

경량기포콘크리트의 연속공극 형성에 미치는 기포제의 영향

이승한^{1)*}

¹⁾계명대학교 토목공학과

(2002년 4월 28일 원고접수, 2002년 7월 23일 심사완료)

Effect of Foaming Agent on the Continuous Voids in Lightweight Cellular Concrete

Seung-Han Lee^{1)*}

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Keimyung University, Daegu, 704-701, Korea

(Received April 28, 2002, Accepted July 23, 2002)

ABSTRACT

This study was performed to clarify the formation procedure of continuous voids in cellular concrete, and to examine the effect of a foaming agent on the manufacture of cellular concrete with continuous voids.

By the experiments, it was determined that cellular concrete to be formed with continuous voids is influenced by temperature, viscosity and flowability of cement paste, and stability of air voids, and is formed in accordance with cohesion of air voids. It was also found that separate voids are formed at an added amount of air voids corresponding to 2% or less of the amount of cement, whereas an antifoaming phenomenon occurs when the added amount of air voids exceeds 9% of the amount of cement. In products with respective cement fineness of 3,000, 6,000, and 8,000 cm²/g, a higher compressive strength was exhibited at a higher cement fineness. The continuous void ratio depending on a variation in fineness was 38%, 52%, and 22% in those products, respectively. That is, a highest continuous void ratio was exhibited at a cement fineness of 6,000 cm²/g.

When the water-cement ratio was reduced from 45% to 25%, the compressive strength of the cellular concrete was increased from 15 kgf/cm² to 20 kgf/cm². Thus, the reduction in water-cement ratio was effective in achieving an increase in strength without any variation in the specific gravity of the cellular concrete.

Keywords : cellular concrete, continuous voids, separate voids, added amount of air voids, cement fineness, w/c

1. 서 론

최근 콘크리트내에 공극을 형성시켜 단열, 흡음특성을 지니도록 한 기능성 경량기포콘크리트가 전자재료로 실용화되고 있다. 그 대표적인 전자재료는 기포제 및 발포제를 사용하여 콘크리트내에 기포를 형성시켜 경량화한 ALC (autoclaved lightweight concrete)인 경량기포콘크리트를 들 수 있으며, 기포의 형성상태에 따라 독립기포¹⁾를 형성시킨 것과 연속기포^{2,3)}를 형성시킨 것으로 분류된다.

독립기포를 형성시킨 경량기포콘크리트는 비중이 0.5내외로 열전도율이 보통콘크리트의 1/10정도이며, 단열성능이 우수하여 건축자재료로서 활용도가 증가하고 있다.

한편 연속기포를 형성시킨 경량기포콘크리트는 비중이 0.3내외로 흡음재 및 수질정화용 담체로의 활용에 대한 연구⁴⁾가 활성화되어 일부 외국에서 연속기포를 이용한 흡음재 등으로 활용되고 있다⁵⁾. 그러나 이들 제품의 제조시에

연속기포 형성원리가 불명확하여 기포제를 소량 첨가할 경우 독립기포가 형성되고, 다량 첨가시 기포가 소포되어 연속기포가 형성되지 않는 문제점을 지니고 있다. 또한 일부 제품화되어 있는 연속기포콘크리트는 연속기포 형성을 위한 다량의 기포제 사용으로 강도가 약 10 kgf/cm²로 낮아 내풍안정성이 떨어지는 문제점을 지니고 있다.

이에 본 연구에서는 기포제를 이용하여 연속공극율을 증진시키면서 강도가 높은 경량기포콘크리트 제조를 목적으로 하였다. 이를 위한 제조방법으로는 기포의 첨가량에 따라 비중조절이 가능한 선기포방식⁶⁾을 채택하고 제조과정을 통해 기포콘크리트내의 연속공극이 생성되는 과정을 밝히고자 하였다. 또한, 공극율 증가에 따른 강도감소현상을 방지하기 위해 물시멘트비 감소와 분말도가 높은 시멘트를 사용하고, 이들이 강도와 비중에 미치는 영향을 검토하여 연속기포콘크리트 제조를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

* Corresponding author

Tel : 053-580-5296 Fax : 053-580-5165

E-mail : lsh@kmu.ac.kr

2. 실험개요

2.1 사용재료 특성

2.1.1 시멘트

본 실험에서는 분말도가 3000, 6000 및 8000 cm²/g인 시멘트를 사용하였다. 이들의 물리·화학적 성질을 Table 1에 나타내었다.

2.1.2 혼화제

본 실험에서는 혼화제로서 폴리칼본산계 고성능감수제와 증점제를 사용하였으며, 콘크리트의 경량화 및 연속공극을 형성하기 위해 기포제를 사용하였다. 이들의 특성을 Table 2에 나타내었다.

