

국내 돐구장의 차음대책에 관한 시뮬레이션 검토

Simulation Study on Sound Insulation Improvement Plan for Domestic Domed Stadium

정선웅† · 김정중* · 진동성**

Sun-Eung Jung, Jung-Joong Kim and Dong-Sung Jin

1. 서 론

서남권에 위치한 돐구장은 야구경기, 이벤트행사, 각종 콘서트공연, 전시회 등 다목적용도의 활용을 목적으로 계획된 건축물로서 이에 부합된 음향설계가 건축설계의 기본 기획 단계에서부터 건축설계자와 밀접한 협의를 거쳐 진행되었다. 하지만 경기장에서 야구경기나 공연(K-POP, Rock)을 할 때 차음취약부위인 외막과 유리를 통해 외부로 유출하는 소음은 돐구장 주변의 학교와 공동주택 및 기타시설에 피해를 줄 것으로 판단된다. 따라서 유출소음에 따른 경기장 주변에 미치는 영향을 평가하여야 하며 생활소음 규제기준을 초과 시 차음대책을 고려해야 한다.

이에 본 연구는 돐구장 운영 시 주변에 미치는 유출소음의 영향을 소음원 분석을 통한 예측 시뮬레이션 및 생활소음 규제기준에 의해 평가를 하였으며 차음취약부위에 대해 시공 현황에 맞는 차음대책을 제안 및 검토하였다.

2. 시뮬레이션 개요

2.1 유출소음 음원분석

본 연구는 돐구장 주변에 대한 효과적인 환경소음도 예측을 위하여 Cadna-A(Ver.3)를 사용하였으며 시뮬레이션 시 소음원 입력을 위해 유출소음원의 분석이 필요하다. 이에 유출소음원의 측정 및 수집을 하였으며 경기장 관중소음원은 실제 야구경기 중인 잠

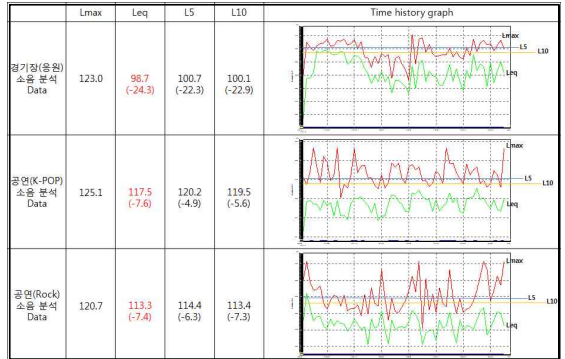


Fig. 1 Sound analysis of the outflow noise

실야구경기장에서 측정한 실측데이터로 등가소음도 Leq가 98.7 dB로 분석되었다. 또한 K-POP과 Rock 공연 소음원은 같은 막구조인 올림픽 체조경기장에서 인기 아이돌 그룹과 Rock 밴드 공연을 샘플링하여 음원을 수집하였으며 등가소음도 Leq가 117.5 dB, 113.3 dB로 분석되었으며 분석된 소음원을 바탕으로 시뮬레이션에 입력하였다. Fig. 1은 측정 및 수집한 유출소음의 음원분석을 나타낸다.

2.2 차음취약부위에 따른 차음개선안

돐구장의 차음취약부위를 분석한 결과 총 표면적 중 테프론막과 중층창호가 11%, 2%를 나타냈다. 따라서 차음개선안으로 테프론 내막과 외막 사이에 차음막을 설치하는 방안을 선정하였으며 광투과율 위주의 차음재료를 중심으로 검토하였다. 또한 커튼월 중층유리 구간에는 유리 전면에 차음시설을 설치하는 방안을 선정하였다. 그리하여 외막과 유리에 각각 2개의 차음개선안을 선정하여 총 4가지 차음개선안을 시뮬레이션 검토하였다. Fig. 2는 차음취약부위의 차음개선안 및 장단점과 개요를 보여주고 있다.

