

# 재건축과 리모델링 사업의 환경성·경제성 통합평가모델

## An Integrated Environment and Economic Evaluation Model for Building Reconstruction and Remodeling Projects

이 주 현<sup>○</sup> 박 찬 식<sup>\*\*</sup>  
Lee, Ju-Heon Park, Chan-Sik

### 요 약

최근 공동주택 재건축과 리모델링 사업은 경제성만을 고려하여 사업이 추진되고 있다. 그러나 경제성 이외에도 환경성은 사업계획 및 수행에 있어서 중요한 고려요소이다. 따라서 재건축과 리모델링 사업의 환경성과 경제성을 함께 평가되어야 하며, 정량적인 평가방법에 의해 의사결정의 도구로서 활용할 수 있는 방법이 필요하다. 이에 본 연구는 공동주택 재건축과 리모델링 사업의 환경성 및 경제성을 통합 및 평가할 수 있는 모델을 제시하고자 한다.

키워드: 재건축, 리모델링, 환경성 평가, 경제성 평가, 통합평가모델(IEEEM)

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

향후 건설산업에서 환경친화적 건설의 개념은 사업의 수행에 있어서 중요한 영향요소로 작용할 것이다. 이러한 관점에서 리모델링은 친환경적 건설의 한 지향점인 건설 폐기물의 감소, 신축으로 인해 발생하는 많은 환경영향의 축소 등을 피할 수 있는 장점을 가지고 있다.

한편 공동주택 부문에서 리모델링과 비교대상이 되는 재건축은 개발자의 입장에서는 많은 장점이 있을 수 있으나, 예상되는 재건축 물량을 감안한다면, 그 환경적 폐해는 매우 클 것으로 추정된다.

따라서 공동주택 재건축 사업을 재건축 또는 리모델링으로 추진하기 위해서는 해당사업의 특성, 환경성, 경제성 등이 적절히 평가되어야 하며, 이를 바탕으로 사업의 종합적인 방향이 결정되어야 할 것이다.

이에 본 연구는 재건축 이전과 이후에 걸쳐 발생하는 경제성과 환경성의 문제를 종합적으로 평가하기 위한 연구의 일환으로 우선, 수명주기평가(Life Cycle Costing 이하 LCC) 기법과 전과정평가(Life Cycle Assessment 이하 LCA)의 개념을 응용하여 재건축의 두 대안을 환경 및 경제적 투입 측면에서 평가할 수 있는 연구를 수행하고자 한다.

### 2.2 연구의 범위 및 방법

이를 위해 본 연구에서는 문헌 및 전문가 면담조사를 통해 본 통합 평가에 포함되어야 할 변수 및 고려사항을 규정하며, 이를 바탕으로 환경성·경제성 통합평가모델을 제시한다.

본 연구에서는 재건축 이후에 발생하는 경제적, 사회적 가치에 대한 평가는 범위에서 제외하였으며, 공동주택의 해체 및 폐기, 그리고 사용단계에서 투입되는 환경 및 경제성 영향 평가에 연구의 범위를 국한한다.

## 2. 환경성·경제성 통합평가모델 구축을 위한 평가항목 및 평가 방법

### 2.1 환경성 평가 항목 선정 및 분석 방법

환경성 평가에 영향을 미치는 평가항목은 SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry)에 의해 제시된 환경영향 항목을 기준으로 한다. 이 중에서 지구온난화의 원인으로 인식되는 CO<sub>2</sub>의 발생량과 다량의 건설폐기물에 대한 매립지 부족 등 고형 폐기물에 의한 환경영향도는 재건축 및 리모델링에 직접적인 상관관계를 가지며 가장 큰 영향 인자이기 때문에 이 두 가지 환경영향 요소를 분석대상 영향항목으로 선정하였다. 그림 1은 본 연구

<sup>○</sup> 일반회원, 고려개발주식회사, 공학석사

<sup>\*\*</sup> 종신회원, 중앙대학교 건축학과 부교수, 공학박사

의 환경성 평가를 위한 LCA 평가 시 고려되는 인자와 본 연구의 환경성 평가인자의 상관성을 도식화한 것이다.

