

# 투수성 콘크리트 포장의 특성에 대한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Properties of Porous Concrete Pavement

문한영\*  
Moon, Han Young

김성수\*\*  
Kim, Seong Soo

김홍삼\*\*\*  
Kim, Hong Sam

정호섭\*\*\*  
Jung, Ho Seop

---

### Abstract

Most of domestic pavement were non-permeable. However, in foreign country although it wasn't entirely satisfied, porous pavement was partially utilized with footpaths and soft-roadways. In this study, experiments were carried out to investigate the properties fundamental of porous concrete pavement.

As a result of experiments, it was concluded that the coefficient of permeability was increased in proportion to continuous void ratio and decreased in proportion to S/a ratio and unit cement contents. On the other hand, the strength of porous concrete pavement was in inverse proportion to the void ratio.

---

### 1. 서 론

최근 도로포장 재료와 기술의 발전에 힘입어 우리의 일상생활에 편리하도록 차도, 보도 및 주차장 등 다양한 기능의 포장이 급속히 증가하고 있는 실정이다.

국내 대부분의 포장은 불투수성인 아스팔트포장과 콘크리트포장을 채택하고 있으나, 외국에서는 포장의 기능에 알맞은 다양한 포장공법이 개발되고 있다. 이들 공법들 가운데 하나인 투수성 포장은 우천시 차량 주행 안전성의 향상, 소음의 저감 등을 목적으로 개발된 포장일 뿐만 아니라 환경면에서는 도로주위의 환경개선 및 주행환경에도 기여한다. 또한 불투수성 포장은 노면수를 지하로 배수시키지 못하고 측구 등으로 흘러 보내 하천의 범람, 지하수의 고갈, 환경오염 등의 원인이 되는 반면 투수성 포

---

\* 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수

\*\* 정회원, 대전대학교 토목공학과 전임강사

\*\*\* 정회원, 한양대학교 대학원 토목공학과

장은 포장체를 통하여 노면수를 직접 노상으로 침투시켜 지하수로 환원시킬 수 있는 장점을 가진 새로운 포장공법이다.

본 연구에서는 투수성 콘크리트 포장의 특성을 파악하기 위하여 골재의 최대치수와 잔골재율을 변화시켜 투수성 콘크리트의 공극율, 연속공극율 및 투수계수에 대하여 검토하였으며, 아울러 제강도를 측정하여 투수성 콘크리트 포장의 실용화를 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료

#### (1) 시멘트

시멘트는 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 시멘트의 화학성분 및 물리적 성질은 표 1과 같다.

표 1 시멘트의 화학성분 및 물리적 성질

SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Ig. loss (%)	Specific gravity	Specific surface area (cm <sup>2</sup> /g)
20.3	6.2	3.2	62.4	3.0	2.0	1.9	3.14	3,265

#### (2) 골재

잔골재는 한강산 강모래와 부순모래를 사용하였다. 굵은골재는 최대치수가 10mm, 13mm인 부순돌을 사용하였으며 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2 골재의 물리적 성질

Max. size (mm)	Specific gravity	Absorption (%)	F.M.	Organic impurities	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )	Percentage of solids (%)	Remark
3	2.60	1.2	2.50	good	1,620	62.3	River
5	2.63	0.8	4.05	"	1,416	53.8	Crushed
5	2.64	0.8	4.97	"	1,495	56.6	"
10	2.62	0.8	5.83	-	1,524	58.2	"
13	2.63	0.8	6.31	-	1,410	53.6	"

#### (3) 혼화제

AE감수제는 주성분이 리그닌 슬폰산 칼슘인 M사의 표준형 AE감수제를 사용하였다.

## 2.2 실험방법

#### (1) 공극율 및 연속공극율

투수성 콘크리트의 공극율은 콘크리트의 단위용적중량과 비중을 측정한 후 실적율을 계산으로 구하여 환산하였다. 연속공극율은 공시체의 측면과 밑면을 밀폐시키고 윗면에서 물을 주입하여 공시체를 충분히 포수시킨 상태에서 중량을 측정한 값과 표면건조포화상태의 공시체 중량을 측정하여 그 차를

공시체 전체 체적에 대한 비로 나타내었다.

