

# 초기 기획단계의 신한옥 공사비 예측 모델 - 모듈(칸) 기반의 목공사 개략 물량 산출 중심으로 -

강승희<sup>1</sup> · 정영수<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>명지대학교 건축대학 연구교수 · <sup>2</sup>명지대학교 건축대학 교수

## Preliminary Construction Cost Prediction Model Based on Module for Modernized Hanok

Kang, Seunghee<sup>1</sup>, Jung, Youngsoo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Research Professor, College of Architectural, Myongji University

<sup>2</sup>Professor, College of Architectural, Myongji University

**Abstract :** Prediction of construction cost in the planning stage that provides basic information for feasibility study, budgeting, and planning is an important factor for successful project execution. In this study, a prediction model was developed for the purpose of improving the accuracy of estimating the construction cost of Hanok in the planning stage. The cost of this model is estimated by two methods. First, the cost of wood work, which accounts for the largest portion of the total construction cost, is estimated by calculating the approximate quantity under various conditions (structure type, roof type, plane type, etc.). Second, the cost of the rest work sections except the wood work is estimated by using the unit cost model. The predictive model was verified by two case projects, and the error rate of total construction cost was -4%(case 1) and -6%(case 2). These results showed an error rate in the range that can be applied to practice in the planning stage.

**Keywords :** Preliminary Construction Cost, Wood Work Quantity, Unit Cost Model, Modernized Hanok, Module, Planning Stage

### 1. 서론

주거공간에서의 건강과 웰빙에 대한 관심이 증가함에 따라 목조건축에 대한 수요가 증가되고 있으며, 이러한 배경에서 우리나라의 전통건축물인 한옥의 전통성을 계승하고, 동시에 성능 및 가격 경쟁력 향상을 위한 새로운 한옥(신한옥) 모델을 개발하는 등 한옥 보급 및 대중화를 위한 노력이 국가 R&D의 일환으로 2010년부터 지속적으로 이루어지고 있다(Kim et al., 2013; Kim et al., 2014; Seo et al., 2019).

이러한 신한옥 모델 개발 연구 중 건설관리 분야에서는 공사비 및 성능 개선을 위한 재료 및 공법 개발 연구가 중점적으로 진행되고 있다. 이러한 연구결과들은 현재까지 7개의 실제 실증사업 테스트베드 구축을 통해 검증되고 있으

며, 신한옥 표준분류체계(HanClass)를 활용하여 실적데이터를 축적함으로써 공정 및 원가의 체계적인 관리가 가능해졌다. 최근에는 이러한 실적데이터를 토대로 적용공법 및 재료 변화에 따른 공사비 변화 특성 분석과 더불어 단위단가식과 회귀식을 적용한 기획단계의 공사비 예측 개념모델 제시 연구(Seo et al., 2019)가 수행되었다. 기획단계에서의 공사비 예측은 타당성 분석, 예산 책정, 계획수립 등을 위한 기초정보를 제공한다는 점에서 성공적인 프로젝트 수행을 위한 중요한 요소이며(Skitmore & Ng, 2003; Dursun & Stoy, 2012; Czarnigowska & Sobotka, 2014; Yeom et al., 2018), 이러한 점에서 공사비 예측 개념모델은 신한옥을 대상으로 한 초기단계 연구라는 점에서 중요한 의미를 지닌다.

그러나 전통한옥을 제외한 6개 실증사업 테스트베드의 공사비를 분석한 결과, 전체 공사비의 약 24%(테스트베드 평균값) 이상을 차지하는 목공사의 경우, <Fig. 1>에서와 같이 다른 공종에 비해 면적당 공사비가 가장 높고, 각 사례별 공사비 분포차이도 크게 나타나며, 이는 단위단가식(혹은 회귀식)을 이용할 경우 신한옥의 다양한 조건(구조형식, 지붕형

\* **Corresponding author:** Youngsoo Jung, College of Architecture, Myongji University, Yongin 17058, Korea  
**E-mail:** yjung97@mju.ac.kr  
**Received** March 25, 2020; **revised** -  
**accepted** April 13, 2020

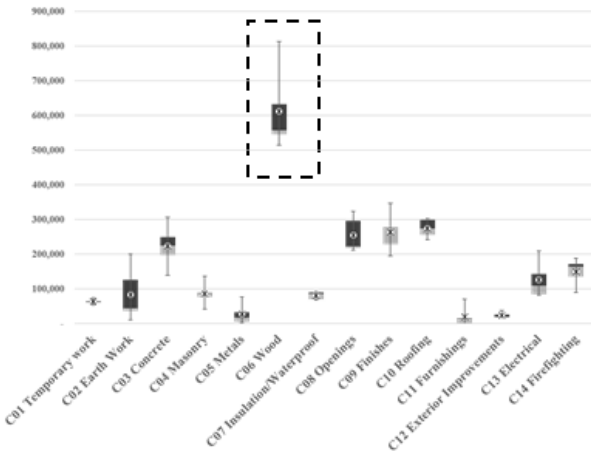


Fig. 1. Construction cost distribution of work section by area

태 등)에 따라 목공사비의 오차가 크게 발생할 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 기획단계의 신한옥 전체 공사비 예측의 신뢰성 향상을 위해서는 다양한 조건에 따른 정확도 높은 목공사비 예측이 요구되나, 개념모델에서 적용한 단위단가식(혹은 회귀식)은 분석 사례 수의 한계로 인해 다양한 조건 변화에 따른 정확한 공사비 예측이 어렵다는 문제점이 있다.

따라서 본 연구에서는 신한옥 전체 공사비 중 많은 비중을 차지하는 목공사비의 정확도 향상을 위하여 목공사는 구조형식, 지붕형태, 그리고 평면형식 등 다양한 조건변화에 따라 개략 물량 자동 산출을 통해 공사비를 예측하고, 이외의 공종은 단위단가식을 이용해 공사비를 예측하고자 한다. 본 연구의 예측모델은 한옥의 단위공간인 칸(間)<sup>1)</sup>의 개념을 적용한다.

