

해외 수요반응 프로그램의 국내 적용에 대한 방법 분석

방성준, 김원기, 김철환
성균관대학교

Analysis on domestic application of foreign demand response programs

Sung-Joon Bang, Won-Ki Kim, Chul-Hwan Kim
Sungkyunkwan University

Abstract - 최근 전 세계적으로 여러 국가들과 기업들이 효율을 극대화시키는 에너지관리에 관심을 갖고, 그에 따른 연구와 개발을 진행하고 있다. 본 논문에서는 에너지 효율을 극대화하고 전력수요 측의 역할을 증대시키는 수요반응(Demand Response)에 대한 국내외의 수요반응 현황을 조사하여 분석하였다. 그리고 해외에서 실행되고 있는 수요반응 프로그램 중에 우리나라 수요반응 운영 프로세스에 적용할 수 있는 여러 가지 프로그램을 분석하여 우리나라 실정에 맞는 형태로 개발하여 적용할 수 있는 방법을 제시하였다.

영절차를 거친다.

먼저 300kW이상의 부하감축을 원하는 시장참여자가 전력거래소에 수요자원시장 고객으로 등록을 한다(한국전력의 경우, 100kW이상의 부하감축 고객 대상). 그리고 하루전시장과 한시간전시장이 개설되면 참여자의 입찰을 통해 감축량과 가격설정이 이루어진다. 마지막으로 참여자는 산정된 부하만큼 부하감축을 실시하고 보상을 받게 되는 절차로 수요자원시장이 운영된다[2].

1. 서론

최근 전 세계의 여러 국가들과 기업들이 과거 독점적이고 수직적인 에너지 운영체제에서 벗어나 에너지 효율을 극대화하고 수요 측의 역할이 더욱 중요해질 수 있는 차세대 수요반응 프로그램에 대해 많은 관심을 나타내고 있다. 이에 따라 우리나라에서도 제주 스마트그리드 실증단지 운영하며 스마트그리드 관련 사업을 추진하고 있다.

수요반응(Demand Response)은 전력시장에서 가격결정과 시장 수급균형에 수요 측의 참여를 높이기 위해 사용되는 도구를 말한다. 수요반응 제도를 도입하게 되면, 비탄력적인 전력수요를 조절함으로써 최대수요를 억제하고 공급에비력 확보를 통하여 전력수급을 안정화시킬 수 있다. 그리고 수요반응은 피크부하를 부하량이 적은 곳으로 이전함으로써 전력공급의 신뢰도를 증가시키고, 시장지배력 완화 등의 목적인 역할을 수행할 수 있다[1].

본 논문에서는 국내외의 수요반응 현황을 조사하여 분석하였다. 해외에서 실행되고 있는 수요반응 프로그램 중에 우리나라 수요반응 운영 프로세스에 적용할 수 있는 여러 가지 프로그램을 분석하여, 우리나라 실정에 맞는 형태로 개발하여 적용할 수 있는 방법을 제시하였다.

2. 국내의 수요반응 분석

과거 우리나라에서 시행한 직접 부하관리 프로그램은 부하감축(제어)에 대한 실적이 없다. 그래서, 전력계통에 비상사태가 발생할 경우 전력 소비자의 부하감축의 여부가 불확실하다는 단점이 있다. 따라서 정부는 당시의 부하관리 프로그램을 대체할 신규프로그램의 필요성을 느끼고 2008년부터 소비자선택형 가격기반 수요관리제도를 활성화하기 위한 로드맵을 작성하여 2017년까지 수요반응 선진화 기반구축(IT기술 개발, 소비자선택 수요반응개발), 실시간/양방향 수요반응 체계구축, 시장친화/친환경 수요반응 프로그램 전면실시 등 세 단계로 나누어 진행하고 있다.

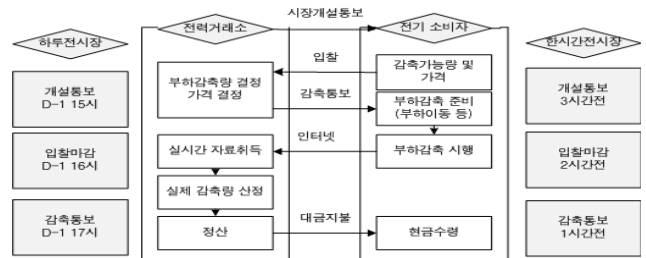
수요반응시장은 정부(지식경제부), 전력거래소, 전기소비자 세 개의 기관으로 구성되며, 각 기관별 주요 기능은 표 1과 같다.

