

Form-LPSRC 기둥 개발 및 적용 연구

Construction Application of a Newly Developed Form-Latticed Prefabricated Steel Reinforced Concrete Column

백 호 진¹

이 승 환^{2*}

김 수 영³

Baek, Hojin¹ Lee, Seung-Hwan^{2*} Kim, Sooyoung³

Industrial & Environmental Project Management Group, Samsung Engineering Co., Ltd., Gangnam-Gu, Seoul, 135-856, Korea ¹

President, Sencoretech. Inc., Yeongdeungpo-Gu, Seoul, 150-040, Korea ²

Department of Architecture & Architectural Engineering, Seoul National University, Gwanak-Gu, Seoul, 136-777, Korea ³

Abstract

Shortening the construction duration of structural frame work is extremely important because the work accounts for a major percentage of all cost and duration in large projects. For this reason, new construction methods to reduce the duration of structural frame work are being continuously studied and developed. A PSRC composite column, which uses steel angles instead of H-beams, has the advantages of flexural strength and ductility. Moreover, with this PSRC technique, conventional work for reinforcing bars in columns in practice can be skipped. However, one limitation exists in which the form work is still required. This research proposes a Form-LPSRC column method that is prefabricated with the column frame that includes permanent forms attached. Feasibility was examined with mock-up specimens and finally, the technique applied to real practice. Compared to the conventional SRC column method, this study demonstrated that the proposed technique has many advantages in construction duration, cost, quality, safety and environment.

Keywords : form-latticed prefabricated steel reinforced concrete, structural frame work, field application

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근의 건설 프로젝트는 금융비용 및 현장 인건비의 상승, 조기 완공에 따른 이익 증대 등의 이유로 공사기간 단축이 가장 큰 화두가 되고 있다. 특히 골조공사는 프로젝트의 전체 공사비 및 공사기간에서 차지하는 비율이 매우 높으

며, 대형 프로젝트에서 골조공사 공기단축은 프로젝트의 성패를 결정하는 중요한 요소가 되고 있다. 이에 기존의 철근 콘크리트(Reinforced Concrete; RC) 공법을 대체하기 위한 신기술 및 신공법이 지속적으로 연구 및 개발되어 오고 있다.

초고층 등 대형 건축물의 증가에 따라 콘크리트에 강재를 매입하는 SRC(Steel Reinforced Concrete) 기둥의 적용이 증가하고 있다. SRC 기둥은 기존의 RC 기둥보다 높은 휨강도와 연성도를 가지며, 연성 확보가 용이한 것으로 기존 연구에서 보고되었다[1,2]. 그러나 SRC 기둥의 휨저항 성능을 높이기 위해서는 강재를 최대한 기둥 단면의 모서리에 배치하는 것이 효과적이며[3], 공기단축을 위해서는 프리캐스트를 통해 현장에서의 작업을 최소화하는 것이 필요

Received : May 12, 2014

Revision received : July 14, 2014

Accepted : July 14, 2014

* Corresponding author : Lee, Seung-Hwan

[Tel: 82-2-2629-3185, E-mail: shlee@senkuzo.com]

©2014 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

하다[4]. 이에 Hwang et al[3], Eom et al[5] 등은 H형강 대신 앵글을 사용하는 PSRC 합성기둥(Prefabricated Steel Reinforced Concrete Composite Column)을 개발하였으며, 이는 기존의 SRC 기둥에 비해 휨에 대한 강성 및 강도가 더 높으며[5], 공장에서 앵글과 철근을 조립하여 일체화하기 때문에 현장에서의 철근작업이 생략되고, 기둥-보 접합부의 일체화가 가능하다는 장점이 있다[3]. 그러나 여전히 현장에서의 거푸집작업이 필요하고, 이에 영구거푸집까지 일체화하여 공장에서 선조립하여 공기단축 및 시공성을 향상시키기 위한 새로운 공법 개발의 필요성이 제기되었다.

본 연구는 기존의 PSRC 공법을 기초로 하여 영구거푸집까지 선조립하여 시공하는 Form-LPSRC(Form-Latticed Prefabricated Steel Reinforced Concrete) 공법 개발에 그 목적이 있다. 또한 Mock-up test를 통하여 적용 가능성을 검토하였으며, 해당 공법을 실제 현장에 적용하여 기존 공법인 SRC와 공사기간, 공사비, 품질 및 안전 측면에서 비교함으로써 그 적용효과를 분석하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 기존의 골조 기둥 공법을 비교하고, PSRC 기둥 및 골데크 영구거푸집의 특징에 대해 고찰하였다. 이를 바탕으로 영구거푸집과 PSRC를 일체화하여 선조립하는 Form-LPSRC를 개발하고, Mock-up test 및 현장 적용을 통해 현장 적용성을 분석하는 순서로 연구를 진행하였다. 사례 현장은 지상 5층, 연면적 90,160m² 규모의 제약공장 건물이며 지상 5개 층에 Form-LPSRC 기둥이 적용되었다. Figure 1은 본 연구의 절차를 도식화한 것이다.

