

슬립폼 방식으로 제작된 역리브 프리캐스트 슬래브의 구조거동에 대한 실험적 연구

최석동¹, 김민석², 김강수³, 홍성엽⁴, 한선진^{5*}

Experimental Study on Structural Behavior of Inverted Multi-Tee Precast Slabs Manufactured by Slipformer

Choi, Seokdong¹, Kim, Min-Seok², Kim, Kang Su³, Hong, Sung Yub⁴, Han, Sun-Jin^{5*}

Abstract: In the fabrication process of inverted multi-tee (IMT) slabs, concrete has to be poured twice due to its shape, which is a huge disadvantage as a precast member. To overcome this, a new technique for manufacturing IMT slabs using a slipform method has been recently developed. In this study, flexural and shear tests were carried out to investigate the structural performances of inverted multi-tee (IMT) slabs manufactured using slipform method. To this end, one flexural specimen and two shear specimens with topping concrete were fabricated, and their failure modes and crack patterns, and the slips that occurred between the precast slab and topping concrete were measured and analyzed in detail. In addition, the flexural and shear strengths of the specimens were evaluated by utilizing the structural design code, and a shear strength estimation method, which is suitable for composite IMT slabs with different concrete properties, was proposed for practical design. The IMT slab satisfied the nominal flexural strength calculated by the current design code, and the proposed method provided a good estimation of the shear strength of the specimens.

Keywords: inverted multi-tee slab, precast concrete, flexural strength, shear strength, structural design code

1. 서론

프리캐스트 콘크리트(precast concrete, 이하 PC) 공법은 부재의 품질관리가 용이하고 급속시공이 가능하다는 장점을 기반으로 최근 건설시장에서 활발히 적용되고 있다(Lee et al., 2014; Choi, 2016). 특히, PC 슬래브의 경우, 건축물 전체 골조공사에서 콘크리트 및 철근이 가장 많이 소요되는 부재이기 때문에 재료 물량을 절감하면서도 구조적으로 효율적인 PC 슬래브를 개발하기 위한 노력이 지속적으로 이루어졌으며, 이에 따라 할로우 코어(hollow-core) 슬래브, 더블티(double-tee) 슬래브, 역리브(inverted-multi tee, 이하 IMT) 슬래브 등 다양한 형태의 PC 슬래브에 대한 연구가 활발히 수행되었다(Ghosh, 1987; Ju et al. 2018; Joo et al. 2020; Han et al. 2019; Palmer and Schultz, 2011).

이 중 IMT 슬래브는 역 T형 형상을 갖는 PC 슬래브로써 하부플랜지에 프리스트레스가 도입되어 있어 단면의 휨 및 전

단성능이 뛰어나며, 자중이 가벼워 현장에서의 크레인 양중이 용이하다는 장점이 있다(Han et al. 2019). 또한, 단부영역에서 슬래브 연속화를 통하여 부모멘트를 저항할 수 있기 때문에 부재의 단면크기를 최소화할 수 있다. 다만, 역 T형의 형상을 갖고 있는 IMT 슬래브를 제작하기 위해서는 먼저 하부플랜지 콘크리트를 1차 타설하고, 일정 시간의 양생을 거친 후 역리브를 형성하기 위한 콘크리트를 2차 타설해야 하므로 부재 제작에 많은 시간이 소요된다는 단점이 있다.

이러한 문제점을 해결하고자 최근에는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 슬립포머(slipformer)(Hwang et al. 2016)를 이용하여 IMT 슬래브를 자동화 생산하는 기술이 새롭게 도입되었다. 슬립폼(slipform) 방식에서는 부재를 성형하는 기계, 즉 슬립포머가 앞으로 전진함과 동시에 건식콘크리트를 부재 단면 형상에 맞게 압출·성형 한다. 기계가 진동하며 콘크리트를 압출하기 때문에 압출된 부재 내에는 공극이 매우 적으며, 슬립프가 없는 건식콘크리트를 사용하기 때문에 몰드가 설치되어 있지 않더라도 압출된 이후에 부재의 형상이 그대로 유지된다. 따라서, 종래의 IMT 슬래브 제작방식에서 가장 큰 단점으로 작용하였던 부재 제작 소요시간을 크게 단축시킬 수 있다. 또한, 스티럽이 리브 내에 배치되어 있더라도 슬립포머가 부재를 성형할 수 있기 때문에 전단보강이 매우 용이한 장점이 있다.