〈표 1〉 기관별 주요 기능

기관	기능
정부	수요반응 정책 및 규제, 지원금 확보
전력거래소	수요반응시장 운영, 부하감축 시기 및 감축량 결정
전기소비자	감축량 및 감축비용 산정 및 입찰, 실제 부하감축 및 정산금 수령

수요반응시장은 발전 공급용량이 부족하거나, 연중 최대수요 발생 시기에 전기 소비자가 입찰한 부하감축 가능량과 가격을 기반으로 실질적인 부하감축을 시행하여 운영된다. 이러한 운영방식은 소비자 간의 경쟁을 통해 전력 생산비용 절감 및 전력공급 안정성을 확보하는 소비자 중심의 선진형 수요반응 시장운영이다[2].

그림 1과 같은 수요반응시장 운영 프로세스는 현재 “전력부하관리포털”이라는 사이트를 통해 이루어지고 있다. 이 포털을 통해 시장참여자는 부하감축량 등록에서 정산금 수령에 이르는 수요반응의 전반적인 운



〈그림 1〉 수요반응시장 운영 프로세스

3. 해외의 수요반응 분석

3.1 PJM의 수요반응 현황

미국 북동부 지역 최대 지역송전기구인 PJM의 수요반응 프로그램은 계통의 신뢰성 확보를 위하여 비상시 수요반응 프로그램과 상시 수요반응 프로그램 두 가지로 구분되어 운영된다.

PJM의 수요반응 프로그램 중 비상시 수요반응 프로그램은 에너지전용 프로그램, 용량전용 프로그램, 통합 프로그램으로 세분화되어 운영된다. 상시 수요반응 프로그램은 하루 전 시장, 실시간 시장, PJM에 의해 실시간으로 결정되는 시장으로 나누어 참여자가 선택할 수 있는 방식으로 운영되고 있다. 마지막으로 수요반응 프로그램의 보조서비스로는 동기예비력 시장, 주파수조정 시장, 하루전예비력 시장이 있다[3].

최근 미국의 많은 지역에 전력소비자와 전력회사 사이에 실시간으로 정보를 주고받을 수 있는 전력서비스 인프라인 AMI 시스템(Advanced Metering Infrastructure)이 개발되어 구축되고 있다. PJM에서는 이러한 변화에 맞추어 PRD(Price Responsive Demand)에 관한 표준규정의 제정을 추진 중이다. PRD는 전력소비와 실시간으로 바뀌는 도매전력 가격에 대해 그 변화를 예측하고 대응하는 것이다[4].

AMI가 구축되면, 소비자들은 실시간으로 전력사용량과 전력가격을 알 수 있어 그들의 전력소비 패턴은 피크부하가 없는 방향으로 변화하게 될 것이다. 만약 전력회사가 PRD에 관련된 규정이 만들지 않고 계속 전통적인 방식을 통해 모든 전력수요를 관리하게 된다면, 전통적인 부하예측과 전력운영절차는 전기요금에 실시간으로 반응하는 소비자들의 상황을 인지하지 못하게 될 것이다. 따라서 이러한 전력공급자와 소비자 간의 실시간 정보교환에 유연하게 대응하고, 실시간으로 발생하는 전기요금의 오차를 줄이기 위해서 PRD와 관련된 규정의 도입을 추진 중에 있다.

3.2 NYISO의 수요반응 현황

뉴욕 주의 지역송전기구인 NYISO(New York Independent System Operator)는 전력도매가격이 급등하거나 신뢰도에 이상이 발생하여 비상 단계를 선언하게 될 때, 전력 소비를 자발적으로 줄이는 방법에 대한 연구를 해왔으며 이를 해결하기 위한 방안 가운데 하나로써 수요반응을 적극적으로 활용해왔다. NYISO에서는 수요반응 목적과 참여자의 참여 형태에 따라 비상시 수요반응 프로그램, 의무확보용량 특별자원 프로그램, 하루 전 수요반응 프로그램, 수요 보조서비스 프로그램과 같은 네 가지 수요반응 프로그램을 운영하고 있다[5].

NYISO에서는 수요반응 정보 시스템으로 DRIS(Demand Response Information System)이란 소프트웨어를 사용한다. 이것은 NYISO의 비상시 수요반응 프로그램과 의무확보용량 특별자원 프로그램에 참가하기 위해 요구되는 일련의 작업을 자동화하기 위해 만들어진 응용 소프트웨어 어플리케이션이다. 보안된 웹 기반 인터페이스를 통해 만들어진 수요반응 정보 시스템은 비상시 수요반응 프로그램과 의무확보용량 특별자원 프로그램의 자원을 등록·관리하고 작업을 수행하기 위한 도구이다. 그리고 프로그램 종류와 용량 기간을 기반으로 시장참여단체의 등록 데이터를 가지적으로 제공하고 참여 단체와의 연락을 관리하게 해준다.

