AUDITORIUM의 공조설비 시스템

HVAC System of Auditorium

김 성 천
S. C. Kim
선진설비연구소

많은 관객이 모여 연극, 영화, 음악감상, 집회 등을 하기위한 건축물 내의 공간을 일반적으로 Auditorium(여기서는 다목적 HALL이라고 한다)이라고 한다.

외국에서는 오페라 하우스, 음악 HALL 등 그 전문성이 뚜렷하지만 우리나라에서는 아직까지 연극, 영화, 연주, 공연, 집회 등 다목적으로 사용할 수 있는 HALL이 대부분이다. 최근에는 각 지방 도시마다 문화회관을 건설하고 있으나 이것도 대부분 다목적 HALL이다. 특히 지방인 경우에는 사용빈도가 적으므로 열원 시스템에서 전력 사용을 가능한 줄여 전기 기본요금을 줄여 주는 것이 바람직하다. 일반적으로 HALL 건축은 실내가 쾌적하고, 무대가 잘 보이고 소리가 잘 들려야 하므로 설비는 기계 및 디퓨져의 소음을 없애고, 쾌적한 실내를 유지하도록 하여야 한다.

1. HALL 건축의 열적 특성

건물의 특성상 HALL은 실내가 대공간으로 구성되며, 때로는 같은 공간내에 2층 또는 3층까지가 단일공간으로 되어 있으며 바닥면도 수평이 아닌 거주공간을 균일한 온도로 유지해야 하는 어려움이 있다. 또한 대공간 건축에서 외기에 면한 부분은 cold draft에 의한 氣流가 발생하게 된다. 일반적으로 HALL의 3面은 복도, 대기실 등으로 에워싸여 있으나, 높은 무대는 외기에 노출되어 있으므로 겨울에는 열손실이 많아 무대 외벽면에 call draft가 발생하여 냉기류가 무대앞 객석으로 이동하게 되고 객석 윗부분의 공기가 무대 윗쪽으로 흡입되어 진다(그림 1 참조).

따라서 무대 앞에 있는 장막(curtain)이 그림 2와 같이 S자에 가깝게 휘어지게 된다. 또한 2층 또는 3층의 뒷부분에 더운 공기가 모이게 되어 그 부분의 관객에게 불쾌감을

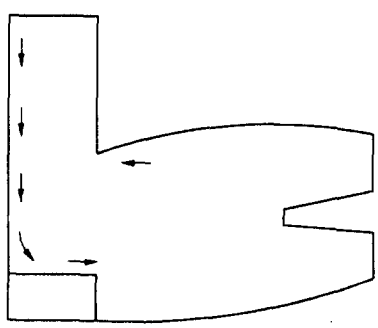

그림 1

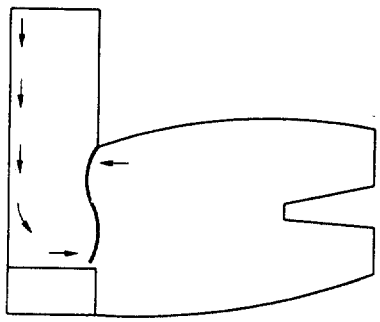

그림 2

주게된다. 그리고 많은 사람의 이동이 짧은 시간에 이루어지기 때문에 대공간이지만 열적으로는 응답성이 빨라야 하는 어려움이 있다.

2. HALL 공조의 특성

공조계획시 고려할 사항은 HALL의 성격, 건축주의 의도, 환경조건 등에 따라 중점사항이 달라져야 하나 공통적으로 나타나는 공조계획과 공조설비의 특성은 다음과 같다.

