

기포콘크리트를 사용한 샌드위치 패널의 특성

Properties of Sandwich Panel Using Cellular Concrete

정용욱* 장석수** 이승한***
Jung, Yong Wook Jang, Seck Soo Lee, Seung Han

Abstract

This study sought to investigate the characteristics of cellular concrete, such as porosity, strength and density, according to the cell addition rate. Based on the result, it examined the application to a cellular concrete panel. Porosity was found to increase according to the cell addition rate, measuring continuous porosity of 42% and 47%, and total porosity of 61% and 66%. In terms of cell addition rate, measurements were 7% and 11% respectively. Compressive strength represented 5.0MPa, 3.8MPa and 2.8 MPa in terms of 7%, 9% and 11% respectively, decreasing 1 MPa of strength according to every 2% increase of cell addition rate. Density showed 0.55, 0.44 and 0.36 in terms of 7%, 9% and 11% respectively, decreasing 1.0 MPa according to every 2% increase of cell addition rate proportionally. In addition the sandwich panel of cellular concrete which was fabricated during this research was found to be relatively heavy and non-flammable with an excellent strength of 4.0 MPa. Compared with a light concrete panel, considering the compressive strength that accounts for 10 MPa, it appeared relatively low in strength. However it would be excellent for application due to the light density of only 0.4 MPa.

1. 서론

건축물의 내화구조는 화재 시 건축물의 구조적 안전을 유지시켜 최소한의 피난대처 시간을 마련해주는 매우 중요한 방재시스템으로 현행 건축법에서 일정 규모이상의 건물에 대해서는 의무화하고 있는 실정이다. 반면 내화구조 적용을 받지 않는 소규모 공장 및 조립식 건물에는 내화성에 약한 스티로폼 샌드위치 패널이 주로 이용되고 있다. 그러나 스티로폼 샌드위치 패널은 화재 발생시 발화가 쉬울 뿐만 아니라 열 방출 속도와 가스방출량이 크고 독성 가스를 방출하는 위험이 있어 대체재료 개발이 시급한 실정이다. 스티로폼 패널의 대체재료로 난연등급을 갖는 폴리에스테르, 유리면 등이 사용되고 있으나 화재시 유독가스 방출 위험과 발암물질 함유 및 제조원가 상승 등의 문제점을 가지고 있다. 또한 불연재료로 사용되는 경량콘크리트 패널은 화재에는 강하나 단열 및 차음성이 낮고 밀도가 높으며, 충격에 의한 균열 발생 등으로 시공성이 떨어져 스티로폼 패널의 대체 재료로서는 미흡하다.

따라서 보다 낮은 밀도의 불연성을 갖는 기포콘크리트를 이용한 패널의 대체재료 개발이 절실히 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 내화성에 약한 스티로폼의 대체재료로서 밀도가 낮은 경량기포콘크리트를 패널

* 정희원, 계명대학교 첨단건설재료실험센터 연구원

** 정희원, 계명대학교 토목공학과 대학원 박사과정

*** 정희원, 계명대학교 토목공학과 교수

에 적용시키고자 하였다. 이를 위하여 기포첨가량에 따른 기포콘크리트의 공극률, 강도 및 밀도 등의 특성을 검토하였다. 또한 경량기포콘크리트의 소포발생을 저감시키고, 최적 기포첨가량 등의 산정으로 흡수성 등의 기능성을 갖는 패널에의 적용성을 검토함으로써 향후 경량기포콘크리트 패널 제작에 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료의 특성

실험에 사용한 시멘트는 H사의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다. 또한 기포콘크리트의 밀도 및 소포발생을 저감시키기 위하여 혼화재(A)를 사용하였다.

2.2 실험계획

본 연구에서는 기포제 희석비율 10%, 물분체비(W/B) 35%로 고정하였고, 발생시킨 기포 첨가량을 사용분체 중량에 대해 7, 9, 11, 13, 15%로 변화시켰다. 또한 소포 방지와 경량화를 위하여 혼화재(A)를 시멘트 중량에 10, 20, 30%로 치환하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 기포콘크리트의 제조

Table 1에서 혼화재(A) 무첨가와 혼화재(A) 10%첨가 시에는 기포제 첨가량 13% 이상에서 모두 소포 및 침하가 발생되었으며, 혼화재(A) 20% 첨가시에는 기포첨가량 15%에서 침하가 발생되어 기포콘크리트의 강도, 밀도 등의 물성값을 측정할 수 없었다.

