01

135 ° 표준갈고리 작업성을 개선하기 위한 D10 및 D13용 원터치-RC클립 (Rebar Confinement Clip)

One Touch – RC Clips(Rebar Confinement Clip) to Improve Workability 135 Degree Standard Hook

김용주 Yongjoo Kim
CH구조엔지니어링 및 CH건설기술 대표

목미선 Miseon Mok
CH구조엔지니어링 연구개발부서 본부장

이정훈 Junghoon Lee
CH구조엔지니어링 연구개발부서 소장

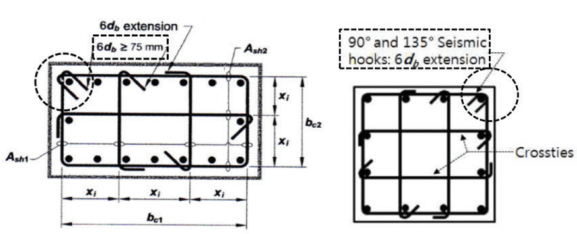
김대진 DaeJin Kim
경희대학교 건축공학과 교수

박경언 Kyoungyeun Park
계룡건설 구조담당

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)〉에서 보는 바와 같이 횡철근의 양 끝단을 135 °로 구부리고 구부린 끝에서 횡철근 직경의 6배($6d_b$) 및 최소 75 mm 이상 연장하도록 규정하고 있으며(KDS 14 20 50 : 2021) 이를 내진성능에 기여한다는 의미로 내진갈고리(Seismic Hook)라는 용어로 통상 사용되기도 한다. 이러한 띠철근 갈고리 상세는 현장에서 〈그림 1 (b)〉에서 보는 바와 같이 미리 양쪽 갈고리를 135 °로 굽힌 띠철근을 이미 배근된 기둥 주근 상부에서 끼워 넣는 방식과 한쪽은 135 °로 가공하고 다른 쪽 90 ° 갈고리인 띠철근을 배근된 주근에 옆에서 끼워 넣은 다음 90 ° 갈고리를 135 °로 구부리는 방식 중에서 현장여건에 따라 작업자가 편리한 방법을 선택하여 작업하게 된다. 그런데, 위 2가지 방법 모두 작업 과정에서 쉽지 않아 구조감리나 감독이 확인하지 않는 경우 현장에서는 작업하기 쉽게 횡철근의 한쪽 또는 양쪽 끝을 90 °로 구부려 마무리함으로써 135 ° 표준갈고리 상세를 따르지 않은 상태로 시공될 우려가 있다.

이와 같이 현장에서 횡철근이 갖는 복잡한 상세로 인하여 발생하는 시공상의 어려움을 극복하기 위해 기둥과



(a) 철근콘크리트 기둥의 135 ° 표준갈고리 기준상세

작업방법-1 작업방법-2

(b) 작업방법

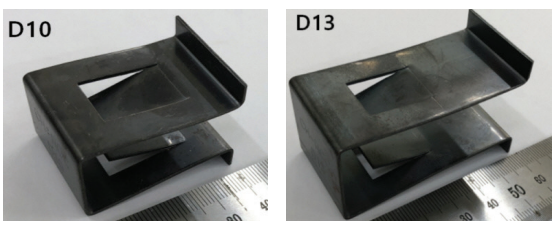
그림 1. 철근콘크리트 기둥에서 135 ° 표준갈고리 기준상세 및 작업방법

같은 압축부재 심부 콘크리트의 횡구속 및 전단성능을 저하시키지 않으면서 시공성을 개선하기 위한 다양한 상세에 대하여 연구가 진행되고 있다. 국내에서는 연속횡철근을 활용한 보강방법(Eom et al 2013) 등이 제안되었고 국외에서는 U자형 갈고리 클립(Lukkunaprasit and Sittipunt 2003) 등이 제안되었다. 그러나, 이미 제안된 방법은 구조성능 측면에서 미흡하거나 다양한 기둥 단면, SRC합성기둥과 같이 상부에서 끼워 작업할 수 없는 등의 여러 문제로 인하여 현재까지 보편화되고 있지 않은 실정이다. 그러므로, 기준의 작업하기 어려운 135° 표준갈고리의 작업성을 개선하고 다양한 기둥 단면 또는 SRC합성기둥과 같이 상부에서 끼울 수 없는 작업환경에서도 쉽게 적용할 수 있도록 90° 갈고리에 〈그림 2〉와 같은 "원터치 방식의 RC클립(Rebar Confinement Clip)"으로 결속보강하는 방안을 개발하였다(Park and Kim 2020).

