

# 리모델링 설계단계에서 부위구성요소의 상관관계를 고려한 대안선정 방법

## Selection Method of Alternatives for Considering Correlation between Component Elements in Remodeling Design Process

박 찬 길\* · 전 재 열\*\*

Park, Chan-Gil · Chun, Jae-Youl

### 요 약

리모델링 프로젝트는 기존 자원의 활용이라는 제한조건 안에서 수행되므로 기존 건축물의 구성요소들의 상관관계가 리모델링의 대상과 범위의 선정에 제한조건, 영향요인으로 작용하게 된다. 이러한 리모델링 프로젝트의 특성을 고려하여, 본 연구에서는 리모델링 사업수행시 설계단계에서 건축물 공간을 구성하는 부위의 구성요소간의 상관관계 분석을 통해 시공단계에서 발생하는 다양한 문제로 인한 공기지연, 공사비 증가 등의 문제 발생을 최소화하기 위한 방법으로, 리모델링 설계단계에서 건축시스템의 상관관계를 효율적으로 분석하기 위한 리모델링 건축시스템 상관관계 도식화 모델 및 부위별 적정 대안선정 방법을 제안하였다.

키워드 : 리모델링, 건축시스템, 구성요소, 상관관계

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건축물 리모델링 사업은 기존 건축물이 가지고 있는 자원의 재활용이 가능하다는 측면에서 비용절감, 공기단축, 폐기물 발생억제 등의 다양한 장점을 가지고 있다. 특히 짧은 공사기간으로 인해 자금회전이 빠르고, 자산가치 상승 및 수익창출의 기회를 제공한다는 점은 리모델링 사업의 규모와 비중이 높아지는 중요한 이유로 작용하고 있다. 그러나 기존 자원의 활용이라는 제한된 조건하에서 사업을 수행하여야 하므로 작업공간 및 방식의 제한과 기존 시스템의 재활용, 호환성, 상관관계 등을 고려하여 새로운 시스템을 적용해야 하는 설계상의 제한조건이 있다. 또한 기존 건물의 이력관리의 부실에 따른 정보취득의 어려움으로 인하여 시공단계에서 발생하는 문제점에 대한 리스크(Risk)가 잠재하고 있다.

현재 국내에서는 리모델링에 대한 인식이 높아짐에 따라 관련 산·학·연에서의 연구활동이 활발히 진행되고 있으나 대부분

리모델링 시장현황이나 시행절차, 국내외 리모델링 사례, 활성화 추진방안, 관련 법적요소, 설계/디자인분야, 사업수익성 분석 측면에서 연구의 주요내용을 다루고 있는 현황이고 리모델링 프로젝트의 설계와 시공단계에서 발생하고 있는 문제점에 대한 개선이나 해결방안에 관한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 리모델링 사업수행시 설계단계에서 건축물 공간을 구성하는 부위의 구성요소간(건축시스템간)의 상관관계 분석을 통해 시공단계에서 발생하는 다양한 문제(하중변경으로 인한 구조적 결함, 전기·설비공사로 인한 천장고 확보의 어려움, 예상치 못한 추가공사의 발생 등)로 인한 공기지연, 공사비 증가 등의 문제 발생을 최소화하기 위한 방법을 제시하고자 한다. 이에 리모델링 설계단계에서 건축시스템의 상관관계를 효율적으로 분석하기 위한 리모델링 건축시스템 상관관계 도식화 모델 및 부위별 적정 대안선정 방법을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

범위는 <그림1>과 같이 철근콘크리트 구조의 사무소 건축물

\* 학생회원, 단국대학교 대학원 공학석사

\*\* 종신회원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수, 공학박사

1) 설계대안 : 시공성과 공사비용을 고려한 적절한 재료 및 구법의 선정을 의미함.

리모델링으로 제한하고, 리모델링 설계단계에서 부위별 대안선정"을 위한 평가기준은 KS F 1010에서 제시한 성능기준과 시공성 및 공사비용으로 한정한다. 단, 대안평가 과정에서 생성된 각 대안들은 성능 항목별 등급 평가에 의한 요구성능 기준을 만족하는 대안으로 하며, 리모델링에 의한 건축물의 성능개선 정도를 평가하는 방법은 연구의 범위에서 제외한다.

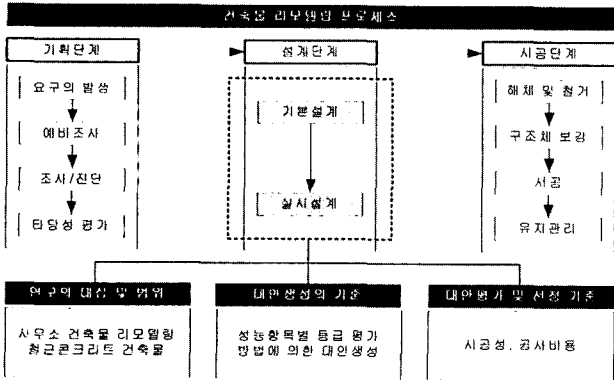


그림 1. 연구의 대상 및 범위

본 연구의 방법은 다음과 같다.

- (1) 기존 연구 및 문헌조사를 통하여 리모델링 프로젝트의 특성을 파악하고 발생되고 있는 문제점을 분석한다.
- (2) Building Systems Integration(BSI)의 고찰을 통하여 리모델링 프로젝트의 특성을 고려, BSI의 개념을 도입, 리모델링 프로젝트의 대상 및 범위를 건축시스템 조합유형으로 분류하여 설정한다.
- (3) 리모델링 설계단계에서 리모델링 대상 시스템과 기존 시스템과의 상관관계를 분석하기 위한 리모델링 건축시스템 상관관계 도식화 모델을 제안한다.
- (4) 제안된 도식화 모델을 활용, 리모델링 대상 시스템과 기존 시스템의 상관관계를 고려하여 리모델링 공사 대상 부위별 적용 가능한 설계대안들의 시공성, 공사비용을 분석한다. 또한 시공성 항목과 공사비용 항목을 AHP기법과 행렬연산식을 단계적으로 활용하여 부위별 설계대안을 평가·선정한다.

