

## 현장 시공실태에 따른 철근공사 공사비산정기준 개선 연구

송태석<sup>1</sup>, 안방율<sup>1\*</sup>, 오재훈<sup>1</sup>, 이한수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국건설기술연구원 공사비관리센터, <sup>2</sup>(주)현인피씨엠

### The Improvement of the Cost Estimation Standard for Reinforcing Bar Work According to the Actual Conditions of Construction Site

Tae-Seok Song<sup>1</sup>, Bang-Yul Ahn<sup>1\*</sup>, Jae-Hoon Oh<sup>1</sup>, Han-Soo Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cost Engineering & Management Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

<sup>2</sup>Hyeonin PCM

**요약** 철근콘크리트공사 공법은 건축물, 교량, 터널 등의 구조물의 골조를 시공하는데 가장 보편적으로 활용되고 있는 공법이다. 특히 철근공사는 건설공사 공사비 비중이 가장 큰 공종 중 하나로 철근 공사비의 변동에 따라 전체 건설 공사비가 영향을 받고 있어 적절한 건설 공사비산정을 위해서는 합리적인 공사비 산정기준이 필요하다. 본 연구에서는 현장 실태조사 및 내역서 분석을 통해 적절한 철근 공사비를 확보할 수 있는 기준을 제시하고 그 영향성을 분석해보았다. 먼저 기존 공사비 산정기준의 실태와 실제 현장 적용실태를 비교 분석하여 기존 철근 공사비 산정기준의 문제점을 도출하였다. 총 29개의 현장을 대상으로 구조물의 종류, 현장 여건, 철근 규격, 공장가공과 현장가공 등에 따른 가공 및 조립의 적용실태 확인 및 생산성 분석을 수행하였다. 본 연구를 통해 현장시공 실태가 반영된 합리적인 공사비 산정기준이 제시되었으며, 철근콘크리트공사 적정공사비 확보에 일조할 것으로 기대된다.

**Abstract** The reinforced concrete construction method is the most commonly used method for constructing structures, such as buildings, bridges, or tunnels. In particular, reinforcing bar work form the largest part of the cost of construction work. Because the overall construction cost is affected by the fluctuations in the cost of reinforcing bar work, it is necessary to develop reasonable standards. This paper presents the standards for calculating the cost of reinforcing bar work. The effects were analyzed by investigating the status at the site and analyzing written details. This study derived problems in the existing standards for calculating the cost of reinforcing bar work by analyzing existing standards for estimating construction costs and how they are applied at the site. This research carried out field investigations on 29 construction sites and analyzed the construction productivity of rebar processing and assembly according to the structures, site conditions, rebar specifications, or factory or site processing. Based on the field investigation results, this research established a revision to the standards for calculating the cost of reinforcing bar work reasonably. It is expected that this will contribute to estimating the cost of reinforced concrete construction appropriately.

**Keywords** : Reinforce Concrete, Reinforcing Bar, Cost Estimation Standard, Concrete Structure, Production Rate

본 논문은 국토교통부 기술혁신과 공사비산정기준관리운영사업(과제번호: 20220032) 및 한국건설기술연구원의 주요사업(과제번호 20220153-001, 건설정책 및 건설관리 발전전략)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

\*Corresponding Author : Bang-Yul Ahn(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

email: brahn@kict.re.kr

Received August 23, 2022

Revised October 18, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사 구조물 시공 시 가장 많이 활용되는 공법 중 하나인 철근콘크리트공사 공법은 기둥, 보, 슬라브, 도로, 교량, 터널 등 건축물 및 토목구조물 시공 시 보편적으로 사용되고 있다. 이 공법은 크게 철근공사, 거푸집공사, 콘크리트 타설 및 양생으로 이루어지고 있으며 그 중 철근공사는 전체 공사비 중 20% 이상의 비중을 차지하고 있는 공종이다[1]. 특히 철근 공사는 최근 공장 가공의 활성화, 선조립공법의 확산, 철근 가공 및 조립의 공법 개발 등이 활발히 진행되고 있으며 이에 따른 적절한 공사비산정기준의 변화가 필요한 시점이다. 그러나 건설공사예정가격 산정기준 중 하나인 표준품셈에서 철근공사는 2014년 이후 지속적인 보완이 이루어지지 않아 최근 현장 실태와 차이가 발생되고 있는 실정이다[2]. 이에 본 연구에서는 국내 철근콘크리트공사의 현장 시공실태 조사를 기반으로 기존 공사비 산정기준에 대한 문제점 파악 및 개정요인을 도출하고 현실화된 공사비 산정기준 개선안을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내 공공 건설공사 예정가격 산정기준 중 하나인 건설공사 표준품셈의 철근 콘크리트공사편 철근공사 개정을 대상으로 연구를 진행하였으며 연구의 진행 방법은 다음과 같다.

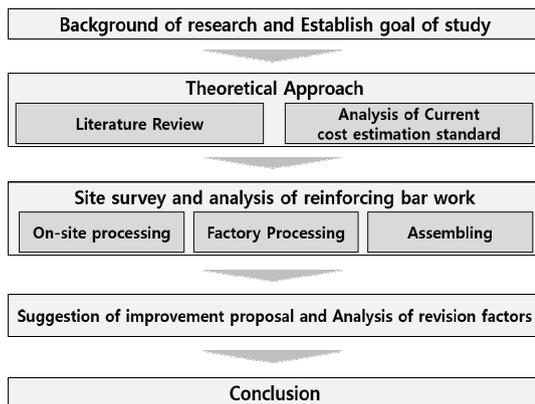


Fig. 1. Contents and process of research

첫째, 본 연구는 국내 철근콘크리트공사 중 철근 공종을 범위로 하였으며, 현장 조사를 통하여 시공실태

를 분석하고 공사비 산정기준 개선안 제시를 목표로 하였다.

둘째, 철근공사와 관련된 선행연구와 문헌 고찰, 기존 공사비 산정기준 분석 등을 통해 문제점을 도출하였다.

셋째, 철근공사의 현장 시공실태와 생산성을 조사하고 조사 데이터를 분석하였다. 철근 가공 및 조립의 현장 시공실태와 생산성을 조사하기 위하여 총 29개의 현장을 방문하였다. 다양한 구조물의 종류와 형상에 대해서 각각의 생산성 조사를 통해 구조 형상과 철근 부재 중량, 시공 현장 조건에 따른 생산성 차이를 분석하였다.

