저회를 이용한 경량패널의 현장 차음성능에 관한 실험 연구

An experimental study on the field sound insulation performance of the light weight concrete panel using bottom ash

정 진 연* · 정 갑 철** · 이 병 권***

J. Y. Chung, G. C. Jeong, B. K. Lee

Key Words : Bottom ash(저회), Sound insulation performance(차음성능), Light weight concrete panel(경량콘크리트패널)

ABSTRACT

Recently, the method of the apartment building design is changing from wall type to moment structure. Because of this reason, dry wall systems are used plentifully. This study examines the sound insulation performance of the light weight concrete panel using bottom ash. There is the difference of airborne sound isolation between laboratory and field test. For the purpose of searching deviation, we use the prediction tool(Insul 6.0). First, we calculated the prediction data and measured the sound isolation in the wall at the lab. Then, we measured it in the field and compared them. At the base of these datum, we measured the difference.

1. 서 론

2006년 1월부터 주택성능표시제도가 시행됨에 따라 쾌적한 주거환경을 조성하고 개인의 프라이버시를 추구하는 시대적 요구사항이 반영되게 되었다. 인간이 생활함에 있어서 소음은 필수 불가결한 요소이지만, 매우 주관적이고 심리적인 경향이 있다. 따라서 최근 소음을 조절하고 감소시키는 기술은 하나의 커다란 이슈로 인식되고 있다.

아파트 평면에 대한 소비자들의 욕구가 다양해지고 있는 추세에 맞추어 주거공간의 리모델링에 대한 욕구가 증가되고 있는 상황에서 공간의 가변성에 대한 필요성은 더욱더 확대되고 있다. 주택성능등급 표시제도에서도 공간의 가변성을 등급의 한 요소로 적용하고 있을 정도이다. 따라서 건물의 용도를 개인의 욕구에 따라 변경하도록 하기 위해, 하중을 지지하는 내력벽이 아닌 경량건식벽체를 사용할 필요성은 더욱 증대되고 있다.

* 대우건설 기술연구원
E-mail : jinyun97@dwconst.co.kr
Tel : (031) 250-1224, Fax : (031) 250-1131

** 비아엔지니어링

*** 대림산업 기술연구소

본 연구에서는 이러한 경량건식벽체 중 저회를 이용한 벽체에 대한 기존의 실험실 결과를 바탕으로 현장에서의 차음성능에 대한 평가를 실시하였다. 실험실과 현장에서의 차음성능은 우회전달음 등에 의한 요소로 인해 어느 정도 편차가 발생하게 된다.[1] 따라서 주택성능 표시제도에서 요구하는 1등급 성능을 만족하는 구조에 대하여 시뮬레이션 예측결과와 실험실 측정결과를 중심으로 현장용 실험실에서의 실험을 통해 성능을 비교, 검토하고자 한다.

2. 국내의 차음기준

2.1 주택건설기준등에관한규정 제14호

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

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

㉯ 무근 콘크리트조.콘크리트 블록조. 벽돌조 또는 석조로서 그 두께(시멘트모르터. 회반죽. 석고프라스터, 이와 유사한 재료를 바른 후의 두께를 포함한다)가 20센티미터 이상일 것

㉰ 조립식주택부재인 콘크리트판으로서 그 두께가 12센티미터 이상인 것

㉲ 제1호 내지 제호의 것 이 외에 건설교통부장관이 정하여 곳하는 기준에 따라 한국건설기술연구원장이 차음성능을 인정하여 지정하는 구조인 것

② 제1항의 규정에 의한 경계벽은 이를 지붕 및 또는 바로 윗층 바닥판까지 닿게 하여야 하며, 소리를 차단하는데 장애가 되는 부분이 없도록 설치하여야 한다.

2.2 벽체의차음구조지정기준(건설부고시 제341호)

주택건설등에관한규정 제14조 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

2.3 주택성능표시제도의 차음등급

2006년 1월부터 시행된 주택성능등급표시제도는 공동주택의 품질향상을 위하여 세대간 경계벽의 차음성능을 주택건설기준등에관한규정(제59조 제3항 주택성능등급인정 및 관리기준)에 따라 차음성능을 표시한다.

