

연속공극을 갖는 기포콘크리트의 흡음특성에 관한 연구

A Study on Sound Absorption Properties of Foamed Concrete with Continuous Voids

이 승 한* 박 정 준** 황보 광 수***
Lee, Seung Han Park, Jung Jun Hwang Bo, Kwang Su

ABSTRACT

This study is designed to manufacture the continuous foamed concrete and the sound absorption characteristics investigation due to continuous voids ratio

According to the results of experiment, it was shown that continuous voids of the foamed concrete has the influence of the amount used of foaming agent, the viscosity and flowability of cement paste, and also is shaped by cohesive power of bubbles. Also the sound absorption ratio of the foamed concrete is subject to increase as the density becomes low by raising the continuous voids ratio. The cement paste with low water-cement ratio and high cement fineness are very effective to prevent weak strength of formed concrete caused by the increase of the porosity

1. 서론

최근 급격한 산업의 발달과 교통시설 증가에 따른 소음공해는 주거생활 환경을 크게 악화¹⁾시키고 있다. 이를 해결하기 위한 대표적인 시설물로는 방음벽을 들 수 있으며 발생음을 반사시켜 음이 전파되는 것을 막는 차음형 보다 음의 소멸효과가 우수한 흡음형 방음벽이 많이 사용되는 추세²⁾에 있다. 흡음형 방음벽의 재료로 사용되는 유리면과 암면은 흡음재 내부 공극내로 침투된 음이 굴절·반사의 반복으로 소멸되는 원리를 이용한 것으로 흡음효과가 양호하지만, 발암물질을 함유하는 등 인체의 유해성 문제가 야기되고 있다. 또한 환경부 고시 “방음벽의 성능 및 설치기준”³⁾에서 흡음형 방음판은 인체에 유해한 물질을 함유하지 않고 내구성이 있어야 하며, 평균흡음율 70%이상을 기준으로 정하고 있어 대체재료의 개발이 절실히 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 발암물질 등 인체에 유해하지 않은 기포콘크리트를 사용하여 연속공극율을 증가시켜 흡음율을 높이면서 강도를 증진시킨 흡음콘크리트 제조를 목적으로 하였다. 즉, 흡음콘크리트의 제조에는 연속공극을 형성시키기 위하여 기포의 첨가량에 따라 비중조절이 가능한 선기포방식⁴⁾을 채택하였으며 불시멘트비 감소, 시멘트 분말도의 증가를 통해 공극율 증가에 따른 강도감소현상을 방지하고자 하였다.

* 정회원, 계명대학교 토목공학과 교수
** 정회원, 한국건설기술연구원 토목연구부 연구원
*** 정회원, 계명대학교 토목공학과 대학원 석사과정

2. 실험 개요

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트 및 혼화제

본 실험에서는 보통포틀랜드시멘트와 분말도가 5760cm³/g과 8420cm³/g인 시멘트를 각각 사용하였다. 이들의 물리·화학적 성질을 표 1에 나타내었다.

표 1 시멘트의 종류에 따른 물리·화학적성질

종 류	비중	분말도 (cm ³ /g)	화 학 성 분				
			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	0.9	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	0.6	2.1

2.1.2 혼화제

본 실험에서는 혼화제로서 폴리칼본산계 고성능감수제와 증점제를 사용하였고 콘크리트의 경량화 및 연속공극을 형성시키기 위해 기포제를 사용하였으며 이들의 특성을 표 2에 나타내었다.

표 2 사용 혼화제의 물리·화학적 특성

구 분	형 태	색 상	주 성 분	비 중
고성능감수제	액상	암갈색	폴리카르복실 에테르	1.05±0.02
증 점 제	분말	백색	셀레로이스에테르계	1.06±0.02
기포제	액상	암갈색	고급알콜유산 에스테르계 화합물	1.05±0.02

2.2 실험방법

2.2.1 기포콘크리트의 흡음측정

연속공극이 형성된 콘크리트의 흡음특성을 파악하기 위해 직경 9.8cm와 2.9cm인 공시체를 두께 3.0, 5.0, 7.0cm의 3종류로 제작하였다. 흡음을 측정은 KS F 2814 「관내법에 의한 건축 재료의 수직 입사 흡음을 측정 방법⁵⁾」에 준하여 측정하였다. 본 실험에서는 각 주파수별에 따른 각 시료의 흡음을 측정을 3회에 걸쳐 실시하고, 측정된 250, 500, 1000, 2000Hz의 각 주파수대역 흡음을 산술 평균하여 흡음계수(NRC)로 나타내었다.