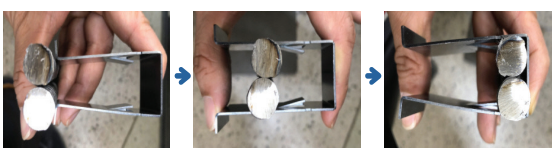
2. "원터치-RC클립" 제안 및 형상 결정과정

"원터치-RC클립"은 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 위해 처음에는 〈그림 3 (a)〉와 같이 양단 90° 갈고리를 결속하는 연결장치 개념에서 시작하였으나 이는 띠철근 가격보다 연결장치 자체의 가격이 비싸져 경제성이 떨어질 염려가 있으므로 실물 제작은 하지 않았다. 다음으로, 90° 갈고리에 클립형태 장치를 결속하는 방법으로 고안하였으며 〈그림 3 (b)〉와 같은 나사와 클립을 혼합한 연결장치는 결속력을 증진하기 위하여 조임용 나사를 설치하였으나 설치가 복잡하고 클립 자체의 제작용 강판의 두께가 2.0 mm 이상 두꺼워져야 하는 등의 문제점이 확인되어 개발할 클립형상에서 제외하였다. 〈그림 3 (c)〉의 초기 연



(a) 원터치-RC클립의 형상


(b) 결속방법

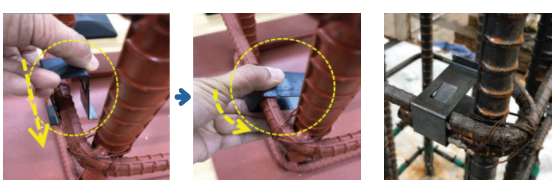
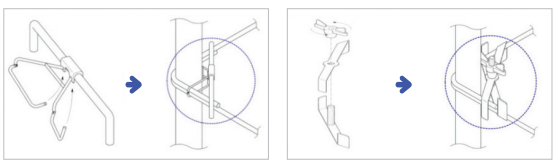

(c) 설치 과정

그림 2. D10 및 D13용 원터치-RC클립


(a) 최초 양쪽 90° 갈고리 동시 결속개념의 연결장치

(b) 나사식과 클립을 혼합한 연결장치

(c) 초기 연결철물 장치

(d) 예비성능 검증후 초기 연결철물 장치 파괴 형상

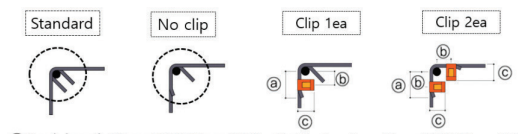
그림 3. 초기 개발단계에서 연결철물 장치

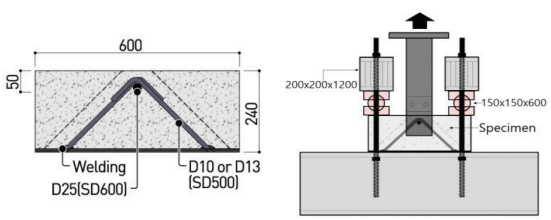
결장치는 두께 1.0 mm로 제작되어 나사와 클립이 혼합한 연결장치와는 다르게 원터치 방식의 제작 및 설치가 용이하였지만, 이 초기 연결장치에 대하여 구조성능이 발휘되는지 우선 검증될 필요가 있어 중심축하중과 반복횡하중 실험의 성능검증 예비실험을 실시하였다. 초기철물 연결장치에 대한 구조성능 예비실험결과, 표준실험체와 비교할 때 내진성능 측면에서 유사한 거동을 보이기는 하였지만 다소 부족한 성능이 나타났고 압축성능에서는 크게 미치지 못하는 성능이 나타났다. 특히, 〈그림 3 (d)〉와 같이 90° 갈고리가 탈락하여 외부로 나오는 것을 억제하지 못하고 초기 연결장치 앞면에서 파단되며 바깥쪽에 위치한 양쪽 날개가 파단되는 등 문제가 발생하였다. 결과적으로, 양쪽 날개를 안쪽으로 위치 변경하고 묻힘길이를 더 길게 하는 등의 정착 성능 향상 위주의 형상변경을 통하여 〈그림 2 (a)〉와 같이 철근 D10과 D13용의 "원터치-RC클립"을 실물 제작하였다. 실물제작한 "원터치-RC클립"으로 3장 구조성능 검증결과와 4와 5장의 시공성 및 경제성 평가 결과로 2020년 10월 건축구조기술사회부터 기술인증을 취득하였으며 제품명을 "135° 표준갈고리를 작업성 개선을 위한 D10 및 D13용 원터치-RC클립(One Touch-Rebar Confinement Clip)"또는 간단히 "RC클립"으로 명칭하고 이후 판매를 시작하여 현재까지 27개 현장에 적용하여 오고 있으며 지속적으로 판매되고 있는 실정이다.

