

## 산업체 열병합발전의 부하패턴 도출에 의한 가스수요의 TDR 산정

김용하\*, 김인수\*\*, 이광성\*\*\*, 윤종해\*\*\*\*, 손승기\*, 구민서\*  
 인천대학교\*, 에너지관리공단\*\*, 에너지코리아(주)\*\*\*, 서울도시가스(주)\*\*\*\*

### Influences of Korean Gas Demand's TDR by Gas CHP Penetration in Industry

Yong-ha Kim\*, In-su Kim\*\*, Kwang-sung Lee\*\*\*, Jong-hai Yun\*\*\*\*, Seung-kee Son\*, Min-seu Ku\*  
 Incheon Univ.\*, KEMCO\*\*, Energy Korea. Inc\*\*\*, SCG CO\*\*\*\*

**Abstract** - In order to reduce the seasonal unbalance of Gas demand, this paper analyzes the effects of gas increase and energy saving that result from the energy pattern of CHP for industry, and evaluates the variation of Korean gas demand's TDR through those effects.

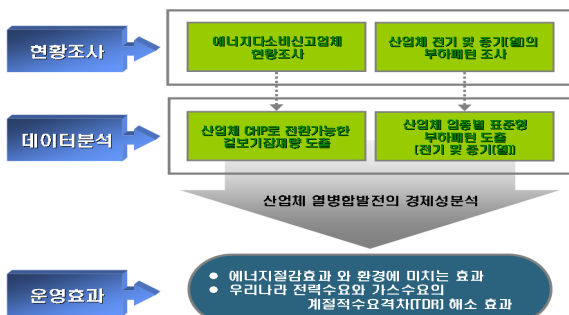
#### 1. 서 론

우리나라의 가스사용량은 사계절이 뚜렷한 이유로 동고하저의 특징을 가지고 있다. 이는 가스수급의 계절적불균형에 원인이 되며, 제7차 장기전원가스수급계획에서도 TDR(Turn Down Ratio)이 향후 계속적으로 증가할 것으로 전망하고 있다. 이와 더불어 에너지자원의 한계로 인하여 효율적으로 사용가능한 분산형전원의 중요성이 대두되고 있으며 특히 가스열병합발전에 대한 관심이 증대되고 있다. 산업체에서는 계절에 상관없이 일정량의 전기와 증기(열)를 소비하는 특성이 있어 열병합발전을 효율적으로 사용할 수 있다.

이에 본 논문에서는 에너지효율을 향상시키는 가스열병합발전을 산업체에 적용함으로써 가스수요의 변화를 분석하고 TDR을 산정하여 가스수급의 계절적불균형의 해소효과를 도출하였다.

#### 2. 연구수행절차

본 논문의 수행절차는 우선 가스열병합발전의 전환 가능한 대상을 분석하기위해서 에너지다소비신고업체의 산업부분을 조사하여 현실적으로 열병합발전이 도입될 수 있는 업체를 결보기잠재량으로 도출하였다. 산업체의 부하패턴은 업종별 실무부하패턴을 조사하여 산업체 업종별 표준형 부하패턴을 도출하였다. 도출된 결보기잠재량과 산업체 표준형 부하패턴을 적용하여 가스열병합발전의 경제성분석을 수행함으로써 가스사용량의 증가량, 에너지절감량을 도출하고, 이를 통하여 가스수요의 TDR을 산정하여 가스수요의 계절적불균형 해소효과를 분석하였다. 본 논문의 수행절차는 그림 1과 같다.



〈그림 1〉 TDR 산정을 위한 분석절차

#### 3. 에너지다소비신고업체 현황조사

##### 3.1 에너지다소비신고업체 현황

2005년 에너지다소비신고업체는 2,811개의 업체로 70%가 산업부분이며 이중 자가발전이 기 설치되어 있는 산업체가 5%, 설치되어 있지 않은 산업체가 95%로 조사되었다. 산업체의 업종구분은 에너지다소비신고업체의 업종 구분기준을 사용하여 음식료품, 섬유·의복, 제지·목재, 금속, 비철비금속, 석유화학, 산업기타로 구분하였다.

##### 3.2 산업체 열병합발전으로 전환 가능한 결보기잠재량

본 논문에서는 산업체 열병합발전으로 전환 가능한 산업용 에너지다소비신고업체를 결보기잠재량으로 정의한다. 다음 단계 1 ~ 단계 4는 결보기잠재량을 분류하는 절차를 나타낸 것이다.

