

CES(Community Energy Supply System) 사업

최 근 국민소득수준의 향상에 따라 여름철 전력 수요가 폭증하므로 전력 안정 공급을 위한 특별 대책이 필요한 실정이고 환경적인 측면이나 수용가 입장에서 만족스러운 새로운 냉·난방, 전기 공급시스템의 개발·적용이 필요하다.

선진국의 경우, 소규모의 집단에너지 공급이 주류를 이루고 있으며 특히 소규모 열병합 발전시 생산되는 전기, 지역난방열 이외에 냉방에 필요한 냉수를 중앙열원에서 동

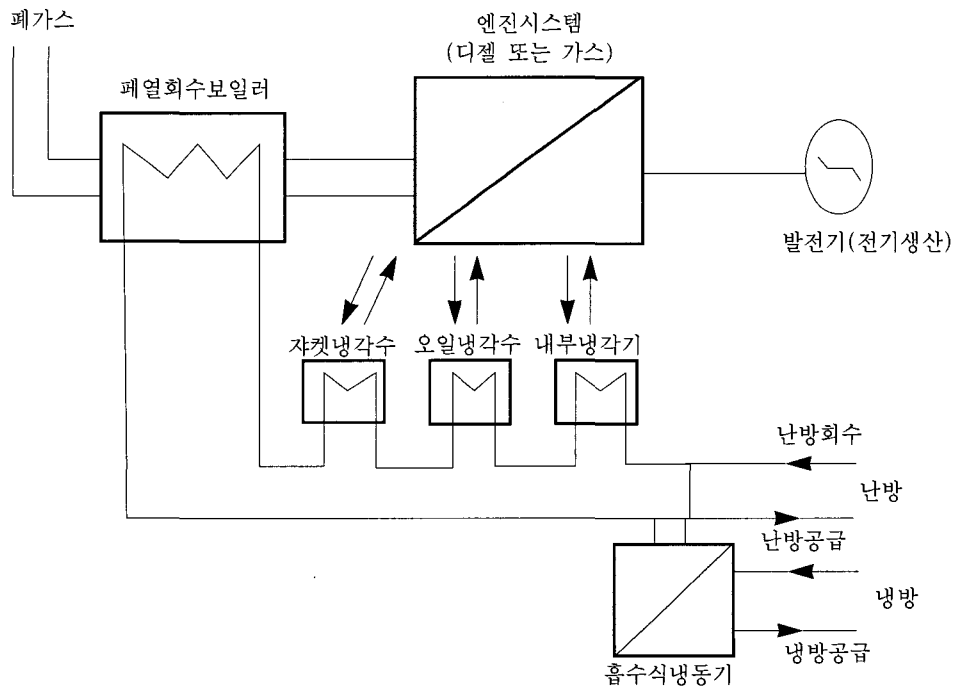


박 용 순



정 용 우

시에 생산·공급하는 소규모 Tri-Generation System이라든지, 도심지역 2개 이상의 대형



〈그림 1〉 국내 CES형 자가열병합발전시스템의 일반적 모델

집중기획-집단에너지

빌딩을 중심으로하는 구역형 집단에너지 시스템(Community Energy Supply System)등 소규모지역 난방방 공급방식이 활성화되어 있으므로, 우리나라에서도 냉방/난방/전기 부하 패턴 및 하절기 피크부하 경감에 대한 기여도 등을 고려한 경제성있는 최적시스템 구성이 가능한지 검토할 필요가 있다.

소규모 집단에너지사업은 대규모 사업과는 달리 적정 수요예측이 가능하므로 효율적인 초기 투자가 이루어질 수 있으며, 상업용 및 사업용 빌딩 등을 중심으로 부하밀도가 높은 구역을 대상으로 하면서 해당 부하 패턴에 적합한 효율적인 시스템의 구성을 통해 수익성이 확보된다면 국가 에너지절약 및 한전의 여름철 전력 피크부하 경감, 대기 환경공해 감소, 도심 도시미관 향상 등의 사업효과가 기대된다.

본문에서는 이러한 소규모 집단에너지시스템 개요 및 국내외 공급 현황, 국내 적용 환경, 적용 가능에너지 검토, 열원시스템의 기본방향 등에 대하여 언급하고자 한다.

