

전력시장에서의 시장가격예측 및 발전회사의 수익성 분석

강동주*, 정해성*, 허진*, 김태현*, 문영환*, 정구형**, 김발호**
 한국전기연구원*, 홍익대학교**

A Study on the Korean Electricity Market Price and Cost/Benefit Analysis of each Generation Resource Type

Dong-Joo Kang, Hae-Sung Jung, Jin Hur, Tae-Hyun Kim, Young-Hwan Moon, Ku-Hyung Jung, Balho.H Kim
 KERI, Hongik Univ.

Abstract - 양방향입찰시장(TWBP)의 도입을 위해서는 이를 위한 시장설계 및 효율적인 시장운영을 위한 다양한 분석 작업들이 요구되고 있다. 특히 시장설계의 경우, 해외 자문회사와의 협력을 통해 경쟁적 전력시장을 이미 도입하여 운영하고 있는 해외 국가들의 사례들을 포함한 많은 시장운영 기법들이 검토되고 있으며 향후 도입될 TWBP 전력시장에 적합한 방안들을 준비하고 있다. 전력을 전력시장운영규칙이 정하는 바에 따라 전력시장을 통해서만 거래하도록 규정하고 있는 우리나라의 경우, 전력시장운영규칙은 전력시장과 전력계통의 운영에 대한 모든 것을 다루게 되는 만큼 이에 대한 합리적인 설계와 적용은 효율적인 TWBP 전력시장의 기본틀이라고 할 수 있다. 양방향입찰시장에서의 가격결정은 전력수급과 시장가격 안정화를 위해 매우 중요한 사안이다. 또한 현재 CBP시장과 다른 용량요금(CP)제도의 폐지와 기타 공급예비력확보 제도 등 도매시장설계에 있어 중요한 자료를 제공한다. 양방향입찰시장하에서 가격수준 분석을 통해 시장개설 이전에 문제점을 사전에 검토하여 문제점을 개선하고 시장규칙에 반영하여야 한다. 또한 용량요금 폐지에 따른 보완대책을 수립하여 수급불안정을 방지하고 전력시장 안정화와 성공적인 도매경쟁시장 개설을 위해 필수적이라 할 수 있다. 본 논문에서는 CBP 시장과 TWBP 시장에서의 기본적 가격예측을 위한 구조적 모델링과 일부 시나리오에 대한 결과를 소개하고자 한다.

1. 서 론

시뮬레이션 모델을 이용한 시장가격예측은 실제 전력시장에서 시장가격을 결정하는 기법 자체를 모방하여 시장가격을 예측하는 것(CBP 시장에서 RSC에 의한 가격결정)이나 향후 TWBP 시장에서 MOS에 의한 가격결정)이라 할 수 있다. 각각의 전력시장에는 시장가격을 결정하는 규칙들이 존재한다. 우리나라의 도매전력시장은 단일요금제를 사용하나 외국의 경우에는 모선별한계비용을 주로 사용하며 일부 국가에는 지역별한계비용을 사용한다. 시뮬레이션 모델은 먼저 이러한 가격결정방법을 상세히 모델링 한다. 그리고 각각의 전력시장에서는 시장참여자들의 입찰정보를 받아 예비력 등의 요소들을 고려하여 시장가격결정 메커니즘에 따라 정산주기별 시장가격이 결정된다. 그러므로 전력시장가격결정 메커니즘을 구성하고 향후 전력시장에 대한 적절한 데이터를 입력하므로 전력시장의 가격을 예측할 수 있다. 향후 전력시장에서 시장가격에 영향을 미치는 요소들로는 설비, 수요 예측, 연료가격, 전략적 행위 등이 존재한다. 이 요소들은 많은 불확실성을 내포하기 때문에 시장가격에 미치게 될 영향을 정확히 예측하는 것은 어려운 일이다. 그러므로 다양한 시나리오를 구성하여 각각의 요소들이 시장가격에 미치게 될 영향을 분석하여 보는 것이 중요하다고 할 수 있다.

