

# 노후 공동주택 주차장 리모델링 공사 표준공기 설정에 관한 연구

방성배<sup>1</sup> · 장준영<sup>2</sup> · 구충원<sup>3</sup> · 김태원<sup>4</sup> · 이찬식<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>인천대학교 건축학과 석사과정 · <sup>2</sup>인천대학교 건축학과 박사과정 · <sup>3</sup>인천대학교 건축학과 조교수 ·  
<sup>4</sup>인천대학교 건축학과 부교수 · <sup>5</sup>인천대학교 건축학과 교수

## A Study on Normal Project Period for Parking Lot of Aged Apartment Housing

Bang, Seongbae<sup>1</sup>, Jang, JunYoung<sup>2</sup>, Koo, Choongwan<sup>3</sup>, Kim, Taewan<sup>4</sup>, Lee, Chansik<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School, Incheon National University

<sup>2</sup>Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School, Incheon National University

<sup>3</sup>Assistant Professor, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University

<sup>4</sup>Associate Professor, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University

<sup>5</sup>Professor, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University

**Abstract :** Recently, interest in remodeling apartment houses has been increasing due to problems such as a lack of parking spaces for old apartment houses. However, no method was suggested to predict the construction period of the apartment remodeling project. Unlike general apartment new construction, apartment remodeling construction involves demolition or reinforcement work, so a realistic remodeling construction period calculation plan differentiated from the existing construction period should be proposed. Therefore, this study intends to present a model for deriving the construction period of the underground parking lot of the apartment remodeling construction. Each construction period was calculated based on 19 activities of underground parking lot remodeling work through review of previous studies and expert advice. Activity's workload data and productivity data were derived to calculate the construction period, and the number of inputs and equipment inputs by Activity were determined to correct the productivity data. The construction period of Activity was calculated using the derived data, and the criteria for calculating the overlapping period for each Activity were presented to enable realistic construction period and scheduled schedule. As a result of predicting the accuracy of the construction period through the verification of the case complex, it is expected that it will be possible to predict the approximate construction period of the underground parking lot of the apartment remodeling construction in the future.

**Keywords :** Construction Period Calculation Model, Underground Parking lot Remodeling, Parking lot Expansion, Standard Construction Period

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

2017년을 기준으로 전체 공동주택 중 사용연수가 15년을 넘은 노후 공동주택은 31.1%를 차지하고 있으며 그 수는 계속해서 늘어나고 있다. Yoon et al. (2019) 노후 공동주택은 지하주차장의 부재로 주차면수가 부족한 큰 문제를 안고 있으며 이를 해결하기 위한 방안으로 리모델링, 재건축 등의 대안이 주목받고 있다.

공동주택 리모델링이 관심받는 큰 이유는 리모델링 공사의 사업기간이 5~6년으로 재건축에 비해 상대적으로 짧은 데 있다. 하지만 그마저도 입주민의 이주 시 임시거주 주택의 전세기간이 사업기간보다 짧기 때문에 리모델링 사업의 공기단축을 위한 노력은 더욱 절실한 상황이다.

리모델링 공사기간은 현장여건, 투입자원, 지역주민의 민원뿐만 아니라 조합의 요구에 따른 설계변경, 조합원 및 설계자, 시공사의 협의 등 사업기간을 지연시키는 다양한 요소가 상존해있기 때문에 이를 정확히 예측하기는 어렵다. 그럼에도 공사기간 산정은 사업의 성과와 직결되는 요소이기 때문에 기획단계에서 이를 정확히 예측하는 것이 매우 중요하다. 현재 리모델링 공사기간은 단순히 시공사의 지식과 경험에 의존하여 산정되기 때문에 변동 폭과 산정 주체에 의한 차이가 크다.

\* **Corresponding author:** Lee, Chansik, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University, Incheon, Korea, 22012

**E-mail:** cslee@inu.ac.kr

**Received** September 29, 2021; **revised** October 29, 2021

**accepted** October 27, 2021

이러한 문제점을 해결하기 위해 표준화된 공사기간 산정 관련연구가 진행되었는데, 일반적인 신축공사에만 한정되어 진행되어 왔다. 특히 공동주택 신축공사의 경우는 과거 다수의 실적 데이터와 다양한 변수의 수치화를 통한 표준 공사기간을 도출연구가 다양하게 진행되었다(Yoon, 2017).

하지만 신축공사와 달리 리모델링 공사의 표준 공사기간을 산정하기 위한 연구는 그 필요성에 비해 부족한 수준이며, 그 중에서도 지하주차장 부분에 대한 집중적인 연구는 진행되지 않았다. 리모델링 공사에서도 신축공사와 같이 데이터를 기반으로 공사기간을 예측하고 관리하기 위한 표준 공사기간 산정방안 마련이 필요하다.

따라서 이 연구에서는 리모델링 사업의 기획단계에서 확보할 수 있는 데이터를 기반으로 지하주차장 부분의 공사기간을 산정할 수 있는 모델을 제시하고자 한다. 이 모델을 활용하여 도출된 지하주차장 공사기간은 사업 기획단계에서 보다 정확하고 신뢰도 높은 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

이 연구의 공간적 범위는 공동주택 리모델링 공사에서 지하주차장으로 한정하였고, 공사기간은 철거 및 보강공사, 토공사, 골조공사 등 세 가지 공종을 대상으로 제시하였다. 지하주차장 확대방식은 지하수평 확대방식과 지하수직 확대방식의 두 가지 방식을 고려했다. 자중 증가 등에 따른 구조 보강은 지상층 증축 규모, 구조 방식, 재료 등에 따라 매우 다양하게 나타날 수 있어, 본 연구에서는 지하 구조 보강공법으로 흔히 사용되는 ‘튼구조 공법’만을 대상으로 연구하였다. 세부적인 연구의 절차는 <Fig. 1>과 같다.

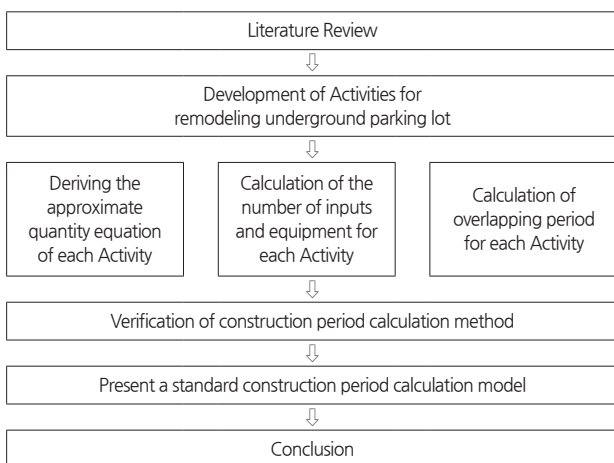


Fig. 1. Research process

연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 지하주차장 리모델링 공사 및 표준 공사기간 도출과 관련된 국내 선행연구에 대

하여 고찰한다. 둘째, 지하주차장 리모델링 공사의 액티비티를 도출한다. 셋째, 액티비티 별 작업량 산정식을 결정하고 표준품셈을 이용하여 액티비티 별 생산성을 도출한다. 넷째, 타 현장 데이터를 분석하여 지하주차장 각 액티비티의 투입되는 팀 인원과 작업량에 따른 장비대수 산정방안을 도출한다. 다섯째, 현장에서 통상적으로 적용하고 있는 각 액티비티의 중첩기간을 수식화하고 전문가 검증을 통해 신뢰도를 확보한다. 여섯째, 도출된 공사기간 산정방식을 통해 사례단지의 공사기간을 도출하고 실제 계획된 공사기간과 비교한다. 이렇게 도출된 공사기간 산정 방식의 타당성을 검증 받아 표준공사기간 산정모델을 제시한다.

