

우리나라 발전경쟁시장(Cost Based Pool)에서의 계통운영서비스(Ancillary Services) 체계

배주천*, 황봉환
한국전력거래소

Ancillary Service Structures in the Cost Based Pool of Korea

Joo-Cheon Bae, Bong-Hwan Hwang
KPX

Abstract - 전력산업 구조개편에 따라 개설된 우리나라의 발전경쟁 시장에서 전력계통안정 및 전기품질 확보를 위하여 적용되는 계통운영서비스의 종류와 확보기준 및 운영방법을 소개하고 향후 전력시장의 발전에 따라 적용예정인 계통운영서비스에 대한 운영방향을 검토하였다.

1. 서 론

계통운영서비스(Ancillary Services)란 전력계통의 물리적 안전성 및 전기품질 유지를 위해 제공되는 서비스로서 주파수조정, 무효전력공급, 광역고장복구 등을 말하며 전력계통을 구성하고 있는 발전기 및 송전계통의 특성에 따라 요구되는 정도가 달라지게 된다. 발전, 송배전 및 판매기능이 수직통합된 중전의 한전 체제에서는 전력회사가 자체적으로 계통운영서비스에 해당하는 기능을 수행하였으나 전력산업 구조개편에 따라 발전 및 판매부문이 분리되면 이러한 기능을 전력시장을 통하여 해결하여야 한다. 전력시장에서 계통운영서비스를 제공하는 방법은 시장의 형태에 따라 다양하다.

본 논문에서는 2001년 4월 2일부터 시작된 우리나라의 발전경쟁시장(Cost Based Pool)에서 적용하는 계통운영서비스의 종류와 확보기준 및 운영방법 등을 간략히 기술하고자 한다. 한편, 전력산업 구조개편이 성공한 외국의 계통운영서비스 운영사례를 조사·분석하여 우리나라의 전력시장 발전단계별 적용 가능한 계통운영서비스방안을 연구, 실제계통 운영에 적용하는 것을 최종목표로 하고 있다.

2. 본 론

2.1 계통운영서비스의 필요성

전력이 일반상품처럼 시장에서 거래되기 위하여 전력계통의 안정적 운영이 필수적이며, 이를 위해 시장참여자는 시스템의 안정성과 품질유지를 위한 자발적인 노력이 매우 필요하게 되며, 전기에너지의 특성상 어떤 서비스를 특정 참여자가 제공해야하는 경우도 발생하므로 에너지가격만으로는 자발적인 공급에 한계가 있게 되며 또한 생산되어 풀에 들어온 전력은 생산자가 구분되지 않으므로 품질유지에 필요한 비용을 부담하지 않고 전력을 거래하려는 현상이 나타날 수 있다. 따라서 계통운영자는 전력계통의 안정운영과 품질을 일정한 수준으로 유지하기 위한 서비스를 확보하여 운영해야할 필요성이 있다.

2.2 해외 전력시장의 계통운영서비스 운영현황

우리나라의 전력시장 발전단계별로 적용할 계통운영서비스 방안을 마련하기 위하여 구조개편을 성공적으로 추진한 해외 전력시장(영국 및 호주시장)의 계통운영서비스 운영사례를 조사·분석하였다.

2.2.1 영국

1990년에 전력시장 구조개편을 시작한 영국은 발전경쟁시장을 거쳐 2001년 현재 NETA(New Electric Trading Agreement) 시장구조로의 변화를 진행해왔다. 구조개편 초기에는 일부 계량설비의 미비 등으로 인하여 실질적인 경쟁구조는 아니었지만, 이후 점진적인 경쟁시장체제 도입으로 진보적인 운영방식을 갖추게 되었다. 주요 서비스로는 ① 주파수응답(Frequency Response) 서비스, ② 예비력(Reserve) 서비스, ③ 무효전력(Reactive Power)수급 서비스, ④ 자체기동(Black Start) 서비스가 있으며 요약하면 표1과 같다.