2. 본 론

2.1 가격예측을 위한 시장의 구조적 모델 구성

시장가격을 예측하는 기법으로는 크게 두 가지 방법이 있다. 첫째는 통계적 모델이며 이는 시계열수열(time-series)이나 전문가 시스템과 같은 방법을 이용하여 시장가격을 예측하는 기법이다. 즉 시장가격, 연료가격, 수요예측 등의 다양한 변수들을 종합하여 이 변수들의 상관관계에 의해 향후 시장가격을 예측하는 것이다. 발전설비와 송전망의 변화로 인한 불연속적인 전력계통의 특성을 반영하기 위해서는 이러한 특성들을 고려하여 시장가격을 결정하는 시뮬레이션 방법이 효과적이라고 알려져 있다.

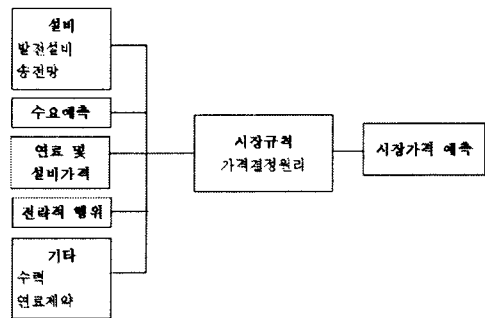


그림 1 전력시장가격에 영향을 미치는 요인들

2.2 발전비용 및 전력생산 원가

일반적으로 발전원가(원/kWh)라 함은 전력생산을 위해 지출된 총비용을 생산된 전력량으로 나누어 얻어진 수치를 말한다. 발전원가에는 실적 발전원가와 평균화 발전원가 등 두 가지가 있으며, 사용목적의 차이로 인해 포함된 비용항목과 비용분류방법에 있어서 많은 차이가 있다. 먼저 실적발전원가는 운영중인 발전소의 실적관리 및 경영계획수립의 목적으로 이용되며 1년 단위로 매년 산출되는 값이다. 운전실적과 비용의 회계적 처리방법(감가상각 및 지급이자)에 따라 변화므로 신규발전소 건설을 위한 전원별 경제성비교 자료로는 부적합하다. 평균화발전원가는 발전소의 전수명기간과 동안에 걸쳐 발생된 비용에 대해 할인율을 이용하여 단일 가격으로 평균화시킨 발전원가로서 미래에 건설된 발전소들의 경제성 비교·평가하는데 주로 이용된다. 대량발전소의 기술적 특성(정기보수, 사고정지율, 수명기간, 이용률 등) 및 경제적 변수(할인율 등)의 가정 설정에 의해 상당히 달라진다.

