

LCC기법을 통한 교육시설물의 유지관리비 변동범위 분석

Variation Range for Maintenance Costs of Education Facilities Based on LCC Analysis

김 용 수*
Kim, Yong-Su

강 현 옥**
Kang, Hyun-Wook

요 약

본 연구는 교육 시설물의 부위별(건물외부, 건물내부, 전기소화설비, 급수위생설비, 난방급탕설비) 유지관리비 변동범위 분석을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 경기도에 위치한 10년 이상 운영되고 있는 교육시설물 3곳을 사례대상으로 선정 후 보수이력에 따른 유지관리비 지출 내역을 조사하였다. 이렇게 조사된 실행 유지관리비와 LCC 기법을 통해 분석된 추정 유지관리비의 비교를 통해 변동범위를 분석하였다. 유지관리비의 변동범위 분석은 확률적 기법인 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하였다. 상기와 같은 목적과 방법에 의해 분석된 결론을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 사례 3곳의 부위별 평균 실행 유지관리비 분석 결과 총액 1,317백만원 대비 건물외부 19%, 건물내부 28%, 전기소화설비 22%, 급수위생설비 18%, 난방급탕설비 13%로 분석되었다. 둘째, 사례 3곳의 부위별 평균 추정 유지관리비 분석 결과 총액 1,920백만원 대비 건물외부 20%, 건물내부 25%, 전기소화설비 22%, 급수위생설비 20%, 난방급탕설비 13%로 분석되었다. 셋째, 사례 3곳의 부위별 실행 유지관리비 평균과 추정 유지관리비 평균에 대한 변동범위 분석 결과 평균 1,619백만원, 최소 1,409백만원, 최대 1,813백만원으로 분석되었다.

키워드 : 교육시설물, 부위별 유지관리비, 유지관리비 변동범위, 몬테카를로 시뮬레이션

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

교육과학기술부 2005년부터 노후화된 교육시설물에 대한 개선을 위해 BTL발주방식을 활용한 교육시설개선사업이 지속적으로 추진되고 있다. 이와 같은 사업 수행 시 입찰단계에서 시설물의 초기성능 유지와 장수명화를 위해 생애주기를 고려한 유지관리비를 분석하게 된다. 그러나 유지관리비 분석 시 교육시설물에 적합한 보수주기 기준의 부재로 인해 공동주택 사업에서 적용되고 있는 장기수선수립계획을 활용한다. 이와 같은 분석과정의 적용기준 부재로 인해 교육시설물에 적합한 유지관리비 예측이 어려워, 운영단계에서 발생하는 시설물 유지관리비 사용 계획에 대한 체계성이 저하되는 문제가 발생된다.

현재까지 진행된 교육시설물의 유지관리비 분석에 관한 연구를 살펴보면, 체계적인 유지관리를 위한 개선 모델 제시, 장기수선수립계획 분석, 부위별 유지관리비 분석 그리고 유지관리 분석에 대한 원가 체계 모델 제시를 중심으로 수행되었다. 이와 같이 선행된 연구의 경우 현재 교육시설물의 유지관리비 분석을 위한 기준의 부재로 인해 공동주택 장기수선수립계획을 적용하여 수행되었다. 즉 분석된 유지관리비의 적정성과 실제 운영단계에서 발생하는 시설물 유지관리비의 예측이 미흡한 실정이다. 이에 따라 실제 운영되고 있는 교육시설물에 대한 유지관리비를 조사한 후 LCC를 적용하여 분석된 유지관리비 간의 비교 및 분석에 관한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 실제 운영을 통해 지출된 유지관리비와 LCC 기법을 통해 분석된 유지관리비의 비교·분석을 통해

* 중신회원, 중앙대학교 건축학부 교수, 공학박사 yongsu@cau.ac.kr

** 일반회원, 중앙대학교 일반대학원 건축학부 박사과정, hyunuk84@hanmail.net

변동범위를 분석하는 것으로 세부적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 선정된 사례대상 3곳의 교육시설물에 대한 공사비와 보수이력을 조사하여 부위별 유지관리비를 분석한다.

둘째, 사례대상별 조사된 공사비를 바탕으로 LCC 기법을 적용하여 부위별 유지관리비를 분석한다.

셋째, 조사 및 분석된 유지관리비를 기준으로 확률적 기법을 적용하여 변동범위를 분석한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

교육시설물의 유지관리비 변동범위 분석을 위해 경기도에 위치한 3곳의 초등학교를 사례대상으로 선정 후 운영기간 동안 발생된 유지관리비를 조사한다. 이렇게 조사된 실제 유지관리비와 LCC기법을 적용하여 분석된 유지관리비를 비교하여 변동범위를 분석하는 것으로 연구절차 및 방법은 아래 그림 1과 같다.

