

〈기술논문〉

135°표준갈고리 작업성 향상을 위한 철근보강클립 (RCC장치) 개발과정 및 현장적용 성과분석

김용주¹ · 김은영² · 송화준³ · 박경언^{4*}

¹씨에이치구조 및 건설기술 대표 · ²계룡건설 과장 · ³계룡건설 과장 · ⁴계룡건설 부장

Development Process and Field Application Performance Analysis for Rebar Reinforcing Clips (RCC Device) to Improve Workability of 135 Degree Standard Hook

Kim, Yongjoo¹, Kim, Eunyoung², Song, Hwajun³, Park, Kyoungyeun^{4*}

¹CEO, CH Structural Engineering and Construction Technology Co

²Section chief, Kyeryong Construction Industry

³Section chief, Kyeryong Construction Industry

⁴Manager, Kyeryong Construction Industry

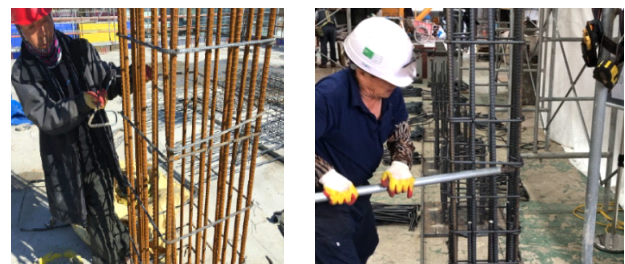
Abstract : 135 Degree standard hook workability crossed in the Reinforced Concrete (RC) Structure is improved and it reinforces in one side 90° hook binding. As a result, we proposed a One-touch Rebar Reinforcing Clip(RCC Device) that demonstrates the same performance as the 135° standard hook. It was developed through the evaluation of construction and economic analysis. As a result of analyzing 13 sites applied from June 2020, As expected, most of the cases were applied to the structural supervision or the point of the construction supervisor as an irresistible measure. therefore, Through field performance analysis, Various methods such as the method that the original contractor first purchases and then provides after contract with the partner company were proposed for the use of efficient and voluntary reinforcing clip. As a result, It is expected that the contribution in the field will be very high in terms of quality and process management through active utilization.

Keywords : 135 Degree Standard Hook Crossed Both Ends, Workability Improvement, Rebar Reinforcing Clip (RCC Device)

1. 서론

철근콘크리트 구조물에서 스티럽과 띠철근의 표준갈고리는 90°와 135° 표준갈고리로 구분된다. 내진갈고리는 135° 표준갈고리를 갖으면서 여장길이를 직경 크기의 6배로 하며 양단 135° 표준갈고리를 반드시 교차 시공하도록 국내·외 콘크리트 구조기준에서 규정하고 있다(KDS 14 20 50, 2021).

특히, 철근콘크리트 기둥부재에서의 현장 작업방법은 〈Fig. 1〉에서 보는 바와 같이 한쪽 135° 갈고리와 다른 한쪽 90° 갈고리를 갖는 철근을 주철근의 직각방향 측면에서 끼워 넣는 다음 한쪽 90° 갈고리를 135°로 구부리는 방법과



a) Operation method for fitting in the side



b) Method for fitting in the column top

Fig. 1. Working method of hoop steel in the RC column

* **Corresponding author:** Park, Kyoungyeun, Manager, Kyeryong Construction Industry, Seogu, Daejeon 35262, Korea

E-mail: hansol9596@hanmail.net

Received August 23 2021: revised September 15, 2021

accepted September 28, 2021

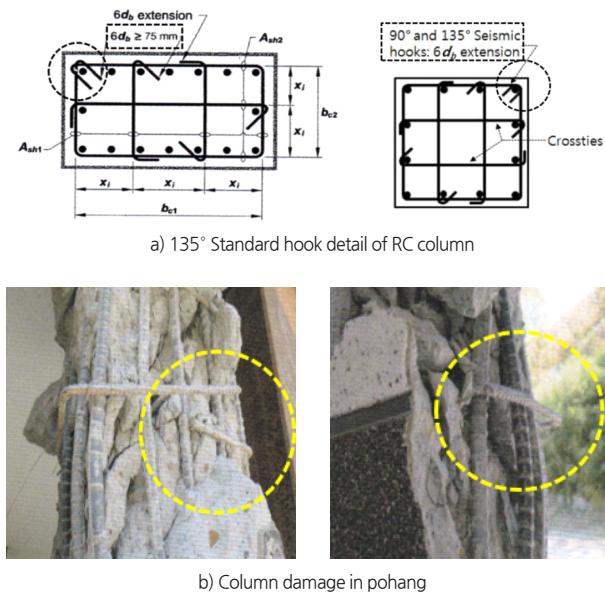


Fig. 2. Standard hook detail and column damage in pohang

양단 135° 갈고리가 교차된 철근을 배근된 주근과 같은 방향으로 끝에서 부재의 상부에서든 옆면에서든 끼워넣는 방법이 있다.

이 2가지의 작업방법은 모두 현장에서 시공하기가 용이하지 못하다.

더구나 스티럽이나 띠철근이 고강도 철근인 SD500철근 사용이 허용됨에 따라 135°로 구부리는 작업은 수작업으로 하기에 더욱더 어렵게 되었으며 결과적으로 양단 135° 갈고리를 교차한 철근을 주철근과 같은 방향으로 넣는 방법외엔 달리 방법이 없다(Fig. 1(b)).

