

## 폴리머 콘크리트의 진동저감 특성에 대한 실험적 연구

김정진<sup>1</sup>, 심학보<sup>2\*</sup>

## Experimental Study on Vibration Reduction Characteristics of Polymer Concrete

Jeong-Jin Kim<sup>1</sup>, Hak-Bo Shim<sup>2\*</sup>

**Abstract:** Polymer concrete is expected to be widely used as a building material because it has a shorter hardening time and excellent compression, tensile, bending, bond strength, frictional resistance and abrasion loss compared to general concrete. The polymer concrete has excellent vibration damping performance and research on the use of various reinforcing materials is being conducted. However, in order to completely replace the general concrete and the general anti-vibration reinforcement, such polymer concrete requires an overall review of vibration reduction performance considering physical properties, dynamic properties, productivity and field applicability. In this study, the physical and dynamic properties of polymer concrete by epoxy mixing ratio were compared with those of general concrete. It was appeared that compression, tensile, bending and bond strengths of polymer concrete by epoxy mixing were significantly higher than those of general concrete. Especially, the tensile strength was more than 4 ~ 6.5 times. Based on the basic physical properties of polymer concrete, the damping ratio, which is a dynamic characteristic according to the epoxy mixing ratio, was derived through analytical models and experiments. As a result, the dynamic stiffness of polymer concrete was 20% higher than that of general concrete and the loss rate was about 3 times higher.

**Keywords:** Polymer concrete, Epoxy, Dynamic stiffness, Loss factor

### 1. 서론

최근 콘크리트 구조물이 초고층화, 대형화 되어감에 따라, 고급형 구조물에 적합한 고품질의 콘크리트 개발이 요구되고 있는데, 콘크리트는 강도 및 내구성능은 우수한 반면, 최근 사회 문제화 되고 있는 층간소음 및 구조물 진동과 관련해서는 진동 감쇠능능이 작아 문제 시 되고 있다. 한편, 에폭시 계열 합성수지와 골재를 혼합한 폴리머 콘크리트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 이러한 폴리머 콘크리트는 일반 콘크리트에 비해 경화시간이 짧고, 압축, 인장, 휨, 부착강도, 마찰저항성, 마모도 등이 우수해 건축 재료로서 폭넓은 활용이 기대되고 있다(Wang et al., 2003; Cortes et al., 2007).

레진 바인더와 골재만의 결합으로 이루어진 폴리머 콘크리트는 진동 감쇠 성능이 우수한 특징이 있는데, 이러한 폴리머 콘크리트의 활용성을 넓히기 위해, 다양한 보강재가 연구되어 왔으나, 폴리머 콘크리트가 일반 콘크리트 및 일반 방진보강재를 완전히 대체하기 위해서는 물리적 특성, 동적 물성, 생

산성 및 현장 적용성 등을 고려하여 진동저감 성능에 대한 전반적인 검토가 필요한 실정이다(Rajoria et al., (2005).

따라서, 본 연구에서는 먼저, 폴리머 콘크리트의 에폭시 혼입비율별 물리적, 동적 특성에 대한 연구를 진행하였으며, 폴리머 콘크리트의 에폭시 레진 사용량에 따른 폴리머 콘크리트의 물리적, 동적 특성을 일반 콘크리트와 비교하였다. 먼저, 폴리머 콘크리트의 기본적인 물리적 특성에 근거하여 폴리머 콘크리트의 일반적인 사용성에 대해 검토함과 동시에, 에폭시 혼입 비율에 따른 동적 특성인 감쇠비를 해석 모델과 실험을 통해 도출하여, 폴리머 콘크리트의 진동저감 성능을 해석 모델 및 실험을 통해 검증하고자 한다.

### 2. 폴리머 콘크리트의 진동저감 특성

#### 2.1 폴리머 콘크리트의 물리적 특성

폴리머 콘크리트의 압축강도, 인장강도, 휨강도, 부착강도와 내구성과 관련된 길이변화율, 미끄럼저항성, 마모감량 등으로 측정하여 물리적 특성을 확인할 수 있다. 한편, 에폭시와 골재만으로 구성된 폴리머 콘크리트는 다량의 에폭시가 혼입되므로, 일반 콘크리트 대비 압축강도는 2배, 인장강도는 6배 이상 증가되며, 동적 특성에 영향을 미치는 휨강도의 경우도 4

<sup>1</sup>정회원, 롯데건설 기술연구원 수석연구원, 공학박사

<sup>2</sup>정회원, 롯데건설 기술연구원 책임연구원, 공학박사, 교신저자

\*Corresponding author: hbshim@lotte.net

Research & Development Institute Lotte Engineering & Construction

•본 논문에 대한 토의를 2020년 1월 31일까지 학회로 보내주시면 2020년 2월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

배 이상 증가되는 것으로 확인되고 있다.

## 2.2 폴리머 콘크리트의 동적 특성

폴리머 콘크리트의 동적 강성 및 손실률을 측정하기 위해 진동 혹은 충격 가진을 통한 응답을 측정해야 한다. 양끝이 자유단인 경계조건에서 임팩트 해머로 충격 가진 한 뒤, 가속도 응답에 대한 전달함수를 측정한다. 측정한 전달함수와 이론상의 전달함수를 비교하여 발생하는 두 데이터의 허용 오차가 작게되면 각 주파수별 파수를 수치적으로 계산할 수 있다 (Kwon, et, al., 2018). Photo 1은 충격가진 시험을 나타낸다.

