

고층 주거건축물 거푸집의 편익/비용 분석에 관한 연구

A Study on Benefit/Cost Analysis of Form Work Methods for High-rise Residential Buildings

김 재 엽 김 재 현*

Kim, Jae-Yeob Kim, Jae-Hyun*

Department of Architectural Engineering, chungju University, daehakro, chungju-si, 380-702, korea

Abstract

Selecting an appropriate formwork to fit the construction of a high-rise building is an important factor that can influence the success or failure of a construction. Currently, however, the reality is that in domestic high-rise building construction, the selection of an appropriate formwork with consideration of the characteristics of the formwork has not been done in a reasonable manner. To select formwork in a systematic and reasonable fashion, comprehensive consideration is required that must not only include the aspect of construction costs, but also air, quality, safety, and environmental issues. Therefore, this study aims to rationalize the selection process of formwork by applying the scientific method of Analytic Hierarchy Process (AHP) to the selection process of formwork, in terms of construction costs, quality and safety. To do this, the researcher investigated the current status of formwork being used in high-rise residential building construction. Then, based on the results of this investigation, the researcher selected an alternative for the formwork, and taking construction experts as the subjects of this study, conducted a survey on the applicability of the formwork as well as the priority of management thereof when selecting formwork. It is judged that the results of this research will contribute a more scientific and reasonable decision-making process than the existing non-scientific method in selecting formwork for high-rise residential building construction.

Keywords : selection of form work method, high-rise building, AHP, benefit/cost analysis

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 국내에서는 건설기술의 발전과 더불어 인구의 도시 집중으로 고층 건축물의 수요가 증가하여 주거용 고층 건축물을 중심으로 고층 건축공사가 증가하고 있다. 고층 건축공사에서 거푸집 공사는 일반적으로 전체 공사기간의 약 25%를 차지하고 있으며, 공사비 측면에서도 전체공사비의 10~15%를 차지하는 공정이다.[1] 거푸집공사는 후속 공정 뿐 아니라 전체 공사에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 프로젝트의 성패를 좌우하는 공사이다. 또한 안전 측면에서도 2000년도에 발생한 가설재 관련 사망재해 중 거푸집 공사는

전체의 20.3%로 전체 작업공종 중에서 가장 높은 비율을 차지하고 있다[2]. 이러한 거푸집공사에서 현장여건에 맞는 적절한 거푸집의 선정은 원활한 프로젝트의 수행을 위해 매우 중요한 부분이라 할 수 있다.

그러나 국내 건축공사 현장에서 거푸집공법의 선정은 대부분 고층 건축공사에 대한 제한적인 경험을 가진 전문가의 주관적 판단에 의해 이루어지고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구는 고층 주거건축물에 적용된 거푸집 시스템에 대한 평가 및 선정에 있어 계층분석적 의사결정 방법(AHP : analytic hierarchy process)을 이용하여 보다 과학적이며, 합리적인 선정 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현재 완공되었거나 진행 중인 국내 고층 주거건축물에 사용된 거푸집(바닥판 거푸집, 외벽 거푸집)을 대상

Received : April 30, 2010

Revision received : July 5, 2010

Accepted : August 5, 2010

* Corresponding author:

[Tel: 010-3480-4890, E-mail: kkkijk@nate.com]

으로 하였다. 고층 주거건축물의 거푸집 현황 조사지역은 전국적으로 고층 건축물이 건설됨에 따라 전국으로 설정하였으며, 국내 시공능력평가 1~20위 순위 중 임의로 기업 8곳을 선정하여 30층 이상의 주거전용 건축물을 대상으로 실시하였다.

또한 여러 전문가들로부터 공통적인 평가기준을 도출하고 이를 통해 일반적인 거푸집별 장단점을 평가분석 하였다. 연구의 진행은 Figure 1과 같다.

