

골재 크기에 따른 포러스콘크리트의 기초물성에 관한 실험적 연구

김무한¹⁾ · 백용관²⁾ · 강석표¹⁾ · 김용로¹⁾ · 김재환¹⁾*

¹⁾충남대학교 건축공학과 ²⁾한국원자력안전기술원

(2000년 3월 14일 원고접수, 2001년 8월 29일 심사완료)

Fundamental Properties of Porous Concrete According to the Sizes of Aggregate

Moo-Han Kim¹⁾, Yong-Kwan Baik²⁾, Suk-Pyo Kang¹⁾, Yong-Ro Kim¹⁾, and Jae-Hwan Kim¹⁾*

¹⁾ Architecture Department, Chungnam National University, Taejeon, 305-764, Korea

²⁾ Korea Institute of Nuclear Safety, Taejeon, 305-338, Korea

(Received on March 14, 2000, Revised on August 29, 2001)

ABSTRACT

Recently, porous concrete has been used for the purpose of decreasing the load of earth environment. It consists solely of cement, water and uniform-sized coarse aggregate. And its fundamental properties will be considerably affected by the physical properties of aggregate because the aggregate occupies for the most part in its mix proportion. For such a reason, this study was carried out to investigate the influence of the sizes and kinds of aggregate for the fundamental properties of porous concrete.

It showed that the fundamental properties of porous concrete were the similar value in all sizes of aggregate except in the case of using the 2.5~5 mm aggregate and were varied according to the kinds of aggregate. In particular, compressive strength of porous concrete using 2.5~5 mm aggregate was more higher than that using other aggregate, and its void ratio and coefficient of permeability was lower. And the maintenance capacity of permeability of porous concrete was varied by the sizes and the kinds of aggregate. In particular, it was greatly decreased in case of using the 2.5~5 mm aggregate. And unlike dynamic modulus of elasticity of ordinary concrete, that of porous concrete was very high value in early ages and was slowly increased after that time.

Keywords : porous concrete, sizes and kinds of aggregate, compressive strength, coefficient of permeability

1. 서 론

최근 지구환경문제가 전세계적으로 대두되고 있는 가운데 주요 건설재료로 사용되고 있는 콘크리트에 대한 인식 변화가 시도되고 있다. 즉, 콘크리트 제조시 환경부하저감, 콘크리트 사용에 있어서 환경부하저감(장수명화 등), 콘크리트 사용에 의한 환경부하저감(포러스콘크리트 등) 등을 통해 환경친화적 건설재료로서의 이용을 확대하고 있다^{1,2)}.

그 중에 포러스콘크리트는 내부에 다량의 연속공극을 인위적으로 형성시켜 투수성·투기성·흡음성 등의 기능성을 가진 콘크리트로, 투수성 도로포장재, 녹화기반재, 수질정화재, 흡음재 등에 이용되고 있으며 지구환경부하를 저감시키는 건설재료로서 크게 주목받고 있다^{1,2)}.

포러스콘크리트(무세골재 콘크리트라고도 함)의 배합상

구성재료의 비율을 살펴보면 Fig. 1에 나타난 바와 같이 보통콘크리트와는 달리 잔골재를 사용하지 않으며 굵은골재가 차지하는 비율은 보통콘크리트에 비해 매우 크다. 따라서 포러스콘크리트의 기초물성은 굵은골재의 영향을 크게 받을 것으로 판단된다¹⁾.

이에 본 연구에서는 포러스콘크리트의 기초물성에 미치는 골재 크기 및 종류의 영향을 검토하여 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능에 대한 기초적 자료를 제시하고자 하였다. 또한 포러스콘크리트를 투수성 포장재료 등으로 사용할 경우 사용년수의 경과에 따라 토사, 먼지 등의 이물질 축적에 의해 투수성능은 저하될 것으로 예상되며, 이에 본 연구에서는 골재 크기 및 종류가 혼탁액 투과에 따른 투수성능 저하에 미치는 영향을 검토하여 투수성 유지성능 향상을 위한 기초적 자료를 제시하고자 하였다.

* Corresponding author

Tel : 042-821-7731 Fax : 042-823-9467

E-mail : kjh0999@cnu.ac.kr

2. 실험개요

2.1 실험계획 및 배합

본 연구의 실험계획은 Table 1에 나타난 바와 같다. I 시리즈에서는 단위시멘트량 330 kg/m³ 및 400 kg/m³에서 골재 크기를 2.5~5 mm, 2.5~8 mm, 5~8 mm, 5~13 mm의 4수준으로 변화시켰으며, II 시리즈에서는 동일 배합조건에서 물성이 다른 2종류의 골재를 사용하여 포러스콘크리트

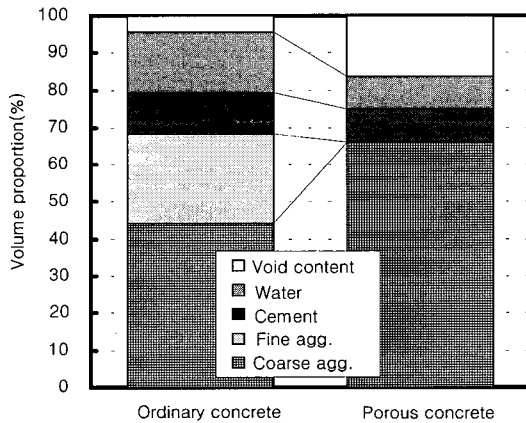


Fig. 1 Comparison of mix proportion between porous concrete and ordinary concrete¹⁾

