

포러스 콘크리트의 배합요인 및 골재 혼합비율이 강도 및 투수성능에 미치는 영향

Influence of Mix Factors and Mixing Ratio of Aggregate
on the Strength and Water Permeability of Porous Concrete



김무한*

Kim, Moo-Han



김규용**

Kim, Gyu-Yong



백용관***

Baik, Yong-Kwan



김재환***

Kim, Jae-Hwan

ABSTRACT

Porous concrete having continuous voids is gaining more interest as an ecological material. It has several useful functions such as water and air permeability, sound absorption, etc. Its strengths are considerably lower than those of conventional concrete due to the large and continuous voids in it.

This study has been carried out to investigate the influence of mix factors and mixture proportion of aggregate on the strengths and water permeability of porous concrete. And it has been carried out to investigate the evaluation of void of porous concrete by the ultra-sonic pulse velocity.

The results of this study are as follows:

- 1) The theoretical void ratio has greater influence than any other factor on the strengths and water permeability of porous concrete. And it is a little affected by the replacement proportion of silica-fume and mixture proportion of aggregate.
- 2) Because the coefficients of correlation between the void ratio and ultra-sonic pulse velocity were relatively high, it will be possible that the void ratio is predicted by the ultra-sonic pulse velocity.

Keywords : porous concrete, theoretical void ratio, replacement proportion of silica fume, mixing ratio of aggregate

* 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수·공박

** 정회원, 건설성 건축연구소 제 2연구부 무기재료 연구실, 연구원

*** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과

· 본 논문에 대한 토의를 2001년 4월 30일까지 학회로 보내 주시면 2001년 6월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

현재, 대부분의 건설재료는 불투수성의 재료이며 이로 인해 우수 등이 일시적으로 하천으로 유입되어 대규모의 도시형 하천범람이 빈번하게 발생하고 있으며, 또한 지하수의 고갈을 초래하여 도시가 사막화되고 있어 지중 생태계에 악영향을 미치는 등 환경파괴의 원인이 되고 있다.^(1,2) 우리 나라에서도 급격한 경제성장과 더불어 차도를 포함하여 인도, 주차장 등의 포장비율이 급증하고 있으며 이들 대부분은 불투수성의 아스팔트나 콘크리트로 구성되어 위에 서술한 바와 같이 많은 환경문제를 일으키고 있는 실정이다.

이런 측면에서 콘크리트에 연속공극을 인위적으로 형성시켜 투수성·투기성·흡음성 등의 기능성을 발휘할 수 있는 포러스콘크리트(Porous Concrete)에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 일반적으로 포러스콘크리트는 투수공법, 녹화공법, 흡음공법 등에 이용되고 있으며 차도, 보도, 주차장, 정원, 옹벽 등에 사용할 수 있을 뿐만 아니라 배수와 염분제거를 위한 배수관, 집수관 및 체염관 등에 이용함으로써 많은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.^(1,2)

그러나, 포러스콘크리트는 내부에 연속공극을 다량으로 함유하고 있기 때문에 보통콘크리트에 비해 매우 낮은 강도수준을 보이고 있으며, 이러한 낮은 강도수준은 포러스콘크리트의 용도에 제한적 요소로 작용하고 있어 현재에는 주차장, 공원, 인도 등에 국한되어 사용되고 있는 실정이다.^(3,4,5)

또한, 포러스콘크리트의 공극을 정량적으로 평가하는 지표로서 공극율과 투수계수가 이용되고 있으며 포러스콘크리트의 공극조성을 정확하고

비파괴적으로 평가하는 방법의 개발이 필요하다. 이에 초음파는 공극 이외의 부분을 통과하여 최단 회전경로의 길이에 의해 전파속도가 결정되며, 최단경로는 공시체 표면부 공극의 영향을 거의 받지 않고 내부의 공극량에 의해 크게 지배되므로 포러스콘크리트의 내부 공극량의 차이를 평가하는 지표로서 초음파속도를 사용하는 것이 가능할 것으로 사료된다.⁽⁶⁾

이에 본 연구에서는 배합요인 중 이론공극율 및 실리카흙 대체율과 골재혼합비율을 변화시켜 이들이 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능에 미치는 영향을 비교·분석하였으며, 포러스콘크리트의 강도증진을 위한 기초적 자료를 제시하고자 하였다. 또한, 포러스콘크리트의 내부 공극량을 비파괴시험인 초음파속도법에 의해 추정 가능한지의 여부를 확인하고자 하였다.