넷째, 조사된 데이터 분석을 바탕으로 공사비 산정기준 개정요인 도출 및 개선안을 제시하였다. 특히 이용자 중심의 편제로 재구성하여 사용자 편의를 도모하였으며, 생산성 분석을 통해 각 항목별 투입 인력 기준을 재조정하고 현장 실태에 맞게 할증 및 계상기준을 개정하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 선행연구 고찰

본 연구에서는 철근콘크리트 공사 중 철근 공사의 생산성 및 원가계산에 영향을 미치는 요인을 분석하고 공사비 산정기준 개선안 제시를 위해 기존 연구들을 고찰하였다.

Yoon et al.(2011)[3]는 공공 주택공사의 예산 분석을 통해 공사비에 영향을 미치는 리스크 요인을 공사금액별, 지역별, 공종별, 자재별 등 다양한 요인에 따라 분류하여 분석하였다.

Jeon et al.(2008)[4]의 연구에서는 공동주택 철근콘크리트 공사에 투입되는 노무량과 표준품셈에서 제시하고 있는 노무량을 비교 분석하고 기존 공사비산정 기준을 개선하기 위한 방향을 제시하였다.

Lee et al.(2010)[5]은 공동주택 골조 공사에서 원가 절감 사례를 분류하고 분류체계별 상관관계를 분석하여 철근콘크리트공사의 원가절감 체크리스트를 제시하였다. 거푸집, 철근, 콘크리트 공종의 원가절감 요소를 분석하였으며 철근공사의 경우 과다 배근 등이 주원인으로 지목되었다.

Ahn et al.(2018)[6]의 연구에서는 철근 배근 공사의 작업 방식 개선점 도출을 위해 철근콘크리트 구조물의

부재별 철근 무게 비율을 조사하였고, 설문조사를 통해 철근 배근 난이도와 작업 시간의 비율을 조사하였다. 이를 통해 철근공사에서 과다하게 노동력이 투입되는 부위를 도출하였으며, 철근공사 생산성향상을 위한 방향을 제시하였다.

Kim et al.(2008)[7]은 철근콘크리트공사의 리스크 요인을 선정하고 AHP 분석을 통해 리스크 요인들이 공사비상승 및 공기 지연에 미치는 영향을 분석하였다. 철근공사의 경우 가공도에 대한 이해 부족 및 배근작업의 복잡함이 가장 큰 리스크로 나타났다.

Ha et al.(2010)[8]은 공동주택 주동 형태에 따른 철근 가공 및 조립 공사의 작업자 1인당 1일 생산성을 분석하여 도출하였으며, 분석 결과 복합형 주동 형태의 철근 가공 및 조립의 생산성이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

Kang et al.(2010)[9]은 골조 공사 표준 네트워크 공정표와 현장 데이터 수집을 통해 골조 공사 시뮬레이션 모델을 개발하였고 이를 통해 골조 공사의 생산성 예측과 자원관리가 가능하도록 하였다.

Jung et al.(2009)[10]의 연구에서는 구조 도면에 표시되지 않는 조립용 철근의 표준화를 위하여 조립용 철근의 실태를 파악하고 조립용 철근 몰량 절감을 위한 개선방안을 제시하였다.

선행연구를 고찰한 결과 철근 공사의 리스크 분석, 철근 가공과 조립의 신기술 개발 및 원가절감, 공기 단축 등의 관리기법 등 생산성 향상을 위한 연구들은 진행되고 있었다. 하지만 현재 철근공사의 공사비 산정기준의 문제점을 분석하고 이를 해결하기 위한 개선안을 제시한 연구는 부족한 실정이었다. 이에 본 연구에서는 기존 공사비 산정기준의 문제점을 분석하고 개정안을 제시하여 철근 공사의 합리적인 공사비 산정기준을 제안하고자 한다.

## 2.2 공사비산정기준 분석

철근공사 관련 공사비 산정기준은 '건설공사 표준품셈 공통부분 제6장 철근콘크리트공사' 내 철근 가공 및 조립, 이음 등 6개 항목으로 구성되어 있다(Table 1). 가공 및 조립은 토목과 건축으로 분류하여 각각 현장 및 공장가공 4개 항목, 이음은 가스압접 및 기계적 이음 2개 항목으로 총 6개 항목이다.

Table 1. Analysis of the reinforcing bar organization in construction cost estimation standard [2]

Large Category	Small Category	Note
6-2 Reinforcing bar	6-2-1 On-site processing and assembling (Civil structure)	Processing and Assembling Reinforcing Bar
	6-2-2 On-site processing and assembling (Building)	
	6-2-3 Factory processing (Civil Structure)	
	6-2-4 Factory processing (Building)	Splicing Reinforcing Bar
	6-2-5 Gas pressure welding of reinforcing bars	
	6-2-6 Mechanical splicing of reinforcing bars	

### 2.2.1 철근 현장가공 및 조립

철근 현장가공 및 조립은 대상 구조물에 따라 토목과 건축으로 구분하여 해당 기준을 한 항목으로 통합하여 제시되어 있다(Table 2).

Table 2. Existing standard of on-site processing and assembling [2]

(per ton)						
Civil Structure						
Structure	Processing		Assembly		Total	
	Reinforcing bar placer (person)	Ordinary worker (person)	Reinforcing bar placer (person)	Ordinary worker (person)	Reinforcing bar placer (person)	Ordinary worker (person)
Simple	1.07	0.35	1.69	0.69	2.76	1.04
Moderate	1.24	0.45	1.84	0.75	3.08	1.20
Complex	1.51	0.50	1.92	0.80	3.43	1.30
Very complex	1.69	0.60	2.14	0.86	3.83	1.46

Building						
Structure	Processing		Assembly		Total	
	Reinforcing bar placer (person)	Ordinary worker (person)	Reinforcing bar placer (person)	Ordinary worker (person)	Reinforcing bar placer (person)	Ordinary worker (person)
Moderate	1.24	0.45	1.84	0.75	3.08	1.20
Complex	1.51	0.50	1.92	0.80	3.43	1.30

토목은 간단, 보통, 복잡, 매우복잡 4가지 난이도로 구분하여 해당 기준이 제시되어 있으며, 난이도의 구분은 유형별로 측구, 옹벽, 교대, 슬래브 등의 예를 들어 설명하고 있다. 건축은 보통과 복잡 2가지 난이도로 구분하여 해당 기준이 제시되어 있으며, 난이도 구분은 직경 13mm이상 철근 중량의 비중, 철골 병행 공사 등의 예를 들어 설명하고 있다. 공통적인 할증요인으로 P.C강선의

경우 복잡한 가공 및 조립품의 40%를 가산할 수 있으며, 산재되어 있는 소형구조물(콘크리트 10m<sup>2</sup>미만)에서는 50%를 가산할 수 있도록 하고 있다(Table 3).

