

교육시설에서의 지열에너지 이용사례와 과제

이 연 생

교육인적자원부 울산국립대학건설추진단 시설팀장

1. 시대적 배경

지난 20년간 전 세계 에너지·환경에 관한 이슈 중에서 가장 중요한 의제로 기후변화 문제를 들 수 있겠다. 산업혁명 이래 석탄, 석유, 가스 등 화석연료의 연소 및 산림파괴를 수반한 개발 등의 영향으로 온실가스 방출량은 최근 급속한 속도로 증가하고 있다. 이와 같이 전 세계적으로 에너지 및 환경에 대한 관심이 나날이 고조되고 있는 가운데 현재 세대와 미래 세대가 보다 나은 삶을 이룩할 수 있는 지속가능한 발전을 추구하기 위하여 각 분야는 많은 노력을 기울이고 있다.

국제사회는 1992년 브라질의 리우 정상회의시 기후변화협약을 체결한 이후 최근 케냐의 나이로비에서 2012년 이후 기후변화대응 체제의 논의 등, CO₂ 등 환경오염물질에 대한 규제의 움직임이 범지구적 차원에서 일고 있다. 그러나 기후변화협약에 의한 온실가스 감축은 강제적 구속력이 없음에 따라 온실가스의 실질적인 감축을 위하여 과거 산업혁명을 통해 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국(38개국)을 대상으로 제1차 공약기간(2008~2012)동안 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축을 규정하는 선진국의 보다 강력한 온실가스 감축을 주요 내용으로 한 교토 의정서를 제3차 당사국총회('97, 일본 교토)에서 채택하여 미국의 거부에도 불구하고 2005년 2월

16일 공식 발효되기에 이르렀다.

OECD 회원국이며 CO₂ 배출량 세계 10위, 에너지소비량 세계 10위인 우리나라는 2002년 교토 의정서를 비준했고 2013년 이후 온실가스 의무 감축대상국으로 지정될 가능성이 높다. 이에 따라 최근 범정부적 차원에서 여러 가지 방향이 모색되고 있으며, 각 부서별로 구체적인 정책을 개발·추진하고 있다.

2. 교육시설의 최근 동향

에너지의 중요성이 재인식되면서 정부도 신·재생에너지 개발과 보급의 활성화를 위한 “신·재생에너지 개발 및 이용·보급 본계획(2003 ~ 2012)”을 수립하고 2004년 말에 법률을 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법”으로 보완 개정하여 2011년까지 총 에너지량의 5% 신·재생에너지 공급 목표를 달성하기 위해 국가 및 지방자치단체 등의 경우 연면적 3,000제곱미터 이상인 건축물은 총 건축공사비의 5퍼센트 이상의 비율을 투자하도록 신·재생에너지의 이용 의무화를 법률로 정하고 규정하고 있다. 이에 따라 각 대학 및 시·도 교육청의 교육시설도 국가 시책에 동참하는 효과도 얻으며 공공요금 등 운영비의 부담을 신·재생에너지의 과감한 도입을 통하여 그 절감방안을 모색하고 있다.

또한, 환경친화적이면서 에너지절약에 관한 정책

으로서 건설교통부와 환경부가 그동안 별도로 운영해 오던 주거환경우수주택지정제도와 그린빌딩 시범인증제도를 통합 친환경건축물인증제도를 시행하고 있다. 인증의 대상이 되는 학교시설의 평가 기준을 마련하여 에너지 및 자원의 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증함으로써 친환경건축물의 건설을 유도·촉진하는 제도를 권장하고 있다. 본인인증제도의 시행을 통해서 친환경적 교육시설의 확산이라는 직접적인 효과 제고 및 학생들에게 환경가치에 대한 인식을 제고시키고, 업계와 학계에 대해서는 환경기술발달 및 연구 활동을 진흥시키는 등의 부수적인 효과도 기대하고 있다.

교육인적자원부에서 시행하는 학교시설사업에 관하여, 2005년부터 도입하여 점차 확대되고 있는 교육시설의 임대형민간투자사업(BTL) 방식을 추진하면서 민간의 아이디어를 빌려 가능한 한 다양하고 폭넓은 신·재생에너지 시스템 도입이 검토되어지고 있다. BTL사업의 성과요구수준서 내용을 보완하여 신·재생에너지의 보급을 유도하고 있으며 그 결과 많은 교육시설에 다양한 신·재생에너지 도입이 활발히 시도되고 있다. 이는 매우 고무적인 현상이라고 할 수 있겠으나 아직 에너지 절약 및 신·재생에너지에 관한 관심 부족과 설치예산의 지원 미흡 및 유지관리를 위한 기술 및 예산 측면에서 현재보다 더욱 많은 배려가 절실히 요구되어 지고 있다.

