

04

RC 건축물 공사의 공기단축을 위한 철근조립공법

Reinforcement Method for Shortening the Construction Period of RC Building

강수민 Su-Min Kang
대림산업 기술개발원
책임연구원

진종민 Jongmin Jin
대한제강 신사업팀
차장

이승환 Seung-Hwan Lee
(주)센코어테크
대표이사

박홍근 Honggun Park
서울대학교 건축학과
교수

1. 머리말

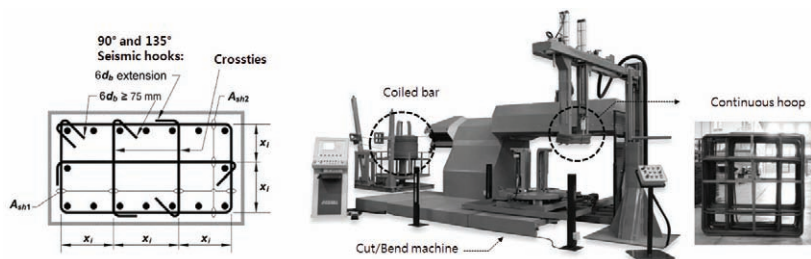
국내의 경우 건축물 건설에 있어 구조시스템을 결정하는데 철근콘크리트를 주요재료로 하는 경우가 많다. 이는 철근콘크리트 구조물의 경우 소음/진동 저감에 유리하여 주거용 건물에 적합하며, 무엇보다 철골구조물에 비해 상대적으로 공사비용이 적게 들기 때문이다. 하지만 철근콘크리트 건축물 공사는 철골 건축물 공사에 비해 상대적으로 공사기간이 길어지는 단점이 있다. 이는 국내 철근콘크리트 건축물 공사에서 철근 가공 및 조립이 건설현장에서 이루어지는 국내의 작업 여건에 기인한 바가 크다고 할 수 있다.

최근 철근콘크리트 건축물 공사의 단점인 공사기간의 장기화를 극복하기 위하여 철근배근공사의 공기를 단축하고자 하는 공법의 연구 및 현장적용이 활발히 일어나고 있다. 본 특집기사에서는 철근콘크리트 건축물 공사의 공기단축을 위한 철근조립공법인 연속횡보강근 배근공법과 무지주 선조립 철근 공법을 소개하고자 한다.

2. 코일철근을 활용한 연속횡보강근 배근공법

2.1 연속횡보강근 배근공법의 소개

철근콘크리트 건축구조물에서 기둥, 보 또는 벽체와 같은 구조부재는 전단저항, 비틀림 저항, 주철근 좌굴방지, 콘크리트 연성능력 확보 등을 목적으로 횡보강철근(lateral reinforcement)으로 보강되어 진다. 특히, 건축구조기준에 규정된 내진상세는 지진하중에 의한 큰 소성변형에 대하여 저항할 수 있도록 철근콘크리트 부재 및 접합부에 많은 횡보강근 설치를 규정하고 있으며, 제작과 시공이 난해한 정착상세(hook)의 횡보강근 적용을 권고하고 있다¹⁾. 설계기준에 제시된 내진상세의 횡보강근은 <그림 1-(a)>와 같이 135°로



(a) Conventional hoop of column(ACI 318-11) (b) Continuous hoop produced by coiled bar
그림 1. 기존의 횡보강근과 연속횡보강근

꺾인 정착상세가 적용된다. 현장에서 설계기준에 따라 내진상세를 적용할 경우, 철근을 135°로 구부리는 데에는 상당한 어려움이 따르며, 정착상세와 다른 철근과의 간섭으로 철근 배근작업의 효율이 저하되어 공사시간이 길어지게 된다. 보 부재의 경우 작업자가 하단부 작업 시 스티럽의 정착상세에 다치는 경우가 빈번하고, 기둥 부재의 경우 주근과의 간섭으로 하나의 후프를 결속하기도 힘든 실정이다. 또한 횡보강근은 배근 시공도가 명확하지 않은 경우가 많으며, 작업자가 도면을 잘 이해하지 못하고 횡보강근의 중요성을 간과하는 경우가 많기 때문에 철근 작업의 품질이 떨어지는 일들이 많다.

