롱라인 공법으로 제작한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도 평가

Flexural Strength Estimation of Half-Depth Precast Concrete Composite Slab Manufactured by the Long-Line Method

최진우¹⁾
Jin-Woo Choi

서수홍²⁾
Su-Hong Seo

주형중³⁾
Hyung-Joong Joo

윤순종^{4)*}
Soon-Jong Yoon

Abstract

Prestressed concrete (PSC) members are readily available in civil engineering applications due to the convenience of construction and easy of quality control in the manufacturing process of the member. Especially, half-depth precast concrete composite slab, which is one of the PSC flexural members is developed recently using the long-line method. The half-depth precast concrete composite slabs are composed of the precast concrete and the in-situ concrete placed at the site. In this paper, we present the results of experimental investigations pertaining to the pretensioning efficiency and the flexural behavior of half-depth precast concrete composite slab which is made of precast PSC manufactured by the long-line method. In the long-line method, the pretensioned precast member is manufactured simultaneously, by tensioning tendons at once. In addition, we suggest the equation that can estimate the flexural strength of half-depth precast concrete composite slab reasonably by considering the effects of rebar embedded in the precast PSC flexural member.

Keywords : Half-depth precast concrete composite slab, PSC, Pretension, Long-line method, Flexural behavior, Flexural strength

1. 서론

프리텐션 방식 (Pretensioning method)으로 제작한 PSC (prestressed concrete) 휨부재는 포스트텐션 방식 (post-tensioning method)에 비해 PS 강선의 배치가 제한적이기 때문에 휨모멘트에 대하여 효과적으로 저항하지 못하는 단점이 있지만, 경간이 비교적 짧은 휨부재에 사용할 경우 제작이 간편하고 공장제작으로 품질관리가 용이하다. 따라서, 프리텐션 방식으로 제작한 PSC 부재의 적용사례는 점점 증가하고 있으며, 그에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

프리텐션 PSC 휨부재를 제작하는 방법은 크게 1회 긴장으로 하나의 부재를 제작하는 단일몰드 방식 (individual mold method)과 Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 1회 긴장으로 다수의 부재를 제작하는 롱라인 방식 (long-line method)으로 분

Fig. 1 Long-Line Method Workbench (Seo, 2011)

1) 정회원, 홍익대학교 토목공학과 박사수료

2) 정회원, ㈜아이시스이엔씨 팀장

3) 정회원, ㈜아이시스이엔씨 대표이사

4) 정회원, 홍익대학교 토목공학과 교수, 교신저자

* Corresponding author : sjyoon@hongik.ac.kr

• 본 논문에 대한 토의를 2013년 8월 31일까지 학회로 보내주시면 2013년 9월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

류된다 (Shin, 2008). 따라서, 롱라인 방식은 단일몰드 방식에 비해 경제적, 시간적 측면에서 부재를 효율적으로 생산할 수 있다. 최근 국내에서는 S사에서 제작하고 있는 롱라인 공법을 사용한 PSC 휨부재를 대상으로 다양한 연구가 진행되고 있다 (Yoon, 2011; Seo, 2011).

반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 공장에서 제작한 프리캐스트 콘크리트 부재와 현장타설 콘크리트를 합성하여 제작하는 슬래브를 의미한다. 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 Fig. 2에 나타난 것과 같이 시공과정에서 프리캐스트 콘크리트 부재를 작업공간 및 현장타설 콘크리트의 거푸집으로 활용할 수 있기 때문에 신속하고 경제적인 시공을 할 수 있으며, 단면 내 인장부 콘크리트와 PS 강선 및 철근 등 인장재의 품질을 효과적으로 관리할 수 있기 때문에 구조적 성능이 뛰어난 슬래브를 제작할 수 있다. 또한, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 슬래브간의 연결이 적절히 이루어진 경우, 피로 등의 문제에서도 안전성을 확보하고 있다. 기존 연구 (Chung et al., 2010)에서는 특정한 이음부 형식으로 제작한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 피로 실험을 실시하였으며, 실험결과를 통해 충분한 피로강도를 확보하고 있다고 보고된 바 있다. 따라서, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 장기적인 내구성에서도 충분한 안전성을 확보하고 있으며, 유지관리 측면에서도 효과적인 구조형식이라고 할 수 있다.

