

현 전력시장에서 수요자원의 활용방안

김두중, 전재룡, 문영권
한국전력거래소

Use of Demand Resources in incumbent Electricity Market of Korea

Kim, Doo-Jung, Jeon, Jae-Ryong, Moon, Young-Kwon
Korea Power Exchange (KPX)

Abstract - '90년대 이후 세계의 전력산업은 효율성 향상 및 사회적인 증진을 위해 독점에서 경쟁체제로 전환되고 있다. 우리나라도 01.4월 발전, 송배전 및 판매가 통합된 전력회사에서 발전부문을 분할하여 별도의 6개 발전회사로 분리했고, 전력거래소를 신설하여 변동비반영 전력시장을 개설하였다. 그러나 변동비반영 전력시장은 각 참여자들의 가격입찰을 허용하지 않고 있고, 수요측 가격입찰도 허용하지 않는 시장이다. 따라서 설비예비력, 운영예비력 등 예비력과 에너지 시장에서 수요자원의 참여가능성과 참여방법을 제시하고자 한다.

1. 서론

정부는 '99년말 전력산업구조개편 촉진법을 마련하여 전력산업의 경쟁도입과 민영화를 추진하였다. 수직통합전력회사를 기능별로 분리하고 경쟁이 도입가능한 발전과 판매는 시장기능에 맡기고 송전망과 같이 규모의 경제가 있는 사업은 독점체제를 유지하고 구조개편기본계획을 마련했다. 그 기본계획의 구조개편 추진방식을 3 단계 접근방식(발전경쟁, 도매경쟁 및 소매경쟁)을 포함하고 있다.

공기업에 의한 민간사업자의 피해를 최소화하기 위해 민영화 이전에 과도기적으로 변동비반영 전력시장을 개설했으나 정부의 정책변화에 의해 더 이상 발전하기 못한 상태이다. 최초 변동비반영 전력시장은 기저시장과 일반시장으로 구분하여 1제화 1가격에 대한 시장경제의 기본원칙을 손상시켰다. 이 시장구분은 최종소비자 요금에 규제되고 있는 상황에서 어쩔 수 없는 선택이었고, 과도기적으로 운영될 시장이기 때문에 그 당시에 심각하게 생각하지 않았다.

'04년 6월 노사정위원회 연구보고서에서 배전분할의 무기한 연기 결정으로 인해 사실상 전력산업구조개편의 동력을 잃게 되었고, 그 이후 현 전력시장에 대한 연구가 이루어 졌다. 이 연구결과에 따라 정부와 전력거래소는 시장참여자와 협의하여 단계별 제도개선을 시행하고 있으며, '07. 1월 1단계 제도개선을 시행하였다. 이 1단계 제도개선에서 가장 크게 변화된 내용은 기저용량가격(20.49원/kWh, 석탄 50만kW 고정비)과 기저한계가격(19원 수준)을 폐지하고, 용량의 가치는 일반발전기와 동일하게 적용하고, 에너지에 대해서는 기저상한가격(약 32원 수준)을 도입하였으나, 에너지에 대한 기저발전기의 가격차별은 여전히 해소되지 않았다. 또한 지역적 가격신호를 주기 위해 한계송전손실계수를 가격결정과 정산에 적용하고 있으나, 송전손실을 반영하지 못한 측면에서는 아직도 지역적 전력의 가치를 정확히 반영하지 못하고 있다.

현 전력시장은 변동비반영시장이기 때문에 예비력이 부족한 하계에도 가격스파이크가 발생하지 않는다. 즉 보이지 않은 상한가격이 존재한다고 볼 수 있다. 또한 수요자원의 입찰을 허용하지 않고 있어 사실상 수요반응을 이끌어 내기가 어렵다. 여기에서는 이상적 전력시장에서 수요자원의 시장참여 효과를 분석하고, 단일구매자의 수요관리가 전력시장에 미치는 영향을 언급하고, 마지막으로 현 전력시장에 수요자원의 참여방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 이상적 전력시장에서 수요자원의 활용과 그 효과

