

CHAPTER 6

EDUCATIONAL FACILITIES

| | |
|--------------------------------------|----|
| General Considerations | 75 |
| Design Considerations | 76 |
| Energy Considerations | 80 |
| Equipment and System Selection | 81 |

6장에는 교육시설물에 난방설비, 환기 설비, 공기조화설비를 적용할 때 고려해야하는 요소와 기술적 · 환경적 요소들에 관해 다루고 있다. 본장에서 다루어지는 HVAC시스템에 관한 좀더 자세한 정보는 1992 ASHRAE Handbook-Systems and Equipment를 참조하길 바란다.

GENERAL CONSIDERATIONS

모든 유형의 교육시설물은 쾌적한 교육환경을 제공하기 위하여 효과적으로 조절할 수 있는 환경을 요구한다. 여기에는 조용한 분위기와 쾌적함, 적절한 환기를 위한 난방설비 · 환기설비 · 공기조화시스템 및 각종설비 · 제어방법 등의 선택이 포함된다. 이러한 시스템들은 관리자에 의해 쉽게 관리될 수 있어야 한다.

HVAC시스템의 선정은 시설이 새로 지어지는 것인지 혹은 기존에 있던 것인지, 전체적으로 혹은 부분적으로 리노베이션 되어지는 것인지에 따라서 달라진다. 최소한의 리노베이션을 위해서, 기존의 HVAC시스템은 일반적으로 기존유형과 잘 조화하는 최근의 규범 및 기준을 맞춘 설비로 확장된다. 대대적인 리노베이션이나 건물을 새로 짓는 경우에는 새로운 HVAC시스템이 설치될 수 있다. 어떤 경우에 있어서, 기존시설물에 설치되어있던 낡은 시스템과 장비들은 예산이 허락된다면 건물을 새로 짓는 동안 대체될 수 있다. 기존장비와 분배시스템의 남아있는 사용가능 기간은 반드시 고려되어야한다.

에너지 사용과 그것과 관련된 전생애 비용은 HVAC시스템과 장비를 평가하는데 반드시 고려되어야한다. 새로운 HVAC시스템과 장비를 설치할 때 에너지 분석을 통해 투자비용의 적절한 회수가 보이면 설득력을 가질 수 있다. 엔지니어는 학교운영에 관한 에너지 분석에서 모든 가정들을 주의 깊게 검토해야한다. 침입외기와 부분

부하요소와 같은 측정하기 힘든 특성에 관한 가정들은 에너지 사용량 계산에 커다란 영향을 끼칠 수 있다.

기존시설물들에 대해 고려해야하는 다른 몇 가지 사항들은 다음과 같다. (1) 기존의 중앙식 플랜트가 새로 지어지거나 리노베이션 되어지는 시설의 추가적인 부하를 담당할 수 있는지 없는지. (2) 기존의 장비, 파이프, 제어기 등의 사용연수와 상태. (3) 자본금과 새로운 장비의 운영비용 등이다. 일반적으로 교육시설물들은 매우 한정적인 예산으로 운영되어진다.

시설물이 새로 지어지거나 기존에 시설에 대대적인 리노베이션이 이루어질 때, HVAC장비의 지진에 견딜 수 있는 가새는 반드시 고려되어야한다. 50장을 참고하면 좀더 자세한 내진설계에 대한 정보를 얻을 수 있다. 내진 조항은 토네이도나 허리케인을 대비하기위해 부가적인 가새를 필요로 하는 지역에도 적용된다. 이와 같은 고려사항들은 지역관공서에서 이러한 시설들을 재난시 대피시설로 사용하기로 결정했다면 더욱더 중요해진다.

HVAC장비 유형의 선택은 또한 그 지역의 기후와 운전하는 달수에 영향을 받는다. 예를 들면 덥고 건조한 기후에서는 증발냉각이 가장 기본적인 냉각의 방법이 될 수 있으며, 따라서 이러한 지역에 위치한 학교에서는 공기조화를 하지 않을 수도 있다. 덥고, 습한 기후에서는 공팡이 등을 방지하기 위해 연중계속해서 공기조화기와 제습기를 가동하는 것이 좋다.

HVAC시스템과 장비의 선정에 있어서 일반적으로 고려해야할 마지막 사항은 프로젝트 예산에 관한 문제이다. 앞서 언급했듯이, 대부분의 학교들은 한정된 예산으로 운영하기 때문에 시스템과 장비에 대한 비용 및 사용하는 에너지가 적절히 균형을 이루어야한다. 설치비용 및 에너지 비용을 절약하기위한 어떠한 방법도 HVAC시스템과 장비의 유지비를 절약하기위해 이용될

수 있다.