일반적으로 국내 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 설계는 프리캐스트 콘크리트 부재 내에 매립된 철근의 휨강도를 반영하지 않고 있다. 이는 프리캐스트 콘크리트 부재의 긴장력 도입과정에서 철근에 도입되는 압축력으로 인해 외부하중에 의한 휨모멘트가 발생했을 때 균열이 발생하기 전까지는 철근의 인장성능을 기대하기 어렵기 때문인 것으로 판단된다. 그러나, 국외 설계기준 (ACI 318-05, 2008)에서는 균열이 발생하기 전후의 철근의 휨성능을 적절하게

반영할 수 있도록 규정하고 있다. 따라서 국외 설계기준을 적용할 경우 보다 경제적인 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브를 제작할 수 있다.

이 연구에서는 롱라인 공법으로 제작한 프리캐스트 콘크리트 부재를 도입한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브에 대한 긴장력 도입 실험을 실시하여 긴장력이 도입되는 동안 철근에 도입되는 압축력을 확인하고, 이론적 연구결과와 비교하였다. 또한, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브와 RC 슬래브의 휨강도실험을 실시하여 휨강도를 비교 분석하고, 정역학적 평형관계에 근거한 휨강도 설계식을 제안하였다. 제안한 휨강도 설계식은 실험결과와 비교하여 그 타당성을 입증하였다.

2. 프리캐스트 콘크리트 부재의 긴장력 도입 실험

2.1 실험 방법

반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브를 구성하는 프리캐스트 콘크리트 부재의 긴장력 도입 실험은 당진에 위치한 S사의 제작공장에서 진행하였으며, 실험체는 Fig. 3에 나타난 것과 같이 유압잭을 이용하여 여러 개의 부재를 동시에 한 방향으로 긴장하여 제작하는 롱라인 공법으로 제작하였다.

제작한 반단면 프리캐스트 콘크리트 실험체의 단면 형상과 PS 강선 및 철근의 배근 상세는 Fig. 4에 나타내었으며, PS 강재와 철근 및 콘크리트 (설계기준압축강도 $40MPa$)의 역학적 성질은 Table 1, 2에 각각 정리하였다. 실험체는 Fig. 4에 나타난 것과 같이 제작과정에서 철근에 변형률게이지를 설치하여 긴장력 도입 과정에서 발생하는 응력을 확인할 수 있도록 하였으며, 동일한 부재 제작대 내에 별도의 부재들을

Fig. 2 Shape and Composition of Half-Depth Precast Concrete Composite Slab (Yoon, 2012)

Fig. 3 Manufacturing Process of Half-Depth Precast Concrete Member

추가적으로 제작하여 롱라인 공법의 특성을 반영할 수 있도록 하였다.

Fig. 4 Section Dimension and Reinforcement of Specimen

Table 1 Details of Prestressing Steel and Rebar

Reinforcement	PS steel (SWPC 7B $\phi 12.7\text{ mm}$)	Rebar (D13)
Area of Cross-Section (cm^2)	98.71	126.7
No. of Reinforcement (EA)	8	5
Modulus of Elasticity (E , GPa)	200	
Yield Strength (f_y , MPa)	1,581	400
Ultimate Strength (f_{pm} , MPa)	1,860	—

Table 2 Mechanical Properties of Precast Concrete

Specimen No.	Compressive Strength (f_c , MPa)		Modulus of Elasticity (E_c , GPa)	
	7 day	28 day	7 day	28 day
1	42.5	47.0	29.6	30.7
2	43.5	48.1	29.9	30.9
3	42.9	47.6	29.7	30.8
Average	43.0	47.6	29.7	30.8

실험은 프리캐스트 콘크리트 부재 내에 위치한 PS 강선에 총 921kN (긴장응력 1,166.0MPa, 손실량: 93.3MPa, 계산된 긴장력 도입직후 유효응력 1,072.7MPa, 평균선압축응력 767.5kN/m, $f_{pe}/f_{pu}=0.44$)의 긴장력을 도입하고 정착시키는 동안 철근에 발생한 변형률을 측정하는 방법으로 수행하였으며, 측정된 변형률은 자료수집장치 (Data logger, TDS 302)를 통하여 컴퓨터에 자동으로 전달, 기록, 저장되도록 하였다.

