

설계요소별 영향분석을 통한 공동주택 리모델링 공사비개선견적 산출 시스템 개발

김준¹ · 차희성*

¹아주대학교 건축공학과

Development of Estimation System for Housing Remodeling Cost through Influence Analysis by Design Elements

Kim, Jun¹, Cha, Heesung*

¹Department of Architectural Engineering, Ajou University

Abstract : In As urban apartment are aging, the necessity of reconstruction or remodeling to extend the life of buildings is increasing. In such a case, a co-housing association is formed to implement decisions on reconstruction or remodeling projects. At this time, the most important thing for the co-housing association is the business feasibility based on the input of the construction cost. In the case of reconstruction, it is possible to estimate the construction cost by using the accumulated construction cost data, and then evaluate the feasibility using the construction cost. However, in case of remodeling, it is difficult to calculate the accurate construction cost because the number of accumulated construction cost data is small. In addition, non-specialist clients often require estimates of various design factors, often negatively impacting the accuracy of estimates and the duration of estimates. Therefore, in this study, proposed method to reflect the opinion of the owner who is a non-expert, as a design element, and a method of calculating the expected construction cost according to the design element, and constructed this system so that it can be easily used by the non-specialist owner. In order to clearly reflect the requirements of the non-specialist owner in the estimates, extracts the design elements from the existing remodeling cases, classify them, and suggest a plan for the client to choose. In order to reflect the design factors to the estimates, the existing apartment house remodeling cases were investigated and the design factors were extracted to have a large effect on the construction cost. Finally, developed system based on MS Excel so that the above contents can be easily used by a non-specialist client. In order to verify the accuracy of the proposed estimate in this study, verified the accuracy of 80% of the results by substituting the case of remodeling quotations and obtained a positive result from the questionnaire survey to examine the ease of use of the non-specialist customer. In this study, propose an estimate estimation method using four cases. If the remodeling cases are accumulated continuously, the expected effect of this study will be higher.

Keywords : Apartment Remodeling, Influence Analysis, Design Elements, Construction Cost, Estimation

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

도심지의 공동주택이 노후화되어 건축물의 성능이 떨어지면 공동주택의 성능을 향상시키는 재건축 및 리모델링이 거주자에 의해 요구된다. 이를 위해 공동주택 조합이 설립되고, 조합은 재건축과 리모델링 중 한 방향으로 사업의 방향을 정하게

된다. 이 때 조합이 가장 중요하게 여기는 사항은 설계요소에 따라 정해지는 공사비 그리고 사업성이다(Hong, 2004).

조합은 사업성을 판단하여 재건축 또는 리모델링 중 한 방법을 선택하여 건축물의 성능을 향상하는 방법을 택하게 되는데, 재건축의 경우 축적된 공사비 데이터를 활용해 통계학적인 방법으로 사업성을 평가할 수 있다. 그러나 리모델링의 경우 축적된 공사비 데이터의 수가 적어서 기존의 견적방법을 사용할 수 없다. 이에 따라서 시공단계에서 활용할 수 있을 정도로 정확한 공사비 산출이 안되고 있는 실정이다(Lee, 2010). 또한 공동주택 리모델링 공사에서는 조합원이 요구한 설계요구사항에 따라서 공사비견적안을 제시하게 되는데, 요구사항 접수 후 견적에 오랜 시간이 걸릴 뿐만아니라 개

* Corresponding author: Cha, Heesung, Department of Architectural Engineering, Ajou University, Suwon 16499, Korea
E-mail: hscha@ajou.ac.kr
Received July 23, 2018; revised September 14, 2018
accepted September 27, 2018

산전적인이 나오더라도 다른 요구사항에 따른 견적안을 재요구하는 일이 발생하여 사업기간을 증가시키고 있다. 이러한 사업기간 증가는 최종적으로 리모델링 사업비 증가로 연결되는 문제가 있다.

따라서 본 연구에서는 공동주택 리모델링 공사비 산출방안을 제시하고, 이를 시스템화하여 공동주택 조합에서 요구하는 공사비를 신속하고 정확하게 산출하여 조합의 리모델링 의사결정을 돕고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구의 수행절차는 4단계로 구성되며 다음의 <Fig. 1>과 같은 흐름에 따라 진행되었다.

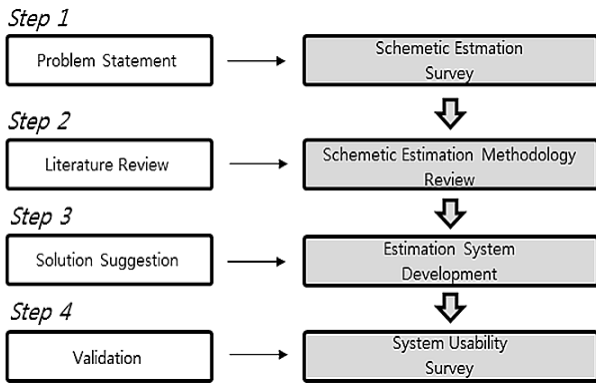


Fig. 1. Research Process

1단계에서는 리모델링 개선견적 실무 및 국내외 선행연구조사를 통해 문제점을 도출하였다. 구체적으로는 현재 국내의 건설사에서 사용되고 있는 리모델링 공사비 개선견적의 방법을 이해하고, 선행연구문헌에서 제시하고 있는 개선견적의 방법을 분석하여 리모델링 개선견적에서의 문제점을 도출하였다.

2단계에서는 국내외의 개선견적 선행연구조사를 실시하였다. 구체적으로는 리모델링에 적합한 개선견적 절차의 제안을 위해 국내외의 개선견적의 방법론을 수집하였다. 이론상으로만 사용되는 방법론뿐만 아니라 일반적으로 기업에서 사용되는 방안 또한 분석하였다.

3단계에서는 리모델링 개선견적에 적합한 개선견적방안 제시하였다. 구체적으로는 이전 단계에서 분석된 개선견적 방법을 분석하여 리모델링에 가장 적합한 방법론을 선택하여 개선견적방법 중 리모델링에 활용할 수 있는 방안을 제시하였다. 특히 이 단계에서는 각 방법론의 적절성을 확보하기 위해서 후술되는 6단계의 개선견적단계마다 전문가회의를 통해서 내용을 구성하였다. 회의에 참여한 전문가는 시공경력 20년 이상의 리모델링 시공전문가 2명이다.

4단계에서는 리모델링 개선견적 방안의 실효성 검토를 실시하였다. 구체적으로는 발주자 및 리모델링 전문가와의 면담수행, 설문조사를 실시하여 실제 공동주택 리모델링 개선견적에 적용 될 수 있는지를 확인하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 현행 공동주택 리모델링 개선견적의 문제점

2.1.1 시공사관점 공동주택 리모델링 개선견적 문제점

개선견적은 프로젝트가 시작된 후 설계도면이 제작되기 전에 실시되는 것으로, 정확성은 상세견적에 비해서 낮지만 빠르게 수행할 수 있는 특징이 있다. 프로젝트의 초기에 정해진 프로젝트의 크기, 품질, 구성요소를 활용하여 개선견적을 실시하게 되며, 이 과정에서 시공사는 발주자와 협의를 통해서 설계변경을 제안할 수도 있고, 동시에 프로젝트를 분석하여 개략적인 공사계획, 인력투입계획과 같은 자원투입계획을 실시한다.

건설사 견적전문가와의 면담결과 및 선행연구조사 결과, 일반적으로 건설사에서는 견적전문업체에 의뢰하고, 견적전문업체는 공동주택 정보를 기반으로 공사비를 1차적으로 산출한다. 산출된 공사비는 유사사례와의 비교를 통해 정확성을 검증하여 최종공사비를 확정한다(Yeom, 2014; Park, 2011; Kim, 2013). <Fig. 2>은 현행개선견적 프로세스를 그림으로 나타낸 것이다.

견적을 위해서 활용하는 공동주택의 정보로는 건축면적, 연면적, 층수, 세대 별 면적, 세대수 등이 있다. 그러나 이러한 정보를 입력한 유사사례검증 공사비 산출 방법은 통계학적으로 유의한 수의 데이터가 존재할 때 사용이 되는 방법으로, 현재의 공동주택 리모델링은 그 수가 많지 않아서 정확성을 담보할 수 없다(Arazi, 2011; Lee, 2012). 또한 공동주택 리모델링은 신축에는 존재하지 않는 리스크가 존재하고, 리모델링에 존재하는 공중의 시공성분석이 되지 않고 있다(Lee, 2016; Whiteman, 1988; Xing Su, 2012; Han, 2008; Dauod, 1997).

