

## 도매경쟁 전력시장에서의 계통 운용 보조서비스 적용방안 (안)

윤재영\*, 문영환\* 오태규\*  
한국전기연구원\*

옥기열\*\*, 김성수\*\*, 김용완\*\*  
한국전력거래소\*\*

### Ancillary Service for Korean Wholesale Electricity Market

Jae-Young Yoon\*, Young-Hwan Moon\*, Tae-Kyoo Oh\*, Ki-Youl Ok\*\*, Sung-soo Kim\*\*, Yong-Wan Kim\*\*  
KERI\* KPX\*\*

**Abstract** - This paper presents the application draft of ancillary services for Korean Wholesale Electricity Market. This application draft of ancillary services is based on technical rules for ancillary services agreements prepared by KEMA and the present conditions of KEPCO system operations and future directions.

제적인 특성으로 구분하여 나타내면 아래와 같다.

- 물리적 의미 :
  - 신뢰도측면(Reliability)
    - 발전용량의 적정성(Adequacy)
    - 안전도(Security)
  - 공급품질 측면(Quality of supply)

- 경제적 의미 :
  - 공동 생산품 성격(Joint Products)
  - 보완재 혹은 대체재 (Compliment or substitute)
  - 외부성 (Externalities)
  - 배제 불가능성(Non-excludability)

위와 같은 기본 특성을 가지는 보조서비스를 에너지 공급(kWh)과 여러 측면에서 상호 비교하면 아래 표 1과 같다. 표 1에서 유효전력만을 거래하는 에너지 시장은 상업성이 기본적인 거래목적인데 반하여 보조서비스는 안전도증진, 전력품질 향상 및 현물시장 이익 증대 등의 다양한 목적을 지니고 있다. 따라서, 에너지 시장은 거래에 따른 1차 생산품이 에너지라는 상품 자체이며, 2차 생산품이 에너지를 생산할 수 있는 예비력 등의 이용가능능력 이라고 할 수 있다. 반대로 보조서비스는 1차 생산품이 계통 조건에 따라서 사용될 수 있는 이용가능능력이며, 2차 생산품이 실제로 이러한 이용가능능력을 활용하여 에너지 혹은 계통 안전도 및 품질향상을 위한 보조서비스의 제공이라고 할 수 있다.

## 1. 서 론

계통운용 보조서비스는 전력시장 운용의 기본 전제인 물리적 전력시스템의 안전성을 확보하기 위하여 계통운용자(SO: System Operator)가 반드시 제공해야 되는 기본적인 서비스이다. 이러한 실 계통에 대한 보조서비스 적용은 고도의 기술적 측면의 내용을 포함하고 있으므로 적용대상 계통의 고유특성에 따라서 세부 내용이 달라져야 한다. 즉, 해당 계통의 현실을 반영하여 보조서비스의 세부내용과 적용방안이 결정되어야 한다.

본 논문에서는 KEMA에서 제시한 국내 도매경쟁 전력시장체제 보조서비스 기술규격에 관한 기본설계(안)을 근간으로 하고 여기에 국내계통 현실을 반영하여 보조서비스 적용방안(안)을 수정 보완하였다. 즉, KEMA 설계(안)에서 기술하고 있는 보조서비스 공급 항목의 개요에 대하여 설명하고, 이와 더불어 KEMA 설계(안)의 세부 내용을 보완 혹은 수정하여 국내 계통에 적용할 수 있는 합리적인 보조서비스 적용방안(안)을 제안하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 보조서비스 개요

#### 2.1.1 보조서비스 기본정의 및 목적

사용자에 따라서 표현은 약간씩 다르지만 계통운용 보조서비스라 함은 일반적으로 전력계통 운용의 물리적 안정성과 신뢰성을 확보하고 일정수준 이상의 전력 품질을 공급함으로써 원활한 전력시장 거래를 유지하기 위하여 계통운영자가 제공하는 제반서비스를 의미한다. 이러한 보조서비스의 제공목적은 아래와 같이 크게 3 가지로 분류할 수 있으며, 중국적으로 물리적 계통의 안전성을 확보함으로써 전력시장의 이익을 극대화하는 것으로 설명할 수 있다.

