

노후 군시설물의 경제성 평가 시스템

Economic Evaluation System for Deteriorated Military Facilities

장원석¹ 임태경² 이동은^{2*}

Jang, Won-Suk¹ Lim, Tae-Kyung² Lee, Dong-Eun^{2*}

Department of Civil Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan, 712-749, Korea¹

School of Architecture and Civil Engineering, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea²

Abstract

Given both structural safety and economic benefits of aging facilities, remodelling of the existing facilities is preferable to reconstruction. This recognition provides an opportunity to reduce the commitment of resources and national budget. However, when a subordinate troop asks for remodeling or reconstruction of a deteriorated facility, it is difficult to ensure the consistency and objectivity in the process of decision making for the alternatives due to the absence of systematic and quantitative rating methodology. Their economic evaluation methodology only exists in a manual format. Thus, further research is required for converting the methodology into an automated system in view of practicality such as rapid and accurate data processing. The contributions of this study are as follows: 1) Literature review found out a representative economic evaluation model focused on military facilities, and comparative analysis with a similar study identified the strength and weakness. 2) this study presented how to convert the theoretical framework which enables to solve a specific subject matter into an automated system. 3) it developed a user friendly interfaces which consist of four functional modules by considering the usability and accessibility of the system user. 4) the developed system was verified by a case study in terms of four kinds of performance indicators.

Keywords : military facilities, life cycle cost, economic evaluation, system development

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

대한민국은 한국전쟁 이후 시설건설에 지속적으로 투자하여 오늘날 약 10만여 동(약 2,520만㎡)의 방대한 시설을 보유하고 있다. 이처럼 양적 확충에 치중하면서 사후관리의 소홀로 군시설물의 조기 노후화 및 수명단축의 원인이 되어 왔고 20년 이상 된 노후시설이 전체의 약 30%를 차지하는 상황이다[1]. 실제로 건물의 운용관리에 대한 연구보고[2]에 의하면, 내용연수 50년인 사무소 건물의 경우 전체비용 중

기획 및 설계비는 0.8%, 건설비는 18.9%, 운용관리비는 79.8%, 폐기처분비는 0.6%로 분석된다. 시설물의 노화는 초기시공비의 4배 수준에 달하는 유지관리비를 발생시킴으로 군예산을 압박하는 주요 원인이 된다. 따라서 노후시설물의 구조적인 안전성 확보와 동시에 생애비용차원에서 유리한 개보수로 초기성능을 유지하는 것에 대한 중요성이 부각되고 있다. 그러나 현재 군은 예비부대에서 철거 내지 대 규모 보수에 대한 요청이 있을 때, 이에 대한 체계적인 평가 기준이 없어 의사결정에 객관성을 확보하기 어려운 실정이다[3]. 또한 경제성분석과 관련된 대부분의 선행연구들은 공동주택에 중점을 두고 있어 다중·소규모 군시설물에 대해 평가 방법론을 그대로 적용하기 어렵다[3]. 이러한 문제점을 개선하고자 Lee et al.[3]은 생애비용분석기법을 적용하여 군시설물의 재건축 및 리모델링의 경제성을 평가하는 정량화 방법론을 매뉴얼 형태로 제시하였다. 그러나 신속하고 정확한 연산을 자동으로 수행하고 그 결과를 비교분석하여

Received : November 23, 2012

Revision received : December 24, 2012

Accepted : December 30, 2012

* Corresponding author : Lee, Dong-Eun

[Tel : 82-53-950-7540, E-mail : dolee@knu.ac.kr]

©2013 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

최선의 대안을 사용자에게 제공하는 실무적인 효용성이 부족하다. 따라서 본 연구는 매뉴얼로만 존재하는 군사시설물 경제성 평가방법의 정량화절차를 보다 체계화시키고 자동화 시스템으로 구현하여 제시하며, 사용자가 연산과정보다는 평가자체에 보다 집중할 수 있는 의사결정지원시스템을 개발하여 제시한다.

1.2 연구범위 및 절차

본 연구는 노후화된 군사시설물을 개보수(remodeling) 또는 재건축(reconstruction)의 두 대안에 대한 체계적인 분석 및 평가를 지원하는 의사결정지원시스템(Decision support system: DSS)을 개발하여 제시한다. 일반적으로 노후 시설물의 개선결정은 대안별 구조안전성, 방재안전성, 성능 및 경제성을 비교 분석하여 종합적으로 판단된다. 그러나 본 연구는 성능 및 노후도 판정에서 C와 D 등급판정을 받은 시설물을 대상으로 경제성 평가를 실시한다. 또한, 기존의 노후화된 군사시설물의 경제성평가 알고리즘을 개선하기 위해 다음의 연구절차를 따른다. 첫째, 노후화된 건축물의 개보수 및 재건축과 관련된 경제적 의사결정 방법론들을 고찰한다. 둘째, 선행연구들의 경제성 분석 및 평가 방법론을 조사하고 한계점을 보완하는 전략을 수립한다. 셋째, 의사결정 지원시스템의 데이터 처리절차를 설계한다. 넷째, 노후 군사시설물의 대안별 경제성 평가 시 데이터의 입력, 처리 및 분석 과정에 필요한 시스템의 기능적인 요구사항들을 규명하여 사용자 환경을 개발한다. 다섯째, 사례 프로젝트를 사용하여 시스템의 성능을 검증한다.

2. 선행 연구 고찰

2.1 노후 시설물의 경제성 분석에 관한 연구동향

노후 시설물의 재건축에 대한 경제성을 분석하는 연구들 [4,5,6,7,8,9,10,11]은 지속적으로 수행되어 왔다. 즉, 내구연한, 경과연수, 그리고 대수선 시점 등의 독립변수들을 사용하여 재건축 가능 시점을 판단하는 조건식 제시[6], 초기비용분석기법(Initial cost method)을 사용하여 초기투자비 위주로 재건축 사업의 경제성 분석[7], 건설업체의 경제성 검토 자료를 토대로 초기투자비만을 고려하여 재건축 사업의 개발이익 분석[8], 그리고 고층아파트의 재건축 사업성의 비용 평가[9] 등이 연구되었다. 한편, 전생애비용(LCC)

분석을 통한 공법선성[10]과 재건축 혹은 리모델링의 경제성을 평가한 연구들[4,5,11]은 초기투자비만을 고려하던 경제성분석 방법을 생애주기로 비용 발생범위를 확대하여 대안평가의 객관성과 타당성을 향상시켰다. 이처럼 노후 건축물이 경제사회적인 문제로 대두되면서 다양한 경제성평가에 대한 연구들이 수행되어 왔지만, 이들은 독립된 이론체계로만 존재할 뿐, 실무적인 차원에서 상호 통합된 자동화 시스템으로 구현하는 연구는 부족한 실정이다.

2.2 노후 시설물의 경제성 평가 알고리즘 개발 전략

본 절은 시설물의 생애비용 산출식을 구체적으로 제공하는 대표 연구들[4,5]을 중심으로 상호 비교를 통해 노후 군사시설물의 개선대안을 결정하는 시스템의 내부 알고리즘을 결정한다. 주지할 점은 선행 연구들이 대형 공동주택[5]과 소형다중 군사시설물[4]을 연구대상으로 하고 있어, 군사시설물 관련 데이터베이스는 Lee et al.[4]에서 차용한다. 한편, 시스템의 생애비용 산출 알고리즘 및 대안평가기준은 선행 연구모형을 비교하여 보다 현실적이고 객관성 있도록 수식을 선택 및 보완하고, 시스템의 장점인 통합기능을 활용해 양자의 평가모형을 함께 수용하는 전략을 취한다.