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 지하주차장 리모델링 공사에 관한 선행연구

현재까지 지하주차장 리모델링 공사의 확대방식 및 확대공법 연구, WBS 및 액티비티 분류 연구, 개략 공사비 산정 등 관련연구는 다양하게 수행되었다. 공사기간 산정연구도 앞선 연구에서 도출된 확대방식 및 확대공법과 액티비티 등의 데이터를 토대로 수행되었다.

지하주차장의 확대방식은 공동주택 단지의 주차공간을 추가로 확보하기 위한 기술들로 지하수평 확대방식, 지하수직 확대방식, 데크 확대방식, 별동 신축 확대방식, 별동 기계식주차 확대방식, 건물상부 확대방식 등으로 분류되는데(Hwang, 2007), 이 연구에서 적용하는 지하주차장 확대방식은 리모델링 공사에서 가장 보편적으로 수행되는 지하수평 확대방식과 지하수직 확대방식으로 한정하였다.

또한, 이 연구에서 적용한 지하주차장 확대공법은 기존 주차장을 철거하지 않은 상태에서 하향 증축하는 튼구조 지하 증축공법이다. 이 공법은 지하주차장 내부 바닥에서 파일 및 접합부 공사를 진행하기 때문에 도심지 공사 시 흔히 발생하는 소음 민원을 줄일 수 있으며, 인접건물에 구조적 영향을 최소화할 수 있는 공법이다. 이는 협소한 대지의 도심지 지하주차장 리모델링 공사의 하향증축을 위한 최선의 공법으로 판단되어(Bing, 2012) 튼구조 지하 증축공법으로 한정하여 연구를 진행했다.

Choi et al. (2019)는 지하주차장 리모델링 공사에서의 WBS를 프로젝트, 지하주차장 확대방안, 공사구역, 작업위치, 공종, 액티비티의 총 6단계로 나누어 구분하였고, 총 37개 액티비티를 도출했다.

하지만 CIP와 같이 일부 누락된 액티비티도 있고, 암반제거와 같이 특수한 경우에만 적용되는 액티비티가 다수 포함되어 있어 일반적인 리모델링 공사의 공사기간 산정을 위한 본 연구에서 적용하기에는 적합하지 않았다. 액티비티 재정

립을 위해 먼저 지하주차장 확대 공사를 작업그룹과 액티비티의 두 단계로 간소화하여 분류하였고, 전문가 검토를 받아 기존 37개로 나누었던 액티비티의 불필요한 내용을 추가, 삭제하거나 통합시켜 19개로 재조정하였다.

Jung et al. (2021)은 공동주택 지하주차장 확대 리모델링 개략 공사비 산정 모델 개발 연구를 통해 각 액티비티의 개략 물량산출식을 도출하였다. 물량산출식은 공사기간 산정을 위해서도 필요한 데이터로, 본 연구에서는 공사기간 산정을 위한 작업량 산정식으로 보완, 발전시켜 공사기간 산정 모델에 적용하였다. 보완한 작업량 산정식은 전문가 검증을 통해 적합도를 검증받았다.

## 2.2 표준 공사기간 산정에 관한 국내 선행연구

표준 공사기간은 일반적인 신축공사의 기획단계에서 공사기간을 예측하기 위해 적용하는 공사기간으로 공사에 영향을 미치는 다양한 변수를 고려하여 기간을 예측한다. 예를 들어, 한국토지주택공사(2014)는 기후여건, 착공시기, 마감공사의 수준, 주 40시간근무제 등의 요소를 종합적으로 고려하여 공동주택 건설공사의 품질확보를 목표로 하는 표준공사기간 산정기준 연구 수행하였다. 이를 통해 국내 지역별, 착공시기별 기후환경을 고려하여 공기산정기준(안)을 제시하였다. 연구를 통해 공기증가로 인한 사업비 증가보다는 품질확보를 통한 하자저감과 입주자의 만족도 제고효과가 사업에 더욱 큰 영향을 미친다는 결론을 제시했다. 이 연구는 공사기간 산정 시 추가적으로 고려해야할 기후요소에 초점을 맞추어 진행된 연구로, 기후여건에 큰 영향을 받지 않는 지하주차장 리모델링 공사 특성상 위 연구에서 제시한 기후요소는 공사기간 산정에 고려하지 않았다.

한국건설기술연구원(2017)에서는 공공 건설공사 표준 공사기간 산정기준 연구를 통하여 공공 건설공사의 발주 단계에서 원활한 계약이행이 이루어질 수 있는 표준 공사기간 산정기준을 개발하였다. 영국, 일본 등 선진국의 사례를 참고하여 축적된 데이터(공사기간, 지역별 기상정보, 생산성 정보 등)를 활용하여 공사기간을 산정하는 방식과 관련제도 검토를 통해 제도 개선방안을 제시하였다. 이 연구는 공기연장 관련제도 개선방안에 초점을 맞춘 연구로 구조, 형식 등의 공사기간 산정 시 고려해야할 요소를 참고하였다.

Lee et al. (2015)에서는 기존의 댐공사를 통해 축적된 데이터를 기반으로 표준 공기산정을 위한 회귀모델을 제시하여 공사규모와 공사기간의 상관관계를 분석하였고, Kwon and Lee (2004)는 고등학교 시설공사로 범위를 한정하여 공사기간에 영향을 미치는 다양한 요인을 분석하고 다중선형 회귀분석을 통하여 고등학교 시설공사의 공기산정모델을 제시하였다. Hwang (2002)는 사무시설 신축공사의 실적데

이터를 분석하여 건물의 규모, 공정, 발주기관별 특징 등의 영향요인을 구분하여 각 영향요인별 표준공기를 분석하였다. Lee (2001)은 공동주택 신축공사의 실적데이터를 분석하여 작업계획방법에 따른 공기산정방안을 도출하였다. 이 연구들은 댐공사, 고등학교 시설공사 등 리모델링과 관련된 공사기간 연구가 아니며, 회귀모델을 통한 공기산정을 수행했다. 회귀모델을 통한 공기산정은 세부 공종의 공사기간을 파악하기 어렵고 작업량 변동에 따른 공사기간 수정이 어렵다는 단점이 있다. 따라서 이 연구는 액티비티 별 공사기간을 산정하여 선행연구의 단점을 보완하고자 했다.

공동주택 리모델링 공사의 표준 공사기간을 도출하기 위한 연구는 다음과 같이 수행되었다. Yoon (2021)은 공동주택의 리모델링 공사기간의 관리를 위해 주민 이주 후 준공까지의 기간으로 한정하여 리모델링 공사의 표준 공사기간을 산정하는 모델을 연구하였다. 신축공사 표준공기 산정기준을 토대로 리모델링 표준공사기간 산정모델을 제안하였다. 이 모델로 신축공사에서 적용이 어려운 철거공사와 구조체 보강공사 등에 대한 새로운 공사기간 산정기준을 제시하였다. 하지만 세대수와 세대면적에 따른 공사기간 산정으로 지하주차장 리모델링 공사기간에는 초점이 맞춰져있지 않다. 또한 공사기간을 액티비티로 나누어 산정하지 않고 개략 산정식을 통한 공사기간 산정방안을 제시하여 오차율이 10~20% 정도로 다소 높게 발생되었다. 본 연구는 액티비티 분류를 통한 공사기간 산정으로 보다 정확도가 높은 공사기간 산정과 공정표 작성도 가능한 모델을 제시하여 선행연구를 보완하고자 했다.

