

學校 建物の 에너지 節約方案

Energy Saving of School Buildings

李 星*

Lee, Sung

학교 건축물 특히도 초·중고등 학교의 내부 공간은 겨울과 중간기에 수업을 받기에 너무 온도가 낮아 수업능률 저하 등의 원인이 되고 있으며 설사 난방이 되더라도 주로 기름이나 가스를 에너지원으로 하고있어 화재의 위험은 물론 배기가스에 의한 외기 오염의 원인이 되면서도 최근에 시공된 학교를 제외하고 대부분의 학교에서는 학생들이 외피의 단열부족과 많은 틈새바람에 의한 외풍현상에 의해 추위를 견디며 수업을 받아야 하는 것이 오늘날 학교 건축물의 현실이다. 학교의 재정 또한 넉넉하지 못하여 충분한 에너지를 공급하지 못하는 것은 익히 잘 알려진 사실이고, 건물의 특성상 학생들은 쉬는 시간마다 출입이 빈번하고 환기에 의한 에너지 손실 또한 막대하여 오염된 실내공기의 문제는 물론, 막대한 에너지공급에도 불구하고 교실은 항상 쾌적할 만큼 온도 유지가 어려운 것이 현실이다.

이와 같이 학교건물은 건물 에너지 소비는 많으면서도 실내쾌적도는 낮은 문제점을 안고 있다. 특히도 많은 학생들이 모이고 활동하는 곳이므로 환기가 잘 되어 함에도 불구하고 환기에 의한 에너지 손실이 막대하여 실제로 겨울에 만족스런 환기가 이루어지는 교실은 거의 없는 것으로 조사되고 있다. 이 결과 학생들은 학교에서 공부에 의한 스트레스와 실내공기에 의한 열적 스트레스를 동시에 받기 때문에 수업능률의 저하는 물론 성장기 학생들의 건강에까지도 영향을 미치고 있다.

* 정회원, 동의대학교 건축설비과 교수

이러한 학교 건물은 건물특성상 타 건물과 다른 다음과 같은 점을 가지고 있다.

- 건물의 사용시간이 짧다
- 건물의 사용시간이 주간에만 국한된다
- 건물의 사용자가 성장기의 학생들이다
- 대부분이 공공건물이다.

따라서 이와 같은 학교건물의 에너지 절약을 위한 방안으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

1. 건물 구조와 난방설비를 통한 에너지 절약 계획
2. 자연환기 대신 기계환기를 통한 실내공기 환기개선 및 폐열회수를 통한 에너지절약
3. 자연에너지 이용계획

1. 건물 구조와 난방설비를 통한 에너지 절약 계획

학교건물의 에너지 절약을 위해서는 우선적으로 학교 건물을 개수하는 작업일 것이다. 예를 들어 지붕, 지하실, 칸막이벽, 외벽, 창문, 출입문 등을 기밀하게 하는 것은 물론 단열재를 보강하고 창문 등의 단열능력을 높여 열 손실을 적게 할 때 이미 기존의 에너지 소비보다 약 40% 이상의 에너지를 절약시킬 수 있게된다.(BINE, Nr.16 참조)

다음으로 난방 설비 대책중의 하나가 장비를 현대화시키는 것이지만 경제적인 이유로 매년 새로운 장비로의 교체가 어려우므로, 주어진 조건에서의 에너지 절약에 가장 중요한 역할을 하는 것은 연료의 가격이 된다. 즉 연료비가 오를수록 난방설비의 현대화에 따른 투자비용 회수가 빨라지지만 연료비가 저렴하면 그만큼 투자비용회수가 오래 걸려 비경제적이 될수 있다. 그러나 다른 난방설비의 대책으로 기기의 정확한 조작을 위한 관리자의 교육(기계적인 교육, 경험적인 교육)과 증기보일러의 온수보일러로의 교체 등을 통해 20% 이상의 에너지를 절약할 수 있는 것으로 조사되고있다(BINE, Nr.16 참조).

2. 기계환기를 통한 실내공기 환기개선 및 폐열회수를 통한 에너지절약

학교 건물의 교실에서 창문이나 틈새를 통한 자연환기는 많은 에너지의 낭비는 물론 조밀한 학생 밀도 때문에 환기량이 부족하여 교실내의 공기질을 저하시켜 하루중 많은 시간을 교실에서 보내야 하는 학생들의 건강에 좋지않은 영향을 미치고 있다. 이와 같은 것은 독일의 한 학교에서 동일한 조건의 교실을 대상으로 자연환기와 기계환기를 통한 CO2 가스량을 측정된 결과 기계환기가 되는 교실의 CO2 가스량은 기준치에 맞게 측정 됐으나 자연환기가 되는 교실에서는 이보다 5배가 넘는 양이 측정된 결과에 의한 것으로 성장기에 있고 두뇌발달이 가장 왕성하게 요구되는 학생들에게 매우 좋지 않은 영향을 주는 것으로 나타났다.