3.2 기포콘크리트의 특성

3.2.1 기포첨가량에 따른 공극률 특성

Fig. 1에 기포첨가량 9%에서 혼화재(A) 치환량에 따른 기포콘크리트의 공극률 특성을 나타내었다. 30% 치환시 연속공극률 48%, 전공극률 68%를 나타내어 혼화재(A) 치환량 증가는 콘크리트 내부에 연속공극률 및 전공극률을 증가시키는 것으로 나타났다.

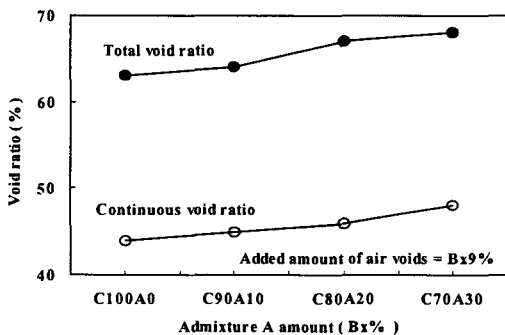


Fig. 1 Void ratio by added amount of air voids

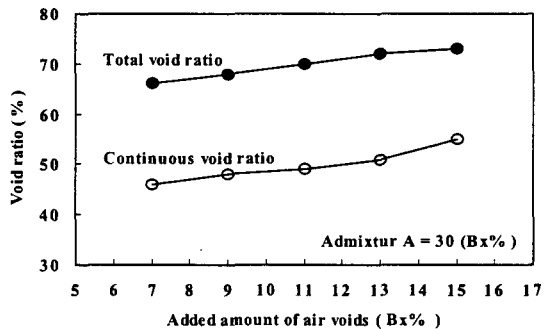


Fig. 2 Void ratio by added amount of air voids

Table 1 Test results

Mix series	Total void ratio(%)	Continuous void ratio(%)	Density	Compressive strength (MPa)
C100A0-7	61	42	0.55	5.0
C100A0-9	63	44	0.44	3.8
C100A0-11	66	47	0.36	2.8
C100A0-13	-	-	-	-
C100A0-15	-	-	-	-
C90A10-7	62	43	0.53	4.1
C90A10-9	64	45	0.42	2.8
C90A10-11	67	48	0.35	2.0
C90A10-13	-	-	-	-
C90A10-15	-	-	-	-
C80A20-7	65	44	0.51	2.8
C80A20-9	67	46	0.39	2.1
C80A20-11	69	47	0.32	1.7
C80A20-13	70	49	0.30	1.2
C80A20-15	-	-	-	-
C70A30-7	66	46	0.49	2.0
C70A30-9	68	48	0.37	1.4
C70A30-11	70	49	0.30	1.2
C70A30-13	72	51	0.28	1.0
C70A30-15	73	55	0.25	0.5

Fig. 2에 혼화재(A) 치환량 30%에서 기포첨가량 변화에 따른 공극률 변화를 나타내었다. Fig. 2에서 혼화재(A) 30%첨가는 기포첨가량 15%까지도 소포를 발생시키지 않고 공시체 내부의 연속공극률 및 전공극률을 증가시켜, 기포첨가량 7%시 연속공극률 46%, 전공극률 66%에 비해 기포첨가량 15%에서 연속공극률 55%, 전공극률 73%로 증가시켜 약 10%정도의 연속공극률 및 전공극률을 증가시키는 것으로 나타났다.

3.2.2 기포첨가량에 따른 압축강도와 밀도

Fig. 3은 기포첨가량에 따른 기포콘크리트의 압축강도와 밀도를 나타낸 것으로 기포첨가량이 증가할수록 압축강도와 밀도가 감소하고 있는 경향을 나타내고 있다. 특히, 기포첨가로 인한 공극률의 증가가 강도감소의 원인으로, 일반 기포콘크리트에서의 최대 기포첨가량 11%에서 압축강도는 2.8MPa로 나타났다.

