

지열히트펌프 활용을 통한 전력계통 부하율 향상 및 CO2 감축 (CO2 emission Reduction and Load factor improvement of Power Systems, using Geothermal Source Heat Pump)

이건우* · 이상중** · 양성덕**
(Geon-Woo Lee · Sang-Joong Lee · Seong-Deog Yang)

서울산업대학교 전기공학과 석사과정* · 서울산업대학교 전기공학과 교수** · 고려대학교 수학과 교수**

요 약

2008년 8월 우리나라는 온실효과로 인한 기후변화 대응 역량을 강화하고, 에너지의 안정적 공급과 효율화 체계를 구축하기 위한 방안으로 '제1차 국가에너지기본계획'을 발표하였다. 이에 따르면 우리나라는 세계 10위의 에너지다 소비 국가이자, 그 중 97% 이상을 해외 수입에 의존하는 나라로서 신재생에너지설비의 중요성이 크게 부각되고 있다. 본 논문은 일반적인 건물의 난방설비로 이용되고 있는 가스와 유류설비를 지열히트펌프로 대체함으로써, 전력계통의 부하율을 향상시키는 방안을 제시하였으며, 이에 따른 에너지비용 절감과 온실가스의 감축방안을 정량적으로 제시하였다.

Abstract

August 2008, Our country was announced the Energy Vision 2030 for strengthening response capability climate change by the greenhouse effect, 'Stable supply of energy' and 'Efficient systems'. According to the report, Our country is the world's top 10 is a country that consumes a lot of energy. and more than 97% of the energy because it is dependent on foreign imports, The importance of NRE(New and Renewable Energy) is rising significantly. This paper was applied geothermal heat pump it one kind of the renewable energy equipment, in General buildings, and analyzed the effect of the installation. Thus, to improve the load factor of the Electric power system was proposed, and As a result, can be expected the energy cost savings and the reduction of greenhouse gases, through Economic electric power supply.

Keywords : NRE, Geothermal Source Heat Pump, Load factor, Demand curve

1. 서 론

우리나라는 UN 기후변화협약의 제 13차 당사국총회(COP, Conference of the Parties)에 의한 온실가스의 감축 의무 대상 국가이다.[1,2,3] 또한 에너지의존도가 매우 높은 나라로서 원유 수입 규모는 세계 5위이다. 국내총생산(GDP) 대비 에너지 투입비율은 일본의 세 배나 될 정도로 에너지 다소비형 경제구조를 갖고 있다.[3]

재생에너지는 온실가스를 줄이고 에너지의존도를 낮출 수 있는 무한한 에너지자원이다. 정부에서도 신재생에너지 분야의 기술수요조사, 통계작성, 연구·개발 및 기술평가, 시범사업과 보급사업 등을 활발히 지원함으로써 최근 그 수요가 증가하고 있다.[4,5] 그러나 이러한 노력에도 불구하고 신재생에너지 설비의 하나인 지열히트펌프가 우리나라의 전력수요에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다.

이는 지열히트펌프가 주로 전기설비 분야가 아닌 기계설비 분야의 전유물로 다루어져 왔으며, 에너지 자원별 주관

부처가 전기, 가스, 석유, 신재생에너지 등으로 다원화 및 특성화되었기 때문이다.[4-9]

지열히트펌프는 기존의 난방용 에너지원인 가스나 유류를 사용하지 않고 전기를 이용하는 냉·난방설비이다. 최근 전력연구원에서도 '축냉설비 설치효과 및 신재생에너지를 활용한 냉난방설비 사례 분석'이란 논문을 통해 심야전력을 이용한 지열히트펌프의 우수성을 소개한바 있다.[10]

본 논문은 일반적인 건물의 난방설비로 이용되고 있는 가스와 유류설비를 지열히트펌프로 대체함으로써 전기설비의 부하율을 향상시키는 방안을 제시하였으며, 이에 따른 경제급전을 통한 에너지비용 절감과 온실가스의 감축방안을 정량적으로 제시하였다.

