

### 전력시장 안정화를 위한 민간부하 활용 방안에 대한 연구

이진호 정주환 서장철 최종웅  
LG산전 신사업기획팀

### A Study on Development of Load as a Resource on Power Market Stabilization

Jin-Ho Lee Juhwan Jung Jang-Cheol Seo Jong-Woong Choe  
LG Industrial Systems New Business Planning Team

**Abstract** - 전력산업 구조개편이 진행되면서 국내의 수요관리에 대한 정책도 변화하고 있는 실정이다. 수용가에 계량 및 원격제어를 할 수 있는 시스템이 설치되고 이를 통하여 원격에서 부하를 하단하고 참여하는 수용가에 보상을 지급하는 방식인 직접부하제어 방식은 부하관리 자원 이용 가능성의 우위, 성과계량의 용이, 비용효과 증대 등의 이유로 인하여 최근 많은 각광을 받고 있으며 한국전력, 에너지 관리공단에 의하여 시범적으로 국내에 도입되었다. 또한, 다수의 수용가에 대한 대표성을 가지며 수용가의 부하를 관리하여 직접부하제어를 대행하는 민간기관인 부하관리 사업자가 국내에 생겨나게 되었다. 부하관리 사업자는 약정을 체결한 다수의 수용가 부하를 자원으로 하여 현재의 수요관리에서 직접부하 관리에 참여 할 수 있으며 향후 도매경쟁체제에서는 확보한 부하 자원을 이용하여 다양한 방법으로 시장에 참여할 수 있는 기회를 가지게 된다. 부하관리 사업자를 활성화하기 위해서는 수익을 창출할 수 있는 사업모델이 필요하며 활성화 되면 활용할 수 있는 부하자원의 양이 많아지게 되어 전력시장의 안정화를 위한 역할을 할 수 있게 될 것으로 기대된다.

#### 1. 서 론

1980년대 후반부터 수요관리에 대한 관심이 증대되면서, 환경문제의 사회적 공론화, 전원입지 확보의 어려움, 송변전설비 건설의 어려움, 연료비 및 건설비용의 상승, 냉방부하의 지속적 증가에 기인하여, 전력수급문제의 주기적 발생 등에 대응하기 위한 적극적인 전략의 일환으로 수요관리가 추진되었다. 수요관리 가운데 부하관리(특히, 간접 부하관리)는 에너지 효율향상 프로그램과는 달리 그 효과를 단기간에 볼 수 있고 특히 첨두부하가 발생하는 하절기의 수급불안 문제를 손쉽게 해결할 수 있기 때문에 역점을 두어서 추진되어 왔다. 하지만, 간접부하관리 역시 예비율이 급격히 감소하는 것과 같은 긴급한 상황에 대한 대비적인 측면에서 유연성이 떨어진다는 지적을 받아왔다.

수요관리 체제는 1995년에 제정된 에너지이용합리화법 기초하고 있다. 에너지 공급자는 해당 에너지의 생산, 전환, 수송, 축적 및 이용상의 효율향상과 수요의 절감 등을 기하기 위하여 연차별 수요관리 투자계획을 의무적으로 수립, 시행하여야 하며, 그 결과를 산업자원부 장관에게 제출하도록 되어 있다.

현재 시행되고 있는 부하관리 프로그램들은 거의 대부분 간접부하관리 방식에 의존하고 있으며, 이러한 간접부하관리 프로그램들은 요금혜택에 기반을 두고 있다.

이와는 달리 원격에서 직접 수용가의 부하를 제어하고 이에 따른 성과를 계량하여 보상을 해주는 방식이 최근 많은 각광을 받고 있다. 이를 직접부하제어(Direct Load Control:이하 DLC)로 지칭한다. 외국에서는 가정용 수용가의 원격부하제어를 DLC라 하고 산업용 및 상업용 수용가에 대한 원격부하제어는interruptible load 라 지칭하고 있지만 국내에서는 통상 모두 DLC로 지칭한다.

전력산업 구조개편이 진행된 외국의 경우, 수용가의 부하를 자원으로 간주하고 부하삭감 프로그램 (Demand Response Program 혹은 Load Response Program)을 통하여 부하자원에 대한 참여를 유도하고 있다[1-2]. 예비율 감소와 같은 비상시 부하제어 뿐 아니라 전력시장가격을 안정화하기 위한 수단으로도 사용되는 부하삭감 프로그램은 ISO(Independent System Operator), 발전회사, 판매회사 등 다양한 전력산업의 주체들이 나름대로 실시하고 있으며 그 효과가 우수한 산업용 수용가와 상업용 수용가의 부하를 대상으로 중점적으로 program을 시행하고 있으며 가정용 수용가에 대한 program도 운용하고 있다. 북미지역에서 부하삭감 프로그램을 시행하고 있는 대표적인 기관은 California ISO (CAISO)와 PJM등이 있다.