## 2. Building Systems Integration(BSI)의 고찰

### 2.1 개요

BSI(Building Systems Integration)<sup>2)</sup>체제는 미국 건축가협회(AIA)에서 권위 있는 많은 건축가들이 공동으로 참여하여 5년

여에 걸친 자료조사와 토론을 통해 1986년에 "Building Systems Integration Handbook"에 발표한 설계를 위한 건물 부위분석 체계이다. BSI체제의 기본 원리는 건물을 구성하는 주요 시스템을 구조시스템(structure), 외부마감시스템(envelope), 내부마감시스템(interior), 설비시스템(mechanical)으로 정의하고 이들을 상호 조합시켜 대상 건축공간의 원하는 기능을 만족시키는 건축부위를 구성한다는 것이다.

### 2.2 건축시스템 조합

원하는 기능을 만족시키는 건축부위의 구성은 구조시스템, 외부마감시스템, 설비시스템, 내부마감시스템의 4가지 건축시스템을 기능에 맞게 조합함으로써 나타낼 수 있다. 건축시스템의 조합가능형태는 기본적으로 다음 <표1>과 같이 11가지의 패턴 구성이 가능하다.

표 1. 건축시스템의 조합가능형태 분류

구분	2-시스템조합	3-시스템조합	4-시스템조합
조합형태	S+M, S+I, S+E, E+M, M+I, E+I	S+E+M, E+M+I, S+M+I, S+E+I	S+E+M+I
기호명칭	구조시스템(Structure: S), 외부마감시스템(Envelope: E), 설비시스템(Mechanical: M), 내부마감시스템(Interior: I)		

### 2.3 건축시스템 결합방법 및 형태

건축시스템의 결합방법은 독립(remote), 접촉(touch), 연결(connect), 일체화(unified) 등 5단계(level)로서 정의 될 수 있다. 또한 모든 결합방법은 상호 관련된 물리적 연계성을 갖는다. 다음 <표2>는 건축시스템간의 단계별 결합방법을 나타낸 것이다.

표 2. 건축시스템의 결합방법

	본 결합방법은 두 시스템이 물리적으로 독립되어 있는 형태를 나타낸다.
<b>독립(Remote)</b>	
	본 결합방법은 시스템간의 영구적인 연결이 아닌 중력에 의한 단순 접촉의 형태를 나타낸다.
<b>접촉(Touching)</b>	
	본 결합방법은 용접(welds), 볼트(bolts), 접착제(adhesives) 등으로 영구적으로 정착된 형태로서, 두 시스템이 직접 또는 매개물을 통해서 연결된 형태이다.
<b>연결(Connected)</b>	
	본 결합방법은 두 시스템이 일부 공간을 공유하는 형태로서 다른 결합 형태에 비하여 두 시스템을 물리적으로 구속하는 범위가 매우 큰 연결형태이다.
<b>부분공유(Meshed)</b>	
	한 부재가 두 시스템의 기능을 공유하는 결합형태이다.
<b>일체화(Unified)</b>	

건축시스템간의 조합형태는 '2-시스템조합(Two-system combination)' '3-시스템조합(Three-system combination)', '4-시스템조합(Four-system combination)'으로 구성될 수 있다. 그러나 이러한 3가지 형태의 조합형태는 '2-시스템조합'들

2) Richard D. Rush, The Building Systems Integration Handbook, AIA, 1986, p.320~322

의 선택 및 결합으로 구성된다. 즉, 3-시스템조합의 경우 3가지의 2-시스템조합으로 구성되고, 4-시스템조합의 경우 6가지의 2-시스템조합으로 구성된다.

조합형태는 BSIM(Building Systems Integration Matrix)를 통해 각각의 조합형태에 따른 기존 건축물에서 가장 많이 나타나는 결합방법을 분류할 수 있다. 다음 <표3>은 건축시스템 조합형태와 결합방법을 매트릭스 형태로 나타낸 시스템 결합 매트릭스(BSIM)이다.

표 3. BSIM (● : 시스템 결합 선택)

조합형태 \ 결합방법	독립	접촉	연결	공유	일체화
구조시스템+외부마감시스템		●	●		●
구조시스템+설비시스템			●	●	
구조시스템+내부마감시스템		●	●		●
외부마감시스템+설비시스템			●	●	
외부마감시스템+내부마감시스템	●		●		●
설비시스템+내부마감시스템		●	●	●	●

상기 <표3>의 BSIM에서와 같이 6가지의 2-시스템조합 형태에 따른 5가지 유형의 결합방법의 매트릭스에서는 17개의 시스템 결합이 선택되었다. 즉, 2-시스템조합의 결합으로 구성되는 3, 4-시스템조합 형태에 모두 적용할 경우 약 30여 개의 시스템 조합유형을 분류할 수 있다.

### 3. 리모델링 건축시스템 상관관계 도식화 모델

#### 3.1 리모델링 건축시스템의 정의

본 연구에서는 리모델링 대상 부위를 구성하는 구성요소(건축시스템)의 결합방법, 영향방향의 상관관계를 분석하기 위하여 건축물의 분류체계를 다음 <그림2>와 같이 층분류, 공간분류, 부위분류, 건축시스템

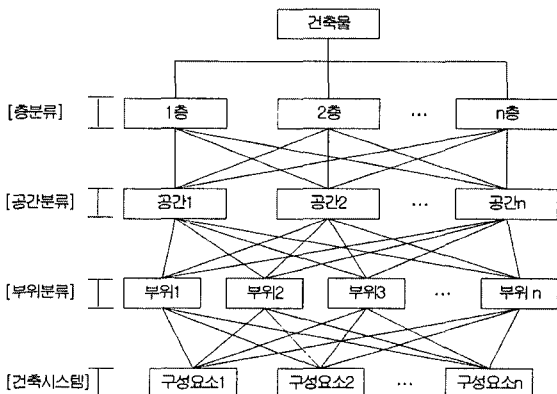


그림 2. 건축물 분류체계

부위분류, 건축시스템분류의 4단계 LEVEL로 분류하였다.

