

교육시설의 설비시스템 계획

Equipment System Design of Educational Facilities

이 철 구*

Lee, Chul-Goo

1. 개요

교육시설은 크게 학교교육시설과 사회교육시설로 대별될 수 있으나, 사회교육시설은 별도의 건물로 되어 있건 공공건물에 부속되어 있건 관공서건물 즉 사무소건물과 유사하므로 통상 교육시설의 설비시스템이라 함은 학교교육시설을 의미하는 것이 일반적이다. 교육시설에서는 이외에 사설학원도 포함될 수 있으나 사설학원의 대다수를 차지하고 있는 어학원을 비롯해 대부분의 학원이 독립된 건물을 가지고 있지 않고 사무소건물 내의 일부분을 이용하고 있어 건축적 의미의 교육시설로 분류하기는 곤란하므로 이곳에서는 생략하기로 한다.

종래의 학교건물은 건축계획적으로 거의 동일한 형태를 이루고 있고, 냉방시설은 거의 없으며 난방설비도 개별적으로 이루어지는 등 지극히 단순한 건물이었다. 외국의 사례 중, 학교건물의 전체 연면적은 다른 영업용건물 전체 연면적의 24%를 이루고 있으나 에너지소비량은 10%에 불과하다는 통계가 나와 있는데, 이는 여름방학 등을 고려할 때 학교건물은 냉방의 필요성이 적다는 이유에서 연유된 것으로 여겨진다.

그러나 전반적인 생활수준이 향상되고 또 입시의 중요성이 매우 큰 국내 현실상 이미 상당수의 고등학교 등에서 개별냉방을 실시하고 있으며, 이러한 현상은 초등학교에서부터 대학까지 모든 학교건물을 대상으로 지속적으로 확대될 것으로 생각된다. 더욱이, 초등학교 때부터 컴퓨터 교육이 실시되면서 각급 학교에 정보통신관련 건물이 늘어나고 있으며 이러한 건물에는 냉난방에 대한 실내열환경 유지가 필수적이므로 향후 학교건물에서의 건축설비의 비중은 더욱 커질 것으로 여겨진다.

2. 설비시스템 계획 시 고려사항

1) 기간별 사용빈도 고려

학교건물의 가장 큰 특징 중의 하나는 여름방학과 겨울방학에 사용을 하지 않는 경우가 많다는 점이다. 물론, 방학 중 특별강의나 사회교육(평생교육)을 개설하는 경우도 있으나 이는 일부 건물에서만 이루어지며, 또 대학의 건물은 대부분 방학 중에도 사용되지만, 실에 따라 사용하기도 하고 하지 않기도 하여 건물 내 일부만 사용되는 것이 일반적이다. 따라서 학기중과 같이 건물 전체가 사용될 경우와, 방학 때와 같이 일부만 사용될 경우를 동시에 고려한 계획을 함으로써 에너지를 효율적으로 이용할 수 있도록 해야 한다.

2) 건물의 용도에 따른 계획

건물 내 냉난방을 할 경우의 열원(증기·온수·냉수) 공급과, 화장실에서의 급수공급은 학교건물뿐 아니고 대부분의 건물에 공통되는 내용이지만, 학교건물 중에는 물리실험실과 화학실험실과 같이 특별한 설비를 갖추어야 하는 경우가 있으며, 그러한 설비 중 일부는 전문업체에서 설계·시공하게 되지만, 물을 사용하게 되는 실험실에는 급수와 배수배관을 갖추어야 하고, 기계관련 실험실에서는 압축공기를 위한 배관을 설치하는 등 일부는 건축설비설계자가 초기계획 시부터 설계에 반영해야 하는 경우도 있다. 따라서 건물의 용도와 그에 필요한 설비내용을 초기에 명확히 파악해서 설계에 반영해야 한다.

