

완충재 적용현장에서의 바닥충격음 차단성능 현황분석

김 경우*, 양 관섭**

Evaluation of Floor Impact Sound Insulation Performance for Building Floors with Damping Materials

Kyoung-Woo Kim, Kwan-Seop Yang

ABSTRACT

Floor impact sound has caused many acoustical complaints to the apartment building dwellers. The concrete floating floor construction is one of the most reasonable way to reduce floor impact sound. Recently, many damping materials are used in apartment buildings. In this study, to evaluate floor impact sound insulation performance, field tests were carried at five building floors with damping materials. The test results of impact sound insulation performance for five buildings showed good improvement in light weight impact sound after installation of damping materials, but heavy weight impact sound wasn't improved.

1. 서론

도시의 거대화, 밀집화로인하여 일반 주택보다는 좁은 대지를 효율적으로 사용할 수 있는 공동주택의 건설이 점차 증가하는 추세이다. 공동주택의 주거형태가 일반화되면서 칸막이를 하나로 소음을 차단해야하는 상황에서 내부 소음의 전달은 피할 수 없는 필요악이 되었다. 소음에 대한 거주자의 요구수준이 향상됨에 따라 공동주택의 소음문제가 매우 중요시되고 있다. 특히 바닥충격음의 경우 윗층에서 전달되는 대표적인 소음으로 이를 차단하기 위하여 많은 연구가 진행되었으며, 바닥충격음 문제를 해결하기 위해 독일이나 프랑스 등에서는 오래 전부터 뜬바닥(Floating Floor)구조를 채용하고 있다.

뜬바닥구조는 슬라브 위에 유리면과 같은 방진용 완충재를 간 후 적절한 방법으로 내장바닥(온돌층)을 구성하여 그곳에 가해지는 충격에너지가 직접 구조체(슬라브)에 전달되지 않도록 하는 것으로 효과가 매우 좋다고 알려져 있다. 우리나라에서도 이러한 뜬바닥 구조를 이용하여 바닥충격음을 줄이려는 노력이 활발히 진행되고 있으며, 여러 종류의 방진용 완충재가 개발되고 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 여러 장소에서 설치되고 있는 바닥충격음 완충재 적용사례를 살펴보고 이들이 가지는 바닥충격음 차단성능이 어느 정도 인지를 파악하여 차후 완충재 적용시에 참고자료로서 활용토록 하고자 한다.

2. 측정개요

2.1 측정대상

완충재가 설치된 현장의 바닥충격음 차단성능을

* 정희원, 한국건설기술연구원 연구원

** 정희원, 한국건설기술연구원 선임연구원

평가하기 위하여 일반적인 주거형태인 공동주택 4개소와 거주와 업무를 동시에 행하는 오피스텔에 완충재를 설치하여 충격음 차단성능을 평가하였다. 이들 중 한 곳에는 기포콘크리트를 대체해 건식온돌을 설치하여 충격음 차단성능을 기존구조와 비교하였다. 측정대상의 바닥 크기와 바닥슬래브의 두께도 서로 조금씩 차이가 있으며, 선정된 측정대상 바닥구조는 Table 1과 같다.

각 현장마다 동일한 종류의 완충재가 설치된 것은 아니며, 일반적으로 많이 사용되고 있는 완충재를 설치하여 완충재가 설치되지 않은 곳과 비교 측정하였다.

2.2 측정위치 및 방법

바닥충격음 저감재의 충격음 저감성능은 KS F 2810 「건축물 현장에 있어서 바닥충격음 측정방법」에 따라 실시하였으며, 윗층에서 바닥 충격음 발생장치의 위치는 둘레 벽에서 0.7m 이상 떨어지도록 하여, 모두 5개 지점에 충격음을 가하였다. 아래층의 수음실에서도 둘레벽에서 0.7m 이상 떨어진 5개 지점에서 바닥면으로부터 1.5m 높이에서 측정을 하였다. 측정은 63Hz ~ 4000Hz 범위의

1/1옥타브 밴드 간격으로 하였으며, 소음계의 주파수 특성은 C특성으로 실시간 주파수 분석을 하였다. 바닥충격음 측정에 사용된 측정기기는 다음과 같다.

