

지원금입찰제(수요자원시장)에 의한 수요관리

문경섭*, 김두중*, 옥기열*, 신재호*
한국전력거래소*

Demand Management by Demand Resource Market

KyeongSeob Moon*, DooJoong Kim*, KiYeol Ok*, Jae Ho Shin*
Korea Power Exchange*

Abstract - '08년도에 전력거래소는 에너지관리공단의 직접부하제어 설비와 고객을 인수하여 지원금입찰제에 의한 수요관리사업, 즉 수요자원시장을 구축하여 운영하였다. 본 논문에서는 수요자원시장의 기본개념을 설명하고, 08년도 하계 수요자원시장의 운영결과와 개선방향에 대해 언급하고자 한다.

1. 서론

1.1 수요자원시장과 수요관리의 차이점

기존의 수요관리는 사전에 정해진 계약에 따라 시행하기 때문에 전기소비자의 전력가치와 의사를 정확히 반영하지 못하는 문제점이 있을 뿐만 아니라 수요관리프로그램도 발달하지 못하고 있는 것이 현실이다.

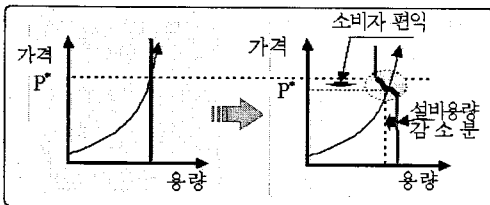
수요자원시장은 수요자원(부하측)이 경제적인 인센티브에 따라 자발적으로 수요감축(부하차단, 비상발전기 가동 등)에 참여하는 시장이다. 수요시장은 크게 재원의 형태에 따라 지원금시장과 경쟁시장으로 구분 가능하며, 우리나라의 수요자원시장은 지원금시장이다.

표1. 지원금시장과 경쟁시장

구분	지원금시장	경쟁시장
목적	사회적 편익 증대	수혜자 편익 증대
공급자	조절가능 수요	조절가능 수요
수요자	정부 (계통운영자)	계통운영자 판매사업자
재원	정부	수혜자

현 전력공급시장은 수요를 확정하고 공급량 확보에 치중한 반면에, 수요자원시장은 공급 이외에 수요측도 자원으로 활용하여 공급신뢰도를 향상시키며 공급비용 절감이 가능하다.

그림1. 수요반응에 의한 소비자 편익 변화



기존의 수요관리는 수직독점 체제에서 전력회사 중심으로 추진한 사업인 반면, 수요자원시장은 경쟁체제에서의 소비자 중심의 수요관리프로그램이라 할 수 있다.

표2. 수요관리와 수요자원시장의 특성 비교

구분	수요관리	수요자원시장	비교
체제	수직독점체제	경쟁체제	
중심	전력회사 중심	소비자 중심	
통신	단방향	양방향	
활용	하계	상시	
특성	정적시장	실시간시장	

1.2 해외 수요자원시장

1.2.1 미국

미국의 수요자원시장이 가장 잘 발달한 지역은 동부지역 (PJM, 뉴욕 및 뉴잉글랜드 시장)이며, 수요자원은 설비예비력 확보, 에너지 수급균형 및 전기품질시장 분야에 참여 가능하다.

표3. 수요자원의 참여시장(PJM 기준)

구분	용량시장	에너지시장	전기품질시장 (보조서비스시장)
목적	적정 공급 예비력 확보	에너지 균형	전기품질 유지 (주파수, 전압 등)
수요 참여	발전기 및 동할하게 참여	적동	적동
재원	수혜자 부담	수혜자 부담	계통운영자 부담

또한, 최종소비자는 공급신뢰도 수준에 따라 사용요금을 결정할 수 있다.

1.2.1 유럽

유럽(EU)차원에서의 수요자원시장에 대한 정책은 없으며, 나라마다 각기 다르게 정책을 추진하고 있다. 영국은 전력산업구조개편이 완료된 상태여서 민간 판매사업자가 스스로 수요관리를 시행하며, 국가적으로 수요자원이 참여 가능한 시장은 전기품질시장이다.

표4. 영국 수요자원의 시장점유율

구분	2001	2005	비고
순시예비력	0%	5%	
대기예비력	23%	29%	
주파수반영	23%	29%	

노르드시장(노르웨이, 스웨덴, 핀란드)은 실시간요금제(소비요금을 도매시장과 연계)를 통해 수요반응을 촉진하고 있다.

