

135도 갈고리 대체용 원터치-RC클립(Rebar Confinement Clip)

CH-RCC D10 (개당 1000원) CH-RCC D13 (개당 1500원) CH-RCC D16 (개당 2000원)



가짜는 진짜를 이길 수 없다
(유사제품 주의/꼭 시험성적서 확인)

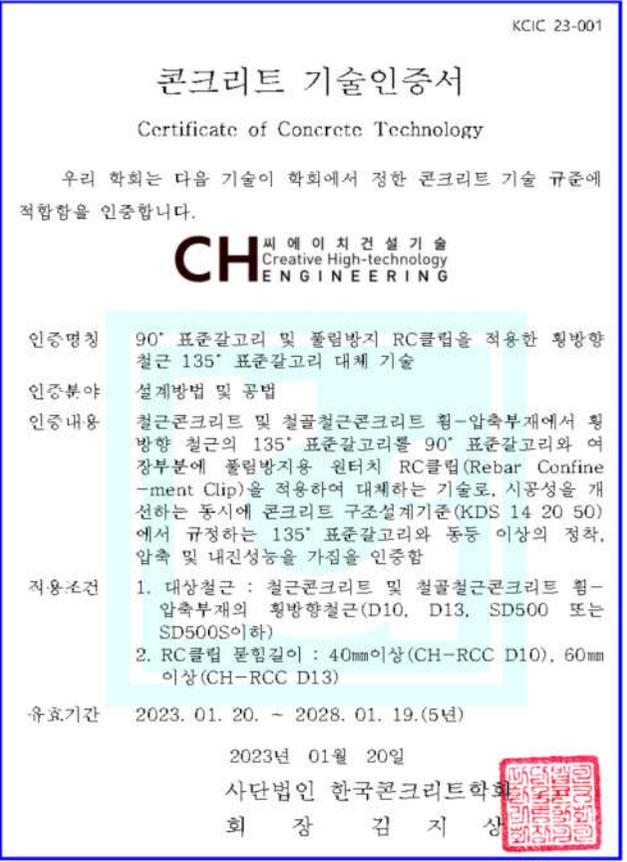
Table of Contents

- 기술인증 및 전문학회 등재 실적
- 제품 설명 및 개발 배경
- 개발과정 및 제품의 우수성
- 구조성능 및 실험 개요
- 정착성능 검증 D10용, D13용 (RC구조)
- 압축성능 검증 D10용, D13용 (RC구조)
- 내진성능 검증 D10용, D13용 (RC구조)
- SRC합성기둥에서 내진성능 검증 (D13용)
- RC구조에서 유한요소 해석 (D10용, D13용)
- SRC합성기둥에서 유한요소 해석 (D13용)
- 시공성 및 경제성 평가 (D10용, D13용)
- 현장 적용 사례 (23년 12월 기준)

1. 기술인증

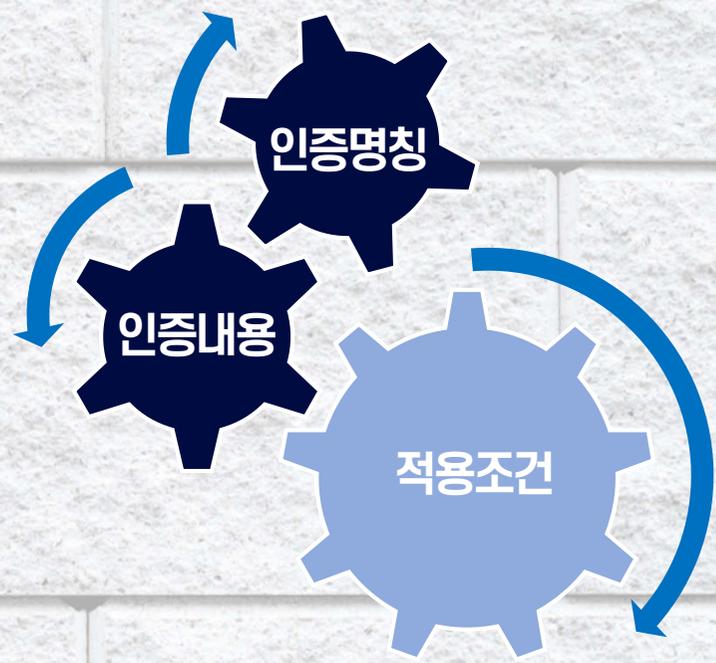


1. 기술인증 : 한국콘크리트학회 인증(23.1월)



90도 표준갈고리 및 풀림방지 RC클립을 적용한 횡방향철근 135도 표준갈고리 대체 기술

- 철근콘크리트 및 철골철근콘크리트 휨-압축부재에서 횡방향 철근의 135도 표준갈고리를 90도 표준갈고리와 여장부분에 풀림방지용
- 원터치RC클립(Rebar Confinement Clip)을 적용하여 대체하는 기술로, 시공성을 개선하는 동시에 콘크리트 구조설계기준(KDS 14 20 50)에서 규정하는 135도 표준갈고리와 동등 이상의 정착, 압축 및 내진성능을 가짐을 인증함.



- 대상철근 : 철근콘크리트 및 철골철근콘크리트 휨-압축부재의 횡방향철근 (D10, D13, SD500 또는 SD500S이하)
- RC클립 문힘길이 : 40mm이상(CH+RCC D10), 60mm이상(CH+RCC D13)

1. 기술인증 : SK5M-S강 인장 및 구조성능 시험성적서

389-5153-632-476

시험성적서

1. 성적서 번호 : CT20-000397K
 2. 의뢰자
 ○ 업체명 : (주)화진건축
 ○ 주소 : 인천광역시 남동구 남동동로77번길 11(고잔동)
 3. 시험기간 : 2020년 01월 02일 ~ 2020년 01월 21일
 4. 시험성적서의 용도 : 거래처 제출
 5. 시료명 : SK-5M
 6. 시험방법
 (1) KS B 0802:2003
 (2) KS B 0811:2003
 7. 시험결과
 1) SK-5M

| 시험항목 | 단위 | 시험방법 | 시험결과 | 비고 | 시험용소 |
|--------------|-------------------|------|------------|----|------|
| 인장강도(5호 시험편) | N/mm ² | (1) | 611 | - | A |
| 항복강도(5호 시험편) | N/mm ² | (1) | 439 | | |
| 연신율(5호 시험편) | % | (1) | 31 | | |
| 베커스강도 | - | (2) | 179 HW 0.5 | | |

* 시험장소
A : 인천광역시 남동구 남동로 85

확인 **김경원** 기술책임자 명

작성자명 **김경원** 명

민경원

기술책임자명 **김경원** 명

전수용 **김경원** 명

2020년 01월 21일
 한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 21591 인천광역시 남동구 남동로 85 ☎ (032)460-5132
 총 페이지 중 1페이지 양식10P-12-01-08(1)

[SK5M-S강 재료시험 성적서]

시험성적서

성적서번호 : PKR-20-001
페이지 (1) / (총 2)

1. 의뢰자
 ○ 기관명 : ㈜케이이건설기술
 ○ 주소 : 서울시 강남구 자곡로 174-10 강남에이스타워 610호
 ○ 연락처 : (전화) 02-2240-4990 (e-mail) yj.kim@cheng.co.kr
 2. 시험성적서의 용도 : 종합보고서 작성
 3. 시험대상품목
 ○ 제품명 : 30 MPa, 50 MPa (100*200 콘크리트 압축강도 공시체)
 ○ 제작회사 : 의뢰자 제시한 시험품
 ○ 모델명 : ***
 ○ 기타 : ***
 4. 시험기간 : 2020.03.18. ~ 2020.04.23
 5. 시험방법 : KS F 2405:2010
 6. 시험장소 : ㈜페트라텍 실험 연구동
 (주소 : 경기도 화성시 팔탄면 시정로 677번길 21)
 7. 시험결과 : 별첨결과 참조

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체세우에 대한 표현을 포함하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 정보, 연구, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

확인 **김경원** 명

작성자명 **김경원** 명

민경원

기술책임자명 **김경원** 명

전수용 **김경원** 명

2020년 04월 29일
 한국건설기구 인정 (주)페트라텍 대표이사

경기도 화성시 팔탄면 시정로 677번길 19 Tel: 031-466-4410 Fax: 031-356-4421 http://www.kci.go.kr

PT-QP-15-01(00) (1/2) ㈜ 페트라텍 A4(210 x 297)

G4B(www.g4b.go.kr)진위 확인코드 : Ma8Sz0I5mC0=

[구조성능 시험성적서]

1. 기술인증 : **특허증 및 디자인등록증**



[특허증]



[디자인등록증]

1. 기술인증 : **상표등록증 및 설계 가이드라인(특기시방서)**



CH-RCC 시방서

본 기술과 관련된 설계기준, 전문시방서 및 시험규격 관련 표준명은 다음 표과 같다. 본 기술은 RC 기둥에서 락철근과 관련된 내용이므로 기본적으로 ACI 318-14 및 콘크리트 구조설계기준을 따른다. 설계기준에서 제시되지 않은 내용들에 대해서는 실험·이론적 연구 및 현장적용을 기반으로 특기 설계 가이드라인을 제시하였다. 이 설계 가이드라인은 현장 적용 시 특별히 적용되어야 할 총칙, 재료, 품질시험기준 및 구조 설계방법 등을 포함하고 있다. 시방서에서는 공사에 필요한 재료의 종류와 품질, 사용처, 시공방법 등을 나타내고 있다. 특히 시공 중에 필요한, 시공계획, 현장조사, 공정계획, 안전대책 및 작업 폐기물의 처리 등에 대해서 상세하게 나타내고 있다.

제시된 설계가이드라인 및 시방서는 본문과 해설로 구성하였다. 해설에서는 설계지침 및 시방서 제시의 배경과 권장사항 등을 구체적으로 설명하였다. 본 설계가이드라인 및 시방서에 제시되지 않은 내용에 대해서는 기본적으로 ACI 318-14와 콘크리트 표준시방서를 따른다. 건설기준 통합코드에 의한 설계코드(KDS) 및 시방코드 (KCS)는 최종 고시가 되면 그 내용을 본 기술의 설계 가이드라인과 비교하여 필요 시 정·반영 될 것이다.

| 기준 및 시방서 | 기준 및 표준명 | 관리기관 |
|----------|------------|-----------------------------|
| 설계기준 | ACI 318-14 | American Concrete Institute |
| 설계기준 | CEB-FIP | Fib |
| 설계기준 | 콘크리트구조설계기준 | 한국콘크리트학회 |
| 설계기준 | 도로교설계기준 | 국토해양부 |
| 시방기준 | 콘크리트표준시방서 | 한국콘크리트학회 |
| 시험규격 | KS | 국가기술표준원 |
| 시험규격 | ASTM | ASTM International |

[상표등록 40-1727717(2020년)]

[특기시방서]

1. 전문학회 등재 실적 : **총 12편 (23년 12월 기준)**

- 학회 등재(총 8편)** : 한국콘크리트학회 2편, 한국구조물진단유지관리공학회 1편
 한국복합신소재구조학회 1편, 한국공간구조학회 1편,
 한국전산구조학회 1편, 한국건축시공학회 1편, 한국건설관리학회 1편
- 기술기사 등재(총 4편)** : 한국콘크리트학회지 1편, 구조기술사회 3편

| 구분 | 제목 | 저자 | 등재 학회 | 등재 일자 | 비고 |
|----|--|-------------------------|----------------|----------|----|
| 1 | 클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착거동 | 박경언, 윤현도 | 한국구조물진단유지관리공학회 | 2020년 8월 | 논문 |
| 2 | 인발실험을 통한 내진갈고리 대체용 RCC장치의 부착 및 정착의 합성거동 | 김은영, 김은영, 최성모, 김대진, 박경언 | 한국복합신소재구조학회 | 2021년 4월 | 논문 |
| 3 | 강재 클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근으로 구속된 철근콘크리트 기둥의 압축거동 | 박경언, 윤현도, 홍성걸 | 한국콘크리트학회 | 2022년 5월 | 논문 |
| 4 | 강재 클립형 연결장치로 단부를 결속한 횡방향철근으로 보강된 철근콘크리트 기둥의 전단거동 | 박경언, 윤현도, 홍성걸 | 한국콘크리트학회 | 2022년 4월 | 논문 |

1. 전문학회 등재 실적 : **총 12편 (23년 12월 기준)**

| 구분 | 제목 | 저자 | 등재 학회 | 등재 일자 | 비고 |
|----|--|-------------------------|-----------|-----------|-------|
| 5 | 폐쇄형 후프의 시공성을 개선하기 위해 강재 클립형 연결장치로 보강한 대체후프를 갖는 SRC기둥의 내진거동 | 김용주, 최병정 | 한국공간구조학회 | 2022년 10월 | 논문 |
| 6 | 반복횡하중이 작용하는 강재 클립형 연결장치로 결속된 철근콘크리트 기둥의 비선형 유한요소 해석 | 김용주, 최병정 | 한국전산구조학회 | 2023년 8월 | 해석 논문 |
| 7 | 철근콘크리트 기둥의 띠철근에서 135도 갈고리 대체 클립형 연결장치의 시공성 및 비용분석 | 박경언, 윤현도 | 한국건축시공학회 | 2020년 10월 | 논문 |
| 8 | 135도 표준갈고리 작업성 향상을 위한 철근보강클립(RCC장치) 개발과정 및 현장적용 성과분석 | 김용주, 김은영, 송화준, 박경언 | 한국건설관리학회 | 2021년 11월 | 논문 |
| 9 | 135도 표준갈고리 작업성을 개선하기 위한 D10 및 D13용 원터치-RC클립 (Rebar Confinement Clip) | 김용주, 목미선, 이정훈, 김대진, 박경언 | 한국콘크리트학회지 | 2022년 5월 | 기술기사 |

1. 전문학회 등재 실적 : **총 12편 (23년 12월 기준)**

| 구분 | 제목 | 저자 | 등재 학회 | 등재 일자 | 비고 |
|----|---|---------------|-----------|-----------|------|
| 10 | SRC합성기둥에서 원터치-RC클립을 활용한 폐쇄형 후프의 대체상세 제안 및 구조성능 결과보고 | 김용주, 최병정, 강철규 | 건축구조기술사회지 | 2023년 12월 | 기술기사 |
| 11 | 135도 표준갈고리 시공성 개선을 위한 원터치-RC클립 및 현장적용 사례 | 김용주, 최병정, 김대진 | 건축구조기술사회지 | 2022년 9월 | 기술기사 |
| 12 | 135도 표준갈고리 대체용 원터치 클립 (RC내진갈고리) 공법 소개 | 김용주, 박경언, 김대진 | 건축구조기술사회지 | 2021년 1월 | 기술기사 |

2. 제품 설명 및 개발 배경

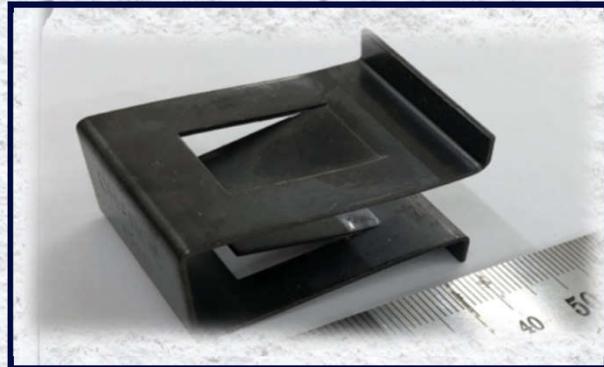
2. 제품설명 : **원터치-RC클립** 제품 형상

CH-RCC D10 제품명 [Creative & High-tech Rebar Confinement Clip]

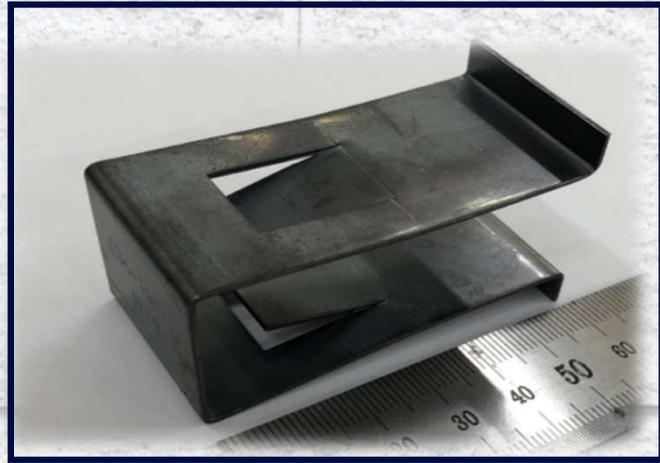
(철근구속클립)

- D10 : 철근직경 10mm
- D13 : 철근직경 13mm
- D16 : 철근직경 16mm

[검증 미완료로 판매 대기중]



[CH-RCC D10]



[CH-RCC D13]



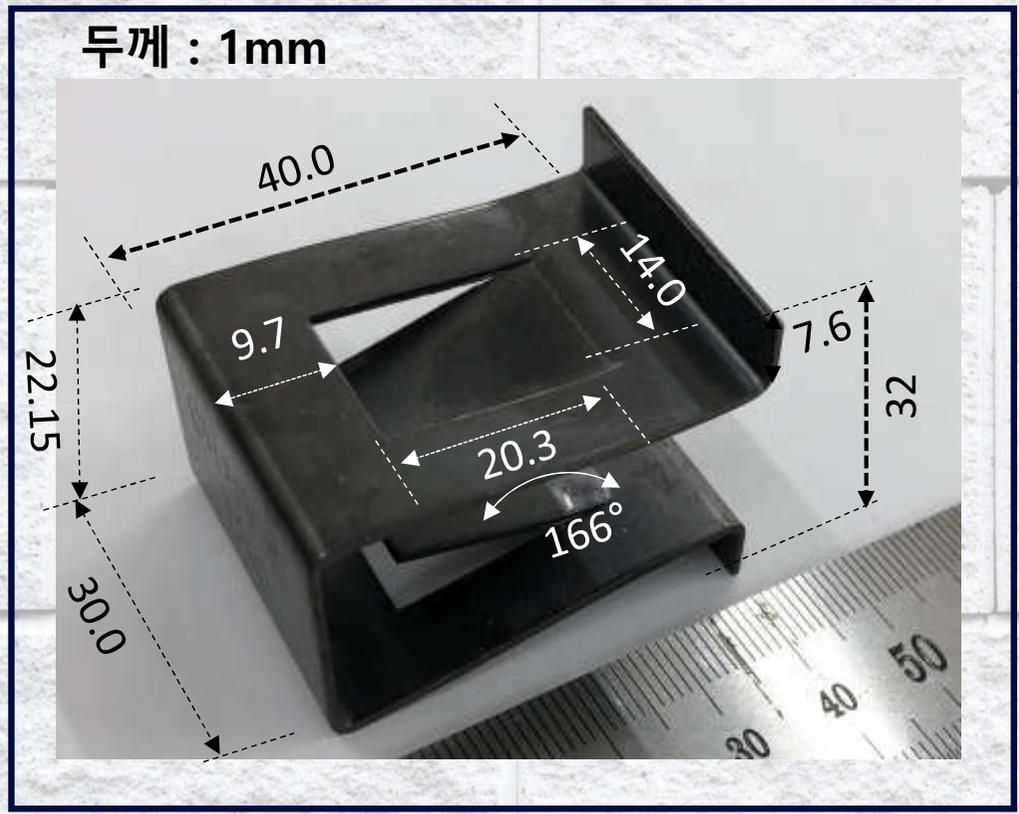
[CH-RCC D16]

제품은 2개의 철근을 묶는 클립 형태의 『ㄷ』자 형상

2. 제품설명 : **원터치-RC클립 크기 및 규격**

단위 : mm

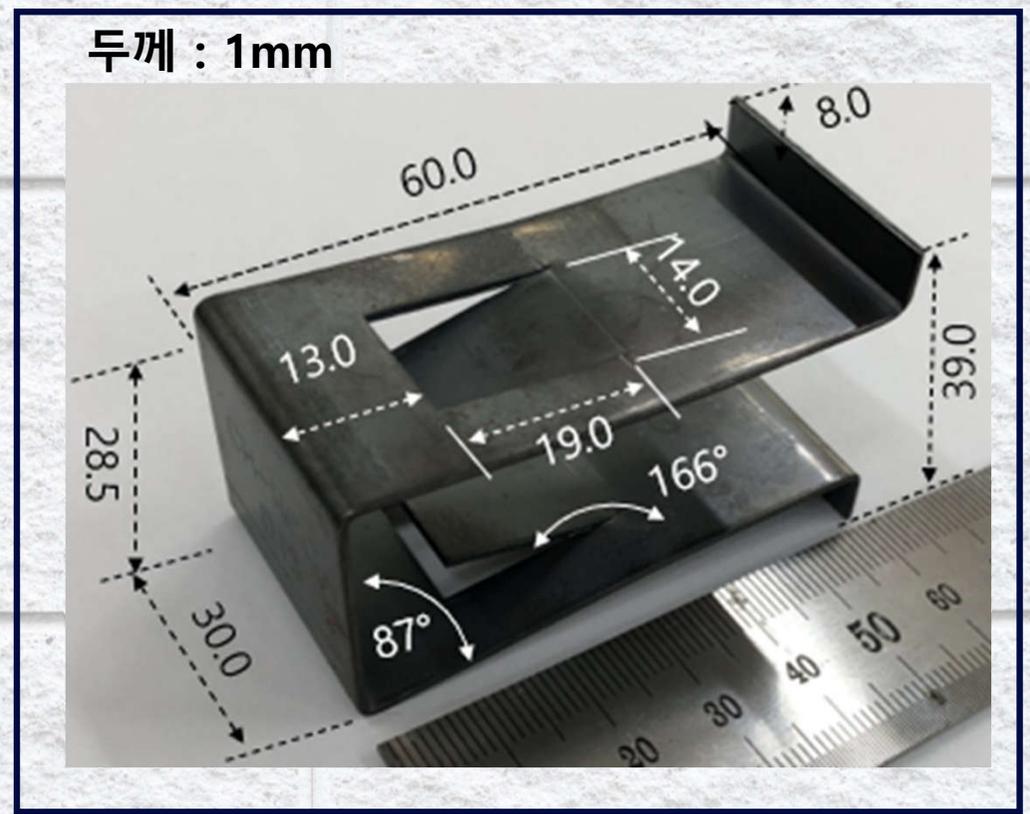
[CH-RCC D10]



[D10용]

(총 22.15, 폭 30, 두께 1.0, 전체길이 40mm)

[CH-RCC D13]



[D13용]

(총 28.5, 폭 30, 두께 1.0, 전체길이 60mm)

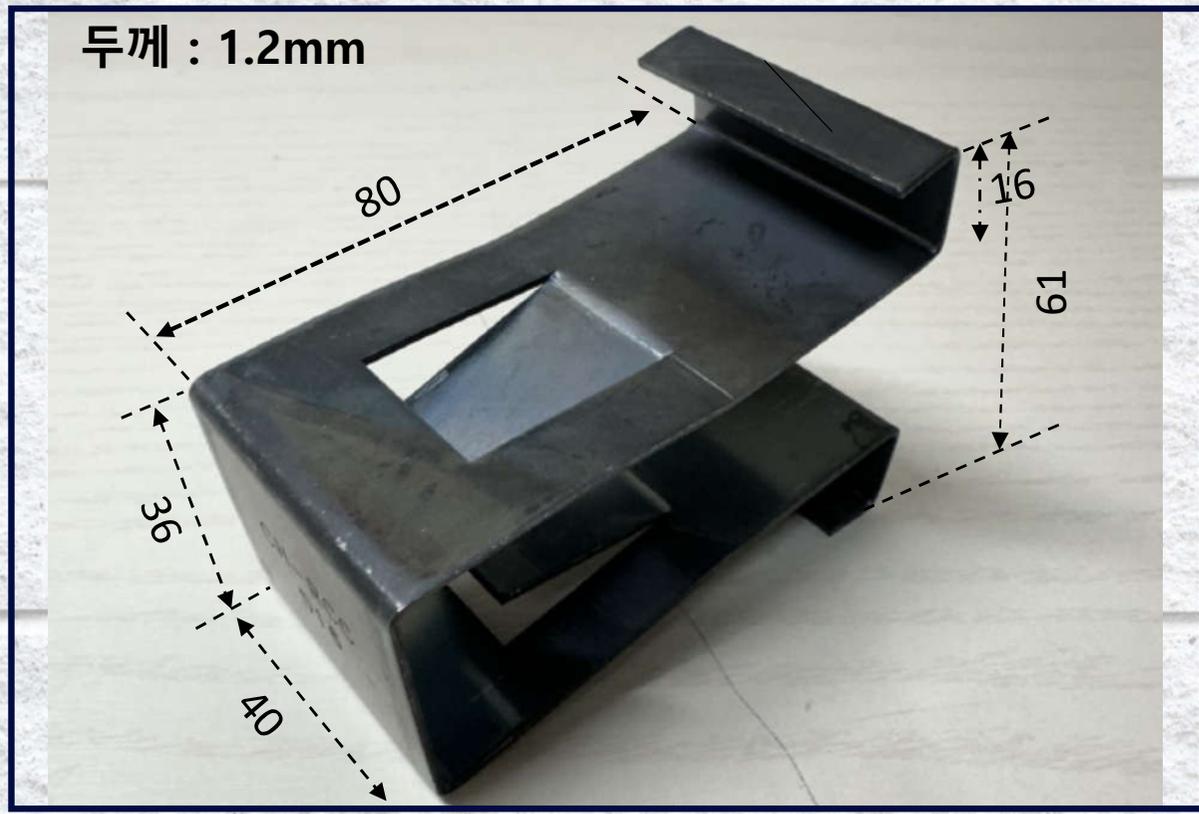
2. 제품설명 : **원터치-RC클립 크기 및 규격**

[CH-RCC D16]

검증 미완료로 판매대기중

[규격]

단위 : mm



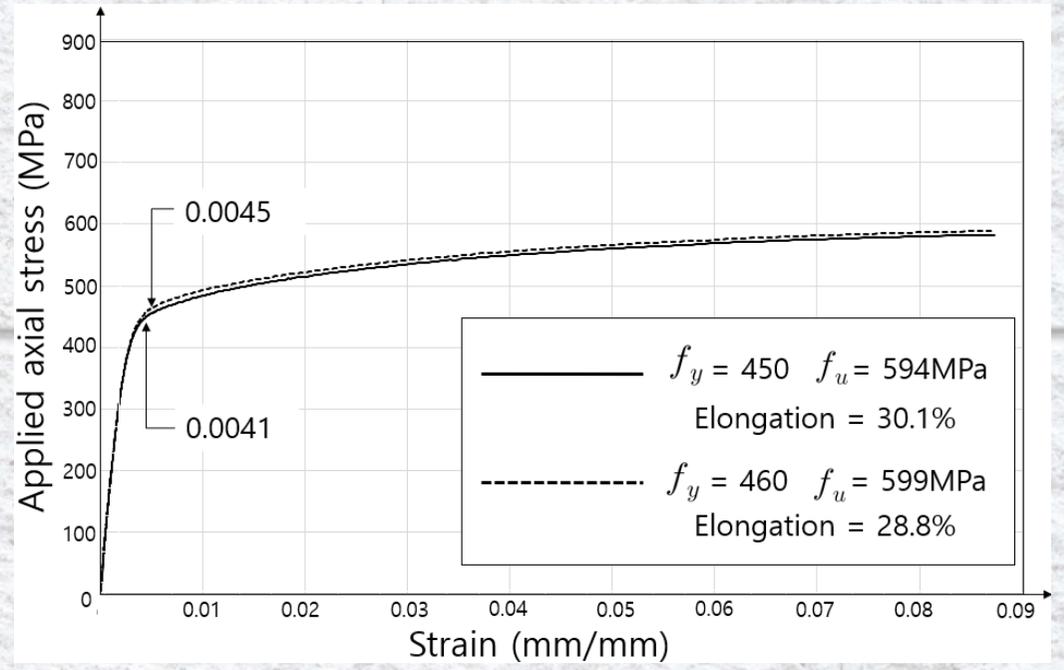
[D16용]

(총 36.0, 폭 40, 두께 1.2, 전체길이 80mm)

| 구분 | D16용 | D13용 | D10용 |
|---------|------|------|-------|
| 물힘길이 | 80 | 60 | 40 |
| 판두께 | 1.2 | 1.0 | 1.0 |
| 전 후면폭 | 40 | 30 | 30 |
| 전면총(높이) | 36.0 | 28.5 | 22.15 |
| 후면총(높이) | 61.0 | 39.0 | 32.0 |
| 뒷날개 높이 | 16.0 | 8.0 | 7.6 |
| 뒷날개 길이 | 10.0 | 없음 | 없음 |

2. 제품설명 : 원터치-RC클립 크기 및 규격

| | |
|-----------|-----------|
| 강재 | SK5M-S |
| 항복강도 | 440MPa |
| 인장강도 | 610MPa |
| 탄성계수 | 440GPa |
| 치수(mmxmm) | 1000x1198 |
| 무게 | 13.315Kg |
| 경도 | 171.0HV |



[SK5M-S강 인장시험 결과]

재료는 탄력성을 유지하면서 쉽게 삽입될 수 있도록
스프링 강재(SK5M-S강)를 열처리한 고탄성 재료를 사용하여 **복원력이 우수**

2. 제품설명 : **원터치-RC클립 공학적 특징 및 성능 목표**

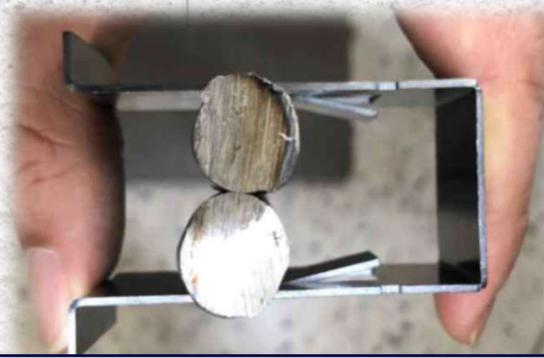
- ① 『ㄷ』자 형상 사이에 두 개의 철근을 동시 삽입
- ② 클립 중간 위치에 클립의 두 다리가 벌어지면서 두 개의 철근 최종 삽입
- ③ 두 개의 띠철근 최종 위치에서 외부 쪽으로 못 빠져나오도록 뒷다리에 물림

① 밀어넣기



2개 띠철근 끝단 위치

② 클립 양쪽 날개 벌어짐



띠철근 중간 위치

③ 최종 다리 물림



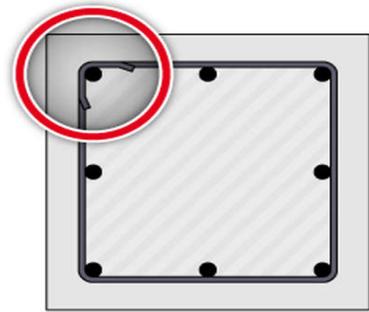
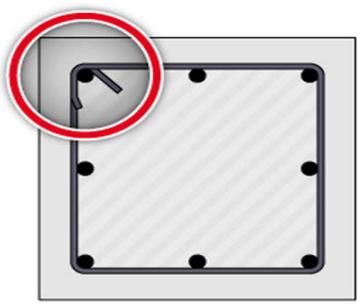
띠철근 통과

➤ **원터치-RC클립의 목표성능 :**

90도 갈고리에 원터치-RC클립을 체결하는 상세는 구조성능면에서 135도 갈고리와 **동등이상의 성능을 발휘, 시공성 측면에서 작업 단순화**

2. 제품설명 : **현장 상세와 RC클립 체결 상세 비교**

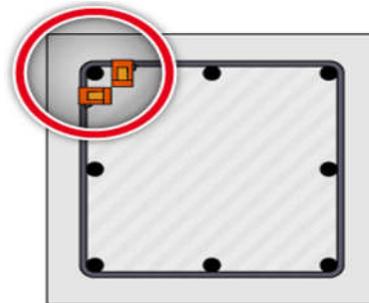
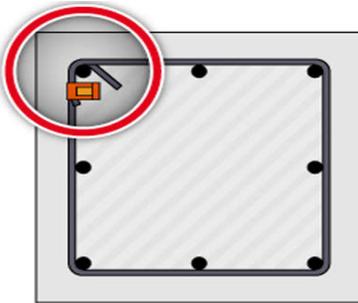
흔한 현장 상세: 잘못된 상세



[한쪽 90도 + 다른쪽 135도]

[양쪽 90도]

RC클립 체결 상세: 기준성능 이상 상세



[RC클립 1개 설치]

[RC클립 2개 설치]

원터치-RC클립 1개 설치 모습

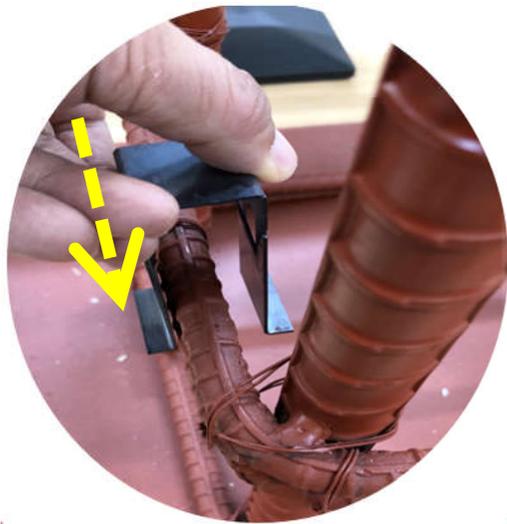


원터치-RC클립 2개 설치 모습

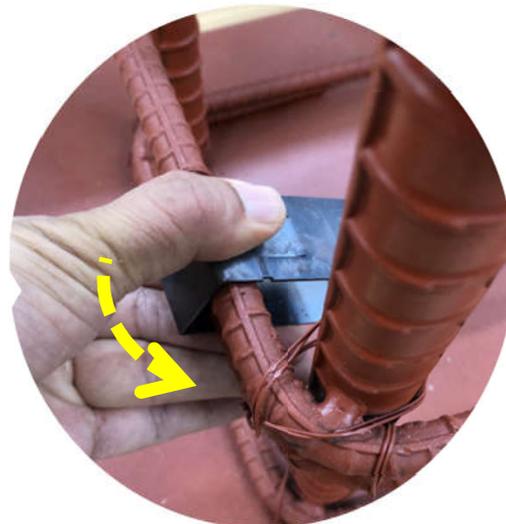


2. 제품설명 : 현장 상세와 RC클립 체결 상세 비교

현장에서 작업할 때 가장 효율적인 **원터치 방식**



① 클립 위에서 아래방향으로 걸치기



② 안쪽으로 회전



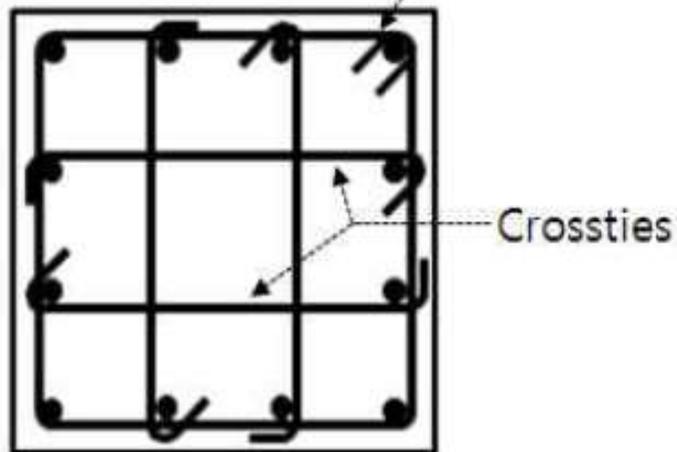
③ 다리가 물렸는지 확인

(이때, 반드시 뒷 날개가 **정확히 물렸는지** 손으로 확인 : 정착강도 발휘 위해 필요)

2. 개발 배경 : 띠철근 갈고리 건축구조기준

- 건축구조기준은 내진기동 후프상세에서 띠철근 135도 갈고리를 교차하도록 규정
- 135도로 구부려 묻힌 철근의 길이를 띠철근의 6배 길이($6d_b$)로 규정
(내진설계 D10인 경우 75mm이상)

90° and 135° Seismic hooks:
hooks: $6d_b$ extension



[후프 기준상세-1]

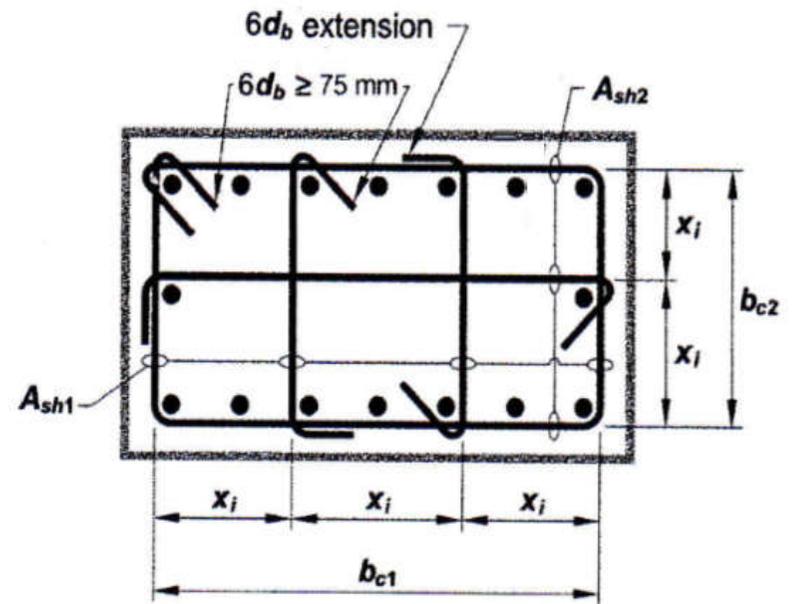
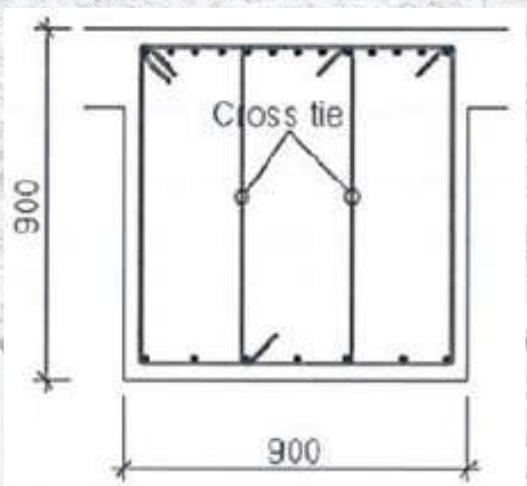


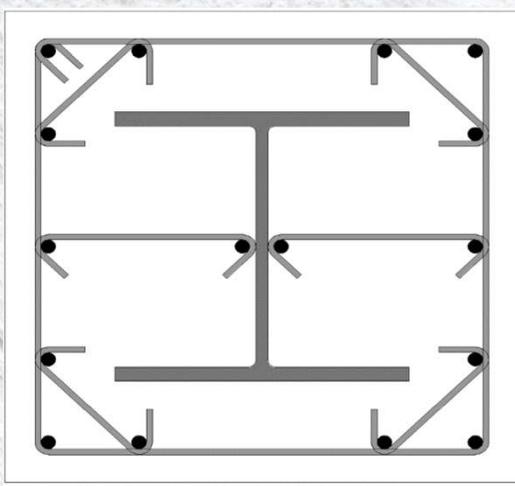
Fig. R21.6.4.2—Example of transverse reinforcement in columns.

[후프 기준상세-2]

2. 개발 배경 : 135도 갈고리 ➡ 시공성 저하



[큰 보내 연결철근]



[현장시공 역타기둥]



[기존 현장 갈고리 대체 상세 사례]

- 주철근이 과밀할 때는 내부 연결철근(Cross-tie)도 시공 어려움
- 도심 지내 공사 현장의 지하 역타기둥 시공할 때, 띠철근 시공 매우 어려운 실정

- 시간이 많이 소요되고 시공상 어려움으로 기존 상세 지키지 않고 대체 상세로 마무리 있는 실정
- 대체 상세는 검증된 절차 없이 사용됨.

2. 개발 배경 : 기능인력 기피와 미숙력 및 고령 노동자 증가 추세

띠철근 135도 갈고리 상세를 정확하게 따르는 것이 현실적으로 쉽지 않아 90도 갈고리로 임의 시공

➡ 갈고리 풀림에 따른 주철근 좌굴 및 기둥 파괴로 심각한 피해 발생 우려

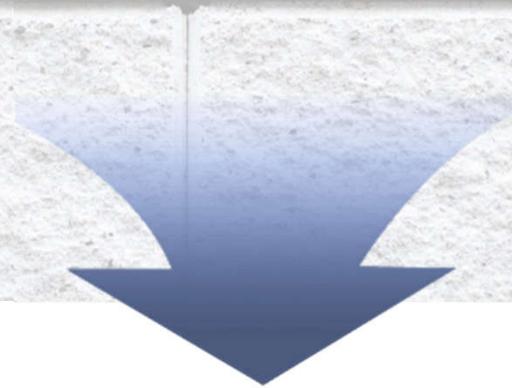


시공성 개선 및
구조성능이 보장되는
대체 시공 상세 필요

[기준 미준수에 따른 피해 사례 - 포항 지진]

2. 제품설명 : **개발 방향**

철근콘크리트 기둥 후프 뿐만 아니라 **작은보나 큰보 폐쇄형 스테럽**,
SRC합성기둥 폐쇄형 후프의 시공성을 개선하고
구조적 성능이 확보될 수 있는 신기술 신제품이 필요



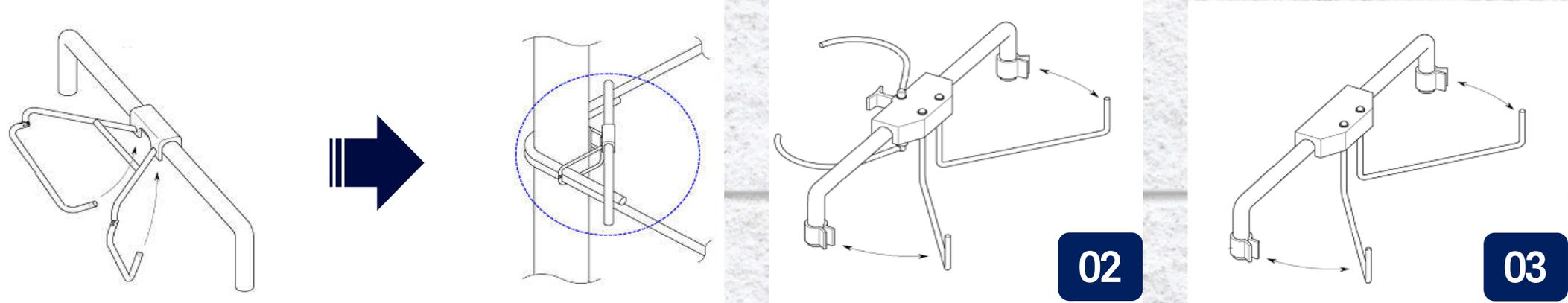
연결장치를 체결함으로써 별도의 전단 검토가 필요 없고,
모든 철근콘크리트 부재의 어떠한 환경에서도 시공이 편리한 방법으로 개발

3. 개발 과정과 제품의 우수성

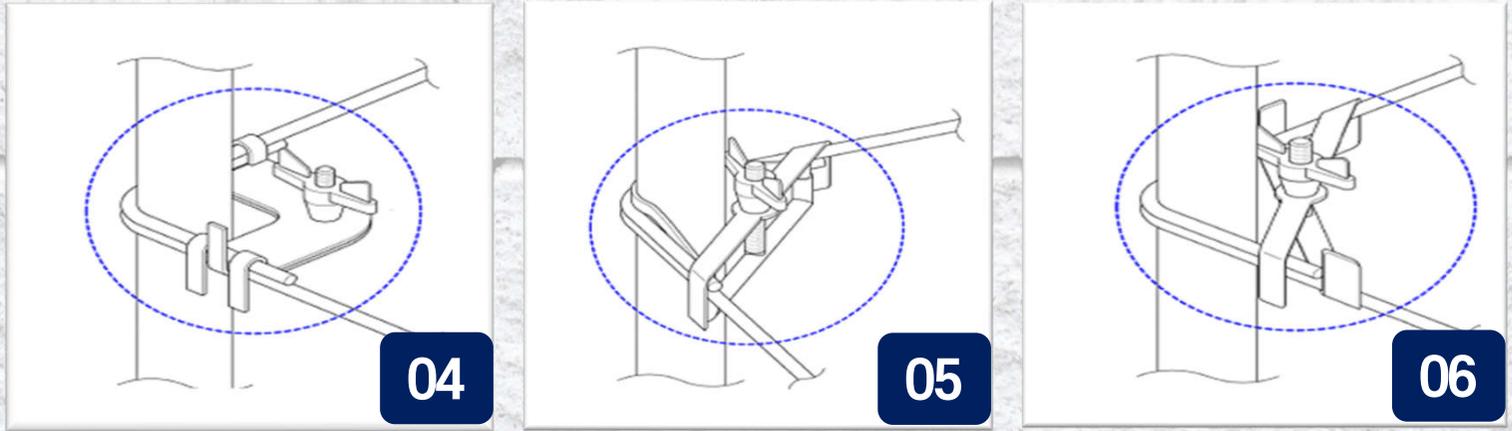


3. 개발과정 : **최초 개발형상(갈고리 양쪽 동시에 결속하는 개념)**

➡ 2015년부터 구상 (김용주 대표 아이디어 제공, 박경언 부장 모든 연결장치 디자인 고안 및 특허 출원)



[특허등록10-1750792(2017년)]

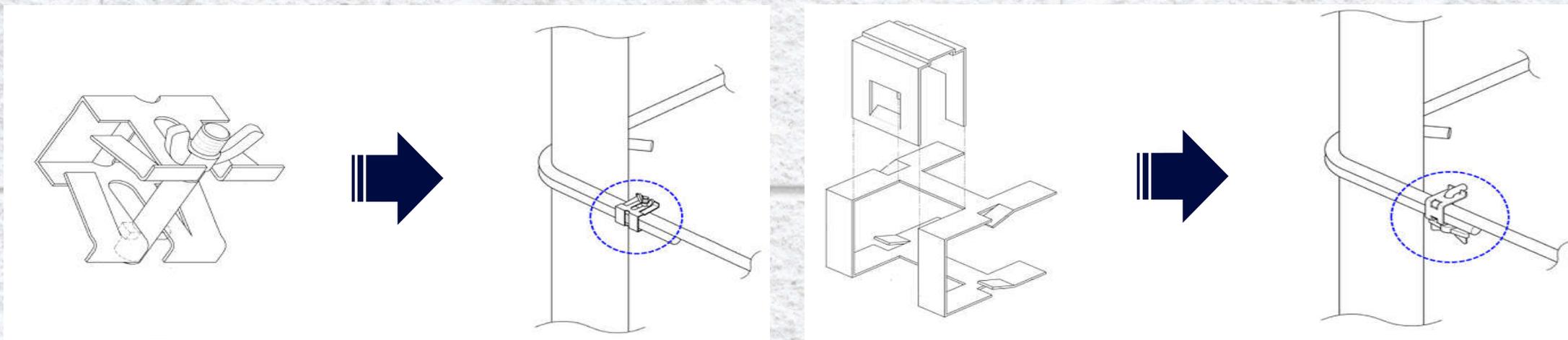


[특허등록10-1750791(2017년)]

6가지안
모두 피철근보다
장치 자체가 **가격상승**
우려가 있어 개발안에서 배제

3. 개발과정 : **90도 갈고리에 체결하는 클립형 장치로 개발**

➡ 2개의 피철근을 강력하게 구속 강화목적으로 나사선과 조임장치 설치하여 실물 제작.



↓ **실물제작**

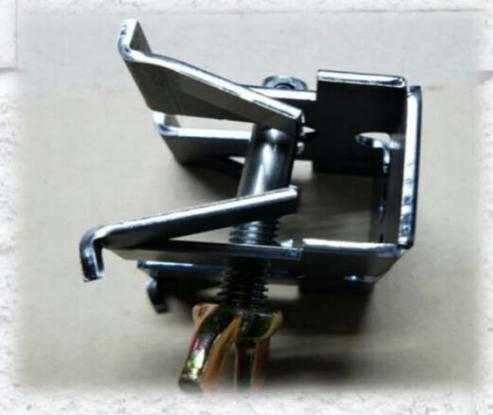
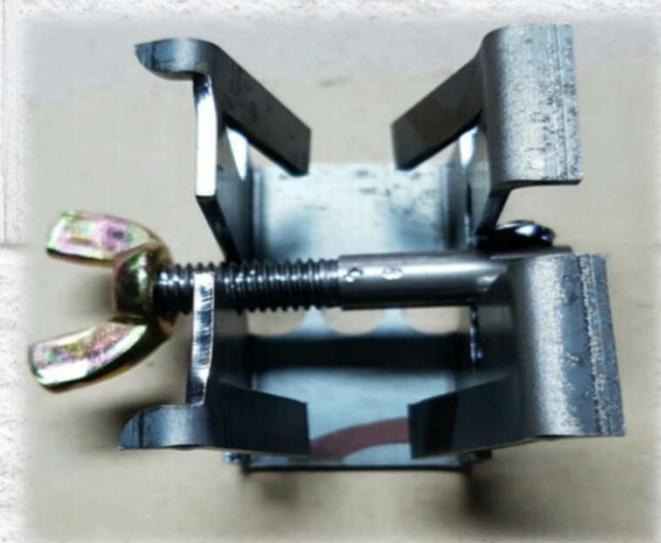
[특허등록10-1927760(2018년)]



박경언부장 사관학교 9년 선배인
오00에게 부탁하여
티지화이어(설비제품 생산업체
/남양주소재)에서 시제품 제작

3. 개발과정 : 90도 갈고리에 체결하는 클립형 장치로 개발

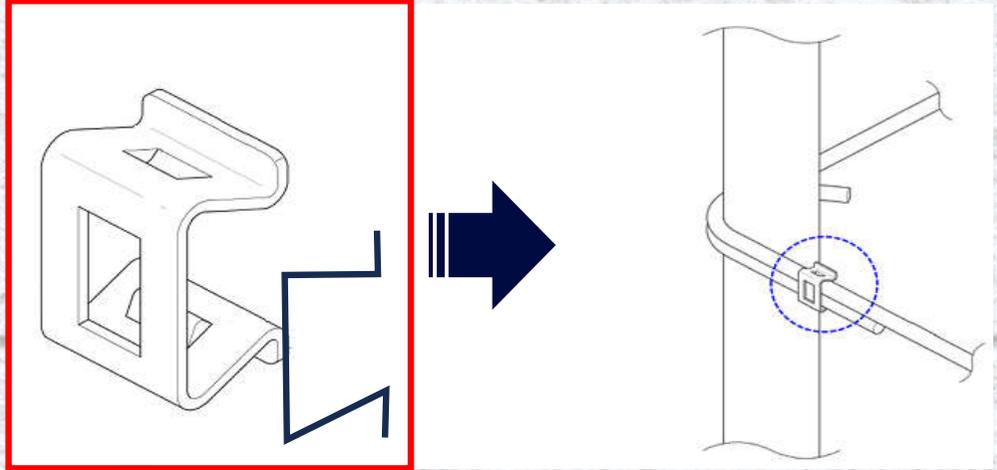
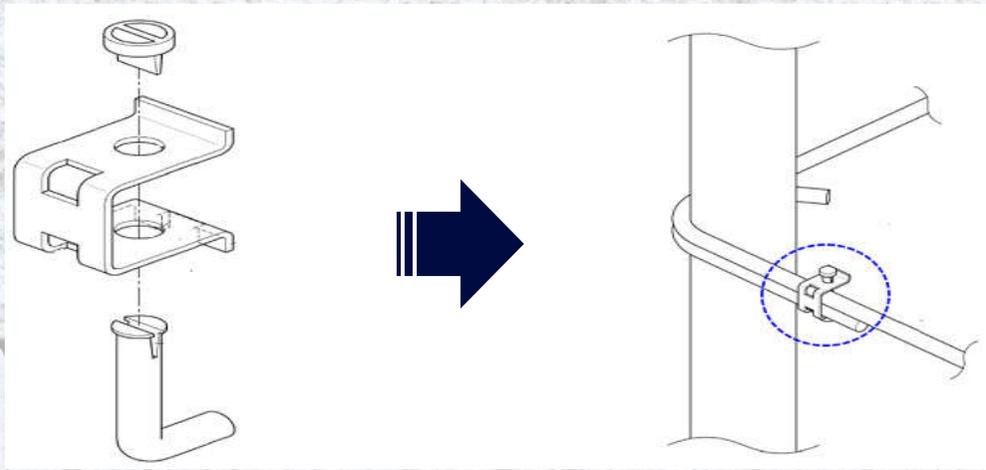
➡ 2개의 피철근을 구속 강화목적으로 나사선과 조임장치 설치한 시제품 제작.



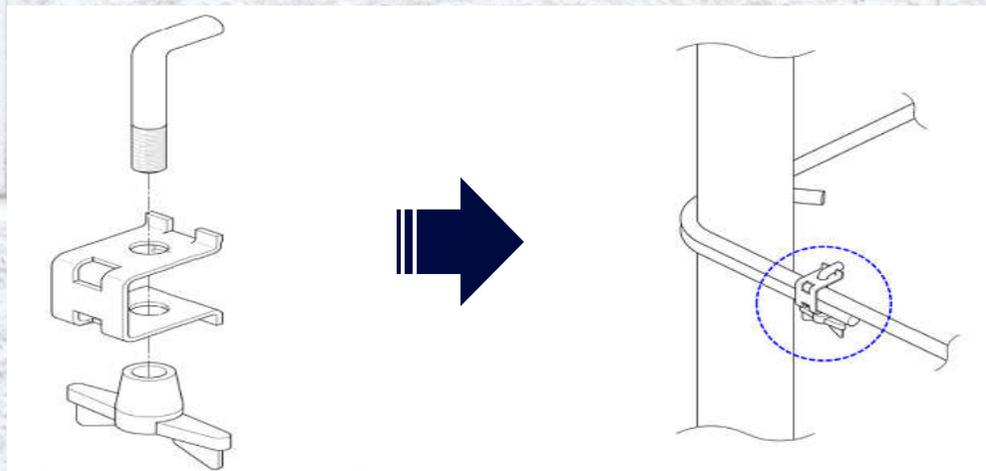
나사선 설치로 인한 강재 두께 2mm이상 두꺼워져야 하고
이로인해 연결장치 자체 탄력성이 없어서 설치가 더 어려워짐.

