

직접부하제어 사업현황 및 발전방향

손 학 식

에너지관리공단 수요관리처장 · 공학박사

1. 사업 추진 배경

전력수요는 장기적으로 산업구조의 변화와 국민생활 수준 향상에 따라 증가하고 이러한 전력수요의 증가는 정부의 정책과 경제활동 및 국제 경기 변동에 영향을 받게 된다. 또한 단기적인 요인으로서는 지리적 특성상 계절적인 수요 변동과 시간대별 산업 활동에 따라 크게 변동하며 최근에는 하절기 냉방부하의 증가가 큰 요인을 차지하고 있다.

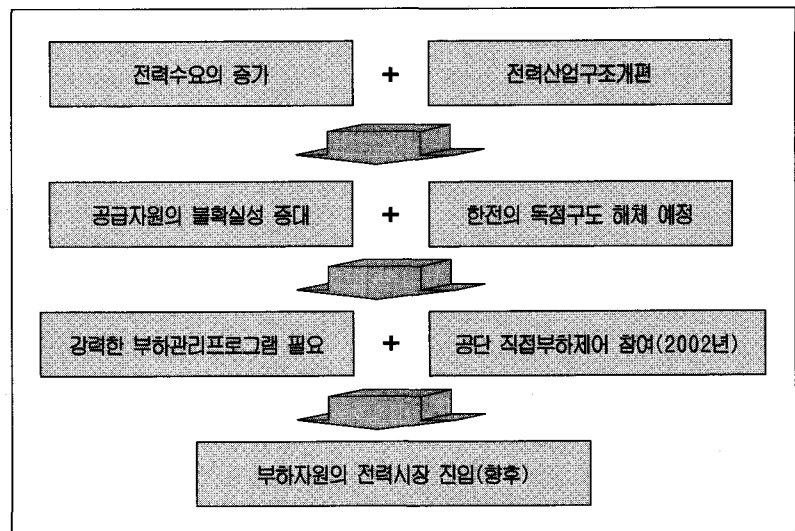
현재 우리 나라는 전원입지를 확보하기 곤란한 시점이고 국제적인 환경규제가 강화되고 있고, 발전소 건설에 막대한 투자 재원이 필요한 시점이다. 이는 지금까지 냉방부하의 증가율을 감안할 때 더욱 더 가파른 추세로 증가할 것으로 예상되므로 그 어느 때보다도 효율적이고 탄력적인 부하평준화 대책이 요구되고 있다.

이미 선진국에서는 1970년대부터 다양한 수요관리 프로그램에 의해 부하관리를 실시하여 통합자원계획의 일환으로 추진하고 있으며, 효율적인 부하관리 시스템의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 또한 국내의 전력산업 여건이 변화되어 수요관리 기능이 강화될 것으

로 예상되어 신규 프로그램의 도입이 필요하다(그림 1 참조).

현재 전력산업구조개편이 진행되어 독점구도의 전력산업에 있어서 먼저 발전부문이 분리되어 운영 중이고, 향후 배전, 판매부문도 구조개편이 예상되어 전력의 공급에서 소비까지 자유경쟁체제로의 전환이 불가피한 실정이다.

이때 “직접부하제어”라는 강력한 수요관리자원을 활용하여 공급자원의 불확실성에 대비하고, 전기요금 폭등을 방지하고자 하는 수단으로서의 발전방향을 제시하고자 한다. 또한 성공적인 부하관리사업을 위해 민간의 역할이



〈그림 1〉 직접부하제어 도입 배경

중요하게 대두되고 있으며, 이는 곧 부하가 전력시장에 진입(선진국에서는 통용되고 있음)하여 자원화가 될 때, 국가적인 전력수급 위기를 최소화 할 수 있으며, 또는 수요관리를 통한 에너지이용합리화를 도모할 수 있을 것으로 보인다.

2. 직접부하제어의 개요

먼저 직접부하제어에 대한 개념을 독자에게 제시하여 이해를 돕고자 한다.

