

교육시설물 BTL 사업의 유지관리 시스템 모듈 개발

Development of Maintenance Management System Module in BTL Project for Educational Facilities

이 은 동* 김 재 온** 손 재 호***
 Lee, Eun-dong Kim, Jae-on Son, Jae-ho

요 약

BTL 사업 대상 중 교육시설물은 교육인적자원부에 따르면 2007년까지 3개년에 걸쳐 13조원 이상 규모의 BTL 민간투자 사업을 발주하기로 하는 등 교육시설물의 건설은 국내 공공시설물 건설 사업에서 큰 비중을 점하고 있다. 본 연구에서는 교육시설물 BTL 사업의 비용 항목 중 운영관리비에 해당되는 위생관리비 산정 방법을 제시하였다. 또한 이를 바탕으로 유지 관리 시스템의 주요 모듈을 개발하고, 개발된 모듈의 타당성을 입증하기 위해 대안별 비용의 비교·분석을 실시하였다.

키워드 : BTL, 교육시설물, VFM평가, 위생관리비

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

2005년 1월 정부는 공공사업에 민간투자를 활성화하려고 ‘사회기반시설에 대한 민간투자법’을 개정하여 44개의 교육, 복지, 문화시설, 도로, 철도, 항만, 공항 등의 시설을 대상으로 BTL(Build-Transfer-Lease)방식을 도입하였다.(기획예산처, 2006) 특히, BTL 사업 대상 중 교육시설물은 교육인적자원부에 따르면 2005년부터 3년간 13조 원의 재원을 투입하여 교육시설을 획기적으로 개선하겠다고 발표한 바 있다.(민창기, 2006) 따라서 교육시설물의 건설은 국내 공공시설물 건설 산업에서 큰 비중을 점하고 있다. 또한, 그 시행주체가 중앙정부 및 지방자치단체에 고르게 분포되어있기 때문에 공익에 미치는 영향력이 크다 할 수 있다.

현재 BTL 사업의 적격성 평가는 정부 지출의 가치를 비교하는 VFM(Value For Money)분석에 의해 수행되며, 이는 BTL 사업 방식에 의한 정부 지출 방식에 의한 정부 지출 감소를 검토하는 정량적 분석과 비용 이외의 효과를 검토하는 정성적 분석으로 구

분된다. 그러나 관련업체 및 주무관청 공무원)들의 인터뷰 결과, 교육시설물의 BTL발주 시 VFM평가단계에서 운영비 산출의 정확한 기준이 제시되어 있지 않아 BTL 사업을 추진함에 있어 주무관청 및 사업자의 혼란을 유발할 수 있는 것으로 나타났다. 특히 BTL 사업의 성과요구수준서에 시설물의 위생관리업무를 수행하게 되어 있을 경우 시설물의 규모에 맞는 적절한 위생관리인원이 투입되어 해당업무를 수행하게 하여야 하나 이에 해당하는 기준이 없어 위생관리비의 산정에 어려움이 있으며, 또한 실시협약 단계에서 주무관청 및 사업자 간의 위생관리비 산정에 대한 의견충돌로 사업추진에 어려움이 있는 것으로 조사되었다.

위생관리비 비용 산정 기준의 부재로 인해 부적절한 위생관리비가 산정되어 BTL 사업이 추진될 경우 다음과 같은 문제점이 발생할 수 있다.

첫째, 위생관리비가 시설의 규모에 비해 과다하게 산정될 경우 서비스 질의 향상과 관계없이 국가예산의 낭비를 가져올 수 있다. 둘째, 위생관리비가 시설의 규모에 비해 과소하게 산정될 경우 적은 인원의 위생관리원을 투입할 수밖에 없게 된다. 따라서 성과요구수준서의 요구수준을 충족시키지 못하여 서비스의 질을 하락시킬 수 있으며 이는 곧 서비스 질에 대한 사용자 불만족으로 이어져 사업자에게 페널티가 적용되어 임대료 및 운영비가 삭감될 수 있어 향후 주무관청 및 사업자 간 분쟁의 소지가

* 일반회원, 동우E&C 건축사사무소 사원, 공학석사, untilmorning@hanmail.net

** 일반회원, 한밭대학교 겸임교수, 공학박사(교신저자), kjo8986@hanmail.net

*** 일반회원, 홍익대학교 건축공학과 교수, 공학박사, jhson@hongik.ac.kr

1) 본 논문에서는 인터뷰 당사자의 익명 요구에 의해 소속 및 경력 등을 공개하지 않음

있을 수 있다. 셋째, 위생관리비의 객관적인 산정 기준이 없어 BTL 사업의 협약단계에서 주무관청 및 사업자 간의 의견 충돌을 발생시켜 원활한 사업 추진을 방해할 수 있다.

본 연구는 교육시설물 BTL 사업의 VFM평가 항목 중 운영비에 해당하는 위생관리비의 산정 기준을 제시하고, 산정 기준의 시스템화 및 효용성 검증을 목적으로 한다. 제시된 위생관리비 산정 기준은 향후 교육시설물 BTL 사업에서의 VFM평가시 위생관리비 산정에 이용 및 주무관청 및 사업자 간의 실시협약시 비용 산정 근거로 이용할 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 교육시설물 BTL 사업을 대상으로 하며 성과요구수준에 일상 위생관리업무가 명시되어 있을 경우를 가정한다. 본 연구의 방법을 진행순서에 따라 요약하면 다음과 같다.

- (1) BTL 사업의 국내 연구동향 조사 : 국내 관련 문헌 고찰을 통해 국내 연구동향을 조사한다.
 - (2) BTL 사업의 VFM 적격성 평가 항목 중 운영비 분석 및 문제점 도출 : 현행 교육시설물 BTL 사업에서의 VFM 적격성 평가 항목 중 운영비를 분석하고 문제점을 도출한다.
 - (3) 위생관리비의 산정 기준 제시 : BTL 사업비용 구성 항목 중 운영비에 해당하는 위생관리비의 산정 기준을 제시한다.
 - (4) 위생관리비 산정 System 개발 : 위의 과정을 통해 제시된 위생관리비의 산정 기준의 시스템 구조와 운영체계를 구체적으로 제시하여 유지관리 프로그램의 코어를 구축한다.
- 연구흐름도는 그림 1과 같다.

