

바닥마감재가 경량충격음 저감량 평가에 미치는 영향

A Study on the Reduction of the Lightweight Impact Sound Level by Floor Coverings

정진연* · 이성호** · 정갑철***

Jin-Yun Chung, Sung-Ho Lee and Gab-Chul Jeong

Key Words : Floor Impact Sound(바닥충격음), Floor Coverings(바닥마감재), Sound Insulation(차음).

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the characteristics and quantity of the noise reduction by floor coverings. The characteristics on the reduction of the lightweight impact sound level by floor coverings is as follows. The insulation level attained by floor coverings tends to be smaller in actual buildings than in public laboratories.

The reduction of the impact sound level to the tape is similar to the method of adhesives. For this reason, the reduction of impact sound level by floor coverings in public laboratories can be utilized to tape. And the reduction of impact sound level by floor coverings is not influenced by the size of specimen except the specific frequency.

1. 서론

생활의 질적 수준이 향상되어감에 따라, 공동주택에서의 음환경 문제는 사회의 새로운 문제가 되고 있다. 특히 최근 바닥충격음으로 규정되는 공동주택 상하층의 층간소음은 건설교통부의 법제화와 더불어 사회의 관심이 집중되고 있다.

바닥충격음의 차음특성은 건물의 구조방식, 바닥슬래브의 두께, 천장 및 바닥마감재 등 여러 가지 복합적인 요소에 의해 영향을 받게 된다. 이러한 여러 가지 영향 요인들 중 본 연구에서는 바닥마감재에 따라 바닥충격음 레벨이 어떻게 변화되는가를 살펴보고자 한다. 바닥마감재는 바닥구조의 저주파수에서 강성을 좌우하여 중량충격음의 성능에 영향을 미치는 슬래브 등과는 달리 비교적 딱딱한 음으로 이루어진 경량충격음에 영향을 미친다.

한편 마감재의 경량충격음 레벨 저감량에 대해서는 많은 시험기관에서 측정되어졌고 그 데이터도 많이 알려져 있다. 그러나 실험실에서 측정된 바닥마감재 경량충격음 레벨 저

감량과 실제 공동주택에서의 경량충격음 레벨 저감량이 어떤 관계를 가지는가에 대해서는 지금까지 충분한 연구가 되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 실험실과 현장에서 이루어지는 바닥충격음 레벨 저감량을 비교하여 실험실 저감량을 통한 현장의 저감량을 예측할 수 있는 기초적 자료를 제공하고자 한다. 또, KS F 2865에 규정하고 있는 소형시료에 대한 부분시공의 방법을 전면시공의 측정값과 비교하여 부분시공 방법의 타당성을 살펴보고자 한다.

2. 실험개요 및 대상구조

2.1 실험개요

실험실 실험은 (주)대우건설 기술연구소 음향실험동 1내에 위치한 제 2 및 3 잔향실에서 실시하였다. 실험실은 용적이 각각 249 m³, 214 m³ 크기의 상하 2개 층으로 이루어져 있고 제 3 잔향실은 KS 규격에 따른 수음실의 잔향시간 기준인 400 Hz 이하에서 1초 이상 $2(V/50)^{2/3}$ 초 이하가 되도록 흡음재를 설치하였다. 제 3 잔향실의 잔향시간은 다음 [표 1]과 같다.

현장 실험은 29평형의 일반적인 아파트 거실 및 침실에서 실시하였다. 측정 바닥구조는 "150 mm 슬래브 + 20 mm 단열재 + 40 mm 경량기포 콘크리트 + 50 mm 마감물"로 구성되었다. 측정 시 현장의 바닥온도는 9.3 ~ 10.7 °C로 일반적인 실험실 실험 온도인 18 ~ 25 °C를 만족시키지 못하고 있다. 따라서 현장과 실험실 간의 변수를 줄이

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

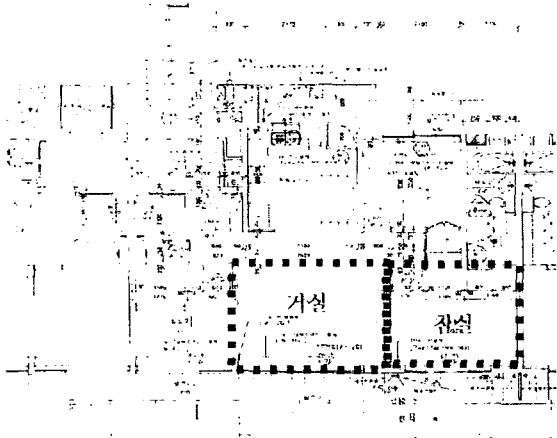
** 대우건설기술연구소 선임연구원

*** 대우건설기술연구소 책임연구원

기 위해 실험실 온도 역시 11 ℃를 유지하여 실험을 실시하였다.

