

우리나라 전력수요 패턴의 장단기 변화 실적에 대한 연구

김권수, 박종인, 박채수  
한국전력거래소

A Study on Changing Patterns of Short-run and Long-run Electricity Demand in Korea

Kim, Kwon-Soo, Park, Jong-In, Park, Chae-Soo  
Korea Power Exchange

**Abstract** - 우리나라 최대전력은 70년대 연도별로 36만 kW, 약 15%씩 증가하였으나, 최근 2000년대에는 연도별로 300만kW 이상, 약 6%대의 증가를 보이고 있다. 발생시간도 70년대에는 저녁시간대에 주로 발생했으나 80년대부터 최근까지는 15시에 하계 최대전력이 발생하고 있다. 아울러 최근에는 기상의 변동폭 증가로 여름과 겨울의 계절성이 증폭되는 추세에 있고 이러한 최대전력 발생의 이면에는 시간별 부하패턴이 다양하게 나타나고 있다. 과거 70-80년대에는 연간이나 월간 부하패턴 모두 평균전력대비 변동폭이 크게 나타났으나 최근에는 변동폭이 상당히 작아지고 있다. 이는 최대전력에 못지않게 전력소비량이 지속적으로 증가하여 부하수준이 평균화되고, 부하율이 높아지고 있다는 것을 나타내며 연중 및 일간 피크 발생시점도 다변화되는 특징을 보이고 있다. 따라서 이러한 부하패턴 변화에 합리적으로 대응하기 위해서는 짧은 기간의 부하관리보다는 상시 수요관리인 효율향상 위주의 프로그램이 필요하고, 저렴한 전기요금의 정상화를 통한 전력소비 감축을 통한 대응이 중요하다. 외국의 사례를 보면 우리나라 냉방 및 난방전력은 현재보다 10%p-20%p 정도 점유비가 추가적으로 상승할 개연성이 높으므로 다양한 시나리오 예측을 통한 철저한 위험관리 체계 확립이 요구된다.

1. 서 론

본론의 2.1에서는 과거 70년대부터 최근까지의 최대 전력 실적 변화를 개괄적으로 살펴보고, 장기 실적 계열의 추세적 변화를 제시하였다. 2.2부터는 부하패턴의 변화를 구체적으로 제시하였는데, 연간 부하패턴 및 월간과 일간(시간별) 부하패턴을 분석하였다. 본 연구의 기초자료는 모두 시간별 피크 자료에 기초하고 있고, 해당 시간별 피크 자료는 최근과 과거 20-30년전 자료간에 절대 수치 차이가 크므로 주로 시간별 상대계수를 바탕으로 연도별 차이를 분석하였다. 시간별 상대계수는 일 평균전력에 대비한 시간별 피크의 상대적 크기를 나타내는 수치로, 1000을 기준으로 상대계수화하였다. 2.2에서는 주로 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울) 및 일형별(근무일, 공휴일, 일요일, 공휴일, 구정추석) 부하패턴에 대해 70년대, 80년대, 90년대, 2000년대별로 변화하는 모습을 분석하였고, 추가적으로는 자료상 제약(예공단 샘플조사 자료)이 있는 전력소비 용도별 부하패턴은 최근('05년-'06년) 것에 대해서만 분석하였다. 2.3에서는 외국의 부하패턴을 분석하였다. 특히 영국, 프랑스, 미국의 뉴욕주 및 일본에 대해 최근의 근무일과 피크일의 부하패턴을 살펴보고, 아울러 냉·난방부하도 추정해 보았다. 결론에서는 상기 분석 내용을 바탕으로 우리나라 전력수급을 위한 시사점을 도출하였다.