표 1. 구조성능 실험변수

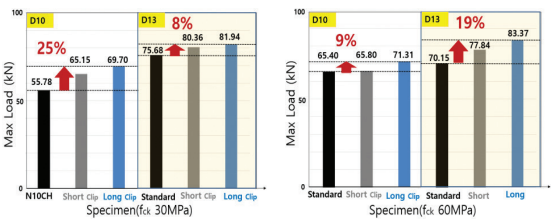
구분		내 용
30-10-ST	①	• 콘크리트 압축강도(f_{cu}) 30 : 30 MPa(보통강도) 60 : 60 MPa(고강도)
	②	• 띠철근 직경 ; 10 : 10 mm, 13 : 13 mm
	③	띠철근 갈고리 상세
		ST • 표준실험체: 135° 표준갈고리 교차시공
		H1 • 135° 갈고리 + 90° 갈고리
		C1 • 135° 갈고리 + 90° 갈고리에 RC클립(1개)
		C2 • 양단 90° 갈고리에 각각 RC클립(2개)

[비고] RC클립 설치 위치에 따른 RC클립 길이





(a) 정착 성능 실험체 및 설치



(b) 실험결과

그림 4. 정착 성능 실험체 및 실험결과 비교

3. 구조성능 검증

3.1 정착 성능 검증

구조성능 검증 가운데 가장 먼저 실시한 검증은 실물제작한 "D10 및 D13용 원터치-RC클립"에 대한 정착 성능 검증으로 띠철근의 한쪽 90° 갈고리에 RC클립으로 결속하는 상세에 대하여 인발실험을 통해 정착 성능을 검증하였다(Park and Yun 2020a). 정착성능을 검증할 때 실험변수로서 D10과 D13용 각각에서 RC클립 자체 길이가 짧은 경우와 긴 경우로 구분하였고 콘크리트 강도 또한 보통 및 고강도일 때를 구분하여 총 28개(D10용 실험체 14개, D13용 실험체 14개)의 실험체로 검증하였다. 검증결과, "원터치-RC클립"의 자체 길이와 무관하게 135° 표준갈고리보다 모두 정착 성능이 우수한 것으로 나타났으며 길이가 긴 RC클립의 경우 길이가 짧은 RC클립보다 더 우수한 정착 성능을 보였다. 정착 성능이 가장 우수한 경우는 최대 25 %까지 정착강도가 증가하는 것으로 나타났으며 양단 90° 갈고리에 RC클립 모두를 사용하는 경우 정착 성능이 한쪽에만 RC클립을 사용하는 경우보다 정착 성능이 더 우수한 것으로 나타났

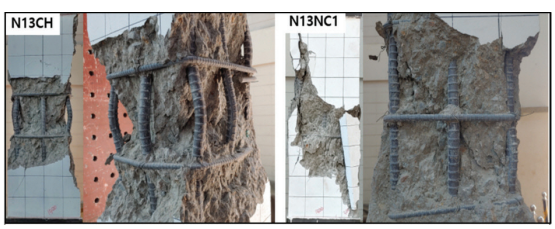
다. 이 성능검증 결과를 바탕으로 “원터치-RC클립”의 최종 형상은 묻힘길이가 짧은 클립과 긴 클립 가운데 긴 클립을 선택하여 〈그림 2 (a)〉와 같이 확정하였다.

3.2 압축성능 검증

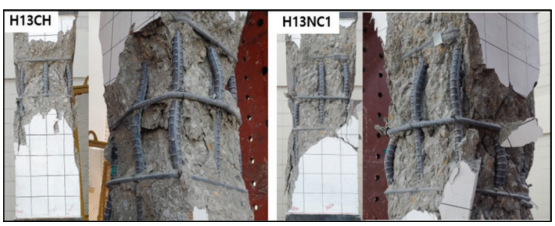
정착 성능검증 이후 90° 갈고리에 “원터치-RC클립”으로 결속한 횡철근으로 보강된 보통(30 MPa) 및 고강도(60 MPa) 실규모 기둥 10개의 실험체(D10용 실험체 5개, D13용 실험체 5개)로 중심축하중을 받는 상태에서 압축거동에 대한 횡철근의 횡구속 성능도 검증하였다. 압축성능 실험결과, 〈그림 5 (a)〉와 같이 135° 표준실험체와 비교할 때 RC클립을 사용한 실험체에서 대등한 주근 좌굴 길이와 횡철근의 변형률 거동을 보였으며 압축강도와 강도증가계수에서도 표준실험체보다 4 % 이상 높은 값을 보여 “원터치-RC클립”으로 90° 갈고리를 결속 보강할 경우는 135° 표준갈고리와 동등 이상의 횡구속 성능을 발휘하는 것으로 검증되었다(Park et al 2021).

3.3 내진성능 검증

추가적으로 구조적인 신뢰성을 확보하기 위해 90° 갈고리에 “원터치-RC클립”으로 결속한 횡철근으로



(a) 보통강도 콘크리트에서 주근 좌굴길이(D13)



(b) 고강도 콘크리트에서 주근 좌굴길이(D13)