최근 국내에서는 횡보강근의 시공성과 경제성을 향상시킬 수 있는 연속후프의 도입을 위한 시도가 진행되고 있다. 연속후프는 <그림 1-(b)>와 같이 공장에서 코일철근(bar-in-coil)을 사각형태로 연속되게 절곡하여 제작한 것으로, <그림 2>와 같이 운반이 용이하도록 압축된 상태로 현장에 옮겨진 후 압축을 풀면 철근 배근 시공도에 나타나 있는 간격대로 펼쳐지게 된다. 유럽의 소규모 주거건물을 중심으로 적용되고 있는 연속후프는 ① 코일철근을 이용한 공장 제작으로 철근의 손실과 가공시간, 비용을 절감하고, ② 치수와 간격을 도면과 동일한 상세로 제작할 수 있으며, ③ 보 부재의 스티럽이나 기둥 부재의 재래식 후프와 동일한 구조 성능을 발휘하고, ④ 재래식 횡보강근의 정착상세(hook)가 없어 철근 물량이 절감되며, ⑤ 복잡한 상세의 횡보강근 현장설치 작업이 최소화되어 시공성이 개선되고 공기가 단축되는 특징을 가지고 있다²⁾.

2.2 연속횡보강근 배근공법의 국내적용 현황

최근 국내에서는 연속횡보강 공법의 국내적용을 위한 시도가 진행 중에 있으며, 이를 위한 다양한 연구 및 시험적용이 진행되고 있다. 이와 같은 시도가 진행되는 이

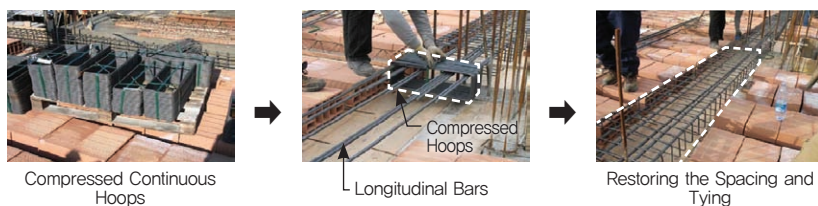


그림 2. 연속횡보강근의 현장시공현황

유는 연속횡보강공법이 활성화되어 있는 유럽과 국내의 철근공사의 현장상황이 다르기 때문이다. 유럽의 경우 연속후프는 주로 소규모 건설공사를 중심으로 적용되어 길이가 짧고 단배근 형태의 보 부재에 사용되고 있으나 국내는 단면이 큰 복배근 형태의 보 부재가 많다. 또한, 유럽에서의 기둥철근 작업은 선조립하여 철근작업 후 크레인으로 옮기는 형태로 이루어지나 국내는 현장조립 시공을 하는 등 현장 상황이 다르다. 따라서 현재 일부 제강업체, 건설사 등에서 국내현장에 적용할 수 있는 보·기둥 부재의 연속후프 시공방법을 개발하여 공동주택 지하주차장 현장에 시험 적용 중에 있다. 현재까지의 시험적용 결과³⁾에 따르면 보와 기둥 연속후프는 모두 재래식 횡보강근과 같이 정착을 위한 상세가 필요 없기 때문에 물량을 줄일 수 있었으며 시공 시 주근과의 간섭이 줄어들고 작업의 통일성으로 인하여 작업시간을 단축시킬 수 있었다. 따라서 국내의 경우에도 유럽과 마찬가지로 연속횡보강근 배근방안이 재래식 횡보강 공법에 비하여 시공성과 경제성이 상당히 뛰어난 것을 확인할 수 있었다. 따라서 조만간 RC 건축물 공사에서 연속횡보강근 공법의 다양한 현장적용과 이로 인한 공사시간의 효율적인 단축이 기대된다.

3. 무지주 선조립 철근공법

3.1 폼 PSRC 기둥-보 공법 소개

폼 PSRC 기둥-보 공법이란 영구거푸집과 PSRC (Pre-Fabricated Steel Reinforced Concrete) 기둥, 그리고 PSRC 보가 결합한 공법으로 현장에서 시공하중 지탱을 위해 필요한 동바리 등의 가설재를 완전히 없애거나 최소화한 공법이다. 일반적인 철근콘크리트 공법에서 시공 시 철근의 역할은 시공하중을 지탱할 수 없으므로 동바리와 같은 시공하중을 지탱할 수 있는 추가적인 장비와 공사가 필요하다. 그러나 최근 철근이 시공하중을 지탱할 수 있는 공법이 개발되었으며^{4, 5)}, 여기서 시공하중을 좀 더 향상할 수 있도록 철근 대신 앵글을 이용하는 공법이 다양한 실험을 거쳐 개발되어 현