수요반응 정보 시스템은 수요반응과 관련된 이벤트 일자 추적과 자원 등록 파일에 포함하기 위한 전입수준과 발전기의 정보위치 파악, 용량 기간별 참여단체 프로그램 등록에 대한 요약 보기와 같이 소비자가 수요반응을 최대한 이끌어 낼 수 있도록 많은 편의를 제공한다. 그리고 의도하지 않거나 인식이 불가능한 자원등록 요청을 취소하거나 다양한 파라미터 및 정보 수준 별 자원 등록 데이터 보기 등과 같은 다양한 기능도 시장참여자에게 제공한다.

3.3 CAISO의 수요반응 현황

캘리포니아 지역송전기구인 CAISO(California Independent System Operator)에서는 NYISO와 비슷하게 수요반응 목적과 프로그램 참여자의 형태에 따라 신뢰성 기반 프로그램과 경제성기반 프로그램으로 나뉘어 운영되고 있다. 신뢰성기반 프로그램은 PJM과 NYISO와 마찬가지로 비상시 수요반응 프로그램은 운영하고 있지만, 의무용량확보 프로그램은 운영하지 않는다. 경제성기반 프로그램은 하루전시장과 실시간시장 모두 경제적 부하반응 프로그램을 운영하고 있다[6].

현재 CAISO에서는 경쟁입찰 혹은 가상입찰이라고 불리는 제도를 시행하고 있다. 이 제도는 시장 참여자들이 하루전시장에서 전력을 사고 팔 수 있는 위험회피수단이며, 동시에 실제시장에서도 같은 양의 전력을 사고팔기 위해 하루전시장과는 반대 역할을 수행할 수 있도록 도와준다. 경쟁입찰은 하루전시장과 실시간시장 사이에서 발생하는 가격의 차이가 줄어들도록 도와주며, 이는 급전의 효율성을 증대시킬 것이다. 이렇게 하루전시장의 가격과 실시간시장의 가격의 차이가 줄어들면 실시간시장에서 소비자들은 더 높은 가격에 대한 기대를 가지고 하루전시장에서의 입찰을 포기하는 판매자와 구매자에 대한 인센티브를 줄일 수 있다. 따라서 이 제도는 하루전시장에서 유통성을 증가시킬 수 있고, 이는 시장 지배력의 남용을 제한할 것이라고 평가된다. 총 50명 이상의 참여자들이 시스템에 대하여 교육을 받고 입찰유효성과 매매제한, 낙찰가격, 가격계산과 같은 경쟁입찰의 주요한 기능을 습득하였다. CAISO는 참여자들도부터 피드백을 제공 받고 이를 통해 거래자들이 사용하게 될 사용자 프로그램의 논리적인 문제 또는 작은 결함 등을 바로 잡고 있다. 하지만 시스템에 관한 중대한 변경사항은 연방 에너지 규제위원회의 승인을 필요로 한다[5].

3.4 미국 주요 지역송전기구별 수요반응 프로그램 특징

표 2는 미국 주요 지역송전기구들의 수요반응 프로그램에 대해 내용과 특징을 간략하게 정리한 것이다.

〈표 2〉 미국 주요 지역송전기구별 수요반응 프로그램 특징

구분	내용	특징
PJM	비상시	CSP의 부하감축에 대해 에너지 혹은 용량으로 보상
	상시	부하감축 통지시점 및 참여방식 등에 따라 구분
	보조서비스	유·무효 전력 송전 지원, 신뢰성 있는 전력망 운영 시 사용
NYISO	신뢰성기반	NYISO가 직접통제 의무확보용량 특별자원 프로그램을 운영
	경제성기반	참여자의 자발적인 부하감축 하루전시장과 실시간시장에 다른 프로그램을 운영
CAISO	신뢰성기반	비상시 프로그램만 운영 의무확보용량 수요반응 프로그램은 운영하지 않음
	경제성기반	하루전시장과 실시간시장 모두 같은 프로그램 운영

4. 해외 사례의 국내 적용 방법 연구

국내 수요반응 프로그램은 전력부하관리포털을 이용하여 전력소비자 간의 경쟁을 통해 전력 생산비용 절감 및 전력공급 안정성을 확보하는

소비자 중심의 선진형 수요반응 시장운영으로 발전하고 있다. 나아가 제주 스마트그리드 실증연구단지에서도 전력소비자의 효율적인 전기사용을 위한 기술을 연구하고 있다.

