

하수관거정비 BTL사업의 효과분석 및 방안 수립 연구

Development of Evaluation Methodology on the Performance of BTL Sewer Rehabilitation Projects

송호면¹ · 조정일^{1*} · 안충희²

Song, Ho Myeon¹ · Cho, Jeong Il^{1*} · Ahn, Choong Hee²

1 한국건설기술연구원 건설환경연구실, 2 한국환경공단 상하수도시설처

(2010년 11월 17일 접수 ; 2010년 12월 10일 수정 ; 2010년 12월 13일 채택)

Abstract

It requires an interim performance assessment for BTL business of the sewerage rehabilitation which continues from 2005 till now. Means, It is necessary to make an interim performance assessment and an analysis of an business effect of the sewerage rehabilitation BTL projects which still continues, and we presented an improvement method of the new sewerage rehabilitation project in future.

This paper has conducted an analysis of the business effect for 3 local government BTL projects which are completed and under operation as of now in Jincheon-Gun, Cheongju-Si and Gangjin-Gun. As a method of business effect analysis, we conducted a business effect of the 3 places using the index set which we previously set for the business effect analysis. The index set in this research was sectionalized to an improvement effect of operating wastewater treatment plant, an benefit effect of the direct cost, an benefit effect of the indirect cost and an environment friendly effect. We, in this paper, conducted an business effect analysis for 3 sewerage rehabilitation BTL projects which are completed or under operation recently as a demonstration, however we judge that an business effect analysis shall be conducted in a stage that a significant time for operation has passed since the completion of the construction in order to induce an actual business effect of the sewerage rehabilitation BTL project.

Key words : sewerage rehabilitation project, BTL(Built-Transfer-Lease), evaluation of performance, performance index

주제어 : 하수관거정비사업, 민간투자방식, 사업효과분석, 분석 지표

1. 연구의 배경 및 목적

환경부에서는 하수관거 확충 및 불량관거 조기 정비를 위하여 2005년부터 재정사업과 병행하여 민간투자방식(BTL)을 도입함으로써 2010년까지 관거 보급률을 선진국 수준인 80% 이상으로 개선하고자 하였다. 또한 하수관거

정비에 민간의 창의와 기술을 활용하고, 20년간 책임운영으로 관거운영의 효율성을 제고하고자 운영 성과 평가를 통해 운영비를 차등지급함에 따라 운영서비스를 개선하고 민원을 해소하고자 하였다. (“하수관거정비 임대형 민자사업(BTL) 시설운영단계 유지관리체계 구축연구”, 환경관리공단(2008))

* Corresponding author Tel:+82-31-910-0292, E-mail: jichol@kict.re.kr(Cho, J.I.)

이와 같이 2005년부터 시행되어 온 하수관거정비 BTL 사업은 2010년 현재 일부는 공사 중에 있으며, 충북 진천(2005년도 사업으로써 2008년 11월에 최초로 준공)을 비롯한 일부는 이미 준공되어 운영 및 유지관리 단계에 있다. 따라서 현 중간 단계에서 2005년부터 현재까지 계속 진행 중인 하수관거정비 BTL사업에 대한 성과 평가와 현재 준공되어 운영단계에 돌입하는 사업들에 대한 효과 분석이 필요한 실정이다. 즉, 현재 진행되고 있는 하수관거정비 BTL 사업의 중간 성과평가 및 사업효과 분석이 필요하며, 향후 하수관거정비 사업의 수행시에 개선 방안을 제시해야 한다.

본 연구에서는 하수관거정비 BTL사업의 효과분석을 위한 지표를 선정하였으며, 본 지표를 활용하여 2005년에 시행한 BTL사업으로써 현재 준공되어 운영단계에 있는 진천군, 청주시, 강진군 등 3개 지자체에 대하여 사업효과분석을 수행함으로써, 선정된 사업효과분석 지표에 의한 사업효과평가가 적용가능성이 있음을 보이고자 하였다.

2. 사업효과분석의 표준 방안 수립

하수관거정비 BTL 사업 수행으로 나타나는 사업 효과를 객관적이고 합리적으로 평가하기 위하여 효과분석은 원칙적으로 명확성, 정량성, 현실성, 적절성이 확보되는 방법으로 평가하여야 한다.