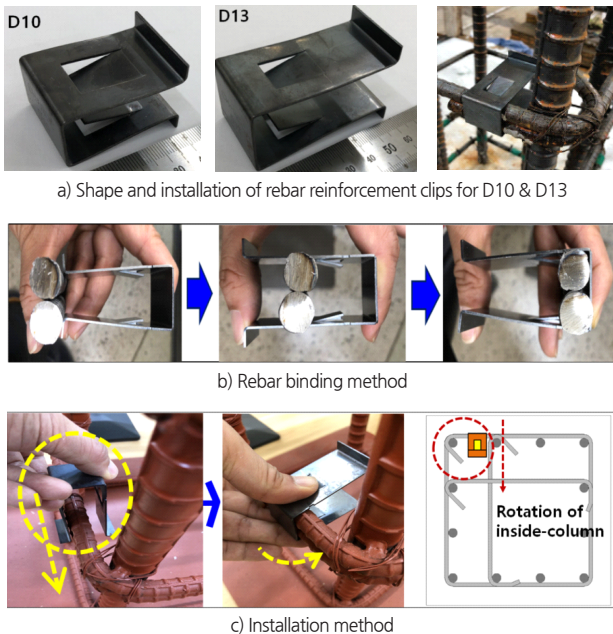


Fig. 3. Shape of rebar reinforcing clip and installation method

135° 표준갈고리 기준 준수에 대한 경각심없이 90° 갈고리 상태로 작업된 피해는 <Fig. 2(b)>의 포항지진 사례에서 보는 바와 같이 심각한 피해를 초래한다.

그럼에도 불구하고 시공현장에서는 시공성의 불편함으로 인하여 잘 지켜지지 않는 실정이다. 그러므로, 쉽게 시공할 수 있도록 하고 동시에 교차된 양단 135° 표준갈고리 상세와 동일한 성능이 발휘될 수 있도록 90° 갈고리에 결속 보강하는 원터치방식의 클립 형태의 장치를 제안하였다(Park & Kim, 2020). 제안하여 개발과정을 거친 철근보강클립의 형상과 원리, 결속하는 방법은 <Fig. 3>과 같다.

2. 철근보강클립 개발과정

2.1 초기 철근보강클립 형상 및 예비성능실험

최초 철근보강클립의 형상은 <Fig. 4(a)>와 같이 작업이 가장 쉬운 양쪽 모두 90° 갈고리를 동시에 결속하는 형상에서 시작하였으나 이러한 장치는 그 자체가 경제성이 떨어지므로 <Fig. 4(b)>와 같이 현장에서 일반적으로 작업이 용이한 한쪽 90° 갈고리에 결속하는 클립 형태로 고안하였다.

초기 실물로 제작한 철근보강클립은 <Fig. 4(c)>과 같이 샘플 제작하였다. <Fig. 4(c)> 좌측의 나사식 장치는 나사선을 위하여 두께가 2.0mm이상 두꺼워져서 철근보강클립 자체

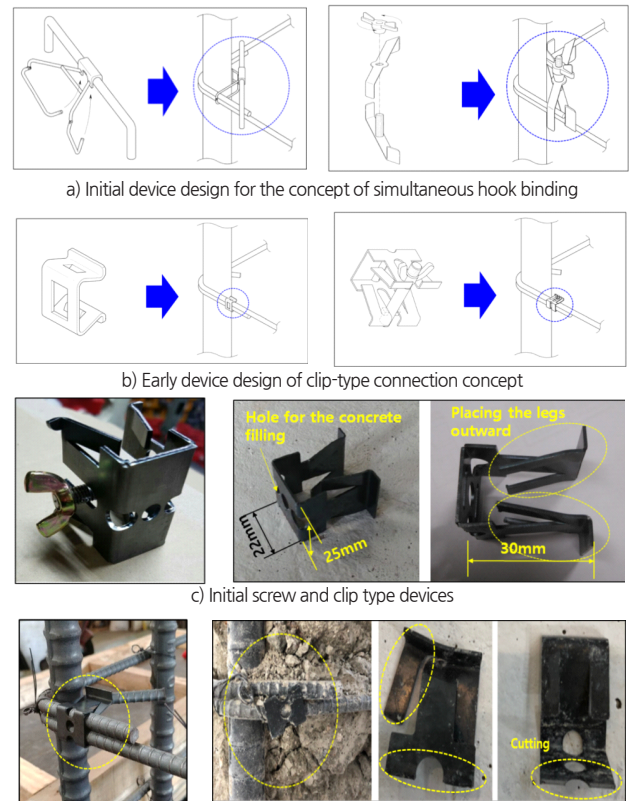


Fig. 4. Initial rebar binding reinforcement device

의 탄력성이 떨어지므로 개발 대상에서 제외하였다.

〈Fig. 4(c)〉 우측의 장치는 클립형태의 원터치 방식으로 작업성이 나사식보다는 많이 개선되었으나 구조능력이 발휘되는지 확인이 필요하였으므로 형상 적합성 판단을 위하여 콘크리트 압축강도 27MPa에서 축하중 및 반복횡가력 실험체 각 5개, 총 10개로 예비성능실험을 실시하였다.

예비성능 실험결과, 초기의 철근보강클립 장치는 양단 135° 표준갈고리를 교차 시공한 상세와 비교할 때 모든 결과에서 동일한 수준의 성능을 발휘하지 못하였다.

특히, 〈Fig. 4(d)〉의 우측사진과 같이 갈고리 탈락에 저항하지 못하고 날개가 찢겨져 나가는 등 여러 문제점이 발견되었다. 그러므로 135° 표준갈고리와 비교하여 동등이상의 성능을 발휘하기 위해서는 초기의 철근보강클립의 바깥 날개 위치를 하중에 대하여 찢겨져 나가지 않도록 안쪽으로 변경하고 전체 문힘 길이를 더 길게하는 등 전반적인 형상 개선이 필요하여 〈Fig. 5〉 같이 띠철근 D10용으로 문힘길이 각각 30, 40mm 2가지, 띠철근 D13용으로 문힘길이 40, 60mm 2가지 종류로 하여 총 4가지 종류의 연결장치를 제작하였다.

제작한 4가지 종류의 철근보강클립을 가지고 클립 자체의 성능이 발휘하는지와 클립의 생산가격 측면에서 경제성을 판단하기 위하여 정착성능실험을 실시하였다.

