

## RC 기둥 - 철골 보로 연결된 복합구조의 접합부 설계와 시공

Idea and Application of Composite System Combining  
RC Column and Steel Girder



이세웅\*



강지훈\*\*



박철용\*\*



김상식\*\*\*

### 1. 머리말

최근 국내 건설사정은 전반적인 경기의 침체로 인하여 상당히 어려운 실정이다. 따라서 진보된 공법에 의한 공사원가 절감, 공정의 효율화로 인한 공기 단축, 개량된 현장여건 등은 요즈음과 같은 시기에 필요성이 더욱 절실하다. 비단 최근과 같이 어려운 시기가 아니더라도 기술력의 진보와 차별화의 요구는 대내외적으로 높은 경쟁력을 확보하기 위하여 필요불가결한 수단이기도 하다.

현재 일반적인 건축물의 시공방법으로는 RC 공사, 철골 공사, SRC 공사 등을 들 수 있는데, 이 중 RC 공사는 재래공법을 큰 변화없이 계속 사용하고 있어 개선해야 할 부분이 다소 있으며, 철골 공사는 상대적으로 시공성은 우수하나, 높은 재료비로 인한 원가상승이 문제가 된다. SRC 공사는 구조적으로는 상당히 안전하나 공사비가 상

대적으로 높은 단점이 있다. 이러한 각 공사에 대한 문제점을 해결할 뿐만아니라 새로운 구조시스템으로 기존의 재료와 시공방법을 효과적으로 결합하여 과거에는 얻을 수 없었던 우수한 성능을 발휘하는 공법을 도입하고자 많은 시도가 이루어지고 있다.

본 기사는 이러한 시도 중에서 RC 기둥과 철골 보로 이루어진 복합구조시스템의 개념 및 RC와 철골 두 이질 구조부재가 서로 만나는 접합부 형식에 대한 설계 및 시공방안, 모의시공실험 등에 대한 내용을 소개한다.

### 2. 복합구조의 이해

최근 건축물은 규모면에서 대형화, 초고층화하고 있고, 용도면에서 다양한 기능을 요구하고 있기 때문에 RC조 또는 철골조의 단일 구조로는

\* 정희원, 쌍용건설(주) 기술연구소 부장

\*\* 쌍용건설(주) 기술연구소 연구원

\*\*\* 정희원, 인하대학교 건축공학과 교수

그 재료적 특성상 이러한 요구에 부적합할 뿐만 아니라 시공조건이나 경제적인 면에서도 불리한 경우가 발생하여 이에 대한 해결책으로 [그림 1]에서처럼 혼합구조와 복합구조 등의 새로운 방법을 찾고 있다.

특히, RC 또는 PC와 철골 두 이질재로 골조를 구성하는 복합화 공법으로 각 재료의 장점을 최대한 활용할 수 있는 새로운 구조시스템인 복

합구조가 현재 미국, 일본을 비롯한 많은 나라에서 연구가 활발히 진행 중이며, 국내에서는 최근 들어 연구에 박차를 가하고 있는 실정이다.

본 기사에서는 최근 쌍용건설(주)이 인하대학교와 협동으로 개발한 복합구조 접합부 형식(RCS 접합부)에 대한 내용을 위주로 복합구조를 소개하고자 한다