CES(Community Energy Supply System)란 통상 가스(디젤)엔진 또는 가스터빈 등의 열병합발전설비 가동시 전력생산과정에

서 발생하는 고온의 배기가스열을 폐열회수 장치를 통해 증기 또는 온수 형태로 회수하여 사업주체가 다른 인근건물을 위주로 난방 및 냉방열과 전력을 공급하는 일종의 소규모지역난방시스템을 말하며 열병합발전설비에서 전기 및 난방열 이외에 냉방에 필요한 냉수를 직접 생산·공급하는 Tri-Generation System 도 이와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다.

CES는 일반적으로 사업주체가 다른 2개 이상의 건물에서 필요한 에너지를 에너지사업에 전문성을 갖는 단일 사업자(열공급사업자, 전기사업자, 가스사업자, 지방자치단체출자회사, 건물관리사업자 등)가 생산·공급함으로써 설비의 효율적인 투자 및 운영, 하절기 첨두전기부하 완화, 에너지 절감 및 환경보전에 기여하는 장점을 가지고 있다.

국내 도입 현황

CES형태의 소규모 집단에너지 공급방식은 잠실 롯데월드, 소공동 롯데호텔, 부산 롯데호텔 등에서 도입되어 운영중이나 생산되는 전력이 자체 소비되는 자가열병합 형태로 운영되고 있으므로 진정한 의미의 CES형 소규모 지역난방사업이라고 볼 수 없다.

〈표 1〉 운영 및 추진중인 CES형태의 국내 사업 현황

지 역	사 업 주 체	개발면적 (천㎡)	공급건물 (개)	최대열부하 (Gcal/hr)	비 고
롯데월드(잠실)	롯데월드(주)	564	6	44	'88 가동
롯데월드(소공동)	호텔롯데(주)	-	3	31	'87 가동
롯데월드(부산)	호텔롯데부산(주)	-	2	-	'95 가동
반포종합터미널지역	서울종합터미널(주)	59	3	15	'99 가동예정
청진동재개발지구	종로구청	78	17	20	타당성 검토중
광주상무대지역	광주광역시	254	21	30	집단에너지사업허가획득

〈표 1〉은 현재 운영중인 건물 자가열병합 발전시스템 및 업무용 건물 밀집지역을 대상으로 추진중인 CES형태의 사업을 나타낸 것이다.

해외 CES 현황

미국의 경우 지역에 따라 연료비, 열요금 및 전기요금의 차이가 심하므로 전기요금이 비싼 서부 캘리포니아 지역의 경우 가스엔진 또는 가스(증기) 터빈을 이용한 CHP를, 벨티모어 지역의 경우 심야전력을 이용한 빙축열시스템을 중심으로 열원시스템을 구성, 운영하고 있다.

일본 동경의 CES 열원형식을 보면 CHP 보다는 심야전기를 이용한 빙축열시스템, 공기열펌프가 주류를 이루고 주변의 미활용에너지(지하수, 하수처리수, 소각열 등)를 최대한 활용하고 있으며 특히, 냉·온열을 동시에 사용하는 개방식축열조가 많은데 동절기에는 온열축열조로 하절기에는 냉열축열조로 사용하므로써 설비이용율을 극대화하고 있다.

기후적 측면

우리나라는 기후적으로 동절기에는 난방, 하절기에는 냉방을 할 수 있어 연중 생산에너지를 고르게 활용할 수 있기 때문에 CES 사업이 활성화 된 미국, 일본, 중유럽 등과 같이 CES사업에 적합한 기후적 환경을 가지고 있다. 으며, 생활수준의 향상으로 냉방 부하가 급증하고 있으므로 CES방식의 소규모지역난방사업을 하기에 비교적 좋은 조건을 가지고 있다.

생활 경제적 측면

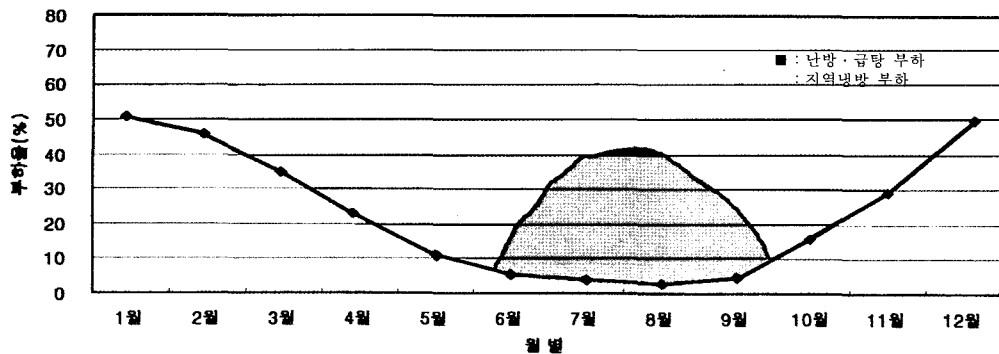
기후조건을 만족하는 지역중 전기개별냉방이 어느 정도 보급되어 있거나 냉방을 선택할 수 있는 경제적 생활환경이 마련된 지역을 중심으로 CES사업이 크게 활성화되어 있다. (예, 한국의 경우 GNP 5,000USD를 돌파한 1988년부터 냉방수요가 급격히 증가되었음)

