

전력수요관리와 세계동향

●
●

도 유 봉
에너지관리공단 과장

1. 머리말

현대에는 에너지수요의 확대, 중장기적인 부존자원의 유한성 등에 따라서 에너지 안정공급 확보의 필요성이 한층 높아지는 한편, 에너지소비 증대에 의한 지구환경의 오염, 온난화 등이 세계적인 문제로 되어 있다.

세계의 에너지공급에 대해서는 OECD제국, 구 소련지역 등의 비OPEC제국에 있어서 석유공급 능력의 대폭적인 확대는 곤란할 것이 예상됨에 따라 석유공급의 중동의존도가 다시 상승할 것으로 예측되고, 세계의 에너지수요는 아시아·태평양지역을 시발로 하는 발전도상국을 중심으로 하여 크게 증가할 것으로 보여진다. '93년 4월에 발표된 IEA의 세계 에너지수요의 전망에 의하면 1990년부터 2010년까지 세계 전체의 에너지 수요가 약 1.5배로 증가될 것으로 예상되고 특히 발전도상국에 있어서는 약 2.2배로 대폭적인 증가가 예상되고 있다. 또한 '92년 6월 브라질에서 국제연합환경개발회의(UNCED)가 개최되어 논의된 것으로 근년 화석연료의 사용에 따라 CO₂ 배출에 의한 지구온난화 문제 등 지구환경 문제에 대응하는 새로운

방향의 에너지 정책으로서 에너지 수요관리가 부각되고 있다.

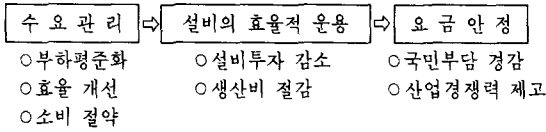
소비측면에서 보면 산업의 발전과 국민생활수준 향상으로 경제성장률을 상회하는 우리나라의 에너지소비증가율, 그중에서도 전력수요 성장률은 최근 5년간 연평균 11.4%, 최대전력 증가율은 10.1%에 달하고 있어 적정수준의 공급예비율을 유지하기 위해서는 해마다 이만큼씩 공급능력을 확충해 나가야 하지만 투자재원 및 입지확보, 환경제약 등 많은 어려움이 따르고 있다. 그러므로 전원개발을 보완하는 수단으로서 최소의 비용으로 에너지수요를 충족시키는 비용최소화계획(LCP: Least Cost Planing)을 수립하여 에너지효율개선, 부하관리, 연료전환 등의 수요관리(DSM: Demand Side Management)를 추진해 나가야 할 것이다.

2. 수요관리

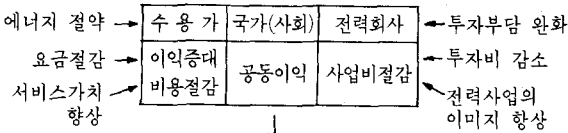
가. 개요

『수요관리』란 부하관리와 효율개선을 위한 투자를 통하여 신규발전소 등 공급시설 확충에 드는

〈표 1〉 수요관리의 방법 및 기대효과



구분	소비절약 (Conservation)	부하관리 (Load Management)
목적	· 전기사용 효율향상을 통한 전력수요(kW, kWh) 감축	· 최대부하와 최저부하간의 격차를 줄여 부하평준화 도모
관리방법	· 고효율기기 보급지원 · 절약정보 제공 및 홍보 · 전기설비 진단	· 간접관리: 수용가의 자발적 부하조정 유도 · 직접관리: 전력사용 제한
관리효과		



- 환경개선 기여
- 전력공급 안정
- 총 자원비용 감소

부담을 경감시키고 기기의 효율향상을 기하는 관리기법으로서 표 1과 같이 『국가·수용가·전력공급사의 공동이익』을 도모할 수 있다.

