



# 실내음향 관련 표준

정 정 호\*  
(방재시험연구원)

## 1. 머리말

실내음향 설계, 시공 및 평가를 위해 가장 많이 사용되는 지표는 잔향시간(RT, reverberation time)이다. 잔향시간은 실내음향 분야뿐만 아니라 건축음향 전반에서 널리 사용되고 있는 지표이다. 잔향시간은 “KS F 2864:2012 실내 공간의 잔향시간과 음향 변수 측정 방법”에 규정되어 있다. KS F 2864 부속서 1에는 충격 응답 결과를 이용한 음향지표로 음의 절대 크기(G, sound strength), 초기 감쇠 시간(EDT, early decay time), 초기와 후기 도달 에너지 비(C, D) 및 초기 측면 에너지와 같은 지표들이 규정되어 있다. 부속서 2에는 양이

상관 지표(IACC, inter-aural cross correlation)가 규정되어 있다. 이와 같이 다양한 지표들이 실내음향 설계에 사용되고는 있지만, ISO 국제표준에는 이외에도 speech intelligibility 및 speech privacy와 관련한 지표들이 최근에 규정되었으나 KS에는 반영되지 않고 있다.

이 글에서는 실내음향 지표와 관련된 표준(KS, ISO)를 비교하여 실내음향 지표 및 관련 설계 기준 설정을 위한 참고 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 실내음향 분야 표준 현황

실내음향 지표 등과 관련한 KS 표준과 ISO 표

표 1 실내음향 분야 ISO 및 KS 표준 현황 비교

ISO 표준	KS 표준
ISO 3382-1:2009 Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 1: Performance spaces	KS F 2864:2012 실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법
ISO 3382-2:2008 Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 2: Reverberation time in ordinary rooms	-
ISO 3382-3:2012 Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 3: Open plan offices	-
ISO 17497-1:2004 Acoustics - Sound-scattering properties of surfaces - Part 1: Measurement of the random-incidence scattering coefficient in a reverberation room	-
ISO 17497-2:2012 Acoustics - Sound-scattering properties of surfaces - Part 2: Measurement of the directional diffusion coefficient in a free field	-
ISO/WD 16816 Building environment design - Indoor acoustic environment	-
ISO/NP 19488 Acoustics - Acoustic classification scheme for dwellings	-

\* E-mail : jhjeong92@hanmail.net / Tel : (031)887-6737

준 현황은 표 1과 같다. KS 표준의 경우 KS F 2864만 제정되어 운영되고 있다. ISO 표준의 경우 ISO 3382-1~3이 2008년부터 2012년에 걸쳐 순차적으로 제정되었다. 또한 실내음향 설계 및 시공과 관련이 깊은 실내 마감구조의 음향 산란 또는 확산 성능 측정 방법에 대한 표준인 ISO 17497-1, 2가 각각 2004년과 2012년에 제정되어 운영되고 있다.

최근 ISO/TC 43/SC 2 Building Acoustics에서는 각종 건축물의 용도별 음향 및 소음 기준에 대한 표준 제정을 추진하고 있다. ISO/TC 43/SC 2/WG 27 Indoor Acoustic Environment에서는 다양한 건축물의 소음기준과 함께 적절한 잔향시간에 대한 기준을 제시하고 있다. 또한 ISO/TC 43/SC 2/WG 29 Acoustic Classification of Buildings에서는 주거용 건축물의 각종 음향성능 등급과 성능 등급 표시에 대한 표준 제정을 추진하고 있으며, 이 표준안 가운데 잔향시간에 대한 내용도 포함되어 있다.