선진국내에서도 경제활동이 가장 활발한 지역을 중심으로 확대 보급되고 있다.(예,

〈표 2〉 해외 CES 운영현황

지 역	사업주체	공급 열원	주열원 형식	공 급 대 상
미국 벨티모어	컴포트링크	냉 방	빙축열	벨티모어 컨벤션센터 및 주변건물
미국 디즈니랜드	CPI사	냉 방 난 방 전 기	흡수식냉동기 온수보일러 CHP	디즈니랜드 호텔단지
미국 샌투리시	CPI사	냉 방 난 방 전 기	흡수식냉동기 증기보일러 CHP	로스엔젤레스 서부 호텔, 아파트, 병원 등
일본 동경	동경전력	냉 방 난 방	하수처리열 히트펌프	동경 상업 및 업무용 지구
일본 요코하마	MINATO MIRAI 21	냉 방 난 방	심야전력이용 잠열, 축열	요코하마 빌딩, 스타디움, 병원 등

집중기획-집단에너지



〈그림 1〉 계절별 난·냉방 부하 패턴

미국 LA의 비버리힐스, 프랑스 라데팡스 지역 등)

적정 공급지역 및 건물형태

소규모지역난방사업은 냉방부하밀도가 높고 연중 냉방기간이 긴 지역 및 건물을 1차적 대상으로 하고 있다. 냉방부하가 높으면 동하절기간의 공급에너지 차이가 줄어들어 그 만큼 설비 효율성이 높아지고 가동율이 증대하게 된다.

미활용 저가에너지 활용 측면

주변의 폐열 또는 재생에너지(소각열, 지열, 하천수, 태양열 등)를 충분히 활용할 수 있거나 주야간의 요금차가 커 심야전력을 효율적으로 이용할 수 있는 지역이 소규모 지역난방사업을 하기에 적합하다

프랑스, 독일등에서는 소각열 또는 지열, 일본에서는 하천수 및 지열 그리고 미국에서는 심야전력 이용 및 트리제너레이션시스템(전기,난방,냉방)이 주로 적용되어 자국의 사업환경특성에 맞게 소규모 지역난방사업이 발달되어 있다.

국내 CES 적용환경 적합성 평가

전체적으로 볼 때 우리나라는 기후적 및

생활경제적 측면에서 CES방식의 소규모지역난방사업을 하기에 비교적 좋은 조건을 가지고 있다.

공급지역은 도시의 밀집상업용건물만을 대상으로하는 것이 최적이지만 공급용량이 크지않기 때문에 상업용건물을 중심으로 하면서 인근 주거지역을 포함하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

에너지공급형태에 있어서는 주변의 폐열을 최대 활용하면서 전기직판을 기본으로 하고 냉방과 난방을 동시에 생산공급하는 시스템이 최적일 것으로 판단되며 공급범위에 있어서는 냉방부하가 큰 역세권, 호텔, 백화점등 도시의 중심상업용건물군을 대상으로 하는 것이 최적이지만 국내의 경우 공급 규모로 볼 때 이러한 지역이 많지 않기 때문에 상업용 건물중심에 인근주거지역을 포함시키는 것이 가동율과 부하율을 효과적으로 높힐 수 있는 바람직한 시스템이 될 것으로 판단된다.