나. 필요성

(1) 전력공급설비 건설부지 확보문제

일반적으로 발전소나 송배전설비 등 전력공급설비는 위험하고 특히 발전설비는 오염물질을 배출하는 혐오시설로 인식되어 아무도 자기주변에 이러한 시설이 설치되는 것을 원하지 않는다. 아무리

오염방지 기술의 발달로 오염물질의 배출이나 원자력발전소 및 방사능 폐기물 처분장의 방사능 누출방지를 확실히 할 수 있고, 송배전설비나 LNG 기지의 폭발위험이 전혀 없다고 홍보를 해도 주민들이 위험성 있는 것으로 인식하는 한 건설부지 문제는 쉽게 해결할 수 없는 상황이다. 그리고 지방자치화와 민주화가 더욱 진행되고 환경문제가 심해질수록 홍보나 건설예정지역에 대한 경제지원을 약속해도 대규모 원자력, 화력발전소 및 폐기물 처리장의 건설부지 확보의 어려움이 가중될 것으로 예상되고 있다.

(2) 투자자원 부족의 심각

장기 전력수급 계획에 의하면 2006년까지 현재의 2배에 해당하는 발전설비 44,820MW를 추가로 건설할 계획으로 있어, 이에 따르는 건설비용은 약 46조원으로 이것을 경상가격으로 환산하면 매년 약 5조원의 재원이 소요되므로 '90년대에 집중적으로 요청되고 있는 도로, 철도, 주택 등 다른 사회간접자본 투자수요와 맞물려 있어 투자자원 조달에 심각한 문제점을 안고 있다.

(3) 환경오염 및 국제환경규제 심화

국내 전력생산에 따르는 이산화탄소(CO₂) 배출량은 1990년에 980만톤을 기준으로 하여 2000년에는 2.3배인 2,244만톤, 2010년에는 2.8배인 2,841만톤으로 증가가 예상되고 있으며, 또한 연기중에 포함된 아황산가스(SO_x), 질소산화물(NO_x) 등은 식물에는 물론 인체에 심각한 피해를 주며, 특히 이들 가스로 형성된 산성비는 물과 토양의 산성화와 산림의 피해를 주고 있다.

CO₂ 배출량을 제한하는 기후변화협약이 발효('94.3.21)됨으로써, 선진국들이 환경협약의 실효성을 확보하기 위하여 환경기준이나 에너지사용기의 효율기준을 강화하여 비과세장벽을 이용할 가능성이 높아지고 에너지세/탄소세의 도입에 적

극적으로 나섬에 따라 환경보전을 위한 무역규제의 구체화가 예상되고 있으므로, 국내 전체 CO₂ 배출량의 18.1%를 차지하고 있는 발전부문의 CO₂ 배출을 효과적으로 감축시켜야 하는 부담을 안고 있다.

(4) 소비 측면

에너지가격이 다른 물가에 비하여 상대적으로 저렴하고 국민소득 증대에 따라 과소비경조와 에어컨의 보급확대 등으로 가정용, 업무용 전력수요가 Peak수요에서 차지하는 비중이 커지고 있고, 난방용 가스사용이 급격히 증가하고 있어 하절기 가스수요개발 등 국가적인 에너지 수급균형을 위해 효율적인 수요관리정책이 요구되고 있다.

다. 외국 사례

(1) 미국

미국의 수요관리는 1960년대부터 시작하여 1970년대 중반에는 전력사업 운영에 중요한 위치를 차지하고 있으며 '91년도에는 약 15억달러를 DSM에 투자하였고 '92년도에는 약 20억달러 이상의 비용을 투자하는 등 전력회사들의 수요관리에 대한 참여도가 계속 증가함에 따라 장기자원계획에서 DSM의 역할은 더욱 확대되고 있다.

