

# 경쟁 체제의 품질유지서비스

김진오\*, 문승일\*\*, 김홍래\*\*

\*안양대 전기공학부 교수, \*\*서울대 전기공학부 교수, \*\*전향대 전기전자공학부 교수

## 1. 품질유지서비스의 정의

품질유지서비스는 보조서비스(Ancillary Service), 혹은 계통운영서비스라고도 불리며, 물리적인 전력시스템이 안정적으로 운영되어 전력이라는 상품이 시장에서 원활하게 거래될 수 있도록 뒷받침하여 주는 필요한 서비스 상품이라고 말할 수 있다. 수직 통합된 하나의 전력 회사가 발전, 송전, 배전, 급전 등의 모든 역할을 수행하는 우리나라의 현행 전력시스템 운영체제에서는 적절한 양의 예비력의 확보, 주파수 조정 혹은 무효전력에 의한 전압조정 등 전력의 품질을 유지하기 위한 서비스가 이미 운영되어 오고 있었다. 이는 일정 기준 이상의 품질을 유지하는 전력을 소비자에게 공급한다는 전력시스템의 기본 서비스에 부합되는 개념으로, 이러한 품질유지서비스에 소요되는 비용은 전력요금에 포함되어 소비자로부터 회수하게 된다. 그러나, 전력시장이 경쟁체제로 전환되면 이전까지 단일 전력회사가 공급하였던 품질유지를 위한 서비스를 특정 전력시장 참여자가 제공하여야 하는 상황이 발생할 것이다.

전력시스템의 안정적인 운영을 위하여 필요로 하는 서비스를 특정한 시장참여자가 공급해야 하는 경우, 시장에서 거래되는 상품인 전기에너지의 가격만으로는 시장참여자가 자발적으로 공급하지 않을 위험이 있다. 따라서, 시장운영에서 야기될 수 있는 시장실패를 보완하기 위한 장치로서 품질유지서비스가, 또한 품질유지서비스를 위한 시장이 필요하다고 볼 수 있다.

품질유지서비스가 필요하게 되는 근본적인 이유는 다음과 같은 전기에너지의 특성 때문이다.

- 전기에너지는 지극히 빠른 속도로 전달된다. 이때, 물리적인 공급과 소비가 균형을 이루지 못할 경우, 아주 짧은 시간(수초 단위) 동안에도 물리적인 시스템이 붕괴할 수 있으며, 사회적으로 막대한 비용이 초래된다.
- 다량의 전기에너지를 저장할 수 있는 현실적인 방법이 없다.
- 다수의 공급자에 의해 공급되는 전기에너지는 공급자를 식별할 수 없다. 따라서 전기에너지의 품질은 공급자와 무관하게 결정된다고 볼 수 있다.

수요와 공급의 불일치로 인하여 발생할 수 있는 물리적인 시스템의 붕괴를 막기 위해서는 전력의 거래가 이루어지는 모든 순간을 감시하여 수요와 공급을 일치시키는 기구가 필요하다. 따라서 모든 전력시장에서는 물리적인 전력시스템을 운영하는 계통운영자(SO : System Operator)를 두고 있으며, 전력시스템의 안정성과 관련된 품질유지서비스는 계통운영자가 관리한다.

그리고 전력시스템을 통하여 전달되는 전기에너지가 서로 식별되지 않기 때문에, 각 시장참여자는 전기에너지의 품질에 대하여 무책임하게 된다. 즉, 전력의 품질을 유지하는데 필요한 비용은 부담하지 않으면서 향상된 품질의 전력을 이용하려는 무임승차자(Free Rider)가 나타나게 된다. 이를 배제하기 위해서는 전기의 품질을 일정한 수준으로 유지하기 위한 서비스를 보상을 통하여 계통운영자가 확보하고 운영할 필요가 있다.

## 2. 품질유지서비스 항목

품질유지서비스는 전력산업이 경쟁체제로 구성되어 있는 세계 각국에서 다양한 형태로 운영되고 있으며, 비슷한 형태의 품질유지서비스에 대한 명칭 또한 통일되어 있지 않다. 그러나 그 중에서 공통된 특성을 지닌 품질유지서비스를 다음과 같이 크게 4 가지로 분류할 수 있다.

### 2.1 주파수 조정

매순간 물리적인 수요와 공급의 불일치는 주파수의 변동으로 나타난다. 공급이 부족하게 되면 주파수가 떨어지고 공급이 과다하게 많으면 주파수가 올라간다. 따라서 계통운영자는 주파수가 일정한 범위로 유지될 수 있도록 수요와 공급을 조절할 수 있어야 한다.