2. 지열히트펌프의 개요

지열에너지(Geothermal energy)란 지중에 저장된 태양 에너지를 사용하는 것으로서 크게 발전용으로 이용하는 지하 200m 이하 40~150 ℃의 심부지열(Deep

geothermal) 과 냉난방설비의 열원으로 이용되는 지하 150m~200m 깊이 10~20 ℃정도의 온도를 유지하는 천부 지열(Shallow geothermal)로 나뉜다.[11]

이중 지열히트펌프는 천부지열을 이용한 것으로서, 에너지보존법칙에 따라서 난방시에는 뜨거운 공기 중의 열을 지중으로 배출하고, 냉방시에는 공기 중의 차가운 기온을 지중의 열을 통하여 흡수하는 원리를 이용한 것이다.

1) 지열히트펌프의 효율

히트펌프의 효율은 COP(Coefficiency of Performancse)로 나타내며 이를 성적계수라 한다.[12,13]

$$COP = \frac{\text{생성된 열에너지}}{\text{소비전력} [kWh]} \quad (1)$$

예를 들어 소비전력 1kWh에서 발생되는 열에너지는 860 kcal 이므로 COP는 1이라고 할 수 있으며, COP가 3.5를 나타낼 경우에는 3,010 kcal/kWh의 열에너지가 발생됨을 나타낸다. 현재 산자부 고시 제2008-3호 ('07.4.13)“신재생에너지설비의 지원·설치·관리에 관한 기준 제13조 및 제52조”에서는 COP 3.5를 기준으로 적용하고 있으며 용량의 단위는 RT = 3,024 kcal/h 를 사용 한다.[4, 14]

2) 지열히트펌프의 종류

지열원 열펌프(Geothermal Source Heat Pump:GSHP)는 열원의 종류에 따라서 토양 이용 열펌프(GCHP), 지하수 이용 열펌프(GWHP), 지표수 이용 열펌프(SWHP), 및 복합 지열원 열펌프(Hybrid Geothermal Source Heat Pump) 등으로 구분한다.[11]

그림 1. 지열히트펌프 시스템의 종류(11)

Fig 1. The kind of G.SHP(11)

토양 이용	지하수 이용	지표수 이용	복합지열원
-수직형 -수평형	-SCW -복수점 열펌프 시스템	-일폐형 -개방형	-축열식 열펌프 시스템

3) 지열히트펌프의 설치현황

최근 에너지관리공단 신·재생에너지 센터의 2006년 통계 자료에 의하면 서울 575 RT, 경기 3,983 RT, 강원 2,533 RT 등 전국적으로 15,080 RT가 분포되어 있다.[4]

표 2는 한국지질자원연구원 지진연구동의 설치사례로서 난방 또는 냉방시 COP는 각각 4.11과 4.34를 나타낸다.

표 1. 지열히트펌프 설치현황(4)

Table 1. The supplying state of G.S.H.P (4)

서울	575 RT	울산	307 RT	전남	135 RT
부산	204 RT	경기	3983 RT	경북	1177 RT
대구	208 RT	강원	2533 RT	경남	913 RT
인천	950 RT	충북	1158 RT	제주	80 RT
광주	125 RT	충남	1527 RT		
대전	241 RT	전북	965 RT		
전국	15,081 RT				

표 2. 지열히트펌프 설치 사례(4)

Table 2. The installation case of G.S.H.P (4)

건물명	한국지질자원연구원 지진연구동
주소	대전광역시 유성구 가정동 30번지 (연면적 3,283㎡)
설비용량	100 RT
난방효과	353,300 kcal/hr (COP ; 4.11)
냉방효과	372,820 kcal/hr (COP ; 4.34)

3. 지열히트펌프의 필요성

현재 신재생에너지는 정부의 강력한 의지와 지원정책으로 그 규모와 비중이 점차 증가됨에 따라서, 전력계통에 미치는 영향도 커지고 있다.

그러나 전력계통 측면에서는 신재생에너지인 태양광, 풍력발전 등의 출력변동특성을 기존 전력계통과 시장운영환경에 제대로 고려하고 있지 못하여, 제약비용(CON, COFF) 및 운영예비력(Operation Reserve Power)이 추가로 발생되고 있다.[15] 지열히트펌프는 태양광, 풍력발전설비 등과 같이 기온, 운량, 풍향 및 풍량 등의 기후변화에 따른 출력변동특성이 없는 안정된 에너지를 공급하는 설비로서 우리나라의 전력계통 및 시장운영환경에 적합한 설비이다.

