

# 바닥충격음 관련 국내 실험실 현황 및 고찰

○장 길 수\*·정 갑 철\*\*·김 재 수\*\*\*·김 선 우\*\*\*\*

## Review of laboratory test facilities for measuring impact sound insulation in Korea.

Gil-Soo Jang, Gab-Cheol Jungi, Jae-Soo Kim and Sun-Woo Kim

### ABSTRACT

This study aims to review the present conditions of domestic laboratory test facilities for measuring impact sound insulation. The result will be useful to establish the new Korean Standard to coincide with ISO 140-6.

### 1. 서론

건축물의 양부를 각종 성능으로서 나타내는 방법이 요구되면서, 건축음향 관련성능도 생활의 질적 향상과 더불어 매우 중요한 요소가 되고 있다. 최근 WTO체제가 본격화되고 EN(유럽규격)이 제정되면서, 국제규격의 제·개정 작업이 활발히 전개되고 있다. 이러한 추세에 발맞추어 일본의 경우, 1995년부터 국내 규격과 국제 규격의 부합화 원칙에 따라 가능한 모든 규격을 ISO 규격에 내용과 형식을 합치시킨 JIS를 제정하고 있고, 국내에서도 신규제정 또는 개정안에 대해 같은 입장을 견지해 오고 있다.

그러나 기존 규격의 개정 또는 신규 제정시 기존 규격을 급격히 폐기하거나 현실과 유리된 규격이 마련될 경우, 관련 분야에서의 혼란과 막대한 경제적 손실을 가져올 수 있다. 이같은 관점에서, JIS A 1416과 같이 실험실 요건을 규정하는 내용

중에는 기존 규격을 가급적 유지시키는 것과 국제 규격에 전적으로 따르는 것으로서 2종류의 시험실을 규정하여, 측정의 목적에 따라 나누어 사용하는 방법을 채택하는 것도 있다.

본 연구는 ISO 140-6(바닥충격음의 실험실 측정법)을 KS(한국산업규격)으로 신규 제정함에 있어 측정을 위한 기본 시설인 실험실의 현황을 파악하는데 그 목적이 있다. 이를 통해 국제규격의 적용시 예상되는 문제점과 보완사항 등을 검토할 수 있으며, 신설 예정인 실험실 설계에 있어서 하나의 지침이 될 수 있을 것이다.

### 2. 바닥충격음 관련 실험실 요구조건

실험실의 요구조건에 대해서는 ISO 140-1에 따르면 되어 있으며, 측정절차와 측정치의 재현성에 대해서는 각각 ISO 140-6와 ISO 140-2에 규정되어 있다. 국내에서는 현행 국내여건을 감안한 경과규정으로서의 I형과 ISO 140-1을 따른 II형으로 구분하여 신규 제정안이 제출되어 있는 상황이다. 각 규격에서 요구하는 주요 조건을 요약하면 다음과 같다.

#### 1) 수음실 규모

- 수음실 용적은 50m<sup>3</sup> 이상이어야 한다.
- 수음실의 형태나 치수비율은 저주파 대역의

\* 정희원, 동신대 건축공학과 교수, 工博

\*\* 정희원, 대우건설 기술연구소 수석연구원, 工博

\*\*\* 정희원, 원광대 건축공학과, 교수, 工博

\*\*\*\* 정희원, 전남대 건축학과 교수, 工博

본 고찰은 기술표준원의 학술연구용역에 따른 "건축물 음환경분야 표준화연구 II"의 연구결과의 일부임

모드 중첩이 발생하지 않도록 하거나, 최소한 저주파수 대역 모드가 가능한 균일하게 분포하도록 하여야 한다.

· 실내에서 모드 중첩에 의한 음압레벨의 큰 변동이 있다고 판단되면 실내에 반드시 확산체를 설치하여야 한다. 확산체는 음향감쇠 계수에 영향을 미치지 않아야 하며, 이를 만족하는지 평가하여야 한다.(II형)

#### 2) 측정용 개구부

· 크기는 10~20㎡이어야 하며, 단변의 길이가 2.3m보다 작아서는 안된다.

· 시편은 수음실의 천장 전체에 걸쳐 설치되는 것이 바람직하다.

#### 3) 시료의 구조

· 중량 콘크리트 바닥은 표준콘크리트 두께에 해당하는 두께 (120+40, -20)mm의 균질한 철근콘크리트 슬래브로 하고, 실험실을 신설하는 경우에는 140mm두께로 하는 것이 바람직하다.

