캔틸레버를 갖는 PCC-Deck의 구조보강

The Structural Reinforcing of PCC-Deck with Cantilever

노 병 철¹⁾

김 창 교²⁾

박 종 현^{3)*}

Byeong-Cheol Lho

Chang-Kyo Kim

Jong-Hyeon Park

Abstract

LB-Deck is one of the widely used member in interior part of girders as a permanent formwork in structures, but it is not easy to apply to the exterior part of girder due to the overturning and excessive deflection. Considering allowable deflection and safety of the exterior part, Precast Concrete Cantilever Deck (PCC-Deck) is proposed with normal LB-Deck in inner part and extended bars of LB-Deck in outer part.

Both numerical analyses and experimental tests were compared to check the safety and allowable deflection for 6 types of PCC-Deck, and D-type (with 16 mm top bar, 6 mm lattice bar, 12 mm bottom bar) is suggested as an optimal structural reinforcement to the 28 kN of maximum load and 27.49 mm of final deflection. The load resisting ratio of D-type under working load of 10 kN was about 2.8 times and 77.5% of improvement was observed.

Keywords : PCC-DECK, Cantilever beam, Lattice bar, Deflection, Buckling

1. 서 론

최근 거더 교량의 바닥 슬래브의 시공에 있어서 슬래브의 시공성과 안전성을 증대하고, 교량의 사용수명 연장 및 건설 비용을 줄이기 위하여, 강-콘크리트 합성 바닥판 (Kim et al., 2006), FRP 바닥판 (Berg et al., 2006; Zhao et al., 2004), 반단면 또는 전단면 프리캐스트 콘크리트 바닥판 (Kim, 2006; Ehmke, 2006) 등이 있으며, 2000년 들어 반단면 프리캐스트 콘크리트 패널 (LB-Deck) (Choi and Kim, 2005; Youn et al., 2006)에 대한 연구가 활발히 진행된 바 있으며, 현재 국내외 많은 교량에 적용됨에 따라 LB-Deck 패널의 안전성 및 시공성향상에 대한 연구도 지속적으로 진행되어 왔다 (Lho and Cho, 2007; 2008).

LB-Deck 패널 공법은 영구 거푸집 형태로 두께 60 mm의 Deck에 주철근 및 격자봉을 삽입하고, 프리캐스트 콘크리트 로 제작하여, 현장 거치 후 나머지 철근을 현장에서 배근하

여 완성하는 바닥판 공법이다. 이는 기존의 합판거푸집을 사용하는 재래식 공법보다 시공성, 경제성, 안전성 면에서 우수한 것으로 평가되고 있다. 그러나 현재 LB-Deck는 내측 거더거간에만 국한되어 적용되고 있으며, 외측 캔틸레버부의 경우 전도의 위험성과 과도한 처짐 발생으로 별도의 장치 없이 설치가 불가능하여, 브라킷 등 재래식 공법을 이용한 시공이 이루어지고 있다. 그 결과 내측 거더부와 외측 캔틸레버부의 바닥판 시공이 상이하여, 공기 증가 및 시공상 여러 가지 문제점이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이를 개선하기 위하여 외측 캔틸레버부에 적용 가능한 Precast Concrete Cantilever Deck (이하 PCC-Deck)를 제안하고, 이의 구조거동 특성을 구명하고자 한다.

2. PCC-Deck의 구조적 특징 및 관련규정

PCC-Deck의 구조는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 일반부의

1) 정회원, 상지대학교 건설시스템공학과 교수

2) 정회원, 상지대학교 토목공학과 박사과정, 한국중합기술 구조부 부사장

3) 정회원, 상지대학교 토목공학과 석사과정, 교신저자

* Corresponding author : ehrsmdn123@naver.com

• 본 논문에 대한 토의를 2013년 10월 31일까지 학회로 보내주시면 2013년 11월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Fig. 1 Overview of PCC-Deck

LB-Deck의 주철근과 격자봉을 연장하여 외측거더의 LB-Deck를 캔틸레버로 지지하도록 내측 거더부 바닥판과 외측 캔틸레버부 바닥판 그리고 이를 이어주는 연장철근부로 설계하였다. 구조적으로 가장 중요한 연장철근부는 주철근 및 격자봉에 의해 구성된 구조로 자중, 작업하중 등 외부하중을 지지하여야 한다. 이러한 구조는 PCC-Deck 시공 시 거더 상면에 위치한 전단철근 및 스티드와의 간섭을 피하여 작업의 효율을 극대화시키기 위한 것이다. PCC-Deck와 거더부 전단철근을 클램프로 구속하여 미끄러짐 방지 및 외력에 의한 전도에 저항할 수 있도록 하였다.