우선 초기투자비 중에서 개보수 비용 산출과정에 있어 다음과 같은 차이점이 발견된다. Son et al.[5]의 모형은 개보수 비용이 구조 및 방재 안전성, 성능 및 기능 평가 결과인 시설물 노후화 정도에 따라 구조체 보수보강과 성능개선 공사의 상세 견적을 통해 산출된다. 산출기준은 공공공사 입찰시의 원가계산서, 내역서, 일위대가(표준품셈 및 물가정보) 작성기준을 적용하고 공사로 인한 이주비용을 추가한다. 개보수 기간을 대략적으로 추정하여 이주비용을 고려한 점은 실제 비용을 추산하는 데 탁월한 접근법으로 인정되지만, 노후도를 정량화된 수치로 전환하는 절차를 구체적으로 제시하지 못하는 한계점이 발견된다. 이에 반해, Lee et al.[4]은 실사단이 대상 시설물에 대해 평가한 구조안전성과 환경성능 및 설비노후도 점수를 “성능종합점수”로 전환하고, 이를 다시 “노후도 지수”로 변환하는 메커니즘을 명확히 제시한다. 또한, 노후도 지수가 일정수준이상으로 평가된 시설물에 대해서는 개보수시 구조체 보수보강을 위한 가산비율표를 제시하여 구체 보강비용을 가산하는 세밀함이 있다. 따라서 시스템개발과정에서 초기투자비를 산출하는 절차는 시스템의 자동연산 알고리즘으로 개발이 용이한 Lee et al.[4]의 모형을 수용한다.

다음으로 유지관리비용의 산출과정은 다음과 같은 차이점이 발견된다. 특이점은 개보수 연장수명을 산출하는 수식에 있다. Son et al.[5]의 산출식은 기존 주택의 잔여 내용연수를 변수로 사용함으로써 시설물의 경과연수를 제대로 반영한다. 이에 반해, Lee et al.[4]이 제시한 리모델링 후 잔여수명 산출식은 해당 시설물의 표준내용연수만을 변수로 사용하고 있어 시설물의 경과연수와 잔여 내용연수를 반영할 수 없는 한계점이 있다. 그러나 Lee et al.[4]의 산출식은 구조형식에 따른 보정계수와 리모델링 횟수까지 고려하는 치밀함이 있다. 따라서 시스템 알고리즘은 Lee et al.[4]이 제시한 잔여수명 연산식에 문제점으로 지적된 “경과연수” 및 “잔여수명”이 반영되게 수정한다.

폐기처분비용을 산출하는 과정은 다음과 같은 차이점이 있다. 우선 엄밀히 말해, 폐기처분비용이 발생하는 시점은 두 번으로 나눌 필요가 있다. 즉, 재건축 혹은 개보수를 위해 시설물을 철거하는 시점과 시설물이 내용연수가 되어 철거하는 시점으로 나뉜다. 여기서 전자의 경우, 전면철거인 재건축과 구체를 제외한 마감 및 설비를 철거하는 개보수는 작업물량과 작업난이도가 상이하여 폐기처분비는 다르게 산출된다. 그러나 후자의 경우, 규모와 구조형식이 동일한 하나의 시설물을 대상으로 하기 때문에 재건축 혹은 개보수와 상관없이 내용연수에 도달하면 폐기처리비용은 동일한 것으로 간주될 수 있다. 이러한 맥락에서 Son et al.[4]은 수명이 다한 시점만을 고려하여 각 대안의 폐기처분비가 같다고 취급하여 생애비용 중 폐기처분비의 산정과정을 제외한다. 그러나 Lee et al.[4]은 초기 철거작업을 고려하여 각 대안별 상이한 폐기처분비를 고려한다. 따라서 개발하는 시스템에서 초기 폐기처분비용을 산출하는 알고리즘은 Lee et al.[4]의 모형을 준수한다. 실제로 재건축 혹은 개보수 후 해당 시설물이 최종적으로 폐기되는 시점은 서로 상이하다. 특히, LCC 분석이 화폐의 시간가치를 고려하기 때문에 시설물이 수명을 다한 시점의 폐기처리비용은 각 대안 별로 철거시점이 상이하고, 이로 인해 현재가치가 변한다. 따라서 시스템은 초기뿐만 아니라 최종 폐기처리비용까지도 산출하는 알고리즘이 요구된다.

마지막으로 최종 평가방식에 있어 차이점을 비교분석하면 아래와 같다. 이들 연구자들은 다른 연장수명을 가지는 대안들을 상호 비교가 용이하도록 연등가법(uniform annual worth method)을 공통적으로 적용한다. 그러나 최종적인 경제성 판단을 위한 평가지표와 등급분류체계는 현저한 차

이가 있다. Lee et al.[4]은 재건축 LCC 연가를 개보수 LCC 연가로 나눈 값이 1이상이면, 개보수가 경제적이고, 1 미만이면 그 반대라는 이분법적 평가체계를 제시한다. 그러나 Son et al.[5]은 경제성 평가에 객관성과 통일성을 확보하기 위해 5단계 판정기준을 제시한다. 따라서 개발되는 시스템은 평가자가 대표 연구자들의 평가체계를 동시에 비교할 수 있도록 함께 수용한다.

3. 노후 군시설 성능개선 대안 평가 시스템

3.1 시스템 개발 범위

본 연구는 노후 군시설에 대한 예비평가 후, 현장 정밀조사를 통해 대상 시설물의 구조안전성, 환경성능 및 설비 노후도를 종합적으로 평가한 결과 C 혹은 D등급으로 판정된 시설물들을 중심으로 성능개선 대안에 대한 경제성 분석 과정을 시스템화한다. 2.2 절에서 제시한 시스템 개발 전략을 활용하여 노후 군시설물의 경제적 대안결정 실무를 효과적으로 지원하는 자동화된 의사결정 시스템을 구현한다.

3.2 노후 군시설에 특성화된 경제성 평가 시스템

LCC를 기반으로 한 자동화 툴(tool)들은 특정 대상(예, 공동주택, 군시설, 철도차량 등)에 특성화된 연산식과 데이터베이스(Database)가 요구되기 때문에 범용 LCC 분석 툴은 존재하기 어렵다[12]. 따라서 본 연구는 선행연구자들[4,5]의 경제성 평가 모델 및 시설물 이력 데이터를 토대로 노후 군시설물에 특성화된 경제성 분석 및 대안결정을 보다 신속하고, 객관적으로 처리하는 시스템 알고리즘을 개발하여 제시한다. 본 연구에서 개발되는 노후 군시설의 재건축 및 개보수에 대한 경제성 평가 시스템(Economic Evaluation System for Remodeling and Reconstruction of Deteriorated Military Facilities using Life Cycle Cost Method: 이하 EES-MIL)은 Figure 1과 같이 4개의 특성화된 모듈들(modules)로 구성된다.

선행연구자들[4,5]이 제시한 노후 시설물 경제성 평가 모형의 복잡한 평가절차를 사용자의 관점에서 연산과정에 대한 이해도를 높이고, 정보 입력 및 분석의 편의성을 제공하기 위해 4가지로 구분된 모듈들 즉, 사용자편의 환경을 개발한다. 이 모듈들은 평가절차에 상응하도록 구현된다. 각 모듈에 대한 상세한 설명은 다음에 제시한다.