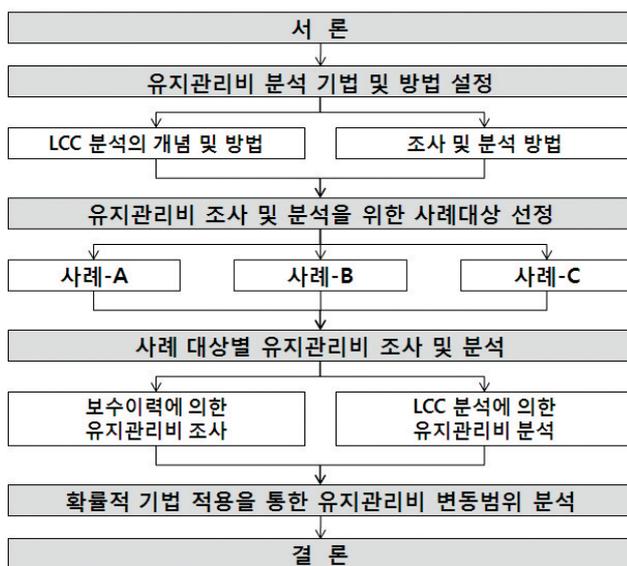


그림 1. 연구 수행 절차

상기 그림 1에서 설정된 연구의 방법 및 절차를 준용하여 수행되며, 본 연구의 용어 정리 내용은 다음과 같다.

* 보수이력을 통해 조사된 유지관리비는 “실행 유지관리비”로 정의함.

* LCC 기법을 적용하여 분석된 유지관리비는 “추정 유지관리비”로 정의함.

2. 유지관리비 분석 기법 및 방법

2.1 LCC 분석의 개념 및 방법

LCC(Life Cycle Cost, 이하 생애주기비용) 분석은 건물의 계

획, 설계, 시공, 운영, 폐기단계에서 발생하는 장기비용을 분석하여 예측하는 것이다. 즉 건축물의 생애주기 동안에 발생하는 모든 비용을 분석하는 것으로 운영단계에서 발생하는 시설물의 유지관리비용이 많은 부분을 차지한다. 이와 같은 생애주기 동안에 발생하는 비용을 분석하기 위해 현재가치법(현재와 미래의 모든 지출 비용을 현시점을 기준으로 유지관리비를 분석하는 방법), 연등가액법(등가의 일정한 연간금액이 생애주기에 걸쳐서 일정하게 발생된 것처럼 하여 유지관리비를 분석하는 방법) 등이 주로 사용된다. 본 연구에서 적용된 현재가치법의 산정식을 정리하면 아래 표 1과 같다.

표 1. 현재가치법

$PWF = \frac{1}{(1+i)^n}$	PWF	현재가수
	i	할인율
	n	비용발생시기

* 출처 : ROBERT B. STEWART (2006), 가치공학의 원리.

표 2. 실질할인율

$i_r = \frac{(1+i_n)}{(1+f)} - 1$	ir	실질할인율
	in	공칭할인율
	f	물가상승률

* 출처 : ROBERT B. STEWART (2006), 가치공학의 원리.

상기 표에서 정리된 현재가치법과 실질할인율 분석 기법을 적용하여 사례대상별 조사된 공사비를 기준으로 LCC 분석에 의한 추정 유지관리비를 분석한다.

2.2 조사 및 분석 방법 설정

본 절에서는 사례대상 3곳의 실행 유지관리비 조사 및 분석 방법과 추정 유지관리비의 분석 방법에 대한 세부적인 내용을 설명한다.

2.2.1 실행 유지관리비 조사 방법

실행 유지관리비 조사를 위해 사례대상을 선정한 후 기록된 보수이력을 통하여 운영기간 동안 지출된 유지관리비를 조사한다. 이를 위해 선정된 사례대상 3곳의 운영기간이 서로 상이함으로 최소운영기간 15년을 기준으로 하여 발생된 유지관리비를 부위별로 조사 및 분석한다.

사례대상별 보수이력에 의한 유지관리비 조사 시 세부적인 부위별 유지관리비 조사를 위해 설정된 양식에 따라 분류하여 조사한다. 설정된 조사 양식은 현재 BTL 발주방식에서 적용되는 교육시설물의 LCC 분석 양식을 적용한다. 적용된 양식은 건물외부(지붕, 외벽, 창호 포함), 건물내부(천정, 내벽, 바닥, 창호 포함), 전기소화설비(변전, 배전, 소화설비 포함), 급수위생설비(급수, 배수, 위생설비 포함), 난방설비(난방, 급탕설비)로 분류하여 조

사한다. 이렇게 설정된 부위별 유지관리비 조사 양식에 따라 실행 유지관리비를 조사하며, 추정 유지관리비 분석을 위해 실행 공사비 내역서를 조사한 후 부위별 체계에 따라 분석한다.

2.2.2 추정 유지관리비 분석 방법

사례대상별 추정 유지관리비 분석을 위해 LCC 기법을 적용하며, 부위별 분류에 따라 조사된 공사비를 기준으로 분석한다. 그리고 부위별 유지관리비 분석을 위한 수선주기/올 및 교체주기/올은 공동주택 장기수선계획의 수립기준(제26조 제1항 및 제30조)과 관련 연구 문헌의 내용을 적용하여 분석한다.

