



폴리머 시멘트 콘크리트를 이용한 LB-DECK의 미소균열 제어

노병철¹⁾ · 최종윤¹⁾ · 조규대²⁾ · 최종권^{1)*}

¹⁾상지대학교 건설시스템공학과 ²⁾(주)효성

Micro-Cracks Control of LB-DECK Using Polymer Cement Concrete

Byeong-Cheol Lho,¹⁾ Jong-Yun Choi,¹⁾ Gyu-Dae Cho,²⁾ and Jong-Gwon Choi^{1)*}

¹⁾Dept. of Civil Engineering, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

²⁾Hyo Sung, Wonju 220-943, Korea

ABSTRACT Micro-cracks with a width less than 0.1 mm in precast concrete panels do not cause structural problem, but they can cause problems in long term durability and concrete surfaces aesthetic, requiring additional repair costs. In this paper, polymer cement concrete is used to increase flexural tensile strength and to prevent micro-cracks due to construction loads on LB-DECK panels. Using 5% polymer-cement ratio, the panel crack moment is increased by improving flexural tensile strength and controlling visible micro-cracks during construction stage of LB-DECK.

Keywords : LB-DECK, micro-cracks, polymer cement concrete, precast concrete panels

1. 서 론

최근 많은 교량에 적용되고 있는 LB-DECK은 폭 1,200 mm, 두께 60 mm로 삼각형 형태의 격자형(lattice bar)과 주철근의 일부를 배치하여 제작된 후 거더 위에 시공되는 교량 바닥판 패널이다. LB-DECK을 사용한 공법의 장점은 작업발판 및 동바리가 필요 없어 이에 따른 시공비를 절감할 수 있으며, 별도의 해체 공정이 없으므로 공사 중 추락사고 등에 의한 재해위험을 배제할 수 있고, 단순 공정에 의한 반복작업으로 신속한 시공에 따라 공사기간이 단축되어 원가절감 및 품질개선의 효과를 얻을 수 있다.¹⁾

LB-DECK은 영구 거푸집으로서 합성 전에 타설되는 철근, 콘크리트, 작업자와 장비 등에 의한 시공하중에 저항하도록 설계되었다.

그러나 콘크리트 타설 시 LB-DECK 하부에 균열이 발생할 수 있으며, 실제 일부 교량에서 균열이 발생하는 사례가 보고되기도 하였다.²⁾ 이때 발생하는 균열은 0.1 mm 이하의 미세균열로서, 콘크리트 구조설계기준(2007)중 사용성 및 내구성편에 명시된 허용균열폭 (0.3 mm) 이하로 구조적인 문제점은 없다.³⁾ 그러나 0.3 mm 이하의 균열 중에서 눈에 보이는 가시균열의 경우 발주자의 요구에

의하여 보수하여야 하는 경우가 있으며, 일반인에게는 외관에 대한 불만이나 불필요한 불안감을 조성할 수 있다. 한편, 장기적인 측면에서 부재의 내구성이 저하될 수 있는 가능성이 크기 때문에, 이를 해결하기 위한 보수비용이 발생할 수 있다.⁴⁾

LB-DECK 뿐만 아니라, 구조물의 미세균열을 제어하기 위하여 고로슬래그나 플라이애쉬 등의 혼화재를 사용하거나 라텍스를 혼입한 폴리머 시멘트 콘크리트 등을 활용하여 콘크리트의 휨인장강도를 증진시키는 연구가 수행된 바 있다.⁵⁾

이 연구는 초기 시공하중 등에 의하여 발생하는 미세균열을 제어하기 위한 새로운 재료를 개발하기 위한 것으로, 폴리머 시멘트 콘크리트 개념을 활용하여 LB-DECK 패널의 휨인장강도를 증진시킬 수 있었다. 이를 위하여 폴리머 시멘트 콘크리트의 성능 평가를 통하여 최적배합을 도출하고, 이를 적용한 LB-DECK에 대한 정적 재하 시험 및 예상 시공하중에 따른 균열발생 정도를 측정하여 개선된 성능을 비교분석하였다.

2. 폴리머 시멘트 콘크리트 및 배합설계

이 연구에서는 콘크리트 폴리머 복합체(concrete polymer composite)중 시멘트에 혼화하여 사용되는 “시멘트 혼화용 폴리머” 또는 “시멘트용 폴리머”가 사용되었다. 한편, 폴리머 디스퍼전, 재유화형 분말수지 및 액상폴리머를 이용한 폴리머 시멘트 콘크리트는 시멘트 수화물과 폴리머