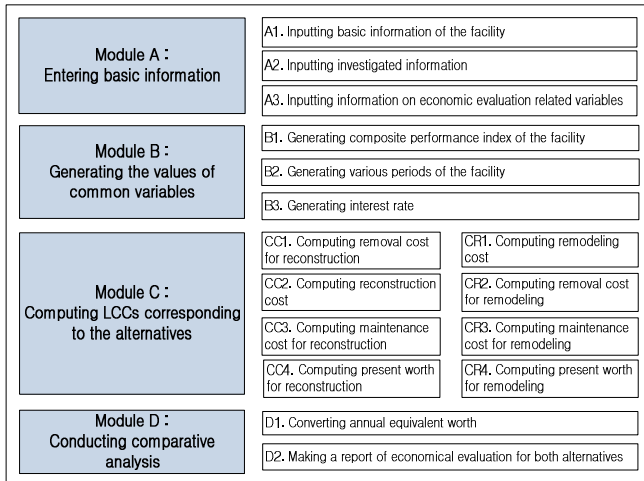


Figure 1. System modules for economical evaluation

3.2.1 경제성 평가관련 정보입력 모듈

[A. 경제성 평가관련 정보입력 모듈]은 3가지 시설물관련 입력정보(즉, A1. 군시설물 기본 정보; A2. 군시설물 실사 정보; A3. 경제성 평가 영향변수)를 시스템에 제공한다. “A1. 군시설물 기본정보”는 건물명, 시설유형, 구조형식, 연면적(M2), 그리고 준공연도 등에 대한 데이터 속성값을 입력한다. “A2. 군시설물 실사 정보”는 구조안정성, 환경성능 및 설비 노후도 등 현장실사 결과를 점수로 환산하여 입력한다. 마지막으로 “A3. 경제성 평가 영향변수 정보”는 평가를 실시하는 해당연도와 개보수에 소요되는 공사비 비율 (%) 정보를 요구한다.

3.2.2 대안평가 전 공통변수 데이터처리 모듈

[B. 대안평가 전 공통변수 데이터처리 모듈]은 재건축과 개보수의 경제성분석에 있어 공통으로 사용되는 변수들(예, B1. 시설물종합성능; B2. 시설물 연수; B3. 실질이자율)을 미리 산출하는 기능을 실행한다. “B1. 시설물 종합성능”에 속하는 하위변수들은 종합성능점수, 종합등급, 노후도 지수, 구조보강 가산비율의 4가지가 포함되고, 사용자가 정보입력 모듈(A)에서 제공한 정보(구조안정성, 환경성능 및 설비 노후도 지수)와 시설물 이력 테이블들(Table 1)을 참조하여 산출된다. 우선, 종합성능점수는 “구조안정성”과 “환경성능 및 설비 노후도” 지수를 사용하여 Eq.(1)에 의해 산출된다.

$$\text{종합성능점수} = 0.7 \times \text{구조안정성} + 0.3 \times \text{환경성능 및 설비 노후도} \quad (1)$$

다음으로 대상 시설물의 “종합등급”과 “노후도지수”는 Table 1에 제시된 [공통변수] 테이블을 사용하여 산정된다.

Table 1. Common variables

Section	Min. value	Max. value	Rating	Degree of Deterioration	Additional rate
1	20	25	D	70	30
2	25	35	D	60	15
3	35	45	D	50	7
4	45	55	D	40	3
5	55	65	C	30	0
6	65	75	C	20	0
7	75	80	C	10	0

즉, Eq.(1)에 의해 산출된 “종합성능점수”를 사용하여 [공통변수] 테이블의 하한치와 상한치 경계범위에 속하는 구간 레코드를 탐색하고, 그 레코드에 해당하는 종합등급 컬럼과 노후도지수 컬럼의 값을 참조하여 산정한다. 마지막 공통변수인 “구조보강 가산비율”은 산출된 “노후도지수”에 의해 가산비율이 결정되는 데, 군시설물의 경우 노후도지수가 40 이상부터 가산율이 적용된다. “구조보강 가산비율” 또한 Table 1에 제시된 [공통변수]를 기초로 “노후도 지수” 컬럼값에 상응하는 가산율(%)을 참조하여 산출된다.

“B2. 시설물 관련 연수”에 대한 하위변수들은 3가지로 “표준내용연수”, “경과연수”, “잔여내용연수”가 포함되고, 해당 값들은 사용자가 정보입력모듈(A)에 제공한 정보(예, 시설용도, 구조형식, 준공연도)와 시설물 이력 테이블들 (Table 2,3,4)을 참조하여 산정된다. 여기서 “표준내용연수”는 “시설용도”와 “구조형식”로부터 상위개념으로 전환된 “시설유형”과 “구조유형”에 의해 유도된다. 실제로 신뢰성 있는 군시설물의 내용연수를 추정하기 위해 세분화된 “시설용도”와 “구조형식” 별로 내용연수 이력데이터를 수집하는 것은 어려움이 있다. 한편, 사용자가 입력모듈(A)에서 “시설용도”에 대해 제공한 정보는 그 시설물의 사용목적이 유사하다면(예, 화장실, 목욕탕, 샤워장), 시설 사용으로 인한 내용연수에 미치는 영향도 유사한 것으로 가정할 수 있기 때문에 일반화된 “시설형식”이 적용될 수 있다. 이와 같은 맥락에서 “구조형식”도 시설물에 적용된 세부 구조형식이 유사하다면(예, 벽돌, 석조, 보강블록조), 그 시설물의 내용연수가 유사하다고 가정할 수 있어 일반화된 “구조유형”에 따라 “표준내용연수”를 추정하는 것이 합리적이다. Table 2에 제시된 [시설유형] 테이블은 군시설물의 용도가 어떤 “시설

유형”에 속하는 지 참조하는 데 사용된다. 또한, Table 3에 제시된 [구조유형] 테이블은 사용자가 입력한 “구조형식”이 어떤 “구조유형”에 속하는 지 참조하는 데 사용된다.

Table 2. Type of facility

Type of facility	Use of facility			
Housing1	Official residence		BOQ	
Housing2	Appartement	-		-
Housing3	Barrack	Group Barrack		-
Sanitation1	Restroom	Bathroom	Shower	Wash up

Table 3. Type of structure

Type of structure	Construction method			
RC	RC	SRC		-
Masonry	Brick	Stone		Block

“표준내용연수”는 Table 4에 제시된 [군시설물 표준내용연수] 테이블에서 해당 시설물의 “시설유형”과 “구조유형”이 교차하는 셀(cell)의 값을 참조하여 산정된다. 예컨대, 사용자가 정보입력모듈(A)에서 “시설용도”와 “구조형식”에 각각 “BOQ”(장교개인숙소)와 “보강블록조”라고 입력한 정보는 상위개념인 “시설유형”과 “구조유형”에 해당하는 변수값으로 각각 “주거용1”과 “조적조”로 전환되어 저장된다. 이 전환된 정보는 Table 4의 [군시설 표준내용연수] 테이블에서 해당 시설물의 표준내용연수를 질의(query)하는 속성값(attribute value)으로 사용되어 “45”(년)를 추출한다.