¹정회원, 연우건축구조기술사사무소, 사장

²정회원, 서울시립대학교 건축공학과, 석사과정

³정회원, 서울시립대학교 건축학부, 교수

⁴정회원, (주)까뮤이앤씨 미래연구소, 과장, 박사과정

⁵정회원, 서울시립대학교 건축학부, 박사후연구원, 교신저자

*Corresponding author: sjhan1219@gmail.com

Department of Architecture, University of Seoul, Seoul, 02504, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2020년 7월 31일까지 학회로 보내주시면 2020년 8월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

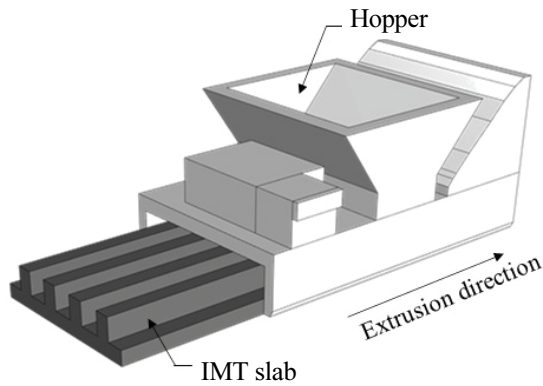


Fig. 1 Automated production of IMT slabs

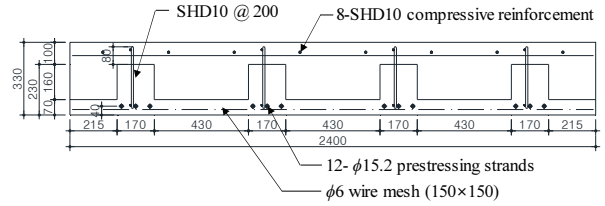
이 연구에서는 슬립폼 방식으로 제작된 IMT 슬래브의 휨 및 전단성능을 규명하기 위한 실험적 연구를 수행하였다. 이를 위하여 토핑콘크리트가 합성된 IMT 휨 실험체 1개와 전단 실험체 2개를 제작하였으며, 전단실험의 주요 변수는 래티스근의 정착을 위해 배치된 철근의 개수로 설정하였다. 실험체들의 파괴모드 및 균열패턴, IMT 유닛과 토핑콘크리트 사이의 슬립을 상세히 계측하고 분석하였으며, 현행구조기준을 활용하여 합성 IMT 슬래브의 휨 및 전단강도를 평가하였다.

2. 실험 계획 및 결과

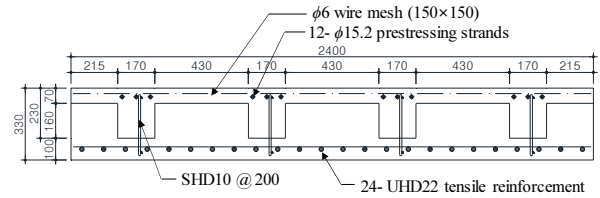
2.1 실험체 상세

Fig. 2에는 합성 IMT 슬래브 실험체들의 상세를 나타내었다. 모든 IMT 유닛(unit)의 폭 (b)은 2,400 mm, 높이 (h_f)는 230 mm로 제작되었으며, 리브 1개의 폭은 170 mm로써 IMT 유닛에는 총 4개의 리브가 형성되어 있다. 하부 플랜지에는 12개의 직경 15.2 mm 프리스트레싱 긴장재(prestressing strands)와 직경 6 mm 와이어 매쉬(wire mesh)를 배치하였으며, IMT 리브에는 SHD 10 래티스근을 200 mm 간격으로 배근하였다. IMT-F 실험체는 휨성능을 평가하기 위한 실험체로써 길이 (L)는 7.3 m이며, IMT-S1 및 S2 실험체는 전단성능을 평가하기 위한 실험체로써 길이는 4.0 m로 제작하였다. Fig. 3에 나타난 바와 같이 IMT-S1 실험체의 리브에는 래티스근의 완전한 정착을 위하여 길이방향 철근을 1열로 용접하였으며, IMT-S2 실험체의 래티스에는 정착철근을 2열로 용접하였다.

