



댐상류하수도시설의 통합운영관리방안에 관한 연구(II)

- 통합운영관리 조직구성, 인력절감효과 및 경제성 검토를 중심으로 -

Integrated Management of Sewage Facilities in Upstream Watershed of Dam(II)

- Focusing on Organization, Human Resources Saving Effect and Economic Feasibility -

안충희^{1*} · 이관용²

Ahn, Choong Hee^{1*} · Lee Kwan Yong²

1 한국환경공단 상하수도시설처, 2 (주)엔포텍

(2010년 12월 1일 접수 ; 2011년 2월 8일 수정 ; 2011년 2월 11일 채택)

Abstract

A project constructing sewerage facilities in 9 upstream areas of 7 multi-purpose dams will have been completed by 2011. After all constructing and retrofitting of the new and the existing sewerage facilities, integrated management system with operation and control functions for the each levels of facilities will also be utilized. In this study, we studied how to compose the organization taking responsibility of the integrated management system and analysed human resources saving effect against conventional method of individual management of each sewerage facility. As a result, a method estimating the human resources in employing the integrated management among several sewerage facilities at upstream areas of dams were presented and some 23% of human resources could be saved by integrated management. Commissioning to a specialized public institute showed the highest B/C ratio of 4.5 among commissioning to local public corporations, commissioning to private corporations, and role-sharing partnership, etc.

Key words : Integrated management, sewerage facilities, human resources

주제어 : 통합운영관리, 하수도시설, 인적자원

1. 서론

소양강댐 등 7개 다목적댐 상류지역(28개 지자체)에 대하여 하수도시설 확충사업이 진행 중에 있다. 댐상류지역 하수도사업은 유역통합관리체계 구축으로 시설운영의 효율화 및 기술선진화를 도모하고, 일괄정비 및 통합관리를 통한 공사비 및 운영비 절감을 추구하고 있다. 이번사업은 28개 시·군에 걸쳐 500여개 이상의 하수도시설이 산재되어 이들 산재된 시설에 대한 운영관리의 효율성 확보를 위

해서는 행정구역 경계를 벗어난 유역단위의 통합관리가 필요하다. 이에 따라 통합관리를 전제로 사업이 진행 중에 있으며, 2011년 공사완료 후에는 9개 권역단위의 통합운영관리가 시행될 예정이다.

댐상류지역 하수도시설 확충사업은 권역별로 여러 지자체가 포함되기 때문에 기존의 지자체별 하수도 관리체계가 아닌 새로운 형태의 통합운영관리방안이 필요하다. 외국의 사례를 살펴보면 프랑스, 독일, 네덜란드 등 유럽의 많은 국가에서는 지방자치단체들이 조합이나 공동기구를 구성하여 광

* Corresponding author Tel:+82-32-590-4310, Fax:+82-, E-mail: ahnchh@keco.or.kr(Ahn, C.H.)

역차원에서 하수도계획을 세우고 시설을 공동으로 관리하는 협력형 모델의 형태로 운영하고 있으며(Heidemeier and Kohlmeier, 2005; Water Board Act, 1992), 일본이나 미국의 경우는 유역하수도나 MSD(Metropolitan Sewer District)라는 별도의 광역 하수도 관리체도로 유역 또는 광역단위 하수도 관리를 시행하는 간선하수도 모델의 형태로 운영되고 있다(일본국도교통성 2009; MMSD, 2009). 이들 외에도 상하수도 통합모델, 중심지자체의 주변 지역 통합 모델 등 다양한 형태의 통합관리 사례가 있으나, 외국의 유형들을 국내 관련제도나 댐 상류지역 하수도사업 특성 등을 고려할 때 이들 외국의 사례를 그대로 국내에 도입하는 것은 적절치 않다고 판단되며, 국내 관련법령 및 제도 등의 여건에 적합한 형태의 통합관리방안을 도출할 필요가 있다.

박 등(2010, 대한상하수도학회 게재 확정), 환경관리공단(2009)에서는 댐상류지역 하수도시설 통합운영관리 시 발생할 수 있는 문제점을 지적하고, 그 해결을 위해 ‘하수도통합관리전문기술지원단’ 설립의 필요성을 역설하여, 그 조직의 구성방안 및 그에 따른 경제성 분석을 제시한 바 있다. 하지만, ‘하수도통합관리전문기술지원단’ 외의 지역별, 권역별 통합운영관리를 위한 통합운영관리 조직구성 및 경제성에 대한 검토는 이루어진 적이 없다. 환경관리공단(2005a; 2005b; 2005c)에서 민자사업으로 댐상류지역 하수도사업을 추진할 목적으로 타당성분석을 하는 과정에서 통합운영관리조직과 경제적 타당성에 대한 검토가 이루어진 적은 있지만 매우 개략적인 검토가 이루어졌을 뿐 아니라, 그 후 민자사업이 아닌 재정사업으로 댐상류지역 하수도사업이 진행 중인 상황에서는 이에 대한 검토가 백지 상태에서 검토될 필요가 있다. 또한 기존의 하수처리시설 운영인원 산정과 관련된 지침으로는 “공공 하수도 관리업무 위탁지침(환경부, 2009)”이 있으나 이는 시설용량별 개별단위의 하수처리시설 운영인력 산정에 관한 것으로 관거를 포함한 다수의 하수도시설을 순회점검 할 경우의 인력과 통합관리를 위한 인력산정에 대한 규정은 마련되어 있지 않은 상태로, 통합운영관리를 위한 인력산정에 대한 기준을 새롭게 제시할 필요성이 있다.