Table 4. Durable year (unit: year)

Type of facility Type of structure	Housing1	Housing2	Housing3	Office
RC	50	50	50	55
Masonry	45	45	45	50

한편, 시설물의 “경과연수”는 평가시점까지 시설물을 사용한 기간으로 “평가연도”에서 “준공연도”를 차감하는 Eq.(2)에 의해 산출된다.

$$\text{경과연수} = \text{평가연도} - \text{준공연도} \quad \text{-----} \quad (2)$$

“잔여내용연수”는 대상 시설물의 “표준내용연수”에 대해 현재 평가시점에 남아 있는 수명으로 이전 단계에서 산출된

“표준내용연수”에서 “경과연수”를 차감하는 Eq.(3)에 의해 산정된다.

$$\text{잔여내용연수} = \text{표준내용연수} - \text{경과연수} \quad \text{-----} \quad (3)$$

B 모듈에서 마지막으로 계산되는 공통변수는 화폐의 시간가치를 고려한 실질이자율(B3)이다. 실질이자율은 시설물의 내용연수가 다른 대안들이 존재할 경우 각 대안의 경제성을 객관적으로 평가하기 위해 상호 비교가 가능한 동일한 시점으로 환산하는 할인율(discount rate)이다. 이는 일반 대출금리(즉, 이자율)와 소비자물가 총지수(즉, 물가상승률)를 복합적으로 고려한 Eq.(4)에 의해 산출된다.

$$i = \frac{(1 + i_n)}{(1 + f_n)} - 1 \quad \text{-----} \quad (4)$$

여기서, i : 실질이자율, i_n : 이자율, f_n : 물가상승률

실질이자율(i)은 변동성을 예측하기 어려운 두 가지 독립 변수인 이자율(i_n)과 물가상승률(f_n)의 종속변수이기 때문에, Table 5에 제시된 것처럼 Eq.(4)에 의해 연도별 산출되는 실질이자율 데이터의 평균을 적용한다.

Table 5. Effective rate (100 based on 2000 year)

Year	Interest on loan	Inflation rate	Deviation of inflation rate	Effective rate
2000	8.55	100	2.25	6.16
2001	7.7	104.1	4.10	3.46
2002	6.7	106.9	2.69	3.91
2003	6.24	110.7	3.55	2.59
...

3.2.3 대안별 생애비용 산출 모듈

EES-MIL시스템의 핵심인 C모듈은 대안별 생애비용을 산출하기 위해 독립된 두 개의 하부 연산기능들(즉, 재건축 LCC 분석; 개보수 LCC 분석)을 가진다.

1) 재건축 생애비용(LCC) 분석

우선, 재건축 생애비용 분석은 4가지 생애비용(즉, CC1. 재건축 철거비; CC2. 재건축 공사비; CC3. 재건축 후 유지비; CC4. 총 재건축 LCC)을 산출하는 과정으로 분류된다.

“CC1. 재건축 철거비”는 사용자가 입력한 대상 시설물의 “연면적(M2)”과 Table 6에 제시된 [철거 및 폐기처리비 단

가] 테이블로부터 “철거 및 폐기비용”을 참조하여 Eq.(5)에 의해 산출된다.

$$\text{재건축 철거비} = \text{연면적} \times \text{철거및폐기단가} \quad \text{----- (5)}$$

이 때, 철거비단가는 대상시설물의 “구조형식”과 “기준연도” 그리고 “업체별”로 상이하기 때문에, Table 6에 제시된 [철거 및 폐기처리비 단가] 테이블을 사용하여 “구조형식”과 “기준연도”를 제한속성으로 쿼리한 후, “철거 및 폐기비” 속성 데이터들의 평균을 적용한다.

Table 6. Removal cost (won/m²)

Company	Structure type	Removal cost	Decommissioning cost	Total Cost	Base year
A	Masonry	72,600	9,281	81,880	2012
B	Masonry	54,450	9,377	63,827	2012
C	Masonry	66,550	9,571	76,121	2012
D	Masonry	60,500	9,438	69,938	2012
...

“CC2. 재건축 공사비”는 시설물의 “연면적(M2)”과 “재건축공사비단가(원/M2)”에 관한 Eq.(6)에 의해 산출된다.

$$\text{재건축 공사비} = \text{연면적} \times \text{공사비단가} \quad \text{----- (6)}$$

Table 7. Result unit cost (won/m²)

Use of facility	Max gross area	Unit	Result Unit Cost
Barrack	1,650	M2	927,000
Barrack	660	M2	1,133,000
...
BOQ	330	M2	1,098,000
BOQ	660	M2	828,000
BOQ	1,320	M2	720,000

여기서, 시설물의 공사비단가(원/M2)는 Table 7에 제시된 [군시설물 공사비 단가]에서 대상 시설물의 “시설용도”와 “연면적”을 2가지 속성정보로 취급하여 상응하는 “공사비단가”를 참조하여 적용한다.

“CC3. 재건축 후 총유지비”는 연면적과 유지보수비 누적단가를 변수로 하는 관계 Eq.(7)에 의해 산출된다.

$$\text{총유지비} = \text{연면적} \times \text{유지비 누적단가} \quad \text{----- (7)}$$

여기서, “유지비누적단가”는 재건축으로 인해 늘어난 “연장년수(즉, 경과년수)”와 “시설유형”을 관련 속성들로 고려하여 Table 8에 제시된 [유지비 누적단가] 테이블에서 교차하는 값으로 산정된다.

Table 8. Cumulative maintenance cost (won/m²)

Facility type Elapsed year	Housing1	Housing2	Housing3
5	7,627	9,341	5,799
6	12,574	11,866	12,567
7	12,590	11,866	12,567
...
49	742,761	679,028	558,977
50	841,988	730,189	597,770

“재건축 후 총 유지비 현재(P)”는 실질이자율(i), 연장내 용연수(n), 그리고 총유지비에 관한 Eq.(8)에 의해 산출된다.

$$P_{\text{유지비}} = \text{총유지비} \times \frac{1}{(1+i)^n} \quad \text{----- (8)}$$

이 모듈에서 마지막으로 행해지는 “CC4. 재건축 생애비용 현재”는 재건축으로 인해 발생하는 3가지 비용변수들(즉, 철거비, 공사비, 총 유지비현재)에 관한 Eq.(9)에 의해 산출된다.

$$P_{\text{재건축 LCC}} = \text{철거비} + \text{공사비} + P_{\text{유지비}} \quad \text{----- (9)}$$

2) 개보수 생애비용(LCC) 분석

재건축 LCC 분석모듈은 Figure 2에 제시된 것처럼 4가지 생애비용들(즉, CR1. 개보수 공사비; CR2. 개보수 철거비; CR3. 개보수 후 유지비; CR4. 총 개보수 LCC)을 산출하는 과정으로 구성된다. 기본적으로 개보수 생애비용은 이미 산출된 “재건축공사비”를 근간으로 하여 추정하는 방식을 취한다. 우선 개보수 생애비용의 세부비용들을 산출하기에 앞서 중요한 공통변수인 “개보수 비율(%)”에 상응하는 비율구간이 결정되어야 한다. 이는 Table 9에 제시된 [구간 참조] 테이블에서 미리 규정된 최소개보수비율과 최대개보수비율의 범위를 참조하여 결정된다.