Table 1 Experiment plan

Series	Sizes of agg. (mm)	Kinds of agg.	Unit cement content (kg/m ³)	W/C (%)	Items of measurement
I	2.5~5	A	330	25	<ul style="list-style-type: none"> Compressive strength (kgf/cm²) All void ratio (A.V.R) (%) Continuous void ratio (C.V.R) (%) Unit weight (t/m³) D.M of elasticity ($\times 10^5$kgf/cm²) Coefficient of permeability (cm/s) Ultra-sonic pulse velocity (km/s) Reduction ratio of coefficient of permeability (%)
	2.5~8				
	5~8		400		
	5~13				
II	5~8	A	400		
		B			

▶ Measurement age : 28 days

Table 2 Mix proportion of porous concrete

Series	Sizes of agg. (mm)	Kinds of agg.	W/C (%)	Unit water content (kg/m ³)	Unit volume (l/m ³)		Unit weight (kg/m ³)		
					Cement	Agg.	Cement	Agg.	
I	2.5~5	A	25	83	105	613	330	1581	
	2.5~8							613	1582
	5~8							612	1579
	5~13							609	1571
	2.5~5			100	127	613	400	1581	
	2.5~8							613	1582
	5~8							612	1579
	5~13							609	1571
II	5~8	A	25	100	127	612	400	1579	
		B						610	1665

리트의 기초물성에 미치는 골재 크기 및 종류의 영향을 살펴보고자 하였다.

포러스콘크리트의 기초물성을 파악하기 위해서 압축강도, 연속공극율, 전공극율 및 투수계수를 측정하였으며, 단위용적중량, 초음파속도 및 동탄성계수를 측정하여 기초물성과의 상관성을 검토하고자 하였다. 또한 사용년수 경과에 따른 투수성 유지성능에 미치는 골재 크기 및 종류의 영향을 검토하고자 혼탁액 투과에 따른 투수계수감소율을 측정하였다.

본 연구에서 사용한 포러스콘크리트의 배합은 Table 2와 같다.

2.2 사용재료

골재는 최대치수 13 mm의 부순돌을 죠크리셔(jaw crusher)로 재파쇄한 후 소요의 치수로 분류하여 사용하였고, 골재 종류의 영향을 파악하기 위해 물성이 서로 다른 2종류의 부순돌을 사용하였으며 그 물리적 성질은 Table 3과 같다. 또한, 시멘트는 1종 보통포틀랜드시멘트, 혼화제는 폴리카르본산계의 고성능감수제를 사용하였으며, 그 물리적 성질은 각각 Table 4, 5에 나타난 바와 같다.

2.3 공시체의 제작 및 양생방법

비빔은 용량 100 l의 강제식 팬타입(pan type) 믹서를 이용하였으며, 먼저 골재와 시멘트를 투입하고 30초간 건비빔 한 후 물과 고성능감수제를 첨가하여 150초간 비빔하였다.

비빔을 완료한 포러스콘크리트는 몰드(∅10×20 cm)에 1/2 채운 후 봉다짐 50회, 지강 25회 실시하였으며 이를 2회 반복하여 공시체를 제작하였다. 또한 공시체는 제작 24시간 후 탈형하여 측정재령까지 표준수증양생(20±3 °C)을 실시하였다.

2.4 실험방법

2.4.1 압축강도, 단위용적중량, 초음파속도 및 동탄성계수
 압축강도는 KS F 2405, 초음파속도는 KS F 2418, 동탄성계수는 KS F 2437에 준하여 측정하였으며, 단위용적중량은 압축강도 시험체에 대하여 체적에 대한 중량으로 나타내었다.

2.4.2 전공극율과 연속공극율

전공극율과 연속공극율은 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트연구위원회의 『포러스콘크리트의 공극율 시험방법(안)』에 준하여 측정하였으며, 식 (1)을 이용하여 산출하였다.

$$A = [1 - (W_2 - W_1) V_1] \times 100 \quad (1)$$

- A : 전공극율 및 연속공극율 (%)
- W₁ : 공시체의 수증중량 (g)
- W₂ : 24시간 방치(20±2 °C, RH 60 %) 후의 기증중량 [전공극율] 및 일증중량 [연속공극율] (g)
- V₁ : 공시체의 용적 (cm³)

2.4.3 투수계수

투수계수는 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트연구위원회의 『포러스콘크리트의 투수계수 시험방법(안)』에 준하여 측정하였으며, 식 (2)를 이용하여 산출하였다.

$$K = (H/h) \times Q / [A \times (t_2 - t_1)] \quad (2)$$

- K : 투수계수 (cm/s)
- H : 공시체의 높이 (cm)
- Q : 시간 t₁에서 t₂까지의 투수량 (cm³)
- h : 수위차 (cm)
- t₂-t₁ : 측정시간 (sec)
- A : 공시체의 단면적 (cm²)

2.4.4 혼탁액 투과에 의한 투수계수 감소율

혼탁액 투과에 따른 투수계수 감소율을 살펴보기 위해

Table 3 Physical properties of aggregate

Sizes of agg. (mm)	Kinds of agg.	Specific gravity	Absorption ratio (%)	Unit weight (kg/m ³)	Void ratio (%)	Note
2.5~5	A	2.58	1.65	1,581	38.74	Crushed stone
2.5~8				1,582	38.68	
5~8				1,579	38.79	
5~13				1,571	39.10	
5~8	B	2.73	1.54	1,665	39.00	