■ 狹義의 정의(정부주도형)

경쟁적 전력시장에서 전력계통 및 전력시장의 안정화를 위하여 사전에 결정된 정부의 정책적 판단 기준에 의해 계통운용자/시장운영자인 “한국전력거래소(KPX)”

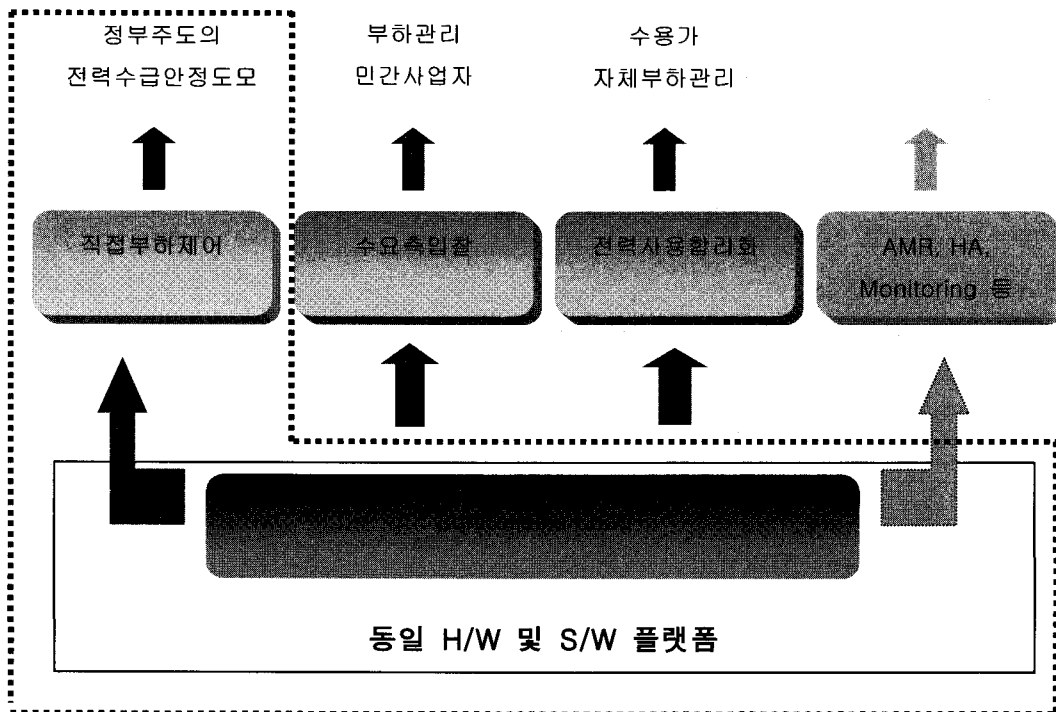
가 IT 시스템을 이용하여 제어가능한 부하를 원격으로 차단하는 새로운 부하제어 방식이다.

※ KPX 부하차단의 정책적 판단 기준

- 전력수급 및 전력계통 불안정 : 적정 공급예비력 확보가 단기적으로 불가능할 것으로 판단되거나, 전력계통에 심한 외란의 발생으로 인하여 부하의 차단이 불가피할 경우(적정 예비율기준은 별도 설정)
- 전력시장 가격 불안정 : 외부의 원인으로 인하여 도매시장가격이 단기적으로 폭등하여 시장 기능을 적절하게 수행할 수 없을 경우

■ 廣義의 정의(시장주도형)

경쟁적 전력시장에서 전력계통 및 전력시장의 안정화를 위한 “계통운용자 및 시장운용자”의 제어가능한 부하의 원격 제어뿐만 아니라, “배전회사” 및 “판매회사”가



〈그림 2〉 Controllable & Integrated Energy Service IT Platform

최적의 수요측 입찰(Demand-Side Bidding: DSB) 및 보조서비스(Ancillary Services: AS)를 시행할 수 있는 기술적 전력 IT Infra를 제공하고, 향후, 직접부하제어가 가능한 소비자들을 대상으로 '수요측 입찰', '보조서비스 제공', '상시 부하관리' 서비스를 제공하는 "부하관리민간사업자(Load Service Entity : LSE)"를 육성하여, 전력에너지자원을 효율적으로 사용할 수 있게 하며, 관련 시스템을 설치한 "소비자"들이 자체적으로 전력에너지를 효율적으로 사용할 수 있게 하는, IT 기반의 H/W 및 S/W를 총체적으로 포함하는 시스템을 말한다.

