

가스냉방 전력대체효과 분석

정 시 영[†], 김 대 환, 박 기 응

서강대학교 기계공학과

Analysis of Electric Power Peak-Cut Effect by Gas Cooling

Siyoung Jeong[†], Dae-hwan Kim, Kiwoong Park

ABSTRACT: To reduce the peak demand the promotion of gas cooling(absorption chillers and GHPs) is required. In this study the effect of electric power peak-cut has been analyzed using two methods. One is based on monthly LNG consumption data and the other is using the gas cooling capacity installed. Both methods agreed well with each other within the uncertainty of 20%. It was found that the gas cooling had the peak cut effect of 1,500 -2,000 MW for recent 5 years (2003 - 2007). The ratio of gas cooling to the whole cooling demand was 12- 15%, which is needed to be increased.

Key words: gas cooling(가스 냉방), electric power peak-cut(전력 대체)

1. 서 론

천연가스를 이용한 냉방은 하절기에 전력-가스 간의 상호보완적 역할 및 에너지 이용합리화를 통한 국가경쟁력 제고에 기여하고 있다. 전력부하의 상당부분을 차지하는 냉방수요를 천연가스를 이용한 냉방으로 대체함으로써 안정적인 전력수급을 유지하는 것은 물론 천연가스의 기저부하향상을 통해 가스-전력 간 상관설비의 이용 효율을 향상시킬 수 있기 때문이다.

가스냉방의 전력대체효과는 최대전력 발생 시 수반되는 가스냉방부하에 의해 대체될 수 있는 전력으로 정의한다. 이의 측정을 위해서는 최대부하 발생 시 가스 소비량, 기기 운전율 및 부하율 등을 정확히 파악해야 하나 이들의 측정이 어려울 뿐 아니라 변동이 심하여 이를 정확하게 평가하는 것은 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는

가스냉방 전력대체효과를 분석하기 위해서 다음과 같이 두 가지 방법으로 접근하고자 한다.

한가지 방법은 '냉방용가스 사용량 방법'으로, 이 방법에서는 냉방용 가스수요(월간)로부터 최대전력 발생시 가스수요(순시치)를 추적하여 냉방부하를 산정한다. 다른 한 방법은 설치용량 환산 방법으로 가스냉방기의 보급 실적으로부터 운전부하와 동시 사용률을 고려하여 추정하는 방법이다.

본 연구에서는 두 가지 방법을 이용한 전력대체 효과를 분석하여 천연가스 냉방 보급 확대 및 수요관리에 기여하고자 한다.

2. 분석 방법

2.1 냉방용 가스 사용량 방법

냉방용 가스수요(월간)로부터 최대전력 발생시 가스수요(순시치)를 추적하여 냉방부하를 산정하는 방법으로 다음과 같은 순서로 계산을 수행한다.

[†] Corresponding author

Tel.: +82-2-705-8633; fax: +82-2-712-0799

E-mail address: syjeong@sogang.ac.kr

2.1.1 월간 DD(degree day)

Degree day는 한 달 동안의 매일 평균온도와 냉방시작 온도의 차로 정의한다. 월중 온도는 기상청 기온 분포 통계자료를 이용하며, 냉방시작 온도는 일반적으로 18℃로 정한다.

2.1.2 월중 최고 DD(degree day)

월중 가장 온도가 높은 날의 온도와 냉방시작 온도의 차로 정의한다. 월중 가장 온도가 높은 날의 온도는 기상청 기온 분포 통계자료를 이용한다.

2.1.3 최고 DD일 가스사용량

월중 DD와 월중 최고DD의 비가 월간 냉방용 가스 사용량과 최고 DD일 가스사용량의 비와 일치한다는 가정을 통해 최고 DD일 가스사용량을 결정한다.

2.1.4 가스냉방에 의한 냉방용량

최고 DD일 가스사용량에 기준한 가스냉방에 의한 냉방용량으로 정의한다. 가스사용량, 고위발열량, 일일 최대부하 평균운전시간과 가스냉방기 COP를 이용하여 냉방용량을 산출한다. 일일 최대부하 평균운전시간은 중대형건물의 냉방부하 패턴을 참고하여 10시간으로 정하였다.

