

공동주택의 천장구조에 의한 바닥충격음 변화특성에 관한 연구

◦ 조 창근* 신 일섭** 손 장열**

* 한양대학교 산업과학연구소 ** 한양대학교 건축학과

Variation Characteristics of Floor Impact Sound by Ceiling Structures in Apartment Buildings

◦ C. G. Cho* I. S. Shin** J. Y. Sohn**

* The Research Institute of Industrial Science, Hanyang University

** Department of Architecture, Hanyang University

0. 요약

본 연구에서는 공동주택의 바닥충격음 차음성능 향상을 위한 설계자료의 계산을 위해 천장구조가 서로 다른 공동주택을 대상으로 경량 및 중량 바닥충격음의 현장측정을 통하여 공동주택의 천장구조에 의한 바닥충격음 변화특성을 분석하고 차음성능을 평가하였다.

측정대상 건물에서 천장을 설치한 경우가 비교적 높은 충격음 차음성능 분포를 보이는 것으로 나타났으며, 바닥슬래브 하부 천장에 공기층과 완충재를 함께 설치하는 것은 기존 공동주택 등에서 경량 및 중량 바닥충격음 차음성능을 향상시키기 위한 효과적인 방안임을 확인하였다.

1. 머리말

건물의 천장, 벽, 바닥은 항상 인간과 접하고 있기 때문에, 각 세대가 인접해 있는 공동주택에서 바닥충격음은 인간생활과 직접적으로 관계가 되는 소음이라 할 수 있다. 공동주택의 바닥구조체에 이용되고 있는 콘크리트는 공기전달음을 잘 차단하기 때문에 차음제로서는 좋다고 할 수 있으나, 어느 한 지점에 충격을 받게 되면 고체진동이 바닥구조체나 벽체 등을 통해 인접세대로 방사되는 특성이 있다.

이와 같은 바닥충격음은 충격원, 바닥구조, 직하실 공간 등 여러가지 요소들에 의해 변화하며, 특히 국내 공동주택의 바닥구조는 불균질한 다층구조로 이루어진 은들의 특성상 때문에 바닥충격음의 이론예측에는 많은 어려움이 있다.

공동주택의 바닥충격음 차음성능 향상을 위해서는 건축계획 단계에서부터 이에 대한 고려가 필요하며, 이미 시공된 공동주택의 바닥구조체를 이용하여 바닥충격음 차음성능을 향상시키는 것은 시공상 경제상 불가능한 경우가 많다.

본 연구에서는 바닥슬래브 및 슬래브 완충층의 구조

가 동일하고 천장구조가 서로 다른 공동주택을 대상으로 경량 및 중량 바닥충격음의 현장측정을 실시하여 천장구조에 의한 바닥충격음 변화특성을 분석함으로써 기존 공동주택 등의 바닥충격음 차음성능 향상을 위한 설계자료를 제시하고자 한다.

2. 측정개요 및 방법

2.1 측정대상 건물의 개요

공동주택에서 천장구조의 차이에 의한 바닥충격음의 변화특성을 파악하기 위하여 저층 및 고층의 RC구조 아파트 10개동을 측정대상 건물로 선정하였다. <표 1>에 측정대상 건물의 개요를 나타낸다. 측정대상 건물은 27~46명의 소·중·대형 아파트이며, 측정당시 W1~W7건물은 주민이 입주한 상태였다. 측정대상 건물 중 W1, W5, W7건물은 평형이 동일하지만, 바닥구조는 서로 다르게 되어 있다. W3, W4, W6건물도 역시 평형은 같으나 바닥구조가 다르다.

[그림 1]은 측정대상 건물의 바닥구조를 나타낸 것이다. 측정대상 건물의 천장구조는 서로 다르게 되어 있고, 콘크리트 슬래브의 두께는 120mm와 150mm의 2종류로 되어 있으며, 콘크리트 슬래브의 완충층 재료로서는 모두 경량콘크리트를 채용하고 있다. 경량기포 콘크리

<표 1> 측정대상 건물의 개요

건물 기호	구 조	층 수	평형	측정실 면적[m ²]		슬래브 두께[mm]	측정점
				거실	침실		
W1	RC	5층형	27	3.0×7.2	3.3×4.2	120	3 점
W2	RC	5층형	27	3.3×3.9	4.2×4.2	120	3 점
W3	RC	5층형	31	3.9×4.5	4.2×4.2	120	3 점
W4	RC	5층형	27	3.0×7.2	3.3×4.2	120	3 점
W5	RC	5층형	31	3.9×4.5	4.2×4.2	120	3 점
W6	RC	5층형	27	3.0×7.2	3.3×4.2	120	3 점
W7	RC	5층형	31	3.9×4.5	4.2×4.2	120	3 점
K	RC	16층형	31	4.2×3.6	4.5×3.6	120	5 점
J	RC	15층형	46	4.5×4.2	4.2×4.2	150	5 점
C	RC	15층형	27	-	4.2×3.7	150	5 점