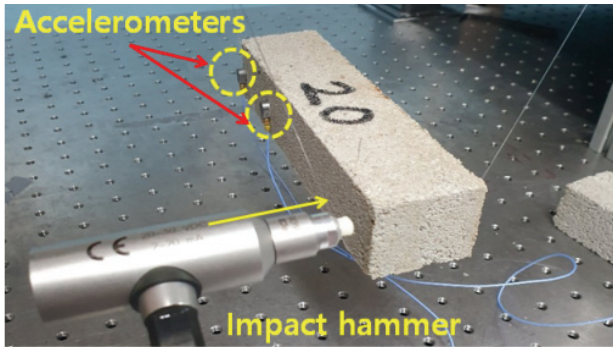


Photo 1 Measurement of transfer function after impact

이론 전달함수는 다음 세 단계로 구분할 수 있다.

1단계 : 폴리머 콘크리트의 진동 변위 설정

$$\hat{\omega}(x) = \hat{A}_1 \sin \hat{k}_i x + \hat{A}_2 \cos \hat{k}_i x + \hat{A}_3 e^{\hat{k}_i(x-L)} + \hat{A}_4 e^{-\hat{k}_i x} \quad (1)$$

2단계 : 경계조건 설정[자유단 경계 및 끝단 충격가진 조건]

$$\frac{\partial^2 \hat{\omega}(0)}{\partial x^2} = 0, \frac{\partial^3 \hat{\omega}(0)}{\partial x^3} = 0, \frac{\partial^2 \hat{\omega}(L)}{\partial x^2} = 0, D \frac{\partial^3 \hat{\omega}(0)}{\partial x^3} = F \quad (2)$$

3단계 : 전달함수 설정

$$\begin{aligned} A e^{i\omega} &= \frac{\hat{\omega}(x_1)}{\hat{\omega}(L)} \\ &= \frac{\hat{A}_1 \sin \hat{k}_i x_1 + \hat{A}_2 \cos \hat{k}_i x_1 + \hat{A}_3 e^{\hat{k}_i(x_1-L)} + \hat{A}_4 e^{-\hat{k}_i x_1}}{\hat{A}_1 \sin \hat{k}_i L + \hat{A}_2 \cos \hat{k}_i L + \hat{A}_4 e^{-\hat{k}_i L}} \end{aligned} \quad (3)$$

측정된 전달함수로부터 Newton-Rapson법을 활용하여 파수를 계산한다. 계산된 파수를 이용하여 동적 강성 및 손실률을 다음 수식과 같이 계산할 수 있다.

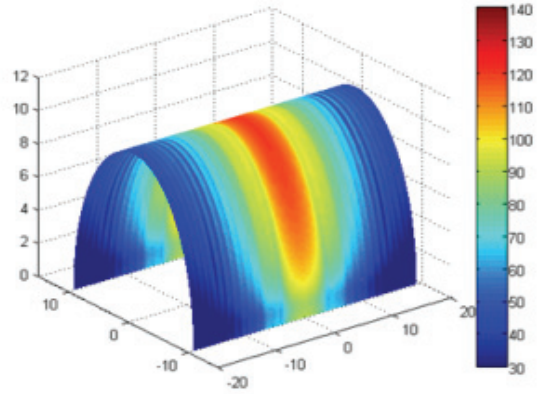


Fig. 1 Noise emission sound waves due to surface dynamic loads

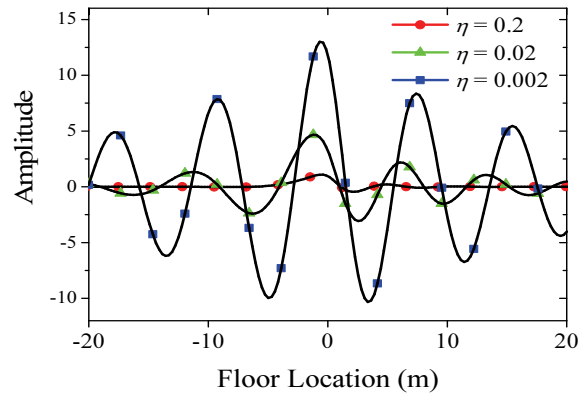


Fig. 2 Comparison of responses to dynamic loads

$$\hat{E} = E(1 + \eta j) = \frac{\omega^2 \rho}{\hat{k}_i^4 I} \quad (4)$$

이때 E, η은 각각 동적 강성과 손실률이고, ρ, ω, k, I는 밀도, 각 주파수, 파수, 굽힘 단면 모멘트를 의미한다.

한편, Fig. 1과 Fig. 2는 폴리머 콘크리트의 손실률에 따른 소음방사 정도를 나타낸 것이다. 폴리머 콘크리트의 손실률이 증가하는 경우에 대해 매우 작은 범위에서 크게 증강시켜 해석을 수행하여 손실률을 변화시킬 경우, 외부 충격에 따른 구조소음의 주요 대역 1kHz 부근 음압이 가장 크게 변화하는 것을 확인 할 수 있다.