2. 실험개요

2.1 실험계획 및 배합

본 연구의 실험계획 및 배합은 Table 1과 2에 나타낸 바와 같다.

일반적으로 포러스콘크리트는 보통콘크리트와는 달리 기능성을 확보하기 위해 내부에 다량의 공극(5~30%)을 함유하고 있으며 그 강도는 공극량에 의해 크게 영향을 받는다.⁽¹⁾ 이에 본 연구에서는 골재 자체가 형성하는 총 공극율(골재의 공극율)에 대해 시멘트페이스트가 이에 충전됨으로서 형성되는 공극율을 포러스콘크리트의 이론공극율(배합상 설계된 공극율)이라 하였으며, 이에 의해 배합설계를 실시하였다.

일반적으로 포러스콘크리트의 공극율은 사용목

Table 1 Factors and levels of experiment

Series	Theoretical void ratio (%)	Replacement proportion of SF (%)	Mixing ratio of aggregate	Items of measurement
I	16, 14, 12, 10	-	B ^{c)}	• Compressive strength (kgf/cm ²) • Flexural strength (kgf/cm ²) • Ultra-sonic pulse velocity (km/s) • Continuous void ratio (%) • All void ratio (%) • Coefficient of permeability (cm/s)
II	14 ^{a)}	0, 5, 10, 15	B ^{c)}	
III	10	-	A ^{b)} : B ^{c)} 0:1, 3:7, 1:1, 7:3	

a) Theoretical void ratio of base concrete(replacement proportion of silica fume = 0%)

b) 2.5~5mm crushed stone, c) 5~8mm crushed stone

* Ages : 4weeks (cf, compressive strength in IIseries was measured at 1 and 4weeks)

Table 2 Mix proportion of porous concrete

Series	Factors	Levels	W/C (%)	W (kg/m ³)	Unit volume (ℓ/m ³)			Unit weight (kg/m ³)		
					C	SF	A	C	SF	A
I	Theoretical void ratio (%)	10	25	122	154	-	624	487	-	1609
		12		113	143	-	624	452	-	1609
		14		104	132	-	624	417	-	1609
		16		95	121	-	624	381	-	1609
II	Replacement proportion of SF (%)	0	20	92	144	0	624	453	0	1609
		5		92	134	10	624	430	23	1609
		10		92	123	21	624	408	45	1609
		15		92	113	31	624	385	68	1609
III	2.5~5mm : 5~8mm	0:1	25	117	149	-	614	468	-	1584
		3:7		112	142	-	625	449	-	1613
		1:1		111	141	-	627	445	-	1618
		7:3		112	142	-	627	447	-	1616

Table 3 Physical properties of binder

Type of binder	Specific gravity	Blaine (cm ² /g)	Setting time (min.)		Com. strength (kgf/cm ²)		
			Ini.	Fin.	3 days	7 days	28 days
Ordinary portland cement	3.15	3,265	3:35	5:35	227	298	388
Silica fume	2.20	200,000	-	-	-	-	-

Table 4 Physical properties of aggregate

Series	Size or mixing ratio	Specific gravity	Absorption ratio (%)	Unit weight (kg/m ³)	Percentage of solid (%)	Note
I, II	5~8mm	2.58	1.65	1,609	62.40	Crushed stone
III	0:1			1,584	61.42	
	3:7			1,613	62.54	
	1:1			1,618	62.74	
	7:3			1,616	62.65	

Table 5 Physical properties of admixture

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

적 및 장소(투수용, 식생용, 흡음용 등)에 따라 목표로 하는 공극율의 범위는 현저하게 다르다. 본 연구에서는 투수성 포장, 투수성 옹벽, 지하침투공법 등 소정의 투수성능(0.1 cm/s)을 요구하면서 비교적 높은 강도를 요구하는 장소에 사용할 목적으로 이론공극율의 범위를 설정하였으며, 이론공극율의 영향을 검토하기 위해 I 시리즈에서는 이론공극율을 10, 12, 14, 16%의 4수준으로 설정하였다.