본 연구에서는 댐상류지역의 하수도시설에 대하여 통합 운영관리방식 도입에 필요한 통합운영조직을 검토하고, 통합운영관리를 위한 인력산정에 대한 기준을 제시함으로써 기존의 개별 운영방식과 비교한 통합운영방식의 인력절감 효과를 분석하였다. 이를 통하여 통합운영관리를 위한 적정 관리조직의 형태를 제안하고, 통합운영관리를 통해 얻을 수 있는 경제적 효과를 간접적으로 제시함으로써 국가환경정책으로 추진 중인 유역단위 하수도관리체계 구축에 일조하고자 한다.

2. 통합운영관리방향과 조직의 구성방안

국내 하수도계획은 5년마다 수립되는 지자체별 하수도정비기본계획에 근거하여 하수도사업이 시행되며, 각 지자체가 운영 및 관리를 담당하고 있다. 즉, 현행의 하수도관리체계는 행정구역 중심으로 설치 및 관리가 이루어지고 있으며, 처리시설의 운영 또한 행정구역 단위의 개별처리장 위주로 지자체 직영 또는 위탁관리의 형태로 운영, 관리되고 있다. 특히, 하수도는 유역이 중시되는 배수권이라는 관점과 배수과정에서의 경제성 확보를 위한 자연유하시스템이라는 관점에서 볼 때 행정구역보다는 유역권이 중심이 되어야 할 것이다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 현행의 행정구역별 하수도 관리는 인접 시군에 여유용량이 있음에도 불구하고 별도의 하수도시설을 신설하는가 하면 동일 수계를 공유하는 지자체간에도 재정능력 불균형으로 인해 하수도 서비스의 불균형이 초래되는 등 수계의 목표수질 달성을 위한 하수도 관리의 비효율성이 발생되고 있는 실정이다. 따라서 최근 정부에서는 유역단위의 하수도관리기반 구축을 중요한 환경정책의 하나로 추진 중에 있으며, 2007년 수립된 국가하수도종합계획(환경부)에서는 하수도정책 목표를 “쾌적하고 안전한 생활환경을 만드는 하수도”로 정하고, 6가지 정책비전을 제시하고 있다. 이 중 “유역 물환경관리를 뒷받침하는 하수도”라는 정책비전 달성을 위해 “유역별 하수도 관리 및 하수도 산업 육성”을 핵심과제로 선정하고 유역별 하수도관리체계 도입을 적극 추진하고 있다. 댐상류지역 하수도시설 확충사업은 2007년 수립된 국가하수도종합계획 이전부터 추진되어온 사업이나 동일 댐 유역내 지자체를 한 개의 사업구역으로 묶어 하수도시설을 일괄하여 정비하는 사업방식으로 유역하수도의 일종이며, 사업완료 후 시행될 권역별 통합운영관리도 유역하수도의 한 분류에 속한다고 할 수 있다. 댐상류지역 하수도사업은 권역단위로 여러 지자체가 포함되어 있고, 광범위한 지역에 산재되어 있는 다수의 소규모하수도시설을 효과적으로 운영관리하기 위하여 사업범위에 행정구역을 벗어난 통합운영관리체계의 구축이 포함되어 있다.

9개 댐상류 권역의 하수도시설의 통합운영관리는 표준화된 통합관리시스템을 구축하여 이행될 예정이며, 당초 사업 계획 수립 당시부터 통합관리를 전제로 하수도시설의 설치 및 개량이 이루어져 왔다. 즉, 지자체별 중심처리장을 제외한 500m³/일 이상의 하수처리시설도 무인운전 및 원격감시·제어를 원칙으로 사업이 진행 중이며, 한국환경공단에서는 하수처리장의 최적관리를 위한 무인자동화 및 원격 제어방식의 통합관리시스템 개념을 도입하여 모니터링, 제어와 계측 등의 IT와 공정운전, 유지관리 등의 ET를 함께 접

목한 통합운영관리시스템을 구축하고 있다.

향후 사업완료 후에는 권역별 중심처리장에 지역 및 통합 관리센터를 구성하고 중심처리장에서 해당권역내 하수처리장에 대한 원격감시·제어와 순회점검방식을 통해 하수도 시설 운영관리가 시행되게 된다. Fig. 1은 댐상류지역 하수도사업의 통합운영관리의 개념도를 나타내고 있다.

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 권역별로 중심처리장에 통합 관리센터 및 지역관리센터를 구성하게 되어 중심처리장의 시설관리인력 외에 통합운영관리 시스템 상에서 무인자동 제어 되는 단위시설을 감시제어 하기 위한 인력과 시설용량 별 수질분석주기 및 시설별 중요도를 감안한 적정관리 빈도에 따라 순회점검을 실시하기 위한 순회점검 및 수질분석 인원의 구성이 필요하다.

이에 따라 통합운영관리로 인한 인력절감효과를 극대화 하면서 통합대상 단위시설의 효율적 운영관리를 시행하기 위해서는 통합운영관리를 위한 적정 소요인력을 산정할 필요가 있다. 이를 위해서는 먼저 통합관리센터 및 지역관리센터의 조직구성과 업무분장을 살펴볼 필요가 있으며, 이를 Table 1에 나타내었다. Table 1에 나타낸 바와 같이 통합관리센터 및 지역관리센터가 구성되는 중심처리장은 운영관리팀, 수질분석팀, 순회점검팀을 공통으로 하고, 하위 소규모 단위시설에 대한 원격감시제어 및 통합운영관리시스템을 운영하는 통합관리팀 및 지역관리팀으로 구성하게 된다.

