

## 도매경쟁 전력시장에서의 송전요금 산정방식

○이근대\*, 이창호\*, 오태규\*, 박봉용\*\*, 김용완\*\*  
 한국전기연구원\*, 한국전력거래소\*\*

### Transmission Pricing Methodology for Korean Wholesale Electricity Market

○K.D. Lee\*, C.H. Rhee\*, T.K. Oh\*, B.Y. Park\*\*, Y.W. Kim\*\*, Y.C. Kim  
 KERI\*, KPX\*\*

**Abstract-** The Transmission network provides physical transport, network security, and connection services. The five principles of Transmission Pricing are economic efficiency, cost recovery, efficient regulation, simplicity and transparency, non-discrimination.

The Transmission Charges are made up of transmission connection charge and transmission charge of network. The Transmission Losses will be considered through Marginal Transmission Loss Factors in the market operation. The transmission loss rentals are used for the reduction of the annual revenue requirement of the transmission network for the purpose of derivation of transmission use of network charge.

#### 1. 서 론

현재 송전망사업의 비용은 통합된 전기요금으로 회수되는 한전 전체비용의 일부분으로 포함되어 있으며, 배전/판매비용과의 구분이 없다. 그러나 경쟁도입과 함께 전력이 발전사업자와 지역배전회사/판매사업자에 의한 입찰에 의해 결정되는 경우 송전요금은 전력요금 결정에 상당히 중요한 영향을 미치게 된다. 또한 적절한 요금구조의 확립은 송전사업자의 차별적 행위를 방지하며, 송전요금에 대한 규제를 용이하게 한다. 본 연구는 구조개편 후 송전서비스 이용에 따른 요금산정에 대하여 산정방안을 기술한다.

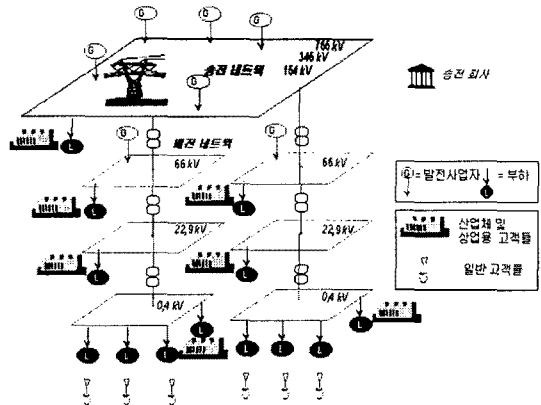
#### 2. 송전요금의 구성

##### 2.1 송전사업의 영역

한국의 전력시스템은 다양한 전압수준의 설비를 가진 통합된 송전망을 가지고 있으며, 주변국과의 계통연계는 없다. 주 전압은 345kV이며, 765kV를 개발 중에 있다. 2000년말 현재 전압별 송전선 현황은 아래의 Table 1과 같다.

Table 1. 전압별 송전망 길이

전압(kV)	765	345	154	66
공장(km)	595	7,281	16,747	1,727



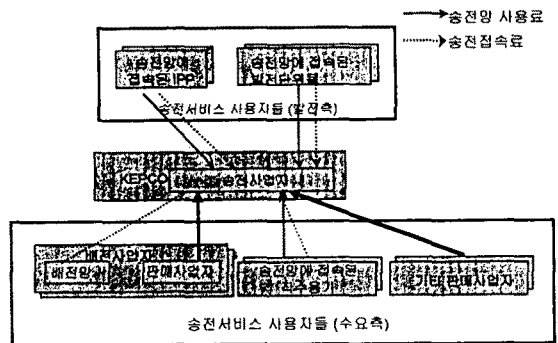
〈그림 1〉 송전망의 영역

따라서, 송전영역은 현재 송전분야의 영역을 기준으로 하며, 향후 배전분할이 확정되면 이를 기준으로 송전요금 산정기법에 따라 적용할 수 있다.

##### 2.2 송전요금의 구성체계

송전요금은 송전망이용요금과 송전접속요금으로 구성된다. 송전손실은 한계손실계수를 통하여 고려되는데, 이런 한계손실계수들은 시장가격의 결정과정에서 이용되는 것이 아니라 정산과정에서 이용된다.

아래 그림은 사업자별 송전요금의 전체적인 흐름을 나타낸다.



〈그림 2〉 송전요금의 전체적인 흐름도

송전서비스요금은 송전사업자가 소유한 네트워크에 적용되며 이 자산들은 154kV이상의 고압네트워크로 가정된다. 송전서비스요금은 송전접속료와 송전망이용료로 구성되는데 송전접속료는 개별사용자가 송전망의 접속자선에 접속함으로써 발생하는 비용, 즉 송전접속자산에 대한 감가상각비, 운영유지비, 투자수익 등과 같은 비용

력을 반영한 송전망 하부구조에 대한 고려와, 2. 운영안정도 보장과 네트워크자산의 정기적인 관리를 위하여 송전 회사에 의해 발생한 비용, 즉 핵심송전망자산에 대한 감가상각비, 운영유지비, 투자수익 등과 같은 제반비용 회수에 주목적이다.