부하는 수많은 소비자가 매순간 임의의 에너지를 소비하기 때문에 항상 변하게 된다. 일반적으로 부하의 변동폭은 그리 크지 않기 때문에 발전기의 출력을 조정하여 주파수를 유지하게 된다. 아주 짧은 시간 동안의(수초 이내) 주파수 조정은 발전기의 조속기(Governor)를 통하여 이루어지

고 수분 이내의 주파수 조정은 계통운영자의 중앙통제에 따르는 자동발전제어(AGC : Automatic Generation Control) 기능으로 처리된다.

이러한 주파수 조정기능은 기존의 한국전력에서 담당하였지만 전력산업 구조개편 이후에는 적절한 보상이 이루어지지 않는다면 주파수 품질유지에 어려움이 따를 것이다. 주파수 조정서비스를 제공하는 발전사업자에 대한 보상 중에서 기회비용이 많은 부분을 차지한다. 그림 1과 그림 2는 주파수 조정으로 인한 기회비용의 보상에 대하여 설명한 것이다. 그림 1은 주파수조정을 하는 발전기의 시간별 출력을 나타낸 것이다. 맨위의 굵은 실선은 하루전에 작성된 급전계획이며, 가는 실선은 주파수조정에 따른 실시간 출력을 나타낸다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 점선으로 표시된 평균 발전량은 주파수 조정에 참여하는 만큼 줄어들게 된다.

이 발전기가 에너지의 판매비용으로 받는 비용은 평균발전량에 계통한계가격(SMP)을 곱한 만큼이 된다. 즉, 그림 2에서 ①과 ②의 면적을 합한 값이 된다. 결국 자신이 발전하는데 소요되는 비용인 ②를 빼고 나면 ①의 면적에 해당하는 만큼의 이익을 얻게 된다.

만일 이 발전기가 주파수 조정에 참여하지 않았다면 발전량은 급전계획과 같았을 것이라고 가정할 수 있으며 판매수입은 ①, ②, ③, ④의 면적을 합한 값이 된다. 따라서 발전에 소요되는 비용인 ②, ④를 빼고 나면 ①과 ③을 합한 만큼의 이익을 얻게 된다. 즉, 주파수 조정에 참여함으로써 ③의 면적에 해당하는 만큼의 이익을 얻을 수 없게 되므로 이 발전기가 주파수 조정에 참여하는 데에 대한 보상이 없다면 이 발전기는 주파수 조정에 참여하지 않으려 할 것이다. 따라서 이 발전사업자에게 주파수조정에 참여하도록 하려면 최소한 ③의 면적에 해당하는 비용을 보상하여야 할 것이다. 이러한 기회비용의 보상원칙은 모든 시장에서 어떠한 형태로든 이루어지고 있다