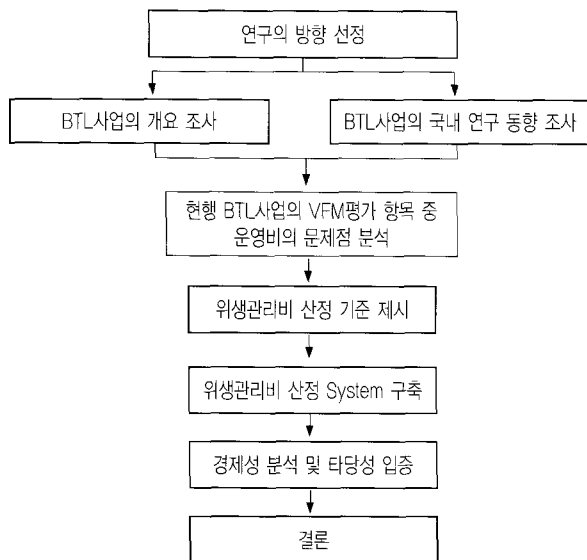


그림 1. 연구흐름도

2. 예비적 고찰

2.1 BTL 사업

기획예산처 발표 자료에 의하면 BTL 사업은 민간이 자금을 투자하여 사회기반시설을 건설(Build)한 후 국가·지자체로 소유권을 이전(Transfer)하고, 국가·지자체에게 시설을 임대(Lease)하여 투자비를 회수하는 사업방식을 말한다.(기획예산처, 2005)

2.2 국내 연구 동향

BTL 사업의 VFM분석에 관한 연구 실적은 있으나 VFM평가 항목에 대한 연구는 미비한 실정이다. BTL 사업에 대한 국내 연구 동향을 시기별로 정리하면 표 1과 같다.

표 1. BTL 사업 국내 연구 동향

저자	연구시기	연구내용
신남경 외 2인	2005.05	기존의 공공교육시설사업 수행절차와 공공교육시설을 대상으로 하는 BTL 사업 수행절차를 비교·분석하고 BTL방식 적용 전·후의 프로세스를 비교·분석하여 사업 참여 주체별 문제점을 도출함
김재형	2005.11	BTL 민간투자사업의 추진현황과 문제점을 정리하고, 영국·호주·일본 등 선진국의 BTL 방식 민간투자사업의 사례를 들어 효율적인 BTL 사업추진방향을 제시함
김선국 외 1인	2006.02	BTL 사업의 경제성 평가에 영향을 미치는 민감 요인 중 공사단가와 리스료의 변동이 수익성에 가장 민감하게 변화하는 것을, 운영비와 부대사업 임대료는 상대적으로 작게 민감하다는 것을 확인함
이한수	2006.02	VFM분석의 문제점을 지적하고 개선방안으로 민자 적격성 조사의 적절한 수행, VE평가 시스템의 도입, 책임감리 영역이 아닌 건설사업관리(CM)영역으로 감리업무 발주 등을 제시함
민창기	2006.02	영국의 PFI추진의 문제점으로 예를 들어 국내 BTL 사업의 예상 문제점을 분석함
박동규 외 1인	2006.06	4개 교육시설 BTL 사업에 대해 사례연구를 통해 VFM분석에 있어서 '분석의 객관성 및 신뢰성 확보'를 강조함
이미영 외 2인	2006.07	BTL 사업의 적격성 조사가 정량적 분석에 치중되어 있다는 한계점을 파악하고 정성적인 측면도 고려할 수 있도록 하는 분석모형을 개발함

3. 위생관리비 산정 기준 제시

3.1 운영비에 관한 문제점 분석

교육시설물 BTL 사업의 VFM평가 항목 중 운영비의 구성 및 내용은 표 2와 같다.(공공투자관리센터, 2006)

인건비는 시설물의 영선·보수·점검을 주 업무로 하는 시설물

영선반의 기본급을 말하는 것으로서 PSC²⁾에서는 학교별 행정실장 및 조무원의 시설물 영선에 대한 투입 시간을 비용으로 환산하여 계상하고 PFI³⁾에서는 시설물의 규모에 맞는 인원을 산정하여 이에 대한 기본급을 계상한다. 경비용역비는 무인경비 및 유인경비 비용을 산정하는데 있어 기준실적을 이용하여 PSC와 PFI가 동일한 기준으로 비용을 산정한다. 안전진단비는 시설물의 정기점검 및 안전진단비를 말하는 것으로서 PSC에서는 정기점검비용의 실적자료를 조사하여 계상하고 PFI에서는 관계법령에 따른 시설물의 정기점검 연차 및 횟수를 산정하여 비용을 계상한다. 보험료는 운영기간 동안의 건물손해보험 및 인적·물적 보증을 말하며 PSC는 운영을 하지 않는 것으로 가정하므로 미계상하여야 하나 위험 계량화 측면에서 계상하며 PFI는 일선 보험사의 요율을 조사하여 비용을 계상한다. 기타경비는 PSC, PFI 모두 시설물 영선반 및 위생관리용역반의 복리후생비, 여비 교통비 등이 포함되며 관계 법령을 근거로 요율을 적용하여 계상한다. 유지보수비 및 대체비의 경우 PSC는 실적자료를 기준으로 비용을 계상하며 PFI는 주택법 및 조달청 내용연수 등의 유사 실적을 근거로 비용을 계상하고 있다.

표 2. 정량적 VFM평가 항목 중 운영비 구성표

항목		내 용
운영비	인건비	영선·보수·점검을 주 업무로 하는 시설물 영선반의 기본급
	위생관리비	위생관리를 담당하는 위생관리용역반의 기본급 및 소모품비
	경비용역비	무인경비 및 유인경비의 비용
	안전진단비	관계법령에 따른 시설물 정기점검 및 안전진단비
	보험료	운영기간의 건물손해보험 및 인적·물적 보험
	기타 경비	복리후생비, 여비교통비 및 각종 수수료
유지보수비	유지보수비	시설물의 영선·보수비용
	대체비	시설물의 대체 비용