송전접속요금은 단지 송전망 인프라의 어떠한 보장도 고려하지 않은 상태에서 (송전접속자산에 대한 감가상각, 운영유지비용 및 수익 등을 포함한) 송전접속자산에 대한 비용을 회수하는데 목적을 두고 있다.

### 2.3 산정기준

송전요금의 산정은 크게 5가지 원칙을 기준으로 개발한다.

- 경제적인 효율성: 사용자에게 송전망 사용에 대한 적절한 가격신호를 제공하며, 송전사업자의 송전자산을 효율적으로 운용할 수 있도록 유도
- 관련비용 회수: 자산관련 비용, 운전유지비 등을 회수
- 효율적인 규제: 효율적인 운전을 유도하며, 제시된 가격산정에는 규제에 대한 필요성을 반영
- 단순성과 투명성: 송전망 이용자로 하여금 자신들이 부담하여야 할 비용을 쉽게 평가
- 비차별성: 송전서비스 사용자에게 공정한 경쟁이 되도록 차별성 배제

## 3. 송전요금의 산정

### 3.1 송전망이용요금

송전망이용요금은 합리적이며 경제적인 방법으로 송전사업자의 핵심 송전망자산의 제공, 운전, 정기적인 보수 등에 따른 비용(운전유지비, 감가상각, 재무적 수익 등)을 회수하게 되며, 이것은 규제당국에 의해 승인되는 필요수입액이다.

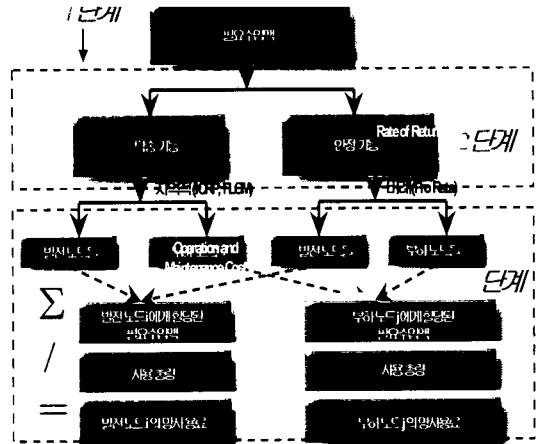
송전망이용료는 탁송거리에 상관없이 결정하되 네트워크의 입출구점을 고려하여 결정된다; 송전망이용료는 송전망의 재무적 투자보수율을 포함한 전력의 안정적 탁송을 위해 필요한 적정비용을 회수하지만 이것은 규제기관의 승인이 필요할 것이다. 핵심송전망비용은 수요공급의 위치를 고려한 모션들에 따라 할당되고 가격 구역들도 만들어질 것이다; 동일 지역에 위치하고 동일한 방법(전달 또는 수용)으로 운영되는 모든 송전서비스 사용자들은 동일 요금을 지불한다.

한국의 현재 송전망 구조와 전력시장구조 및 송전망 가격 산정에 관해 권고한 원칙 등을 고려한 송전망 이용요금은 시간에 관계없이 지역별 요금에 기초한 비용, 즉 zonal pricing 방법이 합리적이라고 할 수 있다.

전력을 송전망으로 인입하거나 판매를 위해 전력을 인출하는 송전망 서비스 사용자는 상기에서 정의한 방법으로 사용량에 의해 송전망 이용요금을 지불해야한다.

송전망 이용요금에서 제안된 산정방법은 다음을 기준으로 한다.

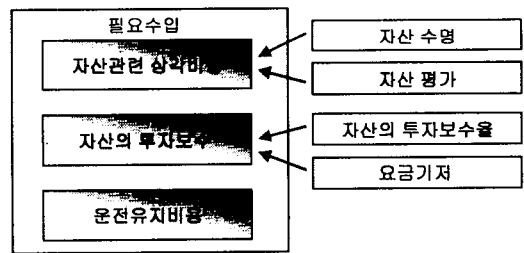
- ① 지역적 요금산정방법과 우편요금제방법과의 최적 배합에 의하여 송전망 비용을 할당
  - ② 원인자 부담의 원칙을 사용하여 다양한 송전서비스 사용자에게 비용을 할당
  - ③ 송전서비스사업에 대한 충분한 수입을 제공
- 송전망 이용요금의 유도과정은 아래 그림과 같이 3단계로 이루어진다



