

건축 중간설계단계의 협력 의사결정 지원 프로세스 구축

Establishment of Collaborative Decision Making Support Process in Pre-Final Design Step

오승준* 권원* 김경식** 전재열***
 Oh, Seung-Jun Kwon, Won Kim, kyung-Sik Chun, Jae-Youl

요약

국내 건축설계 프로젝트에서는 협력업체간의 커뮤니케이션이 원활치 못하여 건축 부위 설계시 성능 및 비용을 만족하는 적절한 설계대안 생성이 어려울 뿐 아니라, 설계단계에서부터 시공단계에 이르기까지 다양한 원인으로 발생하는 설계변경에 적절히 대응하지 못하고 있다. 따라서 분야별 설계도서의 불일치로 인한 시공 품질 저하 등의 문제가 발생되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 건축 중간설계단계에서 합리적인 건축설계대안 생성을 위한 협력 의사결정 지원 프로세스 구축방법을 제시하였다.

키워드: 의사결정 지원 프로세스, 협력설계, 건축시스템 최적화, 성능, 비용, 시공성

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

다양한 분야의 설계요소가 복합적으로 구성되어 있는 건축 설계 프로젝트는 그 특성상 구조, 전기설비, 공조설비, 급배수 위생설비 및 시공분야의 협력업체간의 직·간접적인 협력설계가 설계 품질에 미치는 영향이 매우 크다. 그러나 현행 건축설계 프로젝트에서는 협력업체간의 커뮤니케이션이 원활치 못하여 건축 부위 설계시 성능 및 비용을 만족하는 적절한 설계대안 생성이 어려울 뿐 아니라, 설계 단계에서부터 시공단계에 이르기까지 다양한 원인으로 발생하는 설계변경에 적절히 대응하지 못하고, 결과적으로 분야별 설계도서의 불일치로 인한 시공 품질 저하 등의 문제가 발생되고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 건축중간설계단계에서 합리적이고 체계적인 협력설계 프로세스 및 분야별 협력설계팀간의 통합 의사결정을 통한 적정설계대안을 생성할 수 있는 협력의사결정 지원 프로세스를 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 건축 설계 프로세스의 중간설계단계(pre-final design step)의 '중간설계 전체 협의 단계'에서 분야별 협력설계 팀간의 합리적인 의사결정을 통해 적정 건축설계대안을 생성하는 방법으로서 협력설계 의사결정 지원 프로세스를 제시하고자 한다. 이에 따라 본 연구에서는 건축설계단계에서 작성된 설계도형정보를 건축시스

템통합(Building System Integration)이론에 근거하여 분석하고, 유니포맷(UNIFORMAT)의 건물 구성요소 분류체계와 시방서(MasterFormat)체계와의 상관성 분석 및 건축부위요소간의 성능기준 분석을 통해 관련 분야별 의사결정주체(협력설계팀)를 분석한다. 또한 건축부위요소에 대한 성능, 시공성 및 비용평가를 통하여 적정설계대안을 생성하는 방법을 제시한다. 또한 본 연구에서의 대안평가시 KS F 1010에 제시된 정량적인 평가기준만을 대상으로 한정한다.

2. 건축협력 의사결정 지원 프로세스 구축방법

2.1. 건축 부위별 협력 의사결정 참여자 분석 방법

다음 그림 1은 건축시스템의 유형 및 결합 관계 분석을 통한 부위별 관련 협력설계팀을 분류하는 개념이다.

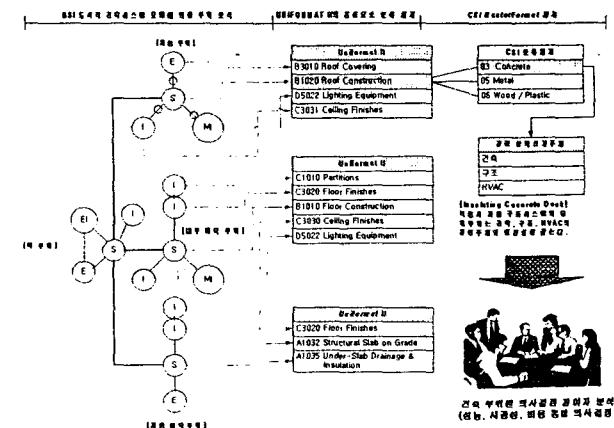


그림 1 건축협력설계 의사결정 참여자 분류 개념

* 학생회원, 단국대학교 대학원 박사수료, 과정
 ** 학생회원, 단국대학교 대학원 석사과정
 *** 종신회원, 단국대학교 건축대학 교수, 공학박사

상기 그림 1에서와 같이 본 연구에서는 합리적인 협력 설계팀 분석을 위해 BSI이론에서 제시하고 있는 도식적 건축시스템 분석모델과 유니포맷(Uniformat)에서 제시하고 있는 부위 코드 및 CSI시방서 체계를 활용하였다.)