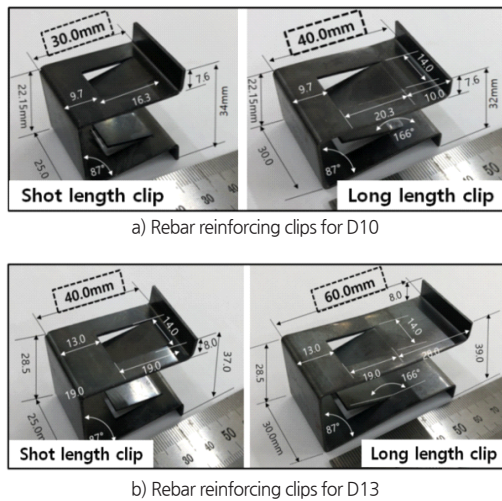


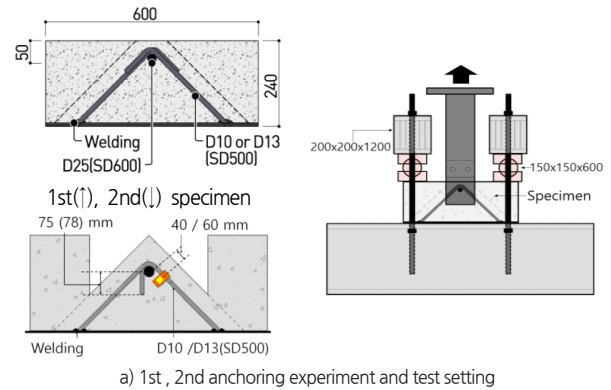
Fig. 5. Manufacture of clips by embedding length for anchorage experiments

2.2 철근보강클립 형상개선 및 정착성능 실험

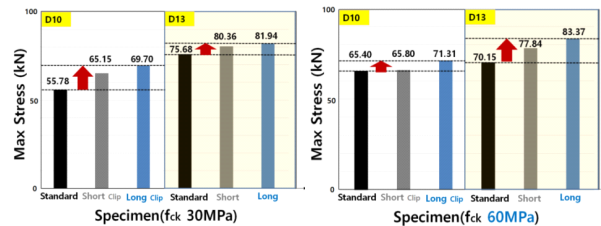
정착성능실험은 1, 2차로 구분하여 실시하였으며 1차 실험과 2차 실험의 차이는 피복두께(띠철근에서 콘크리트 최외 바깥 표면까지의 두께)를 기준에서 제시한 바와 같이 준수한 것과 준수하지 않은 것의 차이이다(Park & Yun, 2020; Park et al., 2021).

1, 2차 정착성능실험은 한쪽 90° 갈고리에 4가지 종류의

문힘길이별 클립을 결속하여 원래 90° 갈고리가 갖는 부착 성능과 결속보강한 철근보강클립에서 발생하는 정착력이 추가되어 결과적으로 135° 표준갈고리와 대등한 성능을 발휘하는 역학적 특성을 근거로 하였다. 또한, 〈Fig. 6(a)〉과 같이 주철근을 인발함으로써 주철근을 구속하기 위하여 배근된 띠철근의 거동을 확인함으로써 철근보강클립의 정착성능을 확인하는 실험으로 실시되었다.



a) 1st, 2nd anchoring experiment and test setting



b) Anchoring test result

Fig. 6. Anchoring performance experiment and results

1차 및 2차의 정착성능 실험결과에서 새로 형상 개선된 클립형태의 보강장치는 135° 표준갈고리 보다 우수한 성능을 발휘하는 것으로 확인하였다. 이로써 철근콘크리트 구조물에서 135° 표준갈고리를 모든 상세를 대처할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 이 실험에서 예상했던 바와 같이 문힘 길이 즉 장치의 옆단면 길이가 길수록 성능이 우수함을 확인할 수 있었다. 그러므로 최종 철근보강클립의 형상은 D10과 D13용에서 각각 길이가 긴 40과 60mm를 최종 형상으로 결정하였다.

2.3 축하중과 반복횡가력 실험을 통한 성능검증

정착성능 실험결과만으로도 충분히 철근콘크리트 구조물 내 모든 135° 표준갈고리를 대처할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 국내 신기술·신제품 적용에 있어 다양한 상황을 가정한 검증이 요구되는바, 구조안전성 측면에서 매우 중요한 기둥 부재에 대하여 축하중을 주로 받는 경우와 지진과 같은 반복횡가력에 대한 검증을 위하여 중충이하 건축구조물에서 가장 일반적으로 사용되는 기둥 단면 크기 400×400

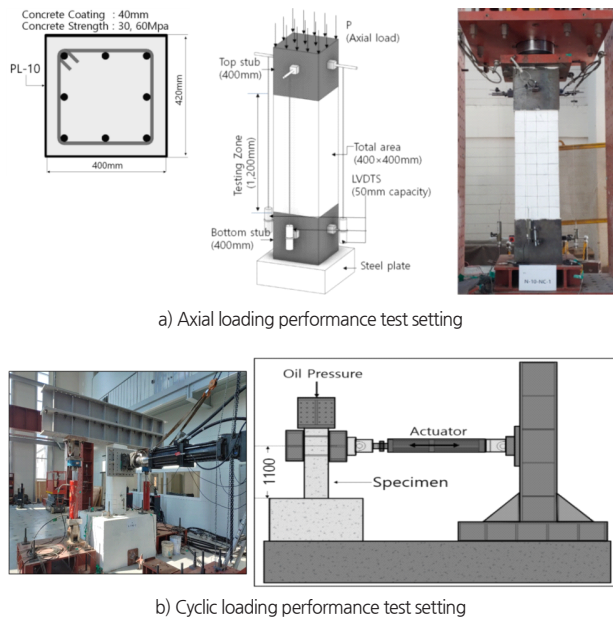
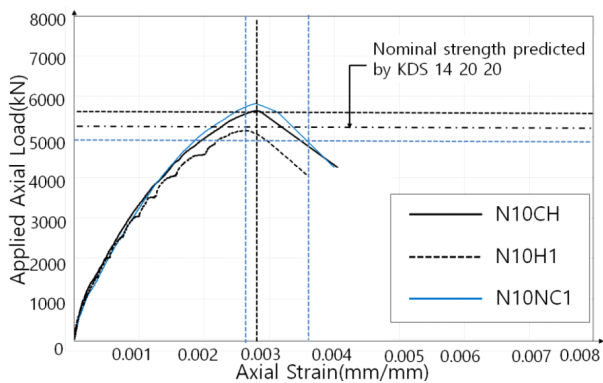