이를 위해서 본 연구에서는 우선 공사비 예측 모델의 구성요소를 실증사업 테스트베드 사례를 기반으로 정의하고, 이를 토대로 신한옥 모델의 기본 유형을 정의한다. 다음으로는 칸 당 목공사 물량 산출방법, 칸 크기에 따른 부재규격 선정방법 및 부재길이 산정방법의 정의를 통해 칸 기반의 목공사 물량 산출방법을 제시한다. 마지막으로는 이상의 결과물을 토대로 기본 유형별 공사비 예측 모델을 구축하고 신한옥 주택 사례를 대상으로 모델검증을 수행한다(Fig. 2).

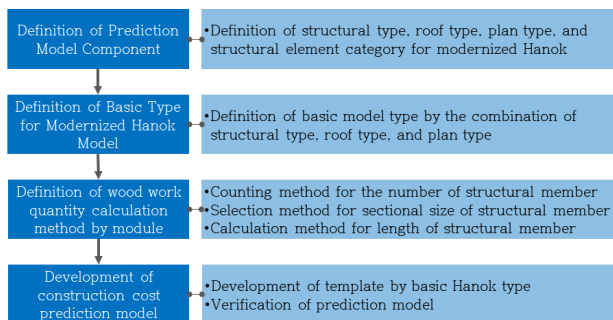


Fig. 2. Research process and contents

## 2. 모델 구성요소 및 기본 유형 정의

본 장에서는 공사비 예측 모델의 구성요소를 정의하고, 이를 토대로 신한옥의 구조형식, 지붕형태 등 다양한 조건 변화에 따른 목공사 물량 및 공사비 산출을 위한 기본 틀을 구축할 목적으로 신한옥의 기본 유형을 정의한다.

### 2.1 공사비 예측 모델의 구성요소

본 연구에서는 예측 모델의 구성요소를 앞서 기술된 실증사업 테스트베드 사례 및 기존 연구 고찰을 토대로 신한옥의 구조형식, 지붕형태, 평면형식, 부재유형, 재료유형, 그리고 칸 크기 정의요소와 같이 6가지로 구분하여 정의하였다(Table 1).

Table 1. Classification of prediction model component

Category	Component	Remarks
Structural type	3lyang	having 3 purlins and 2 column
	5lyang	having 5 purlins and 2 column
	1goju5lyang	having 5 purlins and 3 column
	Truss	having 1 truss and 2 column
	Truss(1goju)	having 1 truss and 3 column
Roof type	Gabled roof	having a gable at both ends
	Hip roof	having sloping ends and sides
	Hip and gabled roof	having characteristics of above two roof
Plan type	'—' shaped plan	-
	'ㄱ' shaped plan	-
	'ㄷ' shaped plan	-
Member type	Wood frame	Column, Girder, Coller beam, Purlin, etc..
	Roof frame	Rafter, Hip rafter, Roof board, Gable, etc.
Material type	Wood	Structural Member, Rectangular lumber, board
	Glulam	Structural Member
Module Size definition element	Floor height(m)	2.4, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6
	Girder length-3lyang(m)	2.4, 3.0, 3.6, 4.2, 4.8
	Girder length-5lyang(m)	3.6, 4.2, 4.8, 5.4, 6.0
	Purlin length(m)	2.4, 3.0, 3.6, 4.2
	Eave length(m)	0.9, 1.2, 1.5

우선, 구조형식은 '3량', '5량', '1고주5량', '트러스', 그리고 '트러스(1고주)'의 5가지로 분류하였으며<sup>2)</sup>, 구조형식에 따

1) 칸(間)은 한옥의 단위공간으로 4개의 기둥으로 둘러싸인 공간을 의미하며, 기둥간 길이 및 단위면적의 개념을 가진다. 이러한 칸은 구조의 단위로 확장되어 건물을 구성하는 요소의 기준으로 활용될 수 있다(Cho & Kim, 2012; Kim, 2012).

2) '3량'과 '5량'은 서까래를 받치는 도리 수에 의해 정의되며, 즉, '3량'은 도리 수가 3개, '5량'은 도리 수가 5개를 의미한다. '1고주'는 한옥의 평면구성에 있어 작은 크기인 퇴칸을 설치하기도 하는데, 이때 방과 퇴칸사이에 추가적으로 설치하는 기둥을 고주라 하며, 즉, '1고주'는 기둥 수가 1개 더 추가되어 3개가 된다. '트러스'는 목재물량 감소를 통한 공사비 절감차원에서 적용된 신공법으로 전통구조방식의 구성요소인 대들보, 종보, 동자대공 대신에 트러스 구조를 적용한 방식이다.

라 가구구조부의 부재(기둥, 대들보 등) 및 지붕구조부의 부재(서까래, 추녀 등)에 대한 기본 물량 차이가 발생된다. 지붕형태는 ‘맞배지붕’, ‘우진각지붕’, 그리고 ‘팔작지붕’의 3가지로 분류하였으며<sup>3)</sup>, 지붕형태에 따라 건물단부에 증감되는 부재가 존재하여 가구구조부 및 지붕구조부의 물량 차이가 발생한다. 평면형식은 ‘—’자형, ‘ㄱ’자형, 그리고 ‘ㄷ’자형의 3가지로 분류하였으며<sup>4)</sup>, 평면형태에 따른 회첨부(꼭임부)에 따라 증감되는 부재가 존재하여 가구구조부 및 지붕구조부의 물량 차이가 발생한다. 이상의 3가지 구성요소는 목공사 물량을 결정하는 핵심요소라는 점에서 예측 모델 개발을 위한 신한옥 기본유형 정의의 기본요소로 활용되며, 참고로, 기존 문헌에 의한 다양한 구조형식, 지붕형태, 그리고 평면형식 중 실증사업 테스트베드 적용 사례를 중심으로 정의하였다.

다음으로, 부재유형(목공사)은 ‘가구구조부’ 및 ‘지붕구조부’로 분류하였으며, 각각의 유형별 부재항목을 가구구조부의 경우 기둥, 인방, 대들보, 종보 등으로, 지붕구조부의 경우 서까래, 개관, 추녀 등으로 정의하였다. 전통한옥의 경우 복잡하고 다양한 부재가 적용되는데 신한옥에서는 신공법을 기반으로 부재를 단순화하여 적용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 실증사업 테스트베드 사례를 기반으로 부재항목을 정의하였으며, 정의된 부재항목은 부재 수, 규격, 그리고 길이 등을 산출하기 위한 기본 항목으로 활용된다. 부재항목은 <Table 3>의 (1)에 상세히 기술하였다.