#### 2. 직접부하제어

전력산업 구조개편이 진행되고 있는 현 시점에서 향후 전력시장의 도매가격의 불확실성 및 발전회사의 발전소 건설에 대한 부담등으로 인한 수급불안이 예측될 수 있으며 이에 대비한 사회적, 공공적인 보험의 성격으로 보다 효율적인 부하관리 프로그램이 필요하게 되었다. 따라서 그 해결방안으로 DLC에 대한 관심이 증대되고 있다. DLC는 간접부하관리에 비하여 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 부하관리 자원의 이용 가능성에 대한 상대적 우위
- 성과계량, 즉 부하관리 실시에 따른 피크 수요감소량을 정확히 알 수 있으므로 수급계획 수립의 용이
- 부하차단 불확실성 저하
- 비용효과 증대

DLC는 수용가의 차단가능한 부하를 판정하고 이 부하에 대한 제어권을 위임하는 계약을 수용가와 DLC사업주체간에 체결하게 된다. 계약이 체결되면 수용가 부하의 전력상태를 계측하고 필요에 의하여 부하를 제어할 수 있는 시스템이 수용가에 설치되어 부하자원에 대한 정보를 DLC사업주체가 취득할 수 있게 됨과 동시에 필요에 의하여 수용가 시스템을 통하여 제어가 행해지게 된다. 수용가에서 DLC용도로 제공하는 부하를 통상 DLC자원으로 통칭한다. 참여하는 수용가에는 제어시스템의 구매, 설치비용을 지원하고 지원금을 지급하며 지원금은 통상 제어행위와 관계없이 지급되는 기본지원금과 제어결과에 대한 보상으로 지급하는 제어지원금이 있다.

국내에서 DLC사업을 진행하고 있는 공공기관은 한국전력과 에너지 관리공단이 있다. 전력산업 구조개편이 완료되지 않은 현 시점에서 각 기관에서의 DLC자원에 대한 활용방안으로는 예비율 감소와 같은 긴급시에 수용가의 부하를 차단하는 비상시 부하제어이며 향후 전력산업 구조개편 이후에 대한 DLC자원에 대한 활용방안을 간구 중이다.

에너지 관리공단에서는 한국전력과 달리 시장논리에 의

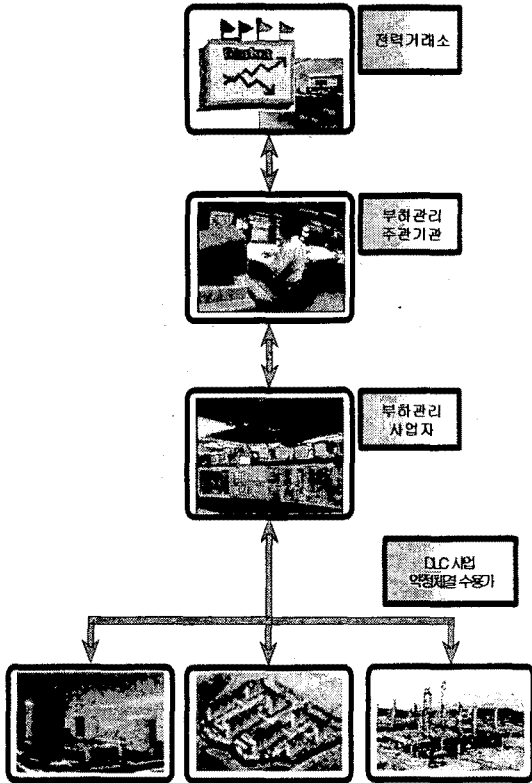


그림 1 DLC 전체 구성도

한 DLC사업을 도입하였다. 외국에서 현재 활성화되고 있는 부하관리 사업자(Load Aggregator)를 제안하고 있다. 부하관리 사업자의 역할 및 사업모델에 대한 자세한 사항은 3장에서 논의하기로 한다. 그리고 본 논문에서는 한국전력이나 에너지 관리공단과 같이 DLC사업을 주관하는 공공기관을 부하관리 주관기관으로 명칭한다.