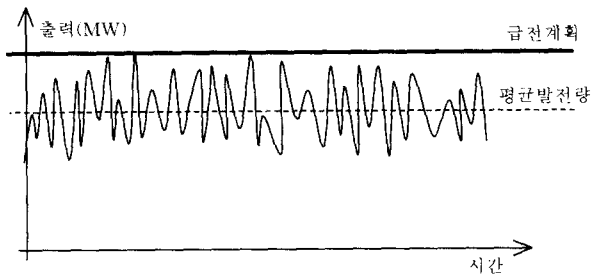


그림 1. 주파수 조정에 따른 발전기의 출력

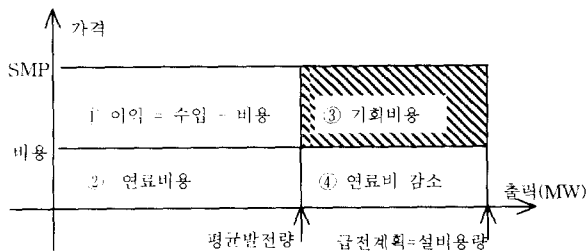


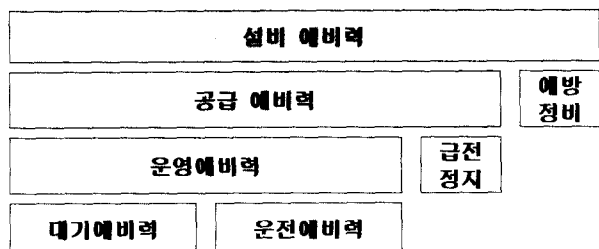
그림 2. 출력감소에 따른 기회비용

## 2.2 예비력

주파수 조정용량의 확보에 의하여 매순간의 수요와 공급의 균형을 유지할 수 있으나, 주파수의 변동이 오래 지속되는 경우에는 별도의 서비스를 필요로 하게 된다. 예를 들어, 대형 발전기의 사고가 발생하는 경우, 주파수를 유지하기 위해서는 다른 발전기의 출력을 계속 증가시켜야 한다. 그런데 발전기는 설비용량의 제약이 있으므로 일정 한도 이상 출력을 증가시킬 수 없다. 즉, 발전기의 사고로 인하여 발생한 공급력의 부족을 상쇄할 수 있을 만큼의 여분의 발전력을 확보하고 있어야 한다. 이러한 여분의 발전력을 예비력이라 한다.

전기에너지는 지극히 빠른 속도로 전달되기 때문에 수요와 공급의 균형은 최대한 빨리 복구해야 한다. 그런데, 발전기는 전원의 종류에 따라 응답속도가 다르다. 수력발전기의 경우 정지된 발전기가 자신의 용량까지 출력을 증가하는데 수분이면 충분하지만 원자력 발전기의 경우 1주일 정도의 기간이 필요하며 화력발전기는 일반적으로 수시간이 소요된다. 따라서 발전기가 반응할 수 있는 시간에 따라 예비력을 구분하여 운영한다. 다음은 우리나라에서 현재 운영하고 있는 예비력의 종류를 나타내었다.

- 1) **설비에비력(Installed Reserve)** : 설비용량과 연간최대 부하의 차로써 부하에 비하여 발전설비가 얼마나 확보되고 있는지를 나타낸다.
- 2) **공급에비력(Capability Margin)** : 공급능력과 최대부하의 차.
- 3) **운영에비력(Operating Reserve)** : 운전예비력과 대기예비력의 합
  - ① **운전에비력(Spinning Reserve)** : 운전 중인 발전기의 출력 여유분으로 10분 이내에 응답할 수 있는 예비전력, 순동예비력과 여유예비력으로 구성.
    - 순동예비력 : 자동발전제어 또는 조속기운전에 따라 자동으로 응답할 수 있는 예비력으로 주파수 조정에 참여하는 예비력
    - 여유예비력 : 운전 중인 발전기가 보유하고 있는 예비전력으로 고장정지에 대비하여 자동 또는 수동으로 응답할 수 있는 예비력을 말한다.
  - ② **대기에비력(Standing Reserve)** : 계통에 투입되어 운전상태에 있지는 않지만 대기상태로 있는 발전설비 용량. 비록 운전 중이 아니더라도 응답특성이 빠른 수력이나 가스터빈 발전기는 단기간에 계통에 병입하여 출력을 증가시킬 수 있으므로 이들은 정상시에 대기상태로 있다가 계통에 위급상황이 발생하면 즉시 출력을 증가시킬 수 있다.



### 2.3 무효전력 및 전압조정

전기에너지가 효율적으로 전달되기 위해서는 각 지점에서 일정한 전압을 유지해야 한다. 그런데, 전압은 무효전력의 과부족에 따라 변하게 된다. 일반적으로 무효전력의 소비는 소비자와 송전계통에서 이루어지고 무효전력의 생산은 발전기와 송전계통에서 담당하게 된다.

발전기가 무효전력을 공급하게 되면 기계에 열이 발생하게 되어 전기에너지의 생산량을 줄여야 할 상황이 발생할 수 있다. 이렇게 되면 발전사업자는 상품을 생산할 수 없게 되므로 손실이 발생한다. 따라서 이러한 손실을 보상해 주지 않는다면 발전기가 무효전력을 공급하지 않으려 할 것이다. 또한 무효전력은 송전계통에 설치된 전력용 콘덴서를 통하여 공급할 수도 있다. 따라서 전력용 콘덴서를 설치하는 비용과 발전기의 무효전력 공급에 대한 비용을 비교하여 적절한 가격을 산정할 필요가 있다.

