



기둥의 길이변화에 따른 전이슬래브 시스템의 압축성능 평가

심연주^{1)*} · 최창식¹⁾

¹⁾한양대학교 건축공학부

Evaluation on the Compression Capacity of Transfer Slab Systems according to the Variation of Column Length

Yeon-Ju Sim^{1)*} and Chang-Sik Choi¹⁾

¹⁾Dept. of Architectural Engineering, Hanyang University, Seoul 04763, Rep. of Korea

ABSTRACT This paper presents compression capacity of transfer system in pilotis subjected to axial load. Recently, transfer system is usually used in low floors of wall-typed apartments when members' sections are suddenly changed between upper walls and bottom columns. It can help transfer loads from the walls to the columns. Especially, a transfer girder system is usually used as one of transfer systems applied to a pilotis. However, the transfer girder system has low constructability and economics. Therefore, the other transfer system with transfer slab was suggested and has been studied. In this paper, to evaluate the compression capacity of transfer slab, tests were conducted on pilotis transfer slab systems subjected to axial load. First of all, two specimens were determined by FEM. The main parameter is length of the bottom columns. The length of the bottom columns were 40% and 50% of length of upper walls in the transfer slab specimens. Results showed that the compression capacity of pilotis transfer systems subjected to axial load was affected by length of bottom columns. The compression capacity is 52% higher than design strength for specimen with the bottom column's length of 40% of length of the upper wall and 46% for specimen with the bottom column's length of 50% of length of the upper wall.

Keywords : transfer system, transfer slab, column's length, axial load, compression

1. 서 론

최근 우리나라의 대도시에 많이 건설되고 있는 주상복합 건물인 공동주택 아파트의 단지계획은 안락한 주거환경과 경제적인 공간 활용을 위해 발전해 왔다. 특히, 저층부는 주거민의 사생활 침해를 감소시키고 공간의 활용성을 극대화시키기 위한 목적으로 필로티를 배치하는 평면형식이 빈번히 사용되고 있다. 이러한 건축 계획적인 요구를 구조적으로 만족시키기 위해 전이보가 도입되었다. 그러나 전이보는 1.8 m 이상의 높이로 상당히 공간을 차지하기 때문에 공간의 활용도가 저하되며 비경제적이고 시공성이 낮아 결과적으로 공기가 지연되는 문제점을 가지고 있다. 따라서, 하중을 상부벽체에서 하부기둥으로 직접 전달할 수 있다면 공기단축과 시공비 절감 등의 문제점을 효과적으로 해결할 수 있을 것이라고 생각된다.^{1,2)}

현재 많은 연구에서 아파트 필로티 구조에서 사용할 수 있는 전이시스템으로 전이슬래브 사용을 제안하고 있다.³⁻⁵⁾ 하지만 실제 적용에 있어서 전이슬래브에 대한 연구 및 실험을 통한 성능 검증은 미비한 상황이다.

이에 본 연구에서는 필로티 구조형식이 배치된 25개층 벽식구조아파트를 대상건물로 선정하고, 연직하중에 주로 지배를 받는 부재들을 대상으로 전이슬래브에 대한 축하중 실험을 통해 압축성능을 평가하고자 하였다. Fig. 1은 전이보를 제거하고 난 후의 제안된 구조 평면도이다. 전술된 것처럼 하중을 상부벽체에서 하부기둥으로 직접 전달하기 위해서 하부기둥 한 개가 상부벽체 한 개를 지지하는 형태이며, 벽체와 기둥의 중심선이 길이방향으로 일치되도록 배치하였다. Fig. 2는 연직하중에 지배를 받는 부재들을 나타내었다. 제안된 전이시스템인 전이슬래브를 적용하였을 경우에 대해 연구대상부재들을 실제 크기로 실험 여건에 맞게 실험체를 모델링한 후 전이슬래브와 기둥의 길이를 변수로 유한요소해석을 수행하여 실험으로 검증할 필요가 있는 모델을 선별하였다. 선별된 모델에 대해 구조성능 실험을 실시하여 실험 결과를 바탕으로 전이슬래브의 압축성능을 평가하였다. 따라서 본 연구에서는 위의 과정을 통해서 전이슬래브

*Corresponding author E-mail : yjysim@naver.com
 Received July 26, 2016, Revised September 19, 2016,
 Accepted October 19, 2016
 ©2016 by Korea Concrete Institute

