

Ventilation Improvement Design for Public Sports Facilities

공공체육시설의 환기개선 설계
전주 화산체육관 종합관 지하 1층

전주 화산체육관 종합관 지하 1층

서문

PROLOGUE

맑은 소

1401523 박진홍

1601921 양나은

대상 건축물

SYNOPSIS

시설 : 전주 화산체육관
위치 : 전주시 완산구 백제대로 310
대지면적 : 49,520㎡
연면적 : 15,164㎡
준공 연도 : 1996년

설계 배경 DESIGN BACKGROUND

사례 1 - 환기장치 설치로 인한 실내 공기질 개선



[그림 47] 보육시설 환기장치 설치 후 미세먼지의 농도 변화

환기설비 장치 설치 후
미세먼지량 약 40% 감소

환기설비가 기본적인 실내공기질의
중요한 유지관리 수단임을 알 수 있다.

설계 요구사항 조사

“화산체육관 공기 개선에 대해 바라는 점은 무엇인가요?”

- 20대(남), 직장인
“외벽에 창을 더 많이 내주시거나 먼지가 잘 빠져나갈수록 배기구를 원활히 해주셨으면 합니다.”
- 20대(남), 학생
“환기구 배치를 적절히 하여 환기가 개선되면 좋겠습니다.”
- 40대(여), 주부
“실내인 만큼 미세먼지가 많기 때문에 천장에 긴 환풍기가 있으면 좋겠습니다.”
- 30대(여), 직장인
“체육시설이나 공기의 흐름이 중요하다 생각하므로 개선에 필요성이 있다고 생각합니다.”
- 30대(여), 주부
“미세먼지로 인해 가끔 기침이 나오는데, 환풍기와 공기청정기를 잘 배치해줬으면 합니다.”
- 40대(남), 직장인
“공기순환장치 설치 또는 보강이 필요하다 생각합니다.”

기류 분포를 중점으로 설계

설계 목표 DESIGN OBJECTIVE

실내공기질 관련 법규 사항

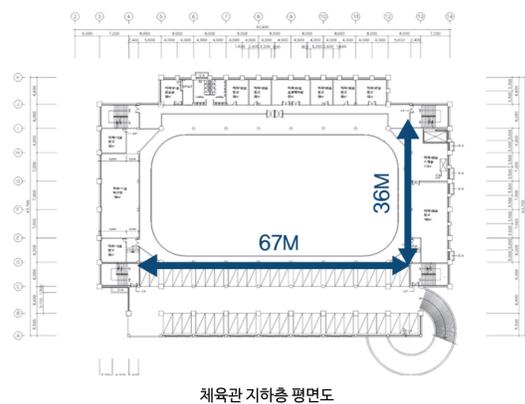
[실내공기질 유지기준(환경부령 제728호)]

오염물질항	미세먼지 (PM-10) (μg/m³)	미세먼지 (PM-2.5) (μg/m³)
다중이용시설		
가. 일반시설	100 이하	50 이하
나. 민감계층이용시설	75 이하	35 이하
다. 실내주차장	200 이하	-
라. 실내체육시설, 실내 공연장, 업무시설	200 이하	-

- 실내공기질 유지기준인 PM-10 200μg/m³ 이하
- 균일한 기류 분포

설계 과정 DESIGN PROCESS

설계 목표(PM-10 200μg/m³ 이하)를 위한 환기량 계산



체육관 지하층 평면도

1) 필요 환기량에 관한 계산식

$$Q_f = \frac{K}{P_a - P_o} \text{ (재순환없음)}$$

K: PM-10 발생량 (μg/h)
P_a: 허용 농도 (μg/m³)
P_o: 외기 농도 (μg/m³)
Q_f: 필요환기량(m³/h)

2) 미세먼지 발생 농도



체육관마다 차이를 고려해 230μg/m³로 결정

3) 외기 농도



결과

PM-10 200μg/m³ 이하 → 환기량 22978CMH 이상

4) 필요 환기량 계산

P_a는 설계기준에 의하여 200μg/m³
P_o = 200μg/m³
해당 지역의 PM-10 평균 농도 : 31μg/m³ P_o는 외기 중 농도
P_o = 31μg/m³
K = 230μg/m³h * 16884m³ = 3883320μg/h
Q_f = 3883320 / (200 - 31) = 22978m³h = 22978CMH

설계 대안 DESIGN ALTERNATIVE

시뮬레이션

설비 용량 비교

- 사용 프로그램 : Autodesk CFD
- 재료 설정
 - 내부체적 : 공기 (67m x 36m x 7m)
 - 외부체적 : 콘크리트
- 해석 : 200단계까지 실행
- CASE 구분 : 급기구 조건에 따라 3개 CASE까지 개선함.
(배기구는 모두 4500CMH로 동일.)

현 설비 : 소형 시로코팬

최대풍량 (m³/h)	최대정압 (mmAq)	전류 (A)	소비전력 (W)
4,500	65	5.3/3.4	1,660

대안 설비 : 대공간 순환식 냉난방기

항목	기종/단위	AIR-12000AF
FAN(Moter)	KW	2.6
풍량 Air Volume	m³/h	12,000

설계목표 22978CMH 이상이 되려면?

22978CMH / 4500CMH = 5대 이상 필요

22978CMH / 12000CMH = 2대 이상 필요

결론 CONCLUSION

· 결과

- CASE 1 : 기류가 실내를 순환하지 않고 얇게 뿔어 있는 형태
- CASE 2 : 급기구에 풍량이 높은 장비로 대체함으로써 기류가 부채꼴 형태로 CASE 1에 비해 비교적 넓게 퍼짐.
- CASE 3 : CASE 2에서 급기구의 방향을 양쪽 바깥으로 30° 변경, 결과적으로 기류가 실 전체를 순환함.

· 설계 이점

- 기존의 설비장비 변경, 취출 각도 변경
- 균일한 공기순환으로 환기효율 상승

기존의 장비 수를 줄임

- 에너지 비용 절감 효과 기대

총 환기량이 22978CMH 이상을 만족

- 설계 목표 PM-10 200μg/m³ 이하 달성, 미세먼지 감소

· 설계 문제점

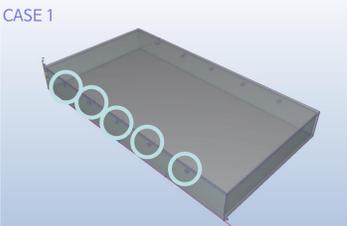
- 시뮬레이션의 결과 약 0.1m/s 이상의 기류가 급기구 근처에만 분포하고 이외의 미약한 기류만이 실내에 분포하는 문제점이 발생
- 실제로 설치하여 설비를 작동할 계획의 경우, 장비에 의한 초기비용이 높음.

출처

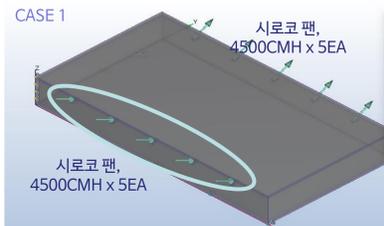
사례 1 : 환경부(2011), 실내 공기질 개선 사례집
사례 2 : 환경부(2018), 다중이용시설 실내 미세먼지 발생원 및 기여도 조사
실내공기질 유지기준 : 국가법령정보센터(2016), [별표 2] 실내공기질 유지기준(제3호 관련) 해당 지역 PM-10 농도 그래프 : kweather.co.kr

개선

Simple Modeling for Simulation



Boundary Condition Setting



Result Visualization