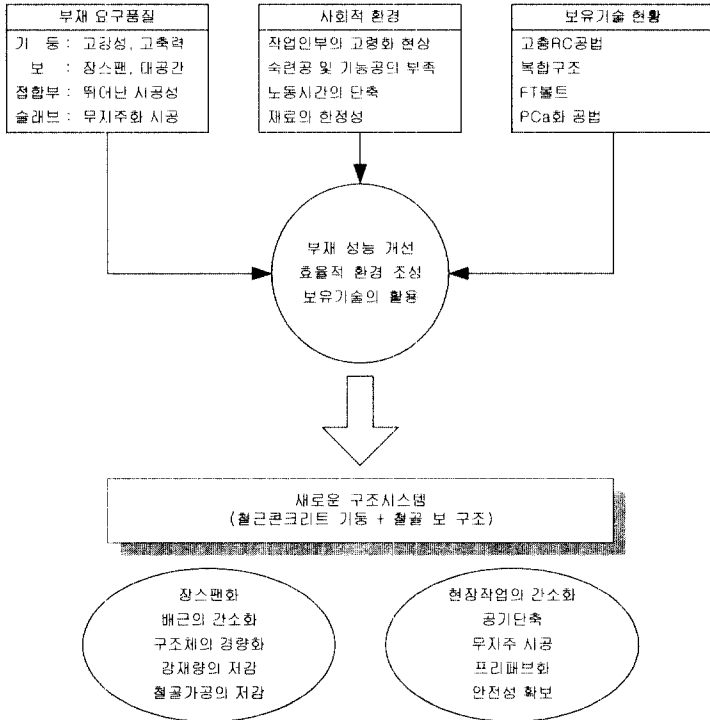


그림 1 복합구조의 개발배경

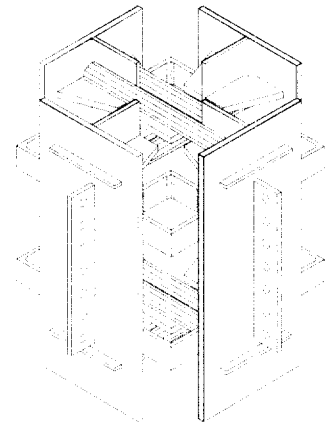


그림 2 RCS 접합부 형식

표 1 RCS 접합부 형식의 구성요소

구성요소	사 용 부 재	제작 및 기능
접합T형강	T-150×300×10×15	H형강을 이동분하여 제작
연결재	φ40mm 원형강봉	보 플랜지의 횡인장력 전달 접합부 일체성 도모
스티프너	PL-12t 강판	보 플랜지에 대한 지압저항 형성 접합부 내의 응력 분산 기능
전단접합판	PL-9t 강판	철골 보와 전단접합
L형강	L-100×100×10	후프근 역할 접합부 일체성 도모

### 3. RCS 접합부 형식

#### 3.1 구성

RCS 접합부 형식은 [그림 2]에 나타나 있는 바와 같이 스티프너로 보강된 네 개의 접합T형강이 원형강봉으로 긴결되어 십자형태를 이루는 형식이다. 구성요소의 제원 및 주요 기능은 [표 1]에 나타나 있다. 본 RCS 접합부 형식은 쌍용건설(주)이 인하대학교와 공동으로 개발한 것으로, 현재 3건의 특허를 출원하였다.

#### 3.2 구조설계

RCS 접합부 형식의 구조설계는 [그림 3]에 나타나 있는 방법으로 수행한다. 먼저 하중을 결정 한 후 철골 보와 T형강과의 접합부를 설계하고, 철골 보에서 전달되는 응력에 따라 접합부의 각 구성요소에 대한 설계를 수행한다. 마지막으로 이렇게 설계된 접합부에 대하여 기둥으로부터 전달되는 축력의 부담에 대한 설계 검토를 하게 된다.

#### 3.3 구조성능시험

RCS 접합부 형식의 응력전달 실험결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 각 구성요소의 용접성능 실험결과 설계력보다 더 큰 내력을 가지는 것으로 나타났다.
- 2) RCS 접합부 형식의 모멘트 및 전단력 실험 결과 철골 보 인장측 플랜지와 접합부의 용접부에서 취성파괴가 발생하였으며, 접합부 내부의 파괴는 없는 것으로 나타났다.
- 3) 각 실험체의 휨내력 및 전단내력은 철골 보 부재의 항복내력 이상의 값을 나타내고 있으므로 접합부가 설계력 이상의 지지내력을 가지는 것으로 나타났다.
- 4) 또한, 접합부 구성요소 중 강봉과 지압판은 각각 철골 보의 모멘트와 전단력을 효율적으로 전달·지지하는 것으로 확인되었다.