2. 본 론

2.1 최대전력 변화 추이

2.1.1 증가 추세 변화

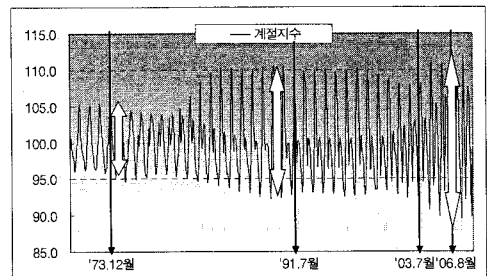
연도별(월별) 최대전력 변화를 살펴보면, 70년대 연평균 14.8%, 80년대는 10.9% 증가하여 10% 이상의 높은 증가세를 유지하였으나, 90년대는 9.5%로 증가세가 둔화되기 시작하여, 2000년대는 연평균 6.6% 증가에 그쳤다. 최대전력의 평균 증가량은 70년대에는 연도별로 약 36만kW 정도씩 증가하는데 그쳤으나, 2000년대는 약 312만kW씩 증가하고 있다.

2.1.2 발생시간 변화

연도별 최대전력의 발생시간을 살펴보면, 70년대는 주로 동계 저녁시간대(19시)에 연 피크가 발생하였고, 80년대('81년)부터 하계 주간시간대(15시)로 발생시점이 변경되었다. 90년대와 2000년대도 주로 하계 주간시간대(15시)에 연 최대전력이 발생하였으며, 2000년대는 특히 적극적인 부하관리 시행으로 오후시간대 부하가 일부 오전으로 이전되어, 오히려 오전 12시에 연 최대전력이 발생하는 사례가 자주 나타났다.

2.1.3 계절성 변화

70년대부터 최근('08년 6월)까지의 월별 계절성 변화를 살펴보면, 최근에 와서 여름철 계절성이 상당히 높아지고 있고, 아울러 겨울철의 계절성도 여름에 못지않게 높아지고 있다. 아래 (그림2)에서는 특히 최근 3~4개년의 계절성이 예년에 비해 큰 폭으로 상승하고 있는데, 이는 냉방 및 난방 민감도가 크게 높아져 계절성 부하에 크게 영향주고 있다는 것을 의미한다

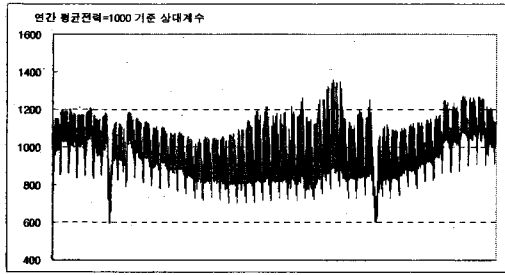


(그림2) 월별 최대전력 계절성 변화

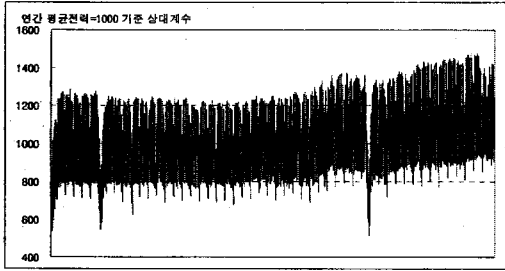
2.2 부하패턴의 변화

2.2.1 연간 부하패턴 변화

최근 2007년도 연간 부하패턴은 70년대~90년대에 비해 연중 평균전력 대비 변동폭이 작게 나타나고 있다 (아래 그림3과 그림4 비교)



(그림3) 2007년도 연간 시간별 부하 변화



(그림4) 1975년도 연간 시간별 부하 변화

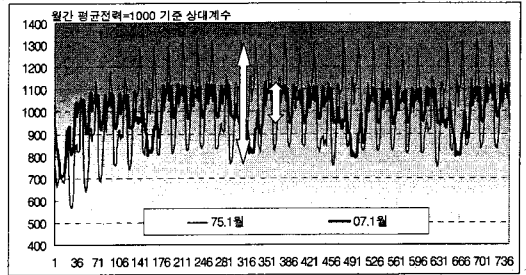
70년대에는 겨울철 특히 12월 19시에 연간 최대전력이 발생하였는데, 이는 겨울철 난방수요 및 점등부하가 주로 기여하였으며, 연말의 수출드라이브 산업용 수요가 가중되고, 상대적으로는 냉방기기 보급이 미진하여 여름철 주간시간대의 수요가 작았기 때문이다