2.2 실험 결과 및 분석

실험결과 프리캐스트 콘크리트 부재 내의 철근은 강연선 절단 과정에서 큰 변형률의 변화를 나타내었으며, 시간이 경과함에 따라 점차적으로 압축력이 도입되었다. 부재의 길이 방향에 대한 긴장력의 도입량은 부재 단부에서 중심으로 이동할수록 증가하였으며, 설계에서 반영한 긴장력이 적절히 도입된 것으로 판단된다. 각 철근에 도입된 압축응력은 Table 3에 정리하였으며, 긴장력 도입 실험결과 각 철근에 발생한 시간경과에 따른 압축변형률은 Fig. 5에 나타내었다. Table 3에서 철근에 도입된 응력은 PS 강선에 긴장력이 최초로 도입된 시점 (28.5분)을 기준으로 결정하였으며, 긴장재의 배치 및 단면 형상에 따라 각 철근에 발생하는 압축력이 차이를 나타낸 것으로 판단된다.

Table 3 Compressive Stress of Rebar (Refer to Fig. 4(b))

Gage No.	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
Strain	0.00033	0.00042	0.00039	0.00022	0.00021
Stress (MPa)	43.12	56.34	52.27	29.33	28.07

Fig. 5 Strain of Rebar

프리캐스트 콘크리트 부재 내에 매립되어 있는 철근은 긴장력 도입과정에서 Fig. 6에 나타난 것과 같이 콘크리트와 함께 압축력이 도입된다.

이때, PS 강재와 철근의 편심 영향을 무시하고, 철근과 콘크리트에 발생하는 변형이 동일하며 횡방향으로 배근된 철근의 영향을 무시한다고 가정하면, 철근에 발생하는 압축응력은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$f_{cs} = \frac{P_e E_s}{E_s A_s + E_p A_p + E_c b h} \quad (1)$$

식 (1)에서 f_{cs} 는 긴장력 도입과정에서 철근에 발생하는 응력, P_e 는 PS 강선의 유효프리스트레스력, E_s 와 A_s 는 각각 철근의 탄성계수와 단면적, E_p 와 A_p 는 각각 PS 강선의 탄성계수와 단면적, E_c 는 콘크리트의 탄성계수, b 는 콘크리트 부재의 폭, h 는 콘크리트 부재의 높이를 의미한다.

프리캐스트 콘크리트 부재 내에 매립된 철근에 도입된 압축응력은 부재 중앙에 배치된 변형률게이지에서 측정한 결과 (S-2, S-3, S-4)와 식 (1)에 의해 계산된 결과를 비교하여 Table 4에 나타내었다. 해석과정에서 콘크리트의 탄성계수는 제작과정의 영향을 고려하여 Table 4에 나타난 콘크리트의 압축강도 중 7일에 해당하는 탄성계수의 평균을 적용하였다. 해석결과 압축력에 의해 철근에 발생하는 응력은 실험결과 구해진 응력의 평균과 약 6.0%의 차를 나타내었다. 따라서,

Fig. 6 Compression in Concrete and Rebar After Detensioning

Table 4 Comparison Results of Analysis and Experiment

Rebar	Theoretical Results	Experimental Result			
		S-2	S-3	S-4	Average
Compressive Stress (MPa)	43.38	56.34	52.27	29.33	45.98

식 (1)은 PS 강재와 철근이 부재의 도심에 매립되었을 때 철근에 발생한 압축응력을 설계에 고려할 수 있는 적합한 식이라고 판단된다.

3. 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도

3.1 휨강도실험

반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도실험은 한국건설기술연구원 구조실험동에서 수행하였으며, 실험체는 Fig. 7에 나타난 것과 같이 긴장력 도입 실험에서 사용한 프리캐스트 콘크리트 부재에 콘크리트를 추가로 타설하여 제작하였다.

현장타설 콘크리트 내에 배근된 철근은 D16 (40MPa)을 사용하였으며, 역학적 성질은 Table 1에 나타난 철근과 동일하며, 콘크리트 (설계기준압축강도 27MPa)의 역학적 성질은 Table 5에 정리하였다.

반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도실험은 Fig. 8에 나타난 것과 같이 단순지지된 상태에서 3점 재하실험

Fig. 7 Manufacturing Process of Half-Depth Precast Concrete Composite Slab

험 (3-point bending test)으로 실시하였으며, 단면 및 부재 치수가 동일하고 배치된 강재량이 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브와 거의 유사한 RC 슬래브 ($\rho_s=0.006$)를 별도로 제작하여 동일한 조건에서 휨강도를 비교하였다. 하중은 2,000kN 용량의 UTM (Universal Testing Machine)을 사용하여 변위제어방식으로 3mm/min의 속도로 재하하였다. 또한, 도로교설계기준 (2010)에서 제안하고 있는 DB-24

하중의 바퀴 크기와 유사한 230mm×560mm의 크기의 고무판을 가력점에 설치하여 하중을 재하하였다. 실험과정에서 발생하는 변형률 및 변위는 Fig. 9에 나타난 것과 같이 변형률게이지와 1000mm 용량의 와이어게이지를 부착하여 측정하였다. 측정된 변형률과 변위는 자료수집장치 (Data logger, TDS 302)를 통하여 컴퓨터에 자동으로 전달, 기록, 저장되도록 하였다.

