

전력산업 경쟁체제에서 배전-판매회사의 요금구조 분석

손형석, 노경수
 동국대학교 전기공학과 / 차세대전력기술연구센터

Analysis of Pricing Structure of Distribution-Retail Sale Company under Power System Deregulation

Hyoung-Suk, Sohn, Kyoung-Soo, Ro
 Dept. of Electrical Engineering, Dongguk University / NPT Center

Abstract -Transmission and Distribution(T&D) pricing has been one of keystones of ongoing deregulation and privatization process in power industries. The electricity market has been established based on open access and nondiscriminatory use of the T&D assets. As T&D business remains as a monopoly, it is necessary to provide economic regulation. This paper focuses on the distribution pricing methods and the analysis of pricing structure of distribution-retail sale company under power system deregulation.

풀)로 할당된다. 배전 사용요금은 배전망에 의해 충당되는 여러 가지 전압별 자산구분으로 분리된다. 배전선로의 비용(상각 및 투자보수)과 관련된 자산은 배전선로 구성 형태에서 자산의 위치에 따라 전압그룹으로 할당된다. 운전유지비는 비용산정의 정보(비용이 유발되는 지역)를 이용하여 전압그룹으로 할당된다. 할당이 불가능한 비용들은(공통자산 관련비용과 유지비) 공통서비스 비용센터로 주어진다.

2.3. 배전선로 비용을 수용가로 할당

할당 과정을 보면 핵심 배전망의 비용은 배전망의 여러 전압그룹으로 연결된 수용가 그룹으로 할당된다.

$$RBUOND_i = K1 + K2 \quad (2)$$

$RBUOND_i$ 는 공통비용에 속하는 비용은 제외한 배전망 사용요금(DUNC)에 의해 충당하는 필요수입액으로 각 배전전압(K1, K2)에 할당하는 비용의 합들이다.

비용반영원칙은 특성이 다른 수용가에게는 비용도 달라져야 한다는 것인데, 수용가 그룹에 대한 기준은 부하 유사성과 선로사용 특성의 유사성이다. 분류 기준은 연간 소비, 부하계수, 사용되는 연결된 전압그룹에 인도되는 전력 또는 전력사용량인 순접근법 두 종류가 있다. 이 두 가지 방법은 배전선로에 배전발전기가 없을 경우에는 결과가 같지만, 존재할 경우에는 다른 그룹 사이에 타송되는 전력에 의해 달라지게 된다. 순접근법에 대한 수식을 알아보면 다음과 같다.

해석방법에도 할당기준이 모든 분석 전압그룹들과 하위 단계 전압그룹에 연결된 모든 망 사용자의 총 소비인 총 접근법과, 단지 다음단계에 연결된 전압그룹에 인도되는 전력 또는 전력사용량인 순접근법 두 종류가 있다. 이 두 가지 방법은 배전선로에 배전발전기가 없을 경우에는 결과가 같지만, 존재할 경우에는 다른 그룹 사이에 타송되는 전력에 의해 달라지게 된다. 순접근법에 대한 수식을 알아보면 다음과 같다.

-순접근법

$$K1-1 = K1 * V1 / (A1 + V1) \quad (3)$$

$$K1-2 = K1 * A1 / (A1 + V1) \quad (4)$$

$$K2-2 = (K1-2 + K2) \quad (5)$$

$$K2-2(nd) = (K1-2 + K2) * V2 / (V2 + V3) \quad (6)$$

$$K2-2(d) = (K1-2 + K2) * V3 / (V2 + V3) \quad (7)$$

여기서 K1과 K2는 각각 배전전압그룹 1과 2에 할당된 비용이고, K1-1과 K1-2는 각각 배전전압그룹 1과 2에 연결된 수용가에 할당된 K1의 비용이다. K2-2는 배전전압그룹 2에 연결된 수용가에 할당된 K2의 비용이다. V1은 배전전압그룹 1에 연결된 비가정용 수용가의, V2는 배전전압그룹 2에 연결된 비가정용 수용가의, V3은 배전전압그룹 2에 연결된 가정용 수용가 각각의 부하 또는 전력량이다. A와 A1은 각각의 배전전압그룹 1과 2로 인도되는 부하 또는 전력량이다.

