

직접부하제어(Direct Load Control) 프로그램

김인수

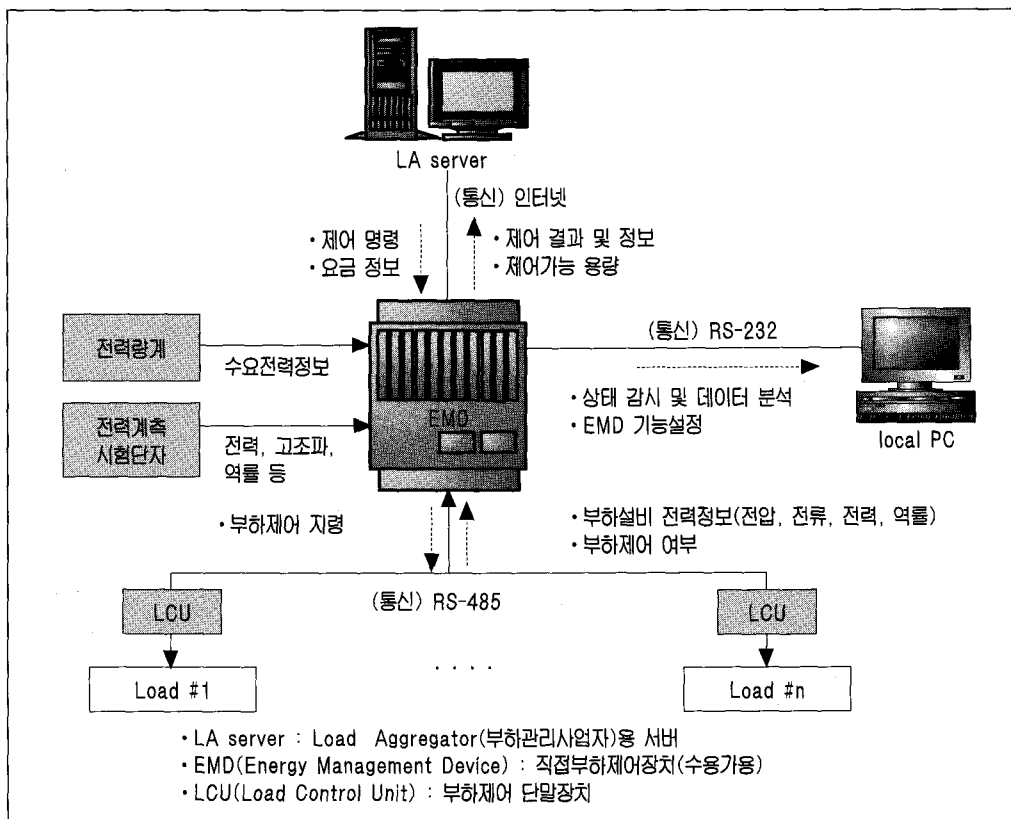
에너지관리공단 기반사업처 전력수요팀장

1. 직접부하제어의 개요

가. 개요

직접부하제어(이하 DLC)란 하절기 냉방부하의 증가,

전력계통에서의 돌발적인 사고 등으로 안정적인 전력공급에 지장이 생겼을 때 수용가의 전력설비를 제어함으로써 국가적 차원의 전력공급 안정성을 확보하기 위한 일종의 부하관리 프로그램이다(그림 1 참조).



〈그림 1〉 DLC 개념도

미국에서는 가정, 상업용 부하를 대상으로 하는 경우 DLC라 하고, 산업체를 대상으로 하는 경우는 Interruptible Load 프로그램이라 하는데, 우리 나라에서는 현재 두 가지 모두를 DLC라 통칭한다.

우리 나라에서는 2001년 한전에서 DLC 프로그램을 시작하였으며, 2002년부터는 한전 및 에너지관리공단이 공동으로 프로그램을 추진중에 있다.

나. 전력의 특성과 직접부하제어 잠재량

전력은 공급과 소비가 동시에 일치해야 한다.

공급(발전)은 수급조절이 가능하고 소비(수요)는 수급조절이 불가능하다.