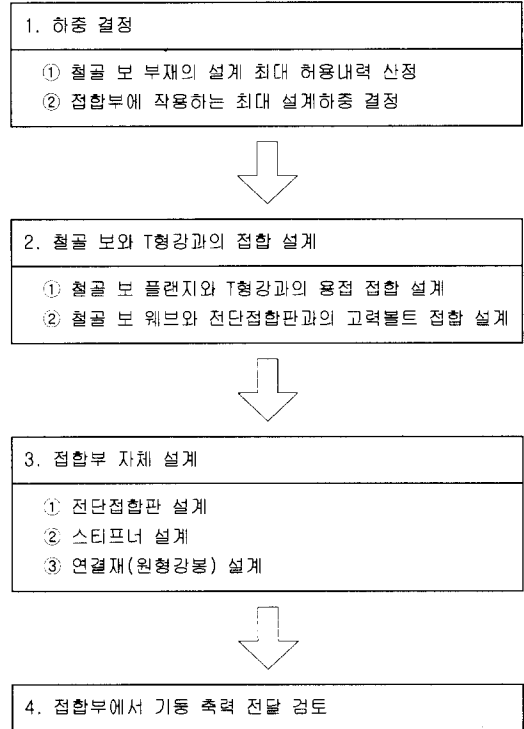


그림 3 구조설계 흐름도

이상과 같은 구조성능시험을 통해서 RCS 접합부 형식은 요구하는 설계내력 이상의 내력을 확보하고 있으며, 접합부 각 구성요소의 응력부담 및 분배 성능도 효율적으로 이루어지고 있어 구조적으로 우수한 성능을 가진 것으로 확인되었다.

### 4. 복합구조의 시공방법

RC 공사와 철골 공사가 병행되므로 시공이 다소 복잡하게 느껴질 수 있으나, 현재 국내의 시공 기술과 안전성 등을 고려할 때 RCS 접합부 형식의 복합구조를 적용하기에 충분히 효율적인 두가지 시공방법을 소개한다.

#### 4.1 일체타설방법

기둥 철근을 배근하고 시스템 거푸집을 짠 후 공장제작된 RCS 접합부를 거푸집 위에 설치하고, 철골 보를 조립한 후 데크 플레이트를 깬다. 그 이후 전체적으로 콘크리트를 타설·양생하는 방법이다. 시공방법은 다음 그림 4와 같다.

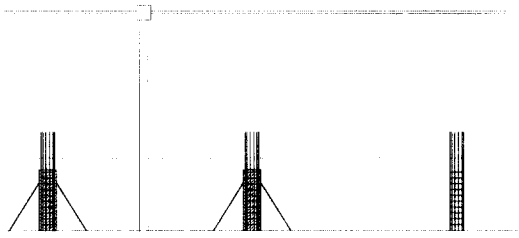
## 4.2 분리타설방법

기둥 철근을 배근하고 거푸집을 짠 후 콘크리트를 타설하고 양생시킨다. 콘크리트가 어느 정도 양생되면 RCS 접합부를 그 상부에 설치하고 철골 보를 조립한 후 바닥판(데크 플레이트)을 설치한다. 최종적으로 슬래브와 접합부 내부에 콘크리트를 타설한다.

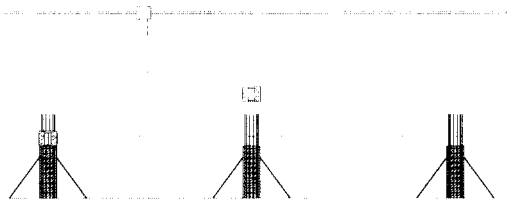
이 분리타설방법을 이용하여 Mock-up Test를 수행하였으며, 시공방법에 대해서는 다음 절의 내용을 참고한다.

## 5. 모의시공실험(Mock-up Test)

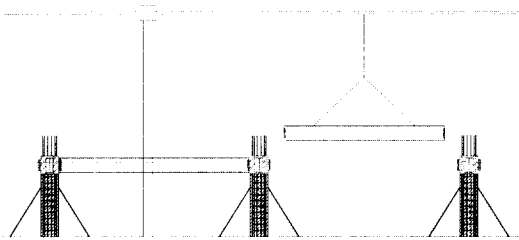
앞절에서 언급한 바와 같이 분리타설방법을 이용하여 현장에서 모의시공실험을 수행하여 실제 시공성을 확인하였다. 시공방법은 [사진 1]에 나타나 있다.



