

學校建物の 最適 冷暖房 設備시스템 選定方案 研究

A Study on the Optimum Heating and Cooling System in School Buildings.

朴 孝 洵* 張 文 碩** 尹 龍 鎮**

Park, Hyo-Soon Jang, Moon-Seok Yoon, Yong-Jin

1. 서 론

건축기술의 급속한 발전을 통해 최근의 건축물들은 형태적으로나 기능적으로 많은 발전을 거듭하여 왔으며, 실내 환경 또한 기술의 발달에 따라 지속적으로 개선되어 왔다. 그러나 이러한 건축기술 및 환경여건의 발전은 대부분 업무 시설, 상업시설 등에 한정되고 있다.

이에 따라 건설교통부는 1996년 '학교건축물의 에너지절약 설계기준'을 고시하여(건설교통부 고시 제 1996-160호), 10,000㎡ 이상의 학교건물에 대하여 에너지 절약 설계기준 및 에너지 절약계획서를 제시함으로써 학교건물에서의 에너지의 합리적, 효율적인 이용을 제고하고자 하였으나 이러한 고시 등은 에너지의 절약 측면에서만 고려되었을 뿐 학습환경의 개선방안을 제시하지는 못하였다.

특히 교육시설의 여건이 상대적으로 매우 열악한 상태에 머물러 있는 상황에서 최근 교육부의 학교시설 현대화 계획에 따라 에너지의 효율적 이용을 통한 쾌적하면서도 환경친화적인 학습환경 구성을 위한 일련의 노력들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 이러한 노력의 일환으로 학교건물의 실태조사를 통해 적용 가능한 냉난방설비

시스템을 분석하였고 냉난방설비 시스템의 모델 설계안을 작성, 시뮬레이션을 통한 분석을 함으로서 학교건물의 지역별, 규모별, 유형별 환경개선을 위한 최적 냉난방 시스템 선정방안을 제시하였으며, 냉난방 시스템의 도입을 위한 방안도 제시하였다.

2. 학교건물의 실태조사

실태조사는 전국의 511개 초·중·고등학교에 대해 1997년말을 기준으로 현황을 조사하였으며 이중 480개 학교를 대상으로 분석하였다. 또한 일부 항목에 대해서는 1996년 교육부에서 전국의 10,230개의 초·중·고등학교를 대상으로 작성한 학교시설 관리 전산화 자료(SFMIS)를 활용하였으며 아울러 에너지경제연구원에서 3년마다 실시하는 에너지총조사 자료를 이용하였다.

2.1 진단을 통한 실태조사 결과 종합

(1) 일반현황

공조설비나 중앙난방설비의 도입을 위해서는 교실이 최소 3.6m이상의 층고를 확보할 필요가 있으나 현재 층고는 대략 3~3.3m이고 중간에 50~60cm의 보가 있다. 따라서 기설학교의 경우 중앙난방의 도입에 어려움이 있을 것으로 생각된다.

* 한국에너지기술연구소 건물에너지연구팀장, 공학박사
** 한국에너지기술연구소 건물에너지연구팀, 공학박사

(2) 건축부분

가) 창문

실태조사 결과 교실 전면창과 후면창은 대부분 이중창과 복층창으로 개선이 많이 되었으나 아직도 단층창인 곳이 많이 있었으며 또한 중간창이 모두 단층창으로 단열이 되지 않아 중간창을 통한 열손실이 과다하여 실태조사 대상학교의 약 50%정도가 중간벽을 통한 열손실이 외벽을 통한 열손실보다 많은 것으로 나타났다.

나) 건물구조체

학교는 일반건물과는 달리 비난방공간인 복도가 교실과 외벽사이에 있는데 중간벽체의 단열이 거의 되어 있지 않아 중간벽체 및 중간창을 통한 열손실이 외벽을 통한 열손실보다 많은 학교도 있었다.

다) 주출입문

학교는 많은 학생들이 수시로 이용하므로 주출입문이 항상 개방상태로 되어 있는 경우가 대부분이기 때문에 주출입문은 방풍실을 설치하고 열림방지 장치 등의 설치로 환기손실을 최소화하는 것이 바람직하며 초등생들이 쉽게 여닫게 하기 위해서는 경량으로 하여야 할 것이다. 또한 경우에 따라서는 주출입문 출입방법을 직선 출입대신 대각선 방향으로 출입하도록 하여 외기의 직접 유입을 완화하는 것도 바람직하다.

