

공기전달음 차단성능 현장측정방법 (KS F 2809)의 개정방안

○이 태 강*, 양 관 섭**, 김 선 우***

Amendment of Field Measurement of Airborne sound Insulation of Buildings(KS F 2809)

Tai-gang Lee, Gwan-sup Yang, Sun-Woo Kim

1. 서 론

1970년대 후반 건축물의 차음관련 규격이라 할 수 있는 ISO 140 시리즈가 체계화 되어 운용되어 오고 있다. 최근 ISO 140 시리즈는 EC의 경제통합에 따라 유럽규격의 제정과 맞물려 ISO의 개정 및 재정 작업이 활발하고 이루어지고 있으며, 이웃나라인 일본에서도 JIS의 '국제정합화'의 취지로 JIS의 개정과 제정을 하고 있는 실정이다. 이러한 국제 정세의 인한 국내 건설 시장의 개방과 더불어, 국내 규격의 국제화는 더욱 절실히 요구되고 있어 국내에서도 각종 KS의 개정 및 제정작업이 진행 중에 있다.

본 연구는 KS의 국제 국제 규격화를 위한 '건축물의 음환경 분야 표준화 연구' 결과중의 하나인 '공기전달음 차단성능 현장측정방법(안)'인 KS F 2809 개정안의 개정 취지 및 경위, 본문의 주된 개정 항목에 대해 설명하고, 개정될 KS F 2809와 구 KS F 2809, JIS A 1417, ISO 140-4의 규격 내용을 비교코저 한다.

2. 개정의 취치 및 경위

국내의 벽체 차음성능 측정방법에 관한 규격으로 실험실에서의 측정방법인 KS F 2808과 현장 측정 방법인 KS F 2809가 1978년에 제정되어 운영되고 있는 실정이다.

그중 현장 측정방법인 KS F 2809는 건물내에서의 2실간의 공기음에 대한 차음성능을 파악하기 위한 실간 음압레벨차의 측정방법에 대해서 규정하고 있으며, 건물부위 및 부재의 차음성능을 음향 투과손실로 파악하는 방법인 KS F 2808은 실험실에서의 측정방법을 규정하고 있다.

이 규격에 대한 국제규격으로는 ISO 140-4 : 1998 (Acoustics - Measurement of sound insulation buildings and building elements-Part4 : Field measurements of airborne sound insulation between rooms)이 제정되어 유럽을 비롯한 여러나라가 국제적으로 널리 이용하고 있으며, 우리와 규격의 내용이 유사한 JIS A 1417도 새로이 ISO규격에 맞게 개정 한 실정이다. 이 ISO 140-4는 공간사이의 차음성능이 아닌 건축부위의 공기음에 대한 차음성능을 음향 투과손실로서 측정하도록 하고 있고, 수음실의 흡음성능을 측정하여 평가하도록 하고 있어 우리 규격과는 내용적으로 차이가 있다.

이번의 개정은 국제 규격화의 원칙적인 방침에 의해, 가능한 한 대응되는 ISO 규격에 따라 그 내용 및 형식이 합치되도록 하였다. 그러나 이 개정

* 정회원, 한려대학교 건축공학과

** 정회원, 한국건설기술연구원

*** 정회원, 전남대학교 건축학과

본 연구는 기술표준원의 학술연구용역에 따른 "건축물의 음환경분야 표준화연구"의 연구결과 일부임

으로 인해 관련 분야에서 크나큰 혼란과 구 규격에 의한 측정 자료들의 호환성과 그 활용 측면에서도 문제가 예상되어, 이러한 사정을 고려하여 이하의 내용이 포함되는 것으로 하였다.

(1) 규격의 근간은 ISO 140-4를 거의 그대로 번역한 내용으로 한다. 단 구 규격에서 규정하고 있는 공간성능으로서 2실간의 음압레벨차를 측정량으로 표시한다.

(2) 구 규격의 특정장소 또는 영역 사이의 음압레벨차에 의한 차음성능의 측정이 오랫동안 행해져서 이 방법을 본문과는 별도로 부속서로 규정한다.

