

# 괘생이모자반 기반의 자원순환형 바이오 폴리머를 혼입한 콘크리트의 내구성능

## Durability Performances of Concrete Produced with Recycled Bio-Polymer Based on Sargassum Honeri

이병재<sup>1</sup> · 이선목<sup>2</sup> · 현정환<sup>3</sup> · 김윤용<sup>4\*</sup>Byung-Jae Lee<sup>1</sup> · Sun-Mok Lee<sup>2</sup> · Jung-Hwan Hyun<sup>3</sup> · Yun-Yong Kim<sup>4\*</sup>

(Received November 28, 2019 / Revised December 11, 2019 / Accepted December 11, 2019)

In this study, we evaluated the durability of concrete produced with recycled polymer that could replace synthetic polymer, which is the main raw material of bridge deck concrete pavement. As a result of the slump and air content test, the requirements of the Korea Highway Corporation Standard were satisfied with all mixing conditions. The slump was lowered when incorporating the recycled bio-polymer, compared to other mix proportions concrete. In contrast, the compressive strength was increased by 6.3~24.4% when the recycled bio-polymer was mixed, compared to the concrete produced with synthetic polymer. It should be noted that the compressive strength was lowered when synthetic polymer was added to concrete mixture. Durability test results showed the best durability when incorporating synthetic polymer. The durability of concrete also increased as the amount of recycled bio-polymer increased, however, the impact was slightly smaller than that of synthetic polymer.

**키워드** : 자원순환형 바이오 폴리머, 교면포장콘크리트, 염소이온침투, 동결융해, 표면박리

**Keywords** : Recycled Bio-polymer, Bridge deck pavement, Chloride ion penetration, Freeze-thaw, Scaling

### 1. 서론

콘크리트계 교면포장 공법 중 현재 국내에서 적용실적이 가장 많은 공법은 2000년대 도입되어 적용된 라텍스 개질 콘크리트 (Latex Modified Concrete, LMC) 교면포장 공법으로 수중에 스틸렌 모노머와 부타디엔 모노머를 공중합 하여 고르게 분산시킨 합성 폴리머(라텍스)를 콘크리트에 일정량 혼합하여 일반 콘크리트에 비해 내구성능을 크게 개선시킨 LMC를 교면 포장재로 활용하고 있다. LMC의 개질제로 사용되는 합성 폴리머는 콘크리트 첨가시 입자간의 접착성, 흡착성을 갖는 성질과 계면활성 작용으로 콘크리트의 유동성 증가로 인한 작업성 향상 및 단위수량을 감소시켜 콘크리트의 부착성능을 크게 향상시키고, 미세공극 충전과 필름막을 형성하여 외부로부터 수분 또는 염화물의 침투를 방지하

여 내구성능을 증진시키는 역할을 한다고 보고되고 있다(Medeiros and Helene 2008; Lee 1998; Lee and Kim 2018a).

한편, 최근 몇 년간 국내 제주도 및 남해안에 중국으로부터 떠내려온 중국발 괘생이모자반으로 인하여 국내 생태환경 및 어업 종사자들의 피해가 막심한 실정이다. 이러한 사회적 문제를 해결하기 위하여 국내에서는 괘생이모자반을 고부가 가치 사용을 위한 연구가 꾸준히 진행되어 왔으며 최근에는 합성 폴리머가 사용되는 콘크리트 구조물 보수 폴리머 시멘트 모르타르에 괘생이모자반을 이용하여 만든 바이오 폴리머를 혼입하여 부착강도 향상을 확인한 바 있다(Lee et al. 2018b; Kwon et al. 2019).