또한 상기 <그림2>의 건축물 분류체계에서 부위를 구성하는 구성요소를 BSI에서 제시한 구조시스템(structure), 설비시스템(mechanical), 외부마감시스템(envelope), 내부마감시스템(interior)의 4가지 건축시스템을 준용하여 적용하고자 한다.

다음 <표4>는 본 연구에서 활용하고자 하는 BSI에서 제시한 건축시스템의 정의이다.

표 4. 건축시스템의 정의

건축시스템	정의	표현
구조시스템 (Structure: S)	건물에 부과되는 하중의 변화에 대해 건물을 지탱하는역할을 함.	프레임, 슬래브, 내력벽 등
외부마감시스템 (Envelope: E)	자연적인 요소와 인간적인 요소를 고려하여 구성되며, 내부와 외부 사이의 환경적인 영향을 차단하고, 균형있게 하는 보호막의 역할을 함.	지붕 외피, 외벽면 등
설비시스템 (Mechanical: M)	일반적인 건축물의 열, 소음, 조명과 안전에 대한 것 이외에 건물내부에 특정한 작업에 대한 요구를 해결하는 역할을 함.	HAVC, 전기관련시스템, 배관관련시스템, 엘리베이터, 에스컬레이터, 안전장치, 방화장치 등
내부마감시스템 (Interior: I)	사용자가 건물을 선호하게 하고 내부공간에서 활동을 향상시키는 직접적인 요구의 해결역할을 하는 것으로 공간성능, 열적성능, 실내공기, 소음, 시각적인 상태 등의 성능평가 기준을 고려하여 구성함.	보통 천장마감, 바닥마감, 내벽마감, 가구 등

#### 3.2 리모델링 대상 및 범위 설정

리모델링의 대상 및 범위는 건축물의 종류와 소유자의 요구 및 목적에 의해서 결정되기 때문에 대상 및 범위를 명확하게 구분하여 정의하기는 힘들지만 일반적으로 전체 리모델링과 부분 리모델링의 2가지 유형으로 분류 할 수 있다.

즉, 구조체 보강을 포함한 외장+내장+설비의 전체 리모델링이 있고, 구조체 보강을 제외한 부분 리모델링으로써 외장+설비, 내장+설비와 외장 및 설비만을 대상으로 한 리모델링으로 분류할 수 있다.

그러나 실제로 리모델링 공사는 건축물 전반을 고려한 종합적 접근이 필요하기 때문에 리모델링의 대상이 되는 부위 및 시스템의 상관관계를 고려한 설계대안의 생성과 평가 및 선정이 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 설계단계에서 건축물 부위를 구성하는 건축시스템(구성요소)의 상관관계를 분석하기 위하여 리모델링의 대상 및 범위를 다음 <표5>와 같이 분류하여 설정하고자 한다.

표 5. 리모델링 대상 및 범위<sup>3)</sup>

건축시스템 분류	리모델링 대상분류	범위		
		유형 I	유형 II	유형 III
구조 시스템	지붕구조체 외벽구조체 바닥구조체 벽구조체 기둥, 보 등	구조+내부+ 외부+설비	구조+내부+외부	구조+내부
			구조+내부+설비	구조+외부
			구조+외부+설비	구조+설비
내부 마감 시스템	천장 마감 내벽 마감 바닥 마감 창호 등	구조+내부+ 외부+설비	내부+구조+외부	내부+구조
			내부+구조+설비	내부+외부
			내부+외부+설비	내부+설비
외부 마감 시스템	외부창호 외부유리 개구부면적 개구부위치 지붕외피 옥상 외벽 마감 등	구조+내부+ 외부+설비	외부+구조+내부	외부+구조
			외부+내부+설비	외부+내부
			외부+구조+설비	외부+설비
설비 시스템	운송설비 전기설비 기계설비 장비교체 위생설비 배관설비 HAVC 통신설비 인터넷 설비 엘리베이터 등	구조+내부+ 외부+설비	설비+구조+내부	설비+구조
			설비+구조+외부	설비+내부
			설비+내부+외부	설비+외부

3.3 리모델링 건축시스템 상관관계 도식화 모델

3.3.1 도식화 모델의 필요성

선진 외국의 경우 신축 설계단계에서 공간을 구성하는 각 부위의 설계 및 설계변경에 의한 최적부위 선정을 위해 부위를 구성하는 구성요소(건축시스템)들의 조합형태 및 결합방법, 부위와 부위의 접합부 성능 등을 고려하기 위해 도식적 모델을 활용하여 설계 및 설계변경을 하는 방법론이 있다. 그러나 리모델링 특성상 신축 설계에서 활용되고 있는 도식화 모델은 건축시스템 간의 상관관계 표현이 부족하여 리모델링 프로젝트에 그대로 활용하기에는 적합하지 않다. 따라서, 리모델링의 대상 부위 및 시스템과 기존 시스템과의 조합형태, 결합방법, 영향방향 등의 상관관계를 간단히 표현하고 효율적인 분석을 통해 리모델링 설계대안의 생성 및 평가·선정을 위한 변형된 도식적 표현의 모델이 필요하다.