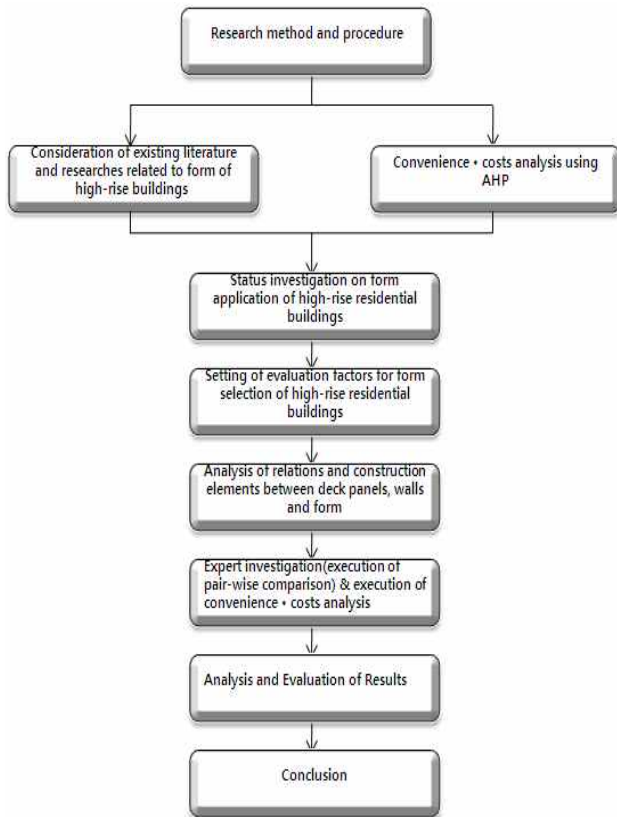


Figure 1. Research process

본 연구는 국내 고층 주거건축물공사의 바닥 거푸집 및 외벽 거푸집 시스템 사용 현황을 파악 하고, 기존 문헌 조사를 하여 평가기준을 설정하였다. 또한 고층 주거건축물의 경험을 가진 전문가들을 대상으로 한 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과는 분석한 편익/ 비용 분석을 통해 가장 적합한 거푸집을 선정하였다. 편익/ 비용 분석을 위한 도구로는 Expert Choice 2000이 사용되었다.

1.3 기존 연구 분석

1) 거푸집 관련 연구

거푸집 관련한 기존 연구는 Table1과 같이 일반적인 거푸집 기술 개발 및 보강, 거푸집 공사의 안전관리 및 품질

관리, 거푸집공사 공기단축, 거푸집 선정 등으로 분류할 수 있다. 그러나 국내 고층 주거건축물 공사의 실정에 적합한 체계적인 거푸집 선정에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 또한 편익/비용 분석을 이용한 연구는 편익을 이용한 분석, AHP를 이용한 편익/비용 분석 등 여러 분야에 걸쳐서 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 국내의 주거 건축물을 대상으로 한 연구를 아직 없는 것으로 조사되었다.

따라서 본 연구는 고층 주거건축물 공사에 사용된 거푸집을 대상으로 AHP를 기법을 이용한 편익/비용 분석으로 거푸집 시스템 공법 선정을 위해 체계적이고 과학적인 방안을 제시하고자 하였다.

Table 1. Major researches related to form

Classification	Researcher	Contents
Technology development of form	Kim and Kang [3]	A study on development and application of the unit table form for concrete structural frame work of high-rise buildings
Shortening of formwork duration	Kim et al.[4]	The Productivity Analysis by Slab Formwork of Structural Frame Work in Tall Building Construction
	Oh et al.[5]	A Study on the Setting Period of Forms according to Concrete Strength
	Kim et al.[6]	Decision Support System for Slab Form-work Selection of High-rise Building Construction
Selection of a form system	Shin et al.[1]	A Study on Selection of Slab Form Work System for High-rise Building Construction
	Shin et al.[7]	A Research on a Comparison between the Strength and Weakness of Each Formwork Methods in the Core Wall Construction
	Kim et al. [8]	The selection model of slabform for high-rise building using discriminant analysis

2) 편익/ 비용 분석 관련 연구

본 연구에서는 고층 주거건축물의 거푸집에 대한 선정 및 평가에 있어 AHP를 이용한 편익/ 비용 분석을 실시하였다. 편익/ 비용 분석을 이용한 기존의 연구들을 분석한 결과는 Table2와 같다.

Table 2. Researches using benefit/cost analysis

Classification	Researcher	Contents
Benefit/costs analysis using AHP	Kim et al. (2008)[9]	Form on basement walls benefit / cost analysis
	Cho et al. (2004)[10]	Cost Benefit Analysis of CT and MRI Using the AHP
	Kwon and Cho (2001)[11]	An Applied Study of the AHP on the Selection of Nonmemory Semiconductor Chip
Benefit/costs analysis	Lee et al. (2004)[12]	A Study on the Decision between Reconstruction and Remodeling for Deteriorated Military Apartment Using Cost-Benefit Analysis
	Lee and Kim (2005)[13]	An Analysis of Publicity in the Enterprise' Participation Buildings by Analytic Hierarchy Process

건설 산업의 특성상 거푸집 선정에 있어서는 직·간접적으로 여러 산업 분야에 기술적, 경제적으로 끼치는 영향을 고려해야 한다. 또한 편익/비용 분석을 통해 편익적인 가치와 비용적인 가치를 동시에 고려하여 우선순위를 결정하는 것이 타당하다. 이러한 특성 때문에 정량적인 요소와 정성적인 요소를 동시에 고려할 수 있는 AHP의 편익/비용 분석이 거푸집 선정과 같은 복잡한 의사결정에 활용가능성이 큰 것으로 분석되었다[14].