표 1은 학교시설부문의 친환경건축물 인증심사 기준으로서 9개 부문, 25개 범주, 43개 평가항목으로 구성되었다. 그 중 에너지 절약범주 중 대체

에너지이용에 관한 평가항목이 규정되어져 있다. 그렇게 많은 배점을 배려하고 있지는 않지만 점차 보급이 증가하는 추세를 보이고 있다. 또한 환경오염 부문의 지구온난화 방지 범주의 이산화탄소 배출저감에 관한 평가항목도 신·재생에너지의 확대보급에 기여 할 것으로 사료된다.

3. 신·재생에너지 도입사례와 과제

3.1 신·재생에너지 도입 추이

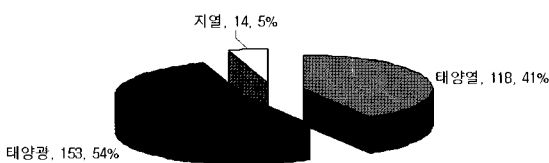
교육시설의 경우, “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법”의 전면 개정

이전에는 설치 의무대상시설이 아닌 관계로 전면적 보급에 한계가 있었으나 의무화로 규정된 이후 다양한 에너지원에 의한 신·재생에너지 설치방식을 도입하고 있으며 그림 1은 최근 5년간 각 시·도 교육청에서 도입한 신·재생에너지 종류별 도입건수 및 비율을 나타내고 있다.

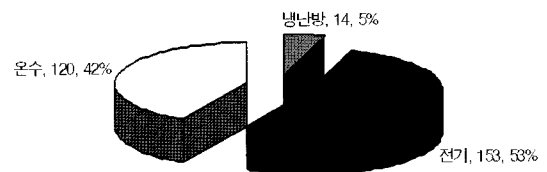
주로 태양열, 태양광, 지열 방식의 3종류를 중심으로 도입 설치되고 있으며 그중에 태양광 방식이 153건에 전체의 54%를 점하고 있으며, 다음으로 태양열의 118건에 41%, 그 다음으로 지열로서 14건에 5%를 점하고 있다.

그림 2는 도입 신·재생에너지의 주 사용용도를 나타내고 있다. 태양광 방식은 주로 가로등 등에 사용되는 전기생산용으로 153건에 53%를 보여 주고 있으며, 다음으로 온수사용을 위한 태양열방식으로 120건에 42%의 비율을, 그 다음으로 냉난방을 위한 지열에너지방식으로서 14건에 5%의 비율을 보이고 있다.

그림 3은 최근 5년간 신·재생에너지의 도입 추



[그림 1] 신·재생에너지원별 도입 종류 및 비율(초중등학교)



[그림 2] 신·재생에너지 용도 및 비율(초중등학교)

<표 1> 친환경건축물 인증심사기준(학교시설 부문)