투입인력은 철근공과 보통인부의 작업조로 구성되어 있으며 철근가공에 사용되는 기계기구(철근가공기 등)의 손료는 인력품의 2%로 제시되고 있다. 또한 장비사용은 수직고 7m 이상일 경우에만 기계경비를 별도 계상하도록 하고 있다.

Table 3. Criteria for classifying the difficulty of reinforcing bars processing and assembly [2]

Category	Type of Structure	Simple	Moderate	Complex	Very Complex
Drainage Structure	Lateral ditches	○			
	Open Sewer	○	○		
	Manhole		○	○	
Retaining wall	Gravity Retaining wall	○			
	Semi-Gravity Retaining wall		○		
	Buttressed Retaining wall			○	
	L-Type Retaining wall		○		
Bridge	Abutments			○	
	Pillar type Abutment				○
	Piers				○
	Connection Slab		○		
Culvert	Upper Slab		○	○	
	Expansion Joint			○	
	Beam Production			○	
	psc box			○	
	Ramen Bridge			○	
Other Facilities	Foundation			○	
	Wall			○	
	Slab			○	
Ancillary Facilities	Underground road			○	
	Tunnel Lining				○
	RCD Foundation			○	○
Building	Sluice gate		○		
	Integrated median strip	○			
Factor of increase	Diameter less than 13mm	More than 50% of total weight			○
		Less than 50% of total weight		○	
		SRC Structure(Steel)			○
Factor of increase	Small Scale (less than 10m <sup>2</sup> )	40% increase over complex			
	PC steel wire	50% increase			

### 2.2.2 철근 공장가공

공장가공 역시 토목과 건축을 대상으로 항목을 구분하여 제시되어 있다. 공장가공의 난이도 구분은 현장가공 및 조립에서 제시하고 있는 기준과 동일하며, 투입 인력 작업조 또한 철근공과 보통인부 구성으로 동일하다[2]. 운반비는 별도 계상하도록 되어 있으며, 공장가공의 특성상 공장관리비는 노무비의 60%까지 계상할 수 있도록 되어 있다. 또한 가공에 사용되는 기계기구의 손료는 인력품의 2%로 계상하도록 제시되어 있다.

Table 4. Existing standard of factory processing [2]

(per ton)		
Civil Structure		
Structure	Reinforcing bar placer	Ordinary worker
Simple	0.18	0.03
Moderate	0.23	0.03
Complex	0.30	0.04
Very complex	0.38	0.06
Building		
Structure	Reinforcing bar placer	Ordinary worker
Moderate	0.23	0.03
Complex	0.30	0.04

### 2.2.3 철근 이음

철근이음 공법은 가스압접과 기계적 이음 두가지 방식으로 제시되어 있다. 가스압접은 철근 접합면을 맞대고 압력과 아세틸렌가스로 열을 가하여 이음하는 방식의 공법으로 철근 직경별 인력 투입기준과 투입 재료량(아세틸렌, 산소)을 시공 위치에 따라 구분하여 제시되고 있다. 기계적 이음은 화약을 이용하여 용접하는 공법으로 주로 원자로 격납시설물 등 특수 구조물 철근이음 시 적용되고 있다. 이음 개소당 투입인력과 투입 재료량 및 높이에 따른 할증기준이 추가로 제시되고 있다.

### 2.3 기존 공사비 산정기준의 문제점

기존 공사비 산정기준에서 제시되고 있던 철근 공종 공사비 산정기준의 문제점은 실제 현장 관계자 인터뷰, 전문가 자문회의, 민원 현황 분석, 내역서 검토 등을 통해 확인할 수 있었다(Table 5).

Table 5. Problems of Existing Construction cost estimation standard for reinforcing bar work

Category	Problems
On-site processing and assembling	-The difficulty of processing and assembling presented in the current standard does not match the difficulty of the actual site -Using coupler for rebar joint is not reflected -Equipment for lifting and lifting of rebars is essential, but it is difficult to reflect due to constraints
Factory processing	-There is a big difference in the cost between field processing and factory processing, so there are cases where factory processing standards are applied even during field processing
Gas pressure welding of reinforcing bars	-Methods is not used in the field
Mechanical splicing of reinforcing bars	-Used only in some special sites

구조물의 종류별로 철근 가공 및 조립의 실제 현장에서 시공되는 난이도가 현재 공사비 산정기준에서 제시하고 있는 난이도와 상이한 경우가 발생되고 있다. 소규모 구조물의 경우 단위 증량당 철근 가공 및 조립의 난이도가 어려움에도 불구하고 단순 난이도로 적용하도록 되어 있으며, 터널라이닝의 경우 단순 반복 작업으로 생산성이 좋음에도 불구하고 매우복잡 난이도로 적용하도록 되어 있는 등의 괴리가 발생되고 있었다. 또한 현재 철근 현장가공과 공장가공의 투입 인력의 차이가 커서 설계 시 현장가공이 공장가공보다 비용이 많이 책정되고 있다. 이로 인하여 철근 수량이 소규모 수량으로 공장 제작이 불가능하거나, 단면변화로 인하여 철근 오차 발생 시 현장 대응이 필요한 경우, 단순 절단 작업을 위한 현장가공 시 등 철근 현장가공이 필요한 경우에도 공장가공으로 설계하는 사례가 발생됨을 확인할 수 있었다. 또한 지면에서 작업 위치까지 수직고 높이가 7m 이상일 경우에만 장비를 별도 계상할 수 있는 조건이 있어, 철근 인양 및 양증을 위해 장비가 필요하여도 수직고 7m 미만인 경우 설계 시 장비를 반영하지 못하는 실정이었다. 철근 이음의 경우 커플러를 활용한 이음공법이 주로 사용되며 표준품셈에서 제시하고 있는 가스압접이음은 실제 현장에서 많이 사용되지 않고 있었으며, 기계적 이음 방법 또한 일부 현장에서만 활용되고 있었다. 이러한 문제점들로 인해 현재 공사비 산정기준이 현장 실태를 반영하지 못하고 있었으며 이에 대한 개선이 필요한 실정이다.