2.2 실험계획

2.2.1 기포제의 희석비율 산정 및 배합계획

본 연구에서는 기포제의 희석비율이 공극형성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 기포제 희석비율을 5, 10, 20%로 변화시켜 표면장력을 측정하였다. 또한 실험에서는 희석비율에 따라 제조된 기포를 물시멘트비 35%, 기포첨가율을 시멘트중량에 대해 5%의 배합조건으로 공시체를 제작하여 연속공극율과 전공극율을 측정하였다.

또한 본 실험에서는 연속공극 형성에 미치는 배합요인을 알아보기 위해 물시멘트비를 25, 35 및 45%로 변화시켰으며, 희석비율이 10%인 기포를 시멘트 중량의 3, 5, 7, 9, 11%로 변화시켰다.

더 나아가 기포제 7%첨가에 대해서는 시멘트분말도를 3000, 6000 및 8000 cm²/g으로 변화시켜 시멘트분말도가 연속공극형성에 미치는 영향을 검토하고자 하였으며, 이들 배합표를 Table 3에 나타내었다.

2.2.2 공시체 제작

시멘트페이스트는 시멘트, 배합수, 혼화제를 넣어 1분간 손비빔을 한 후 18ℓ 전동 모르타르 믹서를 사용하여 저속에서 1분, 고속에서 2분간 혼합하여 KS F 2432 「주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법」⁷⁾에 따라서 유하실험을 실시하여 약 16~20초⁸⁾내에 들도록 하였다. 이 때 재료분리를 방지하기 위하여 증점제를 시멘트 중량의 0.02% 사용하였다. 공시체는 시멘트페이스트에 공기압출방식인 발포기로 미리 발생시켜 놓은 기포를 넣어 충분히 혼합한 후 10×20 cm의 공시체에 타설하여 제작하였다.

Table 2 Properties of admixtures

Type	Characteristic	Main component	Specific gravity
Superplasticizer	Dark brown (Liquid)	Polycarbon	1.05±0.02
Viscosity agent	White (Powder)	Cellulose	1.06±0.02
Foaming agent	Dark brown (Liquid)	Sodium-carboxilate	1.05±0.02

2.2.3 공시체의 양생방법

공시체는 타설후 1일 기건양생을 행한 후 증기양생을 실시하였다. 증기양생시 온도상승속도는 시간당 20 ℃로 하고, 최고온도 65 ℃에서 4시간으로 양생시킨 후 양생실의 온도를 서서히 내려서 외기의 온도와 큰 차가 없을 정도로 충분한 냉각과정을 거쳐 탈형하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 표면장력실험

시멘트(100)와 증류수(60) 및 기포제를 혼합하여 약 2시간 30분 정도의 반응시간을 가진 뒤, 거름종이로 시멘트페스트 액을 여과하여 여과액을 채취하였다. 표면장력은 채취된 용액에 대하여 표면장력계를 사용하여 측정⁹⁾하였다.

2.3.2 연속공극율과 전공극율

연속공극율과 전공극율을 계산하기 위한 측정은 충분히

Table 1 Properties of cement types

Type	Specific gravity	Blaine (cm ² /g)	Chemical composition(%)				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃ + FeO ₃	CaO + MgO	Na ₂ O + K ₂ O	SO ₃
3000	3.15	3180	20.4	8.9	66.2	0.90	1.9
6000	3.05	5760	26.3	11.9	57.9	0.64	2.6
8000	3.03	8420	27.8	12.9	56.1	0.60	2.1

Table 3 Mixing design

Mix series	Foaming agent dilution ratio (C×%)	W/C (%)	Foaming agent (C×%)
3000-25-7	10	35	7
3000-35-3	10		3
3000-35-5	5		5
	10		
	20		
	10		
3000-35-7	10		7
3000-35-9	10		9
3000-35-11	10		11
6000-35-7	10		7
8000-35-7	10		7
3000-45-7	10		45

Note) 3000 35-7
 └── Foaming agent(C×%)
 └── W/C=35 %
 └── Cement fineness 3000 cm²/g

포화시킨 공시체의 수중중량 W_1 을 측정하고, 표건중량 W_2 를 측정하였다. 이후 24시간의 노건조를 행한 후의 절건중량 W_3 및 공시체 체적 V 를 측정¹⁰⁾하여 아래의 식(1), (2)에 따라 연속공극율 및 전공극율을 산출하였다.

$$\text{연속공극율(\%)} = 1 - \frac{W_2 - W_1}{V} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{전공극율(\%)} = 1 - \frac{W_3 - W_1}{V} \times 100 \quad (2)$$

2.3.3 평균기포경

평균기포경은 ASTM C 457-82a “현미경에 의한 굳은 콘크리트의 기포조직 및 공기량 측정방법”에 의한 선형횡단법(linear traverse method)으로 측정¹¹⁾하였다.

