

역사 대합실의 열환경 평가 및 공조·환기계획

역사 대합실의 여름철 온도분포 시뮬레이션을 실행하여 최적의 설계안을 도출하여 보았다.

최 영 범

아트리움의 열환경

아트리움 열환경의 기본특성

아트리움의 열적특성은 일반주거 공간과 다른 특성을 나타낸다. 특히 유리를 통한 다량의 일사량은 온실효과에 의해 아트리움 공간을 가열하게 되어 실내 온도가 상승하므로 동절기에는 난방효과를 얻을 수 있지만 하절기에는 과열 현상으로 가장 큰 실내 열환경 문제를 야기시킨다.

아트리움의 최상부 온도조건

아트리움 공간내의 과열은 냉방부하의 증가 및 복사열에 의한 인접공간의 거주자에게 불균형 복사열을 전달하여 불쾌감을 유발한다. 따라서 아트리움의 최상부 온도는 열환경 평가에 있어 실내온도에 근접하게 유지 할 수 있는 대책이 필요하다.

아트리움의 온도분포에 영향을 주는 요소

- 건축적인 요소
 - 유리의 종류 및 위치 : 일반외벽조건에 비해 우리는 열저항율이 낮고 일사투과율이 높은 재료로써 실내환경을 결정짓는 중요한 요소가 되므로, 유리창면의 방위와 면적등 적정한 유리 종류의 선택이 필요하다.
 - 자연 환기구를 위한 개구부 : 아트리움 상부의 수직 열린공간은 계절에 따라 온도 분포가 크게 차

이가 나므로 적절한 환기 조절이 필요하다. 동절기의 경우 찬 외부 공기를 차단할 필요가 있으며, 하절기의 경우 과열된 내부공기의 배출을 위한 환기구가 최상부에 필요하다.

- 열고임 공간 : 열고임 공간은 단면에서 볼 때 인접한 지붕면보다 돌출된 부분을 말한다. 아트리움 공간내의 온도는 높이에 따라 비례적으로 상승하는 것이 아니라 최상부에서 급격하게 상승되므로 상부에 열고임 공간을 설치하여 인접 거주지역의 열환경을 개선 할 수 있다.

• 열해석 측면의 온도분포 영향

- 일사량의 유입 : 톱 라이트를 통한 일사량의 유입은 아트리움 공간내의 가장 큰 부하이며, 일사의 유입은 동절기에는 실내온도를 상승시켜 난방효과가 있으나 유리면의 결로에 유의 하여야 하며, 하절기에는 실내온도의 과열과 큰 상하온도 편차에 유의하여야 한다.
- 공기의 이동 : 환기는 공간내의 기류 이동에 큰 영향을 미치게 되며, 또한 공간내의 온도분포를 조절하는데 중요한 요소가 되므로, 유입 또는 유출되는 공기의 위치와 공기의 이동에 관한 검토가 필요하다.
- 공간내의 온도상승 : 아트리움 공간내의 더워진 공기가 팽창에 의해 가벼워져 위로 상승하는 굴뚝 효과가 발생되며 또한 큰 환기력에 의해 저층부의



〈표 1〉 아트리움의 공조 및 환기계획

구분	공조계획	환기계획		비고
하절기	전공기방식 - 상부노즐 + 저속치환 방식	상부	전동창 폐쇄	상부 온도가 40℃ 상승시 전동창 개방
		하부	현관출 기밀성 유지	
동절기	전공기방식 + 외주부 콘벡터 - 상부노즐 + 저속치환 방식	상부	전동창 폐쇄	아트리움 공간의양압 유지 ⇒ 외기부하절감 도모
		하부	현관출 기밀성 유지	
중간기	-	상부	전동창 개방	
		하부		
우 기	전공기방식 - 상부노즐 + 저속치환 방식	상부	전동창 폐쇄	아트리움 공간의 양압 유지
		하부	현관출 폐쇄	

취기 등이 상층부로 유입된다.

아트리움 공조계획의 주안점

• 아트리움 조우닝의 구분

아트리움 공간은 거주공간, 비거주공간, 외주부로 구분한다. 아트리움의 대공간을 완전히 공조한다는 것은 에너지 손실이 크므로 거주공간에 대해 부분공조방식을 택한다. 외기에 면한 천창 및 측창지역이 외주부에 해당되며 결로방지를 위한 방안이 필요하다.