#### 4) 잔향시간

· 수음실의 잔향시간은 정상 실험조건에서 지나치게 짧거나 길어서는 안된다. 만약 저주파수대역에서의 잔향시간이 2초이상이거나 1초 이하이면 충격음 차음성능의 측정값이 잔향시간에 의해 영향을 받는지 검토하여야 한다.

· 잔향시간의 영향이 있다고 판단되면 실내 확산체 유무에 관계없이 저주파수 대역에서의 잔향시간이 다음과 같은 범위에 들 수 있도록 실험실을 개수하여야 한다.(II형)

$$1 \leq t \leq 2(V/50)^{2/3} \quad V: \text{실의 용적}$$

#### 5) 배경소음

· 수음실의 배경소음레벨은 음원실의 태핑머신 특성과 시편의 충격음 차음량을 고려하여, 음원실로부터 투과된 음의 측정이 가능할 만큼 충분히 작아야 한다.

· 수음실과 음원실의 공기 전달음 차음량은 충분히 커서 수음실의 음장이 측정대상 바닥의 충격음에 의해서만 조성될 수 있어야 한다.

· 배경소음 레벨은 신호음과 배경소음의 합성음보다 6dB(10dB이면 바람직)이하이어야 하며, 그 차이가 6~10dB이면 다음과 같이 보정하여야 한다. (ISO 140-6)

$$L = 10 \log(10^{L_{ab}/10} - 10^{L_b/10})$$

단,  $L_{ab}$ 는 신호와 배경소음의 합성음 레벨

$L_b$ 는 배경소음레벨

#### 6) 측정의 정밀성 (ISO 140-2)

건축음향에서는 아직 널리 사용되지는 않으며, 이에 대해 정밀한 수치값이나 완벽한 데이터는 없다. 다만, 부속서 1에 실험실에서의 반복성과 재현성값의 한계치를 나타내고 있다.

· ISO 140-6에 의한 표준충격음 레벨의 반복성값(dB)

100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
3	2.5	2	2	2	2	2	1.5
630Hz	800Hz	1000Hz	1250Hz	1600Hz	2000Hz	2500Hz	3150Hz
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

· ISO 140-6에 의한 표준충격음 레벨의 재현성값(dB)

100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
5	4	3	3	3	3	3	2.5
630Hz	800Hz	1000Hz	1250Hz	1600Hz	2000Hz	2500Hz	3150Hz
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

다만, 이상의 규정은 표준충격음원으로서 태핑머신에 대해서만 언급된 것임에 유의할 필요가 있다.

### 3. 국내 주요 실험실 현황 및 분석

실험실 시험은 각종 비음향적 요소를 최대한 배제시키고, 각종 건축물 부재의 음향적 성능만을 엄격히 평가하는데 그 의의가 있다. 따라서 그 측정방법과 실험실에 요구되는 규정도 측정의 재현성, 반복성 등의 관점에서 정확히 준수되어야 하며, 이를 확인하는 절차가 필요하다 하겠다.

이같은 관점에서 바닥충격음 측정을 위한 시험요건을 기본적으로 갖추고 있는 국내 실험실의 개괄적 현황을 통해 이를 실험실 요구조건과 비교해 보았다.

#### 3.1 조사대상 실험실

바닥충격음 시험을 위해서는 바닥을 경계로 상하간에 잔향실을 가져야 한다. 이러한 기본 조건을 만족하고 시험 실적이 있는 국내의 각 실험실을 열거하면 다음과 같다.

- 전남대학교, - 한국표준과학연구원,
- 한국건설기술연구원, - 방재시험연구원
- 현대건설기술연구소, - 대우건설기술연구소,
- 유니슨연구소

### 3.2 실험실의 제원

상기 7개 실험실의 바닥충격음과 관련하여 시편의 설치 면적 및 시편의 두께, 음원실과 수음실의 크기를 나타내면 <표 1>과 같다.

### 3.3 ISO 규격과의 비교

실험실의 제원을 바탕으로 국제규격(ISO 140-1)과 국내규격안(KS F 0000-1:2001)에서 요구하는 실험실 조건을 항목별로 비교해 보았다. 이를 위해 각 실험실에 대해 파악 가능한 부분을 중심으로 하였고, 파악이 곤란한 부분은 개략적 추정을 통해 요구조건과의 부합여부를 판단하였다.