제도부문에 있어서, 소규모 지역난방사업이 법적기준 30Gcal/hr이상 중대규모사업과 같이 집단에너지사업법의 규제를 받아야 하는 가를 검토할 필요가 있다. 규제를 받을 경우 현재는 요금책정을 사전 인가제로 하기 때문에 수익성 증대에 제약이 되는 단점

〈표 3〉 국내 CES 적용환경

구 분	내 용	CES 적합성			비 고
		평가	해 외	국내적용	
기후적조건	난방만 가능한 지역	부적격	북유럽 부적격		국내난방수요 급증추세
	냉난방 모두 가능 지역	최적	일본, 미국, 중부유럽	○	
경제적 생활수준 (GNP기준)	5,000 USD이하	부적격	동유럽, 소련, 중국등		한국(1996년기 준) : 약10,000 USD
	5,000~15,000 USD	보통	한국등	○	
	15,000 USD이상	최적			
공급지역의 특징	주거지역 중심	부적격	대규모 형태		서울, 수도권 지역 상업용 건물군 지역 적격
	상업용빌딩 중심 +인근 주거지역	보통	소규모 가능	○	
	호텔, 백화점을 포함한 중심상업지역 빌딩군	최적	소규모 최적	○	
에너지 공급 형태	난방급탕	부적격			1999년 [지점]
	난방급탕+냉방	보통		○	전기직관허용
	난방급탕+냉방+전기직관	최적	1999년도 적용가능	○	예정
폐열, 지열 및 미 활용 에너지 적용	열펌프 적용	최적	가능	○	현재 국내 적 용 초기단계
	열펌프 미적용	보통		○	

이 있지만 정부에서 해당지역을 고시해줌으로써 사업의 장기적 안정성이 보장되며 또한 에특자금등 정부의 지원혜택도 받을 수 있기 때문에 집단에너지사업법을 적용받는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

하천수를 이용한 CES

1) 일반사항

도시지역의 하천수 온도는 동절기 최저 8℃정도이므로 수질조건이 만족될 때 열펌프를 사용하면 저가에너지로서 효율높은 시스템을 구성할 수 있다. 특히 이러한 시스템이 일반적으로 도시중심지역에서 멀지 않고 수처리용량도 많기 때문에 CES에 적합한 열원중의 하나이다.

따라서 70년대초 석유파동이후 스웨덴, 노르웨이등 선진국에서는 하천수를 소규모 지역난방에 적용하기 시작하였으며, 오늘날에는 일본에서 가장 널리 적용되고 있다.

현재 국내에서는 아직 적용된 바 없으나 건설연구원 및 에너지기술연구소에서 타당성을 검토한 결과 매우 긍정적인 결과를 도출하였다.

기술시스템측면에서 고도의 기술은 필요하지 않으나, 열교환기 및 펌프의 부식문제등을 고려하여야 하므로 일본의 경우 열교환기 재질은 티타늄을 사용하고, 펌프의 주요부분은 스테인레스강을 사용하는 것이 특징이다.

2) 국내 하수열원 분포 현황

전국적으로 국내 하수처리장은 총 43개소

집중기획-집단에너지

가 있으며 동 하수처리장을 통하여 처리되는 양은 7,195.3 천톤/일에 해당된다. 그중 서울·경기도지역이 총 15개소이며 서울지역은 대용량으로 4개소, 경기도지역은 소용량으로 11개소를 가지고 있다.

서울지역 하수처리장중 지역난방시스템 적용이 가장 적합한 곳은 도심에서 멀지않은 중랑천의 중앙하수처리장(1,460천톤/일)과 탄천하수처리장(600천톤/일)을 들 수 있는데 탄천하수처리장은 장기적으로 우리 공사의 시스템과 연계도 가능 할 것으로 판단된다.

3) 해외 현황

70년대 초 석유파동으로 인해 에너지절약에 관심을 기울이면서 스웨덴, 노르웨이등 북유럽에서 하수열원을 난방에너지원으로 이용하기 시작되었으나 이를 실질적으로 지역난방에 적용한 나라는 80년대에 들어 일본이다.

일본의 경우 최초로 동경부의 가루쿠 1 DHC 시스템은 하수처리수 폐열을 회수하여 지역난방방열로 활용하고 있으며, 그 후 동

경, 요코하마, 나고야, 오오사카 등에서 소규모 지역난방시스템으로 널리 보급되었다.

