

직접부하제어 프로그램의 효율적 추진방안

박종진, 이창호, 이근대
한국전기연구원

Efficient Promoting Plans of Direct Load Control Programs

Jong-Jin Park, Chang-Ho Rhee, Keun-Dae Lee.
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - Load management programs was initiated in the 1970s to actively influence customer load in the United States. Generally, load management programs can be categorized into direct load control(DLC), indirect load control(IDLC), and energy storage system(ESS). The DLC allows the utilities to shed remote customer demand unilaterally. Direct load control(DLC) has lately attracted considerable attention. This paper suggests efficient promoting plans of DLC, which has a lot of advantages. The importance of DLC will be increased more and more. Therefore, various studies of DLC activation plans have to be continued.

1. 서 론

우리나라의 수요관리는 1980년대부터 본격적으로 시작되었으며, 1990년대 들어서서 전원입지 확보난, 연료비 및 건설비용의 증가, 환경문제 그리고 냉방부하의 지속적인 증가에 따라 전력회사를 중심으로 ESCO, 에너지관리공단 등에서 관심을 가지고 지속적으로 수행하여 왔다.

현재 시행중인 수요관리 프로그램들은 대개 하계 첨두 부하의 억제를 위한 부하관리에 집중되어 있으며, 대부분 요금혜택에 기반을 두고 있는 간접부하관리 방식으로 수행되고 있다. 반면에 본격적인 직접부하관리는 1999년에 시행된 원격제어에어컨 프로그램이며, 2001년에 들어서서 직접부하제어가 시행되기 시작하였다.

직접부하관리 프로그램은 부하차단의 확실성으로 인해 부하관리 성과계량을 명확히 할 수 있다는 장점을 비롯하여 다양한 장점을 가지고 있다. 수요관리 선진국에서는 1980년대부터 이 직접부하관리 프로그램을 실시해오고 있으며, 많은 성과를 얻어왔다. 하지만 국내에서는 직접부하관리 프로그램의 도입이 늦었을 뿐만 아니라 성과 역시 미미하게 나타나고 있다.

따라서 본 논문에서는 직접부하제어 프로그램을 활성화하기 위한 효율적 추진방안을 제시하며, 이를 위해 먼저 직접부하제어의 개념과 외국의 현황을 분석하고 이를 통해 시사점을 찾고자 한다.

2. 직접부하제어의 개념

2.1 직접부하제어의 차단가능부하 비교

EIA(Energy Information Administration)에서 정의한 내용을 비교해 보면, 먼저, 직접부하제어는 연중 피크발생 시점에 전력회사의 시스템 운영자가 직접 수용가기기의 전력공급을 차단하여 수용가 부하를 관리하는 부하제어 방법으로, 주로 주택용 수용가를 대상으로 한다. 차단가능부하(Interruptible load)는 계절적인 피크부하가 발생하는 시기에 시스템 운영자는 사전에 체결

된 계약조건에 의해 수용가의 부하를 직접 제어하거나, 수용가가 직접부하를 차단하도록 요청하는 부하제어방법으로서, 주로 산업체나 상업용 건물에 적용한다.

EIA의 정의와 아울러, NERC(North American Electric Reliability Council) 그리고 IEEE에서 정의한 내용을 통해, 다음과 같은 시사점을 찾을 수 있다.

첫째, 국내의 직접부하제어는 EIA 등에서 정의한 직접 부하제어와 차단가능부하제어 방식의 개념을 혼용하고 있다.

둘째, 직접부하제어의 경우 국내에서는 주로 산업용을 대상으로 하고 있는 반면, 미국에서는 주로 주택용을 대상으로 하고 있다.

셋째, 부하제어 주체는 국내의 경우 전력회사와 에너지관리공단인 반면에 미국에서는 전력회사는 물론 ISO(시스템 운영자)도 제어주체가 될 수 있다.

