

주거용 DSM 잠재량 추정에 관한 연구

박종진*, 이창호*, 김진오*
*한국전기연구원, *한양대학교

A Study on DSM Potential Estimation for Residential Sector

Jong-Jin Park*, Chang-Ho Rhee*, Jin-O Kim**
*Korea Electrotechnology Research Institute, **Hanyang University

Abstract - This paper presents the evaluation procedures and the estimation model for DSM potential by stage on residential sector in Korea. In general, the evaluation process of the potential savings for DSM measures or programs consists of baseline electricity consumption forecast and potential evaluation such as maximum technical potential(MTP), phased-in technical potential(PTP), economic potential (EP), and achievable potential(AP). The purpose of this paper is to establish the evaluation process of those DSM potential for residential sector.

1. 서 론

우리나라의 수요관리프로그램은 '70년대 요금제도에 의한 부하관리로부터 시작하여, '90년대부터는 고효율 조명기기, 그리고 2000년대 들어서서 고효율 전동기 및 고효율 인버터와 같은 에너지절약기술에 의한 수요관리 프로그램 도입하여 그 비중이 높아지고 있다.

수요관리 프로그램을 체계적으로 개발, 보급, 평가하기 위해서는 전력수용가의 소비규모와 소비행태에 대한 상세 실적치와 전망이 필수적이며, 이 중 가장 기초적인 지표가 절전잠재량이다. 지금까지 DSM 잠재량에 대한 연구는 주로 산업체 및 대형건물 진단에 의한 조사나 개별기기 및 시행중인 프로그램에 대한 단편적인 조사분석이 대부분이나, 이러한 잠재량 산정은 체계적인 선정기법이나 절차보다는 자의적인 가정과 절차에 의해 이루어지고 있는 관계로 조사 또는 추정결과와 일관성을 확보하기 어려운 뿐만 아니라, 개별기기만을 대상으로 하였기 때문에 데이터의 정확도를 보장하기 어렵다.

선진국의 경우는 이미 오래전부터 DSM 기술에 대한 여러종류의 평가기법과 성과추정 방법론을 개발하여 사용하고 있고, 여러 종류의 상업용 전산모델이 활용중에 있어 DSM 기술 및 프로그램의 평가나 자원대안으로서의 평가가 상당히 체계적으로 이루어지고 있다.

따라서, 우리나라도 DSM기술의 체계적인 평가와 프로그램의 시행에 따른 예상효과를 다각적으로 사전분석할 수 있는 메커니즘의 정립이 시급하며, 특히 DSM 프로그램의 신규도입을 위해서는 이러한 DSM기술에 대한 정확한 자원평가가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 국내외 잠재량 평가기법과 절차를 분석하여 주거용 부문의 DSM 잠재량 추정방법 및 절차를 제시하였다.

2. DSM 잠재량 추정방법 및 절차

2.1 DSM 잠재량의 개념

DSM 잠재량이란 에너지절약 또는 부하관리를 위한 특정한 기술이나 기기를 통해 절감될 수 있는 에너지 및 설비의 규모를 지칭한다. DSM 잠재량을 분류하면 기술적잠재량(Technical Potential : TP), 경제적잠재량(Economic Potential : EP), 도달가능잠재량(Achievable

Potential : AP), 프로그램잠재량(Program Potential : PP) 및 자연발생 잠재량(Naturally Occurring Potential : NOP) 등이 있다. 이중 기술적 잠재량(TP)은 기술적으로 도달가능한 잠재량으로 기기의 교체여부에 따라 최대기술적잠재량(Maximum Technical Potential : MTP)과 단계별 기술적잠재량(Phase-in Technical Potential : PTP)으로 구분되며, 경제적잠재량(EP)은 비용효과적인 DSM 기술만을 고려한 절전잠재량, 도달가능 잠재량(AP)은 DSM 기술의 구입 및 보급을 고려한 현실적인 잠재량으로 정의된다. 잠재량 추정은 먼저 기술적 잠재량으로부터 비용효과적인 기술을 선정하고, 이를 토대로 적용하고자 하는 프로그램의 잠재량을 산정하는 것이 일반적인 절차이다.

