

# 투수성 포장 폴리머 콘크리트의 개발

## Development of Water-Permeable Polymer Concrete for Pavement

이 윤 수\* 주 명 기\*\* 연 규 석\*\*\*  
Lee, Youn Su Joo, Myung Ki Yeon, Kyu Seok

### ABSTRACT

The purpose of this study is to ascertain the strength properties of water-permeable polymer concretes with SBR latex and redispersible polymer powder. The water-permeable polymer concretes using SBR latex and redispersible polymer powder with water-binder ratio of 29%, polymer-cement ratios of 0, 5, 10, 15 and 20% are prepared, and tested for compressive strength, tensile strength, flexural strength, water permeability. From the test results, improvements in the strength properties of the water-permeable polymer concretes due to the addition of the SBR latex and redispersible polymer powder are discussed.

### 1. 서론

최근들어 투수성 포장공법에 관한 투수성 시멘트 콘크리트의 연구가 활발하게 진행되고 있으며 인도를 중심으로 한 생활관련 도로, 주차장 그리고 고속도로에도 시공이 이루어지고 있는 실정이다<sup>1)2)</sup>. 또한, 도로의 포장에는 불투수성의 아스팔트 포장과 콘크리트 포장이 주로 사용되고 있으나, 불투수성 포장체들은 강우시, 배수시설이 없거나 배수가 완벽하지 못한 경우 물이 잘 빠지지 못하고 도로표면에 고임으로서 통행에 막대한 지장을 초래하고 있을 뿐만 아니라 미끄럼 저항성이 떨어지는 등의 결점을 가지고 있다. 또한 물을 땅속에 침투시키지 못하고 배수로나 하천 등으로 유입됨으로써 지하수가 고갈 되고 폭우시 하천에의 물 유입이 늘어남에 따라 하천의 범람을 일으키고 미생물의 서식을 저해함으로써 자연생태계 보호차원의 문제점이 제기되고 있다<sup>3)4)</sup>.

이러한 여러 가지 문제점을 해소하기 위한 방안으로 외국에서는 투수성 아스팔트와 투수성 콘크리트를 개발하여 보도, 광장 및 주차장 등의 포장에 사용하고 있으며, 우리나라에서도 투수성 콘크리트 포장에 대한 많은 연구를 하고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 강도 및 내구성이 우수한 폴리머를 혼입하여 투수성 콘크리트를 제조하고, 그 투수계수 및 강도특성에 미치는 폴리머-시멘트비의 영향에 대하여 검토하였다.

\* 정회원, 주성대학 토목공학과 전임강사

\*\* 정회원, 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 연구원

\*\*\* 정회원, 강원대학교 농공학과 교수

## 2. 사용재료

### 2.1 시멘트 및 골재

#### 1. 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

#### 2. 잔골재

본 실험에 사용된 잔골재는 쇄석(입경 : 2.5 mm이하)를 사용하였다.

#### 3. 굵은골재

본 실험에 사용된 굵은골재는 쇄석(입경 : 2.5~5.0 mm이하)를 사용하였다.

### 2.2 시멘트 혼화용 폴리머

시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션으로는 스틸렌 부타디엔 고무 (SBR) 라텍스를 사용하였다. 또한 시멘트 혼화용 재유화형 분말수지로서는 에틸렌 초산 비닐 (EVA) 재유화형 분말수지를 사용하였다. 본 실험에 사용된 SBR 라텍스 및 EVA 재유화형 분말수지의 성질은 표 1 및 2와 같다.