2.1 공조 계획의 특성

- 많은 사람이 모여 있으므로 방재상, 다른 건물보다 더 많은 배려가 있어야 한다. 특히, 건물의 층간 구획을 확실히 하기 위하여 닥트 시스템도 이에 대응하여야 한다.
- 창이 없고 외벽부하가 작으므로, 내부발열에 따라 공조부하의 영향이 크며, 다수인의 출입이 빈번하므로 단시간에 부하변동이 크다.
- 실내 용적이 크고, 단위시간의 부하변동이 크므로 제어의 응답지연이 발생하기 쉽다.
- 천정고가 높고 상승기류의 영향을 받기 쉬우므로 실내온도의 상하차가 나타나기 쉽다.
- 단위면적당의 취출풍량을 많이 필요하는 반면, 소음이나 진동에 대한 정숙도가 요구된다.
- 외부로부터의 출입이 빈번하므로 먼지 유입량이 많고, 더욱이 인원밀도가 높으므로 공기의 청정도가 떨어지기 쉽다.
- 외기량을 많이 필요로 하며, 더욱이 내부발열이 크므로 공조기의 사양이 일반적인 것과는 다르게 된다.
- 최근의 HALL은 많은 기계장치가 설치되어 있고 연출내용에 따라 조명, 기기류의 발열 부하가 달라진다.
- 내부의 실내 디자인이 중요시되고 또한 정숙해야 되므로 취출구 및 흡입구의 모양과 위치를 충분히 협의해야 한다.
- 상업성이 높은 빌딩에 있어서는 공간효율이 중요시되며, 특히 객석과 동일한 바닥에는 유효한 공간을 취할 필요가 있으며 그 상부에는 비교적 여유가 나타난다.

2.2 공조설비의 특성

HALL공조 설비의 특성 및 설계시 고려하여야 할 주요 설계조건은 다음의 표1과 같다.

2.3 공조환경의 유지

HALL 내부의 양호한 공조환경을 창조하기 위해서는 HALL의 사용조건, 형상이나 의장성 등의 건축적인 조건과 그중에 발생하는 공조부하나 풍량 등 다음과 같은 설비적 조건을 잘 파악하여야 한다.

(1) 정숙성의 확보

쾌적한 공조환경도 중요하나 정숙성은 사용자 측면에서 말할 필요없이 중요한 사항이며 특히 무대부분의 부근에서 발생하기 쉬운 기류소음에 있다. 공조소음의 주된 원인과 대책이 고려되어야 한다.

① 공조소음의 주된 원인

· 공조기 자체의 소음이 HALL 벽을 관

표 1 HALL 공조설비의 설계 조건

평가항목	HALL의 특성, 조건	목표 기준	설계의 포인트
음 · 진동	정숙성이 높다	NC－30 以下	공조기 덕트, 취출구로부터의 소음
온습도	용적이 크다. 부하변동이 크다.	여름 26℃ 55% 겨울 20℃ 45%	제어의 응답이 늦고 상하의 온도차에 주의
기 류	천정이 높다. 풍량이 많다.	0.1～0.3m/s	기류의 도달거리 취출구와 흡입구의 성능 등
청정도	분진이 많이 발생 인구밀도 높다.	분진량 0.1mg 이하 CO_2 1,000ppm이하	순환풍량 air filter 외기 도입량
안전성	많은 사람이 재실 천정등에서 기구의 낙하될 위험등	화재 · 지진 등에 안전해야 한다.	천정 속의 duct, 배관 및 취출구, 흡입구의 확실한 지지
성 에너지	사람의 출입이 빈번 외기도입량이 크다. 인체 발열량이 크다.	외기부하를 줄인다. 부하를 평준화 시킨다.	전열 교환기, 외기냉방 열회수, VAV 등
공간 특성	층고 · 천정고가 높다.	효율적인 공간이용	입체적인 공간이용
의장성	interior design 중시	total design 도출	취출구, 흡입구의 위치 design

통하여 전달

· 공조기의 음이 닥트를 통하여 취출구 및 흡입구에서 발생

· 닥트내에서 발생한 소음이 취출구등에서 발생

· 취출구 및 흡입구 소음

· 공조기, 닥트 등의 진동음이 벽이나 천정재를 경유하여 발생

② 대책

· 공조실 위치를 건축계획 단계부터 검토하여 결정

· 공조기와 취출구 사이의 닥트에 소음장치 부착

· 닥트내의 풍속을 낮춘다.

· 취출구에 풍속을 높지않게 하고 nozzle 등 저소음형의 취출구를 선정한다.

· 공조기, 닥트 등이 건물구조체에 접한 부분에는 방진재 설치

· return grille 등 흡입구에서는 面風速을 줄인다.

(2) 氣流의 제어

기류를 구성하는 요인은 HALL의 단면형상과 내부에서 발생하는 부하분포에 있다. 단면적 특징인 HALL부분이 천정이 높은 단일 공간이기 때문에 상하에서의 실내 온도차가 발생하기 쉽고 동시에 평면적으로 공기의 확산이 용이함을 의미한다. 공조 계획상에는 특히 취출공기의 도달거리와 DRAFT의 관계에 대하여 배려가 필요하다.