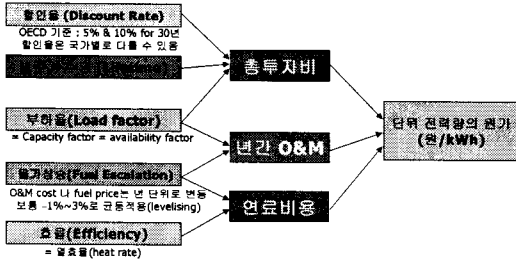


그림 2 전기가격에 영향을 미치는 요인들

우리나라의 전력공급원으로는 석유, LNG, 석탄, 원자력, 수력 등이 있으며 이들의 1998년도 실적 발전원가를 살펴볼 때 원자력이 33.68원/kWh로 가장 저렴하고 LNG가 113.58원/kWh로 가장 비싼 것으로 나타났다. 우리나라는 화석연료의 거의 대부분을 수입에 의존하고 있기 때문에 환율 및 화석연료의 국제시장가격 변동에 따라 실적발전원가가 크게 달라질 수 있다. 석탄 화력은 유연탄화력(수입연료)과 무연탄화력(국내연료)으로 나누어지며, 가격이 저렴한 유연탄화력발전의 증가로 인해 석탄 화력의 발전원가가 감소하는 추세이다. 석탄 화력은 화력 발전 중 가장 저렴한 실적 발전원가를 기록하고 있으나 발전에 따른 환경문제로 인해 적극적인 도입에는 제약이 있다. 석유화력은 가격의 불확실성과 환경문제로 인해 국가의 장기 전원개발 계획의 고려대상에서 제외되고 있는 실정이다. LNG는 화석연료 중 가장 청정한 에너지원으로 인식되고 있기 때문에 최근에는 이용가치가 부각되고 있다. 다음 그림은 발전연료비 별 추이를 나타낸 그림이다.

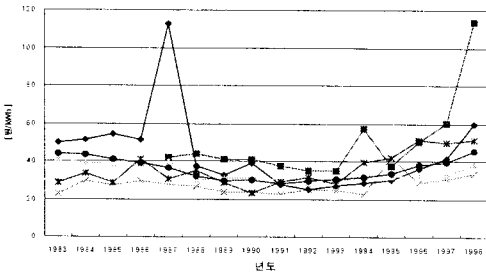


그림 3 연료비의 변동추이

2.3 설비 계획

장기수급계획에 기초한 다양한 시나리오와 신규 투입될 발전기의 변동비 수준에 따라 예측된 시장가격은 달라질 수 있다. 그림 4는 장기수급계획에 근거하여 KERI와 CRA가 설정한 수급계획 시나리오에 근거한 설비계획에 따른 변동비 변화를 나타낸 것이다.

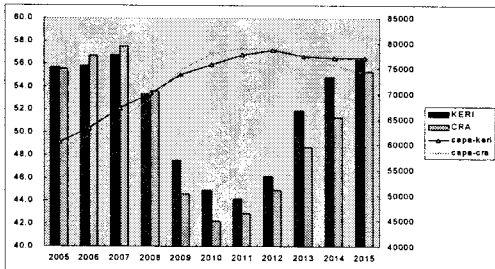


그림 4 설비 및 변동비 시나리오에 따른 변동비 추이

이러한 시나리오에 예측된 전력시장가격은 그림 4와 같다.

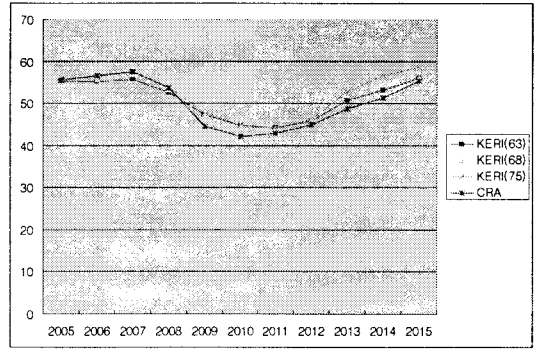


그림 5 설비 및 변동비 시나리오에 따른 시장가격추이

3. CBP 및 TWBP 시장 모의

본 연구에서 시뮬레이션 절차는 다음과 같다. 실제 원가 반영발전경쟁시장(CBP) 시장에서는 거래소 급전 스케줄러인 RSC의 비계약 급전에 의해 SMP(System Marginal Price)가 구해지고 되고 실제 발전된(계량된) 각 발전기의 발전량에 근거하여 보상이 이루어진다. 비계약급전계획에 의한 결과와 실측값을 비교함으로써 실제 계통에서의 송전제약을 포함한 물리적 제약조건에 한 제약증발 및 감발에 대한 보상을 한다. 그러나 시뮬레이션의 경우는 실측된 계량값을 확보할 수 없으므로 송전제약조건을 반영한 제약 시뮬레이션의 결과값으로 계량값을 대체하기로 한다. 비계약(송전제약 고려 안함) 시뮬레이션을 통해 SMP, 가용용량, 발전량이 구해지며, 제약 시뮬레이션을 통해 SRMC(Short Run Marginal Price)실제 발전출력 시점에서의 한계비용, 발전비용 등이 산출된다.

