

스포츠시설의 공기조화

개인의 건강 증진 및 스포츠 관람을 통한 여가 선용이 늘어나는 최근의 경향에 따라 스포츠시설이 증가하고 있다. 본고에서는 스포츠시설의 공기조화설비를 설계할 때 염두에 두어야 할 기본적인 개념을 소개한다.

이 철 구

소득수준 및 생활수준의 향상과 더불어 개인의 건강 증진 및 스포츠 관람을 통한 여가 선용에 보다 많은 관심을 기울이게 되면서 스포츠시설이 늘어나고 있다. 종래의 스포츠시설은 「체력 연마」라고 하는 주 목적하에 공조설비와는 별 관계가 없거나 또는 필요최소한의 설비만 갖추고 운영하는 것이 일반적이었으나, 최근에는 쾌적하면서도 운동의 효과를 증진시켜 주는 환경을 확보하는 방향으로 스포츠시설의 환경을 구성하고 있다. 본고에서는 보다 건강하고 보다 쾌적하게 운동 또는 관람을 할 수 있는 스포츠시설의 공기조화에 대해 그 기본적인 개념을 언급하고자 한다.

스포츠시설에는 시설 내에 수영장이 주요 시설 중의 하나로 계획되어지는 경우가 있는데 수영장은 그 자체가 하나의 테마로 삼아야 할 정도로 심도있는 접근이 필요한 관계로 본고에서는 생략하기로 한다.

설계 온습도조건

스포츠시설의 공조 및 환기설비를 계획할 때에는 대상으로 하는 공간에서 이루어지는 운동의 특성과 그 공간의 건축적 조건에 따른 열적 특성을 면밀히 검토해야 한다. 콘크리트 등으로 폐쇄되어 있는 공간과, 자연광을 활용하기 위하여 빛의 투과성이 좋은 재료를 적극적으로 도입한 공간과는 당연히 실의 열적 특성은 다르게 된다.

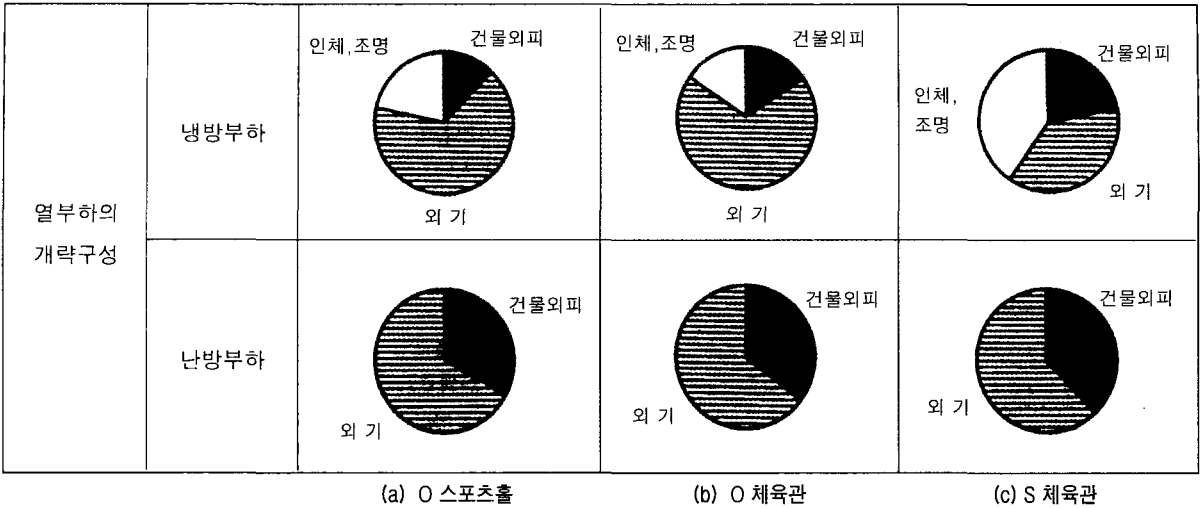
일반적인 스포츠시설에서 갖추고 있는 실 용도 중 운동에 관련된 것으로 수영장을 제외하고는 대형경기장, 헬스, 에어로빅, 스쿼시, 볼링, 배드민턴 이 있는데 각 용도별로 별도의 실내공기 조건으로 설계를 행하고 있지는 않다.