(3) 설비부분

가) 심야전기 축열히터

그림 1.의 심야전기 축열히터는 축열하는 동안에도 자연방열되어 손실열이 많은 것으로 나타났으므로 제작 단계에서 축열재 및 단열재를 개선하여 축열시간대의 방열손실을 감소시키도록 한다. 혹한기가 아닌 중간기 때는 최대 축열 용량으로 축열할 경우 축열 용량을 충분히 사용할 수 없게 되므로 축열효율이 떨어지게 된다. 이를 방지하기 위하여 축열용량을 분할할 수 있도록 section화된 가변적인 방식의 축열기를 선정하면 기온의 정도에 따라 예상되는 부하만큼 축열하여 사용함으로써 과축열로 인한 난방비를 절감할 수 있을 것으로 판단된다.

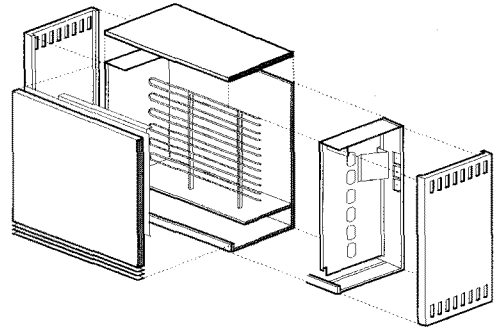


그림 1. 심야전기 축열식 온풍기

나) 패키지 냉온풍기

실태조사 학교에서 대부분 냉온풍기의 가동소음이 지나치게 커 수업시간중에는 가동을 하지 못하는 것으로 나타났다. 가동소음을 줄이는 것이 시급하며 설치상의 문제등으로 소음을 해결하지 못할 경우 전면적인 난방방식의 변경도 고려해야 할 것이다.

다) 가스온풍기

가스온풍기는 대부분 온풍기의 공기 흡입측에 먼지가 심하였다. 가스시설의 특성상 누출로 인한 폭발사고의 위험이 있으므로 안전점검 및 경보 장치의 설치가 필요하다. 그러나 안전점검비용이 많이 드는 단점이 있고 실내공기가 건조해지기 쉬우므로 별도의 가습기 등의 설치로 적정 습도를 유지하는 방안이 필요하다.

라) 중앙난방

일반적으로 전담관리자가 없어 효율적으로 가동하지 못하는 경우가 대부분이므로 전담관리자를 정하여 교육을 시키고 운전일지를 기록하여 설비 운전상태를 파악하기 용이하도록 하는 것이 중요하다.

보일러 연소실의 과잉공기비와 고온배가스가 발생되지 않도록 완전연소가 되는 범위내에서 공기비를 최소화하도록 하며 보일러 전열면의 soot를 청소하여 전열효율을 높히도록 한다.

B/C유는 적정 유온인 40~45℃를 유지하도록 하며 수분과 슬러지가 함유되어 있어 연소에 지장을 초래하므로 저장탱크와 버어너 사이에 여과기를 설치하여 슬러지를 제거하도록 한다.

마) 지역난방

지역난방의 경우는 항상 전 구간에 난방이 공급되므로 학년별, 층별, 용도를 고려하여 합리적인 조닝이 되도록 하며 숙직실 및 화장실의 난방은 별도의 소형 열교환기를 설치하고 실내 온도 감지에 의한 자동제어 시스템의 도입 등으로 난방의 최적화를 도모하도록 하는 것이 바람직하다.

이외에도 에너지절약방안으로는 적절한 환기를 위하여 실내의 오염된 공기를 배출시키고과 아울러 보유 열손실을 수반하지 않는 구조의 "열회수형 환풍기"의 설치를 검토하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

3. 모델학교 난방설비시스템의 평가

최적난방 설비시스템의 선정방안을 마련하기 위하여 모델학교를 선정, 시뮬레이션을 통하여 난방시스템을 평가하도록 하였다.

1) 모델학교의 선정

학교건물에 적용가능한 난방설비시스템을 대상으로 경제성, 운전, 유지관리 측면의 합리적 평가를 위해 모델학교를 선정하여 각 방식별 적용성을 검토하였다. 모델학교는 건물의 배치형태 및 규모, 지역조건, 단열기준 및 준공년도 등을 기준으로 선정하였으며 선정시 고려사항 및 선정결과는 표 1.과 같다.

