



135° 표준갈고리 시공성 개선을 위한 원터치-RC클립 및 현장사용 사례

Structural technology



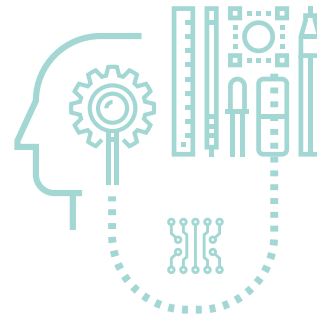
| 김용주 |
㈜CH구조엔지니어링
㈜CH건설기술대표이사



| 최병정 |
경기대학교 건축공학과
교수



| 김대진 |
경희대학교 건축공학과
교수

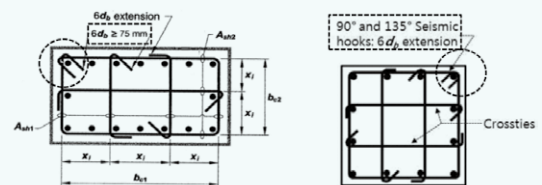


1. 머리말

철근콘크리트 기둥과 같은 압축 및 휨압축 부재에서 횡철근(Hoop)은 심부 콘크리트 구속, 주철근 좌굴 억제 및 전단 저항능력 향상에 따른 연성증진에 중요한 역할을 한다.

따라서, 국내·외 내진설계기준에서는 횡철근의 정착을 위하여 그림. 1 (a)에서와 같이 횡철근의 양 끝단을 135°로 구부리고 구부린 끝에서 횡철근 직경의 6배(6) 및 최소 75mm 이상 연장하도록 규정하고 있으며(KDS 14 20 50 : 2021) 이를 내진 성능에 기여한다는 의미에서 내진갈고리(Seismic Hook)라는 용어로 통상 사용되기도 한다.

이러한 띠철근 갈고리 상세는 현장에서 그림. 1 (b)의 작업방법-1과 같이 미리 양쪽 갈고리를 135°로 굽힌 후프철근을 배근된 기둥 주근 상부에서 끼워 넣는 방식과 그림. 1 (b)의 작업방법-2와 같이 한쪽은 135°로 가공하고 다른쪽 90° 갈고리인 띠철근을 배근된 주근에 옆에서 끼워 넣는 다음 90° 갈고리를 135°로 구부리는 방식 중에서 현장여건에 따라 작업자가 편리한 방법을 선택하여 작업하게 된다.



(a) 철근콘크리트 기둥의 135° 표준갈고리 기준상세



작업방법-1

(b) 작업방법

작업방법-2

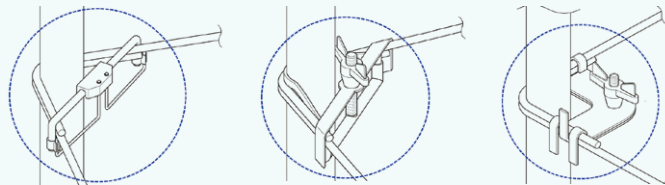
[그림 1] 철근콘크리트 기둥에서 135° 표준갈고리 기준상세 및 작업방법

그런데, 위 2가지 방법 모두 시공과정이 쉽지 않아 구조감리나 감독이 확인하지 않는 경우 현장에서는 작업하기 쉽게 횡철근의 한쪽 또는 양쪽 끝을 90°로 하여 마무리함으로써 135° 표준갈고리 상세를 따르지 않은 상태로 시공될 우려가 있다.

이와 같이 현장에서 횡철근이 갖는 복잡한 상세로 인하여 발생하는 시공상의 어려움을 극복하기 위해 기둥과 같은 압축부재 심부 콘크리트의 횡구속 및 전단성능을 저하시키지 않으면서 시공성을 개선하기 위한 다양한 상세에 대하여 연구가 진행되고 있다.

국내에서는 연속 횡철근을 활용한 보강방법(Eom et al 2013) 등이 제안되었고 국외에서는 U자형 갈고리 클립(Lukkunaprasit and Sittipunt 2003)등이 제안되었다.

그러나, 이미 제안된 방법들은 구조성능 측면에서 미흡하거나 다양한 기둥 단면, SRC합성기둥과 같이 상부에서 끼워 작업할 수 없는 등의 여러 문제로 인하여 현재까지 보편화되고 있지 않은 실정이다.



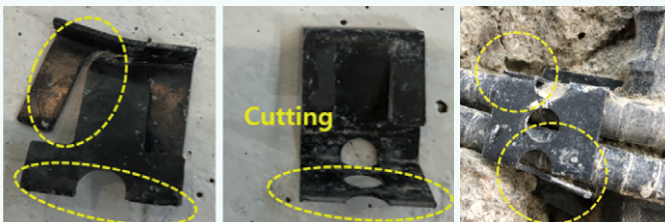
(a) 최초 양쪽 90° 갈고리 동시 결속개념의 연결장치



(b) 나사식과 클립을 혼합한 연결장치



(c) 초기 연결철물 장치



(d) 예비성능 검증후 초기 연결장치 파괴 형상(리바 밴더)

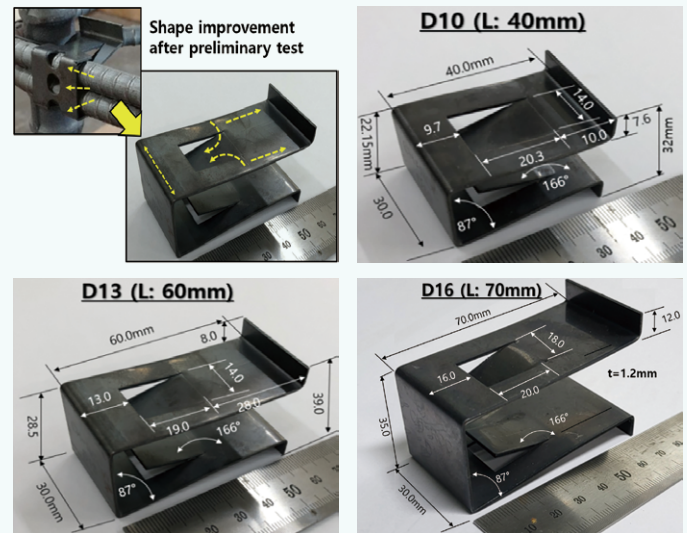
[그림 2] 초기 개발단계에서 연결철물

그러므로, 기존의 작업하기 어려운 135° 표준갈고리의 시공성을 개선하고 다양한 기둥 단면 또는 SRC합성기둥과 같이 상부에서 끼울 수 없는 작업환경에서도 쉽게 적용할 수 있도록 90° 갈고리에 그림. 3 (a)와 같은 “원터치 방식의 RC클립(Rebar Confinement Clip)”으로 결속 보강하는 방안을 개발하였다(Park and Kim 2020).