DESIGN CONSIDERATIONS

교육시설물들에 적용되는 기후조절시스템은 다른 유형의 건물들에 적용된 시스템들과 거의 유사하다. 교육시설물들에 기계적 시스템을 알맞게 적용하기 위해서 설계자는 다양한 시스템의 작동뿐만 아니라 학교의 기능에 대해서도 반드시 이해하고 있어야 한다. 연중 계속되는 학교 프로그램, 성인교육, 야간교실, 사교적 기능들은 이러한 시설물에 계속해서 역할을 요구한다. 이러한 요구사항들을 맞추기 위해서 환경조절시스템은 주의깊게 설계되어야 한다. 재실시에 교실, 강당, 회의실은 불균일한 재실밀도를 지닌다. 체육관, 카페테리아, 실험실, 상점 등은 다양한 재실형태를 지니며, 따라서 환기량 및 필요로 하는 온도치가 다양하다. 많은 수의 학교들인 체육관을 강당이나 지역행사용으로 사용한다. 이처럼 매우 다양하게 이용되는 공간은 시스템의 유연성을 높이는 것이 매우 중요하다.

교육시설물들의 실내 환경을 위해 고려해야 할 사항에는 열손실, 열획득, 습도, 기류, 환기방법, 환기율, 소음, 진동등이 포함된다. 학교내의 여러 공간에 대한 겨울철과 여름철의 설계 건구온도는 [표 1]과 같다. 이러한 값들은 재실자의 쾌적감을 만족시키면서 동시에 에너지 절약도 이를 수 있도록 적용되어야 한다.

소음 수준은 교육시설물의 설계에 있어서 매우 중요하게 고려해야 할 사항중의 하나이다. 일반적으로 적용되는 설계 소음 범위는 [표 2]와 같다. 예산이 허락되고, 기술이 지원된다면 설계시 이러한 범위의 가장 낮은 수치로 적용하는 것이 바람직하다. 좀 더 자세한 정보는 43장의 Sound and Vibration Control을 참고하길 바란다.

적절한 환기는 악취를 제어하며, 호흡기 질환이 퍼지는 것을 방지한다. ASHRAE Standard 62를 보면 교육시설 내 여러 공간에 대한 환기율에 대한 지침이 언급되어 있다.

학교시설에 들어가는 장비들은 안정적이어야 하며, 유지관리에 손이 덜 가야 한다. 장비의 설치위치 또한 중요한 고려사항이 된다. 장비에 좀 더 손쉽게 접근할 수 있을수록, 좀더 신속하게 필요로 하는 서비스가 공급될 수 있다.

표 2 Recommended Winter and Summer Design Dry-Bulb Temperature for Various Spaces Common in Schools^a

| Space | Winter Design, °C | Summer Design, °C |
|--|-------------------|-------------------|
| Laboratories | 22 | 26 ^d |
| Classrooms, auditoriums, libraries, administrative areas, etc. | 22 | 26 |
| Shops | 22 | 26 ^b |
| Locker, shower rooms | 24 ^d | c,d |
| Toilets | 22 | c |
| Storage | 18 | c,d |
| Mechanical rooms | 16 | c |
| Corridors | 20 | 27 ^b |

^a For spaces of high population density and where sensible heat factors are 0.75 or less, lower dry-bulb temperatures will result in generation of less latent heat, which may reduce the need for reheat and thus save energy. Therefore, optimum dry-bulb temperatures should be the subject of detailed design analysis.

^b Frequently not air conditioned

^c Usually not air conditioned

표 3 Typical Ranges of Sound Design Levels

| Space | A-Sound Levels, dB | Desired NC (Noise Criteria) |
|------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Libraries, classrooms | 35 - 45 | 30 - 40 |
| Laboratories, shops | 40 - 50 | 35 - 45 |
| Gyms, Multipurpose corridors | 40 - 55 | 35 - 50 |
| Kitchens | 45 - 55 | 40 - 55 |

^d Provide ventilation for odor control

Controls. 모든 교육시설물들은 가능한 한 제어가 간단해야 하는데, 그 이유는 매우 다양한 사람들이 그 설비를 이용하며, 이해해야 하고, 관리해야 하기 때문이다. 여러 공간의 각기 다른 요구사항들로 인해 개별 제어를 요구하기도 한다. 그러나 각각의 공간이 자급식 유닛 (self-contained unit)을 갖추지 않았다면, 이러한 방법은 보통 실용적이지는 못하다. 많은 시간

동안 유사한 공간의 그룹은 하나의 난방유닛 혹은 냉방유닛의 단 하나의 온도조절기로 제어될 것이다. 함께 조닝된 공간들은 유사한 거주시간대를 지니며, 같은 향을 지니기 때문에 최대 냉방부하가 같은 시간대에 동시에 발생한다.

대부분의 교육시설물들은 야간과 주말에는 사용되어지지 않기 때문에, 나이트셋백¹⁾ · 최적화된 보일러의 사용 · 온수온도 리셋 제어 등이 적용되어야한다. 셋백을 고려할 때, 오전의 예열 · 예냉 제어는 고려되어야 한다. 오전의 예열 뒤, 재실자 및 조명부하로 인한 실내온도상승으로 인해 자동제어는 난방에서 냉방으로 전환되어야 한다.