그 예로, 해체공사 중 계획에는 없던 주변 시설물도 같이 해체가 되거나, 추가적으로 보수보강공사를 필요하게 되는 경우가 발생하여 시공성이 떨어지고 공사기간이 증가하는 경우가 발생하고 있다(Kim, 2010). 또한 발주자가 요구하는 설계요소에 따라서 공정계획을 수립하게 되는데, 각 설계요소마다 공정에 영향을 주는 정도가 정확하게 평가가 되어 있지 않아 견적에 포함되지 못하고 있는 실정이다(Kang, 2004).

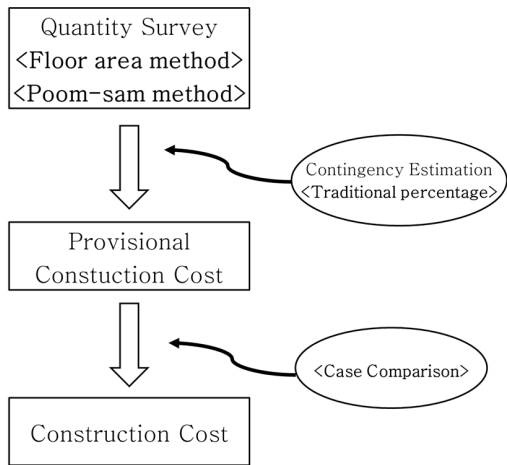


Fig. 2. Schematic Estimation Process

2.1.2 발주자 관련 공동주택 리모델링 개선견적 문제점

발주자는 리모델링의 구체적인 설계요소를 선택하여 공사비를 조정하고자 한다. 그러나, 다음의 세 이유에 의해서 공사비 개선견적에 어려움이 발생하고 있다.

첫 번째, 시공사가 정확한 물량산출을 위해서 실제 견물을 조사할 필요가 있으나, 거주자가 이에 협조하지 않아서 실제 조사가 아닌 임의의 물량산출로 진행하고 있다(Hwang, 2003). 두 번째, 발주자가 적극적으로 설계에 개입을 하여 요구사항을 시공사에게 전달하게 되는데, 이 요구사항이 구체적이지 못하여 정확한 물량산출이 되지 않고 있다(Lee, 2010; Lee, 2016; Park, 2014; Kim, 2013; Choi, 2010; Yoon, 2017; Hong, 2004; Hong, 2017; You, 2008). 세 번째, 발주자의 요구사항이 수시로 전달되어 견적기간이 길어지게 되고 이는 사업비 증가로 이어지고 있다(Lee, 2010).

2.2 공동주택 리모델링 개선견적 선행연구조사

선행연구 조사결과 리모델링 공사비 견적에 관련된 선행연구는 국내에 한정되어 있으며, 그 수가 많지 않다(Kim, 2014; Kim, 2015; Choi, 2010). 선행연구들은 품셈을 활용하여 공사비를 산출하는 방안을 제시하였다. 품셈을 활용하여 공사비를 산정하는 방법은 현재 많은 건설사에서 사용하는 방법이다.

그러나 표준품셈은 전문가면담 결과 리모델링의 공사 특성을 반영할 수 없다는 단점이 있으며, 발주자가 요구하는 모든 설계요소에 따른 공사비 영향요인 또한 반영이 안된다는 단점이 있다.

3. 리모델링 공사비 개선견적 시스템 개발

3.1 기존 리모델링 설계요소별 개선견적방법

공동주택 리모델링에 적합한 개선견적 시스템을 개발하기 위해 본 연구에서는 기존의 문헌 및 실제 사용되고 있는 개선견적 기법들을 분석하였다.

현행 개선견적방법은 공사비의 추정기법과 보정기법으로 구분할 수 있다. 이 중 추정기법은 공사비를 산정하는 방법으로, 과거의 공사비 자료 중 기준단위를 선정한 뒤 공사비를 추정하는 방법이다<Table 1>. 보정기법은 추정기법을 통해 산정한 공사비를 신뢰할 수 있는 방법으로 보정하는 방법이다<Table 2>.

Table 1. Schematic Estimation Methodology Review

Type		unit	Characteristic
Cost Indexes Method		Cost data	Corrected time and place
Factor Estimating Method		Factor	Reflects Factors
Parameter Estimating Method		Project size, Volume	Reflect size
Cube Method	Functional	Project Characteristics	Reflects Characteristics
	Superficial	Floor area	Popular
Unit Method		Major quantity	Analyze the main things statistically
Cost-Weight	Weight modify	Each Work	Edit to meet target cost
	work relation	Each Work	Edit to meet Primary work cost
Performance statistics method		Project Characteristics	Utilizing statistical techniques
Condition correspondence method		Each Work	Reflects Condition factor
Element method		Design element	Reflect design factor in cost

위 표와 같이 개선견적에는 다양한 공사비 추정방법이 있다. 공동주택 리모델링 개선견적에는 1)최소한의 프로젝트에 대한 정보(크기, 면적)가 제공이 된다는 점, 2)발주자가 비전문가인 이유로 요구사항이 설계요소별(증가되는 층수, 코어의 증가 등)로 요구된다는 점 3)리모델링 공사는 신축공사에 비해 리스크가 더 크게 적용이 된다는 점을 고려하여 단위면적법, 조건대응법, 설계요소법을 공사비 추정방법으로 선택하였다.

개선견적 공사비 보정기법은 결정론적 모델, 확률론적 모델 그리고 최신 모델로 구분이 된다. 결정론적 모델은 공사비의 보정을 한 계수로 지정하여 보정하는 방법이다. 확률론적 모델은 기존의 데이터를 활용하여 통계적인 방법을 통해서 확률상으로 보정하는 방법이다. 최신 모델은 위의 방법에 해당하지 않은 현대에 개발된 방법이다.

Table 2. Contingency Methodology Review

Level 1	Level 2	Type	Characteristic
Deterministic model		Traditional percentage	Depends on experience
		Expert Judgement	Depends on Expert
Probabilistic model	Non-simulation	Regression Analysis	Use historical data for regression analysis
		The Project Evaluation and Review	optimistic, normal, pessimistic cost with probability
		Optimism bias Uplift (Reference Class Forecasting)	Analyze after separating project
	simulation	Range Estimating	construction cost as a range according to probability.
		Integrated Models for Cost & Schedule	Link time and cost
Modern model		Fuzzy Technique	Replace language with numbers
		Artificial Neural Network	Computer learned and analyzed
		Case-Based Reasoning	Reapply the problem-solving method of past cases

위와 같이 개선견적에는 다양한 공사비 보정방법이 있다. 공동주택 리모델링 개선견적에는 1)사례가 많지 않아 통계적인 방법을 활용하기 어렵다는 점 2)리모델링의 설계요소가 프로젝트마다 극명하게 다르다는 점 등을 고려하여 Expert judgement 방법을 활용하였다.

3.2 리모델링 설계요소별 물량산출 절차

리모델링의 설계요소별 물량산출방안을 제시하고자 물량 산출에 관련된 선행연구를 조사하였다. 선행연구는 개선견적에 활용할 수 있는 설계요소를 입력하여 공사비를 산출하는 연구를 중심으로 조사하였다.

분석에 사용한 선행연구는 총 14건으로, 1999년의 연구(Shin, 1999)부터 2016년의 연구(Lim, 2016)의 연구를 참고하였다.

개선견적에 입력하는 정보의 분류별로 구분해보면, object와 Work의 정보를 입력하는 연구(Lim, 2008; Seo, 2014), Work정보를 입력하는 연구(Ahn, 2014; You, 2004), Element로 정보를 구분하여 입력하는 연구(Joe, 2006; Son, 2008; Park, 2011; Lee, 2012; Yeom, 2014; Choi, 2015), 프로젝트 정보를 입력하는 연구(Shin, 1999; Lim, 2016; Petroutsatou, 2012), 공사비에 관련된 Factor로 정보를 입력하는 연구(Cheng, 2009)가 있다. 또한 입력하는 정보의 상세함에 따라서 구분되었다. 정보 Breakdown을 1단계로만 구성한 연구(Petroutsatou, 2012; Choi, 2015), 2단계로 구성된

연구(Lim, 2008; Cheng, 2009; Seo, 2014), 3단계로 구성된 연구(Shin, 1999; You, 2004; Joe, 2006; Son, 2008; Park, 2011; Lee, 2012; Yeom, 2014; Ahn, 2014)로 구분하였다.