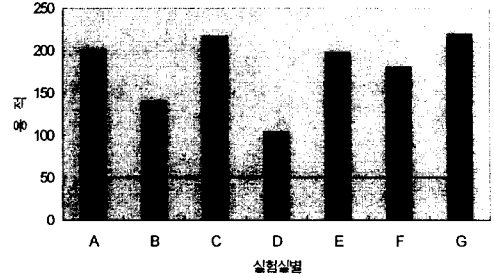


그림 1 각 실험실의 용적과 국제기준의 비교

<표 1> 국내 바닥충격음 관련 실험실의 제원

보유기관명	시편설치 크기		음원실		수음실	
	가로×세로(m)	두께(mm)	체적(m³)	표면적(m²)	체적(m³)	표면적(m²)
A.표준과학연구원	2.5×4.0	150	250	-	200	-
B.한국건설기술연구원	2.5×4.0	150	260	241	140	165
C.방재시험연구소	2.7×4.0	130,150,200	268	249	217	211
D.전남대학교	2.9×3.6	150	179	189	104	140
E.현대건설연구소	2.5×4.0	120	314	-	198	-
F.유니슨연구소	2.0×3.0	-	260	247	180	207
G.대우건설연구소	3.0×3.5	130,150,170	249	241	220	224

주) 빈칸은 미확인을 의미함

#### 1) 수음실의 용적

조사 대상 실험실 모두가 국제 규격의 수음실의 최소 용적 50m³를 훨씬 초과하고 있다. 이는 태핑 머신(경량충격원)에 의한 준정상음압레벨의 측정과 최저 측정 주파수인 100Hz를 고려한 것인 바, 중량충격원에 의한 단발음의 측정과 최저 측정 주파수 50Hz를 감안하여 규모를 결정하여야 할 것이다.

수음실의 형태나 치수비율이 저주파수 대역에서 모드 중첩이 발생하지 않도록 하고, 발생할 경우 확산체를 설치하도록 하고 있으나, 모든 실험실의 형태가 부정형 5각형을 기본으로 하고 있다. 따라서 부정형 5각형이 가지는 실험실 특성으로 인하여 실내에 반사판을 적용한 사례는 없었으며, 모드 중첩은 없는 것으로 가정하고 있었다.

#### 2) 개구부 면적

유니슨연구소를 제외한 여타 실험실은 시편의 최소 면적 10m², 단변의 최소 길이 2.3m인 국제 규격을 만족하고 있음을 알 수 있다.

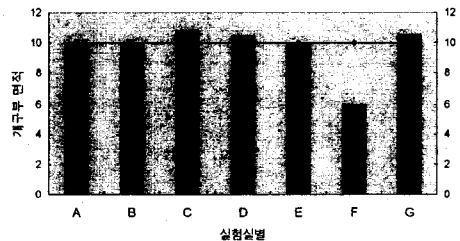


그림 2 개구부 면적과 기준비교

그러나, “시편은 수음실의 천장 전체에 걸쳐 설

치되는 것이 바람직하다.”고 하는 권장 요건은 모든 실험실이 갖추지 못하고 있으며, 신설 예정인 실험실은 이 조건도 아울러 고려하여야 할 것이다.

### 3) 시편의 두께

최소 100mm를 모두 만족하고 있으며, 권장 두께 140mm도 대부분 만족하고 있음을 알 수 있다.

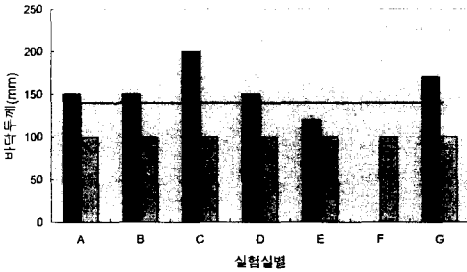


그림 3 실험실 바닥두께 기준과 권장두께 비교

<표 2 > 실험실 바닥의 절연구조와 수음실의 흡음처리 여부

보유기관명	튼바닥 여부	두께(mm)	
		(상부슬래브+완충층+하부슬래브)	수음실 흡음 여부
A. 표준과학연구원	○	300+ $\alpha$ +300	×
B. 한국건설기술연구원	○	300+20+300	×
C. 방제시험연구소	○	300+ $\alpha$ +300	×
D. 전남대학교	○	150+ $\alpha$ +300	○
E. 현대건설연구소	○	300+ $\alpha$ +300	×
F. 유니슨연구소	×	250	×
G. 대우건설연구소	○	250+80+250	×

### 4) 측로전달영향 및 수음실의 흡음력

바닥충격음 시험시 측로전달음의 억제가 중요하다. 이를 위해 시편설치 바닥과 구조체간에는 진동절연이 필요하며, 튼바닥 구조를 채용한다. ISO 140-1의 부속서 1과 KS F 2808에는 최대 음향감쇠계수 R'max의 측정을 통해 측로전달의 기여정도를 조사하도록 권장하고 있으나, 여기에서는 확인이 곤란하므로 바닥구조의 두께와 진동절연의 유무정도를 파악해 보았다. 또한 수음실의 잔향시간 규정을 고려하고 있는지에 대해 수음실의 흡음 여부도 파악하였다. 조사대상 실험실의 상하간에 설치된 잔향실 사이의 구조와 수음실의 흡음 여부

를 비교하면 <표 2>와 같다.

