

저회를 이용한 경량판넬의 특성 연구[#]

A Study on the Acoustic Characteristic of the Light Weight Concrete Panel Using Bottom Ash

정 갑 철† · 정 진 연**

G. C. Jeong and J. Y. Chung

(2006년 9월 26일 접수 ; 2007년 1월 18일 심사완료)

Key Words : Bottom Ash(저회), Light Weight Concrete Panel(경량콘크리트 판넬), Sound Reduction(차음성능)

ABSTRACT

Recently, the method of the apartment building design is changing from wall type to moment structure. Dry walls are used plentifully. Until now, the gypsum board is used mainly but it has many problems. For improving the problems, the light weight concrete panel using cement board is used recently. The purpose of this study is to obtain basic data for the light weight concrete panel using bottom ash. As a result, some structures 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 경계벽의 소음에 대한 기준이 강화되었다. 이는 쾌적한 주거환경을 조성하고 개인의 프라이버시 확보를 추구하는 시대적 요구에 대한 반영을 위한 것이다.

또, 다양한 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 용적

률과 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 건축벽체를 찾기 힘들다는 문제가 있다. 기존에 많이 사용되어온 석고보드 벽체는 강도가 약하여 유지보수가 힘든 단점이 있다.

따라서 이 연구는 주택성능표시제도에서 요구하는 1등급 성능등급을 충족시키고자 저회를 사용한 경량콘크리트판넬의 음향성능을 검토하기 위한 것이다. 이를 위하여 검토대상의 음향성능은 판넬의 밀도변화, 판넬사이의 공기층 두께 및 흡음재의 유무를 영향 요소로 하여 실험^(1,2)하였다.

2. 국내의 차음기준

2.1 주택건설기준 등에 관한 규정 제 14호

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

† 책임저자; 정희원, (주)비아엔지니어링

E-mail : kcsound@korea.com

Tel : (016)373-3682, Fax : (02)561-8657

* 정희원, (주)대우건설 기술연구원

이 논문은 2006 추계 소음진동 학술대회에서 우수논문으로 추천되었음.

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

나. 무근 콘크리트조·콘크리트 블록조·벽돌조 또는 석조로서 그 두께(시멘트모르타·회반죽·석고플라스터, 이와 유사한 재료를 바른 후의 두께를 포함한다)가 20 cm 이상일 것.

다. 조립식주택부재인 콘크리트판으로서 그 두께가 12 cm 이상인 것

라. 제 1호 내지 제호의 것 이 외에 건설교통부장관이 정하여 곳하는 기준에 따라 한국건설기술연구원장이 차음성능을 인정하여 지정하는 구조인 것.

(2) 제 1항의 규정에 의한 경계벽은 이를 지붕 및 또는 바로 위층 바닥판까지 닿게 하여야 하며, 소리를 차단하는데 장애가 되는 부분이 없도록 설치하여야 한다.

2.2 벽체의 차음구조 지정기준(건설부고시 제 341호)

주택건설 등에 관한규정 제 14조 1항 ㉠에 해당하는 벽체에 대해서는 차음성능 인정구조를 획득하여야 세대간 경계벽으로 사용이 가능하다.

Table 1 Standards

Frequency (Hz)	125	500	2000
Standard (dB)	Above 30	Above 45	Above 55

Table 2 Ranges of sound insulation performance

Grade	Range(sound insulation performance)
1	58 dB ≤ Rw+C
2	53 dB ≤ Rw+C < 58 dB
3	48 dB ≤ Rw+C < 53 dB

Table 3 Mixture table of materials

Target density (ton/m ³)	W/B (%)	Unit water (kg/m ³)	Unit volum(l/m ³)			Unit weight(kg/m ³)		
			Cement	Bottom ash	EPSB	Cement	Bottom ash	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

2.3 주택성능표시제도의 차음등급

2006년 1월부터 시행된 주택성능등급 표시제도는 공동주택의 품질향상을 위하여 세대간 경계벽의 차음성능을 주택건설기준 등에 관한 규정 (제 59조 제 3항 주택성능등급 인정 및 관리기준)에 따라 차음성능을 표시한다.