- i) 명확성 : 하수관거정비 투자효과를 명확하게 파악할 수 있는 방법으로 함
- ii) 정량성 : 분석항목은 정량적으로 계측 가능한 것으로 함
- iii) 현실성 : 분석항목은 효과산정에서 중복되지 않도록 관거정비 전·후에 대해 현 단계에서 자료확보 및 계측이 가능한 것으로 함

- iv) 적절성 : 효과분석은 어느 범위의 효과를 평가할 것인지를 명확하게 하고 평가에 적합한 방법을 선택하여야 함

위와 같은 기본방향에 따라 BTL 사업의 효과분석 지표를 설정하였으며, 이 중에서 지표 항목의 결정은 정량성과 현실성을 위주로, 분석 방법은 명확성과 적절성을 위주로 설정하였다. 본 연구에서 정량적으로 관거정비 효과를 분석하기 위한 효과분석 지표설정의 흐름은 Fig. 1과 같다.

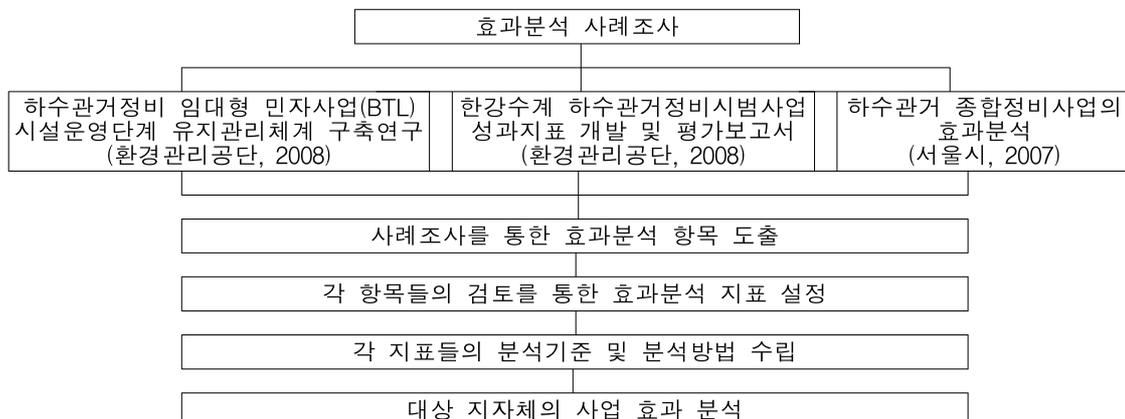
본 연구에서 적용할 지표는 Fig. 1에서 나타낸 바와 같이, 기존의 효과분석 사례 조사를 통하여 지표설정을 위한 항목을 도출한 후 각 항목들을 검토하여 설정하였다. 그리고 선정된 각 지표들에 대하여 분석 기준과 분석 방법을 제시하였고, 이를 적용하여 “3. 하수관거정비 사업의 효과분석(진천군, 청주시, 강진군)”에서 대상 지자체의 사업효과분석을 수행하였다.

이와 같은 방법으로 하수관거정비 사업의 효과분석 사례 조사를 통해 도출된 지표를 바탕으로 진천군, 청주시, 강진군 하수관거정비 임대형 민자사업(BTL)의 “사업효과 분석 표준방안(안)”을 수립하였으며, Table 1과 같다.

본 장에서는 각각의 분석항목에 대해서 분석기준 및 방법을 제시하였으며, 이 방법에 따라 사업효과분석을 수행하였다.

3. 하수관거정비 BTL 사업의 효과분석(진천군, 청주시, 강진군)

하수관거정비 BTL사업의 효과분석은 Table 1의 사업효과분석 표준 방안(안)의 지표를 활용하여 분석을 실시하였다. 사업효과분석은 2005년도 BTL 사업 지역으로 현재 준공 후 운영단계에 돌입한 진천군을 비롯하여 시운전중인 청



<Fig. 1> 사업효과 분석 흐름도

<Table 1> 사업효과분석 표준 방안(안)

구 분	분석 지표	분석 항목 및 방법
1) 하수처리장 유입개선 효과	• 처리장 유입하수량	사업 전·후 처리장 유입유량 저감율
	• 처리장 유입 수질	사업 전·후 처리장 유입수질 증가율
2) 직접 비용 편익 효과	• 하수처리장 증설비용	관거정비 후 처리장 유입유량 저감율
	• 하수처리장 운영비용	사업 전·후 처리장 운영비 저감율
	• 정화조 폐쇄 효과	배수설비 정비 개소수에 따른 설치비 및 유지관리비 저감율
3) 간접 비용 편익 효과	• 생활개선 편익	지불의사액 추정, 생활개선 편익 증가율
4) 친환경적 효과	• 지구온난화 물질 저감	CO ₂ 저감율