2. 예비적 고찰

2.1 기존 골조 기둥 공법 비교

Table 1은 기존의 골조 기둥 공법을 비교한 것이다. 가장 전통적인 방법인 RC 공법은 타 공법에 비해 공사비가 가장 저렴하다는 장점이 있으나, 현장에서 철근을 배근하고 콘크리트를 타설해야 함으로 인해 공사기간이 길다는 단점이 있다. PC(Precast Concrete) 공법은 건식 공법으로서 현장에서의 작업량을 최소화할 수 있으나, 내진 접합이 불리하고 양중 시 부재의 무게가 과다하다는 단점이 있다. 철골

공법은 비교적 고비용이고 내화피복이 필요하다는 단점이 있으며, SRC 공법은 강도면에서 우수하나 RC 공법과 마찬가지로 현장공정이 많다는 단점이 있다.

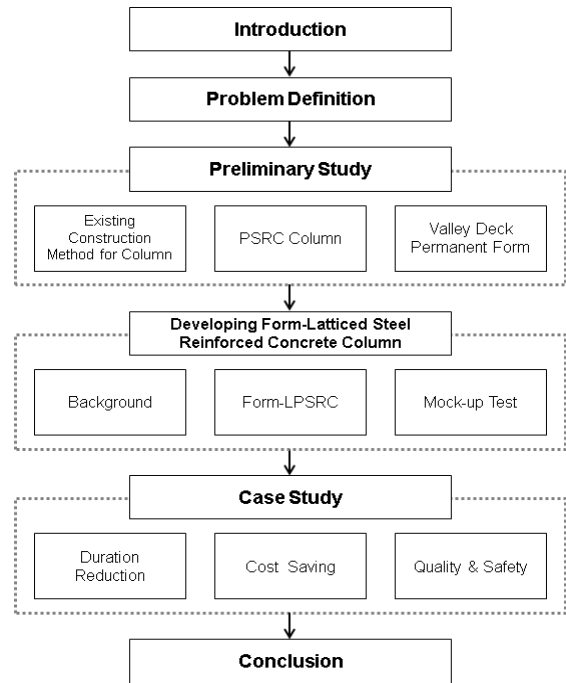


Figure 1. Research process

Table 1. Existing construction methods for column

	RC	PC	Steel	SRC
Cross Section				
Economic	100%	105~115%	130~140%	120~130%
Duration	10day/FL	6day/FL	4day/FL	6day/FL
Quality	Influenced by the human factors	Weak to seismic connections	Need to fireproofing protections	Complicated beam-column connection
etc.	Much field works	Heavy lifting	Dry construction method	Much field works

2.2 PSRC 기둥

SRC 기둥은 기둥 중심부에 강재가 위치하여 휨저항이 비효율적이라는 단점이 있다. PSRC 기둥은 이러한 단점을 보완하기 위해 기둥 단면 최외곽에 철골물량을 집중하여 휨내력을 향상시킨 기둥으로, 단면계수, 2차모멘트 및 팔길이의 증가로 철골/SRC 기둥 대비 원가 절감이 가능하다는 장점

이 있다. 기존 연구에서는 PSRC 기둥의 압축내력[6], 휨내력[7], 반복가력[3], TSC합성보-PSRC 기둥 접합부에 대한 주기하중 실험[8]을 통해 SRC 기둥 대비 우수한 압축내력 및 휨내력을 확인하였으며, 내진접합부가 중간모멘트골조(Intermediate Moment Frame; IMF)[9] 및 특수모멘트골조(Special Moment Frame; SMF)[10,11] 조건을 충족시키는 것을 확인하였다. Figure 2는 PSRC 기둥의 상세를 나타낸 것이다.

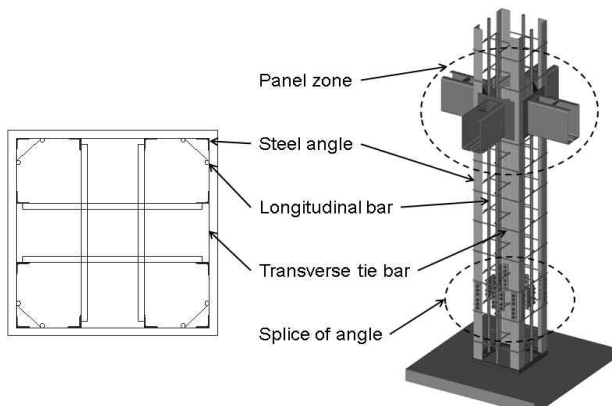


Figure 2. PSRC column

2.3 골데크 영구거푸집

PSRC 기둥은 공장에서 모든 강재를 선조립하기 때문에 품질관리가 용이하고, 시공 중 자립도 및 수직도가 우수하며 PSRC 기둥 골조에 의존하여 거푸집을 부착할 수 있다는 장점이 있다. 이에 T공장 프로젝트에서는 일부 PSRC 기둥에 대해 시스템거푸집 대신 4.5mm 두께의 강판으로 이루어진 영구거푸집을 용접하는 방식으로 PSRC 기둥과 거푸집을 일체화하는 방안을 실험적으로 적용하였다. 그러나 거푸집 중량으로 인한 시공성 저하, 용접작업으로 인한 원가 상승 등의 문제가 제기되었으며, 이에 거푸집 경량화와 원가 절감을 동시에 만족하는 새로운 공법의 필요성이 요구되었다.

