

축소시편을 이용한 Bottom ash 경량콘크리트패널의 차음성능평가

An acoustic evaluation of bottom-ash light-weight concrete panel using small-scale Panel

정진연*, 임정빈*, 정갑철**

J. Y. Chung, J. B. Im, G. C. Jeong

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

ABSTRACT

Recently, drywall's demand is increasing by interest about spread of remodeling house and separated wall structure. This research evaluated panel's SRI and found out panel properties using material of small size. Conclusion of this research is as following. First, we confirmed the effectiveness of small-scale material. Measuring results appeared equally about 400 ~ 500 Hz that is fc frequency. Second, it is no big difference in SRI that use CRC or magnesium board that is used for protection of panel surface. Third, it is compared SRI by used junction to make wall that become disjuncting assembly. By the result, sealed wall secures resemblant SRI performance almost with normal wall. Therefore, using joint materials and sealing junction became wall that is detached with high SRI.

1. 서론

최근 주거환경에 대한 수요자들의 요구 수준이 점차 고급화되어짐에 따라, 자기만의 쾌적한 주거환경을 조성하고 개인의 프라이버시 확보를 추구하고자 하는 욕구가 증대되고 있다. 이는 시대적 요구에 대한 반영으로, 정부에서도 이를 뒷받침하기 위해 주택성능 표시제도 등에서 품질에 대한 수준을 향상시키고자 한다. 이에 따라 리모델링 주택이 확산되고 있으며 가변형 구조에 대한 관심이 증대되어, 건식벽체의 사용이 많아지고 있는 추세이다. 그러나 기존에 건식벽체에서 주로 사용되어져 온 석고보드 벽체는 강도가 약하여 유지보수가 힘든 단점이 있기 때문에 이를 대체할만한 경량콘크리트패널 등의 여러 가지 건식벽체들이 나타나고 있다. 경량콘크리트패널의 경우는 시공성, 경제성 등에서 여러 가지 문제를 나타내고 있으므로 이를 보완하기위한 연구가 필요한 시점이다. 따라서 경량콘크리트패널의 차음성능

영향요인에 대한 보다 실질적인 연구가 필요한 상태로, 본 연구에서는 이를 간략화하기 위해 축소시편을 이용하여 차음성능을 평가하는데 대한 유효성을 검증하고 이를 활용하여 경량콘크리트패널의 특성을 파악하는데 그 목적이 있다.

2. 기존 건식벽체 현황

- 1) **EPC** (Expanded Poly Styrene lightweight Concrete Composite Panels)
 - 제조과정: 무석면섬유보강 시멘트 보드와 발포폴리스틸렌 경량콘크리트를 접착/고온 양생하여 제조한 일체식 패널.
 - 장점: 공정이 단순 하고 습기에 강함. 부착물 고정 상태가 우수 하며, 무공해 자재로써 유리한 장점.
 - 단점: 개구부 설치 곤란 및 리모델링에 불리.
- 2) **ALC** (Auto-claved Lightweight Concrete Panels)
 - 제조과정: 규사에 시멘트와 기포제를 넣어 다공 질화한 혼합물을 고온고압에서 증기 양생시킨 경량기포콘크리트의 일종.
 - 장점: 패널적용 시 블록에 비해 크랙적용성이 뛰어나며 현장 내 습식작업이 없으므로 시공성 측면에 서도 유리. 비교적 경량이며 단열 성능도 우수.

(주) 대우건설 기술연구원

† E-mail : jinyun97@dwconst.co.kr

Tel : (031) 250-1224, Fax : (031) 250-1131

* (주) 대우건설 기술연구원

** (주) 비아 엔지니어링

- 단점: 강도가 비교적 약하며 리모델링에 불리. 흡수율이 높아 습기 많은 곳에 사용이 불가능.

3) **ELC** (Extrusion lightweight Concrete Panels)

- 제조과정: 인공 경량골재, 시멘트, 모래, 물, 기타 무기 첨가제를 일정 비율로 혼합하여 압출 성형의 공정으로 제조되는 패널
- 장점: 공정이 단순 하며 강도 및 내구성이 우수. 습기에 강하며 부착물 고정상태도 우수.
- 단점: 현장시공 시, 설비 및 전기 공사 시 취부가 어렵고 접합면의 균열 발생이 발생.