- 전력계통 안정성 및 신뢰성 확보
- 일정수준의 전력품질 유지
- 전력시장 거래이익 증대

#### 2.1.2 보조서비스 기본특성

보조서비스가 지니고 있는 기본개념을 물리적, 경

<표 1> 에너지 및 보조서비스 기본특성 비교

항 목	에너지시장	보조서비스	비 고
거래기준	상업성	안전도증진, 전력품질 향상 현물시장 이익증대	
참여대상자	시장참여자 상호간	시장참여자는 물론 계통 운영자의 간역가 필수적	물리적 계통의 안정성유지차원
1차 생산품	상품(에너지)	이용가능능력(이용가능성)	
2차 생산품	이용가능능력(예비력 거래)	상품(이용, 보상)	
측 정	30분 혹은 1시간(5분 주기 급전) 계속	SCADA(대부분), 지분을 위한 계측수단은 아님	
특 정	에너지가격으로 정산 가능함	에너지 가격외 별도 정산방안 필요	외부성 존재

### 2.2 KEMA 보조서비스 기본(안)

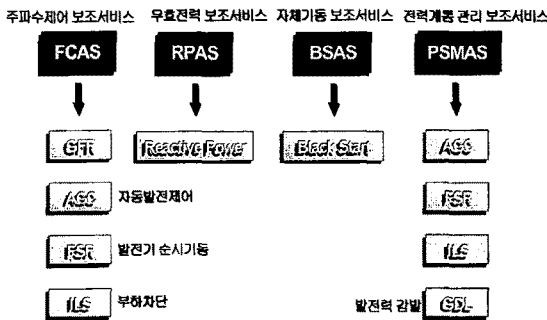
KEMA의 보조서비스 설계 기본(안)인 “Technical Advisor Wholesale Market Technical Rules For Ancillary Services Agreements”의 주요 내용을 살펴 보면 다음과 같다.

#### 2.2.1 보조서비스 확보방안 및 공급주체

국내 TWBP 시장단계에서 보조서비스는 기본적으로 한국전력거래소(KPX)와 보조서비스 공급자(ASP) 사이의 쌍방계약에 의하여 공급된다. 한국전력거래소는 계통운용을 위하여 요구되는 보조서비스를 안정적으로 확보하고 이를 공급할 책무를 지닌다. 한국전력거래소가 확보해야 할 구체적인 보조서비스 요구량은 향후에 결정되어질 별도의 신뢰도 기준에 근거한다.

### 2.2.2 보조서비스 공급항목

KEMA 설계(안)에서는 아래 그림 1과 같이 주파수 제어, 무효전력, 자체기동 및 전력계통 관리 등 4가지의 보조서비스 항목을 제안하고 있다. 그리고, 각 항목별로 세부 공급항목이 있는데, 주파수제어 보조서비스(FCAS)의 경우 GFR, AGC, FSR 및 ILS로 구분된다. 또한, 전력계통 관리보조서비스의 세부 공급항목은 GDL을 제외하고는 주파수제어 보조서비스 세부 공급항목과 동일하다. 이와 같이 동일한 세부 공급항목이 서로 다른 항목의 보조서비스에 포함되는 이유는 적용목적이 서로 다르기 때문이다. 즉, 계통 주파수 변동을 제어하기 위한 주파수제어 보조서비스와는 달리 계통 관리 보조서비스는 송전망의 부하관리를 위한 목적으로 송전혼잡과 혼잡비용을 절감하기 위한 목적으로 적용한다.



<그림 1> KEMA 설계(안) 보조서비스 공급항목

위와 같은 보조서비스 세부 공급항목별로 세세부 공급항목을 나타내면 아래 표 2와 같다.