2) 모델학교의 부하계산

본 연구에서는 모델건물을 대상으로 난방시스템 선정을 위한 최대부하 산정을 위하여 CLTD

표 1. 모델학교 선정기준 및 결과

선정 항목	기 준	선정 결과
건물 배치	1-자 형태 (남, 남동향)	서울소재 2초등학교 - 1994년 준공 - 지하1층, 지상4층 - 30학급 - 남동향 - 난방설비: 지역난방 (알루미늄방열기)
규 모	30학급 정도 중규모	
에너지원 공급조건	각종 난방방식 적용 가능할 것	
준공년도	1990년도 이후, 준공건물	

표 2. 교실별 평균 이용시간

구 분	초등학교	고려 사항
부하계산용 재실시간	일교 반실	약 7시간
	관리실	약 10시간
	특별교실	약 10시간 (일부, 요일별)
방학중 활용시설	관 리 실	1. 냉난방 능력, 방열 지속시간 2. 특별교실, 관리실: 특별도 조닝 운전 필요
동과 대비시설	화장실 (24시간 난방)	

표 3. 부하계산 입력조건

구 분	입 력 조 건					
	부하 종류	서울	대구	광주	제주	
외기온도 (건교부 고시 인용 TAC: 2.5%)	냉방	건구온도 [°C]	31.1	32.9	31.9	31.6
		습구온도 [°C]	25.8	26.4	26.3	26.8
	난방	건구온도 [°C]	-11.9	-8.2	-7.4	-1.6
		상대습도 [%]	69	68	73	73
실내온도	냉방 : 교실, 관리실 26°C 난방 : 교실, 관리실, 화장실 18°C					
구조체조건 (열관류율)	외벽 : 0.46 kcal/m ² h°C 지붕 : 0.33 kcal/m ² h°C 창문 : 2.6 kcal/m ² h°C, 차계계수 0.89					
내부발열	제실인원밀도 : 일반교실 0.7인/m ² , 특별교실 0.5인/m ² , 교무실 0.3인/m ² , 기타관리실 0.2 인/m ² 인체발열 : 현열 48 kcal/h·인, 잠열 43 kcal/h·인(성인의 75%) 조명밀도 : 30 W/m ²					
침입외기	난방: 외기량 - 실제적의 2회/h (ASHRAE기준 준용)					

표 4. 난방도일에 따른 지역 구분

구분	I 지역	II 지역	III 지역	IV 지역
해 당 지역	서울, 경기, 인천, 충남, 충북, 대전, 강원(영서)	강원(영동), 대구, 경북, 전북	부산, 울산, 경남, 광주, 전남	제주도
난 방 도일 [°C일]	2,700-3,200	2,700-2,400	2,400-1,900	1,400-1,900

(Cooling Load Temperature Difference)법에 의한 최대부하계산 프로그램인 LOADSYS를 사용하였다.

3) 입력조건

부하계산을 위한 입력조건은 외기 및 실내온도 조건, 구조체의 열관류율, 내부발열조건, 침입외기량 등이 있으며, 교실 용도별 평균 이용시간은 표 2., 모델학교에 대한 부하계산 입력조건은 표 3.과 같다. 부하계산은 동일한 모델학교건물을 이용하여 대표적 기후지역내에 속한 서울, 대구, 광주, 제주에 대해 시행하였다. 기후지역 구분은 표 4.와 같으며 난방도일을 기준으로 구분하였다.

4) 부하 계산 결과

부하계산 실행결과, 서울소재 모델초등학교의 최대 냉방부하는 412,282kcal/h, 최대 난방부하는 265,548kcal/h로 나타났으며 단위면적당 냉방부하는 137.8kcal/h·m², 난방부하는 88.7kcal/h·m²로 나타났다. 건물 전체의 최대 난방부하를 부하요소별로 분석하면 표 5.와 같다. 냉방시에는 전체부하중 차지하는 비율이 일사(36.7%), 인체발열(31.8%), 조명발열(23.1%) 순으로 나타났으며, 학생들의 재실율이 높기 때문에 일반 업무용 건물에 비해 인체발열이 차지하는 비중이 크게 나타났다. 또한 전체 냉방부하 가운데 건물외피 등의 구조체를 통한 부하(42%)에 비해서 조명, 인원, 기기 등의 내부발열부하(58%)가 차지하는 비중이 높게 나타났다.