➡ 개발안에서 배제

3. 개발과정 : **90도 갈고리에 체결하는 클립형 장치로 개발**



시공성이 가장 좋을 것으로 판단하여 다시 시제품 제작



[특허등록10-1895306(2018년)]

3. 개발과정 : **90도 갈고리에 체결하는 클립형 장치로 개발**

➡ 시제품 제작하여 예비성능 검증 실시

시제품 제작: 박경언부장 사관학교 9년 선배인
오00선배의 소개로 티지화이어에서 시제품 제작



기둥배근 모형에
시제품 체결하여
시공성 평가



실제 기둥배근 모형 제작:
박경언부장의 당시 근무하는
대전 현장에서 제작

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 시제품 제작 및 성능 검증

▶ 시제품 제작하여 예비성능 검증 실시

박경언부장 사관학교 9년 선배인 오00선배의 소개로 티지화이어 (설비제품 생산업체 / 남양주소재)에서 시제품 제작



규격 : 두께 1mm, 물힘 길이 30mm, 총 22mm, 폭 28mm, 뒷다리 높이 7.6mm

콘크리트 충전 목적으로 중앙 지름 8mm 구멍 배치

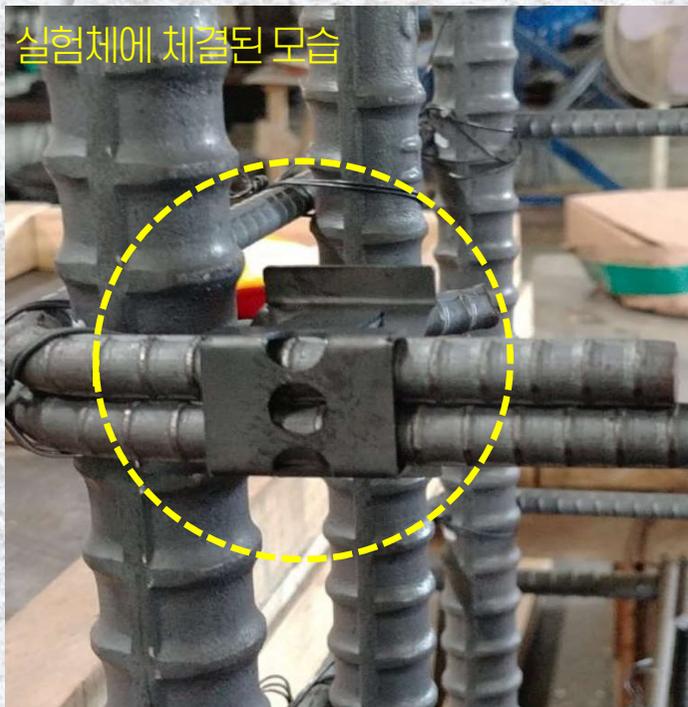
3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 시제품 제작 및 성능 검증

시제품 제작하여 예비성능 검증 실시

초기 클립형 연결장치 시제품의 내진성능 검증할 때 철근 배근된 실험체 체결된 모습

[규격 : 두께 1mm, 문힘 길이 30mm, 춤 22mm, 폭 28mm, 뒷다리 높이 7.6mm]

콘크리트 충전 목적으로 전면 중앙 지름 및 상 하단 8mm 구멍 3개 배치



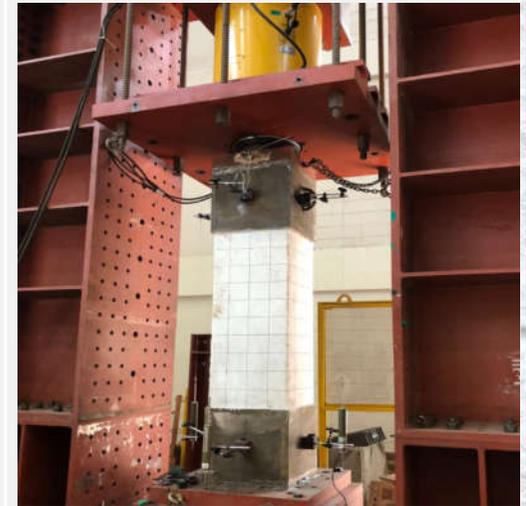
3. 개발과정 : 초기클립형 연결장치 시제품 제작 및 성능 검증

예비성능검증 개요

1. 검증주관 : 페트라텍(경기도 화성소재)
2. 검증장소 : 대우건설연구원 실험동(경기도 수원소재)
3. 검증비용 : 50,000천원(부가가치세 포함)
4. 실험체 총 개수 : 총 10개
5. 검증 발주 : 박 00, 김 00 (검증비용 각각 반씩 부담)
6. 관련 특허번호 : 제10-1750791호

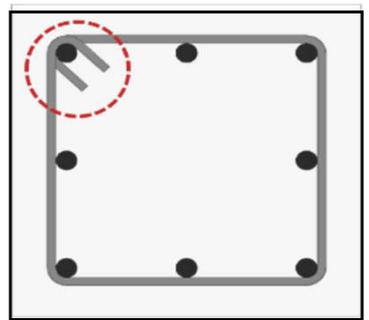
검증 실험체 (총 10개)

1. 압축성능실험 (5개) :
양쪽 135도 갈고리(C-type), 한쪽 135도+다른쪽 90도(D-type),
양쪽 90도 갈고리(A-type),
한쪽 135도+다른쪽 90도에 초기 클립형 장치 체결(E-type),
양쪽 90도에 초기 클립형 장치 체결(B-type)
2. 내진성능실험(5개) : 압축성능실험체 구분과 동일

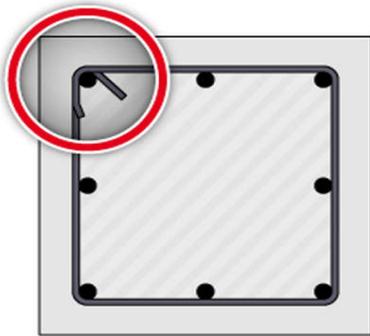


3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 성능검증 실험체 구분

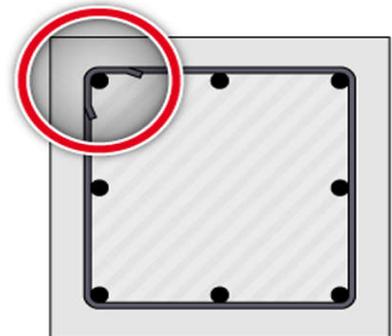
| C-실험체 (기준실험체) | D- 실험체 | A- 실험체 |
|---------------|--------|--------|
|---------------|--------|--------|



[양쪽 135도]

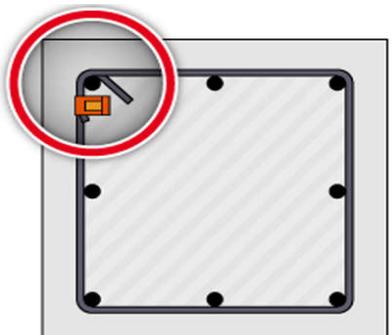


[한쪽 135도+다른쪽 90도]

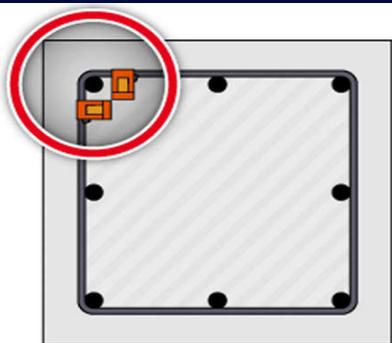


[양쪽 90도]

| E-실험체 | B- 실험체 |
|-------|--------|
|-------|--------|



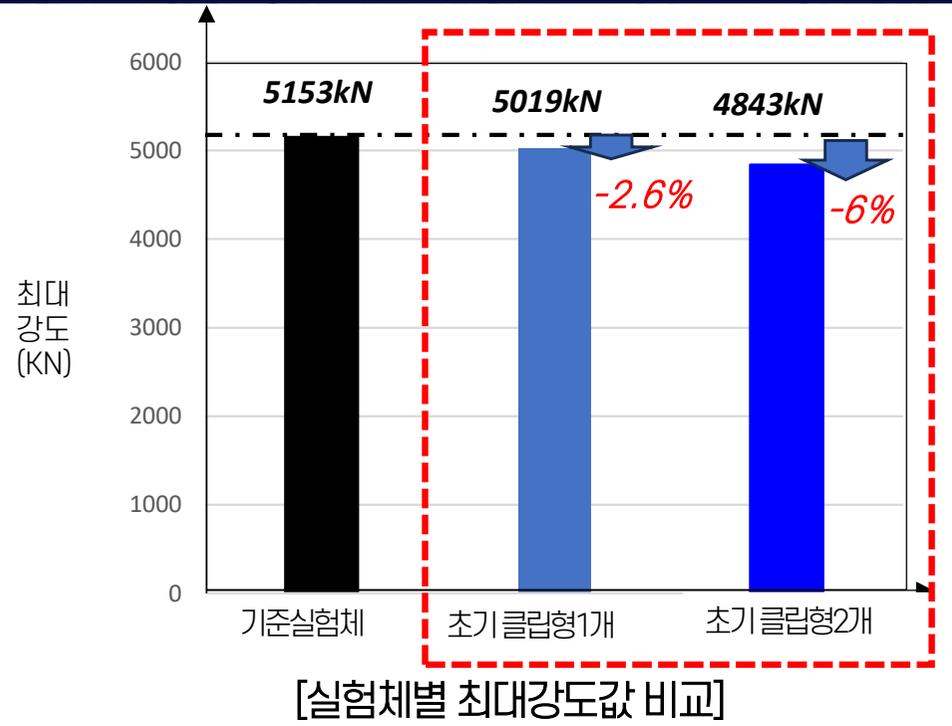
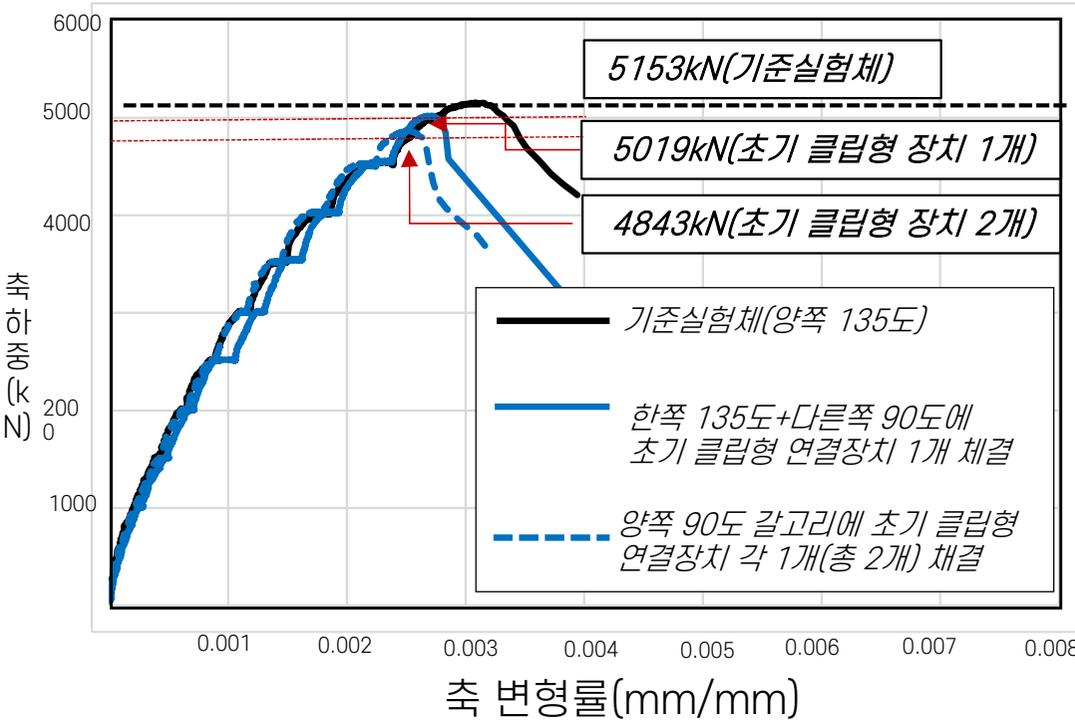
[한쪽 135도+다른쪽 90도에 초기 클립형 장치 1개 체결]



[양쪽 90도에 초기 클립형 장치 체결(총 2개)]

- 검증 실험체 (총 10개)**
1. 압축성능실험 (5개):
 - 양쪽 135도 갈고리,
 - 한쪽 135도+다른쪽 90도,
 - 양쪽 90도 갈고리
 - 한쪽 135도+다른쪽 90도에 초기 클립형 장치 체결
 - 양쪽 90도에 초기 클립형 장치 체결
 2. 내진성능실험(5개): 동일

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 압축성능 검증; 성능미달 (불량)



| 시험체 | Fck (Mpa) | db (mm) | 최대강도 | |
|--|-----------|---------|------------|--------------|
| | | | Ptest (kN) | 기준대비비교 (%) |
| 1. 기준시험체 | 30 | 10 | 5,153 | 100 |
| 2. 한쪽: 135도+ 다른쪽 90도에 초기 클립형장치 1개 체결 | | | 5,019 | 97.4 (-2.6%) |
| 3. 양쪽 90도 갈고리에 초기 클립형 장치 각 1개(총 2개) 체결 | | | 4,843 | 94.0 (-6.0%) |

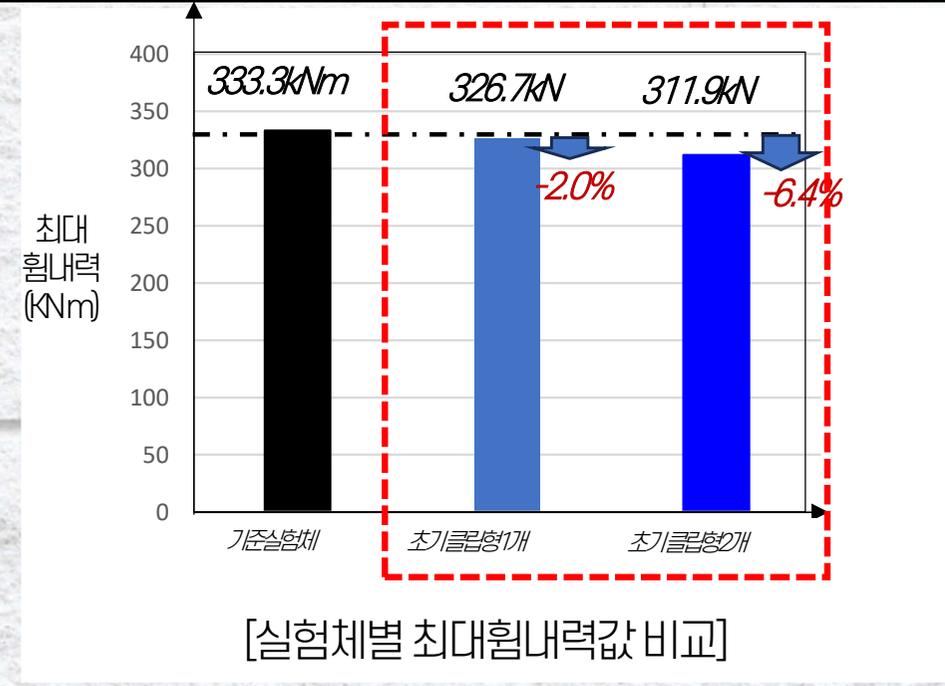
초기 클립형 연결장치
압축성능 미달
(불량!!)

압축성능 검증 결과: 기준시험체 대비 최대하중이 -2.6%, -6.0% 미달 (불량)

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 내진성능 검증; 성능미달 (불량)

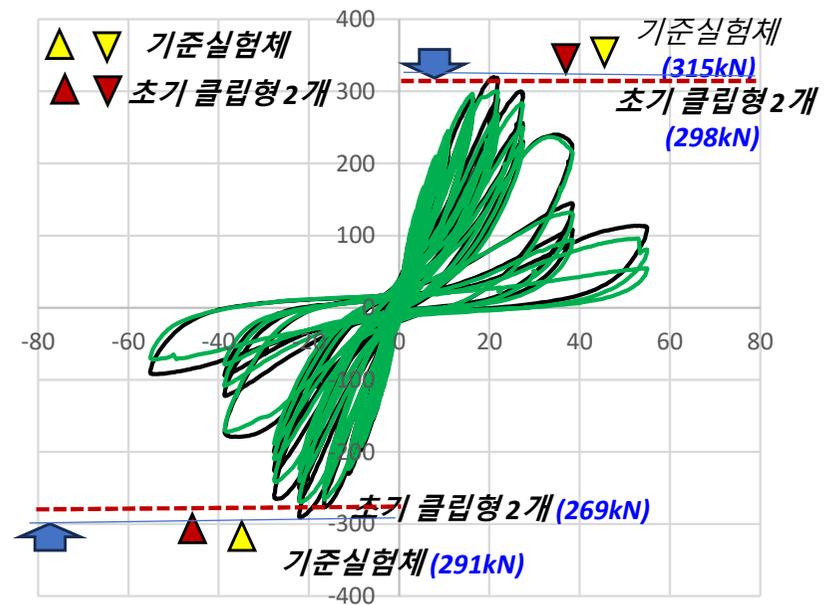
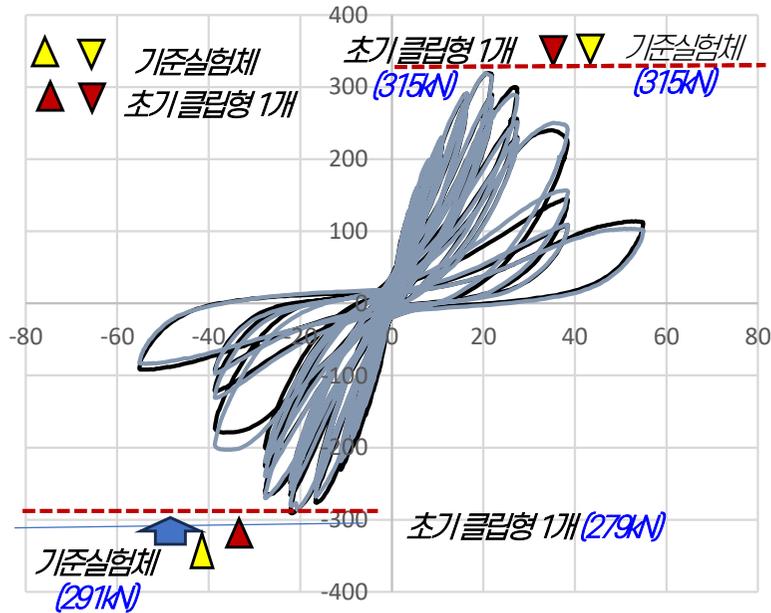
| 실험체 | Fck (Mpa) | db (mm) | 최대강도 | | | 최대휨내력 (Knm) | 기준 대비 비교 (%) |
|---------------------------------------|-----------|---------|-------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|
| | | | 정(+)방향 Ptest (kN) | 부(-)방향 Ptest (kN) | 평균 Ptest (kN) | | |
| 1. 기준실험체 | 30 | 10 | 315 | 291 | 303 | 333.3 | 100 |
| 2. 한쪽: 135도+ 다른쪽 90도에 초기 클립형 장치 1개 체결 | | | 315 | 279 | 297 | 326.7 | 98.0 (-2.0%) |
| 3. 양쪽 90도 갈고리에 초기 클립형 장치 각 1개(총2개) 체결 | | | 298 | 269 | 283.5 | 311.9 | 93.6 (-6.4%) |

초기 클립형 연결장치 내진성능 미달 (불량!!)



내진성능 검증 결과 : 기준실험체 대비 최대휨내력이 -2.0%, -6.4% 미달 (불량)

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 내진성능 검증 ; 성능미달 (불량)



| 실험체 | db (mm) | 최대강도 | | | 최대휨내력 (Knm) | 기준 대비 비교 (%) |
|--|---------|-------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|
| | | 정(+)방향 Ptest (kN) | 부(-)방향 Ptest (kN) | 평균 Ptest (kN) | | |
| 1. 기준실험체 | 10 | 315 | 291 | 303 | 333.3 | 100 |
| 2. 한쪽: 135도+ 다른쪽 90도에 초기 클립형장치 1개 체결 | | 315 | 279 | 297 | 326.7 | 98.0 (-2.0%) |
| 3. 양쪽 90도 갈고리에 초기 클립형 장치 각 1개(총 2개) 체결 | | 298 | 269 | 283.5 | 311.9 | 93.6 (-6.4%) |



초기 클립형 연결장치
내진성능 미달
(불량!!)

내진성능 검증 결과 : 기준실험체 대비 최대휨내력이 -2.0%, -6.4% 미달 (불량)

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 내진성능 검증 실험일지

| 실험일지 | | 담당 | 팀장 | 대표이사 |
|--------------|----------------------------|-------------|----------------|------|
| 날짜 | 2018.11.22 | 작성자 | | |
| Project | | | | |
| 실험체명 | C | 실험장소 | | |
| 사용장비 | | 실험시간 | | |
| 실험조건 | 적하 46톤 | | | |
| 0.25% 2.05mm | 103.9kN | 2.0% 22mm | 315kN | |
| -96.64kN | 후하부 균열 발생 (리브 200mm) 거점 좌파 | 2.5% 21.5mm | 291kN | |
| 0.75% 2.85mm | 127.48kN 후하부 균열 발생 | 2.9% 21.5mm | 299kN | |
| -121kN | | 3.5% 38.5mm | 262kN | |
| 5.5% 5.5mm | +158.7kN 후하부 균열 발생 | 2.3% 23.5mm | 172kN | |
| -175kN | | 5.0% 55mm | 110kN WDP 6 제거 | |
| 0.75% 8.25mm | 195.08kN | 9kN | | |
| 191.8kN | | | | |
| 1.0% 11mm | 228kN | | | |
| 270kN | | | | |
| 1.5% 16.5mm | 291kN | | | |
| 276kN | | | | |

정(+)방향 315kN
부(-)방향 291kN

정(+)방향 315kN
부(-)방향 279kN

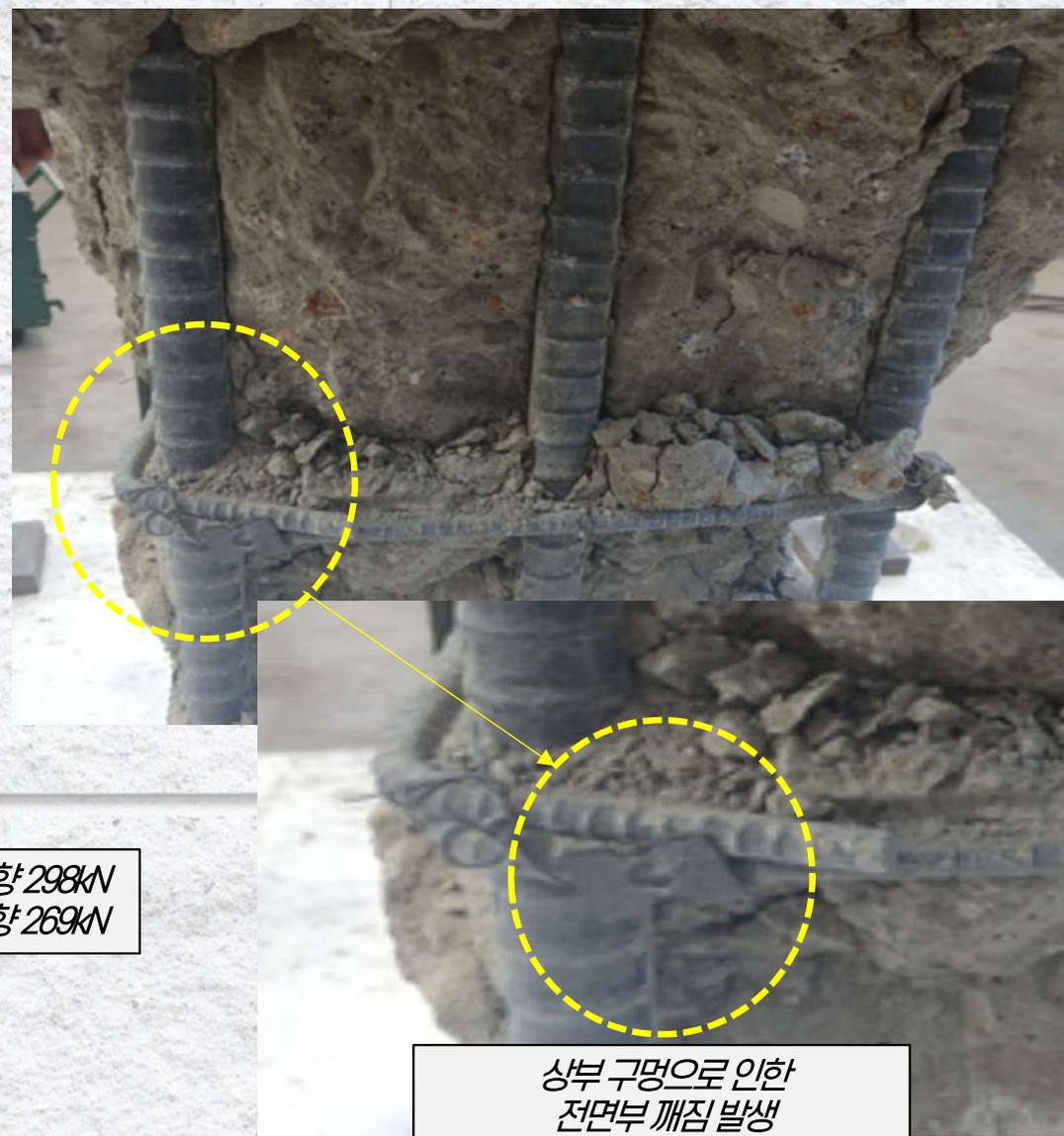
기준실험체(양쪽 135도 갈고리)

| 실험일지 | | 담당 | 팀장 | 대표이사 |
|------------------|--------------------------------|-------------|----------|-----------------|
| 날짜 | 2018.11.26 | 작성자 | | |
| Project | | | | |
| 실험체명 | E-type | 실험장소 | | |
| 사용장비 | | 실험시간 | | |
| 실험조건 | 적하 46톤 | | | |
| 0.25% 2.175mm | +100.96kN | 2.5% 21.5mm | 289kN | |
| -82.4kN | | 2.9% 21.5mm | 270.42kN | |
| 0.75% 3.85mm | +127kN 후하부 균열 발생 리브에서 200mm 거점 | 3.5% 38.5mm | 248kN | 사전 균열 발생 |
| -107kN 후하부 균열 발생 | | 2402.3kN | 2402.3kN | 리브 균열 발생 WDP 제거 |
| 0.75% 5.5mm | 160.40kN | 6.0% 65mm | 83kN | 1cycle만 진행 |
| 0.75% 8.5mm | 198kN | | | |
| -184kN | | | | |
| 1.0% 11.00mm | 230kN | | | |
| -218kN | | | | |
| 1.5% 16.5mm | 291.46kN | | | |
| 271.9kN | | | | |
| 2.0% 22mm | 315kN | | | |
| -279kN | | | | |

초기 클립형 연결장치 1개 체결 실험체

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 내진성능 검증 실험일지

| 실험일지 | | 달 | 일 | 장 | 대표이사 |
|--------------|--------------------------------|-------------|--------------------------|------------|------|
| 날짜 | 2018. 11. 21 | 작성 | 737 | | |
| Project | | | | | |
| 실험체명 | B-type | 실험장소 | | | |
| 사용장비 | | | | | |
| 실험조건 | 3327 46 ton | | | | |
| 0.25% 2.15mm | +101.74kN -98.16kN | 0.5% 7.85mm | +227kN -169kN | LVD기 2기 | |
| 0.5% 4.5mm | +144kN -152.80kN | 5.0% 6.5mm | 2cycle 22mm 45.6 mm까지 | | |
| 0.75% 6.25mm | +209kN -192kN | | | | |
| 1.0% 11mm | +448kN -221.5kN | | | | |
| 1.5% 16.5mm | +296.4kN -265kN | | | | |
| 2.0% 22mm | +298kN -269kN | | | | |
| 2.5% 27.5mm | +283kN -241kN | | | | |



정(+)방향 298kN
부(-)방향 269kN

상부 구멍으로 인한
전면부 깨짐 발생

초기 클립형 연결장치 2개 체결 실험체

3. 개발과정 : 초기 클립형 연결장치 성능검증후 파괴형상 및 검증결과

파괴형상에서 확인된 문제점

1. 주로 외곽날개에서 파단
2. 전면 구멍은 콘크리트 충진에 효과 없고 단면손실만 초래
3. 묻힘길이가 짧아(30mm) 정착성능 발휘부족



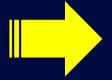
예비성능검증 결과 (기준실험체 대비)

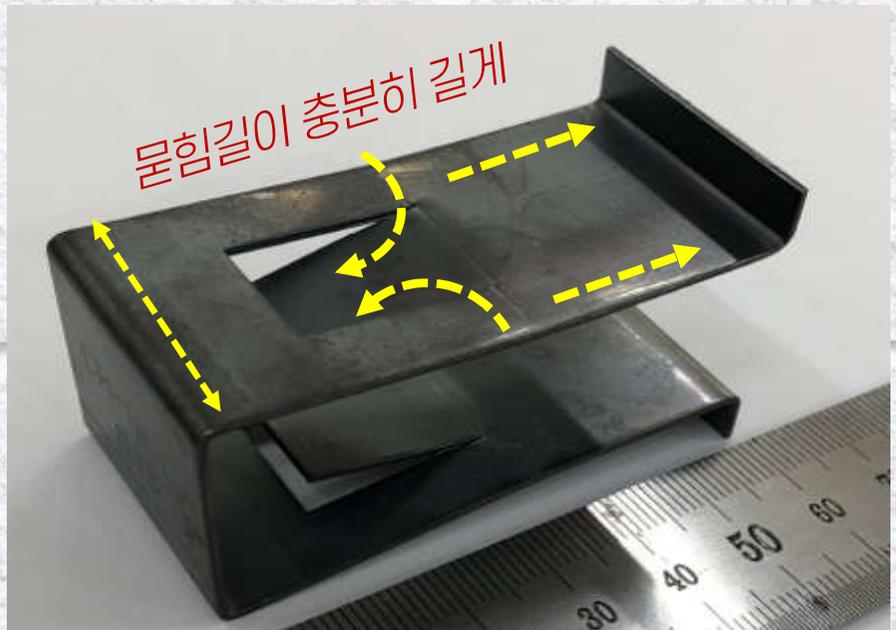
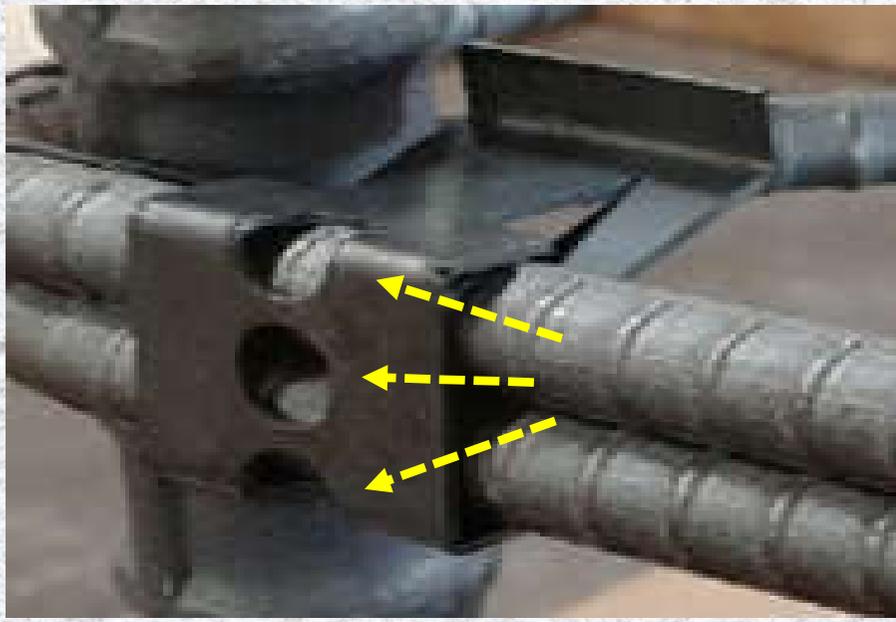
- 압축성능검증 결과 : -2.6%, -6.0% 미달된 최대강도값 보임
- 내진성능검증 결과 : -2.0%, -6.4% 미달된 최대힘내력값 보임



구조성능 미달로 형상 개선 필요

3. 개발과정 : 예비성능검증후 클립형 장치 형상 개선

| | | |
|---|---|--|
| <p>파괴형상에서 확인된 문제점</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 주로 외곽날개에서 파단 2. 전면구멍은 콘크리트 충전에 효과없음 3. 문힘길이가 짧아 정착성능 발휘부족 |  | <p>확인된 문제점 개선</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 외곽 날개를 중앙안쪽으로 배치 2. 단면손실만 발생하는 구멍은 안함. 3. 문힘길이는 충분히 길도록 길게 |
|---|---|--|



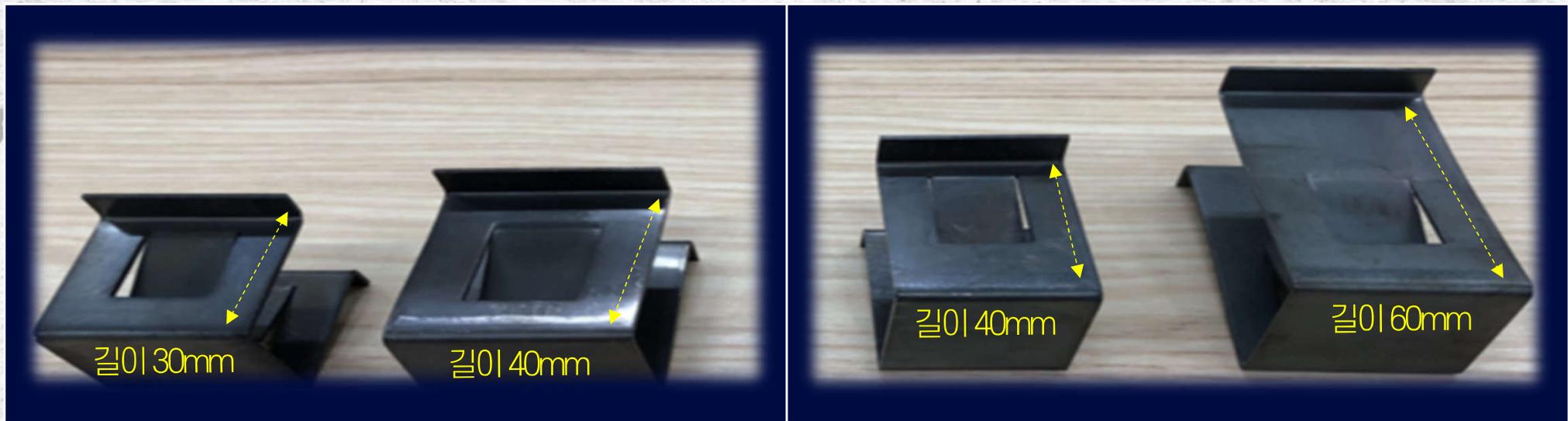
그럼 문힘길이는 얼마나 길게 해야되나??



정착성능시험으로 검증

3. 개발과정 : **최종 클립형 연결장치 형상 및 문힘길이 결정과정**

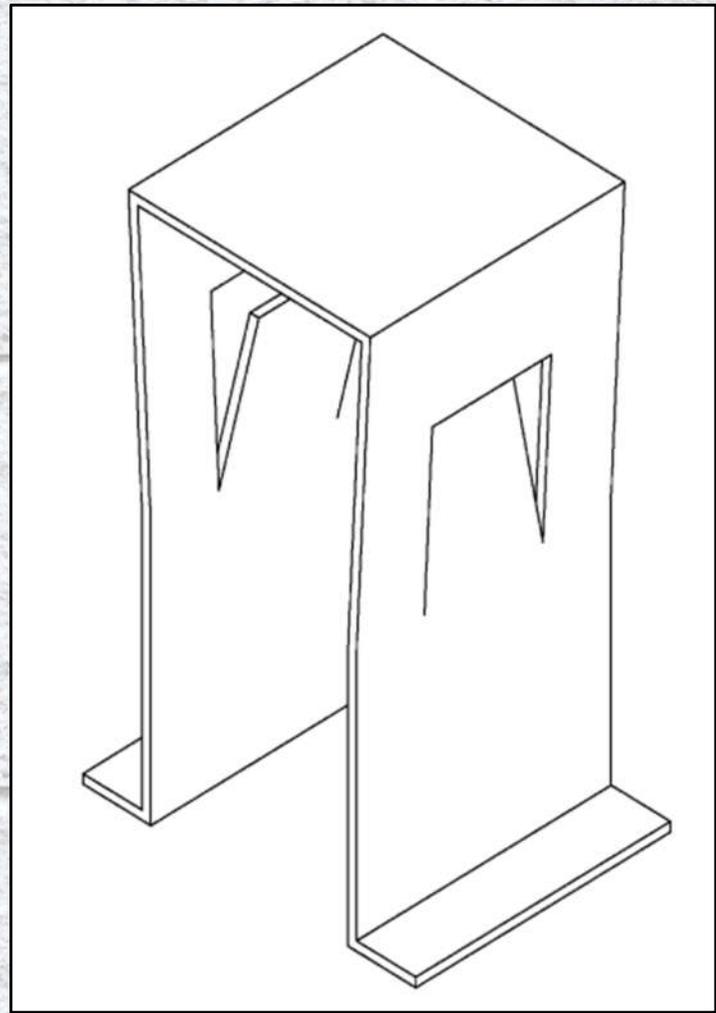
➡ **D10용, D13용 문힘길이별 2가지 타입으로** 제작후 정착성능검증



- 정착성능검증을 통해 문힘길이 길수록 성능이 우수함을 확인
- 2개의 피철근을 구속한다는 뜻의 **Rebar Confinement Clips**로 줄여 **RC클립**으로 명칭

➡ **강재 클립형 연결장치 형태 확정**

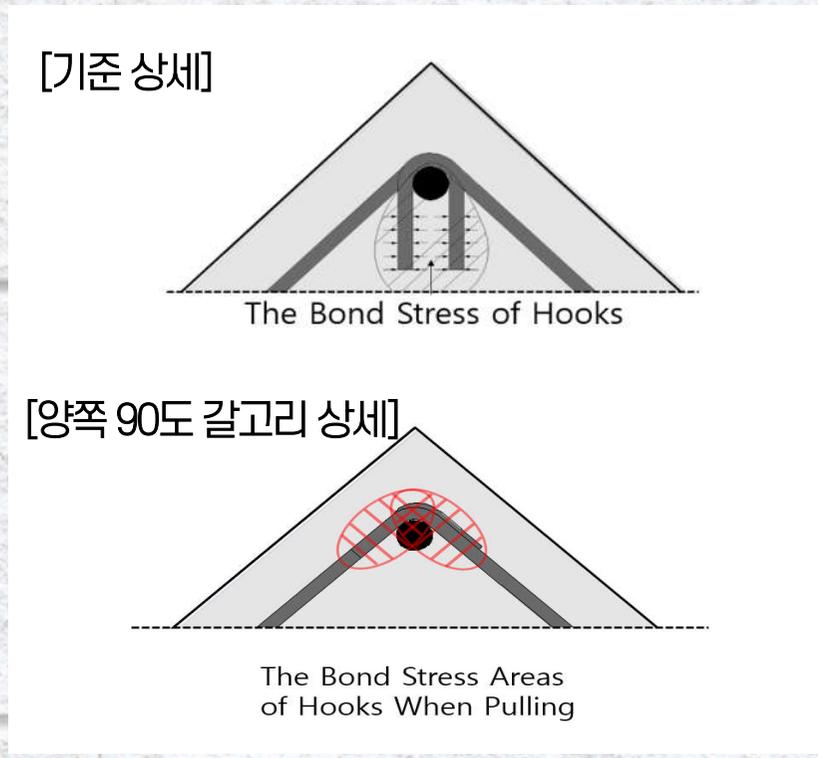
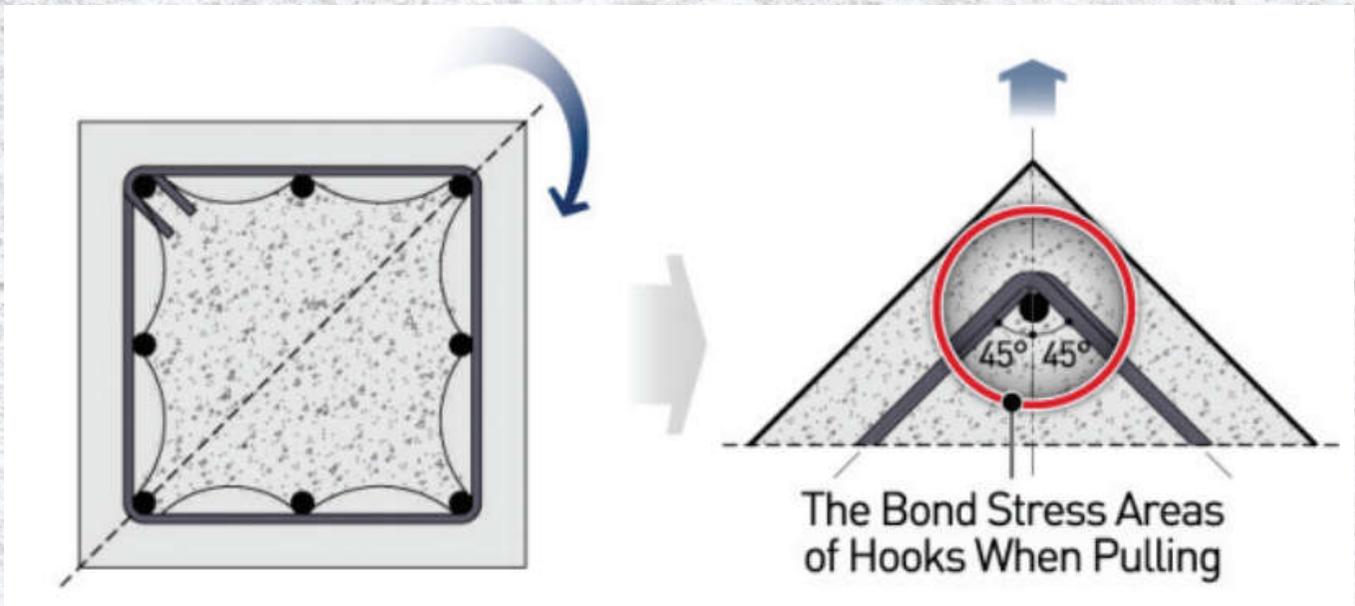
3. 개발과정 : 최종 결정된 형상으로 디자인 특허등록



[디자인 특허 등록30-1077403(2020년)]

3. 제품의 우수성 : 갈고리 정착응력 작용 면적 비교

➤ 상세별 부착/정착응력 면적



[정착응력 산정식]

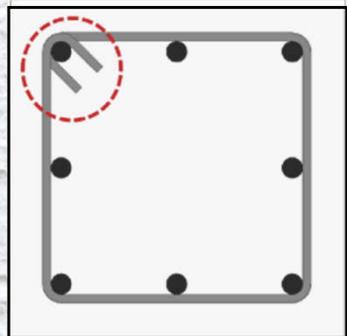
$$\tau_b = (0.5P \cos(\theta/2)) / (\pi d_b l_{db})$$

주근 중심 기준 45도 벌어짐

주철근 중심 기준으로 갈고리 **절곡각**이 철근의 **정착응력**에 영향

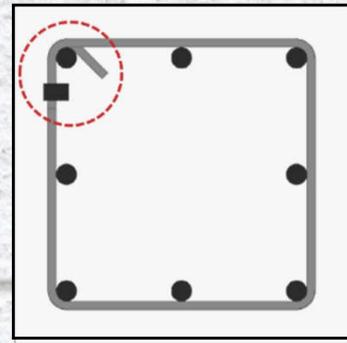
3. 제품의 우수성 : 갈고리 정착응력 작용 면적 비교

➤ **기준 상세**

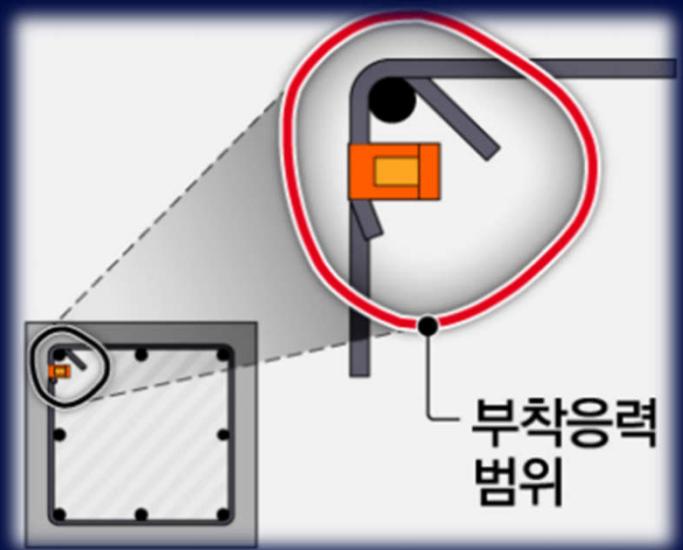
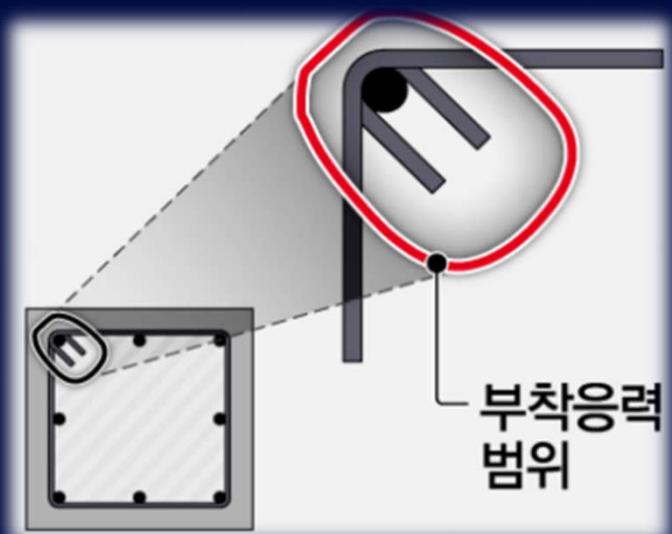


갈고리 양단 135도
교차 시공 어려움

➤ **원터치-RC클립 체결 상세**

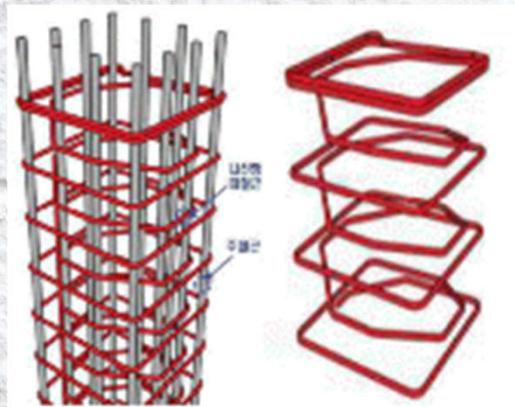
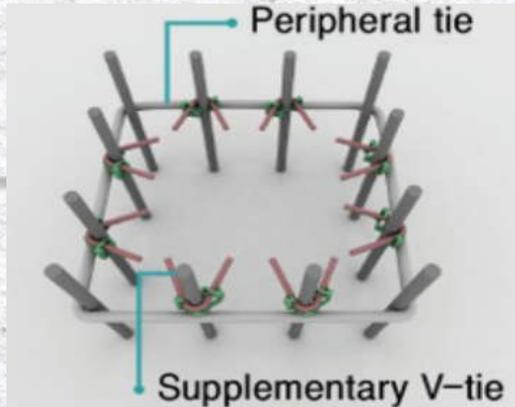


90도 갈고리에
RC클립 체결로 시공성 개선



RC클립 체결상세는 기준상세 이상의 **정착성능 향상과 시공성 개선**

3. 제품의 우수성 : 선행 기술(제품)과의 차이

| 구 분 | 연속후프 | V형 타이 | 135도 갈고리 대체용 원터치-RC 클립 |
|-----|--|---|---|
| 형 상 |  |  |  |
| 특 징 | <ul style="list-style-type: none"> 기둥 주근의 횡구속효과는 크나, 다양한 기둥 단면으로 시공성이 낮아 현장 대중화 어려움. (건설신기술제889호) | <ul style="list-style-type: none"> V형 타이를 모든 주철근에 설치하여야 하며, 전단력을 추가 검토필요. (건설신기술제808호) 전단 횡보강철근 추가 소요 발생. | <ul style="list-style-type: none"> 135도 갈고리 대체용으로 시공성 및 내진성능이 기준과 동등이상의 성능이 확보됨. |

4. 구조 성능 및 실험 개요



4. 구조성능 및 실험개요

| 구분 | 정착성능검증 | 압축성능검증 | RC기둥 내진성능검증 | 시공성 및 문힘상태 평가 | SRC기둥 내진성능 검증 |
|------------------------|--|--|--|---------------------|-------------------------------|
| 실험체 (총 78개) | 32개 | 10개 | 18개 | 10개 | 3개 |
| 실험체 구분 | 콘크리트강도 : 30MPa(보통강도) 60MPa(고강도) 띠철근 : D10,D13 | 콘크리트 강도: 30MPa(보통강도) 60MPa(고강도) 띠철근: D10, D13 | 콘크리트 강도: 30MPa(보통) 60MPa(고강도) 띠철근: D10, D13 | 띠철근: D10, D13 | 콘크리트 강도: 30MPa 띠철근: D13 |
| 논문 게재 | 한국구조물유지 관리공학회(1편) | 한국콘크리트학회 (1편) | 한국콘크리트학회 (1편) | 한국건축 시공학회(1편) | 한국공간 구조학회(1편) |

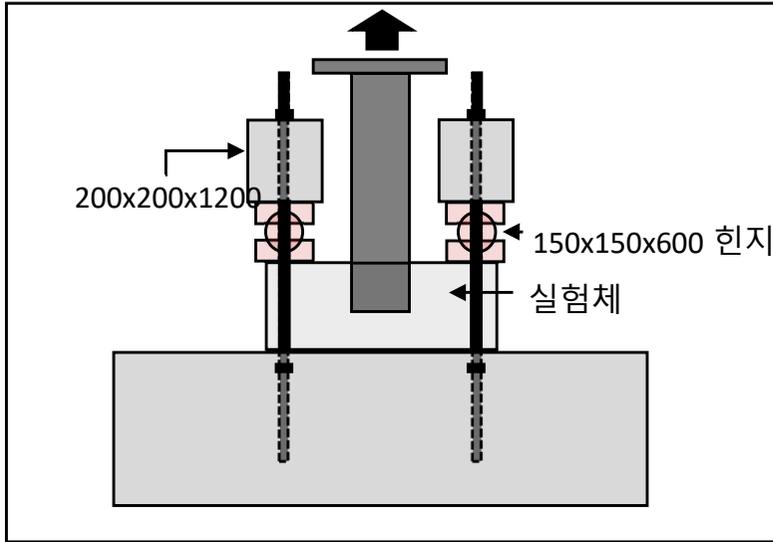
4. 구조성능 및 실험개요 : CH-RCC D10, D13 성능검증 실험체 개수

| 구분 | D10용 | D13용 | D16용 | 소계 |
|---------------------|------|------|------|----|
| 1. 정착성능 | 16 | 16 | 0 | 32 |
| 2. 압축성능 | 11 | 4 | 0 | 15 |
| 3. 내진성능 | 12 | 6 | 0 | 18 |
| 4. 시공성 및 문힘상태 평가 | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 5. SRC 내진성능 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 계 | 44 | 34 | 0 | 78 |

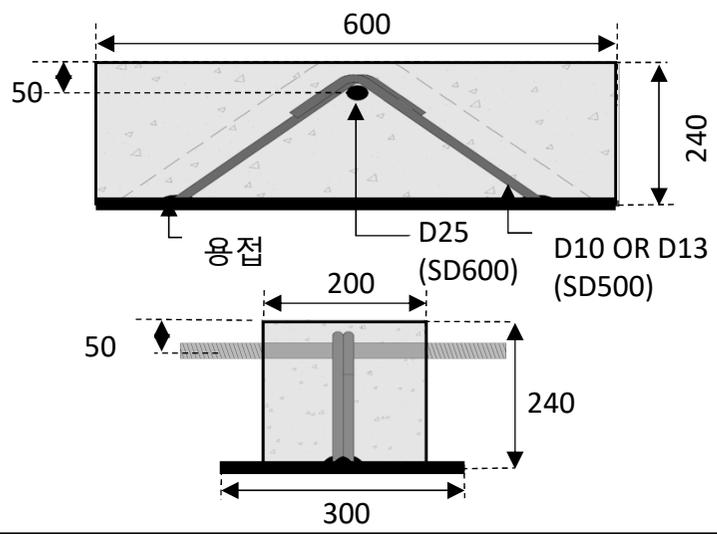
5. 정착성능 검증 D10용, D13용



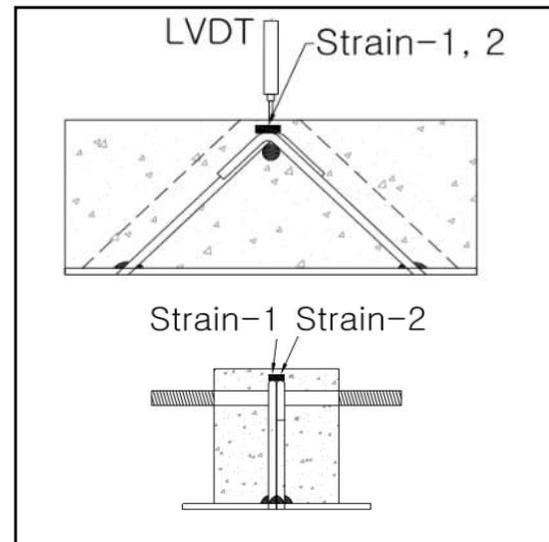
5. 정착성능 검증 D10용, D13용 : **검증계획**



[셋팅 정면도]



[실험체]

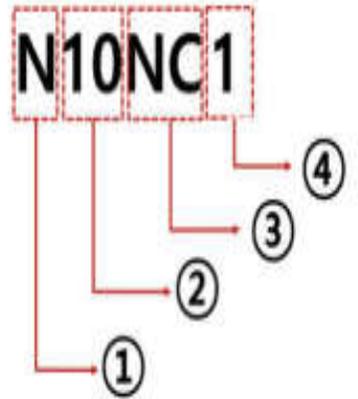


[게이지 설치 모습]



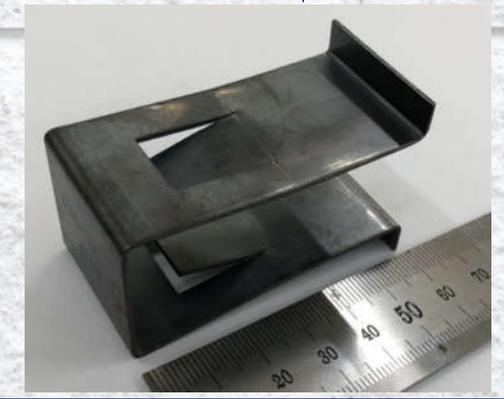
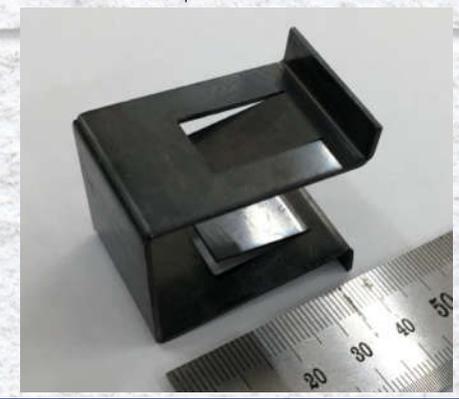
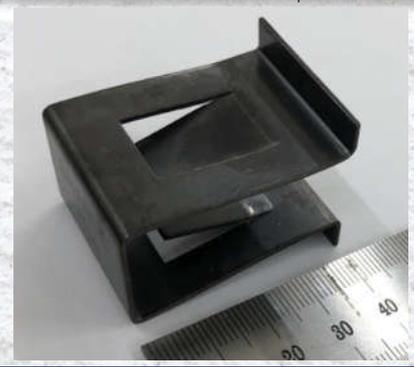
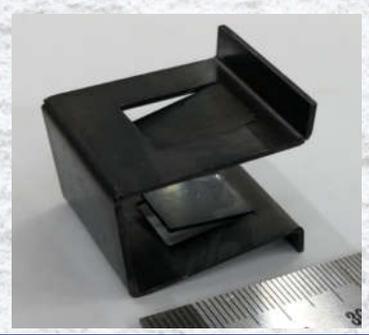
- 단면 400×400mm의 기둥 단면을 대각선 방향으로 자르는 것을 가정
- 500kN용량의 실험기를 사용하여 인발하중 제어

5. 정착성능 검증 D10용, D13용 : **실험체 구분**

| 구분 | 내 용 | | | |
|--|---|--|---|-------------------------------|
|  | 1 | 콘크리트 강도 [N:보통강도 콘크리트(30MPa) H:고강도 콘크리트(60MPa)] | | |
| | 2 | 띠철근 직경 10:직경 10mm 13:직경 13mm | | |
| | 3 | NC(뉴클립) | 클립 문힘길이 40mm (띠철근 직경 10mm) | 클립 문힘길이 60mm (띠철근 직경 13mm) |
| | | C(클립) | 클립 문힘길이 30mm (띠철근 직경 10mm) | 클립 문힘길이 40mm (띠철근 직경 13mm) |
| | | CH(기준) | 후프 상세 기준(Criterion of Hoop detail / 양쪽 135도 갈고리) : 135도 표준갈고리 | |
| H1/NH | H1 한쪽 135도 갈고리+다른한쪽 90도 갈고리 / NH: No Hooks/양쪽 90도 갈고리 | | | |
| 4 | 1/2 | RC클립 1개 설치 / 2개 설치 | | |