2.1.5 가스냉방에 의한 대체전력

가스냉방에 의한 냉방용량을 전기냉방으로 대체하였을 때 필요한 전력으로 정의한다. 가스냉방에 의한 냉방용량, 전기냉방기의 COP와 가스냉방에 소용된 전력이 제외된 냉방능력을 이용하여 냉방용량을 산출한다.

표 1에는 위에서 설명한 계산 과정에 필요한 기본 입력값이 나타나 있다.

2.2 설치용량 환산방법

이 방법은 가스냉방기의 보급 실적으로부터 운전부하와 동시 사용률을 고려하여 추정하는 방법이다 이 방법은 냉방보급 대수의 누적에 따라 동시 사용률과 평균운전부하를 정확하게 예측해야 하는 어려움이 있으며 또한 정확한 보급 통계가 필요하다. 특히, 어느 해의 생산수량을 기존보급 대수에 더해 다음 해의 보급 대수로 산정할 때에

Table 1 Input values for cooling load calculation by gas consumption data

Reference Cooling Temp. (℃)	18
Daily operation hours (hrs)	10
HHV of LNG (kcal/Nm ³)	10,500
COP of the gas cooler	1.0
COP of an electric Air-conditioner	3.0
Ratio of pure gas cooling (*electric consumption of gas cooler excluded)	0.92

는, 기기의 수명을 고려하여 노후되어 더 이상 사용되지 않는 기기는 보급대수에서 제외하는 것이 필요하다.

아래의 표 2에는 연도별 가스냉방기 보급용량이 나타나 있다.

Table 2 Gas cooling capacity

	'03	'04	'05	'06	'07
No. of gas cooler installed buildings	7,351	8,430	9,551	10,543	11,394
Gas cooling Capacity (1000RT)	2,234	2,465	2,736	2,931	3,132

설치용량 환산 방법에서는 설치된 전체용량 중의 일부가 운전이 되므로, 본 연구에서는 동시 사용률과 평균 운전부하를 각각 80%와 70%로 정할 경우 환산계수 80%×70%=0.56을 적용하여 아래 식과 같이 대체전력을 추정하였다.

$$\begin{aligned} \text{대체전력(MW)} &= \text{가스냉방 보급용량(1000RT)} \\ &\quad * \text{전력량제외냉방용량비율} \\ &\quad * \text{환산계수} \\ &\quad * 3.514(\text{kW/RT}) \\ &\quad / \text{전기냉방기COP} \end{aligned}$$

3. 분석 결과

3.1 냉방용 가스 사용량 방법 계산 예

[2006년 기상청자료를 바탕으로 2006년 전력대

체효과를 분석하는 과정이 표 3에 나타나 있다.

아래의 표에서 보는 바와 같이 2006년 기준 가스냉방에 의한 대체전력은 약 1,882 MW로서, 2006년 8월 전기냉방전력이 12,910 MW를 감안하면 전체 냉방에너지의 약 12.7 %수준인 것으로 분석된다.

3.2 연도별 전력대체 효과

3.2.1 가스사용량 방법

냉방용 가스 사용량을 기준으로 계산한 2003년부터 2007년까지의 가스냉방에 의한 대체전력량이 표 4에 표시되어 있다.

Table 3 Calculation procedure for peak-cut effect (based on monthly LNG consumption)

	Calculation procedure	Values
Monthly DD, ①	-	280.2
Maximum DD, ②	-	11.5
Ratio of DD	②/①	0.041
Monthly LNG consumption [TON]	-	98,750
Gas consumption at at maximum DD[TON], ③	③=Monthly LNG consumption× Ratio of DD	4,053
Cooling capacity by gas cooling [MW], ④	④=(③×HHV)×COP of gas cooler/Daily operation hours	6,136
Peak-cut by gas cooling[MW], ⑤	⑤=④×Ratio of pure gas cooling/COP of electric air-con	1,882
Ratio of peak-cut (%)	Gas Cooling / (Gas+Electric)Cooling ×100	12.7

2003년에서 2007년까지 계속하여 침두부하가 증가한 것은 온난화 영향 등에 의하여 냉방 수요가 증가한 영향으로 파악된다. 가스냉방의 비율은 2005년까지 증가하다가 이후에는 비율이 줄어든 것을 알 수 있다. 이러한 경향은 해마다 침두부하가 증가하고, 2005년부터 냉방용 가스 요금의 상승폭이 급격히 증가한 것에 기인한 것으로 판단된다.