3.2 실험결과

실험결과 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브와 RC 슬래브는 Fig. 10에 나타난 것과 같이 부재 중앙 하부에서 휨균열이 발생하면서 파괴되었다.

반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 RC 슬래브에 비해 균열하중 5.05%, 파괴하중 23.7%의 강도증가를 나타내었다. 또한, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 Fig. 11에 나타난 것과 같이 균열 및 파괴 변위가 RC 슬래브에 비해 작게 나타났기 때문에 강성 또한 크게 나타났다.

두 실험체의 실험결과 및 설계휨강도와의 비교결과는 Table 6~7에 각각 정리하였으며, 두 실험체의 하중증가에 따른 단면 내 변형률 분포는 Fig. 12에 나타내었다. Table 7에서 두 실험체는 설계강도보다 큰 파괴강도를 나타내었기 때문에 안전한 설계가 이루어진 것으로 판단된다. 또한, Fig. 12에서 콘크리트게이지의 번호는 부재 중앙 단면의 상연에서 하연의 순서로 Co_1~Co_6으로 부여하였으며, 단면 내 응력은 균열하중 전까지는 선형에 가까운 응력분포를 나타내다가 균열 발생 이후 인장측 콘크리트부터 응력이 감소하는 것을 알 수 있다.

Table 5 Mechanical Properties of In-Situ Concrete

Specimen No.	Compressive Strength (f_c , MPa)		Modulus of Elasticity (E_c , GPa)	
	7 day	28 day	7 day	28 day
1	23.1	33.1	26.7	29.3
2	24.8	32.8	27.2	29.2
3	23.5	32.4	26.8	29.1
Average	23.8	32.8	26.9	29.2

Fig. 8 Flexural Test of Half-Depth Precast Concrete Composite Slab

(a) Half-Depth Precast Concrete Composite Slab

(b) RC Slab

Fig. 9 Locations of Strain Gauge and Wire Gauge

(a) Half-Depth Precast Concrete Composite Slab

(b) RC Slab

Fig. 10 Cracking of Half-Depth Precast Concrete Composite Slab and RC Slab

Fig. 11 Load-Displacement Relationship

(a) Half-Depth Precast Concrete Composite Slab

(b) RC Slab

Fig. 12 Strain Distribution of Specimens in the Cross-Section

Table 6 Experimental Results

Specimen	At Cracking		At Failure	
	Load (kN)	Displacement (mm)	Load (kN)	Displacement (mm)
Half-Depth Precast Concrete Composite Slab	305.06	4.9	468.59	14.3
RC Slab	289.65	10.1	357.44	34.5

Table 7 Comparison of Experimental results and Design Strengths

Specimen	Experiment (kN)	Design (kN)
Half-Depth Precast Concrete Composite Slab	468.59	325.61
RC Slab	357.44	254.86

3.3 프리캐스트 콘크리트 부재 내 철근의 휨강도

프리캐스트 콘크리트 부재를 거더 상부에 설치하고, 콘크리트를 타설하여 슬래브를 완성할 경우 프리캐스트 콘크리트

트 부재는 전단면적이 인장측에 위치하며, 휨모멘트가 작용할 경우 하중재하 초기단계에서는 철근에 이미 압축응력이 도입되어 있기 때문에 철근에 도입된 압축응력이 인장응력으로 변화하는 구간까지는 휨저항성능을 기대하기 어렵다. 그러나 하중이 증가하여 철근에 압축응력이 사라지게 되면 휨에 대해 저항할 수 있다. 따라서, 철근에 미리 도입된 압축응력을 통해 철근의 항복을 지연시킬 수 있는 효과가 있을 것으로 판단되며, 이 연구에서는 이러한 구조적 거동을 실험을 통하여 확인하였다.

