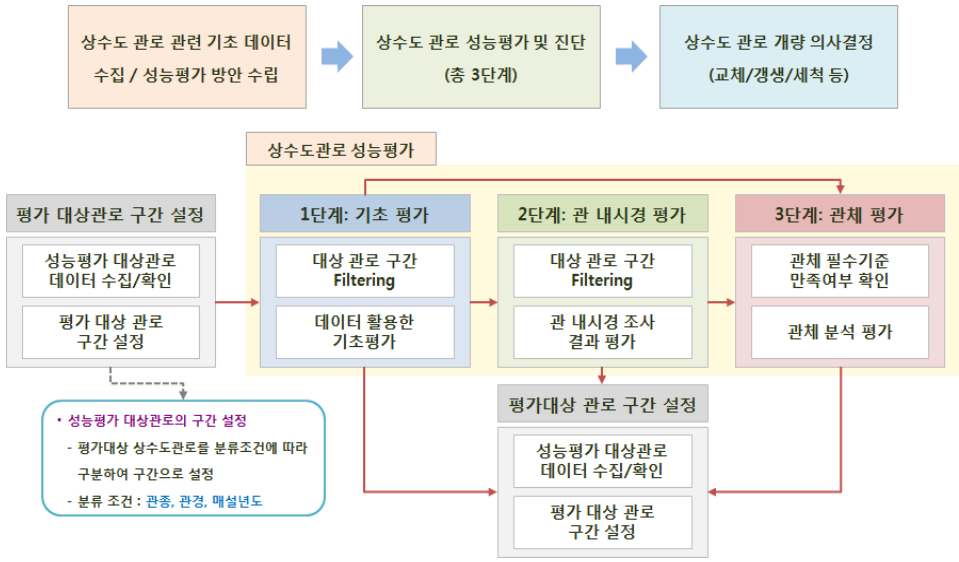
한편 상수도시설에 대한 성능평가는 하수도에 비해 상대적으로 체계적인 매뉴얼이 마련되어 있는데, 여기에는 환경부가 2007년 발간한 「상수도 관망진단 매뉴얼」과 한국상하수도협회가 2015년 발간한 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼」이 있다. 「상수도 관망진단 매뉴얼」에서는 일반기술진단과 전문기술진단의 관망진단 결과에 대한 정리표를 통해 점수화된 개선필요도와 함께 판단진단의 결과를 기술한다. 한국상하수도협회의 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼(2015)」에서는 기초평가, 내시경평가, 관체평가의 3단계에 이르는 점수평가를 통하여 등급을 부여하고, 결과에 따라 개량 여부에 대한 의사결정을 할 수 있도록 한다.

상수도관망 성능평가 프로그램은 상수도관로 및 밸브 등 부속시설물로 구성된 상수도관망을 대상으로 기술적 측면에서의 성능평가 및 진단방법/절차의 체계화를 통한 합리적인 상수도관로 개량 의사결정 방안을 제시하고자 한다. 상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼 내용을 자세히 보면, 의사결정 주요 절차는 다음과 같다. 먼저 상수도관로 관련 기초데이터를 수집하고 지방자치단체의 특성 및 상황을 반영한 및 성능평가 방안을 수립한다. 그 후 3단계에 걸쳐 상수도관로 성능평가를 하고, 마지막으로 교체/갱생/세척 등과 같은 상수도관로 개량에 대한 의사결정을 내린다(그림 3-6 참조).

---

58) 매뉴얼의 자세한 사항에 대해서는 〈부록 Ⅳ〉 참조.

59) 하수도 처리시설의 성능평가에 대한 필요성은 인지되고 있다. '노후처리장 이전 및 개축을 위한 종합평가제도'가 도입될 필요가 있음이 환경부 내에서도 지적되었다. 여기서 지적된 종합평가제도는 기술진단과 안전진단을 통합한 성능평가, 예비타당성에서 사용하는 경제성평가 및 환경성과, 재원 조달 가능성의 정책성 평가로 구분하여 종합적으로 평가하는 제도를 말한다. 뿐만 아니라 한국상하수도협회의 「공공하수도 기초조사 및 노후시설 물 관리방안 마련 연구」에 대한 공고가 2015년 7월 게시되었으며, 2차연도에 걸쳐 추진 중이다.



자료: 한국상하수도협회(2015), 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼」, p.2.

〈그림 3-6〉 상수도관망 개량 의사결정 세부흐름도

상수도관로 성능평가에서는 3단계 모두 먼저 대상 관로 구간에 대한 필터링이 진행되는데, 이는 평가 수행 전에 어떠한 부적합 사유에 의하여 교체와 같은 의사결정이 미리 이루어질 수 있는지를 체크하는 것이다. 기초평가에서 필터링을 통과하였다면 그 후 데이터 및 관리자, 또는 기술자의 의견을 반영하여 구간의 성능을 간접적으로 평가하는 기초평가가 점수로 평가된다. 기초평가 총점에 따라서 기초평가 등급이 산정되고, 이에 따라 의사결정 내용이 변경될 수 있다. 상수도관로 성능평가의 2단계인 내시경평가에서도 대상 관로 구간에 대한 필터링이 먼저 진행되고, 통과되었다면 관 내시경 촬영을 통한 조사 결과를 육안 또는 영상을 분석하여 점수화 평가를 진행한다. 3단계인 관체평가에서도 필터링을 거쳐 이상이 없다면 관체 직접조사를 통하여 육안, 물리적, 화학적 분석 방법 등으로 상태에 따른 점수화 평가를 진행한다.

이때, 각 단계별 점수 산정은 평가 항목별 세부 분류 사항에 따른 가중치와 조건(매설연수, 이력면적, 불량 유무, 만족도 등)에 따른 가중치를 설정하여 항목 점수에 곱하여 더한다(표 3-7 참조). 즉, [가중치(A) × 조건값(B) × 항목 점수(C)]의 형태로 평가 점수가 산정된

다. 이러한 평가 점수에 따라 단계별로 75점 이상~100점까지를 A등급, 50점~75점 미만을 B등급, 50점 미만을 C등급으로 구분하여 판정하고 있다. 이에 따라 A등급은 양호(존치), B등급은 갱생/세척 또는 다음 단계 평가, C등급은 교체로 의사결정을 진단한다.

상수도관망 평가를 위한 매뉴얼은 나름대로 체계적인 점수화시스템을 갖추어 비교적 간편하고 합리적인 개량 의사결정을 하도록 돕고자 하는 점이 돋보인다. 그러나 개량이 필요할 시에도 재건축이나 공법개선과 같이 다양한 범주의 개선이 필요할 수 있는데, 이 평가방식에서는 이러한 유형의 개선이 이루어져야 하는지에 대해서 까지는 도출되지 못한다. 따라서 이에 대한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 3-7〉 단계별 평가 점수 산정 및 판단기준

(1단계) 기초평가 점수산정	기초평가 점수	평가 등급	개량 의사결정 판단기준
$A = \sum_{i=1}^{n} x_i$ A: 기초평가 점수 n: 기초평가 항목 개수 x: 기초평가 항목별 점수 [가중치(A)×조건값(B)×100점(환산 점수)]	75점 이상~100점	A등급	양호(존치)
	50점 이상~75점 미만	B등급	갱생/세척 또는 2, 3단계 평가
	50점 미만	C등급	교체
(2단계) 관 내시경평가 점수 (구간 최소값)		평가 등급	개량 의사결정 판단기준
75점 이상~100점		A등급	양호(존치)
50점 이상~75점 미만		B등급	갱생/세척 또는 3단계 평가
50점 미만		C등급	교체
(3단계) 관체 평가 점수산정	기초평가 점수	평가 등급	개량 의사결정 판단기준
$A = \sum_{i=1}^{n} x_i$ A: 관체평가 점수 n: 관체평가 항목 개수 x: 관체평가 항목별 점수 [가중치(A)×조건값(B)×항목 점수(C)]	75점 이상~100점	A등급	양호(존치)
	50점 이상~75점 미만	B등급	갱생/세척
	50점 미만	C등급	교체

자료: 한국상하수도협회(2015b).

3. 자산관리와 최적 투자계획

가. 자산관리 개념에 따른 최적 투자계획

상하수도시설의 자산관리는 공공 서비스를 제공하기 위해 최소의 비용으로 유지관리를 할 수 있도록 하는 것이다.[60] 자산관리의 핵심 구성요소는 자산의 상태, 서비스 수준, 자산 중요도 평가, 최적 운영전략, 자금조달전략 등의 다섯 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째로, 자산의 상태를 파악하여 인벤토리를 구성하는 것이 필요하다. 인터뷰, 관찰 및 조사에 의해 자산의 목록을 작성하고, 위치를 파악하며, 자산의 상태를 순위/점수화, 잔여수명 파악 및 영향요인 분석, 자산가치 추정, 자산의 잔여수명, 위치, 자산의 가치 등에 대하여 조사하여 인벤토리를 정리한다. 두 번째로, 서비스의 수준에 대해 파악하여 장기적 관점의 시스템 활동 수준을 결정한다. 국내 상하수도 부문의 법률·규정을 참고하고, 공공 부문의 서비스 동의 수준을 결정하는 데 관여한다. 세 번째로, 자산의 중요성을 자산의 상태와 이력, 장애율 등과 같은 장애가능성과 장애발생 시 발생하는 장애비용을 고려하여 결정한다. 네 번째로, 자산생애주기비용을 추정한다. 이는 자산의 계획에서부터 처분에 이르기까지 모든 자산 관련 경제적/물리적 생애주기를 고려하는 것이다. 자산계획, 설계, 획득, 관리, 운영 및 유지, 모니터링, 재개발, 감사 및 검토에 이르는 자산생애주기 요소를 고려하여 비용에 대해 검토한다. 마지막으로, 이러한 자산에 대한 장기 자금조달 전략을 수립하여 자산관리를 지원한다.

이처럼 자산관리 측면에서 자산의 상태나 서비스 활동 수준에 따른 비용을 고려하여 자금조달 전략을 수립하는 것은 효율적인 서비스 공급을 위해 필요하다. 적절한 보수·보강 없이 자산을 운영할 시, 서비스 공급에 심각한 차질을 빚는 자산의 실패(failure)가 발생할 수 있다. 이렇게 자산의 심각한 성능 장애가 생긴 후에 자산의 정상화를 위한 비용은 주기적으로 계획된 프레임 하에서 보수·보강하는 유지관리 비용보다 더 커질 확률이 높다. 따라서 자산의 실패 또는 장애가 발생하기 전에 시기적절한 재원을 투입하여 자산관리 비용을 줄일 수 있도록 수용가능한 자산 성능의 베이스라인을 설정하여 투자계획을 평가하여야 한다.

---

60) New Mexico Environment Finance Center(2006).

일본과 미국의 하수도 자산관리 사례에는 이러한 자산관리 개념을 최적 투자계획으로 연결시키고 있다. 본 사례에서 자산관리에 따른 최적 투자계획에 대한 의의를 찾아보기로 한다.

나. 자산관리 개념에 따른 최적 투자계획 사례

1) 포괄적 성능평가와 종합개선프로그램을 통한 하수도 성능개선프로그램(미국)[61][62]

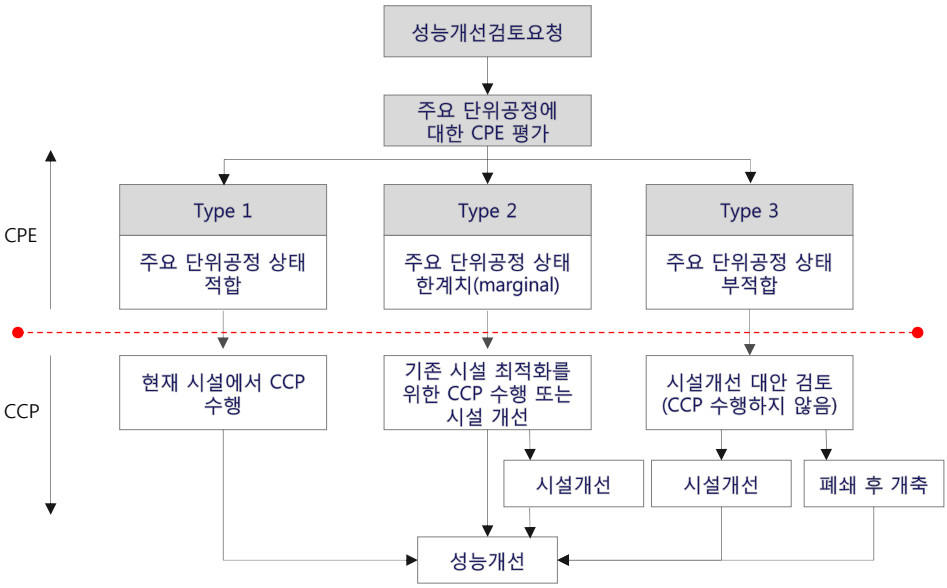
미국의 하수도시설은 세계 2차 대전 이후부터 하수도시설이 설치되기 시작해 이미 심각한 노후화 현상을 보이고 있다. 미국의 환경보호처(EPA)는 공공하수처리시설을 관리하는 방안으로 성능개선프로그램을 실시하고 있다. 이 프로그램에는 포괄적 성능평가(CPE: Comprehensive Performance Evaluation)와 종합개선프로그램(CCP: Composite Correction Program)이 있는데, 이 프로그램들은 크게 평가 단계와 성능개선 단계로 나누어볼 수 있다. 평가 단계에서는 시설의 계획된 역량, 관련 행정, 운영, 유지보수 관행에 대한 철저한 검토와 분석을 한다. 성능개선 단계에서는 시설의 성능을 제한하는 요소를 제거하고자 한다. 먼저 CPE를 실시하여 시설을 유형화하고 그 시설이 주요 시설의 물리적 개선이 필요한지 혹은 CCP로 개선할 수 있는지 여부를 결정한다. 여기서 주요 시설의 개선이 필요한 경우는 개선을 시행하고, 아닌 경우라고 판단되면 CCP를 시행하여 성능을 저하하는 요인을 찾아 저하 요인을 제거한다.

가) 포괄적 성능평가

CPE의 첫 번째 단계로서 전화 및 현장 조사, 착수 회의, 시설 점검과 기타 문서 수집 등을 통해 자료 수집을 진행한다. 이렇게 자료 수집이 끝난 후에는 자료에 대한 평가를 실시하는데, 처음에는 주요 단위 공정(major unit process)에 대해 초점을 맞추어 평가한다. 이 평가는 주요 시설의 대규모 확장이나 개선 없이도 기대 성능 수준에 부합할 수 있는지 여부를 판단하는 것이다. 만약 주요 공정이 적절하지 않다고 판단되면 재건축 또는 대규모

61) 환경부(2016b), 「노후하수처리시설 개축·이전 등 가이드라인 마련을 위한 연구 보고서」, p.24
62) EPA(1984), *Improving POTW Performance Using the Composite Correction Program Approach.*

개선이 필요할 수 있다. 이렇게 주요 단위 공정에 대한 평가 후 'Type 1 시설', 'Type 2 시설', 'Type 3 시설'로 분류한다.



자료: EPA(1984): 환경부(2016b)에서 재인용.

〈그림 3-7〉 CPE/CCP 활용체계

EPA의 보고서에서 시설 성능저하 유형화를 위해 평가하는 주요 단위 공정은 폭기조(aeration basin), 이차침전조(secondary clarifier), 슬러지처리시설(sludge handling facilities)이다. 이러한 평가를 진행하는 데에는 점수화시스템이 사용된다. 각각의 공정에 대해서 측정지표와 범주에 따른 점수를 제시하고 있으며[63], 세 개 공정 각각의 점수를 더하여 전체 점수를 도출하여 Type 1, Type 2, Type 3의 기준에 부합하는지 비교한다(표 3-8 참조).

63) EPA(1984), pp.26-35.

〈표 3-8〉 주요 단위 공정 역량 평가의 예

	요구 점수		
	Type 1	Type 2	Type 3
폭기조	13-30	0-12	〈0
이차침전조	25-55	0-24	〈0
슬러지처리시설	10-30	0-9	〈0
총합	60-115	20-59	〈20

주: 총합 점수뿐 아니라 각 단위 공정에 대한 점수도 요구되는 범주 안이어야 Type 1 또는 Type 2 등급을 획득할 수 있음.
자료: EPA(1984), p.36.

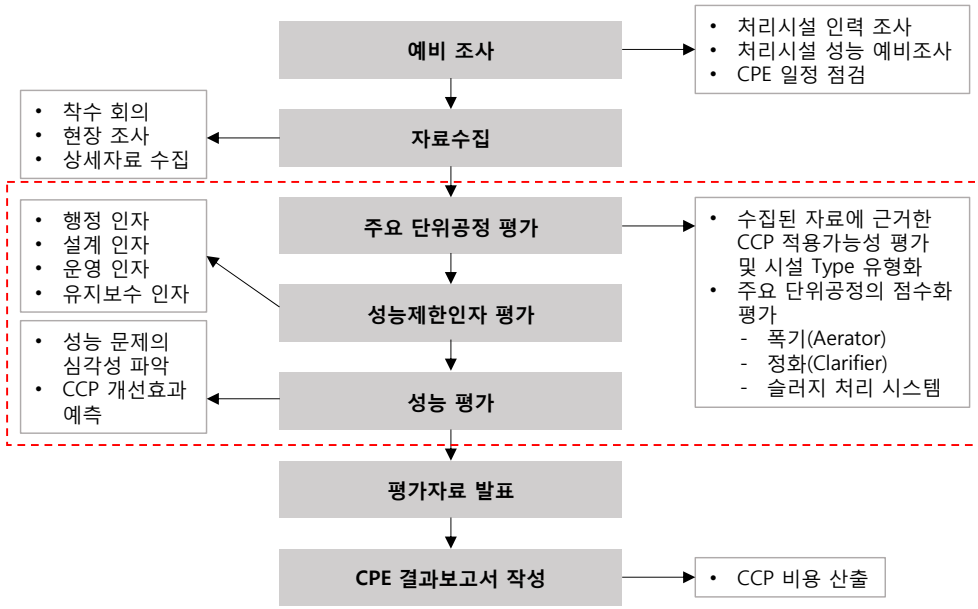
'Type 1 시설'은 현재 발생하는 문제가 주요 단위 공정의 용량이나 크기의 한계에서 발생하는 문제가 아닌 시설이다. 이 경우 중요 문제점들은 시설 운영, 유지보수, 행정에 관련된 문제이거나 또는 경미한 시설 변경으로 수정될 수 있다. 'Type 2 시설'은 주요 단위 공정의 용량이 기대 성능 수준을 달성하는 데 영향을 줄 수 있는 시설로 분류된다. 이러한 Type 2 유형에 대해서는 CCP를 수행함으로써 성능개선이 가능할 수도 있고, 대규모 시설 개선이 필요할 수도 있다. 'Type 3 시설'은 기존 주요 단위 공정이 기대되는 성능을 충족시키기 위해서는 부적절하여 대규모의 물리적 개선이 이루어져야 하는 시설이다. 여기서 운영이나 행정상의 효율 문제가 있을 수는 있을지라도 CCP로 개선할 수 있는 여지는 제한적이기에 바로 시설 개선을 수행한다.

시설을 분류했다면 성능제한인자에 대해 규명하여야 한다. 성능제한인자는 개별 시설에 특징적인 성격을 지니는데, EPA의 보고서에서는 이러한 인자를 규명하기 위한 70여 가지의 인자 리스트를 제공하고 있다.[64] 예시로 나온 사례에서는 하수처리의 생물학적 처리 과정에 대한 이해(운영), 공정 제어 테스트(운영), 회수 공정 흐름(계획), 설비 고장(유지관리), 부적절한 교육 가이드(운영), 시설의 필요에 대한 행정적 인지(행정), 공정 제어가능성(계획), 최종 슬러지 처리(계획), 성능 모니터링(운영), 불충분한 재정(행정) 등을 제시하고 있다.[65]

이러한 성능제한인자는 Type 2와 Type 3 시설과 같이 주요 단위 공정에 문제가 있는

64) EPA(1984), p.112.
65) EPA(1984), pp.134-135.

시설에도 영향을 줄 수 있는데, 이 경우에도 기록될 필요가 있다. 후속 조치를 취하기 위해서 이렇게 성능 인자를 규명한 후에는 인자들을 우선순위화한다. A, B, C와 같이 등급화를 통해 성능제한인자들을 유형화하는데, 'A' 등급은 장기간 반복적으로 주요 효과를 주는 요소, 'B' 등급은 정기적으로 중간 효과를 주거나 간헐적으로 주요 효과를 주는 경우, 'C' 등급은 경미한 효과를 주는 인자로 나누고 있다.



자료: EPA(1984); 환경부(2016b) 재구성.

〈그림 3-8〉 CPE 절차

성능제한인자를 규명하고 등급화했다면 이들의 개선 가능성에 대해 평가한다. 성능제한인자를 우선순위화하고 개선 가능성에 대해 평가하는 파트는 다양한 잠재적 해결책이 있을 수 있으므로 평가자의 경험과 판단이 개입될 수 있는 절차이다. 따라서 추후에 새로운 정보가 유입될 경우에는 기존의 개선 절차를 변경할 필요가 있다.

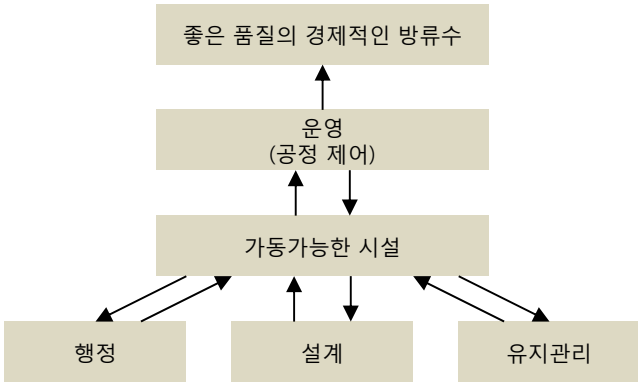
모든 절차가 끝나면 CPE 보고서를 작성한다. 이 보고서는 시설에 대한 설명 주요 공정평가, 성능제한인자, CCP의 예상되는 영향, CCP 비용에 대한 내용을 포함한다. CPE 보고

서에는 특정 권고사항을 포함하기보다 요소들의 혼합을 통한 해결책이나 Type 3 에 대해서는 시설 개선을 위한 추가적 연구의 필요성 등을 언급할 수도 있다.

나) 종합개선프로그램(CCP: Composite Correction Program)

CCP는 CPE 결과 Type 1과 Type 2로 분류된 시설을 대상으로 성능을 향상시키는 프로그램이다. Type 1에 대해서는 성능제한인자를 제거하는 것을 목적으로 두며, 이는 주요 시설 변경이나 장기적 계획 없이도 가능하다. Type 2에 대해서는 주요 단위 공정이 한계에 달해 있지만(marginal) CCP로 성능을 개선할 수 있고 주요한 시설 개선 없이도 기대 성능을 달성할 수 있다고 본다. 이러한 시설은 기존 시설의 적정 용량을 설정하는 것이 중요하며, CCP를 하는 데 있어서도 이 서비스 부문의 미래 성장 예측을 하는 것이 중요하다. 성능제한인자를 제거하기 위한 CCP의 시행 방법으로는 공정 필요조건을 충족시키는 활동 시행, 직원과 행정가들에 대한 시스템 교육과 같은 활동들을 시행하는 것 등이 있다. 이런 활동의 성격은 CPE의 결과 도출된 우선순위화된 성능제한인자들의 성격에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로는 다양한 성능 인자들에 의한 영향이 원인이 되는데, 이 경우 개선 활동도 다양한 교육과 프로그램의 시행이 조합되어야 한다. 또한 CCP 중에 CPE에서 규명되지 못했던 인자에 대해서 더 명확히 인지하게 될 수 있다.

성능제한인자는 행정(administration), 설계(design), 유지관리(maintenance), 운영(operation)과 같은 유형으로 분류될 수 있다. 이 인자 그룹은 개별적으로도 시스템에 큰 영향을 줄 수 있기에 성능제한인자가 복합적으로 성능저하 원인으로 지적될 경우, 성능제한인자를 제거하는 데 있어서 우선순위를 매기기가 어려워진다. 이럴 경우 CCP는 '목표 방류수질을 달성하는 것'이 목표임을 인지하고 생물학적 처리 공정의 필요성에 집중하여 성능을 개선하기 위한 우선순위를 매길 수 있다(그림 3-9 참조). 이 중에서도 특히 운영 인자는 공정 제어(process control)에 직접적으로 영향을 주는 인자 그룹이 되기에 가장 우선적으로 향상되어야 한다.

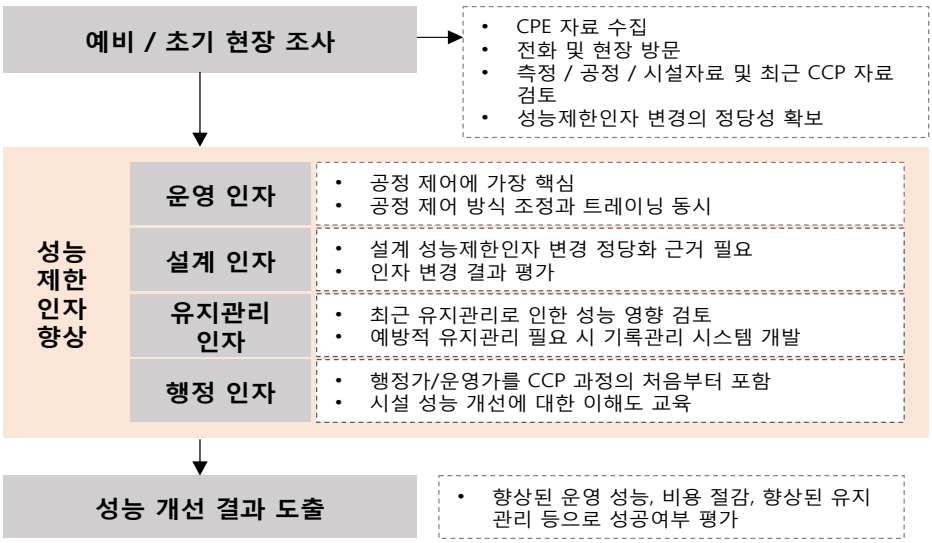


자료: EPA(1984), p.73.

〈그림 3-9〉 목표 성능 달성에 있어서 성능저하인자의 관계

CCP 활동을 위해서는 먼저 CPE 보고서의 결과를 논의하고, 모니터링 장비, 공정 제어에 관한 보고를 듣는 등의 자료 분석 후 첫 번째 현장 방문에서부터 가능한 한 많은 성능제한인자를 제거하려는 시도를 시작한다. 이를 토대로 변화로 인한 효과가 CCP 기간 동안 평가될 수 있도록 첫 현장 방문에서부터 공정 제어 조정과 설계 변경 및 추가 등의 성능제한인자 제거를 시작한다. 운영 부문의 성능제한인자는 공정 제어 방식을 개선하는 활동과 동시에 트레이닝을 제공하는 것으로 개선될 수 있다. 특히 개별 시설의 특정 요구와 환경에 맞는 교육을 진행할 필요가 있다. 유지관리인자를 개선하는 것은 작은 영향을 줄 수는 있지만 일정한 방류수질을 달성하는 데 필수적이기도 하다. 최근의 유지관리 관행을 검토하여 저하인자를 밝혀내며, 자산의 고장이 발생할 경우의 결과가 심각할 경우 예방적 유지관리를 할 필요성을 인지하고 이를 대비한다. 설비를 리스트화하고, 관련 문헌을 수집 및 모든 설비에 대한 정보 요약 문서를 만들어서 유지관리 스케줄을 계획한다. 행정 부문에서는 시설의 운영자/행정가들이 시설의 성능을 개선하기 위한 요구에 대해 잘 이해하는 것이 중요하다. 따라서 이에 대한 운영자들의 이해를 높이는 교육을 시행하거나 CCP 과정의 처음부터 이들을 포함시키는 등의 활동을 수행한다.[66]

66) CCP는 1년가량의 장기적인 관점에서의 노력이 요구된다. 그 이유는 생물학적 시스템에서 변화 후 안정성을 얻기까지와 절차적 변화를 얻는 데 요구되는 시간이 오래 걸리며, 교육에도 반복훈련이 효과적이기 때문이다.



자료: EPA(1984); 환경부(2016b) 재구성.

〈그림 3-10〉 CCP 수행절차

다) 자산관리와 투자계획 측면에서의 제도 분석

미국의 하수도 성능개선프로그램인 CPE와 CCP는 둘 모두 어떠한 의사결정을 할 때에 있어서 공학적 원리에 따른 의사결정 우선순위가 설정되어 있다. CPE에서는 미리 규정되어 있는 하수도 부문의 물리적인 저하를 평가할 수 있는 요소 리스트와 점수화시스템에 따라서 시설의 성능저하 정도를 유형으로 구분한다. 이렇게 시설을 유형화하여 물리적인 용량 문제를 극복할 수 없는 경우인 Type 3에 대해서는 추가 조사 없이 바로 대규모 시설 개선을 시행한다. 반면 물리적 한계가 명확하지 않거나 그것으로 인한 문제가 아닌 경우, CCP를 수행하여 소프트웨어적인 성능저하인자를 개선하여 성능을 향상시킨다. CPE에서와 같이 바로 시설 개선이 필요한 물리적 한계에 도달했는지 여부를 파악하는 명확한 가이드라인을 리스트와 점수화 제도를 통하여 제시하는 것은 인프라 투자 의사결정에 있어서 시설 개선의 타당성을 평가할 수 있고 적정한 시설 개선 유형까지도 파악할 수 있다. 국내 공공 환경

뿐만 아니라 CCP 도중 성능제한인자를 추가적으로 발견할 경우 이를 제거하는 데 드는 시간도 소요된다.

시설에 대한 기술진단 내용은 이와 같은 구체적인 평가 항목을 제시하고 있지 않지만 수행 항목은 비슷하기에,[67] 진단 매뉴얼로 활용할 수 있는 여지가 있는 것으로 판단된다.

한편 CPE에서 끝나지 않고 그 외의 소프트웨어적인 영향인자들을 향상시켜서 시설의 성능개선을 하고자 하는, 보다 더 정교한 프로그램인 CCP는 CPE의 연계 프로그램으로서 제시되고 있다. CCP에서는 성능제한인자 간의 관계를 공학적인 측면에서 분석하여 기본 원리로 제시하고 있으며, 성능 문제 해결에 있어서 이 연결 관계를 이용한 우선순위화를 권고하고 있다. 이에 따라 해결을 할 경우 성능에 가장 직접적으로 영향을 미치는 영향인자부터 제거하거나 향상시킬 수 있기에 비용 효과적·효율적인 의사결정을 내릴 수 있다. 이처럼 물리적인 부분뿐 아니라 운영 등의 소프트웨어적인 측면의 요인 해결에 있어서까지 기본 원리 제시를 통한 투자 결정을 내리고 있음을 알 수 있다. 이는 앞으로 국내 상하수도 투자 타당성평가체계를 확립하는 데 있어서도 시사점을 주는 부분이다.

2) 장수명화 제도를 통한 하수도관리 – 일본[68][69]

일본은 1970년대에 인프라시설물을 집중적으로 건설하여 전역의 2,200곳에 달하는 하수처리장은 이미 반 이상이 15년 이상의 운영연수를 경과하고 있다.[70] 이에 따라 2009년 6월 일본의 국토교통성 하수도부에서는 「하수도 장수명화 지원제도에 관한 지침」을 발행하였다. 이는 자산관리를 추진함에 따라 노후화 시설의 증가에 따른 사고 발생과 자산 실패로 인한 리스크를 감소시키고, 시설의 장수명화를 통해 유지관리비를 평준화시키고 지속가능성을 증가시켜 개축사업비를 축소시키고자 하는 것이다. 이후에도 국가차원의 기본계획인 『인프라 장수명화 기본계획(2013)』이 수립되었고, 행동 계획으로서 『인프라 장수명화 계획(2014-2020)』을 수립하였다. 이에 대해 개별 시설별 계획이 2014년부터 단계적으로 수립되고 있으며, 새로운 법령과 매뉴얼이 개발되고 있다.

자산관리시스템에서는 하수도법에 따라 하수도시설의 조사·진단 결과, 개보수이력을 하

67) 환경부(2016b).
68) 환경부(2016b).
69) 이영환(2015), “노후 인프라 시설물, 성능 개선 대책 시급하다 - 미국 및 일본의 사례와 정책적 시사점을 중심으로”, 「한국건설산업연구원 CERIK저널」, 66, pp.10-13.
70) 요시무라 가즈나리(2013), “일본하수도의 행방,” 「월간 Business i. ENECO」, 3월호.

수도시설 데이터 관리시스템에 기록한다. 시스템에 입력된 시설을 점검하고 건전성 분석이 가능하기에, 자산관리시스템을 이용하여 지자체 스스로 개축 우선순위를 파악할 수 있다. 이러한 자산관리시스템의 자료 분석을 통하여 장수명화 계획을 수립할 수 있다. 차기 갱신 대상시설을 설정하여 PDCA cycle[Plan(계획)→Do(실행)→Check(확인)→Action(조치)][에 따라 시설을 관리하는 것인데, 이때 자료 분석결과를 이용함으로써 장수명화 계획 수립 시 필요한 진단 업무를 생략할 수 있고 계획 책정 비용이 경감되어 경제적인 계획 수립이 가능하다.

가) 장수명화 제도의 개요[71]

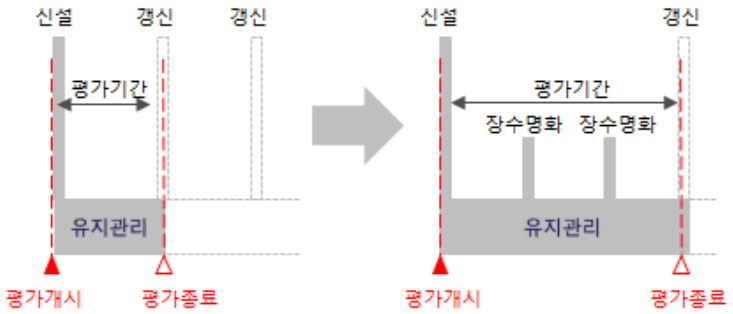
하수처리시설의 비용 효과적인 성능 관리를 위한 “하수도 장수명화 지원제도”에서는 하수도시설의 건전도를 평가하기 위한 점검조사, 진단, 대책의 개념과 절차를 마련하였다.[72] 일본의 지자체에서 장수명화 계획을 작성하여 정부에 제출하면 정부는 계획에 기초한 개축 비용의 50%를 지원하고 기술개발 연구를 지원한다. 기존의 하수도뿐 아니라 신규 하수도사업도 수명을 연장하는 공법을 적용한 것을 인정받으면 장수명화 대상으로 지원할 수 있다. 국고보조를 받기 위해 사업계획과 사용연수를 함께 제시하고, 연수를 지키지 못하는 경우 잔존가치금은 국가에 환수 조치된다.

장수명화는 부분 설비나 시설 교체 등에 의해 시설의 수명을 연장시키는 것인데, 이때 장수명화를 실시하지 않는 경우보다 생애주기비용이 저렴하여야 한다. 따라서 장수명화를 평가하기 위해서는 생애주기 연평균 비용과 실시하지 않을 경우의 연평균 비용을 비교한다. 생애주기 연평균 비용은 신설 시설과 사용 중인 시설로 구분하여 평가기간을 설정하는데, 평가개시 시점과 평가종료 시점을 생애주기 1사이클로 설정한다. 장수명화 대책 이전의 시설은 내구연수를 평가기간으로 하고, 대책 이후의 시설은 생애주기가 늘어난 만큼 평가기간을 연장한다.

일본 하수처리 시설관리에서 ‘설치’는 신설이나 증설을 의미하며, ‘개축’은 시설 전체의 재건설 또는 일부 시설의 교체를 의미한다. ‘개축’은 ‘갱신’과 같이 전부를 재건설하거나

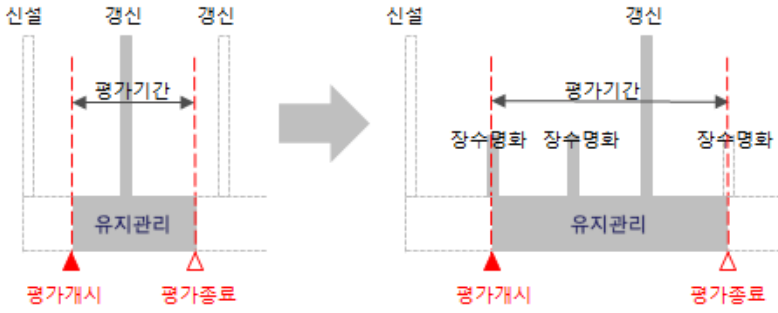
71) 환경부(2016b).
72) 환경부(2016b).

교체하는 것, 그리고 '장수명화'라는 대상시설 일부를 재건설 또는 교체하는 것을 포함한다. 신설 시설의 평가기간은 장수명화 이전에는 평가개시 시점에서 내구연수까지의 기간이 되고 종료시점에 시설의 갱신이 필요하지만, 장수명화 대책 이후에는 장수명화로 인하여 생애주기가 늘어나 평가 종료시점도 늦추어진다. 사용 중 시설의 경우는 평가 개시시점에서 장수명화를 도입하여 늘어난 기간에 갱신(신설) 이후 평가개시 시점의 경과연수를 갱신 시점에 더하여 평가 종료기간을 설정한다.



자료: 일본 국토교통성(2008), 환경부(2016b)에서 재인용.

〈그림 3-11〉 신설 시설의 장수명화로 인한 수명 연장



자료: 일본 국토교통성(2008): 환경부(2016b)에서 재인용.

〈그림 3-12〉 기존 시설의 장수명화로 인한 수명 연장

생애주기비용은 신설 비용, 유지관리 비용, 장수명화로 인한 비용으로 구분하여 각각을 도출한 후 전체 생애주기비용을 산정한다. 장수명화를 하기 전/후의 연평균 비용은 생애주기비용을 각각의 평가기간으로 나누어 산출한다. 장수명화 사업으로 인한 절감 비용은 장수명화 대책 이전의 연평균 비용에서 장수명화 대책 이후의 연평균 비용을 뺀 비용이 되며, 이 개선금액에 사회적 할인율을 적용하여 생애주기비용 개선금액으로 산정한다.

나) 장수명화 제도의 절차[73)]

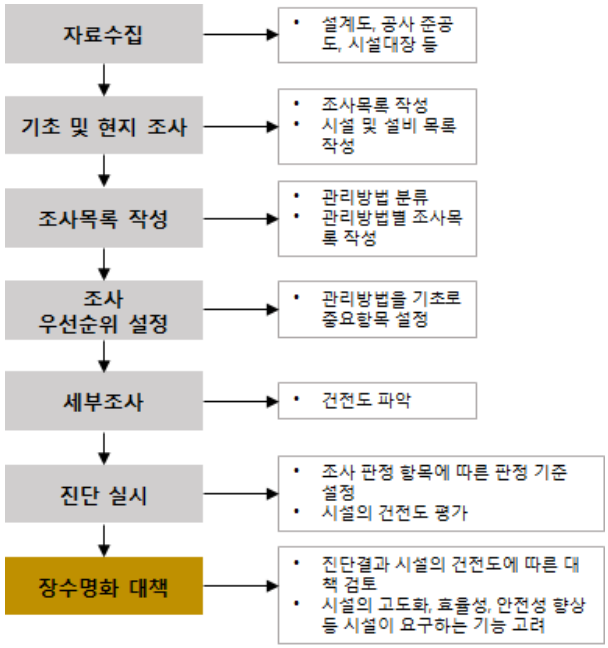
장수명화 제도에 대한 대상시설을 설정하고 설계도, 공사 준공도, 시설대장 등의 자료와 현지조사를 토대로 설비 목록을 작성한다. 또, 내구연수와 규모를 고려한 정밀조사를 실시하여 우선순위를 설정하고, 조사 판정 항목을 설정한 후에 건전도를 평가한 후 이를 근거로 장수명화 대책을 수립한다(그림 3-13 참조).

장수명화 계획 수립에 앞서 할 수 있는 것은 각 시설을 중요성과 육안 검사를 통해 사전관리와 사후관리 분야로 구분하고 관리방안을 설정하는 것이다. 사전관리는 상태점검 및 정기점검과 같이 예방적 차원의 관리이며, 사후관리는 이상 상태가 발현되었을 경우에 갱신 등의 조치를 취하는 사후적 관리를 말한다. 사전관리는 자산 실패 상황이 발생할 경우 설비의 기능에 미치는 영향이 크거나 대책을 수립하기 어려운 경우와 같이 안정성 확보가 중요한 시설의 경우에 적용한다. 상태점검을 통하여 건전도를 판단하는데, 열화 정도를 측정하는 등 상태점검을 하여 건전도를 파악하거나, 법적 관리의무가 있는 시설 및 설비는 정기점검을 시행한다. 장수명화에 직접적으로 연관되는 관리는 상태점검으로서, 열화 상태를 점검하고 조치를 시행하여 장수명화를 도모한다.

조사는 기초조사와 세부조사로 구분할 수 있는데, 기초조사는 설계도, 준공도, 시설대장 등을 기반으로 하여 수행된다. 이런 기초조사의 시설·설비 목록에 따라 현지조사를 실시하고, 건전도를 파악하기 위한 세부조사를 실시한다. 건전도를 파악하기 위한 조사 항목은 시설 특성에 따라 설정한다. 건전도는 열화 상황을 수치화한 것으로 시설의 기능 및 사회적 적합성을 나타내는 지표가 된다. 먼저 대상 설비가 사회적으로 적합하지 않은 경우, 즉 법을

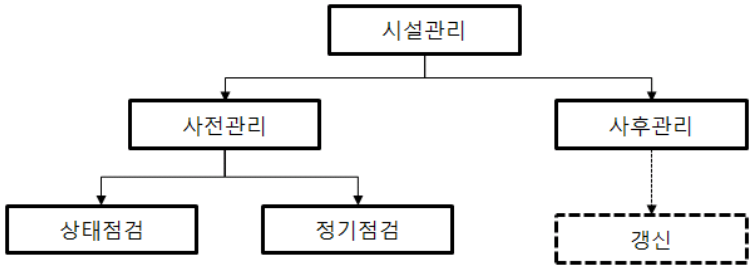
73) 환경부(2016b).

준수하지 못할 경우에는 사용 불가 판정이 내려지며 사회적 적합성을 가질 경우에는 열화 상황에 대한 판단을 통해 건전도를 평가한다. 마지막으로 종합적인 평가결과에 의해 시설의 특성과 요구를 고려하여 대책을 마련한다.



자료: 일본 국토교통성(2008); 환경부(2016b)에서 재인용.

〈그림 3-13〉 장수명화 대책 마련을 위한 절차



자료: 일본 국토교통성(2008), 환경부(2016b)에서 재인용.

〈그림 3-14〉 시설관리 활동의 종류

다) 자산관리와 투자계획 측면에서의 제도 분석

일본의 하수처리시설에 대한 자산관리 제도는 생애주기비용이라는 자산관리 개념을 도입하여 대책 전후의 비용을 비교하여 절감하는 것을 목표로 하고 있다. 먼저 건전도 평가를 위한 조사 방법 및 절차를 마련하였고, 여기에서 재정적 인센티브를 더해 지자체의 자발적인 시스템 개선을 유도하고 있다. 장수명화 대책을 스스로 수립하고 장수명화 대책에 의한 절감액에 따라서 시설 개축과 공법 개발에 대해 국고를 지원한다. 이와 같이 자산관리를 할 경우 경제적인 측면에서 효율적이라는 것을 시스템적으로 홍보하고, 자발적인 변화를 유도하고 있다는 데에서 의의가 있다고 할 수 있다.

[첨부] 영국 수도사업 자산관리평가(예시)

〈표 3-9〉 CIS 매트릭스: 인센티브 또는 페널티

CIS 비율 (사업자 기준)	80	85	90	95	100	105	110	115	120	130
효율성 인센티브(%)	45.00	41.25	37.50	33.75	30.00	27.50	25.0	22.50	20.00	15.00
허용 지출	95.00	96.25	97.50	98.75	100.00	101.25	102.50	103.75	105.00	107.50
실제 지출										
70	12.25	11.72	11.00	10.09	9.00	8.19	7.25	6.19	5.00	2.25
80	7.75	7.59	7.25	6.72	6.00	5.44	4.75	3.94	3.00	0.75
85	5.50	5.53	5.38	5.03	4.50	4.06	3.50	2.81	2.00	0.00
90	3.25	3.47	3.50	3.34	3.00	2.69	2.25	1.69	1.00	-0.75
95	1.00	1.41	1.63	1.66	1.50	1.31	1.00	0.56	0.00	-1.50
100	-1.25	-0.66	-0.25	-0.03	-0.00	-0.06	-0.25	-0.56	-1.00	-2.25
105	-3.50	-2.72	-2.13	-1.72	-1.50	-1.44	-1.50	-1.69	-2.00	-3.00
110	-5.75	-4.78	-4.00	-3.41	-3.00	-2.81	-2.75	-2.81	-3.00	-3.75
115	-8.00	-6.84	-5.88	-5.09	-4.50	-4.19	-4.00	-3.94	-4.00	-4.50
120	-10.25	-8.91	-7.75	-6.78	-6.00	-5.56	-5.25	-5.06	-5.00	-5.25
130	-14.75	-13.03	-11.50	-10.16	-9.00	-8.31	-7.75	-7.31	-7.00	-6.75
140	-19.25	-17.16	-15.25	-13.53	-12.00	-11.06	-10.25	-9.56	-9.00	-8.25

자료: OFWAT(2009a), *Future Water and Sewerage Charges 2010-15: Final Determination*, p.149.