[표 1] 제 3 잔향실 잔향시간

	옥타브밴드 중심주파수(Hz)				
	125	250	500	1000	2000
잔향시간(초)	4.13	2.42	1.93	1.88	1.97



[그림 1] 실험대상 아파트 평면도

2.2 실험대상구조

실험은 일반적으로 사용되어 지고 있는 비닐계 바닥마감재 5개 구조와 목재 마루판 1개 구조를 대상으로 실시하였다. 실험에 사용된 마감재의 종류 및 시료의 크기는 다음 [표 2]와 같다.

[표 2] 실험대상구조 (단위:mm)

구분	구조내역	측정시료
비닐계 바닥마감재	1.8	600 × 600
	2.3	600 × 600
		전면시공
	3.3	600 × 600
	3.8	600 × 600
6.5	600 × 600	
목재 마루판	7.5	300 × 600

3. 측정방법

측정은 KS F 2865 “콘크리트 슬래브 위 마감 구조의 경

량 충격음 저감량 실험실 측정 방법” 및 KS F 2810-1 “바닥충격음 차단성능 현장 측정 방법-표준 경량충격원에 의한 방법”에 의거하여 실시하였다.

3.1 측정기기

측정에 사용된 측정기기는 다음과 같다.

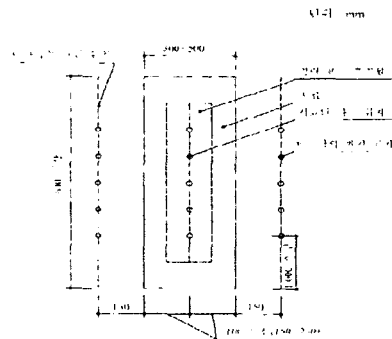
- 경량충격원 ; FI-01 (RION社,JAPAN)
- 주파수 분석장치 ; SA-27 (RION社,JAPAN)
- Sound Level Calibrator ; NC-73 (RION社,JAPAN)
- Microphone & Preamplifier ; UC-53A, NH-11 (RION社,JAPAN)

3.2 바닥충격음 발생

시료가 설치되지 않은 맨바닥 상태와 시료가 설치된 상태에서 태핑 머신을 순차적으로 설치하여 바닥충격음을 발생시킨다. 측정 대상 바닥은 태핑 머신의 설치 및 작동에 지장이 없도록 평탄하고 수평을 이루도록 하였다. 태핑 머신의 설치 위치는 실의 주벽 벽으로부터 0.5 m 이상 떨어진 바닥 평면 내로 중앙점 부근의 1점을 포함하여 균등하게 분포하는 5점으로 하였으며, 해머를 연결하는 선은 바닥 주변에 대해 약 45° 방향이 되도록 하였다.

3.3 소형 시료에 의한 측정방법

시료는 표준 콘크리트 바닥 위에 균등하게 분포한 5개소에 설치하였다. 태핑 머신의 각 해머가 시료 단부로부터 0.1 m 이상 떨어지도록 하고 5개의 해머 축이 항상 시료의 긴변과 평행하도록 태핑 머신을 설치하였다. 시험의 순서는 시료를 설치하지 않은 상태에서 측정한 후 시료를 설치하고 같은 위치에서 측정하였다. [그림 2]는 KS에 규정된 소형 시료의 표준 설치 방법이다.



[그림 2] 소형 시료의 표준 설치 방법

3.4 실내 평균 음압 레벨의 측정

수음실 내의 실내 평균 음압 레벨을 측정할 때에는 배경 소음 레벨을 항상 점검하여야 한다. 마이크로폰은 수음실 내에서 천장, 주위 벽, 바닥면 등으로부터 0.5 m 이상 떨어진 공간 내에, 서로 0.7 m 이상 떨어진 5점 이상의 측정점을 균등하게 분포시키고 측정 주파수는 125 ~ 4000 Hz의 옥타브 밴드로 측정하였다.