선행연구를 분석한 결과 다음과 같은 특징을 얻었다.

1. 물량산출의 기본 단위는 면적(m²)이 사용된다.
2. 산출한 물량을 공종별로 분할하는 방법과 공종별로 산출한 물량을 설계요소별로 합하는 방법이 사용된다.
3. 프로젝트에 따라서 물량산출시 공종 또는 설계요소에 미치는 영향요인을 분석할 필요가 있다.
4. 필요할 경우, 입력되는 정보는 세세하게 구분된다.
5. 입력되는 정보는 공사비에 유의미하게 영향을 미치는 요인들로 구성된다.
6. 필요할 경우, '발주자의 종류'와 같이 정량화가 필요한 정보가 입력된다.

본 연구에서는 위의 내용을 고찰하여 새로운 공동주택 리모델링 개선견적의 절차를 구성하였다. 본 연구에서 제안하는 개선견적절차는 다음 <Fig. 3>과 같다

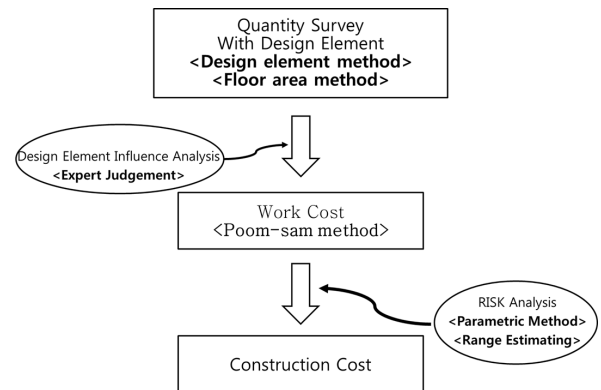


Fig. 3. Proposed Schematic Estimation Process

본 연구에서 제안하는 개선견적의 절차는 다음과 같은 특징을 갖도록 구성하였다.

- 물량산출의 기본입력정보는 단위면적(m²)을 사용하였다. 이는 발주자가 인지하는 공동주택의 기본정보는 건축면적, 연면적, 전용면적 등 모두 면적과 관련된 것이기 때문이다.
- 설계요소를 도입하여 물량산출에 활용하였다. 이는 발주자의 요구사항이 설계요소로 구분되어 요구되어지기 때문이다. 그 예시로 본 연구에서는 면적과 관련되지 않은 것(내진공사, 구조강화 등)과 관련된 것도 물량산출에 활용할 수 있도록 설계요소를 계수로 두어 물량산출에 활용하였다.
- 리모델링 공사에 존재하는 RISK를 견적절차에 반영하였다. 이는 리모델링 공사에만 존재하는 RISK는 아직 선

행연구조사 결과 리모델링 공사에만 아직 명확하게 정립된 사례가 존재하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 전문가 면담을 통해서 설계요소별로 존재할 수 있는 RISK를 물량산출절차 및 공사비상승요인에 연관하였다.

- 공중별, 면적별로 공사비가 산출되도록 하였다. 이는 본 연구의 결과물인 개선견적 프로그램의 사용자가 발주자이므로, 발주자가 용이하게 사용할 수 있는 방안이다.

3.3 리모델링 설계요소별 공사비 상승요인 분석

공동주택 리모델링의 설계요소 별로 공사비 산출방법과 risk로 볼 수 있는 공사비 상승요인을 분석하기 위해서 다음과 같은 절차를 거쳤다.

1단계 : 공동주택의 리모델링 설계요소 추출

2단계 : 설계요소별 공사비 상승요인 분석방법 도출

3단계 : 설계요소별 공사비 상승요인 도출

공동주택의 리모델링 설계요소는 Yoon (2012)의 연구에서 분류한 바 있다. 그러나 발주자가 활용하고자 하는 내용이 아닌, 설계자관점에서의 설계요소 분류를 제안하였다. 설계자 관점에서의 설계요소는 제공하는 상세함의 정도가 발주자가 활용하기에 부적절하다는 점, 개선견적의 공사비 산출에 적절하지 않다는 점 등 공사비를 산출하기에 적절하지 않다. 따라서 본 연구에서는 실제로 진행된 공동주택 리모델링 사례를 분석하여 개선견적단계에서 발주자의 요구사항을 중심으로 설계요소를 추출하고자 하였다.

Table 3. Remodeling Design Element Breakdown Table

Lv.1	Lv.2	Lv.3
Apartment Remodeling Design Element	Area	Number of cores (0~3)
		Balcony extension (0~10%)
	Underground Parking lot	parking lot construction (0~150ea)
		deck parking lot construction (0~3 floor)
		underground parking lot construction (0~3 floor)
		E/V - underground parking lot connect (0~3 floor)
	Structure	Safety diagnostic rating (A~C)
		structure type (Rahmen, wall)
		Bearing wall demolition (0~30%)
		Piloty (O, X)
Seismic reinforcement (small~large)		
Etc	Foundation reinforcement (micro pile, SAP)	
	interior remodeling (small~large)	
	exterior remodeling (small~large)	
	landscape remodeling (small~large)	
	plumbing remodeling (small~large)	
	insulation (small~large)	
	PIT remodeling (O, X)	
	Interlayer noise construction (small~large)	
Heating type remodeling (O, X)		

선정된 사례는 청담동 C 아파트, 청담동 D 아파트, 대치동 W 아파트, 광장동 I 아파트이다. 이 사례에서 설계요소를 추출하기 위해 해당 사례를 진행한 시공전문가와 면담 및 실무시공자료를 분석하였고, 그 결과 다음 <Table 3>와 같이 설계요소를 추출하였다.

위와 같이 설계요소를 추출한 후 공사비 상승요인을 적용하기 위해 앞에서 언급한 Expert Judgement 방법으로 설계요소와 관련이 있는 공중을 연계하여 분석하였다. 이때 공사비 단가에 영향을 미치는 설계요소를 공사비 상승을 RISK로 판단하여 요인 도출과 영향도 조사에 관한 선행 연구를 조사하였다 <Table 4>.

Table 4. Risk Identification and Influence Research Review

Researcher (Year)	RISK type	Contents	
		RISK Factor	Analysis Methodology
Sun (2008)	Safety	Expert survey Brain storming Literature review	Fuzzy, Risk Importance Evaluation Index Analytical Hierarchy, Process(AHP)
Tavakolan (2017)	Project management	Expert survey Brain storming Literature review	Reachability Matrix, Network Diagram
Karakhan (2017)	Safety	Literature review	Plane Analysis
Wang (2017)	Safety	Expert survey, Literature review	Weighted Risk Structure Matrix, Risk Network

Sun (2008)의 연구에서는 RISK요인을 도출하기 위하여 전문가 설문, 브레인스토밍, 선행연구조사를 실시하였다. 도출된 RISK의 영향정도를 평가하기 위해서 Risk Importance Evaluation Index로 구성된 설문을 진행하였다. 설문의 결과를 Fuzzy와 AHP기법을 활용하여 각 영향요인 별 영향도를 분석하였다. Tavakolan (2017)의 연구에서도 전문가 설문, 브레인스토밍, 선행연구조사를 실시하여 RISK요인을 도출하고 그 결과를 Reachability Matrix로 분석한 뒤 Network Diagram으로 표현하였다. Karakhan (2017)의 연구에서는 건설 안전의 리스크를 도출하기 위하여 선행연구조사를 실시하였고, 도출된 요인을 Plane Analysis를 활용하여 분석하였다. Wang (2017)의 연구에서는 선행연구조사, 전문가 설문을 통하여 RISK를 도출하였고, 도출된 요인을 Weighted Risk Structure Matrix를 활용하여 분석한 뒤 RISK Network로 표현하였다.

선행연구조사를 토대로 리모델링의 설계요소와 각 설계요소에 연계된 공중의 RISK를 도출하고 그에 따른 영향도를 분석하기 위하여 다음과 같은 기준으로 방법을 구축하였다.

첫째, 설계요소와 그에 연관된 공종을 물량관점에서 상관관계를 찾을 수 있는 방법이 요구된다. 둘째, 각 공종에 영향을 미치는 설계요소를 RISK관점에서 상관관계를 찾을 수 있는 방법을 사용하였다. 셋째, 위 1, 2에서 도출되는 상관관계 및 영향도는 관계의 여부를 포함한 영향정도를 도출할 수 있어야 한다. 넷째 20개의 설계요소와 36개의 공종의 관계를 용이하게 표현할 수 있어야 한다.