따라서 수급조절이 가능한 자원으로 DLC가 필수적이다. 현재 기술적으로 제어 가능한 부하량은 총 400~500 백만kW 정도로 추정되고 부하 발굴시 부하 성격을 고려한 접근방식이 필요하다.

즉, 부하 발굴에 대한 전문진단(Expert Audit)이 요구되며, 인센티브 강도에 따라 잠재량은 상향 도출이 가능하다.

2. 직접부하제어 시스템의 정의

가. 협의의 정의(정부주도형)

경쟁적 전력시장에서 전력계통 및 전력시장의 안정화를 위하여 사전에 결정된 정부의 정책적 판단 기준에 의해 계통운용자/시장운영자인 “한국전력거래소(KPX)”가 IT시스템을 이용하여 제어 가능한 부하를 원격으로 차단하는 새로운 부하제어 방식이다.

나. 광의의 정의(시장주도형)

광의의 정의 중에서 Emergency Control이라는 협의의 정의도 포함된다.

광의의 정의는 “배전회사” 및 “판매회사”가 최적의 수

요측 입찰(Demand-Side Bidding : DSB)을 시행할 수 있도록 하는 전력 IT INFRA(시장연동 : MOS에서 구축중임) 및 보조서비스(Ancillary Services : AS) 입찰 및 계약 지원 인프라(시장연동 : MOS에서 구축중임)와 혼잡처리(Congestion Management) 지원 인프라(시장연동 : MOS에서 구축중임) 등 향후, 직접부하제어가 가능한 소비자들을 대상으로 상기 서비스를 통하여 소비자의 전력에너지자원을 효율적으로 사용할 수 있게 하는 “부하관리 민간사업자(Load Aggregator : LA)”를 육성하는 IT 기반의 H/W 및 S/W를 총체적으로 포함하는 시스템을 말한다.

3. DLC 프로그램 도입 필요성

가. 도입 배경 : 전력산업 환경 변화

- ▷ 전력시장 불확실성 증가 : 전력수급/전력가격의 불확실성
- ▷ 전력사업 패러다임 변화 : 전력시장 경제주체 변화
- ▷ 수요관리 패러다임 변화 : 공익/시장기능 분화, IT 적용 강화

(1) 시장원리 도입에 따른 전력수급 안정의 불확실성 증가

- 공급자원 확보 불확실성
 - 발전사업자 공급의무 없음
 - 발전사업자의 수익성 위주의 사업(공익성 ×)
 - 신규 투자비 채원 조달의 어려움
 - 신규 투자비 회수의 불확실성 및 Financial Risk 상존
- 전력가격 안정 불확실성
 - 전력가격의 변동성(Volatility) 존재
 - 공급력 부족시 전력가격 파동 우려
 - 공급자 위주의 가격결정 메커니즘(발전회사의 시장지배력 행사 가능)

(2) 전력산업 패러다임의 변화

- 전기사업자의 변화
 - 한전 ⇒ 전력거래소, 발전회사, 송전회사, 배전 및 판매회사, 부하관리사업자 등 다양한 사업자 대두
- 전력산업 주변 환경의 변화
 - 독점 및 규제 ⇒ 경쟁 및 개입
 - 공익성 ⇒ 이윤추구
 - 공급의무 있음 ⇒ 공급의무 없음

直接負荷管理制度”

- 국가차원의 자원관리 및 확보 시스템 구축 필요
 - ⇒ “National Security 次元”
- 도매경쟁시장 도입에 따른 가격파동 방지 시스템 구축 필요
 - ⇒ “Price-Spike Breaking System 確保 次元”
- 부하관리 효율성 제고를 통한 수용가 에너지 비용 절감 유도
- 새로운 차원의 국내 에너지산업의 육성 및 지원
 - ⇒ IT와 에너지산업 연계를 통한 제3의 신산업 도출
 - ⇒ 한국형 모델 개발 및 수출 상품화