사람이 직접 조절하거나 프로그래밍으로 조절되는 시간설정은 모든 시스템의 제어에 권장할 만 하다. 이러한 시간 시스템은 손으로 되감기는 스프링 장치를 지니고 있거나 정전시를 대비한 충전기능을 지니고 있어야한다. 좀더 복잡한 시스템들은 전산화 제어를 포함하기도 한다. 전산화 제어는 단순히 오전의 시작과 끝을 제어하는 것 이상으로, 수온을 재설정하며, 냉각장치와 보일러를 최적화시키고, 유지관리에 관한 기록을 할 수 있다. 전산화 관리 시스템에 관한 좀더 자세한 정보는 36장의 Computer Applications를 참고하길 바란다. 또한, 제어에 관한 좀더 자세한 정보는 42장의 Automatic Control을 참고하길 바란다.

Preschools(유치원)

일반적으로 상업적으로 운영되는 유치원은 소유주가 제공하는 설계에 기초한 표준적인 건축배치를 지니고 있다. 여기에는 HVAC시스템과 장비를 포함하기도 한다. 모든 유치원 시설은 조용하고 경제적인 시스템을 요구한다. 모든 장비는 쉽게 운전하고 유지할 수 있어야한다. 바닥면은 따뜻해야하며, 드래프트가 없도록 설계하여야 한다. 아이들은 키가 작고 바닥에 앉아서 놀며, 반면에 선생님들은 키가 크고 아이들 주위를 움

직인다는 점을 고려해야한다. 선생님들은 또한 사무공간을 필요로 하기 때문에 설계자는 이러한 공간은 개별존으로 분리하여 다루는 것을 고려해야한다.

일반적으로 유치원시설은 주중에 운영되며, 주로 아침부터 오후6~7까지 운영된다. 이러한 스케줄은 아이들 부모님의 근무시간과 보통 일치한다. 따라서 HVAC시스템은 하루에 12~14시간 정도 운전되며, 야간이나 주말에는 나이트 셋백을 위해서 on/off되기도 한다.

급기 도입구는 드래프트를 일으키지 않아야 하며, 바닥면의 온도가 24℃를 유지할 수 있도록 위치되어야 한다. 급기 및 환기 배출구 모두 벽을 따라 배치될 수도 있는 가구들에 의해 방해받을 안 된다. 이러한 배출구와 관련해 건축가와 상의하는 것이 필수적이다. 악취의 제거와 질병이 퍼지는 것을 방지하기 위해 적절한 환기는 필수적이다.

전기식 걸레받이형 방열기²⁾와 같은 바닥면 난방장치의 이용은 조심스럽게 도입되어야하며, 반드시 아이들이 난방기의 뜨거운 표면과 전기 기구에 접촉되는 것을 방지해야한다. 또한 바닥부분에서 주로 생활하게 되므로, 바닥면에 장비를 설치하는 것은 바람직하지 못하다.

Elementary Schools(초등학교)

초등학교는 체육관과 카페테리아등과 같은 시설이 추가되는 것을 제외하면, 유치원시설과 거의 유사하다. 일반적으로 이러한 시설들은 아침 7시부터 오후 3시까지 사용된다. 최대 냉방부하는 수업시간이 거의 끝날 때 발생한다. 최대 난방부하는 학생들이 등교하기 시작할 때와 외기가 건물 내로 도입되는 이른 아침에 발생한다. 초등학교에는 다음과 같은 시설물들이 있다.

Classrooms. 각각의 교실은 난방과 환기를 최소화해야한다. 공기조화는 덥고 습한 기후에 위치한 시설들에서는 고려되어야하며, 또한 연중계속해서 사용되거나 예산이 충분하다면 고려할만하다. 습한 기후지역에서, 학교가 운영되는 동안 습기에 의한 해를 방지하기 위해서 감습시스템을 도입하는 것을 고려해야한다. 동절기에 건물

1) 나이트 셋백(night setback) : 동절기에 실내온도가 어느 하한선 이하로 내려가면 난방시스템을 가동하여 실내온도를 하한치 이상으로 유지한다.

*나이트 퍼지(night purge) : 냉동기를 가동하는 시기에 공실기간(야간)중 외기엔탈피가 실내엔탈피보다 상당히 적은 경우에 송풍기를 가동하여 100%외기로서 실내를 냉각시키고 환기엔탈피가 외기엔탈피에 어느 정도 근접하면 송풍기를 정지하여 아침의 초기냉방부하를 감소시킬 수 있다.

2)걸레받이형 방열기(baseboard heater) : 온수나 증기를 열원으로 하는 난방에 사용하는 방열기의 일종. 기구는 컨벡터와 거의 같으나, 실내의 걸레받이 부분에 부착되는 형식으로 되어있다.

의 사용시간 전 예열 후 냉방과 환기를 위한 외기냉방(economizer cooling)³⁾은 고려되어야 한다.

Gymnasiums. 체육관은 정규수업 후에 야간 학습이나, 회의 혹은 다른 기타 기능을 위해서 사용될 수 있다. 또한 단체 활동을 위해서 주말에도 이용될 수 있다. 따라서 이러한 부가적인 사용에 의해 발생하는 부하를 고려하고 최소한의 에너지로 그러한 부분부하를 담당할 수 있도록 공기조화시스템과 장비를 선택하고 용량을 결정하여야 한다. 체육관시설은 독립된 HVAC시스템을 갖추어야 한다.