지열에너지의 효율 및 우수성은 이미 1940년대부터 실용화를 추진한 미국 등 선진국에서 많은 연구결과를 통해 입증되었으며, 미국의 환경보호청(Environment Protection

Agency : EPA)에서는 현존하는 냉·난방 기술 중에서 가장 에너지 효율적 이고, 환경 친화적이며, 비용 절감 효과가 높은 시스템은 지열히트 펌프라고 소개한바 있다.[11]

4. 수용가의 전력 및 난방수요 특성 사례 조사

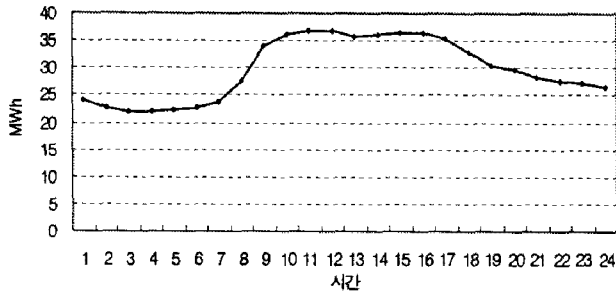
수용가의 전기사용은 한전과의 계약종별에 따라서 산업용, 일반용, 주택용 계약전력 등으로 나뉜다.[16]

본 논문은 이들 수용가 중 주변에서 흔히 볼 수 있는 빌딩 및 사무, 상업, 영업시설 등의 일반용 계약전력을 중심으로 분석하였다. 아래 A수용가의 수요특성 사례는 전형적인 일반용 계약전력 건물의 특성을 나타낸다.

1) A수용가의 전력 수요특성

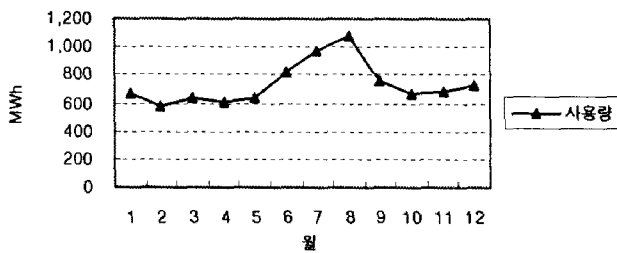
A수용가는 계약전력 5,200 kW의 일반용 계약전력 건물이다. 다음 그림 2와 3은 2007년 1월부터 12월까지 A수용가의 원격검침시스템에 의하여 실시간으로 누적된 자료를 분석하여 나타낸 값이다.[17]

그림 2. A수용가의 일일 수요곡선
Fig 2. The A building's daily Demand Curve



일일수요곡선의 특징은 영업 및 출근시간대에 부하가 증가하기 시작하여 12~13시에는 점심시간으로 인해 일시적으로 부하감소가 보이며 퇴근시간대인 18~19시 이후 서서히 감소한다.[18]

그림 3. A수용가의 연간 수요곡선
Fig 3. The A building's annual Demand Curve



연간수요곡선은 계절에 의한 기온의 영향을 많이 받는다. 특히 여름철의 수요가 겨울철에 비하여 가장 크게 나타나는 이유는 겨울철의 경우 난방부하가 전기 이외에 가스나 등유 등의 다른 에너지원으로 분산되었기 때문이다. 대조적으로 봄과 가을철은 냉난방부하에 따른 영향이 적다.

2) A 수용가의 난방 수요특성

난방설비의 수요곡선은 연간전력수요곡선과 마찬가지로 온도의 변화와 밀접한 관계가 있다.