D10용 구분

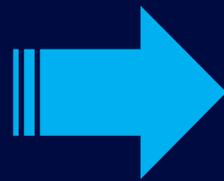
D13용 구분



5. 정착성능 검증 D10용, D13용 (RC구조) : 평가 항목

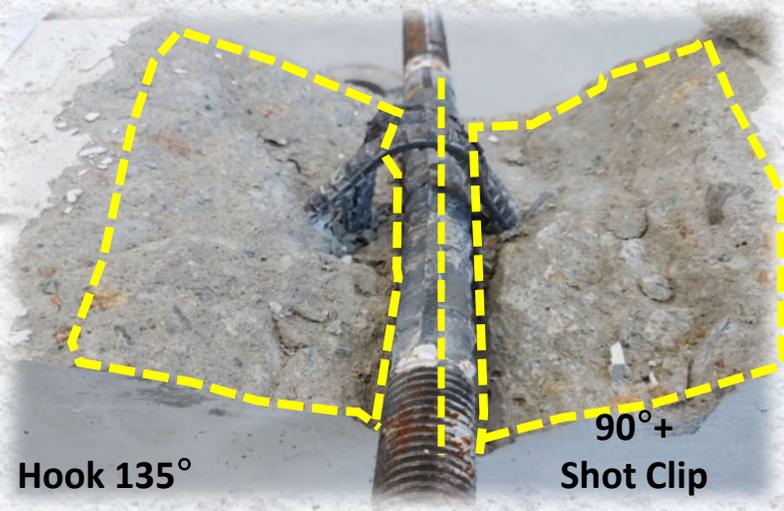
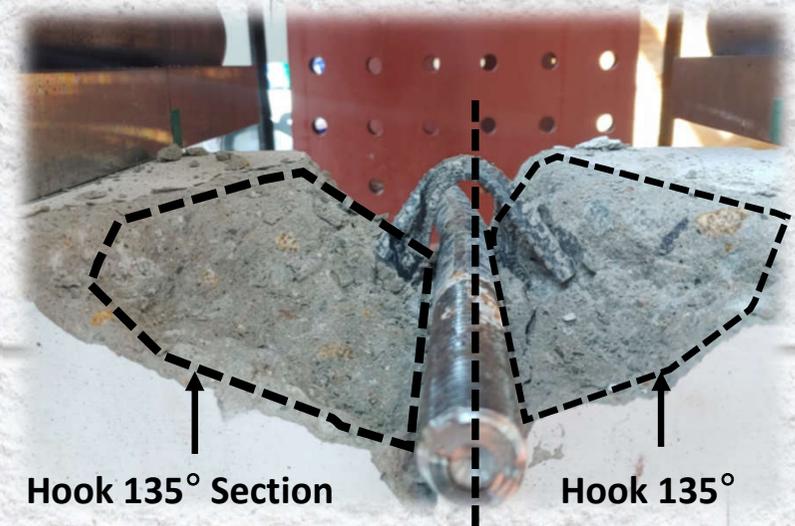
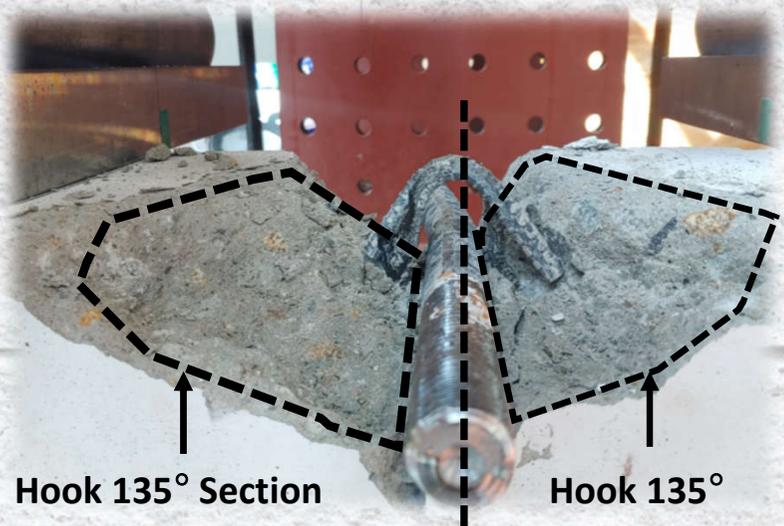
기준실험체와 90도 갈고리에 RC클립 체결한 실험체 비교

평가 항목
목차



- 균열진전 및 파괴양상 비교
- 최종파괴후 갈고리 형상 비교
- 정착 거동 및 정착강도 비교
- 하중-미철근 변형률 비교

5. 정착성능 검증 D10용, D13용 : 균열진전 및 파괴양상 비교



- 균열진전 및 최종 파괴범위는 유사한 진전 형상과 범위
- 한쪽 90도 갈고리 실험체는 상대적으로 큰 균열진전과 파괴범위를 보임

5. 정착성능 검증 D10용, D13용 : 균열진전 및 파괴양상 비교



처음 배근된 갈고리 형상을 그대로 유지 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

5. 정착성능 검증 : 최종 파괴후 갈고리 형상 비교 (D10용, D13용)

H10CH



H13CH



H10NC1



H13NC1



처음 배근된 갈고리 형상을 그대로 유지 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

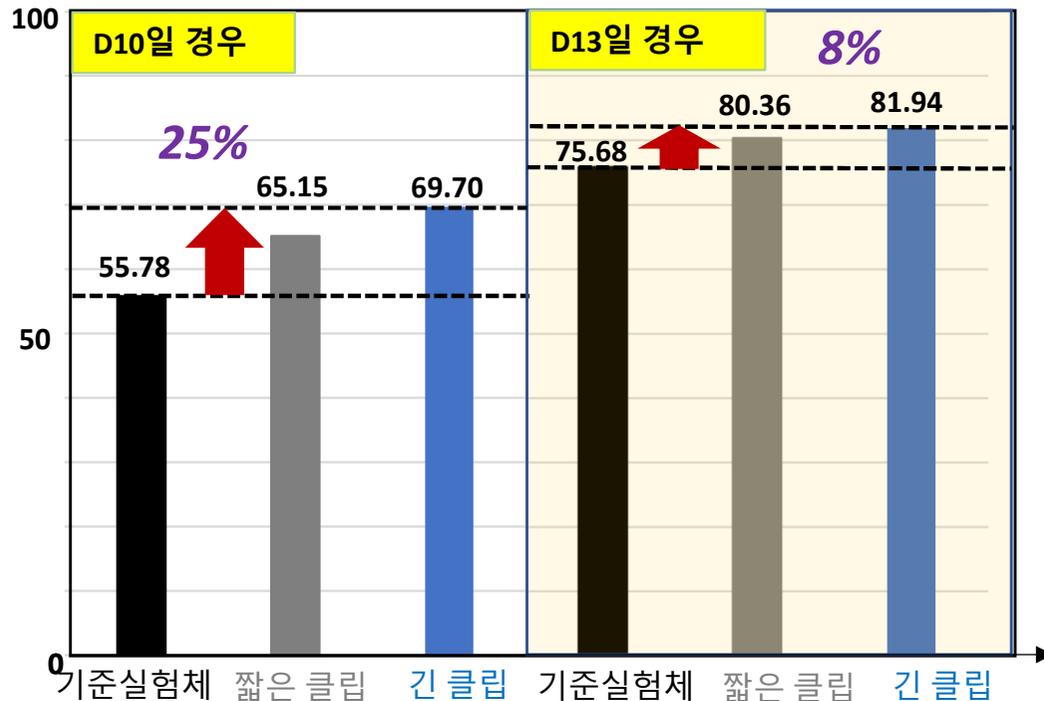
5. 정착성능 검증 : 정착강도값 비교 (D10용, D13용)

| fck(Mpa) | 실험체 | | db(mm) | 갈고리 상태 | RC클립 전체길이 | RC클립 사용개수 | Pmax (kN) |
|-----------------|-----------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 보통강도 콘크리트 30MPa | 1.N10CH | 기준실험체 | 10 | 양쪽 135도 | - | - | 55.78 |
| | 2.N10H1 | - | | 한쪽135도+다른쪽90도 | - | - | 49.70 |
| | 3.N10NH | - | | 양쪽 90도 | - | - | 42.03 |
| | 4.N10C1 | 클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 30 | 1개 | 65.15 |
| | 5.N10C2 | 클립2개 | | 양쪽90도 | 30 | 2개 | 62.95 |
| | 6.N10NC1 | RC클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 40 | 1개 | 69.70 |
| | 7.N10NC2 | RC클립2개 | | 양쪽90도 | 40 | 2개 | 66.43 |
| 고강도 콘크리트 60MPa | 8.H10CH | 기준실험체 | 10 | 양쪽 135도 | - | - | 65.40 |
| | 9.H10H1 | - | | 한쪽135도+다른쪽90도 | - | - | 58.57 |
| | 10.H10NH | - | | 양쪽 90도 | - | - | 56.68 |
| | 11.H10C1 | 클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 30 | 1개 | 65.86 |
| | 12.H10C2 | 클립2개 | | 양쪽90도 | 30 | 2개 | 68.09 |
| | 13.H10NC1 | RC클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 40 | 1개 | 71.31 |
| | 14.H10NC2 | RC클립2개 | | 양쪽90도 | 40 | 2개 | 75.16 |
| 보통강도 콘크리트 30MPa | 8.N13CH | 기준실험체 | 13 | 양쪽 135도 | - | - | 75.86 |
| | 9.N13H1 | - | | 한쪽135도+다른쪽90도 | - | - | 66.45 |
| | 10.N13NH | - | | 양쪽 90도 | - | - | 65.98 |
| | 11.N13C1 | 클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 40 | 1개 | 80.36 |
| | 12.N13C2 | 클립2개 | | 양쪽90도 | 40 | 2개 | 78.80 |
| | 13.N13NC1 | RC클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 60 | 1개 | 81.94 |
| | 14.N13NC2 | RC클립2개 | | 양쪽90도 | 60 | 2개 | 84.19 |
| 고강도 콘크리트 60MPa | 8.H13CH | 기준실험체 | 13 | 양쪽 135도 | - | - | 70.15 |
| | 9.H13H1 | - | | 한쪽135도+다른쪽90도 | - | - | 66.50 |
| | 10.H13NH | - | | 양쪽 90도 | - | - | 68.22 |
| | 11.H13C1 | 클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 40 | 1개 | 77.84 |
| | 12.H13C2 | 클립2개 | | 양쪽90도 | 40 | 2개 | 83.44 |
| | 13.H13NC1 | RC클립1개 | | 한쪽135도+다른쪽90도 | 60 | 1개 | 83.37 |
| | 14.H13NC2 | RC클립2개 | | 양쪽90도 | 60 | 2개 | 79.85 |

RC클립 사용할 때 기준실험체보다 높은 정착강도 보임(8~22%), 최대 22%강도 상승 효과

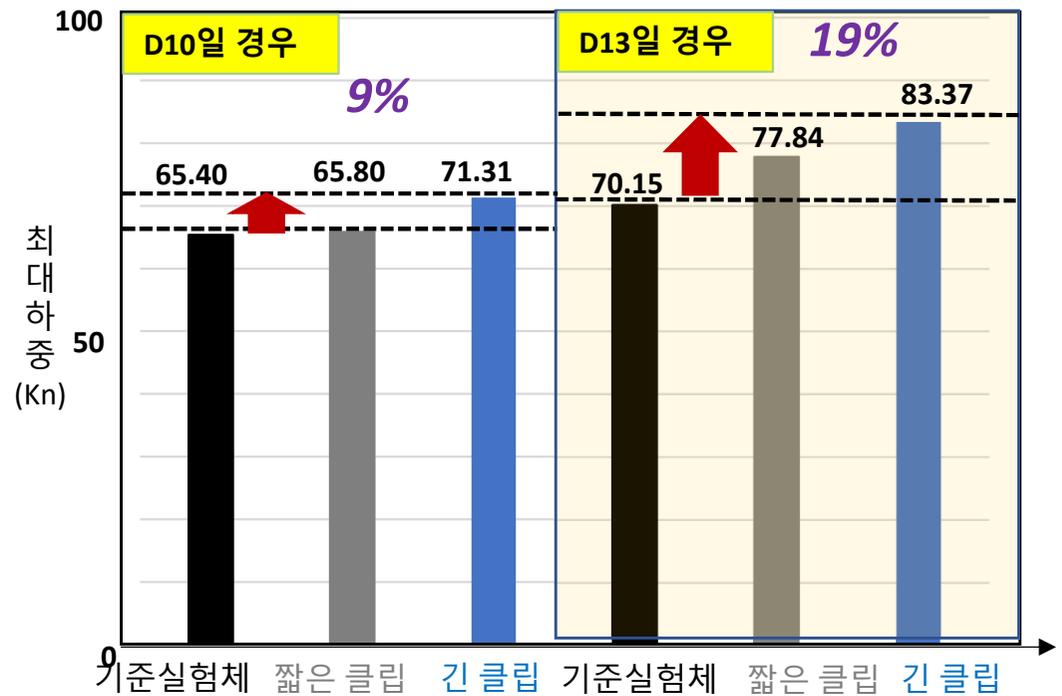
5. 정착성능 검증 D10용, D13용 : 균열진전 및 파괴양상 비교

30MPa 보통강도 콘크리트에서 검증



D10용 문힘길이 구분: 짧은 클립 30mm, 긴 클립 40mm

60MPa 고강도 콘크리트에서 검증

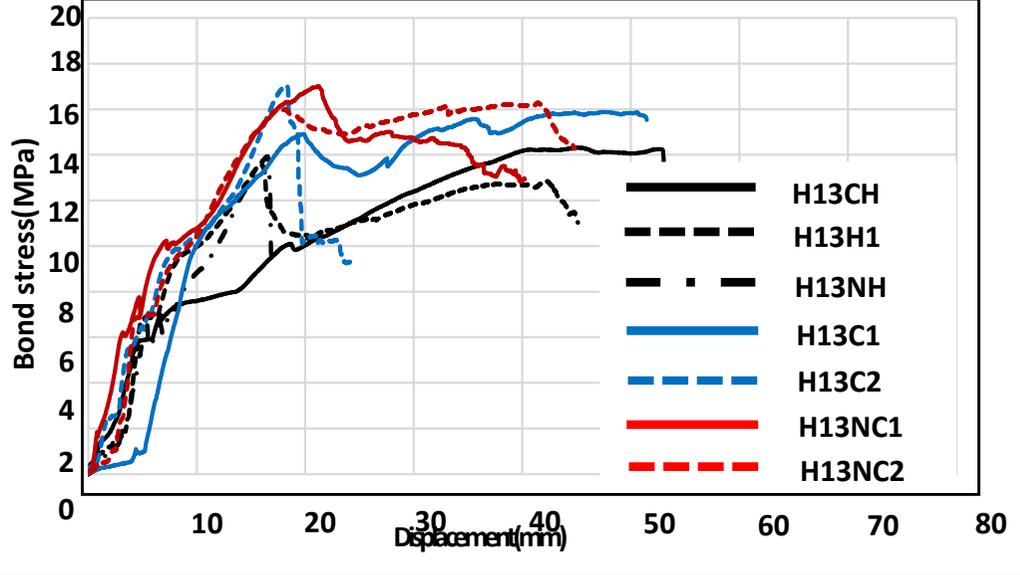
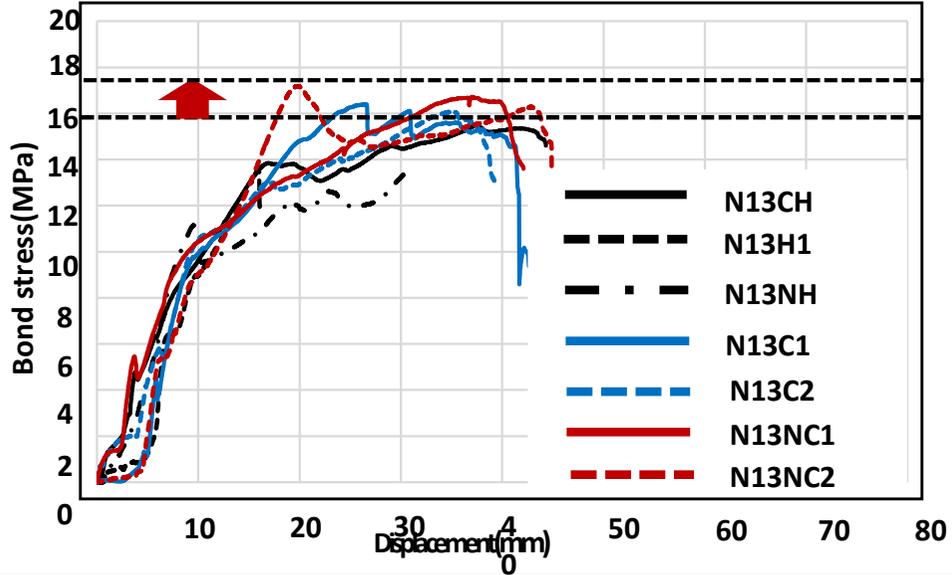
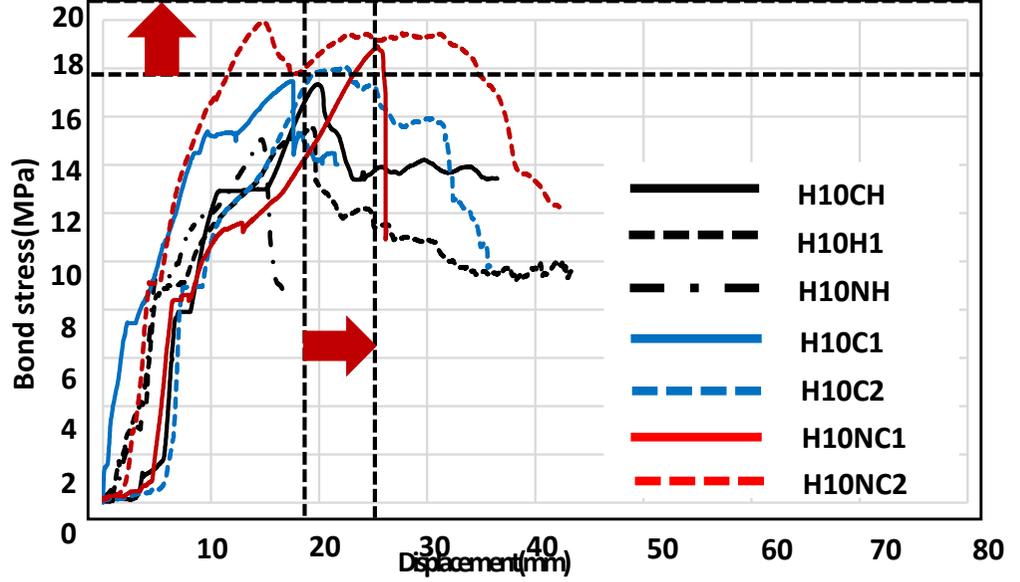
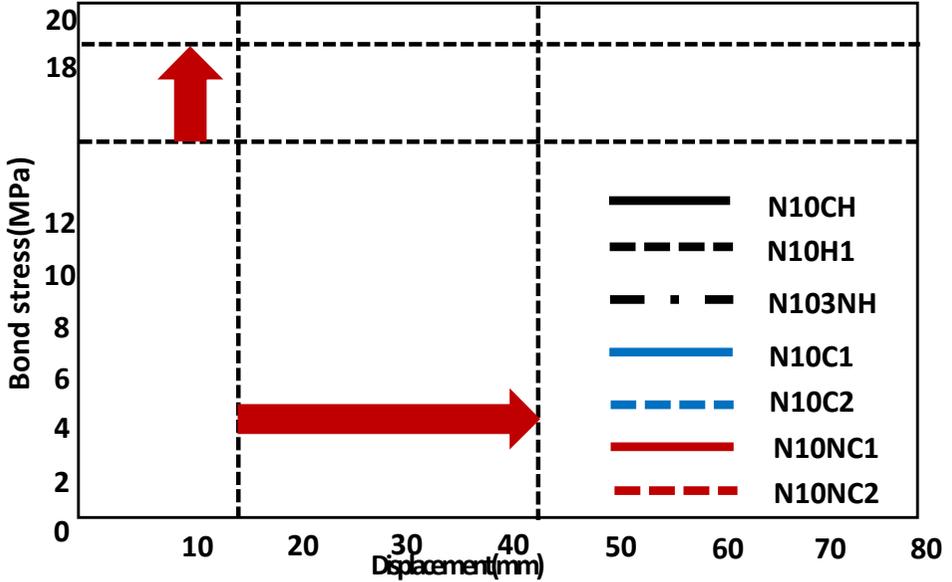


D13용 문힘길이 구분: 짧은 클립 40mm, 긴 클립 60mm

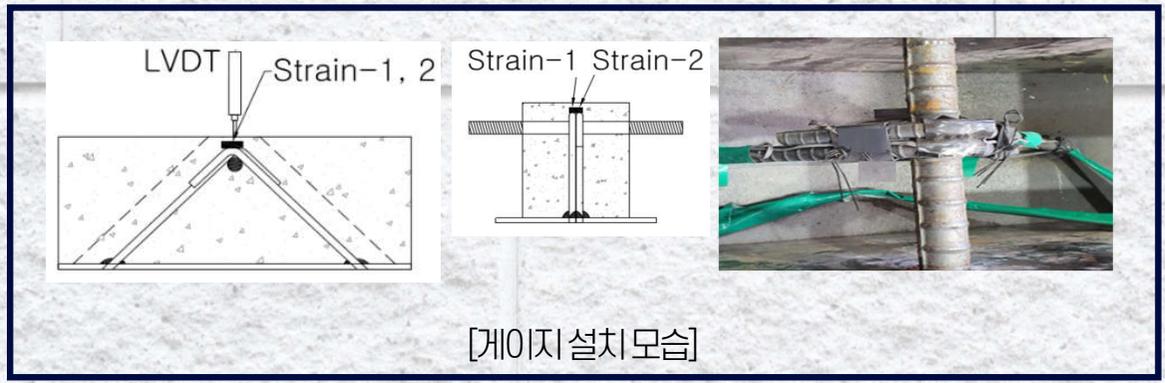
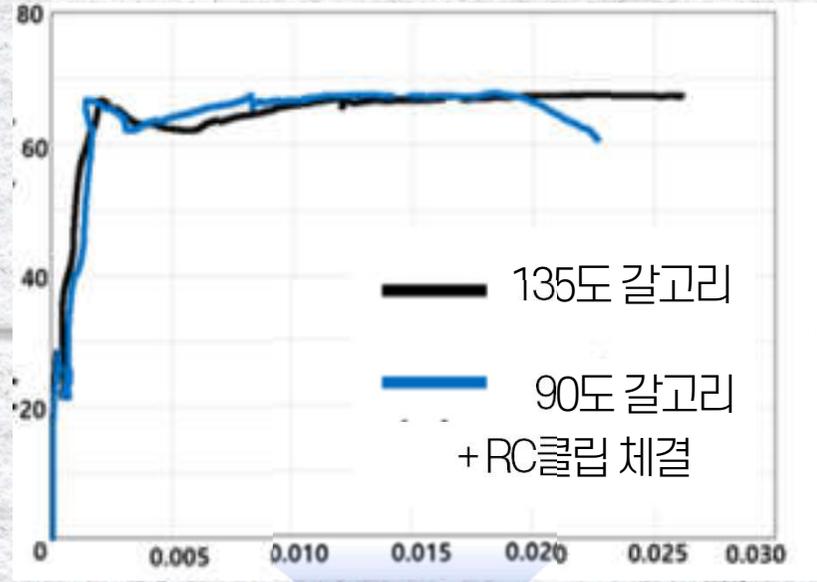
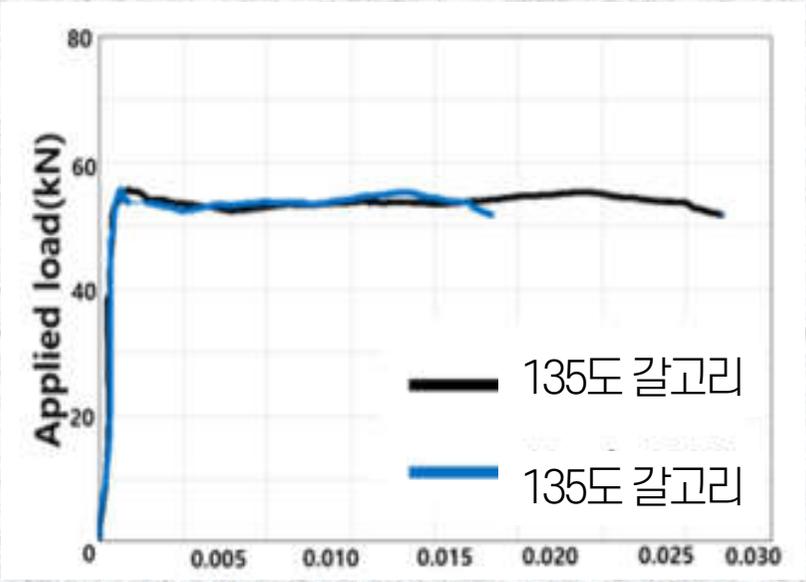
D10인 경우, 원터치-RC클립을 사용하면 기준 대비 **9~25% 강도 상승효과**

D13인 경우, 기준 대비 **8%~19% 정착강도 상승효과**

5. 정착성능 검증 : 정착응력 - 변위 그래프 비교 (D10용, D13용)



5. 정착성능 검증 : 하중 - 피철근 변형률 비교



원터치-RC클립을 체결한 피철근의 거동은 135도 갈고리를 갖는 피철근의 거동과 유사

6. 정착성능 검증 : **검증 결과 종합**

| 평가항목 | 검증결과 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교) |
|-------------------|---|
| 1) 균열진전 및 파괴양상 비교 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 균열 진전은 유사한 진전 형상을 보임 ▪ 최종 파괴범위가 유사한 범위를 보임 |
| 2) 최종파괴후 갈고리 형상 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 처음 배근된 갈고리 형상을 그대로 유지 ▪ 반면, RC클립을 사용하지 않은 실험체는 외부방향으로 활짝 퍼져 있는 상태 |
| 3) 정착거동 및 정착강도 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ RC클립 사용하면 문힘길이와 관계없이 기준실험체보다 8%에서 22%의 ▪ 높은 정착강도를 보이고 있으며 최대 22%강도 상승 효과를 보임 |
| 4) 하중- 띠철근 변형률 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 띠철근 변형률 거동이 유사한 거동을 보임 |



**원터치-RC클립을 90도 갈고리에 사용하는 경우, 기준실험체 대비하여
 정착강도 1.25배 향상 효과**

5. 정착성능 검증 : **관련 논문 게재**(한국구조물유지관리공학회 20년 8월)

Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection
Vol. 24, No. 4, August 2020, pp.72-80
https://doi.org/10.11112/jksmi.2020.24.4.72

pISSN 2234-6937
eISSN 2287-6979

클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착거동
박경언¹, 윤현도^{2*}

Clip-type Binding Implement Effect on Anchorage Behavior of 90-Degree End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced Concrete Columns
Kyoung-Yeon Park¹, Hyun-Do Yun^{2*}

Abstract: The purpose of this study is to secure the same or more structural performance and constructability for the details of hooks cross-constructed at 135 degrees used as external-ties standard detail in RC columns, therefore, to the purpose of improving constructability, the clip-type binding implement was suggested and A total of 28 pull-out specimens were prepared with the parameters of concrete compressive strength and clip-embedded length, clip installation location to examine the anchorage behavior of the clip-type binding implement. The experiment was carried out. The results of the experiment confirmed that the anchorage strength of the clip-type binding implement was higher than the details of hooks cross-constructed at 135-degree regardless of the diameter of tie and concrete strength, embedded clip length, clip installation, and The 90-degree end hook with clip-type binding implement was showed a similar anchorage behavior of 135-degree end-hooked transverse reinforcement, consequently, The 90-degree end hooked with clip-type binding implement is evaluated to be the same anchorage behavior and performance as standard 135-degree end hook detail.

Keywords: Clip-type binding implement, Anchorage behavior, 90-degree end hook, Transverse reinforcement, Binding implement

1. 서 론

철근콘크리트(RC) 기둥에서 띠철근(Hoop) 및 크로스 타이(Cross Tie)는 주근의 조기좌굴 및 심부 콘크리트 구속, 기둥의 전단내력 증진에 효과적인 것으로 보고 되고 있다(Hakuto, 2000). 이러한 띠철근은 양끝에 135도 갈고리를 두며 갈고리가 교차되도록 시공을 하고, 문헌 길이를 띠철근 직경의 6배(6db)로 하도록 규정하고 있다(콘크리트학회, 2017). 이는 기둥의 피복 콘크리트 탈락후에도 띠철근이 항복강도에 도달될 때까지 충분히 정착될 수 있도록 하기 위한 상세이다. 일반적으로 띠철근의 가공시 한쪽 끝은 135도 갈고리로 가공하고 다른 쪽 끝은 90도 갈고리로 가공한다. 가공된 띠철근은 기둥 배치 위치에 결속한 후 90도 갈고리를 135도로 변형시키는 방식으로 현장에서 시공된다. 철근콘크리트 기둥에서 띠철근은 전단강도 발휘 및 연성증진에 있어서 중요한 역할을 하고 있으나 현장에서 시공과정이 단순하지 않아 현실적으로 표준 갈고리 상세에 따라 배근하는데 많은 문제점이 제기되고 있다. 따라서, 표준갈고리 상세의 띠철근에서 135도 갈고리의 문헌 길이를 갖는 정착성능과 대등한 성능을 갖으며 시공성을 개선할 수 있는 대안이 모색될 필요가 있다. 이에 양단 135도 갈고리를 갖는 띠철근의 가공 및 시공성 향상을 위하여 띠철근 표준 갈고리 상세에서 제시하고 있는 135도 갈고리와 대등한 정착성능을 갖는 클립형 연결장치가 제안되었다. 이 논문에서는 제안된 클립형 연결장치의 정착성능을 검증하기 위하여 양단 90도 갈고리를 갖고 연결장치로 결속된 띠철근의 정착특성과 양단 135도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착성능을 비교 평가하였다.

2. 클립형 연결장치

이 연구에서 제안된 양단 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 클립형 연결장치는 2가닥의 철근을 묶는 일반적인 클립 형상을 유지하고 있으며, 그 형상을 유지하기 위해 'c'자 모양을 하였다. 또한, 띠철근 삽입시 분절 처리된 클립 2개의 다리가 탄성 거동을 하며, 띠철근에 밀착되어 갈고리 길이 방향으로의 움직임을 억제할 수 있도록 하였다. 콘크리트에 묻혀 갈고리가

¹정희원, 충남대학교 대학원 박사과정, 두재풍건설산업 부장
²정희원, 충남대학교 건축공학과 교수
*Corresponding author: wiseroad@cnu.ac.kr
Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Yuseonggu, Daejeon 34134, Rep. of Korea
본 논문에 대한 토의를 2020년 9월 30일까지 학회로 보내주시면 2020년 10월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Copyright © 2020 by The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

72

Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection
Vol. 24, No. 4, August 2020, pp.72-80
https://doi.org/10.11112/jksmi.2020.24.4.72

pISSN
eISSN

클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착거동
박경언¹, 윤현도^{2*}

Clip-type Binding Implement Effect on Anchorage Behavior of 90-Degree End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced Concrete Columns
Kyoung-Yeon Park¹, Hyun-Do Yun^{2*}

제목 : 클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착거동

5. 정착성능 검증 D10용, D13용 : **관련 논문 게재(한국구조물유지관리공학회 20년 8월)**

인발실험을 통한 내진갈고리 대체용 RCC장치의 부착 및 정착의 합성거동

김은영¹ · 김용주² · 최성모³ · 김대진⁴ · 박경연⁵

(주)계룡건설산업 과장¹, (주)CH구조엔지니어링 대표², 서울시립대학교 건축학부 교수³, 경희대학교 건축공학과 교수⁴, (주)계룡건설산업 부장⁵

Bond and Anchorage Composite Behavior of RCC Device for Substitution Seismic Hook through Pull-out Experiment

Kim, Eun-young¹ · Kim, Yong-joo² · Choi, Sun-mo³ · Kim, Dae-jin⁴ · Park, kyoung-yeun⁵

¹Section chief, Kyerong Construction Industry, Seogu, Daejeon, 35262, Korea
²CEO, CH Structural Engineering Co., Gangnam-gu, Seoul, Korea
³Professor, Department of Architectural Engineering, University of Seoul, Seoul, Korea
⁴Professor, Department of Architectural Engineering, Kyung Hee Univ., Giheung-gu, Yongin-si, Korea
⁵Manager, Kyerong Construction Industry, Seogu, Daejeon 35262, Korea

Abstract: Rebar Confinement Clip (RCC) was suggested to the existing park's research. It is a device that prevents the tie-hook from being pulled out. In the existing anchorage experiment of RCC, the concrete cover thickness was not considered; therefore, the composite behavior experiment of the bond and anchorage has to be conducted considering the concrete cover thickness presented in the standards because the more similar it is to the real RCC column, the more dependable are the experiment value. A total of six specimens were analyzed considering the concrete cover thickness of 40mm. The results of the experiment showed that the bond and anchorage composite strength of RCC were higher than the standard seismic hook, and a similar crack propagation and failure mode of seismic hook was observed. Subsequently, RCC is evaluated to have structural performance similar to earthquake hook considering concrete cover thickness.

Key Words: composite behavior, seismic hook, concrete cover thickness, RCC(Rebar Confinement Clip)

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

내진갈고리(Seismic hook)는 국내·외 콘크리트 구조 기준에서, 철근 지름의 6배 이상 또는 최소 길이 75mm이상의 연장 길이를 가진 135° 표준갈고리로 된 녹근, 후프 및 연결철근의 갈고리로 정의된다. 철근콘크리트 기둥에서 띠철근 중 한쪽 135° 갈고리와 다른 한쪽 90° 갈고리로 되어 있는 내부 보조근(Cross-tie)의 시공은 다소 어렵기는 하나 이로 인하여 공정이 지연되거나 대체 상재를 모색한 사례는 없다. 반면, 철근콘크리트 기둥에서 후프철근(Hoops)의 내진갈고리(Seismic hook)는 Fig. 1의 원형으로 표시된 바와 같이 양단 갈고리를 135°로 교차하여 시공하는 데 이는 현장에서 시공상 어려운 점이 많으며, 이러한 이유로 최근까지 시공성 개선을 위하여 연속 후프 보강(Eom et al., 2013), 분리형 띠철근(Choi et

Corresponding author: Park, Kyoung-yeun
Manager, Kyerong Construction Industry, Seogu, Daejeon 35262, Rep. of Korea
Tel: +82-2-4470-7348, Fax: +82-2-486-6831,
E-mail: hansol9596@hanmail.net

Received January 19, 2021 / Revised March 2, 2021 / Accepted March 7, 2021

· 본 논문에 대한 토의를 2021년 05월 31일까지 학회로 보내주시면 2021년 06월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Journal of the Korean Society for Advanced Composite Structures 21

인발실험을 통한 내진갈고리 대체용 RCC장치의 부착 및 정착의 합성거동

김은영¹ · 김용주² · 최성모³ · 김대진⁴ · 박경연⁵

(주)계룡건설산업 과장¹, (주)CH구조엔지니어링 대표², 서울시립대학교 건축학부 교수³, 경희대학교 건축공학과 교수⁴, (주)계룡건설산업 부장⁵

인발실험을 통한 내진갈고리 대체용 RCC장치의 부착 및 정착의 합성거동

김은영¹ · 김용주² · 최성모³ · 김대진⁴ · 박경연⁵

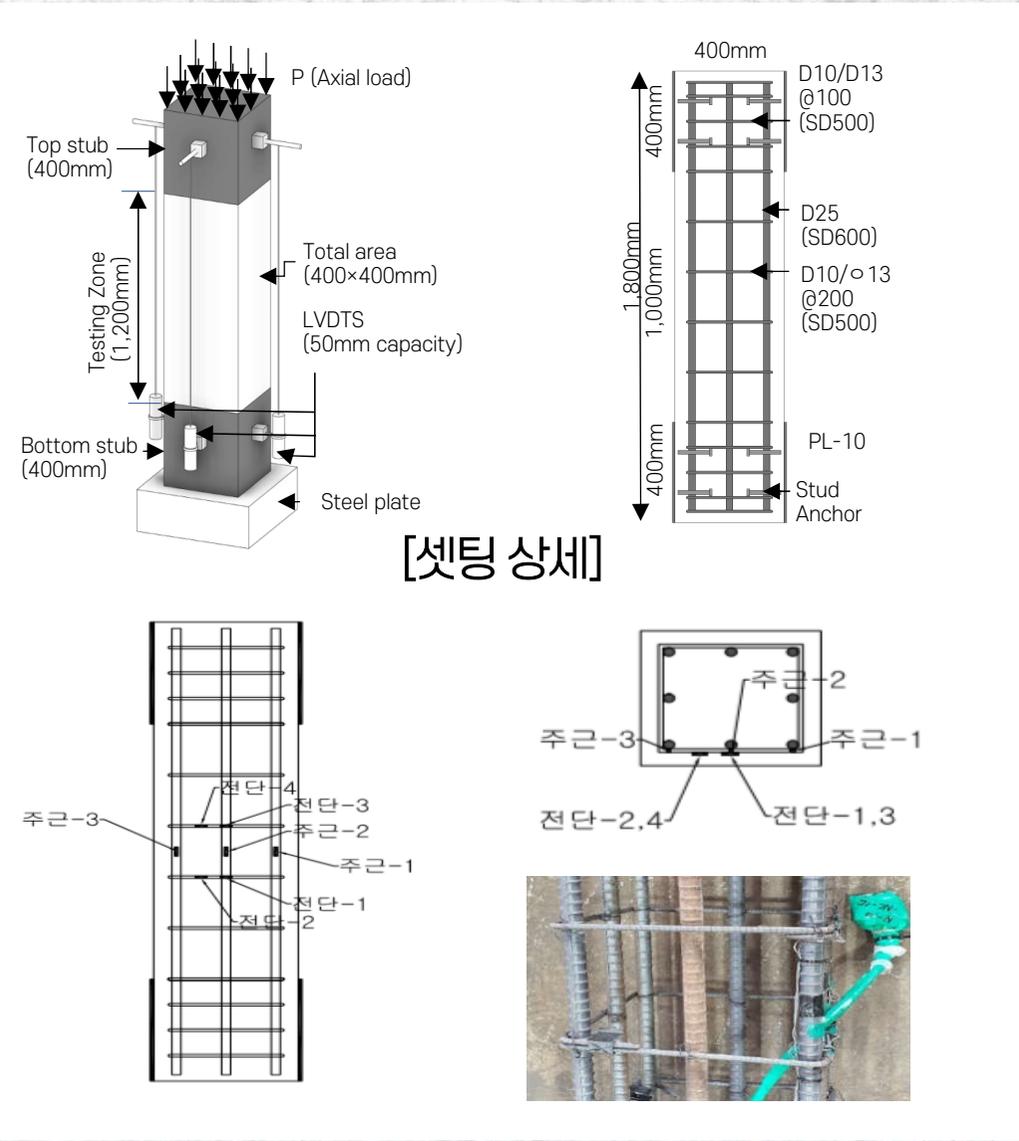
(주)계룡건설산업 과장¹, (주)CH구조엔지니어링 대표², 서울시립대학교 건축학부 교수³, 경희대학교 건축공학과 교수⁴, (주)계룡건설산업 부장⁵

제목 : 인발실험을 통한 내진갈고리 대체용 RCC장치의 부착 및 정착의 합성거동

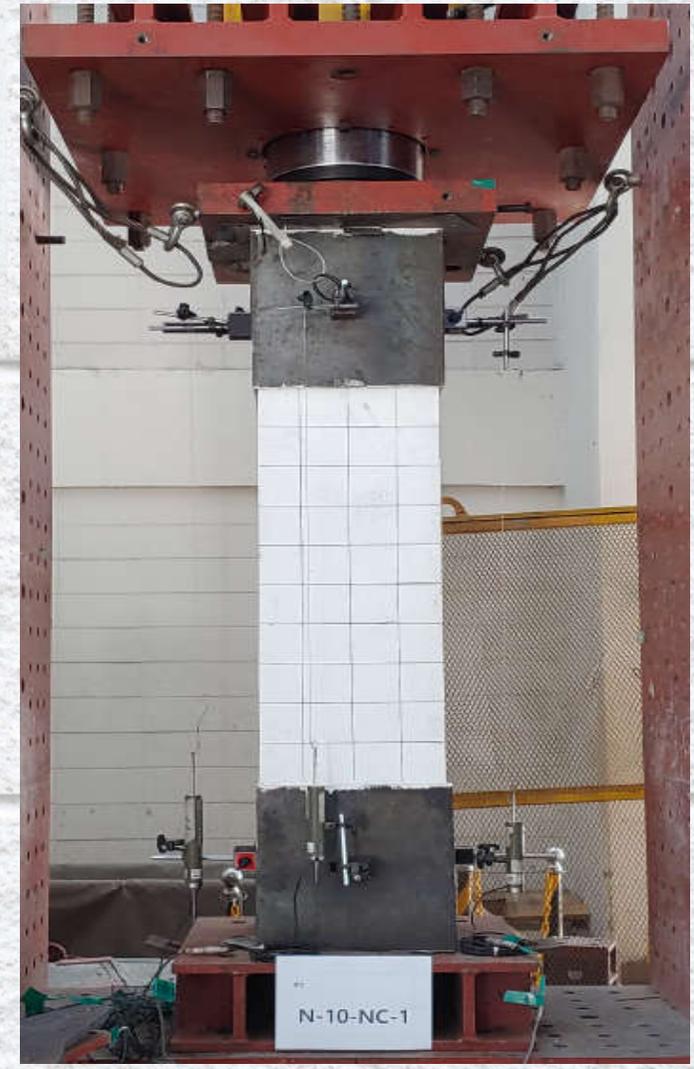
6. 압축성능 검증 D10용, D13용 (RC구조)



6. 압축성능 검증 : 검증계획

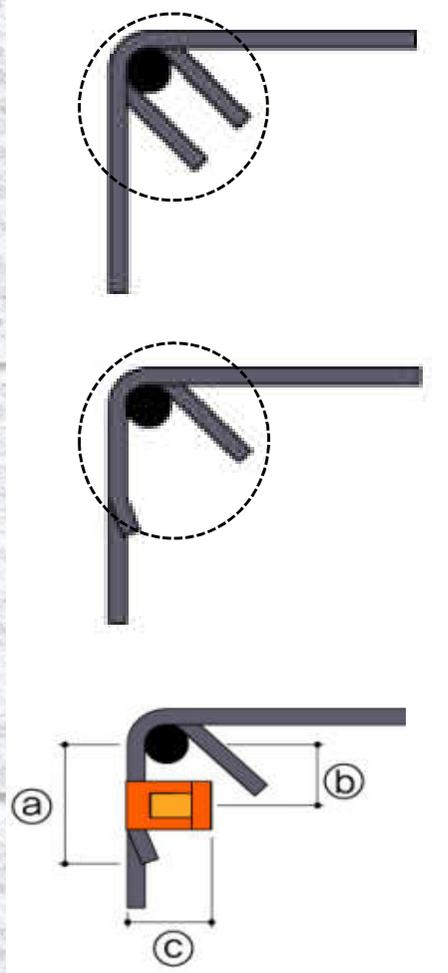


[게이지설치 사진]



[셋팅 모습]

6. 압축성능 검증 : 실험체 구분 및 평가 항목



| | |
|---|---|
| | |
| ① | N: Normal (보통강도 콘크리트 $f_{ck}=30\text{MPa}$) H: High (고강도 콘크리트 $f_{ck}=60\text{MPa}$) |
| ② | 띠철근 직경 10: 10mm, 13: 13mm |
| ③ | NC1 RC클립 1개 설치 |
| | CH 기준상세 (Criterion of Hoop detail/ Standard), 양단 135도 갈고리 교차 시공상세 |
| | H1 한쪽 135도 + 다른쪽 90도 갈고리 |

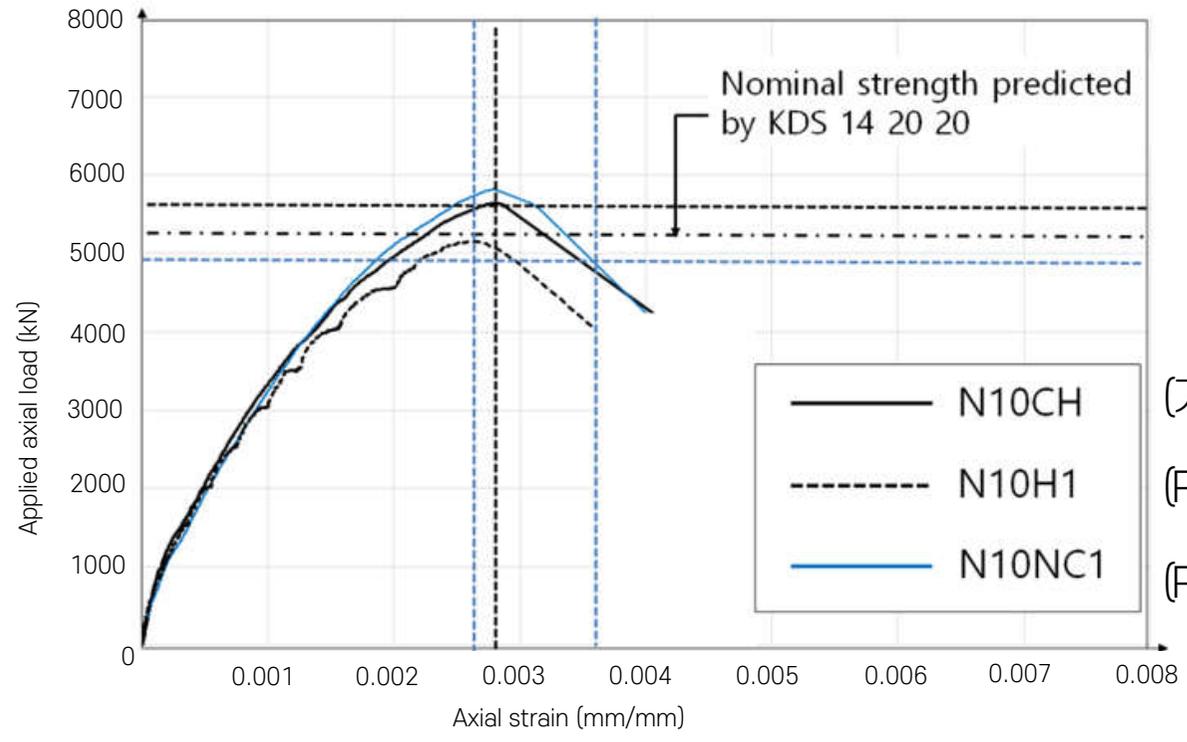
ⓐ 띠철근 D10(13) ⓑ 갈고리 길이 75(78)mm ⓒ RC클립 설치위치 40(60)mm

(기준실험체)와
(90도 갈고리에 RC클립을 체결한 실험체) 비교

평가 항목 목차

- 1) 균열진전 및 파괴양상 비교
- 2) 최종파괴후 갈고리 형상 비교
- 3) 기둥의 축강도와 압축연성비 비교
- 4) 하중-주근과 띠철근 변형률 비교

6. 압축성능 검증 : 축하중과 축변형률 비교



— N10CH (기준시험체)
 - - - N10H1 (RC클립 미사용)
 — N10NC1 (RC클립 사용)

기준시험체(N10CH)와 비교할 때
 RC클립 체결한 시험체(N10NC1) 경우
최대축강도 3%이상 상승

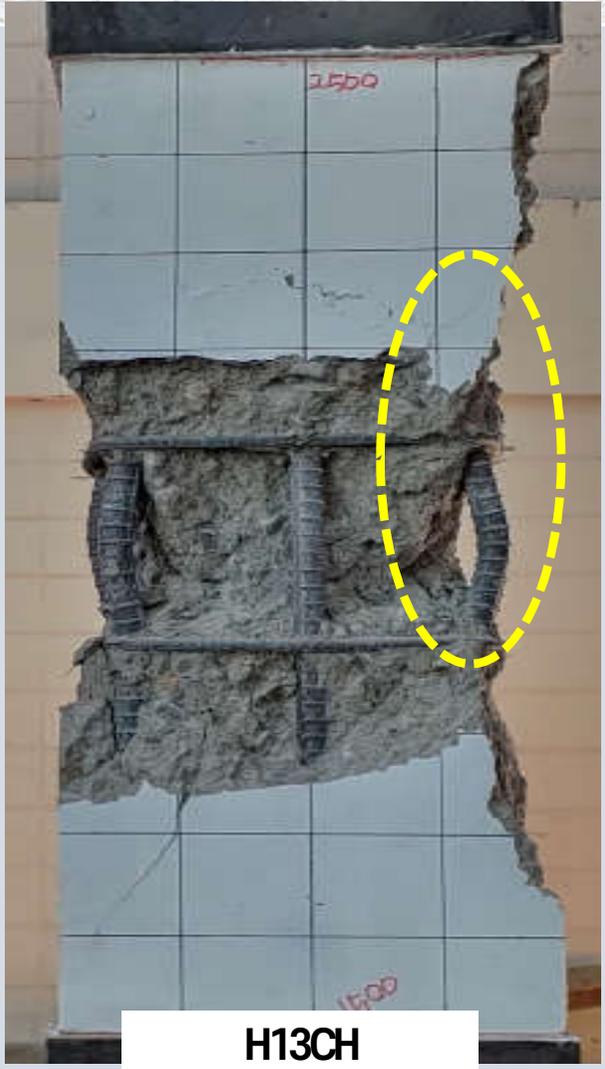
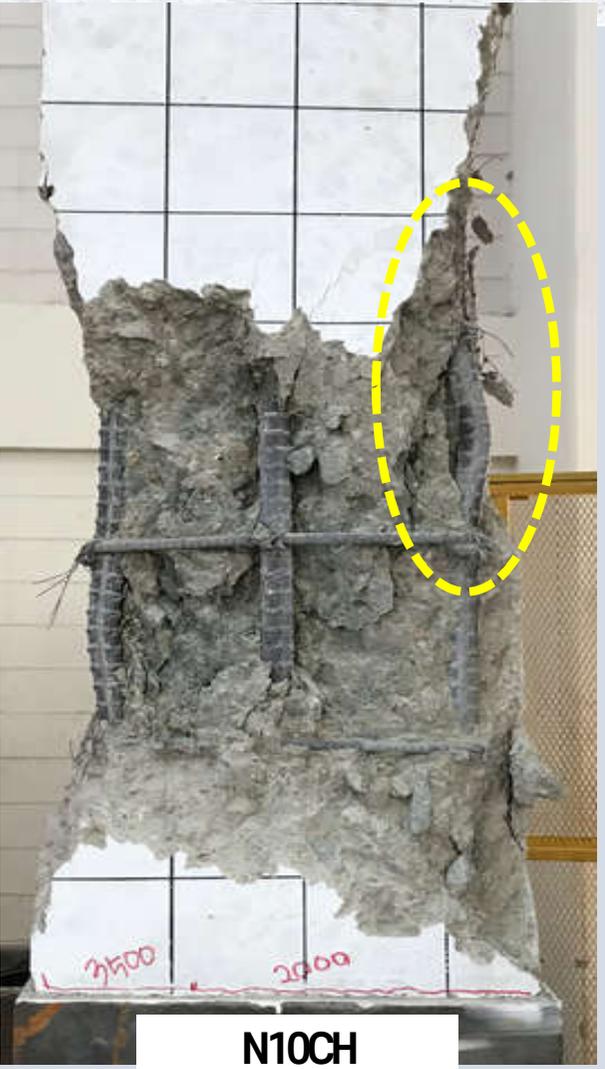


6. 압축성능 검증 : 균열 진전 파괴 양상 비교 (D10용)



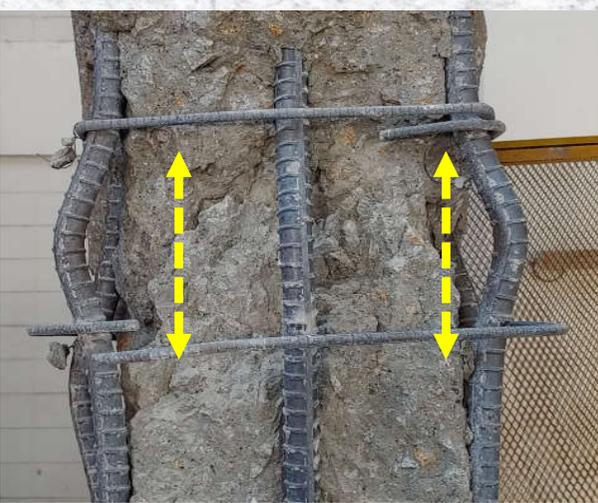
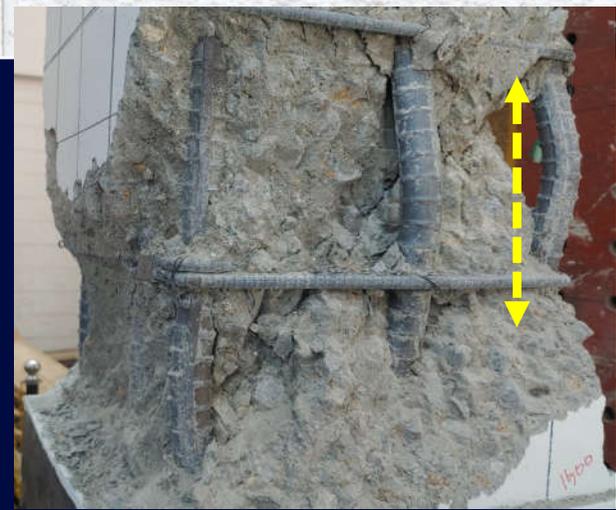
유사한 파괴특성을 보임 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

6. 압축성능 검증 : 균열 진전 파괴 양상 비교 (D13용)



유사한 파괴특성을 보임 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

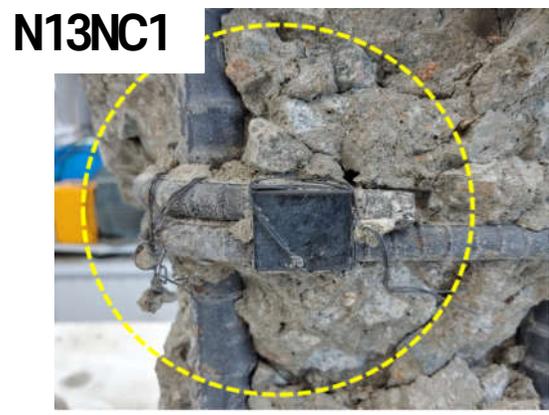
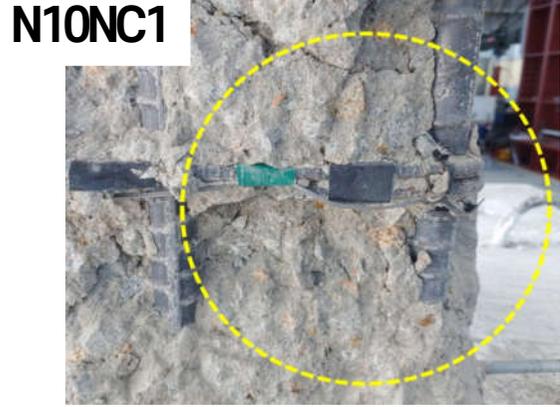
6. 압축성능 검증 : 주철근 좌굴길이 비교 (D10용, D13용)



철근 좌굴 길이가 짧거나 유사
(기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

RC체결을 미사용한 경우,
주근 좌굴길이가 매우 긴 상태를
보임 (N10H1, H10A1)

