

## 국외 RTP 사례 분석을 통한 국내 적용 방안 연구

손승현, 김원기, 김철환  
성균관대학교

### Study on the Application Method through RTP Cases Analysis

Seung-Hyun Sohn, Won-Ki Kim, Chul-Hwan Kim  
Sungkyunkwan University

**Abstract** - 수요반응은 스마트 그리드 솔루션 중에 하나로 각광 받고 있다. 수요반응의 종류가 다양하지만 스마트 그리드 구축을 위한 AMI (Advanced Metering Infrastructure)의 확대 보급이 예상됨에 따라 RTP(Real Time Pricing) 프로그램에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 논문에서는 국외의 RTP 시행 사례들을 통해 RTP 방법과 효과를 분석하였고, 이를 바탕으로 국내 적용 방안에 대해 제안하였다.

#### 1. 서 론

녹색 성장에 대한 세계적 관심에 따라 지능형 전력망인 스마트 그리드에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 현재 스마트 그리드 솔루션의 하나로 수요반응을 주목하고 있다. 스마트 그리드 실증단지에서 수요반응을 유도하기 위해 다양한 프로그램들이 진행되고 있다. 그 중 RTP(Real Time Pricing)는 IT 기술의 발전과 함께 실현 가능성이 높아지고 있으며, 현재 미국, 유럽과 같은 지역에서는 이미 시범적으로 시행되고 있다. RTP는 전력 시장 구조를 변화시키고 피크 수요 감소와 부하 이전 효과를 발생하여 에너지의 효율적인 사용을 가능하게 한다. 반면, 현재 우리나라의 전력요금체계는 수요관리형요금체제로써 전력 가격 결정의 타당성이 떨어지고, 전력산업은 구조개편을 필요로 하는 실정이다. 따라서 우리나라의 실정에 맞는 RTP의 시행이 절실히 요구된다[2]. RTP를 구현하기 위해서는 다양한 수요반응 사례를 수행하고 연구가 이뤄져야 한다.

본 논문은 수요반응 실증에 앞서 외국의 RTP 시행 사례들을 통하여 RTP의 효과를 살펴보고, RTP 도입의 당위성과 국내 적용 방안을 제안하였다.

#### 2. 국내 RTP 시행 사례

국내에서는 아직 RTP를 도입하여 시행한 사례가 없다. 다만, 2009년도에 정부 차원에서 스마트 그리드 구축을 위해 RTP를 일부 시범적으로 도입하기로 하였다. 그 결과, 현재 진행 중인 제주 실증단지에서 RTP가 시범 운영되고 있다. 하지만 우리나라는 수요반응에 대한 노력이 부족하다. 게다가 제주 실증단지는 실증 범위가 좁고, 농촌 지역 위주로 구성되어 대규모 수요반응에 적합하지 않다. 따라서 국내의 상업 시설 및 주택, 공장 등을 대상으로 하는 대규모 수요반응에 대한 다양한 실증 프로그램 도입이 필요하다.

#### 3. 국외 RTP 시행 사례

국외에서는 이미 RTP를 도입하여 시행하고 있는 사례가 상당수 있다. 본 논문에서는 미국의 RTP 시행 사례를 살펴보고, 효과를 분석해보았다.

초기 미국에서 RTP를 시행했던 목적은 에너지의 효율적인 사용 측면인 피크 부하 감소 목적이 주가 아니라, 전력시장 내에서의 경쟁을 유도하기 위함이었다. 즉, 전력회사들이 고객들에게 경제적인 선택권을 제공하는 것이다[1].

##### 3.1 GPC의 RTP 사례

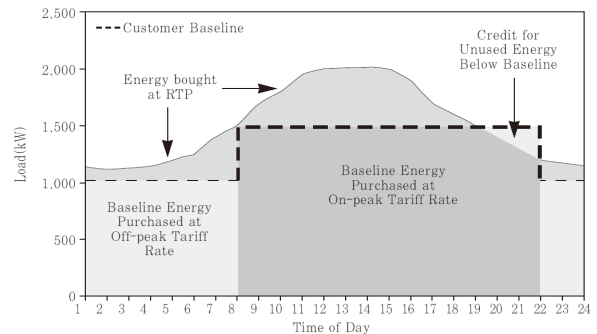
GPC(Georgia Power Company)는 미국 조지아 주의 전력회사로 2부 RTP 프로그램을 개발하여 사용 중이다. 2부 RTP 프로그램은 RTP와 I/C(Interruptible/Curtailable Service), TOU(Time-of-use)을 합친 수요반응 프로그램으로 다음과 같다. 우선, GPC와 소비자 간에 미리 사용할 부하량의 기준치인 CBL(Customer's original Baseline Load)을 정한다. 이에 따라 GPC는 CBL 이하의 전력 사용량에 대해서는 기본요금을 부과하고, CBL을 초과하는 전력 사용량에 대해서는 RTP를 적용하여 요금을 부과하는 방식이다. 그리고 소비자가 CBL 미만의 전력을 소비할 경우에는 CBL과 소비량과의 차액만큼을 credit의 형태로 GPC로부터 받