표1. 영국의 계통운영서비스 현황(98/99년 기준)

구분	주파수응답	예비력	무효전력	자체기동
기능	주파수 유지	계통안정성 확보	전압유지	계통정전후 신속 복구
보상방법	계약	용량+사용량	용량+사용(현재 사용)	용량+사용
공급원	병입되어 운전중인 발전기 수요관리	대형 발전소 양수 발전소 G/T 발전소	대규모 발전소	자체기동 능력 보유 발전소

영국의 계통운영서비스 종류별 주요특징은 주파수 응답의 경우 Grid Code에 규정된 범위(50±0.5Hz)를 유지하기 위하여 주파수 변동시 응답속도와 지속 가능시간에 따라 1차응답, 2차응답 및 고주파 응답으로 구분되어 있으며 발전사업자와 계통운영자간의 계약에 의해 확보하고 운영실적에 따라 보상하는 형태로 되어 있다. 예비력의 경우 기동시간에 따라 상정고장대비 예비력 제공을 위해 운영예비력으로 구분하여 확보하고 예비력 제공을 위해 소요되는 비용을 풀에서 보상한다. 한편 무효전력의 경우 Grid Code에 발전기 역률 -0.85~+0.95 범위에서 운전할 수 있도록 규정하고 이 범위를 초과하는 특성의 발전기에 대하여 별도 계약에 의거 보상한다. 전계통 정전시 복구 목적으로 확보하는 자체기동서비스는 계통운영자가 요구하는 자체기동능력을 보유한 발전기중 자체기동설비 설치, 유지보수, 운전원 복구훈련비용 및 시험비용 등을 고려하여 장기협약(12~15년 혹은 영구)에 의해 확보되고 있다.

2.2.2 호주

호주 전력시장은 1991년 구조개편 논의를 시작하여 1996년 NECA(시장규약인 Code 변경 및 관리 기관) 및 NEMMCO(전력시장 및 계통 운영기관)를 설립하여 전력시장을 운영하고 있다. 호주에서 운영되고 있는 계통운영서비스 운영항목은 크게 3가지로 구분할 수 있으며 세부내역은 다음과 같다.

- ① FCAS(Frequency Control Ancillary Services)
- ② NCAS(Network Control Ancillary Services)
- ③ SRAS(System Restart Ancillary Services)

각 서비스 항목별 운영방법 및 보상방법을 살펴보면,

FCAS는 주파수유지를 위해 필요한 서비스로서 각 발전기가 준수해야 하는 기술적 특성(조속기 응답) 등이 NEC(National Electric Code)에 규정되어 있으며, 주파수 유지를 위한 필요량은 NECA의 신뢰도 위원회에서 결정된 주파수유지 기준치에 근거하여 NEMMCO에 의해 결정되고, 실제 운영은 결정된 필요량에 따라 발전사업자 입찰자료를 평가하여 발전사업자와 계약을 통하여 확보하며, 6초, 60초 응답특성을 가진 주파수추종 및 5분 응답특성을 가진 자동발전운전제어 및 부하차단(Load shedding) 등으로 운영되고 있다. NCAS란 전력계통의 안전운용 범위내에서 전력망의 효율을 향상시키고, 계통의 전력수송능력을 유지시키기 위해 필요한 관련 서비스로서, 전압제어, 안정도제어 및 전력망 조류제어 등으로 구분할 수 있다. 특히 전압제어를 위한 발전기가 제공해야 하는 무효전력 공급능력은 일정 역률범위(지상 0.9~전상 0.93)이내에서는 의무적으로 제공됨과 같이 있으며, 필요시 NEMMCO가 규정에 제시된 능력을 초과하여 급전지시를 내리는 경우 별도의 비용을 보상하고 있다. SRAS는 외부전원의 공급없이도 자체기동이 가능한 발전기를 확보하여 전계통정전시 계통을 복구하는 서비스로서 영국시장과 유사한 방법을 채택하고 있다.

