

# 공극률 변화에 따른 포러스콘크리트의 특성

## The Influence of Porosity on the Characteristics of Porous Concrete

정용욱\*

이승한\*\*

장석수\*\*\*

Jung, Yong Wook Lee, Seung Han Jang, Suk Soo

### ABSTRACT

The present study was to examine the influence of porosity and moisture content on the water permeability, strength and plant-growth characteristics of porous concrete.

The result of the experiment verified that the coefficient of permeability of porous concrete with porosity between 30% and 36% increased by 2cm/sec and the compressive strength decreased 1MPa at every 3% increase of porosity.

In addition, the plant growth of porous concrete showed 5cm at 36% porosity and 2.5cm at 30% porosity respectively. Thus, the higher the porosity, the more the plant grew. When 2% moisture content was used in porous concrete with the same porosity, the plant growth was accelerated two times faster than the case without it.

### 1. 서론

최근 산업의 발달로 인한 인공구조물의 증가는 현대를 살아가는 우리에게 개발과 보존이라는 대립되는 또 다른 문제를 야기시키고 있다. 이런 현실속에 건설구조물의 근간을 이루는 콘크리트 재료도 환경에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 최근 친환경적인 콘크리트에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 콘크리트로 둘러싸인 도시에 조금이라도 푸른색을 증가시키는 콘크리트 구조물의 녹화공법이 많이 연구<sup>1)</sup>되고 있다.

현재 녹화기술은 옥상벽면의 포러스, 도로에 근접한 경사면의 포러스, 콘크리트의 직접적인 식생 등 크게 3가지로 분류되고 있다. 이중 콘크리트에 직접 식생이 가능한 콘크리트를 포러스콘크리트라 한다. 콘크리트의 녹화에 따른 효과로는 수분의 유출억제, 차음, 흡음, 대기정화와 대기 온도상승의 억제 등에도 효과<sup>2)</sup>가 있다. 현재 투수성과 투기성을 이용해 식생을 유도할 수 있는 포러스콘크리트에 대해 많은 연구<sup>3)</sup>가 진행되고 있으며 주 내용으로는 포러스콘크리트 특성과 기본성질을 보완하기 위한 여러 방면에서의 고찰이 이루어지고 있지만 포러스콘크리트의 강도와 공극률과의 특성으로 인해 실용화된 배합비는 불투명한 실정이다.

또한, 포러스콘크리트 배합에 관한 기존 연구발표에서는 물시멘트비 25% 또는 30%를 사용하고 있으며, 2.5~5mm, 5~13mm, 13~20mm의 골재 크기를 사용하여 공극률 15~20%의 포러스콘크리트에 대한 것<sup>4)</sup>으로 시멘트페이스트에 의한 공극 폐쇄현상 및 낮은 공극률로 인해 실용화된 연구는 아직 미흡하다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 15~19mm의 골재를 사용하여 포러스콘크리트의 공극률을 증가시키고자 하였다. 이를 위해 단위시멘트량을 약 150, 200, 250kg/m<sup>3</sup>으로 변화시켜 포러스콘크리트의 공극률 변화를 검토하였다. 또한 높은 공극률로 인한 강도 감소를 보완하기 위해 물-시멘트(W/C)를 20%로 하였으며, 보습제 사용으로 공극률 증대에 따른 수분 유출을 방지하여 포러스콘크리트의 식생능력을 향상 시키고자 하였다.

\* 정희원, 계명대학교 토목공학과 강사

\*\* 정희원, 계명대학교 토목공학과 교수

\*\*\* 정희원, 계명대학교 토목공학과 석사과정

## 2 실험개요

### 2.1 사용재료 특성

#### 2.1.1 시멘트

본 연구에 사용된 시멘트는 분말도 약 3,000cm<sup>2</sup>/g인 S사의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다. 사용 시멘트의 물리·화학적 성질은 Table 1과 같다.

#### 2.1.2 골재

본 연구에서는 포러스콘크리트의 공극률을 증대시키기 위해 15~19mm골재를 사용하였다. 사용골재의 물리적 성질을 Table 2에 나타내었다.