공동주택의 전장구조에 의한 바닥충격음 변화 특성에 관한 연구

단면구조	구성재료	단면구조	구성재료	단면구조	구성재료	단면구조	구성재료
T1	①마감물달 30~40 ②경량기포 Conc. 60~70 ③Conc. 슬라브 120 ④천장지	T4	①마감물달 30~40 ②경량기포 Conc. 60~70 ③Conc. 슬라브 120 ④G. # 16K 50T ⑤폴리에틸렌필름 3.0BT ⑥공기층 30T ⑦석고보드 9T ⑧천장지	V5	①마감물달 30~40 ②경량기포 Conc. 60~70 ③Conc. 슬라브 120 ④스티로폼 30T ⑤공기층 30T ⑥공기층 30T ⑦석고보드 9T ⑧천장지	R6	①마감물달 30~40 ②경량기포 Conc. 60~70 ③Conc. 슬라브 120 ④G. # 16K 50T ⑤공기층 30T ⑥석고보드 9T ⑦천장지
T2	①마감물달 30~40 ②경량기포 Conc. 60~70 ③Conc. 슬라브 120 ④G. # 16K 50T ⑤공기층 30T ⑥공기층 30T ⑦석고보드 9T ⑧천장지	K	①마감물달 40 ②경량기포 Conc. 80 ③Conc. 슬라브 120 ④공기층 120 ⑤석고보드 9T	J	①마감물달 40 ②경량기포 Conc. 80 ③Conc. 슬라브 150 ④공기층 120 ⑤석고보드 9T	C	①마감물달 40 ②경량기포 Conc. 80 ③Conc. 슬라브 150

[그림 1] 측정대상 건물의 바닥구조

트는 60~80mm의 두께로 되어 있으며, 마감물달층은 30~40mm, 콘크리트 슬래브를 제외한 바닥구조의 총두께는 90~120mm로 되어 있다.

2.2 측정방법

바닥충격음의 차음성능을 파악하기 위하여 각 대상건물마다 인접집상하 세대의 침실에서 경량 및 중량 바닥충격음을 측정하였다. [그림 2]에 평면도 및 측정점의 한 예를 나타낸다. 바닥충격음의 측정점은 욕실과 수음실에 대해 벽체에서 1m 정도 떨어진 곳에 대각선상의 5점 (W1~W7 건물은 3점)을 선정해 가진점과 수음점으로 하였다.

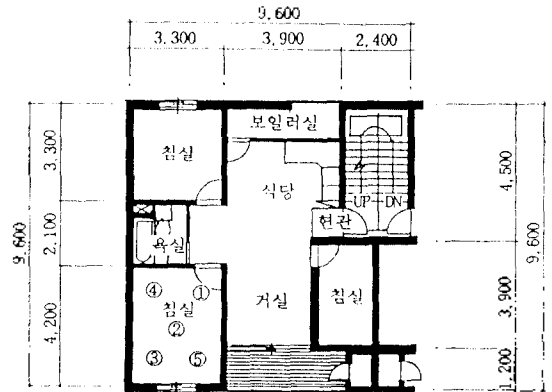
바닥충격음레벨은 침실내 각 가진점에 대한 수음점마다의 레벨을 3회씩 측정하여 경량 및 중량충격음의 피크평균레벨을 산출하였다. 측정시에 측정주파수 대역은 63Hz~4000Hz 범위로 하였으며, 측정치물 1/1 옥타브밴드 중심주파수별로 분석하였다.

마이크로폰의 측정위치는 바닥위 1.5m로 하였으며, 측정값의 변동폭이 큰 저주파수 대역(63Hz, 125Hz)의 측정에 유의하였고, 측정 전에는 반드시 주위의 암소음 레벨을 조사하여 주변의 암소음에 의한 영향을 배제하였다. 측정 및 분석에 사용된 기기의 구성도는 [그림 3]과 같다.