그림 5. 압축성능실험에서 실험체의 주근 좌굴길이 비교

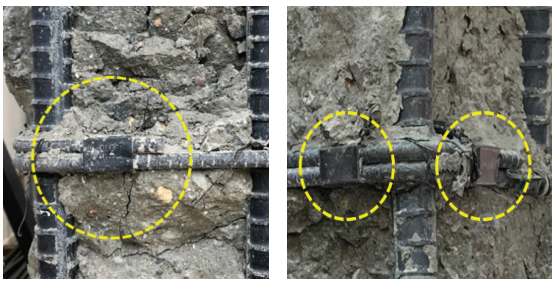


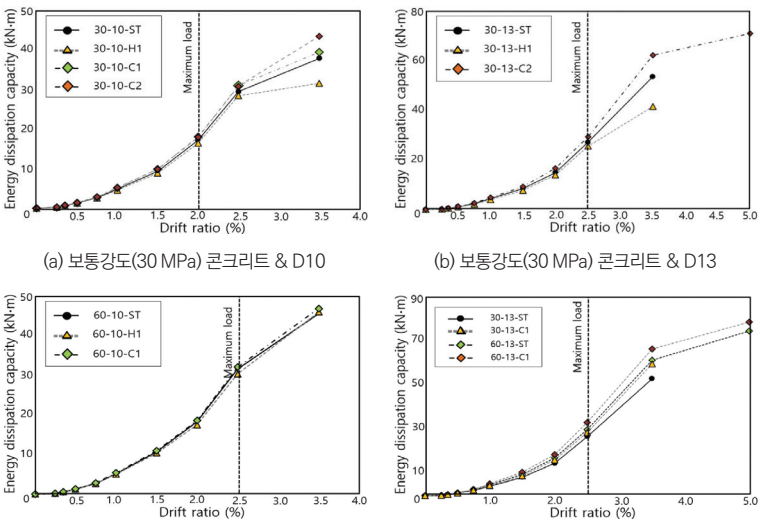
그림 6. 내진성능 실험후 “원터치-RC클립”형상

보강된 보통(30 MPa) 및 고강도(60 MPa) 실규모 13개(D10용 7개, D13용 6개) 철근콘크리트 기둥으로 내진성능, 띠철근의 횡구속 및 전단기여 성능을 중점으로 평가하였다. 내진성능 평가결과, “원터치-RC클립”을 사용할 경우 135° 표준실험체보다 최대강도 및 강성이 상승하였고 에너지소산능력도 〈그림 7〉에서 보는 바와 같이 최대 32.3 % 향상효과를 확인할 수 있었다.

특히, 〈그림 3 (d)〉의 초기 연결철물이 최종 파괴후 파손을 보인 모습과는 달리 형상개선된 “원터치-RC클립”모습은 최종 파괴 후 갈고리 형상에서 〈그림 6〉과 같이 처음 배근된 갈고리 상태를 유지하고 있어 외력에 의한 갈고리 변형을 억제하는 데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 그러므로, 횡철근의 갈고리에 “원터치 RC클립”으로 결속 보강된 철근콘크리트 기둥의 내진성능, 띠철근의 횡구속 및 전단기여 성능이 표준실험체와 비교할 때보다 우수한 성능을 발휘하는 것으로 검증 평가되었다(Park et al 2022).

3.4 해석적 검증

이와 같이 실험적 검증 결과를 바탕으로 다양한 조건에서 해석프로그램(S/W)인 ABAQUS/CAE 2018을 사용하여 다양한 철근콘크리트 기둥단면과 철근배근 및 축력 상태에 대하여 해석을 수행하였으며 “원터치-RC클립”을 적용한 철근콘크리트 기둥의 유한요소 해석 모델을 개발하고, 이에 근거한 해석결과를 수행된 실험결과와 비교하여 그 정확성을 평가하였다. 다양한 부재 크기에 따른 검증을 위하여 개발한 유한요소해석 모델을 활용하여 〈그림 8〉에서 보는 바와



(a) 보통강도(30 MPa) 콘크리트 & D10 (b) 보통강도(30 MPa) 콘크리트 & D13

(c) 고강도(60 MPa) 콘크리트 & D10 (d) 고강도(60 MPa) 콘크리트 & D13

그림 7. 내진성능 실험결과의 최종 누적 에너지소산능력 비교

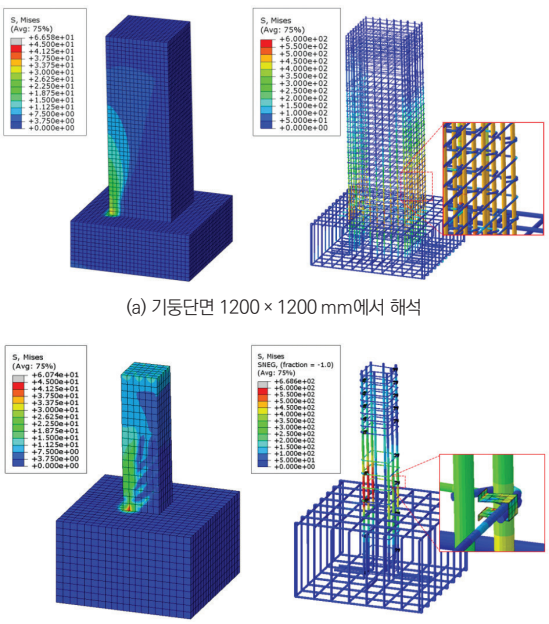
같이 철근콘크리트 기둥 단면크기가 비교적 큰 단면인 800×800 mm와 1,200×1,200 mm기둥도 해석 수행하였으며 다양한 축력(0.25 및 0.35 고축력) 상황에서도 해석 검증하였다.