2.2. 건축시스템 분석 및 적정부위 대안선정 프로세스

본 연구에서 제시하는 합리적인 설계대안 생성을 위한 건축시스템 분석 및 적정부위대안 선정 프로세스는 다음과 같다.

[1단계] 건축부위의 분류단계

건축물(시설물)의 종류 및 공간에 따른 건축 부위 (building element)의 구성방식 및 종류를 분류하는 단계이다.

[2단계] 건축시스템 분석단계

건축시스템 통합(BSI)이론을 통해 건축부위의 구성체계를 분석하여 단위 부위 및 건축물 전체에 대한 건축시스템 모델을 작성한다.

[3단계] 협력 의사결정 대상부위 선정

협력설계 의사결정이 필요한 설계대상 공간-부위를 선정하고 부위별 시스템 정보를 분석한다. 설계대상 공간-부위 선정 시에는 다음과 같은 세 가지 조건에 부합되는 공간-부위를 대상으로 한다.

- (1) 복합적인 시스템으로 구성되어 다양한 분야의 의사결정이 요구되는 공간-부위
- (2) 기존의 실적 자료의 데이터베이스화를 통해 분야별 협력의사결정이 필요하다고 판단되는 공간-부위
- (3) 성능 개선 및 비용절감 효과가 큰공간-부위

[4단계] 설계 제약조건 설정 단계

대상 건축물의 설계상의 조건과 사용자의 요구사항을 포함하여 의사결정 대상 부위에 대한 성능 및 비용의 등급을 결정하는 단계로서, 설계조건에 따른 부위의 여러 제약조건과 물리적 성능 및 비용조건의 평가기준에 의해 부위를 구성하고 있는 건축시스템을 평가한다.

[5단계] 분야별 의사결정단계

본 연구에서 제시하는 분야별 의사결정 과정은 특정공간에 소속된 부위를 대상으로 의사결정을 진행하게 되는데 이 때 작성된 대안은 다음과 같이 두 가지 유형으로 분류된다.

- (1) 부위별 대안 > 1 ; 대안간 평가
- (2) 부위별 대안 ≤ 1 ; 기존안과 대안간의 평가

[6단계] 대안 평가단계

건축, 구조, 기계(HVAC, Pumping), 전기분야 등에서 분야별 성능평가 기준에 따라 작성된 설계 대안에 대한 성능·비용·시공성 평가를 실시한다. 또한 작성된 대안이 인접한 시스템에 영향을 미칠 경우 퍼드백을 실시하여 분야별 재검토 과정을 시행한다.

[7단계] 적정부위 선정단계

상기 6단계의 과정을 통해 도출된 부위별 적정 설계대안을 선정하고, 이를 실시 설계단계에 반영한다.

2.3. 협력설계 분야별 의사결정 및 대안생성 과정

본 연구에서 제시하는 분야별 의사결정의 적용시점은 중간설계단계의 마지막 단계(실시설계 작성 전)로서 협력 설계팀간의 전체 협의 및 코디네이션을 통해 중간설계단계에서 작성된 기본설계도면²⁾을 수정 및 보완하는 단계이다. 분야별 의사결정 및 대안생성 과정은 다음의 5단계로 구분된다.

[1단계] 성능제약조건 설정단계

협력설계 대상 부위가 결정되면 해당 부위에 대한 요구 성능의 최소 기준을 설정하게 된다. 이러한 과정은 발주자 및 설계자의 프로젝트 목표 성능을 만족하기 위한 것으로서 설정된 성능기준은 제약조건으로서 기본설계안의 검토·평가 및 이를 통한 설계대안의 생성·평가의 기준이 된다.