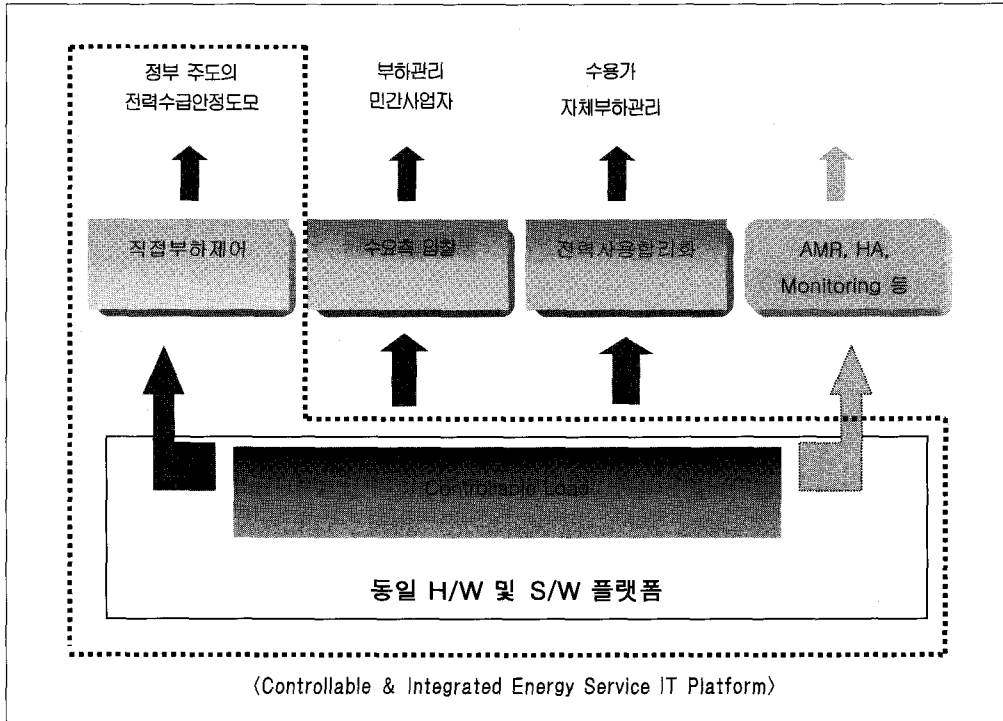
나. 직접부하제어 사업 도입 필요성

(1) 경쟁시장에 적용 가능한 신개념의 부하관리 시스템 구축 필요

- 안정적인 전력공급 및 가격 안정화를 위한 강력한 부하관리 시스템 구축 및 제도의 구현 필요 ⇒ “새로운

다. 경제성 평가 결과(캘리포니아 표준 테스트)

직접부하제어 사업에 대한 경제성평가(캘리포니아 표준 평가방법) 결과 u-test(utility-t), P-test(Participant-T),



〈그림 2〉 직접부하제어의 개념도

RIM-test, TRC-test(Total Resource Cost-T)의 B/C 지수가 대부분 8.4 이상으로 현재 국내에서 시행중인 전력수요 관리 프로그램 중 경제성이 가장 우수한 것으로 분석된다.

〈표 1〉 경제성 평가

단위 : 백만원

구 분	전력회사 (UT)	참여자 (P)	비참여자 (RIM)	총자원 (TRC)
총편익(B)	88,952	6,547	89,463	89,463
총비용(C)	9,836	775	10,691	4,100
순편익	79,116	5,772	78,772	85,363
B/C	9.0	8.5	8.4	21.8

*10만kW 약정시 기준

4. 프로그램 참여자 혜택

(1) 요금지원 혜택(표 2 참조)

(2) 제어기기 무상 설치

- DLC에 필요한 제어기기 및 전용 PC 1대를 무상 설치
- 제어기기를 이용하여 자체적인 피크관리 수행 가능

(3) DLC 부하 발굴을 위한 엔지니어링

- DLC에 적합한 부하 발굴을 위한 무료 엔지니어링 실시
- 발굴된 부하를 대상으로 향후 DSB 참여 가능

〈표 2〉 요금지원 혜택

단위 : 원/kW

구 분	직접부하 제어	책 정 기 준	비고(부하이전 요금제도)	
기본감액 요금 (7, 8월)	680	일반용 고압 선택 II 기본요금 1일 단가(226원/kW)의 3배	500	
조정 감액 요금	전일예고	1,130	일반용 고압 선택 II 기본요금 1일 단가(226원/kW)의 5배	980
	당일예고	2,260	전일예고의 2배 수준	1,960
	긴급조정	3,390	전일예고의 3배 수준	2,940

