Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection
Vol. 21, No. 1, January 2017, pp.126-133
https://doi.org/10.11112/jksmi.2017.21.1.126

pISSN 2234-6937
eISSN 2287-6979

슬림 프리캐스트 슬래브 데크를 사용한 I-슬래브 시스템의 전단 성능에 관한 실험적 연구

김승훈[1]*

Experimental Study on Shear Capacity of I-slab System Using Slim Precast Slab Deck

Seung-Hun Kim[1]*

Abstract: This paper presents the shear capacities of hollow slab with plate and octagonal pillar type hollow sphere. Recently, the interest in precast hollow slab system for buildings is growing up according to the demand for high quality control and the increase in slab thickness. A hollow slab system is widely known as one of the effective slab system which can reduce self-weight of slab. However, hollow slabs are vulnerable to the deterioration in the shear strength due to the decrease of concrete at slab web which resists shear. Especially, in case of precast hollow slabs, it has joint surface between precast concrete slab modules along transverse axis of slab, and shear failure, that is caused by cracks at joints, has to be prevented. Therefore, in this study, shear capacity of the I-slab system is evaluated by 3-points-supported shear test along the longitudinal and transverse axis of slab specimen. Test results showed that I-slab had enough shear strength compared to theoretical shear strength even if it included the joint surfaces.

Keywords: Hollow slab, Precast concrete, Slab deck, Shear strength

1. 서 론

최근 구조물의 품질관리의 필요성이 증대됨에 따라 프리캐스트 콘크리트(Precast concrete) 공법의 사용이 증가하고 있다. 특히 슬래브 부재의 경우 콘크리트 양생과정에서 건조수축과 급격한 온도변화에 따라 균열이 발생하는 등의 품질저하의 문제가 발생할 우려가 높아 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 적용에 대한 관심이 증대되고 있다. 이와 더불어 최근 층간소음 문제의 해결을 위해 두께가 두꺼운 플랫 플레이트 시스템의 사용이 증대됨에 따라 플랫 플레이트 슬래브의 자중을 절감하기 위한 중공슬래브에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 중공슬래브는 중공형성체 부피만큼의 콘크리트 중량이 감소되기 때문에 슬래브의 철근량 및 동바리와 같은 가설재의 감소가 가능하다. 또한 슬래브 휨 성능에 영향을 적게 미치는 슬래브 웨브 부분의 콘크리트를 중공형성체로 대치함으로써, 휨 성능은 동일 두께의 일반 철근콘크리트 슬래브와 동등한 수준을 유지하면서, 경감된 슬래브 중량에 따라 벽체와 기둥 등과 같은 수직 구조부재 및 기초와 파일의 물량을 감소시킬 수 있기 때문에 효율적이고 경제적인 건물 설계를 가능하게 하는 구조 시스템으로 주목을 받고 있다(Aldejohann et al., 2003; Kim et al., 2011; Chung et al., 2015).

이에 슬래브의 중량을 저감하면서도 고품질을 확보할 수 있는 슬림 프리캐스트 슬래브 데크를 사용한 I-슬래브 시스템을 개발되었다(Kim et al., 2015). 그러나 중공슬래브는 전단에 저항하는 슬래브 복부의 콘크리트가 감소하기 때문에 전단 강도가 감소할 것으로 예상된다. Aldejohann et al.(2003), Kim et al.(2009), Kang et al.(2011) 등의 연구에서 이방향 중공 슬래브가 동일두께의 RC슬래브 대비 약 60% 수준의 전단강도가 발현됨을 확인하였고, 그 원인으로 단면감소를 제시하였다.

I-슬래브 시스템의 경우 경량폼이 내부에서 큰 부피를 차지하기 때문에 전단저항성능이 저하되게 된다. 따라서 슬래브 단부에 수직하중이 집중될 경우 중공비가 큰 I-슬래브에 대한 전단저항성능의 검토가 필수적이다. 또한, I-슬래브의 경우 트러스가 배근되는 직각방향으로 프리캐스트 콘크리트 슬래브 데크의 접합면이 발생하게 된다. 이러한 접합면의 경우 일체화 되어 있지 않고 분절되어 있어 균열이 발생하기 쉬우며, 이에 따라 접합면의 균열 발생에 의해 전단변형이 발생할 가능성이 높다.

[1]정회원, 한밭대학교 건축공학과 교수
***Corresponding author:** kimsh@hanbat.ac.kr
Dept. of Architectural Engineering, Hanbat National University, Daejeon, 34158, Republic of Korea
•본 논문에 대한 토의를 2017년 2월 1일까지 학회로 보내주시면 2017년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Copyright Ⓒ 2017 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.

이에 따라 본 연구에서는 일방향 I-슬래브의 전단성능과 I-슬래브 접합면의 전단성능 평가를 목적으로 경량폼의 유무 및 형태 (PF0, PF1, PF2), 슬래브 두께(210 mm, 310 mm) 등을 주요 변수로 전단실험을 실시하였다. 또한, 실험결과로부터 각 실험변수에 따른 실험체의 최종파괴상황, 하중-변위 곡선, 하중-변형률 곡선, 최대내력 등을 비교하여 분석하여 I-슬래브의 전단성능을 평가하였으며 개발된 I-슬래브의 전단강도 산정방법을 제시하였다.

