

# 초고층건물 구조시스템의 경제성 기반 대안평가

## Cost based alternative evaluation of high-rise building structural systems

김 영 민\* · 이시은\*\* · 김치경\*\*\*

Kim, Yeong-Min · Lee, Si-Eun · Kim, Chee-Kyeong

### 요 약

본 연구에서는 경제성에 기반한 초고층건물 구조시스템의 대안평가 방안에 대하여 연구하였다. 초고층건물 구조시스템의 대안평가 항목은 크게 구조성능, 경제성, 공기의 세 가지로 나눌 수 있다. 일반적으로 구조성능은 주어진 기준의 만족여부로 평가하며, 최종적으로는 경제성이 평가에 결정적인 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 구조성능을 만족하는 대안에 대하여 공기를 비용으로 환산하고, 최종적으로는 물량에 의한 비용과 공기에서 환산된 비용을 합산하여 대안을 평가하는 방안을 제안하였다. 공기의 비용화는 공기의 비용연동지수를 구하고 이로부터 공기의 대체경제성비용을 산정하는 방법으로 고려하였다. 제안된 대안평가 과정은 수많은 대안을 짧은 시간에 평가할 수 있도록 전산시스템 구현가능성을 염두에 두고 구축하였다.

**keywords** : 구조시스템, 경제성, 비용연동지수

### 1. 서 론

초고층 건물을 설계하는 과정에서 구조시스템 관점에서는 다양한 구조대안을 생성하고 이로부터 건축계획과 그 이외의 조건을 만족하는 가장 효율적인 안을 선정하는 과정을 거친다. 이러한 과정에서 구조시스템 대안에 대한 주요한 평가항목으로 구조성능과 경제성, 공기가 제시되어 왔다(김영민, 이동우, 이한주, 이상주, 2010). 구조설계 과정은 크게 예비설계, 본설계, 실시설계 과정이 있으며, 기존의 연구에서는 이 세 가지 단계마다 구조성능과 경제성, 공기를 평가하고 이들을 종합한 최적의 안을 선정하는 과정으로 대안을 평가하였다(김영민, 김치경 2010; 김영민, 김치경, 이동우 2010). 이 과정에서의 문제는 세 가지 평가항목을 하나로 통합하여 나타내기 어렵다는 것이다. 예비평가와 본평가 단계에서는 경제성과 공기를 정확한 수치로 나타내기 어렵기 때문에 이들을 판단하는 간접적인 자료를 이용하여 평가하고 그 결과를 구조성능과 동일한 기준의 지수로 표현하여 대안을 평가할 수 있다. 그러나, 실시평가 단계에서는 경제성과 공기가 금액과 공사기일이라는 각각의 언어로 비교적 정확하게 산출되므로 구조성능과 이들을 종합하여 평가하기는 쉽지 않으며 평가자가 직접 개입하여 주관적인 평가를 할 수 밖에 없는 상황이 발생한다. 이는 일반적인 경우에는 큰 문제가 아니지만 수많은 대안을 조속히 평가하여 최적안을 선정하기에는 현실적

\* 정희원 · 명지대학교 건축학부 조교수 ymkim@mju.ac.kr

\*\* 백석대학교 정보통신학부 교수 leese@bu.ac.kr

\*\*\* 정희원 · 선문대학교 건축공학과 교수 cckim@sunmoon.ac.kr

이지 않다는 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 위와 같은 사항들을 고려하여 초고층건물 구조시스템의 대안평가시 경제성에 기반을 둔 대안평가방법을 제안하고자 한다.

## 2. 경제성 기반 대안평가

초고층건물 구조시스템 대안은 구조설계 진행과정인 예비설계, 본설계, 실시설계 단계에서 구조 성능, 경제성, 공기의 세 가지 항목으로 평가할 수 있다. 이중 구조성능은 일반적으로 주어진 기준 - 예를 들면 “횡변위비 건물높이의 1/500을 초과하지 않아야 한다“ - 을 만족하면 되며 기준을 상회하는 성능을 보여도 그 정도에 비해 전체적인 평가에서 차지하는 비중이 크지 않다. 따라서, 본 연구에서는 구조성능은 주어진 기준을 만족하느냐 여부로 가부를 평가하고, 이를 통과한 대안에 대하여 공기를 비용으로 환산하여 최종적으로는 경제성에 기반한 평가방법을 제안하고자 한다. 다만, 예비평가에서 구조성능은 구체적인 수치로 나타내기 어려우므로 기존연구와 같이 정성적인 평가를 수행하였다.

경제성기반 평가에서는 직접적으로 금액으로 평가되지 않는 평가항목의 평가결과를 비용으로 환산하여 기준에 비용으로 평가된 결과에 추가하는 방법으로 행해진다. 이 때, 비용연동지수와 대체경제성비율, 대체경제성비용이라는 세 가지 개념이 사용된다.

### 2.1. 비용연동지수

비용연동지수는 특정 평가항목의 평가결과를 비용으로 환산하는 기준이 되는 지수이다. 평가결과가 0부터 1의 범위에 있다고 가정할 때, 만점인 경우에는 비용이 추가되지 않고 0점인 경우에는 비용이 추가된다. 이 때 비용으로 환산되는 비율이 비용연동지수이다. 예를 들어 평가결과가 1인 경우에는 비용연동지수가 0이 되어 추가되는 비용이 없고, 평가결과가 0인 경우에는 비용연동지수가 1이 되어 비용이 최고로 추가되며, 그 사이의 값을 가진 경우에는 0에서 1사이의 직선보간한 값이 되어 산정된 비용연동지수에 따라 비용이 추가된다.