골데크 영구거푸집 공법은 절곡된 데크플레이트를 사용하여 기존 영구거푸집에 비해 경량이므로 운반과 양중 부담을 경감시킨 공법이다. 이를 통해 거푸집을 경량화하고, 가설재를 절감할 수 있으며, 공장에서 강성이 큰 선조립 골조에 거푸집을 미리 설치할 수 있기 때문에 경제성, 시공성 및 안전성을 향상시킬 수 있다. 또한 거푸집의 결합부재를 마감재 부착을 위한 바탕재로 활용할 수 있으며, 콘크리트 부재 외면에 규칙적인 패턴을 형성시켜 기둥표면의 미적효

과를 향상시킬 수 있는 부가적인 장점이 있다.

3. Form-LPSRC 기둥 개발

3.1 개발 배경

본 공법이 적용된 E 프로젝트의 경우, Table 2와 같이 과거 유사 프로젝트 대비 공사 규모는 127.4%로 증가하였으나, 공기는 오히려 3개월 줄어들어 절대공기가 부족하였다. 또한 단납기, 동절기, 물량증가에 따른 원가 상승 및 복잡한 공정 및 가설공사에 의한 골조공사비 상승에 따른 리스크가 존재하였다. 해당 현장은 연약지반 개량을 위한 프리로딩 공법(Pre-loading Method)의 적용, 외곽부 공사시 스카이 트럭, 이동식 크레인 등의 간섭으로 작업공간 및 동선의 제약 등이 존재하였다.

Table 2. Comparison with similar project

	Area (m ²)	Period (month)	Steel (ton)	Begin
Past Project (P1)	70,789	17	735	June
E Project (P2)	90,160	14	1,473	October
Ratio (P2/P1)	127.4%	82.3%	200.4%	

이러한 문제점을 해결하기 위해 구조 VE를 수행하였으며, 그 결과 유사 프로젝트에 적용되었던 SRC 기둥 대비 공정 축소를 통한 공기단축, 프리패브화를 통한 현장 작업 최소화 및 원가 절감의 필요성이 요구되었다. 이에 기존의 PSRC 공법을 개량하여 해당 현장에 적용 가능한 개선된 공법의 개발을 수행하였다.

3.2 Form-LPSRC 기둥

Form-LPSRC 기둥 공법은 PSRC 공법과 기본원리는 동일하고 장점을 공유하지만, 기존의 띠철근 용접 대신 래티스를 볼트접합하여 PSRC 공법의 장점을 더욱 극대화하고, 여기에 골데크 영구거푸집을 선조립하여 기존 SRC 공법 대비 비계/철근/거푸집공사를 생략하는 공법이다. Figure 3은 Form-LPSRC 기둥의 단면 및 내부 프레임을 도식화한 것으로, Z형강의 거푸집지지 프레임을 선조립하고 여기에 골데크 영구거푸집을 self-drilling screw를 통해 접합시킴으로써 경제성, 제작성 및 시공성을 향상시켰다.

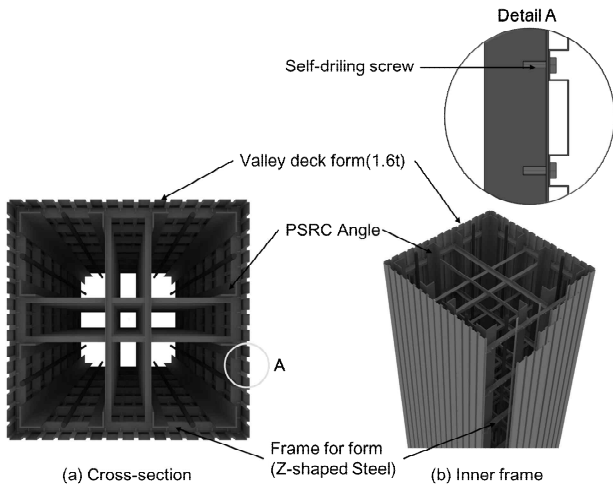


Figure 3. Form-LPSRC column

Form-LPSRC 기둥의 공장제작 과정은 다음과 같다. 먼저 공장에 자재가 반입되면, 각 부재별로 도면에 따라 조립 전 가공작업을 수행하고, 각 면을 분리 제작한 후 래티스를 볼트접합하여 면조립한다. 여기에 골데크 영구거푸집을 self-drilling screw를 통해 부착하고, 완료된 제품에 대해 치수검사 및 제작오차 조정을 실시한다.

