

OSC기반 PC구조 공장제작 적정 공사비 산정을 위한 품셈체계 개발 연구

이정욱¹ · 이한수² · 이치호³ · 노현석^{4*}

¹(주)현인피씨엠 표준건설원가연구소 차장 · ²(주)현인피씨엠 표준건설원가연구소 소장 · ³(주)현인피씨엠 표준건설원가연구소 이사 ·
⁴(주)현인피씨엠 표준건설원가연구소 대리

A Study on the Development of Construction Production Rates System for Estimating Proper Construction Expenses of Off-Site Construction (OSC) Based PC Structure Factory-Built Assembly

Lee, Jeongwook¹, Lee, Hansoo², Lee, Chiho³, Noh, Hyunseok^{4*}

¹Deputy General Manager, Standard Construction Cost Research Institute, Hyeonin PCM

²Head Director of Research Institute, Standard Construction Cost Research Institute, Hyeonin PCM

³Director, Standard Construction Cost Research Institute, Hyeonin PCM

⁴Assistant Manager, Standard Construction Cost Research Institute, Hyeonin PCM

Abstract : The development of the Construction Production Rates System for appropriate construction cost calculation has recently come to the fore as a means of invigorating OSC based PC structure which currently needs institutional frameworks. PC structure based construction expenses consist of the factory-built assembly, transportation and on-site installation. Recently, in the field of transportation and site installation, research on product structure development is being conducted, such as presenting the standard product calculation system reflecting the results of field survey for each subsidiary materials (Lee et al., 2021). On the other hand, there is no ongoing research on estimating construction expenses of Factory-built assembly. This study suggests Construction Production Rates System which can be used for PC subsidiary materials based Factory-built assembly cost estimations. For the research, work types for the construction procedures have been categorized, and the standard input manpower suitable for the corresponding work characteristics has been derived from analyzing the associated Construction Standard Production Rates for each work type. Also, as the research referred PC subsidiary materials (such as columns, beams, walls, and slab, as well as on-site installation) and the standard number of workforce based on work types, one can calculate direct labor cost, using what the research shows. In addition, it suggests that the size of individual subsidiary materials be the extra cost factor, by using the characteristics that productivity changes depending on the size(m³) of subsidiary materials. It is expected that the research can contribute to objectively verifying factory-built assembly cost through of PC structure, which currently relies on estimates.

Keywords : OSC (Off Site Construction), Construction Standard Production Rates, Precast Concrete, Construction Expenses, Factory-built assembly

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

OSC (Off-Site Construction)기반 PC공법은 시공환경을 현장에서 공장제작-운반-현장조립 단계로 전환하는 특성

으로 인해 최근 건설현장에서 발생하는 기능인력의 부족, 품질저하, 안전사고 증대 등 다양한 문제를 해결할 수 있는 공법으로 기대를 받고 있다(Lee et al., 2021). 이에 따라, PC공법의 활성화에 필요한 기술적, 제도적 기반 마련에 필요한 다양한 연구가 진행되고 있으며, PC공사의 적정 공사비 산출을 위한 표준화된 공사비 산출기준은 정책적 제도 정비의 필수 요소로 발주-설계-시공 등 전부분 전문가에 의해 시급한 필요성이 제기되고 있다(Yun et al., 2021). PC공법의 공사비는 공장제작-운반-현장설치의 3개 요소로 구분되며 이중 운반은 현행 표준품셈을 활용한 비용 산출이 가능하며, 현장설치는 최근 부재별 작업조구성, 일당시공량(EA), 규격

* **Corresponding author:** Noh, Hyunseok, Standard Construction Cost Research Institute, Hyeonin PCM, A-1301, Hagui-ro 282, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

E-mail: hsnoh@hipcm.co.kr

Received September 2, 2022; **revised** October 18, 2022

accepted October 26, 2022

에 따른 할증 등 공사비 산정에 필요한 품셈체계를 구축하는 연구가 진행되고 있다(Lee et al., 2021). 그러나 공장제자에 소요되는 공사비는 부재규격 및 개수, 시공방법, 공장생산 능력 등 다양한 비용변화 요소에 대한 객관적 기준의 부재로 설계조건에 따라 제작업체의 견적가에 의존하고 있어 각 사용주체(발주, 설계, 시공)가 동일하게 활용할 수 있는 비용 산출을 위한 체계수립이 시급한 실정이다. 본 연구에서는 PC부재의 공장제자에 필요한 시공절차 및 생산요소를 확인하고 공사비 산정에 필요한 품셈체계를 제시하고자 한다. 이를 위해 국내 제작업체의 비용적용 실태를 확인하고, 공장제자에 소요되는 단계별 작업절차를 분석하였다. 이후, 제작공종별 관련 표준품셈 항목을 적용하여 자재, 인력, 장비의 자원 투입을 분석하였으며, 공장제자의 직접노무비 계상에 필요한 품셈 체계를 제시하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 PC공법의 적용단계 중 공장제자를 대상으로 표준품셈 체계를 제시하였다. 공장생산은 인력중심의 수동식 생산방식과 제작설비의 자동화에 따른 방식으로 구분되는 등 제작환경 변화에 따라 생산성이 다르게 발생할 수 있으나, 국내 PC공장의 제작환경에서는 인력중심의 생산방식을 보편적으로 적용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 중소기업에서도 적용가능한 수동식 생산방식을 대상으로 조사범위를 한정하였다. 본 연구의 진행 방법은 다음과 같다(Fig. 1).

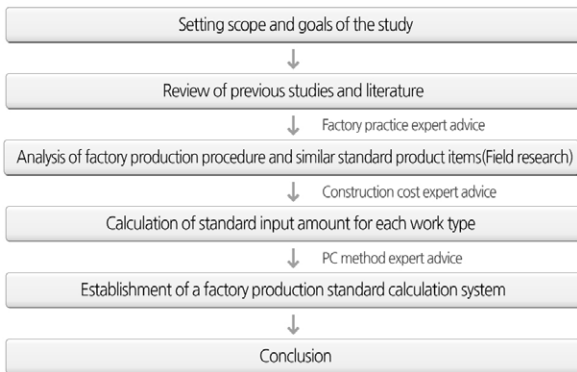


Fig. 1. Research procedure

첫째, 선행연구 및 관련 문헌조사를 통해 현행 PC공법의 공장제자 공사비 산정체계를 검토하고 문제점을 제기하였다.

둘째, 현장조사를 통한 PC공법 공장생산의 시공절차와 생산요소를 분석하고, 관련 표준품셈을 분석하여 표준품셈 적용성을 검토하였다.

셋째, 표준품셈을 활용하여 공장제자에 소요되는 자원의 투입을 분석하였다.

넷째, 현장 활용성과 적정성을 고려하여 표준품셈 체계를 제시하였다.

또한, 본 연구에서는 생산요소 분석, 표준품셈 적용, 품셈 체계 구성의 단계별 적합성과 현장활용성을 고려할 수 있도록 현장조사와 더불어 원가 및 PC전문가 의견을 수렴하여 연구내용을 검증할 수 있도록 하였다.

2. 기존이론 및 문헌고찰

2.1 선행연구 조사

본 연구에서는 PC공법 공장제자 품셈 체계를 제시하기 위해 공사비 산정에 필요한 정책적 연구, 공장제자 관련 표준품셈 연구, PC공법의 공사비 산정기준과 관련된 연구를 선행 조사하였다.