† 교신저자; 정선웅, (주)환경음향연구소 음향연구지원팀
E-mail : jsejjjj@nate.com
Tel : 010-4312-9963 Fax : 02-6499-3351

* (주)환경음향연구소 소장
** 현대산업개발(주) 부장

구분	투명차음막 고장식(ALT-1)	엑산폴리카보네이트 고장식(ALT-2)
형태		
장점	<ul style="list-style-type: none"> 고장식으로 설치 간편 상대적으로 경량 유치면에서 재활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 가용하기 쉽고 설치가 간편 상대적으로 경량
단점	<ul style="list-style-type: none"> 차음 성능 상대적으로 떨어짐 (중저음구간) 설치를 위한 학지정를 내산 외이어므로 등으로 고장 	<ul style="list-style-type: none"> 차음 성능 상대적으로 떨어짐 (중저음구간) 과적경중에 내구성 약함 설치를 위한 별도의 건축적으로 학지정를 설치 필요
설치방법	<ul style="list-style-type: none"> 외부에 케미볼로 고정 내부 별도의 학지정를 없음 설정에 고려하는 사항 필요 학제 불일 있을 경우 중용량: 1.0kg/m² 	<ul style="list-style-type: none"> 폴리카보네이트 기준용 1.2m 간격으로 설치용 학제이로 프러스 필요 중용량: 1.5kg/m²
중량	5,000 gr/m ²	5,000 gr/m ²
두께	5 mm 이상	20 mm 이상
관투과율	70% 이상	54%
공사비	23억	28억

구분	중용량 차음 성능 개선안		
	설치위치	ALT-3 (기준유리+차음판 설치)	ALT-4 (복층차음유리 적용)
형태			
장점		<ul style="list-style-type: none"> 차음 성능 높음 - 진동: 중용량, 후면: 차음재 - 차음: 중용, 재질 견뢰 가능 - 전동개폐방식으로 공면등 필요에 따라 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 모이복층유리용 이중접합 차음 유리로 제로만 변경 차량 환경에 이차음원인 방산 채광조절은 음향관련 음용일막 플스크린이 담당
단점		<ul style="list-style-type: none"> 공사비 고가 고장등 유지보수 어려움 (경비필요) 구동용 전기세 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 차음 성능 상대적으로 떨어짐 (중저음구간)
공사비		24억 - 10억(음향흡음막) = 14억	3억

Fig. 2 Advantages and disadvantages of sound insulation improvement plan

Table 1 Sound insulation data

차음개선안		주파수 별 차음 data(dB)						
		63	125	250	500	1k	2k	4k
개선 전	외막	9	9	10	15	18	23	29
테프론막 구간	투명차음막	20.9	17.1	13.5	18.6	22.8	20.3	19.7
	엑산폴리카보네이트	12	13	15	18.1	15.3	22.3	23.9
커튼월 창호	복층차음유리	23	23	24	24	27	28	30
	유리 + 차음판	19.8	26.9	32.5	35.4	29.4	33.2	37

2.3 차음개선안 차음 Data

경기장 주변의 환경소음을 차음대책별로 시뮬레이션 하기 위한 기본 데이터로 Table 1에 제시된 차음량 데이터를 기준으로 하여 유출소음에 대한 차음대책 시뮬레이션을 진행하였으며 차음재료별 차음량 데이터는 문헌조사와 자체실험 및 관내법 측정을 통하여 분석한 데이터로 시뮬레이션에 적용하였다.

2.4 돐구장 주변 소음 시뮬레이션 분석위치

돐구장에서 야구경기나 공연(K-POP, Rock)을 할

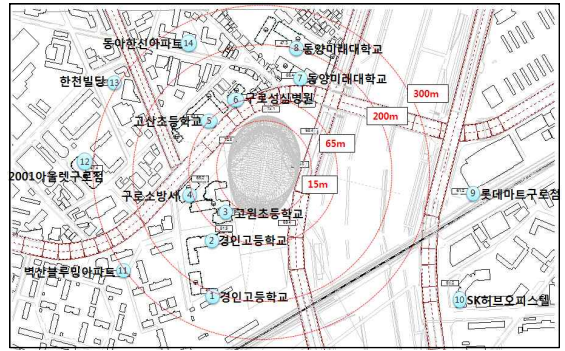


Fig. 3 Situation around the domed stadium

때 외막과 유리를 통해 유출되는 소음으로 인해 피해가 예상되는 지점을 선정하여 차음개선안을 통한 대책 전과 후를 예측하였으며 Fig. 3과 같이 돐구장과 인접한 고원초등학교와 구로성심병원을 포함하여 멀리서 SK허브오피스텔까지 총 14개소 89지점을 선정하여 차음대책을 시뮬레이션 검토하였다.