2. I-슬래브 시스템

2.1 I-슬래브 공법 개요

I-슬래브 시스템은 PC 공장에서 Fig. 1과 같은 형상의 경량재 폼(polystyrene form, PF)을 트러스근을 가지는 Fig. 2와 같은 슬림 프리캐스트 콘크리트 슬래브 데크를 제작하여 현장에서 설치된다. 이후 상부근과 직교방향의 하부근을 설치하고 한 후 덧침 콘크리트가 현장 타설되는 복합화 구조 공법이다. 슬림 프리캐스트 콘크리트 슬래브 데크와 이후 타설되는 슬래브에 의해 콘크리트 단면이 I형으로 형성됨으로써 부재중량을 줄이면서도 구조 효율성을 향상시킬 수 있는 공법이다. 이와 더불어 트러스근이 전단보강근 역할을 수행하여 전단성능이 확보되는 공법이다.

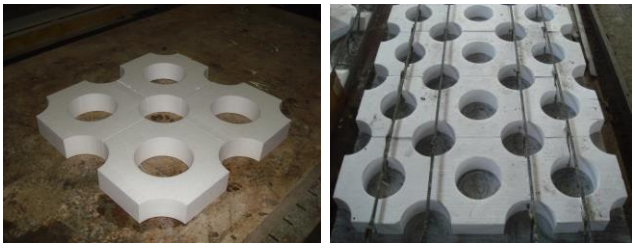
2.2 실험체 계획

기존 연구에 따르면 중공 슬래브의 경우 중공을 형성하는 경량폼의 형상이 구조적 성능 및 중량저감 비율을 결정짓는 중요한 요소인 것으로 알려져 있으며, 특히 경량폼의 형상은 슬래브 웨브 부분의 콘크리트 단면적을 변화시키기 때문에 슬래브의 전단거동에 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

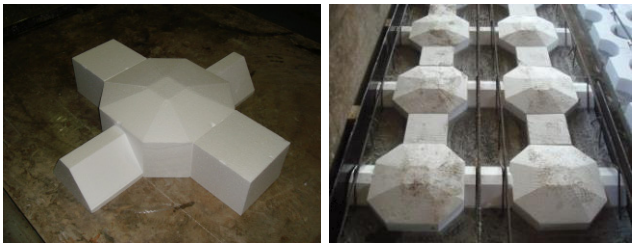
본 연구에서는 Fig. 1(a)와 Fig. 1(b)와 같이 각기 다른 형상을 가지는 두 가지 형태의 경량폼을 적용한 I-슬래브에 대한 전단성능을 확인하고 이를 기존의 중공슬래브 경량폼 형상인 직육면체형의 PF0를 적용한 실험체와 비교하여 전단성능을 평가하였다.

Fig. 1(a)의 PF1 경량폼은 경량폼에 원형 구멍이 뚫린 형태로써 경량폼이 설치된 프리캐스트 콘크리트 슬래브 데크에 덧침콘크리트를 타설하게 되면 슬래브 내부에 원기둥 형태의 불연속 웨브가 만들어 진다. 이러한 PF1 경량폼은 유공 체적비(전체 부피에서 내부 유공비가 차지하는 비율)를 극대화시킬 수 있으므로 슬래브 중량을 크게 줄일 수 있다는 장점이 있다.

Fig. 1(b)의 PF2 경량폼은 하부에는 팔각기둥이지만 상부는 사각형 단면을 가지는 형태의 경량폼과 이를 연결하는 경량폼으로 구성된다. PF2 경량폼의 경우 기존의 PF0 경량폼 및 PF1 경량폼 형태에 비하여 바닥충격음 흡수에 유리할 것으로 예상되며 경량폼 내부의 빈 공간을 두어 배관공의 설치가 용이하다는 장점이 있다.