2.4. 배전망 이용요금의 유도

배전망 이용요금 설계의 선택은 계량설비와 배전선로의 구성과 요금의 복잡성 정도에 달려있다. 부하기준 요금은 부하계량설비가 존재(예로서 대규모 산업용 및 상업용 수용가)할 경우에만 적절한 대안이다. 규모의 다른

1. 서 론

현재 배전사업의 비용은 통합된 소매전기요금으로 회수되는 한전 전체비용의 일부분으로 포함되어 있으며, 판매비용과 배전비용과의 구분이 되지 않고 있다. 그러나 전력이 지역배전회사의 판매사업으로 혹은, 소비자가 선택한 지역독점권이 없는 판매사업자에 의해 공급될 수 있는 경쟁체제의 도입과 더불어 이러한 상황은 달라지게 될 것이다. 배전서비스 제공자는 전기판매사업자가 배전선로를 이용하여 소비자에게 전력을 공급할 수 있도록 배전요금을 명확하게 설정하여 제공하여야 한다. 비록 공급측면에서의 경쟁 초기단계에는 배전회사의 대규모 수용가에게만 허용되었지만 전반적인 배전요금 제도의 도입은 필수적이다. 적절한 요금구조의 확립은 배전사업자의 차별적 행위를 방지하며, 배전요금에 대한 규제용이하게 한다.

본 논문에서는 배전요금 중 배전망 이용요금에 대한 수치적 해석과 전력산업 경쟁체제에서 배전-판매회사의 요금에는 어떠한 비용들이 있는지 분석하고 요금 불균형에 관한 합리적인 요금부과 방법을 모색해 보고자 한다.

2. 배전망 이용요금 산정방법

주요 배전설비 자산의 건설비용과 운전유지비용을 충당하는 배전망 이용요금의 유도과정은 다음의 네 단계로 구성된다.

2.1. 필요 수입액 결정

$$RUONCD_t = ACCOND_t + MCUOND_t + RAUOND_t - \beta \quad (1)$$

t기간에 배전망 이용요금으로 허용된 총수입($RUONCD_t$)은 t기간에 허용된 총상각비용과 t기간에 허용된 운전유지비용, t기간에 자산의 허용된 총투자보수의 합과 배전사업자가 필요수입액을 감소하여 지불에 반영하는 항목(예로서, 허용된 것 보다 좋게 성취한 배전손실에 대한 조정, 자본기여, 재무수입 등)을 감한 값이다.

2.2. 필요 수입액을 비용센터로 할당

앞에서 산정한 필요수입액은 다양한 비용센터(비용

쪽에서, 소규모 주거용 및 상업용 수용가(0.4kV연결)의 소비수준은 일반적으로 하나의 전력량계(kWh계량)를 가지고 있다. 따라서, 이러한 수용가에 대해서는 단지 전력량 관련 요금부과만 적용된다. 추가적으로 공통서비스의 비용은 고정적으로 회수될 수 있다.

다음은 각 전압 그룹별 할당분류 기준이 각각 전력량과 부하일 때의 배전선 이용요금과 고정 배전선이용요금의 수식이다.

-배전전압그룹 1에 연결된 비가정용 수용가에 대한 배전선이용요금

$$DUNC_{Energy}^{v1}(nd) = \frac{K1 - 1^E(nd)}{(\text{그룹에 제공된 전력량})} \quad (\text{₩/kWh}) \quad (8)$$

$$DUNC_{Demand}^{v1}(nd) = \frac{K1 - 1^D(nd)}{(\text{그룹의 전체부하량})} \quad (\text{₩/kW}) \quad (9)$$

$$DUNC_{Fixed}^{v1}(nd) = \frac{\Delta1}{(\text{그룹의 수용가수})} \quad (\text{₩/year}) \quad (10)$$

-배전전압그룹 2에 연결된 비가정용 수용가에 대한 배전선이용요금

$$DUNC_{Energy}^{v2}(nd) = \frac{K2 - 2^E(nd) + K1 - 2^E(nd)}{(\text{그룹에 제공된 전력량})} \quad (\text{₩/kWh}) \quad (11)$$

$$DUNC_{Demand}^{v2}(nd) = \frac{K2 - 2^D(nd) + K1 - 2^D(nd)}{(\text{그룹의 전체부하량})} \quad (\text{₩/kW}) \quad (12)$$

$$DUNC_{Fixed}^{v2}(nd) = \frac{\Delta2}{(\text{그룹의 수용가수})} \quad (\text{₩/year}) \quad (13)$$