그림 4는 기상청 자료에 따른 전국평년평균기온과 A수용가 지역의 최근 5년 평균 기온을 조사한 값이다.[19]

그림 4. 전국 및 A수용가 지역의 평년평균기온
Fig 4. The average temperature in the whole country, A building Province

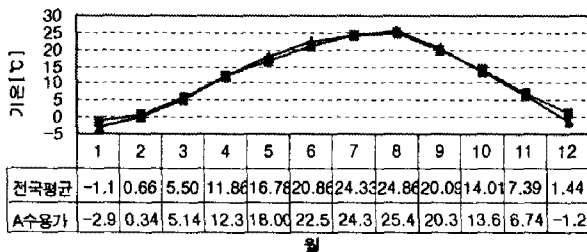


그림 5. A 수용가의 기온·난방 수요곡선
Fig 5. The A building's temperature and heating demand curve

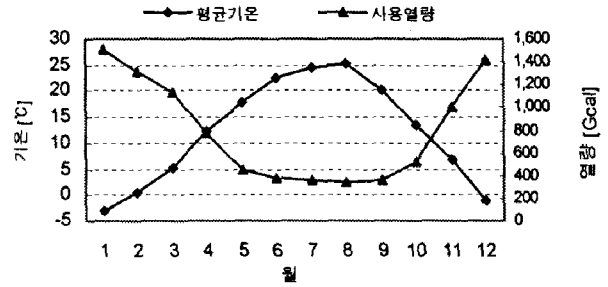


그림 5는 A수용가의 난방용 부하로 사용된 실제 LNG 사용량을 조사 하여 A수용가 지역의 최근 5년 평균 기온과 비교한 값으로서 반비례 관계에 있음을 알 수 있다. 최대난방수요는 기온이 가장 낮은 1월과 12월에 발생되었다.

5. 지열히트펌프 활용에 따른 전력수요 변화 분석

A수용가는 전형적인 일반용 계약전력 건물이다. 또한 A수용가의 전력·난방 수요특성 조사에 의하면 냉방 부하는 기온이 가장 높은 7월(967 MWh)과 8월(1,085 MWh)에 가장 많이 사용되었으며, 난방 부하는 그림 5와 같이 LNG 사용으로 기온이 가장 낮은 1월(1,509.7 Gcal)과 12월(1,412.3 Gcal)에 가장 많이 사용되었다.

본 논문은 이러한 분석 결과를 기준으로, A수용가의 최대 LNG 사용량(1,509.7 Gcal)을 열량으로 환산하여 지열히트펌프의 용량을 선정하고, 지열히트펌프의 설치에 따른 전력수요 변화를 분석하였다.

1) 지열히트펌프의 적용 기준

$$- 1[RT] = 3,024[kcal/h]$$

$$- COP = \frac{3,024[kcal]}{860[kcal]} = 3.5$$

$$- \text{최대용량} = \frac{1,509,700,000[kcal]}{31\text{일} \times 24h} = 2,029,166.7[kcal/h],$$

$$\frac{2,029,166[kcal]}{3024[kcal]} = 671[RT]$$

2) 전력수요 변화 분석

가) 지열히트펌프(GSHP) 단독 사용시

지열히트펌프 단독 사용시란 가스를 사용하지 않고, 기존의 LNG를 모두 COP 3.5의 지열히트펌프로 대체한 경우 이다.

전체적인 부하율은 80.5%로 약 13%가 상승하였으나, 표 3과 같이 최대전력량이 여름철인 8월의 1,085 MWh에서 12월의 1,191 MWh로 증가됨에 따라서 수전설비의 추가 증설이 필요하다.

그림 6. GSHP 설치시 수요곡선
Fig. 6. Demand curve when installing the G.S.H.P

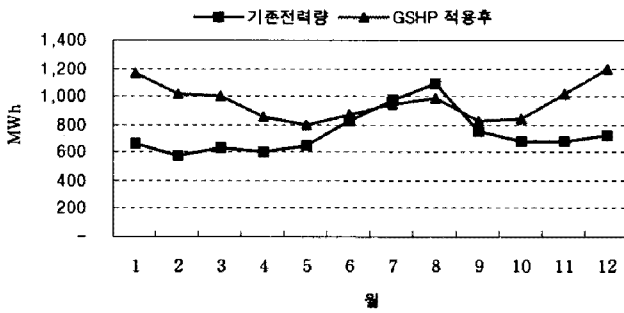


표 3. GSHP 적용 전·후 비교표
Table 3. Table comparing before and after installing the G.S.H.P