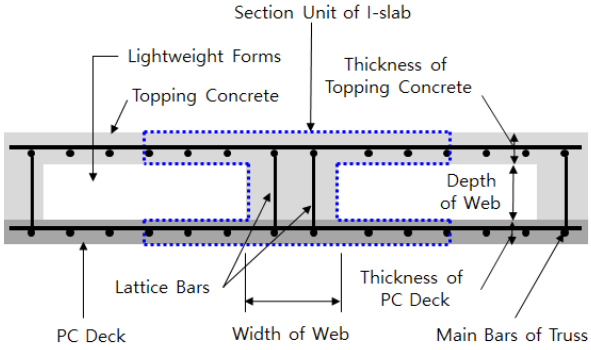


(a) PF1

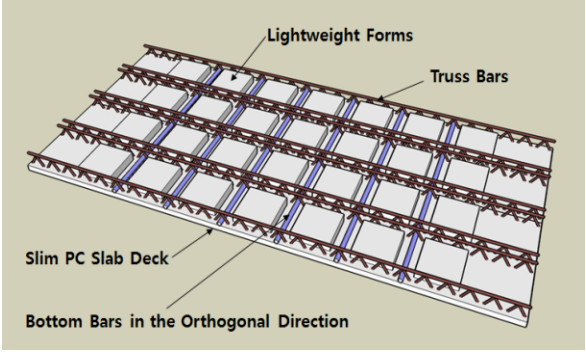


(b) PF2

Fig. 1 Types of lightweight forms



(a) Section unit of I-slab



(b) Slim precast deck

Fig. 2 I-slab system

Table 1 List of specimens

Specimen series	Specimen name	Thickness [mm]	Width [mm]	Length [mm]	Top rebar	Bottom rebar	f_{ck} [MPa]		f_y [MPa]	Void former	Cross-sectional area [mm^2]	
							Precast concrete	Topping concrete			Precast concrete	Topping concrete
IS	IS-1	210	1200	1900	4-D13	6-D13	38.3	27.21	575.7	PF0	40,200	108,000
	IS-2	210		2000		5-D13+2-D10	38.3	27.21		PF1	40,200	72,000
	IS-3	210		1900		6-D13	38.3	27.21		PF2	40,200	93,000
	IS-4	310		2400		6-D13	26.0	21.7		PF2	40,200	93,000
	IS-5	310		2500		5-D13+2-D10	26.0	21.7		PF1	40,200	72,000
JS	JS-1	210	1200	2000	4-D13	5-D13+2-D10	26.0	22.0	456.5	PF1	0	180,000
	JS-2	210		2300		6-D13	26.0	22.0		PF2	0	180,000

3. 실험 계획 및 방법

3.1 실험 개요

I-슬래브 시스템은 경량폼의 형태가 기존의 직사각형 형태가 아니며 경간 전체에 걸쳐 단면의 형상이 변화한다. 특히, PF2 경량폼의 경우 콘크리트 플랜지만 있고 콘크리트 웨브가 없는 단면도 경간 내에 존재한다. 이와 같이 경간 내에서 경량폼의 형태에 따라 웨브 부분의 단면이 변화될 경우 슬래브의 전단강도에 직접적인 영향을 미치게 된다. 따라서 경량폼 형태에 따른 I-슬래브의 전단성능을 평가할 필요가 있다. 또한, I-슬래브의 경우 슬래브의 단위 폭 방향(트러스근에 수직 방향)으로 하중이 전달 될 경우 I-슬래브의 단위 폭 방향으로 데크 내부에 매립된 철근이 모듈화되어 있에 접합면에서 균열이 크게 발생할 것으로 예상되며, 이에 따라 접합면에서 전단변형이 집중 될 것으로 예상된다.

이에 따라 본 연구에서는 I-슬래브의 전단성능 평가를 목적으로 두 가지 형태의 실험을 계획하였다. 첫째, 경량폼 형태 및 슬래브 두께를 변수로 하여 트러스근이 배근되는 방향(이하 주방향)으로의 전단 성능을 평가하기 위한 IS 계열의 실험체를 계획하였다. 둘째, 트러스근 배근방향과 직교한 방향(이하 직교방향)의 슬래브 접합면에서의 전단성능을 평가하기 위하여 JS 계열의 실험체를 계획하였다.

3.2 실험체 계획

I-슬래브의 전단성능을 평가하기 위하여 Table 1과 같이 총 7개의 실험체를 계획하였다. IS 계열 실험체는 I-슬래브의 경간방향으로 분절되어 있지 않은 일체형 실험체로써 IS-1, IS-2, IS-3 실험체의 경우 슬래브 두께가 210 mm이며 경량폼이 각각 PF0, PF1, PF2로 차이가 있다. IS-4, IS-5 실험체는 슬래브 두께가 310 mm 이며 경량폼이 각각 PF2, PF1로 차이가 있다. JS 계열 실험체는 I-슬래브의 횡방향 접합부 실험체로 JS-1 실험체와 JS-2 실험체의 경우 슬래브 두께가 210 mm이며, 경량폼이 각각 PF1, PF2로 차이가 있다.

Table 1 및 Fig. 3에 각 계열 실험체의 대표 상세 및 배근상황을 나타내었다. 특히, JS 실험체의 경우 접합면의 슬래브 하부에 4개의 D13 접합연결재를 사용하여 프리캐스트 슬래브 데크 모듈이 접합 되도록 계획하였다.

실험체 제작에 사용된 프리캐스트 콘크리트와 덧침 콘크리트의 설계기준 강도는 각각 30 MPa, 24 MPa이며, KS F 2405에 따라 지름 100 mm, 높이 200 mm의 원통형 공시체를 실험체와 동일한 조건에서 양생 후 압축강도 시험을 실시하였다. 철근은 SD400의 D10, D13 이형 철근을 주근으로 사용하였으며, ∅9 철선을 트러스 경사재로 사용하였다.