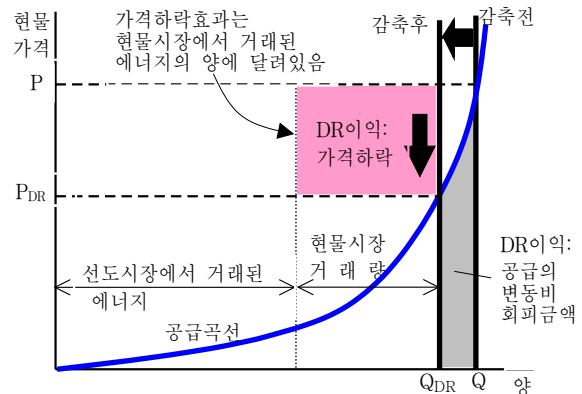
2.1.1 에너지 측면

수요반응프로그램에 의한 수요감소가 수직통합사업자에 미치는 에너지 측면의 영향은 <그림 1>에 나타나 있다. 수요가 Q가 될 것이라고 예측된다면 수요감소로 인해 수요가 Q_{DR} 로 이동하면 그림의 회색영역으로 표시한 대로 공급비용을 피할 수 있게 된다. 수요가 낮은 시간대에는 경쟁이 치열하기 때문에 시장가격은 거의 한계비용으로 형성되지만 수요가 높고 예비율이 낮은 시간대에는 고정비를 회수할 수 있도록 충분히 높은 가격이 형성된다. 수요곡선은 도매시장 구매자가 입찰한 가격과 물량으로 만들어지고, 구매량을 충족시키기 위해 필요한 가장 마지막 발전기의 입찰가가 시장가격을 결정한다. 수요반응에 의해 수요곡선이 좌측으로 이동하면 변동비 회피효과로 인한 경제적 이익이 발생할 뿐

아니라 수요가 Q_{DR} 로 감소하면서 가격이 P에서 P_{DR} 로 하락하는 추가적인 이익이 발생한다. 시간이 지나면서 소비자들이 수요반응이 활발히 일어나면 장기적인 경제적 효과는 추가적으로 발생한다. 즉, 수요반응으로 인해 시장가격과 가격변동성이 계속 하락하면 하루전 및 실시간시장에서의 가격위험이 감소하고, 선도계약 가격 역시 하락하게 된다.

2.2.2 용량 측면

수요반응의 장기적 효과는 용량 측면에서 잘 나타난다. 즉, 수요반응에 의해 최대피크가 낮아지면 신규 발전 및 송배전 설비의 투자비용을 줄



<그림 1> 도매시장에서 DR의 에너지측면의 이익

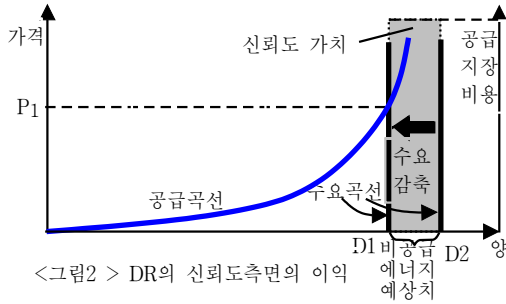
일 수 있다. 이런 긍정적인 효과는 수직통합사업자나 도매시장에 참여하는 판매사업자 모두에서 발생한다. 설비용량을 감소시키는 수요반응의 가치는 한계설비의 투자비용에 따라 달라지나, 현재 대부분의 나라에서 40만원/kW-year의 연금화된 고정비용을 갖고 있는 가스터빈발전기를 한계설비로 보고 있다. 만약 수요반응 프로그램으로 지불되는 비용이 20만원/kW-year라면 연간 20만원/kW를 절감할 수 있고, 송배전설비 투자비용까지 고려하면 절감효과는 더 크다.

2.1.3 신뢰도 측면

수요반응의 효과는 에너지 및 용량의 경제적 측면뿐 아니라 신뢰도 측면에서도 있다. 계통운영자는 대용량발전기 탈락과 예상치 못한 수요상승 등에 대비하여 예비력을 발전기에서 확보한다. 수요반응에 기초한 수요감축은 발전기의 예비력을 일부 대체할 수 있다. 이 부하는 설비예비력 측면의 수요반응 프로그램과 별도로 실시간 계통신뢰도 확보에 추가적인 자원을 제공할 수 있다. 계통운영자 운영예비력을 다 소진한 후에야 수요자원을 이용하게 되나, 계통운영자의 지시에 의해 빠르게 수요를 줄일 수 있으면 신뢰도 수준은 과거와 동일하면서 발전기에서 확보하는 예비력 요구량을 줄일 수 있다.

<그림 2>는 신뢰도측면의 효과를 그림으로 보여준 것이다. 특정시간에 P1의 가격으로 D1단위의 에너지를 제공하도록 되어있는 계통을 가정해보자. 공급시점이 다가올 때 계통에 사고가 발생하면 공급곡선은 좌측으로 이동(D1→D2)하게 되고 계통의 예비력부족이 발생한다. 이 때 수요반응 프로그램으로 따라 수요가 좌측으로 이동하게 되면 예비력 부족을 해결할 수 있게 된다.

공급시장비용(VOLL)과 공급지장전력(EUE, Expected Un-served Energy, 수요반응 프로그램이 없었다면 차단되었을 부하)를 구하면 수요반응에 의한 신뢰도 측면에서 가치를 계산할 수 있다.



