

고무칩을 이용한 공동주택 바닥구조의 차음성능 향상에 관한 연구

A Study on the Sound Insulation Performance Elevation of Floor Structure that use Rubber chip in Apartment House

○박 명 길* 함 진 식**
Park, Myung-Kil Ham, Jin-Sik

<Abstract>

We constructed ceiling structure and floor structure for elevation of sound insulation performance of concrete slab of apartment house. And, we wished to measure heavy floor impact sound level and light floor impact sound level of these structure.

As the result, light floor impact sound level interception performance of concrete slab was measured by thing that construction work of gypsum boud is important.

Heavy floor impact sound level interception performance was measured by thing that it is effective that construct to thickness about 30 millimeters on concrete Slav.

It was measured effectively that heavy floor impact sound level interception performance constructs rubber chip to thickness about 30 millimeters on concrete Slav.

I. 서 론

1. 연구목적 및 방법

공동주택은 대도시 인구의 과반수 이상이 거주하는 주거 형태로 자리 매김하고 있으나, 바닥과 벽체를 사이에 두고 이웃과 더불어 생활하기 때문에 인접하는 세대간의 층간소음 문제는 생활환경 공해 문제 중에서도 가장 민감하며, 이로 인한 민원의 건수는 매년 증가하고 있는 실정이다.

이러한 공동주택의 층간소음 문제를 개선하고자 국내의 대도시에서 건설 중

* 정회원, 대구대학교 대학원 건축공학과 박사과정
** 정회원, 대구대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사

인 공동주택을 대상으로 천장 재료로 사용하고 있는 석고보드의 두께를 변화시키고, 천장 내부에 유리섬유와 콜탈 등을 삽입하였을 경우의 경량 및 중량충격음의 차단 성능을 측정하였다.

또한, 콘크리트 슬라브와 기포 콘크리트 사이에 두께 10mm, 20mm, 30mm의 3종류의 고무칩(페타이어칩)을 삽입하여 경량 및 중량의 바닥충격음 차단성능을 측정하여 차음성능이 어느 정도 향상되는지를 파악하여 우리나라의 공동주택이 거주자로 하여금 쾌적한 주거환경으로 거듭날 수 있는 소음 저감 방향을 제시하고자 하였다.

II. 실험계획

1. 측정개요

충간소음 향상을 위하여 표 1에 나타난 바와 같이 천정과 바닥 슬라브에 각각 흡음재와 차음재 등을 삽입하여 전체 8종의 바닥판 구조를 경북 구미시에 15층으로 건설 중인 공동주택의 10층 바닥에 적용하여 시공토록 하였다.

바닥판 구조는 슬라브 두께 130mm 위에 기포콘크리트 70mm와 온돌층용 몰탈 40mm를 마감하고, 그 위에 비닐계 모노륨과 천정에 석고보드 9.5mm를 시공한 구조를 기본 모델인 A타입으로 하였다. 또한, A타입에 천정의 석고보드를 12.5mm시공한 것을 B, 석고보드 9.5mm를 2겹 시공한 것을 C, 콘크리트 슬라브 130mm에 폴탈 3mm를 바르고 석고보드 9.5mm의 천장을 설치한 것을 D, 슬라브 130mm와 석고보드 9.5mm천정 사이에 유리섬유 25mm를 설치한 것을 E타입이라고 하였다.

또한, 바닥 슬라브 130mm와 기포콘크리트 70mm 사이에 사진 1과 같이 고무칩을 각각 10mm, 20mm, 30mm로 시공하였을 때를 F, G, H 타입이라고 하여 각각의 충간소음의 특성을 파악하여 A타입의 차음성능과의 차이를 비교하기로 하였다.