위의 기준에 따라 RISK요인 도출방법으로 전문가면담과 선행연구조사를 선택하였다. 현재의 공동주택 리모델링은 진행된 사례가 극히 적어 프로젝트를 진행한 실무자의 의견이 절대적으로 중요하다. 또한 많은 연구에서 리모델링과 관련된 RISK요인을 분석하였지만 설계요소와 관련된 RISK연구는 진행된 바가 없다. 따라서 리모델링 공정관리에서의 문제점을 제기한 Kang (2008)의 연구에서 제시된 요인을 토대로 전문가설문을 실시하였다. 영향도 분석의 방법으로는 설계요소와 공종이 물량의 관점과 리스크의 관점에서 상호영향이 있다는 점과 다수의 설계요소와 공종의 물량과 리스크관계를 용이하게 표현할 수 있는 Weighted RISK Structure Matrix를 선택하였다.

Weighted Risk Structure Matrix의 개념은 다음 <Fig 4, 5>와 같다.

<Fig. 4>에서는 각 설계요소와 공종간의 영향유무 및 정도를 표기하고 있다. A설계요소의 경우 a공종과 물량 및 리스크와 관계가 있으며, 물량으로는 1.2, 리스크로는 2의 수치로 관계가 있다.

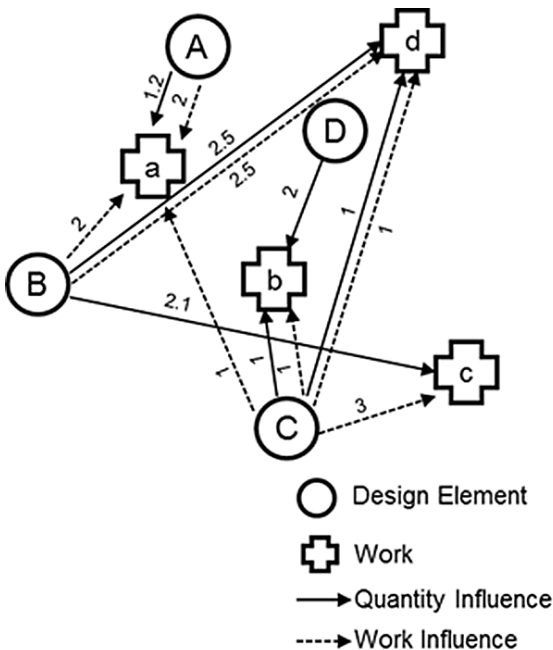


Fig. 4. Influence Analysis Concept

Work		Design Element			
	a	b	c	d	
A	1.2	0	0	0	
B	0	0	2.1	2.5	
C	0	1	0	1	
D	0	2	0	0	

<Quantity Analysis>

Work		Design Element			
	a	b	c	d	
A	2	0	0	0	
B	2	0	0	2.5	
C	1	1	3	1	
D	0	0	0	0	

<Risk Analysis>

Fig. 5. WRSM Concept

이 수치를 표로 정리하면 <Fig. 5>와 같다. RISK에 따른 공사비 증가요인으로 설문한 내용은 Kang (2008)의 연구에서 제시한(1. 주동의 구조성능에 따른 작업반의 수 조정 2. 계단식 코어와 복도식 코어의 차이 3. 엘리베이터의 위치 4. 엘리베이터의 유/무 5. 배기/배관 덕트의 유/무 6. 계단/복도/현관/발코니/각 실의 폭 7. 현관 발코니 철거 여부 8. 비내력벽의 철거 여부)이고 이 요인을 바탕으로 전문가가 종합적으로 판단하여 공사비의 상승여부를 배수로 표시하도록 하였다. 다음 <Table 5>는 설문조사에 사용한 WRSM의 일부이다.

Table 5. WRSM Matrix for Survey (Partial)

		Remodeling work			
		Demolition			
		interior	structure	plumbing	exterior wall
floor area	core and E/V extension	x			
		1 ea			
		2 ea			
		3 ea			
	extend balcony	x			
		small			
		medium			
	large				

설계요소별 물량 상승요인 영향도의 설문 결과는 다음 <Table 6>과 같다.

각 공종에 물량/RISK로 영향을 미치는 설계요소의 설문 결과는 다음 <Table 7>과 같다.

Table 6. Quantity Influence Survey Result

Design element		option	Influence
LV.1	LV.2		
Floor area	Core Extend E/V	x	1
		1 ea	1.3
		2 ea	2
		3 ea	2.5
	Extend balcony	x	1
		small	1.5
		medium	2
large		2.5	
parking lot	parking lot	x	1
		~50 ea	1.5
		~100 ea	2
		~150 ea	2.5
	Deck parking lot	x	1
		1 floor	1.5
		2 floor	2
		3 floor	2.5
	underground parking lot	x	1
		1 floor	1.5
		2 floor	2
		3 floor	2.5
	E/V-parking lot connect	x	1
		1 floor	1.5
		2 floor	2
3 floor		2.5	
Structure	Safety diagnostic rating	A	1
		B	1.5
		C	2
	structure type	rahmen	1
		wall	1.5
		rahmen+wall	2
	demolition bearing wall	x	1
		~10%	1.5
		~20%	2
		~30%	2.5
	Piloty	x	1
		o	1.5
	Seismic reinforcement	x	1
		small	1.5
		medium	2
Foundation reinforcement	large	2.5	
	x	1	
	small	1.5	
	medium	2	
etc	Interior remodeling	x	1
		small	1.5
		medium	2
		large	2.5
	Exterior remodeling	x	1
		small	1.1
		medium	1.15
		large	1.2
	Landscape remodeling	x	1
		small	1.1
		medium	1.15
		large	1.2
Plumbing remodeling	x	1	
	small	1.1	
	medium	1.15	
	large	1.2	
Insulation	x	1	
	small	1.1	
	medium	1.15	
	large	1.2	
PIT remodeling	yes	1	
	no	1.5	
Interlayer noise construction	x	1	
	small	1.5	
	medium	2	
Heating type remodeling	large	2.5	
	yes	1	
	no	1.5	

Table 7. Risk Influence Survey Result

work breakdown				design element					
LV.1	LV.2	LV.3	LV.4	design element 1	design element 1 influence	design element 2	design element 2 influence		
ground	remodeling	demolition	interior	interior remodeling	2.5				
			structure	Bearing wall demolition	3				
			plumbing	plumbing remodeling	1.2				
			exterior wall	exterior remodeling	1.2				
		structure	maintenance	Safety diagnostic rating	1.5				
			reinforcement	Safety diagnostic rating	1.5				
			Seismic reinforcement	Seismic reinforcement	2.5				
		temporary	common-temporary						
			direct temporary						
			structure	PIT remodeling	1.5				
			masonry	interior remodeling	2.5				
	Plaster		Interlayer noise construction	2.5	interior remodeling	2.5			
	waterproof		interior remodeling	2.5					
	normal	architecture	tile	interior remodeling	2.5				
			steel	interior remodeling	2.5				
			exterior	exterior remodeling	1.2	insulation	1.2		
			window	interior remodeling	2.5				
			plaster	interior remodeling	2.5				
			interior	interior remodeling	2.5				
			under ground	demolition	structure	E/V - underground parking lot connect	2.5		
					plumbing	plumbing remodeling	1.2		
	maintenance	Safety diagnostic rating			1.5				
	reinforcement	Safety diagnostic rating			1.5				
structure	Seismic reinforcement	Seismic reinforcement		2.5					
	Foundation reinforcement	Foundation reinforcement		2					
	civil	pile							
	earth work								
normal	architecture	structure		E/V - underground parking lot connect	2.5				
		masonry							
		plaster							
		painting							
common	normal	plumbing	Heating type remodeling	1.5					
		electricity							
		landscape	landscape remodeling	1.2					
other work									

3.4 비전문가 발주자 친화형 공동주택 리모델링 개산견적 프로그램 구축

프로그램의 개산견적절차는 <Fig. 6>과 같다.