또한 집중적으로 창을 열어 자연환기를 시킨 교실과 최소한의 자연환기만 시킨 교실과의 에너지 소비는 약 10% 정도 밖에 차이가 나지를 않았다. 그러나 기계환기를 한시간에 1인당 20 - 30m³의 공기를 환기 시켰을 경우에는 자연환기에 의한 평균 에너지 손실양보다 약 15% 적게 소비되는 것으로 조사되었다(BINE, Nr.16). 만약 여기에 폐열회수기를 설치할 경우 적은 투자비용으로도 환기에 의한 손실 에너지를 40% 이상 절감시킬 수 있어 에너지 절약 비율은 더욱 높아질 것이다(그림 1).

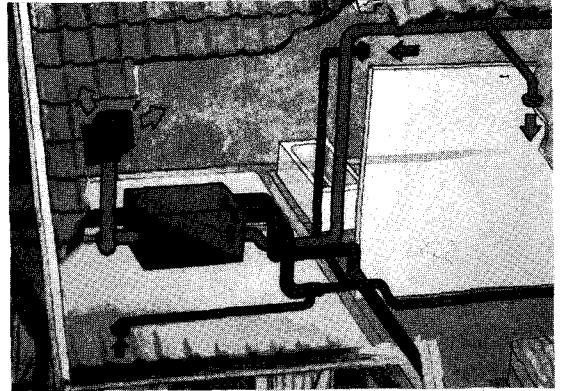


그림 1. 폐열회수 및 쾌적한 실내공기를 위한 기계환기에

3. 자연에너지 이용계획

학교 건물에 자연 에너지를 잘 이용할 수 있도록 한다면 화석연료를 사용하지 않고도 학교 건물을 충분히 난방과 냉방을 시킬 수 있을 것이다. 이러한 자연 에너지의 이용을 위한 학교 건물의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- 학교 교실은 일반적으로 낮에만 주로 사용된다.
- 학교 교실은 많은 환기를 필요로 하여 에너지 소비가 막대하다
- 학교 교실은 채광용 창면적이 많아 창틀의 틈새에 의한 에너지 손실이 많다
- 학교 건물은 대부분 콘크리트나 벽돌과 같은 중량 구조물로 시공되었다
- 학교건물은 학생들의 출입이 매우 잦아 출입문을 통한 열손실이 크다
- 학교 건물은 환경보호 교육효과가 병행되도록 되어한다
- 학교건물은 에너지 사용에 의한 안전사고에 노출되지 않도록 한다
- 학교건물은 대부분의 경우 저층이며 남쪽에 운동장에 접하여 있다
- 학교는 방학이 있다.

학교 건물에서는 다른 건물과는 다른 바로 위와 같은 조건을 만족시킬 수 있는 자연에너지

공급방안이 세워져야 할 것이고 이와 같은 방안이 체계적이고 계획적으로 그리고 경제적으로 세워져야 학교 건물에 적용 가능한 에너지 절약 대책이 될 것이다.

1) 태양에너지의 이용을 통한 절약방안

학교 건물에 태양에너지를 이용하기 위해 가장 좋은 조건중의 하나가 바로 건물의 사용시간이다. 학교건물은 대부분의 경우 낮 시간에만(아침부터 오후까지) 이용되므로 태양에너지를 이용하기 위해서는 가장 좋은 조건의 건물이 될 수 있다. 중요한 것은 이와 같은 좋은 조건을 어떻게 잘 이용하느냐 하는 계획이 잘 세워져야 한다는 것이다.