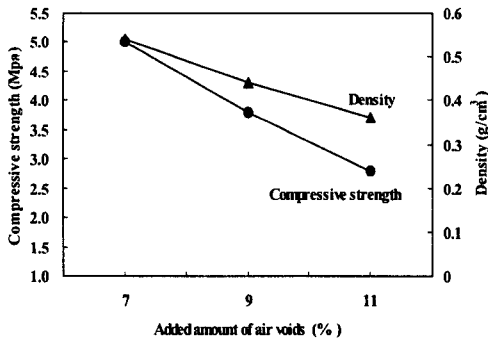


Fig. 3 Compressive strength and density by added amount of air voids

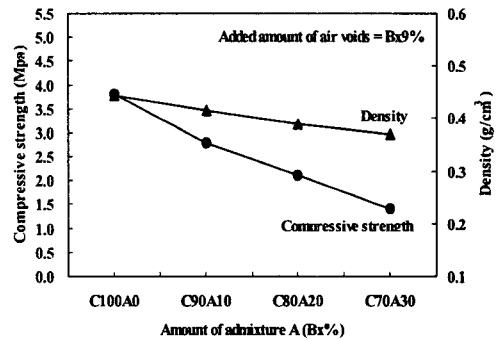


Fig. 4 Compressive strength and density by added amount of admixture

Fig. 4는 혼화재(A) 치환량에 따른 강도 및 밀도 특성을 나타낸 것으로 압축강도의 경우 혼화재(A) 무치환시 3.8MPa에서 혼화재(A) 30% 치환시 1.4MPa를 나타내고 있어 혼화재(A)의 치환량 증가는 경량기포콘크리트의 압축강도를 크게 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 밀도의 경우 혼화재(A) 무치환시 0.44에서 혼화재(A) 30% 치환시 0.37로 나타나 밀도저감에는 효과적인 것으로 나타났다.

Fig. 5은 제조된 기포콘크리트의 내부를 50배 확대 촬영한 사진을 나타낸 것이다. 이 그림은 기포제로 인한 공극사이에 연속기포가 형성되어 있음을 잘 나타내고 있다.

이들 연속공극들은 소음을 흡수하는 기능을 가지고 있어 기포콘크리트 샌드위치 패널에 적용시 패널의 흡음성능 향상에 효과가 있을 것으로 판단된다.

3.3 기포콘크리트 샌드위치 패널

본 연구에서는 경량기포콘크리트를 이용하여 다양한 디자인 및 형상의 패널과 경량기포콘크리트 샌드위치 패널의 2종류로 제작하였으며 Fig. 6과 Fig. 7에 나타내었다.

Fig. 8은 기존 스티로폼 패널, 경량콘크리트 패널과 기포콘크리트로 제조된 샌드위치 패널과의 강도 및 밀도 특성을 나타낸 것으로 기포콘크리트로 제조된 샌드위치 패널은 압축강도 3.8MPa, 밀도 0.44로 기존 스티로폼 패널에 비해 강도가 높고, 경량콘크리트 패널에 비해 밀도가 낮아 시공성이 향상된 불연성 경량기포콘크리트 샌드위치 패널을 제작할 수 있었다. 또한 기포콘크리트 샌드위치 패널은 연속공극에 의한 방음 및 흡음효과가 탁월하며, 다양한 색채와 디자인으로 건물외벽에 적용시 건물미관 향상에 기여할 것으로 사료된다.