단계 1 : 전체 에너지다소비신고업체 중에서 건물, 발전소를 제외한 산업용으로 분류된 업체를 구분한다.

단계 2 : 단계 1에서 구분된 산업용 에너지다소비신고업체 중에서 열병합발전이 기 설치 되어 있는 부분을 제외한다.

단계 3 : 단계 2에서 분류된 업체 중에서 연료사용량이 없는 업체는 증기(열)부하를 사용하지 않으므로 제외한다.

단계 4 : 단계 3에서 분류된 업체를 가스열병합발전으로 전환 가능한 결보기잠재량으로 본다.

표 1은 산업체 열병합발전으로 전환 가능한 결보기 잠재량을 업종별로 나타낸 것이다.

〈표 1〉 산업체열병합발전으로 전환 가능한 결보기잠재량

번호	업종	업체수 [갯수]	총전력량 [MWh/년]	총연료량 [TOE/년]	총1차에너지 사용량[TOE/년]
1	음식료품	205	3,372,406	793,771	1,636,873
2	섬유·의복	237	5,723,927	922,922	2,353,904
3	제지·목재	110	6,670,774	1,295,392	2,963,086
4	금속	624	45,877,092	2,984,157	14,453,430
5	비철비금속	147	6,489,687	2,987,942	4,610,364
6	석유화학	328	19,364,814	4,824,434	9,665,637
7	산업기타	92	2,546,880	1,735,856	2,372,574
	계	1,743	90,045,580	15,544,474	38,055,868

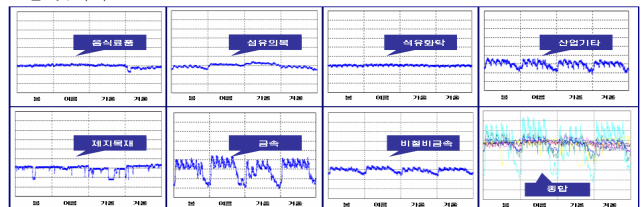
#### 4. 산업체 표준형 부하패턴

본 논문에서 국내 산업체 실무부하패턴을 조사하여, 산업체의 업종별 표준형 부하패턴을 도출하였다. 그림 2는 산업체 업종별 표준형부하패턴을 도출하기위한 개념도를 나타낸 것이다.

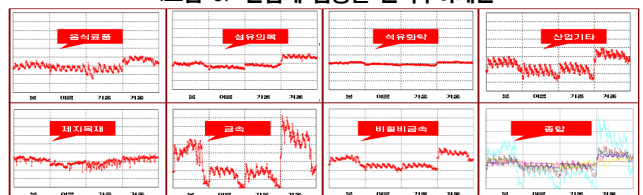


〈그림 2〉 산업체 업종별 표준형부하패턴 도출의 개념도

국내 산업체의 에너지사용패턴을 분석하기 위해서 에너지다소비신고업체에 등록되어있는 업체를 대상으로 에너지사용량을 조사하였다. 조사일은 휴무일이 포함되지 않는 정상업무일의 계절별 한주간의 시간별부하를 계절별로 168시간의 부하를 조사하였다. 조사된 자료는 업체별로 그 규모가 다르기 때문에 산업체의 업체별 전력과 증기(열)의 계절별·시간대별 사용량을 정규화시켜서 이를 업체별로 평균값을 구하였다. 도출된 산업체 업종별 정규화된 부하패턴은 경제성분석의 입력에 적용하기 위해서 전력 및 증기(열)부하를 확률분포로 변환함으로써 최종적인 산업체 업종별 부하패턴을 도출하도록 하였다. 그림 3 및 그림 4는 이의 결과를 보인 것이다.



