

# DSM 프로그램별 효과측정 및 평가연구(하)

향후 최대전력 부족예상으로  
수요관리 대상기기 확대보급이 불가피할 것으로 예상되므로  
주요 대상기기 (End - use) 중심으로 수요관리 프로그램의 본격적인 시행에 앞서  
그동안 외국의 자료나 메이커들의 공급사양에만 의존한 채 예측되어 오던 수요관리 효과를  
현장실측을 통해 보다 정밀하게 분석한다.

글 / 김인수 · 문증철(에너지관리공단 전기수요반)

## 5. 수요관리의 절전잠재량 추정

### 가. 절전잠재량 개요

#### 1) 전 제

수요관리 사업을 시행하기 위해서는 고효율기기의 보급 촉진을 위해 필요한 홍보, 세제 지원 환급비용 등과 같이 상당한 비용이 소요되는데 이러한 비용의 크기가 채택된 프로그램의 성질이나 추진 강도에 따라 달라지게 된다. 따라서 수요관리사업을 효과적으로 시행하기 위해서는 먼저 고려되고 있는 개별 수요관리 프로그램에 대해 추진강도를 다르게 했을 때 예상되는 절전잠재량을 다양하게 추정해 보고 이에 따른 비용 측면과의 대비를 통해 합리적 수요관리 방안을 확보하는 것이 효과적이다. 수요관리 프로그램의 절전잠재량 추정에는 일반적으로 MTP, EP, AP 그리고 NOP 등과 같은 네가지 수요관리 시나리오가 사용된다. 이들 네가지 수요관리 시나리오에 대한 세부적 설명은 다음과 같다.

#### ○ MTP(Maximum Technical Potential)

MTP는 모든 수요관리형 고효율기기 및 절전 기법들이 100% 보급되었다고 가정했을 때의 절전가능량을 말한다. 즉, 현재의 전기기기들을 산존 수명과는 관계없이 고효율기기로 즉시(instantaneously) 교체하는 경우 절약할 수 있는 전력량을 가리키는 것이다.

#### ○ EP(Economic Potential)

EP는 수요자(혹은 수용가와 전력회사 모두)에게 경제성이 있는 것으로 판단되는 고효율기기들이 보급되었을 때 기대되는 절전잠재량을 말한다. 고효율기기들이 반드시 경제성이 있다거나 또는 경제성이 있더라도 모든 수용가들에 대해 다 경제성이 있다고 보기는 어렵기 때문에 EP는 통산 MTP보다 적은 것으로 나타난다.

#### ○ AP(Achievable Potential)

AP는 수요관리사업을 통해 보급되는 고효율기기로 인해 기대할 수 있는 절전잠

〈표 13〉 MTP(2000년)

| 구분  | 수요예측       |          | 수요절감효과     |          | %        |         |
|-----|------------|----------|------------|----------|----------|---------|
|     | 수요전력량(GWh) | 최대전력(MW) | 수요전력량(GWh) | 최대전력(MW) | 수요전력량(%) | 최대전력(%) |
| MTP | 239,281    | 15,050   | 21,737     | 7,094    | 9.1      | 15.7    |

〈표 14〉 연도별, 프로그램별 절전잠재량(MTP)