2. 거푸집 및 편익/비용 분석 고찰

2.1 고층 주거건축물 거푸집

대형거푸집은 여러 표준 부재들을 공장에서 사전에 제작하여 시공현장에서 기둥, 벽, 보, 및 슬래브 등의 사용 용도에 맞게 설치 및 해체가 가능하다. 또한 단순 작업을 통하여 미숙련공의 경우에도 조기 적용이 가능하다. 국내 고층 건축물공사에 일반적으로 사용되고 있는 대형 거푸집의 종류는 Table 3과 같다.

Table 3. Properties according to form types

Classification	Traits
Floor form	Aluminum-form(AF) Its quality is improved due to lowering, etc. of impact load on a structure in case of dismantling and transport of form and the working time is reduced because of simplification of construction, and its subsequent work is simple.
	Sky-deck Its quality is improved due to lowering, etc. of impact load on a structure in case of dismantling and transport of form and the working time is reduced because of simplification of construction, and its subsequent work is simple.
	Table-form This is the form exclusively for a large slab that allows it to move horizontally and vertically by integrating earth anchor holes(timbering, joists, yokes) in a floor plate.
Form of external walls	Euro-Form This is the multi-purpose form that is used for internal and external construction, inner and external wall construction and is most used in our country as a thing manufactured by attaching plywood surface to a steel frame.
	A.C.S This is Auto Climbing System Form and has a method that the floor follows after placing a core line, and a scaffold is moved up and down by hydraulic equipment.
	G.C.S This is Auto Climbing System Form and has a method that the floor follows after placing a core line, and a scaffold is moved up and down by hydraulic equipment.
Aluminum-form	Gang-Forms(GF) This is the form completed by connecting large panels manufactured in the form of each structure or each member as one piece to construct building structures or large civil structures.
	Aluminum-form Its quality is improved due to lowering, etc. of impact load on a structure in case of dismantling and transport of form, and the working time is reduced because of simplification of construction, and its subsequent work is simple.

2.2 AHP의 B/C 분석

전통적인 편익/비용 분석에서 편익과 비용을 비교하기 위한 수단으로 '화폐'를 사용하는 반면에, AHP를 이용한 편익/비용분석은 '비교를 통한 우선순위'를 비교수단으로 사용한다. AHP를 이용한 편익/비용분석은 비용에 관한 항목으로 구성되는 비용계층(cost hierarchy)과 편익에 관한 항목

목으로 구성되는 편익계층(benefit hierarchy)을 각각 설계한다. 편익계층에서의 대안의 중요도 가중치와 비용계층에서의 대안의 중요도 가중치를 구하여 편익/비용 비율로서 대안의 상대적 중요도를 평가한다. 본 연구에서는 분자(편익)나 분모(비용) 양쪽에 동일한 가중치가 주어지는 ‘단순 편익/비용’을 채택하였다¹⁾. 이는 편익계층에서 높은 가중치를 나타낼수록, 비용계층에서는 낮은 가중치를 나타낼수록 대안에 대한 높은 선호를 나타내는 것이다.

AHP를 이용한 편익/비용 분석을 행할 때에는 일반적으로 다음과 같은 4단계의 작업을 수행 한다[14].

- 1) 의사 결정 문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층(decision hierarchy)을 설정한다.
- 2) 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다.
- 3) 고유치방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치를 추정한다.
- 4) 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치를 종합화한다.

3. 국내 고층 주거건축물의 거푸집선정 현황

3.1 거푸집 선정 현황

본 연구에서는 국내의 고층 주거건축물 공사에서 사용되고 있는 거푸집 유형을 분석하기 위해 국내의 44개 현장의 거푸집 공사자료를 수집하여 분석하였다. 2006년 이후에 완공하였거나 현재 공사가 진행 중인 현장을 대상으로 하였으며, 8개 건설회사로부터 자료를 협조 받아 분석하였다. Table4는 44개 현장 중의 일부를 보여주고 있는 것이다.

Figure 2는 바닥거푸집 선정 현황을 분석한 결과이다. 분석결과 알루미늄폼이 전체(44개현장)의 71%로서 가장 많이 사용되고 있는 것으로 나타났으며, 스카이덱이 20%로서 두 번째로 많이 사용되고 있는 것으로 나타났다. 이를 다시 건축구조형태별 살펴보면, 알루미늄 폼이 RC-벽식 구조에서는 100%, RC-플랫슬라브 구조에서는 47%의 현장에서 사용된 것으로 조사되었다.

1) AHP기법에는 ‘단순 편익/비용’, ‘한계 편익/비용’, ‘조정 편익/ 비용’ 등의 방법이 있습니다. ‘단순 편익/비용’ 방법이 거푸집 대안을 선정하고 계층항목의 우선순위를 결정하는데 가장 적합하고 의사결정 프로세스로 쉽게 활용할 수 있는 것으로 판단되어 채택하였습니다.