구분	전력량 [MWh/월]			부하율
	평균	최소	최대	
기존전력량	737.1	580.2	1,085.1	67.9%
GSHP 적용	959.2	796.3	1,190.9	80.5%

나) 지열히트펌프(GSHP)와 LNG 동시 사용시
지열히트펌프와 LNG를 동시에 사용하는 경우의 용량
선정

은 기존 LNG 사용량의 0%~100%(Step 5%)를 지열 히
트
펌프의 열량으로 환산하여 분석된 값 중에서 부하율이
가

장 높게 나타나는 50%의 값으로 선정하였다. 따라서
LNG

사용량은 기존의 50%가 되며, 전기설비의 부하율은
86.4%

로 18.5%가 상승하였다. 그림7 및 표4 와 같이 최대사
용

전력이 기존의 1,085 MWh에서 958MWh로 감소되어 전
기

요금을 줄이고 수전설비의 예비량을 확보 할 수 있다.

그림 7. GSHP 설치시 수요곡선
Fig. 7. Demand curve when installing the G.S.H.P

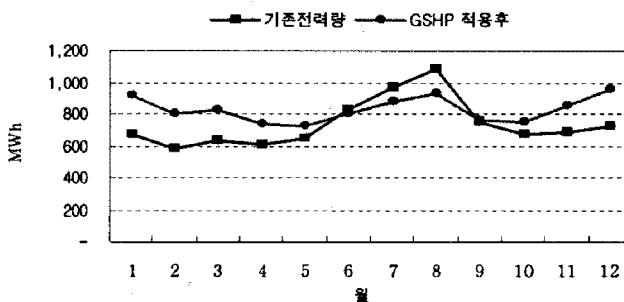


표 4. GSHP 적용 전·후 비교표
Table 4. Table comparing before and after installing the G.S.H.P

구분	전력량 [MWh/월]			부하율
	평균	최소	최대	
기존전력량	737.1	580.2	1,085.1	67.9%
GSHP 적용	827.5	720.8	957.5	86.4%

6. 지열히트펌프의 활용을 통한 부하율 향상 및 에너지절감 효과 분석

1) 전력수요 현황

우리나라의 전력시장은 수요와 공급의 원칙에 따라서 운
영되고 있다. 공급자인 발전회사와 판매자인 한국전력, 수
요자인 고객이 있으며, 이러한 과정을 운영하는 전력거래
소로 크게 구분 한다. 수요자의 전기사용은 한전과의 계약
종별에 따라서 표5와 같이 주택용, 일반용, 산업용 등으로
나뉘며,

이러한 수요자들이 모여서 전체적인 전력수요를 형성한다.
2007년 전력통계정보시스템(EPSSIS)의 계약종별 수송가현
황에 따르면 우리나라 전체 판매전력의 약 75%를 산업용
과 일반용 계약전력에서 소비하고 있다.[20]

표 5. 계약종별 수송가현황 (KPX 2007)
Table 5. The status of a building contract in Category (KPX 2007)

구분	수송가수 (가구수)	계약전력 [kW]	계약 비율	판매전력 [MWh]	판매 비율
주택용	13,112,311	74,601,198	33.79	72,729,896	20.97
가로동	712,278	729,284	0.33	2,687,040	0.77
일반용	2,341,394	52,181,756	23.63	75,992,430	21.91
교육용	30,745	4,949,262	2.24	4,790,496	1.38
산업용	315,743	82,192,596	37.23	183,067,127	52.77
농사용	1,087,426	6,142,385	2.78	7,635,660	2.20
합 계	17,599,897	220,796,476	100.00	346,902,649	100.00

2) 부하율 향상 및 에너지 절감 효과 분석

본 논문에 앞서 소개된 내용에 따르면 A수용가의 수요특
성 사례는 전형적인 일반용 계약전력 건물의 특성을 나타
내며, 본 건물 외에 다른 일반용, 주택용, 산업용 등의 기
타 수요자들이 모여서, 전체적인 전력수요를 형성한다고
하였다.

