

중량충격음 저감을 위한 천장 구조 설계 및 평가

Evaluation of the ceiling structures for reducing heavy-weight impact sounds

연 준 오·유 승 업*·진 진 용**

Jun Oh Yeon, Seung Yup Yoo, Jin Yong Jeon

1. 서 론

상부 바닥 슬래브의 충격력 발생에 의하여 하부로 방사 되는 소리를 차단하는 방법에는 바닥 슬래브 상부에 완충재를 설치하여 온돌충을 절연시키는 뜬바닥 공법이 일반적으로 사용되고 있다. 한편, 천장구조는 바닥충격음에 있어 수음실의 거주자가 능동적으로 대처할 수 있는 방법으로써 바닥충격음 제어가 가능하다. 본 연구에서는 수음실의 천장을 통하여 충격음이 전달되는데 있어 슬래브 면에서의 충격음과 방사 비율이 높은 천장 부위에서의 충격음 저감을 통해 효과적인 충격음 저감 방법을 도출하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험개요

일반적인 공동주택의 천장구조는 천장 슬래브 면에서 30~80mm로 경량 철물이나 목재로 구조재를 구성하고 9.5mm두께의 석고보드로 마감한다. 공동주택의 층고는 2.3m 이상을 유지하도록 하여 천장의 깊이가 결정된다. 천장구조는 구조재의 종류에 따라 목재 또는 경량 철골을 사용하는 방법으로 나눌 수 있다. 본 실험에서는 천장과 일체화된 형태의 목재 구조틀을 설치하여 천장구조의 강성을 확보할 수 있도록 하였다.

본 실험에 적용된 차음 천장구조는 1) 일치주파수 대역에서의 저감효과를 위해 만들어진 격자형태의 차음그릴과 2) 흡음재(밀도 50K) 사용여부, 그리고 3) 마감 석고보드 면과 목재구조 사이의 진동 절연을 위한 차음채널(Resilient Channe, RC)의 효과를 조사하기 위하여 설계되었다.

실험은 표준시험동 벽식구조 180mm 슬래브를 대상으로 실시되었다. 실험실 내부에는 마감이 되지 않은 상태였으며 용적은 약 62m³이었다. 측정 및 평가방법은 동일한 실험실에서 각 구조를 설치하였을 때의 맨슬래브 대비 저감량으

로 평가하였다. 표준충격원으로는 중량충격원(Bang machine 및 Impact ball)과 경량충격원(Tapping machine)을 사용하여 소음 및 진동특성을 측정하였다. 실험방법은 건설교통부 고시 제2006-435호에 준하여 실시하였으며, 역A 곡선을 이용한 단일 수치값과 각 옥타브 밴드별 레벨을 평가대상으로 하였다. 진동레벨은 음원실 중앙에서 뱀머신을 가진하였을 때의 수음실 천장중앙에서의 진동가속도레벨(Re: 1 m/s²)을 대상으로 평가하였다.

2.2 천장구조 구성

실험에 적용된 천장구조는 표 1.과 같다.

Type 1은 두께 2mm에 300mm(W)×300mm(D)×135mm(H)의 격자그릴과 흡음재를 사용하였으며 석고보드와 목상 사이에는 차음채널을 사용한 절연구조를 사용하였다. 마감은 9.5mm의 석고보드로 1겹으로 하였다. Type 2는 Type 1의 천장구조에서 격자그릴 셀의 크기가 600mm(W)×600mm(D)×135mm(H)으로 증가하였을 때의 효과, Type 3은 격자그릴을 제거하였을 때의 효과를 조사하였다. Type 4는 격자그릴과 흡음재를 모두 제거한 후 천장 마감과 공기층만으로 구성되어 있는 구조로서 가장 최소한의 천장구조로 되어있을 때의 저감효과를 조사하였다.

Table 1. Configurations of ceiling structure (단위: mm)

Type	천장구조 구성	총두께
1	공기층(10)+ 격자그릴 A(135)+ 흡음재(50)+ Resilient Channel(3) + 석고보드(9.5)	200
2	공기층(10)+ 격자그릴 B(135)+ 흡음재(50)+ Resilient Channel(3)+ 석고보드(9.5)	200
3	공기층(145)+ 흡음재(50)+ Resilient Channel(3)+ 석고보드(9.5)	59.5
4	공기층(195)+ Resilient Channel(3) + 석고보드(9.5)	14.5

† 교신저자; 정희원, 한양대학교 건축환경공학과
E-mail : achim.j5@gmail.com
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

