

정모멘트와 부모멘트를 받는 분리 타설 철근콘크리트 합성보의 수직 전단강도와 전단강성에 대한 실험적 연구

Experimental Study on the Shear Strength of Separately Cast Reinforced Concrete Composite Beams Subjected to Positive and Negative Moments

채 윤 호
Chae, Yun-Ho

* 한양대 건축공학부,
학사

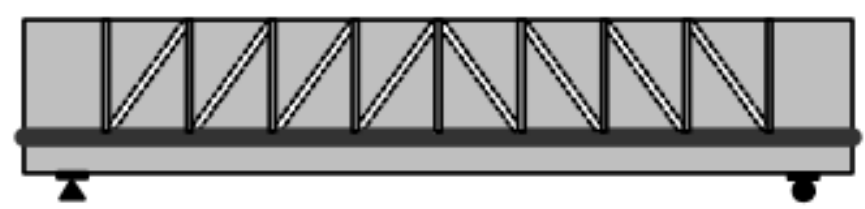
최 창 식
Choi, Chang-Sik

** 한양대 건축공학부 교수,
공학박사

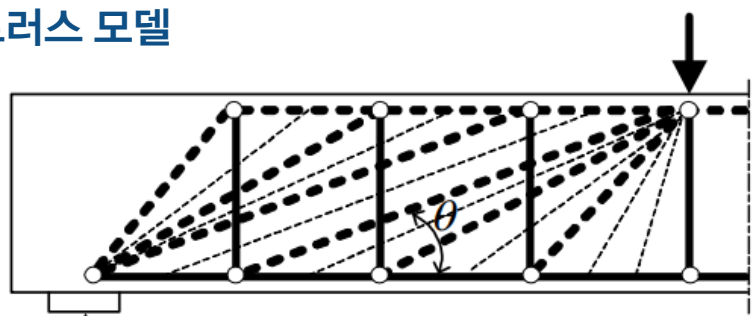
I. 연구 배경

철근콘크리트 보의 수직전단저항 메커니즘

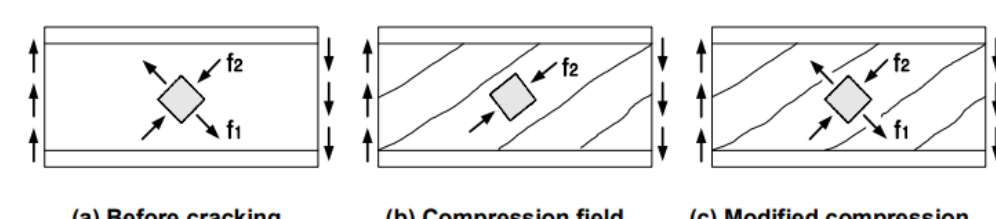
• 트러스 모델



• 변각 트러스 모델



• 수정 압축장 이론



프리캐스트, 현장타설 합성콘크리트

✓ PC(이하 precast concrete), CIP(이하 cast-in-place)

✓ 프리캐스트와 현장 타설 콘크리트 합성부재는 시공편리와 구조성능향상을 위해 PC부분에는 현장타설 콘크리트에 비해 높은 강도의 콘크리트를 사용함

✓ 합성콘크리트의 설계는 여러요소의 기준강도, 단위질량당 특성이 다를 경우 각각의 재료강도를 사용하거나 불리한 값을 사용하라고 명시되어 있음.

✓ 합성콘크리트 휨부재의 수직전단강도는 동일한 단면 형상의 일체로 시공된 부재에 관한 KDS 14 20 22의 요구 조건들을 만족해야 하며, 이에 따라 불리한 값을 가용하여 전단강도를 산정해야함.

• KDS 14 20 22

4.2.1 콘크리트에 의한 전단강도 V_c
(4.2-1) : $V_c = \frac{1}{2}k\sqrt{f_{cd}}b_wd$
(4.2-3) : $V_c = (0.16k\sqrt{f_{cd}} + 17\rho_w\frac{f_{cd}}{b_w})b_wd$

4.3.4 전단철근의 설계
(4.3-3) : $V_s = \frac{A_{sv}f_{sd}}{s}$

✓ 현행 콘크리트 구조설계기준(KCI 2017)에서 제시하는 수직전단강도는 단일 압축강도를 갖는 부재의 실험결과를 바탕으로 제시됨.