• 효율적인 공조방식

공기식에 의한 난방시스템은 온풍의 상승으로 인한 공간내 온도 성층화를 발생시켜 아트리움의 상하온도차가 커지게 된다. 난방방식은 복사난방이 효율적이며 특히 바닥복사난방에 의해 거주자에게 직접 열을 전달하는 방식이 효과적이다. 공기방식을 사용할 경우 온풍상승을 방지할 수 있는 에어커튼의 적용을 검토하는 것이 바람직하다.

• 자연환기의 적극적 이용

아트리움 상부에 자연통풍용 개구부를 설치함으로써 여름철의 과열현상을 방지하도록 하여야 한다. 상하온도차에 의해 형성된 상부의 고온공기가 시간경과에 따라 축적, 압축되어 거주공간에 밀려들어오기 때문이다. 자연통풍용 상부 개구부는 우

수처리에 대한 고려가 필요하며 작동문제를 검토하여야 한다.

• 결로방지 방안

아트리움 상부의 톱 라이트는 결로가 발생하기 쉽다. 상부 개구부의 환기를 통해 습기를 제거하거나 별도의 제습방안을 검토하여야 한다. 결로발생시 결로수 낙하방지를 위한 방안이 필요하며 보다 근본적으로는 유리면 단열성능에 대한 고려가 필요하다.

• 아트리움의 제연설비

아트리움 상부에는 화재발생시 제연을 목적으로 한 개구부의 설치가 필수적이므로 자연환기용 개구부 및 강제배기(배기팬)가 결합하여 처리하는 것이 바람직하다. 화재발생층의 연기를 아트리움으로 배출하도록 댐퍼의 개폐와 아트리움 상부배기팬 작동 등이 연동 할 수 있도록 방재시스템을 구축하는 것이 필요하다.

역사 대합실 계획

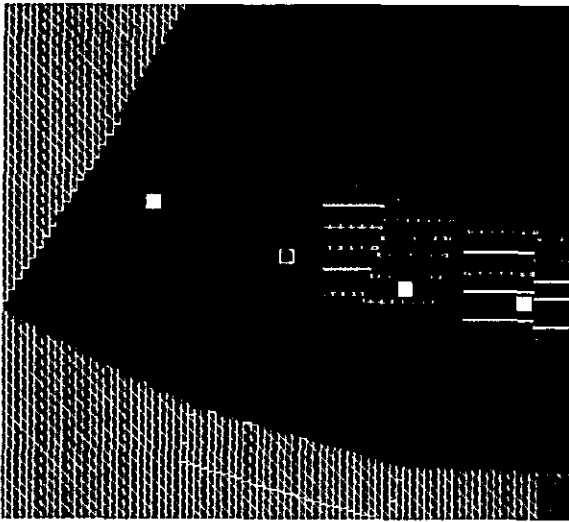
건물개요

- 건물개요 : 지하1층, 지상5층
- 연면적 : 17,268.21 m² (5,232.79평)

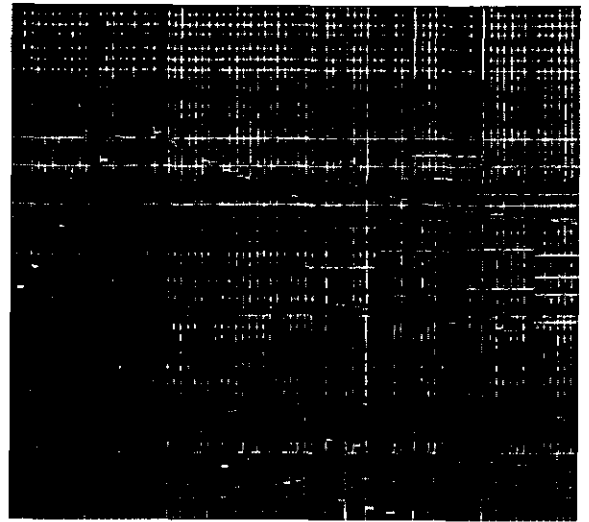


〈표 2〉 시뮬레이션을 위한 경계조건

외기온도	급기온도	배기온도	비 고
31.1 °C	15.1 °C	26 °C	실내온도는 배기온도인 26 °C정도를만족시키는 것으로 한다.