2.2.2 기포콘크리트의 압축강도 및 비중

제작한 φ10×20cm의 공시체 3개를 압축강도 시험기로 재하하여 압축강도를 산출하였다. 또한, 비중은 φ10×20cm의 공시체를 105±5℃에서 24시간 건조한 후 실온이 될 때까지 냉각시킨 중량을 측정하여 체적으로 나누어 산출하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 기포콘크리트의 형성원리

본 연구에서는 콘크리트에 연속공극을 형성시키기 위해 기포제를 사용하였으며 기포의 첨가량에 따라 비중조절이 가능한 선기포방식을 채택하였다. 이때, 기포콘크리트의 연속공극은 미리 제조한 기포와 시멘트페이스트를 혼합하는 혼합단계를 거쳐 기포의 응집력에 의해서 기포들이 접하게 되는 응집단계후, 시멘트페이스트가 경화되어 강도가 발현되는 경화단계를 통하여 형성된다.

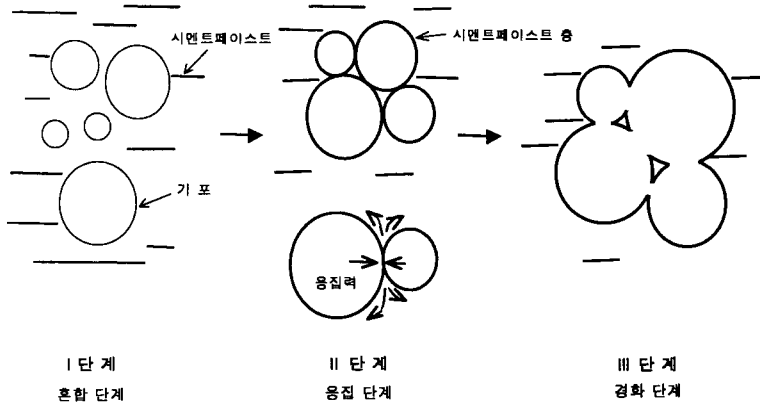


그림 1 연속공극 형성 단계

3.2 기포콘크리트의 흡음특성

그림 2에 시멘트 분말도 변화에 따른 흡음율과 그림 3에 두께변화에 따른 흡음율을 나타내었다.

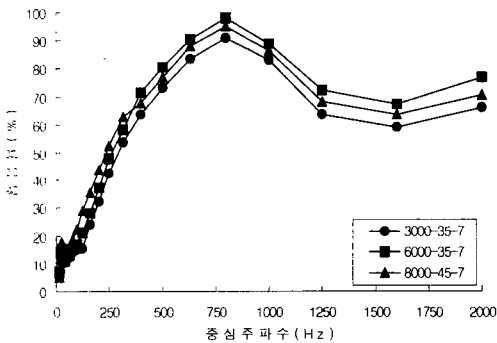


그림 2 시멘트 분말도 변화에 따른 중심주파수와 흡음율과의 관계

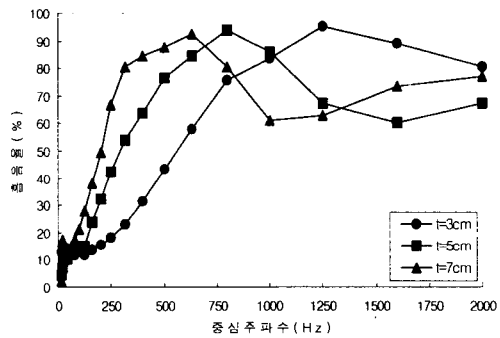


그림 3 재료의 두께 변화에 따른 중심주파수와 흡음율과의 관계

그림 2는 시멘트분말도가 높을 경우 흡음율이 증가하는 것을 나타내고 있으며 흡음율이 3000인 경우보다 6000인 경우 약 10%, 8000인 경우 5%상승한 것으로 나타내고 있다. 이는 분말도가 높은 시멘트의 사용은 공극경의 감소를 가져와 강도를 증진시킴과 동시에 연속공극율도 증진시켜 보다 양호한 흡음특성을 나타낼 수 있는 요인으로 사료된다. 또한 그림 3에서 흡음재 두께는 두께가 증가될수록 중적음영역에서 양호한 흡음율 효과를 나타내어 흡음율 개선에 중요한 요인으로 사료된다.