〈표 3-10〉 전체 상하수도 서비스 수준에서의 CIS 기준 설정(예시)

구분	총비용 (£m)	구분	총비용 (£m)
사업자의 최종사업계획 기준		OFWAT 최종 기준	
· 총자본적 지출(효율성 미적용)	25,924	총자본적 지출(효율성 미적용)	25,924
· 자본적 지출에서 이전(transfer) 제외	-149	자본적 지출에서 이전(transfer) 제외	-149
· 양쪽(two-side) 조정 (최종사업계획이 제출된 이후 새로운 정보로 인해 규제 기대치가 변경)	-731	양쪽(two-side) 조정(최종사업계획이 제출된 이후 새로운 정보로 인해 규제 기대치가 변경)	-731
· 조정된 자본적 지출	25,044	조정된 자본적 지출	25,044
		OFWAT의 관점에서 Risk 등에 대한 조정[일방적(one-side) 조정]	-2,019
· 사업자의 효율성 가정	-1,017	OFWAT의 효율성 가정(지속성 포함) → 사업자의 고평가된 효율성 가정을 조정	-363
· 최종사업계획에서 보조금, 출연금 제외	-1,072	OFWAT 관점에서 보조금, 출연금 제외	-1,144
· 최종사업계획(사업자 관점) 기준	22,955	OFWAT의 최종 기준	21,519
사업자의 최종 CIS 기준 비율			107

자료: OFWAT(2009a), p.70.

〈표 3-11〉 자산관리평가 항목(PR09)

구분	상위영역	구성요소		기준 수	가중치(%)
	이해관계자 참여	1.1	고객 및 기타 이해관계자의 참여	2	11.20
		1.2	계획의 목적 선택	1	
		1.3	서비스의 편익 평가	3	
절차(Processes) 또는 시스템(System)	거버넌스, 정책 및 전략	2.1	거버넌스	3	8.05
		2.2	정책	4	
		2.3	전략	3	
	관리	3.1	인력관리	2	7.82
	절차	4.1	비즈니스 프로세스에 통합	4	10.30
		4.2	계획 프로세스	3	
		4.3	정보관리 프로세스	4	
		4.4	품질 안전 및 환경관리	1	
	시스템	5.1	자산 성능 및 상태 데이터를 수집하고 저장하는 시스템	6	8.95
		5.2	위험관리 프로세스 및 보고를 지원하는 시스템	2	
	데이터	6.1	자산 측정	3	17.64
		6.2	서비스 가능성 데이터	6	
		6.3	과거 개입 및 영향 데이터	3	

구분	상위영역	구성요소		기준 수	가중치(%)
자산상태, 장애발생 가능성, 장애비용 (피해비용)	분석	7.1	과거 분석	7	16.18
		7.2	성능 모델링	5	
		7.3	서비스 결과 모델링	4	
		7.4	비용 결과 모델링	4	
		7.5	서비스 예측	2	
		7.6	시스템 분석	2	
회피비용, 최적 투자계획		7.7	개입 식별(확인)	5	
		7.8	개입 영향	3	
		7.9	개입 비용	8	
		7.10	자산 그룹 내 개입 최적화	4	
	보고	8.1	외부 보고	6	6.34
생애주기 장애비용/ 회피비용	균형	9.1	전반적인 균형과 사업계획의 단계화	5	13.52
		9.2	위험에 대한 전반적인 접근법	5	
		9.3	비즈니스 사례의 전반적인 품질	1	
		9.4	프로그램 최적화	6	

자료: OFWAT(2009c), *PR09/37 Appendix A: The PR09 Assessment Process for Assessing Capital Maintenance Plans*, p.5 재구성

〈표 3-12〉 자산관리평가 점수 가이드라인

점수 영향 요소	AMA 점수 가이드라인					
	0	1	2	3	4	5
기대	매우 기대 이하	기대 이하	몇 가지 항목에서만 기대를 충족	탁월한 기대감 충족	기대에 완전히 부합	업계에서 앞서 있음
1. 원칙 이해	이해하지 못함	제한된 이해	일관되지 않은 이해 정도	모든 원칙을 커버하지만 약간 부족한 부분이 있음	대부분의 원칙을 이해함이 입증됨. 그러나 약간의 의구심 존재	더 많은 위험을 감수할 수 있는 기회를 얻기 위한 원칙을 이해·강화함
2. 원칙 적용	원칙을 적용하지 못함	기준에 따른 제한적 적용	대부분의 분야에 적용은 가능하지만 일관성이 보장되지 않음	모든 분야에 적용되어 있으나 약간 부족한 부분이 있음	모든 분야에서 적용 (약간의 의구심이 있으나 위험을 이해한다는 증거 존재)	전체 적용(위험을 완전히 이해하고 있음)
3. 각 기준의 완성	유능한 자산계획 프로세스와 큰 격차	일부 기준이 누락, 많은 부분에서 완전하게 완성되지 않음	대부분의 기준은 완성되었지만 불완전한 기준 존재	기준의 완성에 있어 작은 부분에 불완전한 부분 존재	대체적으로 모든 기준이 만족할 만한 수준으로 완성됨	각 기준이 완전히 완성됨
4. '핵심 성공요인' 기준 포함	대부분의 핵심 성공요인 기준이 충족되지 못함	일부 핵심 성공요인 기준이 포함되었지만 부적절	핵심 성공요인 기준이 모두 포함되었지만 대부분 실패	대체적으로 모든 핵심 성공요인 기준을 다루고 있음	핵심 성공요인 기준이 완성됨	핵심 성공요인 기준이 완전히 테스트됨
5. 단계적 변화에 집중	변화를 특별히 강조하지 않음	대부분의 단계 변화는 기록되나 조사되지는 않음	대부분의 단계적 변화를 다룸	단계적 변화로 인해 특별한 조사가 이루어지지만 일관성이 없음	단계적 변화에 대한 프로세스는 이루어지고 있으나 약간의 의구심 존재	단계적 변화는 특별히 강조할 필요가 없음. 프로세스가 이미 해당 작업을 수행

점수 영향 요소	AMA 점수 가이드라인					
	0	1	2	3	4	5
6. 자기 인식	얼마나 나쁜 상태인지 전혀 모름	접근법이 부분적으로 부족, 과거에 의존	기준에 따라 능력을 평가하고 적절히 대처	기준의 일부를 벤치마킹하고 기준의 신뢰성에 대한 발달된 인식을 가지고 있음	어떤 결함이 있는지 인지(사소한 것이어야 함)하고 이를 고려함	투입물/추정치에 대한 외부적 및 지속적인 조정을 완전히 벤치마킹함
7. 발전 상태	학습의 작은 징조만 보임	근본적으로 외부 영향이 지시하는 것만 수행	제한된 R&D에 들어서는 단계. 위험을 이해하고 이를 어떻게 해야 할지 부분적으로 파악 또는 위험회피가 지배적인 상태	핵심분야에서 기업 고유의 관점을 마련하고자 시도함. 위험 감소의 징후가 거의 없는 활동 분야에 주력함	다수의 분야에서 자산관리 R&D가 이루어지고 핵심분야에서 자체 기술을 개발. 위험관리를 완벽하게 할 수 있으나 자신감이 충분하지 않은 상태	적극적, 지속적으로 자산관리 개선 활동을 유지함. 위험분석을 사용하여 고객에게 향상된 가치를 제공함

자료: OFWAT(2009e), *PR09/37 Appendix D: AMA Guidance: Guideline; High-Level Areas(and Aspiration); Components; Criteria.*

〈표 3-13〉 사업자의 자본유지 투자계획 금액 증가 또는 감소 시 AMA 조정 단계(예시)

단계	설명	예 1 (계획금액 증가)(£m)	예 2 (계획금액 감소)(£m)
1	사업자가 제안한 지출	150	150
2	조정 1(양쪽 조정): -£15m → 최종사업계획이 제출된 이후 새로운 정보로 인해 규제 기대치가 변경 부분을 반영	135	135
3	조정 2(이전): £20m → 적절한 비용 카테고리로 지출을 이전	155	155
4	예외 항목 → AMA 점수 또는 조정에 반영되지 않는 서비스 수준 향상, 활동 추정, 운영비용 절감 등의 예외 항목	25	25
5	평가된 예외 항목	23	23
6	제안된 '일상적인' 지출 → 조정을 수행한 후 사업자의 지출	130	130
7	AMP4(조정된) 지출 → (조정된) 과거 지출 수준	110	140
8	제안된 증가(uplift)분 → (일상적인 지출) - (과거 지출 수준(AMP4))	20	-10
9	증가(uplift) %	15.4%	-7%
10	AMA 조정에 노출된 금액[증가의 2배 or 제안된 지출이 과거 지출 수준 보다 낮으면 그 차이를 긍정적 조정(+)으로 적용] → AMA 조정의 대상이 되는 최종사업계획서 상의 지출 비율을 '노출된 금액'으로 정의하며, 노출된 금액은 증가(uplift)의 2배에 비례하여 증가	40	+10
11	AMA 점수	3.5점	3.5점
12	AMA 조정 %	-12.5%	-12.5%
13	AMA 조정 금액	-5	8.75
14	AMA 조정 → (일상적인 지출) + (AMA 조정 금액)	125	138.75
15	OFWAT 관점의 사업자 제안 금액 → (AMA 조정) + (평가된 예외 항목)	148	161.75

자료: OFWAT(2009d), *PR09/37 Appendix C: AMA Adjustment for Final Determination Assumptions*.

제4장
상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계

본 장에서는 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계의 구조와 구축 방안을 제시하고, 이를 활용한 상하수도사업의 투자 타당성평가와 재정투자의 효율성·효과성 평가 방안을 제시하고자 한다.

1. 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가의 필요성

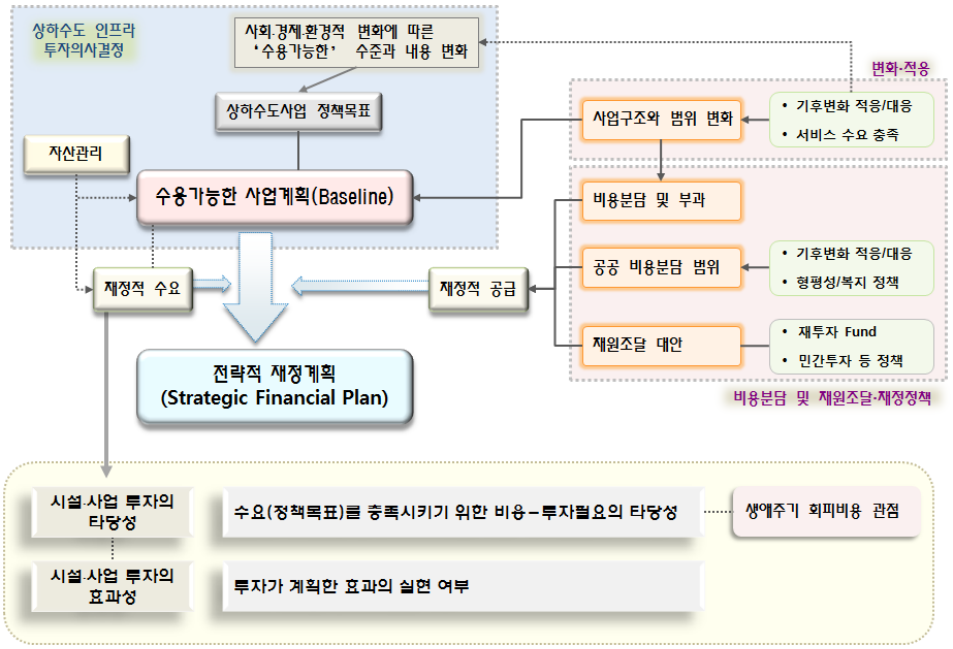
상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가의 필요성과 상하수도사업계획·운영 구조에서의 역할을 살펴보면 다음과 같다.

앞에서 논의한 바와 같이 상하수도 인프라 서비스는 서비스의 사회적 가치를 반영하여 합리적인 공급이 이루어질 수 있도록 설정된 정책적 목표에 따라 계획되고 추진되는 구조이다. 상하수도 서비스에 대한 정책적 목표를 달성하기 위한 비용 등을 고려하여 상하수도사업이 계획할 수 있는 수용가능한 사업계획(Baseline)을 설정하고 이에 따른 투자계획(재정적 수요)이 도출되는데, 자산관리와 생애주기자산계획 최적화를 통해 효율적인 투자계획으로 수립될 수 있다.

우리나라 상하수도사업이 당면하고 있는 환경변화 – 인프라시설의 노후화, 기후변화에 대한 적응/대응, 선호가치의 변화 등 새로운 서비스 수요 등은 정책목표에 반영이 되어 수용가능한 사업계획 설정에 영향을 미치게 된다. 또한 환경변화와 새로운 서비스 수요에 따른 사업범위의 변화는 그에 따른 비용분담 및 부과체계의 설정 및 변화를 필요로 하며, 이에 따라 사용자 부담(요금 등)과 공공비용 부담 등 재정적 공급 내용에 변화를 가져오게 된다.

상하수도 부문의 목표 달성과 건전한 계획 수립을 위해 사용가능한 자원에 대하여 현실적

인 목표를 설정하고, 상하수도시스템의 효율성을 증대시키고 비용을 줄이기 위한 재원 조달 가능성을 평가하며, 현실적으로 나타나는 재정적 수요-공급 격차를 효과적으로 줄일 수 있는 최적 대체 시나리오 및 이와 연계된 정책 설정으로 상하수도사업 목표 달성을 위한 최적 재정계획을 도출하는 전략적 재정계획(Strategic Financial Plan)이 수반되어야 한다.



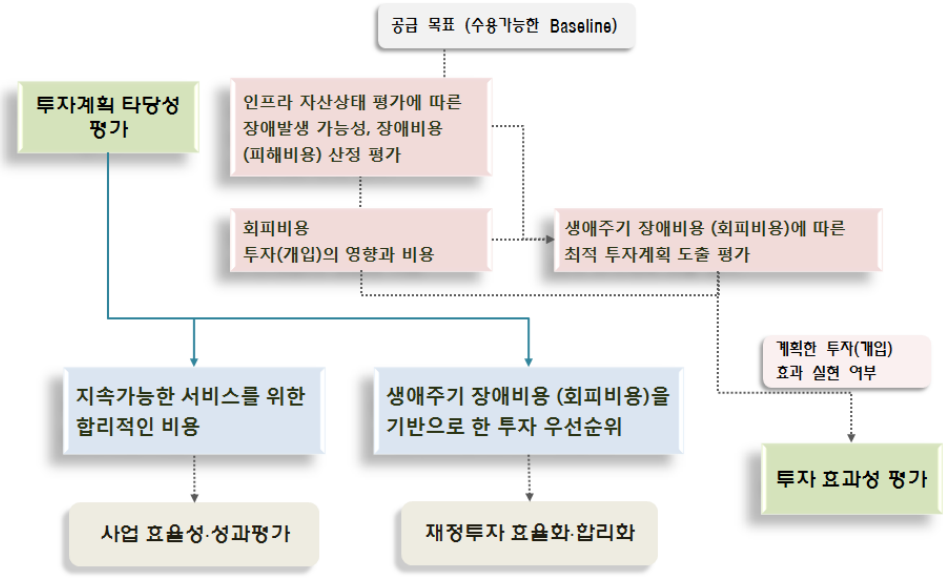
〈그림 4-1〉 상하수도사업계획과 투자의 타당성·효과성 평가

상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가는 이러한 흐름에 따라 설정된 수용가능한 사업계획 이행을 위한 투자수요에 대해 그 타당성과 효과성을 평가하는 체계이다. 시설·사업 투자의 타당성평가는 자산관리를 통한 자산의 생애주기 회피비용 관점에서 수요(정책목표)를 충족시키기 위한 비용 및 투자의 효율성·타당성에 대한 평가이며, 시설 사업 투자의 효과성 평가는 투자가 계획한 효과의 실현에 대한 평가(feedback)이다.

가. 투자 타당성평가체계

투자의 타당성은 수용가능한 사업계획(baseline)의 이행을 위한 사업·투자로서 효율적이며 타당한가의 평가인데, 평가의 내용은 인프라 자산상태의 평가에 따른 장애발생 가능성과 장애비용(시설 장애에 따른 피해비용)에 대한 평가를 바탕으로 그러한 장애를 개선(회피)하기 위한 자산관리 기반의 투자(혹은 개입)의 영향과 투자비용을 산정하여 시설의 생애주기 장애비용(혹은 장애회피비용)에 따른 최적 투자계획 도출 여부를 평가한다.

이는 서비스의 공급을 위한 비용이 효율적·합리적인지를 평가하여 상하수도사업의 효율성 및 성과평가에 활용될 수 있으며, 또한 현재 우리나라와 같이 시설 사업에 대한 국가재정지원체계가 운영되는 경우 재정투자를 효율화·합리화하기 위한 기준에도 활용될 수 있는데, 투자계획의 생애주기 장애비용(장애회피비용)을 사회적 투자 우선순위 설정의 기준요소로 하여 재정투자의 효율성 제고에 활용할 수 있기 때문이다.

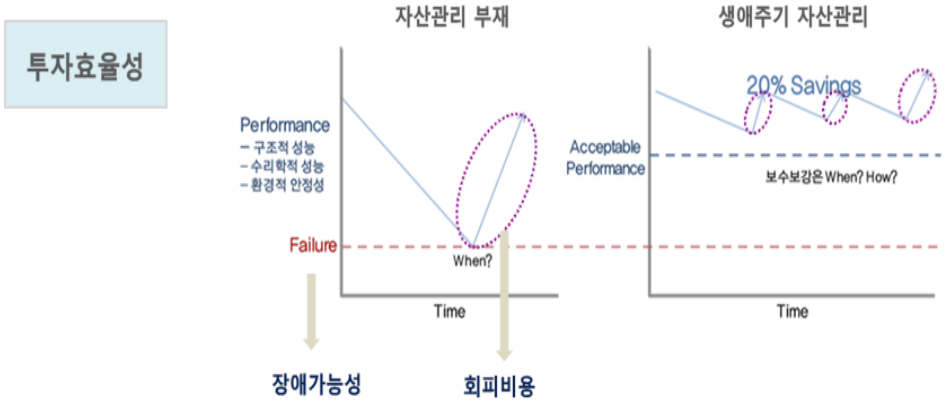


〈그림 4-2〉 투자 타당성평가의 내용과 구성

투자가 계획한 효과(시설 장애의 회피 혹은 성과 개선)가 투자에 따라 실현되었는지에 대한 사후적 평가로 투자효과성에 대해 평가하며, 이는 투자에 대한 지원을 위한 재정투자의 feedback 구조로 활용될 수 있다.

투자의 효율성과 타당성 개념을 구분하여 설명하여 보면 다음과 같다.

수용가능한 사업계획의 이행을 위해서는 인프라시설이 이와 연계된 수용가능한 성과(acceptable performance)를 담보할 수 있도록 투자·사업이 이루어져야 하며, 이러한 인프라시설의 수용가능한 성과를 달성하기 위한 방안은 생애주기 자산관리에 기반한 투자·사업의 이행으로 이루어지는 것이 효율적이다. 즉, 수용가능한 성과 수준을 담보하는 시설 생애주기에 걸친 투자비용을 최적화하는 것이다. 〈그림 4-3〉에서 보여 주고 있는 바와 같이 인프라시설에 대한 자산관리 개념이 부재한 경우 자산의 적정한 관리와 투자가 수반되지 못하여 성과가 수용가능한 수준에 미치지 못할 경우 갱신을 통해 성과를 확보하게 되어 시설 장애회피비용이 막대하게 소요되는 반면, 생애주기 자산관리에 따른 투자·사업이 이루어지는 경우는 수용가능한 성과를 담보할 수 있는 시설 개선, 보수 등의 대안이 적정하게 계획되어 성과수준이 확보되는 시설수명의 연장뿐 아니라 성과대비 평균 투자비용도 낮아질 수 있는 효율성을 확보할 수 있게 된다.

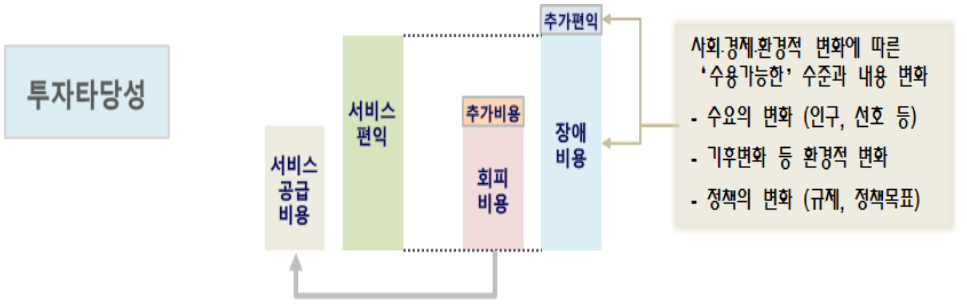


〈그림 4-3〉 자산관리 기반의 투자효율성 개념

한편, 상하수도시설 투자의 타당성은 서비스 공급을 위한 시설 투자비용과 시설이 제공하는 서비스 편익의 비교를 통해 평가될 수 있는 것이 일반적이나, 상하수도 서비스의 편익은 시장에서 표출되거나 계량화가 이루어지기 어려운 요소들이 포함되어 있어 시장에서의 가치에 의한 일반적인 타당성평가가 용이하지 않은 특성이 있다.

서비스의 사회적 가치를 반영하여 합리적인 공급이 이루어질 수 있도록 설정된 정책적 목표에 따라 계획되고 추진되는 구조를 가진 상하수도사업의 투자 타당성은 정책적 목표에 따라 설정된 수용가능한 성과기준 달성을 위한 장애회피비용과 투자에 의해 회피할 수 있는 장애비용의 비교를 통해 평가될 수 있다.

상하수도 서비스에 대한 정책적 목표는 시설 노후화, 기후변화 대응 필요 등 상하수도사업이 당면한 환경적 변화뿐 아니라 상하수도 서비스에 대한 수요변화(인구, 선호 등)와 이들 변화를 반영한 정책(규제 등) 변화 등을 반영하여 설정되며, 이는 상하수도 서비스와 같은 공익 서비스의 가치를 반영한 서비스 공급을 유도하는 '정책'의 중요한 역할로 볼 수 있다.

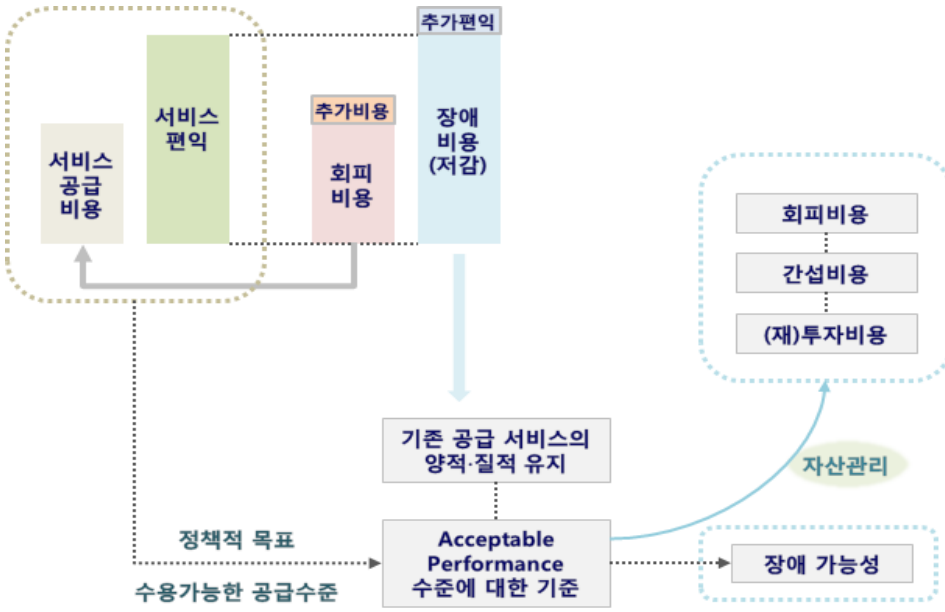


〈그림 4-4〉 상하수도시설 투자 타당성의 개념

투자계획에는 정책적 목표에 따라 설정된 수용가능한 성과수준 달성을 위한 사업내용뿐 아니라 추가적인 편익 제공을 위한 내용도 포함될 수 있는데, 수요의 변화를 반영한 악취제거, 친수환경 조성을 위한 사업내용 등을 예로 들 수 있다. 이러한 추가적인 사업내용에 따른 비용은 그것이 제공하는 추가적 편익(예를 들면 악취저감에 따른 편익, 친수환경 편익 등)의 비교를 통해 타당성평가가 이루어져야 할 것이다. 물론 사회·경제·환경적 변화에 따

른 가치가 정책적 목표에 반영된 경우는 수용가능한 성과수준으로 설정되어 투자 타당성평가가 이루어질 수 있을 것이다.

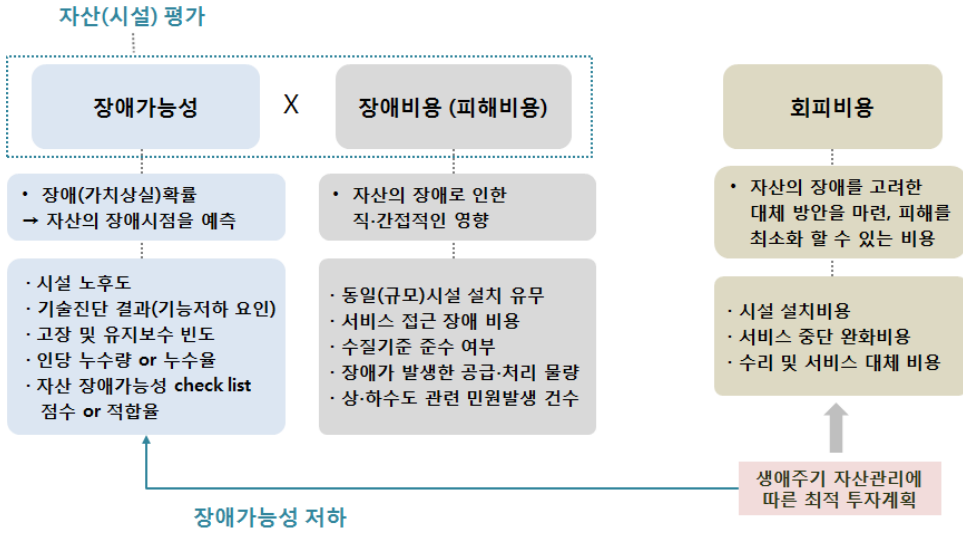
투자 타당성평가 요소의 구조와 개념을 도식화하면 다음 그림과 같다. 정책적 목표에 따라 공급 서비스를 양적·질적으로 유지할 수 있는 수용가능한 성과 수준에 대한 기준이 설정되며 이를 기준으로 자산의 평가(장애가능성 평가)에 따른 장애비용과 자산관리에 따른 장애회피비용(간섭비용, 투자비용)이 도출되어 투자의 타당성평가의 요소로 활용된다.



〈그림 4-5〉 상하수도시설 투자 타당성 요소의 구조

나. 투자 타당성평가 항목

투자 타당성을 평가하기 위한 항목으로는 장애가능성과 장애비용을 제시할 수 있다. 먼저 장애가능성이란 자산이 서비스를 제공하는 능력을 잃어버릴 확률을 뜻하는데, 이 경우 서비스의 지속가능한 공급이 불가능해진다. 뿐만 아니라 인프라와 같은 대규모 시설일 경우 많은 사람들의 안전에 위협을 줄 수도 있기에, 이와 같은 장애가능성을 파악하고 장애 시점을 예측하는 것은 매우 중요하다. 이를 평가할 수 있는 대표적 지표로는 시설의 경년을 들 수 있다. 그 외에도 기술진단 결과, 고장 및 유지보수 빈도, 상수도의 경우 누수율 등이 있을 수 있으며, 이외에도 자산별 특성에 맞는 체크리스트를 만들어 체크해 볼 수 있다.

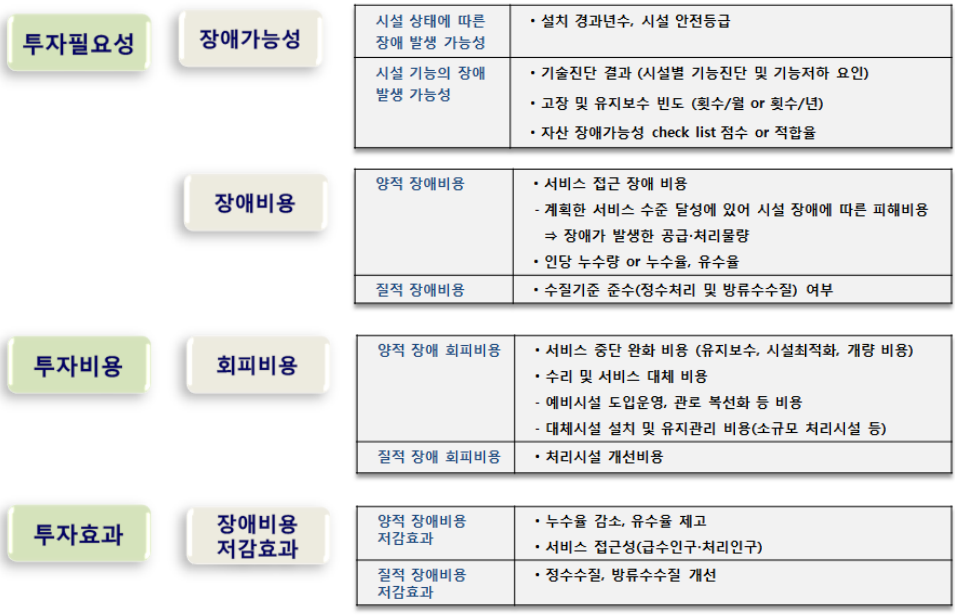


〈그림 4-6〉 투자 타당성평가 항목

장애가능성뿐 아니라 장애비용도 자산관리의 위험을 측정하는 데 있어 하나의 중요 요소이다. 장애비용이란 자산의 실패(장애)가 발생할 경우 나타날 수 있는 직·간접적 피해비용을 의미한다. 장애비용에는 서비스를 제공받지 못함으로써 서비스 수요자들이 입는 피해뿐 아니라 사회적·환경적 피해를 끼침으로써 발생하는 비용이 있을 수 있다. 이를 추정할 수 있는

지표로는 동일 시설의 주변 설치 유무, 서비스 접근 차단에 따른 대체재를 찾는 비용 등이 있을 수 있다.

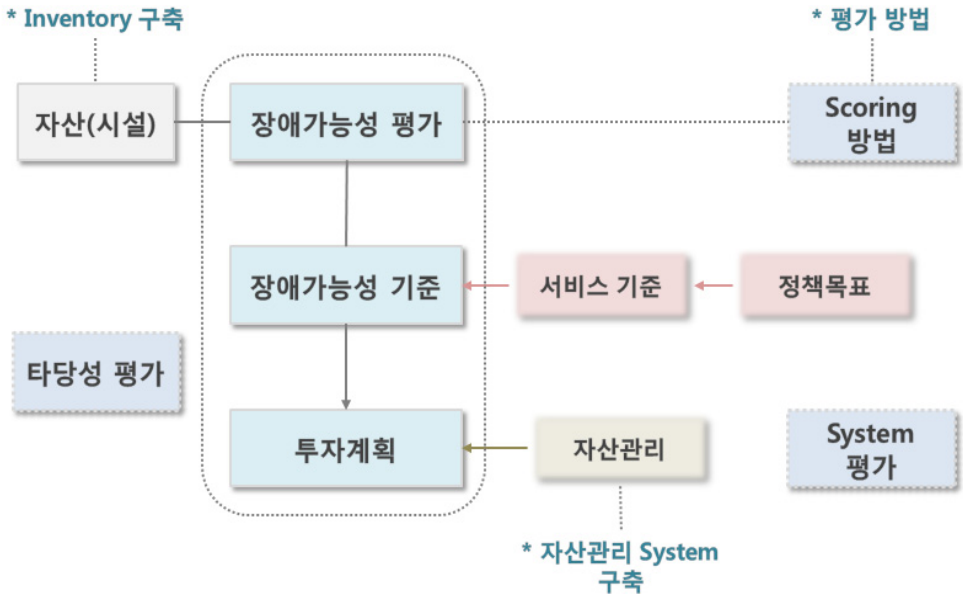
반면 이러한 자산의 실패 상황을 피하기 위하여 투자되는 비용을 회피비용이라고 제시하였다. 이는 장애비용을 추정해 볼 수 있는 지표로서 사용될 수 있는, 서비스 수용자의 서비스 중단 상황을 회피하기 위해 대체재를 찾는 등의 회피비용과는 조금 다른 개념으로, 서비스 제공자(정부)가 장애 상황을 피하기 위해 투자하는 금액을 나타낸다. 여기에는 시설을 재설치하는 비용이나 개보수하는 비용 등이 포함될 수 있다. 이 비용은 인프라사업의 특성을 나타내는데, 원하는 대안을 수용자들이 선택할 수 있는 것이 아니라 정부가 투자금액(회피비용)의 크기를 정함에 따라 사회 전체적 편익이 결정된다. 따라서 정부 또는 시설 사업자가 자산관리에 따른 최적의 투자계획을 세우는 것이 사회 전체적인 편익을 높일 수 있는 길이 된다.



〈그림 4-7〉 투자 타당성평가 항목(안)

다. 사업의 투자 타당성평가

상하수도사업의 투자 타당성평가 구조와 방법은 다음과 같이 제시될 수 있다. 투자 타당성평가를 위해서는 인프라시설의 장애가능성 평가를 기반으로 정책적 목표에 따른 성과기준을 달성할 수 있는 투자계획의 합리성이 평가될 수 있어야 하는데, 이러한 평가 요소들은 그 방법론의 구축과 적용이 수반되어야 한다.



〈그림 4-8〉 상하수도사업 투자 타당성평가의 구조와 방법

i) 인프라시설의 장애가능성 평가를 위해서는 먼저 자산(시설)에 대한 인벤토리가 구축되어야 하며, 장애가능성을 평가할 수 있는 방법도 정립되어야 한다. 장애가능성 평가방법에 대해서는 다양한 논의와 개발이 진행되고 있으나 상하수도사업에 적용의 용이성 등을 고려할 때, 다양한 시설성과요소에 대한 점수화(scoring) 방법의 적용이 제안될 수 있다.[74]

74) 장애가능성과 장애비용의 평가방법에 대해서는 다음 절의 분석과 예시를 참조.

ii) 기준이 되는 시설성과를 달성하기 위한 투자계획은 자산관리에 따른 생애주기 최적 투자계획으로 도출되어야 하므로 자산관리체계의 적용이 필요하다. 자산관리체계 하의 최적 투자계획 설정은 요소가 매우 다양하고, 투자계획 도출의 일방적인 기준이나 모형을 설정하는 것이 용이하지 않으므로 평가체계에서 이를 직접적 평가 요소화하는 것은 어려울 것으로 판단된다. 이를 평가할 수 있는 방안으로는, 자산관리시스템을 구축하고 그에 기반하여 투자계획이 도출되었는지를 평가, 즉 자산관리시스템 구축 여부를 평가하는 방법과, 수립된 투자계획이 생애주기 자산관리 개념에서 효율적인 투자계획임을 보여 주는 내용을 투자계획에 포함하도록 함으로써 이를 평가하는 방법이 제안될 수 있다.

* 상하수도사업평가체계 개선(안)

가) 현 평가체계

상하수도사업에 대한 성과평가는 사업부문 관리를 위한 대표적인 도구로 볼 수 있다. 상하수도사업은 서비스의 품질 평가를 통해 효율성을 제고하고 경쟁력을 강화시키기 위해 운영 및 관리, 경영 등에 대한 실태 평가를 지속적으로 시행해 오고 있다.

현재 상하수도사업에 대한 평가와 관리는 부문정책 관련 부처인 환경부의 상하수도사업과 상하수도사업 경영 형태로서 지방공기업을 관할하는 행정안전부의 사업 운영 평가를 통해 이루어지고 있다.

〈그림 4-9〉 상하수도사업 투자 타당성평가의 구조와 방법

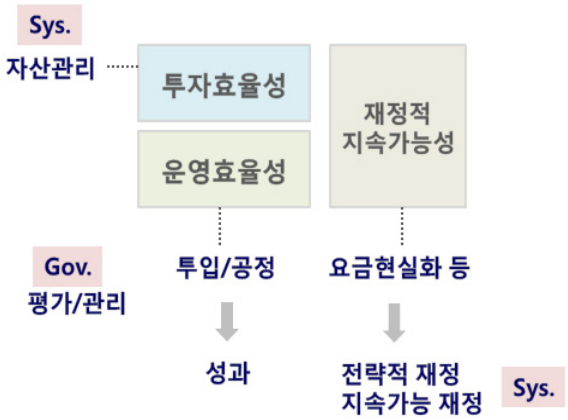
현재 상하수도사업의 평가체계는, 사업의 성과에 대한 평가가 아니라 서비스를 제공하기 위한 투입(input)과 공정의 적정성을 기준으로 운영효율성에 대해 평가하는 체계를 가지고 있으며, 요금현실화 등의 일부 항목이 포함되어 있으나 재정적 지속가능성에 대한 구체적인 평가는 이루어지지 못하고 있고 특히 투자의 효율성에 대한 평가는 미비한 실정이다.

나) 평가체계 개선(안)

상하수도사업에 대한 전반적인 투자, 운영효율성 및 재정적 지속가능성을 판단할 수 있는 평가로서 한계를 가진 현 평가체계는 다음과 같은 방향으로 개선이 필요할 것이다.

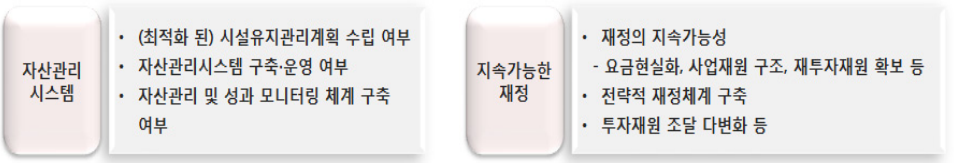
운영효율성에 대해서는 기존의 투입/공정 중심적인 평가 항목을 성과평가 항목으로 전환하여 사업성과에 대한 평가로 이루어질 수 있도록 할 필요가 있으며, 투자효율성 평가는 자산관리시스템의 운영과 그에 기반을 두고 투자계획을 수립하였는지 여부에 대한 평가로 이루어질 수 있다. 재정적 지속가능성에 대한 평가는 기존의 요금현실화와 같은 단편적 평가 항목뿐 아니라 전략적 재정체계의 구축 여부 및 전략적 재정체계와 지속가능한 재정체계를 실현할 수 있는지에 대한 평가가 포함되어야 할 것이다.

또한 성과의 평가결과는 각 사업자(지역)에 피드백 될 수 있도록 체계가 구축되어야 할 것이다.



〈그림 4-10〉 상하수도사업 성과평가체계 개선(안)

자산관리시스템과 전략적 재정시스템의 운영 등 시스템 구축 및 운영에 대한 평가 항목(안)은 다음과 같다. 자산관리시스템 구축 운영 평가는 자산관리시스템 구축·운영 여부, 자산관리 및 성과 모니터링체계 구축 여부, 그리고 자산관리 기반의 시설 유지관리·투자계획 수립 여부 등으로 평가될 수 있을 것이다. 전략적 재정 혹은 지속가능한 재정체계의 구축·운영 평가는 요금현실화, 사업 재원구조의 건전성, 재투자재원 확보 등 재정의 지속가능성을 나타내는 지표, 전략적 재정체계 구축·운영 여부, 투자재원 조달 다변화 등의 항목으로 평가될 수 있을 것이다.



〈그림 4-11〉 시스템 구축에 대한 평가 항목(안)

라. 재정투자효율성·효과성 평가

상하수도시설의 투자에 대한 국가재정지원체계 지원 등 재정투입이 이루어질 경우, 한정된 재원을 사회적 측면에서 효과성이 최대화되도록 지원함으로써 재정지원의 효과성을 제고하는 것이 필요하다.[75]

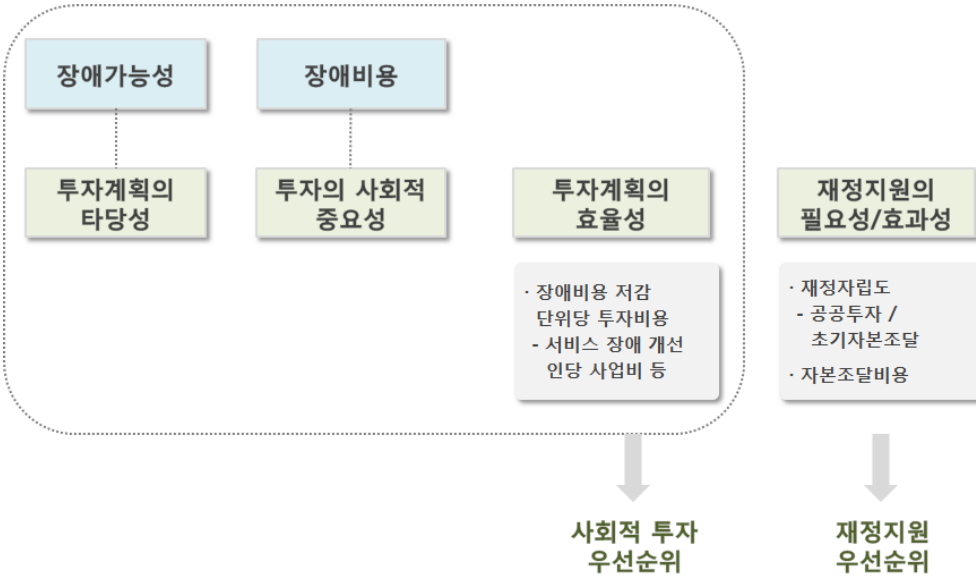
재정투자의 효율성·효과성은 각 사업 인프라의 수용가능한 성과기준을 달성하기 위해 필요한 효율적인 투자를 대상으로 투자의 효과성(장애비용 저감)이 높은 투자를 지원하는 것으로 평가될 수 있을 것이다.

투자계획 도출의 기반이 되는 인프라시설의 장애가능성은 투자계획의 타당성과 연계되고, 장애비용은 이를 회피하기 위한 투자의 사회적 중요성을 나타낸다. 투자의 성과인 장애비용

75) 상하수도시설 재투자사업에 대한 재정지원은 2017년부터 노후 상수도시설의 재투자사업(수도시설 현대화사업)에 대해 국고지원 형태로 도입되었으나, 지원대상사업(지원 우선순위)의 선정에 있어 투자계획의 타당성 평가와 투자효과성을 고려한 우선순위 설정에 어려움이 있었다.

저감과 저감의 효율성(장애비용 저감 단위당 투자비용으로 서비스 장애 개선 인당 사업비 등으로 대표될 수 있다)을 재정투자의 효과성·효율성의 기준으로 설정할 수 있을 것이다.

국가의 재정지원은 지원사업의 사회적 중요성이나 투자의 효율성뿐 아니라 재정지원의 필요성이 지원 우선순위 설정에 중요한 요소가 될 것이다. 이에는 사업의 공공성에 따른 공공투자 필요성, 투자자본 조달의 어려움에 따른 초기자본 조달 지원 필요성 등이 포함되며, 따라서 사업주체(지자체)의 재정력을 고려할 수 있는 재정자립도 등이 고려될 필요가 있다.



〈그림 4-12〉 재정투자효율성·효과성 평가

2. 상하수도 인프라 자산 장애가능성·비용 평가

자산의 장애가능성에 대한 평가방법론은 다양한 분야에서 검토되어 왔다. 이를 크게 분류하여 보면 물리/역학적 모형, 확률론적 모형, 점수평가 모형, 손익분석 모형으로 나누어 볼 수 있다.[76][77]

〈표 4-1〉 자산 장애가능성 평가방법

	물리적 모형	확률론적 모형	점수평가 모형	손익분석 모형
내용	- 시설의 물리적인 상태에 따라 구조적 기능저하나 상실(장애)이 발생할 수 있는 물리적인 시기를 예측	- 시설상태에 영향을 주는 항목들이 장애 발생에 미치는 영향을 확률적으로 예측	- 시설상태에 영향을 주는 항목의 영향에 따라 점수를 부여하여 장애가능성을 점수로 예측	- 현재 시점에서 누적 보수 비용(장애패턴 예측)과 교체비용을 추정하여 합산한 값이 최소가 되는 시점을 예측
주요 데이터 (관거 사례)	- 관 제원, 운영, 매설환경 - 하중, 응력산정 데이터 - 관종, 경과연수에 따른 부식 깊이, 잔존강도	- 관 제원, 운영, 매설환경 - 장기 사고 발생 이력	- 관 제원, 운영, 매설환경, 민원(수질, 출불 등), 최근사고 이력 자료(3~5년 이내)	- 관 제원, 운영, 매설환경 - 장기 사고 발생 이력 - 관종별 교체, 보수 비용
평가 기준	- 안전계수 등	- 장애가능성	- 점수에 따른 등급 (예. 장애가능성 I, II, III)	- 경제적 잔존수명 (손익분기 초과 여부에 따라)
시설 투자 계획	- 안전계수에 따른 개량 방안 - 물리적 잔존수명에 따른 개량 계획	- 장애가능성에 따른 개량 혹은 교체 계획	- 점수(등급)에 따른 순위 - 등급에 따른 개량 계획	- 경제적 수명에 따른 교체 계획 - 잔존수명에 따른 개량 계획

자료: 1)AWWA(2002).
2)EPA(2012b).