PCC-Deck와 같은 프리캐스트 콘크리트 패널에 관한 도로교설계기준 (2010)에는 주거더 사이의 기간 사이에 영구 패널의 역할을 하는 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 패널은 추가 고정하중과 활하중을 지지하기 위해 현장타설 콘크리트 부분과 합성으로 설계되어야 한다. 자중, 시공하중, 그리고 현장타설 콘크리트의 무게를 지지하는 것으로 가정하여 해석하여야 한다. 또한 현장타설 콘크리트와 합성으로 작용하여 추가 고정하중과 활하중에 의한 모멘트를 지지하는 것으로 가정하여 해석하는 것으로 규정되어 있으나, 허용 처짐에 관한 명확한 규정은 없다.

한편, 국내 콘크리트 부재의 처짐에 관한 규정은 콘크리트 구조설계기준 (2007)과 도로교설계기준 (2010) 중 사용성 및 내구성에서 명시되어 있는 바와 같이 활하중과 충격으로 인한 캔틸레버의 처짐은 캔틸레버 길이의 1/300 이하이며, 보행자의 이용이 고려된 경우 처짐은 캔틸레버 길이의 1/375까지 허용한다고 명시되어 있다. 그러나 이는 완성된 상부 구조물의 처짐에 관한 규정이며, 본 연구에서 개발하고자 하는 PCC-Deck는 완성된 상부 구조물이 아닌 영구 거푸집인 프리캐스트 콘크리트 바닥판을 적용하여야 한다. 엄밀하게는 콘크리트구조설계기준 (2007) 및 도로교설계기준 (2010)의 규정을 적용하는 것은 과도하게 안전측이라 사료되나, 활하

중과 충격하중 (인부하중 및 작업등에 의한 충격하중)에 의한 처짐이 $L/300=3.33 \text{ mm}$ 이내로 되도록 정하였다.

2.1 고정하중

PCC-Deck에 작용하는 고정하중은 캔틸레버부 자중, 현장타설 콘크리트 중량, 작업발판 자중이 있다. 현장타설 콘크리트의 일반적으로 0.18 m까지 타설되며, 작업발판 자중은 0.1 kN/m이다.

① 캔틸레버부 자중

$$\{(1 \times 1.2 \times 0.06) + (0.1 \times 1.2 \times 0.24)\} \times 25 = 2.52 \text{ kN}$$

② 캔틸레버부 현장타설 콘크리트 중량

$$\{(0.9 \times 1.2) \times 0.18\} \times 25 = 4.86 \text{ kN}$$

③ 작업발판 중량 (0.1 kN/m)

$$(0.05 + 0.2 + 0.3 + 0.6 + 1.2) \times 0.043 = 0.11 \text{ kN}$$

2.2 활하중

PCC-Deck에 작용하는 활하중은 작업하중, 충격하중, 작업인력하중이 있으며, 작업하중과 작업인력하중은 1.5 kN/m^2 , 충격하중은 슬래브 중량의 50% 중량이 각각 작용한다. 작업인력하중은 안전발판에 작용하는 활하중으로 작업발판의 발판면적에 재하된다.

① 작업하중 (1.5 kN/m^2)

$$(1 \times 1.2) \times 1.5 = 1.8 \text{ kN}$$

② 작업인력하중 (1.5 kN/m^2)

$$(0.585 \times 1.2) \times 1.5 = 1.05 \text{ kN}$$

③ 충격하중

$$(2.52 + 4.86) \times 50\% = 3.69 \text{ kN}$$

Table 1에서 나타낸 바와 같이 전체 하중의 작용점은 캔틸레버부 지점에서부터 0.579 m인 것으로 나타났다.