3) 확장성·유연성·안전성을 고려한 계획

신도시에 계획되는 학교라면 도시건설 초기에 비해 도시개발이 완료될 때까지 학생의 수가 지속적으로 증가될 것으로 예상할 수 있으며, 따라서 이러한 곳에서는 시설의

* 세명대학교 건축공학과 교수

확장성을 고려한 여유 있는 계획 및 설계를 하는 것이 필요하다. 신설되는 대학의 경우에도 첫해에는 신입생만 있을 뿐이고 또 군입대를 고려하면 최종적인 학생수가 될 때까지는 대학이 설립된 후 몇 년이 경과하게 되므로 초기부터 최종적인 설비용량을 갖추는 것은 오히려 낭비가 될 수 있으며, 따라서 점진적으로 설비용량을 증가시킬 수 있도록 확장성이 가능한 계획이 요구된다.

또 시대적 흐름에 따라 초기에는 일반적인 건물이지만 시간이 흘러 인텔리전트화를 추구하는 방향으로 건물의 개조가 이루어지는 경우도 있으므로 그에 대응할 수 있는 계획이 이루어져야 할 것이다. 한편, 인구감소가 예상되는 지역에서는 기존의 교실(강의실) 건물 등이 다른 용도로 용이하게 변경될 수 있는 유연한 계획이 요구된다.

건물 내 설비를 비롯한 학교건물의 시설물은 교수·교사·관리자만 사용하는 것이 아니고 초등학생과 같이 어린 학생들이 사용하는 경우도 많다. 따라서 건물 내 설비가 갖추어야 할 제1의 조건은 안전성이며, 모든 설비계획은 이러한 안전성을 기초로 하여 이루어져야 한다.

3. 공기조화설비

1) 실내온습도

국내의 경우 대학의 일부 건물을 제외하고는 아직 학교건물에 대해 중앙냉방을 실시하는 예가 별로 없고, 난방의 경우에는 사무소건물의 실내온습도 조건을 준용해서 설계를 진행하는 것이 일반적이나, 시대적 추세 및 실내온습도에 대한 법령의 제정에 따라 학교건물에 대해서도 중앙냉난방을 행하는 것이 늘어날 것으로 여겨진다. 학교건물에 대한 실내온습도는 학교보건법에 규정되어 있으며, 그 값을 <표 1>에 나타낸다. 한편, 학교 내 교무실, 사무실 등에 대해서는 별도의 규정이 없으므로 사무소건물의 설계기준에 맞추어 설계하는 것이 일반적이다.

표 1. 학교건물의 실내온습도 조건

구 분	냉 방		난 방	
	교실, 강의실	교무실, 사무실, 교수연구실	교실, 강의실	교무실, 사무실, 교수연구실
건구온도 [°C]	26~28	26	20~22	22
상대습도 [%]	30~80	50	30~80	40

[주] 상대습도는 습도조절을 할 때의 값이지만 학교건물에서 습도조절까지 하는 경우는 드물다.

2) 특성

학교건물은 일반교실(강의실)과 특별교실(실험실, 음악실, 공작실 등), 강당 등으로 구성되어 있으며, 일반교실은 통상 인원밀도가 높으므로 인체로부터의 발열이 실내환경에 미치는 영향을 충분히 고려해야 하고 환기로 인한 공기청정도를 유지하는 것도 필수적이다. 실험실이나 공작실과 같은 특별교실은 오염물질이 발생할 수 있으므로 사용 목적을 명확히 파악하여 오염물질을 신속하게 제거할 수 있을 정도의 환기설비를 갖추도록 해야 한다. 강당은 사용 용도에 따라 인원밀도·조명·기기 발열 등의 정도가 다를 수 있으며, 특히 강당 본연의 목적상 정숙이 크게 요구되므로 냉난방 시 소음이 크게 발생하지 않는 시스템을 구성할 필요가 있다.

초중고의 일반교실 및 특별교실은 통상 사용률이 80~100%에 이르고 있지만, 대학의 강의실이나 실험실 등은 사용률을 추정하기가 매우 어려우므로 장비용량 등의 설계 시 건축주의 도움은 물론 기존 대학 건물의 사용률에 대한 데이터 확보가 필수적이다.

