

현행 전력시장에서의 한계가격과 예비율의 상관관계 분석

김원수, 김광인, 유석
한국전력거래소

Correlation between market price and reserves in the CBP Market

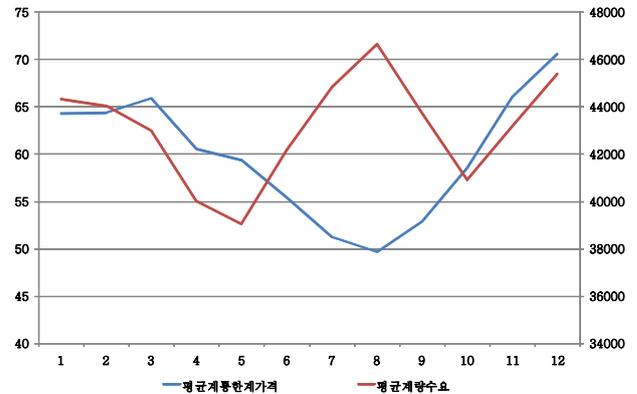
Kim, Wan-soo, Kim, Kwang-in, You, Suk
Korea Power Exchange

Abstract - 2001년 전력산업에 경쟁을 도입하면서 추진된 변동비반영 발전경쟁시장을 지난 7년간 운영하면서 개설초기부터 관심을 보이던 전력가격은 상당히 안정적인 모습을 보여왔다. 그러나 개설초기에 대부분의 사람들이 수요가 급등하는 하절기에 전력가격이 최고치를 기록할 것으로 예상해온 것과는 달리 하절기에는 오히려 가격이 하락하는 현상을 보여져왔다. 본 논문에서는 이러한 현상이 시장가격은 수요뿐만이 아닌 예비율과 관련을 갖기 때문임을 통계적 방법을 이용하여 검증해보았다. 또한 시장참여발전기 중 특히 기저발전기가 미치는 영향을 조사하였다.

더욱 확실히 알 수 있다. <그림 2>에서 나타난 바와 같이 하절기를 제외한 나머지 기간 중에는 계통한계가격과 수요 간에 서로 상관관계가 존재하여 수요에 따른 가격결정이라는 또는 가격에 따른 공급량 결정이라는 경제원칙을 따라고 있으나, 유독 하절기 기간 중에는 이러한 상상이 거의 반대로 작용하고 있다. 이러한 결과는 일반적으로 생각하는 재화시장 또는 해외의 자유화된 전력시장에서 나타나고 있는 현상과 우리 현 전력시장에서 일어나는 현상 간에 차이가 있음을 알 수 있다.

1. 서론

2001년 전력산업에 경쟁을 도입하면서 추진된 변동비반영발전경쟁시장 개설과 함께 관련 종사자의 관심사항은 과연 전력가격이 어떻게 움직일 것인가, 그리고 과연 전력시장이 가동될 수 있는 것인가에 집중되었다. 지난 7년간의 전력시장운영은 당시의 관심사 중 하나인 성공적인 운영에는 전혀 문제를 보이지 않았으며 또한 전력가격 역시 상당히 안정적인 모습을 보이고 있다. 하지만 개설초기에 대부분의 사람들이 수요가 급등하는 하절기에 전력가격이 최고치를 기록할 것으로 예상해온 것과는 달리 하절기에는 오히려 가격이 하락하는 현상을 보여져왔다. 이러한 현상은 매년 준비되는 하절기 비상수급대책에 따라 하절기에 대부분의 발전기, 특히 기저를 담당하는 원자력과 석탄발전기를 모두 투입하여 발생한 것으로 하절기 이후 수요 감소에 따른 발전기 유지보수가 진행됨에 따라 오히려 전력가격이 상승하는 현상을 보이고 있다. 본 연구에서는 이러한 전력가격의 변화에 발전예비력이 어떠한 영향을 미치는지 검토해보고 이러한 가격외곽현상을 경감하기 위한 대안을 검토하고자 한다.