DSM 잠재량 추정을 위해서는 기준수요 예측이 선행되어야 하며, 잠재량 추정시에는 DSM 기술 및 특성 조사, DSM 기술의 식별 및 기술심사에 의한 기술적 잠재량 추정, 경제적 심사에 의한 경제적 잠재량 추정, DSM 기술 시장보급 심사에 따른 도달가능잠재량 추정의 순서로 이루어진다. 그림 1은 DSM 잠재량 추정 절차를 나타낸 것이다.

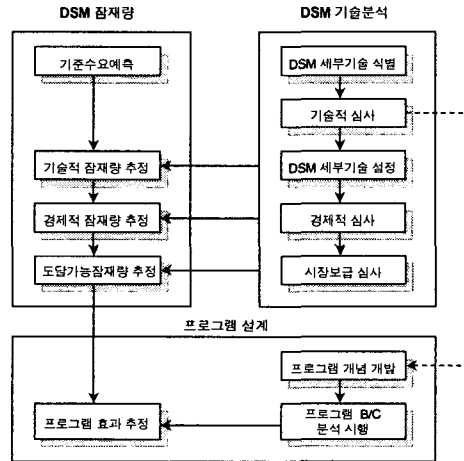


그림 1. DSM 잠재량 추정 절차도

2.2 기준수요 예측

기준수요예측은 연도별로 잠재량 산정시 기준이 되는 수용가별, 용도별, End-Use 및 기기별 수요 및 부하를 예측하는 것으로서 접근방법에 따라 Bottom-Up, Top-Down 및 Prototype 방법의 3가지로 나눌 수 있다.

주거용에 있어서의 예측 정밀도는 End-Use별 기기의 소유 여부 및 기기당 소비량의 정확성에 의존한다. 따라서 기기보급율에 대한 조사와 아울러 기기별 연간 평균 전력소비량(UEC : Unit Energy Consumption)에 대한 정밀한 분석 데이터가 필요하다. 한편, 사용실태에 대한

분석을 위해서는 먼저 일반 가전기기의 경우에 있어서는 기존의 기기별 사양, 기기 이용도, 기기 효율기준에 대한 기술적인 지표가 필요하다.

Bottom-Up 방식에 의한 End-Use의 합계치는 시스템 전체에 대한 예측치와 기준안의 차이에 의한 비율로 추정될 수 있다. 그러나, 이러한 방법(단순비를 또는 추세 변동에 의한 방법)은 시간의 흐름에 따른 End-Use 상호 간의 구조적 변동을 적절히 반영하기 어려우며, 기기효율 향상이나 신기술 출현으로 인한 UEC의 변동 또한 정확하게 예측하기 어려운 단점이 있으므로, 이를 보완하는 측면에서 계량경제학적인 접근방법이나 조건부 수요예측방법과 같은 다양한 기법이 함께 활용될 필요가 있다.

본 논문에서는 주거용의 경우 기준수요예측 방법으로 Bottom-Up방법을 근간으로 사용하고, 아울러 전력수급 장기계획을 통해 공식적으로 제공되는 수용가별 데이터를 집계치로 활용하는 방법을 제안한다. 개별적인 데이터는 전력사용실태 등 설문조사나 행태분석을 통해 얻어진 정보를 토대로 기기별, End-Use별, 시장단위별로 집계해 활용할 수 있다.

기준수요예측을 위해서는 먼저 용도선택, End-Use 및 기준기술의 설정이 필요하다. 그리고 예측부문(전력량인 지 부하인지)을 식별하고, 시장단위와 보급단위를 설정하게 된다. 두 번째로 기준기술의 소비전력, 사용시간(부하를 예측할 경우는 피크수용율로 대체하고, 사용을 및 보급률의 실적값을 토대로 기준년도부터 종료기간까지 예측을 수행하게 된다. 세 번째로 기준기술특성지표를 토대로 단위기기의 연간전력소비량을 산정하고 마지막으로 기준기술의 총전력사용량(또는 피크부하)을 예측한다.

주거용의 기기의 기준수요예측을 수행하는 세부절차를 기술하면 다음과 같다.

