

**DSM(Demand-Side Management)이 경쟁적인 전력시장에 미치는 영향**

김문영\*    백영식\*    김정호\*\*    송경빈\*\*\*  
 \* 경북대학교    \*\*홍익대학교    \*\*\* 계명대학교

**The effect of DSM(Demand-Side Management) in competitive electricity market**

Kim, Moon-Young\*    Baek, Young-Sik\*    Kim, Jung-Hoon\*\*    Song, Kyung-Bin\*\*\*  
 \* Kyungpook National University    \*\*Hong-ik University    \*\*\* Keimyung University

**Abstract** - The production of electricity and the pattern of consumption in competitive electricity market are changing. The price of electric power in spot market will be varied by the economic electricity availability of generation utilities and electricity consumers. DSM(demand-side management) is a method which provides simultaneously economics to utilities and consumers as main participants in electricity market. In this paper, it is argued that the effect of DSM in competitive electricity market for consumers, generation utilities, and transmission utilities.

발전 한계비용이 낮아지게 되므로 발전의 효율적 운영이 가능하여 경쟁적인 전력시장에서 다른 발전사업자들에 비해 경쟁 우위를 확보할 수가 있다. 즉, 효율적으로 발전을 운전하는 발전사업자가 전력시장에서 우위를 선점하게 되는 경쟁적인 전력시장의 순기능을 발휘하게 된다. 그리고, 송전망 운영자에게도 송전선 용량제약에 따른 송전 혼잡을 해소하기 위한 송전설비증축에 대한 경감 효과의 인센티브를 제공하게 된다.  
 따라서, 본 논문은 전술한 바와 같이 DSM이 경쟁적인 전력시장에서 전력소비자와 발전사업자 및 송전망 운영자에게 미치는 영향을 검토하고, 전력산업의 구조개편 이후의 DSM의 영향에 대해 논의하고자 한다.

**1. 서 론**

전력소비자의 전력수요의 불규칙한 변화를 효율적으로 공급하기 위해 발전사업자는 발전설비의 많은 형태들을 전체 비용을 최소화하기 위해 다양한 형태의 조합으로 구성하고 있으며, 전기에너지의 수요가 해마다 증대되는 것을 충족시키기 위해 보다 많은 발전소가 설립되어야 하는 실정이다. DSM(Demand-Side Management)은 에너지 공급측에서의 고려보다는 수요측에서의 관리를 통하여 부하성장제어 및 부하극선의 모형선택 등의 부하관리활동과 인센티브에 의한 소비자의 활동을 모두 포함하는 것으로 그 실행의 주된 목표는 부하의 모형을 변화시킴으로써 에너지 생산보다는 에너지 사용의 효율 증대를 수행함에 따라 전력 공급자측의 시스템 효율 및 신뢰도 개선을 이루는 것이다.[1]

전세계적으로 전력산업은 전력시장이 개방되거나 수직 통합되었던 전력계통이 분리되고 경쟁 체제 도입의 구조개편이 이루어지면서 과거의 전력거래의 개념이 바뀌었다. 즉, 전력도 하나의 상품으로 인식하고 전력거래를 시장기능에 맡기고 있는 것이다. 그림 1은 경쟁적인 전력시장에서 시장참여자들의 입찰 정보와 전력비용이 전력거래소를 통해 이루어지고, 전기에너지는 송전망 사업자의 송전선로를 통해 거래가 되는 전력시장의 구조를 개략적으로 나타낸 것이다. 에너지비용을 수반하는 전력량을 전력시장에서 경쟁원리로서 판매·구입하는 것이다. 전력의 가격은 전력공급자와 전력소비자의 경제성을 중심으로 전력 운용의 패턴을 변화시킬 것이다. 그러므로, 전력시장의 중심 참여자인 발전사업자와 전력소비자에게 경제적인 면과 동시에 효율성을 제공하는 기법으로 DSM은 관심의 대상이 된다.