넷째, 외국의 정의를 적용해볼 때, 국내의 원격제어에어컨은 직접부하제어 프로그램에 해당되며, 산업용에 적용하고 있는 직접부하제어는 차단가능부하프로그램에 해당된다.

하지만, 본 논문에서는 국내에서 산업용에 적용하고 있는 직접부하제어라는 용어를 차단가능부하프로그램이라고 하지 않고, 편의상 그대로 사용한다.

2.2 구조개편 전후의 직접부하제어 개념의 변화

2.2.1 구조개편 전

전력산업구조개편 전의 직접부하제어프로그램은 전력회사(거의 대부분 수직통합형 전력회사)가 사전에 약정된 각 수용가의 부하를 사전통보 후나 혹은 사전통보없이 직접차단하거나 혹은 일부의 경우 수용가가 차단하는 시스템으로 구성된다. 이 프로그램의 제어방법으로는 단방향통신이 주로 사용되며, 수용가 인센티브는 전력요금의 감액으로 보통 주어진다.

2.2.2 구조개편 후

전력산업구조개편 후의 직접부하제어는 ISO, 전력회사, 판매사업자 혹은 부하관리사업자가 수행주체로서, 구조개편 전과는 달리 경쟁적 전력시장 환경하에서 직접제어가능 부하들이 수요측 입찰(Demand Side Bidding), 수요반응프로그램(Demand Response Program) 등 다양한 형태로 전력시장에 참여하게 된다. 제어방법은 양방향 통신을 기본으로 하고 있으며, 정보통신 기술의 발달로 인하여 인터넷으로 관리하고 있다. 수용가 참여 인센티브는 시장가치를 기준으로 요금을 감액해준다.

3. 국내의 현황

3.1 국내의 직접부하제어

현재 한전에서 시행하고 있는 직접부하제어 프로그램은 2001년에 도입된 신규 부하관리 프로그램으로서 기존의 부하관리 프로그램과는 달리 전력회사가 필요시 수

용가의 부하를 직접제어할 수 있는 프로그램이다.

이 프로그램의 참여대상 수용가는 다음과 같이 정의된다. "계약전력 5,000kW 이상의 일반용 전력 또는 산업용 전력을 사용하는 수용가로서 주관기관의 요청이 있을 경우, 최대수요전력을 10%이상 줄일 수 있고, 줄이는 최대수요전력이 300kW 이상인 수용가이다. 다만 줄이는 최대 수요전력이 500kW 이상인 경우에는 10% 미만이라도 지원대상에 포함할 수 있다."

한전에서는 현재 계약전력 중심으로 프로그램 참여자를 선정하고 있으며, 계약이행율 100%, 50%를 기준으로 지원금을 주고 있다. 제어방식은 유무선 통신망을 이용한 양방향 제어를 기본으로 하고 있고, 2001년 약정량은 110MW이다.

3.2 PJM의 유효부하관리(ALM)

3.2.1 ALM 개요

유효부하관리는 계약된 부하를 감소시키는 능력을 의미하며, 다음과 같이 두가지 방식이 있음. (1) ALM권리를 소유한 LSE 또는 대리인에 의해 요청이 있을 경우, 고객이 직접 수동으로 자신의 부하를 감축하는 방식(Contractually Interruptible), 또는 (2) LSE로부터의 통신신호에 반응하여 자동적으로 부하를 감축함(Direct Load Control)

3.2.2 ALM Credit 자격조건

ALM Credit 자격조건을 요약하면 다음과 같다.

- 계획기간중에 10번까지의 PJM주도의 부하차단
- 주중의 정오에서 오후 8시 중에 6시간까지 부하차단
- PJM주도의 부하관리 사전시 LSE 통보후 2시간이내에 시행되어야 함
- PJM 요청에 의한 부하차단 시작은 LSE 급전자의 권한내에 있음
- DLC 프로그램은 부하연구 및 고객지원 자료에 기초하여 자격요건이 결정됨
- DLC 프로그램에 대한 선참여자 부하감축을 결정 한 부하연구물들은 매 3년마다 업데이트 되어야 함

3.2.3 PJM이 인증한 ALM 유형

PJM이 인증한 ALM 유형은 다음과 같이 3가지로 구분된다.