1980년부터는 여름철 오후시간대(15시)로 연간 최대전력이 이전되었는데, 이는 일몰시간대 부하 집중을 억제하기 위해 70년대말부터 시행된 최대부하조절 요금제도에 기인한다. 이에 따라 산업용에서 피크시간 부하를 주간 및 심야로 이전하였으며, 아울러 1990년대 및 2000년대의 여름철 최대전력의 지속적인 확장은 소득향상에 따라 에어컨 가전기기의 보급 확대 및 대형건물 신축에 따른 대형 냉동기 보급 증대로 냉방부하가 급증한 결과이다.

연간 부하패턴 변화의 주요 특징을 살펴보면, 최근에 올수록 부하가 상당히 평준화되고 부하율이 높아지고 있는 점이다. 이는 최대전력의 상승세가 낮아져서 나타난 결과이기 보다는 전력소비량(평균전력) 상승세가 최대전력에 비해 높아진 결과로써, 특히 2000년대에 급격한 심야전력 소비 및 난방전력 증가가 영향을 크게 미친 것으로 판단된다. 두 번째 특징은 여름철과 겨울철 최대전력의 차이가 70년대~90년대에 비해 급속도로 줄어들고 있는 점이다. 최근 2000년대에는 여름철과 겨울철 최대 전력 차이가 평균적으로 약 2%에 불과하다.

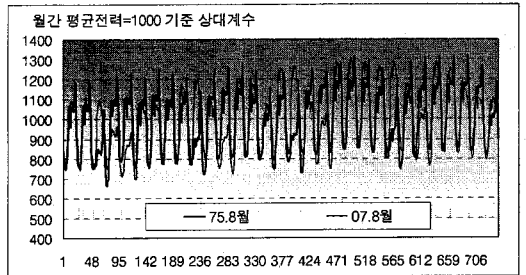
### 2.2.2 월간 부하패턴 변화

월간(744시간)의 시간별 부하패턴을 살펴보면, 요일별로 생산활동의 차이에 따라 부하 증감에 변동은 있어도, 월간에 기간별(초순, 중순, 하순 등)로 확인한 패턴 변화는 없었다. 겨울철에는 최근 2000년대가 과거 70년대~90년대에 비해, 부하 변동폭이 상당히 작아진 모습을 보이고 있다. 이는 겨울철 부하수준이 월간에 걸쳐 고루 유지되는 모습을 나타내는 것으로써, 겨울과 봄·가을철에 심야전력의 영향을 크게 받았고, 아울러 겨울철 난방전력 소비가 최근에 와서 상당히 늘어나고 있는 것을 나타낸다. 특히 여름철에는 과거 70년대~90년대와 최근 2000년대 모두 부하 수준의 변동폭이 월간에 걸쳐 등락이 크게 나타나는 모습을 보였다. 이는 과거와 최근 모두 여름철 계절성의 영향에 따른 첨두부하 변동이 상당히 큰 것을 알 수 있다.



(그림5) 70년대와 2000년대 겨울철 월간 부하 변화

아래 (그림6)에서 알 수 있듯이 여름철의 월간 부하패턴 변화는 과거 70년대나 최근 2000년대 모두 크게 변화된 모습이 없이 비슷한 형태를 보이고 있다.