또한, 포러스콘크리트의 강도는 공극율 뿐만 아니라 결합재 자체의 성질(강도 등)에 의해서도 영향을 받으며,⁽¹⁾ 이의 영향을 검토하기 위해 II

시리즈에서는 시멘트 중량에 대한 실리카흄 대체율을 0, 5, 10, 15%의 4수준으로 변화시켰다.

또한, 동일 공극율에 있어서도 골재의 입도나 입형, 종류 등에 따라 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능은 다르며,⁽¹⁾ 골재입도별 혼합비율의 영향을 검토하기 위해 III시리즈에서는 2.5~5mm:5~8mm 골재 혼합비율을 0:1, 3:7, 1:1, 7:3의 4수준으로 변화시켰다.

또한, 포러스콘크리트의 공극율과 초음파속도의 상관관계를 검토하여 초음파속도법에 의한 포러스콘크리트의 공극률 추정 가능여부를 확인하고자 하였다.

2.2 사용재료

시멘트는 비중 3.15의 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 실리카흙은 비중 2.2의 캐나다산을 사용하였다. 또한 I, II시리즈에서 골재는 비중 2.58의 5~8 mm 단입도의 부순자갈을 사용하였으며, 골재혼합비율을 검토한 III시리즈에서는 최대치수 13 mm의 부순자갈을 죠크라샤(Jaw Crusher)로 분쇄하여 소요의 치수별로 분류한 후 각각의 혼합비로 혼합하여 사용하였다. 또한 낮은 물시멘트비에서의 작업성을 고려하여 폴리카르본산계 고성능감수제를 사용하였으며, 각 사용재료의 물리적 성질은 Table 3, 4, 5에 나타낸 바와 같다.

2.3 공시체의 제작

비빔방법은 Fig. 1에 나타낸 바와 같이, 용량 100ℓ의 강제식 팬타입(Pan type) 믹서를 이용하였으며, 먼저 골재와 결합재를 투입하고 30초간 건비빔 한 후, 물과 고성능감수제를 첨가하여 150초간 비빔하였다.

비빔을 완료한 포러스콘크리트는 몰드에 각각 1/2 채운 후, 봉다짐 50회, 지깅 25회 실시하였으며 이를 2회 반복하여 제작하였다. 제작한 공시체는 타설 24시간 후 탈형하여, 측정재령까지 표준수중양생(20±2℃)을 실시하였다.

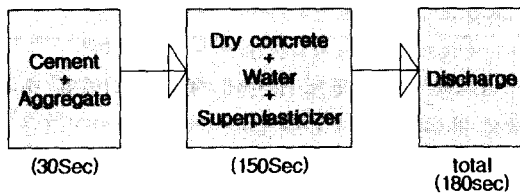


Fig. 1 Mixing procedure

2.4 실험방법

2.4.1 압축강도, 휨강도 및 초음파속도

포러스콘크리트의 압축강도는 KS F 2405, 휨강도는 KS F 2408, 초음파속도는 ASTM C 900에 준하여 측정하였다.

2.4.2 전공극율 및 연속공극율

포러스콘크리트의 전공극율 및 연속공극율은 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트연구위원회의 『포러스콘크리트의 공극율 시험방법(안)』 중 용적법에 준하여, 식(1)을 이용하여 산출하였다.

$$A = \{1 - (W_2 - W_1) / V_1\} \times 100 \quad (1)$$

A : 콘크리트의 전공극율 및 연속공극율(%)

W₁ : 공시체의 수중중량(g)

W₂ : 24시간 방치 후 기중중량(전공극율)(g)

: 일정중량(연속공극율)(g)

V₁ : 공시체의 용적(cm³)

2.4.3 투수계수

포러스콘크리트의 투수계수는 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트연구위원회의 『포러스콘크리트의 투수계수 시험방법(안)』에 준하여 Fig. 2에 나타낸 장치를 사용하여 측정하였으며, 식(2)을 이용하여 산출하였다.