1.3 우리 실정에 적합한 수요자원시장

1.3.1 우리나라 문제점

현 전력시장은 변동비반영시장으로 시장가격이 폭동하지 않는 구조이며, 이로 인해 수요반응 인센티브를 제공하지 못할 뿐만 아니라, 수요자원은 도매시장에 직접 참여할 수 없는 구조로 되어있다.

표5. 현 도매시장에 수요자원의 참여여부

구분	설비용량	에너지시장	보조서비스시장
수요자원	참여불가	참여 불가	참여불가
기준가격	가스터빈 고정비 (7.179/ kWh)	시간대별 한계비용 (최대가격 LNC 발전기 변동비)	고정당가 (원/500억 규모)

전기요금 수준은 정부규제에 의해 매우 낮고 소비자그룹별 교차보조가 심한 상태이다. 주택용 및 상업용의 요금은 상대적으로 높으나 개별용량이 작아 수요자원시장의 경제성이 없다. 따라서 수요자원시장의 성공을 위해 상업용의 참여가 필수적이나 현 요금수준이 원가이하 수준이어서 수요자원시장의 참여인센티브가 적은 실정이다.

표6. 산업용(갑) 전기요금표

구분	기본요금 (원/kWh)	전력량요금 (원/kWh)		
		여름철	봄, 가을철	겨울철
고압A	4,440	64.1	48.4	54.5
고압B	4,100	63.2	47.6	53.6

1.3.2 우리나라에 적합한 수요자원시장

현재 우리나라 도매시장에 수요자원은 참여할 수 없는 구조와 대용량 고객의 전기요금에 침투발전설비의 변동비보다 낮은 점을 고려하면, 전기소비자가 경제적 인센티브에 의해 자발적으로 소비량을 조절할 인센티브가 없는 상황이다. 경쟁시장을 통한 수요자원의 시장참여 축진은 한계가 있으며, 현재 우리나라 실정을 고려하면 지원금입찰제(수요자원시장)의 도입을 통해 수요반응을 촉진할 수밖에 없는 상황이다.

2. 전력수요자원시장

2.1 수요자원 구성

수요자원시장에 대한 정책 집행과 규제는 정부가 담당하며, 참여주체는 부하조절이 가능한 대용량수용가, 부하관리사업자이고, 시장운영주체는 수요자원시장 운영자인 전력거래소이다.

표7. 수요자원시장의 구성 주체 및 담당업무

구분	기관	주요 업무
정책규제	정부 (지령부)	정책목표 및 규제기준제시
시장운영	전력거래소	규제기준 내에서 정책목표를 달성을 위한 거래메커니즘 개발 수요자원시장 운영 등
시장참여	부하관리사업자 및 수용가	수요자원시장 참여를 통한 수요극대화

2.2 수요자원 거래 메커니즘

수요자원 거래시장에 참여할 수 있는 부하의 기술적 기준과 총 구매용량을 정하고, 부하관리사업자 또는 수용가로부터 입찰서를 받아 가격을 결정한다. 기반기금의 총 지원금 내에서 낮은 가격을 제출한 사업자의 수요에 대한 조절을 시행하고 정산금을 지불하며, 수요자원시장은 하루전시장(Day-ahead Market)과 3시간전시장(3Hours-ahead Market)으로 구분하여 개설하되, 예비력 부족여부를 확인하기 위해 전력시장과 연계한다.

2.3 수요자원시장운영규칙

2.3.1 수요자원시장운영위원회

수요자원시장운영위원회(이하 "위원회"라 한다)는 수요자원시장운영규칙 제·개정과 수요자원시장 운영관련 계수 결정을 위한 의결기구이다. 위원 구성은 정부, 기금

센터, 거래소, 외부전문가 등 9인 이내로 하며 본 위원회의 주요업무는 전력수요자원시장 운영에 대한 주요정책 관련 자문, 전력수요자원시장운영규칙 제정 및 개정 관련 자문, 전력수요자원시장 규칙의 계수 결정 관련 자문 등이다.

2.3.2 수요자원시장 개설조건 및 개설통보

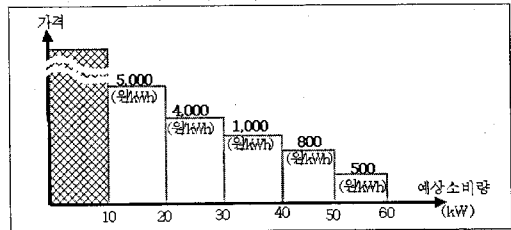
수요자원시장은 전력시장의 공급예비력이 600만kW 이하 시 개설한다. 공급예비력은 총 공급가능용량 이내에서 예측수요를 차감하여 산정한다. '08년도 하계에는 기온이 높지 않아 예비력이 600만kW 이하가 발생하지 않았지만 3일 동안 하루전시장을 개설하여 운영하였다. 하루전시장 개설은 거래일 하루전 오후 3시에 통보하며, 3시간전시장은 거래시간 5시간 전에 시장개설 여부를 통보한다.