이와 더불어, 재료유형은 ‘원목’과 ‘집성목’으로 분류하였다. 신한옥의 경우 휨 및 갈라짐 등에 대한 품질 확보를 목적으로 일부 구조부에 원목 대신 단가가 높은 공학용 목재(집성목)로 대체하였으며, 따라서, 재료유형은 원목 및 집성목의 적용 비율에 따른 단가를 조정할 목적으로 활용된다.

마지막으로 칸 크기 정의요소에서는 ‘층높이’, ‘대들보길이(3량)’, ‘대들보길이(5량)’, ‘도리길이’, 그리고 ‘처마길이’의 5가지로 분류하였으며, MOLIT (2019)의 소규모 한옥의 건축구조기준 연구의 소규모건축구조기준 전통목구조(KDS 41 90 05: 2019)를 기반으로 정의하였다. 이러한 5가지 칸 크기 정의요소는 예측하고자 하는 신한옥의 칸 면적(예로서, 대들보 3m, 도리 3m를 선택한다면 칸 면적은 3\*3=9m<sup>2</sup>) 정의는 물론 칸 당 부재 수와 칸 크기에 따른 부재규격 및 부재길이 산출 등을 위한 기본정보로 활용된다.

## 2.2 신한옥의 기본유형 정의

본 연구에서는 신한옥의 기본유형을 구조형식(5가지), 지붕형태(3가지), 그리고 평면형식(3가지)의 조합을 통해 45가지 유형 (5\*3\*3)으로 정의하였으며(Fig. 3), 즉, 구조형식, 지붕형식, 평면형식 선택에 따라 45가지 유형 중 해당 유형(예

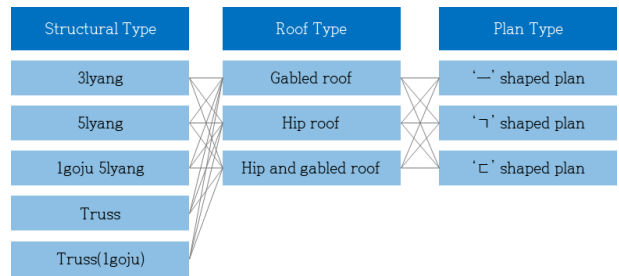


Fig. 3. Combination concept for definition of Hanok type

로써, 5량-팔작지붕-‘ㄱ’자 평면)에 대한 공사비를 산출하게 된다. 이를 위하여, 본 연구에서는 구조형식을 중심으로 하여 5가지 기본 템플릿을 개발하고, 각각의 기본 템플릿에 지붕형태 및 평면형식을 선정함으로써 45가지 유형에 따른 목공사 물량 및 공사비를 산출할 수 있는 모델을 개발한다.

## 3. 칸 기반 목공사 물량 산출방법

본 장에서는 앞서 설명된 5가지 템플릿을 구축하기 위하여 각 부재항목별 칸 당 부재 수 산출방법, 칸 크기별 부재규격 및 부재길이 산정방법을 정의한다.

### 3.1 부재 수 산출방법 정의

한옥의 칸은 건물을 구성하는 요소의 기준으로 활용되며, 따라서, 한 칸 당 설치되는 부재 수를 산출하고, 칸의 조합에 따라 중복되는 부재 수와 평면형태, 지붕형태, 그리고 층수에 따라 증감되는 부재 수를 고려한다면 한옥 전체에 대한 부재 수 산출이 가능하다. 이러한 부재 수는 대들보 및 도리방향 칸수, 대들보 및 도리 길이, 지붕형태, 평면형식, 층수 등 다양한 변수들에 의해서 산출되며, 주요부재 수 산출방법을 몇 가지 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

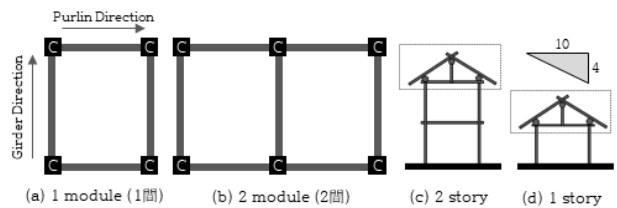


Fig. 4. Counting concept for the number of members

- 3) ‘맞배지붕’은 건물 2면(전면/후면)에서만 지붕면이 보이는 형태로 건물단부에 추녀가 없으며 박공을 설치한다. ‘우진각지붕’은 건물 4면 모두에서 지붕면이 보이는 형태로 건물단부에 박공이 없으며 추녀가 설치된다. ‘팔작지붕’은 ‘우진각지붕’ 위에 작은 맞배지붕이 올라간 형태로 건물단부에 작은 박공과 추녀가 설치된다.
- 4) 평면형태에 따라 ‘ㄱ’자형은 1곳, ‘ㄷ’자형의 경우 2곳의 회첨부가 발생된다. 이러한 회첨부가 발생됨에 따라 지붕이 꺾이게 되며, 이를 위한 추녀 및 선자연이 추가적으로 설치된다.

Table 2. Sectional size definition of members by length of girder and purlin (partial example)

Purlin length	Girder length (3lyang)	Girder length (5lyang)	Sectional size (3lyang)			Sectional size (5lyang)			
			Column	Girder	Purlin	Column	Girder	Coller beam	Purlin
2.4	2.4	2.4	0.19*0.20	0.21*0.33	0.21*0.33	0.19*0.20	0.21*0.33	0.15*0.23	0.18*0.33
2.4	3.0	3.0	0.21*0.21	0.21*0.39	0.21*0.36	0.21*0.21	0.21*0.39	0.15*0.24	0.18*0.33
2.4	3.6	3.6	0.22*0.23	0.27*0.42	0.21*0.36	0.22*0.23	0.24*0.42	0.15*0.27	0.18*0.33
2.4	4.2	4.2	0.24*0.24	0.30*0.48	0.21*0.36	0.24*0.24	0.27*0.45	0.18*0.33	0.21*0.33
2.4	4.8	4.8	0.25*0.26	0.30*0.51	0.21*0.36	0.25*0.26	0.30*0.51	0.21*0.39	0.21*0.36
2.4	-	5.4	-	-	-	0.27*0.27	0.33*0.54	0.24*0.45	0.21*0.36
2.4	-	6.0	-	-	-	0.28*0.29	0.33*0.60	0.27*0.48	0.21*0.36