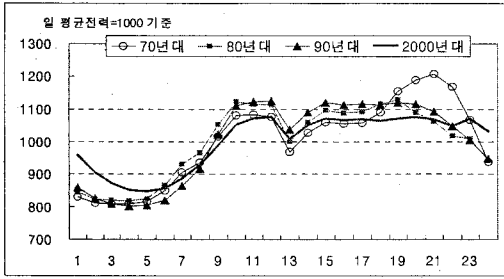
(그림6) 70년대와 2000년대 여름철 월간 부하 변화

최근 2000년대의 봄철과 가을철의 월간 부하패턴은 겨울철과 비슷하게 과거 70년대~90년대에 비해 변동폭이 상당히 작아진 모습으로 부하가 지속되고 있고, 이에 따라 부하지속곡선의 기울기가 둔화되어 부하율이 상승한 모습을 보이고 있다. 봄, 가을철의 이러한 부하평준화(부하율 상승)의 원인은 2000년대에 급증한 심야전력 및 난방전력 소비의 영향이 컸던 것으로 추정된다

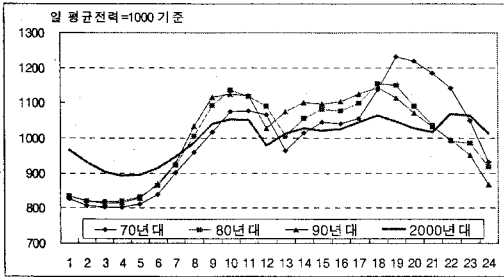
### 2.2.3 일간 부하패턴 변화

근무일 일간 부하패턴에 대해 살펴보면, 70년대는 저녁시간대(19~21시) 부하가 상당히 증가하는 저녁시간 피크형 부하패턴을 형성하고 있고, 80년대~2000년대에는 저녁시간대에 상대적으로 부하 크기가 감소하고 오후 및 오전 시간대로 일 최대전력이 이전되었다. 특히 2000년대에는 일간 평균전력에 비해 최대전력의 등락 폭이 작아져서, 부하수준이 평탄화되는 모습을 보이고 있으며, 오전 11시~12시, 오후 15시~20시, 심야 23시 등의 3개 시간대에 부하수준이 높게 형성되는 모습을 보이고 있는데, 심야전력 증가의 영향으로 23시 피크가 두드러지는 모습은 예년대비 확연하게 나타나는 특징이다. 따라서 과거에는 겨울철 저녁시간 피크 발생과 여름철 오후 시간대 피크 발생에 대비하여 효율적 수급대책 확립이 용이하였으나, 최근에는 위에서 언급한 바와 같이 3개 시점의 부하(다변화된 피크 발생 시점)를 동시 대비해야 하므로 보다 다양한 수급대책 수립이 필요하다.

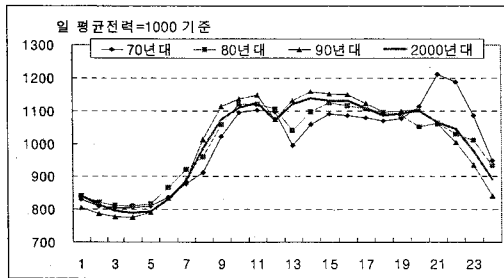
근무일중의 겨울철과 여름철을 별도 분석해 보면, 겨울철에는 70년대~90년대에는 저녁시간대(18~19시) 부하가 일 피크를 형성하였으나, 2000년대에는 오전 11시~12시, 오후 18시, 심야 23시 등에서 일피크가 발생하고 있다. 여름철에는 70년대에 저녁시간대 일피크가 발생된 점을 제외하고는 80년~2000년대까지 모두 오후 시간대 14~15시에 일 피크가 발생하고 있음을 알 수 있다.