[그림 1] 경계조건



[그림 2] 셀 분포

부기특성

- 외부조건에 따른 대공간의 특성주위벽이 외기에 면한 공간으로, 냉난방부하가 크고 공조를 필요로 하며 냉방시 콜드드레프트, 난방시 상하온도차가 발생하기 쉽다.

• 거주공간

천장이 높기 때문에 상하온도분포가 형성된다. 상하온도분포는 거주자의 쾌적성과 실내에 대한 공급부하에 영향을 미친다.

• 하절기

냉방취출기류는 비중의 차이에 의해 바닥근처에 모이게 되므로 냉기를 느린 속도로 공급하는 것이 효과적이다. 노즐을 통하여 냉풍이 직접 인체에 도달하기 때문에 취출속도를 충분히 감소시키지 않

는다면 콜드드레프트 현상이 발생한다.

• 동절기

전공기식 난방방식일 경우 난방공기는 항상 위로 상승하기 때문에 확실한 난방효과를 얻을 수 없다. 온풍의 도달거리를 고려할 때, 난방취출기류가 인체에 도달하기 전에 온풍상승이 이루어 진다면 난방효과를 얻을 수 없을 것이다.

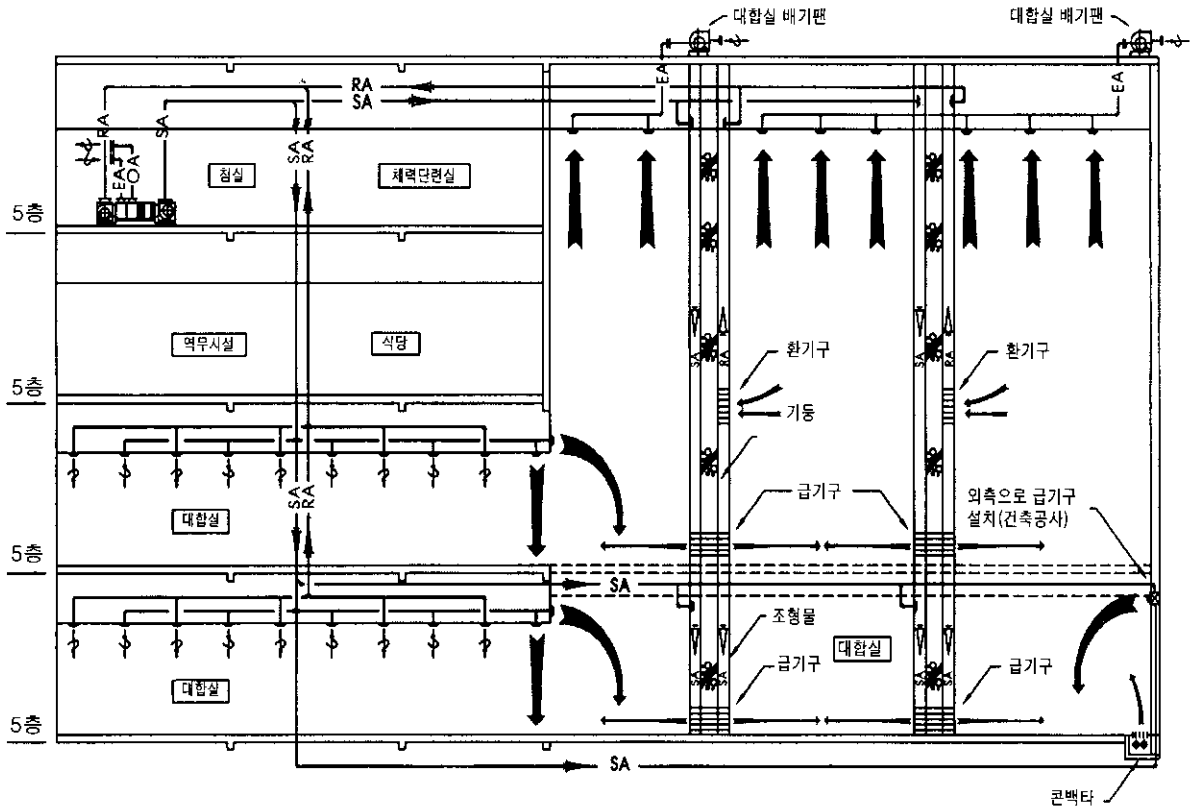
시뮬레이션 계획

설계단계에서는 실측이 불가능하므로, 대공간의 온열환경 해석을 위하여 빈번히 이용되고 있는 방법중 하나인 CFD (computational fluid dynamics ; 전산유체역학) 해석 프로그램을 이용하여 시스템의 타당성 검증을 하였다. 특히 대합실에 적용된 저속치환기구 및 디퓨저 설계의 타당성을 검증하