Figure 4는 Form-LPSRC 기둥의 시공 프로세스를 나타낸 것이다. 선조립된 기둥과 보를 설치한 후, 단부에만 거푸집을 설치하고 콘크리트를 현장타설한다. 기존 RC 및 SRC 공법에 비해 현장 철근 배근, 서포트 및 거푸집의 설치와 해체를 생략함으로써 전체 공사기간을 단축할 뿐만 아니라 고소작업 최소화를 통해 현장 안전사고를 줄일 수 있다.

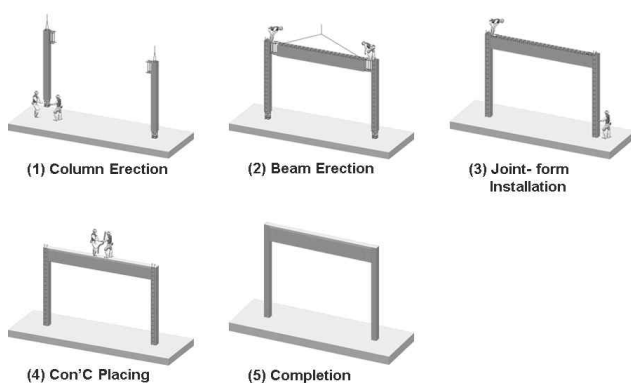


Figure 4. Construction process of form-LPSRC

본 기둥은 관련법에 의거하여 내화구조에 해당되므로 내화성능을 확보해야 하며, 기둥 내화성능을 확인하기 위해

KS F 2257 기준에 의거하여 3시간 내화성능 실험을 수행하였다. 실험 결과, 평균온도 및 최고온도 모두 내화 요구성능을 만족하는 것을 확인하였다. Table 3은 내화시험 결과를 나타낸 것이다.

Table 3. Results of fire resistance test

	mean temp.	highest temp.
allowable	538.0°C	649.0°C
case 1	417.1°C	482.0°C
case 2	434.5°C	510.5°C

Form-LPSRC 공법은 영구거푸집을 사용함으로써 거푸집 내부를 확인하기 어렵다는 단점이 있으며, 이에 콘크리트의 미충진 가능성이 존재한다. 이를 방지하기 위해 유동화 콘크리트를 사용하고, 충진을 위한 단계별 타설 프로시저 및 계측장비를 통해 토출압, 타설시간 및 타설량을 관리하였다. 또한 충진 여부를 확인하기 위해 타설 후 음파를 통한 건전도 검사를 수행하였다.

3.3 Mock-up Test

Mock-up test는 3차에 걸쳐 수행되었으며, 1차는 제작 공장에서, 2차 및 3차는 현장에서 수행하였다. 실험체는 단면 0.8m×0.8m, 높이 8.0m 크기로 제작하였으며, 프레임 제작 및 콘크리트 타설을 실시하였다. Table 4은 Mock-up test의 개요를 나타낸 것이다.







Table 4. Mock-up test

	1st	2nd	3rd
date	2013/09/24	2013/12/13	2013/12/18
place	factory	field	field
Qty	1ea	1ea	9ea
figure			

Table 5는 Mock-up test 결과를 정리한 것이다. 1차 및 2차 Mock-up test 결과 코너 겹침부, 수직 이음부, 수평 이음부에서 누수 및 페이스트가 일부 유출되는 현상이 발생하였으며, 이를 해결하기 위해 영구거푸집의 코너부를

절곡하고, 이음부 안쪽에 실리콘 및 패키징을 사용하여 누수 및 유출 현상을 해결하였다. 또한 일부 나사의 두부가 파단하여 탈락하는 현상이 발생하였으며, 이에 기존의 토크 제한이 없는 드릴을 토크 제한(12Nm)이 있는 제품으로 교체하였다. 개선된 방법을 통해 3차 test를 실시하였으며, 기존에 발생했던 문제점이 해결된 것을 확인하였다.

Table 5. Mock-up problems and solutions

Problems	Solutions
	
Water leakages on the lap-spliced corner	Bending the corner of forms
	
Water leakages on the vertical/horizontal joint	Sealing with sponges and silicone
	
Breaking the head of screws (unlimited torque)	Changing the drills (torque limit=12Nm)

4. 현장 적용 및 적용성 평가

4.1 적용 개요

본 연구의 사례현장은 인천광역시 연수구에 위치한 E공장 신축공사현장이며, 건물 개요는 Table 6와 같다. 본 공장에 적용한 Form-LPSRC 기둥은 단면 0.8m×0.8m, 높이가 8.0m이다. Form-LPSRC 공법의 적용성 평가를 위해 기존 SRC 공법 대비 공기단축, 원가절감, 품질 및 안전 개선 효과를 분석하였다.