을 수 있다. 이 때, GPC는 1시간 또는 하루 전에 고객에게 RTP정보를 인터넷을 통해 제공한다. 식 (1)은 2부 RTP 프로그램에 따른 전력요금 계산에 관한 식이다.

$$\text{전력요금} = \text{표준요금} + \sum [\text{실시간가격}/h \times (\text{사용량}/h - \text{CBL}/h)] \quad (1)$$

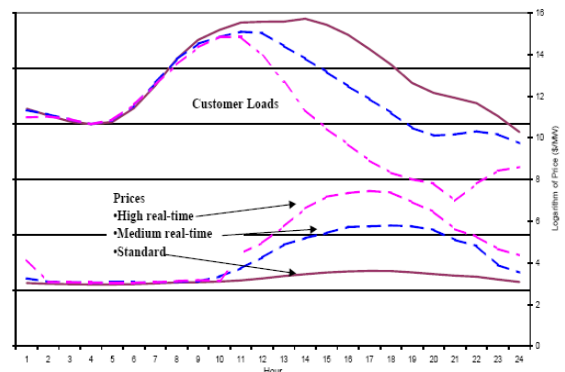
그림 1은 GPC의 2부 RTP 적용에 따른 일부하곡선과 가격 책정방식을 나타낸다. 그림 2는 GPC에서 RTP의 실시간 정도에 따른 부하 감소 효과를 나타낸다. 여기서, 실선은 표준시간, 대시는 medium real-time, 대시 도트는 high real-time을 나타낸다. 세 곡선 모두 부하 증가에 따라 가격이 상승한다. 그리고 가격이 상승함에 따라 부하가 다시 감소하는 형태를 보였다. High real-time의 경우 요금이 상승함에 따라 부하감소량이 컸고, 표준시간의 경우에는 부하감소 효과가 미미하였다.

GPC의 2부 RTP 프로그램을 적용함으로써 1999년에는 여름에는 기존의 경우 대비 800MW의 최대 부하를 감소시켰고, 2000년에는 482MW를 감소시켰다[2].



〈그림 1〉 GPC의 일부하곡선 및 가격책정

Load Reduction from Real-Time Pricing at Georgia Power

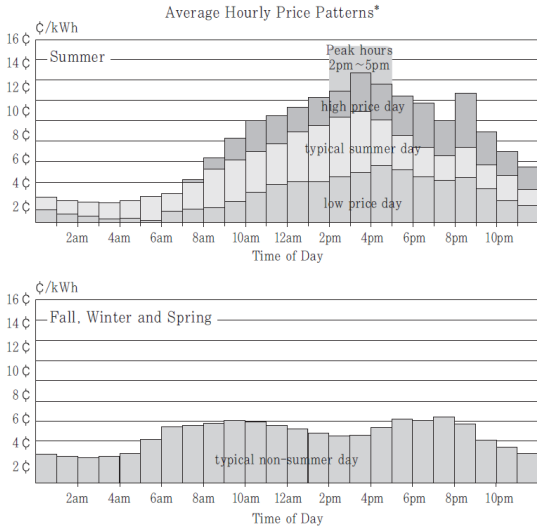


〈그림 2〉 GPC의 RTP 시행을 통한 부하 감소 효과

##### 3.2 Ameren Illinois Utilities의 RTP 사례

Ameren Illinois Utilities는 미국 일리노이 주의 전력회사로 PSP (Power Smart Pricing)라는 RTP 프로그램을 시행 중이다. 그림 3은 2008년도 Ameren Illinois Utilities의 계절별 평균 RTP 패턴을 나타낸다.