2.2.3 캘리포니아

캘리포니아 전력시장에서 운영되고 있는 계통운영서비스는 크게 4가지로 구분되며, 주요 서비스로는 ①조정(Regulation), ②예비력(운전, 대기, 대체), ③ 전압지원(Voltage support), ④ 자체기동(Black start capability) 등이 있다. 조정서비스 대상발전기는 조속기 및 자동발전제어 설비가 구비되고 급전지시후 10분 이내에 출력 가능하여야 하며, 필요량은 ISO에 의해 결정된 양(일반적으로 수요의 1~5% 정도)에 따라 경쟁시장을 통해 확보한다. 예비력서비스는 최대출력에 도달되는 시간 및 지속시간에 따라 구분되어 지는데, ISO가 정한 필요량에 근거하여 입찰신고된 발전기를 대상으로 운영한다. 전압지원서비스는 일정 역률범위(지상 0.9~전상 0.95)내에서 무효전력수급 가능한 발전기를 대상으로 Must-run 계약을 통해 장기적으로 확보하며, 추가 발전기에 대한 무효전력수급 지시를 내린 경우에는 별도 보상한다. 자체기동서비스는 10분 이내에 기동병입하여 12시간 이상 출력을 지속할 수 있는 발전기를 대상으로 Must-run 계약을 맺어 확보, 운영하고 있다.

2.3 우리나라의 계통운영서비스

기존의 발,송,배전 및 판매부문이 수직통합된 한국전력 체제에서는 전력공급 및 품질유지를 한전에서 수행하였으나 발,송,배전 및 판매부문이 수평분할된 시장체제에서는 전기사업자의 공급의무와 시장원리에 따라 전력공급의 공익적 측면과 시장성 측면이 적절히 조화되어야 한다. 전기사업자는 제공한 서비스에 대하여 충분한 보상을 요구할 것이고 전기사용자는 양질의 전기를 저렴한 가격에 중단없이 공급받기를 원할 것이다. 이러한 욕구에 부응하여 전력시장 및 계통운영을 담당하는 전력거래소는 공정성과 투명성이 확보될 수 있도록 운영규칙과 절차를 제정하고 그에 따라 전력시장 및 계통운영을 담당하게 될 것이다. 우리나라에서 현재 운영중인 발전경쟁시장은 시장발전단계에서 과도기적 성향이 강하므로 초기에는 계통운영서비스 확보기준 및 방법을 전력시장 운영규칙에 정하고 전기사업자가 의무적으로 준수하도록 하였으며 시장이 성숙되어감에 따라 보상방안을 마련할 예정으로 있다.

2.3.1 종류

기존의 계통운영 경험과 외국의 사례 등을 참조하여 다음과 같이 크게 4가지로 구분하여 정하였다.

① 주파수조정서비스

- ② 예비력서비스
- ③ 전압조정(무효전력수급)서비스
- ④ 자체기동서비스

2.3.2 확보기준 및 운영방법

현재 계통운영서비스 제공을 위한 확보기준을 정리하면 다음과 같다. 주파수조정서비스의 경우 계통에 병입되어 운전중인 발전기중 주파수추종운전 및 자동발전제어 운전가능 발전기를 대상으로 미소수요변화 및 원활한 계통주파수 조절을 위하여 순시에 자동으로 응답할 수 있도록 1,000MW를 확보하고 있다. 예비력서비스는 운전상태 대기예비력, 정지상태 대기예비력 및 대체예비력으로 구분하고 있다. 운전상태 대기예비력은 계통에 병입중인 발전기중 여유출력으로 혹은 양수발전기의 양수동력 운전중일때의 차단가능 부하로 단기 수요예측오차를 고려하여 10분 이내 이용가능한 500MW를 확보하며, 정지상태 대기예비력은 정지중인 발전기중 기동특성이 양호한 수력, 양수 및 가스터빈 발전기중 발전기 단위 최대용량 탈락을 고려하여 20분 이내 이용가능한 1,000MW를 확보한다. 대체예비력은 발전소 및 송전설비 고장정지 등에 대비하여 발전력 및 부하로부터 2시간 이내 이용가능한 1,500MW를 확보기준으로 삼고 있다. 그림1은 앞서 설명한 예비력 종류를 요약한 것이다.

