

1방향 PC무량판 슬래브의 중력하중에 대한 구조성능평가

Structural Performance Evaluation of One-Way Precast Concrete Flat Slabs under Gravity Loads

신희준*

* 충북대학교, 건축공학과, 학사과정

연구 배경

[공기 단축과 품질 확보를 위한 PC 공법의 수요 증가]

- 건설 프로젝트의 높은 금융 비용으로 인해 공사기간 단축에 대한 요구가 증가됨.
- 프리캐스트 콘크리트 (PC) 공법은 다양한 건축물에 적용되며, 공장에서의 품질 확보와 현장 시공의 효율성을 동시에 달성할 수 있음.

[PC 접합부에서의 구조적·내구적 문제와 연구의 필요성]

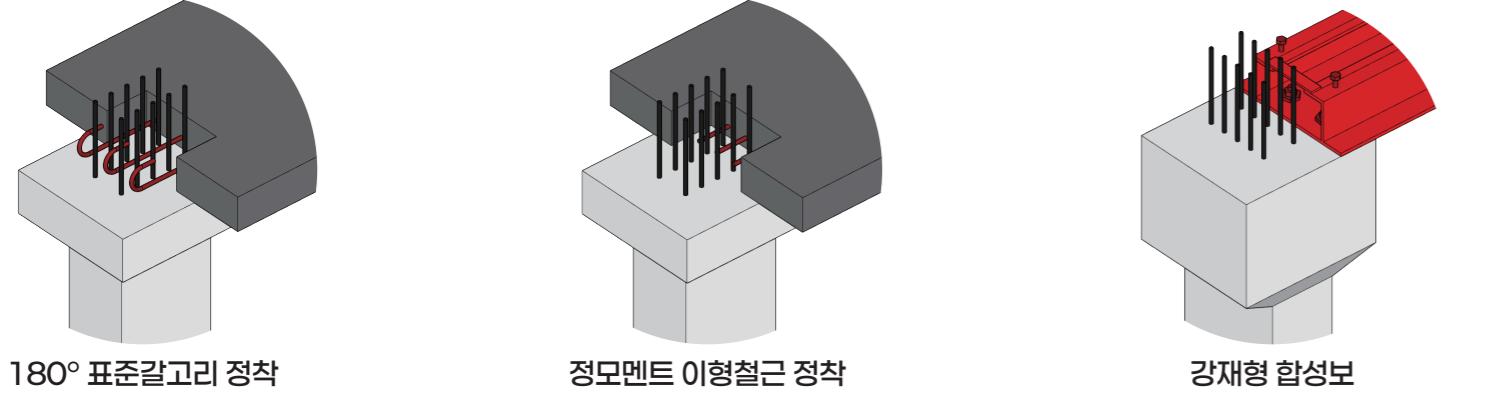
- PC 공법은 다수의 접합부를 필연적으로 포함하며, 이로 인해 균열, 누수, 철근 부식 등의 성능 저하 가능성이 존재함.
- PC 접합부에 대한 실험·해석 연구는 활발하지만, PC 무량판 공법에 대한 연구는 매우 부족한 실정임.

[RC 무량판의 시공상의 한계와 1방향 PC 무량판 공법의 대안성]

- 일반적으로 RC 무량판 공법은 2방향 슬래브로 설계됨으로써 복잡한 전단 철근 배근으로 시공성이 낮음.

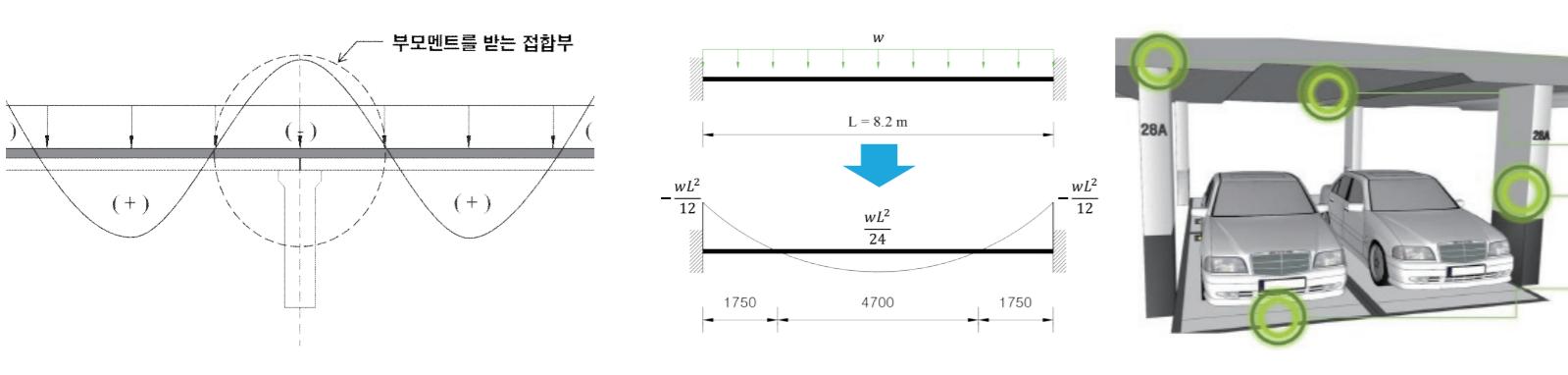
- 1방향 PC 무량판 공법은 와이드 보 기반으로 한 Half PC 방식으로 설계 단순화, 뚫림전단 고려 불필요, 층고 절감 및 품질 향상이 가능함.

