

# 배합요인에 따른 포러스콘크리트의 강도향상에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on The Strength Elevation of Porous Concrete according to the Mixing Proportion Factors

백 용 관 <sup>*</sup>	김 재 환 <sup>*</sup>	반 성 수 <sup>*</sup>
Back, Yong-Kwan	Kim, Jae-Hwan	Ban, Seong-Soo
박 선 규 <sup>*</sup>	김 규 용 <sup>**</sup>	김 무 한 <sup>***</sup>
Park, Sun-Gyu	Kim, Gyu-Yong	Kim, Moo-Han

### ABSTRACT

In recent years, the study on the porous concrete which has excellent permeability is actively advanced in the field of architectural and civil engineering. But porous concrete has a reciprocal concept in the aspect of comparative large and continuous void structure and reduction of void for insurance of the necessary strength on the mixing proportion, must have satisfied of the properties of these.

Therefore this study is series of experiment for the strength elevation and evaluated the effect according to fine replacement ratio and levels of cement content. As a result, the strength of porous concrete was elevated by an increase of fine replacement ratio and cement content.

### 1. 서론

최근 환경부하저감형 콘크리트로써 연속공극을 이용하여 경량이고 투수성, 통기성, 단열성 등의 기능이 우수한 포러스콘크리트의 응용분야가 넓어지고 있으며, 이를 이용한 다양한 자재의 개발이 진행되고 있다. 그러나 포러스콘크리트는 비교적 큰 공극구조와 소요강도의 확보가 배합상에 있어서 서로 상반되는 개념을 가지고 있으며, 2가지 기능을 동시에 만족시킬 필요가 있다. 이 때문에 최근에는 연속공극형성의 조건, 공극율과 강도에 관한 기초물성, 레오로지 성질과 강도의 관계, 강도개선 능에 대하여 검토되어 지고 있다.<sup>1),2),3)</sup>

따라서 본 연구에서는 포러스콘크리트의 기능성(투수기능)을 만족하는 범위에서 고강도화를 위한 일련의 실험으로서, 배합요인 중 잔골재 대체율과 단위시멘트량의 변화에 따른 포러스콘크리트의 제공학적 특성을 비교·분석하여 포러스콘크리트를 보다 고강도화 하기 위한 배합기술의 확립에 기초적 자료를 제시하고자 한다.

\* 정회원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 대학원

\*\* 정회원, 충남대학교 산업기술연구소 연구원, 공학박사

\*\*\* 정회원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

시리즈	물시멘트비	잔골재대체율(%)	단위수량(kg/m <sup>3</sup> )	단위중량(kg/m <sup>3</sup> )			측정항목
				시멘트	잔골재	굵은 골재	
I	0.25	0	88	350	0	1552	· 압축, 인장, 휨강도는 재령 1, 4주에 측정 · 연속공극율, 투수계수는 재령 1주에 측정
		5			76	1474	
		10			153	1396	
		15			229	1319	
II	0.25	10	75	300	160	1462	· 압축강도, 인장강도, 휨강도, 연속공극율, 투수계수 (재령 1주에 측정)
			88	350	153	1396	
			100	400	146	1331	
			113	450	138	1265	

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 콘크리트배합은 표 1에 나타낸 것처럼, I 시리즈에서는 잔골재율을 0, 5, 10, 15%로 변화시켜 이에 따른 포러스콘크리트의 계공학적 특성을 분석하여 적정 잔골재율을 설정하고자 하였고, II 시리즈에서는 I 시리즈에서 선정된 적정 잔골재 대체율을 토대로 단위시멘트량을 300, 350, 400, 450 kg/m<sup>3</sup>로 변화시켜 포러스콘크리트의 공학적 특성을 비교·검토하여 포러스콘크리트의 고강도화를 위한 적정 배합범위를 확인하고자 하였다.

2.2 사용재료

본 실험에서 사용한 각 재료의 물리적 성질은 표 2에 나타낸 바와 같다.