측정은 각각의 공시체에서 2개의 콘크리트 시험편을 채취해 연마사로 표면을 연마하여 표면을 매끄럽게 가공한 후 40배 배율의 광학현미경을 이용하여 측정하였다.

2.3.4 투수실험

투수실험은 JIS A 1218 「흙의 정수위 투수실험」에 준하여 실시하였다. 투수계수의 측정은 $\phi 10 \times 10$ cm의 원주체로 하고, 수두차를 15 cm로 하여 공시체를 시험장치에 설치 후, 공시체내에 물을 유하시켜 수량과 시간을 측정하여 투수계수를 산출하였다.

2.3.5 압축강도 및 비중

제작한 $\phi 10 \times 20$ cm의 공시체 3개를 압축강도 시험기로 재하하여 압축강도를 산출하였다. 또한, 비중측정은 $\phi 10 \times 20$ cm의 공시체를 105 ± 5 °C에서 24시간 건조한 후 실온이 될 때까지 냉각시킨 공시체의 중량을 체적으로 나누어 산출하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 실험에서 실시한 기포첨가량, 물시멘트비 및 시멘트

분말도에 따른 기포콘크리트의 특성을 Table 4에 나타내었다.

3.1 연속공극 형성원리

Fig. 1은 단계별 연속공극 형성원리를 나타낸 것으로 기포콘크리트의 연속공극은 시멘트페이스트 속에 혼합된 기포의 응집력에 의해서 기포들이 접하게 되고, 시멘트페이스트가 경화되어 강도가 발현된 후 기포가 소포되어 기포끼리 접한 부위가 연결되어 형성되는 것으로 판단된다.

즉, 기포 상호간에는 서로 붙으려고 하는 응집력에 의하여 시멘트페이스트와 혼합되어진 기포가 주위를 둘러싼 시멘트페이스트를 밀어내고, 기포상호간이 서로 접하게 되면서 형성되는 것으로 사료된다. 또한 기포의 응집작용은 시멘트페이스트의 유동성 및 점성의 영향을 받으며 시멘트페이스트의 양이 많게 되면 독립공극을 형성하고 기포의 양이 많으면 연속공극을 형성하게 된다.

Fig. 2는 제조된 연속기포콘크리트 내부를 150배 확대 촬영한 전자현미경 사진을 나타낸 것이다. 이 그림은 기포체로 인한 공극사이에 연속기포가 형성되어 있음을 잘 나타내고 있다.

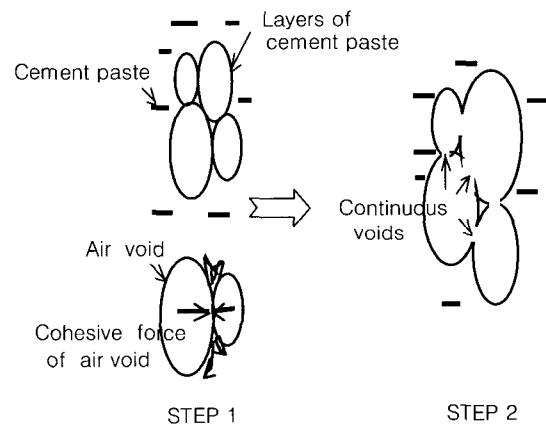


Fig. 1 Steps of continuous voids formation

Table 4 Properties of cellular concrete by additional capacity of air void and cement fineness

Mix series	Continuous void ratio (%)	Total void ratio (%)	Air void size (mm)	Coefficient of permeability (cm/sec)	Compressive strength (kgf/cm ²)	Specific gravity
3000-25-7	42	61	0.31	0.008	21	0.55
3000-35-3	9	30	0.26	-	114	1.02
3000-35-5	19	49	0.28	0.001	52	0.82
3000-35-7	38	59	0.39	0.007	18	0.57
3000-35-9	45	63	0.43	0.015	14	0.44
3000-35-11	15	45	-	-	-	-
6000-35-7	52	66	0.28	0.054	22	0.35
8000-35-7	35	51	0.23	0.005	34	0.41
3000-45-7	22	49	0.23	0.005	16	0.53

3.2 연속공극 형성에 미치는 요인

3.2.1 기포첨가량의 영향

Table 4를 바탕으로 하여 기포첨가량 변화에 따른 공극율의 변화를 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3에서 기포첨가율 9%까지는 기포첨가량이 증가할수록 공시체 내부의 연속공극율 및 전공극율이 증가하고 있는 경향을 나타내고 있다. 기포첨가량 3%에서는 연속공극율 9%, 전공극율 30%를 나타내고, 9%에서는 연속공극율 45%, 전공극율 63%를 나타내고 있어 기포첨가량의 증가는 콘크리트 내부에 연속공극율을 증진시키는데 효과적임을 알 수 있다. 또한 Fig. 3은 기포제 첨가량에 따라 독립공극 형성영역, 연속공극 형성영역 및 기포의 소포발생 영역으로 구분된다.