4) **CSG** (Complex Structure Gypsum Board)

- 제조과정: 내화 스틸 스티드 구조물에 유리면을 넣고 내화석고보드로 마감.
- 장점: 비교적 경량으로 시공이 용이. 조립/해체/마감성이 우수.
- 단점: 강도가 약하고 습기에 취약.

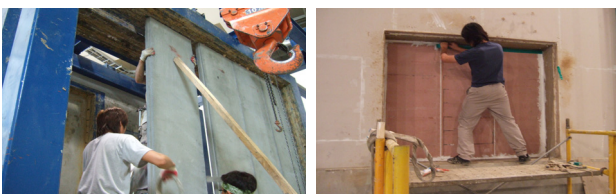
5) **EPP** (Expanded Poly-Styrene lightweight Concrete Panels)

- 제조과정: 발포 폴리스티렌 경량콘크리트를 양생하여 제조한다.
- 장점: 공정이 단순하고 습기에 강하다. 강도가 높아 부착물 고정이 우수하다.
- 단점: 접합면에 균열이 발생하기도 한다.

3. 실험개요

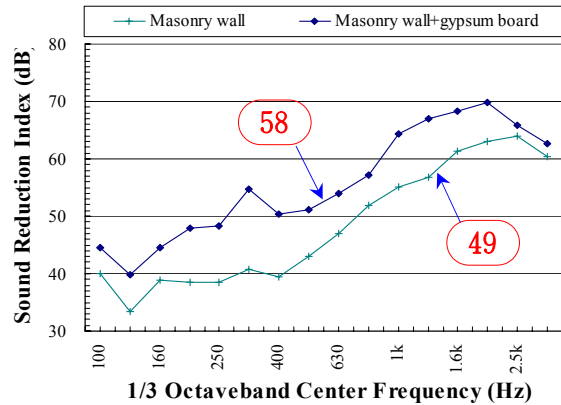
3.1 시험체 설치

실험은 대우건설기술연구원 음향실험동의 차음실험실에서 실시하였다. KS F 2808과 KS F 2860에서는 벽체 차음성능 측정을 위해서는 10㎡ 이상으로 규정하고 있다. 그러나 이는 <사진 1>의 (a)에서와 같이 많은 시간과 비용이 소요되는 실정이다. 따라서 이를 간략화하기 위하여 (b)에서와 같이 소형의 시료틀을 이용하여 설치하고자 한다. Full-scale 시험체는 폭 0.6 m에 높이 3.0 m의 단위 크기 제품을 6매 사용하여 가로 3.5 m × 높이 3.0 m의 공간에 설치한 후 연결면과 나머지 틈새부분은 밀실처리 하였고, small-scale 시험체는 가로 3.5 m × 높이 3.0 m의 공간에 폭 0.6 m에 높이 1.5 m의 단위 크기 제품을 3매 사용하여 설치하였고 나머지 부분은 조적벽을 이용한 벽체로 마무리 하였다. 시료틀을 제외한 나머지 부분은 조적벽을 이용한 벽체로 처리하였다.



(a) Full-scale (b)small-scale

<그림 1> Installation of specimen



<그림 2> SRI comparison through wall reinforcement

Small-scale 실험체를 설치하기 위해 제작된 주변 벽체의 경우는 최초 400 mm의 조적조(조적 1B 200 + 공기층 75 + G/W 25 + 조적 0.5B 100)로 구성되었다. 그러나 <그림 2>와 같이 차음성능이 높은 구조(Rw 58)에서는 차음성능이 매우 낮게 나타나고 있다. 이는 조적벽의 틈새 등에서 발생하는 차음손실로서 이를 보강하기 위한 조치가 필요하다. 이에 차음성능이 높은 시편을 대상으로 실험하기 위하여 조적벽에 대한 보강이 필요하여 음원실과 수음실 양측에 56 mm 석고보드(석고보드 7.5 + 차음시트 6 + 석고보드 7.5 + 흡음재 25 + 공기층 10))를 이용하여 보강하였다. 그 결과, 1차년도 실험결과 얻을 수 있었던 Rw 58의 성능을 얻을 수 있었다.

3.2 측정 및 평가방법^{(1),(2)}

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 Rw 단일수치 평가량에 의해 실시하였다.