직접부하제어(DLC), 수요측입찰, 보조서비스제공, 상시부하관리, 소비자 자체 관리 등은 IT 기반의 동일한 H/W 및 S/W 시스템에 의하여 작동된다(그림 2 참조).

미국의 EIA(Energy Information Administration)에서 정의한 부하관리 분류를 소개하고자 한다(그림 3).

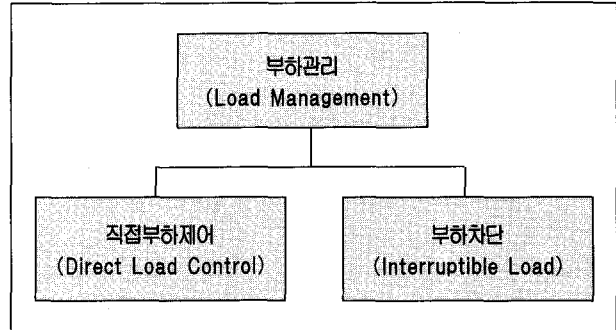
■ 직접부하제어(Direct Load Control¹⁾)

연중 피크가 발생하는 시점에 전력회사의 시스템 운영자가 직접수용가의 전력기기에 전력공급을 차단하여 수용가의 부하를 관리하는 부하제어방법이다. 이러한 유형의 부하제어는 주로 주택용 수용가를 대상으로 하며, 부하차단이나 기타 부하관리²⁾는 이 범주에서 제외한다.

1) EIA(Energy Information Administration)에서 분류하여 정의한 것임.

Direct Load Control : DSM program activities that can interrupt consumer load at the time of annual peak load by direct control of the utility system operator by interrupting power supply to individual appliances or equipment on consumer premises. This type of control of usually involves residential consumers. Direct Load Control as defined here excludes Interruptible Load and Other Load Management effects.

2) EIA(Energy Information Administration)에서 분류하여 정



〈그림 3〉 부하관리의 구분

■ 부하차단(Interruptible Load³⁾)

계절적인 피크부하가 발생하는 시기에 시스템 운영자

의한 것임.

Other Load Management : DSM programs other than Direct Load Control and Interruptible Load that limit or shift peak load from on-peak to off-peak time periods. It includes technologies that primarily shift all or part of a load from one time-of-day to another and secondarily may have an impact on energy consumption. Examples include space heating and water heating storage systems, cool storage systems, and load limiting devices in energy management systems. This category also includes programs that aggressively promote time-of-use(TOU) rates and other innovative rates such as real time pricing. These rates are intended to reduce consumer bills and shift hours of operation of equipment from on-peak to off-peak periods through the application of time-differentiated rates.

3) EIA(Energy Information Administration)에서 분류하여 정의한 것임.

Interruptible Load : DSM program activities that, in accordance with contractual arrangements, can interrupt consumer load at times of seasonal peak load by direct control of the utility system operator or by action of the consumer at the direct request of the system operator. This type of control usually involves commercial and industrial consumers. In some instances, the load reduction may be affected by direct action of system operator (remote tripping) after notice to the consumer in accordance with contractual provisions.