- ① 전체 전력사용 주거용 가구의 조사
- ② 주거용 총 가구 중 주택유형에 따른 시장단위 (단독주택, 아파트, 연립주택, 기타) 내 가구의 조사
- ③ 건축 통계 자료에서 주택유형별 구성비를 활용하여 가구수 추정
- ④ 가정용 전력 소비행태조사결과에 따른 주택형태별 가구분포를 활용하여 가구수 추정
- ⑤ 기준 기기기술의 선정 및 시장점유율 조사
- ⑥ DSM 대상기술에 기반을 두어 기준기기기술 선정
- ⑦ 선정된 기준 기기기술 시장점유율 조사 및 추정
- ⑧ 기준 기기기술의 해당 소비전력, 사용시간 및 사용율 조사 및 추정
- ⑨ 기준 기기기술 UEC 산정
- ⑩ 조정계수 및 총전력소비량 산정

2.3 잠재량 심사분석 및 추정

DSM 잠재량 산정은 먼저 현시점에서 적용 가능한 DSM 기술을 식별하고 DSM 기술특성 평가를 통해 DSM 대상기술을 선정하는 기술적 심사과정과 이후 제반 경제적 기준에 의한 경제적 심사가 이루어지는 절차로 수행된다.

- 1 단계 : DSM 기술대안 조사
- 2 단계 : DSM 대상 기술대안의 식별
- 3 단계 : 기술대안별 기술적 심사 : 기술적잠재량 (MTP, PTP) 산정
- 4 단계 : 경제적 기준 및 지표 설정
- 5 단계 : 경제적 심사 : 경제적 잠재량(EP) 산정
- 6 단계 : 도달가능 잠재량 산정

2.3.1 기술적 심사분석

기술적 심사분석을 위해서는 DSM 기술의 특성 및 적용가능성, 국가의 에너지 및 전력사업 환경, 전력회사의 여건 등 다양한 관점에서 정밀한 분석이 수행되어야 하며, 이를 대별하면 다음과 같은 3가지 관점으로 구분하여 단계별로 수행할 수 있다.

- ① DSM 세부기술(measures)에 관한 조사 및 검토
- ② 전력회사가 적용상의 제한에 관한 기준의 설정
- ③ 전력회사의 실정에 부합되지 않는 세부기술의 제거

기술적 심사분석 단계에서는 기술의 성숙도, 평가용 데이터의 존재여부, 공급지역의 중요도 등을 고려하여 기술적 심사분석용 점검표를 작성하고, 여기서 제시된 각각의 평가항목에 대한 전문가의 가부판정을 통해 대상 기술을 선정하게 된다. 표에서 한가지 항목이라도 '부'의 판정을 받은 DSM 기술은 다음 단계의 평가대상에서 제외된다. 평가지표로는 다음과 같은 항목이 적용될 수 있다.

- 기술적 성숙도 : 해당기술의 실제 판매 및 생산 여부
- 전력회사 적합도 : 기후조건, 건물 및 장비사특에 따른 기술의 적용가능성 여부
- 데이터 가용도 : 비용 및 기술의 효과에 대한 계량화 가능성 여부
- 시장 수용도 : 사용자 편리성 측면에서의 시장 수용도 여부
- 기술적 중첩도 : 보다 우수한 기술수단의 이용가능성 여부

전술한 조건에 부합되지 않은 기술수단은 일단 제거되는 것이 원칙이나, 다음과 같은 경우에 대해서는 예외를 인정할 수 있다.

- ① 기술적 중첩도에만 해당하는 경우 : 예를 들어 '전구형 형광등'이 조명기술 중 가장 우수한 절전효과를 가지고 있는 기술이지만 '절전형 백열등'도 전자와는 차별적인 편의의 제공이 예상되므로 고려가 가능
- ② 데이터의 가용도에만 해당할 경우 : 예를 들어 어떤 DSM 기술에 있어서는 리베이트 프로그램의 범위 및 효과에 따라 기대절전량이 상당히 신속적일 수 있으므로 프로그램 설계단계에서는 고려가 가능

2.3.2 기술적 잠재량 추정

기술적 잠재량은 모든 기술이 적용가능하고 물리적으로 가능한 상태에서 시행되었을 경우 달성될 수 있는 모든 잠재량의 합을 의미한다. 본 논문에서 제시하는 기술적 잠재량 추정식은 다음과 같다.