<그림2> DR의 신뢰도측면의 이익

2.1.4 기타 효과

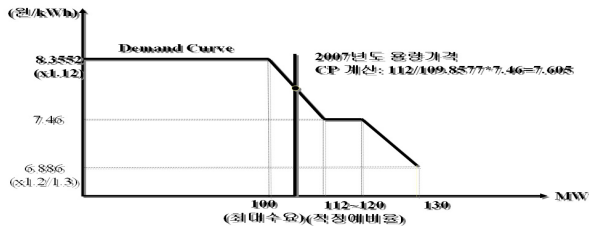
수요반응 프로그램은 경쟁적인 소매시장의 혁신을 가져올 수 있는 기회를 제공한다. 또한 소비자들은 수요반응 프로그램을 통해 자신들의 전기요금 지불액을 관리할 수 있는 추가적인 수단을 확보할 수 있게 된다. 그리고 수요반응 프로그램은 발전회사가 가격을 올리기 위해 시장지배력을 행사하고자 하는 잠재적인 가능성을 줄일 수 있다

2.2 현 전력시장 구조

현재의 전력시장은 크게 용량시장, 에너지 시장, 계통보조서비스 시장으로 구분할 수 있다.

2.2.1 설비용량시장

설비용량의 가격은 1년에 1회 결정되며 예비력을 연동한 지역별 가격이다. 공급곡선은 발전사업자가 거래년도에 제출한 설비용량이 공급곡선이며 수요곡선은 시장운영규칙에 정한 기준에 따라 아래 그림과 같다. 적정예비력이 되면 용량가격은 한계발전기의 고정비 수준이 되나, 예비력이 부족하면 한계발전기의 고정비보다 낮게 되고, 반대로 예비력이 높으면 한계발전기의 고정비보다 낮게 된다. 즉, 예비력이 부족한 거래년도에는 발전기 폐지의 연기와 건설기간 단축을 유도하게 되고, 예비력이 과대한 경우에는 비효율적 발전기의 퇴출과 신규설비의 진입 인센티브를 감소시키게 한다. 아래의 수요/공급곡선 및 용량가격은 '07년도에 적용하고 있는 실제 수치이다.



2.2.2 에너지시장

에너지 시장가격에서 공급곡선은 발전사업자가 제출한 공급가능용량과 발전비용평가위원회에서 사전에 평가한 변동비용을 기초로 만들어지며, 수요는 거래소가 예측한 수요가 된다. 거래가격은 각 시간대별 공급곡선과 수요곡선이 만나는 점에서 가격이 결정되고, 주간에는 주로 LNG 발전기가 시장가격을 결정하고, 심야시간대 또는 수요가 낮은 시간대에는 석탄발전기가 결정한 경우도 있다. 현 전력시장의 가격은 발전사업자가 입찰한 가격이 아닌 한계발전기의 실제변동비용으로 결정되기 때문에 수요가 높은 여름에도 가격스파이크는 발생하지 않는다.

2.2.3 계통보조서비스 시장

현 전력시장에서 계통보조서비스를 예비력서비스, 무효전력서비스, 자체기동서비스로 구분하고 있고, 무효전력 제공에 대한 보상은 이루어지지 않고 있으며, 예비력서비스와 자체기동서비스 제공에 대한 보상만 하고 있다. 계통보조서비스 가격은 수요와 공급곡선에 의한 방식이 아니고 발전비용평가위원회에서 사전에 정한 가격이다. 또한 계통보조서비스 제공발전기는 거래소가 지정하게 되는데 예비력서비스 중 대기/대체예비력은 운영발전계획에서, 주파수조정서비스는 실시간발전계획과 자동발전제어실적에 의해 제공량이 결정된다.

2.3 수요반응 측면에서 현 전력시장의 문제점

2.3.1 구조적인 가격입찰 불가능 및 가격Spike 부재

부하의 수요측 반응을 이끌어 내기 위해서는 부하측 가격입찰이 허용되어야 하나, 현재 발전측과 부하측 모두 가격입찰이 허용되지 않는 상태이며, 계통한계가격도 각 발전기의 실제 변동비를 기준으로 결정되기 때문에 충분한 수요반응을 유도할 수 있는 높은 시장가격을 만들지 못한다. 실제 가격 상한은 없으나, 각 발전기의 변동비로 가격을 결정하기 때문에 비싼 발전기의 변동비가 가격상한치로 보아야 한다.

2.3.2 대용량 부하의 시장 미참여로 수요반응 인센티브 부족

수요가 시장가격 신호에 의해 반응하기 위해서는 가격탄력성이 높은 대용량소비자가 도매시장에서 전력을 구매해야 한다. 그러나 대용량소비자인 산업용소비자는 종별요금에 따라 저렴한 비용으로 전력을 판매독점회사에서 구입할 수 있기 때문에 시장에 참여하지 않고 있다. 따라서 현 전력시장의 규칙에서 수용반응프로그램은 존재하지 않는다.