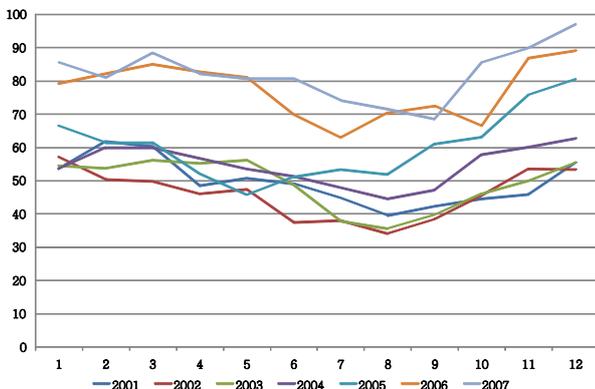
<그림 3> 2001년부터 2007년까지의 월평균가격과 월평균시장수요

2. 본론

2.1 연중 전력가격과 수요 간의 연관성

2001년부터 2007년간 전력가격의 연중 추이를 보면 <그림 1>과 같다. 이러한 월별평균가격은 해마다 변동은 존재하지만 전체적으로 6월부터 하락하기 시작하여 연중 수요가 가장 높은 7월과 8월에 가장 낮은 수준을 유지하며, 9월 이후 다시 상승하는 것을 알 수 있다.

물론 기동비용을 시장가격에 반영하여 발전기 기동정지에 따라 가격이 급변하는 현재의 전력시장에서 단순히 시장가격은 수요만을 반영한다고 하기에는 어려움이 있다. 또한 수요변화 형태에 대응하기 위하여 각 거래시간별로 적합한 발전기 조합을 조정하는 계통운전특성에 따라 시장가격이 동일 수요 하에서도 달라지는 특성 또한 존재한다. 하지만 본 논문에서 분석에 사용한 일 단위 또는 월 단위 평균가격에서는 이러한 순간적인 시간단위의 수요변화가 상당히 희석되어 나타나므로 위에서 언급한 사항에 대하여는 고려할 필요가 적다고 판단된다.



<그림 2> 2001년부터 2007년까지 월평균 계통한계가격 추이

일반적인 재화시장에서는 수요와 공급의 원리에 따라 수요가 증가함에 따라 가격이 오르는 것이 정상이나 현 전력시장에서는 상당히 다른 현상이 나타나고 있는 것이다. 이러한 현상은 시장가격과 시장수요(시장 내 발전량 합계 - 양수동력포함)간의 관계를 나타낸 <그림 2>를 보면

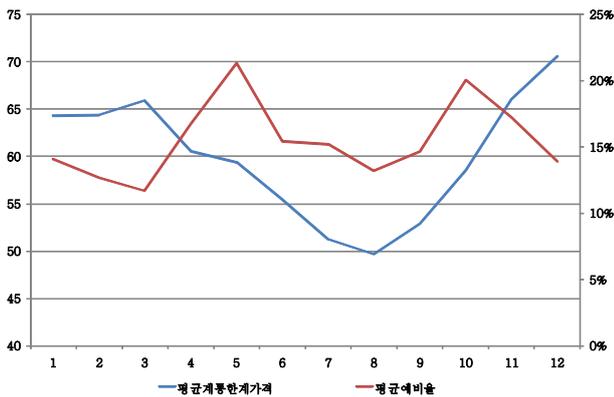
2.2 전력가격과 예비율 상관관계 분석

본 논문에서는 이러한 하절기의 수요와 가격간의 탈조현상이 매년 행하여지고 있는 하절기 수급대책에 따른 인위적인 발전예비력 증가로 인한 것으로 가정하고 이를 검토하기 위하여 전력가격과 예비율간의 상관관계를 검토하였다. 본 분석에서는 보다 효과적인 분석을 위하여 다음과 같은 가정 하에 수행되어졌다. 첫 번째로 현 전력시장에서 고의적인 용량철회, 즉 시장가격조작을 목적으로 한 발전기 정지사태가 없는 것으로 가정하였다. 두 번째로 모든 가동발전기는 모두 입찰한 것으로 가정하였다. 세 번째로 전력수요를 전력시장에서 시장참여자가 반응하는 시장수요만으로 정의하였다.