Table 4 Physical properties of cement

Type of cement	Specific gravity	Blaine (cm ² /g)	Setting time (hr.:min.)		Compressive strength (kgf/cm ²)		
			Ini.	Fin.	3days	7days	28days
Ordinary portland cement	3.15	3,265	3:35	5:35	227	298	388

Table 5 Physical properties of chemical admixture

Type	Appearance	Main composition	pH	Specific gravity (20°C)
Superplasticizer	Dark brown, Liquid	Polycarboxylic ether	8	1.20±0.05

분말상의 물질(플라이애시, 비중 : 2.13, 분말도 : 3,158 cm²/g)을 물에 대해 2% 용적비율로 혼합한 일정량(1ℓ)의 혼합액을 투수시험체(Φ15×15 cm)에 일시적으로 투과시켜, 시험체에 잔류하는 잔류물을 경화시킨 후 투수계수 시험방법에 준하여 투수계수를 측정하였으며 이를 반복하였다. 또한 투수계수 감소율은 식(3)을 이용하여 산출하였다.

$$R_n = (K_n / K_o) \times 100 \quad (3)$$

K_o : 초기 투수계수 (cm/s)

R_n : n 사이클 후 투수계수 감소율 (%)

K_n : n 사이클 후 투수계수 (cm/s)

3. 실험 결과 및 고찰

Table 6은 포러스콘크리트의 각종 물성 측정결과를 나타낸 것이다.

3.1 압축강도에 대한 검토

Fig. 2는 골재 크기 및 종류에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 것이다.

압축강도는 동일 단위시멘트량에서 골재크기에 관계없이 유사하게 나타났으나 2.5~5 mm 골재를 사용한 경우에는 다른 골재에 비하여 매우 높은 압축강도를 발현하고 있고 이와 같은 경향은 단위시멘트량 330 kg/m³ 및 400 kg/m³에서 모두 유사하게 나타났다. 이는 본 연구에서 사용된 A 골재의 공극율은 골재 크기에 관계없이 38.68~39.90%로 유사하나, 동일 양의 페이스트가 골재사이의 공극으로 충전될 경우 2.5~5 mm의 골재가 형성하는 공극크기가 상대적으로 작고 또한 시험체 제작시 밀실하게 채워져 골재간의 접점수가 증가하고 이로 인하여 포러스콘크리트의 압축강도가 증가한 것으로 판단된다.

또한 포러스콘크리트의 압축강도는 동일 골재크기, 동일 단위시멘트량에서도 골재 종류에 따라 다르게 나타났다. 본 연구에 사용된 A 및 B 골재의 공극율은 각각 38.79%, 39.00%로 유사하나 Photo 1에 나타난 바와 같이

A 골재에 비해 B 골재의 입형이 양호하여 시험체 제작시 보다 밀실하게 채워지고 이로 인해 공극율이 감소하고 또한 골재간의 결합면적이 증가하여 압축강도가 향상된 것으로 판단된다. 또한 압축시험체 파괴상황 관찰 결과, 골재와 페이스트의 경계면보다는 대부분 골재 자체가 파괴되는 것으로 나타나 포러스콘크리트의 압축강도는 골재 자체의 강도에 영향을 받을 것으로 판단되며³⁾, 포러스콘크리트의 강도향상을 위해서는 입형이 양호하고 모암의 강도가 높은 골재를 사용하는 것이 유효할 것으로 사료된다.

3.2 공극율에 대한 검토

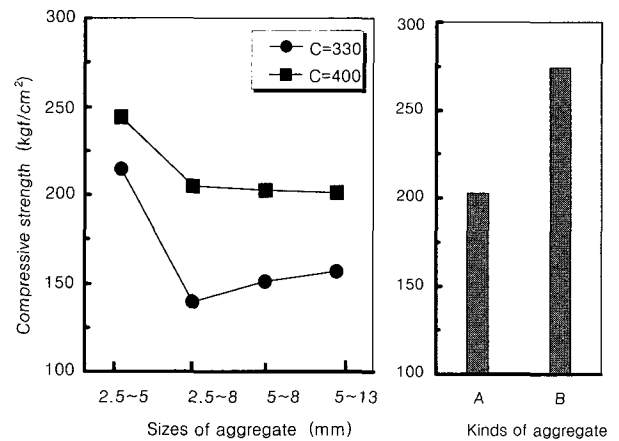


Fig. 2 Variation of compressive strength according to the sizes and kinds of aggregate

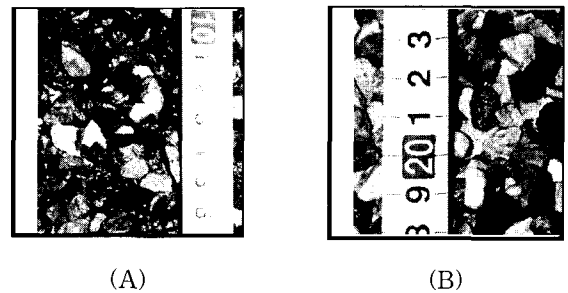


Photo 1 External appearance of aggregate

Table 6 Test results of porous concrete

Unit cement content (kg/m ³)	330				400				400	
	A				A				A	B
Kinds of aggregate	A				A				A	B
Sizes of aggregate (mm)	2.5~5	2.5~8	5~8	5~13	2.5~5	2.5~8	5~8	5~13	5~8	5~8
Compressive strength (kgf/cm ²)	215	140	151	157	244	204	203	201	203	274
All void ratio (%)	20.6	26.7	28.1	27.6	18.1	22.3	22.5	23.6	22.5	18.0
Continuous void ratio (%)	17.1	22.3	24.6	23.8	14.0	18.3	18.9	20.5	18.3	14.4
Coefficient of permeability (cm/s)	0.57	0.87	0.95	0.94	0.36	0.61	0.61	0.67	0.61	0.38