(3) 수음실의 등가흡음면적의 측정방법으로서, ISO 140-1 : 1997, (Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and building elements-Part 1 : Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission)에 규정되어 있는 잔향시간의 측정에 의한 방법과는 별도로, 음향파위가 교정되어 있는 기준음원을 이용해서 측정하는 방법도, ISO 규격 작성에 대한 장래 대응을 고려해서 참고의 부속서로 하였다.

(4) 측정시 음원의 Broad band화, 이동 마이크로서의 사용, real time 분석기와 같은 적분형 소음계의 이용등으로 측정방법의 단시간화를 기대할 수 있다.

2. 본문의 주된 항목의 설명

1) 적용범위

여기서는 건물의 2실간의 벽, 바닥, 문 등의 공기음 차음성능을 확산음장의 조건에서 측정하는 방법에 대해서 규정하고 있다. 대상 실의 용적에 대해서, 일본의 경우에는 300m^3 으로 하고 있는데 반해, 국내의 여건상 개정안의 부속서 '특정장소간의 음압레벨차의 측정방법' 관련된 규격으로 대체할 수 있다고 생각되어 국내 규격에서는 포함시키지 않았다.

2) 인용규격

규격의 내용에 밀접하게 연관된 규격을 명기하고, 그 규격도 해당 규격의 일부로서 규정할 필요가 있기 때문에 인용규격에, 그 규격에 관련된 KS 및

ISO규격을 명기하였다.

3) 용어 정의

기존의 「실간 음압레벨차」(IH KS에서는 실간평균 음압레벨차로 불리고 있다.) 이외에, 「규준화 음압레벨차」 및 「표준화 음압레벨차」를 새로 도입하였다. 국내에서는, 2실간의 실제인 차음특성을 표시하는 경우, 음압레벨차 만에 주목한 「실간 음압레벨차」를 주로 이용하였지만, 당연 이 양은 수음실의 음향조건에 따라 변화한다. 여기에 대해서, 「규준화 음압레벨차」 및 「표준화 음압레벨차」에서는, 각각 수음실의 등가흡음면적, 잔향시간으로서 일정한 값(기준치)을 약속하고, 이들의 상태를 가정할때의 음압레벨차로 객관적으로 2실간의 차음성능을 표시하도록 하는 방안이 기초하고 있다. 등가 흡음면적 및 잔향시간 기준치로서는, 일반적인 거실을 상정해서, 각각 10m^2 및 0.5s 로 결정되었다. 또한 원래 국제규격에서는 “normalized와 standardized”라는 영어로 구별하고 있고, 이들과 유사한 용어를 일본어로 번역하여, 각각 “규준화” “표준화”라는 말로 채택하였다.

「겉보기음향투과손실」이라는 용어도, 새로 도입되었다. 실제의 건물의 벽등을 대상으로, KS F 2808에 규정되어 있는 음향투과손실의 측정원리를 적용해도, 실제로는 우회전달의 영향이 포함되기 때문에, 얻은 결과는 어디까지나 “외견상의 음향투과손실”라는 것에 기초한 것이다.

4) 측정장치

이 항에서는 이 규격에서 규정하고 있는 건물의 공기음 차음성능의 측정에 이용하고 있는 음압레벨 측정장치(보통소음계 또는 정밀소음계 및 음향 교정기) 및 주파수분석장치(옥타브 밴드 또는 1/3 옥타브밴드)의 사양을 규정하고 있다. 광대역 노이스등의 음원신호를 이용한 real time형 주파수 분석기를 사용하는 방법도 가능하도록 하였다.

5) 측정조건

음원실과 수음실이 같은 형상·칫수를 지니고, 가구, 집기가 완전히 설치되어 있지 않는 경우에는, mode의 coupling에 의해 이상한 측정결과를 얻을

수 있다. 이것을 피하기 위해, 이 항에서 음장의 확산을 기하는 방법을 규정하였다.