Overall dB 로 합산하여 비교한 결과, 복합 폴리머 콘크리트를 적용한 경우 방사소음이 4.22 dB 감소하였으며, 폴리머 콘크리트의 손실률에 따른 응답크기가 크게 변화하므로, 폴리머 콘크리트가 구조물의 진동 및 구조소음 저감에 효과가 있음을 알 수 있다.

### 3. 실험계획 및 방법

#### 3.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 Table 1에 나타내었다. 실험에 사용된 골재는 결정의 크기가 다른 4호사(0.85~1.2 mm)와 6호사(0.25~0.6 mm)를 1:2 질량 비율로 혼합한 혼합 골재와 일반 골재로 구분되며, 에폭시는 주제와 경화제를 5:1의 질량 비율로 혼합하여 에폭시 레진을 제작하였다. 폴리머 콘크리트는 총 중량 중 에폭시 레진이 차지하는 중량 비율을 혼합비로 하였다. 폴리머 콘크리트의 혼합비를 10%에서 20%까지 증가시키며 여러 종류의 폴리머 콘크리트를 제작하였다.

**Table 1** Concrete mixing design

Type	Mixing ratio	Cement	Epoxy	Aggregate Type			Water
				Sand	Silica sand #4	Silica sand #6	
Plain	1:3	200	-	600	-	-	130
P-10	1:9	-	50	-	150	300	-
P-15	1.5:8.5	-	75	-	150	300	-
P-20	2:8	-	100	-	150	300	-

#### 3.2 사용재료

본 실험에서는 KS L 5201 규정을 만족하는 A사 제품의 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 물리적 성질은 Table 2와 같다. 에폭시는 KS L 5405 규정을 만족하는 국내 B사 제품의 에폭시(이하, EP)를 사용하였고, 그 화학적 성분은 Table 3과 같다. 골재는 일반 골재의 경우 인천산 세척사, 혼합골재는 KS F 2567을 만족하는 규사를 사용하였으며, 골재의 물리적 특성은 Table 4와 같다.

**Table 2** Physical properties of cement

Density (g/cm <sup>3</sup> )	Blaine fineness (cm <sup>2</sup> /g)	Stability (%)	Setting time(min)		Compressive strength(MPa)		
			Initial	Final	3d	7d	28d
3.15	3,318	0.16	210	300	22.0	28.8	38.7

**Table 3** Physical properties of epoxy

Density (g/cm <sup>3</sup> )	Adhesive strength [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensile strength [N/mm <sup>2</sup> ]	Compressive strength [N/mm <sup>2</sup> ]	Bending strength [N/mm <sup>2</sup> ]
1.03	3.7	2.3	4.1	2.5

**Table 4** Physical properties of aggregate

Aggregate type	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Size (mm)	Absorption (%)	F.M
River sand	2.60	5	0.8	3.09
Silica sand #4	2.64	0.85~1.2	0.4	3.48
Silica sand #6	2.60	0.25~0.6	0.5	1.71

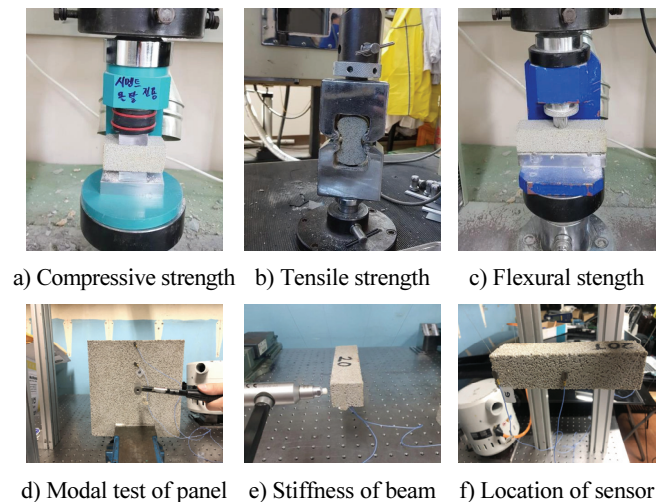
#### 3.3 실험방법

폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트의 물리적 특성 중 압축 강도, 휨강도, 부착강도, 길이변화율은 KS F 4043의 규정에 의거하여 측정하였으며, 인장강도는 KS L 5104의 규정에 의거하여 측정하였다. 폴리머 콘크리트를 일반 콘크리트의 상부에 설치하여, 사용성능을 검토하기 위한 미끄럼저항성은 KS F 2375에 의거하여 측정하였으며, 마모감량은 LH전문시방서 42050에 의거하여 측정하였다.

폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트의 동적 강성 및 손실률을 측정하기 위해서, Photo 2의 d)와 f) 형태의 시험체를 제작하여, 각 위치에 센서를 부착하여 측정하였다.



**Photo 2** Specimen of test



**Photo 3** Experiment method

## 4. 물리적 특성 실험결과

### 4.1 압축강도

Fig.3은 폴리머 혼입율별 압축강도를 나타낸 것이다. 압축강도는 폴리머를 혼입하지 않은 일반 콘크리트가 30.3MPa로 가장 작은 값을 나타냈으며, 폴리머 혼입을 별로는 에폭시 15% 혼입한 경우가 47.4MPa, 20%를 혼입한 경우가 56.2MPa로 폴리머 혼입율이 증가할수록 강도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 폴리머를 혼입한 경우, 혼입율이 증가할수록 골재간의 결합력이 증가한 것에 기인한 것으로 사료된다.