유한요소해석을 수행한 결과, "원터치-RC클립"을 사용하는 경우 135° 표준실험체를 적용한 경우와 비교할 때 동등 이상의 성능이 발휘되고 있고 수행한 실험결과와도 오차범위 내에서 정확성을 확인할 수 있었다.

4. 시공성 평가

"원터치-RC클립"에 대하여 구조적 성능검증 후에 시공성 및 경제성에 대한 정량적 평가를 수행하였다(Park & Yun, 2020). 시공성 평가는 철근콘크리트 기둥의 후프 철근 작업 방법 중 상부에서 끼우는 방법은 철골 기둥이나 SRC 합성 기둥과 같이 적용할 수 없는 경우가 있으므로 보편적으로 적용 가능한 방법인 옆에서 끼우는 방법으로 평가하였다. 시공성 평가에서 RC기둥을 모델로 평가하였는데 기둥 크기는 중층 이하 건축물에 일반적으로 가장 많이 적용되고 있는 크기를 적용하였고 기둥 내 철근 배근은 현장에서 가장 사용성이 많은 중간모멘트골조 상세를 적용하여 작업시간과 작업 후 배근 품질상태를 위주로 평가하였다.

작업시간 비교결과, 양단 135° 표준갈고리 상세의



(a) 기둥단면 1200 × 1200 mm에서 해석

(b) 0.35 고축력상태에서 해석

그림 8. 유한요소해석 검증 결과

(a) 철근배근 시공성 평가 전과 후의 모습

(b) "원터치-RC클립"묻힘상태 확인

그림 9. 철근배근 전과후의 모습 및 묻힘상태 확인

기둥의 경우, 1개 기둥 내 주근과 띠철근 모두 배근조립 완료하는 데 띠철근 직경(D10, D13)에 관계없이 약 50분 정도 소요되었다. 철근 배근 과정에서 띠철근 D13인 경우는 반드시 2명의 작업자가 필요하여 D10인 경우의 상단과 하단에서 각자 작업하는 것에 비해 시간이 좀 더 소요되었다.

작업자와 면담으로 실제 현장에서는 1개 기둥의 철근 배근 조립은 약 1시간, 2인 1조 작업 및 1일 작업기준(8시간)으로 8개 기둥을 조립 가능하다고 하였다. "원터치-RC클립"으로 90° 갈고리에 결속하는 경우 띠철근 직경과 결속해야 할 RC클립 사용 개수에 관계없이 기둥 1개 내 철근 배근조립 완료하는데 시간이 모두 약 25분대로 측정되어 135° 표준실험체에 비해 작업시간이 1/2 이상 단축되었다. 콘크리트 양생 후, 기둥 단면을 잘라 "원터치-RC클립"의 묻혀 있는 상태도 확인한바, RC클립 결속한 위치에서 〈그림 9 (b)〉와 같이 매우 충실하게 잘 충진되어 있어 RC클립 자체가 콘크리트에 완전히 묻혀 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 1일(하루) 평균 임금은 2022년 초에 대한건설협회에서 제시한 철근공 최근 노임단가를 적용하였고 간접노무비 '1.2'의 비율은 2022년 조달청 시설공사 원가계산 제비율 적용기준을 적용하였다. 건축물 규모 중에서 중층 규모의 철근콘크리트 라멘구조 건축물에서 1층당 15개 기둥(3×5열)이 있는 평면을 기준으로 전체 5층 규모 건축물의 기둥 총 개수는 75개로

표 2. "원터치-RC클립"사용에 따른 경제성 평가 (단위 : 천원)

실험체	갈고리 형태	직접비	간접비	"원터치-RC클립" 사용에 따른 재료비	총 비용	비용 절감
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				- 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				- 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.

계산하였다. 작업자 면담 및 시공성 평가 결과를 바탕으로 2인 1조가 3.0 m 높이의 1개 기둥내 주근과 띠철근 모두 배근 조립 완료하는 데 소요 시간을 약 1시간을 계산하여 1일 작업가능시간 8시간을 기준으로 할 때 8개의 기둥을 철근 조립할 수 있는 것으로 계산하였다.