### 3. 철근공사 현장조사

철근공사 시공순서는 우선 철근 가공도 작성 후 작성된 도면을 바탕으로 철근을 절단, 절곡하는 가공 작업을 거친다. 가공은 현장에서 직접 가공하는 경우와 공장에서 가공하는 경우로 나뉜다. 이후 가공된 철근을 운반·인양하여 시공 위치에 조립하고 이음 공법을 선정하여 이음한다. 철근의 응력전달과 콘크리트에서 빠지지 않도록 철근을 정착하고 정착길이와 이음 길이를 검증한다. 마지막으로 철근의 피복두께를 유지하기 위해 스페이서 등을 설치하고 콘크리트를 타설하여 피복두께를 확보한다[11].

본 연구에서는 철근공사 프로세스 중 철근가공과 조립, 이음에 대한 현장조사를 중점적으로 수행하였다.

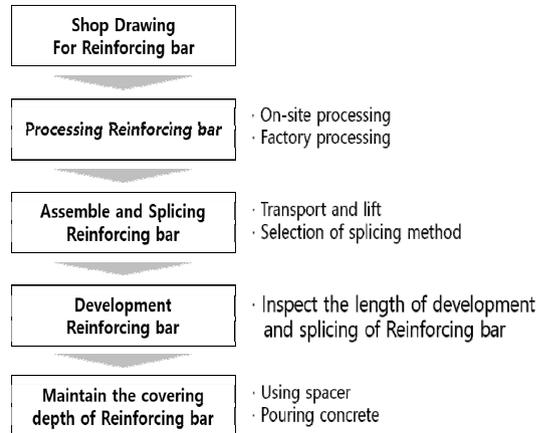


Fig. 2. Process of reinforcing bar work [11]

여러 유형의 시공실태를 확인하기 위해 다양한 구조물을 대상으로 현장 조사를 수행하였으며, 대상유형은 건축물 10개소, 토목구조물 17개소, 플랜트 2개소로 총 29개로 구성되었다(Table 6). 토목구조물의 경우 암거, 수로, 교량, 지하차도, 터널, 옹벽 등에 대해 조사를 수행하였으며 건축물은 벽식 구조와 보, 기둥 구조로 유형을 나누어 조사하였다.

조사한 29개의 대상 현장 중 13개의 현장에서는 현장가공을 진행하고 있었으며 16개의 현장에서는 공장가공을 통해 철근을 가공하고 있었다.

Table 6. List of site surveys project

No	Name of Site	Type of Structure	Location of Installation
1	Gyeongbu Line Straightening Expressway Area3	Underground road	Slab
2	Gyeongbu Line Straightening Expressway Area1	Underground road	Wall/Slab
3	Asan Cheonan Expressway Area4	Culvert / Bridge	Wall/Slab
4	Asan Cheonan Expressway Area5	Bridge	Foundation/Wall/Slab
5	Gyeonggi Godeok Local Road	Culvert	Wall/Slab
6	Saemangeum Jeonju Expressway Area 4	Bridge /Waterway	Wall
7	Shin-Gori Nuclear Power Plant Units 5 and 6	Plant	Wall
8	Hwado Yangpyeong Expressway Area 2	Beam Fabrication	Beam
9	Seojeong-ri Station Pedestrian Bridge	Pedestrian Bridge	Foundation/Pillar/Copping
10	Seojeong-ri Station Bridge	Bridge	Pier/Foundation
11	Seojeong-ri Station Foundation	Station	Foundation
12	National Route 59	Bridge	Pillar
13	Gangnam Beltway	Underground road	Wall/Slab
14	Seobok-Sunsu National Route	Culvert	Foundation/Wall/Slab
15	Dodam Yeongcheon Railway	Tunnel	Lining
16	Magok Station	Ventilation Facilities	Basement
17	Daedo 3line National Route	Retaining Wall	L-Type Retaining Wall
18	Hwaseong Dongtan Housing Site	Culvert	Wall/Slab
19	Webtoon Convergence Center	Building	Wall/Slab
20	Sejong Government complex 115	Building	Foundation/Wall
21	Yeoncheon Wastewater Treatment Facility	Water Facility	Wall
22	Gyeonggi Business Center	Building	Slab
23	Hamyang Baekjeon Government Office Building	Building	Wall/Slab
24	LH Happy House 2-1	Building	Wall/Slab
25	Gwangju haengbok shopping center	Building	Wall/Slab
26	Osan Fire Station	Building	Underground Beam
27	Daejeon Girls High School	Building	Wall/Slab
28	Hope Lighthouse Welfare Facility	Building	Wall/Slab
29	Dongducheon Sports Center	Building	Wall

### 3.1 철근 현장가공

철근을 현장에서 가공하는 사례는 수로암거, 교각 연결부, 소규모 건축물 등 물량이 소규모이거나 구조물 형상이 복잡하여 다양한 형태의 가공이 필요한 경우, 원자력발전소 등 특수 구조물의 경우, 철근 규격이 일반적이지 않은 경우들이었으며 현장 내 제작장에서 철근을 가공하고 있었다. 현장가공과 조립을 설계 내역서에 반영 시 가공과 조립을 분리하여 반영하거나 조립과 설치를 하나의 내역에 함께 반영한 경우로 나누어져 있었다. 가공과 조립이 함께 반영된 6개 현장의 투입 비중을 분석한 결과 가공과 조립작업의 비율은 3:7 정도로 나타났다. 또한 크레인을 활용하여 가공장과 조립 위치에 철근의 운반 및 양중작업을 하는 경우가 많았다.