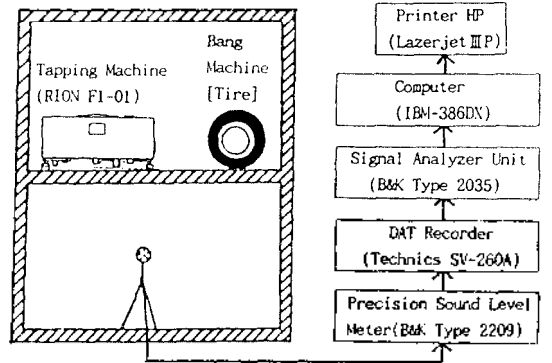
3. 측정결과 분석 및 고찰

3.1 바닥충격음 차음성능의 분포

<표 2>는 측정대상 건물의 바닥충격음 차음성능을 차음등급과 차음지수로서 나타낸 것이다. 측정대상 건물의 바닥충격음 차음성능은 경량충격음 L-60~87, 중량충격음은 L-36~61의 범위로서 대부분 일본 건축학회의 권장기준(L-55, 2급 허용기준)을 초과하고 있는 것으로 나타났다. 이는 바닥슬래브의 구조가 대부분 경량의 다층구조로 되어 있으며, 바닥슬래브의 낮은 강성에 기인하는 것으로 사료된다.



[그림 2] 측정대상 건물의 평면도 및 측정점



[그림 3] 바닥충격음 측정 및 분석기기 구성도

바닥슬래브 하부에 천장이 설치되어 있지 않은 경우 경량충격음은 L-75~87, 중량충격음은 L-47~61의 범위를 보이고 있다. 반면, 천장이 설치된 경우에는 경량충격음레벨은 L-60~78, 중량충격음은 L-36~60으로서 천장을 설치한 경우가 비교적 낮은 충격음레벨 분포를 보이고 있다.

한편, 바닥슬래브 하부 천장에 공기층과 완충재를 함

게 설치한 경우에는 중량충격음 차음성능이 L-36~56으로서 허용기준(L-50, 2급)을 만족하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 경량 및 중량 양 충격음의 차음성능이 다른 바닥구조보다 거의 모두 양호한 것으로 나타나 기존 공동주택 등에서 바닥충격음 차음성능을 향상시키기 위한 방안으로서 바닥슬래브 하부천장에 공기층과 완충재를 함께 설치하는 것이 효과적이라 생각된다.

3.2 천장유무에 의한 차이

[그림 4]는 천장의 유무에 의한 바닥충격음 변화특성을 파악하기 위하여 바닥구조는 동일하고, 천장을 설치한 경우와 설치하지 않은 경우의 경량 및 중량 바닥충격음레벨을 비교하여 나타낸 것이다. 그림 중의 (a), (b)는 콘크리트 슬래브의 두께가 120mm인 경우이며, (c)는 150mm인 경우이다. 두께 120mm의 콘크리트 슬래브 하부에 천장을 설치한 경우 경량 바닥충격음은 천장이 없는 경우에 비하여 500Hz 이하의 대역에서 약간 낮은 바닥충격음레벨을 나타내고 있으나, 중량 바닥충격음은 250Hz 이상의 고주파수 대역으로 갈수록 뚜렷하게 낮은 충격음레벨을 나타내고 있으며, 125Hz 이하의 저주파수 대역에서는 오히려 높은 것을 알 수 있다.

두께 150mm의 콘크리트 슬래브 하부에 천장을 설치한 경우에는 설치하지 않은 경우보다 경량충격음레벨이 중고주파수 대역으로 갈수록 더욱 낮게 나타났으나, 중량 충격음레벨은 천주파수 대역에서 오히려 더 높게 나타나고 있으며, 특히 250Hz 이하의 저주파수 대역에서 그 현상은 더욱 뚜렷한 것을 알 수 있다. 이는 천장내 공기층에 의한 공진투과 현상때문이라 사료되며, 콘

<표 2> 측정대상 건물의 바닥충격음 차음성능

건물기호	바닥충격음 차음성능		천장 유무	슬래브 두께[mm]
	경량 충격음	중량 충격음		
W1	L-80 (L-82)	L-60 (L-59)	없음	120
W2	L-80 (L-78)	L-60 (L-61)	없음	120
W3	L-75 (L-75)	L-60 (L-58)	없음	120
W4	L-60 (L-62)	L-40 (L-39)	있음	120
W5	L-70 (L-71)	L-55 (L-56)	있음	120
W6	L-60 (L-60)	L-45 (L-46)	있음	120
W7	L-60 (L-60)	L-35 (L-36)	있음	120
K	L-80 (L-78)	L-55 (L-53)	있음	120
J	L-70 (L-72)	L-60 (L-60)	있음	150
C	L-85 (L-87)	L-45 (L-47)	없음	150

* ()내의 수치는 차음지수임.