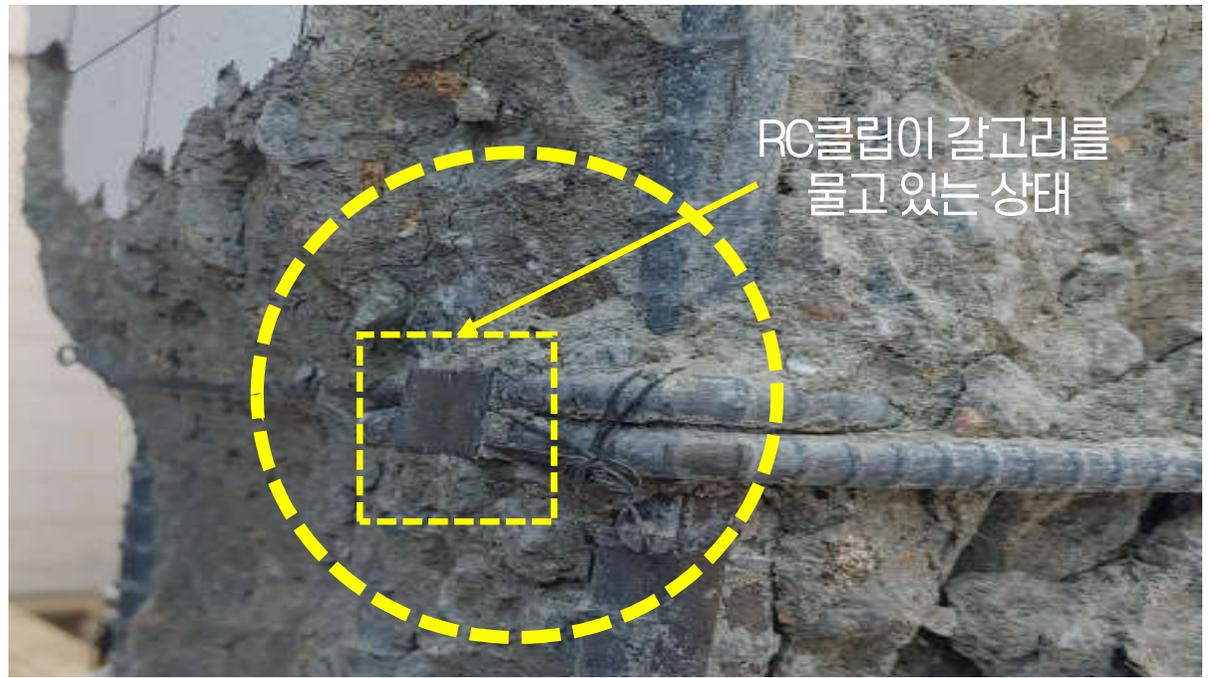
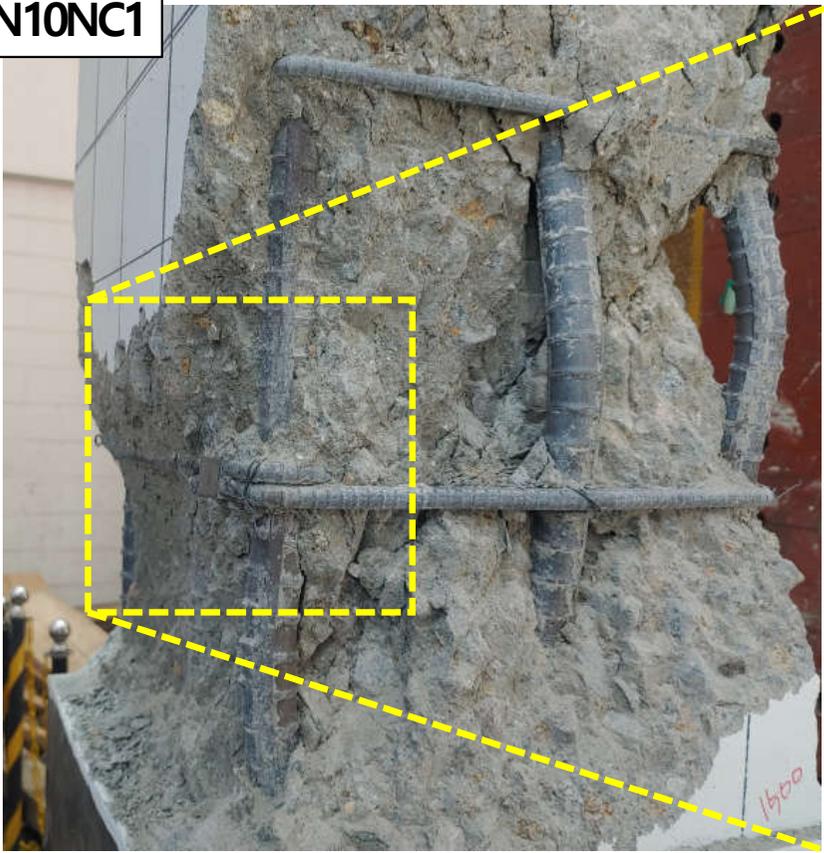
6. 압축성능 검증 : 최종 갈고리 상태 비교 (D10용, D13용)



처음 배근된 상태 그대로 유지 (기준시험체와 RC클립 체결 시험체 비교)

6. 압축성능 검증 : 최종 갈고리 상태 비교 (D10용, D13용)

N10NC1



- 주철근 좌굴 억제 효과 확인
- RC클립으로 인한 띠철근 갈고리 고정

갈고리가 처음 배근된 상태 그대로 유지 (기준시험체와 RC클립 체결 시험체 비교)

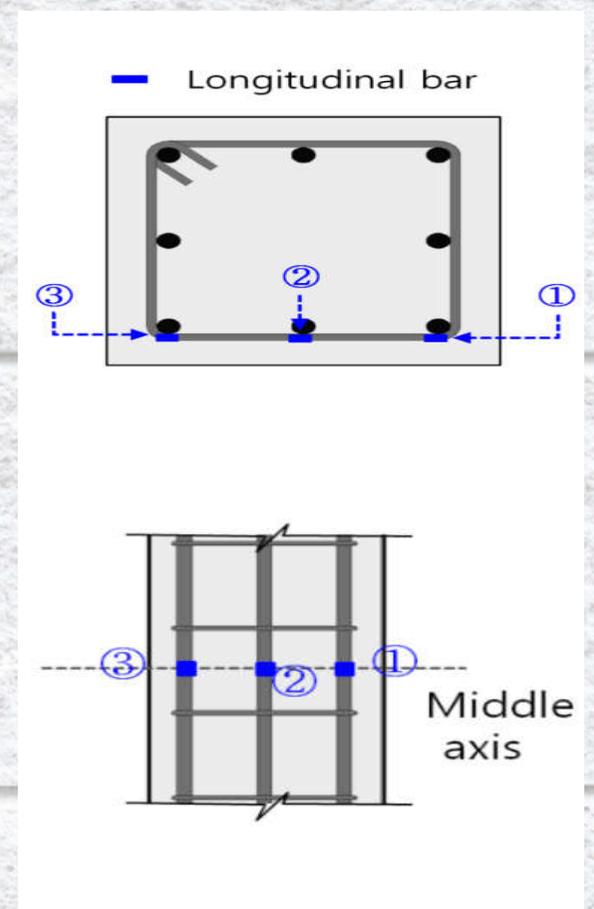
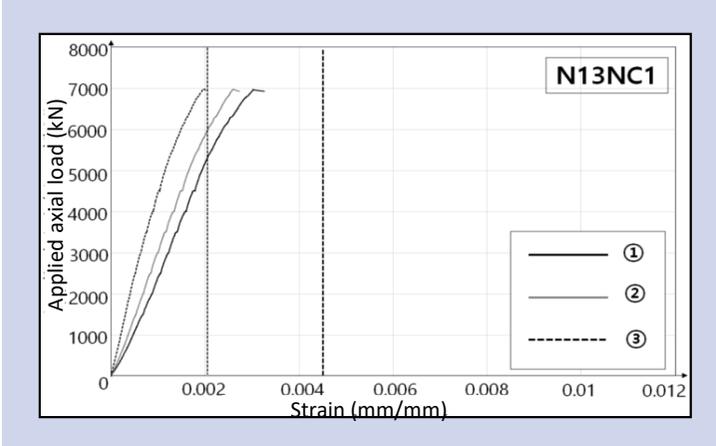
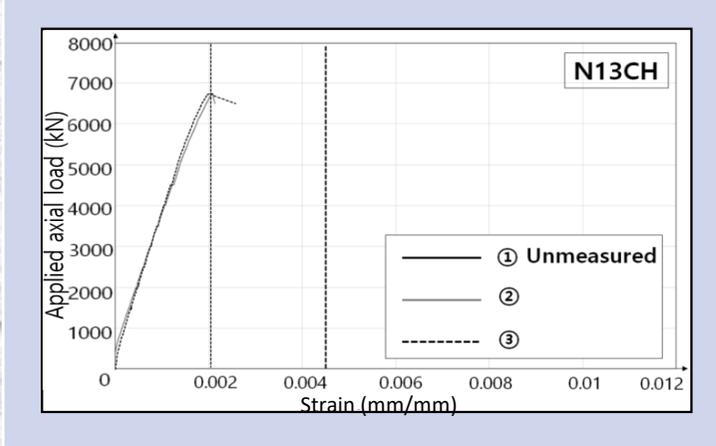
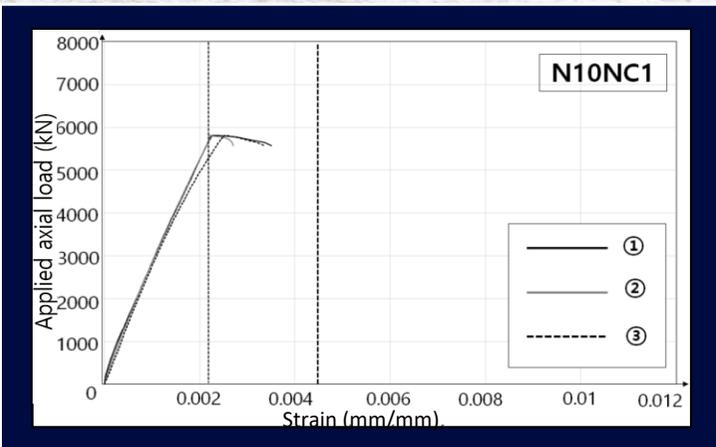
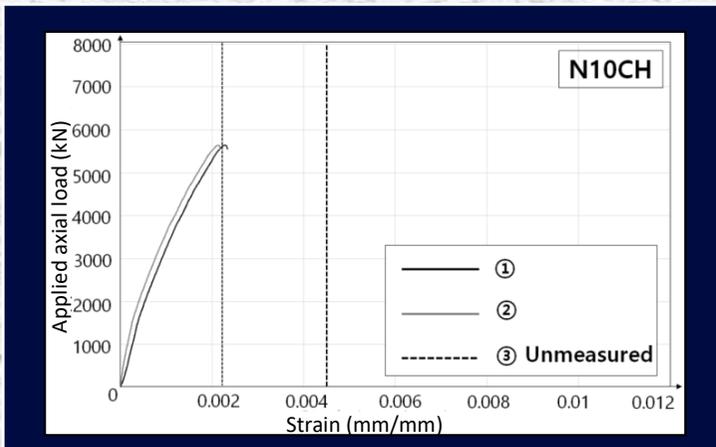
6. 압축성능 검증 : 기둥의 축강도와 압축연성비 비교 (D10용, D13용)

| 실험체 | f _{cu} (Mpa) | db (mm) | P _v (%) | 최대강도 | | P _{conc} (kN) | P _n =0.8X (P _o)KDS (kN) | F _{oc} (Mpa) | 0.85f _{cu} (Mpa) | 강도증가계수(Ks) | | P _{test} / P _n | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------|--------------------|------------------------|--------------|------------------------|--|-----------------------|---------------------------|------------|--------------|------------------------------------|-------|-------|------|----------|-------|
| | | | | P _{test} (kN) | 기준 대비 비교 (%) | | | | | Ks | 기준 대비 비교 (%) | | | | | | |
| 1.N10CH | 기존실험체 | 31.5 | 10 | 0.276 | 5,642 | 100 | 3,700 | 5,128 | 26.8 | 29.66 | 1.11 | 100 | 1.100 | | | | |
| 2.N10H1 | - | | 10 | 0.276 | 5,153 | 91 | 3,206 | | | | | | | 25.70 | 0.96 | 86 | 1.005 |
| 3.N10NC1 | RC클립1개 | | 10 | 0.276 | 5,817 | 103 | 3,870 | | | | | | | 31.02 | 1.18 | 106 | 1.134 |
| 4.N13CH | 기존실험체 | | 13 | 0.497 | 6,751 | 120(100) | 4,804 | | | | | | | 38.51 | 1.47 | 132(100) | 1.316 |
| 5.N13NC1 | RC클립1개 | | 13 | 0.497 | 6,976 | 124(103) | 5,029 | | | | | | | 40.31 | 1.50 | 135(102) | 1.360 |
| 6.H10CH | 기존실험체 | 61.4 | 10 | 0.276 | 8,726 | 100 | 6,779 | 8,309 | 52.2 | 54.34 | 1.04 | 100 | 1.050 | | | | |
| 7.H10H1 | - | | 10 | 0.276 | 8,645 | 99 | 6,698 | | | | | | | 53.69 | 1.03 | 99 | 1.040 |
| 8.H10NC1 | RC클립1개 | | 10 | 0.276 | 9,004 | 103 | 7,057 | | | | | | | 56.57 | 1.08 | 104 | 1.084 |
| 9.H13CH | 기존실험체 | | 13 | 0.497 | 8,995 | 103(100) | 7,048 | | | | | | | 56.49 | 1.08 | 104(100) | 1.083 |
| 10.H13NC1 | RC클립1개 | | 13 | 0.497 | 8,556 | 98(95) | 6,609 | | | | | | | 53.00 | 1.04 | 98(94) | 1.030 |

f_{cu}: 28일 콘크리트 압축강도, db: 띠철근 직경, P_v: 체적비, P_{test}: 최대하중값(실험결과), P_{st}: 주철근의 의해 계산된 하중값, P_{conc}: P_{test}- P_{st} (P_o)KDS: KDS14 20 20기준에 의해 계산된 공칭강도, f_{oc}: 각각의 (P_{conc})/(A_g-A_{st}), Ks: 횡방향철근의 구속효과에 증가된 강도증가계수

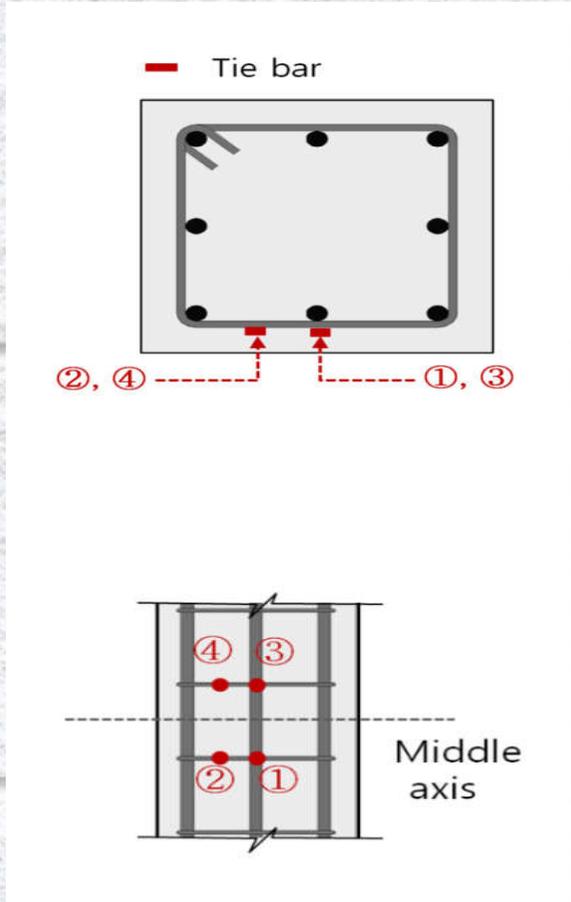
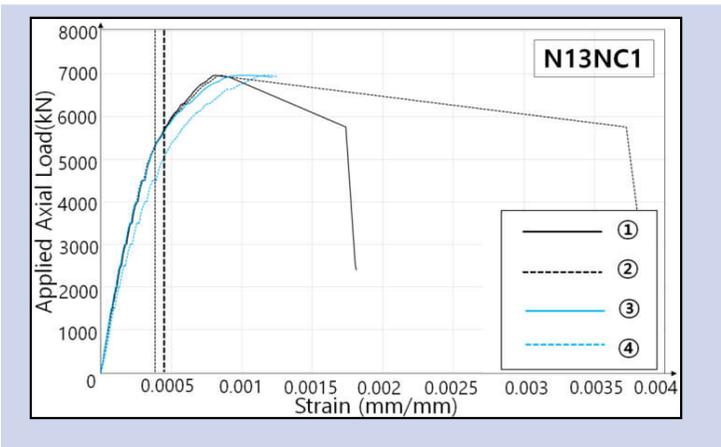
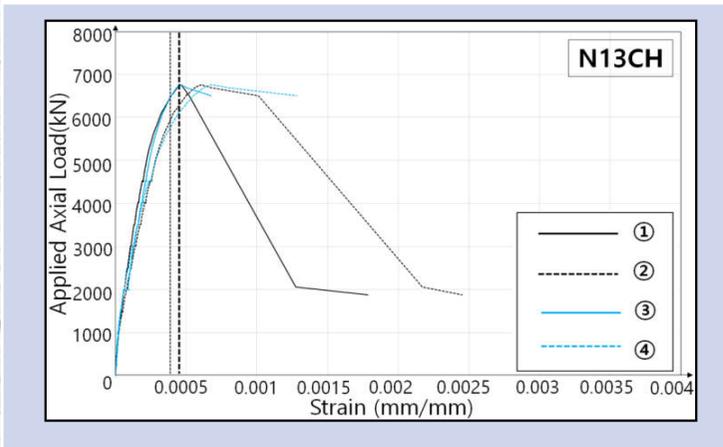
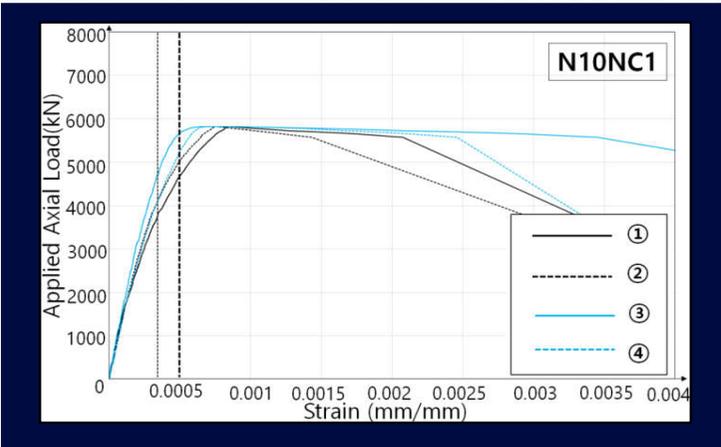
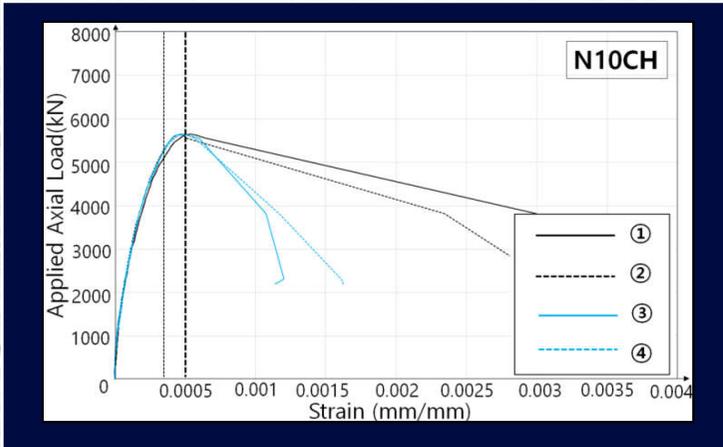
- 축강도와 압축연성비는 기존실험체와 비교할 때 동등하거나 3%이상 높은 값
- 강도증가계수(Ks)도 기존실험체와 비교할 때 4~6% 높은 값을 보임

6. 압축성능 검증 : 하중과 주철근 변형률 비교(D10용, D13용)



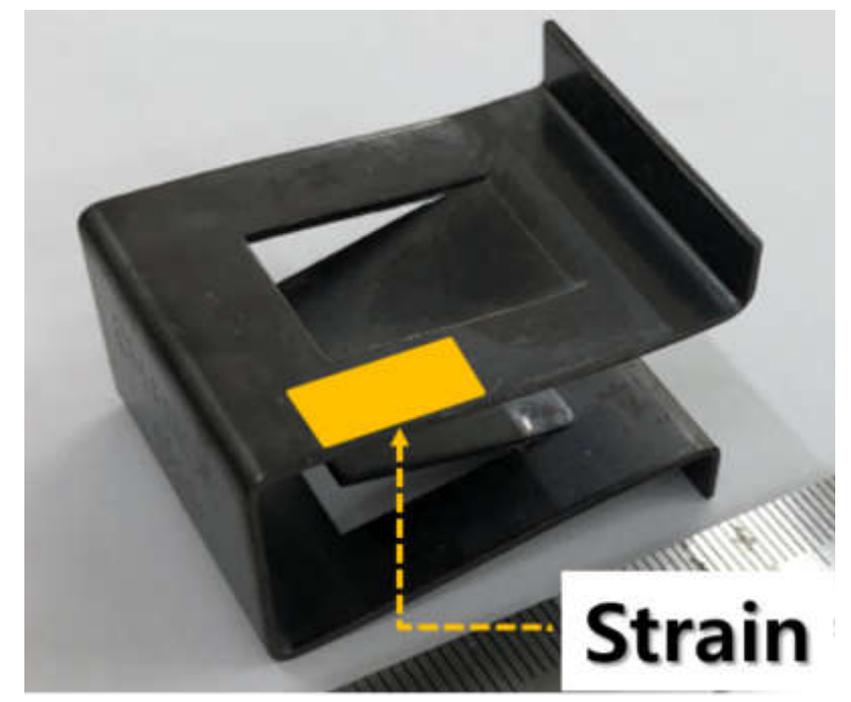
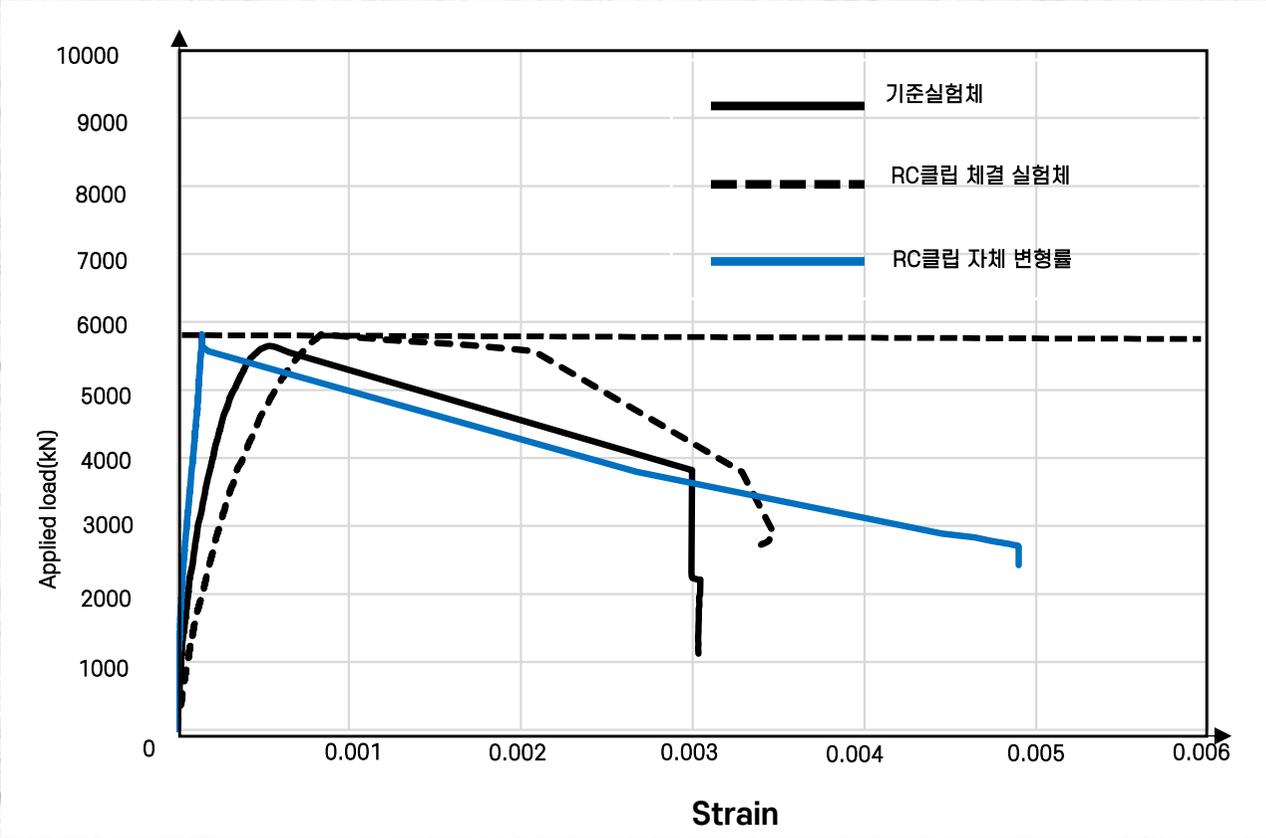
주철근 변형률 거동은 유사한 거동을 보임 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

6. 압축성능 검증 : **하중과 피철근 변형률 비교 (D10용, D13용)**



피철근 변형률 거동은 유사한 거동을 보임 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

6. 압축성능 검증 : **RC클립 자체 변형률과 비교**



원터치-RC클립의 거동은 기둥 자체 변형률 거동과 동반하여 거동 확인

6. 압축성능 검증 : **검증 결과**

| 평가항목 | 검증결과 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체) |
|---------------------|--|
| 1) 균열진전 및 파괴 양상 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 유사한 파괴특성을 보임 ▪ 콘크리트 심부로부터 띠철근 갈고리 탈락현상 미발생 |
| 2) 최종파괴후 갈고리 형상 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 처음 배근된 갈고리 형상을 그대로 유지 ▪ 반면, RC클립을 사용하지 않은 실험체는 외부방향으로 활짝 퍼져 있는 상태 |
| 3) 기둥의 축강도와 압축연성비 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 축강도와 압축연성비는 동등하거나 3%이상 높은 값을 보임 ▪ 강도증가계수(K_s)도 4~6% 높은 값을 보임 |
| 4) 하중-주근 및 띠 철근 변형률 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 주철근과 띠철근 변형률 거동은 유사한 거동 |

원터치-RC클립을 사용할 경우, **압축성능 측면에서 동등 이상의 성능을 발휘(강도 3%이상, 증가계수 4~6%이상)**하며 갈고리에 대한 구속력이 뛰어남

6. 압축성능 검증 : **관련 논문 게재**(한국콘크리트학회 21년 10월)

Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection
Vol. 24, No. 4, August 2020, pp.72-80
https://doi.org/10.11112/jsmi.2020.24.4.72

pISSN 2234-6937
eISSN 2287-6979

클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착거동
박경연¹, 윤현도^{2*}

Clip-type Binding Implement Effect on Anchorage Behavior of 90-Degree End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced Concrete Columns
Kyoung-Yeon Park¹, Hyun-Do Yun^{2*}

Abstract: The purpose of this study is to secure the same or more structural performance and constructability for the details of hooks cross-constructed at 135 degrees used as external-ries standard detail in RC columns, thereore, to the purpose of improving constructability, the clip-type binding implement was suggested and A total of 28 pull-out specimens were prepared with the parameters of concrete compressive strength and clip-embedded length, clip installation location to examine the anchorage behavior of the clip-type binding implement. The experiment was carried out. The results of the experiment confirmed that the anchorage strength of the clip-type binding implement was higher than the details of hooks cross-constructed at 135-degree regardless of the diameter of tie and concrete strength, embedment clip length, clip installation. And the 90-degree end hook with clip-type binding implement was showed a similar anchorage behavior of 135-degree end hooked with clip-type binding implement is evaluated to be the same anchorage behavior and performance as standard 135-degree end hook detail.

Keywords: Clip-type binding implement, Anchorage behavior, 90-degree end hook, Transverse reinforcement, Binding implement

1. 서론

철근콘크리트(RC) 기둥에서 띠철근(Hoop) 및 크로스 타이(Cross Tie)는 주근의 조기좌굴 및 심부 콘크리트 구속, 기둥의 전단내력 증진에 효과적인 것으로 보고 되고 있다(Hakuto, 2000). 이러한 띠철근은 양끝에 135도 갈고리를 두며 갈고리가 교차되도록 시공을 하고, 문헌 길이를 띠철근 직경의 6배(6db)로 하도록 규정하고 있다(콘크리트학회, 2017). 이는 기둥의 파복 콘크리트 탈락후에도 띠철근이 항복강도에 도달될 때까지 충분히 정착될 수 있도록 하기 위한 상세이다. 일반적으로 띠철근의 가공시 한쪽 끝은 135도 갈고리로 가공하고 다른 쪽 끝은 90도 갈고리로 가공한다. 가공된 띠철근은 기둥 배치 위치에 결속 한 후 90도 갈고리를 135도로 변형시키는 방식으로 현장에서 시공된다. 철근콘크리트 기둥에서 띠철근은 전단강도 발휘 및 연성증진에 있어서 중요한 역할을 하고 있으나 현장에서 시공과정에서 단순하지 않아 현실적으로 표준 갈고리 상세에 따라 배근 하는데 많은 문제점이 제기되고 있다. 따라서, 표준 갈고리 상세의 띠철근에서 135도 갈고리의 문헌 길이를 갖는 정착성능과 대등한 성능을 갖으며 시공성을 개선할 수 있는 대안이 모색될 필요가 있다. 이에 양단 135도 갈고리를 갖는 띠철근의 가공 및 시공성 향상을 위하여 띠철근 표준 갈고리 상세에서 제시하고 있는 135도 갈고리와 대등한 정착성능을 갖는 클립형 연결장치가 제안되었다. 이 논문에서는 제안된 클립형 연결장치의 정착성능을 검증하기 위하여 양단 90도 갈고리를 갖고 연결장치로 결속된 띠철근의 정착특성과 양단 135도 갈고리를 갖는 띠철근의 정착특성을 비교 평가하였다.

2. 클립형 연결장치

이 연구에서 제안된 양단 90도 갈고리를 갖는 띠철근의 클립형 연결장치는 2가닥의 철근을 묶는 일반적인 클립 형상을 유지하고 있으며, 그 형상을 유지하기 위해 'c'자 모양을 하였다. 또한, 띠철근 삽입시 분절 처리된 클립 2개의 다리가 단성 거동을 하며, 띠철근에 밀착되어 갈고리 길이 방향으로의 움직임은 억제할 수 있도록 하였다. 콘크리트에 묻혀 갈고리가

1)정회원, 충남대학교 대학원 박사과정, ㈜계룡건설산업 부장
2)정회원, 충남대학교 건축공학과 교수
*Corresponding author: wiseroad@cnu.ac.kr
Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Yuseonggu, Daejeon 34134, Rep. of Korea
•본 논문에 대한 토의를 2020년 9월 30일까지 학회로 보내주시면 2020년 10월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Copyright © 2020 by The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Journal of the Korea Concrete Institute
Vol. 33, No. 5, pp. 469-480, October, 2021
https://doi.org/10.4334/JKCI.2021.33.5.469

pISSN 1229-5515
eISSN 2234-2842
www.jkci.or.kr

강재 클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근으로 구속된 철근콘크리트 기둥의 압축거동
박경연¹⁾ · 윤현도^{2)*} · 홍성걸³⁾

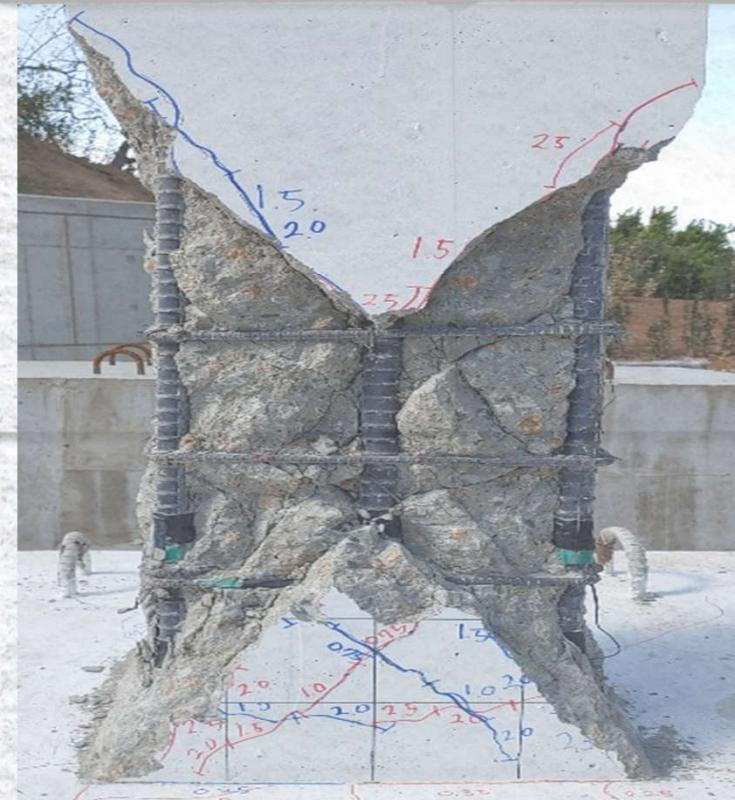
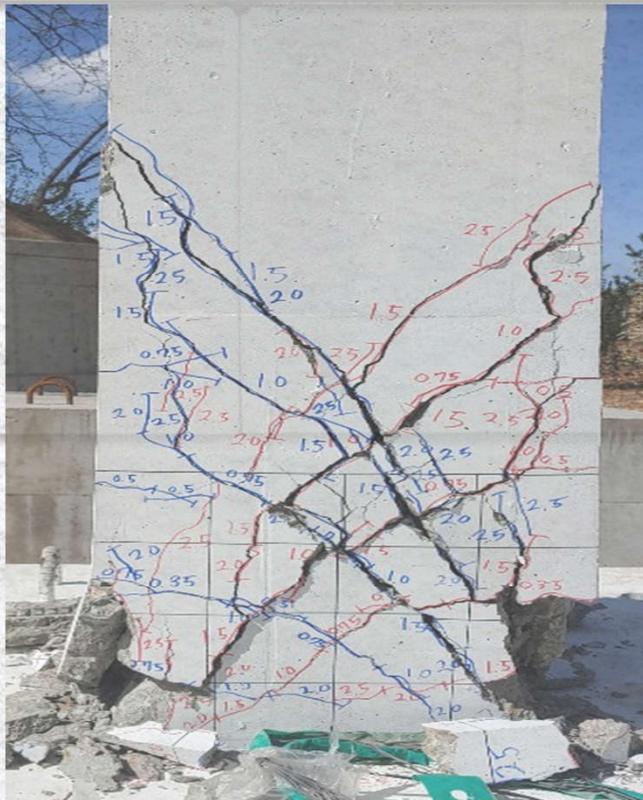
¹⁾(주)계룡건설산업 부장 ²⁾충남대학교 건축공학과 교수 ³⁾서울대학교 건축학과 교수

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
Kyoung-Yeon Park,¹⁾ Hyun-Do Yun,^{2)*} and Sung-Gul Hong³⁾

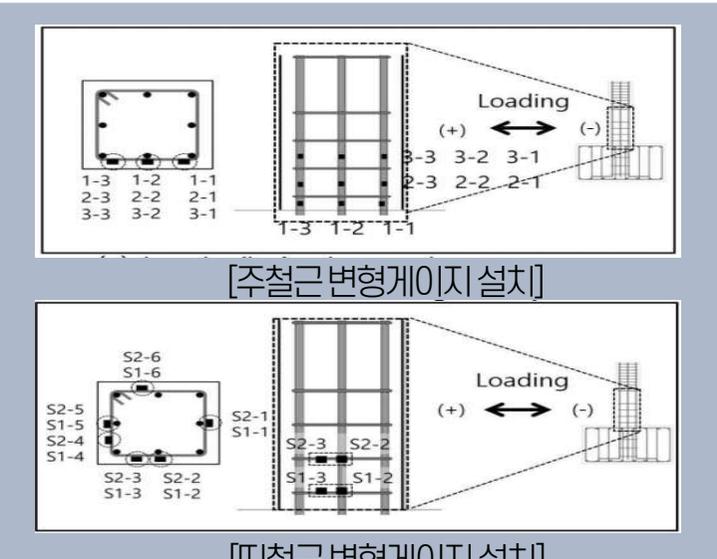
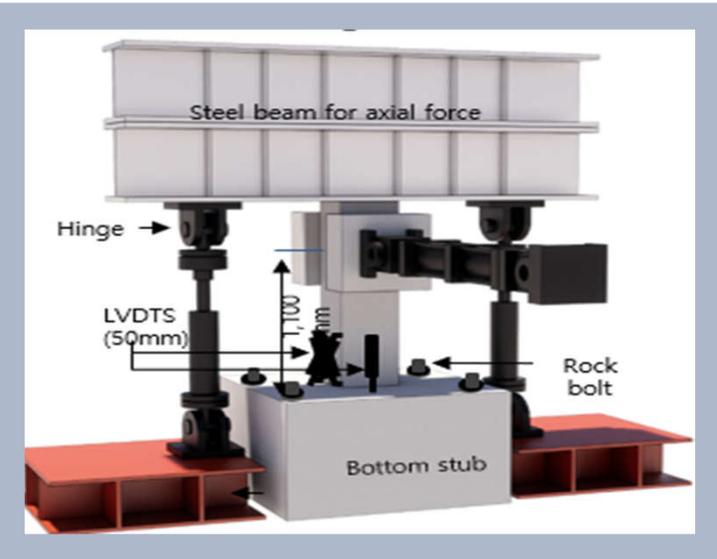
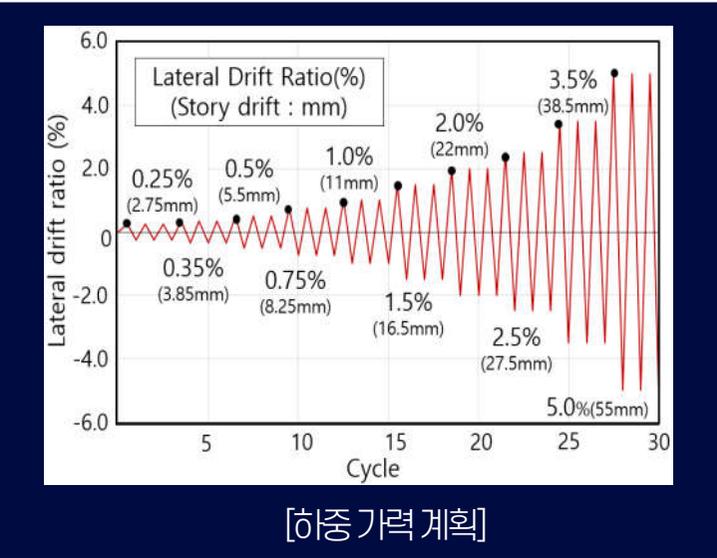
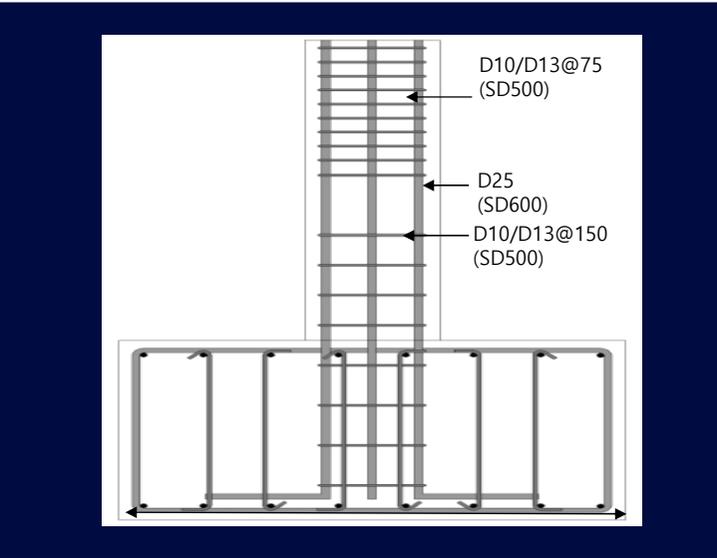
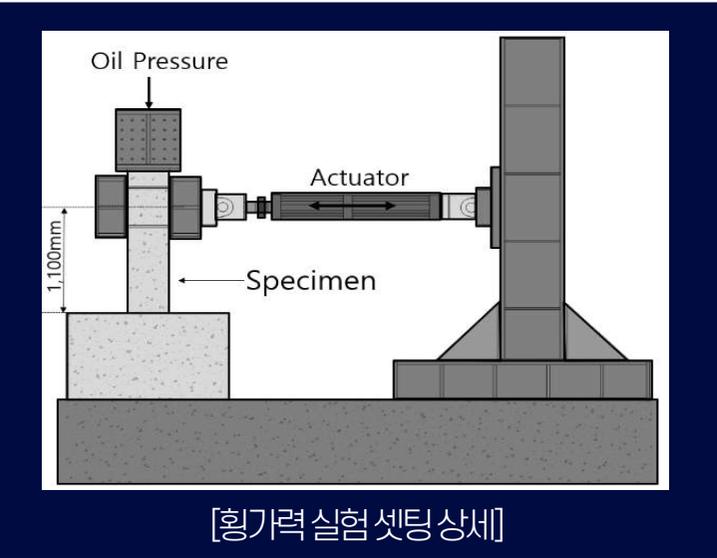
¹⁾Manager, Kyeryong Construction Industry, Daejeon 35262, Rep. of Korea
²⁾Professor, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Rep. of Korea
³⁾Professor, Department of Architecture and Architectural Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Rep. of Korea

제목 : 강재 클립형 연결장치로 결속된 90도 갈고리를 갖는 띠철근으로 구속된 철근콘크리트 기둥의 압축거동

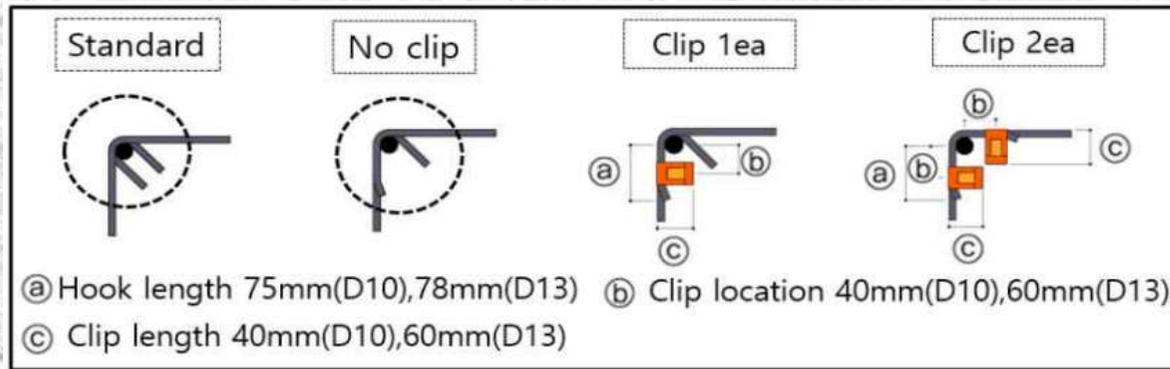
7. 내진성능 검증 D10용, D13용 (RC구조)



7. 내진성능 검증 : 검증 계획



7. 내진성능 검증 : 실험체 구분 및 평가항목



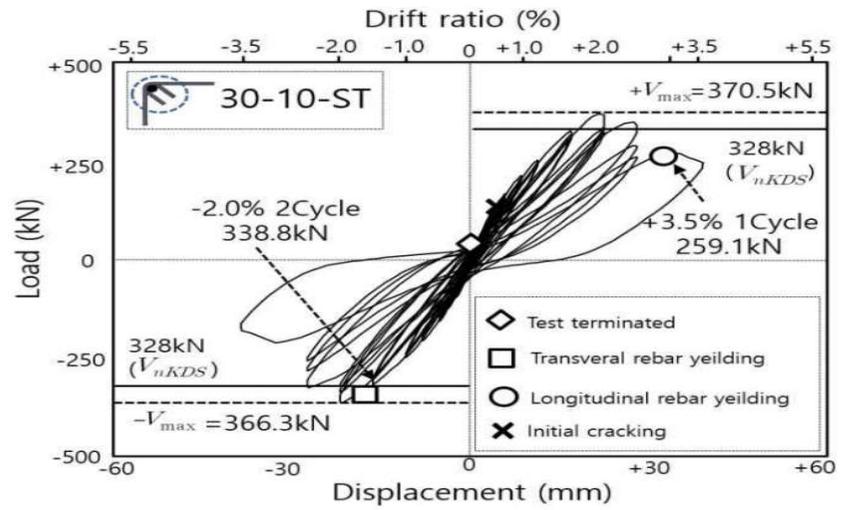
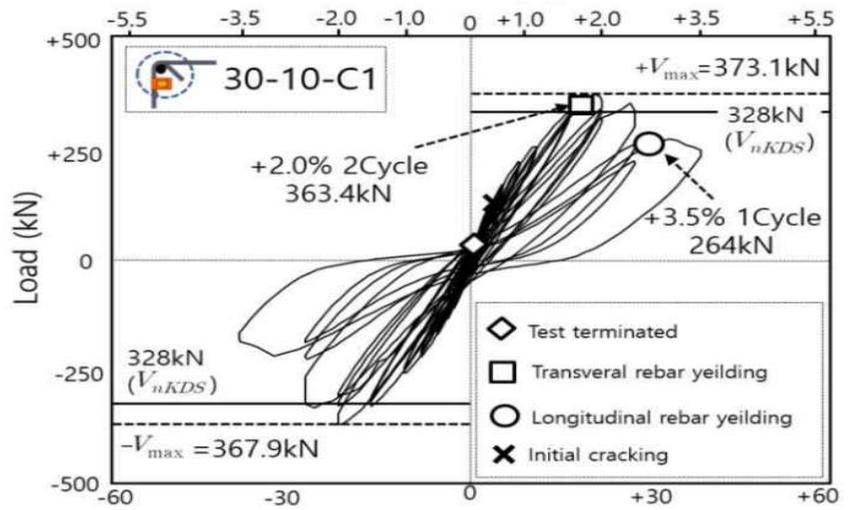
| | | |
|---|---|-------------------------------------|
| | | |
| ① | N: Normal (보통강도 콘크리트 $f_{ck}=30\text{MPa}$) H: High (고강도 콘크리트 $f_{ck}=60\text{MPa}$) | |
| ② | 띠철근 직경 10: 10mm, 13: 13mm | |
| ③ | ST | 표준갈고리(Standard Hook) 양쪽 135도 갈고리 |
| | H1 | 한쪽 135도+ 다른쪽 90도 |
| | C1 | 한쪽 135도+ 다른쪽 90도에 RC클립 1개 체결 |
| | C2 | 양쪽 90도갈고리에 각각 RC클립 체결(2개) |

(기준실험체)와
(90도 갈고리에 RC클립을 체결한 실험체) 비교

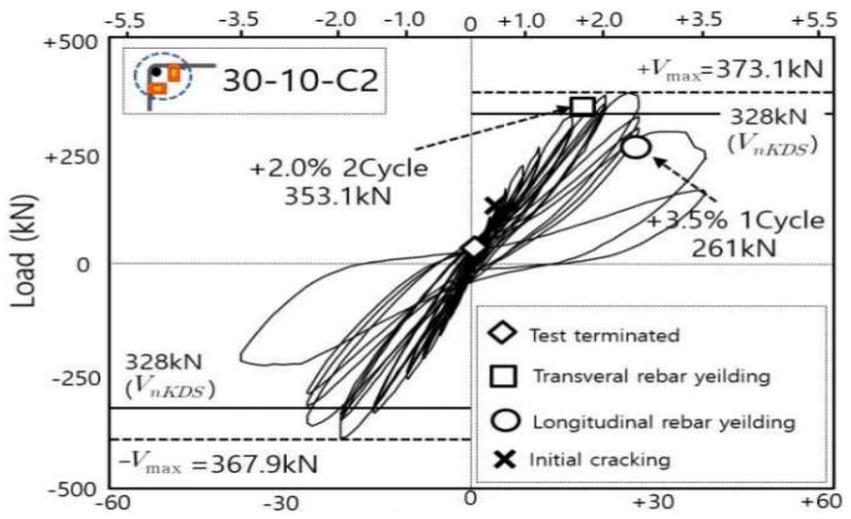
평가 항목 목차

- 1) 횡하중-횡변위, 휨내력강도 비교
- 2) 균열진전 및 최종 파괴형상 비교
- 3) 포락곡선, 강공곡선, 에너지소산능력
- 4) 하중-주근과 띠철근 변형률 비교

7. 내진성능 검증 : 황하중 - 횡변위 그래프 비교 (D10용)

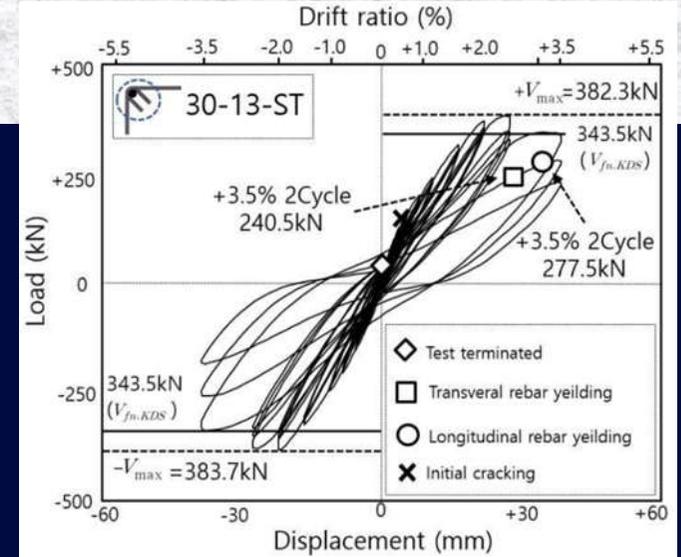
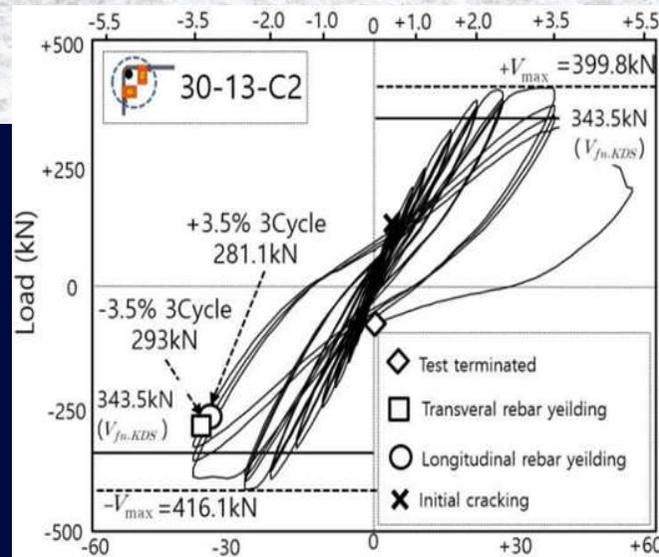
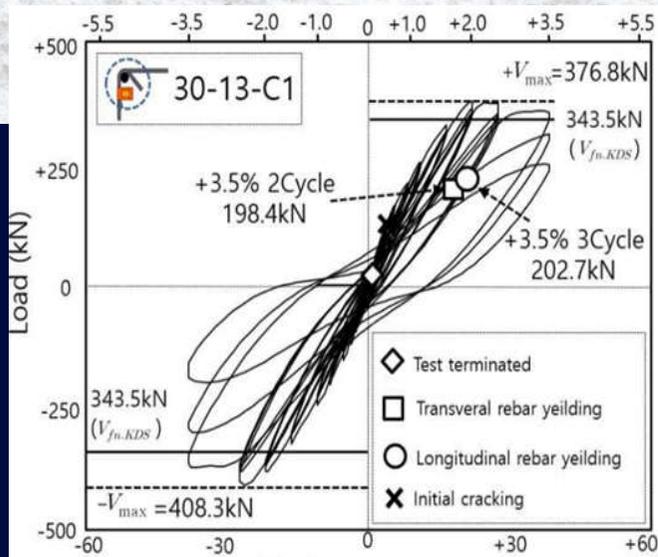


[보통강도 콘크리트에서 내진성능 검증]



보통강도 콘크리트에서
D10용 원터치-RC클립 사용할 때
 기준실험체 대비 동등 이상의
휨내력 및 전단성능 발휘

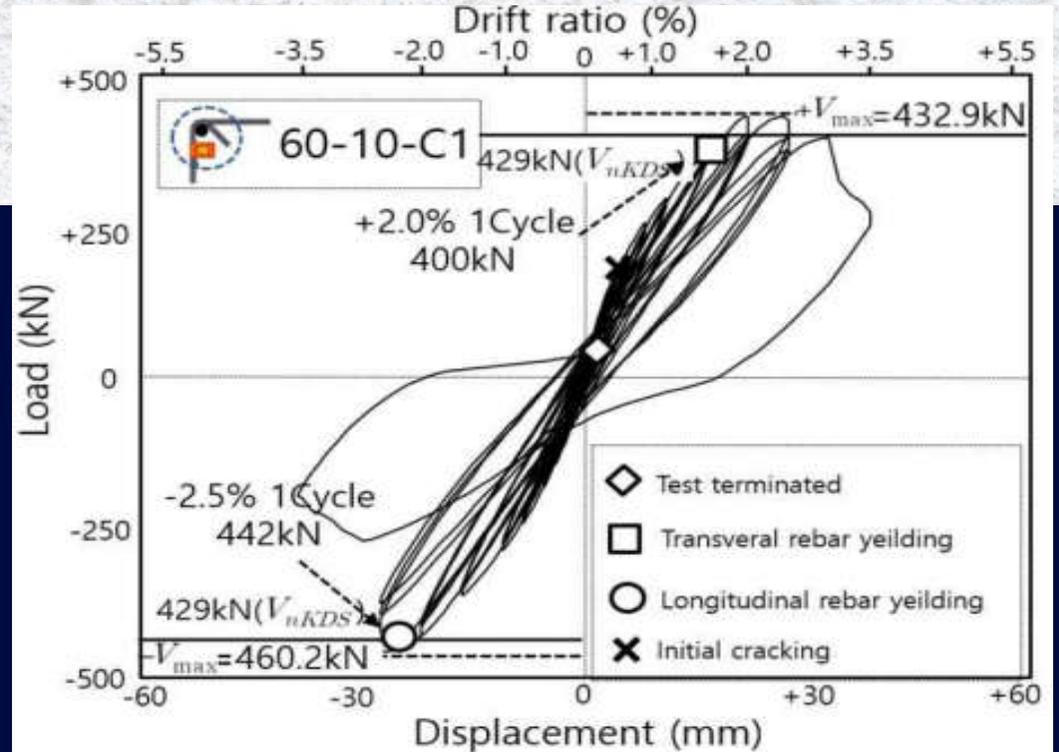
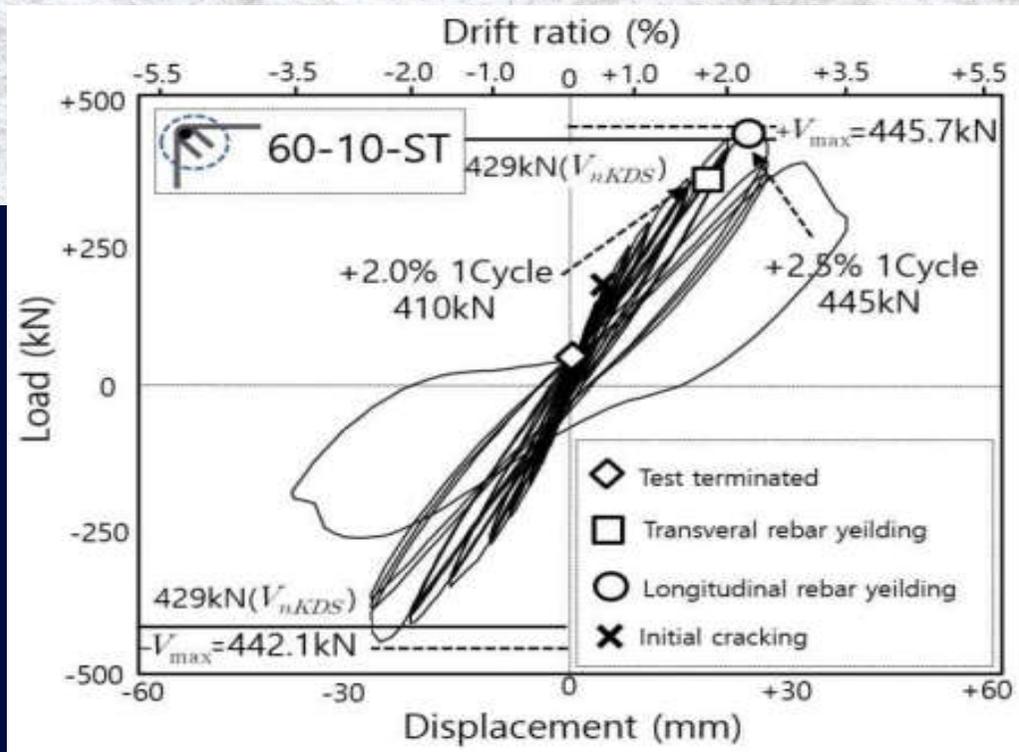
7. 내진성능 검증 : **횡하중 - 횡변위 그래프 비교 (D13용)**