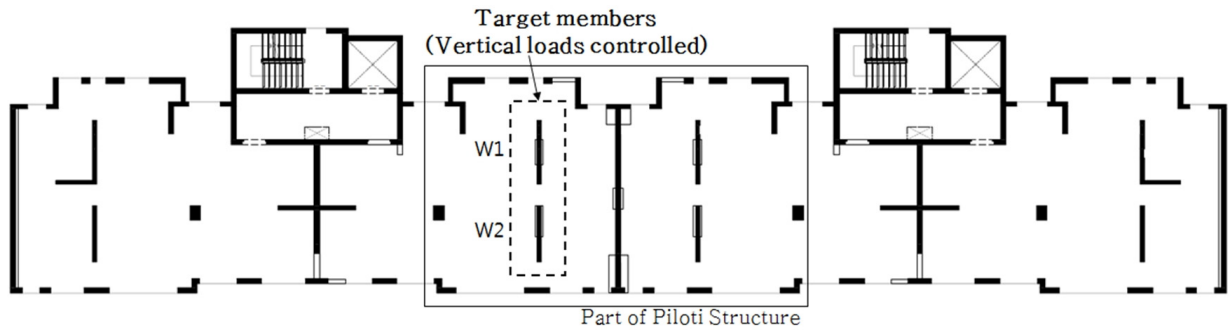


Fig. 1 Plan of prototype building

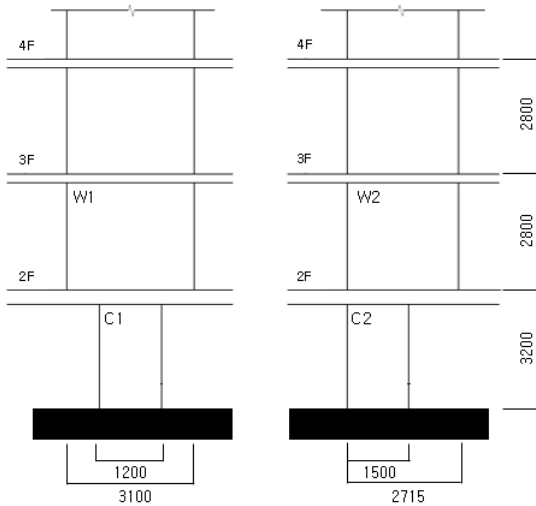


Fig. 2 Target members of test specimens (units: mm)

시스템의 구조설계를 위한 기초 자료를 제시하는데 그 목적을 두었다.

2. 해석적 연구

2.1 변수설정

해석 시 모델을 실제크기로 모델링하였다. 전이슬래브 두께는 아파트 표준바닥구조의 두께인 210 mm와 임의로 350 mm로 설정하였다. 각각의 전이부재에서 하중지지에 대해 기둥의 길이의 영향을 파악하기 위해 벽체의 길이의 약

Table 1 Parameters of finite element models

#	ID	Slab thickness (mm)	Column length (mm)
1	TS-S350t-C1200	350	1200
2	TS-S350t-C1500		1500
3	TS-S210t-C1200	210	1200
4	TS-S210t-C1500		1500

TS-S350t-C1500
 — Column's length
 — Slab's thickness
 — Transfer system

40%, 50%인 1,200 mm, 1,500 mm를 기둥의 길이로 고려하였고, 이는 대상 기둥의 길이를 그대로 반영한 것이다. 각 모델의 벽체의 길이는 W1과 W2의 평균값을 고려하여 약 3,000 mm, 벽체의 두께는 200 mm로 하였다. 해석 모델의 영향 변수는 Table 1과 같이 슬래브의 두께와 기둥의 길이로 설정하였다.

2.2 대상건물 모델링

각각의 해석모델들은 범용유한요소해석 프로그램인 Abaqus를 사용하여 연구대상부재의 소요하중과 설계강도 이상을 지지할 수 있는지를 비선형해석을 수행하여 알아보았다. 이때 소요하중은 하중조합 중에서 가장 큰 값인 연직하중조합이며, 설계강도는 벽체와 기둥이 만나는 면을 위험단면이라고 생각하여 그 단면으로 산정되었다.

설정된 영향 변수에 따라 모델링을 진행하였으며, 모델은 Fig. 3과 같다. 모델의 형상에서 기둥의 위치는 벽체의 가장 자리에 위치하도록 하였다. 이때 실험체가 각각 하나의 부재로 이루어질 경우 실험체 제작과 실험수행이 어렵기 때문에 실험체를 대칭으로 제작하고, 실험체의 면외방향 좌굴을 방지하기 위해 슬래브의 양면을 롤러로 지지시켜 실제지지 조건을 만족시켰다. 슬래브의 유효폭은 기존의 연구^{3-4,7-8)}를 통해서 고려되었다. 슬래브 유효폭은 장극관 등⁴⁾이 제안한 슬래브 두께의 4배로 설정하였으며 Paulay⁷⁾가 제안한 슬래브 두께의 8배나 Schwaighofer⁸⁾가 제안한(개구부폭+벽두께)만큼의 유효폭에 비해서 매우 작은 값이다.

이는 국외에서 진행하여 국내 실정을 반영하지 못했기 때문에 사료되어 슬래브의 커플링 효과를 과대평가한 것으로 판단된다. Fig. 3 (a)와 (b)와 같이 재료 요소 종류로 콘크리트는 변위 및 응력에 대한 근접한 결과를 산출하기 위해 3D solid element (C3D8R)를 사용하였으며, 부재의 축방향으로만 힘을 받을 수 있는 부재나 접촉면을 표현하기 위해 3D truss element (T3D2)를 사용하였다. 또한, 요소 경계는 Embedded region 옵션을 사용하여 철근콘크리트 내에서 철근과 콘크리트를 일체 거동으로 표현하도록 경계요소 모델링을 하였다. 경계조건은 면외좌굴을 무시한 경우로서 슬래브의 측면은 길이방향으로 롤러로 지지하고 기초하부면은 고정하였다. 또한 최대강도 이후의 거동을 알아보기 위하여