즉, 기포제 첨가량 2%이하에서는 공극율이 약 20%, 연속공극율 0%로 대부분의 기포가 독립공극을 형성하고 있었으며, 기포제 첨가량 3%이후에서 연속공극을 형성시키기 시작해 기포제 첨가량이 증가할수록 연속공극율이 증가하였다. 그러나 기포제 첨가량이 9%를 초과 할 경우 공극율의 감소와 함께 연속공극율도 현저히 저하하는 기포의 소포현상을 보이기 시작하였다. 이러한 기포의 침하원인은 다량의 기포첨가, 외기온도와와의 차, 공기의 건조 등의 요인⁸⁾에 의해 기포가 팽창 또는 수축하여 소포가 된 것으로 추측된다. 이러한 현상이 반복적으로 나타나게 되면 시멘트페이스트의 점성을 떨어뜨려 타설한 콘크리트가 침하를 일으키는 것으로 사료된다.

Fig. 4는 다량의 기포를 첨가한 공시체가 타설 30~60분 사이에 기포의 소포에 의하여 침하를 일으킨 경우를 나타내고 있다.

3.2.2 기포제의 희석비율이 연속공극 형성에 미치는 영향

기포의 안정성은 기포를 생성하는 용액의 표면점도, 표면탄성 등과 관련이 있으며, 표면장력이 작으면 기포의 안정성에 유리하다²²⁾고 할 수 있다. Fig. 5에 기포제의 희석비율에 따른 표면장력의 변화를 나타내었다.

Fig. 5에서 표면장력은 기포제를 사용하지 않은 경우 56.4 dyne/cm인데 비하여 기포제 희석비율이 20%용액의 경우 약 26 dyne/cm로 낮게 나타났다. 따라서 기포제 희석비율이 높을수록 작은 표면장력을 나타내어 기포의 안정성이 증가하여 소포발생을 억제할 수 있다.

Fig. 6은 표면장력과 관계가 있는 기포제 희석비율에 따른 연속공극율 및 전공극율 변화를 나타낸 것으로 기포제의 희석비율이 높을수록 연속공극율과 전공극율이 증가하고 있어 콘크리트 내부에 연속공극을 형성시키는데 효과적임을 나타내고 있다. 즉, 기포콘크리트의 연속공극율은 기포제의 희석비율 5%에서 15%인데 비하여 희석비

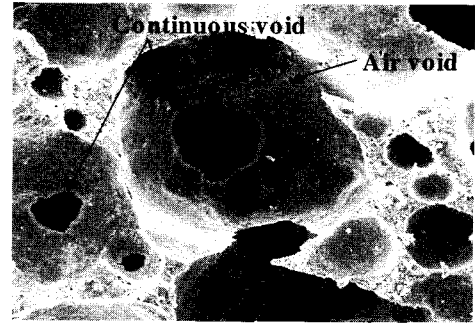


Fig. 2 Continuous cellular concrete(×150)

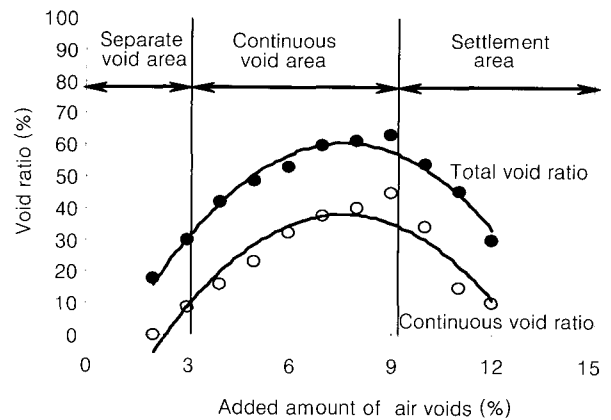


Fig. 3 Void formation by addition of foaming agent dilution ratio



Fig. 4 Settlement of cellular concrete

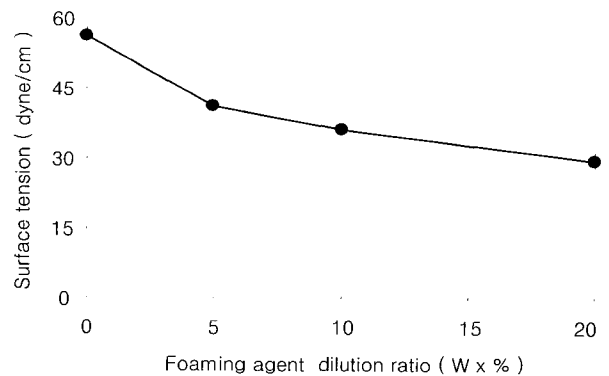


Fig. 5 Variation of surface tension by foaming agent dilution ratio

율이 20%가 되면 23.7%로 증가되고 있다. 따라서 기포의 안정성은 기포콘크리트의 연속공극 형성에 중요한 요인으로 사료된다.