2.3.3 수요자원 입찰

입찰은 상비입찰과 일일입찰로 나누며, 상비입찰은 시장참여자가 입찰하지 않는 경우 사용하는 자료이다. 상비입찰자료는 거래전일 오전 5시에 일일입찰자료로 변환되고 본 자료를 입찰 마감시간까지 변경하지 않는 경우에는 거래일의 최종 입찰자료가 된다. 하루전시장과 3시간전시장의 입찰 마감시간은 각각 거래전일 16:00와 거래시간 4시간 전이다.

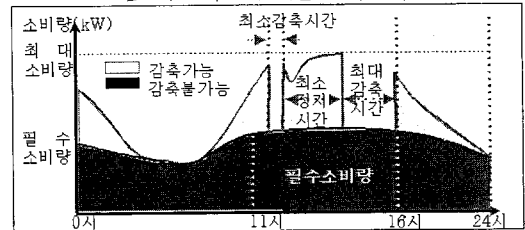
입찰자료로는 감축가능용량 및 감축가격을 제출하여야 하며, 최대 5개 구간까지 제출할 수 있다.

그림2. 수요자원의 입찰(예)



또한, 최대사용량, 최소정지시간, 최대감축시간, 최소감축시간 등의 기술적 특성자료를 제출하여야 한다.

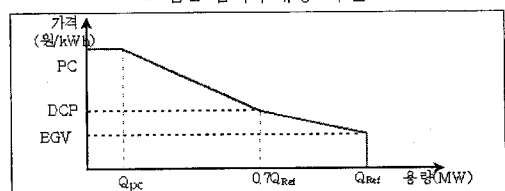
그림3. 수요자원의 기술적 특성자료



2.3.4 감축구매량 결정

감축구매량을 결정하기 위해 감축구매곡선이 필요하며, 본 수요자원시장에서는 아래와 같은 감축구매곡선을 사용한다.

그림4. 감축구매량 곡선



이 감축구매량 곡선을 도입한 주된 목적은 시장지배력의 행사를 방지하는 것이다. 기준감축구매량(Qref)은 전력거래소가 필요한 구매량의 기준이 되는 용량이며, 총 감축가능용량 이내에서 거래소가 결정한다. 감축시장가격의 상한가격은 가스터빈 발전기(연 12시간 운전)의 생산비용의 80% 수준으로 결정했다.

표8. 첩두(OCGT) 발전설비 공급비용

연간회수 금액		변동비	공급단가
연간비용	kWh당 합		
투자비 회수	34,376	146원/kWh	5,000원/kWh
수 유 지 비	23,994		
합 계	58,370		
· GT 15MW	· 연12시간 운전	· 인건복합 GT적용	

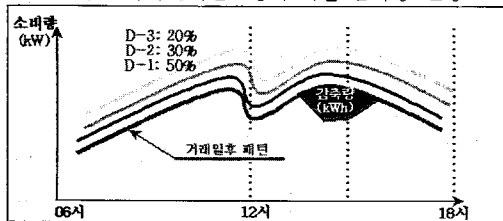
2.3.5 수요감축계획 수립 및 감축시장가격 결정

수요감축계획의 목적함수는 사회적 잉여 최대화이다. 시스템의 제약조건은 수급균형이며, 개별 수요자원의 제약은 최대사용량, 최소정지시간, 최대감축시간, 최소감축시간 등이다. 가격결정방식은 한계비용(Marginal Pricing)방법으로 수요감축계획에 의해 청산된 물량은 입찰가격과 관계없이 모두 감축시장가격으로 정산한다.

2.3.6 자료취득 및 감축량산정

수요감축량을 산정하기 위해서는 시장참여자의 소비량을 측정하여야 한다. 현재 15분단위 계량값을 원격으로 취득하여 감축량 산정에 활용한다. 감축량 산정은 유사일 패턴모형과 온도회귀모형을 사용한다.