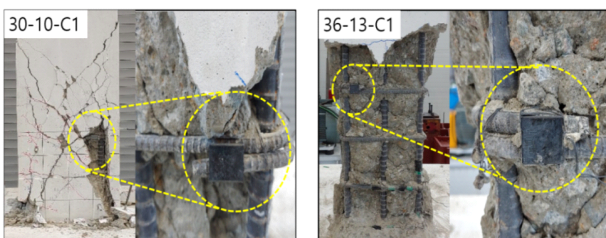
Fig. 7. Axial and cyclic loading performance test setting

mm를 이용하여 형상을 개선한 철근보강클립의 성능을 (Fig. 7)과 같이 압축중심하중 실험과 반복횡가력 실험으로 검증하였다(Park et al., 2021).

성능검증 결과, 정착성능 실험에서와 마찬가지로 (Fig. 8)에서 보는 바와 같이 135° 표준갈고리 보다도 한쪽 90° 갈고리에 철근보강클립을 결속한 상재는 보다 우수한 구속력과 정착력을 발휘하는 것으로 확인되었다.



a) Axial load-strain relationships at axial loading test



b) Clip shape of ultimate failure at cyclic loading test

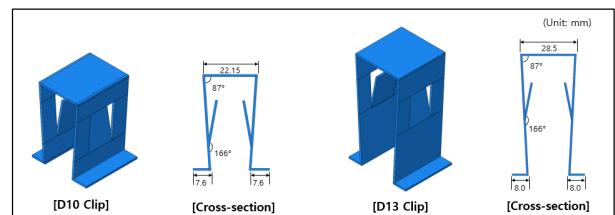
Fig. 8. Axial and cyclic loading test result

2.4 적용기술에 대한 해석적 평가

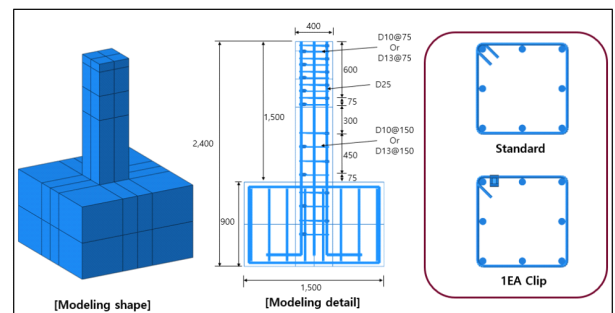
2.3의 적용기술에 대하여 다양한 조건에서 해석을 수행하였다. 철근보강클립을 적용한 철근콘크리트 기둥의 유한요소 해석 모델을 개발하고, 이에 근거한 해석결과를 400×400 mm 기둥에 대하여 수행된 실험결과와 비교하여 그 정확성을 평가하였다. 다양한 부재 크기에 따른 검증을 위하여 개발한 유한 요소해석 모델을 활용하여 실험에서 검증한 기둥 단면 400×400mm에 추가하여 단면크기 800×800mm, 1,200×1,200mm 기둥도 해석하였다.

유한요소해석을 수행한 결과에서도 철근보강클립을 적용할 때, 135° 표준내진갈고리를 적용한 경우와 대등한 성능이 발휘되고 있고 수행한 실험결과와도 오차범위 내에서 정확성을 확인할 수 있었다.

해석프로그램(S/W)은 ABAQUS/CAE 2018을 사용하였으며 철근보강클립과 실험체 해석모델링은 (Fig. 9)와 같다. 위의 2.2~2.4절까지의 실험과 해석의 결과로 국내 건축구조 기술사회로부터 2020년 6월 기술인증을 획득하였으며 철근보강클립의 이름은 RCC내진갈고리(Rebar Confinement Clip-Seismic Hook)로 명칭하였다.



a) Detailed analysis modeling of rebar reinforcement clips



b) Cyclic loading specimen analysis modeling

Fig. 9. Detailed analysis modeling of clips and cyclic loading specimen

3. 시공성 및 경제성 평가

3.1 시공성 평가

철근보강클립에 대한 구조적 성능 검증 후에 시공성 및 경제성에 대한 정량적 평가를 실시하였다(Park & Yun, 2020). 철근보강클립에 따른 시공성 평가는 기둥에서 평가

하였는데 기둥 크기는 5~10층 규모의 중층이하 건축물에 일반적으로 가장 많이 적용되고 있는 기둥 크기 3,000×400×400mm를 적용하였으며 기둥내 철근 배근은 현장에서 가장 사용성이 많은 중간모멘트골조 상세를 적용하고 단면의 시공 변수는 <Table 1>과 같다. 작업시간 측정결과 및 작업난이도, 품질평가의 종합 비교는 <Table 2>와 같다.

작업시간 비교결과, 표준갈고리 상세의 10CH, 13CH 기둥의 경우, 기둥 1개내 주철근과 띠철근 모두 배근조립 완료하는데 10CH는 47분, 13CH는 52분으로 띠철근 직경에 관계없이 약 50분 정도 소요되었다.

철근 배근과정에서 띠철근 D13인 경우, 반드시 2명의 작업자가 필요하여, D10인 경우의 상·하단에서 별도로 각자 1명씩 독립하여 작업하는 것에 비교할 때 시간이 좀 더 소요되었다.