[2단계] 부위별 성능평가 항목 분류

본 연구의 설계대안에 대한 성능 평가는 상기 표 3의 건축시스템 통합(BSI) 이론과 KS F 1010(건축물의 부위별 성능 분류)에서 제시된 성능 평가 항목 중에서 정량적인 평가가 가능한 항목을 대상으로 한다.

[3단계] 성능평가 항목의 중요도 평가 (AHP기법 적용)

설계대상 부위별 성능평가 항목에 대한 중요도 평가를 실시한다.

[4단계] 기본 설계안(原案)에 대한 성능 검토 및 평가

설계대상 부위별 성능평가 항목 분류 및 평가 항목의 중요도 가중치가 산정된 후, 기본 설계안(原案)에 대한 요구성능을 검토한다. 이때 본 연구에서는 제약조건에 의해 설정된 부위별 요구성능기준을 지수(performance index)화하여 적용하고, 이를 통해 원 설계안에 대한 성능 만족도를 평가하게 된다. 다음 표 2는 건축부위의 요소구성재 종류별 성능지수의 예이다.

표 3 성능평가 항목별 성능지수의 예

건축부위의 요소 구성재 분류 (두께)	열관류율 (K)	열관류 저항(R)	방송 (투습비 저항)
외부 수성 페인트		0.055	
모르타 (24)	1.200	0.020	303.000
1B벽돌 (200)	0.840	0.238	333.000
0.5B벽돌 (100)	0.840	0.119	333.000
우레아폼 (40)	0.032	1.250	558.700

상기 표 2는 일반적인 공동주택 외벽시스템의 단열성, 방습성에 대한 재료별 성능지수를 나타낸 것이다. 이러한 성능지수(performance index)는 각각의 부위요소별 구성재의 물가정보, 실험, KS기준에 명시된 성능평가기준 등을 참조하여 작성하고, 이를 DB화하여 활용하고자 한다. 성능지수를 적용한 기본 설계안에 대한 평가항목별 성

2) 중간설계단계에서 작성되는 설계도면의 수준은 연관분야의 시스템 확정에 따른 각종 자재, 장비의 규모, 용량이 구체화된 설계도서로서 평면, 단면, 입면 및 주요부분 상세도면이 작성된다.

1) 오승준 외, "건축협력설계 의사결정 지원시스템 구축방안", 한국건설관리학회 논문집, 2003. 6, p94

능평가지수 산출식은 다음 식 (1 ~ 2)와 같다.

$$P_{v_i} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Va_i}{Ca_i} \times Pc_i \right) \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

$$\text{성능평가지수} = \sum_{i=1}^n P_{v_i} \dots \dots \dots \text{식(2)}$$

(단 $\sum_{i=1}^n Va_i \geq \sum_{i=1}^n C_i$ 를 만족해야 함.)

P_{v_i} : 평가항목별 평가지수

Va_i : 기본설계안의 성능평가 항목별 가중치 값

Ca_i : 제약조건에 의한 평가항목별 성능 값

Pc_i : 성능평가 항목의 중요도 가중치 값

기본 설계안에 대한 부위별 성능 평가시 설계안의 평가 항목별 성능 값은 제약조건에 의한 요구성능의 기준을 초과해야 하고, 만약 이를 만족시키지 못할 경우 성능기준에 미달된 설계안으로 평가하고 보완 및 대체안을 작성한다.

[5단계] 분야별 대안 생성 및 성능평가지수 산출

상기 4단계에서 기본 설계안에 대한 성능 평가결과 기준에 미달하거나, 또는 설계대상 부위가 해당 분야의 기술적 요구사항이 제대로 반영되지 않았을 경우에 설계대안(대체안 및 수정안)을 작성하게 된다. 분야별로 작성된 설계대안에 대한 성능 평가지수 산출식은 기본 설계안에 대한 성능평가지수 산출식과 동일한 방식으로 산출된다.

3. 대안 평가 및 최적 설계대안 선정 프로세스

3.1 대안평가의 기준 설정

분야별 협력설계팀에 의해 작성된 대안들은 건축 부위별 요구성능, 시공성, 경제성의 평가기준을 통해 평가된다. 대안별 성능평가는 협력설계팀들이 대안 작성시 산정된 성능 평가지수를 활용한다. 시공성 측면의 평가는 시공성 체크리스트를 활용하며 해당 분야의 시공전문가에 의해 평가되는 방식을 취한다. 다음은 각 평가기준에 관한 내용이다.