표 3. 운영비 항목 비용 계상 기준표

항목	PSC	PFI
인건비	· 행정실장 및 조무원의 시설물 영선에 대한 비용 계상 · 기준실적을 기준으로 비용 계상함	· 시설물의 규모에 맞는 인원을 산정하여 이에 대한 인건비 계상 · 전문가의 경험에 의한 인원 산정
경비용역비	· 무인경비 및 유인경비의 기준 실적을 기준으로 비용을 계상	· 무인경비 및 유인경비의 기준적 및 업계평균의 비용을 기준으로 비용 계상
안전진단비	· 정기점검비용에 대한 기준 실적을 기준으로 비용 계상	· 관계법령에 따른 정기점검 연차·횟수를 산정하여 비용 계상
보험료	· 위험계량화측면에서 계상	· 일선 보험사의 요율을 적용하여 비용 계상
기타 경비	· 관계법령에 따른 요율을	· 관계법령에 따른 요율을

2) 정부실행대안(Public Sector Comparator)

3) 민간투자대안(Private Finance Initiative)

기타 경비	적용하여 계상	적용하여 계상
유지보수비	· 유지보수에 대한 기준 실적을 기준으로 비용 계상	· 주택법의 유사 실적을 기준으로 비용 계상
대체비	· 시설물 대체에 대한 기준 실적을 기준으로 비용 계상	· 주택법 및 조달청 내용연수의 유사 실적을 기준으로 비용 계상
위생관리비	· 기준실적 및 유사 실적이 없음	· 기준 없음

위생관리비를 제외한 운영비는 관계법령 및 기준실적·유사 실적에 따른 비용 산정 및 업계 평균의 비용 계상 등의 일정한 기준으로 비용을 계상함으로써 비용으로 인한 문제가 발생할 가능성이 작다고 할 수 있다. 그러나 위생관리비는 인원 산정에 관한 관계법령이 존재하지 않으며 교육시설물 BTL 사업 성과요구 수준서상의 수준과 비슷한 초·중등학교의 위생관리용역 발주 실적을 찾기 어려워 업계 평균 비용도 적용할 수 없다. 따라서 위생관리비는 비용 계상 기준 부재로 인한 문제점을 해결하려면 위생관리비의 산정 기준의 정립이 필요하다고 할 수 있다.

BTL 사업 VFM평가 항목의 비용 계상 기준에 대한 내용을 표 3과 같다.

3.2 교육시설물 BTL 사업 위생관리원 운영모델 제시

적절한 위생관리비를 산정하기 위해서는 시설물에 대해 성과요구수준서의 요구수준을 충족시킬 수 있는 인원이면서도 과도하지 않은 인원 즉, 시설물의 규모에 합당한 위생관리인원이 산정되어야 한다. BTL 사업에 있어서 운영기간의 시설물 규모에 적절하지 않은 인원의 투입은 서비스의 질 하락 및 국가예산의 낭비 등의 문제를 발생시킬 수 있기 때문이다.

시설물의 규모에 적절한 위생관리인원을 산정하기 위해 다음과 같은 세 가지 운영방식으로 위생관리인원을 산정할 수 있다.

1) 모두 상주

위생관리원을 각 학교에 상주시키는 방법이다. 따라서 위생관리인원은 1일 업무 시간 및 학교별 연면적에 따라 결정되며 각각 해당학교에 상주하여 위생관리업무를 수행하게 된다. 운영모델은 그림 2와 같다.

2) 계속 이동

모든 위생관리원이 번들에 속한 학교를 순회하면서 위생관리업무를 하는 방법이다. 따라서 위생관리인원은 1일 업무 시간 및 번들에 속한 학교의 연면적, 이동시간에 따라 결정된다. 운영모델은 그림 3과 같다.

3) 일부 상주 + 일부 이동

모든 위생관리원이 일부는 상주하고 일부는 순회하면서 위생관리업무를 하는 방법이다. 따라서 위생관리인원은 1일 업무 시

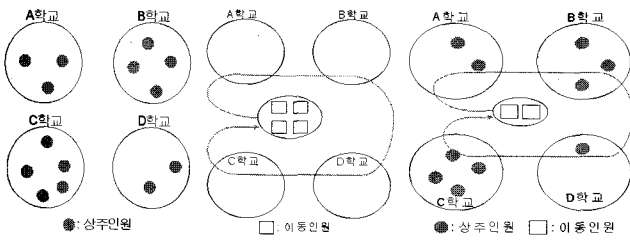


그림 2. 모두 상주 운영 모델 그림 3. 계속 이동 운영모델 그림 4. 일부 상주 + 일부 이동 운영모델

간 및 번들에 속한 학교의 연면적, 이동시간에 따라 결정된다. 운영모델은 그림 4와 같다.

3.3 교육시설물 BTL 사업 위생관리비 산정 기준 제시

운영방식에 따른 인원 산정 기준을 설명하기 위해 표 4, 표 5, 표 6에 요약되어있는 내용을 사용하기로 한다.

표 4의 위생관리원 1인/1일 위생관리 가능 면적은 한국건설물위생관리협회의 위생관리원(보통 인부) 전담 가능 면적을 준용하였으며 표 5의 대상 학교는 C 교육청 산하 초·중등 교를 무작위로 선정하였다. 표 6은 시중의 내비게이션 프로그램을 이용하여 대상 학교 간 이동시간 및 거리를 산출하였다.

운영방식에 따른 인원 산정방법을 설명하기 위해 다음과 같은 약어를 정의하고 사용한다.

- td : 위생관리원 1인/1일 업무 시간
- ah : 위생관리원 1인/1시간 위생관리 가능 면적
- ad : 위생관리원 1인/1일 위생관리 가능 면적
- as : 대상 학교별 위생관리 면적
- tm : 학교간 이동시간
- roundup : 소수점 첫째자리에 올림
- rounddown : 소수점 첫째자리에 내림

표 4. 운영방식산정 구성요소

대상	C교육청 산하 7교 외 5개교
위생관리원의 1일 업무 시간	8시간
위생관리원의 1인/1일 위생관리 가능 면적	1322.31㎡(400평)
위생관리원의 1인/1시간 위생관리 가능 면적	165.28㎡

표 5. 대상학교 위생관리 면적

대상 학교	위생관리 면적(㎡)
ㄱ	4,872
ㄴ	3,844
ㄷ	2,954
ㄹ	3,668
ㅁ	3,558
ㅂ	1,460

표 6. 대상 학교간 이동거리

(단위: 거리(km)/이동 소요시간(분))

	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ
ㄱ	0	8.61 19분	28.32 34분	14.63 29분	19.24 40분	31.08 63분
ㄴ		0	20.6 30분	6.3 15분	12.2 17분	28.3 57분
ㄷ			0	22.5 30분	28.45 37분	49.02 65분
ㄹ				0	6.76 12분	27.79 37분
ㅁ					0	21.8 30분
ㅂ						0

각 운영방식에 따른 수식 및 인원 산정방법은 다음과 같다.

