

Bottom ash를 이용한 경량판넬의 특성 연구 (2)

A Study on the acoustic characteristic of the Light weight Concrete Panel using bottom ash

정 갑 철*, 이 성 호**, 정 진 연**

G. C. Jeong, S. H. Lee, J. Y. Chung

Key Words : bottom ash (석탄회), light weight concrete panel (경량콘크리트 판넬), sound reduction (차음성능)

ABSTRACT

Recently, the method of the apartment building design has been changed from wall type structures to moment structures. With like this reason, dry walls are used plentifully. Especially, the gypsum board was used from previously plentifully however the weak point of it is difficult to maintain because it weak strength. For the improvement of gypsum board, light weight concrete panel using cement board is used recently. As this study is the research of the series t on the development of non-bearing light weight concrete panel using bottom ash, the purpose of this study is to obtain basic data for application in the field. The results are that the structure 1 satisfies domestic standard concerned with sound insulation between households at the laboratory and field test.

1. 서 론

2006년 1월부터 주택성능등급 표시제도가 시행됨에 따라 바닥충격음, 화장실소음 및 경계소음에 대한 기준이 강화되었다. 이는 쾌적한 주거환경을 조성하고 개인의 프라이버시 확보를 추구하는 시대적 요구에 대한 반영을 위한 것이다.

또, 아파트 평면에 대한 소비자들의 선호도가 다양해지고 있는 추세에 맞추어 주거공간의 리모델링에 대한 욕구가 증가되고 있는 추세이다. 이러한 욕구에 의해 주택성능등급 표시제도에서도 구조관련 등급에서 거주자의 공간가변요구에 쉽게 대응할 수 있는 주거공간을 제공한다는 목적에서 가변성을 등급의 한 요소로 적용하고 있는 실정이다.

장수명화 주택의 일환인 라멘조 주택에 대한 용적율과 층고 완화라는 인센티브 제공은 이러한 시대적 요구가 반영된 것이다. 이에 따라 라멘구조 일종인 무량판 구조의 아파트 설계가 대한주택공사 등에서 채택되고 있는 실정이다.

무량판구조의 가장 큰 걸림돌은 가격, 사용성 및 시공성 등에서 적합한 건식벽체를 찾기 힘들다는 문제가 있다. 기존에 많이 사용되어온 석고보드 벽체는 강도가 약하여 유지보수가 힘든 단점이 있다.

현재 석고보드에 대한 차음성능 영향요인은 기존 연구에서 다수 수행되고 있는 실정이다. 그러나 경량콘크리트패널의 차음성능 영향요인에 대한 연구는 미흡한 상태로, 본 연구에서는 차음성능의 영향요인을 구체적으로 파악하고 주택성능등급의 1등급 벽체를 개발하는데 그 목적이 있다.

2. 국내의 차음기준

2.1 주택건설기준 등에 관한 규정 제14호

① 공동주택 각 세대간의 경계벽 및 공동주택과 주택 외의 시설간의 경계벽은 내화구조로서 다음 각호의 1에 해당하는 구조이어야 한다.

㉔ 철근콘크리트조 또는 철골,철근콘크리트조로서 그 두께(시멘트모르타,회반죽,석고플라스터, 기타 이와 유사한 재료를 바른 후의 두께를 포함한다)가 15센티미터 이상인 것

* (주) 비아엔지니어링 연구소장
E-mail : kcsound@korea.com

** (주)대우건설 기술연구원

- ㉔ 무근 콘크리트조, 콘크리트 블록조, 벽돌조 또는 석조로서 두께(시멘트모르타, 회반죽, 석고프라스터, 이와 유사한 재료를 바른 후의 두께를 포함한다)가 20센티미터 이상일 것
- ㉕ 조립식주택부재인 콘크리트판으로서 그 두께가 12센티미터 이상인 것
- ㉖ 제1호 내지 제호의 것 이 외에 건설교통부장관이 정하여 곳하는 기준에 따라 한국건설기술연구원장이 차음성능을 인정하여 지정하는 구조인 것
- ㉗ 제1항의 규정에 의한 경계벽은 이를 지붕 및 또는 바로 윗층 바닥판까지 닿게하여야 하며, 소리를 차단하는데 장애가 되는 부분이 없도록 설치하여야 한다.