LCC 분석을 위한 분석기간 설정은 실행 유지관리비 조사 기간과 동일한 15년으로 설정하여 분석한다. 즉 사례-A의 운영기간이 15년, 사례-B의 운영기간이 20년임에 따라 사용승인 시점부터 15년까지 기간을 기준으로 유지관리비를 분석한다. 그리고 LCC 분석을 위한 실질할인율 분석 및 설정은 금리자유화의 시작으로 인해 경제지표가 발표된 1996년부터 현재(2009년)까지의 정기에금금리, 소비자물가지수, 물가상승률을 조사한 후 분석하여 적용한다. 상기와 같은 방법에 의해 조사 및 분석된 1996년부터 2009년까지의 실질할인율은 4.19%로 분석되었다.

2.2.3 유지관리비 변동범위 분석 방법

사례대상 3곳에서 조사된 실행 유지관리비와 LCC 기법에 의해 분석된 추정 유지관리비의 변동범위 분석을 위해 확률적 분석 기법인 몬테카를로(Monte Carlo) 시뮬레이션을 적용한다. 또한 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하여 유지관리비 변동범위 분석을 위해 Triangular 기법을 적용한다. 이 기법을 적용하기 위해서는 최소값(Minimum), 선호값(Most-Likely), 최대값(Maximum)이 필요함에 따라 실행 유지관리비를 최소값, 추정 유지관리비를 최대값, 실행과 추정의 평균 유지관리비를 선호값으로 적용한다.

최소값(실행 유지관리비), 최대값(추정 유지관리비)의 적용 기준을 설명하면 다음과 같다. 실행 유지관리비의 경우 실질적인 사용에 의해 파손된 시설물의 개선(보수 및 보강)을 위해 지출된 비용임에 따라 최소비용(최소값)으로 설정하며, 추정 유지관리비의 경우 시설물의 파손에 대한 예방차원의 성격을 가짐에 따라 최대비용(최대값)으로 설정한다.

3. 사례대상 선정 및 유지관리비 조사

3.1 사례대상 선정 개요

실행 유지관리비와 추정 유지관리비의 변동범위 분석을 위해 경기도에 위치하며, 운영기간이 10년 이상 된 초등학교 3곳을 선정하였다. 이렇게 선정된 사례대상 초등학교의 일반적인 개요를 정리하면 아래 표 3과 같다.

표 3. 사례대상 개요

구분	설립연도	기간	연면적	학급수	학생수
사례-A	1994	15	14,987㎡	41	1,487
사례-B	1989	20	22,955㎡	45	1,843
사례-C	1984	25	18,853㎡	35	1,123

상기 표에서 정리된 사례대상의 평균값을 살펴보면, 운영기간 20년, 연면적 18,931㎡, 학급수 40, 학생수 1,484명으로 분석되었다. 사례대상별 유지관리비 비교 및 분석 방향의 세부적인 내용을 설명하면 다음과 같다. 먼저 사례대상 학교의 세부적인 조사를 위해 2.2.1항에서 설정된 실행 유지관리비 조사 분류 체계를 적용한다. 이렇게 설정된 분류체계 기준에 따라 선정된 사례대상 학교의 시설담당 부서에 각각 방문하여 시설물 유지관리 보수 이력에 따른 지출 비용 내역을 조사한다. 또한 LCC 분석을 위해 학교 설립 시 작성된 공사비 내역을 조사하여 설정된 분류체계 기준에 따라 재분류한다. 이렇게 조사된 공사비를 기준으로 LCC 기법을 적용하여 유지관리비를 분석 후 실행과 추정 유지관리비의 상호 비교를 통해 변동범위를 분석한다.

3.2 사례대상 유지관리비 조사 및 분석

선정된 사례대상 3곳의 교육시설물을 기준으로 15년의 운영기간 동안 발생된 실행 유지관리비를 조사한다. 또한 조사된 공사비를 적용하여 LCC 기법에 따른 추정 유지관리비를 분석한다. LCC 분석을 위해 실행 유지관리비 조사 기간과 동일한 15년을 분석기간으로 적용하며, 실질할인율은 4.19%를 적용한다. 이렇게 조사 및 분석된 사례대상 3곳의 부위별 유지관리비를 상호 비교한다.

3.2.1 사례-A 유지관리비 조사 및 분석

사례-A의 부위별 실행 유지관리비와 추정 유지관리비를 조사 및 분석하여 비교하면 아래 그림 2와 같다.