- 최근 접합부 상세 개선을 통해 시공성 및 구조 안정성 확보가 가능하도록 발전 중에 있음.



연구 목적 및 범위

[지하주차장에서의 1방향 PC 무량판의 안정성 평가]



이 연구에서는 기존의 공동주택 지하주차장을 대상으로 1방향 PC 무량판 공법의 구조 성능을 검토하고자 다양한 PC 무량판 공법의 접합 상세 성능을 실험적으로 검증하고자 함.

이를 위하여 기존의 2방향 RC 무량판 공법을 1방향 PC 무량판 공법으로 전환하여 적응성을 검토하고, 다양한 접합 및 배근 상세를 갖는 PC 무량판 유형에 따른 구조성능에 대한 실험적 연구를 수행하고자 함.

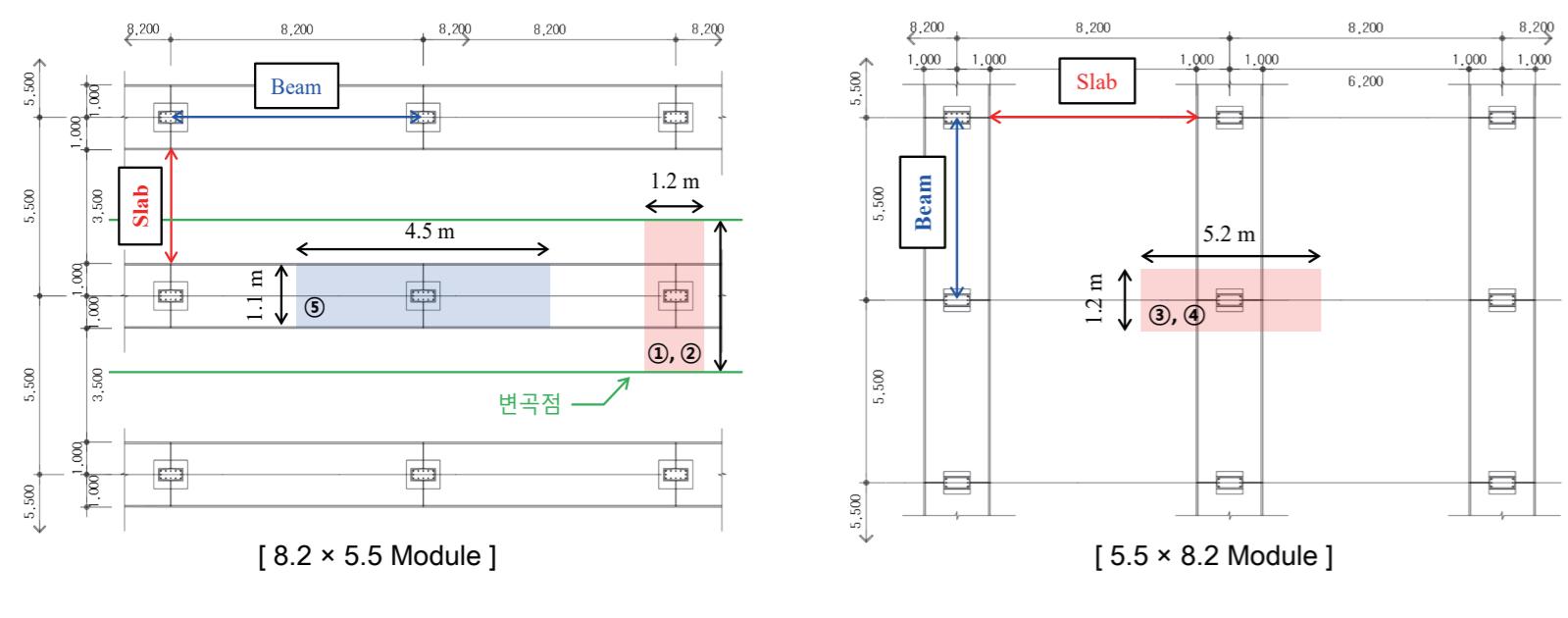
[연구의 범위]

- 현행 설계 기준을 활용하여 실험체들의 목표 구조성능 확보 여부 검토.
- 계측된 실험 결과를 통하여 실험체들의 가력 단계별 내력과 균열 양상, 파괴 유형 평가 및 분석.
- 실험체들의 중력하중 실험 결과를 분석함으로써 각 상세에 따른 1방향 PC 무량판 접합부에 걸리는 부방향 모멘트의 중력하중에 대한 구조성능평가.