2.3 비빔방법과 공시체 제작 및 시험방법

콘크리트의 비빔은 용량 100 l 의 강제식 팬타입 믹서를 사용하여 시멘트와 굵은 골재, 잔골재를 투입하여 1분간 건비빔한 후, 물을 첨가하여 2분간 비빔을 하는 분할투입방법을 이용하였다.

또한 공시체 제작은 KS F 2403 「콘크리트의 강도시험용 공시체 제작방법」에 준하여 제작하였고, 공시체 제작 24시간 후에 탈형하여 표준수준양생을 실시하였다. 또한 포러스콘크리트의 각종 시험방법은 표 3의 규준에 따라 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 잔골재 대체율의 변화에 따른 고찰

그림 1은 잔골재 대체율별 압축강도의 변화를 나타낸 것으로, 잔골재 대체율이 증가할수록 압축강도가 증가하고 있다. 이는 잔골재가 포러스콘크리트 내에서 페이스트와 함께 공극을 채우는 충전재 역할을 하여, 이로 인해 공극이 감소되어 강도가 향상되는 것으로 사료된다. 또한 본 실험의 범위에서는 재령 28일에 있어서 잔골재 대체율 5%이상에서 일반 콘크리트의 고강도 영역인 300kgf/cm<sup>2</sup> 이상을 나타내고 있어, 잔골재 대체에 의한 압축강도 향상은 유효하다고 사료된다.

그림 2는 잔골재 대체율에 따른 인장강도 및 휨강도의 변화를 나타낸 것으로, 잔골재 대체율이 증

표 2. 각 재료의 물리적 성질

시멘트	· 보통포틀랜드시멘트 · 비중 : 3.15 · 분말도 : 3265cm <sup>2</sup> /g					
잔골재	비중		조립율		비고	
	2.54		2.60		강모래	
굵은 골재	최대치수(mm)	비중	흡수율(%)	단위용적중량(kg/m <sup>3</sup> )	실적율(%)	비고
	10	2.58	1.65	1,541	62.36	쇄석

표 3. 각종 시험방법

압축강도	KS F 2405에 준함
인장강도	KS F 2423에 준함
휨강도	KS F 2408에 준함
연속공극율	日本コンクリート工學協會エココンクリート研究委員會의 「포러스콘크리트의 공극율 시험방법(안)」 중 용적법에 준함
투수계수	日本コンクリート工學協會エココンクリート研究委員會의 「포러스콘크리트의 투수계수 시험방법(안)」에 준함

가할수록 인장강도 및 휨강도는 증가하고 있으며, 휨강도의 경우 재령 7일에 있어서 모든 수준이 도로포장재의 기준인 40kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 휨강도를 발현하고 있다. 또한 각 강도에 있어서 재령 28일에 대한 재령 7일 강도의 발현비율은 그림 3에 나타난 것처럼, 압축강도와 휨강도의 발현비율은 잔골재 대체율이 증가할수록 대체로 증가하는 반면, 인장강도의 발현비율은 80%정도로 거의 일정하게 나타났다.

그림 4는 잔골재 대체율별 연속공극율 및 투수계수의 변화를 나타낸 것으로, 잔골재 대체율이 증가할수록 연속공극율 및 투수계수는 감소하고 있으며, 본 실험에서는 연속공극율은 5.52~16.55%의 범위를 나타내고 있으며, 투수계수는 0.18~0.64 cm/sec의 범위로 日本コンクリート工學協會 エココンクリート研究委員會에서 규정하고 있는 0.1cm/sec를 모두 만족하고 있다.

또한 잔골재 대체율별 압축강도와 투수계수의 변화를 나타낸 그림 5에서 알 수 있듯이, 투수계수의 규정치를 만족하면서 재령 28일에 300kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 압축강도를 만족하는 잔골재 대체율은 5% 이상으로 나타났으며, 공극막힘현상을 고려한다면 잔골재 대체율의 적정범위는 5~10%로 사료된다.