3. 통합운영관리 조직 구성에 따른 경제성 검토

3.1 통합운영관리조직 인원 산정

통합운영관리 조직의 적정인원 산정을 위해서는 앞서 살

펴본 통합운영 관리조직의 형태와 업무분장에 따른 소요인력을 산정하고, 관리대상 시설규모와 시설수, 각 권역별 지형적 특성을 고려한 순회점검 소요시간 및 법정 수질분석 횟수 등을 고려하여 적정소요 인원을 산정할 필요가 있다. 기존의 하수처리시설 운영인원 산정과 관련된 지침으로는 “공공하수도관리업무 위탁지침(환경부, 2009)”이 있으나 이는 시설용량별 개별단위의 하수처리시설 운영인력 산정에 관한 것으로 관거를 포함한 하수도시설의 순회점검 인력과 통합관리를 위한 인력산정에 대한 규정은 없는 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 하수처리시설 운영인력은 상기 지침을 이용하여 산정하되 기타 통합관리조직 내 소요인원은 별도의 인력산정 기준을 설정하여 산정하였다.

일반적으로 이론적인 인력계획(Manpower Planning)의 방식은 ‘재무적 관점과 생산성 관점의 거시적 접근법’과 ‘업무량 관점과 전략/포지션 관점의 미시적 접근법’(안춘식, 1983, 적정인원산정과 신규채용관리-노동경제리뷰)을 통하여 조직별 인력계획을 수립하여 조직운영을 최적화할 수 있는 인력운영 전략을 수립하여야 한다. 이러한 인력수요의 산정은 각 부서별로 필요인력을 예측하고 인사담당 부서가 이를 종합하고 조정함으로써 최종 소요인원을 예측하는 정성적 방법과 조직 총원을 결정하고 이를 인력종류별로 분할하는 거시적 방법 또는 직무나 작업 단위별로 계산된 인력을 합하여 총 소요인력을 집계하는 미시적 방법의 계량적 방법이 있다.

통합/지역관리팀과 수질분석팀의 소요인원은 주로 소규모 조직이나 환경이 급변하는 조직의 경우에 이용되는 정성적 방법보다는 직무분야별로 소요인원을 산정하여 집계하는 계량적 방법의 일종인 미시적 소요인원 산정방식이 적절하다고 할 수 있다. 이러한 미시적 방법은 직무단위별로 소요인원수를 산정하는데, 하부에서 상부로부터 소요인원을

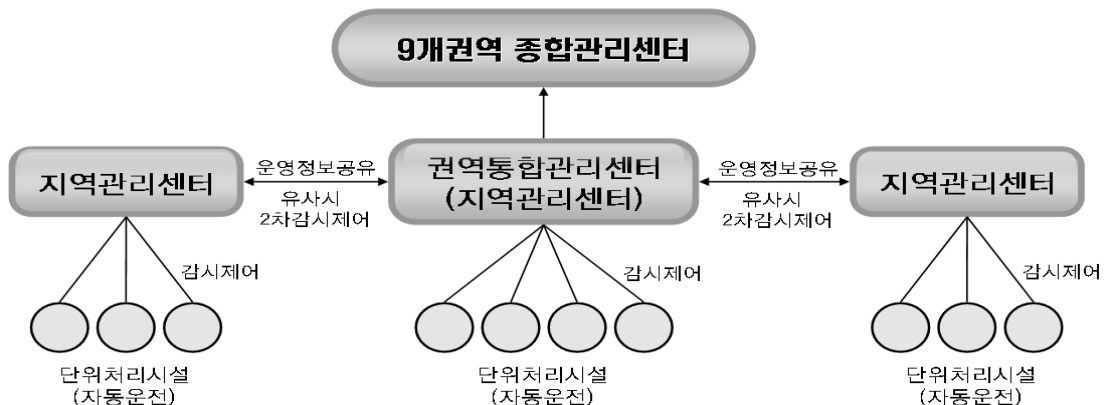


Fig. 1 통합운영관리 모식도

Table 1. 통합운영관리조직 업무분장

기구	업무 구분	업무분장
권역별 통합관리센터 (지역센터 역할 병행)	업무관리 및 지원	· 예산편성 및 집행관리 · 인력수급 및 물품조달 등 일반 사무
	시스템 관리	· 통합, 지역관리시스템 운영관리 및 유지보수 · 단위처리시설, 지역관리센터 데이터수신 및 관리 · 지역관리센터 시스템관리 기술지원
	시설물 관리	· 시설물 이상원인 분석 및 대책수립지원 · 지역관리센터 운영관리 기술지원 · 시설물 유지관리 상태점검
	수질 및 공정관리	· 수질관리 및 공정분석, 하수도정책자료 및 연간보고서작성 · 권역 및 지역별 처리시설 유량, 수질관리 상태분석 · 지역관리센터 공정관리 기술지원
지역관리센터	시설물 관리	· 시설물 이상원인 분석 및 대책수립지원 · 시설물 유지관리 상태점검 · 통합관리센터(지자체)와 행정, 시스템 등의 업무 협조 · 환경기초시설 기본정보 입력 · 운영 data 수집 및 권역 통합관리센터로 data 전송
	수질 및 공정관리	· 수질관리 및 공정분석, 하수도정책자료 및 연간보고서작성 · 공정분석 개선방안 수립
통합관리센터 지역관리센터 (중심처리장)	운영관리팀	· 단위시설물 운영관리 및 유지보수 · 기계 및 전기 시설물 유지관리 상태분석 · 단위 처리시설 이상원인 분석 및 대책 수립
	수질분석팀	· 수질데이터의 분석 및 입력 · 단위 처리시설 유량, 수질관리 상태분석
공통	순회점검팀	· 단위처리장 및 마을하수도의 일상점검 및 관리 · 마을하수도 시료채취 및 수질 관리 · 하수 찌꺼기 수거 및 처리 · 하수관거 및 중계펌프장 점검관리