Table 1 시멘트의 물리·화학적 성질

구 분	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	밀도	화 학 성 분					
			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>
시멘트	3,169	3.15	21.84	5.68	3.28	61.92	2.20	2.19

Table 2 골재의 물리적 성질

구 분	골재입도 (mm)	밀도	실적률 (%)
골 재	15~19mm	2.66	57.2

#### 2.1.3 혼화제

본 연구에서는 포러스콘크리트의 유동성 확보를 위하여 폴리카본산계 고성능감수제를 시멘트량의 1.5%로 사용하였다. 또한 공극률 증대에 따른 수분 유출 방지를 위해 보습제를 사용하였다.

## 2.2 실험계획

본 연구에서는 W/C 20%, 골재 15~19mm를 사용하여 단위시멘트량을 약 150, 200, 250kg/m<sup>3</sup> 증가시켜 공극률 특성을 검토하였다. 또한 공극률변화에 따른 포러스콘크리트의 투수, 강도 및 식물 생육 특성 등을 검토하였다. Table 3에 배합설계를 나타내었다.

포러스콘크리트에 식물식생은 30cm×30cm×15cm의 공시체를 제작한 후 표면에 약 1cm정도의 흙을 도포하고, 씨앗을 파종하였다.

Table 3. 배합설계

골 재 입 경 (mm)	W/C (%)	C/G (%)	단위량(kg/m <sup>3</sup> )			SP (C×1.5%)
			골재	물	시멘트	
15~19	20	14.17		30	150	2.3
		19.50	1491	41	207	3.1
		24.84		52	264	4.0

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 단위시멘트량에 따른 공극률 특성

Fig. 1에 단위시멘트량 변화에 따른 공극률 특성을 나타내었다. Fig. 1에서 단위시멘트량 약 150kg/m<sup>3</sup>에서 공극률 36%, 200kg/m<sup>3</sup>에서 33%, 250kg/m<sup>3</sup>에서 30%로 나타나 단위시멘트량 약 50kg/m<sup>3</sup>씩 증가시마다 공극률을 3%감소시키는 것으로 나타났다. 이것은 단위시멘트량 증가에 따른 상대적인 시멘트페이스트량의 증가에 기인한 것으로 판단된다.

### 3.2 공극률 변화에 따른 투수특성

Fig. 2에 공극률 변화에 따른 포러스콘크리트의 투수특성을 나타내었다. Fig. 2에서 포러스콘크리트의 공극률 30%에서 투수계수 16cm/sec, 33%에서 18cm/sec, 36%에서 약 20cm/sec로 공극률 3%씩 증가시마다 투수계수를 약 2%씩 증가시키는 것으로 나타났다.

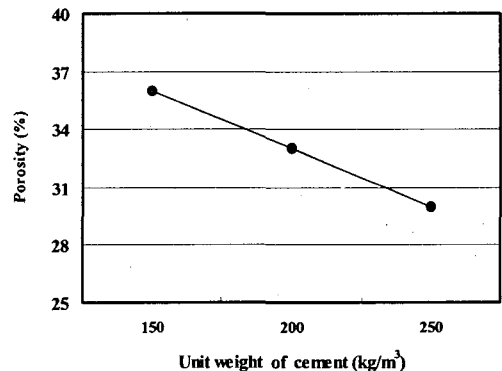


Fig. 1 단위시멘트량에 따른 공극률 특성

### 3.3 공극률 변화에 따른 강도특성

일반적인 포러스콘크리트의 강도범위는 공극률 약 25%에서 8~12MPa이다. Fig. 3에 공극률 변화에 따른 포러스콘크리트의 압축강도 특성을 나타내었다. Fig. 3에서 포러스콘크리트의 압축강도는 공극률 30%에서 약 10MPa로 나타났으며, 33%에서 9.3MPa, 36%에서 8MPa로 공극률 3%증가시마다 약 1Mpa씩 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 공극률 36%에서도 약 8MPa의 강도를 발현하여 일반적인 포러스콘크리트의 공극률 약 25%에서의 압축강도 범위인 8~12MPa를 만족하는 것으로 나타났다.