기존 설계기준에서는 프리스트레스트 합성부재에 철근이 배근된 경우, 철근의 휨강도를 설계에 고려할 수 있는 근거를 제안하지 않고 있다. 즉, 안전측 설계가 될 수 있도록 철근의 영향을 고려하지 않고, 식 (2)에 나타난 것과 같이 PS 강봉 및 강선 등만을 설계에서 고려하고 있다. 그러나 철근의 영향을 고려한다면 보다 명확한 구조적 거동을 이해할 수 있을 뿐만 아니라 경제적으로도 효율적이기 때문에 중요한 설계요소라고 할 수 있다.

$$M_n = A_p f_{ps} \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (2)$$

철근과 PS 강선이 편심배치되지 않을 경우 철근의 휨강도를 추가적으로 고려하면, 식 (2)는 식 (3)과 같은 형태로 표현할 수 있다. 또한, 제작과정에서 철근에 도입된 압축응력이 균열하중에 도달했을 때 철근의 인장응력보다 작은 경우, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도는 압축 프리스트레스로 인한 철근의 축방향 압축변형을 고려하여 식 (4)와 같이 나타낼 수도 있다.

$$M_n = (A_p f_{ps} + A_s f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (3)$$

$$M_n = \{A_p f_{ps} + A_s (f_y + f_e)\} \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (4)$$

식 (3), (4)에서 a 는 단면의 등가응력직사각형 압축응력의 깊이, d 는 단면의 유효깊이, f_e 는 PS 강재의 프리스트레스 도입과정에서 철근에 발생하는 유효압축응력을 의미한다. 식 (3), (4)에서 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도는 PS 강재와 철근의 영향을 모두 고려하였으며, 특히 식 (4)의 경우에는 철근에 도입된 압축응력을 추가적으로 고려하여 철근의 항복지연효과가 반영된 것이다. 여기서, 반단

Table 8 Comparison of Average Experimental and Theoretical Results

Research Method	Experiment	Theory		
		Design Code	Eq. (3)	Eq. (4)
Load (kN)	468.59	346.34	411.11	418.14
Difference (%)	—	26.09	12.27	10.77

면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 신구콘크리트는 역학적으로 완전히 합성되었다고 가정하였으며, 실험을 통해 합성거동함을 확인하였다.

식 (4)를 통해 해석한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도와 실험결과로부터 얻은 휨강도는 Table 8에 정리하여 나타내었다. Table 8에서 식 (4)를 통해 얻은 단순보의 휨강도는 식 (1)을 이용하여 프리스트레스 도입과정에서 발생한 철근의 압축응력을 계산하고 계산된 압축응력은 철근에 발생한 유효응력으로 고려하였다.

Table 8에서 도로교설계기준에서 제안하고 있는 방법은 PS 강재만을 고려한 결과로서 실험결과에 비해 매우 작은 결과를 나타내고 있어 부재가 비효율적으로 설계되는 것으로 평가되었다. 그러나 프리캐스트 콘크리트 부재 내의 철근에 의한 효과를 고려할 경우 실험결과와의 차는 약 12% 이내로 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 프리스트레스 도입과정에서 발생한 철근의 항복지연효과를 고려한 휨강도는 철근의 항복강도만을 고려하여 구한 휨강도에 비해 약 1.5% 정도로 실험결과에 근접하였다. 즉, 프리스트레싱 과정에서 철근에 발생하는 압축응력은 사용하중이 재하될 때 철근이 항복변형률에 도달하는 것을 지연시키는 역할을 하며, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도를 증가시키는 하나의 요인으로 작용한다고 판단된다. 따라서 식 (4)는 실험결과와 비교할 때 충분히 안전측 설계가 될 수 있도록 휨강도를 추정하면서도 경제적인 설계를 유도할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

이 연구에서는 롱라인 방식으로 제작된 프리캐스트 콘크리트 부재와 현장타설 콘크리트를 합성하여 제작하는 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도 실험을 통해 프리캐스트 콘크리트 부재 내에 배근된 인장철근의 역할을 규명하고 이를 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨설계에 반영하기 위한 기초적인 연구를 실시하였다. 또한,