Table 2. 통합 및 지역관리팀, 수질분석팀의 소요인원 산정방안

구 분	직무분야	소요인원 산정 방안
통합관리팀 지역관리팀	업무관리 및 지원	· 업무지원 인력 1인은 통합관리센터에만 반영 · 운영총괄은 통합 및 지역관리팀에서 겸직
	시설물운영관리	· 통합관리센터에서 지역관리센터 시설물관리도 지원하는 체제로 구성 → 통합관리팀 : 기계, 전기분야 인력 2인 반영 → 지역관리팀 : 전문분야 인력 1인 반영
	시스템운영관리	· 통합관리센터에서 권역 전체에 대해 관리하며, 전문분야(전산) 인력 1인은 통합관리센터에만 반영
	수질관리 및 공정분석	· 통합관리센터 및 지역관리센터별로 전문인력(환경) 1인씩 최소인력 배치 → 각 센터별 관리대상 시설에 대하여 센터별 배치인원이 관리하며, 연간 권역별 종합분석보고서 작성 업무 등은 공동으로 수행
수질분석팀	수질분석	· 관리대상 규모에 따른 소요 인원 반영 → 표준 업무량 설정(3개소/인·일) · 매일 분석하는 500m ³ /일 이상의 시설 수 유무에 따른 인원가감

산정하고, 직무분석 및 표준작업량 설정 등에 의하여 직무 단위수준에서 목표인원을 결정하는 방식이다. 이러한 미시적 접근방법에 의해 통합 및 지역관리팀의 업무분장에 따라

직무분야별로 필요한 전문분야 소요인력을 산정하여 배분하고, 업무량을 고려하여 소요인원을 산정하여 이를 Table 2에 나타내었다. 통합관리팀과 지역관리팀의 업무체계 및

Table 3. 하수처리시설 순회점검인원 산정 기준

구 분	500m ³ /일 미만	500m ³ /일 이상	비 고
점검주기	1회/주	1회/일	
개소당 점검소요시간	50분		
점검인력	2인 1개조		
일일점검가능시설	5개소		
평균이동속도	소양강댐, 충주댐1권역 : 40km/hr 기타 권역 : 50km/hr		

Table 4. 하수관거시설 순회점검을 위한 필요인원 산정기준

구 분	기 준	비 고
점 검 빈 도	1회/월	
표 준 작 업 량	5,000m ³ /일	맨홀펌프장은 관거순회점검시 동시수행
점 검 인 원	2인 1개조	

업무범위를 고려하여 업무중복을 피하기 위해 업무특성상 통합관리센터에서 전체적으로 관리가 가능한 시스템운영 관리의 소요인력은 통합관리센터에만 전산분야 전문인력 1인을 배치하여 지역관리센터의 기술지원을 담당토록 하고, 시설물운영관리 및 수질관리 소요인원은 통합관리센터에서 권역전체에 대한 업무를 수행하고, 지역관리팀의 동일분야에 대한 상호 업무지원을 수행하는 업무체제로 구성하여 최소인력으로 구성하였다.

수질분석을 위한 소요인원은 연간 총 분석비용을 산정하여 평균 인건비로 나누는 산정방법과 표준 업무량을 고려한 인원산정 방법의 두 가지로 산정하여 비교하였는데, 연간 총 분석비용을 연간 인건비로 산정하는 방식의 소요인원이 표준 업무량을 고려한 인원산정방식에 비하여 2배 정도 과다하게 산정되어 표준 업무량에 의한 인원산정방식으로 소요인원을 결정하였다.

산정방식은 1인당 표준 업무량을 시험항목별로 분석시간을 고려하여 1일당 3개소로 설정하였으며, 관리대상 시설 규모 및 시설 수에 따른 연간 총 수질분석횟수를 산정한 후, 설정된 표준 업무량(3개소/인·일)을 고려하여 필요인원을 산정하였다.

단위 하수처리시설 순회점검인원은 통합(지역)센터로부터 순회점검 대상시설 간 이동거리 및 이동시 소요되는 시간을 고려하되 강원도 지역의 경우 이동시간이 오래 소요되는 특성을 고려할 필요가 있다. 이를 고려하여 하수처

리시설 순회점검인원의 산정기준을 **Table 3**과 같이 제시하였다.

하수관거 및 중계펌프장의 순회점검 인원의 산정은 국내에 이와 관련된 인원산정치침이 없는 상황이다. 따라서 “하수도 관로시설 유지관리계획책정의 수인(일본하수도관로유지관리협의회, 2001)”을 참고하여 **Table 4**와 같은 산정기준을 제시하였다. 일본의 사례는 일반 하수관거에 대한 기준으로 댐상류지역 하수도사업의 특성 및 하수도시설 여건 등 관리의 상대적 난이도를 고려하여 일본기준에 비하여 완화하여 적용하였다.

댐상류 9개권역의 통합운영관리를 위한 총 소요인원을 산정하면 **Table 5**와 같다.