22 벽체의 차음구조 지정기준(건설부고시 제341호)

주파수 (Hz)	125	500	2000
기준 (dB)	30 이상	45 이상	55 이상

3. 시험체 제작

3.1 경량벽체의 배합

경량벽체의 밀도에 따른 차음성 평가를 하기 위한 시험체 제작은 수차례의 예비실험을 실시하여 <표 1>과 같이 목표밀도에 따른 각각의 경량벽체 배합비를 선정하였다. 물결합재비는 30%으로 고정하였고, 시험체의 목표밀도를 얻기 위하여 주로 바텀애시와 EPSB의 사용량을 조절하였다.

3.2 사용재료

<표 2>는 경량벽체 제작에 사용된 재료의 물리적 성질을 나타낸 것이다. 시멘트는 보통포틀랜드시멘트, 바텀애시는 서천화력에서 발생한 입경이 3mm이하인 것을 사용하였고, EPS는 평균입경이 2.9mm이하인 것을 사용하였다.

<표 1> 경량벽체의 배합표

목표밀도 (ton/m ³)	W/B (%)	단위수량 (kg/m ³)	단위용적(l/m ³)			단위중량(kg/m ³)		
			시멘트	바텀애시	EPSB	시멘트	바텀애시	EPSB
0.7±0.05	30	142	95	78	686	300	171	14
0.9±0.05	30	161	101	101	638	317	221	13
1.1±0.05	30	200	100	160	540	315	352	11

<표 3> 경량벽체의 기건밀도와 압축강도

목표밀도 (ton/m ³)	기건밀도(ton/m ³)			압축강도(Mpa)		
	7일	14일	28일	7일	14일	28일
0.7±0.05	0.75	0.74	0.74	2.8	3.3	3.5
0.9±0.05	0.92	0.89	0.91	3.8	4.3	4.5
1.1±0.05	1.09	1.09	1.09	6.7	7.2	7.5

<표 2> 사용재료의 물리적 특성

사용재료	특 성
시멘트	S사, 보통포틀랜드, 밀도(g/cm ³) : 3.15, 분말도(cm/g) : 3200±300
바텀애시	서천화력산 사용 (3mm 이하)
EPS	S사, 비중 : 0.02, 평균입경:2.9mm

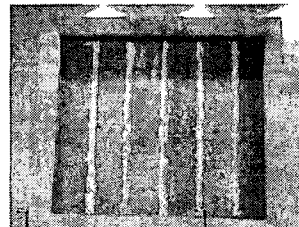
3.3 제조된 경량벽체의 물리적 특성

목표밀도에 따라 제조된 경량벽체의 기건밀도와 압축강도 시험결과는 <표 3>에 나타난 바와 같다. 시험결과 재령28일에서의 기건밀도는 목표밀도 0.7ton/m³에서 0.74ton/m³, 0.9ton/m³에서 0.91ton/m³, 1.1ton/m³에서 1.09ton/m³로 모두 목표로 하는 밀도에 만족하는 것으로 나타났다. 재령 28일에서의 압축강도는 목표밀도 0.7ton/m³에서 3.5MPa, 0.9ton/m³에서 4.5MPa, 1.1ton/m³에서 7.5MPa로 나타났다.

4. 측정개요

4.1 시험체 설치

실험은 대우건설기술연구원 음향실험동의 차음실험실에서 실시하였다. 시험체는 폭 0.6m에 높이 3.0m의 단위 크기 제품을 6매 사용하여 가로 3.5m × 높이 3.0m의 공간에 설치한 후 연결면과 나머지 틈새부분은 밀실처리 하였다.



<사진 1> 시험체 설치

4.2 시험체 구성

실험에 사용된 시험체의 구성은 다음과 같다.