- ① 기술적 잠재량(전력량) = 가구수(또는 수용가수) × 가구당(또는 수용가당) 기준기기 UEC × (적용가능계수 × 미완성 계수 × 실행 계수 × 절감 계수 × 조정 계수)
- ② 기술적 잠재량 (부하) = 가구수(또는 수용가수) × 가구당(또는 수용가당) 기준기기 피크부하 (kW) × (적용가능계수 × 미완성 계수 × 실행계수 × 부하 절감 계수 × 조정 계수)

여기서 잠재량 추정식의 계수 및 지표를 설명하면 아래와 같다.

- 적용가능계수 : 주어진 시장 환경 내에서 효율 향상 기술을 적용할 수 있는 부분의 가구의 비율
- 실행가능계수 : 공학적 측면에서 효율 향상 기술의 적용이 가능한 부분의 가구 비율
- 절감 계수 : 기준기기를 효율향상 기기로 전환할 경우 절감되는 전력소비량의 비율
- 미완성 계수 : 아직 효율 향상 수단이 적용되지 않은 부분의 가구의 비율 (%) 즉 1에서 이미 효율향상 기기 기술이 적용된 부분의 가구의 비율을 뺀 것.
- 조정계수 : 잠재량 산정과정에서 발생하는 오차에 대한 조정계수
- 기준기기 UEC : 현재 보급된 기준 기기기술의 소비 전력량
- DSM기기 UEC : 보급대상 효율향상 기기기술의 소비전력량 (효율향상 기기의 정격용량과 교체가능 기준 기기기술의 연간 사용시간을 이용)

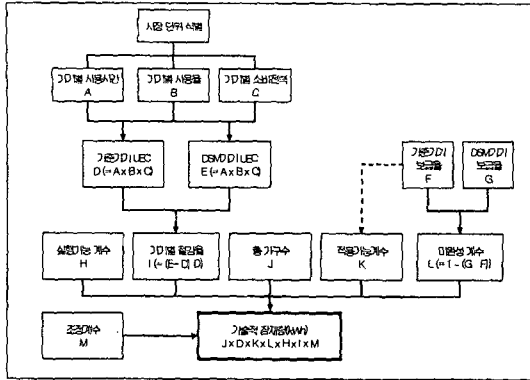


그림 2. 기술적 잠재량 추정절차(전력량)

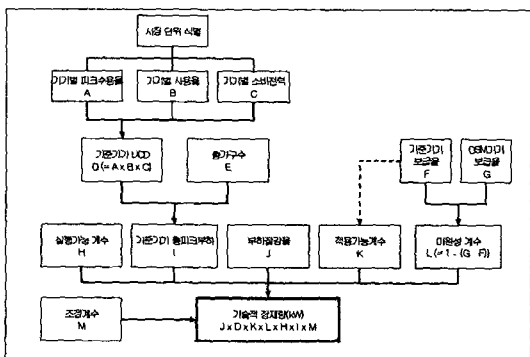


그림 3. 기술적 잠재량 추정절차(부하)

2.3.3 단계별 기술적 잠재량(PTP) 산정

단계별 기술적 잠재량을 산정하기 위해서는 개별 기술/기기에 대한 수명이 필요하며 이는 기존기기의 교체비율과 신규보급 규모에 의해 결정된다. 즉, 기준연도의 기기를 토대로 빈티지에 따라 매년도 교체율을 추정하고 여기에 신규 보급대수를 더해가는 절차로 이루어진다. 전력량 및 부하에 대한 PTP는 각각 최대기술적 잠재량(MTP)에 기기별 교체율을 곱해 산정한다. 여기서 기기별 교체율은 연간 기기교체대수를 연간 기기 총보급대수로 나눈 값이다.

2.3.4 경제적 심사분석 및 잠재량 추정

경제적 잠재량은 단계별 기술적 잠재량(PTP)중 경제적 심사기준을 통과한 기술만을 고려한 잠재량이며, 이 경제적 심사를 위해 사회적 관점에서 판단기준을 제공하는 총자원비용(TRC) 테스트가 활용된다. 한편, DSM 기술의 편익으로는 그 기술로 인하여 기기수명기간 중 절감되는 전력회사의 전력량 및 설비에 대한 비용이 해당되며, 비용지표는 기존기술에 대해 추가되는 추가비용을 기기의 수명기간동안 자본회수계수로 균등화하여 산출한다.