Fig. 3은 골재 크기 및 종류에 따른 전공극율(A.V.R)과 연속공극율(C.V.R)의 변화를 나타낸 것이다.

전공극율 및 연속공극율은 동일 시멘트량에서 골재 크기에 관계없이 거의 유사하게 나타났으나 2.5~5mm 골재를 사용한 경우 다른 골재에 비하여 크게 저하하며, 이러한 경향은 단위시멘트량 330 kg/m³ 및 400 kg/m³에서 모두 유사하게 나타났다. 이는 2.5~5mm 골재의 경우 골재 자체가 형성하는 공극 크기가 작아 동일 단위시멘트량에서도 골재 사이의 공극으로 충전되는 페이스트에 의해 골재의 공극이 쉽게 폐색되어 공극율이 감소된 것으로 판단된다.

또한 동일 단위시멘트량, 동일 골재 크기에서도 골재 종류에 따라 전공극율 및 연속공극율은 다르게 나타났으며 A 골재가 B 골재보다 다소 높게 나타났다. 이는 골재 자체의 공극율이 각각 38.79%, 39.00%로 거의 유사하지만 Photo 1에 나타난 바와 같이 B 골재의 입형이 양호하여 시험체 제작시 밀실하게 채워지고 이로 인해 공극율 차이가 발생된 것으로 판단되며 골재 입형도 공극율의 형성에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Fig. 4는 골재 크기별 전공극율에 대한 연속공극율의 형성비율을 나타낸 것으로 연속공극율의 형성비율은 골재 크기가 클수록 전반적으로 높게 나타났으며, 이러한 경향은 단위시멘트량이 증가할수록 현저하게 나타났다.

3.3 투수계수에 대한 검토

Fig. 5는 골재 크기 및 종류에 따른 투수계수의 변화를 나타낸 것이다.

투수계수는 동일 단위시멘트량에서 골재크기에 관계없이 거의 유사하게 나타났으나, 2.5~5mm 골재를 사용한 경우 다른 골재에 비하여 크게 저하하고 있다. 이는 공극율의 변화와 유사한 경향이며 포러스콘크리트의 투수계수가 공극율, 특히 연속공극율에 의해 좌우된다는 기존의 보고와 일치하고 있다⁴⁾.

또한 동일 단위시멘트량, 동일 골재 크기에서도 투수계수는 골재 종류에 따라 다르게 나타났으며 B 골재의 경우 A 골재에 비해 낮게 나타났다. 이는 동일한 골재 크기에서도 골재 입형에 따라 공극율이 다르게 나타나고 이로 인해 투수계수의 차이가 발생한 것으로 사료되며 골재 입형이 포러스콘크리트의 투수계수에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

3.4 투수계수 감소율에 대한 검토

포러스콘크리트를 투수성 포장재료로 사용할 경우 토사, 먼지 등의 이물질 축적에 의해 투수계수는 사용연수 경과에 따라 점점 감소할 것으로 예상된다. 그러나 아직 이에 대한 검토는 거의 이루어지지 않고 있으며 이에 본 연구

에서는 혼탁액 투과에 의한 투수계수 감소율을 비교·검토하였다. Fig. 6은 골재 크기 및 종류별 혼탁액 투과에 따른 투수계수 감소율의 변화를 나타낸 것이다.