미국전력연구소(EPRI)에서는 1977년부터 DSM을 지원하기 위하여 관련된 정보를 입수하여 지원하고 있으며 1993년 5월에 발표한 자료에 따르면 1992년도 미국의 DSM 프로그램은 2,321개로 10가지의 기본범주로 나뉘어지고 전력회사들이 DSM을 추진하는 주요동기는 최대부하 억제가 가장 크며 다음이 에너지 효율개선, 부하이동, 부하평준화 등이다.

'91년도에는 수요관리에 의하여 1700만kW의 최대수요전력을 경감하였고, 전력사용량은 230억 kWh를 절감함으로써 발전소 건설투자비 160억불

(약 16개 신규발전소) 상당의 건설지연을 가져왔으며, 약 1700만톤의 CO₂와 63,000톤의 SO_x를 감축하였다.

우리나라의 총 발전설비와 비슷한 규모인 미국 캘리포니아의 PG & E사(Pacific Gas and Electric Company)의 경우, DSM 프로그램을 위해 1993년 총 2억9600만불(2300억원)을 투자하여 623GWh가 절감될 것으로 예상되고 있으며 그중 대부분은 가정과 상업부문(60%, 28%)에 투자할 계획으로 있다.

대표적 DSM 프로그램인 『The Golden Carrot』은 고효율기기 제조업자, 판매업자, 구매자에게 여러 가지 지원을 해주고 있으며 특히 고효율냉장고의 경우 CFC 사용규제와 연계하여 환급제도(3천만불, 230억원)를 실시하고 있다(Turn In Program). PG & E사의 경우 DSM을 통해 2000년까지 1840만톤의 CO₂를 저감(우리나라 전체 CO₂ 절감잠재량의 81%에 해당)할 수 있을 것으로 추정하고 있으며 신규 예상전력소비 수요의 75%는 DSM방안에 의해 충족시킬 계획으로 이를 위해 20억불(1조8000억원)의 투자계획을 수립해 놓고 있다.

(2) 영국

전형적인 동계피크형 부하곡선을 가지고 있는 영국은 전기부하율이 57~58% 수준에 머물고 있기 때문에 부하율 향상을 위해 그동안 많은 노력을 기울여 왔다. 특히 영국은 심야수요 창출을 위해 심야시간대의 전력사용분에 대하여는 값싼 요금을 적용하는 주·야간 차등요금제인 White Meter 또는 Economy 7 Rate와 단일요금제인 General Rate중 수용가가 선택하여 사용하도록 하는 선택요금제를 도입하여 축열식 난방기기 및 축열식 온수기 개발보급에 노력한 결과 현저한 성과를 이루게 되었다. 뿐만 아니라 심야부하용 기기의 통전시간 통제를 위하여 BBC 방송국을 이용한

Radio Teleswitching System으로 무선에 의하여 전력회사에서 수용가의 부하를 원격으로 임의 조정하는 직접부하관리도 병행 실시하고 있다.

영국에서는 1990년 3월 31일부터 전력산업에 민영화가 도입되어 잉글랜드, 웨일즈의 중앙배전국(CEGB)은 3개의 발전회사(뉴클리어엘렉트릭, 내셔널파워, 파워젠)와 1개의 송전회사(내셔널그리드)로 분리되었고 12개의 지역배전국은 각각 민영 지역공급회사로 탈바꿈하였으며, 비용효율적인 DSM사업들을 추진하는 경우 10년간에 걸쳐 1992년 전력소비의 6%를 절감할 수 있는 것으로 추정하고 있다.

(3) 캐나다

많은 주의 전력회사들이 DSM에 대한 계획을 수립하여 실시하고 있으며, 캐나다에서 가장 큰 DSM 프로그램을 가진 전력회사는 온타리오 하이드로(Ontario Hydro)이며 다음은 브리티시콜롬비아 하이드로(British Columbia Hydro)이다.

온타리오 하이드로회사의 경우 주요 에너지 사용기기를 중심으로 DSM을 실시하고 있는데, 1990년 원자력발전 부문에 소요되던 비용 2억4천만불(1900억원)을 DSM 프로그램으로 전환하여 투자함으로써 17만7천톤의 CO₂를 저감하였다.