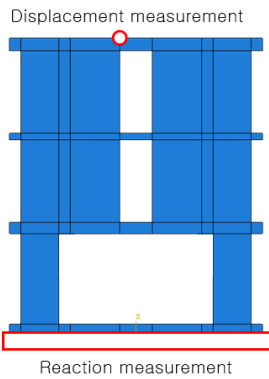
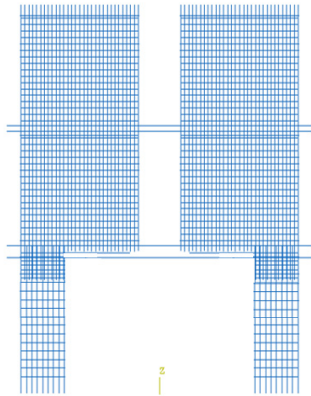
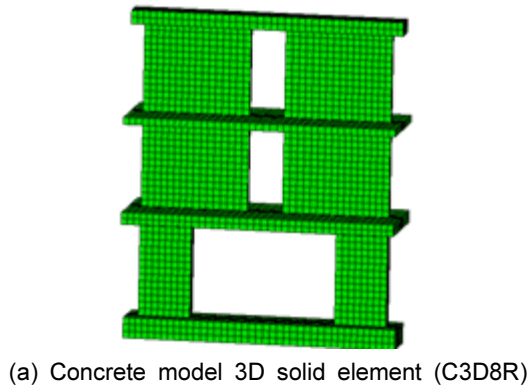


Fig. 3 Finite element models

변위제어형으로 벽체 상부를 누가 가력하였다. 또한 변위와 지지력의 측정 위치는 Fig. 3 (c)와 같다.

2.3 해석결과

해석결과는 Table 2와 같다. 슬래브 두께를 350mm로 높임으로써 소요강도와 설계강도보다 높게 강도 발현됨을 확인할 수 있었다. 또한 기둥의 길이를 벽체의 길이의 40%이하로 낮게 설계하게 되면 설계강도보다 낮은 값을 가질 가능성이 높기 때문에 기둥이 길이를 벽체의 길이의 40%이상으로 설정하는 것이 타당한 것으로 보인다. 유한요소해석을 통해 강도가 소요하중과 설계하중보다 높게 나온 슬래브 두께가 350 mm이며 기둥의 길이가 벽체의 길이의 40%와 50%인 총 2가지 모델이 실험으로 검증할 모델로 결정하였다. 다음 장에서는 전술한 2개의 모델에 대한 성능 검증을 하기 위해 실험을 진행하였다.

3. 실험계획

3.1 실험체 계획

실험체 계획은 실물크기로 실험하기에는 하중크기 등 실험실 여건이 충족되지 않음에 따라 약 1/4 크기로 축소하여 진행하였다. 다만 1/4의 비율로 축소할 때 벽체의 철근배근과 피복두께를 확보하지 못하기 때문에 벽체의 최소두께를 먼저 충족시킨 후 실제크기 벽체의 설계응력에 맞춰 벽체 길이가 결정되었다. 마찬가지로 그 외 부재의 크기도 설계응력에 맞추어 결정하였다. 실험체 기둥의 길이는 벽체의 길이의 약 40%, 50%, 슬래브 두께는 실제 필로티 층의 높이와 슬래브 두께의 비율을 고려하여 결정되었다. 따라서 기둥의 길이는 벽체 길이의 40%, 50%인 270 mm, 360 mm로 결정되었고, 슬래브 두께는 120 mm로 결정되었다. 실험체는 콘크리트구조기준 2012⁷⁾에 준하여 설계되었다. 슬래브의 유효폭은 해석적 연구에서 전술한 바와 같이 기존의 연구^{3-4,7-8)}를 고려하여 결정하였다. Table 3은 계획된 실험체의 일람표를 나타낸 것이며, 실험체의 크기와 철근의 배근상세는 Fig. 4와 같다.

Table 2 FEM results of models

#	ID	Parameters		Maximum load ²⁾ (kN)	Maximum load/ Required load ³⁾	Maximum load/ Design strength ⁴⁾	Note
		Slab thickness (mm)	Column length ¹⁾ (mm)				
1	TS-S350-C1200	350	1200	19,088.8	1.3	1.08	*
2	TS-S350-C1500		1500	26,233.5	1.8	1.18	*
3	TS-S210-C1200	210	1200	8,376.2	0.6	0.47	-
4	TS-S210-C1800		1500	14,769.4	1.0	0.67	-

¹⁾the longer part in the section

²⁾measured through FEM

³⁾according to vertical load combination

⁴⁾calculated by critical section

*must be verified by test

Table 3 List of specimens

Specimen	wall	Column	Slab	Column		Wall			Slab		
	f_{ck}	f_{ck}	f_{ck}	Size (mm)	Reinforcement	Size (mm)	Reinforcement		Size (mm)	Reinforcement	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]				Vertical	Horizontal		Long*	Trans**
G-S120-C270	43.9	29	29	270×260	8-D16	700×130	11-D16	D10 @140	120	D10 @180	D10 @300
G-S120-C360	43.9	29	29	360×260	8-D16	700×130	11-D16	D10 @140	120	D10 @180	D10 @300