부문	범 주	평가항목
1. 토지이용	1.1 생태적가치	1.1.1 기존대지의 생태학적 가치
	1.2 토지이용	1.2.1 건폐율
	1.3 인접대지영향	1.3.1 일조권 간섭방지 대책의 타당성
2. 교통	2.1 교통부하 저감	2.1.1 대중교통에의 근접성
		2.1.2 자전거 보관소 설치 여부
3. 에너지	3.1 에너지 소비	3.1.1 에너지 소비량 평가
	3.2 에너지 절약	3.2.1 대체에너지 이용
		3.2.2 조명 에너지절약
4. 재료 및 자원	4.1 자원 절약	4.1.1 공업화공법 및 환경관련 신기술 적용
		4.1.2 화장실에서 사용되는 소비재 절약
	4.2 자원 재활용	4.2.1 지정 부산물 및 기타 부산물에 대한 재활용 비율
		4.2.2 유해자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용 여부
		4.2.3 재활용 가능자원의 분리수거
		4.2.4 음식물 쓰레기 저감
		4.2.5 기존 건축물의 재사용으로 재료 및 자원의 절약
4.2.6 기존 건축물의 재사용으로 재료 및 자원의 절약		
5.수자원	5.1 수순환 체계 구축	5.1.1 우수부하 절감대책의 타당성
	5.2 수자원 절약	5.2.1 생활용 상수 절감 대책의 타당성
		5.2.2 우수 이용
		5.2.3 중수도 설치
6. 환경 오염	6.1 지구온난화 방지	6.1.1 이산화탄소 배출 저감
		6.1.2 오존층 보호를 위한 특정물질의 사용 금지
	6.2 공기환경	6.2.1 운동장 먼지 발생 방지
7. 유지 관리	7.1 체계적인 현장관리	7.1.1 환경을 고려한 현장관리 계획의 합리성
	7.2 효율적인 건물관리	7.2.1 운영 / 유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성
	7.3 향상된 실내환경 및 유지관리	7.3.1 보행시에 발생하는 먼지 배출량 감소
8. 생태 환경	8.1 대지내 녹지 공간조성	8.1.1 연계된 녹지축 조성
		8.1.2 조경면적율
		8.1.3 자연지반녹지율
		8.1.4 생태환경을 고려한 환경녹화기법 적용 여부
	8.2 생물서식공간 조성	8.2.1 수생비오톱 조성
		8.2.2 생태학습원 조성
8.3 자연자원의 활용	8.3.1 표토재활용율	
9. 실내 환경	9.1 공기환경	9.1.1 각종 유해물질 저 함유자재의 사용
		9.1.2 실내 오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업 수행 여부
		9.1.3 자연환기 설계 도입 및 쾌적한 실내 공기환경 조성
		9.1.4 석면이 포함된 건축자재 사용의 억제
	9.2 온열환경	9.2.1 쾌적한 실내 온열환경 조성
	9.3 음환경	9.3.1 외부 소음에 대한 실내 허용소음
	9.4 직사일광 이용 및 향상된 시환경 확보	9.4.1 직사일광을 이용하면서 현휘를 감소시키기 위한 계획 수립
9.5 수질환경	9.5.1 건물내 급수배관의 위생성 향상	
9.6 쾌적한 실내 환경 조성	9.6.1 건축물 내 이용자에게 쾌적한 공간 제공	
9.7 노약자에 대한 배려	9.7.1 노약자, 장애자에 대한 배려의 타당성	

이를 분석한 자료이다. 2004년 이전보다 2005년 이후가 눈에 띄게 증가하는 현황을 보이고 있는데 이는 2004년 관련법의 보완 개정 및 2005년부터 도입 시행된 임대형 민자사업(BTL) 추진과 함께 비교적 다양하고 활발하게 도입이 검토된 결과라 할 수 있다. 하지만 태양열 및 태양광방식에 비하여 지열의 경우에는 아직도 도입사례가 눈에 띄게 활발하다고 볼 수 없이 예년과 비슷한 실적을 보이고 있다.

이외에도 주요 국·공·사립의 대학시설에도 다양한 방식이 적용되고 있다. 표 2는 2003년 이전(2000년 2003) 및 2004년, 2005년, 2006년 사이 각 방식별 도입현황이다. 초중등학교에 비하여 지열에너지 방식이 특히 근년에 들어 많이 도입되고 있는 것이 눈에 띈다.

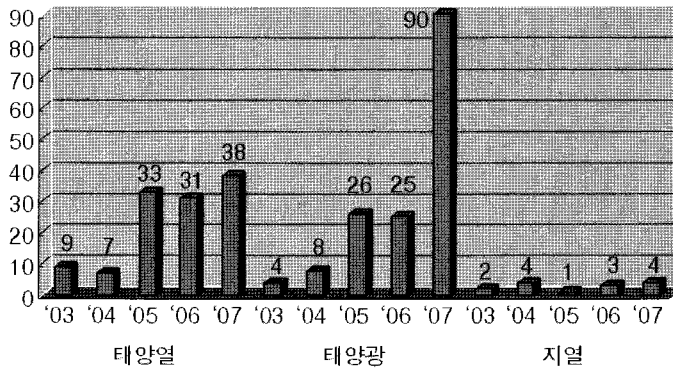
3.2 지열에너지 도입사례

이와 같이 교육시설의 경우, 최근 들어 지열에너지 도입실적이 증가하고 있는 추세이며 그중에 최근 설치된 고등학교 및 대학의 설치 사례를 들어 보기로 한다.