3.3.2 리모델링 건축시스템 상관관계 분석

리모델링 시공단계에서 발생하는 예상치 못한 문제점들은 리

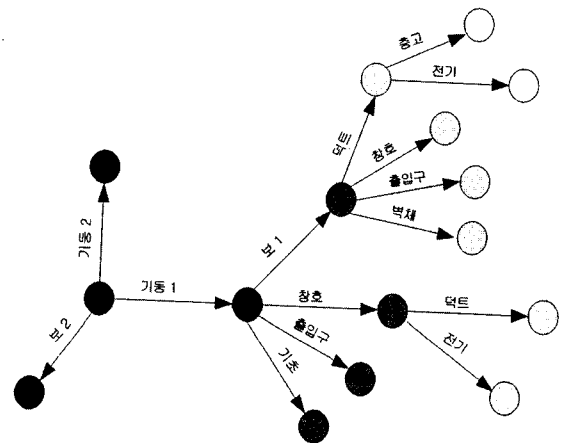
3) 유형 I, II, III의 음영부분 : BSI에서 제시한 건축시스템의 조합가능형태로써 기본적인 11가지의 패턴 구성임

모델링의 대상 및 범위가 불명확한 상태에서 리모델링 대상 시스템과 기존 시스템간의 상관관계를 충분히 고려하지 않고 기본 설계도면만을 작성하여 공사를 진행시킴으로써 발생하는 경우가 있다. 즉, 리모델링의 대상은 외벽시스템 변경, 공조시스템 교체, OA시스템 추가 등 주로 시스템변경의 형태로 나타나기 때문에 시스템간의 상관관계를 충분히 고려한 설계대안의 생성 및 선정이 필요하다. 다음 <표6>은 시공단계에서 발생하는 문제점의 예를 나타낸다.

표 6. 시공단계에서의 문제점 예<sup>4)</sup>

구분	공사내용(예시)	발생 문제점
설비	• 공조기 교체, 주변배관, 덕트 교체	공조기 반입
	• 화장실 급배수, 오수배관 교체	배관피트 협소, 슬래브배관 관통
	• 수변전설비 전면교체	수변전 설비 교체시 상시 수전 상태로 교체
	• 조명설비교체	등기구 크기 기존과 상이, 층고 부족
	• 승강기 보수 및 교체	용량증가에 따른 샤프트 공간부족
	• 주차기 수리	건물 일부 철거 후 주차타워 신설

건축시스템 상관관계는 모든 건물이 같을 수 없고 건물의 유형, 특성에 따라 결합형태 및 결합방법 등 다양한 상관관계를 가지고 있다. 합리적인 리모델링 설계대안을 생성하고 평가·선정하기 위해서는 개조·변경되는 건축시스템과 그와 연관된 건축시스템의 상관관계를 파악하는 것이 필요하다. 다음 <그림3>은 리모델링 대상 부위(건축시스템)와 기존 부위(건축시스템)와의 상관관계를 나타낸 개념도이다.



→ : 리모델링 대상 부위 선정 및 변경에 따른 영향

그림 3. 상관관계의 개념도<sup>5)</sup>

4) 김수암 외, 성능향상을 위한 리모델링 수법 및 구법 시스템, 한국퍼실리티메니지먼트학회, International Symposium Proceeding, vol.7, 2001, p.189  
5) Track Hegazy, Improving Design Coordination for Building Project, II: A Collaborative System, Journal of Construction Engineering and Management, 2001, p334

다음 <표7>은 리모델링 건축시스템간의 상관관계를 분석한 것으로서 설계단계에서 고려해야할 상관관계를 시스템별로 분류한 예이다.

표 7. 건축시스템 문제점 및 상관관계 분석

구분	공사내용	문제점	상관관계
설비	운송설비추가	슬라브통과 내부재료	㉓→㉑ ㉓→㉑
	노후 배관교체 및 신설	층고 변경 배관피트 협소 슬라브 관통 내부벽체관통	㉓→공간변경→㉓ ㉓→공간변경→㉓ ㉓→㉑ ㉓→㉑
	조명설비교체	천장판 교체 층고 변경	㉓→㉑ ㉓→공간변경→㉓
	장비 교체	하중 증가	㉓→㉑
	배연설비 추가	기존 파티션 통과	㉓→㉑
	통신설비추가	이중바닥 설치 단차발생	㉓→㉑ ㉓→공간변경→㉓
	개별공조기 추가	전력설비추가 실외기공간확보	㉓→㉓ ㉓→공간변경→㉓

법례 : ㉑ : 구조시스템, ㉓ : 외부마감시스템, ㉑ : 내부마감시스템, ㉓ : 설비시스템, → : 영향방향

3.3.3 리모델링 건축시스템 상관관계 표현방법

기존의 건축시스템 도식적 표현과 관련된 연구<sup>6)7)</sup>들은 건축 부위별 건축시스템간의 상관관계를 표현하여 신축공사의 설계와 설계변경시 합리적인 대안선정에 관한 방법론을 제시하였다.

리모델링 공사의 특성을 고려할 때, 설계단계에서는 리모델링 대상이 되는 건축시스템의 변경으로 상관관계에 있는 기존의 건축시스템에 주는 영향을 반영하지 않을 경우, 시공단계에서 추가공사의 발생으로 인한 공기지연, 추가비용 발생 등의 원인이 될 수 있고, 시공단계에서의 설계변경을 야기할 수 있다. 따라서, 리모델링 설계단계에서 합리적인 설계대안을 생성하고 평가·선정하기 위해서는 각 건축시스템간의 상관관계를 효율적으로 분석하기 위한 도식적 표현이 필요하다.

다음 <표8>은 본 연구에서 제시하는 리모델링 프로젝트의 설계단계에서 리모델링 대상 부위를 구성하는 건축시스템의 결합방법, 영향방향을 도식적으로 나타내기 위한 리모델링 건축시스템 상관관계 표현방법이다.