(2) 압축, 인장 및 휨강도시험

φ10×20cm 원주형 몰드에 콘크리트를 채우고 중량 2.5kg의 다짐봉으로 30cm 높이에서 3층으로 50회 다진 다음 48시간 후 탈형하여 20±2℃에서 수중양생하여 KS F 2405 압축강도 시험방법에 준하여 강도를 측정하였다.

인장강도는 압축강도용 공시체와 같은 방법으로 공시체를 제조하여 재령 28일에 KS F 2423에 의하여 측정하였다. 한편 휨강도는 15×15×55cm 공시체를 제작하여 KS F 2407에 따라 중앙집중재하방법으로 측정하였다.

(3) 투수시험

투수시험은 KS F 2322에 규정된 흙의 정수위 투수시험에 준하여 그림 1과 같은 시험장치를 제작하여 공시체의 재령 7일과 28일에 측정하였다.

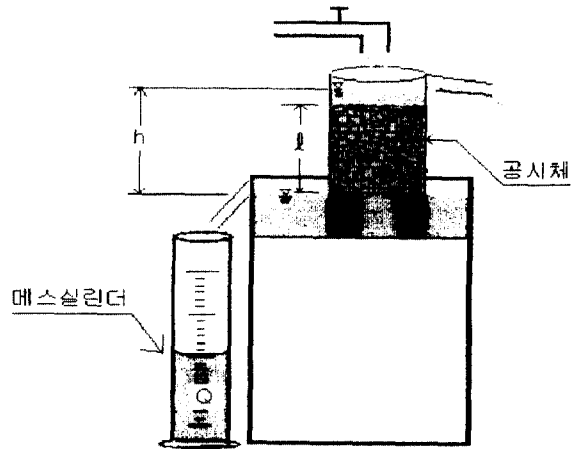


그림 1 투수계수 시험장치

2.3 콘크리트의 배합

골재의 최대치수는 3, 5, 10 및 13mm 4종류이며, 물-시멘트비 32%로 통일하며, 잔골재율은 골재의 최대치수가 13mm에 대해서만 0, 10, 20 및 30%, 골재 최대치수 3, 5 및 10mm에 대해서는 0으로 정하였다. 그리고 단위시멘트량은 320, 380 및 420kg/m<sup>3</sup>으로 콘크리트의 배합은 총 17배합으로 실시하였다.

표 3 투수성 콘크리트의 연속공극율, 투수계수 및 강도

최대 치수 (mm)	단위 시멘트량 (kg/m <sup>3</sup> )	잔골 재율 (%)	공극율 (%)	연속 공극율 (%)	투수 계수 (cm/sec)	압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )			인장 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	휨강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
						3일	7일	28일		
3	320	0	15.3	13.5	0.15	74	127	162	51.1	36.2
5	320	0	20.2	17.4	0.16	61	123	165	54.0	62.6
5	380	0	18.7	15.3	0.12	87	155	205	56.6	46.6
5	420	0	12.2	10.4	0.03	102	186	236	75.0	55.6
10	380	0	27.9	23.6	0.84	58	131	117	45.6	38.6
10	420	0	21.8	17.7	0.43	67	142	188	54.2	45.6
13	380	0	28.2	22.6	1.10	46	112	117	35.4	25.8
13	380	10	23.8	18.1	0.55	57	133	137	43.4	38.0
13	380	20	14.7	11.8	0.18	75	144	156	75.5	53.4
13	380	30	6.8	4.2	0.01	127	204	308	116.6	65.2

### 3. 실험결과

투수성 콘크리트의 17배합 중 10배합의 공극율, 연속공극율, 투수계수 및 강도실험결과를 정리한 것이 표 3이다.