3.2.3 물시멘트비의 영향

Fig. 7은 시멘트 분말도 3000 cm²/g, 기포첨가량 7%에서 물시멘트비의 변화에 따른 공극율의 변화를 나타내었다. Fig. 7에서 물시멘트비가 25%에서 연속공극율 42%, 전공극율이 61%를 나타내고 있으나, 물시멘트비 45%에서는 연속공극율 22%, 전공극율이 49%의 값을 나타내어 물시멘트비가 증가할수록 연속공극율 및 전공극율은 감소하는 경향을 보이고 있다. 이것은 기포를 시멘트의 중량에 대해 혼합하였기 때문에 물시멘트비가 낮을수록 상대적으로 기포의 첨가량이 많아지기 때문인 것으로 사료된다. 따라서, 연속공극율 및 전공극율의 증가는 기포첨가량의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

3.2.4 시멘트분말도의 영향

Fig. 8은 시멘트분말도 변화에 따른 공극율의 변화를 나타낸 것으로 시멘트분말도에 따른 연속공극율은 분말도 3000 cm²/g에서 38%, 6000 cm²/g에서 52%로 약 14% 증가된 값을 나타내고 있어 시멘트분말도가 연속공극형성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 분말도가 높을수록 시멘트의 분산성이 증가되어 시멘트분말도 3000 cm²/g에 비해 6000 cm²/g인 경우가 시멘트페이스트에서의 기포의 응집작용이 원활하게 이루어져 연속공극율이 증가한 것으로 판단된다. 그러나, 시멘트분말도 8000 cm²/g의 경우는 6000 cm²/g에 비해 공극율이 낮게 형성되는 것을 보이고 있어 사용시 주의가 요망된다.

3.3 강도와 비중

3.3.1 기포첨가량

기포첨가량 변화가 기포콘크리트의 압축강도와 비중에 미치는 영향을 Fig. 9에 나타내었다.

Fig. 9에서 기포첨가량 증가에 따라 공극율의 증가로 인해 압축강도가 감소하는 경향을 나타내고 있는데 최대 기포첨가량 9%일 때 압축강도는 13.2 kgf/cm²을 나타내고 있다. 한편 기포첨가량이 2%씩 증가함에 따라 비중은 약 0.2정도 비례적으로 감소하고 있는 것을 나타내고 있다. 특히, 기포 9% 첨가시 비중이 0.44인데 반하여 3%첨가시 1.02의 값을 나타내어 비중을 감소시키기 위해서는 기포 첨가량의 증가가 효과적임을 알 수 있다.

3.3.2 물시멘트비

물시멘트비를 25, 35, 45%로 변화시켰을 때 기포콘크리트의 강도와 비중의 관계를 Fig. 10에 나타내었다.