바닥충격음 발생장치는 경량충격음 발생장치와 중량충격음 발생장치를 사용하였으며, 중량충격음 발생장치의 경우 일본 사쓰끼(주)에서 제작한 자동 중량 바닥충격음 발생장치(Bang Machine)를 사용하였다. 이때 타이어의 공기압은 2.6kgf/cm² ~ 3.0kgf/cm² (36.98 lb/in²(psi) ~ 42.67 lb/in²(psi))로 맞추도록 제품설명서에 규정하고 있기 때문에 측정시 중간정도의 공기압인 40psi로 맞춘 후 측정을 실시하였다.

- Real-Time Analyzer SA-27, RION
- Tapping Machine FI-01, RION
- Bang Machine FI-02, 사쓰끼(주)
- Microphone Preamplifier NH-17, RION
- Microphone UC-53, RION
- Sound Lever Calibrator NC-73, RION

측정이 실시된 곳의 단위세대 평면과 측정위치는 Fig. 1과 같다.

Table 1 The structure details of the buildings

측정대상	바닥구조내역(mm)		슬래브두께 (mm)	바닥면적 (m×m)	천장설치 유무	바닥 마감재	비고
공동주택 1	마감물탈 45 + 기포 45 + 완충재 15		140	방1 4.0×3.5	×	×	완충재 2종류 기존구조와 비교없음
				방2 3.0×3.4			
공동주택 2	Type1	마감물탈 50 + 기포 45 + 완충재 15	135	3.0×4.2	×	×	완충재 2종류 완충재가 설치된 곳을 각각 2곳 측정
	Type2	마감물탈 50 + 기포 50 + 완충재 10			×	×	
	기존 구조	마감물탈 50 + 기포 60	135	3.0×4.2	×	×	
공동주택 3	완충재	마감물탈 50 + (기포+방수시트+완충재 (30~10)) 70	135	3.3×3.9	○	○	완충재 1종류를 두께별로 시공
	기존 구조	마감물탈 50 + 기포 70					
공동주택 4	마감물탈 50 + 건식온돌 50 + 모래 20		135	방1 4.5×3.9	×	×	건식온돌설치
				방2 3.3×2.7			
				방3 3.0×3.0			
오피스텔	마감물탈 50 + (기포 + 완충재 (10~20))100		150	6.4×10.6	×	×	완충재 1종류를 두께별로 시공 기존구조와 비교없음

3. 충격음 차단성능평가

3.1 평가기준 및 방법

현재 국내의 바닥충격음에 대한 기준은 주택건설기준 등에 관한 규정 제14조 제③항의 ‘공동주택의 바닥은 각 층간의 바닥충격음을 충분히 차단할 수 있는 구조로 하여야 할 것’의 선언적인 규정으로 되어 있어 법의 실효성에 문제가 있다.

우리 나라의 대부분의 규격이 일본규격을 그대로 인용하여 사용하고 있는 실정이며, 바닥충격음 측정방법(KS F 2810)도 그 중에 하나로서 JIS A 1418을 그대로 받아들인 것이다. 이와 같은 이유로 공동주택 등의 바닥충격음 차단성능을 평가할 때 일본건축학회에서 제안하고 있는 L곡선을 현재까지도 많이 이용하고 있다. 아직까지 바닥충격음에 대한 독자적인 평가방법을 가지고 있지 않은 이유로 일본의 평가방법에 따라 평가를 하였다.

또한 유럽과 미국 등지에서 사용되고 있는 ISO 717-2의 기준을 가지고 평가를 하였다. 현장 측정의 경우 Fig. 2의 1/1 옥타브 기준곡선을 사용하여 단일수치량을 나타내었으며, 5개 주파수 밴드 (125, 250, 500, 1000, 2000Hz)에서 기준곡선을 상회하는 값의 합이 10dB까지 허용하여 여기에서 산출된 500Hz에서의 기준곡선 값으로부터 5dB를 뺀 값이 단일수치량이 된다.