### 4. 실험결과에 대한 고찰

#### 4.1 배합인자가 콘크리트의 투수성에 미치는 영향

건설교통부 도로포장시공지침에 의하면 투수성 포장의 투수계수는  $1 \times 10^{-2}$  cm/sec 이상으로 규정하고 있으며, 투수성 콘크리트 포장에 가장 큰 영향을 미치는 투수계수가 크면서도 충분한 강도를 발휘하며 아울러 미관 및 환경에 나쁜 영향을 미치지 않는 조건을 갖추는 것이 이상적이라 하겠다.

그래서 콘크리트의 배합인자 중 투수성에 영향을 크게 미치는 3종류의 요소(골재의 최대치수, 잔골재율 및 단위시멘트량)를 선정하여 실시한 실험결과를 정리한 것이 표 3이며, 이 표를 그림으로 나타낸 것이 그림 2이다.

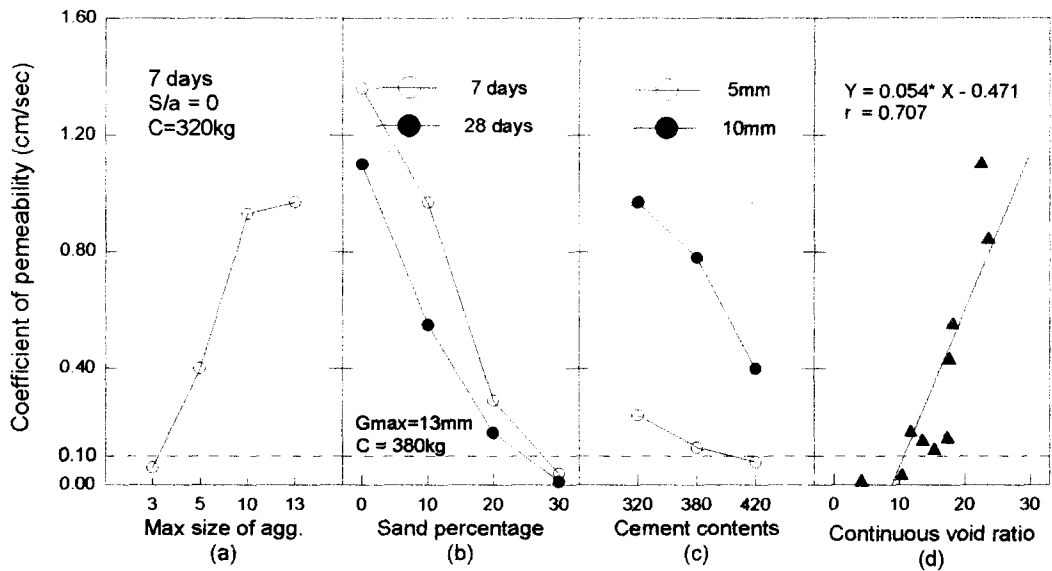


그림 2 배합인자에 따른 콘크리트의 투수특성

그림 2(a)는 콘크리트의 투수계수와 골재의 최대치수와의 관계를 나타낸 것으로서 골재의 최대치수가 커질수록 투수계수는 거의 직선적으로 증가하고 있음을 알 수 있으며, 골재의 최대치수가 13mm일 때 투수계수가  $9.7 \times 10^{-1}$  cm/sec로서 매우 큰 투수성을 나타내는 반면 골재의 최대치수가 작은 3mm일 때 투수계수는  $1.5 \times 10^{-1}$  cm/sec로 큰 차이를 나타낼 수 있다.

이번에는 잔골재율과 투수계수와의 관계로 정리한 것이 그림 2(b)로서, 골재최대치수 13mm, 잔골재율 0, 10, 20 및 30%의 4단계로 변화시킨 투수성 콘크리트의 재령 7일 및 28일에 대한 투수계수와의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림에서 재령에는 관계없이 잔골재율 20%까지는 투수성 포장의 투수계

수 규정값을 만족하고 있으나 잔골재율 30%에서는 투수계수 규정값에 훨씬 못 미치는 작은 투수계수 임으로 투수성 콘크리트 포장으로서 부적합하다고 생각된다.