표 5. 모델초등학교 부하요소별 분석(서울)

부하 요소	부하 단위	냉방시			난방시	
		현열부하 [kcal/h]	잠열부하 [kcal/h]	비율 [%]	난방부하 [kcal/h]	비율 [%]
지붕	858m ²	3,185	-	0.8	9,309	3.5
외벽	745m ²	2,752	-	0.7	11,267	4.2
창문	475m ²	4,743	-	1.2	40,653	15.3
일사	-	151,222	-	36.7	-	-
간막이벽	1,440m ²	10,398	-	2.5	41,210	15.5
바닥	723m ²	246	-	0.1	3,667	1.4
조명	84,038W	95,399	-	23.1	-	-
인원	1,718인	69,097	61,989	31.8	-	-
기기	14,006W	13,250	-	3.2	-	-
침입외기	-	-	-	-	159,441	60.0
계	-	350,293	61,989	100.0	265,548	100.0

난방시에는 전체부하 중 차지하는 비율이 침입외기(60.0%), 간막이벽(15.5%), 창문(15.3%)의 순으로 나타났다. 특히 침입외기 부하가 매우 커서 난방부하 저감을 위해서는 개구부의 기밀화가 가장 필요한 것으로 나타났다. 간막이벽의 부하가 상대적으로 큰 것은 외벽에 비해 간막이벽의 단열조건이 열악하기 때문인 것으로 판단되며 간막이벽의 단열화 방안도 고려되어야 할 것으로 판단된다.

표 6. 기후지역별 부하계산 결과(일반교실당)

지역	서울	대구	광주	제주
난방부하 [kcal/hr]	6,311	5,570	5,396	4,141
백분율[%]	100	88.3	85.5	65.6

기후지역별 대표도시를 대상으로 계산한 일반교실당 난방부하는 표 6.과 같다. 이와 같이 동일한 용도와 기능을 가진 일반교실일지라도 지역별 기후를 감안할 때 크게는 35%정도의 설비용량에 차이가 나고 있음을 알 수 있다.

4. 난방방식별 경제성 평가

4.1 초기투자비

여러 난방방식들의 경제성 비교를 위하여 모델학교 건물에 적용 가능한 각 난방설비시스템에 대해 초기투자비를 산출하였다. 초기투자비는 난방설비의 열원기기, 부하기기, 배관공사, 인건비 등을 산출하여 합산하였으며, 부대공사 및 자동제어공사, 보일러 연도공사, 경비, 공구손료 등은 산출항목에서 제외하였다.

그림 2.는 난방 열원방식 및 부하기기 유형에 따른 초기투자비를 비교한 것이다. 온수보일러 방식이 지역난방방식에 비해 약 20~30% 가량 저렴하게 나타났으며, 지역난방의 초기투자비가 큰 이유는 지역열원 공사비 분담금과 부하기기의 용량 증가에 따른 것이다. 지역열원 공사비 분담금은 학교시설 연면적에 따라 부과되며, 이것이 온수보일러 설치비용보다 크게 지출된다. 또한 지역난방방식의 부하기기 용량이 온수보일러 설치시보다 커지는 것은 순환온수온도에 따

라 방열량이 줄어 들어, 더 많은 부하기의 설치
 치가 필요하기 때문이다.

중앙난방방식과 개별난방방식의 초기투자비
 비교결과, 증기난방방식인 「증기보일러+주철제
 방열기」의 초기투자비는 「온수보일러+콘벡터」
 보다 크게 산정되었다. 이는 부하기기인 주철제
 방열기가 콘벡터보다 고가이기 때문이며, 증기
 배관의 배관보온 두께가 온수배관보다 크기 때
 문이다.

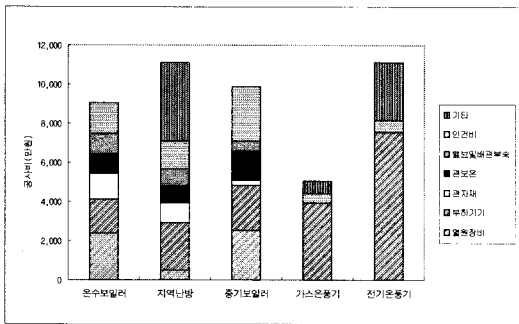


그림 2. 난방방식별 초기투자비

개별난방방식 중에서 가스온풍기는 타방식의
 절반수준의 공사비만이 소요되어 초기투자비가
 가장 저렴한 방식임을 알 수 있다. 심야축열식
 전기온풍기는 제품의 가격도 고가이며, 수변전
 설비의 공사비도 증가하여 전체 공사비가 커지게
 된다. 즉 수변전설비 설치에 따른 공사비 비중
 이 매우 크게 차지하는 것을 알 수 있다.