### 3.2 단위시멘트량의 변화에 따른 고찰

그림 6, 7은 단위시멘트량의 변화에 따른 압축강도의 변화와 인장강도 및 휨강도의 변화를 나타낸 것으로, 단위시멘트량이 증가할수록 압축, 인장 및 휨강도 모두 증가하고 있으며, 이는 배합상에 있어서 단위시멘트량이 증가하여 포러스콘크리트 내에서 충전재의 역할을 하는 결합재의 용적이 증가하고, 이로 인한 공극의 감소와 결합력의 증가로 강도가 향상되는 것으로 사료된다. 본 실험의 범위에서는 단위시멘트량 400kg/m<sup>3</sup> 이상에서 재령 7일 압축강도가 300kgf/cm<sup>2</sup> 이상으로 나타나 초기 재령에서 고강도 영역의 포러스콘크리트의 제조가 가능하였다.

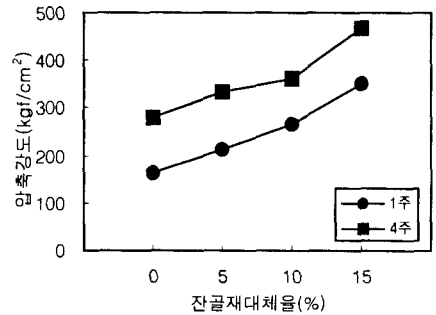


그림 1. 잔골재대체율에 따른 압축강도의 변화

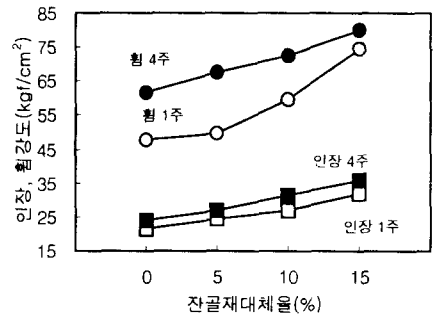


그림 2 잔골재대체율에 따른 인장, 휨강도의 변화

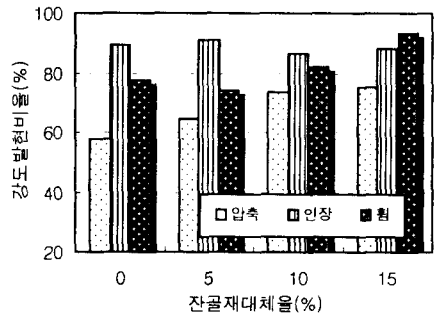


그림 3. 잔골재대체율별 재령 28일에 대한 재령 7일의 강도발현비율

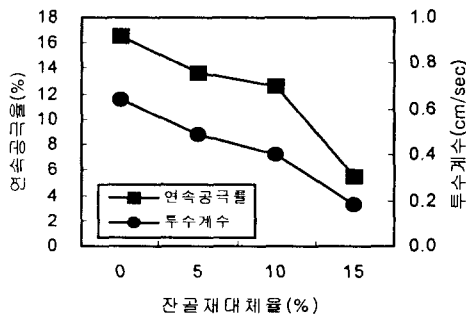


그림 4. 잔골재대체율별 연속공극율과 투수계수의 관계

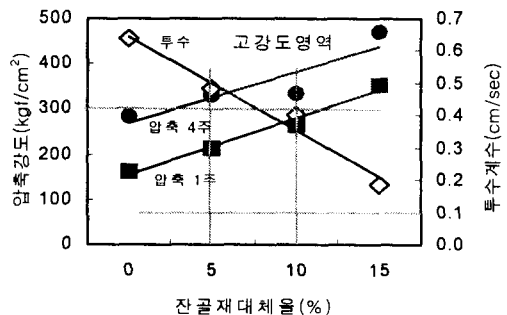


그림 5. 잔골재대체율별 압축강도와 투수계수의 관계

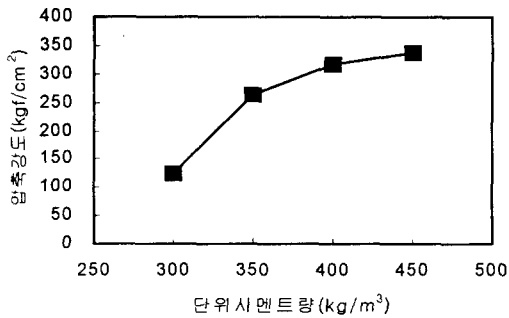


그림 6. 단위시멘트량에 따른 압축강도의 변화

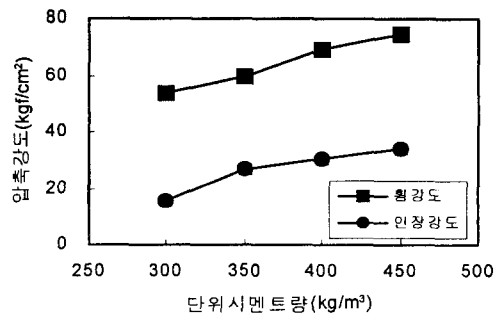


그림 7. 단위시멘트량에 따른 인장, 휨강도의 변화

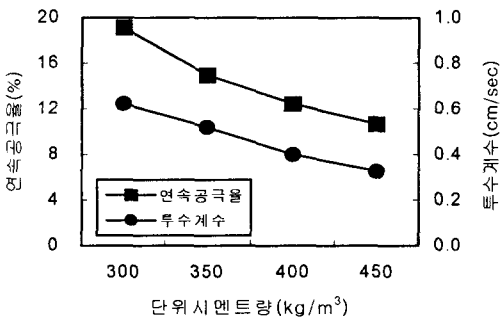


그림 8. 단위시멘트량에 따른 연속공극률과 투수계수의 관계

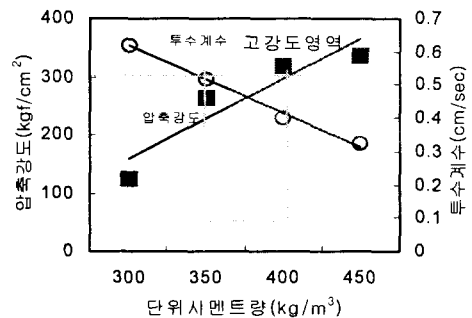