3.5 평균음압레벨의 계산방법

$$\overline{L_A} = 10 \log \frac{P_{A1}^2 + P_{A2}^2 + \dots + P_{An}^2}{nP_o^2}$$

각 점에서 측정된 소음레벨 또는 밴드레벨의 최대치와 최소치의 차가 5 dB 이내인 경우, 다음 식에 따를 수 있다.

$$\overline{L_A} = \frac{P_{A1} + P_{A2} + \dots + P_{An}}{n}$$

4. 평가방법

4.1 저감량에 의한 평가

바닥충격음 레벨 감쇠량의 평가방법 중 가장 쉽게 산출되어질 수 있는 방법으로 시료를 설치하기 전의 측정값에서 시료를 설치한 후 측정값이 얼마만큼 저감되는가를 산출하여 평가하는 방법이다. 현재 국내 규격에서는 현장에서 마감 구조의 경량 충격음 저감량을 측정할 수 있는 방안이 제시되고 있는 못한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 연구의 목적 중 현장에서의 측정값과 실험실에서의 측정값에 대해 비교하기 위해 레벨 저감량에 대한 평가를 실시하였다.

$$\Delta L = L_{no} - L_n$$

여기서, L_{no} : 바닥마감재 설치 전의 바닥충격음 레벨(dB)

L_n : 바닥마감재 설치 후의 바닥충격음 레벨(dB)

4.2 단일수치 평가량에 의한 평가(ΔL_w)

KS F 2863-1 "건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법(제1부:표준 경량충격원에 대한 차단성능)"에 따른

평가방법이다. 평가는 120 mm 콘크리트 슬래브의 이상적인 직선의 상태를 보여주는 기준바닥을 통한 다음의 계산과정에 의해 단일수치 평가량으로 실시한다.

$$L_{n,r} = L_{n,r,o} - \Delta L$$

$$\Delta L_w = L_{n,r,o,w} - L_{n,r,w} = 78 \text{ dB} - L_{n,r,w}$$

여기에서 $L_{n,r}$: 바닥마감재 및 바닥완충구조가 기준 바닥에 거치된 상태에서의 표준화 바닥충격음 레벨

$L_{n,r,o}$: 정의된 기준 바닥의 표준화 바닥충격음 레벨 <표 4>

ΔL : KS F 2865에 의해 측정된 바닥충격음 레벨 감쇠량

$L_{n,r,w}$: 바닥마감재 및 바닥완충구조가 기준 바닥에 거치된 상태에서의 가중 표준화 바닥충격음 레벨

$L_{n,r,o,w}$: $L_{n,r,o}$ 로부터 얻어진 단일수치 평가량으로 78 dB

그러나 단일수치 평가량이 120 mm 기준 슬래브에서 흡음력 보정이 이루어지는 실험실을 바탕으로 한 평가방법이므로 현장에서 적용하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 단일수치 평가량에 대한 평가방법은 제외한다.