〈표 1〉 국내의 부하관리 비교

구 분	선진국(미국)	우리 나라
1. 추진 배경	• 주로 Utility의 피크억제 수단으로 시작(DLC, IL) : 1980년대	• 한전 부하관리요금제도 : 1980년대) • 2001년 직접부하제어 도입
2. 추진 주체	• 과거 Utility 중심에서 ISO 주체가 프로그램 시행주체 변경 • 참여자 : 민간주도(Load Aggregator, Load Serving Entity 등)	• 정부 주도의 2원화 • 공단은 전력시장 활성화를 위한 민간기능 육성
3. 시장 여건	• 민간의 시장진입이 자유로움	• 구조개편 진행 중으로 시장기능 미비
4. 정부 의지	• FERC SMD 제정 등 강력한 추진	• 직접부하제어 중심
5. 전력산업 구조개편	• 약 5개 ISO 정도가 활발한 구조개편 완성단계(PJM, New England ISO 등) ; 미국 약 10여개의 ISO 有	• 현재 발전부문 완료상태로 배전분할에 따른 도매시장 개설시기 불투명
6. 부하관리 프로그램 형태	• ISO별로 다양하게 Demand Response Program 운영 • Emergency/Economic 동시 운영	• 정부주도형으로 한전 프로그램의 답보형태임. • 구조개편과 아울러 체계적 전환 필요
7. 성숙도	• DR이 시작된 지 약 3~4년 정도로 최근 이슈로 활성화되어 있음	• 국내 초기도입단계로 지원체계 및 소비자 참여율 저조
8. 부하관리사업 수익구조	• 예비율시장, 혼잡처리, DSB 등에 의한 시장 참여	• 현재로서는 전무한 실정
9. 부하관리사업 시장규모	• 이익규모 : \$15billion(한화 약 20조) • DR용량 : 45,000MW	• 無(H/W 인프라 비용 점도) • 장외시장 : DLC 지원금
10. 향후 발전방향	• DR프로그램의 안정화 진입에 따른 활성화 예상	• 적정 지원금 수준과 시장기능 활성화 여부가 사업의 성공적 인 열쇠임

는 사전에 체결된 계약조건에 의해 수용가 부하를 직접 제어하거나, 수용가가 직접 부하를 차단하도록 요청하는 부하제어방법이다. 이 방법은 주로 상업용 건물이나 산업체에 주로 적용되어 진다. 예를 들면, 원격조정에 의해 시스템 운영자는 직접적인 제어에 의해 부하를 제어하고, 계약에 의거 수용가에게 공지하게 된다.

(300개소)로 금년의 경우 누적용량 50만kW를 목표로 하고 있다.

부하관리 활성화를 위해 민간기업의 적극적인 참여를 유도하여 작년 11월 “한국부하관리사업진흥회”의 발족을 도모하였다(표 2 참조). 여기에 참여한 업체는 LG, 포스코 등 대기업 중심의 7개 업체가 참여하였다.

3. 국내·외 부하관리 현황

직접부하제어를 포함한 부하관리에 대해 미국과 우리나라를 비교한 결과는 표 1과 같다.

4. 우리나라에서의 직접부하제어 사업현황

가. 개요

직접부하제어시스템 구축을 하여, 직접부하제어 프로그램에 참여한 수용가에 대해 제어시스템을 설치하여 제어지령 및 전력 모니터링을 실시하고 있다.

2002년도 공단에서 확보한 제어용량은 29만 2000kW

〈표 2〉 국내 직접부하제어 추진경위

• 1996. 6	: 최대수요전력량계 동기접속장치 개발(공단)
• 1997. 6	: 수급연동형 최대전력 관리시스템 개발(한전) -울산지점 관할 5개 수용가 중심 부하제어
• 1997.10	: 『최대전력관리장치 보급방안 연구』(공단) -건물 6개소, 산업체 6개소를 대상으로 D/C 시범사업 실시
• 1998. 5	: 공단에 동사업에 대한 실증연구사업 수행 요청(산자부)
• 1999. 7	: 대형건물 냉방부하 직접제어 실증연구 과제 추진(공단)
• 2001. 3	: 2000년 수요관리 투자계획에 예산 60억 반영(한전)
• 2001. 5	: 직접부하제어 운영규정 제정 및 동사업 진행(한전)
• 2001. 12	: 직접부하제어 주관기관 선정(공단, 한전)
• 2002. 4	: 전력수요관리사업 협약(직접부하제어 포함)
• 2002. 4	: 에너지관리공단 운영기준 및 기술규격 제정
• 2002. 5	: 부하관리사업자 공모
• 2002. 7	: 부하관리사업자 등록
• 2002. 11	: 한국부하관리사업진흥회 발족

나. 사업 추진방향

직접부하제어시스템의 전력IT 기술기반을 구축하여 전력부하관리센터의 효율적인 운영 및 전력거래소와 연계방안을 강구할 예정이며, 시스템 표준화를 통해 직접부하제어 운영, 안정성을 도모하고자 한다.