6) 측정방법

측정주파수 밴드는 1/3옥타브 밴드, 옥타브 밴드 중 어느 것으로 해도 좋다고 하였다. 종래, 유럽등에서는 현장 측정에서도 원칙적으로 1/3옥타브밴드 분석을 하고 있는데 반해, 크기가 작은 실에서의 측정에서는, 주파수 평균효과의 점을 고려해서 옥타브 밴드 분석으로 중점을 두어야 한다는 일본의 주장이 인정되어 현장 측정에 한하여 옥타브밴드 측정이 도입된 경위이다.

음원으로서, 측정 주파수대역별 밴드노이즈를 이용하는 방법에 더해서 광대역 노이즈도 사용도 가능하게 되어, real time형 분석기를 사용하면, 측정시간을 단축할 수 있다. 단, 이 경우에는, 특히 수음실에서 신호대 잡음비의 확보, 음압의 스펙트럼 특성(인접 주파수대역의 레벨차가 6dB 이상이 되지 않도록) 등에 충분한 주의가 필요하다. 음원 스피커에 대해서도, 복수의 스피커로부터 나오는 음원 및 복수의 음원 스피커를 동시에 사용하는 경우의 유의사항, 방사지향특성 등을 상세히 규정하였다.

음원실 및 수음실에서 실내 평균음압레벨을 측정하는 방법으로서, 기존의 고정 마이크로폰 법)과 새로이 이동 마이크로폰 법을 규정하였다. 어느 방법에 의한 경우라도, 종래와 같이 소음계의 미터를 직접 읽는 방법 대신에, 적분형 소음계의 적분평균기능을 이용해서 측정시간내의 등가음압레벨을 읽고 취하는 방법을 규정하였다. 이동 마이크로폰 법에 의한 경우, 이 규격에 의한 측정에서는 작동음이 측정에 영향을 주지 않도록 하는 마이크로폰 이동장치를 이용할 필요가 있다.

측정 주파수대역은, 옥타브밴드 측정인 경우는, 중심주파수가 125Hz ~ 2,000Hz의 5개개 대역, 1/3 옥타브밴드 측정인 경우에는 중심주파수가 100~3150Hz의 16개 대역으로 한다. 또한 옥타브 밴드 측정인 경우, 고음역에서 4,000Hz 대역, 저음역에서 63Hz 대역 또 1/3 옥타브밴드 측정인 경우에는 고음역서 4,000Hz 및 5,000Hz의 대역, 저음역에는 50Hz, 63Hz 및 80Hz의 대역에 대해서도 측정을 하는 것이 바람직 하다.

암소음 영향의 보정방법에 대해서는, 원래 국제규격 대로 하였다. 측정결과는 정수위까지 구하는 것으로 한 10 규격의 규정을 이 규격에서는 소수점 이하 1자리까지로 하기 때문에, 신호대 잡음비(S/N) 비 15dB까지 보정하는 것이 필요하다. 계산에 의해 암소음의 영향을 보정하는 경우에는 간편히 계산하기 위해서, 계산표를 이용하였다. 여기서 주의 해야할 것은, 이 같은 암소음의 영향의 보정 계산이 의미를 지니고 있다는 것이다. 암소음의 불규칙하게 변동하는 경우에는, 이와 같은 보정계산은 큰 오차를 부르는 것도 있기 때문에, 충분히 주의할 필요가 있다.

수음실의 잔향시간의 측정은, 원래 국제규격에서는 ISO 345를 인용하고 있지만, 최근의 건축음향 관련 ISO 규격의 동향으로서, 1997년에 발행된 ISO 3382를 인용한 것으로 되어, 이 규격도 그 방법을 채용하는 것으로 했다. 이 방법에서는, 종래부터 이용되고 있는 노이즈 단속법에 더하여, 임펄스 응답적분법도 포함되어 있다. 잔향 감쇠곡선으로부터 잔향시간을 읽고 취하는 방법에 대해서는, 초기 레벨에 대해서 -5dB로부터 적어도 -25dB까지의 감쇠에 최소 2승법에 의한 직선회귀식 등의 기법을 적용하는 방법을 규정하고 있다. 잔향시간으로부터 시험실의 등가흡음면적을 산출하는 식은, 세이빈의 잔향식을 기초하고 있다.