G-S120-C270

*Longitudinal **Transverse

Column's length
Slab's thickness
Transfer system

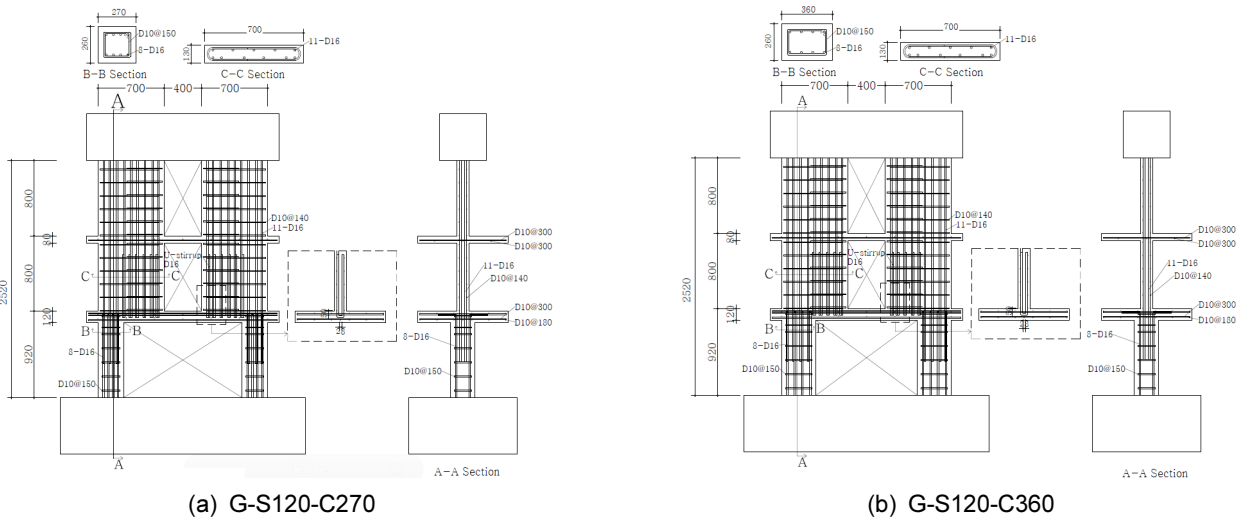


Fig. 4 Details of specimens (units: mm)

3.2 사용 재료의 특성

본 실험에서 사용한 콘크리트는 부재에 따라 다르며, 각 각 부재의 콘크리트 압축강도 시험결과는 Table 4에 제시하였다. 콘크리트 압축시험은 KS F 2405⁹⁾에 따라 제작한 총 12개의 원주 공시체를 실험체와 같은 조건에서 양생하였으며 만능시험기(U.T.M)를 사용하여 압축시험을 실시하였다. 철근은 SD400의 D10, SD600의 D16을 사용하였으며, KS D 3504¹⁰⁾ 따라 인장시험을 실시하였다. 철근의 인장 시험결과는 Table 5와 같다.

3.3 실험체 설치 및 가력방법

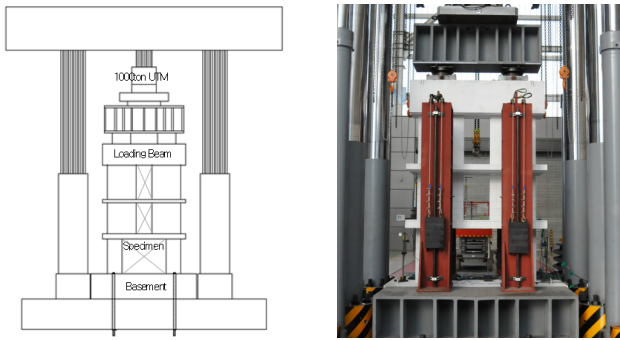
본 실험에서는 한 개의 상부벽체에서 한 개의 하부기둥으로 축하중이 전이슬래브 시스템을 통해 전달될 때 압축성능을 평가하였다. 가력은 최대 용량 10,000 kN의 U.T.M을 사용하여 0.003 mm/sec로 가력하였다. 하중은 Fig. 5와 같이 양쪽 벽체 상부 면에 축하중을 가하도록 가력보 상부 면에 가력지점을 상부벽체의 중심선에 구좌를 설치하여 2점 가력을 하였다. 또한 실험체는 면 외 방향의 좌굴을 방지하기 위해 슬래브 면에 횡지지 프레임을 설치하여 지지되도록 하였다.

Table 4 Results of compression test of concrete

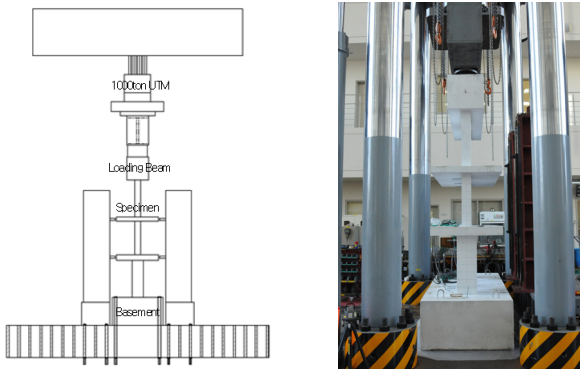
Member	f_{ck} (MPa)	$f_{ck,ave}$ (MPa)	E_c (MPa)
1 st column 2 nd slab	28.9	29	26114.7
	29.2		
2 nd wall	45.5	43.9	29985.2
	44.5		
3 rd slab	36.2	35.6	27962.0
	35.7		
	34.8		
3 rd wall	33.7	34.7	27724.4
	35.7		
	34.9		

Table 5 Results of tensile test of reinforcement

Type	Nominal strength (MPa)	Yield strength (MPa)	Yield strain (mm/mm)	Tensile strength (MPa)
D10	400	399	0.0018	575
D16	600	622	0.0054	759