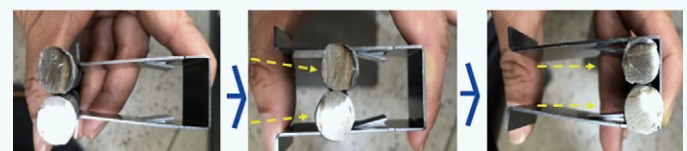
2. 원터치-RC클립의 제안 및 형상 개선 과정

원터치-RC클립은 2개의 띠철근 갈고리를 하나로 묶기 위해 ‘ㄷ’자 형태를 가지며 늘어났다가 다시 오므라드는 탄력성을 가져야 했으므로 주로 공업용이나 판 스프링용으로 사용되는 SK5M-S강을 이용하여 제작한 다음 최종 열처리하여 완성하였다.

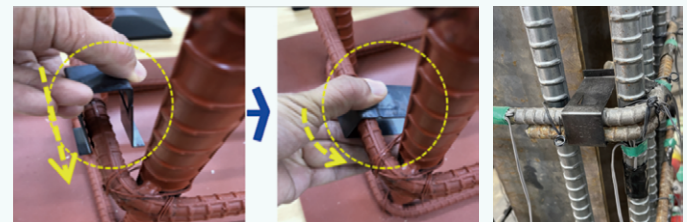
양단 135° 표준갈고리 교차 시공된 상세의 작업성을 개선하기 위하여 처음에는 그림. 2 (a)와 같이 양단 90° 갈고리를 동시에 결속하는 연결장치 개념에서 시작하였으나 이는 배근 되는 횡철근 가격보다 연결장치



(a) 원터치-RC클립의 형상



(b) 결속방법



(c) 설치 과정

[그림 3] D10 및 D13용 원터치-RC클립

자체의 가격이 비싸질 우려가 있어 실물 제작은 하지 않았다.

다음으로, 90° 갈고리에 클립 형태의 연결장치를 결속하는 방법으로 고안하기 시작하였으며 그림. 2 (b)와 같은 나사와 클립을 혼합한 연결장치는 결속력을 향상하기 위하여 조임용 나사를 설치하였으나 설치가 복잡하고 클립 자체의 제작용 강판의 두께가 2.0mm이상 두꺼워져야 해서 개발할 클립형 연결장치 형상에서 제외하였다.

다음으로 나사선을 없애고 다시 실물 제작한 그림. 2 (c)의 초기 연결장치는 두께 1.0mm로 제작하여 설치가 용이하여 구조성능만 확보된다면 사용하는 데 문제가 없을 것으로 판단하였다.

또한, 연결장치의 이름을 2개의 띠철근을 묶어주는 장치라는 의미에서 리바 밴더(Rebar Bander)라고 명칭하고 축하중과 반복 횡하중 실험의 구조성능 검증을 실시하였다.

성능실험 결과, 리바 밴더를 이용하여 결속한 띠철근을 갖는 기둥은 표준실험체와 비교할 때 내진성능 측면에서 유사한 거동을 보이기는 하였지만 다소 미흡한 성능이 나타났고 특히, 압축성능에서는 크게 미치지 못하는 성능이 나타났다.

최종 성능 종료 후의 리바 밴더의 형상을 보면 그림. 2 (d)와 같이 90° 갈고리가 탈락되어 외부로 나오는 것을 억제하지 못하고 리바 밴더의 앞면에서 파단되며 바깥쪽에 위치한 양쪽 날개가 파손되는 등 여러 문제가 발생하였다.

결과적으로, 그림. 3 (a)의 형상 개선 비교 그림에서 보는바와 같이 양쪽 날개를 안쪽으로 변경하고 문힘길이를 더 길게하는 등의 정착 성능 향상 위주의 형상 변경을 통하여 그림. 3 (a)의 철근 D10과 D13, D16용의 원터치-RC클립을 실물 제작하였다.

실물 제작한 3가지 타입의 원터치-RC클립 중 D16용만 제외하고 횡철근으로서 가장 소요가 많은 D10과 D13용 원터치-RC클립으로 각종 구조성능 검증을 실시하고 그 결과와 시공성 및 경제성 평가 결과를 바탕으로 2020년 10월 건축구조기술사회부터 기술인증을 취득하였다.

제품명을 “135° 표준갈고리를 작업성 개선을 위한 풀림방지 원터치-RC클립(One Touch-Rebar Confinement Clip)” 또는 간단히 “원터치-RC클립” 또는 “RC클립”으로 명칭하고 이후 판매를 시작하여 현재까지 현○건설, 대○건설, 포○건설, 롯데○건설, 태○건설, 계○건설 등 주요 대형 건설사의 총 29개 현장에서 사용되었으며 지속적으로 판매되고 있다.

3. 구조성능 검증

3.1 정착성능

구조성능 검증 가운데 가장 먼저 실시한 검증은 문힘길이가 서로 상이하게 제작한 D10 및 D13용 원터치-RC클립에 대하여 정착성능을 검증하였으며 띠철근의 한쪽 90° 갈고리에 원터치-RC클립으로 결속하는 상재에 대하여 인발실험을 통해 정착성능을 검증하였다(Park and Yun 2020a).