3.2 통합운영관리로 인한 인원 절감 효과

통합운영관리로 인한 인원절감 효과를 검토하기 위하여 현행의 개별 운영관리방식의 소요인원 산정치침에 따라 소요인원을 산정하여 통합운영관리 소요인원과 비교하였다. 개별 운영방식에 의한 소요인원은 “공공하수도관리업무위탁지침(환경부, 2009)”에 따라 500m³/일 이상은 소요인원산정 함수식을 적용하여 산정하고 소규모 하수처리시설은 소규모 운영인력 산정계수를 적용하여 산정하였다. **Table 6**에 나타난 바와 같이, 댐상류 9개 권역에 대하여 현행의 개별운영방식에 대한 통합운영관리의 소요인원

Table 5. 권역별 통합운영관리 소요인원

구 분	통합/지역관리팀	운영관리팀	수질분석팀	순회점검팀	계
소양강댐	9	21	7	19	56
충주댐1권역	9	21	6	21	57
충주댐2권역	9	8	5	15	37
안동임하댐	7	11	3	9	30
대청댐1권역	9	20	4	14	47
대청댐2권역	7	18	3	10	38
합천댐	7	13	3	7	30
남강댐1권역	7	9	3	9	28
남강댐2권역	5	6	3	7	21

Table 6. 개별운영에 대한 통합운영관리의 소요인원 절감효과

구 분	소요인원(명)		
	현행 개별운영방식	통합운영관리	절감인력
소양강댐	80	56	24
충주댐1권역	83	57	26
충주댐2권역	43	37	6
안동임하댐	31	30	1
대청댐1권역	58	47	11
대청댐2권역	55	38	17
합천댐	35	30	5
남강댐1권역	32	28	4
남강댐2권역	27	21	6
계	444	344	100

Table 7. 직접비용편익

구분	편익	측정방법
직접비용편익	· 통합운영관리에 따른 처리시설 운영관리비용 감소(통합운영관리에 따른 처리시설 운영인력 감소)	· 통합운영관리에 따른 운영유지비 절감분

절감효과를 검토한 결과, 약 22.5%(100명)의 운영인력 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

3.3 통합운영관리 경제성 검토

댐상류지역 하수도시설에 대하여 현재 지방자치단체별

로 운영관리 되고 있는 방식을 권역단위로 통합운영관리 할 경우에 경제적 타당성이 있는지를 분석하고, 통합운영관리 형태에 따른 경제적 타당성 분석을 통해 최적의 통합운영 모델을 제시하고자 하였다.

분석방법은 순현재가치법(Net Present Value: NPV)과

B/C(Benefit-Cost ratio)분석 방법을 이용하여 경제적 타당성 분석을 수행하였다. 경제적 효과 분석을 위하여 개별 운영방식의 소요 비용과 통합운영관리시의 소요비용을 모델별로 산정하였으며, 편익은 통합운영관리에 따른 운영인력 감소(약 100인)에 의해 발생하는 직접비용(주로 경상비) 절감 편익만을 고려하였다. 물론 하수도시설 설치에 따른 생활개선편익 효과도 있으나, 이는 시설설치에 따른 편익으로 통합운영관리에 따른 편익으로 보기 어려워 경제성 검토에서는 제외하였다.

경제적 타당성 분석에서는 기본적으로 통합운영관리를 위한 시설물의 경제적 내용연수 기간 동안 발생하는 총비용과 총편익을 추정하여 이를 현재가치로 환산한다. 본 통합운영관리에 따른 경제적 효과분석에서는 현재가치를 이용하여 B/C 비율과 순현재가치(Net Present Value: NPV)를 이용하여 본 사업의 경제적 타당성 분석의 평가지표로 이용하고자 한다.

여기서, B/C 비율(Benefit Cost Ratio)이란 총편익의 현재가치를 총비용의 현재가치로 나눈 값을 의미하며, 이 값이 1보다 클 경우 경제적 타당성이 있는 것으로 판단한다. 그리고 순현재가치란 총편익의 현재가치에 총비용의 현재가치를 차감한 값으로서, 이 값이 0보다 클 경우 해당 사업에 대한 경제적 타당성이 있는 것으로 판단한다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$B/C \text{ 비율} = \frac{\text{총편익의 현재가치}}{\text{총비용의 현재가치}}$$

$$\text{순현재가치}(NPV) = \text{총편익의 현재가치} - \text{총비용의 현재가치}$$

B/C 분석을 위한 할인율은 2003년부터 2009년까지의 평균 국고채수익률을 적용하고 시설 내용연수는 20년으로 가정하여 분석을 수행하였다.

운영관리방식별 비용산정 결과를 토대로 통합운영관리 전환에 따른 추가비용 및 절감비용을 요약하면 Table 8과 같다. 통합운영관리 시 추가되는 비용은 종합관리센터 운영

Table 8. 통합운영관리에 따른 추가비용과 절감비용

증가비용(원)		감소비용(원)		절감비용(원)
종합관리센터 운영비	522,961,332	경상비	4,940,431,697	3,832,930,577
전력요금	64,881,360			
상수도요금	7,702,428			
통신비	511,956,000			
합 계	1,107,501,120	합 계	4,940,431,697	

※ 통합운영에 의해 절감되는 비용은 운영인력 감소에 의한 경상비(인건비, 복리후생비, 실험실유지비 등)이며, 기계 및 전기설비 등 시설설비 가동에 소요되는 전력비, 상수도요금 등은 처리장 운영가동을 위한 절대소요비용으로 감소대상에서 제외