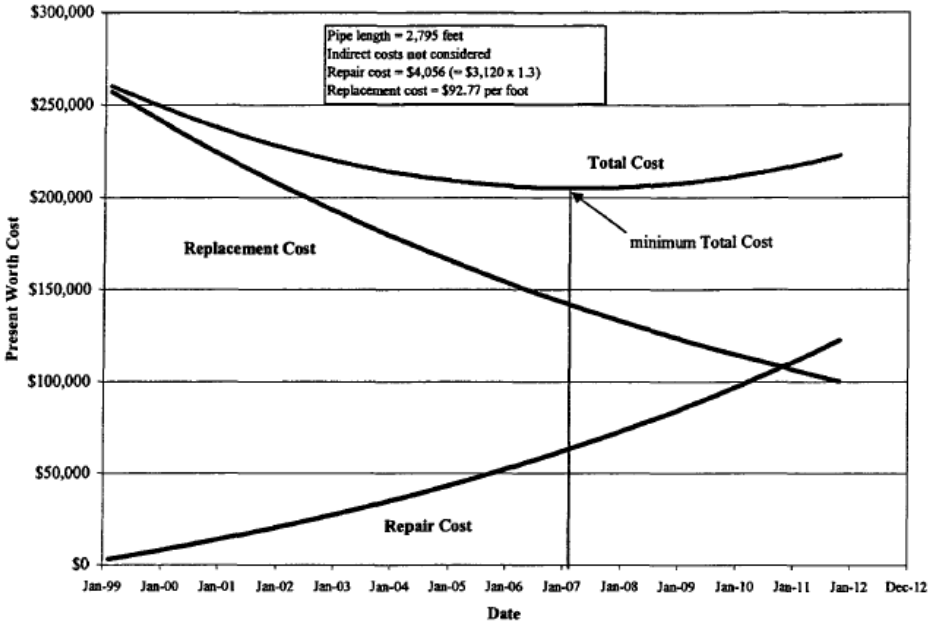
76) AWWA(2002), *Prioritizing Water Main Replacement and Rehabilitation*, pp.19-27.

77) EPA(2012b), *Condition Assessment Technologies for Water Transmission and Distribution Systems*, pp.96-103.

물리/역학적 모형(physical/mechanistic model)은 시설의 물리적인 상태에 따라 구조적 기능저하 또는 장애가 발생할 수 있는 시기를 예측하는 모형이다. 이 모형은 비교적 논리가 탄탄한 것으로 받아들여지며 널리 활용되지만, 이 모델을 추정하기 위한 기존 자료와 역학적 원리에 대한 지식이 한정적임이 지적되고 있다. 이 모델에 영향을 미칠 수 있는 인자로는 관의 내재적 특성(자재 유형, 관 기하학적 구조, 연결 부위의 종류, 설치 품질)과 부하량(운영 압력으로 인한 내재적 부하와 토양의 과중, 흐름 정체, 서리와 제3자 관여와 같은 외부적 부하), 자재 부식(외·내부의 화학적, 생화학적, 전기 화학적 환경으로 인함)을 포함한 다양한 요인이 지적되어 왔다. 특히 매립된 관의 구조적 특성에 의한 작용은 비교적 잘 설명되고 있으나 서리나 화학작용으로 인한 구조적 노후화 등의 요인에 의한 작용은 아직까지 의견이 분분하다. 뿐만 아니라 모델을 추정하는 것에 비용이 많이 드는 한계가 있기에, 자산 실패의 비용이 매우 중대하고 예방되어야 할 경우에 적합하다.

반면, 확률/경험적 모형은(statistical/empirical model) 시설상태에 영향을 주는 요인들이 장애발생에 미치는 영향을 확률적으로 예측하는 모형으로서, 성능에 대한 과거 실증 데이터를 이용하여 분석한다. 다양한 요인을 활용하여 추정될 수 있는데, 실패를 예방하기보다 실패의 비용이 적게 소요되고 실패 빈도를 줄이는 데 집중할 경우에 적합하다. 여기에 필요한 자료로는 사고발생 이력, 관의 길이 및 설치연도, 자재, 부하 등이 있다.

한편, 경제학적 방식으로 투자시점을 결정하는 모형(Break-Even Analysis)도 있다. 손익분석 모형은 수리비용과 교체비용을 고려한 비용 기반의 방법론이다. 이 모델에서는 현재가치로 환산한 누적 수리비용과 교체비용의 합인 총비용을 추산하였을 때 총비용이 가장 낮은 특정 시점에 시설을 교체하는 것이 가장 경제적으로 합리적이다(그림 4-13 참조). 이때 필요한 자료는 과거 자산의 실패 경험과 수리비용 등이다.



자료: AWWA(2002), p.77.

〈그림 4-13〉 손익분석의 예(간접비용 없음)

보다 간편한 방식으로 장애가능성을 평가하는 방식으로는 점수평가 모형(Deterioration Point Assignment Method)이 있다. 이는 시설상태에 영향을 주는 항목별로 점수를 부여하고 총점수 합으로 장애가능성을 예측하는 방법론이다. 관 매설 환경, 사용연수, 수압, 장소, 토양 환경, 사고 이력 자료 등을 포함한 여러 요소들을 몇 개의 등급으로 나누어 점수를 부여하는데, 각각을 더한 총합이 특정 기준치를 넘을 경우 시설이 개량될 필요가 있다고 판단한다.

가. 장애가능성 평가 - Scoring 방법

이제까지 검토한 장애가능성 평가방법론을 종합하여 상하수도 인프라 투자 타당성평가체계에 적용가능한 예를 제시하고자 한다. 먼저 앞에서 살펴본 자산의 장애가능성에 대한 평가방법론 중 실질적으로 상하수도 처리시설의 운영자들이 사용할 수 있는 평가방법론은

점수평가 모형이 될 수 있다고 판단하였다. 이는 실패의 경험에 대한 과거 데이터가 없이도 자산 실패를 예방할 수 있는 방법론이기도 하다.

〈표 4-2〉 자산 장애가능성 평가 예시 (1)

요소	설명				
점수	1	3	5	7	10
기능저하 요인	기능저하 없음	운전조작 요인	외적 요인	설계적 또는 시설적 요인	경년요인
유지보수 빈도	유지보수가 매우 철저함	일부 유지보수, 대부분 유지 가능	소규모 유지보수 문제 발생	유지보수 빈번, 유지보수 모니터링 간격 짧아짐	유지보수 매우 빈번, 재발
고장 빈도	설계 성능 유지 (고장 없음)	가끔 고장	수시로 고장	주기적 고장	지속적 재발 고장
장애 규모	고장 없음	단순 고장	설비 기능 영향 없음	주기기의 능력 감소	설비기기 정지
장애 파급 범위	고장 없음	설비 내에 미미한 영향 존재	설비 내에 영향 존재, 예비 능력 존재	시설에 영향 존재	급수 또는 처리에 영향 존재
장애 원인	고장 없음	자연재해 등 천재지변	다른 자산으로 인한 영향	운영상 원인	시설 노후화
적합 기준	적합	적합	적합	부적합	부적합

자료: EPA(2016), *The Fundamentals of Asset Management - Step 6. Determine Business Risk (Criticality)*, 저자 재구성.

먼저 장애가능성을 평가할 수 있는 요소로는 기능저하 요인, 유지보수 빈도, 고장 빈도, 장애 규모, 장애 파급 범위, 장애 원인으로 나누고, 점수는 다섯 구간으로 나누어 1, 3, 5, 7, 10을 부여하였다. 각각의 요인에 대해 판정기준에 따라 부여한 점수를 모두 더한 총점을 12점 단위 구간으로 나누어 60~49점인 '매우 높음'에서부터 12~5점인 '낮음' 구간에 이르기까지로 장애가능성 평가 점수 구간을 나누었다. 이를 통해 자산의 총체적인 장애가능성을 평가해 볼 수 있다. 뿐만 아니라 각 요소별로 현저하게 저하된 요인이 있을 경우

자산의 장애가능성에 크게 영향 받을 수 있다. 따라서 적합률이라는 개념을 추가로 도입하였고, 적합 요소 건수와 체크리스트 요소 수의 비율을 10으로 나누어 10점 만점의 숫자가 도출될 수 있도록 하였다. 이처럼 요소별 평가 점수의 총합과 개별 요소의 적합률이라는 두 가지 요소를 모두 고려하여 자산의 장애가능성에 따른 사업타당성을 평가할 수 있다. 예를 들어, 총점으로 보았을 때 장애가능성은 보통이지만 판정기준이 특정 숫자 이하일 경우 시설의 장애가능성이 매우 높아서 개선을 해야 하는 경우로 판정할 수 있다.

〈표 4-3〉 장애가능성 평가(총점 & 적합률)에 따른 개선 여부 판정

장애가능성	총점
매우 높음	60~49
높음	48~37
대체로	36~25
보통	24~13
낮음	12~5

주: 1) 적합률(%) = (Σ적합건수 ÷ Σ체크리스트 건수) × 100.
2) 판정기준 = (평점) 적합비율(%) ÷ 10.

두 번째 예시는 자산평가의 요소를 기술적 활동, 운영상 활동, 성능, 활용 가능성, 유지보수성, 사용경년으로 나누어 상태점수를 부여하였다.[78] 이 경우 각각의 상태에 따라 점수와 실패 가능성이 부여되어 있어 이 진단표를 이용하여 다양한 방식으로 활용하여 판단을 내릴 수 있다.

78) EPA(2016).

〈표 4-4〉 자산 장애가능성 평가 예시 (2)

요소	설명					
점수	1	3	5	7	9	10
기술적 활동	현재 요구사항보다 기술적 매우 초과	현재 요구사항보다 기술적으로 초과	현재 요구사항과 기술적으로 동일	명백한 우려 상태, 비용·편익 문제	무능상태 비효과적, 쓸모없음	요구사항 비충족, 실패, 불가능 상태
운영상 활동	현재 요구사항보다 운영활동 매우 좋음	현재 요구사항보다 운영활동 좋음	현재 요구사항과 운영활동 동일	명백한 우려 상태, 비용·편익 문제	지탱 어려운 운영상 활동 어려움	요구사항 비충족, 실패, 운영 불가
성능	설계 성능 유지(고장 나지 않음)	가끔 고장	수시로 고장	주기적 고장	지속적 재발 고장	사실상 작동 불가능
활용 가능성	사실상 항상 조작 가능함	대부분 조작 가능(단기 서비스 대응은 부족)	조작 가능 (일정 기간 서비스 대응 부족)	조작 어려움(서비스 대응 부족, 개선 필요성 나타남)	조작 매우 어려움(서비스 대응 매우 부족, 개선 필요)	조작 불가 (개선 불가능)
유지 보수성	유지보수가 매우 철저함	일부 유지보수, 대부분 유지 가능	소규모 유지보수 문제 발생, 유지보수 모니터링 필요	유지보수 빈번, 유지보수 모니터링 간격 짧아짐	돌발성 유지보수 범위 점차 나타남, 근접 모니터링 필요	유지관리 매우 빈번, 재발, 실패
사용 경년	자산주기의 10% 이내 사용	자산주기 내의 10~30% 이내 사용	자산주기 내의 30~50% 이내 사용	자산주기 내의 50~70% 이내 사용	자산주기 내의 70~90% 이내 사용	자산주기의 대부분 사용
상태 점수	1	3	5	7	9	10
실패 (고장) 가능성	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.99

자료: EPA(2016).

나. 자산 장애비용 평가 예시

자산의 장애비용은 자산의 장애로 인하여 얼마나 큰 영향을 미치느냐에 따라 달려 있다. 이를 사회적 측면, 환경적 측면, 재정/경제적 측면으로 구분하여 제시하였다. 사회적 측면에서는 서비스 손실의 경우 손실의 영향력이 얼마나 지속되는지, 안전은 어느 정도로 심각한 문제인지, 환경적 측면에서는 유출과 홍수의 범위 및 크기, 악취는 불만 정도, 규정은 어느 정도 심각한 규정을 위반했는지를 판단한다. 또, 재정적 측면에서는 장애에 따른 사업자에의 재무적 영향을 대략적인 범주로 추산한다.

〈표 4-5〉 자산 장애비용 평가 예시

구분	요소	내용					
	점수	1	3	5	7	9	10
사회적 측면	서비스 손실	영향 없음	1달 이하의 손실	1주 주기의 손실	1일 주기의 손실	8시간 주기의 손실	1시간 주기의 손실
	안전	영향 없음	사소한 불편	사소한 고장	중대한 고장 및 중대한 불편	매우 중대한 고장 및 불편으로 사망 사고 발생	광범위한 고장 및 불편으로 사망 빈번
환경적 측면	유출 및 홍수	짧은 시간 영향	일부 시설 영향	보통의 시설 영향	많은 사람 영향(건강 및 거주 문제)	대부분 불편(일부 활동 불가)	대부분 지역 폐쇄(대부분 활동불가)
	악취	불만 없음	시설 인접 소수 지역 불만	지역 불만 나타남	광범위한 지역 일부 불만사항 발생	광범위한 지역 전체 불만사항 발생	위험 수준의 악취로 불만 증가
	규정 준수	위반사항 없음	사소한 규정 위반	제재 가능한 규제 적용	1년 미만 손상 복원 제재 적용	5년 미만 손상 복원 제재 적용	5년 이상 손상 복원 제재 적용
재정/경제	재정 영향	적은 비용 소요	일반적 비용 소요	고비용 소요	고비용 우회 소요	매우 고비용으로 재정적 우선순위 변동	비용 변동 및 직원 교체 대응 필요

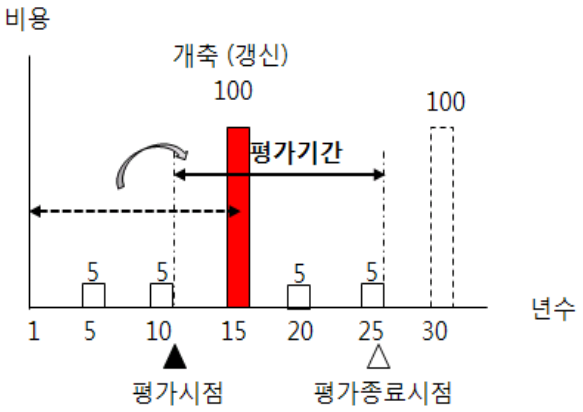
자료: EPA(2016).

다. 생애주기비용에 따른 타당성평가의 예[79)]

일본의 장수명화 대책에서 제시된 컨셉인 생애주기 산정에 따른 사업의 타당성평가를 타당성평가의 예시로 제시한다. 슬러지수집기의 사례를 가정하여 생애주기비용을 산정해 본다. 이때, 검토 시점은 설치 후 경과연도가 10년 되었을 때이다.

- 사례 1: 노후화에 따라 기능 유지 곤란이 예상되는 15년차에 장비 전체를 갱신(새로 구입 또는 설치)
- 사례 2: 주요 부분의 열화가 예상되는 12년차에 본체 스프라켓을 교환하고 그 후 노후화에 따라 기능 유지 곤란이 예상되는 24년차에 기기 전체를 갱신

사례 1은 슬러지 수집기의 노후화에 따라 갱년이 다 된 것으로 판단되는 15년 차에 장비 전체를 갱신하고, 슬러지수집기 최초 설치 후 매 5년마다 소모품 등을 교체한다. 평가기간 동안 누적 개축비용을 185단위라고 하면 연평균 비용은 누적비용을 내용연수로 나눈 12.3 단위가 된다.

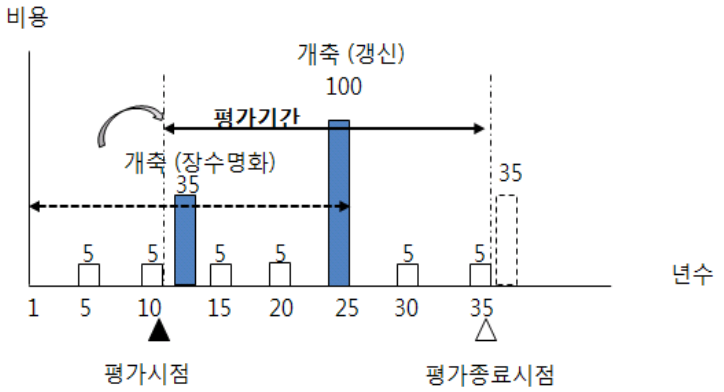


자료: 환경부(2016f).

〈그림 4-14〉 사례 1의 갱신에 따른 비용 산출 방법

79) 본 사례는 환경부(2016b)에서 발췌하였음.

사례 2는 주요 부분의 열화가 발생하는 12년차에 본체 스프라켓을 교환하고 기능 유지가 곤란한 24년 차에 전체 기기를 갱신하는 것으로 계획한다. 이렇게 되면 슬러지수집기의 내용연수는 평가시점으로부터 24년이 되므로, 매 5년마다 소모품을 교체하여 평가기간 동안의 누적비용인 275단위를 24로 나눈 11.5단위가 연평균 비용이 된다.



자료: 환경부(2016b).

〈그림 4-15〉 사례 2의 장수명화 계획에 따른 비용 산출 방법

이에 따라 사례별 비용을 비교하면, 장수명화 계획을 수립한 사례 2가 연평균 비용이 더 적음을 알 수 있다. 이에 사례 2는 타당한 사업으로서 승인을 받게 된다.

〈표 4-6〉 사례별 연평균 비용 비교

	내용연수	누적비용	연평균 비용	평 가
사례 1	15	185	12.3	
사례 2	24	275	11.5	○

자료: 환경부(2016b).

제5장
상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 실행의 과제 및 활용

본 장에서는 앞서 제시한 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 적용을 위한 과제와 그 활용에 대해 제시하고자 한다.

먼저, 평가체계가 활용될 수 있는 부문과 활용 방안을 논의하고, 다음으로 평가체계 적용을 위한 과제를 제시한다. 평가체계의 적용과 연계된 재정정책 방안에 대해서도 제안하며, 평가체계 적용을 위한 기구적 구조를 제시한다. 마지막으로, 평가체계의 적용과 관련된 우리나라 상하수도사업의 기반을 자산관리, 재정운영 등의 측면에서 조사 및 평가하여 제시하여 투자 타당성·효과성 평가체계 적용의 과제와 비전을 평가하여 보고자 한다.

1. 평가체계의 활용

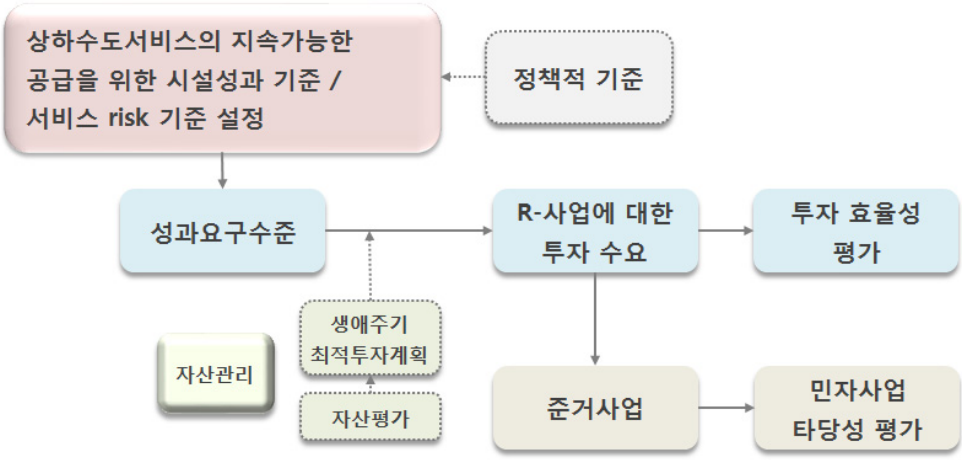
상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가의 개념과 방법은 i) 상하수도 노후시설 개보수사업의 타당성평가를 위한 기준 마련에 활용될 수 있다. 또한 ii) 지속가능한 상하수도 서비스를 위한 자산관리 및 (재)투자 기준 설정과 그를 위한 재정운영전략 마련에 활용될 수 있다. 한편, 자산관리에 기반을 둔 합리적인 재투자수요와 투자효율성 개념을 적용해 iii) 상하수도 노후시설 재투자에 대한 재정지원 구조와 우선순위 설정의 기준 마련에 활용될 수 있을 것이다.

〈그림 5-1〉 상하수도 인프라 투자 타당성·효과성 평가의 활용

가. 상하수도 노후시설 개보수사업의 타당성평가를 위한 기준 마련

상하수도시설은 법정필수시설로서 서비스 보급 확대를 위한 신규 시설 설치에 대해서는 타당성평가가 면제되어 왔으며, 지방재정사업으로서의 타당성평가도 제외되었다. 그러나 기존 시설의 재투자(개보수) 사업에 대해서는 단순 재투자가 아닌 경우 타당성평가 기준 강화의 필요성이 제기되고 있으며, 특히 민간투자사업의 경우 그 수요가 대두되고 있는 재투자사업(R-사업)에 대한 타당성평가의 개념과 기준 설정이 시급히 요구되고 있다.

상하수도 인프라의 타당한 투자계획은 서비스에 대해 설정된 정책적 기준에 따라 도출되는 상하수도 서비스의 지속가능한 공급을 위한 시설성과기준을 달성하기 위한 효율적 투자계획(자산관리 기반의 생애주기 최적 투자계획)으로 설정되는데, 이러한 투자사업 필요성이 즉 R-사업에 대한 투자수요를 나타낸다. 이러한 개념이 적용된 타당하며 효율적인 투자계획은 민간투자 R-사업에 대한 '준거사업'으로서 민간투자사업 타당성평가의 기준으로 활용될 수 있다.



〈그림 5-2〉 상하수도 노후시설 개보수사업 타당성평가 기준 마련

나. 지속가능한 서비스를 위한 시설 및 (재)투자 기준

상하수도 서비스 공급에 대한 정책적 목표를 달성하기 위한 시설성과기준과 그를 확보하기 위한 자산관리에 따른 최적 투자계획은 지속가능한 상하수도 서비스를 위한 시설 및 (재)투자에 대한 기준으로 활용될 수 있다.

상하수도 인프라의 노후화 진행과 함께 시설 재투자의 필요성이 제기되고 있으나 합리적인 재투자계획 수립의 기준이 모호하였고, 따라서 제기된 재투자 재정수요에 대해서도 그 타당성과 효과성의 판단이 어려웠으므로, 재투자를 위한 재정전략 마련도 방향성을 설정하기 어려웠다.

지속가능한 상하수도 서비스를 위한 시설 및 (재)투자 기준은 사업에 있어서의 타당하고 효율적인 (재)투자 필요성 도출 및 계획 수립의 기준이 되며, 도출된 (재)투자수요는 필요한 재정전략 마련의 기반이 된다.

다. 상하수도 인프라 노후시설 재투자에 대한 재정지원 구조와 우선순위 기준

상하수도시설의 재투자에 대한 국가재정지원체계 지원의 필요성이 있어 재정지원체계를

운영할 경우, 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 기준은 재정지원이 요구되는 투자계획의 필요성과 타당성을 확보하기 위한 기준으로 활용될 수 있으며, 투자계획이 저감하게 되는 장애비용과 장애비용 저감 효율성은 재정투자의 효과성·효율성의 기준으로 합리적인 재정지원 구조와 지원 우선순위 설정에 활용될 수 있다.

2. 평가체계 적용의 과제

상하수도 인프라 투자 타당성평가체계 적용을 위해서는 먼저, 타당한 투자계획 설정의 기준이 되는 상하수도 서비스 공급에 대한 정책적 기준의 확립이 필요하다. 상하수도 서비스에 대한 정책적 목표는 서비스에 대한 사회적 가치를 반영하여 합리적으로 설정될 수 있어야 하며, 사회적 가치의 변화와 그에 영향을 미치는 환경적 요소들도 정책에 적정하게 반영될 수 있도록 하여야 한다.

정책적 목표/기준에 따라 상하수도 서비스의 지속가능한 공급을 위한 시설성과기준 혹은 서비스 위험 기준에 대한 가이드를 개발·제공할 필요도 있을 것이다.

인프라 투자에 대한 평가를 포함한 상하수도사업 성과평가체계 개선도 주요한 정책적 과제이다.

합리적이고 타당한 상하수도 인프라 투자를 계획하고 실행하기 위해서는 상하수도사업에 인프라 자산관리와 투자효율화를 위한 시스템 구축이 수반되어야 하며, 사업재정의 합리적·체계적 운영을 위한 전략적 재정체계 구축도 요구된다. 이러한 체계의 구축을 정책적으로 지원하는 체계의 마련이 고려될 수 있는 정책적 과제이다.

상하수도 인프라시설의 자산평가 및 자산관리계획 수립의 가이드라인 제공, 전략적 재정을 지원할 수 있는 매뉴얼, 프로그램 등의 개발·제공 등이 고려될 수 있다.

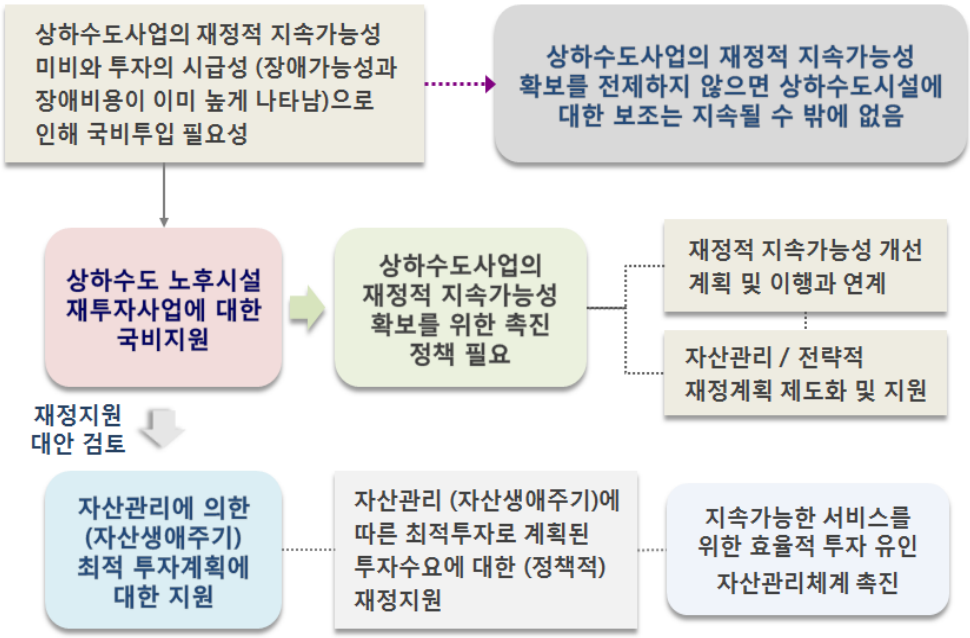
〈그림 5-3〉 상하수도 인프라시설 투자 타당성평가체계 적용의 정책과제

3. 평가체계 적용과 재정정책

물 인프라 보급 확대를 주요한 목표로 추진하여 온 지금까지의 우리나라 상하수도사업은 재정적 지속가능성이 부족한 상황에서 인프라시설의 노후화 진행으로 장애가능성과 장애비용이 이미 높게 나타나고 있어 투자가 시급한 상황이다. 이에 따라 시설 재투자사업의 추진을 위해 국비 투입의 필요성이 대두되었고 상하수도 노후시설 재투자사업에 대한 국비지원 체계가 마련되었으나, 앞으로의 상하수도사업은 재정적 지속가능성 확보를 전제하지 않으면 상하수도시설에 대한 보조가 지속될 수밖에 없는 구조를 가지고 있다.

따라서 상하수도 노후시설 재투자사업에 대한 국비지원의 형태는 상하수도사업의 재정적 지속가능성 확보를 촉진할 수 있도록 설계가 필요하다. 특히 재정적 지속가능성의 개선계획 및 이행과 연계하여, 자산관리와 전략적 재정계획을 제도화하여 관련 재원을 지원할 필요가

있다.



〈그림 5-4〉 상하수도 노후시설 재투자 타당성평가체계의 적용과 재정정책

상하수도 노후시설 재투자사업에 대한 국비지원의 대안으로서, 평가체계의 적용과 함께 검토될 수 있는 재정지원 정책은 재투자계획을 평가하여 자산관리에 의한 자산생애주기 최적 투자로 계획된 투자수요에 대해 재정지원을 하는 방안이다. 생애주기 자산관리 개념에서 효율적인 투자임을 보여 주는 내용을 투자계획에 포함하도록 함으로써 이에 대한 평가를 통해 재정지원을 하는 방안으로, 자산관리체계의 적용과 지속가능한 서비스를 위한 효율적인 투자를 유인하는 효과가 있을 것으로 사료된다.

4. 평가체계 적용의 기구적 구조

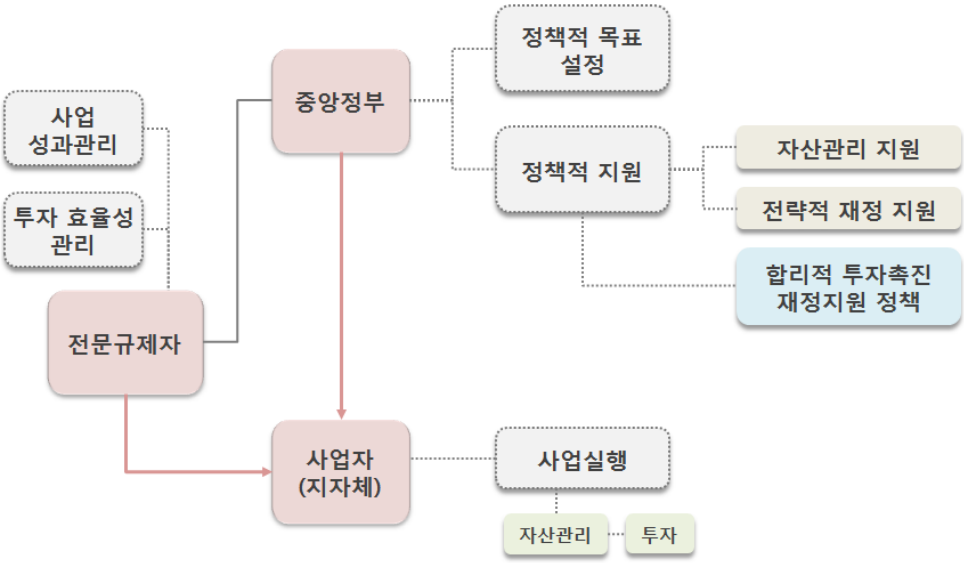
상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 적용을 위한 기구적 구조는 i) 상하수도 서비스에 대한 정책적 목표를 설정하고 정책적 지원의 역할을 지닌 중앙정부(환경부)와, ii) 상하수도사업을 시행하는 사업자인 지자체, 그리고 iii) 평가체계의 운영에 있어 중요한 전문적 규제자의 역할이 필요할 것으로 사료된다.

중앙정부(환경부)는 상하수도사업시행과 그를 위해 필요한 사업·투자의 기준을 제공하는 정책적 목표 설정이라는 중요한 역할을 하며, 상하수도 서비스의 가치와 그 변화, 당면한 환경적 요소들을 반영하여 합리적인 서비스 기준·목표 설정이 이루어질 수 있도록 지속적으로 정책을 정비해야 하는 임무를 진다. 중앙정부는 정책적 목표의 설정뿐 아니라 지속가능한 상하수도사업의 시행을 위한 정책적 지원의 역할도 하는데, 자산관리체계와 전략적 재정시스템 적용에 대한 지원 등 지원체계뿐 아니라 상하수도사업의 합리적 투자 촉진을 위한 재정지원 정책 등을 운영한다.

사업자는 설정된 정책적 목표를 달성할 수 있도록 사업을 시행하며, 효율적이고 지속가능한 서비스 공급을 위해 인프라 자산관리 및 투자를 실행한다.

평가체계 적용에 있어서 중요한 역할은 평가를 이행하는 주체의 역할이다. 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가를 포함한 상하수도사업 평가는 적용 및 운영에 있어 전문성이 요구되며, 전문 규제자의 부재는 상하수도사업 관리를 효과적으로 하기 어려운 요인으로 부각되고 있으므로 사업 평가를 운영할 전문 규제자가 필요하다.

규제자는 상하수도사업의 투자효율성 관리를 포함한 사업성과 관리를 수행하게 된다. 보다 바람직하게는 상하수도사업에 대한 경제적 규제자로서도 역할을 할 수 있을 것이다.



〈그림 5-5〉 상하수도 인프라 투자 타당성평가체계 적용의 기구적 구조

5. 평가체계 적용 기반 조사

앞에서 구축한 평가체계의 적용을 위해서는 상하수도사업의 자산관리와 전략적 재정체계 등 기반이 요구된다. 현재 상하수도사업은 인프라 자산의 적정한 평가와 관리를 위한 체계가 일반적으로 구축되어 있지 않으며, 효율적 운영과 지속가능한 재정을 위한 전략 및 시행 측면에서도 취약한 상황이다. 본 절에서는 상하수도사업에의 평가체계 적용의 기반을 자산관리와 재정운영 측면에서 조사·분석해 본다.

먼저, 현재 『하수도정비기본계획』에 나타난 노후 하수처리시설 재투자 혹은 개선계획에 대해 투자계획 수립의 기준을 분석해 보고 자산관리 기반의 최적 투자 의사결정 측면에서 평가체계 적용 기반을 검토해 보고자 한다.

다음으로, 상하수도사업의 운영사례를 기반으로 상하수도사업 자산관리 및 재정운영 현황을 분석하고 자산관리 개념의 적용 및 재정전략을 파악함으로써 평가체계 적용의 기반과 적용을 위한 과제를 도출해 보고자 한다.

마지막으로, 상하수도 시설관리 및 투자, 사업계획 수립 및 재정운영 관련 지침·매뉴얼 등의 자산관리 및 전략적 재정 개념을 검토하고, 활용 가능한 자료 및 교육프로그램 등을 살펴본다.

〈그림 5-6〉 상하수도 인프라 투자 타당성평가체계 적용 기반 조사

가. 하수처리시설 개선 수요 및 계획 분석

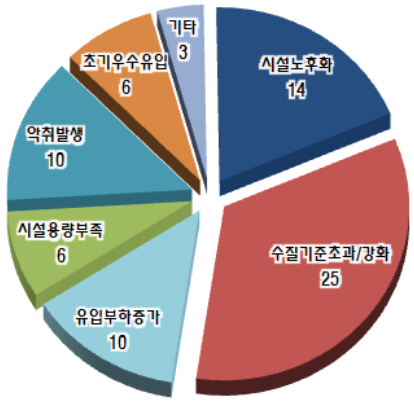
2017년 기준 내구연한 20년경과, 시설용량 4만m^3/일 이상인 하수처리장을 대상으로 개선 수요와 계획에 대하여 분석하였다. 35개 지자체의 47개 하수처리장을 대상으로 개선이 필요한 지자체별 하수처리장의 시설 현황과 주요 문제점, 개선계획에 대하여 『하수도정비기본계획』을 통해 분석하였는데,[80] 주요 조사내용으로는 일반현황(시설용량, 처리공법, 가동 개시연도, 경과연수), 시설 및 운영상의 주요 문제점과 이에 대한 개선계획이 있다.

분석결과 주요 문제점으로 지적된 것은 수질기준 초과(25건/34%), 시설 노후화(14건

80) 환경부(2018, 발간예정).

/19%), 유입부하 증가 및 악취발생(10건/13%) 등이었다. 특히 동절기 처리효율 저하 및 완화 기준이 폐지됨에 따라 T-N이 수질기준을 초과하고 있으며, 하천유지 용수공급 및 유역 하수도 정비 등의 계획에 따라 방류수질을 강화하고 있어서 수질기준 초과 문제 유형이 가장 많은 것으로 나타났다.

〈표 5-1〉 노후하수처리장 문제점

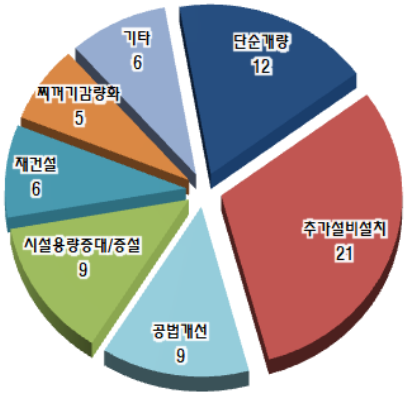
문제점 유형	주요 내용	
	시설 노후화	- 내구연한 도래시설의 운전효율 저하
	수질기준 초과/강화	- 재래식 공법 운영에 따른 수질기준 초과 - 방류수 수질기준, 오염총량 할당부하량 강화 - 동절기 T-N 처리효율 저하로 수질기준 초과
	유입부하 증가	- 설계수질 대비 초과 유입 - 관거 정비사업 시행 후 유입수질 증가
	시설용량 부족	- 시설용량 대비 하수량 초과 유입 - 하수찌꺼기 처리시설용량 부족
	악취발생	- 악취발생에 대한 민원 발생 및 개선 행정처분
	초기우수 유입	- 우천 시 유입하수량 및 수질농도(BOD, SS) 급증
	기타	- 유입수질 변동폭이 커 수질관리의 어려움 - 하천유지용수(재이용) 수질기준 준수 불가

자료: 환경부(2018, 발간예정), 「노후하수처리장 시설 개선을 위한 편익산정 연구」.

한편, 문제점에 대한 개선계획으로는 추가설비 설치(21건/31%), 단순개량(9건/18%), 시설용량 증대/증설 및 공법개선(9건/13%) 등의 개선계획이 수립되어 있다. 뿐만 아니라 노

후시설 개선과 더불어 수질기준 초과 및 악취발생 등의 주요 현안을 동시에 해결하기 위해 재건설 계획이 수립된 곳도 서울특별시(중랑, 서남), 대전광역시, 성남시, 의정부시, 안양시(박달)와 같이 6건이 있었다. 찌꺼기 감량화의 경우 소화가스발전 등 에너지자립화가 병행 추진되는 경우도 있었다.

〈표 5-2〉 노후하수처리장 문제점 개선계획

개선계획 유형	주요 내용	
	단순개량	- 기존 시설의 보수 및 교체
	추가설비 설치	- 3차 처리시설의 추가 설치 - 시설 덮개 및 탈취 설비 설치 - 간이 공공하수처리시설 설치
	공법개선	- 방류수 수질기준 준수를 위한 고도처리 개량
	시설용량 증대/증설	- 체류 시간 확보를 위한 시설용량(V) 증대 - 시설용량(Q) 부족에 의한 증설
	재건설	- 기존 부지 내 집약화 및 지하화 - 시설 이전을 통한 재건설
	찌꺼기 감량화	- 찌꺼기 처리계통 개량 및 소화조 효율 향상 - 소화가스발전 등 에너지자립화 계획
	기타	- 인근 하수처리장 연계 처리 - 불명수저감사업계획

자료: 환경부(2018, 발간예정).

〈표 5-3〉에서 알 수 있듯이, 문제점을 해결하기 위해 다각적인 개선계획이 수립되어 있지만, 투자계획의 타당성이 어떻게 확보되었는지에 대한 정보는 제한적이다.

〈표 5-3〉 주요 문제점별 개선계획 현황

(단위: 건)

구분	단순 개량	추가설비 설치	공법 개선	시설용량 증대/증설	재건설	찌꺼기 감량화	기타
시설 노후화	7	-	-	-	4	3	-
수질기준 초과/강화	1	11	8	2	3	-	1
유입부하 증가	-	4	1	5	-	-	1
시설용량 부족	-	-	-	3	-	2	1
악취발생	4	2	-	-	4	-	-
초기우수 유입	-	4	-	-	1	-	1
하수재이용	-	1	-	-	-	-	-
기타	-	-	-	-	-	-	2

자료: 환경부(2018, 발간예정).

1) 시설 성능, 장애가능성과 개선계획

문제 유형별로 대응계획을 분석해 보면 각 하수처리장의 투자계획의 타당성 또는 각 사례별 특수성을 파악해 볼 수 있다. 먼저 사업의 위험성 측면에서 개선계획을 수립한 유형이 있다. 즉, 서비스의 공급에 차질이 빚어지거나 실패 확률이 매우 큰 것으로 보일 경우 대응계획을 수립한 경우이다. 위험성의 경우 낮은 위험성과 높은 위험성을 가진 경우로 분류하였다. 예를 들면 슬러지로 인한 적체, 노후화로 인한 협잡물 제거 어려움, 운영조작 어려움 등은 낮은 위험성으로 분류해 볼 수 있다. 이에 대한 대응계획으로는 단순개량 또는 설비교체와 같은 계획이 주를 이루었으나, 재건설과 같은 경우도 있었다. 한편 내구연한이 도래되었다거나, 균열이 발생한 경우와 같이 높은 위험성을 가진 경우에는 모두 재건설과 같은 대응계획이 수립되었음을 알 수 있다(표 5-4 참조).

〈표 5-4〉 사업 위험성 측면에서의 대응계획 유형

위험성 유형	세부문제	대응계획
낮은 위험성	- 슬러지로 인한 적체	- 기계 및 전기계측설비 교체 및 보완
	- 처리 및 운전 효율 저하	- 단순개량
	- 협잡물 제거의 어려움	- 단순개량
	- 질산화율 저하에 따른 동절기 T-N 수질기준 초과 가능성	- 재건설
	- 기기설비 노후화로 운영조작 어려움	- 기계설비 교체
	- 소화조시설의 전반적 효율 저하	- 시설 추가(찌꺼기 감량화)
높은 위험성	- 내구연한 도래	- 재건설
	- 균열 발생	- 제건설

자료: 환경부(2018, 발간예정)를 바탕으로 저자 재구성.

2) 사회·환경·정책적 변화에 대응한 계획

다른 유형으로는 사회·환경·정책적 배경 변화에 따라 대응계획을 수립한 경우이다. 먼저 사회적 변화로 환경에 대한 기대치가 높아짐에 따라 악취와 같은 문제에 대해 민원 발생건수가 해마다 증가하고 이에 따른 행정처분이 발생한 경우가 있었는데, 이에 대한 대응으로는 단순개량이 주를 이루었다. 다만 혐오시설 취급을 받는 하수처리장의 특성상 다른 문제유형을 모두 한꺼번에 해결하기 위한 경우에는 재건설 대응계획을 수립한 경우가 있었다.

인구경제학적 변화로 인하여 유입부하가 증가하거나 시설용량이 부족한 경우도 있었다. 설계수질이 초과되어 유입되거나 유입수질 농도가 상승하는 경우, 그리고 산업단지 추가로 인해 난분해성 COD가 유입되는 경우는 유입부하가 증가되어 문제가 생기는 경우였고, 이에 대한 대응책으로는 공법개선, 시설용량 증대 계획이 수립되었다. 산업단지 추가로 인해 수질기준을 충족시키지 못하여 방류 수질기준을 완화해야 한다는 소수 의견도 있었다. 유입부하와 같은 수질의 문제가 아닌, 시설용량의 부족으로 인한 문제도 있었다. 2020년 미래계획하수량 대비 시설용량이 부족하여 대응계획이 필요한 경우, 찌꺼기 처리시설이 부족한 경우, 시설용량이 부족한 경우가 이에 해당한다. 이에 대한 대응은 시설용량 증대와 시설추가(찌꺼기 감량화)와 같은 대응이 많았다.

이외에도 기후변화와 같은 환경적 변화로 인해 우기 시 유입하수량이 급격히 증가하는 수량 문제의 유형이 있었는데, 이 경우 추가설비 설치 또는 재건설이 제안되었다. 또 집중호우로 인해 BOD 및 SS 농도가 합류식 지역에서 급증하는 경우가 있었는데, 이에 대한 대응책으로도 추가설비 또는 재건설이 제안되었다.

사회·환경적 변화의 경우 외에도 정책적 요구로 수질기준이 강화되어 문제가 발생한 경우가 있었다. 오염총량제 할당과 각종 수질기준의 강화로 인한 대응계획으로는 주로 추가설비의 설치와 시설용량 증대, 공법개선 등의 계획이 수립되었다. 다만 다른 문제 유형과 동시에 발생한 경우 재건설이 제안된 경우도 있었다.

같은 문제에 대해 지자체별로 다른 유형의 대응계획을 세우는 등 어떤 원인이 어떠한 개량 유형에 대응하는지 연계성을 찾는 게 어려운 경우도 있었다. 이는 복합적인 원인이 문제가 되는 경우가 많기 때문이기도 할 것인데, 이런 경우는 재건설과 같은 유형의 계획을 세우는 경우가 많았다.

3) 시사점

자산관리의 요소로는 자산의 상태, 서비스 수준, 중요도 평가, 최적 운영전략, 자금조달전략이 필요하다. 국내 지자체의 하수처리장 문제의 대응유형을 분석해 보면 자산의 서비스 수준에 대한 고려는 있는 것으로 보인다. 자산의 서비스 수준이 특정 기준 이하로 떨어지거나 배경적인 변화로 인해 그 수준을 수용하지 못하는 경우에는 대응계획을 수립하는 것을 볼 수 있었다. 특히 내구연한이 도래되는 경우, 균열이 발생되는 경우와 같이 사업에 대한 위험성이 큰 것으로 나타나는 경우에는 재건설과 같은 대응계획을 수립하고, 서비스 수준에 대한 위험성이 작은 경우로 보이는 효율성 저하와 같은 경우 개량 및 추가설치와 같은 대응이 대부분인 것으로 보아 자산관리에 있어 장애가능성을 인식하고 시설 투자계획에 이를 반영하고 있는 것으로 보인다.