콘크리트계 교면포장에 있어서 내구성능 개선효과를 위해 사용되는 합성 폴리머는 경제성이 낮은 단점을 가지고 있다. 이에 폐기물로 처리되는 괘생이모자반을 기반으로 제조된 바이오 폴리머를

\* Corresponding author E-mail: yunkim@cnu.ac.kr

<sup>1</sup>대전대학교 토목공학과 조교수 (Department of Civil Engineering, Daejeon University, Daejeon, 34520, Korea)

<sup>2</sup>충남대학교 토목공학과 박사과정 (Department of Civil Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea)

<sup>3</sup>한경대학교 산학협력단 선임연구원 (Industry-Academic Cooperation Foundation, Hnakyong National University, Anseong, 17579, Korea)

<sup>4</sup>충남대학교 토목공학과 교수 (Department of Civil Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea)

교면포장용 보수재료로 적용시폐기물처리문제와 경제성이 확보 가능한 건설재료 개발의 효과가 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 콘크리트 교면포장 보수재료 원료로서 적용되는 합성 폴리머 대체재로서 팽생이모자반 기반의 바이오 폴리머 적용가능성을 평가하기 위해, 역학적 특성 및 내구성능을 검토하였다.

## 2. 사용재료 및 실험 방법

### 2.1 사용재료

본 연구에서는 교면 포장용 콘크리트 보수재료에 사용하기 위해 국내에서 채취한 팽생이모자반을 수거한 후, 이물질 및 염분을 제거하고 소정의 과정을 거쳐 바이오 폴리머 분말을 제조 하였다. 합성 폴리머를 사용하는 기존 교면포장용 콘크리트 배합에 제조 된 바이오 폴리머로 대체하여 콘크리트를 제조 하였다.

#### 2.1.1 시멘트

본 연구에서는 교면 포장용 콘크리트 보수재료에 사용되는 밀도 2.94g/cm<sup>3</sup>, 분말도 5,789cm<sup>2</sup>/g의 아원계 초속경 시멘트를 사용하였다. Table 1 및 Table 2는 본 연구에 사용한 초속경 시멘트의 물리적 특성과 화학 조성을 나타내었다.

Table 1. Physical properties of URHC

Type	Setting time		Stability (%)	Fineness (cm <sup>2</sup> /g)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
	Initial (min)	Final (min)			
URHC*	30	45	0.06	5,789	2.94

\* URHC: ultra rapid hardening cement

Table 2. Chemical composition of URHC

Type	Chemical composition(%)								
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Ig.loss
URHC*	51.4	11.9	12.9	13.5	2.4	1.7	0.6	0.5	2.4

\* URHC: ultra rapid hardening cement

#### 2.1.2 합성 폴리머

본 연구에서 사용한 합성 폴리머는 스티렌 모노머와 부타디엔 모노머를 공중합한 액상형 제품을 사용하였다. 현재 콘크리트계 단면 포장용 보수재료에 초속경 시멘트와 함께 범용으로 사용 되고 있는 제품으로 합성 폴리머의 물리 화학적 특성은 Table 3과 같다.

Table 3. Properties of synthetic polymer

Density (25°C)	pH	Viscosity (cps 25°C)	Ratio	
			Styren	Butadien
1.01	8.1	24	66 ± 1.5%	34 ± 1.5%

#### 2.1.3 자원순환형 바이오 폴리머

국내에서 수거한 팽생이모자반을 원료화 하기 위하여 평균입도가 60µm 이하가 되도록 볼밀을 사용하여 분쇄하였다. 분쇄시 석회 석 미분말을 약 1~5% 첨가하여 효율적인 분쇄와 재응집 현상을 방지하였다. 레이저 화절 입도분석장치를 활용하여 바이오 폴리머의 입도를 분석한 결과 세분쇄 시료의 평균 입도는 56µm로 측정되었다. 본 연구에서 사용된 바이오 폴리머의 제조과정은 Fig. 1에 나타내었으며, 제조된 바이오 폴리머의 물리·화학적 특성을 Table 4에 제시하였다.



Fig. 1. Recycled bio-polymer production process

Table 4. Properties of recycled bio-polymer powder

Item	Average particle size (µm)	Apparent density (g/cm <sup>3</sup> )	pH	Appearance
bio polymer	≤ 60	0.85	6.5	Green powder

#### 2.1.4 골재

본 연구에서 사용된 잔골재는 표준밀도 2.59g/cm<sup>3</sup>, 흡수율 1.57%의 강사를 사용하였고, 굵은골재는 표준밀도 2.67g/cm<sup>3</sup>, 흡수율 0.78%인 20mm 부순자갈을 사용하였다. 각각의 물리적 성질은 Table 5와 같다.