[보통강도 콘크리트에서 내진성능 검증]

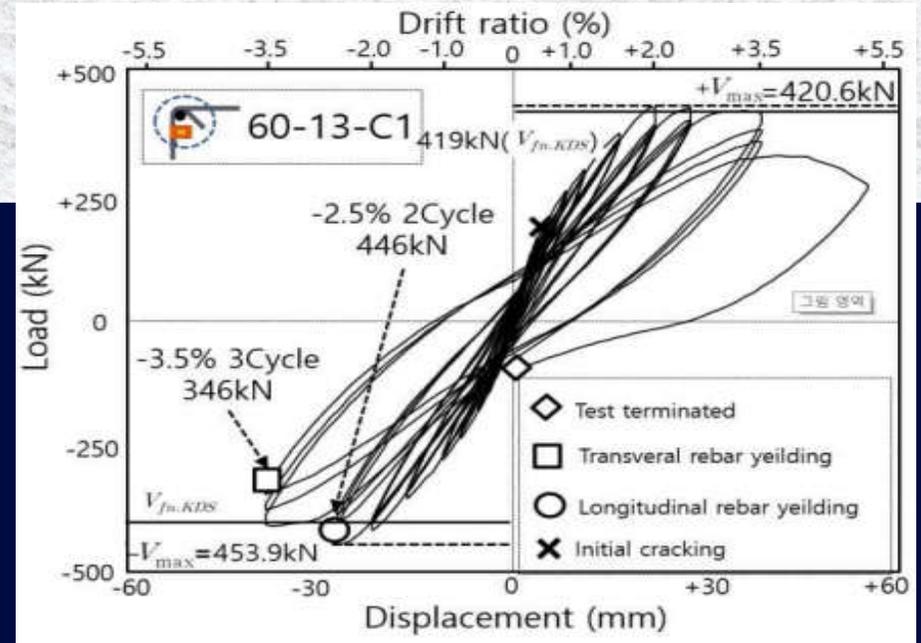
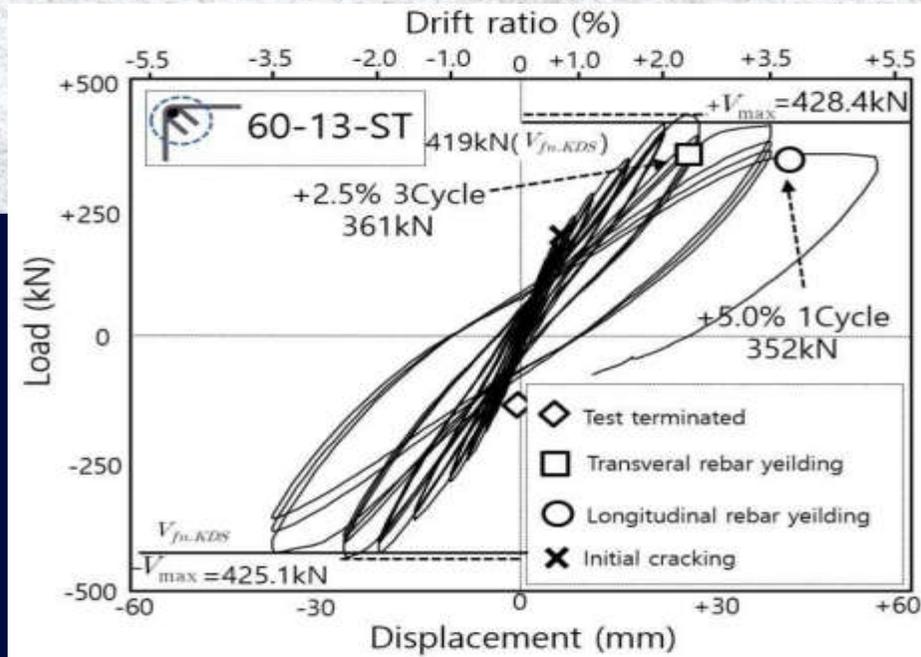
보통강도 콘크리트에서 D10용 원터치-RC클립 사용할 때
기준실험체 대비 동등 이상의 **휨내력 및 전단성능 발휘**

7. 내진성능 검증 : **황하중 - 횡변위 그래프 비교 (D10용)**



[고강도 콘크리트에서 내진성능 검증]

7. 내진성능 검증 : 횡하중 - 횡변위 그래프 비교 (D13용)



[고강도 콘크리트에서 내진성능 검증]

고강도 콘크리트에서 D10용, D13용 원터치-RC클립 사용할 때 기준실험체 대비 동등 이상의 휨내력 발휘 및 전단성능 향상

7. 내진성능 검증 : 실험 결과값

D10용 결과값

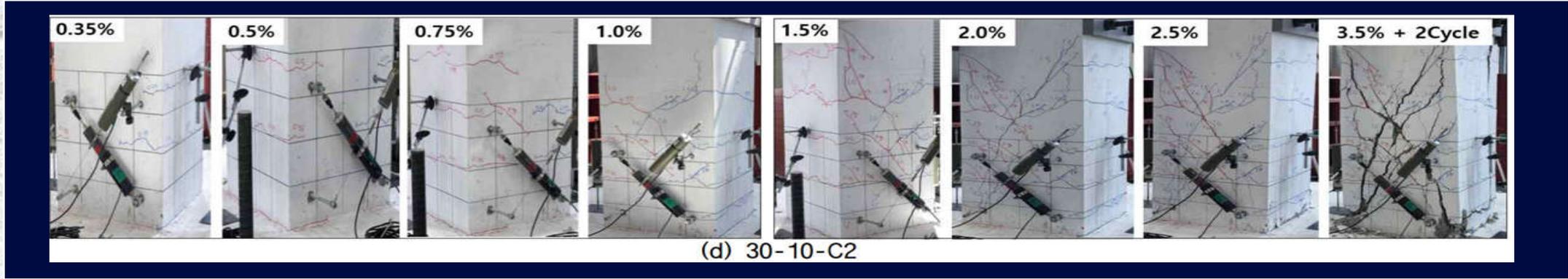
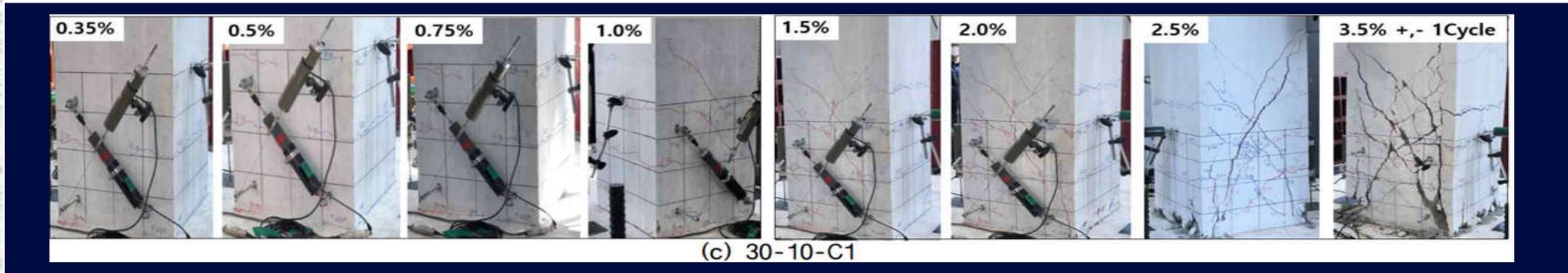
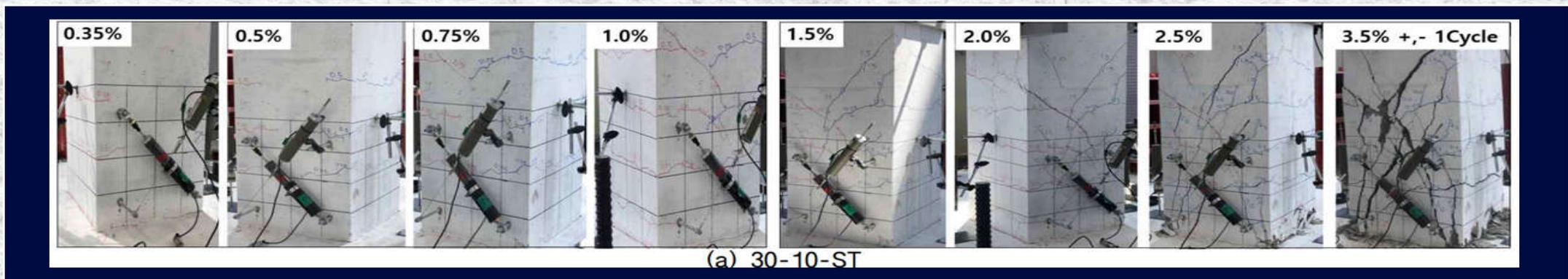
| 실험체 | Fck (Mpa) | +Vfn.test (kN) | -Vfn.test (kN) | Vfn.test 평균 (kN) | 휨강도 (Knm) | | | Mn.test/Mn.KDS | 전단강도 (KN) | | | Vsn.KDS / Vfn.KDS | Vsn.KDS / Vfn.test | |
|------------|-----------|----------------|----------------|------------------|--------------|---------|--------|----------------|-----------|---------|---------|-------------------|--------------------|-------|
| | | | | | Mn.test (kN) | McR.KDS | Mn.KDS | | Vfn.test | Vfn.KDS | Vsn.KDS | | | |
| 1.30-1-ST | 30 | 370.5 | 366.3 | 368.4 | 405.2 | 36.8 | 377.8 | 1.073 | 368.4 | 343.5 | 327.6 | 0.954 | 0.889 | |
| 2.30-10-H1 | | 370.0 | 360.9 | 365.5 | 402.1 | | | 1.064 | 365.5 | | | | 0.896 | |
| 3.30-10-C1 | | RC클립1개 | 373.1 | 370.9 | 372.0 | | | 409.2 | 1.083 | | | | 372.0 | 0.880 |
| 4.30-10-C2 | | RC클립2개 | 379.8 | 388.9 | 388.4 | | | 422.8 | 1.119 | | | | 388.4 | 0.843 |
| 5.60-10-ST | 60 | 445.7 | 442.1 | 443.9 | 488.3 | 52.0 | 460.3 | 1.061 | 443.9 | 429.0 | 254.0 | | 1.097 | |
| 6.60-10-H1 | | 기준실험체 | 445.8 | 440.5 | 443.2 | | | 487.5 | 1.060 | | | | 443.2 | 1.095 |
| 7.60-10-C1 | | RC클립1개 | 432.9 | 460.2 | 46.6 | | | 491.3 | 1.067 | | | | 446.6 | 1.104 |

D13용 결과값

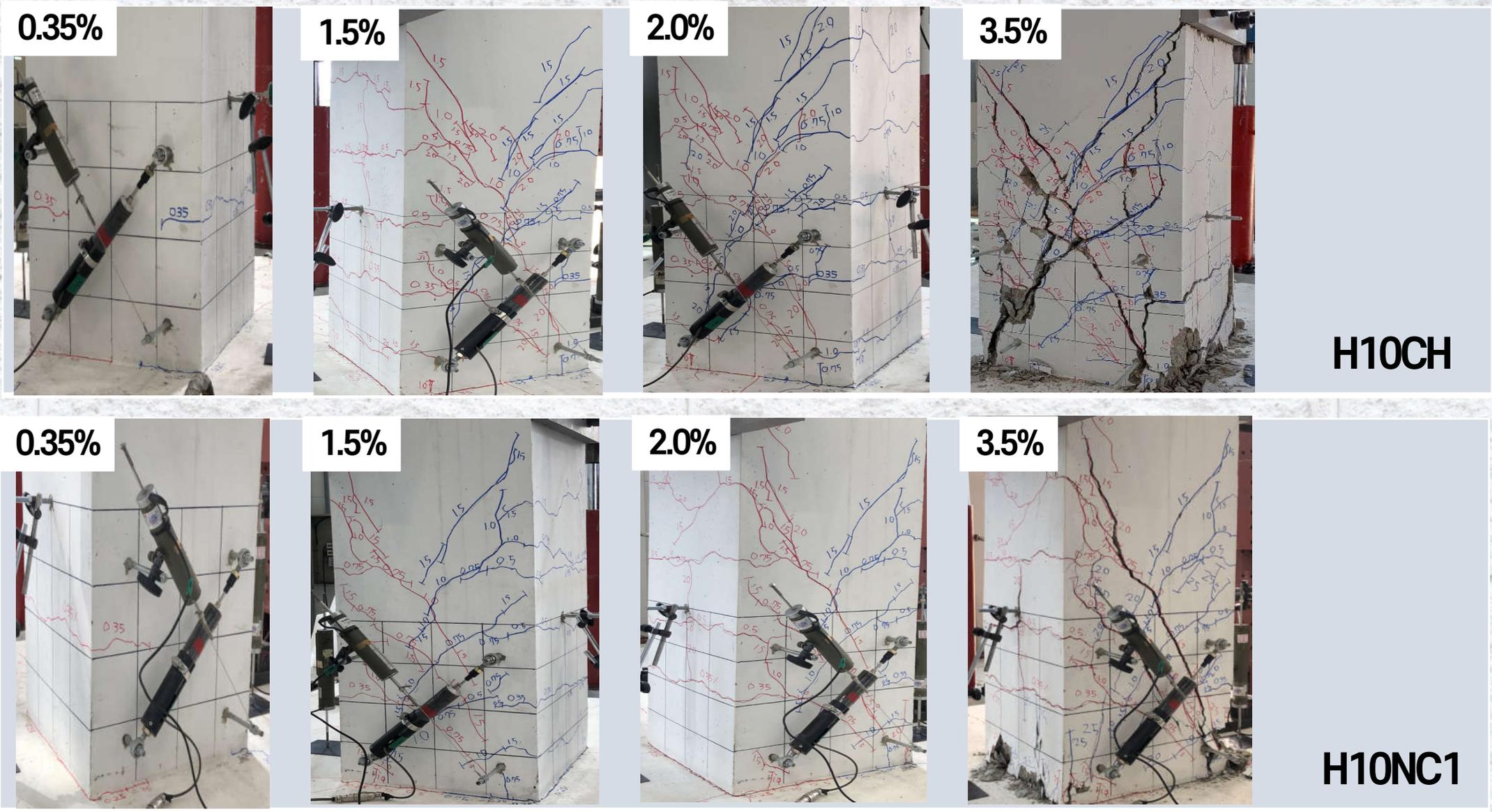
| 실험체 | Fck (Mpa) | +Vfn.test (kN) | -Vfn.test (kN) | Vfn.test 평균 (kN) | 휨강도 (Knm) | | | Mn.test/Mn.KDS | 전단강도 (KN) | | | Vsn.KDS / Vfn.KDS | Vsn.KDS / Vfn.test | |
|------------|-----------|----------------|----------------|------------------|--------------|---------|--------|----------------|-----------|---------|---------|-------------------|--------------------|-------|
| | | | | | Mn.test (kN) | McR.KDS | Mn.KDS | | Vfn.test | Vfn.KDS | Vsn.KDS | | | |
| 1.30-13-ST | 30 | 382.3 | 383.7 | 383.0 | 421.3 | 36.8 | 377.8 | 1.115 | 383.0 | 343.5 | 483.3 | 1.407 | 1.262 | |
| 2.30-13-H1 | | - | 384.9 | 377.2 | 381.1 | | | 419.2 | 1.110 | | | | 381.1 | 1.268 |
| 3.30-13-C1 | | RC클립1개 | 376.8 | 408.3 | 392.6 | | | 431.9 | 1.143 | | | | 392.6 | 1.231 |
| 4.30-13-C2 | | RC클립2개 | 399.8 | 416.1 | 408.0 | | | 448.8 | 1.188 | | | | 408.0 | 1.185 |
| 5.60-13-ST | 60 | 428.4 | 425.1 | 426.8 | 426.8 | 52.0 | 460.3 | 1.020 | 426.8 | 418.5 | 584.7 | 1.397 | 1.245 | |
| 6.60-13-C1 | | RC클립1개 | 420.6 | 453.9 | 437.3 | | | 437.3 | 1.045 | | | | 437.3 | 1.216 |

- Vfn.test : 정 부방향 실험결과 평균값, Mn.KDS : KDS14 20 20의해 계산된 휨내력, Mcr KDS : KDS14 20 30에 의해 계산된 균열모멘트값
- Vfn.KDS : Mn.KDS/h(1100mm) Vsn.KDS : KDS14 20 22에 의해 계산된 전단강도값

7. 내진성능 검증 : 균열진전 및 파괴양상 비교



7. 내진성능 검증 : 균열진전 및 파괴양상 비교



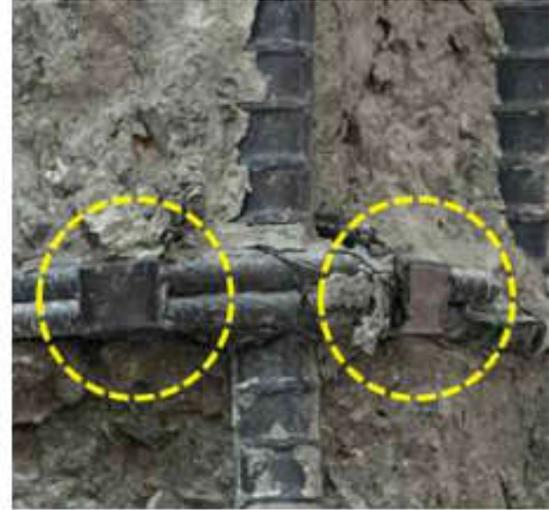
H10CH

H10NC1

7. 내진성능 검증 : 최종 파괴 및 갈고리 상태 비교



30-10-C1



30-10-C2



30-13-C1



30-13-C2



60-10-C1



60-13-ST



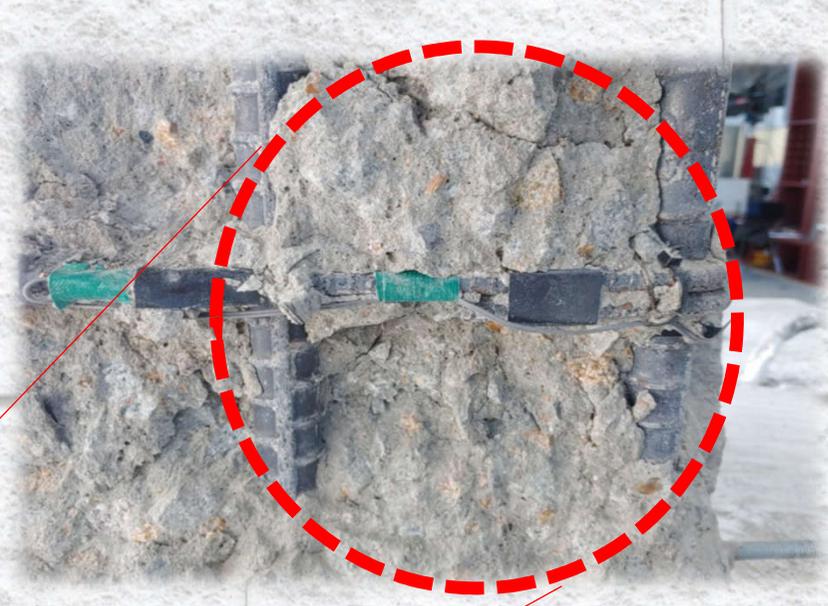
60-13-C1

처음 갈고리 상태 유지

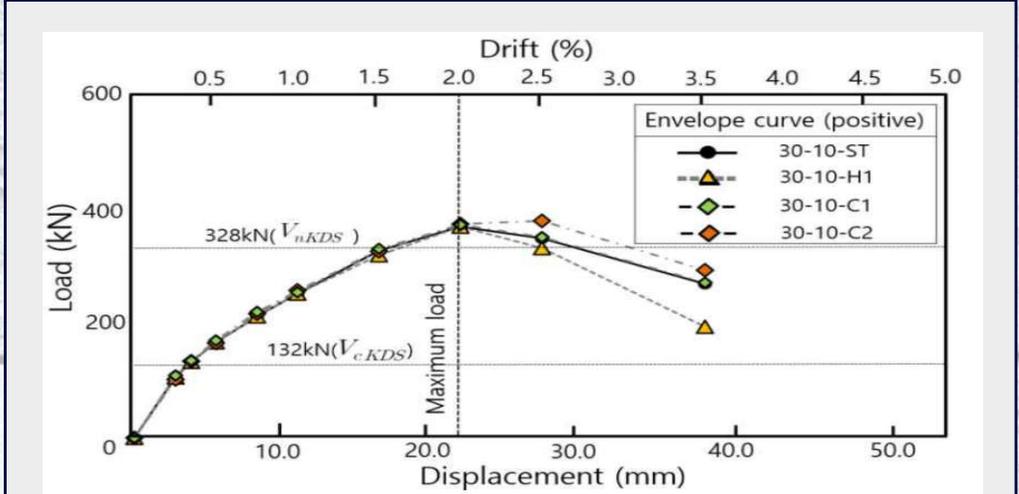
7. 내진성능 검증 : **횡하중 - 횡변위 그래프 비교 (D13용)**



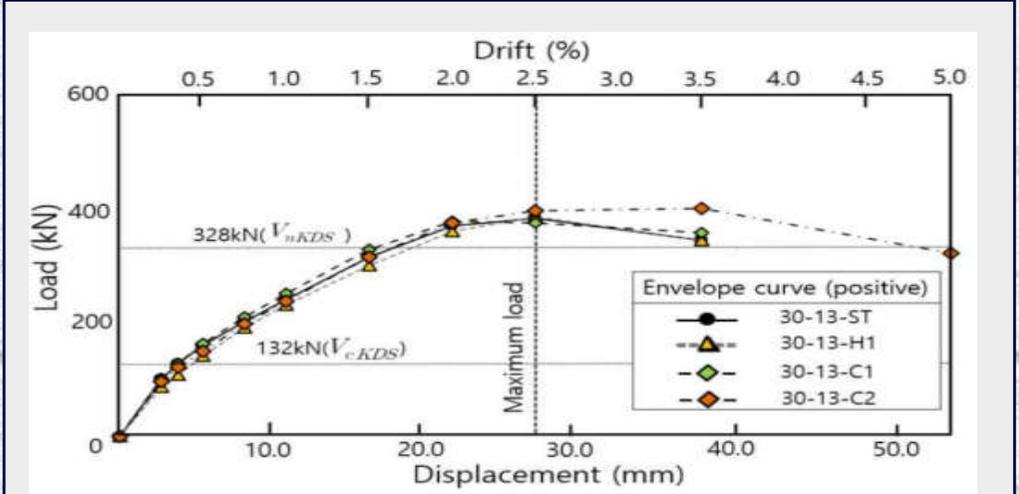
N10NC1



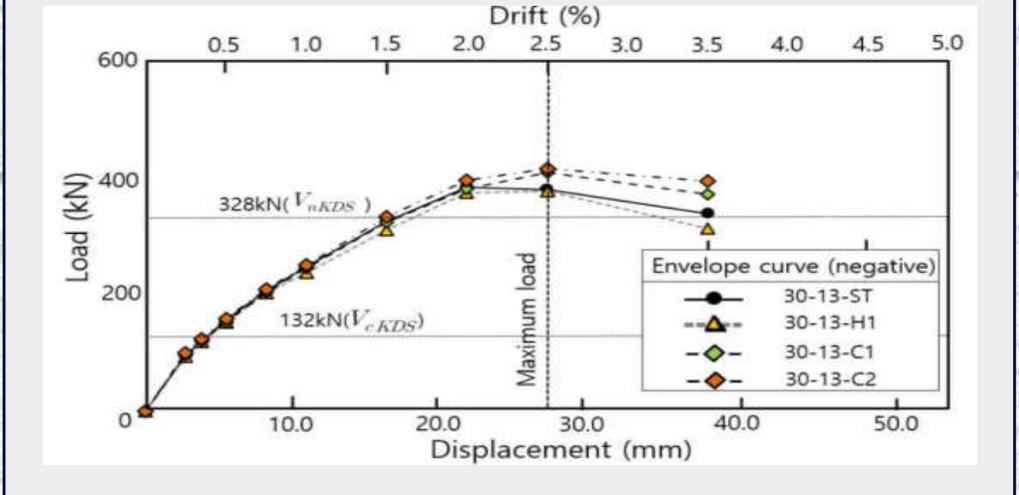
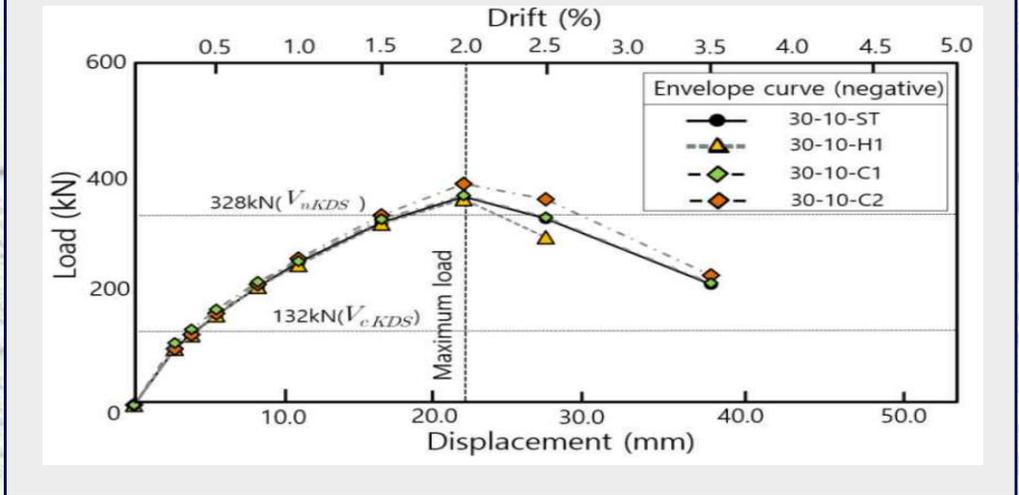
7. 내진성능 검증 : 포락곡선 비교 / 보통강도 콘크리트



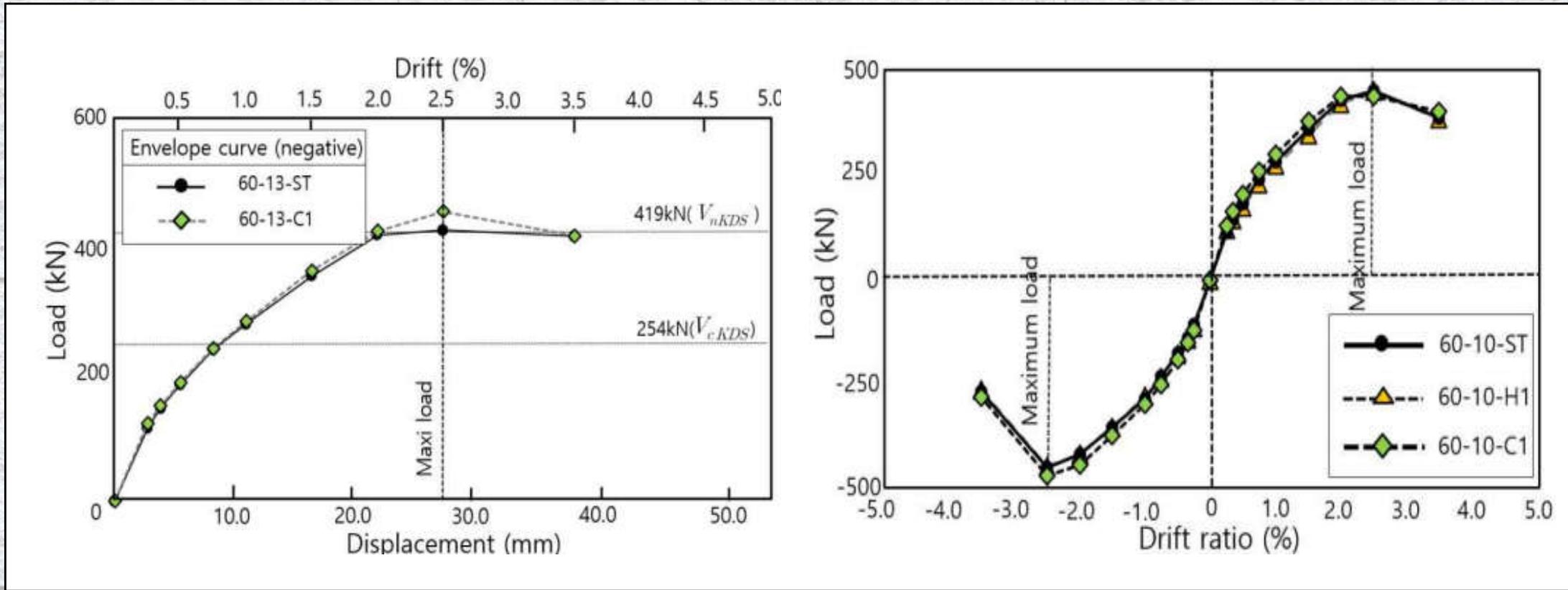
[원터치-RC클립 D10용]



[원터치-RC클립 D13용]

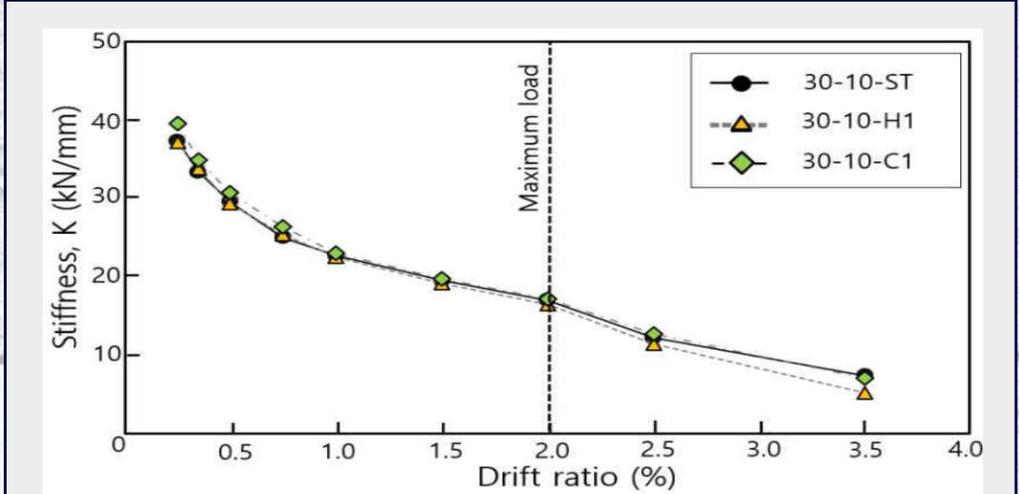


7. 내진성능 검증 : 포락곡선 비교 / 고강도 콘크리트

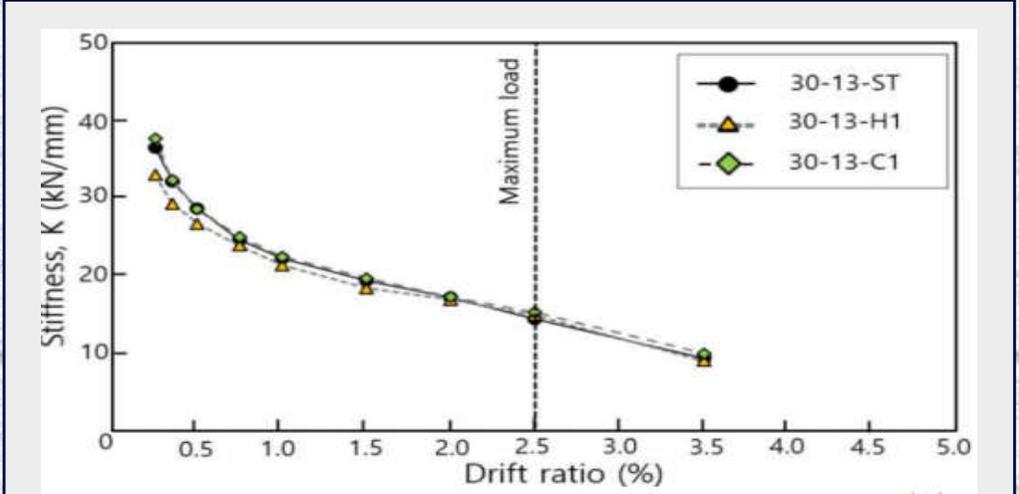


- 콘크리트 강도에 관계없이 모든 변위비에서 상위의 강도값 유지,
- 변위비 2.0%부터 육안구분이 가능할 정도로 원터치 - RC클립 사용할 때 강도가 높음
- (기준시험체와 RC클립 체결 시험체 비교)

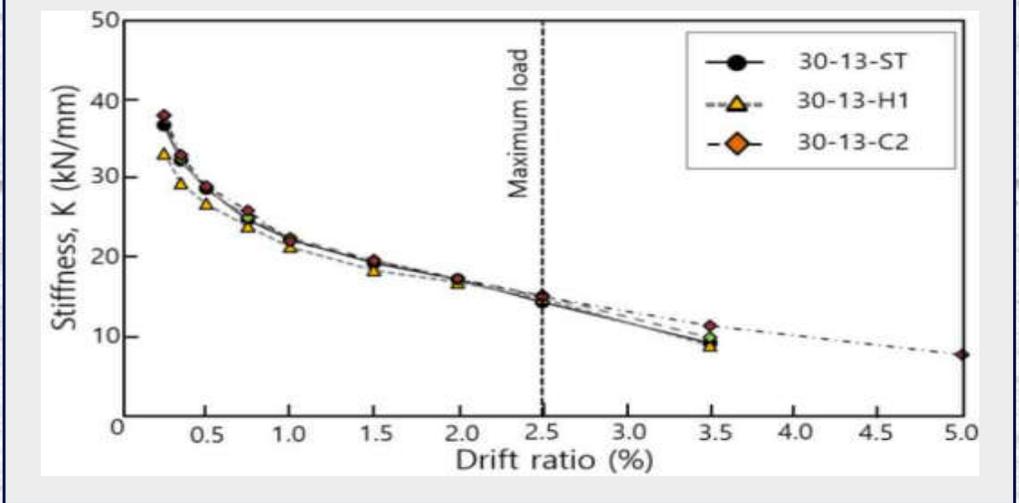
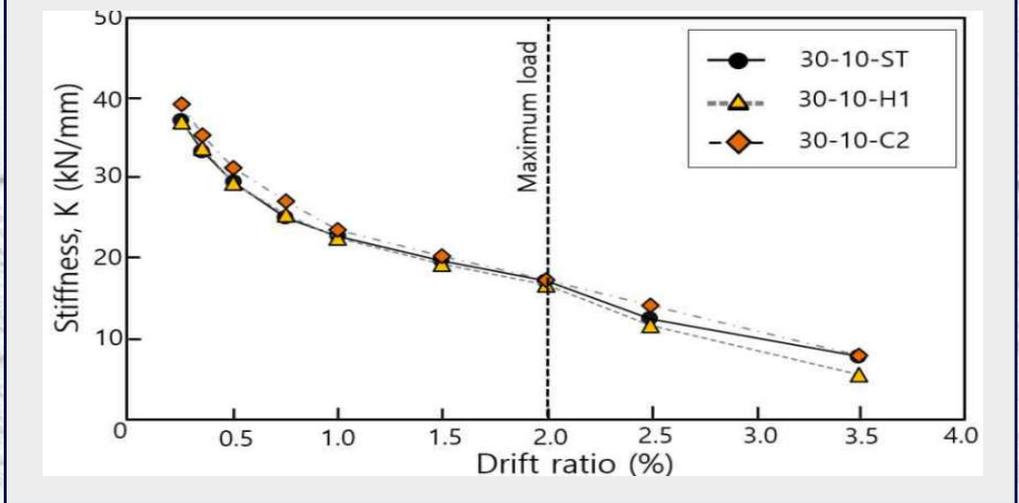
7. 내진성능 검증 : 강성변화 비교 / 보통강도 콘크리트



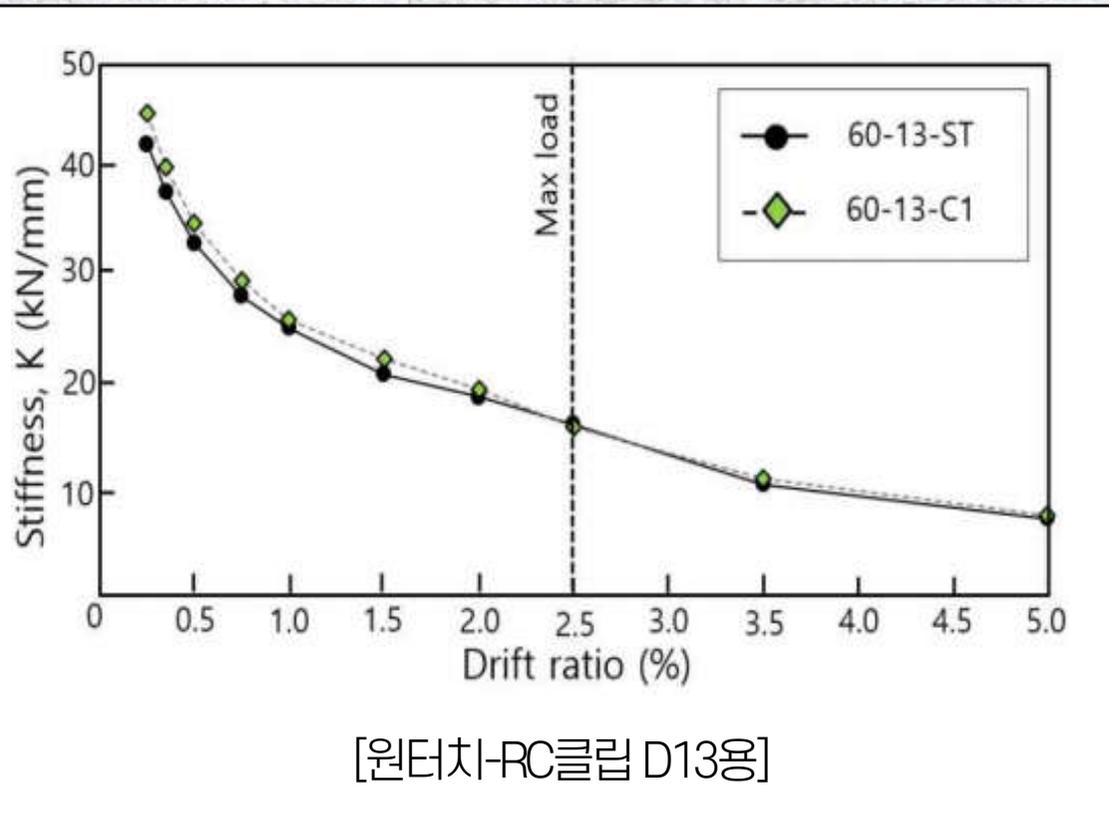
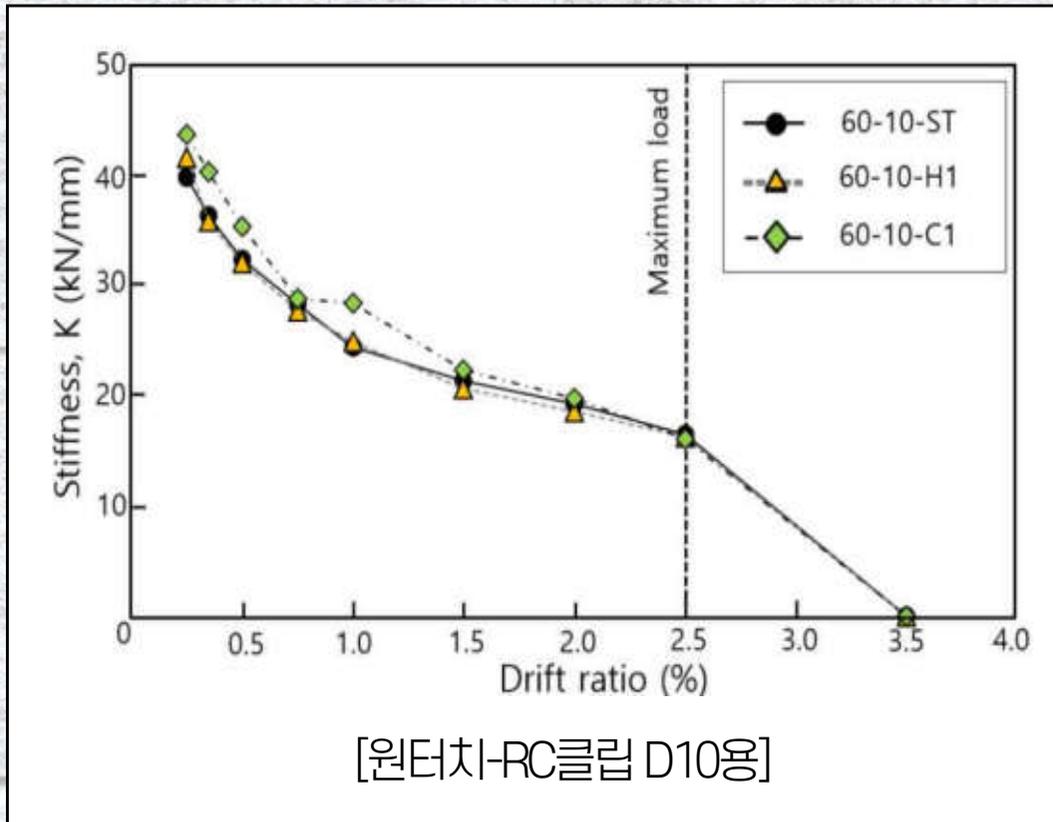
[원터치-RC클립 D10용]



[원터치-RC클립 D13용]

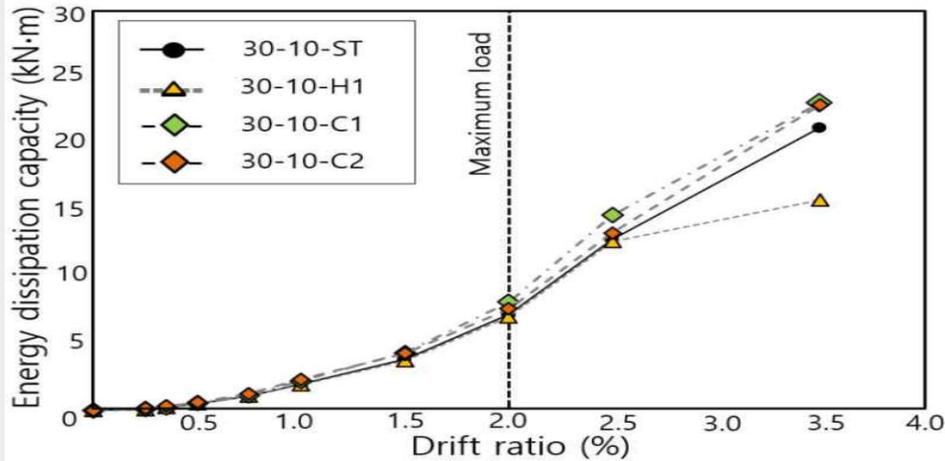


7. 내진성능 검증 : 강성변화 비교 / 고강도 콘크리트

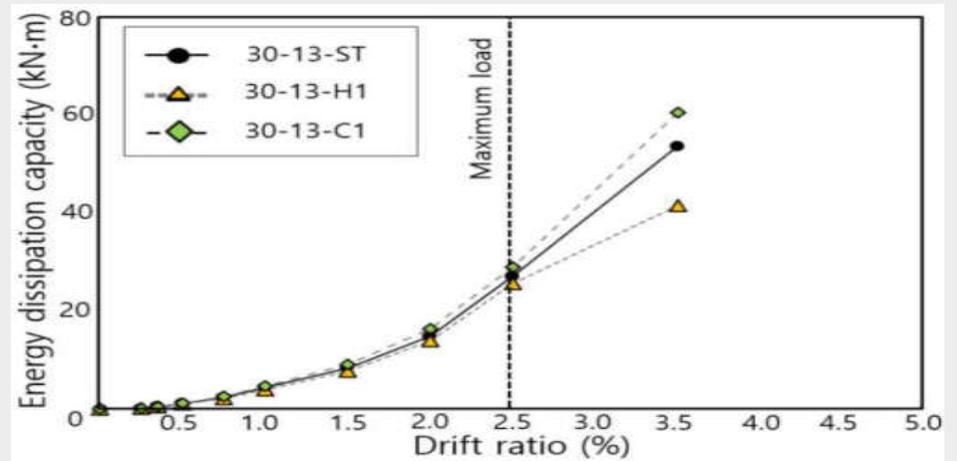


콘크리트 강도에 관계없이 초기강성 5% 이상 높았으며 실험 모든 구간에 걸쳐 높은 강성을 보임
(기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

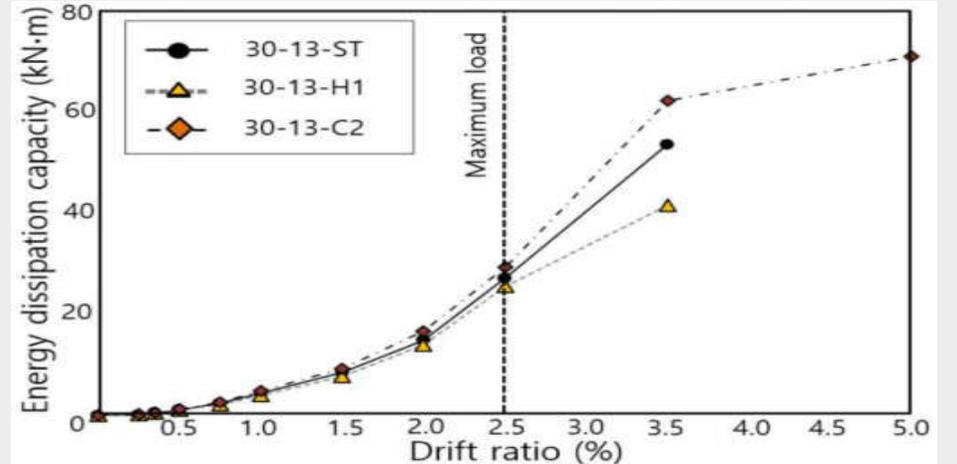
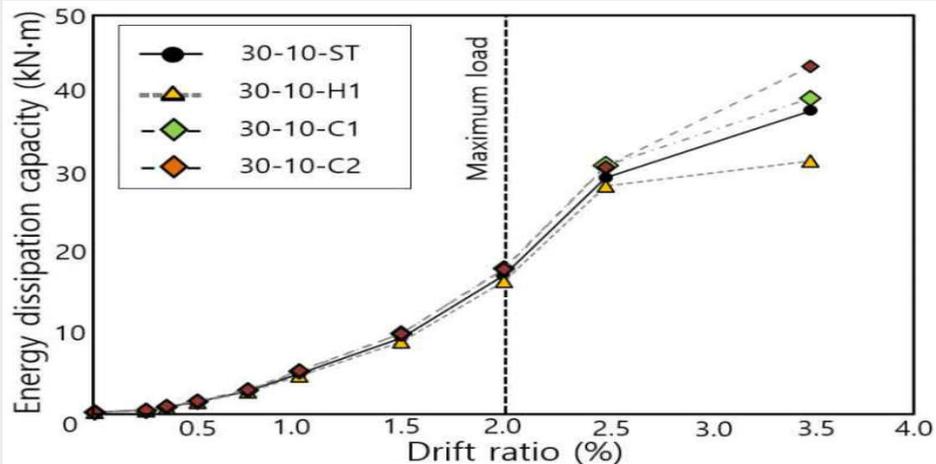
7. 내진성능 검증 : 에너지소산능력 비교 / 보통강도 콘크리트



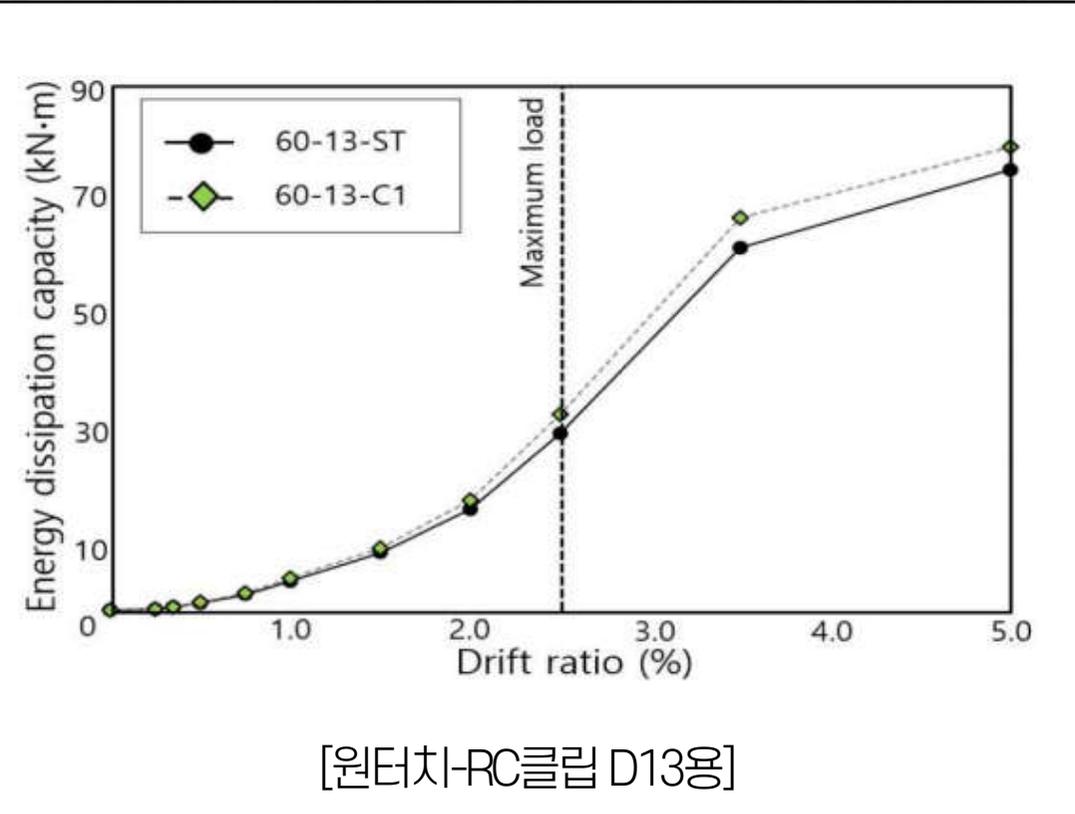
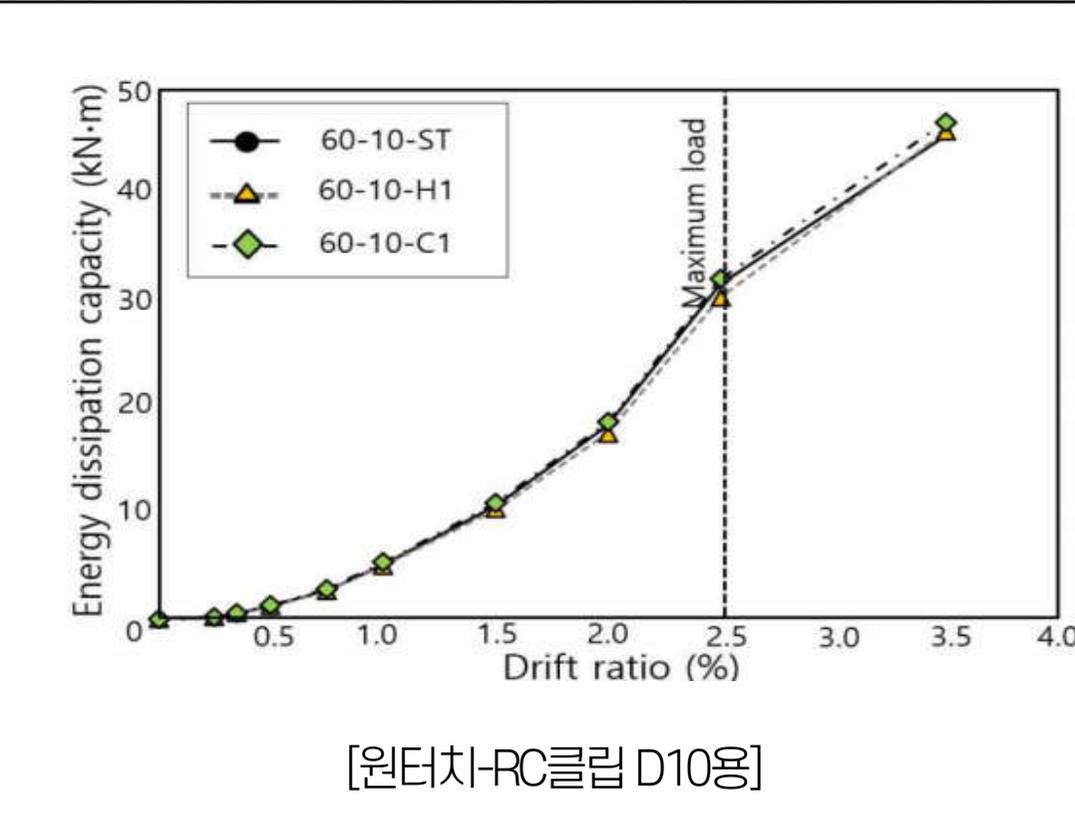
[원터치-RC클립 D10용]



[원터치-RC클립 D13용]



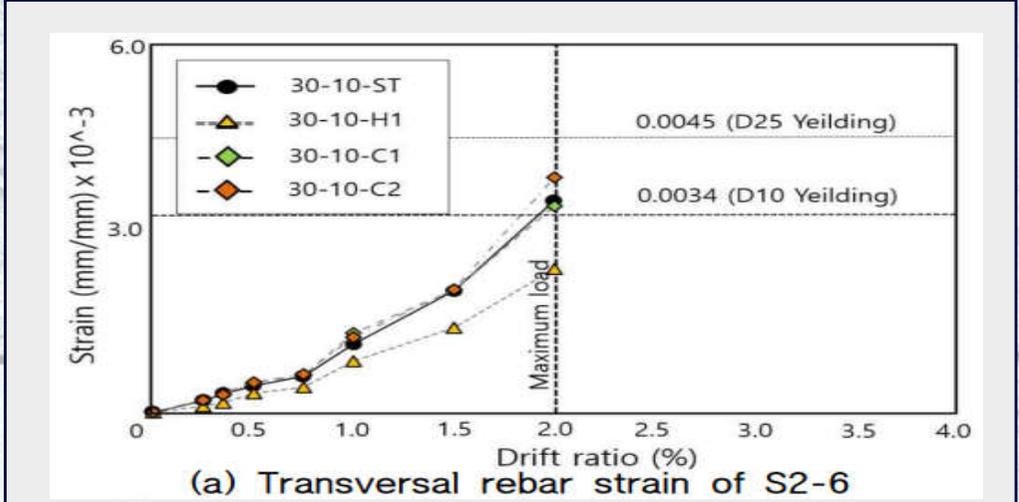
7. 내진성능 검증 : 에너지소산능력 비교 / 고강도 콘크리트



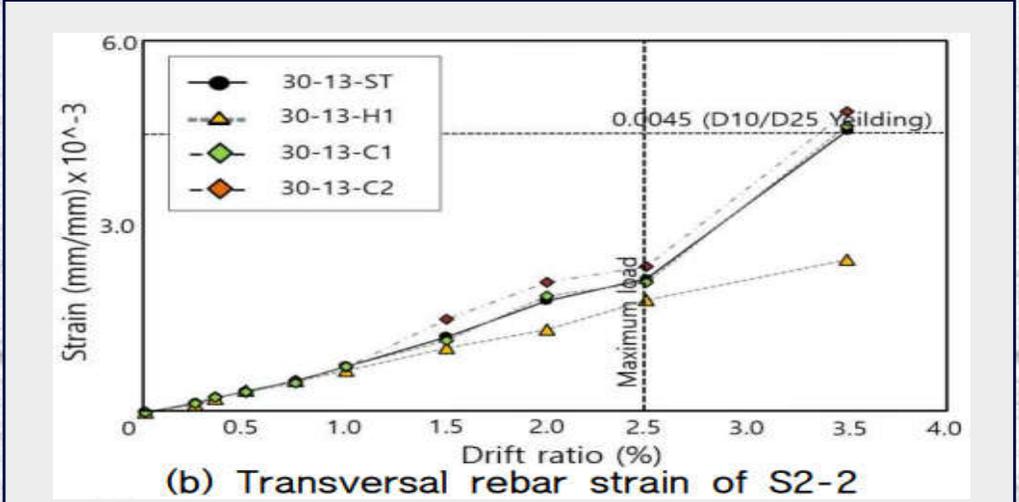
에너지소산능력 비교에서

D10용 원터치-RC클립을 사용할 경우 **최대 15%이상 상승효과**
 D13용 원터치-RC클립을 사용할 경우 **최대 32%이상 상승효과**
 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)