4) 국내 적용 검토

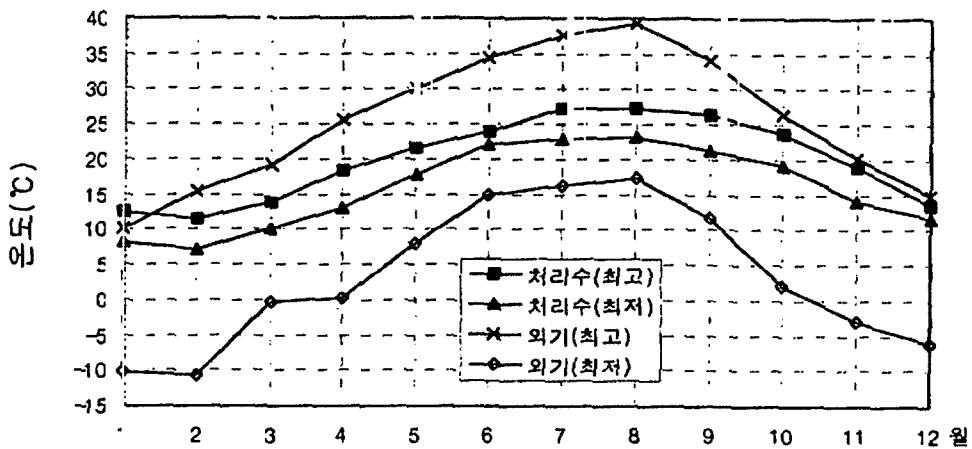
수도권 지역의 하수처리장중 지역난방방 적용이 가장 적합한 지역은 도심 주요빌딩 지역과 가까운 강남구 일원동의 탄천 하수처리장과 성동구 송정동에 위치한 중랑천 하수처리장이다.

개략적으로 검토해보면, 동 하수처리장의 처리수는 겨울철 1월 평균온도가 약 8°C(일본의 경우 15°C)로 경제성이 없을것으로 예상되나 동 온도조건에서 난방공급온도를 저온직접공급방식으로 택했을 때 긍정적으로 검토해 볼 필요가 있다고 판단된다.

시스템 구성에 있어서 교환기기는 부식등을 고려하여 티타늄, 펌프의 주요 부분은 스테인레스강을 상요하는 것이 일반적이다.

소각열을 이용한 CES

유럽 선진국들은 지역난방초기부터 에너지 절약과 환경개선을 위해 소각열을 지역난방 기저부하로 널리 활용하여 왔다. 그중



〈그림 2〉 국내 하수처리수와 외기의 월별 최고·최저온도 분포(1996년)

가장 널리 보급된 국가는 독일, 프랑스이며 우리나라에서도 최근 소각열을 지역난방시스템에 적용하여 확대보급되는 추세에 있다.

우리나라의 경우 음식물 특성이 서구 유럽의 견식과는 달리 습식 성분이므로 소각장 자체를 소유하여 운영할 때에는 경제성이 없지만, 소각열을 지방자치단체로부터 장기 저가로 공급 받는다면 대규모든 소규모든 소각열을 이용할 수 있으므로 지역난방시스템은 수익성 높은 시스템이 된다.

소각열은 다른 미활용 에너지원과 비교할 때 높은 온도에 저렴한 열요금으로 가장 경제적인 에너지원이지만, 일반적으로 소각장의 위치가 CES사업에 적합한 도심지역의 상업용 건물로부터 원거리에 있으므로 배관 투자비등을 고려할 때 수익성 확보에 어려움이 많다. 따라서 이러한 위치적 제한 때문에 소각열을 CES사업에 이용할 수 없을 경우에는 소각장 근교에 암모니아 흡수식냉동기를 설치하여 냉동창고 등으로 활용해 볼 수 있을 것이다.

하절기에는 난방부하가 미미하므로 소각

열의 최대활용이 문제인데 CES형 소규모지역난방의 경우 하절기 난방부하가 높은 지역을 대상으로 하기 때문에 흡수식냉동기를 효율적으로 적용하는 시스템을 구성하면 수익성 높은 사업이 될 것이며, 하절기부하가 적을 경우에는 동 소각장 근처에 암모니아식 흡수식냉동기를 설치하여 냉동창고 등으로 활용하면 수익성 기여에 일조할 수 있을 것으로 판단된다.

심야전력을 이용한 CES

1) 일반사항

전력을 지역난방 특히 지역냉방으로 활용하는 대표적인 나라는 전력요금이 비교적 싼 프랑스와 미국이다. 프랑스는 파리근교 상업중심지인 라데팡스지구가 대표적으로 지역난방을 실시하고 있으며 미국은 생쁠 지역의 경우 호텔 및 학교, 상업용 빌딩들이 빙축열시스템을 이용하여 지역냉방을 실시하고 있다.