Table 5. Physical properties of aggregate

Item	Grading (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Water absorption (%)	F.M.	Absolute volume (%)
Fine aggregate	5	2.59	1.57	3.06	58.7
Coarse aggregate	20	2.67	0.78	6.82	58.2

### 2.1.4 혼화제

교면 포장용 콘크리트 보수재료의 유동성 확보를 위하여 분말형 폴리카본산계 고성능 감수제를 사용하였으며, 또한 초속경 시멘트의 초기 강도 촉진을 위하여 유기염계 경화 촉진제를 사용하였다. 사용재료의 물리화학적 특성을 Table 6 및 Table 7에 나타내었다.

Table 6. Physical and chemical properties of super plasticizer

Appearance	Density (g/cm <sup>3</sup> )	pH	Ingredients
Brown powder	0.5	5.5	Polycarboxylate

Table 7. Characteristic of hardening accelerator

Type	Color	Main component	Density (g/cm <sup>2</sup> )
Hardening accelerator	White	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.8

### 2.1.5 사용배합

이 연구에서는 광생이모자반에 의한 환경오염 문제를 해결하고 현재 교면 포장용 보수재료, 즉 LMC용 합성 폴리머를 대체하기 위한 목적을 가지고 연구를 수행하였다. Table 8에 표기한 바와 같이 초속경 시멘트와 합성 폴리머를 사용한 콘크리트인 L12BP0를 기본배합으로 하고, 합성 폴리머를 혼입하지 않은 Plain 배합을 비교하였다. 또한, 초속경 시멘트에 광생이모자반 기반의 자원순환형 바이오 폴리머를 혼입율(0, 4, 6, 8%)별로 대체하여 배합설계를 하였다.

Table 8. Mix proportions

Mix.	W/B (%)	S/a (%)	Unit weight(kg)								Ad. (%)	
			W	C	S	G	L	B.P.	Ad.			
									P.C.	H.A.		
Plain	38	55	136.8	360	1,001	837	0	0	0.01	0		
L12BP0	38	55	88	360	986	939	92	0	0	0		
L0BP4	38	55	136.8	360	986	826	0	14.4	0.02	0.40		
L0BP6	38	55	136.8	360	979	820	0	21.6	0.08	0.40		
L0BP8	38	55	136.8	360	973	814	0	28.6	0.12	0.40		

C: Ultra hardening Cement, L: Latex, B.P.: Bio Polymer  
P.C.: Polycarbonate superplasticizer, H.A.: Hardening Accelerator

## 2.2 실험방법

본 연구에서는 합성 폴리머를 대체하기 위한 자원순환형 바이오 폴리머가 콘크리트에 미치는 영향을 종합적으로 평가하기 위하여 공기량, 슬럼프, 압축강도 특성을 진행한 후 염소이온 침투 저항성, 동결융해, 스케일링저항성 시험을 수행하여 내구성능을 검증하였다.

### 2.2.1 공기량 및 슬럼프

공기량 시험은 KS F 2421 「굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험 방법」에 준하여 수행 하였으며 슬럼프 시험은 KS F 2402 「콘크리트의 슬럼프 시험 방법」에 준하여 실시하였다.

### 2.2.2 압축강도

압축강도 시험은 Ø 100×200mm 원주형 공시체를 KS F 2405 「콘크리트 압축 강도 시험 방법」기준에 따라 수행 하였고, 각 배합 별로 9개씩 제작 한 후, 재령 4시간, 7일, 28일 동안 20±5℃ 항온항습실에서 양생하여 만능 재료시험기를 이용하여 강도 측정을 하였다.

### 2.2.3 염소이온 침투 저항성

시험체의 제작은 Ø 100×200mm 원주형 공시체를 제작하여 20±5℃ 항온항습실에서 양생하였으며, 재령28일에 50mm길이의 4등분 절단하여 제작하였다. 제작된 시험체는 KS F 「전기 전도도에 의한 콘크리트의 염소이온 침투 저항성 시험 방법」에 준하여 Fig. 2와 같이 실시하였다.