3. 환경소음도 예측 및 평가

3.1 경기장(응원)소음 차음개선 결과

돐구장에서 야구경기를 할 때 Fig. 4와 같이 차음대책 전에는 돐구장을 중심으로 인접한 시설에서 주야간 및 저녁생활소음 규제기준을 초과하는 것으로 나타났다. 또한 도로교통소음과 비교에도 야간에 2개소 10지점에서 높은 것으로 나타났다. 이는 도로교통소음을 포함한 배경소음보다 돐 경기장에서의 유출소음이 더 높아 주변에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 차음취약부위에 대한 차음개선이 필요하며 차음개선안에 따른 시뮬레이션 검토 결과 4가지 개선안 모두 생활소음 규제기준에 초과지점이 없는 것으로 나타났으며 도로교통소음과 비교에도 배경소음이 더 높은 것으로 나타나 야구경기를 운영 시 만족하는 것으로 사료된다. Fig. 5는 차음대책 전과 후의 시뮬레이션 검토 및 평가를 보여준다.

3.2 공연(K-POP)소음 차음개선 결과

돐구장에서 K-POP 공연을 할 때 Fig. 6과 같이 차음대책 전에는 돐구장을 중심으로 예측지점 모두 주야간 및 저녁생활소음 규제기준을 초과하는 것으로 나타났다. 또한 도로교통소음과 비교에도 예측지

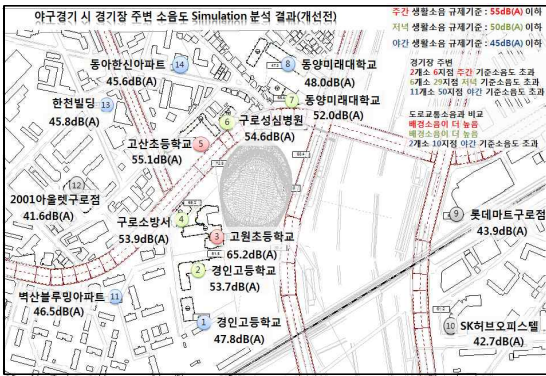


Fig. 4 Simulation results around the domed stadium noise when the baseball game

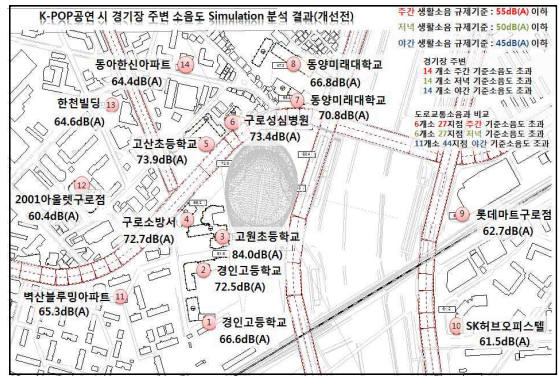


Fig. 6 Simulation results around the domed stadium noise when the K-POP performance

차음개선 결과	주간생활소음기준 55dB(A) 이하	도로교통소음과 비교	부속량 (회고소음도-주간생활소음기준)	평가	
개선 전	예측지점 147소 89지점 중 2개소 6차량 높음	배경소음이 더 높음	10.2	만족	
블리 카르네이트	개선안 1 복용차음유리	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-11.7	만족
	개선안 2 유리 + 차음판	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-13.6	만족
	개선안 3 복용차음유리	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-11.9	만족
	개선안 4 유리 + 차음판	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-14.1	만족
부림차음막	개선안 1	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-11.7	만족
	개선안 2	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-13.6	만족
	개선안 3	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-11.9	만족
	개선안 4	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-14.1	만족
차음개선 결과	저녁생활소음기준 50dB(A) 이하	도로교통소음과 비교	부속량 (회고소음도-저녁생활소음기준)	평가	
개선 전	예측지점 147소 89지점 중 6개소 29차량 높음	배경소음이 더 높음	15.2	부족함	
블리 카르네이트	개선안 1 복용차음유리	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-6.7	만족
	개선안 2 유리 + 차음판	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-8.6	만족
	개선안 3 복용차음유리	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-6.9	만족
	개선안 4 유리 + 차음판	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-9.1	만족
부림차음막	개선안 1	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-6.7	만족
	개선안 2	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-8.6	만족
	개선안 3	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-6.9	만족
	개선안 4	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-9.1	만족
차음개선 결과	야간생활소음기준 45dB(A) 이하	도로교통소음과 비교	부속량 (회고소음도-야간생활소음기준)	평가	
개선 전	예측지점 147소 89지점 중 11개소 50차량 높음	예측지점 147소 89지점 중 2개소 10차량 높음	20.2	부족함	
블리 카르네이트	개선안 1 복용차음유리	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-1.7	만족
	개선안 2 유리 + 차음판	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-3.6	만족
	개선안 3 복용차음유리	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-1.9	만족
	개선안 4 유리 + 차음판	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-4.1	만족
부림차음막	개선안 1	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-1.7	만족
	개선안 2	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-3.6	만족
	개선안 3	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-1.9	만족
	개선안 4	조각지점 없음	배경소음이 더 높음	-4.1	만족