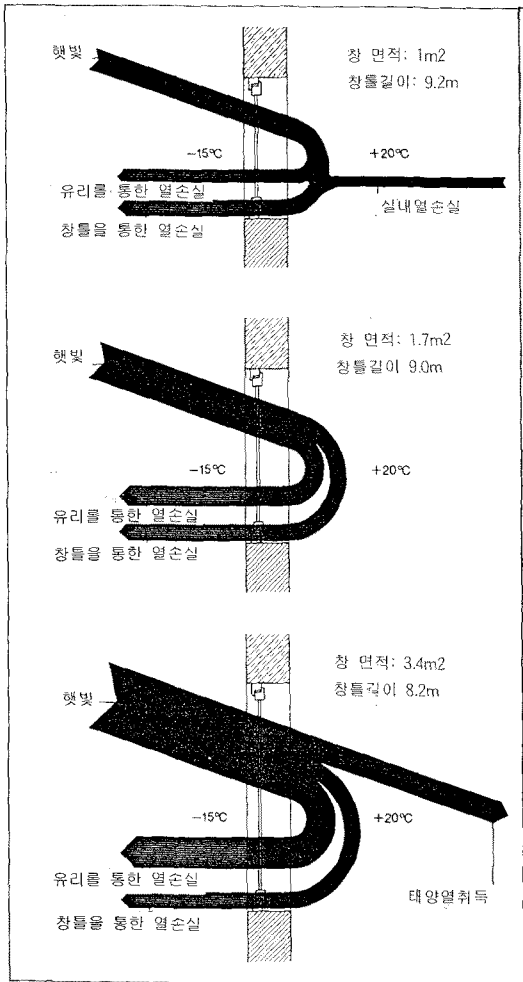


그림 2. 남측창을 통한 에너지 현황(Bauen mit der Sonne 61쪽)

- 남측 창문의 계획(문틀의 계획)

태양에너지 이용에 잘 알려진 것처럼 남측 창문의 계획이 잘 세워져야 할 것이다. 태양에너지 취득을 위한 기존 교실의 남측 유리창과 같이 넓은 것도 중요하지만 더욱 중요한 것은 창틀의 재료와 종류이다. 창틀의 재료는 열전도율이 적은 목재나 합성수지가 좋으며, 창문의 종류로는 가능한 창면적이 크고 틈새길이가 적은 것이 좋으며, 예를 들어 남측 창에 다른 에너지 취득현황을 보면 아래 그림과 같다(그림 2).

위 그림과 같이 남측의 창면적은 최대한하고 창틀은 가능한 불박이로 하여 틈새에 의한 에너지 손실을 최소화시키는 한편, 여름에 대비한 차양 장치도 병행해서 계획되어야 할 것이다(그림 3).

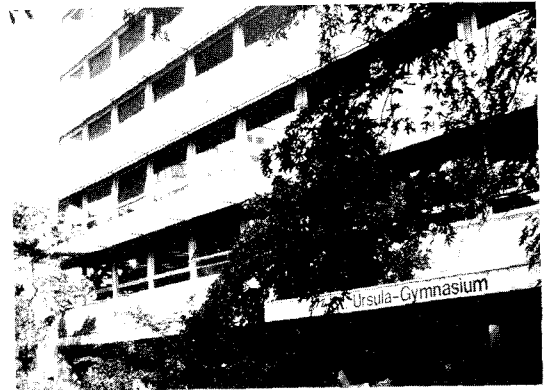


그림 3. 남측창의 차양장치

- 남측 벽의 계획

태양에너지 이용을 위한 남측 벽은 가능한 투명단열이 사용 되어야 할 것으로 사료된다. 기존의 불투명 단열은 태양에너지 취득을 잘 차단시켜 태양에너지 이용에는 부정적인 역할을 하였는데, 학교건물과 같이 주간에만 사용되는 건물은 야간의 에너지 손실을 고려할 필요가 없으므로 주간에의 에너지 취득을 생각할 경우 더 이상의 재고 없이도 투명단열체가 사용될 경우 획기적인 에너지 절약효과를 기대할 수 있기 때문이다. 투명단열체를 사용할 경우 학교건물에서의 에너지 취득효과는 아래 표 1 과 같으며, 참고로 그림 4는 독일의 투명단열을 이용한 학교 건물의 예를 보여준다.

아래 그림 4와 표 1에서와 같이 학교건축물 처럼 낮 동안만 사용되는 건축물의 투명단열을 통한 태양 에너지 이용효과는 막대한 것이어서 11월과 12월의 아침 일과시작시간에 에너지가 손실되는 것 이외에는 전부 태양에너지가 취득되는 것으로 나타났으며 아침 9 시의 에너지 손실도 9 시가 지나면서 서서히 에너지가 취득되어 10 시부터는 방학시간을 제외한 전 난방기간 동안 에너지가 취득되어 난방에너지의 태양에너지로의 완전 대체효과를 충분히 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

표 1. 투명단열된 불투명의피를 통한 에너지 취득효과
(+: 에너지 손실, -:에너지 취득)

외피의 종류	일과시간동안 에너지 취득량 [kWh/m ² 겨울]			
	동향	서향	남향	북향
불투명단열된 불투명의피	+ 9.1	+ 9.1	+ 9.1	+ 9.1
투명단열된 불투명의피	- 37.1	- 50.4	- 68.6	- 31.2

“한국교육시설학회지 제2권 제2호 “학교건물의 에너지절약과 투명단열제” 참조



그림 4. 투명단열된 학교건물 - 독일 부어펜(Wurzen)

- 지붕의 이용계획

학교건물의 지붕은 일반적으로 박공 혹은 스

래브 지붕으로 전혀 이용되는 부분이 아니므로 이러한 지붕을 이용한다면 학교 건물은 주간에만 사용되므로 고가의 집열기를 이용하지 않더라도 그림과 같은 간단한 집열장치를 이용하여 막대한 태양열을 집열시킬 수 있으며 특히도 많은 환기를 필요로 하는 교실의 실내공간에 공급하거나 축열시킨다면 햇빛이 없는 동절기에도 에너지를 공급할 수 있는 많은 에너지를 취득할 수 있을 것이다(그림 5).