이렇게 선행연구에서 제시한 표준 공사기간은 각 액티비티의 공사기간을 세부적으로 파악할 수 없기 때문에 설계변경 등에 의한 공사기간 재산정이 어렵고, 액티비티의 선·후행관계에 따른 공정표작성도 어렵다. 또한, 앞선 연구는 대부분 신축공사에 대한 연구이거나 공사기간 산정 시 추가로 검토해야할 사항에 대한 연구로 직접적인 리모델링 공사의 공사기간 산정과 관련된 연구는 아직 부족하고, 지하주차장이라는 공간적인 제한을 둔 관련연구는 전무한 상황이다. 지하주차장 리모델링 공사의 표준 공사기간 산정을 위한 연구가 진행된다면 향후 더욱 활발해질 공동주택 리모델링 사업에 보다 정확한 공사기간 예측이 가능해져 사업 초기에 사업자가 참고할 수 있는 자료가 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 노후 공동주택 리모델링공사의 지하주차장 표준 공사기간 산정 모델 개발하여 향후 리모델링 공사 실무에서 활용 가능한 공사기간 산정 모델을 제시하고자 한다.

### 3. 공동주택 지하주차장 확대 리모델링 공사 표준 공기산정

#### 3.1 표준 공사기간 산정 모델 개발

이 연구에서 개발한 표준 공사기간 산정 모델의 개발과정은 다음과 같다(Fig. 2).

사용자는 본 공사기간 산정 모델로 다음의 과정을 통해 공동주택 리모델링 공사의 지하주차장 부분의 공사기간을 개략적으로 산정할 수 있게 된다.

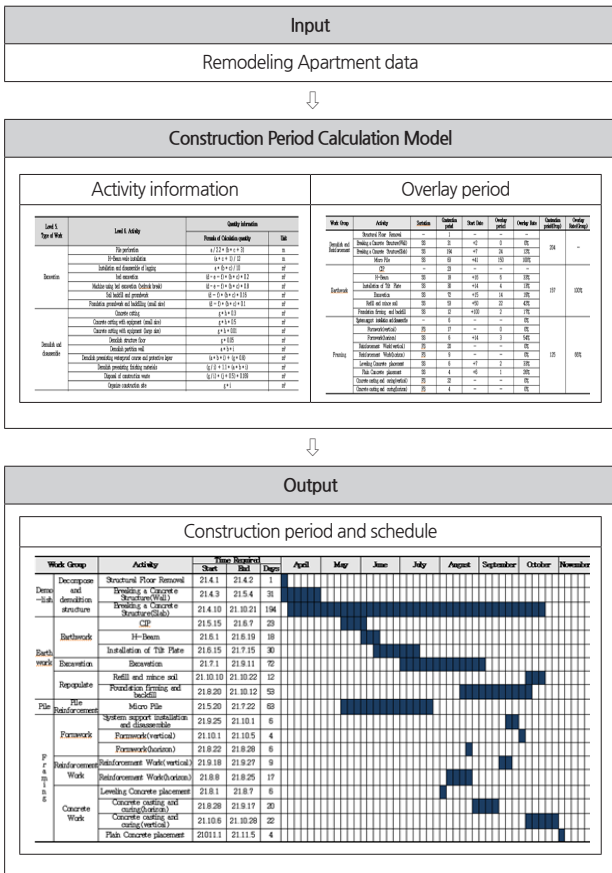


Fig. 2. Concept of construction period calculation model for apartment of underground parking lot of remodeling construction

먼저, 리모델링 공사의 지하주차장 면적 등과 같은 사업 초기에 충분히 확보할 수 있는 기초데이터를 통하여 액티비티의 작업량, 투입인원, 장비대수와 같은 데이터를 도출하게 되며 도출된 데이터를 토대로 각 액티비티의 공사기간을 산정한다.

이렇게 산정된 각 액티비티의 공사기간에 서로 중첩이 가능한 액티비티를 분류하고 각각의 중첩기간을 반영하여 전체 지하주차장 리모델링 공사의 개략 공사기간을 도출할 수 있게 되고, 예정 공정표 작성도 가능하게 된다.

#### 3.2 지하주차장 리모델링 공사 액티비티 분류

Choi et al. (2019)은 지하주차장 확대 WBS를 총 6단계로 구분하였는데 프로젝트, 지하주차장 확대방안, 공사 구역, 작업위치, 공종, 액티비티로 분류하였다. 본 연구에서는 앞선 연구에서 분류한 액티비티를 일부 수정하여 선별했다. 지하주차장 리모델링 공사에서 반드시 반영해야 할 액티비티를 고려하여 적용하였으며, 리모델링 공사에서 일반적으로 사용하는 흙막이 공법인 CIP공정을 추가하였다. 또한, 암반 제거와 같이 모든 현장에 적용할 수 없는 액티비티는 삭제했다.

또한, 전문가의 자문결과 마감공사 공정은 주동 공사기간에 포함되기 때문에 지하주차장 공사기간에서는 제외하는 것이 적절하다는 의견을 받아 마감공사의 액티비티는 지하주차장 리모델링 공사기간에서 제외하였다.

세부 액티비티는 철거 및 보강공사, 토공사, 골조공사 3가지의 Work Group으로 분류하였다. 각각의 Work Group은 서로 중첩되지 않는 액티비티로 나누었다. 이렇게 도출된 Work Group과 액티비티는 <Table 1>과 <Table 2>의 Work Group과 액티비티 열에서 확인할 수 있다.

#### 3.3 액티비티 별 작업량 산정식 및 생산성 도출

앞에서 결정된 액티비티의 공사기간을 도출하기 위해서는 각 액티비티의 작업량 데이터와 생산성 데이터가 필요하다. 본 연구에서 작업량이란 해당 현장에서 액티비티마다 수행해야 하는 일의 총량을 뜻하며, 생산성은 건축 생산요소와 이에 의해 만들어지는 건축물과의 상대적 비율<sup>1)</sup>로 1인 혹은 장비 1대가 단위시간에 수행할 수 있는 일의 양을 의미한다.

앞선 Choi et al. (2019)의 연구에서 산정한 작업량 산정식은 일부 작업량이 과도하게 산정되는 경우가 있어 일부 보완을 통해 지하주차장 리모델링 공사에 보다 적합한 작업량이 도출될 수 있도록 수정하였다. 작업량은 현장의 대지면적과 같은 사업초기에 확보 가능한 기초데이터를 통해서 산출이 가능하도록 하였다.

산정된 모든 액티비티가 표준품셈을 기준으로 작성되었기 때문에 생산성 데이터도 표준품셈의 품을 기준으로 산출하였다. 하지만 액티비티는 단순히 1개 공종의 인원만 투입되는 경우뿐만 아니라, 장비와 인원이 함께 투입되는 경우나 다양한 공종의 인원이 투입되는 경우도 있다. 이렇게 여러 공종의 인력이나 장비와 같이 다양한 품이 들어가는 액티비티에서는 어떤 품을 적용하여 공사기간을 도출할지 결정을 해야 한다.