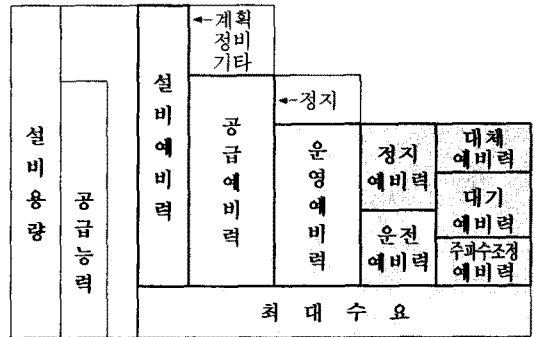


그림 1. 예비력 분류

전압조정서비스의 경우에는 계통전압이 전력시장운영규칙에 명시된 기준치대로 유지될 수 있도록 조상설비를 신, 증설하거나 발전기 단자전압의 적정유지(정격전압의 ±5%), 변압기 Tap 조정, 조상설비 투입 및 동기조상기(제주지역) 운영을 통하여 확보하고 있다. 자체기동서비스는 현재 전국계통을 7개 지역으로 구분하여 지역별 1~2개의 자체기동발전기를 선정·운영중인데 대상발전기는 자체기동후 계통복구중의 주파수 및 전압유지를 위한 설비를 구비하고 계통복구지역에 대비한 적정 연료확보 및 계통운용자와의 연락을 위한 통신설비를 구비하여야 한다. 현재 지정되어 운영중인 자체기동 발전기는 표2와 같다.

구분	자체기동발전기			우선공급발전소
	발전기명	호기	용량(MW)	
경인북부 지역	청평수력	#1,2,3	80	서인천 복합
	부천복합(GT)	#1	100	
경인남부 지역	청평양수	#1	200	평택화력(복합)
	분당복합(GT)	#1	75	
충부지역	무주양수	#1	300	보령복합
	대청수력	#1,2	90	
영동지역	강릉수력	#1,2	82	울진 원자력
	충주수력	#1	100	
호남지역	주암수력	#1,2	23	여수화력
영남지역	삼랑진양수	#1	300	울산복합
제주지역	제주화력(GT)	#3	55	한림복합
	제주화력(D/P)	#1~#8	40	

현재의 계통운영서비스는 우리나라의 독특한 전력시장구조 특성으로 인하여 해외 전력시장과는 달리 별도의 보상없이, 전기사업자가 의무적으로 서비스를 제공하도록 하고 있어, 계통운영상 일부 어려움이 예상되기도 한다. 운영방법을 간략히 살펴보면 주파수조정서비스는 주파수추종운전(Governor Free) 및 자동발전제어운전(Automatic Generation Control) 서비스로 구분하고, 주파수추종운전을 위해 원자력발전기를 제외한 모든 중앙급전발전기는 전력시장운영규칙에 명시된 조속기 응답특성을 만족하여야 하며, 의무적으로 주파수조정서비스에 참여하여야만 한다. 계통운용자는 입찰신고된 이들 발전기를 대상으로 주파수조정용량 확보를 위해 가격결정발전계획에 반영된 발전기용량에서 발전기별로 일정비율의 여유용량(약 5% 정도)을 감발하여 운영발전계획을 수립하여 실제통 운전하고 있다. 이렇게 가격결정발전계획에 포함되었으나 운영발전계획에는 포함되지 않는 감발용량은 시장에서 기회비용(Constrained-off 비용)으로 보상되고는 있다. 응답특성이 양호하여 자동발전운전에 참여할 수 있는 발전기는 현재 상당히 제한적이어서, 수력, 양수, 일부 복합발전기등이 가능하며, 자동발전제어운전 가능 발전기는 실제통운영시 계통운용자에 의해 실시간으로 지정 운영되고 있다. 예비력서비스의 경우에는 발전사업자에 의해 입찰신청된 발전력중 운영발전계획에 포함되지 않은 발전기에 한하여 계통운용자가 대기 및 대체예비력을 사전 지정하고 이 결과를 해당 발전사업자에게 통보하며, 예비력으로 지정된 발전기는 급전지시가 있는 경우 지체없이 정해진 시간내에 발전기를 기동할 수 있도록 준비하고 있어야만 한다. 발전력 탈락 등으로 인해 필요시 급전지시가 있어 실제로 계통에 병입된 경우의 비용은 에너지시장에서 보상된다. 예비력 필요량은 전력시장운영규칙에 명시된 확보기준에 따라 확보된다. 전압조정(무효전력수급)서비스의 경우, 발전사업자는 역율범위(지상 0.9~진상 0.95)내에서 발전기 단자전압 유지기준을 의무적으로 준수하여야 하며, 송전사업자는 Tap 조정, 조상설비 및 동기조상기 운전을 통한 계통전압 적정유지에 협조하도록 되어 있다. 자체기동서비스의 경우에는 계통운용자가 지역별로 1~2개의 자체기동발전기를 사전 지정하고, 지정된 발전기는 외부 보조발전기 시험 등 정해진 기준 및 절차에 따라 자체기동 발전력 제공을 위한 노력을 하여야 하며, 전계통정전시 급전지시에 따라 지체없이 기동하여 송전망을 가압하여야 한다. 계통가압 및 발전력을 제공하는 경우의 비용은 에너지시장에서 보상받게 된다.