우선, <Fig. 4>의 (a)와 (b)에서, '기둥'의 경우 1개 칸의 기둥 수는 4개이며, 2개 칸의 기둥 수는 중복되는 기둥 2개가 제외되어 6개가 된다. 즉, 대들보 및 도리방향의 칸수가 증가할 때마다 중복되는 기둥이 발생되며, 이를 고려하면 전체 기둥 수는 ((대들보방향 칸수\*2-(대들보방향 칸수-1))\*(도리방향 칸수+1)와 같이 산출할 수 있다(예로써, (b)의 경우 대들보방향 칸수는 1, 도리방향 칸수는 2이므로,  $(1*2-(1-1))*(2+1)=6$ ). 이와 더불어, '대들보'의 경우 1개 칸의 대들보 수는 2개이며, 2개 칸의 대들보 수는 중복되는 대들보 1개 제외되어 3개가 된다. 즉, 대들보 및 도리방향의 칸수가 증가할 때마다 중복되는 대들보가 발생되며, 이를 고려하면 전체 대들보 수는 (도리방향 칸수+1)\*대들보방향 칸수와 같이 산출할 수 있다(예로써, (b)의 경우,  $(2+1)*1=3$ ). '서까래'는 일정한 간격(본 연구에서는 테스트베드 사례를 기반으로 30cm로 정의함)으로 도리에 걸쳐 설치되어 지붕을 받치는 부재이며, 맞배지붕을 예로 들어, 서까래는 지붕의 전면부와 후면부에 배치된다는 점에서 (전체 도리길이/0.3+1)\*2와 같이 산출할 수 있다.

다음으로, <Fig. 4>의 (c)와 (d)는 1층과 2층 구조의 예로, 그림에서 보는 바와 같이, 박스 표시 부분인 종도리, 주심도리, 서까래의 경우 층수와 상관없이 부재 수가 동일하나, 기둥, 대들보의 경우 층수에 따라 부재 수가 증가하게 된다. 따라서 층수에 영향을 미치는 부재의 경우 산출식에 층수를 반영하여 정의하였다. 이상의 내용은 칸 기반의 기본 부재 수 산출방법에 대한 예시로, 지붕형태 및 평면형태에 따라 부재 수는 증감되어 진다. 따라서 본 연구에서는 다양한 변수에 의한 기본 부재 수 산출과 더불어 지붕형태 및 평면형태에 따른 부재 증감을 고려하여 각 부재 수 산출방법을 정의하였으며, 이는 <Table 3>의 (2)에 상세히 기술하였다.

### 3.2 부재규격 선정방법 정의

부재규격은 크게 2가지 방법에 의해 결정된다. 우선, 기둥, 대들보, 종보, 도리는 대들보길이 및 도리길이에 의해 부재

규격이 자동 결정되며, 이를 위하여 본 연구에서는 앞서 언급된 소규모건축구조기준 전통목구조(KDS 41 90 05: 2019)을 기반으로 도리 및 대들보길이에 따른 부재규격 정의표를 작성하였다. <Table 2>는 부재규격 정의표의 일부 예시이며, 도리길이 2.4m에 대한 각각의 대들보길이(2.4, 3.0, 3.6, 4.2, 4.8, 5.4, 6.0m)별 부재규격을 3량과 5량으로 구분하여 정의한 표이다(예로써, 도리길이가 2.4m이고, 대들보길이가 3.6m인 5량 구조의 기둥 규격은 0.22\*0.23으로 자동 결정됨).<sup>5)</sup> 다음으로, 해당 구조기준에서는 서까래와 추녀에 대한 부재규격도 정의되어 있으나, 입력변수가 많아 예측 모델에 적용하기에는 복잡성을 지닌다는 점에서 개략견적 활용에는 부적합하다. 따라서 서까래와 추녀는 물론 해당 구조기준에 포함되지 않은 부재의 경우는 테스트베드 사례를 중심으로 각 부재별 규격을 고정값으로 정의하였다. 이상의 내용은 <Table 3>의 (3)에 상세히 기술하였다.

### 3.3 부재길이 산정방법 정의

부재길이는 층높이, 대들보 길이, 도리길이, 처마길이, 대들보방향 칸수, 도리방향 칸수 등 다양한 변수들에 의해서 산정되며, 몇 가지 주요 부재의 길이산정 방법을 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 우선 기둥, 대들보, 도리(종도리/중도리/주심도리), 장여(종장여/중장여/주심장여) 길이는 칸 크

5) 소규모건축구조기준 전통목구조(KDS 41 90 05: 2019)에서는 3량과 5량을 대상으로 기둥, 대들보, 종보, 도리 등의 단면규격을 정의하고 있다. 전통목구조 구조기준에서는 층수는 지상 2층, 층높이는 3.6m, 도리길이는 4.2m, 처마길이는 1.5m 이하로 제한하고 있으며, 또한 3량의 경우 대들보 길이를 4.8m, 5량의 경우 대들보길이를 6m 이하로 제한하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 칸 크기 정의요소를 이러한 제한사항을 고려하여 정의하였다. 이와 더불어, 각 부재의 단면규격은 목재의 수종군(가, 나, 다, 라), 등급(1등급, 2등급), 그리고 지붕하중(보통, 중량)으로 구분하여 정의하고 있으며, 본 연구에서는 구조적 안정성을 고려하는 차원에서 수종군 라, 2등급, 중량하중을 기준으로 정의표를 작성하였다. 이는 테스트베드에서 적용된 부재규격과도 유사하다. 이러한 정의표는 DB로 구축되어 모델과 자동 연계되며, 즉, 추후 다양한 수종군 및 등급 등에 따른 부재규격을 적용할 수 있는 확장구조로 되어 있다.



