

상시 부하관리 효과분석에 관한 연구

최준호, 윤용범, 이경극, 정영범, 김해인, 박중현, 임지훈
한국전력공사 경영연구소

Benefit Analysis of the Economic DR program in Cost Based Pool

Jun-Ho Choi, Yong-Beum Yoon, Kyung-Kuk Lee, Young-Beom Jung, Hae-In Kim, Jong-Hyun Park, Ji-Hoon Lim
Management Research Institute, KEPCO

Abstract - 본 논문에서는 전력 도매요금(현 전력거래제도에서의 시간대별 계통한계가격) 상승시, 고객의 부하절감을 유도함으로써 사회적 후생을 최대화 할 수 있는 상시부하관리 개념을 제안하였다. 2007년 계통을 대상으로 전력거래 모의프로그램인 P-POOL를 이용하여 경제적 측면에서의 효과를 분석하고 그 결과를 제시하였으며 본 결과는 향후 우리나라에서의 가격기반 부하관리 메카니즘 도입의 기초자료로 활용이 기대된다.

전력부하와 SMP 관계를 수식으로 모델링해보면, 수식 1과 같이 두 변수가 서로 선형적으로 비례하는 관계임을 알 수 있다.

$$y = -7 \times 10^{-8}x^2 + 0.0081x - 137.73 \quad [1]$$

이를 통해 전력부하가 증가하면 SMP도 따라서 증가함을 알 수 있었고, 전력부하 절감을 통해 SMP를 낮출 수 있다는 가능성을 정식화를 통해 확인할 수 있었다.

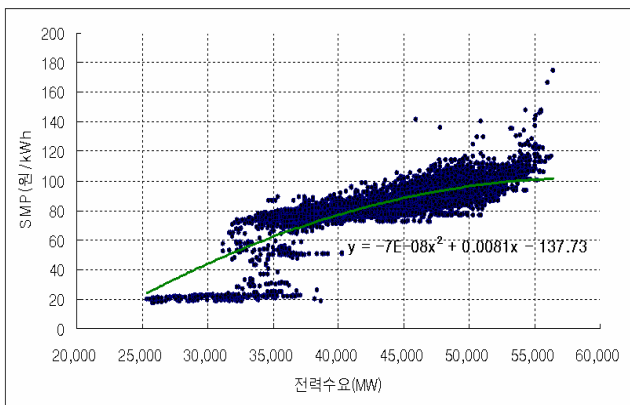
1. 서 론

발전사 분할이후 전력사는 CBP(Cost Based Pool) 형태의 전력거래 제도에서 시간대별로 변하는 전력도매가격(SMP)에 따라 발전사로 부터 전력을 구입하고 고객에게는 일정한 전력요금으로 전력을 판매 하고 있다. 그런데 SMP는 발전사들이 하루 전에 입찰한 발전가능용량과 사전에 정해진 발전기별 변동비, 그리고 전력거래소에서 예측한 전력 부하에 의하여 결정된다. 이때 발전가능용량은 발전기 예방정비계획 및 댐 수량에 따라 달라지며 발전기별 변동비는 연료가격에 따라 달라진다. 특히 화력발전기의 경우 석유, 가스 등과 같은 연료비 변동에 많은 영향을 받게 되며 최근 석유가격의 지속적인 상승에 따라 해당 발전기의 변동비는 더욱 증가할 것으로 전망된다. 이는 곧 전력거래가격 상승으로 이어지고 전력을 구매하는 전력사에서는 구입전력비 증가로 이어지게 된다. 2005년의 경우 구입전력비는 17조원, 정산단가는 51.28원/kWh 수준이었으나 2007년의 경우 구입전력비는 21조원, 정산단가는 56.70원/kWh 로서 각각 23.5%, 10.5% 증가하였다. 주원인은 연료가격 상승에 따른 SMP 상승이며 이에 대한 대책연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 도매전력가격, 즉 SMP가 높거나 급격한 변동이 발생할 것으로 예상되는 경우 전력부하를 낮춤으로써 변동비가 높은 첨두 발전기의 가동을 줄여 SMP 하락을 유도하고 이를 통하여 에너지 소비를 줄이고 사회적 후생을 높이는 상시부하관리 제도 개념을 제안하였다.

2. 상시 부하관리 경제적 효과분석

2.1 전력부하와 SMP와의 상관관계 분석

그림 1은 2007년도 전력부하와 SMP와의 관계분포도이다.