투수성 콘크리트 포장에서 투수성 못지 않게 강도도 중요한 요소이므로 소정의 강도를 얻기 위하여 충분한 단위시멘트량이 요구된다. 그러므로 그림 2(c)에서는 단위시멘트량과 투수계수와의 관계를 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 단위시멘트량에 따라 투수계수가 크게 상이하며 5mm골재를 사용한 투수성 콘크리트의 경우, 대체로 투수계수가 작을 뿐만아니라 단위시멘트량 380kg/m<sup>3</sup>에서는 투수성 도로포장 규정 이하이므로 부적합함을 알 수 있다.

끝으로 투수성 콘크리트의 투수성에 가장 큰 영향을 미치는 인자로서 연속공극율을 들 수 있으므로 재령 28일 투수성 콘크리트의 연속공극율과 투수계수와의 관계를 나타낸 것이 그림 2(d)이다. 이 그림에서 콘크리트의 배합인자에 따라 투수계수가 크게 상이하므로 일률적으로 말할 수 없겠으나, 연속공극율이 클수록 투수계수가 크게 증가하지만 본 연구의 콘크리트의 배합인자가 전연 상이하므로 상관관계를 말할 수 없겠다.

#### 4.2 배합인자가 투수성 콘크리트의 강도에 미치는 영향

투수성 콘크리트 포장을 경교통차도, 보도, 주차장 등의 포장에서 탈피하여 산업도로, 일반국도 및 고속도로 등에 적용할 경우를 가정할 때 포장체가 소정의 휨강도 또는 압축강도에 충분히 견딜 수 있을 뿐만아니라 내구성을 갖추어야 한다. 그러므로 투수성 콘크리트 포장이 일반도로에서 포장의 기능을 발휘할 수 있는 강도를 확보해야 하는 것이 필수조건이므로 콘크리트 포장의 휨강도 40kg/cm<sup>2</sup>, 압축강도 240kg/cm<sup>2</sup>를 목표로 정하였다. 그래서 콘크리트의 강도에 가장 큰 영향을 미치는 배합요인 중에서 물-시멘트비를 제외한 골재의 최대치수, 단위시멘트량 및 잔골재율과 투수성 콘크리트의 압축, 인장 및 휨강도와의 상관관계에 대하여 조사한 결과를 정리한 것이 그림 3이다.