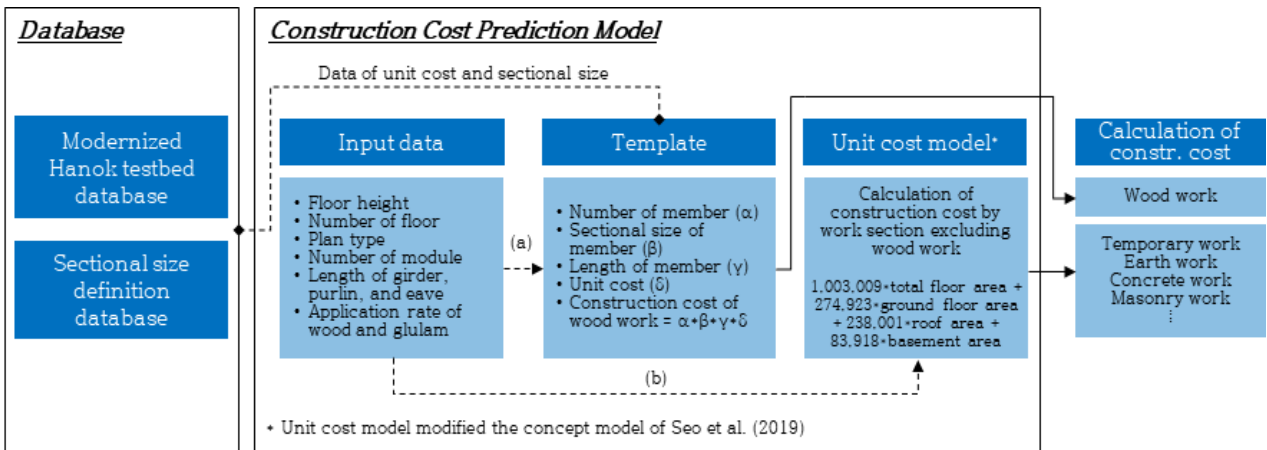


Fig. 5. Concept of construction cost prediction model for modernized Hanok

기 정의요소(층높이, 대들보길이, 도리길이 등)를 입력함에 따라 해당 입력 수치가 적용된다. 참고로, 장여는 도리받침 부재로 입력된 도리길이가 적용되며, 대들보의 경우 대들보 길이에 추가적으로 설치되는 보머리길이를 고려하여 자동 산정된다. 다음으로, 서까래의 길이는 <Fig. 4>의 (d)에서 삼각형의 빗변 길이가 되며, 지붕물매<sup>6)</sup>, 대들보길이, 처마길이에 의해 산정된다. 즉, 처마길이는 ((대들보길이/2+처마길이)<sup>2</sup>+((대들보길이/2+처마길이)\*0.4)<sup>2</sup>)<sup>1/2</sup>과 같이 산정할 수 있다. 이상의 내용을 기반으로 부재항목별 길이 산정방법을 정의하였으며, 이는 <Table 3>의 (4)에 상세히 기술하였다.

#### 4. 신한옥 공사비 예측 모델

본 장에서는 앞서 정의된 신한옥의 기본유형 및 칸 기반 목공사 물량 산출 방법을 기반으로 5가지 템플릿을 구축한다. 이를 토대로 구조형식, 지붕형식, 평면형식 선택에 따라 45가지 유형 중 해당 유형에 대한 공사비 산출이 가능한 모델을 개발하고, 신한옥 주택 사례를 대상으로 모델검증을 수행한다.

##### 4.1 신한옥 공사비 예측 모델 개발

본 연구에서 제안하는 신한옥 공사비 예측 모델의 개념도는 <Fig. 5>와 같으며, 크게 공사비 예측 모델과 Database로 구성된다.

우선, DB는 실증사업 테스트베드 DB와 부재규격 정의 DB로 구분할 수 있으며, 전자의 경우 신한옥 표준분류체계(HanClass)를 활용하여 실증사업 테스트베드의 실적데이터를 축적한 것으로 템플릿에 원목 및 집성재의 단가정보를 제공하고, 후자의 경우 소규모건축구조기준 전통목구조(KDS 41 90 05: 2019)을 기반으로 3.2절에서 정의된 것으로 템플릿에 대들보 및 도리 길이에 따른 부재규격 정보를 제

공한다. 단가정보와 부재규격 정보를 별도의 DB로 하여 템플릿에 자동 연계할 수 있는 구조로 구축함으로써 단가 및 부재규격의 변경에 대응할 수 있도록 하였다.

다음으로 공사비 예측 모델은 프로젝트 정보 입력, 템플릿, 그리고 단위단가식 모델과 같이 3가지로 구분할 수 있다.

첫째, 프로젝트 정보는 2.1절에서 정의한 구성요소 중 구조형식, 지붕형태, 평면형태, 재료유형, 그리고 칸 크기 정의 요소를 기반으로 입력된다. 즉, 해당 신한옥 프로젝트의 층높이, 층수, 평면형태, 대들보/도리방향 칸수(‘-’자 부분, ‘┌’자 부분, ‘└’자 부분별 칸수 각각 입력), 대들보/도리/처마의 길이, 그리고, 원목/집성재 적용 비율을 입력하며, 이러한 프로젝트 입력 정보는 템플릿에 층높이, 칸 수 등의 입력정보를 제공하고<Fig. 5의 (a)>, 단위단가식 모델에 입력정보에 의해 자동계산된 건축면적, 연면적, 지붕면적 등의 기본정보를 제공한다(Fig. 5의 (b)).

둘째, 템플릿은 3장에서 정의한 부재 수 산출방법, 부재규격 선정방법, 그리고 부재길이 산정방법을 기반으로 구축하였다. 이러한 템플릿은 <Fig. 5>에서 보는 바와 같이, 프로젝트 입력정보를 토대로 각 부재항목별로 부재수 산출(α), 부재규격 선정(β), 부재길이 산정(γ), 그리고 단가조정(δ)을 수행하고 물량(α\*β\*γ) 및 공사비(α\*β\*γ\*δ)를 자동 산출된다. 본 연구에서는 앞서 언급한 바와 같이 구조형식(3량가, 5량가, 1고주5량가 등)을 중심으로 하여 5가지 템플릿을 구축하였으며, 지붕형태(3가지) 및 평면형태(3가지) 선택에 따라 해당 유형에 적합한 물량 및 공사비를 산출할 수 있도록 하였다. <Table 3>은 ‘5량가’에 대한 템플릿의 예로서, 지붕형태가 ‘팔작지붕’일 때를 보여주고 있다. <Table 3>의 (1)은 부재항목을 정의한 것으로, 평면형태에 따른 화침부(꼭임부)에 따라 증감되는 부재 물량을 산출할 수 있도록 각 부재를 ‘-’자, ‘┌’자, 그리고 ‘└’자 부분으로 구분하여 세분화하였다. 이와 더불어, 지붕형태에 따라 단부에 증감되는 부재

Table 3. Template for construction cost prediction model (partial example - 'Siyang' and 'Hip and gabled roof')