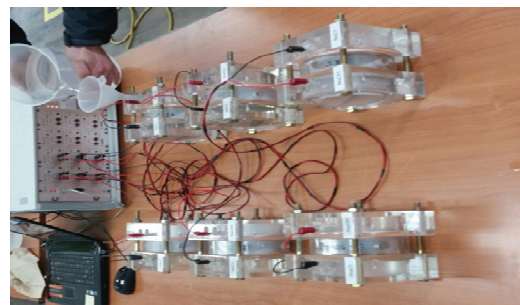


Fig. 2. Chloride ion penetration resistance test

### 2.2.4 동결융해 저항성

동결 융해 시험은 KS F 2456 「급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항 시험 방법」에 준하여 시험 하였다. 공시체는 100×100×400mm 의 각주형 공시체를 각 배합별 3개씩 제작하여 20±5℃ 항온항습실에서 양생하고 재령28일에 동결 융해 시험기를 이용하여

여 공시체의 중심부 온도를 동결시  $-18^{\circ}\text{C}$ 로 떨어지고 융해시  $4^{\circ}\text{C}$ 까지 상승하는 것을 1cycle로 하였다. 300cycle 까지 반복 후 상대 동탄성계수 및 질량 감소율을 측정 하였다. 동결융해시험장치는 Fig. 3에 제시하였다.



Fig. 3. Chloride ion penetration resistance test

### 2.2.5 박리 저항성

박리 저항성 시험은 Swedish Standard SS 13 72 44 A법에 규정하고 있는 제빙염( $\text{CaCl}$ )에 노출된 콘크리트 표면의 동결융해에 의한 표면 박리 저항 시험 방법에 준하여 실시하였다.  $150 \times 150\text{mm}$ 의 시편을 제작하여 28일간 양생 한 후 4%  $\text{NaCl}$  수용액을 공시체 표면에 살포하여 동결(16~18Hr), 융해(6~8Hr) 과정을 56 사이클 반복한 뒤 질량변화율을 측정하였다. Table 9는 표면박리 저항성의 평가기준을 제시하였고, Fig. 4는 시험장비 및 시험체 전경이다.



Fig. 4. Scaling resistance test

Table 9. Swedish standard 13 72 44 Scaling rating

Level	Criteria of scaling accumulation( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
Very good	$m_{56}$ average $< 0.1$
Good	$m_{56}$ average $< 0.2$ or $m_{56}$ average $< 0.5$ and $m_{56}/m_{28} < 2.0$
Acceptable	$m_{56}$ average $< 1.00$ and $m_{56}/m_{28} < 2.0$
Unacceptable	the above not complied with

## 3. 시험결과

### 3.1 슬럼프 및 공기량

Fig. 5는 합성 폴리머 혼입 조건 및 팽생이모자반 기반의 바이오 폴리머 혼입율에 따른 슬럼프와 공기량 시험결과 이다. 합성폴리머를 혼합한 L12BP0 배합의 경우, 현재 교면포장용 보수재료로 사용되는 LMC 콘크리트 배합조건으로서, 슬럼프 시험결과 210mm로 측정되었으며, 합성 폴리머를 혼입하지 않은 Plain 배합은 강도 및 내구성 평가를 위해 동일 물-시멘트비 조건에서 유동화제 일정량을 추가로 투입하여 합성 폴리머를 혼입한 배합조건과 유사한 슬럼프를 맞추었다. 바이오 폴리머의 혼입에 따른 슬럼프는 185~190mm로 나타나 유동성이 저하되는 경향을 나타내었다. 이는 합성 폴리머의 경우, 액상이고 폴리머 고형분 자체가 볼베어링 효과를 나타내기 때문에 유동성이 높지만, 바이오 폴리머의 경우 분말 형태로 배합에 추가되기 때문에 유동성이 저하된 것으로 판단된다. 한국도로공사에서 제시한 “고속도로 건설재료 품질기준”의 슬럼프 기준  $190 \pm 30\text{mm}$ 를 모든 배합조건에서 만족하는 것으로 나타났다.