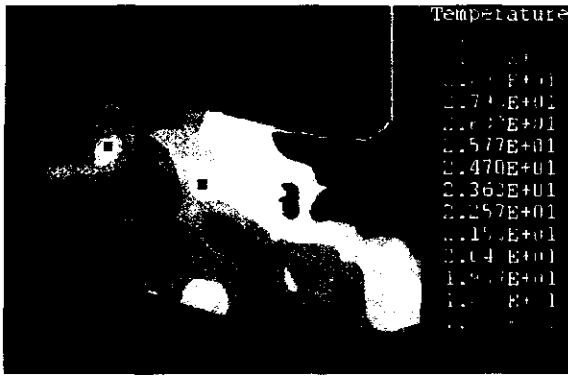


〈표 3〉 디퓨저 배치 및 취출풍량 계획

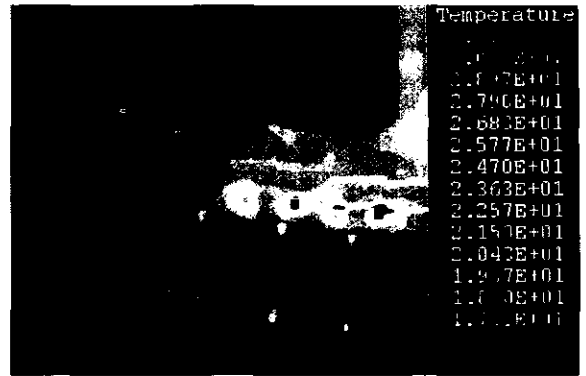
층	디퓨저	풍량 (CMH)	형상 및 수량
2층	저속치환	32,000	8,000 CMH × 4개
	유리창→중양출	64,800	고속노즐 5,400 CMH × 12개
	2층천장→중양출	16,200	고속노즐 5,400 CMH × 3개
	2층천장취출	20,000	선형디퓨저
	2층천장흡입	40,000	선형디퓨저
3층	저속치환	16,000	8,000 CMH × 2개
	3층천장→대합실	32,400	고속노즐 5,400 CMH × 6개
	3층천장취출	7,500	선형디퓨저
	3층천장흡입	20,000	선형디퓨저
천장 배기		60,000	



[그림 3] 공조방식 개요도



[그림 4] 평면온도분포 - 1.5 m



[그림 5] 평면온도분포 - 6 m

고 필요시 설계변경을 위한 자료로 활용하기 위하여 실시되었다. 시뮬레이션은 CFD해석 프로그램 PHOENICS Version 3.1을 이용하였다.

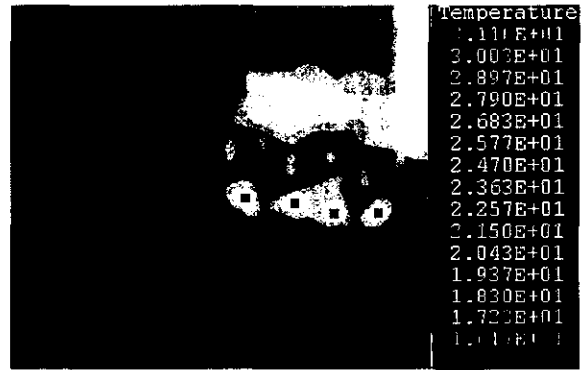
본 대합실은 혼잡지역으로 인체 발열량이 많아, 특히 여름철 온도 제어가 가장 중요한 공간이라고 할 수 있다. 따라서 시뮬레이션은 여름철 조건으로 실시하였으며 결과 분석에 있어서도 온도를 위주로 하였다.