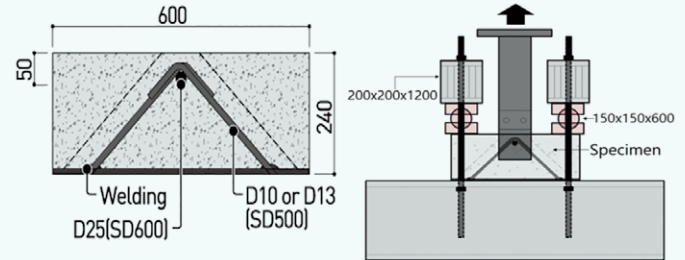
정착 성능을 검증할 때 D10과 D13용의 각각에서 원터치-RC클립의 문힘길이가 짧은 경우와 긴 경우로 구분하였고 콘크리트 강도 또한 보통 및

고강도일 때를 구분하여 총 28개(D10용 실험체 14개, D13용 실험체 14개)의 실험체로 검증하였다.

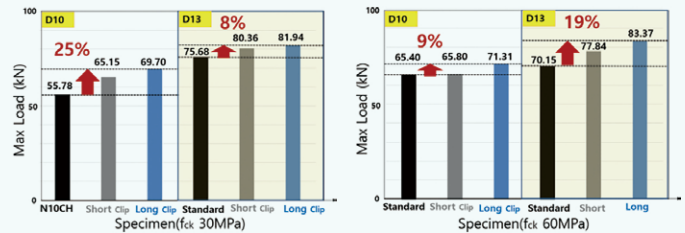
검증 결과, 원터치-RC클립의 문힘 길이에 관계없이 135° 표준갈고리보다 모두 정착성능이 우수한 것으로 나타났으며 길이가 긴 경우 길이가 짧은 원터치-RC클립보다 더 우수한 정착성능을 보였다.

정착 성능이 가장 우수한 경우는 135° 표준갈고리 기준 대비 최대 25%까지 정착강도가 증가하는 것으로 나타났다.

또한, 양단 90° 갈고리에 원터치-RC클립 모두를 사용하는 경우 정착성능이 한쪽에만 원터치-RC클립을 사용하는 경우보다 정착성능이 더 우수한 것으로 나타났다. 이 성능검증 결과를 바탕으로 원터치-RC클립의 최종 형상은 문힘길이가 긴 클립을 선택하여 그림 3. (a)와 같이 최종 확정하였다.



(a) 정착성능 실험체 및 설치



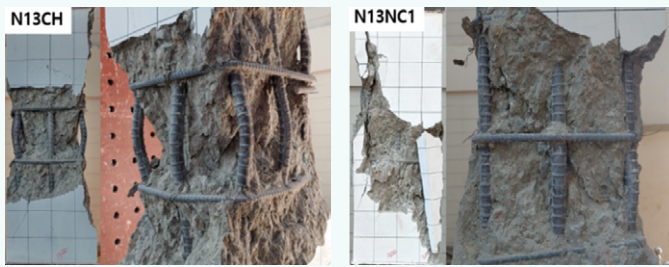
(b) 실험결과

[그림 4] 정착성능 실험체 및 실험결과 비교

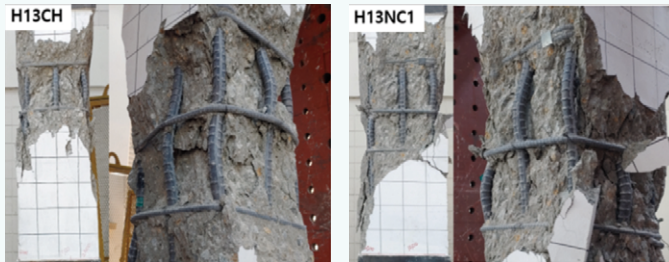
3.2 압축성능 검증

정착성능검증 다음으로 보통(30MPa) 및 고강도(60MPa) 콘크리트에서 실규모 기둥 10개의 실험체(D10용 실험체 5개, D13용 실험체 5개)로 중심 축하중을 받는 상태에서 압축거동에 대한 횡철근의 횡구속 성능을 평가하였다.

실험 결과, 그림. 5 (a)와 같이 135° 표준갈고리 실험체와 비교할 때 원터치-RC클립을 사용한 실험체에서 대등한 주근 좌굴 길이와 횡철근의 변형률 거동을 보였으며 압축강도와 강도증가계수에서도 135° 표준갈고리 실험체보다 4%이상 높은 값을 보여 원터치-RC클립으로 90° 갈고리를 결속 보강할 경우는 135° 표준갈고리와 동등 이상의 횡구속 성능을 발휘하는 것으로 검증되었다(Park et al 2021).



(a) 보통강도 콘크리트에서 주근 좌굴길이 비교(D13)



(b) 고강도 콘크리트에서 주근 좌굴길이 비교(D13)

[그림 5] 압축성능 실험에서 실험체의 주근 좌굴길이 비교

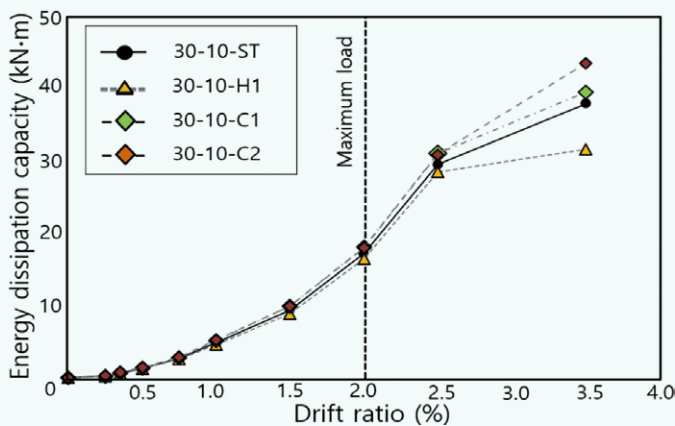
3.3 내진성능

구조적인 추가적인 신뢰성을 확보하기 위해 90° 갈고리에 원터치-RC클립으로 결속 보강한 횡철근을 갖는 보통(30MPa) 및 고강도(60MPa) 실험체 13개(D10용 7개, D13용 6개) 철근콘크리트 기둥으로 내진성능, 띠철근의 횡구속 및 전단기여 성능을 중점으로 평가하였다(Park et al 2022).