장에 적용되고 있다^{6~8)}. ‘철근콘크리트’라는 공법의 명칭에는 중요한 요소기술 하나가 빠져있는데 그것은 ‘거푸집’이다. 거푸집은 콘크리트가 양생 되어 내력을 발휘하기 전까지 취약한 철근과 콘크리트의 조합체를 지탱하면서 시공하중까지 견뎌내야 하는 막중한 책임을 지는 요소기술이다. 그럼에도 공법의 명칭에서 거푸집이란 말이 빠진 이유는 아마도 거푸집이 콘크리트가 양생되고 나면 말끔히 떼어내는 가설재이기 때문일 것이다. 거푸집 혼자만으로는 콘크리트의 측압을 지지할 수 없으므로 반드시 가설 지지대와 함께 설치해야 하는데, 이 가설 지지대의 설치가 철근콘크리트 공사의 비용과 공사기간을 증가시키는 하나의 요인이 된다. 특히 층높이가 일정 수준(약 4.5m)을 넘거나 고하중을 견디는 구조물은 일반 가설 지지대가 아닌 시스템 가설 지지대가 있어야 하므로 비용의 부담은 배가된다. 철근콘크리트 라멘 골조의 공사에 있어서 기둥의 측면과 보의 하부에 거푸집과 함께 상당수의 가설 지지대를 설치하는 것이 일반적이는데, 본 기사에서는 앵글을 이용한 철근콘크리트 선 조립 기둥-보 시스템, 그리고 영구거푸집을 이용하여 가설 지지대를 없앤 무지주 선조립 공법을 소개하고자 한다.

3.2 PSRC 기둥-보 공법 상세

PSRC 기둥에 관한 연구는 계속하여 진행하고 있으며, 합성보와 접합된 일반적인 상세는 다음 <그림 3>과 같다^{6~8)}. PSRC 보는 <그림 4>와 같이 상부 주앵글 & 철근과 하부 주앵글 & 철근이 사재근과 스티립 앵글로 연결되어 트러스의 상현재와 하현재 역할을 하며 보에 콘크리트 타설시 발생하는 시공하중을 동바리 없이 지탱할 수 있다. PSRC 보-기둥 접합 상세는 <그림 5, 6>과 같이 패널존과 스티프너로 이루어지며, 보의 앵글과 철근에 작용하는 하중을 기둥으로 전달할 수 있도록 설계하였다.

3.3 영구거푸집 상세

PSRC 영구거푸집은 PSRC 기둥-보에 부착하기 전에 기본모듈들을 제작한다. 기본모듈형상과 PSRC에 부착된 형상은 <그림 7>과 같다. 거푸집 기본모듈은 유로폼과 형상이 유사하게 강판에 평철을 부착하여 제작한다.

3.4 공법 적용 현황

현재 국내에서 PSRC 기둥공법이 적용된 건축/플랜트 현장은 약 10여 건 이상이 있으며, 여기에 영구거푸집 공법이 적용된 현장은 2곳이다. 하지만 PSRC 기둥과 PSRC 보 그리고 영구거푸집이 동시에, 즉 폼 PSRC 기둥-보 공법이 적용된 최초의 현장은 현재 공사 중인 정유플랜트 신축공사이다. 높이 80m에 이르는 정유탑 2개를 고정하는 반력 지지대를 구축하는 공사이다. 2m에 이르는 슬래브에 원형의 개구부를 뚫고 정유탑을 그 개구부에 관통시켜 고정하는 구조이다. 문제는 초기설계안인 재래식 RC 공법으로 공사할 때 약 6개월이 소요될 예정이지만, 여러 가지 여건에 의해 3개월로 공정을 단축해야 했다. 이에 따라 폼 PSRC 기둥-보 공법이 선정