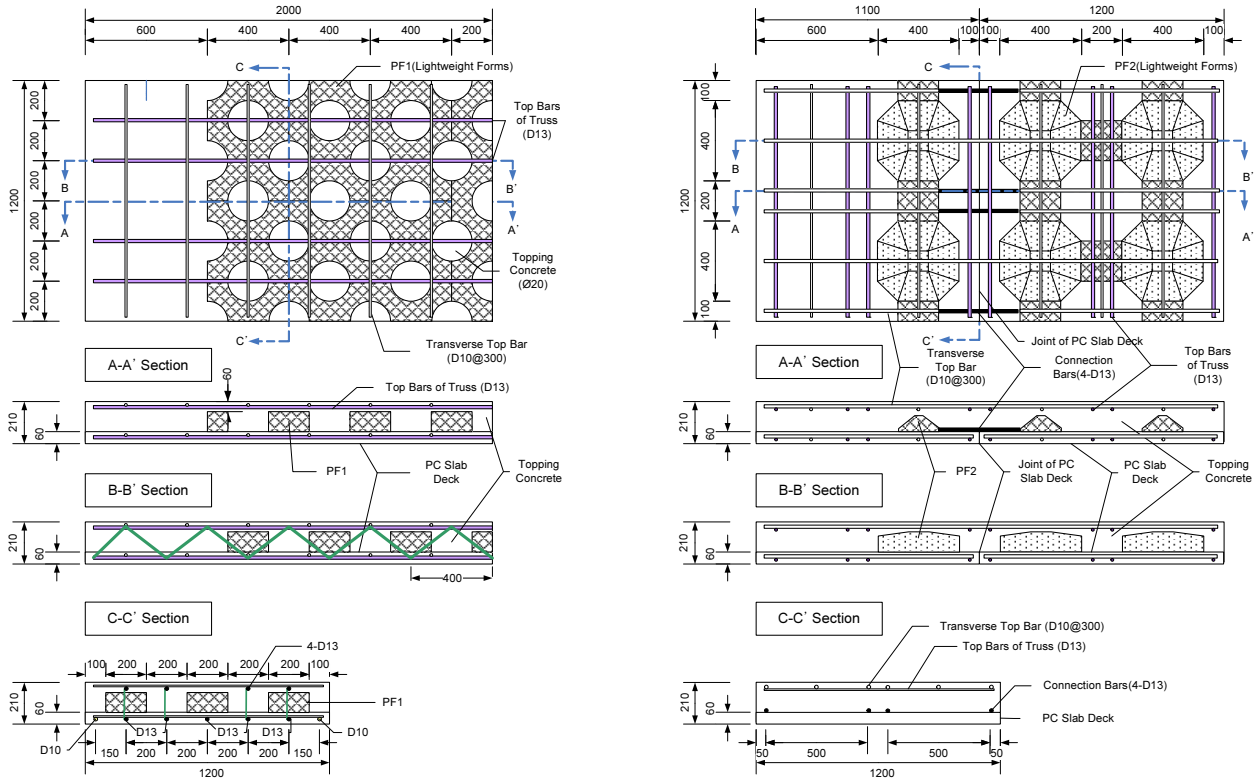
재료실험을 통해 측정한 데이터의 평균값을 정리하여 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 f_{ck}는 콘크리트 압축강도, f_y는 주근으로 사용된 D13 철근의 항복강도를 나타낸다.

3.3 가력 및 측정 계획

실험체의 설치 및 측정 상황을 Fig. 4에 나타내었다. 하중 가력 지점은 Table 2와 같이 전단력도와 휨모멘트도 분석을 통하여 A, B, C 길이를 조정함으로써 전단파괴면에 전단력만

Table 2 Loading points of Fig. 4

Specimen series	Specimen name	A [mm]	B [mm]	C [mm]
IS	IS-1	500	400	800
	1S-2			
	1S-3			
	1S-4	600	600	1000
	1S-5			
JS	JS-1	500	400	800
	JS-2			



(a) IS-2 (PF1) (b) JS-2 (PF2)