Fig. 2는 아래 Table 1의 계수하중을 캔틸레버 단부에 재하하였을 때 동일한 휨모멘트가 발생하도록 재하 거리를 계산하여 하중을 재하하였다.

3. 수치해석 및 정적재하실험

본 실험에 앞서 Lattice bar 1 set로 구성된 PCC-Deck으로

Table 1 Loads to PCC-Deck

		Load (kN)	Load factor	Factored load (kN)	Location (m)	Moment (kN · m)
Dead load	Deck slab + work plate	7.49	1.2	8.99	0.520	4.67
Live load	Construction load + Impact	6.55	1.6	10.48	0.629	6.59
Total		3.61	—	19.47	—	11.27

※ location of load : 0.579 m

Fig. 2 Location of load (real)

간이실험을 진행하였으며, 연장철근부에서 좌굴이 발생하여 처짐이 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다. 따라서 연장철근부에 최소한의 수직보강근을 트러스 형태로 배치하여 허용처짐 범위 이내가 되는 최적의 형식을 선정하고자 하였다. 연장철근부를 등분으로 나눠 수직보강근을 배치하였다.

최적의 구조를 선정하기 위하여 보강하지 않은 PCC-Deck에 대한 실험과 수치해석 결과의 비교를 통하여, 수치해석상의 경계조건, 좌굴 변수 등을 조정하여 수치해석의 정확도를 검증하고, 보강을 통하여 구조계가 변경된 경우에 대하여 수치해석을 실시하고, 이를 적용한 실험을 수행하였다.

3.1 실험체 제작 및 실험방법

PCC-Deck 실험체의 제원은 4.06 m × 1.2 m로 실제 시공되는 실물크기와 동일하게 제작하였으며, 구조형식에 따른 구조도와 인장철근부의 배근 모습을 Fig. 3~Fig. 9에 나타내었다. 실험체의 종류별 특성은 콘크리트가 없는 연장철근부의 격자봉과 주철근을 트러스형태로 구속시키는 수직 보강근의 유무와 개수의 차이로 구분하였으며, Table 2는 각 형

(a) Structural Drawing

(b) Bar Allocation

Fig. 3 PCC-Deck Specimen (N-Type)

(a) Structural Drawing

(b) Bar Allocation

Fig. 4 PCC-Deck Specimen (A-Type)

(a) Structural Drawing

(b) Bar Allocation

Fig. 5 PCC-Deck Specimen (B-Type)

(a) Structural Drawing

(b) Bar Allocation

Fig. 6 PCC-Deck Specimen (C-Type)

(a) Structural Drawing

(b) Bar Allocation

Fig. 7 PCC-Deck Specimen (D-Type)

(a) Structural Drawing

(b) Bar Allocation

Fig. 8 PCC-Deck Specimen (S-Type)

Fig. 9 Location of Sensor in PCC-Deck

Table 2 Type of PCC-Deck Specimen and Characteristics

Type	Characteristics
PCC-Deck (N)	Normal Type (No Bar Reinforcement)
PCC-Deck (A)	1 Set of Truss Typed Vertical Reinforcement between Top and Main Bar in Extension Part. (Top Bar : 12mm, Lattice Bar : 6mm, Bottom Bar : 6mm)
PCC-Deck (B)	2 Sets of Truss Typed Vertical Reinforcement between Top and Main Bar in Extension Part. (Top Bar : 12mm, Lattice Bar : 6mm, Bottom Bar : 6mm)
PCC-Deck (C)	3 Sets of Truss Typed Vertical Reinforcement between Top and Main Bar in Extension Part. (Top Bar : 12mm, Lattice Bar : 6mm, Bottom Bar : 6mm)
PCC-Deck (D)	4 Sets of Truss Typed Vertical Reinforcement between Top and Main Bar in Extension Part (Top Bar : 16mm, Lattice Bar : 7mm, Bottom Bar : 12mm)
PCC-Deck (S)	Top Bar 20 mm (Spider Bar), 4 Sets of Vertical Reinforcement. (Top Bar : 20mm, Lattice Bar : 10mm, Bottom Bar : 10mm)

식별 특성을 나타낸 것이다.