<표 2> KEMA 설계(안) 보조서비스 세세부 공급항목

세부항목	세세부 항목	비고
GFR (조속기응답)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1차응답(PFR)</li> <li>2차응답(SFR)</li> <li>고조파응답(HFR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[10]초 응답</li> <li>[30]초 응답</li> <li>[10]초 응답</li> </ul>
AGC (자동발전제어)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연속응답</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[5]분 응답</li> </ul>
FSR (순시기동예비력)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정지상태</li> <li>공회전상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[5]분 응답</li> </ul>
ILS (부하차단)	<ul style="list-style-type: none"> <li>UFR</li> <li>Manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[1]초 이내</li> <li>[15]초 이내</li> </ul>
RP (무효전력)	<ul style="list-style-type: none"> <li>발전기</li> <li>동기조상기</li> <li>조상설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조상설비는 향후 증설설비로서 TAO자산에서 배제하는 조건</li> </ul>
BS (자체기동)	<ul style="list-style-type: none"> <li>소내부하 공급기동</li> <li>교유 및 협조기동</li> </ul>	
GDL (발전력감발)	<ul style="list-style-type: none"> <li>GL/T</li> <li>FDL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>발전력 연계탈락</li> <li>발전력 순시감발</li> </ul>

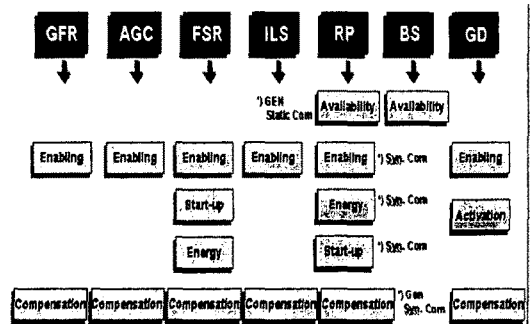
### 2.2.3 공급항목별 기술적 특성 및 요구사항

위의 표 2에서 기술한 KEMA 설계(안) 보조서비스 세세부 공급항목별로 기술적 특성 및 요구사항이 규정

되어 있으며, 이러한 기술적 특성은 국내 계통 특성에도 밀접하게 연관되어 있는데 세부 내용은 참고문헌을 참조하기 바란다.

### 2.2.3 보조서비스 비용정산

보조서비스 공급에 따른 정산항목을 나타내면 아래 그림 2와 같다. KEMA 설계(안)에서는 기본적으로 보조서비스 정산방식을 호주식 개념과 유사하게 적용하고 있다. 즉, 예비력에 해당하는 세부항목의 경우 대기비용(Enabling) 및 기회비용 혹은 재급전 비용 보상(Copensation)으로 구성되어 있으며, 무효전력과 자체기동 보조서비스는 이용능력(Availability) 비용과 기타 비용 등으로 보상받는다.



<그림 2> KEMA 설계(안) 보조서비스 비용정산 요소

## 2.3 KEMA 기본(안) 검토 및 보완사항

본 절에서는 2.2절에서 기술한 KEMA 보조서비스 기본(안)에 대하여 TWBP 시장단계에 적용하기 위하여 국내 계통현실을 반영하여 보완 검토할 사항을 제안하였다.

### 2.3.1 조속기 2차응답(SFR) 적용여부

조속기 2차응답(SFR)은 계통주파수가 하락할 때 [30]초 조속기 2차 응답량을 [30]분 시간대역까지 지속하는 것이다. 영국 NGC에서는 별도로 AGC를 적용하지 않으며, 대신에 동일한 기술적 특성을 지닌 조속기 2차응답(SFR)을 적용하는 것으로 판단되어 진다. 따라서, AGC 보조서비스를 적용하는 국내 TWBP 시장단계에서는 2차응답(SFR)의 필요성이 낮기 때문에 제외하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