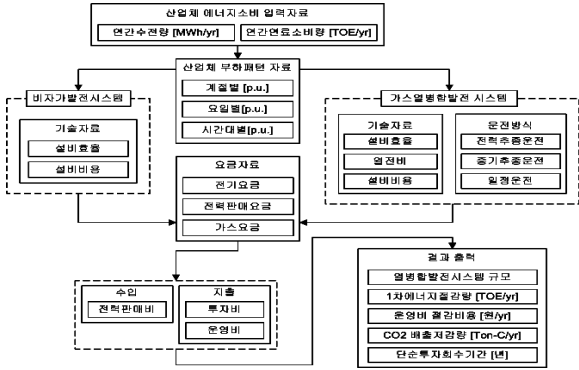
〈그림 3〉 산업체 업종별 전력부하패턴



〈그림 4〉 산업체 업종별 증기(열)부하패턴

## 5. 경제성 분석

본 장의 경제성분석은 우리나라에 앞으로 도입가능성이 높은 산업체에 대해서 적절한 열병합발전시스템의 구성과 운전방식을 경제적, 효율적으로 하기 위한 분석을 하였다. 경제성분석의 대상은 32절에서 도출된 결보기잠재량으로 하였으며, 산업체의 부하패턴은 4장에서 도출된 산업체업종별 표준형 전력부하패턴과 증기부하패턴을 적용하였고, 열병합발전시스템의 연료는 LNG를 사용하는 것으로 하였다. 본 논문에서 경제성분석의 결과는 크게 두 가지로써 효과평가와 경제성평가를 하였다. 효과평가는 기존 시스템 대비 열병합 발전시스템의 에너지절감량을 도출하였고, 경제성평가는 단순투자회수기간 도출하였다. 그림 5는 경제성분석의 수행절차를 나타낸 것이다.



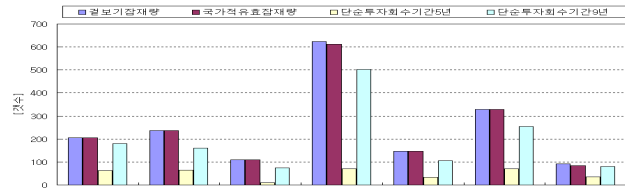
〈그림 5〉 경제성분석의 수행절차

### 5. 산업체 열병합발전의 운영효과

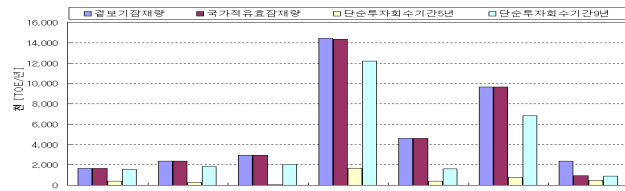
산업체 열병합발전으로 전환 가능한 결보기잠재량에 대해서 4장의 경제성분석을 수행한 결과에 대하여 산업체 가스열병합발전의 운영효과로써 1차에너지절감량 및 가스수요의 TDR을 산정하여 가스수요의 계절적수급불균형 해소효과를 분석하였다.

#### 5.1 잠재량산정

경제성분석을 수행한 결과, 1차에너지절감량이 없는 업체는 국가적으로 이득이 없는 경우로 사료되기 때문에 제외하였으며, 이렇게 분류된 업체를 국가적잠재량이라 정의하였다. 또 국가적잠재량에서 사업적으로 투자 가치를 판단하기 위해서 단순투자회수기간을 5년 및 9년을 기준으로 할 경우 경제적잠재량으로 도출하였다. 그림 6 및 그림 7은 단순투자회수기간에 따른 경제적잠재량의 업체수 및 1차에너지사용량을 나타낸 것이다.



〈그림 6〉 경제적잠재량의 업체수



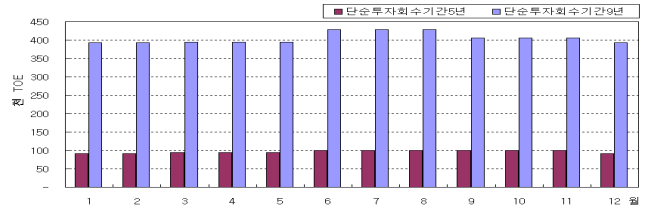
〈그림 7〉 경제적잠재량의 1차에너지사용량

국가적잠재량 산정 결과는 업체수로 보면 결보기잠재량의 약 99%로써 결보기잠재량의 대부분이 국가적잠재량으로 도출되었다. 금속업종의 국가적잠재량은 전체 중에서 업체수는 36%, 총에너지사용량은 39%로 가장 많은 것으로 분석되었으며, 산업기타업종은 잠재량이 가장 적은 것으로 도출되었다.

경제적잠재량은 단순투자회수기간이 5년인 경우 업체수는 348업체로 국가적잠재량의 20%정도, 총에너지사용량은 4,010[천toe]로 11%정도 되는 것으로 도출되었으며, 단순투자회수기간이 9년인 경우 업체수는 1,358업체로 국가적잠재량의 79%정도, 총에너지사용량은 26,968[천toe]로 74%정도 되는 것으로 도출되었다. 업종별로 보면 단순투자회수기간이 5년인 경우 금속업종이 565[천toe]로 전체의 72%정도, 단순투자회수기간이 9년인 경우 1,910[천toe]로 전체의 60%정도가 되므로 1차에너지절감량이 가장 많은 것으로 도출되었다.