Fig. 3. On-site processing

### 3.2 철근 공장가공

철근을 공장가공 하는 사례는 공동주택, 고속도로 지하차도 등 물량이 대규모이거나 구조물의 형상이 단순하고 커서 부재의 종류가 많지 않은 현장들에서 주로 사용되고 있었다. 현장조사 결과 견적 등 공장가공협회 단가를 기준으로 시장가격이 형성되고 있으며 나사 가공 등 특수가공 사례가 늘고 있어 이에 대한 반영이 필요하였다. 특히 토목구조물과 건축물에 활용되는 공장가공의 경우 단가 차이는 10% 정도 토목공사가 높게 형성되어 있었으나, 이는 건축공사에서 토목공사 대비 부재규격이 작고 가공이 반복적으로 이루어지는 특성을 반영한 것으로 동일한 난이도에서는 동일한 수준의 생산성이 발생되는 것으로 조사되었다.



Fig. 4. Factory processing

### 3.3 토목구조물 철근조립

토목구조물의 철근조립은 배수시설, 옹벽, 교량, 압거, 지하차도, 기초 등의 구조물을 대상으로 현장조사를 진행하였다. 기존에 철근 조립이 간단하다고 여겨지는 측구 등 소규모 구조물의 경우 콘크리트 타설 물량 대비 철근의 소요 수량이 적어 실질적으로 투입되는 철근조립의 중량당 생산성은 오히려 떨어지는 것으로 확인되었다. 또한 부재의 숫자가 많고 형상이 복잡한 구조물들의 경우 중량당 투입 인원수가 많은 것으로 조사되었다.



Fig. 5. On-site assembling(Civil structure)

### 3.4 건축구조물 철근조립

건축구조물은 부위별 철근 형태가 일정한 규칙을 갖고 있었기 때문에 유형에 따른 생산성 차이를 구분하기 어려웠고 지름 13mm이하 철근의 비중과 철골 병행시공 유무에 따라 난이도 구분이 가능하였다. 13mm이하 철근이 전체 중량의 50% 이상인 경우 동일 무게를 시공하더라도 조립해야 하는 철근 수가 증가하여 생산성이 떨어졌다. 또한 철골과 병행시공 시 생산성이 떨어짐을 확인할 수 있었다. 이는 기존 공사비 산정기준에서 제시되던 생산성 구분과 동일하였다. 또한 지중보, 두께 400mm 이상의 구조벽체 등 특수부위의 구조는 생산성이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.



Slab(Diameter exceeding 13mm) Wall(Diameter less than 13mm)

Fig. 6. On-site assembling(Building structure)

### 3.5 철근이음

현장조사 결과 현재 많이 적용되고 있는 철근이음 공법은 겹이음과 커플러를 이용한 나사식 이음이었다. 겹

이음과 나사식 이음은 현장조립 작업과 동일 작업조에 의해서 병행 시공되고 있었으며 겹이음과 나사식 이음은 동일한 수준의 생산성을 보이는 것으로 조사되었다. 또한 기존 공사비 산정기준에서 제시하고 있던 가스압접이음은 공공공사에서 사용실적이 미미하였으며, 화약을 이용한 기계식 이음은 원자력 발전소 공사와 같은 일부 특수구조에서 사용실적이 확인되었다.



Fig. 7. Reinforcing bar splicing work

### 3.6 기타

철근의 간격과 피복두께를 유지하기 위해 철근 조립작업 중 스페이서 등 간격제 설치작업이 일반적으로 수행되었다. 또한 철근 가공과 조립 시 수직고 높이와 관계없이 운반 및 양증을 위한 크레인 등 양중 장비가 많은 현장에서 사용되고 있었다.



Fig. 8. Reinforcing bar splicing work

### 3.7 현장 시공실태와 기존 공사비 산정기준 비교

실제 현장 시공실태 조사 결과 철근 현장가공의 경우 단위당 투입 인력 수가 기존 공사비 산정기준 대비 60% 정도로 분석되었다. 이는 철근 현장 가공 작업의 기존 공사비 산정기준이 실제 투입비용보다 높게 책정되어 있음을 뜻한다. 현장조립은 기존 기준 대비 투입 인력이 차이가 나지 않게 측정되었다. 공장가공의 경우 현재 공사비 산정기준이 현장 시공실태와 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 토목구조물의 철근 조립의 경우 기존 기준에서 시공이 간단하다고 제시된 소규모 구조물의 경우 실제 중량당 생산성은 떨어지는 것으로 분석되어 시공 난이도 구분의 재조정이 필요하였다. 건축구조물의 현장조립은 실제 생산성과 난이도 구분이 기존 공사비 산정기준과

차이가 없는 것으로 확인되었다. 철근 이음의 경우 현재 현장에서 활발하게 적용되고 있는 커플러 시공상태가 반영이 안 되어 있었으며 가스압접이음은 실적을 확인할 수 없어 이에 대한 개정이 필요하였다. 또한 자재 양증을 위한 양중 장비는 수직고 7m의 조건과 관계없이 대부분의 현장에서 사용되고 있어 이에 대한 반영이 필요하였다(Table 7).

Table 7. A Comparison of Actual Construction Conditions and Existing Standards

Category	Actual Field Condition
On-site processing	-The input manpower per unit is about 60% of the existing standard
Factory processing	-No difference in the input manpower from existing standard
On-site assembling (Civil structure)	-No difference in the input manpower from existing standard -Difficulty type standard is differ from actual field condition (Small structure, tunnel etc)
On-site assembling (Building)	-No difference in the input manpower from existing standard -No difference in the difficulty type standard from existing standard
Splicing reinforcing bars	-Gas pressure welding of reinforcing bars is not used -Coupler joint operation is actively applied
Lifting Equipment	-The existing standard requires the use of lifting equipment only under conditions of height of 7m or higher, but the actual site uses lifting equipment regardless of height

#### 4. 철근공사 공사비산정기준 개선

현장조사 결과를 기반으로 시공실태를 반영할 수 있는 철근공사 공사비 산정기준 개선작업을 수행하였다. 그 결과 철근 공종의 편제를 재구성하고 가공 및 조립의 난이도를 개정하였다. 현장실태에 맞게 투입기준을 현실화하고 시공범위를 재조정하였으며 세부적인 내용은 다음과 같다.