*Corresponding author E-mail: j_kwon8501@nate.com

Received January 4, 2011, Revised February 23, 2012,

Accepted March 5, 2012

©2012 by Korea Concrete Institute

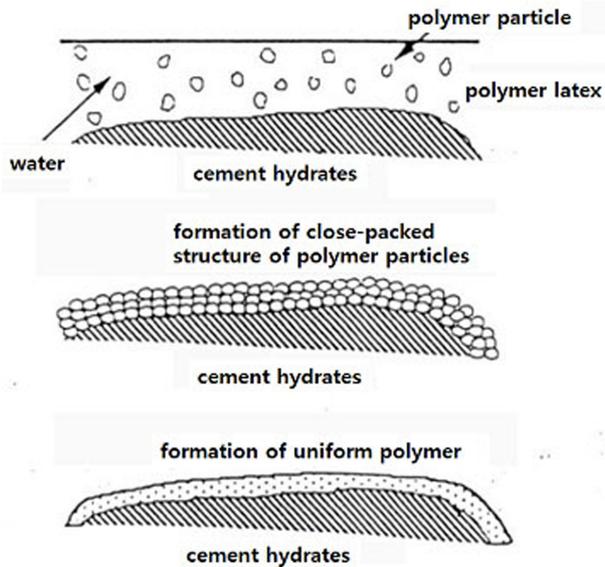


Fig. 1 Polymer film in cement hydration process

상이 일체로 된 결합체 조직(co-matrix)을 형성하는 것이 큰 특징이며, 이들 폴리머는 시멘트 모르타르 및 콘크리트의 굳지 않은 상태 및 경화 후에 있어서 다양한 효과를 발휘한다.

즉, 폴리머 디스퍼전은 분산제 및 안정제 등의 계면활성제를 포함하고 있어, 콘크리트와 혼합하면 시멘트 페이스트에 폴리머 미립자와 함께 이들 성분이 함께 분산된다. 그 후 폴리머 미립자가 골재 및 시멘트 겔 또는 미수화 시멘트 입자 혼합물 표면에 침착하게 된다. 침착된 미립자는 시멘트 수화에 따른 세공용적의 감소 및 수분의 증발에 따른 모세관수의 감소에 의해 모세관 공극을 메운 상태로 폴리머 입자가 응집하게 된다. 최종적으로 연속된 폴리머 필름의 망상구조가 형성된다. Fig. 1에 나타낸 바와 같이 시멘트 수화물과 폴리머 필름상이 서로 일체가 된 co-matrix상을 형성하게 되며, 이것에 의해 방수성 또는 수밀성, 기밀성, 내약품성, 내동결융해성 등이 개선되며 휨인장강도, 신장 능력, 내마모성 등의 물리적 성질이 개선된다.⁶⁾

한편, 콘크리트의 강도에 영향을 미치는 요인은 크게 재료의 품질, 물-시멘트비, 공기량, 양생방법 및 재령의 영향 등 여러가지가 있을 수 있다.⁷⁾ 이 연구에서는 현장에서 적용된 재료를 사용하여 단위시멘트량과 폴리머-시멘트비 (polymer-cement ratio : P/C)를 주요 변수로 설정하였다.

2.1 사용 재료

이 연구에서는 비중 3.14, 분말도 280 m²/kg 이상인 국내 S사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. Table 1은 사용골재의 물성을 나타낸 것으로 굵은골재와 잔골재는 최대 치수가 각각 20 mm, 2.5 mm 이하인 것을 사용하였으며, KS 규격에서 제시한 입도분포를 만족하는 것을 사용하였다.

시멘트 혼화용 폴리머는 물 53%, 폴리머 고형분 47%

Table 1 Properties of aggregates

Items	Fine aggregate	Coarse aggregate
Maximum size (mm)	2.5	20
Density (g/cm ³)	2.6	2.7
Fineness modulus	3.14	6.64

Table 2 Properties of Acrylic emulsion

Appearance	Total solid (% TSC)	pH (25%)	Viscosity (20°C, cp)	Density (g/cm ³)
White	47	8-9.5	500	1.03

Table 3 Properties of steel and lattice bar

Index	Diameter (mm)	Yield strength (MPa)	Elastic modulus (MPa)
H13	12.7	400	2.0 × 10 ⁵
Top bar	12.0	460	2.1 × 10 ⁵
Bottom bar	6.0	460	2.1 × 10 ⁵
Diagonal bar	6.0	460	2.1 × 10 ⁵



Fig. 2 Structure of lattice bar

및 소량의 계면활성제와 안정제가 첨가되어 있는 국내 N사의 아크릴 에멀전을 사용하였으며, 그 특성은 Table 2에 나타내었다. 한편, 사용수량의 감소를 위하여 KS F 2560 <콘크리트용 화학혼화제>에 표준형인 국내 M사의 폴리카르보산계 고성능 AE감수제를 사용하였다.

Table 3은 LB-DECK에 배근되는 철근의 물성을 나타낸 것으로 크게 인장철근과 격자형으로 나눌 수 있으며, 인장철근은 SD400(H13철근)을 사용하였다.