〈그림 3〉 송전망 이용요금 유도과정

### 1단계 필요수입액의 산정

송전망 이용요금은 핵심 송전망자산의 건설비용과 운전유지비용을 충당한다. 산정방법은 송전사업에서 발생하는 적정 비용을 보상하고, 송전사업에 필요한 자본이 지속적으로 유입될 수 있도록 자산에 대한 적절한 보수가 제공되도록 설계한다



〈그림 4〉 필요수입의 구성요소

- 감가상각비용: 자산대체를 위한 충분한 자본을 축적하기 위해 핵심 송전망자산의 수명기간동안 투자비의 감가상각과 관련된 비용
- 자산의 투자보수: 송전사업자는 자산에 대한 보수관련 수입이 허용되어진다. 송전사업자는 독점이기 때문에 자산에 대한 보수는 규제기관에 의한 승인을 조건으로 얻어진다
- 운전유지비용: 한국의 계통규칙과 시스템 규칙에 관한 기술 표준과 요건에 따라 송전망을 운전하고 유지하는 과정에서 송전사업자에 의해 발생하는 비용

### 2단계 필요수입액의 기능별 할당

송전망의 주요 과업은 전력의 물리적 탁송과 네트워크 안정도에 있으므로 이 두 기능에 따라 필요수입액이 할당된다. 전력의 물리적 탁송의 비용할당에 대한 이론적인 접근방식은 영국의 ICRP 방식과 호주의 CRNP 방식 두가지가 대표적이라고 하겠다. 송전망의 물리적 탁송에 필요한 송전자산의 정확한 할당은 신뢰도와 안정도 있는 네트워크 기능에 대한 고려없이 단지 물리적 전력탁송만을 고려하는 가상적인 네트워크의 디자인을 요구한다.

영국 NGC의 투자비용관련가격산정방식(Investment Cost Related Pricing)이 사용될 수 있다. 투입지점에서 공급지점까지 전력탁송 할 수 있는 기존통행권을 따라

새로운 네트워크가 건설된다. NGC는 탁송목적용을 위한 새롭게 최적화된 네트워크 결정을 위해 표준수송문제 해결책을 적용한다. 기본모델을 잘 작동시키기 위해 NGC는 기본모델을 최소확장나무문제에 변환시켰다. 최소확장나무문제는 네트워크의 집합공간이 최소화되고 네트워크에 있어 어떤 사이클도 발생하지 않도록 네트워크의 모든 모선들을 연결시킨다. 최적화 과정을 시작하기 위해, 하나의 슬랙 또는 기준 모선이 선택된다. 슬랙 모선으로부터 시작하여 모든 모선들이 모든 n모선들이 다 연결될 때까지 가장 짧은 거리에 따라 연결된다. 이 최적화된 네트워크에 근거하여 장기한계비용들이 네트워크 모든 모선에서 매 증분 투입 또는 배출되는 1MW당 계산된다. 기준 또는 슬랙 모선의 한계비용은 0이다. 이 기준 모선으로부터 시작하여 다음 모선까지 추가 1MW를 공급하는데 드는 MW.km가 계산되고 그 1MW.km에 대한 확장비용과 더불어 1MW.km의 가치가 평가된다. 1MW.km 비용은 완전한 하부구조의 총 MW.km로 나눈 선로, 케이블, 변전소 등의 총가치 합으로서 NGC에 의해 계산된다.

두번째 선택방안인 직접배분방식은 필요수입액의 일정부분을 탁송기능에 명시적 모델링 절차없이 직접 배분함에 기초한다. 이런 방법은 비용계산시도보다는 사전에 필요수입액의 부분을 할당하고 그에 따라 비용을 여러 다른 모선들에 할당하는 방법에 대한 기준을 찾고자 한다. 문제는 필요수입액의 몇 %가 송전탁송기능에 할당되어야만 하는 것이다. 즉, 호주 뉴사우스웨일즈주의 송전요금산정경험에 따르면 대략 필요수입액의 50%가 지역적 목적을 위해 할당되고 비용반영네트워크가격산정(cost reflective network pricing)모델에 기초하여 모선들간에 할당된다. 송전필요수입액의 잔여분은 우편요금제를 이용한 비용에 따라 배분된다. 첫번째 선택안은 네트워크의 장기한계비용에 대한 정확한 그림을 만들어 낼 수도 있다. 하지만 그것은 시간소모적이며 복잡한 연습이다. 호주는 직접할당방식, 즉 지역적 목적을 위해 계산되었던 필요수입액의 50%/50% 배분방식을 제안한다. 이것은 할당절차를 용이하게 하며 지역적 요금산정 인센티브를 유지하면서도 요금산정을 실용적이고 투명하게 한다.