(a) front view



(b) side view

Fig. 5 Test setup of specimens

4. 실험결과 및 분석

4.1 하중-변위관계

전이슬래브 시스템에 대한 축하중 실험을 통해 측정된 두 개의 실험체에 대한 하중-변위관계 곡선은 Fig. 6과 같다. 첫 번째 실험체인 G-S120-C270는 최대하중 이후의 75%까지 가력을 하였고, G-S120-C360 실험체는 실험체 하중 지지 상태를 판단하여 최대하중의 65%까지 가력을 하였다. G-S120-C270 실험체와 G-S120-C360 실험체 순으로 각각의 최대하중은 4,027 kN, 5,050 kN이다. 또한 최대하중일 때의 변위는 5.78 mm, 5.73 mm이고 측정된 변위 값은 실험체 전체 길이의 변화 값이다. 또한 두 실험체 모두 강성변화가 나타나지만 G-S120-C270 실험체의 경우 그 차이가 크을 알 수 있다. Table 6을 보면 실험체 모두 설계하중보다 1.45이상의 높은 강도를 보임을 알 수 있다. 이는 해석적 연구에서도 설계 강도보다 높은 강도를 가졌지만 1.2 이상의 비율의 강도 상승을 보이지 않았다. 그 이유는 아마도 해석적 연구와 달리 실험체를 축소하여 실험하는 과정에서 슬래브에서 피복두께 유지의 이유로 일정 비율 그대로 축소하지 못하였기 때문으로 추정된다. 이때, 설계하중은 압축 파괴하중이며, 전술한 바와 같이 Fig. 7의 위험단면으로 산정하였다.

하중-변위 관계 곡선에서 전이슬래브를 적용한 G-S120-C360 실험체와 G-S120-C270 실험체를 비교하였을 때 기둥의 길이가 상부벽체의 길이의 10% 증가하였을 때 최대강도가 약 24%이상 강도 향상을 기대할 수 있었다. 최대 강도일 때 실

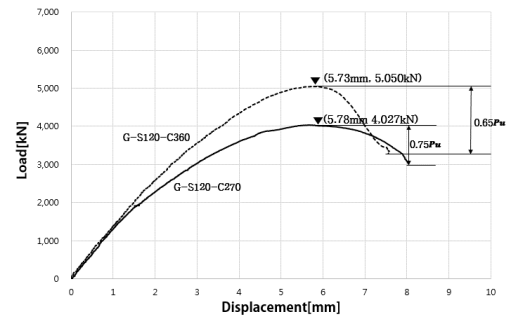


Fig. 6 Load versus displacement relationships

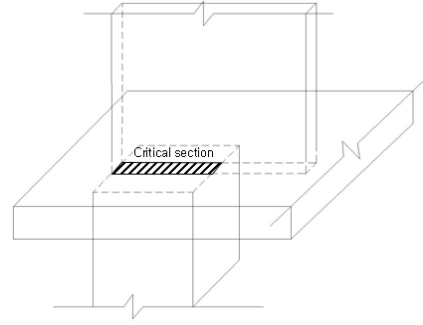


Fig. 7 Critical section (related to design strength)

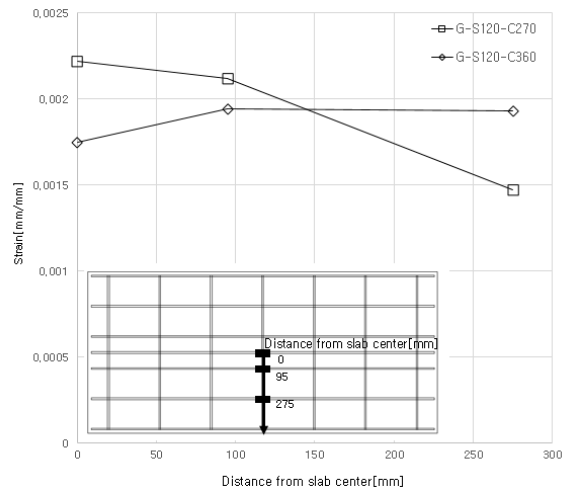


Fig. 8 Strains of longitudinal bottom reinforcement in slab

험체의 변위는 0.05 mm 변화로 미소하며 기둥의 길이의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. G-S120-C270 실험체와 G-S120-C360 실험체의 강도는 각각 설계강도보다 52%와 46% 높았다. 연성비는 최대 변위를 최대하중의 75% 일 때로 보고 각 실험체의 연성비는 1.75, 1.39로 실험체 모두 1에서 2 사이의 연성비를 보였다. 최대하중 이후 최대변위가 G-S120-C270 실험체가 G-S120-C360 실험체보다 높은 이유는 슬래브의 휨 저항으로 인한 것으로 판단된다. 그 이유는 Fig. 8에서 G-S120-C270 실험체의 경우 G-S120-C360 실험체의 슬래브의 주철근 변형률과 비교했을 때 슬래브의 중앙 부분의 철근을 중심으로 거리가 멀어질수록 변형률이 순차적으로 감소하는 것을 볼 수 있기 때문이다. 이는 하부기둥이 상부벽체를 지지할 부분이 40%에서 50%사이의 임의

Table 6 Experimental results

ID	Parameter		Calculation	Test Result						
	Slab thickness (mm)	Column section (b×h) (mm)		P_c^* (kN)	$P_{y,t}$ (kN)	$P_{u,t}$ (kN)	$\delta_{y,t}$ (mm)	$\delta_{u,t}$ (mm)	δ_{max} (mm)	$P_{u,t}/P_c$
G-S120-C270	120	270×260	2,645	3,855	4,027	4.59	5.78	8.02	1.52	1.75
G-S120-C360	120	360×260	3,450	4,944	5,050	5.14	5.73	7.15	1.46	1.39

*Design strength determined by using the section between upper wall and lower column.