<Table 2> 진천군, 청주시, 강진군의 BTL 하수관거정비 사업 현황

구 분	진천군	청주시	강진군
사업년도	2005년도	2005년도	2005년도
총사업비(억원)	205	299	301
사업량(km)	30	43	46

<Table 3> 대상지역별 하수처리장 유입개선 효과

지자체		유입 유량(m ³ /day)	유입 BOD(mg/ℓ)
진천군	덕산	공사 전	137
		공사 후	232
		개선효율(%)	69.3
	이월	공사 전	79
		공사 후	197
		개선효율(%)	149.4
청주시	공사 전	134	
	공사 후	165	
	개선효율(%)	23.1	
강진군	공사 전	32	
	공사 후	146	
	개선효율(%)	356.3	

※ 자료출처 : 하수처리시설 운영관리실태 분석 보고서 (2005년~2008년, 환경부)

주시와 강진군 등 3개 사업(Table 2 참조)을 대상으로 하수처리장 유입개선효과, 직접·간접 비용편익 효과, 친환경적 효과 등을 분석하였다.

하수처리장 유입개선효과 분석을 위하여 2005년도부터 2008년까지 조사대상지역인 진천군, 청주시, 강진군에 대해서 하수처리장의 유입유량과 유입수질을 관거정비공사 전·후로 구분하여 사업효과를 비교 분석하였다. 또한, 직접 비용 편익 분석에 대해서는 청주시, 진천군, 강진군에 대해서 처리시설 증설비용 발생 여부, 처리장 운영비 비교, 정화

조 폐쇄로 인한 신규 설치비 절감 효과를 분석하였고, 간접 비용 편익 효과에서는 지불의사액을 적용하여 향후 생활개선편익을 추정하였다. 친환경적 효과에서는 지구온난화 물질(CO₂) 저감량에 대해서 사업효과를 분석하였다.

3.1 하수처리장 유입개선 효과

하수처리장 유입개선 효과를 분석하기 위하여, 진천군, 청주시, 강진군을 공사 전과 공사 후의 기간으로 구분하여 유입유량과 유입수질(BOD)을 조사하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다.

진천군의 하수처리장 유입유량 분석 결과, 덕산하수처리장은 공사 전보다 공사 후에 39m³/day, 이월하수처리장은 121m³/day 증가하는 것으로 나타났다.

일반적으로 하수관거정비 후 하수처리장의 유입유량은 관거내의 불명수 유입 방지로 인하여 감소하게 된다. 그러나 이와 같은 현상은 하수관거내로 유입하는 불명수가 많이 발생했을 경우이며, 불명수의 유입이 적은 지역에서는 배수설비의 정비 및 미차집 오수의 유입으로 인하여 오히려 유입유량이 증가하는 경우가 발생할 수도 있다. 덕산/이월하수처리장의 경우 공사 전·후에 유입유량의 큰 차이가 없는 것은 관거정비로 인하여 불명수가 감소한 만큼 배수설비의 정비로 인하여 오수의 유입량이 늘어난 것으로 판단된다. 이는 하수관거정비 후 하수처리장 수질개선 효과와 함께 분석해야 하는데, 덕산/이월하수처리장은 공사 전보다 공사 후에 유입BOD가 97mg/L, 118mg/L로 크게 증가한 점으로 미루어 보아 배수설비 정비로 인한 오수의 유입이나 미차집 오수의 유입이 증가한 것으로 사료된다.

청주시와 강진군의 유입유량 분석 결과, 공사 전보다 공사 후에 20~30% 정도 유량이 감소하는 것으로 나타났다. 유입BOD 분석 결과, 청주시는 31mg/L로 소폭 상승하였으나, 강진군은 114mg/L로 진천군과 유사하게 유입 BOD가 증가하는 것으로 조사되었다.

3.2 직접 비용 편익 효과

1) 하수처리장 증설비용

가) 처리장 증설비용 분석 방법

용역대상지역별로 하수처리시설 증설비용을 산정하기 위하여 '주택단지내 상수우수발생량 원단위 산정 및 하수처리시설 소요비용연구(2001. 환경부·한국토지공사)'에서 산정한 하수처리시설의 각 공법별, 용량별 소요비용을 적용하였다. 위 연구에서 보면, 처리시설의 공법별로 총공사비를 회귀분석을 통하여 비용함수식 및 공사비를 산정하였으며 Table 4~5와 같다.