Table 1. Specimen classification

| Specimens | Column section | Hook construction | |
|------------------|----------------|-------------------|------------------------|
| | | Preexisting | Alternation |
| ① 10CH ④ 13CH | | One 135° | 135° |
| | | the Other 90° | 135° by using the pipe |
| ② 10C1 ⑤ 13C1 | | One 135° | 135° |
| | | the Other 90° | Binding by clip |
| ③ 10C2 ⑥ 13C2 | | One 90° | Binding by clip |
| | | the Other 90° | Binding by clip |

Note] 10, 13 are the Diameter of tie, CH means Criteria Hoop(Standard), C1= Clip 1ea, C2= Clip 2ea



Fig. 10. Comparison of work time

작업자와 면담으로 실제 현장에서는 1개 기둥의 철근 배근 조립은 약 1시간, 1일 작업 기준(8시간)으로 8개 기둥을 조립 가능하다고 하였다.

철근보강클립으로 한쪽 90° 갈고리에 결속하는 경우 띠철근 직경과 결속해야 할 클립사용 개수에 관계없이 기둥 1개내 철근 배근조립 완료하는데 10C1, 10C2, 13C1, 13C2의 조립 완료시간이 모두 약 25분대로 측정되었다.

이와 같은 결과에서 철근보강클립을 사용하는 경우, 작업시간은 표준갈고리를 적용하는 경우에 비하여 135° 각으로 구부리는 시간이 불필요하기 때문에 작업시간 1/2로 단축되는 효과가 있는 것으로 나타났다.

콘크리트 양생 후, 철근보강클립의 묻혀 있는 상태도 확인하였는데 거푸집 탈형과 함께 클립 결속한 위치에서 기둥 단면을 커팅하여 묻혀 있는 상태를 확인한 결과, <Fig. 11>과 같이 매우 충실하게 잘 충전되어 있음을 확인하였다. 콘크리트 충전이 잘되는 이유는 레미콘 타설 과정에서 철근보강클립의 양 날개 공간사이로 들어갈 수 있는 크기의 잔골재와 콘크리트가 채워지고 공간사이로 들어가지 못한 굵은 골재는 자연스럽게 다른 공간에 채워지기 때문으로 판단되었다.



Fig. 11. Check the buried state of Clip

Table 2. Work time analysis and comparison of the hook state quality

| Specimens | Working difficulty | Quality of the hook state | Working time |
|-----------|---|--|--------------|
| 10CH | - Bending 135° in overlapping joint part is a bit of difficulty - Each working at the upper and the bottom is possible | - Generally goodness - Cover concrete thickness in overlapping joint part is generally good | 47min 24sec |
| 10C1 | - Binding clip is very simple | - Hook state is good | 25min 06sec |
| 10C2 | | - Cover concrete thickness in overlapping joint part is good | 25min 48sec |
| 13CH | - Generally, very difficult - Bending 135° needs 2-worker in overlapping joint part - Bending 135° in overlapping joint part is very difficulty | - Generally bad - Cover concrete thickness in overlapping joint part is bad because of the bending radius - It happens the deformation of main rebar | 52min 48sec |
| 13C1 | - Binding clip is very simple | - Hook state is good | 25min 02sec |
| 13C2 | | - Cover concrete thickness in overlapping joint part is good | 25min 43sec |

3.2 경제성 평가

경제성 평가는 소요되는 노무비 비교를 통하여 분석하였으며 그 결과는 <Table 3>과 같다. <Table 3>에 적용한 노무비는 기둥 철근 조립에 2인(경력 10년, 경력 20년) 1조를 기본으로 하는 현장과 동일하게 적용하였다.

1인 철근 배근공의 1일(하루) 평균 임금은 2020년 초에 대한건설협회에서 제시한 철근공 최근 노임단가를 적용하였으며 <Table 3>에서 적용한 간접노무비 '1.2'의 비율은 2020년 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 총 기둥 개수는 75개로 계산하였다.

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

철근보강클립 사용시 클립의 사용 개수에 관계없이 기둥 1개내 클립의 결속과 철근 모두를 배근 조립하는 데 걸리는 시간은 약 30분이 소요되어 1일(하루) 16개의 기둥 조립이 가능한 노무비로 계산하였다. 사용되는 클립의 개수는 1개로 결속하는 경우 1개 기둥에 10개, 클립 2개로 결속하는 경우 1개 기둥당 20개의 클립이 사용되는 것으로 재료비를 계산하였다.

철근보강클립 사용시 각각 해당 가격은 처음 판매가격에서 다소 높다는 의견을 받아들여 2021년 8월 기준 판매가격

인 띠철근 D10인 경우 1개당 1000원, 띠철근 D13인 경우 1개당 1,500원을 계상하여 최종 노무비와 함께 계산 후 종합 비교하였다.

비교 분석결과, 철근보강클립으로 결속하는 경우, 띠철근 직경에 관계없이 약 25.1~41.1%의 비용절감 효과가 있었다.

이와 같이 비용절감 효과에 양호한 이유는, 기둥 1개의 철근 배근 완료하는 데 클립을 사용할 때 작업시간이 1/2로 단축됨에 따라 1일 기준으로 양단 135° 표준갈고리 상세를 적용하는 경우보다 2배 많은 개수의 기둥을 조립할 수 있기 때문이다.

경제성 평가 결과를 종합하면, 5층 규모 기둥 총 75개인 경우를 기준으로 띠철근 직경에 관계없이 철근보강클립을 1개 사용하는 경우, 약 41.1% 이상의 비용 절감효과가 있으며, 2개를 사용하는 경우 약 33.4%이상의 비용 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

4. 현장적용 성과분석







4.1 현장적용 사례 및 성과분석

건축구조기술사회의 기술인증 이후 현장에서 구매가 가능한 2020년 6월부터 21년 8월까지 약 15개월간 현장요구에 따라 서울 마포구 소재의 OO건설사의 주상복합 오피스텔 현장을 비롯한 13개 현장의 총 27,121개의 철근보강클립이 적용되었으며 적용된 사례는 <Table 4>와 같다.