실험체 설계 계획

Specimen	Scale	Modular System
① GR-D	100%	8.2 × 5.5
② GPN-D	100%	5.5 × 8.2
③ GPS-H	55%	8.2 × 5.5
④ GPN-H	55%	8.2 × 5.5
⑤ GPD-WN	55%	8.2 × 5.5

2경간 힘방향 실험체와의 동일성을 위해 55% 스케일 측속



[① GR-D, ② GPN-D 실험체의 하중 조합]

슬래브 실험체의 하중 면적

w : kN/m, P_u : kN

Design Load

Dead Load (D) Live Load (L) 0.5(D+L) D+L 1.2D+1.6L

w 28.9 19.2 24.1 48.1 65.4

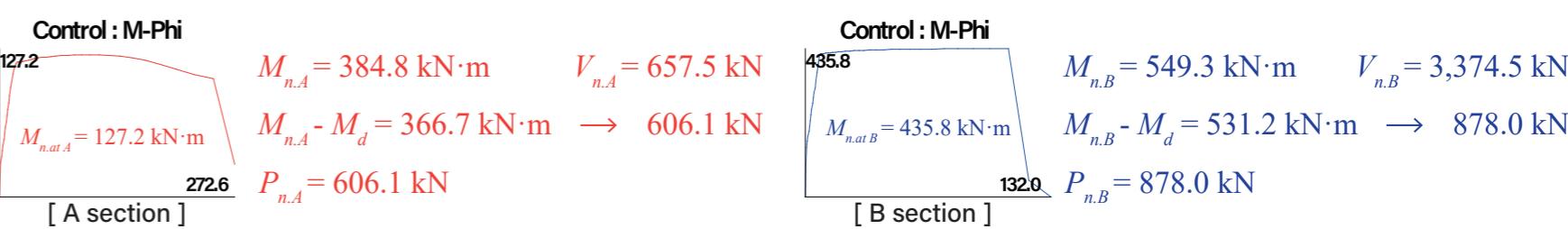
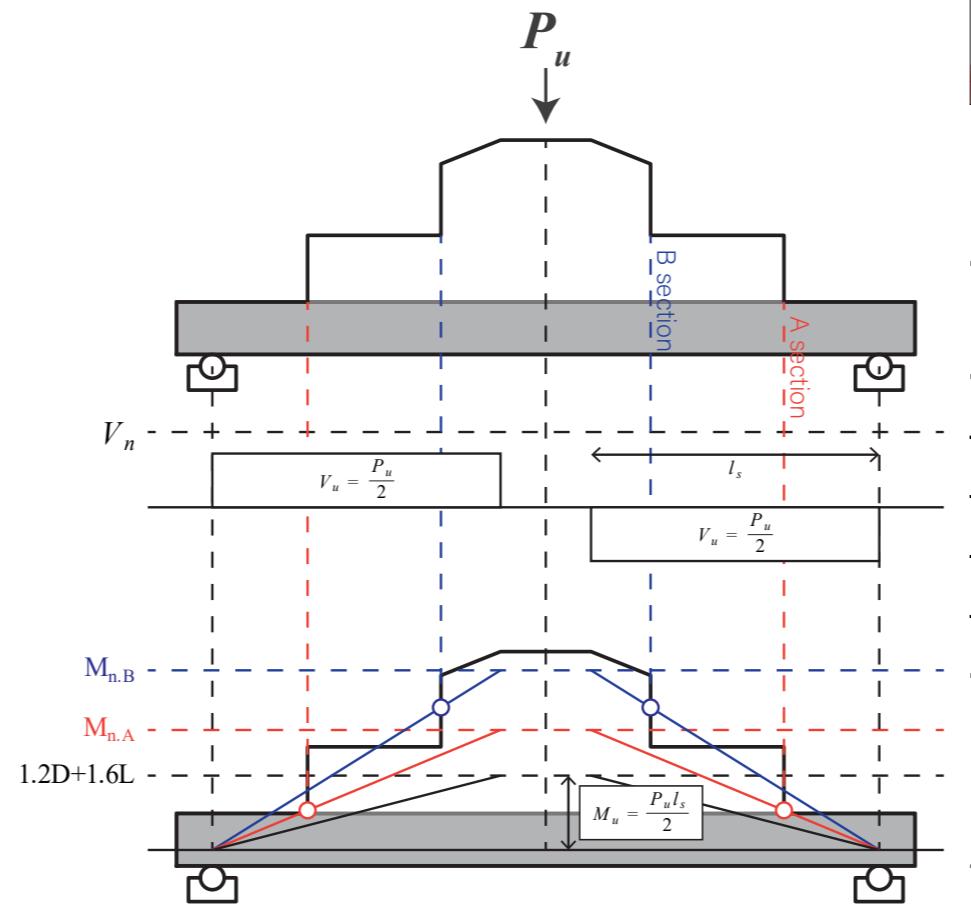
P_u 104.1 69.1 86.6 173.3 235.6

* 중공 슬래브가 사용된 실험체는 폭합부가 발생하지 않아 각 하중 단계 없이 실험을 진행한다.

* 각 실험체의 내력이 최대 강도의 80% 이하로 감소하면 구조 성능을 간주하여 실험을 종료하고, 모든 실험체에 대한 진동 변형을 측정한다.