Administrative Areas. 학교 내의 사무공간은 방과 후에도 이용되기 때문에 개별제어를 하는 것이 바람직하다. 가을에 학기가 시작하기 전에도 사무공간은 사용해야 하기 때문에 이러한 공간에 공기조화시스템은 반드시 고려되어야 한다.

Science Classrooms. 최근에 과학실은 초등학교에 설치되어지고 있다. 학생들이 실험을 하지는 않지만, 선생님이 시연을 하거나 교실 내에 동물들이 있다면 악취가 발생한다. 이러한 조건 하에서는 반드시 적절한 환기를 해주어야 한다. 직접 제어할 수 있는 on/off 스위치를 지닌 배기팬은 우연히 발생하는 극심한 악취를 제거하는데 효과적이다.

Libraries. 가능하다면, 도서관의 공기조화는 소장되어 있는 책이나 기타 물건의 보호를 위해서 공기조화 되어야 한다. 좀더 자세한 정보는 3장의 Commercial and Public Buildings를 참고하길 바란다.

Middle and Secondary Schools.

중·고등학교는 초등학교보다는 이용하는 시간이 좀더 길고, 부수적인 특별 시설들을 지니고 있다. 일반적인 특별 시설들은 다음과 같다.

Auditoriums. 이러한 시설물은 환기, 난방 및 기타 공기조화와 더불어 조용한 환경을 요구한다.

3) 외기 냉방(economizer cooling) : 외기온도가 설정급기온도 보다 낮은 조건에서 냉난방열원을 가동하지 않고 댐퍼제어에 의한 외기량을 조절하여 실내온도를 제어하는 것이다.

강당은 주로 특별한 집회나 특별 행사를 위한 연습 혹은 특별 행사를 위해 사용되어진다. 좀더 자세한 정보는 4장의 Places of Assembly를 참고하길 바란다.

Computer Classrooms. 이러한 공간들은 컴퓨터 장비로 인해 높은 현열을 지닌다. 컴퓨터실들은 추가적으로 발생하는 부하를 감소시키기 위해 소규모의 국부 냉방유닛과 같은 냉방장치를 추가하는 것이 바람직하다. 또한 감습이 요구된다. 좀더 자세한 내용은 16장의 Data Processing System Areas를 참고하길 바란다.

Science Classrooms. 중·고등학교의 과학실은 특수한 배기 성능을 지닌 폼 후드를 필요로 한다. 하나의 실에 여러 개의 폼 후드가 설치되어 있다면 보충공기 시스템(makeup air system)을 필요로 한다. 폼 후드가 설치되어 있지 않다면, 실험실에서 행해지는 실험의 종류와 동물의 종류를 고려하여 실내배기 시스템을 설치하여야 한다. 일반적으로 저장실과 준비실들은 보관되어 있는 재료들에서 발산되는 악취와 습기를 제거하기 위해 계속해서 배기가 되어야 한다. 배기량과 배기구의 위치는 NFPA(National Fire Protection Association) 혹은 지역규정을 만족해야 한다. 좀더 자세한 정보는 13장의 Laboratory Systems를 참고하길 바란다.

Auto Repair Shops. 이러한 시설들은 악취와 독성물질을 제거하기 위해 환기를 필요로 하고, 배기 시스템에는 보충 공기가 공급되어야 한다. 보통 이러한 공간들은 난방과 환기처리를 하는 반면에 공기조화는 하지 않는다. 악취와 독성물질을 포함한 환기 공기는 다른 공간으로 공급되어서는 안 되며, 따라서 이러한 공간들은 부압상태를 유지해야 한다. 용접배기와 같은 특수한 배기 시스템이나 일산화탄소 직접배기 시스템과 같은 설비들이 요구된다. 좀더 자세한 정보는 26장의 Industrial Exhaust Systems를 참고하길 바란다.

Ice Rinks. 이러한 시설물들은 관람객들의 쾌적함을 제공하고 빙판을 녹지 않게 유지시키며, 안개현상을 방지하기 위해서 특수한 공기조화 및 제습시스템을 요구한다. 좀더 자세한 정보는 1994 ASHRAE Handbook-Refrigeration과 4장의 Places of Assembly를 참고하길 바란다.

School Stores. 이러한 시설들은 학교 물품이나 장비 등을 보관하고 있으며, 짧은 시간 운영한다. 이러한 공간들에는 에너지 절약을 위해 사용하지 않는 시간에는 난방설비 및 공기조화설비가 차단될 수 있어야한다.

Natoriums. 아이스 링크와 마찬가지로 이러한 시설물들은 특수한 습도제어 시스템을 요구한다. 또한, 특수한 건축 재료의 사용을 요구한다. 좀더 자세한 정보는 4장의 Places of Assembly를 참고하길 바란다.

Industrial Shops. 이러한 시설물들은 자동차 수리점과 비슷하고, 용접 · 납땜 · 페인트작업등을 대비한 특수한 배기 시스템을 요한다. 또한, 집진시스템이 종종 도입되며 수집된 공기가 공간으로 환기된다. 공업실은 장비의 작동으로 인해 높은 현열부하를 지닌다. 부하를 계산할 때, 설계 엔지니어는 공업실의 운영에 관해 선생님들에게 조언을 해주어야하며, 가능하다면 다양한 요소가 적용되어야 한다. 좀더 자세한 정보는 26장의 Industrial Exhaust Systems를 참고하길 바란다.