Table 9. Section of remodeling rate

Section	Min. remodeling ratio(%)	Max. remodeling ratio(%)
R1	150	160
R2	140	150
R3	130	140
R4	120	130
R5	110	120
R6	100	110
R7	90	100
...
R13	30	40

“CR1. 개보수 공사비”는 2단계의 연산과정(구조체보강비 산출; 개보수 공사비 산출)을 거친다. 1단계인 “구조체보강비”는 이전의 재건축 LCC분석모델에서 산출된 “재건축공사비”와 선행연구에서 밝혀진 “구조체공사비 비율”(30%로 상수취급), 그리고 “공통변수 데이터처리모델”에서 산정한 “구조체보강 가산비율”을 주요변수로 하는 Eq.(10)에 의해 산출된다.

$$\text{구조체보강비} = \text{재건축공사비} \times \text{구조체 공사비 비율} \times \text{가산비율} \quad \text{----- (10)}$$

2단계인 “개보수 공사비”는 이전 단계에서 정의된 “재건축 공사비”와 “구조체보강비” 그리고 추가 변수로 “개보수 공사비 비율”을 주요변수로 하는 Eq.(11)에 의해 산출된다. 여기서, 재건축공사비에 대해 개보수공사비가 차지하는 비율은 과거 실적자료를 분석하여 규명한 [개보수공사비 비율] 테이블(Table 10)을 참조하여 산출된다. 즉, “개보수공사비 비율”은 이 테이블에서 2가지 속성인 “노후도지수”와 “비율 구간”이 교차하는 셀의 값으로 결정된다.

$$\text{개보수공사비} = \text{재건축공사비} \times \text{개보수 공사비 비율} + \text{구조체보강비} \quad \text{---- (11)}$$

Table 10. Cost ratio of remodeling against reconstruction

Deterio. deg. / Remod.sec.	70	60	50	40	30	20	10
R1	-	-	-	-	-	-	16
R2	-	-	-	-	-	-	30
R3	-	-	-	-	42	28	14
R4	-	-	-	52	39	26	13
R5	-	-	60	48	36	24	12
R6	-	66	55	44	33	22	11
R7	70	60	50	40	30	20	10
...
R13	28	24	20	16	12	8	4

“CR2. 개보수 철거비”는 “개보수 공사비”와 “철거공사비 비율”을 변수로 하는 관계 Eq.(12)에 의해 산출된다.

$$\text{개보수철거비} = \text{개보수 공사비} \times \text{철거비 비율} \quad \text{----- (12)}$$

여기서, 개보수공사비에 대해 철거비가 차지하는 비율은 [개보수 공사비 비율] 테이블(Table 10)과 마찬가지로 과거 실적자료로부터 도출된 [개보수 철거비 비율] 테이블(Table 11)을 참조하여 산출된다. “철거비비율”은 이 테이블에서 2가지 속성인 “노후도지수”와 “비율구간”이 교차하는 셀의 값으로 결정된다.

Table 11. Cost ratio of removal against remodeling cost

Deterio. deg. / Remod.sec.	70	60	50	40	30	20	10
R1	-	-	-	-	-	-	15
R2	-	-	-	-	-	15	18
R3	-	-	-	-	15	18	21
R4	-	-	-	15	18	21	24
R5	-	-	15	18	21	24	27
R6	-	15	18	21	24	27	30
R7	15	18	21	24	27	30	33
...
R13	33	36	39	42	45	48	51

“CR3. 개보수 후 유지비”는 7 단계(즉, 구조체 보정계수(a) 산출; 개보수 횡수계수(b) 산출; 개보수 후 연장수명 산출; 유지비 가산비율 산출; 유지비 누적단가 산출; 총유지비 산출; 개보수 후 총 유지비현가 산출)로 구성된다.

이 유지비 산출 모듈에서 핵심이 되는 변수는 개보수 후 연장되는 시설물의 수명이다. 따라서 연장수명을 추정하는 과정은 신뢰성을 제고하기 위해 다양한 변수들과 다수의 계수들을 결정하는 과정이 수반된다. 1~3단계는 개보수 후 연장수명을 산출하는 과정이다. 1 단계인 “구조체보정계수(a)”는 Table 12에 제시된 [구조체 보정계수] 테이블에서 대상 시설물의 “구조형식”에 상응하는 계수를 취한다.

Table 12. Factor of structural reinforcement

Construction method	Factor
RC	1
SRC	1
Brick	0.9
Stone	0.9
Reinforced block	0.9
Block	0.8
Steel	0.8
Light steel	0.7

2단계인 “개보수 빈도계수(b)”는 대상 시설물의 “개보수 시행치수”를 변수로 하는 Eq.(13)에 의해 산출된다.

$$\text{개보수 빈도계수}(b) = 1 - \frac{(\text{개보수시행치수} - 1)}{10} \quad \text{---- (13)}$$

3단계인 “개보수 후 연장수명”은 개보수 공사비, 구조체 보강비, 재건축 공사비, 구조체 공사비, 표준내용연수(T), 경과연수(S), 구조체 보정계수(a), 그리고 개보수 빈도계수(b)들을 변수로 고려하는 Eq.(14)에 의해 산출된다. 이 식은 시설물의 경과연수를 반영하지 못하는 Lee et al.[4] 모델과 시설물의 구조형식 및 개보수 횟수의 영향요인들을 반영하기 어려운 Son et al.[5] 모델의 한계점을 보완한 것이다. 주의할 점은 산출되는 연장수명은 개보수 착수시점에 잔여 내용연수에 개보수로 인해 순수하게 증가된 수명을 합산한 기간이라는 점이다.

$$\begin{aligned} \text{개보수 연장수명} & \quad \text{--- (14)} \\ &= \text{잔여연수} + \frac{(\text{개보수공사비} - \text{구체보강비})}{(\text{재건축공사비} - \text{구체공사비})} \times a \times b \times (T - S) \end{aligned}$$

4단계인 “유지비 가산비율”은 Table 13에 제시된 [유지보수비 가산비율] 테이블에서 이미 결정된 개보수 비율구간 값을 외래키(foreign key)로 하여 이에 상응하는 가산율(%)이 적용된다. 개보수 후 유지보수비는 재건축 후의 유지보수비와 마찬가지로 국방부에서 제시한 적정 수선주기 및 수선율에 따라 투입되는 것을 기본으로 한다. 그러나 개보수의 경우에만 유지보수비에 대한 가산율(%)이 적용되는 것은 개보수 수준이 100%이하에서 시설물의 성능저하가 가속되어 유지보수비가 증가되기 때문이다[3].

Table 13. Additional ratio for maintenance

Section of remodeling ratio	Additional ratio(%)
R1	0
...	...
R7	3
R8	6
R9	9

5단계인 “실 유지비 누적단가”는 유지비누적단가와 “유지비 가산비율”을 변수로 하는 Eq.(15)에 의해 산출된다. 이때, 개보수로 인한 “유지비 누적단가”는 재건축인 경우와 동일한 [유지비 누적단가] 테이블(Table 8)을 사용한다.

$$\text{실유지비누적단가} = \text{유지비누적단가} \times (1 + \text{가산비율}) \quad \text{---- (15)}$$

6단계인 “총유지보수비”는 시설물의 “연면적”과 5단계에서 산출된 “실유지비 누적단가”를 변수로 하는 Eq.(16)에 의해 산출된다.

$$\text{총유지비} = \text{연면적} \times \text{실유지비누적단가} \quad \text{----- (16)}$$

7단계 “개보수 유지비현가”는 재건축의 경우와 같이 실질이자율(i), 연장년수(n), 그리고 총유지비를 변수로 하는 Eq.(8)을 재사용하여 산출한다.