"원터치-RC클립" 사용시 RC클립의 사용 개수와 관계없이 기둥 1개 내 클립의 결속과 철근 모두를 배근 조립하는 데 걸리는 시간은 약 30분 내로 소요되어 1일(하루) 16개의 기둥 조립이 가능한 노무비로 계산하였다. 사용되는 RC클립의 개수는 1개로 결속하는 경우 1개 기둥에 10개, 2개로 결속하는 경우 1개의 기둥당 20개의 RC클립이 사용되는 것으로 재료비를 계산하였다. "원터치-RC클립"을 사용할 때 2022년 현재 판매가 기준인 띠철근 D10용인 경우 1개당 1,000원, D13용인 경우 1개당 1,500원을 계상하여 최종 노무비와 함께 계산 후 종합 비교하였다. 경제성 평가 결과, 〈표 2〉에서 보는 바와 같이 135° 표준실험체와 비교할 때 띠철근 직경에 관계없이 "원터치-RC클립"을 1개 사용하는 경우, 표준갈고리 상세로 작업하는 것보다 약 38.5 % 이상의 비용 절감효과가 있으며 2개를 사용하는 경우 약 27.0 % 이상의 비용 절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

6. 현장적용 사례 및 "원터치-RC클립"사용 활성화 방안

〈그림 10〉과 같이 2020년 건축구조기술사회의 기술인증 이후 현재까지 현장요구에 따라 서울 마포구 소재의 롯○건설의 주상복합 오피스텔 현장을 비롯한 27개 현장의 "원터치-RC클립"이 적용되었으며 적용된 사례는 〈표 3〉과 같다. 총 27개 현장에서 "원터치-RC클립"이 적용된 사유를 분석하면 공통적으로 초기에는 구조감리나 감독으로부터 기준 미준수로 발견되어 이에 재시공되어야 하는 현장에서 다시 작업하기 어려운 경우에 대부분 사용되었으나 점차 자발적인 선구매후 적용하게 되었다. "원터치-RC클립"을

(a) 기술인증서 (b) 현판식

그림 10. 건축구조기술사회 기술인증 및 현판식

표 3. 현장적용 사례

-	사용회사	현장 위치	건물 유형	클립종류	사용 부재
1	롯○건설	서울 마포구	오피스텔	D13/ D10	건물 전체 기둥
2	대○건설	경기도 용인	아파트	D13	지하층 기둥
3	일○건설	경기도 수원	아파트	D13	건물 전체 기둥
4	계○건설	경기도 수원	체육시설	D10	지상층 기둥
5	현○건설	서울 송파구	사무시설	D13	건물 전체 기둥
6	계○건설	대전시	전시시설	D13	지상층 기둥
7	영○건설	경기도 김포	사무시설	D10	건물 전체 기둥
8	진○건설	서울 마포구	오피스텔	D10	지하층 기둥
9	부○건설	서울 용산구	오피스텔	D13/ D10	건물 전체 기둥
10	에○건설	서울 구로구	오피스텔	D13	건물 전체 기둥
11	동○건설	강원도 강릉	오피스텔	D10	건물 전체 기둥
12	글○건설	서울 구로구	오피스텔	D10	건물 전체 기둥
13	샘○건설	서울 양천구	사무시설	D10	지하층 기둥
14	호○건설	서울 금천구	공동주택	D10	건물 전체 기둥
15	공○건설	서울 은평구	공동주택	D10	건물 전체 기둥
16	태○건설	충남 아산시	오피스텔	D10	건물 전체 기둥
17	우○건설	충북 청주시	공동주택	D10	지상층 기둥
18	한○건설	충북 음성군	공연시설	D10	건물 전체 기둥
19	진○건설	경기도 하남	오피스텔	D10	지상층 기둥
20	계○건설	세종시	전시시설	D13/ D10	건물 전체 기둥
21	공○건설	서울시 광진구	공동주택	D10	건물 전체 기둥
22	영○건설	서울시 영등포구	업무시설	D10	건물 전체 기둥
23	광○건설	부산시	오피스텔	D13	건물 전체 기둥
24	영○건설	서울시 송파구	업무시설	D10	건물 전체 기둥
25	동○건설	천안시	공동주택	D10	지상층 기둥
26	포○○건설	전남 광양시	아파트	D10	건물 전체 기둥
27	현○건설	대구시	오피스텔	D13	건물 전체 기둥

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

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

"원터치-RC클립"의 개발할 때의 예상과 실제 현장 적용에 있어 차이점은 첫째, RC클립의 구매 시점이었다. 처음 RC클립을 개발할 당시의 예상은 철근콘크리트 공사 전에 필요한 전량을 모두 구매하여 비치한 후 필요한 시기에 적절히 현장에서 사용할 것이라고 예상하였으나 ,실제로는 1개 층이나 계획한 일부구획이 철근작업 완료되었을 때야 비로소 일정 수량의 "원터치-RC클립"을 구매하였고, 그 이후에 다시 각층이나 계획한 일정구획의 철근작업이 완료되었을 때 필요수량을 재구매하여 작업을 실시하는 차이를 보였다.

둘째, "원터치-RC클립"개발 당시의 예상은 탁월한 시공성 개선 효과 때문에 일 정간 내 생산한 많은 양의 RC클립이 바로 소진될 것으로 예상되었으나 예상과는 달리 소진이 부진하였다. 부진한 사유를 분석하면, 원도급자인 건설사와 단일공종 협력업체의 생각의 차이에서 비롯된 것으로 판단된다. 원도급자인 경우 당연히 기준을 준수하는 조건으로 협력업체(철근콘크리트업체)와 계약을 하지만, 협력업체는 그 계약된 범위 내 작업만 수행하면 되므로, 1인 철근공 하루 일당 약 20만원 가량의 투입비용에 비해 개당 1,000원(D10용) 혹은 1,500원(D13용) 소요되는 RC클립이 적은 금액이라고 할지라도 비용을 처리하여 구매하기는 꺼리기 때문이었다.