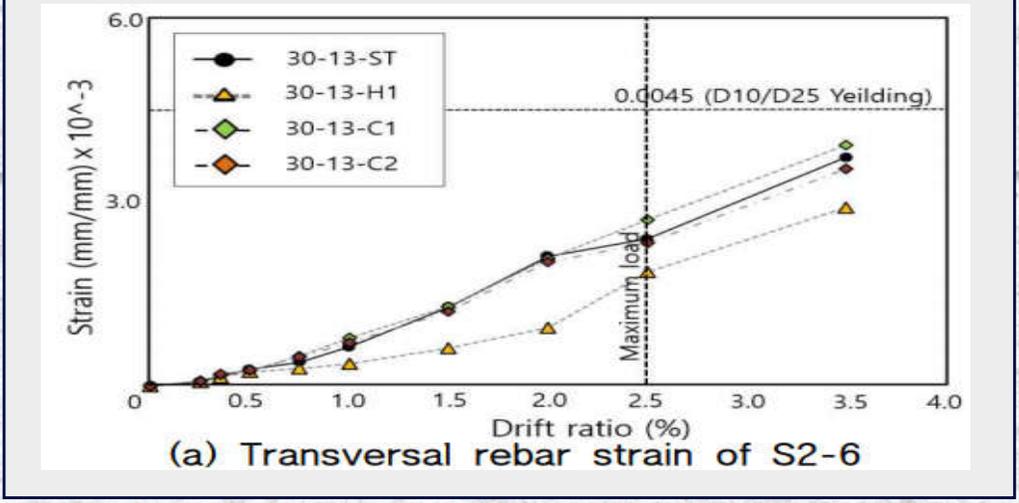
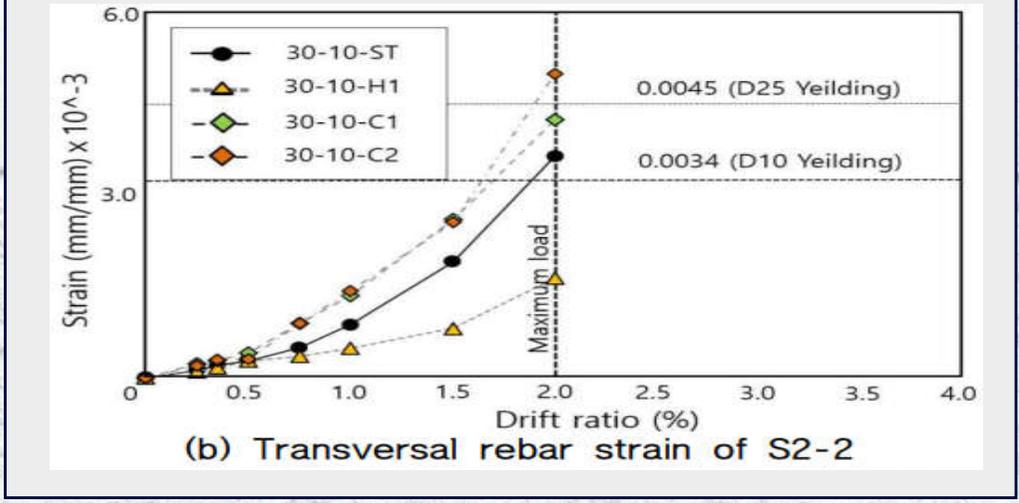
7. 내진성능 검증 : 황하중 - 횡변위 그래프 비교 (D13용)



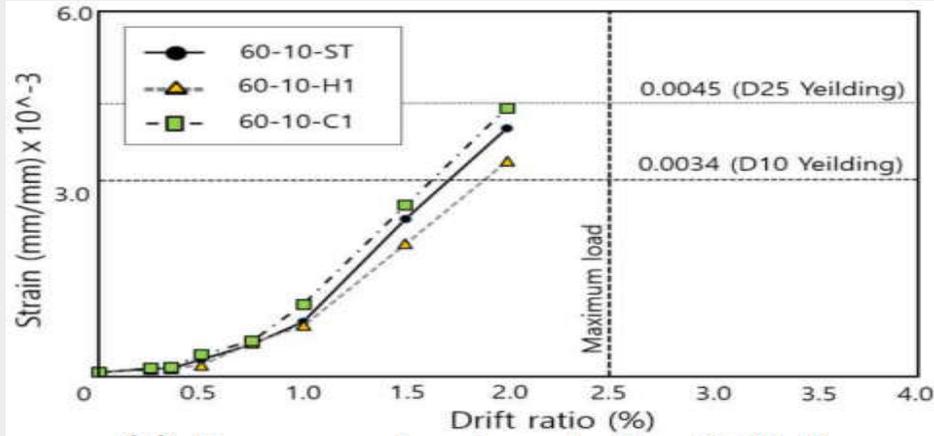
[원터치-RC클립 D10용]



[원터치-RC클립 D13용]

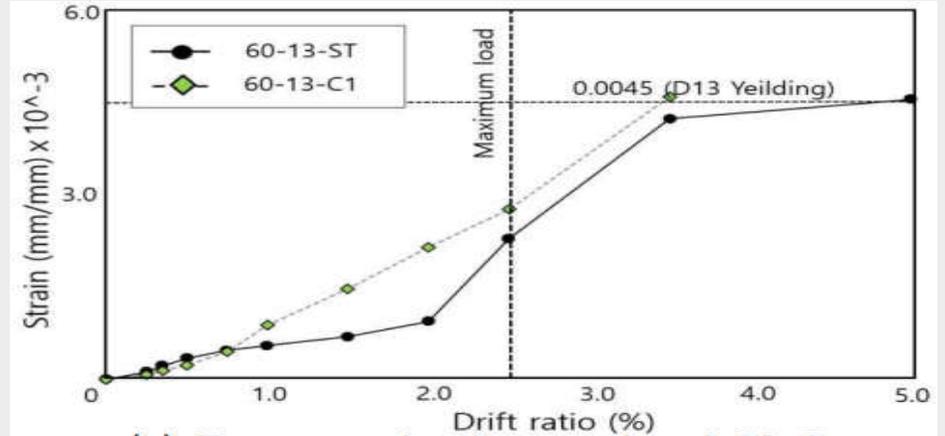


7. 내진성능 검증 : 하중과 피철근 변형률 비교 / 고강도 콘크리트



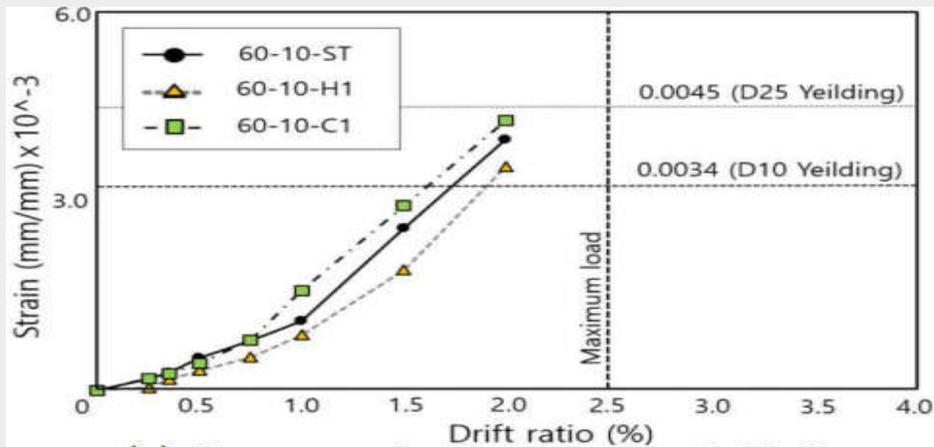
(a) Transversal rebar strain of S2-6

[원터치-RC클립 D10용]

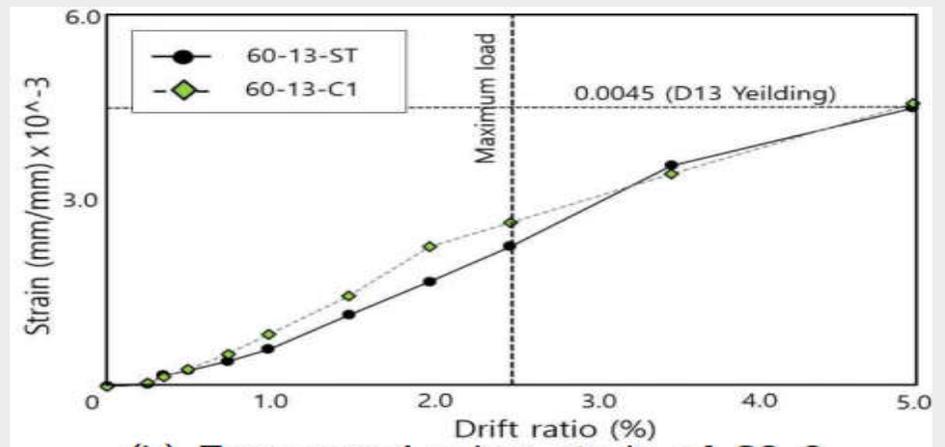


(a) Transversal rebar strain of S2-6

[원터치-RC클립 D13용]

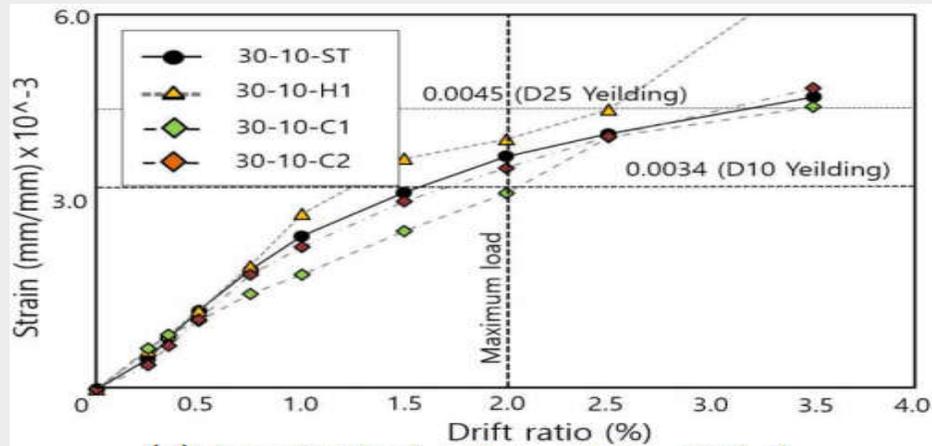


(b) Transversal rebar strain of S2-2



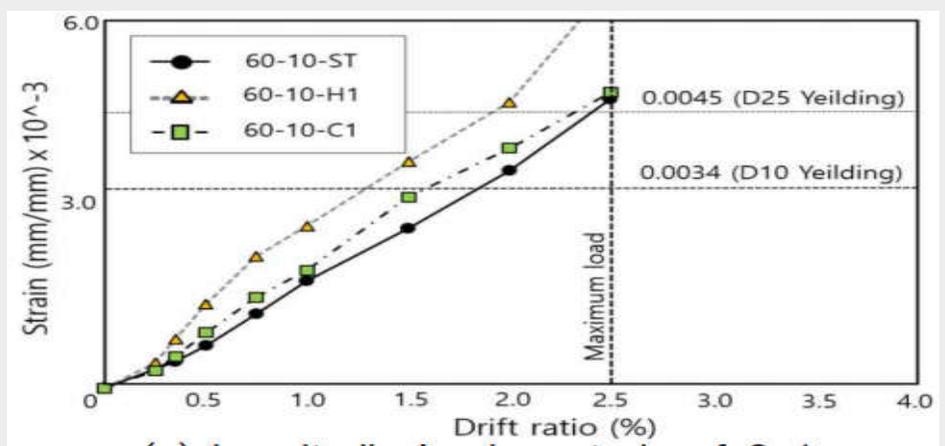
(b) Transversal rebar strain of S2-2

7. 내진성능 검증 : 하중과 주철근 변형률 비교



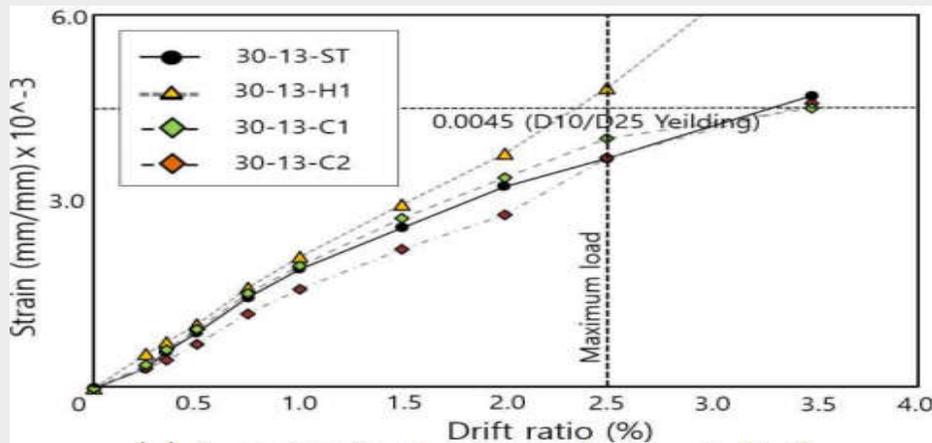
(c) Longitudinal rebar strain of 3-1

보통강도 콘크리트

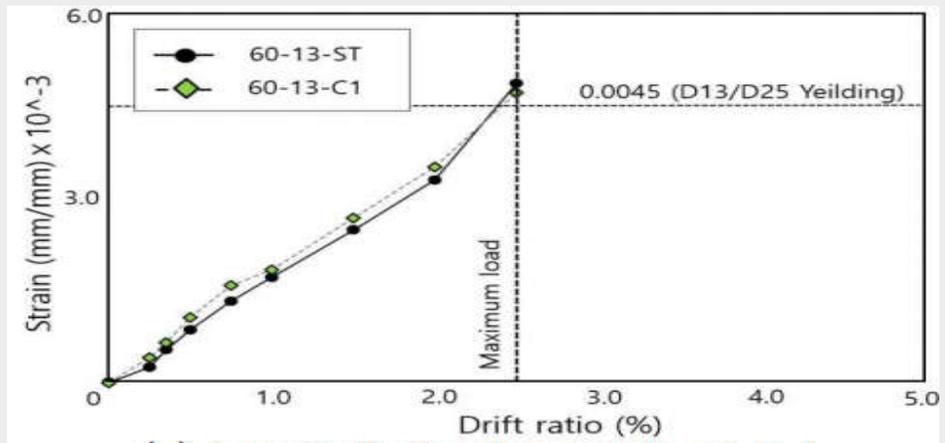


(c) Longitudinal rebar strain of 3-1

고강도 콘크리트



(c) Longitudinal rebar strain of 3-1



(c) Longitudinal rebar strain of 3-1

7. 내진성능 검증 : **검증 결과 종합**

| 평가항목 | 검증결과 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교) |
|---------------------------|---|
| 1) 횡하중-횡변위, 휨내력강도 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 동등 이상의 휨내력 발휘 및 전단성능 향상에 기여 |
| 2) 균열진전 및 최종 파괴양상 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 유사한 단계에서 콘크리트 균열 및 박리 발생 최고 내력 이후에도 주근의 좌굴 지연을 위한 갈고리 풀림 방지하는 모습으로 콘크리트에 박혀 구속 |
| 3) 포락곡선, 강성변화, 에너지소산능력 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 동등이상의 성능 발휘 에너지소산능력에서 기준실험체 대비 최대 32% 상승 효과 |
| 4) 하중-주근 및 띠철근 변형률 | <ul style="list-style-type: none"> 주근과 띠철근 변형률은 유사한 거동 |

원터치-RC클립을 사용할 경우 기준실험체 대비 내진성능 측면 동등 이상의 성능 발휘,
에너지소산능력 기준 1.32배 내진성능 향상 효과

7. 내진성능 검증 : **관련 논문 게재 (한국콘크리트학회 22년 4월)**

Journal of the Korea Concrete Institute
Vol. 34, No. 2, pp. 161~172, April, 2022
https://doi.org/10.4334/JKCI.2022.34.2.161

piSSN 1229-5515
eISSN 2234-2842
www.jkci.or.kr

**강재 클립형 연결장치로 단부를 결속한 횡방향 철근으로 보강된
고강도 콘크리트 기둥의 전단성능**

박경언¹⁾ · 윤현도^{2)*} · 홍성걸³⁾

¹⁾(주)계룡건설산업 부장 ²⁾충남대학교 건축공학과 교수 ³⁾서울대학교 건축학과 교수

**Shear Performance of High-Strength Concrete Columns with Transverse
Reinforcement Binded by Steel Clip-Type Implements**

Kyoung-Yeun Park,¹⁾ Hyun-Do Yun,^{2)*} and Sung-Gul Hong³⁾

¹⁾Manager, Kyeryong Construction Industry, Daejeon 35262, Rep. of Korea
²⁾Professor, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Rep. of Korea
³⁾Professor, Department of Architecture and Architectural Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Rep. of Korea

Journal of the Korea Concrete Institute
Vol. 34, No. 2, pp. 161~172, April, 2022
https://doi.org/10.4334/JKCI.2022.34.2.161

piSSN 1229-5515
eISSN 2234-2842
www.jkci.or.kr

**강재 클립형 연결장치로 단부를 결속한 횡방향 철근으로 보강된
고강도 콘크리트 기둥의 전단성능**

박경언¹⁾ · 윤현도^{2)*} · 홍성걸³⁾

¹⁾(주)계룡건설산업 부장 ²⁾충남대학교 건축공학과 교수 ³⁾서울대학교 건축학과 교수

**Shear Performance of High-Strength Concrete Columns with Transverse
Reinforcement Binded by Steel Clip-Type Implements**

Kyoung-Yeun Park,¹⁾ Hyun-Do Yun,^{2)*} and Sung-Gul Hong³⁾

¹⁾Manager, Kyeryong Construction Industry, Daejeon 35262, Rep. of Korea
²⁾Professor, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Rep. of Korea
³⁾Professor, Department of Architecture and Architectural Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Rep. of Korea

ABSTRACT The detailing of transverse reinforcement leads to significant improvement of ductility with increasing confining core concrete and shear capacity of RC (Reinforced Concrete) columns. Present seismic design codes strictly specify design provisions for quantity, spacing and anchorage of hoops in RC columns. Particularly, 135-degree end hooks for anchorage of hoops can result in difficulty of placing the transverse reinforcements. This paper describes experimental results regarding cyclic behavior of high-strength RC columns with different anchorage details (90-degree, 135-degree, 90-degree and steel clip-type binding implement) of end hooks to improve constructability. Results indicate that the seismic performance of a high-strength RC column confined with hoops with 90-degree end hooks and binding implemented is similar to that of specimen having conventional hoops with 135-degree standard end hooks. Therefore, the use of 90-degree end hooks and steel clip-type binding for anchorage of transverse reinforcement in RC columns is acceptable and can be considered an alternative to 135-degree standard end hooks in rectangular high-strength RC columns.

Keywords : cyclic behavior, RC column, confinement, transverse reinforcement, steel clip-type binding implement

1. 서 론

철근콘크리트 기둥과 같은 압축 및 휨압축 부재에서 횡철근(hoop)은 심부 콘크리트 구속, 주근좌굴 억제 및 전단 저항 능력 향상에 따른 연성증진에 중요한 역할을 한다. 따라서 국내·외 내진설계기준에서는 횡철근의 정착을 위하여 횡철근의 양 말단에 135°로 구부리고 구부린 끝에서 횡철근 직경의 6배(6d_s) 및 최소 75 mm 이상 연장하도록 규정하고 있다(MOLIT 2021).

이러한 띠철근 갈고리 상세는 현장에서 사전에 양단 갈고리를 135°로 교차 시공된 띠철근을 이미 배근된 기둥 주근 상부에서 끼어 넣는 방식과 한쪽 135°에 다른 쪽 90° 갈고리인 띠철근을 배근된 주근에 옆에서 끼어 넣는 다음 90° 갈고리를 135°로 구부리는 방식 중에서 현장조건을 고려하여 작업자가 시공하기 편리한 방법을 선택하여 현장에서 작업하게 된다. 그런데 위 2가지 방법 모두 작업 과정에서 시공하기가 쉽지 않아 구조감리나 감독이 확인하지 않는 경우 현장에서는 작업하기 쉽게 횡철근의 한쪽 또는 양쪽 끝을 90°로 구부려 마무리함으로써 표준갈고리 상세를 따르지 않은 상태로 시공될 우려가 있다.

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

국내에서는 연속 횡철근을 활용한 보강방법(Eom et al. 2013) 등이 제안되었고 국외에서는 U자형 갈고리 클립(Luk-kunaprasit and Sittipunt 2003) 등이 제안되었으며 이와는 다소 사용 차이는 있으나 단면이 큰 기둥에서 연결철근(cross-tie)을 대체할 수 있는 V형 띠철근이 국내에서 제안되었다(Kim and Yang 2015).

이 연구에서는 철근콘크리트 기둥에서 띠철근의 양단부

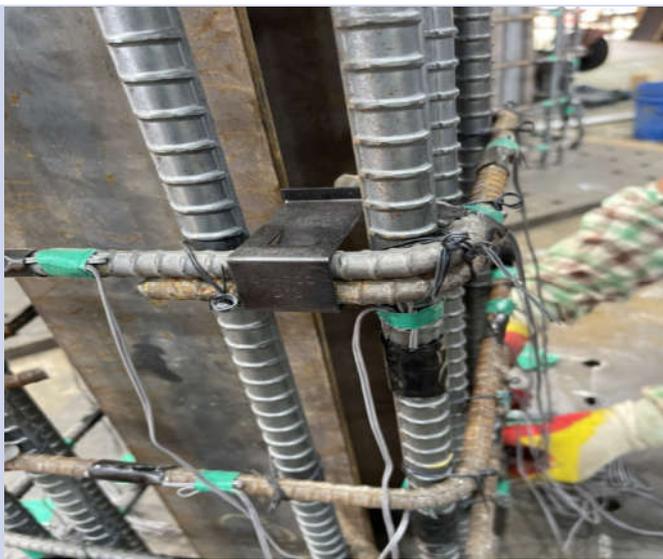
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. 161

제목 : 강재 클립형 연결장치로 단부를 결속한 횡방향 철근으로 보강된 철콘크리트 기둥의 전단거동

8. SRC합성기둥의 RC클립 내진성능 검증 (D13용)

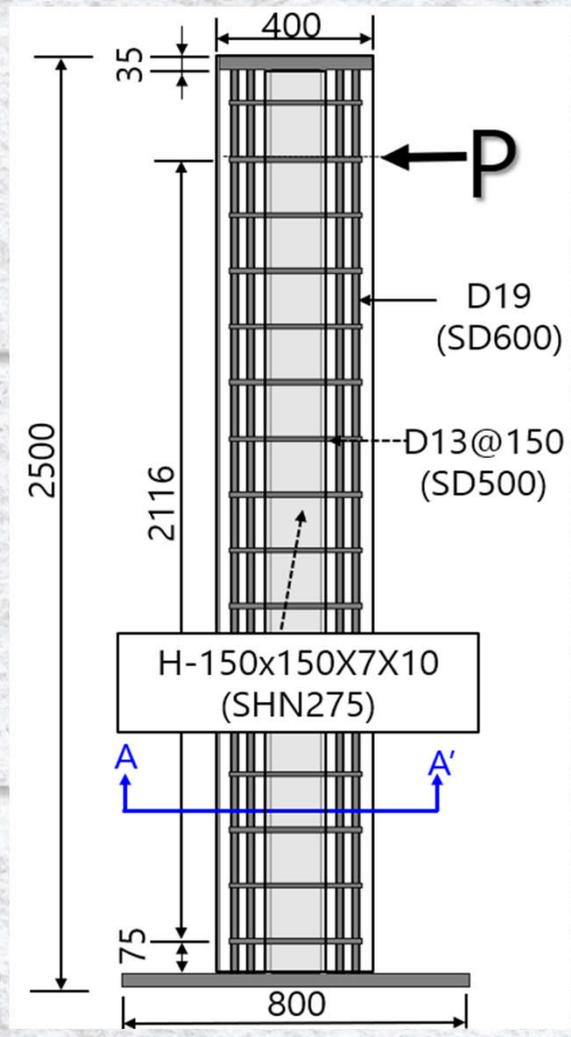
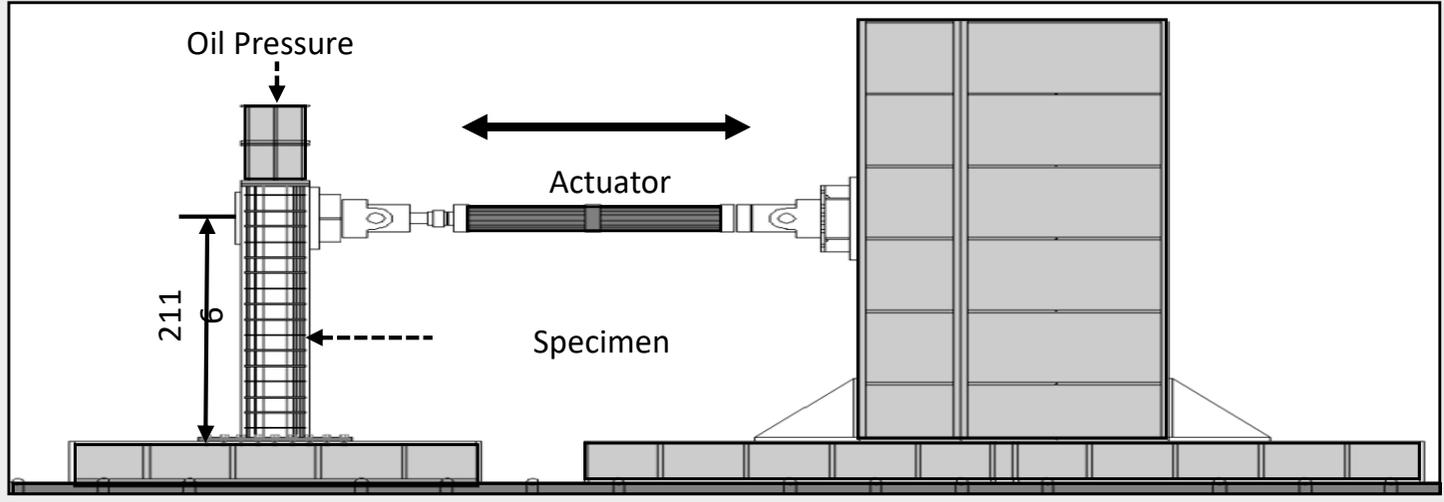


8. SRC합성기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **실험체 철근배근**

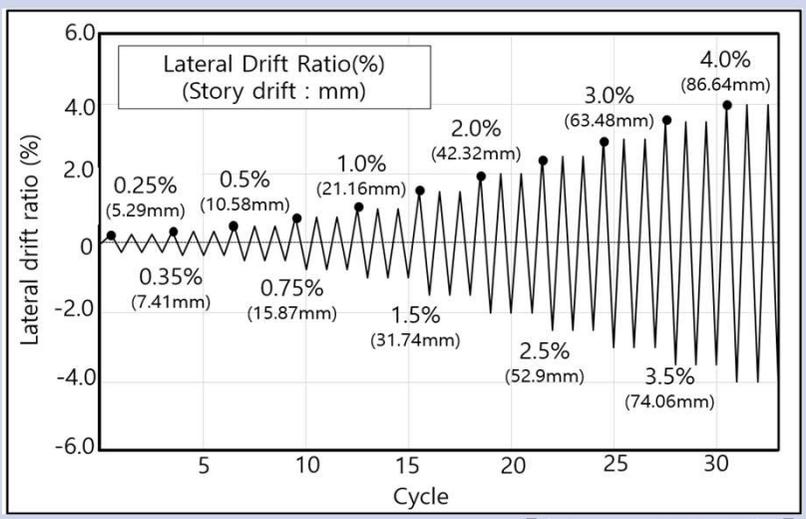


8. SRC합성기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **검증계획**

[실험체 셋팅상세]

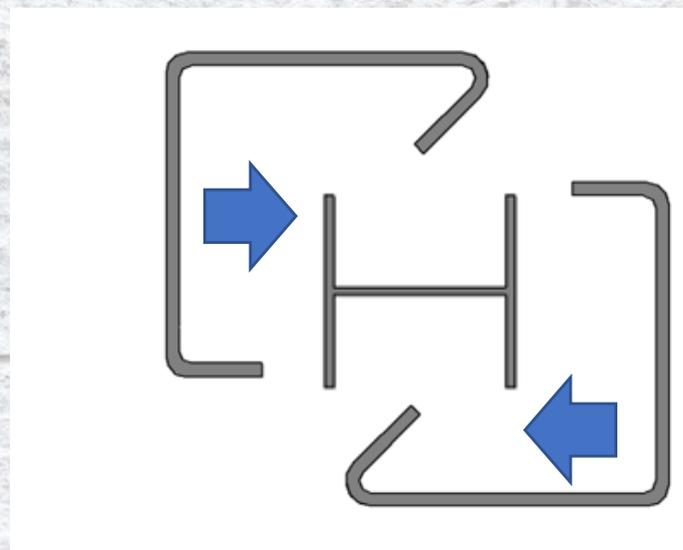


[실험체 종단면도]

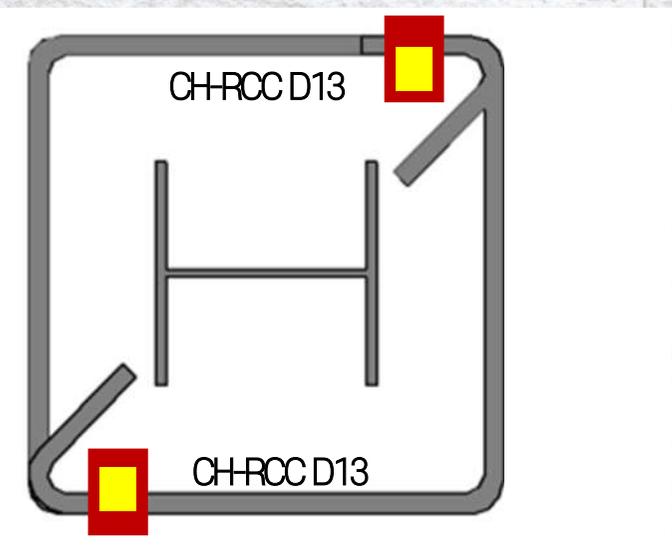


[하중 가력계획]

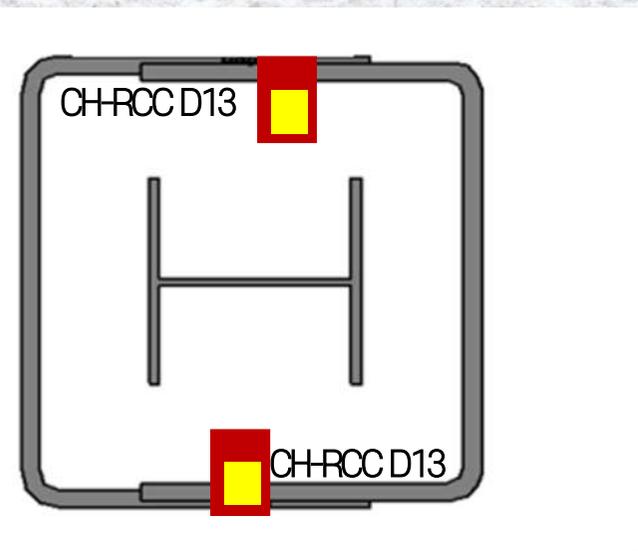
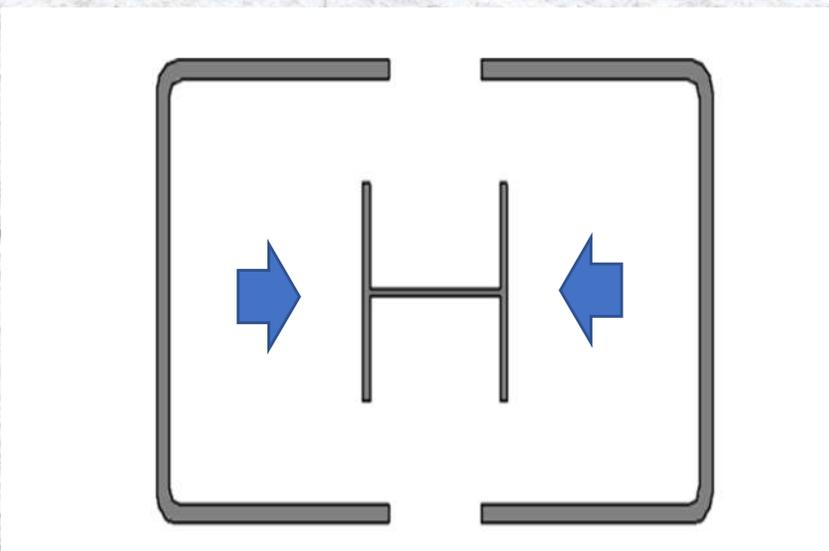
8. SRC합성기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **실험체 철근배근**



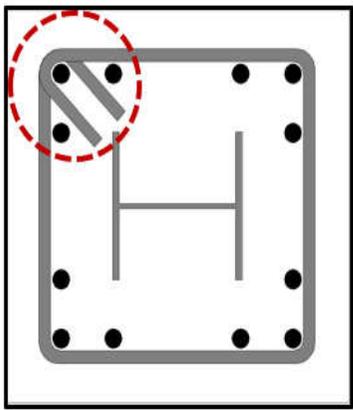
[대체후프-1]



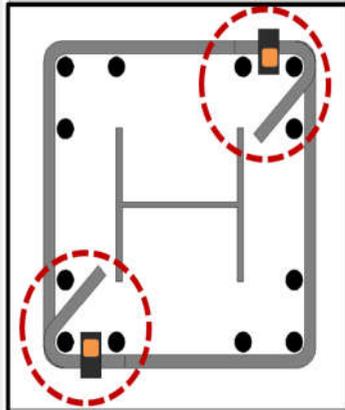
[대체후프-2]



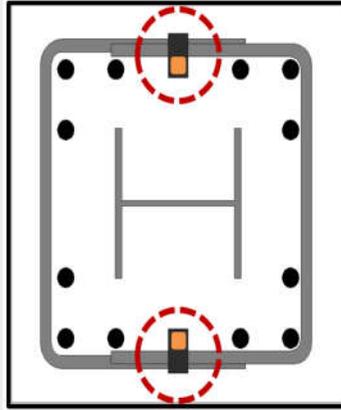
8. SRC합성기둥의 RC클립 내진성능 검증 : 실험체 구분 및 평가항목



[기준실험체]



[대체 후프-1]

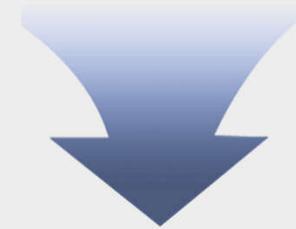


[대체 후프-2]

- 기준실험체는 띠철근 양쪽 135도 갈고리 시공하여 제작
- 대체 후프-1 실험체는 2개의 분리된 ㄱ자형 띠철근을 잇고 이어진 위치에서 RC클립을 체결하여 제작
- 대체 후프-2 실험체는 2개의 분리된 ㄷ자형 띠철근을 잇고 이어진 위치에서 RC클립을 체결하여 제작

(기준실험체)와
(90도 갈고리에 RC클립을 체결한 실험체) 비교

평가 항목 목차

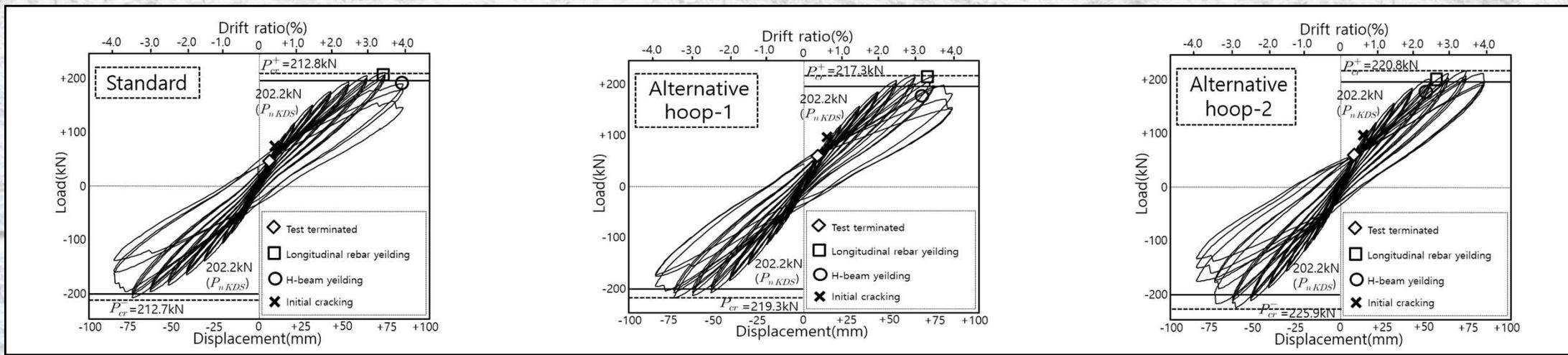


- 1) 황하중-횡변위, 휨내력강도 비교
- 2) 균열진전 및 최종 파괴형상 비교
- 3) 포락곡선, 강성곡선, 에너지소산능력 비교
- 4) 하중-주근 및 띠철근 변형률 비교

8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **횡하중-횡변위 값 비교**

| 실험체 | +P fn.test (KN) | +P fn.test (KN) | +P fn.test (KN) | 휨강도 (Kn*m) | | Mn.test / Mn.KDS | 종방향철근 항복 | | H형강 항복 | |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|--------|------------------|------------------|-------|------------------|-------|
| | | | | Mn.test | Mn.KDS | | 변위 | P(kN) | 변위 | P(kN) |
| 기준실험체 | 212.8 | 212.7 | 212.8 | 450.3 | 377.8 | 1.192 | 3.5%. 1사이클(+) | 212.2 | 4.0%. 1사이클(+) | 277.5 |
| 대체후프-1 | 217.3 | 219.3 | 218.3 | 461.9 | 377.8 | 1.223 | 3.5%. 1사이클(+) | 211.9 | 4.0%. 1사이클(+) | 179.6 |
| 대체후프-2 | 220.8 | 223.4 | 223.4 | 472.7 | 377.8 | 1.251 | 3.0%. 1사이클(-) | 201.2 | 3.5%. 2사이클(-) | 184.7 |

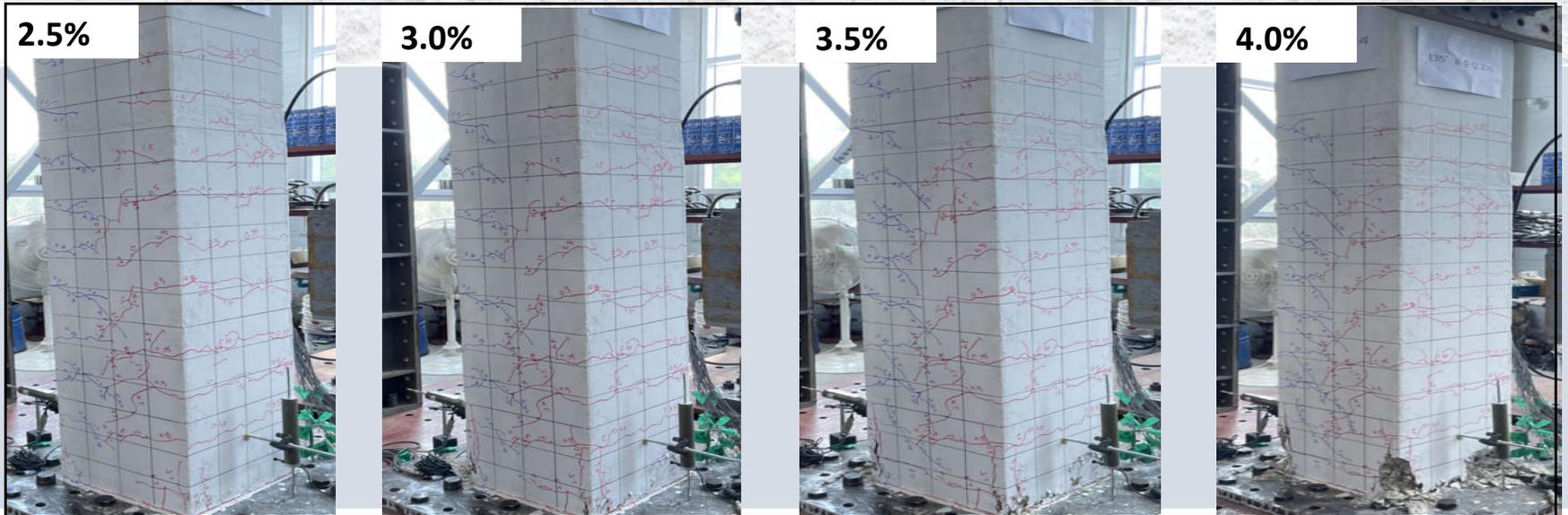
Pfn.test: 정,부기력방향 최대값의 평균값 Mn.KDS: KDS 14 20 20 기준에 의거하여 산출된 휨내력



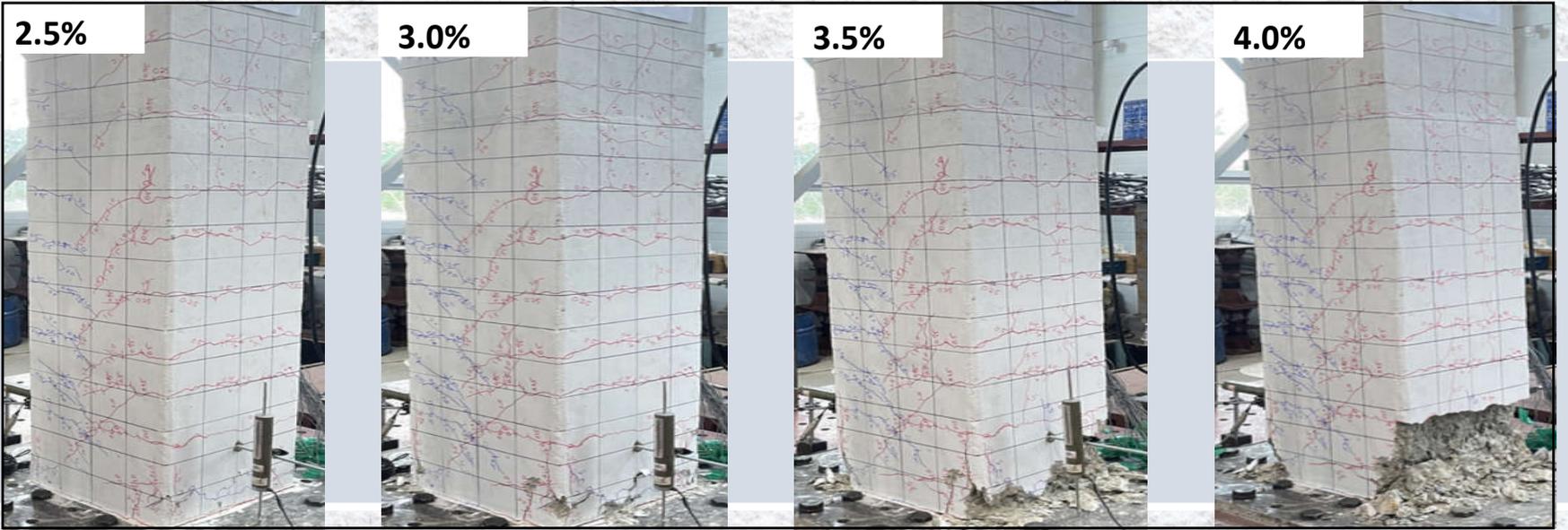
RC클립 체결한 SRC기둥 경우 **기준실험체보다 모든 변위비에서 높은 강도값 유지**

8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : 균열진전 비교

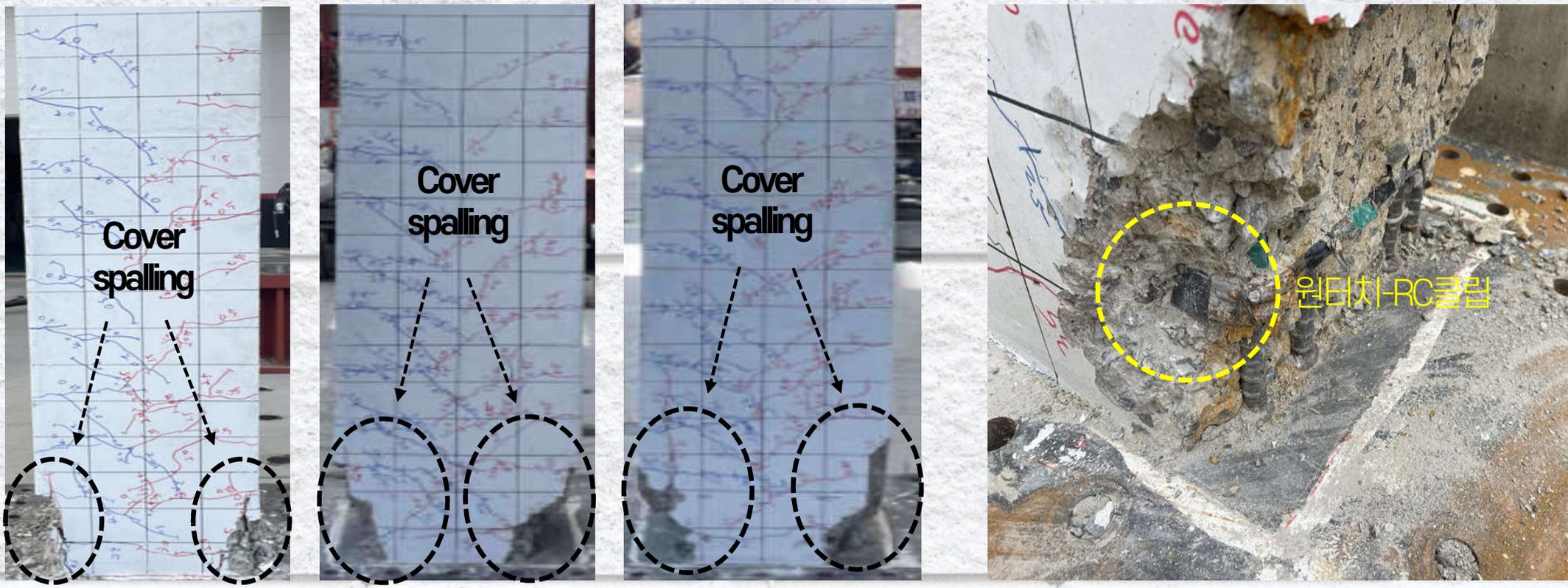
기준실험체



대체후프-1

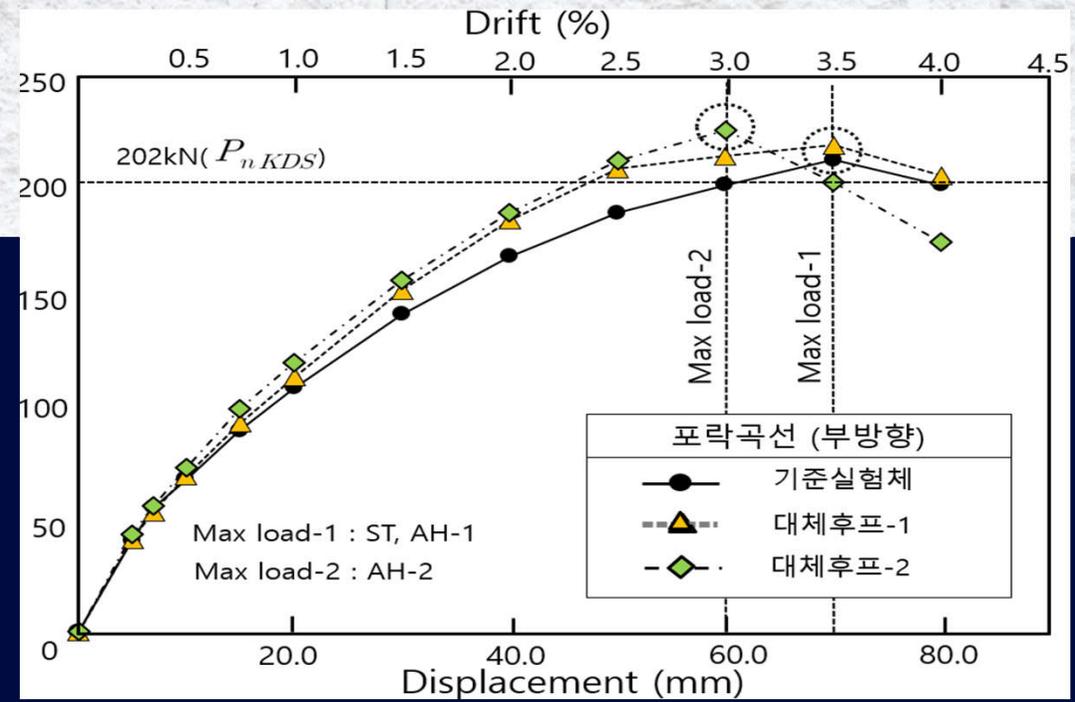
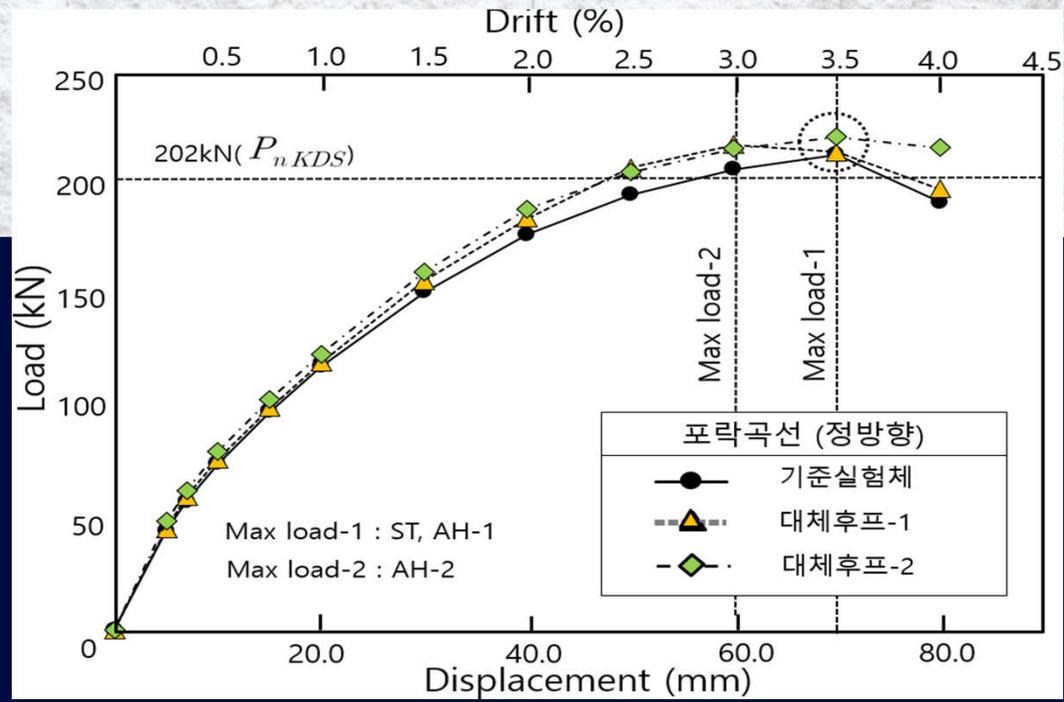


8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : 균열진전 및 최종 파괴양상 비교



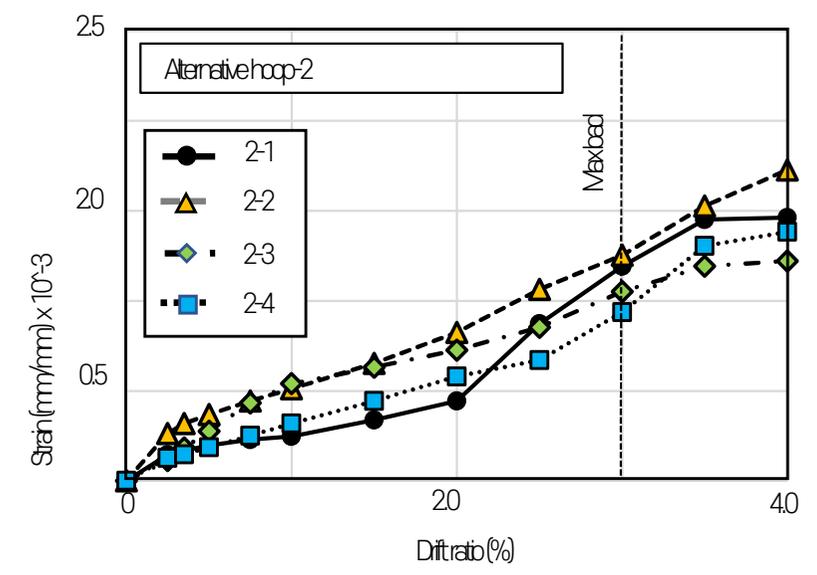
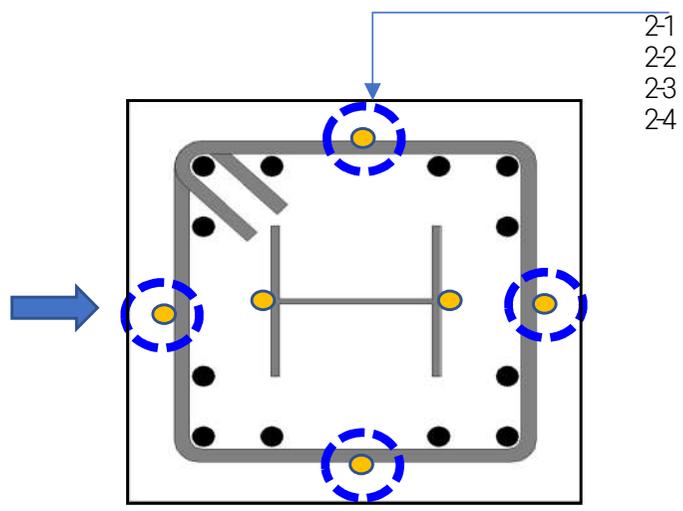
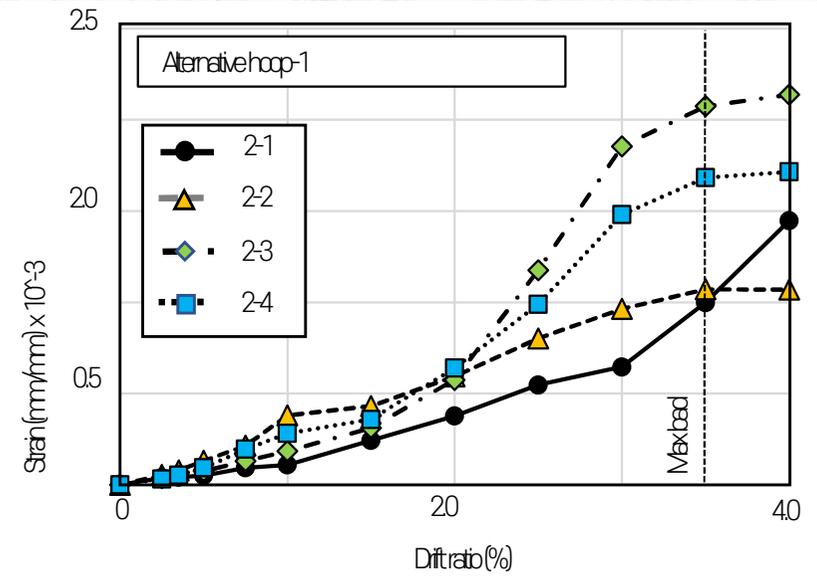
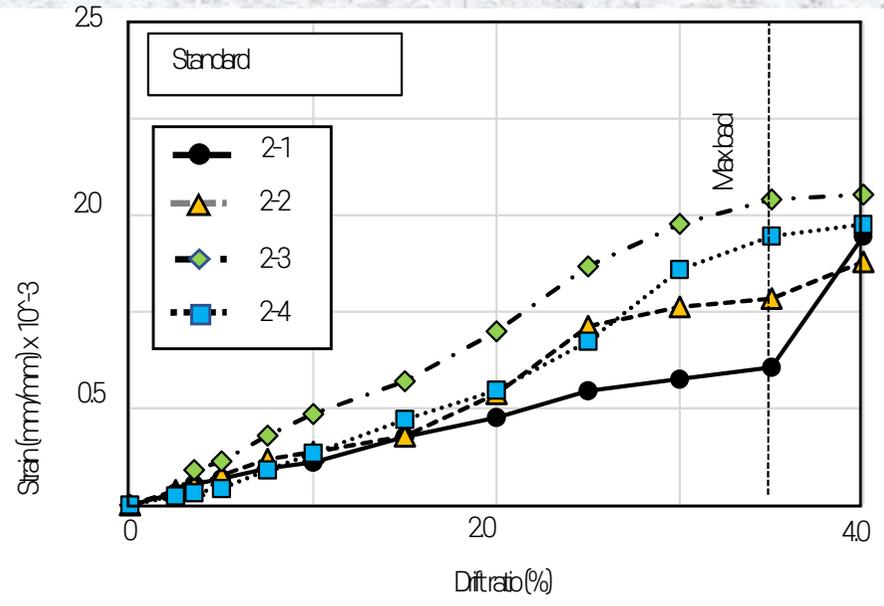
- 유사한 단계에서 콘크리트 균열 및 박리 발생 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교)
- 원터치-RC클립은 갈고리 풀림을 구속하는 모습 상태 유지