| 구분     | 1996  |       | 1997  |       | 1998   |       | 1999   |       | 2000   |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|        | GWh   | MW    | GWh   | MW    | GWh    | MW    | GWh    | MW    | GWh    | MW    |
| 고효율조명  | 963   | 280   | 1,871 | 559   | 3,212  | 831   | 5,049  | 1,107 | 6,253  | 1,383 |
| 인버터    | 2,179 | 337   | 5,738 | 780   | 8,504  | 1,156 | 11,300 | 1,536 | 11,103 | 1,917 |
| 최대전력관리 | —     | 227   | —     | 460   | —      | 717   | —      | 898   | —      | 1,159 |
| 빙축열    | —     | 129   | —     | 258   | —      | 387   | —      | 515   | —      | 664   |
| 패키지빙축열 | —     | 93    | —     | 110   | —      | 131   | —      | 160   | —      | 196   |
| 냉탕기기제어 | —     | 78    | —     | 184   | —      | 916   | —      | 188   | —      | 712   |
| 급수펌프제어 | —     | 1     | —     | 3     | —      | 5     | —      | 6     | —      | 8     |
| 휴수식냉방기 | 253   | 208   | 504   | 415   | 782    | 644   | 1,035  | 852   | 1,287  | 1,059 |
| 소형열병합  | 5     | 1     | 12    | 2     | 25     | 4     | 52     | 9     | 91     | 16    |
| 합계     | 3,700 | 1,354 | 8,125 | 2,771 | 12,523 | 4,194 | 17,436 | 5,571 | 21,737 | 7,094 |

재량을 가리킨다. AP는 앞서 언급된 MTP는 물론 EP보다도 절전량이 적다.

#### ○ NOP(Naturally Occuring Potential)

NOP는 전력회사나 정부가 별다른 수요관리사업을 시행하지 않고서 시장에서의 통상적인 움직임에만 의존할 때에 기존 전기기기들이 고효율기기로 교체됨으로써 기대되는 절전잠재량을 가리킨다.

### 나. 절전잠재량

이상과 같이 효율개선에 관한 절전잠재량 추정에서 사용되는 개념은 다양하며, 더욱이 실제 추정시 많은 오차와 불확실성이 내포되어 추정상에 어려움이 있다. 본 연구에서는 수요절감 잠재량을 추정하는데 있어 수요관리의 MTP와 AP를 추정해본다.

#### 1) MTP

본 연구에서는 현장 측정에 의한 자료를 근거로 경제성 분석 결과, 경제성이 보장되어 보급 전망이 확실시되므로 이들 기기를 대상으로 2000년에 기술적 최대 절전잠재량을 추정한 결과 표

13과 같이 절전잠재량은 20,356GWh로 한전 전력수급계획 총전력수요의 8.5%이며 최대전력 경감은 6,019MW로 총수요전력의 13.4%에 달할 것으로 추정된다.

#### ○ 연도별 수요전력 절약잠재량 추정(MTP):

표 14

#### 2) AP

2000년까지 실현가능 절전잠재량(AP)을 추정한 결과 표 15에서와 같이 효율개선에 의한 절전잠재량은 6,266GWh로 한전 전력수급계획 총전력수요의 2.6%이며 연료전환(가스냉방)에 의한 절전잠재량은 1,190GWh로 총전력수요의 0.5%로 위 2부분에 의한 절전잠재량은 총전력수요의 3.1%이다.

#### ○ 연도별 수요 절전잠재량 추정 : 표 16

#### 3) 수요관리 경감효과 분석

그림 16은 수요관리사업 시행에 따라 실현가능 절전잠재량(AP)만큼 효과가 나타나 최대전력이 경감되는 형태를 보여주고 있다.

수요관리 목표 연도인 2000년에는 최대전력이 14:00시경에 45,050MW에서 2,191MW가 경감된

<표 15> 2000년 실현가능 절전잠재량(AP)

| 구분 | 수요예측       |          | 수요절감효과     |          | %        |         |
|----|------------|----------|------------|----------|----------|---------|
|    | 수요전력량(GWh) | 최대전력(MW) | 수요전력량(GWh) | 최대전력(MW) | 수요전력량(%) | 최대전력(%) |
| AP | 239,281    | 15,050   | 7,456      | 2,191    | 3.1      | 4.9     |