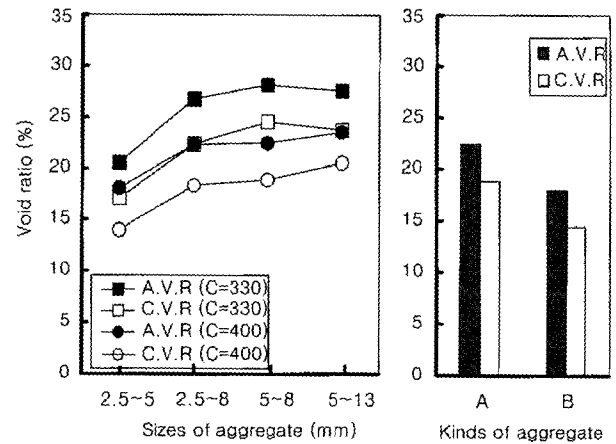


Fig. 3 Variation of void ratio according to the sizes and kinds of aggregate

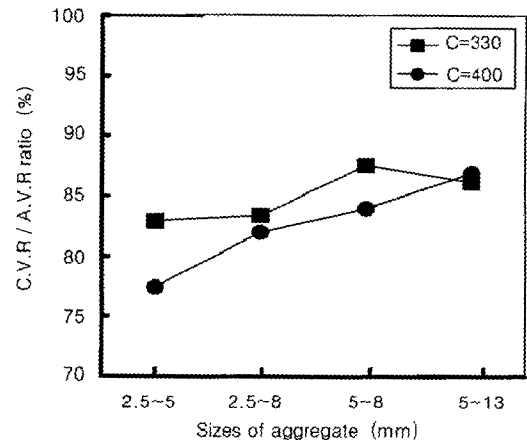


Fig. 4 C.V.R / A.V.R ratio according to the sizes of aggregate

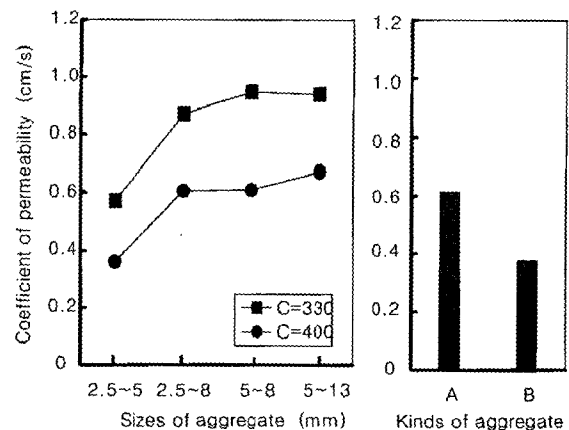
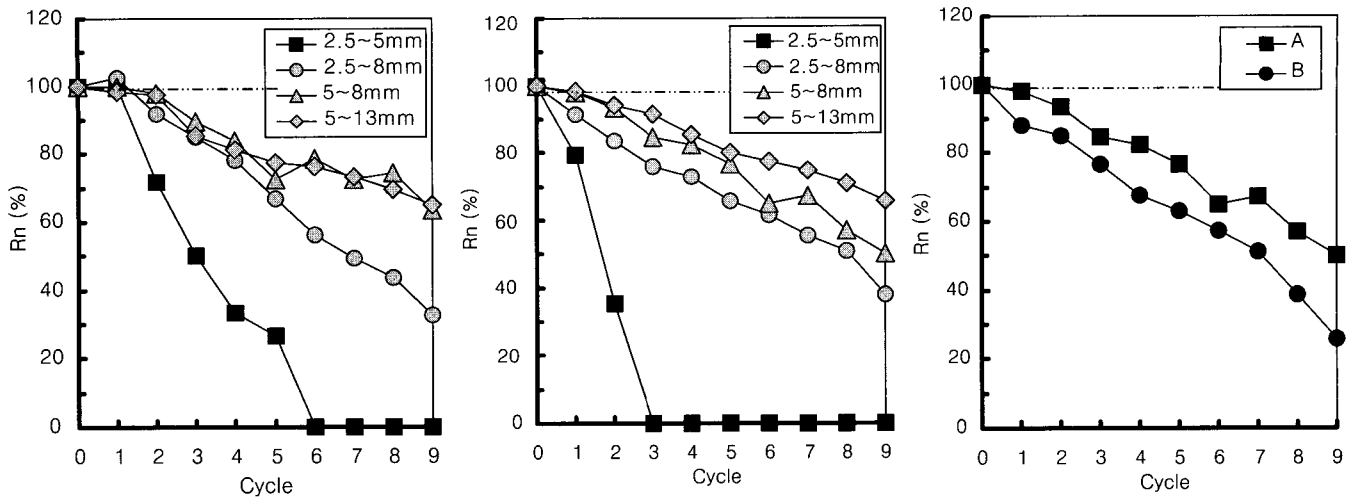


Fig. 5 Variation of coefficient of permeability according to the sizes and kinds of aggregate



(a) Unit cement content = 330 kg/m³ (b) Unit cement content = 400 kg/m³ (c) Kinds of aggregate
Fig. 6 Reduction proportion of coefficient of permeability by transmission of muddy liquid

골재 크기를 변화시킨 결과, 골재 크기가 작을수록 투수계수 감소율은 크게 나타났으며 이러한 경향은 단위시멘트량 330 kg/m³ 및 400 kg/m³ 모두 유사한 경향이였다.

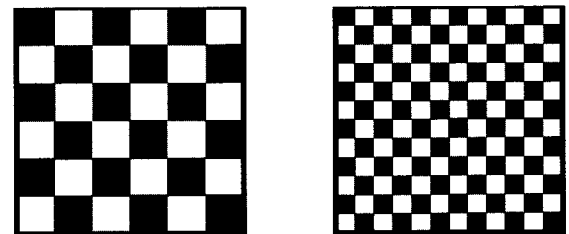
이는 포러스콘크리트의 공극율은 골재 크기에 관계없이 거의 유사하나 동일 공극율에서도 골재 크기가 작아질수록 공극 직경이 작아져(Fig. 7), 투수시험체 상부 및 공극 내부에 잔류·축적되는 이물질의 양이 증가되어 투수성능이 크게 저하되는 것으로 판단된다. 특히, 2.5~5mm 골재를 사용한 경우 공극율이 적게 형성될 뿐만 아니라 공극 크기가 다른 골재에 비하여 상대적으로 작아 혼탁액 투과에 따른 이물질 축적량이 크게 증가하고 이로 인해 투수계수는 급격히 감소하는 것으로 판단된다.