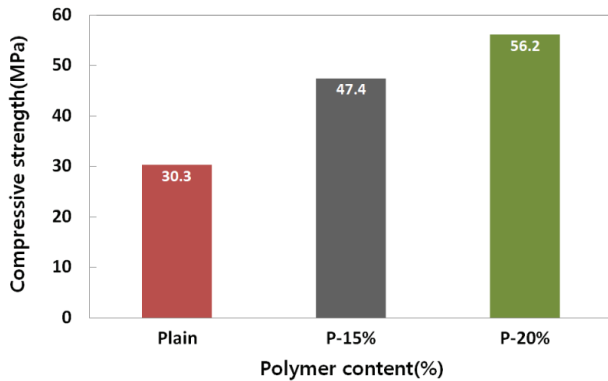


Fig. 3 Compressive strength by polymer content

### 4.2 인장강도

Fig.4는 폴리머 혼입율별 인장강도를 나타낸 것으로, Plain에 비해 폴리머 혼입율이 증가할수록, 인장강도가 4~6.5배정도 큰 폭으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히, Plain에 비해 압축강도는 폴리머 혼입율에 따라, 1.5~2배정도 증가하였지만, 인장강도는 4~7배로 증가하여, 폴리머 혼입이 콘크리트의 인장강도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 확인되었다.

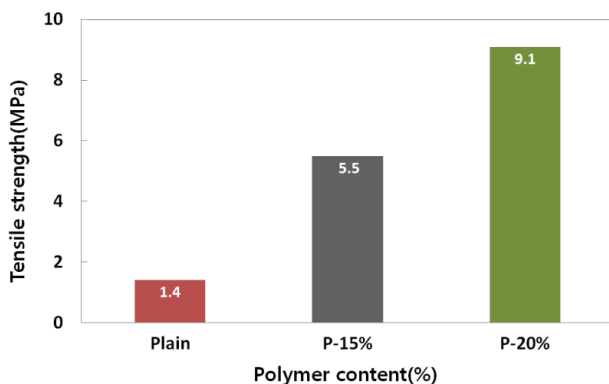


Fig. 4 Tensile strength by polymer content

### 4.3 휨강도

Fig.5는 폴리머 혼입율별 휨강도를 나타낸 것으로, Plain에 비해 폴리머 혼입율이 증가할수록 휨강도가 증가하는 것으로 나타났다. 휨강도는 인장강도와 비슷한 경향으로, 폴리머 혼입율이 증가할수록 Plain 대비 3~4.5배정도 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 폴리머 콘크리트의 휨강도 성능은 동적 특성에도 영향을 미쳐, 폴리머 콘크리트의 동적 특성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

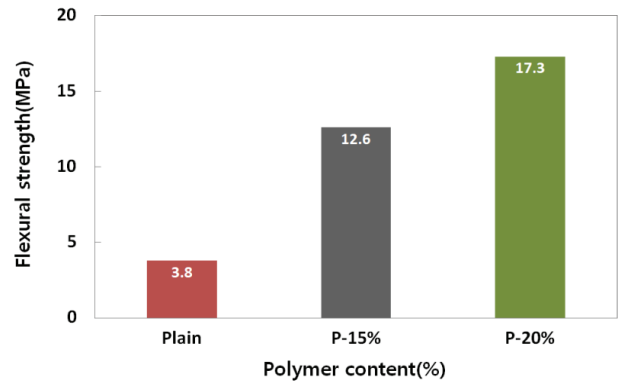


Fig. 5 Flexural strength by polymer content

### 4.4 부착강도

Fig.6은 폴리머 혼입율별 부착강도를 나타낸 것으로, 폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트와의 결합성을 파악하기 위하여 측정을 실시하였다. 부착강도는 Plain이 0.7MPa로 나타났으며, 폴리머 콘크리트는 1.3~1.6MPa로 측정되어, Plain 대비 부착강도가 2~2.5배 정도 크게 나타났다. 따라서, 폴리머 콘크리트를 일반 콘크리트의 표면에 결합하여 사용하더라도, 폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트와의 계면에서 안정적인 결합을 이루어 질 것으로 판단된다.

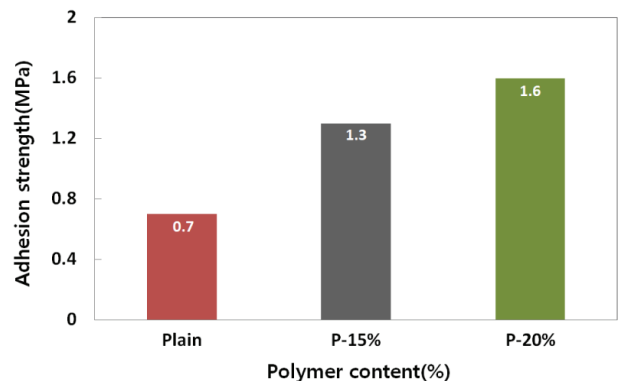


Fig. 6 Adhesion strength by polymer content



#### 4.5 길이변화율

Fig.7은 폴리머 혼입율별 길이변화율을 나타낸 것이다. 길이변화율은 Plain의 경우, 수분증발에 따른 건조수축으로 인해 0.06% 수축하였으나, 폴리머 콘크리트는 혼합시, 에폭시와 골재만을 혼합하여 시험체를 제작하였으므로, 수분증발에 따른 건조수축이 거의 발생하지 않는 것으로 나타나, 외부노출 부위에 적용하는 것이 가능할 것으로 사료된다.