Table 6. Project overview

	Contents
Name	E Project
Location	Yeonsu-Gu, Incheon
Lot Area	273,672.1m ²
Building Area	27,123.1m ²
Gross Area	90,160.7m ²
Number of Stories	1F - 5F
Height of Building	33.3m
Height of Story	8.0m
Structural Type	Steel Reinforced Concrete Structure
Duration	Oct. 2013 - Feb. 2015

4.2 공기단축 효과 분석

4.2.1 철골공사 조기투입에 따른 공기단축 효과

Form-LPSRC 적용에 따른 공기단축 효과는 철골공사 조기투입에 따른 공기단축 효과와 공정 축소로 인한 공기단축 효과로 구분된다. 조기투입에 따른 공기단축 효과는 유사 사례의 실적데이터를 기반으로 본 현장을 대상으로 작성된 SRC 공법의 공정표와 Form-LPSRC 공법을 적용했을 때의 공정표를 비교하였다. 기둥 시공과 관련되지 않은 다른 모든 공정은 동일하다고 가정하였으며, 토목공사의 터파기 후 2층 슬래브 타설 완료까지의 공기단축 효과를 비교하였다.

Figure 5는 해당 현장의 SRC 공법 및 Form-LPSRC 공법에 따른 공정표를 비교한 것이다. SRC 공법의 경우 터파기 후 2층 슬래브 타설 완료까지 총 29단계 공정으로 구성되어 있으며, 이중 철골공사는 매트 타설 후인 18단계부터 진행된다. SRC 공법의 2층 슬래브 타설 완료 시점은 터파기로부터 82일이 소요되었다.

Form-LPSRC 공법의 경우, 터파기 후 2층 슬래브 타설 완료까지 총 27단계 공정으로 구성되어 있으며, 기둥 철근 조립 및 거푸집 설치 공정이 생략되었다. 철골공사는 기초 타설 후인 6단계부터 진행되어, SRC 공법에 비해 철골을 조기 투입함으로써 공기단축이 가능하다. Form-LPSRC 공법의 2층 슬래브 타설 완료 시점은 터파기로부터 61일이 소요되었으며, 조기투입으로 인한 공기단축 효과는 21일로 분석되었다.