<Table 2> Ranges of sound insulation performance

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

3. 실험실 차음성능 평가

3.1 차음성능 예측 프로그램

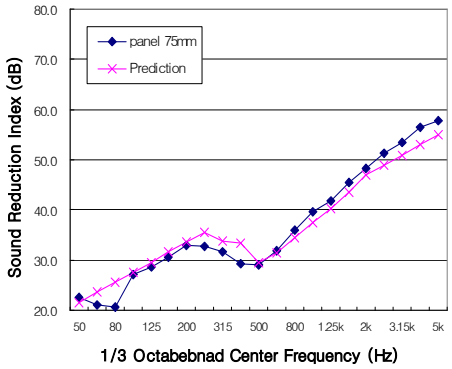
경계벽의 차음성능에 대한 평가를 잔향실험실에서 실시할 경우, 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다. 따라서 차음성능 예측프로그램을 이용할 경우, 실험의 종류를 최소화시킬 수 있다. 본 연구에서는 기존의 문헌[(3)]에서 연구된 Insul 6.0 프로그램을 통한 차음성능 예측결과 적용하였다. Insul 6.0이라는 프로그램에서의 변수로 계산되어지는 입력조건은 비중, 영계수, 손실계수, 판넬의 재료 및 두께, 제품의 형상, 흡음재의 종류 및 두께, 중공층 두께, 스터드 간격 및 종류 등이다.

3.2 차음성능 실험실 측정

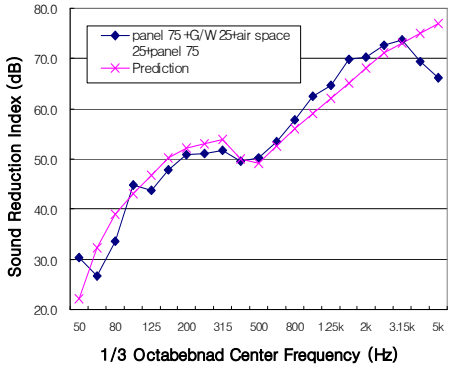
차음성능의 실험실 측정은 D건설의 잔향실험실에서 실시하였다. 4.1의 예측프로그램에 대한 결과를 바탕으로 단일패널, 중공층 및 흡음재를 포함한 이중패널, 그리고 석고보드를 이용하여 조합된 패널 등에 대한 실험을 수행하였다. 실험 결과 면밀도가 증가할수록 차음성능이 향상됨을 알 수 있었고 차음성능을 향상시키기 위해서는 공기층을 증가시키는 것보다 흡음재를 사용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

3.3 예측치와 실측치의 비교

차음성능 예측프로그램과 잔향실험실에서 실험한 결과를 비교해 보면 단일벽체의 경우 매우 유사한 결과를 알 수 있었다. 이를 KS F 2862에서의 단일수치 평가량인 Rw+C로 평가해 보면 0~1 dB 편차가 발생되고 있다. 이중벽체의 경우에도 흡음재가 충진된 구조에서는 거의 유사한 경향을 나타내고 있으나 중공층만을 가진 이중벽체의 경우에는 일치효과 영역에서 예측값이 다소 낮게 계산되어지는 경향을 나타내어 중공층이 작은 구조에서 차이가 크게 나타나고 있다. 따라서 일부 구조를 제외하고는 실험의 간략화를 위한 목적으로 차음성능 예측프로그램을 활용하는 것이 매우 효과적일 것으로 판단하였다.



<Fig. 1> Comparison of sound insulation performance between experimental data and predictive program (Single panel)



<Fig. 2> Comparison of sound insulation performance between experimental data and predictive program (Duplication panels)

경량콘크리트패널의 설치 시 단일패널에 의한 차음성능 결과는 단일수치 평가량(Rw+C)으로 37~40 dB 정도가 나타남을 알 수 있었다. 따라서 세대간 경계벽으로 사용하기 위해서는 단일패널을 조합한 이중패널의 설치가 필요한 것으로 조사되었다. 이중패널을 설치하는 경우에도 중공층을 이용한 이중패널에서는 약 50 dB 정도의 결과를 나타내고 있으므로 중공층 사이에 흡음재를 설치하여 보다 차음성능을 향상시키는 방안이 필요하겠다.