따라서 본 장에서는 A수용가의 지열히트펌프 분석결과를
시작으로 하여, 점진적으로 일반용 계약전력 수용가와 우
리나라의 전체적인 전력수요에 미치는 영향으로 비교·분
석하였다.

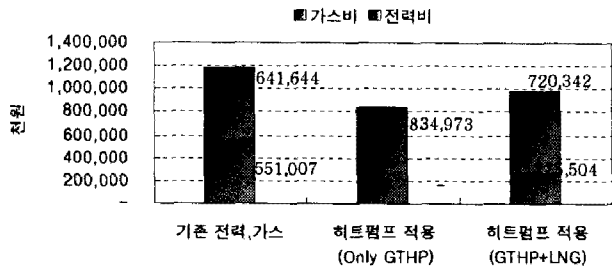
가) A수용가의 절감효과 분석

(1) 에너지비용 절감

지열히트펌프의 적용으로 인하여 연간 전력 사용량은 증
가하였다. 그러나 난방부하를 모두 지열히트펌프로 대체
할 경우 가스를 사용하지 않게 됨으로서, 연간 에너지비용
은 기존의 1,192,651천원에서 834,973천원으로 크게 감소하
였다.

그림 8. 가스, 전력 에너지비용 비교

Fig. 8. Compare energy cost of gas and power



∴ 적용기준 :LNG(N/m³)단가= 9,540 kcal/550원 (수용가지역 단가)

전력단가 = 1kWh/72.5원(일반용 전력 올A 평균 단가)

(2) 발전비용 절감 및 온실가스 감축 효과

아래의 그림과 표는 앞서 3장에서 설명된 지열히트펌프(GSHP)와 LNG 동시 사용시의 결과를 분석하여 나타낸 값이다. 연간 전력량은 그림 9와 같이 9,930 MWh 로서, 이 중 부하율 18.5%의 상승으로 인한 전력량 1,837 MWh를 열량으로 환산하면 1,580 Gcal가 된다. 이를 표 6과 같이 전체적인 전력수요 측면에서 각각 다른 에너지원과 비교해보면, 연간 최고 175,262,722 원의 발전비용 절감 및 293톤 이상의 온실가스 감축이 가능하게 된다. 즉 부하율 상승으로 인한 발전비용 절감과 이에 따른 온실가스 감축을 기대할 수 있다.

그림 9. 가스, 전기 소비량 비교

Fig 9. Compare consumption gas and power

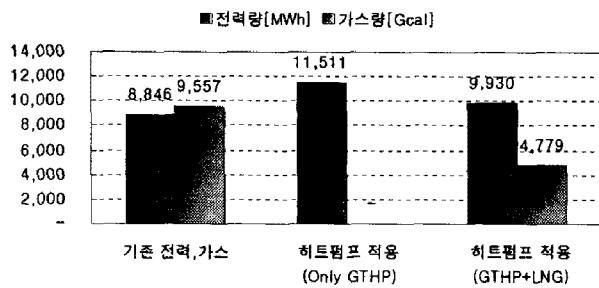


표 6. A수용가의 에너지원별 절감 효과 비교

Table 6. Comparison of energy saving capacity for A building

에너지원	에너지비용 (원)		ton C
	연료비 (1,580 Gcal)	발전비 (1,837 MWh)	
천연가스	68,871,673	152,302,539.7	84,715
유류	63,727,983	180,773,165.2	147,861
무연탄	35,714,452	111,280,348.1	377,826
유연탄	14,255,945	37,348,562.5	281,213
원자력	1,955,513	5,510,443.6	
최대-최저	66,916,160	175,262,722	293,111

∴ 적용기준 : 그림 10. KPX 2007년 연료원별단가 자료참조[20]

표 7. IEA석유환산계수·IPCC탄소배출계수 참조

그림 10. 연료원별 단가(KPX 2007)

Fig 10. Each type of fuel unit cost(KPX 2007)