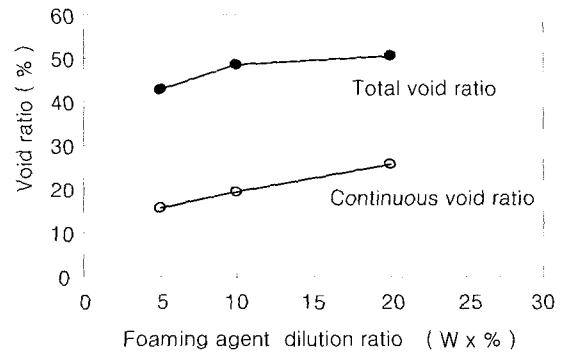


Fig. 6 Variation of void ratio by foaming agent dilution ratio

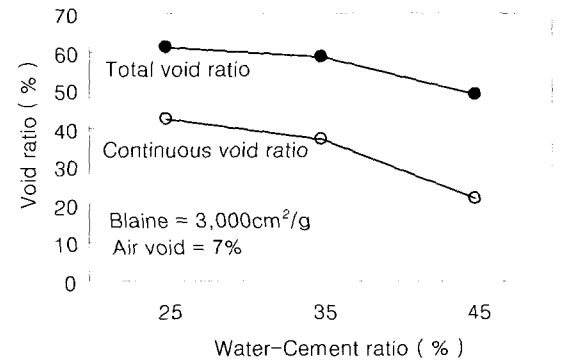


Fig. 7 Variation of void ratio by water-cement ratio

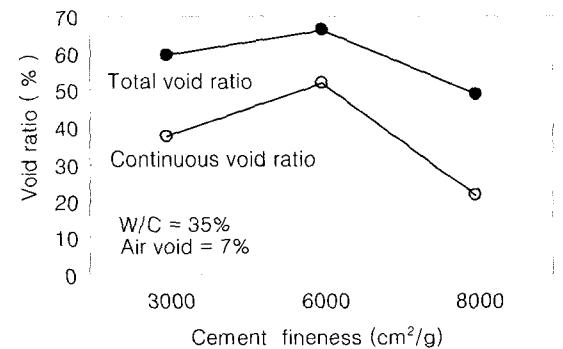


Fig. 8 Variation of void ratio by cement fineness

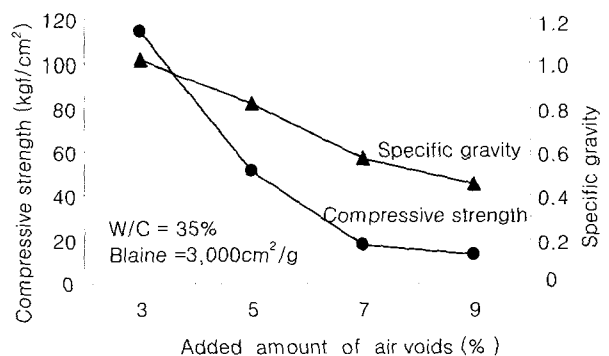


Fig. 9 Relationship between compressive strength and specific gravity by added amount of air voids

Fig. 10에서 비중은 물시멘트비가 변하여도 0.53~0.57 정도의 비슷한 값을 나타내어 물시멘트비의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나, 압축강도는 물시멘트비를 45 %에서 25 %로 감소시킬 경우 15 kgf/cm²에서 20 kgf/cm²로 약 5 kgf/cm² 증가하였다. 따라서, 물시멘트비의 감소는 기포콘크리트의 비중 변화 없이 강도를 증진시키는데 효과적임을 알 수 있다.

3.3.3 시멘트분말도

시멘트의 분말도는 물과의 반응성에 영향을 끼치며, 일반적으로 고운 시멘트일수록 급속히 반응한다. 화합물 조성이 일정하면 반응 속도 즉, 강도발현성은 시멘트를 좀더 곱게 분쇄함으로써 촉진할 수 있다. 본 실험에서는 시멘트분말도를 3000, 6000 및 8000 cm²/g으로 변화시켰으며, 이 때 기포콘크리트의 강도와 비중에 미치는 영향을 Fig. 11에 나타내었다.

Fig. 11은 시멘트분말도가 높을수록 강도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이것은 분말도가 높을수록 동일 중량에 대해 상대적으로 시멘트량이 증가¹³⁾하여 강도가 증진되는 것으로 판단된다.

또한 시멘트분말도가 6000 및 8000 cm²/g인 경우에는 시멘트 입자가 미세하여 수화가 신속하며, 남은 미수화 시멘트 부분도 적게되어 강도가 증진¹⁴⁾된 것으로 사료된다.

특히, 시멘트분말도 8000 cm²/g을 사용한 경우 압축강도가 34 kgf/cm²로 나타나 분말도가 높은 시멘트를 사용하는 것은 기포콘크리트의 강도증진에 효과적임을 알 수 있다.

3.4 투수성

투수성은 내부에 연속된 공극이 형성되었을 때 높게 나타나 기포콘크리트의 연속공극율을 파악할 수 있는 대표적인 성질 중 하나이다. 일반적으로 자갈의 경우 10⁻¹ cm/sec, 모래 10⁻¹~10⁻³ cm/sec, 실트질 모래 10⁻³~10⁻⁵ cm/sec의 투수계수¹⁰⁾를 나타내고 있다. 본 실험에서는 기포첨가량, 물시멘트비 및 시멘트분말도를 변화시켜 기포콘크리트의 투수성에 미치는 영향을 검토하였다.

3.4.1. 기포첨가량

기포첨가량을 3, 5, 7, 9 %변화시켰을 때 기포콘크리트의 투수성에 미치는 영향을 Fig. 12에 나타내었다.

Fig. 12에서 기포첨가량 5 %에서 0.1×10⁻² cm/sec, 9 %에서 1.5×10⁻² cm/sec의 투수계수를 나타내고 있어 기포첨가량 4 % 증가에 따른 투수계수의 증가는 약 15배이다. 이것은 기포첨가량의 증가가 공극율을 증가시키며 그에 따른 연속공극율의 향상을 가져와 투수계수가 높게 나타나는 것으로 판단된다.