Yun et al. (2021)의 연구에서는 공동주택 공법 결정에 있어 핵심이 되는 경제성 평가에 있어 공사비 산정에 영향을 미치는 요인들을 국내·외 문헌고찰과 전문가자문을 통해 도출하고, PC공사 설계, 제작/운송, 시공 단계별 각 요인들의 중요도를 산업계 전문가를 대상으로 한 의견조사를 통해 분석하였다. 공장제자에 소요되는 몰드제작 및 조립단가(부재 표준화, 제작수량 영향)에서 가장 높은 영향을 미치는 것으로 조사하였으며, 공장제자 시스템에 따른 수준차이가 발생함을 제시하고 있다.

Woo et al. (2007)의 연구에서는 효율적인 공사비 관리를 위해 설계실무자를 대상으로 설문조사를 시행하여 공사비 관리 현황과 문제점을 분석하였으며, 주요 영향요인을 도출하기 위해 통계적 분석방법인 요인분석을 실시하여 5개의 설계단계 공사비 관리 주요 영향요인을 도출하여 제시하였다.

Shin and Son (2014)의 연구에서는 PCF (Precast Concrete Frame System)공법의 기둥 및 보 부재조립을 대상으로 현장실사를 통해 소요 품을 도출하였으며, 표준품셈 제·개정 업무에 활용할 수 있는 품셈 산출 모델인 PC공사 시뮬레이션을 개발하여 제시하였다.

Kwon et al. (2007)의 연구에서는 공장제자 대상인 강교량의 표준품셈(2006년) 적정성을 검토하였다. 강교량 제작공수의 타당성 검토를 위해 합성 BOX GIRDER 6개, 단순합성 1보 2개 및 연속합성 1보 2개를 대상으로 기존 품셈과 개정 품셈의 공장제자 공수를 산출하였으며, 공수변화의 비교를 통해 개정된 품셈이 교량 형식에 대해 적정하게 공사비를 산정할 수 있는 것으로 검토되었다.

Huh et al. (2013)의 연구에서는 철골공사의 현실적인 공사비 산정을 위해 철골 가공공장의 노무 생산성 및 간접경비의 실태를 정량적으로 분석하였다. 공장생산, 철골가공조

립을 대상으로 현장실사를 통한 자료수집 및 분석을 통해 노무 생산성 및 이에 대한 간접비율을 도출하였으며, 간접비율에 미치는 영향요인을 분석하였다. ANOVA (Analysis Of Variance) 통계분석을 실시하여 영향요인중 공장지역의 차이 및 외주와 직영가공의 차이가 통계적으로 의미있게 간접경비율에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

Lee et al. (2015)의 연구에서는 모듈러 건축물의 공장제작 단계에서 합리적인 간접비 산정을 위해 개별 모듈러 유닛의 제작원가를 산정할 수 있도록 제조업에서 널리 사용되고 있는 활동기준원가계산법을 적용한 간접비 산정방식을 제시하였다.

Lee et al. (2021)의 연구에서는 공동주택 PC공법의 현장 설치에 필요한 공사비 산정기준을 마련하기 위해 표준품셈 체계를 제시하였다. 국내외 PC공법의 공사비 산정기준 조사, PC공법과 유사한 시공형태를 보이는 표준품셈 항목을 분석하여 PC공법에 적합한 적용기준 및 체계를 도출하였으며, 현장조사를 통해 PC부재별 시공절차와 투입자원(인력, 장비, 자재)을 확인하여 현장 설치에 적합한 표준품셈 체계를 제시하였다.

상기 연구결과는 PC공사의 활성화에 필요한 장점과 문제점을 제시하고 있으며, PC공법 공사비와 관련된 사례를 기반으로 한 체계구축 및 공사비 산정에 대한 방향성을 제시하고 있다. 또한, PC공법 시공단계의 소요품과 공사비 산정을 위한 표준품셈 체계를 제시하고 있다. 다만, 공장제작과 관련된 강교량 및 철골공사의 노무 생산성 분석과 제경비율 산출을 위한 연구가 진행되었으나, PC의 공장제작비용 산출과 관련된 연구는 전무한 실정이며, 특히, PC공사비는 시공업체에서 제시한 견적비용에 의존하고 있어, 객관적인 비용 산정을 위한 공사비 산정기준 마련이 필요할 것으로 판단된다.

2.2 국내외 공사비 산정기준

2.2.1 국내 적용기준

PC공사의 공장제작 비용은 업체견적을 적용하여 내역서에 재료비로 반영하고 있다. 전체 수량에 대하여 생산물량 단위(㎡당) 기준으로 부재유형(기둥-보-벽체-슬래브)별로 구분하여 제시하고 있으며, 산정된 비용은 운반-현장설치 비용과 합산하여 전체 PC공사비 체계를 구성하고 있다 (Table 1).

국내에서 적용중인 건설신기술 PC공법(신기술 736호¹⁾, 신기술 920호²⁾의 부재생산 관련 공사비 산정은 공장제작 특성을 고려하여 제조원가로 반영하여 재료비로 계상되고 있다. 재료비 계상 시 시공단계를 몰드제작/설치/해체-철근조립-콘크리트 타설- 부대공 등 현장시공과 유사하게 적용하고

Table 1. PC structure apartment house design and statement system

Item	Type	Qty.	Unit	Unit price	Cost
PC Design cost	PC Structure/ Shop Dwg		㎡		
PC Design cost	Create structural drawing.		eqn.		
PC Transportation cost	Wall/ Curtain wall		㎡		
PC Transportation cost	General member		㎡		
PC Production cost	Column		㎡		
PC Production cost	Beam / Girder		㎡		
PC Production cost	Half-slab		㎡		
PC Production cost	Wall		㎡		
PC Production cost	Curtain wall		㎡		
PC Production cost	Stair		㎡		
PC On-site assembly cost	Excluding equipment cost		eqn.		

있으며, 제조인력을 단순 기계운전사-보통인부의 조합으로 반영하고 있다. 이는 실질적인 공장제작의 소요인력과 생산성을 반영하기 보다는 제작 여건에 따른 부재별 재료비 산정 결과의 적정성만을 확인하는 측면으로 보인다(Table 2). 신기술 제조원가 분석결과 기둥-보-슬라브의 순서로 단위당 제조비용을 높게 적용하고 있으며, 동일부재에서 개별 부재 규격이 클수록 단위(㎡) 비용이 낮아지는 원가 특징을 보여주고 있다(Table 3). 단, 산정비용은 물류창고 등 현재 PC공법을 적용중인 현장의 특정부재 규격을 반영한 것으로 유형별 제작난이도와 제작환경 변화 요소는 반영하지 않고 있다.