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

K : 투수계수 (cm/s)

H : 공시체의 높이 (cm)

Q : 시각 t₁에서 t₂까지의 월류량 (cm³)

h : 수위차 (cm)

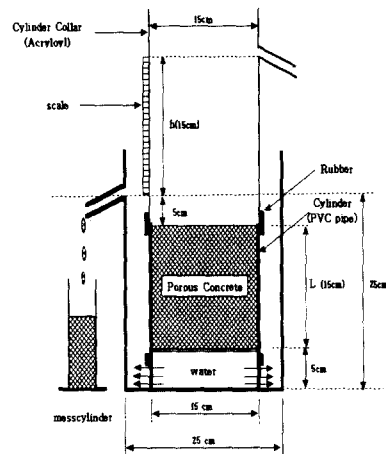


Fig. 2 Permeameter

t_2-t_1 : 측정시간 (sec)
 A : 공시체의 단면적 (cm²)

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 이론공극율에 따른 영향 검토

Fig. 3은 이론공극율에 따른 압축강도와 휨강도의 변화를 나타낸 것으로 이론공극율이 감소할수록 압축강도와 휨강도는 크게 증가하고 있어 포러스콘크리트의 강도는 공극량에 의해 크게 좌우되는 것으로 나타났다.

본 실험에서 이론공극율 16%인 경우 평균 압축강도는 264 kgf/cm²로 나타났으며 구조용 보통콘크리트의 최저 압축강도 수준인 180 kgf/cm²를 상회하는 것으로 나타났다. 또한, 이론공극율 12% 이하에서는 300 kgf/cm² 이상의 높은 압축강도를 발현하고 있으며, 휨강도는 이론공극율 16% 이하의 모든 수준에서 도로포장재의 휨강도 규준인 45 kgf/cm²를 상회하고 있어 도로포장재료의 사용 가능성을 시사하고 있다.

Fig. 4는 이론공극율에 따른 공극율 및 투수계수의 변화를 나타낸 것으로 이론공극율이 감소할수록 전공극율 및 연속공극율은 감소하고 있으며 연속공극율은 전공극율에 비해 전반적으로 2~3% 정도 낮게 나타났다.

일반적으로 포러스콘크리트의 강도 및 기능성은 공극량에 의해 크게 좌우되며 이런 배경에서

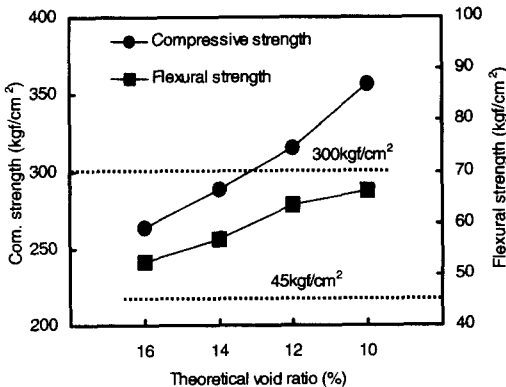


Fig. 3 Variation of compressive and flexural strength according to theoretical void ratio

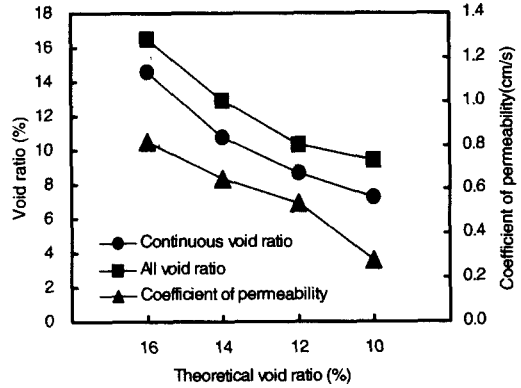


Fig. 4 Variation of void and coefficient of permeability according to theoretical void ratio

배합상 설계된 이론공극율에 의한 배합설계가 가능할 것으로 판단된다. 본 실험에서도 배합상 설계된 이론공극율과 측정된 전공극율은 유사하게 나타나 배합설계에 있어서 이론공극율의 도입이 타당할 것으로 판단된다.

또한, 투수계수는 이론공극율이 감소할수록 감소하고 있으며 공극율과 유사한 경향을 나타내고 있어 포러스콘크리트의 투수계수는 공극율에 의해 좌우된다는 보고⁽¹⁾와 일치하고 있다. 본 실험에서는 이론공극율 10%(연속공극율 : 약 7%, 전공극율 : 약 10%)에서도 포러스콘크리트의 투수계수 규정치인 0.1 cm/s를 만족하는 것으로 나타났다.