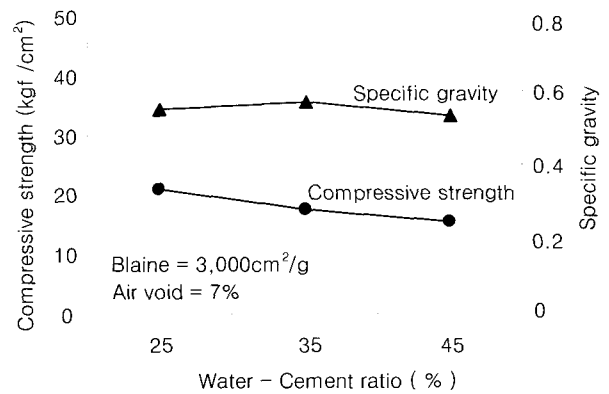


Fig. 10 Relationship between compressive strength and specific gravity by water-cement ratio

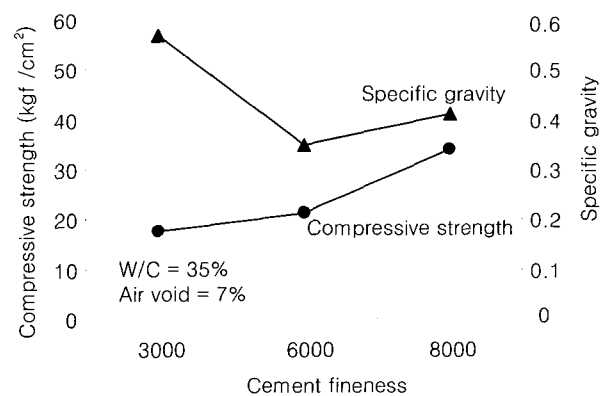


Fig. 11 Relationship between compressive strength and specific gravity by variation of cement fineness

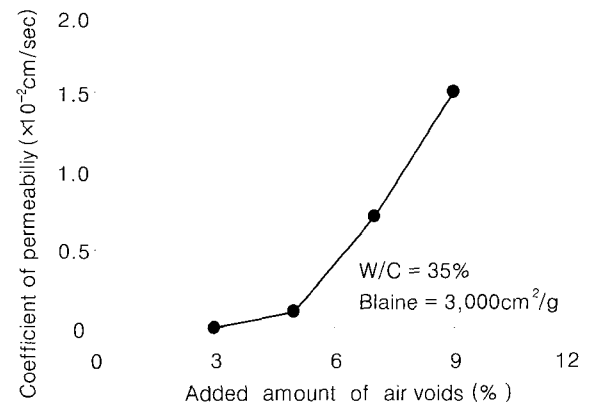


Fig. 12 Relationship between added amount of air voids and water permeability

3.4.2. 물시멘트비

Fig. 13은 물시멘트비를 25, 35, 45 %로 변화시켰을 때 투수성과의 관계를 나타낸 것으로 물시멘트비의 증가는 투수계수를 감소시키고 있다. 이것은 기포첨가시 시멘트의 중량에 대해 혼합하였기 때문에 물시멘트비가 높아질수록 상대적 기포첨가량이 감소함에 기인한 것으로 물시멘트

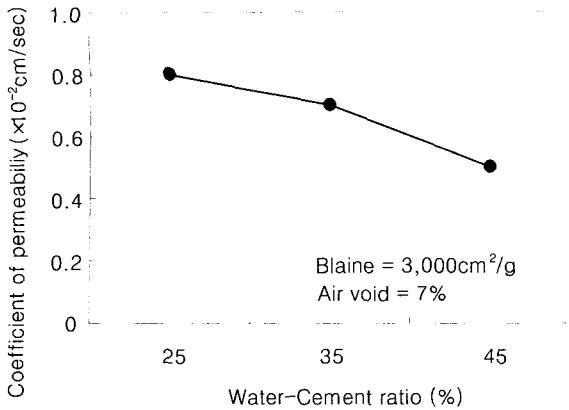


Fig. 13 Relationship between water-cement ratio and water permeability

비 10 % 증가시 마다 약 0.15×10^{-2} cm/sec 정도의 투수성이 감소되는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 연속공극을 갖는 기포콘크리트의 제조에 미치는 기포제의 영향을 검토한 것으로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 기포콘크리트에서 연속공극은 기포의 응집력에 의해 형성되며, 기포의 응집력에 의해 기포끼리 접할 수 있는 기포량 사용시 발생한다. 시멘트분말도 $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 을 사용한 기포콘크리트에서는 기포첨가량이 시멘트 사용량의 2~9%일 때 연속공극이 형성되고 이보다 작을 경우 독립공극, 이보다 클 경우 기포의 소포현상이 나타났다.

2) 희석농도가 높은 기포제는 기포의 표면장력이 작아 기포의 안정성을 증가시켜 소포발생을 억제하고 연속공극을 증가시킨다.