(그림7) 일간(시간별) 부하 패턴 변화

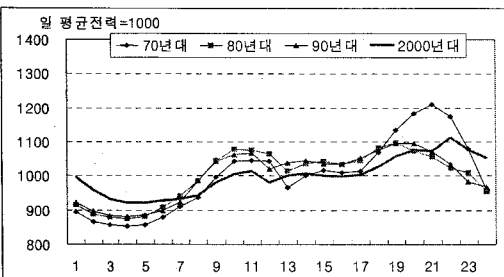


(그림8) 일간(시간별) 겨울철 부하 패턴 변화



(그림9) 일간(시간별) 여름철 부하 패턴 변화

휴일 부하패턴을 살펴보면, 공휴일, 일요일 및 명절 모두 오전시간대는 당일 평균전력을 하회하는 낮은 부하수준을 유지하다가, 18시부터 점등수요 등으로 인해 부하수준이 높아지기 시작하여 저녁 및 심야시간대에 일 피크를 형성하고 한다. 그러나 토요일의 경우는 여타 휴일에 비해 다소 상이한 부하패턴을 보이고 있는데, 오전에 평균전력을 상회하는 다소 높은 부하수준을 유지하다가 오후 시간대에는 여타 휴일에 비해 상대적으로 낮은 부하수준을 나타내고 있다.

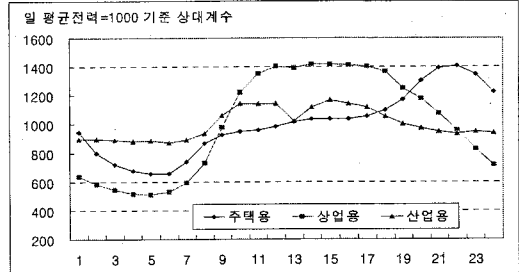


(그림10) 공휴일 일간(시간별) 부하 패턴 변화

### 2.2.4 용도별 부하패턴

전력소비 용도별 부하패턴은 주택용, 상업용, 산업용

으로 나눌 수 있는데, 관련 자료가 정기적인 검침자료로 DB화 되어 있지 않아 최신 자료 구득에 제약 사항이 있어 샘플자료가 이용되었다. 주택용은 점등부하가 발생하는 18시부터 부하수준이 높아지기 시작하여, 21시~22시에 일 최대전력을 형성하고, 상업용은 오전 10시~11시에 부하수준이 높아지기 시작하여 오후 17시까지 상당히 높은 부하수준을 유지하고 있으며, 산업용은 주택용 및 상업용에 비해 상대적으로 주야 평탄형으로써, 오전 및 오후 근무시간대의 부하수준이 여타 시간대에 비해 소폭 높은 모습을 보인다.

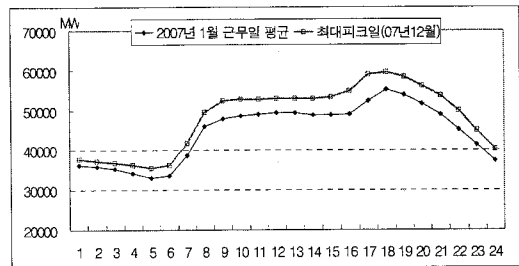


(그림11) '05-'06년 여름철 일간 용도별 부하 패턴

### 2.3 외국 부하패턴 및 냉난방 변화

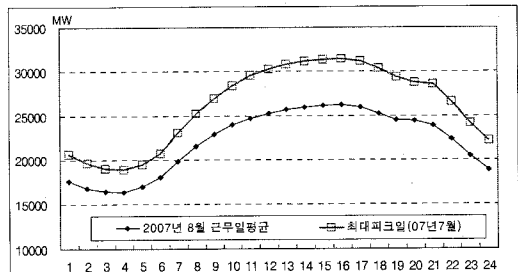
#### 2.3.1 외국 부하패턴

영국 및 프랑스의 일간 시간별 부하패턴은 우리나라와 달리 점심시간대 부하가 명확히 구분되지 않으며 겨울철 난방부하와 일몰시간의 점등부하가 가중되는 저녁시간대(18시~19시)에 피크가 발생되고 있다. 연간 최대전력도 겨울철에 가장 소비가 많은 전형적 동계 피크 국가이다.



(그림12) 영국 일간 부하 패턴

미국 뉴욕주는 여름철 15시에 피크가 형성되는 전형적인 하계 피크 지역으로써, 연간 월별 부하패턴 측면에서도 우리나라와 비슷하게 봄철 및 가을철에 비해 여름철 및 겨울철에 계절성 피크가 발생하는 국가이다. 일본도 전형적인 하계 피크 국가로써, 여름철 오후 시간대에 연중 최대전력이 발생되고 있다.