3. 시험체 제작

3.1 경량벽체의 배합

경량벽체의 밀도에 따른 차음성 평가를 하기위한 시험체 제작은 수차례의 예비실험⁽³⁾을 실시하여 Table 3과 같이 목표밀도에 따른 각각의 경량벽체 배합비를 선정하였다. 물결합재비는 30 %로 고정하였고, 시험체의 목표밀도를 얻기 위하여 주로 저회와 EPSB의 사용량을 조절하였다.

3.2 사용재료

Table 4는 경량벽체 제작에 사용된 재료의 물리적 성질을 나타낸 것이다. 시멘트는 보통포틀랜드시멘트, 저회는 서천화력에서 발생한 입경이 3 mm 이하인 것을 사용하였고, EPS는 평균입경이 2.9 mm 이하인 것을 사용하였다.

3.3 제조된 경량벽체의 물리적 특성

목표밀도에 따라 제조된 경량벽체⁽⁴⁾의 기건밀도와 압축강도 시험결과는 Table 5에 나타낸 바와 같다. 시험결과 채령 28일에서의 기건밀도는 목표밀도

Table 4 Material properties

Materials	Characteristic
Cement	Portland cement, Density(g/cm ³) : 3.15, Fineness(cm ² /g) : 3200±300
Bottom ash	From seochon thermal power plant (3 mm of below)
EPS	Specific gravity : 0.02, Diameter : 2.9 mm

0.7 ton/m³에서 0.74 ton/m³, 0.9 ton/m³에서 0.91 ton/m³, 1.1ton/m³에서 1.09 ton/m³로 모두 목표로 하는 밀도에 만족하는 것으로 나타났다. 재령 28일에서의 압축강도는 목표밀도 0.7 ton/m³에서 3.5 MPa, 0.9 ton/m³에서 4.5 MPa, 1.1 ton/m³에서 7.5 MPa로 나타났다.

4. 측정개요

4.1 시험체 설치

실험은 D연구원 음향실험동의 차음실험실에서 실시하였다. 시험체는 폭 0.6m에 높이 3.0m의 단위 크기 제품을 6매 사용하여 사진 1과 같이 가로 3.5 m × 높이 3.0 m의 공간에 설치한 후 연결면과 나머지 틈새부분은 밀실처리 하였다.

4.2 시험체 구성

실험에 사용된 시험체의 구성은 다음과 같다. 여기서 G/W(유리면)의 밀도는 32 kg/m³의 제품이다.

4.3 측정 및 평가방법

벽체의 차음성능 측정은 『KS F 2808(2001): 건물부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법⁽⁵⁾』에 준하여 실시하였고, 평가는 『KS F 2862(2002): 건물 및 건물부재의 공기전달음 차단성능

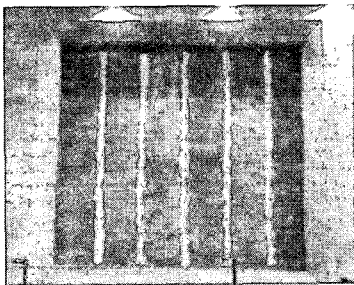


Fig. 1 Installation of specimen

평가방법⁽⁶⁾』의 Rw 단일수치 평가량에 의해 실시하였다.

5. 측정결과 및 분석

5.1 면밀도에 따른 비교

일반적인 차음성능은 질량법칙[20log(Mf) - 42.5]에 따르면 면밀도나 주파수가 2배가 될 경우에 차음성능은 6 dB 정도 증가하는 것으로 나타난다. 따라서 재료의 면밀도가 증가함에 따라 Fig. 2에서와 같이 차음성능이 증가하고 있음을 알 수 있다. 차음벽의 두께와 비중은 다르지만 면밀도가 비슷한 1-3과

Table 6 Experimental structure

No.	Structure (mm)	Factor
1-1	Panel 75 (specific gravity 0.7)	Density
1-2	Panel 75 (specific gravity 0.9)	
1-3	Panel 75 (specific gravity 1.1)	
1-4	Panel 90 (specific gravity 0.9)	
2-1	Panel 75 (specific gravity 0.8)	Air space
2-2	Panel 75 + Air space 25 + Panel 75	
2-3	Panel 75 + Air space 50 + Panel 75	
2-4	Panel 75 + Air space 75 + Panel 75	
2-5	Panel 75 + Air space 100 + Panel 75	
2-6	Panel 75 + G/W 25 + Panel 75	Absorber, air space
2-7	Panel 75 + G/W 25 + Air space 25 + Panel 75	
2-8	Panel 75 + G/W 25 + Air space 50 + Panel 75	
2-9	Panel 75 + G/W 25 + Air space 75 + Panel 75	