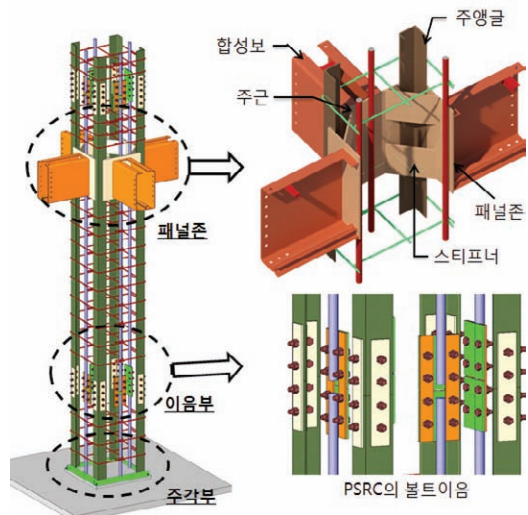


그림 3. PSRC 기둥형상

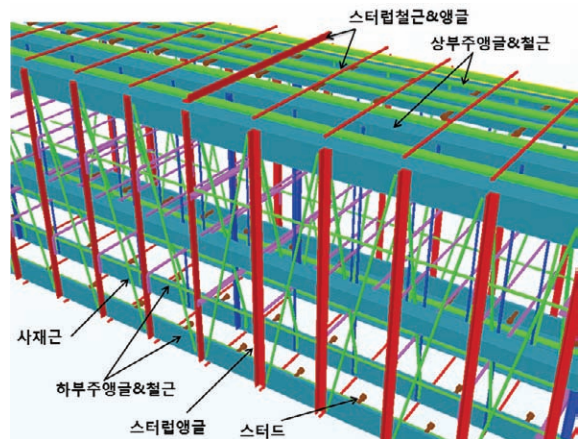


그림 4. PSRC 보 3D 형상

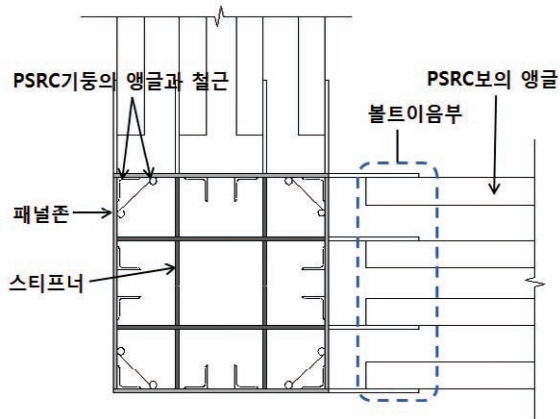


그림 5. PSRC 기둥-보 접합부 단면

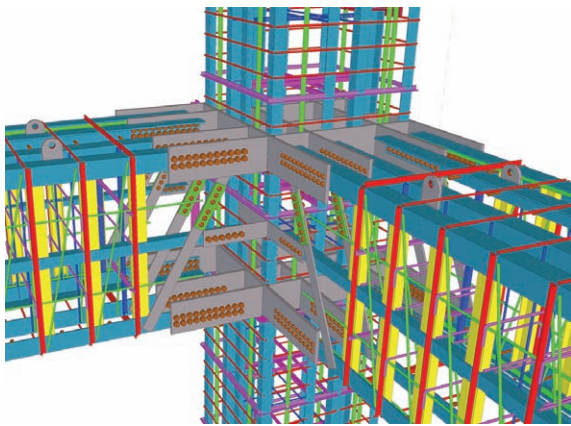


그림 6. PSRC 기둥-보 접합부 3D 형상

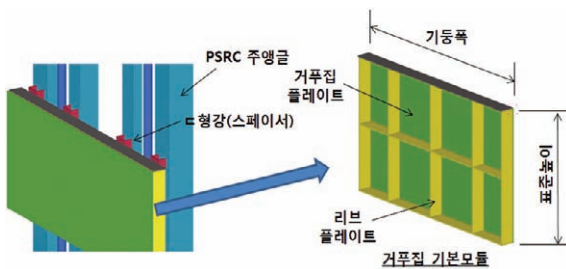


그림 7. 영구거푸집 접합부 형상

되었다. 공사의 시공순서를 <그림 8>과 같이 간략히 정리하였다. 현장에서는 기둥 및 보에 시공하중의 지탱을 가새와 동바리 등 어떠한 지지물도 적용하지 않았으며, 이로 인해 재래식 RC공법에 비해 50%의 공기로 공사를 효율적으로 진행하였다<사진 1>.