나) 처리장 증설비용 분석 결과

하수처리장 증설비용은 대상지역의 하수관거정비 공사를 시작하기 전과 후의 하수처리장 유입유량을 비교하여 분석하였다. 분석하기 전에 전제 조건은 공사 전에 하수처리장 유입유량이 설계용량을 초과하였으나, 공사 후에 유입유량이 감소하여 설계용량 미만으로 유입되는 처리장에 대해서만 처리장 증설비용이 절감되는 것으로 제시하였다. 그러나 공사 후에 유입유량이 감소하였다고 하더라도 공사 전에 유입유량이 설계용량 미만으로 유입되었다면 실제적인 처리장 증설비용은 발생하지 않기 때문에, 이와 같은 경우에는 증설 비용이 발생하지 않는 것으로 판단하였다. 그러나

<Table 4> 비용함수식의 비교

구 분	공법 미구분시	공법 구분시	
비용함수식	$C = 94.39 \times Q^{0.568}$	표준활성슬러지 계열	$C = 119.74 \times Q^{0.542}$
		산화구 계열	$C = 59.83 \times Q^{0.652}$
		PID 계열*	$C = 237.49 \times Q^{0.477}$
		A ² /O 계열	$C = 62.55 \times Q^{0.619}$
		Media 계열*	$C = 82.17 \times Q^{0.579}$
		SBR 계열	$C = 125.07 \times Q^{0.537}$

주) C : 공사비(백만원), Q : 시설용량(톤/일)

* PID 및 Media 계열은 대상시설의 부족으로 분석에서 제외

<Table 5> 공사비의 비교(단위 : 백만원)

구 분	1천톤/일 (백만원)	5천톤/일 (백만원)	1만톤/일 (백만원)	2만5천톤/일 (백만원)	5만톤/일 (백만원)	10만톤/일 (백만원)	
공법 미구분시	4,774	11,910	17,657	29,714	44,049	65,302	
공법 구분시	표준활성슬러지 계열	5,061	12,108	17,629	28,965	42,178	61,410
	산화구 계열	4,487	12,268	18,920	33,545	51,734	79,785
	A ² /O 계열	4,500	12,187	18,717	33,003	50,686	77,844
	SBR 계열	5,107	12,120	17,585	28,764	41,735	61,005

유입유량의 감소에 따른 잠재적인 증설 비용 절감 비용은 계산하여 제시해 주었다.

대상지역 하수처리장의 용량절감 및 증설비용 분석 결과는 **Table 6**과 같다.

진천군의 덕산 및 이월 하수처리장은 공사 중인 2006년 8월 가동을 시작하였기 때문에 공사 전의 운영자료는 없다. 따라서 덕산 및 이월하수처리장은 공사 중의 유량과 공사 후의 유량 자료를 비교하였다. 덕산 및 이월하수처리장은 처리시설로 SBR공법을 적용하고 있었다. 진천군 덕산이월 하수처리장의 공사 중/후 유입유량 조사결과, 덕산하수처리장의 공사 전 유입유량은 562m³/day, 공사 후 유입유량은 601m³/day로써 39m³/day가 증가하였으며, 이월하수처리장의 공사 전 유입유량은 853m³/day, 공사 후 유입유량은 974m³/day로써, 121m³/day가 증가하였다. 따라서 진천군 하수처리장은 유입유량이 오히려 증가하여 유입유량 감소에 따른 증설비용 절감은 발생하지 않는 것으로 조사되었다.

청주시 하수처리장은 처리시설로 표준활성슬러지법을 적용하고 있으며, **Table 6**에서 보는 바와 같이 공사 전 유입유량은 280,564m³/day, 공사 후 유입유량은 220,086m³/day로써, 용량 절감은 60,478m³/day이다. 청주시 하수처리장의 설계용량은 280,000m³/day이므로 청주시의 경우

에는 하수관거정비 BTL 사업으로 인하여 실제적인 하수처리장의 용량 절감 효과를 기대할 수 있다. 따라서 청주시 하수처리장의 처리공법인 표준활성슬러지법의 계산식 (C=119.74×Q^{0.542})에 절감 용량 60,478m³/day을 대입하여 산정해 보면, 46,759백만원의 하수처리장 증설 비용을 절감할 수 있다.