Fig. 2는 격자형을 나타낸 것으로 상부분(top bar), 하부분(bottom bar) 및 경사봉(diagonal bar)이, 트러스 형태로 구성되어 있어, 현장타설 콘크리트와 완전부착을 이루어, 슬립을 방지하고 전단에 저항하는 완전합성 구조가 되도록 하였다.⁸⁾

2.2 공시체 제작 및 배합설계

Tables 4와 5는 단위시멘트량 및 폴리머-시멘트비 선정 평가를 위한 시험방법별 공시체의 크기 및 수량을 나타낸 것이다. 공시체 제작은 KS F 2403 <콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법>에 준하여 제작하였으며, 현장 작업성을 고려하여 슬럼프와 공기량은 각각 80 ± 20 mm, 4.0 ± 1.5%의 범위로 조절하였다. 프리캐스트로 제작되는 LB-DECK은 초기강도를 높이기 위하여 증기양생법을 적

Table 4 Specimens for strength tests

Test methods	Cement contents (kg/m ³)	Size (mm)	Quantity (EA)
Compressive strength	480	φ100 × 200	3
	500		3
	520		3
	540		3
Flexural strength	480	100 × 100 × 400	3
	500		3
	520		3
	540		3
Total	-	-	24

Table 5 Specimens according to P/C

Test method	P/C (%)	Size (mm)	Quantity (EA)
Compressive strength	0	φ100 × 200	3
	3		3
	5		3
Flexural strength	0	100 × 100 × 400	3
	3		3
	5		3
Total			18

Table 6 Curing conditions

Step	Curing method	Content	Curing time
1	Air curing	In air	24-hr
2	Steam curing	Up to 65°C	2-hr
		At 65°C	2-hr
		Down from 65°C	2-hr/more
3	Air curing	In air	after 7-day

용하였으며, Table 6에 나타난 바와 같이 현장에서 적용되는 양생과 같은 방법으로 양생하였다.

휨강도를 증가시키기 위한 단위시멘트량 선정을 위해 폴리머-시멘트비를 3%로 고정하였다. 이는 폴리머 시멘트 콘크리트에서 폴리머에 대한 영향을 최소화하고, 단위시멘트량에 대한 강도를 분석하기 위한 것이다. Table 7은 단위시멘트량 선정을 위한 배합설계로 단위시멘트량을 480 kg/m³부터 540 kg/m³까지 단계별로 20 kg/m³씩 증가시켰다.

Table 8은 폴리머-시멘트비 선정을 위한 배합설계로 강도평가가 가장 우수한 단위시멘트량 540 kg/m³일 때를 기준으로 폴리머-시멘트비를 0, 3, 5(%) 변화를 주어 나타난 것이다. 폴리머-시멘트비의 범위 설정은 5% 초과할 경우 성능증가대비 경제성이 떨어지는 것으로 판단되어 5% 이하의 범위로 설정하였다. 폴리머-시멘트비 0%는 기존 LB-DECK 배합을 활용하여 폴리머 함유량에 대한 기존 성능을 함께 분석하였다. 한편, 콘크리트의 물성은

Table 7 Mix proportions for selection of cement content

Cement (kg/m ³)	W/C (%)	S/a (%)	P/C (%)	Unit weight (kg/m ³)				Add. (C×%)
				W	C	S	G	
480	33	45	3	142	480	760	933	0.08
500				148	500	744	913	
520				154	520	728	893	
540				160	540	712	873	

Table 8 Mix proportions for selection of P/C

P/C (%)	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)					Add. (C×%)
			W	C	S	G	Latex	
0	35	47.3	188	537	734	864	0	0.08
3	35.5	49	191	540	772	807	16	
5	35.5	49	191	540	758	793	27	

물-시멘트비의 변동에 따라 변화하므로 물-시멘트비를 기준으로 비교하는 것이 일반적이나, 이 연구에서 사용한 폴리머 디스퍼전은 시멘트 입자 사이에서 분산작용을 일으키며, 이 양에 따라 강도 개선정도가 상이하게 되므로, 작업성을 고려하여 슬럼프 및 공기량을 고정한 배합으로 설계하였다.

3. 물성 평가 및 정적재하 실험

콘크리트 물성평가를 위하여, 슬럼프 시험은 KS F 2402 <콘크리트 슬럼프 시험방법>, 공기량 시험은 KS F 2421 <압력법에 의한 굳지않은 콘크리트 공기량 시험방법>에 의해 실시하였으며, 결과는 각각 80 ± 20 mm, 4.0 ± 1.5%에 만족하였다.

Fig. 3은 압축강도와 휨강도 시험 장면을 나타낸 것으로 각각 KS F 2405 <콘크리트의 압축강도 시험 방법> 및 KS F 2408 <콘크리트의 휨강도 시험 방법>에 의해 1,000 kN 용량의 압축강도 시험기를 이용하여 실시하였다.