크리트 슬래브 하부에 천장을 설치하는 경우 공기층에 유의할 필요가 있는 것으로 나타났다.

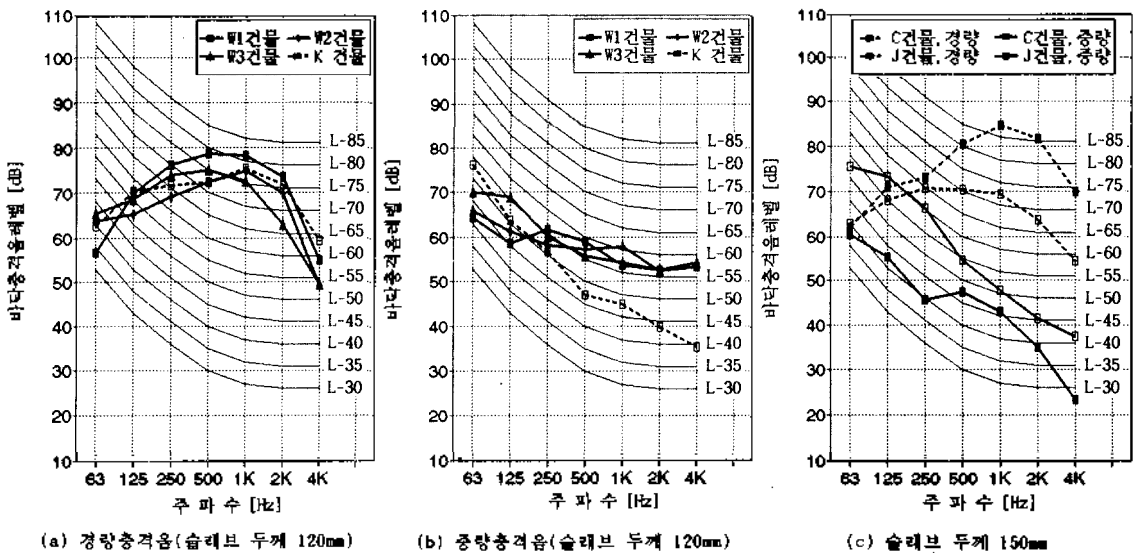
3.3 천장내 공기층의 영향

[그림 5]는 바닥구조와 천장내 완충층의 재료가 동일하고 천장내 공기층의 두께만 다른 경우의 바닥충격음레벨을 비교하여 나타낸 것이다. 그림에서 W6건물은 천장내 공기층의 두께가 30mm, W7건물은 60mm로 되어 있다.

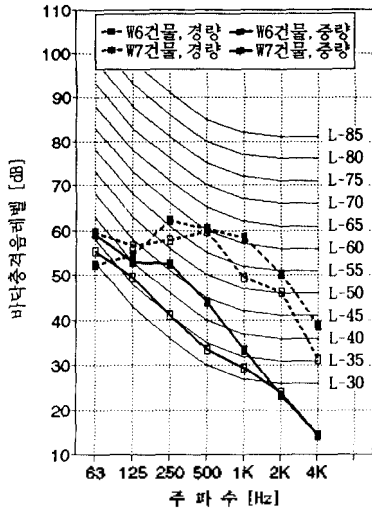
천장내 공기층이 60mm인 경우에는 30mm인 경우에 비하여 경량 바닥충격음레벨은 1000Hz 이상의 고주파수 대역에서 더 낮게 나타났으며, 중량 충격음레벨은 1000 Hz 이하의 저주파수 대역에서 더 낮게 나타났다.