- ① 직접부하제어(Direct Load Control) : LSE의 시장운영센터 또는 대리인에 의해 직접적으로 착수된 부하관리로서 사이클 설비(통상 운수기 또는 중앙 에어컨 등)에 대해 통신을 이용하여 부하관리
- ② 확정서비스수준(Firm Service Level) : LSE의 시장운영센터 또는 대리인에 의한 통보시, 미리 약정된 수준(확정 서비스 수준)으로 소비자가 자신의 부하를 감소함에 의해 달성되는 부하관리
- ③ 보증부하감소(Guaranteed Load Drop) : 확정서비스 수준과 같은 개념이나, 통상 부하감축은 소비자 소유의 가동 backup 발전기 또는 공정설비(process equipment)를 중단함으로써 달성

3.3 SCE의 부하삭감(LRP)프로그램

SCE(Southern California Edison)의 부하삭감 프로그램은 크게 8가지- ①차단가능 대전력 프로그램, ② 기본차단 프로그램(BIP), ③VDRP가 대체된 수요일할 프로그램(DRP), ④선택적 입찰의부하삭감프로그램(OBDC), ⑤에어컨 사이클링프로그램(ACCP), ⑥스마트 온도조절 장치 프로그램(STP), ⑦농사용 및 펌프 차단프로그램 및 ⑧계획된 부하삭감프로그램(SLRP)로 구분된다.

표 1은 8가지 프로그램별 주요특징과 활용가능성을 요약한 것이다. 여기서 StageII는 운전예비력이 5%이하로 예상되는 비상사태를 의미한다.

표 1 프로그램별 주요특징

프로그램	지급기준	인센티브 구조	발단	패널티 적용	적용
①	용량	\$/kW \$/kWh	ISO State II	○	대형 산업체
②	용량	\$/kW	ISO State II	○	대형 산업체
③	에너지	\$/kWh	DWR 허용	×	대형상업/산업, 농사용
④	None	None	교대 정전	○	상업, 산업
⑤	용량	\$/ton	ISO State II	×	주택, 상업, 산업
⑥	Fixed	\$/device	ISO State II	○	상업용
⑦	용량	\$/kW	ISO State II	×	대형상업, 농사용
⑧	에너지	\$/kWh	기계획	×	대형상업, 산업용

3.4 ISO별 Demand Response Program

여기서는 캘리포니아, 네브라스카 및 PJM ISO의 Demand Response Program(DRP)을 비교분석하였다. 표 2는 각 ISO별 DRP의 프로그램 기간, 대상참여자, 차단가능부하량, 시행기준, Response 시간, 보상, 성과 측정 등 다양한 정보를 비교하여 현재 미국의 주요 ISO의 DRP시스템 정보를 쉽게 파악할 수 있다.

표 2 ISO별 DRP 비교

구분	CA ISO - DRP (Stage 3)	NE ISO Price Resp.	PJM
프로그램 기간	6/1 - 9/30 (2001년), 10월 선택, 오전 11시-오후 7시(평일)	6/1 - 5/31 (2002년), 오전 7시-오후 11시(평일)	6/1 - 5/31 (2001년), 상시
대상 참여자	부하관리사업자	NEPOOL 회원	CSP 또는 LSE
차단가능 부하량	1MW+	100-500kW	100kW+
시행 기준	공급자원부족	가격 \$100/MW+	참여자 입찰 (\$500/MW+)
Response 시간	35분 (stage 3, 비상시)	통보시마다 다름	참여자 email 송신
Response 의무	월 24시간까지	선택적	자발적
차단지속 시간	4시간	가변적	가변적
보상	용량설비 + 에너지	시간대별 시장가격	실시간 지역 한계가격(LMP)
기준점	앞의 11일간의 근무일중 10일(최대부하일순)	앞의 10일 근무일 (with adjustment)	1시간전
성과측정	비상시 예비력과 달성된 예비력 비율	실제와 기준차이	실제와 기준차이
지급경로	스케줄링 관리자, 부하관리사업자, 소비자	NEPOOL, 참여자, 소비자	LSE/CSP, 최종소비자
측정방법	Interval meter	Interval meter, 전화선, PC	Interval meter
통보방법	이메일 또는 무선	인터넷기반통신시스템(BCS)	삭감전 및 삭감중에 이메일 통보
필수 S/W	부하관리사업자 결정	IBCS	인터넷
프로그램 비용	없음	H/W와 S/W 비용(협상가능)	없음
비상 프로그램	제공	제공	제공