“CR4. 개보수 생애비용 현가”는 개보수로 인해 발생하는 “철거비”, “공사비” 그리고 “총유지비현가”를 3가지 변수로 하는 Eq.(9)를 재사용하여 산출한다.

3.2.4 대안별 경제성 비교분석 모듈

이 분석모듈은 증가된 내용연수가 상이한 두 대안에 대해 객관적인 경제성 비교가 이루어 질 수 있도록 “D1. 연등가 변환”과 “D2. 경제성 비교분석” 기능을 포함한다. 우선, 이전 단계에서 산출한 재건축 및 개보수 생애비용 현가(P)는 각 연장연수(n)와 실질이자율(i)을 변수로 고려한 Eq.(17)에 의해 연등가(A)로 전환한다.

$$A = P \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \text{----- (17)}$$

다음으로 평가자의 의사결정을 지원하기 위해 선행연구자들의 경제성 평가모델을 동시에 수용하여 분석한다. Lee et al.[4]의 경제성 평가모델에서 평가지표(α)는 “재건축 생애비용 연가”와 “개보수 생애비용 연가”에 관한 Eq.(18)에 의해 산출된다. 평가지표(α)는 Table 14에 제시된 것처럼 이분법적인 평가기준이 적용된다.

$$\alpha = \frac{A_{\text{재건축 LCC}}}{A_{\text{개보수 LCC}}} \quad \text{----- (18)}$$

Table 14. Criteria of Lee et al.’s model

Rating	Evaluation index (α)	Decision of alternatives	
		Remodeling	Reconstruction
A	α > 1	Favorable	Unfavorable
B	α ≤ 1	Unfavorable	Favorable

Son et al.[5]의 경제성 평가모델에서 평가지표(ϵ)는 Lee et al.[4]의 평가모형에 역수를 취한 Eq.(19)로 산출된다. 이 평가지표(ϵ)는 Table 15에서 보듯이 5등급 평가기준에 의해 개보수 및 재건축의 경제성이 판단된다.

$$\epsilon = \frac{A_{\text{개보수 LCC}}}{A_{\text{재건축 LCC}}} \quad \text{----- (19)}$$

Table 15. Criteria of Son et al.' model

Rating	Evaluation index (ϵ)		Decision of alternatives	
	Min.value	Max.value	Remodelin g	Reconstructio n
A	0	0.69	Best	Worst
B	0.7	0.79	Better	Bad
C	0.8	0.89	Good	Good
D	0.9	0.99	Bad	Better
E	1	3	Worst	Best

4. EES-MIL 시스템의 성능 검증

이 장은 개발된 EES-MIL을 사용하여 노후 군사시설물에 대한 경제성 평가 성능을 검증한다. 성능지표는 Chung et al.[12]이 제시한 LCC 시스템 톨의 성능 평가 기준들을 수정하여 4가지로 설정한다: 1) 사용자의 정보입력 및 연산 개입을 최소화(Minimum user intervention)시키며 고차원적인 분석 및 해석을 지원하는 성능; 2) 비용정보에 대한 신뢰성을 보증하는 산출근거에 대한 추적성(Traceability); 3) 시스템 환경의 사용편의성(Easy to use); 4) 입력변수의 조정에 따른 출력결과의 변화를 검토하는 성능(Ability to analyze)들이다.

4.1 사례 시설물 개요

EES-MIL의 성능을 검증하기 위해 선행연구자가 사용한 사례[4]를 적용하였다. Figure 2는 EES-MIL 시스템에서 사용자가 처음 만나는 정보입력 모듈(A)로 사례 시설물의 기본정보(A1)와 실사 결과(A2), 그리고 평가 영향변수(A3)에 대해 입력한 정보이다.

4.2 사례 분석을 통한 시스템 성능 검증

EES-MIL은 시설물 개요정보 입력모듈(A), 공통변수 연산모듈(B), 재건축/개보수 생애비용 산출모듈(C), 경제성 비교분석 모듈(D)들이 독립된 시트(sheets)로 개발되어 있고,

입출력 변수가 연결된 하나의 시스템으로 구성된다. 이로써 시스템 환경의 사용편의성이 확보된다. EES-MIL은 첫 번째 입력모듈(A)에 시설물에 대한 기본정보가 입력되면, 그와 동시에 모든 시트의 연산이 자동 실행된다. 이러한 자동화 기능은 사용자 개입의 최소화를 실현한다. 지면관계상 시스템 모듈 B와 C(재건축 LCC 연산)는 생략한다.

[Module A : Entering basic information]

A1. Inputting basic information of the facility

Item	Value	Unit
Name of facility	OOO military bldg	
Use of facility	BOQ	
Construction method	Block	
Gross area	1200	M2
Year built	1980	year

A2. Inputting investigated information

Item	Value
Degree of Structural safety	50
Degree of environment and equipment	30

A3. Inputting information on economic variables

Variable	Value	Unit
Year evaluated	2012	year
Level of remodeling	100	%

Figure 2. Module A for entering basic information

[Module C : Computing LCC for remodeling]

CR1. Computing remodeling cost

Gross score	4.4
Deterioration degree	50
Reinforcement ratio of structure	1 %
Reconstruction cost	864,000,000 #
Remodeling level	100 %
Cost ratio of remodeling	50 %

Reinforcement cost	Reconstruction Cost	X	Coefficient	X	Additional ratio	
=	864,000,000	X	0.3	X	0.07	18,144,000

Remodeling cost	Reconstruction Cost	X	Cost ratio of remodeling	+	Reinforcement cost	
=	864,000,000	X	0.5	+	18,144,000	450,144,000

CR2. Computing removal cost for remodeling

Deterioration Degree	50
Remodeling cost	450,144,000 #
Remodeling level	100 %
Removal ratio	21 %

Removal cost	Remodeling cost	X	Removal ratio	
=	450,144,000	X	21	94,530,240

CR3. Computing maintenance cost for remodeling

Remodeling cost	450,144,000	Year extended	13	year
Reconstruction cost	864,000,000	Actual durable year	31	year
Reinforcement cost	18,144,000	Gross area	1200	M2
Actual Reinforcement cost	259,200,000	Effective interest	5.48	%
Type of structure	Masonry	Remodeling level	100	%
No of remodeling	1	Additional ratio	0	%
Durable year	50			
Year evaluated	2012			
Year built	1980			

Actual durable year	Gross area	Effective interest	Maintenance unit cost	Maintenance cost	Present worth of maintenance cost
31	1200	5.48	476.763	572,115,600	109,539,627

Present worth of remodeling LCC = 654,213,867

Figure 3. Module C for computing LCC of remodeling

우선, 공통변수를 전처리하는 모듈(B)은 대상 시설물에 대해 사용자가 입력한 기본정보를 기반으로 해당 시설물의 종합성능점수를 산출하고, 구조보강 여부를 판단한 결과를 제공한다. 분석 결과 해당 시설물의 구조안정성과 환경성능 및 설비노후도는 모두 D등급으로 평가되었고, 가중치를 적용한 종합점수는 44점(D등급) 그리고 노후도지수는 50점으로 산출되었다. 사례 시설물의 노후도지수는 40점 이상으로 구조보강요구가 요구됨에 따라 구체보강비에 7%의 가산율이 적용된다. 또한, 대상 시설물의 표준 내용연수(법적 내용연수)는 50년이고, 평가시점(2012년)을 기준으로 잔여내용연수는 18년으로 산출되고, 평가에 적용되는 실질이자율은 5.48%로 산출되었다.