3.3 차음성능 예측 프로그램

경계벽의 차음성능에 대한 평가를 잔향실험실에서 진행할 경우, 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다. 따라서 이를 최소화시키기 위해 예측프로그램을 사용하여 차음성능결과를 예측하게 된다. 본 연구에서는 기존의 문헌⁽⁴⁾에서 연구된 Insul 6.0 프로그램을 통한 차음성능 예측결과 적용하였다. Insul 6.0이라는 프로그램에서의 변수로 계산되어지는 입력조건은 비중, 영계수, 손실계수, 판질의 재료 및 두께, 제품의 형상, 흡음재의 종류 및 두께, 중공층 두께, 스티드 간격 및 종류 등이다.⁽³⁾

4. 축소시편 유효성에 관한 검증

Small-scale 실험체에 대한 유효성을 검증하기 위하여

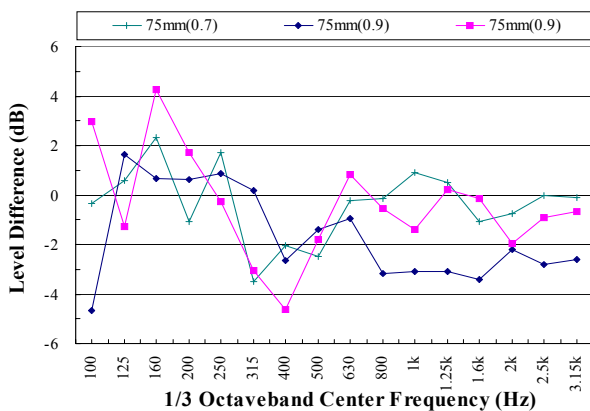
Full-scale 실험체에 대한 결과값과 비교 검토하였다. 검토는 주파수별 Full-scale 실험체의 결과값에서 Small-scale 실험체의 결과값을 비교하였다. (4),(5)

4.1 면밀도에 따른 비교

시료의 크기에 따른 편차를 살펴보기 위해 단일패널을 대상으로 면밀도에 의한 실험결과를 살펴보았다. 측정결과, fc 대역인 400 ~ 500 Hz 부근을 비롯한 그래프의 경향성이 유사하게 나타나고 있으며 단일수치 평가량의 경우도 2 dB 이내의 편차로 유사하게 평가되고 있다. (6) 실험에 사용된 구조 및 단일수치 평가량(Rw+C)은 다음 표와 같다. <그림 3>은 단일패널에서의 시료 크기에 따른 차음성능을 비교하기 위하여 각각의 시험결과에 대한 편차<Full scale test - Small scale test>를 나타내고 있다.

<표 1> Structures

NO.	Structures [mm] (Density)	Specimen size	Rw+C
1-1	Panel 75 (0.7)	Full-scale	37
1-2	Panel 75 (0.7)	Small-scale	38
1-3	Panel 75 (0.9)	Full-scale	37
1-4	Panel 75 (0.9)	Small-scale	39
1-5	Panel 75 (1.1)	Full-scale	39
1-6	Panel 75 (1.1)	Small-scale	40



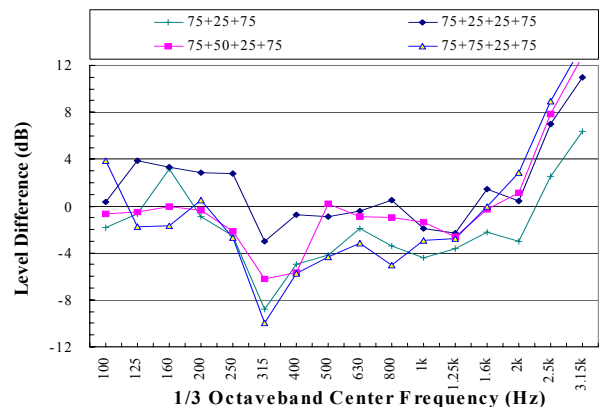
<그림 3> SRI comparison by specimen size in single panel <Full scale test - small scale test>

4.2 공기층 변화에 따른 비교

공기층의 두께를 변화시키면서 시료의 크기에 따른 편차를 살펴보기 위해 이중패널(흡음재 25 mm 충전)을 대상으로 측정한 결과, 단일수치 평가량으로 0 ~ 3 dB의 편차를 나타내고 있다. 특히 단일수치에 영향을 주는 fc 영역인 630 Hz 주변 주파수에서는 편차가 크지 않음을 알 수 있다. 이는 실험의 간략화를 목적으로 하는 축소시편을 이용한 실험에 대한 타당성이 있을 것으로 사료된다.