2. 측정방법

차음성능은 2002년 7월 10일~9월 30일에 걸쳐 주위의 암소음이 측정결과에 미치는 영향을 줄이기 위하여 20:00~04:00사이에 KS F 2810 건축물 현장에 있어서의 바닥 충격음 측정방법에 의하

표 1. 충간소음 측정용 바닥판 구조의 종류

타입	바닥판 구조	타입	바닥판 구조
A		E	
B		F	
C		G	
D		H	

표 2. 경량 및 중량충격음 차단성능 측정장비

장비명	모델명
경량충격음 발생장치	BRUEL & KJAER 3204
중량충격음 발생장치	RION F1-02
마이크로폰	RION UC-53A
프린터	RION CP-10
소음계	RION NA 29E

여 표 2에 나타난 장비로 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 경량충격음 차단성능

그림 1에 일반적 바닥 구조인 A타입 중, 슬라브 130mm만 타설하였을 경우와 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm, 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm+기포콘크리트 70mm+몰탈 40mm의 완성층위에 비닐 모노륨을 시공한 때의 각각 충격음 차단성능을 측정하여 복합층이 되었을 때의 경량충격음 차단성능의 개선치를 나타내었다.

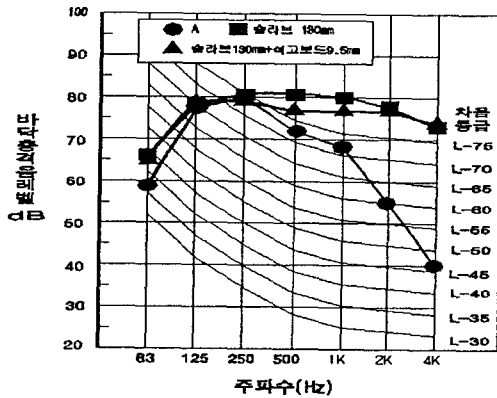


그림 1. A타입 구조의 경량음 차단성능

이 그림 1에 의하면, 콘크리트 슬라브 130mm만 시공되었을 때의 경량충격음 차단성능은 63Hz대역이 66dB, 125Hz대역이 79dB, 250Hz대역이 81dB, 500Hz대역이 81dB, 1kHz대역이 80dB, 2kHz대역이 78dB, 4kHz대역이 73dB로 나타났으나, 천장에 9.5mm 두께의 석고보드를 시공하였을 때는 63Hz대역이 65dB, 125Hz대역이 78dB, 250Hz대역이 79dB, 500Hz대역이 77dB, 1kHz대역이 75dB, 2kHz대역이 74dB, 4kHz대역이 71dB로 측정되어 500 Hz~2kHz에서 약 4~5dB정도, 그 외 주

파수 대역에서는 1~2dB정도의 차음성능이 향상된 것으로 나타나 천장에 석고보드의 설치유무가 차음성능에 커다란 영향을 미치는 것으로 사료된다.

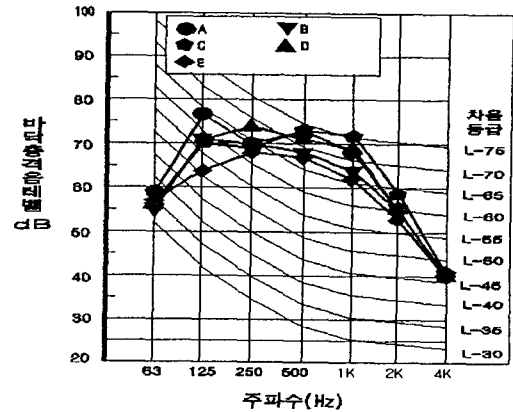


그림 2. 천장구조에 따른 경량음 차단성능

한편, 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm+기포콘크리트 70mm와 몰탈 40mm에 모노륨이 시공된 A타입은 63Hz대역이 59dB, 125Hz대역이 77dB, 250Hz대역이 80dB, 500Hz대역이 72dB, 1kHz대역이 68dB, 2kHz대역이 55dB, 4kHz대역이 40dB로 측정되었다. 이와 같은 결과는 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm로 시공된 것에 비하여 63 Hz대역이 8dB, 125Hz대역이 2dB, 250Hz대역이 -1dB, 500Hz대역이 4dB, 1kHz대역이 8dB, 2kHz대역이 11dB, 4kHz대역이 34dB 정도 각각 낮아지는 것으로 측정되어 저주파수 대역보다는 1kHz대역 이상의 고주파수 대역에서 차음성능이 향상되는 것으로 나타났다.