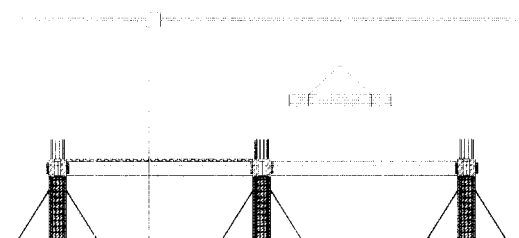
① 기둥 철근배근 / 거푸집 설치



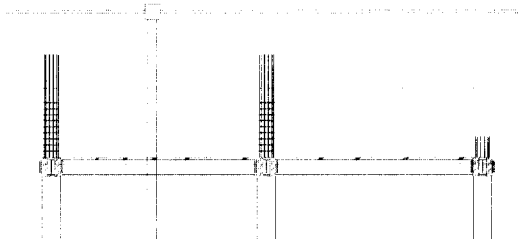
② 접합부 설치



③ 철골 보 설치

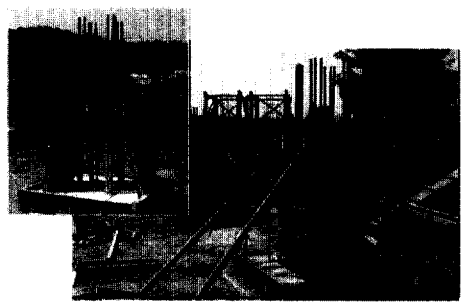


④ 데크 플레이트 설치

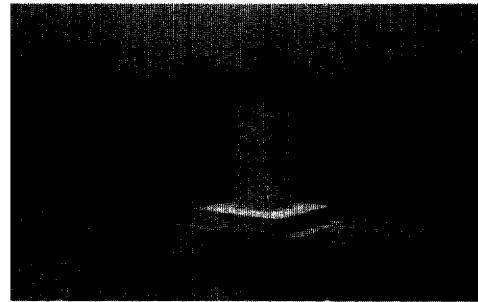


⑤ 콘크리트 타설·양생

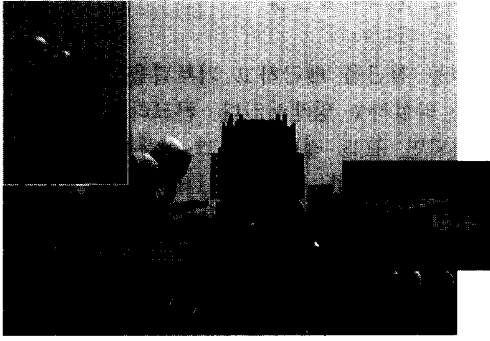
그림 4 일체타설방법



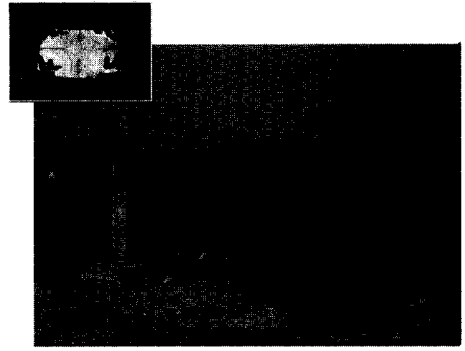
① 기둥 철근배근 / 거푸집 설치



② 기둥콘크리트 타설 / 양생



③ 접합부 설치 / 가조립



⑥ 접합부 콘크리트 타설 · 양생

사진 1 분리타설방법(Mock-up Test)

## 6. 시공관리

### 6.1 콘크리트 품질 관리

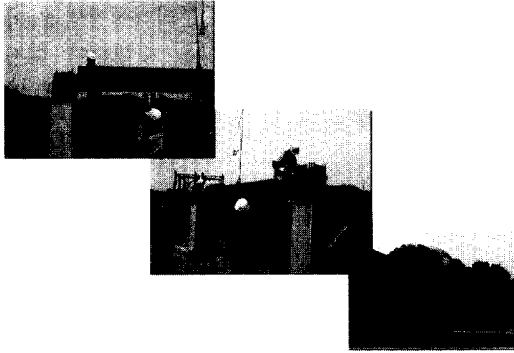
비교적 복잡한 구조의 접합부 내부에 콘크리트가 타설되므로 밀실한 충전을 위해 기본적으로 유동성이 양호한 콘크리트를 사용하고, 콘크리트 타설시 타설속도 및 다짐 등에 특별히 주의한다.

### 6.2 철근 배근 관리

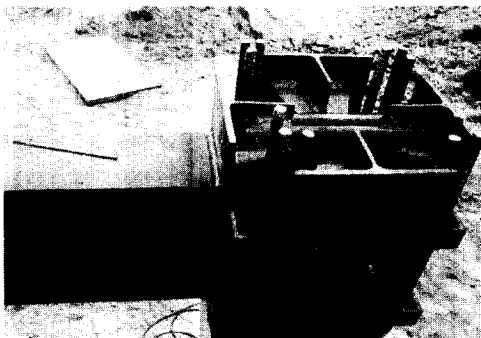
철근은 기둥의 네 모서리 부분에 집중배근하고, 크레인 양중에 의한 접합부의 설치를 용이하게 하기 위해 각 모서리 부분의 철근들은 각각 임시로 묶음처리하도록 한다.