강진군 하수처리장은 처리시설로 SBR 공법을 적용하고 있으며, **Table 6**에서 보는 바와 같이 공사 전 유입유량은 4,997m³/day, 공사 후 유입유량은 3,537m³/day로써, 용량 절감은 1,460m³/day이 발생하였다. 그러나 강진군 하수처리장의 용량은 8,000m³/day로써, 공사 전/후의 유입유량이 처리장 용량보다 적으므로 용량절감에 의한 증설비용 절감액은 발생하지 않는 것으로 판단하였다.

2) 하수처리장 운영비용

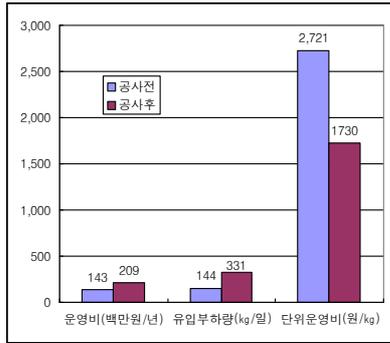
관거정비에 따른 하수처리장 운영비용을 분석하기 위해 본 연구에서는 운영비 항목 중에서도 관거정비효율과 연관이 있는 약품비, 슬러지처리비 항목들만 비교 분석하였다. 분석 방법은 유입유량 및 유입수질의 변화와 처리장 운영비의 상관관계를 분석하기 위해 처리장 유입부하량을 산정하여 단위운영비를 비교하였으며, 결과는 **Table 7**과 같다.

<Table 6> 대상지역 하수처리장 용량절감 및 증설비용 분석

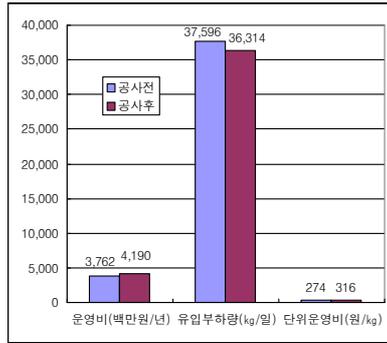
구 분	진천군		청주시	강진군
	덕산처리장	이월처리장	청주처리장	강진처리장
처리공법	SBR공법	SBR공법	표준활성슬러지법	SBR공법
설계용량(m ³ /day)	600	1,100	280,000	8,000
공사 전 유입유량(m ³ /day)	562	853	280,564	4,997
공사 후 유입유량(m ³ /day)	601	974	220,086	3,537
용량절감(m ³ /day)	-39	-121	60,478	1,460
증설비용(백만원)	-	-	46,759	(6,258)
비 고	증설비용절감 발생하지않음		설계용량초과 증설비용절감	증설비용절감발생 하지않음

<Table 7> 하수처리장 운영비용 및 단위운영비 비교

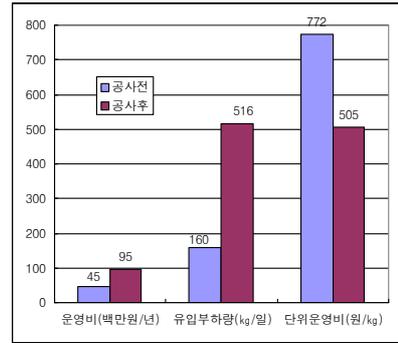
항목	진천군		청주시		강진군	
	공사 전 (2006년)	공사 후 (2008년)	공사 전 (2006년)	공사 후 (2008년)	공사 전 (2006년)	공사 후 (2008년)
유입 유량(m ³ /일)	1,415	1,575	280,564	220,086	4,997	3,537
유입 BOD ₅ (mg/ℓ)	216	429	134	165	32	146
운영비(백만원/년)	142.7	208.9	3,761.5	4,189.9	45.1	95.1
유입부하량(kg/일)	306	676	37,596	36,314	160	516
단위운영비(원/kg)	1,279	847	274	316	772	505



<Fig. 2> 진천군 운영비



<Fig. 3> 청주시 운영비



<Fig. 4> 강진군 운영비

<Table 8> 대상지역별 배수설비정비 가옥수

항 목	지자체	배수설비정비 가옥수(개소)
배수설비정비 가옥수	진천군	1,329
	청주시	86
	강진군	3,080

<Table 9> 인구별 신규설치비 비교

인용	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
금액(천원)	650	720	850	950	1,202	1,350	1,650	2,050	2,900	3,340	3,840	1,500

※ 동양중합건설업 정화조 신규설치비용 산출(단독정화조 설치비용, 부패탱크방법)

진천군, 청주시, 강진군 대상 지역 모두 운영비는 공사 전 대비 공사 후에 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 유입부하량을 기준으로 산정해준 단위운영비는 진천군과 강진군은 공사 전에 비해 공사 후에 감소하였고, 청주시는 증가하였다.