그러나 자산의 인벤토리와 같은 현재 상태에 대한 명확한 인식 또는 자산의 중요도 평가, 생애주기 자산관리에 따른 투자계획, 그리고 전략적 재정방안의 마련 등은 사업 및 투자계획에 제대로 고려되어 있는지를 확인할 필요가 있다. 특히, 세부문제와 대응계획이 어떠한 관점에서 연계되었는지, 그에 대한 타당성은 무엇인지에 대한 고려는 잘 드러나지 않았다.

〈표 5-5〉 사회·환경적·정책적 배경 변화에 따른 대응계획 유형

배경 변화	중분류	세부문제	대응계획
사회적 변화	악취	- 민원 발생	- 단순개량
		- 개선 행정처분	- 단순개량
		- 혐오시설 취급	- 재건설
인구경제학적 변화	유입부하 증가	- 설계수질 초과 유입	- 시설용량 증대
		- 하수관거 정비사업에 따른 유입수질 농도 상승	- 공법개선 - 시설용량 증대
		- 산업단지 추가로 인한 난분해성 COD 유입	- 방류 수질기준 완화
	시설용량 부족	- 2020년 계획하수량 대비 시설용량 부족	- 시설용량 증대
		- 찌꺼기 처리시설 부족	- 찌꺼기 감량화
		- 도시발전 및 인구증가로 시설용량 부족	- 시설용량 증대
환경적 변화	수량	- 우기 시 유입하수량 급격한 증가, 단기간에 유입	- 추가설비 설치
			- 재건설
	수질	- 강우 시 BOD 및 SS농도 급증(합류식 지역)	- 추가설비 설치
			- 불명수사업으로 정상화 예정
정책적 변화	수질기준 강화	- 오염총량제 할당부하량 부여	- 추가설비 설치
			- 재건설
		- 방류수질/처리수질/총인수질/법정수질/동절기 수질기준 강화	- 추가설비 설치
			- 시설용량 증대
			- 공법개선
			- 재건설
			- 다른 처리장과 연계
		- 합류식 지역의 간이 공공하수처리시설 수질기준 신설	- 추가설비 설치

자료: 환경부(2018, 발간예정)를 바탕으로 저자 재구성.

나. 상하수도사업 재정운영과 재정계획 구조와 문제점[81)]

다음으로, 상하수도사업의 운영사례를 기반으로 상하수도사업 자산관리 및 재정운영 현황을 분석하고 노후시설 개선계획(투자수요)에 나타난 자산관리 개념의 적용 및 재정전략을 파악함으로써 평가체계 적용의 기반과 적용을 위한 과제를 도출해 보고자 한다.

1) 상하수도 부문 국가재정지원체계 방향

지난 2011~2015년간 환경부 재정투자 증가는 상하수도 및 수질 부문의 투자 증가에 기인하여 왔다. 이 결과 상수도보급률 98.6%, 하수도보급률 92.5%를 달성하는 등 외형적으로는 성공을 거두었다고 할 수 있다. 그러나 상하수도시설의 노후화가 급속히 진전됨에 따라 개보수에 대한 투자가 요구되고 있다. 정부는 환경기초시설에 대한 자산관리시스템의 도입과 재정투입의 효과성에 대한 평가 필요성을 인지하게 되었다.

환경 분야 재량지출 증가율은 2017~2021년 계획 기간 동안 2017년 6조 9,000억 원에서 2021년 6조 5,000억 원으로 1.5% 감소할 것으로 전망된다. 이는 그동안 환경기초시설 인프라가 충분히 구축되었다고 보고, 투자규모의 양적 확대보다 투자효율화에 중점을 두었기 때문이다. 무분별한 신규투자를 억제하고 투자계획을 관리해 나갈 수 있도록 체계적인 시스템을 마련할 필요가 있다는 것이 인지되었다. 특히 하수관로 정비의 경우 신설투자에서 노후 하수관로 개량에 중점적으로 투자하는 것으로 계획되었다. 신설 대비 개량 예산은 2016년 기준 27.3%에서 2017년 31.2%로 증가하였으며, 2025년에는 50%까지 늘리는 것을 예산안의 기본방향으로 하고 있다.[82)] 뿐만 아니라 지역 간 격차를 축소하기 위해 투자의 우선순위 목표를 세우고, 지방상수도 및 하수처리설비의 통합운영을 적극적으로 추진하는 것이 앞으로 나갈 방향으로 설정되었다.

---

81) 김길복(2017), "우리나라 상하수도사업 재정운영과 투자계획 현황 분석", 한국환경정책평가연구원 위탁원고에서 부분 발췌.

82) 환경부(2017).

2) 상하수도 재정현황 및 문제점

상하수도사업 재정운영 현황과 문제점을 지방공기업으로 운영되는 사업을 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

최근 5년간의 상수도 지방공기업의 재무상태는 자산은 꾸준히 증가 추세에 부채는 감소세에 있는 것으로 확인된다. 지역별 편차는 있으나 전국적으로 보면 매출액은 꾸준히 증가추세임에도 적자경영이 지속되고 있다. 평균 총수익의 88%를 급수수익으로 충당하고 있으며 수익구조상으로는 재정자립도가 높은 편이다. 또, 전국적으로 보면 요금현실화율이 약 82%로 높은 편이다. 반면 하수도 지방공기업의 재무상태는 전 지역에서 매출과 영업손실을 기록하고 있으며 자산과 부채가 증가하고 있고, 부채에 대한 의존도가 높은 편이다. 뿐만 아니라 요금과 원가가 낮아 요금현실화율도 전국적으로 약 41% 정도를 기록하는 등 낮은 편이다.

현행 지방상수도 요금산정에서는 직전 1회계연도의 결산자료를 기준으로 요금을 산정하는데, 이러한 방식은 단기적으로 투자활동 등의 발생으로 원가 변동이 크게 나타날 경우 요금의 안정성이 떨어지는 문제가 있다. 예를 들면 토지매각 문제와 같은 서비스 공급에 직접적으로 관련이 없는 이벤트가 당해연도 원가 산정 문제에 상당한 영향을 주는 등의 문제도 생기고 있다. 이는 인프라시설에 대해 장기적인 자산관리 측면에서 투자를 계획할 수 있는 역량을 떨어뜨린다. 게다가 특별한 사유가 없는 경우 실제 발생원가를 인정하므로 과다한 투자를 초래할 가능성이 있다. 상하수도 사업자는 잘못된 의사결정을 내린다 하더라도 과잉 또는 중복 투자액을 감가상각비 또는 기타 비용의 형태로 총괄원가에 반영하여 상하수도 요금으로 회수할 것으로 예상하므로 상하수도 사업자에 대하여 투자 의사결정 과정에서의 신중하고 분별 있는 사전 검토를 기대하기는 어렵다. 또한 과거 결산자료에 의한 총괄원가의 산정방식은 과거 경영의 비효율성이 요금에 전가될 가능성이 있으며 상하수도 사업자로 하여금 경영의 효율성을 달성하고자 하는 유인을 제공하지 못한다. 따라서 중장기적인 요금산정 주기를 도입하여 요금의 안정성을 확보하고, 예상되는 투자비와 원가변동요인을 감안하여 총괄원가를 계산할 필요가 있다.

3) 상하수도사업 재원 조달 현황 및 문제점

지방자치단체의 상하수도사업에서 자체 수입이 전체 세입 예산에서 차지하는 비율을 재정자립도로 볼 경우 상수도사업은 2011년 약 79%에서 2015년 약 83%로 비교적 높은 비율을 나타내었으며, 재정자립도가 증가하였다. 반면 하수도사업의 재정자립도는 2011년 약 32% 대비 2015년 약 45% 정도로 증가하였으나 여전히 자체재원이 적은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 이와 같이 현재 지방상하수도의 재정운영은 비용에 미치지 못하는 요금 수준으로 인한 적자운영 때문에 상하수도사업을 원활히 추진하는 데 걸림돌이 되고 있다. 이는 중앙정부의 요금인상억제정책과 지자체의 거부감, 국민들의 요금 저항 문제 등으로 인해 요금의 적정화가 쉽지 않기 때문이다.

하수도사업의 경우 시설 설치에 막대한 예산이 소요되지만 하수처리시설의 확충 및 운영의 주체가 지방자치단체이다 보니 재정적으로 어려운 지자체들은 재정적 부담이 커 현실적으로 계획에 따른 시설 확충에 어려움이 있었다. 또한 요금현실화율도 40%대로 낮은 수준에 있으나, 요금 인상 권한은 지방의회에 있기 때문에 지자체의 상하수도 요금 인상에 장애요인이 되고 있다. 따라서 이러한 구조적 재정악화를 해소하기 위해서는 요금 적정화가 이루어져야 하며, 국고지원과 같은 외부적 재정지원을 해줄 필요가 있다.

지방자치단체는 환경부 지침에 따라 10년 단위로 『상하수도정비기본계획』을 수립하여야 한다. 그런데 도시기본계획을 따라 시설용량이나 하수관거계획이 현실적인 수준보다 높게 책정되어 지자체가 계획을 실질적으로 집행 추진하기에는 상당히 과다한 시설 투자계획이 포함되고 있는 실정이다. 따라서 계획을 환경부가 승인한 후에도 중장기적 투자계획에 『상하수도정비기본계획』이 이용되지 못하는 경우가 발생하고 있다. 이에 향후 5년간 세입 범위를 추정하여 그 범위 내에서 투자계획을 수립하는 『중기지방재정계획』을 수립함으로써 예산지출을 집행하고 있는 실정이다. 상하수도의 노후화가 본격화되고 있기에 향후 막대한 재투자재원과 유지관리비가 소요될 것으로 예측되는데 이에 대한 장기적, 전략적인 재정계획을 수립할 필요성이 커지고 있다.

4) 『상하수도사업재정계획』 수립과 시행의 문제점

각 지자체별 재정계획을 살펴보면, 『상하수도정비기본계획』과 『중기지방재정계획』 간 금액의 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 부산의 경우, 『수도정비기본계획』에 따른 총괄사업비 1단계(2017~2020년)에 5,150억 원이 계획되어 있으나 『중기지방재정계획』에 따르면 2017~2021년까지 1조 3,129억 원을 투자하는 것으로 되어 있다. 또 대구의 『수도정비기본계획재정계획』의 경우에는 2016~2020년까지 2,592억 원을 투입하기로 되어 있지만 『중기지방재정계획』에는 2017~2021년까지 4,802억 원을 투입하기로 되어 있다.

하수도의 경우, 용인시의 『하수도정비기본계획재정계획』에는 2015~2020년까지 4,977억 원을 투입하는 것으로 목표되어 있으며, 『중기지방재정계획』에는 2017~2021년까지 2,182억 원을 투입하는 것으로 나와 있다. 대전시의 경우도 『하수도정비기본계획』에서는 2015~2020년까지는 5,570억 원을, 『중기지방재정계획』에서는 2017~2021년까지 6,212억 원을 투자하는 것으로 계획되어 있다. 이처럼 상하수도 모두에서 정비기본계획과 『중기지방재정계획』과의 차이가 큰 것을 알 수 있다.

소규모 지자체에서 이런 현상이 나타날 경우 『상하수도정비기본계획』에 따른 투자는 현실적으로 거의 불가능할 수도 있다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 현재 상황에 맞는 중장기적 재정전략체계를 수립할 필요가 있다. 시설 노후화에 대한 기대 소요액에 있어 객관적인 현실 산정이 우선적으로 선행되어야 하고, 재정 조달에 대한 현실적인 계획을 세울 필요가 있다. 정부는 지자체의 현실적인 재정상황을 고려한 투자계획인지 확인을 하고 조정할 필요가 있다.

이런 필요를 반영한 대책 중의 하나로 「지방공기업법」 제9조의2가 신설되었고, 2016년부터 5개연도 이상의 중장기경영관리계획 수립이 의무화되었다. 이는 당해연도를 포함한 5개년 이상의 지방직영기업의 경영 관리계획을 수립함으로써 재정건전성을 강화하고자 한 조치인데, 중장기 경영목표와 사업계획, 재정운용방안과 경영적자에 대한 개선계획 및 변동요인에 대한 분석 등을 포함하도록 하고 있다.

5) 상하수도사업시설 및 재정계획 수립지침의 자산관리 개념

『수도정비기본계획』(2016.7.25)은 상수도시설에 대한 재정계획 및 사업시행계획을 세우는 데 있어서의 지침을 제시하였다. 여기에 계획된 사업의 시행은 재정현황, 사업시행 우선순위 등을 고려하여 사업효과가 가장 높은 사업부터 1단계로 시행하도록 권고하고 있다. 우선순위는 사업의 시급성, 경제성, 효과성, 재정능력을 감안하여 결정하는데, 취수시설 및 도수관로, 정수장, 송배수관로, 배수지, 가압장으로 세분하여 우선순위를 제시하고 있다. 관로 및 배수지, 가압장과 같은 송배수시설의 경우 평가 항목으로 도시 형태(구시가지, 신개발지, 재개발지 등), 지형 특성, 용도지역, 인구밀도(고밀도, 중밀도, 저밀도), 주거 형태(단독주택, 공동주택, 상가 등), 급수 형태(block형 또는 나뭇가지형), 송·배수관로의 사고 빈도(최근 5년 이상), 관경별 연장, 관종 및 부설 연도, 상수도 사용량, 누수율, 수돗물 수질검사 결과(5년 이상) 등을 제시하고 있다.

이처럼 상수도시설을 세분화하여 여러 평가 항목에 따라 사업효과가 가장 높은 사업부터 우선순위를 설정하는 것은 재정의 효율성을 도모하고자 하는 노력으로 해석될 수 있다. 또한 사고 빈도나 부설 연도는 자산의 장애가능성을, 누수율 등을 평가하는 것은 자산의 장애 시에 발생할 수 있는 부정적 영향 또는 비용을 평가하는 것으로 볼 수 있기 때문에 자산관리의 개념이 지침의 근간이 되고 있다고 할 수 있다.

한편 「하수도정비기본계획 수립지침」(2015.12.28)은 사업우선순위 평가 기준 및 평가 항목을 합리적이고 타당성 있게 제시하여야 한다고 하면서, 평가 기준을 긴급성, 환경성, 경제성으로 분류하되 가급적 계량화하여 제시하도록 하였다. 평가 항목으로는 과다 침입수로 인한 유입하수의 농도 저하, 2차 오염 발생, 방류수역의 오염, 다량의 유입수 발생, 통수능 부족, 침수 피해, 하수재이용 여부 등을 놓고 항목별로 가중치를 부여하거나 지역별로 평가 항목을 추가하도록 하였다. 또, 하수도종합정보시스템과 연동하여 정기적으로 보완계획을 수립하도록 하였다. 『하수도정비기본계획』 또한 공사비 및 유지관리비 등 전생애비용분석(Life Cycle Cost, LCC)의 관점에서 경제성 및 환경성을 종합적으로 비교·검토하며, 더 효과적인 사업을 시행하도록 하여 재정의 효율성을 도모하고 있다. 또한 기술진단을 포함한 계획 반영 절차를 제시하면서 문제가 되는 구역에 대한 조사 및 기술진단을 하여 문제점을 파악하고, 계획을 수립하도록 하고 있다.

이러한 기술진단에서는 노후도 및 보수이력, 유입수량, 경사불량 등의 장애가능성을 파악하고 있으나, 이것에 대한 영향력 또는 피해비용에 대해서는 거의 고려하지 않고 있다. 따라서 기본적인 자산관리의 개념이 도입되어 있지만 우선순위를 설정하는 데 있어 기술진단과 우선순위 설정, 재정관리까지 아우르는 통합적인 지침은 없는 것이 한계라고 볼 수 있다.

이외의 재정 관련 지침에는 『중기지방재정계획』, 『중장기경영관리계획』 등이 있다. 「2018~ 2022년 중기지방재정계획 수립 기준」은 지방자치단체의 계획과 수요를 반영한 5년간의 연동화 계획으로, 지방정부의 정책 우선순위를 반영하여 발전계획을 수립하도록 하고 있다. 이전 지침과 달라진 점은 국가계획(『상하수도기본계획』)과의 지나친 편차가 발생하고 있음을 감안하여 추경을 염두에 두고 예산 재정 규모를 더 크게 작성할 것을 권고하고 있다는 점이다. 또, 2016년부터 수립되고 있는 『중장기경영관리계획(2016~2020)』이 있는데, 이는 보다 현실적인 목표와 지자체의 당면한 과제와 국가적인 계획 사이의 균형을 맞추기 위한 관리계획이라 할 수 있다. 상수도 공기업 현실화를 위한 기준을 마련하고자 재무 전망 및 개선계획, 요금 적정화 계획과 전연도 대비 변동사항 등을 포함하도록 하고 있다.

이와 같이 지속가능한 재정전략을 세우기 위해 개정 또는 신설된 재정 지침은 자산관리 측면에서도 현실적인 전략을 수립할 수 있는 기반이 될 수 있다. 그럼에도 상하수도사업은 다른 분야의 지자체 사업에 비해 재정계획에서 우선순위가 밀리고 있는 것이 현실인데, 이는 자산관리의 중요성을 인식하지 못하기 때문이라 할 수 있다. 또한 상하수도 부문의 재정을 외부(국가)적 지원에 의존해 왔던 관행이 지자체의 지속가능한 재정계획 수립을 더디게 하고 있다.

6) 시사점

다양한 계획 지침이 자산관리 개념을 포함하여 수립되어 있지만, 재정이 현실화가 되지 않아 계획에 차질이 생기는 경우가 많음을 알 수 있다. 따라서 사업재정의 건전성 확보 및 지속가능한 재정을 위한 전략이 요구된다. 또한 기본적인 자산관리 개념 이외에도 재정계획에까지 보다 구체적으로 연계가 될 수 있는 자산관리 측면에서의 계획수립지침이 필요할 것으로 보인다.

다. 상하수도사업 자산관리 적용 기반과 사례[83]

현재 국내 상하수도시설에 대한 자산관리 시범적용 사례가 나타나고 있다. 강원도 및 경기도권의 일부 지자체의 자산관리 도입을 위한 시범적용 사례들이 그 예이다. 시범적용을 통해 지자체의 적용 가능성을 확인하고 검토하는 것은 의미 있는 일이라 할 수 있다.

1) 상수도사업 자산관리 추진 사례

① 사례 1

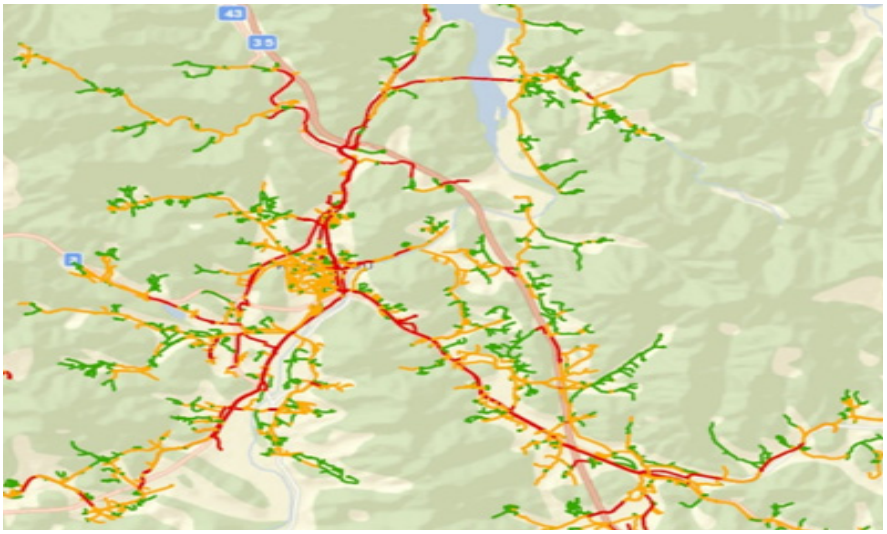
사례 지자체의 경우, 수도시설에 대한 관리를 공공성 있는 기관에 위탁 관리하고 있으며, 대도시 주변의 위성도시로 개발 및 발전이 이루어지고 있는 지역이다. 이 지역은 구도심과 신도시로 구분되며, 구도심의 경우 관로의 노후 수준이 심한 편이다.

정보관리에 있어 지자체에 구축된 GIS는 해석이 가능한 수준이 아니었으며, 위탁기관이 구축한 GIS를 통해 시설에 대한 정보를 얻을 수 있었다. GIS 데이터 자체의 상태는 좋은 편이나 관로 개·대체 의사결정을 할 수 있을 만큼의 관리시스템이 따로 존재하는 것은 아니다. 따라서 이 위탁기관이 제공한 이 GIS 자료를 활용하여 자산관리시스템을 구축하였다.

데이터베이스 구축에서 정보의 불확실성과 누락정보까지 포함하여 분석과 개선이 가능하도록 포함시켰으며(그림 5-7 참조), 해당 사례지역의 LOS(Level of Service) 개발을 위해 민원을 분석하였다. 다양한 형태의 민원이 있었는데, 이 중 누수 관련 민원이 매우 많은 상황이었으며 그 다음이 요금 관련 불만 등인 것으로 나타났다(그림 5-8 참조). 뿐만 아니라, 비용정보와 유지관리정보까지 반영하여 정보의 신뢰도를 높이고 자산가치 평가가 가능하도록 시스템을 구축하였다. 그러나 지자체가 개발된 시스템 활용에 대한 부담감으로 사용을 거부하는 일이 발생하여 위탁기관에 일정기간 거치하였다가 현재는 비활용되고 있다.

---

83) 박미연(2017), "우리나라 상하수도사업 자산관리 현황", 한국환경정책평가연구원 위탁원고에서 부분 발췌.



자료: 박미연(2017).

〈그림 5-7〉 리스크분석을 통해 본 관로 위험지역 현황

급수공사	공사신청문의
	공사비용문의
	현장확인
	계수조 청소업 신고
	구경 확대공사
	이설 개조공사
	급수공사기타
급수시설 안전	관로 손괴
	도로함몰
	맨홀불량
	복구미흡
	시설안전기타
계량기	계량기기타
	계량기이설
	고장
	구경변경
	노후교체
	동파
	밸브고장
	성능검사
	지침부동
	옥내누수
	외전불량
검침	검침기타
	검침량 조정
	검침량 착오
	유선검침
	이사정산

급수	개전
	공가단수
	급수기타
	급수상태변경
	단수문의
	불출수
	수압불규칙
	중지
	체납개전
	체납단수
	폐전
마을상수도	시스템고장
	수질
	급수관누수(마을)
	출수불량
	단수
	마을상수도기타
수용가	가구분할
	가구분할문의
	기본정보변경문의
	명의변경
	명의변경문의
	수용가 기타
	업종변경
	업종변경문의

요금	납부방법문의
	누수감면
	단순요금문의
	사용내역문의
	수금/감면
	수납확인문의
	요금과다
	요금기타
	요금이의
	이중수납
	자동납부
	체납분할
	체납요금문의
	환불
고지	건물주변경
	고지권한방문
	전/재고지 재발행
	고지서 미수령
	고지서발송방법변경
	고지서재발행
	우편발송요청
	우편발송지변경

누수	간이상수도누수
	계량기전누수
	공가 누수
	급수관누수
	누수감면문의
	누수기타
	도로누수
	밸브누수
	복구미흡
	철거지역누수
	수도관파열
	옥내누수점검
	옥내배관점검
	제수변 누수
수질	수돗물품질검사
	수질검사문의
	수질기타
	수질 이상 발생
	악취발생
	이물질발생
	흙탕물발생
기타	기타민원

자료: 박미연(2017).

〈그림 5-8〉 사례 지자체 수도사업 민원 현황

사례 지자체가 자산관리체계 구축에 대해 부정적인 가장 큰 이유는 이 시스템이 향후 공무원들에게 더 많은 일을 하게 만들 거라는 우려 때문으로 판단된다. 사례 지자체의 경우, 자산관리에 대한 필요성과 활용에 대한 인지수준이 낮은 상황이며, 자산관리가 무엇을 해주는 것인지, 어떤 도움을 줄 수 있는지를 이해하려 하는 인식이 나타나지 않았다.

② 사례 2

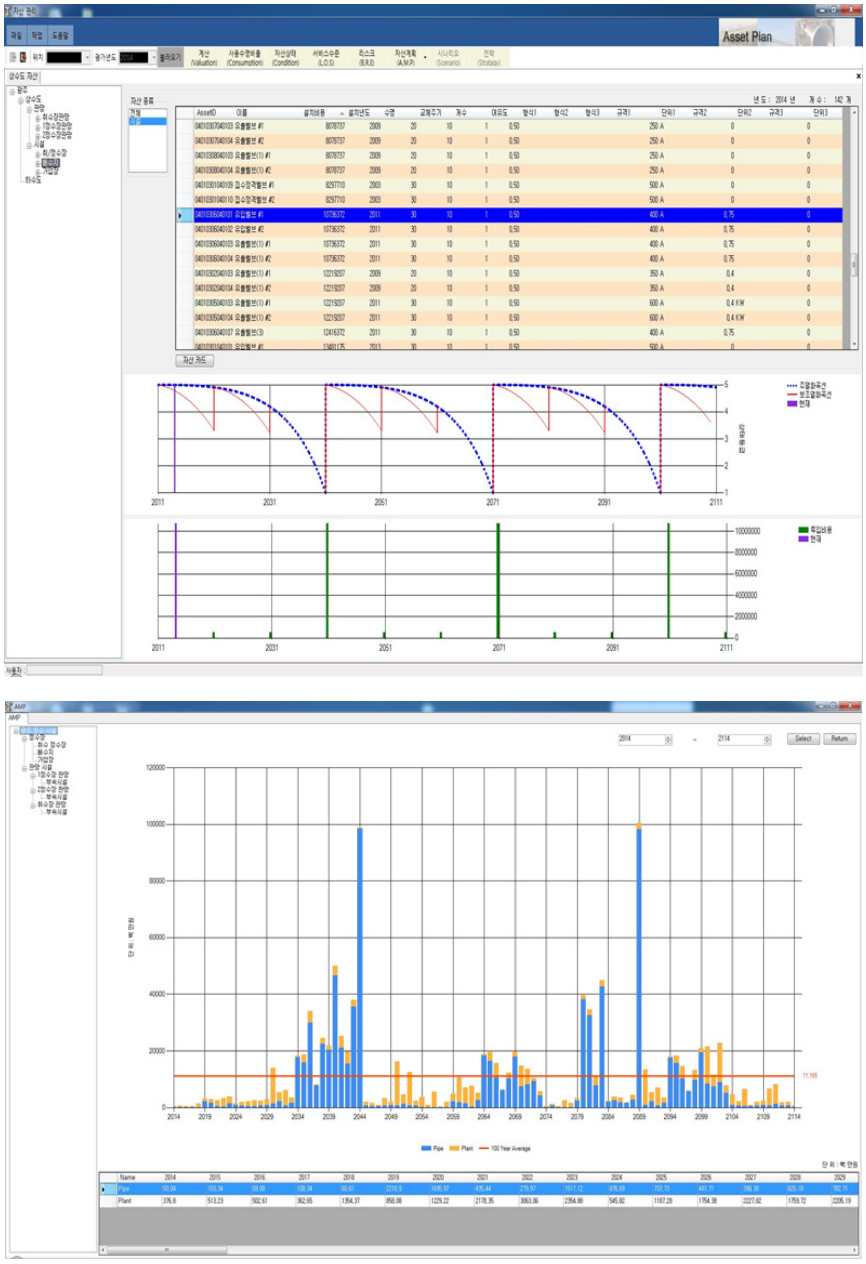
사례 지자체는 2014년 성능평가와 리스크분석을 통한 의사결정 및 통합적인 자산관리체계 구축을 목표로 상하수도 및 도로, 교량, 공공 건축물 자산관리시스템 구축사업을 진행하였다. 국가 R&D로 추진된 사업으로 2년간 민간투자 및 정부지원금 40억 원이 투입되었다.

사례 자산관리시스템은 흩어져 있는 자산을 모아 최대한 분석이 가능한 수준으로 정리하여 자산정보의 통계 및 집계가 용이하고 다양한 정보를 검색할 수 있으며, 의사결정 자산정보를 활용하고 노후시설의 교체비용 분석이 가능하여 향후 교체시기 및 투자사업비 추정이 가능하도록 구축되었다.

그러나 자산관리체계의 구축에 있어 지자체에서 자료나 지원(시설 정보나 관의 노후 수준, 관리 형태, 이력, 상태진단 결과 등)이 부족하였고, 자산관리에 대한 인식이 거의 없어 정보 제공과 제대로 된 분석이 이루어지기 어려웠다. 자산관리의 적용을 위해서는 사업 차원(지자체)의 의사결정과 추진이 이루어질 필요가 있다.

2) 하수도시설 자산관리 추진 사례

하수도시설의 자산관리는 상수도시설에 비해 적용의 진행이 더욱 느리게 이루어지고 있는 것으로 보이는데, 국내에서는 두 군데 정도 하수도시설 자산관리 시범사업이 추진된 것으로 파악된다. 이 중 한 곳의 사례를 보면 2014년부터 2016년까지 자산관리체계 구축이 진행되었으며 일정 부분 시의회까지 보고되어 자산관리를 통한 예산 신청과 확보까지 추진되었다.



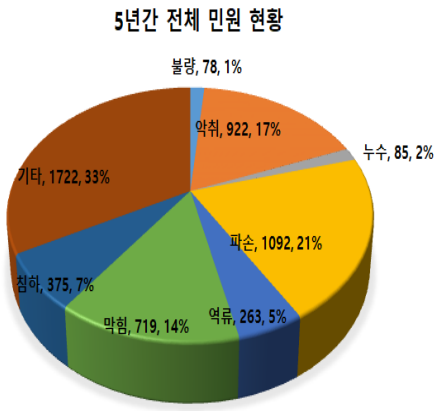
자료: 박미연(2017).

〈그림 5-9〉 상수도시설 자산관리정보시스템 개발 사례

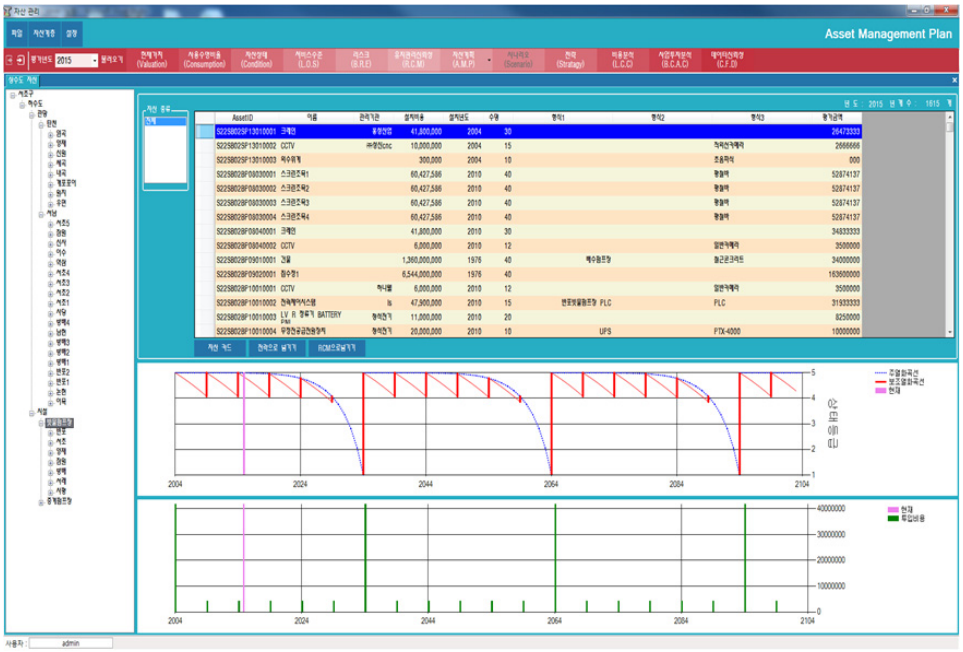
사례 지역은 서울시의 한 구청으로 하수도시설의 노후화가 심각한 수준이다. 1970년도 개발사업으로 구축된 하수도시설이 전체 면적의 50%를 차지하는 지역이며, 구도심과 최근 개발 도심이 혼재하는 구간이다. 이 지역의 하수관 연장은 530여km이며 경년 20년 이상이 70% 넘게 해당되고 있다. 서울시 239개 배수분구 중 20개의 배수분구가 이 지역에 속한다. 저지대에 주거지역이 많이 밀집되어 있어 상습침수(강남역, 사당천 주변) 문제를 가지고 있으며, 이를 해소하기 위한 다양한 대책이 수립되고 있으나, 노후 불량관로 정비가 적시에 이루어지기 어려운 상황으로, 통수능 부족 및 구배불량에 따른 유속저감 구간에서의 악취발생 등 하수분야 불편민원 발생이 지속적으로 증대되고 있다.

사례 지자체가 관리하는 하수도 자산을 목록화하고 이들 자산에 대한 데이터 표준을 속성으로 반영하여 위험도 분석과 파괴 시 심각도 수준을 평가하였으며 시설 자산정보를 GIS에 반영하여 시설의 상태와 위험도 등이 표출될 수 있도록 개발되었다. 또한 민원 분석 등을 통해 필요한 서비스에 대해 사례 지자체가 감당할 수 있는 서비스 수준을 개발하였다(그림 5-10 참조).

자산관리시스템 개발과 적용에 대한 사례 지자체의 적극성과 협조가 있었으나 가장 큰 문제점은 자료의 문제이다. 자료의 정보시스템적 관리가 거의 이루어지고 있지 않았으며, 심지어 상수원 보호구역이나 물 수원이 존재하는 지역들의 관로에 대한 GIS가 구축되어 있지 않으며, 도면상의 형태로 관리되고 있더라도 제원 정보가 누락되는 등 자료관리상 문제가 있음이 확인되었다. 또한 관리자 개인에게만 자료가 가는 등 현장에서의 시급한 문제를 해결할 수 있을 정도의 체계적인 관리시스템이 구축되지 않았음이 확인되었다.



민원 내용	민원 수	민원 내용	민원 수
Box	11	역류	159
경계석	10	오수관	8
관로	12	우수관	17
누수	66	주택 개별 하수관	8
도로	383	집수정	13
맨홀	713	측구	41
배수관	79	침수	2
보도	149	하수관	839
빗물받이	2,017	횡단 빗물받이	130
악취	296	기타	285
총합계			5,238



자료: 박미연(2017).

〈그림 5-10〉 하수도시설 자산관리정보시스템 개발 사례

3) 시사점

진행되어 왔던 사례의 경우를 보면 아직까지 지자체의 자산관리 기반은 자산관리 기반을 파악하는 단계에서부터 보완을 해야 할 것으로 보인다. 현재 상하수도의 GIS 구축도 미비하거나 자료의 질이 낮은 경우가 많았으며, 시설에 대한 인벤토리가 구축되어 있다 하더라도 그 데이터를 의사결정 자산관리시스템에까지 연계시키는 작업이 안 되어 있는 경우가 많았다. 또한 위탁 관리된 자산 데이터를 지자체가 효과적으로 활용하지 못하거나, 지자체 내부적인 데이터가 효율적으로 사용되고 있지 않은 것은 문제이다. 자산관리 수행에서 중요한 요소가 데이터인데, 현재 관리되고 있는 데이터가 충분하지 않을 뿐 아니라 그 관리된 이력조차도 잘 활용되지 못하고 있는 실정이다.

자산관리 차원에서 데이터의 관리는 관리하는 지자체나 기관마다 그들이 사용하기에 적합한 수준으로, 그리고 거둬들인 세금을 어떻게 합리적으로 사용할 것인지의 계획이 준비될 수 있도록 돕는 기능이다. 그러나 이러한 데이터의 중요성에 대해 현장 관리자와 지자체가 충분히 인지하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

자산관리시스템으로 활용할 수 있는 프로그램은 다양한 단계로 구축할 수 있는데, 가장 높은 단계인 자산생애주기비용과 재원 조달까지 나타내는 프로그램을 개발할 수 있다. 그러나 기반이 되는 데이터와 인벤토리 구축이 미비하기에, 가능한 정보를 모으고 데이터베이스를 구성하여 가장 낮은 단계의 자산관리시스템이라도 구축하는 것이 필요하다.

뿐만 아니라, 전문적 관리자의 부재로 인해 적절한 시설관리를 하지 못하고 있는 것이 시급한 문제로 나타났다. 이는 자산관리 측면에서 시기적절한 때 적절한 조치를 취하지 못하여 막대한 비용이 소요되는 의사결정을 하게끔 하는 요인이 된다. 자료의 관리의 경우에도 담당자의 보직 순환 문제로 정보가 분산되어 관리되는 경우도 발생하는 등, 전문 관리자의 부재는 자산관리시스템 운영에서 전반적으로 큰 문제로 지적되었다.

이외에도 국가적 지침이 타당한 투자 의사결정을 유도하지 못하는 사례도 지적되었다. 예를 들어 노후화된 시설은 30년을 기준으로 교체를 권장하고 있으나 실제 시설상태에 따른 최적 투자결정과 부합되지 않는 경우가 발생한다. 또한 정형화된 규정으로 시급하거나 예상치 못한 문제가 발생할 경우 유연한 대응을 할 수 없는 경우가 발생하기도 한다.

라. 상하수도 자산관리 지침 및 자료 현황

제3장에서 살펴보았던 것처럼, 상하수도 자산관리 관련 매뉴얼이 발간되거나 준비 중이다. 하수도 부문에 대해서는 「공공하수도시설 시설물 정보관리 가이드라인(2016)」이 마련되어 있으며, 정보관리를 ⅰ) 정보수집, ⅱ) 시설물 목록화, ⅲ) 시설물 이력정보관리, ⅳ) 노후도 평가를 통해 하도록 제안하고 있다. 또한 환경부는 「노후하수처리시설 개축·이전 등 가이드라인 마련을 위한 연구 보고서(2016)」에서 주무관청이 노후하수처리장에 대한 성능 분석과 경제성 분석, 정책성 분석을 통해 사업타당성 판단기준을 마련하고자 하였다.

상수도 부문에는 2007년 발간한 「상수도 관망진단 매뉴얼」과 한국상하수도협회가 2015년 발간한 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼」이 있다. 이를 통해 단계별로 평가항목별 가중치를 고려하여 점수화 평가를 진행하여 의사결정을 진단하도록 하고 있다. 이러한 매뉴얼은 최근 발간되었으며 시설 성능 진단에 집중되어 있어 자산관리 개선계획에 대한 의사결정을 지원하지 못하고, 활용이 활성화되지 못하고 있는 상황이다.

한편, 『상수도정비기본계획』과 『하수도정비기본계획』에서도 시설 개선의 우선순위를 사업효과가 가장 높은 사업부터 설정하도록 권고하고 있다. 예를 들면 상수도 부문의 우선순위는 사업의 시급성, 경제성, 효과성, 재정능력을 감안하여 결정하도록 하고 있는데,[84] 이 권고지침에는 자산관리의 기본개념이 포함되어 있지만, 실제의 계획 수립에 있어 투자계획까지 이어지는 프로세스는 미비한 것으로 보인다.

가장 큰 문제는 자산에 대한 현황조사가 제대로 이루어지지 못하고 있는 것인데, 최근 정부 주도의 조사에 의한 데이터베이스 구축사업이 진행된 바 있다. 환경부 주도로 2015~2016년에 걸쳐 총사업비 712억 원(국고 350억 원)을 투입하여 전국 노후 하수관로에 대한 정밀조사가 진행되었다.[85] 이는 하수관로로 인한 지반침하를 예방하기 위한 기초자료 조사로서, 건설 후 20년이 경과한 관로, 대형 공사 지역 인접 관로 등 피해가 클 것으로 예상되는 관로를 대상으로 육안 및 CCTV 조사 후 추가적인 조사를 시행하였다. 또한 조사에 따른 시설상태 등급 점수를 이용하여 양호도를 판정하고, 등급 점수별로 정비 판단기준

84) 자세한 내용은 본 장의 〈5. 나. 상하수도사업 재정운영과 재정계획 구조와 문제점〉 참조.
85) 환경부 보도자료(2015.3.11), “지반침하 대응, 노후 하수관로 정밀조사 일제 실시”.

을 설정하여 이에 따라 관로를 정비하도록 하였다(그림 5-7 참조). 이 데이터베이스 자료는 하수관거 부문의 시설자산평가 및 시설관리·투자 의사결정의 기반이 되는 정보를 제공하고 있어, 자산관리시스템 적용의 유용한 기반이 될 것으로 판단된다.

자산관리에 대한 교육 프로그램도 국내외에 있으나, 자산관리에 대한 중요성을 인식하지 못하고 있어 관심이 낮은 상황이다. ISO 표준 개발에 참여한 영국의 자산관리 전문 기관인 IAM(The Institute of Asset Management)이 인증하는 교육 프로그램이 있는데, 자산관리의 기본 원리와 정책, 전략 및 계획, 그리고 자산생애주기 결정과 활동, 자산관리 리스크의 평가와 관리, 재정 및 비즈니스 영향력에 대한 내용을 테스트하고 이를 위한 트레이닝 코스도 제공한다. 국내에서도 IAM 인증을 받은 자산관리 교육프로그램이 진행되고 있다.

제6장

요약 및 추후 연구계획

1. 요약

본 연구는 환경기반시설 사업·투자의 타당성, 효과성을 평가하는 체계를 정립하고 시설·사업 분야별 평가를 통해 지속가능한 투자전략 및 관련된 국가정책과 재정투자를 효율화하기 위한 방안 마련을 목적으로 환경기반시설 사업·투자의 타당성, 효과성을 평가하는 체계를 정립하고 투자 타당성·효과성 평가체계 적용을 위한 실행 계획을 제시하였다.

○ 물 서비스 사업·투자 구조와 투자 타당성·효과성 평가의 필요성

먼저 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조와 물 서비스 분야의 현안, 미래전망 및 정책과제를 분석하고, 투자 타당성·효과성 평가의 필요성과 활용방향을 도출하였다. 물 서비스 제공을 위한 사업·투자 구조를 보기 위해 과거 정책적 목표와 목표 달성을 위한 사업자의 재정투입 및 국가지원계획과 그 이행실적에 대해 분석하였으며, 국가재정지원체계 지원체계의 구조를 분석하였다. 이제까지 목표는 인프라 보급률에 집중되어 있었으며 목표 달성을 이루었으나, 투자금액은 계획대비 초과 투입되었고 이에 대한 재정부담은 지자체에 가중된 것으로 나타났다.

현재 상하수도사업은 환경적·사회적 변화와 더불어 여러 과제에 직면하여 있다. 상하수도 부문은 물의 합리적인 이용과 관리를 위한 필수적인 공익 서비스의 효과적 공급이라는 기본적 과제에 더해 인프라시설의 노후화로 시설 재투자수요가 나타나고 있으나 상하수도사업의 재정적 건전성 취약과 자산관리 미비 등으로 어려움에 당면하고 있다. 이에 효율적

투자 및 재정운영을 통한 서비스 지속가능성 제고의 필요성이 중요한 과제로 대두되고 있다. 또, 사회적·환경적인 변화로 새로운 공공 서비스에 대한 재정적 수요가 생기고 있는 것도 당면한 정책과제이다. 기후변화에 대응하여 하수도사업 범위는 도시침수 등으로 인한 재난방지 서비스의 범위로 확대가 되고 있다. 따라서 침수방재, 우수 서비스 등의 새로운 공공 서비스를 위한 투자와 재정방안의 마련이 필요하다. 또한 악취방지에 대한 요구가 높아지는 등 사회적으로 선호되는 서비스와 가치의 변화를 반영한 정책목표 설정과 투자가 필요하다.

이러한 수요를 충족시키기 위한 투자의 타당성과 효과성 평가는 서비스 공급을 위한 합리적인 비용과 그 부담을 통해 서비스 수요와 공급의 합리화를 가져올 수 있도록 하며, 효과성에 기반한 투자수요에 대한 우선순위 설정으로 사업의 전략적 재정과 재정지원체계의 효과적 운영에 활용될 수 있다. 따라서 지속가능한 서비스를 위한 투자전략과 재정투자의 효율화를 위한 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성을 평가할 수 있는 체계가 필요하다. 그러나 현재의 타당성평가체계는 새로운 수요, 특히 노후화와 같은 재투자수요에 대해서는 타당한 투자계획 수립의 기준이 미비한 상황에서 국가재정지원체계 지원과 민간투자사업 등이 진행되고 있어 투자 타당성·효과성 평가체계의 수립이 시급한 상황이다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 사례 분석

타당성·효과성 평가체계의 제안을 위해 먼저 국내외에서 인프라에 대한 투자 타당성평가체계 사례를 분석해 보았다. 확인 결과 다양한 형태의 인프라 관리 및 평가체계가 있었는데, 미국과 영국 같은 선진국의 경우 자산관리시스템과 회계기준, 경제적 유인책을 포괄하는 정교한 인프라 자산관리시스템이 운영되고 있다.