Category (1)	The number of the member (2)		Sectional size of the member (3)		Length of the member (4) calculating method	Wood (5)		Gulam (5)		Application unit cost (\$) (6)	Quantity (6)	Constr. cost (7)
	Counting method	EA	Sectional size	Sectional area(m2)		Unit cost	Rate	Unit cost	Rate			
Column	'-'-shaped part (a*2-(a-1))*(b+1)*h	30	0.21*0.21	0.0441	f	2.70	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	3,572	8,196,170
	'-'-shaped part (a*2-(a-1))*b*h	8	0.21*0.21	0.0441	f	2.70	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.953	2,185,645
	'c'-shaped part (a*2-(a-1))*b*h	0	0.21*0.21	0.0441	f	2.70	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
	'-'-shaped part b*2*h	32	0.09*0.18	0.0162	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	1,555	3,568,401
	'-'-shaped part (b+a*2)*2*h	20	0.09*0.18	0.0162	(c+h)/2	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.972	2,230,250
	'-'-shaped part (b+a*2)*2*h	0	0.09*0.18	0.0162	(c+h)/2	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
	'-'-shaped part (b+1)*a*h	20	0.21*0.36	0.0756	c+(g*2+0.165*2)	3.15	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	4.763	10,928,227
	'-'-shaped part b*a*h	4	0.21*0.36	0.0756	c+(g*2+0.165*2)	3.15	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
	'-'-shaped part b*a*h	0	0.21*0.36	0.0756	c+(g*2+0.165*2)	3.15	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
	'-'-shaped part (b+1)*a	20	0.18*0.21	0.0378	c/3+(g*2+0.165*2)	1.55	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.586	1,344,345
	'-'-shaped part b*a	0	0.18*0.21	0.0378	c/3+(g*2+0.165*2)	1.55	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.117	268,869
	'-'-shaped part b*a	0	0.18*0.21	0.0378	c/3+(g*2+0.165*2)	1.55	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
	'-'-shaped part b*(a+1)	12	0.21*0.39	0.0819	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	2,948	6,765,093
	'-'-shaped part b*(a+1)	4	0.21*0.39	0.0819	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.983	2,255,031
	'-'-shaped part b*(a+1)	0	0.21*0.39	0.0819	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
Wood frame												
Purfin_A (Jongbon)	'-'-shaped part b'	4	0.21*0.39	0.0819	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.983	2,255,031
Purfin_B (Jongbon)	'-'-shaped part b''	0	0.21*0.39	0.0819	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
Purfin_C (Jusmdon)	'-'-shaped part b*	8	0.21*0.39	0.0819	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	1.966	4,510,062
Beam under purfin_A (Jongjangeo)	'-'-shaped part b	4	0.09*0.15	0.0135	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.081	185,854
Beam under purfin_B (Jongjangeo)	'-'-shaped part b*	0	0.09*0.15	0.0135	d	3.00	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
Queen post (donggabaegong)	'-'-shaped part (b+1)*3	15	0.21*0.21	0.0441	(c+a/2)*0.4	0.96	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.635	1,457,097
Rafter_A (Seokjae)	'-'-shaped part (d/0.3+1)*2*b	88	0.120	0.0113	((c+a/2+e)/2+H((c+a/2+e)+0.4)/2)^(1/2)	3.55	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
Rafter_B (Seonjajeon)	'-'-shaped part (d/0.3+1)*2*b'	44	0.120	0.0113	((c+a/2+e)/2+H((c+a/2+e)+0.4)/2)^(1/2)	2.26	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	1.125	2,581,193
Cover board (Gaesan)	'-'-shaped part (d/0.3+1)*2*b*	4	0.24*0.45	0.1080	((c+a/2+e)/2+H((c+a/2+e)+0.4)/2)^(1/2)+1.2	4.27	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.000	-
Angle rafter (Chunyeo)	'-'-shaped part 1ea	1	0.24*0.45	0.1080	((c+a/2+e)/2+H((c+a/2+e)+0.4)/2)^(1/2)+1.2	2.71	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	0.482	1,106,226
Eaves leaf (Pyegongdae)	'-'-shaped part 1ea	1	0.07*0.09	0.0063	(d+b+c+a*2)*2	37.20	1,430,172	1.0	1,430,172	1,430,172	0.234	335,175
Gable (Baggong)	'-'-shaped part 2ea*2	4	0.04*0.40	0.0160	((c/2+e)/2+H((c+a/2+e)+0.4)/2)^(1/2)	1.13	1,445,381	1.0	1,445,381	1,445,381	0.072	104,612
Purfin_A	'-'-shaped part 2ea*2	2	0.21*0.39	0.0819	(d-d/4)	-0.75	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	-0.123	-281,879
Purfin_B	'-'-shaped part 2ea*2	2	0.21*0.39	0.0819	(d-d/4)	-0.75	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	-0.246	-563,758
Beam under purfin_A	'-'-shaped part 2ea*2	2	0.09*0.15	0.0135	(d-d/4)	-0.75	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	-0.020	-46,464
Beam under purfin_B	'-'-shaped part 2ea*2	4	0.09*0.15	0.0135	(d-d/4)	-0.75	1,662,384	0.5	2,926,609	2,294,496	-0.041	-92,927
Total cost												86,503,464

1) Remarks - a: number of module by girder direction; b: number of module by purfin direction; c: part; c: girder length; d: purfin length; e: eave length; f: floor height; g: one side length of column; and h: number of floors  
 2) Input data - a: 2, b: 1, c: 2.4(m), d: 3(m), e: 0.9(m), f: 2.7(m), g: 2.4(m), h: 2 (floors), plain type: '-'-shaped plan, application rate of gulam: 50%

Table 4. Verification of prediction model by case project analysis

Category	Case 1			Case 2			Remark
	Actual cost (A)	Prediction cost (B)	%*	Actual cost (A)	Prediction cost (B)	%*	
wood work (1)	70,119,044	77,180,062	-10%	89,973,800	86,503,464	4%	applying template
13 work section excluding wood work (2)	206,142,198	210,655,541	-2%	202,026,200	221,851,717	-10%	applying unit cost model
Total cost ((1)+(2))	276,261,242	287,835,603	-4%	292,000,000	308,355,182	-6%	