특히, 여름과 겨울의 취출온도가 현저하게 달라지는 것이 대공간 공조의 특성이다. 따라서 이를 해결하기 위해서 취출구의 특성을 잘 검토함과 동시에 전체의 공기의 흐름을 위로부터 아래로 당기는 경우에 취출구와 흡입구의 배치가 조화를 이루어야 한다. 여름에는 노출이 심한 의복을 입고 계속 정좌해 있어야 하므로 특히 cold draft가 발생하지 않게 취출구는 공기를 잘 확산시키는 형태가 되어야 할 것이다.

영화관의 경우에는 부하요소의 대부분이

사람의 발열에 따르므로 평면적으로 균일하지만, 극장이나 HALL은 무대를 위한 각종 장치, 조명 등으로부터의 발열이 냉방부하로 집중되므로 부하가 균일하지가 않다. 따라서 무대부에 부하가 집중하므로 이부분에 풍량을 증가시켜야 하나 무대부에 현저한 기류를 발생시키면 장막과 연출 등에 영향을 주므로 주의를 요한다. 더욱 무대부는 무대장치 때문에 특히 천정이 높게되므로 벽면의 단열과 기류에 고려를 요한다. 즉 외기에 노출된 무대 외벽에서 발생하는 cold draft를 방지하기 위해서는 외벽아래에 방열기 등을 사용하여 냉기류를 막아야 한다.

(3) 취출구 및 흡입구

취출구 및 흡입구의 위치는 다양하게 선정될 수 있으나 바닥면 근처에서 취출할 경우에는 의자의 지지대속이나 의자의 등받이 속에서 노즐을 통하여 취출하여 2차 공기를 유인하는 형식이 고려될 수도 있다. 흡입은 바닥면의 밑을 환기챔버로 하거나 닥트로 연결하며 흡입구는 머쉬룸(mushroom type air inlet)이나 계단의 단을 이용하여 그릴형의 흡입구를 사용할 수도 있다.

(4) 공조닥트 시스템 계획

① 무대부

대공간에서 불필요한 기류의 발생을 제어하는 최상의 방법은 무대와 객석을 동일한 온도로 제어하는 것이나 무대 열부하를 정량적으로 계산하면 매우 큰 용량이 된다. 이와 같은 큰 용량을 무대부에 취출하면 부속물들이 움직이게 되므로 무대부의 환기 횟수는 1~2회/hr 정도가 되도록 하고 무대측면에 닥트를 설치하여 아래 방향으로 취출하여 부속물의 움직임을 방지하는 것이 바람직하다.

② 객석부분

객석부분의 닥트 시스템은 상부취출 측면흡입, 상부 및 측면취출 측면흡입 등의 여러 방식이 있을 수 있으나 냉난방시의 기류의 흐름 상태가 다르므로 냉방시에는 그림 3, 난방시에는 그림 4와 같이 역으로 흐르도록

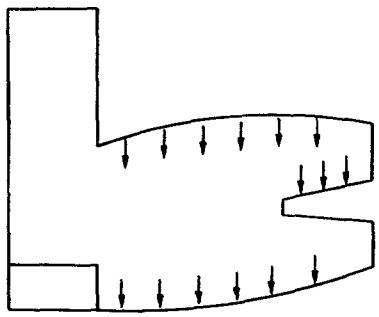

그림 3

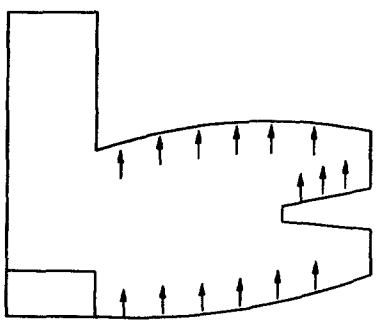

그림 4

구성하는 것도 고려할 수 있다. 이때 바닥에 설치되는 취출구측은 흡입구는 계단 등의 필요개소에 균등하게 설치되며 주 닥트는 객석의 계단 하부의 공간을 이용하여 설치한다.