-배전전압그룹 2에 연결된 가정용 수용가에 대한 배전선이용요금

$$DUNC_{Energy}^{v2}(d) = (K2 - 2^E(d) + K2 - 2^D(d) + K1 - 2^E(d) + K1 - 2^D(d)) / (\text{그룹에 제공된 전력량}) \quad (\text{₩/kWh}) \quad (14)$$

$$DUNC_{Fixed}^{v2}(nd) = \frac{\Delta3}{(\text{그룹의 수용가수})} \quad (\text{₩/year}) \quad (15)$$

여기에서 E는 전력량기준, D는 부하기준, nd는 비가정용, d는 가정용, Δ1과 Δ2는 각각 배전전압그룹 1과 2에 연결된 비주거용 수용가에 할당되는 비용센터 공통서비스의 비용, Δ3은 배전전압그룹 2에 연결된 주거용 수용가에 할당되는 비용센터 공통서비스의 비용, DI는 개개의 최대 부하기준의 적용시를 뜻하며, DC는 동시최대부하(배전망의 최대부하 시간대의 부하비율)를 뜻한다. 배전선이용요금(DUNC)은 연간(부하관련과 고정요금) 기준으로 계산되며, [매월 또는 분기별로] 지불된다.

3 배전-판매회사의 요금구조

배전-판매회사에서 책정하는 요금구조는 크게 pool에서 책정하는 발전요금과 거래비용(부가비용 포함), 송전요금, 배전-판매 비용의 합으로 이루어질 것이다.

3.1. 발전요금과 pool에서의 거래비용

우리나라 구조개편 초기의 발전경쟁 단계에서 적용하려는 Pool의 형태는 변동비만영 발전시장(CBP: Cost Based G-Pool)으로 발전기의 실제 변동비를 바탕으로 거래가격 결정하지만, 향후 가격입찰 방식의 양방향입찰시장(TWBP : Two-Way Bidding Pool)으로 이행할 예정이다. 푸을 시스템에서 시장가격은 시간대별로 정해지며 입찰가격이 낮은 순서로 발전소의 발전량을 적산하여 적산치가 예측 수요와 같아질 때의 발전소의 입찰가격이 그 시간대의 계통한계비용(SMP: System

Marginal Price)으로 결정된다.

영국의 푸을 시스템에서는 다음과 같은 수식에 의해 가격이 결정된다.

$$PPP = SMP + LoLP \times (VoLL - SMP) \quad (16)$$

$$PSP = PPP + Uplift \quad (17)$$

PPP(Pool Purchase Price)는 푸을이 발전회사에서 전력을 구입하는 가격이고 PSP (Pool Selling Price)는 푸을이 수용가와 배전회사에게 판매하는 가격이다. LoLP (Loss of Load Probability)는 수요가 공급을 초과할 확률을 의미하고 VoLL(Value of Lost Load)은 수요가 공급보다 클 경우 전력공급을 계속 받기 위해 소비자가 기꺼이 지불하려는 의사가 있는 예상가격을 뜻한다. 푸을 판매가격, 즉 지역 배전회사가 푸을에서 전력을 인출할 때 지불하는 가격은 PPP에 부가비용을 더한 것으로서 이 부가비용을 Uplift라고 한다. Uplift는 예비력 확보, 계통 안정화, 수요예측 오차의 조정 등에 필요한 비용을 의미한다.

3.2. 송전요금

송전요금은 송전 접속요금과 송전망 이용요금으로 구성된다. 송전 접속요금은 단지 송전망 인프라의 어떠한 보강도 고려하지 않은 상태에서 송전접속자산에 대한 비용을 회수하는데 목적을 두고 있다. 송전망 이용요금은 송전 거리에 무관하지만 네트워크에 대한 인입 지점 및 인출 지점은 고려하여 전력 수송에 필요한 합리적인 비용을 회수하는 것이다. 실제 거론되고 있는 송전요금 산정방법은 계약경로 이용법, 우편요금제, 거리 용량 병산 제도 여러 방식이 있다.

4. 배전-판매 요금과 합리적 전력요금 책정 방법 모색 (불균형 해소)

여기에서는 배전회사가 배전업무와 상업적 판매를 함께 한다고 가정한다.