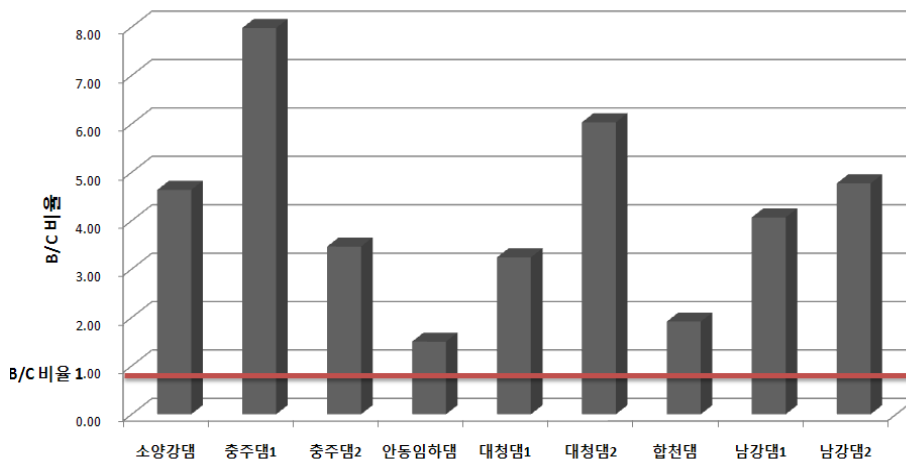


Fig. 2 통합운영관리에 따른 권역별 B/C 비율

비, 전력요금, 상수도요금 및 통신비를 들 수 있으며, 절감되는 비용은 경상비를 들 수 있다. 분석결과 통합운영관리시 운영비가 약 11억원이 증가되나, 경상비에서 약 49억원이 감소되어 전체적으로 38억원 정도가 개별관리에서 통합운영으로 전환 시 절감되는 비용으로 나타났다.

댐상류 전체 지역에 대해 분석한 결과 총편익의 현재가치는 61,568백만원, 총비용의 현재가치는 13,801백만원으로 순현재가치가 47,766백만원으로 분석되었으며, B/C 비

율 또한 4.461으로 1보다 큰 값으로 분석되어 개별관리보다 통합운영관리의 경제적 타당성이 높은 것으로 나타났다. 통합운영관리에 따른 권역별 비용효과분석결과 전 권역에서 B/C 비율이 1보다 큰 것으로 나타나 통합운영관리에 대한 경제적 타당성이 높은 것으로 분석되었다(Fig. 2 참조).

3.4 통합운영관리 모델별 경제성 검토

기존 연구결과로 제시된 댐상류지역 하수도사업의 통합운영관리 방식을 살펴보면, 지방공사공단에 의한 위탁운영

Table 9. 댐상류 하수도사업의 통합운영관리 방식별 개요 및 장단점

대안	개요	장 · 단점
지방공사·공단에 의한 위탁운영관리	<ul style="list-style-type: none"> -댐상류지역의 공공하수처리시설의 소유권은 지방자치단체에 속하고 시설의 운영만을 지방공단에 위탁하는 방식 -시설의 투자와 하수도시스템 전반에 관한 책임은 지자체가 부담하고 지방공단은 운영에 관한 책임과 권한을 보유함 	<ul style="list-style-type: none"> -안정적이고 지속적인 운영을 통해 지방공기업 관리자의 자주성이 제고되어 경영변화에 능동적으로 대응할 수 있고 제한적인 대규모 경영의 이익이 발생할 기초를 제공함 -공단의 사업 참여가능 범위는 지자체에 한정되므로 댐상류 통합관리의 효과를 기대하기는 한계가 있음 -사업지역내 다른 사업자간 시장참여를 위한 경쟁의 도입이 원천적으로 불가능함
민간에게 일괄위탁관리하게 하는 방식	<ul style="list-style-type: none"> -댐상류하수도사업의 경우, 시설확충이 재정사업으로 완료된 이후의 운영방식에 관해 민간위탁을 고려하는 것임 -지자체조합에서 협의체를 구성하고 중요한 의사결정을 하되, 민간기업에 통합관리시스템 전문기술관리 및 시설물 운영유지관리를 위탁하는 방식 -지방직영기업과 지방공사(공단)의 참여는 배제함 	<ul style="list-style-type: none"> -민간의 참여로 인한 기대효과는 물자조달과 스케줄링, 위험저감, 운영비 절감, 자원의 이용가능성, 진보적 기술적용, 서비스 품질관리 향상 등이 있음 -민간부문이 참여를 추구하도록 동기를 부여하는 적절한 인센티브가 없고, 이용가능한 자본의 원천 추정 어려움 -지자체의 통제권상실, 장기계약의 부정적 측면, 법적·제도적 문제와 관련된 불확실성 등의 문제점도 지적됨
전문기관(한국환경공단) 일괄위탁방식	<ul style="list-style-type: none"> -권역별로 해당 지자체협의체가 공동으로 전문기관에게 단위처리장 운영관리에서부터 통합관리센터까지 일괄하여 위탁관리하게 하는 방식 -기존의 댐상류하수도사업을 추진해 온 한국환경공단에 의한 운영형태 -필요시 전문기관의 관리하에 단위처리장에 대한 운영관리는 민간업체에게 위탁할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> -댐상류하수도사업을 주도해 온 한국환경공단이 수행하여 가장 사업취지를 가장 잘 살릴 수 있으며 능률성을 제고할 수 있음 -단위처리장에 대한 유지관리를 민간에 3자 위탁하는 방식으로 민간과의 역할분담 가능 -통합관리센터 운영비(처리장 운영비 제외) 분담 등에 관한 지자체협의체의 합의가 전제되어야 함 -기존의 운영형태와 융화될 수 있는 방안 필요
사업참여기관(정부, 지자체, 한국환경공단)의 역할분담 방식	<ul style="list-style-type: none"> -정부, 지자체, 한국환경공단이 역할분담을 통해 운영에 모두 참여하는 방식 -지자체는 현행과 같이 관할지역의 하수도시설 운영주체가 되고, 한국환경공단은 전문기술지원단으로 권역(지역)통합관리센터의 전문기술을 관리함. 또한 민간기업은 시설물 운영 및 유지관리를 맡음 -필요시 단위처리장 운영관리를 민간업체에 위탁이 가능하며, 정부(유역관리청)는 통합운영관리 조정자의 역할을 수행함 	<ul style="list-style-type: none"> -전문기관 일괄위탁방식과 민간위탁방식의 장점만을 취할 수 있는 절충 방식 -중앙정부 또는 유역관리청의 조정자 역할로 유역수질관리의 공공성 확보 가능 -기존 지자체의 하수도관리주체로서 기능부여로 갈등 최소화 -설치된 처리시설이나 표준화된 통합운영관리시스템의 활용성이 확보될 수 있음 -민간참여의 기회는 여전히 부여됨 -통합관리센터 운영비(처리장 운영비 제외) 분담 등에 관한 지자체협의체의 합의가 전제되어야 함

관리, 민간에 의한 위탁운영관리, 전문기관에 의한 일괄위탁관리, 사업참여기관(정부, 지자체, 공단)의 역할분담방식이다. 댐상류지역 하수도사업의 통합관리 운영방식별 개요 및 장단점은 **Table 9**와 같다.