규준화 음압레벨차는, 고정 마이크로폰법 또는 이동 마이크로폰으로 구한 음원실 및 수음실의 실내 평균 음압레벨차로 구해진 실간 음압레벨차 및 수음실의 등가흡음면적의 결과로부터, 산출하는 식도 표시하였다. 같은 방법으로 표준화 음압레벨차와 준음향투과손실에 대해서도, 실간 평균음압레벨차 및 수음실의 잔향시간의 측정결과로부터 산출하는 식도 표시하였다. 또한 수음실내의 등가흡음면적은, 본문의 규정 대로 잔향시간의 측정결과로부터 구하는 것이 일반적이지만, 음향 파워레벨이 정확히 고정되어 있는 기준음원을 이용해서, 실내 평균 음압레벨로부터 구한 방법도 새로이 도입하였다. 그 상세한 내용은 부속서 4에 표시된 것과 같다. 이 측정방법은, 기본적으로 음압레벨 측정이고, 잔향시간 측정을 생략할 수 있다는 잇점이 있다. 단, 사용하는 기준음원의 설치방법, 음향 파워레벨의 고정, 관리에는 충분히 주의할 필요가 있다.

3. 부속서1 (규정) 음원의 사양과 설치방법

음원실에는, 측정 대상이 되는 면에 대한 음의 입사가 가능한한 랜덤으로 되는 것이 중요하고, 또 실내 평균 음압레벨의 측정시, 음원으로 부터의 직접음의 영향을 가능한 한 적게할 필요가 있다. 이 부속서는, 이러한 조건을 만족하기 위한 음원 스피커의 지향특성 및 그 설치위치에 대해서 규정하고 있다.

4. 부속서2 (규정) 특정 장소간 음압레벨차의 측정방법

국내에서는, 건물의 벽, 바다, 천정, 문등을 통한 특정 장소 또는 영역 사이의 음압레벨차에 의한 차음성능의 측정이 오랜 시간에 걸쳐 행해져 왔다. 그래서, 이 방법을 본문과는 별도로, 이 부속서에 규정하는 것으로 하였다.

본문에는 포함되지 않는 용어로서, 특정위치 음압레벨(3.1), 특정영역 평균음압레벨(3.2) 및 이들로부터 구한 특정장소간 음압레벨차(3.3)를 정의하였다. 규정의 구성 및 측정방법 등의 내용은, 본문과 거의 같다.

5. 부속서3 (참조) 우회전달음의 측정

공기전달음 차음성능 측정에 대한 우회전달의 영향을 파악하기 위한 방법을 규정한 부속서로, 원래의 국제규격 부속서 C를 번역한 내용으로 되어있다. 구체적인 방법으로서 시료의 양측에 부가구조를 설치, 시료로부터의 투과를 가능한 한 저감시켜 준 음향투과손실을 측정하는 방법과, 측정대상의 격벽의 표면 및 수음실내에 우회전달이 생기는 면의 평균 진동속도를 측정해서 비교하는 방법을 표시하고 있다.

6. 부속서4 (참조) 기준음원을 이용한 등가 흡음면적레벨의 측정방법

측정실내의 등가흡음면적을 구하는 경우, 통상은 잔향시간을 측정하고, 그 결과로부터 세이빈의 잔향식을 기초로 해서 등가 흡음면적레벨을 구하는 방법을 취하고 있다. ISO 140 시리즈에도 이 방법을 규정하고 있고, 여기에 맞춘 KS도 이것을 표준적인 방법으로서 규정하는 것으로 되었다. 그러나

공기음의 차음성능 측정은 기본적으로는 음압레벨의 측정에 기초로 하고 있고, 잔향시간의 측정은 이것과는 내용적으로 약간 다르다. 즉, 등가 흡음면적이 음압레벨 측정에 의해서 구해진다면, 측정은 간략화된다. 이 점에 대해서, 음향 파워레벨을 교정한 기준음원을 이용한 검토결과에 의하면, 등가 흡음면적을 레벨로 표시한 등가 흡음면적레벨이라면 상당한 精度로 측정이 가능하다는 것을 알게 되었다. 그래서 이 방법을 참고로하여 이 부속서에 나타냈다.