### 2.4 자체 기동 서비스

발전기가 전기에너지를 생산하기 위해서는 자체설비를 가동하기 위한 전력을 필요로 한다. 즉, 많은 발전기가 전기에너지가 공급되지 않으면 전력을 생산할 수 없다. 결국, 광역정전이 발생할 경우, 스스로 발전할 수 있는 발전기가 없다면 발전기가 있더라도 더 이상 전기에너지를 만들 수 없기 때문에 정전상황을 복구할 수 없다. 따라서 광역정전을 신속히 복구하려면 각 지역마다 스스로 가동할 수 있는 발전기가 있어야 한다. 발전기가 스스로 가동할 수 있는 능력을 갖추기 위해서는 필요한 설비에 투자를 해야 하고 또한 이 설비에 대한 유지 보수가 필요하므로 이러한 기능을 갖는 발전기에 대해서는 별도의 비용을 지급해야 한다.

## 3. 각국의 품질유지서비스 비교

다음은 각국의 품질유지서비스의 특성과 배경을 살펴보고 우리나라 전력시장에 적합한 품질유지서비스를 고찰하는 근거를 삼고자 한다.

### 3.1 영국

영국에서는 송전회사(Grid Company), 계통운영자(System Operator), 시장운영자(Market Operator)의 모든 기능을 NGC가 가지고 있다. 그러므로 모든 계통의 운용, 유지, 보수는 물론 품질유지서비스 확보도 NGC가 담당하고 있다. 영국의 시스템은 다른 나라의 시스템과 비교하여 중앙집중 제어의 성격이 강하고, 소비자의 가격정보가 반영되지 않는 고야말로 보수적이고 안정적인 시스템이다.

품질유지서비스도 이런 관점에서 크게 벗어나지 않아서, 세부적으로 분류된 항목별로 계통운영의 책임을 지는 NGC가 주도적으로 확보하게 된다. 품질유지서비스의 확보는 입찰에 의한 계약이나, 혹은 그러한 계약이 이루어지지 않았을 때 선택되는 기본보상체계에 의해 이루어진다. 최적 계통운용을 하여 가산금(Uplift)을 감소시킬 경우 인센티브를

제공받는 NGC로서는, 필요한 품질유지서비스를 최소의 비용으로 확보할 수 있도록 입찰을 평가하고 좋은 조건의 계약을 체결하기 위하여 최선을 다하게 된다.

영국 품질유지서비스 시장의 특징은 다음의 몇 가지로 정리할 수 있다.

첫째, NGC에 대하여 품질유지서비스 비용을 줄이기 위한 인센티브 제도가 있다는 것이다. 호주의 NEMMCO나 캘리포니아의 CALISO가 비영리인 반면에 NGC는 영리법인으로 비록 규제를 받지만 이윤을 추구하며 송전회사, 시장운영자, 계통운영자가 모두 NGC에 속한 기능이기에 때문에 세부적인 보상체계가 아닌 가산금에 의한 총괄적인 보상제도가 가능하다.

둘째, 무효전력에 관한 세부적인 보상체계가 있다는 것이다. 호주나 미국의 경우 기본적인 범위의 무효전력의 공급은 의무사항으로 처리하는 데 비해, 영국은 이에 관한 상세한 보상체계를 가지고 있으며, 입찰을 통해 새로운 보상체계를 평가하고 채택한다는 특징을 가지고 있다. 호주는 미국은 기본역할 범위를 과도하게 벗어나거나, 유효전력 출력을 줄여야되는 정도까지 무효전력을 많이 출력하는 경우에만 보상하고 있으며 이런 서비스는 장기계약에 의해 확보하고 있다.

셋째, 무효전력을 공급할 수 있는 발전기의 용량에 따라 지급하는 용량가격과 실제로 공급한 무효전력의 양에 따라 지급하는 사용가격으로 구분하고 있다. 초기에는 용량가격의 형태로 보상이 이루어졌으나 최근에는 사용가격을 중심으로 바뀌고 있다.

마지막으로, 영국에만 있는 특징으로는 계통계약조건(Constraint)에 관한 품질유지서비스 보상이다. 모션별 가격(Nodal Pricing)이나 지역별 가격(Zonal Pricing)을 도입하여 위치에 따라 에너지 가격에 차등을 주는 다른 나라들과 달리, 영국은 전국 단일가격을 채택하고 있기 때문에 송전선 혼잡을 계통운영자가 해결해야 한다. 송전용량을 고려하지 않은 비계약급전계획(Unconstrained Schedule)으로부터 결정된 계통한계가격이 에너지 비용을 결정하고, 송전혼잡처리와 관련된 비용은 가산금에 포함되도록 하는 독특한 체계이다. 결국 가산금에 대한 인센티브 제도에 의하여 계통운영자가 송전혼잡을 효율적으로 처리하는 것이 이익이 되도록 하는 것이다.