1) 모두 상주

'모두 상주'는 각 학교의 필요 위생관리인원에 따라 각각 배정함을 원칙으로 하며 학교 간 이동시간과 번들 구성을 고려하지 않고 학교 각각의 위생관리인원을 산정한다. 수식 1은 위생관리원 '모두 상주' 일 경우의 위생관리인원 산정 수식이며 표 7은 위생관리인원 산정표이다.

수식 1. '모두 상주' 일 경우의 위생관리인원 산정 수식

$$An = \sum_{k=1}^n \text{roundup}(as \div ah + td)$$

An : 해당 번들의 대상 학교

표 7. '모두 상주' 일 경우의 위생관리인원 산정표

번들	학교	위생관리면적(㎡)	위생관리 소요시간(min)	필요인원(인)	최종인원(인)
1	ㄱ	4,872	29.48	3.68	4
	ㄴ	3,844	23.26	2.91	3
	ㄷ	2,954	17.87	2.23	3
	ㄹ	3,668	22.19	2.77	3
	ㅁ	3,558	21.53	2.69	3
	ㅂ	1,460	8.83	1.10	2
합계					18명

최종 필요 위생관리인원 : 18명

- ㉔ 번들: 학교의 구성
- ㉕ 학교: 각 학교 이름
- ㉖ 위생관리면적: 해당학교의 위생관리면적(as)
- ㉗ 위생관리 소요시간: ㉖위생관리면적(as) ÷ ah
- ㉘ 필요인원: ㉗위생관리 소요시간 ÷ td
- ㉙ 최종인원: Roundup(㉘필요인원)

따라서 '모두 상주'의 필요 위생관리원은 18명이다.

2) 계속 이동

'계속 이동'에서는 모든 위생관리원이 해당 번들의 학교를 순회하며 위생관리업무를 수행하게 된다. 위생관리원이 순회하며

해당 업무를 수행하므로 학교 간 이동시간을 고려하여야 한다. 이때 이동시간은 최적(최소) 경로에 따른 최소의 이동시간이어야 한다. 번들의 구성에 따라 이동시간 및 위생관리인원이 달라지므로 가능한 번들 구성의 경우에 대해 이동시간 및 위생관리인원을 계산하여 위생관리인원이 최소가 되는 번들을 선택하여야 한다. 수식 2는 위생관리원 '계속 이동' 일 경우의 위생관리원 산정 수식이며 표 8은 위생관리인원 산정표이다.

수식 2. '계속 이동' 일 경우의 위생관리인원 산정 수식

$$\text{An} = \text{해당 번들의 대상 학교} \times \text{ roundup} \left(\sum_{k=1}^n (\text{as}) \div \text{ah} \div (\text{td} - \text{tm}) \right)$$

표 8. '계속 이동' 일 경우의 위생관리인원 산정표

번들	학교	위생관리 면적 (㎡)	위생관리 소요시간 (hour)	이동 시간 (hour)	1인당 위생관리 가능시간 (hour)	필요 인원 (인)	최종 인원 (인)
1	ㄱ	4,872	29.48				
	ㄴ	3,844	23.26				
	ㄷ	2,954	17.87				
	ㄹ	3,668	22.19				
	ㅁ	3,558	21.53				
ㅂ	1,460	8.83					
합계		20,356	123.16	1.83	6.17	19.9	20

최종 필요 위생관리인원 : 20명

- ㉑ 번들 : 번들의 구성
- ㉒ 학교 : 학교 이름
- ㉓ 위생관리 면적 : 해당학교의 위생관리 면적(as)
- ㉔ 위생관리 소요시간 : ㉓/위생관리면적(as) ÷ ah
- ㉕ 이동시간 : 해당 번들의 최적 경로에 따른 최소 이동시간(tm)
최적경로(ㄷ → ㄱ → ㄴ → ㄹ → ㅁ → ㅂ)
- ㉖ 1인당 위생관리 가능시간 : td - ㉕/이동시간(tm)
- ㉗ 필요인원 : ㉓/위생관리 소요시간 ÷ ㉖/1인당 위생관리 가능시간
- ㉘ 최종인원 : Roundup(㉗/필요인원)

따라서 '계속 이동'의 필요 위생관리원은 20명이다.

3) 일부 상주 + 일부 이동

일부 위생관리인원은 상주하고 일부 위생관리인원은 순회하며 위생관리업무를 수행하게 된다. 일부 상주 위생관리인원이 전담하지 않는 부분의 면적은 일부 이동 위생관리원이 각 학교를 순회하면서 해당 업무를 수행하게 된다. 일부 이동 위생관리인원의 위생관리 가능시간은 학교 간 이동시간을 고려해야 하는데 이때 이동시간은 최적(최소)경로에 따른 최소의 이동시간이어야 한다. 번들의 구성에 따라 이동시간 및 위생관리인원이 달라지므로 모든 번들 구성의 경우에 대해 이동시간 및 위생관리인원을 계산하여 위생관리인원이 최소가 되는 번들을 선택하여야 한다. 수식 3, 수식 4, 수식 5는 위생관리원 '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우의 위생관리인원 산정 수식이며 표 9는 위생관리인원 산정표이다.