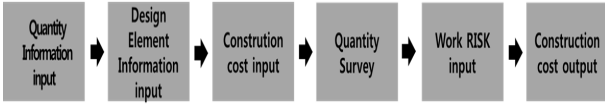


Fig. 6. Proposed Estimation System Process

‘개요 입력’에서는 사용자가 공동주택의 기본정보를 입력하도록 하였다. 이 단계에서 입력한 정보들을 활용하여 프로그램에서는 자동적으로 물량을 산출하게 된다(Fig. 7).

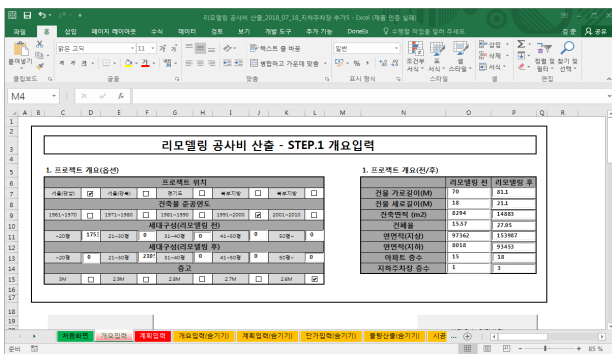


Fig. 7. Quantity Information Input

입력하게 되는 정보는 선택가능한 정보와 입력만 가능한 정보로 분류되어 있다. 선택하는 정보로는 프로젝트 위치, 건축물 준공연도, 세대구성(리모델링 전/후), 층고가 있고 입력하는 정보로는 건축물 가로/세로 길이, 건축면적, 건폐율, 지상연면적, 지하연면적, 아파트 층수, 지하주차장 층수가 있다.

‘계획 입력’에서는 리모델링 설계요소를 입력하도록 하였다. 이 단계에서 입력한 정보들을 활용하여 개요입력단계에서 산출한 물량에 공사비와 공사비상승요인을 계산하게 된다. 입력되는 정보는 <Table 4>에서 제시한 리모델링 설계요소이다. 사용자가 이 단계에서 선택한 설계요소는 <Table 7, 8>에서 제시한 공사비 상승정도에 따라서 공사비가 변형이 되도록 하였다(Fig. 8).

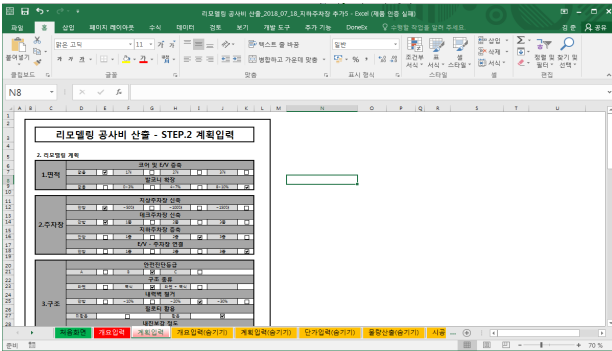


Fig. 8. Design Element Information Input (partial)

‘단가 입력’에서는 리모델링 공종별로 단가를 입력하도록 하였다. 본 연구에서는 LH에서 활용하는 단가정보, 표준품셈 그리고 H건설사의 시공전문가의 면담을 통해 산출된 단가를 공종별로 입력하였다. 향후 물가 상승 및 공종별 단가변화를 위해서 입력된 값은 변경될 수 있도록 하였다(Fig. 9).

구분	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	단위	단가
목수	내부 마감	외부 마감	내부 마감	외부 마감	㎡	50,000
	목재 마감	목재 마감	목재 마감	목재 마감	㎡	50,000
	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	㎡	50,000
	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	㎡	50,000
기타	구조의 보수공사	구조의 보수공사	구조의 보수공사	구조의 보수공사	㎡	150,000
	내장 마감	내장 마감	내장 마감	내장 마감	㎡	150,000
	외장 마감	외장 마감	외장 마감	외장 마감	㎡	30,000
	외장 마감	외장 마감	외장 마감	외장 마감	㎡	12,000
합계						77,000

Fig. 9. Construction cost Table (Partial)

‘물량 산출’에서는 개요입력과 계획입력에서 입력한 정보들을 통하여 공사비가 산출되도록 하였다. 물량산출식은 한국토지주택공사에서 활용하는 개산견적 Tool과 H건설사의 리모델링 시공전문가의 면담을 토대로 작성하였다(Fig. 10).

구분	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	물량산출방법	물량
목수	내부 마감	외부 마감	내부 마감	외부 마감	외부 마감 후 내부 마감	211,990.0
	목재 마감	목재 마감	목재 마감	목재 마감	기타	24,882.0
	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감 후 내부 마감	294,622.0
	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감	외벽 마감 후 내부 마감	27,452.0
기타	구조의 보수공사	구조의 보수공사	구조의 보수공사	구조의 보수공사	기타	11,176.0
	내장 마감	내장 마감	내장 마감	내장 마감	내장 마감 후 외부 마감	24,882.0
	외장 마감	외장 마감	외장 마감	외장 마감	외장 마감 후 내부 마감	24,882.0
	외장 마감	외장 마감	외장 마감	외장 마감	외장 마감 후 내부 마감	176,000.0
합계						1,760,000.0

Fig. 10. Quantity Survey Table (Partial)

‘시공난이도 입력’에서는 각 설계요소에 따라서 물량산출이 되는 것과는 별도로 공종과 설계요소를 연계하여 물량값이 변동이 되도록 입력하는 단계이다. 이 단계에서 공동주택 리모델링에 존재할 수 있는 RISK를 설계요소별로 고려하여 입력하도록 하였다. 각 공종별로 연관된 설계요소를 선택할 수 있도록 하였고, 선택된 설계요소에 따라서 공사비가 변동이 되도록 하였다(Fig. 11).

공사비 산출단계에서는 앞에서 입력한 정보들을 계산하여 공사비를 산출하게 된다. 공사비는 평당 및 ㎡당 공사비와 공종별로 화면에 출력이 되도록 하였다.

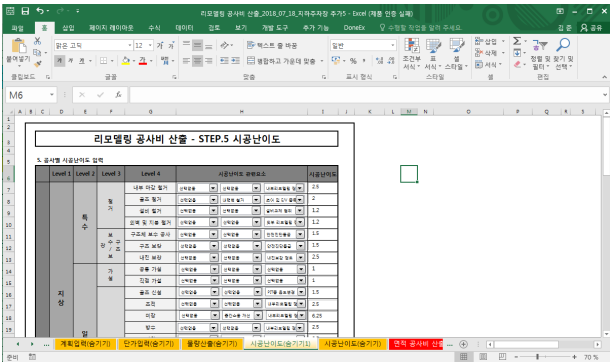


Fig. 11. Work RISK input

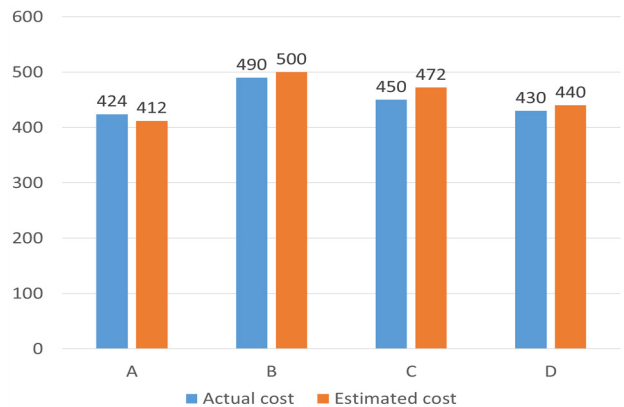


Fig. 12. Cost data for System Development

4. 리모델링 공사비 개선견적 시스템 검증

본 연구의 검증은 개선견적의 정확성, 비전문가 발주자의 사용성 그리고 개선견적 단계의 적절성을 리모델링 조합원 및 전문가의 설문을 통해서 진행하였다.

4.1 개선견적 시스템의 평가방법

개선견적의 정확성은 본 연구에서 개선견적 절차를 제시하기 위해 활용한 4개의 사례 외에 다른 공동주택 리모델링의 공사비를 산출하여 그 정확도를 측정하는 것으로 실시하였다. 프로그램의 사용성은 본 연구에서 제시한 프로그램의 사용성을 검증하기 위해 리모델링 조합원에게 사용성에 대한 설문조사를 실시하여 기존의 방법과 대비했을 때 더 정확하게 요구사항을 표현할 수 있는지를 측정하는 것으로 실시한다. 개선견적의 적절성은 본 개선견적단계 구축에 참여한 전문가가 외의 전문가에게 개선견적과정이 논리적으로 문제가 없는지를 설문하였다.