표 8. 리모델링 건축시스템 상관관계 표현방법

구분	표현형태	내용		
		정의	사례	
기본형		정의	건축시스템을 나타내는 기본형태	
		사례	㉑: 구조시스템 ㉓: 설비시스템 ㉑: 외부마감시스템 ㉑: 내부마감시스템 ㉓ M+ (예 : 조명설비, 전기기구 등) ㉑: E+ (예 : 외부창호)	
시스템 결합 방법		특징	두 시스템이 물리적으로 독립된 경우	
		특징	외벽판넬과 내부마감재가 독립되어 있는 경우	
		특징	두 시스템이 서로 물리적으로 접촉하고 있는 경우	
		사례	슬라브와 바닥 마감재(이동식 가구, 카펫 등)	
		특징	두 시스템이 매개체에 의해 연결되어 있는 경우(볼트, 접착제, 못 등에 의한 연결)	
		사례	슬라브와 바닥 마감재(타일부착의 경우)	
	공간 공유		특징	두 시스템 사이에 공간을 공유하는 경우
			사례	천장판과 설비덕트 사이에 공간을 공유하는 경우
	공유		특징	두 시스템이 일부 공간을 공유하는 형태
			사례	구조체에 설비배관이 관통(매입)하는 경우
일체화		특징	하나의 시스템이 두 가지 기능을 하는 경우	
		사례	노출콘크리트, PC판넬, 용접된 부재 등	
일방향		특징	변경에 따른 영향 방향이 한쪽으로만 나타나는 경우	
		사례	구조시스템의 변경이 내부마감시스템에 영향을 주지만 내부마감시스템의 변경은 구조시스템에 영향을 주지 않는 경우	
양방향		특징	변경에 따른 영향 방향이 양쪽으로 나타나는 경우	
		사례	조명기구의 변경은 천장판에 영향을 주고, 천장판의 변경도 조명기구에 영향을 주는 경우	

3.3.4 부위별 건축시스템 상관관계 도식화 모델

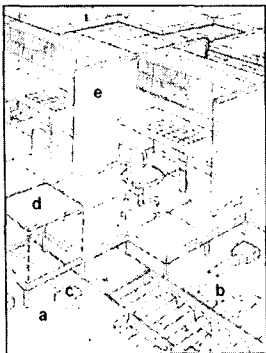
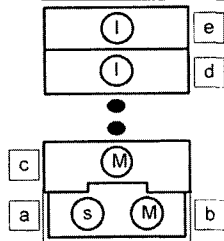
리모델링 설계단계에서 리모델링 대상 부위를 구성하고 있는 각각의 건축시스템의 상관관계를 도식화 모델로 작성하기 위해 상기 3.3.3의 <표8>과 같이 각 시스템간의 결합방법(독립, 접촉,

6) 전재열 외, 건축 구성요소 적정조합 의사결정 체계화 과정에 관한 연구, 한국퍼실리티 매니지먼트학회 논문집, 2000. 8  
7) 박승우, 설계단계에서 비용분석을 위한 도식적 건축시스템조합 모델의 활용에 관한 연구, 서울대학교 대학원, 석사학위논문, 1993. 2

연결, 공유, 일체화)의 표현형태와 시스템간의 영향방향의 표현 형태를 제시하였다.

다음 <표9>는 바닥부위(역세플로어)의 건축시스템 상관관계를 도식화하여 작성한 예이다.

표 9. 바닥부위 도식화 모델의 예

리모델링 대상	바닥부위 도식화 모델 작성 예
	 <p>a : 콘크리트 슬래브 b : 설비시스템(1) c : 설비시스템(2) d : 내부바닥마감재 e : 파티션</p>

수직공간을 확장하기 위해 바닥 구조체를 해체할 경우 바닥 구조체와 상관관계에 있는 모든 시스템을 철거해야 하며 설비시스템(1)은 바닥 구조체와 공유의 결합방법으로 결합되어 있기 때문에 설비시스템(1)의 변경 및 교체시에는 내부바닥마감재와 바닥 구조체의 해체를 고려해야 한다. 그러나 설비시스템(2)는 내부바닥마감재와 공간공유의 결합방법으로 되어 있으며 서로 영향방향에 의한 상관관계가 없기 때문에 두 시스템의 수선 및 교체시에는 상관관계를 고려하지 않아도 된다.

#### 4. 리모델링 대상 부위별 대안선정 프로세스

건축물을 구성하는 부위는 건축물의 종류 및 층별, 공간의 기능에 따라 다양한 속성을 갖게 된다. 예로서 구조시스템 중 벽체의 경우 구조적인 벽체(내력벽)와 비구조적인 벽체(비내력벽)로 구분될 수 있고, 내력벽의 속성을 갖는 벽체라 할지라도 공간의 기능에 따라 단열, 방수, 마감, 설비 등의 건축시스템들이 달라지게 된다. 특히 리모델링 프로젝트에서는 리모델링 대상이 되는 시스템을 공사하기 위해 설계단계에서 시스템간의 상관관계를 고려한 합리적인 설계대안의 생성 및 평가, 선정이 필요하다. 본 연구에서는 리모델링 대상 부위별 대안선정 프로세스를 다음의 6단계로 제시한다.

[1단계] : 리모델링 대상선정

3장의 <표5>를 참고하여 리모델링 대상 시스템을 선정한다.

[2단계] : 리모델링 대상 시스템 상관관계 분석

선정된 리모델링 대상 시스템의 상관관계를 분석하기 위해 3

장의 <표8>의 리모델링 건축시스템 상관관계 표현방법을 이용하여 리모델링 대상 부위를 구성하고 있는 시스템을 상관관계 도식화 모델로 작성하고 건축시스템간의 영향방향, 결합방법을 분석한다.

[3단계] : 리모델링 설계대안 생성

리모델링 대상 부위에 대한 적용가능 대안들의 물리적인 요구 성능 기준을 만족하는 대안을 평가·채택하는 단계이다.

[4단계] : 대안별 건축시스템 상관관계 분석

설계대안별 건축시스템의 상관관계를 분석하는 단계로서 기존 시스템과 결합될 새로운 시스템의 결합방법을 분석하고 대안별 평가항목을 시공성과 공사비용으로 선정한다.