CO<sub>2</sub> 및 폐기물 발생량의 측정방법은 해체·폐기 단계와 사용단계에는 개별적산방식<sup>1)</sup>을 공사단계의 자재생산에 따른 발생량 측정에는 산업연관방식에 의한 조합방식<sup>2)</sup>의 형식을 취한다.

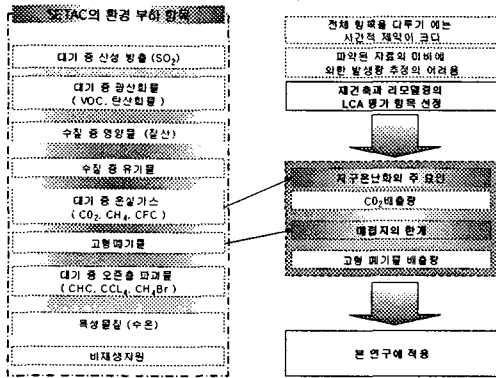


그림 1. LCA평가를 위한 영향항목 선정

## 2.2 경제성 평가 항목 선정 및 분석 방법

### 2.2.1 비용항목의 비교

리모델링의 경우 교통 영향 평가비, 멸실신타등기비, 분양제경비, 보존등기비는 필요하지 않는 것으로 분석 되었다. 이와 더불어 타 항목에 투입되는 비용도 재건축에 비해 상당히 적은 규모로 나타날 것임을 쉽게 예측할 수 있었다.

### 2.2.2 경제성 평가를 위한 가정

재건축과 리모델링의 비교·평가를 수행함에 있어 리모델링의 사례가 전무하기 때문에 다음과 같은 분석내용에 대한 가정이 필요하다.

### 2.2.3 할인율 및 분석기간

#### (1) 할인율

실질할인율의 적용을 위해 이자율과 물가상승율을 조사하여 계산한다. 1989년부터 1999년까지 과거 11년간의 자료를 바탕으로 3.86%를 실질할인율로 적용한다.

- 1 제품과 시스템을 제조공정·소재 등으로 구분하여 각각의 제품과 시스템이 제조되고 폐기되는 과정에서 발생하는 에너지 소비량과 환경부하량을 구체적으로 조사해 나가는 방법으로서 주로 제품의 LCA에 이용된다.
- 2 개별적산방식으로 구분한 대상에 산업연관표 등으로부터 별도로 구한 에너지 원 단위, CO<sub>2</sub> 배출 원 단위 등을 이용하는 방식이다. 특히 건축물의 에너지, 물질대사구조와 같은 다양한 제품이 조합되거나 시스템적인 대상에 효과적으로 이용할 수 있다. 이 방식의 장점은 상세한 부분의 구분이 가능하다는 것이다.

표 2. 재건축과 리모델링의 투입비용항목 비교

항 목	재 건축 <sup>1)</sup>	리모델링
이 주 비	○	○
설 계 비	○	○
감 리 비	○	○
교통 영향 평가비	○	×
멸실 신타 등기비	○	×
분양 제 경 비	○	×
시설 분담금	○	○
조합 운영비	○	○
보존 등기비	○	×
안전 진단비	○	○
우 발 비	○	○
회계 감사비	○	○
폐기 처분비	○	○
시 공 비	○	○
유 지 관 리 비	○	○

\* 주: <sup>1)</sup> 재건축공사의 비용항목은 문헌 및 사례분석을 통해 도출하였다.

### (2) 분석기간

분석기간은 법인세법상의 내용연수를 기준으로 철근콘크리트 아파트의 기준인 40년을 적용한다. 리모델링 후 내용연수는 성능향상에 의한 성능개선수준에 비례한다고 가정하고, 성능개선 수준을 그에 소요된 비용에 의해 결정되는 함수로 가정 성능회복은 80%로 추정하여 가정한다<sup>3)</sup>.