미국의 CMOM은 체크리스트를 제공하여 설비 운영자가 자가진단을 하고, 자료를 수집함으로써 예방적인 대책을 수립하도록 지원하며, GASB 34는 회계기준과 보고체계를 통해 운영자가 필요한 데이터를 생산해 내고 기준에 부합되는 재정운영을 계획할 수 있도록 유도하는 프로그램이다. 자산관리와 전략적 재정체계의 적용을 유도하고 지원하기 위한 활용가능한 도구로서 시사점이 있다.

영국의 OFWAT는 가격상한제, 자본적지출유인제도, 자산관리평가와 같은 여러 메커니즘을 통해 사업자의 효율성을 촉진하는 한편 경제적으로 규제하고 있다. 민영화된 공익사업자에 대한 규제로서, 합리적이고 타당한 투자에 대한 기준을 설정하고 투자를 유인하는 체계(CIS)는 공익 서비스에 대한 적정한 서비스 기준 혹은 장애(risk) 기준 설정에 참고가 될 수 있을 것이다. 자산관리평가(AMA)의 항목과 평가방법도 자산관리를 통한 합리적 투자계획 도출을 위한 기반설정 및 평가체계 구축에 참고가 된다.

또한 ISO 자산관리 표준은 국제적으로 통용되는 표준이며, 국제표준은 국가표준화하여 활용되고 있으므로, 국내의 상하수도사업에 있어서도 앞으로 이러한 표준체계를 따라야 할 필요가 있다.

반면 국내에서는 시설에 대한 재투자수요를 파악한 경우와, 노후도에 대한 상태평가, 성능평가 등을 한 사례가 있고, 최근 'R-사업' 즉, 시설 재투자사업에 대한 민간투자사업 타당성평가 지침이 나왔으나, 자산관리 개념을 통한 시설 평가와 재정지원시스템의 연결과 같은 통합적인 체계가 구축되지는 못한 상태이다.

자산관리에 따른 최적 투자계획 사례로는 미국과 일본의 사례를 중점적으로 살펴보았다. 미국의 경우 포괄적 성능평가(CPE)와 종합개선프로그램(CCP)을 순차적으로 시행한다. CPE를 통해 성능개선의 방향(개보수, 재설치 등)을 설정하고 성능개선이 가능할 수 있다고 판단된 경우에는 CCP를 수행함으로써 개선 가능한 성능제한인자 개선방안을 마련한다. 한편 일본에서는 지자체들이 스스로 신설이나 증설뿐 아니라 개축을 통한 시설의 장수명화를 도모하도록 하기 위해 생애주기비용을 산정하여 개축으로 인한 장수명화 시의 생애주기비용이 바로 시설을 신설할 경우의 생애주기비용보다 적을 경우, 정부에서 개축비용에 대해 보조 지원하고 기술개발 연구를 지원하는 제도를 시행하고 있다. 이처럼 지자체가 스스로 자산관리 개념을 도입하여 투자계획을 수립하도록 하는 체계는 국내에도 의의가 있을 것으로 판단된다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 제안

상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계를 설계 및 제시한다. 상하수도 인프라

자산관리와 시설 투자계획의 타당성 및 상하수도사업의 전략적 재정계획과 재정투자의 효율성, 효과성을 평가할 수 있는 평가체계를 구축·제시하였다.

상하수도 인프라 투자는 인프라 서비스의 수용가능한 성능을 설정하고 이러한 목표 달성과 건전한 계획 수립을 위해 전략적 재정계획을 수반하여야 한다. 이때 인프라 투자에 대한 타당성·효과성 평가체계가 사용된다. 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가는 이러한 흐름에 따라 설정된 수용가능한 사업계획 이행을 위한 투자수요에 대해 그 타당성과 효과성을 평가하는 체계이다. 시설·사업 투자의 타당성평가는 자산관리를 통한 자산의 생애주기 회피비용 관점에서 수요(정책목표)를 충족시키기 위한 비용 및 투자의 효율성·타당성에 대한 평가이며, 시설 사업 투자의 효과성 평가는 투자가 계획한 효과의 실현에 대한 평가(feedback)이다.

투자의 타당성평가의 내용은 인프라 자산상태의 평가에 따른 장애발생 가능성과 장애비용(시설 장애에 따른 피해비용)에 대한 평가를 바탕으로 그러한 장애를 개선(회피)하기 위한 자산관리 기반의 투자(혹은 개입)의 영향과 투자비용을 산정하여 시설의 생애주기 장애비용(혹은 장애회피비용)에 따른 최적 투자계획 도출 여부를 평가한다.

투자 타당성평가 항목(안)을 투자 필요성(장애가능성, 장애비용), 투자비용(회피비용), 투자효과(장애비용 저감효과)로 구분하여 제시하였다. 이러한 평가 요소들을 분석하기 위한 기반으로서 먼저 i) 인프라시설의 장애가능성 평가를 위해서는 먼저 자산(시설)에 대한 인벤토리가 구축되어야 하며, 장애가능성을 평가할 수 있는 방법도 정립되어야 한다. 이러한 방법에 대해서는 여러 방법론이 가능하나, 점수화 방식이 현실적으로 간단한 방식으로 제안될 수 있다. 또한 ii) 기준이 되는 시설성과를 달성하기 위한 투자계획은 자산관리에 따른 생애주기 최적 투자계획으로 도출되어야 하므로 자산관리체계의 적용이 필요하다. 투자계획 설정은 요소가 매우 다양하고 모형을 설정하기에 용이하기 않으므로 직접적으로 평가체계화하는 것은 어려울 수 있으므로, 자산관리시스템을 미리 구축하고 그에 기반하여 투자계획이 도출되었는지를 평가하는 방법이 제안될 수 있다. 또, 수립된 투자계획이 자산생애주기 개념에서 효율적인 투자계획임을 보여 주도록 함으로써 평가하는 방법이 제안될 수 있다.

현재 상하수도사업에 대한 성과평가는 서비스를 제공하기 위한 투입과 공정의 적정성을 기준으로 운영효율성을 평가하는 체계로 운영되고 있으며, 재정의 지속가능성에 대한 구체

적인 평가와 투자효율성에 대한 평가체계는 미비한 실정이다. 따라서 투자에 대한 효율성 평가 및 재정적 지속가능성 평가의 도입과 함께, 운영효율성에 대해서 기존의 투입/공정 중심적인 평가 항목을 성과평가 항목으로 전환하여 사업성과에 대한 평가로 이루어질 수 있도록 개선 방안을 제시하였다. 투자효율성 평가는 자산관리시스템의 운영과 그에 기반한 투자계획 여부에 대한 평가로 이루어지도록 하며, 재정적 지속가능성에 대한 평가에는 기존의 요금현실화와 같은 단편적 평가 항목뿐 아니라 전략적 재정체계의 구축 여부 및 전략적 재정체계와 지속가능한 재정체계를 실현할 수 있는지에 대한 평가가 포함되어야 할 것이다. 자산관리시스템과 전략적 재정시스템의 운영 등 시스템 구축 및 운영에 대한 평가 항목(안)을 제시하였다. 또한 성과의 평가결과는 각 사업자에 피드백할 수 있는 체계를 구축할 필요가 있다.

재정투자의 효율성·효과성은 각 사업 인프라의 수용가능한 성과기준을 달성하기 위해 필요한 효율적인 투자를 대상으로 투자의 효과성(장애비용 저감)이 높은 투자를 지원하는 것으로 평가될 수 있을 것이다. 투자의 성과인 장애비용 저감과 저감의 효율성(장애비용 저감 단위당 투자비용으로 서비스 장애 개선 인당 사업비 등으로 대표될 수 있다)을 재정투자의 효과성·효율성의 기준으로 설정할 수 있을 것이다.

국가의 재정지원은 지원사업의 사회적 중요성이나 투자의 효율성뿐 아니라 재정지원의 필요성이 지원 우선순위 설정에 중요한 요소이므로, 사업의 공공성에 따른 공공투자 필요성, 투자자본 조달의 어려움에 따른 초기자본 조달 지원 필요성 등이 고려될 필요가 있다.

평가체계 적용의 요소인 상하수도 인프라 자산의 장애가능성 및 장애비용 평가방법을 살펴보고, 점수화 방법을 이용한 장애가능성 및 비용의 평가 예시를 제시하였다. 또한 생애주기 최적 투자에 따른 비용산출 및 타당성평가를 예시하였다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 실행의 과제 및 활용

제시된 상하수도 인프라 투자의 타당성·효과성 평가체계 시행을 위한 과제와 활용 방안을 제시하였다. 상하수도 인프라 투자의 타당성평가체계는 먼저 i) 상하수도 노후시설 개보수사업의 타당성평가를 위한 기준 마련에 활용될 수 있다. 또한 ii) 지속가능한 상하수도

서비스를 위한 자산관리 및 (재)투자 기준 설정과 그를 위한 재정운영전략 마련에 활용될 수 있다. 한편, 자산관리에 기반한 합리적인 재투자수요와 투자효율성 개념을 적용해 iii) 상하수도 노후시설 재투자에 대한 재정지원 구조와 우선순위 설정의 기준 마련에 활용될 수 있을 것이다.

이러한 평가체계를 적용하기 위해서는 먼저 상하수도 서비스 공급에 대한 정책적 기준이 확립되어야 한다. 이 기준은 서비스에 대한 사회적 가치와 환경의 변화 등을 고려하여 합리적으로 설정되어야 할 것이다. 또한 인프라 자산관리와 투자효율화를 위한 시스템 구축이 수반되어야 하고, 전략적 재정체계가 필요하다. 이를 위해 인프라시설의 자산평가 및 자산관리계획 수립 가이드라인 제공, 전략적 재정지원 매뉴얼, 프로그램 개발 및 제공이 정책적 과제로 고려될 수 있다. 또한 기구적 구조로서 i) 상하수도 서비스에 대한 정책적 목표를 설정하고 정책적 지원의 역할을 지닌 중앙정부(환경부)와, ii) 상하수도사업을 시행하는 사업자인 지자체, 그리고 iii) 평가체계의 운영에 있어 중요한 전문적 규제자의 역할이 필요할 것으로 사료된다.

상하수도 투자 타당성평가체계를 적용하기 위한 기반을 자산관리와 재정운영 측면에서 조사·분석하였다. 먼저, 현재 『하수도정비기본계획』에 나타난 노후 하수처리시설 재투자 혹은 개선계획에 대해 투자계획 수립의 기준을 분석하여 자산관리 기반의 최적 투자 의사결정 측면에서 평가체계 적용 기반을 검토하였다. 다음으로, 상하수도사업의 운영사례를 기반으로 상하수도사업 자산관리 및 재정운영 현황을 분석하고 노후시설 개선계획(투자수요)에 나타난 자산관리 개념의 적용 및 재정전략을 파악함으로써 평가체계 적용의 기반과 적용을 위한 과제를 도출하였다.

○ 인프라 투자 타당성·효과성 평가체계 기반 조사

상하수도 투자 타당성평가체계를 적용하기 위한 국내 기반 현황을 조사하였다. 먼저 지자체의 하수처리시설 개선계획을 분석하여 서비스의 개선에 대한 수요와 개선계획의 설정기준을 자산관리 측면에서 살펴보았다. 또, 상하수도사업의 재정운영과 투자계획에 대해 자산관리 측면에서 분석해 보았으며, 지자체의 자산관리체계 수립 사례와 시사점을 살펴보았다.

먼저『하수도정비기본계획』에 나타난 노후 하수처리시설 재투자 혹은 개선계획에 대해 투자계획 수립의 기준을 분석하여 자산관리 기반의 최적 투자 의사결정 측면에서 평가체계 적용 기반을 검토하였다. 내구연한이 20년 경과된 35개 지자체 47개 하수처리장을 대상으로 개선 수요와 계획에 대하여 분석하였는데, 사업자들은 사회·인구경제학적·환경적·정책적 변화에 대응하여 계획을 수립하는 중으로, 새로운 수요가 발생하고 있음을 확인하였다. 이러한 개선계획과 원인을 연결하여 분석해 보면 서비스 공급의 지속가능성을 위협하는 사업 위험성의 측면에 따라 높은 위험성을 가진 경우에는 재건설, 낮은 위험성을 가진 경우에는 단순개량 등의 계획이 주로 제시되어 있는 것으로 파악하였다. 이처럼 자산의 장애가능성에 따라 개선계획을 세운 것은 자산관리의 기본적인 개념이 계획에 포함되어 있는 것으로 볼 수 있으나 이에 대한 연계의 일관성이 있지는 않아 지자체별로 차이가 있음을 알 수 있었다. 이처럼 지자체들이 상하수도 자산의 서비스 수준을 유지하기 위해 고려하고 있는 것으로 보이지만, 자산의 인벤토리에 따른 현 상태에 대한 명확한 인식, 그리고 자산별 중요도 평가와 생애주기 자산관리에 따른 투자계획, 전략적 재정방안의 마련은 부족한 상황으로 파악되었다.

다음으로 상하수도사업의 재정운영의 현황과 문제점을 통해 투자 타당성·효과성 평가체계의 기반을 조사해 보았다. 먼저 지방 상하수도 공기업과 지방자치단체의 재무상태는 재정악화뿐 아니라 요금현실화율도 낮은 상태여서 현재의 투자수요를 지방재정만으로는 감당하기 어려운 수준이다. 이러한 지자체 재정상황에서 정부 주도적 인프라사업 추진은 지자체의『상하수도정비기본계획』과 지자체의『중장기적 투자계획』간의 괴리를 발생시켜 장기적 측면에서의 자산관리를 어렵게 만든다. 뿐만 아니라 요금원가 산정방식에 있어서도 직전 회계연도를 기준으로 하는 것은 투자수요에 부담으로 작용할 수 있으며, 장기적인 자산관리 측면에서 투자계획이 이루어지기 어렵게 만든다. 또, 경영의 효율성을 달성하고자 하는 유인을 제공하지도 못한다. 따라서 자산관리를 반영한 평가시스템을 구축하기 위해서는 이러한 기존의 문제를 해결할 필요가 있을 것으로 보인다.

한편 상하수도시설에 대한 사업시행 및 재정계획 수립 시의 지침을 검토해 본 결과, 상하수도 부문 모두 지침에서 기본적인 자산의 장애가능성에 대한 개념을 근간으로 우선순위를 고려하여 사업을 계획하도록 되어 있었다. 그러나 자산관리에 대한 구체적인 지침과 그것으

로부터 연결되는 재정계획까지를 아우르는 통합 지침은 미비하므로 통합적 평가체계를 구축하여 지침에 포함시킬 수 있도록 하여야 할 것이다.

마지막으로 국내의 상하수도시설에 대한 자산관리 시범적용 사례를 분석해 보았다. 투자사업비 추정까지 포함하여 의사결정까지 이어질 수 있는 시스템을 구축한 사례도 있었으나, 한 지자체의 경우에는 GIS 기반의 자산관리체계를 구축하였음에도 개발된 시스템을 활용한 의사결정으로 이어지지 않는 등의 문제가 있었고, 이마저도 활용에 대한 부담감과 거부감으로 비활용되고 있었다. 두 사례에서 공통으로 나타난 문제점은 지자체 공무원들이 자산관리시스템에 대한 필요성과 활용에 대한 이해도가 낮아 시스템 구축에 대한 거부감이 높거나 지원이 부족하였다는 점이다. 이와 같이 지자체의 자산관리시스템에 대한 인지수준이 낮은 점이 자산관리시스템 구축에 걸림돌이 되고 있는 것을 알 수 있어 이에 대한 인식 제고가 필요한 것으로 보인다.

2. 추후 연구계획

추후 연구계획은 다음과 같다. 본 연구에서 구축된 물 서비스(상하수도 서비스) 인프라 투자에 대한 타당성·효과성 평가체계를 토대로 2차연도에는 상하수도시설과 물 환경 서비스 시설에 대하여 시범평가를 적용해 본다.

상하수도시설·사업 투자 타당성·효과성 시범평가는 시설 자산의 상태(보급률, 노후화 정도 등)와 재정전략 설정 기반(재정상태, 가용한 재원 조달 방안 등)에 따른 분류 집단별 시범사례를 선정하여, 집단별 시범사례에 대한 투자 타당성·효과성 시범평가로 시행하며, 이를 통해 상하수도시설·사업 투자 및 재정전략, 국가재정지원체계정책 시사점을 도출한다. 본 연구에서 제시한 바와 같이 평가체계 적용의 기반이 되는 자산관리, 전략적 재정체계의 구축을 위한 정책과제는 병행하여 연구 및 추진되어야 할 것이다.

물환경 서비스 시설·사업 투자의 타당성·효과성 평가는 본 연구에서 그 특성과 이슈, 방법론 검토[86]에 이어, 폐수처리, 생태하천 복원, 비점오염관리 등 물환경 서비스 투자사업 분류 별 시범사례를 선정하여 투자 타당성·효과성 시범평가를 시행한다. 시범평가를 통해 물 환경 서비스 시설·사업 투자 및 재정전략, 그리고 국가재정지원체계정책 시사점을 도출할 수 있을 것이며, 사례평가 자료는 활용 가능한 DB 구축에도 도움이 될 것이다.

3차연도 이후에는 물 서비스 각 사업별 투자 타당성평가를 시행하면서, 특정 수환경 조성을 위한 시설 투자사업, 폐기물 분야 등 다른 환경기반시설 사업에 대한 투자 타당성·효과성 평가로 확대한다.

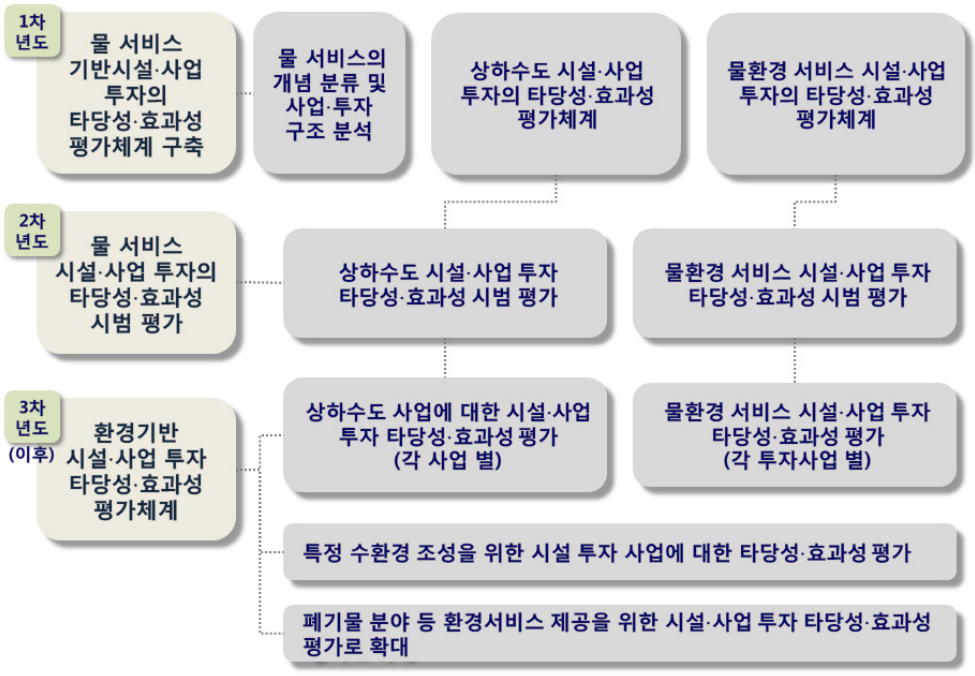
상하수도 각 사업별로 시설·사업 투자 타당성·효과성 평가를 시행하며, 평가결과는 상하수도사업에 대한 성과평가뿐 아니라 노후시설 재투자에 대한 재정지원 등의 의사결정에 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

물환경 서비스(폐수처리, 생태하천 복원, 비점오염관리 등) 사업·시설 투자 타당성·효과성 평가의 지속적 시행을 통해 사업·투자의 타당성 및 재정지원의 효과성 확보에 활용한다. 뿐만 아니라 i) 물 서비스 제공 및 친수환경 제공을 위한 투자(새만금, 시화호 사례 등), ii) 물이용을 위한 수질개선(상수원 수질보호), iii) 홍수방제 등 특정한 수환경 조성 혹은

86) 〈부록 Ⅱ-2〉 참조.

서비스 공급을 위한 시설 투자사업에 대한 타당성·효과성 평가로 확대하는 것도 바람직할 것이다.

추가적으로, 폐기물 분야 등 환경 서비스 제공을 위한 시설·사업 투자 타당성·효과성 평가로 확대함으로써 환경기반시설 서비스 전반에 걸친 사업 투자 타당성·효과성을 관리할 수 있는 체계로 구축될 수 있을 것이다.



〈그림 6-1〉 추후 연구계획

| 참고문헌 |

[국내문헌]

강형식 외(2016),「물 환경서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(Ⅲ)」발표자료, 한국환경정책·평가연구원.

관계부처 합동(2011a),「새만금 종합개발계획(MP)」.

관계부처 합동(2011b),「새만금유역 제2단계 수질개선종합대책 연차별 실행 계획」.

관계부처 합동(2017),「2016년 이상기후 보고서」.

구윤모, 강형식, 이미숙(2014), "홍천강 생태하천 복원사업의 경제적 가치",「한국환경생태학회지」, 28(1), pp.71-79.

국토해양부(2012),「예비타당성조사 신청 대상사업 선정을 위한 매뉴얼」.

기상청(2012),「한반도 기후변화 전망보고서」.

기획재정부(2012),「2012년도 예비타당성조사 운용지침」.

기획재정부(2016),「지방노후상수도 확충을 위한 재정지원체계 수립」.

김길복(2017), "우리나라 상하수도사업 재정운영과 투자계획 현황 분석", 한국환경정책·평가연구원 위탁원고.

김영란(2014), "도시침수 원인 및 대책", 상하수도발전포럼.

김정욱 외(2011),「환경분야 편익산정방안에 관한 연구」, 한국개발연구원.

류재나 외(2016),「사회적 투자수익률(SROI)를 고려한 물 환경 인프라시설 투자방향 연구」, 한국환경정책·평가연구원.

문현주(2015), "물 환경정책의 변화와 이슈",「환경정책의 역사적 변동과 전망」, 문우사.

문현주 외(2013),「새만금권역 수질관리를 위한 재원 확보 방안 연구」.

문현주 외(2017 초안),「물 인프라 건설단계 이후의 효율적 관리를 위한 중앙과 지방정부의 역할」.

문현주, 정아영(2013b),「지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구(Ⅰ)」.

문현주, 정아영(2014), 「지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구(II)」.
박미연(2017), "우리나라 상하수도사업 자산관리 현황", 한국환경정책·평가연구원 위탁원고.
서울시정개발연구원(2003), 「청계천 복원타당성조사 및 기본계획 - 사회적비용·편익부문」.
송운강, 이혜진(2007), "자료의 특성에 따른 개인여행비용법의 적용", 「관광학연구」, 31(3), pp.171-188.
안소은, 윤정호, 배두현(2009), 「환경가치 DB 구축 및 원단위 추정 Ⅰ」, 한국환경정책·평가연구원.
안소은, 배두현, 이창훈(2011), 「환경가치 DB 구축 및 원단위 추정 Ⅲ」, 한국환경정책·평가연구원.
엄영숙 외(2001), "만경강 생태하천 방문의도와 지불의사 추정", 「환경정책」, 9(1), pp.81-100.
안전행정부·지방공기업평가원(각연도), 「경영실적 지방공기업경영평가 종합보고서」.
엄영숙, 이광석(2006), "자연환경자원 방문수요함수 추정에 있어서 여가시간의 기회비용과 자료생성과정의 영향", 「경제학연구」, 54(3), pp.103-131.
엄영숙(2008), "자연환경자원 방문수요선택에 현시된 여가시간의 가치추정: 카운트자료모형을 적용하여", 「경제학연구」, 56(1), pp.57-78.
유승훈, 한종호, 박성휘(2009), "안성천 생태하천 복원의 경제적 편익", 「Journal of the KRSA」, 25(1), pp.57-73.
이영성(2005), "청계천복원사업의 비용·편익과 경제적 효과", 「경제포커스」, pp.46-51, 서울연구원.
이영환(2015), "노후 인프라 시설물, 성능개선 대책 시급하다 - 미국 및 일본의 사례와 정책적 시사점을 중심으로", 「한국건설산업연구원 CERIK저널」, 66, pp.10-13.
이윤 외(2015), "생태하천복원사업 전후 경제적 가치 비교분석", 「지역연구」, 31(3), pp.39-54.
이종정(2013), "수도요금 규제체계 선진사례(영국의 가격상한제를 중심으로)", 「물 정책·경제」, 21, pp.103-115.
임슬예, 유승훈(2015), "생태하천 복원사업의 경제적 편익분석: 남양천 및 유구천을 중심으로", 「지역연구」, 31(4), pp.25-45.

임윤택, 이재영(2005), “도시 생태하천공원의 가치 추정”, 「한국지역개발학회지」, 17(3), pp.95-110.

지방행정연구원(2016), 「환경시설 및 에너지부문 타당성조사를 위한 지침 연구」 내부 보고서.

차주영, 이상민(2013), 「지역활성화를 위한 지방하천 정비사업 개선방향 연구」, 건축도시공간연구소.

한국개발연구원(2005), 「BTL 민간투자사업 타당성 및 민간투자 적격성 조사 수행을 위한 세부요령 연구(안)」.

한국개발연구원(2007), 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 연구」.

한국개발연구원(2013), 「Rehabilitate 민간투자사업 타당성분석에 관한 세부요령 연구」.

한국상하수도협회(2015), 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼」.

한국상하수도협회(2016), 「공공하수도시설 시설물 정보관리 가이드라인(안)」.

한국지방행정연구원(2013), 「투자사업 타당성조사 세부기준 마련 연구」.

한국표준협회(2017), 「ISO 자산관리경영시스템(AMS)」 브로셔.

한국환경공단(2012), 「도시침수 예방을 위한 하수도정비 시범사업 추진계획」.

한상현(2006), “문화유산자원 경관의 질적 변화가 레크리에이션 수요와 경제적 가치에 미치는 영향”, 「관광학연구」, 30(3), pp.225-245.

한성민 외(2016), 「용봉천 생태하천 복원사업 예비타당성조사」, 한국개발연구원.

한애란, 박희경(2004), “ISO/TC224 상하수도 서비스 국제표준화에 대하여”, 「공업화학 전망」.

환경부(1998), 「전국수도종합계획」.

환경부(2002), 「환경정책의 비용/편익분석 지침서」.

환경부(2007a), 「국가하수도종합계획(2007~2015년)」.

환경부(2007b), 「전국수도종합계획」.

환경부(2007c), 「상수도 관망진단 매뉴얼」.

환경부(2008), 「국제경쟁력 강화를 위한 상하수도 서비스 평가 기준 개발 연구」.

환경부(2010), 「환경30년사」.

환경부(2012), 「2050 하수도 정책비전 마련을 위한 연구」.

환경부(2013), 「수도정책기본계획 수립을 위한 연구」.

환경부(2014a), 「지속가능한 생태하천복원사업을 위한 사후관리 및 평가 연구」.
환경부(2015a), 「수도사업 운영 및 관리실태 평가 규정」.
환경부(2015b), 「제2차 국가기후변화적응대책(2016~2020)」.
환경부(2016a), 「기술선도형 지방상수도 현대화사업 추진계획」 발표자료.
환경부(2016b), 「노후하수처리시설 개축·이전 등 가이드라인 마련을 위한 연구 보고서」.
환경부(2016c), 「지방상수도시설 노후도 실태평가 및 정비사업 타당성조사」.
환경부(2016d), 「환경예산과 예산제도」.
환경부(2016e), 「2015 상수도통계」.
환경부(2016f), 「2015 하수도통계」.
환경부(2016g), 「2017년도 수도시설 확충 개량사업 예산편성 및 집행관리 요령」.
환경부(2017), 「2017년도 하수도분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」.
환경부(2018, 발간예정), 「노후하수처리장 시설 개선을 위한 편익산정 연구」.
환경부(연도별), 「상수도통계」.
환경부(연도별), 「하수도통계」.

[국외문헌]

AWWA(2002), *Prioritizing Water Main Replacement and Rehabilitation*.
Boardman, A.E. et al.(2006), *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, 3rd edn., Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall.
E. Lee(2017), "Sustainable Development of Water Resources to Achieve Water Security and Sustainable Growth", *Discussion Paper for Jeju Water World Forum*.
EPA(1984), *Improving POTW Performance Using the Composite Correction Program Approach*.
EPA(2002), "Fact Sheet – Asset Management for Sewer Collection Systems."
EPA(2005), *Guide for Evaluating Capacity, Management, Operation, and Maintenance(CMOM) Programs at Sanitary Sewer Collection Systems*.

EPA(2012a), “About the CMOM Program Self Assessment Checklist”.

EPA(2012b), *Condition Assessment Technologies for Water Transmission and Distribution Systems*.

EPA(2016), “The Fundamentals of Asset Management – Step 6. Determine Business Risk(Criticality)”.

European Commission(2005), “Ex Post Evaluation of a Sample of Projects Co-Financed by the Cohesion Fund(1993-2002)”, *DG Regional Policy*.

European Commission(2014), *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*.

EVA-TREN(2007), “Deliverable 1: Evaluating the State-of-the-Art in Investment for Transport and Energy Networks, Policy-Oriented Research in the Framework of the Sixth Framework Programme 2002-06”, *Improved Decision-Aid Methods and Tools to Support Evaluation of Investment for Transport and Energy Networks in Europe*.

Florio, M. and S. Vignetti(2013), “The Use of Ex Post Cost-Benefit Analysis to Assess The Long-Term Effects of Major Infrastructure Projects”.

ISO/TC224(2016), “Guidelines for the Management of Assets of Water Supply and Wastewater Systems – part 1: Drinking Water Distribution Networks”.

New Mexico Environment Finance Center(2006), *Asset Management: A Guide For Water and Wastewater Systems*.

OECD(2007), *Infrastructure to 2030: Volume 2 Mapping Policy for Electricity, Water and Transport.*

OECD(2012), *Meeting the Water Reform Challenge*.

OECD(2011a), *Benefits of Investing in Water and Sanitation; An OECD Perspective*.

OFWAT(2009a), *Future Water and Sewerage Charges 2010-2015: Final Determination*.

OFWAT(2009b), *Setting Price Limits for 2010-2015: Framework and Approach*.

OFWAT(2009c), "PR09/37 Appendix A: The PR09 Assessment Process for Assessing Capital Maintenance Plans".

OFWAT(2009d), "PR09/37 Appendix C: AMA Adjustment for Final Determination Assumptions".

OFWAT(2009e), "PR09/37 Appendix D: Guideline; High-Level Areas(and Aspiration); Components; Criteria".

Prüss-Ürstün, A. et al.(2008), "Safer Water, Better Health: Costs, Benefits and Sustainability of Interventions to Protect and Promote Health", *World Health Organization*, Geneva.

요시무라 가즈나리(2013), "일본하수도의 행방",「월간 Business i. ENECO」3월호.

[온라인 자료]

국가상수도정보시스템(2017) 수도시설 현황, http://www.waternow.go.kr/web/flctData?pMENUID=86, 검색일: 2017.10.5.

국가하수도정보시스템(2017) 하수도시설 현황, https://www.hasudoinfo.or.kr/hasu/hasuFacilitiesIntroList.do, 검색일자: 2017.5.8.

환경가치 종합정보시스템 EVIS, http://evis.kei.re.kr/Board.service?cmd=listExpand&gate_code=11, 검색일: 2017.10.23.

한국표준협회 홈페이지 KS검색 결과, http://www.kssn.net/stdks/ks_list.asp, 검색일자: 2017.10.9.

ISO 홈페이지, https://www.iso.org/committee/299764/x/catalogue/, 검색일: 2017.10.18.

[보도자료]

환경부 보도자료(2014.2.18), "환경부·국토부, 지방하천관리 함께 챙긴다".

환경부 보도자료(2015.3.11), "지반침하 대응, 노후 하수관로 정밀조사 일제 실시".

환경부 보도자료(2016.9.6), “하수도 악취 없는 도시 기대된다”.
환경부 보도자료(2016.12.9), “상하수도 운영·관리 종합 최우수 안양시, 우수 안동시”.
환경부 보도자료(2017.5.12), “지방상수도 현대화사업 본격화, 지자체 연간 501억 원 예산절감 효과 기대”.

부록

부록 Ⅰ. 투자사업 타당성평가 - 연구와 지침 사례

부록 Ⅱ. 물 서비스의 편익과 타당성평가

Ⅱ-1. 물 서비스의 편익

Ⅱ-2. 물 환경 서비스의 투자 타당성평가

부록 Ⅲ. 물 환경정책과 인프라 투자

Ⅲ-1. 물 환경정책의 변화와 발전

Ⅲ-2. 정책과 투자 의사결정 사례

부록 Ⅳ. 자산평가 및 자산관리

Ⅳ-1. 자산관리 장애가능성 및 장애비용 도출

Ⅳ-2. ISO 상하수도시설 자산관리 표준

Ⅳ-3. 상하수도시설 성능평가 프로그램

부록 Ⅴ. 우리나라 상하수도사업평가제도

부록 Ⅰ. 투자사업 타당성평가 - 연구와 지침 사례

상하수도사업의 투자 타당성은 공공 인프라적 특성과 계량화하기 힘든 평가 항목 등의 이유로 광범위한 부문에서의 연구와 지침이 요구된다. 기본적으로 정부 예산편성에 대한 예비타당성조사 지침에서 2003년부터 사용되고 있는 타당성평가방법론은 경제성 분석 외에도 정책적 분석 등을 고려한 AHP(분석적 계층화 기법)로서, AHP ≥ 0.5일 경우 사업시행이 바람직하다고 제시하고 있다.[87] 그러나 제도 도입 당시(1999)에는 경제성 분석인 비용편익분석에만 의해서 판단되었으며, 비용편익분석이 가장 기본이 되는 연구 방법론이므로 이부터 살펴볼 필요가 있다.

먼저 2003년 발간된 환경부의 「환경정책의 비용/편익분석 지침서」에서는 다양한 환경정책의 경제성평가를 시행하는 데 있어서 비용과 편익의 개념을 설정하고, 분석 방법을 제시하고 있다. 환경정책으로 인한 사회적 편익과 비용을 추정하는 경제학적 방법론과 모형을 설명하고, 분석 후 환경정책의 타당성을 평가하는 기준선 설정 방법에 대해서도 제시하고 있다. 이 연구에서는 댐 건설과 같은 인프라사업에 대해서도 편익 비용을 추정하여 실증사례로서 제시하고 있으나, 상하수도에 대하여는 따로 분석하지 않았다. 그러나 기본적으로 인프라사업을 포함한 다양한 환경정책에 모두 적용될 수 있는 비용과 편익 추정의 다양한 경제학적 개념과 방법론을 제시하고 있다는 데에서 참고할 만하다.

유럽연합이 2014년 발간한 「Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects」에서는 인프라사업에 대한 비용편익 기본적인 방법론을 제시하면서도 하수처리시설에 대해 비용과 편익을 산출한 실증 사례를 수행한 바 있다. 이 보고서에서는 유럽연합이 재정을 지원하는 사업에 대한 타당성을 평가하기 위해 비용편익 방법론에 대한 기본적 개념과 절차를 설명하고, 실증 분석의 한 사례로서 물과 하수처리시설에 대해 비용편익분석을 실시하였다. 사회·경제적 예측을 통한 물과 하수처리에 대한 수요 분석을 하고, 하수처리 네트워크 전략, 시설의 위치, 찌꺼기 관리, 하수처리 네트워크 갱신 등 정책적 대안별로 비용과 편익을 산출하였다. 이와 같은 예시는 국가적 대규모 사업에 대한 대안별 비교를 통해 거시적 계획을 세우고 평가하는 데에는 유용할 수 있으나 세부적 자료는 가정에 의존

87) 국토해양부(2012).

하는 경우가 많아 한계가 있다. 또한 기존 상하수도시설에 대한 세부적 대책이나 타당성을 평가하는 지침으로는 부족한 면이 있다.

상하수도 부문의 투자사업 타당성에 대한 연구에 해당될 수 있는 국내 사례에는 한국개발연구원의 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 연구」(2007)가 있다. 이 연구에서는 인구 추정 방법과 이를 바탕으로 한 하수처리시설의 수요를 추정하는 방법론, 비용 산정과 편익산정 방법도 제시하였다. 특히 편익산정을 위해 대체비용으로 계량화 가능한 편익에 대해서는 구체적인 산정방식을 제시하고 있으며, 계량화가 어려운 가치에 대해서는 CVM을 실시할 필요성을 지적하면서 편익이전 방식[88]을 권고하고 있다. 뿐만 아니라 민간사업의 특수성에 따른 적격성 조사 방법과 재정지원 비율의 적정성 등에 대해서도 설명하고 있다.

계량화가 어려운 가치에 대해 주목하여 물 환경 인프라시설 투자의 타당성에 대해 연구한 사례가 있다. 한국환경정책·평가연구원(2016)의 「사회적 투자수익률(SROI)를 고려한 물 환경 인프라시설 투자방향 연구」에서는 하수처리시설의 재무적 비용·편익 이외에 환경적, 사회적 비용·편익을 고려한 투자의 타당성 결정 방안을 제시하였다. 특히 실증 분석 사례로서 노후된 하수처리시설에 대한 재투자 문제의 대안을 여러 개를 상정하고, 대안별 경제적 비용 및 편익 외에 환경·사회적 비용 및 편익을 CVM과 같은 설문조사 방식으로 추정하여 종합 평가하였다. 대안을 비교한 결과 환경·사회적 비용과 편익을 고려한 경우와 고려하지 않은 비용편익분석결과가 다르게 나타날 수 있음을 제시하였다. 따라서 하수처리시설과 같이 사회적 갈등의 요소가 될 수 있는 시설은 특히 환경·사회적 비용·편익을 고려한 재투자 방향을 설정할 것을 권고하고 있다.

한편 지방행정연구원의 「투자사업 타당성조사 세부기준 마련 연구」(2013)에서는 지방재정의 특수성을 고려한 지방투자사업의 타당성조사 세부기준을 마련하였다. 기본적인 비용편익분석 방법은 동일하나 경제성 분석 외에도 정책적 분석을 종합하기 위한 방안으로 정부의 예비타당성평가 원칙으로 제시된 다기준분석방법론(AHP)을 사용하도록 권고하고 있다. 경제성 분석과 함께 지방재정 파급효과, 규모 타당성 등의 정책적 분석, 그리고 시급성과 지역낙후도, 지역 경제 파급효과 등의 지역균형발전 측면에서의 투자사업 적격 여부를 포함한 종합평가체계를 제시하였다. 여기에서 더 나아가 지방행정연구원은 환경시설에 초점을

88) CVM 및 편익이전 방법론에 대한 자세한 설명은 〈부록 Ⅱ-2〉 참조.

맞춘 타당성조사를 위한 지침 연구를 수행하였다.[89] 그러나 본 연구에서는 하수도 부문은 법령에 의한 필수시설로서 연구 대상에서 제외되었고, 광역상수도사업과 규모가 작은 상수도사업과 같이 심사 제외 대상이 아닌 지방상수도사업만을 대상으로 연구를 진행하였다. 정석적 비용편익분석 방법론을 따른 수요 추정에 따른 용수 공급 편익 도출과 경제성 분석 지침을 제시하고 있다.

이외에도 노후화된 상하수도 인프라의 정비사업에 대한 타당성을 평가한 사례가 있다. KDI는 2013년 「Rehabilitate 민간투자사업 타당성분석에 관한 세부요령 연구」에서 기존 시설에 대한 대책이 필요한 시점임을 지적하며, 시설 개선형(Rehabilitate) 사업이라는 개념을 제시하였다. 이는 기존 시설에 투자하여 기능을 회복하는 개념의 사업인데, 이와 같은 사업에 대하여 타당성을 평가하는 방법론을 제시하였다. 특히 민간투자형 사업을 평가하는 방식으로서 준거사업을 설정하고 타당성분석을 타당성판단, 민간투자 적격성판단, 민간투자 실행대안 구축으로 구분하여 타당성분석을 진행하였다. AHP 방법론을 바탕으로 한 기본적인 타당성조사체계와 비용편익분석 방법론 외에도 민간투자 적격성판단 등 R 사업의 특수성을 고려한 판단기준을 제시하고 있으며, 하수처리시설 개선사업 분석 사례의 예시도 들고 있다.

기획재정부가 2016년 발간한 「지방노후상수도 확충을 위한 재정지원체계 수립」[90]에서는 노후 상수도시설수요에 대한 재정지원의 타당성을 평가하였다. 이를 위해 상수도의 현황을 파악하고, 노후화 사례와 유형 분석, 지방재정 여건의 효율적 관리 측면에서 정비 필요성을 검토하였다. 노후도 평가를 위한 인자를 제시하고 직접 조사 및 내시경 조사를 통하여 노후도를 평가하며, 노후관 개량에 대한 투자계획 우선순위를 필요성, 시급성, 효율성을 기준으로 검토하여 선정하였다.

---

89) 지방행정연구원(2016).

90) 기획재정부(2016), 「지방노후상수도 확충을 위한 재정지원체계 수립」, 다양한 연구원이 연구에 참여한 가운데 본 내용은 타당성 평가에 대응하는 한국수자원공사의 연구임.

〈부록 표 Ⅰ-1〉 투자사업 타당성평가 - 연구와 지침 사례

연구	목적	주요 내용
환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 연구 (한국개발연구원, 2007)	환경분야 사업의 수요 및 비용, 경제적 타당성분석, 민간투자 적격성 조사 방법론 정립 및 지침 작성	- 물 환경 관련 인프라(차집관거 포함 하수처리장, 하수관로) 적격성조사 지침 작성 - 경제적 비용 외 환경·사회적 비용은 고려하지 않았고, 실제 사례를 대상으로 실증분석 수행은 이루어지지 않음
환경시설 및 에너지부문 타당성조사를 위한 지침 연구 (한국지방행정연구원, 2016)	환경시설 및 에너지 부문의 지방재정투자사업을 위한 지침개발	- 광역상수도사업과 규모(500억 미만)가 작은 마을상수도사업을 제외한 지방상수도사업과 공업용수도사업 대상 타당성조사 지침 개발 - 물 환경 분야(하수도, 하천·수자원분야)는 대상에서 제외되었으며, 기존 선행연구의 방법론 및 타당성조사 결과와 유사함
Guide to Cost - Benefit Analysis of Investment Projects (European Commission 2014)	유럽연합의 재정투자사업의 비용 - 편익분석 지침 개발	- 환경 분야 중 물 환경 분야에 해당하는 상하수도사업 투자에 대한 비용 - 편익분석 지침 개발 - 수요 분석, 옵션별 분석, 재정 분석, 경제성 분석 및 피해 평가 등으로 구성
지방상수도시설 노후도 실태평가 및 정비사업 타당성조사 (환경부, 2016)	지자체 고유업무인 지방상수도 정비사업의 국고지원 필요성, 구체적 지원방안 마련을 위한 사업 설계 및 타당성 검증	- 노후 지방상수도 현황 및 지자체 투자 현황 분석 - 국고지원체계 정립 - 환경부 수행 용역의 타당성 검증 - 추진단계에 따른 재정투자방안 도출 - 민자활용 가능성에 대한 개략 연구
지방노후상수도 확충을 위한 재정지원체계 수립 (기획재정부, 2016)	지방노후상수도 재정수요조사 및 재정지원체계 수립	- 지방노후 상수도시설수요분석 및 재정수요 조사 - 노후상수도 포괄보조금 도입방안 마련 - 지방노후상수도 확충을 위한 재정지원체계 수립

지금까지 다양한 연구가 진행되었음에도 불구하고 국내에서는 필수시설로 간주되어 상하수도 설치의 타당성 연구에 대한 필요성이 크지 않았으므로, 아직까지 상하수도에 대한 세밀한 타당성평가 지침이 부족한 실정이다. 특히 노후화된 인프라시설 문제가 심각해진 지금, 최근 들어서야 노후화 상하수도에 대한 연구가 시작되었으며 이에 대한 지침 개발은 시급한 시점이다. 뿐만 아니라 상하수도시설을 자산관리 측면에서 접근하여 투자 타당성에

대해 평가한 사례는 없는 것으로 보인다. 기존의 시설을 개선하는 사업에 대해 일일이 기존의 방식대로 비용·편익 추정을 하기에는 시간과 비용의 제약으로 무리가 있으며, 인프라 설비의 공학적인 원리에 의거한 합리적 판단이 불가능할 수 있다. 이에 따라 본 연구에서 진행한 자산관리 측면에서의 상하수도 투자사업 타당성평가가 의미가 있을 것으로 보인다.