[5단계] : 평가항목(시공성, 공사비용) 분석

대안별 시공성은 기존 시스템을 해체하는 해체작업과 기존 시스템과 새로운 시스템과의 결합작업 측면에서 분석하며, 공사비용은 대안에 대한 직접비용과 대안을 공사하기 위한 추가작업에 소요되는 추가비용을 분석한다.

[6단계] : 대안평가

정성적 측면의 시공성 평가항목을 정량적으로 평가하기 위해 AHP가중치 값을 지수화하며 이를 비용지수와 통합하여 대안을 평가한다.

리모델링 부위별 대안선정 프로세스는 다음 <그림4>와 같다.

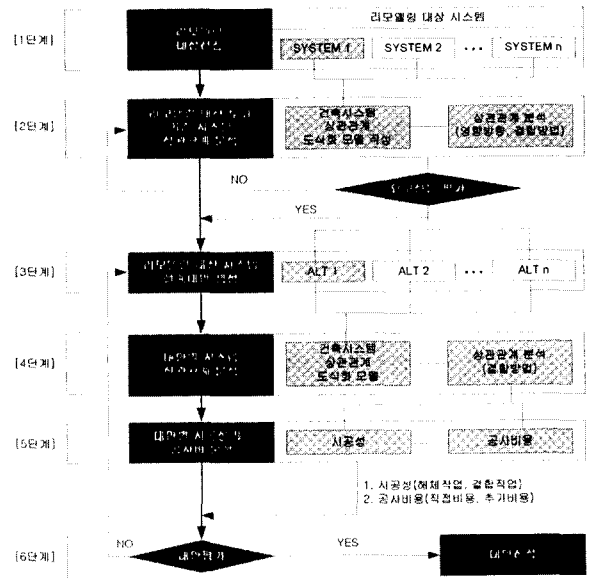


그림 4. 리모델링 설계대안 선정 프로세스

##### 4.1 성능항목별 등급평가 방법

건축물을 구성하는 부위는 건축물의 종류 및 층별, 공간의 기능에 따라 단열, 방수, 마감 등의 물리적 성능이 달라지게 된다. 본 연구에서는 정량적 측면의 물리적인 성능을 평가기준의 주대

상으로 연구범위를 제한하고, 일정 성능 기준을 만족하는 대안을 선정한다. 즉, 성능평가 방법으로 부위별 요구성능의 등급 설정 및 이를 만족하는 대안을 채택하는 항목별 등급평가 방법을 사용한다. 다음 <그림5>는 성능평가 과정을 나타낸다.

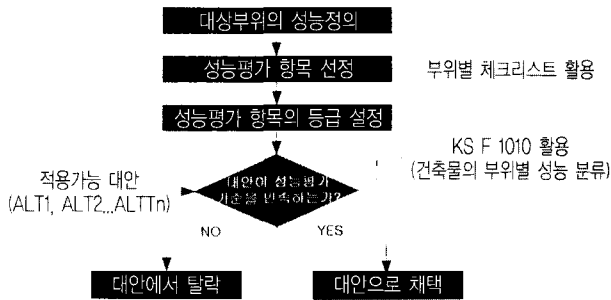


그림 5. 성능평가 과정의 흐름도

부위별 성능항목의 요구성능 등급은 발주자 및 설계자가 판단하여 설정하는 것으로 하며, 대안별 요구성능의 등급 평가는 다음 <표10>의 부위별 성능 등급 판정기준에 의해 요구성능 기준을 만족하는 설계대안으로 평가, 생성되는 것으로 한다. KS F 1010에서 제시된 부위별 성능등급 판정을 위한 기준은 다음 <표10>과 같다.

표 10. 건축부위의 성능 등급 판정기준<sup>8)</sup>의 예

등급 성능	(0) 1 2 3 4 5 6 (7)							비고	
								측정 항목	측정 단위
단열성	0.2	0.3	0.5	0.8	1.25	2.0	3.2	열관류 저항	m <sup>2</sup> · h · °C / kcal
차음성	12	20	28	36	44	52	60	투과손실	dB
기밀성	0.015	0.06	0.25	1.0	4.0	15	60	기밀저항	m <sup>2</sup> · h / m <sup>3</sup>
흡음성	20	30	40	50	60	70	80	흡음율	(%)
방수성	10	16	25	40	63	100	160	수밀압력	kg / m <sup>2</sup>

상기 <표10>의 물리적 성능은 특정 건축시스템(구성요소)의 고유한 값이라 할 수 있으며, 건축물의 종류나 적용 부위 또는 시스템이 달라짐에 따라 요구되는 성능은 달라질 수 있다. 따라서, 각 건축시스템(구성요소)에 관한 성능수치에 대해서 발주자 및 설계자는 기준등급을 정하여 평가함으로써 대안의 채택이 가능하다. 예로써 성능등급의 기준을 3등급으로 제한하여 설정할 경우 대상 부위의 설계대안의 단열성은 열관류 저항이 0.5~0.8

8) 한국표준협회, 건축물의 부위별 성능분류, 『건축물에 영향을 주는 각 요인의 성능분류』, 한국산업규격, 2000. 12

m<sup>2</sup> · h · °C / kcal의 범위 내에 있어야 한다.

## 4.2 대안평가 기준 선정

### 4.2.1 시공성 평가기준

시공성 평가는 프로젝트의 종류, 성격, 조건에 따라 평가요소가 달라질수 있다. 본 연구에서는 리모델링 프로젝트의 특성을 고려하였으며, 시공성 평가항목을 건축설계단계에서 시공성 향상 및 검토를 위한 시공성 분류 항목별 평가요소<sup>9)</sup> 중 “설계요소의 조합 검토”로 제한하여 선정하였으며, 이를 두 가지 평가요소인 해체작업과 결합작업으로 정의하여 평가한다.