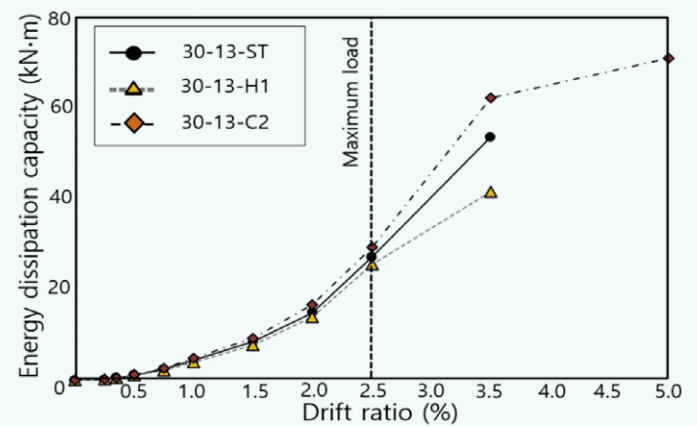
내진성능 평가 결과, 원터치-RC클립을 사용할 경우 135° 표준실험체보다 최대강도 및 강성이 상승하였고 에너지소산능력도 그림. 6에서 보는 바와 같이 135° 표준갈고리 실험체 대비 최대 32.3% 향상 효과가 있는 것으로 나타났다.

특히, 그림. 2 (d)의 초기 리바 벤더의 최종 성능실험 후 보인 파손과 파단된 모습과는 달리 형상 개선된 원터치-RC클립의 모습들은 최종 파괴 후 갈고리 형상에서 그림. 7과 같이 처음 배근된 갈고리 상태를 유지하고 있어 외력에 의한 갈고리 변형을 억제하는 데 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

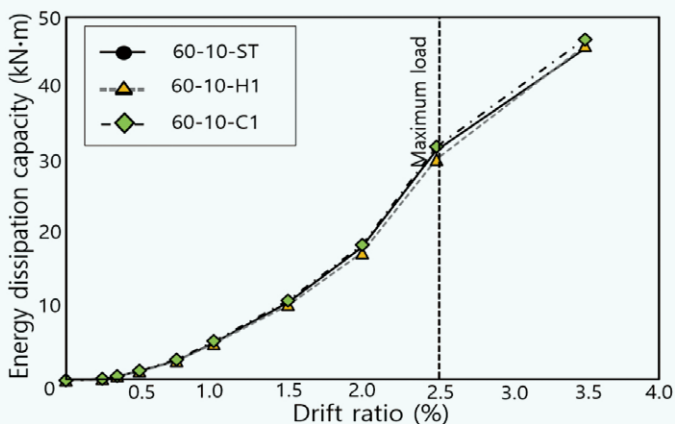
그러므로, 횡철근에 원터치 RC클립으로 결속 보강된 철근콘크리트 기둥의 내진성능, 띠철근의 횡구속 및 전단기여 성능은 135° 표준갈고리 실험체와 비교할 때보다 우수한 성능을 발휘하는 것으로 검증 평가되었다.