✓ 서로 다른 압축강도를 갖는 합성단면의 수직전단강도 설계 방법은 명확하게 제시되어 있지 않음

정모멘트와 부모멘트를 받는 합성보

✓ 철근콘크리트 보의 인장대는 휨에 의해 균열 손상을 받기 때문에 압축대가 큰 전단저항을 발휘함

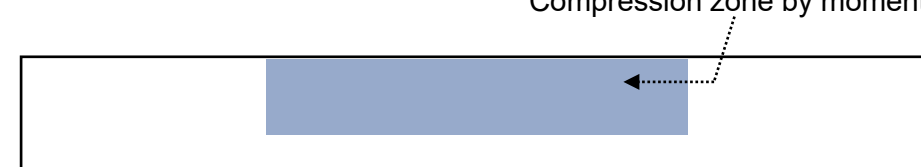
(Kotsopoulos et al. (1998), Zarari et al. (2003), Kim et al. (1999))

✓ 압축대 콘크리트 강도에 따라 PC 합성보의 전단강도가 영향을 받음

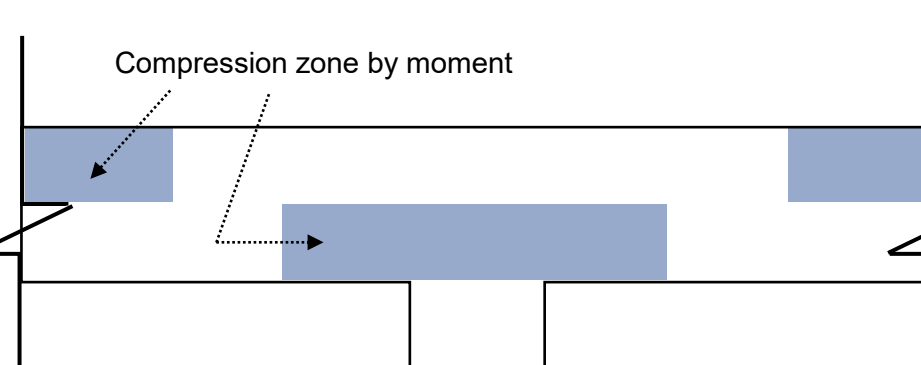
(Kim et al. (2014), Kim et al. (2017))

✓ 프리캐스트 합성보는 압축대 콘크리트의 강도가 상이하기 때문에 이에 대한 고려가 필요함

• 단순보



• 연결보

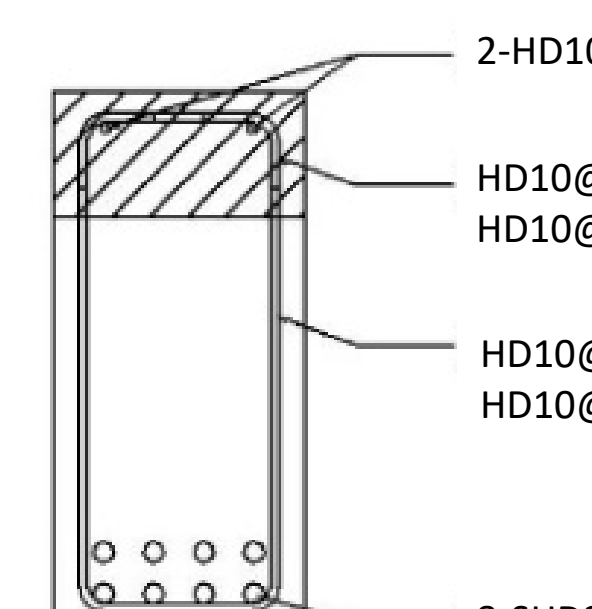
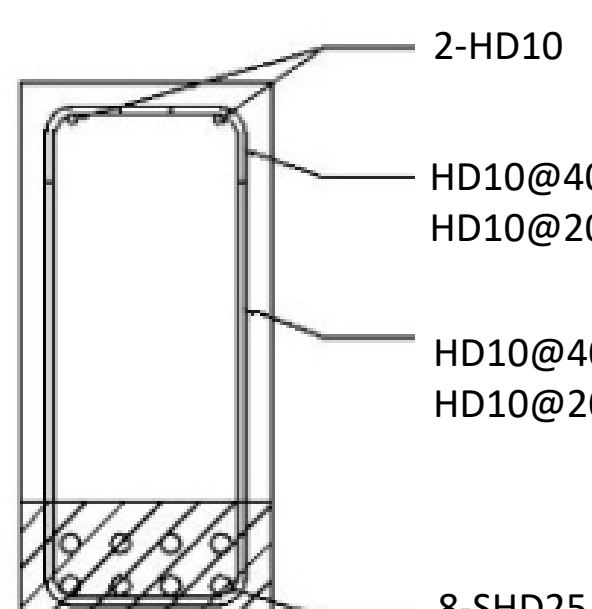
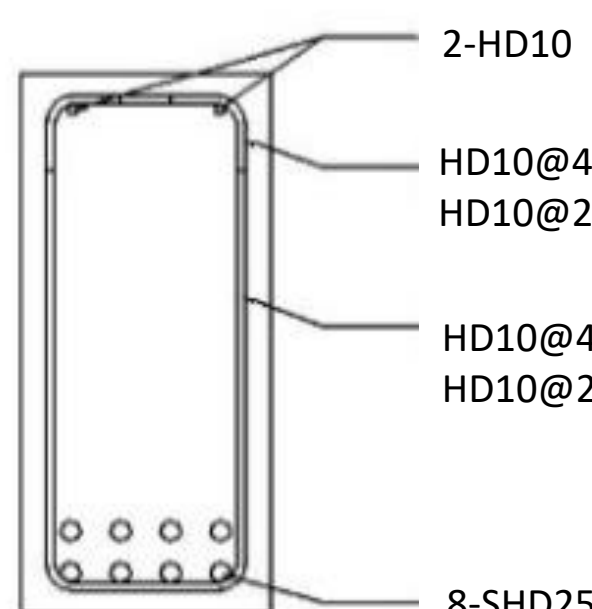