3.2. 시공성 및 공사비 측면의 평가기준

본 연구에서 제시하는 시공성과 비용측면의 대안 평가 방법은 각 분야별 설계팀에 의해 작성된 대안의 시공성 및 비용을 통합 평가하는 방법을 사용하고자 한다. 이는 시공성 평가의 목적이 공사 품질의 향상 및 경제성의 두 가지 측면을 동시에 고려하기 때문이다. 다음은 시공성 및 공사비 측면의 대안평가 과정이다.

3.3. 시공성 평가지수 산출과정

다음 식(3)은 대안별 시공성 평가 지수를 산출하는 과정이다.

$$C_k = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M CR_i \times CS_j \dots \dots \dots \text{(3)}$$

C_k = 대안별 시공성 평가 지수(시공성 지수)

CR = 시공성 분류 항목의 중요도(우선 순위)

CS = 검토된 시공성 평가요소의 점수 (Σ (적합도 검토))

N = 시공성 분류 항목의 수

M = 시공성 분류 항목별로 검토된 평가요소의 수

i = 시공성 분류 번호 j = 검토된 시공성 평가요소 번호

상기 식 (3)과 같이 시공성 지수를 산출한 후 이를 비용 지수와 통합하여 시공성 및 비용의 통합성능 가중치를 산출한다.

3.4. 비용 평가지수 산출과정

본 연구에서는 비용 평가지수의 산출을 위하여 시스템 요소별 비용지수(cost index)를 활용하고자 한다. Herbert Swinburne(1980)에 의해 제안된 비용지수(cost index)는 요소 구성재의 단위 면적당 평균비용을 표현한 것으로서 요구성능의 기준에 따라 상/중/하로 구분된다. 이러한 건축부위요소 및 요소 구성재에 대한 비용지수를 설계대상 부위에 대한 설계대안에 적용할 경우 개략적인 범위 내에서 비용견적이 가능하다. 또한 본 연구에서는 객체기반 CAD에서 추출된 부위별 속성정보(재료, 치수 및 면적 등)에 비용지수를 적용하는 방법을 활용한다. 다음 그림 2는 객체기반 설계도구에서 추출한 부위별 속성정보의 예이다.

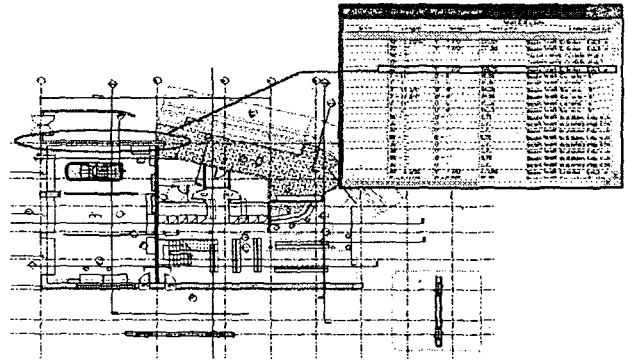


그림 2 설계도면 상의 부위별 속성정보의 표현 예

다음 식 (4), (5)는 비용지수를 활용한 비용평가지수 산출방법이다.

$$CE_{ij} = \frac{1}{C_{ij}} \dots \dots \dots \text{(4)}$$

$$C_{ij} = \sum_{i=1}^n Bc_i \dots \dots \dots \text{(5)}$$

CE_{ij} = i 설계대상 부위에 대한 j 대안의 비용지수

C_{ij} = i 설계대상 부위에 대한 j 대안의 비용

Bc_i = i 설계대상 부위를 구성하는 구성요소의 비용

m = i 설계대상 부위의 대안 개수의 총합

n = i 설계대상 부위를 구성하는 구성요소의 총합

상기 식 (4), (5)에서와 같이 해당 대안의 비용 지수는 전체 대안의 비용 역수의 합으로 나누어 산출하였다. 이는 설계대상 부위의 평가시 비용요소는 성능을 저해하는 요인으로 작용하기 때문이다.