8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : 포락곡선 비교

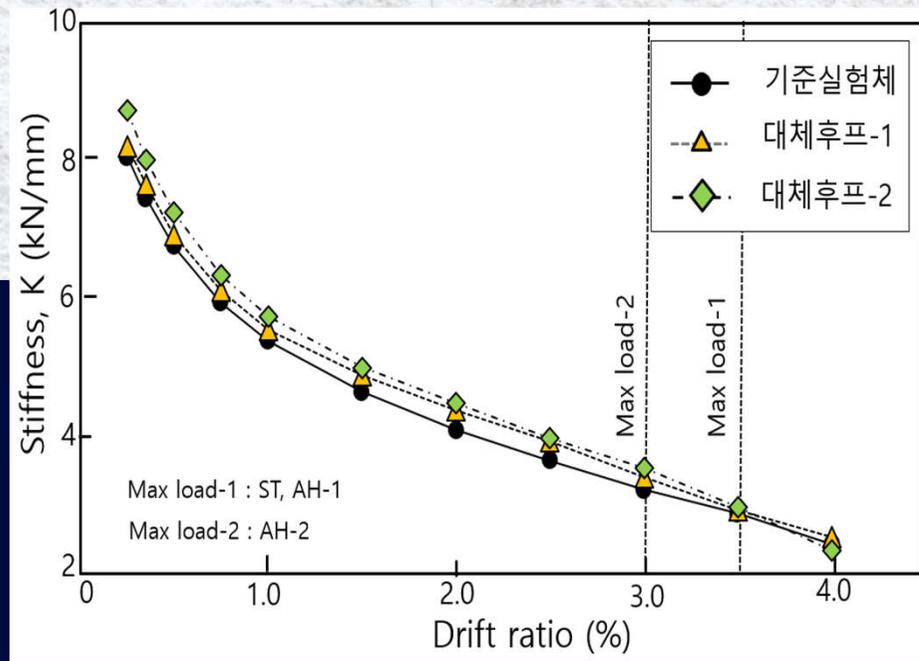


- 포락곡선 비교에서 **RC클립체결한 실험체가 모든 변위비에서 상위의 강도값 유지**
- 변위비 1.5%부터는 확연히 RC클립 체결한 SRC기둥의 강도가 높음

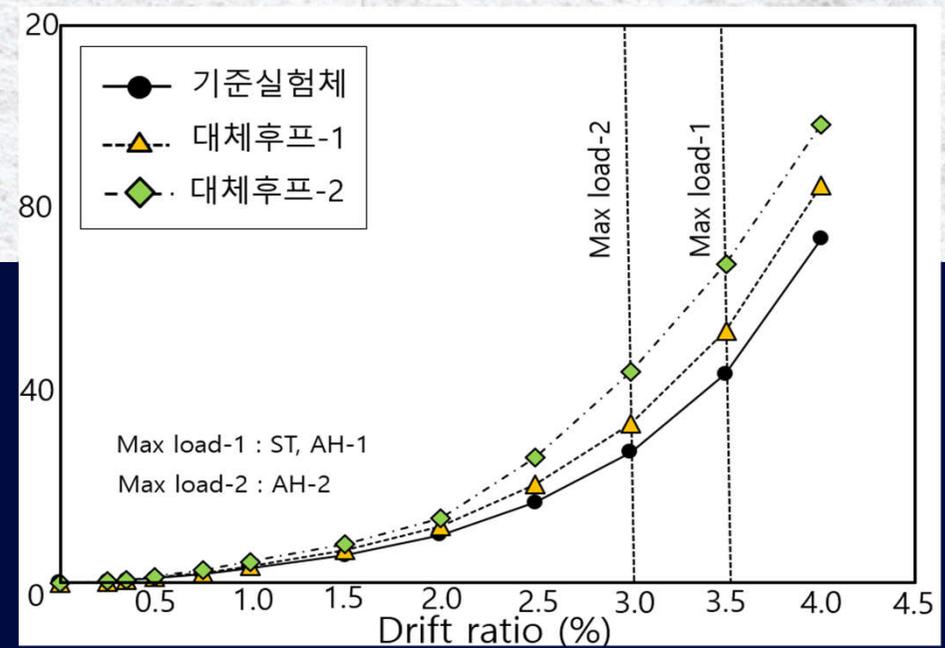
8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : 후프철근 변형률 비교



8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **강성변화, 에너지소산능력 비교**



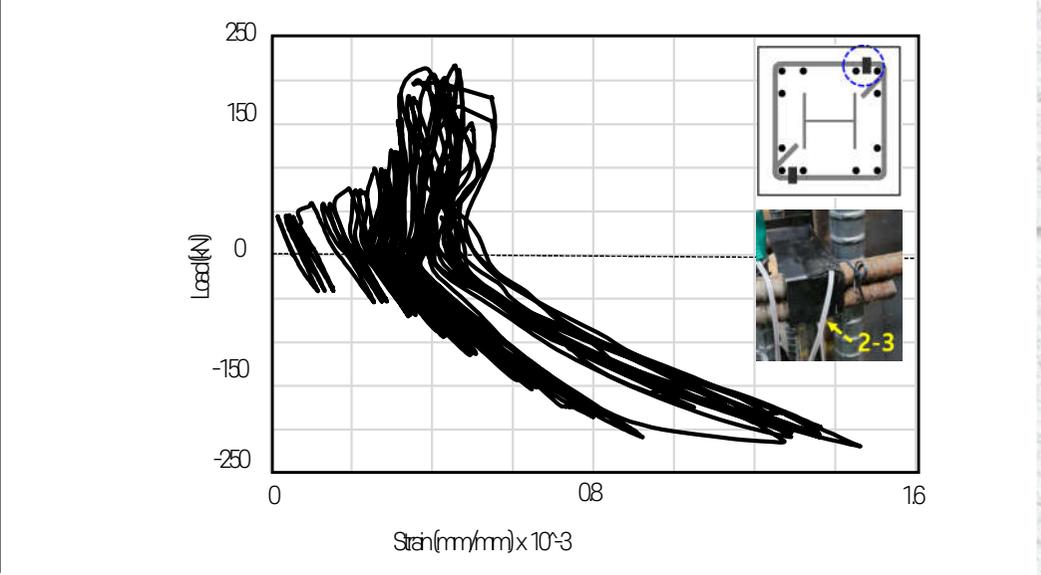
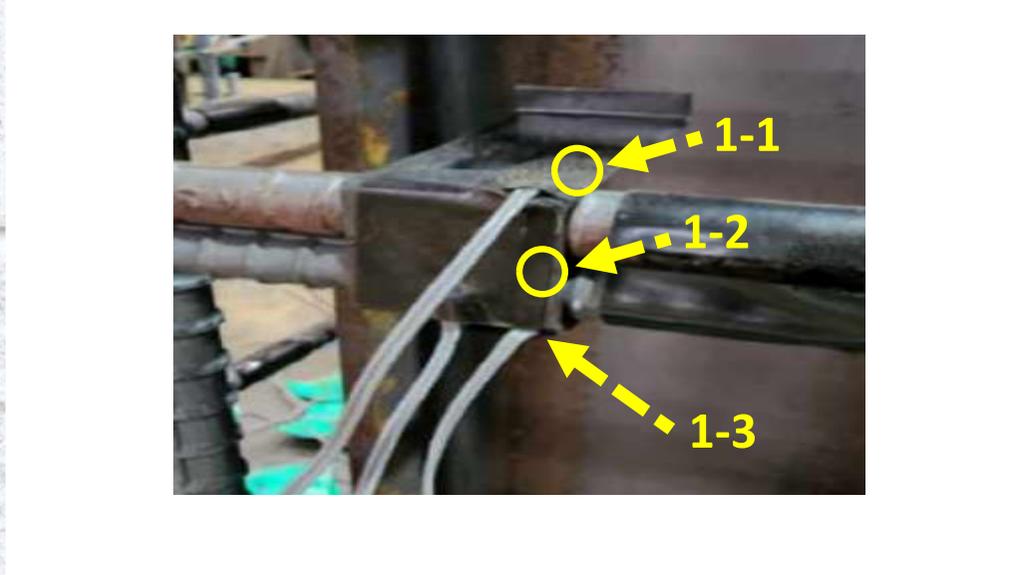
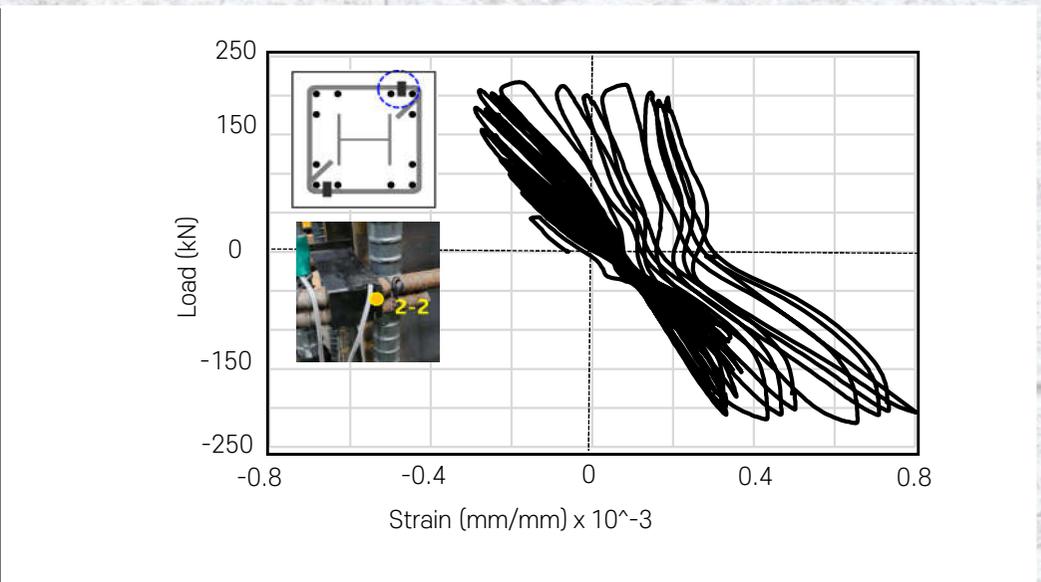
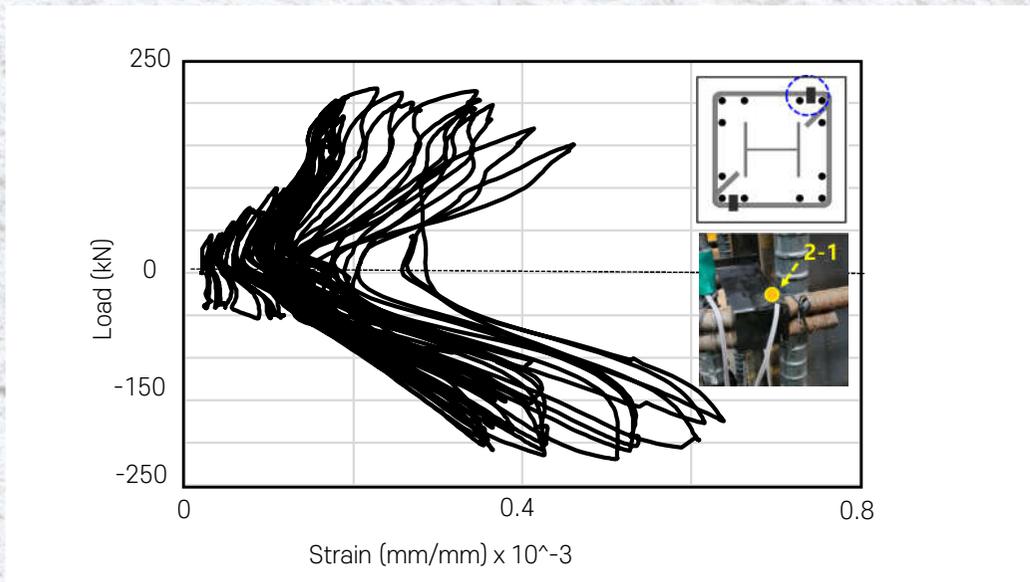
[강성 비교]



[에너지소산능력 비교]

- 원터치-RC클립을 체결한 SRC기둥의 경우, 강성변화는 기준실험체와 비교할 때 초기강성 3%이상 높았으며 전 구간에 걸쳐 높은 강성을 보임
- 에너지소산능력 기준, RC클립을 체결한 SRC기둥의 경우 내진성능 최대 1.33배 향상

8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **RC클립 변형률 확인**

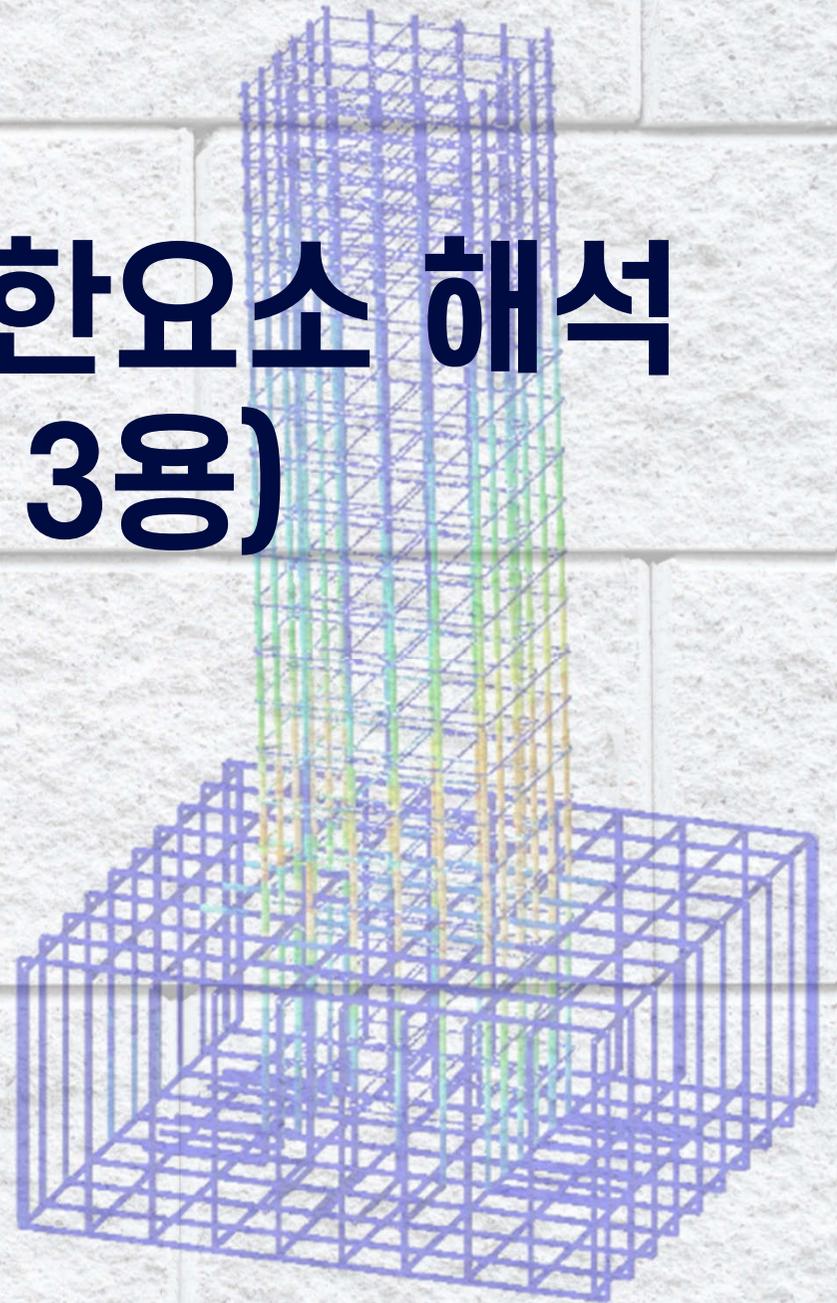


8. SRC기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **검증결과 종합**

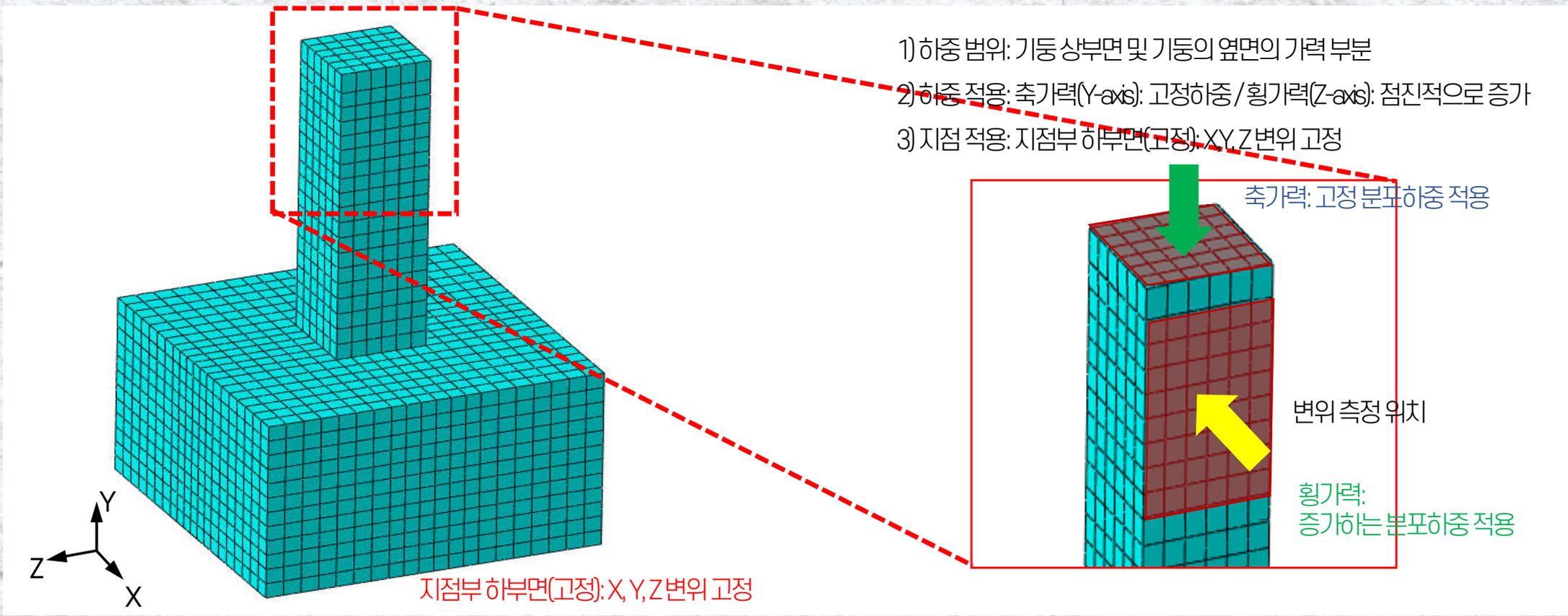
| 평가항목 | 검증결과 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교) |
|---------------------------|---|
| 1) 횡하중-횡변위, 휨내력강도 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 모든 변위비에서 높은 강도값 유지 |
| 2) 균열진전 및 최종 파괴양상 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 유사한 단계에서 콘크리트 균열 및 박리 RC클립은 갈고리 풀림을 구속하는 모습의 상태 유지 |
| 3) 포락곡선, 강성변화, 에너지소산능력 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 동등이상의 성능 발휘 에너지소산능력에서 기준실험체 대비 최대 33% 상승 |
| 4) 하중-주근 및 띠철근 변형률 | <ul style="list-style-type: none"> 주근과 띠철근 변형률은 유사한 거동 |

SRC기둥의 내진성능 측면 **동등 이상의 성능을 발휘, 에너지소산능력 기준 내진성능 1.33배 향상 효과**

9. RC구조에서 유한요소 해석 (D10용, D13용)



9. RC구조에서 유한요소 해석 : 요소망 및 경계조건



Element:

- Steel: S8R (An 8-node doubly curved thick shell, reduced integration., hourglass control, finite membrane strains, reduced integration)
 T3D3 (A 3-node quadratic 3-D truss)
- Concrete: C3D20R (A 20-node quadratic brick, reduced integration, hourglass control)

9. SRC합성기둥의 RC클립 내진성능 검증 : **평가항목**

(기준상세)와 (90도 갈고리에 RC체결한 상세)의 해석 비교

☆☆☆ **평가항목 목차**

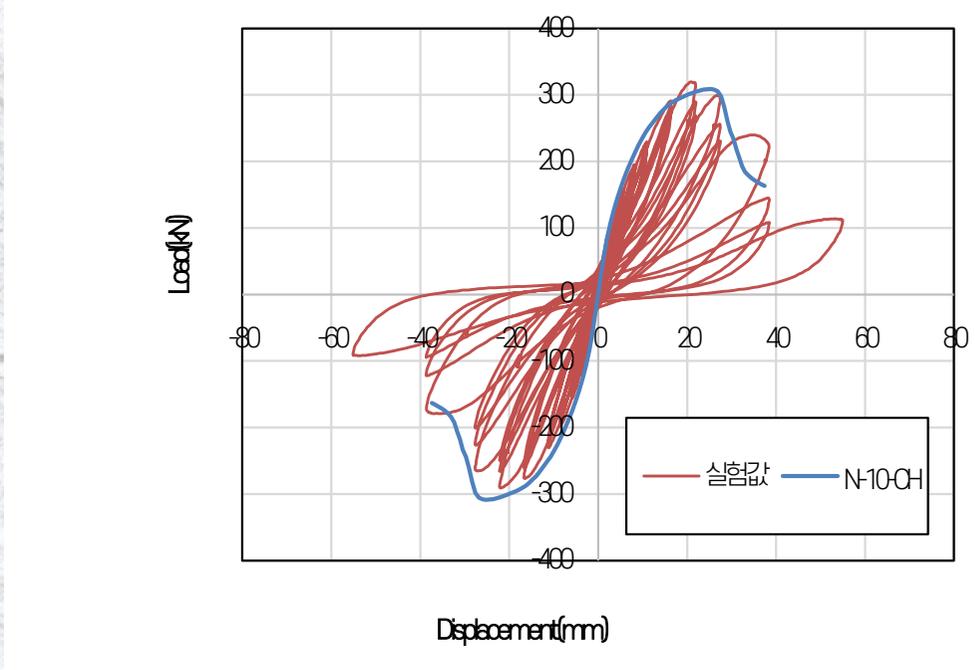
D10, D13에서 실험과
해석 결과 비교

800X800 단면의
기둥에서 해석

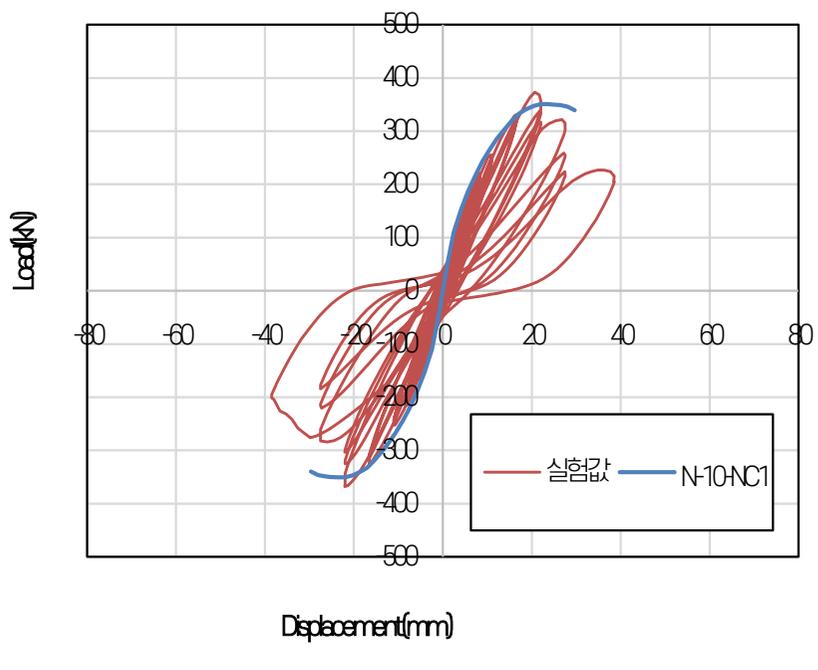
1200X1200 단면크기의
기둥에서 해석

고축력(0.35P)에서
유한요소해석

9. RC구조에서 유한요소 해석 : 실험과 해석결과의 비교 (D10용)



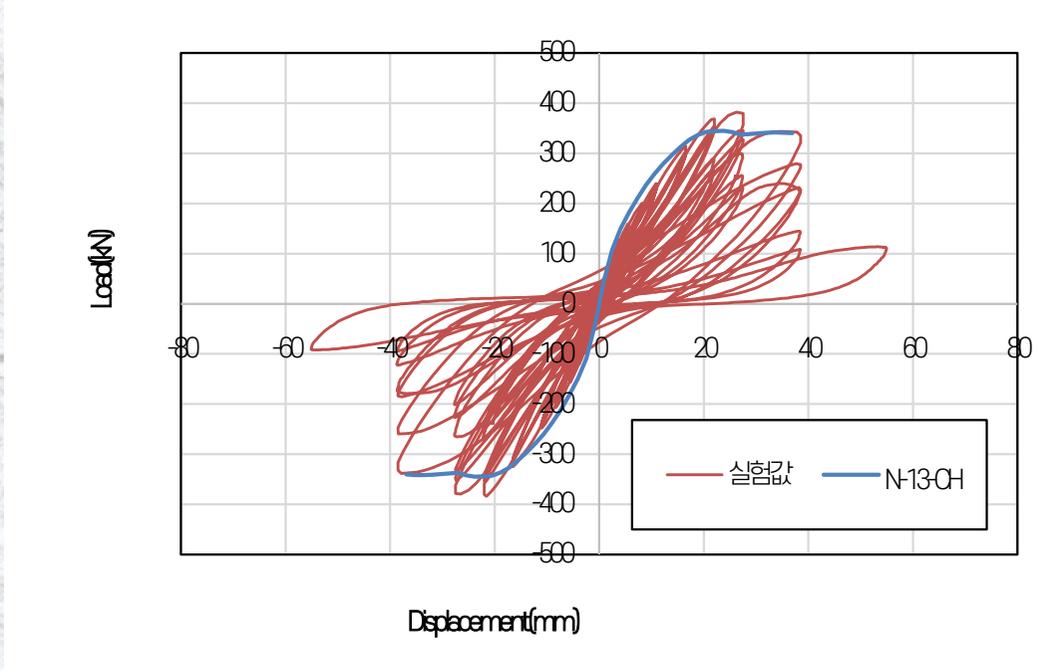
[기준실험체(양쪽 135도)]



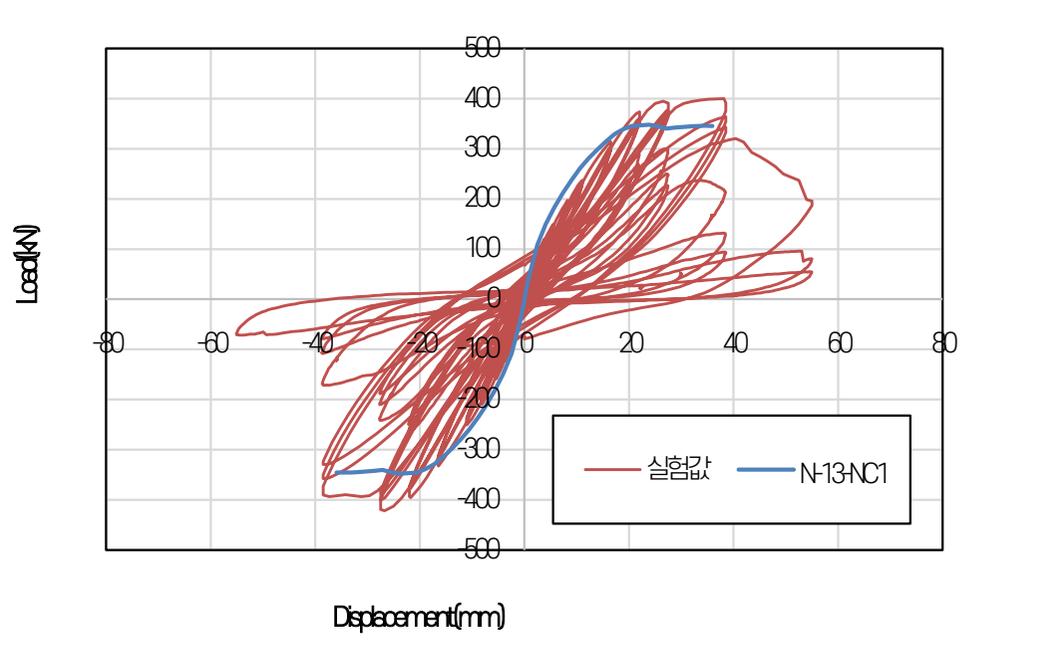
[RC클립 체결 실험체]

| 실험체명 | ABAQUS 해석 결과값 | 실물 실험 결과값 | | | 오차 | | |
|-------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| | 최대하중 (kN) | 정가력 최대하중 (kN) | 부가력 최대하중 (kN) | 평균 최대하중 (kN) | 정가력 오차 (%) | 부가력 오차 (%) | 평균 오차 (%) |
| D10(기준) | 308.5 | 310.0 | 278.0 | 294.0 | -0.48 | 10.97 | 4.93 |
| D10(클립 1EA) | 350.6 | 319.5 | 291.0 | 305.3 | 9.73 | 20.48 | 14.84 |

9. RC구조에서 유한요소 해석 : 실험과 해석결과의 비교 (D13용)



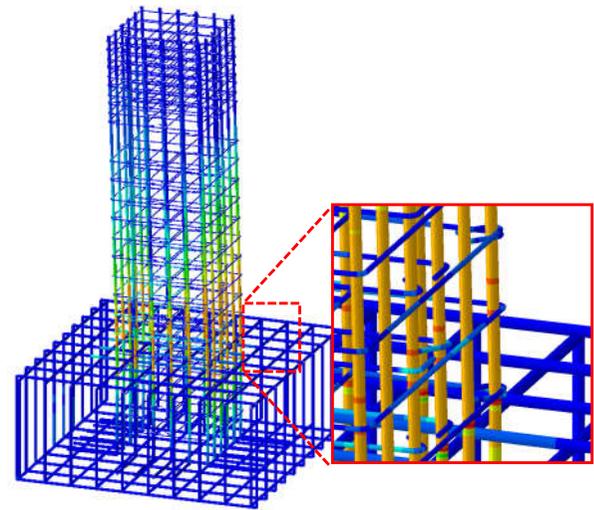
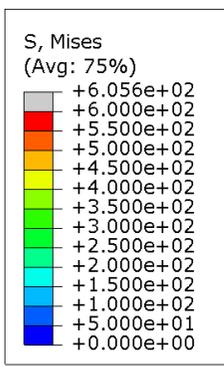
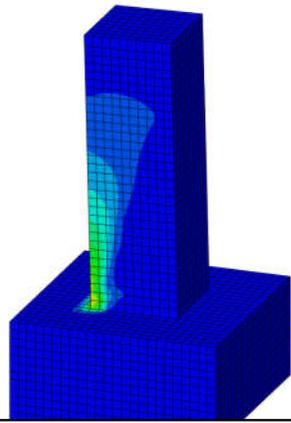
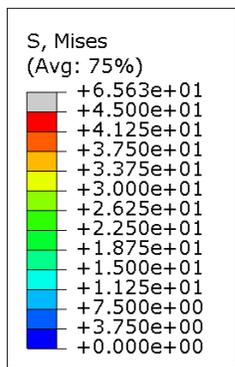
[기준실험체(양쪽 135도)]



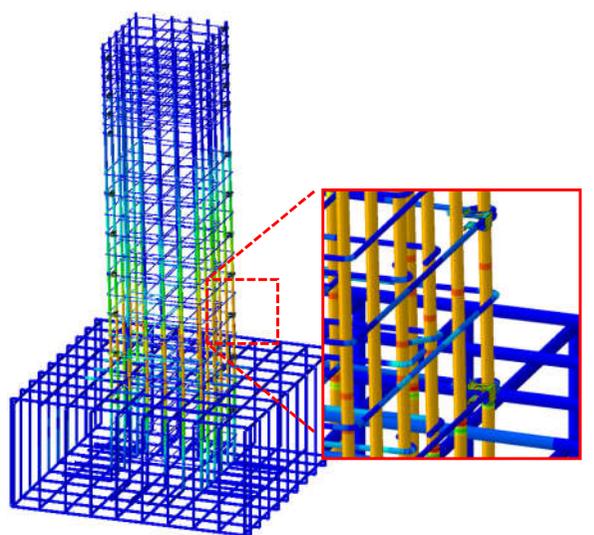
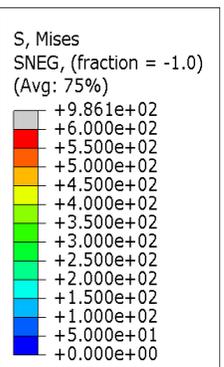
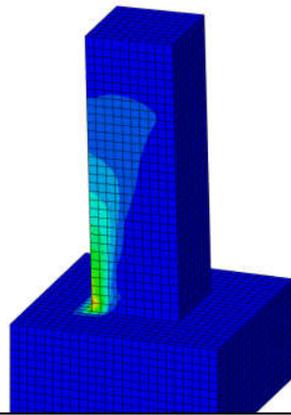
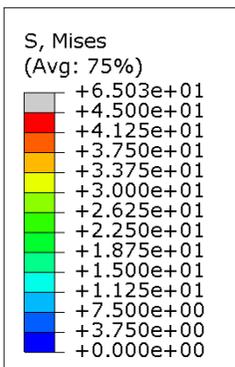
[RC클립 체결 실험체]

| 실험체명 | ABAQUS 해석 결과값 | 실물 실험 결과값 | | | 오차 | | |
|-------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| | 최대하중 (kN) | 정가력 최대하중 (kN) | 부가력 최대하중 (kN) | 평균 최대하중 (kN) | 정가력 오차 (%) | 부가력 오차 (%) | 평균 오차 (%) |
| D10(기준) | 344.9 | 384.9 | 377.2 | 381.1 | -10.40 | -8.57 | -9.51 |
| D10(클립 1EA) | 347.9 | 382.3 | 383.7 | 383.0 | -8.99 | -9.32 | -9.16 |

9. RC구조에서 유한요소 해석 : 800X800 단면의 기둥에서 해석

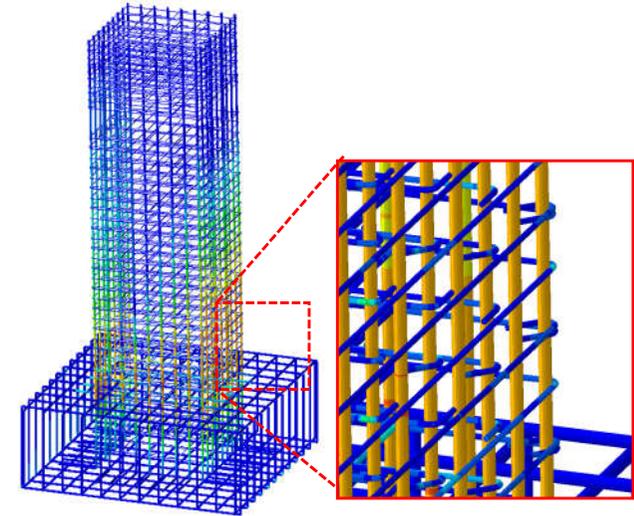
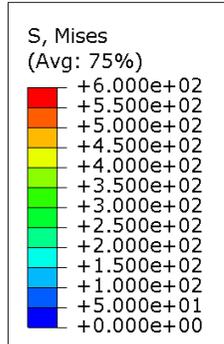
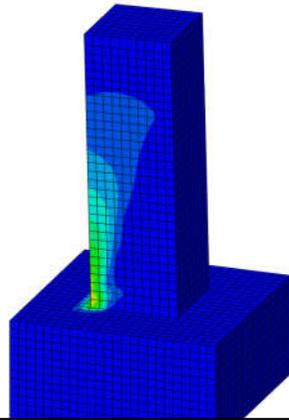
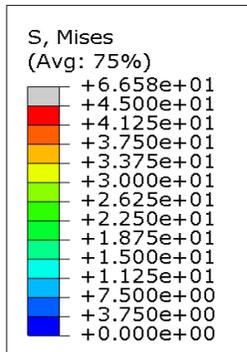


D10(기준) : P=1046.7kN, D=52.9mm

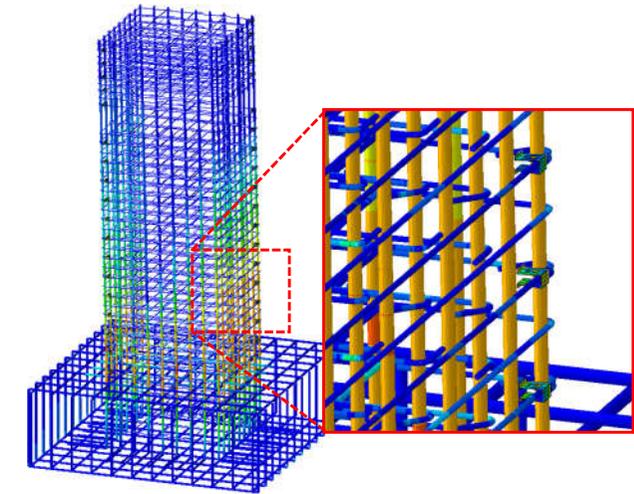
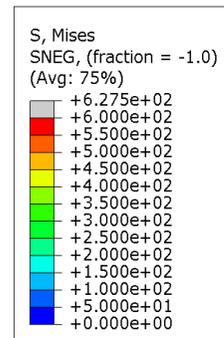
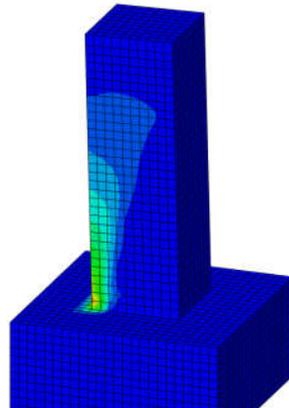
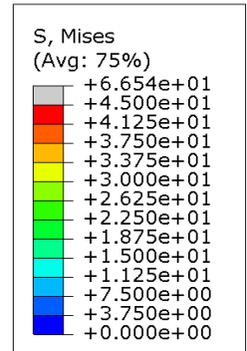


D10(클립1EA) : P=1048.4kN, D=52.9mm

9. RC구조에서 유한요소 해석 : 1200X1200 단면의 기둥에서 해석

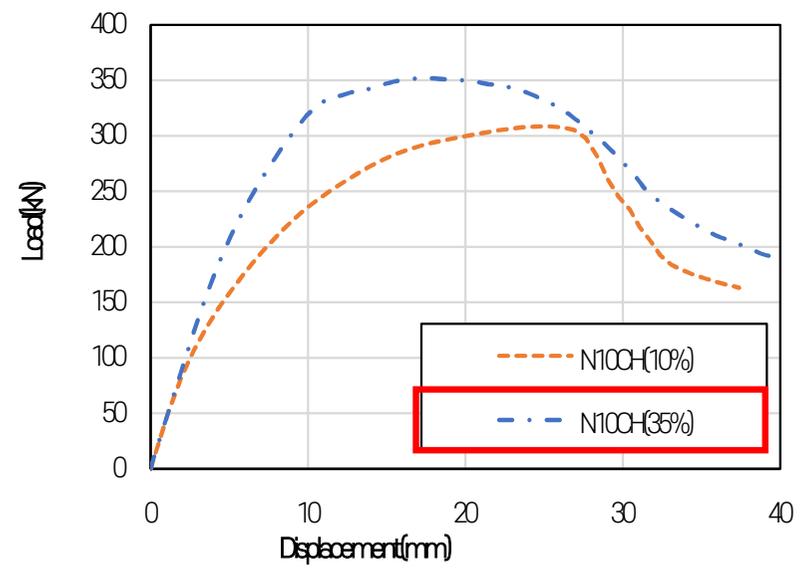


D10(기준) : P=2063.5kN, D=62.4mm

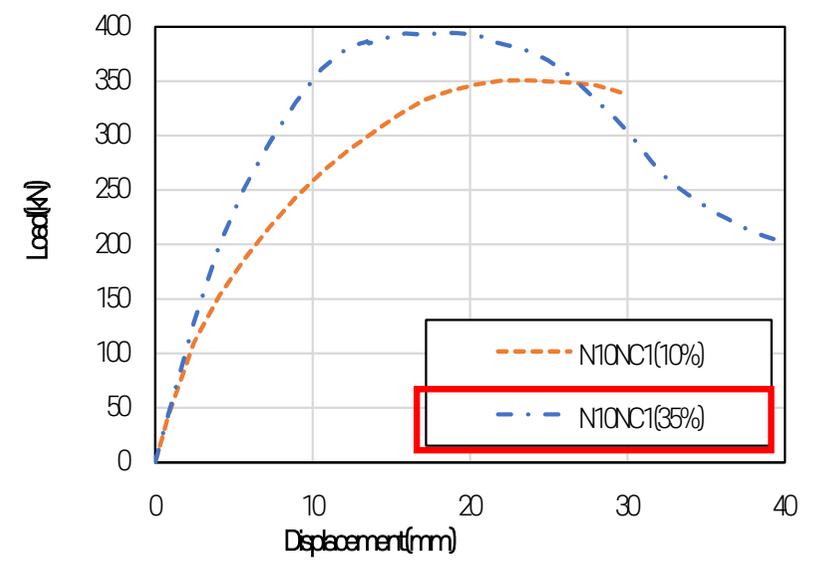


D10(클립1EA) : P=2063.4kN, D=62.4mm

9. RC구조에서 유한요소 해석 : 고축력(0.35P)에서 해석 (D10용)



[기준실험체(양쪽 135도)]



[RC클립 체결 실험체]

| 실험체명 | ABAQUS 해석 결과값 | | 실험체명 | ABAQUS 해석 결과값 | |
|-----------------|---------------|---------|---------------|---------------|---------|
| | 최대하중 (kN) | 변위 (mm) | | 최대하중 (kN) | 변위 (mm) |
| D10-기준(10%) | 308.5 | 24.5 | N-10-NC1(10%) | 350.6 | 22.0 |
| D10-클립1EA (35%) | 351.8 | 17.6 | N-10-NC1(35%) | 394.4 | 18.4 |

9. SRC기둥의 RC클립 내진성능검증 : **검증결과**

| 평가항목 | 검증결과 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교) |
|---------------------------|---|
| 1) 횡하중-횡변위, 휨내력강도 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 모든 변위비에서 높은 강도값 유지 |
| 2) 균열진전 및 최종 파괴양상 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 유사한 단계에서 콘크리트 균열 및 박리 발생 원터치- RC클립은 갈고리 풀림을 구속하는 모습의 상태 유지 |
| 3) 포락곡선, 강성변화, 에너지소산능력 비교 | <ul style="list-style-type: none"> 동등이상의 성능 발휘 에너지소산능력에서 기준실험체 대비 최대 33% 상승 효과 |
| 4) 하중-주근 및 띠철근 변형률 | <ul style="list-style-type: none"> 주근과 띠철근 변형률은 유사한 거동 |

원터치-RC클립 사용할 경우, 내진성능 측면 동등 이상의 성능을 발휘, 에너지 소산능력 기준 기준실험체 대비 내진성능 1.33배 향상 효과

9. SRC기둥의 RC클립 내진성능검증 : **관련논문 게재(한국전산구조학회/23년 8월)**

*J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea, 36(4)
pp.243 ~250, August, 2023
https://doi.org/10.7734/COSEIK.2023.36.4.243*

CS pISSN 1229-3059 eISSN 2287-2302
Computational Structural
Engineering Institute of Korea

**반복 횡하중이 작용하는 강재 클립형 연결장치로 결속된
철근 콘크리트 기둥의 비선형 유한요소해석**

김용주¹·최병정²
¹경기대학교 일반대학원 건축공학과 박사과정, ²경기대학교 건축공학과 교수

**Nonlinear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Columns with
Steel Clip-Type Implements Subjected to Cyclic Lateral Loading**

Yong Joo Kim¹ and Byong Jeong Choi²
¹Graduate Student, Architectural Engineering, Kyonggi University, Suwon, 16227, Korea
²Professor, Architectural Engineering, Kyonggi University, Suwon, 16227, Korea

Abstract

Both ends of the hoop reinforcement in the reinforced concrete (RC) columns subjected to lateral loading must necessarily be bent by 135° so as to ensure a sufficient level of ductility. However, as this reinforcement is extremely difficult to construct, this requirement is often not satisfied at construction sites. This study entailed an experimental investigation on RC columns subjected to cyclic lateral loading equipped with steel clip-type implements that were developed to replace the complicated 135° hoop reinforcement details. Four RC column specimens were manufactured, and the main test parameters included the use of high-strength concrete and steel clip-type implements. Furthermore, three-dimensional finite element models were employed to evaluate the structural performances of the test specimens in a nonlinear analysis. The results of the test and finite element analyses indicate that the RC columns with the steel clip-type implements exhibit structural performances equal to or better than those with the 135° hoop reinforcement details. Further, the finite element analysis results agree well with the test results.

Keywords : reinforced concrete column, hoop reinforcement, lateral loading, hysteresis behavior, steel clip-type binding implement, nonlinear finite element analysis

1. 서론

최근 발생한 2016년 경주지진 및 2017년 포항지진 이후 우리나라도 지진 재해에 대한 안전지대가 아니라는 사회적 인식이 확산되고 있을 뿐만 아니라 지진에 의한 피해를 줄일 수 있는 내진 설계 기술에 대한 관심이 점점 증가하고 있다. 건물의 구조설계에 보편적으로 가장 많이 적용되고 있는 철근 콘크리트 구조의 경우 수직하중을 담당하는 기둥 부재에 연직하중을 담당하기 위한 주근 뿐만 아니라 횡하중에 효과적으로 저항할 수 있도록 미철근을 배근하도록 하고 있다(MOLIT, 2022a). 건설설계기준(Korean Design Standard)은 미철근의 횡하중에 대한 연성능력 확보를 위해 미철근의 양 단부를 135°로 구부리고, 미철근 직경의 6배 및 최소 75mm 이상 연장하도록 규정하고 있다(MOLIT, 2021).

이러한 미철근 갈고리 상세의 시공은 현장에서 일반적으로 미리 양쪽 갈고리를 135°로 굽힌 뒤 기둥 단부 주근 상부로부터 끼워 넣거나, 한쪽만 135°로 구부린 미철근을 측면 방향에서 기둥 주근에 끼운 뒤 다른 단부를 135°로 마치 구부리는 방식 중 하나를 선택하게 된다. 그러나 이 두 가지 방식 모두 작업과정이 수월하지 않아 편의상 미철근의 양쪽 끝을 135°가 아닌 90°로 구부려 시공함으로써 기준을 제대로 준수하지 않는 경우가 종종 발생하고 있다.

¹Corresponding author:
Tel: +82-31- 249-9702; E-mail: bjchoi@kyonggi.ac.kr
Received June 16 2023; Revised June 20 2023;
Accepted June 21 2023
© 2023 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

*J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea, 36(4)
pp.243 ~250, August, 2023
https://doi.org/10.7734/COSEIK.2023.36.4.243*

CS pISSN 1229-3059 eISSN 2287-2302
Computational Structural
Engineering Institute of Korea

**반복 횡하중이 작용하는 강재 클립형 연결장치로 결속된
철근 콘크리트 기둥의 비선형 유한요소해석**

김용주¹·최병정²
¹경기대학교 일반대학원 건축공학과 박사과정, ²경기대학교 건축공학과 교수

**Nonlinear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Columns with
Steel Clip-Type Implements Subjected to Cyclic Lateral Loading**

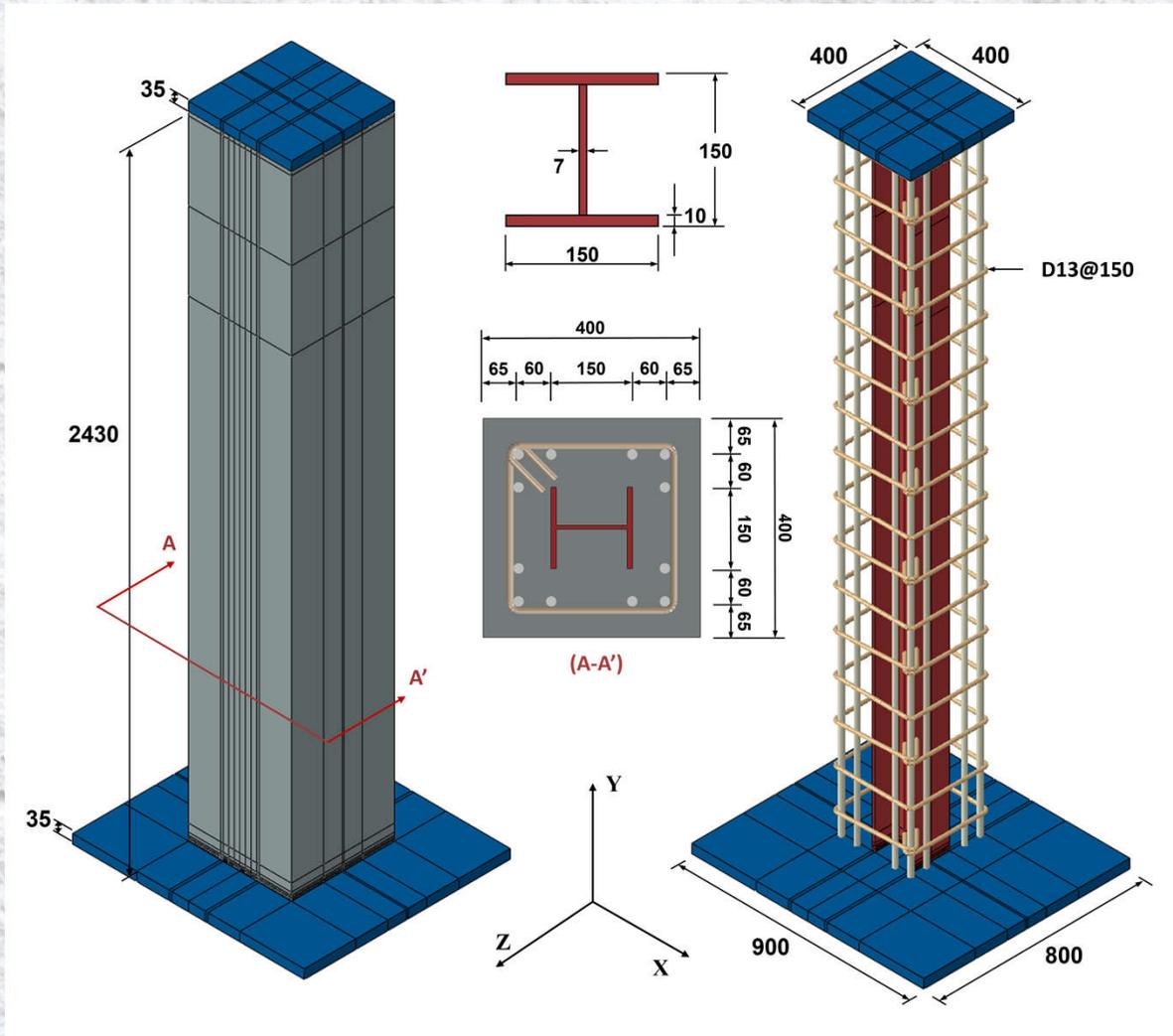
Yong Joo Kim¹ and Byong Jeong Choi²
¹Graduate Student, Architectural Engineering, Kyonggi University, Suwon, 16227, Korea
²Professor, Architectural Engineering, Kyonggi University, Suwon, 16227, Korea

제목 : 반복횡하중이 작용하는 강재 클립형 연결장치로 결속된 철근 콘크리트 기둥의 비선형 유한요소해석

10. SRC합성기둥에서 유한요소해석 (D13용)



10. SRC합성기둥에서 유한요소 해석 : **사용프로그램 및 구성요소**



[해석모델 형상 및 단면치수]

유한요소해석 사용 프로그램 :

상용 프로그램인 ABAQUS/CAE(2020)을 사용

유한요소해석 : 비선형 정적해석(Static, Riks)을 수행

비선형의 경우 재료 비선형만을 적용

해석모델의 구성요소 :

가력 하중에 저항하는 '주요 구조 요소',

실험체 변수에 따른 보조철물

(대체후프 및 원터치-RC클립)들은 '추가 구조 요소',

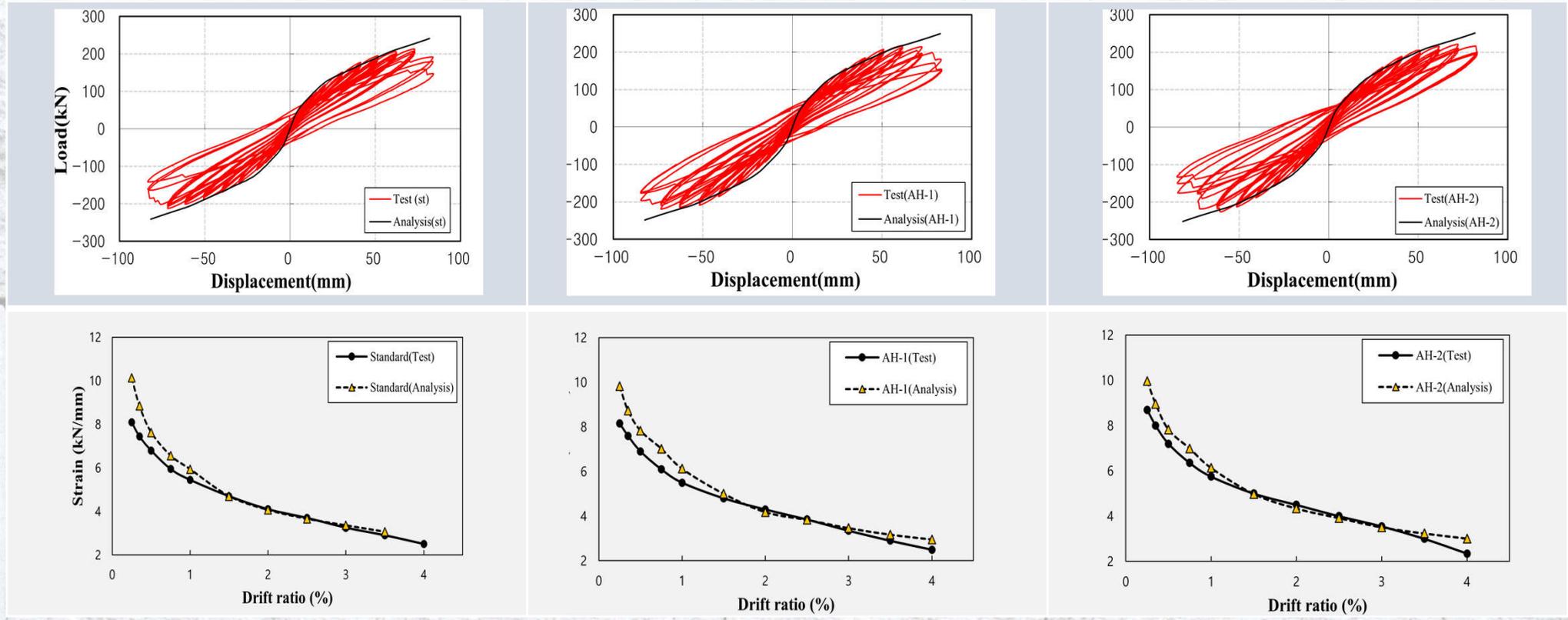
지점 및 하중 조건 적용을 위한 '보조 요소'가 있음

10. SRC합성기둥에서 유한요소 해석 : 실험변수 모델링

[CH-RCC D13 및 실험변수 모델링]

- 해석모델의 주요 구조 요소: H형강, 콘크리트
- 보조철물 : 주근, 대체후프, 원터치-RC클립
- 보조 요소: 가력부와 지점부 강판

10. SRC합성기둥에서 유한요소 해석 : **실험과 해석값**

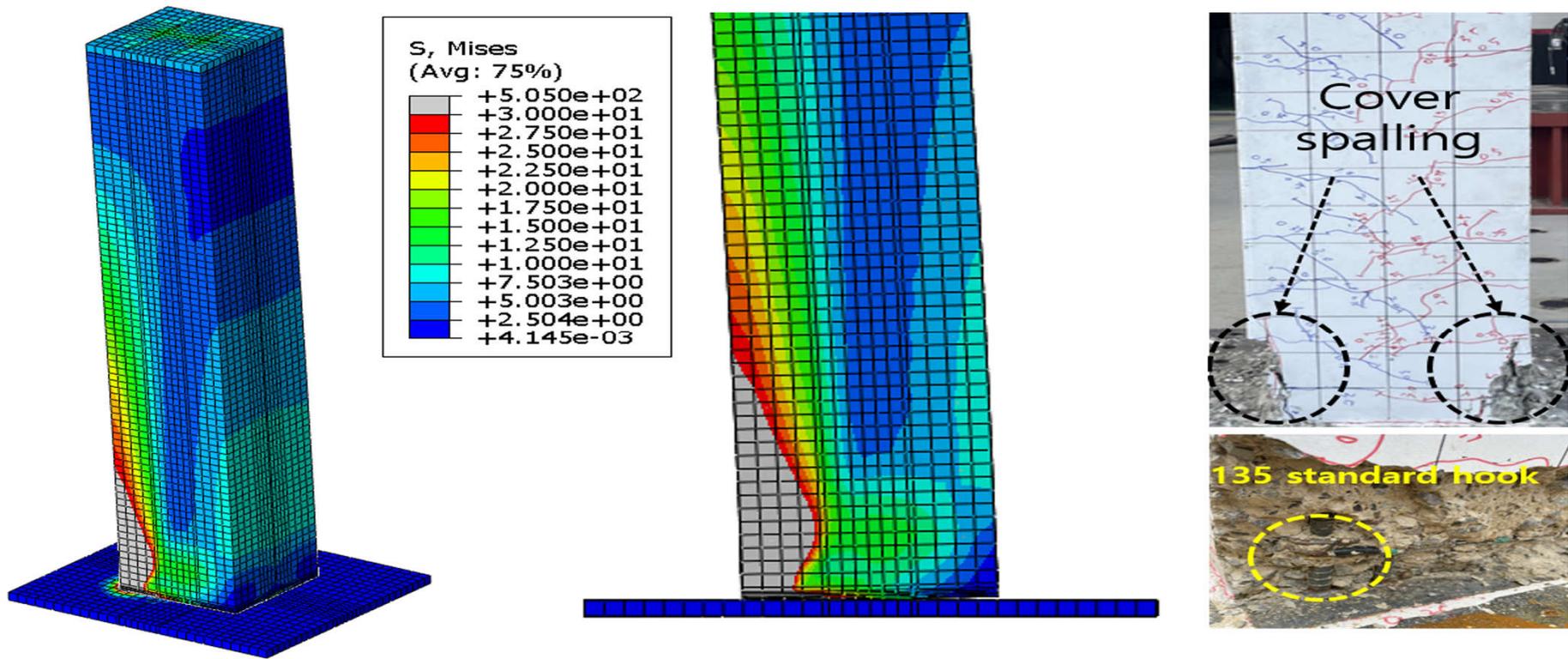


| 구분 | 해석에 의한 대변위(mm) | 실험에의한 최대하중값(kN) | 해석에의한 최대하중값(kN) | 오차 (%) |
|--------|----------------|-----------------|-----------------|--------|
| 기준실험체 | 73.9 | 2128 | 227.5 | 6.5 |
| 대체후프-1 | 63.3 | 217.3 | 219.8 | 1.1 |
| 대체후프-2 | 73.9 | 220.8 | 239.1 | 7.7 |

실험과 해석간의 오차는 1.1%에서 7.7% 수준에서 매우 신뢰성 있는 것으로 나타남.