경쟁적인 전력시장에 대하여 DSM은 전력소비자 입장에서는 입찰의 형태로 주어지게 된다. 전력 소비자가 자신의 소비를 줄여서 그 수요량만큼을 전력시장에서 입찰의 기회로 제공된다면 에너지 사용에 따른 인센티브를 받게 된다. 발전사업자는 DSM실행에 최대 전력수요가 억제되는 부하관리의 영향에 따라 전력 발전에 효율을 높일 수 있으며, 높은 운용비의 발전기 투입의 감소로

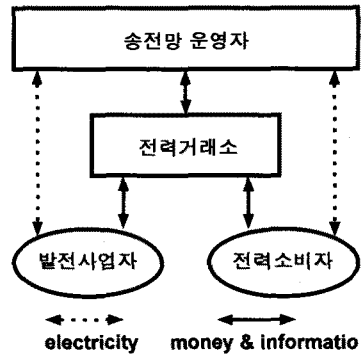


그림 1. 전력시장의 구조

**2. 본 론**

**2.1 전력소비자 입장에서의 DSM 영향**

DSM의 실행은 전력소비자의 입장에서 에너지 사용 절약에 따른 인센티브를 제공하게 된다. 최대 부하시의 전력사용을 줄이고 최대 부하가 아닌 시간대의 전력사용을 늘이는 수요의 변화를 가져온다면 혹은 에너지 사용의 효율적인 DSM장치를 구입하여 전력사용량을 줄이는 활동을 수행함으로써, 절약된 에너지량만큼 전력소비자에게 전력가격의 환불 기회로 제공한다는 것이다. 따라서, DSM의 실행을 통해 전력소비자는 효율적 전력사용에 따른 낮은 전력가격 지불의 인센티브를 가지게 된다. 그러나, 반드시 DSM실행이 전력소비자들에게 혜택을 주는 것은 아니다. 전력소비자는 DSM기기의 비용과 소비자에게 받아지는 인센티브와 비교할 때 소비자는 자신에게 제공되는 인센티브가 더 크게 되는 것을 선호하게 되므로 DSM기기의 비용이 전력소비자에게 제공되는 인센티브보다 크게 되면 DSM 관련 비용의 지출에는 소극적인 활동으로 나타날 수 있다.

수직 분리된 경쟁적인 전력시장에서는 전력소비자의 수요량을 잠정적으로 감소할 수 있는 능력을 전력시장에서 입찰의 기회로 제공한다. 즉, 전력소비자가 자신의 소비를 줄여서 그 수요량을 입찰하는 수요측 입찰(Demand-Side Bidding)의 형태로 나타나게 된다. England와 Wales에서의 전력 풀 시장에서는 수요측 입찰을 채용함으로써 전력시장에 전력소비자의 참여를 형성화하고 있다.[2,3] 전력소비자가 소비하지 않음으로써 발생하는 전력수요량 감소에 따른 이윤은 전력소비자의 이익을 증가시킨다. 대개 이와 같은 현상은 전력이 가격이 매우 높을 때 즉, 최대 부하시에서 일어난다. 수요측 입찰은 경쟁적 전력시장에서 발전사업자의 입찰과 같은 구조를 가지며 동시에 평가된다.

DSM의 다양한 형태 가운데 부하이동(load shifting)의 측면에서, 전력소비자가 줄이는 전력수요량은 전체 전기에너지의 소비를 줄이는 것은 아니다. 전력수요의 감소라는 것은 다른 시간대에 전력수요의 회복을 진행시키게 되고, 이 회복된 전력은 발전에 의해 공급되어야 한다. 따라서, 전력소비자 자신의 전력수요를 줄이는 것은 최대 부하시가 아닌 다른 시간대로의 전력수요의 이동을 나타낸다. 결국, 수요측 입찰은 전기에너지 감소를 위해 필요한 것이 아니라, 전력수요의 재분배에 공헌하게 되는 것이다. 그러므로, 전력수요의 감소와 전력수요의 회복은 전체 전력 생산비용에 변화를 가져오게 된다.