우리나라의 하절기 심야전력요금(시간: 22시-08시, 일반용: 26원/kWh)은 유럽에서

〈표 4〉 하절기 지역난방요금/ 빙축열전기요금 비교

구 분	빙축열이용 (압축식)	현 지역난방이용 (흡수식냉동기)	비 고
기준요금	약 30,000원/Gcal (심야전력 26원/KWh 기준)	31,150원/Gcal (하절기 혜택요금 적용, 1998년 기준)	- 지역난방 냉방열요금 44,500원/Gcal×0.7 =31,250원/Gcal
냉동기효율(성적계수)	약 2.5	약 0.7	
소비자실제 사용량요금 (냉방)	12,000원/Gcal	37,000원/Gcal	- 심야전력이 하절기 지역냉방 요금보다 사용량 요금에 있어 약3.7배 저렴
설치비 (비교지수)	1	0.25	- 비교지수 - 연건평 3,000평 건물기준 빙축열시스템 : 약 3억원 흡수식냉동기 : 약 0.7억원

집중기획-집단에너지

〈표 5〉 빙축열시스템 설치비 지원혜택

설치 지원금	구분	처음200kW까지	다음200kW까지	400kW초과	한도액
	중전	24만원/kW	13만원/kW	6만원/kW	1억원
	개선	48만원/kW	42만원/kW	35만원/kW	제한없음
설치 장려금	구분	처음100kW까지	다음100kW	200kW초과	한도액
	중전	12천원/kW	6,5천원/kW	4천원/kW	500만원
	개선	설치지원금의 5%			제한없음

* 세계혜택 : 설비투자액일부 세액공제 또는 손금에 산입

* 저리용자 : 연리 7%, 8년상환, 10억원이내

가장 낮은 프랑스등과 비교했을 때 낮은 요금이며, 주야간료금차도 우리나라 약 4배, 프랑스의 약 1.5~2배인 점을 고려하면 매우 큰 편에 속한다. 따라서 우리나라는 프랑스, 미국등과 같이 심야전력을 소규모지역난방방에 적용하기 좋은 환경을 가지고 있다.

2) 국내현황 및 적용성 검토

현재 국내에서 적용하고 있는 빙축열시스템은 대법원, 대검찰청, 삼성본관, 서울대병원, LG강남빌딩을 비롯하여 아파트단지외 연구단지등, 전국적으로 100여개 건물이 있다.

한편 한전은 빙축열설비 설치시 그 동안 최대 1억원까지 지원하였으나 1998년 8월부터는 이를 대폭확대하여 무제한 지원하도록 하였고, kW당 지원액수도 400kW이상에서는 기존의 6만원에서 35만원으로 대폭증대시켜 대형빌딩 소유자들의 관심이 날로 커지고 있다.

현재 국내의 심야전력 사용요금은 일반용의 경우 kWh당 26원밖에 되지 않기 때문에 지역냉방사용료금과 빙축열에 의한 사용료금을 열량기준으로 환산하고 냉동기 효율을 고려하여 비교할 경우 빙축열에 의한 냉방요금은 Gcal당 12,000원이고, 현 우리공사 지역냉방료금은 37,000원이므로 우리공사 소비자 사용료금이 심야 빙축열 요금보다 무려

3배나 비싼편이다.

따라서 한전의 빙축열시스템 설치비 지원 확대혜택의 효과와 함께 경제적인 심야전력료금이 향후 사용자들의 많은 관심을 갖게 할 것으로 판단된다.

3) 빙축열설치비 지원혜택

한전은 기존 축냉식 냉방설비지원제도를 마련, 하절기 피크 부하감소를 위해 기존의 1억원까지 지원해 주던 한도금을 1998년 8월 대폭 확대하여 무제한 지원해 줌으로써 CES사업에 축냉식냉방시스템을 도입할 수 있는 환경이 마련되었다.

태양열, 지열을 이용한 CES

1) 일반사항

오늘날 대체에너지중 지역난방이 가장 활발하게 적용되고 있는 열원중의 하나가 태양열과 지열이다. 태양열, 지열 어느 것이든 100% 부하를 담당하지 않고 기저부하 또는 부분부하로 20~30%를 담당하도록 설계하는 것이 일반적이다.

지열을 이용한 지역난방은 프랑스와 일본에서 많이 활용되고 있다. 프랑스 파리열공 급회사인 CPCU는 지열을 기저부하로 활용하고 있고, 일본에서는 히트펌프를 적용한 소규모지역난방시스템에 활용되고 있다.