또한 동일 단위시멘트량, 동일 골재 크기에서도 골재 종류에 따라 투수계수 감소율은 다르게 나타났으며, 이는 골재 종류에 따른 입형 차이가 포러스콘크리트의 공극율 및 공극 크기의 차이를 발생시켜 골재 종류에 따라 혼탁액 투과에 의한 투수계수 감소율이 다르게 나타난 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면 혼탁액 투과에 의한 투수계수 유지성능은 골재 크기 및 입형 등의 영향을 받는 것으로 나타났으며 장기적으로 투수성능을 유지하기 위해서는 재료선택시 골재 크기 및 입형 등을 충분히 고려해야 할 것으로 판단된다.

3.6 동탄성계수의 변화에 대한 검토

본 연구에서는 재령 28일까지의 동탄성계수 상승과정을 검토하였다. Fig. 8은 골재크기별 재령에 따른 동탄성계수의 변화를 나타낸 것으로, 모든 경우에서 재령 7일의 동탄성계수 값은 재령 28일의 약 90% 이상의 수준으로 나타나 일반콘크리트에 비하여 재령 초기부터 매우 높게 발현



(a) Large void diameter (b) Small void diameter

Fig. 7 Texture difference example (Void ratio is equal)

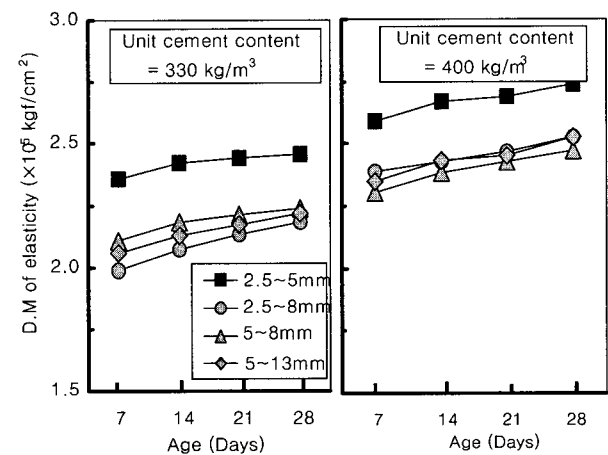


Fig. 8 Variation of D.M of elasticity according to the age

하고 있음을 알 수 있었다. 또한 재령 7일 이후 동탄성계수의 상승구배를 살펴본 결과 일반콘크리트와는 달리 매우 완만하게 상승되는 것으로 나타났다. 이는 포러스콘크리트가 연속공극을 다량으로 함유하고 있기 때문에 물과

접하는 페이스트의 표면적이 넓어지고 이로 인해 수화가 초기에 완료되었기 때문에 사료된다⁶⁾. 또한 포러스콘크리트의 동탄성계수는 골재크기에 관계없이 유사하게 나타났으나 2.5~5mm의 골재를 사용한 경우에는 다른 골재에 비하여 높게 나타났다.

3.7 상관관계에 대한 검토

일반적으로 보통콘크리트에서는 강도와 동탄성계수 및 초음파속도 사이에는 높은 상관성이 인정되어 비파괴시험으로 응용되고 있다. 이에 본 연구에서는 포러스콘크리트의 압축강도와 동탄성계수 및 초음파속도 사이의 관계를 검토하여 포러스콘크리트에서 비파괴시험으로서의 응용가능성을 검토하였다.

Fig. 9는 포러스콘크리트의 압축강도와 동탄성계수의 관계를 나타낸 것으로 포러스콘크리트에서도 압축강도가 증가할수록 동탄성계수는 증가하고 있으며 이들 사이에는 높은 상관성을 보이고 있다.

또한 Fig. 10은 포러스콘크리트의 압축강도와 초음파속도의 관계를 나타낸 것으로 압축강도가 증가할수록 초음파속도는 증가하고 있다. 이는 초음파속도가 내부의 공극량에 의해 크게 좌우되며 또한 압축강도는 내부의 공극량에 의해 크게 좌우되기 때문에 나타난 것으로 판단되며, 이들 사이에는 높은 상관성을 보이고 있다⁶⁾.

또한 동일 재료를 사용한 경우 포러스콘크리트의 단위용적중량은 일반적으로 공극량, 특히 전공극량에 의해서 크게 좌우되는 것으로 보고되고 있다¹⁾. Fig. 11은 본 연구에서 측정된 포러스콘크리트의 단위용적중량과 전공극율과의 관계를 나타낸 것으로 공극율이 증가할수록 단위용적중량은 감소하고 있으며 이러한 경향은 골재크기에 관계없이 유사하게 나타났다. 또한 이들 사이에는 높은 상관성을 보이고 있어 단위용적중량에 의한 포러스콘크리트의 전공극율 추정이 가능할 것으로 사료된다.

Fig. 12는 본 연구에서 측정된 포러스콘크리트의 압축강도와 전공극율의 관계를 나타낸 것으로, 골재크기에 관계없이 전공극율이 감소할수록 압축강도는 크게 증가하고 있어 포러스콘크리트의 압축강도는 공극율, 특히 전공극율에 의해 크게 좌우된다는 기존의 보고와 일치하는 것으로 나타났다¹⁾.

Fig. 13은 본 연구에서 측정된 포러스콘크리트의 연속공극율과 투수계수의 관계를 나타낸 것으로, 골재크기에 관계없이 연속공극율이 증가할수록 투수계수는 크게 증가하는 것으로 나타나 포러스콘크리트의 투수계수는 연속공극율에 의해 좌우된다는 기존의 보고와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 본 연구에 의하면 연속공극율 15~20%인 포러스콘크리트의 투수계수는 약 0.65~0.40 cm/sec의 범위인 것으로 사료된다.