<표 16> 연도별, 프로그램별 절전잠재량(AP)

| 구분     | 1996 |       | 1997  |     | 1998  |       | 1999  |       | 2000  |       |
|--------|------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | GWh  | MW    | GWh   | MW  | GWh   | MW    | GWh   | MW    | GWh   | MW    |
| 고효율조명  | 313  | 90    | 563   | 155 | 820   | 231   | 1,186 | 279   | 1,345 | 317   |
| 인버터    | 463  | 63    | 1,088 | 148 | 2,273 | 309   | 3,561 | 484   | 4,921 | 669   |
| 최대전력관리 | —    | 0.8   | —     | 2.6 | —     | 12    | —     | 29    | —     | 60    |
| 빙축열    | —    | 24    | —     | 48  | —     | 73    | —     | 99    | —     | 125   |
| 팩키지빙축열 | —    | 5     | —     | 13  | —     | 22    | —     | 42    | —     | 67    |
| 냉방기기제어 | —    | 0.1   | —     | 0.6 | —     | 1     | —     | 3     | —     | 6     |
| 급수펌프제어 | —    | 0.03  | —     | 0.1 | —     | 0.3   | —     | 0.6   | —     | 1     |
| 흡수식냉방기 | 110  | 1,145 | 301   | 248 | 521   | 129   | 796   | 655   | 1,140 | 938   |
| 소형연병합  | 1    | 0.1   | 5     | 1   | 12    | 2     | 27    | 5     | 50    | 8     |
| 합계     | 917  | 298   | 1,957 | 616 | 3,626 | 1,079 | 5,570 | 1,597 | 7,456 | 2,191 |

42,859MW로 7.8% 경감되고 있으며 최대전력 이  
동에 따라 심야시간대에는 상승하고 있다.

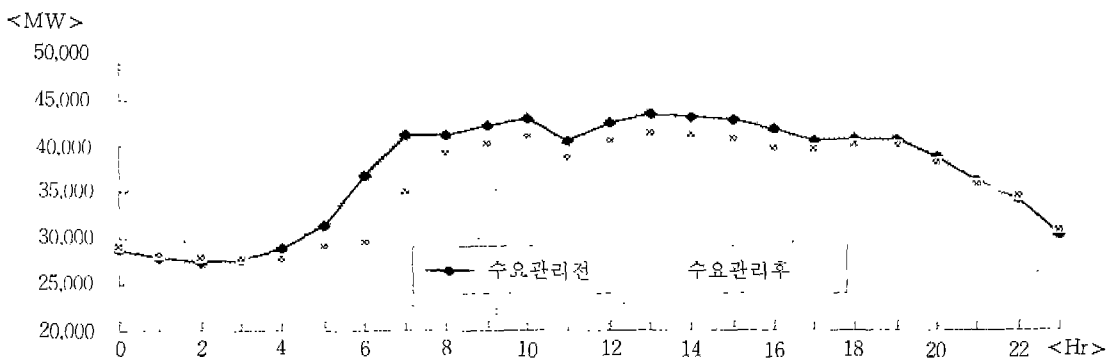
○ 시간대별 절전잠재량: 각 시간대별 프로그  
램 절전잠재량의 합

※ 산출자료

- 전국 최대전력은 '95년 시간대별 최대전력  
을 기준으로 하여 2000년 이후 최대전력은  
'96 한전 장기전원수급계획에 따른 매년 최  
대전력 증가율만큼 2000년까지 증가한 전력  
량을 기준으로 한다(매년시간별 MW='95  
년 시간별 MW×'96 한전 장기전원수급계  
획에 따른 매년 최대전력 증가율).

(단위 : MW)

| 시간 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AP | -398  | -398  | -398  | -397  | -159  | -159  |
| 시간 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 |
| AP | 1,806 | 1,807 | 1,883 | 1,883 | 1,882 | 1,882 |
| 시간 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 |
| AP | 1,882 | 2,191 | 1,882 | 2,125 | 2,125 | 996   |
| 시간 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 24:00 |
| AP | 677   | 676   | 676   | 268   | -339  | -400  |