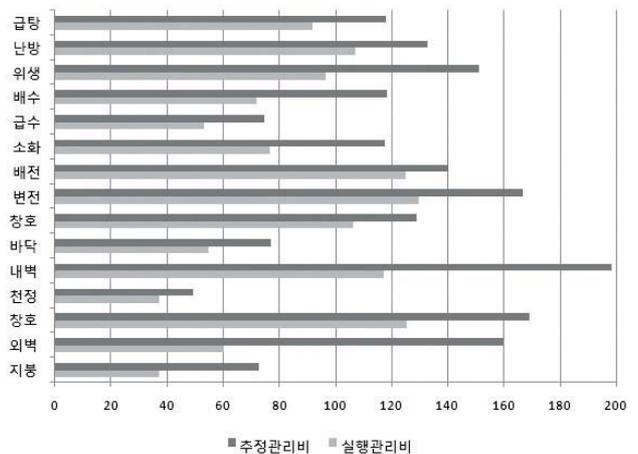


그림 2. 사례-A 유지관리비 비교 (단위: 천원)

사례-A의 실행 및 추정 유지관리비 분석 결과를 세부적으로 설명하면 다음과 같다. 실행 유지관리비의 경우 15년동안 총 1,289,675천원이 발생 되었으며, 변전설비의 관리비가 10.05%로 가장 높게 조사되었다. 그리고 추정 유지관리비의 경우 15년을 분석기간으로 설정하여 분석한 결과 총 1,874,896천원으로 내벽의 관리비가 10.58%로 가장 높게 분석되었다.

3.2.2 사례-B 유지관리비 조사 및 분석

사례-B의 부위별 실행 유지관리비와 추정 유지관리비를 조사 및 분석하여 비교하면 아래 그림 3과 같다.

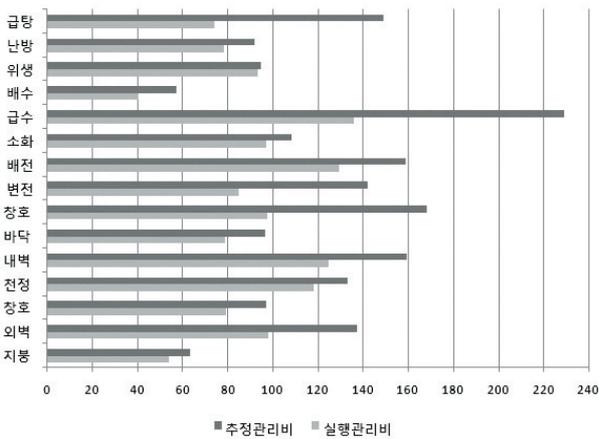


그림 3. 사례-B 유지관리비 비교 (단위: 천원)

사례-B의 실행 및 추정 유지관리비 분석 결과를 세부적으로 설명하면 다음과 같다. 실행 유지관리비의 경우 15년동안 총 1,382,892천원이 발생 되었으며, 급수설비의 관리비가 9.83%로 가장 높게 조사되었다. 그리고 추정 유지관리비의 경우 15년을 분석기간으로 설정하여 분석한 결과 총 1,885,770천원으로 급수설비의 관리비가 12.14%로 가장 높게 분석되었다.

3.2.3 사례-C 유지관리비 조사 및 분석

사례-C의 부위별 실행 유지관리비와 추정 유지관리비를 조사 및 분석하여 비교하면 아래 그림 4와 같다.

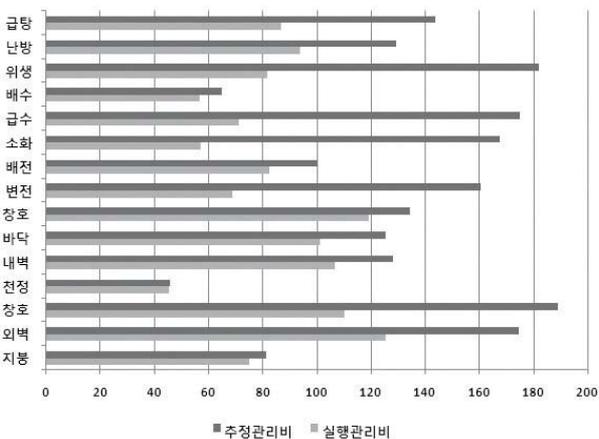


그림 4. 사례-C 유지관리비 비교 (단위: 천원)

사례-C의 실행 및 추정 유지관리비 분석 결과를 세부적으로 설명하면 다음과 같다. 실행 유지관리비의 경우 15년동안 총 1,280,582천원이 발생 되었으며, 외벽의 관리비가 9.8%로 가장 높게 조사되었다. 그리고 추정 유지관리비의 경우 15년을 분석기간으로 설정하여 분석한 결과 총 2,002,054천원으로 창호의 관리비가 9.44%로 가장 높게 분석되었다.

선정된 사례대상 3곳의 운영기간 15년을 기준으로 발생한 실행 유지관리비와 분석된 추정 유지관리비를 상호 비교 한 결과 실행 유지관리비 보다 상대적으로 추정 유지관리비가 높게 분석 되었다. 이와 같은 결과를 통해 현재 교육시설 건설사업 수행 시 분석된 시설물의 유지관리비가 과다하게 책정되고 있는 것이다. 이러한 문제의 보완을 위해 조사 및 분석된 결과를 바탕으로 확률적 분석 기법인 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하여 변동범위를 분석한다.

4. 유지관리비 변동 범위 분석

4.1 변동범위 분석

실행과 추정 유지관리비에 대한 변동범위 분석을 위해 확률적 분석 기법인 몬테카를로 시뮬레이션의 Triangular 기법을 적용하며, 이를 위한 설정 값은 Minimum에 실행 유지관리비, Most-Likely에 실행과 추정의 평균 유지관리비, Maximum에 추정 유지관리비를 입력하여 분석한다. 또한 시뮬레이션을 구동하기 위해 반복횟수(Iteration) 10,000번, 무작위 변수(Random Number) 1로 설정한다.