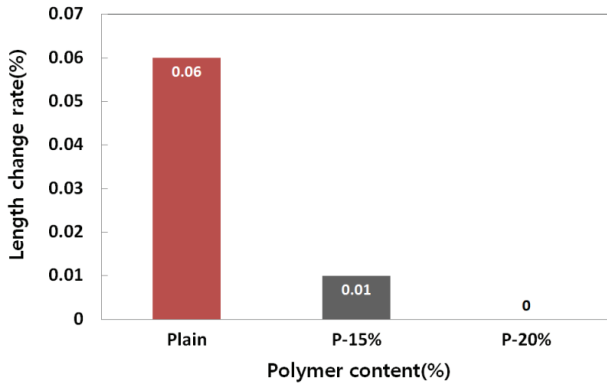


Fig. 7 Length change rate by polymer content

#### 4.6 미끄럼저항성

Fig.8은 폴리머 혼입율별 미끄럼저항성을 나타낸 것이다. 미끄럼저항성은 Plain의 경우, 39BPN으로 미끄럼저항성 기준인 40BPN을 거의 만족하는 것으로 나타났으며, 폴리머 콘크리트는 혼입율 15%는 60BPN, 20%는 64BPN으로, Plain 대비 미끄럼저항성이 50%~60% 증가하여, 폴리머 콘크리트가 미끄럼저항성면에서 우수한 것으로 나타났다. 따라서, 지하 주차장 램프 등의 경사면에 적용할 경우는, 미끄럼방지용 요철 감소 등이 가능해, 진동저감 효과가 클 것으로 사료된다.

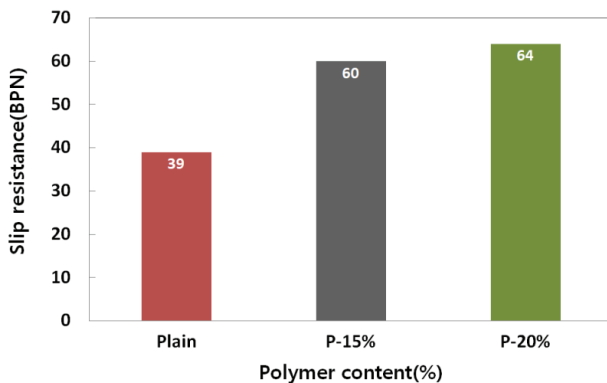


Fig. 8 Slip resistance by polymer content

#### 4.7 마모감량

Fig.9는 폴리머 혼입율별 마모감량을 나타낸 것이다. 마모감량은 Plain이 5,984mg으로 가장 큰 값을 나타냈으며, 폴리머 혼입율이 증가할수록 마모감량이 Plain 대비 50~10% 수준까지 작아지는 것으로 나타났다. 따라서, 이러한 폴리머 콘크리트를 마모가 예상되는 외부노출 바닥구조체 등에 적용하는 것이 가능할 것으로 사료된다.

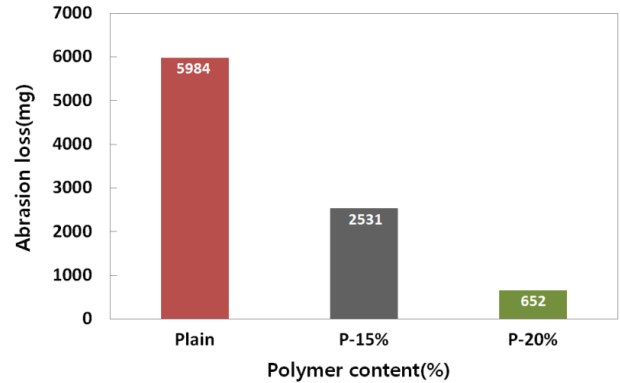


Fig. 9 Abrasion loss by polymer content

### 5. 진동 특성 실험결과

#### 5.1 주파수별 동적 물성

주파수별 파수를 활용하여 구한 주파수별 동적 강성 측정 결과는 주파수에 따라 결과 값이 분포하기 때문에 혼합비에 따른 물성 변화를 파악하기가 쉽지 않으므로, 1k~3kHz 구간의 측정 결과를 평균 낸 값을 활용하여 혼합비에 따른 동적 물성을 비교하였다. 폴리머 혼입율에 따른 동적 물성 측정 결과를 정적 물성 측정 결과와 같이 비교 분석한 결과, 동적 강성

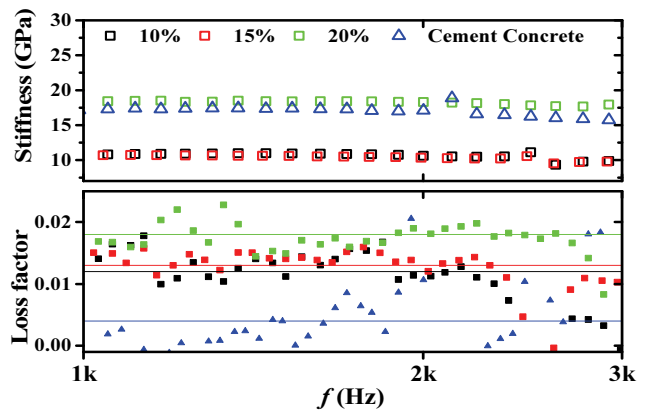


Fig. 10 Dynamic stiffness by frequency and loss factor

및 손실률은 정적 물성과 같이 폴리머 혼입율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히, 손실률은 폴리머 혼입율 20%가 가장 높았다.