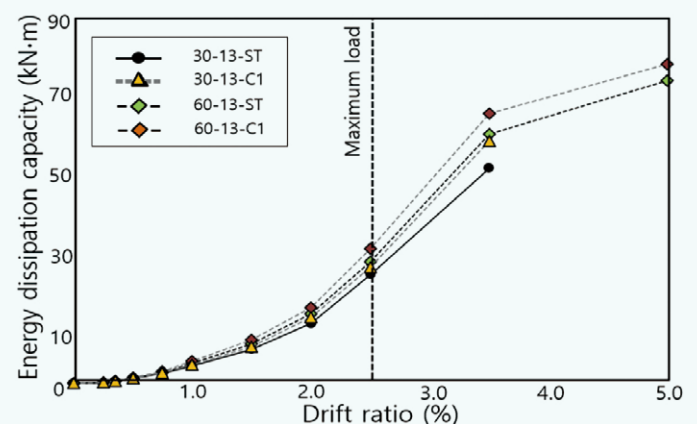
(a) 보통강도(30MPa) 콘크리트 & D10



(b) 보통강도(30MPa) 콘크리트 & D13

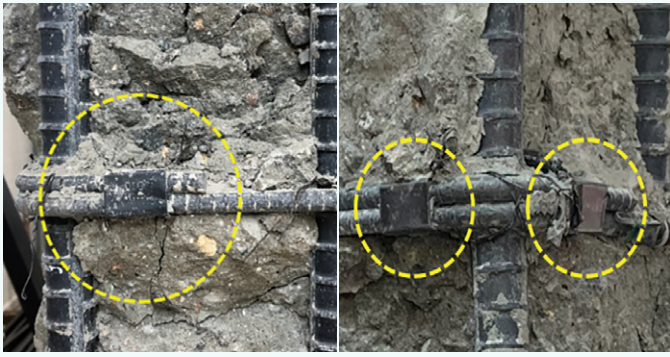


(c) 고강도(60MPa) 콘크리트 & D10



(d) 고강도(60MPa) 콘크리트 & D13

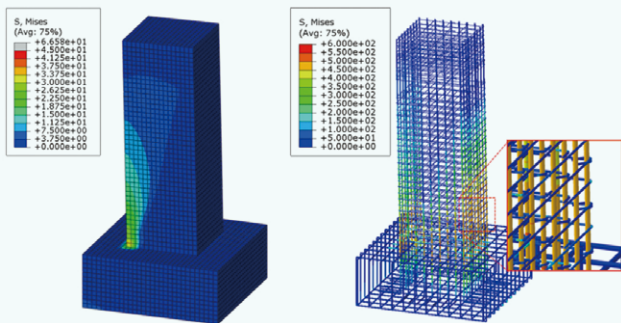
[그림 6] 내진성능 실험결과와 최종 누적 에너지소산능력 비교



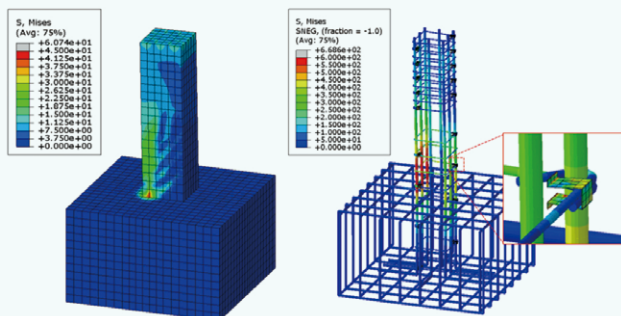
[그림 7] 내진성능 실험 후 “원터치-RC클립” 형상

3.4 해석적 검증

이와 같이 실험적 구조검증 결과를 바탕으로 해석 프로그램인 ABAQUS /CAE 2018을 사용하여 다양한 철근콘크리트 기둥단면과 철근배근, 축력 상태에 대하여 해석을 수행하였으며 원터치-RC클립을 적용한 철근콘크리트 기둥의 유한요소 해석 모델을 개발하고, 이에 근거한 해석결과를 수행한 실험결과와 비교하여 그 정확성을 평가하였다.



(a) 기둥단면 1200×1200mm에서 해석



(b) 0.35 고축력상태에서 해석

[그림 8] 해석적 검증 결과

다양한 부재 크기에 따른 검증을 위하여 개발한 유한요소해석 모델을 활용하여 그림. 8에서 보는 바와 같이 철근콘크리트 기둥 단면 크기가 비교적 큰 단면인 800×800mm와 1200×1200mm기둥도 해석 수행하였으며 다양한 축력(0.25 및 0.35 고축력) 상황에서도 해석 검증하였다.

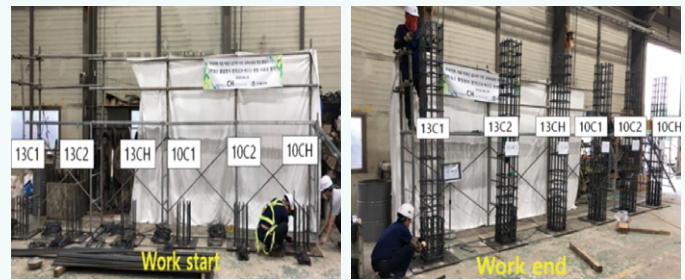
유한요소해석을 수행한 결과, 원터치-RC클립을 사용하는 경우 135° 표준실험체를 적용한 경우와 비교할 때 동등 이상의 성능이 발휘되고 있고 수행한 실험 결과와도 오차범위 내에서 정확성을 확인할 수 있었다.

4. 시공성 평가

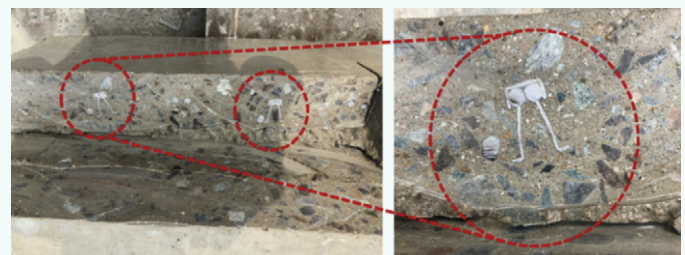
원터치-RC클립에 대하여 구조적 성능검증 이후에 시공성 및 경제성에 대한 정량적 평가를 수행하였다(Park & Yun, 2020).

시공성 평가는 철근콘크리트 기둥의 후프철근 작업방법중 상부에서 끼우는 방법은 철골기둥이나 SRC합성기둥과 같이 적용할 수 없는 경우가 있으므로 보편적으로 적용할 수 있는 방법인 옆에서 끼우는 방법으로 평가하였다.

시공성 평가에서 철근콘크리트 기둥을 모델로 평가하였는데 기둥 크기는 중층 이하 건축물에 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 크기를 적용하였고 기둥내 철근 배근은 현장에서 가장 많이 사용되는 중간모멘트 골조 상세를 적용하여 작업시간과 작업 종료 후 배근 품질 상태를 위주로 평가하였다.



(a) 철근배근 시공성 평가 전과 후의 모습



(b) “원터치-RC클립” 문힘상태 확인

[그림 9] 철근배근 전과후의 모습 및 RC클립 문힘상태 확인

작업시간 비교 결과, 양단 135° 표준갈고리 상세를 적용한 기둥의 경우, 1개 기둥의 주근과 띠철근 모두 배근 조립 완료하는데 띠철근 직경(D10, D13)에 관계없이 약 50분 정도 소요되었다.

철근 배근과정에서 띠철근 D13인 경우는 반드시 2명의 작업자가 필요하여 D10인 경우의 기둥 상단과 하단에서 각자 작업하는 것에 비해 시간이 좀 더 소요되었다.

실제 현장에서는 1개 기둥의 철근 배근 조립은 약 1시간, 2인 1조 작업 및 1일 작업 기준(8시간)으로 8개 기둥을 조립 가능하다고 하였다.

원터치-RC클립으로 90° 갈고리에 결속하는 경우, 띠철근 직경과 결속해야 할 원터치-RC클립 사용 개수와 관계없이 기둥 1개에서 주근과 띠철근을 모두 배근 조립 완료하는데 시간이 모두 약 25분대로 측정되어 135° 표준실험체와 비교할 때 작업시간이 1/2 이상 단축되었다.

원터치-RC클립이 잘 묻혀 있는 지는 콘크리트 양생 후, 기둥 단면을 컷팅하여 확인하였는데 원터치-RC클립 결속한 위치에서 그림 9 (b)와 같이 매우 충실하게 잘 충전되어 있어 원터치-RC클립 자체가 콘크리트에 완전히 묻혀있어 부착 및 정착력을 충분히 발휘할 수 있음을 육안으로 확인할 수 있었다.