투입되는 인원과 장비의 모든 품을 반영하면 공사기간이

1) 공정/생산성/사업비 관리&경제성 분석 (한국건설관리학회, 2019)

Table 1. Activity table

Activity	Existing Activitys	Changed Activity	Reason
Concrete cutting	○	×	Including Breaking a Concrete Structure (Slab, Wall)
Breaking a Concrete Structure (Wall)	○	○	-
Breaking a Concrete Structure (Slab)	○	○	-
Structural Floor Removal	○	○	-
Remove the container	○	×	Including Breaking a Concrete Structure (Slab)
Remove the waterproof and protective layers	○	×	Including Breaking a Concrete Structure (Slab)
Remove the finishing material.	○	×	Including Breaking a Concrete Structure (Slab, Wall)
Excavation	○	○	-
Refill and mince soil	○	○	-
Foundation firming and backfill	○	○	-
Installation of Tilt Plate	○	○	-
H-Beam	○	○	-
CIP	×	○	Field application activity
Micro Pile	○	○	-
Pile driving	○	×	Including Micro Pile
Pile joint	○	×	Including Micro Pile
Rock removal	○	×	Not common
Marking	○	×	Integrated Formwork
Installation of supports	○	○	Integrated System support installation and disassemble
Dismantle of supports	○		
Installation of Wall form	○	○	Integrated Formwork (vertical)
Dismantle of Wall form	○		
Installation of Column forms	○		
Dismantle of Column forms	○		
Installation of Slab forms	○	○	Integrated Formwork (horizon)
Dismantle of Slab forms	○		
Wall reinforcement	○	○	Integrated Reinforcement Work (vertical)
Column Reinforcement	○		
Slab Reinforcement	○		
Beam Reinforcement	○	○	Integrated Reinforcement Work (horizon)
Leveling Concrete placement	○		
Plain Concrete placement	○	○	-
Pouring wall concrete	○	○	Integrated Concrete casting and curing (vertical)
Pouring column concrete	○		
Pouring slab concrete	○	○	Integrated Concrete casting and curing (horizon)
Pouring beam concrete	○		
Pouring roof concrete	○	×	Not relevant
Concrete crack repair	○	×	Included in another period

중복으로 계상된다. 따라서 본 연구에서는 인원만 투입되는 액티비티의 경우는 품이 가장 많이 들어가는 인원(1인)의 품만 계산하여 생산성을 산출하였고, 인원과 장비가 투입되는 경우도 마찬가지로 품이 가장 많이 들어가는 1개의 품만 계상하여 생산성을 도출하였다.

생산성 산출식은 아래의 (식)과 같고 품은 2020년 표준품셈을 기준으로 산출하였다.

$$P = \frac{O_{20}}{I} \quad (식)$$

P: 생산성  
O: 산출  
I: 투입

2) 공정/생산성/사업비 관리&경제성 분석 (한국건설관리학회, 2019)

Table 2. The information of quantity and unit cost per Activity

Work Group	Activity	Quantity information		
		Formula of Calculation quantity	Unit	
Demolish and Reinforcement	Structural Floor Removal	$g * 0.1$	m	
	Breaking a Concrete Structure (Wall)	$g * h * 0.6$	m <sup>2</sup>	
	Breaking a Concrete Structure (Slab)	$g * h * 0.6 * 0.2$	m <sup>2</sup>	
Earthwork	Micro Pile	$g * 0.128$	m	
	CIP	$a / 10$	m	
	H-Beam	$a / 4(25\text{ton})$	EA	
	Installation of Tilt Plate	$a * b / 10$	m <sup>2</sup>	
	Excavation	$(d * 1.2) * (b + c)$	m <sup>2</sup>	
	Refill and mince soil	$(d - f) * (b * c) * 0.16$	m <sup>2</sup>	
	Foundation firming and backfill	$(d - f) * (b * c) * 0.1$	m <sup>2</sup>	
Framing	Formwork	System support installation and disassemble	$f * h * l$	m <sup>2</sup>
		Formwork (vertical)	$f * h * l * (0.238 + 0.031)$	m <sup>2</sup>
		Formwork (horizon)	$f * l * (0.278 + 0.789)$	m <sup>2</sup>
	Reinforcement Work	Reinforcement Work (vertical)	$f * h * l * (0.059 + 0.008) / 3.98$	TON
		Reinforcement Work (horizon)	$f * l * (0.198 + 0.069) / 3.04$	TON
	Concrete Work	Leveling Concrete placement	$f * 0.1$	m <sup>2</sup>
		Concrete casting and curing (horizon)	$f * l * b * (0.141 + 0.042)$	m <sup>2</sup>
		Concrete casting and curing (vertical)	$f * l * (0.378 + 0.047)$	m <sup>2</sup>
		Plain Concrete placement	$f * 0.3$	m <sup>2</sup>

a: Circumference of underground parking lot / b: The height of underground after remodeling / c: Final number of floors in the underground / d: Site area / e: Building area / f: Parking lot area / g: Single floor total floor space in the underground / h: The height of underground before remodeling / i: The number of preexisting floors in the underground / j: The number of demolished floors in the underground / k: The number of maintained floors in the underground / l: The number of newly established floors in underground

Table 3. Activity information

Work Group	Activity	Activity information					
		Productivity	Team members per 1,000m <sup>2</sup>	Number of Equipment	Productivity of Team	Construction Period (Days)	
Demolish and Reinforcement	Structural Floor Removal	8.33	27.01	-	371.88	0.89	
	Breaking a Concrete Structure (Wall)	0.63	-	8	5	31.12	
	Breaking a Concrete Structure (Slab)	0.63	-	8	6.25	194.49	
Earthwork	Micro Pile	1.69	-	2	3.38	62.56	
	CIP	5.78	-	1	5.78	2.80	
	H-Beam	1.11	-	2	2.21	18.33	
	Installation of Tilt Plate	0.65	1.39	-	1.49	30.36	
	Excavation	142.56	-	2	285.12	71.86	
	Refill and mince soil	59.12	-	2	118.24	11.52	
	Foundation firming and backfill	3.68	-	7	25.74	52.94	
Framing	Formwork	System support installation and disassemble	17.24	27.01	-	796.42	6.01
		Formwork (vertical)	7.14	27.01	-	318.76	3.90
		Formwork (horizon)	7.14	27.01	-	318.76	5.53
	Reinforcement Work	Reinforcement Work (vertical)	0.32	15.92	-	8.54	9.12
		Reinforcement Work (horizon)	0.32	15.92	-	8.54	16.99
	Concrete Work	Leveling Concrete placement	16.67	5.00	-	137.67	1.20
		Concrete casting and curing (horizon)	16.67	5.00	-	118.01	7.17
		Concrete casting and curing (vertical)	14.29	6.00	-	141.61	4.96
		Plain Concrete placement	14.29	5.00	-	137.67	3.60

이렇게 결정된 작업량 산정식은 <Table 2>의 Formula of Calculation quantity 열에 정리하였고, 생산성 데이터는 <Table 3>의 Productivity 열에서 정리하였다.

### 3.4 액티비티 별 투입인원 및 장비대수 도출

앞서 도출된 생산성 데이터는 표준품셈의 1인 또는 장비 1대의 작업량을 기준으로 도출된 데이터이기 때문에 1인 또는 장비 1대 작업 시의 생산성으로 위의 생산성을 적용하여 공사기간을 도출한다면 실제 공사기간과 큰 차이가 발생할 것이다. 일반적인 공동주택 리모델링 공사현장에서는 각각의 액티비티 마다 팀을 이루어 작업에 투입되며, 장비도 작업량에 따라 투입대수가 결정된다. 따라서 투입인원의 보정 또는 작업량에 의한 투입장비 대수의 보정이 추가적으로 필요하다. 근로자 1인의 생산성에 투입인원을 곱하고, 장비 1대의 생산성에 투입장비대수를 곱하여 1개 팀의 생산성으로 변환해야 한다.