제도정비를 통한 부하관리 활성화를 추구하고자, 전력시장운영규칙 등에 직접부하제어사업을 반영하여 적극 검토할 예정이다.

직접부하제어사업에 민간업체 참여를 유도하여 부하발굴 및 시스템 운영에 참여 기회 제공으로 민간기능을 활성화하며, 부하발굴에 대한 전문성(진단기법) 도입 및 “부하인증” 등과 같이 공단 유일의 직접부하제어 관련 인프라 구축을 추구할 것이다.

5. 미국 전력시장의 부하관리구조

고전적인 의미의 직접부하제어는 전력회사(발·송·배전을 같이 운영하는 개의 Utility)가 발전회피 및 피크억제를 위해 시행해 온 프로그램으로, 현재 이러한 프로그램은 Demand Response로 전환되어 운영 중이다.

Energy Crisis 및 안정적인 시장운영을 위해 정부관점의 적극적인 지원 및 관계법령이 제정 운영중에 있으며, 특히 FERC Standard Market Design(2002. 7)에는 DR의 유용성이 명문화되어 있어 부하자원을 발전자원과 동일한 수준으로 관리하고 있는 것으로 다음과 같이 나타나고 있다.

에너지 및 송전시장은, 소비자의 선택권을 수용하고 이를 확장해야 한다. 구매자와 판매자는 자체공급, 장·단기 에너지 및 송전능력 확보, 재무적 헷징 기회 및 공급 또는 수요옵션을 포함한 다양한 옵션을 보유해야 한다.

시장규칙은, 기술 및 연료 중립(Technology- & Fuel-Neutral)적이어야 한다. 즉, 시장규칙은 수요 또는

공급자원 간 선택에 있어서 과도하게 편중되어서는 안되며 또한, 각각의 수요 및 공급자원에 대해 불이익을 제공하지 말아야 한다. 수요자원과 공급자원은 에너지, 품질 유지 서비스 및 용량시장에 자유롭게 참여할 수 있어야 한다.

Demand Response는 공급자 및 지역적 시장지배력에 대한 기준 그리고 도매 및 최종소비자의 선택에 대한 기회로서, 공급 및 수요의 효율적인 상호작용을 보장하기 위한 경쟁적 시장의 필수 요소이다.

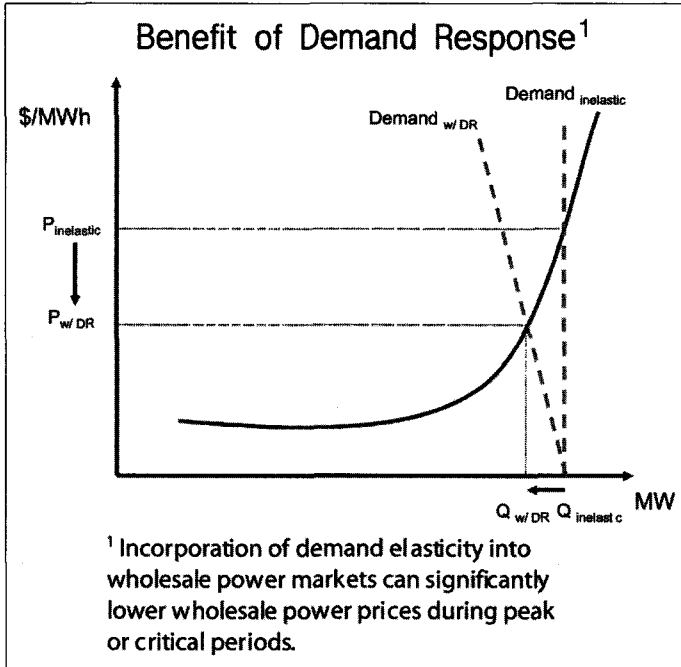
제반적인 운영 주체는 ISO 단위로 추진하고 있으며, 다양한 시장참여자(Scheduling Coordinator, Energy Service Provider, Load Aggregator, Load Serving Entity 등)가 참여하고 있으며, Emergency Control과 Economic Control를 동시에 관장하고 있음.