4.2 개선견적 정확도 평가

개선견적의 정확도 평가를 위해서 총 다섯 개의 사례를 사용하였다. 이 중 네 개의 사례는 본 프로그램을 구축하기 위해서 사용하였다. 위 네 개의 사례에서 추출한 정보를 4장에서 제시한 절차를 거쳐 프로그램을 구축하였고 공사비를 산출한 결과는 <Fig. 12>와 같다. 프로그램 구축을 위해서 사용한 각 프로젝트의 실제 공사비를 100%로 하였을 때 프로그램을 통해 산출된 공사비는 실제 공사비의 91%, 99%, 105%, 97%로 평균값은 98%이다. 검증을 위해 정보를 넣은 프로젝트는 D공동주택이다. 입력 한 정보는 <Table 8>과 같다.

위와 같이 정보를 입력하여 <Table 7>의 Work breakdown level 4의 공종대로 공사비를 산출하였다. 각 공종별로 산출된 공사비에는 <Table 7> design element 1 influence, design element 2 influence에서 도출된 값을 곱하였다. 예를 들어 조적공사의 경우 <Table 8>의 리모델링 전 세대구성

Table 8. Information Input (D Apartment)

	Information	Input
Quantity Information	Location	Seoul(Gangnam)
	Construction Completion Year	1991 ~ 2000
	Household composition (Before/After)	21~30 Pyung, 120 ea / 31~40 Pyung, 138 ea
	Slab Height	2.6 m
	Ground Floor Area (Before/After)	1756 / 2556 m ²
	Coverage Ratio (Before/After)	21.4 / 35.6 %
	Total Ground Floor Area (Before/After)	11490 / 18797 m ²
	Total Underground Floor Area (Before/After)	1094 / 7110 m ²
Design Element Information	Floor	15 / 18
	Underground parking lot Floor	0 / 2 Floor
	Extended cores	0 ea
	Balcony extension	10 %
	E/V - underground parking lot connect	2 Floor
	Safety diagnostic rating	B
	structure type	Wall
	Bearing wall demolition	20 %
	Piloty	O
	Seismic reinforcement	Large
	Foundation reinforcement	SAP Pile
	Interior remodeling	Large
	Exterior remodeling	Large
	Landscape remodeling	Large
	Plumbing remodeling	Large
Insulation	Large	
PIT remodeling	Yes	
Interlayer noise construction	Large	
Heating type remodeling	No	

(Household composition(Before/After)값을 활용하여 물량을 산출한다. WRSM분석결과 조적공사는 실내인테리어의 정도에 따라서 영향을 받는 것으로 밝혀졌으므로, <Table 7>에서 분석된 것처럼 실내인테리어 정도가 Large이면 물량값에 2.5를 곱하게 된다. 이와 같이 공종별로 공사비를 산출한

후 합산한 결과 실제 공사비의 80%에 해당하는 공사비가 산출되었다. 이는 20%의 실제 공사비차이가 발생한 것으로, 차이가 발생한 이유는 1.설계요소 2.공사비상승요인으로 사료된다.

설계요소의 경우 본 연구에서는 4개의 사례에서 추출한 설계요소를 토대로 프로그램을 구성하였으나 검증을 위해 사용한 프로젝트에서 존재하는 설계요소가 반영이 안되었을 가능성이 있다. 설계요소가 반영이 안됨에 따라서 공사비 산출에도 반영이 안되어 공사비 차이가 발생한 것으로 사료된다. 공사비상승요인 4개의 사례에서 추출한 공사비상승관계를 구성으로 프로그램을 구성하였기 때문에, 새로운 사례에 존재하는 공사비 상승요인이 적용이 안된 것으로 사료된다.

4.3 프로그램 사용성 평가

프로그램의 사용성 평가를 위해서 공동주택 리모델링 조합원을 대상으로 설문조사를 진행하였다. 설문조사 대상으로 이미 공동주택 리모델링을 완료한 프로젝트의 진행 당시에 적극적으로 참여한 조합원 20명을 선정하였다. 설문조사의 내용은 다음과 같다.

- 본 연구에서 제시하는 공동주택 리모델링 설계요소 입력방법의 사용자접근성(매우 쉬움 : 5점, 쉬움 : 4점, 보통 : 3점, 어려움 : 2점, 매우 어려움 : 1점)
- 본 연구에서 제시하는 공동주택 리모델링 설계요소 개수에 대한 설문(충분히 많음 : 5점, 많음 : 4점, 보통 : 3점, 부족함 2점, 매우 부족함 : 1점)
- 본 연구에서 제시한 개선견적 프로그램의 추후 사용여부(반드시 사용함 : 5점, 사용함 : 4점, 경우에 따라서 사용함 : 3점, 사용가능성 적음 : 2점, 사용하지 않음 : 1점)

설문조사를 실시한 결과 프로그램의 사용자 접근성, 추후 사용여부는 4점, 5점에 가깝게 평가가 되어 사용자의 관점에서 쉽게 사용할 수 있으며, 본 프로그램이 실무적으로 필요한 것을 확인할 있었다. 그러나 리모델링 설계요소 개수에 대한 설문은 3.5점으로 보통에 가깝게 평가되었다.

설문조사결과 조합원은 쉽게 사용할 수 있다는 점과 설계요소에 따라서 즉시 공사비가 도출된다는 점으로 인해서 실무적으로 본 프로그램을 도입할 필요성이 있는 시스템으로 평가하였다. 그러나 본 연구에서 제시한 설계요소는 조합원이 실무적으로 요구하는 모든 설계요소를 담지 못하고 있는 것으로 밝혀졌다.

4.4 개선견적 적절성 평가

개선견적의 적절성 평가를 위해서 공동주택 리모델링 시공전문가를 대상으로 설문조사를 진행하였다. 설문조사 대상으로 이미 공동주택 리모델링 프로젝트에 참여한 시공전문가

10명을 선정하였다. 설문지는 개별적으로 이메일을 통해서 배포하였으며 모든 설문지가 회수가 되었다. 설문조사의 내용은 다음과 같다.

- 본 연구에서 제시하는 물량산출방법의 적절성(매우 적절 : 5점, 적절 : 4점, 보통 : 3점, 부적절 : 2점, 매우 부적절 : 1점)
- 본 연구에서 제시하는 설계요소분류의 적절성(매우 적절 : 5점, 적절 : 4점, 보통 : 3점, 부적절 : 2점, 매우 부적절 : 1점)
- 본 연구에서 제시하는 물량증가요소의 적절성(매우 적절 : 5점, 적절 : 4점, 보통 : 3점, 부적절 : 2점, 매우 부적절 : 1점)
- 본 연구에서 제시하는 시공난이도요소의 적절성(매우 적절 : 5점, 적절 : 4점, 보통 : 3점, 부적절 : 2점, 매우 부적절 : 1점)

설문조사를 실시한 결과 물량산출방법의 적절성은 4.5점, 설계요소분류의 적절성은 5점, 물량증가요소의 적절성은 4.1점, 시공난이도요소의 적절성은 3점으로 평가되었다. 평균점수가 4점에서 5점에 사이에 있어서 견적의 절차가 적절하다고 평가되었다. 이는 견적절차의 구성에 리모델링 시공전문가와 회의의 통했기 때문에 적절성에는 문제가 없는 것으로 평가되었다고 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 기존의 공동주택 리모델링 개선견적방법이 리모델링의 특성을 반영하고 있지 못하다는 문제점과 발주자인 조합원의 설계요구사항을 개선견적에 신속하고 정확하게 반영하지 못한다는 문제점을 해결하기 위하여 개선견적방안을 제시하고, 제시한 방안을 비전문가 발주자가 용이하게 사용할 수 있도록 프로그램으로 제시하였다.

리모델링의 특성을 반영하기 위하여 선행연구조사와 전문가 면담을 실시하여 공동주택 리모델링 개선견적의 업무에서 리모델링의 특성이 배제된 개선견적이 실시되고 있는 문제를 도출하였고, 이를 해결하기 위하여 설계요소별 물량산출방안과 리모델링의 특성을 담은 공사비 상승요인을 개선견적 절차에 도입하였다.

또한, 발주자의 요구사항을 신속하고 명확하게 반영하기 위하여 공동주택 리모델링 사례 4개를 분석하여 설계요소를 추출한 뒤 이를 바탕으로 비전문가 발주자가 용이하게 설계요소를 선택할 수 있는 개선견적 Tool을 구축하였다.