7. 결론

KS의 ISO화의 취지로 개정될 KS와 구 KS, ISO를 비교할때 많은 점이 추가·변경이 일어나게 되었다. 특히 평가척도가, 종래의 실간 음압레벨차라는 단일 지표에 대해서, 규준화 혹은 표준화 음압레벨차와 겉보기음향투과손실이라고 도입되었다는 점에 차이가 있다. 또한 측정 음원의 Broad band 화, 이동 마이크로폰의 사용, real time 분석기와 같은 적분형 소음계의 이용등으로 측정방법의 단시간화를 기대할 수 있다는데 의의가 있다고 하겠다.

향후 이러한 차음성능 측정방법의 개·제정으로 차음성능을 향상시킬 수 있는 준거가 마련되었다고 했을 때, 그 차음성능 양부를 판정할 수 있는 차음성능 평가방법과 평가곡선의 제정을 기대해 마지 않는다.

8. 참고문헌

- 1). ISO 140-4 : 1998 (Acoustics - Measurement of sound insulation buildings and building elements-Part4 : Field measurements of airborne sound insulation between rooms)
- 2). JIS A 1417-2000, 建築物の空氣音遮斷性能の測定方法
- 3). KS F 2809-1996, 건축물의 현장에 있어서 음압레벨차의 측정방법
- 4). "小特輯-建築音響關聯JISの國際正合化"-日本音響學會誌, 56卷4號, 2000.4. pp268~273.
- 5). 송민정의 4인, 건축음향관련 KS 규격의 개정 및 제정에 관한 고찰, 소음진동준계학술대회논문집, 2000년.6월. pp.197~201.

개정 KS F 2809 대조표

전체 구성	개정 KS F 2809	본문	JIS A 1417: 2000	ISO 140-4: 1998
적용범위	본문과 4개의 부속서 건물내의 2실 사이, 복도와 방 사이의 공기에 대한 차음성능 측정방법	본문 건물내의 2실 사이 및 복도와 방사이의 공기에 대한 차음성능, 투정장소간 음압 레벨 측정방법	본문 및 4개의 부속서 ISO와 동일	본문 및 6개의 부속서 건물내의 2실 사이, 복도와 방 사이의 공기에 대한 차음성능 측정방법
측정대상실 용적	300㎡ 이하	언급없음	300㎡ 이하	언급없음
관련규격	KS F 2808, KS C 1502, KS C 1505, KS C 5113, KS C 1509	KS C 1502	JIS A 1416, JIS A 1410-1, JIS C 1502, JIS C 1505, JIS C 1514, JIS C 1515, JIS Z 8401	ISO 140-2, ISO 140-3, ISO 354, ISO 717, IEC 60651, IEC 60804, IEC 60942, IEC 61260
용어	실내평균음압레벨 L 실간음압레벨차 D 규준화 음압레벨차 D _n 표준화 음압레벨차 D _{nt} 준음향투과손실 R'	실내평균음압레벨 D 투정장소간의 음압레벨차 D'	실내평균음압레벨 L 실간음압레벨차 D 규준화 음압레벨차 D _n 표준화 음압레벨차 D _{nt} 준음향투과손실 R'	실내평균음압레벨 L 레벨차 D 규준화 음압레벨차 D _n 표준화 음압레벨차 D _{nt} 준음향투과손실 R'
측정조건	음원실 및 수용실에 가구·집기등이 설치되지 않은 경우, 확산체 설치(1m 이하, 3~4개)	보통 사용상태	ISO와 동일	음원실 및 수용실에 가구·집기등이 설치되지 않은 경우, 확산체 설치(1m 이하, 3~4개)
음원	측정대상 주파수 대역에서 연속적인 스펙트럼을 지닌 음원 이용(인접 주파수 대역의 레벨차 6dB 이하)	단속을 사용	ISO와 동일	측정대상 주파수 대역에서 연속적인 스펙트럼을 지닌 음원 이용(인접 주파수 대역의 레벨차 6dB 이하)
마이크로폰	고정마이크로폰 : 5개 지점 이상 실경계, 확산체로부터 0.5m 이상 음원으로부터 1m 이상, 마이크로폰 사이 0.7m 이상 이격 이동 마이크로폰 : 회전 반경 0.7m 이상 실경계, 확산체로부터 0.5m 이상 음원으로부터 1m 이상 각 벽면과의 각도 10° 이상 회전주기 15초 이상	실내 높고루 분포한 5개 측정점 높이는 바닥위 1.2~1.5m	ISO와 동일	고정마이크로폰 : 5개 지점 이상 실경계, 확산체로부터 0.5m 이상 음원으로부터 1m 이상, 마이크로폰 사이 0.7m 이상 이격 이동 마이크로폰 : 회전 반경 0.7m 이상 실경계, 확산체로부터 0.5m 이상 음원으로부터 1m 이상 각 벽면과의 각도 10° 이상 회전주기 15초 이상