Table 2. Factory manufacturing new technology analysis

Item	New technology #736	New technology #920
Calculation of production cost	<ul style="list-style-type: none"> Separate calculation of production cost and installation cost (Reflecting manufacturing cost as construction cost and material cost) 	<ul style="list-style-type: none"> Separate calculation of production cost and installation cost (Classification of material, labor, and Equipment)
Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> Separate calculation of direct labor cost Apply the number of times to use the mold for each member Ordinary man-centered manpower organization 	<ul style="list-style-type: none"> Calculation of labor cost by type of work Cost analysis is not possible with one total cost

1) 신기술 제736호 : 비긴장 강연선을 이용한 지하주차장용 프리캐스트 콘크리트 보-기둥 비내진 접합부 일체형 공법

2) 신기술 제920호 : 단부 보강형 프리캐스트 더블 월(Precast Double Wall)을 이용한 복합화 공법

Table 3. New technology productin cost

Item	Column		Beam		Slab
Unit(m ²)	1.350	1.134	3.989	1.931	7.012
Unit price (₩/EA)	342,509	342,509	277,431	240,282	265,739
Unit price (₩/m ²)	253,710	302,036	69,556	124,408	37,895

2.2.2 해외 적용기준

미국 RS-Means에서는 Precast Structural Concrete와 Precast Architectural Concrete 항목에서 Beams, Columns, Slabs, Wall 부재별 규격을 구분하여 일 작업량, 품(작업조), 공사비(자재, 노무, 경비)를 제시하고 있다. 공사비 구성을 살펴보면, 부재별 표준작업조(인력, 장비 조합)에 의한 현장 설치 가격을 노무비와 경비로 반영하고 있으며, PC부재의 제작비용은 재료비로 반영하고 있다(Table 4). 다만, 재료비는 부재별 유형 및 규격에 따라 상이하고, 동일부재에서도 비용의 차이가 크게 발생하고 있어 표준화된 제작비용 기준으로 활용하기는 어려울 것으로 보인다.

Table 4. PC Construction Cost of RS-Means




Item	Unit	Unit Construction Cost (\$)			
		Material	Labor	Equipment	Total
Beams	EA	2,000~14,900	107~286	59.5~159	2,166.5~15,345
Columns	EA	2,550~4,450	107~122	59.5~68.0	2,716.5~4,640
Hollow Core Slab	SF	5.5~8.0	0.86~1.43	0.48~0.79	7.77~9.34
Channel Slab	SF	7.25~12.40	1.30~2.68	0.42~0.86	8.97~15.94
Wall	SF	21.0~35.5	2.45~11.9	1.36~5.95	26.21~39.31

2.2.3 공장제작 표준품셈

건설공사 표준품셈에서는 공장제작과 관련하여 철근콘크리트공사[공통 6-2 철근/공장제작], 철골공사[건축 1-1 철골가공조립], 강구조공사[토목 5-1 용접교 표준제작]의 3 가지 항목을 제시하고 있으며, 철근콘크리트공사[공통 6-4 포스트텐션 구조물 제작]에서 PSC거더의 현장제작 기준을 제시하고 있다(Table 5). 공장제작 항목의 품 특성은 다음과 같다.





- ① 주요 제작단위(ton) 기준의 기본투입공수(인) 제시
- ② 공장제작에 필요한 제경비로 기본 노무품의 60% 적용
- ③ 구조유형, 부재형식 및 난이도에 따른 기본투입 노무공수의 할증율 적용

Table 5. Factory-manufactured standard product counting items

Item	6-2 rebar / factory processing	1-1 steel frame assembly	5-1 welding bridge standard production	
Example				
Unit(Ton)	Total rebar usage	Total steel usage	Total weight of parts	
Composition	Material	-	-	Separate material cost
	Labor	Steel Worker Common labor	Iron worker	Ironsmith Welder Iron worker
	Equipment	-	-	-
Type	Classification of difficulty by structure (Simple, Normal, Complex, Very Complex)	Classification of the total amount of steel used	Classification of member type and construction method	
Expenses	Up to 60% of labor cost (factory management fee)	60% of basic steelworks (Insurance premium, indirect labor cost, etc. not included)	60% of standard manufacturing work (Insurance premium, indirect labor cost, etc. not included)	
Premium	-	Absence form, Work difficulty	Calculate the number of people taking into account part type and specific gravity, welding length	
Etc	Construction detail drawing cost separate	Welding work separate		

PC공법 부재와 제작방식이 유사한 PSC거더 제작(제작대 및 정착구 설치→철근 가공 및 조립→쉬즈관 및 정착구 설치→거푸집 조립→콘크리트 타설→강선 설치 및 인장→그라우팅)에서는 주요 작업을 구분하여 항목별 표준품(인/단위당)을 제시하고 있다(Table 6).

Table 6. Items for standard product counting related to on-site production

Produce table	Settlement	Sheath tube	Strand
			
Standard Unit (m)	Standard Unit (m)	Standard Unit (m)	Standard Unit (EA)

3. PC공장제작 표준시공절차 및 제작표준 정립



3.1 PC공법 공장제작 특성 및 구성방안 분석

앞서 국내외 관련 기준에 대한 검토내용을 활용하여 공장 제작 품셈에 필요한 구성요소를 분석하였으며, 본 연구에서는 PC제작 공장의 현장조사를 기반으로 원가특성, 시공특성, 적용기준, 향후 고려사항으로 구분하여 품셈체계 수립에 필요한 구성방안을 제시하였다(Table 7).

Table 7. Composition necessary for the PC method factory production product counting

Item	Application contents
Cost characteristics	<ul style="list-style-type: none"> Optimize productivity through repeated construction using space and facilities in the factory Separate operation of production lines for each member (Beam, Column, Wall, Slab, etc.) Changes in manufacturing cost according to PC construction design conditions Changes in cost such as PC member size, weight, complexity, and the number of times for exclusive use of molds
Construction characteristics	<ul style="list-style-type: none"> Construction by factory facility system Utilize in-factory facilities(Crane, freight vehicle, etc.) Performed step by step by specialized companies for each type of work Mold, rebar, concrete pouring and finishing, etc.
Application criteria	<ul style="list-style-type: none"> Construction standards : Manual production facility standard Applicable work : 3 types of work: mold, rebar, concrete and finishing Input standard : Standard production manpower for each construction stage(Ironsmith, Rebar Worker, Concrete Worker) Standard unit : Based on unit quantity(concrete m³) Premium factor : Productivity change according to member size(unit quantity)
Future Considerations	<ul style="list-style-type: none"> Input change according to difficulty such as production scale and complexity, etc. Changes in productivity due to factory facility system(Automation, etc.)

Table 8. Production Plant Status

Item	Camus E&C (Icheon)	HansungPCC (Asan)
Factory view		
Land area	49,738m ²	168,293m ²
Producing ability	60,000m ³ /y (200m ³ /d)	300,000m ³ /y (1,000m ³ /d)
Storage capacity	10,000 pieces	10,000 pieces
Facility size	Production facilities : 5,184m ² Supplementary facilities : 1,556m ²	Production facilities : 25,517m ² Supplementary facilities : 3,258m ²

3.2 현장조사

공장제작에 소요되는 세부공종의 작업특성을 확인하고 작업절차별 세부 투입요소(단위, 규격, 인력, 장비 등)를 확인하기 위해 제작공장에 대한 현장조사를 수행하였다(Table 8). 주요 조사내용으로 ① 부재별 시공절차, ② 공종별 세부 시공방법 및 특성 분석, ③ 표준품셈 적용성을 확인하였다.




3.3 공종별 세부 시공절차 및 표준품셈 적용성

공장제작 작업특성을 고려하여 몰드조립 및 해체-철근조립-콘크리트 타설-마감으로 구분하여 공종별 세부작업에 대한 요소를 검토하였으며, 소요자원(자재, 인력, 장비 등)과 표준품셈 적용성을 검토하였다. 단, 외주로 제작되어 반입되고 있는 몰드는 재료를 제외한 작업장내 개조, 조립 및 해체 작업을 대상으로 하였으며, 철근과 콘크리트의 재료비는 공급방식이 다양하여 비용 산정 범위에서 제외하였다.