Table 5 Dry-air density and compressive strength of light weight wall

Target density (ton/m ³)	Dry-air density (ton/m ³)			Compressive strength(Mpa)		
	After 7days	14days	28days	7days	14days	28days
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

1-4번 구조의 경우는 비슷한 차음성능의 값을 나타내고 있다. 특히 1-4번 구조의 경우는 벽체의 두께가 90mm로서 다른 구조에 비해 두꺼운 관계로 일치주파수로 판단되는 f_c 가 저주파수 대역으로 이동함을 알 수 있다.

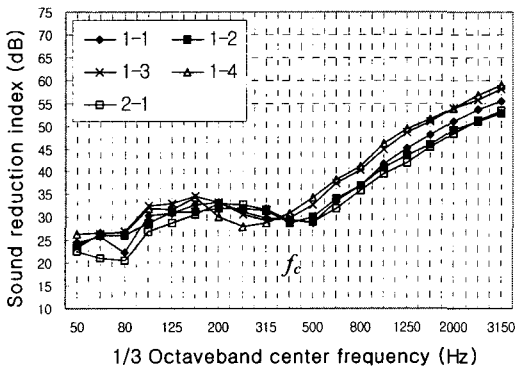
5.2 공기층 두께에 따른 비교

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

5.3 G/W과 공기층 두께에 따른 비교

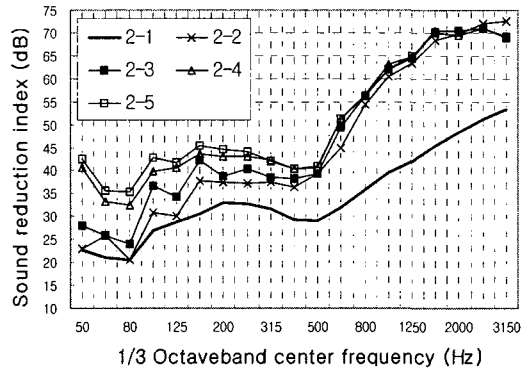
5.2절에서 공기층 두께가 증가함에 따라 저주파수 대역의 차음성능이 향상됨을 알 수 있었다. 따라서 본 절에서는 음에너지를 열에너지로 변화시켜 차음성능을 향상시키는 흡음재(glass wool)를 사용하면서 공기층 두께를 변화시켜 보았다. 측정결과, G/W을 사용함으로써 저주파수 대역을 중심으로 9 dB 정

도의 차음성능이 향상됨을 알 수 있었으나 G/W를 사용하면서 공기층을 증가시키는 경우는 차음성능의 향상정도가 미미함을 알 수 있었다. 이는 공기층에 비해 흡음재의 영향요인이 크게 작용되고 있기 때문으로 판단된다.



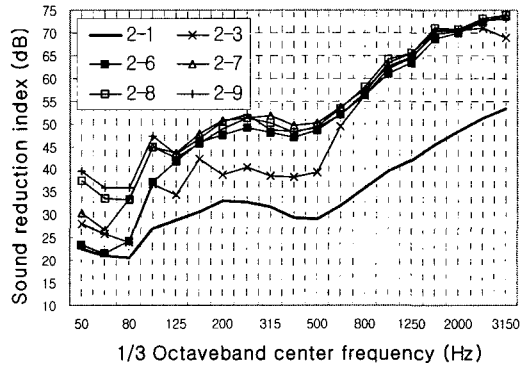
NO.	Performance (R_w+C)
1-1	37
1-2	37
1-3	40
1-4	40
2-1	37