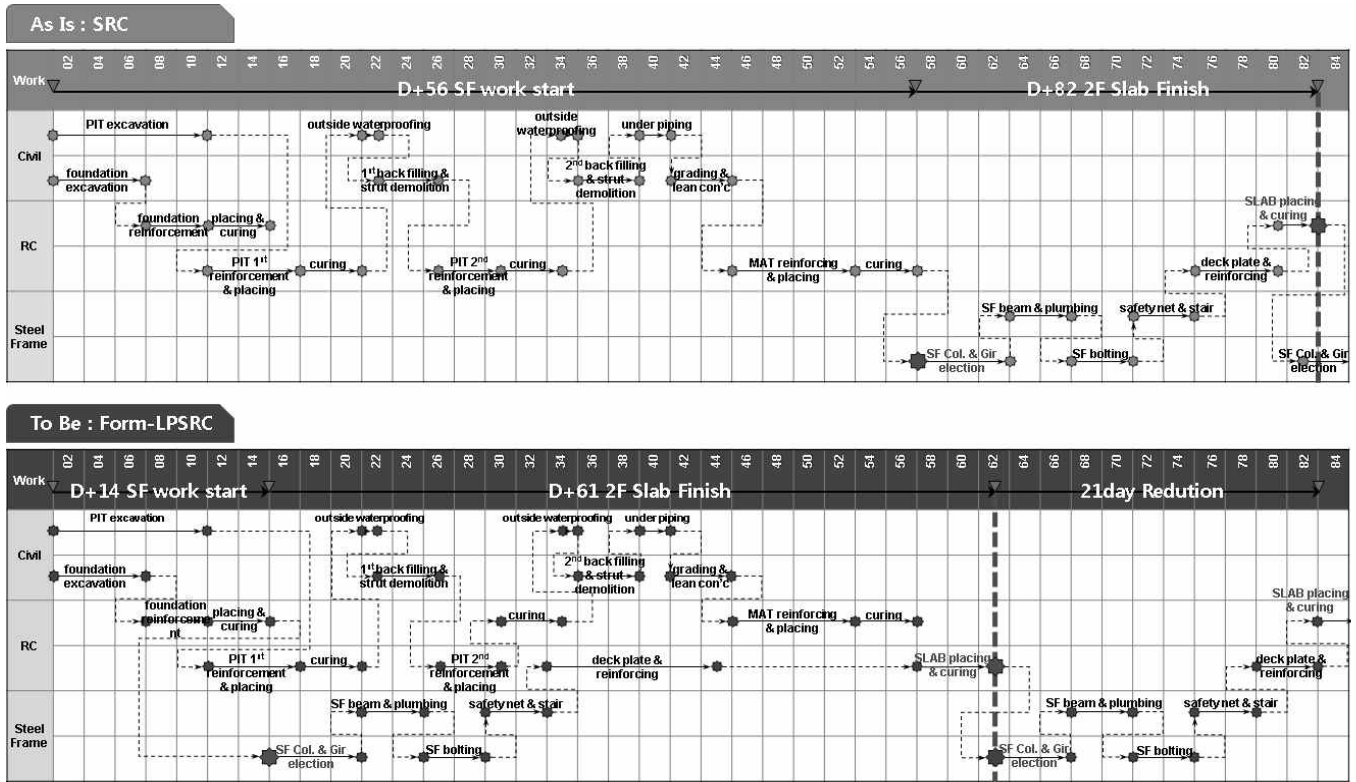


Figure 5. Comparisons of progress schedules

4.2.2 공정 축소로 인한 공기단축 효과

공정 축소로 인한 공기단축 효과는 다음과 같이 분석되었다. 실제데이터를 기반으로 기동 한 개 설치 시 타워크레인이 투입되는 시간을 산정하고, 이를 전체 물량에 대입하여 SRC 공법과 Form-LPSRC 공법의 타워크레인 투입 일정을 비교하였다. 본 현장은 2층 슬래브 타설 완료 이후 철골 공사가 주공정상에 위치하게 되며, 이에 1층을 제외한 2, 3, 4층의 공기단축 효과를 분석하였다.

Table 7은 SRC 공법 및 Form-LPSRC 공법으로 시공하였을 때의 전체 소요일정을 구한 것이다. SRC 기동은 철골조립, 비계설치, 철근설치, 커플러설치, 콘크리트타설, 거푸집해체, 비계해체의 8단계 공정으로 구성되어 있으며, 이중 철골조립, 철근조립, 거푸집양중에 타워크레인이 사용된다. 기동 한 개당 타워크레인 투입 시간은 2.67시간으로 나타났으며, 층별 소요일정은 15.4일, 전체 소요일정은 46.2일로 나타났다.

Form-LPSRC 기동은 기동설치, 콘크리트타설의 2단계 공정으로 구성되어 있으며, 이중 기동설치 공정에만 타워크레인이 사용된다. 기동 한 개당 타워크레인 투입 시간은

0.67시간으로 SRC 공법의 1/4 수준으로 나타났으며, 층별 소요일정은 3.87일, 전체 소요일정은 11.6일로 나타났다. 공정 축소로 인한 공기단축 효과는 34.6일로 분석되었다.

Table 7. Shortening duration through simplified process

	SRC	Form-LPSRC
column per story		208ea.
T/C		4ea.
column per T/C		52ea.
column lifting	40min	40min
re-bar work	90min	-
working time per column	form lifting 30min	-
	from installing inner crane	-
	sum 160min(=2.67h)	40min(=0.67h)
working time per floor	138.84h (52CoL*2.67h)	34.84h (52CoL*0.67h)
real working time per day		9h
working day per floor	15.4day (138.84h/9h)	3.87day (34.84h/9h)
total working day	46.2day (15.4day*3FL)	11.6day (3.87day*3FL)
note		reduction 34.6day

4.3 원가절감 효과 분석

Form-LPSRC 공법 적용을 통한 원가절감 효과를 분석하기 위해 동일 현장, 동일 물량에 대해 SRC 공법을 적용하였을 경우와 Form-LPSRC 공법을 적용하였을 경우의 기동공사 공사비를 비교하였다. 공사비는 한국물가정보(<http://kpi.or.kr>)와 실적공사 데이터를 기반으로 2014년 1월을 기준으로 산정하였으며, 기동 물량과 직접적으로 연관된 골조공사 및 마감공사와 해당 공법 적용으로 인한 간접적 효과인 관리비, 폐기물처리비, 타워크레인 임대료 절감액을 함께 비교하였다. Table 8은 해당 현장의 기동공사에 대해 SRC 공법 대비 Form-LPSRC 공법 적용시의 공사비 절감효과를 분석한 것이다.

Table 8. Cost saving through applying form-LPSRC
(unit : thousand won)

	SRC (a)	Form-LPSRC (b)	variation (b-a)
1. structure work			
steel structure	2,423,863	2,735,988	312,125
reinforcing bar	829,572	-	(-829,572)
form	1,461,539	1,603,425	141,886
concrete	473,367	507,131	33,764
sum	5,188,341	4,846,544	(-341,797)
2. finish work			
surface finishing	51,544	131,779	80,235
sum	51,544	131,779	80,235
3. etc.			
safety manager for formwork	-	-260,000	(-260,000)
waste disposal at formwork	-	-205,200	(-205,200)
T/C rental cost saving	-	-138,400	(-138,400)
sum	-	(-603,600)	(-603,600)
total cost (1+2)	5,239,885	4,978,323	(-261,562)
ratio(%)	100%	95.0%	(-5.0)%
total(1+2+3)	5,239,885	4,374,723	(-865,162)

분석 결과, 현장배근 및 거푸집공사의 생략으로 인해 골조공사의 경우 SRC 공법 대비 341,797천원의 공사비가 감소하였으며, 마감공사의 경우 석고보드 마감으로 인해 오히려 80,235천원의 공사비가 증가하였다. 기동공사비(골조+마감)는 261,562천원 감소하였으며, 이는 SRC 공법 대비 95.0% 수준인 것으로 분석되었다.