<그림 16> 2000년 최대전력 경감효과

<표 17>

| 연 도         |     | 1995    | 1996    | 1997      | 1998      | 1999      | 2000      |
|-------------|-----|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 총보급대수(천대)   |     | 90,356  | 95,956  | 101,556   | 107,156   | 112,756   | 118,356   |
| 고효율 조명기기 보급 |     | 13,574  | 20,956  | 38,842    | 54,270    | 67,732    | 79,622    |
| MTP         | MW  | 94      | 161     | 298       | 416       | 519       | 610       |
|             | MWh | 500,865 | 857,865 | 1,587,850 | 2,216,597 | 2,765,418 | 3,250,298 |

\* MW = 고효율 조명기기 보급대수 ÷ 2 × 절감전력 × 수용률 / (1 - 손실률)  
 \* GWh = MW / 수용률 × 사용시간(3,570h/y)

<표 18> 보급예상량 및 절전잠재량

| 연 도       |     | 1995   | 1996   | 1997    | 1998    | 1999    | 2000    |
|-----------|-----|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 보급대수(천세트) |     | 214    | 850    | 1,486   | 2,758   | 3,076   | 3,394   |
| AP        | MW  | 4.7    | 15.8   | 31.6    | 63.2    | 71.1    | 79.0    |
|           | MWh | 25,096 | 84,188 | 168,376 | 336,752 | 378,846 | 420,940 |

다. 프로그램별 절전잠재량 산출 예시

9개 프로그램중 대표적인 고효율 조명기기(32W 전자식안정기 및 26mm 슬림형 형광등)의 절전잠재량 산출에 대한 예시로 제시한다.

1) 고효율 조명기기

- 내용: 기존에 설치된 40W 형광램프 및 자기식안정기를 32W 형광램프 및 전자안정기로 교체
- 직관형 형광등의 용량별 분포

(단위: 천대)

| 용 량 (W) | 일반용    |       | 산업용    |       | 전 체    |       |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|         | 대 수    | 비율(%) | 대 수    | 비율(%) | 대 수    | 비율(%) |
| 40      | 44,645 | 81.7  | 40,111 | 92    | 84,756 | 86.3  |

주: 고효율 조명기기 보급방안 연구보고서, 형광램프 장치수요전망 p21~22, 통산부 1995. 2

2) 수용률(가중평균치)

: 0.67(일반용-0.64, 산업용-0.705)  
 (조명기기 보급실태조사, 피크시 수용률 p99, 한전 1994)

3) 사용시간(가중 평균치)

: 3,570h/년(일반용-3,074h/년, 산업용-4,107h/년)

4) MTP

40W 직관형 형광램프 및 자기식안정기를 32W 직관형 형광램프 및 전자식안정기로 2000년까지 연 5% 교체(40W 전자식안정기로 보급된 램프는 제외): 표 17

5) AP

- 보급예상량 및 절전잠재량(표 18)
  - 신규 자연증기분 560만대와 연간 자연기체분 500만대중 고효율 조명기기로 교체하는 비율은 6%로 추정
  - 전자식안정기 리베이트 자금이 '98년까지 실시예정 → '98년 이후 교체 계획물량이 '98년에 집중 교체될 것으로 예상
  - '95년 보급대수는 한전조명기기 보급실태조사 고효율기기 보급대수 191천대의 연 6% 증가 예측
  - 절전잠재량(MW): 보급대수 × 절전량(0.0334kW) × 수용률 / (1 - 0.0987)
  - 절전잠재량(MWh): MW / 수용률 × 사용시간

6) DSM에 의한 경제성 평가결과(표 19)

- 총보급대수 3,394천대에 대한 수요관리비용은 총자원비용(TRC)기준시 36,710백만

<표 19> DSM에 의한 경제성 평가결과

(단위 : 백만원)

| 구 분   |      | TRC Test | RIM Test | P Test  | U Test  |
|-------|------|----------|----------|---------|---------|
| 총보급대수 | 편익   | 128,367  | 128,367  | 104,198 | 128,367 |
|       | 비용   | 36,710   | 104,198  | 36,710  | 19,467  |
|       | 순현재가 | 91,657   | 24,169   | 67,488  | 108,900 |
|       | B/C율 | 3.50     | 1.23     | 2.81    | 6.59    |
| 단위기기  | B/C율 | 3.21     | 1.20     | 2.66    | 6.05    |

원, 편익은 128,367백만원으로 B/C율은 3.5로 경제성이 높게 나타나고 있으며 나머지 3개 평가에서도 1 이상으로 나타나고 있다.