II. 실험 계획

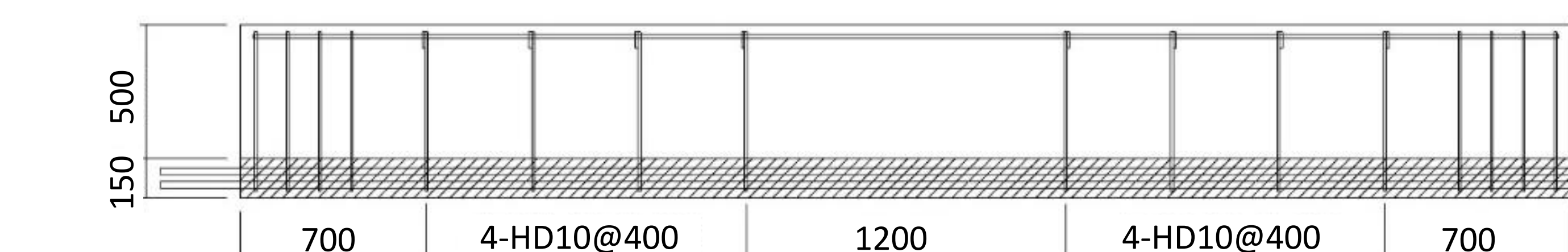
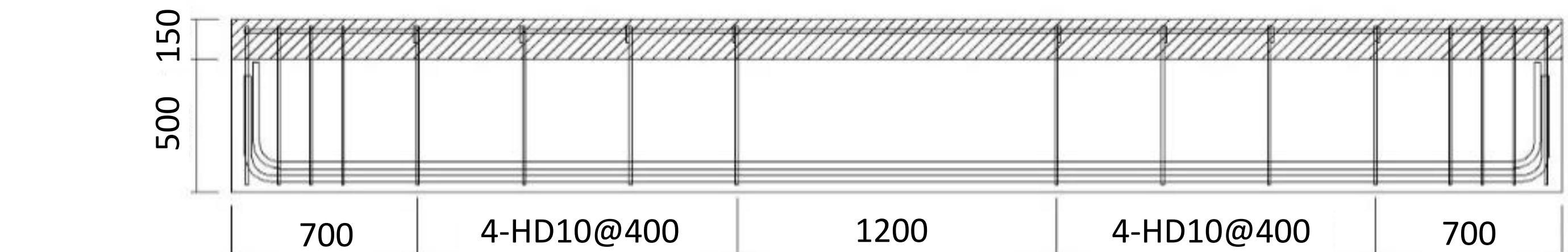
• * Specimen ID