표 1 SBR 라텍스의 성질

Type of Polymer Dispersion	Density (g/cm <sup>3</sup> )	pH (20℃)	Viscosity (20℃, mPa·s)	Total Solids (%)
SBR	1.00	9.4	78	50.0

표 2 EVA 재유화형 분말수지의 성질

Type of Polymer	Appearance	Average Particle Size (μm)	Glass Transition Point (℃)	pH [10% Water Dispersion] (20℃)
EVA	White Powder	400	0	9.1

## 3. 시험 방법

### 3.1 공시체의 제작

일본 콘크리트공학협회 (JCI) 에코콘크리트 연구위원회의 「포러스콘크리트의 공시체 제작법」에 의하여 잔골재 : 굵은골재를 1:5(질량비), 폴리머-시멘트계 결합재를 16% (질량비)로 하고 이것을 시멘트에 대해서 폴리머량을 0, 5, 10, 15 및 20%한 결합재를 물-결합재비 29%로 조정하여 강제식 믹서로 3분간 비빔을 실시하여 투수성 콘크리트를 제작하였다. 제작한 투수성 콘크리트를 치수 Ø10×20 cm (압축강도 및 조괸인장강도), 및 Ø10×20 cm (투수시험용), 10×10×40 cm (휨강도 시험용)의 몰드

에 3층으로 나누어 다진후 성형하였다. 양생방법으로는 {2d 습윤[20℃,80%(RH)]+5d 수중(20℃)+21d 건조[20℃, 50% (RH)]}양생을 실시하여 공시체를 제작하였다.

### 3.2 공극률 시험

투수성 콘크리트의 공극률은 아래의 식으로 계산하였으며, 이때 절대단위용적중량 (공극률을 0으로 한 중량)은 콘크리트 구성재료의 비중에 의하여 계산한 중량을 말한다. 이때 단위용적중량시험은 KS F 2409에 의하여 측정하였다.

$$\text{공극률 (\%)} = 100 - \frac{\text{투수성 콘크리트의 단위용적중량}}{\text{절대단위중량}} \times 100$$

### 3.3 투수계수 시험

KS F 2322 흙의 정수위 투수시험방법에 의하여 Ø10×10 cm의 콘크리트 공시체를 제조하여 재령 28일에 투수계수를 측정하였다. 투수계수 시험장치는 그림 1과 같다.

### 3.4 강도시험

#### 1. 압축강도 시험

KS F 1108 (콘크리트의 압축강도 시험방법)에 의하여 공시체의 압축강도 시험을 행하였다.

#### 2. 쪼갬인장강도 시험

KS F 1113 (콘크리트의 쪼갬인장강도 시험방법)에 의하여 공시체의 쪼갬인장강도시험을 실시하였다.

#### 3. 휨강도 시험

KS F 1106 (콘크리트의 휨강도 시험방법)에 의하여 공시체의 휨강도시험을 실시하였다.

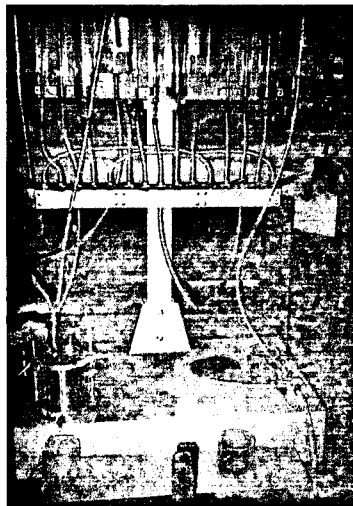


그림 1 투수계수 시험장치

#### 4. 시험결과 및 고찰

##### 4.1 투수성 폴리머 콘크리트의 투수특성

그림 2 및 그림 3에는 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률 및 투수계수와 폴리머-시멘트비의 관계를 나타낸 것이다. 폴리머의 종류에 관계없이 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률 및 투수계수는 폴리머-시멘트비가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 이것은 폴리머를 혼입하는 경우 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 폴리머 필름이 형성되어 모르타르 성분의 투수성의 저하되기 때문이라 생각된다. 한편, EVA 재유화형 분말수지를 혼입한 투수성 폴리머 콘크리트가 SBR 라텍스를 혼입한 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률 및 투수계수의 값보다 높은 값을 보였다. 그림 4는 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률과 투수계수와의 관계를 나타낸 것이다. 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률과 투수계수와의 관계는 비례관계에 있다는 것을 알 수 있었다.