### 3. 부하관리 사업자

DLC 사업에서 에너지 관리공단이나 한국전력과 같은 공공기관의 부하관리 주관기관과 수용가를 연결하는 부하관리 사업자(Load Aggregator)가 최근 많은 관심을 끌고 있다. 차단가능 부하를 보유한 다수의 수용가에 대한 대표성을 가지는 부하관리 사업자는 전력산업 구조 개편이 이미 진행된 외국에서는 여러형태의 부하관리 사업자가 이미 활성화되어 있지만 국내에서는 생소한 분야이다. 현재 LG산전, 한화 S&C 등 3개 업체가 시범사업자로 에너지 관리공단에 등록이 되어 있다.

#### 3.1 역할

부하관리 사업자의 일차적인 역할은 차단가능 부하의 확보에 있다. 일시적으로 전원의 공급을 차단하거나 전력사용량을 경감하여도 기업의 생산활동에 큰 차질을 일으키지 않는 부하를 찾아내고 효율성에 대한 연구를 통하여 DLC 용도로 사용할 수 있는 부하를 발굴하여야 한다. 후보가 될 가능성이 있는 부하를 열거하면 다음과 같다.

- ✓ 터보냉동기
- ✓ 송풍기
- ✓ 패키지에어컨
- ✓ Blower
- ✓ 공조기
- ✓ 비상전원
- ✓ Storage tank
- ✓ 유도도로(가열로, 용해로)

- ✓ 조각로
- ✓ 조명설비
- ✓ 대용량 급수펌프
- ✓ 보일러
- ✓ 자가발전기
- ✓ 폐수처리설비

이용할 수 있는 각 부하에 대한 선정이 완료된 후에는 부하를 제어할 수 있는 제어가 필요하다. 부하의 전원 공급을 완전 차단하는 것 이외에 부하의 전력사용량을 경감할 수 있는 제어가 필요하며 이에 대한 연구를 수행하는 것이 부하관리 사업자의 역할이다. 부하관리 사업자가 해당 부하에 대한 제어를 반드시 직접 개발하여야 한다는 의미는 아니며 기존의 관련 제품 중 적합한 제품을 구매할 수도 있으며 적합한 제품이 없는 경우 직접 또는 위탁하여 개발하여야 하고 반드시 DLC 사업의 부하관리 주관기관에서 지정하는 기술규격을 만족하도록 하여야 하고 필요에 의하면 해당 기술규격에 대한 건의를 부하관리 주관기관에 보고하여야 한다.

부하관리 사업자의 중요한 역할 중 하나는 수용가 모집이다. 수용가의 부하에 대한 조사를 수행하고 DLC에 사용할 수 있는 부하를 찾아내어 수용가와 협의할 체결한다. 협약을 체결한 수용가에는 제어시스템을 구매설치한다. 제어시스템은 대상 부하의 전력정보를 취득하여 상위시스템으로 전송하고 부하를 제어하는 기능을 한다. 제어시스템의 설치의 부하관리 주관기관에서 행해지는 것보다는 부하관리 사업자가 설치 후 부하관리 주관기관의 검수를 거치는 방향으로 하는 것이 합리적이다. 그 이유는 부하관리 사업자가 확보한 수용가의 대상 부하의 특성을 가장 잘 알고 있으며 협약을 체결하는 것도 수용가와 부하관리 사업자가기 때문이다. 제어시스템에 대한 기술적인 부분에 대하여는 3.3장에서 상세히 기술한다.

수용가의 제어시스템과의 통신을 통하여 수용가 부하의 정보를 취득하고 관리하며 수용가 부하를 제어하기 위해서는 부하관리사업자가 해당 시스템을 구비하여야 한다. 부하관리 시스템의 기술적인 사항에 대해서는 3.4장에서 기술한다. 부하관리시스템은 하위로는 수용가의 제어시스템과 연결되고 상위로는 부하관리 주관기관의 시스템과 연결이 되어 있으며 수용가의 현재 상황에 대한 정보를 취득, 저장하고 이를 상위 시스템으로 전송하게 된다. 상위 시스템으로부터 제어명령을 받게 되면 즉시 수용가의 관리자에 제어 예고를 통보하고 이에 대한 응답을 취합하여 상위 시스템으로 전달하는 기능도 가져야 한다. 예고된 제어 시간에는 효율적인 제어배분 알고리즘을 이용하여 수용가의 부하에 대한 직접제어를 수행한다.

DLC에 참여하는 수용가는 다음 두가지 지원금을 받게 된다.

- 기본지원금 : DLC에 참여하는 것에 대한 보상의 의미로 지급하는 지원금. 제어를 수행하지 않아도 기본적으로 지급된다.
- 제어지원금 : 실제 제어행위가 발생하는 경우에 제어실적에 따라 지원되는 지원금.