수식 3. '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우의 일부 상주 위생관리원 산정 수식

$$\text{An} = \text{해당 번들의 대상 학교} \times \sum_{k=1}^n (\text{rounddown}(\text{as} \div \text{ah} \div \text{td}))$$

수식 4. '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우의 일부 이동 위생관리원 산정 수식

$$\text{An} = \text{해당 번들의 대상 학교} \times \text{ roundup} \left(\sum_{k=1}^n ((\text{as} \div \text{ah}) - (\text{일부 상주 위생관리원} \times \text{td})) \div (\text{td} - \text{tm}) \right)$$

수식 5. '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우의 위생관리원 산정 수식

일부 상주 위생관리원 + 일부 이동 위생관리원

표 9. '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우의 위생관리원 산정표

번들	학교	위생관리 면적 (㎡)	위생관리 소요시간 (hour)	상주 인원 (인)	모자란 위생관리 시간 (hour)	이동 시간 (hour)	이동인원의 위생관리 가능시간 (hour)	이동 인원 (인)	최종 이동 인원 (인)	최종 인원 (인)
1	ㄱ	4,872	29.48	3	5.48					
	ㄴ	3,844	23.26	2	7.26					
	ㄷ	2,954	17.87	2	1.87					
	ㄹ	3,668	22.19	2	6.19					
	ㅁ	3,558	21.53	2	5.53					
ㅂ	1,460	8.83	1	0.83						
합계		20,356	123.16	12	27.16	1.83	6.17	4.40	5	17명

최종 위생관리인원 : 17명

- ㉑ 번들 : 번들의 구성
- ㉒ 학교 : 학교 이름
- ㉓ 위생관리 면적 : 해당학교의 위생관리면적(as)
- ㉔ 위생관리 시간 : ㉓/위생관리 면적 ÷ ah
- ㉕ 상주인원 : Rounddown(㉓/위생관리 소요시간 ÷ td)
- ㉖ 모자란 위생관리시간 : ㉓/위생관리 시간 - (㉕/상주인원 × td)
- ㉗ 이동시간 : 해당 번들의 최적 경로에 따른 최소 이동시간(tm)
최적경로(ㄷ → ㄱ → ㄴ → ㄹ → ㅁ → ㅂ)
- ㉘ 이동인원의 위생관리 가능시간 : td - ㉗/이동시간(tm)
- ㉙ 이동인원 : ㉖/모자란 위생관리시간 ÷ ㉘/이동인원의 위생관리 가능시간
- ㉚ 최종이동인원 : Roundup(㉙/이동인원)
- ㉛ 최종인원 : ㉕/상주인원 + ㉚/최종이동인원

따라서 위생관리원 '일부 상주 + 일부 이동'의 필요 위생관리원은 17명이다.

표 10은 위생관리원 '모두 상주', 위생관리원 '계속 이동', 위생관리원 '일부 상주 + 일부 이동'의 각 운영방식에 따른 인원 산정 기준에 따라 산정된 인원수를 표로 정리한 것이다.

표 10의 결과와 같이 각 운영방식에 따른 위생관리인원은 '모

표 10. 위생관리인원 산정표

위생관리원 운영방식	위생관리원 산정 인원
모두 상주	18명
계속 이동	20명
일부 상주 + 일부 이동	17명

두 상주' 일 경우 18명, '계속 이동' 일 경우 20명, '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우 17명으로 산출되었다. 따라서 7교의 5개교의 위생관리원 운영방식은 '일부 상주 + 일부 이동'이며 위생관리인원은 17명이다. 그러나 각 운영방식이 다른 값의 결과 값을 산출하였을 때와 달리 각 운영방식 모두 같은 인원의 결과 값이 산정되었을 때는 하나의 운영방식을 선택할 필요가 있다. 즉, 각 운영방식에 따른 경제성을 분석하여 가장 경제적인 운영방식을 선택하여야 한다.

4. 시스템 구축

4.1 시스템의 목적 및 기능

3장에서 제시된 위생관리비 산정 기준을 사용하여 주무관청 및 사업체의 인력으로 위생관리인원을 산정할 경우 다음과 같은 문제점이 발생할 수 있다.

첫째, 구성요소 중의 하나인 학교 간 이동시간은 최적의 경로에 따른 최소 이동시간 이어야 한다. 또한, 번들에 속한 학교 구성의 경우의 수에 따라 최소 이동시간을 모두 산정해야 한다. 그러나 시스템의 도움 없이 최소이동시간 산정에는 많은 시간이 소비되어 어려움이 있을 수 있다.

둘째, 번들에 속한 학교의 경우의 수에 따라 결과 값이 달라질 수 있으므로 모든 경우의 수에 대해 각 산정방법을 모두 적용하여 최소의 위생관리인원을 산정해야 한다. 그러나 시스템의 도움 없이 모든 경우의 수에 따른 각 산정방법의 적용은 학교 간 이동시간의 산정과 같이 많은 시간이 소비된다.

셋째, 각 산정방법에 따라 구성요소가 다양하고 산정식이 상이하여 위생관리인원 산정에 어려움이 있을 수 있다. 또한, 위생관리인원을 정확하지 않게 산정한 후 BTL 사업을 운영할 경우 국가예산의 낭비 및 사업의 원활한 운영에 차질을 초래할 수 있다.

따라서 시설물의 규모에 맞는 위생관리인원을 정확하고 신속하게 산출할 수 있는 시스템이 필요하다.

4.2 시스템 구성

프로그램을 구동하기 위하여 먼저 각 학교의 면적과 각 학교 간의 거리를 입력하여야 한다. 이어서 위생관리원의 일일업무시간과 일일 위생관리 가능 면적을 입력하고 이에 근거하여 일일 업무시간 이내에 청소와 이동이 가능한 번들을 찾아낸다. 번들을 찾는데 이용된 알고리즘은 샘플들의 클러스터링(Clustering)을 찾는데 주로 사용되는 콤플리트 링키지 알고리즘(Complete

Linkage Algorithm)이 사용되었다. 콤플리트 링키지 알고리즘은 서로 다른 군집(Cluster)에 위치하는 샘플(Sample)들 간에 가장 큰 거리를 두 군집(Cluster)간의 거리로 정의하여 구하여진다.(SAI, 2007) 유지관리 및 보수에 이동거리가 금액을 결정하는 중요한 요소인 만큼 샘플 간의 가장 큰 거리로 군집을 나누는 기준으로 삼는 콤플리트 링키지 알고리즘의 사용은 적절한 것으로 사료된다. 이렇게 찾아진 번들 중에 가장 최적화된(최소인원이 필요한)번들이 선택된다. 최적의 번들을 찾기 위해서 프로그램은 번들 별로 최적 경로에 따른 최소 이동시간을 고려할 필요가 있다. 최적 경로 및 최소 이동시간을 계산하기 위해 본 유지관리 프로그램에서는 번들 내의 모든 학교를 순회하는 문제라는 조합최적화(Combinatorial Optimization)문제 중에 유명한 순회외판원 문제(Traveling Salesman Problem)의 변형이다.(순회외판원 문제와 달리 본 문제에서는 원래 점으로 돌아올 필요가 없음) 이 문제를 풀기 위해 분기한정법(Branch and Bound)을 이용하였다. 분기한정법은 주로 이산최적화(Discrete)나 조합최적화(Combinatorial Optimization)에서 최적 해를 찾기 위한 일반적인 방법으로 순회외판원 문제와 같은 비결정 난해(NP-hard) 문제를 위해 사용된다.(SAI, 2007) 개발된 프로그램은 콤플리트 링키지 알고리즘과 분기한정법을 이용하여 고려 대상이 되는 번들에 대해 최적 경로 및 최소 이동시간을 산정한 후 각 번들에 대해 각 운영 방식에 따른 산술식을 적용하여 최소 인원이 산출되는 번들을 찾게 된다. 유지관리 프로그램의 구동 순서는 그림 5와 같다.