일반적으로는 각 실 공히 여름철에는 건구온도 25~28℃, 상대습도 50~65%를, 겨울철에는 건구온도 16~22℃, 상대습도 50%를 채택하고 있다. 다만, 대형경기장의 경우 높은 층고로 인한 실내 상하온도차를 고려하여 난방의 경우 다른 용도의 실보다는 낮은 온도인 13~18℃를 적용하기도 한다.

부하특성

부하요소

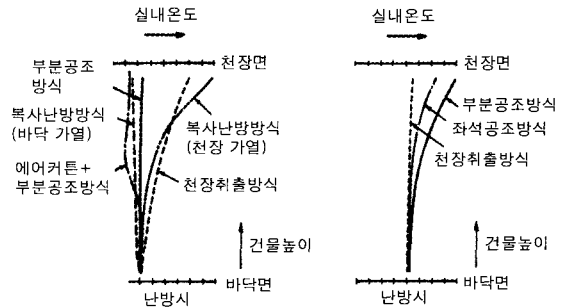
스포츠시설에서의 공조 및 환기설비의 목적은, 경기자 및 관중 또는 개인의 체력 향상을 위하여 직접 운동을 하고 있는 이용자 들에게 쾌적하고도 안전한 환경을 제공하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 스포츠시설의 부하에 영향을 미치는 요소 들을 명확히 파악할 필요가 있다. 일본의 3개 체육시설을 대상으로 조사한 부하 구성의 예를 그림 1에 나타낸다. 그림 1에서 알 수 있듯이 3개 스포츠시설의 난방부하 구성은 대략 동일한 형태를 나타내고 있으나 냉방부하 구성에서는 (c)체육관의 인체·조명부하 구성비율이 다른 2개 체육관에 비해서 큰 값을 나타내고 있다. 스포츠시설의 부하에는 시설의 종류·건물의 구조·단열성 등과 같은 건물 그 자체에 의해 결정되는 것과, 시설 내에서 이루어지는 운동의 종류, 관객 수용 능력과 같은 요소 들이 있으므로 초기 설비계획시 건물의 건축적 내용과 실별 사용 용도를 명확히 파악하면서 이들을 복합적으로 고려하여 부하를 예측해야 한다.



[그림 1] 열부하의 개략 구성

상하온도분포

헬스, 에어로빅, 스쿼시와 같이 천장고가 일반적인 실과 비슷한 경우에는 실내 상하온도차에 대해 크게 고려할 필요가 없지만, 대형경기장과 같은 대공간에서는 에너지 낭비적 요소를 차단하기 위한 여러 가지 고려가 필요하다. 특히 난방시에 상하온도차가 크게 되므로 이를 경감하기 위해 바닥면 및 외벽면 등의 단열성을 향상시킬 필요가 있다. 대공간에서의 상하온도분포는 설비시스템에 따라 서로 다르게 되므로 시스템을 선정할 때 이 점을 충분히 고려해야 한다. 난방 시스템의 종류에 따른 상하온도분포에 대해서는 기존의 여러 문헌에 잘 나타나 있으나 그림 2에서는 냉방을 포함한 공기조화방식의 종류에 따른 대공간에서의 상하온도분포를 나타낸다. 그림 2에서 부분공조방식이라 하는 것은 대공간에서 특히 고려되는 것으로 거주역 공조방식이라고도 한다. 즉, 대공간에서는 거주자가 거주하는 공간이 일부에 지나지 않기 때문에 그 거주역에 한해서 공조를 하면서 에너지절약을 도모한다는 의미이다. 또 좌석공조방식이란 좌석 부분에서 공조공기를 공급하는 방식으로 공조 풍량의 증가를 억제하는 효과가 있어 이 역시 대공간에 적합한 공조방식 중의 하나이다. 그림 3에 좌석공조방식의 예를 나타낸다.