Fig. 3 Details of specimens

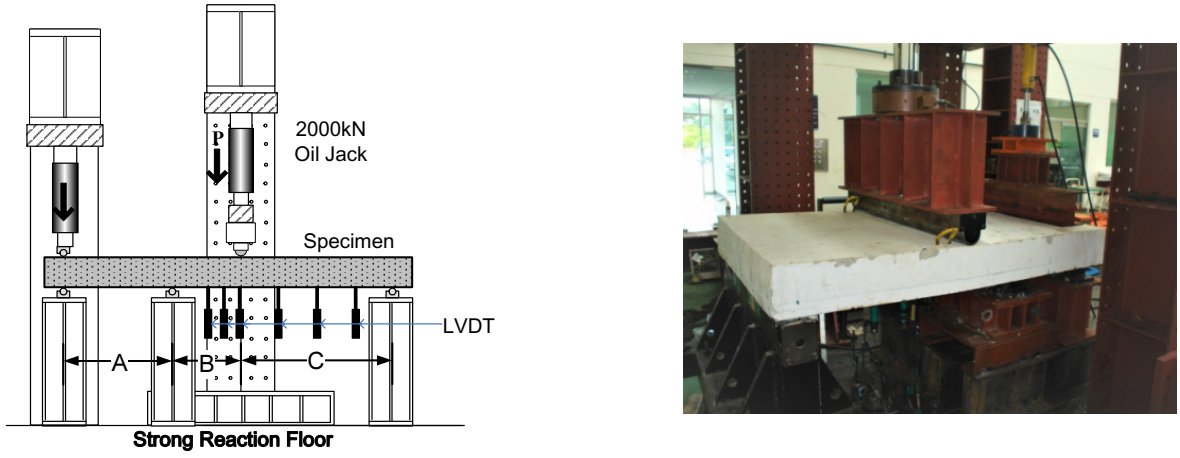


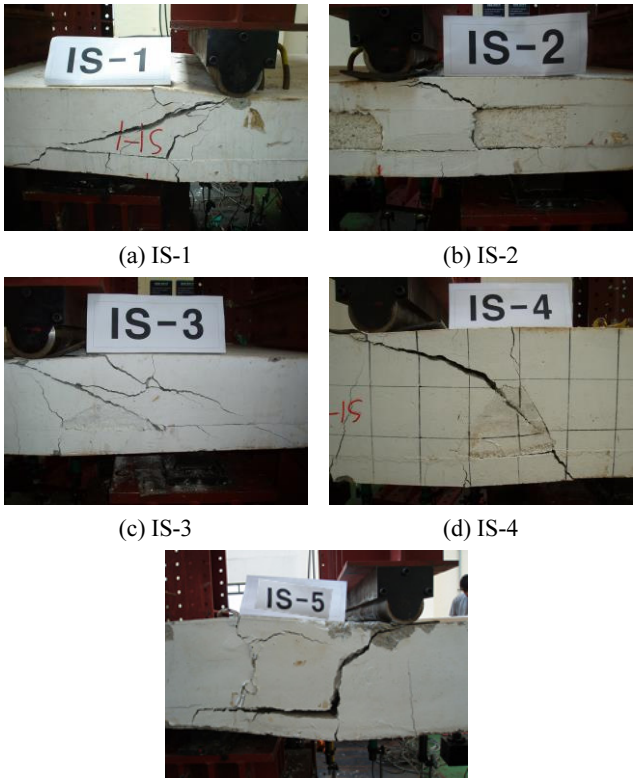
Fig. 4 Test setup

이 작용하도록 설정하였다. 3점 지지 1점 가력 형태로 실험을 실시하였으며, 300 kN 오일잭을 이용하여 슬래브 단부에 수직변위가 발생하지 않도록 하중을 가력하였다. 실험체의 처짐을 측정하기 위하여 하중이 가력되는 지점과 전단파괴 부위 등에 총 6개의 변위계(LVDT)를 설치하였다.

4. 실험 결과 및 분석

4.1 파괴 거동 및 균열양상

모든 실험체는 변위제어에 의해 하중이 가력되었으며, 하중이 최대 실험하중의 70% 이하까지 감소되었을 시 종료하였으며, 각 실험체별로 실험종료시의 파괴양상 및 균열도를 Fig. 5, Fig. 6에 나타내었다.



(a) IS-1 (b) IS-2

(c) IS-3 (d) IS-4

(e) IS-5

Fig. 5 Crack patterns of IS series

(a) JS-1 (b) JS-2

Fig. 6 Crack patterns of JS series

모든 IS 계열 실험체는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 하중점에서 지점까지 경사방향의 복부 전단균열이 발생하여 휨 파괴 이전에 콘크리트 전단파괴로 인하여 최종 파괴되었으며, 일부 실험체에서 경량폼의 위치와 PC 데크 접합면으로 인한 균열이 발생하였다.

슬래브-슬래브 전단접합부 실험체인 JS 계열 실험체의 경우 Fig. 6에 나타난 바와 같이 접합면에서 발생한 초기균열이 경사방향의 전단균열로 발전하여 휨 파괴 이전에 콘크리트 전단파괴로 최종 파괴된 것을 확인할 수 있다. 그러나 JS-1 실험체의 경우 최종 균열이 JS-2 실험체와 달리 프리캐스트 슬래브 부분과 현장타설 콘크리트의 접합면에서 수평 전단파괴 균열이 발생한 것을 확인 할 수 있다.

Table 3 Test results

Specimen series	Specimen name	Maximum load [kN]	Deflection at maximum load [mm]	Maximum shear strength [kN]
IS	IS-1	317.4	12.95	253.4
	IS-2	285.0	8.38	227.7
	IS-3	388.4	12.86	309.7
	IS-4	382.4	11.66	292.6
	IS-5	178.3	5.03	138.1
JS	JS-1	111.8	10.84	90.60
	JS-2	158.4	3.04	127.7