Fig. 2 Sound insulation performance by the areal density



NO.	Performance (R_w+C)
2-1	37
2-2	46
2-3	48
2-4	50
2-5	50

Fig. 3 Sound insulation performance by air space

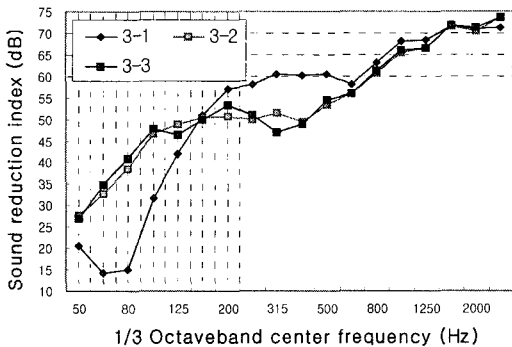


NO.	Performance (R_w+C)
2-1	37
2-3	48
2-6	55
2-7	57
2-8	56
2-9	56

Fig. 4 Sound insulation performance by the glass wool and air space

Table 7 Structure of grade 1

No.	Structure (mm)
3-1	Twofold gypsum board 12.5 + G/W 25 + Air space 12.5 + Panel 75 + Air space 12.5 + G/W 25 + Twofold gypsum board 12.5
3-2	Panel 75 + G/W 25 + Air space 25 + Panel 75
3-3	Panel 75 + G/W 50 + Panel 75



NO.	Performance (R_w+C)
3-1	59
3-2	59
3-3	58

Fig. 5 Sound insulation performance of grade 1 structure

5.4 경량벽체 1등급 구조

이 연구의 목표는 경계벽의 차음성능을 향상시키기 위한 것이다. 따라서 이 연구에서 목표로 하는 주택성능표시제도 상의 1등급 구조에 대한 구조를 이루기 위해 다음과 같은 구성을 시험하였다. 여기서 복합층의 총 두께는 200 mm로 하였으며, 단위 판넬의 비중은 0.9로 하였다.

측정결과 Table 7의 구성이 모두 주택성능평가제도상의 차음성능 1등급을 만족시키고 있음을 확인하였다. 이중 석고보드가 사용된 3중 벽체는 63 Hz 대역의 공진에 의하여 저주파수 음향성능이 낮아짐을 확인하였고, 이를 극복하기 위해서는 공진의 억제를 위한 대책이 수반되면 차음성능은 보다 향상 될 것으로 판단된다.

6. 결 론

저회를 이용한 경량콘크리트 판넬의 1등급 차음

성능을 확보하기 위한 연구를 통해 다음과 같은 결론은 얻었다. 이 연구 결과는 기존의 경량콘크리트 벽체의 공기층과 흡음재에 의한 음향 설계에도 활용이 될 것으로 보인다.

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

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

(3) 흡음재(glass wool)을 사용하면서 공기층 두께를 변화시킨 결과, G/W을 사용함으로써 저주파수 대역을 중심으로 9 dB 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) 상기 영향 요소를 종합하여 비중 0.9의 판넬을 복합화 하거나 석고보드를 사용한 복합판넬을 구성 시에 차음성능 1등급 벽체의 구성이 가능함을 확인하였다.

후 기

이 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업”으로 지원받은 과제임.

참 고 문 헌

(1) Lee, S. H., Jeong, G. C. and Chung, J. Y., 2006, “A Study on the Acoustic Characteristic of the Light Weight Concrete Panel Using Bottom Ash”, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, KSNVE06S-26-124.

(2) Jeong, G. C., Lee, S. H. and Chung, J. Y., 2006, “A Study on the Acoustic Characteristic of the Light Weight Concrete Panel Using Bottom Ash

(II)" , Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, KSNVE06A-10-04.

(3) Kang, C., Kang, K. W., Kawg, E. G., Jung, G. C., Kwon, G. J. and Kim, J. M., 2005, "Site Application of the Light Weight Foamed concrete Partition Wall Using Bottom Ash" , Proceeding of Conference in Architectural Institute of Korea, pp. 369~372.

(4) Kim, H. S., Choi, S. M., Gang, C., Kawg, E. G., Jeong, G. C. and Kim, J. M., 2005, "A Fundamental Study on the Influence of Types of Aggregate on the Engineering Properties of EPSB Concrete, Proceeding of the Korea Concrete Institute(II), pp. 453~456.

(5) KS F 2808(2001)

(6) KS F 2862(2002)