#### 4. 해외 RTP 사례 분석 및 국내 도입 방안



〈그림 3〉 2008년도 Ameren Illinois Utilities의 평균 RTP 패턴

Ameren Illinois Utilities는 원활한 PSP 시행을 위해서 HPA(High Price Alerts)라는 서비스를 PSP 고객에게 제공한다. 여기서 HPA는 부하예측을 통해 다음날 부하량이 증가하여, RTP가 급격하게 증가할 것이 예상될 시, PSP가입자에게 인터넷 또는 전화로 전달 통보하는 서비스이다. 2008년에 HPA 날이 28일이었다.

PSP를 통해 고객들의 실시간 요금에 의한 소비패턴의 변화와 함께 높은 가격에 대한 반응을 살펴 볼 수 있다. 그 결과, 가격 탄력성은 -4.3%로 측정되었고 이것은 가격이 1% 증가함에 따라 수요는 4.3%가 감소하였음을 의미한다. PSP에 참가한 고객들은 HPA가 있는 날에 가격에 대한 반응이 더욱 크게 나타났고, Pricelight(추정된 전기가격에 따라 색깔이 다르게 빛나는 기계)를 지급받은 고객들은 가격 변화에 더욱 민감하게 반응하였다. 이런 결과는 가격 정보가 고객들의 소비패턴에 큰 영향을 미치고 있음을 반영한다. 또한, 여름의 PSP 프로그램 가입자들의 소비패턴과 일반 사용자들의 소비패턴을 비교한 결과 PSP 가입자들이 일반 사용자들에 비해 피크 시간대 사용량이 적었고, 심야의 사용량이 많은 것으로 드러났다. 그리하여 고객 당 평균 0.15kW의 부하 감소를 보였고, 특히 HPA가 실시된 날에는 고객 당 평균 0.23kW의 부하 감소를 나타냈다. 그 결과, PSP 가입자들은 에너지 사용량을 여름에 평균 6% 감소시키고, 겨울에는 3% 증가시켜, 전체적으로 연 1.5%의 절약 효과가 나타났다. 부과된 전기요금에 살펴보면 PSP 가입자들은 일반 고객들에 비해 연평균 청구액의 7.7%에 해당하는 92.65달러를 절약하여 자신들의 이익을 증진할 수 있었다. 또한 프로그램 참여자들에 의해 부하 사용의 이전이 이루어져 부하곡선이 평활하게 되었다. 그리하여 전력공급의 안정성이 증가하면서 공급 측면의 이익도 발생했다. 표 1에 PSP 프로그램을 통한 효과를 정리하였다.

〈표 1〉 Ameren의 수요반응 프로그램을 통한 부하 감축 효과

연간에너지 감소효과	고객당 부하감축효과	고객당 절약금액	그 밖에
1.5%	0.15 kW	92.65달러 (청구액의 7.7%)	부하평준화 및 전력공급 안정성 증대

#### 3.3 PJM사의 수요반응과 피크 부하 감소 사례

PJM은 미국의 펜실베이니아 주, 뉴저지 주, 메릴랜드 주의 전력시장을 관할하는 전력회사로 다수의 고객을 바탕으로 다양한 수요반응 프로그램을 실행하고 있다[3].

PJM은 2004~2005년 RTP 시행을 통해 각 각 부하량을 46,561MWh, 75,253MWh 만큼 감축하였다[4]. 표 2는 2006년도 PJM Market Data를 바탕으로 RTP 적용을 통해 산출한 수요탄력성에 따른 피크 부하 및 피크 부하 절약 효과를 분석한 것이다.

〈표 2〉 2006년 PJM의 RTP 적용 시 수요탄력성에 대한 부하절약 효과

수요탄력성	피크부하량(GW)	피크부하절약(%)
0	145	0
-0.1	130	0.83
-0.2	123	1.59
-0.3	119	2.20
-0.4	117	2.67

위의 GPC, Ameren, PJM에서 시행한 RTP 사례들을 분석하여 표 3에 정리하였다.

GPC의 2부 RTP는 CBL을 이용하여 RTP가 가진 가격변동성으로부터의 위험을 줄여 사용자 측이 비교적 안정적으로 이용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 시행 결과 또한 성공적인 수요반응을 이끌어내어 2부 RTP의 시행 가치를 입증하였다. Ameren의 PSP는 HPA와 Pricelight를 통해 고객에게 가격 신호를 전달하여 요금 변동에 대해서 소비 패턴이 민감하게 변화하는 모습을 효과적으로 나타냈다. 마지막으로 PJM의 DRP는 광활한 지역에서 다수의 참여자를 대상으로 다양한 프로그램을 수행하여 큰 수요반응 효과를 나타내었다. 그 결과, 도출된 결과들은 신뢰성이 높아 수요반응을 연구하는데 있어 좋은 사례가 된다.