(그림13) 미국 뉴욕주 일간 부하 패턴

### 2.3.1 외국의 냉방 및 난방전력

영국과 프랑스는 동계 피크 국가로써 피크 시점의 난방 전력 비중이 전체 부하대비 각각 31%와 41%를 차지하고 있는 것으로 추정되고, 이는 우리나라에 비해 9%p~19%p 높은 수준이다.

	한국	영국	프랑스
최대전력(MW)	60,950	59,559	88,370
난방부하(MW)	13,410	18,702	36,656
난방부하 비중(%)	22	31	41

※ 2007년 자료 기준

미국 뉴욕주와 일본은 하계 피크 국가로써 피크시점의 냉방전력 비중이 전체 부하대비 각각 38%와 39%를 차지하고 있고, 우리나라에 비해 15%p~16%p 높은 수준을 나타낸다.

	한국	미국 뉴욕주	일본
최대전력(MW)	62,285	31,393	182,965
냉방부하(MW)	14,313	11,944	70,824
냉방부하 비중(%)	23	38	39

※ 2007년 자료 기준

## 3. 결 론

본론에서 언급하였듯이 과거의 부하패턴은 외생 환경 변화에 따라 다양한 패턴으로 나타나고 있고, 관련 변화 양상도 최근에 올수록 변화하는 정도가 빠르고 복잡한 측면을 나타낸다. 따라서 이에 대해 시의성있는 전력수급 대책이 필요하며, 이를 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

첫 번째로 다양한 시나리오 예측 및 관련 위험관리 대책이 마련되어야 한다. 기상의 온난화와 불확실성이 증폭되고 있는 상황이므로 계절성 부하(냉난방 부하)의 급격한 변동에 대비하여 다양한 시나리오 예측이 있어야 하고, 아울러 이에 따른 시나리오별 위험관리 대책이 확립되어야 한다. 외국 부하행태 분석에서도 나타났듯이 우리나라 냉난방부하는 현재 20% 정도 점유하는 수준에서 30~40%대 수준까지 늘어날 가능성이 크므로 불확실성의 확대에 따른 위험관리가 무엇보다 중요한 고려 사항이라고 판단된다. 두 번째로 피크억제를 위해 현재의 여름철 단기 수요관리에 상시 수요관리 체제가 강화되어야 한다. 연중 최대전력 발생시간대가 오전, 오후, 심야 시간대로 다변화되는 추세에 있고, 아울러 연 최대전력이 가능한 계절과 시간대에 관련 수요관리 프로그램(자율절전 등의 부하관리 프로그램)을 모두 시행할 수 없으므로 에너지 저소비 구조를 달성하고 상시 수요관리 체제 확립을 위한 효율향상 프로그램을 강화해야 한다. 아울러 2008년에 처음 도입되어 효과적인 성과를 거둔 전력거래소의 수요자원시장을 보다 적극적으로 확대할 필요성도 커진다. 세 번째로 저렴한 전기요금에 대한 정상화가 시급하다. 이를 위해서는 계약종별 불균형 해소를 통한 교차보조의 대폭 축소가 필요하고, 계시별 요금제도의 강화 및 전기요금에 대한 유가연동제 도입 등도 요구된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 오관치, "전력수요예측", 한국개발연구원, 1978. 2
- [2] 한국전력공사 기획관리부, "경제적 전력수급을 위한 부하관리 방안 연구", 1980. 12
- [3] 한국전력공사, "부하곡선자료", 1983. 6
- [4] 한국전력공사, "하계냉방부하 전력수요 특성분석", 1983. 11
- [5] 한국전력공사 계통운영처, "수요예측자료집", 1994

- [6] 한국전력거래소, "하계냉방부하 특성분석", 2001-2007
- [7] National Grid UK, Demand Data, Operational Data, 2007
- [8] RTE France, Real time Demand Data, 2007
- [9] NYISO USA, Load Data, Market Data, 2007