또한, 노무비의 비용 절감이라는 경제적인 효과가 탁월함에도 불구하고 철근콘크리트업체 당사자에게는 자신들의 이익으로 환산된다는 인식을 하지 못하는 것으로 판단되기 때문에 그로 인해 "원터치-RC클립"구매에 적극적으로 나서지 않았던 것으로 나타났다. 그러므로, "원터치-RC클립"을 사용함에 따라 시공성 및 품질 향상을 도모하기 위해서는 첫째, 원도급자와 협력업체간 계약할 때부터 "원터치-RC클립"사용을 전제로 계약하는 방식이며 이는 작업하는 처음 단계부터 현장 사용에 있어 활성화에 기여할 것으로 판단된다.

두번째로는 "원터치-RC클립"에 소요되는 비용을 원도급자인 건설사가 우선 구매하여 협력업체에 제공하는 방식이며, 이는 원도급자가 철근 배근 작업 전에 일정량의 "원터치-RC클립"을 구매하여 제공함으로써 배근작업과 동시에 RC클립의 적극적인 활용을 유도하는 것이다. 경제성 평가 분석의 5층 규모 기준으로 총 750개 정도 소요된다고 보면, RC클립을 사용되는 비용이 총 75만원(D10 기준)으로 5층 규모 건물 골조 비용에 비교하면 매우 적은 비용이며, 실제 1개 현장 내 가장 많이 소요된 수량의 총 비용도 12백만원 정도로 당시 해당 현장의 골조공사비용의 약 300억원과 비교하면 0.04 % 미만의 매우 적은 비용이 소요되기 때문이다. 또한, 위의 제시한 방안은 협력업체의 작업성 향상에 일조한다는 의미에서 선구매하여 제공하는 것은 원도급자 입장에서도 협력업체와 서로 간 상생하는 방안으로도 매우 긍정적인 협력방식이 될 수 있을 것으로 사료된다.

7. 향후계획

"원터치-RC클립"과 관련하여 기술에 대한 신뢰성을 높이기 위하여 2022년 전반기에 정부가 주관하는 신제품 인증을 신청후 취득할 예정으로 2022년 8월경에는 신제품 인증이 가능할 것으로 판단된다. 더불어, 2020년 건축구조기술사회로부터 취득한 기술인증에 이어 한국콘크리트학회에도 기술인정을 신청하여 취득할 예정이며 다음으로 2022년 말까지의 적용된 현장사례와 그동안의 검증실적을 근거로 국토부 건설신기술 및 국민안전처의 방재신기술 취득을 신청할 예정이다. 이러한 계획에 따라 2023년 전반기까지는 국토부 건설신기술과 국민안전처의 방재신기술 취득까지 무난하게 인증될 것으로 사료된다. 이와는 별도로 2022년 전반기에 지하구조물 역타공법으로 적용되는 SRC합성기둥 폐쇄형 후프철근 상세의 작업성을 대체할 상세로 "원터치-RC클립"을 적용하여 실제 실험 적용한 후 그 결과를 관련 학회에 논문으로 발표할 예정이며 이와는 별개로 "D16용 원터치-RC클립"을 실물 제작하여 2023년에 실험 적용 후 실용화할 예정이다.

8. 맺음말

철근콘크리트 구조물내 135° 표준갈고리의 작업성을 개선하기 위하여 90° 갈고리에 "원터치-RC클립"을 결속하는 기술을 개발하였으며, RC클립 자체의 성능실험인 정착 성능과 기둥 부재에서의 적용을 위한 압축 및 내진성능 실험 그리고 유한요소해석을 통하여 충분한 구조성능이 확보됨을 검증하였다. 이에 따라 2020년 10월 건축구조기술사로부터 기술인증을 받았으며 이후 현재까지 총 27개 현장에 적용되었는 바, 초기에는 개발 당시의 예상과 같이 현장사용에 대부분은 구조감리나 공사감독으로부터 지적사항에 대한 조치사항으로 이루어지는 경우가 대부분이었으나 점차 현장 자체의 자발적 요구에 따라 사용이 증대되고 있다. 결과적으로, 개발된 "원터치-RC클립"을 적은 비용으로 구매하여 적극 활용함으로써 135° 표준갈고리와 동등 이상의 구조성능을 바탕으로 기존에 다소 복잡하고 어려웠던 작업성이 개선되어 모든 현장의 원활한 품질 및 공정관리 측면에서 상당히 기여할 것으로 예상된다.