400, 200 - 24, 40 - P, N
Positive Moment
Negative Moment

전단철근 간격
 s (mm)



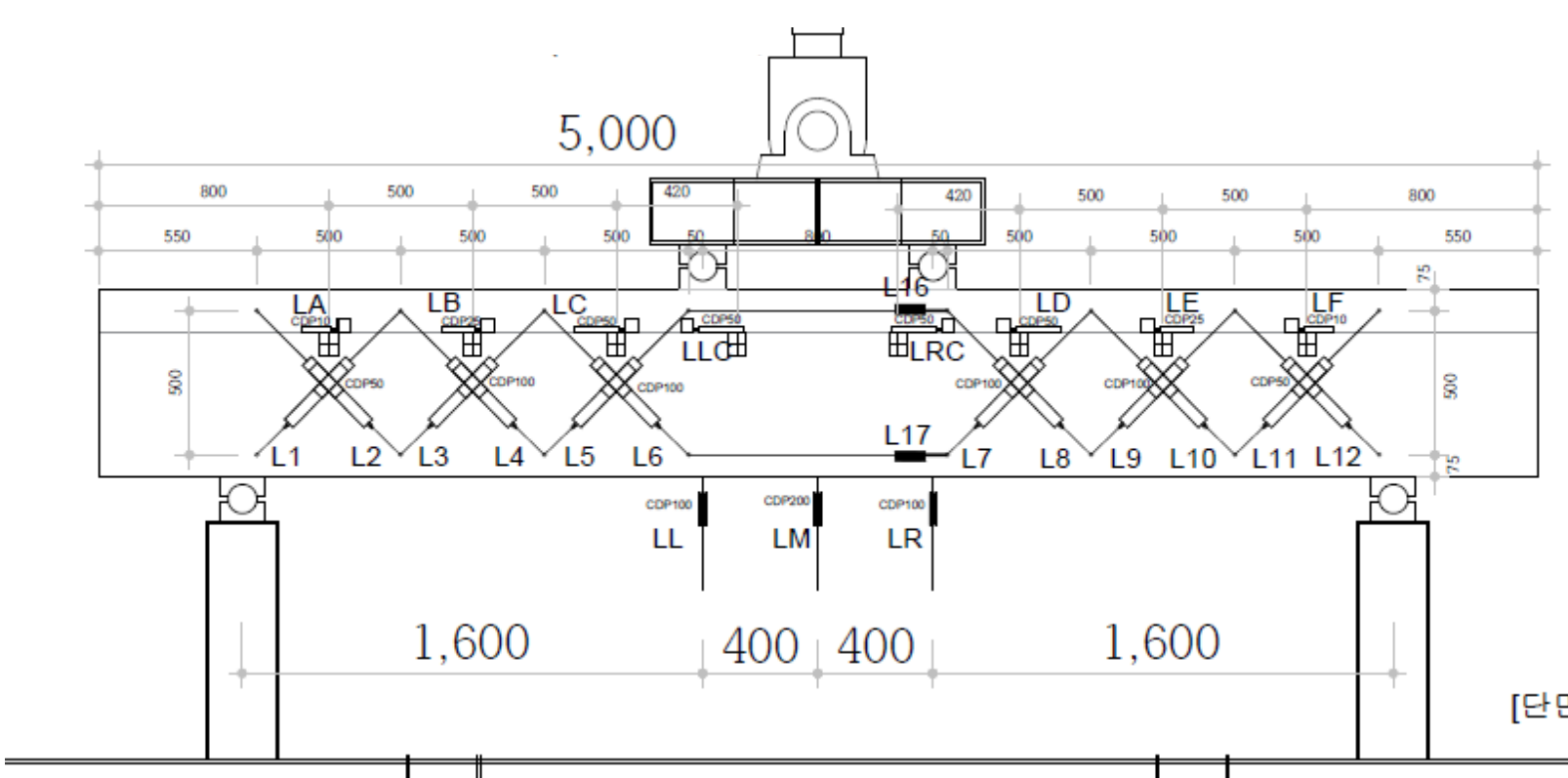
• 모든 실험체는 전단파괴를 유도하기 위해 V_{mn}/V_{nu} 가 1.3 이상이 되도록 설계
• 모든 실험체는 수평전단강도가 수직전단강도보다 크게 하여 수직전단파괴 유도