일본도로협회의 투수성 아스팔트 혼합물의 배합설계기준에서 투수계수의 기준치는 0.01 cm/s 이상이며, 일반적으로 투수성이 요구되는 투수성 콘크리트나 투수성 아스팔트의 경우 시공직후의 투수계수는 0.1 cm/s 정도가 바람직하다<sup>5)</sup>. 본 연구에 한하여 투수성 폴리머 콘크리트에 있어서도 같은 수준의 투수계수가 요구된다고 하면 폴리머-시멘트비는 10%이내가 사용 가능한 범위라고 생각된다.

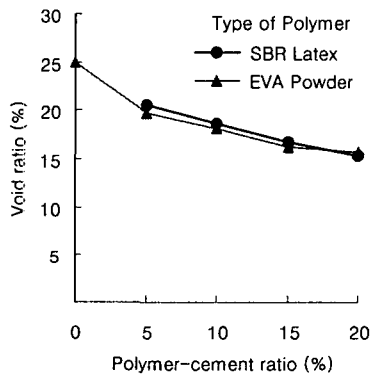


그림 2 투수성 폴리머콘크리트의 공극률과 폴리머-시멘트비와의 관계

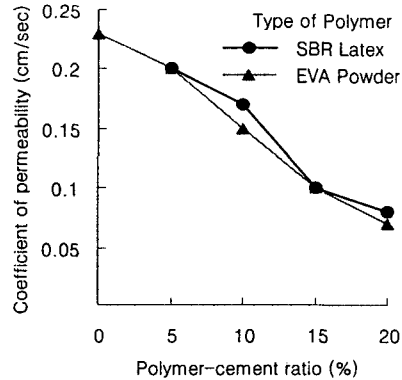


그림 3 투수성 폴리머콘크리트의 투수계수와 폴리머-시멘트비와의 관계

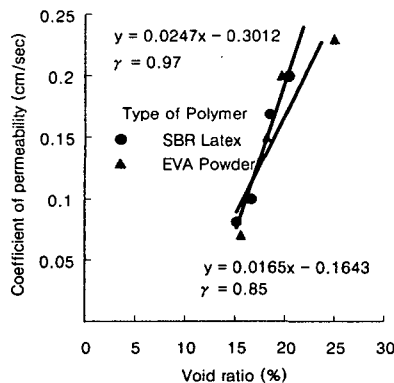


그림 4 투수성 폴리머콘크리트의 공극률과 투수계수의 관계

#### 4.2 강도특성

그림 5는 투수성 폴리머 콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도와 폴리머-시멘트비와의 관계를 나타낸 것이다. 투수성 폴리머 콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 증가하였다. 이것은 폴리머의 혼입에 따른 폴리머 필름에 의한 폴리머의 인장강도의 부여 및 시멘트 수화물과 골재간의 부착이 현저히 개선되기 때문이라 사료된다<sup>6)</sup>.

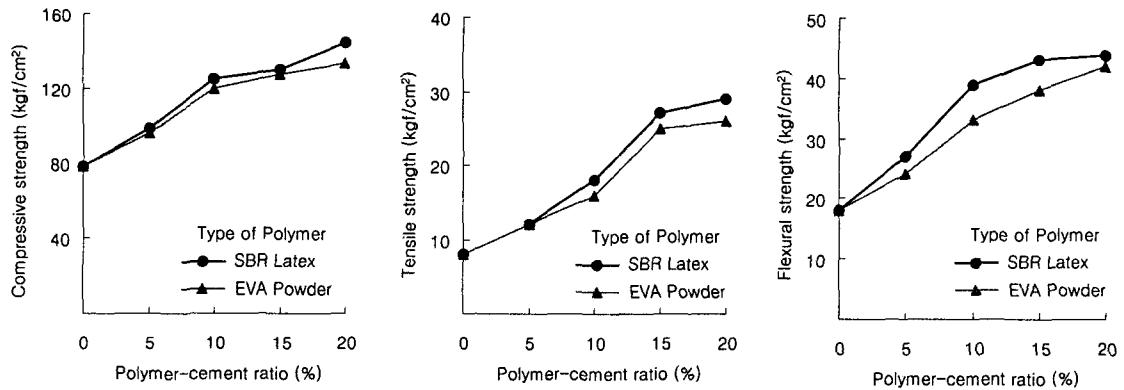


그림 5 투수성 폴리머콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도와 폴리머-시멘트비의 관계