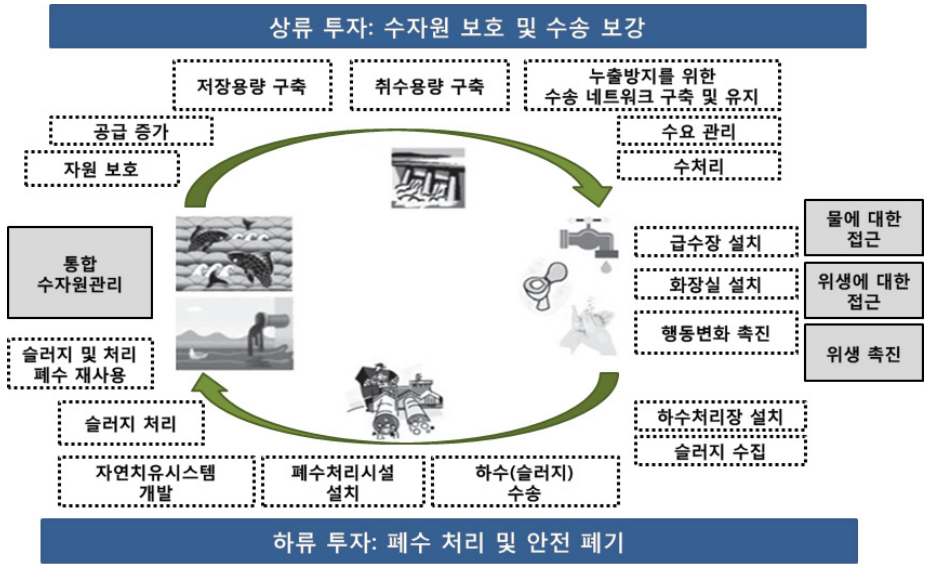
부록 II. 물 서비스의 편익과 타당성평가

물 인프라 서비스와 물 환경 서비스는 다양한 편익을 가져다주는데, 이러한 편익의 종류와 추정방법에 대해 알아보고, 물 환경 서비스에 대한 투자 타당성평가에 대해 알아본다.

II-1. 물 서비스의 편익

가. 물 인프라 서비스의 가치사슬

먹고 쓰는 물의 가치는 먹고 쓰는 물 관련 서비스의 편익으로 표현될 수 있으며, 이는 물의 직접적 이용에 의한 편익과 하·폐수의 처리에 의한 편익으로 구분할 수 있다. 물의 직접적 이용에 의한 편익은 도시의 물 공급, 관개, 산업이용 등에 의한 편익이 해당되며, 하·폐수처리에 의한 편익은 건강 및 환경편익, 수질개선에 의한 취수편익, 친수활동 등에 의한 편익이 해당된다.



자료: OECD(2011), p.31.

〈부록 그림 II-1〉 물 및 위생서비스 가치사슬

물(지하수 또는 지표수)을 보호, 수집, 취수하는 것에서부터 시작하여 소비자인 가정과 산업에 공급하고 배출된 폐수를 처리하고 안전하게 폐기하는 데 이르기까지의 물 및 위생 서비스의 가치사슬을 도출할 수 있다. 통합 물 관리를 통한 수자원 및 위생 서비스에 대한 접근성을 제고하는 것은 상류 투자이며, 폐수처리시스템을 통한 공공위생 촉진 서비스를 제공하는 것은 하류 투자에 가깝다. 상·하류가 순환되는 가치사슬의 연계성을 보면 두 부문의 투자가 모두 중요함을 알 수 있다(부록 그림 Ⅱ-1 참조).

나. 물 인프라 서비스의 편익

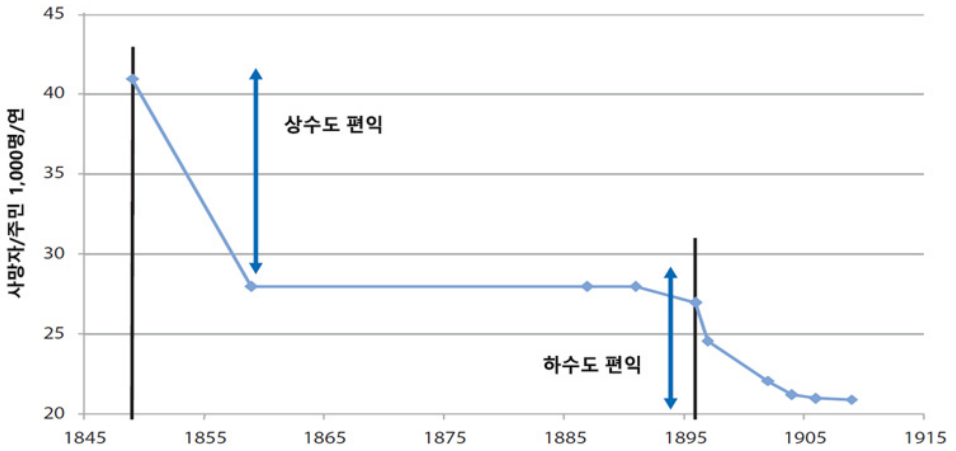
이러한 지속가능한 물 서비스를 제공하는데 필요한 투자 및 사업을 수행함으로써 건강, 환경, 경제적 및 기타 무형의 편익을 얻을 수 있다(부록 표 Ⅱ-1 참조). 이 중에서도 물과 위생시설에 대한 투자가 사망률의 감소와 같은 건강 편익으로 직접적으로 연결됨을 보여주는 하나의 사례를 〈부록 그림 Ⅱ-2〉가 보여 주고 있다. 프랑스의 마르세유는 1834년 대재앙이었던 가뭄을 겪고 난 후 운하를 1848년 운하를 준공함으로써 물 공급을 급격히 증가시켰고, 이로 인해 사망률이 급격히 감소하였다. 그러나 이 조치로도 다른 프랑스 도시에 비해 높은 사망률은 해결할 수가 없었는데, 이후 하수도시설을 설치하여 개별 가구에 연결함으로써 이 문제는 해결될 수 있었다. 이와 같이 물, 위생시설과 위생(WASH: water, sanitation and hygiene) 상태가 좋지 않을 경우 물로 매개되는 수많은 예방가능한 질병을 야기시킬 수 있음이 이제는 널리 알려져 있다.

〈부록 표 Ⅱ-2〉에서와 같이 여러 연구에서 여가활동을 위한 물의 수질향상으로 인한 건강 편익에 대해 추정결과를 발표하였는데, 영국에서는 여가용 물의 수질개선을 통해 25%의 질병이 감소할 경우 119억 파운드, 100% 감소할 경우 228억 파운드의 건강 편익이 발생할 것으로 추정하였다.

〈부록 표 II-1〉 물 관련 서비스 편익

구분		편익	내용
안전한 물과 위생에의 접근 제공	안전한 물에 대한 접근	건강 편익	- 수인성 질병 발생 감소
	위생에의 접근	경제적 편익	- 생산적 활동을 위한 시간 절약 - 생산성 증가 / 대처비용 감소 - 쾌적성 개선에 따른 관광업 영향
	폐수의 배제와 이송	기타 편익	- 청결성, 위엄, 자존감 증가 - 교육활동 등 증가
폐수처리 하류 투자	폐수처리	건강 편익	- 위락용수 질 개선 등으로부터의 추가적 건강 편익
		환경적 편익	- 부영양화 감소
		경제적 편익	- 하류에서의 전처리비용 감소 - 어류 및 수경재배 보호 - 관광활동 증진 - 관개를 위한 물 공급 증가
		기타 편익	- 쾌적성 개선 - 재산가치 증가
지속가능한 물 관리를 위한 상류 투자	물 자원 보호	환경적 편익	- 가용한 자원에의 압력감소 및 하천 흐름 개선 - 경제적 활동(농업, 수력발전)을 위한 물 사용에의 환경적 영향
	공급 증대와 보장	경제적 편익	- 수중 전처리비용 감소 - 생산공정에 대한 지속적(비차단) 공급 - 비신뢰적 물 공급에 대한 대처비용 감소 - 설비의 소규모화 - 담수화 필요 감소
	수요관리	기타 편익	- 신뢰적 물 공급에 따른 삶의 질 증가 - 간접적 편익: 댐이나 저수지에서의 위락 행위

자료: OECD(2011), pp.32-33.



자료: AESN(2007); OECD(2011), p.44에서 재인용.

〈부록 그림 II-2〉 상하수도 투자가 사망률에 미치는 영향(프랑스 마르세유)

〈부록 표 II-2〉 레크리에이션 용수의 수질개선에 따른 건강 편익 가치 평가

평가 시나리오	연구	정책의 편익 / inaction 비용
레크리에이션 용수의 수질개선에 따른 건강 편익 (영국 남서 스코틀랜드)	Haley et al.(2003)	GBP 1.3백만/년
Brest harbour에서 레크리에이션 용수의 수질개선에 따른 건강 편익 (프랑스)	Le Goffe(1995)	EUR 33.23/가구·년
영국에서 레크리에이션 용수의 수질개선에 따른 건강 편익	Georgiou et al.(2005)	25% 질병감소: GBP 119억 100% 질병감소: GBP 228억 (25년간)
네덜란드에서 레크리에이션 용수의 수질개선에 따른 건강 편익	Brouwer and Bronda(2005)	EUR 24억(20년간)

자료: OECD(2011), p.65.

물에 대한 투자는 건강 외에도 경제적 편익을 발생시킬 수 있다. Prüss-Ürstün 외(2008)는 물과 위생 부문의 새천년 개발 목표(MDGs)를 달성 시에 발생할 수 있는 편익을 추정하여 이로 인한 기대 편익 중 시간 절약으로 인한 편익이 총 편익인 84억 달러 중에 63억 달러를 차지하는 것으로 분석하였다. 뿐만 아니라, 다른 경제적 부문으로 물 공급 측면에서 보면 하수처리는 하류지역 물 사용자들의 전처리(pre-treatment) 비용을 감소시키는 결과를 가져온다. 거주지역이 밀집된 지역의 경우, 폐수 방류 지점은 보통 다른 지역의 물 유입지점이 되기도 하는데, 이렇게 물이 재사용되려 할 때 하수가 제대로 처리되지 않았다면 전처리비용이 높을 것이다. 또한 부영양화로 물의 공급에 차질을 빚어 경제적 손실을 입힐 수도 있다.

또 다른 영향으로는 산업 부문에의 영향이 있다. 물은 희석, 냉각, 세정 등 다양한 산업적 목적에 사용된다. 이때 하수가 처리되지 않은 상태라면 적절한 방식으로 전처리되어야 하므로, 하수처리는 이 비용을 줄이도록 할 수 있다. 그러나 하수처리로 인한 산업 부문에서의 편익은 측정되기 쉽지 않은데, 이는 산업 관계자들이 덜 오염된 상류 지역의 물을 끌어와 사용하려는 경우가 있기 때문이다. 이때 이 행위가 추가적인 비용을 유발한다면, 회피비용의 형태로 하수처리 편익이 측정될 수 있다.

그 외에도 하수처리가 잘 이루어지지 않을 경우 낚시 비용 증가 및 생선값 상승, 양식업 타격으로 인한 손해, 관광업에의 타격이 있을 수 있다. 뿐만 아니라 하수처리가 제대로 이루어지지 않을 경우 동물의 섭취 또는 관개에도 부적합한 물이 될 수 있기에, 농업 부문에도 영향을 줄 수 있다. 그 외에도 미적인 가치, 여가활동의 가치 등도 편익으로 고려될 수 있다. 또, 간접적인 영향으로 지적되는 부문은 에너지 생산에서의 하수처리의 영향이다. 하수처리 과정에서 유기고형물이 생산될 수 있으며 이는 혐기성 소화 중에 바이오가스를 발생시킨다. 이 경우에는 전기 생산도 가능할 수 있는데, 이것이 편익으로 측정될 수 있을 것이다.

이러한 편익의 유형에 따라 나뉜 편익을 전체로 합쳐 나타낸 해외 사례로서 처리되지 않은 폐수배출로 인한 Bogota 강 오염의 경제적 영향을 추정한 사례가 있다. 〈부록 표 Ⅱ-3〉은 6개 부문(토지 가치, 농업 생산, 도시 공공 서비스, 직접 노출 인구의 건강, 하천과 호소 침전물, 어업)에 대해 폐수배출로 인한 Bogota 강 오염의 경제적 영향을 추정한 연구 결과를 보여 준다. 추정결과 토지 가치에의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 총 가치는 연간 1억 1,100만 달러로 나타났다.

〈부록 표 II-3〉 처리되지 않은 폐수배출로 인한 Bogota 강 오염의 경제적 영향(inaction 비용)

영향의 유형	영향 크기	비율
- 토지 가치에의 영향 · 나쁜 냄새의 감소, 지하수 수질개선, 수질오염 통제와 연관된 다른 효과들	USD 61백만/년	54%
- 농업 생산에의 영향 · 오염된 하천수를 사용한 관개 식량생산의 품질에 상당한 악영향을 미침	USD 35백만/년	32%
- 도시 공공 서비스에의 영향 · 하천수질의 개선으로 물 공급시스템에서 하천수를 수원으로 사용할 수 있게 됨. 편익은 물 공급시스템이 물을 획득하는 비용의 감소, 대체수원이 없는 공동체의 할당 및 처리비용의 감소 등임	USD 9백만/년	8%
- 직접 노출 인구의 건강 영향 · 하천 인접 거주자 등은 수질오염에 노출: ⅰ) 처리되지 않은 물의 소비, ⅱ) 오염된 관개용수로 생산된 식량이나 축산물의 소비, ⅲ) 레크리에이션, 수영 혹은 노동활동에서의 직접 물리적 접촉, ⅳ) 오염된 물에서 번식한 파리, 모기에 의한 병원성 미생물 옮김	USD 4백만/년	4%
- 하천과 호소 침전물의 영향 · 하천과 호소 준설비용의 증가, 점진적 퇴적에 의한 하상 돋움에 의해 하천으로의 자연적 배수를 방해. 이는 하천변의 제방 건설 필요 또한 가져옴	USD 1백만/년	1%
- 어업에의 영향 · 과거 Bogota 강과 지류에는 물고기가 풍부. 오염의 증가와 함께 하천의 중·하류로부터 물고기가 사라졌으며, 지금은 오염으로부터 자유로운 높고 물살이 거센 부분과 몇몇 저수지와 석호에서만 발견됨	USD 1백만/년 조금 못미침	1%
총액	USD 111백만/년	100%

자료: OECD(2011), p.76.

II-2. 물 환경 서비스의 투자 타당성평가

본 절에서는 물 환경 서비스 사업 대상에 대해 알아보고, 이에 대한 타당성·효과성 분석 방법과 필요성을 알아보고자 한다.

가. 물 환경 서비스 사업 투자 대상

물 환경 서비스 사업은 생태적 복원이나 수질개선과 같이 생태계 서비스에 대한 투자를 포함하는 개념이다. 국민들의 생활수준 향상으로 여가를 즐기고자 하는 수요가 높아짐에 따라 도시지역을 비롯하여 주거지 주변의 하천생태와 같은 물 환경과 관련한 서비스 공간 확충에 대한 요구가 증가하게 되었다. 이에 따라 물 수요자들의 여건 만족과 훼손된 수생태계의 건강성 회복을 목적으로 국토교통부와 환경부는 국가·지방하천 정비 및 생태하천 복원사업과 같은 물 환경 서비스 시설·투자사업을 추진하고 있다. 생태하천 복원사업 외에도 물 환경 서비스 사업 투자로서 비점오염 저감사업과 수생태 환경기초시설, 수처리기술진단 및 환경시설 기술 지원, 새만금 간척 등과 같은 사업들이 국민요구에 맞춰 정부기관 및 산하 공기업 주관으로 추진되고 있다.

〈부록 표 Ⅱ-4〉는 정부의 물 환경 서비스 시설·투자사업 지원 항목을 나타낸다. 현재 물 환경 시설·투자사업 중 하나인 생태하천 복원사업의 지원대상은 하천의 수질개선 및 생태적 복원을 주목적으로 하는 사업으로, 수질 정화 및 비점오염원 차단시설 설치, 생태계 회복을 위한 시설 등에 해당하는 사업비가 전체 사업비의 50% 이상을 차지하는 경우 「생태하천 복원사업 업무처리지침 제7차 개정(2014)」에 따라 지원하도록 규정되어 있다. 뿐만 아니라 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제19조 2(수질 및 수생태계 보전조치 권고)에 따라 수질 및 수생태계 보전을 위한 필요한 조치와 이를 이행하는 데 드는 비용 일부를 지원할 수 있으며 더 나아가 관련 사업에 소요되는 경비를 국고 보조 받을 수 있도록 명시하였다. 이외에도 물 환경과 관련한 예산 지원은 「환경정책기본법」 제55조, 「보조금 관리에 관한 법률」 제9조 등에서 확인할 수 있다.

〈부록 표 II-4〉 생태하천 복원사업 업무처리지침에 근거한 지원대상

구분	세부내역
지원대상	- 『하천기본계획』에 따란 이·치수적 안정성이 확보된 하천 구간 또는 하천 정비를 필요로 하지 않는 구간에서 수질개선 및 생태적 복원이 주목적인 하천 - 수질개선 및 생태적 복원을 주목적으로 하는 사업이란, 하천법 제2조 제2호에 따른 하천구역 내에서 다음 각호에 해당하는 사업비가 전체 사업비의 50% 이상을 차지하는 경우를 말함 · 물리·화학적 및 생태학적 수질정화 · 하천변에 매설된 오·폐수 차집관로의 신설 및 개선 · 비점오염원의 유입을 차단하기 위한 시설 · 생태이동통로의 조서 및 개선 · 하천 내 생물서식공간 확보 · 수질개선 또는 생태계 회복을 위해 필요한 하수재이용시설 등 관련시설

자료: 한성민 외(2016), 「용봉천 생태하천 복원사업 예비타당성조사」, p.13.

최근 물 환경 서비스와 관련된 시설 투자사업은 지역 경제 성장의 새로운 동력으로 떠오르고 있다. 해외에서는 하천 주변의 공간을 재정비 하면서 새로운 산업을 유치하고, 쇠퇴한 지역을 재정비하는 등 지역 발전의 거점으로 활용하고 있으며, 지역 여건에 따라 수변주거공간, 친수형 문화 업무공간, 건강여가공간 등을 조성하여 매력적인 공간으로 재활용하는 사례가 증가하고 있다.[91] 공공재원이 투입되는 만큼 국민들의 요구사항이 관철되어야 하겠으나 무엇보다 물 환경의 특성을 고려한 계획을 세우는 것이 우선되어야 한다. 지나친 주민 요구사항이나 지자체장의 의지에 따라 사업이 진행될 경우 사업 목적이 명확하지 않고 획일화된 계획만 추진될 우려가 있기 때문이다.

나. 타당성분석 방법 - 비용편익분석

이러한 물 환경 서비스 시설·투자사업들은 공공 재원이 투입되기 때문에 사업시행 전 타당성분석이 진행되어야 한다. 이를 위해 주로 사용되는 방법은 비용편익분석(Cost-Benefit Analysis, CBA)인데, 이러한 비용 및 편익을 추정하는 방법론으로는 다양한 방법론이 소개 및 개발되고 있다(부록 표 Ⅱ-5 참조). 가장 기본적인 방법으로는 시장가격을 관찰할 수

91) 차주영, 이상민(2013), 「지역활성화를 위한 지방하천 정비사업 개선방향 연구」, p.2.

있다면 그대로 가져오는 것인데, 하천복원이나 비점오염저감사업 등은 일반적으로 시장에서 거래되는 상품이 아닌 비시장재로 분류되는 환경재이기에 시장에서 자료를 얻는 것은 한계가 있다. 이 경우 어떤 상황을 회피하려고 지출하는 비용을 추출하는 등 간접적으로 가치를 추출할 수 있는 간접 현시 선호 방식으로 가치를 추정하거나, 이밖에도 설문조사와 같은 방식으로 가치를 추정하는 직접진술선호의 방식이 많이 사용되고 있다.

간접 현시 선호 방식에서는 여행비용법(Travel Cost)이 많이 사용되는데, 이는 생태하천복원사업과 같이 수질 혹은 환경을 개선하는 사업이 완료 후 방문객 증가가 기대되는 경우 주로 쓰이는 방법론이다. 해당 지역의 방문객들에게 방문객의 주거지, 방문횟수, 방문목적, 방문기간, 1회 방문 비용 등과 같은 방문과 관련된 정보를 수집하여 방문수요함수를 도출해 해당 지역의 경제적 편익을 도출하는 기법으로 비시장 가치에 대한 타당성을 판단하는 방법으로 사용된다.[92]

직접진술선호 방식 중에서는 CVM이 적용 절차 등이 상당부분 표준화되어 있어 하천복원사업 등과 같은 사업의 시행 전에 타당성평가로 많이 사용되었다. 이는 가상적인 상황에 대하여 사용자에게 지불의사액을 직접 물어보는 형식의 방법론이다. 기타 방법으로 편익이전 등의 방법이 있는데, 편익이전이란 이전에 추정된 가치를 다른 상황이나 환경에 이전하여 사용하는 것을 말한다. 편익이전에는 단위가치 직접이전(simple unit value transfer)과 가치함수이전(value function transfer)이 있다. 즉, 직접이전은 기존의 연구에 도출된 환경재화 및 서비스의 단위별 가치를 정책대상지에 그대로 옮겨오는 것을 말한다. 반면 가치함수이전이란 기존의 연구에서 추정된 함수를 그대로 이전하거나 또는 여러 연구를 대상으로 메타회귀분석을 통해 도출된 가치 함수를 이전하는 방식이다. 이러한 방식은 기존의 방법론의 복잡성과 시간·비용적 제약을 넘어 비교적 쉽게 사업 평가에 적용하고자 하는 방법이다.

92) 이윤 외(2015), “생태하천복원사업 전후 경제적 가치 비교분석”.

〈부록 표 II-5〉 환경편익 추정 기법

평가방법		내용
현시 선호	시장가격법 (market price)	시장에서 직접 관찰되는 상품의 가격을 이용하는 방법
간접 현시 선호	회피행동/비용법 (averting behavior/cost)	환경변화에 따라 생산요소를 대체하게 됨으로써 오는 지출의 변화를 이용
	여행비용법 (travel cost)	특정서비스에 대한 방문수요에 근거하여 서비스의 가치를 평가. 방문횟수와 방문에 소요되는 비용정보를 통해 여행수요함수를 추정하여 여행하기 위한 WTP의 근사 값을 도출함으로써 가치를 측정
	헤도닉 가격법 (hedonic pricing)	하나의 특성을 제외한 다른 부분에서 동일한 두 재화의 시장가격이 다를 경우 그 가격 차이는 특성의 차이가 가지는 가치를 반영. 다양한 시장정보를 이용하여 헤도닉 가격함수를 추정함으로써 대상 환경재화의 가치를 간접적으로 추정
직접진술선호	조건부가치평가법 (contingent valuation)	특정 환경재화와 관련된 가상 시나리오를 기반으로 개인들로부터 환경재화에 대한 WTP를 직접적으로 도출
	컨조인트 분석 (conjoing analysis)	
기타	대체비용법 (replacement cost)	환경서비스를 인공자본으로 대체할 경우 소요되는 비용을 역으로 환경가치로 간주
	편익이전 (benefit transfer)	기존의 다른 연구에서 추정된 가치를 연구대상의 성격에 맞추어 차용
	물리적 연계	환경적 관계를 수식으로 표현하여 추정

자료: 안소은, 윤정호, 배두현(2009) 재구성.

다. 물 환경 서비스 사업에 대한 타당성평가의 필요성

물 환경 특성을 고려한 계획을 세우기 위해서는 물 환경 서비스 사업에 대한 타당성평가가 필요하다. 다양한 영역의 서비스 시설 및 사업 투자의 타당성분석에 기본적으로 적용되는 방법인 비용편익분석의 경우, 사전 평가(ex-ante) 와 사후 평가(ex-post)가 있는데, 둘 모두 각각의 특성과 필요성이 있다.

1) 사전(ex-ante) 평가의 필요성

현재 물 환경 서비스 시설·투자사업 중 환경부가 소관한 생태하천 복원사업은 직강화된 하천이나 콘크리트 둔치 등 인공구조물 설치로 수질 및 생태계 등이 훼손된 하천을 자연상태에 가깝고 건강하게 복원하는 것을 목적으로 한다. 1987년부터 2014년까지 1,672개 하천을 대상으로 국비 1조 8,755억 원, 지방비 1조 597억 원으로 약 3조 원에 가까운 예산이 투입되었다. 2014년에는 162개 하천에 약 4,000억 원 투자되었고, 「지방하천 정비사업 및 생태 하천 복원 사업 의 효율적 추진 지침」에 따라 환경부는 하천자연도 4~5등급인 오염하천을 중심으로 지속가능성 원칙에 따른 생물종과 생태계 복원 중심의 사업을 계획하고 있다.

국토교통부가 추진하는 물 환경 서비스 시설·투자사업 중 하나인 지방하천 정비사업은 이·치수 기능 위주로 관리되었던 지방하천사업을 환경·문화를 함께 고려해 장마나 홍수와 같은 수해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 자연친화적인 하천공간을 조성하는 것을 목적으로 한다. 2011년부터 2014년까지 국토교통부가 추진한 지방하천 정비사업에는 총 2,097건의 사업에 2조 9,598억 원의 예산이 투입되었다. 이·치수 기능을 중심으로 하는 하천재해예방 사업에 가장 많은 예산인 약 2조 원이 투입되었으며, 생태하천 복원 및 친수환경 조성에 관련된 사업들에도 3,136억 원, 6,234억 원의 예산이 투입된 것으로 조사되었다.

이러한 사업 추진은 수생태계 복원과 주민 휴식 공간 확대, 환경과 개발이 상생하며 지속가능한 지역 환경을 조성하는 등의 기대 효과가 크지만 무분별한 사업 추진은 재정·행정적 낭비도 우려된다. 상기 언급한 하천 복원 사업은 환경부와 국토교통부가 다른 이름으로 사업을 추진하고는 있으나 하천 및 수생태계 복원 목적과 유사한 사업공정 등으로 중복 및 과잉투자 논란이 지적되었었다. 이에 두 부처는 지방하천관리의 효율성 제고를 위해 2014년 2월 「지방하천 정비사업 및 생태하천 복원사업의 효율적 추진지침」을 공동 제정해 부처간 사업의 범위를 구분하여 시행하고 있으나 논란은 지속되고 있다.[93]

또한 물 환경 서비스 시설·투자 관련 사업들은 수생태계의 지형 및 수리·수문, 유역적 특성, 훼손 원인 등을 통합적으로 고려하여 추진하지 않았다는 비판과 함께 복원 필요성에

93) 환경부 보도자료(2014.2.18), "환경부·국토부, 지방하천관리 함께 챙긴다".

대한 평가방법이나 견해가 부처별 혹은 연구자 전문 분야에 따라 다르다는 문제가 지적되어 왔다. 따라서 하천의 특성이 고려되고 사회적으로 합의된 수준의 공평한 서비스가 공급될 수 있는 기준이 필요하다. 특히 하천생태계의 경우 주변 지류나 육지 등의 다른 생태계와 상호관계가 매우 높아 유량 확보나 이용행태, 수체의 특성 및 재해 위험도 등을 전반적으로 고려해야 하지만 이에 적절한 사전 진단 및 평가에 대한 연구는 부족한 실정이다.

환경재를 대상으로 사업시행 전 편익 추정에 대한 국내 선행연구들을 살펴보면 서울시정개발연구원(2003)에서 컨조인트분석을 통해 청계천 복원 사업의 편익을 추정하였으며, 25년의 분석기간 동안 총 3조 3,000여억 원의 편익이 발생한다고 분석하였다. 이영성(2005)은 청계천복원 사업에 따른 편익과 경제적 효과를 연구하였는데, 서울시민을 대상으로 선택모형법을 통해 청계천 환경개선편익을 추정하였다. 청계천복원사업으로 개선된 환경에 경제적 가치를 서울시민들은 한가구당 매년 10만 3,309원으로 평가하였다. 유승훈, 한종호, 박성휘(2009)는 안성천 생태하천 복원에 대한 경제적 편익을 안성시 200가구를 대상으로 CVM을 이용해 분석하였고 생태하천 복원 시 연간 9억 8,600만 원에서 14억 5,200만 원의 편익이 발생한다고 제시하였다. 임윤택, 이재영(2005)은 대전천을 대상으로 대전 시민들의 경제적 가치를 추정하기 위해 CVM 방법론을 통해 가구당 연간 4,441원의 지불의사액(편익)을 추정하였으며 이는 연간 약 22억 5,814만 원의 편익을 발생하는 것으로 나타났다. 엄영숙 외(2001)는 새만금 간척사업과 아울러 만경강 가꾸기 사업에 대해서 만경강 유역 주민들을 대상으로 만경강의 방문의도와 방문에 대한 지불의사를 조사하였으며, 만경강 수변 휴식공간 이용에 따른 편익가치는 평균 3,810~3,820원으로 분석되었다. 구윤모, 강형식, 이미숙(2014)은 홍천강 복원의 경제적 가치를 추정하였으며 기존 연구와는 달리 비인접 지역까지 조사 대상으로 삼아 전국 수준의 편익 추정을 시도하였고 5년간의 총 편익은 조사기준으로 976억 원에서 2,163억 원으로 추정하였다.

엄영숙, 이광석(2006)은 여행비용법을 적용하여 새만금간척사업지와 변산반도 국립공원의 방문 수요함수를 도출하였고 도출된 수요함수를 통해 자연환경자원의 사용가치를 측정하였다. 한상현(2006)은 가설적 여행비용법을 활용하여 하회마을을 대상으로 우리나라 대표 역사경관의 질이 변화할 경우 자원가치와 소비자의 수요가 어떻게 변하는지 실증적으로 분석하였다. 엄영숙(2008)은 새만금간척지의 완성시 영향을 받을 변산반도 국립공원의 방

문자들을 대상으로 방문수요함수와 여가시간에 대한 가치를 추정하였다. 방문자들이 변산반도를 1회 방문할 때 여가시간 가치 결합 여부에 따라 3만 1,500원과 5만 6,700원으로 도출되었다. 송운강, 이혜진(2007)은 개인여행비용법을 적용하여 평창 효석문화제의 방문자 편익을 추정하였으며 추정결과 경제적 가치는 약 70억 원으로 추정되었다.

물 환경 서비스 시설·투자사업을 추진 시에는 수생태계 건강성 회복과 수질개선 등 물 환경 복원효과가 극대화될 수 있도록 사업계획을 수립하여야 한다. 이를 위해서는 사전타당성검토가 반드시 필요하며 환경재와 같은 비시장 재화의 타당성검토는 앞서 언급한 다양한 방법론으로 접근할 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 사업 목적을 명확히 해야 하며, 물 환경 고유의 특성을 고려한 다양한 복원 및 투자계획이 수립되어야 한다. 지역적, 문화적, 생태적 특성을 고려하지 않은 과학적이지 못한 사업 추진은 획일화된 서비스만 양산될 뿐이다. 아울러 사업 완료 이후 서비스 시설의 유지관리를 위한 시스템을 확립하여 투자된 서비스에 대한 편익 효과를 지속할 수 있도록 해야 한다.

2) 사후(ex-post) 평가의 필요성

사후 평가(ex-post)는 물 환경 서비스 시설 및 사업 투자의 타당성뿐만 아니라 실행과 종료 이후에 그 사업의 실제 순수 효과를 측정하는데 유용하다. 원칙적으로 사후 비용편익 분석은 사전 분석에서 이용되는 예측된 데이터가 아닌 실제 데이터가 반드시 적용되어야 한다.[94]

지역별 물 환경 보호 및 향상을 위한 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 효과에 대해서는 여전히 논쟁 중에 있다. 또한 지역별 물 환경 보호 및 향상과 물 환경 서비스 시설·사업 투자와의 긍정적인 연결을 확인하는 실증적 연구도 전무하다. 물 환경 서비스 시설·사업 투자가 물 환경 보호 및 향상에 장기적으로 실제 기여하는 것이 무엇이고, 이를 실제적으로 검증하기 위한 조건들은 무엇인지를 이해하기 위하여 물 환경 서비스 시설·사업 투자에 대한 철저한 평가는 실제 기여도와 검증 조건과 관련된 매우 유용한 정보를 제공할 수 있다.[95]

---

94) Florio and Vignetti(2013), "The Use of Ex Post Cost-benefit Analysis to Assess The Long-term Effects of Major Infrastructure".

95) Florio and Vignetti(2013).

사후 평가는 물 환경 서비스 시설·사업의 세밀한 리뷰를 통해 이 사업의 효율성 및 효과 그리고 물 환경 영역에서의 영향을 분석한다. 최근 유럽(European Commission)에서도 비용편익분석 틀 안에서 물 환경 서비스 시설·사업을 포함한 국가 기반시설 투자에 대한 사후 평가가 강화되고 있다. 유럽 위원회(European Commission)는 그리스, 이탈리아, 스페인 그리고 아일랜드에서 실시된 물 환경 서비스 시설·사업 투자를 포함한 10개의 사회(공공) 기반시설 건설프로젝트(1994년부터 1999년까지 100억 유로 이상 투자)들의 세밀한 사례연구로부터 교훈을 얻고자 하는 사후 분석을 실시하였다. 이 평가연구는 다양한 프로젝트들에 의해 만들어진 효과들의 형태, 영향력, 프로젝트의 성공 또는 실패 뒤에 있는 메커니즘을 알아내기 위하여 시도되었다. 이 연구에서 다루는 프로젝트의 영향력 범위(규모)는 직접적인 성장효과, 경제 성장의 내생적 동력(endogenous dynamics)과 제도적 질의 변화, 사회·영토적 융합, 환경에 대한 영향, 사회적 만족(행복) 등을 포함한다.[96]

사후 CB 분석은 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 주요 목적인 효율성(effectiveness)을 평가함으로써 프로젝트의 투명성(transparency)과 사업 실행의 책임감(accountability)을 증가시킬 뿐만 아니라 연구자와 의사결정자에게 학습 메커니즘(learning mechanism)을 제공할 수 있다. 또한 사후 CB 분석의 결과는 미래 유사한 프로젝트들의 사전 CB 분석에 반영될 수 있다. 예를 들면, 프로젝트의 낙관론적 편의(optimism bias)를 줄이고 관련된 프로젝트의 평가 기준에 대한 체계적인 조합을 제공할 수 있다.[97]

---

96) European Commission(2005), *Ex Post Evaluation of a Sample of Projects Co-Financed by the Cohesion Fund (1993-2002)*; EVA-TREN(2007), 「*Deliverable 1: Evaluating the State-of-the-Art in Investment for Transport and Energy Networks, Policy-Oriented Research in the Framework of the Sixth Framework Programme 2002-06.*

97) Boardman et al.(2006), *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice.*

〈부록 표 II-6〉 물 환경 서비스 사업 비용편익분석의 시기와 범위

CBA 범위	사전(ex-ante) CBA	사후 (ex-post) CBA
자원 배분(resource allocation)	***	-
영향평가(measure impacts)	-	***
정책 학습(policy learning)	-	**
책임감(Accountability)	-	**
미래 사전 분석에 관한 피드백(Feedback on future ex-ante)	-	*

주: ***CB 분석이 가장 잘 평가할 수 있는 범위
자료: Boardman et al.(2006).

라. 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 사후 타당성·효과성 평가 항목

앞서 언급하였듯이, 2007년 이후로 다양한 물 환경 서비스 시설·사업에 적지 않은 재원이 투자되어 왔고 앞으로도 이러한 사업들에 대한 투자수요는 증가할 것으로 예상된다. 향후 물 환경 서비스 시설·사업의 투자 여부를 결정하기 위해서는 현재까지 진행되어 온 사업들의 타당성·효과성 평가가 필요하다. 다시 말해, 완료된 물 환경 서비스 시설·투자사업에 대해서도 사후적으로 경제적 타당성을 평가하여 불필요한 공적 예산이 투입되었던 것은 아닌지를 검토해야 한다. 사후적인 경제적 타당성을 확보한다면 물 환경 서비스 시설·사업 투자는 바람직한 것으로 볼 수 있지만, 사후적인 경제적 타당성을 확보하지 못한다면 그 원인은 무엇인지를 파악하여 원인을 개선하기 위한 조치를 마련하면서 추가적인 물 환경 서비스 시설·투자사업 수행 시 교훈으로 삼아야 한다. 이러한 경제적 타당성분석은 물 환경 서비스 시설·투자사업에 소요된 비용과 발생한 편익의 비교를 통해 이뤄진다. 이때 비용정보는 비교적 쉽게 구할 수 있는 반면에, 편익정보는 보다 복잡한 추정이 필요하다.[98]

물 환경 서비스 시설·사업 투자의 편익 추정 항목은 물 환경의 보전 및 향상된 가치로 표현될 수 있다. 환경용수의 직·간접적인 이용에 의한 편익(사용가치)과 생태계(생물다양성), 하천유지(경관, 휴식), 수질(오염정화 및 조절) 등 물 환경 향상으로부터의 편익(비사용

98) 임슬예, 유승훈(2015), "생태하천 복원사업의 경제적 편익 분석: 남양천 및 유구천을 중심으로".

가치)으로 구분할 수 있다(부록 표 II-7 참조).

〈부록 표 II-7〉 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 편익 항목(생태하천복원 사업을 중심으로)

항목		내용	편익
용수이용		하천의 물을 이용하여 생활/공업/농업용수로 이용 레크레이션	수질이 향상된 물을 직·간접적으로 이용하는 사용가치와 서식처(수변환경), 생물다양성 등 수생태계건강성 보전 및 증진으로부터 얻는 간접가치를 포함하는 환경적, 경제적, 건강 편익 모두 제공
하천 유지	하천의 자연성	이수, 치수를 포함한 하천의 환경 향상 경관, 운동, 휴식을 위한 공간 제공	
생태계 건강성 증진	서식처 개선 생물다양성 증진 서식수변환경 개선	식생자연도, 생물다양성 보존(부착조류, 저서성대형 무척추동물, 어류 등), 교육, 문화	
수질개선		수질정화작용 및 오염조절능력의 가치	

자료: 환경부(2014a), 「지속가능한 생태하천복원사업을 위한 사후관리 및 평가 연구」.

마. 물 환경 서비스 시설·사업 투자의 사후(ex-post) 타당성·효과성 평가 고려사항

물 환경 서비스 시설·투자사업에 대한 사업 투자 대한 경제성 분석을 수행함에 있어 편익에 대한 가치를 정확히 산정해 내는 일은 쉽지 않은 작업이다. 일반적인 재화의 가치는 시장거래 정보에 나와 있는 가격을 이용하여 해당 재화에 대한 가치를 평가할 수 있으나 물 환경 서비스 부문에서 중점이 되는 환경재와 같은 비시장재화의 경우 가치 측정방법에 대해 연구자에 견해에 따라 다양한 접근방법이 있을 수 있다.[99] 따라서 본 사업에 의한 영향으로 발생되는 환경재화의 가치를 평가하기 위해서는 편익을 제대로 이해하고 방법론을 선택하여 측정해야 한다.

한국개발연구원 공공투자관리센터에서는 2011년 수행한 「환경 분야 편익산정방안에 관한 연구」를 통해 국내의 물 환경 인프라 사업에서의 편익산정의 지침을 마련하였다.[100] 편익의 측정 방법은 물 환경 시설·투자사업 시행여부에 따라 관련된 재화/서비스가 얼마나

99) 환경부(2014a).
100) 김정욱 외(2011), 「환경분야 편익산정방안에 관한 연구」, 한국개발연구원.

생산되는지를 측정하고 이에 대한 가치를 매긴다. 그러나 이러한 편익의 세밀한 계량화 방법론은 비용과 시간이 많이 소요되는 한계가 있기에 생략되는 항목이 많다.

따라서 보다 쉽고 널리 환경편익을 사업에 고려하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 이 방법 중의 하나로 편익이전 방법론을 활용하는 시도가 있다. 편익이전이란, 이미 연구결과로 추출된 가치를 메타 분석 등을 통해 대상 지역의 특성에 맞게 조정하여 산정하는 것이다. 한국환경정책·평가연구원은 「환경가치 DB 구축 및 원단위 추정 Ⅲ」 연구에서 환경가치 추정에 대한 편익이전 사례를 검토하고 적용 지침을 수립하고자 하였다.[101] 총 4개 연도에 이르는 이 연구 기간 동안 환경가치 온라인 DB 구축 및 가치이전의 실제 사례 연구가 진행되었다. 그 결과 환경가치종합정보시스템(EVIS)에 정보가 업데이트되었으며, 실제 다양한 부문과 방식으로 편익이전에 대한 시도를 할 수 있었다. 그러나 DB 구축현황을 보았을 때 특정 기능에 기존 연구사례가 집중되어 있음이 나타났다. 또 편익이전의 활용은 대상재화에 따라 특수성이 존재하고 변수가 많으며, 물 환경 서비스 사업뿐 아니라 물 인프라 사업에 대해서도 기존의 편익 연구사례가 충분히 축적되지 못한 속성이 많다.[102] 이와 같은 이유로 물 서비스 사업에 대한 편익이전을 위해서는 더 많은 선행연구가 필요하다.

이외에도 류재나 외(2016)의 「사회적 투자수익률(SROI)을 고려한 물 환경 인프라시설 투자방향 연구」에서는 물 환경 서비스·투자사업의 재정적 비용과 그로부터 발생되는 편익 이외에 환경적, 사회적 비용·편익을 고려한 투자의 타당성 결정 방안을 제시하여 계량화가 어려운 가치에 대해 좀 더 고려함으로써 물 환경 서비스·투자사업의 타당성과 효과성에 대해 연구하였다.

하지만 여전히 물 환경 서비스·투자사업의 비용과 편익을 산정하는 연구들은 소수에 불과할 뿐만 아니라 환경적 사회적 비용편익 추정연구도 많지 않다. 따라서 물 환경 서비스·투자사업의 좀 더 신뢰할만한 편익분석결과를 얻기 위해서는 다양한 평가방법을 고려한 경제적 평가 연구가 필요하며, 이를 바탕으로 한 실용성 있는 평가 지침이 정립될 필요가 있다.

---

101) 안소은, 배두현, 이창훈(2011).

102) 환경가치 종합정보시스템 EVIS, http://evis.kei.re.kr/Board.service?cmd=listExpand&gate_code=11, 검색일: 2017.10.31.

부록 Ⅲ. 물 환경정책과 인프라 투자

본 절에서는 물 환경정책이 어떻게 발전해 왔는지를 살펴보고, 인프라 투자 의사결정 사례를 통한 시사점을 알아본다.

Ⅲ-1. 물 환경정책의 변화와 발전[103)]

물 환경정책은 사회·경제·환경적 변화에 따라 정책목표가 변해 왔고, 이에 따라 추진된 사업의 성격도 달라져 왔다. 과거에는 수자원의 이용(이수), 재해의 관리(치수)에 치중하였다면, 이제는 인간 삶에 있어서 쾌적하고 여유로운 환경의 제공, 친수활동을 통한 가치 창출, 수생태 측면의 가치가 부각되고 있다. 이러한 물 환경정책의 발달과정을 배경과 함께 살펴보고 최근의 이슈와 전망에 대해 알아보고자 한다.

1945~1960년대는 한국의 정부수립기로서, 이 시기 수자원 정책은 홍수, 가뭄 등 재해에 대한 치수와, 관개답의 확장을 위한 농업용수의 개발과 수력발전 등 이수 위주로 추진되었다. 1950~1960년대 전반까지 도서지역의 식수난과 삼남지방에서의 가뭄으로 농사피해를 입었으며, 홍수피해가 지속적으로 발생하였다. 1965년에는 『수자원 종합개발 10개년 계획(1966-1975)』이 수립되었고, 이와 함께 4대강 유역 조사사업이 시행되었으며 이를 바탕으로 다목적댐이 건설되기 시작하였다. 정부 수립 후 하수·분뇨 처리시설이 갖추어져 있지 않은 상태에서 오수와 오물이 하천으로 무제한 방류되었으며 이는 수산, 양식, 농경은 물론 음용수와 상수도 수원, 수영, 관광에 지장을 초래하였다. 또한 하천의 최종 하구인 항만의 해산물에 악취 또는 세균오염이 발생하기도 하였다. 그러나 이 시기에는 산업발전이 크게 진행되지 않고 분뇨가 대부분 경작지 비료로 환원·이용되는 등 오폐수에 의한 하천오염이 심하게 나타나지 않았으며, 주요 오염원이 하구 가까이 집중되어 있어 하천 전체가 오염되지 않아 수질오염 문제가 크게 부각되지 않았다. 1960년대 들어서면서 치수에만 의존하던 것을 넘어서 이수에도 집중하기 시작하였으며, 이를 위해 수질오염의 측정이 실시되기 시작하였다.

---

103) 문현주(2015), "물환경정책의 변화와 이슈", 「환경정책의 역사적 변동과 전망」, 문우사, pp.233-264 부분 발췌.

1960~1970년대는 공업화가 추진되기 시작하여 물 환경 문제가 대두되기 시작하였다. 대한민국 정부는 『경제개발 5개년 계획』을 수립하여 공업화를 추진하기 시작하였고, 이로 인해 일부 지역에서는 수질오염 문제가 가시화되었다. 1963년 최초로 「공해방지법」이 제정되어 공해안전기준, 공해방지구역 지정, 환경위생감시원, 하수처리장 설치기준 등 초보적 수준의 제도가 도입되었다. 이를 통해 공장이나 사업장 폐수와 하수처리장 방류수의 수질기준을 공해안전기준으로 제시함으로써 수질오염을 관리하기 위한 법적 근거가 마련되었으나, 「공해방지법」은 이미 방출된 오염물질을 적발하는 규제형식이고 환경의 유지목표가 규정되어 있지는 않았다. 이후 1966년 「하수도법」이 제정되었고, 우수 및 하수를 배제함으로써 도시위생을 관리하려는 소극적 접근이 이루어졌다. 1970년대에 들어서서는 중화학 공업의 육성, 산업단지 조성, 도시화 등으로 대기·수질·폐기물 오염 등 환경문제가 심각해지고 다양화되었다. 특히 수질오염문제에 대한 국민적 관심이 커지면서 1963년 제정되었던 「공해방지법」을 1971년에 대폭적으로 수정·보강하여 공장에서 배출되는 폐수에 대한 관리를 강화하기 위해 폐수배출허용기준, 폐수배출시설 설치허가제도를 도입하였다. 이 시기의 물 환경정책은 오염피해 감소를 위한 소극적·방어적 위생개념으로 추진되었으며, 「공해방지법」, 「환경보전법」(1977) 제정 등 기본적인 법제도가 마련되었다고 할 수 있다. 그러나 이러한 법제도를 시행할 행정기구는 보건사회부 공해계에 한정되어 있었으며 집행력이 부재한 상황이었다. 또, 공해 또는 환경문제 부각을 산업발전을 저해하는 것으로 간주하여 정부에서 환경문제 부각을 적극적으로 억제한 측면도 있다. 따라서 국민들의 환경오염에 대한 인식도 극히 저조하였고 환경오염을 관리하기 위한 환경행정도 많은 저항을 면하기 어려웠다.