대학의 교수연구실은 학기중이나 방학 중에 관계없이 사용기간 및 사용시간대가 불특정하여, 학기중에도 비어 있는 경우가 있는가 하면, 방학 중에도 장시간 사용될 수 있다. 일반적으로는 통상의 일반적인 사무실과 동일하게 사용할 수 있으나, 컴퓨터에 의한 연구가 많은 연구실인 경우 컴퓨터에 의한 발열이 상당히 클 수 있다.

3) 조닝

학교시설의 큰 특징 중에 복합성과 다양성이 있다. 즉, 학교에는 일반교실(강의실) 외에 실험실·음악실·공작실과 같은 학생을 위한 공간과 교무실(초·중·고)·교수연구실(대학)·사무실과 같은 교직원을 위한 공간 등 사용목적에 따른 요소로 구성되어 있어 복합성이 크다. 또, 학교의 규모, 운영방식, 학습시스템 등에 따라 학교 내 건물의 각 공간구성에 다양성이 풍부하다.

따라서 이러한 복합성과 다양성에 대처하기 위해 각 용도별로 적절한 조닝이 필수적이며, 가능하다면 각 실 단위로 운전·정지·온습도조절이 가능하도록 조닝을 구성하는 것이 바람직하다. 또, 과거 학교건물의 대부분을 차지했던 편복도·일자형(1字型) 건물의 경우에는 방위별 조닝의 의미가 없지만, 특히 대학의 건물은 그 규모가 대형화되고 있고, 초·중·고의 건물도 다양한 형상의 건물이 계획되고 있어 필요에 따라서는 용도별 조닝과 더불어 방위별 조닝을 고려할 필요가 있다.

4) 공기조화방식

(1) 일반강의실(교실, 연구실(교무실))

일반강의실, 교무실 등은 일반적인 공조방식으로 알려져 있는 대부분의 공조방식을 적용할 수 있다. 이때 각 공조방식은 각기 장점과 단점이 있으므로, 정숙성·청정도·안전성·유지관리성·경제성 등을 종합적으로 고려하면서 특히 중점을 두는 요소에 맞추어 시스템을 선정해야 한다.

정풍량 단일덕트방식(Constant Air Volume, CAV방식)은 중앙공조기에서 온습도 및 청정도가 조절된 공기가 각실에 공급되므로 실내공기의 청정도면에서 탁월하고, 실내에 별도의 장치가 없으므로 안전성도 좋다. 그러나 동일존의 모든 실에 동일한 양의 냉온풍이 공급되므로 각실별 운영상의 다양성에 대응하기가 어렵고 천장 속에 덕트를 위한 공간이 필요하다는 단점이 있다.

상기 CAV방식의 단점 중 각실별 다양성에 대응하기 어려운 점을 보완한 것이 변풍량 단일덕트방식(Variable Air Volume, VAV방식)이다. 이것은 예를 들어 어느 특정한 교실이 사용되지 않는다는가 재실자의 수가 적어서 부하가 작아진다는가 할 때 그 교실에 냉온풍을 공급하지 않거나 줄임으로써 에너지를 절약할 수 있는 방법이다. 그러나 CAV방식에 비해 초기투자비가 더 필요하여 경제성면에서는 불리하다.

팬코일유닛(Fan Coil Unit, FCU)방식은 각실별로 유닛의 운전·정지·강약조절이 가능하므로 합리적이고 초기공사비도 저렴하지만, 공기가 실내에서만 순환되므로 재실자의 호흡으로 인해 발생하는 CO2를 희석시키는 것이 불가능하다. 따라서 주기적으로 창문을 열어 환기를 해주어야 한다. 또 기기가 실내에 있게 되므로 관리인의 유지관리가 불편하고 학생들의 장난으로 인한 유닛의 고장도 염려되며, 팬코일유닛으로부터의 소음이 문제될 수 있다.

단일덕트방식과 팬코일유닛방식을 혼합한 것이 덕트병용 팬코일유닛방식이다. 이것은 기계실이나 공조실에 설치된 중앙공조기와 실내에 설치된 팬코일유닛이 실내부하를 공동으로 처리하는 것으로, 상기 두 방식의 장점과 단점을 적절히 혼합한 방식이다.