3.2 실리카흙 대체율에 따른 영향 검토

Fig. 5는 실리카흙 대체율에 따른 재령 1주 및 4주의 압축강도 변화를 나타낸 것으로, 재령 1주에는 실리카흙 대체율에 관계없이 압축강도는 유사하게 나타났다. 반면, 재령 4주에서는 실리카흙 대체율이 증가할수록 압축강도는 직선적으로 증가하고 있다. 이는 재령 4주에 있어서 실리카흙 대체율이 증가할수록 시멘트 수화생성물과 실리카흙의 포졸란 반응에 의해 페이스트의 강도가 향상되어 포러스콘크리트의 압축강도가 향상된 것으로 판단되며, 포러스콘크리트의 강도는 페이스트 강도의 영향을 받는 것으로 나타났다.

Fig. 6은 실리카흙 대체율에 따른 재령 4주의

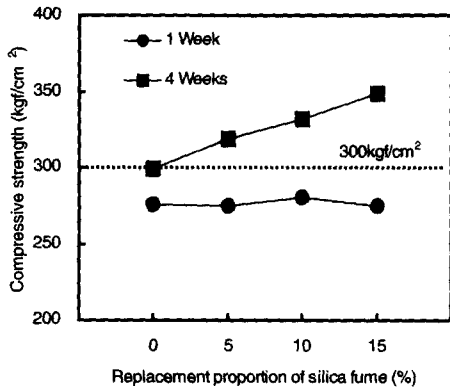


Fig. 5 Variation of compressive strength according to the replacement proportion of silica fume

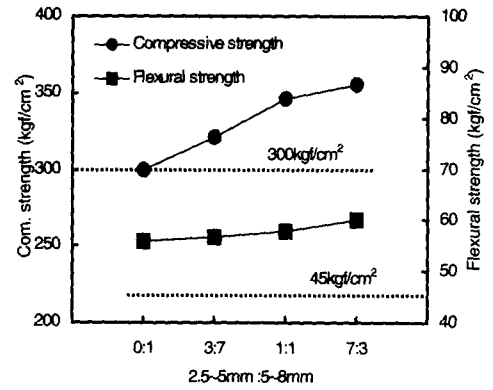


Fig. 7 Variation of compressive and flexural strength according to the mixing ratio of aggregate

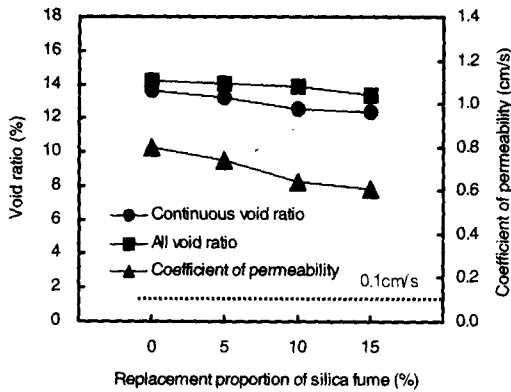


Fig. 6 Variation of void ratio and coefficient of permeability according to the replacement proportion of silica fume

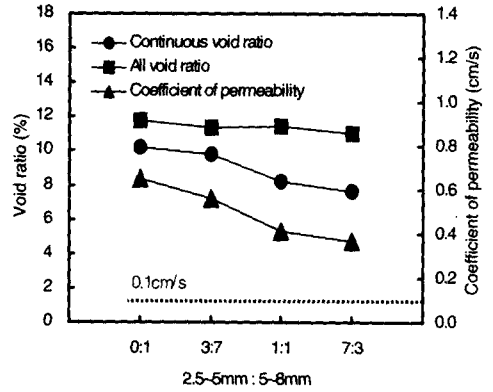


Fig. 8 Variation of void ratio and coefficient of permeability according to the mixing ratio of aggregate

공극율 및 투수계수의 변화를 나타낸 것으로 전공극율 및 연속공극율은 큰 차이를 나타내고 있지 않으나 실리카흄 대체율이 증가할수록 다소 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 투수계수는 실리카흄 대체율이 증가할수록 감소하였으며 그 감소폭은 공극율에 비해 다소 크게 나타났다. 본 실험에서 투수계수는 0.61~0.80 cm/s로 나타났으며 규정치인 0.1 cm/s를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