### 3.2 호주

호주의 전력거래시스템은 다른 시스템에 비하여 매우 간결하다. 호주의 전력 거래는 당사자간의 개별계약(bilateral contract)과 발전회사의 입찰에 의한 현물시장(Spot Market)에 의하여 이루어진다. 호주의 시장/계통운영자인 NEMMCO는 현물시장을 담당하며 장기적인 계약에 의하여 품질유지서비스를 확보한다.

시장참여자들은 이미 계약시장을 통하여 어느 정도의 전력생산/소비가 계획된 상태에서 현물시장에 참여하며 발전회사가 계획된 발전량을 기준으로 하여 그보다 발전량을 증가하거나 또는 감소하는 발전량에 가격을 제시하여 입찰한다.

호주의 현물시장의 특징중 하나는 실시간 운전시 5분마다 가격매김과 급전( SPD: System Pricing and Dispatch)을 한다는 것이다. 그러므로 별도의 예비력 시장이나 계약이 없더라도, 주파수 관리 보조 서비스로 5분 동안의 수급균형을 조절하고 미리 발전기에 의해 제시된 입찰자료에 의거한 급전을 하여 전력수급의 균형을 맞출 수 있는 것이다.

호주 품질유지서비스의 특징으로는 현물시장 거래이익(Spot Market Trading Benefits)에 관한 보상이 있다는 것이다. 비영리인 NEMMCO가 시장원리에 의해 자발적으로 공급되지 않는 유효/무효 전력의 공급과 소비, 부가적인 전력망 제공에 관한 서비스를 별도의 기준에 의해 보상하는 것으로 이것은 영국이나 미국 캘리포니아와 다른 독특한 특징이라고 할 수 있을 것이다.

### 3.3 미국 캘리포니아

계통운동을 담당하는 ISO, 시장기능을 담당하는 PX/SC로 분리되어 있는 것이 가장 큰 특징인 진보적인 미국 캘리포니아 시스템은 거의 모든 품질유지서비스를 ISO의 주관하에 매일 1일 단위로 이루어지는 입찰을 통하여 확보하고 있다. 미국의 품질유지서비스의 특징은 품질유지서비스 면허에 근거한 조사와 감사가 철저하다는 것이다. 한번 조사나 감사에 적발된 경우 제공한 품질유지서비스에 대한 보상은 받지 못하며 또한 두번 적발되면 품질유지서비스 면허를 취소 당하게 된다.

품질유지서비스 중 예비력을 계통운영자(ISO)가 스스로 운영하는 품질유지서비스 시장에서 입찰을 통하여 확보한다. 품질유지서비스의 시장은 수급조정기구에서 운영하는 에너지시장과 별도로 구성되어 있으며, 에너지 가격이 결정된 후에 열리게 된다. 또한 무효전력의 경우 발전기가 일정한 범위내로 역률을 유지하도록(무효전력을 공급하도록) 규약에 명시하고 이 범위내에서 운전할 경우에는 특별한 보상을 하지 않는다. 단, 사고나 기타 이유에 의하여 범위를 초과하여 무효전력을 공급하는 경우에 한하여, 무효전력을 공급하기 위하여 에너지를 판매할 수 없게 되면서 발생하는 기회비용을 보상하도록 하고 있다.

품질유지서비스의 입찰은 전력수급조정기구(SC)나 전력거래소(PX)를 통하여 ISO에 하게 되는데, 재미있는 특성중에 하나는 계통병위 상태에서만 제공할 수 있는 주파수 조정이나 운전예비력의 경우, 발전기가 투입되기 위하여 필요한 최소출력의 보장도 ISO가 하지 않고 SC나 PX가 알아서 조정하도록 하는 것이다. 즉, 에너지 시장과 보조 서비스 시장을 완전히 분리하였다고 말할 수 있다.

### 3.4 각국 품질유지서비스의 공통 항목

각국의 시장의 특성에 따라 고유한 서비스도 존재하지만 본질적으로 전력시스템의 특징은 모두 유사하기 때문에 각국의 품질유지서비스에 공통적인 항목이 많이 존재한다. 물론 각기 분리되는 이점이 다르고 시장구조나 여러 특성에 따라 구체적인 내용은 조금씩 다르게 마련이지만, 시장의 구조와 관계없이 공통적인 특징을 가지는 품질유지서비스 항목을 아래 4개의 표로 정리하였다.