<표 4> 시험체 구성

번호	시험체 구성 (mm)
1-1	두께 75 (비중 0.7)
1-2	두께 75 (비중 0.9)
1-3	두께 75 (비중 1.1)
1-4	두께 90 (비중 0.9)
2-1	두께 75 (비중 0.8)
2-2	두께 75 + 공기층 25 + 두께 75
2-3	두께 75 + 공기층 50 + 두께 75
2-4	두께 75 + 공기층 75 + 두께 75
2-5	두께 75 + 공기층 100 + 두께 75
2-6	두께 75 + G/W 25 + 두께 75
2-7	두께 75 + G/W 25 + 공기층 25 + 두께 75
2-8	두께 75 + G/W 25 + 공기층 50 + 두께 75
2-9	두께 75 + G/W 25 + 공기층 75 + 두께 75

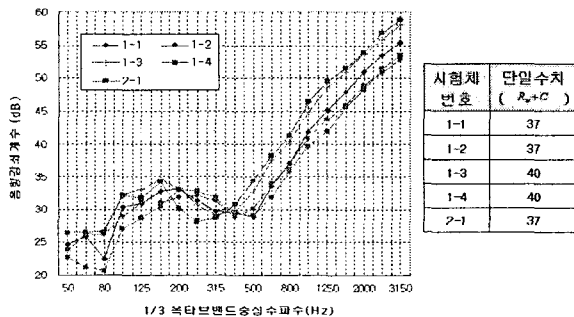
4.3 측정 및 평가방법

벽체의 차음성능 측정은 『KS F 2808(2001): 건물부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법』에 준하여 실시하였고, 평가는 최근 제정된 『KS F 2862(2002): 건물 및 건물부재의 공기전달음 차단성능 평가방법』의 R_w 단일수치 평가량에 의해 실시하였다.

5. 측정결과 및 분석

5.1 면밀도에 따른 비교

일반적인 차음성능 질량법칙($20\log(Mf) - 42.5$)에 따르면 면밀도나 주파수가 2배가 될 경우에 차음성능은 6 dB 정도 증가하는 것으로 나타난다. 따라서 재료의 면밀도가 증가됨에 따라 <그림 1>에서와 같이 차음성능이 증가하고 있음을 알 수 있다. 차음벽의 두께와 비중은 다르지만 면밀도가 비슷한 1-3과 1-4번 구조의 경우는 비슷한 차음성능의 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 특히 1-4번 구조의 경우

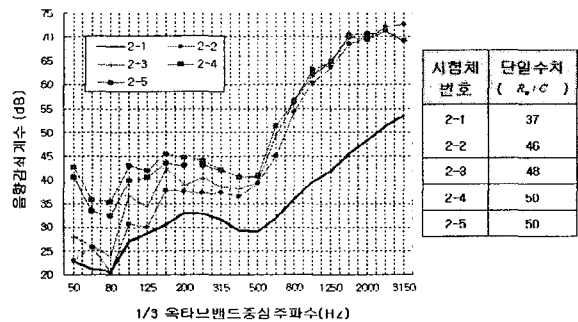


<그림 1> 면밀도에 따른 차음성능 비교

는 벽체의 두께가 90 mm로서 다른 구조에 비해 두꺼운 관계로 일치주파수로 판단되는 f_c 가 저주파수 대역으로 이동함을 알 수 있다.

5.2 공기층 두께에 따른 비교

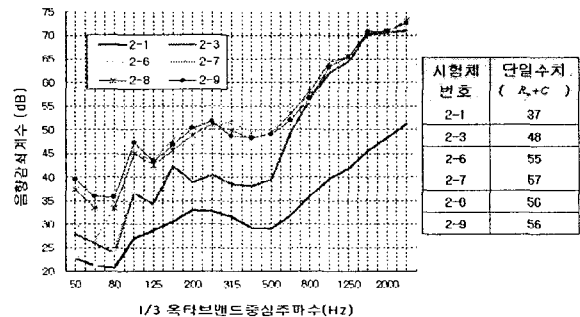
벽체의 차음성능에 있어서 벽체를 단일벽으로 만드는 것보다 이중벽으로 만드는 것이 차음성능을 향상시키는 방법이다. 따라서 이중벽으로 만든 벽체에서 공기층의 증가에 따라 차음성능의 변화를 살펴보았다. 측정결과, 공기층의 두께가 증가함에 따라 일치주파수 이후의 고주파수에서는 차이가 없으나 저주파수대역에서는 차음성능이 향상되어 전체적으로 단일수치 평가량이 향상되고 있음을 알 수 있다.