Figure 4에 제시된 것처럼 EES-MIL이 제공하는 대안별 경제성 비교분석 모듈(D)은 대안별 LCC 산출모듈(C)로부터 재건축(Figure 3)과 개보수의 생애비용의 상세내역을 요약하여 제시하고, 2가지 경제성 평가모델을 기반으로 분석한 결과를 제공한다.

864,000,000(원), 70,236,637(원), 1,012,764,074(원), 59,614,922(원/년)로 산출되었고, 개보수의 경우, 각각 94,530,240(원), 450,144,000(원), 109,539,627(원), 654,213,867(원), 44,317,646(원/년)이 산출되었다. 여기서 초기철거비, 공사비, 유지보수비의 구성비율을 살펴보면, 재건축의 경우, 8 : 85 : 7 (%)이고, 개보수의 경우, 14 : 69 : 17 (%)로 나타났다. 각 대안에 대한 최종적인 경제성 판단에 앞서, 구분된 비목별로 대안간의 비용차이(LCC 비교분석표의 6번째 컬럼)와 비율(LCC 비교분석표의 7번째 컬럼) 값에 내재된 의미를 분석하면 다음과 같다. 철거비의 경우, 재건축비(78,527,437원) 보다 개보수비(94,530,240원)가 16,002,803원 (즉, 0.8배) 만큼 낮게 나타났다. 이 차액은 개보수의 경우, 구조체를 남겨두고 마감 및 설비를 철거하는 공사상 어려움으로 인해 직접비(예, 노무비, 장비경비)가 증가된 결과로 추정된다. 따라서 평가자는 철거비용만을 볼 때, 재건축이 개보수에 비해 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있다.

다음으로 건축 공사비의 경우, 공사물량이 많은 재건축 공사비(864,000,000원)가 개보수 공사비(450,144,000원)에 비해 413,856,000원 (즉, 1.9배)이 높게 산출되었다. 군시설물의 경우, 재건축 공사비에서 구체공사비가 차지하는 비율은 30% 수준(즉, $864,000,000 \times 30\% = 259,200,000$)이다. 따라서 대상 시설물의 노후도지수가 70점이고, 전면 개보수(즉, 개보수비율(P) = 100%)가 적용된다면, 개보수 공사비(단, 구조체보강비 제외)는 604,800,000원이 된다. 그러나 실제 개보수 공사비는 450,144,000원(= 432,000,000(순수개보수공사비) + 18,144,000(구조체보강비))으로 산출되는데, 이것은 해당 시설물의 노후도지수가 50점으로 20점이 낮게 평가되어(즉, 20% 보다 건전한 상태), 약 30%(= $(604,800,000 - 450,144,000) / 604,800,000 \times 100(\%)$)의 개보수비의 할인효과가 발생된 것으로 사료된다. 따라서 실사자가 평가한 노후도지수는 개보수 공사비에 결정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

유지보수비(현가)의 경우, 재건축과 개보수의 연장연수가 각각 50년과 31년으로 개보수가 19년이나 짧지만, 재건축 유지보수비(70,236,637원)가 개보수 유지보수비(109,539,627원)에 비해 39,302,990원 (즉, 0.6배)이 낮게 나타나 재건축이 경제성이 있는 것으로 판단된다.

마지막으로 총 생애비용의 연등가(원/년)를 비교분석해보면, 재건축의 생애비용 연가(59,614,922원/년)가 개보수의

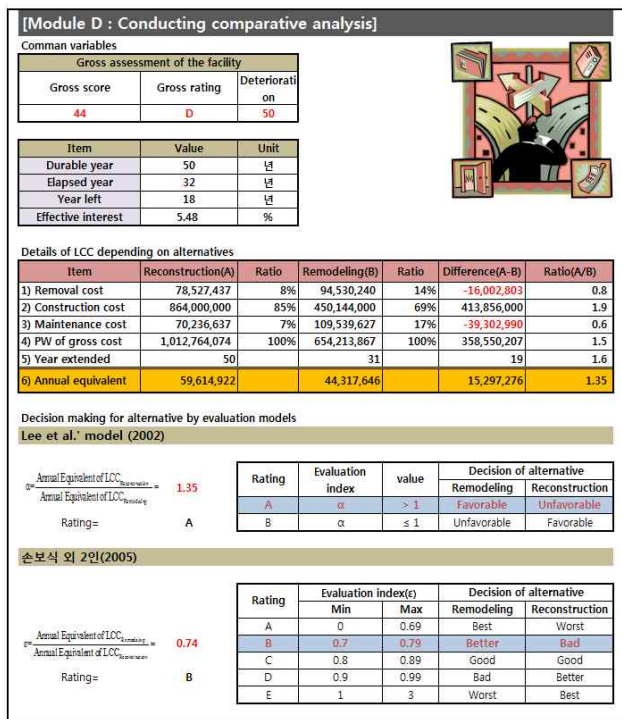


Figure 4. Module D for conducting comparative analysis

경제성 종합분석 모듈(Figure 4)이 산출한 결과를 고찰하면 다음과 같다. 재건축의 경우, 초기철거비, 공사비, 유지보수비, 총공사비현가, 연등가가 각각 78,527,437(원),

생애비용 연가(44,317,646원/년)보다 15,297,276(원/년)(1.4배) 만큼 큰 것으로 분석되었다. 이렇게 산출된 연가 정보를 활용하여 최종적으로 경제성이 있는 대안을 결정할 수 있다. 본 시스템은 두 가지 평가체계[4,5]를 동시에 수용하여 자동으로 분석한다. Lee et al.[4]의 모형에 따르면, 평가값(α)이 1.35로 개보수가 경제적으로 “유리”한 것으로 판단되고, Son et al.[5]의 모형에 따르면, 평가지표(ε)이 0.74로 개보수가 “양호”하게 판단되었다.

상기한 일련의 분석과정에서 보는 것처럼, 평가자는 최종 대안결정 모듈(D)이 제공하는 생애비용의 세부항목들에 대한 산출 데이터를 그대로 해석하는데 그치지 않고, 이전 계산 모듈(즉, 재건축 LCC 산출모듈(Figure 3), 개보수 LCC 산출모듈)에 접근하여 그 세부항목들의 상세한 내역 및 그 산출근거를 추적함으로써 보다 상세한 수준에서 그 수치가 가진 의미를 해석할 수 있다. 따라서 EES-MIL시스템은 사용자에게 보다 고차원적인 분석 및 해석에 집중할 수 있는 환경을 제공하고, 출력정보에 대한 단계별 산출근거를 제시함으로써 산출결과의 신뢰성(reliability)을 제고한다. 한편 대안평가에 있어 현실적으로 발생 가능한 다양한 상황을 의미하는 개보수의 수준(=개보수비율)이 변화할 때, 각 대안에 대한 경제성 판단결과를 분석하면 다음과 같다. 정보입력 모듈(A)에서 모든 입력값들을 고정시키고, 개보수비율(P)만을 80%, 100%, 120%로 조정하였다. 그 결과 Table 16에 제시된 것처럼 Lee et al.[4] 모형의 평가지표(α)은 1.50, 1.35, 1.26으로 낮아지긴 했지만 이분법적인 기준에 의해 개보수가 항상 경제적으로 유리한 것으로 나타난 반면, Son et al.[5] 모형의 평가지표(ε)은 0.67, 0.74, 0.80으로 커지면서, 각각 개보수(최고), 개보수(양호), 그리고 대안모두 동등한 보통으로 판단되었다.