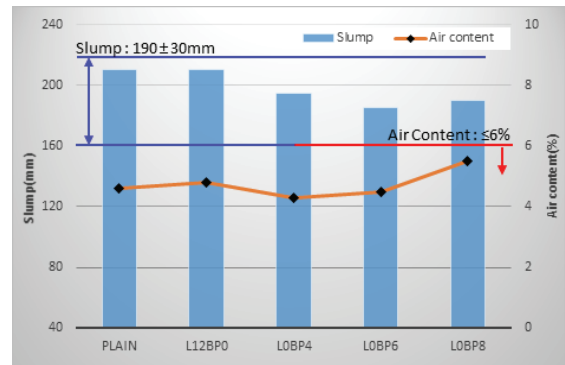


Fig. 5. Result of slump and air content

공기량 시험결과, 모든 배합조건에서 한국도로공사에서 제시하는 품질기준인 6%를 만족하는 것으로 나타났으며, 배합조건별로 공기량 측정결과 값이 유의미한 차이를 나타내지는 않았다. 하지만, 바이오 폴리머 혼입량 증가에 따라서는 미소하지만 공기량이 증가 되는 경향을 나타내었다.

### 3.2 압축강도

Fig. 6은 배합조건 및 재령에 따른 압축강도 실험결과를 나타내었다. 한국도로공사에서 제시하는 교면포장용 보수재료의 압축강

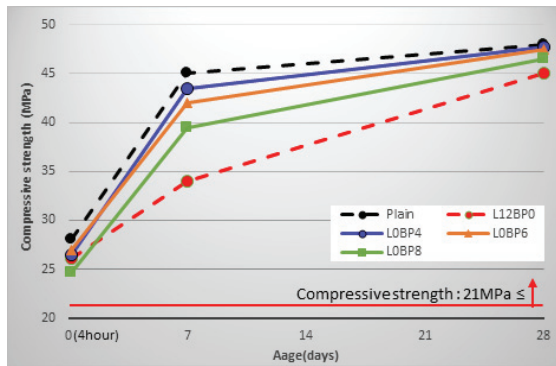


Fig. 6. Result of compressive strength

도 기준은 개통시간(4hours) 기준 21MPa 이상으로 하고 있으며, 본 연구범위의 모든 배합조건에서 압축강도 기준은 만족하는 것으로 나타났다.

합성 폴리머 사용조건에 따른 압축강도 평가 결과, 합성 폴리머를 혼입하지 않은 Plain 배합이 혼입한 L12BP0 배합 보다 6.3~24.4% 높은 강도값을 나타냈고, 특히 재령 7일 에서는 최대 24.4%의 강도향상을 나타내었다. 이는 물속에 분산되어 있는 다량의 합성 폴리머 고분자가 시멘트의 수화반응을 지연시키는 지연제와 같은 역할을 하기 때문이며, 재령이 증가함에 따라서는 이러한 영향이 감소되어 강도발현이 정상적으로 이루어진 것으로 판단된다.

바이오 폴리머의 혼입조건에 따른 압축강도 측정결과, 혼입량이 작은 LOBP4 배합이 LOBP6,8 배합보다 높은 강도를 나타내었다. 또한, 재령 초기(4시간 및 7일)에는 혼입율에 따른 강도 편차가 다소 있었으나 재령 28일에는 강도편차가 감소되는 것으로 나타났다. 이는 합성 폴리머의 시멘트 수화작용 방해처럼 바이오 폴리머가 콘크리트 내부의 시멘트 수화를 일부 지연시켰다가 재령 7일 이후에는 영향이 감소되었기 때문으로 판단된다. 하지만 바이오 폴리머 혼입이 합성 폴리머 혼입보다는 콘크리트 강도 감소 영향을 적게 받는 것으로 확인되었다.

### 3.3 염소이온침투저항성

합성 폴리머의 혼입조건 및 광생이모자반을 기반으로 한 바이오 폴리머의 혼입율에 따라 제작된 콘크리트 시험체의 염소이온침투저항성 시험으로 측정된 통과전하량을 Fig. 7에 나타내었다.