그림 2와 표 3에 천장 두께와 재료를 다양하게 한 B, C, D, E타입의 차음성능 측정결과를 나타내었다.

그림 2에서 알 수 있듯이 천장의 구성

재료를 변화시킨 타입에서는 유리섬유 25mm를 천장 속에 삽입한 E타입의 차음 성능이 가장 우수하게 측정되었다. E타입은 A타입에 비하여 63Hz대역이 2dB, 125Hz대역이 13dB, 250Hz대역이 2dB, 500Hz대역이 5dB, 1kHz대역이 6dB, 2kHz대역이 2dB, 4kHz대역이 0dB로 측정되어 250Hz~1kHz에서는 2dB~5dB정도 차음 성능이 향상되었으며, 125Hz대역에서 13dB정도의 차음 성능이 향상되는 것으로 나타내었다.

표 3. 경량충격음 차단성능과 차음개선치

타입	적용 등급	차음 등급	주파수(Hz)						
			63	125	250	500	1K	2K	4K
A	L-75	급외	59	77	70	72	68	55	40
B	L-70	급외	55	71	70	68	64	55	40
C	L-75	급외	56	70	69	73	72	59	41
D	L-75	급외	56	71	74	71	69	55	40
E	L-70	급외	57	64	68	67	62	53	40
F	L-65	급외	66	78	72	67	58	47	40
G	L-65	급외	65	73	67	62	58	47	40
H	L-60	급외	61	69	65	61	59	49	40

그림 3과 표 3에 고무칩을 사용한 F, G, H타입의 차음 성능 측정 결과를 나타내었다.

기본적인 모델인 A타입과 측정 성능이 가장 우수한 고무칩 30mm를 시공한 H타입의 경우를 비교하여 보면, 63Hz대역이 -2dB, 125Hz대역이 8dB, 250Hz대역이 5dB, 500Hz대역이 11dB, 1kHz대역이 9dB, 2kHz대역이 6dB, 4kHz대역이 0dB 정도 우수한 것으로 측정되어 콘크리트 슬라브와 기포콘크리트 사이에 페타이어를 잘게 분쇄한 고무칩을 시공한 것이

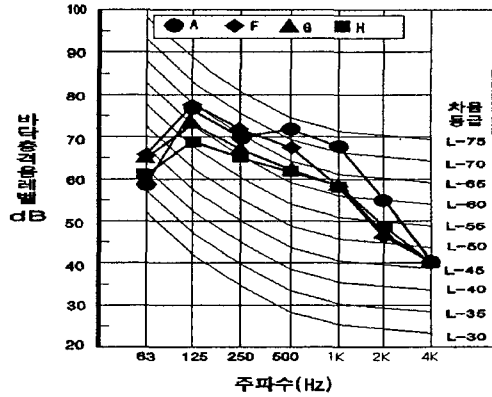


그림 3. 바닥구조에 따른 경량음 차단 성능

차음 성능 향상에 어느 정도 기여하는 것으로 나타났다.

또한, 고무칩의 두께가 두꺼워 질수록 차음 성능은 500Hz 이하 대역에서 효과적인 것으로 나타났다.

2. 중량충격음 차단 성능

그림 4에 일반적 바닥 구조인 A타입 중, 슬라브 130mm만 타설하였을 경우와 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm, 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm+기포콘크리트 70mm+물탈 40mm의 완성층 위에 비닐 모노륨을 시공한 때의 각각의 충격음 차단 성능을 측정하여 복합층이 되었을 때의 중량충격음 차단 성능의 개선치를 나타내었다.