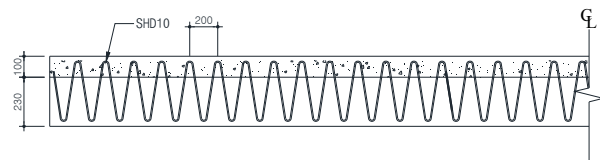
Fig. 4에는 합성 IMT 슬래브의 제작과정을 나타내었다. 먼저 프리스트레싱 베드(prestress bed) 위에 긴장재를 배치하고 긴장재 인장강도(f_{pu})의 약 75% 수준까지 잭킹(jacking) 한 후, 래티스근을 리브가 형성되는 위치에 고정시키고 슬립폼머를 이용하여 IMT 유닛 부재를 압출·성형 하였다. 다음으로



(a) IMT-F specimen



(b) IMT-S1 and IMT-S2 specimens



(c) Details of M-shaped lattice

Fig. 2 Details of test specimens



(a) IMT-S1 specimen



(b) IMT-S2 specimen

Fig. 3 Anchorage details of lattice reinforcement

압출된 IMT 유닛을 프리스트레싱 베드 위에서 약 24시간동안 고온양생 하였으며, 이후 거푸집 조립과 함께 철근을 배근하고 토핑콘크리트를 타설하여 실험체 제작을 완료 하였다. Tables 1 및 2에는 실험체 제작에 사용된 콘크리트, 철근 및 긴장재의 재료시험결과를 정리하여 나타내었다. IMT 유닛의 경우에는 부재 생산 이후 리브에서 코어를 채취하여 압축강도를 측정하였으며, 부재 시험시 측정된 IMT 유닛과 토핑콘크리트의 압축강도는 각각 55.5 MPa 및 34.8 MPa 이었다. 또한, SHD 10 철근 및 UHD 22 철근의 항복강도는 각각 590.7 MPa 및 649.2 MPa 이었으며, 긴장재의 인장강도는 1952.4 MPa으로 나타났다.

연속슬래브로 설계되는 IMT 특성상 토핑콘크리트 합성 이후에는 부재 단부영역에 부모멘트가 발생한다. 따라서 전단력이 크게 작용하는 단부에서는 토핑콘크리트가 인장축이 되

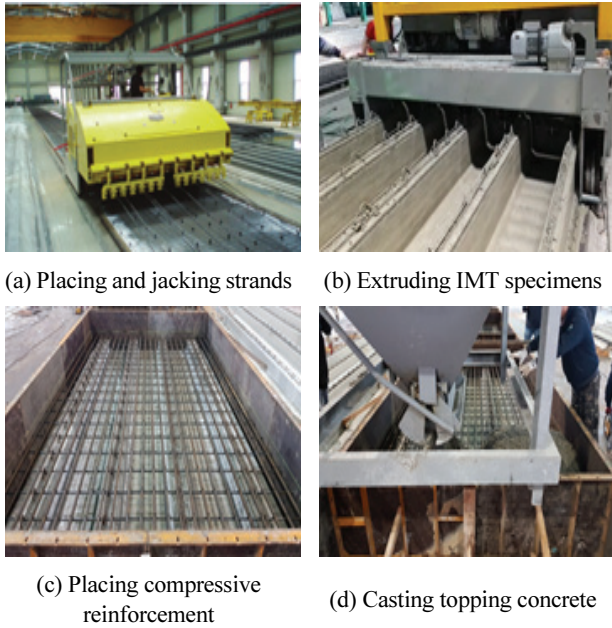
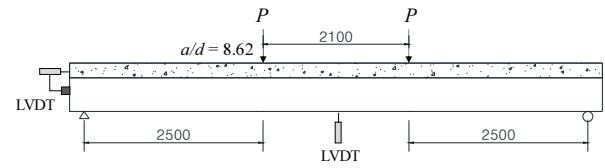
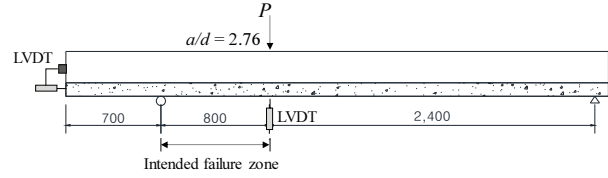


Fig. 4 Fabrication process of test specimens



(a) IMT-F specimen



(b) IMT-S1 and IMT-S2 specimens

Fig. 5 Loading details (unit: mm)

에 대하여 5,000 kN 용량의 만능재료시험기(universal testing machine, UTM)를 이용하여 변위제어로 가력 하였으며, IMT-F 실험체의 경간 중심과 IMT-S1 및 S2 실험체의 가력점 하부에는 변위계(LVDT)를 설치하여 실험체들의 처짐을 측정하였다. 또한, 모든 실험체의 단부에는 IMT 유닛과 토핑 콘크리트 사이에 발생할 수 있는 슬립을 계측하기 위한 LVDT를 설치하였다.