9. 제품관련 구매 문의 및 자료검색

전화 : 02.2240.4990 /네이버와 다음에 "씨에이치건설기술"

또는 "RCC내진갈고리"검색

홈페이지 : http;//chrcc,kr

담당 편집위원 :

참고문헌

1. Eom, T. S., Choi, T W., Park, H. G., Kang, S. M. Jin, J. M., "Seismic Tests on Reinforced Concrete Columns Confined with Continuous Hoops". Journal of Korea Institute of Building Construction.JKIBC. Vol. 29, No. 2, pp. 99-107(In Korean), 2013.
2. Lukkunaprasit, P., & Sittipunt, C., "Ductility Enhancement of Moderately Confined Concrete Tied Columns with Hook-Clips". Structural Journal, 100(4), 422-429, 2003.
3. Park, K.Y., Kim, Y.J., "Band Steel Locking Device", Patent Public Number 10-2148235, Korean Intellectual Property Office(KIPO), 2020.
4. Park, K.Y., Yun, H.D., "Clip-type Binding Implement Effect on Anchorage Behavior of 90-Degree End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced Concrete Columns."Journal of the Korea for Structural Maintenance and Inspection, JKSMI, Vol. 24, No. 4, August 2020, pp. 72-80(In Korean), 2020.
5. Park, K.Y., Yun, H.D., "Constructability and Cost Analysis of the Clip-Type Binding Implement Substituting 135°End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced Concrete Columns ."The Korea Institute of Building Construction, JKIBC, Vol. 20, No. 5, October 2020, pp. 459-469(In Korean), 2020.
6. Park, K.Y., Yun, H.D., and Hong, S.G., "Effect of a Steel Clip-Type Binding Implement on the Axial Compressive Behavior of Reinforced Concrete (RC) Columns Confined by 90-Degree End-Hooked Hoops."Journal of the Korea Concrete Institute, JKCI, Vol. 33, No. 5, October 2021, pp. 469-480(In Korean), 2021.
7. Park, K.Y., Yun, H.D., and Hong, S.G., "Shear Performance of High-Strength Concrete Columns with Transverse Reinforcement Binded by Steel Clip-Type Implements."JKCI, Vol. 34, No. 2, April, 2022, pp. 161-172(In Korean), 2022.

김용주 대표는 경기대학교에서 학·석사 학위를 취득하였으며 2003년 건축구조기술사를 취득하여 현재까지 CH구조엔지니어링 및 CH건설기술 대표로서 재직 중이다. 2017년 "원터치-RC클립"에 대한 아이디어를 최초로 도출하여 개발하기 시작하였으며 각종 성능실험과 인증서 취득을 주도하였고 상품등록 이후 현재까지 RC클립의 판매를 주관하고 있다. 이외에도 다양한 건설기술관련 개발에 대하여 관심이 많고 구조설계업무와 병행하면서 지속적인 기술개발을 통해 다양한 건설신기술을 선보일 예정이다.

yongju1113@naver.com

목미선 본부장은 충북대학교 건축공학과에서 학사학위를 취득하고, 경기대학교에서 석사 학위를 취득하였다. 2004년부터 구조설계사무소에서 근무하여 18년 동안 다양한 구조설계업무를 수행하였다. 2017년부터 원터치 RC 클립의 아이디어 도출 및 실험에 참여하였고, 이외의 여러 건설기술 관련하여 연구를 진행하고 있다.

ms.mook@cheng.co.kr

이정훈 소장은 금오공과대학교 건축공학과에서 학사 및 석사 학위를 취득하고 2012년부터 CH구조엔지니어링에서 12년간 다양한 구조설계업무를 수행하였다. 2019년 원터치 RC 클립의 상세 개발에 참여하였으며 이외의 건설기술 관련하여 개발 및 연구를 진행하고 있다.

hoonee0412@naver.com

김대진 교수는 서울대학교 건축학과에서 학·석사 학위를 미국 일리노이 주립대 어바나-샴페인 캠퍼스에서 박사학위를 취득하였다. 박사학위 취득 후 프랑스의 세계적인 원자력 엔지니어링 회사인 Areva NP Inc.에서 근무하였으며 경희대학교 건축공학과 교수로 재직하면서 첨단 수치해석도구의 개발 및 구조공법에의 적용과 관련된 다양한 연구를 수행하였다. 이번 원터치-RC클립 개발과 관련하여 해석적 성능검증 업무를 수행하였다.

djkim@khu.ac.kr

박경언 부장은 해군사관학교에서 조선공학을 전공하였으며 이후 연세대학교 건축공학과에서 다시 학사학위 취득 후 서울대학교 건축학과에서 구조전공으로 석사학위를 취득하였다. 2008년 건축시공기술사를 취득하였으며 국방부 해군시설장교 소령으로 예편 직후 2013년 계룡건설에 입사하였고 2021년 충남대학교에서 RC기둥 내 강재 클립형 연결장치 유효성 평가로 박사학위를 취득하였다. 현재까지 회사 내 구조담당으로 구조설계관리, 구조VE, 현장구조기술지원, 신기술개발 등을 주요 업무로 재직 중이다.

hansol9596@hanmail.net