3.3.1 몰드 조립 및 해체

PC부재는 반복 생산과 동일부재 규격 변화에 대응이 용이하도록 강재몰드(거푸집)를 적용하고 있으며, ① 몰드반입(외주가공) ② 몰드 개조 및 조립, ③ 몰드탈형 과정의 작업을 반복적으로 수행한다. 몰드는 설계 도면에 따라 조립이 가능하도록 철판의 형태로 반입되며, 몰드 가공비와 철판 재료를 포함하여 외주비로 계상된다. 가공된 철판은 공장으로 반입된 후 조립과 탈형을 반복하여 사용하며, 재사용이 가능한 몰드의 전용횟수 및 부분적으로 변형하여 재사용하는 개조작업 횟수는 제작비용에 상당한 영향을 미치고 있다(Yun et al., 2021). 몰드 조립 및 해체작업과 유사한 표준품셈 기준으로 [공통 6-3-2 강재거푸집 설치 및 해체/일반] 항목이 있으며, 주요 부재에 대한 몰드 조립 및 해체에 대한 현장조사 결과 표준품셈 소요인력 대비 88~102% 수준으로

Table 9. Mold operation and characteristics

Item	Detailed steps	Description	Unit	Photos
Molds	① Mold import (outsourced processing)	<ul style="list-style-type: none"> Outsourcing application (Separate accounting) Counted as material cost 	separate account	
	② Mold modification and assembly	<ul style="list-style-type: none"> [Standard product count] 6-3-2 Installation and dismantling of steel formwork Application of premiums such as mold remodeling and exclusive use according to PC member specifications and quantity 	m ²	
	③ Mold demolding	<ul style="list-style-type: none"> Including peeling agent application and detection work 	m ²	




조사되어 해당 항목을 몰드 조립 및 해체의 기준 항목으로 적용하였다(Table 9).

또한, 몰드의 개조작업은 부재 형상에 따라 발생 횟수 및 난이도에 편차가 발생하는 특징이 있으나, 본 연구에서는 공장 개조작업의 조사결과를 반영하여 조립 및 설치 1회를 개조 횟수에 반영하였다.

3.3.2 철근 가공 및 조립

철근의 가공 및 조립은 공장 내 가공장에서 ① 철근가공, ② 철근조립(선조립) 및 조립철근 설치의 순서로 작업을 진행한다. 철근 가공은 공장내 가공장에서 별도 제작되는 특징으로 표준품셈 [공통 6-2-4 공장가공]의 적용이 가능하며, 철근조립 및 설치는 [공통 6-2-3 현장설치] 중 인력중심의 반복적 시공기준인 Type- I 유형의 적용이 적합한 것으로 확인하였다. 또한, ③ 강연선의 경우 슬래브 부재를 중심으로 적용되고 있으며, 철근망 설치 시 강연선을 설치 및 인장하고, 양생 후 절단하여 마감하는 작업을 수행한다. 단, 슬래브의 경우 부재생산의 작업효율을 높이기 위해 공장내 별도의 직선형 생산라인 및 설비를 활용하여 다량의 부재를 연속적으로 시공하는 특징이 있다. 이에 강연선 설치 및 절단은 표준품셈 [공통 6-4-1 PSC빔/강연선 설치] 기준을 적용하여 철근 작업과 동일하게 단위중량(ton)당 인력품을 적용하였고, 인장기 등 공장설비를 제경비로 계상하는 것이 적절한 것으로 판단하였다(Table 10).

Table 10. Rebar work characteristics




Item	Detailed steps	Description	Unit	Photos
Rebar	① Rebar machining	• [Standard product count] 6-2-4 Factory processing	ton	
	② Rebar assembly	• [Standard product count] 6-2-3 On-site assembly • Manpower-oriented iterative method (TYPE- I)	ton	
	③ Strand wire installation and tensioning	• [Standard product count] 6-4-1 PSC beam fabrication • 4.strand installation / 5.Seal • Apply to Slab	ton	

3.3.3 콘크리트 타설

콘크리트 타설은 공장여건에 따라 공장 내부 플랜트에 의한 ① 콘크리트 생산과 ② 전용장비를 활용한 콘크리트 타설, ③ 단시간 양생을 위한 증기양생 작업의 순서로 진행한다. 본 연구에서는 콘크리트 생산설비가 없는 중소기업체의 제작환경을 고려하여 외부반입에 의한 콘크리트 타설을 기준으로 반영하였으며, 현장 내 플랜트 및 증기양생에 필요한 설비 운영은 제경비로 계상하는 것이 적절한 것으로 판단하

였다. 현장 내 콘크리트 타설과 양생(3일)에 소요되는 투입 기준으로는 중소기업체의 일생산능력(200m³내외)을 고려하여 표준품셈 [공통 6-1-4 콘크리트 펌프차 타설/200m³이상] 기준을 적용하였다(Table 11).




Table 11. Concrete work characteristics

Item	Detailed steps	Description	Unit	Photos
Concrete	① Concrete production	• Operation of a production plant within the factory or bringing it in from outside • Reviewed as material cost	m³	
	② Concrete pouring	• [Standard product count] 6-1-4 Concrete pump car pouring	m³	
	③ Steam curing	• Steam curing after pouring concrete(3 days)	Time	

3.3.4 마감

몰드, 철근, 콘크리트의 주공정 이후 콘크리트 타설면에 대한 ① 면마무리 및 ② 품질 검수, ③ 야적장 적재를 위한 이동 등 후속작업을 독립적인 인력에 의해 수행한다. 면마감 작업은 표준품셈 [건축 9-2-1 콘크리트 면마무리] 항목을 적용할 수 있는 것으로 조사되었으며, 완성된 PC부재를 출하전까지 적재할 수 있는 야적장의 운영에 필요한 공장내 크레인 및 운반트럭은 공장 규모에 따라 상시 가동장비를 활용하고 있어 공장 제경비에 포함하는 것이 적절한 것으로 보여진다(Table 12).

Table 12. Finishing work characteristics

Item	Detailed steps	Description	Unit	Photos
Finishing	① Surface finish	• [Standard product count] 9-2-1 Concrete face finish • Surface finishing work such as hole filling and grinding of irregularities	EA	
	② Inspection		EA	
	③ Yard loading	• Utilize cranes and trucks in the factory • Review at factory expense	EA	

4. 표준품셈 체계구성

4.1 공장생산 품셈 적용기준 및 범위

앞서 PC공법의 제작 단계별 세부 작업내용과 투입요소, 관련 표준품셈을 분석하여 공장제작 품셈의 필요요소를 확인하였으며, 공장제작 품셈의 적용기준 및 범위, 특징을 다음과 같이 구성하였다<Table 13>.

Table 13. Standards and scope of count application

Item	Application criteria	Main Content
Production type	Manual production	• Manual production by manpower - After : Review according to the level of automation equipment
Input calculation	Direct labor cost	• Suggestion of labor based on factory production
Input resources	Material	• Main material and Consumable materia : material cost calculation(separately)
	Labor	• Representative occupations by type of work (ironsmith, rebar worker, concrete worker)
	Equipment	• Input facility : application of expenses
Type	By member	• column/beam/wall/slab
Unit	m	• Application of the production standard per m

또한, 공종별로 적용한 표준품셈 항목과 주요 반영기준은 다음과 같다<Table 14>.