### 2.3.2 AGC 보조서비스 응답특성

KEMA 설계(안)에서는 AGC 보조서비스를 5분 시간대역의 연속응답 특성으로서 정상상태 미소 주파수 변동에 대한 응답특성만을 기술하고 있다. 그러나, AGC 응답특성은 그 자체가 정상상태 연속 응답특성뿐만 아니라 상정사고가 발생하면 해당 발전설비의 출력변동률(Ramp Rate)에 따라서 발전력을 변동시키는 상정사고 예비력을 제공할 수 있다. 따라서, AGC 보조서비스의 연속응답 특성과 더불어 상정사고 예비력으로서의 기능도 기술할 필요가 있다.

### 2.3.3 공회전 순시기동 예비력(FSR) 적용여부

일반적인 정지상태 예비력을 KEMA 설계(안)에서는 순시기동 예비력(FSR)으로 표현하고 있는데, 정지상태에서 기동하는 것(Standstill)과 계통에 병입되어 있지만 공회전 상태로서 출력은 내지 않는 경우(Spinning mode)의 두 가지로 구분하고 있다. 여기서, 정지상태 예비력에 공회전 모드로 운전하는 것을 포함하는 것은 국내 여건상 무리가 있기 때문에 이는 배제하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

### 2.3.4 부하차단 보조서비스 (ILS) 예비력 범주 선정

부하차단은 계통에서 상정사고가 발생하였을 때 발전력 증가와 동일한 개념으로 계통 예비력을 제공할 수 있다. KEMA 설계(안)에서 부하차단 보조서비스는 UFR 혹은 수동작에 의해 작동하는 두 가지로 분류된다. 여기서, 발전력의 증가와 대비되는 부하차단 보조서비스의 예비력 범주를 어떻게 상정할 것인가는 서비스 제공에 따른 비용정산 문제와도 관련되어 있는데, 다음과 같은 두 가지 관점이 있다.

첫째는 부하차단의 응답시간이 조속기응답(GFR) 시간대역이므로 이와 동일한 예비력 범주로 생각할 수 있다. 호주의 경우 부하차단 보조서비스를 조속기응답의 범주와 동일하게 취급하고 있다.

둘째는 부하차단은 스텝응답만을 제공할 뿐 조속기응답과는 달리 연속적인 조정응답을 공급하지는 못한다. 따라서, 단순히 시간대역만으로 부하차단을 조속기응답과 동일하게 취급하는 것은 곤란하며, 기술적 특성면에서는 정지예비력의 개념으로 처리하는 것이 타당할 수도 있다. 즉, 북미지역에서는 부하차단을 10분 혹은 30분 정지예비력의 범주로 처리하고 있다.

이러한 부하차단 예비력 범주는 계통 예비력 유지 기준과도 밀접하게 관련되어 있다. 국내 TWBP 시장에서는 주파수조정 기능을 가지는 조속기응답을 부하차단과는 구분하여 산정하는 것이 합리성이 있다고 판단되므로 북미지역과 동일하게 부하차단을 정지예비력에 포함시키는 것이 바람직하다고 생각된다.

### 2.3.5 동기조상기 및 조상설비 보조서비스 공급여부

KEMA 설계(안)에서는 발전기는 물론이고 동기조상기 및 조상설비에 의한 무효전력 보조서비스 제공을 기술하고 있다. 국내 현실상 동기조상기에 의한 무효전력 보조서비스 공급 가능성은 거의 희박하므로 배제하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 또한, 조상설비를 보조서비스 공급설비에 포함시키는 것은 필연적으로 무효전력 자체의 기술적 특성으로 인한 지역적 독점 및 가격왜곡으로 인한 시장혼란이 발생할 개연성이 아주 높다. 따라서, 조상설비에 의한 무효전력 공급은 보조서비스가 아닌 송전비용 등의 별도의 방법과 규제체계에 의해서 보상하는 것이 합리적이다.