1980년대에는 1977년 제정된 「환경보전법」이 시행되면서 환경기준 관리체계가 자리잡기 시작한 시기이다. 「환경보전법」은 적극적으로 생활자연환경을 보전함으로써 환경오염으로부터 피해를 제거함은 물론 쾌적한 환경 창출을 목표로 하였다. 환경기준을 도입하여 환경정책의 목표를 개량화하고 이를 달성하기 위한 제반수단을 적용하고 있으며, 대기·수질오염, 피해분쟁조정, 환경평가 등 환경의 모든 영역을 포괄하고 있다. 물 환경부문에서 환경오염물질(55종), 수질환경기준(하천 및 소호) 및 수질규제기준(폐수배출기준 23종), 방류수수질기준(하수, 폐수 및 분뇨처리시설에 적용) 등을 도입하여 물 환경정책이 비로소 환경기준 관리체계로 자리잡게 되었다. 또한 배출 허용기준도 19개 업종에 대해 수역을 3개로 구분하

여 각기 달리 설정되고 대상물질도 확대되었다. 그러나 이런 법 제도를 집행할 행정기구는 아직 확대되지 못하고 있던 때에, 1980년 환경청이 신설되면서 수질관리를 위한 행정기구가 수질보전국 내에 5개과로 확대되었다. 환경청 발족 이후 환경정책의 기본목표와 방향을 정하기 위해 『환경보전장기종합계획』이 수립되었다. 물 관리 정책수립은 1982년 ADB(아시아개발은행) 차관사업으로 시작된 '한강유역환경보전종합계획 사업'이 효시라고 할 수 있으며 1984년에는 『낙동강유역환경보전종합계획』, 1985년 『서남해권(금강·영산강 유역) 환경보전종합계획』 수립사업을 실시하여 1987년에 『전국환경보전장기종합계획』을 완성하였다. 이후 전국 단위로 수립된 최초의 수질보전대책은 1989년에 작성된 『맑은 물 공급 종합대책』이었으며 이 대책은 1993년 새로운 대책이 마련될 때까지 국가수질관리기본계획의 역할을 하였다.

1990년대 들어서 음용수의 수질문제와 수질오염의 심각성이 대두되면서 수질관리와 보전이 중요한 이슈가 되었다. 1990년 환경청은 환경처로 승격되었으며, 1991년에 「환경보전법」은 개별법으로 분법화되어 「수질환경보전법」이 제정되었다. 뿐만 아니라 폐기물 관리, 오수·분뇨 및 축산 폐수 관리에 관한 사항을 통합하여 「오수·분뇨 및 가축분뇨의 처리에 관한 법률」을 제정하였다. 1991년에는 환경처 자체적으로 「수질환경보전법」의 규정에 따라 4대강 대권역 및 11개 중권역으로 구분하여 수계영향권역별로 관리하는 수질보전대책을 수립하였다.[104] 그런데 1989년 초 수돗물의 수질오염이 사회문제로 대두되면서 국무총리실 주관으로 '맑은 물 공급 종합대책'이 수립되었고, 1996년까지 하수처리장 건설 등에 2조 1,619억 원의 투자계획이 수립되었다. 이후 1991년 낙동강 페놀오염사고가 발생함에 따라 1993년에 이 대책을 전면 수정하여 1997년까지 7조 3,000억 원을 투자하는 것으로 사업계획을 수정하였다. 대책의 일환으로 1991년 4월 상수원보호구역과 하수종말처리 관련업무를 환경처에 이관하였으며, 1993년 7월 제2차 맑은물 공급 종합대책을 시행하였다. 1994년 초에는 낙동강 유기용제 오염사고가 발생하면서 다시 국무총리실 주관으로 '수질관리 개선대책'이 수립되었고, 기존의 맑은 물 공급 종합대책을 앞당겨 시행하거나 추가사업

104) 1992년 처음으로 수계영향권별 관리대책을 수립하여 1997년에 완성하였고, 1998년부터 2000년까지 4대강 특별대책을 수립하였다. 2004년 「수질환경보전법」을 개정하여 대권역의 기본계획을 10년 단위의 장기계획으로 수립하도록 함에 따라 현재 10년 단위의 『물환경관리기본계획(2006~2015년)』을 수립하여 시행하고 있다.

을 포함하여 2005년까지 27조 원을 투자하는 계획을 추진하였다. 이러한 물 관리 종합대책 추진에도 불구하고 시화호·새만금호 문제, 4대강 식수원 오염문제 등 다양한 물 환경 문제가 불거져 사회적 갈등으로 비화되었다. 이처럼 1990년대 상반기까지 수질보전대책의 주류는 대형 수질오염사고에 따른 후속조치와 대응대책이었다. 1998년에 와서야 '유역관리기법(Watershed Management)'에 근거한 4대강 수질보전대책이 수립되었다. 다수의 환경오염 사고 등 환경관리의 문제가 부각되면서 사전규제가 강화되었으며, 환경행정부처의 강화를 위해 환경처는 다시 환경부로 승격되고(2004) 물 관리 행정기구도 수질관리행정기구가 확대되고 수량관리조직의 일부가 수질관리행정기구로 이전·통합되는 등 물의 개발과 이용이라는 시각의 변화가 일어났다.

2000년대 전반기에는 기존의 사후적 환경관리에서 벗어나 선진적인 환경정책으로서 사전예방적인 물 환경관리정책의 기틀을 마련한 시기로 볼 수 있다. 1998년 초 수도권 상수원인 팔당호의 수질이 악화되면서, 정부는 팔당호의 수질개선을 위한 특단의 대책이 필요함을 인식하고 팔당 상수원의 수질을 개선하기 위한 특별대책안을 마련하여 상류지역 주민, 시민단체, 지방자치단체와 수십 차례의 협의를 거쳐 『한강수계 상수원 수질관리 종합대책』을 확정하였다. 이어 1999년에는 이 대책을 법적으로 뒷받침하기 위한 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」을 제정하였고, 1999년 「낙동강수계 물 관리 종합대책」, 2000년 「금강수계 물 관리 종합대책」 및 「영산강수계 물 관리 종합대책」을 차례로 수립함과 동시에 2002년까지 5년에 걸쳐 지역주민, 시민단체, 전문가, 자치단체 등과 총 420여 회의 토론회 및 공청회 등을 거쳐서 「낙동강수계 물 관리 및 주민지원에 관한 법률」 및 「금강 특별법」, 「영산강·섬진강 특별법」을 새로이 제정하였다. 이러한 4대 강 물 관리종합대책은 그동안의 수질관리대책을 평가하고 수질관리 방식을 유역관리 체제로 전환하며, 상하류 지역 간의 갈등구조를 상생의 관계로 발전시키는 것을 목표로 하였다. 또한 유역 내 이해당사자들의 협력과 참여를 바탕으로 하고 환경부 차관과 광역자치단체 부단체장 등으로 구성되는 수계관리위원회를 유역관리의 최고정책결정기관으로 하였으며 수계관리기금을 조성하여 상수원지역주민과 지방자치단체를 지원하였다. 또한 「4대강 특별법」이 시행되면서 수계별로 수질오염 총량관리제가 단계별로 적용되었고 수변구역의 지정, 물이용 부담금제, 상수원지역 지원 및 토지매수제 등 강력하고도 선진적인 물 관리정책이 도입되어 시

행되었다. 특히 물이용부담금 제도를 통하여 수혜자부담 원칙을 현실화하였다.

이후 물 관리정책이 수질개선에 치중하고 생태적 건전성과 건강위해성에 대한 고려가 미흡하다는 비판이 대두됨에 따라 환경부는 2005년 오염물질관리 위주의 물 환경정책에서 탈피하여 '생태적으로 건강한 하천과 유해 물질로부터 안전한 물 환경 조성'을 정책목표로 하는 새로운 정책을 채택하여 시행하였다. 2005년 「수질환경보전법」을 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」로 개정하여 수생태계의 관리 기반을 마련하였으며, 수계영향권별 수질보전계획의 수립·시행 등에 관한 사항을 규정하는 등 수질오염방지 중심에서 수생태계를 포함하는 물 환경 보전·관리로 그 패러다임을 전환하였다. 이에 따라 물 환경정책목표로서 수질환경기준에 오염물질의 이화학적 농도뿐 아니라 수생태계의 건강성과 생태적 위해성까지를 포괄하는 '수질 및 수생태계 환경기준'이라는 생물학적 지표를 도입하였고 수질·수생태계 등급을 지수화시켰다. 환경부는 이러한 개념에 바탕을 둔 『물환경관리기본계획(2006~2015년)』을 수립하여 2006년부터 시행하였는데, 이는 물 환경의 조성과 수생태계 보전에 관한 정부의 최상위 물 환경관리계획으로서 달라진 물 관리 여건과 물 환경에 대한 국민의 욕구 변화를 수용하여 생태적으로 건강한 물 환경을 조성하는 등 7개 부문에 걸친 주요 정책 물 환경정책을 포함하고 있다.

최근에는 '수생태계 건강성 복원사업'을 추진하여 2015년까지 수(水)생태의 복원과 위해성 관리에 초점을 둔 물 환경정책을 추진하였는데, 상수원 상류 수변구역의 매수토지를 수변생태 벨트로 조성하는 등의 사업이 추진되었다. 또한 유해물질로부터 안전한 물 환경을 조성하기 위하여 생태독성 통합관리제도(WET : Whole Effluent Toxicity)와 업종별 배출허용기준 체계를 구축하였다. 아울러 상수원 상류를 중심으로 추진되던 물 관리정책을 하구·연안·소하천 등으로 확대하고, 관리대상 하천을 4개 대권역, 117개 중권역, 840개 단위구간 소권역으로 나누어 체계적으로 관리하도록 하였으며, 비점오염원과 축산분야의 정책적 비중을 강화하고, 농어촌지역의 하수도보급률을 선진국 수준으로 확충하도록 대책사업을 추진하고 있다.[105]

최근 정책으로는 2015년까지 '물고기가 뛰놀고 아이들이 안심하고 멱 감을 수 있는 물 환경을 조성'한다는 목표 아래 8개 부분의 주요 정책과제를 채택하여 단계별로 추진하였다.

---

105) 환경부(2010), 「환경30년사」.

여기에는 물생태계의 건강성 복원사업, 하천과 수변을 연계한 수변생태벨트(Riverine Eco-belt) 조성, 특정수질유해물질 항목 확대, 위해성평가 및 생물학적 지표 도입, 호소 특성별 관리계획 수립 및 통합적인 하구관리모델 개발, 수질오염총량제의 시행, 비점오염원 관리 및 가축분뇨 발생량 저감, 선진국 수준의 하수도보급률 달성 등의 사업이 계획되어 추진되고 있다. 수변구역 관리방향, 토지매수 우선순위, 수변녹지 조성계획 등을 담은 『수변구역관리기본계획』을 수립(2008년)하고, 매수토지를 수체 보호기능과 수생태 건강성을 증진할 수 있도록 하천과 수변을 연계한 수변생태벨트(Riverine Eco-belt)로 조성을 추진하고 있다. 2012년 말까지 수계관리기금 917억 9,100만 원을 투입하여 수변생태벨트 966만 8,000m2를 조성하였다.

한편, 그간 임의제로 운영된 한강수계 오염총량제(팔당호 상류 7개 시·군)를 서울·인천·경기지역에 의무적으로 확대시행(2013.6~)하고, 수질오염이 심각한 진위천에 대하여 4대 강수계에 포함되지 않은 기타수계 중 수질오염총량제를 최초 시행(2012년부터)하여 점차적으로 수질오염이 심각한 수계지역을 오염총량제 대상지역으로 지정·확대하고 있다. 뿐만 아니라 2단계 오염총량관리(2011~2015) 대상항목을 기존 BOD 외 T-P를 추가한 바 있으며, 수질오염물질 배출권 거래제도에 대해서도 연구를 시행한 바 있다.

2010년 9월에는 『생태하천 복원사업 중장기 추진계획』을 수립하여 훼손된 하천을 복원하여 생태하천 비율을 높이는 사업을 추진하였다. 2015년까지 생태적으로 훼손된 하천(1만 4,722km)의 약 11%인 1,667km를 복원하여 생태하천 비율을 45%에서 51%까지 높인다는 계획이 수립 및 추진되었다.

지금까지 살펴본 물 환경관리를 위한 정책의 주요 방향과 내용을 중심으로 시기별 변화를 요약해 보면 〈부록 표 Ⅲ-1〉과 같다. 최근의 물 문제는 기후변화에 상대적으로 취약한 부문의 특성상, 기후변화 영향을 최소화하거나 적응비용을 최소화하도록 적응하는 방향으로 대비책을 마련의 필요성이 대두되었다. 이는 기후변화에 대비한 '물안보' 확보라는 개념으로 적용되는데, 이와 같은 새로운 환경 변화는 앞으로의 물 관리 정책에 있어서 새로운 정책과제를 요구하고 있다.

〈부록 표 Ⅲ-1〉 물 환경정책의 변화와 발전

연도	수량		수질		수생태	물놀이	문화	비고
	치수	이수	하수도	수질				
1970년대 이전	하천 정비	수력발전 농업용수	도랑		풍부	하천변		수도(1961) 농촌진흥(1962) 하천(1962) 공해방지(1963) 하수도(1966)
1980년대 이전	댐 개발	댐으로 용수 확보	서울만 하수처리장	1981 측정 시작	급감			환경보전(1977)
1981~1985	한강종합개발							
1990년대	종합치수계획 소하천 정비	광역수도	전국 대도시 하수처리장	수계별 수질관리	도시지역 멸종			수질환경보전 (1990) 소하천 정비(1995) 농어촌 정비(1995) 수계특별(1999)
1997~ 2004	물 관리종합대책 - 총리실 수질개선기획단							
2000년대	자연하천		중소도시 처리장, 관거 정비	유역관리 생태하천	2007 전국 측정 시작	2008 조사 시작	사라졌음	댐건설(2000) 수질 및 수생태 (2007) 저수지댐안전 (2008)
2000년대 중반	지속가능발전위원회의 물 관리 일원화 논의 → 성과 없음							
2009	4대강 살리기 사업 - 국토부 4대강추진본부							
2010년대			마을 처리장 관거 정비		생태복원			농업생산기반 (2010)
이후								「물관리기본법」

자료: 이병국(2011) 발표자료.

Ⅲ-2. 정책과 투자 의사결정 사례

가. 새만금 수질개선 투자

이제까지 정부 정책에서 투자 의사결정을 할 때 어떠한 원칙과 배경에 따라 결정되었는지 몇 가지 사례를 통해 알아볼 수 있다. 먼저 새만금 하구지역 수질개선 투자에 대한 사례가 있다.[106] 새만금 사업지역은 1991년 농지조성용 간척으로 시작되었으나, 2008년 새만금 간척토지 용도를 산업·관광 등 복합용도 위주로 전환 변경하였다. 이에 복합용지를 28%에서 70%로 확대, 농지를 72%에서 30%로 축소하는 큰 변화가 있었고, 복합용지의 용도는 농업, 산업, 관광·레저, 국제연구, 과학연구, 신재생에너지, 도시, 생태·환경 기능을 가진다. 새만금사업의 진행 단계별로는 1단계(2011~2020년) 12.4조(59.6%), 2단계(2021년 이후) 8조 4,000억 원(40.4%)이 소요될 것으로 전망된다.

새만금사업으로 인한 사회적·환경적 영향은 시설지표로서 파악해 볼 수 있다. 새만금사업의 주요 시설지표로는 유발교통량, 생·공용수, 하수, 폐기물, 에너지수요량 등이 있는데, 이 중에서 생·공용수와 하수 지표는 새만금권역의 수질관리에 밀접한 연관이 있는 시설지표이다(부록 표 Ⅲ-2 참조).

이와 같은 환경영향을 고려하여 수질예측을 위한 모델링을 통해 목표수질을 설정하였는데, 중·상류 지역과 하류 지역의 용도에 따라 다른 목표가 설정되었다. 새만금호의 중·상류는 농업용수 공급을 위해 Ⅳ등급으로 설정, 새만금호 하류는 관광·레저 등 친수활동을 보장할 수 있는 수질과 수변환경을 조성하기 위해 Ⅲ등급을 목표수질로 정하였다. 여기에 더해 '물놀이·산책 등 적극적 친수활동과 쾌적한 수변공간을 확보할 수 있는 수질'인 '심미적 기준'을 추가하여 수량 기준을 보완하였다. 이러한 수질 목표에 따라 개선비용이 측정이 되었는데, 새만금전역에서 수질개선비용은 10년간 2조 9,500억 원이 소요될 것이며, 추후에도 지속적인 비용이 소요될 예정이다.[107] 새만금유역의 토지 이용용도에 따라 요구되는 수질이 상이하기에 용도별 수질관리비용의 최적 시나리오를 설정하고, 명확한 원칙 설정에 따라 비용 부담이 되도록 할 필요가 있다(부록 표 Ⅲ-3 참조).

---

106) 문현주 외(2013), 「새만금권역 수질관리를 위한 재원확보 방안 연구」.
107) 관계부처 합동(2011b), 「새만금유역 제2단계 수질개선종합대책 연차별 실행계획」.

〈부록 표 Ⅲ-2〉 새만금 주요 시설지표

구분		1단계	2단계(누계)
유발교통량 (천pcu/일)	계	731	1,272
	외부 발생·도착량	373	575
	내부 발생·도착량	358	697
생·공용수 (만m^3/일)	계	20.0	33.2
	생활용주	8.0	18.2
	공업용수	12.0	15.0
농업용수(만m^3/일)		13,600	13,600
하수 (만m^3/일)	계	11.2	21.4
	생활오수	6.8	15.5
	공업폐수	4.4	5.9
폐기물 (톤/일)	계	4,107.2	7,313.3
	생활폐기물	758.8	1,709.0
	사업장폐기물	3,348.4	5,604.3
에너지수요량 (toe/년)	계	296	386
	일수요(Tcal/년)	11,390	13,841
	전력수요(GWh/년)	7,869	10,745

주: '2단계(누계)'란은 1단계를 포함하여 2단계까지의 시설지표를 말함
자료: 관계부처 합동(2011a), 「새만금 종합개발계획(MP)」: 문현주 외(2013)에서 재인용.

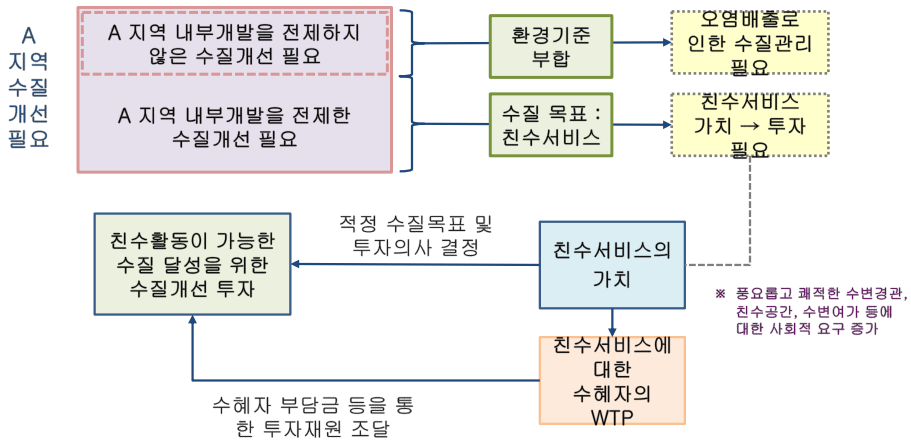
〈부록 표 Ⅲ-3〉 내부토지이용계획의 친수활동 관련 용지의 수질관리 필요성

토지사용 용도	수질관련 특성	수질관리 필요성
과학·연구용지, 신재생에너지용지	친수활동 거의 없음	Ⅲ등급, 담수화 불필요
복합도시용지, 산업용지, 생태환경용지, 배후도시용지	친수활동, 식생 등	Ⅲ등급, 담수화 필요
농업용지	농업활동	Ⅳ등급, 담수화 필요

자료: 문현주 외(2013).

수질관리 비용의 부담은 오염자와 수혜자의 비용 부담이 원칙에 따라 책정될 필요가 있다. 따라서 문현주 외(2013)의 연구에서는 오염되지 않은 수자원을 향유할 권리와 오염물질을 처리하는 데 사용할 권리라는 상충되는 권리의 분기점을 나누어 기준을 설정할 것을

제안한다. 이러한 책임과 권리의 분기점을 이루는 수질기준을 설정하고 이 기준을 유지하는 데 드는 비용은 오염물질 배출자가, 그리고 이 기준이 지켜진다는 가정 하에 각 용도에 맞는 수질로 높이기 위하여 드는 비용은 이 용도에 대한 물 자원 이용자에게 부과하여야 한다는 것이다. 따라서 새만금의 사업에서는 내부개발을 전제하거나 전제하지 않은 경우, 환경기준에 부합하는 수준의 수질개선에서 더 나아가 친수서비스를 위해 어느 정도의 추가적 수질개선이 필요한지 확인해야 한다. 이러한 경우, 친수서비스의 가치를 창출할 수 있을 만큼의 수질을 달성하기 위해 추가적 투자가 필요하다. 따라서 적정 수질목표를 설정하여 공공부담인 투자액을 정하고, 이에 더하여 친수 서비스에 대한 수혜자의 지불의사액(WTP)을 고려한 수혜자 부담금을 설정하여 투자재원을 조달할 수 있을 것이다.



자료: 문현주 외(2013).

〈부록 그림 Ⅲ-1〉 새만금 수질관리 비용분담

시나리오에 따라 부문별로 수질개선비용의 비용 할당을 한 예가 〈표 Ⅲ-4〉에 나와 있다. 각 부문별로 보면, 주거 부문에서는 전면 담수화를 하는 시나리오 1의 경우, 연간 1만 8,875~6만 4,919원으로 나타나며, 관광·레저 가중치를 적용 시 1만 6,933~5만 8,242원으로 다소 낮아진다. 이를 가구당으로 보면 연간 4만 7,564~16만 3,596원, 관광·레저 가중치를 적용 시 연간 4만 2,672~14만 6,769원이 된다. 산업·상업·연구 부문에서는 시나리

오에 따라 연간 495~1,697원, 관광·레저 가중치 적용 시 443~1,522원이 되며, 관광·레저 부문에서는 493~1,697원, 가중치 적용 시 885~3,045원으로 나타난다. 한편 농지 부문에 대해서는 시나리오에 따라 493~1,697원이며, 관광·레저 가중치 적용 시 연 443~1,522원으로 추산되었다.

〈부록 표 Ⅲ-4〉 시나리오별/용도별 토지이용면적에 따른 비용 할당

구분	내용	부문	단위기준	비용할당		비고
					관광·레저가중치 적용 시	
시나리오 1	전면 담수화	주거	원/인	64,919	58,242	
			원/가구	163,596	146,769	2.52인 기준
		산업·상업·연구	원/m^2	1,697	1,522	
		관광·레저	원/m^2	1,697	3,045	
		농지	원/m^2	1,697	1,522	
시나리오 2	만경수역 하류 해수유통	주거	원/인	36,446	32,697	
			원/가구	91,844	82,398	2.52인 기준
		산업·상업·연구	원/m^2	953	855	
		관광·레저	원/m^2	953	1,709	
		농지	원/m^2	953	855	
시나리오 3	만경·동진 수역 하류 해수유통	주거	원/인	18,875	16,933	
			원/가구	47,564	42,672	2.52인 기준
		산업·상업·연구	원/m^2	493	443	
		관광·레저	원/m^2	493	885	
		농지	원/m^2	493	443	

자료: 문현주 외(2013).

이러한 비용 추산에 공공부문의 부담 정도(%)를 설정하면, 각 부문별 부담액을 최종적으로 산정할 수 있다. 그런데 비용 할당 시 수혜자들이 과연 이만큼의 혜택을 볼 것인가의

문제를 생각해 볼 수 있다. 공공 부문의 부담을 하지 않는 경우로 보았을 때 특히 주거 부문에서는 가구당 연간 최고 15만 원에 가까운 금액을 부담해야 하는데 과연 수혜자들에게 이만큼의 지불의사액(WTP)이 있을 것인지에는 의문이 있다. 친수서비스를 위한 수질관리 비용에만 연간 3조 원이 투입되어야 하는 대규모 사업인데, 이만큼의 비용을 투자할 만큼 이 사업이 가져다주는 편익이 큰지, 사업이 타당한지에 대해 다각도로 생각해 볼 필요가 있다.

나. 도시 빗물 서비스 인프라 투자사업

지구 온난화의 영향으로 인해 집중호우와 가뭄 현상이 빈번해지고, 이에 따른 토지이용의 형태도 달라지고 있다. 여기에 정책적으로 대응하지 않는다면 재난, 강우 유출로 인한 비점오염, 도시 위생 악화와 같은 사회적 비용이 무대응 비용(in-action)으로서 요구될 것이다. 따라서 이러한 기후변화에 대응하기 위해 도시의 빗물 관리 인프라에 투자할 필요성이 제기되고 있다.

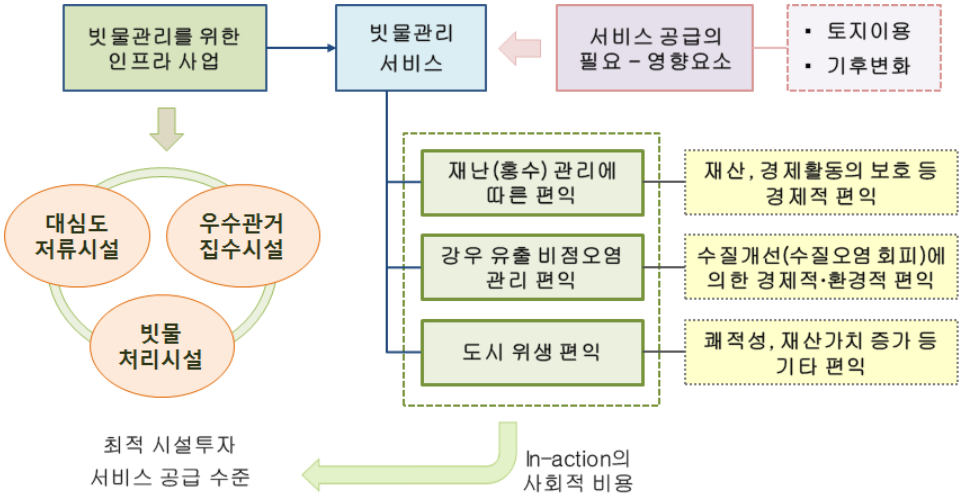
빗물 관리를 위한 인프라에는 대심도 저류시설, 우수관거 집수시설, 빗물처리시설 등이 있다. 이러한 인프라사업을 통해 얻을 수 있는 빗물 관리 서비스로는 재난 관리에 따른 편익으로서 재산 및 경제활동의 보호로 인한 경제적 편익, 강우 유출 비점오염 관리로 인한 편익으로서, 수질개선에 의한 경제적·환경적 편익, 도시 위생 편익으로서 쾌적성, 재산가치 증가로 인한 편익 등이 있다.

2012년 한국환경공단이 추진한 SAFE 프로젝트는 도시침수 방지를 위한 우수관거 정비, 빗물펌프장 정비, 하수저류시설 설치 등을 위해 약 46조 원의 투자 산정액을 추산한 바 있다.[108)109)] 이후 환경부와 한국환경공단이 공동으로 추진한 「2050 하수도 정책비전 마련을 위한 연구」에서는 하수도의 침수방재서비스를 위해 하수관거 확충, 하수저류시설 및 빗물펌프장 설치, 대심도터널 설치 등을 세부과제로 계획하였다. 2030년까지의 종합 정비를 위한 총사업비는 40조 6,000억 원으로 계획되었는데 우수관거 정비에 26조 6,400억 원,

108) 한국환경공단(2012), 「도시침수 예방을 위한 하수도정비 시범사업 추진계획」.
109) 환경부(2012).

빗물펌프장 정비에 2조 600억 원, 하수저류시설 도입에 약 11조 8,700억 원을 산정하였다.

2015년 정부 20개 부처가 합동 수립한 기후변화에 대한 적응계획인 『제2차 국가기후변화 적응대책(2016~2020년)』에서도 물 환경과 관련된 재원의 비중은 2016년 기준 약 1조 360억 원에 달한다. 상습적 가뭄지역의 식수원확보대책 추진(2,946억 원), 도시침수 해소를 위한 우수관거, 하수저류시설 등 인프라 확충사업(2,067억 원) 등을 통해 기후변화에 대응하여 효율적인 물 관리를 위한 투자 및 사업이 계획되고 있다.



〈부록 그림 Ⅲ-2〉 빗물 관리 서비스

이와 같은 정부 차원의 정책 계획은 막대한 투자비용이 투입되어야 함에도, 이에 대한 투자계획 비용이 적정한 수준인지, 경제적으로 타당한지에 대해서는 검토되지 않고 있다. 이러한 사업의 필요성에 대해서는 논의가 되고 이에 따라 정부 정책 방향이 수립되고 있으나, 어떤 부문이 가장 시급한지, 어떠한 우선순위대로 실행하여야 비용 효율적인지에 대해서는 고려하지 못하고 있는 것으로 보인다. 이는 현재의 인프라 자산에 대한 평가와 이를 기반으로 한 의사결정까지 연계되지 못하고 있는 것을 나타낸다.

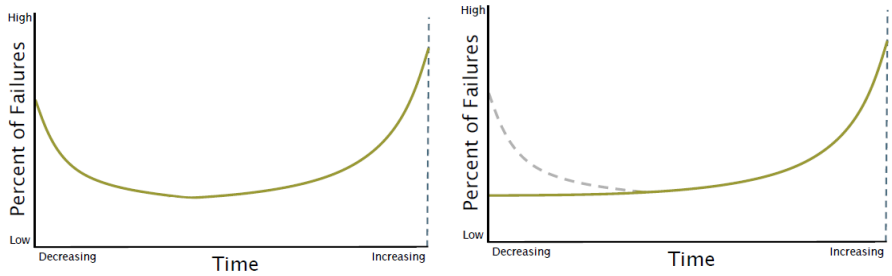
부록 Ⅳ. 자산평가 및 자산관리

본 절에서는 자산관리와 자산평가가 어떠한 방법으로 수행될 수 있는지를 알아보고, ISO 상하수도시설 자산관리 표준과 국내 시설 성능평가 프로그램 등, 활용 가능한 기준·도구를 살펴본다.

Ⅳ-1. 자산관리 – 장애가능성 및 장애비용 도출[110]

가. 자산관리의 실패

자산관리에서 리스크(risk)란 실패 상황의 결과에 실패 확률을 곱한 형태로 표현된다. 이는 임계(criticality)를 측정하기 위한 측도가 되기도 한다. 모든 자산은 실패 확률을 가지는데, 이 실패를 이성적으로 예측하고 비용 효과적으로 예방하는 것이 자산관리에서 요구된다. 가장 흔한 실패 유형을 그래프로 나타내면, 욕조곡선과 연령기반곡선이 있다. 욕조곡선은 일반적으로 기계 및 전기 관련 자산에 적용 가능한 곡선으로, 초기 실패 비율이 높으나 차츰 감소하다가 시간이 흐름에 따라 다시 실패 비율이 높아지는 곡선이다. 반면 연령기반곡선은 일반적인 공공 기반 자산에 적용 가능한데, 초기에는 실패 비율이 낮고 시간이 흐른 후 일정 시점부터 급격히 높아지는 곡선을 나타낸다.



자료: EPA(2016).

〈부록 그림 Ⅳ-1〉 자산관리 실패 확률 대표 유형

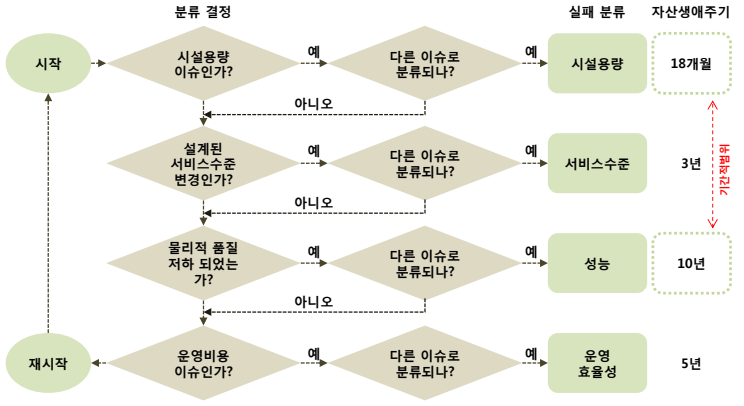
110) EPA(2016).

자산관리 실패 상황은 생산능력, 서비스 수준, 성능(품질), 운영효율성에 문제가 생기는 상황으로 분류해 볼 수 있다. 각각의 상황에 따른 원인과 조치방법은 〈부록 표 Ⅳ-1〉에서 볼 수 있다.

〈부록 표 Ⅳ-1〉 자산관리 실패 상황 분류

분류	상황	원인	조치방법
생산능력	설계용량을 초과한 수요량 발생시	시스템 확장 및 성장	재설계
서비스 수준	설계용량을 초과한 요구 기능 발생시	각종 규제의 설립 및 강화	O&M 비용의 최적화, 갱신
성능 (품질)	허용 수준 이하의 성능이 저하된 자산을 소비할 경우	경년 도달로 인한 물리적 악화 (자연적 현상)	O&M 비용의 최적화, 갱신
운영효율성	실행가능한 대안의 운영비용 초과	비용 회수 기간	대체, 변경

자료: EPA(2016).



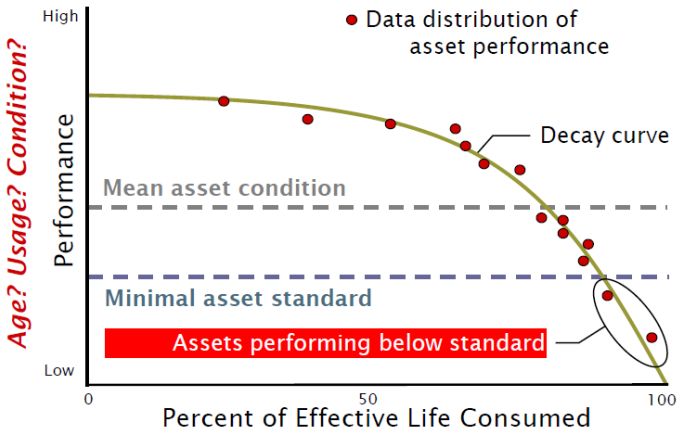
자료: EPA(2016).

〈부록 그림 Ⅳ-2〉 주요 자산관리 실패 상황의 분류를 위한 의사결정

주요 자산관리 실패 상황을 분류하기 위한 의사결정 과정은 〈부록 그림 Ⅳ-2〉와 같이 진행된다. 시설의 용량 문제인지를 판단하고, 서비스수준이 변경되는지, 물리적 품질이 저하가 되는지, 그리고 운영비용 이슈인지를 보고 그에 따라 실패 상황을 분류한다. 이때, 임박한 주요 유형을 찾는 것이 중요한데, 실패 확률은 각각의 주요 실패 유형에 따라 달라진다. 이러한 실패 분류에 따라 자산생애주기는 18개월에서 10년까지의 범위를 갖는다.

나. 자산관리의 실패가능성

실패가능성(PoF: probability of failure)은 직접적으로 실패 유형과 연결되어 있으나, 데이터의 양과 질을 보장할 수 없기에 이를 완전히 예측하기는 어렵다. 그럼에도 실패 가능성의 범위는 추정해 볼 수 있는데, 비관적 관점에서 보면 얼마나 빨리 실패 상황이 찾아올 것인지, 또는 긍정적인 관점에서 볼 때에는 얼마나 늦게 실패 상황이 발생할 것인지 추정해 볼 수 있다.



자료: EPA(2016).

〈부록 그림 Ⅳ-3〉 자산감쇠곡선과 자료 수집

이러한 자산 실패 확률을 예측 시에 확인이 필요한 요소로는 전산화된 유지보수관리시스템(CMMS: Computerized Maintenance Management System)의 평균 고장 간격, 공

급업체 및 업계 정보, 기타 자산관리 실패 기록, 실무자의 현장경험, 감독 관리 및 데이터 수집 시스템(SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition) 등이 있다. 이때, 실패를 측정하기 위한 대리자산(proxy)을 확인할 필요가 있다. 누적된 자료 및 자산상태 실적을 토대로 자산 감쇠곡선 측정 및 자산표준·기준 이하의 자산을 분류하고 평균 자산상태 이하와 최소 자산 표준 이하의 자산에 대해 구체적인 정보를 수집한다.

〈부록 표 Ⅳ-2〉 실패가능성에 따른 순위 분류

효과적으로 소모된 자산 수명 비율(%)	실패(고장) 확률 순위
〈10	1
20	2
30	3
40	4
50	5
60	6
70	7
80	8
90	9
고장	10

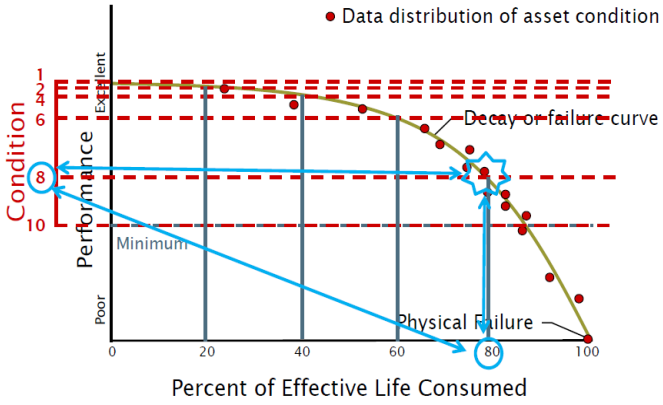
자료: EPA(2016).

먼저 〈부록 표 Ⅳ-2〉에 나와 있는 것처럼 소모된 자산의 수명 비율(%)에 따라 실패 확률에 대해 순위를 설정하고, 실패가 발생할 확률에 대해 평가를 한 후 확률을 부여한다. 여기에 더해 자산 감쇠(실패) 곡선과 직접 관측을 통해 자산의 경년 및 성능을 고려하여 확률을 어느 정도 예측할 수 있다. 〈부록 그림 Ⅳ-4〉에서 별표 모양의 자산상태 데이터는 최소기준을 상회하지만, 자산 경년을 고려할 경우 실패 확률을 추정해 볼 수 있다. 이처럼 자산관리에 영향을 미치는 요소 간의 관계가 분명할 경우 이 요소만을 가지고 의사결정을 할 수 있을 것이다. 그러나 현실에서는 다양한 요인에 의해 영향을 미치므로 보다 복합적인 평가를 할 필요가 있다.

〈부록 표 Ⅳ-3〉 자산의 실패 가능성과 직접적 관측의 연계

평가	가능성 부과	설명
거의 확실	100	1년 이내에 발생할 것으로 예상
매우 높음	75	1년 이내에 발생할 가능성이 있음
높음	50	특정 해에 발생 예상 50% 추정
대체로	20	5년 이내에 발생할 것으로 예상(특정 해에 발생 예상 20% 추정)
보통	10	10년 이내 발생할 것으로 예상(특정 해에 발생 예상 10% 추정)
낮음	2	50년 이내 발생할 것으로 예상
매우 낮음	1	100년 이내 발생할 것으로 예상

자료: EPA(2016).



자료: EPA(2016).

〈부록 그림 Ⅳ-4〉 자산상태에 대한 관찰 정보와 실패 확률 추정

다. 자산관리 실패의 영향력(비용)

자산관리는 이러한 실패(장애) 가능성뿐만 아니라 실패의 영향력을 함께 고려해야 한다. 사회 전체적 관점에서 총 경제적 비용은 자산이 고장났을 때의 지방정부의 직접 경비와 소비자의 직접 비용, 공동체 비용을 모두 더해서 추정된다. 그러나 이렇게 모든 경제적 비용을 추정하기에는 어려움이 있을 수 있기에 자산관리에서의 관리 전략을 취하기 위한 영향력

측정으로는 다른 방식을 고려할 수 있다. 예를 들면 이러한 영향력은 주요 생산 프로세스에 영향을 미치는 경우와 수입에 영향을 미치는 경우로 구분해 볼 수 있다. 프로세스에 영향을 미치는 경우는 회사 내규 또는 법에 의해 명시된 중대성에서부터 다수 또는 하나의 프로세스에 수 시간의 영향을 미치는 경우, 생산에 영향을 거의 주지 않는 경우 등이 있다. 수입에 영향을 미치는 경우의 중대성은 가치 흐름 기능에 필수적인 경우에서부터 사업에 직접적인 수입을 창출하는 자산이 아닌 경우에 이르기까지의 스펙트럼을 가질 수 있다.

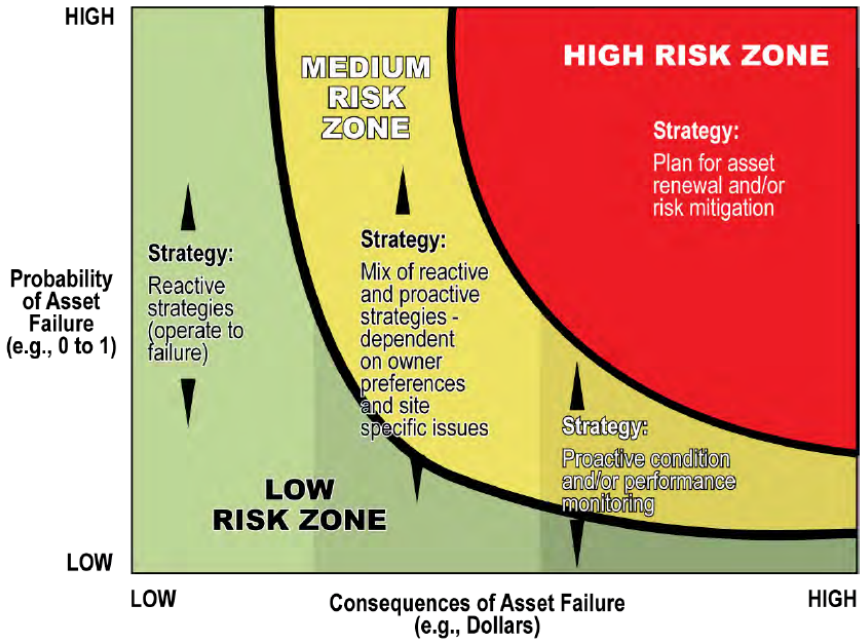
〈부록 표 Ⅳ-4〉 실패 계량화를 위한 비용 요소 - 전체 경제적 비용

지방정부 직접 경비	소비자의 직접 비용	공동체 비용
수리 및 서비스 비용 대체	재산 피해비용 (사업 복구비용 포함)	감정적 긴장 및 복지 문제
서비스 중단 완화 비용	서비스 중단 비용	환경오염, 침식, 퇴적물
공공 안전 비용	서비스 중단 완화 및 대체 비용	서식지 파괴 비용
손해 관리 및 법적 비용	접근 장애 및 활동(이동) 지연 비용	감정 비용(관광객, 관광 영향)
손실된 자산 및 제품 비용	건강 피해	

자료: EPA(2016).

라. 자산관리 방법 설정

이렇게 추정된 실패의 확률과 실패로 인한 영향력을 고려하여 사업 위험 발생에 따른 관리 방법을 설정할 수 있다. 낮은 위험 단계에서는 사후적 전략을 취하면서 실패가 발생할 때 대응할 수 있다(부록 그림 Ⅳ-5 참조). 중간 위험 단계에서는 소유자의 선호와 지역의 특정 이슈에 따라서 사후적인 전략과 사전적 대응을 함께 혼합하여 전략을 취할 수 있다. 그러나 자산 실패 상황의 여파가 크다면 중간단계의 위험 상황에서도 사전적인 대응을 취하면서 성능을 모니터링해야 한다. 반면 고위험 단계에서는 자산의 재개발이나 위험 완화를 위한 계획을 수립하여야 한다.

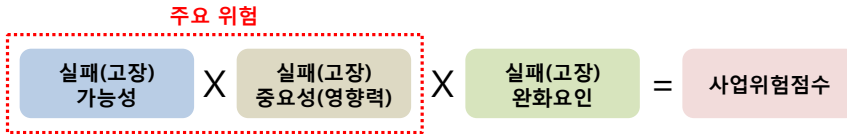


자료: EPA(2016).