### 5.2 평균 동적 물성 비교

Fig.11은 폴리머 혼입율별 주파수에 따른 평균 동적 강성 및 손실률을 비교한 그래프이다. 전달함수 방법을 이용하여 측정된 주파수별 동적 강성 및 손실률을 폴리머 혼입율에 따라서 분석한 결과, 혼입율이 증가하면 동적 강성 및 손실률이 모두 증가하였다. 일반 콘크리트와 비교하여 폴리머 혼입율 20% 시편은 동적 강성이 높고 손실률도 2배 이상 증가하였다.

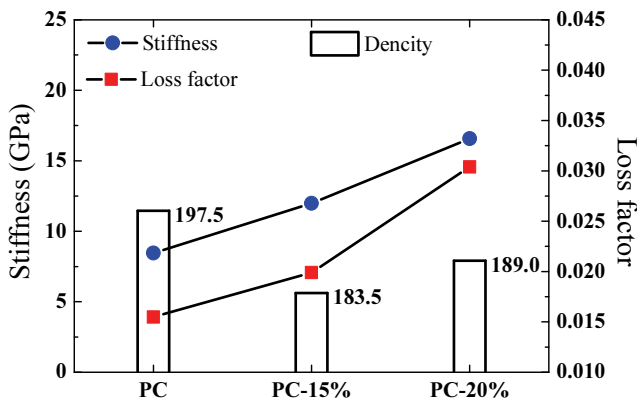


Fig. 11 Average dynamic stiffness and loss factor

### 5.3 동적 물성 해석 검토

Fig.12는 폴리머 콘크리트의 동적 강성과 손실률에 실제 측정된 혼합비 20%의 폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트의 물성을 적용하여 해석 검토한 결과이다. 폴리머 콘크리트의 동적 강성은 일반 콘크리트의 동적 강성 보다 20% 높고, 손실률은 약 3배 정도 높은 것으로 나타났다.

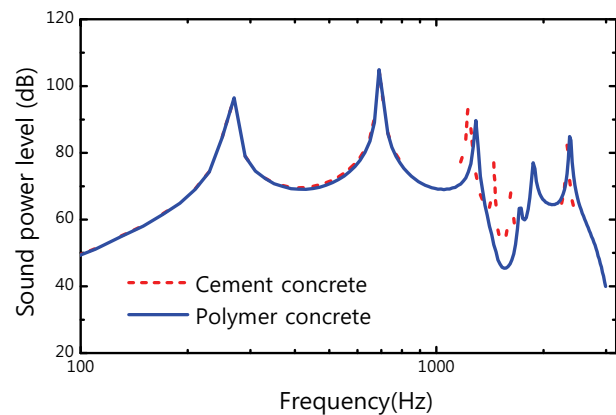


Fig. 12 Plate response of cement and Polymer concrete

### 5.4 피로상태에 따른 동특성 및 강도특성 평가

폴리머 콘크리트의 피로 수명 측정 결과를 시멘트 콘크리트와 비교하기 위해서 시멘트 콘크리트 시험체를 제작하였다. 일반 콘크리트 시험체는 시멘트와 골재 물을 혼합하여 제작하는데, 콘크리트를 혼합할 때는 폴리머 콘크리트와 달리 물을 같이 혼합하기 때문에 오랜 시간 경화가 필요하다. 경화 과정 동안 콘크리트 내부의 수분이 빠져나가면서 강도는 증가하지만 감쇠성능이 감소하게 된다. 약 4주간의 질량 변화를 측정된 뒤, 피로 수명을 측정하여 폴리머 콘크리트와 비교하였다.