3.2 측정결과 분석

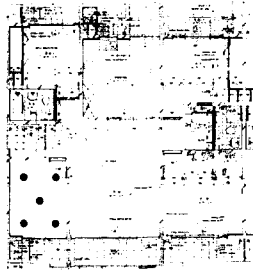
공동주택 4곳과 오피스텔 1곳의 충격음차단성능을 평가한 결과는 Table 2와 같다.

공동주택 1은 15mm 두께의 2종류의 완충재가 설치되어 있었으며, 경량충격음의 경우는 L-65~75, 중량충격음은 L-55~65를 나타내었다.

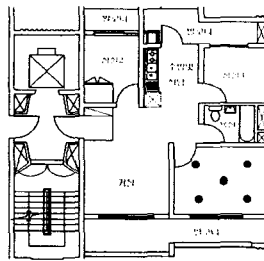
공동주택 2는 공동주택 1과 같이 2종의 완충재가 설치되어있는 경우로 경량충격음은 L-60~70, 중량충격음은 L-55~60을 나타내었다. 완충재 Type 1과 2는 동일한 두께로 설치되었으나 Type 1이 경량충격음에서 Type 2보다 1등급씩 좋은 성능을 나타내었다. 또한 Type 2에서 2번째 측정장소에 천장이 설치되어 있어 설치되지 않은 곳보다 경량충격음의 경우에는 L-70에서 L-65로 1등급 좋아졌으나, 중량의 경우는 오히려 반대되는 경향을



(a) APT I



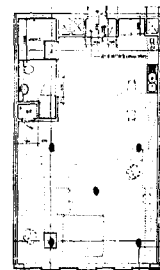
(b) APT II



(c) APT III



(d) APT IV



(e) Office building

Fig. 1 The floor plan of buildings and the measurement points

나타내어 중량충격음에 대한 성능향상은 기대할 수 없었다. 완충재를 설치하지 않은 기존구조에 비해 경량충격음은 ISO 수치량으로 75dB에서 최고 59dB까지 성능이 향상되었으나 중량충격음은 거의 동일한 수치를 나타내었다.

공동주택 3에는 같은 종류의 완충재가 10mm~30mm 까지 다른 두께로 설치된 것으로, 측정결과 특별히 큰 성능 차이를 보이지는 않았으나 두께가 두꺼워질수록 ISO 수치량은 조금씩 좋아지는 경향을 나타내었다. 공동주택 3에는 천장과 바닥마감재가 설치된 상황으로 천장과 바닥마감재가 설치되지 않은 공동주택 1, 2에 비해서는 경량충격음의 경우 L등급으로 1등급이상 좋아지는 것을 알 수 있었다. 기존구조와 비교해보면 공동주택 2와는 달리 경량충격음의 경우 성능이 약간 좋아졌는데 이는 공동주택 3에 바닥마감재와 천장이 설치되어있어 완충재를 설치시 성능향상의 차이가 줄어든 것으로 사료된다. 중량충격음의 경우 약간의 성능향상이 있었으나 크게 향상되지는 않았다.

공동주택 4에는 기포콘크리트를 대신하여 건식 온돌이 설치된 경우로 기존 바닥과 함께 충격음차단성능을 평가하였다. 경량충격음의 경우 바닥마감재가 없는 이유로 L-70, 75로 평가되었으며, 중량충격음의 경우 충격음차단성능이 모두 125Hz에서 결정되어 L-60, 65를 나타내었다. 기포콘크리트가 설치된 기존구조와 거의 비슷한 성능을 나타내었다.

오피스텔의 경우도 완충재의 두께 차이로 인한 성능차이는 크게 나타나지는 않았으나 두께가 두꺼울 때 중량의 경우 ISO 수치량으로 45dB에서 42dB의 수치를 나타내었다.