〈부록 그림 Ⅳ-5〉 사업 위험 노출과 관리 전략 관계

일반적으로 보면, 사업 위험 노출도(Business Risk Exposure)를 추정하는 것은 실패 가능성에 실패에 대한 비용을 곱한 형태로 나타나는데, 여기에 실패의 완화요인까지 고려해 볼 수 있다. 이 경우 사업위험점수는 실패가능성과 영향력, 그리고 완화 요인의 곱의 형태로 나타난다. 이때, 실패 가능성은 설계 또는 표준 수명 기준을 사용하여 추정해 볼 수 있으며, 이 가능성을 추정 시에는 설계 표준, 건축 품질, 자재 품질, 운영 기록, 관리 기록, 운영 환경, 그리고 외부 영향을 참작하여야 한다. 또한 실패의 형태, 현재 상태, 운영 실적, 신뢰성, 활용가능성, 유지보수성 등을 고려해야 한다. 반면 실패의 영향력을 판단할 때 고려 대상으로는 안전, 건강 및 복지, 환경 영향, 생산 프로세스에서의 중요성, 수리비용, 소비자와 기관, 또는 수입에 미치는 악영향을 고려한다. 마지막으로 실패의 완화 요인을 도출할 때는 빈도, 대체 시설 및 대체 프로젝트, 현장의 예비 부품, 감독 관리 및 데이터수집 프로그램(SCADA) 등을 고려해야 한다. 이러한 위험 완화 요인을 규명하여 이를 고려한 전략을

수립하는 것은 이 위험성 분석에서 중요한 포인트가 될 수 있다. 이와 같이 세 가지 요인을 총체적으로 고려하여 사업위험점수를 도출하여 자산관리 대응방법을 설정하는 것은 자산의 평가와 투자계획을 연결시키는 하나의 사례가 될 수 있다(부록 그림 Ⅳ-6 참조).



자료: EPA(2016).

〈부록 그림 Ⅳ-6〉 사업위험점수 도출식

Ⅳ-2. ISO 상하수도시설 자산관리 표준

국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)는 독립적인 비정부 국제기구이자 국제법에 근거한 협회이다. ISO는 기술적 장벽을 제거하여 지적·과학적·기술적·경제적 부문에서 국제간 상품 및 서비스 거래를 촉진하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 국제규격을 작성하여 발행한다.[111] 이렇게 발행된 ISO 국제표준은 많은 나라에서 실질적인 표준으로 인정되고 있다.

ISO는 2014년 자산관리에 대한 국제표준인 ISO 55001을 발행하였다. ISO 55001은 자산의 생애주기에 대해 계획적으로 관리하여 자산의 가치를 최대화하는 것을 목적으로 하는 국제표준이다. 기술위원회 ISO/TC 251이 논의 끝에 제정한 ISO 5500x 시리즈는 ISO 55000에서 개관, 원칙 및 용어를 설명하고, ISO55001은 자산경영시스템 요건을 규정하며, ISO 50002에서는 자산경영시스템 설계 및 운영에 관한 지침을 제시한다. 산업 설비와 사회 인프라가 노후화되고 있어 수리 및 교체에 대한 의사결정이 요구되는 이 시점에, ISO 55001 자산관리경영시스템의 도입은 자산관리를 통해 산업기반시설 및 산업 자산의 효율성 향상에 기여할 수 있다.[112]

한국에서도 ISO 55001을 KSA 차원에서 인증을 하고 있다. ISO 55001 구축 프로세스를 보면, 먼저 적용 범위에 대한 자료를 수집하고, 법과 규제를 파악하고 이해관계자의 의견을 수렴하여 자산경영방침을 수립한다. 전략적 자산경영 계획을 수립하고, 리스크를 분석하고 자산의 중요도 등을 결정한다. 이후 자산경영목표를 달성하고자 필요 자원과 책임자 설정, 결과 평가방법 등에 대해 기획한다. 자산경영계획을 실행하여 모니터링과 문서화를 통해 관리를 하며, 유지관리체계를 구축하는 단계까지 끝내면 ISO 55001을 KSA SCHEME 차원에서 획득할 수 있다.

---

111) 한애란, 박희경(2004), 「ISO/TC224 "상하수도 서비스" 국제표준화에 대하여」.
112) 한국표준협회(2017), 「ISO 자산관리경영시스템(AMS)」 브로셔.

자료: 한국표준협회(2017).

〈부록 그림 Ⅳ-7〉 ISO 55001 인증 절차

ISO 55001이 일반적인 자산관리경영시스템의 표준을 제시하였다면, 상하수도 자산에 대한 관리의 표준도 ISO에서 발간하고 있다. 2007년에 발표된 ISO 24510, 24511, 24512는 마시는 물과 하수처리 서비스에 관련된 활동에 대한 표준을 제시하고 있다. 이는 사업자와 소비자들이 서비스를 평가할 수 있도록 계산방법이 분명하고 정의가 명확한 지표를 개발하여 시스템의 개발 및 운영·관리의 효율성을 제고하기 위함이다.[113] 특히 이 중에서도 ISO 24511은 하수처리시설의 관리와 하수처리 서비스에 대한 평가에 관한 표준이다. 표준안의 목차 내용은 다음 표와 같다. 각 표준은 Plan(계획)-Do(실행)-Check(점검)-Act(조치), 즉 PDCA 활동이 기본적인 개념으로 활동을 반복하고 있다.

한편, 비교적 최근에 개발 중이었던 ISO 24516은 물 공급과 하수처리시스템의 관리에 대해 표준을 제시하고 있는데, 특히 상수관망(24516-1)에 대한 파트는 2016년 11월, 하수관망(24516-3)에 관한 파트는 2017년 9월에 출간이 되었으며 처리, 펌핑, 및 저장과 하수

113) 환경부(2008), 「국제경쟁력 강화를 위한 상하수도서비스 평가기준 개발 연구」.

처리장에 대한 부분(24516-2)은 아직 개발이 진행 중이다.[114] 뿐만 아니라 상수와 하수 시설의 위기관리시스템(ISO 24518)도 2015년 발간이 되었으며, 그 외 수질관리나 물 효율적 관리, 위기관리 상황에서의 대체 물 서비스, 지속적인 수질 유지와 운영 모드 모니터링 시스템에 대한 가이드 등이 현재 개발 진행 중이다. 이처럼 상하수도 자산에 대한 관리 부문에 대한 표준은 비교적 최근 개발이 완료되었거나 개발 중임을 알 수 있다.

이와 같이 상하수도 자산관리에 대한 국제표준이 정립되고 있음에 따라 국내의 상하수도 자산관리도 이러한 방향에 맞추어 나아가야 할 것으로 보인다. 이러한 국제표준이 제정되면 WTO/TBT 협정에 따라 국가 규격을 국제규격에 합치하도록 하여야 하며, 국내법인 「국가표준기본법」 제20조에서도 국내표준을 국제표준에 조화시키도록 규정하고 있다.[115] 따라서 국제표준에 맞추어 개선할 의무가 생기며, 이처럼 국제표준에 맞출 경우 국내의 물 산업이 세계 물 시장에서의 경쟁력을 갖출 수 있는 발판이 될 수도 있다. 다만 주요 요소들을 포괄하되 국내 여건의 특수성을 고려하여 보완 개발할 필요가 있을 것이다.

---

114) ISO 홈페이지, https://www.iso.org/committee/299764/x/catalogue/, 검색일: 2017.10.18.
115) 환경부(2008).

〈부록 표 Ⅳ-5〉 상하수도 자산관리 표준 항목별 주요 내용

구분	분류	내용
자산관리 목적 및 구조	1. 자산관리 원칙	1.1 목적 및 요구사항 1.2 일반적 측면 1.3 리스크 및 생애주기 측면 1.4 자산관리 프로세스 구조
자산상태, 장애발생 가능성, 장애비용 (피해비용)	2. 조사	2.1 개요 2.2 조사 목적 2.3 조사범위 결정 2.4 데이터 수집 2.5 데이터 등록 및 데이터 할당 2.6 기존 정보 검토 2.7 인벤토리 업데이트 2.8 유형별 조사 2.9 성능 정보 검토 2.10 조사계획 2.11 성능 테스트
	3. 평가	3.1 원칙 3.2 자산성능평가 3.3 구조적 조건 평가 3.4 운영성과평가 3.5 성능 요구사항 비교 3.6 받아들일 수 없는 영향 파악 3.7 성능부족 원인 파악
절차, 생애주기 회피비용, 최적 투자계획	4. 계획	4.1 개요 4.2 통합 솔루션 개발 4.3 솔루션 평가 4.4 실행 계획 준비
	5. 실행	5.1 개요 5.2 계획 수립 / 업데이트 5.3 실행 5.4 성능 모니터링 5.5 성능 검토
	6. 운영 및 유지관리	6.1 개요 6.2 운영 6.3 유지관리
	7. 재건	7.1 개요 7.2 물리적 인프라 재건을 위한 전략적 계획(장기계획) 7.3 물리적 인프라 재건을 위한 전술계획(중기계획) 7.4 운영계획 – 재건 조치 실행(단기계획)
	8. 문서화 및 효율성 검토	

자료: ISO/TC224(2016), “Guidelines for the Management of Assets of Water Supply and Wastewater Systems – part 1: Drinking Water Distribution Networks.”

〈부록 표 Ⅳ-6〉 표준화문서의 목차 구성

소비자〈ISO 24510〉	상(하)수도〈ISO 24511, 24512〉
· 머리말 및 개요	· 머리말 및 개요
1. 적용범위	1. 적용범위
2. 용어 및 정의	2. 용어 및 정의
3. 서비스의 구성요소	3. 상(하)수도 시스템의 구성요소
4. 소비자의 요구와 기대측면의 서비스 목적	4. 상(하)수도 서비스의 목표
5. 소비자의 요구와 기대만족을 위한 가이드라인	5. 상(하)수도 관리 항목
6. 소비자를 위한 서비스의 평가 기준	6. 상(하)수도 관리 가이드라인
7. 수도서비스의 평가	7. 상(하)수도 서비스의 평가
8. 성과지표 개요	8. 성과지표 개요
부속서 A: 영어에 상응하는 프랑스, 스페인어의 용어정리	부속서 A: 영어에 상응하는 프랑스, 스페인어의 용어정리
부속서 B: 성과지표 예시	부속서 B: 상(하)수도시스템 구성도
부속서 C: 성과지표 시스템 - 신뢰도 평가	부속서 C: 상(하)수도 목표와 관련된 가능한 활동
관련자료	부속서 D: 하수도관리와 관련된 가능한 활동(24511) 부속서 D: 미래의 상수도관리를 위한 가이드라인(24512)
	부속서 E: 상(하)수도 목표 관련 서비스 평가 기준, 평가 기준 관련 평가지표, 서비스기능과 관련된 서비스 평가 기준 예시
	부속서 F: 성과지표시스템 - 신뢰도 평가
	관련자료

자료: 환경부(2008).

Ⅳ-3. 상하수도시설 성능평가 프로그램

국내 상수도 성능평가에 대한 매뉴얼은 환경부의 「상수도 관망진단 매뉴얼」(2007)과 한국상하수도협회의 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼」(2015)이 있다.

가. 상수도 관망진단 매뉴얼

「상수도 관망진단 매뉴얼」에서는 성능평가를 위한 기본 데이터를 구축하여 합리적인 기술진단으로 노후화 시설을 평가하고자 하였다. 여기에서는 일반기술진단과 전문기술진단으로 진단 절차를 나누었는데, 수도사업자가 자체적으로 수행할 수 있는 실용적이고 간편한 수준의 지표를 이용한 일반기술진단이 먼저 수행된다. 일반기술진단 항목에서는 평가지표의 값을 계산하고 산출된 지표값을 기준값과 비교하여 '우수, 양호, 보통, 불량, 심각'의 5단계로 결과를 진단하고, '불량'이나 '심각'의 경우에 전문기술진단을 시행한다. 일반기술진단의 범위 및 주요지표는 다음 표와 같다.

〈부록 표 Ⅳ-7〉 일반기술진단의 범위 및 주요지표

범위	주요지표
관망도 작성	관망도 보유율 = [관망도기재관로 길이(m)] / [전체관로길이(m)] × 100 정비 빈도, GIS 도입 여부
블록시스템 구축	대블록(폭 25m 이상, 하천 및 복개천, 철도를 경계로 구분), 중블록(폭 8m 이상, 행정구역 등을 경계로 구분, 급수전 1,500~5,000), 소블록(폭 8m 이하, 대단위 아파트 등을 경계로 구분, 500~1,500전 규모) 급수면적, 주거용 건축물연상면적, 총인구, 급수인구, 수도사용자 수, 사용요도, 급수방식, 평균 요금단가 등
배수지 시설	체류시간 실적만족도(%) = [실적 체류시간] ÷ [기준 체류시간] × 100 체류시간 예상만족도(%) = [예상 체류시간] ÷ [기준 체류시간] × 100 배수지 청소빈도[회/년]
관체	배수관 평균연령[년] = [Σ(각 배수관 연령 × 해당 하수관 연장)] ÷ [배수관 총연장] 인입급수관 평균연령[년], 비내식성관 비율(%)
펌프시설	펌프점검률[%/년], 점검빈도[회/년], 펌프 평균연령

범위	주요지표
밸브	관로밸브 설치밀도(개/km), 유효밸브 밀도(개/km), 점검빈도[회/년]
소화전	소화전 설치밀도[개/km], 점검률(%)
감압시설	감압밸브 점검빈도(회/년)
유수율	유수율(%) = [유수수량] ÷ [급수량] × 100 무수율(%) = [무수수량] ÷ [급수량] × 100
수압관리	최소수압 미달전수 비율(%) 최소수압 실적 만족도(%) = [Σ최소수압 이상이 되는 각 절점에 포함된 배수면적(km^3)] ÷ [총 배수면적(km^3)] × 100 최대수압 초과전수 비율(%) 최대수압 실적 만족도(%)
누수 관리	연장당 배수관 누수사고건수[건/km/년], 연장 당 배수관 누수량[m^3/km/년], 연장당 인입급수관 사고건수[건/km/년], 급수전당 인입급수관 사고건수[건/전/년], 연장당 인입급수관 누수량[m^3/km/년], 급수전당 인입급수관 누수량[m^3/km/년]
급수 수질관리	수질검사 시행률[%], 수질검사 개소밀도[%], 수질 불합격률[%], 최소 잔류염소 미달률[%]
노후시설 갱생	배수관 갱생률[%/년] = [5년간 개량된 배수관의 연장]÷[총 배수관 연장 ÷ 5] × 100 배수관 교체율[%/년], 인입급수관 교체율[%/년]
측정기기 관리	구역유량계 보정률[%/년], 구역유량계 보정빈도[회/년], 수압계 보정률[%/년], 평균 수압계 보정빈도[회/년], 배수지 수위계 보정률 및 보정빈도, 구역유량계 밀도[개/블록]
단수	단수 영향인구 비율[%] = [Σ(단수영향지역 거주인수 × 단수시간)] ÷ [총급수인구 × 24 × 365] × 100 천명당 년간 급수제한 시간, 단수 일수율([%], 미공지 단수비율[%], 미공지 단수일수율[%]
민원 사항	수질관련 민원률[건수/만명], 출수불량 민원률[건수/만명], 년간 평균 단수관련 민원률[건/만명]
조직 및 직원 관리	교육연수시간 = [전직원 교육연수 시간] ÷ [총 직원수]
기타 필요시설	

자료: 환경부(2007c), 「상수도 관망진단 매뉴얼」.

이와 같이 지표에 따른 일반기술진단을 실시한 후, 결과를 정리 및 분석하여 평가표에 5단계로 평가한 후, '불량'이나 '심각'이 도출될 경우 전문기술진단을 실시한다. 전문기술진

단에서는 일반 시설관리 정보를 이용한 진단, 계측조사에 의한 진단, 조합에 의한 진단 방법을 적절히 활용한다. 이 매뉴얼에서는 전문기술진단을 위한 자료정리표의 예를 제시하여 이를 이용하여 작성하도록 하고 있다. 이러한 평가지표의 평가결과를 가지고 득점화기준에 따른 총점을 매길 수도 있다.[116] 뿐만 아니라 이 매뉴얼에서는 구조적 안정성, 수리적 안정성, 수질적 안정성, 수량관리의 적정성, 블록시스템 구축의 적정성, 갱생공법의 경제성평가, 비상시 대응성에 대한 전문기술진단의 예를 보여줌으로써 각각의 사례에 맞는 세부적인 정보와 지표, 평가 예시를 보여 주고 있다.

나. 상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼

한편 한국상하수도협회가 발간한 「상수도관망 성능평가 프로그램 활용 매뉴얼」(2015)에서는 상수도관로의 성능에 대한 평가를 통해 개량 의사결정 지원시스템을 구축하도록 하는 것을 목표로 의사결정 판단기준을 제시하고 있다. 여기서 제시하는 성능평가의 단계는 기초평가-관 내시경평가-관체 평가로, 총 3단계의 평가를 거친다. 1단계 기초평가에서는 현장평가와 같은 성격의 평가로서, 상수도 관련 기술자의 의견을 반영하여 상수도 서비스 측면에서의 성능을 평가하는 과정이다. 여기서 9개의 세부평가 항목에 대한 현재 수준을 Excel 프로그램을 이용하여 평가 기준에 따라 점수화하는 과정에 대해서도 설명하고 있다. 9개의 세부평가 항목에는 누수 관련 항목으로 연간 km당 누수건수, 관경별 누수발생 가능성, 관 매설연수, 전식 등의 가능성 여부 및 방지시설 확보 여부, 관 매설 주변도로 현황, 관 외면 피복이 있으며, 수질 및 관 부식에 관해서는 관 내면 피복, 수량·수압을 측정하는 지표로 연간 수량·수압 관련 민원 건수, 또 유지관리 관련 지표로는 매설관 이력정보를 제시하고 있다. 이에 대해 조건 구분에 따라 항목별 가중치를 다르게 매기도록 하였다(부록 표 Ⅳ-8 참고). 이와 같이 모든 지표에 대해 평가하여 100점 만점 기준으로 기초평가 총점이 산출된다. 이와 같은 기초평가 총점에 따라서 기초평가 등급이 산정되고, 이에 따라 의사결정 내용이 달라진다. 등급이 C등급 이하면 다른 평가결과와 상관없이 관을 교체하여야 하며, B등급 이상이면 2단계 평가를 진행하여 의사결정을 한다.

---

116) 환경부(2007c), pp.100-113.

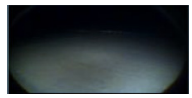
〈부록 표 Ⅳ-8〉 기초평가 항목 가중치 및 조건 구분 예시

평가 항목		평가 내용	
구분	가중치	조건 구분	조건값
연간 km당 누수건수 (건/km·year)	0.22	0.68건/km·year 이하	1
		0.68건/km·year 초과 2.72건/km·year 미만 또는 불명확	0.5
		2.72건/km·year 이상	0

자료: 한국상하수도협회(2015b), p.9.

2단계 평가인 내시경평가에서는 내시경 촬영을 통하여 대상 관로 구간의 상태를 영상으로 분석하고 정량적 평가 기준에 따라 점수화하여 평가한다. 대상 관로에 대하여 육안으로 바로 보수가 필요한 관을 필터링하고, 나머지 부분에 대해서는 점수화 평가를 시행한다. 평가방법은 100점 만점으로 하여 배점된 항목별로 100점에서 차등 차감하여 평가한다. 평가 항목에 따라 손상 및 불량 수준을 소, 중, 대로 기입하거나 손상 두께, 부식 정도, 침전물 두께의 경우 전체 면적 대비 %로 기입하는 등 손상 정도에 대한 면적을 입력하면 항목에 대한 평가 점수가 산정이 되고, 이를 더해서 평가 총점이 도출된다. 여기서도 평가 총점에 따라 등급을 나누는데, C등급 이하면 다른 평가를 할 필요 없이 관을 교체하도록 하며, B등급 이상인 경우 다음 단계인 3단계 평가를 진행한다.

〈부록 표 Ⅳ-9〉 내시경평가의 예시

평가 항목	차감점수 산정				
관 내면 라이닝 손상 (박리 등)	손상 두께 기준	기준	소 (손상 적음)	중 (손상 보통)	대 (손상 큼)
		가중치	0.1	0.3	0.6
		사진 예시			
	손상면적 (%)				

자료: 한국상하수도협회(2015), p.21.

3단계 평가는 관체평가로서, 관체의 직접 조사로 육안 및 정밀 측정, 물리적, 화학적 분석 방법으로 점수화한다. 3단계도 마찬가지로 기준 미달인 구간을 필터링을 한 후, 나머지 구간에 대해서 관체 평가 기준에 따라 분석결과를 점수화한다. 이 평가에서는 최대 11개 항목에 대한 조건값(1, 0.75, 0.5, 0.25, 0)을 입력하여 점수화한다. 이 항목에는 육안 및 계측으로 평가하는 관 평균잔존두께, 외면 피복 박리된 면적, 내면 피복 박리된 면적, 외면 최대 부식 깊이, 내면 최대 부식 깊이, 관내 침전물 두께에 따른 해당면적, 관 이음부 상태와 물리적평가로 평가하는 관체 인장강도, 관체 항복점, 연신율, 그리고 화학적평가로 평가하는 관체 화학적 조성이 있다.

〈부록 표 Ⅳ-10〉 관체평가의 예시

평가 항목		평가 내용	
구분	가중치	조건 구분	조건값
관 이음부 상태 [부식(손상) 상태]	0.23	(이음부 전체대비) 부식(손상) 없음	1
		(이음부 전체대비) 5% 미만	0.75
		(이음부 전체대비) 5% 이상 10% 미만	0.5
		(이음부 전체대비) 10% 이상 20% 미만	0.25
		(이음부 전체대비) 20% 이상	0

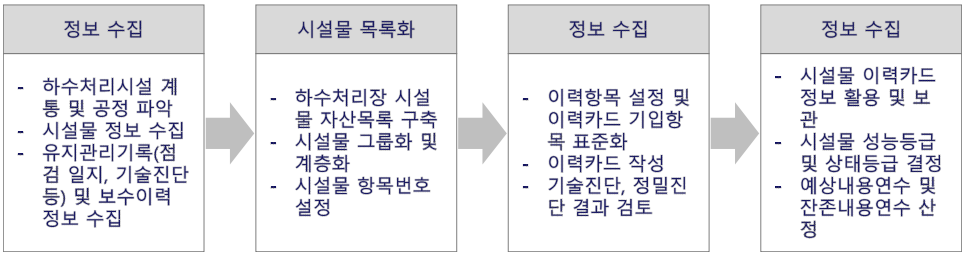
자료: 한국상하수도협회(2015), p.39.

마지막 3단계의 평가결과 등급이 C등급 이하면 다른 평가결과에 상관없이 관을 교체하여야 하며, B등급은 경미한 개선, A등급은 양호한 상태로 판단할 수 있다.

다. 하수도시설 정보관리 가이드라인

한편, 하수도 성능평가와 시설 개선에 대한 가이드라인은 없는 상태이며, 하수도시설 정보관리에 대한 가이드라인을 만들기 위한 연구가 진행되었다. 2016년 한국상하수도협회가 안을 제시한 「공공하수도시설 시설물 정보관리 가이드라인(안)」에서는 하수처리시설 시설물을 정보관리 매뉴얼을 통해 자산을 효율적으로 운영하기 위한 기본체계를 갖추고자 하는

것을 목적으로 하였다. 이를 위해 정보를 수집하고, 시설물을 목록화하며, 이력정보를 기입하여 이력카드 작성 후 노후도 평가를 통해 잔존내용연수와 상태 등급을 결정하는 절차를 제시하였다.



자료: 한국상하수도협회(2016), 「공공하수도시설 시설물 정보관리 가이드라인(안)」, p.7.

〈부록 그림 Ⅳ-8〉 하수처리시설 정보관리 절차

특히 설비의 특성 정보를 위치, 규격(용량), 형식, 동력, 기타사양, 설치연도, 단가, 예상내용연수로 구분하였으며, 설비 현황에 대해서는 설비상태, 고장결과, 예비설비, 설비성능, 동작상태, 비가동사유로 나누어 예시를 제시하고 있다. 다만 이 연구에서도 지적하듯이 본 매뉴얼에서는 상태 및 성능, 고장결과의 등급 판별기준을 제시하고 있지는 않으며, 이는 추후 연구 과제로 남겨두었다.

이러한 이력정보는 관리대행의 성과평가에 활용될 수 있다. 설비의 유지관리 개선율, 장비 교정률, 개선 완료율 등이 여기에 해당한다. 또, 이력카드 내의 기술진단 결과는 시설물의 상태를 확인하기 위한 자료로 활용되면서도 기술진단 결과 보고서 작성을 위한 기초 데이터로도 활용될 수 있다. 뿐만 아니라 이력정보는 하수도통계나 하수도종합정보관리시스템의 자료로 활용될 수 있다.

〈부록 표 Ⅳ-11〉 설비현황 세부항목 및 내용

세부항목	내용	예시
설비상태	시설물 및 보수공사 이력 내에 작성된 상태등급과 연동하여 작성하며, 보수 및 수리의 시급성에 따라 5개 등급으로 설비의 등급을 설정	아주 좋음(A)
고장결과	설비의 고장발생시 전체 시스템에 영향을 미칠 수 있는 영향의 정도를 표시하기 위해 사용됨	매우 높음(E)
예비설비	해당 설비를 대체하기 위한 예비설비가 존재유무와 설비의 대체가능 비율을 %로 표시	100%
설비성능	설비 성능은 설비의 설계성능 대비 현재 발휘성능을 %로 산정하여 등급을 구분하여 산정	95%(A)
동작상태	설비의 동작상태를 가동과 비가동으로 구분하여 기록	가동 중
비가동사유	설비의 동작상태가 비가동인 경우 사유를 구체적으로 기입	수리

자료: 한국상하수도협회(2016), p.27.

부록 Ⅴ. 우리나라 상하수도사업평가제도[117)]

상하수도사업에 대한 성과평가는 사업부문 관리를 위한 대표적인 도구로 볼 수 있다. 상하수도사업은 서비스의 품질 평가를 통해 효율성을 제고하고 경쟁력을 강화시키기 위해 운영 및 관리, 경영 등에 대한 실태 평가를 지속적으로 시행해 오고 있다.

현재 상하수도사업에 대한 평가와 관리는 부문정책 관련 부처인 환경부의 상하수도사업과 상하수도사업 경영 형태로서 지방공기업을 관할하는 행정안전부의 사업 운영 평가를 통해 이루어지고 있다. 본 절에서는 현행 상하수도사업 운영 평가에 대해 분석하고 관리구조로서 문제점을 도출해 보고자 한다.

가. 상하수도 운영실태 평가와 지방공기업 경영평가

상하수도와 관련된 대표적인 운영 평가 체제로는 환경부 주관 하의 「상하수도 운영실태평가」(2011~2014), 「일반수도사업 및 공공하수도 운영관리실태평가」(2001~운영 중) 및 행정안전부 주관의 「지방공기업 경영평가」(2004~운영 중)가 있다. 〈표 2-19〉는 3개 운영평가에 대한 설명을 나타낸다.

「상하수도 운영실태 평가」 및 「일반 수도사업 및 공공하수도 운영관리실태 평가」는 환경부가 운영하는 평가체계로 상하수도사업의 전반적인 운영·관리와 정책달성여부 등에 중점을 두고 평가를 진행하였다. 이에 우수한 평가를 받은 사업자들을 대상으로 포상금 지급, 인증수여 등의 행정적인 유인을 효율적으로 사용하고 있으며, 개선되어야할 부분에 대한 계획 수립 및 시행 등과 같이 사업의 전반적인 사항을 고려하고 있다. 그러나 평가과정에 있어 「일반 수도사업 및 공공하수도 운영관리실태 평가」와 「지방공기업 경영평가」는 일부 평가 항목이 중복되며, 개별 수도사업자 및 공공하수도관리자의 상하수도 정책목표 이행여부에 대한 평가가 미흡한 실정이다. 중복된 평가 항목의 경우 요금현실화, 수질관리, 처리시설 및 보급률 등에 관한 것으로 〈부록 표 Ⅴ-1〉과 같다.

---

117) 문현주 외(2017 초안)에서 부분 발췌, pp.45-51, pp.143-144.

〈부록 표 Ⅴ-1〉 상하수도사업 운영 평가 비교

<table>
<tr><th></th><th>상하수도 운영실태 평가</th><th>일반 수도사업 및 공공하수도 운영관리실태 평가</th><th>지방공기업 경영평가</th></tr>
<tr><td>운영 주체</td><td>환경부,
2011~2014 운영종료</td><td>환경부, 2001~운영</td><td>행정안전부, 2004~운영</td></tr>
<tr><td>평가 내용</td><td>- 상수도사업 전반
- 공공하수도시설 운영
- (시설, 수질관리, 경영, 운영)</td><td>- 상하수도 운영·관리 및 정책달성여부 평가</td><td>- 상하수도 경영시스템
- 상하수도 경영성과
- (활동, 성과, 경영효율성과)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">피드백</td><td>- 포상금 지급(최우수, 우수)
- 인증수여
- (우수 수도사업자 인증서)
- 수도사업자 운영 우수사례발간·배포
- 최우수 수도사업자 차연도 평가 제외</td><td>- 표창 및 포상금 지급
- (일반수도사업자 및 공공하수도관리청)</td><td rowspan="2">- 평가등급에 따른 직급평가급 부여(CEO, 임원, 직원 대상)에 따른 성과급 차등 지원
- 평가등급에 따른 익년도 연봉조정(CEO, 임원, 직원 대상)에 따른 연봉동결 또는 삭감 조치</td></tr>
<tr><td colspan="2">· 우수 사업자에게 예산 지원 확대, 포상수여 등
· 인센티브 방안 강구, 지원내용 포함</td></tr>
<tr><td>개선 조치</td><td colspan="2">- 개선지시 조치
- 자체 개선계획 수립·시행
- 행정조치(필요할 경우 적용)</td><td></td></tr>
<tr><td>비고</td><td>- 공공하수처리시설 등 시설평가는 운영관리실태 분석으로 유지(운영관리체계 방안 마련을 위해 ‘분석’으로 형태 변화)</td><td>- 지자체 업무부담 완화를 위해 상하수도 운영관리 실태 점검 통합 추진(2016~평가시작)</td><td>- 경영 전반적인 평가의 유인 및 개선조치로 운용주체의 임금으로 피드백 실시</td></tr>
</table>

자료: 환경부 보도자료(2016.12.9), “상하수도 운영·관리 종합 최우수 안양시, 우수 안동시”.
환경부(2015c), 「수도사업 운영 및 관리실태 평가 규정」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.46. 에서 재인용.

〈부록 표 V-2〉 상하수도 운영관리평가와 지방공기업 경영평가 항목비교

	일반 수도사업 및 공공하수도 운영관리실태 평가	지방공기업 경영평가
운영주체	요금현실화, 운영인력 전문성, 시스템 입력, 홍보, 위기 및 안전 관리 대응	리더십/전략, 경영시스템(경영효율화), 경영성과(경영효율성과), 정책준수
상수도	운영·관리(정수시설 운영관리, 정수장·상수관망 기술진단 및 개선, 수질기준 준수, 수질기준 관리)	경영시스템(주요 사업활동) (정수처리 및 수질관리, 상수도관 관리, 재난·안전관리)
	정책(유수율 개선, 통계자료 산정 적정성, 수돗물 음용율 제고, 정부 정책 이행)	경영효율성과(주요 사업성과) (상수도보급률, 시설이용률, 요금부과율, 전력사용효율성)
하수도	운영·관리(하수처리, 방류수, 소규모 공공하수처리시설, 가동율, 유입수질비, 하수찌꺼기 감량화, 에너지비용, 차집관로 월류수, 악취, 기술진단 지적 개선, 준설실적)	경영시스템(주요 사업활동) (처리장 시설 및 수질관리, 하수관로 시설관리, 재난·안전 관리)
	정책(재이용율, 노후관로개선, 보급률, 민간대행, 성과평가 이행, 개인하수(오수)처리시설 지도점검, 분뇨수집·운반업 지원대책, 하수도 처리원가, 하수도 예산집행, 소규모 공공하수처리시설 하수도 사용료 부과)	경영효율성과(주요 사업성과) (시설이용률, 하수도보급률, 하수배제방식, 하수처리효율, 하수처리수 및 슬러지 적정처리)

자료: 안전행정부·지방공기업평가원(연도별), 「경영실적 지방공기업경영평가 종합보고서」.
환경부 보도자료(2016.12.9), "상하수도 운영·관리 종합 최우수 안양시, 우수 안동시".
환경부(2015a), 「수도사업 운영 및 관리실태 평가 규정」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.47. 에서 재인용.

나. 상하수도 운영실태 평가

상하수도사업의 운영·관리 실태를 평가하기 위한 구체적인 항목들을 살펴보면, 시설 위주의 관리와 정수장 및 공공하수처리시설만을 대상으로 진행되는 문제점이 있다. 관련된 평가 항목의 경우 다음과 같다(부록 표 V-3 참조).

〈부록 표 V-3〉에서 시설관리 부분을 보면, 상수도시설 점검을 위주로 한 평가가 주로 수행되고 있으며, 시설관리를 위한 투입요소가 주를 이루고 있다. 공공하수처리시설 평가는 특정 기술 및 방안을 평가지표로 제시하여 다양한 전략과 기술의 도입을 저해하고 있음을

나타낸다. 사업관리 부분에서는 정책 및 시스템 개선 여부에 평가 항목들을 개별 상하수도 사업자의 평가 항목으로 적용하기에는 한계가 있으며, 상수도의 경우 재정관련 항목이 부재하다. 전반적으로 상하수도사업관리를 위한 재정평가 항목이 타 부문에 비해 부족한 실정이다. 또한 사업을 평가할 때 투입요소가 주된 대상이 될 경우 평가구조에 맞추어 사업자들이 과소 및 과대투입(인력 등)을 하여 오히려 효율성을 떨어뜨리는 원인이 되므로 개선되어야 할 사항으로 보인다.

〈부록 표 Ⅴ-3〉 상하수도사업 운영·관리 실태 평가 항목

시설관리			사업관리		
투입	상수도	근무인력 확보여부 및 전문성(정수장)	정책	하수도	하수슬러지 재활용·재이용
					환경정책 순응도
	하수도	운영요원의 전문성			슬러지 감량·처분
공정 및 기술 수준	상수도	운영관리(정수장)	시스템	상수도	위기대응 매뉴얼 구비여부 및 훈련정도(정수장)
		수질준수여부(정수장)			
		수질검사능력(정수장)			주민서비스 향상 및 민원해소(정수장)
		기술진단 및 기록여부(정수장)		하수도	위기관리 예방활동
	하수도	하수처리효율			위기관리
		계획대비 하수처리효율			연구개발 및 지원
		하수도 준설실적	재정	하수도	재해대비 예산확보
		기술진단 이행률			BOD kg 당 하수처리단가
					에너지비용

자료: 안전행정부·지방공기업평가원(연도별), 「경영실적 지방공기업경영평가 종합보고서」.
환경부 보도자료(2016.12.9), "상하수도 운영·관리 종합 최우수 안양시, 우수 안동시".
환경부(2015a), 「수도사업 운영 및 관리실태 평가 규정」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.48. 에서 재인용.

〈부록 표 V-4〉 일반 수도사업 및 공공하수도 운영·관리 실태 평가 항목

시설관리			사업관리		
투입	공통	운영인력 전문성 확보	정책	상수도	수돗물 음용률 제고 노력
공정 및 기술 수준	공통	상하수도종합정보시스템입력률			정부 정책 이행노력
	상수도	정수시설 운영관리		하수도	하수처리수 재이용률
		수질기준 준수			개인하수(오수처리) 지도점검률
		수질기준 관리			물산업육성정책 참여도(민간대행 등)
	하수도	하수처리효율			대행성과평가 이행
		방류수수질개선			분뇨수집·운반업 지원대책마련
		소규모 공공하수처리시설 주기적관리	시스템	공통	주민서비스 및 대국민홍보
					위기, 안전관리 대응능력
		하수처리시설 가동률		상수도	정수장 기술지단 및 개선실적
		하수처리시설 유입수질비			상수관망 기술진단 및 개선실적
		소요 에너지비용			생산량 통계자료 산정의 적정성
		차집관로 월류수 관리			
		하수도 준설실적		하수도	기술진단 지적사항 개선완료율
		하수찌꺼기 감량화율	재정	공통	상하수도 요금현실화 노력
		악취평가		하수도	하수도 처리원가 공개
성과	상수도	유수율 개선율(중간성과)			하수도 예산집행
	하수도	방류수 수질			소규모공공하수처리시설 하수도 사용료 부과여부
		노후관로 개선율(중간성과)			

자료: 안전행정부·지방공기업평가원(각연도), 「경영실적 지방공기업경영평가 종합보고서」.
환경부 보도자료(2016.12.9), "상하수도 운영·관리 종합 최우수 안양시, 우수 안동시".
환경부(2015a), 「수도사업 운영 및 관리실태 평가 규정」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.49. 에서 재인용.

일반수도사업과 공공하수도의 운영·관리실태 평가를 시설관리와 사업관리로 구분하면 〈부록 표 V-4〉와 같다. 시설관리 부문은 투입, 공정 및 기술수준, 성과로 구분되는데 이 평가 항목들은 성과보다 공정 및 기술수준 위주로 이루어져 있다. 사업관리 부문은 정책, 시스템, 재정으로 구분되는데 전반적으로 정책 부응을 위한 지표들로 이루어져 있으며 위기 및 안전관리 대응능력, 상하수도 요금현실화 노력 및 하수처리수 재이용률 등은 현재 상하수도사업이 가지고 있는 문제점과 기후변화 등으로 인한 미래대비 등에 대한 인식이 반영되

어 있는 것으로 보인다. 그러나 지속가능한 재정을 위한 합리적 투자와 유인과 관련되어 있는 지표가 부족하고, 지역적 여건을 고려한 유연성 있고 재량적인 효율적 방안의 적용이 미흡한 수준의 지표를 적용하고 있다.

다. 지방공기업 경영평가

현재 상하수도사업에 대한 재정운영 평가는 행정안전부에서 시행하는 지방공기업(공사, 공단) 경영평가가 있다. 지방공기업 경영평가는 1993년부터 시행되어 온 것으로 「지방공기업법」 제78조, 동법 시행령 제68조 내지 제69조에 근거하여 지방공기업의 효율적 경영을 위해 매년 지방공사, 공단, 직영기업을 대상으로 실시하고 있다. 상하수도사업의 경우 직영기업에 속하며 2016년 기준으로 상수도 115개, 하수도 86개를 대상으로 평가를 시행하고 있다. 평가 기준은 경제성과 공공복리 증진 등 지방공기업의 경영원칙을 기준으로 경영목표 달성도, 업무의 능률성, 공익성 및 고객서비스 등을 포함한다. 상하수도 평가를 위한 세부지표를 살펴보면 주요 사업성과로는 시설이용률, 상하수도보급률, 처리효율, 요금부과율 등이 있으며, 경영효율성과로는 영업수지비율, 1인당 일반관리비, m^3당 총괄원가, 부채비율, 요금현실화율, 요금징수율 등에 대해 평가한다. 상하수도 지방공기업 평가지표를 보면 〈부록 표 Ⅴ-5〉와 같다.

기업경영평가와 관련된 사업활동 및 성과위주의 지표로 이루어져 있으나 이는 보급 확대를 중점에 둔 성과항목으로 볼 수 있다. 또한 수도 및 하수도사업 관리를 위한 투입과 공정을 위주로 한 운영관리 평가 항목으로 획기적인 성과 개선을 위한 전략과 기술 도입을 위한 유인을 감소시키게 된다.

지방공기업이 사업관리와 관련하여 평가하는 항목은 상하수도사업에 공통적으로 적용되며, 크게 정책 및 시스템과 재정 부문으로 구분한다.

상하수도 지방공기업들의 경우 사업관리를 위해 정책 및 시스템 부문에서 공통적으로 리더십과 전문성, 경영시스템, 정책 준수 등의 항목들을 통해 평가하고 있었다. 그러나 재정과 연계된 중장기 경영계획 및 상하수도사업의 특성을 반영한 평가지표가 부재하다는 점은 개선해야 할 부분으로 보인다. 또한 정책 및 시스템 부문에서 재난·안전관리 항목의 경우

2015년 항목과 비교하였을 때 '시설물 안전관리(2점)'가 '재난·안전관리(4점)'로 수정되었으며 해당 지표에 대한 평가배점도 늘어났다. 이는 기후변화 등으로 인해 발생하는 재난에 대해 효율적으로 대응하고 있는지에 대해 평가함으로써 재난대비 중요성을 인식하고 있음을 나타낸다.

〈부록 표 V-5〉 지방공기업 경영평가 시설관리 부문 평가 항목

투입·공정		성과	
상수도	시설이용률	상수도	상수도보급률
	전력사용효율성		
	상수도관 관리		
하수도	처리장시설 및 수질관리	하수도	하수도보급률
	하수관로 시설관리		
	시설이용률		하수처리효율 (중간성과)
	하수배제방식		
	하수처리수 및 슬러지 적정처리		

자료: 안전행정부·지방공기업평가원(각연도), 「경영실적 지방공기업경영평가 종합보고서」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.50. 에서 재인용.

〈부록 표 V-6〉 상하수도 지방공기업경영평가 사업관리 공통 항목

정책 및 시스템	재정
관리층의 리더십·전문성	재무관리
고객서비스 및 윤리경영	영업수지비율
중장기 경영계획	1인당 일반관리비
조직관리	m^3당 총괄원가
인력관리	부채비율
재난·안전관리	요금현실화율
고객만족도	요금징수율
공기업 정책준수	요금부과율

자료: 안전행정부·지방공기업평가원(각연도), 「경영실적 지방공기업경영평가 종합보고서」.
원문: 문현주 외(2017 초안), p.51. 에서 재인용.

Abstract

Validity and Effectiveness Evaluation of Environmental Infrastructure Investment

Hyun-Joo Moon, et. al.

The purpose of this study is to establish an evaluation system for the validity and effectiveness of investment on the environmental infrastructure, and through the application of the evaluation system, to derive sustainable investment strategy of environmental infrastructure industry and secure the efficiency of the national policy and financial investment.

As a first year study, this study suggests an evaluation framework and application plan for the infrastructure investment in the water and sanitation sector (WSS).

First, the study derives the necessity for the validity and effectiveness evaluation framework by analyzing the investment structure of the domestic WSS. The WSS needs re-investment in order to provide sustainable service because of the infrastructure deterioration, and there is arising of new demands such as flooding prevention and odor prevention services along with the environmental and societal changes. As the financial burden is aggravating due to increase in the investment demand, it is necessary to set policy goals which reflect socially changed values and to invest by priority. However, validity evaluation system for the WSS infrastructures is insufficient, and it is urgent to establish a validity and effectiveness

evaluation system for the investment, especially about the necessity for re-investment due to facility deterioration.

This study designs and suggests a system for assessing the validity and effectiveness of investment in the water and sewerage infrastructure with reference of the feasibility evaluation system for investment on the domestic and international infrastructure. The purpose validity evaluation framework based on the asset management system about the deteriorated infrastructure contains investment validity criteria such as necessity (failure probability, failure cost), cost (avoidance cost) and effectiveness (reduction of failure cost). The evaluation method can be conducted through simple scoring method, asset management system based on the optimal investment plan, or directly providing the relative efficiency of the asset life cycle cost. In order to utilize these methods, the priority establishment for the inventory and evaluation method of failure probability should be enhanced. Moreover, asset management system needs to be further developed.

It is also pointed out that although the current water and sewerage service is being evaluated on input-based operation efficiency to provide the service, performance evaluation system need to be improved for sustainable service introducing the performance-based operation evaluation, invest efficiency evaluation and financial sustainability evaluation. The investment efficiency evaluation can be based on whether the operator utilizes asset management system and investment plan is based on the system, and financial sustainability can be evaluated on cost recovery rate and strategic financial system development. Plus, national financial investment efficiency can be evaluated by investing on project producing biggest effectiveness to achieve the ‘acceptable baseline,’ set by the government.

Suggested evaluation framework can be utilized as follows: 1) feasibility

baseline can be established for investment on the renovation project about deteriorated water and sewerage facilities, 2) asset management and re-investment criteria, as well as financial strategies can be suggested for the sustainable water and sewerage service, 3) public investment structure and investment prioritization criteria can be suggested.

Several policy suggestions are derived to facilitate application of the evaluation framework. First of all, the government should establish the acceptable service level, reflecting the societal and environmental changes and provide the asset management and planning guidelines, strategic financing manuals, and program development. Furthermore, as an institutional structure, each role of all stockholders is emphasized such as the government to set baseline and provide aid, the operators to implement projects, and the specialized regulators to operate evaluation system.

Finally, the study analyzes the domestic WSS industry situation related to the application of the evaluation system suggested in this study. The study reviews the criteria for the investment plan from the national master plan and asset management concept applicability with the financial operation status based on the current water and sewerage service business cases. Based on the implications derived, the study suggest the government to develop a favorable environment to apply the proposed framework in the future plan.

Keywords: Asset Management, Feasibility Analysis, Effectiveness Evaluation, Water and Sewerage Service, Infrastructure Deterioration

▌저자약력

문현주(연구책임)

한국과학기술원 경영과학 박사
한국환경정책·평가연구원 선임연구위원(현)
E-mail: hjmoon@kei.re.kr

주요 연구실적

- 지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구 (2013~2014)
- 물이용 인식 선진화 정책연구 (2012~2014)

김현노

캐나다 앨버타대학교 농업자원경제학 박사
한국환경정책·평가연구원 부연구위원(현)
E-mail: hnkim@kei.re.kr

정석환

동의대학교 경제학 석사
한국환경정책·평가연구원 연구원(전)
E-mail: jungsh@kei.re.kr

김시현

서울대학교 도시계획학 석사
한국환경정책·평가연구원 연구원
E-mail: shkim@kei.re.kr