Table 4. Summary of high-rise residential buildings

Building name	Floors	Form system	
		Deck	Wall
Eco-9 blocks	50	AF	ACS
Eco-10 blocks	40	AF	GF
Busan Centum City	30	AF	GF
Seocho Samho B	31	AF	ACS
Yongin dongcheon	30	AF	GF
Insadong Lotte Castle	34	AF	ACS
Yongsan Xi	36	AF	ACS
Singuro Xi	36	AF	ACS
Haeundae AdeleReese	47	Sky-deck	ACS
Songdo Harborview	33	AF	GF
the# Centum Park	51	AF	ACS
the# Centum Star	60	Sky-deck	ACS
Sand-Dong Ideapolis	33	AF	ACS
Shinjung-dong Parkpolis	39	Sky-deck	ACS
Incheon shinhyun	33	AF	GF
Daejeon Gao	31	AF	ACS
Yongin Dongcheon	30	AF	GF
Amsa-dong Lotte Castle	34	AF	ACS
Yongsan Xi	36	AF	ACS
Singuro Xi	36	AF	ACS
Haeundae Adeles	47	Skydeck	ACS
Songdo Hborview	33	AF	GF
the# Centum Park	51	AF	ACS
the# Centum Star	60	Skydeck	ACS
Sang-dong Ideapolis	33	AF	ACS
Sinjeong-dong Parkpolis	39	Skydeck	ACS
Incheon Shinhyun	33	AF	GF
Soulforest 1BL Officetel	30	AF	ACS
Yeouido Y22 Parc1	69	Skydeck	ACS
Banpo Jugong 2Block	32	AF	GF
Sanbon Jugong	34	AF	GF
Tangjung Trapalace	39	AF	ACS
Hwanghak-dong Lotte Castle	33	Skydeck	ACS
Konkukdae Star City	50	Table Form	Curtain Wall
Yeouido Richensia	40	Table Form	ACS
Yeouido Xi	39	AF	ACS
THE CITY7	43	AF	ACS
Jamsil Star River	39	Table Form	ACS
Konkukdae Star City	58	AF	ACS
Dongtan 4Block APT	33	AF	ACS
Jamsil Star Park	39	Skydeck	GF

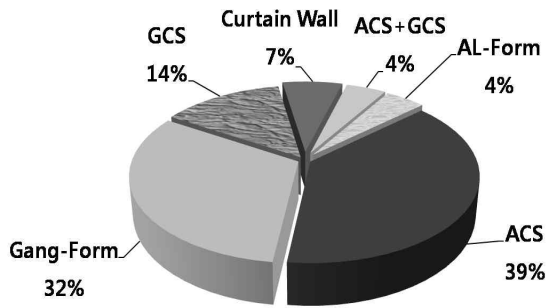


Figure 2. Usage of wall form

Figure 3은 외벽거푸집의 선정현황 분석결과이다. 분석결과 ACS(44개현장, 39%), 갱폼(44개현장, 32%), GCS(44개현장, 14%)의 순으로 나타났다. 또한 이를 건축구조형태별로 분석해 보면, RC-벽식 구조에서는 갱폼(43.5%), ACS(21.7%), GCS(21.7%), ACS+GCS (8.8%) 순으로 많은 현장에서 사용되었고, RC-플랫슬래브 구조에서는 ACS(52.9%), 갱폼(23.5%), 커튼월(11.8%)의 순으로 많이 사용된 것으로 분석되었다.

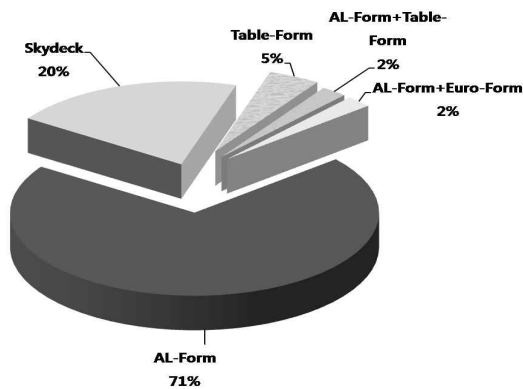


Figure 3. Usage of floor form

또한 슬래브 거푸집과 외부벽체 거푸집을 조합하여 분석한 결과는 Figure 4와 같다. ‘알루미늄폼+갱폼’이 34%, ‘알루미늄폼+ACS’가 36.4%, ‘스카이덱+ACS’가 13.6%의 순으로 분석되었다. 이상의 세가지 유형을 제외한 나머지 유형은 Figure4에 나타난 바와 같이 각각 1개의 현장에서만 사용된 것으로 나타났다. 건축구조형태에 따른 슬래브 및 외벽거푸집 선정현황을 분석해 보면, RC-벽식 구조에서는 알루미늄폼+갱폼, 알루미늄폼+ACS 등의 거푸집의 선정빈도가 높게 나타났다. RC-플랫슬래브 구조에서는 스카이덱+ACS, 알루미늄폼+갱폼, 알루미늄폼+ACS 등의 거푸집이 많이 사용된 것으로 조사되었다.