4. 결론

바닥에 완충재가 적용된 공동주택과 오피스텔을 대상으로 기존구조와 함께 바닥충격음 저감성능을 평가하였다.

공동주택의 경우 경량충격음은 L-60~75, 중량충격음은 L-50~65의 성능을 나타내었으며, 오피스텔의 경우는 경량 L-60, 중량 L-50~55의 성능을 나타내었다.

경량충격음의 경우 기존구조와 비교했을 때 대부분 충격음차단성능이 많이 향상되는 것을 알 수

있었으며, 천장과 바닥마감재의 설치로 경량충격음에 대한 성능향상에 상당한 역할을 한 것을 알 수 있었다. 그러나 중량충격음의 경우에는 기존구조와 거의 비슷한 성능을 나타내었다.

완충재의 두께가 증가될 때에는 경량충격음과 중량충격음 모두 뚜렷한 성능의 차이를 보이지는 않았지만, 약간의 성능향상은 있는 것으로 나타났다.

완충재 적용시 경량충격음에 대해서는 양호한 차단성능을 나타내고 있으나 중량충격음에 대해서는 그다지 효과는 없었다. 차후 중량충격음을 효과적으로 차단할 수 있는 방안이 연구되어야 하겠다.

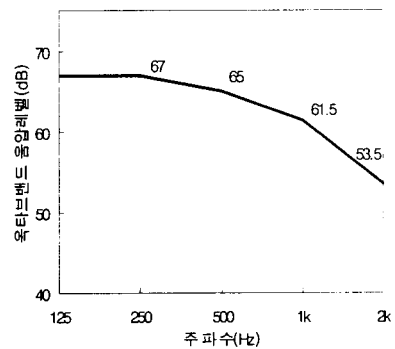


Fig. 2 Curve of reference values for impact sound(ISO, 1/1 octave bands)

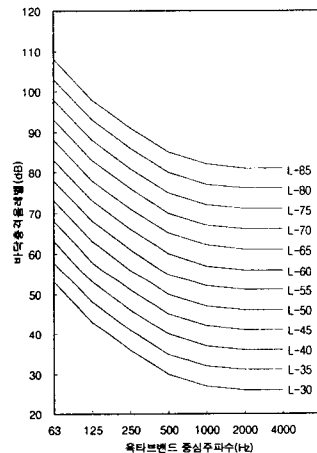


Fig. 3 Curves of L-class

Table 2 Test result of impact sound insulation performance

		공동주택1		완충재		기존구조	
				L곡선	ISO	L곡선	ISO
경량	방1	1	L-65	61			
		2	L-75	66			
	방2	1	L-75	68			
		2	L-75	66			
중량	방1	1	L-60	47			
		2	L-55	52			
	방2	1	L-65	52			
		2	L-65	50			
		공동주택2		완충재		기존구조	
				L곡선	ISO	L곡선	ISO
경량	Type1	1	L-65	59	L-80	75	
		2	L-60	59			
	Type2	1	L-70	65			
		2	L-65	61			
중량	Type1	1	L-55	50	L-55	51	
		2	L-60	54			
	Type2	1	L-55	48			
		2	L-60	53			
		공동주택3		완충재		기존구조	
				L곡선	ISO	L곡선	ISO
경량	30mm	L-60	58	L-65	63		
	20mm	L-60	58				
	15mm	L-60	59				
	10mm	L-60	61				
중량	30mm	L-50	50	L-60	55		
	20mm	L-55	50				
	15mm	L-55	52				
	10mm	L-55	52				
		공동주택4		완충재		기존구조	
				L곡선	ISO	L곡선	ISO
경량	방1	L-70	64	L-75	67		
	방2	L-75	69	L-70	64		
	방3	L-75	69	L-65	61		
중량	방1	L-65	59	L-55	52		
	방2	L-60	54	L-65	59		
	방3	L-60	55	L-65	60		
		오피스텔		완충재		기존구조	
				L곡선	ISO	L곡선	ISO
경량	10mm	L-60	51				
	15mm	L-60	51				
	20mm	L-60	51				
중량	10mm	L-55	45				
	15mm	L-50	45				
	20mm	L-50	42				