1992년부터 2000년까지 8년간 DSM을 위하여 30억불(2조7000억원)을 투자할 계획이며 3,000MW의 신규 발전소건설을 취소할 계획에 있다.

브리티시콜롬비아 회사는 『파워스마트(Power Smart)』 상표하에 마케팅 프로그램을 갖고 있으며, 약 25개 캐나다 전력회사들이 파워스마트에 등록하였고 체코슬라바키아와 멕시코의 전력회사들도 파워스마트의 회원으로 등록되어 있다. 캐나다 정부는 대외협력사업으로 파워스마트의 활동을 지원하고 있으며, 파워스마트 프로그램은 전기기기인센티브, 상업조명인센티브, 산업용전동기, 에너지진

단 활동을 포함하고 있다.

(4) 호주

호주는 빅토리아 주립전력위원회가 1980년대 중반 시범연구사업에서 수요관리를 시작하였다. 이후 몇몇 전력회사들은 DSM계획수립, 가전기기리베이트, 고효율 조명기기 보급사업, 상업용 조명리베이트, 상업 및 산업 에너지심사와 인센티브 프로그램, 에너지서비스 프로그램과 같은 형태의 북미의 프로그램을 모방하기 시작하였다. 현재의 프로그램들은 사업성평가와 실행상의 문제점을 파악하기 위한 예비프로그램으로 1989년에 SECV는 40개 연구프로젝트와 프로그램들로 구성된 수요관리실천계획(Demand Management Action Plan)에 5천5백만달러를 투자하였다.

1990년 이후 6개의 재정지원 프로그램이 상업용 수용가들을 대상으로 시행되었으며 이들 프로그램들은 조명인센티브프로그램, 입찰프로그램, 상업용 에너지 효율개선 리베이트프로그램, 고효율전동기와 구동장치에 대한 프로그램 등이었다.

최근 호주전력 공급자협회에 의하여 모든 호주의 전력회사들이 사용할 수 있는 표준 DSM프로그램 패키지를 만들기 위한 시도가 있었으나 실패로 끝났는데, 이것은 아직도 판매증가 정책을 갖고 있는 지역전력 판매회사들이 DSM에 대하여 거부감을 갖고 있기 때문으로 판단된다. 빅토리아 주립 전력위원회는 DSM, 요금제도, 그리고 기타 서비스의 요소들이 수용가들에 어떻게 인식되는가를 연구하기 위한 서비스의 질에 대한 혁신적인 연구를 시작하였고, 호주의 경우 국가와 주의 환경정책에 의하여 DSM이 추진되고 있으며 2005년까지 20%의 CO₂ 감축을 목표로 하고 있다.

(5) 일본

일본의 전력회사들은 일찍부터 요금제도에 의한 수요관리를 하여 거의 대부분의 제도가 전기공급

규정 이외의 공급조건으로 운영되고 있다. 즉 부하 곡선별 조정계약, 하계휴일계약, 하계조업조정계약, 피크시간 조정계약 등 다양한 수요관리요금제도를 수용가에게 제시하고 수용가는 시장경제원리에 입각하여 자율적으로 선택여부를 결정하도록 하고 있다.