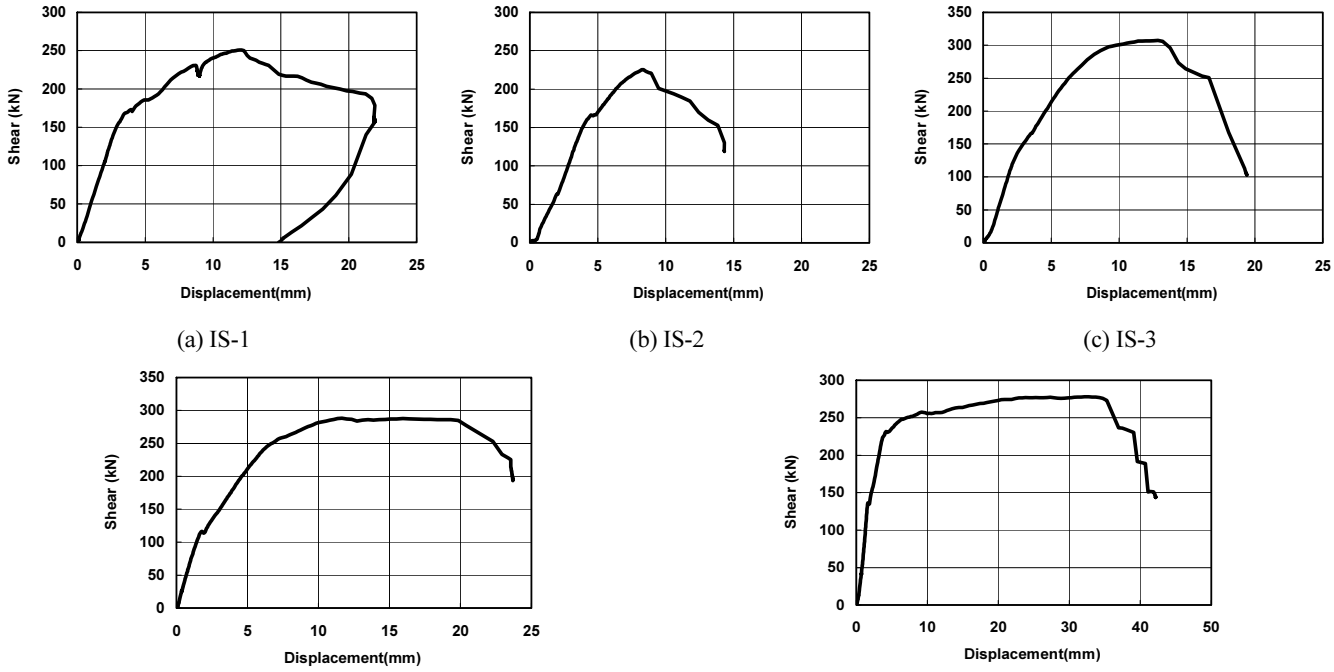
4.2 전단성능

실험체에 가력된 실험하중과 자중에 의하여 전단파괴면에 발생하는 전단력과 변위계로 측정된 처짐과의 관계 곡선을 각 실험군 별로 Fig. 7, Fig. 8에 나타내었으며, 최대 실험 하중 및 변위, 슬래브 실험체의 최대 전단강도를 Table 3에 나타내었다.

Fig. 7과 같이 210 mm 두께의 IS 계열 실험체인 IS-1, IS-2, IS-3의 경우 모든 실험체가 10 mm 내외의 처짐에서 최대 전단강도에 도달하였으며, 최대 전단강도 이후 전단강도가 급격히 감소하는 취성적인 파괴거동을 보이고 있음을 확인 할 수 있다. 이에 반해 310 mm 두께의 IS 계열 실험체 IS-4 및 IS-5의 경우 최대 전단강도 이후 전단강도가 완만히 감소하는 연성적인 파괴거동을 보이고 있음을 확인 할 수 있다. 이는 슬래브 두께 증가에 따라 슬래브 내부에 배치된 트러스 사재의 정착길이가 확보되어 트러스 사재가 전단보강재의 역할을 수행할 수 있었기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 8의 슬래브-슬래브 전단접합부 실험체인 JS 계열의전단력-처짐 관계곡선을 살펴보면, PF1 경량폼이 적용된 JS-1 실험체의 경우 최대 전단강도 이후 전단강도가 완만히 감소하는 연성적인 파괴거동을 보이고 있는데 반하여 PF2 경량폼이 적용된 JS-2 실험체의 경우 최대 전단강도 이후 전단강도가 급격히 감소하는 취성적인 파괴거동을 보이고 있음을 확인할 수 있다. 이는 Fig. 6의 균열양상에서 살펴본 바와 같이 JS-1 실험체의 경우 판형인 PF1 경량폼의 적용에 따라 수직전단 파괴 이전에 수평전단균열의 진전에 의해 전단강도가 저하되었기 때문인 것으로 판단된다.

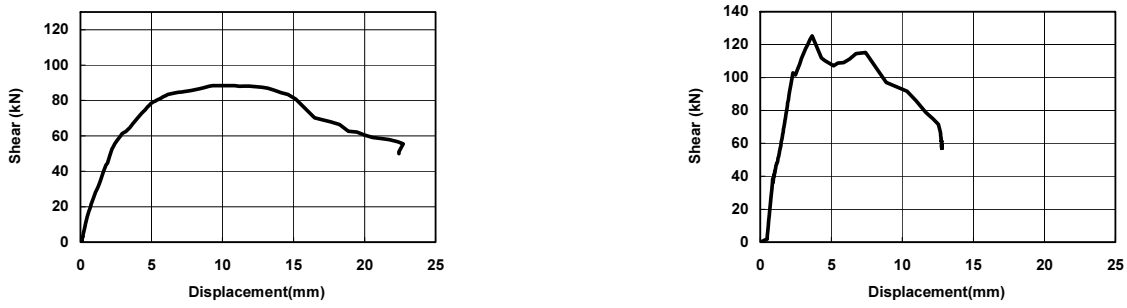
경량폼의 종류가 슬래브의 전단강도에 미치는 영향을 살펴본 결과는 다음과 같다. IS 계열의 슬래브 두께가 210 mm인 IS-1, IS-2, IS-3 실험체의 최대 전단강도를 비교하여 보았을 때, PF2 경량폼을 사용하는 IS-3 실험체가 가장 큰 전단 내력을 보유하고 있는 것으로 평가되었다. 이와 동일하게 IS계열



(a) IS-1 (b) IS-2 (c) IS-3

(d) IS-4 (e) IS-5

Fig. 7 Shear strength-displacemenet relation curves of IS series



(a) JS-1 (b) JS-2

Fig. 8 Shear strength-displacemenet relation curves of JS series

의 슬래브 두께가 310 mm인 IS-4, IS-5 실험체의 경우에 대해서도 PF2 경량폼을 사용하는 IS-4 실험체가 IS-5 실험체에 비해 더 높은 전단내력을 나타내었다. 이러한 경향은 슬래브-슬래브 접합부 실험체도 동일하게 나타났다. PF2 경량폼을 사용한 JS-2 실험체가 PF1을 사용한 JS-1 실험체에 비하여 최대 전단내력이 크게 나타남을 확인 할 수 있다.