5. 경제성 평가

경제성 평가는 노무비 비교를 통하여 분석하였으며 적용한 노무비는 기둥 철근 조립에 2인 1조를 기본으로 하는 현장과 동일하게 적용하였다.

1인 철근 배근공의 일일 평균 임금은 2022년초에 대한건설협회에서 제시한 철근공 최근 노임단가를 적용하였고 간접노무비 1.2의 비율은 2022년 조달청 시설공사 원가계산 제비율 적용기준을 적용하였다.

건축물 기둥의 개수는 철근콘크리트 라멘구조 건축물에서 1층당 15개 기둥(3×5열)이 있는 평면을 기준으로 전체 5층 규모 건축물의 75개로 계산하였다.

2인 1조가 3.0m 높이의 1개 기둥내 주근과 띠철근 모두 배근 조립 완료하는 데 소요 시간을 약 1시간을 계산하여 1일 작업능력의 8시간을 기준으로 8개의 기둥을 철근 조립할 수 있는 것으로 계산하였다.

원터치-RC클립을 사용할 때, 사용 개수와 관계없이 기둥 1개에서 원터치-RC클립의 결속과 주근, 띠철근 모두를 배근 조립하는 데 걸리는 시간

은 약 30분대로 소요되어 1일(하루) 16개의 기둥 조립이 가능한 노무비로 계산하였다.

원터치-RC클립의 사용되는 개수는 소요되는 총 개수를 재료비로 계산하여 노무비와 함께 계상하여 비교하였다.

원터치-RC클립을 사용할 때 개당 비용은 2022년 현재 판매 가격인 D10용인 경우 1개당 1000원, D13용인 경우 1500원으로 계산하였다.

비용분석 비교 평가 결과, 표 1에서 보는 바와 같이 135° 표준실험체와 비교할 때 사용된 띠철근 직경에 관계없이 원터치-RC클립을 사용하는 경우 최대 약 42% 비용절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

6. 원터치-RC클립으로 결속 보강한 대체후프를 갖는 SRC기둥의 구조성능 검증

SRC합성기둥에서 폐쇄형 후프의 시공은 RC기둥에서보다 한쪽 135°와 90° 갈고리를 갖는 띠철근을 H형강 주위로 감싼 후 90° 갈고리를 135°로 구부려야 하므로 SRC기둥에서의 횡철근의 시공이 철근콘크리트 기둥에서보다 더 어려운 실정이다. 그러므로, SRC기둥에서 폐쇄형 후프를 대체하기 위해 2개의 분리된 띠철근을 잇는 위치에서 원터치-RC클립으로 결속 보강한 대체후프 상세를 그림 10. (b)와 같이 제안하였으며 2가지의 대체후프를 갖는 SRC합성기둥에 대하여 내진성능 검증을 실시하였다.

검증 평가 결과, 대체후프를 갖는 SRC기둥들이 표준실험체와 비교할 때 초기 강성은 각각 2%와 8% 이상의 높은 값을 보였고 실험이 완료될 때까지 지속적으로 높은 값을 보였으며 또한, 최종 누적 에너지소산능력 비교에서도 대체후프-1과 대체후프-2 실험체들이 각각 15.7%, 33.3%의 높은 상승값을 보여주었다.

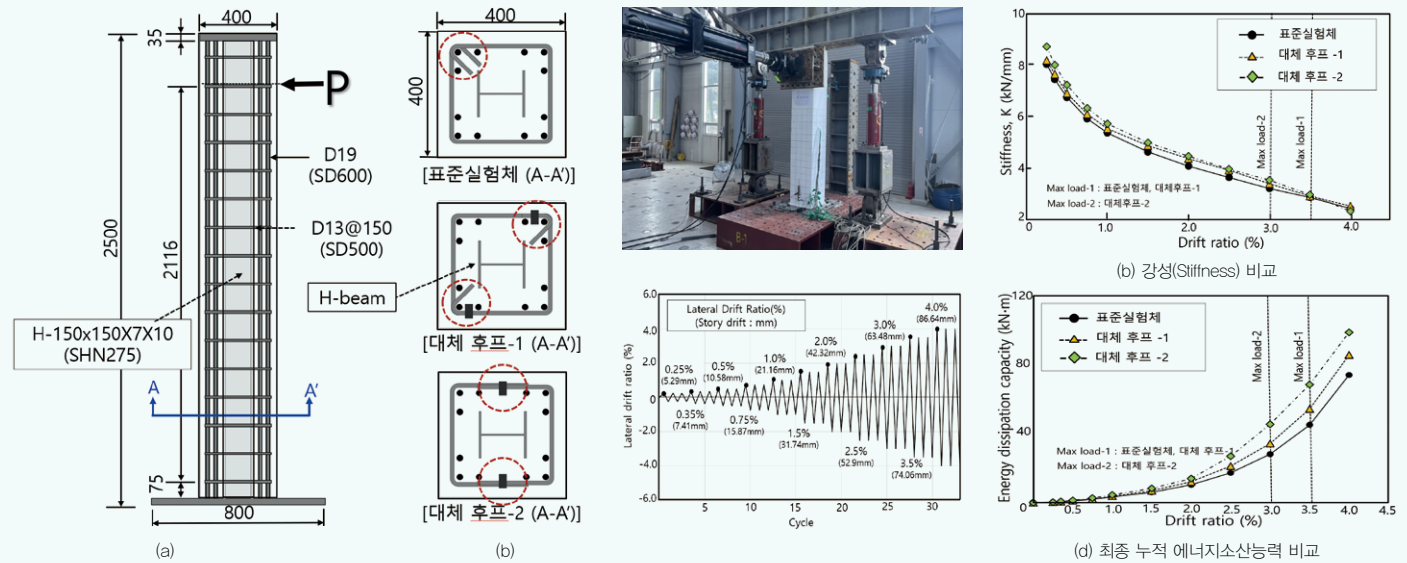
[표 1] “원터치-RC클립” 사용에 따른 경제성 평가

(단위 : 천원)