가장 단순하게 각실별 공조를 하는 방식이 패키지유닛방식이다. 이것은 소형점포나 가정에서 볼 수 있는 에어컨을 각 교실마다 설치하는 것으로, 운전조작이 매우 용이하고 필요시 증설도 쉽게 이루어진다. 또 실내에 배관이나 덕트로 인한 공간이 별로 필요하지 않다. 그러나 이 방식도 각실내마다 기기가 설치되므로 유지·보수면에서 불리하고 소음에 대한 우려도 적지 않다.

상기 방식 중, 패키지유닛방식은 냉방전용으로 이 방식을 채택할 경우 난방은 별도로 고려해야 했으나, 최근 1대의 기기로 냉난방을 할 수 있는 히트펌프(heat pump, 열펌프)의 사용 예가 늘고 있다. 히트펌프는 과거 우리나라의 겨울에 난방용으로 이용하기에는 발열량이 충분하지 않아 널리 보급되지 않았으나, 그러나 지속적인 기술개발로 인해 이러한 점이 극복되면서 특히 학교건물을 중심으로 국내에 보급이 크게 늘어나는 추세이다. <그림 1>에 천장에 히트펌프가 설치된 예를 나타낸다.

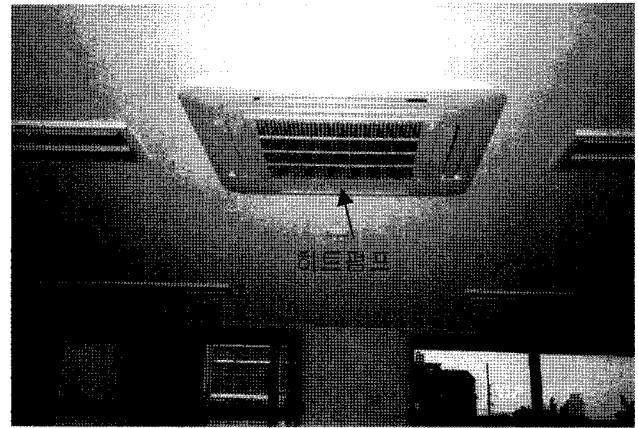


그림 1. 히트펌프 설치 예

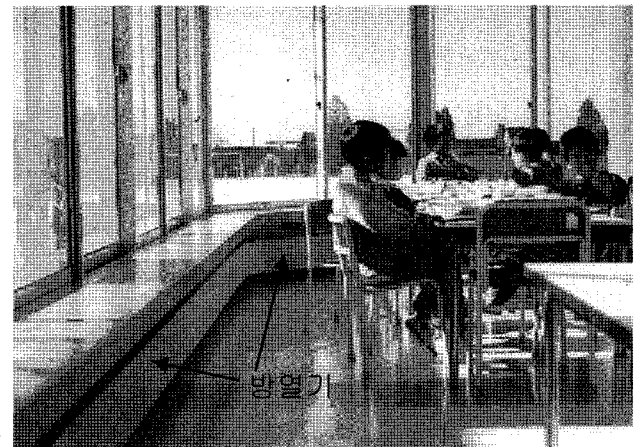


그림 2. 방열기 설치 예

냉방 및 난방을 별도의 기기로 한다든가, 또는 냉방은 하지 않고 난방만 할 경우에는 여러 가지 난방용 기기를 설치하는데, 학교시설에서 이용되는 난방기기로는 종래부터 널리 이용되어 온 주철방열기를 비롯해서 강판방열기 등이 이용된다.

주철방열기는 난방 효과도 좋고 튼튼해서 널리 이용되어 온 난방기기로 특히 대학과 같이 실내 거주자가 안전에 관해 충분히 주의를 기울일 수 있는 곳에서 많이 채용

되고 있다. 한편, 주철방열기는 그 특성상 표면이 뜨거워 초등학생을 비롯한 어린 학생들이 방열기에 손을 댈 경우 화상을 입을 염려가 있으므로, 초등학교 등에서는 표면이 그다지 뜨겁지 않으면서 두께가 얇아 실내에 설치하기가 용이한 강판방열기가 유리하다. <그림 2>에 강판방열기의 설치 예를 나타낸다. 한편, 앞서 설명했듯이 최근 학교건물에서도 냉난방을 하는 것이 보편화되는 추세이어서 이러한 난방기기의 사용 예는 점차 감소하고 있다.