Specimen ID	b (mm)	h (mm)	$f_{ck,PC}$ (MPa)	$f_{ck,CIP}$ (MPa)	s (mm)
400-24,40-P	300	650	40	24	400
400-24,40-N					200
200-24,40-P					400
200-24,40-N					200
400-24	300	650	-	24	400
400-40				40	200
200-24				24	400
200-40				40	200

실험체 세팅 및 가력 계획

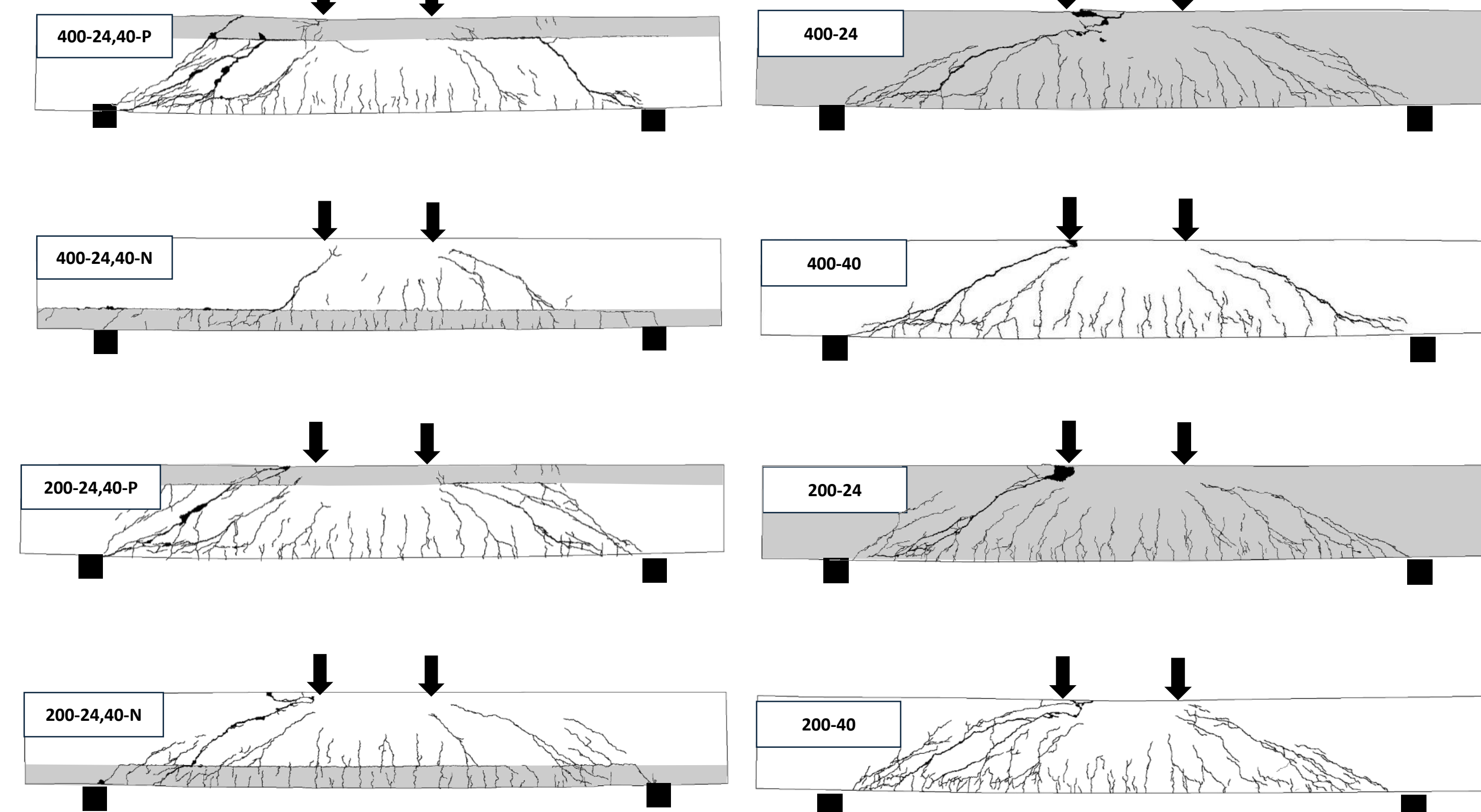
• 실험체 가력 계획



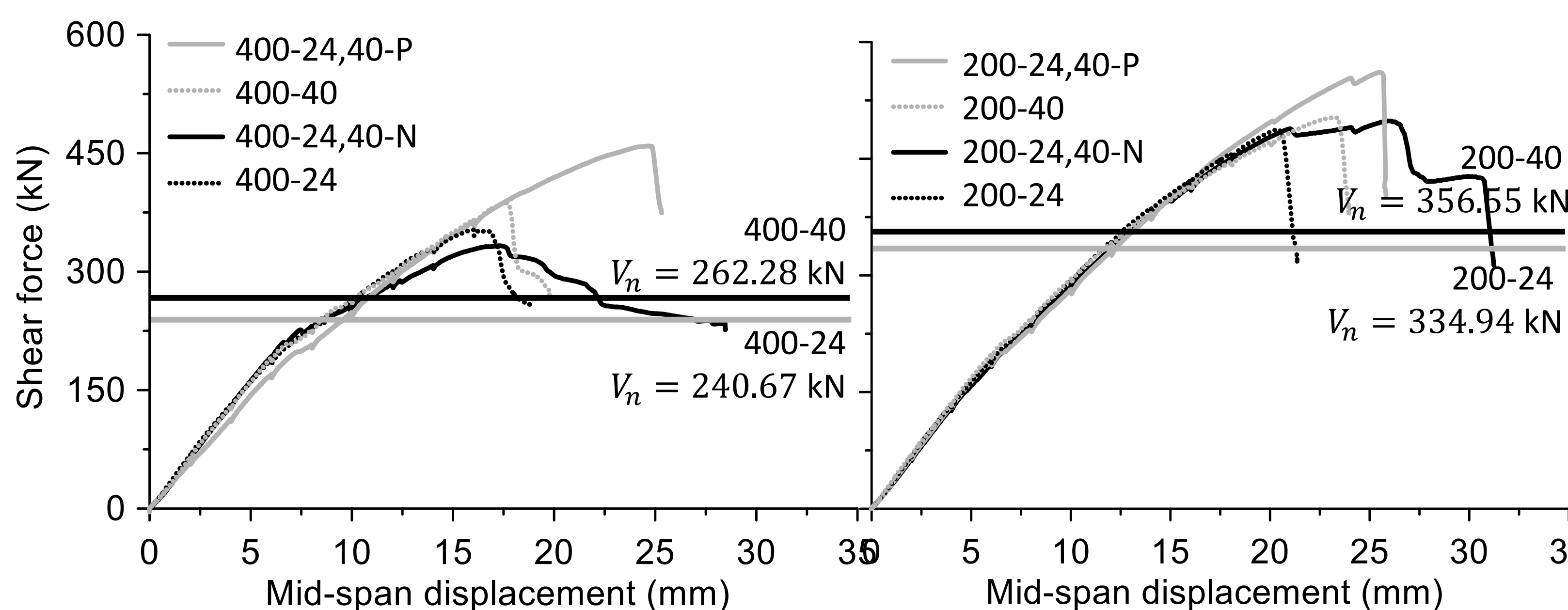
- ✓ 4점 가력으로 진행
- ✓ 2,000 kN 용량의 만능재료시험기 (universal testing machine)를 이용하여 가력
- ✓ 보의 처짐 측정을 위해 중앙 및 가력이 되는 지점에 LVDT 설치
- ✓ 보의 전단변형 측정을 위해 전단경간에 LVDT 설치
- ✓ 0.0058 mm / s (0.35 mm / min)으로 변위제어 실시