2.3 실험 결과

Fig. 6(a)에는 IMT-F 실험체의 파괴 모습 및 하중-변위 거동을 나타내었다. IMT-F 실험체에서는 약 355 kN의 하중에서 최초의 휨균열이 관측되었으며, 577 kN의 하중에서는 가력점 부근에 발생한 휨균열이 경사균열로 발전되는 양상을 나타내었다. 약 650 kN의 하중에서는 부재의 강성이 급격하게 감소 하였으며, 이후 실험체는 연성적인 거동을 보이다가 723 kN의 하중에서 휨파괴 되었다.

래티스의 정착을 위한 길이방향철근이 1열로 배치된 IMT-S1 실험체에서는 Fig. 6(b)에 나타난 바와 같이 약 198 kN의 전단력에서 가력점에 위치한 단면 하부에 휨균열이 발생하였으며, 750 kN의 전단력에서 토핑콘크리트 복부에 최초의 전단균열이 발생되었다. 전단균열 발생 이후에도 실험체의 강성은 감소하지 않고 하중은 지속적으로 증가하였으며, 최종적으로 1,417 kN의 전단력에서 복부 전단균열이 가력점 부근 압축대로 급격하게 진전됨과 동시에 전단파괴 되었다. 래티스 정착철근이 2열로 배치된 IMT-S1 실험체의 경우에는 Fig. 6(c)에 나타난 바와 같이 IMT-S1 실험체에 비해 더 낮은 전단력 시점($V=525$ kN)에서 최초의 복부전단균열이 발생되었다. 이후 하중이 증가함에 따라 복부전단균열폭은 서서히 증가 하였으며, 약 950 kN의 전단력에 도달한 시점에서 복부전단 균열이 지점으로 확장되는 수평균열이 관측되었고, 최종적으로 약 1,657 kN의 전단력에서

Table 1 Compressive strengths of concrete

Concrete	Designed compressive strength (MPa)	Measured compressive strength (MPa)
IMT unit	45.0	55.5
Topping	24.0	34.8

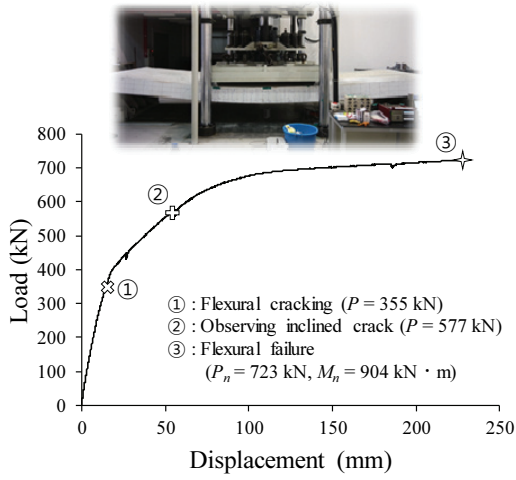
Table 2 Properties of steel materials

Material	Yield strength (MPa)	Yield strain	Tensile strength (MPa)
SHD 10 steel	590.7	0.0035	700.0
UHD 22 steel	649.2	0.0039	757.2
Prestressing strands	1784.5	0.0103	1952.4

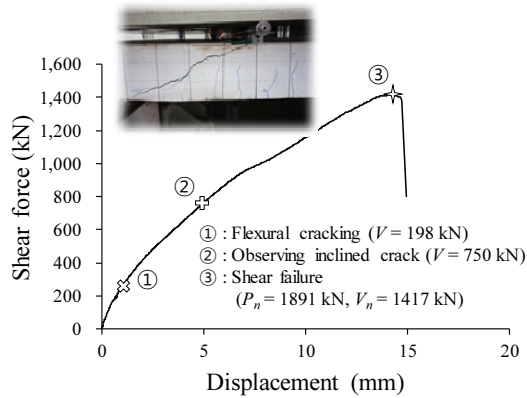
어 IMT 유닛의 플랜지에 압축력이, 토핑 슬래브 내에 배치된 철근에 인장력이 작용한다. 이 연구에서는 부재 단부영역에서의 IMT 전단성능을 평가하기 위하여 Fig. 2(b)에 나타난 바와 같이 토핑콘크리트 양생 이후에 IMT-S1 및 S2 실험체를 거꾸로 뒤집어서 배치하여 전단 실험을 수행하였다.