(2) 특별교실

특별교실의 종류로는 음악실·대생실 등과 같이 인원밀도는 높지만, 거주자의 호흡 외에 유해가스 발생이 거의 없는 것들과, 화학·생물실험실 등과 같이 인원밀도는 그다지 높지 않지만, 실험과정에서 유해가스가 많이 발생하는 것들이 있다. 또 설계·제도실과 같이 인원밀도도 높지 않고 유해가스 발생도 거의 없는 곳도 있으며, 컴퓨터실과 같이 유해가스 발생은 없지만 기기로부터의 발열이 크게 발생하는 곳도 있다. 시청각교실의 경우는 외부로부터의 소음 차단이 무엇보다도 중요하다.

이와 같이 특별교실은 용도에 따라 매우 다양한 실내조건을 가지고 있으므로, 공조방식을 결정할 때에는 해당실의 용도 및 조건을 명확히 파악할 필요가 있다. 공조방식 결정 시 고려해야 할 조건들로는 인원밀도, 소음·진동의 정도, 먼지, 열, 유해가스 및 냄새 발생량 등이 있다. 또 드물긴 하지만, 방사능물질발생, 향온·향습, 클린룸, 무정전(無停電)설비의 여부 등도 설계 시 고려할 대상들이다.

4. 급배수위생설비

1) 급수설비

(1) 급수방식

1, 2층 정도의 저층건물에 대해서는 위생 및 비용면에서 가장 합리적인 수도직결방식, 즉 수도관에서 바로 수전(수도꼭지)이나 샤워기 등에 공급하는 방식이 바람직하다. 다만, 쉬는 시간에 화장실 사용이 집중되면서 위생기구를 통한 물 사용량이 급증할 경우 충분한 수압의 물이 공급되지 여부가 불투명하므로 설계 시 그 지역 수도본관(水道本管)에서의 공급압력을 확인할 필요가 있다.

대학의 건물은 1, 2층 정도의 저층건물이 거의 없으므로 대부분 고가수조방식을 채택하고 있다. 단, 대형체육관과 같은 건물에서 지붕을 돔 형태로 구성하였을 경우에는 옥상에 고가수조를 설치하기가 곤란하므로 압력수조방식이

나 펌프직송방식을 설치하는 것이 일반적이다.

한편, 화장실 소변기의 세정방식으로는 용변 후 손으로 단추를 눌러 세정용 물을 방출시키는 세정밸브방식을 많은 건물에서 채택하고 있으나, 초등학생의 경우 이 단추를 누르지 않는 경우가 많아 화장실 악취의 주된 원인이 될 수 있다. 따라서 이러한 점을 고려하여 초등학교와 같이 어린이가 주 사용자가 되는 곳에서는 초기비용이 증대되기는 하나 <그림 3>과 같은 전자감응기(감지플러스밸브)를 이용한 감지자동세정방식을 채택하는 것이 바람직하다.