Table 14. Applied product counting and review criteria for each item

Item	Description	Standard product count item	Review Content
Mold	Modification	Material cost calculation	Review the number of times for exclusive use of the mold
	Assembly and demolding	6-3-2 Installation and dismantling of steel formwork	Reflection of construction standards using cranes
Rebar	Machining	6-2-4 Factory processing	Manpower-oriented iterative method (TYPE- I)
	Assembly and Installation	6-2-3 On-site assembly	-
	Strand wire installation and tensioning	6-4-1 PSC beam fabrication 4.strand installation / 5.Seal	-
Concrete	Production	Material cost calculation	-
	Pouring and curing	6-1-4 Concrete pump car pouring	Reflection of pouring 200m ³ amount standard
Finishing	Surface finish, inspection	9-2-1 Concrete face finish	Reflection of manpower construction standards
	loading, carrying	Rection of expenses	Cranes, freight vehicles, etc.

4.2 공종별 투입자원 및 적용기준

4.2.1 몰드

1) 몰드의 사용횟수

PC구조 공동주택 시범단지의 1,301개 부재를 대상으로 부재의 형태, 시공위치, 규격 등을 고려하여 전체 58개 부재의 사용횟수를 분석한 결과 비교적 형태가 단순한 기둥 및 슬래브의 사용횟수는 평균 40~50회 수준으로 조사되었으며, 규격의 변화가 다양한 보와 벽체의 사용횟수는 20회 이하 수준으로 조사되었다<Table 15>. 분석결과 표준품셈의 [공통 6-3-2 강재거푸집 설치 및 해체/1.사용횟수/약간 복잡한 구조(40~50회)] 적용이 적절한 것으로 판단된다. 단, 몰드의 사용횟수는 설계조건에 따라 차이가 크고 사용횟수에 따른 비용변화가 크게 나타나고 있어 실질적인 설계수량에 의한 사용횟수의 적용이 필요(주기사항 반영)한 것으로 분석되었다.

Table 15. Number of times of mold use (apartment house)

Item	Type (EA)	Qty. (EA)	Nmb of uses (number)			Mold size (m ²)		
			AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.
WALL	25	347	14	53	2	3.2	7.8	0.7
GIRDER	19	292	15	64	1	9.7	28.1	2.2
COLUMN	4	168	42	56	16	5.1	7.5	4.1
SLAB	10	494	49	192	12	1.1	3.2	0.5
SUM	58	1,301	-	-	-	-	-	-

2) 몰드 조립 및 해체

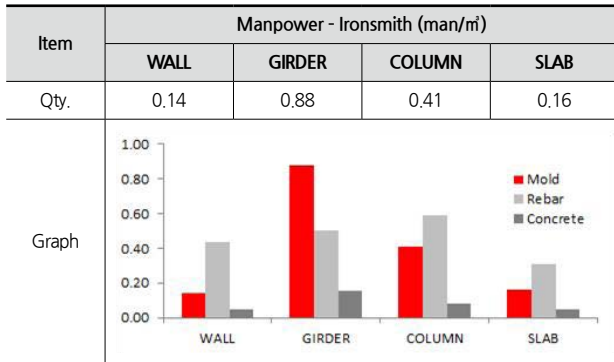
몰드 조립 및 해체는 크레인으로 인양하여 인력으로 강재 판넬을 볼트로 조립하는 작업을 수행하여 표준품셈 [공통 6-3-2 강재거푸집 설치 및 해체/일반유형]의 품을 적용하였다. 일반유형은 제작장 환경에서 강재거푸집을 조립해체하는 기준으로 몰드의 조립 및 해체작업과 가장 유사한 작업이다. 분석결과 몰드는 부재별 0.48m²~28.10m²까지 다양하게 발생하고 있으며, 부재별 개소당 투입은 보-기둥-벽-슬래브의 순으로 투입이 발생하고 있다<Table 16>. 공장생산 기준단위(m²)당 투입도 동일한 순서로 분석되었는데 이는 부재 생산에 필요한 콘크리트 수량 대비 몰드의 조립 면적의 차이에 의한 것으로 보인다. 또한, 개조 작업의 경우 해

Table 16. Resource input by member

Item	Qty. (EA)	Mold size (m ²)			Manpower input (man)			Equipment input (hr)		
		AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.
WALL	347	3.38	7.82	0.73	0.29	0.68	0.06	0.15	0.36	0.03
GIRDER	292	10.02	28.10	2.17	0.87	2.44	0.19	0.46	1.29	0.10
COLUMN	168	5.16	7.46	4.10	0.45	0.65	0.36	0.24	0.34	0.19
SLAB	494	0.93	3.23	0.48	0.08	0.28	0.04	0.04	0.15	0.02

당 규모의 몰드 조립 및 해체 작업 1회 기준의 인력을 동일하게 반영하는 것이 적정한 것으로 조사되었다(Table 17).

Table 17. Mold assembly and disassembly / input product per unit quantity (m²)



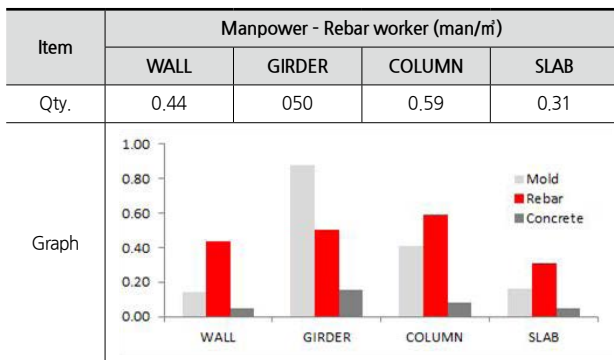
4.2.2 철근

PC부재의 철근 가공 및 조립은 공장내 특정위치(가공장, 조립장)에서 가공장비(만곡기, 절곡기, 크레인 등)를 사용한 반복적인 대규모 작업으로 건설공사 표준품셈 [공통공사 6-2 철근/TYPE- I]과 동일하게 작업이 진행된다. 분석결과 부재별 철근의 투입은 부재 유형과 크기에 따라 0.01ton~0.97ton까지 발생하는 것으로 조사되었다(Table 18). 이러한 규격별 철근투입 분포는 부재별 설계특성 및 난이도가 반영된 것으로 개별 부재의 인력투입은 철근 수량에

Table 18. Resource input by member

Item	Qty. (EA)	Rebar and Strand (ton)			Manpower input (man)			Equipment input (hr)		
		AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.
		WALL	347	0.35	0.97	0.06	0.90	2.49	0.14	Crane lifting time 0.5 Tensile time 0.51
GIRDER	292	0.19	0.42	0.03	0.50	1.08	0.08			
COLUMN	168	0.25	0.43	0.17	0.65	1.12	0.43			
SLAB	494	0.05	0.14	0.01	0.16	0.41	0.03			

Table 19. Rebar Assembly/input product per unit quantity (m²)



비례하여 벽-기둥-보-슬래브 순으로 투입이 증가하고 있으나, 콘크리트 수량(m³)당 투입 인력은 기둥-보-벽-슬래브의 순으로 발생하는 것을 확인하였다. 단, 몰드와는 달리 부재에 따른 품의 차이는 크게 발생하지 않는 것으로 조사되었다(Table 19).