3.2.1 울산과학고등학교

- 사업명 : 울산과학고 지열시스템을 이용한 냉·난방, 급탕시설
- 소재지 : 울산광역시 울주군 상북면 산전리
- 사업기간 : 2004.11 ~ 2006.02
- 사업개요
 - 히트펌프 용량 : 150RT(30RT 5대)
 - 난방 30RT 3대, 급탕 30RT 2대
 - Boring 30공 (공당 5RT)
 - 공급대상면적 : 2,330 m²
 - 기숙사(1,500 m²), 관리동 및 도서·학습실(830 m²)
 - 부하량 : 489,600(kcal/h)
 - 난방 279,600(kcal/h), 급탕 210,000(kcal/h)
 - 사업비 : 750백만원 (국고보조금 525백만원, 자체조달 225백만원)
 - 절감예상액 : 42,613 천원/년

표 3은 이렇게 설치된 지열에너지시스템의 초기 시설투자비 및 운전비를 비교한 것이다. 일반 유류난방 방식과 비교하였을 경우에 비하여 투자비는 약 5억5천만원 정도 많게 소요되지만 연간 운



[그림 3] 신·재생에너지원별 최근 5년간 도입 추이

<표 2> 신·재생에너지 연도별 도입 추이(대학시설)

구분	태양열					태양광					지열				
	'03	'04	'05	'06	'07	'03	'04	'05	'06	'07	'03	'04	'05	'06	'07
도입 건수	12	4	4	1		8	1	13	13		-	-	2	8	

전비 면에서 4천 3백만원 정도 절감효과를 기대할 수 있어 12년 후에는 투자비 회수가 가능할 것으로 예상된다.

3.2.2 부산대학교

○사업명 : 부산대학교 제1교수연구동 지열히트펌프 냉·난방시스템 설치공사

○소재지 : 부산광역시 금정구 장전동 산 30

○사업기간 : 2006.04 ~ 2006.11

○사업개요

- 설치용량 : 108RT
(냉매-공기 방식 히트펌프 9RT × 10대)
(냉매-물 열교환방식 히트펌프 9RT × 2대)
- 냉방능력 : 249,400 kcal/h
- 난방능력 : 273,480 kcal/h
- 급탕능력 : 48,000 kcal/h
- 수직밀폐형 지중열교환기(직경 150mm, 깊이 200m)
- 보어홀수: 20공
- 사업비: 381백만원(자부담방법: 자체예산)

표 4는 설치된 지열에너지시스템과 종래의

PAC+보일러시스템과의 연간 운영비용에 따른 절감비용을 비교한 것이다. PAC+보일러시스템의 연간비용 3,500만원에 비하여 지열시스템의 경우 740만원으로 연간 2,700만원의 절감효과를 기대할 수 있어 약 13년 후에는 투자비(381백만원) 회수가 가능할 것으로 판단된다.

3.3 교육시설에서의 과제

교육시설에 도입 적용된 신·재생 에너지 종류를 표 5와 같이 최근 5년간 신·재생 에너지원별 도입건수 및 투자예산 현황을 근거로 분석하여 봤다.

설치건수 면에서는 태양광에 의한 전기발생 시스템(태양광 가로등 등)이 153건으로 전체의 54%를, 금액 면에서 보면 약 126억원을 투자하여 61.5% 비중을 보이고 있다. 다음 태양열에 의한 온수발생설비는 설치건수 면에서 118건으로 전체의 41.4%인 반면 금액 면에서는 약 30억원으로 14.8%의 비중을 보이고 있으며, 이와는 반대로 지열의 경우 설치건수 면에서는 14건으로 전체의 5%의 제일 적은 보급률을 보이고 있지만 금액 면에서는 약 49억원으로서 전체의 23.7%의

<표 3> 초기투자비 및 운전비 비교

(단위:천원)

비교항목	지열	유류	증·감
초기투자비	750,000	197,000	553,000
운전비(연간)	24,532	67,145	-42,613

<표 4> 에너지비용 절감 금액

구분	시스템	부하 (Mcal/년)	연간비용 (천원/년)	절감금액 (천원/년)
냉방	PAC	157,763	4,464	1,674
	지열시스템		2,790	
난방	보일러	244,472	28,609	24,259
	지열시스템		4,350	
급탕	보일러	16,290	1,906	1,616
	지열시스템		290	
합계	PAC + 보일러 시스템		34,979	27,549
	지열시스템		7,430	

<표 5> 최근 5년간 신·재생 에너지원별 도입건수 및 예산 현황

구분	분야별					
	태양열		태양광		지열	
	건수	금액(천원)	건수	금액(천원)	건수	금액(천원)
건수 / 투자금액	118	3,021,555	153	12,574,582	14	4,858,531
비율	41.4%	14.8%	53.7%	61.5%	4.9%	23.7%

비중을 보이고 있다.