③ 보조난방기구 설치

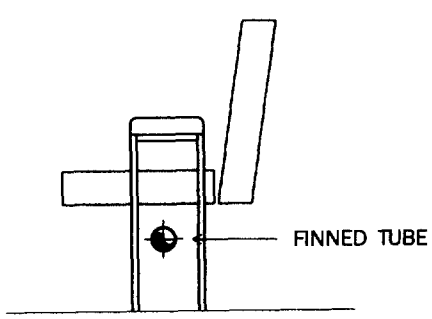

그림 5

겨울철 바닥의 cold draft를 방지하고 쾌적 환경을 유지하기 위하여 그림 5와 같이 의자 밑에 난방용 finned tube convector를 설치하는 방안 등으로 쾌적환경이 유지될 수 있도록 한다. 이때에는 반드시 저온수를 사용하여야 하고, 증기나 고온수를 사용하게 되면 너무 고온이 되어 불쾌감을 주게되고 또한 배관의 급격한 팽창 수축으로 소음이 발생하게 된다.

3. 熱源 system 계획

HALL이라 해서 특별한 熱源 시스템을 요하는 것은 아니고 부하나 2차측의 특성에 따라서 최적 시스템을 선정한다. 많은 사람이 모여 있으므로 안전성이 높아야하고 부하 peak가 일반적인 것보다 커지므로 설비용량을 낮출 수 있는 시스템(축열조 등)을 고려하여야 한다. HALL이외의 용도와 같이 있는 복합 건물일 경우에는 공조부하의 패턴, 사용 시간대 등을 고려하여 시스템을 구성하여야 한다. 외기부하가 많은 비율을 차지함에 따른 열회수 장치나 기기발열의 효율적 배기에 의한 냉동기 용량 삭감이 고려될 수 있고 간헐운전에 따른 예냉·예열에 장시간이 소요됨을 고려하여야 한다.

4. 소음 방지 계획

HALL의 허용 소음치는 NC 30~20정도이며 NC20정도를 요구하는 콘서트 HALL과 같은 경우에는 다음 항목을 중점적으로 검토하여 건축계획시부터 고려하여야 한다.

(1) 공조기계실

- 공조기계실은 홀·스튜디오 등과 충분한 거리를 갖고 격리시킬 것.
- 기계실벽은 콘크리트로 할 것.
- 기계실내는 흡음처리를 할 것.
- 개구부는 차음을 고려할 것.

(2) 송풍기의 선정

송풍기는 성능이 좋은 것으로 하고, 운전이 조용한 송풍기를 선정할 것.

(3) 덕트의 배치

- 흡음덕트를 충분히 이용할 수 있도록 계획할 것.
- 차음이 불충분한 덕트는 회의실등 정숙을 필요로 하는 실의 천장내부나 벽내부를 통하지 않도록 계획할 것.
- 원칙적으로 차음벽구조를 관통하지 않을 것.

(4) 기기덕트의 차음·방진

- 회전기계는 방진고무, 금속스프링 등으로 防振支持를 할 것.
- 송풍기는 가능한 흡음챔버에 수납할 것.
- 필요한 경우에는 공조기계실의 덕트외측을 차음할 것.
- 공조기계실의 덕트 및 파이프는 방진할 것.
- 덕트의 주요벽 관통부는 방진할 것.

(5) 취출구 및 흡입구에서의 소음

- 객석과 가까운 위치의 취출구의 취출속도는 일반적으로 3m/s 이하가 바람직하며 return grille과 같은 취입구의 면속풍은 1m/s 이하가 바람직하다.
- 덕트내 풍속은 모든 장소에서 6~7m이하가 바람직하다.

(6) 흡음덕트의 구조·배치

원칙적으로 기계실등에는 3개정도, 음악홀·스튜디오에는 해당실의 천장속에 3개정도, 사무실, 회의실 등에는 천장에 1개 정도의 직각흡음엘보를 배치한다.

(7) 덕트 스페이스

- 덕트스페이스의 벽은 콘크리트구조로 할 것.
- 덕트스페이스는 흡음 처리를 행할 것.

(8) 쿨링타워

홀·스튜디오 등으로부터 가능한 한 떨어진 곳에 설치할 것.

끝으로 향후의 Auditorium 건축은 기존의 단독 건물이 아닌 복합건물이 될 가능성이 높을 것으로 추측된다. 즉 한 건물에 다

수의 영화관이 있어 한 가족이 노소의 취향에 따라 관람한 후 외식 및 쇼핑이 가능한 복합 건물이 도심과 떨어진 곳에 건축될 것으로 예측되어 진다. 따라서 열부하의 peak는 주말이 될 것이며 또한 복합 건물이므로 관람석의 1층 바닥도 그리 춥지 않을 것으로 생각되어 진다.