이 그림에서 살펴보면, 콘크리트 슬라브 130mm만 시공되었을 때의 중량충격음 차단 성능은 63Hz대역이 69dB, 125Hz대역이 67dB, 250Hz대역이 61dB, 500Hz대역이 55dB, 1kHz대역이 45dB, 2kHz대역이 40dB, 4kHz대역이 38dB로 나타났으나, 천장에 9.5mm 두께의 석고보드를 시공하였을 때는 63Hz대역이 69dB, 125Hz대역이 68dB, 250Hz대역이 59dB, 500Hz대역

이 50dB, 1kHz대역이 44dB, 2kHz대역이 69dB, 4kHz대역이 35dB로 측정되어 500 Hz~4kHz에서 약 3~6dB정도, 그 외 주파수 대역에서는 1~2dB정도의 차음성능이 향상된 것으로 나타나는 것으로 보아 석고보드가 부착된 천장의 설치유무가 차음성능에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

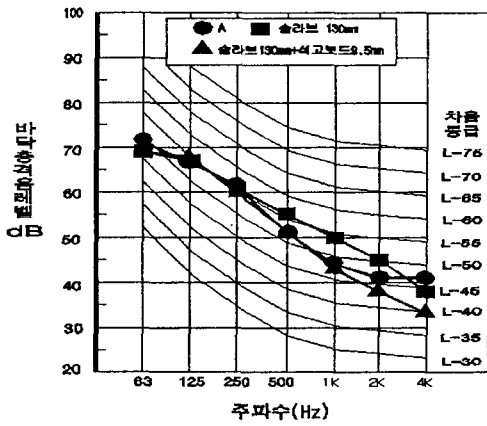


그림 4. A타입 구조의 중량음 차단성능

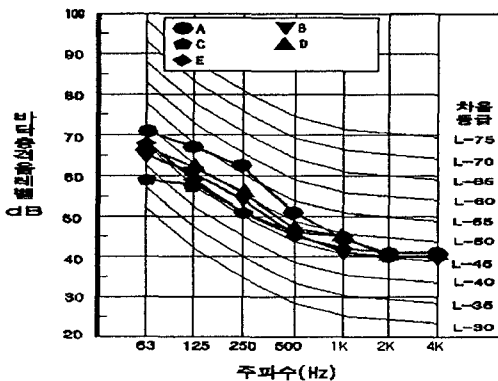


그림 5. 천장구조에 따른 중량음 차단성능

한편, 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm+기포 콘크리트 70mm와 몰탈 40mm에 모노륨이 시공된 A타입은 63Hz대역이 71dB, 125Hz대역이 67dB, 250Hz대역이 62dB,

500Hz대역이 51dB, 1kHz대역이 44dB, 2kHz대역이 41dB, 4kHz대역이 41dB로 측정되었다. 이와 같은 결과는 슬라브 130mm+석고보드 9.5mm로 시공된 것에 비하여 63Hz대역이 -2dB, 125Hz대역이 1dB, 250Hz대역이 -3dB, 500Hz대역이 -1dB, 1kHz대역이 0dB, 2kHz대역이 -2dB, 4kHz대역이 -6dB 정도 각각 낮아지는 것으로 측정되어 저주파수 대역보다는 1kHz대역 이상의 고주파수 대역에서 차음성능이 향상되는 것으로 나타났다.

표4. 중량충격을 차단성능과 차음개선치

타입	차음 등급	적용 등급	주파수(Hz)						
			63	125	250	500	1K	2K	4K
A	L-55	2급	71	67	62	51	44	41	41
B	L-50	1급	65	61	54	46	41	40	40
C	L-50	1급	59	58	51	46	45	40	40
D	L-50	1급	67	62	56	47	45	40	40
E	L-50	1급	68	59	51	45	42	41	41
F	L-55	2급	71	65	59	41	40	40	40
G	L-55	2급	72	63	54	41	40	40	40
H	L-50	1급	71	60	52	40	40	40	40

그림 5와 표 4에서 알 수 있듯이 천장의 구성재료를 변화시킨 타입에서는 석고보드 9.5mm 두께를 시공한 C타입의 차음성능이 가장 우수하게 측정되었다. C타입은 기본적인 천장 구조인 A타입에 비해서 63Hz대역이 12dB, 125Hz대역이 9dB, 250Hz대역이 11dB, 500Hz대역이 5dB, 1kHz대역이 -1dB, 2kHz대역이 1dB, 4kHz대역이 1dB로 측정되어서 63Hz~500 Hz대역에서는 4~11dB정도 차음성능이 향상되는 것으로 나타났다.