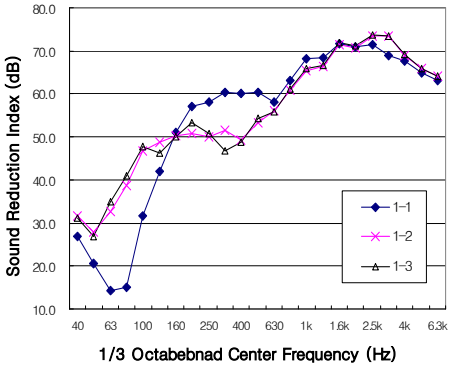
3.4 1등급 벽체의 구조

본 연구를 통해 주택성능표시제도상의 1등급 구조에 대한 구조를 이루기 위해 다음과 같은 구성을 시험하였다. 여기서 복합층의 총 두께는 200 mm로 하였으며, 단위 패널의 비중은 0.9로 하였다.

<Table 3> Structures of grade 1

No.	Structures (mm)
1-1	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
1-2	panel 75 + G/W 25 + air space 25 + panel 75
1-3	panel 75 + G/W 50 + panel 75

측정결과 <Table 3>의 구성이 모두 주택성능평가제도상의 차음성능 1등급을 만족시키고 있음을 확인하였다. 이중석고보드가 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.



	1-1	1-2	1-3
Rw+C	59	59	58

<Fig. 3> Sound insulation performance of grade 1 structures

4. 주거동 벽체실험실 평가

4.1 평가의 목적

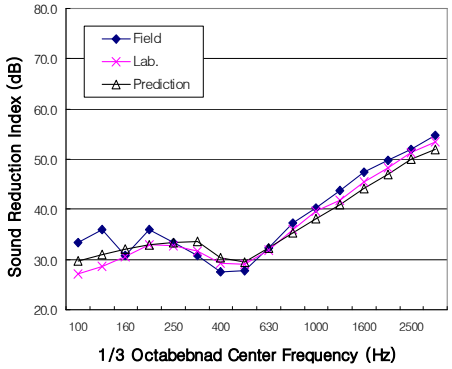
지금까지 살펴본 잔향실험실 차음성능 결과는 현장에서 측정할 경우 우회전달음, 외부소음, 고체전달음 등에 따라 차음성능이 낮게 측정되어지게 된다. 본 절에서 검토한 주거동 벽체실험실의 경우는 음원실과 수음실이 하나의 벽으로 연결된 구조로서, 현장에서의 조건을 만족하고 있지만 외부소음 등에 대한 통제가 가능한 실험실이다. 따라서 우회전달음 등의 요소에 대하여 보다 정확하게 현장조건을 반영할 수 있어, 실험대상구조의 실험실 측정결과에 대해 현장에서의 결과를 예측할 수 있다. 또, 신규 건립되어진 현장형 실험실의 차음성능에 대한 문제와 한계를 파악할 수 있다.

<Table 4> Structures of specimen

No.	Structures (mm)
2-1	panel 75
2-2	panel 75 + G/W 25 + air space 25 + panel 75
2-3	panel 75 + G/W 25 + panel 100
2-4	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

4.2 측정결과

차음성능이 낮은 (36 dB) 단일벽체에서는 해석에 의한 예측값과 잔향실실험 및 현장용 실험에서 크게 차이나지 않고 있다. 이는 우회전달음에 의한 영향에 비해 직접적인 재료의 투과음에 의한 영향이 크기 때문인 것으로 판단된다.

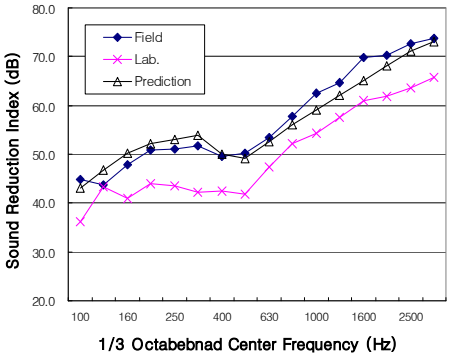


	Field	Laboratory	Predictive program
Rw+C	37 (-1)	38 (-1)	37 (-1)

<Fig. 4> Sound insulation performance in structure 2-1

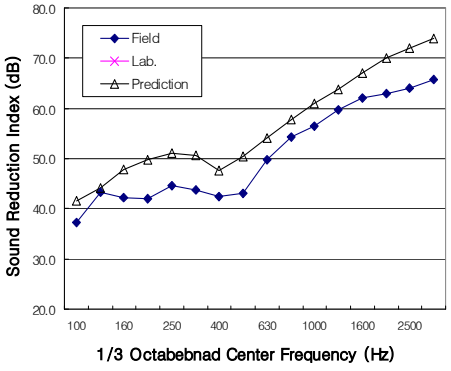
단일벽체에 비해 차음성능이 높은 이중벽체(중공층과 흡음재 추가)에서는 해석에 의한 예측식과 잔향실 및 현장용 실험실의 차이가 크게 나타나고 있다. 이는 재료에 직접적으

로 투과되는 음에 비해 고체전달음 등의 우회전달음의 요소가 크게 작용되기 때문으로 판단된다. 현장용 실험실에서 문을 통한 전달음을 파악하기 위하여 인텐시티법으로 평가한 결과, 문에 의한 우회전달음은 크지 않은 것으로 나타났다. 따라서 이와 같은 편차는 고체전달음에 따른 것으로 판단된다.