4.1.1 사례-A 변동범위 분석

사례-A의 유지관리비 변동범위 분석을 위한 입력값을 정리하면 아래 표 4와 같다.

표 4. 사례-A 시뮬레이션 입력값 (단위 : 천원)

구 분	MIN	M-Likely	MAX
	실행관리비	평균관리비	추정관리비
건물외부	222,890	312,152	401,414
건물내부	315,017	384,281	453,545
전기소화설비	331,190	377,957	424,723
급수위생설비	221,555	282,935	344,315
난방급탕설비	199,023	224,961	250,899
합 계	1,289,675	1,582,286	1,874,896

상기 표에서 정리된 사례-A의 실행 및 추정 유지관리비 분석 결과를 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과는 아래 그림 5와 같다.

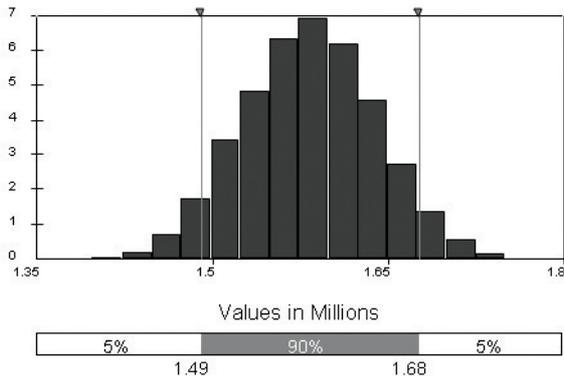


그림 5. 사례-A 유지관리비 변동범위

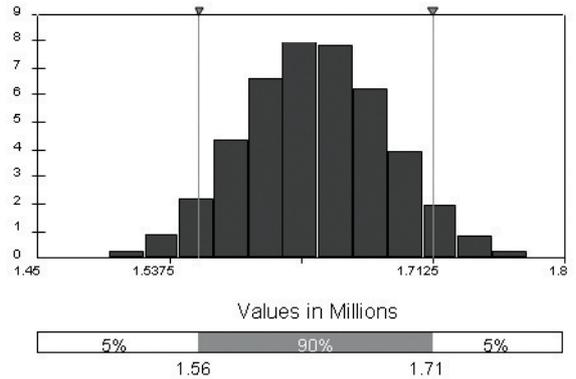


그림 7. 사례-B 유지관리비 변동범위

분석 결과 평균(Mean)비용 1,582,286천원, 최소(Min)비용 1,397,253천원, 최대(Max)비용 1,774,644천원으로 분석되었으며, 부위별 유지관리비의 민감도 분석(Regression Sensitivity) 결과를 정리하면 아래 그림 6과 같다.

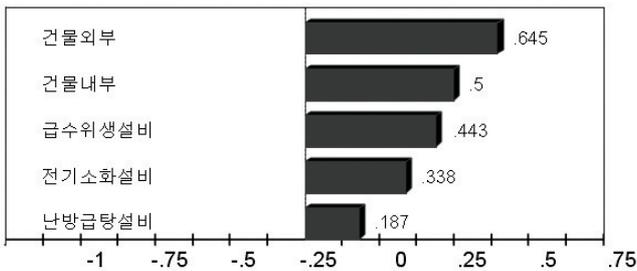


그림 6. 사례-A 유지관리비 민감도 분석

분석 결과 평균(Mean)비용 1,634,331천원, 최소(Min)비용 1,451,029천원, 최대(Max)비용 1,797,830천원으로 분석되었으며, 부위별 유지관리비의 민감도 분석(Regression Sensitivity) 결과를 정리하면 아래 그림 8과 같다.

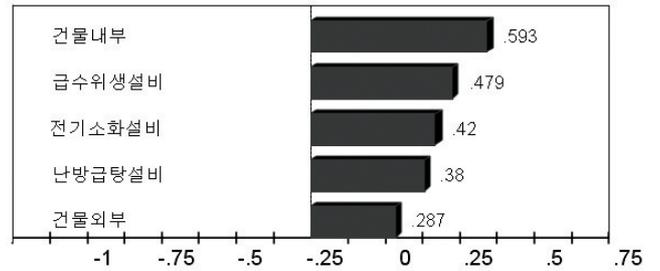


그림 8. 사례-B 유지관리비 민감도 분석

실행과 추정 유지관리비 민감도 분석 결과 건물외부 유지관리비의 영향이 상대적으로 높은 반면 난방급탕설비의 유지관리비 영향은 낮은 것으로 분석되었다.

4.1.2 사례-B 변동범위 분석

사례-B의 유지관리비 변동범위를 분석하기위한 입력값을 정리하면 아래 표 5와 같다.