실험체	갈고리형태	직접비	간접비	“원터치-RC클립” 사용에 따른 재료비	총 비용	비용절감
D10 표준 실험체		- 1일(8 시간): 1일×2인×237천원=474천원 - 총 75개÷(1일 8개 기둥)=9.4일 소요 - 9.4일×474천원/1일 =4,456천원 ①	4,456×1.2 = 5,347천원 ②	-	①+②= 9,803천원	비교 기준
D10 RC클립 1개		- 1일(8 시간) - 1일×2인×237천원=474천원 - 총 75개÷(1일 16개 기둥)=4.7일 소요 - 4.7일×474천원/1일=2,228천원 ①	2,228×1.2 = 2,674천원 ②	- 10개 클립 /1개 기둥 : 총 750개 클립 - 750개 클립×1,000원/1클립 =750천원 ③	①+②+③= 5,652천원	42.3%
D10 RC클립 2개		- 1일(8 시간) - 1일×2인×237천원=474천원 - 총 75개÷(1일 16개 기둥)=4.7일 소요 - 4.7일×474천원/1일=2,228천원 ①	2,228×1.2 = 2,674천원 ②	- 20개 클립/1개 기둥 : 총 1,500개 클립 - 1,500개 클립×1,000원/1클립 =1,500천원 ④	①+②+④= 6,402천원	34.7%
D13 표준 실험체		- 1일(8 시간): 1일×2인×237천원=474천원 - 총 75개÷(1일 8개 기둥)=9.4일 소요 - 9.4일×474천원/1일 =4,456천원 ①	4,456×1.2 = 5,347천원 ②	-	①+②= 9,803천원	비교 기준
D13 RC클립 1개		- 1일(8 시간) - 1일×2인×237천원=474천원 - 총 75개÷(1일 16개 기둥)=4.7일 소요 - 4.7일×474천원/1일=2,228천원 ①	2,228×1.2 = 2,674천원 ②	- 10개 클립 /1개 기둥 : 총 750개 클립 - 750개 클립×1,500원/1클립 =1,125천원 ③	①+②+③= 6,027천원	38.5%
D13 RC클립 2개		- 1일(8 시간) - 1일×2인×237천원=474천원 - 총 75개÷(1일 16개 기둥)=4.7일 소요 - 4.7일×474천원/1일=2,228천원 ①	2,228×1.2 = 2,674천원 ②	- 20개 클립 /1개 기둥 : 총 1,500개 클립 - 1,500개 클립×1,500원/1클립 =2,250천원 ④	①+②+④= 7,152천원	27.0%

* 5층 건물기준, (15개 기둥/ 1층)×5개층= 총 75개 기둥, 2인 1조 노무비 237천원/ 1인 철근공 표준임금 적용.

D10용 “원터치-RC클립” 1개당 판매가격 1,000원, D13용 “원터치-RC클립” 1개당 1,500원 적용



[그림 10] 대체후프를 갖는 SRC기둥의 내진성능 검증

결과적으로 SRC기둥에서 폐쇄형 후프의 시공성을 개선하기 위하여 원터치-RC클립을 이용하여 결속 보강한 대체후프들은 기존의 폐쇄형 후프를 갖는 SRC기둥과 대등한 구조성능 및 횡구속 효과를 발휘하는 것으로 평가되었다.

7. 현장사용 사례

2020년 10월 건축구조기술사회의 기술인증 이후 현재까지 현장요구에 따라 서울 마포구 소재의 롯데건설의 주상복합 오피스텔 현장을 비롯한 29개 현장에서 원터치-RC클립이 사용되었으며 사용된 현장의 사례는 표 2와 그림 11과 같다.

총 29개 현장에서 원터치-RC클립이 사용된 사유를 분석해보면 공통적으로 초기에는 구조감리나 감독으로부터 기준 미준수된 사항으로 발견되어 이에 재시공되어야 하는 현장에서 다시 작업하기 어려운 경우에 대부분 사용되었으나 점차 자발적인 선구매후 적용하게 되었다.

원터치-RC클립을 적용한 현장의 실제 작업자들의 면담결과는 예상하였던 바와 같이 모두 편리하고 작업이 간편하다는 의견을 청취할 수 있었다.

또한, 원터치-RC클립을 구매하는 입장에서 가격도 적당하다는 의견을 들을 수 있었다.

8. 향후 계획

2020년 건축구조기술사회 기술인증과는 별개로 콘크리트 기준을 작성하는 데 책임이 있는 한국콘크리트학회에 기술 인증을 신청하여 2023년 초까지 인증을 완료할 예정이다.

한국콘크리트학회로부터 기술 인증 후 신제품(NEP)을 신청하여 취득할 예정이며 동시에 조달청 우수제품을 신청하여 취득할 예정이다.

다음으로 사용된 현장 사용사례와 그동안의 검증 결과들을 바탕으로 건설신기술 및 방재신기술 취득을 신청할 예정이다.

이러한 계획에 따라 2024년 전반기까지는 한국콘크리트학회, 신제품 및 조달청 우수제품, 건설신기술과 방재신기술 취득까지 무난하게 인증될 것으로 판단된다.