3.3 골재의 혼합비율에 따른 영향 검토

Fig. 7은 골재의 혼합비율에 따른 압축강도 및 휨강도의 변화를 나타낸 것으로 2.5~5 mm 골

재 혼합비율이 증가할수록 압축강도 및 휨강도는 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 동일 이론공극율에 있어서도 2.5~5 mm 골재의 혼합비율이 증가할수록 골재자체의 공극 크기가 작아져 공극의 형성비율이 다소 낮아지고, 또한 골재간의 접점수가 증가하여 강도가 향상된 것으로 판단된다. 따라서, 동일 이론공극율에서도 골재의 혼합비율이 포러스콘크리트의 강도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Fig. 8은 골재의 혼합비율에 따른 공극율 및 투수계수의 변화를 나타낸 것으로 전공극율은 유사하게 나타났지만, 연속공극율은 10.2~7.6 %로 2.5~5 mm 골재의 혼합비율이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 이는 2.5~5 mm 골재의

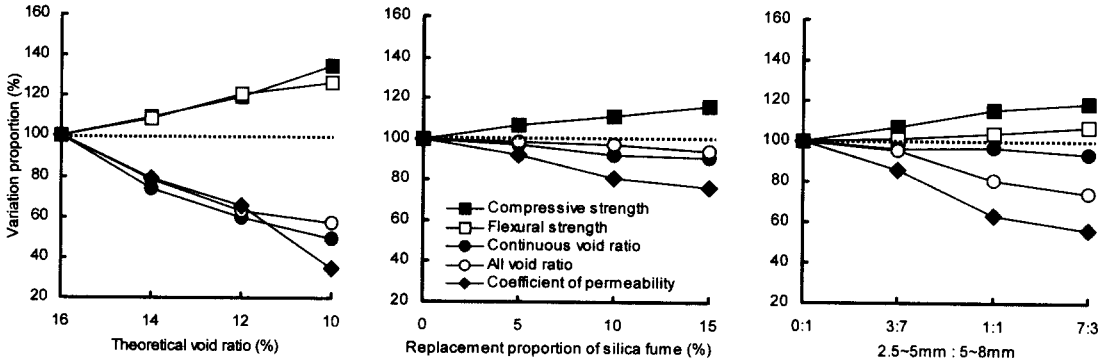


Fig. 9 Variation proportion of strength and water permeability of porous concrete

혼합비율이 증가할수록 골재자체가 형성하는 공극의 크기가 작아 독립된 공극으로 형성되는 비율이 높아져 나타난 것으로 판단된다. 또한, 투수계수는 2.5~5 mm 골재 혼합비율이 증가할수록 감소하고 있으며, 본 실험에서 투수계수는 0.37~0.65 cm/s로 모든 수준에서 규정치를 만족하는 것으로 나타났다.

3.4 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능의 변화비율

Fig. 9는 강도, 공극율 및 투수계수의 변화비율을 나타낸 것이다. 포러스콘크리트의 강도변화는 이론공극율에 의해 가장 크게 변화하는 것으로 나타났고, 실리카흄 대체율 및 골재 혼합비율에 의해서도 다소 영향을 받는 것으로 나타났다.

또한, 포러스콘크리트의 전공극율 및 연속공극율은 이론공극율에 의해 큰 영향을 받으며 실리카흄 대체율 및 골재 혼합비율의 영향도 받는 것으로 나타났다. 다만, 연속공극율의 경우 골재 혼합비율에 따른 변화가 실리카흄 대체율에 따른 변화보다 다소 크게 나타났다.

포러스콘크리트의 투수계수는 이론공극율, 골재 혼합비율, 실리카흄 대체율 순으로 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며 연속공극율과 유사한 경향을 나타내고 있다.