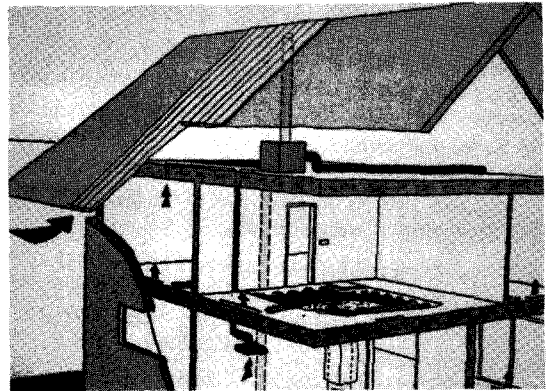


그림 5. 지붕을 이용한 에너지 취득(Bine 16/1989그림)

이렇게 학교 건물에 태양에너지 이용이 가능한 것은 기존의 학교 건물에도 남쪽에는 넓은 채광장이 있으며 대부분의 학교 건물은 남쪽에 넓은 운동장을 두고 있어 겨울의 낮은 고도의 햇빛을 가리는 것이 거의 없기 때문이다. 구조물 또한 중량 구조물로 구성되어있어 취득된 에너지의 축열성능까지 있어 쉬는 시간의 학생들 출입에 의한 막대한 에너지 손실을 수업시작과 동시에 다시 바로 복사열을 통하여 실내공간에 공급될 수 있는 장점을 가지고 있고 불규칙한 태양광선에 의한 에너지 공급을 거의 일정하게 하는 기능을 가지고 있기 때문이다.

특히도 투명단열을 통한 에너지 취득은 직사광선이 구름에 가리어도 복사열도 취득되므로 에너지 취득효과가 있어 기상조건이 매우 나쁜 경우를 제외하고는 전천후로 주간에는 실내 난방효과를 기대할 수 있다.

2)지열의 이용

학교 건물에는 넓은 운동장이 있으며 이러한 운동장을 이용하여 운동장 하부에 3m 정도의 깊이 에 덕트를 매설하거나 아래 그림과 같은 터널을 만들어 지열을 이용할 수 있게 한다면 한 겨울에는 약 13 -15°C 되는 공기를 얻을 수 있어 막대한 에너지 절약효과를 가져올 수 있으며, 특히도 많은 환기 에너지를 필요로 하는 학교 건물에는 적은 비용으로도 시설이 가능한 지열 이용 방안이 세워져야 할 것이다. 또한 한 여름에는 약 18°C되는 공기를 지열을 통하여 얻을 수 있어, 여름철의 냉방효과는 물론이고 환절기의 쾌적한 환기효과까지 기대할 수 있어, 지열의 이용은 막대한 에너지 절약효과를 가져오며, 특히도 이러한 지열이용이 태양에너지 이용방법과 연계되어 계획이 세워진다면 학교 건물은 에너지 절약이 아니고 완전한 자연에너지로의 대체효과를 가져와 쾌적하고도 건강한 학생들의 공간이 조성될 뿐만아니라, 환경오염방지 교육을 위해서도 산 교육장이 될 것은 물론, 모든 초,중등학교가 이렇게 대체에너지를 이용하게 한다면, 국가적인 차원에서는 막대한 에너지수입 대체효과까지 있어 의화 절약에도 기여하게 될 것이다(그림 6).

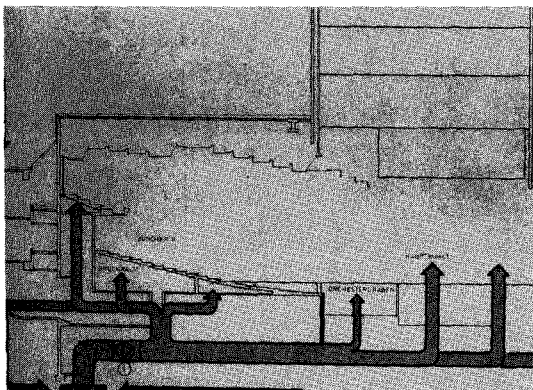


그림 6. 지열이용 계획(Bine 12/85)