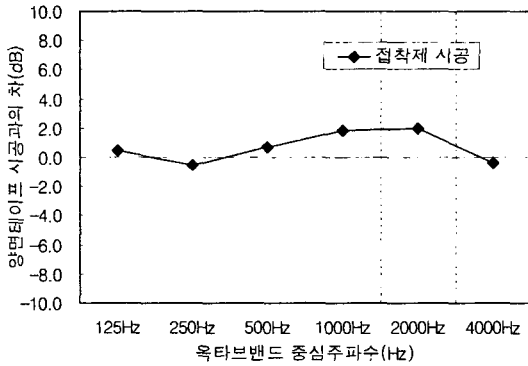
5. 측정결과

5.1 접착방식에 따른 바닥충격음 레벨 저감량

시험 시료를 시험용 바닥판 위에 시공하는 방법은, 각 제품마다 정해지는 표준 시공방법에 의해서 시공하는 것이 바람직하다. 그러나 바닥 슬래브에의 시공 방법이 접착제를 이용하여 붙이는 마감재의 경우, 시험 후 시료를 벗겨 내는 것이 곤란한 경우가 많아 시험 바닥판의 재이용의 면에서 문제가 생긴다. 이러한 경우에 KS 등의 규격에서는 표준 콘크리트 슬래브 상에 얇은 양면 접착테이프를 붙여, 그 위에 접착제를 도포하여 시공하는 등의 방법을 규정하고 있다. 또 양면 접착테이프만의 시공으로도 접착제를 사용한 경우와 같은 성능을 얻을 수 있다고 판단되는 경우는 양면 접착테이프만을 시공할 수 있다고 명시하고 있다. 따라서 여기서는 양면 접착테이프만을 시공한 경우와 그 위에 접착제를 도포하여 시공하는 경우에 대해 비교해 보았다. [그림 3]은 목재 마루판의 경우, 양면 접착테이프만을 시공한 경우에 비해 접착제를 시공한 방식의 차이를 비교한 것이

다.

여기서 보면 접착제를 사용한 경우와 양면테이프만을 시공한 경우가 ± 2 dB 이내의 차이를 보이고 있어 양면테이프만을 시공하더라도 목재마루판의 저감량을 비교하는 데는 무리가 없을 것으로 판단된다. 단, 접착제를 사용한 경우가 양면 접착테이프만을 사용한 경우에 비해 1000 ~ 2000 Hz에서 음압레벨이 높은 것을 알 수 있다. 저감량의 측면을 살펴볼 때 접착제를 사용함으로써 바닥충격음 레벨 저감량이 작아짐을 의미한다. 이것은 접착제가 바닥마감재에 침투 경화하여 마감재의 스프링 정수가 상승하여 경량 바닥충격음 레벨 저감량을 저하시킨 것으로 판단된다.



[그림 3] 접착방식의 차이에 따른 비교



[그림 4] 바닥충격음 가진(접착제 시공)

5.2 바닥충격음 레벨 저감량에 대한 실험실과 현장의 비교

여기에서는 실험실에서 실험한 실험구조를 현장에 적용할 경우 저감량의 변화가 어떻게 나타나는가를 판단하기 위해 현재 공동주택에서 일반적으로 사용되고 있는 150 mm 슬래브에 20 mm 단열재를 시공한 아파트 현장에서 측정을 실시하여 실험실과 비교하였다. [그림 5]는 실험실 및 현장의 바닥충격음 레벨 저감량 측정 장면이다. 마감 재료에 의한 저감량은 실험실과 현장 모두 비슷한 형태를 나

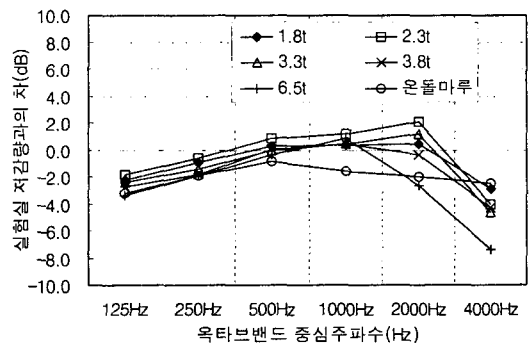
타낸다. 즉, 저주파수 대역에서는 마감재의 두께에 따라 큰 차이를 보이고 있지는 않지만, 중·고주파수 대역으로 이동할수록 저감량도 커지고 두께 증가에 따라 저감량이 증가함을 알 수 있었다.

[그림 6]은 경량 바닥충격음 레벨 저감량에 대해 실험실에서 얻은 데이터와 현장에서 얻은 데이터를 비교한 것을 보여주고 있다. 그림은 실험실을 기준으로 현장측정 데이터를 비교한 것이다. 현장의 경우는 실험실에 비해 바닥판의 구속조건, 흡음력, 완충재에 따른 음압레벨의 저감 등의 이유로 인해 실험실과 같은 음압레벨 분포를 보이기 힘들고, 맨바닥을 기준으로 시료의 설치상태를 비교하는 저감량 실험의 경우 역시 차이를 보이고 있다. 현장에서의 음향 방사는 주위와 절연된 실험실의 바닥판과는 달리 주위 벽 등에서 방사되는 음을 무시할 수 없다. 따라서 경량충격음 레벨의 결정주파수인 125 ~ 500 Hz의 저주파수 대역에서의 현장 저감량은 실험실에 비해 작게 되는 것이다. 고주파수 대역에서의 저감량이 작은 것은 현장의 경우 흡음력 조건을 만족시킨 실험실에 비해 흡음력이 떨어지고, 단열재의 사용에 따른 음압레벨 감소로 경량 바닥충격음의 방사특성을 제대로 반영하지 못한 것으로 사료된다. 따라서 차후에는 실험실의 흡음력 조건을 만족시키는 등의 방법으로 현장에서 측정을 해 보는 것이 바람직할 것으로 사료된다.



