

# 이머시브 오디오 시스템을 활용한 야외 공연 설계 및 운영

## — Yamaha AFC Image 기반 공간 확장형 공연 사례 보고서

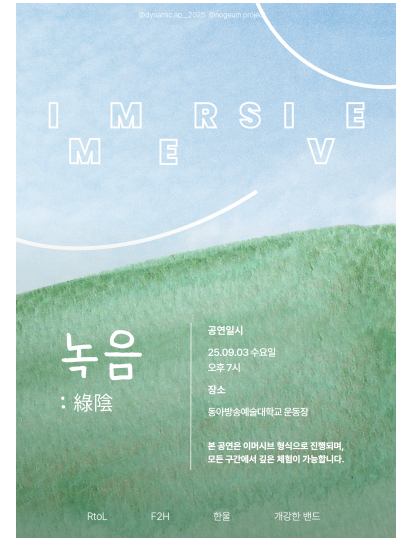
유태빈 2025. 09. 03

### 1. 프로젝트 개요

본 공연은 야외 운동장 환경에서 이머시브 오디오 시스템을 적용한 사례로, 기획 단계부터 시스템 설계, 네트워크 구성, 튜닝 및 현장 운영까지 전 과정을 주관하여 진행하였다. Yamaha AFC Image 시스템의 원리를 기반으로, 관객이 특정 지점에 고정되지 않고 공간 전체를 무대로 인지할 수 있는 '공간 확장형 공연'을 구현하는 것을 목표로 하였다.

### 2. 기획 배경 및 문제 인식

기존의 야외 공연은 무대 전면을 중심으로 음향 에너지가 집중되는 구조를 가지며, 관객 위치에 따라 공간감과 음상 인지가 크게 달라지는 한계가 존재하였다. 본 공연은 이러한 문제의식을 바탕으로, 이머시브 오디오 기술이 단순한 음향 효과를 넘어 실제 관객의 청취 경험을 근본적으로 변화시키는 시스템으로 기능할 수 있는지를 검증하고자 기획되었다.



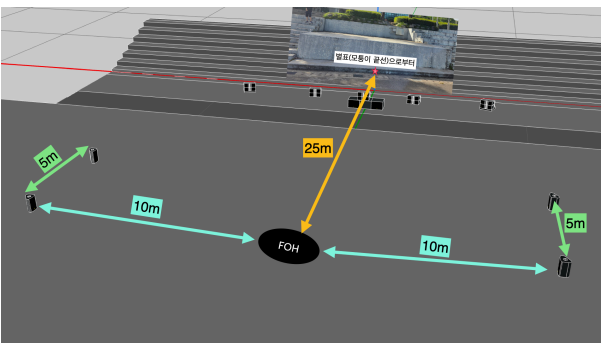
### 3. 공연 환경 분석



공연은 야외 운동장에서 진행되었으며, 무대 전면과 객석 사이 거리가 약 25m인 긴 개방형 구조였다. 반사음이 없는 야외 특성상 공간감 형성이 어려운 조건이었기에, 음향 시스템을 단순 확성이 아닌 '가상 공간 설계' 관점에서 접근하였다. 관객 이동에 따라 음상이 급격히 붕괴되지 않고, 운동장 전체가 하나의 무대로 인지되도록 시스템을 설계하는 것을 핵심 목표로 설정하였다.

### 4. 시스템 설계 개념

시스템은 Yamaha AFC Image의 음상 제어 방식을 적용하여 설계하였다. 메인 시스템은 L-Acoustics KARA 라인어레이를 기반으로, L, C, R, LL, RR, SLB, SRC, SRB, 서브우퍼(SUB)를 포함한 9.1채널 구조로 구성하였다. 모든 스피커는 Soundvision 시뮬레이션을 통해 운동장 트랙 끝선을 기준으로 정렬하였으며, 서브우퍼는 센터 스피커 후방 1m에 배치하여 공간 이동감과 확산 효과가 물리적으로 왜곡되지 않도록 설계하였다.



## 5. 신호 흐름 및 네트워크 구성

전체 신호 흐름과 네트워크 토폴로지는 직접 설계하고 검증하였다. 공연은 하우스 콘솔(M32)을 중심으로 구성되었으며, 모든 입력 채널은 DL32를 통해 수신되었다. 각 채널은 포스트 페이더 기준으로 다이렉트 아웃되어 Dante 네트워크를 통해 DME7으로 전달되었고, DME7에서 AFC Image 처리가 이루어졌다.

신호 흐름은 다음과 같이 구성하였다.

Stage Box(DL32) → Console(M32) → Dante Network → Immersive Processor(DME7) → Amp

네트워크 설계는 오디오 신호망(Dante)과 제어망(OSC)을 VLAN으로 분리하여 트래픽 간섭을 차단하였다. 고정 IP 기반(192.168.101.x / 255.255.255.0)으로 구성하였으며, 관리형 스위치를 사용해 QoS, IGMP Snooping 설정을 적용하였다. 디지털 오디오 시스템의 안정성을 위해 Audio Console – Dante Card – DME7 간 클럭 동기 상태를 지속적으로 점검하여, 문제를 사전에 방지하고자 하였다.

## 6. 튜닝 및 시스템 운용 과정

튜닝 과정에서는 Smaart를 활용하여 각 스피커 존의 주파수 응답과 위상 특성을 측정하였다. 각 메인 시스템 기준으로, 후방 스피커 및 센터 스피커와의 시간 정렬을 수행하였다. AFC Image 적용 전·후의 응답을 비교하며, 특정 대역에서 과도한 에너지 집중이나 공간 왜곡이 발생하지 않도록 파라미터를 조정하였다. AFC Image를 공간 효과를 과도하게 증폭하는 도구가 아닌, 기존 음향을 보조하며 공간 인지를 확장하는 역할로 운용하였다. 이를 통해 음악적 명료도를 유지한 상태에서 풍성한 공간 확장을 구현하고자 하였다.



## 7. 결과 및 한계

공연 결과, 관객은 특정 위치에 고정되지 않고도 비교적 일관된 공간감을 경험할 수 있었으며, 후방 및 측면 관객석에서도 전면 관객과 유사한 몰입 경험이 가능하다는 피드백을 확인하였다. 공간 전체가 하나의 무대로 인지되는 효과를 구현할 수 있었다. 다만, 일부 관객은 익숙하지 않은 가상 음향 환경에 대해 다소 이질감을 느끼기도 하였다. 이는 향후 심리음향학 기반의 HCI 연구 주제 확장으로 보완해야 할 과제로 남았다.

## 8. 프로젝트 의의

본 프로젝트는 이머시브 오디오 시스템을 단순 도입하는 데 그치지 않고, [공간 분석-시스템 설계-네트워크 구축-튜닝-운용]을 통합적으로 수행한 엔지니어링 사례이다. 공연 음향을 감각적 영역에서 측정하고 설계가 가능한 공학적 시스템으로 접근하는 태도를 확립할 수 있었다. 본 공연은 현장 경험을 기반으로 기술적 판단과 운영 결정이 관객 경험에 어떻게 영향을 미치는지를 실험적으로 검증한 사례로 의미를 갖는다.