\* Error rate = (A-B)/A\*100

물량을 고려하기 위하여 추가적으로 단부 증감 부재항목을 정의하였다(예로써, 맞배지붕의 경우 도리/장여길이 증가, 우진각/팔작지붕의 경우 도리/장여길이 감소). <Table 3>의 (2)는 부재항목별 부재 수 산출방법을 정의한 것으로, 이는 프로젝트 입력정보(대들보 및 도리방향 칸수(‘-’자 부분, ‘ㄱ’자 부분, ‘ㄷ’자 부분), 대들보 길이, 도리 길이, 층수 등)에 의해서 각 부재항목별로 기본 부재 수는 물론 지붕 및 평면 형태에 따른 증감되는 부재 수가 자동 산출된다. <Table 3>의 (3)에서는 부재규격 정의 DB에서 제공되는 정보를 기반으로 프로젝트 입력정보(대들보 및 도리 길이)에 의해 주요 부재(기둥, 대들보, 종보, 도리)의 규격을 자동 결정하며, 결정된 부재규격에 의해 부재단면적이 자동 계산된다. 앞서 언급한 바와 같이 주요 부재를 제외한 나머지 부재는 테스트베드 사례를 중심으로 각 부재별 규격 및 단면적을 고정값으로 정의하였다. <Table 3>의 (4)는 부재항목별 부재길이 산정방법을 정의한 것으로, 이는 프로젝트 입력정보(대들보 및 도리방향 칸수(‘-’자 부분, ‘ㄱ’자 부분, ‘ㄷ’자 부분), 층높이, 대들보 길이, 도리 길이, 처마길이 등)에 의해서 각 부재항목별로 길이가 자동 산정된다. <Table 3>의 (5)에서는 실증사업 테스트베드 DB에서 제공되는 단가정보를 기반으로 프로젝트 입력정보(원목 및 집성목 적용 비율)에 의해 적용 단가가 자동으로 조정된다. 실증사업 테스트베드 DB에서는 원목구조재, 집성목구조재, 원목각재, 그리고 원목판재에 대한 단가정보를 제공하며, 각 부재항목별로 해당 단가정보가 연계되어 있다. 이와 더불어, 신한옥 테스트베드에서는 단가가 높은 집성목 구조재를 대상으로 적용하였다는 점에서 원목 및 집성목 비율에 의한 단가조정은 구조재를 대상으로 한다. 이상의 <Table 3>의 (2)부터 (5)까지의 내용을 토대로 산출된 부재수, 부재규격, 부재길이, 그리고 적용단가를 기반으로 <Table 3>의 (6)과 (7)에서는 해당 유형에 대한 목공사 물량 및 공사비가 자동 산출된다.

마지막으로, 단위단가식 모델에서는 목공사를 제외한 나머지 공종의 공사비가 산출되며, Seo et al. (2019)의 개념모델을 본 연구에 맞게 수정하였다. 개념모델에서는 연면적, 지상층면적, 지붕면적, 지하면적으로 구분하고 14가지 공종별 단위단가를 해당 면적에 곱하여 공사비를 산출하였는데<sup>7)</sup>,

본 연구에서는 목공사 부분을 제외함으로써 모델을 수정하였다. <Fig. 5>에서와 같이, 수정된 단위단가식 모델의 공사비 산출식은 1,003,009 \* 연면적 + 274,923 \* 지상층면적 + 238,001 \* 지붕면적 + 83,918 \* 지하면적과 같으며, 프로젝트 입력정보에 의해 자동 산출된 면적정보가 적용된다.

#### 4.2 예측 모델 검증

본 연구에서는 7개의 실제 실증사업 테스트베드 중 전통 한옥과 곡보, 홍예보(아치보), 철골조 등 특수부재가 사용된 공공건축물을 제외한 2개의 신한옥 주택을 대상으로 공사비 예측 모델 검증을 수행하였다. 이를 위하여, 2개 사례에 대한 층수, 평면형태, 대들보/도리방향 칸수, 대들보/도리/처마의 길이, 원목 적용 비율 등의 프로젝트 정보를 실제 사례와 유사하게 입력하였으며, 참고로, 예측 모델에서 사례1의 경우 건축면적은 86.4m<sup>2</sup>(실제 건축면적 81.09m<sup>2</sup>), 연면적은 129.6m<sup>2</sup>(실제 연면적은 126.1m<sup>2</sup>)으로, 사례2의 경우 건축면적은 72m<sup>2</sup>(실제 건축면적 71.1m<sup>2</sup>), 연면적은 144m<sup>2</sup>(실제 연면적은 142.2m<sup>2</sup>)으로 실제 사례와 유사하게 산정되었다.

입력된 프로젝트 정보를 토대로 2가지 사례에 대한 목공사비(템플릿 적용)와 목공사를 제외한 13가지 공종의 공사비(단위단가식 모델 적용)를 산출하고 실제공사비와 비교하였다. <Table 4>는 결과값을 정리한 것으로, 목공사의 경우 오차율은 각각 -10%(사례 1), 4%(사례2)로, 13가지 공종의 경우 오차율은 각각 -2%(사례 1), -10%(사례2)로, 총공사비의 경우 오차율은 각각 -4%(사례 1), -6%(사례2)로 나타났다. 이러한 결과값은 초기 기획단계에서 실무활용 가능한 범위에서의 오차를 보이며, 즉, 기획단계의 신한옥 공사

7) 본 연구에서는 Seo et al. (2019)의 개념모델에서의 단위단가식(Level 2)을 적용하였으며, 이는 ‘(가설공사 단가 + 콘크리트 단가 + 조적공사 단가 + 금속공사 단가 + 단열/방수공사 단가 + 마감공사 단가 + 가구공사 단가 + 조경/부대토목공사 단가 + 전기공사 단가 + 소방설비공사 단가) \* 연면적 + (목공사 단가 + 창호공사 단가) \* 지상층 면적 + 지붕/흡통공사 단가 \* 지붕면적 + 토공사 단가 \* 지하면적 = (63,639 + 198,565 + 86,581 + 14,849 + 78,868 + 288,259 + 3,310 + 16,886 + 112,602 + 139,539) \* 연면적 + (511,801 + 274,923) \* 지상층 면적 + 238,001 \* 지붕면적 + 83,918 \* 지하면적 = 1,003,099 \* 연면적 + 786,724 \* 지상층면적 + 274,841 \* 지붕면적 + 83,918 \* 지하면적’과 같다.