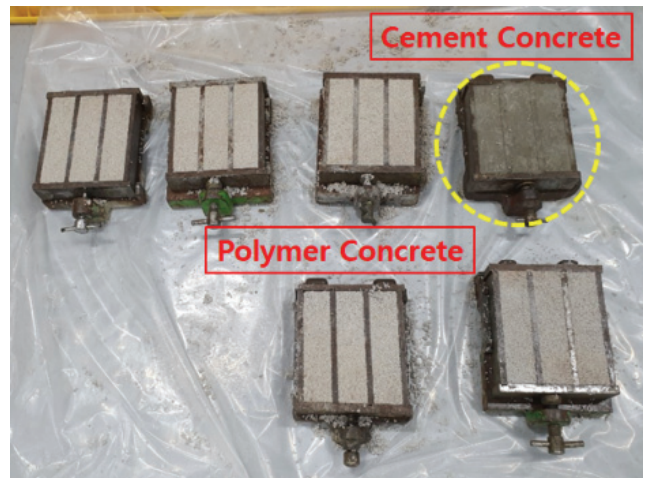


Photo 4. Curing process of plain concrete and polymer concrete

폴리머 콘크리트 및 시멘트 콘크리트에 가하는 응력 수준을 달리하며 피로 실험을 수행하였다. 응력 수준은 폴리머 콘크리트의 정적 휨 강도 17 [MPa]의 50%, 40%, 30%, 10%로 설정하고 최소 응력은 최대 응력의 10% 수준으로 고정하였다. 응력 수준이 낮아질수록 피로 수명이 선형적으로 증가하였다. 10%, 30%, 40% 응력 수준의 경우 시멘트 대비 약 20%정도 폴리머 콘크리트의 피로 수명이 증가하였고 특히 응력 수준 50%인 경우에는 약 25%의 수명이 증가하였다. 휨강도 측정 시 폴리머 콘크리트가 시멘트 콘크리트 보다 높았기 때문에 반복 하중에 대한 내구성도 폴리머 콘크리트가 더욱 우수할 것으로 판단된다.

## 6. 결론

폴리머 혼입에 따른 폴리머 콘크리트의 진동저감 특성에 관한 고찰을 목적으로, 물리적 특성 중 강도성능으로 압축강도, 인장강도, 휨강도, 부착강도를 측정하고, 내구성능으로는

길이변화율, 미끄럼저항성, 마모감량을 측정하였으며, 동적 특성을 검토한 결과 이하의 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 압축강도는 폴리머를 혼입하지 않은 일반 콘크리트가 30.3MPa로 가장 작은 값을 나타냈으며, 폴리머 콘크리트의 경우는 혼입율이 증가할수록 47.4MPa~56.2MPa로 압축강도가 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- (2) 인장강도는 Plain에 비해 폴리머 혼입율이 증가할수록, 4~6.5배정도 큰 폭으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 압축강도는 Plain 대비 폴리머 콘크리트가 혼입율에 따라, 1.5~2배정도 증가하였지만, 인장강도는 4~7배로 증가하여, 폴리머가 콘크리트의 인장강도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 확인되었다. 또한, 휨강도도 인장강도와 비슷한 경향으로, 폴리머 혼입율이 증가할수록 Plain 대비 3~4.5배정도 증가하는 것으로 나타났다.
- (3) 부착강도는 Plain 대비 폴리머 콘크리트가 2~2.5배 정도 크게 나타나, 폴리머 콘크리트를 일반 콘크리트와 결합하여 사용할 경우에도, 폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트와의 계면에서 안정적인 결합을 이룰 것으로 판단된다.
- (4) 길이변화율은 Plain의 경우, 수분증발에 따른 건조수축으로 인해 0.06% 수축하였으나, 폴리머 콘크리트는 혼합시, 에폭시와 골재만을 혼합하여 시험체를 제작하였으므로, 수분증발에 따른 건조수축이 거의 발생하지 않는 것으로 나타나, 외부노출 부위에 적용하는 것이 가능할 것으로 판단된다.
- (5) 미끄럼저항성은 Plain의 경우, 39BPN으로 미끄럼저항성 기준인 40BPN을 거의 만족하는 것으로 나타났으며, 폴리머 콘크리트의 경우, 에폭시 혼입율 15%는 60BPN, 20%는 64BPN으로, Plain 대비 미끄럼저항성이 50%~60% 증가하여, 미끄럼저항성면에서 우수한 것으로 나타났다. 따라서, 지하주차장 램프 등의 경사면에 적용할 경우는, 미끄럼 방지용 요철 감소 등이 가능해, 진동저감 효과가 클 것으로 사료된다.
- (6) 마모감량은 Plain이 5,984mg으로 가장 큰 값을 나타냈으며, 폴리머 혼입율이 증가할수록 마모감량이 Plain 대비 50~10%수준까지 작아지는 것으로 나타나, 폴리머 콘크리트를 마모가 예상되는 외부노출 바닥구조체 등에 적용하는 것이 가능할 것으로 사료된다.
- (7) 1k~3kHz 구간의 주파수별 동적 강성 측정 결과의 평균 값을 활용하여 혼합비에 따른 동적 물성을 비교하였다. 폴리머 혼입율에 따른 동적-물성 측정 결과를 정적 물성 측정 결과와 같이 비교 분석한 결과, 동적 강성 및 손실률은 정적 물성과 같이 폴리머 혼입율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히, 손실률은 폴리머 혼입율 20%가 가장 높

은 것으로 확인되었다.

- (8) 폴리머 콘크리트의 동적 강성과 손실률에 실제 측정된 혼합비 20%의 폴리머 콘크리트와 일반 콘크리트의 물성을 적용하여 해석 검토한 결과, 폴리머 콘크리트의 동적 강성은 일반 콘크리트의 동적 강성 보다 20% 높고, 손실률은 약 3배 정도 높은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

이 연구는 국토교통부 사회이슈해결 연구개발사업의 연구비 지원(19CTAP-C153014-01-000000)에 의해 수행되었습니다.