2.2.1 전력가격과 예비율 검토

현재 CBP전력시장에서는 발전기에 대한 대가지급을 다음의 4가지 정도의 카테고리로 구분할 수 있다; 발전거래에 대한 발전정산금, 지속적인 발전용량유입을 위한 용량정산금, 예비력 및 전력품질서비스 유지를 위한 보조서비스정산금, 유통망인 계통상황 및 기타 외부요인에 의한 제약의 보상금인 제약정산금. 이 중 용량정산금은 발전기가 발전가능상황을 선언하는 입찰행위를 통하여 지급받는 대가로, 이로 인하여 발전기의 입찰에서는 최대한 자신의 발전가능용량을 모두 입찰하려는 인센티브가 주어진다. 따라서 입찰량 자체가 시장 내의 예비력을 포함한 운전 가능한 전체 발전용량으로 보아도 무방할 것으로 판단된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 시장 내 발전가능용량과 시장수요간의 차이를 시장

예비력으로 간주하고 이를 기준으로 시장가격과 예비율간의 상관관계를 검토하였다.



〈그림 4〉 2001년부터 2007년까지의 월평균가격과 월평균예비율

일반적으로 두 변수간의 인과관계를 조사하기 위해서는 회귀분석을 이용하게 되므로 여기서도 시장가격과 예비율 간의 인과관계를 조사하는데 회귀분석방법을 이용하였다. 예비율은 지금까지의 가격과 정의에 따라 다음의 <수식 1>과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{예비율} = \frac{\text{입찰량} - \text{전력수요}}{\text{전력수요}} = \frac{\text{입찰량}}{\text{전력수요}} - 1 \quad \text{〈수식 1〉}$$

따라서 시장가격과 예비율간의 인과관계는 시장가격과 입찰량, 전력수요 간의 인과관계로 볼 수 있다. 분석에 사용된 표본 집단은 2001년부터 2007년까지의 시장운영자료 중 일평균 통계수치로 정의하고 예비력을 독립변수로, 시장가격을 종속변수로 하는 선형회귀식을 <수식 2>와 같이 산출하였다

$$\text{시장가격} = -102.663124394799 \times \text{예비율} - 89.3784447889272 \quad \text{〈수식 2〉}$$

〈표 4〉 예비력과 시장가격 회귀분석 결과

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값
Y 절편	89.37844479	0.707463947	126.3363952	0
예비율	-102.6631244	2.289718948	-44.83656149	0

산출된 회귀식의 유의성을 판단하기 위하여 <표 1>을 검토해보면 예비율에 대한 t-통계량의 절대값이 2보다 크므로, 독립변수와 종속변수 간에 서로 관계가 없다는 귀무가설이 기각되고 서로 유의한 관계가 존재한다는 것을 알 수 있다. 또한 p-값을 검토해보면 0% 수준에서 귀무가설이 기각되므로 명백하게 예비율과 시장가격 간의 연관관계는 의심할 여지가 없다는 것을 알 수 있다.

그러나 분석결과로 나타난 결정계수 값이 0.449301454384907로 나타나 회귀식의 설명도가 떨어짐을 알 수 있다.

2.2.2 전력가격과 기저발전 입찰량 관계 검토

동일한 예비율 하에서 시장가격이 차이나는 이유는 크게 2가지 정도로 추측할 수 있다. 우선 발전기별 최소정지시간 및 기동시간, 최소운전시간, 발전기 증감발출 등 발전기 특성과 수요변화정도에 따른 계통상황에 따라 동일 예비율 하에서도 운전발전기 조합이 상이함에 따라 시장가격차가 발생할 수 있다. 또한 정비 또는 고장으로 인하여 시장참여를 못하는 발전기의 연료종류와 용량에 따라 시장가격차가 발생할 수 있다. 이 중 첫 번째 원인에 대하여는 거래시간별로 전시간대의 발전기 조합과 특성, 수요변화량에 따라 결정되는 사항이므로 본 논문에서는 검토대상에서 제외하도록 하고 두 번째 사항에 대하여 검토하였다.