총 13개 현장에서 공통적으로 철근보강클립이 적용된 사유를 분석하면 양쪽 135° 표준갈고리 교차시공을 하지 않고

Table 3. Cost analysis by working day and using clips

(Unit : 1,000won)

| Specimens | Hook shape | Diret labor cost | Indiret labor cost | Rebar Reforing Clips | Total cost | Cost down |
|-----------|---|---|-----------------------|---|-----------------|-----------|
| 10CH |  | - 1day(8 hour): 1day×2-man×219=438 - Tol 75ea÷(1day 8ea column)=9.4day - 9.4day×438/1day =4,117 ① | 4,117×1.2 =4,940 ② | - | ①+②= 9,057 | Standard |
| 10C1 |  | - 1day(8 hour) - 1day×2-man×219=438 - Tol 75ea÷(1day 16ea column)=4.7day - 4.7day×438/1day=2,059 ① | 2,059×1.2 =2,471 ② | - 10clips /1column : total 750 clips - 750 clips×1,000won/1clip =750 ③ | ①+②+③= 5,280 | 41.1% |
| 10C2 |  | | | - 20clips /1column : total 1,500clips - 1500 clips×1,000won/1clip =1,500 ④ | ①+②+④= 6,030 | 33.4% |
| 13CH |  | - 1day(8 hour): 1day×2-man×219=438 - Tol 75ea÷(1day 8ea column)=9.4day - 9.4day×438/1day =4,117 ① | 4,117×1.2 =4,940 ② | - | ①+②= 9,057 | Standard |
| 13C1 |  | - 1day(8 hour) - 1day×2-man×219=438 - Tol 75ea÷(1day 16ea column)=4.7day - 4.7day×438/1day=2,059 ① | 2,059×1.2 =2,471 ② | - 10clips /1column : total 750 clips - 750 clips×1,500won/1clip =1,125 ③ | ①+②+③= 5,655 | 37.6% |
| 13C2 |  | | | - 20clips /1column : total 1500clips - 1500 clips×1,500won/1clip =2,250 ④ | ①+②+④= 6,780 | 25.1% |

Note] Standard for 5-story building, (15 columns/ 1 story) ×5-story= total 75 columns, Worker in pairs and 200,000won/ 1-Reinforcement worker average wage standard, Tie D10 Clip 1,000won/ 1-Clip, Tie D13 Clip 1,500won/ 1-Clip standard

한쪽에 90° 갈고리인 상태가 구조감리나 공사감독으로부터 발견되어 이에 대한 불가항적인 조치사항으로 재시공되어야 하는 현장에서 대부분 사용되었다. 철근배근공사 초기부터 구매하여 자발적으로 사용한 현장은 총 13개 적용된 현장 가운데 서울시 마포구, 대전시, 강릉시 소재의 3개 현장뿐이었다.

철근보강클립의 현장적용 당시의 실제 작업자들의 면담 결과는 예상하였던 바와 같이 모두 편리하게 시공할 수 있었다는 의견을 청취할 수 있었다. 철근보강클립의 개발할 때의 예상과 실제 현장적용에 있어 차이점은 첫째 철근보강클립의 구매 시점이었다.

처음 철근보강클립을 개발할 당시의 예상은 철근콘크리트 공사전에 모두 필요한 전량을 구매하여 일정한 장소에 저장한 후 필요한 시기에 적절히 현장에서 사용할 것이라고 예상하였다.

그러나 실제 현장에서는 1개 층이나 계획한 일정구획이 철근배근 작업이 완료되었을 때야 비로써 일정 수량의 클립을 구매하였고 콘크리트 타설 후 양생과 거푸집 탈형 후에 다시 1개 층이나 계획한 일정구획의 철근배근 작업이 완료되었을 때 다시 필요한 일정 수량의 철근보강클립을 구매하여 작업을 실시하는 차이를 보였다.

둘째, 개발 당시의 예상은 탁월한 시공성 개선효과 때문에 철근보강클립이 일정기간 내 생산한 많은 양의 철근보강클립이 바로 모두 소진될 것으로 예상되었으나 예상과는 달리 소진이 부진하였다.

부진한 사유를 분석하면 원도급자인 건설사와 단일공종

협력업체인 철근콘크리트업체의 생각의 차이에서 비롯된 것으로 판단된다.

그 생각의 차이는 원도급자인 경우 당연히 기준을 준수하는 조건하에 일정한 금액으로 협력업체인 철근콘크리트 업체와 계약을 하지만 협력업체 당사자는 그 계약된 범위 내에서 작업 수행완료만 하면 되므로 반드시 소규모 금액이라도 비용을 처리하여 구매하고자 하는 것을 꺼려하기 때문이다.

또한, 노무비의 비용절감이라는 경제적인 효과가 탁월함에도 불구하고 철근콘크리트업체 당사자에게는 자신들의 이익으로 환산된다는 의식을 하지 못하는 것으로 판단되기 때문에 반드시 철근보강클립 구매에 적극적으로 나서지 않는 것으로 나타났다.

4.2 현장적용 활성화를 위한 제언

철근보강클립을 적용한 현장에서 분석한 결과, 클립을 사용하는 것은 작업 당사자들의 자의적인 의지보다 타의적인 지적에 대한 조치사항으로 이루어진 현상이 대부분이었다.

또한, 이를 집행해야 할 철근콘크리트 업체 당사자들은 구조감리나 공사감독으로부터 시정조치 지적을 받기 전에는 반드시 해야 할 의무사항으로 받아들여지지 않는 경향이 있음을 알 수 있었다.