마찬가지로, 해외에서도 선진형 수요반응 시장을 운영을 위한 여러 가지 프로그램을 마련하고 있다. 표 3은 미국의 주요 지역송전기구에서 최근에 도입한 수요반응관련 사례 및 각각의 장점을 간략하게 정리한 것이다.

〈표 3〉 미국 주요 지역송전기구별 최근 이슈 사례 및 장점

기관	사례	장점
PJM	AMI 구축 시 필요한 표준규정(PRD)의 도입	전력판매자와 소비자 간의 실시간 가격정보변화에 능동적으로 대응 가능
NYISO	웹 기반 인터페이스를 통해 만들어진 수요반응 정보 시스템(DRIS) 도입	부하 포트폴리오를 통한 수요자원을 분리하고 관리
		자원 등록의 데이터 오류, 변경, 누락과 같은 이해적인 상황 실시간 감지
CAISO	시장참여자들의 하루전시장과 실시간시장의 가격 차이를 해소하기 위한 경쟁입찰제 도입	전략적인 부하 스케줄링을 통한 대량구매자의 수요독점 방지
		하루전시장에서 공급자의 시장지배력을 약화
		시장유통성을 증가 급전효율성을 증가

4.1 미국 주요 지역송전기구의 최근 사례 및 국내 적용 방법

현재의 국내 수요반응 시장에 CAISO에서 시행하고 있는 경쟁입찰제를 적용하게 된다면, 전력소비자들 간의 포털을 통한 단순한 입찰과 그에 따른 부하감축으로 이루어지는 국내의 시스템에서 한 단계 발전할 수 있을 것이다. 경쟁입찰제는 전력공급자의 시장지배력을 약화시켜 시장참여자들의 실질 시장 포지션의 위험을 회피할 수 있고 하루전시장과 실시간시장 가격간의 차이를 만들 것이다. 이러한 두 시장사이의 가격수렴을 통해 전력판매자는 급전의 효율성을 증대시키고 전력시장의 유통성 및 탄력성을 증가시킬 수 있을 것이다.

다음으로 DRIS의 여러 가지 장점을 우리나라 전력부하관리포털에 적용한다면, 현재의 인터넷을 통한 수요반응 프로세스뿐만 아니라 전력소비자의 부하 포트폴리오로부터 수요자원을 분리하고 관리하는 기능까지 실현할 수 있을 것이다. 따라서 소비자는 하루전시장과 실시간시장에서 그들이 원하는 방향으로 부하이동, 일시적인 휴입 등과 같은 부하관리 및 수요반응을 효율적으로 이뤄낼 수 있을 것이다.

마지막으로 현재 제주 스마트그리드 실증연구단지에서 실시하고 있는 AMI 구축을 통해 나타나는 수요반응에 대한 연구에서 PJM의 PRD 표준 규정 사례를 적용하여, 에너지의 효율적인 사용과 그에 따른 수요반응 기술적인 연구뿐만 아니라 미리 실시간 정보 교환 등의 차세대 수요반응관련 법규 및 규정을 제정함으로써, 전력판매자와 소비자 간의 실시간 정보교환에 유연하게 대응할 수 있는 기반을 마련해야 한다.

5. 결 론

본 논문에서는 국내외 지역의 수요반응에 대한 현황을 조사하고, 북미지역의 수요반응 프로그램 중에 국내에 적용할 수 있는 사례를 분석하였다. 현재 PJM의 AMI 구축 시 필요한 표준규정의 제정과 NYISO의 DRIS의 부하 포트폴리오를 통한 수요자원 관리, 마지막으로 CAISO의 경쟁입찰제의 장점을 도입하여 우리나라 실정에 맞는 형태로 개발하여 적용할 수 있는 방법을 제시하였다.

[참고 문헌]

- [1] 전력거래소, “연간 전력시장분석보고서”, 2010.
- [2] 전력거래소, “수요자원시장 설명자료”, 2009.
- [3] 유영식, 신재호, 손운태, 심대섭, “수요반응 프로그램 설계방안에 대한 고찰”, 2010년도 대한전기학회 하계학술대회, 2010.
- [4] Huibin Sui, “An AMI System for the Deregulated Electricity Markets”, Industry Applications Society Annual Meeting, 2008.
- [5] 전력거래소 “2010년 Global Power Insight”, 2010.
- [6] 유태현, 이호철, 노준우, 윤용태, 박종근, “신뢰도 기반 실시간 수요반응 프로그램 설계를 위한 연구”, 2009년도 대한전기학회 추계학술대회, 2009.