표 5. 사례-B 시뮬레이션 입력값 (단위 : 천원)

구 분	MIN	M-Likely	MAX
	실행관리비	평균관리비	추정관리비
건물외부	230,944	264,339	297,734
건물내부	419,109	488,226	557,344
전기소화설비	311,044	360,005	408,966
급수위생설비	269,350	325,094	380,839
난방급탕설비	152,446	196,667	240,887
합 계	1,382,893	1,634,331	1,885,770

상기 표에서 정리된 입력값에 의한 시뮬레이션 분석 결과는 아래 그림 7과 같다.

실행과 추정 유지관리비 민감도 분석 결과 건물내부 유지관리비의 영향이 상대적으로 높은 반면 건물외부의 유지관리비 영향은 낮은 것으로 분석되었다.

4.1.3 사례-C 변동범위 분석

사례-C의 유지관리비 변동범위를 분석하기위한 입력값을 정리하면 아래 표 6과 같다.

표 6. 사례-C 시뮬레이션 입력값 (단위 : 천원)

구 분	MIN	M-Likely	MAX
	실행관리비	평균관리비	추정관리비
건물외부	310,515	377,799	445,084
건물내부	372,007	403,026	434,045
전기소화설비	208,031	318,158	428,286
급수위생설비	209,270	315,438	421,607
난방급탕설비	180,759	226,896	273,033
합 계	1,280,582	1,641,317	2,002,055

상기 표에서 정리된 입력값에 의한 시뮬레이션 분석 결과는 아래 그림 9과 같다.

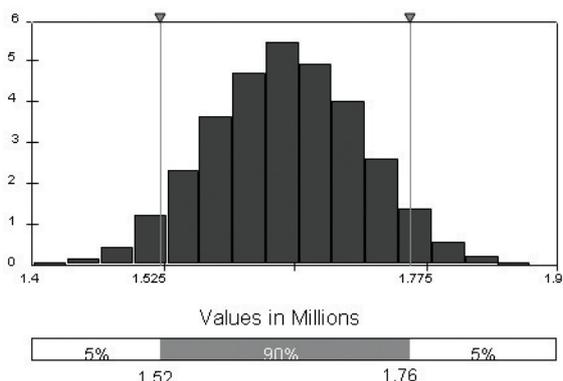


그림 9. 사례-C 유지관리비 변동범위

분석 결과 평균(Mean)비용 1,641,318천원, 최소(Min)비용 1,401,495천원, 최대(Max)비용 1,874,232천원으로 분석되었으며, 부위별 유지관리비의 민감도 분석(Regression Sensitivity) 결과를 정리하면 아래 그림 10와 같다.

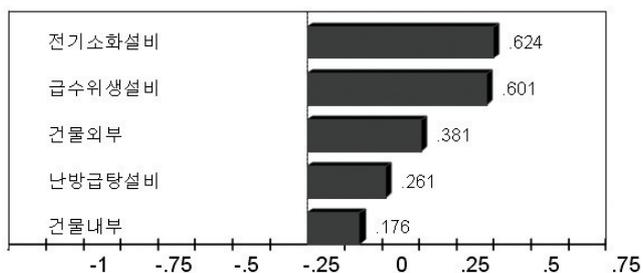


그림 10. 사례-C 유지관리비 민감도 분석

실행과 추정 유지관리비 민감도 분석 결과 전기소화설비 유지관리비의 영향이 상대적으로 높은 반면 건물내부의 유지관리비 영향은 낮은 것으로 분석되었다.

4.2 변동범위 종합분석

상기 4.1절에서 분석된 사례대상별 실행과 추정 유지관리비 변동범위 분석 결과를 바탕으로 전체 유지관리비의 변동범위를 분석한다. 즉 사례대상 3곳의 실행 유지관리비 전체 평균과 추정 유지관리비 전체 평균에 대한 평균을 산정하여 변동범위를 분석한다. 이는 조사된 실행 유지관리비와 분석된 추정 유지관리비를 대상으로 확률적 기법을 적용하여 변동범위를 종합 분석함으로써, 설정된 15년의 운영기간에 발생 가능한 유지관리비를 분석하기 위함이다. 사례 3곳의 실행과 추정 유지관리비 변동범위 분석을 위해 입력된 값을 정리하면 아래 표 7과 같다.

표 7. 사례 3곳의 시뮬레이션 입력값 (단위 : 천원)

구 분	MIN	M-Likely	MAX
	실행관리비	평균관리비	추정관리비
건물외부	254,783	318,097	381,411
건물내부	368,711	425,178	481,645
전기소화설비	283,422	352,040	420,658
급수위생설비	233,392	307,822	382,254
난방급탕설비	177,409	216,175	254,940
합 계	1,317,716	1,619,312	1,920,907

상기 표에서 정리된 사례대상 3곳의 전체 평균 실행 및 추정 유지관리비와 평균 유지관리비를 기준으로 분석된 시뮬레이션 분석 결과를 정리하면 아래 그림 11과 같다.