### 3단계 발전 및 부하로의 필요수입액 할당

발전소에게는 부하로의 전력탁송이 송전망의 아주 중요한 가치이다. 발전소들은 부하에 가까운 위치를 선택할 수 있다. 그렇게 함으로서 전력탁송에 발생하는 비용을 줄일 수 있다. 발전원에 지리적으로 가까운 위치를 선택할 수 있는 대산업수용가 같은 수요측도 똑같은 효과가 있다. 양방이 모두 송전망 탁송기능으로부터 혜택을 받기 때문에 양방 모두에게 송전요금이 청구되어야 한다. 가장 중요한 질문은 물리적 탁송에 대한 송전필요수입액을 다른 모선들에게 어떻게 할당해야 하는 것이다.

전거거리를 이용하여 발전과 부하를 짝짓는 하나의 방법은 고장수준기여행렬(Fault Level Contribution Matrix)을 적용하는 것이다. 각 모선에 사고를 넘으로써, 각 발전기에 의해 공급되는 고장전류는 회로의 저항 의존도에 의해 결정된다. 발전과 부하를 짝지운 후에 모든 모선들이 부하모선들에 할당되는 방법을 보여주는 완전한 시스템 부하 행렬이 만들어진다. 행렬은 다른 네트워크 모선들에 있어 변화가 있는 경우 회로부하변화에 관한 정보를 주는 민감도행렬에 의해 곱해진다. 취득된 그림들은 다양한 모선들에 대한 회로 비용을 할당하는데 사용된다.

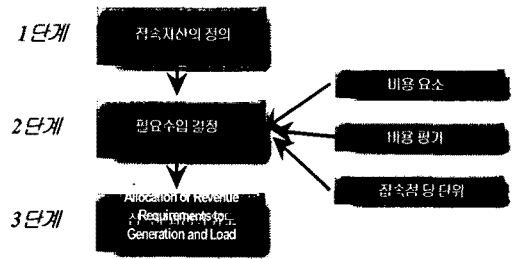
### 3.3 송전접속요금

송전접속요금은 다음의 특성을 갖는다.

- 송전접속료는 송전망 하부구조의 어떠한 보강요건도

고려하지 않는 송전접속자산의 일부만을 포함한다 (경부담 개념);

- 송전접속료는 송전사업자에 접속된 각각의 송전서비스 사용자에게 의해 지불되고 송전접속자산의 개별비용을 반영할 것이다;
- 기존접속에 대한 송전접속료는 규제당국의 관할하에 있을 것이다. 송전접속료는 송전접속자산에 대한 적정 비용과 합리적인 수익을 회수하도록 정해질 것이다;
- 신규접속에 대한 송전접속료는 송전사업자와 송전서비스사용자들간의 협상에 의해 결정될 수도 있다. 하지만 투자보수율은 규제당국의 통제를 받아야 할 것이다. 송전서비스사용자들은 송전망과의 접속에 대한 건설을 직접 (또는 제3자와의 계약에 의해) 할 수 있도록 허용될 수 있다. 이런 접속은 송전사업자의 기술규범과 접속조건에 따라 건설되어야 할 것이다;
- 송전접속료는 (송전서비스사용자가 송전망으로부터 단절을 원하는 경우) 종료일까지 미회수된 송전접속자산의 비용과 단절로 인한 발생하는 추가적 비용을 회수하도록 접속종료지불금을 포함해야 한다. 송전접속요금 부과는 송전망에 연결된 참여자 각각에 의해 지불되어진다



〈그림 7〉 접속요금의 산정과정

송전접속요금은 연간기준으로 계산되며, 월별 또는 분기별로 지불된다. 투자요소의 일부분이 미리 지불된 경우에, 자본기어는 송전접속요금의 비용요소와 관련된 자산을 계산할 때 계산되어진다.

## 4. 결론

지금까지 송전요금 산정방법과 지불의무에 대하여 방법론을 제시하였다. 본 방법에서 송전요금은 송전망 이용요금과 접속요금으로 나누어 제시하였다. 송전손실은 손실계수를 사용하여 정산절차에 포함하였으며 송전계약 비용은 전체 Uplift에서 다루는 것이 효율적이어서 간주되어 송전요금산정에는 배제하였다.

본 방법론은 시장설계가 구체적으로 진행됨에 따라 제시된 방법론을 적용하여 송전요금을 산출할 수 있으며, 실제로 사용할 경우에는 전력시장구조변화를 잘 반영하도록 설계되어야 하겠다.

### 〔참 고 문 헌〕

- [1]"KEPCO Restructuring Program Technical Advisor Wholesale Market Pricing Methodology-Part 1 Transmission Pricing", Version 1.0, 2001. 2. 20
- [2]ABN-AMRO/Rothschild, Final Report to KPCO on the Restructuring of the Electricity Supply Industry of Korea: Volumes 1 and 2
- [3]Electricity Business Act of Korea as 9 August 1999
- [4]Paper Transition Principles, KRP/DP/002-2
- [5]Paper Technical Framework of the Two Way Bidding Pool, KRP/DL/053