본 모델설계를 통해 산출된 초기투자비는 순
 수한 설비투자비 만의 비교를 위해 일체의 설비
 외의 부대 공사 항목들은 포함하지 않았다. 예를
 들어 중앙난방방식의 설치에 필요한 기계실 등
 건축공사비나 가스 인입공사비 등이 포함되지
 않았다. 이는 이러한 요소들을 반영하기에는 실
 제 학교마다의 사정이 다를 뿐 더러 기계실의
 설치 위치나 구조 등 복합적 변수들이 많아 실
 질적인 비교 대상으로 삼기에는 적절치 않다는
 이유에서이다. 그러므로 실제 공사에 소요되는
 모든 경비를 감안하면 본 결과와는 실제 공사비
 면에서 차이가 날 수 있다.

4.2 운전비

모델 학교건물인 2초등학교의 실제 난방에
 사용된 연간 에너지소비량을 기준으로 연간 운
 전비를 검토하였다. 2초등학교의 97년 중온수
 총사용열량에 대해 각 난방방식의 연간 운전비
 를 산출하였으며, 산출 기준항목으로는 연료비,
 동력비, 각종 유지관리비 등이 포함된다.

연간 총사용열량에 대한 각 난방방식의 연간
 운전비 산출결과는 그림 3과 같다. 운전비는 각
 난방방식의 사용연료의 단가에 주로 의존하며,
 장비의 운전에 필요한 동력비가 전체 금액에서
 차지하는 비율은 적다. 심야축열식 전기온풍기
 와 지역난방방식은 가스 및 경유연료에 의한 난방
 방식보다 운전비가 저렴하게 나타났다. 그림 3.
 의 기타 비용 항목으로 심야축열식 전기온풍기는
 전기안전관리비용이 추가되며, 지역난방방식은
 난방열용량을 기준으로 기본요금의 추가 부과된다.
 각 난방방식의 운전비를 연간 에너지

소비량을 동일하게 적용하여 비교한 것은 실
 제 연간 운전비와 다를 수 있다. 이는 각 난방
 방식별 운전방법이 상이하기 때문이며, 이에 따라
 실제 운전비용은 다소 차이가 생길 것으로 예상
 된다.

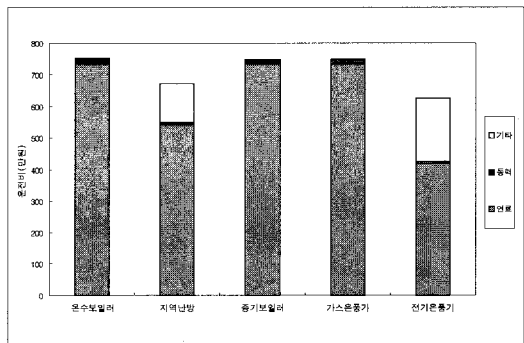


그림 3. 난방방식별 운전비

중앙난방방식은 각 난방방식별로 운전방법이
 서로 상이하다. 온수보일러의 난방방식은 초기
 예열에 열량이 크게 소요되며, 재실시간동안 제어
 를 통해 설정온도조건을 만족시킬 수 있어 계속
 적 운전이 가능하다. 반면에 증기보일러의 난방

방식은 초기예열에 대한 대처능력이 우수하나, 고온의 열매(증기)를 통한 방열로 인해 연속난방시에는 과열현상을 초래하게 된다. 따라서 계속적인 운전보다는 입실 개시시간과 중간시간대에 간헐운전하는 것이 일반적이다. 또한 온수 및 증기보일러는 연소가스 배기에 따른 열량 소모로 인해, 운전방법이 부적절한 경우 효율저하가 나타나게 된다. 지역난방방식은 24시간 연속난방을 원칙으로 하므로 실제 운전시에는 나이트셋백(night set back)을 통해 야간에도 방열되는 양이 많으며, 초기예열에 필요한 부하는 상대적으로 적게 나타난다.