Locker Rooms. 이러한 시설들은 주변공간에 대해 부압으로 유지되어야하며, 난방과 환기만 해주면 된다. 또한 보충 공기를 필요로 한다. 배기 및 보충공기 시스템은 통합되어야하며, 필요할 때에만 운전되어야한다.

Home Economics Rooms. 이러한 시설들은 세탁기, 드라이기, 스토브, 오븐, 재봉틀등과 같은 기기들 때문에 종종 높은 현열부하를 가진다. 스토브와 드라이기의 사용으로 인한 배기를 위해 다른 선택사항이 고려되어야 한다. 지역 규범이 허락한다면, 스토브 윗 편에 가정용 레인지 후드가 설치 될 수 있다. 중앙식 배기 시스템은 스토브와 마찬가지로 드라이기에도 적용될 수 있다. 공간에 많은 기기가 설치된다면, 보충공기 시스템이 요구된다. 좀더 자세한 정보는 28장의 Kitchen Ventilation을 참고하길 바란다.

Colleges and Universities

대학교 시설은 중·고등학교 시설과 거의 비슷하며, 다른 점은 그 수가 좀더 많고 캠퍼스 내 여러 개의 건물에 위치하고 있다는 점이다. 어떤 대학들은 한도시나 주내에 나뉘어져 있기도 하다. 각각의 건물에 대한 설계 기준은 사용자의 요구사항이 맞추어져 있어야한다. 다음에 언급되어지는 시설들은 중·고등학교에는 없으며, 대학교에 공통적으로 설치되어지는 주요 시설물들이다.

Administrative Buildings. 이러한 건물들은 사무소 건물로 생각하면 된다. 이러한 건물들은 계속되는 내부부하를 지니며, 회의실과 같은 공간들에서는 일시적인 부분부하를 지닌다.

Animal Facilities. 이러한 공간들은 일반적으로 실험실과 관련되어있으며, 보통 다른 건물과 분리되어 설치된다. 동물시설은 섬세한 온도제어를 필요로 하며, 동물들 사이에 질병이 퍼지는 것과 악취를 방지하기 위해 많은 양의 외기로 환기할 수 있어야한다. 이것에 대한 좀 더 자세한 정보는 13장의 Laboratory Systems를 참고하길 바란다.

Dormitory Buildings. 기숙사 건물에 대한 좀더 자세한 정보는 5장의 Domiciliary Facilities를 참고하길 바란다.

Storage Buildings. 이러한 시설들은 난방과 환기만 하는 것이 일반적이다. 그러나 저장되어있는 물품에 따라서 온도와 습도를 제어하는 설비를 필요로 할 수도 있다.

Student and Faculty Apartment Buildings. 이러한 시설물들에 대한 정보는 5장의 Domiciliary Facilities를 참고하길 바란다.

Large Gymnasiums. 이러한 시설물들에 대한 정보는 4장의 Places and Assembly를 참고하길 바란다.

Laboratory Buildings. 이러한 건물들은 실험 장비들을 갖추고 있고, 폼후드 · 기계장비 · 레이저 · 동물실험용 장비 및 사무실 등을 포함하고 있다. HVAC시스템과 제어기는 24시간 혹은 연중

계속되는 운전을 할 수 있어야하며, 쉽게 다룰 수 있고 고장시 빨리 수리를 할 수 있어야하는 등 여러 가지 기능을 수행할 수 있어야 한다. VAV 시스템이 유용하며, 필요로 하는 외기량을 도입하기위해 적절한 제어시스템이 요구된다. 외부 보충공기를 혼합하거나 배출 공기로부터 에너지를 회수하는 것에 의해서 상당량의 에너지 절약을 이룰 수 있다. 실험실 건물에서 에너지 절약을 이룰 수 있는 기타 시스템은 다음과 같다. (1)열음축열방식⁴⁾, (2)외기 냉방, (3)열회수 냉동기(건물에서 사용되는 온수를 만들거나 여름철 부스터 코일을 위한 온수를 만들 때 사용된다), (4)자연 냉각을 이용한 냉각탑등이다.

설계 엔지니어는 어떤 재료로 폼후드와 배기 시스템을 설치할지를 결정하기 위해 학교 측과 예상되는 오염균과 약품의 농축정도에 관한 의견을 교환해야 한다. 비상시를 대비한 여분의 예비 시스템은 고려되어야 한다. 관리 직원은 시스템의 운전, 수리, 제어 등에 대해 모두 교육이 되어야한다. 좀더 자세한 정보는 13장의 Laboratory Systems를 참고하길 바란다.

Museums. 박물관 시설에 관한 정보는 4장의 Places of Assembly를 참고하길 바란다.

Central Plants. 이러한 시설들은 발전 장비와 기타 학교건물의 난방과 공기조화를 위한 기계장치들을 포함하고 있다. 중앙 플랜트 시설은 일반적으로 난방과 환기만을 필요로 한다. 1992 ASHRAE Handbook-Systems and Equipment의 11장에서 다루고 있다.