합성 폴리머를 혼입하지 않은 Plain 조건에서는 2,502C의 통과전하량 값이 측정되어 일반콘크리트 수준의 염소이온침투저항성을 나타내었고, 합성 폴리머를 혼입한 L12BP0 배합에서는 526C의 통과전하량이 측정되어 본 시험 조건에서는 가장 우수한 염소이온침투저항성을 나타내었다.

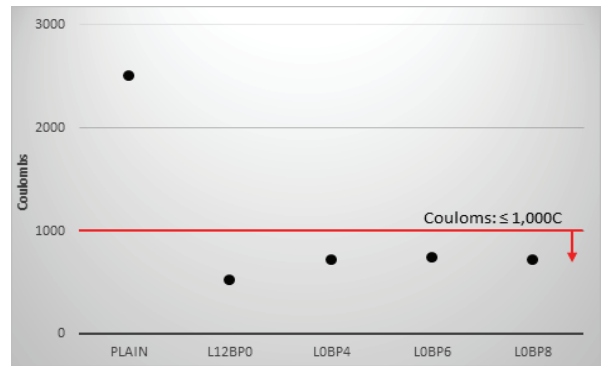


Fig. 7. Result of chloride ion penetration resistance

바이오 폴리머 혼입량에 따른 염소이온침투저항성 평가결과, L12BP0 배합조건 대비 26.5~28.7%의 염소이온침투저항성이 감소되는 경향을 나타내었지만, 한국도로공사에서 제시하는 품질기준인 통과전하량 1,000C 이하는 만족하는 것으로 나타났다. 또한, 폴리머(합성 및 바이오)를 혼입한 배합 조건에서는 KS F2711에서 규정하고 있는 판정기준으로 평가하였을 때, “매우낮음”으로서 염소이온침투저항성이 우수한 것으로 분석되었다.

이는 콘크리트 배합시 혼입된 폴리머가 콘크리트 내부 공극에 충전되어 내부 공극감소로 인해 투수억제 효과가 개선된 것으로 판단된다. 하지만, 통과전하량을 이용하여 염화물침투저항성을 평가하는 실험방법은 정석적 평가로서, 통과전하량의 절대값에 대한 의미는 크지 않은 것으로 판단한 기준 문헌(Choi et al, 2014)과 비교하여 볼 때, 바이오 폴리머와 합성 폴리머의 염소이온침투저항성 차이가 크지 않은 것으로 사료된다.

### 3.4 동결융해저항성

합성 폴리머 혼입조건 및 바이오 폴리머 혼입량이 동결융해저항성에 미치는 영향을 분석하기 위해, 동결융해 사이클에 따른 상대동탄성계수 측정결과를 Fig. 8에 나타내었다.

모든 배합조건에서, 한국도로공사에서 제시하는 교면 포장용 보수재료의 동결융해저항성 조건인 상대동탄성계수 80%(300Cycles 기준) 이상을 만족하는 것으로 나타났다. 이는 본 연구에 사용된 배합이 비교적 낮은 물-시멘트비의 고강도(재령 28일기준 40MPa 이상) 콘크리트로서 동결융해에 따른 팽창압에 대한 저항성이 높아진데 기인한 것으로 판단된다.

합성 폴리머의 혼입 조건에서는 300사이클 기준 상대동탄성계수가 89.5%로서 가장 우수한 동결융해저항성을 나타내었다. 바이오 폴리머 혼입량이 증가할수록 본 연구범위에서는 동결융해저항성이 증가하는 것으로 나타났으나, 합성 폴리머에 비해서는 다소