4. 맺음말

최근 철근콘크리트 건축물 공사의 단점인 공사기간의

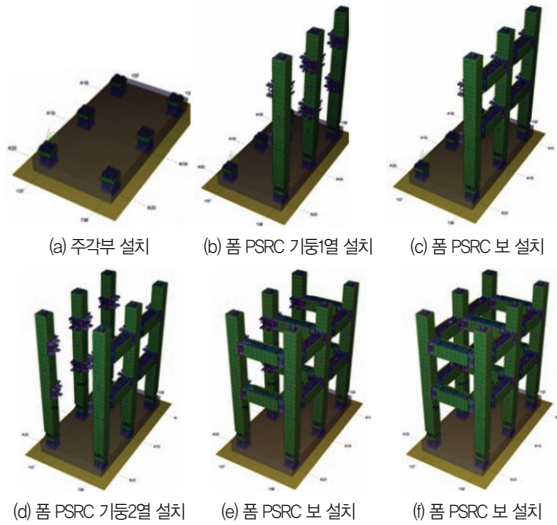


그림 8. 폼 PSRC 기둥-보 공법 시공순서 예



사진 1. 공사 설치 현황

장기화를 극복하기 위하여 철근배근공사의 공기를 단축하고자 하는 공법의 연구 및 현장적용이 활발히 일어나고 있다. 연속형보강근 배근공법은 시공이 까다로운 횡보강근 배근을 효율화함으로써 공사시간을 단축시켰다. 또한 무지주 선조립 철근 공법은 콘크리트 거푸집, 가설재 및 지지부재의 사용과 현장철근 배근작업을 최소화함으로써 기존 RC공사에 비해 획기적인 공기단축을 이루어내었다. 이와 같은 철근배근공법의 활성화를 통해 철근콘크리트 공사의 공기를 효율적으로 단축시킴으로써 철근콘크리트 구조물의 적용성을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. □

담당 편집위원 : 조재열(서울대학교) jycho@snu.ac.kr

참고문헌

1. 대학건축학회, 「건축구조기준(KBC 2009)」.
2. www.schnell.it
3. 강수민, 박성우, 장세웅, 진종민, 엄태성, 박홍근, '연속후프를 이용한 철근배근 공법의 시공성 및 경제성 평가', 한국건축시공학회 논문집, 심사중.
4. 송진아, 박홍근, 이창남, 엄태성, 'PRC보-기둥 접합부의 내진성능', 대한건축학회논문집, Vol. 27, No. 10, 2011, pp. 19 ~ 26.
5. 이창남, 김형섭, 엄태성, 박홍근, 이승환, '용접용철근을 이용한 철근선조립 공법, 콘크리트학회지, Vol. 23, No. 6, 2011, pp. 48 ~ 51.
6. 황현중, 엄태성, 박홍근, 이창남, 김형섭, '고강도 앵글을 적용한 선조립 합성기둥의 압축실험', 한국강구조학회 논문집, Vol. 24, No. 4, 2012, pp. 361 ~ 369.
7. 엄태성, 황현중, 박홍근, 이창남, 김형섭, '앵글과 철근을 조립한 PSRC 합성기둥의 휨실험', 한국강구조학회 논문집, Vol. 24, No. 5, 2012, pp. 535 ~ 547.
8. 김형섭, 이창남, 엄태성, 박홍근, 이승환, 앵글을 이용한 선조립 합성기둥 공법, 한국강구조학회지, 2012, pp. 62 ~ 66.



강수민 박사는 서울대학교 건축학과에서 RC 벽식 건축물의 내진설계에 관한 연구로 박사학위를 취득하였으며, 2004년부터 대림산업 기술개발원에 근무하고 있다. 주요 연구 분야는 RC 건축물의 내진성능평가, 건축구조물의 최적구조설계이며, 우리학회 학회지편집위원회, 논문편집위원회, 합성구조위원회 위원으로 활동하고 있다.
ksm002@daelim.co.kr



진종민 차장은 서울대학교 건축학과에서 학사학위를 취득하였으며, (주)한화건설을 거쳐 2009년부터 대한제강 신사업팀에서 근무하고 있다. 코일철근 개발 및 이를 활용한 철근 선조립 및 Solution 개발을 진행하고 있다. 주요 업무 성과는 코일철근 부착성능 연구, 연속횡보강 공법이 있다.
jmjin@idaehan.com



이승환 대표이사는 서울대학교 건축학과를 졸업하고 Cornell University에서 MBA학위를 취득하였다. (주)코오롱건설을 거쳐 2008년부터 (주)센구조연구소의 이사로 재직하면서 특허신공법의 사업화를 추진하고 있으며, 2010년 (주)센코어테크를 설립하여 특허공법을 실제 생산하고 설치, 시공하는 업무를 담당하고 있다.
shlee@senkuzo.com



박홍근 교수는 서울대학교 건축학과에서 석사학위를 취득한 후 미국 오스틴 텍사스대학에서 박사학위를 취득하였다. 전우구조기술사무소에서 구조설계업무를 수행하였으며, 1997년 이후 서울대학교 건축학과 교수로 재직 중에 있다. 주요 연구분야는 콘크리트와 합성 구조의 구조해석 및 설계방법의 개발, 내진성능평가이다.
parkhg@snu.ac.kr