4.2.3 콘크리트 및 면정리

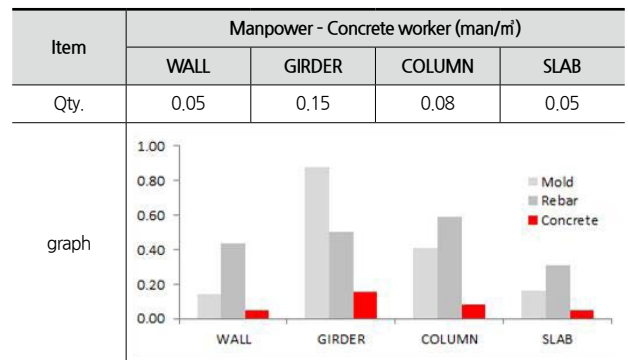
콘크리트 타설은 공장 환경에 따라 전용 타설장비(콘베이어 등)를 사용한 타설 작업이 이루어지고 있어 현장 시공과는 시공조건과 생산성에 차이가 있다. 본 연구에서는 보편적인 공장별 일일 생산량(200m³이상)을 고려하여 표준품셈 [공통 6-1-4 콘크리트 펌프차 타설]을 기준으로 하였으며, 작업조건 중 일 타설능력 200m³ 이상을 기준으로 단위당(m³) 인력 및 장비의 투입을 산정하여 적용하였다. 또한 몰드 탈형 후 연마기를 사용한 면정리 작업으로 표준품셈 [건축 9-2-1 콘크리트 면정리]항목을 적용하여 해당 인력을 추가 반영하였다. 표준인력은 콘크리공, 특별인부, 견출공(면정리), 보통인부의 투입이 있으나, 공장제작 특성을 반영하여 콘크리트공을 기본인력으로 산출하였다. 분석결과 몰트 설치 및 해체, 철근공사와 달리 콘크리트 타설은 일정 작업인력(4인)에 의한 작업이 진행되고 있어 해당 작업조를 표준품셈 항목에 적용하여 기준인력을 산출하였다(Table 20).

분석결과 콘크리트 타설 및 면정리는 보-기둥-벽체/슬래브의 순서로 투입인력이 발생하는 것으로 조사되었다. 이는 동일 부재를 대량으로 제작하는 벽체/슬래브와 달리 보와

Table 20. Resource input by member

Item	Qty. (EA)	Concrete (m ³)			Manpower input (man)			Equipment input (hr)		
		AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.	AVG	MAX.	MIN.
WALL	347	2.24	5.14	0.18	0.09	0.18	0.01	0.04	0.10	0.00
GIRDER	292	1.64	10.16	0.12	0.15	0.56	0.03	0.03	0.19	0.00
COLUMN	168	1.13	1.59	0.71	0.09	0.12	0.06	0.02	0.03	0.01
SLAB	494	0.52	0.98	0.16	0.02	0.06	0.01	0.01	0.02	0.00

Table 21. Concrete and surface finish / input product per unit quantity



기동의 경우 일일 생산 가능한 부재 수량이 제한적인 시공 특성이 반영된 것으로 보인다<Table 21>.

4.3 표준품셈 체계구성

본 연구에서는 현장조사와 관련기준 검토결과를 토대로 실무에서 활용할 수 있는 품셈체계를 마련하여 제시하였다. 체계구성은 1)품 단위기준 및 적용범위 2)품의 구성 3)품의 보정 3단계로 진행하였으며, 품셈체계는 표준품셈 제정절차를 준용하고, 품셈 원가관리 전문가를 통해 구성의 적정성과 활용성을 확인하였다<Fig. 2>.

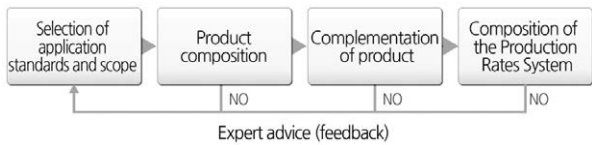


Fig. 2. Process of the Production Rates System Composition

다만, 제작비용 중 재료비는 시장환경에 따른 적용이 필요하며, 제경비는 공장의 규모, 자동화 수준, 운영방식에 따라 차등하여 적용할 필요가 있다. 따라서, 유사 공장제작 표준품셈과 동일하게 직접노무비를 계상할 수 있는 품 기준을 제시함으로써 이를 통한 개략적인 제작원가의 적정성을 확인할 필요가 있다.

4.3.1 품 단위기준 및 적용범위

PC공법 공장제작의 작업 공종으로 몰드-철근-콘크리트 및 마감 작업을 적용하였으며, 적용부재는 기동-보-벽체-슬래브를 대상으로 하였다. 공장제작의 공종별 품셈 적용단위는 작업특성을 고려하여 몰드 면적(㎡), 철근 중량(TON), 콘크리트 체적(㎡), 면정리 면적(㎡)을 기준으로 하고 있으나, 각각의 작업공종을 공장생산의 물량단위인 체적(㎡)으로 환산하여 적용하였다. 이는 ① 설계 및 공장제작 적용 작업단위 활용, ② 부재별 주요 시공절차(몰드-철근-타설 및 마감) 동일, ③ 공사비 산정 및 적용의 편의성을 고려한 것으로 향후 일당 시공량 등 공사기간 산출, 생산성 변화 확인 등

Table 22. Product coverage and units

Item	COLUMN	GIRDER	WALL	SLAB	Unit
Mold	○	○	○	○	• Standard : TON • Application : ㎡ • Excluding production • Renovation work is the same as installation and dismantling
	○	○	○	○	
Rebar	○	○	○	○	• Standard : TON • Application : ㎡ • Factory production standards
	○	○	○	○	
Concrete	○	○	○	○	• Application : ㎡
Finishing	○	○	○	○	• Application : ㎡
Etc	• material : separate account • Factory equipment (lift included) : reflection of expenses				

에 있어 품의 활용성을 높일 수 있는 기준으로 판단하였다. 또한, 공종별로 잡재료와 공장제작 설비와 크레인 등 양중장비가 사용되고 있으나 이는 공장제작 환경에 따른 제경비로 판단되어 품의 제시범위에서 제외하고 주기사항에 별도 반영하였다<Table 22>.

4.3.2 품의 구성

본 연구에서는 공장제작에 대한 현장실태 확인과 표준품셈 연계항목의 적용성을 검토하여 적정공사비 산정에 필요한 직접투입 인력의 공수를 산출하였다. 품 구성의 기본단위를 ㎡로 하였으며, 직접노무비 계상을 위한 부재별 인력투입 기준을 제시하였다<Table 23>.

Table 23. PC member factory production unit product (Labor)

Item	Qty. (EA)	Total quantity (㎡)	unit quantity (㎡/merber)			man power (man/㎡)			Total
			AVG	MAX.	MIN.	ironsmith	rebar worker	concrete worker	
WALL	347	789.2	2.24	5.14	0.18	0.14	0.44	0.05	0.62
GIRDER	292	392.9	1.64	10.16	0.12	0.88	0.50	0.15	1.53
COLUMN	168	186.5	1.13	1.59	0.71	0.41	0.59	0.08	1.08
SLAB	494	237.4	0.52	0.98	0.16	0.16	0.31	0.05	0.52

표준품셈의 인력구성은 기능공과 조공(보통인부)의 조합으로 반영하는 것이 일반적이거나, 공장제작 품셈(철골 등)에서는 대표 기능인력(철골공 등)의 수량을 산출 기준으로 제시하고 있다. 단, PC부재의 제작은 독립적인 작업조에 의해 수행되는 몰드-철근-콘크리트 타설이 포함되어 각각의 공종별 대표직종을 품 요소로 제시하였다. 몰드의 개조, 설치 및 해체는 형틀작업의 특성과 부재(철판)의 특성을 모두 검토하였으며 실질적인 작업내용(절단, 용접 등)을 고려하여 철판공4를 주기능 인력으로 적용하였다. 철근 가공 및 조립은 독립 작업팀에 의해 작업이 발생하여 철근공3을 주기능 인력으로 적용하였고, 콘크리트 타설과 마감은 콘크리트공과 미장공이 투입되고 있으나 작업 연속성과 실 투입인력의 특성을 반영하여 콘크리트공으로 구성하였다.