〈표 6〉 태양열, 지열의 소규모 지역난방 적용성

구분	장 점	단 점	선진국현황	국내 현황	적용성검토
태양열	○ 깨끗함 ○ 고갈 염려없음	○ 에너지 밀도 낮음 ○ 구름이 많거나 우천시 이용불가 ○ 소규모형에만 적용가능	○ 덴마크, 프랑스: 냉방중심 ○ 미국: 개별난방 중심으로 활발	○ 도시 일부와 수도권 전원 주택등에 보급확대추세 ○ 지방의 태양열 밀도 높은 지역에서 부분부하로 적용검토 필요	○ 비경제적 ○ 비효율적(남부지역 중소도시 부분부하 적용을 위한 장기적 차원의 검토 필요)
지열	○ 열 생산비용 저렴 ○ 기저부하로 사용	○ 지중상황 파악 곤란 ○ 우리나라는 적격지가 드물	○ 일본: 히트펌프 적용 ○ 프랑스: 파리(CPCU)	○ 국내는 적격지가 드물	○ 적용 어려움(대도시지역의 지열이 충분치 않음)

태양열을 이용한 지역난방은 덴마크에서 적용·운영하고 있으며 미국지역은 개별난방으로 많이 활용되고 있다.

2) 국내 적용검토

우리나라의 적용환경과 관련하여 지열은 적격지가 드물고 지열량도 충분치 않아 소규모지역난방에 활용하기에는 경제성이 없을 것으로 예상된다. 태양열은 도심지역의 아파트 옥상외에는 집열판을 설치할 수 있는 공간이 마땅치 않고 중부지방이북은 하절기에 100% 냉방부하를 담당하기에는 일사량이 충분하지 않아 중부이북 대도시지역 적용은 어려울 것으로 판단된다. 단, 남부 중소도시의 경우는 집열판 설치를 위해 필요한 부지확보가 가능하고 부지비용이 저렴하며, 일사량이 많기 때문에 부분부하를 담당하기위하여 도입되는 것은 타당할 것으로 판단된다.

그러나 이것도 개별난방의 심야전력 + 태

양열시스템보다 열요금에 낮아야 하기 때문에 장기적인 차원의 경제성 검토가 필요할 것으로 보이고 또 정부의 충분한 지원대책이 뒷받침되어야 하기 때문에 당장 태양열을 소규모지역난방에 적용하기에는 우리나라 사업환경상 무리일 것으로 판단된다.

CES 이용가능에너지 평가

일반에너지원 중 석탄 및 저급유류에너지는 국내 사용연료규제 때문에 적용이 불가능하다.

그리고 수열, 하수처리수, 지하철지하배수, 태양열, 지열 및 변압기 배열 등의 특수에너지원 중 태양열은 동절기 일사량이 많지 않고 일사량 변화가 심하며, 지열의 경우 CES 근접지역에서 지열원 찾기가 쉽지 않으므로 이들 에너지원은 우리나라의 지역난방 적용환경에 맞지 않을 것으로 보인다.

또한 하수처리수, 지하철지하배수 및 변압기배열등의 폐열은 일본을 중심으로 CES에

집중기획-집단에너지

〈표 7〉 CES 이용가능 에너지 평가

에너지	해 외	국 내 환 경	국내적용	시스템구성
소각로	프랑스, 독일, 일본 등 선진국의 지역난방에 대부분 적용	- 습식음식물: 발열량이 낮음 - 소각장건설 초기단계 - 수열요금 저렴 - CES근접지역 많지 않음 - 환경: 다이옥신 - 하절기: 흡수식냉방 가능	□	- 기저부하: 요금저렴
하천수	일본, 북유럽(일본중심)	- 현재 적용실적 없음 - CES근접지(예: 서울 탄천, 중랑천하수처리장) - 1월 9°C (탄천): 열펌프사용	△	- 열펌프 - 온도, 수질 고려
심야 전력	미국, 프랑스 등(전력요금이 저렴하고, 주야 요금편차가 큰 국가)	- 적용최적 (침두부하 경감용) - 신라호텔등 대형 빌딩 적용 추세 증가 - 주야간 요금차가 타국가에 비해 큼(국내: 약 4배, 프랑스: 약 2배) - 정부의 용자, 한전의 설치비지원등 혜택이 큼	□	- 축열조, 빙축열설비 투자비, 공간확보 등
LNG	독일, 네델란드, 덴마크등(침두부하용)	- 침두부하 경감용: 롯데호텔, 인터콘티넨탈등 - 요금이 비쌈. - 전기생산중심(엔진, 터빈), 냉난방(폐열활용)	□	- 가스엔진 시스템폐열 최대활용
석탄, 중유등	유럽선진국: 총량규제	- 환경문제 발생 - 적용불가: 연료규제	X	
태양열	덴마크, (미국, 프랑스 개별난방중심)	- 비경제적: 동절기 일사량이 많지 않고 시설투자비 과다 - 장기적인 검토는 필요	X	- 심야전력 병행활용 - 별도 부지요
지열/온천	프랑스, 일본(기저부하용)	- 국내도시지역: 충분치 않음	X	
지하수(지하철역세권)	일본	- 현 조사중 - 지하철 5호선(지하 약 5m) 및 신규 건설 지하철 역세권 배수량 조사중(지하철공사)	△	- 열펌프사용 - 중심상업용 건물군
변압기 배열	일본	- 한전 시험적용 중 - 시장조사 중	△	