2.2 가력 및 계측 상세

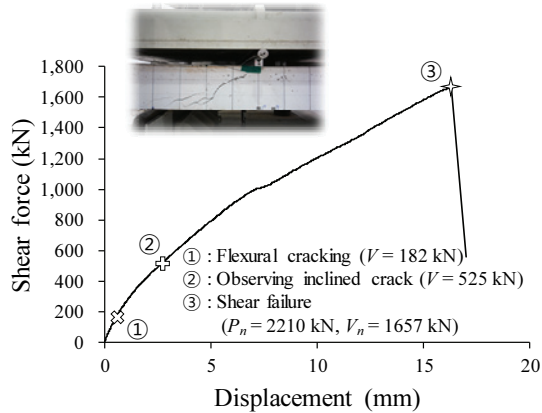
Fig. 5에는 실험체들의 가력 상세 및 계측장비 설치 위치를 나타내었다. IMT-F는 휨실험체로써 중앙부에서 2점 가력 하였으며, IMT-S1 및 S2 실험체는 전단파괴를 유도하기 위하여 전단경간비(a/d)를 2.76으로 설정하여 1점 가력 하였다. 모든 실험체들



(a) IMT-F specimen



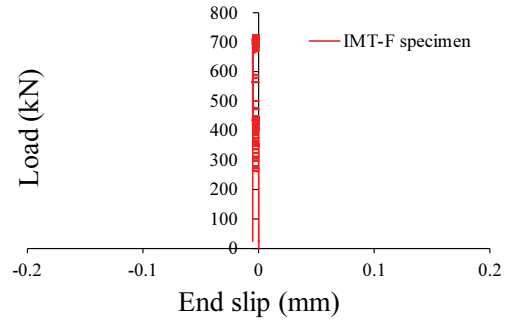
(b) IMT-S1 specimen



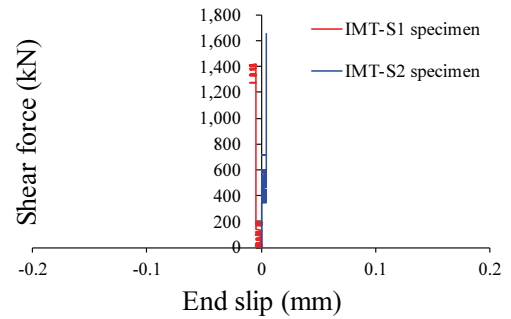
(c) IMT-S2 specimen

Fig. 6 Load-deflection responses

실험체가 전단파괴 되었다. 결과적으로, IMT-S2 실험체의 전단 강도는 IMT-S1 실험체에 비해 약 17% 정도 높은 것으로 나타났는데, 이는 래티스근의 정착철근을 2열로 배치할 경우 래티스근이 부재 내에서 완벽하게 정착되어 전단저항에 더 효과적으로 기여하기 때문으로 판단된다.



(a) IMT-F specimen



(b) IMT-S1 and IMT-S2 specimens

Fig. 7 Measured slip between IMT unit and topping concrete

Fig. 7에는 실험체 단부의 LVDT로부터 측정된 IMT 유닛과 토핑콘크리트 사이의 슬립을 나타내었으며, 모든 합성 IMT 슬래브에서 슬립은 거의 발생되지 않았다. 슬럼프가 거의 없는 건식콘크리트로 제작되는 IMT 특성상 IMT 유닛 상부면에 거친면 처리를 하기 어렵기 때문에 이 연구에서는 부재 설계시 래티스근을 수평전단력의 저항요소로 간주하여 전단마찰 설계(Korea Concrete Institute, 2017)를 수행하였다. 실제로 전단경간이 매우 짧은 전단 실험체에서도 IMT 유닛과 토핑콘크리트 사이에 슬립은 발생되지 않았기 때문에 래티스근은 전단연결재로써 수평전단력에 효과적으로 저항한 것으로 판단된다.

3. 구조성능 평가

3.1 현행 구조기준

콘크리트구조 학회기준 2017(Korea Concrete Institute, 2017)에서는 1방향 프리스트레스트 콘크리트(prestressed concrete, 이하 PSC) 부재의 공칭 휨강도(M_n)를 다음과 같이 산정하도록 규정하고 있다.

$$M_n = A_{ps}f_{ps}(d_p - \frac{a}{2}) + A_s f_y (d_s - \frac{a}{2}) \quad (1)$$

여기서, A_{ps} 와 A_s 는 각각 긴장재 및 인장철근의 단면적, d_p 와 d_s 는 각각 긴장재와 인장철근의 깊이, f_{ps} 는 긴장재의 극한응력, f_y 는 인장철근의 항복강도이며, a 는 압축을 받는 콘크리트의 등가 직사각형 응력블록 깊이로써 단면 내 힘의 평형 관계로부터 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$a = \frac{A_{ps}f_{ps} + A_s f_y}{0.85f'_c b} \quad (2)$$

여기서, b 는 압축영역의 폭, f'_c 은 압축영역의 콘크리트 압축강도이다.