일본의 최대전력도 우리나라와 마찬가지로 '60년 대까지는 가정용난방 및 조명수요가 나타나는 겨울철 저녁에 발생하였으나 1968년부터는 냉방기기 보급의 확대로 인한 냉방수요의 급증으로 여름철 주간에 나타나게 되었으며, 이러한 하계최대수요는 해가 갈수록 첨예화되면서 주야간, 계절별 전력수요 차이가 확대되어 부하율은 60%대('92년 56%)를 밑돌게 되어 최근에는 업무용 수요에 대한 긴급시 조정계약제도 도입, 계절별 요금제도의 2계절 3시간대로의 확대, 가정용수용에 대한 시간대별 요금제도도 도입 등 새로운 수요관리 제도를 채택하고 있다. 그리고 수용가에 대한 에너지절약 정보제공을 위하여 신문·TV 등 매스미디어 홍보외에 강연회·전시회 등의 개최, 콘서트활동 등의 방법으로 에너지절약의 필요성과 구체적인 절약방법을 알려 주고 있다. 그리고 직접부하제어에 대한 실험으로는 큐우슈우전력이 '89년부터 가고시마 시내의 가정용·업무용 에어컨의 사이클링제어를 실시(가정용은 3분 Off/3분 On, 업무용은 3분 Off/15분 On)하였는데, 이 실험으로 12.8%의 에어컨 부하억제를 이루었으며 전체 에어컨 제어를 가정하면 피크타임 전력의 5.6%에 달하는 70만kW의 피크 삭감효과가 예상된다고 한다. 또한 '91년 7월 동경 전력에서는 축열수탁사업을 개시하고 수용가를 대신하여 축열조설치와 원격감시제어를 담당함으로써 시스템에 대한 야간 운전인원을 확보할 필요가 없도록 하는 특별한 서비스활동도 수행중에 있다.

(6) 프랑스

수입 화석연료(석유, 석탄, 가스)에 의존한 화력

발전 방식에 치중했던 프랑스는 1, 2차 석유위기 이후 1차 에너지원의 수입의존도 감축을 위해 국내 부존자원을 이용한 수력 및 원자력발전으로 전환하여 '91년말 현재 수력 13.0%, 화력 13.4%, 원자력발전량이 73.6%의 구성비를 보여주고 있으며, 특히 원자력 발전위주의 전력공급 정책은 전력 생산원가 하락에 크게 기여하였다.

그러나 이러한 기저부하용 발전설비의 구성비 증가는 부하율이 낮을 경우 막대한 설비투자 비용이 발전비용으로 전가될 위험성도 동시에 내포하게 되므로 프랑스 전력공사(EDF)는 일찍부터 수요관리에 관심을 기울이게 되어 이미 놀라운 수준의 수요관리기술과 경험을 축적하게 되었다.

EDF의 주요한 수요관리로서 계절별·시간대별 차등요금제도를 이용하여 수용가들이 자발적으로 가장 저렴한 비용으로 전력을 소비하도록 부하조정을 유도하고 있으며, 이러한 간접 부하관리 방법과 병행하여 Ripple Control System을 통한 직접 부하관리 방식을 시행하고 있다. EDF의 수요관리 성과를 보면 '52년 일부부하곡선의 심야 최소전력은 일평균전력의 60%, 최대부하는 140%를 기록하였으나, '80년에는 최소부하가 85%, 최대부하는 110% 수준으로 그 격차가 현저하게 감소하였다. 이와 같은 EDF의 성공적인 부하평준화 성과는 심야전력용 기기의 개발·보급, 경제적 심야전력 요금 수준, 그리고 효율적인 원격조정장치의 이용 등 3가지 요소가 모두 충족된 데에 힘입은 바 크다.

또한 새로운 선택적 요금제도로써 '85년 이후 『피크데이 회피요율』(Peakday Withdrawal Option)을 도입하고 있는데, 이 요금제도는 일년 중 소수의 날에 걸쳐 분포되어 있으나 그 사전적 예측이 어려운 피크데이 발생성질을 감안하여 최대부하가 발생할 가능성이 높은 동계의 일정기간을 미리 약정하되, 전력업체가 전력수요가 높아서 첨두부하용 발전기가 가동되어야 할 경우 피크시간을 임의로 선정하여 소비자에게 통보하여 소비

자들로 하여금 선정된 피크기간의 높은 요금부담을 회피하도록 유도하는 요금제도이다. 이 요금제도는 2중에너지 시스템에서 전력의 공급비용을 반영할 수 있다는 이점을 가지며 수요관리의 한계비용의 개념이 조화된 좋은 예로서 실제로 있어서도 시스템 피크수요 절감에 효과를 거두고 있는 것으로 보고 있다.