### 3. 실내음향 지표 표준화 현황

잔향시간과 음향변수에 대하여 규정하고 있는 KS F 2864는 2012년 개정되었으나 관련 인용표준 정리 등이 일부 개정되었으나 주요 내용은 2002년 제정안을 유지하고 있다. 그러나 1997년에 제정된 잔향시간 및 음향변수에 대한 ISO 표준인 ISO 3382는 폐지되고 2009년부터 ISO 3382-1, 2, 3으로 제정되었다. ISO 3382-1은 충격응답 측정을 위한 방법, 위치 등의 기본적인 내용을 규정하고 있다. 또한 측정시 객석의 점유 정도에 따른 분류로 Unoccupied State, Studio State 및 Occupied State를 규정하고 있다. 부속서 A에서 공연장에 사용되는 음향 지표에 대한 세부 내용을 규정하고 있다. 부속서 B에서는 공간감 특성 평가를 위한 IACC가 규정되어 있다. 부속서 C에는 공연장의 무대음향 설계 및 측정에 대한 지표인 ST(stage support)가 규정되어 있다. 표 2는 ISO

표 2 ISO 3382-1에 규정된 음향 지표

지표	내용	기타
잔향시간 (RT, reverberation time)	충격응답의 감쇠 곡선 상에서 음원이 60 dB 감쇠되는데 소요되는 시간	ISO 3382-1 본문
음의 절대 크기 (G, sound strength)	자유 음장에서 음원의 10 m 떨어진 곳에서 측정된 충격 응답과 실내 공간의 특정점에서 측정된 음압 레벨 비율	ISO 3382-1 부속서 A
초기감쇠시간 (EDT, early decay time)	충격응답의 감쇠 곡선 상에서 음원이 10 dB 감쇠되는데 소요되는 시간 (60 dB로 환산하여 표시)	ISO 3382-1 부속서 A
명료도 (C80, clarity)	80 ms 기준으로한 초기 에너지와 후기 에너지의 비율	ISO 3382-1 부속서 A
명료도 (D, definition)	초기음 에너지의 전체음 에너지에 대한 비율	ISO 3382-1 부속서 A
Ts (center time)	충격 응답 제곱의 무게 중심에 해당하는 점의 시간축상 값	ISO 3382-1 부속서 A
측면에너지 비율 ( $J_{LF}, J_{LFC}, L_j$ )	모든 방향에서 입사하는 음에너지와 측면에서 입사하는 음에너지 비율	ISO 3382-1 부속서 A
양이 상호 상관 계수 (IACC, inter-aural cross correlation)	양쪽 귀로 입사하는 소리의 상관 정도	ISO 3382-1 부속서 B
무대음향 지표 (ST <sub>early</sub> , stage support early)	10 ms 이내에 입사하는 음에너지와 20 ms ~ 10 ms 사이에 입사하는 음에너지 비율	ISO 3382-1 부속서 C
무대음향 지표 (ST <sub>Late</sub> , stage support late)	10 ms 이내에 입사하는 음에너지와 100 ms ~ 1 000 ms 사이에 입사하는 음에너지 비율	ISO 3382-1 부속서 C

3382-1에 규정된 공연장 관련 음향 지표를 정리하여 나타낸 것이다.

ISO 3382-2는 2008년에 제정되었으며, 잔향시간 측정을 위한 측정 개소 및 측정 불확도 등에 대한 내용을 규정하고 있다. 측정 정도에 따라 survey, engineering 및 precision 방법으로 구분하고 있다. 측정 수행 단계별로 측정 위치 수를 다르게 규정하고 있어 실내음향 관련 시뮬레이션 또는 성능 측정시 참고하여야 할 것으로 판단된다. 표 3은 ISO 3382-2에 규정한 측정 단계별 측정 위치 수를 나타낸 것이다.

ISO 3382-3은 오픈 플랜 오피스 설계, 시공 등에 활용할 수 있는 speech intelligibility 및 privacy 관련 지표가 규정되어 있다. 위 지표들은 사무실

공간뿐만 아니라 speech privacy 등에 대한 고려가 필요한 다양한 공간에 적용할 수 있다. 최근에 개발되거나 업데이트 된 건축음향 시뮬레이션 소프트웨어들은 speech privacy 관련 지표들에 대한 시뮬레이션이 가능하다. ISO 3382-3에 규정된 음향 지표들은 표 4와 같다.