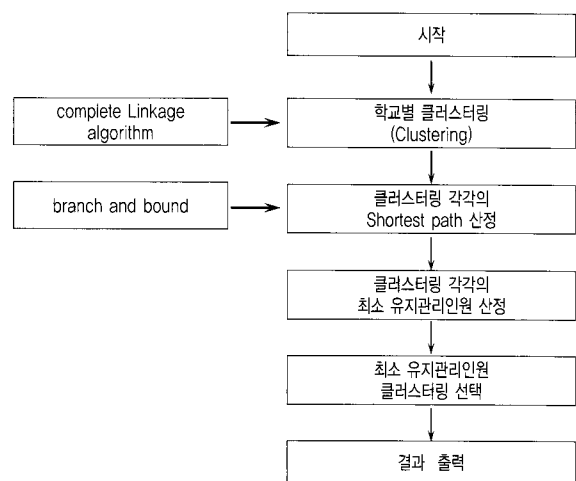


그림 5. 유지관리 프로그램 구동 순서도

프로그램은 초기화, 저장, 불러들이기, 종료의 기능을 담당하는 '파일' 메뉴와 Input Data를 입력할 수 있는 '입력' 메뉴, Input Data를 연산하는 '연산' 메뉴, 프로그램의 정보를 알려주

는 '도움말' 메뉴로 구성되어 있다. 프로그램의 초기화면은 그림 6과 같다.

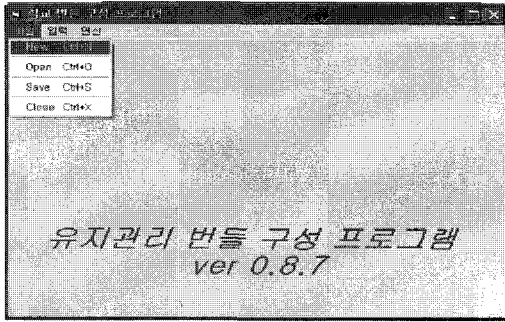


그림 6. 파일메뉴

5. 사례연구 및 교육시설물 BTL 사업의 번들 구성 기준 제시

본 장에서는 기 발주된 BTL대상 학교 및 BTL비대상인 현행 학교를 대상으로 개발된 유지관리 프로그램을 적용하여 유지관리 번들을 재구성하고 개발된 위생관리인원 산정 기준을 이용하여 최적의 위생관리 인원을 산정한 후 산정된 인원을 바탕으로 비용을 산출한다. 산출된 비용은 다른 운영방식에 따라 산출된 비용과 비교하여 개발된 프로그램의 경제적 효용을 입증하고자 한다.

본 장에서 분석한 모든 비용은 불가상승률을 3%로 가정한 경상가격을 기준으로 작성하였다.

5.1 사례연구 대상

C 교육청에서 발주한 BTL 사업 대상 학교 및 BTL비대상인 S시 소재 학교를 대상으로 사례연구를 한다. 사례연구 대상은 표 11과 같으며, 대상의 세부사항은 표 12, 그림 7과 같다.

표 11의 대상 학교는 C 교육청 산하 초·중등 교를 무작위로 선정하였으며 표 12는 시중의 내비게이션 프로그램을 이용하여 대상 학교 간 이동시간 및 거리를 산출하였고 표 13의 위생관리원 1인/1일 위생관리 가능 면적은 한국건물위생관리협회의 건축물 용도별 1인 작업 평수 기준 중 학교 및 연구단지에 대한 위생관리원 위생관리 전담 가능 면적을 준용하였다.

표 11. 사례연구 대상

학교	위생관리면적(㎡)	학교	위생관리면적(㎡)
가	3,668	바	6,665
나	3,558	사	3,973
다	2,790	아	3,333
라	2,954	자	3,097
마	1,325	차	1,400

표 12. 사례연구 대상 학교 거리 및 이동소요 시간

(단위 : 거리(km)/이동 소요시간(분)가가0)

가	0	나																		
나	8.61	0	다																	
다	14.63	6.3	0	라																
라	19.24	12.2	6.76	0	마															
마	77.77	75.0	74.5	68.46	0	바														
바	22.0	13.2	8.8	1.4	69.27	0	사													
사	20.2	13.1	8.6	1.4	68.4	1.1	0	아												
아	20.6	14.1	9.7	2.3	68.1	1	1.97	0	자											
자	18.8	13.4	8.99	2.8	67.5	2.9	1.9	2.5	0	차										
차	18.8	13.6	9.1	2.68	67.3	2.4	1.53	2.47	2	0										

표 13. 위생관리원의 1인/1일 업무시간 및 위생관리 가능 면적

위생관리원의 1인/1일 업무 시간	8시간
위생관리원의 1인/1일 위생관리 가능 면적	1322.31㎡ (400평)

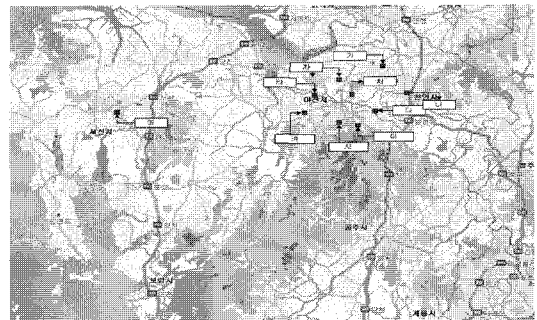


그림 7. 가교 외 9교 배치도

5.2 유지관리 프로그램 코어의 적용

1) 가교 외 9교

가교 외 9교의 학교데이터 입력값 및 위생관리원 입력 값은 그림 8, 그림 9, 그림 10과 같다.