##### 4.1 편제 재구성

개선된 공사비 산정기준에서는 적용범위, 현장가공, 현장조립, 공장가공, 철근의 기계적 이음 총 5개 항목으로 편제를 재구성하였다(Table 8).

Table 8. Reorganization of reinforcing bar cost estimation standard

Large Category	Small Category
6-2 Reinforcing bar	6-2-1 Scope of application
	6-2-2 On-site processing
	6-2-3 On-site assembling
	6-2-4 Factory processing
	6-2-5 Mechanical splicing of reinforcing bars

기존 공사비 산정기준에서는 철근의 현장가공 및 조립을 토목과 건축으로 구분하여 각각 제시되어 있었으나 현장 조사 결과 토목 공종과 건축 공종의 철근 가공 및 조립 작업은 투입인력과 시간당 시공량 등 생산성에 차이가 발생하지 않는 것으로 분석되었다. 이러한 이유로 본 연구에서는 토목, 건축 구분 없이 가공과 조립만 나누어 제시하였다. 공장가공 또한 토목과 건축 구분 없이 하나의 기준으로 재구성하였다. 적용범위를 신설하여 철근 가공 및 조립의 난이도를 타입 형식으로 제시함으로 설계자들이 참고하기 쉽도록 정리하여 주기 사항을 간소화하였다. 적용범위에서 공통적인 사항인 크레인 등 장비의 기계경비 별도 계상기준, 시공 상세도 작성 비용, PC 강선 조립 별도 계상기준 등을 제시함으로 주기사항에 중복 적용 되던 문제점을 해소하였다.

##### 4.2 시공난이도 재구성

철근 가공 및 조립에 대한 시설물 유형별 현장조사를 토대로 기존 가공 및 조립의 난이도 구분을 재구성하였다. 간단, 보통, 복잡, 매우복잡 4단계의 기준에서 Type-1,2,3 3단계로 재구성하였다. 기존 4단계 난이도 구분에서 제시되고 있는 구조물별 시공난이도 사례 현장 실태와 맞지 않아 현장 생산성 조사 결과를 바탕으로 3단계로 재구성하여 제시하였다. 또한 시공 난이도만 고려한 구성에서 시공 난이도와 함께 철근의 작업수량, 제작장 작업여건, 부재의 규격 등을 종합적으로 고려할 수 있는 분류기준으로 제시하였으며 개선된 시설물 유형별 난이도 구분은 Table 9 과 같다.

토목구조물은 시설물 유형별로 구체화하여 구분하였다. '간단', '보통' 난이도로 적용되던 측구 등 소규모 구조물은 조사결과 콘크리트 타설 물량 대비 철근의 투입 수량이 적어 실질적으로 투입되는 철근공의 단위당 생산성은 저하되어 이를 Type-2 수준으로 반영하였다. 옹벽

은 부벽식 옹벽 이외에는 난이도가 높지 않아 부벽식 옹벽은 Type-2 로 반영하였으며 나머지 옹벽들은 Type-1 으로 반영하였다. 교량의 경우 구주식 교대, 교각, 코핑 부위는 중공형 시공 등 특수부위로 시공성이 좋지 않아 Type-3로 적용하도록 하였다. 반복 작업이 빈번한 구조물들의 경우 Type-1을 적용하도록 하였다.

Table 9. Reorganization of the difficulty of rebar processing and assembling

Category	Type of Structure	Type-I	Type-II	Type-III
Drainage Structure	Lateral ditches		○	
	Manhole		○	
Retaining wall	Gravity Retaining wall	○		
	Semi-Gravity Retaining wall	○		
	Buttressed Retaining wall		○	
	L-Type Retaining wall	○		
Bridge	Abutments		○	
	Pillar type Abutment			○
	Piers			○
	Connection Slab	○		
	Beam Production	○		
	Psc box		○	
Ramen Bridge			○	
			○	
Culvert	Foundation		○	
	Wall		○	
	Slab		○	
Other Facilities	Underground road		○	
	Tunnel Lining	○		
	Foundation	○		
	Sluice gate	○		
Ancillary Facilities	Integrated median strip		○	
	Dowel Bar		○	
Building	Diameter less than 13mm	More than 50% of total weight		○
		Less than 50% of total weight	○	
	SRC Structure(Steel)		○	
Factor of increase	Small Scale (less than 10㎡)	50% increase over complex		
	PC steel wire	Appropriated separately		

건축구조물은 현장조사 결과 기존의 13mm이하 철근의 비중에 따른 난이도 기준이 실제 현장실태와도 맞는 것으로 판단되어 난이도 구분을 현행 유지하였다. 13mm이하 철근의 비중이 전 철근중량의 50% 미만일 경우 Type-1을 적용하고 13mm이하 철근의 비중이 전

철근 중량의 50%를 초과할 경우 Type-2를 적용하도록 하였다. 또한 원자력 발전소 등 특수구조물에서 철근 직경 35mm를 초과하여 인력에 의한 단독시공이 어려운 경우에는 Type-3를 적용하도록 하였다(Table 10).

Table 10. Improvement proposal for difficulty classification of rebar processing and assembling

Type	Description
Type - I	A. Civil facilities where rebar processing and assembly work are common (semi-gravity retaining wall, L-type retaining wall, bridge slab, mat foundation, sluice gate, etc.) B. In case of repeated processing and assembly of rebar at a specific location (beam fabrication, wire mesh, etc.) C. In case of using the diameter of 13mm or less diameter of rebar in a building facility, the mentioned rebar weight volume is less than 50% of the total rebar weight.
Type - II	A. Civil facilities with complex rebar processing and assembly work (rigid frame bridges, abutments, culverts, underpasses, buttressed type retaining walls, etc.) B. When a small amount of rebar is used compared to the amount of concrete placed (side ditch/open ditch, gravity retaining wall, integrated median strip, etc.) C. In the case where the diameter of 13mm or less reinforcing bars in a building facility is 50% or more of the total rebar weight, or when it is constructed in parallel with the steel structure
Type - III	A. Civil facilities with very complex rebar processing and assembly work (piers, Rahmen abutment, etc.) B. In case of special structural facilities with a rebar diameter exceeding 35mm, it is difficult to construct by manpower alone (plants, nuclear power plants, etc.)