Television and Radio Studios. 이러한 시설에 관한 정보는 3장의 Commercial and Public Buildings를 참고하길 바란다.

Hospitals⁵⁾. 병원건물에 관한 정보는 7장의

4) 얼음의 상태로 냉열을 축열하는 장치를 갖는 공기 조화 시스템. 얼음이 갖는 열음 ⇄ 물의 상변화에 의한 용해열을 이용함으로써 보다 고밀도의 축열이 가능해져서 축열조 본체가 소형화된다.

5)* 참고 - 병원건물

일반적인 고려사항 : 병원은 진료 부분과 병실부분으로 구분한다. 병원에서는 특히 위생적인 환경을 유지해야하므로 충분한 환기 및 공기 정화가 필요하며, 건물내의 공기의 흐름을 고려하여 급배기를 행하고 공기에 의한 원내 감염이 일어나지 않도록 조치해야 한다.

Health Care Facilities를 참고하길 바란다.

Student Unions. 학생회관은 식당, 주방, 회의실, 라운지, 게임룸 등을 갖추고 있다. 학생회관은 일반적으로 거의 매일 아침 일찍부터 밤늦게 까지 운영된다. 외주부 난방기능을 지닌 VAV 냉방과 같은 HVAC시스템이 적당하다. 주방시스템과 높은 재실율로 인한 여분의 환기 공기가 필요하다. 좀더 자세한 정보는 3장의 Commercial and Public Building 과 28장의 Kitchen Ventilation를 참고하길 바란다.

Lecture Halls. 이러한 공간들은 하루 중 한두 시간 동안 짧게 여러 번 많은 수의 사람들이 사용하며, 나머지 시간은 비어있다. 따라서 하루 중에도 난방부하가 다양하게 나타난다. 강의실에 설치되는 시스템은 이러한 부하변동에 대처할 수 있어야한다. 또한, 교실 뒤편에 앉은 학생들은 창문근처에 앉게 되는 경우가 있기 때문에 시스템은 조용해야 하며 드래프트를 발생시키면 안 된다. 최적의 디퓨저 및 환기 레지스터의 위치를 결정하기 위해서 설계팀의 통합이 필수적이다. 교실 전면에 급기 디퓨저를 설치하고 환기 그릴과 레지스터는 교실의 전면과 후면 혹은 좌석 밑에 위치시키는 것이 고려할만하다. 예상되는 소음 수준을 예측하여 분석하는 것이 필요하다. 좀더 자세한 정보는 43장의 Sound and Vibration을 참고하길 바란다.

ENERGY CONSIDERATIONS

새로 지어지는 모든 건물과 부분적으로 리노베이션 되는 건물들은 지역 관공서에서 정하는 에너지 규범과 기준들에 반드시 일치되어야 한다. 에너지 효율이 높은 장비와 시스템 · 건축 마감재의 사용은 항상 고려되어야한다. 에너지 사용량을 줄일 수 있는 방법은 설계팀과 의논하

시스템 : 공조방식으로서 진료계통에서는 단일덕트 방식 또는 패키지형 공조기 방식이 적용되며, 병실에는 팬 코일 유닛 방식이 이용된다. 환기량은 일반적으로 건물보다 많고 최소 외기량은 일반 병실에서는 2~4회/시, 수술실이나 처치실에서 5~6회/시 가 필요하다.

특수사항 : 수술실에는 무균상태를 유지해야 하므로 전기집진기 또는 고성능 필터를 사용하며, 실내의 압력을 이웃방이나 복도보다 높게 유지하고 실외에서의 제어되지 않은 공기가 유입되지 않도록 하며 최근에는 고도의 수술을 요하는 경우 바이오클린룸이 이용된다.

여야 한다.

외기 냉방(outdoor air economizer cycle)은 차가운 외기로 높은 실내부하를 처리하는 것이다. 공급되는 외기의 100%까지 제거할 수 있는 용량의 배출공기 시스템(relief air system)이 요구된다. 지붕형 패키지 공기조화유닛은 내부의 과압 현상을 야기하는 배출공기 배출구를 가지고 있지 않다. 여분의 릴리프 벤트와 배기 시스템이 필요할 수도 있다.

나이트 셋백은 타임 클락 컨트롤러와 나이트 셋백 온도조절기에 의해 지원되며 건물을 사용하지 않는 동안 냉난방온도를 재조정함으로써 에너지를 절약하는 것이다. 교육시설물은 간헐적으로 사용하기 때문에 자체적으로 나이트 셋백 컨트롤 타임과 세팅을 지닌 개별 시스템을 요구하기도 한다.

아침시간대의 예열과 예냉은 나이트 셋백과 조화를 이룬다. 이것은 사용예상시간에 정상적인 사용을 위해서 내부온도를 조정가능하게 해준다. 이것은 대략 사용 한 시간 전에 타임 클락을 세팅하거나 중앙식 에너지 관리 시스템의 최적화 프로그램을 통해서 달성할 수 있다. 이러한 프로그램은 건물 축열성과 외기온도, 과거의 건물 사용기록에 기초해서 예열과 예냉을 결정한다.