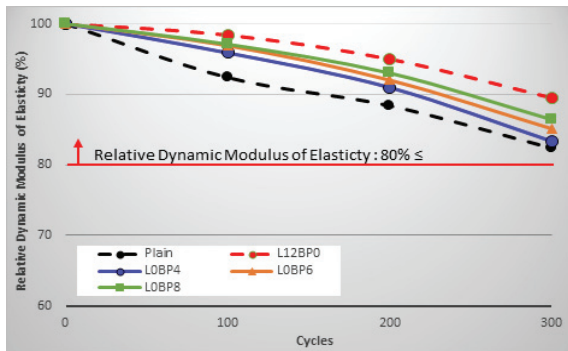


Fig. 8. Relative dynamic young's modulus with freezing-thawing

낮은 경향을 나타내었다. 이는 염소이온침투시험결과와 동일한 경향으로서, 콘크리트 내부의 미세공극을 폴리머로 충전함에 따라 공극내 존재하는 공극수의 동결로 인한 미세공극 팽창을 감소시켜 미세균열 발생을 억제한 것에 기인한 것으로 판단된다.

### 3.5 박리저항성

합성 폴리머 혼입조건 및 바이오 폴리머 혼입량이 표면 박리저항성에 미치는 영향을 분석하기 위해, Swedish Standard SS 13 72 44 A법에서 규정하고있는 방법으로 시험을 실시하였으며, 그 결과는 Fig. 9에 나타내었다.

염소이온침투저항성 및 동결융해저항성 시험결과와 동일한 경향으로서, 합성 폴리머 혼입시 표면박리량이 현저히 감소되는 경향을 나타내었으며, 사이클 경과에 대한 비율인  $m_{56}/m_{26}$  값 역시 5.9~9.9%p 감소되는 결과를 나타내었다.

합성 폴리머 대비하여, 바이오 폴리머 적용시 박리저항성이 다소 낮아지는 경향을 나타내었지만, LOBP8 배합조건에서는 오히려  $m_{56}/m_{26}$ 값은 우수한 결과를 나타내어 합성 폴리머 대체재로 바이오 폴리머 적용이 가능함을 알 수 있었다. SS 13 72 44 A법에서 제시하는 우수 판정기준인, “ $m_{56}$ 의 표면 박리 손실이  $0.5\text{kg}/\text{m}^2$  미만이고,  $m_{56}/m_{26}$  이  $2.0\text{kg}/\text{m}^2$  미만인 경우”를 만족하는 배합 조건은 L12BP0, LOBP6, LOBP8로서, 바이오 폴리머 6%이상 혼입시 박리저항성이 확보 가능한 것으로 나타났다.

이러한 경향은 콘크리트 내부에 혼입된 폴리머로 인해 표면 결합력이 증대되고, 미세공극이 밀실 해졌기 때문으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구에서는 LMC의 교면표장 보수재료로 적용시 자원재활용