슬래브 축방향에 따른 I-슬래브의 전단강도 변화를 살펴본 결과, JS 계열 실험체의 경우 접합면에서 전단력의 대부분을 상부 슬래브가 저항함으로써 전단면이 전단력에 저항하는 주방향 실험체인 IS 계열 실험체에 비하여 전단강도가 저하되는 것을 확인 할 수 있다.

5. 전단성능 평가

5.1 전단강도 산정식 제안

일반적으로 일면전단을 받는 슬래브에서 전단보강근이 배근되지 않을 경우 슬래브의 공칭전단강도는 콘크리트의 전단강도로서 평가되어질 수 있다. ACI 318-14 및 콘크리트 구조설계기준(2012)에서 전단력과 휨모멘트만을 받는 부재의 경우 식 (1)과 같이 콘크리트의 전단강도(V_c)를 산정할 수 있다.

$$V_c = 0.17\sqrt{f_{ck}}\,b_w d \tag{1}$$

식 (1)에서 f_{ck}는 콘크리트 설계기준강도, b_w는 슬래브 폭, d는 슬래브 유효춤이다. 하지만 이러한 방법은 중공부 외부에 일부 형성되는 얇은 폭의 웨브 면적을 대상으로 평가하는 것으로 불합리한 평가를 도출할 수 있다. 이에 Aldejhann et al.(2003) 및 Ahmed et al.(2012)이 유한요소 해석 및 실험을 통하여, 중공 사이의 압축력을 받는 부분의 콘크리트가 아치 형태의 압축대를 형성하여 전단응력이 45°방향으로 트러스 프레임 거동을 하는 것에 착안하여 제안하였으며, 비교적 이방향 중공슬래브의 전단강도를 정확히 예측하는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 I-슬래브는 경량폼으로 인하여 전단저항 단면이 감소하므로 이를 식 (1)과 같이 전단저항 면적에 경량폼의 총 단면적(A_{PF})을 빼고 유효단면적을 바탕으로 I-슬래브의 공칭 전단강도(V_n)를 산정하도록 식 (1)을 수정하여 다음 식 (2)와 같이 I-슬래브의 공칭 전단강도 산정식을 제안하였다.

$$V_c = 0.17\sqrt{f_{ck}}(b_w d - A_{PF}) \tag{2}$$

5.2 제안식에 의한 전단강도 평가

본 연구는 경량폼을 사용한 일방향 슬래브 및 슬래브-슬래브 접합부의 전단 성능을 평가하는 것이 목적이기 때문에 Table 4와 같이 실험하중 및 자중에 의하여 발생하는 전단력에 의한 최대 실험전단강도(V_T)와 제안된 식 (2)에 의한 이론전단강도(V_n)를 비교하여 평가하였다.

주방향 슬래브의 전단실험체인 IS 계열 실험체는 모든 실험체에서 최대 실험 전단강도가 이론전단강도에 비하여 52% 이상 높게 발현되는 것을 확인 할 수 있다. 이러한 높은 전단강도는 I-슬래브의 주방향으로 트러스근이 배근됨으로 인하여 트러스근이 전단력에 저항하기 때문인 것으로 사료된다.

Table 4 Comparison of test shear strength and theoretical shear strength

Specimen Name	V_n [kN]	V_{T1} [kN]	V_{T2} [kN]	V_T [kN]	$\frac{V_T}{V_n}$
IS-1	136.18	2.38	251.04	253.42	1.86
1S-2	104.61	2.20	225.46	227.66	2.18
1S-3	123.03	2.46	307.22	309.68	2.52
1S-4	123.03	4.17	288.46	292.63	2.38
1S-5	91.10	3.61	134.53	138.14	1.52
JS-1	56.09	2.14	88.46	90.60	1.62
JS-2	72.45	2.38	125.28	127.66	1.76

where, V_n: theoretical shear strength according to Eq. (2)
V_{T1}: shear strength by self weight
V_{T2}: maximum shear strength by load
V_T: total shear strength considering self weight
($V_T = V_{T1} + V_{T2}$)

이러한 결과로 미루어 볼 때, I-슬래브는 주방향에 대하여 충분한 전단강도를 확보하는 것을 확인하였으며, 식 (2)의 전단강도 평가식이 I-슬래브의 주방향 전단강도를 안전측으로 평가하고 있는 것을 확인할 수 있다. 그러나 보다 명확한 내력 산정을 위해서는 전단파괴된 면을 기준으로 트러스근의 경사재에 작용하는 전단력을 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

이와 유사하게 슬래브-슬래브 접합부인 JS 계열 실험체 또한 실험체에서 최대 실험 전단강도가 이론전단강도에 비하여 62% 이상 크게 나타나고 있는 것을 확인 할 수 있다. 이러한 결과는 이론전단강도 산정 시 접합면의 전단력의 대부분을 상부 슬래브가 저항하는 것을 고려할 수 있도록 슬래브의 유효춤(d)을 덧침콘크리트의 깊이로 설정하였기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 이러한 결과로 미루어 볼 때, I-슬래브의 접합면에 대한 전단강도 산정 시 슬래브의 유효춤(d)을 덧침콘크리트의 깊이로 가정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