이상에서와 같이 ISO 표준의 경우 공연장 설계, 평가 등에 적용할 수 있는 다양한 실내음향 지표와 함께 speech privacy 및 intelligibility 관련 설계를 위한 다양한 지표들이 반영되면서 관련 표준이 세분화 되었다. 그러나 KS 표준의 경우 국제표준의 변화를 반영하지 못하고 있다. 고품질의 고부가 가치 건물의 설계, 시공을 위해서는 ISO 표준만을 활용하는 것도 가능하지만 국내

표 3 ISO 3382-2의 단계별 측정 위치

	Survey	Engineering	Precision
음원 - 수음점(마이크로폰) 조합	2	6	12
음원 위치	≥ 1	≥ 2	≥ 2
수음점(마이크로폰) 위치	≥ 2	≥ 2	≥ 3
각 지점에서의 감쇠 곡선 수	1	2	3

표 4 ISO 3382-3에 규정된 speech privacy 관련 지표

지표	내용
A특성 가중 음성 레벨의 공간 분포 (spatial sound distribution of the A-weighted sound pressure level of speech)	일반적인 A특성 가중 음성레벨의 거리 증가에 따른 감쇠 정도 특성
음성의 공간 감쇠율 ( $D_{2,S}$ , spatial decay rate of speech)	음원으로 부터의 거리가 두배가 되는 경우의 A특성 가중 음성 레벨의 감쇠 비율
4 m 거리의 A특성 가중 음성 레벨 ( $L_{p,A,S,4m}$ , A-weighted sound pressure level of speech at a distance of 4 m)	음원으로 4 m 거리에서의 A 특성 가중 음성 레벨
음성 전달 지수 (STI, speech transmission index)	명료하게 음성이 전달되는 정도를 나타내는 지표
음성 전달 지수 분포 (spatial sound distribution of the STI)	음원으로부터의 거리가 증가함에 따른 음음성 전달 지수의 거리 감쇠 특성
Distraction distance ( $r_D$ )	음성 전달 지수가 0.5 이하가 되는 지점의 음원으로 부터의 거리
Privacy distance ( $r_P$ )	음성 전달 지수가 0.2 이하가 되는 지점의 음원으로 부터의 거리
배경소음 ( $L_{p,B}$ , back ground level)	재실자가 없는 조건에서의 업무 시간중 소음 레벨

표 5 ISO/TC 43/SC 2/WG 27에서 제시하는 건축물 용도별 소음 기준 - 레벨 1

Level 1 - Basic			
Room types / Application		Ideal L <sub>eq</sub> (dB(A))	Maximum L <sub>eq</sub> (dB(A))
Outdoor ambient	Intrusion from transportation vehicle noise	40	50
	Exposure of neighboring property from building louvers and outdoor equipment.	55 at the propertyline	Local Ordinance
Apartments and condominiums		30	40
Hotels/motels	Individual rooms or suites	30	40
	Meeting/banquets rooms	30	40
	Corridors and lobbies	40	50
	Service/support areas	40	50
Office buildings	Executive and private offices	30	40
	Conference rooms	30	40
	Teleconference rooms	25	30
	Open-plan offices without sound masking	35	45
	Open-plan offices with sound masking	35	40
	Corridors and lobbies	40	50
Hospitals & clinics	Private rooms	30	40
	Wards	35	45
	Operating rooms	30	40
	Corridors and lobbies	35	45
Courtrooms	Unamplified speech	30	40
	Amplified speech	35	45
Performing arts spaces	Drama theaters, concert and recital halls	25	30
Laboratories	Testing/research with minimal speech communication	45	55
	Extensive phone use and speech communication	40	50
Churches, mosque, synagogue	General assembly with critical music programs	30	40
Schools	Classrooms	35	45
	Large lecture rooms with speech amplification	35	45
	Large lecture rooms without speech amplification	30	40
Libraries		35	45
Indoor stadiums, gymnasiums	Gymnasiums and natatoriums	45	55
	Large seating-capacity spaces with speech amplification	50	60

건설산업의 국제화 및 표준 사용자의 접근성 등을 고려하면 ISO 국제표준의 KS 부합화는 필요한 것으로 판단된다.