의 값 이하일 경우 지지하지 못한 부분이 슬래브의 휨 저항으로 지지된 것으로 사료된다. 추후에 하부기둥이 벽체의 단부에 위치해 있고 하부기둥 길이가 상부벽체 길이의 절반 이하를 지지하지 못할 경우 슬래브의 주철근량을 과대평가할 가능성이 있을 것으로 보이며 이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4.2 균열 및 파괴모드

전이슬래브 시스템에 대한 실험으로 G-S120-C270 실험체와 G-S120-C360 실험체 모두 Fig. 9와 같이 최종파괴가 일

어났다. 실험체 모두 기둥의 내측 상부에서 콘크리트의 압축파괴로 최종파괴가 일어나 취성적 거동을 보였다.

G-S120-C270 실험체의 초기균열은 슬래브 단면 중앙부에서 수직방향으로 발생되었으며 이후 슬래브 하부에서 휨균열이 발생하기 시작하였다. 슬래브 상부 면에서는 벽체 주위에서 균열이 발생하여 슬래브 단부로 진전되었다. 벽체에서는 벽체의 하부에서 기둥의 길이만큼의 지점에서부터 벽체의 중간 높이 부분까지 대각선 균열형태로 발생하였다. 최대하중 이후에는 전술한 것과 마찬가지로 하부기둥이 상부벽체를 지지할 부분이 40%이하로, 지지되지 못한 부분이 슬래브의 휨 저항으로 지지하였기 때문에 슬래브의 처짐으로 인해 기둥의 안쪽 상부에서 콘크리트가 압괴하였으며 기둥 하부로 균열이 진전되었다. 하중은 다른 실험체와 비교하였을 때보다 완만하게 감소함을 보였다. 또한 기둥상부에서 횡방향의 균열이 나타났는데 이는 기둥 상부의 횡방향 철근이 항복했음을 추정할 수 있다.

G-S120-C360 실험체는 G-S120-C270 실험체와 대체적으로 유사한 균열 양상을 나타내었다. 다만, 벽체의 경우 균열의 발생이 다소 적었다. 이는 기둥의 길이로 인해 G-S120-C270 실험체보다 상부벽체 하부면의 10%를 더 지지할 수 있다. 따라서 상부벽체에서 하부기둥으로 응력이 집중되는 기울기가 낮아서 G-S120-C360 실험체의 벽체에서 G-S120-C270 실험체의 벽체에서보다 응력의 크기가 낮기 때문에 벽체에서 균열의 발생이 상대적으로 적게 발생함을 알 수 있었다 (Fig. 10 참조). 또한 기둥 상부의 안쪽 단부에서 기둥 하부의 바깥쪽 단부 방향으로 대각선으로 발생됨을 통해서 상부벽체에 하부기둥까지 압축스트럿이 발생됨을 알 수 있다. 이를 통해 G-S120-C360 실험체의 경우 G-S120-C270 실험체와 달리 슬래브의 휨으로 인한 처짐으로 파괴되기 보다는 벽체의 직접적인 압축으로 파괴되었음을 알 수 있었다. 따라서 최대하중에 도달한 후에는 기둥의 상부 안쪽에서 콘크리트 압괴가 되었고 균열이 기둥의 하부까지 진전됨으로써 하중을 더 이상 지지하지 못하게 되어 하중이 급격하게 감소함을 보였다. 마찬가지로 기둥 상부면에서 횡방향 균열이 나타났다.

4.3 벽체에서의 하중 전달경로

기둥의 길이에 따라 벽체에서 축하중의 하중전달 경로를 알아보기 위해서 벽체의 수평철근 1개에 각각 3개씩 스트레인 게이지를 부착하여 실험체당 15개 지점의 변형률을 측정

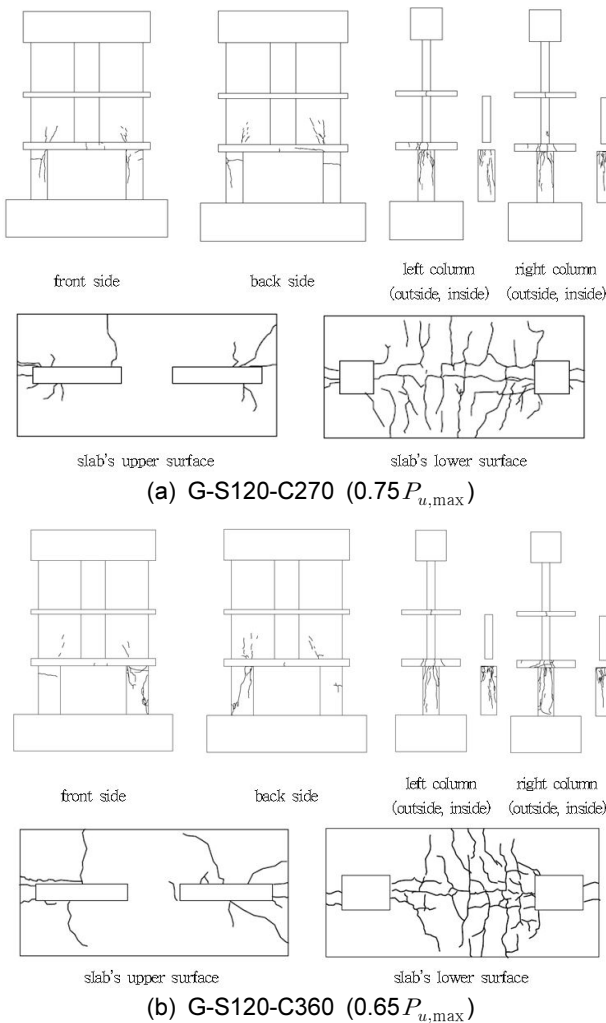
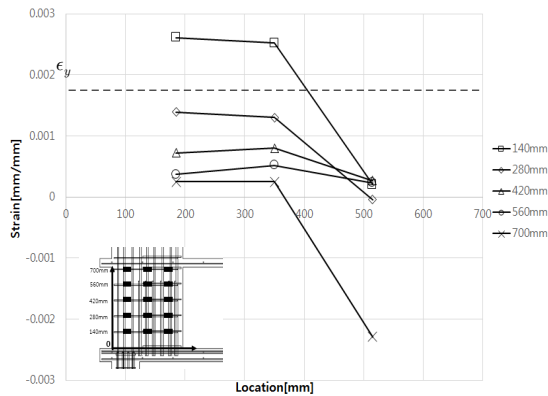