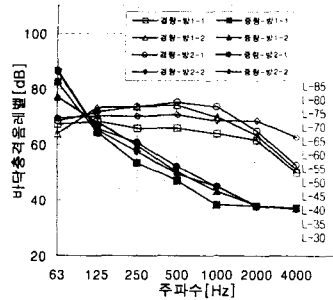
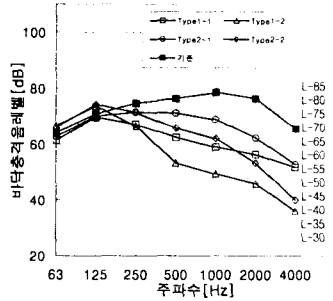
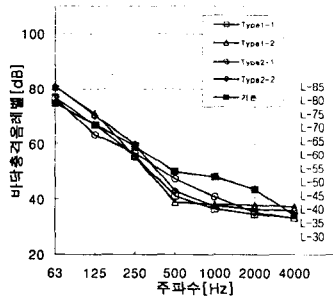


Fig. 4 The measured floor impact sound insulation performance of APT I



(a) Light weight impact source



(b) Heavy weight impact source

Fig. 5 The measured floor impact sound insulation performance of APT II

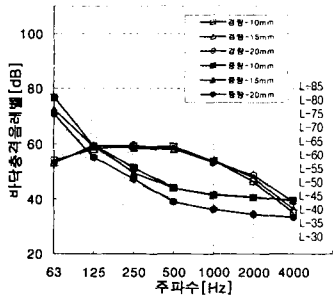
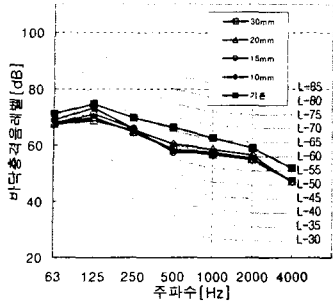
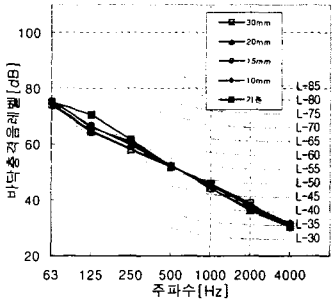


Fig. 6 The measured floor impact sound insulation performance of Office building

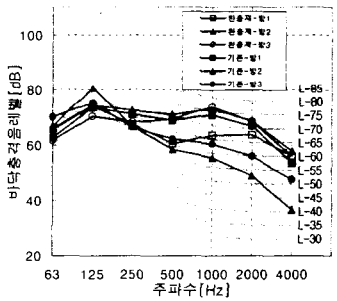


(a) Light weight impact source

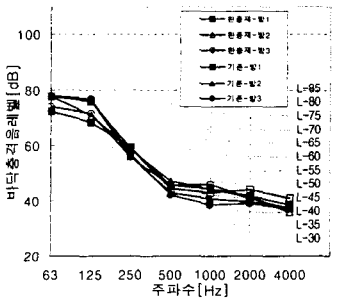


(b) Heavy weight impact source

Fig. 6 The measured floor impact sound insulation performance of APTIII



(a) Light weight impact source



(b) Heavy weight impact source

Fig. 7 The measured floor impact sound insulation performance of APTIV

참고문헌

1. 대한주택공사, 1990, "공동주택 내부소음 기준설정 연구(I)-바닥충격음의 차음성능기준".
2. 한국건설기술연구원, 1997, "공동주택 바닥충격음 저감재료의 성능평가 및 적용방안에 관한 연구".
3. 박병전, 신영무, 1992, "습식 뜬바닥구조의 개발에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 제8권, 제7호, pp95~107.
4. 장재희, 임병훈, 1998, "폴리프로필렌을 이용한 바닥충격음 저감시스템 개발", 대한건축학회논문집 계획계 제14권, 제12호, pp211~218.