현실적인 모든 액티비티의 팀 구성인원과 장비 투입대수를 파악하기 위해 현재 지하주차장 공사가 진행 중인 현장의 투입인원과 장비투입 대수를 분석하여 각 액티비티의 투입인원 및 단위면적당 장비투입대수를 산정하였다. 이렇게 산정된 투입인원은 단위면적(1,000㎡)으로 다시 나누어 각 액티비티별 1,000㎡당 투입되는 인원을 도출하였다.

예를 들어, 거푸집 공사의 경우 실제 현장에서 일일 1,000㎡ 당 27.01명이 투입된 것으로 나타났으며, 철근 배근 액티비티는 일일 1,000㎡당 15.92명이 투입되는 것으로 나타났다. 각 액티비티의 1,000㎡당 투입인원은 <Table 3>의 Team members per 1,000㎡ 열에서 정리하였다.

연구에서 산정된 액티비티중에서 장비와 인력이 동시에 투입되는 액티비티는 장비의 품이 인력의 품보다 더 많이 들어가는 것으로 확인되었다. 때문에 연구에서 공사기간에 직접 영향을 주는 품은 장비의 품이다. 장비는 일반적으로 작업시간 1시간 기준으로 품이 산정되어있기 때문에 일일 8시간 작업을 기준으로 품을 산정했다. 장비의 경우 단위면적 또는 단위작업량에 따른 투입대수를 대형장비와 소형장비로 나누어 산정하였다.

예를 들어, 지하주차장 슬래브 철거 액티비티의 경우 소형 브레이커 1대가 주차면적 200㎡ 당 1대가 투입되는 것으로 산정하였고, H-Beam 설치 액티비티의 경우 지하주차장 둘레 길이 100m당 대형크레인 1대가 투입되는 것으로 계산하였다. 이렇게 액티비티 각각의 작업량 및 투입장비의 규모에 따라 투입대수를 산정하였다. 장비투입대수는 <Table 3>의 Number of Equipment 열에서 정리하였다.

### 3.5 액티비티 중첩기간 도출

<Table 3>의 Construction Period 열에서 산정된 공사기간은 각 액티비티의 공사기간으로 이 공사기간들을 단순하게 더한다면 중첩기간이 고려되지 않아 실제 공사기간보다 과하게 산정된다. 실제 공사현장에서는 각각의 액티비티가 서로 중첩되어 진행되기 때문이다. 예를 들어, 내부 지하주차장 슬래브 철거공사가 진행되는 중에 외부에서는 CIP공사가 동시에 진행될 수 있고, 수평부재 철근배근이 완료되기 전에 수평부재 거푸집 작업이 일부 중첩되게 진행될 수 있다.

따라서 현실적인 공사기간 도출을 위해서는 실제 현장에서 서로 영향을 주지 않아 동시에 진행될 수 있는 액티비티를 묶어 Work Group을 나누는 작업이 필요하다. 철거 및 보강공사, 토공사, 골조공사 세 가지의 Work Group은 서로 영향을 주지 않으므로 다른 Work Group의 액티비티는 서로의 공사기간에 영향을 주지 않는다.

하지만 같은 Work Group의 액티비티는 서로 공사기간이 중첩될 수 있기 때문에 특성에 따라 선·후행 관계를 정리해야 한다. 선·후행관계는 4가지 유형<sup>3)</sup>(FS, SS, FF, SF)으로 정리하였다.

중첩기간은 현장에서 통상적으로 적용하는 중첩기간을 조사하여 각 액티비티의 중첩률을 산정하였고 Work Group별 상관관계를 알아보았다. 그 결과 철거 및 보강공사그룹이 가장 선행되는 Work Group이었고 그 뒤로 토공사, 골조공사 Work Group 순으로 공사가 진행되었다. 특히, 토공사 Work Group은 철거 및 보강공사 기간에 전부 포함되어 중첩률 100%로 나타났고, 골조공사 Work Group은 토공사 Work Group과 82일이 겹치는 것으로 나타나 66%의 중첩률을 나타냈다.

액티비티 각각의 중첩관계는 <Table 4>에서 정리되었다. 예를 들어, 토공사 작업그룹의 터파기 액티비티는 흙막이판 설치 액티비티가 시작되어야 시작할 수 있는 SS타입의 액티비티로 총 공사기간은 72일이 소요되며, 선행 액티비티가 시작되고 15일 이후에 시작된다. 또한, 선행 액티비티와 총 14일의 중첩기간이 발생하여 중첩률이 19%라는 사실을 알 수 있다.

### 3.6 공정표 작성 및 공사기간 도출

앞서 분류한 액티비티와 작업량 데이터, 투입인원 및 장비대수, 중첩기간 산정방식을 토대로 이미 리모델링 공사가 준공된 공동주택 C단지 사업의 공사기간을 도출하였다. 지하주차장 바닥면적, 지하주차장 둘레길이 등과 같은 현장의 기

3) FS: Finish to Start, SS: Start to Start, FF: Finish to Finish, SF: Start to Finish, 공정/생산성/사업비 관리&경제성 분석 (한국건설관리학회, 2019)

Table 4. Activity overlay period

Work Group	Activity	Sortation	Construction period	Start Date	Overlay period	Overlay Rate	Construction period (Group)	Overlay Rate (Group)	
Demolish and Reinforcement	Structural Floor Removal	-	1	-	-	-	204	-	
	Breaking a Concrete Structure (Wall)	SS	31	+2	0	0%			
	Breaking a Concrete Structure (Slab)	SS	194	+7	24	12%			
	Micro Pile	SS	63	+41	150	100%			
Earthwork	CIP	-	23	-	-	-	157	100%	
	H-Beam	SS	18	+16	6	33%			
	Installation of Tilt Plate	SS	30	+14	4	13%			
	Excavation	SS	72	+15	14	19%			
	Refill and mince soil	SS	53	+50	22	42%			
	Foundation firming and backfill	SS	12	+100	2	17%			
Framing	Formwork	System support installation and disassemble	-	6	-	-	125	66%	
		Formwork (vertical)	FS	17	-	0			0%
		Formwork (horizon)	SS	6	+14	3			54%
	Reinforcement Work	Reinforcement Work (vertical)	FS	20	-	-			0%
		Reinforcement Work (horizon)	FS	9	-	-			0%
		Leveling Concrete placement	SS	6	+7	2			33%
	Concrete Work	Plain Concrete placement	SS	4	+6	1			26%
		Concrete casting and curing (vertical)	FS	22	-	-			0%
		Concrete casting and curing (horizon)	FS	4	-	-			0%