개별난방방식인 가스온풍기와 심야축열식 전기온풍기는 개별 실체어로 부하에 대한 대처가 빠르며, 온풍기에 설치된 온도감지센서를 통해서 실내온도를 적정치로 유지하기 위해 연속운전을 하게 된다. 축열식 전기온풍기는 다음날의 기상조건을 예측하여 축열하여야 하므로, 전일의 기상예측을 통한 축열량과 소요되는 부하량과의 차이가 발생할 경우, 방열량 부족 및 낭비가 발생할 수가 있다. 위에서 설명한 바와 같이 난방방식의 운전비는 각 방식의 운전조건이 상이하므로 동일조건에서 비교하는 것은 어렵다고 판단된다.

5. 소규모학교의 난방방식

실태조사에 의한 우리나라의 학교 규모별 분포는 표 7.과 같다. 이 조사결과는 일반 교실만을 대상으로 작성한 것으로서 난방대상실 전체를 대상으로 하는 기준과는 약간 차이가 있다. 표 7.에 의하면 초등학교의 경우, 농어촌에 위치한 학교의 수가 반을 넘으며 소규모 학교의 비중이 상당히 높다. 소규모 학교의 대부분이 농어촌 지역에 편재해 있으며 전체적으로 대도시나 중소도시는 일반 규모의 학교가 큰 비중을 차지하는데 반해 농어촌은 소규모 학교가 많음을 알 수 있다. 많은 수의 소규모 초등학교가 농어촌에 위치하고 있는데 대부분의 농어촌에 도시가스가 공급되지 않는 점을 감안하면 농어촌의 소규모 학교는 심야전기를 이용한 축열식 전기온풍기를 사용하는 것이 도시의 일반 규모학교 들에 비해 상당히 유리하다.

표 7. 실태조사 대상학교의 학급 규모별 분포 현황 [단위 : 학급수]

지역	11 이하	12-36	37-60	61이상	계
대도시	3	29	28	1	61
중 소 도시	7	22	20	2	51
농어촌	127	25	3	0	155
도 서 벽 지	11	0	0	0	11
소 계	148	76	51	3	278
백분율	53.2%	27.3%	18.3%	1.1%	100%

즉 거의 모든 일반 규모의 학교는 심야전기 이용 축열식 전기온풍기를 설치할 경우에는 수전용량이 100kW를 초과하게 되어 이 경우 현행 규정상 수변전 설비를 필수적으로 설치해야 함은 물론 전기 안전관리 비용을 부담하게 되어, 적지 않은 부대 비용의 지출을 야기하게 된다. 이런 측면에서 수전 용량이 100kW를 초과하지 않는 규모의 학교에서는 심야전기를 이용하는 것이 여러 모로 유리하게 된다. 그러므로 소규모 학교나 농어촌 소재 학교들은 축열식전기온풍기 시스템을 난방방식으로 채택하는 것이 다른 방식에 비해 유리한 측면이 많다. 그러나 심야전기를 이용한 난방방식은 연속난방을 전제로 운전을 해야 가장 효율적이기 때문에 연속운전을 하는 것이 좋으나, 실정상 간헐운전을 할 경우에는 학년별, 관리실, 일반교실과 특수교실을 구분하여 조닝하는 것이 유리하다.

표 8.은 심야전기 이용시 별도의 수변전설비를 필요로 하지 않기 때문에 초기투자비가 상대적으로 저렴하고 안전관리에 따른 부대 비용이 발생되지 않는 범위인 전력량 100 kW를 기준으로 적용 가능한 규모의 학교를 산정한 것이다

표 8. 심야전기 이용 적정 학교 규모 [단위 : 난방대상 실수]

기후 지역	I 지역	II 지역	III 지역	IV 지역
초등학교	10	12	12	15
중고등학교	7	7	10	12

주) 실당 면적은 약70㎡

즉 4개의 기후별 대표 지역인 서울, 대구, 광주, 제주의 외기온에 의한 일반 교실의 난방부하를 산출한 후, 상기 시설용량을 만족할 수 있는 난방대상실의 규모를 산출한 것이다. I 지역은 10개의 난방대상실을 갖춘 학교가 이에 해당되는 반면, II, III 지역은 12개, IV 지역은 15개까지 이에 해당된다. 중고등학교는 이용시간대가 초등학교에 비해 길기 때문에 해당 난방대상실수가 적은 것으로 나타났다. 그러나 심야전기를 이용할 때에는 연속운전이 전제되어야 효율적 운전 결과가 기대되기 때문에 합리적 운전 방식의 채택이 중요하나, 간헐운전을 할 경우에는 기상예측에 따른 축열 운전의 어려움 등으로 인해 에너지의 효율적 이용에 불리할 수도 있다.