3.1 단위시멘트량에 따른 강도 평가

Figs. 4와 5는 각각 단위시멘트량의 증가에 따른 압축강도 및 휨강도 변화를 도시한 것이다. 단위시멘트량이 증가할수록 압축강도와 휨강도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 압축강도는 39.7~47.5 MPa로 약 20%까지 증가하는 경

**Fig. 3** Compressive and flexural strength test

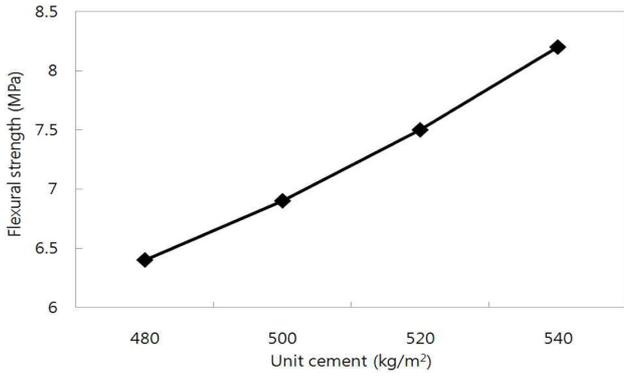


Fig. 4 Flexural strength to cement content

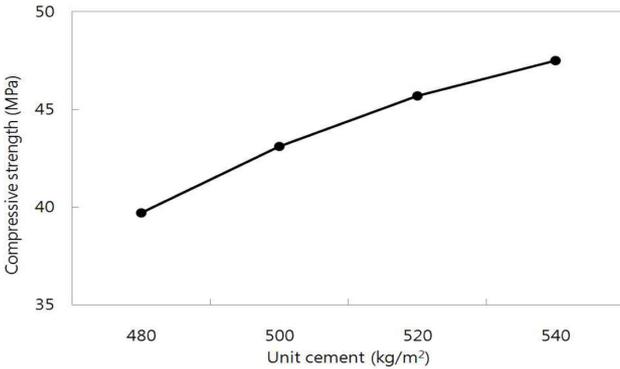


Fig. 5 Compressive strength to cement content

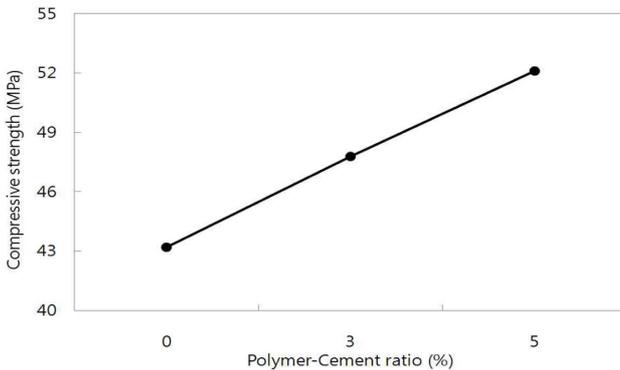


Fig. 6 Compressive strength to P/C ratio

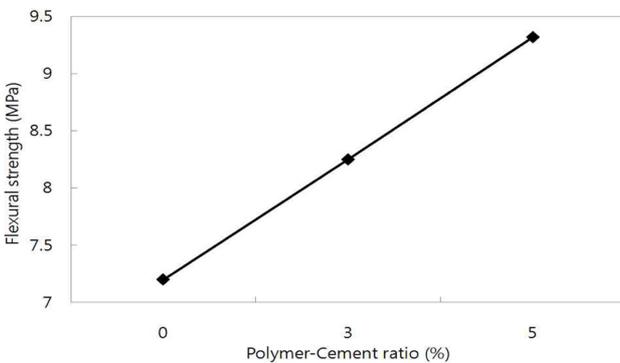


Fig. 7 Flexural strength to P/C ratio

향을 보였고, 휨강도는 6.48.2 MPa로 28%까지 증가하였다.

폴리머 시멘트 콘크리트의 단위시멘트량은 일반 콘크리트와 같이 강도에 영향을 미치는 주요 인자이며, 시험

결과 최적의 단위시멘트량은 540 kg/m³인 것으로 판단된다.

3.2 폴리머-시멘트비에 의한 강도평가

최적의 단위시멘트량으로 판단되는 540 kg/m³에서 폴리머-시멘트비를 0%, 3%, 5%로 변화를 주어 강도평가를 하였다. Figs. 6과 7은 폴리머-시멘트비에 따른 압도와 휨강도 측정 결과를 나타낸 것이다.

폴리머-시멘트비가 증가할수록 압축강도는 43.2 MPa에서 52.1 MPa로 약 21% 강도증진 효과를 나타내었으며, 휨강도는 7.2~9.3 MPa로 약 29% 강도증진 효과를 나타내었다. 이는 혼입된 폴리머가 콘크리트 내부에서 필름을 형성하여, 강도가 개선되는 효과가 있는 것으로 판단된다.