3.5. 시공성·비용 통합평가지수 산출과정

상기 식 (4), (5)에 의해 산출된 비용 평가지수는 식 (2)에서 산출된 시공성 평가지수와 통합하여 통합평가지수를 산출할 수 있다. 다음 식 (6)은 행렬연산식에 의한 설계 대상 부위별 시공성·비용 통합평가지수 산출방법이다.

$$A_{i \times 1} = B_{i \times 2} \times C_{2 \times 1} \dots \dots \dots (6)$$

- A_{i × 1} = i 대안의 성능(시공성·비용 통합) 지수 행렬
- B_{i × 2} = i 대안의 비용평가지수와 시공성 평가지수의 행렬
- C_{2 × 1} = 비용평가지수와 시공성 평가지수의 가중치 행렬

상기 식 (6)에서 행렬 C_{2×1}는 비용지수와 시공성 지수의 가중치 행렬을 나타내는 것으로서 대안의 평가 기준을 프로젝트의 특성에 따라 반영할 수 있다. 즉, 비용 절감 측면을 강조할 것인지, 시공성 향상 측면을 강조할 것인지를 구분하여 평가기준으로 할 수 있다.

3.6. 성능·시공성·비용 통합평가지수 산출과정

식 (1 ~2)에서 제시한 바 있는 설계대안별 성능평가지수를 시공성·비용 통합 성능 지수와 통합 계산하면 대안별 성능 평가식이 완성된다. 다음 식 (7)은 설계대상 부위별 성능·시공성·비용 통합 평가지수 산출방법이다.

$$PR_{kj} = P_{ki} \times A_{ij} \dots \dots \dots (7)$$

- PR_{kj} = 성능·시공성·비용 통합 평가지수
- P_{ki} = 대안별 성능평가지수
- A_{ij} = 시공성·비용 통합 평가지수.
- i = 부위, j = 대안, k = 지식

3.7. 최적 설계대안 산출과정

본 절에서는 이렇게 정량적으로 평가된 일련의 설계대상 부위별 대안들을 특정공간 또는 층 단위로 종합 평가하는 방법으로서 단위 부위별로 평가된 적정설계대안들과 전체설계와의 균형을 잡아가는 상호작용(interaction)

과정이라고 할 수 있다. 즉, 특정공간 또는 층별로 공사 일정과 비용의 제한조건을 설정하고 개별적으로 평가된 각각의 부위별 설계대안들이 이를 만족하는지를 평가한다. 다음 그림 3은 Lingo 8.0을 활용한 IP의 최적해 산출과정의 예이다.

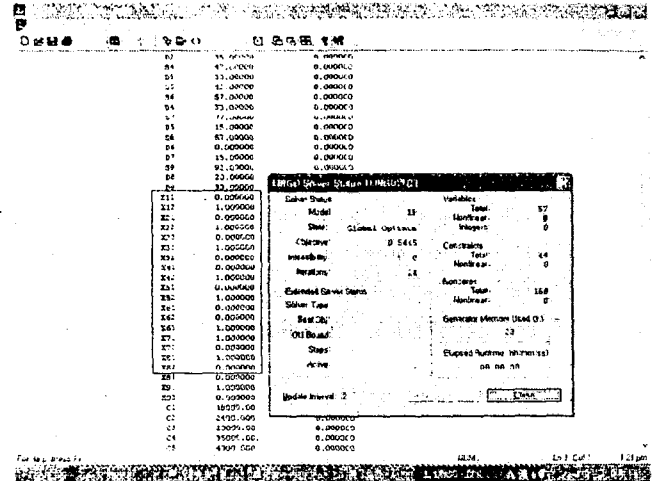


그림 4 Lingo 8.0을 활용한 최적해 도출 과정

4. 결론

본 연구는 건축설계단계에서의 협력설계 및 의사결정을 통한 부위별 적정 설계대안을 선정하는 과정을 제시하였다. 본 연구에서 제안하는 협력 의사결정 방법은 인터넷 기반의 전산 시스템 구축 및 실무 사례적용을 통하여 그 실용성을 증명하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Richard D. Rush, "The Building Systems Integration Handbook", 1985
2. Traek Hegazy, "Improving Design Coordination for Building Projects", Journal of Construction Engineering and Management, 2001

Abstract

In Korea construction project case, architectural construction project is curtailed production because information network process within multidisciplinary isn't smooth. Particularly, the construction is not insufficient about performance, cost and material, construction process, etc. in result various question arises because of design error in construction step. And various mistake is made because communication path within multidisciplinary isn't smooth in architectural design and design change process.

Therefore The final object of this study is to propose the establishment method of decision support process for the cooperative design in order to provides improved design coordination and optimize the building system.

Keywords : decision support model, cooperative design, optimize the building system, performance, cost, constructability