그러므로 철근보강클립 사용의 활성화 방안으로 첫 번째 제안방식은 원도급자인 건설사와 협력업체인 철근콘크리트업체가 계약 당시부터 철근보강클립 사용을 전제로 계약하는 방식이다. 이러한 방식은 처음부터 철근콘크리트업체와 계약할 때 계약조건으로 명시함으로써 강제적으로 이행

Table 4. Field application examples

| - | When to use (Year, month) | Company | Site locaiton | Building type | Type of clip use | Number of clips used | | Member used |
|-------|------------------------------|---------|------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|---------|-----------------------|
| | | | | | | D13(EA) | D10(EA) | |
| 1 | 2020. 6. | L. D Co | Mapo-gu (Seoul) | Residential-Office facilities | D13/D10 | 8,000 | 1,120 | Whole building column |
| 2 | 2020. 10. | D. W Co | Yong in (Gyeonggi-do) | APT | D13 | 200 | | Basement column |
| 3 | 2020. 10. | I. W Co | Suwon (Gyeonggi-do) | Residential-Office facilities | D13 | 100 | | Whole building column |
| 4 | 2020. 11. | K. Y Co | Suwon (Gyeonggi-do) | Sport facilities | D10 | | 300 | Grandstand column |
| 5 | 2020. 11. | H. D Co | Songpa-gu(Seoul) | Office facilities | D13 | 250 | | Whole building column |
| 6 | 2020. 11. | K. Y Co | Daejeon | Exhibiion facilities | D13 | 650 | | Basement column |
| 7 | 2020. 12. | Y. M Co | Kimpo (Gangwon-do) | Office facilities | D10 | | 3,334 | Whole building column |
| 8 | 2021. 2. | J. K Co | Mapo-gu (Seoul) | Residential facilities | D10 | | 1,157 | Basement column |
| 9 | 2021. 2. | B. S Co | Yongsan-gu (Seoul) | Residential-Office facilities | D13/D10 | 850 | 260 | Whole building column |
| 10 | 2021. 2. | A. M Co | Guro-gu (Seoul) | Residential-Office facilities | D13 | 2,600 | | Whole building column |
| 11 | 2021. 3. | D. D Co | Gangneung (Gangwon-do) | Residential-Office facilities | D10 | | 7,200 | Whole building column |
| 12 | 2021. 3. | G. D Co | Guro-gu (Seoul) | Residential-Office facilities | D10 | | 500 | Whole building column |
| 13 | 2021. 8. | H. D Co | Asan (Chungchug-do) | APT | D13 | | 600 | Basement column |
| Total | | | | | | 12,650 | 14,471 | |

Note] from ; <http://chrcr.kr> performance item

하도록 하는 방식으로 강제적이기는 하나 현장 사용에 있어 활성화에는 클립 사용의 도움이 될 것으로 판단된다.

두 번째 제안방식은 철근보강클립에 소요되는 비용을 원도급자인 건설사가 우선 구매하여 협력업체인 철근콘크리트 업체에 지급자재로서 제공하는 방식이다. 이 방식은 원도급자인 건설사와 협력업체인 철근콘크리트업체간 계약당시 이행조건으로 명시하지 않았다면 철근배근 작업 전에 일정량의 철근보강클립을 구매하여 제공함으로써 배근작업과 동시에 철근보강클립의 적극적인 활용을 유도하는 것이다.

만약, 1회 D10용 기준 500개를 주문한다고 가정하더라도 500천원으로 실제 철근공사비의 전체 비용에 비하여 매우 소규모 비용이며, <Table 4>의 1개 현장 내 가장 많이 소요된 수량의 총 비용도 120,000천원 정도로 대규모 현장의 골조공사의 많은 비용과 비교하면 매우 적은 비용이 소요되기 때문이다. 또한, 원도급자 입장에서도 협력업체의 작업성 향상에 일조한다는 의미에서 선구매하여 제공하는 것은 협력업체와의 관계에서도 서로 간 상생하는 방안으로도 매우 긍정적인 협력방식이 될 수 있기 때문이다.

5. 향후 계획

5.1 지속적인 대체상세 개발

전술한 철근보강클립의 개발과정에서 수행된 성능실험과 해석결과를 바탕으로 모든 철근콘크리트 구조물에서의 135° 표준갈고리를 충분히 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 조건에서도 철근콘크리트 기둥 내에서도 분리형 띠철근과 철근보강클립을 함께 이용하는 대체 상세나 <Fig. 12(a)>의 사례에서 보는 바와 같이 기둥내 연결철근(Crs00-

tie)과 거더(Girder)내 내부철근의 135° 표준갈고리를 대체할 상세 등을 지속적으로 발굴하여 성능실험등을 통해 다시 한번 확인할 예정이다. 또한, <Fig. 12(b)>에서 보는 바와 같이 현재까지도 지속적으로 작업성 측면에서 개선이 요구되고 있는 특수전단벽 경계요소내 135° 표준갈고리 대체 상세와 지하 역타공법에서 철골 매입형 합성기둥에 대해서도 여러 다양한 대체 상세를 발굴하여 검증할 예정이다.

5.2 국내·외 건축구조기준 반영 추진

현재까지는 건축구조기술사회 기술인증서와 기실시한 실험성적서 및 보고서, 개발자인 건축구조기술사의 의견 등을 바탕으로 현장에 활용되고 있는 실정이지만 빠른 시일 내에 5.1절과 같은 다양한 대체 상세 개발과 동시에 신기술 및 신제품 인증을 획득하여 보다 많은 현장에서 사용이 가능하도록 도모할 예정이다.

또한, 각종 관련 구조기준 반영에 정식적으로 추진할 예정인데 우선 국내 건축구조기준에 반영을 추진이며, 나아가 국제특허 획득과 함께 미국 콘크리트기준(American Concrete Institute, ACI)에 반영을 추진할 예정이다.

6. 현장적용에 따른 유의사항

개발된 철근보강클립에 대하여 기존 여러 논문과 기술기사에서 상세가 공개되었다. 그러므로 유사한 형상이 제작되어 성능이 발휘되는 것처럼 광고될 수 있다.

또는 본 연구 개발과정에서 실시한 예비성능실험에서 구조성능이 발휘되지 않아 형태 개선이 필요한 클립을 이용하여 광고할 수도 있다. 실제 예비성능실험에서 구조성능이 발휘되지 않은 클립이 ○건설사 현장에 적용된 것으로도 확인되었다. 이렇게 성능이 확인이 안 되고 책임구조기술사의 인정이 되지 않은 채 현장에서, 특히 기둥 부재에서 사용되는 것은 삼풍백화점과 같은 인명 피해와 물적 손상을 초래할 수 있다.