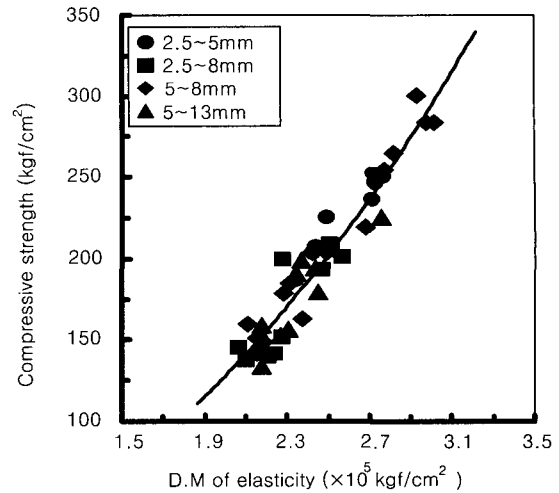


Fig. 9 Relationship of D.M of elasticity and compressive strength

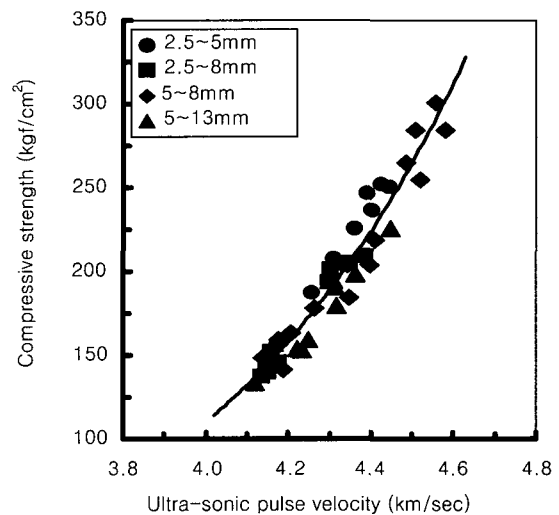


Fig. 10 Relationship of ultra-sonic pulse velocity and compressive strength

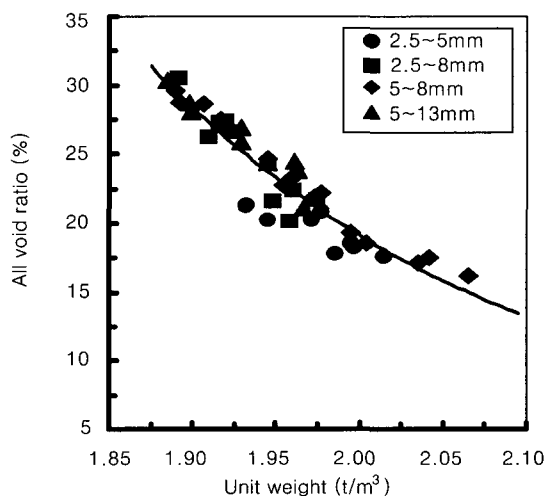


Fig. 11 Relationship of unit weight and all void ratio

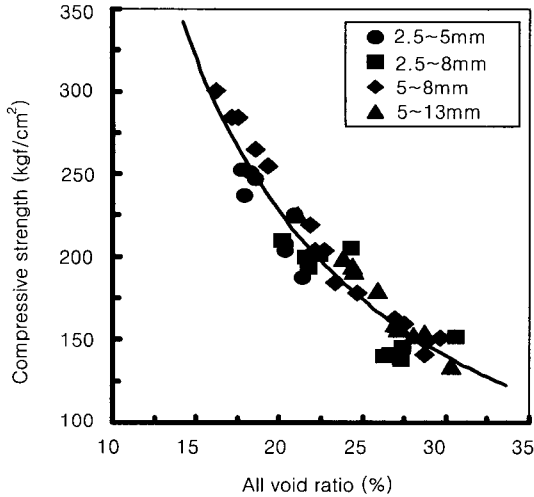


Fig. 12 Relationship of all void ratio and compressive strength

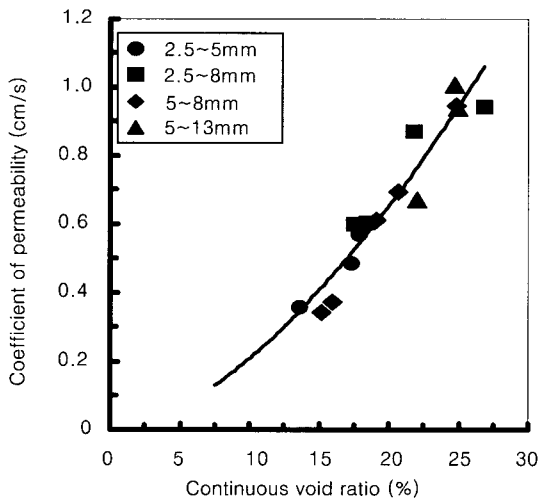


Fig. 13 Relationship of continuous void ratio and coefficient of permeability

4. 결 론

골재크기가 포러스콘크리트의 기초물성에 미치는 영향을 실험적으로 구명한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 포러스콘크리트의 압축강도는 골재크기에 관계없이 유사한 수준을 보이고 있으나 2.5~5 mm 골재를 사용한 경우에는 다른 골재에 비하여 높게 나타났다. 또한 골재 종류에 따라 압축강도는 다르게 나타났으며, 시험체 파괴 상황 검토 결과 대부분 골재 자체가 파괴되는 것으로 나타나 골재 자체의 강도가 포러스콘크리트의 압축강도에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

2) 포러스콘크리트의 공극율 및 투수계수는 골재 크기에 관계없이 유사한 수준을 보이고 있으나 2.5~5 mm 골

재를 사용한 경우에는 다른 크기의 골재를 사용한 포러스콘크리트 보다 낮게 나타났다. 또한 골재 종류에 따라 서로 다르게 나타났으며 이는 골재 입형에 따라 다짐성능이 다르게 되기 때문이라고 사료된다.