<그림 2> 공기층 두께에 따른 차음성능 비교

5.3 GW과 공기층 두께에 따른 비교

5.2절에서 공기층 두께가 증가함에 따라 저주파수 대역의 차음성능이 향상됨을 알 수 있었다. 따라서 본 절에서는 음에너지를 열에너지로 변화시켜 차음성능을 향상시키는 흡음재(Glass Wool)를 사용하면서 공기층 두께를 변화시켜 보았다. 측정결과, G/W를 사용함으로써 저주파수 대역을 중심으로 9dB 정도의 차음성능이 향상됨을 알 수 있었으나 G/W를 사용하면서 공기층을 증가시키는 경우는 차음성능의 향상정도가 미미함을 알 수 있었다. 이는 공기층에 비해 흡음재의 영향요인이 더욱 크게 작용되고 있기 때문으로 판단된다.



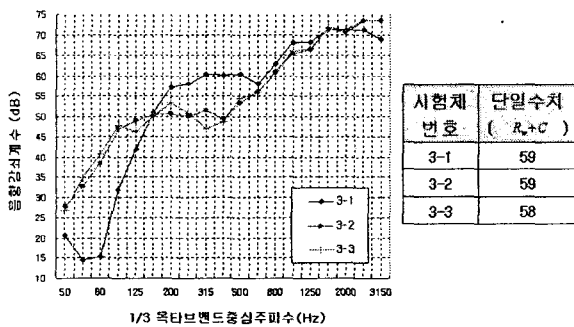
<그림 3> G/W과 공기층 두께에 따른 차음성능 비교

5.4 경량벽체 1등급 구조

본 연구의 목표는 경계벽의 차음성을 향상시키기 위한 것이다. 따라서 본 연구를 수행하는 과정에서 구성된 1등급 구조에 대한 구조 및 차음성은 다음과 같다.

<표 5> 1등급 구조

번호	시험체 구성 (mm)
3-1	석고보드 12.5*2 + G/W 25 + 공기층 12.5 + 두께 75 + 공기층 12.5 + G/W 25 + 석고보드 12.5*2
3-2	두께 75 + G/W 50 + 두께 75
3-3	두께 75 + G/W 25 + 공기층 25 + 두께 75



<그림 4> 차음성능 1등급 구조

6. 결론

Bottom ash를 이용한 경량콘크리트패널 개발에 대한 연구를 통해 다음과 같은 결론은 얻었다.

1) 벽체의 차음성능에서 단일벽을 사용할 경우, 면밀도가 증가할수록 차음성능이 향상됨을 알 수 있었다. 특히 두께가 두꺼워지는 경우는 일치주파수(f_c)가 저주파수대역으로 이동함을 알 수 있다.

2) 이중벽으로 만든 벽체의 공기층 증가에 따른 차음성능 변화를 살펴본 결과, 공기층 두께가 증가함에 따라 일치주파수 이후의 고주파수에서는 차이가 없으나 저주파수대역에서는 차음성능이 향상되어 전체적으로 단일수치 평가량이 향상되고 있음을 알 수 있다.

3) 흡음재(Glass Wool)을 사용하면서 공기층 두께를 변화시킨 결과, G/W를 사용함으로써 저주파수 대역을 중심으로 9dB 정도의 차음성능이 향상됨을 알 수 있었으나 G/W를 사용하면서 공기층을 증가시키는 경우는 차음성능의 향상 정도가 미미함을 알 수 있었다. 이는 공기층에 비해 흡음재의 영향요인이 더욱 크게 작용되고 있기 때문으로 판단된다.

4) 경량콘크리트 패널을 적용하여 주택성능등급 표시제도

의 1등급에 해당되는 구조를 개발하였다.

후 기

본 연구는 환경부의 2006 차세대 핵심기술개발사업에 의한 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) Bottom ash를 이용한 경량판넬의 특성 연구, 한국소음진동공학회 추계학술발표대회논문집, 2005.5.
- (2) 바텀애시를 이용한 경량기포콘크리트 칸막이재의 현장 적용, 대한건축학회 창립60주년기념 학술발표대회논문집, 제 25권 제1호, 2005.10, pp.369~372
- (3) EPSB 콘크리트의 공학적 특성에 미치는 골재 종류의 영향에 대한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 봄 학술 발표회 논문집(II), 제17권 제1호, 2005.5, pp. 453~456
- (4) 한국콘크리트 학회. 최신 콘크리트 공학, 2005
- (5) 환경부, 공동주택 공기전달 소음 피해 평가방안에 관한 연구, 2003.12