시장가격과 기저발전 입찰량의 인과관계를 검토하기 위하여 역시 회귀분석방법을 사용하였으며, 특히 이 경우는 수요 역시 시장가격에 영향을 미치게 되므로 기저입찰량과 시장수요를 독립변수로 하는 다중회귀분석을 시행하여 <수식 3>의 식을 산출하였다. 본 분석에서 표본 집단은 상기 기술한 집단을 동일하게 사용하였다.

$$\text{시장가격} = -0.00211358356506675 \times \text{기저입찰량} + 0.00381987531751547 \times \text{시장수요} - 17.9534144096211 \quad \text{〈수식 3〉}$$

〈표 4〉 기저입찰량과 시장수요, 시장가격 다중회귀분석 결과

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값
Y 절편	-17.95341441	1.741306337	-10.3103136	1.97129E-24
시장수요	0.003819875	5.69394E-05	67.08666379	0
기저입찰량	-0.002113584	9.51065E-05	-22.22333126	7.1E-100

<표 2>에서 나타난 바와 같이 시장수요와 기저입찰량에 대한 t-통계량의 절대값이 모두 2보다 크므로, 독립변수들과 종속변수간에 서로 관계가 없다는 귀무가설이 기각되고 서로 유의한 관계가 존재한다는 것을 알 수 있다. 또한 p-값을 검토해보면 모두 거의 0% 수준에서 귀무가설이 기각되므로 명백하게 시장수요와 기저입찰량이 시장가격에 영향을 미침을 알 수 있다.

또한 결정계수 역시 0.73688652999359로써 단순히 전체 발전기 입찰량을 반영한 예비력과의 회귀식 보다 설명도가 높아졌음을 알 수 있다.

2.3 예비력 운영을 위한 대안검토

이와 같이 분석결과에서 나타난 바와 같이 전력시장가격은 예비율과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있으며, 특히 기저발전기의 입찰여부가 시장가격에 영향을 미침을 알 수 있다.

현재 운영 중인 전력시장에서 하절기를 목표로 발전기의 예방정비계획을 봄과 가을에 집중하여 오히려 봄철과 가을철의 예비율이 하락하는 현상은 수요변화에 따른 발전기 운전과 투자신호를 왜곡시킬 개연성이 존재하므로, 장기적 시장운영에 좋지 않은 영향을 미칠 여지가 존재함과 동시에, 계절별 예비력 과다변화에 따른 계통운전의 어려움 가중 등 효율성을 저해시킬 위험이 존재한다고 보아야 할 것이다. 따라서 이러한 전체 예비력의 상시 수준을 안전한 발전기 정비계획을 검토하여야 할 것이다.

3. 결 론

전력시장이 개설됨에 따라 많은 사람들이 일반적으로 전력운영을 시장과 계통으로 분리시켜 생각하는 경우가 많이 존재한다. 하지만 시장과 계통은 서로 상태와 행위를 반영하는 것으로 별개로 생각할 수 없는 유기적인 관계에 있다. 따라서 과거의 단순히 계통운전의 안전성 위주의 판단과 운영방법은 필연적으로 비효율을 내포하고 있으며, 이를 보다 효율적인 방향으로 개선시키기 위해서는 어느 정도의 위험을 감수하고 대처방안을 고려해야 할 것이다.

본문에서 수행해본 분석결과와 예비력 운영방법에 따라 시장가격이 변화할 수 있음을 나타내주며, 보다 효율적인, 보다 안정적인 시장가격 유지를 위해서는 이러한 예비력 운영방법을 예비력 수준을 일정하게 가져가는 방법을 고려해보는 것이 어떨까 제언하는 바이다.

물론 매년 새롭게 최대수요를 갱신하는 현재의 우리나라 전력시장에서의 하계수급문제는 분명 심각한 사항이나, 이러한 문제를 단순히 발전 예비력 확보차원에서만 고려하게 되면 비효율이 발생할 수 밖에 없다고 생각한다. 점차 소매요금제도 개선을 통한 가격에 대한 수요의 반응을 이끌어내는 것이 전력산업 효율성 확보를 위한 과제가 될 것이라고 판단되며, 이러한 전반적인 산업구조와 제도, 운영방법에 대한 새로운 시각과 고려가 필요할 것이라고 사료된다

〔참 고 문 헌〕

- [1] 이명호, “현대통계학”, 2000
- [2] Michael R. Middleton, “Data Analysis Using Microsoft Excel”, 2001
- [3] 전력거래소, “전력시장운영규칙”, 2007
- [4] 전력거래소, “전력시장운영실적”, 2001-2007