전단력과 휨모멘트가 작용하는 철근콘크리트(reinforced concrete, 이하 RC)부재에 대하여 KCI 2017(Korea Concrete Institute, 2017)에서는 콘크리트에 의한 전단강도($V_{c,RC}$)를 다음과 같이 산정하도록 규정하고 있다.

$$V_{c,RC} = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3)$$

여기서, λ 는 보통중량 콘크리트의 경우 1.0, 경량 콘크리트의 경우 0.75의 값을 가지며, b_w 는 복부의 폭, d 는 인장재의 유효깊이이다.

PSC 부재에서 콘크리트에 의한 전단강도($V_{c,PSC}$)는 휨-전단강도(V_{ci})와 복부전단강도(V_{cw}) 중에서 작은 값으로 결정되며, V_{ci} 는 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$V_{ci} = 0.05\lambda \sqrt{f'_c} b_w d_p + V_d + \frac{V_i M_{cr}}{M_{max}} \quad (4)$$

여기서, V_d 는 고정하중에 의해 발생하는 전단력, M_{max} 는 작용하중에 의한 단면의 최대 계수휨모멘트, V_i 는 M_{max} 와 동시에 작용하는 하중으로 인한 단면의 계수전단력이다. 압축연단에서 하부 긴장재의 도심까지의 거리(d_p)는 $0.8h$ 이상이어야 하며, 여기서 h 는 단면 높이이다. M_{cr} 은 단면의 휨균열모멘트로써

$$M_{cr} = \frac{I}{y_t} (0.5\lambda \sqrt{f'_c} + f_{pcc} - f_d) \quad (5)$$

으로 산정할 수 있다. 여기서, f_{pcc} 는 단면의 인장연단에서 유효프리스트레스 힘에 의해 발생하는 콘크리트의 압축응

력, f_d 는 부재 자중에 의해 단면의 인장연단에 발생하는 응력, I 는 단면2차모멘트이며, y_t 는 단면의 도심으로부터 인장연단까지의 거리이다.

PSC 부재의 복부전단강도(V_{cw})는 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$V_{cw} = (0.29\lambda \sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p \quad (6)$$

여기서, f_{pc} 는 단면의 중심에서 모든 프리스트레스의 손실을 감안한 콘크리트의 압축응력이며, V_p 는 단면에서 유효프리스트레스 힘의 수직 성분으로써 긴장재가 직선으로 배치되어 있을 경우 $V_p = 0$ 이다. 최종적으로 PSC 부재에서의 콘크리트 전단강도($V_{c,PSC}$)는 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$V_{c,PSC} = \min(V_{ci}, V_{cw}) \quad (7)$$

만약, 부재 내에 래티스근과 같이 α 의 경사각을 갖는 전단보강근이 배치되어 있고, 전단균열각이 45° 라고 가정한다면, 전단철근에 의한 전단강도(V_s)는 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$V_s = \frac{A_v f_{vy} (\sin\alpha + \cos\alpha) d}{s} \quad (8)$$

여기서, A_v 는 전단철근 간격(s) 내에 배치된 전단철근의 단면적, f_{vy} 는 전단철근의 항복강도, α 는 경사전단보강근과 부재축의 사이각이다.

3.2 합성 IMT 슬래브의 전단강도 산정방법

현행 구조기준에서는 합성 IMT 슬래브와 같이 상이한 재료

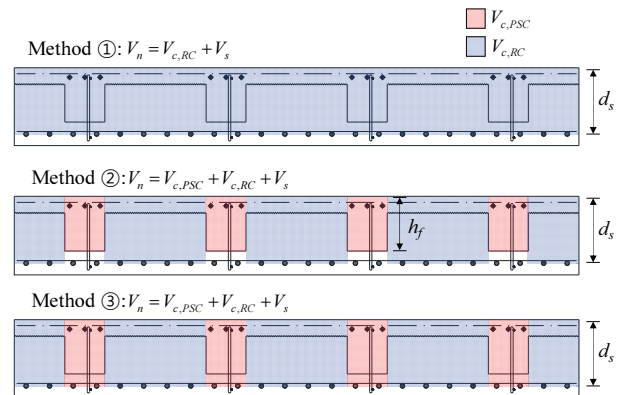


Fig. 8 Description of shear strength estimation method

Table 3 Comparison of test and evaluation results

Specimen	Test result (M_n or V_n)	Evaluation result			Ratio (Test/Evaluation)		
		method ①	method ②	method ③	method ①	method ②	method ③
IMT-F	904 kN·m		844 kN·m		1.07		
IMT-S1	1418 kN	1029 kN	1340 kN	1428 kN	1.38	1.06	0.99
IMT-S2	1657 kN	1029 kN	1340 kN	1428 kN	1.61	1.24	1.16