III. 실험 결과 및 분석

• 파괴 시 균열 양상

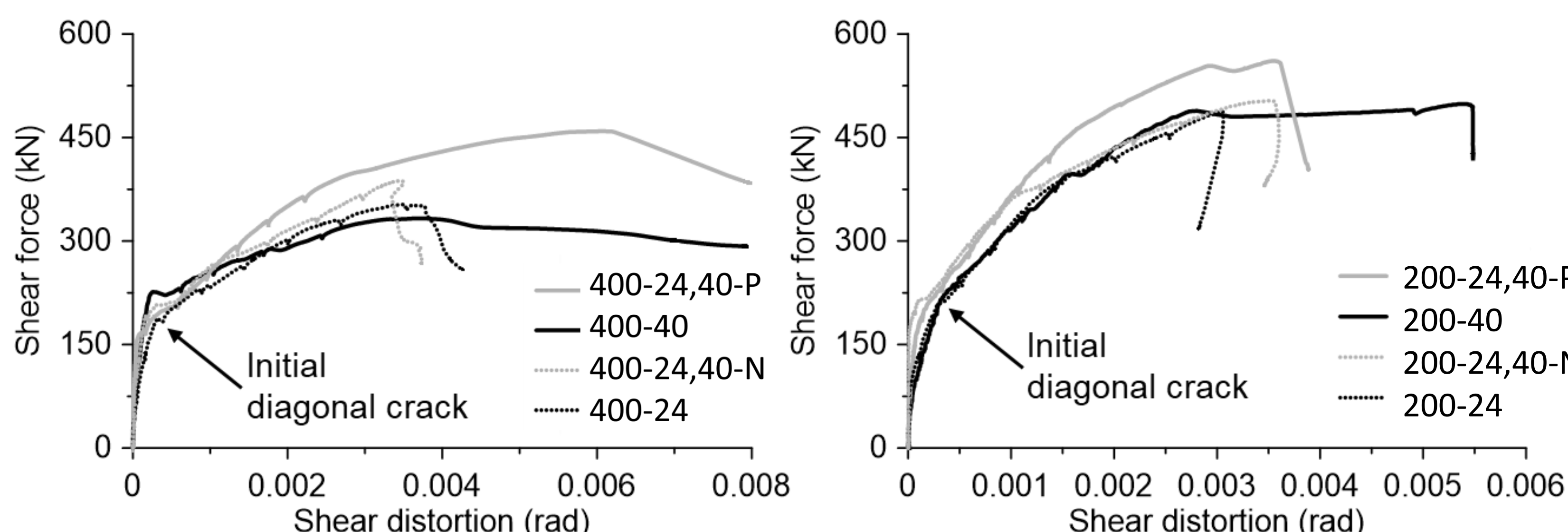


수직 전단 강도



Specimen ID	$V_n \times 2$ (kN) (f'_c, V_c 일반식)	$V_n \times 2$ (kN) (f'_c, V_c 정밀식)	P_{max} (kN)	$\frac{P_{max}}{(V_n \times 2)}$ (f'_c, V_c 일반식)	$\frac{P_{max}}{(V_n \times 2)}$ (f'_c, V_c 정밀식)
400-24,40-P	471.03	510.03	665.92	1.41	1.31
400-24,40-N	471.03	510.03	918.23	1.95	1.80
400-24	471.03	510.03	705.86	1.50	1.38
400-40	491.86	530.03	774.56	1.57	1.46
200-24,40-P	635.09	674.09	997.7	1.57	1.48
200-24,40-N	635.09	674.09	1122.14	1.77	1.66
200-24	635.09	674.09	975.85	1.54	1.45
200-40	655.92	694.09	1006.56	1.53	1.45

전단 강성



IV. 결론

본 연구는 정모멘트와 부모멘트를 받는 분리 타설 철근콘크리트 합성보의 수직전단강도 및 전단강성을 실험적으로 평가하였다.

- 모멘트 방향에 따라 전단강도 차이가 발생한다. 정모멘트 작용시 부모멘트 작용시보다 전단강도가 전단보강하지 않은 보를 모사한 실험체의 경우 최대 38% 증가, 전단보강된 실험체에서의 경우 12% 증가하였다.
- 프리캐스트 현장타설 콘크리트 합성보는 계면을 따라 발생한 수평균열이 사인장균열과 휨균열의 진전을 방해하여 일체타설과는 상이한 균열패턴을 보였다.
- 일체타설보와 프리캐스트 현장타설 콘크리트 합성보는 전단균열각, 파괴패턴, 전단강도와 초기 전단균열 시점이 유사했으며, 전단강성은 압축대 콘크리트 강도의 영향이 지배적이고 계면 슬립에 따른 강성저하는 크지 않은 것으로 나타났다.

프리캐스트 현장타설 콘크리트 합성보는 불리한 콘크리트 강도로 전단강도를 산정하면 일반식과 정밀식 모두 안전측으로 예측하였으나, 압축대 콘크리트 강도가 높은 부모멘트 실험체의 전단강도만큼은 매우 보수적으로 평가하게 된다.