Fig. 5 Sound insulation measures is obtained, consider the simulation when the baseball game

점이 높은 것으로 나타났다. 이는 도로교통소음을 포함한 배경소음보다 돔 경기장에서의 유출소음이 더 높아 주변에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 차음취약부위에 대한 차음개선이 필요하며 차음개선안에 따른 시뮬레이션 검토 결과 돔구장을 중심으로 인접한 시설에서 주·야간 및 저녁생활소음 규제기준을 초과하는 것으로 나타났다. 또한 도로교통소음과의 비교에서 주간 및 저녁의 경우 예측지점 모두 도로교통소음이 높은 것으로 나타났으나 야간은 일부 지점이 높은 것으로 나타났다. 이는 주 공연시간인 주간 및 저녁에는 도로교통소음을 포함한 배경소음보다 유출소음이 낮음으로 운영하는데

차음개선 결과	주간생활소음기준 55dB(A) 이하	도로교통소음과 비교	부속량 (회고소음도-주간생활소음기준)	평가
개선 전	예측지점 147개소 89지점 초과	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 27차량 높음	29	부족함
블리 카르네이트	개선안 1 복용차음유리	예측지점 147개소 89지점 중 3개소 13차량 높음	7.1	만족
	개선안 2 유리 + 차음판	예측지점 147개소 89지점 중 3개소 13차량 초과	5.2	만족
	개선안 3 복용차음유리	예측지점 147개소 89지점 중 2개소 7차량 높음	6.9	만족
	개선안 4 유리 + 차음판	예측지점 147개소 89지점 중 2개소 7차량 초과	4.7	만족
부림차음막	개선안 1	예측지점 147개소 89지점 중 3개소 13차량 높음	7.1	만족
	개선안 2	예측지점 147개소 89지점 중 3개소 13차량 초과	5.2	만족
	개선안 3	예측지점 147개소 89지점 중 2개소 7차량 높음	6.9	만족
	개선안 4	예측지점 147개소 89지점 중 2개소 7차량 초과	4.7	만족
차음개선 결과	저녁생활소음기준 50dB(A) 이하	도로교통소음과 비교	부속량 (회고소음도-저녁생활소음기준)	평가
개선 전	예측지점 147개소 89지점 초과	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 높음	34	부족함
블리 카르네이트	개선안 1 복용차음유리	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 초과	12.1	만족
	개선안 2 유리 + 차음판	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 초과	10.2	만족
	개선안 3 복용차음유리	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 높음	11.9	만족
	개선안 4 유리 + 차음판	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 초과	9.7	만족
부림차음막	개선안 1	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 초과	12.1	만족
	개선안 2	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 초과	10.2	만족
	개선안 3	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 높음	11.9	만족
	개선안 4	예측지점 147개소 89지점 중 6개소 29차량 초과	9.7	만족
차음개선 결과	야간생활소음기준 45dB(A) 이하	도로교통소음과 비교	부속량 (회고소음도-야간생활소음기준)	평가
개선 전	예측지점 147개소 89지점 초과	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 44차량 높음	39	부족함
블리 카르네이트	개선안 1 복용차음유리	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 51차량 초과	17.1	부족함
	개선안 2 유리 + 차음판	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 51차량 높음	15.2	부족함
	개선안 3 복용차음유리	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 50차량 높음	16.9	부족함
	개선안 4 유리 + 차음판	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 50차량 초과	14.7	부족함
부림차음막	개선안 1	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 51차량 초과	17.1	부족함
	개선안 2	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 51차량 높음	15.2	부족함
	개선안 3	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 50차량 높음	16.9	부족함
	개선안 4	예측지점 147개소 89지점 중 11개소 50차량 초과	14.7	부족함

Fig. 7 Sound insulation measures is obtained, consider the simulation when the K-POP performance

만족하지만 야간에는 K-POP 공연을 지양할 것으로 사료된다. Fig. 7은 차음대책 전과 후의 시뮬레이션 검토 및 평가를 보여준다.

3.3 공연(K-POP)소음 차음개선 결과

돔구장에서 Rock 공연을 할 때 Fig. 8과 같이 차음대책 전에는 돔구장을 중심으로 예측지점 모두 주·야간 및 저녁생활소음 규제기준을 초과하는 것으로 나타났다. 또한 도로교통소음과 비교에도 예측지점이 높은 것으로 나타났다. 이는 도로교통소음을 포함한 배경소음보다 돔 경기장에서의 유출소음이 더

