

실내경기장의 실내음향 특성 분석

The Characteristics of the Room Acoustics at indoor stadium

이원열* · 신승호* · 염성곤** 오진균*** 남진우****

WonYeul Lee, SeungHo Shin, SungGon Yum, JinKyun Oh, JinWoo Nam

1. 서 론

최근, 중앙 및 지방자치단체 차원에서의 국제경기 개최를 위한 대규모 체육시설 설계 및 시공이 증가되고 있다. 또한, 국제규격의 시설물 시공을 위해서는 Global Standard에 맞는 시설규격에 충족하여야 한다.

따라서, 본 연구에서는 실내경기장의 음향성능 특성 분석에 관한 사례 연구로써, 대상 실내경기장의 준공 전 시뮬레이션을 통해 실내음향 특성을 분석하여 최적의 실내음향설계를 수행하였고, 시공완료 후 측정을 실시하여 실내음향 특성을 분석·평가하였다.

2. 연구 내용 및 결과

2.1 개요

(1) 실내경기장 제원

본 연구대상인 실내경기장의 제원 및 실내음향 예측·평가를 위한 예측/측정지점(총 24지점)은 Table 1 및 Figure 1 과 같다.

Table 1 Indoor Stadium Specification

항 목	내 용
실 용도	실내육상경기장(체육시설)
실 용적/전표면적	120,305 m ³ / 20,850 m ²
좌석수(석)	5,000석

† 교신저자; 삼성물산(주) 건설부문 기술연구센터

E-mail : wonyeul.lee@samsung.com

Tel : 02-3669-0656, Fax : 02-2145-6456

* 삼성물산(주) 건설부문 기술연구센터

** 삼성물산(주) 건설부문 기술연구센터

*** 삼성물산(주) 건설부문 빌딩사업부

**** 삼성물산(주) 건설부문 빌딩사업부

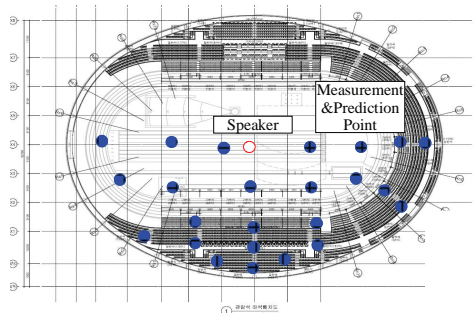


Figure 1 Measurement and Prediction point

(2) 실내음향 설계기준

본 연구의 대상인 실내경기장은 실내육상경기장을 위한 체육시설로써, 다음과 같은 실내음향 설계기준이 제시되었다.

Table 2 Acoustical Design Standard of Indoor Stadium^{주1)}

구 분	내 용
세계육상연맹(IAAF) 시설매뉴얼 실내음향기준	공석시 실내경기장 잔향시간 2.3초 이하(1k~10kHz)

주1) IAAF TRACK AND FIELD FACILITIES MANUAL 2008

2.2 시공 前 실내음향 시뮬레이션 검토

(1) 음향 시뮬레이션 개요

실내음향을 분석하고 실내음향 평가지표를 예측하기 위하여 본 연구에서는 음선추적 및 기하음향학적 원리를 이용한 상용 음향프로그램인 ODEON Rer 11을 사용하였다.(반사차수 : 2000, ray No. : 64000) Table 3 은 시뮬레이션에 사용한 마감재 흡음율을 나타냈다.

(2) 흡음력 부가를 위한 마감재 설치

Table 4와 같이 시뮬레이션 검토 후 흡음력 부가를 위해 천정 Cat walk 바닥 및 측면에 흡음재를 보완하였다.

Table 4 Optional sound-absorbing materials condition

위 치	보강 흡음재	부가면적
가벽석 상부 및 내부벽체	Glass Cloth 50T	900m ²
객석 2층 복도 벽체	폴리에스터(50T, 40K)	200m ²
Cat Walk 바닥/측면	폴리에스터(50T, 40K)	2,000m ²

Table 3 Interior Finishing Materials ^{주2)}

구 분	적용 부위	마감 자재	주파수별 흡음율					
			125	250	500	1k	2k	4k
바 닥	트랙	탄성고무10T	0.02	0.04	0.05	0.05	0.1	0.05
	외곽복도	에폭시코팅	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	2/3층바닥	에폭시코팅	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	2/3층의자	합성수지의자	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
벽 면	경기장-1	수성페인트	0.01	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
	경기장-2	흡음목모보드 ^{주3)}	0.20	0.25	0.33	0.45	0.65	0.55
	가벽석측벽	GlasCloth50T ^{주3)}	0.29	0.71	0.80	0.80	0.70	0.51
	창호	24T 복층유리	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
천 정	주천장	흡음타공판넬 ^{주3)}	0.16	0.30	0.55	0.61	0.48	0.55
	Cat Walk	폴리에스테르	0.26	0.59	0.83	0.95	0.86	0.86

주2) 흡음율출처 : 김재수, 건축음향설계방법론 page 383-389, 2001
 주3) 흡음목모보드, 흡음타공판넬은 충북과학대 잔향실에서의 흡음율 측정 데이터임.