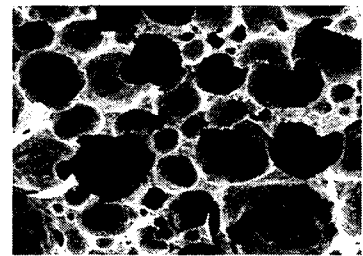


Fig. 5 Continuous cellular concrete (×50)

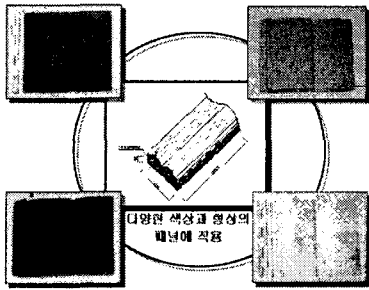


Fig. 6 Panel of cellular concrete

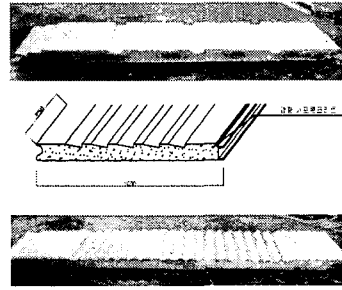
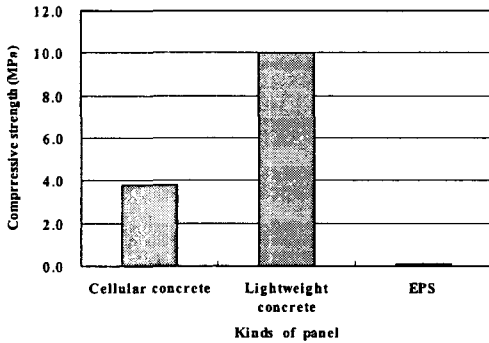
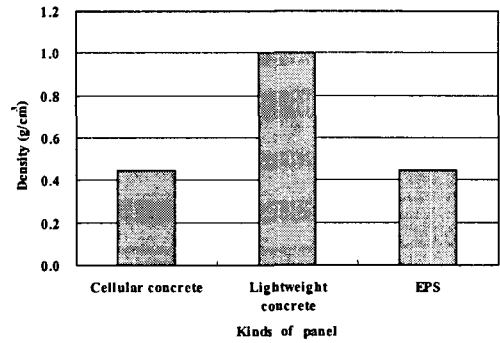


Fig. 7 Sandwich Panel of cellular concrete



(a) 패널종류에 따른 압축강도



(b) 패널종류에 따른 밀도

Fig. 8 Compressive strength and density by kinds of panel

4. 결론

본 연구는 기포첨가량에 따른 기포콘크리트의 공극률, 강도 및 밀도 등의 특성을 검토하고, 그 내용을 바탕으로 기포콘크리트 패널에의 적용을 검토한 것으로 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 기포첨가량 9%에서 혼화재(A) 30%치환의 경우 연속공극률 48%, 전공극률 68%로 혼화재 무첨가시의 연속공극률 44%, 전공극률 63%에 비해 약 5% 증가시켜 혼화재(A) 사용시 기포콘크리트의 공극률 증진에 효과가 있을 것으로 사료된다.
2. 압축강도는 혼화재(A) 무치환시 3.8MPa에서 혼화재(A) 30% 치환시 1.4MPa를 나타나 혼화재(A) 사용량 증가는 기포콘크리트의 압축강도를 대폭 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 밀도는 혼화재(A) 무치환시 0.44에서 혼화재(A) 30% 치환시 0.37로 나타나 밀도저감에는 효과적인 것으로 나타났다.
3. 기포콘크리트 샌드위치 패널은 스티로폼 샌드위치 패널보다 다소 무거우나 불연성을 갖고 강도가 우수하다는 장점이 있다. 또한 경량콘크리트 패널과 비교시 강도는 다소 떨어지지만 가벼워 시공성이 우수하며 기포콘크리트의 연속공극 형성으로 흡음성능의 우수할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 下山 善秀, 藤原 浩巳 : "輕量氣泡コンクリートの高强度化に関する研究", セメント・コンクリート論文集, No.44, 1990, PP. 366-371.
- 2) 이승한, 정용욱, 박정준 : "연속공극을 갖는 기포콘크리트의 흡음특성에 관한 연구" 한국콘크리트학회논문집, 제15권 4호(통권 76호), 556, 2003. 기포제의 영향" 한국콘크리트학회 논문집, VOL.14, No.5, PP. 742~749.