## 6. 결론

부하관리형 전력요율제 중심의 간접적 전력수요 관리방식에 주로 의존해오던 우리나라의 전력수요 관리제도가 최근 그동안의 관련 기술의 발전으로 인해 전력 다소비형 End-user기기를 직접적으로 통제하는 방식을 병행하는 보다 적극적인 전력수요 관리방안으로의 전환을 모색하고 있다. 본 연구는 이와 관련하여 현재 우리나라의 전력 소비패턴과 기술수준을 감안할 때 실제로 도입 가능성이 큰 것으로 판단되는 9개의 수요관리 프로그램을 일부 특정수용가들에게 시범적으로 보급하고 단위기기별로 그 효과를 실측하였다. 여기서 얻은 실측 결과는 일반화 작업을 통해 실측에 참여한 수용가의 특수 상황을 배제하고 일반 수용가에게 적용했을 경우에 얻을 수 있을 것으로 예측되는 효과치로 전환되었다. 그리고 마지막으로 이 일반화된 단위기기별 수요관리 프로그램별 효과치를 이용하여 표준평가방법에 의한 경제성 분석은 물론 목표 연도인 2000년까지의 프로그램별 보급률을 감안한 경제성 분석을 시도하였다.

수요관리 프로그램은 수요가의 자발적인 참여가 무엇보다도 중요시되고 있는 수요관리사업에서 앞서 확인되어야 할 사항은 수요관리사업에 참여하는 수용가에게 발생하는 비용과 편익을 평가하는 참여자 테스트(P-Test)이다. 본 연구에서 조사한

결과에 의하면 총자원비용 테스트에서 긍정적인 결과를 얻은 것과 마찬가지로 참여자 테스트에서도 9개 프로그램 모두가 수용가에게 순이익을 가져다 주는 것으로 나타났다.

또한 2000년까지 프로그램별로 보급률을 고려한 후 9개 프로그램을 통합하여 경제성을 평가했을 때도 4개 테스트 모두 편익이 비용보다 많은 긍정적인 결과를 보여주고 있어 직접적 수요관리 방안에 대한 도입 전망을 밝게 해주고 있다.

한편 절전잠재량 추정에서는 우선 본 연구에서 집중적으로 분석한 9개 수요관리 방안에 의한 MTP가 2000년의 수요전력량기준 20,356GWh, 최대수요전력 기준 7,094MW에 달하고 있는데 이는 예측 수요대비 각각 9.1%, 15.7%에 해당하는 수준이다. 반면 AP는 수요전력량기준 7,456GWh, 최대수요전력기준 2,191MW로서 예측 수요대비 각각 3.1%, 4.9%에 달하고 있어 실제 투입이 가능한 수요관리 방안의 효용성을 짐작케 하고 있다.

그러나 본 연구의 이같은 결과를 수치 그대로 해석하는 데에는 주의를 요하는 몇가지 구조적 한계점이 있다. 먼저 본 연구의 수행을 위해 구입하여 사용한 DMS라는 경제성 평가 전용 컴퓨터 프로그램을 통해 정확한 경제성 평가를 하기 위해서는 목표 연도까지의 시간대별 부하예측자료, 한계연료비용, 전력요금 등과 같은 전력 경제환경과 관련한 방대한 데이터의 입력이 필요하다. 본 연구에서는 이들 입력 데이터의 정확한 추정을 위해 많은 노력을 기울였으나 시간적 한계로 인해 만족할 만한 성과를 얻지는 못했다. 따라서 본 연구에서 처음으로 시도한 것과 같은 본격적 수요관리 프로그램 경제성 평가를 위해서는 무엇보다도 기초자료에 대한 축적이 앞서 이루어져야만 하겠다.