<표 2> Structures

NO.	Structures [mm] (Density)	Specimen size	Rw+C
2-1	Panel75(0.9)+G/W25+Panel 75 (0.9)	Full-scale	55
2-2	Panel75(0.9)+G/W25+Panel 75 (0.9)	Small-scale	58
2-3	Panel75(0.9)+Air-space25+G/W25+Panel 75 (0.9)	Full-scale	57
2-4	Panel75(0.9)+Air-space25+G/W25+Panel 75 (0.9)	Small-scale	57
2-5	Panel75(0.9)+Air-space50+G/W25+Panel 75 (0.9)	Full-scale	56
2-6	Panel75(0.9)+Air-space50+G/W25+Panel 75 (0.9)	Small-scale	58
2-7	Panel75(0.9)+Air-space75+G/W25+Panel 75 (0.9)	Full-scale	56
2-7	Panel75(0.9)+Air-space75+G/W25+Panel 75 (0.9)	Small-scale	59



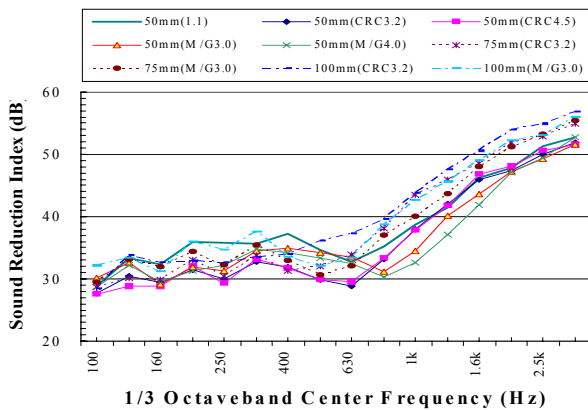
<그림 4> SRI comparison by specimen size in duplex panel <Full scale test - small scale test>

5. 보강된 보드에 따른 차음성능 평가

Bottom-ash를 이용한 경량콘크리트패널의 경우에는 표면에서의 스크래치 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이를 방지하기 위하여 패널 표면을 보드로 마감하여 성능을 평가하였다. 실험에 사용된 구조 및 단일수치 평가량(Rw+C)은 다음 표와 같다. 실험에 사용된 보드는 CRC 보드와 마그네슘(M/G) 보드이다. 측정결과, 보드로 보강된 벽체 역시 밀도에 따른 차음성능의 변화 양상이 나타나고 있으며 차음성능 측면에서는 보드 보강이 큰 의미가 없음을 알 수 있었다. 또, 밀도가 높은 CRC 보드의 경우가 마그네슘 보드에 비해 차음성능이 높게 나타나고 있다.

<표 3> Structures

NO.	Structures [mm]	Density [ton/m ³]	Rw+C
3-1	Panel 50	1.067	39
3-2	Panel 50 (CRC 3.2)	0.911	36
3-3	Panel 50 (CRC 4.5)	0.911	36
3-4	Panel 50 (M/G 3.0)	0.844	37
3-5	Panel 50 (M/G 4.0)	0.822	36
3-6	Panel 75 (CRC 3.2)	0.830	39
3-7	Panel 75 (M/G 3.0)	0.795	38
3-8	Panel 100 (CRC 3.2)	0.789	41
3-9	Panel 100 (M/G 3.0)	0.711	39



<그림 5> SRI by laminated board

6. 패널 연결철물에 의한 차음성능 평가

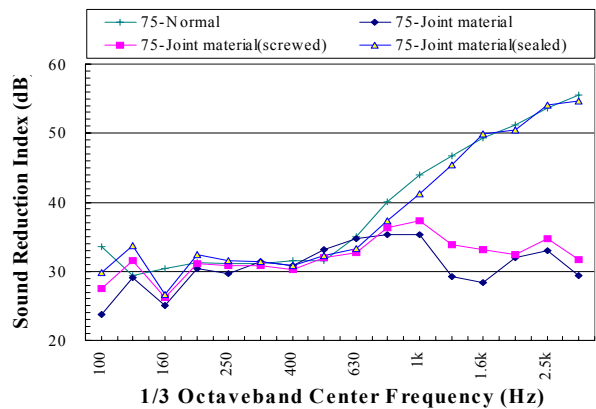
최근 리모델링 시장이 활발해지면서 공간의 재구성에 대한 욕구가 증대되고 있는 실정이다. 그러나 기존의 벽체들에서는 자재의 재사용이 불가능하다. 이러한 벽체 자재의 재사용을 위해서 차음성능이 높고 분해조립이 가능한 벽체가 요구되고 있는 실정이다. 따라서 연결철물을 이용하여 분해조립이 가능하도록 설계된 벽체의 차음성능에 대해 살펴보았다. 실험에 사용된 구조와 단일수치 평가량은 다음과 같다. 50, 75, 100 mm 패널을 사용하여 연결부위에 나사조립(screwed)과 실링(sealed) 처리를 통한 차음성능 변화를 살펴보았다. 다음 <그림 7>에서와 같이 접합부를 밀실하게 실링 처리하는 경우 일반벽체와 거의 유사한 차음성능 결과를 나타내고 있다. 따라서 연결철물을 사용하여 표면에 실링 처리를 하는 경우, 차음성능이 높으면서 분해 조립이 가능한 벽체가 가능할 것으로 사료된다.