	Field	Laboratory	Predictive program
Rw+C	51 (-1)	59 (-2)	57 (-1)

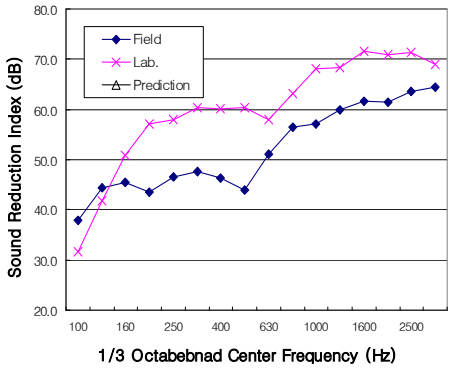
<Fig. 5> Sound insulation performance in structure 2-2



	Field	Laboratory	Predictive program
Rw+C	52 (-1)	-	57 (-1)

<Fig. 6> Sound insulation performance in structure 2-3

기존에 경량벽체에서 보편적으로 사용되고 있는 석고보드를 이용한 1등급 벽체를 시험한 결과, 잔향실과 현장에서 6 dB 정도의 차이가 발생하고 있음을 알 수 있다. 현장용 실험실에서는 특히 일치주파수 대역을 보강하기 위하여 차음시트를 사용하였다. 따라서 잔향실과 현장에서의 실질적인 차이는 6 dB 이상일 것으로 판단된다. 현장에서의 측정결과를 보면, 125 Hz 이하의 저주파수 대역에서 차음성능이 개선되고 있음을 알 수 있다. 따라서 차음시트를 사용하는 경우에 재료의 조합으로 성능을 향상하기 어려운 저주파수 대역에서의 개선효과가 있을 것으로 판단된다.



	Field	Laboratory	Predictive program
Rw+C	52 (-1)	-	57 (-1)

<Fig. 7> Sound insulation performance in structure 2-4

5. 결론

본 연구에서는 저회를 이용한 경량콘크리트패널에 대하여 실험실의 고차음 벽체를 대상으로 현장에서의 성능을 확인하고자 하였다. 본 연구로부터 얻어진 결과는 다음과 같다.

(1) 차음성능 예측프로그램(Insul 6.0)에 의한 결과는 잔향실에서의 결과와 대부분 유사하게 나타나고 있다. 따라서 차음성능 예측프로그램은 향후 경계벽의 차음성능 연구를 위한 방안으로 유효할 사용될 것으로 판단된다.

(2) 현장에서의 차음성능은 실험실에서 측정된 결과와는 차이가 발생한다. 차음성능이 낮은 단일패널의 경우는 시편에 의한 직접음이 크게 영향을 미치기 때문에 차이가 거의 없으나, 차음성능이 높은 이중패널 이상의 구조에서는 5 dB 이상 차이가 나게 된다.

(3) 현장에서의 측정값이 작게 나타나는 원인은 도어의 차음성능이 어느 정도 확보된다면 대부분 고체전달음이다. 따라서 현장에서의 1등급 구조를 만족시키기 위해서는 실험실에서의 차음성능이 5 dB 이상 향상되어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

(1) J. Y. Chung, G. C. Jeong, 2007.2, A study on the factor of flanking noise in the wall, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering

(2) G. C. Jeong, J. Y. Chung, S. H. Lee, 2007.2, A study on the acoustic characteristic of the light weight concrete panel using bottom ash, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering

(3) 양홍석 외, 2007.5., 단일 경량콘크리트판넬의 차음성능예측, 소음진동공학회 춘계학술발표대회
(4) 平松友孝 외, 1999, 각 시공단계에서의 호텔 객실간의 차음성능, 일본건축학회 학술발표대회
(5) 한국건설기술연구원, 2002. 1, 건식벽체 요소별 차음영향도 분석 및 성능평가 연구