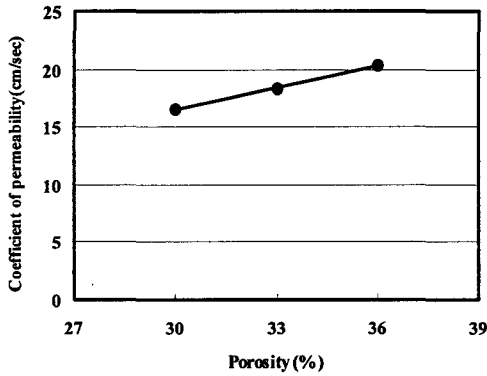


Fig. 2 공극률 변화에 따른 투수특성

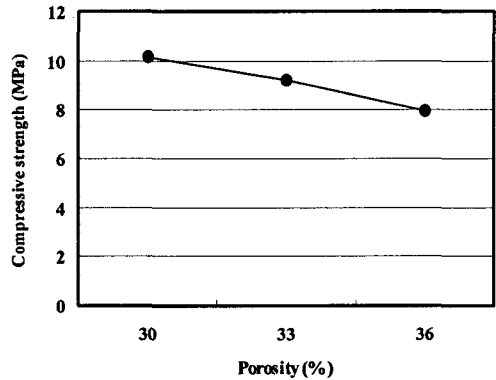


Fig. 3 공극률 변화에 따른 강도특성

### 3.4 보습제 사용에 따른 수분증발량

본 연구에서는 포러스콘크리트의 공극률 증대에 따른 수분유출을 감소시키기 위하여 보습제를 사용하였으며, 최적치환량을 검토하기 위하여 보습제를 단위시멘트량의 0, 1, 2, 3%로 변화시켜 치환량에 따른 수분증발량을 측정하였다. Fig. 4에 보습제 치환량 및 시간변화에 따른 수분증발량을 나타내었다. Fig. 4에서 보습제의 사용은 1% 증가시마다 수분증발량을 약 1g정도 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 보습제 2%이상에서는 경과시간 120분에서 수분증발량 12g으로 보습제 3%와 비슷한 값을 나타내고 있어, 보습제 사용량은 2%가 적절한 것으로 판단된다.

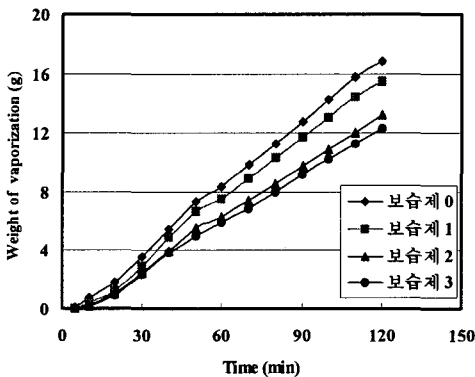


Fig. 4 보습제 사용량에 따른 수분증발량

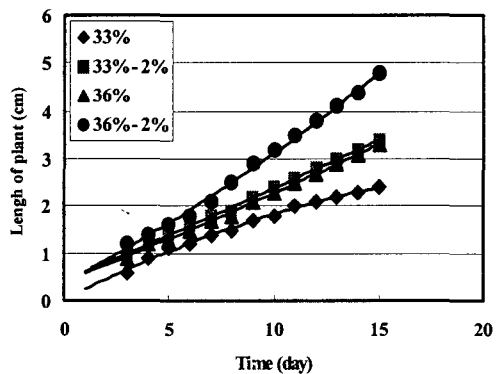


Fig. 5 재령별 식물 생육길이

### 3.5 공극률 및 보습제 사용에 따른 식물생육특성

Fig. 5에 공극률 33% 및 36%에서 보습제 사용유무에 따른 재령별 식물 생육길이를 나타내었다. Fig. 5에서 포러스콘크리트의 식물성장은 보습제의 사용과 공극률이 클수록 식물의 생육이 크게 나타나는 것으로 나타났다. 재령 15일에서 공극률이

36%에서 보습제 2%사용시 식물성장길이는 약 5cm로 공극률 33%에서 보습제 2%사용시 약 3cm에 비해 성장속도가 약 2배 정도 높게 나타났다. 또한 공극률 33% 및 36%에서 보습제 2%사용시 보습제를 사용하지 않은 시험체에 비해 2배 정도 높게 나타났다. 따라서, 포러스콘크리트에서 공극률의 증가와 보습제의 사용은 식물 성장속도를 증가시킬 수 있는 것으로 판단된다.