특성을 갖는 콘크리트로 구성된 부재의 전단강도를 산정할 수 있는 별도의 방법을 제시하지 않는다. 따라서, ACI 318-19(ACI Committee 318, 2019) 및 KCI 2017(Korea Concrete Institute, 2017)에서는 콘크리트 합성부재의 전단강도 산정시 안전측의 설계결과를 유도하기 위하여 여러 요소의 재료적 특성 중 가장 불리한 값을 사용하는 것을 허용하고 있다. 특히, IMT 슬래브의 경우에는 전단면적의 70% 이상이 토핑콘크리트로 구성되어 있기 때문에 실무에서는 합성 IMT 슬래브의 전단면을 RC로 간주하여 전단강도를 산정하는 방법을 종종 사용한다. 다만, 이 경우에는 PSC 부재인 IMT 유닛을 전단강도 산정에 고려하지 않는 것이기 때문에 과도하게 보수적인 설계결과를 얻을 수 있다. 따라서, 이 연구에서는 현행 구조기준을 기반으로 합성 IMT 슬래브의 전단강도를 안전측이면서도 보다 정확히 산정할 수 있는 방법을 도출하고자 하였다.

Fig. 8에는 합성 IMT 슬래브의 전단강도 산정시 고려 가능한 방법을 정리하여 나타내었다. 여기서, Method ①은 전단면을 RC로 간주하여 콘크리트 전단기여분을 산정하는 방법이며, Method ②와 ③은 Fig. 8에서 붉은색으로 표현된 부분을 PSC 부재로, 파란색으로 나타낸 부분을 RC로 간주하여 콘크리트 전단기여분을 산정하는 방법이다. 다만, Method ②에서는 PSC 부분의 전단강도 산정시 d_p 에 리브 높이(h_f)를 적용하였으며, Method ③에서는 인장철근의 깊이(d_s)를 적용하였다.

3.3 합성 IMT 슬래브 휨 및 전단강도 평가 결과

Table 3에는 KCI 2017을 활용한 합성 IMT 슬래브의 휨 및 전단 강도 평가결과를 정리하여 나타내었다. 실험에서 도출된 IMT 슬래브의 휨강도는 KCI 2017을 통해 산정된 공칭 휨강도를 상회하였으며, 계산결과에 대한 실험결과의 비율도 1.07로써 현행 구조기준을 통해 합성 IMT 슬래브의 휨강도를 매우 정확히 평가할 수 있는 것으로 나타났다. 전단강도의 경우, 전단면을 RC로 간주한 Method ①은 합성 IMT 슬래브의 전단강도를 과도하게 안전측으로 평가하였다. PSC 전단강도 산정시 인장철근의 깊이(d_s)를 적용한 Method ③이 실제 실험값과 가장 근접한 전단강도 평가 결과를 제공하였으나, IMT-S1 실험체의 전단강도는 약간 과대평가하는 것으로 나타났다. 반면, Method ②는 실험체들의 전단강도를 안전측이면서도 Method

①에 비해 비교적 정확히 평가하는 것으로 나타났다. 따라서, 합성 IMT 슬래브에서 콘크리트 전단강도 산정시 프리스트레스가 도입된 IMT 유닛의 전단기여분을 Method ②와 같이 반영한다면 가장 경제적이고 합리적인 설계결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