## References

1. W. G. Wong, Ping Fang, J. K. Pan. (2003), Dynamic properties impact toughness and abrasiveness of polymer-modified pastes by using nondestructive tests, *Cement and Concrete Research*, 33(9), 1371-1374.
2. F. Cortes and G. Castillo. (2007), Comparison between the dynamical properties of polymer concrete and grey cast iron for machine tool applications, *Material and Design*, 28(5), 1461-1466.
3. J. Wongpa, K. Kiattikomol, C. Jaturapitakkul, Chindaprasit. (2007), Compressive strength, modulus of elasticity, and water permeability of inorganic polymer concrete, *Material and Design*, 31(10), 4748-4754.
4. Rajoria, H., and Jalili, N. (2005), Passive Vibration Damping Enhancement Using Carbon Nanotube-epoxy Reinforced Composites, *Composites Science and Technology*, 65(14), 2079-2093.
5. Wang, J. C., and Zeng. X. (2006), Influence of Temperature and Pressure on the Dynamic Properties of Rubber-modified Asphalt Concrete, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 18(1), 125-131.
6. Jeon, W., and Lee, J. Y. (2016), Efficient Damping of Vibration Using and Acoustic Black Hole, *Proceedings of the KSNVE 2016 annual Spring Conference*, 202-203.
7. Yoo, S. Y., Yeon, J. O. and Jeon, J. Y. (2009), Analysis and Evaluation of Impact Sound Insulation of Concrete Floor Structures in Response to Characteristics of Heavy-weight Impact Sources, *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 19(10), 1062-1068.
8. Lee, W. H., Ivan, R., Haan, C. H., Han, S. H. (2009), Pilot Experiments of Estimated Proper Ratio of Latex Polymer Concrete for Reducing Floor Impact Sound, *Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference*, 532-533.
9. Cho, H. N. (2000), Flexural Behavior of Damaged Reinforced Concrete Beams repaired with Epoxy Mortar, *Master's Thesis of Ewha University*.
10. Kwon, S. M, Ahn, S. K, Koh, H, I and Park, J, H. (2018), Analysis

of Dynamic characteristics of complex polymer concrete according to structure of polymer concrete, *Proceedings of the KSNVE 2018 annual Spring Conference*, 202.

11. C. Y. Park and B. Y. Sohn.(1997), Estimation of loss energy from the measurement returning time of rebound for carbon black-filled natural rubber compounds, *Journal of Korean Inst. Chem. Eng.*, 35, 154.
12. Saliba, J., Roziere, E., Grondin, F., and Loukill, A. (2011), Influence of Shrinkage-Reducing Admixture on Plastic and Long-Term Shrinkage, *Cement and Concrete Composites*, 33(2), 209-217.
13. Kobayashi, T and Ohama Y. (1984), Low-Temperature Curing of Polymethyl Methacrylate Polymer Concrete, *Transportation Research Record 1003, Transportation Research Board*(ISSN: 0361-1981), 15-18.
14. Ahn, N., Park, D. K., Lee, J and Lee, M. K. (2009), Structureal Test of Precast Polymer Concrete, *Journal of Applied Polymer Science*, 114(3), 1370-1376.
15. Ahmad, S., Elahi, A., Barbhuiya, S. A., and Farid, Y. (2012), Use of Polymer modified mortar in controlling cracks in reinforced concrete beams, *Construction and Building Materials*, 27, 91-96.
16. Joo, M. J., Lee, Y. S., Hong, G. S., Hong, Y. K., and Choi, O. C. (1997), An Evaluation on the Flexural Strength of Concrete Beams Repaired by Polymer resin, *Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 1(10), 107-112.

Received : 10/23/2019

Revised : 10/28/2019

Accepted : 10/29/2019

---

**요 지** : 폴리머 콘크리트는 일반 콘크리트에 비해 경화시간이 짧고, 압축, 인장, 휨, 부착강도, 마찰저항성, 마모감량 등이 우수해 건축 재료로써 폭넓은 활용이 기대되는데, 특히, 레진 바인더와 골재만의 결합으로 이루어진 폴리머 콘크리트는 진동 감쇠 성능이 우수하여, 다양한 보강재료의 활용과 관련한 연구가 진행되고 있다. 한편, 이러한 폴리머 콘크리트가 일반 콘크리트 및 일반 방진보강재를 완전히 대체하기 위해서는 물리적 특성, 동적 특성, 생산성 및 현장 적용성 등을 고려한 진동저감 성능에 대한 전반적인 검토가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 폴리머 콘크리트의 에폭시 혼입비율별 물리적, 동적 특성을 일반 콘크리트와 비교한 결과, 압축, 인장, 휨, 부착강도가 상당히 우수한 결과를 보였으며, 특히 인장강도는 4~6.5배 이상 큰 차이를 보였다. 폴리머 콘크리트의 기본적인 물리적 특성에 근거하여 폴리머 콘크리트의 일반적인 사용성에 대해 검토함과 동시에, 에폭시 혼입비율에 따른 동적 특성인 감쇠비를 해석 모델과 실험을 통해 도출하여 검토한 결과, 폴리머 콘크리트의 동적 강성은 일반 콘크리트의 동적 강성 보다 20% 높고, 손실률은 약 3배 정도 높은 것으로 나타났다.

**핵심용어** : 폴리머 콘크리트, 에폭시, 동적 강성, 손실률

---