실험 시 센서 부착위치는 모든 시험체에 동일하게 Fig. 9와 같이 변형률게이지 12개, LVDT 4개를 설치하였으며, 실험체의 거치 모습 및 재하는 Fig. 10과 Fig. 11에 나타난 바와 같으며, 시방서에 제시한 계수하중을 재하하여 극한하중에서의 거동을 확인하였다.

3.2 실험결과

실험 결과 A, B, C-Type은 N-Type과 거의 유사한 거동을 보이며 저항하중이 증가하였으나, 수직 보강근에 의한 좌굴 개선효과로 N-Type 보다 우수한 성능을 나타냈다. D-Type은 3.02 mm로 허용처짐인 3.33 mm 보다 작게 발생되어 가장 좋은 결과를 나타내었으며, 이러한 결과는 격자봉의 강성 증

Fig. 10 Test Setup for PCC-Deck Specimen

Fig. 11 Load Applied to PCC-Deck Specimen

Table 3 Deflections by Experiment

		Experiment Loads (kN)				
		2	4	6	8	10
Deflections (mm)	N-Type	2.73	6.73	10.01	—	—
	A-Type	3.28	6.76	10.25	14.04	18.42
	B-Type	3.24	6.37	9.95	13.2	17.25
	C-Type	3.31	5.88	10.45	14.37	18.09
	D-Type	1.2	3.02	4.62	5.91	7.15
	S-Type	1.76	3.67	6.37	8.49	10.65

가 및 수직 보강근에 의한 트러스 구조 형성이 기존 PCC-Deck의 성능개선 효과에 크게 영향을 미친 것으로 판단된다. S-Type은 3.76 mm로 스파이더 철근을 사용하였음에도 허용처짐인 3.33 mm 보다 많은 처짐이 발생한 것으로 확인되었다. S-Type은 D-Type 보다 격자봉 및 주철근의 단면적을 각각 56%, 12% 증가시켰으나, D-Type 보다 성능은 낮게 평가되었다.

Table 3은 정적재하실험을 통한 Type별 처짐을 나타낸 것으로 2, 4, 6, 8, 10 kN으로 구분하였다. 하중-처짐으로 볼 때 D-Type이 하중 단계별 가장 작은 처짐을 나타내었으며, 안전성 측면에서 가장 우수한 것으로 판단된다.

한편, Table 4와 Fig. 12는 허용하중을 초과하여 PCC-Deck의 안전성을 보기 위한 것으로, N-Type을 제외하고 모두 시

Table 4 Max. Loads and Max. Deflections for PCC-Decks

Type	Max. Load (kN)	Max. Deflection (mm)
PCC-Deck (N)	6.3	11.1
PCC-Deck (A)	13.9	32.4
PCC-Deck (B)	16.9	32.7
PCC-Deck (C)	13.6	24.2
PCC-Deck (D)	28.0	27.5
PCC-Deck (S)	24.7	29.77

Fig. 12 Loads-Deflections for PCC-Decks by Tests

공하중인 10 kN을 초과하여 저항할 수 있으며, 주철근의 좌굴 발생이후에는 더 이상 재하하중에 저항이 불가능하였다.

각 실험체의 상부근과 주철근의 하중에 따른 변형률을 Fig. 13과 Fig. 14에 나타내었으며, 하중재하에 따라 연장 철근부의 변형은 육안으로 확인할 정도의 수직 및 수평으로 좌굴에 의한 큰 변형이 발생하였다.

한편, 인장부재인 상부근의 경우는 실험체 모두 유사한 거동을 보이고 있으나, 주철근은 좌굴로 인하여 형식에 따라 변형되는 양상이 다르게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

주철근의 구조는 격자봉과 달리 트러스 구조의 격자봉이 없으므로, 단면이 하부근보다는 크지만 좌굴에 대하여 매우 불리한 구조로서, Fig. 12에서 나타난 바와 같이 실험 초기 단계인 2.4 kN에서 주철근의 좌굴 길이를 가장 짧게 한 D-Type의 경우 주철근의 변형이 선형적인 거동을 하는 것을 확인했다.