## 3. 환경성·경제성 통합평가모델(IEEEM)

환경성·경제성 통합평가모델은 크게 수명주기 전반에 걸쳐 해당 프로젝트가 환경에 미치는 영향을 파악할 수 있는 환경성 평가모델, 수명주기 비용을 평가할 수 있는 경제성 평가모델, 그리고 환경성 평가모델과 경제성 평가모델을 통하여 도출된 결과를 제시하는 모듈로 구성된다.

### 3.1 용어의 정의

본 모델에 사용될 용어를 표 2에 정리하였다.

표 3. 용어의 정리

약 어	원 어	
EnS	Environmental Score	환경성 점수
EcS	Economic Score	경제성 점수
RC	Reconstruction	재건축
RM	Remodeling	리모델링
RCC	Reconstruction CO2 quantity	재건축 CO2량
RCV	Reconstruction Waste Volume	재건축 폐기물량
RMC	Remodeling CO2 Quantity	리모델링 CO2량
RMV	Remodeling Waste Volume	리모델링 폐기물량
NSC	Normalized Score of CO2 Quantity	CO2량 표준화점수
NSV	Normalized Score of Waste Volume	폐기물량 표준화점수
TSRC	Total Score of Reconstruction	재건축 총 영향점수
TSRM	Total Score of Remodeling	리모델링 총 영향점수
EnSRC	Environmental Score of Reconstruction	재건축 환경성점수
EnSRM	Environmental Score of Remodeling	리모델링 환경성점수
EcSRC	Economic Score of Reconstruction	재건축 경제성점수
EcSRM	Economic Score of Remodeling	리모델링 경제성점수
WS	Weighted Score	가중치에 의한 점수
SWS	Sum of Weighted Score	가중치 점수의 합
ISRC	Integrated Score for Reconstruction	재건축 통합점수
ISRM	Integrated Score for Remodeling	리모델링 통합점수

3 재건축 판정기준 정립방안을 위한 토론회 발표자료, 인천대학교, 2000. 10, p.73

### 3.2 환경성 평가모델

환경성 평가모델은 CO2발생량과 폐기물 배출량을 주요 영향 항목으로 하였으며, LCA관점에서 해체·폐기단계, 공사단계, 사용단계로 나누어 파악한다. 파악된 발생량은 통합 및 표준화 절차를 거쳐 환경성 점수로 나타난다. 그림 2는 환경성 평가모델을 나타낸 것이다.

#### 3.2.1 분석 기준 및 비교단위

환경영향 정도의 비교를 위한 기준은 CO2발생량의 경우 kg-C/m<sup>2</sup>, 폐기물 발생량의 경우에는 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>로 한다.

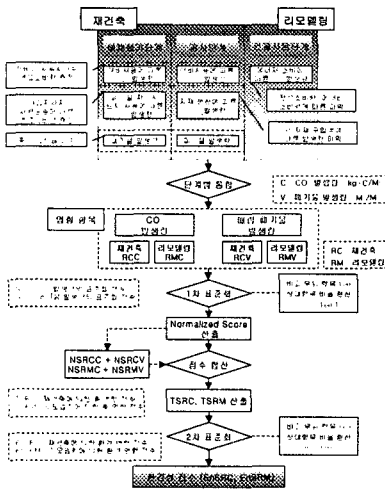


그림 2. 환경성 평가모델

#### 3.2.3 환경 점수의 산출

환경성 점수의 산출 단계는 크게 단계별 발생량의 통합 단계, 통합된 수치의 표준화 단계, 총 영향점수로의 통합 단계 그리고 환경 점수 산출단계로 구분된다.

##### (1) 단계별 발생량의 통합

지금까지 가정한 영향항목에 대해 해체·폐기단계, 공사 단계, 사용단계의 배출량 전체를 통합한다. CO2 발생량의 경우 모든 단계에서 발생하지만, 폐기물 발생량의 경우 해체·폐기단계와 공사단계에서 발생하므로 이에 해당하는 발생량을 파악한다.

##### (2) 표준화

우선 재건축과 리모델링의 경우로 나누어 파악된 배출량은 각기 다른 성질을 갖고 있으며, 단위도 상이하다. 따라서 비교의 용이함을 위해 표준화단계를 거치게 된다. 표준화는 상대적 우위를 나타내는 값을 100으로 하고 다른 값을 100에 대한 비율로 나타내는 방식을 사용한다. 이 방식에 의해 CO2발생량과 폐기물 발생량의 표준화 점수(NSC, NSV; Normalized Score)가 산출된다.