6. 최적 냉난방시스템 선정방법

앞서의 모델설계 및 설문, 면담 분석결과를 기준으로 현재 초·중고등학교에 현실적으로 설치 가능한 냉난방 시스템에 대해 시스템별 특성과 경제성분석(초기투자비), 소규모학교에 대한 합리적 난방방안에 대하여 분석을 하였다. 이러한 모든 점을 고려하였을 때 지역별, 유형별, 규모별 그리고 기존과 신설학교를 구분하여 적정 냉난방 시스템 선정방안을 다음 사항들을 기준으로 하여 그림 4와 같이 제시하였다.

물론 종류가 다양하고 종류별 특성이 각각 각색인 설비시스템을 하나의 제시된 흐름도를 이용한다는 것은 다소 어려움이 있으리라 판단하고 있지만 본 흐름도를 이용하여 선정한다면 무리없이 적정한 시스템을 선정할 수 있으리라 판단된다. 여기서 언급된 시스템들은 국내에서 현실적으로 적용 가능한 시스템을 대상으로 하였으며, 다음과 같은 시스템 즉, 시범적으로 설치 가능하나 범용적으로 적용하기 곤란한 냉난방시스템인 대체에너지 이용설비, 초에너지절약형 기술, 우수 이용 설비나, 국내 설치 사례는 미미하지만 장래 적용성이 확보될 경우, 설치 가능한 냉난방시스템인 저온수 난방시스템, 바닥설치형 난방시스템, 열회수환풍기등에 대해서는 본 연구에서 제외를 하도록 하였다.

7. 결론

본 연구에서는 학교건물의 적정 난방설비 시

스템 제시를 목적으로, 모델 초등학교의 부하계산을 실시하고 이를 바탕으로 지역별, 유형별, 규모별 그리고 기존과 신설학교를 구분하여 최적냉난방 시스템 선정방안을 제시하였으며 특히 소규모학교 적용을 위한 적정 심야전기이용 개별 축열식 전기온풍기에 대하여 자세하게 분석을 하도록 하였다. 그러나 심야전기를 이용한 난방 방식은 연속난방을 전제로 운전을 해야 가장 효율적이며 간헐운전을 할 경우에는 기상예측에 따른 축열 운전의 어려움 등으로 인해 에너지의 효율 이용에 불리할 수도 있다.

현재까지 여러 가지 사정으로 열악한 수준에 머물러 있는 학교건물의 환경 개선을 위한 노력은 시급하며 조속한 시일내에 개선이 이루어져야 한다고 판단된다. 특히 냉난방시설에 관한 한 어른들이 근무하는 시설에서는 거의 갖추어져 있어 문제가 없으나 21세기를 눈앞에 두고 있는 이 시기에 나이 어린 초등학생들이 학업을 하는 초등학교에 이제는 하루 속히 완벽한 시설이 갖추어져야 한다고 판단되며 향후 이러한 시설로 말미암아 막대한 예산이 소요되는 설치경비와 유지관리 비용을 절감하고 또 국가에너지 공급 차원에서의 최적 난방시스템을 채택하는 것은 필수적인 사항이라할 수 있다. 아울러 각종 에너지 공급이 대도시에 비해 미흡한 소규모 도시나 농어촌 지역에 많이 위치한 소규모 학교들에 대하여 지역별, 용도별, 규모별로 적정 규모의 냉난방설비 시스템을 선정할 수 있는 방안을 제시함으로써 실무 계획 차원에서 많은 참고가 되리라 판단된다.