(7) 독일

독일의 전원구성을 보면 석탄, 원자력, 수력 등 석유 이외의 1차 에너지에 90%를 의존하고 있다. 독일은 연중 최대부하일이 겨울에 발생하는데 지난 20년간 최대부하일의 부하패턴은 놀랄만큼 평준화되어 왔다(최대부하일의 최대부하/최저부하비를 보면 '65년 12월의 <2.19>에서 '83년 12월에는 <1.34>를 기록).

수요관리 방법으로는 야간전력을 이용한 축열식 전기히터의 기술개발과 저렴한 심야전력요금정책(주간요금의 약 1/2 수준)을 지적할 수 있으며, 축열식 전기히터 보급률은 약 8%에 달하며 계속 증가하는 추세를 보이고 있다. 산업체에서는 시멘트, 알루미늄, 제분, 전기로 등의 업계가 야간전력요금을 이용하고 있으며, 산업체가 필요로 하는 전력의 약 18%를 자가발전으로 충당함으로써 첨두부하 경감에 공헌하고 있다. 난방, 급탕 수요의 약 4%를 담당하고 있는 지역난방의 80%는 열병합발전에 의해 열공급이 이루어지고 있는데, 현재 총 발전량의 3%에 달하는 열병합발전은 향후 10년간 5% 수준까지 확대될 전망이다.

3. 맺음말

전력수요관리는 최근의 세계적인 추세로서, 환경보전과 에너지수급의 불안정, 새로운 무역질서에 대비한 국제경쟁력강화 노력이 활발히 이루어지고 있으며, 우리나라도 공급확충을 위한 투자재원의

심각한 부족, 국제환경규제 심화 및 에너지 공급시설 입지의 어려움 등으로 전력수요관리에 대한 관심이 고조되고 있다.

성공적인 수요관리를 위하여는 투자의 효율성과 목표달성의 효과가 높은 방안부터 우선적으로 추진하고, 에너지 소비효율 개선의 풍토가 조성되도록 각종 법령 및 제도개선, 시장구조 개선, 국민홍보·계몽에 힘을 써야 할 것이며, 기기생산업체는 고효율화를 위한 기술개발에 노력을 기울이고, 가정·상업 및 산업체는 최종 소비단계에서 효율성을 추구할 수 있도록 보다 체계적이고 종합적인 수요관리정책이 필요하다.

●참고문헌 및 자료●

1. 김종달. 『에너지 수요관리 강화를 위한 중·장기 정책방안 연구』, 에너지경제연구원, 1994.
2. 김문덕. 『전력수요관리 정책』, 한국전력공사, 1994.
3. 조중삼. 『DSM과 고효율 조명기기의 보급지원제도』, 한국전력공사, 1993.
4. 최기홍. 『미국의 전력수요관리와 우리의 과제』, 에너지경제연구원, 1993.
5. 안병훈. 『지구환경협약과 전력부문의 대응전략』, 한국과학기술원, 1992.
6. 신정식. 『전력수요관리 연구』, 에너지경제연구원, 1989.
7. B.H. PRSAD. 『Annual DSM Industry Report 1993』, ADSMP USA, 1994.
8. Richard Drouin. 『Annual Report 1993』, Hydro-Quebec Canada, 1994.
9. William R. Huss. 『DSM Technology Reference Guide for HVAC Systems in Commercial and Industrial Applications』, ADSMP USA, 1991.
10. 木船久雄, 『デマンド・サイド・マネージメント(DSM)の現状と課題—美國電氣事業の實態とわが國へのインプリケーション』, 日本エネルギー經濟研究所, 1991.