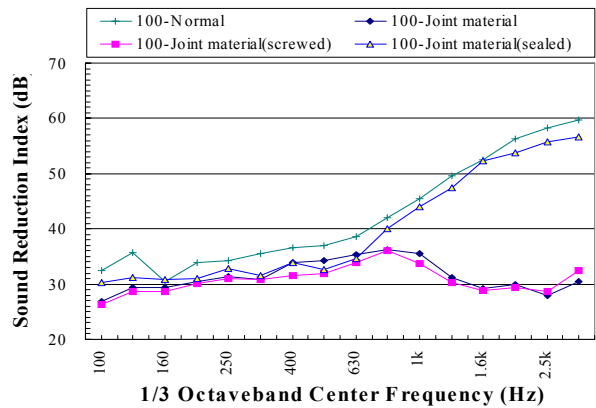
<그림 6> Plan of joint material

<표 4> Structures

NO.	Structures [mm]	Junction	Rw+C
4-1	Panel 75	Normal	39
4-2	Panel 75	Joint material	32
4-3	Panel 75	Joint material (Screwed)	34
4-4	Panel 75	Joint material (Sealed)	39
4-5	Panel 100	Normal	43
4-6	Panel 100	Joint material	32
4-7	Panel 100	Joint material (Screwed)	32
4-8	Panel 100	Joint material (Sealed)	41



(a) 75 mm panel



(b) 100 mm panel

<그림 7> SRI by panel junction (75, 100 mm)

6. 결론

Bottom ash를 이용한 경량콘크리트패널에 대한 연구를 통해 다음과 같은 결론은 얻었다.

- 1) Small-scale 실험체의 유효성을 검증하기 위해 단일판과 이중판을 이용하여 실험한 결과, 일치주파수(f_c) 대역인 400 ~ 500 Hz 부근에서 모두 유사한 결과를 나타내고 있다. 따라서 Small-scale 실험체를 이용한 차음성능 실험은

타당성이 있음을 알 수 있다.

2) 패널 표면의 보호를 목적으로 사용될 수 있는 CRC, 마그네슘 보드에 대한 조합을 통해 차음성능을 비교한 결과, 일반 패널의 차음성능 결과와 유사하게 나타나고 있어 차음의 측면에서 보드의 보강은 큰 의미가 없음을 알 수 있다. 특히 밀도가 높은 CRC 보드의 경우가 마그네슘 보드보다 차음성능에 유리함을 알 수 있었다.

3) 분해 조립이 가능한 벽체를 만들기 위해 사용한 연결철물에 의한 차음성능을 비교한 결과, 실링 처리를 통해 일반벽체와 거의 유사한 차음성능을 확보할 수 있다. 따라서 연결철물을 사용하여 표면에 실링 처리하게 되면 차음성능이 높으면서 분해조립이 가능한 벽체가 가능할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 환경부의 2006 차세대 핵심기술개발사업에 의한 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) KS F 2808(2001)
- (2) KS F 2862(2002)
- (3) H. S. Yang, M. J. Kim, H. K. Han, and G. C. Jeong, Sond Reductio Index of Small-sized specimen according to setup conditions, Proceedings of Korean Institute of Architecture Environment and Building systems annual autumn conference, 2007.
- (4) S. H. Lee, G. C. Jeong, J. Y. Chung, A Study on the Acoustic Characteristic of the Light Weight Concrete Panel using Bottom ash, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, 2005.5.
- (5) G. C. Jeong, S. H. Lee, J. Y. Chung, A Study on the Acoustic Characteristic of the Light Weight Concrete Panel using Bottom ash (2), Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, 2006.11.
- (6) Frank Fahy and Paolo Gardonio, Chap. 5 in Sound and Structural Vibration, Academic Press, 2007.