4.3.3 품의 보정

본 연구는 공동주택 PC부재를 대상으로 부재별 공장제작에 필요한 표준작업인력을 제시하고 있다. 그러나 공동주택 외 물류공장, 쇼핑몰 등 대형건물 PC부재에 적용되는 규격이 상이하게 발생하고, 부재 생산에 대한 난이도의 변화가 보여지고 있어, 부재 규격에 따른 보정 기준이 필요한 것으로 확인하였다. 부재의 규격은 생산단위(㎡)를 기준하고 있

3) 철판공 : 철판을 주재료로 하여 절단, 가공, 조립, 해체 등의 작업에 종사하는 사람

으며, 공동주택에서는 6㎡이하 규격의 부재가 일반적으로 적용되었으나, 부재 규격이 큰 대형건물 등의 시공사례를 고려하여 최대구간을 12㎡까지 확대하여 제시하였다<Table 24>.

개별 부재의 규격별 생산성 분석결과 부재의 크기가 커질수록 생산성이 증가하는 변화를 보이고 있으며, ±2㎡ 급간에서 차이성을 보이고 있어, 공동주택을 대상으로 사용량이 가장 많은 규격(65%이상)을 표준규격으로 적용하고 부재 규격(㎡) 변화에 ±보정값 적용이 가능하도록 6개 구간으로 구분하여 해당 범위내에서 적용할 수 있도록 할증 요율(%)로 제시하였다<Table 25>. 향후 조사범위를 확대하여 적정 등급 기준과 변화폭에 지속적인 보완이 필요할 것으로 판단된다.

Table 24. Distribution of PC members in apartment house

Item (under)	WALL		GIRDER		COLUMN		SLAB	
	Qty. (EA)	Distrib ion rate (%)	Qty. (EA)	Distrib ion rate (%)	Qty. (EA)	Distrib ion rate (%)	Qty. (EA)	Distrib ion rate (%)
0.1㎡	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5㎡	6	1.7	25	8.6	-	-	294	59.5
1.0㎡	21	6.1	36	12.3	18	10.7	200	40.5
1.5㎡	64	18.4	151	51.7	132	78.6	-	-
2.0㎡	64	18.4	76	26.0	18	10.7	-	-
2.5㎡	45	13.0	-	-	-	-	-	-
3.0㎡	66	19.0	-	-	-	-	-	-
3.5㎡	31	8.9	-	-	-	-	-	-
4.0㎡	25	7.2	-	-	-	-	-	-
4.5㎡	15	4.3	-	-	-	-	-	-
5.0㎡	9	2.6	-	-	-	-	-	-
6.0㎡	1	0.3	-	-	-	-	-	-
10.0㎡	-	-	1	0.7	-	-	-	-
12.0㎡	-	-	1	0.7	-	-	-	-

Table 25. Changes in the standard workforce

Item	WALL		GIRDER			COLUMN		SLAB
	1.0more than ~3.0under	1.0more than ~3.0under	3.0㎡ under	5.0㎡ under	7.0㎡ under	9.0㎡ under	12.0㎡ under	
Standard specification (㎡)	1.0more than ~3.0under	1.0more than ~3.0under	1.0more than ~3.0under	1.0more than ~3.0under	1.0more than ~3.0under	1.0more than ~3.0under	1.0under	
Premium rate (Slab except)	Item	1.0㎡ under	3.0㎡ under	5.0㎡ under	7.0㎡ under	9.0㎡ under	12.0㎡ under	
	Premium rate(%)	122	100	76	58	45	34	

4.3.4 품의 체계

PC부재 공장제작에 필요한 품셈은 기둥, 보, 벽체, 슬래브의 부위로 구성하고 기능인력(철판공, 철근공, 콘크리트공)의 단위(㎡)당 공수를 제시하였으며, 부재의 표준규격 변화

에 대한 보정 계수를 반영하였다. 또한, 품의 설명(주기사항)에는 다음 내용을 반영하여 적정 비용 산출이 가능하도록 하였다<Table 26>.

- ① 기본공수에는 작업보조 인력이 포함되어 있다.
- ② 공장제작에 따른 제경비는 공장설비 자동화 수준에 따라 별도 계상하며, 기본공수에 따른 노무비에 포함되지 않는다.
- ③ 몰드 작업은 설치 및 해체의 1회 작업을 기준으로, 개조 작업이 필요한 물량은 철판공을 1회(100%) 추가하여 적용한다.
- ④ 규격의 범위를 벗어나는 경우 개별 부재 크기를 고려하여 기본인력에 보정계수를 곱하여 적용한다.

Table 26. PC member factory production product counting system

Item	WALL		GIRDER			COLUMN		SLAB
Standard specification (㎡)	1.0more than ~3.0under		1.0more than ~3.0under			1.0more than ~3.0under		1.0under
Labor	Ironsmith	0.37	0.60			0.15		0.16
	Rebar worker	0.54	0.34			0.46		0.31
	Concrete worker	0.07		0.11			0.05	
Premium rate (Slab except)	Item	1.0㎡ under	3.0㎡ under	5.0㎡ under	7.0㎡ under	9.0㎡ under	12.0㎡ under	
	Premium rate(%)	122	100	76	58	45	34	
Cycle matter	• material : separate account • Factory equipment (lift included) : reflection of expenses							

4.3.5 전문가 자문

본 연구에서는 공장제작 시공절차 및 관련 표준품셈 분석(현장조사), 공종별 투입량 산정, 표준품셈 체계구성의 단계별로 연구를 수행하였으며, 각 단계별로 공장실무, 품셈원가, PC공사 전문가의 자문을 통해 개발 품셈의 적정성 및 활용성을 확인하였다. 현장조사 단계에서는 PC공장 관리 및 투입실태, 제작비 산정을 위한 필요요소를 확인하였고, 품셈체계 구성 단계에서는 체계 구성 및 비용 산정 범위의 적정성을 확인하였다. 주요 전문가의견 및 반영 내용은 다음과 같다.