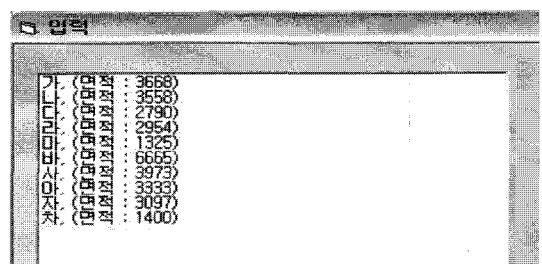


그림 8. 학교데이터 입력

	가	나	다	라	사	바	아	자	차
가	43	61	110	59	61	63	59	59	46
나	30	37	125	40	39	42	39	42	30
다	0	0	0	34	34	35	33	33	30
라	0	0	0	0	23	23	23	23	23
사	191	97	0	0	0	0	0	0	0
바	34	23	88	0	22	22	26	26	26
아	34	22	87	22	0	25	0	24	25
자	33	25	96	26	24	25	0	25	25
차	34	25	96	25	24	26	0	25	25

그림 9. 학교간 이동시간

일일 청소 가능 면적 [1322.31]
 일일 업무 시간 [8]
 [변경] [취소]

그림 10. 일일 위생관리 가능 면적 및 업무시간 입력

계 (2명)
 최종 필요 인원은 32명으로 산출됨.
 -- 일부 상주 일부 이동 --
 -- 변들의 최적 경로 및 이동시간 --
 가(0명, 1명)
 나 -> 다(9명, 1명)
 라 -> 사 -> 바 -> 마 -> 자 -> 차(19명, 2명)
 마(0명, 1명)
 -- 학교별 상주 인원 --
 가: 2명
 나: 2명
 다: 2명
 라: 2명
 사: 6명
 바: 6명
 마: 2명
 자: 2명
 차: 1명
 최종 필요 인원은 27명으로 산출됨.
 -- 계약 이동 --
 -- 변들의 최적 경로 및 이동시간 --

그림 11. 연산 결과

유지관리 프로그램 코어의 연산 결과는 그림 11과 같다. 가교 외 9교는 '모두 상주' 일 때 32명, '계속 이동' 일 경우 30명(이동인원 19명), '일부 상주 + 일부 이동' 일 경우는 27명(이동인원 3명, 상주인원 24명)으로 산출되었다. 또한, 변들은 '모두 상주' 일 때 {가, {나, {다, {라, {마, {바, {사, {아, {자, {차}의 각각의 변들로 구성되며, '계속 이동' 일 때 {가, {나, {다, {라, {사, {바, {아, {마, {자, {차}의 변들로 구성되며, '일부 상주 + 일부 이동' 일 때 {가, {나, {다, {라, {사, {바, {아, {자, {차, {마}의 변들로 구성된다. 따라서 가교 외 9교의 위생관리원 운영방식은 '일부 상주 + 일부 이동'이라고 할 수 있으며, 대상 학교의 연면적에 대해 위생관리업무를 담당할 수 있는 위생관리인원은

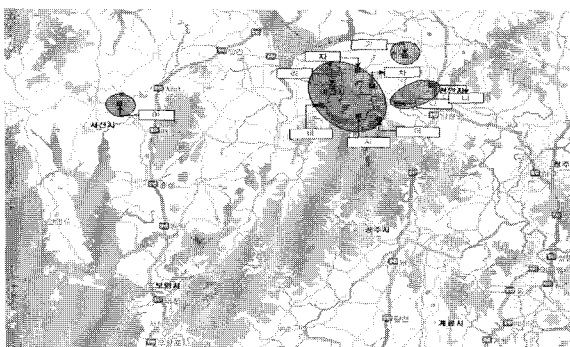


그림 12. 가교 외 9교 변들링 산출도

27명이라고 할 수 있으며, 또한 {가, {나, {다, {라, {사, {바, {아, {자, {차, {마}의 네 개의 변들로 운영하는 것이 가장 경제적이고 할 수 있다.

5.3 비용 분석

본 절에서는 위생관리원 운영방식 대안별 산출 결과를 대상으로 비용 분석을 실시한다.

표 14. 위생관리원 표준도급비 산출기준표 및 자동차 운영비

구분	항상	위생관리원	소계	
인건비	기본급	한국건물위생관리협회 자료에 따름		
	인원	운영방식별 인원 산출 결과에 따름		
	기본급 소계	기본급 × 인원		
	제수당	연장근로수당	기본급 ÷ 160	
		휴일근로수당	기본급 × 6%	
월차수당		기본급 ÷ 근무일수		
	연차수당	기본급 ÷ 근무일수 ÷ 12개월		
	소계	인건비 소계		
재료비	소모품비	인건비 × 20%		
	지급 수수료	산재보험	인건비 × 22/1000	
국민연금		인건비 × 45/1000		
건강보험		인건비 × 2,155/100		
고용보험		인건비 × 13/1000		
임금채권 보장보험		인건비 × 0.4/1000		
복리 후생비		피복비	1개월 기준 8,500원	
	작업화	42,000 ÷ 12개월		
	식비지원금	2,500원 × 근무일수		
	체력단련비	1개월당 1,133원		
여비 교통비	교통비	1400 × 근무일수		
	경비	제세 공과금	사업소세 인건비 × 5/1000	
교육비		교육비 1개월당 2500		
지급 수수료		보증보험 수수료 (기본급 + 소모품비 + 제세공과금 + 교육비) × 10% × 2% ÷ 12		
기타 잡비	일반관리비	(기본급 + 소모품비 + 경비) × 5%		
	공과잡비 및 기업이윤	(인건비 + 소모품비 + 재료비 + 복리후생비 + 경비) × 10%		
차량 운행비	손료(감가상각비)	823.5만원 ⁴⁾ ÷ 6년(내용연수 ⁵⁾) ÷ 12개월		
	주연료 및 잡품	1470원 ⁶⁾ × 이동거리(km) ÷ 10 × 1.1(잡품) × 근무일수		
	합계 (차량 1대당 5인 기준)	(손료 + 주연료 및 잡품) × 차량 필요대수		
총계	인건비 + 재료비 + 복리후생비 + 경비 + 기타잡비 + 차량운행비			

위생관리인원 비용 분석은 한국건물위생관리협회의 표준도급비 산출 기준표(2006년)를 준용한다. 또한, 자동차 운영비는 건

4) 현대자동차 베르나 1.4DOHC GL 기본형, 5인승, 한국물가정보 표준비용(부가세 별도)
 5) 조달청고시 제2006-1호 내용연수
 6) 무연휘발유, 한국물가정보 표준비용(부가세별도)

설교통부 고시 제2003-195호의 '안전점검 및 정밀안전진단 대가(비용 산정) 기준'을 준용하며 자동차 감가상각비는 정액법⁷⁾을 이용한다. 표 14는 1개월을 기준으로 작성되었으며 본 장에서 다른 모든 비용은 20년 운영기간을 가정한다.