결론적으로, 연장 철근부의 좌굴은 D-Type을 제외하고 하중 재하 후 육안으로 확인할 정도의 좌굴이 발생하였다. 또한 철근의 변형률은 항복 변형률 이내로 발생하였으나, 시공 중 작업자의 불안감을 조성하는 허용처짐인 3.3 mm 이내의 처짐이라 할 수 있다. 따라서 현장 적용할 PPC-Deck 제작 시 수직 보강근은 Top bar와 주철근을 결속할 수 있는 형태

Fig. 13 Load-Strain of Top Bar

Fig. 14 Load-Strain of Main Bar

로 하며 간격은 250 mm 이하, 수량은 4개 이상이어야 효과적인 보강효과를 볼 수 있다. 격자봉의 단면은 D-Type을 기준으로 제작하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

3.3 PCC-Deck 수치해석

PCC-Deck 실험체에 대한 수치해석을 위하여 범용구조해석 프로그램인 Midas Civil을 이용하였다.

PCC-Deck 실험체의 제원은 4.06 m × 1.2 m로 실제 시공되는 실물크기와 동일하게 모델링하였으며, 재료 물성 및 지점 조건은 Table 5에 나타난 바와 같이 현장 조건과 동일하게 하였다. 한편, 단부 고정을 위한 클램프는 재료적 연구가

Table 5 Material Properties and Input Data for Analysis

	f_{ck} (MPa)	f_y (Mpa)	Support	Connect
Experiment	40	400	Girder	Clamp
Numerical Analysis	40	400	Hinge	Fix

Fig. 15 Model of PCC-Deck Analysis

Table 6 Deflections of PCC-DECK by Numerical Analysis

Type	Live & Impact Loads (kN)	Deflections (mm)
PCC-Deck (N)	4	2.63
PCC-Deck (A)	4	2.58
PCC-Deck (B)	4	2.54
PCC-Deck (C)	4	2.51
PCC-Deck (D)	4	1.46

(a) Numeric Result of PCC-DECK N-Type

(b) Numeric Result of PCC-DECK A-Type

(c) Numeric Result of PCC-DECK B-Type

(d) Numeric Result of PCC-DECK C-Type

(e) Numeric Result of PCC-Deck D-Type

Fig. 16 Numeric Results

필요하나, 선형해석시 본 연구결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단하여 고정으로 하여 수치해석을 실시하였다. Fig. 15는 PCC-Deck 실험체의 수치해석을 위한 모델링으로, 콘 크리트는 600개의 Plate 요소로, 상부근, 하부근, 주철근 등은 400개의 Beam 요소로 격자봉은 312개의 Truss 요소를 사용하여 모델링하였다. 하중은 활하중과 충격하중에 해당하는 4 kN을 재하하였다.

PCC-Deck을 현장에 적용할 경우 좌굴이전의 거동이 중요하고, PCC-Deck에 대한 실험결과, 철근에 좌굴이 발생한 이

후 PCC-Deck 단부에는 급격한 처짐이 발생하는 것을 확인 하였으므로, 수치해석은 좌굴을 고려하지 않은 선형해석으로 수행하였다.

Table 6과 Fig. 16은 해석 결과를 나타낸 것으로 D-Type 에서 가장 좋은 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과로 볼 때 기본 PCC-Deck 실험체에 대한 실험결과와 비교하면, PCC-Deck 공법의 성능 개선을 위해서는 수직 및 수평 보강근과 함께 철근의 단면적을 키워서 강성을 증가시키는 것이 효과적일 것으로 판단된다. S-Type은 실험결과 형식이 기존의 다른

(a) Results of Numerical Analysis

(b) N-type

(c) A-type

(d) B-type

(e) C-type

(f) D-type

Fig. 17 Results of Experiments and Numerical Analysis

Type과 완전히 다르고, 과도한 자재 비용에 비하여 부재의 처짐량이 과도하게 발생하는 것으로 판단 해석모델에서 제외하였다.

4. 제안된 PCC-DECK의 거동 평가

Fig. 17은 실험값과 수치해석 결과를 비교한 것으로 그림 Fig. 15(a)는 수치해석 결과를 비교한 것이고, Fig. 17(b)~(f)는 각 Type별 실험값과 수치해석값을 비교한 것이다.