부하관리 사업자는 수용가에 지급할 지원금에 대한 정산을 실시한다. 각 수용가의 기본지원금을 계산하며 제어행위 발생시 제어량을 계량하여 이에 맞는 제어지원금을 계산하여 정산을 실시한다. 수용가에 지급할 지원금의 총액을 부하관리 주관기관에 요청하여 수령하고 수용가에 지원금을 배분하는 역할을 한다. 에너지 관리공단에서 2002년 운영하는 부하관리 시범사업자의 경우, 현재 정산에 대한 기능은 배제되어 있으며 한시적으로 부하관리 주관기관에서 직접 수용가에 지급하도록 되어 있다. 하지만, 수용가를 모집하고 관리하는 주관기관이 부하관리사업자이고 제어를 직접수행하는 기관도 부하관리사업자이기에 정산기능은 부하관리사업자의 고유권이 되어야 한다.

### 3.2 전력산업 구조개편 이후의 부하관리 사업자

전력산업 구조개편이 진행되거나 이미 완료된 외국에서는 부하를 발전자원으로 인식하기 시작하였다. 북미 신뢰도 협의회(NERC : North American Electric Reliability Council)에서 정의하고 있는 계통운용 보조서비스(Ancillary Service)에서는 다음과 같이 차단 가능 부하에 대하여 언급하고 있다.

- 운전예비력(Operating Reserve) : 주파수 조정, 수요예측 오차, 설비의 불시 및 계획 고장정지, 지역 계통 보호등의 목적으로 계통의 수요보다 많은 잉여의 설비로 정의. 순동예비력과 비순동예비력으로 구분.
- 비순동 예비력(Non-spinning Reserve) : 전력계통에 전기적으로 연결되어 있지는 않지만 주어진 시간내에 수요에 전력을 공급할 수 있는 발전력과 주어진 시간내에 전력계통에서 제거될 수 있는 "차단가능 부하"로 구성된다. 차단가능부하의 경우, 통상 10분 이내에 전력계통에서 제거될 수 있는 것만이 비순동 예비력으로 취급된다.

1999년을 기준으로 북미전력계통에서 차단가능 및 직접 제어 부하량은 34,533MW로서 이는 첨두부하의 약 5%를 점유하는 수준이다. 하지만, 구조개편이 더욱 진행되고 정보통신 기술 발달 및 전력시장 가격에 대한 소비자들의 행동의 융통이 증가함으로써 이 수치는 더 늘어날 것으로 판단된다.

보조서비스 이외에도 수요측 입찰(Demand-side Bidding) 자원으로서의 활용 측면에서 부하자원이 경쟁적 전력시장에서 참여할 수 있는 시장이 존재한다. 수요측 입찰은 직접제어가능 부하를 소유한 소비자가 시장참여자(부하관리사업자, 판매사업자 등)를 통하여 전력시장 가격이 일정이상일 경우에는 자신의 부하를 차단하여도 좋다는 의사의 표현이다. 직접제어가능 부하를 소유한 판매사업자 등은 시장가격의 상승에 대비할 수 있는 유력한 수단으로서 가치를 지니고 있으며 시장에서 상당한 전력구입 지불액을 절약할 수 있다. 이러한 절감액의 일부를 직접 부하제어 대상 수용가에게 지불하는 형태를 가질 수 있다.

또한, 직접제어가능 부하는 혼잡관리의 시장에 참여하여 적절한 보상을 시장으로부터 받을 수 있다. 혼잡관리 대상 자원으로서의 부하들은 발전기와 동일한 형태로 취급되며, 보상도 시장에서 동일한 형태로 받을 수 있다.

위에서 제시한 전력산업 구조개편에서의 부하자원의 활용은 부하관리 사업자를 통하여 구현이 가능하다. 해당 부하를 보유한 수용가가 직접 시장에 참여하기 보다는 다수의 부하에 대한 대표성을 가지는 부하관리 사업자에게 위탁하는 것이 경제적으로 효율적이며 전력시장에 관련된 전문인력과 시스템이 없어도 참여할 수 있기 때문이다. 따라서 부하관리 사업자는 비상시 부하제어뿐 아니라 전력산업 구조개편에 대비한 부하자원의 활용에 대한 중추적인 역할을 할 수 있도록 사전 준비를 하여야 한다.

### 3.3 수용가 제어시스템

부하에 대한 감시를 수행하고 제어를 위한 시스템이 수용가에 설치된다. 수용가의 참여를 촉진하기 위하여 시스템 구매, 설치에 대한 비용은 부하관리 주관기관이 공공기금등을 활용하여 부담하는 것이 바람직하며 부하관리 사업자의 책임하여 설치, 관리 및 유지보수를 시행하는 것이 효율성 면에서 바람직하다고 판단된다.