첨가량을 기준으로 비교하였을 때 폴리머-시멘트비의 증가에 의한 강도 증가가 단위시멘트량의 증가보다 높은 것으로 나타났다.

3.3 LB-DECK의 정적재하시험

폴리머 시멘트 콘크리트의 물성평가 결과 단위시멘트량은 540 kg/m³, 폴리머-시멘트비는 5%가 최적인 것으로 나타났다. 기존 배합과의 성능 비교와 현장적용성 평가를 위하여 폴리머-시멘트비를 5%뿐만 아니라 0%, 3%에 대하여 정적재하시험 성능평가를 실시하였다.

실험체의 제작은 현장에서 생산되는 조건과 같은 조건으로 제작 및 양생을 실시하였으며, Fig. 8과 같이 1,200 × 2,420 × 60 (mm)의 크기로 폴리머-시멘트비에 따라 각각 2개씩 총 6개를 제작하였다.

LB-DECK의 거동을 분석하기 위하여 Figs. 9와 10에 나타난 바와 같이 인장부 철근과 상부봉 및 하부봉의 중앙부에 5 mm 변형률게이지를 설치하였으며, 인장 및 압축부 콘크리트에 60 mm 변형률게이지를 부착하였다. 또한 재하하중에 따른 LB-DECK의 중앙부 처짐 측정을 위하여 50 mm까지 측정 가능한 LVDT를 중앙부에 설치하였다.

한편, 균열 발생시기와 균열폭의 측정을 위하여 최초균

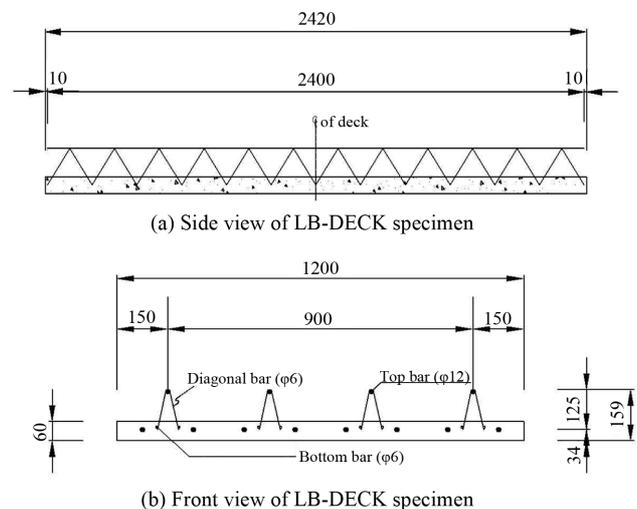


Fig. 8 LB-DECK specimens (unit: mm)

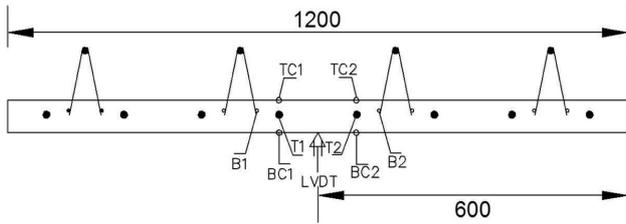


Fig. 9 Location of strain gages and LVDT (unit: mm)

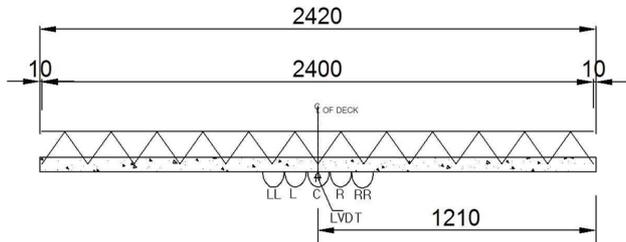


Fig. 10 Location of crack gages and LVDT (unit: mm)

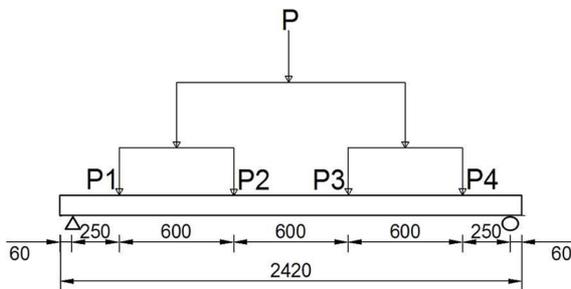


Fig. 11 Loading points of static test (unit: mm)

열이 발생될 것으로 예상되는 중앙부에 균열계이지 5개를 횡방향으로 연속적으로 배치하였다. 실험 자료의 신뢰도를 높이기 위하여 균열계이지를 제외한 변형률계이지와 LVDT는 2개를 1조로 설치하였다.