Table 5. Scheduled process table of C- Apartment Complex

Work Group	Activity	Time Required			April	May	June	July	August	September	October	November
		Start	End	Days								
Demolish and Reinforcement	Structural Floor Removal	21.4.1	21.4.2	1	█							
	Breaking a Concrete Structure(Wall)	21.4.3	21.5.4	31	█							
	Breaking a Concrete Structure(Slab)	21.4.10	21.10.21	194	█	█	█	█	█	█	█	█
	Micro Pile	21.5.20	21.7.22	63		█	█	█				
Earthwork	CIP	21.5.15	21.6.7	23		█						
	H-Beam	21.6.1	21.6.19	18		█						
	Installation of Tilt Plate	21.6.15	21.7.15	30		█	█					
	Excavation	21.7.1	21.9.11	72			█	█	█			
	Refill and mince soil	21.10.10	21.10.22	12							█	
	Foundation firming and backfill	21.8.20	21.10.12	53					█	█	█	
Framing	Formwork	System support installation and disassemble	21.9.25	21.10.1	6						█	
		Formwork(vertical)	21.10.1	21.10.5	4							█
		Formwork(horizon)	21.8.22	21.8.28	6				█			
	Reinforcement Work	Reinforcement Work(vertical)	21.9.18	21.9.27	9						█	
		Reinforcement Work(horizon)	21.8.8	21.8.25	17				█			
	Concrete Work	Leveling Concrete placement	21.8.1	21.8.7	6				█			
		Concrete casting and curing(horizon)	21.8.28	21.9.17	20					█		
		Concrete casting and curing(vertical)	21.10.6	21.10.28	22							█
Plain Concrete placement	21.11.1	21.11.5	4								█	



Table 7. Scheduled process table of S-Apartment Complex

Work Group	Activity	Time Required			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Days	Overlay	Period														
Demolish and Reinforcement	Structural Floor Removal	1	-	1	■													
	Breaking a Concrete Structure(Wall)	34	0	35	■	■	■											
	Breaking a Concrete Structure(Slab)	239	29	244	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Micro Pile	70	70	244														
Earthwork	CIP	4	-	50														
	H-Beam	15	5	60														
	Installation of Tilt Plate	13	2	71														
	Excavation	52	10	113														
	Refill and mince soil	11	5	120														
	Foundation firming and backfill	4	1	123														
Framing	Formwork	System support installation and disassemble	2	-	199													
		Formwork(vertical)	25	0	225													
		Formwork(horizon)	8	5	229													
	Reinforcement Work	Reinforcement Work(vertical)	7	0	236													
		Reinforcement Work(horizon)	14	0	250													
	Concrete Work	Leveling Concrete placement	9	3	256													
		Concrete casting and curing(horizon)	6	2	260													
		Concrete casting and curing(vertical)	11	0	271													
		Plain Concrete placement	5	0	276													

본적인 데이터를 사용하여 공사기간을 도출한 결과 총 218 일의 공사기간이 도출되었고, 이를 토대로 공정표를 작성하였다(Table 5).

지하주차장 리모델링 공사기간 산정 모델의 액티비티와 작업량 산정식은 타 현장에서도 동일하게 사용할 수 있는 데이터이며, 투입인원과 장비대수는 현장의 규모에 따른 면적보정 및 작업량 보정 등으로 현장 규모에 따라 조절할 수 있다. 액티비티의 중첩기간을 구하기 위한 중첩률 데이터도 마찬가지로 현장에서 적용할 수 있다. 이 산정모델을 통해 사례단지의 지하주차장 리모델링 공사의 개략 공사기간을 산정하였다.

#### 4. 공사기간 산정방식 검증 및 사례적용

##### 4.1 공사기간 산정방식 검증

공사기간 산정에 앞서 산출한 각각의 데이터와 데이터들의 산정방식 등의 정확도를 검증받기 위해 공동주택 건설 현장에서 10년 이상 근무한 전문가 8인에게 자문을 받았다(Table 6).

Table 6. Expert interview

Class	Description
Objective	The suitability of each data for calculating the construction period was evaluated.
Target	Eight experts who have worked separately for 10 years at the construction site of an apartment building.
Method	Question and answer through meeting, online and calling

전문가 검토는 설문조사(Likert 5점 척도)를 통해 수행하였으며, 내용은 1: 매우 정확함, 2: 다소 정확함, 3: 보통, 4: 다소 정확함, 5: 매우 정확함으로 구성하여 진행하였다.

앞선 3.2절에서 정리한 액티비티의 적합성의 설문조사 결과는 평균 4.0점으로 적합한 것으로 확인되었고, 추가 의견으로 지하주차장 마감공사와 관련된 액티비티는 주동 공사 기간에 포함되기 때문에 지하주차장 공사기간에는 제외하는 것이 바람직하다는 의견을 받아 마감공사 액티비티는 공사기간 산정에서 제외하였다.

3.3절의 작업량 산정식과 생산성 데이터의 설문조사 결과는 평균 4.5점으로 적합성을 확인받았다. 세부 의견으로 작업량 산정식은 기초 데이터를 토대로 정확한 작업량을 산정

하기는 어렵지만 개략 작업량을 산출하기에는 적절한 산정 식인 것으로 판단하였고, 생산성 데이터는 표준품셈을 토대로 작성되었기 때문에 신뢰도 높은 데이터로 확인되었다.

3.4절에서 도출한 액티비티 팀 인원과 단위 면적당 장비의 투입대수의 적합도는 설문조사 결과 평균 4.6점으로 나타났으며, 그 이유로 액티비티 팀 인원과 작업량에 따른 장비투입대수가 실제 현장과 매우 유사한 수준인 것으로 나타났기 때문이라고 밝혔다.

3.5절의 중첩기간과 중첩률 데이터 정확도의 설문조사 결과는 평균 4.0점으로 나타났다. 중첩기간은 현장 상황에 따라 크게 변할 수 있는 데이터로 일반화하기는 어렵지만 경험에 의한 통상적인 중첩기간으로 적용은 가능한 것으로 확인하였다. 이는 예정공정표의 오차범위를 감안한다면 충분히 적용 가능한 데이터로 판단되었다.

최종 도출된 공사기간과 공정표는 전문가들의 검토와 실제 공사기간과의 비교를 통해 정확도를 검토하였다. 그 결과, 평균 4.5점을 받았으며 추가적인 의견으로 층 단위로 반복되는 액티비티는 중복을 고려해야 한다는 의견을 받았지만 C단지는 지하 1개 층 확장 리모델링 공사로 층 단위 반복을 적용할 필요가 없었다. 또한, 공사기간도 실제 C단지 리모델링 사업의 지하주차장 공사기간인 7개월과도 거의 유사한 것으로 나타나 공사기간 산정모델의 유효성을 확인하였다(Table 8).

Table 8. Average score on the Likerts 5-Point scale

Rationality of the activity	Workload formula/Productivity data	Number of people on the team/Equipment input	Calculation of nesting period	Derived construction period
4.0	4.5	4.6	4.0	4.5

## 4.2 사례단지 개요

앞서 도출된 지하주차장 리모델링 공사의 액티비티와 액티비티별 작업량산정식과 생산성 데이터, 투입인원 및 장비대수, 중첩기간 산정방식을 이용하여 리모델링 공사 사례단지의 공사기간과 공정표를 작성하고 실제 예정 공사기간과 비교하였다.

사례단지인 S단지는 서울시 송파구에 위치한 단지로 리모델링 전 298세대로 구성되었으며 주차대수는 총 201대로 지하2층, 지상15층의 규모의 단지이다. 세대수에 비하여 주차대수가 매우 부족한 단지이다.

이 단지는 리모델링 공사를 통하여 지하3층, 지상18층의 총 340세대, 415대의 주차면수를 제공하는 단지로 리모델링 될 예정이다.

## 4.3 공사기간 산정 결과

사례단지의 지하주차장 면적, 지하주차장 둘레, 지하층수 및 높이 등과 같은 기초정보를 수집하여 지하주차장 공사기간 산정모델에 대입한 결과 총 13.6개월의 공사기간이 예측되었고(Table 7)과 같이 예정 공정표가 작성되었다.