이와 같은 자료를 기초로 신·재생 에너지 투자 유형을 분석하여 보면 태양열의 경우 건당 약 2,500만원 규모의 설비에 해당하는 예산을 투자하고 있으며, 태양광의 경우는 건당 8,200만원 규모의 설비에 해당하는 예산을 투자하고 있다. 그리고 지열의 경우에는 도입건수가 14건으로 비교적 적은 실적을 보이고 있지만 건당 소요예산이 3억 5,000만원으로 다른 방식에 비하여 많은 예산이 투자되고 있다. 이는 지열에너지 설비방식이 주로 냉난방 용도로 응용되는 관계로 설비의 규모가 커서 많은 예산이 소요되기 때문에 보급의 장애요인이 되기도 한다.

이와 같이 점차 신·재생에너지 사용이 증가하고 있는 추세에 있음에도 아직 교육시설에 있어서 신·재생에너지 보급률은 낮은 실정이다. 국가 전체적인 보급현황을 봐도 실제로 전체 에너지 중에서 신·재생에너지가 차지하는 비중은 2005년의 경우 2.2%, 그나마 많이 보급되었다는 태양열과 풍력도 1%에도 못 미치는 수준이다. 이러한 현상의 주요인은 각 방식의 기술축적이 낮아 외국에 비해 기술력도 떨어지는데다 업체 입장에서는 시장이 작고 수익성도 낮기 때문이며, 사용자 입장에서는 제품의 A/S 문제 등 제품 및 시스템에 대한 신뢰성에 대한 전반적 불신의 문제를 들 수 있다.

4. 결론

우리나라의 신·재생에너지 공급이 더딘 것은 신·재생에너지 분야에 대한 정부나 민간의 인식이 낮고, 시기적으로도 보급 등에 관한 대책마련

이 늦었기 때문이다. 이러한 점에 착안하여 앞으로 정부가 민간 및 국·공유시설 특히, 교육시설에 대한 신·재생에너지의 좀 더 활발한 보급을 위하여 다각적인 검토가 이루어져야 한다고 사료된다. 구체적인 실행과제로는 첫째, 정부 보조금의 지속적 확대를 추진하여야 할 것이다. 교육시설의 경우에는 부족한 교실확충을 위한 예산확보 측면의 애로 등을 이유로 활발한 투자가 주춤하고 있다고 분석 된다. 둘째, 신·재생에너지 보급 주체 및 제조업체의 지속적 기술지원관리 체계를 확립하여 한번 설치된 설비가 지속적으로 가동되는데 지장이 없도록 조치하여야 한다. 한 예로 80년대 초 보급에는 성공했지만, 유지 관리를 못해 결국 실패한 태양열 주택의 전철을 밟는 것 아니냐는 우려가 전혀 기우가 아닐 것이다. 셋째, 신·재생에너지에 관한 지속적 정보제공 등을 통한 사용자 층의 관심을 제고시키는 것이다. 법적으로는 설치 의무화 되었지만 총공사비의 5% 범위 내에서 형식적인 설치 흉내만 내는 한계를 극복하는 지혜를 모아야 할 것이라 판단된다. 넷째, 지열 냉난방시스템은 타 시스템에 비해 냉난방비가 저렴하나 전기를 사용함에 따라 지열에너지를 이용 냉난방을 하는 경우 소요되는 전기요금은 별도로 관리하여 경감시켜 주는 방안을 강구하여야 할 것이다.

이상과 같이 점차 확대 보급되고 있는 신·재생에너지 특히, 지열에너지에 대한 장점을 최대한 고려하여 교육시설에 도입을 기한다면, 화석연료 사용 절감 효과는 물론 보다 환경 친화적이고 쾌적한 교육환경을 조성할 수 있을 것으로 사료된다. ☘