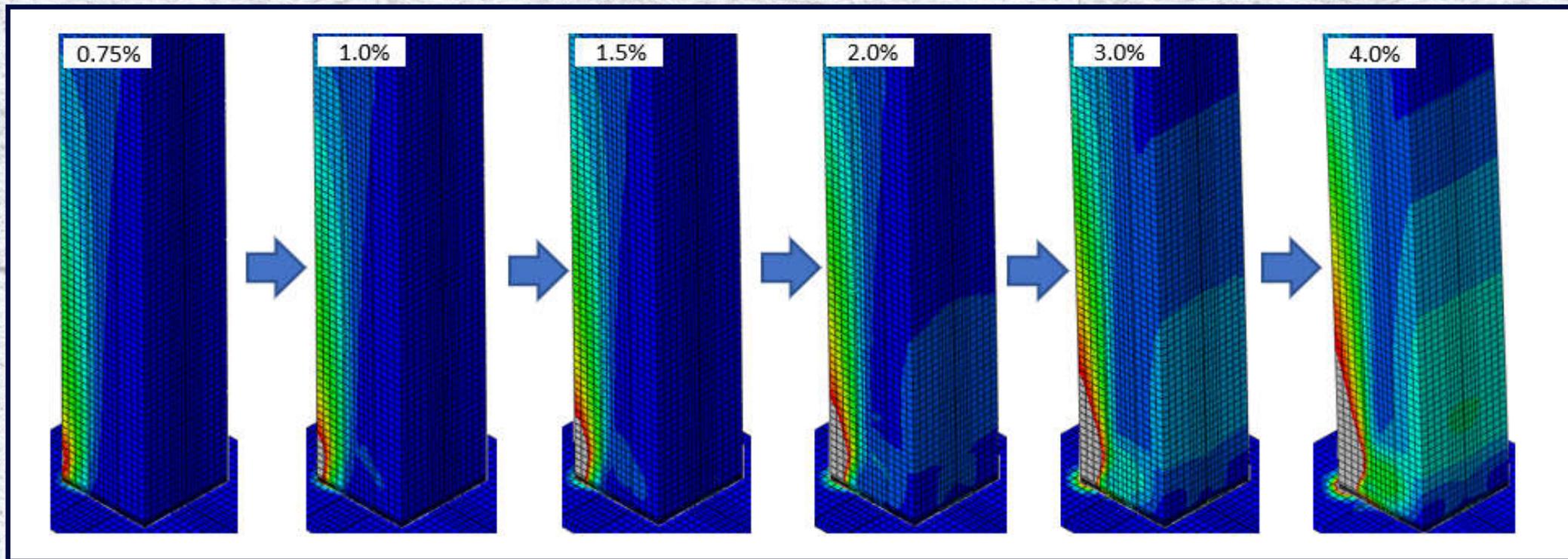
10. SRC합성기둥에서 유한요소 해석: 실험과 해석값 비교

von Mises 응력분포와 실험의 파괴양상 비교하기 위한 실험 **최대하중일 때 응력분포 비교**



횡방향 단조가력으로 응력의 회색으로 표시되는 기둥 하부 콘크리트 압축부에 응력이 집중

9. RC구조에서 유한요소 해석 : 고축력(0.35P)에서 해석 (D10용)

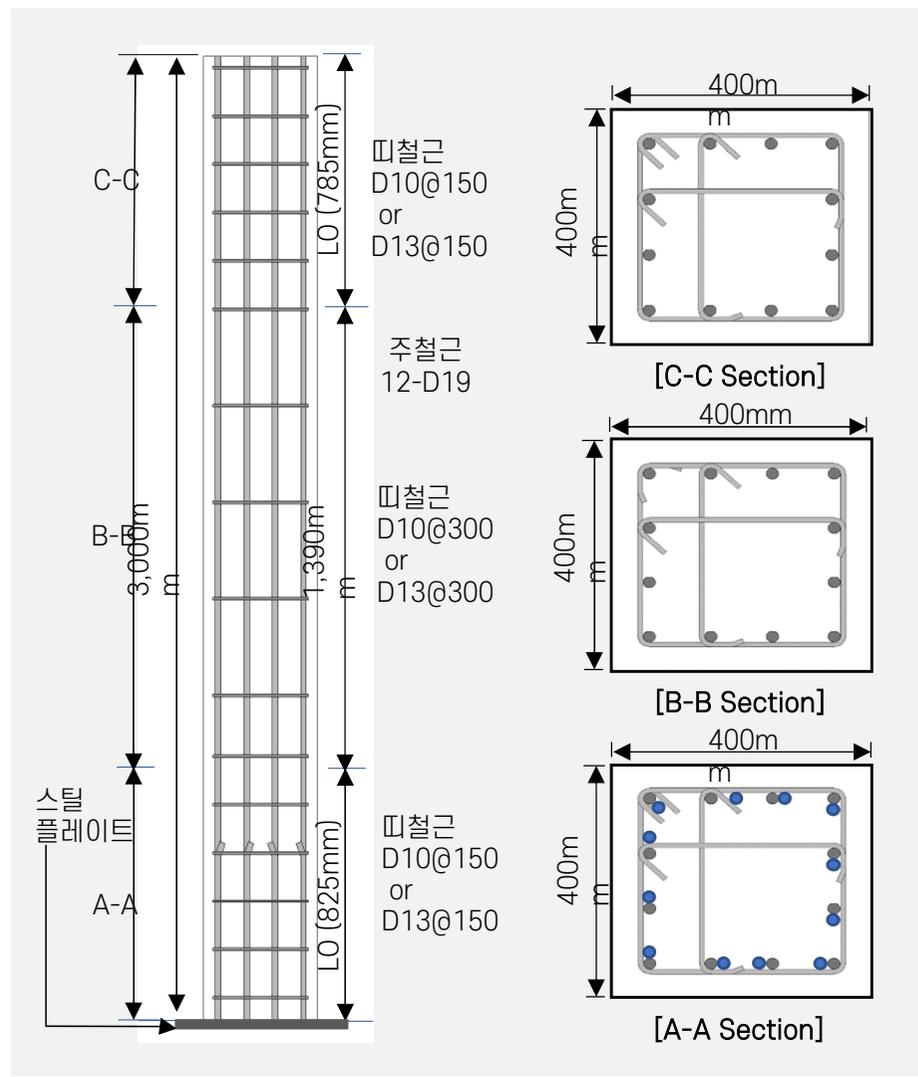


- 횡방향 단조가력으로 인해 응력분포의 회색으로 표시되는 기둥 하부 콘크리트 압축부에 응력이 집중
- 이때 콘크리트 압축강도인 30MPa를 초과하고 해당 부분에서 파괴한 것으로 확인
- 이를 통해 실험의 파괴양상이 해석에서 잘 나타나는 것을 확인함

11. 시공성 및 경제성 평가 (D10용, D13용)

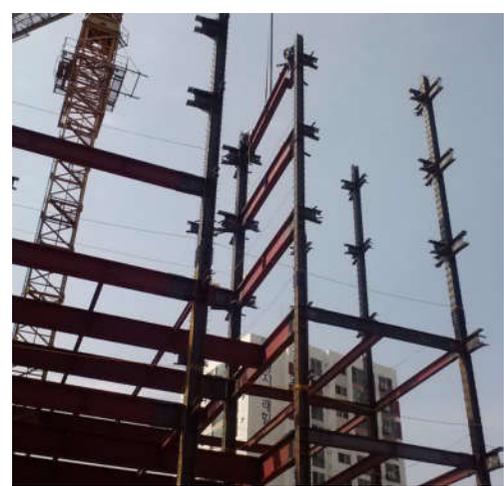
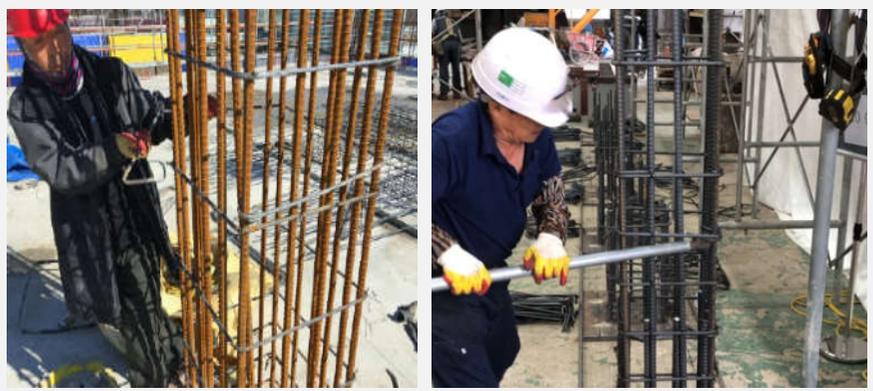


11. 시공성 및 경제성 평가: 시공성 평가방법 (D10용, D13용)



| 구분 | 기둥 단면 | 띠철근 시공 방법 |
|--------------------------------------|-------|---|
| D10(기준) D13(기준) | | 한쪽 135도 다른쪽 90도 갈고리에서 90도 갈고리를 파이프로 직접 135도 절곡 |
| D10 (RC클립1EA) D13 (RC클립1EA) | | 한쪽 135도, 다른쪽 90도 갈고리에서 90도 갈고리에 RC클립 1개 체결 |
| D10 (RC클립2EA) D13 (RC클립2EA) | | 양쪽 90도 갈고리에서 양쪽 90도 갈고리에 RC클립 2개 체결 |

11. 시공성 및 경제성 평가: **시공성 평가방법 (D10용, D13용)**



[지상층 SRC기둥]



[지하층 역타 SRC기둥]

- 상부에서 끼우는 방법은 지상 SRC기둥이나 역타현장의 지하 SRC기둥에서 적용 불가
- 기둥 상부작업은 지게차등 별도 장비, 추가 공간 필요

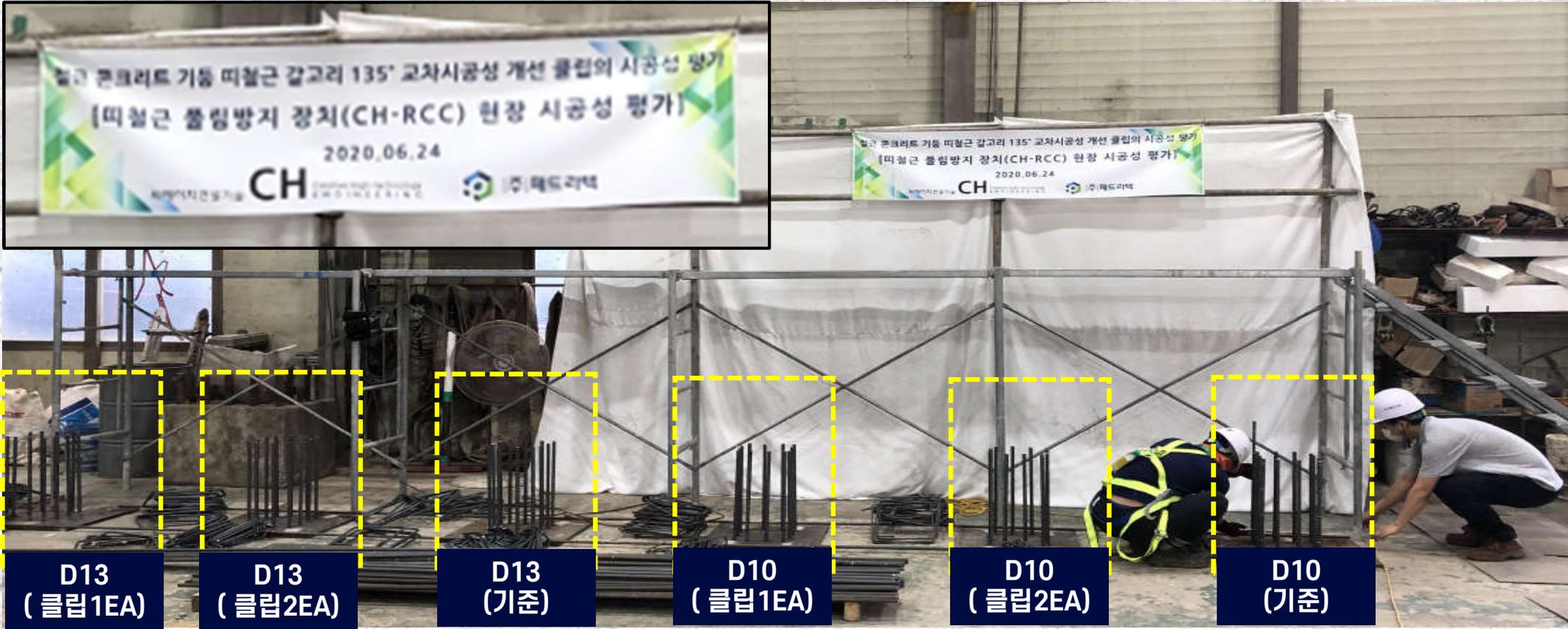
상부 끼우는 방식은 SRC기둥 등 적용불가한 경우가 있어 **옆에서 끼우는 방식으로 비교**

11. 시공성 및 경제성 평가: 시공성 평가 결과

| 구분 | 갈고리 상태 | 시공성 | |
|---------------|-------------|--|------------|
| | | 작업 난이도 | 작업 속도 |
| D10 (기준상세) | 135도 + 135도 | 겹침이음구간 135도 절곡 어려움 2인1조로 상·하단 각자 시공 | <p>실험체</p> |
| D10 (클립1개) | 135도/90도+클립 | 클립 체결 매우 쉬움 | |
| D10 (클립2개) | 90도/90도 각클립 | 클립 체결 매우 쉬움 | |
| D13 (기준상세) | 135도 + 135도 | 매우 어려움/ 절곡을 위해 2인 필요 겹침이음구간 매우 어려움 | |
| D13 (클립1개) | 135도/90도+클립 | 클립 체결 매우 쉬움 | |
| D13 (클립2개) | 90도/90도 각클립 | 클립 체결 매우 쉬움 | |

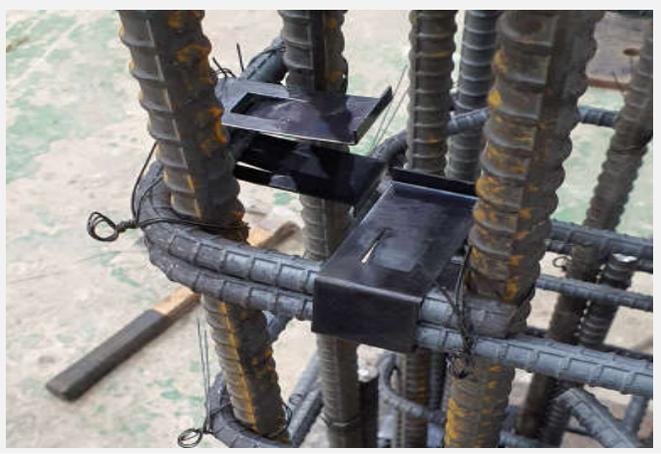
RC클립 사용하면 기준 대비 **작업속도 1/2 단축**, **피복콘크리트 두께 유지 등 품질상태 우수.**

11. 시공성 및 경제성 평가: 시공성 평가방법 (D10용, D13용)



- 중저층 건축물에 주로 사용되는 기둥인 0.4m×0.4m×3.0m 선정
- 최종 시공평가는 전체 기둥 1개를 배근 완료하는 시간으로 평가

11. 시공성 및 경제성 평가: 갈고리 및 클립 문힘상태 확인



원터치 RC클립 사용하면 품질상태양호



문힘상태 확인 결과, 공극 없이 매우 충실하게 충전되어 묻혀있는 것을 확인

11. 시공성 및 경제성 평가: **경제성 평가 결과 (노무비 비교 / 하루 기준)**

▼ 간접비 비율 1.2: 2022년 조달청 시설공사원가계산 제비율 적용기준 ▼ 노무비; 2022년 대한건설협회 제시한 철근공 노임단가 적용

| 실험체 | 경제성 평가 | | | | |
|------------------|--|-----------------------|---|--------|-----------------------|
| | 직접노무비 | 간접노무비 | 소요 클립 | 계 | 비교평가 |
| D10 (기준상세) | 8시간 기준, 하루 8개, 1일×2인×237천원=474천원 총 75개/8개=9.4일 소요 9.4일×474천원/일 4456천원 | 4456천원×1.2 =5347천원 | - | 9803천원 | - |
| D10 (클립1개 사용) | 8시간 기준, 하루 16개, 총 75개/16개= 4.7일 | 2228천원×1.2 =2674천원 | 10개/기둥, 총 750개 750×1000원/개 = 750천원 | 5652천원 | 기준 대비 노무비 42.3% 절감 |
| D10 (클립2개 사용) | 4.7일×474천원/일 = 2228천원 | | 20개/기둥, 총 1,500개 1,500개×1000원/개 = 1500천원 | 6402천원 | 기준 대비 노무비 34.7% 절감 |
| D13 (기준상세) | 띠철근 직경 10mm 노무비 계산과 동일 | | | | |
| D13 (클립1개 사용) | 8시간 기준, 하루 16개, 총 75개/16개= 4.7일 소요 | 2228천원×1.2 =2674천원 | 10개/기둥, 총 750개 750×1500원/개 = 1125천원 | 6027천원 | 기준 대비 노무비 38.5% 절감 |
| D13 (클립2개 사용) | 4.7일×474천원/일 = 2228천원 | | 20개/기둥, 총 1,500개 1,500개×1500원/개 = 2250천원 | 7152천원 | 기준 대비 노무비 27.0% 절감 |

- 클립 자재 띠철근 직경 10mm용 개당 1000원, 띠철근 직경 13mm용 개당 1500원 기준,
- 5층 건축물 기준, 층당 기둥 15개 소요×5층=총 75개 기둥, 작업자 2인 1조 및 237천원/1인 평균 철근배근공임금 기준

노무비 측면에서 최대 42.3% 절감 효과

11. 시공성 및 경제성 평가: **평가 결과**

| 평가항목 | 검증결과 (기준실험체와 RC클립 체결 실험체 비교) |
|------------|--|
| 1) 작업시간 평가 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 기준실험체 작업시간 대비 1/2시간 단축 |
| 2) 품질 평가 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 90도 갈고리 상태에서 체결되므로 갈고리 변형 없음 ■ D13, D10에 관계없이 체결 상태 양호 |
| 3) 문힘상태 평가 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 공극없이 매우 충실하게 충전되어 있음 확인 |
| 4) 비용분석 평가 | <ul style="list-style-type: none"> ■ D10용 사용할 경우, 최대 42.3% 비용절감 효과 ■ D13용 사용할 경우, 최대 38.5% 비용절감 효과 |

**원터치 RC클립 사용할 경우, 작업시간 1/2 시간 단축으로
기준실험체 대비 2배 작업효율 및 최대 42.3%의 비용절감 효과**

11. 시공성 및 경제성 평가: 관련논문 게재 (건축시공학회 / 20년 10월)

pISSN 1598-2033
eISSN 2233-5706
www.jkibc.org

J. Korea Inst. Build. Constr. Vol. 20, No. 5 : 459-469 / Oct, 2020
https://doi.org/10.5345/JKIBC.2020.20.5.459

**철근콘크리트 기둥의 띠철근에서 135° 갈고리 대체 클립형
연결장치의 시공성 및 비용 분석**

Constructability and Cost Analysis of the Clip-Type Binding Implement
Substituting 135° End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced
Concrete Columns

박 경 언¹ 윤 현 도^{2*}
Park, Koung-Yeun¹ Yun, Hyun-Do^{2*}

*Manager, Kyeryong Construction Industry, Seogu, Daejeon, 35262, Korea¹
Professor, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Yuseonggu, Daejeon, 34134, Korea²*

Abstract

The purpose of this study is to secure the same or more structural performance and constructability for the detail off hooks cross-constructed at 135° used as external-ties standard detail in reinforced concrete columns, therefore, to the purpose of improving constructability, The clip-type binding implement was suggested, the experiment on the constructability evaluation and cost analysis of the clip-type binding implement by 90° end-hooked transverse reinforcement in reinforced concrete columns was carried out. The results of the analysis confirmed that standard detail column took about an one hour regardless of the diameter of tie. When using the clip-type binding implement It was reduced to about 50% of the standard detail column, and regardless of the building size, it was most effective for the cost down when using the clip-type binding implement 1ea, it was about 32% fo labor cost reduction effect in comparison with using standard detail. as a result, Using the clip-type binding implement is shown be very effective in the working time and construction cost reduction.

Keywords : clip-type binding implement, detail of hooks cross-constructed at 135°, constructability, cost analysis

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

국내 외 구조기준에서 철근콘크리트 기둥의 폐쇄형 표준 갈고리 끝단의 철골 각도는 Figure 1(a)와 같이 양단 135°로 구부러 교차 사용을 하고, 물론 철근의 길이를 띠철근의 공칭 지름의 6배 연장길이(6d_t)로 규정하고 있다[1,2].

Received : September 26, 2020
Revision received : October 7, 2020
Accepted : October 7, 2020
* Corresponding author : Yun, Hyun-Do
[Tel: 82-42-821-5622, E-mail: wiseroad@cnu.ac.kr]
©2020 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

pISSN 1598-2033
eISSN 2233-5706
www.jkibc.org

J. Korea Inst. Build. Constr. Vol. 20, No. 5 : 459-469 / Oct, 2020
https://doi.org/10.5345/JKIBC.2020.20.5.459

**철근콘크리트 기둥의 띠철근에서 135° 갈고리 대체 클립형
연결장치의 시공성 및 비용 분석**

Constructability and Cost Analysis of the Clip-Type Binding Implement
Substituting 135° End-Hooked Transverse Reinforcement in Reinforced
Concrete Columns

박 경 언¹ 윤 현 도^{2*}
Park, Koung-Yeun¹ Yun, Hyun-Do^{2*}

*Manager, Kyeryong Construction Industry, Seogu, Daejeon, 35262, Korea¹
Professor, Department of Architectural Engineering, Chungnam National University, Yuseonggu, Daejeon, 34134, Korea²*

제목 : 철근콘크리트 기둥의 띠철근에서 135도 갈고리 대체 클립형 연결장치의 시공성 및 비용분석

11. 시공성 및 경제성 평가: **관련논문 게재 (건축관리학회 / 21년 11월)**

KJCEM 22. 6. 127~135
November 30, 2021
www.kicem.or.kr (pISSN 2005-6095 / eISSN 2465-9703)
http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2021.22.6.127

<기술논문>

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

김용주¹ · 김은영² · 송화준³ · 박경연⁴*

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, Kyoungyeun⁴*

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 to the contractor and 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

* Corresponding author: Park, Kyoungyeun, Manager, Kyeryong Construction Industry, Seogu, Daejeon 35262, Korea
E-mail: harsc899608@naver.com
Received August 23 2021; revised September 15, 2021
accepted September 28, 2021



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

KJCEM 22. 6. 127~135
November 30, 2021

www.kicem.or.kr (pISSN 2005-6095 / eISSN 2465-9703)
http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2021.22.6.127

<기술논문>

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

김용주¹ · 김은영² · 송화준³ · 박경연⁴*

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, Kyoungyeun⁴*

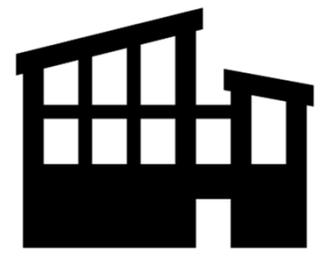
¹CEO, CH Structural Engineering and Construction Technology Co
²Section chief, Kyeryong Construction Industry
³Section chief, Kyeryong Construction Industry
⁴Manager, Kyeryong Construction Industry

제목 : 135도 표준갈고리 작업성 향상을 위한 철근보강클립(RCC장치) 개발과정 및 현장적용 성과분석

12. 현장 적용 사례

12. 현장적용 사례 : (23년 12월 기준)

사용 건설사:



현대건설(주), (주)영무토건, 롯데건설(주), (주)대우건설, 현대산업개발, 포스코건설, 계룡건설산업(주), 새천년종합건설(주), (주)일원종합건설, 부석종합건설(주), 아이엠종합건설(주), 동도건설(주), 신영건설, (주)글로벌대명, 샘코건설(주), 호연건설(주), 공존종합건설(주), 태협건영(주), 우일건설(주), (주)한창종합건설, 진흥기업(주), 광덕종합건설, 영건설(주), (주)동인종합건설, 진경건설(주), 인종합건설, 명현종합건설, 인화건설, 인강건설, 광덕종합건설, 문호건설 등

| 순서 | 시공사 | 현장명 | 년월 | 품명 |
|----|-----------|------------------------------|-----------|-----------------|
| 1 | (주)영무토건 | 대구 명리동3-1, 3-2구역 주택 재개발 정비사업 | 2020년 6월 | CH-RCC D10, D13 |
| 2 | 롯데건설(주) | 마포풍농 주상복합타워 신축공사 | 2020년 6월 | CH-RCC D10, D13 |
| 3 | (주)대우건설 | 용인 수지 대우푸르지오 아파트 건설공사 | 2020년 10월 | CH-RCC D13 |
| 4 | (주)일원종합건설 | 수원 인계동 오피스텔 신축공사 | 2020년 10월 | CH-RCC D13 |
| 5 | 계룡건설산업(주) | 광교 복합체육시설 건설공사 | 2020년 11월 | CH-RCC D10 |
| 6 | 현대건설(주) | 문정동 르피에스 오피스텔 신축현장 | 2020년 11월 | CH-RCC D13 |
| 7 | 계룡건설산업(주) | 대전국제전시컨벤션 건설공사 | 2020년 11월 | CH-RCC D13 |

12. 현장적용 사례 : (23년 12월 기준)

| 순서 | 시공사 | 현장명 | 년월 | 품명 |
|----|-----------|---------------------------|-----------|------------|
| 8 | (주)영무토건 | 김포한강 지식산업센터 신축현장 | 2020년 12월 | CH-RCC D10 |
| 9 | 진경건설(주) | 마포구대흥동 다세대주택 신축현장 | 2021년 2월 | CH-RCC D10 |
| 10 | 부석종합건설(주) | 청파동1가 183,187 오피스텔 신축현장 | 2021년 2월 | CH-RCC D10 |
| 11 | 아이엠종합건설 | 오류동 칸티빌레 8차 오피스텔 신축현장 | 2021년 2월 | CH-RCC D13 |
| 12 | 동도건설(주) | 강릉 포남동 동도센트리움 주상복합 신축현장 | 2021년 2월 | CH-RCC D10 |
| 13 | (주)글로벌대명 | 오류메디안메스 신축현장 | 2021년 3월 | CH-RCC D10 |
| 14 | 샘코건설(주) | 사립청소년음악창작센터 건립공사 | 2021년 4월 | CH-RCC D10 |
| 15 | 호면건설(주) | 독산동 다세대주택 신축공사 | 2021년 5월 | CH-RCC D10 |
| 16 | 태형건영(주) | 아산장재리 1723 오피스텔 신축공사 | 2021년 5월 | CH-RCC D10 |
| 17 | 공존종합건설(주) | 불광동 480-303.304 생활주택 신축공사 | 2021년 8월 | CH-RCC D10 |
| 18 | 우일건설(주) | 영동부용 고령자 복지주택 건설공사 | 2021년 8월 | CH-RCC D10 |
| 19 | (주)한창종합건설 | 삼호리 324번지 공연장 및 근생 신축공사 | 2021년 10월 | CH-RCC D10 |
| 20 | 공존종합건설(주) | 중곡동 67-4 생활주택 신축공사 | 2021년 10월 | CH-RCC D13 |

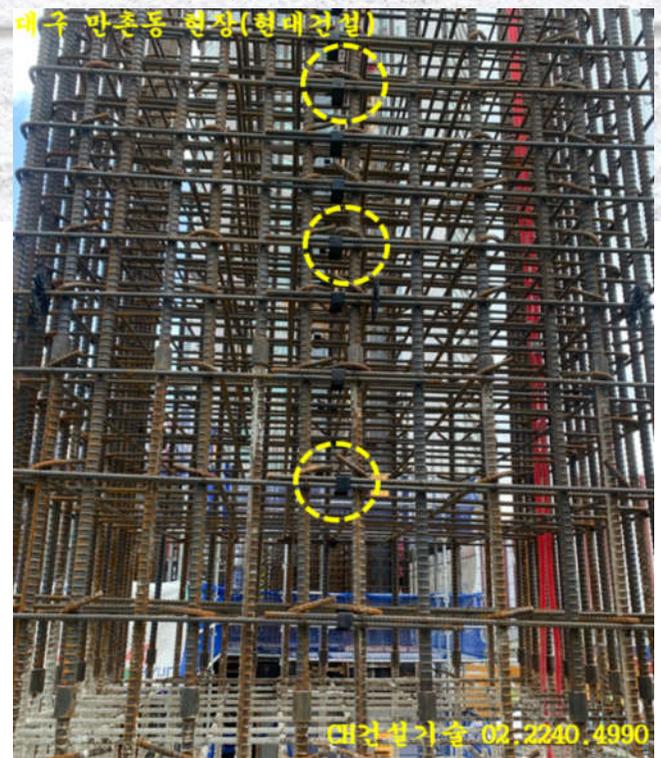
12. 현장적용 사례 : (23년 12월 기준)

| 순서 | 시공사 | 현장명 | 년월 | 품명 |
|----|-----------|-------------------------|-----------|-----------------|
| 21 | 진흥기업(주) | 하남시청역해링턴타워오피스텔 신축공사 | 2021년 11월 | CH-RCC D13 |
| 22 | 계룡건설산업(주) | 세종시 국립어린이박물관 건립공사 | 2021년 12월 | CH-RCC D10, D13 |
| 23 | 영건설(주) | 양평동 4가 64-3 근린생활시설 신축공사 | 2021년 12월 | CH-RCC D10 |
| 24 | 광덕종합건설(주) | 부산 대교동 2가 주상복합 신축공사 | 2022년 1월 | CH-RCC D13 |
| 25 | 영건설(주) | 문정동 69-2번지 근린생활시설 신축공사 | 2022년 1월 | CH-RCC D10 |
| 26 | (주)동인종합건설 | 천안 성거 연립주택 신축공사 | 2022년 2월 | CH-RCC D10 |
| 27 | 포스코건설 | 포스코 더샵 광양베이센트 신축공사 | 2022년 3월 | CH-RCC D10 |
| 28 | 현대건설(주) | 힐스테이크 만촌동 엘퍼스트 오피스텔 신축 | 2022년 3월 | CH-RCC D13 |
| 29 | 계룡건설산업(주) | 세종시 조치원 서북부지구 공동주택 신축공사 | 2022년 6월 | CH-RCC D13 |
| 30 | (주)현대산업개발 | 대구 수성구 범어 우방타운 1차 재건축정비 | 2022년 7월 | CH-RCC D10,13 |
| 31 | 문호건설(주) | 구일 투웨어퍼스트 하이앤드 오피스텔 신축 | 2022년 8월 | CH-RCC D13 |
| 32 | 태형건영(주) | 영종 듀클레스 문서역 오피스텔 신축공사 | 2022년 8월 | CH-RCC D13 |
| 33 | 인종합건설(주) | 충북 옥천 장애인복지관 및 반다비체육센터 | 2022년 10월 | CH-RCC D10 |
| 34 | 진경건설(주) | 서울 고덕동 249-4번지 신축공사 | 2022년 11월 | CH-RCC D10 |

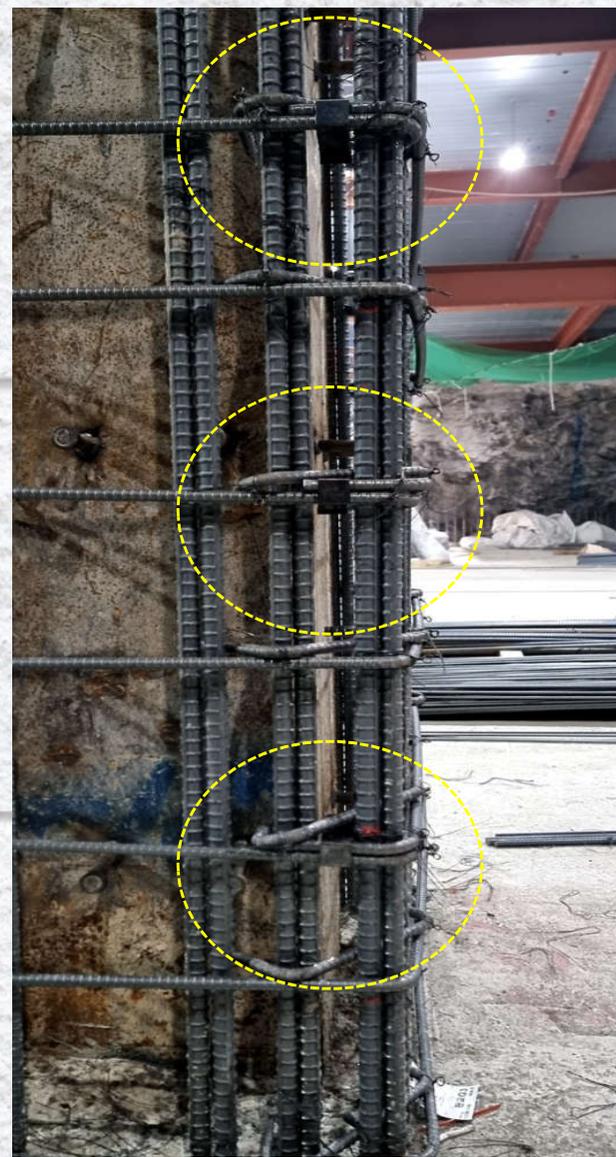
12. 현장적용 사례 : (23년 12월 기준)

| 순서 | 시공사 | 현장명 | 년월 | 품명 |
|----|-----------|-------------------------|-----------|----------------|
| 35 | 새천년종합건설 | 불광동 역세권 청년주택 신축공사 | 2022년 12월 | CH-RCC D13 |
| 36 | 계룡건설산업(주) | 증산도 상생역사문화교육원 신축공사 | 2023년 3월 | CH-RCC D10,D13 |
| 37 | 명현종합건설(주) | 아라지 컨트리클럽 기숙사 신축공사 | 2023년 3월 | CH-RCC D13 |
| 38 | 계룡건설산업(주) | 판교 제2테크노벨리 인터파크 사옥 신축공사 | 2023년 4월 | CH-RCC D13 |
| 39 | (주)인화건설 | 에너지플러스 서울로 신축공사 | 2023년 4월 | CH-RCC D10 |
| 40 | 롯데건설(주) | 의왕시 타임빌라스 B부지 신축공사 | 2023년 5월 | CH-RCC D10 |
| 41 | (주)신영건설 | 답십리역 지웰 에스에이로 신축공사 | 2023년 5월 | CH-RCC D13 |
| 42 | 계룡건설산업(주) | 덕산의료재단 수원덕산병원 신축공사 | 2023년 6월 | CH-RCC D10 |
| 43 | (주)인강건설 | 인덕원 시그니티 타워 신축공사 | 2023년 8월 | CH-RCC D13 |
| 44 | 계룡건설산업(주) | 엘리프 아산탕정 아파트 신축공사 | 2023년 8월 | CH-RCC D10 |
| 45 | 성부건설(주) | 성산역 리벨라 메디컬센터 신축공사 | 2023년 12월 | CH-RCC D13 |
| 46 | (주)진영공영 | 인천소방학교 신축공사 | 2023년 12월 | CH-RCC D10 |
| 47 | 계룡건설산업(주) | 나리키움 대전통합청사 신축공사 | 2023년 12월 | CH-RCC D10 |

12. 현장적용 사례 : 대구 만촌동 현대건설 현장

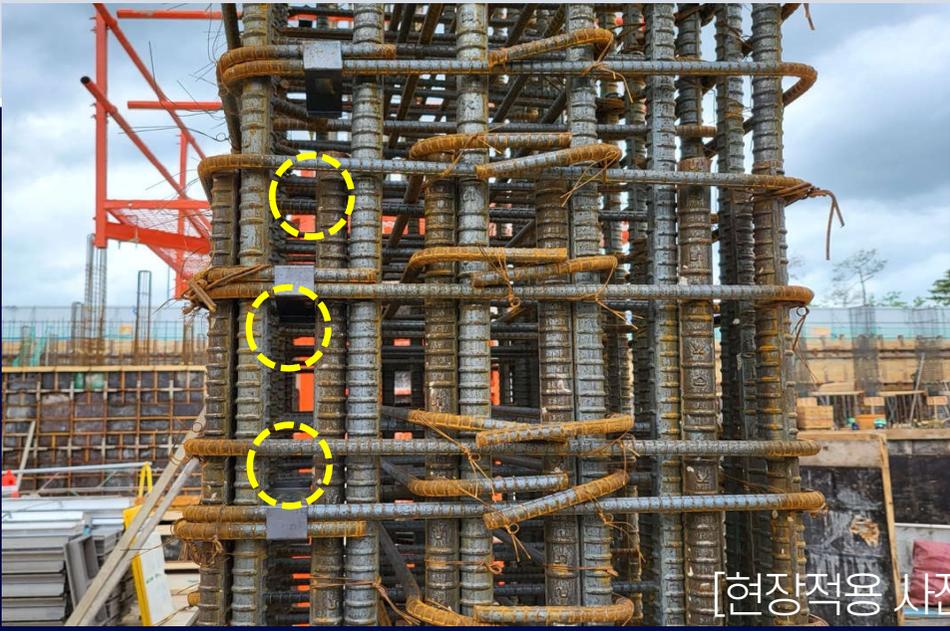


12. 현장적용 사례 : 판교 인터파크 사옥 신축



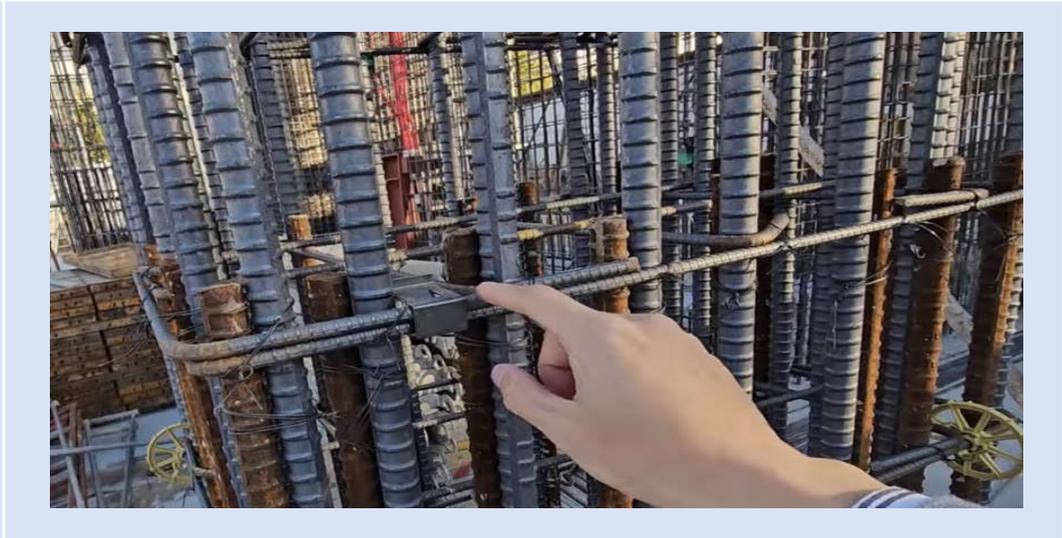
[현장적용사진 :
CH-RCC D13]

12. 현장적용 사례 : (23년 12월 기준)



[현장적용 사진 : CH-RCC D13]

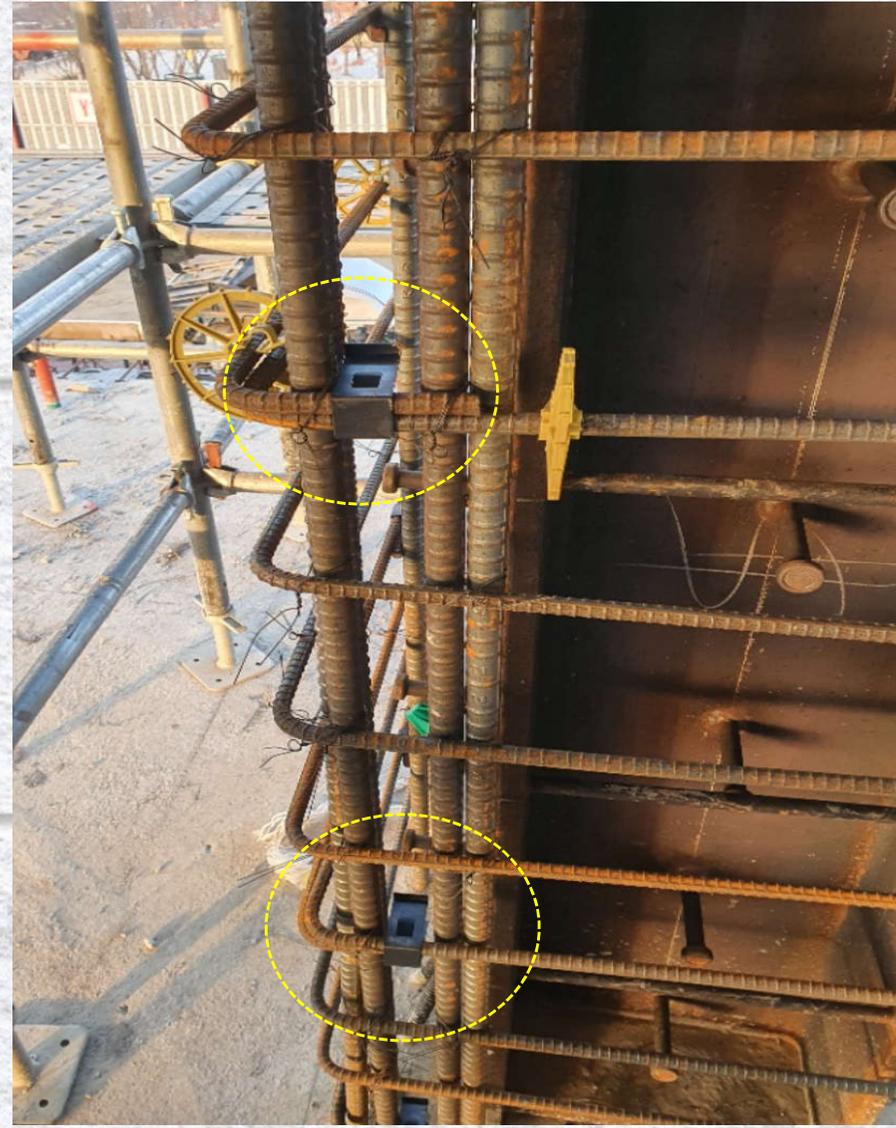
12. 현장적용 사례 : 인천 운서동 현장 (CH-RCC D10)



12. 현장적용 사례 : 수원 광고복합체육시설 현장



[현장적용 사진 :
CH-RCC D10]



12. 현장적용 사례 : **관련기사 게재 (한국콘크리트학회지 / 22년 5월)**

기술기사 1 | TECHNOLOGY ARTICLES



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 목미선 Miseon Mok 이정훈 Junghoon Lee 김대진 DaeJin Kim 박경연 Kyoungyeun Park
CH구조엔지니어링 및 CH구조엔지니어링 CH구조엔지니어링 경희대학교 계룡건설
CH건설기술 대표 연구개발부서 본부장 연구개발부서 소장 건축공학과 교수 구조담당

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 목미선 Miseon Mok 이정훈 Junghoon Lee 김대진 DaeJin Kim 박경연 Kyoungyeun Park
CH구조엔지니어링 및 CH구조엔지니어링 CH구조엔지니어링 경희대학교 계룡건설
CH건설기술 대표 연구개발부서 본부장 연구개발부서 소장 건축공학과 교수 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) 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 넣는 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

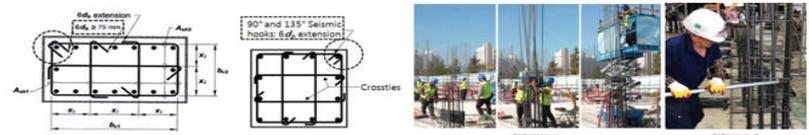


그림 1. 철근콘크리트 기둥에서 135° 표준갈고리 기준상세 및 작업방법

제목 : 135도 표준갈고리 작업성 개선하기 위한 D10 및 D13용 원터치-RC클립

13. 구조기술사회 기술기사

13. 현장적용 사례 : **관련기사 게재 (구조기술사회지 / 23년 12월)**

기술 초대석 01

SRC합성기둥에서 원터치-RC클립(135도 갈고리 대체용 원터치-RC클립 ; CH-RCC D13)을 활용한 폐쇄형 후프의 대체상세 제안 및 구조 성능검증 결과보고

| 김용주 |
*CH구조엔지니어링
*CH건설기술대표이사

| 최병정 |
경기대학교 건축공학과 교수

| 강철규 |
경기대학교 건축공학과 교수

SRC합성기둥에서 원터치-RC클립(135도 갈고리 대체용 원터치-RC클립 ; CH-RCC D13)을 활용한 폐쇄형 후프의 대체상세 제안 및 구조 성능검증 결과보고

| 김용주 |
*CH구조엔지니어링
*CH건설기술대표이사

| 최병정 |
경기대학교 건축공학과 교수

| 강철규 |
경기대학교 건축공학과 교수

1. 개요

CH건설기술에서는 구조기술 지원하던 중에 현장으로부터 지속적으로 기둥후프 135도 갈고리 시공 어려움을 호소함에 따라 2017년부터 대안으로서 "미철근 풀림방지장치"라는 이름으로 135도 갈고리보다 시공하기 쉬운 90도 갈고리에 결속하여 동등이상의 성능을 발휘할 수 있는 "강제 롤링형 연결장치"를 고안하였다.

또한, 특허를 진행하면서 예비성능 검증에서 성능미달된 초기 연결장치(그림 1 참조) 등과 여러번의 형상개선을 통하여 그림 2와 같이 135도 갈고리 대체용 원터치-RC클립(CH-RCC D10과 D13)을 개발 완료하였다.

이후, 표 1과 같이 75여개의 실험체로 구조성능 검증을 통하여 90도 갈고리보다 135도 표준갈고리 구조성능이 탁월함을 확인하였고, 135도 표준갈고리보다는 원터치-RC클립(CH-RCC D10, D13)으로 90도 갈고리에 체결한 상세가 철근콘크리트 기둥 심부에서 구속력이나 정착성능면에서 가장 우수함을 확인하였다.

이러한 결과를 바탕으로 그림 3 (a)와 같이 2020년 10월에 한국건축구조기술사회로부터 기술인증을 받았고, 2021년부터 판매하기 시작하여 2023년 12월 기준 50여개 현장(표 2 참조)에서 사용되어 오고 있는 실정이다.

[표 1] 기둥에서의 CH-RCC D10,D13 구조성능 검증 실험체 개수 (단위: 개수)

| 구분 | D10 | D13 | D16 | 소계 |
|-------|-----|-----|-----|----|
| 정착성능 | 16 | 16 | 0 | 32 |
| 압축성능 | 14 | 5 | 0 | 19 |
| 내진성능 | 12 | 9 | 0 | 21 |
| 시공성평가 | 2 | 2 | 0 | 4 |
| 계 | 44 | 32 | 0 | 75 |

수행기관 : 페트리텍㈜

한국건축구조기술사회 — Journal of The Korea Structural Engineers Association **51**

제목 : SRC합성기둥에서 원터치-RC클립을 활용한 폐쇄형 후프의 대체상세 제안 및 구조성능 검증 결과보고

13. 구조기술사회 기술기사: **관련기사 게재 (구조기술사회지 / 22년 9월)**



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



| 김용주 |
㈜CH구조엔지니어링
㈜CH건설기술대표이사



| 최병정 |
경기대학교 건축공학과
교수



| 김대진 |
경희대학교 건축공학과
교수

제목 : 135도 표준갈고리 시공성 개선을 위한 원터치-RC클립 및 현장사용 사례

13. 구조기술사회 기술기사: **관련기사 게재 (구조기술사회지 / 21년 2월)**



135° 표준갈고리 대체용 원터치 클립 : RCC 내진갈고리(Rebar Confinement Clip -Seismic Hook) 공법 소개)



| 김용주 |
편집위원회 이사
㈜씨에이치건설기술 대표이사



| 박경언 |
㈜계룡건설산업 구조담당



| 김대진 |
경희대학교 건축공학과 교수

1. 개요

내진갈고리(Seismic hook)는 국·내의 콘크리트구조기준에서, 철근 지름의 6배 이상 또한 최소 길이 75mm 이상의 연장 길이(여장)를 가진 135° 갈고리로 된 스티립, 후프 및 연결철근의 갈고리로 정의된다. 135° 표준갈고리는 스티립과 락철근의 표준갈고리 중 D25 이하의 철근에서 구부린

끝에서 철근 지름의 6배 이상 연장하는 것으로 정의된다. 엄밀히 정의하자면, 내진갈고리와 135° 표준갈고리는 여장 길이에서 차이가 있어 다른 용어이지만 용어 사용의 일관성을 위하여 이하부터는 저자가 개발한 RCC내진갈고리와 구분 하기 위하여 135° 표준갈고리로 통일하여 기술하겠다.

시공 현장에서는, 기준에서 제시하는 135° 표준갈고리를 사용하는 데 어려운 점이 매우 많다. 공통적인 문제는 90° 갈고리 상태에서 135°로 구부리는 데에서 오는 시공상의 어려움이다. 이로 인하여, 현장에서는 구조감리나 감독관과 시공자간의 분쟁이 지속적으로 보고 되고 있다. 특히, 철근콘크리트 기둥의 후프철근(Hoops) 양단 135° 표준갈고리 교차시공은 락철근 사용에 KBC2005 이후 SD 500 사용이 허용되면서, 주철근 배치 후, 상단에서 끼워넣는 방법외엔 다른 방법이 없다. 그러므로, 시공 현장에서 일반적으로 작업하기에 용이한 한쪽 단부 90° 갈고리에 원터치 클립을 결속함으로써, 내진갈고리나 135° 표준갈고리와 대등한 성능을 발휘하면서

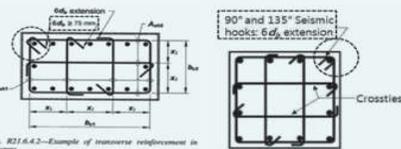


Fig. R21.6.4.3-Example of transverse reinforcement in columns.

[그림 1] 국내·외 콘크리트 구조기준의 내진갈고리 상세

제목 : 135도 표준갈고리 대체용 원터치 클립(RCC내진갈고리) 공법 소개

감사합니다.