Table 9.에서 나타낸 바와 같이 네가지 통합운영관리 모델별로 경제성, 각 지역의 하수도관리현황, 관련 지자체 의견 등 종합적인 여건을 고려하여 가장 효과적인 통합운영관리모델을 적용할 필요가 있다. 그중 하나로 9개 권역에 대한 통합운영관리 모델별 경제성 검토를 수행하였으며, 통합운영관리모델별 경제성 검토 및 비교를 위하여 고려한 인자를 나타내면 다음과 같다.

- 1) 지방공사공단 위탁운영관리를 제외한 세 가지 통합운영관리조직은 동일한 인력 및 형태로 운영된다고 가정하였으며, 지방공사공단 위탁운영관리의 경우 전국 지방공사공단 형태로 운영 중인 하수처리시설 운영조직의 인력현황을 조사하여 지침상 산정인원과 비교한 결과, 지방공사공단의 조직 특성으로 인해 지침상 인원에 비하여 7.8%정도 인력이 많은 것으로 나타나 이를 비용산정 시 반영하였다.
- 2) 할인율은 최근평균 국고채수익률을 고려하여 5%로 적용하되, 민간위탁운영관리의 경우 민간사업자 입장에서 타당성 분석이 이루어져야 하므로 risk premium을 포함한 수익률을 할인율로 사용하여 7%를 적용하고, 사업참여자간 역할분담모델은 현재 지자체별 운영 중인 하수처리시설의 통계상 직영, 위탁 비율을 구분하여 권역별 비율산정을 통해 할인율을 차등 적용하였다. 권역별 하수도시설 운영형태에 따라 직영 및 위탁 비율을 산출하여 직영비율만큼은 5%의 할인율을 적용하였으며, 민간위탁비율 만큼은 7%의 할인율을 적용하여 댐상류 지역에 대한 사업참여기관 역할분담 방식의 경제적 타당성 분석을 수행하였다.
- 3) 사업참여기관 역할분담 방식에 대한 경제적 타당성 분석에 있어 총 비용은 사업참여기관 역할분담 자체의 추가비용 이외에도 지방공사공단관리의 총비용 중 일부를 재배분하였다. 이러한 사유는, ‘지방자치단체 민간위탁의 상대적 효율성 분석(이삼주 등, 2003)’ 연구에 의하면 하수처리장의 운영에 있어 민간위탁 또는 직영

할 경우 지방공사공단에 의한 관리보다 비효율적임을 제시하고 있기 때문이다. 이에 따라 직영 및 민간위탁 비율에 따라 직영비율만큼은 10.9%의 비용을 재 배분하였으며, 민간위탁비율만큼은 11%의 비용을 재 배분하였다.

위와 같은 사항들을 고려하여 통합운영관리 형태별 경제적 타당성을 분석한 결과 통합운영관리 형태별 순현재가치는 양(+)의 값을 갖는 것으로 나타났으며, B/C 비율 또한 1보다 큰 값으로 나타나 통합운영관리 형태별 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었다.

통합운영관리 형태별로는 전문기관(한국환경공단) 일괄위탁이 순현재가치 47,766백만원으로 가장 높은 것으로 나타났으며, B/C비율 또한 4.461로 4가지 운영방식 중 가장 높은 것으로 분석되었다. 다음으로 사업참여기관 역할분담과 민간위탁의 경우 B/C 비율은 4.021, 4.019로 서로 유사한 것으로 나타났으나, 순현재가치에 있어 사업참여기관 역할분담이 43,550백만원으로 민간위탁의 39,322백만원보다 높은 것으로 분석되었다(**Table 10** 참조). 따라서 통합운영관리의 4가지 형태 중 전문기관(한국환경공단) 일괄위탁 방식의 경우가 경제적 타당성이 가장 높은 것으로 분석되었다.

권역별로 직접비용편익만 고려하여 통합운영관리 형태에 따른 경제적 타당성 분석결과를 **Table 11**에 나타내었다.

4. 결론

통합운영관리로 인한 인원절감효과는 단위시설마다 운영인력을 배치하는 기존 운영방식에 비하여 첨단화된 원격감시제어 방식을 통해 관리되므로 소수의 인원으로 다수의 시설을 관리할 수 있기 때문에 인원절감은 당연한 결과라고도 할 수 있다. 본 연구에서는 현행 운영방식에 비해 22.5% 정도의 인원절감효과가 있는 것으로 나타났다.