표 1. 자체 기동과 관련된 품질유지서비스

국 가	해당 항목에 대한 품질유지서비스 명칭
영국	자체 기동 (Black Start)
캘리포니아	자체기동 용량 (Black Start Capability)
호주	자체 기동 용량 품질유지서비스 (SRAS : System Restart Ancillary Service)

- 계통 신뢰도 유지를 위하여 반드시 필요
- 모든 국가가 지역별로 고려, 장기계약으로 공급
- 국가별 큰 차이 없음

표 2. 전압 유지와 관련된 품질유지서비스

국 가	해당 항목에 대한 품질유지서비스 명칭
영국	무효전력(Reactive Power)
캘리포니아	전압 지원(Voltage Support)
호주	전력망 품질유지서비스 (NCAS:Network Control Ancillary Service) 중에서의 전압제어(Voltage Control)

- 계통 신뢰도를 위해 반드시 필요, 모든 국가 채택
- 전압의 지역적 특성으로 인해 지역별로 확보
- 영국의 경우, NGC와의 계약에 의해 공급량 보상
- 캘리포니아와 호주의 경우, 일정한 범위내로 역률을 유지하도록 명시, 사고나 기타 이유에 의하여 범위를 초과하는 공급에 대해서는 보상

표 3. 주파수 제어와 관련된 품질유지서비스

국 가	해당 항목에 대한 품질유지서비스 명칭
영국	주파수 응답(Frequency Response)
캘리포니아	조정(Regulation)
호주	주파수 관리 품질유지서비스 (FCAS:Frequency Control Ancillary Service)

- 지역적 특성, 모든 국가 채택
- 영국 : 발전사업자에 대한 주파수 유지는 보상을 전제로 한 의무 사항, 출력 변동에 대한 보상, 대용량의 소비자 들은 수요충단을 통하여 상업적으로 서비스 제공.
- 호주 : 장기계약을 통해 용량 확보
- 캘리포니아 : 입찰을 통해 용량 확보

표 4. 예비력과 관련된 품질유지서비스

국 가	해당 항목에 대한 품질유지서비스 명칭
영국	계획 예비력, 대기 예비력
캘리포니아	운전 및 대기 예비력, 대체 예비력
호주	주파수관리 품질유지서비스에서 전력수급안정

- 지역적 특성, 일부 송전계약으로 인한 지역적 특성 있음
- 영국 : 에너지와 예비력 모두 SO가 하부집에 계획
- 캘리포니아 : 에너지는 MO(SC)에 의해, 예비력은 SO에 의해 계획
- 호주 : 예비력을 주파수 관리 측면에서 관리, NEMMCO가 PASA를 통하여 예비력의 확보를 보장



## 4. 우리나라에 적합한 품질유지서비스의 확보 방안

현재 진행중인 우리나라의 전력산업 구조개편(안)을 도매 시장을 중심으로 구분하면 크게 3단계로 나눌 수 있다. 첫째는 각 발전기의 실제 변동비 자료에 근거하여 풀을 운영하는 변동비반영 풀(CBP: Cost Based Generation Pool) 단계이고, 둘째는 발전기별로 제출한 입찰가격에 따라 풀을 운영하는 발전입찰 풀(PBP : Price Bidding Generation Pool)이다. 앞선 두 단계는 전력구매자의 참여는 허용되지 않는 발전풀(Generation Pool)인 반면에 도매시장의 마지막 단계인 쌍방향입찰 풀(TWBP: Two Way Bidding Pool)은 발전사업자와 전력구매자의 쌍방향입찰을 통하여 풀을 운영하는 것이다.

앞에서 살펴본 것처럼 품질유지서비스는 시장의 구조와 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 어떻게 품질유지서비스를 정의하고 또 이를 확보할 것인가 하는 문제는 시장의 구조에 대한 논의와 병행하여 진행되어야 한다. 현재 CBP를 제외한 시장의 구조가 불확실한 상태에서 품질유지서비스의 확보 방안에 대하여 논의가 어렵지만 다른 나라의 예에서 공통적으로 필요한 다음과 같은 네 가지의 품질유지서비스 항목을 중심으로 우리나라에 적합한 품질유지서비스를 제시해보고자 한다.