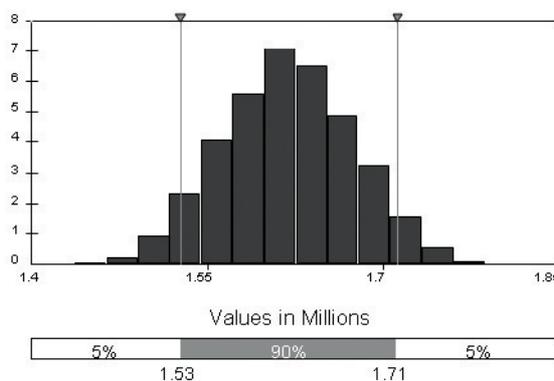


그림 11. 사례 3곳의 유지관리비 변동범위

상기와 같이 선정된 사례대상 3곳의 교육시설물에 대한 유지관리비 변동범위 분석 결과 평균비용 1,619,312천원, 최소비용 1,409,847천원, 최대비용 1,813,986천원으로 분석되었다.

이에 따라 사례대상 3곳의 평균 연면적 18,931㎡, 평균 학급수 40학급, 평균 학생수 1,484명을 기준으로 15년 동안 운영이 될 경우 소요되는 시설물의 유지관리비는 약 16억원을 기준으로 ±13%의 범위로 분석된다. 또한 부위별 유지관리비 변동범위는 건물외부의 경우 ±20%, 건물내부 ±13%, 전기소화설비 ±

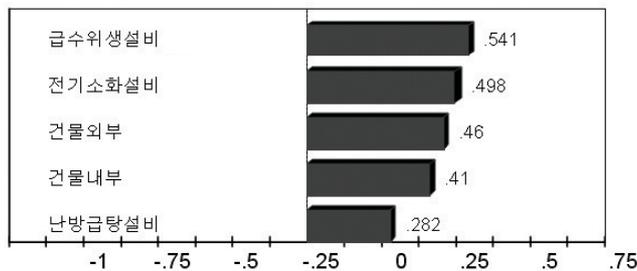


그림 12. 사례 3곳의 유지관리비 민감도 분석

19%, 급수위생설비 ±24%, 난방급탕설비 ±17%의 범위로 분석되었다.

사례대상 3곳의 실행과 추정 유지관리비 민감도 분석 결과 급수위생설비, 전기소화설비, 건물외부, 건물내부, 난방급탕설비 순으로 유지관리비에 미치는 영향이 높은 것으로 분석되었다. 상기와 같이 사례대상 3곳을 대상으로 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하여 유지관리비의 변동범위와 분류된 부위별 유지관리비의 민감도 정도를 분석하였다. 이와 같이 분석된 사례대상 3곳의 시뮬레이션 통계값을 정리하면 아래 표 8과 같다.

표 8. 유지관리비 변동범위 종합분석 (단위 : 백만원)

구분	사례-A	사례-B	사례-C	종합
Minimum	1,397	1,451	1,401	1,410
Maximum	1,775	1,798	1,874	1,814
Mean	1,582	1,634	1,641	1,619
Standard	57	48	72	56
Mode	1,505	1,574	1,552	1,535
5%	1,489	1,557	1,522	1,527
10%	1,509	1,573	1,548	1,546
15%	1,522	1,585	1,565	1,559
20%	1,533	1,593	1,579	1,571
25%	1,544	1,601	1,591	1,581
30%	1,552	1,608	1,603	1,590
35%	1,560	1,615	1,613	1,598
40%	1,568	1,622	1,623	1,605
45%	1,576	1,628	1,632	1,612
50%	1,583	1,634	1,641	1,619
55%	1,590	1,640	1,650	1,626
60%	1,597	1,646	1,661	1,634
65%	1,605	1,653	1,671	1,642
70%	1,612	1,660	1,680	1,649
75%	1,621	1,667	1,691	1,658
80%	1,630	1,675	1,702	1,668
85%	1,641	1,684	1,717	1,679
90%	1,655	1,696	1,734	1,692
95%	1,676	1,713	1,759	1,712

4장에서 조사 및 분석된 사례대상 3곳의 실행과 추정 유지관리비 편차의 원인을 세부적으로 설명하면 다음과 같다. 실행 유지관리비의 경우 최소의 비용 투자를 통한 초기성능과 사용성능 유지가 목적인 반면, 추정 유지관리비의 경우 예방차원의 유지관리를 목적으로 분석함으로 인해 비용편차가 발생된다. 즉 추정 유지관리비 분석을 위해서는 발주기관에서 제시된 시설물 품목별 수선주기, 교체주기 기준과 보수율을 적용하게 된다. 이는 실제 운영을 통해 발생된 부품별 수선 및 교체주기에 따른 관리비 발생 시점이 상이함으로 인한 문제이다. 또한 실제 교육시설물의 유지관리 보수이력 자료의 체계적 구축과 정보 공유의 미비로 인해 현실적 유지관리비의 분석이 어려움으로 비용편차가 발생된다. 상기와 같은 문제로 인해 실제 운영단계에서 발생된 유지관

리비보다 높게 분석되는 문제가 발생된다.