6. 결 론

본 연구에서는 I-슬래브의 전단성능과 I-슬래브 전단접합부의 전단성능 평가를 목적으로 경량폼의 형태 및 슬래브 두께 등을 주요 변수로 한 전단실험을 수행하여, I-슬래브의 전단성능을 평가하고 기존의 전단강도 산정식의 적용성을 평가하였다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1) I-슬래브의 주방향 전단강도 평가 실험체인 IS 계열 실험체는 하중점에서 지점까지 전단균열이 발생하면서 최종적으로 슬래브 복부 콘크리트의 전단파괴에 의해 파괴되었다.
2) 슬래브-슬래브 전단접합부 실험체인 JS 계열 실험체에 대하여 JS-1과 JS-2 실험체는 PC 슬래브가 접합되는 면에서 균열이 발생하여 하중가력점까지 전단균열이 발생하여 최종파괴되었다.
3) 주방향 I-슬래브 실험체 및 슬래브-슬래브 접합부 실험체 모두 PF2 경량폼을 사용한 실험체의 전단저항성능이 가장 우수한 것으로 평가되었다.
4) IS 계열 실험체에 대하여 최대 실험 전단강도가 이론전단강도에 비하여 52% 이상 크게 나타나 이론전단강도가 실험전단 강도를 안전측으로 평가하였다. 이는 주방향으로 배근된 트러스가 전단보강근의 역할을 수행하였기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 I-슬래브는 트러스근이 배근되는 방향으로 충분한 전단성능을 확보하고 있는 것으로

사료된다.

5) JS 계열 실험체에 대하여 상부 슬래브 만으로 이론 전단강도를 산정한 결과 최대 실험 전단강도/이론전단강도가 1.62이상 나타나 실험전단 강도를 안전측으로 평가하였다. 따라서 I-슬래브의 접합면에 대한 전단강도 산정 시 슬래브의 유효깊이는 상부 슬래브만의 유효깊이로 가정하는 것이 타당한 것으로 사료된다.
6) 이상과 같은 결과로부터 I-슬래브의 전단 설계 시 본 연구에서 제안한 식을 통하여 안전측으로 설계를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

References

ACI Committee 318. (2014), Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary, American Concrete Institute, 161-165.

Ahmed, A., Fayyadh, M. M., Naganathan, S. and Nasharuddin, K. (2012), Reinforced concrete beams with web openings: A state of the art review, *Materials and Design*, 40, 90-102.

Aldejohann, M., and Schnellenbach-Held, M. (2003), Investigations on the shear capacity of biaxial hollow slabs-test results and evaluation, *Darmstadt Concrete*, 18, 1-11.

Chung, J. H., Choi, H. K., Lee, S. C. and Choi, C. S. (2015), One-way shear strength of circular voided reinforced concrete floor slabs, *Structures and Buildings*, 168(5), 336-350.

Kang, J. Y., Kim, H. G., Joo, E. H., Kim, S. M., Kim, H. S. and Shin, Y. S. (2011), Experimental studies on the effect of construction methods on shear strength of hollow core slab, *Proceeding of KCI Conference*, 23(1), 15-16.

Kim, B. H., Chung, J. H., Choi, H. K., Lee, S. C. and Choi, C. S. (2011), Flexural capacities of one-way hollow slab with donut type hollow sphere, *Key Engineering Materials*, 452-453, 773-776.

Kim, S. H., Lee, H. S. and Choi, H. K. (2015), Experimental study on flexural capacity of I-slab system using slim precast slab deck, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 31(7), 35-42.

Kim, S. M., Jang, T. Y. and Kim, S. S. (2009), Structural performance tests of two-way void slabs, *AIK journal, Korea*, 25(8), 35-42.

Received : 12/11/2016
Revised : 12/13/2016
Accepted : 12/13/2016

요 지 : 본 연구는 원형 천공된 플랫 형태와 팔각형 형태의 중공을 가지는 슬래브의 전단강도를 평가하고 있다. 최근 건축구조물에서 슬래브 두께에 대한 증가와 품질관리에서 요구되는 수준이 상향됨에 따라 프리캐스트 중공 슬래브 시스템에 대한 관심이 증가하고 있다. 중공 슬래브 시스템은 널리 알려진 바와 같이 슬래브의 자중을 감소시킬 수 있는 효율적인 바닥시스템이다. 하지만 중공슬래브는 전단에 저항하는 슬래브 웨브의 콘크리트 면적 감소로 전단강도 성능이 저하될 수 있다. 특히, 프리캐스트 중공슬래브는 PC 슬래브 데크의 접합면이 발생하며, 접합면의 균열로 인한 전단파괴가 일어나지 않도록 방지하여야 한다. 본 연구에서는 I-슬래브 시스템의 전단강도를 평가하기 위하여 3점 가력에 의한 주축 및 직교축에 대한 전단 실험을 실시하였다. 실험결과 I-슬래브가 PC 접합면이 포함되어짐에도 불구하고 이론강도에 대하여 충분한 전단강도 성능을 보유하는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 중공 슬래브, 프리캐스트 콘크리트, 슬래브 데크, 전단강도