그림 9. 단위시멘트량에 따른 압축강도와 투수계수의 관계

그림 8은 단위시멘트량에 따른 연속공극률 및 투수계수의 변화를 나타낸 것으로, 단위시멘트량의 증가에 따라 연속공극률 및 투수계수는 감소하며, 투수계수는 0.32~0.62cm/sec의 범위로 日本コンクリート工學協會エココンクリート研究委員會에서 규정하고 있는 0.1cm/sec를 모두 만족하고 있다.

또한 단위시멘트량에 따른 압축강도 및 투수계수의 관계를 나타낸 그림 9에서 알 수 있듯이, 투수계수를 만족하는 범위에서 포러스콘크리트를 고강도화 하기 위한 단위시멘트량의 적정범위는 350~400kg/m³의 범위로 나타났다.

#### 4. 결론

배합요인에 따른 포러스콘크리트의 강도향상을 위한 연구결과, 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 잔골재 대체율 5%이상에서 투수계수를 만족하는 범위에서 재령 28일 강도가 300kgf/cm²이상으로 나타나 잔골재 대체에 의한 강도향상이 유효할 것으로 사료된다.
- 2) 단위시멘트량 400kg/m³이상에서 투수계수를 만족하는 범위에서 재령 7일 압축강도가 300kgf/cm²이상으로 나타나 단위시멘트량을 증가에 의한 강도향상도 유효할 것으로 사료된다.
- 3) 본 실험의 범위에서 포러스콘크리트의 고강도화를 위한 잔골재율 및 단위시멘트량의 적정 범위는 잔골재 대체율의 경우 5~10%, 단위시멘트량의 경우 350~400kg/m³로 나타났으며, 경제성을 고려할 경우 잔골재의 대체가 단위시멘트량의 증가보다 유리할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- 1) 日本コンクリート工學協會, エココンクリート研究委員會報告書, 1995
- 2) 緑化コンクリートの強度特性, 콘크리트工学年次論文報告集, Vol.21, No.1, pp.283~288, 1999
- 3) 포러스콘크리트의 제조方法에關する基礎的研究, 콘크리트工学年次論文報告集, Vol.21, No.1, pp.235~240, 1999