* 정희원, 한양대학교 건축환경공학과

** 정희원, 한양대학교 건축공학과

2.3 측정 결과

맨바닥 슬래브에 대한 각 Type별 저감량을 비교 평가한 결과(표 2), 중량충격음(뱅머신)의 경우, Type 1과 같이 격자그릴 A와 흡음재, 석고보드 1겹으로 구성되어 있을 때 맨슬래브 대비 충격음 개선 정도가 단일수치 평가량에 대해 최대 4dB의 저감효과가 있는 것으로 나타났다. 63Hz대역에서 4dB 증가 영향이 있었으나 125Hz이상의 주파수 대역에서 6dB이상의 저감효과가 있는 것으로 나타났다. Type 2, 3 및 4에 대해서도 단일수치 평가량이 2~3dB의 저감효과가 확보하여 천장구조가 중량충격음의 저감에 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 이전 연구결과들에서 나타났던 결과들과 마찬가지로 천장구조 내부공기층에 의하여 63Hz에서 공진현상이 나타났으며, 이는 임팩트 볼 측정결과에서도 유사하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

임팩트 볼을 이용한 충격음의 저감레벨은 뱅머신을 사용했을 때에 비해 효과적인 것으로 나타났다. (표 3) Type 1의 경우, 11dB의 저감효과가 있었다. 이는 주파수 대역별 저감량이 가장 큰 250Hz 대역에서의 임팩트볼의 충격력이 뱅머신에 비해 더 크게 나타남으로써 저감구조의 성능을 변별력 있게 나타낸 것으로 사료된다. 한편, 공기층의 두께가 증가함에 따라 63Hz에서 증폭되는 레벨이 감소하고 250Hz에서의 저감량이 감소되는 경향을 확인할 수 있었다.

표 4에서와 같이 경량 충격음에 대한 Type 1의 저감레벨은 8dB 정도로 나타나고 있다. 주파수 대역별 저감레벨 특성은 중량충격음과 유사하였으며, 특히 250Hz이상의 주파수 대역에서 5.7dB 이상의 저감레벨을 보여주고 있으며, 최대 10dB의 저감효과를 나타내었다.

그림 1은 뱅머신을 사용하여 음원실 중앙부에서 가진하였을 때의 수음실 천장중앙에서 측정된 진동가속도레벨을 1/3 옥타브 밴드로 나타낸 것이다. 표 2에서의 결과와 유사하게 80Hz이하에서 차음천장 시공이후, 진동레벨의 증가되며 100Hz이상에서 Type 4를 제외한 천장구조에서 5dB이상 저감효과가 있는 것을 확인할 수 있었으며, 공진 주파수 대역인 32Hz대역에서도 저감효과가 있음을 확인할 수 있었다.

Table 2. Insertion loss of each structure (Bang machine)

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	$L_{i,Fmax,AW}$
Type 1	-4.2	6.4	10.1	6.1	4
Type 2	-4.6	5.1	10.7	7.5	3
Type 3	-4.1	3.8	10.5	7.1	3
Type 4	-4.0	2.2	9.6	8.6	2

Table 3. Insertion loss of each structure (Impact ball)

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	$L_{i,Fmax,AW}$
Type 1	-4.1	6.6	15.9	6.6	11
Type 2	-4.5	5.9	14.7	6.1	10
Type 3	-4.1	5.5	14.5	7.1	10
Type 4	-2.3	5.2	13.7	7.9	10

Table 4. Insertion loss of each structure (Tapping machine)

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	$L_{n,AW}$
Type 1	3.4	10	6.7	7.4	8.1	8
Type 2	2.9	8.8	6.5	7.3	7.9	8
Type 3	0.4	6.7	5.7	6.1	6.7	7
Type 4	2.5	7.6	5.9	6.1	7.1	7

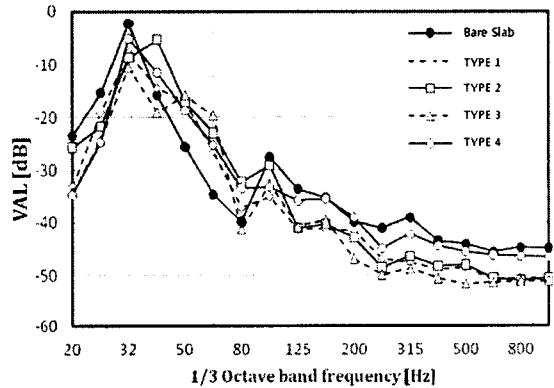


Figure 1. Vibration acceleration level of each floor structure when using the bang machine

3. 결론

차음천장 구성에 따른 저감효과를 정리하여 보면, 총 210mm두께의 차음천장에 대하여 중량충격음에 대해서 5dB, 경량충격음에 대해서는 8dB정도의 저감효과가 있었으며 임팩트볼에 대해서는 11dB의 저감수준을 나타내어 실충격원을 감안하였을 때, 효과적인 저감성능을 나타낼 수 있었다. 63Hz대역에서 증폭되는 문제는 이전의 연구결과와 마찬가지로 나타났으나 250Hz에서 최대 16dB정도의 저감효과가 나타나 차음그릴 구조에 의한 저감효과가 유효한 것으로 사료된다.

차후 이와 같은 차음그릴 구조를 활용한 천장구조의 개선효과 증대와 63Hz에서의 공진문제를 해결할 수 있는 실용적인 천장두께를 가진 차음구조의 개발에 대한 연구가 필요하다.