LB-DECK는 거더와 거더 사이에 거치된 후 현장타설 콘크리트의 자중이 주요 외력으로 작용한다. 따라서 이 연구에서도 현장에서 작용하는 하중을 모사하기 위하여 Fig. 11과 같이 하중 재하점을 등간격으로 4점 재하하였으며, 재하하중을 측정하기 위하여 2,000 kN 용량의 로드셀을 사용하였다.

4. 정적재하 실험에 따른 비교 분석

4.1 하중-처짐에 의한 분석

Fig. 12는 폴리머-시멘트 비에 따른 하중-처짐곡선을 나타낸 것으로 폴리머-시멘트 비가 0%, 3%, 5%일 때 최대 하중은 각각 72.8, 77.4, 83.0 (kN)으로 나타났으며, 최대 처짐은 각각 23.3, 24.1, 24.5 (mm)로 나타났다. Fig. 13은 각각의 실험체에서 초기균열이 발생하는 곳을 상세히 나타낸 것이다. 폴리머-시멘트 비가 증가할수록 초기 균열 발생하중도 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 폴리머

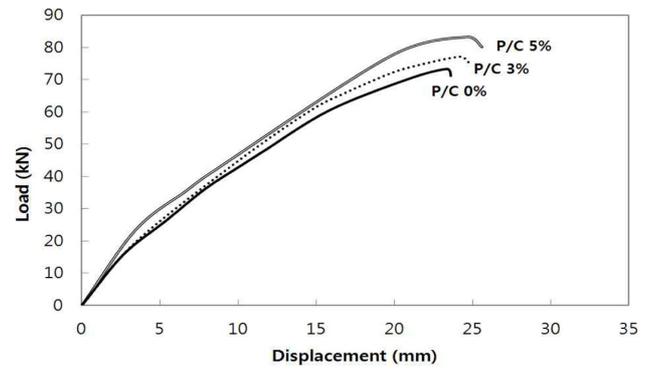


Fig. 12 Load-displacement curve according to P/C

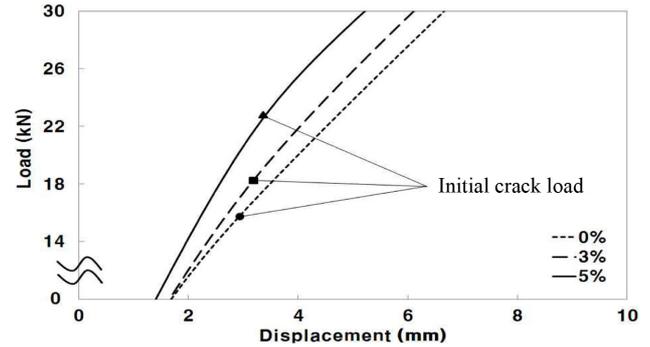


Fig. 13 Load-displacement curve near initial crack

-시멘트 비의 증가에 따라 초기균열하중의 증가는 물론 최대 처짐 및 최대 하중 또한 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 콘크리트 내에 존재하는 폴리머의 co-matrix상이 골재와 시멘트의 결합력을 증진시켜 콘크리트의 강도 성능을 향상시킨 것으로 판단된다.

4.2 균열도에 의한 비교 분석

Fig. 14는 폴리머-시멘트 비에 따른 실험체의 균열 정도를 나타낸 것으로, 폴리머-시멘트 비가 0%, 3%, 5%로 증가함에 따라 초기균열하중은 15.7, 18.3, 23.0 (kN)으로 증가하였으나, 3종류의 시편에 대한 초기균열은 중앙부에 발생하여 점차 단부쪽으로 진전하는 전형적인 휨균열 형상을 나타내어, 초기균열제어를 위한 적절한 배합설계가 이루어진 것으로 판단된다.

이는 이미 언급한 바와 같이 콘크리트 내의 폴리머 필름에 의한 휨강도 증가에 따라 초기균열하중이 증가한 것으로 판단되며, 폴리머-시멘트비가 증가할수록 초기균열하중이 증가하는 것을 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

4.2 모멘트-균열폭에 의한 비교 분석

현장타설 콘크리트는 경화되기 전에는 LB-DECK의 외력으로 작용한다. 외력으로 작용하는 형태는 Table 9에 나타낸 바와 같이 크게 3가지로 나타낼 수 있으며, 작용하는 형태에 따라 시공하중을 고려한 최대 휨모멘트를 이론적으로 계산하면 각각 9.55, 9.75, 11.46 (kNm)로 나