#### 4. 실내음향 관련 기준

다양한 지표를 활용한 설계, 평가와 함께 다양한 건축물의 용도별 설계 기준 수립이 필요하다.

ISO/TC 43/SC 2/WG 27 Indoor acoustic environment에서는 다양한 건축물 용도별 배경소음, 잔향시간 기준을 제시를 위해 관련 표준안을 준비하고 있다. 표 5 및 표 6은 다양한 건축물의 용도별 배경소음 레벨과 잔향시간 기준을 요구 수준별로 정리하여 나타낸 것이다.

과거 실내음향 관련 지표 및 기준은 공연장의 실내음향 설계에 주로 적용되어 왔다. 최근에는

표 6 ISO/TC 43/SC 2/WG 27에서 제시하는 건축물 용도별 소음 기준 - 레벨 2

Level 2 - Intermediate			
Room types / application		RC/NC/NCB	RT60 (s)
Outdoor ambient	Intrusion from transportation vehicle noise	n/a	n/a
	Exposure of neighboring property from building louvers and outdoor equipment.	n/a	n/a
Apartments and condominiums		30	< 0.6
Hotels/motels	Individual rooms or suites	25 to 35	< 0.6
	Meeting/banquets rooms	25 to 35	< 0.8
	Corridors and lobbies	35 to 45	n/a
	Service/support areas	35 to 45	n/a
Office buildings	Executive and private offices	25 to 35	< 0.6
	Conference rooms	25 to 35	< 0.6
	Teleconference rooms	≤ 25	< 0.6
	Open-plan offices without sound masking	≤ 40	< 0.8
	Open-plan offices with sound masking	≤ 35	< 0.8
Hospitals & clinics	Corridors and lobbies	40 to 45	n/a
	Private rooms	25 to 35	< 0.6
	Wards	30 to 40	< 0.6
	Operating rooms	25 to 35	n/a
Courtrooms	Corridors and lobbies	30 to 40	n/a
	Unamplified speech	25 to 35	< 0.7
Performing arts spaces	Amplified speech	30 to 40	< 1.0
	Drama theaters, concert and recital halls	25	varies by application
Laboratories	Testing/research with minimal speech communication	45 to 55	< 1.0
	Extensive phone use and speech communication	40 to 50	< 0.6
Churches, mosque, synagogue	General assembly with critical music programs	25 to 35	varies by application
Schools	Classrooms	25 to 30	< 0.6
	Large lecture rooms with speech amplification	25 to 30	< 0.7
	Large lecture rooms without speech amplification	≤ 25	< 1.0
Libraries		30 to 40	< 1.0
Indoor stadiums, gymnasiums	Gymnasiums and natatoriums	40 to 50	< 2.0
	Large seating-capacity spaces with speech amplification	45 to 55	< 1.5

다양한 실내음향 지표가 국제표준으로 규정되면서 사무 공간 등 다양한 용도의 건축물에 적용되고 있다. 또한 표준 선진국들은 연구 결과를 바탕으로 실내음향 지표의 표준화를 완료하고 건축물 용도별 성능 기준에 대한 표준 제정을 추진하고 있다.

향후 실내음향 설계, 시공 및 감리 관련 시장이 확대될 것으로 전망된다. 국내 및 해외 건설 시장

의 고품질, 고부가 가치화를 위해서는 위에서 소개한 다양한 실내음향 지표 및 기준을 활용한 설계, 시공 및 감리가 활성화 되어야 한다. 이를 위해서는 위의 국제표준에 대한 관심이 필요하며, 아울러 해당 국제표준에 대한 기술적인 검토를 충분히 한 다음 KS로 부합화하여 표준 접근성을 높이는 노력도 필요하다. **KSNVE**