부하관리 사업자는 DLC자원으로 가능한 부하를 발굴하여야 하고 이 부하에 대한 계량 및 제어를 시행하기 위한 제어기의 개발에도 관여하여야 한다. 2002년 현재 한국전력과 에너지 관리공단에서 공표된 제어시스

템에는 부하를 완전 차단하는 방법만이 제시되어 있다. 하지만, 수용가에 미치는 영향 및 더욱 다양한 DLC자원의 확보차원에서 고려해보면 완전히 차단하는 방법보다는 부하의 전력사용량을 경감하는 방법이 바람직하다. 냉방부하의 경우의 예를 보면 완전차단하는 제어방법을 사용하면 차단에 대한 여파가 크기에 수용가 측에서의 반발이 크게 되고 결국은 DLC자원으로 사용하기가 어렵게 된다. 하지만, 냉방부하에 대한 제어를 설정 온도를 조절하거나 cycling 기법을 도입하여 전력사용량을 경감하는 방법을 사용하면 제어에 대한 수용가 측의 피해를 줄일 수 있어 수용가 측의 많은 참여를 유도할 수 있는 효과를 가져올 수 있다. 이와 같은 부하의 발굴 및 제어방법에 대한 연구와 제어기의 개발은 수용가와 밀접한 관계에 있는 부하관리 사업자에서 진행하는 것이 효율적이다.

### 3.4 부하관리 사업자 용 시스템

부하관리 사업자는 확보한 DLC자원의 관리 및 제어 대행을 수행하기 위한 시스템을 구비하여야 한다. 이 시스템은 수용가에 설치된 제어시스템과 주기적으로 통신을 하여 DLC자원의 상태를 확인하고 전력사용량 등의 계량정보를 취득하여야 한다. 또한, 부하관리 주관기관의 요청에 따라서 수용가 부하를 제어하여야 하고 제어 결과에 대한 계량정보를 취득하여 주관기관에 보고하여야 한다. 또한 제어이전에 수용가에 통보하는 제어전 통보 기능을 구비하여야 한다.

이 외의 시스템의 역할로는 지원금에 대한 정산 및 공표 기능이 필요하다. 수용가에 지급되는 지원금을 부하관리 사업자에 위탁된다면 정산 기능이 반드시 필요하지만 부하관리 주관기관에서 정산을 실시한다면 지원금에 대한 계산결과를 공표하는 기능만이 필요하다.

제어예고, 제어결과, 지원금 공고 등 수용가에서 필요로 하는 정보는 관련자가 손쉬운 방법으로 알 수 있도록 하여야 하며 이를 위해서는 부하관리 사업자가 인터넷을 통하여 공시하는 것이 가장 효과적인 방법이다. 따라서 시스템에서 이를 위한 제반 인프라를 구축하여야 한다.

향후 전력산업 구조개편이 후 부하관리 사업자의 새로운 역할이 나타나게 되는데 시스템이 이에 대비할 수 있어야 하므로 확장성 및 유연성을 갖춘 시스템이어야 한다.

## 4. 결 론

전력산업 구조개편은 수요관리에도 큰 영향을 미치게 되어 새로운 수요관리 기법인 직접부하제어(DLC)의 태동을 낳게 하였다. 또한, 부하관리 사업자라는 새로운 사업자가 생기게 되었으며 전력시장이 활성화 되면 부하자원을 보유한 부하관리 사업자의 역할이 상당히 커질 것으로 예상된다. 국내의 부하관리 사업자를 활성화 하고 보다 많은 DLC자원을 확보하는 것이 관건이 될 것이며 그러기 위해서는 민간업체인 부하관리 사업자의 수익을 창출할 수 있는 사업모델이 결정되어야 할 것이다.

### (참 고 문 헌)

- [1] D. J. Laurence, "2001 Performance of New York ISO Demand Response Programs", PES Winter Meeting, Volume 2, 995-998, 2002
- [2] J. H. Doudna, "Overview of California ISO summer 2000 Demand Response Programs", PES Winter Meeting, Volume 1, 228-233, 2001
- [3] J. Eto, C. Goldman, G. Heffner, B. Kirby, J. Kueck, M. Kintner-Meyer, J. Dagle, T. Mount, W. Schultze, R. Thomas, R. Zimmerman, "Innovative Development in Load as a Reliability Resource", PES Winter Meeting, Volume 2, 1002-1004, 2002