### 4.1 주파수 조정(Frequency Regulation)

현재, 우리나라에서 주파수 조정은 조속기개방운전(FGM: Free Governor Mode)과 자동발전제어 운전(AGC: Automatic Generation Control)에 의하여 이루어지고 있다. 주파수의 변화에 따라 순간적으로 응답하여 자동으로 출력을 조절할 수 있도록 조속기를 개방운전(Governor Free)하는 발전기나 단기간의 부하변동시 출력을 계통운영자가 중앙에서 제어할 수 있도록 AGC를 운영하는 발전기는 그렇지 않은 발전기에 비해 운전시에 기계적인 마모가 유발되거나 설비의 수명이 단축되는 등 추가적인 운영유지 보수비용이 유발된다.

현재 논의되고 있는 CBP체제에서는 주파수 조정에 참여하는 발전기에 대하여 발전량이 줄어들면서 발생하는 기회비용의 손실에 대한 보상(Constrained Off Payment) 이외의 추가적인 비용지급은 없는 것으로 되어 있다. 그러나, 이러한 방식은 주파수 조정에 참여하지 않으면서도 똑같은 기회비용의 손실을 보상받는 발전기와 차별이 없기 때문에 주파수 조정에 적극적으로 참여하려 하지 않을 것이다. 결국, 주파수를 일정한 범위 내로 유지하기가 힘들어지고 전력의 품질이 저하될 위험성이 있다. 따라서 이러한 발전기들에게 추가적인 비용을 지급하는 것이 타당하다.

다만, AGC운전이나 조속기개방 운전에 참여한다고 하더라도 전력계통의 운영에 기여하는 정도가 다른데 어떻게 이를 정량적으로 측정할 것인가 하는 문제와, 이러한 품질유지서비스를 제공하면서 유발되는 비용을 어떻게 산정할 것인가 하는 문제에 대해서는 추가적인 논의가 필요하다.

### 4.2 예비력(Reserve)

현재 우리나라에서는 계통운영자가 예비력을 고려하여 급전계획을 작성하기 때문에 운전예비력에 대한 추가적인 비용을 필요로 하지 않는다. 그러나, 경쟁적인 전력시장에서 시장가격(SMP)보다 싼 발전기에게 별도의 보상없이 출력을 감발하여 운전하라고 하는 것은 어려운 일이다.

현재 논의되고 있는 CBP체제에서는 예측된 수요를 기준으로 예비력을 무시한 상태에서 가격결정 급전계획(Price Setting Schedule)을 작성하고 실제 운전시에는 예비력을 포함하여 운영하게 될 것으로 보인다. 가격결정 급전계획에서 계획된 발전량보다 실제 발전량이 적은 발전기는 기회비용(Constrained Off Payment)을 보상받고, 가격결정 계획에서는 제외되었으나 계통운영상 필요하여 투입된 발전기는 자신의 비용(Constrained On Payment)을 보상받는다.

그러나, 이러한 방식은 실제 전력계통을 운영할 때, 안정적인 전력공급에 필수적인 운전예비력을 확보하기 위하여 추가로 투입되는(Constrained On) 발전기가 생겨날 수 밖에 없는데, 이러한 발전기는 정확히 자신의 비용만 보상받게 되므로 운전하지 않는 것과 비교해보면 금전적으로 아무런 이익이 없다. 오히려 계통운영자의 명령에 의해 발전을 준비하다가 실제로는 급전명령을 받지 못해 출력을 내지 못할 경우 아무런 보상도 받지 못하게 되므로 손해가 날 가능성이 있다. 결국, 발전사업자들은 자신의 발전기가 추가로 투입되거나 대기상태로 유지되는 것을 꺼리게 되어 안정적인 전력공급이 지장을 받을 수도 있다. 따라서, 대기예비력을 제공할 수 있는 수력 및 양수발전소나 가스터빈 발전기에 대한 별도의 계약을 통하여 예비력을 확보하는 것이 바람직하다.

예비력에 대한 보상금액을 결정하는 문제에 있어서도 주파수조정과 마찬가지로 예비력을 제공하면서 발생하는 비용의 계산 방법과 실제 계통에 기여하고 있는 예비력을 측정하는 방법에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

PBP 단계의 시장에서는 발전기가 가격을 스스로 결정하여 입찰로 제시하기 때문에 에너지와 품질유지서비스를 공급하는 것에 대하여 스스로 선택할 수 있도록 시장을 설계할 수 있다. 따라서 이 시기에는 예비력과 같이 경쟁이 가능한 품질유지서비스 항목에 대해서는 입찰을 통하여 확보하는 방법이 좋을 것이다. 배전 및 판매부분이 분리되는 TWBP 단계에서는 배전회사나 대규모 수용가가 부하를 차단하여 예비력을 제공하는 방법도 고려할 필요가 있다.