온수 온도 재설정(hot water temperature reset)은 외기온도에 기초하여 건물의 온수온도를 재조정함으로써 에너지를 절약할 수 있다. 보일러 제작자에 의해 제시된 최저온수온도보다 낮아지지 않도록 주의해야 한다.

냉각탑 개방 냉각(cooling-tower free cooling)은 서늘한 기간동안에 사용하며, 냉각장치를 사용하지 않고 냉수 시스템(chilled water system)을 냉각하기 위해서 냉각탑과 열교환기 혹은 chiller refrigerant migration을 사용한다. 이러한 시스템은 높은 내부 난방부하를 지닌 시설에 매우 유용하다.

열회수 시스템은 매우 많은 양의 배기를 발생하는 시스템과 같이 사용될 때 에너지 절약을 달성할 수 있다. 열회수 시스템이 비용면에서 효율적인가에 대해 결정하기 위해서는 많은 조사가 필요하다. 다양한 열회수 시스템은 runaround loop, heat wheel, heat exchange를 포함한다.

보일러 이코노마이저는 중앙식 플랜트 혹은 대형 보일러의 굴뚝을 통해 손실되는 열을 회수

함으로써 에너지를 절약할 수 있다. 회수열은 보일러의 연소공기 혹은 보충수를 예열하기 위해 사용되어 진다. 결로를 발생시킬 정도로 굴뚝 온도가 낮아지지 않도록 주위를 기울여야 한다. 결로가 발생하는 시스템에는 특수한 굴뚝재료의 사용이 요구된다.

대형 팬과 펌프의 다속도 운전(variable-speed drives)은 고효율 모터와 같이 사용함으로써 에너지를 절약할 수 있다. 이러한 장치를 적용함으로써 기류와 물의 흐름에 충분한 변화를 줄 수 있는지 결정하기 위해 HVAC시스템은 평가되어야 한다. 비용분석 역시 고려되어야 한다.

외부 차양 장치를 설치하는 것과 같은 자연형 태양열 기법은 건물설계에 적용될 수 있다. 이러한 계획을 위해서는 건축주와 설계자간의 긴밀한 협조가 필수적이다. 이러한 수법의 비용적 측면을 평가하기 위해 전생애 비용 분석은 필요할 수도 있다.

태양에너지 시스템은 HVAC시스템의 단독 에너지원으로 사용될 수도 있고, 다른 에너지원의 보조에너지원으로 사용될 수도 있다. 이러한 수법의 비용적 측면을 평가하기 위해 전생애 비용 분석은 반드시 필요하다.

에너지 절약에 관한 좀더 자세한 정보는 31장의 Energy Resources를 참고하길 바란다.

EQUIPMENT AND SYSTEM SELECTION

학교건물의 건축적 형상은 건물의 냉난방 부하에 큰 영향을 미치며, 따라서 HVAC시스템의 선정에도 큰 영향을 미친다. 시스템 선정의 영향을 주는 다른 요소는 예산이며, 또한 프로젝트가 기존의 건물을 확장하는 것인지 아니면 신축 건물에 적용되는 것인지 등이다. ASHRAE Standard 100.5에는 기존 공공건물들의 에너지 절약을 위한 권고사항들이 기술되어있다. 새로 지어지는 건물들은 에너지 절감을 위해 ASHRAE Standard 90.1에 기술되어있는 사항들이 지켜져야 한다. ASHRAE Standard 62는 IAQ를 만족시키기 위한 기준들이 기술되어있다.

교육시설물의 HVAC시스템 설계시 유일한 경향은 공기조화 시스템이 가능할 때 언제든지 설치 되어야 한다는 점이다. 소규모 단독 건물에는

유닛형 환기설비, 히트 펌프, 소형 지붕 유닛, VAV시스템등이 적용 가능하다. 대형 건물에는 VAV시스템, 외주부 난방 시스템을 갖춘 대형 지붕설치 유닛, 중앙 시스템과 호환되는 히트 펌프 시스템등이 사용 가능하다. 지붕설치 유닛이 사용될 때, 탑옥(塔屋)⁶⁾ 혹은 지붕 연결 계단 등은 유지관리를 쉽게 해준다.

Single-Duct with Reheat

재열 시스템은 회수 에너지가 재열 매개물로 사용되지 않는다면, ASHRAE Standard 90.1에 의해 사용이 제한된다. 부스터⁷⁾ 난방 코일은 기계 냉각을 정지한 후, 난방이 요구되어지는 경우에 고려할만하다. 부스터 난방 코일 시스템은 에너지 비용을 더욱더 감소시키기 위해 회수 에너지를 사용할 수 있다.

Multizone

단순히 개별 존에 의해 난방과 냉방을 했던 최초의 멀티존 설계는 혼합된 뜨겁고 찬 기류가 에너지 효율적이지 아니기 때문에 최근에는 거의 사용하지 않는다. 멀티존 시스템 유닛⁸⁾은 각 존의 온도조절기로부터 신호를 받는 리셋 컨트롤러를 갖출 수 있고, 그것에 의해서 고온과 저온을 최적으로 유지하며, 기류의 혼합을 최소화 할 수 있다.