5. 결론

본 연구는 실제 운영 시 지출된 유지관리비와 LCC 기법에 의해 분석된 유지관리비의 변동범위를 분석하는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 경기도에 위치한 10년 이상 운영되고 있는 교육시설물 3곳을 사례대상으로 선정한 후 보수이력에 따른 유지관리비 지출 내역을 조사하였다. 이렇게 조사된 실행 유지관리비와 LCC 기법을 통해 분석된 추정 유지관리비의 변동범위를 분석하기 위해 확률적 기법인 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하였다. 상기와 같은 목적과 방법에 의해 분석된 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 사례대상 3곳의 부위별 실행 유지관리비 조사 결과를 정리하면 다음과 같다. 사례-A의 경우 총 1,289,675천원 중 건물외부 17%, 건물내부 24%, 전기소화설비 26%, 급수위생설비 17%, 난방급탕설비 15%로 분석되었으며, 사례-B의 경우 총 1,382,892천원 중 건물외부 16%, 건물내부 30%, 전기소화설비 22%, 급수위생설비 20%, 난방급탕설비 13%로 분석되었다. 그리고 사례-C의 경우 총 1,280,582천원 중 건물외부 24%, 건물내부 29%, 전기소화설비 16%, 급수위생설비 16%, 난방급탕설비 14%로 분석되었다.

둘째, 사례대상 3곳의 부위별 추정 유지관리비 분석 결과를 정리하면 다음과 같다. 사례-A의 경우 총 1,874,896천원 중 건물외부 21%, 건물내부 24%, 전기소화설비 23%, 급수위생설비 18%, 난방급탕설비 13%로 분석되었으며, 사례-B의 경우 총 1,885,770천원 중 건물외부 16%, 건물내부 30%, 전기소화설비 22%, 급수위생설비 20%, 난방급탕설비 13%로 분석되었다. 그리고 사례-C의 경우 총 2,002,054천원 중 건물외부 22%, 건물내부 22%, 전기소화설비 21%, 급수위생설비 21%, 난방급탕설비 14%로 분석되었다.

셋째, 사례대상별 유지관리비 변동범위 분석을 위해 적용된 몬테카를로 시뮬레이션 분석 결과를 정리하면 다음과 같다. 사례-A의 경우 평균비용 1,582,286천원, 최소비용 1,397,253천원, 최대비용 1,774,644천원으로 분석되었으며, 사례-B의 경우 평균비용 1,634,331천원, 최소비용 1,451,029천원, 최대비용 1,797,830천원으로 분석되었다. 그리고 사례-C의 경우 평균비용 1,641,318천원, 최소비용 1,401,495천원, 최대비용 1,874,232천원으로 분석되었다. 그리고 사례대상 3곳의 교육시설물에 대한 유지관리비 변동범위 분석 결과 평균비용 1,619,312천원, 최소비용 1,409,847천원, 최대비용 1,813,986천원으로 분

석되었다.

본 연구는 교육시설물의 운영기간 동안 발생된 실행 유지관리비와 LCC 기법에 의해 분석된 추정 유지관리비를 상호 비교하여 변동범위를 분석함으로써, 추후 유사한 규모의 교육시설 사업 시 고려되는 유지관리비 책정을 위한 기준을 제공할 수 있다. 또한 가상 시뮬레이션을 통하여 확률적 유지관리비를 분석함으로써, 적정 유지관리비 변동범위에 대한 참고 자료로써 활용될 수 있다.

Yong-Su, Kim (1994), The Development and Application of a Probabilistic Model for Risk Analysis of Life Cycle Cost Prediction, Ph.d Dissertation, U-NSW.

Robert B, Stewart, (2006), 가치 공학의 원리, 구미서관.

논문제출일: 2009.11.27

논문심사일: 2009.12.04

심사완료일: 2010.03.05

감사의 글

본 논문은 2009년도 중앙대학교 연구장학기금 지원에 의한 것임.

참고 문헌

김영구 (2009), 초·중등 교육시설의 유지관리비 분석, 인천광역시 북부교육청.

유영훈 (2006), 교육시설 유지관리 현황조사 및 분석, 홍익대학교.

이미혜 (2009), 교육시설 유지관리 수선 기준 설정에 관한 연구, 목원대학교.

하현석 (2007), BTL학교 건축물의 장기수선비용 분석을 통한 장기수선충당금 산정에 관한 연구, 중앙대학교.

Abstract

The purpose of this study is to analysis variation of range estimation for maintenance costs of education facilities based on LCC. The adapted research method selected three education facilities in Gyeonggi-Do region. On the basis of actual maintenance costs and analyzed estimation maintenance costs are compared for analyzing standard deviation and coefficient of variation. The research of this study are as follows: 1) The average actual maintenance costs for 1,317million won and each part of average ratio exterior 19%, interior 28%, electricity & fire fighting 22%, water supply & healthy 18%, heating &water supply 13%. 2)The average analysis maintenance costs for 1,920million won and each part of average ratio exterior 20%, interior 25%, electricity & fire fighting 22%, water supply & healthy 20%, heating &water supply 13%.. 3) The analysis variation of ranges for average costs 1,619million won for minimum costs 1,409million, maximum costs 1,813million won.

Keywords : *Education facilities, Maintenance costs, Variation of range, Monte Carlo Simulation*