이 말은 직접부하제어(Emergency Control)만을 시행하는 우리 나라와는 구조가 다르며, 철저한 시장분석을 통한 모델개발 및 적용 중에 있으며, 또한 구조개편이 비교적 진전이 있는 ISO(PJM, New England ISO, New York ISO, California ISO 등)의 경우 각 ISO별로 약 50~150여개의 Load Aggregator가 활동중인 것으로 나타나고 있다.

부하관리사업자의 수익모델은, 주마다 특성은 다르지만 ISO로부터 부하 확보 및 시스템구축에 대한 지원을 받기도 하고, 전력시장(예비시장, 혼잡처리, DSB 등)에 참여하여 소비자와 이익을 배분함(시스템 투자는 대부분 소비자의 자발적인 투자로 이루어짐).

위에서 언급한 Demand Response Program의 효용성을 살펴본다면, 비탄력적인 수요곡선에서 부하자원이 발전자원과 경쟁할 때, Price-spike Breaking을 할 수 있음을 도시하고 있다.

수요축자원이 공급축자원에 대응하지 못할 경우 (Inelastic) 소비자는 시장에서 형성된 가격을 지불하게



<그림4> Benefit of Demand Response

됨으로써 공급측자원에 대응을 할 수 없는 구조이나, 그러나 DR에 참여하여 그림 4에서 나타난 바와 같이 시장 거래가격을 낮출 수 있다. 이는 곧 수요측자원이 공급측 자원과 경쟁이 가능하다는 것으로 설명할 수 있는데, 따라서 프로그램의 성공을 위해 소비자의 적극적인 참여가 필수적이라 할 수 있다.

6. 직접부하제어의 발전방향

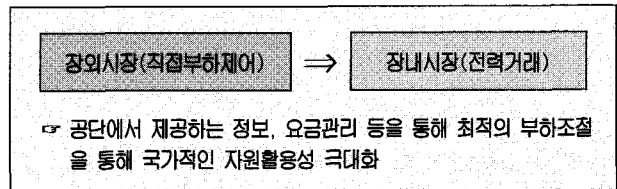
직접부하제어는 국가적인 에너지안보의 차원으로 추진되고 있고, 피크억제를 위해 부하발굴을 통해 전력산업기반기금을 투입(지원금, 시스템)하여 수급안정화를 도모하는 프로그램으로 2001년도부터 시행되었다.

단순한 ON/OFF 기능의 직접부하제어뿐만 아니라 전력사용합리화를 통한 효율적인 부하조절을 통해 전력요

금 안정화 및 에너지요금 안정화 도모를 위해서는 시장기능 활성화가 필수적이다. 시장기능 초기 도입시 공적기능에 의한 가이드라인(Guideline)이 필요하며, “지킴” 등과 관련된 업무를 ESCO 활성화의 실적이 있는 공단이 추진하여, 시스템 구축에 대한 일관성 있는 추진 및 사업모델을 개발하여 국가적 기반을 위한 공적기능을 수행하여야 될 것이다.

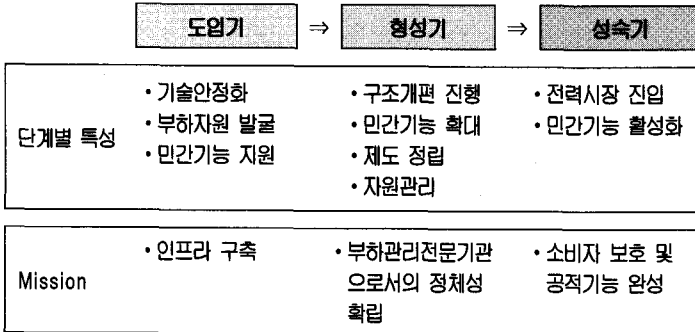
또한 직접부하제어의 성공적인 수행을 위해서는 부하자원의 관리가 필요한 바, 먼저 직접부하제어와 같이 장외시장에서 “제어 학습능력”을 배양하고 “이 부하가 과연 전력시장에 적용가능한 부하인가?”를 충분한 검증은 거쳐 시장에 진입할 수 있도록 하여야 할 것이다.

따라서 그림 5와 같이 “장외시장(직접부하제어) + 장내시장(전력거래)”의 조화를 제시하고자 한다.