2.3.3 소비자에게 종별요금 적용

현재 우리나라에서 소매업은 도매시장의 단일구매자에게만 허용되고 있고, 도매시장가격에 기반한 요금체계가 아닌 과거 정책적 결정에 의해 만들어진 종별요금체계에 의해 최종 소비자 요금을 부과하고 있어 도매시장가격에 의한 수요반응을 이끌어 내는 것은 부족하다.

2.4 현 전력시장에서의 수요자원 시장참여 방안

2.4.1 도매전력시장의 단일구매자의 수요반응 방법

전력시장가격은 하루전에서 거래소가 예측한 수요를 기반으로 가격을 결정한다. 만약 단일구매자가 최대수요를 줄이게 되면 그 다음날에 수요 예측에 반영되고 이로 인해 최대수요 시간대에 가격이 낮아진다. 또한 용량가격 결정시 전년도 최대수요를 기준으로 용량가격을 결정하기 때문에 금년도 최대수요 감축은 내년도 용량가격을 낮추게 되어 결국 구매가격은 하락하게 된다. 따라서 현재의 시장에서 단일구매자는 수요반응프로그램을 개발하여 운영할 인센티브가 존재하나 가격입찰 도매전력시장과 같이 큰 인센티브는 없다.

2.4.2 대용량 부하의 가격입찰 허용 및 지역별 가격제 시행

현재 양수발전기의 펌핑동력은 가격입찰을 허용하지 않고 계통한계가격을 발표된 후에 펌핑동력을 입찰하게 된다. 양수발전기의 종합효율은 약 75%이며 펌핑시간대와 발전시간대의 시장가격차이가 25% 이상 발생할 경우 펌핑동력을 입찰하게 된다. 이 방법은 펌핑동력을 가격결정에 반영하지 못한 점이 문제다. 따라서 현재의 변동비반영 전력시장에서 사용량 조절이 가능한 부하에 대해서는 가격입찰을 허용하는 것은 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한 부하측 가격입찰을 허용하기 위해서는 송전혼잡과 송전손실을 반영한 모션가격체계의 도입이 필요할 것이다.

2.4.3 계통보조서비스 시장참여

부하도 발전기처럼 예비력을 제공할 수 있다. 대용량발전기 탈락시 저주파계통기를 통해 부하를 차단한다면, 부하도 발전기의 Governor Free와 같이 사용할 수 있고, 또한 거래소 지시에 의해 일정 시간내에 부하를 줄이게 되면 대기 및 대체 예비력으로 활용 가능하다. 그러나 현재 보조서비스 제공에 대한 대가 지불가격이 매우 낮기 때문에 부하의 참여는 저조할 것으로 예상된다. 따라서 부하가 예비력으로 활용될 수 있도록 계통보조서비스 단가를 현실화할 필요가 있다.

3. 결론

현 전력시장은 정부정책의 부재로 더 이상 발전하지 못하고 변동비반영 전력시장의 형태로 운영해 오고 있다. 경쟁을 통한 전력산업의 효율성 향상과 소비자 선택권 강화하기 위해서는 수요자원의 시장참여가 가능한 시장구조가 되어야 하고, 이에 대한 정부의 제도적 지원도 필요하다. 현재 상황에서 해외 선진 전력시장과 같이 가격입찰 기반의 현물시장을 도입하지 못한다고 하더라도, 전력의 정확한 가격을 만들 수 있도록 거래제도의 개선이 추진되어야 한다. 이때 반드시 고려되어야 할 사항은 발전자원과 같이 수요자원도 시장 참여를 유도할 수 있도록 해야 한다. 본문에서 언급한 바와 같이 수요자원은 경제적 이득뿐만 아니라 신뢰도 측면에서도 이득이 있다. 따라서 현재 추진되고 있는 제도개선에서 수요자원의 에너지시장, 용량시장 및 계통보조서비스시장 참여방안이 반영되어야 한다.

수요반응을 극대화하기 위해서는 도매시장의 시간대별 가격을 직접 소비자에게 전가해야 하나, 정치적, 사회적 측면을 고려해 보면 가까운 미래에는 쉽지 않을 것으로 예상된다. 소비자 요금을 점진적으로 시간적, 지리적 전력의 가치를 반영한 요금체계로 전환되어야 하며, 동시에 전력시장에서도 수요자원이 참여할 수 있도록 거래제도를 개선할 필요가 있다.

[참고 문헌]

- [1] 한국전력거래소, "전력시장운영규칙", 2006
- [2] Economic Principles of Demand Response on Electricity by Larry E.Ruff, October 2002
- [3] Lessons from Liberalised Electricity Market. IEA/OECD Report. 2005
- [4] Demand Response in Liberalised Electricity Market. IEA Report, 2003.