Form-LPSRC 공법은 현장 공정 단순화에 따른 안전관

리 포인트 감소, 자재 양중 감소에 따른 물류동선관리 포인트 감소, 공장화에 따른 환경관리 포인트 감소 등의 장점이 있으며, 이에 기존 SRC 공법보다 관리 인력을 절감시킬 수 있다. 또한 거푸집공사 등의 생략으로 폐기물이 감소하여 폐기물처리비가 절감되며, 공기단축에 따른 타워크레인 임대료 역시 절감된다. 간접적 효과로 인한 공사비 절감액은 603,600천원이며, 기동공사비 절감액과 간접적 효과로 인한 공사비 절감액을 합한 총 공사비 절감액은 865,162천원으로 분석되었다.

4.4 품질 및 안전 개선효과 분석

Figure 6은 SRC 기둥과 Form-LPSRC 기둥의 단면과 표면을 비교한 것이다. SRC 기둥은 콘크리트 타설 시 웨브의 간섭으로 편축압이 발생하며, 거푸집 압력 증가로 배부름 및 거푸집 파손 가능성이 높다는 단점이 있다. 또한 거푸집 전용사용에 따른 피로강도로 인해 거푸집 보수작업을 시행하여야 하고, 웨브의 형상에 따라 거푸집 내 콘크리트 충전 불량이 발생할 수 있다. 이에 Form-LPSRC 기둥은 외부로 래티스를 배치하고 간섭부를 삭제하여 콘크리트 편축압을 최소화하였다. 또한 영구거푸집을 이용함으로써 거푸집 전용사용에 따른 피로강도에 대응할 필요가 없으며, 웨브의 간섭이 없으므로 균일한 타설이 가능하다는 장점이 있다.

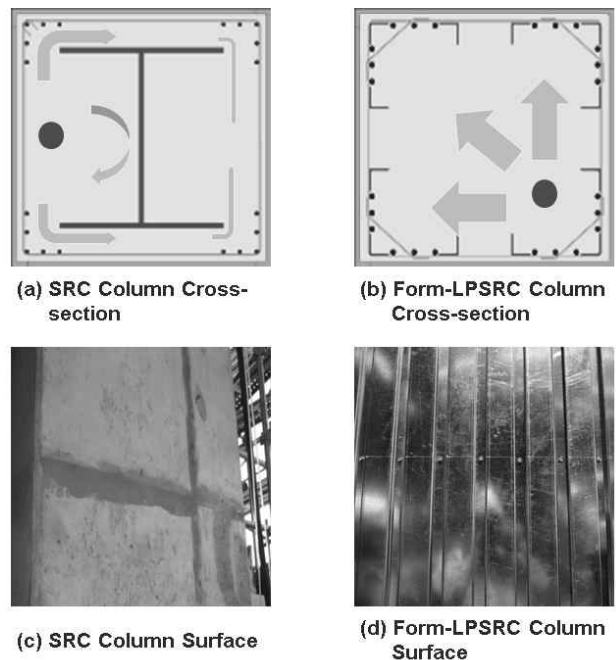


Figure 6. Improvements of construction quality

SRC 기둥은 현장철근조립 및 고소작업 진행으로 균등한 품질확보가 불리하며, 타설 후 거푸집 조인트 부분 및 미충진 부분에 대해 보강작업을 진행하여야 한다. 반면 Form-LPSRC 기둥은 철근 및 형틀을 공장 제작함으로써 균등한 품질의 확보가 가능하며, 표면 아연도금 강판을 사용하여 세균 및 곰팡이 번식 억제가 가능하다.

SRC 공법의 경우 철근조립 및 거푸집 설치 시 고소 및 단부작업으로 인해 작업자 추락, 철근 낙하, 거푸집 및 장비 전도 등의 위험요소를 가지고 있으며, 자재 및 가설재 설치를 위한 양중작업 과다로 인해 현장 안전관리 포인트가 다수 존재하였다. 그러나 Form-LPSRC 공법의 경우 선조립을 통해 고소 및 단부작업, 양중작업을 최소화하고, 부재를 경량화함으로써 현장 안전관리 포인트를 대폭 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 가설재, 철근, 거푸집 자재 등의 현장 적재를 제거하여 현장 환경의 개선이 가능하다.