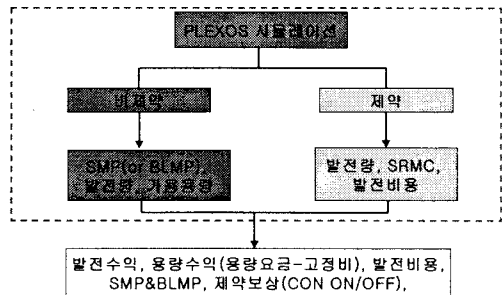


그림 6 시장 시뮬레이션 기본 절차

그림 7은 2007년에서 2012년까지의 전원구성과 부하 변동 범위(오른쪽)를 표시한 것이다. 발전설비의 증가로 부하가 석탄, 중유, LNG 사이의 이동이 심해질 것으로 예상되며, 그로 인해 발전보수계획, 수력과 양수, 물량 제약, 열공급 제약 등이 시장가격 결정에 민감한 영향을 미칠 확률이 증가할 것임을 예상할 수 있다.

본 연구의 시뮬레이션을 위해 사용되는 툴은 PLEXOS 라는 상업적 시뮬레이터로서 호주의 Drayton Analytics사에 의해 개발된 것이다. Solver로 LP를 탑재한 시장모의 프로그램으로 신속한 계산이 가능하고 다양한 시장상황과 시나리오를 고려한 모의가 가능하다.

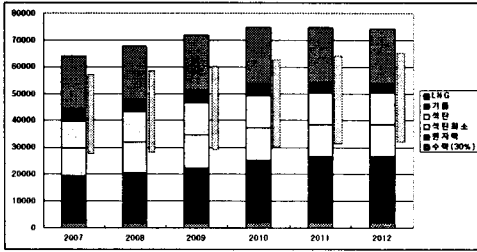


그림 7 전원구성과 발전량 변동 범위

4. 시뮬레이션 결과

다음은 장기수급계획에 기초하여 모든 설비가 계획되도록 투입되고 다양한 시나리오 중 하나를 가정했을 CBP 시장과 TWBP 시장에서의 시장가격을 월간 단위로 예측한 것이다.

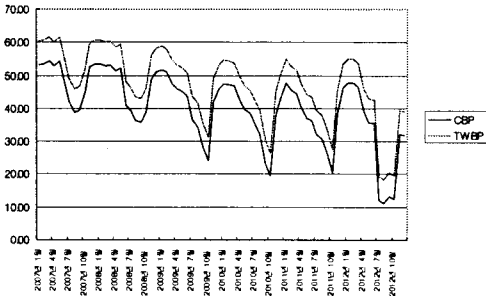


그림 8 CBP 시장과 TWBP 시장의 시장가격 비교

그림 9는 특정 시나리오 상에서 CBP 시장의 2007년부터 2012년까지의 SMP 및 BLMP 추이를 나타낸 것이다. 기본전력수급계획에 따라 대규모 원전설비를 비롯한 신규 발전설비의 투입이 2011년까지 지속적으로 이루어짐으로써 SMP와 BLMP가 2011년까지 지속적으로 하락하고 있음을 보여주고 있다. 그러나 신규 설비의 투입이 둔화되면서 2011년 이후로는 다시 시장가격이 상승하게 된다.