(2) 실내음향 예측 결과

잔향시간 예측결과, 개선 전 500Hz, 1kHz에서의 잔향시간이 각각 3.21초, 3.13초로 예측되었으며, 흡음력 보강한 개선 후 500Hz, 1kHz에서의 잔향시간이 각각 2.25초, 2.17초로 예측되었다(주파수별 예측결과는 Table 4 참조). Figure 2는 개선 후 1kHz에서의 잔향시간 분포도를 나타낸 것이다.

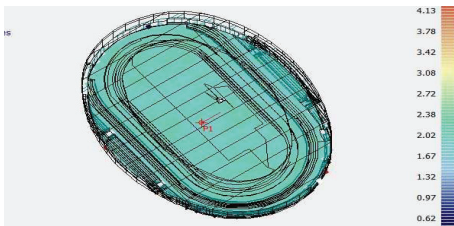


Figure 2 Reverberation Time Contour Map of Optional sound-absorbing materials condition(1kHz)

2.3 시공 後 실내음향 측정 결과

(1) 측정 개요

본 측정은 ISO 3382에 준하여 측정을 실시하였으며, 잔향시간 등 실내음향 평가지표에 대하여 측정을 실시하였다. 본 측정은 B&K DIRAC 및 12면체 Speaker 등을 이용하였고, 시뮬레이션 예측지점

과 동일한 지점에서 실내음향 측정을 실시하였다.

(2) 측정 결과

실내음향 측정결과, 개선 전 500Hz 및 1kHz에서 3.31초, 2.91초로 측정되었고 개선 후에는 각각 2.60초, 2.22초로 측정되어 흡음재 보강으로 실내음향성능이 개선된 것으로 판단된다(주파수별 측정 결과는 Table 5 참조).

잔향시간 측정결과에 대한 예측결과는 주파수 대역별로 0.1~0.41초로 예측되어 측정결과와 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 그러나, 개선 후 500Hz, 1kHz, 2kHz에서 측정결과가 예측결과 보다 0.35 ~ 0.41초 높게 측정된 이유는 현장적용 자재와 예측 시 입력 자재흡음율 데이터와의 차이로 측정결과와 차이가 발생된 것으로 판단된다.(Figure 3 참조)

Table 4 Simulation and Measurement Result of Reverberation Time

구 분		주파수[Hz]						
		125	250	500	1k	2k	4k	8k
예측 결과	개선 전	4.21	3.51	3.21	3.13	2.17	1.99	1.15
	개선 후	3.80	2.90	2.25	2.17	1.60	1.54	1.01
측정 결과	개선 전	3.93	3.72	3.31	2.91	2.51	2.34	1.34
	개선 후	3.45	3.01	2.60	2.22	2.00	1.90	0.94

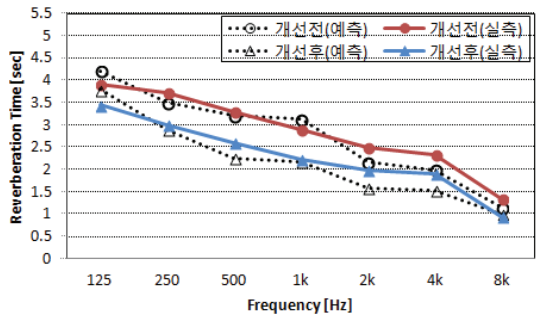


Figure 3 Comparison of Reverberation Time with Measurement and Simulation Results

3. 결 론

본 연구는 실내경기장의 음향성능평가를 통하여 대규모 실내경기장의 실내음향 특성을 알아볼 수 있었다. 시공 전 실내음향 예측 및 완공 후 측정을 통하여 실내경기장의 음향성능 확보가 가능함을 확인하였다. 또한, 본 연구는 대규모 실내경기시설의 실내음향성능 확보방안에 대한 기초연구 자료가 될 것으로 사료된다.