5. 결론

PC공법은 시공환경을 공장제작-운반-현장조립 단계로 수행되며, 건설현장의 품질향상과 안전 확보에 용이한 공법 특성으로 인해 최근 건설공사에서 공법 확대를 위한 활발한

Table 27. Expert advice on the Development and Research of the production rates system

Item	Factory practice expert	Construction cost expert	PC method expert
Advice content	<ul style="list-style-type: none"> • Operation and management of PC factory • Construction procedure for each PC manufacturing process • Necessary factors for cost estimation 	<ul style="list-style-type: none"> • Composition direction of production rate system • Propriety on input composition 	<ul style="list-style-type: none"> • Suitability of calculating PC production cost • Availability of factory production rates
Expert advice	<ul style="list-style-type: none"> • Classify and manage manufacturers by process of mold, reinforcing bar, and concrete using the factory operation system • Need to reflect work such as face treatment • Equipment such as cranes are supported by the factory 	<ul style="list-style-type: none"> • It is necessary to analyze the unit standard in consideration of the standard process and work range • It is necessary to change the product according to the weight and size of the PC member 	<ul style="list-style-type: none"> • Contributing to the preparation of factory production budget calculation • It is necessary to consider the conditions for various types such as apartment houses and distribution centers
Gathering opinions	<ul style="list-style-type: none"> • Reflected in manpower composition and work scope • Separately reflected material cost 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflecting the production rate system of unit-based • Reflection of premium according to standard 	<ul style="list-style-type: none"> • Review of follow-up research on production system and construction type

연구가 진행되고 있다. 이에 따른 PC공법의 활성화화를 위한 PC공사의 적정 공사비 산출기준 제정은 정책적 제도 정비의 필수 요소로 시급한 기준정립이 필요하다 볼 수 있다. 본 연구에서는 PC공법의 공장제작을 대상으로 적정공사비 산정 기준 정립을 위한 현장실태 확인과 작업별로 연계된 표준품셈 항목을 분석하여 품셈 체계를 제시하였다.

첫째, 현장조사를 통해 PC공법 공장제작에 필요한 공종을 구분하고, 공종별 세부 시공절차와 투입요소를 확인하였다. 공장제작 작업은 몰드-철근-콘크리트-마감 작업으로 구분이 필요하며, 각각의 공종별로 별도의 작업팀이 할당되어 제작 작업이 연계 시공되는 특징이 있다.

둘째, 공종별 품셈 구성 및 노무투입량 산출에 기준이 되는 표준품셈 항목을 선정하였으며, 해당 항목을 분석하여 표준 작업인력을 도출하였다.

① 몰드 : [공통 6-2-3 강재거푸집 설치 및 해체/일반구조물]

- 개조작업 : 설치 및 해체의 1회 추가 적용

② 철근 : [공통 6-2 철근/TYPE-1]

③ 콘크리트 타설 및 마감 : [공통 6-1-4 콘크리트 펌프차 타설/200m² 이상], [건축 9-2-1 콘크리트면 정리]

- 공장제작 실 소요인력 작업조 반영

셋째, 기둥/보/벽체/슬래브의 부재별 기능인력을 기준으로 품셈을 구성하였으며, 표준생산규격을 명시하여 부재의 규격변화에 따른 보정기준을 제시하였다.

① 품셈구조 : 생산능력(m²)기준의 부재별 기본공수(철관공, 철근공, 콘크리트공) 제시

② 적용범위 : 직접노무비 계상 기준 제시
- 재료비, 제경비 별도계상

③ 품의 보정 : 개별 부재의 규격 변화에 따른 보정

본 연구에서는 PC공법의 공장제작과 관련하여 공사비 산정에 필요한 품셈체계와 직접노무비 산정기준을 제시하였다. 본 연구의 결과는 공장제작에 소요되는 투입 요소와 소요 비용의 추정을 용이하게 함으로서 현재 견적가격에 의존하고 있는 PC공법의 공사비를 객관적으로 검증할 수 토대 마련에 일조할 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 본 연구는 인력중심의 수동식 생산을 한정하고 있으며, 직접노무비 산정을 위한 표준인력의 공수만을 제시한 한계점을 지니고 있다. 본 연구결과를 바탕으로 향후 다양한 PC유형에 대한 제작 실태를 확인하여 본 연구에서 제시한 표준인력에 대한 지속적 보완이 필요할 것으로 보이며, 공장생산 시스템(자동화, 반동화 등) 발전에 따른 생산성 변화를 반영할 수 있는 보정 기준과 제경비율 산정 등의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21ORPS-B158109-02).

References

Gordian (2021). "RS Means Construction Cost Database." Gordian, America, <https://www.rsmeansonline.com> (AUG. 08, 2022).

Huh, Y.K., Kim, K.U., and Kim, K.W (2013). "Labor Productivity and Indirect Cost Rates of Steel Factory." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, AIK, 29(6), pp.123-131.

Kwon, S.C., Kyung, K.S., Kim, K.J., and Park, H.Y (2007). "Evaluation of Economical Efficiency of Standard Quantity per Unit by Change of Resource Quantity per Unit." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, KSCE, 27(4D), pp. 517-524.

Lee, H.S., Lee, C.H., Lee, J.W., and Noh, H.S (2021). "A study on the Composition of the Production Rates System

- to Prepare Standards for Calculating the Construction Cost of PC Structure Apartments Based on Off-Site Construction (OSC).” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 22(6), pp. 96-106.
- Lee, J.H., Pakr, M.S., Lee, H.S., Lee, K.P., and Hyun, H.S (2015). “Application of Activity-Based Costing(ABC) for Modular Building Construction Indirect Costs Calculation at the Manufacturing Stage.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 16(4), pp. 139-145.
- Lee, K.B., Kim, K.R., Shin, D.W., and Cha, H.S (2011). “A Proposal for Optimizing Unit Modular System Process to Improve Efficiency in Off-site Manufacture, Transportation and On-site Installation.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 12(6), pp. 14-21.
- Shin, W.S., and Son, C.B (2014). “Analyzing of the Construction Standard Production Unit (CSPU) and Developing of the Simulation Model on PC Project.” *Journal of the Architectural Institute of Korea*, AIK, 30(11), pp. 89-96.
- Woo, Y.M., Song, J.K., Cho, K.M., Lee, H.J., Koo, K.J., Hong, T.H and Hyun, C.T (2007). “Key Influence Factors for Efficient Cost Management of Design Stages.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 8(2), pp. 176-184.
- Yun, W.G., Shin, E.Y., and Kang, T.K (2021). “Analysis of Factors for Improvement of Economic Feasibility of Construction Cost to Spread Application of OSC Construction Method for Apartment Housing.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 22(6), pp. 55-63.

요약 : 최근, OSC(Off-Site Construction)기반 PC구조의 활성화를 위한 제도적 기반 마련의 일환으로 적정공사비 산정에 필요한 품셈 개발을 요구받고 있다. PC공법의 공사비는 공장제작-운반-현장설치의 단계로 구성된다. 최근 운반과 현장 설치의 부재(subsidiary materials)별 현장실태 조사 결과를 반영한 표준품셈 체계(standard product calculation system)를 제시하는 등 관련 연구가 진행되고 있다(Lee et al., 2021). 반면, 공장 제작 공사비 산정과 관련된 연구는 전무한 실정이다. 본 연구에서는 PC 공법의 공장제작 공사비 산정기준 마련을 위해 공장 제작 환경에 활용할 수 있는 품셈 체계를 제시하였다. 이를 위해 시공절차에 따른 작업 공종을 도출하였으며, 공종별로 연계된 표준품셈을 분석하여 작업 특성에 적합한 표준 투입인력을 산출하였다. 품셈 체계는 PC부재의 현장설치와 동일하게 기둥, 보, 벽체, 슬래브 부재로 구성하였으며, 공종별 기능공을 기준으로 부재별 기본공수를 제시함으로써 직접노무비의 산출이 가능하도록 하였다. 또한, 개별 부재의 규격(m²)에 따라 생산성이 변화되는 특성을 고려하여 부재 크기를 품의 할증 요소로 제시하였다. 본 연구결과는 현재 견적에 의해 재료비로 계상되는 PC공법의 공장제작 비용을 객관적으로 검증할 수 토대 마련에 기여할 수 것이다.

키워드 : OSC (Off Site Construction), 표준품셈, Precast Concrete, Expenses of Construction, 공장제작