### 2.2. 대체경제성비율

대체경제성비율은 비용연동지수로 변환된 각 평가항목의 평가결과를 비용으로 나타내기 위한 기준이 되는 값으로, 경제성 항목 비용의 일정비율로 정의된다. 이 비율은 프로젝트에 따라 평가자가 판단하여 설정한다. 예를 들어 공기가 비용에 기여할 수 있는 최대값이 경제성 항목 비용의 20% 정도 된다고 판단하면 공기의 대체경제성비율은 20%가 된다.

### 2.3. 대체경제성비용

대체경제성비용은 특정 평가항목이 비용으로 환산하였을 때의 최대값으로 다음 식과 같이 정의된다.

$$\text{대체경제성비용} = \text{경제성 항목 비용} \times \text{대체경제성비율} \quad (1)$$

### 2.4. 환산비용

환산비용은 비용연동지수로 나타난 각 평가항목의 평가결과를 비용으로 환산한 값으로 다음 식과 같이 정의된다.

$$\text{환산비용} = \text{대체경제성비용} \times \text{비용연동지수} \quad (2)$$

비용연동지수와 대체경제성비율, 그리고 대체경제성비용을 이용하여 특정 평가항목의 평가결과를 비용으로 환산하는 과정을 나타내면 그림 1과 같다.

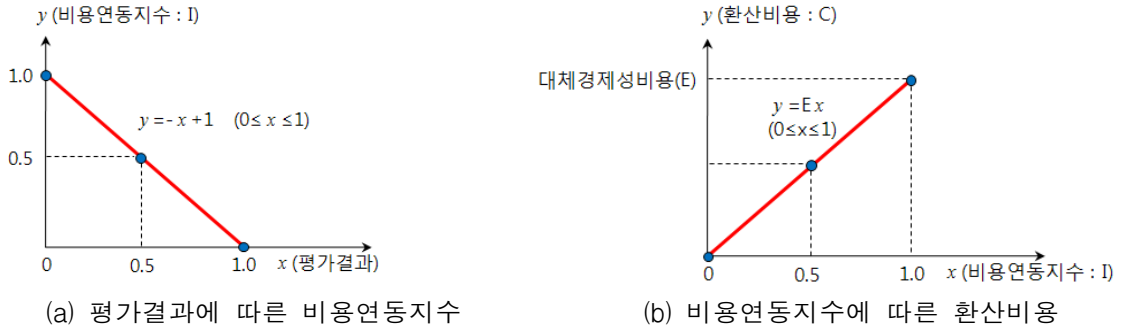


그림 1 평가결과의 비용화

### 3. 경제성 기반 평가 시뮬레이션

2장에서 제시한 경제성 기반 대안평가를 다음 표 1의 예제에 적용하였다. 세 개의 대안이 있으며 대안 2는 구조성능의 기준을 만족하지 못하여 더 이상 평가를 진행하지 않고 대안 1과 대안 3에 대하여 경제성기반 평가를 수행하였다.

표 1 평가 시뮬레이션 예제

평가항목	평가결과		
	대안 1	대안 2	대안 3
구조성능	OK	N.G.	OK
경제성	350억원	300억원	320억원
공기	670일	700일	750일

대안 1에서 공기를 비용으로 환산하는 과정은 다음과 같다. 표 2는 대안 1과 대안 3을 경제성기반으로 평가한 결과이다. 결과적으로 대안 3이 최소의 비용이 들어 최종안으로 선정되었다.

$$\text{공기의 비용연동지수} = 1 - (750\text{일} - 670\text{일}) / 750\text{일} = 1 - 0.107 = 0.893$$

$$\text{공기의 대체경제성비율} = 20\% \text{ 로 가정}$$

$$\text{공기의 대체경제성비용} = 350\text{억원} \times 20\% = 70\text{억원}$$

$$\text{공기의 환산비용} = 70\text{억원} \times 0.893 = 61.6\text{억원}$$

표 2 평가 시뮬레이션의 경제성 기반 평가 결과

평가항목	경제성 기반 평가결과		
	대안 1	대안 2	대안 3
구조성능	OK	N.G.	OK
경제성	350억원	300억원	320억원
공기	61.6억원	-	64억원
전체 비용 합계	411.6억원	-	384억원

#### 4. 결론

본 연구에서는 경제성에 기반한 초고층건물 구조시스템의 대안평가 방안에 대하여 연구하였다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

본 연구에서는 서로 이질적인 평가항목의 평가결과를 하나의 값으로 통일시켜 결과를 얻는 방안을 제시하였고 이를 시뮬레이션을 통해 그 효용성을 검토하였다. 평가과정에서 평가자의 주관적인 판단이 개입되는 부분은 있으나 전체적으로 평가자의 주관적인 개입을 최소화하고 평가과정을 전산화할 수 있는 기반을 마련하였다는데서 큰 의의를 찾을 수 있다고 판단된다. 향후 본 연구는 평가과정을 전산화로 구현하는데 까지 발전시킬 계획이다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제번호#09 첨단도시 A01)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- 김영민, 김치경 (2010) 초고층건물 구조시스템의 대안평가 방안 연구, **한국전산구조공학회 논문집**, 23(4), pp.425~434.
- 김영민, 김치경, 이동우 (2010) 초고층건물 모델러 및 대안평가 모듈 개발, 대한건축학회 **학술발표논문집**, 30(1), pp.21~22.
- 김영민, 이동우, 이한주, 이상주 (2010) 초고층건물 구조시스템의 대안평가기법, **한국전산구조공학회 학술발표논문집**, pp.243~246.