Fig. 17(a)에서 N, A, B, C-Type은 변화가 있었으나, 하중이 매우 작은 탄성 구간에서는 확대된 도표에 나타난 바와 같이 미미하게 변화하는 것으로 나타났으며, 이는 언급한 바와 같이 수직 보강근과 격자봉의 단면 보강이 이루어져야 성능 개선의 효과가 있을 것이다.

Fig. 17(b)~(f)에 나타난 바와 같이 각 Type별로 탄성구간에서는 유사한 거동을 나타낸 것으로 보아 적합한 모델링과 해석 기법을 적용한 것으로 판단되어지나, N, A, B, C-Type은 실제 실험에서 선형구간이 매우 짧은 것으로 확인됐다. 이는 이미 언급한 바와 같이 휨강성이 약한 철근의 좌굴에 의한 것으로 실험 시 초기에 좌굴이 발생한 것이 주요 원인이었다.

각 형식에 대하여 활하중과 충격하중에 해당하는 4 kN을 재하하였을 경우의 처짐을 Table 7과 Fig. 18에 나타내었으며, 수치해석과 실험 결과에 대한 비교·분석으로부터 PCC-Deck N~S-Type 6가지 형식중 D-Type이 활하중과 충격하중 4 kN에 대한 처짐이 3.02 mm로 가장 적게 발생함을 알 수 있었으며, 이는 콘크리트구조설계 (2007)와 도로교설계기준 (2010)에서 명시한 허용처짐 (3.33 mm) 이내로, 수직 보강근의 영향에 의하여 주철근이 하부근의 좌굴발생을 억제시킨 것으로 판단된다.

한편, S-Type은 D-Type 보다 격자봉 및 주철근의 단면적을 각각 56%, 12% 증가시켰으나, D-Type 보다 성능은 낮게 평가되어, D-Type이 경제성과 안전성에서 우수하여 가장 적

Fig. 18 Allowable Deflection, Live and Impact Load Deflection

합한 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 내측 거더에서 사용되는 프리캐스트 콘크리트 바닥판인 LB-Deck를 외측 캔틸레버부까지 확장하여 사용할 수 있는 PCC-Deck를 제안하고, 이의 거동을 구명하기 위한 연구로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) PCC-Deck는 캔틸레버부의 Deck를 철근이 지지하는 구조로서 중립축 이하 압축을 받는 주철근과 하부철근에 좌굴이 발생하기 쉽고, 이로 인한 처짐이 증가되므로, 수직 및 수평 보강근을 이용하여 격자봉과 주철근이 연결된 3차원 트러스구조가 효율적임을 알 수 있었다. 이는 기존의 lattice-bar가 2차원 트러스 형태이므로 면외방향의 하중에 대해서는 트러스 역할을 하지 못하여 좌굴이 발생하므로 3차원트러스를 형성함에 따라 하중에 대한 변위를 낮게 할 수 있는 것으로 판단된다.
- (2) 최적의 수직보강근의 숫자와 단면적을 선정하기 위하여 6가지 형식에 대한 실험결과로부터 D-Type은 활하중과 충격하중에 의한 허용처짐을 비교하였을 때 3.02 mm로 허용처짐 3.30 mm 범위 내로 나타났으며, 이는 수직보강근과 철근 단면적의 증가에 따라 처짐에 대해 저항을 한 것으로 판단된다. 또한 D-Type을 제외한 다른 Type들은 하중에 의한 처짐이 허용처짐을 초과함을 알 수 있었다.
- (3) D-Type의 PCC-Deck을 사용함으로써 브래킷 설치에 따른 경제성 가모와 인적재해를 최소화 할 수 있을 것

Table 7 Deflections of PCC-Deck by Live & Impact Load

Type	Deflections (mm)	Results
PCC-Deck (N)	6.73	N.G.
PCC-Deck (A)	6.76	N.G.
PCC-Deck (B)	6.37	N.G.
PCC-Deck (C)	5.88	N.G.
PCC-Deck (D)	3.02	O.K.
PCC-Deck (S)	3.67	N.G.