*기본지원요금 : 에너지관리공단은 예상제어 이행에 따라 500~1000원 /kW/월 차등 지급

*DSB(Demand-Side Bidding) : 수요관리자원을 이용한 전력거래 시장에서의 입찰, 즉 수요관리 입찰을 의미

5. 2002년 에너지관리공단의 직접부하제어 사업

가. 추진 방향

(1) 운영시스템 구축 : "강력한 상위 + 다양한 하위"

- 공단모델에 적합한 상위(운영)시스템 개발
 - 도매경쟁체제에 연동할 수 있는 운영시스템 구축
- 고객 만족도 극대화를 위한 하위(EMD) Series 개발 적용
 - 2002년은 고압수용가 중심의 EMD 1에 주력

(2) 부하관리사업자(LA : Load Aggregator) 육성 지원

- 정책산업 구조개편에 따른 새로운 사업자 및 전력 IT 산업 육성
 - "부하관리사업자 협의회" 구성 및 제도적 지원방안 수립

(3) 직접부하제어 용량 확보

- 최적의 부하제어 효과를 극대화하기 위한 다양한 응용기술 개발 및 엔지니어링 기법 도입

나. 직접부하제어 및 에너지 사용 효율화, 홈 오토메이션의 통합성 지향

- 동일한 H/W 및 S/W 기반에 다양한 부가서비스 제공 가능
- 기술의 진보를 감안한 확장성이 보장되는 견고한 시스템 설계
 - "강력한 상위시스템 + 다양한 하위시스템"의 구축

으로 가능

- 예 : 기존 EMS와 같이 상위시스템이 견고할 경우 H/W 및 IT시스템이 변화하면 지속적으로 사용 가능
- 향후 AMR, HA, Monitoring 등 다른 IT 기능도 동일한 기술적 플랫폼에서 작동

다. 다양한 Solution에 의한 고객지향적 사업 추진 : Win Win strategy 지향

- 고압수용 : 고압수용가 등에 대해서는 수용가 내의 제어 가능 부하를 엔지니어링을 통하여 확보(다양한 제어방식 가능: DC, SCADA, ...)
- 저압수용가 : 다양한 부가서비스(AMR, HA 등) 제공을 통한 사업 만족도 및 참여율 제고