해체작업은 리모델링 대상 부위의 시스템을 해체하기 위한 공사이며, 결합작업은 기존 시스템과 새로운 시스템을 결합하기 위한 공사로 정의한다. 즉, 기존 건축시스템의 종류 및 결합방법에 따라서 해체작업의 난이도, 용이성 등이 달라지며, 새로운 시스템과 기존 시스템과의 결합작업도 결합될 새로운 시스템의 종류 및 결합방법에 따라 공사방법의 난이도, 공정 등이 달라지게 된다.

따라서 평가요소에 대한 평가인자는 BSI에서 제안한 건축시스템의 결합방법<sup>10)</sup>을 준용하여 독립, 접촉, 연결, 공유, 일체화로 분류하여 평가한다. 평가인자는 부위의 특성에 따라 수직부위(기둥, 내벽, 외벽 등)와 수평부위(바다, 천장, 지붕 등)로 분류하였다.

다음 <표11>은 시공성 평가항목을 나타낸다.

표 11. 시공성 평가항목

대안평가 기준항목	평가 요소	평가인자 (결합방법)	수직 부위	수평 부위	내용
시공성	해체 작업	독립	●	●	기존 시스템을 해체하기 위한 공사의 용이성, 난이도 등
		접촉	-	●	
		연결	●	●	
		공유	●	●	
	결합 작업	일체화	●	●	기존 시스템과 새로운 시스템과의 결합시 공사의 난이도, 용이성 등
		독립	●	●	
		접촉	-	●	
		연결	●	●	
		공유	●	●	
		일체화	●	●	

9) CII Constructability Implementation Task Force, Constructability Implementation Guide, Special Publication 34-1, May 1993  
한국건설관리협회, 설계단계의 건설사업관리 가이드 북, 2002. 2

10) Richard D. Rush, The Building Systems Integration Handbook, AIA, 1986, p.320~322

4.2.2 공사비용 평가기준

공사비용 측면의 평가요소로는 리모델링 대상 시스템 공사에 소요되는 직접비용과 상관관계로 인해 기존 시스템을 해체, 보수, 보강, 변경 등을 하기 위한 공사에 소요되는 추가비용으로 평가한다.

다음 <표12>는 공사비용 평가항목을 나타낸다.

표12. 공사비용 평가항목

대안평가 기준항목	평가 요소	내용	비고
공사비용	직접 비용	리모델링 대상 시스템에 소요되는 비용	재료비, 노무비, 경비
	추가 비용	대상 시스템과 상관관계에 있는 기존 시스템 공사에 소요되는 비용	재료비, 노무비, 경비

4.3 대안평가 프로세스

4.3.1 시공성 항목의 가중치 산정

리모델링의 특성은 기존 시스템을 해체 또는 변경하고 새로운 시스템과 기존 시스템을 결합시키는 건축행위로써 신축공사와는 차이가 있다. 따라서 리모델링 설계대안은 대상 부위를 구성하고 있는 건축시스템의 상관관계를 고려한 대안생성과 평가가 수행되어야 한다. 본 연구에서는 시공성 항목의 평가를 위해 시공성 항목의 각 평가요소를 건축시스템 결합방법인 독립, 접촉, 연결, 공유, 일체화로 분류하여 평가인자로 선정하였다. 따라서 시공성 항목의 평가는 평가인자의 가중치(중요도)를 산정하여 평가할 수 있으며, 이를 위해 Saaty에 의해 개발된 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법<sup>11)</sup>을 사용하였다.

4.3.2 시공성 지수의 산출

시공성 항목을 구성하고 있는 평가요소들은 정성적 요소이므로, 대안의 비교 가능한 구체적인 수치를 구하기 위해서는 이를 정량화 시켜야 한다. 시공성 지수는 각 평가인자의 AHP 가중치를 평가요소인 해체작업과 결합작업의 가중치로 정의하고 대안별로 각 가중치 합을 평균을 지수화하여 산출할 수 있다.

4.3.3 비용지수의 산출

비용은 리모델링 프로젝트의 성능을 저해하는 요인으로 작용하게 된다. 즉, 비용이 많이 드는 대안은 비용이 적게 드는 대안

에 비해 프로젝트 성능을 저해하는 것으로 볼 수 있다.

다음 식(1)<sup>12)</sup>, (2)는 리모델링 대상 부위의 대안별 비용을 비용 지수로 환산하기 위한 식이다.

$$RC_{ij} = \frac{\frac{1}{C_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_{ij}}} \dots\dots\dots (1)$$

$$C_{ij} = C_{ix} + C_{iy} \dots\dots\dots (2)$$

- $RC_{ij}$  = i 리모델링 대상 부위에 대한 j 대안의 비용지수
- $C_{ij}$  = i 리모델링 대상 부위에 대한 j 대안의 비용
- $C_{ix}$  = j대안의 직접비용
- $C_{iy}$  = j대안의 추가비용
- $n$  = i 리모델링 대상 부위의 대안 개수의 총합

상기 식(1)에서와 같이 해당 대안의 비용 지수는 전체 대안의 비용 역수의 합으로 나누어 산출하였다. 이는 리모델링 대상 부위의 대안 평가시 비용요소는 성능을 저해하는 요인으로 작용하기 때문이다. 즉, 가치공학(VE) 산정식에서 제시한 바와 같이 기능대비 최소의 비용을 갖는 대안을 결정하기 위해서이다.