##### (3) 총 영향점수로의 통합

고려된 두 영향요인에 대해 표준화된 점수(NS)를 재건축과 리모델링으로 구분·합산하여 총 영향 점수(TSRC, TSRM; Total Score)를 산출한다. 산출된 총 영향점수는 단순 합산점수이기 때문에, 추후 경제성 점수와의 통합을

위해 상기의 방법과 동일한 방법으로 재표준화 된다.

#### (4) 재표준화에 의한 환경 점수 산출

재표준화 단계를 거친 후, 재건축과 리모델링이 환경에 영향을 미치는 정도를 나타내는 환경점수(EnSRC, EnSRM; Environmental Score)가 도출되며, 이 점수는 추후 경제성 점수와 통합된다.

### 3.3 경제성 평가모델

경제성 평가는 전체 수명주기에 걸친 비용항목의 고려에 의해 이루어진다. 고려를 위한 비용항목은 크게 사업 기획비, 폐기 처분비, 시공비, 운영 및 일상수선비, 그리고 장기수선비로 구분된다. 파악된 비용은 분석을 위한 기준으로 환산된다. 환산된 재건축과 리모델링의 경제성 평가 점수는 앞의 환경성 평가 점수와 통합비교를 위해 표준화 단계를 거쳐 경제성 점수로 환산된다. 그림 3은 경제성 평가 모델을 도식한 것이다.

#### 3.3.1 분석기준

LCC분석은 미래에 발생시킬 금액을 대상으로 하기 때문에 분석을 위한 기본가정이 필수적으로 요구된다. 대표적인 가정항목은 내용연수, 할인율 그리고 분석단위이다.

- (1) 내용연수: 재건축의 경우 세법기준 40년, 리모델링의 경우 사업 후 성능 회복율 80%를 가정한 연수 사용.
- (2) 할인율: 11년간 실질이자율 3.86%를 사용.
- (3) 분석단위: 원/m<sup>2</sup>

#### 3.3.2 경제성 평가 절차

일반적인 경제성 평가와는 달리 재건축과 리모델링의 LCC분석을 위한 평가모델은 기획, 해체·폐기, 기획·설계, 시공, 그리고 운영·유지라는 절차를 갖게 된다.

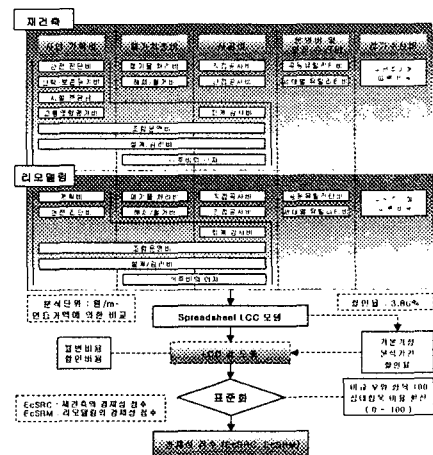


그림 3. 경제성 평가 모델

#### 3.3.3 경제점수의 산출

환경점수의 산출에 비해 경제점수의 산출은 간단하다. 우선, 각 단계의 비용분석이 완료되면, 설정된 기본가정들과 분석된 비용항목을 토대로 하여 LCC를 예측한다.

예측된 재건축과 리모델링의 결과를 환경성 모듈에서와 같이 단일기준으로의 표준화 작업을 거치게 된다. 표준화는 상대적 우위를 나타내는 값을 100으로 하고 다른 값을 100에 대한 비율로 나타내는 방식을 사용한다. 표준화를 거친 후, 재건축과 리모델링 각각의 비용투입 정도를 나타내주는 경제점수(EcSRC, EcSRM; Economic Score)가 도출되며, 이 점수는 환경성 점수와 통합된다.