실험체 강도 검토

[강도 및 하중 계산]



이득행**

** 충북대학교, 건축공학과, 부교수

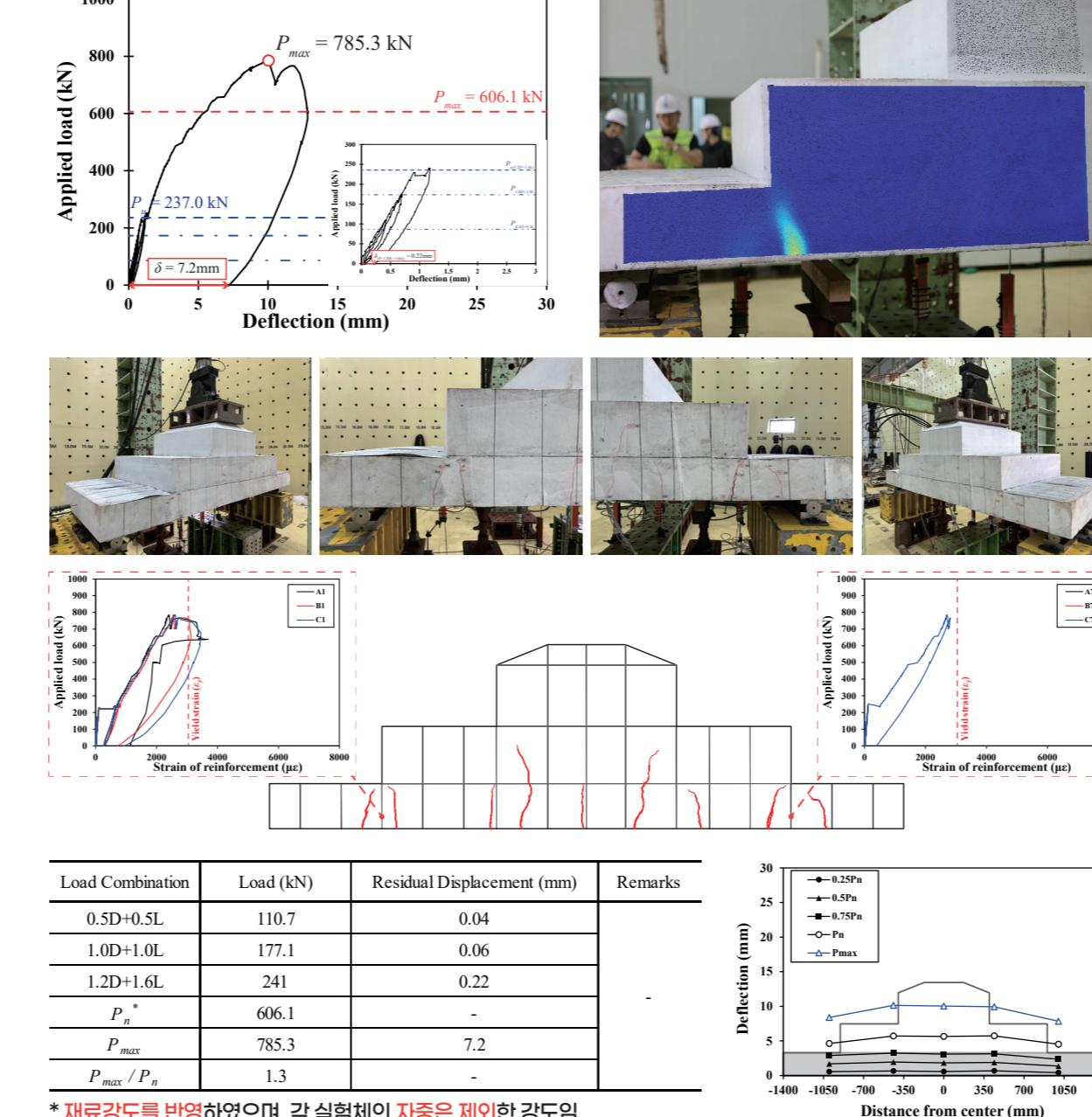
각 실험체별 강도 검토 결과

Specimen	A section		B section		Failure Location	
	$M_{n,A}$	$P_{n,A}$	$M_{n,B}$	$P_{n,B}$		
① GR-D	366.7	606.1	657.5	531.2	878.0	A section
② GPN-D	140.0	127.3	107.9	341.8	310.7	A section
③ GPS-H	144.9	131.7	299.7	193.8	176.2	A section
④ GPN-H	400.7	395.9	509.5	417.7	690.4	A section
⑤ GPD-WN	-	-	-	-	822.6	A section

각 실험체의 내력
중공 슬래브 두께 320mm로 전단 강도의 1/2 산정
KDS 14.20.22 제 4.3.3절
순 단면의 깊이가 315mm를 초과하지 않는 속변 부재에 적용하는 계수전단력이 $0.5 \cdot V_{us}$ 를 초과하지 않는 경우를 제외하고 첨소 전단력을 배제하여야 한다.