*CSP : Curtailment Service Provider

*LSE : Load Serving Entity

4. DLC 프로그램 추진방향

4.1 DLC 대상자원 분류

DLC 대상자원에 대한 분류체계가 아직까지 정립되어 있지 않기 때문에 주제, 목적, 자원조달방식, 부하특성을 고려한 분류체계를 정립할 필요가 있다. 표 3에 나타난 바와 같이 수행주체는 시스템 운영자, 공급사업자, 부하관리사업자 등으로 구분되며, 프로그램 유형으로는 상시/비상시 부하삭감, 시스템부하확보, 보조자원 확보 등으로 구분할 수 있다. 한편, 수요관리 목적에 따른 구분은 공급력 확보, 시장 안정, 시스템 안정 및 수익창출이며, 자원획득방법에 따라서는 지원금, 보상금, 자기비용조달, 규제로 구분이 가능하다.

표 3 DLC 대상자원 분류

수행주체	프로그램 유형	수요관리 목적		자원획득방법					
		공급력 확보	시장안정	시스템안정	수익창출	지원금	보상	자기조달	규제
ISO (거래소)	상시부하삭감	◎	△			◎	△		
	비상시부하차단		△	◎		△	◎		
	시스템부하확보			◎	△			◎	△
공급사업자 (한전)	보조자원확보			◎	△			◎	△
	피크부하절감				◎	◎			△
	비상자원확보	△	◎					△	◎
부하관리사업자 (민간)	설비용량확보	◎							◎
	수급자원 매집				◎			◎	
	보조자원 매집				◎			◎	
신규자원 개발					◎			◎	

◎ : 주, △ : 부

4.2 DLC 대상부하

4.2.1 산업용 DLC 대상부하

산업용 부하중에서 부하사용이 많은 설비는 공조설비, 펌프/컴프레서 등이나, DLC 대상부하는 잠시 가동이 중단 또는 출력이 저하되어도 공정에 지장이 없거나, 공정과 관련이 없는 End-Use여야 한다. 따라서 대상가능부하로는 수처리설비(폐수처리설비 포함), 냉방, 에어컨, 프레스, 용융/전기로 등이 포함될 수 있으며, 가동중단 지속시간, 가동중단 예고상황 등에 따라 DLC 대상범위가 가변적이라 할 수 있다.

4.2.2 업무용 DLC 대상부하

업무용 부하중에서는 냉방설비, 펌프 등 수처리설비에 의한 부하의 사용비중이 높으며, 조명부하는 다른 용도에 비하여 비중이 높다. 업무용 DLC 대상부하로는 에어컨(중앙식, 팩키지), 상하수도, 공공시설물, 전철 설비, 배수펌프 등이 가능하다.

4.2.3 주택용 DLC 대상부하

주택용의 여름철 최대부하 기여는 냉방설비(에어컨, 선풍기 등)가 많은 부분을 차지하나, 피크시 가동율은 업무용에 비해 낮다. 한편, 주택용 DLC는 적정 수준의 부하제어 효과를 얻기 위하여 많은 숫자의 보급이 이루어져야 하며, DLC 적용에 따른 부하감속효과 계량화의 어려움이 있다.