(a) 실험실 (b) 현장

[그림 5] 바닥충격음 측정 장면



[그림 6] 실험실과 비교한 현장 바닥충격음 레벨 저감량

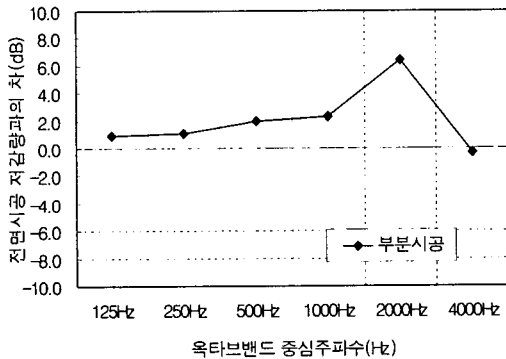
5.3 시료 크기에 따른 바닥충격을 레벨 저감량

현재 KS 규격에서는 경량 바닥충격을 발생기에 의한 충격 시 변형이 충격점 및 그 주변에만 생기는 재료(예, 플라스틱, 카펫, 고무, 코르크, 매트 등)에 대해서는 소형시료로서 측정하도록 되어 있다. 본 절에서는 이러한 소형시료에 따른 부분시공 방법과 전면시공 방법에 대해 비교해 보고자 현재 일반적으로 많이 사용되고 있는 2.3 mm의 비닐계 바닥마감재를 사용하였다. [그림 7]은 측정 장면을 나타내고 있다.

[그림 8]은 시료의 크기에 따른 바닥충격음 레벨 저감량을 현장 시공을 통해 비교해 보았다. 전체적으로 부분시공의 값이 전면시공에 비해 레벨 저감량이 큰 것을 알 수 있다. 특히 2000 Hz에서는 6 dB 이상 높은 값을 나타내는데 이것은 전면시공의 경우 전문 시공기술자에 의한 시공이 이루어지지 않아 마감재와 바닥표면 사이에 공기층이 형성된 것으로 사료된다.



(a) 부분시공 (b) 전면시공
[그림 7] 시료에 따른 바닥충격음 측정 장면

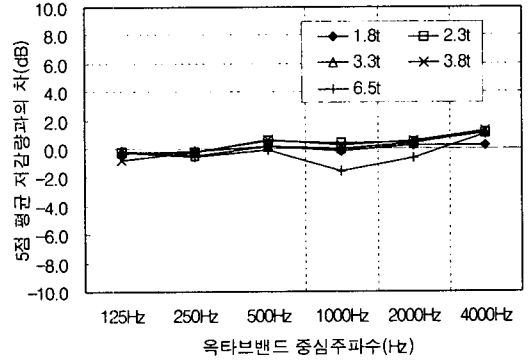


[그림 8] 시료의 크기에 따른 바닥충격음 레벨 저감량

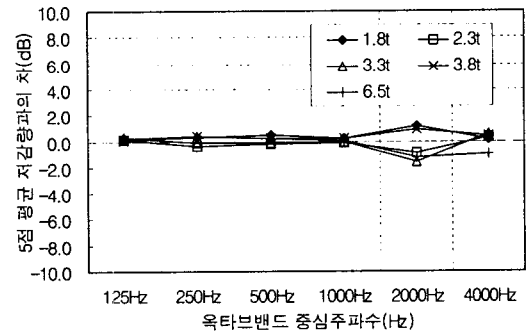
5.4 가진점에 따른 바닥충격음 레벨 저감량

본 절에서는 실험의 간략화를 위해 중앙점을 포함한 4점 이상으로 명시된 KS 규정에 대해 중앙점 한 개소만을 대

상으로 측정값을 비교하였다. 실험 대상구조는 시공이 필요하지 않은 비닐계 바닥마감재 5개 구조를 선정하였다. [그림 9], [그림 10]은 실험실 및 현장에서의 5개 가진점의 평균값과 중앙점에서의 측정값을 비교한 것이다. 이것을 보면 5개 가진점의 평균값과 중앙점의 측정값이 대부분 ± 1 dB 이내의 값을 나타내고 있다. 이것은 비닐계 바닥마감재의 경우 특별한 경우를 제외하고는 중앙점 1개소에서 측정이 가능할 수 있다는 것을 의미한다.