배전요금은 배전망 이용요금과 배전 접속요금으로 구성된다. 배전망 이용요금의 수식적 해석은 앞 절에서 알아 보았고, 배전망 접속요금은 배전선로의 보강과 같은 영향을 미치지 않는 배전 접속자산과 관련된 비용만을 포함한다. 배전 접속요금은 배전선에 접속하는 수용가나 발전사업자 각각에 의해 지불된다. 배전망 접속자는 송전망 접속에 비해 훨씬 많으므로, 접속요금은 개별접속 자산에 토대를 둔 방법론의 절차상 복잡성을 회피할 수 있어야 한다. 배전 접속비용은 연간기준으로 산정되며, 월별 또는 분기별로 지불되게 된다.

t기간의 연간 접속 요금(CCD^t)은 다음과 같이 계산된다.

$$CCD^t = ACCD^t + MCCD^t + RCCD^t \quad (18)$$

여기에서 ACCD^t는 t기간에 배전서비스 사용자 d에 연결된 배전 접속자산의 상각비용(원), MCCD^t는 t기간에 배전서비스 사용자 d에 연결된 배전 접속자산과 관련된 유지비용(원), RCCD^t는 t기간에 배전서비스 사용자 d에 연결된 자산의 허용된 보수(원)이다.

배전사업자는 계약으로 동의한 수명 이전에 배전선로로부터 접속해제 되기를 바라는 당사자에 중요지불액을 징수하는 권리를 보유한다. 이러한 비용은 잔존자산을 제거하는 비용으로 충당하여 배전선로와 연결부지를 안전하게 한다.

중요지불액은 다음과 같이 계산된다

$$TCD^d = NAVCCD^d + CSD^d \quad (19)$$

여기에서, TCD^d는 배전서비스 사용자d에 대한 중요지불액, NAVCCD^d는 사용의 마지막 기간에 배전서비스

사용자 d의 배전연결 자산의 순자산가치, CSD⁴는 안전 비용으로 연결자산을 제거하는 비용을 포함하며, 배전선로의 보전을 보증하고, 인건부지를 복구하는 비용이다.

판매사업자는 배전망과 송전망 사이의 상업적인 경계점인 거래점에서 한국전력거래소로부터 전력을 구입한다. 그 결과, 판매사업자는 사실상 배전사업자와 기합의한 배전손실 계수에 의한 배전손실에 대해 지불한다. 손실계수는 배전손실에서 허용된 최대수준을 고려하게 된다. 전력거래소에 대한 거래기간별 판매사업자의 지불액은 시장청산가격(uplift를 포함한 풀판매가격)에 수용가의 소비와 배전손실 계수를 곱한 것을 기준으로 한다.

허용수준으로 배전손실을 고려하는 접근방법은 배전사업자와 사전에 동의한 배전손실 계수에서 배전손실을 감소함으로써 인센티브를 준다. 따라서 배전사업자는 배전손실을 줄이기 위해 노력할 것이다.

다음은 England & Walse 푸운 경우에서의 한 예로 A형 부하는 야간에 많이 사용하는 경우로써 on-peak 시간대의 사용량이 적고 off-peak 시간대의 사용량이 많다. 한편 B형 부하는 주간에 많이 사용하는 경우로써 A형과는 정반대의 부하형태를 보여주고 있다.

아래의 표 1은 이를 분석한 표이고, 그림 1은 이에 관한 부하곡선이다.

표 1. 요금 불균형 분석

시간	KW(A 형)	KW(B 형)
1:00	0.277136	0.186309
2:00	0.230947	0.177841
3:00	0.203233	0.169372
4:00	0.184758	0.152435
5:00	0.249423	0.169372
6:00	0.277136	0.203246
7:00	0.378753	0.254058
8:00	0.498845	0.338744
9:00	0.508083	0.499647
10:00	0.489607	0.753705
11:00	0.526559	0.787579
12:00	0.554273	0.804517
13:00	0.526559	0.779111
14:00	0.461894	0.779111
15:00	0.434180	0.812985
16:00	0.526559	0.829922
17:00	0.739030	0.846860
18:00	0.923788	0.770642
19:00	0.877598	0.685956
20:00	0.831409	0.592802
21:00	0.775982	0.508116
22:00	0.692841	0.431898
23:00	0.480370	0.270995
24:00	0.351039	0.194778
총사용량	12KWh	12KWh
부과요금	50원/KWh *12KWh=600원	50원/KWh *12KWh=600원
PSP 요금	698.9838원	743.2683원

배전회사가 푸운에서 구입해오는 가격은 매 시간마다 변동하는데 반하여 배전회사가 소비자에게 판매하는 가격은 일정하게 된다. 따라서 배전회사가 걱정하는 전기요금을 산정하는데 상당한 어려움이 예상되고 있다.