최대 부하를 최대 부하가 아닌 다른 시간대로의 이동을 나타내는 것은 DSM 효율 기기 사용의 하나인 축냉식 냉방기기의 사용에서 나타나게 된다. 축냉식 냉방기기는 주간 냉방을 위하여 필요한 전기에너지의 일부를 전력수요가 적은 심야시간대(22:00~08:00)에 냉동기를 가동하여 축열조에 열을 저장하여 두었다가 전력수요가 많은 주간에 냉동기를 정지하고 축열조의 열을 실내기 위해 순환시켜 냉방용으로 활용하는 것을 말한다. 이것은 DSM실행 형태 중에서 고효율 기기 사용에 따른 전기에너지 절약의 방법으로 최대 부하를 줄이는 효과를 얻을 수 있다.

수요측 입찰의 채용으로 최대 부하시의 전력수요량이 감소되어 전력수요의 재분배가 어떻게 형성되어지는지를 [2] 간단한 상황에서 고려하여 예를 들어보기 위해 다음과 같은 가정을 설정한다.

- i) 한 시간 주기에 걸쳐 전력수요량의 감소가 이루어진다.
- ii) 다른 시간대에 두 시간의 주기에서 전력수요량의 회복이 진행된다.
- iii) 전체 전력수요량은 일정하게 남게 된다.

검정색 막대는 전력수요량의 감소를 나타내는 것으로 -1 unit으로 표시하고, 회색 막대는 전력수요의 회복을 나타내는 것으로 0.5 unit의 양의 값으로 표시한다. 두 개의 수요 입찰 모델로서 A와 B를 고려하였을 때 두 개의 연속적인 전력수요량의 감소와 회복이 실행되면 전체 수요변화는 각각의 수요변화 A와 B의 합이 된다.

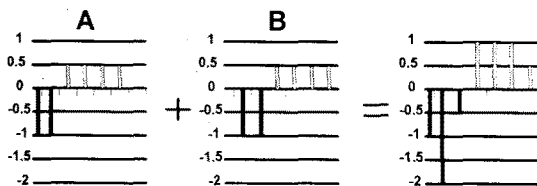


그림 2. 두 개의 연속적인 전력수요량의 감소와 회복의 중첩 실행의 결과로서 전력수요에서의 전체 변화

그림 2와 같이 A의 전력수요량의 회복과 B의 전력수요량 감소의 중첩의 결과로서 A와 B의 개별적으로 회복된 전력수요량의 증가는 합하여 4 units이지만 전체 변화된 수요형태에서는 단지 3.5 units의 회복된 전력수요량의 증가를 이루게 된다. 따라서, 그림에서와 같이 최대 부하시의 전력수요가 감소된 것이 바로 이어서 최대 부하 아닌 시간대에 전력수요의 회복이 따라오게 되는 전체 수요형태의 재분배를 형성하게 된다. 이와 같은 중첩은 전력수요의 회복 주기를 연기하였을 때 나타날 수 있는데, 이것은 A의 수요 입찰 모델에 대해 새로운 수요 입찰 모델인 B의 실행에 의해서 성취될 수 있다.

## 2.2 발전사업자 입장에서의 DSM 영향

발전사업자는 자신의 전력량 판매에 따른 수입의 감소를 가져올 수 있는 대부분의 DSM 효율향상 프로그램의 추진에 대하여 대체로 소극적인 반응을 가진다. 왜냐하면, 발전사업자들은 자신이 보유하고 있는 발전기의 발전용량을 경제성을 증대시키는 방향으로 사용하기를 희망하고 자신의 수익에 관심을 가지게 되므로, 자신의 수입 및 수익을 직접적으로 감소시키는 DSM기기 사용에 적극적으로 동조하지 않을 것이다. 가령, DSM정책이 실행되었다 하더라도 발전사업자가 자신에게 이익이 되는 방향으로 DSM실행 시간을 단축 혹은 지연하게 된다. DSM실행에 해로운 영향을 주게 된다.[4]