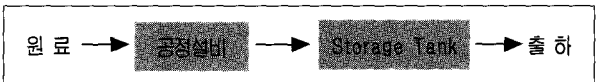
라. 대상 부하의 조건

- 부하차단/감소시 손실이 없거나 적은 경우
- 부하차단/감소시의 "손실 < 지원금"인 경우

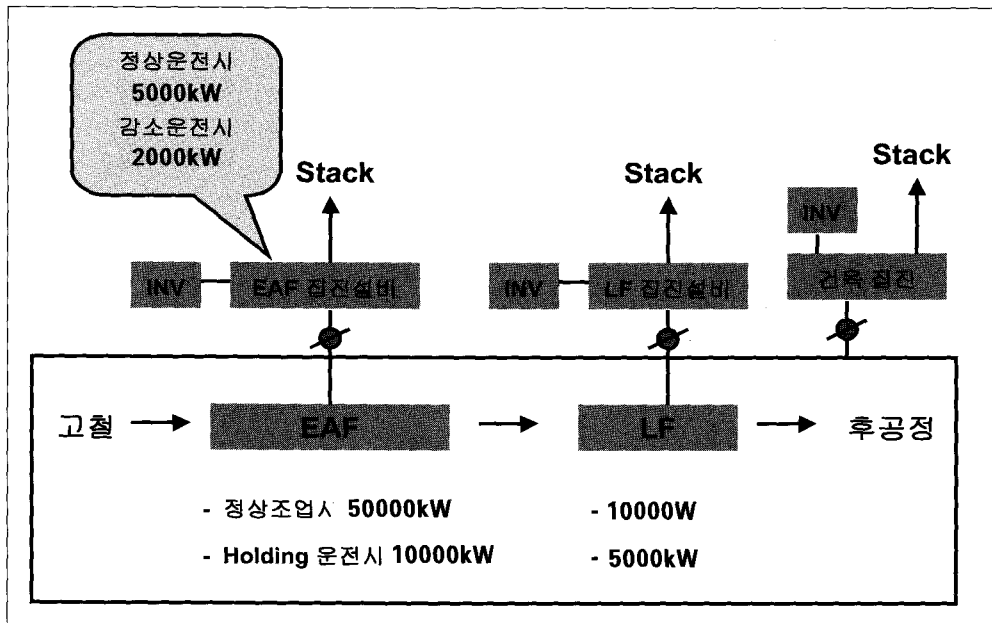
○ 부하차단/감소량이 큰 경우

마. 주요 대상부하

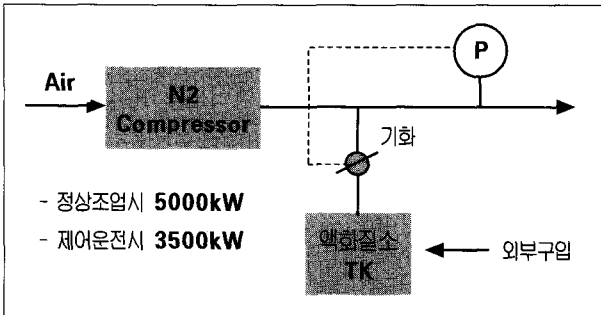
○ 저장 Tank 용량이 크고 부하감소가 가능한 경우



- 정상운전시 1만kW(그림 3 참조)
- 감소운전시 8000kW
- Cement Mill : 대개 2~3일분의 제품을 저장할 수 있음(국내 10여개 업체, 업체당 Cement Mill 용량 1만kW 이상).
- 가스(질소, 산소 등) 생산시설 : 대개 2~3일분 저장(국내 3~4개 업체, 업체당 1~2만kW 가능 추정)
- 기타 저장 탱크가 있는 급수펌프, Air Compressor 등
- Holding 기능이 있는 전기아크로 유도
 - 전기아크로 : 1기 용량이 수 만kW로 확보시 전력 수급 안정에 크게 기여(국내 16여개 업체, 40여기



- 가동중, 224만 5800kVA)하여 올해 동국제강 포항 공장 참여가 확정(3개소 99000 kW)
- 극단적인 경우 공정 전체가 대상이 될 수도 있고 요청 제어량에 따른 로온도 미 집진기 속도 Control Setting 가능
- 전기 유도로 65만kW(Holding 기능 이용)
- 부하이전(Load Shift)이 가능한 경우
 - 재고 여유가 있는 경우
 - 조업시간 변경이 가능한 경우(주간 → 야간)
- 외부구입이 가능한 경우



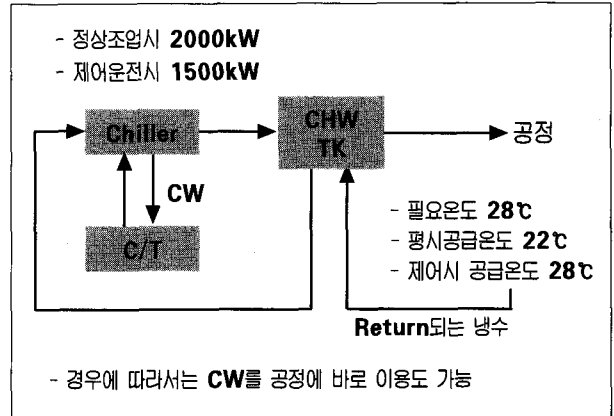
- 질소 생산단가와 구입단가 비교
- 인센티브 수준이 경제성이 있는 경우
- 제어시스템 설치비의 투자 경제성이 높은 경우

	CASE 1	CASE 2
제어가능량	500kW	20000kW
예상이행률	100%	10%
평균제어효과	500kW	2000kW
투자비	1000만원	2000만원