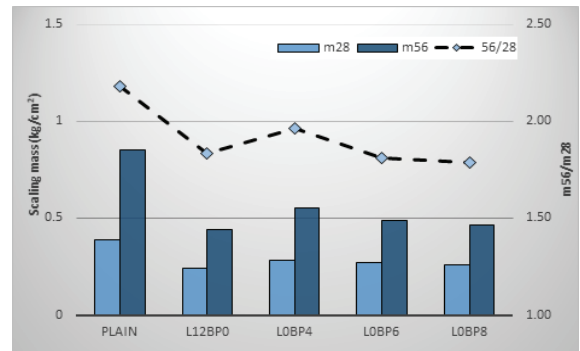


Fig. 9. Result of scaling resistance test

및 경제성확보를 위해 광생이모자반 기반의 바이오 폴리머 혼입에 따른 내구성을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 교면포장용 보수재료로 사용되는 LMC 콘크리트 모든 배합조건에서 슬럼프 및 공기량은 한국도로공사에서 규정한 품질기준은 만족하는 것으로 나타났으나, 분말 형태의 바이오 폴리머 혼입으로 슬럼프는 일부 저하되는 경향을 나타내었다.
2. 압축강도 시험결과, 합성 폴리머 혼입시 강도가 감소되는 경향을 나타내었지만 바이오 폴리머 혼입시 혼입율에 따라 6.3~24.4% 강도 향상효과를 나타내었다.
3. 내구성 시험결과, 합성 폴리머 혼입시 가장 우수한 염소이온침투저항성, 동결융해 저항성, 박리저항성을 나타내었고, 바이오 폴리머 혼입시에는 혼입율이 증가할수록 내구성이 우수한 경향을 나타내었지만 합성 폴리머 보다는 미소하게 낮은 것으로 확인되었다. 이는 합성 폴리머 혼입시 콘크리트 내부 미세공극이 폴리머 분말로 충전되어 내구성이 개선된 것으로 판단된다.
4. 본 연구에서는 교면포장용 보수재료로 활용되는 LMC의 합성 폴리머 대체재로서 바이오 폴리머의 적용성을 검토한 결과, 모든 조건에서 한국도로공사의 규정을 만족하는 것으로 나타났으며, 본 연구범위에서는 바이오 폴리머 8%정도 적용하는 것이 적절한 것으로 확인되었다. 추가로 실제 교량에 적용하여 장기적인 모니터링이 필요한 것으로 판단된다.

## Conflict of interest

None.

## 감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A5A1037548).

## References

Choi, S.Y., Choi, Y.S., Heo, H.S., Yang, E.I. (2014). Effect of latex and mineral additive on durability of remicon LMC, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, **34(6)**, 1743–1751 [in Korean].

Korean Agency for Technology and Standards (2016). KS F 2421, Standard Test Method for Air Content of Fresh Concrete by the Pressure Method(Air Receiver Method) [in Korean].

Korean Agency for Technology and Standards (2017). KS F 2402, Standard Test Method for Concrete Slump [in Korean].

Korean Agency for Technology and Standards (2017). KS F 2405, Standard Test Method for Compressive Strength of Concrete [in Korean].

Korean Agency for Technology and Standards (2017). KS F 2711, Standard Test Method for Resistance of Concrete to Chloride Ion

Penetration by Electrical Conductance [in Korean].

Korean Agency for Technology and Standards (2018). KS F 2456, Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing [in Korean].

Kwon, K.S., Hyun, J.H., Lee, S.M., Chun, J.Y., Kim, Y. Y. (2019). “Evolution of chloride ion penetration resistance of bridge pavement concrete applied with biopolymer,” Proceeding of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, 368 [in Korean].

Lee, B.J., Kim, Y.Y. (2018a). Durability of latex modified concrete mixed with a shrinkage reducing agent for bridge deck pavement, International Journal of Concrete Structures and Materials, **12(1)**, 23, 259–268.

Lee, K.M. (1998). Designing for durability of concrete structures, Magazine of the Korea Concrete Institute, **10(2)**, 79–82 [in Korean].

Lee, S.M., Hyun, J.H., Kwon, K.S., Kim, Y.Y. (2018b). Mechanical properties of repair mortar incorporated with bio polymer, Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, **22(6)**, 97–104 [In Korean].

Medeiros, M., Helene, P. (2008). Efficacy of surface hydrophobic agents in reducing water and chloride ion penetration in concrete, Materials and Structures, **41(1)**, 59–71.

### 팽생이모자반 기반의 자원순환형 바이오 폴리머를 혼입한 콘크리트의 내구성능

본 연구에서는 콘크리트 교면포장 재료로서 사용되는 라텍스의 단점인 경제성을 보완하고 자원재활용을 위해 팽생이모자반 기반의 자원순환형 폴리머 혼입에 따른 내구성능을 분석하였다. 본 연구 범위의 모든 배합조건에서 슬럼프 및 공기량은 품질기준은 만족하는 것으로 나타났으나, 분말 형태의 자원순환형 바이오 폴리머 적용시 슬럼프가 일부 저하되는 경향을 나타내었다. 압축강도 시험결과, 라텍스 혼입시 강도가 감소되었지만 바이오 폴리머 대체시 혼입율에 따라 6.3~24.4%의 강도 개선효과를 나타내었다. 내구성능 시험결과, 합성 폴리머 혼입시 가장 우수한 내구성능을 나타내었고, 바이오 폴리머 혼입시에는 혼입율이 증가할수록 내구성능이 우수한 경향을 나타내었지만 라텍스보다는 미소하게 낮은 것으로 확인되었다.