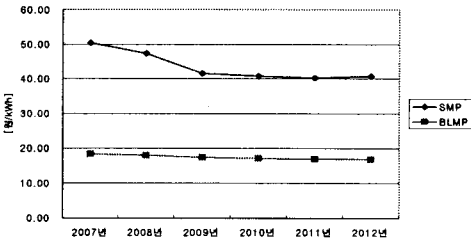


그림 9 CBP 시장에서의 SMP 및 BLMP 추이

그림 10은 특정 시나리오에서 발전원별 발전이익추이를 보인 것이다. 가장 높은 설비비용을 차지하고 있는 원자력의 발전이익이 가장 높게 형성되어 있고, 석탄화력이 그 뒤를 따른다. 상기 기술한 바와 같이 이러한 결과는 다양한 수요 시나리오와 연료비 시나리오 중 하나를 특정했을 때의 결과이기 때문에 정량적 값에 있어서 그 정확성을 단언할 수는 없다.

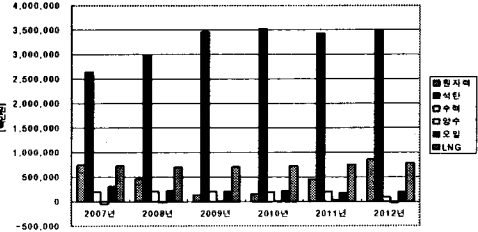


그림 10 발전원별 수익 추이

그러나 특정 조건에서 시장의 발전원별 수익이 어떻게 배분되는가를 살펴봄으로서 현 CBP 시장이나 TWBP 시장의 현황을 파악하고 개선해야 할 상황을 파악하는데 시뮬레이션의 의의가 있을 수 있겠다.

5. 결론

본 논문에서는 전력수급기본계획에 따른 신규 용량의 투입을 기본적으로 가정하고 그러한 상황에서 시장이 운영될 때 각 발전원별로 수익성이 어떠한지를 분석하였다. CBP 시장에서는 용량요금에 대한 의존성이 크기 때문에 용량요금이 높은 기저설비의 경우 계통예비력이나 발전원 구성과 관계없이 많이 투자할수록 고정적인 수익을 얻을 수 있기 때문에 기저설비 중심의 과투자 발생하기 쉽다. 첨두 설비의 경우에도 용량요금을 받기 때문에 그를 통해 고정비가 회수되면 발전 부문에서 이익을 얻을 수 있게 된다.

TWBP 시장의 경우 기존의 이원화된 시장구조에서 상한값이 18.9원인 BLMP로 정산을 받다가 첨두발전기에 의해 결정되는 일원화된 시장가격으로 보상을 받음으로써 기저 발전원의 발전수익이 매우 증대하게 된다. 이러한 발전수익의 증가는 CBP 시장에서의 용량요금을 지급받음으로써 얻는 이익보다 크기 때문에 TWBP 시장으로 갈 경우 기저 발전원에 속하는 원자력, 석탄(유연탄) 발전원의 수입 및 이익은 크게 증가하게 된다. CBP 시장이나 TWBP 시장 모두 기저 설비의 수익성이 좋은 대신 첨두 설비의 수익성이 취약하다. 따라서 장기전원수급 안정화를 위해 적정 수준의 발전원 구성에 대한 올바른 경제적 신호가 교환될 수 있도록 수익구조를 보완할 필요가 있고, 주파수제어서비스와 같은 계통유지보조서비스의 적정 보상체계를 확립하여 첨두부하용 발전설비의 사업성을 개선할 수 있는 방안 역시 필요하다. 또한 지역별 수급계획 강화를 위한 지역별 차등요금제도의 도입 역시 도입되어야 할 것으로 전망된다.

[참고 문헌]

- [1] Mahammad Shahidehpour, "Market Operations in Electric Power Systems", WILEY-INTERSCIENCE, 2002
- [2] Steven Stoft, "Power System Economics", Wiley-Interscience, 2003
- [3] 한국전기연구원, "TWBP 시장에서의 가격상한 설정에 관한 연구", 한국전력거래소, 2003. 10.
- [4] Glenn Drayton, "PLEXOS for Power Systems", www.plexos.info
- [5] 한국전기연구원, 양방향 전력시장에서의 시장지배력 행사 가능성 및 대응방안, 산업자원부, 2003.5.