3) 혼탁액 투과에 따른 투수계수 감소율은 골재 크기가 작을수록 크게 나타났으며, 특히 2.5~5 mm 골재를 사용한 경우에는 매우 급격하게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 골재 종류에 따라 서로 다르게 나타나 포러스콘크리트의 투수성능을 보다 장기적으로 유지하기 위해서는 재료선정시에 골재 크기 및 종류(입형) 등을 충분히 고려해야 할 것으로 사료된다.

4) 포러스콘크리트에 있어서도 일반콘크리트와 같이 압축강도와 초음파속도 및 동탄성계수 사이에는 높은 상관성을 보이고 있다. 또한 포러스콘크리트의 단위용적중량과 공극율 사이에는 높은 상관성을 보이고 있어 단위용적중량에 의해 포러스콘크리트의 공극율을 추정하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

5) 포러스콘크리트의 동탄성계수는 일반콘크리트에 비하여 초기재령부터 매우 높게 발현되고 있으며 재령 7일 이후 동탄성계수의 상승구배는 매우 완만하게 나타났다. 이는 다량의 연속공극에 의해 물과 접하는 표면적이 넓게 되고 이로 인해 재령 초기에 수화가 완료되었기 때문으로 사료된다.

이상의 결과 2.5~5 mm 골재를 사용한 경우를 제외하고 포러스콘크리트의 기초물성은 유사한 것으로 나타났으며, 장기적으로 투수성능을 유지하기 위해서는 골재크기가 큰 것을 사용하는 것이 유효할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 산학협동재단의 지원을 받아 수행되었으며, 과제에 도움을 주신 관계자 여러분 및 (주)한수도로산업에 감사드립니다.

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. 伊藤昌昭ほか, “透水コンクリートの概要および“エコマテリアル”としての用途” セメント・コンクリート, No.576, 1995, pp.11~16.
3. 張日紅ほか, “ポーラスコンクリートの空隙率が壓縮強度と應力-ひずみ關係に及ぼす影響,” セメント・コンクリート論文集, No.51, 1997, pp.864~869.
4. 今井富士夫ほか, “ポーラスコンクリートの配合が透水性および強度に及ぼす影響,” 第50回セメント技術大會講演要旨, 1996, pp.156~157.

5. 鎌田敏限ほか, “超音波によるポーラスコンクリートの内部組織の評価” 콘크리트工学年次論文報告集, Vol.20, No.2, 1998, pp.733~738.

6. 玉井ほか, “まぶりコンクリートの動弾性に關する抵抗性,” セメント・コンクリート論文集, No.43, 1997, pp.376~381.

요 약

최근 지구환경부하 저감을 목적으로 포러스콘크리트의 수요가 점점 증대되고 있지만 낮은 강도수준으로 인해 사용용도에 제약을 받고 있으며, 또한 대부분 그 기능성을 무시한 채 강도 및 색채에 의해서만 관리되고 있어 그 기능성(특히 투수성능)에 많은 문제를 유발시키고 있다. 이에 본 연구에서는 포러스콘크리트의 배합상 대부분을 차지하는 골재가 포러스콘크리트의 기초물성에 미치는 영향을 파악하여 강도 및 투수성능 향상을 위한 기초적 자료를 제시하고자 하였다.

그 결과 포러스콘크리트의 강도, 공극율 및 투수계수는 동일 단위시멘트량에서 골재 크기에 관계없이 유사하게 나타났으나 2.5~5 mm 골재를 사용한 경우에는 다른 골재에 비하여 크게 다른 값을 보이고 있으며, 동일 조건에서도 골재 종류에 따라 다르게 나타났다. 또한 혼탁액 투과에 의한 투수계수 감소율은 골재 크기가 작을수록 크게 되며, 특히 2.5~5 mm 골재의 경우에는 급격히 저하하였다. 또한 골재 종류에 따라서도 그 값은 다르게 나타나 포러스콘크리트의 장기 투수성능 확보를 위해서는 재료선택시 골재 크기 및 입형을 충분히 고려해야 할 것으로 판단된다.

포러스콘크리트의 압축강도와 초음파속도 및 동탄성계수 사이에는 높은 상관성을 보이고 있으며 또한 단위용적중량에 의한 포러스콘크리트의 공극율 추정이 가능한 것으로 나타났다. 또한 포러스콘크리트의 동탄성계수는 일반콘크리트에 비하여 초기재령부터 매우 높게 발현되고 있으며, 재령 7일 이후 동탄성계수의 상승구배는 매우 완만하게 나타났다.

핵심용어 : 포러스콘크리트, 압축강도, 공극율, 투수계수, 골재 크기 및 종류