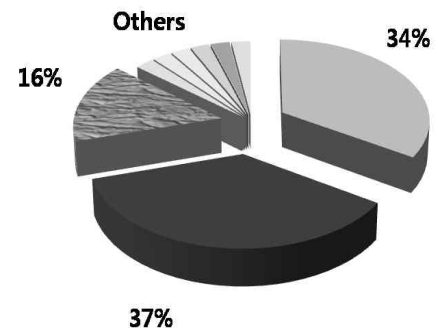


Figure 4. Selection status of combination form

이러한 국내 건축공사현장에서의 거푸집 선정 현황 분석 결과를 바탕으로 본 연구에서는 거푸집의 선정대안으로 슬래브 및 외벽 거푸집을 조합한 유형을 설정하였다. 최종 대안으로 선정된 거푸집 유형은 Figure 5와 같이 ‘알루미늄폼+갱폼’, ‘알루미늄폼+ACS’, ‘스카이덱+ACS’의 3가지 형태의 거푸집을 선정하여 분석하였다.

Table 5. Evaluation criteria of Cost aspect

Evaluation items	Sub-evaluation items	Evaluation Criteria
Cost	Material costs	Material costs related to formwork occurring in the execution of formwork
	Labor costs	Labor costs related to formwork occurring in the execution of formwork
Time	General and administrative expenses	Expenses necessary for progression of overall construction(staff salary and various expenses included)
	Financing costs	Various expenses and financing costs on the debt accompanied for execution of construction
Quality	Maintenance costs	Maintenance costs on various defects occurring by poor construction
	Quality control costs	Costs separately inputted for quality control
Safety	Disaster compensation	Costs being inputted for controlling in case of generation of a disaster related to formwork
	Safety management costs	Various costs being separately inputted for safety management

Table 6. Evaluation criteria of benefit aspect

Evaluation items	Sub-evaluation items	Evaluation Criteria
Cost	Profitability increase	Increase of overall profitability of formwork due to cost savings
	Decrease of import amount	Decrease of import costs according to use of foreign technology (Decrease of foreign import amount)
Time	Decrease of days unable to work	Decrease level of days unable to work according to a form type
	Increase of sales	PR effects due to shortening of a construction period and increase of sales
Quality	Technology development	Development of construction technology by use of form advantageous to quality management
	Technology Spillover	Spillover effect of improved technology by using form having superior construction performance in a quality control aspect
Safety	Manpower savings	Dependence on labor manpower is decreased because of a simplified process by use of system form, and it is also advantageous to a safety management aspect
	Disaster Reduction	Level that the possibility of safety disaster generation is decreased

을 구분하여 평가기준의 요인들을 Figure 5, 6과 같이 각각 계층화 하였다.

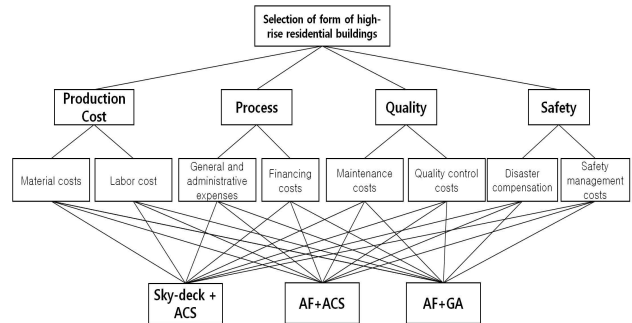


Figure 5. Hierarchy of cost aspect

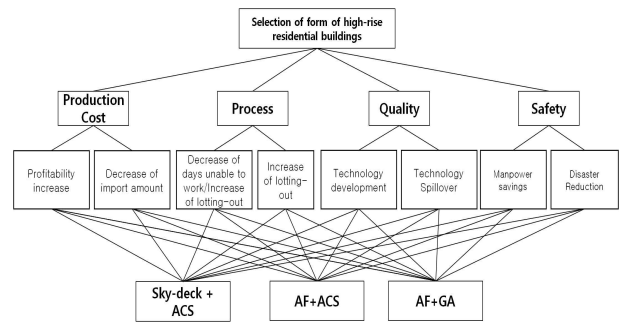


Figure 6. Hierarchy of benefit aspect

3.2 고층 주거건축물의 거푸집 시스템 선정 기준

평가기준 선정은 문헌검토와 전문가 면담을 통해 이루어졌다. 문헌 검토를 통해서 ‘거푸집 선정 시의 선정기준’을 정리한 결과 원가, 공정, 품질, 안전 등의 순으로 나타났다. 또한 하위항목을 각 상위항목별로 3-4개로 정리하였고, 이를 3개 건설사의 8인의 전문가와 면담조사를 통해 중요도가 높은 2개씩으로 압축하여 평가 기준을 선정하였다. Table5와 6은 비용측면과 편익측면의 평가항목과 평가기준들을 나타내고 있다.