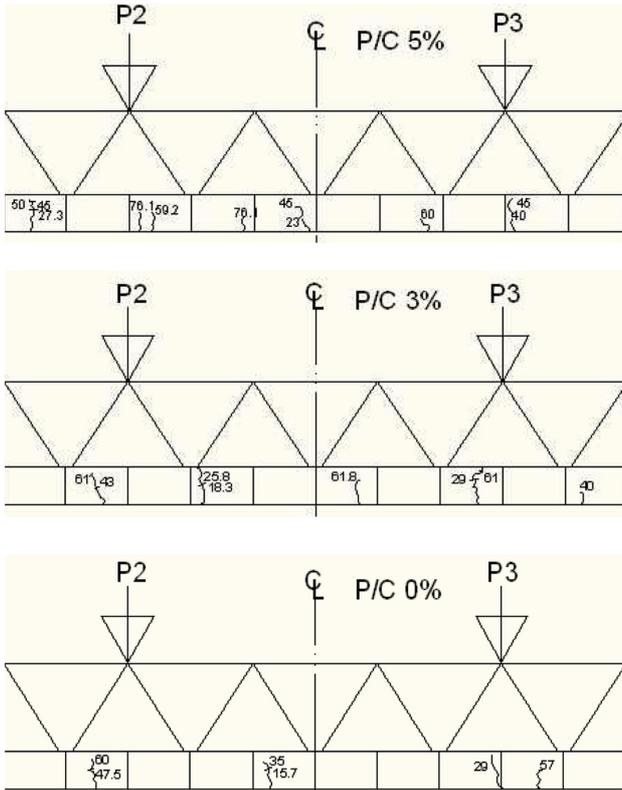


Fig. 14 Cracks according to P/C

타났다.

기존의 도로교설계기준의 콘크리트교의 허용균열폭 규정에 따르면 강재의 부식환경과 피복두께에 대한 조건에 따른 허용균열폭은 일반환경을 기준으로 LB-DECK에 적용하면 약 0.17 mm이다.⁹⁾ 이를 균열하중 재하 시 발생된 균열폭의 크기와 비교하였을 때 모든 실험체의 균열폭은 허용균열폭 이하인 것으로 나타났다.

미세균열은 일반적인 측면에서 정의되지 않았지만, 일반적으로 육안으로 감지할 수 있는 폭인 0.1 mm로 상한선이 제안된 바 있다.¹⁰⁾ 균열조사에 의하면 눈에 쉽게 띄고, 매끄러운 표면에서는 0.025~0.08 mm보다 더 넓은 균열은 균열이 발생한 부분에서 철근의 녹물이 흘러나오거나 박락이 일어나는 경우 균열자국이 보이게 되어 사람들의 우려를 초래할 수 있으며, 보기에 좋지 않다.¹¹⁾

따라서 폴리머-시멘트비를 달리하여 3종류로 제작한 LB-DECK에 대하여 작용 휨모멘트에 따른 균열폭을 Fig. 14에 나타내었다. 모든 실험체에서 초기 균열 하중에 의하여 발생한 균열은 0.08 mm 이하로 눈에 띄지 않았으며, 폴리머-시멘트비에 따라 균열 발생시점에서의 균열 진전은 0%에서 가장 컸으며, 5%에서 가장 작은 것으로 나타났다.

폴리머-시멘트비가 3%일 경우에는 균열폭의 진전은 줄어들었으나 박락이나 철근의 녹물로 인해 균열이 보일 수 있다. 5%에서는 초기 균열 하중에서의 모멘트는 가장 심각한 하중상태인 case 3의 경우에 발생하는 휨모멘트보다 작았으나 균열에 대한 우려가 발생할 수 있는 0.025 mm 이상에서는 균열폭 보다 작은 값을 나타내어 균열이 거의 없는 것으로 보이며, 내구성 및 미적 개선

Table 9 Patterns of concrete placing in site

Case	Pattern	Max. flexural moment (kNm)
Case1		9.55
Case2		9.75
Case3		11.46

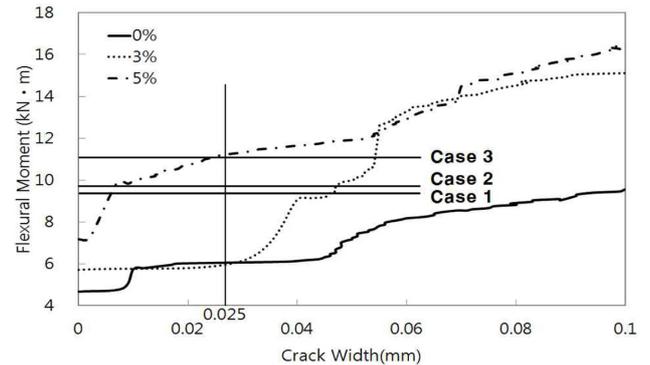


Fig. 15 Crack propagation according to flexural moment

효과가 있는 것으로 판단된다.

LB-DECK는 프리캐스트 콘크리트 거푸집으로서, 자체가 완전한 구조물이 아닌 현장타설 콘크리트와 합성하여 구조물의 역할을 수행한다. 합성 전에는 균지 않은 현장타설 콘크리트 하중에 저항하여야 한다.