수용가 또한 비록 전기사용량은 같아도 전기요금이 저렴한 시간대에 주로 사용하는 가정이 값비싼 시간대에 주로 사용하는 가정과 같은 요금을 납부하게 되는 모순이 생기게 된다. 즉, A형 부하의 경우는 PSP가격이싼 시간대에 전기사용량이 많은데 비하여 전기요금은 B형

부하와 동일하게 부담하기 때문에 상대적으로 손해를 느끼게 된다.

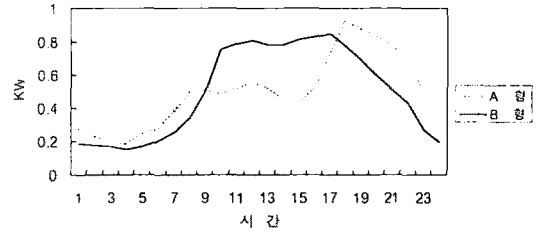


그림 1. 주 사용 시간대가 다른 두 부하곡선

하지만 실제로 주택용 부하 수용가에게 부과하는 전기 요금은 제정의 전력 사용량의 on-peak, off-peak 여부와는 무관하게 단순 사용량에 대한 선형적 요금을 적용할 수밖에 없는 것이 현실이다. 앞으로 전력산업 구조개편이 진행되면서 이러한 전기요금의 불균형 문제는 경쟁체제에서 중요한 관심사가 될 것이다.

5. 결 론

본 논문은 배전요금 중에서 배전망 이용요금의 수식적 해석과 배전-판매 회사에서 받는 요금에는 어떠한 비용들이 포함되는지를 포괄적으로 알아보았다. 그리고 효율적인 요금부과를 위한 방법도 모색하였다. 그러나 그 어떠한 효율적인 요금 체계도 시장 참여자의 비차별적인 이용(nondiscriminatory use)과 개방 접속(open access)의 보장 없이는 효과를 보기가 어려울 것이다. 본 논문의 내용도 전력시장이 이러한 환경이라 가정하고 진행하였으며, 이론적인 면을 중심으로 기술하였다.

전기요금 불균형 문제를 해결하여 효율적인 전기요금 체계 확립을 위하여 전자식 전력량계를 주택용 부하에 모두 설치한다면 배전회사는 시간에 따라 변하는 가격으로 구입한 전기를 수용가에 판매할 때 현행요금 체계와는 다른 계절별, 시간대별, 사용전력량과 최대수요전력을 계량하여 차등요금을 계산하게 되고 이에 대한 정산 역시 손쉽게 할 수 있으리라 생각된다.

하지만 전자식 전력량계의 주택용 부하에 대한 전면적인 보급이라는 문제 또한 전기요금 불균형 문제를 해결하는 것 이상으로 많은 시간, 장비, 설치비용 등의 장애를 내포하고 있다. 전자식 전력량계의 보급 이전에 불균형 문제를 해결하기 위해서는 배전회사가 소비자에게 전기를 판매할 때 고정판매 가격을 설정한 뒤 시장 가격과의 차이를 보정함으로써 가격변동에 따른 전력판매상의 위험부담을 줄일 수 있게 해야 한다.

[감 사 의 글]

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Konstantin Petov "KEPCO Restructuring Programme Technical Advisor Pricing Methodology Vol 2. Distribution Pricing Methodology" pp.3 pp.24-47 2001.02
- [2] Konstantin Petov "KEPCO Restructuring Programme Technical Advisor Pricing Methodology Vol 1. Transmission Pricing Methodology" pp.2-19 2001.02
- [3] Mohammad Shahidehpour & Muwaffaq Alomoush "Restructured Electrical Power System" pp.1-62 2001
- [4] Kankar Bhattacharya & Math H.J. Bollen & Jaap E. Daalder "Operation of Restructured Power System" pp.1-27 pp.73-115 pp.171-203 2001