4. 고층 주거건축물의 거푸집 공법 선정

4.1 고층 주거건축물의 거푸집 시스템의 선정

1) 거푸집 시스템 선정 요소의 계층화

본 연구에서는 AHP를 이용하여 고층 주거건축물의 거푸집 시스템을 선정할 수 있는 평가기준들의 가중치를 산정하였다. 비용적 측면의 평가요인과 편익적 측면의 평가요인

2) 쌍대비교 평가

Figure5, 6과 같이 계층적으로 구성된 각 속성들을 쌍대 비교하기 위해서 30층 이상의 고층 주거건축물의 시공 경험이 있는 실무자들을 대상으로 설문조사를 하였다. 설문 응답자들의 특성은 Table7과 같다.

수집된 설문 16부 중 일관성 비율(CR)이 0.1을초과하여 논리적인 일관성이 결여되었다고 판단되는 4개의 설문을 제외한 12부의 설문결과를 분석하였다. 설문분석은 상용 프로그램인 ‘Expert Choice’를 통해 이루어졌으며, 거푸집 선정 평가기준별 가중치를 산출하였다. 편익과 비용의 양 측면 모두에서 설문 분석 결과의 기하평균을 통해 최종 가중치를 얻을 수 있었다.

Table 7. Characteristics of questionnaire respondents

Classification	No. of Respondents (persons)	No. of Effective Questionnaire	Construction career
Field	9	6	5 years
Head office	7	6	10 years
Total	16	12	-

4.2 결과 분석

AHP를 이용한 편익/비용분석 결과 Table 8과 같은 각 계층 구성요인에 대한 가중치를 얻을 수 있었다. 분석 결과에 의하면 비용계층의 상위항목에서는 공정(0.340), 안전(0.335), 원가(0.223), 품질(0.103)의 순으로, 편익계층의 상위항목에서는 공정(0.306), 안전(0.285), 원가(0.260), 품질(0.148)의 순으로 중요도를 나타내어 두 계층 모두에서 ‘공정’이 가장 중요한 기준으로 분석되었다. 이 결과는 고층 건축공사에서 거푸집 공사는 골조공사의 공정 측면에서 많은 비중을 차지하고 있으며, 일반 건축공사보다 상대적으로 긴 공사기간을 갖는 고층 건축공사에서는 공기가 매우 중요한 요인이기 때문인 것으로 판단된다. 또한 두 계층 모두에서 공정 다음으로 안전과 원가가 높은 가중치를 나타내었으며, 특히 안전은 원가보다 높은 가중치를 나타내고 있다. 이는 고층 건축공사의 거푸집공사에서 안전에 대한 요구와 중요성이 크게 작용한 것으로 분석된다.

전체적인 두 계층의 종합 가중치는 스카이덱+ACS 품이 알루미늄폼+ACS, 알루미늄폼+갱폼 보다 편익과 비용의 모든 측면에서 더 유리한 것으로 Table 9와 같이 나타났다.

1) 편익적 측면에서는 하위항목 평가요소에서 스카이덱

+ACS폼(가중치 2.772)이 다른 두 대안 알루미늄폼+ACS폼(가중치 2.679), 알루미늄폼+갱폼(가중치 2.55)에 비해 전체적으로 높은 가중치로 더 높은 편익을 갖는 것으로 나타났다.

- ① 공정 부분에서는 작업불능일 감소 요소에서 중간 편익을 갖지만 공기 단축으로 인한 분양 증가와 홍보 효과 영향으로 유리하다는 결과가 나타났다.
 - ② 원가의 수입액 감소와 수익성 증가에서는 해외수입 의존과 거푸집의 높은 단가로 알루미늄폼+ACS, 알루미늄폼+갱폼 보다 불리하다는 결과가 나타났다.
 - ③ 품질의 기술발전과 기술과급은 알루미늄폼+ACS폼 보다는 낮은 편익을 갖지만 세 가지 대안 중 중간 가중치로 비교적 안정적인 품질을 갖는 것으로 결과가 나타났다.
 - ④ 안전측면에서는 인력투입감소에서 스카이덱+ACS 품이 알루미늄폼+ACS 품보다 불리한 하나 알루미늄폼+갱폼 보다는 높은 편익을 갖고 안전재해감소 부분은 다른 두 대안 보다 스카이덱+ACS 품이 더 유리하다는 결과가 나타났다
- 2) 비용 측면에서는 하위항목 평가요소 중 일반관리비,