비 예측 모델로서의 타당성이 있다고 판단된다. 이와 더불어, 신한옥 공사비 중 가장 많은 비중을 차지하는 목공사비를 물량 기반으로 산출한다는 점에서 목공사 부분에 대한 전문가의 검토 및 보완 작업(예로써, 부재항목의 추가 및 삭제, 부재수, 부재규격, 그리고 단가의 보정 등)을 통해 보다 정확한 목공사비 산출이 가능하며, 이를 통해 전체 공사비의 정확도 및 신뢰성이 향상될 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 초기 기획단계의 신한옥 공사비 예측 정확도 향상을 목적으로 전체 공사비 중 가장 많은 비중을 차지하는 목공사는 구조형식, 지붕형태, 평면형태의 다양한 조건에 따라 개략 물량을 자동 산출하여 공사비를 예측하고, 이외의 공종은 단위단가식을 적용해 공사비를 예측하는 모델을 제시하였으며, 2개의 사례를 대상으로 한 모델 검증을 통해 개략 견적으로써의 활용성 및 타당성을 검증하였다.

본 연구에서 제시한 예측모델은 경험이 부족한 기술자도 간단한 프로젝트 정보만 입력한다면 빠른 시간 내에 많은 노력의 투입이 없이도 신한옥 주택을 위한 초기 기획단계의 견적업무를 수행할 수 있다. 또한, 목공사비가 물량기반으로 산출된다는 점에서 최종 결과값만을 제시하는 기존의 단위단가식(혹은 회귀식) 예측모델에서는 불가능하였던 물량 근거자료를 제공할 수 있으며, 이를 근거로 숙련 전문가는 목공사비 검토 및 보완 작업을 수행함으로써 초기 기획 및 설계단계에서의 견적 정확도 및 신뢰도 향상이 가능하다. 이와 더불어, 단가정보와 부재규격 정보를 별도의 DB로 구축하여 예측모델과 자동 연계하는 구조라는 점에서 단가 및 부재규격의 변화에 자유로운 대응이 가능하다.

최근 신한옥 관련 연구에서는 주요 구조부를 목재뿐만 아니라 철골조, 하이브리드(철골조+목재) 등을 적용하는 공법 변화를 위한 연구가 시도되고 있으며, 또한, 대경간 한옥을 위한 연구가 진행 중에 있다. 공법 변화의 경우 현재의 예측 모델은 목재를 대상으로만 공사비가 예측되나, 주요 부재항목별로 부재수 및 부재길이가 자동 산출되는 구조라는 점에서 물량산출 방법 및 단가정보를 추가적으로 고려한다면 철골조 및 하이브리드 등 변화되는 공법 적용을 위한 모델확장이 가능하다. 반면에, 곡보 등 특수부재가 적용되는 신한옥 및 대경간 한옥의 경우 특수부재 항목에 대한 요소 정의는 물론 대경간에 적용을 위한 부재규격 정의 등에 대한 보다 구체적이며 광범위한 연구가 추가적으로 요구된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 연구비 지원을 받아 수행된 ‘도시건축연구사업’(과제번호: 20AUDP-B128638-04) 및 교육부의 재원으로 한국연구재단의 연구비 지원을 받아 수행된 ‘이공분야기초연구사업’(과제번호: NRF-2019R1I1 A1A01056943) 연구 결과의 일부임.

## References

- Cho, Y., and Kim, W. (2012). “A Study on Modular Coordination About The New Korea Traditional Housing: According to the Analysis Intercolumniation.” *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 28(10), pp. 183-190.
- Czarnigowska, A., and Sobotka, A. (2014). “Estimating Construction Duration for Public Roads During the Preplanning Phase.” *Journal of Engineering, Project and Production Management*, 4(1), pp. 26-35.
- Dursun, O., and Stoy, C. (2012). “Determinants of Construction Duration for Building Projects in Germany.” *Engineering Construction and Architectural Management*, 19(4), pp. 444-468.
- Kim, J. (2012). “A Study on Planning and Composition of Module Unit in Korean Traditional House.” *Journal of the Korean Housing Association*, 23(4), pp. 41-48.
- Kim, M., Kim, Y., Lee, Y., and Jung, Y. (2013). “Comparative Analysis of Construction Productivity for Modernized Korean Housing (Hanok).” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 14(3), pp. 107-114.
- Kim, M., Kim, H., Ryu, J., and Jung, Y. (2014). “New Building Materials and Methods for Modernized Korean Housing (Hanok).” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 15(2), pp. 23-32.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2018). *A Study on the Architectural Structure Standard of Small Scale Hanok*, Research Report (National Standard).
- Seo, N., Kang, S., Lee, Y., Jin, Z., Jeong, Y., and Jung, Y. (2019). “Variations of Building Methods and Costs of Modernized Hanok Test-bed Projects.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 20(3), pp. 86-96.
- Skitmore, R., and Ng, S. (2003). “Forecast Models for Actual Construction Time and Cost.” *Building and Environment*, 38, pp. 1075-1083.



Yeom, D., Seo, H., Kim, Y., Cho, C., and Kim, Y. (2018). "Development of an Approximate Construction Duration Prediction Model During the Project Planning Phase for General Office Building." *Journal of Civil Engineering and Management*, 24(3), pp. 238-253.

---

**요약 :** 기획단계에서의 공사비 예측은 타당성 분석, 예산 책정, 계획수립 등을 위한 기초정보를 제공한다는 점에서 성공적인 프로젝트 수행을 위한 중요한 요소이다. 본 연구에서는 초기 기획단계의 신한옥 공사비 예측 정확도 향상을 목적으로 전체 공사비 중 가장 많은 비중을 차지하는 목공사는 다양한 조건(구조형식, 지붕형태, 평면형태 등)에 의해 개략 물량을 자동 산출하여 공사비를 예측하고, 이외의 공종은 단위단가식을 적용해 공사비를 예측하는 모델을 제시하였다. 2개의 사례를 대상으로 개략 견적 모델로써의 활용성 및 타당성을 검증하였으며, 총공사비의 오차율은 각각 -4%(사례 1), -6%(사례2)로 나타났다. 이러한 결과값은 초기 기획단계에서 실무활용 가능한 범위에서의 오차를 보였다.

**키워드 :** 개략 공사비 예측, 목공사 물량, 단위단가식, 신한옥, 칸, 기획단계

---