그러므로 현장 적용시에는 약간만 형태를 변경하여도 등록 가능한 특허보다는 공인된 기관으로부터 획득한 인증서와 실험성적서에 따른 분석결과와 적정성을 반드시 확인하고 사전에 구조감리나 책임구조기술사의 협의 및 승인 이후에 사용을 권유한다. 개발된 철근보강클립에 관하여 보다 상세한 자료는 <http://chrcc.kr> 홈페이지를 확인하면 관련 자료가 탑재되어 있으므로 많은 참고가 될 것으로 판단된다.

7. 결론

철근콘크리트 구조물내 135° 표준갈고리의 작업성을 향

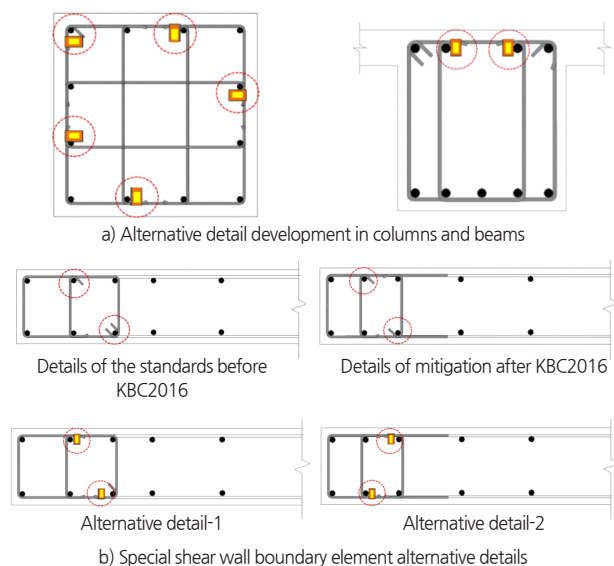


Fig. 12. Multiple alternative detailed examples

상시킴을 위하여 철근보강클립을 개발하였으며, 철근보강 클립 자체의 성능실험인 1, 2차 정착실험과 기동 부재에서의 적용을 위한 축하중, 반복횡가력 성능실험 및 해석을 통하여 충분한 구조성능이 확보됨을 확인할 수 있었다.

이에 따라 현장적용이 2020년 6월부터 2021년 8월까지 총 13개 현장에 적용되었는데, 개발 당시의 예상과 같이 현장사용에 대부분은 구조감리나 공사감독으로부터 지적사항에 대한 조치사항으로 이루어지는 경우가 대부분이었다.

또한, 앞서 언급한 바와 같이 노무비용에서 상당한 경제성 효과가 입증되었다고 하더라도 실제 현장에서 구매하여 사용하는 주체인 철근콘크리트업체에서는 계약된 범위내에서 크게 경제적으로 효과적임을 느끼지 못하는 경우가 대부분이었다. 그러므로 구조감리나 공사감독이 확인하지 못하는 경우까지를 고려하여 원도급자와 철근콘크리트업체가 계약할 때부터 조건을 명시하는 경우와 원도급자가 우선 구매하여 철근콘크리트업체에 제공하는 방식 등을 제안하였다.

결과적으로, 개발된 철근보강클립을 적극 활용함으로써 135° 표준갈고리가 갖는 구조성능을 보유하게 되고 동시에 작업성이 향상되어 모든 현장에 원활한 품질관리와 공정관리에 기여할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 개발 및 연구는 CH건설기술의 재원으로 지원을 받아 수행되었음.

References

- KDS 14 20 50 (2021). Korea Design Standard. *Korea Construction Standards Center*.
- KCI (2017). Korea Concrete Institute Standard Specification for Concrete. *Kimoondang Publishing Company*.
- ACI Committee 318 (2014). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary, *American Concrete Institute*, Farmington Hills,

Michigan, USA.

- Park, K.Y., and Yun, H.D. (2020). "Clip-type binding implement effect on anchorage behavior of 90-degree end-hooked transverse reinforcement in reinforced concrete columns." *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, JMISM, 24(4), pp. 72-80.
- Park K.Y., and Kim, Y.J. (2020). "Band Steel Locking Device", Patent Public Number 10-2148235; 2020, *Korean Intellectual Property Office*.
- Park, K.Y., Yun, H.D., (2020). "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)
- Park, K.Y., Yun, H.D., and Hong, S.G., (2021). "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)
- Kim, E.Y., Kim, Y.J., Choi, S.M., Kim, D.J., and Park, K.Y. (2021). "Bond and Anchorage Composite Behavior of RCC Device for Substitution Seismic Hook through Pull-Out Experiment." *Korean Society for Advanced Composite Structures*, KSACS, 12(2), pp. 21-32.

요약 : 철근콘크리트 구조물내 교차된 양단 135° 표준갈고리 작업성을 향상시키기 위하여 한쪽 90° 갈고리에 결속 보강함으로써 135° 표준갈고리와 대등한 성능을 발휘하는 원터치 방식의 철근보강클립(RCC장치)을 제안하였으며, 다양한 성능실험과 해석, 시공성 평가 및 경제성 분석을 통하여 개발 완료하였다. 2020년 6월부터 적용된 총 13개 현장을 분석한 결과, 개발할 당시의 예상한 것과 같이 구조감리나 공사감독관의 지적에 대해 불가항력적인 조치사항으로 적용하는 사례가 대부분이었다. 그러므로 현장성과분석을 통하여 효율적이고 자발적인 철근보강클립의 사용을 위해 원도급자가 우선 구매 후 협력업체와 계약한 다음 제공하는 방식 등의 여러방식을 제안하였다. 결과적으로 철근보강클립을 적극적인 활용함으로써 현장에서 품질과 공정관리 측면에서 기여도가 매우 클 것으로 예상된다.

키워드 : 양단 교차된 135° 표준갈고리, 작업성 향상, 철근보강클립