그림 6과 표 4는 고무칩을 사용한 F,

G, H타입의 중량충격음 차음성능 측정 결과를 나타낸 것이다.

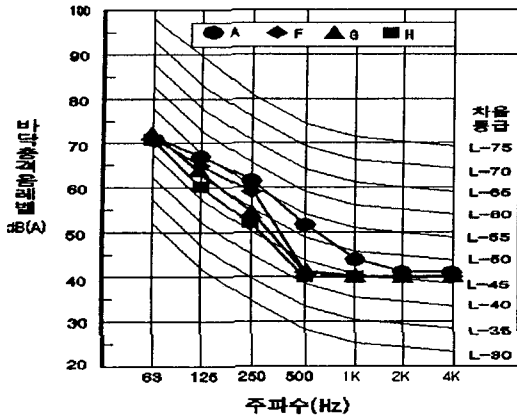


그림 5. 천장구조에 따른 중량음 차단성능

기본적인 바닥구조인 A타입과 측정성능이 가장 우수한 고무칩 30mm를 시공한 H타입의 경우를 비교하여 보면, 63Hz대역이 0dB, 125Hz대역이 7dB, 250Hz대역이 10dB, 500Hz대역이 11dB, 1kHz대역이 4dB, 2kHz대역이 1dB, 4kHz대역이 1dB 정도 각각 우수한 것으로 측정되어 콘크리트 슬라브와 기포콘크리트 사이에 페타이어를 잘게 분쇄한 고무칩을 시공한 것이 차음성능 향상에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

이상과 같이 경북 구미시에 15층으로 건설중인 H아파트에서 천정구조와 바닥 슬라브에 각각 흡음재와 차음재 등을 삽입한 전체 8종의 구조에서 차음성능을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

①콘크리트 슬라브의 경량충격음은 석고보드의 설치유무가 차음성능에 커다란 영향을 미치는 것으로 사료된다.

②천장구조에 따른 경량충격음에서 유리섬유 25mm를 시공하였을 때의 측정값이 기본 슬라브에 비해 차단성능이 최대 13dB정도의 효과가 있는 것으로 미루어 볼 때, 천정 시공시 유리섬유의 적절한 삽입이 경량충격음에 효과적인 것으로 사료된다.

③경량충격음은 500Hz 이하에서는 진장속에 유리섬유를 삽입한 경우가 차음성능이 우수하며, 500Hz이상에서는 고무칩을 시공한 경우가 차음성능이 우수한 것으로 나타났다.

④석고보드 9.5mm 두께와 유리섬유 25mm를 시공한 경우, 중량음 차단성능이 유사한 정도인 것으로 측정되었다.

⑤고무칩을 바닥구조에 삽입하였을 때의 차음성능은 약 30mm 정도 시공되는 것이 중량충격음 차단성능에 효과적인 것으로 판단된다.

*실현과 데이터 정리에 도움을 준 박순형, 이방홍군에게 감사의 마음을 전합니다.

참 고 문 헌

- 1) 함진식·박명길, 2001, 공동주택의 차음성능 실측 평가에 관한 연구, 한국주거학회지 제12권 제4호.
- 2) 함진식, 2000, POWER-DECK를 사용한 판매시설 슬라브의 바닥충격음 및 진동 특성 보고서.
- 3) 한국산업규격, 1996, 건축물의 현장 바닥충격음 측정 방법 KS F 2810.