3.3 기포콘크리트의 압축강도 및 비중

그림 4는 시멘트 분말도 변화에 따른 압축강도와 비중관계를 나타낸 것으로 분말도가 높을수록 강도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 특히, 분말도 8000의 시멘트를 사용한 경우 압축강도가 34kgf/cm²로 나타나 분말도가 높은 시멘트를 사용하는 것은 기포콘크리트의 강도증진에 효과적임을 알 수 있다. 이는 분말도가 높을수록 기포간 공극에 시멘트입자의 충전이 양호하여 기포콘크리트의 강도가 증진된 것으로 판단된다. 또한 분말도가 높아질수록 기포의 소포가 방지되어 기포경이 조밀해져 강도가 증진되는 것을 그림 4는 간접적으로 나타내고 있다.

3.4 전공극율과 연속공극율

단위시멘트량 700kg/m³, W/C=35%로 고정하고, 분말도 3000의 시멘트를 사용한 기포콘크리트에서 기포를 시멘트 중량에 3, 5, 7, 9%로 첨가시켰을 때 연속공극에 미치는 영향을 그림 5에 나타내었다. 그림 5와 같이 기포첨가량이 증가할수록 공시체 내부의 연속공극율 및 전공극율이 증가하고 있는 경향을 나타내고 있다. 기포첨가량 3%에서는 연속공극율은 9%, 전공극율 30%를 나타내고, 9%에서는 연속공극율은 45%, 전공극율은 63%를 나타내고 있어 기포첨가량 증가는 콘크리트 내부에 연속공극율을 증진시키는데 효과적임을 알 수 있다.

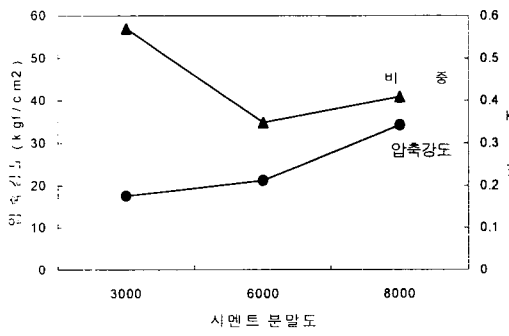


그림 4 시멘트분말도 변화에 따른 압축강도와 비중의 관계

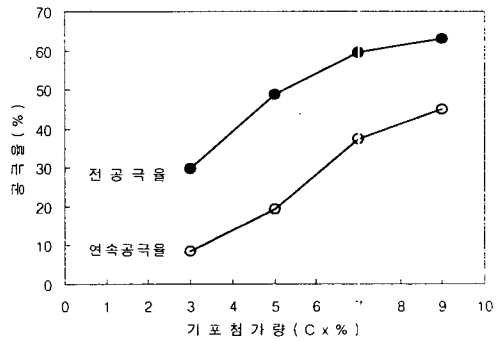


그림 5 기포첨가량에 따른 공극율의 변화

4. 결론

본 연구는 연속공극을 갖는 기포콘크리트의 제조 및 흡음특성에 미치는 영향을 검토한 것으로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 연속공극율은 기포제 3% 첨가시 9%, 9% 첨가시 45%를 나타내고 있어 기포첨가량의 증가는 콘크리트 내부에 연속공극을 형성시키는데 효과적이다.
2. 흡음재 두께의 증가는 중저음영역에서 흡음을 증가를 나타내어 흡음재의 두께는 흡음을 개선에 중요한 요인으로 사료된다.
3. 평균흡음율 70%이상 만족하는 비중 0.4인 기포콘크리트의 압축강도는 시멘트분말도 3000의 경우 13kgf/cm²이나, 시멘트분말도 8000에서는 34kgf/cm²로 증가되었다. 따라서, 연속공극을 갖는 기포콘크리트의 압축강도는 시멘트분말도가 높을수록 증가하는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 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
2. 포항제철, 강건재의 활용 : 강재 방음벽편, 1998.12
3. 환경부, 환경부 고시 제1998-150호 방음벽의 성능 및 설치기준, 1999
4. 筈井芳夫, 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
5. 1996 KS총람 : KS F 2814 관내법에 의한 건축 재료의 수직 입사 흡음율 측정방법, 사단법인 한국공업표준협회