3.4 천장내 완충재료에 의한 차이

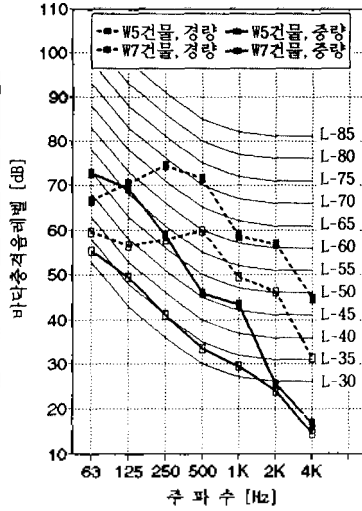
[그림 6]은 바닥 및 천장구조가 동일하고 천장내 완



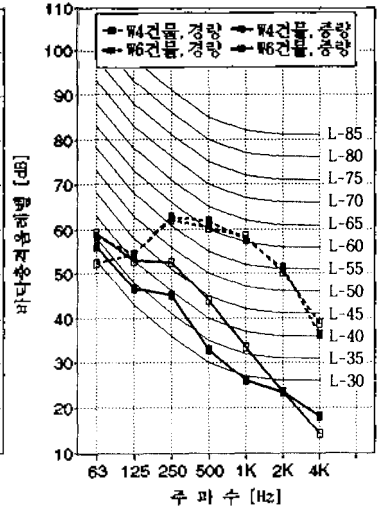
[그림 4] 천장유무에 의한 바닥충격음 레벨의 비교



[그림 5] 천장내 공기층 차이에 의한 바닥충격음 레벨



[그림 6] 천장내 완충재료 차이에 의한 바닥충격음 레벨



[그림 7] 천장내 폴리에틸렌 필름에 의한 바닥충격음 레벨

충격재료로서 스티로폼 30mm를 사용한 W5건물과 G.W 50mm를 사용한 W7건물의 바닥충격음레벨을 비교하여 나타낸 것이다. G.W 50mm를 채운한 경우 스티로폼을 채운한 경우보다 경량 및 중량 양충격원에 대하여 더 낮은 충격음레벨을 보이고 있다.

바닥충격음 차음성능은 W5건물의 경우 경량 L-70, 중량 L-55, W7건물의 경우 경량 L-60, 중량 L-35로 나타나 G.W. 50mm를 채운한 경우가 스티로폼 30mm를 채운한 경우보다 경량 2등급, 중량 4등급만큼 차음성능이 향상되는 것으로 나타났다.

[그림 7]은 바닥 및 천장구조가 동일하고 천장내 G.W 하면에 폴리에틸렌필름을 설치한 경우(W4건물)와 설치하지 않은(W6건물) 경우를 비교한 것이다. 폴리에틸렌 필름에 의해 경량 충격음레벨은 거의 차이가 없으나, 중량 충격음레벨은 1000Hz 이하의 대역에서 다소 낮게 나타나 1등급만큼 차음성능이 향상된 것을 알 수 있다.

4. 맺음말

천장구조가 서로 다른 10개의 공동주택을 대상으로 경량 및 중량 바닥충격음의 차음성능을 현장측정하고, 천장구조에 의한 바닥충격음 전파특성을 분석한 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 측정대상 건물의 바닥충격음 차음성능은 경량충격음 L-60~87, 중량충격음 L-36~61의 분포를 보이고 있으며, 바닥슬래브 하부에 천장이 없는 경우 경량충격음 L-75~87, 중량충격음 L-47~61의 분포를, 천장이 설치된 경우에는 경량 L-60~78, 중량 L-36~60의 분포를 보여 천장을 설치한 경우가 비교적 높은 충격음 차음성

능 분포를 보이는 것으로 나타났다.

2) 바닥슬래브 하부 천장에 공기층과 완충재를 함께 설치하는 것은 경량 및 중량 양 충격음의 차음성능면에서 유리하게 나타나 기존 공동주택 등에서 바닥충격음 차음성능을 향상시키기 위한 방안으로서 효과적이라 생각된다.

3) 바닥슬래브 하부에 천장을 설치하는 경우 경량충격음은 주파수에 따라 다소 낮게 나타났으나, 중량충격음은 공진주파와 현상에 의해 오히려 높리하게 나타나는 경우가 있어 콘크리트 슬래브 하부에 천장을 설치하는 경우 공기층에 유의할 필요가 있다.

4) 바닥구조와 천장내 완충층의 재료가 동일하고 천장내 공기층의 두께가 60mm인 경우에는 30mm인 경우에 비하여 경량 바닥충격음레벨은 1000Hz 이상의 고주파수 대역에서 더 낮게 나타났으며, 중량 충격음레벨은 1000 Hz 이하의 저주파수 대역에서 더 낮게 나타났다.

5) 천장내 완충재료로서 G.W. 50mm를 채운한 경우가 스티로폼 30mm를 채운한 경우보다 경량 2등급, 중량 4등급만큼 차음성능이 향상되는 것으로 나타났으며, 천장내 G.W 하면의 폴리에틸렌필름에 의해 경량 충격음레벨은 거의 차이가 없으나, 중량 충격음레벨은 1000Hz 이하의 대역에서 다소 낮게 나타나 1등급만큼 차음성능이 향상된 것을 확인하였다.

참고 문헌

1. 申一雙, 孫章烈, 曹昌根: 共同住宅의 바닥衝擊音低減方案에 관한 研究, 大韓建築學會 學術發表論文集, 第13卷 第1號, 1993. 4.