대합실은 대공간이고 구조도 비교적 복잡하므로 경계조건 생성 및 계산 수렴에 어려움이 따른다. 따라서, 이를 보다 용이하게 하기 위하여 좌우대칭 형태인 역사의 좌측 부분만을 대상으로 시뮬레이션을 행하였다.

- 시뮬레이션을 위한 경계조건의 생성
 - 그림 1은 PHOENICS의 VR EDITOR를 이용하여, 대상 건물을 수렴에 유리하도록 간소화하면서도 가능한 한 실제와 가깝게 묘사한 것이다.
 - 그림 2는 계산 셀의 분포를 나타낸 것으로 X축 98개, Y축 153개, Z축 17개, 합계 254,898개의 셀로 구성되어 있다.

시뮬레이션 분석 및 결과

- 분석



[그림 6] 평면온도분포 - 7.5 m

- 1.5m 평면 온도 분포

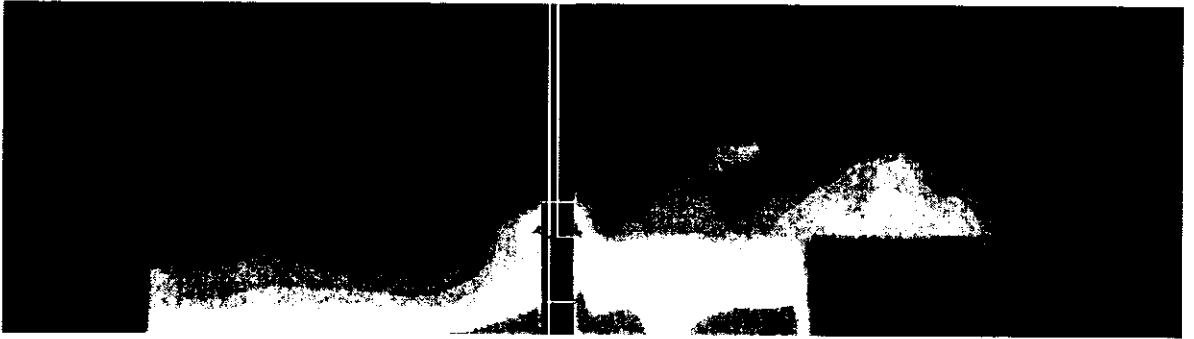
2층 호흡기 높이의 온도분포는 2차 시뮬레이션의 결과와 유사하다. 측면벽에 근접한 부분을 제외하고는 그림 4와 같이 19~27℃로 양호한 온도분포를 나타내고 있다.

- 6m 평면 온도 분포

3층 대합실 바닥의 온도분포는 2층과 마찬가지로 중앙홀에 노출된 가장자리를 제외하고는 그림 5와 같이 22~27℃의 매우 양호한 온도분포를 보이고 있다.

- 7.5m 평면 온도 분포

3층 대합실의 호흡기 높이인 7.5m에서의 온도분포는 그림 6과 같다. 가장자리를 제외하고는 26



[그림 7] 입면온도분포 - 저속 치환기구 설치부

~28℃의 온도분포를 나타내어 환경이 많이 개선된 것을 알 수 있다. 더구나 본 시뮬레이션은 여름철에 직사광선이 유리창을 여과없이 통과하는 것을 가정하여 수행되었으므로, 실제로 적용시에는 보다 좋은 환경을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

• 입면온도분포

그림 7은 저속치환기구 설치부의 입면온도분포를 나타낸 것으로, 온도패턴이 양호함을 알 수 있다.

역을 제외하고는 20~27℃ 범위에 속하여 양호한 온도분포를 이루고 있음을 알 수 있다. 일부 존에서 29℃ 가까이 온도가 상승하는 부분도 있지만, 직사광선의 직접 유입 및 완전밀폐를 가정하여 시뮬레이션을 실시하였으므로, 실제 적용시에는 이보다 양호한 결과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. ㉔

결론

역사 대합실의 여름철 온도분포 시뮬레이션을 실행한 결과 최적의 설계안을 도출하였다. 일부 구