유사한 강재량이 배근된 RC 슬래브의 휨강도 실험을 실시하여 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도와 비교 평가하였다. 이 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 롱라인 공법으로 제작한 프리캐스트 콘크리트 부재를 사용한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 기존에 주로 사용되어 오던 RC 슬래브에 비하여 품질관리가 용이하고, 시공성이 뛰어나며, 경제적이기 때문에 매우 뛰어난 휨부재라고 할 수 있다.
- (2) 이 연구에서는 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브와 동일한 강재량을 사용한 RC 슬래브의 강도 비교 실험을 실시하여, 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도 및 휨강성이 RC 슬래브에 비해 높게 나타나는 것을 확인하였다.
- (3) 현재 국내의 프리스트레스 부재 설계는 일반적으로 내부에 배근된 철근에 대한 인장강도를 설계에 반영하지 않고 있다. 그러나 이 연구에서는 프리캐스트 콘크리트 부재 내에 배근된 인장철근이 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도에 일정부분 기여함을 실험을 통하여 확인하였다.
- (4) 이 연구에서 수행한 실험 내용을 바탕으로 정역학적 평형관계에 근거하여 철근의 영향을 고려한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도식을 제안하였다. 또한, 제안한 휨강도식은 도로교설계기준에서 제시하고 있는 설계식 및 실험결과와 비교하여 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨거동을 적절하게 반영하고 있음을 확인하였다.
- (5) 제안한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도식은 RC 슬래브와 비교하여 더 작은 변위에서 파괴되는 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 취성파괴 경향으로 판단할 때 비보수적인 설계를 유도하지만, 실험결과와 비교했을 때 약 10.7%의 안전율을 확보하고 있다. 또한, 안전한 구조물의 설계를 위하여 서로 다른 콘크리트 부재를 결합하는 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 특성을 고려한 별도의 강도감소계수가 추가로 설계에 도입하기 위한 연구가 추가로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

이 연구에서 수행한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도실험은 변수당 1개의 시험체에 대하여 수행하였기 때문에 실험횟수는 다소 부족하다. 그러나 이 연구에서 수행한 휨강도실험은 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 거동 특성을 파악하고 효과적인 설계를 수행하기 위해 제안된 휨강도식의 검증에 위한 자료로서는 유의미하며, 추가 연구를 진행할 때 필요한 토대를 마련하였다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다.

감사의 글

이 연구는 (주)에스엔씨산업의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

1. ACI 318-05, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, 2008, American Concrete Institute.
2. Chung, C. H., Lim, S. J. and Kim, H. J., Fatigue Performance of Bridge Decks Using Half-Depth Precast Panel with Loop Joint, Journal of the Korean Society of Civil Engineer, Vol. 30, No. 1A, 2010, pp.35-43 (in Korean).
3. Korea Road & Transportation Association, Korean Highway Bridge Design Code, Korean Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Seoul, 2010 (in Korean).
4. Seo, S. H., An Experimental Study on the Behavior of Prestensioned SPC Girder. Master Thesis. : Graduate School, Hongik University, Seoul, 2011 (in Korean).
5. Shin, H. M., Prestressed Concrete, Dongmyungsa, Paju, 2008, pp.4-5 (in Korean).
6. Yoon, S. J., A Study on the Development of SPC Half Section Precast Slab. Technical Reports, Hongik University Research Institute of Science and Technology, Seoul, 2011 (in Korean).
7. Yoon, S. J., A Study on the Structural Behavior Estimation of SPC Girder and Rahmen Structure Using SPC Girder, Technical Reports, Hongik University Research Institute of Science and Technology, Seoul, 2012 (in Korean).

Received : 02/13/2013

Revised : 04/02/2013

Accepted : 04/07/2013

요 지

프리텐션 방식을 사용한 PSC 휨부재는 시공이 간편하고 품질관리가 용이하기 때문에 최근 토목분야에서 적용된 사례가 증가하고 있다. 특히, PSC 휨부재의 종류 중 하나인 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 롱라인 공법을 적용하여 최근에 개발되었다. 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브는 프리캐스트 콘크리트와 현장타설 콘크리트를 합성하여 제작한다. 이 연구에서는 롱라인 공법으로 제작한 프리캐스트 PSC를 적용한 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 프리스트레스 도입 효율과 휨강도에 대한 실험을 실시하고 그 결과를 제시하였다. 롱라인 공법은 한번의 긴장력 도입으로 여러 개의 부재를 생산할 수 있는 장점이 있다. 또한, 프리캐스트 PSC 내에 매입되어 있는 철근의 영향을 고려하여 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브의 휨강도를 합리적으로 평가할 수 있는 식을 제시하였다.

핵심 용어 : 반단면 프리캐스트 콘크리트 합성 슬래브, PSC, 프리텐션, 롱라인 공법, 휨거동, 휨강도