Fig. 6에 포러스콘크리트의 공극률 33%와 36%에서 보습제 사용유무에 따른 식물성장 전경을 나타내었다.

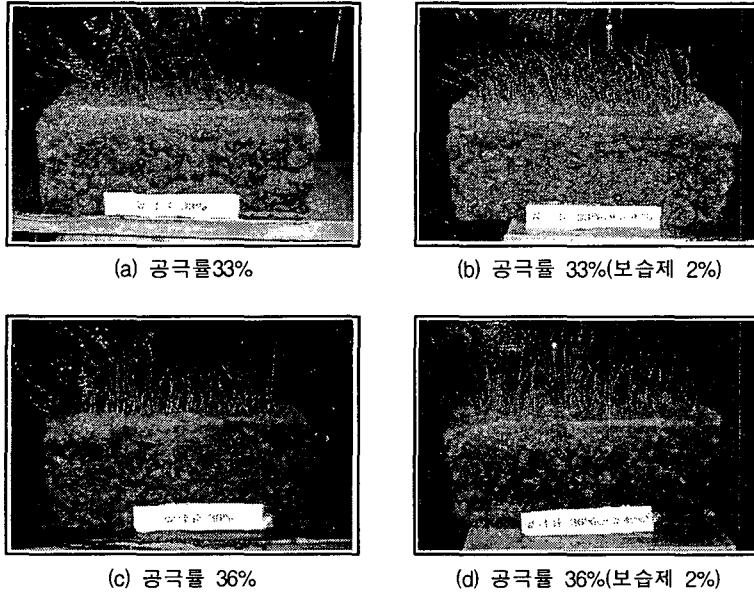


Fig. 6 공극률 및 보습제 사용유무에 따른 식물성장 전경

#### 4. 결론

본 연구는 공극률 변화에 따른 포러스콘크리트의 특성을 검토한 것으로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 포러스콘크리트의 투수계수는 공극률 30%에서 약 16cm/sec, 33%에서 18cm/sec, 36%에서 20cm/sec로 나타나, 공극률 3% 증가시마다 약 2cm/sec 정도 증가되었다.
2. 압축강도는 공극률 30%에서 약 10MPa, 33%에서 약 9MPa, 36%에서 약 8MPa로 나타나 공극률 3% 증가시마다 약 1MPa 씩 저감되었다.
3. 보습제는 2%사용시까지 1%증가시마다 약 1g의 수분증발량을 저감시키는 것으로 나타났으나, 3%에서는 2%와 비슷한 수분증발량을 나타내어 보습제 적정 치환량은 2%가 적당한 것으로 판단된다.
4. 포러스콘크리트의 재령 15일 식물성장 길이는 공극률 36%에서 5cm, 공극률 30%에서 2.5cm로 나타났으며, 보습제 2%사용시 동일 공극률에서 식물 성장속도를 2배정도 촉진시키는 것으로 나타났다.

#### 참 고 문 헌

1. 岡本 享久, 増井直樹, 정용욱 : 포러스콘크리트의 제조, 한국콘크리트학회지, 제12권 5호, 2000. 9, pp 29-32.
2. 柳橋訪生 : 콘크리트에草が生えるわけ, 水と緑とコンクリート, pp 20-27.
3. 安藤慎一郎 : 緑化コンクリートの要求品質と製造のポイント, 水と緑とコンクリート, pp 28-37.
4. 吉森 和人, 上野 雅之, 岡本 享久, 下山 善秀 : ポーラスコンクリートへの植栽技術, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.18, No.1, 1996, pp 1011-1016.