Table 8. Cost and benefit working out result

Cost								
Subject	Evaluation items		Sub-evaluation items		Alternatives			
	items	Weighting	Assessment element	Weighting	Sky-deck+ACS	AF+ACS	AF+GF	
Form selection of high-rise residential buildings	Production Cost	0.223	Material cost	0.454	0.448	0.366	0.187	
			Labor cost	0.549	0.278	0.266	0.496	
	Process	0.340	General and administrative expenses	0.495	0.303	0.285	0.413	
			Financing cost	0.505	0.241	0.308	0.451	
	Quality	0.103	Maintenance cost	0.561	0.247	0.316	0.437	
			Quality control cost	0.439	0.261	0.350	0.389	
	Safety	0.335	Disaster compensation	0.470	0.239	0.294	0.467	
			Safety management cost	0.530	0.233	0.289	0.478	
	Total weight of evaluation alternatives					2.25	2.474	3.318
	Benefit							
Subject	Evaluation items		Sub-evaluation items		Alternatives			
	items	Weighting	Assessment element	Weighting	Sky-deck+ACS	AF+ACS	AF+GF	
Form selection of high-rise residential buildings	Production Cost	0.260	Profitability increase	0.620	0.264	0.348	0.387	
			Decrease of import amount	0.380	0.316	0.342	0.342	
	Process	0.306	Decrease of days unable to work	0.595	0.326	0.266	0.408	
			Increase of sales	0.405	0.366	0.315	0.319	
	Quality	0.148	technology development	0.539	0.369	0.393	0.238	
			Technology Spillover	0.461	0.389	0.391	0.221	
	Safety	0.285	Manpower savings	0.356	0.315	0.276	0.409	
			Disaster Reduction	0.644	0.427	0.348	0.226	
	Total weight of evaluation alternatives					2.772	2.679	2.55

재료비 및 노무비에서 높은 가중치를 갖지만 전체적인 종합 가중치에서 스카이덱+ACS품이 가중치 2.25로 다른 두 대안 알루미늄폼+ACS(2.474), 알루미늄폼+갱폼(3.318)에 비해 낮은 가중치로 유리한 결과가 나타났다.

- ① 공정의 일반관리비는 세 가지 대안 중 스카이덱+ACS 품이 중간 가중치를 보여주지만 금융비에 따른 비용 감소는 낮은 가중치로 유리한 것으로 나타났다.
- ② 원가 중 재료비는 스카이덱+ACS 품이 높은 단가로 불리하지만 노무비에서 거푸집 설치에 따른 전문기술의 숙련도가 필요치 않기 때문에 비교적 안정적인 가중치 결과를 나타내고 있다.
- ③ 품질과 안전의 모든 평가요소에서 스카이덱+ACS 품은 낮은 가중치로 다른 두 대안 보다 유리한 결과가 나타났다.

최종적으로 AHP를 이용한 편익/비용을 분석한 결과는 Table9와 같다. 스카이덱+ACS(1.232)이 알루미늄폼+ACS(1.1), 알루미늄폼+갱폼(0.769) 보다 좋은 대안으로 나타났다. 스카이덱+ACS 품이 알루미늄폼+ACS, 알루미늄폼+갱폼에 비해 해외기술의존에 의해 높은 단가로 재료비가 상승하므로 공사비용 증가의 문제점이 나타나지만 고층 거푸집 공사에서 가장 중요시 되는 공기단축과 품질 및 안전 면에서 다른 두 가지 대안 보다 유리한 가중치를 확보하여 편익/비용 분석결과를 적용 하였을 때 가장 좋은 대안으로 판명되었다.

Table 9. Result of benefit/cost analysis

evaluation alternatives	Benefit	Cost	Benefit/Cost	Ranking
Sky-deck+ACS	2.772	2.25	1.232	1
AF+ACS	2.679	2.434	1.1	2
AF+GF	2.55	3.318	0.769	3

5. 결론

본 연구에서는 국내의 고층 건축공사에서 거푸집공법의 선정 과정을 합리화하기 위해 AHP를 이용한 거푸집 선정하는 절차를 제시하였다. 이러한 과학적인 도구를 활용할 경우 공사 진행 단계에서 이루어지는 의사결정 과정이 좀 더 합리적으로 이루어질 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구의 중요한 연구결과를 정리하면 다음과 같다. 30층이상의 고층 주거건축물 공사에서 사용된 거푸집공법의 적용현황을 분석한 결과, ‘스카이덱+ACS’, ‘알루미늄폼+ACS’, ‘알루미늄폼+갱폼’ 등의 거푸집이 가장 많이 사용된

것으로 분석되었다. 또한, 국내 건축공사 현장에서 주로 적용되고 있는 거푸집 유형을 대안으로 하여 AHP를 이용한 편익/비용 분석을 해 본 결과, ‘스카이덱+ACS’ 유형이 다른 유형의 거푸집을 적용하는 경우보다 편익과 비용측면에서 더 유리하다는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 본 연구는 실질적인 국내 고층 건축공사의 상황 및 여건을 고려하고자 설문과정에 일정 기준을 두어 대상을 선택하였고 ‘비교를 통한 우선순위’ 방법을 수단으로 AHP를 이용한 편익/비용 분석을 통해 자료에 대한 일관성과 신뢰성을 높일 수 있도록 하였다. 이 결과는 국내의 다양한 유형의 전문가 집단에 의한 집단적 의사결정의 결과이다. 따라서 현장단위에서 이러한 의사결정을 하고자 할 경우에는 본 연구의 결과보다는 의사결정 프로세스를 참고로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같이 고층 건축공사 거푸집 선정 과정에서 AHP 이론과 같은 과학적인 도구를 활용할 경우 기존의 경험에 의한 의사결정방식을 좀더 합리화 할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 좀 더 실질적이고 효과적인 거푸집 선정을 위해서는 현장의 특성과 같은 실질적인 요인들을 고려하여, 본 연구에서 제시한 평가기준보다 구체적인 기준의 계층 구성이 필요하다.