진천군과 강진군은 하수관거정비를 통하여 하수처리장에 유입되는 유입부하량이 공사 전에 비해 공사 후에 증가하였기 때문에 단위운영비가 감소하였다. 그러나 청주시의 유입수질 증가율은 타 지역에 비해 소폭 증가하였기 때문에 유입부하량이 공사 후에 오히려 소폭 감소하였으며 이로 인해 단위운영비는 증가하는 것으로 나타났다.

3) 정화조 폐쇄 효과

정화조 폐쇄로 인한 신규 설치비 및 유지관리비 절감비용 산정을 위하여 본 용역 대상지역의 실제 정비된 배수설비 가옥수 및 세대당 인구수에 따른 신규설치비용에 따라 절감비용을 산정하였다.

진천군의 경우 하수관거 임대형 민자사업(BTL)을 통하여 정비된 배수설비 가옥수는 1,329개소로 조사되었다. 청주시의 경우 하수관거정비 BTL 사업을 통하여 정비된 배수설비 가옥수는 86개소로 조사되었으며, 강진군은 3,080개소로 조사되었다. 또한 정화조 폐쇄로 인한 신규 설치비 절감비용을 위하여 '동양중합건설업'에서 산정한 정화조 인별 설치비를 적용하였다.

정화조 시설의 세대당인구수별 신규설치비를 대상지역별 하수도 통계연보(2007년) 자료 및 동양중합건설업 정화조 신규설치 비용을 이용하여 대상지역의 인구증가에 따른 배수설비 신축에 따른 정화조의 신규설치비를 산정하였다.

진천군의 경우 하수도통계연보(2007년)에 따르면 세대당 인구수는 2.68인 이었으며, 인구 증가에 따른 신규배수설비 개소수는 2,638개소이다. 동양중합건설업의 정화조 신규 설치비용 중 10인 이하의 가격을 적용하였을 경우 정화조 폐쇄를 통한 약 17억에 해당하는 비용을 절감할 수 있다.

<Table 10> 대상지역별 신규배수설비 개소수에 따른 설치비

지자체	하수처리인구(인)		세대당 인구수 (인)	신규배수설비 개소수 (개소)	정화조 설치비 (천원)	정화조 신규설치비 (천원)
	공사 전 (2005년)	공사 후 (2008년)				
진천군	22,973	30,043	2.68	2,638	650	1,714,700
청주시	609,792	616,648	2.76	2,484	650	1,614,600
강진군	22,489	22,493	2.28	2	650	1,300

※하수도 통계연보(2007년)

<Table 11> 대상 지역별 생활개선편익 분석 결과

대상지역(지불의사액)	편익	총편익 (백만원)	총편익의 현재가치(5%) (백만원)
진천군(6,997원)		83,353	35,760
청주시(6,725원)		766,831	328,957
강진군(6,997원)		61,280	26,288

청주시의 경우 하수도통계연보(2007년)에 따르면 세대당 인구수는 2.76인 이었으며, 인구 증가에 따른 신규배수설비 개소수는 2,484개소이다. 동양종합건설업의 정화조 신규 설치비용 중 10인 이하의 가격을 적용하였을 경우 정화조 폐쇄를 통하여 약 16억원에 해당하는 비용을 절감할 수 있다.

강진군의 경우 하수도통계연보(2007년)에 따르면 세대당 인구수는 2.28인 이었으며, 인구 증가에 따른 신규배수설비 개소수는 2개소이다. 동양종합건설업의 정화조 신규 설치비용 중 10인 이하의 가격을 적용하였을 경우 정화조 폐쇄를 통하여 약 130만원에 해당하는 비용을 절감할 수 있다.