멀티존 시스템을 위한 또 다른 에너지 절약 기법은 가열되거나 냉각된 공기와 환기 공기가 혼합되지만, 가열되거나 냉각된 기류가 혼합되지는 않는 중립구역을 결합하는 것이다. 이러한 기법은 냉난방 부하가 동시에 발생할 때 에너지 절약 측면에서 효율적이다.

멀티존 시스템은 각각의 구역 안에서 개별 냉난방을 지닐 때 효율적이며, 따라서 동시에 냉난방을 하는 것은 피하는 것이 좋다. 온도조절기는 냉난방시스템에 필요로 하는 전압을 공급한다.

멀티존 유닛을 위에서 언급한 에너지 절약 설비로 대처하는 것은 기존의 시스템을 위해서 이

- 6) 탑옥(penthouse) : 건물에서 승강기 및 기계환기 장치 등이 들어가는 곳.
- 7) 부스터(booster) : 어느 장치의 능력 부족분을 그 후부에 부착하여 보상하는 장치, 부스터 팬, 부스터 펌프, 부스터 코일 등.
- 8) 상이한 부하 조건의 존에 대응하여 송풍하는 공기 조화기. 공기 조화기의 출구에 가열기와 냉각기를 세트하고, 온풍과 냉풍을 혼합하여 각 존의 부하에 따라서 풍량을 조절, 덕트로 보낸다.

용되어질 수 있다. 다음에서 언급하는 것처럼 멀티존 유닛을 VAV시스템으로 대처하는 것은 효과적이다.

Variable Air Volume

VAV시스템은 단일 덕트, 외주부 난방을 겸한 단일 덕트, 이중 덕트를 포함한다. 최초의 공기 시스템에서는 급기량을 소요실내부하에 맞추었다. VAV시스템은 방위와 재실자의 이용시간대에 의해 구역이 설정된다. 초기 시스템은 냉방만을 위하거나 이중덕트의 경우 냉난방을 위해서, 주로 고정된 온도로 실내에 공기를 공급했다. 에너지 절약 측면에서 같은 구역에 냉난방이 동시에 공급되어서는 안 된다. 난방은 외기 냉방 동안 혹은 기계적 냉방을 정지시킨 경우에만 공급되어야 한다.

외주부 난방은 덕트 설치 난방 코일, 덕트 혹은 유닛 설치 난방 코일을 지닌 팬 터미널 유닛, 베이스보드 히터, 캐비닛 유닛 히터, 컨벡터등으로 지원될 수 있다. 복사 바닥/천장 난방 역시 외주부 난방에 도입될 수 있다. 각 구역과 방위는 공간의 과열을 방지할 수 있도록 조절되어야 한다. 외주부 공기 분배 시스템은 드래프트가 발생하지 않도록 설치되어야 한다.

팬 터미널 유닛은 고정된 공기의 흐름이 요구될 때 이용되어진다. 이러한 유닛은 계속해서 혹은 난방기간 동안만 운전된다. 소음이 발생하는 유닛은 선택하지 말아야 한다. 난방 코일을 지닌 팬 터미널 유닛의 시스템은 나이트 셋백 혹은 재실자들이 없는 동안에 기본 난방 시스템이 작동을 멈추는 것을 가능하게 한다.

Packaged Units

유닛형 환기설비 혹은 분리/통합형 직접 냉방을 하는 벽식 패키지 유닛은 같은 방향의 하나 혹은 두개의 실을 담당할 수 있다. 히트 펌프 역시 사용 가능하다. 단일 패키지 유닛이 하나 이상의 공간을 담당할 때, 조닝이 매우 중요해진다. VAV시스템의 경우처럼, 유사한 재실 유형을 지닌 공간끼리 조닝 되어야 한다. 외부 공간에 공기조화를 한다면, 외벽 방향 역시 반드시 고려되어야 한다.

수열원 히트펌프를 위해 고정된 양의 물이 유닛에 순환된다. 이러한 물은 겨울철 난방을 위한 보일러 혹은 열폐기를 위한 유체 냉각기에 의해 조절된다. 열폐기는 내부부하에 의해서, 학기 중

많이 기간동안 필요할 수도 있다. 특정한 운전 조건은 수열원 히트펌프를 위한 물의 순환이 평형을 이루게 하며, 그러한 조건은 1차 냉난방을 모두 필요하지 않게 하는 결과를 가져오기도 한다. 건물의 방향과 각실 부하에 의해서, 같은 건물 내에서도 각기 다른 유닛에 의해서 난방과 냉방이 동시에 요구될 수도 있다. 열저장 탱크는 야간에 사용하기 위한 낮 시간 동안 데워진 물을 저장하기 위해서 워터 루프와 조합을 이루기도 한다.

공기 · 공기 방식 히트펌프(air-to-air heat pump)⁹⁾는 또한 히트펌프 사이클의 특성을 지닌 소형 지붕 환기 유닛과 자급식 환기 유닛으로써 학교건물에 사용된다.

9) 공기를 열원으로 하고, 2차측에서 온풍을 얻는 히트펌프 방식을 말한다.