본 연구에서는 고층 건축물 바닥 거푸집과, 벽체(외벽) 거푸집 대상으로 한정 하였다. 향후 내부벽체 거푸집까지 고려한 종합적인 거푸집 선정에 대한 연구와 전체 고층 건축물을 대상으로 하는 폭넓은 연구가 향후 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

고층 주거건축물 공사에서 적합한 거푸집의 선정 여부는 프로젝트의 성패를 좌우하는 중요한 요인이다. 그러나 현재 국내 고층 공사는 거푸집별 특성을 고려한 적합한 거푸집 선정이 이루어지지 못하는 실정이다. 합리적이고 체계적인 거푸집 선정을 위해서는 공사비뿐만 아니라 공기, 품질, 안전 등을 포함한 종합적인 고려가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 공사비, 공기, 품질, 안전측면에서 거푸집 선정에 대해 계층분석적 의사결정(AHP)의 과학적 방법론을 제시하여 거푸집 선정 프로세스를 과학적 방법으로 합리화 하고자 한다. 이를 위해 국내 고층 주거건축물에 사용된 거푸집 현황을 조사 후 이를 토대로 거푸집 대안을 선정하고 공사 전문가들을 대상으로 거푸집 선정 시 관리 우선순위 및 거푸집 적용성에 대한 설문조사를 실시하였다. 본 연구 결과는 고층 주거건축물 거푸집 선정 시 기존의 비과학적인 방법을 보다 과학적이며 합리적인 의사결정에

기여할 것으로 판단된다.

키워드 : 거푸집 공법 선정, 고층 건축물, 계층분석적 의사 결정, 편익/비용 분석

References

1. Shin YS, Choi HBok, Lee UK, An SH, Kang KI. A Study on Selection of Slab Form Work System for High-rise Building Construction, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2006;22(2):147-154.
2. So YS, Kim YS. A Study on the Analysis of Present Status and Causes of Accidents in Temporary Works, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2001;21(2):507-510.
3. Kim GH, Kang KI. A study on development and application of the unit table form for concrete structural frame work of high-rise buildings, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2003;19(8):181-8.
4. Kim TH, Shin YS, Cho SS, Kang KI. The Productivity Analysis by Slab Formwork of Structural Frame Work in Tall Building Construction, Construction Core Technology Research and Development Project ;2003.
5. Oh SJ, Yoo SH, Shin SW, Lee BH, Jee SW. A Study on the Setting Period of Forms according Concrete Strength, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2002;22(2):319-22.
6. Kim SG, Lee UK, Cho HH, Kang KI. Decision Support System for Slab Form-work Selection of High-rise Building Construction, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2006;22(11):207-14.
7. Shin HW, Kim GH, Kim JY, Cho HK. A Research on a Comparison between the Strength and Weakness of Each Formwork Methods in the Core Wall Construction, The Korea Institute of Building Construction Journal 2007;7(4):153-9.
8. Kim TH, Kim BJ, Lee UK, Kang KI. The selection model of slabform for high-rise building using discriminant analysis, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2006;26(1):597-600.
9. Kim JY, Lim GH, Ahn SH, Lee JY. Form on basement walls benefit / cost analysis, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment Journal 2008;8(1):99-104.
10. Cho KT, Kim SJ, Kim SM. Kim YU, Kim SJ. Cho YG. Cost Benefit Analysis of CT and MRI Using the AHP, Korea Society of Management Science 2004;21(2):93-109,
11. Kwon CH, Cho KT, An Applied Study of the AHP on the Selection of Non-memory Semiconductor Chip, Korea Society of Management Science 2001;18(1):1-13.
12. Lee WY, Yoon HS, Kim YT, Koo KJ, Kim IH, Hyun CH. A Study on the Decision between Reconstruction and Remodeling for Deteriorated Military Apartment, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2002;22(2):555-8.
13. Lee JH, Kim JW. Decision Support System for Slab Form-work Selection of High-rise Building Construction, Journal Of The Architectural Institute of Korea 2006;22(11):207-14.
14. Cho KT, Cho YG, Kang HS. Analysis of leading decision-making hierarchy of leaders, Dong-Hyun publisher;2003