### 3.4 통합모듈

통합 모듈은 상에서 제시된 환경성 모듈과 경제성 모듈에 의해 평가된 각각의 점수를 통합하여 비교 가능한 점수로의 환산을 위한 것이다. 이를 위한 단계로 가중치 부여 단계, 점수의 합산 단계, 평가를 위한 표준화 단계로 나누어지며, 이러한 일련의 과정을 거쳐 통합점수가 도출된다. 그림 5는 통합점수 도출을 위한 평가모형을 도식한 것이다.

#### 3.4.1 가중치 부여

본 단계에서는 환경성 평가모듈에 의해 산출된 환경성 점수(EnS)와 경제성 평가모듈에 의한 경제성 점수(EcS)에 대하여 가중치를 주는 것으로 각 점수에 대한 고려의 정도 차이를 부여한다. 이를 통해 가중치가 부여된 재건축과 리모델링의 환경성 점수와 경제성 점수가 산출된다.

#### 3.4.2 점수의 합산

파악된 재건축과 리모델링의 환경성 점수 및 경제성 점수는 합산과정을 거쳐 가중치에 의한 재건축과 리모델링의 점수의 합(WSRC, WSRM)이 산출된다.

#### 3.4.3 표준화

합산과정에 의한 재건축과 리모델링에 의한 점수는 단순한 합산과정을 거쳤기 때문에 상호 동등한 기준에 의한 비교를 위해서는 표준화작업을 수행해야 한다. 최종적인 재건축과 리모델링의 통합점수를 도출하기 위해서 본 모델에서는 1을 기준으로 하는 표준화작업을 수행한다. 다시 말해, 재건축과 리모델링 각각의 가중치에 의한 점수의 합(WSRC, WSRM)을 전체 합(SWS; Sum of Weighed Score)에 의해 나누는 것이다. 이러한 과정에 의해 환경

성·경제성 통합점수(ISRC, ISRM)가 산출된다.

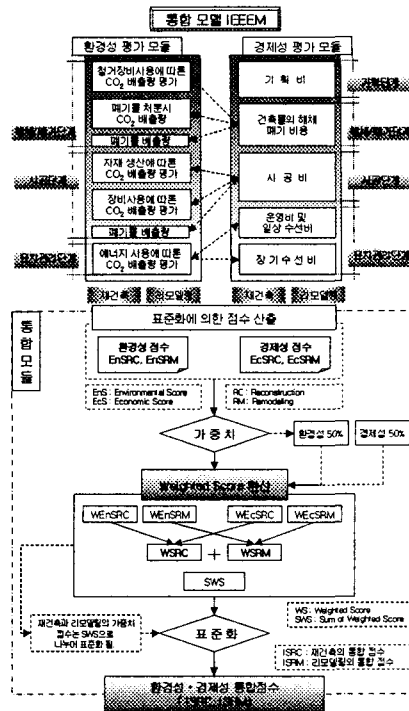


그림 4. 환경성·경제성 통합평가모형(IEEEM)

## 4. 결론

재건축 사업의 많은 환경적 문제에 대해 리모델링이 대안으로 부각되고 있어 이에 대한 환경성과 경제성을 함께 평가하여 의사결정의 도구로서 활용할 수 있는 방법의 필요성이 대두됨에 따라 본 연구는 공동주택 재건축과 리모델링 사업의 환경성·경제성 통합평가모형(IEEEM)을 제시하였다.

## 참고 문헌

1. 김동현, 철골 및 철근콘크리트 고층 아파트 건물의 환경비용을 고려한 라이프사이클코스트 분석에 관한 비교연구, 중앙대학교 석사학위논문, 1999

## Abstract

Recently, the environmental sustainability has showed up one of the important considerations in the construction industry. However, the effective evaluation method for the decision-making on either reconstruction or remodeling of a project has not been developed so far. This paper presents an integrated evaluation model considering both environment and economic factors of a building project for which the decision making on either remodeling or reconstruction is needed. In order to develop the model, the characteristics of both types of projects were investigated and analyzed through the related literature review, and then appropriate evaluation criteria and analysis methodology to be used in the model were developed.

**Keywords** : Reconstruction, Remodeling, Environment evaluation, Economic evaluation, Integrated evaluation model