#### 4.3 강도와 투수성

그림 6, 그림 7 및 그림 8은 투수성 폴리머 콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도와 투수계수와의 관계를 나타낸 것이다. 투수성 폴리머 콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도는 투수계수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이상과 같이 투수성 폴리머 콘크리트의 강도와 투수계수에 대하여 고찰해보면 투수계수는 공극율이 작아짐에 따라 감소하지만, 강도는 그와 반대로 증가한다.

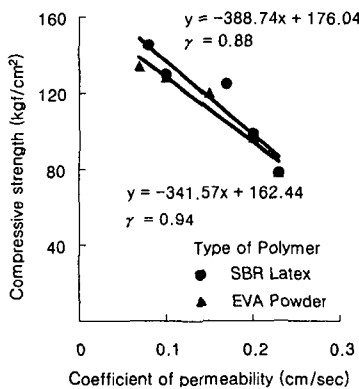


그림 6 압축강도와 투수계수의 관계

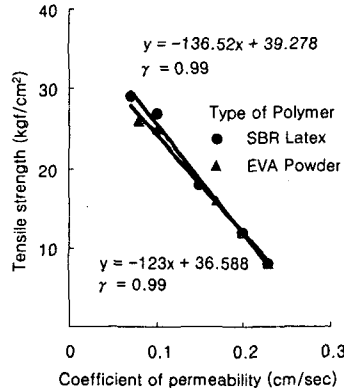


그림 7 조깅인장강도와 투수계수의 관계

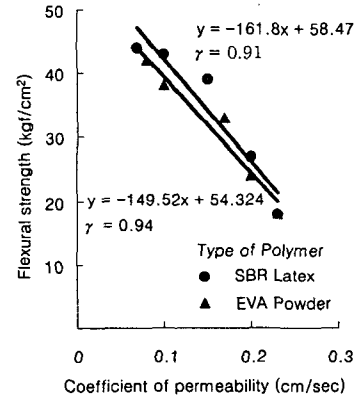


그림 8 휨강도와 투수계수의 관계

## 5. 결론

본 연구에서 얻어진 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 폴리머의 종류에 관계없이 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률 및 투수계수는 폴리머-시멘트비가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 투수성 폴리머 콘크리트의 공극률과 투수계수는 비례 관계를 나타냈다.
- 2) 투수성 폴리머 콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 증가하였다.
- 3) 투수성 폴리머 콘크리트의 압축, 조깅인장 및 휨강도는 투수계수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 흥진산업(주)와 2001년도 충청지역 산·학·연 지역컨소시엄사업을 수행한 연구결과의 일부분으로 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 1) 出村克宣 ほか, “ポリマー混入透水コンクリートの開発,” セメント・コンクリート論文集, No. 47, pp. 226-231, 1993.
- 2) (社)コンクリート工學協會エココンクリート研究委員會, エココンクリート研究委員會報告書, 日本コンクリート工學協會, 東京, pp. 23-78, 1995. 11.
- 3) 三浦裕二, “透水性舗装と土壤生物,” 舗装, Vol. 19, No. 2, pp. 18-20, 1984.
- 4) 성찬용, “투수용 폴리머 콘크리트의 역학적 특성에 관한 실험적 연구,” 한국농공학회지 38권 제5호, pp. 95-105, 1996. 10.
- 5) 安岐裕 ほか, “透水性コンクリート舗装の適用性に関する實驗,” 道路建設, pp. 52-56, 1988
- 6) 大濱嘉彦, 出村克宣, 林志翔, “超高強度モルタルの強度性狀に及ぼす調合要因及び養生條件の影響,” セメント技術大會講演集, No. 44, pp. 674-679, 1990. 4