[그림 9] 5지점 평균에 대한 중앙점 저감량 비교(실험실)



[그림 10] 5지점 평균에 대한 중앙점 저감량 비교(현장)

7. 결 론

본 연구는 일반적으로 사용되어지고 있는 비닐계 바닥마감재 및 목재 마루판에 대하여 실험실 실험과 현장 측정을 통해 그 저감량을 비교 분석함으로써 실험실 실험 결과를 현장에 적용할 때 참고 값을 제공하고자 한다.

본 연구로부터 얻어진 결과는 다음과 같다.

(1) 접착방식에 따른 바닥충격음 레벨 저감량을 비교해 보면, 목재 마루판의 경우에 양면테이프만을 시공한 경우와 접착제를 사용한 경우가 ± 2 dB 이내로서 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이는 실험실에서 실험실의 재이용의 측면에서 양면테이프만을 시공하여 실험이 가능하다는 것을 의미한다.

(2) 바닥충격음 레벨 저감량에 대한 실험실과 현장을 비교해 보면, 현장의 경우 실험실에 비해 경량충격음 레벨의 결정주파수인 125 ~ 500 Hz의 저주파수 대역에서 저감량이 작은 것을 알 수 있다. 이는 현장의 경우 실험실에 비해 바닥판의 구속조건에 따른 음압레벨의 저감 등의 이유로 인해 실험실과 차이를 나타내고 있다. 즉, 현장에서의 음향방사는 주위와 절연된 실험실 바닥판과 달리 주변 벽체의 방사음이 영향을 미치게 된다. 주파수에 따라 비교해 보면, 현장에서의 측정값이 125 Hz에서는 2 dB, 4000 Hz에서는 3 ~ 4 dB 정도 저하됨을 알 수 있다.

(3) 시료 크기에 따른 바닥충격음 레벨 저감량은 일부 주파수를 제외하고는 대부분 유사한 값을 나타내고 있다. 2000 Hz의 경우 시공 시 공기층의 형성으로 인해 전면시공의 경우가 저감량이 낮아진 것으로 판단된다.

(4) 가진점에 따른 바닥충격음 레벨 저감량은 가진점을 5점으로 하여 평균하여 구한 값과 중앙점 1개소만을 대상으로 하여 구한 값이 거의 유사한 것을 알 수 있었다. 이는 중앙점만을 가진점으로 하여도 바닥마감재의 저감량 평가 시 유효함을 나타낸다.

지금까지 바닥마감재가 경량충격음 저감량에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 그러나 본 연구의 데이터는 수음실 흡음력, 온도 등의 측정조건이 제한되고, 측정의 경우의 수가 작기 때문에 향후에는 좀더 많은 연구가 필요하리라 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 김선우 등, 1998.11, 비닐계 바닥마감재의 경량충격음 차음성능에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집
- (2) 김선우 등, 2002.8, 목재 마루판의 경량충격음 차음특성과 저감량에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집
- (2) 大脇 등, 1998.10, 집합주택의 경량 바닥충격음 레벨 예측법에 관한 연구, 日本建築學會論文集, 1~7
- (3) 福島 등, 1997.9, 콘크리트 바닥 마감재 구조의 경량 바닥충격음 레벨 저감량의 실험실 측정법, 日本建築學會大會學術講演, 193~194
- (4) 和木 등, 1998.9, 바닥 마감 구조의 바닥충격음 저감량 측정에 관한 문제, 日本建築學會大會學術講演, 171~174
- (5) 2001, KS F 2810-1 : 바닥충격음 차단성능 현장 측정 방법-제 1 부 표준 경량충격원에 의한 방법, 한국산업규격
- (6) 2002, KS F 2865 : 콘크리트 슬래브 위 마감 구조의 경량충격음 저감량 실험실 측정 방법, 한국산업규격