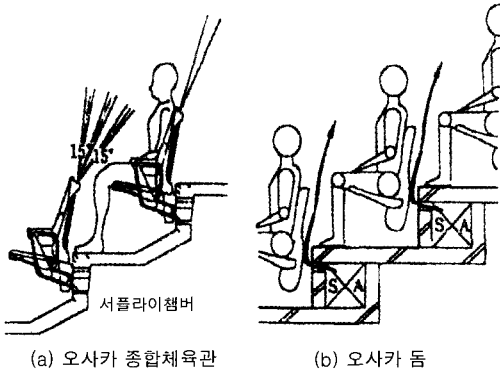


[그림 2] 대공간에서의 각 공조방식별 상하온도분포

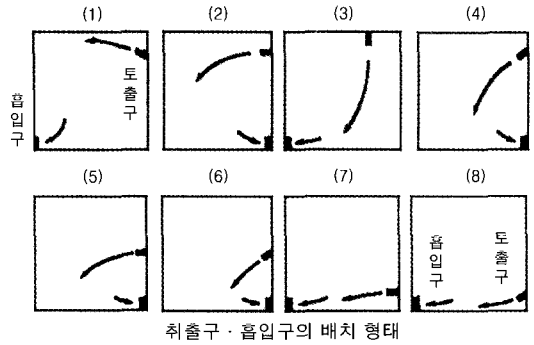
대형경기장의 경우 건물 사용시간은 짧지만 건물의 열용량은 상대적으로 크므로 특히 난방시에는 축열부하를 충분히 고려하는 것이 중요하다. 이 점을 고려하여 열응답특성이 좋은 내장재를 선정하는 것도 에너지절약을 위한 하나의 방법이 될 수 있다.

취출구·흡입구의 위치 선정

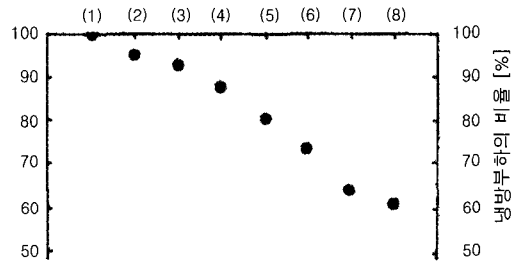
냉방의 일반적인 방법으로 냉풍에 의한 냉방을 들 수 있는데 이러한 경우에는 그림 4와 같이 취출구와 흡입구의



[그림 3] 좌석공조방식의 예



취출구 · 흡입구의 배치 형태



[그림 4] 취출구 · 흡입구 배치별 냉방부하 비율

위치에 따라 부하가 상당히 차이가 나는 점을 고려해야 한다. 물론, 궁극적으로는 대공간에서의 난방특성 및 냉방특성을 고려하면서 초기투자비와 운전비 양면에서 최적의 시스템을 선정해야 함은 언급할 필요가 없다.

국내에는 아직 준공 예가 없지만 돐 경기장이 일부 외국에서는 증가하고 있는 추세이다. 이중막(膜)구조와 같이 얇은 재료로 지붕이 구성되고 있는 경우에는 태양열에 의해 막의 표면온도가 50~60℃ 정도까지 상승할 수 있다고 일컬어지고 있다. 막 표면온도의 상승이 실내 경기자 및 관람자의 열적 감각에 미치는 영향은 상당히 커서 자칫 열적으로 불쾌한 환경이 될 위험성이 있다. 이러한 경우에는 천장면의 온도를 낮출 수 있는 방법을 고려해야 하며 부하 설정시에도 이러한 복사열에 대응할 수 있도록 해야 한다. 역으로 겨울에는 태양열에 의해 막 표면온도가 상승하고 또 일사가 실내로 들어와 난방부하 감각에 상당히 도움이 되지만 눈으로 인해 표면온도 상승과 일사의 진입이 어려운 경우를 대비해 지붕에 쌓인 눈을 제거할 수 있는 시스템을 갖출 필요도 있다.