이 연구에서는 슬립포머(slipformer)를 이용한 자동화 방식으로 생산된 IMT 슬래브에 대한 휨 및 전단 실험을 수행하였으며, 현행구조기준을 기반으로 합성 IMT 슬래브의 휨 및 전단강도를 평가하였다. 이 연구를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 건식콘크리트로 제작되는 IMT 특성상 IMT 유닛 상부면에 거친면 처리가 되어 있지 않았지만, 모든 합성 IMT 실험체들에서 IMT 유닛과 토핑콘크리트 사이의 슬립은 매우 작거나 거의 발생되지 않았다. 이는 래티스근이 전단 연결재로써 수평전단력에 효과적으로 저항하였기 때문이다.
2. IMT-S2 실험체의 전단강도는 IMT-S1 실험체에 비해 약 17% 정도 높은 것으로 나타났다. 이는 래티스근의 정착철근을 2열로 배치할 경우 래티스근이 부재 내에서 완벽하게 정착되어 전단저항에 더 효과적으로 기여하였기 때문이다.
3. 현행 구조기준(KCI 2017)을 활용하여 합성 IMT 슬래브의 휨 및 전단 강도를 비교적 정확히 평가할 수 있는 것으로 확인되었다. 특히, 전단강도 산정시에는 IMT 유닛의 리브 부분에 PSC 전단강도 식을 적용하고, 나머지 부분에는 RC 전단강도 식을 사용하는 방법이 가장 합리적인 전단강도 평가결과를 제공하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비지원 (20AUDP-B100356-06)에 의해 수행되었습니다. 또한, ㈜까뮤이앤씨의 재정적 지원과 ㈜근하하이테크산업의 실험체 제작 지원에도 감사 드립니다.

References

1. Lee, D. H., Park, M. K., Oh, J. Y., Kim, K. S., Im, J. H., and Seo, S. Y. (2014), Web-Shear Capacity of Prestressed Hollow-Core Slab Unit with Consideration on the Minimum Shear Reinforcement Requirement, *Computers and Concrete*, 14(3), 211-231.
2. Choi, I. S. (2016), Structural Performance of Precast Slab with Esthetics and Optimized Section for Positive and Negative Moment, Ph.D. Dissertation, Inha University, Incheon, Republic of Korea.
3. Ghosh, S. K. (1987), Shear Reinforcement Requirements for Precast Prestressed Double-Tee Member, *ACI Structural Journal*, 84(4), 287-292.
4. Ju, H., Han, S. J., Choi, I. S., Choi, S., Park, M. K., and Kim, K. S. (2018), Experimental Study on an Optimized-Section Precast Slab with Structural Aesthetics, *Applied Sciences*, 8(8), 1234.
5. Joo, H. E., Han, S. J., Park, M. K., and Kim, K. S. (2020), Shear Tests of Deep Hollow Core Slabs Strengthened by Core-Filling, *Applied Sciences*, 10(5), 1709.
6. Han, S. J., Jeong, J. H., Joo, H. E., Choi, S. H., Choi, S., and Kim, K. S. (2019), Flexural and Shear Performance of Prestressed Composite Slabs with Inverted Multi-Ribs, *Applied Sciences*, 9(22), 4946.
7. Palmer, K. D., and Schultz, A. E. (2011), Experimental investigation of the web-shear strength of deep hollow-core units, *PCI Journal*, 56(4), 83-104.
8. Hwang, S. B., Seo, S. Y., Lee, K. C., and Lee, S. H. (2016), Shear Capacity of Precast Concrete Triple Ribs Slab, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 28(4), 489-496.
9. Korea Concrete Institute (2017), Korea Model Code 2017 (KCI 2017), Korea Concrete Institute, Seoul, Republic of Korea.
10. ACI Committee 318 (2019), Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19), American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, USA.

Received : 04/17/2020

Revised : 04/29/2020

Accepted : 05/07/2020

요 지 : 역리브 (Inverted multi-tee, 이하 IMT) 슬래브를 제작하기 위해서는 콘크리트를 2번에 걸쳐 타설해야하기 때문에 부재 제작에 상당한 시간이 소요된다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 최근에는 슬립폼 방식을 활용하여 IMT 슬래브를 제작하는 기술이 새롭게 개발되었다. 이 연구에서는 슬립폼 방식으로 제작된 IMT 슬래브의 구조성능을 평가하기 위한 휨 및 전단 실험을 수행하였다. 이를 위하여 토핑콘크리트가 합성된 휨실험체 1개와 전단실험체 2개를 제작하였으며, 실험체들의 파괴모드 및 균열패턴, 프리캐스트 슬래브와 토핑콘크리트 사이의 슬립을 상세히 계측하고 분석하였다. 또한, 현행구조기준을 활용하여 실험체들의 휨 및 전단강도를 평가하였으며, 상이한 압축강도의 콘크리트로 구성된 합성 IMT 슬래브에 적합한 전단강도 산정방법을 제안하였다. IMT 슬래브의 휨강도는 현행구조기준에서 제시하는 공칭 휨강도를 상회하는 것으로 나타났으며, 제안 전단강도 산정방법은 실험체들의 전단강도를 우수한 정확도로 평가하는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 역리브 슬래브, 프리캐스트 콘크리트, 휨강도, 전단강도, 구조기준