경쟁적인 전력시장에서 발전사업자 입장에서의 DSM정책은 발전의 효율적 운영에 공헌한다는 점에서 긍정적인 방향을 찾을 수 있다. 전력 공급측은 기저부하에서 최대 부하까지 부하에 따른 발전설비 계획을 수립해야 한다. 대개 기저 부하시에는 높은 투자비, 낮은 운영비의 발전기를 사용하고, 최대 부하시에는 낮은 투자비, 높은 운영비의 발전기를 사용한다. 발전사업자 입장에서는 최대 부하시에 높은 운영비의 발전기가 투입되는 것보다는 기저 부하시에 가동되는 값싼 발전기가 전체 가동되는 것이 효율적 운영이 된다. 따라서, DSM은 전력소비자가 최대부하시의 전력사용량을 줄여서 다른 시간대의 전력수요를 이동시키는 수요의 변화를 가져오게 되므로 발전사업자 입장에서도 최대 부하시에 투입되는 높은 운영비의 발전기보다는 기저 부하시의 낮은 운영비의 발전기를 많이 활용하는 효율적인 성과를 이룰 수 있을 것이다. 수요측 입찰이 형성화된 경쟁적인 전력시장에서 전력소비자가 자신의 최대수요를 줄여서 입찰을 하게 되면 발전사업자 또한 높은 운영비의 발전기 투입이 비교적 줄어들게 되므로 시스템 한계비용(System Marginal Price)이 낮아지게 된다. 따라서, 발전의 효율적 운영이 가능하게 되어 경쟁적인 전력시장에서 다른 발전사업자들에 비해 경쟁에서의 우위를 확보할 수 있게 된다.

그러나, 대부분의 발전회사들은 에너지절약 및 환경개선 등의 공익적인 문제는 거의 관심을 보이지 않을 것이므로, 제3의 공익기관 또는 단체에서 DSM정책을 추진할 필요성이 다분히 대두된다.

## 2.3 송전망 운영자 입장에서의 DSM 영향

송전망 운영자 입장에서의 DSM 영향에 대한 평가는 이들이 수요관리에 대한 이해당사자인가 아닌가에 대해서는 현재 많은 논쟁이 일어나고 있다. 경쟁적 전력시장에서 송전망 운영자가 직접 전력소비자와 접촉하는 경우는 극히 제한적이고, 전력산업 구조개편 이후에도 송전망 운영자는 여전히 독점회사의 형태로 남아있게 되어 송전망 건설비를 포함한 소요비용의 회수가 보장되어 있으므로 송전망 운영자가 자금을 부담하면서 DSM실행에 직접적으로 관여할 인센티브를 제공받고 있지는 않다. 따라서, 송전망 운영자 입장에서는 DSM실행에 무관심하게 된다.[5]

반면에, 송전선로의 용량계약에 따른 송전설비 증축에

### 3. 결 론

대한 비용 절감 효과가 DSM의 영향으로 발생할 경우 송전망 운영자에게는 DSM실행에 따른 인센티브를 받게 된다.

전기에너지의 수송은 송전망을 통하게 되는데 송전망은 선로의 열용량 또는 안정도 등의 다른 요인에 의해서 수송의 제약을 받게 된다. 어떠한 전력거래로 인하여 특정 송전 선로를 통하여 전달되는 전력이 송전 선로의 공급 능력 한계를 벗어나게 될 때 혼잡이 발생하였다고 하고 이러한 경우에는 전력 거래에 차질이 발생하게 된다.

수직 분리된 경쟁적인 전력시장에서 전력수송을 담당하는 송전망 운영자는 미래시점이 아니라 현재시점에서 송전망의 혼잡이 발생하게 되면 혼잡이 일어나지 않도록 하는 재배치계획을 수립한다던가 전력시장 참여자가 미리 제시한 조정 입찰을 가지고 혼잡을 피하는 방법 등을 모색하게 된다. 혼잡을 해소하기 위한 재 경제급전이나 최적조류계산에 의거 혼잡이 발생하지 않는 발전 계획 수립 등은 전력 계통 운용 비용을 수반한다. 구조개편이 이루어진 각 나라별 전력시장의 특성에 따라 혼잡 유발에 따른 구입 전력가격이 다르지만 대개 발전 한계비용에 혼잡비용을 더한 전력비용이 산정 된다.[6]