3) 물시멘트비 35%의 보통포틀랜드시멘트를 사용한 배합에서 기포첨가량 3%에서의 연속공극율은 9%, 9%에서는 45%를 나타내어 기포첨가량의 증가는 콘크리트 내부에 연속공극을 형성시키는데 효과적이다. 또한 연속공극은 기포콘크리트의 비중 1.0이하에서 형성된다.

4) 연속기포콘크리트의 압축강도는 시멘트분말도 $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 에서 14 kgf/cm^2 인 것이 시멘트분말도 $8000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 에서 34 kgf/cm^2 로 증가되어 시멘트분말도가 높을수록 증가한다.

5) 시멘트분말도 $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 을 사용한 기포콘크리트의 압축강도는 물시멘트비 45%에서 15 kgf/cm^2 , 25%에서 20 kgf/cm^2 로 나타나 물시멘트비의 감소는 기포콘크리트의 압축강도를 증진시킨다.

6) 연속기포콘크리트에서 투수계수는 기포첨가량이 증가할수록 증가하고, 물시멘트비 10% 증가시마다 약

0.15×10^{-2} cm/sec 감소시킨다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2001-1-31100-00 4-2)지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 구본급, 손대성, "경량기포콘크리트(ALC)의 기공형상변화에 미치는 압면의 영향," 대전산업대 기술논문집, 제2호 1994.11, pp.259~267.
2. 이승환, 박정준, 황보광수, "연속공극을 갖는 기포콘크리트의 흡음특성에 관한연구," 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, 제12권 2호, 2000, pp.567~571.
3. 玉井元治, 田中光徳, "シラス軽石を用いた多孔質コンクリートの吸音特性," 日本 コンクリート工學論文報告集, Vol. 16, No. 1, 1994, pp.711~716.
4. 玉井元治, 河合 章, "ポラスコンクリートへの海洋生物付着に関する研究," セメント・コンクリート論文集, No. 44, 1990, pp.708~713.
5. 田中光徳, "吸音性による負荷低減," 콘크리트工學, Vol. 36, No. 3, 1998.3, pp.19-21.
6. 笠井芳夫, 小林正凡, "セメント・コンクリート用 混和材料," 技術書院, pp.433~451.
7. 1996 KS총람, KS F 2432 주입모르타르의 컨시스턴시 시험방법, 사단법인 한국공업표준협회.
8. 丸山久一, 下村匠, "透水性有する注入材料開發," 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 18, No. 1, 1996, pp.1005~1010.
9. 富田六郎, "コンクリート用有機界收縮低減劑の作用機構およびその効果え關する實證的研究," 博士學位論文, 1994.
10. 松尾 伸二, 丸山 久一, 清水 敬二, 江本 佑橋, "透水コンクリートの透水・透濕, 吸音特性." 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 15, No. 1, 1993, pp.525~530.
11. Christine M. Leinweber, Patricia A. McGee, Susan P. Milligan, "Standark Practice for Determination of Air-Void Content and Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete," 1990 Annual book of ASTM standards, section 4, Construction, pp. 227~237.
12. 정해구, "공극성상이 경량기포콘크리트의 물성에 미치는 영향," 계명대학교, 석사학위논문, 1996.12.
13. 장복기 외 3인 공역, 시멘트 材料化學, 전남대학교 출판부, 1998. 11, pp.229~234.
14. 下山 善秀, 藤原 浩巳, "輕量コンクリートの高強度化に関する研究," セメント・コンクリート論文集, No.43, 1989, pp.352~357.

요 약

본 연구는 기포콘크리트내에 연속공극이 생성되는 과정을 밝히고, 연속공극을 갖는 기포콘크리트의 제조에 미치는 기포제의 영향을 검토한 것이다.

실험결과, 연속공극을 형성하는 기포콘크리트는 온도, 시멘트페이스트의 점성 및 유동성, 기포의 안정성 등의 영향을 받고, 기포의 응집력에 의해 형성되는 것으로 사료된다. 또한, 기포첨가량이 시멘트량 2%이하에서 독립공극을 형성시키고, 9%를 초과할 경우 기포의 소포현상이 나타났다.

한편, 시멘트분말도 3000, 6000 및 8000 cm²/g에서 분말도가 높을수록 압축강도는 증가하였으며, 분말도 변화에 따른 연속공극율은 38%, 52%, 22%로 나타나 분말도 6000 cm²/g에서 연속공극율이 가장 높게 나타났다.

더 나아가 기포콘크리트의 압축강도는 물시멘트비를 45%에서 25%로 감소시킬 경우 15 kgf/cm²에서 20 kgf/cm²로 높게 나타나 물시멘트비의 감소는 기포콘크리트의 비중 변화 없이 강도를 증진시키는데 효과적이었다.

핵심용어 : 기포콘크리트, 연속공극, 독립공극, 기포첨가량, 시멘트분말도, 물시멘트비