이다. 파괴직전까지의 최대하중은 28 kN, 최대처짐 27.49 mm로 발생하여, 예상 작용하중의 2.8배까지 파괴가 발생하지 않았음을 알 수 있었다. 자중을 제외한 하중 10 kN에서의 시공하중에 대한 하중비율이 2.8로 기본 PCC-Deck N-Type 대비 77.5%의 개선효과가 있는 것으로 나타났으며, 현장 적용시 시공성 및 안전성 확보와 더불어 공기단축으로 인한 경제적인 효과를 얻을 수 있다.

감사의 글

이 연구는 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것으로 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

References

1. Berg A. C., Bank L. C., Oliva M. G. and Russell J. S., "Construction and cost analysis of an FRP reinforced concrete bridge deck", *Construction and Building Materials*, Vol. 20, No. 8, 2006, pp.515-526 (Netherlands).
2. Choi E. S. and Kim H. S., "Precast Concrete Panel's Behavior for Constructing Bridge Decks", Vol. 25, No. 2, 2005, pp.395-404 (in Korean).
3. Ehmke F. G., Analysis of a bridge deck built on interstate highway 39/90 with full-depth, precast, prestressed concrete deck panels. Ms.C. Thesis, University of Wisconsin-Madison, 2006 (United States of America).
4. KCI, Korea Structural Concrete Design Code, 2007.
5. Kim H. Y. and Jeong Y. J., "Experimental investigation on behaviour of steel-concrete composite bridge slabs with perfbond ribs", *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 62, No. 5, 2006, pp.463-471 (in Korean).
6. Kim M. K., Bridge slab construction method and lattice bar deck-shaped precast concrete plate applied therein. Patent Cooperation Treaty (PCT), WO 2006/049377, 2006 (in Korean).
7. KTRA, Bridge Design Specification, 2010.
8. Lho B. C. and Cho G. D., "A Study on the Composite Behavior according to Height Change of Lattice bar in LB-DECK", *Journal of the Korea institute for structural maintenance inspection*, Vol. 27, No. 2, 2007, pp.193-200 (in Korean).
9. Lho B. C. and Cho G. D., "A Study on the Structural Behavior of LB-DECK Panel Considering Rebar-Arrangement in Site", *Journal of the Korea institute for structural maintenance inspection*, Vol. 12, No. 3, 2008, pp.167-174 (in Korean).
10. Youn S. G., Lee J. H., Cho S. K., Jeong J. D. and Won Y. S., "Punching Shear Strength of Reinforced Concrete Bridge Decks with LB-DECK", *Magazine of the Korea Concrete Institute*, Vol. 18, No. 1, 2006, pp.390-393 (in Korean).
11. Zhao L., Karbhari V. M., Hegemier G. A. and Seible F., "Connection of concrete barrier rails to FRP bridge decks", *Composites Part B: Engineering*, Vol. 35, No. 4, 2004, pp.269-278 (United Kingdom).

Received : 02/08/2013

Revised : 05/15/2013

Accepted : 05/29/2013

요 지

본 연구는 현재 내측 거더부에 적용하고 있는 LB-Deck를 캔틸레버부까지 확대 적용하기 위하여 Precast Concrete Cantilever Deck를 제안하고, 제안된 PCC-Deck의 구조적인 안전성과 처짐 등 거동특성을 평가하였다. PCC-Deck의 구성은 일부분 LB-Deck와 캔틸레버부의 Deck를 주철근과 격자봉을 연장하여 제작하는 방식으로, 기존 LB-Deck을 사용할 경우 발생하는 전도에 대한 문제를 보완하였다. 수치해석 및 실험 결과 최적의 구조로 제안된 D-Type (상부근 16 mm, 격자봉 6 mm, 하부근 12 mm)의 경우 최대하중 28 kN, 최대처짐 27.49 mm로 나타났으며, 자중을 제외한 하중 10kN에서의 시공하중에 대한 내하하중 비율이 2.8로 가장 좋은 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 다른 Type의 PCC-Deck 실험체 대비 77.5%의 개선효과가 있는 것으로 평가되었다.

핵심 용어 : PCC-DECK, 캔틸레버보, Lattice bar, 처짐, 좌굴