DSM의 실행을 통해 전력소비자에게 효율적 전력사용에 따른 낮은 전력가격 지불의 인센티브를 주게 되면 전력소비자들은 혼잡이 발생한 선로에 대해 혼잡비용에 따른 높은 전력가격을 회피하게 되고 또한, 혼잡을 유발하는 지역의 전력소비자들은 혼잡에 따른 추가비용을 감소시키기 위해 전력수요를 줄이는 역할로 송전선의 혼잡이 줄어들 것이다. 즉, 전력시장의 시장참여자의 경제적 판단이 혼잡을 해소하는 역할을 하게 된다. 따라서, 송전망 운영자 입장에서는 혼잡을 해소하기 위한 여러 가지 송전계획들을 수립할 필요가 없게 되며, 송전선로의 용량 제약에 따른 송전설비 증설에 대한 비용 절감의 인센티브를 가지게 되어 전력 계통의 안정도와 신뢰성을 유지시킬 수 있다.

#### 2.4 구조개편 이후의 DSM의 영향

DSM실행에 따른 전력소비자, 발전사업자 및 송전망 운영자에 미치는 영향을 정리하면 다음과 같다.

- 전력소비자는 소비에너지 절약에 따른 낮은 전력 가격 인센티브에 혜택을 받는 DSM정책의 수혜자가 된다
- 발전사업자는 전력량 판매에 따른 수익 및 수입감소의 영향으로 DSM정책에 소극적인 활동을 하게 된다.
- 송전사업자는 송전선로의 혼잡시 혼잡처리를 위한 송전설비증축의 비용 절감 효과가 발생할 때만 DSM에 관심을 가지게 된다.
- DSM에 의해 최대부하가 삭감되거나 DSM기기의 보급 확산으로 인한 전체부하의 삭감은 시스템 한계비용의 감소를 유도하고, 경쟁적인 전력시장의 근본 취지인 효율적인 발전사업자의 전력시장에서의 경영 우위의 기회를 제공한다.

이와 같이, DSM실행에 따른 각 사업자에게 미치는 영향이 상이하므로 DSM을 완전히 시장경제에 위임할 경우 실패의 우려가 높다. 따라서, DSM정책은 공익적 사업으로 취급할 필요가 있고, DSM의 공익적 사업을 위한 제반 비용을 전력소비자에게 부담금의 형태로 징수하여 DSM의 성과 계량 및 비용 편익 분석을 수행하는 중립적인 전문가 집단 기관이 요구된다.

본 논문에서는, DSM이 경쟁적인 전력시장에서 전력소비자와 발전사업자 그리고 송전망 운영자에게 미치는 영향을 검토하였으며, 전력산업의 구조개편 이후의 DSM의 영향을 논의하였다. 아울러, DSM 성과계량, 비용효과 및 경쟁적인 전력시장에 미치는 영향을 체계적으로 분석하기 위해 향후 다음과 같은 연구가 수행되어져야 한다.

- 경쟁적 전력시장에서 각기 다른 탄력성을 가진 부하가 시스템 한계비용에 미치는 영향
- DSM 기기가 시스템 한계비용 또는 현물가격에 미치는 영향
- 현물가격이 DSM 기기의 확산에 미치는 영향

※ 본 연구는 기초전력공학 공동연구소의 지원에 의해 수행되었음

#### [참 고 문 헌]

- [1] Sarosh Talukolar, *Load Management*, IEEE Press, New York, NY, 1987
- [2] G.Strbac, "Framework for the incorporation of demand-side in a competitive electricity market", *IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib.*, Vol 143, pp 232, 1996
- [3] Goran Strbac, "Assessing the competitiveness of demand-side bidding", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol 14, pp 120, 1999
- [4] Steven J.Rosenstock, "Issues in demand-side management programs operated by electric utilities in the United States", *Proceedings of the 31th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, Vol 3, pp 1598, 1996
- [5] 기초전력공학공동연구소, "DSM 성과 계량 및 비용 효과 분석 연구", 2000. 3.
- [6] 기초전력공학공동연구소, "폴/탁송 모형에서의 ancillary 서비스 확보 및 송전선 혼잡시 전력계통 운용 방안에 관한 연구", 2000. 2.