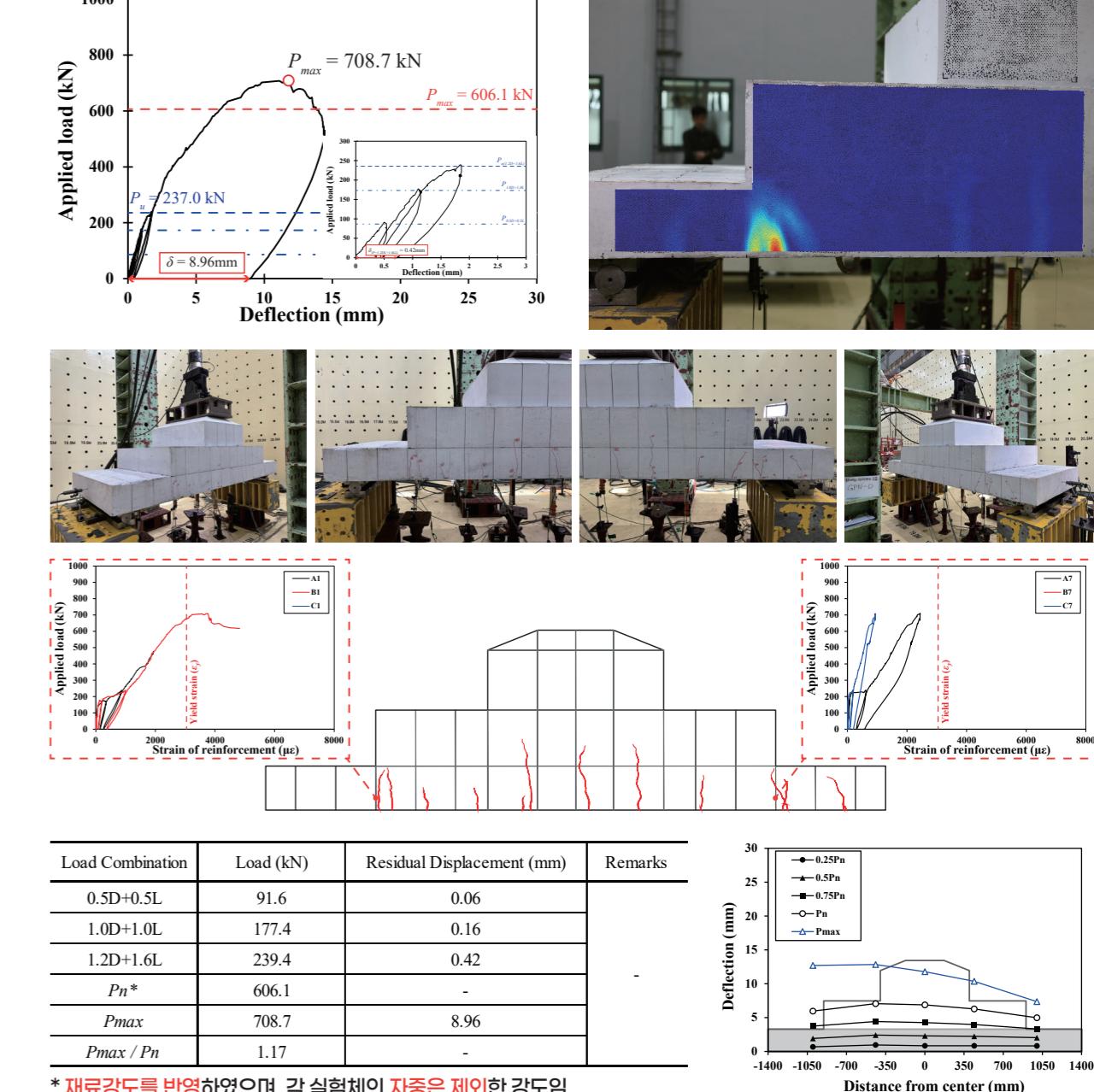
실험 결과

1. GR-D



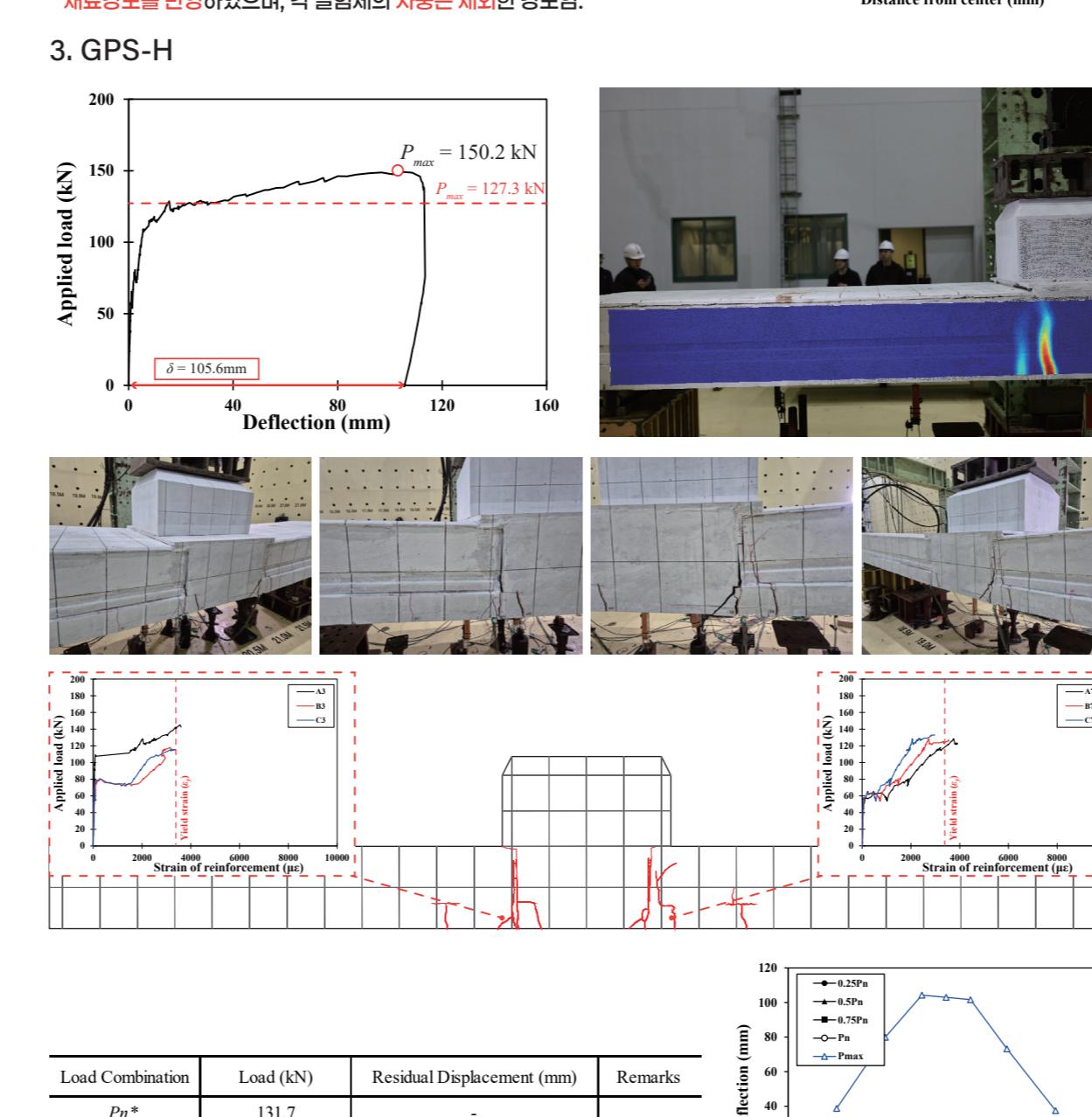
2. GPN-D

2. GPN-D

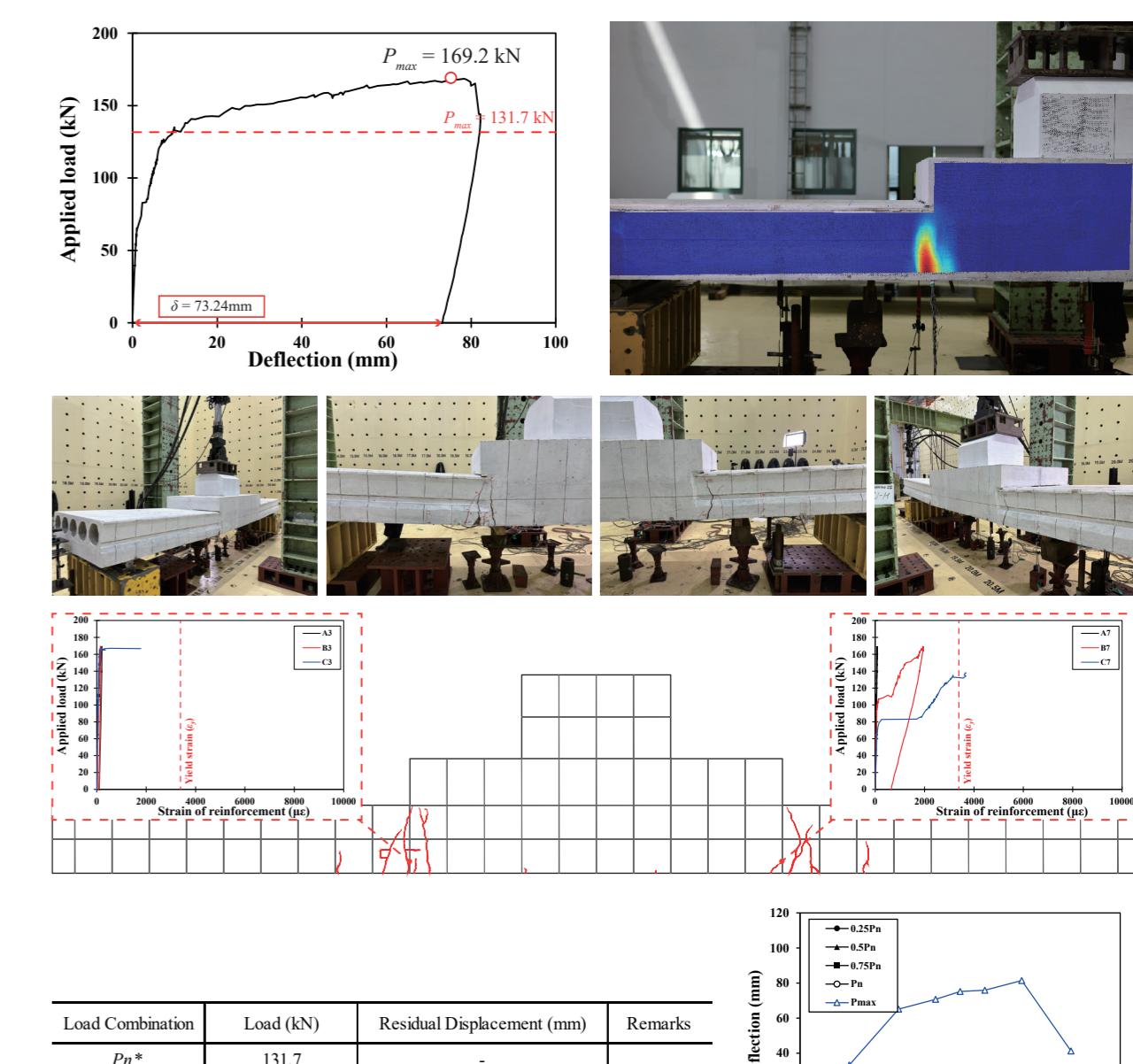


3. GPS-H

4. GPN-H

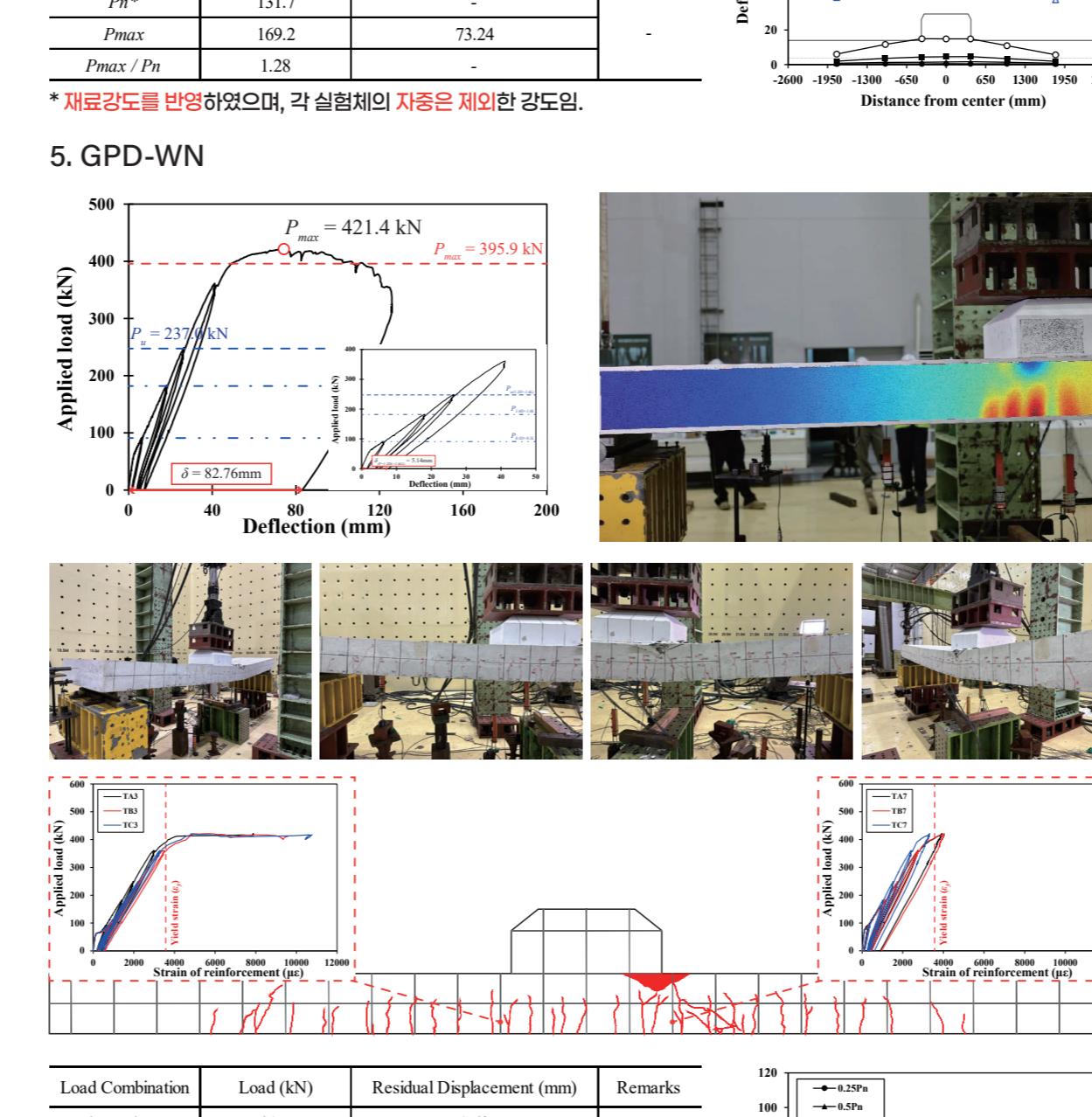