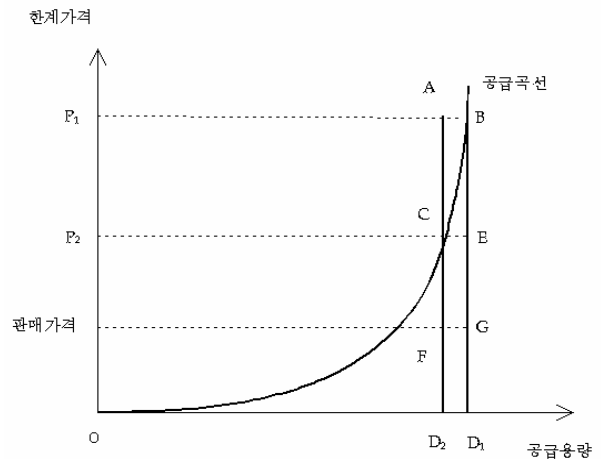


〈그림 1〉 '07 전력부하와 SMP 관계 분포도

2.2 부하관리 편익 분석

2.2.1 편익 분석 방법론

현행 우리나라 CBP 전력거래 제도에서는 발전기별 변동비는 사전에 전기위원회에 의하여 승인을 받아야 하며, 이를 기반으로 시간대별 전력 가격(SMP)은 하루전에 결정된다. 즉, 일종의 하루전 전력거래 형태로서 SMP에 따라 실제 전력을 절감하였다 하여도 이로 인하여 SMP가 변하지 않는다. 이와 같은 현행 우리나라 전력거래 구조 및 향후 개선방향을 모두 고려하여, 전력부하가 절감되는 경우 SMP변동에 영향을 미치는 경우와 그렇지 않은 두 개의 경우로 구분하여 편익을 분석 하였다.



D₁, P₁ : 부하절감전의 전력부하 및 계통한계가격(전력가격)
D₂, P₂ : 부하절감후의 전력부하 및 계통한계가격(전력가격)
판매가격 : 고객에게 판매하는 전력가격

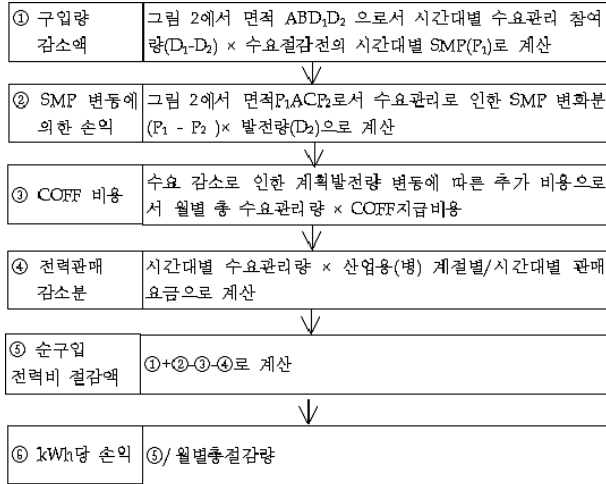
〈그림 2〉 부하변화에 따른 SMP 변화 곡선

그림 2는 부하절감에 의하여 SMP가 변하는 경우를 도식적으로 나타낸 것으로서 고객이 전력부하를 D₁에서 D₂로 절감하는 경우 전력량이 D₂ - D₁ 만큼 감소하게 됨으로 인하여 SMP가 P₁에서 P₂로 낮아진다. 반면, 고객에게 판매하는 전력량이 감소하여 전력판매 손실이 면적 FGD₁D₂ 만큼 발생하게 된다. 첫번째 경우는 전력부하 감소에 의한 SMP 감소를 고려하는 경우로서 발전사로부터의 구입전력비 절감액은 면적P₁B₁D₁O에서 면적P₂C₂D₂O을 뺀 면적P₁P₂C₂D₂B₁이 된다. 그리고 전

력판매 손실액은 면적 FGD_1D_2 이 된다. 그리고 두 번째 경우는 전력부하가 감소하여도 SMP는 일정하다고 가정할 경우로서 구입전력비 절감액은 면적 P_1BD_1O 에서 면적 P_1AD_2O 을 뺀 면적 ABD_1D_2 이 되며 전력판매 손실은 첫 번째 경우와 동일하게 면적 FGD_1D_2 이 된다.

2.2.2 부하관리 편익분석 검토 절차

그림 3은 부하관리 사업 시행시 기대할 수 있는 경제적 편익을 분석한 세부 절차도이다.