산정된 공사기간과 공정표는 실제 현장 실무자 면담을 통하여 정확도를 검토했다. 검토결과 실무에서 작성한 공사기간은 철거공사부터 지하주차장 골조공사 완료까지 13.5개월로 나타나 공사기간 산정모델을 통한 공사기간과 유사한 것으로 나타났다(Table 9).

공사기간 산정 모델을 통해 도출된 공사기간은 C단지와 S단지 모두 실제 공사기간과 90%가 넘는 유사도를 보여 모델의 정확도를 확인할 수 있었다. 다만, C단지는 이미 준공된 단지로 참여 기술자의 자문을 통해 실제 소요된 개략 공사기간과의 비교 결과이며, S단지는 아직 시공 전인 단지로 세부적인 내용은 아직 수립되지 않아 자세한 예정 공사기간과 공정표는 확인할 수는 없었으나 시공사에서 사전에 산출한 개략 공사기간과의 비교 결과이다.

Table 9. Calculation model accuracy

Sortation	Derived construction period	Actual construction period	Number of days of difference	Similarity (%)
C-Apartment Complex	218	210	8	96.3%
S-Apartment Complex	276	270	6	97.8%

## 5. 결론

이 연구에서는 노후 공동주택 리모델링 공사의 지하주차장 면적 등과 같은 단순한 데이터를 토대로 지하주차장 리모델링공사의 개략 공사기간을 예측하는 표준 공사기간 산정 모델을 개발하였고, 이 모델을 통해 지하주차장 리모델링 공사의 개략적인 공사기간을 산정한다는 점에서 의미있는 결과를 도출했다고 할 수 있다. 주요한 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 지하주차장 리모델링 공사의 Work Group과 액티비티를 결정하였다. 앞선 Choi et al. (2019)의 연구에서 도출된 WBS와 액티비티를 참고하여 실제 리모델링 현장에서 반영하는 액티비티를 추가 및 삭제하여 수정하였다. CIP는 흙막이 공사를 위해 공동주택 리모델링 공사 현장에서 적용하고 있는 액티비티이기 때문에 추가하였으며, 마감공사 액티비티는 전문가 검토 결과 주동 공사에 포함되는 기간이기

때문에 삭제하였다. 액티비티는 철거 및 보강공사에서 4가지, 토공사에서 6가지, 골조공사에서 9가지로 나누어 총 19가지의 액티비티를 도출했고, 철거 및 보강공사, 토공사, 골조공사 총 세가지의 Work Group으로 나누었다.

둘째, 작업량 데이터와 생산성 데이터 산정방식을 제시하였다. 결정된 각 액티비티의 공사기간을 도출하기 위해서는 작업량 데이터와 생산성 데이터가 필요하다. 앞선 Choi et al.(2019)의 연구에서 도출한 작업량 산정식의 일부 보완을 통해 현장의 기초 정보만으로 보다 현실적인 작업량이 산출되도록 개략 작업량 산정식을 도출하였다. 생산성 데이터는 2020년 표준품셈을 토대로 수립하였다. 작업량 산정식과 생산성 데이터는 전문가 검증을 통해 합리적으로 제시되었는지 검토받았다.

셋째, 액티비티별 투입인원 및 장비대수를 제시하였다. 앞서 산출된 생산성은 표준품셈을 기준으로 도출된 데이터이기 때문에 1인 혹은 장비 1대의 생산성 데이터이다. 하지만 일반적인 리모델링 공사현장에서 인원은 팀을 이루어 작업에 투입되고 장비는 작업량에 의해 투입 대수가 정해진다. 현재 지하주차장 공사가 진행 중인 현장의 데이터 분석을 통하여 각 액티비티의 단위면적(1,000㎡) 당 투입인원을 산출하였고, 단위 작업량 당 장비 투입대수를 산출하였다. 장비는 대형장비와 중형장비, 소형장비로 나누어 산출하였다. 산출된 투입인원과 장비투입대수는 전문가 검증을 받아 검토했다.

넷째, 중첩기간 산정방식을 제시하였다. 앞에서 산출된 데이터를 통해 각각의 액티비티의 공사기간을 도출하여 단순히 더하기만 한다면 상식적이지 않은 공사기간이 도출되는데 이는 동일한 작업그룹 내의 대부분의 액티비티가 서로 중첩되어 진행되기 때문이다. 중첩기간 산정을 위해 액티비티의 선·후행관계를 정리하고 여러 현장에서 일반적으로 계산되는 중첩기간을 적용하여 산정하였으며, 작업그룹 간의 중첩기간도 산정하여 전문가 검증을 받았다.

이렇게 정리된 데이터를 통해 지하주차장 리모델링 공사의 표준 공사기간 산정 모델을 제시하였고, 모델을 통해 도출된 공사기간은 실제 공사기간과 90%가 넘는 유사도를 보였다. 사례검증 결과의 오차 범위는 수용 가능한 수준이라고 판단하여, 공사기간 산정 모델을 실무에 적용이 가능할 것으로 사료된다.

지하주차장 리모델링공사 표준 공사기간 산정 모델의 사용자는 현장의 지하주차장 면적, 지하주차장 둘레의 길이 등 단순한 데이터만을 가지고도 개략적인 공사기간을 예측하고 공정표를 작성할 수 있게 된다는 점에서 선행연구와의 차별성이 있으며, 실무에서는 공동주택 리모델링 공사의 실시절차가 끝나기 전에 단순한 데이터만 가지고도 개략적인

공사기간 및 공정표 작성이 가능하다는 의의가 있다.

다만, 골조공사 공정표의 경우 면적 규모에 따라 콘크리트 타설을 나누게 되는데 이 연구를 통해 개발된 모델에서는 세부적인 골조공사 일정을 나눌 수 없다는 한계점이 있으며, 암반제거와 같이 현장 여건에 따라 추가되는 액티비티나 다른 공법으로 대체되는 액티비티는 제시된 모델로 공사기간 산정이 어렵다는 한계가 있다. 또한, 공사 난이도에 대한 보정값은 연구범위에 포함시키지 않아 보정값 적용을 통한 보다 정확한 표준 공사기간 산정연구가 추후에 진행되어야 할 것이다.

날씨와 같은 외부 요인은 지하주차장이라는 공간적 제한이 있기 때문에 고려하지 않았다. 하지만 현장 주변에 주택이나 학교 등이 있는 도심지의 경우에는 소음, 분진 등에 의한 민원이 빈번하게 발생된다. 민원은 공사가 지연되는 요인이기 때문에 민원과 같은 외부요인도 공사기간 산정 시 고려하여야 할 변수가 될 수 있다.

이와 같이 수치적으로 판단하기 힘든 부분이 존재하고 어떻게 이 요인들을 종합하여 보정 할 것인가에 대한 부분이 향후 과제로 남아있다. 이에 대한 전문가들의 의견은 공사기간 산정에 고려해야 할 추가적인 요인은 리모델링 공사 과정에서 발생하는 요인으로 사업 초기에 판단하기 어렵고, 리모델링 사례의 부족으로 통계적 판단이 어렵다는 점을 들어 현재로서 가장 합리적인 방법으로 공사기간을 산정했다고 동의하였다.