Table 4 Yearly peak-cut effect by gas cooling (based on monthly LNG consumption)

		'03	'04	'05	'06	'07
L N G	Total LNG Demand (1000Ton)	18,447	21,322	22,854	24,486	26,565
	LNG demand for gas cooling (1000Tton)	203	242	267	291	325
	Peak-cut (MW)	1,378	1,918	2,123	1,882	1,926
E l e c.	Peak power (MW)	47,385	51,264	54,631	58,994	62,285
	Peak power for cooling (MW)	9,003	10,250	11,359	12,910	14,680
	Cooling power ratio (%)	19.0	20.0	20.8	22.0	23.6
Ratio of gas cooling(%) =Gas/(Gas+Elec)		13.4	15.4	15.7	12.7	11.6

3.2.2 설치용량 환산방법

설치용량 환산 방법을 이용하여 계산한 2003년부터 2007년까지의 가스냉방에 의한 대체전력량이 표 5에 표시되어 있다.

표 5를 표 4와 비교하여 보면 peak-cut의 효과가 20% 정도 이내에서 일치하는 것을 알 수 있다. 앞서 언급한 것처럼 설치용량을 기준으로 계산하는 방법은 가스냉방 보급현황 자료의 신뢰성이 낮고, 정확한 동시 사용율을 계산하기가 힘들기 때문에 정확도가 떨어질 수가 있다. 그러나 이 방법은 냉방용 가스 사용량 데이터가 존재하지 않는 향후 예측 등에 활용할 수 있다는 장점이 있다.

Table 5 Yearly peak-cut effect by gas cooling
(based on installed gas cooling capacity)

	'03	'04	'05	'06	'07
Gas cooling Capacity (1000RT)	2,234	2,465	2,736	2,931	3,132
Peak-cut (MW)	1,348	1,487	1,651	1,768	1,890
Peak power for cooling (MW)	9,003	10,250	11,359	12,910	14,680
Ratio of gas cooling(%) =Gas/(Gas+Elec)	15.0	14.3	14.5	13.7	12.9

3.3 가스냉방의 전력대체 효과에 영향을 미치는 인자

가스냉방의 전력대체효과 분석과정을 통해서 알 수 있듯이, 전력대체효과에 영향을 미치는 인자로는 월간 가스사용량(월간 가스냉방용량), 가스냉방기 COP, 전기냉방기 COP 등이 있다.

가스식 냉방기 COP가 20% 증가함에 따라 약 20%의 전력대체효과 상승이 발생한다. 이는 가스식 냉방기가 고효율화 될수록 전력대체효과가 커짐을 의미한다. 전기식 냉방기 COP가 증가할수록 전력대체효과는 감소하나, 전기식 냉방기의 소요전력이 감소함으로 여름철 피크부하 감소시키는 요인으로 작용한다.

4. 결론

본 연구에서는 ‘냉방용 가스 사용량 방법’과

‘설치용량 환산 방법’을 사용하여 전력대체 효과를 분석한 결과 다음과 같은 주요 결론을 얻었다.

- 두 방법은 전력대체(peak-cut)의 효과가 20% 정도 이내에서 일치하는 것을 알 수 있었다.

- 2003년에서 2007년까지 가스냉방은 1,500-2,000 MW의 전력대체 효과를 보여주고 있으며 이는 100MW급 발전시설 15-20기를 대체하는 효과이다.

- 전체냉방중 가스냉방은 12-15% 정도의 비중을 차지하고 있으나, 우리나라와 에너지 수급상황이 유사한 일본이 22%를 넘는 것을 고려할 때 국내에서도 천연 가스냉방의 보급확대가 요구된다.

- 천연가스 냉방 보급 확대를 통하여 전력부하의 상당부분을 차지하는 냉방수요를 천연가스를 이용한 냉방으로 대체함으로써 안정적인 전력수급을 유지하는 것은 물론 천연가스의 기저부하향상을 통해 가스-전력 간 상관설비의 이용 효율을 향상시킬 수 있다.

후 기

본 연구는 2008년도 에너지관리공단이 지원한 ‘에너지원별 냉방기기 경제성 비교분석’의 결과이며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Market statistics for gas cooling devices, 2006, Japan Gas Association
2. A study on economical efficiency for cooling systems with various energy sources, 2008, KEMCO Research Report