### 6.3 접합부, 보의 설치 관리

접합부를 설치할 때에는 사진 1 ③과 같이 콘크리트 기둥에 미리 철물을 삽입시킨 후 용접하여 수직·수평을 유지하게 할 뿐만아니라 철골 보 설치 후 자중을 부담할 수 있게 한다. 기둥 및 보의 제작오차를 감안하여 접합부 제작시 전단접합판에 슬롯홀(Slot Hole) 설치 등으로  $\pm 20\text{mm}$  정도의 오차는 흡수하도록 한다. 철골 보는 양중 장비를 이용하여 철골공사에 준하여 시공한다.



④ 철골 보 설치 / 조립



⑤ 철골 보 조립 후 접합부 부분 상세

## 7. 시공성 비교

일반 RC 공사, 철골 공사 등과 RCS 접합부를 이용한 복합구조 공사의 공사원가, 공사기간, 품질관리 등을 비교하였다.

표 2 복합구조의 시공성 비교

		RC 공사	철골공사	복합구조
원가	인건비	×	△	△
	재료비	△	×	△
	가설비	×	○	△
공기		×	○	△
품질		×	○	△

※비고 : ○양호(低), △중간(中), ×불량(高)

이상과 같이 복합구조는 철골 공사에 비해 공사원가 측면에서는 다소 유리하지만 공기가 다소 길고, 공사품질이 다소 떨어지는 단점이 있다. RC 공사에 비해서는 공사원가, 공기, 공사품질 모든 면에서 장점을 가지고 있다. 구체적인 수치는 현장규모, 조건에 따라 다르므로 본 내용은 일반 중층 구조물을 기준으로 할 경우의 개략적인 비교이다.

## 8. 적용이 적합한 사례 검토

### 8.1 용도의 다양화

RC 건물의 일부분을 강당, 극장 등과 같은 용도의 장스팬으로 설계할 때 철골구조의 장점을 응용하여 적용할 수 있다. 또한 RC골조와 철골골조의 경계면이나 시공, 설계측면에서 RC 구조물에 부분적인 철골부재의 사용을 필요로 하는 특수한 부위에 적합한 대안이 된다.

### 8.2 넓은 대지의 저층 건물

넓은 대지의 저층 판매시설, 공장 및 창고시설 등의 경우 장비 사용비용이 크게 절감되므로 전체 공사비가 줄어들게 되고, 시스템 시공방법을 이용하여 공기 단축효과를 기대할 수 있다.



그림 5 시미즈 쇼핑 플라자

## 9. 맺음말

시공성 향상을 통한 공사원가 절감, 공사품질 확보, 공기 단축 등은 모든 건설인에게 주어진 과제이다. 이를 위해서 신재료 개발, 새로운 공법 개발, 설계기술 향상, 공업화 생산의 적용 등 다양한 방법으로 해결책을 찾아나가고 있으며, 이러한 모든 방법을 총괄하여 충분한 효과를 거두기 위해서는 합리적인 구조설계가 기본적으로 선행되어야 한다.

지금까지 RC 기둥과 철골 보로 이루어진 복합구조의 기본적인 개념과 쌍용건설이 개발한 RCS 접합부의 구조설계과정 및 시공방법에 대하여 개략적으로 살펴보았다. 아직 시공측면에서 검증해야 할 부분이 다소 남아 있기는 하지만, 이를 개량해 나간다면 충분히 경쟁력있는 공법으로 사용할 수 있을 것이며, 본 자료가 이에 참고가 되길 기대해 본다.

## 참고문헌

1. "철근콘크리트 기둥과 철골 보의 접합부 형식 개발 (I)", 건설교통부, 1996, 10
2. "철근콘크리트 기둥과 철골 보의 접합부 형식 개발 (II)", 건설교통부, 1997, 10
3. 「최신건축기술정보」, 산업도서출판공사, 1995, 4
4. "복합공법에 관한 연구", 대우건설 기술연구소, 1988.
5. "混合構造の現況とその展望", 1992年度 日本建築學會大會 