<그림 5> 부하자원의 시장진입

다시 한번 언급하면 공단 추진 목표인 “시장기능에 의한 부하관리의 활성화”는 직접부하제어와 같은 장외시장에서 견고하게 인프라를 구축하고, 부하자원의 검증 등을 통해 장내시장으로 진입할 수 있도록 하고, 미국의 경우 부하자원을 스케줄링하여 전력시장에 진입시키는 민간기능(PX, SC) 등이 있어 우리 나라의 특수성을 고려하여 공단에서 이러한 업무를 수행하여 소비자 보호 및 국가경제에 이바지하는 것이 바람직하다(그림 6 참조).



〈그림 6〉 직접부하제어의 단계별 특성 및 Mission

또한 전력정보 공개 및 전력요금 합리화를 유도하여 소비자의 권익을 보호하도록 하며, 이는 직접부하제어사업을 유연하게 전력시장에 진입할 때 가능한 것이며, 민간사업자 육성을 통해 활성화를 통해 통합자원계획과 목표를 추구하고자 한다.

직접부하제어는 하루아침에 모든 것을 해결할 수 있는 것이라는 생각을 버리고, 차분하게 제도, 시스템, 테스트 등의 단계를 거쳐야 한다.

7. 맺음말

전력부하관리센터의 효율적인 운영을 통해 대국민 서비스를 강화할 예정이며, 전력DB 관리 및 제공(전력거래소, 연구기관, 소비자) 등을 통해 부하자원 관리화를 완성하고자 한다.

중장기적으로 부하자원 예측기법 및 전력시장 진입을 위한 어플리케이션을 개발 적용하여 시스템 유일성을 확보하고자 하며, 장기적으로 대(大)부하는 직접 전력거래소로 진입할 수 있으므로, 소(小)부하에 대한 Aggregation Algorithm을 개발하여 소규모 소비자에 대한 권익보호 등을 지향하여 공공기관으로서의 대국민서비스 제공하고자 한다.

“부하인증”이라는 부하자원 테스트 절차를 개발하여

소비자에게 체계적인 업무를 제공하고자 한다. 현재 전력거래소 회원사 발전기와 유사한 검증과정(운전특성 및 출력)을 통해 전력시장 진입을 유도하여 부하자원 판매에 대한 임무를 개발할 예정이다.

이를 통해 향후 전력산업구조개편이 지연된다 하더라도 부하자원을 유효 적절히 활용하여 전력계통 운영에 적정 예비율을 담보할 수 있는 수단으로 활용하여야 할 것으로 판단된다.

직접부하제어는 어느 누가 잘 한다고 이루어지는 사업은 아니고, 범국가적으로 각각의 역할이 중요하다고 판단된다.

먼저 정부는 부하자원이 국가적으로 유효하게 활용될 수 있도록 각종 제도의 정비 및 지원책을 강구하여야 할 것이며, 직접부하제어 주관기관은 정부와 소비자 사이에서 야기되어지는 문제점 및 발전방향에 대한 대정부 건의를 통해 민의를 전달할 수 있는 조정능력이 있어야 하며, 특히 DSM 기능을 특화해 ESCO 업무를 수행할 수 있는 부하관리사업자를 육성하여 상시적으로 민간사업자들이 수익을 올릴 수 있는 토대를 제공하는 것이 필요하다. 이는 향후 전력시장에 진입할 수 있는 학습능력을 배양하는 것에 있어서 중요한 의미를 가질 수 있다.

학계 및 연구기관에서는 이미 진행되어진 프로그램의 철저한 분석을 통해 국내 실정에 적합한 모델을 추구하여야 하며, 또한 자원 적정성에 대한 경제성 평가를 제시하고, 부하관리사업자는 전력시장에 진입할 수 있는 충분한 학습능력을 배양하여, 향후 자유경쟁체제에서 생존할 수 있는 전략을 가져야 하고, 가장 중요한 소비자는 직접부하제어는 “궁극적으로 소비자를 보호하기 위한 시발점이 되는 프로그램”을 명심하여 직접부하제어에 적극 참여하여 합리적인 에너지사용을 도모해야 할 것이라고 제언한다. ■