이를 통해서 기존의 개선견적업무가 14일(2주)의 시간이 요구된 것에 비해서 즉시 공사비를 산출하는 방안을 제시하였고, 비전문가 발주자가 설계요소를 선택하여 견적에 제안

할 수 있게 되었으며, 리모델링에 존재하는 공사비 상승요인을 공사비 개선견적 절차에서 고려할 수 있게 되었다.

연구의 결론으로는 리모델링 공사비를 정확도 80%로 산출하였으며, 견적틀의 사용성 및 견적의 적절성 설문결과 또한 긍정적인 결과를 얻었다. 이를 통해 공사비가 정확하게 산출되는 것과 비전문가 발주자가 사용하기 쉽다는 점과 개선견적이 논리적인 절차를 통해서 진행이 됨을 확인하였다.

그러나 본 연구의 한계점은 다음과 같다.

첫 번째, 공동주택 리모델링 공사에는 신축공사에는 존재하지 않은 risk가 있다. 이러한 risk를 본 연구에서는 공사비 상승요인으로 규정하여 적용하였지만, risk를 프로젝트 단위, 공사단위, 설계요소단위로 적용할 경우 더욱 더 정확한 공사비를 산출할 수 있을 것이다. 두 번째, 본 연구에서는 공동주택의 설계요소를 도출하기 위하여 4개의 사례를 활용하였다. 그러나 앞으로 추가적인 리모델링이 있을 경우 본 연구에서는 도출하지 못한 설계요소가 있을 것이다. 따라서 리모델링의 사례가 추가적으로 발생함에 따라 설계요소 또한 계속적으로 추가가 되어야 할 것이다. 세 번째, 본 연구에서는 비전문가 발주자의 부정확한 요구사항을 종류별로 한정하여 개선견적에 활용하는 방안을 제시하였다. 네 번째, 본 연구에서는 4개의 사례를 활용하여 개선견적 절차를 구성하였으며, 1개의 사례를 통해 견적값의 정확성을 측정하였다. 그러나 통계학 관점에서 유의미한 값을 도출하기 위해서는 더욱 더 많은 사례를 추가하여 견적의 정확도를 높여야 할 것이다. 최근 BIM이 건설산업에 도입되고 있는데, 개선견적분야에도 BIM이 적용이 되고 있다(Choi, 2015; Joe, 2015; Lim, 2016). BIM은 시각적으로 정보를 제공한다는 특징이 있어 리모델링 비전문가의 이해도를 돕는데 효과가 있는 것으로 검증이 되고 있다(Joblot, 2017; Kim, 2013). 따라서 추후의 연구에서는 BIM을 도입하여 비전문가 발주자의 요구사항을 시각적으로 표현하여 개선견적에 적용하는 방안이 제시되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 주거환경사업(과제번호: 18RERP-B099826-04)일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

References

- Ahn, J., and Lee, D. (2014). "Construction Cost Estimate Modeling of Roundabout at Preliminary Design Stage in Jeju." *Journal of KSCE*, 34(4), pp. 1299-1306.
- Baek, H., Nam, W., Kim, S., Kim, H., Choi, J., and Kim, K. (2013). "Scheduling Technique for Remodeling Project of Inhabited Condition." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 14(2), pp. 141-150.
- Bakhshi, P., and Touran, A. (2014). "An overview of budget contingency calculation methods in construction industry." *Procedia Engineering*, 85, pp. 52-60.
- BCIS (2012). *Elemental Standard Form of Cost Analysis - Principles, Instructions, Elements and Definitions*, 4th (NRM) ed., RICS Building Cost Information Service, London.
- Cha, H., and Lee, D. (2018). "Determining Value at Risk for Estimating Renovation Building Projects by Application of Probability-based Fuzzy Set Theory." *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 17(1), pp. 63-70.
- Cheng, M. Y., Tsai, H. C., and Hsieh, W. S. (2009). "Web-based conceptual cost estimates for construction projects using Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model." *Automation in Construction*, 18(2), pp. 164-172.
- Choi, J., Kim, H., and Kim, I. (2015). "Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage." *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(1), pp. 16-25.
- Choi, S., Son, J., Lee, D., and Choi, M. (2010). "Management A Study on the Application of the Cost Data Guide in Remodeling Works." *Journal of AIKRA*, 12(4), pp. 343-353.
- Getuli, V., Giusti, T., and Capone, P. (2015). "A Decision Support System (DSS) for constructability assessment in seismic retrofit of complex buildings." *ISARC*, 32(1).
- Han, J., Cha, H., and Lee, D. (2009). "A Measure for Standardization of Old Aged Apartment Remodeling through Application of BIM." *Korean Journal of*

- Construction Engineering and Management*, KICEM, 10(3), pp. 53–64.
- Han, J., and Kim, K. (2010). “Developing element technology for competitive remodeling construction.” *Journal of seismic retrofitting & remodeling research center*, 8(2), pp. 33–38.
- Hong, J., Yeom, D., Choi, S., and Kim, Y. (2017). “A Study of the Decision Support Model to Select an Appropriate Alternative Plan in Apartment Remodeling.” *Journal of AIK*, 33(3), pp. 41–50.
- Hong, S., and Ahn, Y. (2004). “A Study on Countermeasures for the Strategic Risk Management of Remodeling in Construction Projects.” *Journal of AIK*, 20(11), pp. 153–161.
- Hwang, K. (2003). “Construction Management in Remodeling.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, pp. 191–197.
- Hwang, Y., Kim, K., Kim, K., and Han, J. (2008). “Development a Process Model of Environment-friendly Demolition Works for Aged Housing Remodeling.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 9(6), pp. 204–216.
- Idrus, A., Nuruddin, M. F., and Rohman, M. A. (2011). “Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system.” *Expert Systems with Applications*, 38(3), pp. 1501–1508.
- Jeon, Y. (2004). “study on the analysis and the prediction of the cost for the school construction.” Masters dissertation, Mokwon univ.
- Joe, E. (2006). “A Study on the Build Cost Estimation Method for Feasibility Analysis in the Initial Phase.” Masters dissertation, Konkook univ.
- Joe, Y., Seo, B., and Yoon, S. (2015). “Development of BIM Based Estimation Prototype System Using Building Elements Combination Database.” *Journal of AIK*, 31(3), pp. 45–52.
- Kang, K., Jung, B., Bang, J., and Min, A. (2004). “Apartment house remodeling construction case report.” Daelim, pp. 112–129.
- Kang, S., Hwang, Y., and Kim, K. (2008). “A Scheduling Method Of Dismantling Work Considering Specific Condition Of Remodeling Project.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 9(5), pp. 104–116.
- Karakhan, A. A., and Gambatese, J. A. (2017). “Identification, quantification and classification of potential safety risk for sustainable construction in the United States.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(7), 04017018.
- Park, K. S., and Kim, K. P. (2014). “Essential BIM input data study for housing refurbishment: homeowners’ preferences in the UK.” *Buildings*, 4(3), pp. 467–487.
- Kim, K. P., and Park, K. S. (2013). “BIM Feasibility Study For Housing Refurbishment Projects In The UK.” *Organization, technology & management in construction : an international journal*, 5, pp. 765–774.
- Kim, H., Choi, J., Kim, H., and Kim, I. (2013). “The Development of Data Model for Open BIM-Based Schematic Estimates – Focused on Construction Type for Actual Cost of Public Projects.” *Journal of AIK*, 29(3), pp. 61–70.
- Kim, H., Choi, J., and Kim, I. (2013). “A Methodology of Open BIM-Based Quantity Take-Off for Schematic Estimation of Frame Work in Super-Tall Buildings.” *Journal of AIK*, 29(5), pp. 31–38.
- Kim, H., Kang, I., Lee, D., and Kim, C. (2014). “Development of a Computer System and Suggestion of Man-Hours for Demolition Cost Estimation.” *Journal of KSCE*, 34(3), pp. 1007–1015.
- Kim, K., and Baek, H. (2015). “Comparative Analysis between RSMeans and Standard Estimating System for Selective Finish Demolition in Remodeling Projects.” *Journal of AIK*, 31(3), pp. 73–80.
- Kim, S., and Koo, I. (2000). “A Neural Network Cost Model for Office Buildings.” *Journal of AIK*, 16(9), pp. 59–66.
- Kim, Y., Kim, K., Cha, H., Kim, K., and Shin, D. (2010). “Economic Evaluation of Eco-friendly Demolition Work and Case study in Remodeling Project.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 11(2), pp. 45–54.
- L, Joblot, Paviot, T., Deneux, D., and Lamouri, S. (2017). “Literature review of Building Information Modeling (BIM) intended for the purpose of renovation projects.” *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), pp. 10518–10525.