### 2.3.6 소내부하 공급 자체기동 방식 적용여부

현실적으로 자체기동 보조서비스를 제공하기 위하여 발전기를 계통에서 분리할 때 소내부하 운전(Trip-to-House Load)을 할 가능성은 낮다. 하지만, 향후의 적용 가능성을 염두에 둘 때 KEMA 설계(안)의 소내부하 운전방식의 자체기동의 존재여부는 토의의 필요성이 있다고 생각된다.

### 2.3.7 전력계통 관리 보조서비스 적용여부

전력계통관리 보조서비스(PSMAS)는 송전혼잡을 억제하기 위하여 AGC, FSR, ILS 및 FDL 등의 보조서비스 공급항목을 활용하여 송전망 부하관리를 함으로써 결과적으로 혼잡비용을 감소시키기 위한 목적으로 적용한다. 따라서, 근본 목적 상 보조서비스로 적용하기에는 무리가 있으며, 오히려 송전서비스의 일환으로서 처리하고 송전비용 등의 방안으로 보상하는 것이 보다 합리적으로 판단된다. 현재 전 세계적으로도 이러한 형태의 보조서비스를 적용하는 예가 없으며, 과거 호주에서 연계선로 탈락으로 인한 안정도제어를 위하여 적용하였지만 연계선로 증설 이후 현재는 적용하지 않고 있는 실정이다.

그러나, 전력계통 관리 보조서비스 중에서 발전력 감발(FDL)의 세세부 공급항목 중 하나인 발전력 연계 탈락(GI/T)은 국내 계통의 현실 상 발전단지 연계선로에서 상정사고가 발생한 경우 계통 안정도 유지를 위

하여 현재에도 적용하고 있으며 향후에도 마찬가지일 것으로 추정된다. 따라서, 발전력 연계탈락(GI/T)에 대해서는 보조서비스가 아닌 송전비용 등의 다른 방안으로 해당 비용을 보상하고 서비스를 제공하는 것이 타당하다고 판단된다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 KEMA 보조서비스 설계(안)의 기본 내용을 고찰하고 국내 현실을 감안하여 TWBP 시장 단계에서의 적용을 목표로 하여 이를 수정 보완할 수 있는 방안을 제안하였다. 결과적으로 KEMA 설계(안)에서 조속기 2차응답, 공회전모드 정지예비력, 전력계통 관리 보조서비스(PMAS), 조상설비, 동기조상기 등에 의한 보조서비스 제공은 배제 혹은 제검토가 필요할 것으로 생각된다. 또한, AGC의 기능을 정상상태 주파수 조정은 물론이고 상정사고시의 응답특성도 추가가 필요할 것으로 생각된다. 그리고, 부하차단의 예비력 범주 결정 등에 대해서는 여러 관점에서 검토할 필요성이 있다.

최종적으로는 향후 TWBP 시장체계의 보조서비스 적용을 위해서는 본 논문에서 기술한 기본 설계(안)을 구체화하기 위한 보조서비스 계약방안, 실 급전방안 및 검증방안에 대한 종합적인 검토가 요망된다고 할 수 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1]KEMA Consulting, "Technical Advisor Wholesale Market Technical Rules For Ancillary Services Agreements", 2. 2001
- [2]윤재영, "KEMA 보조서비스 주파수 및 예비력 기준 분석", 2. 2001
- [3]NEMMCO, "Ancillary service review: recommendations", Oct. 1999
- [4]NEMMCO, "Invitation to tender national electricity market ancillary services", May 1999
- [5]NEMMCO, "Who pays ancillary services", August 1999
- [6]한국전력공사 전력거래소, "급전운영규칙", 2000. 3
- [7]한국전력공사 계통운용처, "예비력 운영기준(안)", 2000. 6 (Ver. 0)
- [8]한국전력공사 계통운용처, "폴/탁송 모형에서의 Ancillary 서비스확보 및 송전선 혼잡시 전력계통 운용방안에 관한 연구", 2000. 2