〈그림 3〉 편익분석 세부절차

2.2.3 설문조사에 의한 부하절감량 조사

아래 표 1은 산업용(병)A 고압 계약고객을 대상으로 부하관리 프로그램 참여가능성과 절감 잠재량에 대하여 설문조사한 결과를 정리한 것이다. 설문조사에 의하면 이 고객의 월별 부하관리 잠재량은 48,943MWh/월이고, 참여가능 고객은 581호였다. 아래 설문결과는 부하관리제도 도입시 편익 분석의 기초데이터로 활용되었다.

〈표 1〉 부하절감량에 대한 설문조사 결과

번호	항 목	추정량 및 해당값
①	산업용 전력(병) 고압 A 고객수	5,041고객
②	계약전력 5,000kW 이상 고객수	1,140고객
③	설문결과 참여 희망율(%)	51%
④	참여가능 고객 수(②×③)	581고객
⑤	절감 잠재량(kW/h/호)	936kW/h/호
⑥	절감시간(3h/일×30일/월)	90시간/월
⑦	부하절감 잠재량(④×⑤×⑥)	48,943MWh/월
⑧	'07년 평균부하 대비율	1.18%

2.2.4 부하관리 편익 검토

상시 부하관리제도 시행에 따른 편익모의를 위하여 우리나라 CBP 제도를 모의할 수 있는 P-POOL을 이용하였다. 편익분석을 위한 세부 시나리오는 표 2에 기술한 바와 같이 시간당 절감량, 월 절감시간, 최소 절감시간, SMP 변동에 의한 편익 4가지를 고려하였다. 입력력데이터는 2007년 수급데이터를 사용하였고, 검토기간은 하계 중점 부하관리 기간인 7.15~8.31(총 48일) 제외한 전 기간에 대해서 모의하였다. 부하관리 시행시간은 토요일과 공휴일을 제외한 10~19시 이다.

〈표 2〉 부하관리 편익분석을 위한 시나리오

항 목	해 당 값				
	544	400	300	200	100
시간당절감량(MW)	544	400	300	200	100
월 절감시간(hour)	90	80	60	40	-
최소절감시간(hour)	2	3	4	-	-
SMP변동에 의한 편익 고려여부	○	×	-	-	-

2.2.5 부하관리 편익 검토결과

표 3은 부하관리 편익을 검토한 결과를 정리한 것이다. 부하 관리를 함으로써 편익을 확보하기 위해서는 월 60시간, 2시간 연속, 시간당 300MW 수준의 절감량이 필요한 것으로 모의되었다. 또한 부하관리 사업 수행시 예상되는 기대편익은 SMP 변동에 따른 구입전력비 절감액을 함께 고려할 경우 110원/kWh로 검토되었고, 그렇지 않은 경우는 17원/kWh로 낮게 검토되었다.

〈표 3〉 부하관리 편익 검토결과

고려변수	검토결과
월 절감시간	60시간 이상
최소 절감시간	2시간
시간당 절감량	300MW 수준
SMP 고려 안할시 수익성	17원/kWh
SMP 고려시 수익성	110원/kWh

3. 결 론

· 우리나라 전력거래제도에서는 하루전 예측부하에 의해 전력가격이 결정되는 구조를 가지고 있기 때문에, SMP에 따라 실제 전력을 절감하였다 하여도 이로 인하여 당일 SMP가 변하지 않는다. 이를 고려하여 SMP변동에 따른 구입전력비 절감액을 고려하는 여부에 따라 두 가지 시나리오로 나누어 편익을 분석하였다.

· 상시 부하관리제도 도입시 기대편익은 SMP 변동에 따른 구입전력비를 고려할시 110원/kWh, SMP 편익을 고려하지 않을시 17원/kWh 수준이다. 이는 하계부하관리 프로그램 중 자율절전 프로그램의 인센티브 수준인 140원/kWh보다 낮은 수준이다. 상시부하관리제도 시행시 발생되는 설비비 등 부대비용을 고려할 경우 고객들에게 지불할 수 있는 실질적인 인센티브 수준은 그 이하가 될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한전 경영연구소, "사업부 수익성 제고를 위한 구입전력비 절감기법 개발에 관한 연구", 연구과제 최종보고서, 2007
- [2] 기초전력연구원, "전력수요관리 직접부하제어 사업의 합리적 개선방안 연구", 과제보고서, 2007
- [3] US DOE, "Benefits of Demand Response in electricity Markets and Recommendations for Achieving them", 연구보고서, 2006
- [4] M.H.Albadi, "Demand Response in Electricity Markets", IEEE, 2007