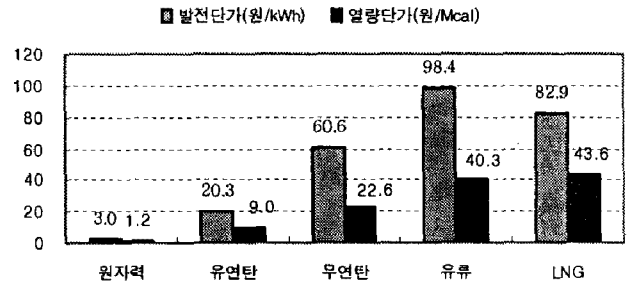


표 7. IEA석유환산계수·IPCC탄소배출계수

Table 7. IEA Ton of oil equivalent ·IPCC carbon content values

구분	석유환산계수	탄소배출계수 ton C/TOE	
1차 연료	원유	1.075	0.829
	천연액화가스	1.3	0.63
2차 연료	경유	0.905	0.837
	중유(B-C)	0.99	0.875
1차 연료	무연탄(국내)	0.465	1.1
	원료탄	0.7	1.059
	연료탄	0.62	1.059

나) 일반용 계약전력 건물의 절감효과 분석

일반용 계약전력 건물은 대부분이 주변에서 흔히 볼 수 있는 빌딩 및 사무, 영업, 상업시설이 이에 속한다.[18]

에너지관리공단의 '건물 부하곡선을 이용한 전력사용 행태 분석' 자료에 의하면 일반용 계약전력 건물은 다른 계약전력 수요특성과 비교하여 냉난방 부하에 의한 부하변화폭이 크고, 부하율이 가장 낮게 나타나는 특성이 있다고 발표한 바 있다.[18]

현재 일반용계약전력 건물의 판매전력은 표 5와 같이 연간 75,992,430 MWh로서 전체계통의 약 22%를 차지하고 있다. 이 중 전체 판매전력의 5%인 3,799,622 MWh가 부하율 상승으로 인한 경제급전이 가능할 경우, 이를 열량으로 환산하면 3,267,675 Gcal가 되며, 이를 표 8과 같이 전체적인 전력수요 측면에서 각각 다른 에너지원과 비교해보면, 최고 3,625억원의 발전비용 절감 및 6억톤 이상의 온실가스를 감축할 수 있다.

표 8. 에너지원별 절감 효과 비교

Table 8. Comparison of each type of energy-saving effects

에너지원	에너지비용 (천원)		ton C
	연료비 (3,267,675Gcal)	발전비 (3,799,622 MWh)	
천연가스	142,436,842	315,051,949	175,202,973
유류	131,798,928	373,946,083	305,798,415
무연탄	73,862,786	230,193,736	781,400,422
유연탄	29,483,410	77,258,971	581,591,140
원자력	4,044,292	11,398,865	
최대-최저	138,392,550	362,547,219	606,197,449

∴ 적용기준 : 그림 10. KPX 2007년 연료원별단가 자료참조[20]

표 7. IEA석유환산계수·IPCC탄소배출계수 참조

다) 전체 전력수요 측면의 절감효과 분석

우리나라의 연간 판매 전력은 표 5와 같이 346,903 GWh이다. 이중 부하율 상승으로 약 5%의 판매량인 17,435 GWh의 수요가 증가 할 경우, 경제급전으로 연간 1조 6,630억 원 이상의 발전 비용 절감 및 27억 8천 톤 이상의 온실가스를 감축 할 수 있게 된다.

특히 원자력발전은 표 8과 9와 같이 발전단가가 가장 저렴함과 동시에 온실가스를 배출하지 않음으로서 활용도가 매우 높다. 그러나 현재 이용률이 90% 이상에 달함으로써 전력 수요예측량의 증가에 따른 안정된 전력공급을 위해서는 설비용량의 증설이 요구된다.

표 9. 에너지원별 용량 (KPX 2007)

Table 9. Capacity for each type of energy.(KPX 2007)

구 분	설비용량		거래량		이용률
	[MW]	점유율	[MWh]	점유율	
원자력	17,716	25.9%	136,598,874	36.5%	92.3%
유연탄	20,528	30.0%	143,588,146	38.4%	91.5%
무연탄	1,125	1.6%	5,501,240	1.5%	61.9%
유 류	5,615	8.2%	16,363,557	4.4%	38.3%
LNG	15,006	21.9%	66,039,499	17.6%	24.9%
기 타	8,503	12.4%	6,292,854	1.7%	
기저계	39,101	57.1%	284,608,033	76.0%	
일반계	29,392	42.9%	89,776,137	24.0%	
합 계	68,493	100%	374,384,170	100%	

3) 분석 결과

지열히트펌프의 활용을 통하여 평균사용전력 상승에 따른 부하율을 향상시켰으며, 이로 인한 결과로 에너지비용 절감과 온실가스 감축 효과를 기대 할 수 있다.