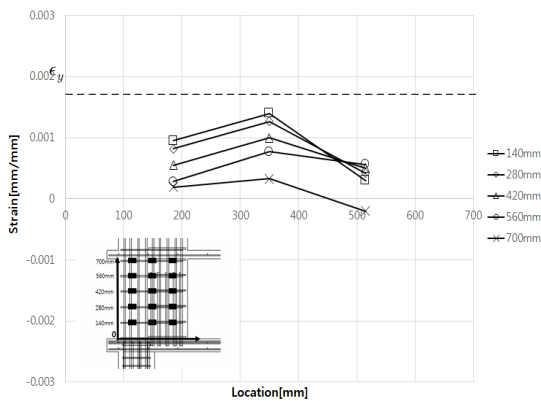
Fig. 9 Crack pattern of specimens at failure load

하였다. 수평철근은 벽체 하부 면으로부터 140 mm, 180 mm, 420 mm, 560mm, 700 mm에 위치해 있으며, 철근 스트레인 게이지는 벽체 단부에서 185 mm, 350 mm, 515 mm 지점에 있는 각각의 수평철근에 부착하였다. Fig. 10은 각 실험체의 2층 벽체의 수평철근 변형률에 대한 그래프이며 각 실험체의 벽체에서 하중 분배 위치를 개념적으로 도시해 보았다.

G-S120-C270 실험체는 전이슬래브 시스템으로 적용되고 있는 실험체로 기둥의 길이가 벽체의 길이의 40%인 경우이다. 벽체 하부에서 기둥이 지지하고 있는 측의 철근의 변형률은 항복변형률을 넘어 인장항복을 하였고, 내부측은 변형률이 다소 낮았다. 기둥이 지지하고 있는 외부측 철근의 변형률에 비해 상대적으로 내부측의 변형률의 차이가 현저하



(a) G-S120-C270



(b) G-S120-C360

Fig. 10 Strains of Transverse reinforcements and conceptual locations of load distribution of 2nd wall in each specimen

게 나타나는 위치는 슬래의 상부면에서 560 mm (7/9)지점임을 확인할 수 있었다. 이는 G-S120-C270 실험체에서 축하중의 전달경로는 벽체의 상부 560 mm부터 분배가 되고, 벽체 하부로 갈수록 벽체 단면에서 응력을 지지하는 면적이 줄어들어 응력이 커져 하부기둥의 상부 내측에서 응력집중이 G-S120-C360 실험체보다 심화됨을 알 수 있었다.

G-S120-C360 실험체는 전이슬래브 시스템으로 적용되고 있는 실험체로 기둥의 길이가 벽체의 길이의 50%인 경우이다. 기둥의 길이가 벽체의 길이의 40%인 경우보다 기둥의 길이가 10% 크기 때문에 하중의 분배 위치가 슬래브 상부면에서부터 벽체 높이의 420 mm (7/12)위치에서 분배가 된다. 이는 마찬가지로 벽체 하부로 갈수록 벽체 단면에서 응력을 지지하는 면적이 줄어들어 응력이 커지지만 하부기둥의 상부 내측에서 응력집중이 G-S120-C270 실험체보다 덜하기 때문에 하중지능력이 25% 더 발현될 수 있었다고 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 공동주택아파트의 필로티 형식에서 전이보 시스템을 대체하고 전이슬래브 시스템을 적용하여 공간 활용도와 시공성을 높이기 위해 전이슬래브 시스템의 구조 설계를 위한 기초 자료를 제시하는데 그 목적이 있다. 축하중이 상부벽체에서 하부기둥으로 전달될 때의 압축성능을 평가하였다. 추가적으로 하부층의 공간의 개방성을 높이기 위해 기둥의 길이를 벽체의 길이의 50%에서 40%까지 감소시켰을 경우도 고려하여 실험을 수행하였다. 전이시스템의 구조설계를 위한 기초 자료를 제시하는데 목적으로 실험을 하였으며 실험의 결과를 통해 얻은 주요 결론은 다음과 같다.