또한, 본 연구에서는 적정 통합운영관리모델 제시를 위한 검토 중 하나로 통합운영관리에 대한 경제적 효과를 분석하여 제시하였다. 경제성 검토는 하수도시설 확충으로 인한 생활개선편익은 제외하고 기존 지자체별 운영방식에서 통

Table 10. 통합운영관리 형태별 경제적 타당성 분석 결과

구 분	전문기관(한국환경공단) 일괄위탁	사업참여기관 역할분담	민간위탁	지방공사·공단 관리
순현재(NPV)	47,766,787,084	43,550,850,266	39,322,000,493	32,702,982,958
B/C 비율	4.461	4.021	4.019	3.369

Table 11. 권역별 통합운영관리 형태별 경제적 타당성 분석 결과

구 분		전문기관(한국환경공단) 일괄위탁	사업참여기관 역할분담	민간위탁	지방공사·공단 관리
소양강댐	순현재가(NPV)	9,201,656,340	8,684,375,626	7,585,476,614	6,730,707,273
	B/C 비율	4.634	4.178	4.175	3.658
충주댐 1권역	순현재가(NPV)	13,875,623,745	12,285,827,448	11,609,630,108	11,427,341,324
	B/C 비율	7.979	7.190	7.188	6.748
충주댐 2권역	순현재가(NPV)	3,340,877,371	3,193,089,795	2,713,264,658	1,737,903,847
	B/C 비율	3.464	3.124	3.121	2.282
안동 임하댐	순현재가(NPV)	508,697,059	382,448,863	343,621,837	-831,162,489
	B/C 비율	1.499	1.351	1.357	0.185
대청댐 1권역	순현재가(NPV)	4,570,513,064	3,694,610,937	3,694,610,937	2,499,513,587
	B/C 비율	3.241	2.920	2.920	2.225
대청댐 2권역	순현재가(NPV)	8,694,381,329	7,408,094,449	7,229,402,533	7,042,577,159
	B/C 비율	6.031	5.434	5.433	5.075
합천댐	순현재가(NPV)	1,115,758,521	834,395,115	834,395,115	-202,851,897
	B/C 비율	1.914	1.725	1.725	0.834
남강댐 1권역	순현재가(NPV)	3,359,111,318	3,186,149,537	2,753,100,727	2,137,682,188
	B/C 비율	4.066	3.666	3.663	2.951
남강댐 2권역	순현재가(NPV)	3,100,168,338	2,825,147,953	2,558,497,963	2,161,271,966
	B/C 비율	4.768	6.490	4.296	3.627

합운영관리로의 전환으로 인한 직접비용편익만을 고려하여 검토하였다. 통합운영관리에 대한 경제성 검토결과, 기존 개별 운영방식에 비하여 경상비 절감으로 인해 약 38억 원의 비용절감효과가 있는 것으로 나타났으며, 순현재가치 및 비용효과분석결과 개별관리보다 통합운영관리의 경제적 타당성이 매우 높은 것으로 나타났다.

권역별로 통합운영관리 모델별 경제성 검토결과는 전문기관 일괄위탁방식이 순현재가치 뿐만 아니라 비용효과분석결과도 B/C 비율이 4.461로 통합운영관리 방식 중 가장 높은 것으로 분석되었으며, 사업참여기관 역할분담, 민간위탁, 지방공사공단에 의한 위탁의 순으로 나타났다.

앞서 나타낸 바와 같이, 2011년 댐상류하수도사업의 완료 이후 곧바로 권역별 통합운영관리가 시행되어야 하는 상황이다. 또한, 댐상류하수도사업의 성공적인 마무리와 유역 하수도를 전략과제로 추진하고 있는 정부정책에 부합하는 차원에서도 소프트웨어적 유역하수도라 할 수 있는 유역단위 통합하수관리시스템의 성공적인 정착은 향후 정부 정책에도 크게 일조할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 본 연

구에서 검토한 경제성 부분 뿐만 아니라 통합운영관리의 기술적 운용이 가능해야 하고, 지자체별로 다양한 운영방식을 수용해야 하는 등 기술적, 제도적, 지역별 여건을 종합적으로 고려하여 시행착오를 최소화하고 댐상류지역의 하수도 시설 운영효율을 극대화할 수 있는 통합운영관리 방안이 도출될 필요가 있다.

참고문헌

- 박규홍, 김형준, 안충희, 최주행 (2010) 댐상류하수도시설의 통합운영관리 방안에 관한 연구(I) - 통합관리전문기술지원단의 조직, 구성방안 및 경제성 검토, *대한상하수도학회지* 게재 확정.
- 이삼주 외 (2003) *지방자치단체 민간위탁의 상대적 효율성 분석*, 지방행정연구
- 환경관리공단(2005a), *안동임하댐 하수도시설 확충사업 처리시설 기본계획보고서*.
- 환경관리공단(2005b), *충주댐 1권역 하수도시설 확충사업 처리시설 기본계획보고서*.

환경관리공단(2005c), *충주댐 2권역 하수도시설 확충사업 처리시설 기본계획보고서*.

환경관리공단(2009), *통합운영관리시스템 구축에 따른 운영관리 효율화 방안 연구*

환경부 (2006) *물환경관리기본계획*

환경부 (2007) *국가하수도종합계획*

환경부 (2009) *공공하수도시설 관리업무 위탁지침*

환경부 (2008) *유역별 하수도정비 및 관리방안 마련을 위한 연구*

일본하수도관로유지관리협의회 (2001) *하수도관로시설 유지관리 계획책정의 수인*

일본하수도관로유지관리협의회 (2006) *하수도관로시설 유지관리 적산자료*

일본 국토교통성 (2009), <http://www.mlit.go.jp>

Heidemeier, J. and Kohlmeyer, R. (2005), Control and Monitoring of Urban Waste Water Treatment Plants and Data Reporting in Germany, [http://www.cyprus.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/6CE223A01F3FE75AC2256FA4004E7204/\\$file/12.15%20kohlmeyer%20both.pdf](http://www.cyprus.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/6CE223A01F3FE75AC2256FA4004E7204/$file/12.15%20kohlmeyer%20both.pdf)

Milwaukee Metropolitan Sewerage District (MMSD) (2009), <http://v3.mmsd.com>

Water Board Act (1992), *Nederland*.