그 표준도급비 산출 기준표와 자동차 운영비는 표 14와 같다. 표 15는 표 14의 위생관리원 표준도급비 산출기준표를 준용하여 대상별 비용 분석을 한 것이다.

표 15. 사례연구대상 번들 산출 결과

대상	운영방식	번들	산출인원 (인)	20년 운영비용 (백만 원)
가교 외 9교	모두 상주	{가}, {나}, {다}, {라}, {마}, {바}, {사}, {아}, {자}, {차}	32	20,128
	계속 이동	{가}, {나}, {다}, {라}, 사, 바, 아, {마}, {자}, 차}	30	19,069
	일부 상주 + 일부 이동	{가}, {나, 다}, {라, 사, 바, 아, 자, 차}, {마}	27	17,171

가교 외 9교의 경우 '모두 상주'의 운영방식에 따른 20년 운영비는 20,128백만 원, '계속 이동'의 운영방식에 따른 20년 운영비는 19,069백만 원, '일부 상주 + 일부 이동'의 운영방식에 따른 20년 운영비는 17,171백만 원이다. 따라서 가교 외 9교의 위생관리업무를 본 유지관리 프로그램 코어를 사용하여 번들을 구성하고 위생관리인원을 배치할 경우 20년 동안 다른 운영방식에 비해서 최고 2,957백만 원에서 최저 1,059백만 원의 비용을 절감할 수 있는 것으로 판단된다.

6. 결론

본 연구에서는 교육시설물의 BTL 사업의 VFM 적격성 평가 항목 중 운영비에 해당하는 위생관리비의 산정 기준을 제시하고 System을 개발하였으며 비용 분석을 통해 타당성을 입증하였다. 본 연구의 성과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 교육시설물 BTL 사업의 VFM 평가 항목 중 운영비의 문제점을 도출하였다.
- (2) 교육시설물의 BTL 사업의 VFM 적격성 평가 항목 중 운영비에 해당하는 위생관리비의 산정 기준을 제시하였다. 위생관리원의 운영 모델은 '모두 상주', '계속 이동', '일부 상주 + 일부 이동'의 세 가지 운영방식으로 나눌 수 있다.
- (3) 위생관리비를 최소화할 수 있는 System을 개발하였다.
- (4) C 교육청 산하 초·중등 교를 대상으로 사례 연구를 통해

운영방식별 인원 산출 및 비용 비교·분석을 실시하였다. 분석 결과 운영방식에 따라 산출인원이 달리 나타났으며 20년 동안 다른 운영방식에 비해 최고 2,957백만 원에서 최저 1,059백만 원의 운영비를 절약할 수 있는 것으로 분석되었다.

본 연구에서 개발한 위생관리비 산정 System은 BTL 사업의 적격성 평가 및 사업체와의 협약단계에서 위생관리비의 산출 기준으로 활용하여 원활한 BTL 사업의 진행 및 운영을 할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

1. 기획예산처(2005). "05년 BTL 사업 시행지침(案)"
2. 기획예산처, "BTL 민간투자사업", <<http://www.mpb.go.kr/btl.html>>, (2006.11.5).
3. 공공투자관리센터(2006), "임대형 민자사업(BTL) 「타당성 및 민간투자 적격성 조사」 세부요령
4. 김재형(2005). "BTL 민간투자사업 추진의 정책과제". 21세기 국내 FM산업의 비전과 국제화(한국퍼실리티매니지먼트학회 국제심포지엄) pp. 67~
5. 민창기(2006). "영국의 예에 비추어본 교육시설 BTL 시스템 적용의 위험성 검토", 대한건축학회, 2호, pp. 52~56
6. 민창기(2005). "BTL 사업에 의한 교육시설, 한국교육시설학회지, pp. 3~4
7. 이한수. "BTL 민간투자사업 현황과 과제". 건설관리, 1호, pp. 19-22.
8. 김선국과 박동규(2006). "민자유치사업의 리스크관리를 위한 민감요인 분석". 건설관리, 1호, pp. 168-175.
9. 박동규와 김선국(2006). "BTL 사업에 있어서의 VFM 분석에 관한 연구 : 사례연구를 중심으로". 건설관리, 3호, pp. 94~101
10. 신남경 외(2005). "공공교육시설의 BTL 사업 프로세스 개선 방안", 대한건축학회 학술발표대회논문집, 1호, pp. 567-570
11. 이미영 외(2006). "BTL事業의 適格性 評價를 위한 分析模型 開發". 대한건축학회, 7호, pp. 131~139
12. SAI. "Branch and bound" <http://www.aistudy.com/heuristic/branch_and_bound.htm> (2007.3.31).
13. SAI. "Clustering" <http://www.aistudy.com/pattern/clustering_gose.htm#_bookmark_1d01568> (2007.3.31).

논문제출일: 2007.04.19

심사완료일: 2007.06.26

7) (취득원가 - 잔존가액) ÷ 내용연수

Abstract

According to the public information of the Ministry of Education & Human Resources Development, the construction project of educational facilities from 2005 to 2007 will use BTL (Build-Transfer-Lease) contract. Budget of those projects will be the worth over 13 trillion won. In this research, the estimation standards for the public health maintenance expenses are established which is the part of the operation and maintenance cost in the total BTL project cost. Also, a system core module using the developed standard was introduced in this paper. A comparative analyses were conducted with the several possible estimation case to validate the system developed.

Keywords : BTL, educational facilities, VFM Evaluation, public health administrative cost