4. GPN-H

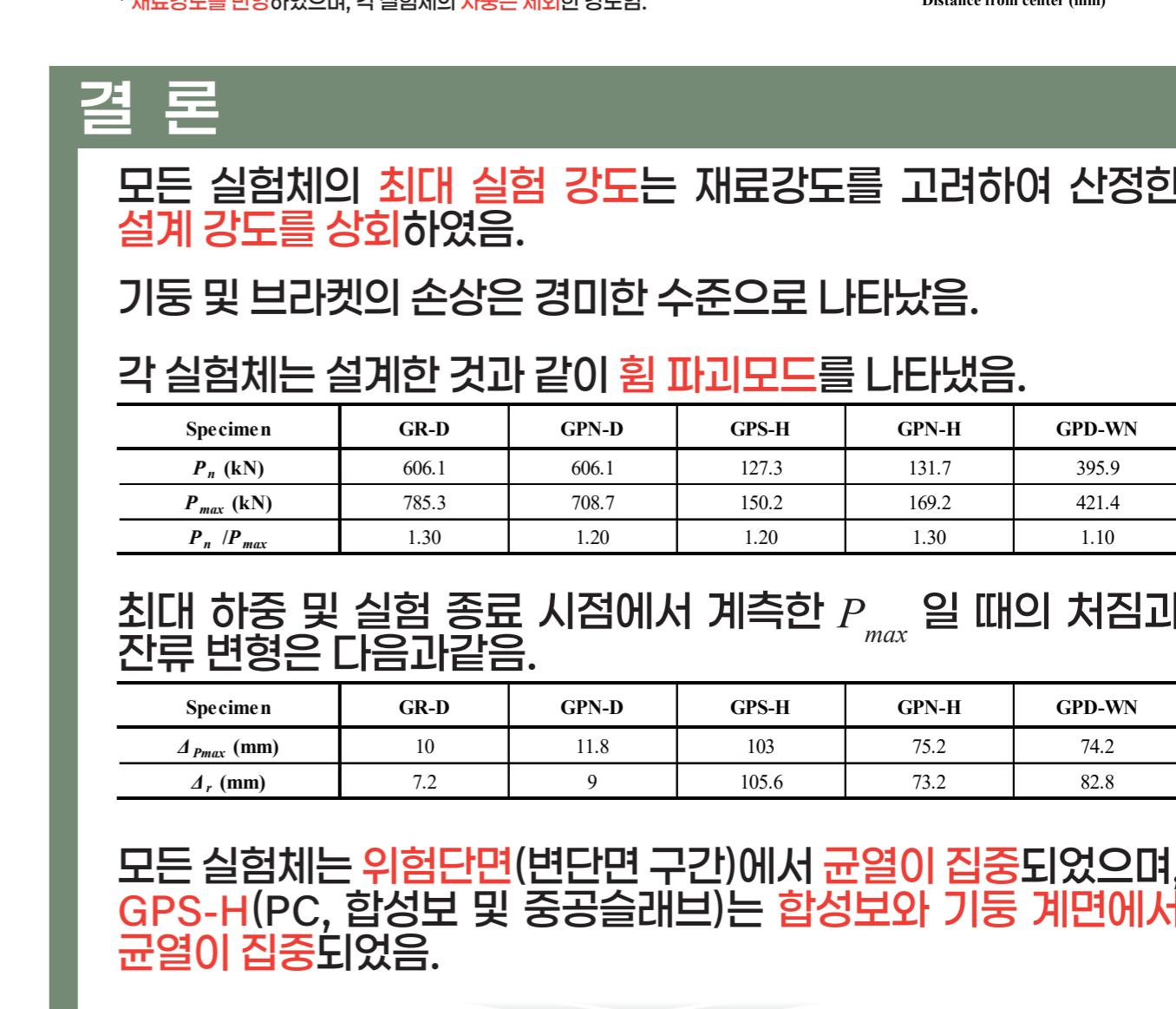


5. GPD-WN

5. GPD-WN



5. GPD-WN



결론

모든 실험체의 최대 실험 강도는 재료강도를 고려하여 산정한 설계 강도를 상회하였음.

기둥 및 브라켓의 손상은 경미한 수준으로 나타났음.

각 실험체는 설계한 것과 같이 흰 파괴모드를 나타냈음.

Specimen	GR-D	GPN-D	GPS-H	GPN-H	GPD-WN
P_n (kN)	606.1	606.1	127.3	131.7	395.9
P_{max} (kN)	785.3	708.7	150.2	169.2	421.4
P_{max}/P_n	1.30	1.20	1.20	1.20	1.10

최대 하중 및 실험 종료 시점에서 계측한 P_{max} 일 때의 처짐과 진폭 변형은 다음과 같음.

Specimen	GR-D	GPN-D	GPS-H	GPN-H	GPD-WN
δ_{max} (mm)	10	11.8	103	75.2	74.2
δ_r (mm)	7.2	9	105.6	73.2	82.8

모든 실험체는 위험단면(변경 구간)에서 균열이 집중되었으며, GPS-H(PC, 합성보 및 중공슬래브)는 합성보와 기둥 계면에서 균열이 집중되었음.

실험 결과(강도, 연성, 균열, 변형률, 처짐)를 정량적으로 분석한 결과, 이 연구에서 제안한 제작 공법 및 슬래브 유형의 구조성능은 우수한 것으로 판단됨.