추후 지하주차장 리모델링 공사의 세부적인 공사기간 산정 연구와 공정표 작성을 위한 연구가 진행된다면 리모델링 공사의 기획단계에서 보다 정확한 공사기간 예측과 세부적인 공정표 작성이 가능해질 것으로 기대된다.

## 감사의 글

이 연구는 국토교통부 주거환경연구사업 중 “저비용·고효율의 노후 공동주택 수직증축 리모델링 기술개발 및 실증” 과제(21RERP-B099826-07)의 지원으로 수행되었습니다.

## References

- An, S.H., and Kang, K.I. (2005). “A Study on the Cost Model of Underground Parking Lot of Apartment Housing Projects in the Early Stage.” *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, JAIK-SC, 21(5), pp. 135-142.
- Choi, J.P., Park, Y.S., Ryu, J.W., and Choi, Y.J. (2008). “Case Study of Apartment Remodeling by Occupant's Questionnaire Survey.” *Journal of the Architectural*

- Institute of Korea Planning & Design*, JAIK-PD, 24(5), pp. 31-40.
- Choi, J.W., Jeong, E.B., Park, S.P., Kim, T.W., and Lee, C.S. (2019). "Development of Expansion Work Breakdown Structure for Underground Parking Lots in Aged Apartment Housing." Proceedings of the 2019 AIK Conference, Daejeon, KOREA.
- Customized Remodeling Item for Aged Apartment (2013). Korea Land and Housing Corporation, LH Research Report, 2013-10.
- Han, T.H. (2015). "Evaluating the efficiency and feasibility of parking lot expansion types for remodeling of deteriorated apartment." MS thesis, Seoul National Univ., Seoul.
- Han, T.H., and Choi, M.J. (2014). "A Study on the Types and Performance of Parking Space Expansion through Remodeling of Deteriorated Apartment." Proceedings of the 2014 KAHPS Conference, Seoul, KOREA.
- Jung, S.J., Kim, J.H., Lee, B.H., Hwang, K.S., and Seo, S.Y. (2018). "Establishment of a Technology for Earthwork Safety at New Construction/Extension of Underground Parking Lot in Building." Proceedings of the 2018 KCI Conference, Pyeongchang, KOREA.
- Kim, D.J., Park, C.K., and Kim, H.J. (2012). "A Study on the Expansion for the Parking Lots in Deteriorated Apartments." *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, JAIK-PD, 28(2), pp. 159-167.
- Kim, I.G., Kim, H.I., and Lee, S.H. (2009). "A Study on the Factors and Elements Effecting Parking Area Expansion Plans in Apartment Complexes Remodeling." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, JAIK-SC, 25(6), pp. 51-58.
- Kim, J. (2018). "Development of Estimation System for Housing Remodeling Cost through Influence Analysis by Design Elements." MS thesis, Ajou Univ., Kyonggi.
- Kim, J., and Cha, H.S. (2018). "Development of Estimation System for Housing Remodeling Cost through Influence Analysis by Design Elements." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 19(6), pp. 65-78.
- Kim, K.R. (2002). *Modern Architecture Process Management Studies*; Gimundang, Korea, pp. 1-256.
- Korea Land & Housing Corporation. (2007).
- Lee, E.J., Hyun, C.H., and Hyun, C.G. (2010). "A Case Study on the Safety Diagnosis of Daechi hyundai Apartment Remodeling." *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, KSMI, 14(5), pp. 35-41.
- Lee, J.S., and Bing, C.M. (2012). "Cheongdam Cheonggu Apartment Remodeling Construction." *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, JKIBC, 12(6), pp. 42-51.
- Lee, K. (2016). "Remodeling and cost." Korea Remodeling Association, pp. 49-51.
- Park, J.G. (2009). "Development of Checklist for Expansion of Parking Lot in Aged Apartment." MS thesis, Incheon National Univ., Incheon.
- Park, J.G., and Lee, C.S. (2008). "Preliminary Checklist For Vertical Extension of Elevator in Apartment Buildings." Proceedings of the 2008 KICEM Conference, Seoul, KOREA.
- Park, S.P., Youn, B.H., Choi, J.W., Kim, T.W., and Lee, C.S. (2018). "Development of Technology Tree for Method of Entry to Expand the Underground Parking Lot of the Apartment." Proceedings of the 2018 KICEM Conference, Seoul, KOREA.
- Shin, M.H. (2017). "Selection of the Aged Apartment Parking Lot Expansion Types Considering Economic Feasibility." MS thesis, Incheon National Univ., Incheon.
- Song, N.H. (2009). "The Selecting Method of Entry for Apartment in Remodeling an Underground Parking Lot." MS thesis, Incheon National Univ., Incheon.
- Song, N.H., Jung, I.S., and Lee, C.S. (2009). "The Development of a Model for Selecting Method of Entry for Apartment in Remodeling an Underground Parking Lot." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 10(2), pp. 65-74.
- Wang, K.J. (2008). "A Decision Making Model for Selection Method of Parking Lot Expansion for the Aged Apartment Complex." Ph-D thesis, Incheon National Univ., Incheon.
- Wang, K.J., and Lee, C.S. (2007). "The Development of Procedure Model for Selecting the Method of Parking Lot Expansion in Apartment Complex." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, JAIK-SC, 23(2), pp. 151-160.
- 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.
- Yoon, B.H. (2019). "Development of the Planning Procedure Model for the Remodeling of the Parking Lot in the Aged Apartment Complex." MS thesis, Incheon National Univ., Incheon.
- Yoon, B.H., Choi, J.W., Park, S.P., Kim, T.W., and Lee, C.S. (2019). "A Study on the Functional Analysis of Parking Lot Expansion Technology using Technology-Tree." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 120(3), pp. 64-76.
- Yu, Y.S., and Lee, C.S. (2017). "The Development of Assessment Method for Parking Lot Remodeling

Alternative Adopted Asset Management Technique.”  
*Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 18(3), pp. 52-62.

---

**요약 :** 최근 노후 공동주택의 주차면수 부족 등의 문제로 공동주택 리모델링에 대한 관심이 높아지고 있다. 하지만 공동주택 리모델링 사업의 공사기간을 예측하기 위한 방법은 제시되지 않았다. 공동주택 리모델링 공사는 일반적인 공동주택 신축공사와 달리 철거공사나 보강공사가 수반되기 때문에 기존 공사기간 산정방안과 차별화된 현실성있는 리모델링 공사기간 산정방안이 제시되어야 한다. 따라서 이 연구에서는 공동주택 리모델링 공사의 지하주차장 공사기간을 도출하기 위한 모델을 제시하고자 한다. 선행 연구 고찰 및 전문가 자문을 통해 지하주차장 리모델링 공사의 19가지의 액티비티를 기준으로 각각의 공사기간을 산정하였다. 공사기간 산정을 위해 액티비티의 작업량데이터와 생산성데이터를 도출하였고, 생산성데이터의 보정을 위해 액티비티별 투입인원 및 장비투입대수를 결정하였다. 도출된 데이터를 활용하여 액티비티의 공사기간을 산출하였고, 액티비티 별 중첩기간 산정기준을 제시해 현실적인 공사기간과 예정공정표 작성이 가능하도록 하였다. 사례단지 검증을 통해 공사기간 정확도 예측 결과 정확도는 90%이상 일치하는 것으로 나타나 향후 공동주택 리모델링 공사의 지하주차장 개략 공사기간 예측과 공정표 작성이 가능할 것으로 기대된다.

**키워드 :** 개략 공사기간 산정 모델, 지하주차장 리모델링, 주차장 확대, 표준 공사기간

---