부가적으로 첨두부하(Peak Load)를 줄이고 부하율 향상에 따른 기저부하(Base Load)의 이용률을 높임으로서, 전력수급의 안정을 도모함과 동시에 발전효율을 높이는 등의 부수적인 효과가 기대되며, 이러한 효과를 기대하기 위해서는 신재생에너지설비를 발전판매용이 아닌 자가용으로 사용함이 바람직하다.

7. 결 론

우리나라는 세계 온실가스배출량 9위(2005년 기준)의 에너지 다소비 국가이자, 에너지의존도가 97%이상에 달하는 나라이다. 신재생에너지는 온실가스를 감축하고, 에너지의존도를 낮출 수 있는 에너지원으로서 현재 수요가 점차 증가하고 있는 추세이다.

본 논문은 신재생에너지 설비의 하나인 지열히트펌프가 우리나라의 전력수요에 미치는 영향에 관한 연구가 아직 부족한 실정임을 지적하고, 기후변화에 따른 출력변동특성이 없는 안정된 에너지원으로서 지열히트펌프를 제안하였다.

이러한 지열히트펌프의 활용을 통하여, 전력계통의 부하율을 향상시킬 수 있으며, 이에 따른 경제급전을 가능하게

함으로서 온실가스를 감축하고 에너지비용을 절감 할 수 있는 방안을 정량적으로 제시하였다.

참고문헌

- [1] “에너지관리공단 기후대책실”
http://co2.kemco.or.kr/change/change_03.asp
- [2] “산업자원부 한국에너지재단”
http://www.energylove.or.kr/data_zone/04_data.asp
- [3] 매일경제 2008.05.28 “[사실] 에너지절약 지도층이 솔선수범을”
- [4] “신재생에너지센터”
<http://www.energy.or.kr/>
- [5] 한국에너지기술연구원 ‘주요사업’
http://www.kier.re.kr/kor/proj/01_rnd_biz/01_rnd_biz_02_01.jsp
- [6] “한국전력” <http://www.kepco.co.kr/>
- [7] “한국가스공사” <http://www.kogas.or.kr/>
- [8] “한국석유공사” <http://www.knoc.co.kr/>
- [9] “전력거래소” <http://www.kpx.or.kr/>
- [10] 한국전력공사 송현아, “축냉설비 설치효과 및 신재생에너지를 활용한 냉난방설비 사례 분석” 대한전기학회, 2008. 7.
- [11] 에너지관리공단 “신재생에너지백서” 446~451page
- [12] 호서대학교 기계공학과 임효제 교수,
“2006.11.22 지열 열펌프 기기”
- [13] 한국건설기술연구원 화재설비연구부 손병후 박사,
“지열 열펌프 시스템의 경제성 분석”
- [14] 산업자원부 고시 제 2008-3호(‘07. 4.13)
- [15] 한전 전력연구원, “신재생에너지 보급확대에 따른 국내전력시장 운영방안”, 대한전기학회, 2008. 7.
- [16] 한국전력공사, “전기공급약관 57조”
- [17] “원격자동검침시스템” <http://cs.kepco.co.kr/amr/location.jsp>
- [18] 에너지관리공단(<http://www.kemco.or.kr>) 정책연구실,
“건물부하곡선을 이용한 전력사용 행태분석”
- [19] 기상청(http://www.kma.go.kr/sfc/sfc_03_02.jsp), “기후자료”
- [20] KPX 전력통계정보시스템(<http://www.kpx.or.kr/epsis>),
“계약종별수용가현황”, “연료원별단가(열량)”, “설비별거래량”, “계약종별 판매전력량”, “발전원별 설비용량”,...