그림4 유사일패턴모형에 의한 감축량 산정



2.3.7 수요자원시장의 정산

수요자원시장의 정산금은 감축가능용량 정산금과 실감축량 정산금으로 구분하여 산정한다. 감축가능용량 정산금은 부하감축을 하기 위해 대기하는 비용을 보상하는 성격이며, 실감축량 정산금은 전기소비가 부하감축시 발생하는 비용을 보상하는 성격이다. 감축가능용량 정산금은 아래식과 같이 입찰가격계수와 평균성과계수 등을 곱하여 산정한다.

$$\therefore \text{감축가능용량 정산금} = \text{감축가능량} \times \text{기준단가} \times \text{입찰가격차등계수} \times \text{평균성과계수}$$

입찰가격차등계수는 입찰가격 상승을 방지하기 위해 도입했다. 성과계수는 감축지시량 대비 실감축량으로 산정하며 실감축량이 없을시 정산금이 산정되지 않도록 하여 허위입찰을 방지하기 위해 도입했다. 실감축량 정산금은 아래와 같이 산정한다.

$$\therefore \text{실감축량 정산금} = \text{실감축량} \times \text{감축시장가격} \times \text{성과계수}$$

부하관리사업자는 수요자원을 모집하고 본 시장에 등록할 수 있으며, 고객의 정산금의 20% 이내에서 수수료를 받을 수 있다.

표9. 전력수요자원시장운영규칙의 주요내용

구분	주요내용
시장구분	하루전시장과 3시간전시장
시장개설조건	기준 예비력이 일정수준 이하
입찰	· 감축량과 감축가격 · 기술특성자료
구매량	· 구매곡선 적용
감축계획	· 목적함수: 사회적 후생 극대화 · 제약조건: 수급균형, 기술적 제약
감축가격	· 한계비용방식(Marginal Pricing)
통보/감축	· B-mail 및 SMS/현장 또는 원격제어
감축량평가	· 모델 1) 유사일 패턴방식: · 모델 2) 온도회귀모형 등
정산	· 용량: 감축가능량×단가×차등계수×평균성과계수
	· 감축량: 감축량×시장가격×성과계수
부하관리수수료	· 관리 고객 정산금의 20% 이내

3. '08년도 하계 수요자원운영 결과

'08년도 하계 수요자원시장(하루전시장)은 '08. 8. 26일부터 28일까지 3일 동안 개설하여 운영하였다. 수요자원시장 입찰용량(15시 기준)은 최소 37만kW(26일)에서 점진적으로 증가하여 45만kW까지 증가했고, 감축시장가격은 1,500원/kWh(26일) 수준에 1,300원/kWh(28일)을 낮아졌다. 입찰용량 증가 및 감축시장가격 하락원인은 소비자간 경쟁에 의한 것으로 추정된다. 감축지시량(28일 15시 기준)이 26만kW이고 실감축량은 27만kW로 105%의 성과를 달성하였다. 그러나 에관공 직접부하제어를 유지하는 고객을 대상으로 23만kW의 부하감축을 지시했으나, 실감축량은 약 3만kW정도로 달성도가 매우 낮았다.

<'08년도 하계 수요자원시장 운영결과>

구분	'08.8.26 (화)	'08.8.27 (수)	'08.8.28 (목)
입찰용량(MW)	378	385	455
기준량(MW)	378	385	455
구매량(MW) (감축지시량)	207	215	263
감축시장가격 (원/kWh)	1,527	1,510	1,350
실감축량(MW)	183	174	277
달성률(%)	88	81	105

4. 결론

'08년도 수요자원시장에 의한 부하감축의 성과는 직접부하제어에 비해 매우 높을 뿐만 아니라 매우 경제적이고 판단된다. 따라서 국내 수요관리프로그램도 소비자가 적극적으로 참여할 수 있는 프로그램으로 전환할 필요가 있다. 소비자가 적극적으로 수요관리프로그램에 참여하지 않는 가장 큰 이유는 낮은 소비자요금이다. 실시간요금제, CPP요금제 등의 도입하지 않고는 수요반응을 이끌어내는데 한계가 있다. 금년도 하계에 운영한 수요자원시장의 개선도 필요하다. 현장에서 취득한 자료의 신뢰성이 매우 낮았고, 감축량 산정 등 규칙상 문제점도 발견되었다. '08년도 동계에도 수요자원시장을 운영할 예정이며, 이때 도출된 문제점을 개선하여 '09년도 수요자원시장규칙에 반영할 예정이다.

[참고 문헌]

- [1] 전력거래소, "전력수요자원시장운영규칙"
- [2] DRR Valuation and Market Analysis, IEA(January 6, 2006)