요구되는 건축계획

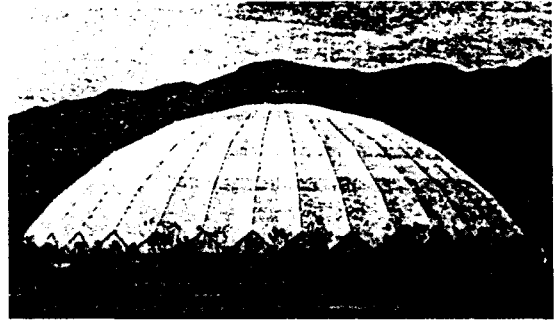
위에서도 언급했듯이 스포츠시설을 구성하는 지붕·벽체 등의 단열성은 난방 및 냉방시 필요한 에너지 사용량은 물론 실내에서 발생하는 콜드드래프트(cold draft)와 결로에도 큰 영향을 미친다. 이 점을 고려하여 전문가들은 특히



[그림 5] 대형 회전팬 설치 모습

지붕의 경우 열관류율을 $2.3W/m^2K$ ($2.0kcal/m^2h^{\circ}C$) 이하로 할 것을 권장하고 있다.

또한, 대공간의 경우 높은 천장이 연돌효과(煙突效果)를 조장하는 하나의 요인이 되어 출입구 등을 통해 들어오는 틈새바람의 양이 상당하게 된다. 이는 물론 겨울철 실내 거주환경을 악화시키는 큰 요인이 되므로, ①회전문 설치, ②충분한 간격을 두고 이중문 설치, ③건물의 기밀성 유지와 같이 틈새바람을 최소화시킬 수 있는 건축적 고려가 요구되어진다. 그림 5에 대형 회전문의 모습을 나타낸다



[그림 6] 이즈모 돔

취출구와 흡입구의 설치계획

취출구

대공간의 경우 냉온풍을 취출구에서 방사하면서 긴 도달 거리를 확보하기 위하여 취출구의 종류로 노즐을 채택하는 경우가 있다. 이 경우 배드민턴이나 탁구와 같이 가벼운 공을 사용하는 경기가 열릴 경우에는 거주역에서의 풍속이 일정치를 넘지 않도록 고려해야 한다. 가능하다면 컴퓨터 시뮬레이션 등에 의해 실내 기류분포를 확인할 필요가 있다. 또, 건물의 부하특성에 따라서는 냉방시와 난방시 필요한 풍량이 크게 달라질 수 있으므로 이 때는 기류의 취출방향 변경, 취출구 개수의 변경 등을 통해 실내 기류분포에 나쁜 영향을 미치지 않도록 해야 한다.



[그림 7] 환기용 루버

흡입구

일반적인 건물에서 흡입구의 위치는 취출구와 아주 가까이에만 있지 않으면 큰 문제는 발생하지 않으며, 스포츠시설에서도 대형경기장 부분을 제외하 나머지 공간에서는 흡입구의 위치를 일반적인 건물과 동일하게 생각해도 무방하다. 그러나, 대형경기장과 같은 대공간에서는 흡입구의 위치와 흡입풍량이 거주 환경의 질을 크게 좌우하므로 취출구와의 위치 관계를 충분히 고려해서 실내 기류분포가 급적 균등하게 이루어지도록 해야 한다.