### 4.3 철근 가공 및 조립 투입기준 현실화

철근의 현장 가공 및 조립의 경우 간단, 보통, 복잡, 매우복잡으로 제시되던 기준을 3가지 난이도인 Type-1,2,3로 재조정하였으며 각 난이도 별 인력투입기준을 현실화하여 반영하였다. 그 결과 공장가공과 현장가공과의 투입인력의 차이를 좁힐 수 있었다. 공장가공은 기존 공사비 산정기준 대비 가공 생산성 차이가 크지 않아 인력 투입 기준을 현행 유지 하였다. 다만 철근 가공 난이도 기준이 재조정됨에 따라 간단 난이도를 삭제하였다(Table 11). 나사가공 등 특수가공에 대한 수요가 늘어나는 최신 현장 여건을 반영하여 이를 별도 계상할 수 있도록 기준을 추가하였다. 철근 현장가공의 기계기구 손료는 기존 공사비 산정기준에서 인력품의 2%로 제시되던 기준을 기계기구 투입비용 분석을 통해 인력품의 9%로 반영하였다.

Table 11. Improvement proposal for on-site processing and assembling, factory processing

(per ton)				
On-site Processing				
Category	Unit	Type-1	Type-2	Type3
Reinforcing bar placer	person	0.69	0.78	0.86
Ordinary worker	person	0.22	0.25	0.27
On-site assembling				
Category	Unit	Type-1	Type-2	Type3
Reinforcing bar placer	person	1.73	1.96	2.18
Ordinary worker	person	0.59	0.67	0.74
Factory Processing				
Category	Unit	Type-1	Type-2	Type3
Reinforcing bar placer	person	0.23	0.30	0.38
Ordinary worker	person	0.03	0.04	0.06

#### 4.4 철근 공사 시공범위 재조정

철근 가공 대상 수량은 당초 가공 철근수량만 반영하던 기준에서 절곡이 없는 장철근 및 가공철근을 포함한 전체수량을 기준으로 제시하였다. 이는 공장에서 전체 철근 수량 계약하고 장철근을 포함한 철근을 부위별로 분류하여 납품받는 형태로 관리되고 있는 실태를 고려한 것이다.

시공 상세도 작성은 기존에는 공장가공에만 적용하도록 되어 있었으나 현장가공 시에도 시공 상세도 작성이 필요하므로 공통사항으로 적용 범위에 시공 상세도 별도 계상기준을 명시하였다. 또한 현장조사 결과 대부분의 현장에서 적용되고 있던 크레인 등 양중장비에 대한 반영을 검토하여 적용 범위에 크레인 등 기계경비 별도 계상기준을 마련하였다.

철근 현장조립 시 반드시 필요한 간격재, 결속선 등 소모재료는 별도 계상하도록 명시하였으며 소모재료의 표준사용량을 현장조사의 결과값으로 제시하였다(Table 12).

Table 12. Propose standard usage amount of Binding wire

(per ton)			
Category	Type-1	Type-2	Type3
Amount of Material	6.5	8.0	9.5

현장 조사 결과 가장 많이 활용되고 있는 철근 이음공법인 나사 및 윈터치식 이음 작업은 철근 조립작업과 동일 작업조에 의해 시공하는 현장 실태를 반영하여 현장

조립 작업범위 기준에 포함시켰다. 철근가스압접 이음의 경우 현재 적용실적이 미미하고 주로 나사식이음, 윈터치식 이음이 사용되는 관계로 삭제하였다. 철근의 기계적 이음의 경우는 원자력발전소 등 일부 특수구조물에서 사용되고 있어 존치하였다.

#### 4.5 공사비 영향성 분석

기존 철근공사 공사비 산정기준 대비 개정안에 대한 공사비 영향성을 분석한 결과는 Table 13과 같다. 토목 구조물의 현장가공 및 조립의 공사비는 기존 공사비 산정기준 대비 85.6% 수준이었으며 건축구조물의 현장가공 및 조립의 공사비는 기존 기준 대비 77.3%로 분석되었다. 공장가공과 철근의 기계적 이음은 현장 실태를 분석한 결과 기존 기준이 적정하여 공사비가 유지되었다. 현장 실태에 맞게 공사비 산정기준을 현실화하여 조정하였으며 현장가공 품의 하락으로 인해 기존에 단가 차이가 많이나던 공장가공과 현장가공의 가격 차이도 좁혀지는 것으로 분석되었다.

Table 13. Impact Analysis of Construction Cost

Category	Rate of increase and decrease
On-site processing and assembling (Civil Structure)	85.6%
On-site processing and assembling (Building)	77.3%
Factory Processing (Civil Structure)	100.0%
Factory Processing (Building)	100.0%
Gas pressure welding of reinforcing bars	Deleting an item
Mechanical splicing of reinforcing bars	100%

### 5. 결론

철근콘크리트공사 공법은 구조물 시공을 위해 국내 건설공사에서 가장 많이 활용되고 있는 공법이다. 이 중 철근 공사는 철근 제작 장소, 구조물의 종류, 형상, 규모, 철근의 규격, 현장 조건 등에 따라 생산성의 차이가 발생되고 있어 기존 공공 건설공사 공사비 산정기준에서는 실제 현장 상황에 맞는 시공 난이도를 반영하지 못하고 있었고 현장 조건에 따른 영향 요소들이 반영되지 못하고 있는 실정이었다. 이에 본 연구에서는 적절한 철근공사 공사비 산정기준을 위해 선행 연구들을 고찰하고 기존 공사비 산정기준의 문제점을 분석하였으며, 현장 실

태 조사를 통해 개선안을 제시하였다.