[표 2] 현장사용 사례

—	사용회사	현장 위치	건물 유형	클립종류	사용 부재
1	롯데건설	서울 마포구	오피스텔	D13/ D10	건물 전체 기둥
2	대오건설	경기도 용인	아파트	D13	지하층 기둥
3	일오건설	경기도 수원	아파트	D13	건물 전체 기둥
4	계오건설	경기도 수원	체육시설	D10	지상층 기둥
5	현오건설	서울 송파구	사무시설	D13	건물 전체 기둥
6	계오건설	대전시	전시시설	D13	지상층 기둥
7	영오건설	경기도 김포	사무시설	D10	건물 전체 기둥
8	진오건설	서울 마포구	오피스텔	D10	지하층 기둥
9	부오건설	서울 용산구	오피스텔	D13/ D10	건물 전체 기둥
10	에오건설	서울 구로구	오피스텔	D13	건물 전체 기둥
11	동오건설	강원도 강릉	오피스텔	D10	건물 전체 기둥
12	글오건설	서울 구로구	오피스텔	D10	건물 전체 기둥
13	샘오건설	서울 양천구	사무시설	D10	지하층 기둥
14	호오건설	서울 금천구	공동주택	D10	건물 전체 기둥
15	공오건설	서울 은평구	공동주택	D10	건물 전체 기둥
16	태오건설	충남 아산시	오피스텔	D10	건물 전체 기둥
17	우오건설	충북 청주시	공동주택	D10	지상층 기둥
18	한오건설	충북 음성군	공연시설	D10	건물 전체 기둥
19	진오건설	경기도 하남	오피스텔	D10	지상층 기둥
20	계오건설	세종시	전시시설	D13/ D10	건물 전체 기둥
21	공오건설	서울시 광진구	공동주택	D10	건물 전체 기둥
22	영오건설	서울시 영등포구	업무시설	D10	건물 전체 기둥
23	광오건설	부산시	오피스텔	D13	건물 전체 기둥
24	영오건설	서울시 송파구	업무시설	D10	건물 전체 기둥
25	동오건설	천안시	공동주택	D10	지상층 기둥
26	포오건설	전남 광양시	아파트	D10	건물 전체 기둥
27	현오건설	대구시	오피스텔	D13	건물 전체 기둥
28	계오건설	세종시	아파트	D13/ D10	건물 전체 기둥
29	현오산업개발	대구시	아파트	D13/ D10	건물 전체 기둥

* 출처: 홈페이지 씨에이치건설(<http://chrcc.kr>)의 실적사항 참조

이와는 별도로 D16용 원터치-RC클립로 결속 보강한 대체후프를 갖는 SRC기둥에 대해 구조검증을 완료하고 2023년내에는 실용화하여 판매할 계획을 가지고 있다.

9. 맺음말

철근콘크리트와 SRC합성 구조에서 135° 표준갈고리의 시공성을 개선하기 위하여 90° 갈고리에 원터치-RC클립을 결속 보강하는 기술을 개발하였으며 원터치-RC클립 자체의 성능실험인 정착성능과 기둥 부재에서의 적용을 위한 압축 및 내진성능 실험 그리고 유한요소해석을 통하여 충분한 구조성능이 확보됨을 검증하였다.

또한, SRC합성기둥에서도 원터치-RC클립으로 결속 보강한 대체후프를 갖는 SRC기둥도 폐쇄형 후프를 갖는 SRC기둥의 성능과 비교할 때 동등 이상의 성능이 발휘되고 있음을 확인하였다.

이에 따라 2020년 건축구조기술사회로부터 기술인증을 받았으며 이후 현재까지 총 29개 현장에 적용되었는데 초기에는 개발 당시의 예상과 같이 대부분 구조감리나 공사감독으로부터 지적에 대한 조치사항으로 사용되어 지는 경우가 대부분이었으나 점차 현장 자체의 자발적 요구에 따라 사용이 증대되고 있다.

결과적으로, 원터치-RC클립을 사용함으로써 기존에 다소 복잡하고 어려웠던 135° 표준갈고리의 시공성이 개선되어 많은 현장의 원활한 품질 및 공정관리 측면에서 상당히 기여할 것으로 예상된다.

특히, 지하역타공법 등에서 그동안 대안이 없었던 SRC기둥의 폐쇄형 후프에 대해서도 대체용으로 원터치-RC클립을 사용하여 시공할 수 있는 대체 시공방법을 제안함으로써 SRC기둥이 있는 현장에서도 시공성 개선에 많은 기여를 할 것으로 판단된다.

10. 제품관련 구매 문의 및 자료검색

- 전화: 02,2240,4990
- 네이버와 다음에 “씨에이치건설기술” 또는 “RCC내진갈고리” 검색
- 홈페이지 : <http://chrcc.kr>

참고문헌

1. 박경언, 김용주 (2020), “띠철근 풀림방지 장치”, 특허번호 10-2148235, 대한민국 특허청, 2020년 8월
2. 박경언, 김용주 (2020), “띠철근 고정클립”, 디자인 특허번호 30-1077403, 대한민국 특허청, 2020년 9월
3. 박경언, 윤현도 (2020), “클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착거동”, 한국구조물진단유지관리공학회, 24권 4호, 2020년 8월, pp. 72-80.
4. 박경언, 윤현도 (2020), “철근콘크리트 기둥의 띠철근에서 135° 갈고리 대체 클립형 연결장치의 시공성 및 비용 분석”, 한국건축시공학회, 20권 5호, 2020년 10월, pp. 459-469.
5. 박경언 (2021), “철근콘크리트 기둥에서 90도 갈고리 띠철근 결속용 클립형 연결장치의 유효성 평가”, 충남대학교 대학원, 박사학위논문, 2021년 2월
6. 박경언, 윤현도, 홍성걸 (2021), “강재 클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근으로 구축된 철근콘크리트 기둥의 압축거동”, 한국콘크리트학회, 33권 5호, 2021년 10월, pp. 469-480.
7. 박경언, 윤현도, 홍성걸 (2022), “강재 클립형 연결장치로 단부를 결속한 횡방향 철근으로 보강된 고강도 콘크리트 기둥의 전단성능”, 한국콘크리트학회, 34권 2호, 2022년 4월, pp. 161-172.
8. 김용주, 최병정 (2022), “폐쇄형 후프의 시공성을 개선하기 위해 강재 클립형 연결장치로 보강한 대체후프를 갖는 SRC기둥의 내진거동”, 한국공간구조학회, 게재 예정.



(a) 세종 조치원 현장



(b) 광교 복합체육시설 현장



(c) 대구 만촌동 현장



(d) 최종 누적 에너지소산능력 비교

[그림 11] 원터치-RC클립 사용된 현장에서 설치된 모습