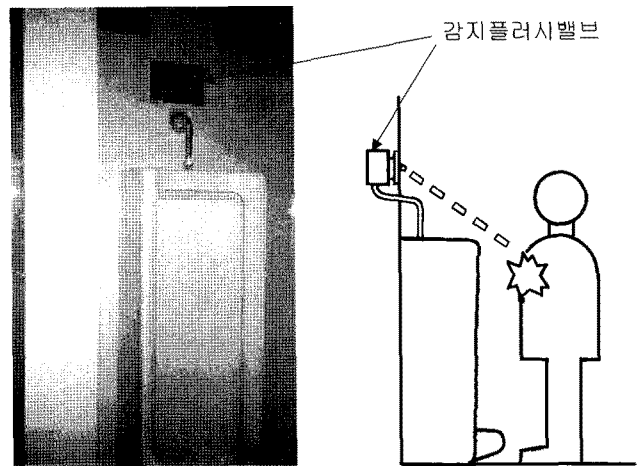


그림 3. 감지자동세정방식 소변기

(2) 급수조닝

학교시설의 급수설비에 대한 큰 특징은 학기중과 방학기간에 따라 사용량이 크게 달라진다는 점과, 화장실에서 물 사용량이 쉬는 시간에 집중되고 급식을 행하는 학교에서는 점심시간에 주방에서의 물 사용량이 급증한다는 점이다. 학교건물은 사무소건물 등과 같은 10층 이상의 높은 건물은 거의 없기 때문에 건물 높이에 따른 수직적 조닝을 고려할 필요는 없으나 위와 같은 특징상 평면적인 조닝을 구성할 필요는 있다.

학교를 구성하는 건물의 배치나 사용조건에 따라 달라지겠지만, 방학기간 중에는 사용을 거의 하지 않는 건물이 있는 반면 방학기간 중에도 지속적으로 사용되는 건물이 있다. 이러한 건물들의 급수계통을 별도로 하면 방학 중에는 사용하는 건물에 대해서만 집중적으로 관리할 수 있는 등 관리상의 편리성이 증대된다. 또 대학의 캠퍼스가 넓은 경우 저수조로부터 멀리 떨어져 있는 건물과 가까이 있는 건물을 동일 계통으로 하게 되면 멀리 떨어져 있는 건물에는 급수압력이 충분하지 않을 수 있으므로 별도의 계통으로 하여 저수조로부터 멀리 떨어져 있더라도 만족스러

운 급수가 이루어지도록 해야 한다.

2) 급탕설비

학교건물에서 급탕을 필요로 하는 시설의 종류는 다양하여, 장소 및 용도에 따라 국소식과 중앙식을 적절히 선정하여야 한다. 숙직실이나 실험실과 같이 급탕사용량도 적고 장소도 밀집되어 있지 않은 곳에서는 각 사용개소마다 별도로 급탕을 행하는 국소식이 바람직하며, 급식시설에서의 주방용, 체육시설에서의 샤워용 등은 많은 양의 급탕을 일시에 필요로 하므로 대용량 급탕전용의 보일러를 설치하거나 급탕탱크를 설치한 기계실 등에서 온수를 제조하여 각 사용개소에 공급하는 중앙식이 바람직하다.

중앙식 급탕방식을 채택할 경우, 보일러에 따라서는 보일러를 작동시키기 위하여 법적 자격자가 필요하여 인건비의 부담이 있을 수 있으므로, 진공온수기와 같이 자격자가 필요하지 않은 보일러를 선정하는 것이 합리적이다.

3) 배수통기설비

강의, 연구 및 사무 등만 이루어지는 건물은 일반적인 사무소건물과 동일하게 생각하면 되지만, 초등학교의 화장실 변기에는 학생들의 부주의로 이물질(異物質)이 섞여 들어갈 수 있는데, 이 이물질이 배수관 도중의 트랩에 걸릴 수 있으므로 트랩을 쉽게 탈착(脫着)할 수 있는 형식을 채택하는 것이 바람직하다.

실험실이 있는 건물에는 산·알칼리 등이 다량 함유되어 있는 특수배수가 배출될 수 있으므로 계획 시 확인해야 하며, 특수배수가 배출되는 건물에서는 일반배수와 별도의 계통으로 특수배수용 배수관을 구성해야 한다.

급식을 위한 주방이 있는 건물에서는 설거지하면서 그릇에 묻어 있는 기름성분이 배수관으로 들어가지 않도록 하는 그리스포집기를 주방에 설치함으로써 배수관이 막히는 일이 없도록 한다. 기름성분은 온도가 높을 때는 문제가 없지만, 배수관에 들어가서 그 안을 흐르면서 기름성분이 차가워지면 응고가 되어 배관 내벽에 붙을 수가 있기 때문이다.