4.4 리모델링 대상 부위별 적정대안 선정

산출된 비용지수는 시공성 지수와 통합함으로써 리모델링 대상 부위별 대안을 평가하여 선정할 수 있다. 다음 식(3)은 리모델링 대상 부위별 대안선정을 하기 위한 평가 식이다.

$$Opt_{j \times 1} = A_{j \times 2} \times B_{2 \times 1} \dots\dots\dots (3)$$

- $Opt_{j \times 1}$  = j 대안의 평가점수(시공성·비용지수 통합) 행렬
- $A_{j \times 2}$  = j 대안의 시공성 지수와 비용지수의 행렬
- $B_{2 \times 1}$  = 시공성 지수와 비용지수의 가중치 행렬

상기 식(3)에서 행렬의 첫 번째 열은 시공성 지수, 두 번째 열은 비용지수를 나타낸다. 행렬은 시공성 지수와 비용지수의 가중치 행렬을 나타내는 것으로서 대안의 평가 기준을 리모델링 프로젝트의 특성에 따라 반영할 수 있다. 즉, 비용 절감 측면을 강조할 것인지, 시공성 향상 측면을 강조할 것인지를 구분하여 평가기준으로 할 수 있다. 예로서 시공성 지수의 가중치에 '1'을 부여하고 비용 지수 가중치에 '0'을 부여 할 경우 시공성 측면만을 평가기준으로 선택하는 것이고, 각각 '0.6', '0.4'를 가중치로 부여할 경우 시공성 측면을 60%, 비용 측면을 40% 정도 반영하여 평가하는 것을 의미한다. 다음 <표13>은 리모델링 대상 부위별 대안의 평가점수의 산출 예이다.

뒤의 <표13>은 리모델링 대상 부위별 대안평가 결과를 나타낸다. B부위의 대안을 시공성 60%, 비용 40%로 반영하였을 경우는 ALT2가 가장 높은 평가점수로 평가되었다. 또한 시공성과 비용의 가중치를 각각 0.4, 0.6을 부여하였을 때와 0.5, 0.5로

11) Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, NY, 1980, p.53~64  
 12) 오승준외, 건축 중간설계단계의 협력 의사결정 지원 프로세스 구축, 제4회 (사)한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2003, p.317



표 13. 리모델링 대상 부위별 대안평가의 예

리모델링 대상부위	설계대안	시공성 지수	비용지수	평가점수
A부위	ALT1	-	-	-
	ALT2	-	-	-
B부위	ALT1	0.3125	0.3885	0.3429
	ALT2	0.3750	0.3237	0.3545
	ALT3	0.3125	0.2878	0.3026

부여하였을 때의 대안평가는 다음 <표14>와 같다.

표 14. 가중치 비율에 의한 대안평가 결과

부위별 대안	가중치 비율	시공성	비용	시공성	비용	시공성	비용
		40%	60%	50%	50%	60%	40%
B부위	ALT1	0.3581		0.3505		0.3429	
	ALT2	0.3442		0.3493		0.3545	
	ALT3	0.2977		0.3001		0.3026	

상기 <표14>는 가중치 비율에 따른 대안평가 결과로서 시공성 측면과 비용측면을 4:6, 5:5의 비율로 평가하였을 때에는 ALT1이 설계대안으로 선정되었으며, 6:4의 비율로 평가하였을 때에는 ALT2가 선정되었다.

## 6. 결론

본 연구는 리모델링 프로젝트의 시공단계에서 발생하고 있는 다양한 문제로 인한 공기지연, 공사비 증가 등의 문제 발생을 최소화하기 위한 방법으로 설계단계에서 기존 건축물을 구성하고 있는 부위구성요소의 상관관계를 고려한 설계대안의 생성과 평가, 선정방법의 제시를 목적으로 수행되었다.

본 연구의 주요결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기존의 일반적인 리모델링의 유형을 총11가지의 건축시스템 조합형태로 분류하여 설정함으로써, 리모델링 프로젝트의 대상 및 범위를 명확히 설정할 수 있었으며, 리모델링 대상 시스템과 기존 시스템의 상관관계 분석이 가능하였다.

둘째, 설계단계에서 리모델링 대상 시스템과 기존

시스템과의 상관관계를 분석하기 위한 리모델링 건축시스템 상관관계 도식화 모델을 제시하였다. 도식화 모델의 작성을 위한 표현형태로 독립, 접촉, 연결, 공간공유, 공유, 일체화의 6가지 시스템 결합방법과 시스템간의 영향방향을 양방향, 일방향의 2가지 표현형태로 제시하였다.

셋째, 시공성 항목의 평가는 리모델링 공사의 특성을 고려하여 두 가지의 평가요소인 해체작업과 결합작업으로 평가하였으며, 공사비용 항목의 평가는 리모델링 대상 시스템 공사에 소요되는 직접비용과 리모델링 대상 시스템의 공사를 위한 추가작업에 소요되는 추가비용으로 평가하였다.

넷째, 시공성 항목은 평가인자들의 개별비교를 통한 AHP기법을 사용하여 시공성 지수를 산출하였으며, 비용항목은 전체 대안의 비용 역수의 합으로 나누어 비용지수를 산출하였다. 또한 행렬연산식을 활용하여 산출된 각 평가항목의 지수값을 통합하고, 프로젝트의 특성에 따라 가중치를 조정함으로써 적정대안을 평가·선정 할 수 있었다.

## 참고문헌

1. 전재열, 건축 설계단계에서 비용과 성능을 고려한 부위 최적화 방법에 관한 연구, 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 1993
2. 권철환, 노후 사무용건물의 리모델링 성능평가에 관한 연구(기능성과 경제성을 중심으로), 서울시립대학교 도시과학대학원, 석사학위논문, 2000
3. 오승준외, 건축 중간설계단계의 협력 의사결정 지원 프로세스 구축, 제4회 (사)한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2003
4. Richard D. Rush, The Building Integration Handbook, AIA, 1986
5. Track Hegazy, Improving Design Coordination for Building Project, II: A Collaborative System, Journal of Construction Engineering and Management, 2001

## Abstract

As remodeling project is progressed in the constraint which is utilization of existing resource, the subject of remodeling and extend of construction are affected by the correlation between building element. Therefore, this research analyze the correlation between component of building element in the design phase and proposed the diagram model for correlation between building element and proposed selection method of alternative plan for optimized combination of building element in remodeling project.

**Keywords** :remodeling, building system, element, correlation