- 1) 본 연구를 통하여 제안된 전이시스템으로 전이슬래브를 적용한 G-S120-C270 실험체와 G-S120-C360 실험체 모두 축하 중에 대한 압축강도가 설계강도보다 46% 이상의 강도가 발현되었고, 연성비가 2 미만의 값을 가졌다. 다만, 강성의 변화가 있기 때문에 추후 횡력에 대한 거동특성을 파악하는 등의 연구가 필요할 것으로 보인다.
- 2) 균열 및 파괴 상황을 보았을 때 G-S120-C270 실험체와 G-S120-C360 실험체 모두 하부기둥 상부 내측에서 콘크리트가 압괴가 되었지만 파괴된 직접적인 이유는 각각 슬래브의 처짐과 벽체의 직접적인 압축으로 보인다. 또한 실험체 모두 기둥상부에서 횡방향 균열이 발생함을 통해 기둥 상부의 횡철근이 항복하였으며 기둥의 상부 콘크리트를 충분히 구속하면 좀 더 연성적인 거동의 특성을 보일 것으로 판단되어 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.
- 3) 벽체의 하중전달은 벽체를 지지할 수 있는 하부 구조 부재의 면적이 커질수록 하중 분배의 위치가 낮아짐을 알 수 있었다. G-S120-C270 실험체와 G-S120-C360 실험

험체의 비교를 통해 기둥의 길이가 벽체의 길이의 10%가 증가돼 벽체길이의 50%가 되었을 때 하중지지 능력이 25%증가되었으며, 하중분배 위치는 560 mm 에서 420 mm로 75% 낮아졌다. 하지만 그로 인해 슬래브의 휨 저항에 대한 영향이 달라지기 때문에 기둥의 길이가 벽체의 길이의 50%일 때 전이슬래브 시스템의 기여도가 과대평가된 것으로 보여지며, 이에 대한 추가적인 연구가 진행된다면 보다 더 경제적인 설계가 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 및 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구과제입니다(NRF-2014R1A2A1A11051049).

References

1. Sim, Y. J., and Choi, C. S., "Evaluation of Effective Structural Transfer Systems", *Journal of the Korea Concrete Institute*, Vol. 26, No. 2, 2015, pp. 247-248.
2. Sim, Y. J., and Choi, C. S., "An Experimental Study on Piloti Transfer Systems Subjected to Axial Load", *Journal of the Korea Concrete Institute*, Vol. 28, No. 1, 2016, pp. 103-104.
3. Choi, Y. C., Choi, H. K., Choi, C. S., and Lee, L. H., "The

- Behavior of Reinforced Concrete Coupling Slab in Wall-Dominant System", *Journal of the Korea Concrete Institute*, Vol. 18, No. 2, 2006, pp. 61-64.
4. Chang, K. K., Seo, D. W., and Chun, Y. S., "The Behavior of Reinforced Concrete Coupling Elements in Wall-Dominant System", *Journal of the Korea Concrete Institute*, Vol. 14, No. 1, 2002, pp. 83-91.
5. Yoon, J. K., Kang, S. M., Kim, O. J., and Lee, D. B., "A Study on the Behavior and Practical Design Method for Transfer Slab used in Shear Wall Typed Apartment with Piloti under Pit Level", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 28, No. 1, 2008, pp. 231-234.
6. Korea Concrete Institute, Concrete Design Code and Commentary, Kimoondang Publishing Company, Seoul, Korea, 2012, p. 600.
7. Paulay, T., and Taylor, R. G., "Slab Coupling of Earthquake-Resisting Shearwalls," *ACI Structural Journal*, Vol. 78, No. 2, 1981, pp. 130-140.
8. Schwaighofer, J., and Michal, Collins, P., "Experimental Study of the Behavior of Reinforced Concrete Coupling Slabs," *ACI Structural Journal*, Vol. 74, No. 3, 1977, pp. 123-127.
9. KS F 2405, Standare test method of test for compressive strength of concrete, Korean Agency for Technology and Standards, 2010, pp. 1-6.
10. KS D 3504, Steel bars for concrete reinforcement, Korean Agency for Technology and Standards, 2016, pp. 1-31.

요약 본 논문은 공동주택 아파트에 저층에 위치해 있는 필로티에서 사용되는 전이시스템의 성능을 평가한 것이다. 전이시스템은 2개의 층으로 구성이 되어 주로 벽식구조 아파트에서 낮은 층에 사용되며, 하부기둥의 갑작스런 단면변화가 있는 곳에 상부벽체에서 하부기둥까지 하중을 전달시킨다. 특히, 전이보는 자주 사용하는 전이시스템 중 하나이지만 낮은 시공성과 경제성의 단점을 가지고 있다. 따라서 기존의 연구에서 제시되어 있듯이 전이슬래브와 같은 전이시스템이 제안되었으며 연구가 진행되어 왔다. 본 연구에서는 전이슬래브의 압축성능을 검증하기 위해 축하중을 받는 필로티 전이시스템에 대한 실험이 수행되었다. 유한요소해석을 통해 최종적으로 2가지의 실험체가 결정이 되었으며, 결정된 전이슬래브 실험체는 기둥의 길이를 변수로 두었으며, 하부 기둥의 길이가 상부 벽체 길이의 40%와 50%로 나누었다. 실험을 통해 축하중을 받는 전이슬래브 시스템의 압축성능은 기둥의 길이에 영향을 받아 기둥의 길이가 벽체의 길이의 40%와 50%인 실험체 각각의 압축 성능은 설계하중보다 52%와 46% 높았다.

핵심용어 : 전이시스템, 전이슬래브, 기둥의 길이, 축하중, 압축