경제적 심사분석은 잠재적인 DSM 세부기술에 대한 경제적 여부를 심사하는 단계로서 정확한 비용효과분석이 아니라, 사회적 관점에서 비추어서 전반적으로 비용효과적인 세부기술들을 식별하는데 목적이 있다.

여기서 DSM 기기의 부하절감량과 에너지 절감량은 기기 수명기간 동안에 이루어지며, 각각 회피설비비용 및 회피에너지비용과 곱해서 편익을 산출한다. 이 편익(B)을 기기의 증분비용(C)으로 나누어서 B/C가 1보다 크거나 같으면 이 DSM 기기는 경제적 심사를 통과하게 된다. 식(1)과 식(2)는 TRC 테스트의 편익과 비용 산정식을 나타낸 것이다.

$$\text{편익} = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Avoided Costs of Supply}_{p,t}}{(1+d)^{t-1}} \quad (1)$$

$$\text{비용} = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Program Cost}_t + \text{Participant Cost}_t}{(1+d)^{t-1}} \quad (2)$$

d: 할인율, p: 비용기간, t: 시간, n: 20

경제적 심사분석의 결과는 각각의 DSM 세부기술에 있어서의 절감에 대한 정보를 제공하며, 이는 비용효과적인 총에너지효율향상기술의 기술적 잠재량을 의미한다.

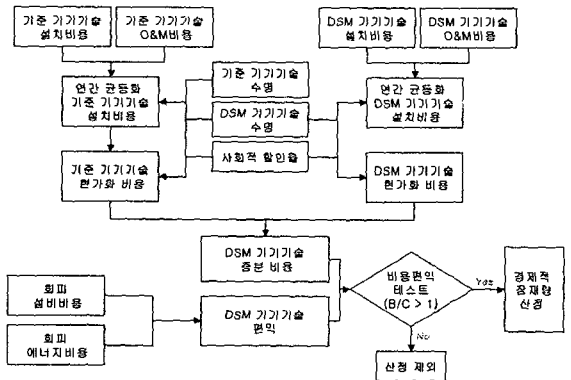


그림 4. 경제적 잠재량 추정절차

3. 결 론

본 논문에서는 주거용 부문의 DSM 잠재량 추정방법 및 절차에 대한 방법론을 제시하였다. 특히, 본 논문에서는 잠재량 산정의 선행모형인 기준수요예측시 주거용 End-Use 전체를 대상으로 추정된 수요의 총합과 장기 전력수급계획의 주거용 총수요를 비교하여 오차를 조정해주는 계수를 사용하였으며, 잠재량 추정시 오차를 줄여주는 현실적인 여러 계수를 적용하였다.

주거용 잠재량 추정을 위해서는 기기보급 및 비용데이터, 회피비용, End-Use별 상세 데이터 및 추정계수 등 많은 데이터가 필요하나, 아직까지 기초데이터의 구축과 관련지표에 대한 연구가 미비한 실정이다.

앞으로, 이 분야의 연구를 위해서는 먼저 관련데이터의 체계적인 개발과 검증 그리고 축적이 이루어져야 하며, 나아가 우리 실정에 맞는 DSM 잠재량 추정용 전산 모형의 개발 및 활용이 시급하다.

감사의 글

본 논문은 산업자원부에서 시행한 수요관리평가사업으로 수행된 논문입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전기연구원, "수요관리평가시스템구축사업", 2003. 5
- [2] 한국전기연구원, "DSM 잠재량평가와 모니터링을 위한 기법개발 및 활용방안 연구", 1998. 10
- [3] 한국전력공사, "장기전력수요예측", 2002. 6.
- [4] KEMA-XENERGY, "DSM ASSYST Model Documentation", Jul. 2002
- [5] EPRI, "Principles and Practice of Demand-Side Management", Aug.1993
- [6] Barakat & Chamberlin, "Data Analysis in DSM Planning Process", Oct. 1996