○: 최적 (전부하), □: 제한적 적용가능, △: 검토필요, X: 현 적용불가

널리 사용되고 있으므로 이에 대한 시스템 및 경제성 여부를 검토해 볼 필요가 있다고 판단된다.

한편 심야전력, 소각열, LNG는 적극적인

로 도입되어야 할 것으로 판단되며, 다만 LNG가스엔진열병합은 일일 기동정지 시스템을 갖추는 침두부하 경감용으로만 선택되어야 할 것으로 판단된다.

CES의 시스템 구성은 공급에너지의 부하 패턴 및 이용가능에너지의 조건에 따라 크게 지역난방 및 냉방만을 고려한 시스템과, 난방, 난방, 전기를 모두 고려한 소위 트리제너레이션(Tri-generation)시스템으로 구분할 수 있다.

현재까지 상세 경제성 분석을 제외하고는 국내 현황조사와 사용에너지 가격등을 고려할 때 난방+냉방+전기시스템은 LNG 가스엔진+심야전력(빙축열, 축열조)을 기본으로 하고 그 외에 소각열 및 열펌프 등의 이용이 가능할 경우 이를 최대 활용하는 시스템이 최적일 것으로 판단된다.

단 LNG 가스엔진은 일일 기동정지로 계약전력요금감소에 기여토록 함과 아울러, 전기의 첨두부하 경감용으로만 사용되어야 할 것으로 보인다.

그리고 동 난방+냉방+전기시스템에 있어서는 지점 전기직판이 허용되지 않을 경우의 전기생산공급은 현 우리공사의 대규모 CHP시스템과 마찬가지로 경제성이 없을 것으로 판단된다.

난방+냉방시스템 구성은 심야전력(빙축열, 축열조)+보일러를 기본으로 하고 소각열 및 열펌프등의 이용이 가능할 경우 이를 최대 활용하는 시스템이 최적일 것으로 판단되며, 보일러는 열 첨두부하 담당용으로 사용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

CES의 시스템 구성 일반

- 난방+난방+전기시스템 (Tri-generation) : 미국, 유럽형
- 난방+난방 시스템 : 일본형
- * 열펌프의 사용이 가능할 경우 최대 활용

○ 난방+난방+전기시스템 구성

- LNG가스엔진+심야전력(빙축열, 축열조)을 기본으로 하고 소각열 및 열펌프등의 이용이 가능 할 경우 이를 최대 활용
[국내사례 : 부산롯데호텔(현 흑자운영)]
[해외사례 : 디즈니랜드 호텔단지(LNG 내연기관)]
- LNG가스엔진은 일일기동정지를 통해 전기첨두부하 경감위주로 운영함으로써 계약전력요금 감소에 기여.

○ 난방+냉방시스템 구성

- 심야전력(빙축열, 축열조)+보일러를 기본으로 하고 소각열 및 열펌프등의 이용이 가능할 경우 이를 최대 활용.
[국내사례 : 신라호텔은 기존 디젤엔진 CHP를 빙축열로 교체]
[해외사례 : 벨티모어 컨벤션센터 (심야전력을 이용한 빙축열 시스템) 요코하마지구 CES(심야전력 이용 축열시스템)]
- 동 시스템의 보일러는 열첨두부하 경감용으로만 사용

CES사업 선진국은 각 나라마다 연료가격, 기후조건, 제도등에 많은 차이가 있기 때문에 자국의 환경에 맞는 경제적 시스템을 개발·적용하고 있다.

그러므로 선진국 CES사업의 내부현황에 대한 구체적인 분석을 통해 제도적으로 개선해야 할 부분, 최적시스템 구성 및 경제성, 사업자와 사용자와의 관계 및 계약조건등을 충분히 검토 평가한 후 국내 도입의 타당성이 마련되어야 할 것으로 판단된다. ●

<김병주이사:bjkim@wow.hongik.ac.kr>