4.3 DLC 잠재량 검토방향

DLC 잠재량을 산정하기 위해서는 용도별, End-Use별 상세부하에 대한 정보조사 및 분석이 필요하다. 용도별 구분은 주로, 주택용, 건물용, 산업용(제조업), SOC용, 농사용 등이며, End-Use의 경우, 주택용, 건물용은 기존의 연

구결과와 조사자료를 토대로 추정하되, 산업용 및 SOC에 대해서는 현장조사, 진단자료 등을 활용하여 상세데이터 개발이 필요하다.

한편, 구조개편 도입에 따른 자원획득방법과 성과검증의 측면을 고려하여 단계별 잠재량을 설정하는 것이 중요하다. 따라서, 구조개편 진행단계로서 시장메커니즘과 규제적 요인에 의한 부분을 반영하고, 잠재량 단계 및 프로그램 설계기준을 정해야 한다.

4.4 사업시행 절차 및 방향

DLC 사업을 효율적으로 시행하기 위한 절차를 표 4에 요약하였다.

표 4 사업시행절차

업무	주체	세부내용
사업공고	정부 (관리기관)	○ 대상기간, 대상수용가 ○ 지원내용 ○ 제어방법 및 절차 : 기본사항
사업용모	거래소, 한전, ESCO 등	○ 제어규모 : 부하내역 ○ 제어방법 및 절차 : 상세사항 ○ 성과검증평가서
사업평가 (사전)	평가위원회	○ 사업타당성 검토 ○ 성과검증평가서 검토
사업자 선정	정부 (관리기관)	○ 사업자별 제어물량 ○ 사업자별 지원내용 확정
사업시행	시행기관	○ 수용가 약정 ○ 관련기기설치
사업비 지원	관리기관	○ 약정 비용 : 약정물량 ○ 이행 비용 : 제어이행 물량 ○ 성과급 : 인센티브/페널티
사업평가 (사후)	평가위원회	○ 사업성과 평가 ○ 차기사업규모 및 지원내용 설정에 활용

앞으로 DLC 프로그램 시행방향을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 전력거래가 이루어지기 전까지는 공급사업자(한전)가 시행자의 역할을 담당하되, 거래시스템이 도입된 이후에는 시스템 운영자나, LA(Load Aggregator) 혹은 ESCOrk 시행하는 것이 바람직하다. 둘째, 자원특성이 반영된 프로그램을 개발해야 한다. 즉 상시자원과 비상시자원, 입찰자원과 비입찰자원, 수요예비력자원과 시스템운용자원 등과 같이 자원특성에 따른 프로그램 개발이 필요하다. 셋째, 수요측 입찰(DSB)의 활성화가 필요하다. 넷째, 프로그램 성과검증절차의 확립이 필수적이다. 이를 위해서는 중립적기구의 평가시스템에 의한 M&V(Measurement and Verification)에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

5. 결 론

본 논문에서는 수요관리 프로그램중 직접적인 효과를 기대할 수 있는 직접부하제어 프로그램의 효율적 추진방안을 제시하였다. 이를 위해 직접부하제어의 개념분석과 국내외 현황분석을 하였고, DLC대상자원과 대상부하를 검토하였으며, DLC 잠재량 산정방향을 검토하였다.

향후 본 연구를 기반으로 하여, 직접부하제어 프로그램을 효율적으로 시행할 수 있는 방안을 정립하고, 선진국에서 시행하고 있는 수요측 입찰이나 수용가 반응에 따른 수요관리 프로그램을 활성화하기 위한 다양한 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

(참 고 문 헌)

- [1] 에너지관리공단, 직접부하제어 사업 활성화를 위한 적정 지원금 산정방안 연구, 2002
- [2] 한국전력공사, 대형건물 냉방부하 직접제어 실증연구, 2000
- [3] Kah-Hoe Ng and Gerald B. Sheble, "Economics of load management programs : Preparing for deregulation", 2001