Table 16. What-if analysis depending on remodeling levels

Evaluation model	Result	Remodeling ratio (%)		
		80	100	120
Lee et al.'s model[3]	Index(α)	1.50	1.35	1.26
	Decision	Remodeling	Remodeling	Remodeling
Son et al.'s model[4]	Index(ε)	0.67	0.74	0.80
	Decision	Remodeling (Best)	Remodeling (Better)	Both

이처럼 EES-MIL의 입력모듈은 개보수비율을 평가자가 조정할 수 있게 함으로써 두 연구자들의 평가기준을 동시에 만족하는 개보수비율의 한계치가 100%임을 밝히는 데 있어 탁월한 분석능력이 입증된다.

5. 결 론

본 연구는 매뉴얼로만 존재하는 노후 군시설물에 대한 경제성 평가방법론을 근간으로 하여 사용자가 친숙한 엑셀환경에서 자동화된 시스템으로 전환하는 방법론을 구체적으로 제시하고, 평가자가 연산과정보다는 평가자체에 보다 집중할 수 있는 의사결정지원시스템(EES-MIL)을 개발하여 제시하였다. 본 연구의 기여점은 다음과 같다. 1) 선행연구고찰을 통해 시스템화가 용이한 군시설물의 경제성 평가 방법론을 선정하고, 유사연구와 연산과정의 세부 단계별 면밀한 비교 분석을 통해 취약점을 파악하고 상호 보완점을 제시하였다. 2) 특정 주제문제를 해결하기 위해 연구자가 개발하여 제시한 이론체계를 시스템으로 전환하는 방법론을 제시하였다. 3) 평가자의 편의를 고려한 기능모듈 별 사용자 환경(GUI)을 접근성이 용이한 5개의 시트(spread sheet)로 구분하여 제시하였다. 4) 개발된 시스템의 성능검증을 위해 사례연구를 실시하였고, 시스템의 4가지 모듈(즉, 5가지 시트)에서 산출한 결과데이터를 기반으로 하여 평가자의 입장에서 분석 및 해석해봄으로써 시스템의 성능을 검증하였다. 그러나 다음과 연구의 한계점이 있어 향후 보완이 필요하다. EES-MIL은 엑셀환경만을 사용하여 개발되어 있어 참조정보(예, 실질이자율 산출용 물가정보 및 시중금리, 철거전문업체 폐기처분비, 시설물 유지보수비단가 등)를 갱신하기 어렵다. 따라서 참조되는 정보는 액세스를 활용하여 독립된 데이터베이스(database)로 구현되어야 한다. 또한, EES-MIL은 결정론적인 접근법(deterministic approach)을 전제로 개발되었다. 이로 인해 미래의 불확실성 및 변동성에 따른 리스크를 시스템이 효과적으로 취급할 수 없는 한계점이 있다. 따라서 향후 연구에서는 주요변수들(실질이자율, 공사비, 폐기처분비)의 변동성을 사실적으로 반영하는 확률 및 통계이론을 연산과정에 적용할 수 있는 시스템으로의 확장이 요구된다. 마지막으로 마감 및 설비의 주기적인 교체비용 이외에도 경과년수별 시설물에서 소비되는 에너지 비용을 모형화하여 경제성 평가에 반영하는 연구가 필요하다.

요 약

구조안전성과 경제성이 확보될 수 있다면, 노후 시설물의 재건축보다 개보수가 바람직하다. 이런 인식은 자원과 국가 예산을 절감하는 기회를 제공한다. 그러나 예비부대가 노후 군시설물에 대한 개선요구를 일관되고 신속하게 결정하기가 용이하지 않다. 이는 대안 평가 방법론이 업무 매뉴얼로만 존재하고 자동화된 시스템으로 존재하지 않기 때문이다. 따라서 신속하고 정확한 데이터 처리를 지원하는 실무적 관점에서 기존의 평가방법론을 자동화된 시스템으로 전환하는 연구가 요구된다. 본 연구의 기여점은 다음과 같다. 1) 선행 연구고찰을 통해 시스템화가 용이한 군시설물의 경제성 평가 방법론을 선정하고, 유사연구와 연산과정을 비교하여 취약점을 파악하고 상호 보완점을 제시한다. 2) 특정 주제문을 해결하기 위해 연구자가 개발한 이론체계를 시스템으로 전환하는 방법론을 제시한다. 3) 평가자의 사용성과 접근성을 고려한 4 가지 기능모듈을 사용자 환경으로 개발한다. 4) 개발된 시스템은 사례연구를 통해 4가지 성과지표들을 평가함으로써 성능검증을 실시한다.

키워드 : 군시설물, 생애주기비용, 경제성평가, 시스템 개발

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (No. 2012R1A2A2A02003265).

References

1. Park JS, Park TK, An study on the initial cost of modular buildings in military facilities, Autumn Annual Conference of Architectural Institute of Korea, 2006 Oct;26(1):589-92.
2. Ishizuka Y, Life cycle management, Tokyo: Inoueshoin; 1996, 102 p.
3. Lee SJ, A study on the method of Economic Evaluation for Remodeling of Military Facilities Using LCC Analysis [master's thesis], [Daejeon (Korea)]: Mokwon University; 2001, 105 p.
4. Lee SJ, Park TK, Lee CS, Kim YI, A study on the economic evaluation method for remodeling of deteriorated military facilities—focused on the appliance of LCC analysis, Journal of Architectural Institute of Korea, 2002 May;18(5):105-12.
5. Son BS, Jang MH, Lee HS, A method of economic analysis for remodeling of apartments using the life cycle costing, Journal of Architectural Institute of Korea, 2005 Jul;21(7):73-81.
6. Institute of Land Development and Construction Department, [A study on the actual condition of condominium complex reconstruction and method of life extension], Gwacheon (Korea): The Ministry of Construction, 1994, 443 p. Korean.
7. Park SH, A study on the analysis of economical profit in reconstruction project [master's thesis], [Pusan (Korea)]: Dong-A University; 1997, 57 p.
8. Ahn YH, A study on factors of reconstruction project: based on the analysis of corporate economic review [master's thesis], [Seoul (Korea)]: Yeonsei University; 1997, 81 p.
9. Lim CI, Study on the reconstruction program of deteriorated high-rise apartments : focused on the analysis of owners' financial feasibility in Seoul [dissertation], [Seoul (Korea)]: Seoul University; 1998, 256 p.
10. Choi OY, Kim TH, Kim GH, A study on selection of roof waterproofing method by analyzing life cycle costing, Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2003 Oct;8(5):127-34.
11. Jeong YS, Lee SB, LCC Analysis model of the reconstruction and remodeling types of high-density apartment houses, Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2005 Dec;5(4):91-8.
12. Chung KW, Kim CS, An JY, Ch JD, The development of LCC evaluation tool on Excel Base, Spring Annual Conference of the Korean society for Railway, 2010 Jul;2010(7):1630-41.