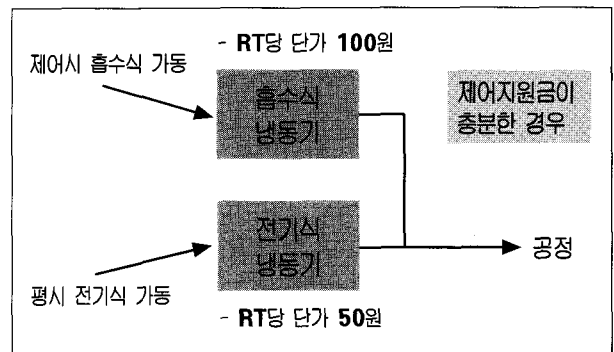
↓
투자비 대비 제어 효과 우수

- 대형 냉동기
 - 빌딩 냉동기 Vane 제어를 통해 부하 감소 가능

- 에너지관리공단 다소비건물 84개소 냉동기 용량 12만 5천kW
- 산업체 냉동기(일정온도 범위내에서 제어 가능)



- 흡수식 냉동기가 Stand-By로 있는 경우
 - 흡수식 냉동기 : 최근 유가 급상승으로 전기식 냉동기에 비해 냉동원가 고가(약 2배 수준)



- 상용발전기 출력 증대
 - 하절기 상용발전기 출력은 동절기에 비해 감소 (Steam 부하 감소가 원인)
 - 제어시 경제성이 충분하다면 전기출력 증대, 여유 Steam은 Vent(바람직한 방법은 아니나 비상시에 활용 가능)

- 비상용발전기 적극 활용
 - 대부분의 수용가는 비상용 발전기 보유
 - 현재의 직접부하제어 제도로는 경제성이 떨어진다. 그러나 당분간 비상시 제어 가능성이 매우 희박하고, 제어 지원금을 상향조정할 예정이므로 이를 활용한 제어 용량 확보가 가장 용이하다고 할 수 있음
- Package Air. Con
 - 빌딩뿐만 아니라 최근에는 산업현장에도 다수 설치, 가동중
(대형 산업체의 경우 이 용량만 수 천kW임)
 - 근무자가 상시 없는 곳에도 계속 가동중
(특히 산업현장의 경우 용량도 큼 : 10kW대 이상)
 - 가열로, 보온로 등 발열 부하 부근에도 다수 설치
(아무런 냉방효과 없음)
 - 용량이 큰 경우 제어기기(LCU)를 각각 설치
 - 원격제어 검토
 - 소용량인 경우 회로 분리 등을 통해 통합제어 가능
- 조명설비
 - 적정 조도 유지는 필수임 : 일반 조명은 대상 곤란
 - 전기실, 제어실 등 상시근무자가 없는 경우 필요 개소만 점등유지 되도록 하고 나머지는 제어시 소등 되도록 회로 보완 가능
- 기타설비
 - 공조기 등(용량 크고 제어 가능한 경우)
 - 용량이 적어도 부하가 밀집되어 있고, 호로 분리가 용이한 경우

7. 미국의 직접부하제어 사례

가. 북미신뢰도협의회 전체 수급자료(1999년)

- 공급용량 : 822만 2559MW
- 피크수요 : 734만 435MW

- 차단가능/직접제어 부하량 : 3만 4553M
- 차단가능/직접제어 부하량 비율(총수요대비) : 4.7%
- 전력시장 보조서비스 입찰량 및 수요측 입찰에 의한 절감 제외

나. Demand Response Program의 운영주체

- Load Aggregator(현재 50여개)
 - Load Aggregator
 - Energy Service Provider
 - Data Processing Gateway Provider
 - Load Management Company
 - Telemetry Company
 - End Use Load
 - Municipality
 - Utility Distribution Company
 - ISO Certified Scheduling Coordinator

다. PJM의 부하관리 시범 프로그램(Load Responsive Pilot Program)

- 전력시장 연동형 직접부하제어 프로그램
- 도매전력시장 가격 안정화를 목적으로 한다
 - 부하서비스회사(Load Serving Entity)
- 구성
 - 비상시 부하삭감 프로그램(Emergency Load Response Program)
 - 상시 부하삭감 프로그램(Economic Load Response Program)
- 비상시 부하삭감 프로그램 인센티브
 - 지역한계가격(LMP, Locational Marginal Price) 최고치 또는 \$500/M
- 상시 부하삭감 프로그램 인센티브
 - 수용가의 자발적인 가격 응용프로그램