환기계획

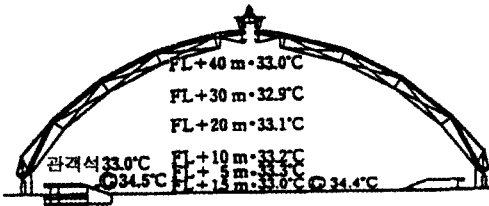
실내에서 발생하는 오염물질을 제거하기 위하여 기계설비에 의한 환기계획은 불가피하지만, 건물이 위치하고 있

는 지형적 특성에 따라 자연의 바람을 유효하게 활용하여 오염물질 제거 목적으로서 뿐 아니라 냉방효과까지 고려한 환기계획 또한 생각할 수 있다. 일본의 공기조화위생공학회 잡지에 수록되었던 자연환기를 이용한 공조계획의 한 예를 소개한다.

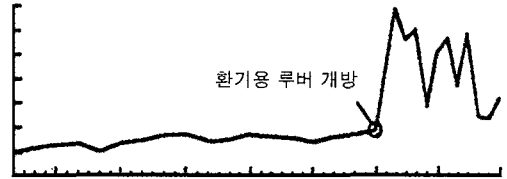
자연에너지를 이용한 환기계획의 예

일본 出雲(이즈모)시에서 건설한 직경 140m, 유효높이 45m로 연식야구가 가능한 이즈모 돔(그림 6)은 자연에너지를 최대한 이용한다는 기본개념 하에 설계가 이루어졌는데 그 일환으로서 자연환기에 의해 여름철 실내온열환경을 형성하고 있다.

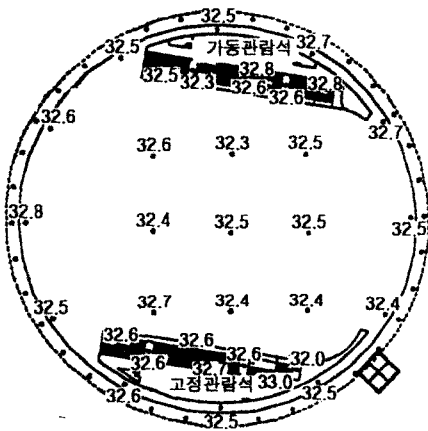
이곳에서는 돔의 외벽 전체에 걸쳐 설치한 높이 6m의 환기용 루버(그림 7)와 돔의 최상부에 설치한 모니터에 의



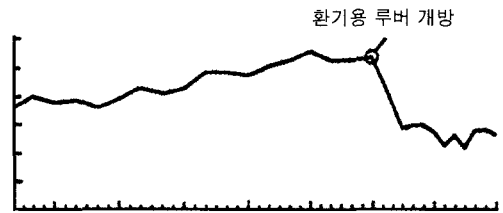
(a) 상하온도분포



(a) 풍속변화



(b) 수평온도분포 (측정위치 : 바닥위 1m)



(b) 온도변화

[그림 9] 환기용 루버 개방 이전과 이후의 그라운드 풍속과 온도변화

[그림 8] 자연환기시의 실내온도분포

해 자연환기를 행하고 있다. 그림 8에 여름철 자연환기시의 온도분포를 나타낸다. 맑은 날 측정하여 일사량이 많았음에도 불구하고 실내 공기온도는 관객석이나 그라운드에서 외기온도와 거의 가까운 값을 나타내었다. 또 상하 및 수평 온도분포도 거의 일정하였다.

그림 9에는 환기용 루버를 개방하기 전과 개방 후의 실

내 그라운드의 풍속 및 공기온도의 변화를 나타내고 있다. 측정시 외기온도는 약 30°C였는데, 환기용 루버를 개방하기 직전에는 외기온도에 비해 3.5°C 이상 높은 온도를 나타내고 있었으나 루버를 개방하여 자연환기를 행한 결과 30.5°C까지 떨어져 외기온도와는 불과 0.5°C 정도의 차이만 나타내었다. 단지 자연환기만으로 실내 공기온도가 3°C 가량 떨어졌다는 것은 그만큼 냉방부하가 감소되므로 냉방을 위한 에너지절약에 큰 역할을 하고 있다는 것을 의미한다. ㉔