3.3 간접 비용 편익 효과

1) 생활개선 편익

하수관거정비 사업을 통하여 얻을 수 있는 기대효과는 크게 정량적 효과와 정성적 효과로 구분될 수 있다. 정량적 효과는 하수관거 기능 향상에 대한 효과와 경제적 측면에서 직접적인 비용 편익 등이 해당된다. 또한 정성적 효과는 주민들의 삶의 질 향상에 대한 부분으로써, 주민들의 생활에 대한 개선효과를 직접 비용인 화폐액으로 추정하기 위해서는 조건부가치평가법에 의한 주민들의 지불의사액을 추정하여야 한다. 그러나 본 사업에서는 주민들의 지불의사액을

시간적, 비용적인 측면을 고려하여 직접적으로 추정하지 않고 본 사업과 유사한 사업으로부터 추정된 지불의사액을 이용하여 주민들의 생활개선 편익에 대한 효과를 분석하였다. 진천군과 강진군의 경우에는 직접적으로 해당 지자체의 조사 결과가 없기 때문에, 하수관거정비 사업 타당성 조사로부터 추정된 평균 지불의사액인 6,997원을 적용하였다. 청주시의 경우에는 청주시 하수관거정비 사업으로부터 추정된 지불의사액 6,725원을 적용하였다. 주민들의 생활개선 편익은 하수관거의 내용연수 기간 동안인 40년(2009년부터 2048년까지) 동안 발생할 것으로 가정하여, 분석기간은 40년으로 설정하였다.

또한 총편익의 현재가치를 추정하기 위하여 3년 만기 국고채수익률 5%를 적용하여 분석기간 40년 동안 대상 지역에 발생할 주민들의 생활개선편익의 현재가치를 분석하였다. 분석 대상 지역의 생활개선편익 분석 결과는 다음 Table 11과 같다.

진천군의 하수관거정비 임대형 민자사업으로부터의 생활개선편익은 가구당 월 평균 6,997원의 지불의사액을 적용할 경우 분석기간인 2009년부터 2048년까지 40년 동안 83,353백만원이 발생할 것으로 추정되었다. 청주시는 766,831백만원, 강진군은 61,280백만원이 생활개선편익이 발생할 것으로 추정되었다.

2) 할인율에 따른 민감도 분석

민감도 분석의 일환으로 할인율의 변화에 따른 각 대상지역별 하수관거정비 임대형 민자사업으로부터 발생하는 주민들의 생활개선편익을 할인율의 변화에 따라 현재가치로 분석하였으며, 결과는 Table 12와 같다.

분석결과, 진천군은 4%의 할인율을 적용하였을 경우 41,248백만원의 생활개선편익이 발생할 것으로 분석되었다. 6%의 할인율을 적용하였을 경우 31,356백만원의 생활개선편익을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

청주시는 4%의 할인율을 적용하였을 경우 379,447백만원의 생활개선편익이 발생할 것으로 분석되었다. 6%의 할인율을 적용하였을 경우 288,453백만원의 생활개선편익을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

강진군은 4%의 할인율을 적용하였을 경우 30,323백만원의 생활개선편익이 발생할 것으로 분석되었다. 6%의 할인율을 적용하였을 경우 23,051백만원의 생활개선편익을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

3) 분석기간에 따른 민감도 분석

분석기간의 변화에 따른 생활개선편익을 분석하고자 Table 13과 같이 주민들의 생활개선편익을 분석하였다.

진천군, 청주시, 강진군의 경우 모두 분석기간이 30년일 경우보다 50년으로 분석기간이 길어질수록 주민들이 장기간동안 서비스의 이용이 가능하므로 현재가치로 환산한 생활개선편익이 증가하는 것으로 나타났다.

3.4 친환경적 효과

친환경적 효과에 대한 분석은 정화조 폐쇄에 대한 영향으로 지구온난화물질인 CO₂ 저감량을 분석하였다. 지구온난화물질(CO₂) 저감 인자로는 분뇨처리차량의 연비에 따른 CO₂ 발생량, 분뇨처리차량 이동거리, 분뇨처리차량대수, 배수설비정비 개소수 및 정화조 청소 빈도를 이용하였다. 청주시의 경우에는, 다른 조사대상 지역과는 달리 합류식 하수관거 공사 지역으로 배수설비 정비 가옥수가 적어 지구온난화 물질(CO₂) 저감 부분에서 제외하였다.

분석 결과는 다음 Table 14와 같다.