5. 결 론

프로젝트의 공기단축 달성을 위한 건설 부재의 프리패브화는 지속적으로 연구되어 오고 있다. PSRC 기둥 공법은 강재를 기둥 단면의 모서리에 배치시켜 높은 휨강도 및 연성도를 확보함과 동시에, 선조립을 통해 시공성 개선 및 공기를 대폭 단축시킬 수 있는 공법이다. 이에 본 연구는 PSRC 기둥이 가지는 높은 수직도 및 자립도에 착안하여, 기존의 거푸집 설치과정을 생략하기 위해 영구거푸집까지 선조립하는 Form-LPSRC 기둥 공법을 개발하였다. 현장 적용에 앞서 Mock-up test를 통해 발생할 수 있는 문제점을 사전에 검토하였으며, 현장 적용을 통해 해당 공법의 공기단축, 원가절감 및 품질/안전성 제고의 적용효과를 분석하였다. 분석 결과 본 현장에서 Form-LPSRC 기둥은 SRC 기둥 대비 865,162천원 절감된 비용으로 55.6일의 공기를 단축시킬 수 있는 것으로 나타났으며, 품질 및 안전과 관련해서도 개선이 가능함을 확인하였다.

본 현장의 경우는 단면 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$, 높이 8.0m 규모의 기둥에 Form-LPSRC 공법이 적용되었지만 그 이상의 단면 및 높이를 가지는 대형 기둥에도 적용이 가능하며, 이에 다양한 규모와 형태의 건설 프로젝트에 적용이 가능하다. 향후 고강도 강재 적용을 통한 철골량 절감, 스티드 용착방식을 적용한 생산속도 향상, 표면 마감 개선 등 경제성 및

생산성을 향상시키기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

요 약

골조공사는 프로젝트의 전체 공사비 및 공사기간에서 차지하는 비율에 매우 높으며, 대형 프로젝트에서 골조공사 공기단축은 프로젝트의 성패를 결정하는 중요한 요소이다. 이에 공기단축을 위한 새로운 공법에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 오고 있다. H형강 대신 앵글을 사용하는 PSRC 합성기둥은 기존의 SRC 기둥에 비해 높은 휨강도 및 연성도를 가지며 현장에서의 철근작업을 생략할 수 있다는 장점이 있으나, 여전히 거푸집작업이 필요하다는 한계점이 있다. 본 연구는 기존의 PSRC 기둥 공법을 개선하여 영구거푸집까지 선조립하는 Form-LPSRC 기둥 공법을 개발하는 것을 목적으로 한다. Mock-up test를 통해 발생할 수 있는 문제점을 사전에 검토함과 동시에 현장 적용을 통해 해당 공법의 적용효과를 분석하였으며, 기존 SRC 기둥에 공기, 원가, 품질, 안전, 환경 측면에서 우수한 것으로 나타났다.

키워드 : Form-LPSRC, 골조공사, 현장 적용

Acknowledgement

This research was supported by a grant(S2081704) from Technology Innovation Development Program funded by Small and Medium Business Administration of Korean government.

References

1. Jung IK, Shim CS, Chung YS, Min J, Experiment for The Evaluation of P-M Interaction Curve of SRC Composite Columns, The KSCE Journal of Civil Engineering, 2005 May;25(3):555-563.
2. Han JH, Park CK, Shim CS, Chung YS, Seismic Performance Evaluation of SRC Column by Quasi-Static Test, Journal of the Earthquake Engineering Society of Korea, 2006 Aug;10(4):85-94.
3. Hwang HJ, Eom TS, Park HG, Lee CN, Kim HS, Cyclic Loading Tests for Prefabricated Composite Columns Using Steel Angle and Reinforcing Bar, Journal of Korean Society of Steel Construction, 2013 Dec;25(6):635-647

-
4. Kim KH, Kim JY, Seo DS, An SH, Choi HB, Jung BW. A Study on the Pre-fabrication of Three-story Column Re-bars for Saving Construction Time of High-rise Buildings, *Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, 2007 Apr;7(2):39-46.
 5. Eom TS, Hwang HJ, Park HG, Lee CN, Kim HS. Flexural Test for Prefabricated Composite Columns Using Steel Angle and Reinforcing Bar, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, 2012 Oct;24(5):535-547.
 6. Hwang HJ, Eom TS, Park HG, Lee CN, Kim HS. Compression Test for Prefabricated Composite Columns Using High-Strength Steel Angles, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, 2012 Aug;24(4):361-369.
 7. Eom TS, Hwang HJ, Park HG, Lee CN, Kim HS. Flexural Test for Prefabricated Composite Columns Using Steel Angle and Reinforcing Bar, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, 2012 Oct;24(5):535-547.
 8. Hwang HJ, Eom TS, Park HG, Lee CN, Kim HS. Cyclic Loading Test for TSC Beam - PSRC Column Connections, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, 2013 Dec;25(6):601-612.
 9. Kim HS, Lee CN, Lee SH, Kim BR. Seismic Performance Test of Concrete-filled U-shaped Steel Beam-to-Prefabricated Column Connections, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 2012 Apr;28(4):55-64.
 10. Hwang HJ, Park HG, Lee CH, Park CH, Lee CN, Kim HS, Kim SB. Seismic Resistance of Concrete-filled U-shaped Steel Beam-to-RC Column Connections, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, 2011 Feb;23(1):83-97.
 11. Song JA, Park HG, Lee CN, Eom TS. Earthquake Resistance of Prefabricated Reinforced Concrete Beam-Column Connection, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 2011 Oct;27(10):19-26.