그림 3(a)는 단위시멘트량 320kg/m<sup>3</sup>, 잔골재율 0인 배합에서 골재최대치수와 강도와의 관계를 나

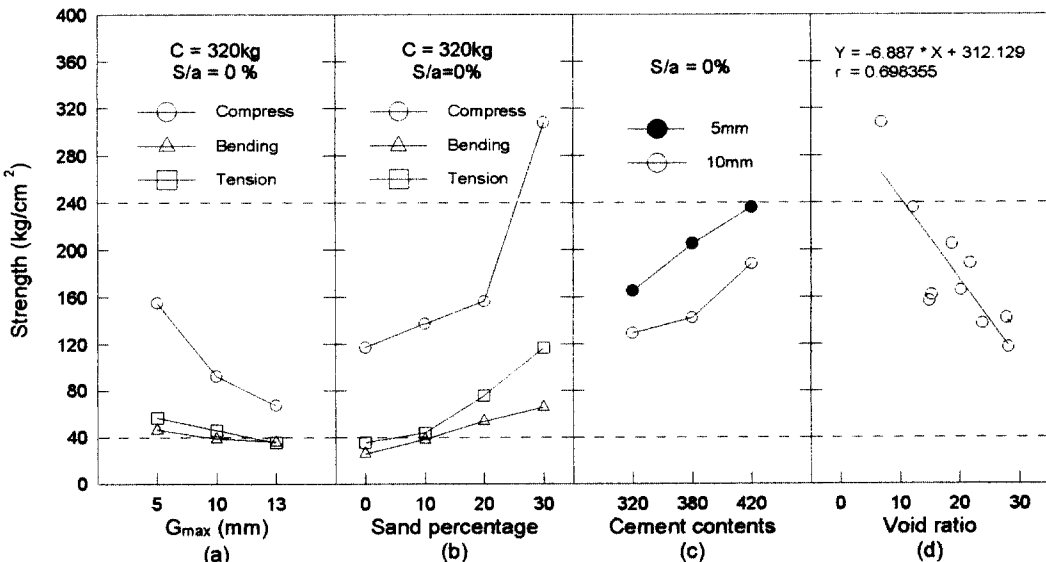


그림 3 투수성 콘크리트의 배합인자에 따른 강도특성

타낸 것으로서 휨강도  $40\text{kg/cm}^2$ 이나 압축강도  $240\text{kg/cm}^2$ 를 만족하는 투수성 콘크리트의 골재최대 치수는  $10\text{mm}$ 이하라야 함을 알 수 있다.

이번에는 골재최대치수  $13\text{mm}$ , 단위시멘트량  $380\text{kg/m}^3$ 인 콘크리트의 잔골재율과 강도와의 관계로 나타낸 것이 그림 3(b)로서 위의 휨 및 압축강도를 만족하는 투수성 콘크리트는 잔골재율이 10%를 넘는 값이라야 한다.

그리고 잔골재율 0, 골재최대치수 5,  $10\text{mm}$ 인 콘크리트에서 단위시멘트량과 압축강도와의 관계를 나타낸 것이 그림 3(c)이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 단위시멘트량  $420\text{kg/m}^3$ 범위에서는 투수성 콘크리트의 목표 압축강도를 초과하는 배합이 없었다.

또한 투수성 콘크리트의 공극율과 압축강도와의 관계를 정리한 것이 그림 3(d)이며, 이 그림에서 콘크리트의 배합인자가 크게 상이한 탓으로 압축강도에 대하여 일률적으로 말할 수 없을뿐만 아니라 공극율이 커질수록 압축강도가 직선적으로 작아지는 관계도 무의미하다고 생각된다.

## 5. 결 론

- 1) 투수성 콘크리트의 골재최대치수와 투수계수 및 제강도와의 관계를 고찰해 본 결과, 골재최대치수  $13\text{mm}$  범위에서는 최대치수가 클수록 투수계수가 큰 반면 강도는 골재최대치수  $10\text{mm}$ 이하에서 휨강도가  $40\text{kg/cm}^2$ 을 초과함을 알 수 있다.
- 2) 투수성 콘크리트의 잔골재율과 투수계수 및 제강도와의 관계를 검토해 본 결과, 잔골재율 20%까지는 투수성 포장의 투수계수의 목표값  $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 이상이었으나, 목표 휨강도 및 압축강도는 잔골재율 10%이상이어야 함을 알 수 있다.
- 3) 투수성 콘크리트의 단위시멘트량과 투수계수 및 압축강도와의 관계를 살펴보면, 단위시멘트량  $380\text{kg/m}^3$ , 골재최대치수  $5\text{mm}$ 에서 투수성이 불량하며, 잔골재율 0, 단위시멘트량  $420\text{kg/m}^3$ 에서도 충분한 압축강도가 발현하지 못함을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. 高橋知生 外, "透水性콘크리트의開發, 콘크리트工學年次論文報告集", Vol. 14, 1992. pp. 351-356
2. 松尾伸二 外, "透水콘크리트의透水 透濕 吸音特性", 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 15, 1993. pp. 525-530
3. 이광호, 김경하, "배수성 포장 연구", 한국도로공사
4. 中丸貢 外, "透水性セメントコンクリート舗装の車道への適用に関する検討", 土木學會 第47回年次技術講演概要集, 1992. pp 152-153
5. 건설부 도로포장시공지침, 1996.