표를 통해 알 수 있듯이 대부분의 실험실은 음원실과 수음실간의 측로전달 경로를 차단하기 위해 튼 바닥의 구조를 채택하고 있어 측로전달의 영향이 거의 없을 것으로 생각되나, 정량적 파악을 위해서는 최대 음향 감쇠 계수의 측정을 통해 그 효과를 확인해야 할 것으로 판단된다.

또한 수음실의 흡음에 대해서는 전남대학교 실험실만이 이를 반영하고 있고, 나머지 실험실은 완전 반사면으로 처리되어 있어, 국제규격에 부합시키기 위해서는 향후 보수가 필요할 것으로 판단된다. 그러나 적정 흡음력에 대한 구체적 규정은 논의가 필요할 것이다. 왜냐하면 국내의 경우, 중량충격원을 경량충격원과 병행하여 사용하고 있기 때문이다.

잔향시간이 측정에 영향을 미칠 것으로 판단될 경우, 저주파수 대역에서 확보되어야 할 잔향시간을  $(1 \leq t \leq 2(V/50)^{2/3})$  V: 실의 용적)으로 하도록 되어 있다. 100Hz를 기준으로 콘크리트 마감재의 흡음률을 0.02로 했을 때의 예상 잔향시간<sup>2)</sup>과 앞 식을 이용한 권장 잔향시간을 적용하여 나타내면 그림 4와 같다.

그림으로부터 알 수 있듯이 잔향시간의 하향조

주2) 예상잔향시간은 각실의 표면적과 콘크리트+인조석 마감재의 100Hz 대역 흡음률 0.02를 가상하여 Sabine식으로 구한 것이며, 표면적 확인이 않된 실험실은 제외하였다.

절이 요구된다.

### 참 고 문 헌

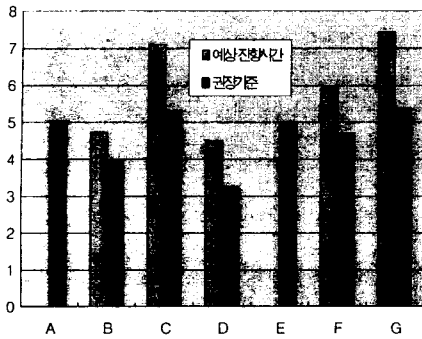


그림 4 수음실의 예상잔향시간과 권장 잔향시간

기타 배경소음, 측정의 정밀성을 나타내는 재현성, 반복성 등은 실험실간의 측정자료의 공유와 공개에 의해 평가가 가능할 것이나, 자료의 미비로 본 고에서 다루기에는 어려움이 있어 추후 보완·검토되어야 할 것이다.

### 4. 결 언

ISO 140-6을 한국산업규격으로 받아 들임에 있어 국내의 실험실에 대한 현황을 살펴보았다. 대부분의 잔향실이 규모와 세부 규정에 대해 개괄적으로는 국제규격을 만족하고 있는 것으로 판단되어 국내 규격을 국제규격과 부합화시키는데 별다른 어려움은 없을 것으로 보인다. 그러나 대부분의 실험실에 대해 수음실의 흡음력 보완이 시급하며, 중량 충격음 측정에 따른 문제점도 아울러 모색되어야 할 것이다. 또한 측로전달 정도와 측정의 재현성·반복성 등에 대해서는 실험실간 측정자료의 상호교환이나 라운드 로빙테스트 등 보다 엄격한 측정자료를 통해 국제 규격의 요구조건을 검토하여야 할 것이다.

편집후기 : 자료를 제공해 주신 각 측정기관에 감사드리며, 자료의 재확인 절차없이 기술된 것인바, 자료의 오류가 있을 수도 있음을 양해해 주시기 바랍니다.

- (1) ISO 140-1 : 1997, Measurement of sound insulation in buildings and of building elements-Part 1 : Requirement for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission
- (2) ISO 140-2 : 1991, Part 2 : Determination, verification and application of precision data
- (3) ISO 140-6 : 1998, Part 6 : Laboratory measurements of impact sound insulation of floors
- (4) ISO 140-8 : 1997, Part 8 : Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a solid standard floor
- (5) 산업자원부 기술표준원; 건축물 음환경분야 표준화 연구, 2000.11
- (6) 정갑철 외3, 대우건설기술연구소의 음향성능평가“, 한국소음진동공학회 춘계학술대회, 1998.