	개정 KS F 2809	구 KS F 2809 :1996	JIS A 1417: 2000	ISO 140-4: 1998
averaging time	옥타브 밴드 250Hz 이하 3초 이상, 500Hz 이상 2초 이상 1/3옥타브 밴드 400Hz 이하 6초 이상 500Hz 이상 4초 이상 이동 마이크로폰 30초 이상	언급없음	옥타브 밴드 250Hz 이하 3초 이상, 500Hz 이상 2초 이상 1/3옥타브 밴드 400Hz 이하 6초 이상 500Hz 이상 4초 이상 이동 마이크로폰 30초 이상	400Hz 이하 6초 이상 500Hz 이상 4초 이상 이동 마이크로폰은 30초 이상
측정장치	보통소음계, 정밀형 소음계 real time 주파수분석기	치소음계 및 옥타브 분석기	보통소음계, 정밀형 소음계 real time 주파수분석기	IEC 60651, IEC 60804의 요구조건에 합당한 장치
측정주파수대역	125Hz ~ 2kHz 옥타브 밴드 주파수 100Hz~3150Hz 1/3옥타브 밴드 주파수	125Hz ~ 4kHz 옥타브 밴드 주파수	ISO와 동일	125Hz ~ 2kHz 옥타브 밴드 주파수 100Hz~3150Hz 1/3옥타브 밴드 주파수
잔향시간 측정	등가흡음면적 산출을 위한 잔향시간 측정	언급 없음	ISO와 동일	등가흡음면적 산출을 위한 잔향시간 측정
암소음 보정	6dB~15dB 사이의 보정	3dB ~10dB 사이의 보정	6dB~15dB 사이의 보정	6dB~10dB 사이 보정
결과 산출	실간음압레벨차 규준화음압레벨차 표준화음압레벨차 결보기음향투과손실	실간음압레벨차 특정장소간 음압레벨차	실간음압레벨차 규준화음압레벨차 표준화음압레벨차 준음향투과손실	규준화음압레벨차 표준화음압레벨차 준음향투과손실
부속서 내용	부속서1(규정):음원의 사양 및 설치방법 부속서2(규정):특정장소간 음압레벨차의 측정 방법 부속서3(참조):우회전달음의 측정 부속서4(참조):기준음원을 이용한 등가흡음 면적레벨의 측정	언급없음	부속서1(규정):음원의 사양 및 설치방법 부속서2(규정):특정장소간 음압레벨차의 측정방법 부속서3(참조):우회전달음의 측정 부속서4(참조):기준음원을 이용한 등가흡음 면적레벨의 측정	부속서A(규정):음원의 사양 및 설치방법 부속서B(규정):옥타브밴드 차음성능 측정방법 부속서C(참조):우회전달음 측정방법 부속서D(참조):저주파대역의 측정지침 부속서E:측정결과의 표기 부속서F:참고문헌