이 연구의 목적은 LB-DECK의 강도를 증가시키는 것이 아니라 거푸집으로서 역할을 수행하면서 초기균열 제어 가능한 범위에서 휨인장강도를 증진하는 것이다. 이를 위해 폴리머-시멘트비에 따른 하중-처짐 분석, 균열형상 분석, 모멘트-균열폭 분석 등을 수행하였다. 그 결과 LB-DECK에서 발생하는 균열은 0.1 mm 내외로 비구조 균열이 발생을 하는 것으로 나타났으며, 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 개선의 효과가 있는 것으로 나타났다.

LB-DECK의 상면과 하면에서 건조수축과 크리프에 의한 인장응력이 발생하는 것으로 보고되고 있다.¹²⁾ 비록 수치가 작다고는 하지만 향후에 이에 대한 연구가 보완이 되어야 할 것으로 판단된다.

5. 결 론

폴리머를 이용하여 LB-DECK의 미소균열을 제어하고자 한 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 폴리머-시멘트비를 0%, 3%, 5%로 혼입하여 실험한 결과 폴리머-시멘트비가 증가할수록 내부의 폴리머 필름의 형성이 증가됨에 따라 강도가 증가함을 알 수 있었으며, 이로 인하여 초기균열하중 및 극한하중도 증가됨을 알 수 있었다.

- 2) 현장타설 콘크리트의 타설 형태에 따른 모멘트와 모멘트에 따른 균열폭을 비교분석한 결과 폴리머-시멘트비가 5%인 경우 균열에 대한 저항성이 가장 우수한 것으로 나타났다.
- 3) 이 연구에서와 같이 부분단면 개념을 도입한 부재이거나, 휨강도의 증진이 필요한 경우 폴리머 시멘트 콘크리트를 활용하면 강도 증진에 효과가 있는 것으로 판단된다. 다만 폴리머 시멘트 콘크리트를 적용할 경우 생산라인에 대한 검토와 경제성 검토가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것이며 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

참고문헌

1. 조현철, 노병철, 조규대, 최규형, “LB-DECK 패널의 시공성 향상에 관한 연구,” 구조물진단학회지, 13권, 2호, 2009, pp. 122~128.
2. 한국콘크리트학회, 프리캐스트 콘크리트패널(LB-DECK)

의 설계 및 시공에 관한 연구, KCI R 09-005, 2009, 235 pp.

3. 강현구, 홍성걸, “콘크리트 균열의 발생 원인과 완화,” 콘크리트학회 논문집, 20권, 5호, 2008, pp. 61~68.
4. 한국콘크리트학회, 콘크리트 구조설계기준 해설, 기문당, 2007, pp. 74~75.
5. 주명기, 노병철, “섬유 혼입 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 강도 특성,” 한국콘크리트학회 가을 학술대회 논문집, 20권, 2호, 2008, pp. 749~752.
6. Ohama, Y., *Handbook of Polymer-Modified Concrete and Mortars Properties and Process Technology*, Noyes Publications, Japan, 1994, pp. 12~15.
7. 김성수, 최신토목재료학, 구미서관, 2010, pp. 96~105.
8. 노병철, 조규대, “LB-DECK의 Lattice Bar 높이 변화에 따른 합성거동 연구,” 대한토목학회 논문집, 27권, 2A호, 2007, pp. 193~200.
9. 국토해양부, 도로설계기준, 한국도로교통협회, 2005, pp. 298~304.
10. Neville, A. M., *Properties of Concrete*, Longman, London, 1996, pp. 298~302.
11. 광계환, 심종성, 송하원, 홍성걸, 철근콘크리트 구조설계, 청문각, 2006, pp. 327~356.
12. 윤석구, 조규대, “단면 상세가 변화된 LB-DECK의 균열 하중에 대한 실험적 연구,” 콘크리트학회 논문집, 23권, 5호, 2011, pp. 661~663.

요 약 프리캐스트 콘크리트 패널에서의 0.1 mm 이하의 미세균열은 구조적 문제점은 없으나, 미관은 물론 장기적으로 내구성을 저하시키는 요인이 될 수 있으므로, 이의 보수를 위한 추가비용이 발생할 수 있다. 이 논문에서는 이러한 미세균열의 발생을 개선하고자 폴리머 시멘트 콘크리트를 적용하여 휨인장강도를 증진시킴으로써 초기 균열하중을 증대시킴으로써, 초기 시공하중에 의한 미세균열 발생을 최소화 하였다. 그 결과 폴리머-시멘트비 5%를 적용하였을 경우의 균열저항모멘트가 증가함에 따라 초기 시공하중에 의한 균열 발생을 제어할 수 있었다.

핵심용어 : LB-DECK, 미소균열, 폴리머 시멘트 콘크리트, 프리캐스트 콘크리트 패널