참고문헌

1. 박효순, 윤용진 외, 학교건물의 환경개선을 위한 냉난방시스템 연구, 한국에너지기술연구소, 1998.9
2. 김영호, 건축설비, 보문당, 1995
3. (사) 공기조화 냉동공학회, 공기조화·냉동·위생공학 편람 제2권, 1991
4. 落藤澄, 暖房方式と温熱環境-學校暖房の實測を中心にして, 空調調和・衛生工學 第61卷 第4号, 1987
5. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Fundamentals(1997), ASHRAE, 1997
6. 한전 판매사업단 분석자료 '심야전력을 이용하는 축열식 난방 온수기', 1998.3

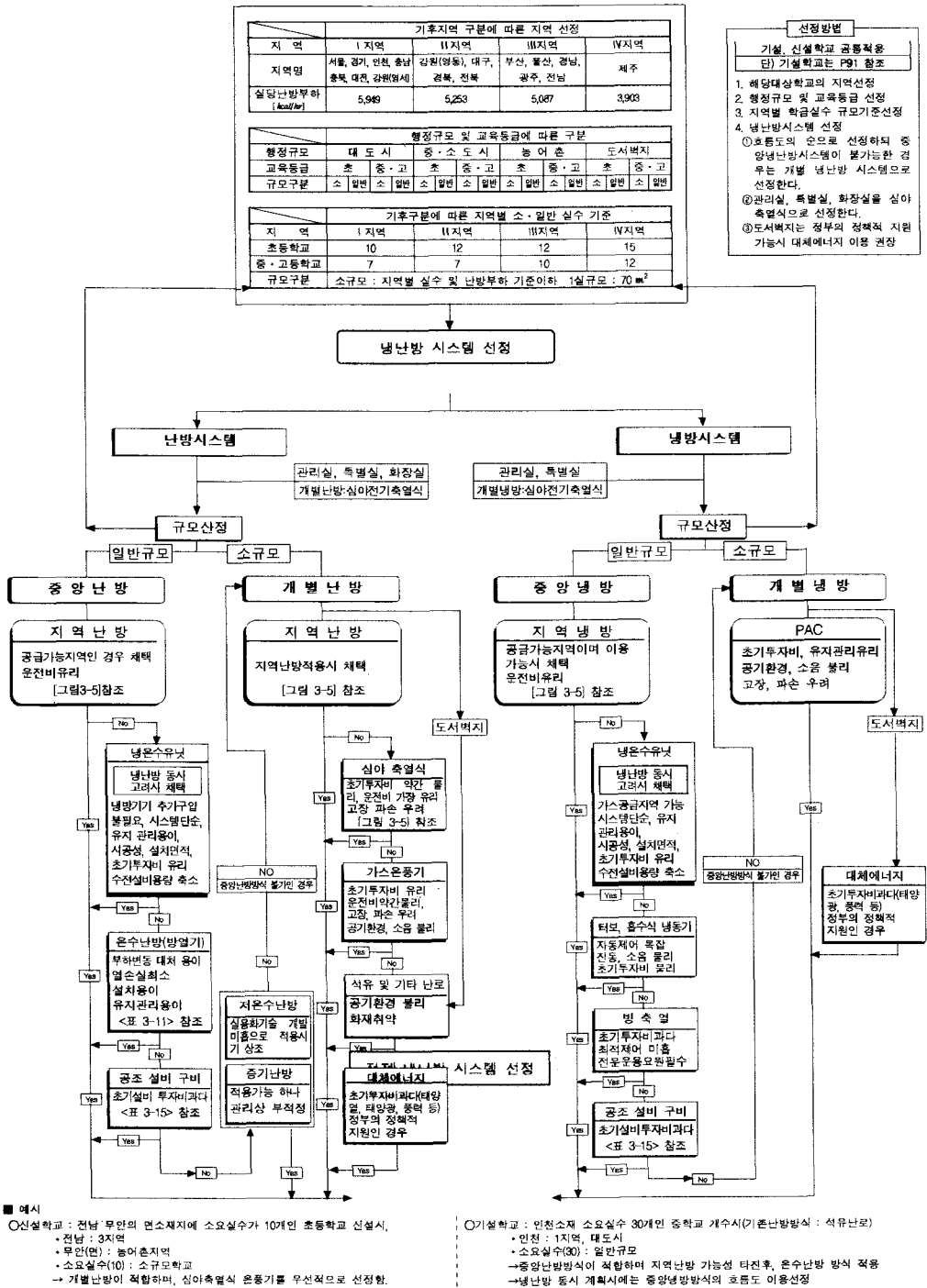


그림 4. 유형별 적정 냉난방 시스템 선정 흐름도