성공적으로 RTP를 국내에 도입하기 위해서는 국내 수요반응에 대한 실증이 선행되어야 하고, 다양한 프로그램들의 운영이 요구된다. 기존의 성공적인 프로그램을 국내에 도입하는 것은 검증된 효과가 있다는 점에서 바람직하다. 하지만 해외의 프로그램을 도입하는 것은 신중히 이루어져야 한다. 왜냐하면 각각의 프로그램들이 진행된 환경을 고려해야 하기 때문이다. PJM의 DRP는 광범위한 지역에서 다수의 고객이 참여하여 이뤄졌지만 우리나라에서는 그런 환경이 조성되지 않는다. 따라서 동일한 시행효과를 기대할 수 없다. 또한, RTP의 가격 변동성을 고려해야 한다. 기존 요금제에서 RTP로의 변화는 실증 프로그램 참여자들에게 낮설고 급변하는 가격에 대한 위험부담을 유발한다. 따라서 프로그램들을 점진적으로 도입하여 수요반응을 연구해야 한다.

GPC의 2부 RTP 프로그램은 RTP의 가격 변동 위험성에 대해 상대적으로 안정적이므로 RTP를 처음 접하는 국내 고객들이 느끼는 위험 부담이 적다. 따라서 국내에 2부 RTP를 우선적으로 도입하여 운영한다면 수요반응을 효과적으로 연구할 수 있을 것이다. 2부 RTP를 시작으로 점차 더 많은 프로그램들이 시행되어 국내 수요반응에 대한 연구가 축적된다면 우리나라의 실정에 맞는 RTP의 정착이 가능해 질 것이다.

〈표 3〉 전력회사별 RTP 프로그램 비교

전력회사	프로그램	지역	장점	시행효과
GPC	2부 RTP	조지아 주	CBL적용으로 가격변동에 대한 안정성	최대부하감소, 가격에 대한 수요반응도출
Ameren	PSP	일리노이 주	HPA, Pricelight 이용한 가격신호 접근 용이성	부하감축효과, 전기요금 절약 효과
PJM	RTP	펜실베이니아 메릴랜드 뉴저지 주	다양한 고객, 수요반응의 고 신뢰성	부하감축효과, 전기발전 운전감소효과

#### 5. 결 론

RTP 시행 사례들을 통해서 우리나라에 RTP가 도입될 시 가져올 효과와 이점들을 예측해 볼 수 있다. 특히 에너지 소비량이 세계적 수준인 우리나라의 상황에 비추어 볼 때 에너지 사용을 줄이고 효율적으로 이용하도록 하는 피크 부하 감소와 부하 이전 효과는 RTP 도입의 당위성을 높여주고 있다. 성공적인 RTP의 도입을 위해서는 도입 이전에 다양한 시범 사례 추진을 통하여 우리나라의 실정에 맞는 수요반응을 유도하는 과정이 선행되어야 한다. 점진적으로 RTP를 정착하기 위해 가격 변동에 대해 상대적으로 안정적인 GPC의 2부 RTP가 앞으로 RTP에 대한 수요반응을 연구하는 첫 단계로써 도입하기에 적합할 것이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 곽동수 "스마트그리드의 핵심인 실시간 요금제의 미국 사례와 시사점", 산업연구원, 2010-259, Sep. 2010.
- [2] 이근대, 이유수 "수요 측 반응을 고려한 실시간 전력요금제 도입방안 연구", 에너지경제연구원, 기본연구보고서 2010-07, Dec. 2010.
- [3] Kathleen Spees, "IMPACTS OF RESPONSIVE LOAD IN PJM:LOAD SHIFTING AND REAL TIME PRICING", The Energy Journal, 29(2), pp. 101-122
- [4] Mathew J. Morey, etc, "THE REGIONAL TRANSMISSION ORGANIZATION REPORT CARD:WHOLESALE ELECTRICITY MARKETS AND RTO PERFORMANCE EVALUATION", National Rural Electric Cooperative Association, Arlington, Oct. 2006.