### 4.3 무효전력(Reactive Power)

발전기가 무효전력을 공급할 경우 유효전력 출력 감소가 나타날 수 있으며 송전회사는 콘덴서나 리액터 설치시 추가 비용이 소요되므로 이에 대한 적절한 보상이 요구된다. 다만, 모든 무효전력에 대하여 보상을 해주어야 하는지 아니면 일정한 범위는 의무사항으로 지정하여 공급하도록 하고 범위를 벗어난 경우에 한해서만 보상을 할 것인지는 전반적인 시장설계 개념과 합치되도록 결정해야 할 것이다. 그리고, 무효전력에 대한 단가를 얼마로 해야 하는가 하는 것도 검토되어야 할 문제이다.

무효전력의 가격은 원칙적으로 입찰에 의해 계약을 맺는 것이 바람직하지만, 무효전력은 그 특성상 지역적인 요소가 강하여 입찰이 제한되므로 입찰의 내용이 모두 만족스럽지 못한 경우 미리 정해진 적정한 보상기준에 따라 의무적인 품질유지서비스 제공이 가능하도록 하여야 할 것이다. 배전 및 판매부분과 송변전 부분이 분리될 경우, 송전회사에 의해 제시될 수 있는 무효전력공급에 관한 보상체계가 필요할 것이다.

#### 4.4 자체기동 서비스(Black Start)

광역정전이 발생하였을 때, 외부전원의 도움이 없이 자체적으로 기동할 수 있도록 하기 위해서는 별도의 설비를 갖추고 이를 운영해야 한다. 따라서 이러한 서비스를 제공하는 발전소에 대해서는 당연히 필요한 비용을 보상해야 할 것이다.

자체기동서비스에 대한 보상은 설비투자과 유지보수에 소요되는 비용에 대한 보상과 실제 가동시 소용되는 비용으로 구분할 필요가 있다. 자체기동서비스도 원칙적으로 입찰을 받아 계통운영자의 판단에 의해 적절한 계약을 맺는 것이 바람직하지만, CBP단계에서는 실제비용에 근거하지 않은 입찰이 어려우므로 현 단계에서는 일정한 금액을 보상하고, PBP 이후의 단계에서 장기계약 형태로 확보하는 것이 바람직할 것이다.

### 5. 결 론

지금까지 우리나라 전력산업 구조개편에 따른 전력시장 운영에 필수적으로 제공되어야 할 품질유지서비스의 종류별 운영방안을 외국의 전력산업 구조개편 과정에서의 운영 실태를 분석하고 이로부터 우리나라 전력시장에서의 품질유지서비스 운영방안에 대하여 논하였다.

이러한 품질유지서비스는 전력의 거래시장 구조에 따라 밀접한 관련이 있다. CBP, PBP 단계를 거쳐 TWBP가 도입되면 발전사업자와 소비자의 직접거래를 허용할 가능성이 매우 높은데, 이 경우 선도시장에서 체결된 거래량과 실제 거래량 사이의 불일치(Energy Imbalance)를 처리할 수 있도록 균형시장(Balancing Market)의 도입이 필요하게 될 것이다.

계통운영자는 전력 시스템을 안전하고 신뢰성 있게 운영할 수 있도록 충분한 권한을 가지고, 비상시에 문제해결을 시장 지배력에 의존하는 소극적인 방법을 배제하는 시장설계가 필요하고, 품질유지서비스별 적정한 목표치를 설정하여 공정하게 확보 운영하여야 한다. 향후 논의될 전력시장 구조설계 과정에서 보다 구체적인 품질유지서비스 항목별 목표치 설정 및 원가 보상비용 산정에 대한 모의가 필요할 것이다.

### 저 자 소개



**김진오(金鎭吾)**

1956년 1월 17일 생. 1980년 서울대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 Texas A&M Univ. 전기공학과 졸업.(공학박). 현재 한양대 공과대학 전기공학과 조교수



**문승일(文承逸)**

1961년 2월 1일생. 1985년 서울대 전기공학과 졸업. 1989년 오하이오 주립대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1993년~1997년 전북대 전기공학과 조교수. 1997년~현재 서울대 공대 전기공학부 조교수



**김홍래(金鴻來)**

1963년 10월 9일생. 1986년 연세대 공대 전기공학과 졸업. 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 Texas A&M 대학교 전기공학과 졸업(공학박). 1995년~현재 순천향대 공대 전기전자공학부 조교수.