3.5 공극율과 초음파속도의 상관관계

초음파속도는 시험체 내부의 공극량에 의해 크게 영향을 받기 때문에 포러스콘크리트에 있어서

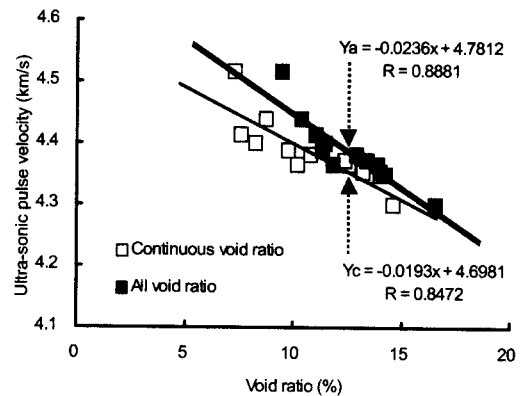


Fig. 10 Relationship between void ratio and ultra-sonic pulse velocity

도 내부 공극량을 평가하는 방법으로서 유효할 것으로 판단되며 포러스콘크리트의 공극량 추정에 초음파속도법의 사용 가능여부를 확인하기 위해 상관관계를 검토하였다. Fig. 10은 본 실험에서의 실측된 공극율과 초음파속도의 관계를 나타낸 것으로 포러스콘크리트의 공극율이 증가할수록 초음파속도는 감소하는 것으로 나타났다. 본 실험에 있어서 초음파속도와 전공극율 및 연속공극율과의 상관관계 R은 각각 0.8881, 0.8472로 비교적 높은 상관성을 보이고 있어 초음파속도법에 의해 포러스콘크리트 내부의 공극량을 추정하는 방법이 가능할 것으로 판단된다.

4. 결론

포러스콘크리트의 배합요인 및 골재 혼합비율이 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능에 미치는

영향과 내부 공극량을 평가하는 비파괴적인 방법으로 초음파속도법의 도입가능여부를 검토한 결과는 다음과 같다.

극의 크기 및 형태 등에 대해서도 검토해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능은 이론공극율의 영향을 받는 것으로 나타났으며, 실측된 공극율은 이론공극율과 유사하게 나타나 배합설계에 있어서 이론공극율의 도입은 타당할 것으로 판단된다.
- 2) 이론공극율 16%에서 압축강도는 약 260 kgf/cm²로 구조용 보통 콘크리트의 최저 압축강도 수준인 180 kgf/cm²를 상회하는 것으로 나타났으며, 특히 이론공극율 12%이하에서는 300 kgf/cm² 이상의 높은 압축강도를 발현할 수 있었다.
- 3) 시멘트의 일부를 실리카흙으로 대체하여 페이스트의 강도를 향상시킴으로서 포러스콘크리트의 강도는 향상되는 것으로 나타났다.
- 4) 동일 이론공극율에 있어서도 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능은 골재 입도의 영향을 받는 것으로 나타났다.
- 5) 초음파속도는 공극율과 비교적 높은 상관성을 보이고 있어 포러스콘크리트의 내부 공극량을 비파괴적인 방법으로 추정하는 것이 가능할 것으로 사료되며, 이 평가수법을 실용화하기 위해서는 초음파속도의 적용범위 및 편차, 공

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. 田中博ほか, 緑化コンクリートの強度特性, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.21, No.1, 1999, pp. 283~288.
4. 김무한 외, 포러스콘크리트의 강도증진에 미치는 이론공극율 및 실리카흙 대체율의 영향에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 봄학술발표회논문집, 제 20권 1호, 2000, pp. 275~278.
5. 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.
6. 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工學年次論文報告集, Vol.20, No.2, 1998, pp. 733~738.
7. 天羽 和夫ほか, 混和材を高含有したポーラスコンクリートの基礎的研究, セメント・コンクリート論文集, No.50, 1996, pp. 370~375.

요 약

본 연구는 포러스콘크리트의 이론공극율 및 실리카흙 대체율 등의 배합요인 및 골재의 혼합비율이 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능에 미치는 영향을 비교·검토하고자 하였으며, 또한 초음파속도법에 의한 포러스콘크리트의 내부 공극율 추정 가능여부를 검토하고자 하였다.

그 결과, 배합상 설계된 이론공극율이 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이론공극율 16%에서 압축강도는 약 260 kgf/cm²로 구조용 보통콘크리트의 압축강도 최저수준인 180 kgf/cm²를 상회하는 것으로 나타났다. 또한 결합재 일부를 실리카흙으로 대체하여 결합재 자체의 강도를 향상시킴으로서 포러스콘크리트의 강도향상이 가능하였으며, 동일 이론공극율에 있어서도 골재의 혼합비율에 따라 포러스콘크리트의 강도 및 투수성능은 다르게 나타나 이의 영향을 받는 것으로 나타났다.

또한, 초음파속도는 공극율과 높은 상관성을 보이고 있어 포러스콘크리트의 내부 공극량을 비파괴적인 방법으로 추정하는 것이 가능할 것으로 사료되며, 이를 실용화하기 위해서는 적용범위 및 편차, 공극의 크기 및 형태 등에 대한 검토가 계속 이루어져야 할 것으로 판단된다.

(접수일자 : 2000. 9. 9.)