<Table 12> 할인율 변화에 따른 생활개선편익의 현재가치

대상지역	할인율	4%	5%	6%
	진천군(백만원)		41,248	35,760
청주시(백만원)		379,447	328,957	288,453
강진군(백만원)		30,323	26,288	23,051

<Table 13> 분석기간 변화에 따른 생활개선편익

대상지역	할인율	30년		40년		50년	
		총편익	총편익의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치
진천군(백만원)		62,515	32,033	83,353	35,760	104,191	38,042
청주시(백만원)		575,123	294,702	766,831	328,957	958,538	349,980
강진군(백만원)		45,960	23,551	61,280	26,288	76,600	27,968

<Table 14> 대상지역별 연간 CO₂ 감소량

지자체	연간 CO ₂ 감소량			
	대상지역		총 BTL사업	
	사업면적(km ²)	CO ₂ 감소량(ton)	사업면적(km ²)	CO ₂ 감소량(ton)
진천군	1.5	24.4	123.2	2,034
강진군	4.5	12.1	123.2	326

진천군의 하수관거 BTL 사업으로 인한 연간 CO₂감소량은 24.4ton/년이며, 2005년도의 총 사업 면적으로 환산을 하면 지구온난화 물질(CO₂)는 연간 2,034ton/년의 감소효과를 발생시킬 수 있다.

강진군의 하수관거 BTL 사업으로 인한 연간 CO₂감소량은 12.1ton/년이며, 2005년도의 총 사업 면적으로 환산을 하면 지구온난화 물질(CO₂)는 연간 326ton/년의 감소효과를 발생시킬 수 있다.

2008년 독일 재생가능에너지산업연구소(IWR)에 따르면 우리나라의 연간 CO₂ 발생량은 66,350만톤에 이르며, 지속적으로 증가하고 있는 상태이다. 하수관거 정비를 통한 CO₂ 저감량은 우리나라의 연간 발생량에 큰 비중은 차지하지 못하지만, 지속적으로 증가를 하는 지구온난화 물질(CO₂) 저감에 대한 일조를 할 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 연구에서는 2005년부터 현재까지 계속 수행중인 하수관거정비 임대형 민자사업(BTL) 중에서 최근 준공되어 운영단계에 돌입하는 진천군('05년 사업)과 준공이 도래하는 청주시와 강진군 하수관거정비 BTL사업에 대하여 본 연구에서 수립된 "사업효과분석 표준 방안(안)"을 이용하여 사업효과를 분석하였다.

하수처리장 유입유량 분석 결과, 덕산하수처리장은 공사 전보다 공사 후에 39m³/day, 이월하수처리장은 121m³/day 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 덕산/이월하수처리장은 공사 전보다 공사 후에 유입BOD가 97mg/L, 118mg/L로 크게 증가한 점으로 미루어 보아 배수설비 정비로 인한 오수의 유입이나 미차집 오수의 유입이 증가한 것으로 사료된다. 청주시와 강진군의 유입유량 분석 결과, 공사 전보다 공사 후에 20~30% 정도 유량이 감소하는 것으로 나타났다. 유입BOD 분석 결과, 청주시는 31mg/L로 소폭 상승하였으

나, 강진군은 114mg/L로 진천군과 유사하게 유입 BOD가 증가하는 것으로 조사되었다.

정화조 폐쇄로 인한 신규 설치비 절감비용을 보면, 진천군은 약 17억원, 청주시는 약 16억원, 강진군은 약 130만원에 해당하는 비용을 절감할 수 있다.

진천군의 생활개선편익은 가구당 월 평균 6,997원의 지불의사액을 적용할 경우 분석기간인 2009년부터 2048년까지 40년 동안 83,353백만원이 발생할 것으로 추정되었다. 청주시는 766,831백만원, 강진군은 61,280백만원이 생활개선편익이 발생할 것으로 추정되었다.

친환경적 효과로써 진천군은 연간 2,034ton, 강진군은 연간 326ton/년의 CO₂ 감소효과가 발생할 수 있는 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 최근 공사가 준공되었거나 시운전 중인 진천군, 청주시, 강진군 3개의 BTL 사업을 대상으로 시범적으로 효과분석을 실시하였지만, 실질적인 하수관거 BTL 사업의 효과 도출을 위해서는 향후 관거정비 공사 완료 후 상당한 운영이 경과한 단계에서 사업효과 분석이 이루어져야 한다고 판단된다.

참고문헌

서울시 (2007) 하수관거 종합정비사업의 효과분석. pp.117~120
 한국건설산업연구원 (2004) 재정사업과 민자사업의 중장기 최적화 방안 연구. pp.30~40
 환경관리공단 (2008) 하수관거정비 임대형 민자사업(BTL) 시설 운영단계 유지관리체계 구축연구. pp.81~87
 환경관리공단 (2008) 한강수계 하수관거정비시범사업 성과지표 개발 및 평가보고서.
 환경관리공단 (2009) 하수관거정비 임대형 민자사업(BTL)의 사업 효과 분석.
 환경부 (2007년) 하수도통계연보.