2.4 향후 적용방향

전력계통의 안정성과 공급품질을 유지하기 위하여 적정수준의 전력설비가 확보되고 이를 효율적으로 운영하며 사업자에게는 투자에 대한 적정수준의 보상이 이루어지도록 하여야 한다. 계통운영서비스에 대한 보상방법으로는 계통운영자와 전기사업자간에 계약에 의하거나 시장원리에 따라 전력시장에서 입찰에 의하여 가격을 결정하는 방안이 있으며, 전력시장구조 및 전력계통 운영상황에 따라 정해지게 될 것이다. 우리나라의 경우 계통운영서비스의 소요비용 산출에 어려움이 있어 시장초기에는 사업자의 의무사항으로 출발하였으나 조만간 전력가격의 일정부분을 계통운영서비스 비용으로 보상할 계획이며 가격경쟁단계(Price Based Pool) 또는 양방향 입찰시장(Two Way Bidding Pool)에서는 계통운영서비스 시장을 개설하는 것을 목표로 준비하고 있다.

3. 결 론

전력이 일반상품처럼 거래될 수 있으려면 전력계통의 물리적 안정이 선행되어야 하며 우리나라의 초기 발전경쟁시장에서의 안정적 계통운영 및 전기품질 유지를 위하여 필요한 계통운영서비스 기준을 정하여 전력거래를 시

작하였다. 그러나 전력상품의 특수성으로 인해 서비스에 대한 적정 보상수준을 결정하기가 쉽지 않아 초기에는 전기사업자의 의무제공으로 하였으나 조만간 보상방안을 마련하여 시행할 것이다. 한편으로 시장발전단계별 계통운영서비스 운영방안이 지속적으로 연구되어야 하며 장차 전력공급 신뢰도 및 품질수준에 따라 전력요금도 다르게 결정되는 방향으로 시장정책이 정해질 것으로 전망된다.

[참 고 문 헌]

- [1] NEMMCO, "Ancillary Service Review", 1999.10
- [2] 한국전력, "CBP시장단계 계통운용보조서비스 시행방안(안)", 2000.12
- [3] 한국전력, "풀/탁송 모형에서의 Ancillary 서비스 확보 및 송전선 혼잡시 전력계통 운용방안에 관한 연구", 2000. 2
- [4] 한국전력거래소, "전력시장운영규칙", 2001. 4
- [5] 한국전력거래소, "전력시장운영규칙 세부운영기준", 2001. 4
- [6] NGC, "The Grid Code", 1998. 3
- [7] California ISO, "Ancillary Services Requirement Protocol", 1997.12