### 5.2 경제적잠재량잠재량에 의한 CHP 운영효과

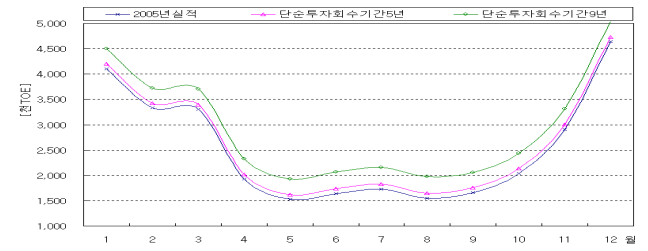
경제적잠재량에 대한 산업체 가스열병합발전의 운영효과로써 가스수요의 증가량을 도출하였다. 이의 결과는 그림 8과 같다.



〈그림 8〉 경제적잠재량의 월별가스수요 증가량

산업체의 가스사용량의 증가패턴은 단순투자회수기간에 따라서 그 크기는 다르지만 동계에 비하여 상대적으로 하계에 증가분 더 많아지는 것으로 분석되었다.

가스열병합발전 전에 의한 가스수요의 증가에 대해서 2005년 실적 가스수요 변동곡선에 적용하여 가스수요의 변화를 도출하였다. 경제적잠재량의 운영효과에 의한 가스수요의 변화는 그림 9와 같다.



〈그림 9〉 경제적잠재량의 운영효과에 의한 가스수요의 변화

가스수요의 변화에 따른 계절적수급불균형 해소효과를 분석하기 위해서 TDR을 산정하였다. TDR(Turn Down Ratio)은 월간 최소사용량 대비 최고사용량 비율을 나타낸 것으로 계절적수요격차를 나타내는 지수이다. 표 2는 2005년실적 가스수요에 대한 TDR 대비 본 논문의 가스열병합발전의 운영효과인 가스수요변화에 따른 TDR을 산정한 결과를 비교한 것이다.

〈표 2〉 가스열병합발전의 운영효과에 따른 TDR 변화

번호	구분	가스수요의 TDR	
		단순투자회수기간5년	단순투자회수기간9년
1	2005년 실적	3.039	3.039
2	본 논문의 결과	2.919	2.619
변동율[%]		-3.95%	-13.82%

가스수요의 TDR의 산정결과, 2005년실적 대비 가스열병합발전의 운영효과로써 도출된 가스수요의 TDR은 단순투자회수기간이 5년인 경우 3.95%, 단순투자회수기간이 9년인 경우 13.82% 감소하는 것으로 분석되었다.

## 6. 결 론

본 논문의 주요한 결과는 다음과 같다.

- (1) 가스수요의 계절적 불균형을 해소하기위하여 산업체에 가스열병합발전 도입하여 그 효과로써 가스수요의 TDR을 산정하여 분석하였다.
- (2) 경제적잠재량은 업종별로 보면 업체수는 금속, 석유화학, 섬유의복, 음식료품, 산업기타, 비철비금속, 제지목재 순이며, 1차에너지사용량은 금속, 석유화학, 산업기타, 음식료품, 비철비금속, 섬유의복, 제지목재 순으로 가스열병합발전으로 전환 가능한 잠재량이 분석되었다.
- (3) 가스열병합발전의 운영효과로써 도출된 가스수요의 TDR은 2005년 실적 대비 단순투자회수기간이 5년인 경우 3.95%로 감소하였으며, 단순투자회수기간이 9년인 경우에는 그 효과가 3배 이상으로 13.82% 감소하는 것으로 분석되었다.
- (4) 따라서 산업체에 가스열병합발전 도입함으로써 가스 수요의 계절적 불균형을 해소에 어느 정도는 기여할 수 있는 것으로 사료된다.

추후 연구에는 산업체 가스열병합발전을 활성화시키는 정책방안을 도출하여 그 효과를 극대화시킬 수 있는 방향으로 수행되어져야 할 것으로 판단된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] “기존 남방지역의 열병합발전시스템으로의 전환 타당성 검토 및 정책방안 연구”, 김용하, 연준희, 정현성, 이상준, 김미애, 우성민, 최영주, 2006. 1. 31., 전력기반조성사업(대한전기학회)
- [2] “산업체 열병합발전 최적운용모형연구”, 한국전기연구원, 1994.
- [3] 손학식, “열병합발전시스템”, 2005.