첫째, 철근 가공조립의 난이도를 현장 실태에 맞게 재구성하였다. 간단 보통, 복잡, 매우복잡 4단계로 제시되고 있던 난이도를 현장 실태에 맞는 생산성으로 Type-1,2,3로 3단계로 재구성하였다. 토목구조물의 경우 생산성 조사를 통해 철근 가공 및 조립작업이 일반적인 구조물과 복잡한 구조물, 매우 복잡한 구조물로 분류하였으며 건축구조물은 기존 공사비 산정기준에서 제시하던 대로 13mm 이하 철근 중량의 구성 비율과 철골 병행시공 여부에 따라 Type을 구분하였다. 또한 단순 반복 작업, 콘크리트 대비 소량의 철근을 사용하는 경우 등 현장 조건들을 반영하여 Type을 구분하였다.

둘째, 현장 생산성 조사를 바탕으로 철근 현장가공과 조립의 투입 인력 기준을 현실화하였다. 투입 인력품의 현실화를 통해 기존에 철근 현장가공과 공장가공의 불균형을 해소하였으며, 투입별 투입 인력기준과 기계 기구에 대한 기계경비 투입기준을 현장 실태에 맞게 제시하였다.

셋째, 철근 가공 및 조립의 편제를 재구성하였다. 기존 공사비 산정기준에서 현장가공 및 조립과 공장가공을 각각 토목과 건축으로 나누어 제시하던 내용을 현장가공, 현장조립, 공장가공 세 가지로 단순화하여 제시하였다.

넷째, 운반 및 양중 장비 사용기준을 개정하였다. 기존 표준품셈에서는 현장가공 및 조립 시 수직고 7m 이상인 경우에만 장비 사용 시에만 양중 장비에 대한 기계 경비를 별도 계상하도록 하고 있었으나 이를 현실화하여 장비 및 양중을 위한 기계경비를 필요시 별도 계상할 수 있도록 하였다.

다섯째, 철근 공사의 수량 산출기준 및 시공범위를 재조정하였다. 철근 가공 시 절단 및 가공이 필요 없는 철근 수량을 제외하던 수량 산출기준을 전체 철근 수량이 포함될 수 있도록 변경하였으며, 철근조립은 간격재와 커플러 시공 작업이 포함되는 기준으로 제시하였다.

여섯째, 현재 공공 건설공사에서 사용실적이 미미한 철근 가스압접이음을 삭제하였다.

본 연구에서는 현장 시공실태 조사를 통하여 철근 공사의 공사비 산정기준 개선안을 제시함으로써 적정공사비 확보에 일조할 것으로 기대된다. 또한, 향후 연구에서는 보다 세부적인 철근 공사의 현장 조건들과 신품법을 반영할 수 있는 공사비 산정기준 마련을 위한 연구가 추가로 필요할 것으로 사료된다.

## References

- [1] B.Y.Ahn, J.H.Oh, T.S Song, "A Study on the Improvement of Cost Estimation Standard System for Reinforcing Bar Work" 2022 Spring Conference, Korea Academia-Industrial cooperation Society, pp.997-999. Jul. 2022.
- [2] MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport), KICT (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology), Standard of construction estimate for civil, building and machine facility, pp.167-169, 2021.
- [3] W.S.Yoon, S.S.Go, "A Study on the Construction Cost Risk through Analyzing the Actual Cost of Public Apartment." *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.12, No.6, pp. 65-78, Nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.6.65>
- [4] S.H.Jeon, K.J.Koo. "Comparison of Labor Inputs from Standard Quantities per Unit and Actual Quantities in Apartment Reinforced Concrete Work" *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.9, No.2, pp.182-189, Apr. 2008.
- [5] K.S.Lee, S.W.Suh, "A Study of the Development of Apartment's Structural Cost Saving Checklist through the Case Research," *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.11, No.6, pp.65-77, Nov. 2010. DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2010.11.6.65>
- [6] J.P.An, Y.K.Kim, Y.D.Lee and G.H. Kim. ".A Study on the level of difficulty and time required for work by structural reinforcements for each reinforced concrete member." *The Korean Society of Science & Art*, Vol.35, pp.271-280, Sep. 2018. DOI: <https://doi.org/10.17548/ksaf.2018.09.30.271>
- [7] K.H.Kim, K.H.Kim, Y.S.Lee and J.J.Kim, "A Study about Influence of Risk Factors in Relation to Construction Cost Increase and Schedule Delay on the Reinforced Concrete Construction." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, Vol.24, No.5, pp.165-172, May. 2008.
- [8] G.J.Ha, M.K.Choi, D.R.Yi, Y.J.Ha, M.S.Ha, J.H.Ha, "Productivity Analysis of Rebar Works in Apartment Housing Construction Project", *Korea Institute of Building Construction*, Vol.10, No.1, pp.165-166, 2010.
- [9] D.W.Kang, J.G.Shim, Y.K.Kim, K.M.Cho, C.T.Hyun."A Study on the Productivity Analysis of Superstructure Construction for Multi-Housing Projects Using Construction Simulation." *JOURNAL OF THE ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA Structure & Construction*, Vol.26, No.4, pp.123-131. Apr. 2010.
- [10] H.O.Jung, H.H.Jo, U.Y.Park, "A Study on the Improvement of Erection Bar Detailing in Domestic Building Construction," *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, Vol.9, No.2, pp.39-46, Apr. 2009.

[11] MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport), Standard Specification for Reinforced Concrete, 2016.

송 태 석(Tae-Seok Song) [정회원]



- 2018년 6월 : 연세대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

건설사업관리, 공사비, BIM, 스마트건설

이 한 수(Han-Soo Lee) [정회원]



- 2002년 2월 : 인하대학교 공과대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2011년 5월 ~ 현재 : 주식회사 현인퍼씨엠 표준건설원가연구소 소장

<관심분야>

건설사업관리, 공사비, 공정관리, 생산성

안 방 율(Bang-Yul Ahn) [정회원]



- 1998년 8월 : 경원대학교 일반대학원 건축구조 및 시공 (공학석사)
- 2012년 2월 : 경원대학교 일반대학원 건축구조 및 시공 (공학박사)
- 1997년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

건설사업관리, 공사비, 건축시공, 생산성

오 재 훈(Jae-Hoon Oh) [정회원]



- 2012년 2월 : 한국국제대학교 공과대학원 소방방재공학과 (공학석사)
- 2017년 2월 : 부산대학교 공과대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2017년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 박사후연구원

<관심분야>

건축시공, 건설관리, 공사비, 소방방재