- Lee, D., and Cha, H. (2010). "Development of BIM Standard Database System for an Approximate Estimate of Old-Aged Apartment Remodeling Project." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 11(5), pp. 53–65.
- Lee, D., and Cha, H. (2016). "A Probabilistic Risk-based Cost Estimation Model for Initial-Satge Decision Making on Apartment Remolding Projects." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 17(2), pp. 70–80.
- Lee, D., Cha, H., Kim, W., and Shin, D. (2008). "Strategy for Facilitating Old Aged Apartment Remodeling through Technology Analysis for Space Expansion." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 9(6), pp. 147–155.
- Lee, H., Lee, H., Park, M., Kim, S., and Ahn, Y. (2012). "Conceptual Cost Estimating System Development for Public Apartment Projects." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 13(4), pp. 152–164.
- Lee, K. (2016). "Remodeling and cost." Korea Remodeling Association, pp. 49–51.
- Lim, J. (2008). "Database of preliminary estimate cost data for developing a historical data based preliminary estimate system." Masters dissertation, Sungkyunkwan univ., Korea.
- Lim, J. (2016). "BIM-based Preliminary Estimate for Decision-Making in Conceptual Design Phase." Masters dissertation, Sejong univ., Korea.
- Myung, J., Jung, J., and Lee, C. (2010). "Cost Analysis for a Parking Lot Expansion in the aged Apartment Complex." Proceedings of KICEM Annual Conference, KICEM, 10, pp. 233–235.
- Osama E. K. Daoud (1997). "The Architect/Engineer's Role in Rehabilitation Work." *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(1).
- Park, C., Jang, S., and Kim, K. (2003). "A Probabilistic Cost Planning Model during the Design Decision-Making Process-Focused on High-Rise Office Building-" *Journal of AIK*, 19(11), pp. 181–189.
- Park, S., Goo, G., Park, S(2008). "Object-Parameter Integrated Schematic Estimation Model for Predicting Office Building Interior-finishing Costs", *Journal of the Korea institute of building construction*, 8(2), pp 159–166
- Park, Y., Won, S., Han, C., and Lee, J. (2011). "A Study on 3D BIM Collaborative Approximate Estimating Model of Structural Work for Apartment Projects." *Journal of AIK*, 27(6), pp. 123–130.
- Petroutsatou, K., Georgopoulos, E., Lambropoulos, S., and Pantouvakis, J. P. (2011). "Early cost estimating of road tunnel construction using neural networks." *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(6), pp. 679–687.
- Razali Abdul Hamid, and Fabi Jonathan Kehinde (2017). "Choosing an appropriate contingency sum estimating methods for highway construction projects in nigeria: a literature review." *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 15(1), pp. 13–20.
- Son, B., Park, M., Lee, H., and Lim, D. (2008). "Analyzing the Schematic Cost Estimating Model Based on Quantity Variation in Building Projects Using the Case Study - Applying to Structure Cost of Residential Complex Building Project." *Journal of AIK*, 24(6), pp. 109–118.
- Stoy, C., Pollalis, S., and Schalcher, H. R. (2008). "Drivers for cost estimating in early design: Case study of residential construction." *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(1), pp. 32–39.
- Sun, Y., Fang, D., Wang, S., Mengdong, D., and Lv, X. (2008). "Safety risk identification and assessment for beijing olympic venues construction." *Journal of Management in Engineering*, 24, pp. 40–47.
- Tavakolan, M., and Etemadinia, H. (2017). "Fuzzy Weighted Interpretive Structural Modeling: Improved Method for Identification of Risk Interactions in Construction Projects." *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(11), 04017084.
- Wang, X., Xia, N., Zhang, Z., Wu, C., and Liu, B. (2017). "Human Safety Risks and Their Interactions in China's Subways: Stakeholder Perspectives." *Journal of Management in Engineering*, 33(5), 05017004.
- Wayne, E. Whiteman, and Henry G. Irvvig (1988). "Disturbance Scheduling Technique for Managing

- Renovation Work.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 114(2), pp. 191–213.
- Woo, J., Cha, H., Kim, K., and Shin, D. (2013). “A Study on Duration Calculation Method for Eco-Friendly Remodeling Demolition Work Using Productivity Analysis,” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 14(1) pp. 124–133.
- Xing Su, Abdul rahman Andoh, Hubo Cai, Jing Pan, Amr Kandil, and Hisham M. Said (2012). “GIS-based dynamic construction site material layout evaluation for building renovation projects,” *Automation in Construction*, 27, pp. 40–49.
- Yeom, D. (2014). “Development of An Approximate Estimate System for Exterior Finishing Works of Super High-rise Buildings.” Masters dissertation, Inha univ., Korea.
- Yoon, J., You, I.(2017). “A Study on Estimating Normal Project Duration”, *Journal of KICEM*, 18(2), pp 12–21
- Yoon, Y. (2013). “The methodology of the apartment remodeling for supporting the customized renovation,” land & housing institute.
- You, S., Lee, J., Park, J., and Jeon, J. (2008). “A Study on Developing Systems for Managing Information on Owner’s Requirements in the Design Phase.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 9(3), pp. 126–135.
- You, Y., Lee, K., Kim, J., and Chou, I. (2004). “A Study on the Change Factors by Activities for Estimating Historical Cost on Apartment Housing Projects.” *Journal of AIKRA*, 4(4), pp. 117–127.
- Zolfagharian, S., and Irizarry, J. (2017). “Constructability Assessment Model for Commercial Building Designs in the United States.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(8)

요약 : 도심지의 공동주택이 노후화가 진행됨에 따라 건축물의 수명을 연장시키는 재건축 또는 리모델링의 필요성이 증가하고 있다. 이러한 경우, 공동주택 조합이 결성되어 재건축 또는 리모델링 사업에 대한 의사결정을 실행한다. 이 때 조합이 가장 중요하게 여기는 사항은 공사비 투입에 따른 사업성이다. 공동주택 조합은 사업성을 판단하여 재건축 또는 리모델링을 선택하여 건축물의 수명을 연장하는 방법을 택하게 되는데, 재건축의 경우 축적된 공사비 데이터를 활용하여 공사비를 산출하게 한 뒤 이를 이용해 사업성을 평가할 수 있다. 하지만, 리모델링의 경우 축적된 공사비 데이터의 수가 적어서 정확한 공사비 산출이 어려운 실정이다. 또한 비전문가인 발주자가 다양한 설계요소의 견적을 요구하여 견적의 정확도 및 견적기간에 부정적인 영향을 미치게 되는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 비전문가인 발주자의 의견을 설계요소화하여 견적에 반영하는 방법과 설계요소에 따른 예상공사비를 산출하는 방법을 제안하였고, 비전문가 발주자가 용이하게 사용하도록 이를 시스템으로 구축하였다. 비전문가인 발주자의 요구사항을 견적에 명확하게 반영할 수 있도록 기존의 리모델링 사례에서 설계요소를 추출하여 이를 분류한 뒤 발주자가 선택할 수 있는 방안을 제안하였다. 설계요소를 견적에 반영하는 방법은 기존의 공동주택 리모델링 사례를 조사하여 설계요소를 공사비에 영향을 크게 미치는 것으로 추출한 뒤, 각 설계요소별로 연관된 공종과 물량산출방안을 제시하여 공사비를 산출하도록 하였다. 최종적으로는 위의 연구내용을 비전문가인 발주자가 쉽게 사용할 수 있도록 MS Excel을 기반으로 한 시스템을 개발하였다. 본 연구에서 제안한 개선견적의 정확성을 검증하기 위해서 리모델링 견적사례를 대입하여 검증한 결과, 80%의 정확성을 확인하였고, 비전문가인 발주자의 사용용이성을 검토하기 위하여 설문조사를 실시한 결과 긍정적인 결과를 얻었다. 본 연구에서는 4개의 사례를 활용하여 개선견적의 방안을 제시하였고 추후 리모델링 사례가 지속해서 누적되어 반영될 경우, 본 연구의 기대효과는 더욱 높아질 것으로 사료된다.

키워드 : 공동주택 리모델링, 영향 분석, 설계요소, 공사비, 개선견적
