

Yardstick Regulation을 이용한 배전요금 산정에 관한 고찰

손형석*, 노경수
 동국대학교 전기공학과

A Study of Distribution Pricing Methods Using Yardstick Regulation

Hyoung-Suk. Sohn*, Kyoung-Soo. Ro
 Dept. of Electrical Engineering, Dongguk University

Abstract - Distribution 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 Distribution assets. As Distribution business remains as a monopoly, it is necessary to provide economic regulation. This paper focuses on the distribution pricing methods using by Incremental Marginal Cost and Yardstick Regulation.

폴)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.[1]

1. 서 론

현재 배전사업의 비용은 통합된 소매전기요금으로 회수되는 한전 전체 비용의 일부분으로 포함되어있음으로 명확하게 분리된 배전요금은 없다. 그러나 전력이 지역배전회사의 판매사업으로 혹은, 소비자가 선택한 지역 독점권이 없는 판매사업자에 의해 공급될 수 있는 경쟁체제의 도입과 더불어 이러한 상황은 달라지게 될 것이다. 배전 서비스 제공자는 누구나 차별 없이 배전선로를 이용하여 소비자에게 전력을 공급할 수 있도록 배전요금을 명확하게 설정하여 제공하여야 한다. 적절한 요금구조의 확립은 배전사업자의 차별적 행위를 방지하며, 배전요금에 대한 규제를 용이하게 한다. 본 논문에서는 배전전압별 배전요금으로 재편하기 위하여, 기존의 배전요금 산정 방안과 한계요금을 이용한 배전요금 산정 방안을 비교하고, Yardstick Regulation을 이용한 배전회사들의 요금 경쟁 방안 및 그 활용을 모색해 보기로 한다.

2.3. 배전선로 비용을 수용가로 할당

할당 과정을 보면 핵심 배전망의 비용은 배전망의 여러 전압그룹으로 연결된 수용가 그룹으로 할당된다.[1]

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

RBUOND_i는 공통비용에 속하는 비용은 제외한 배전망 사용요금(DUNC)에 의해 충당하는 필요수입액으로 각 배전전압(K1,K2)에 할당하는 비용의 합들이다.[1]

비용반영원칙은 특성이 다른 수용가에게는 비용도 달라져야 한다는 것인데, 수용가 그룹에 대한 기준은 부하유사성과 선로사용 특성의 유사성이다. 분류 기준은 연간 소비, 부하계수, 사용되는 연결 부하로 이에 맞게 할당하며, 시간대별 차등적인 소비도 고려해야 한다.

해석방법에도 할당기준이 모든 분석 전압그룹들과 하위 단계 전압그룹에 연결된 모든 망 사용자의 총 소비인 총 접근법과, 단지 다음단에 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.[1]

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

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

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

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

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

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.[1]

2. 설비비용에 근거한 배전요금 산정방법

주요 배전설비 자산의 건설비용과 운전유지비용을 충당하는 배전망 이용요금의 유도과정은 다음의 네 단계로 구성된다.[1]

2.1. 필요 수입액 결정

$$RUONCD_i = ACUOND_i + MCUOND_i + RAUOND_i - \beta \quad (1)$$

t기간에 배전망 이용요금으로 허용된 총수입 (RUONCD_i)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.[1]

2.2. 필요 수입액을 비용센터로 할당

앞에서 산정한 필요수입액은 다양한 비용센터(비용

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

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.[1]

다음은 각 전압 그룹별 할당분류 기준이 각각 전력량과 부하일 때의 배전선 이용요금과 고정 배전선이용요금의 수식이다.[1]

-배전전압그룹 1에 연결된 비가정용 수용가에 대한 배전선이용요금

$$DUNC^{Energy} v_1(nd) = \frac{K1 - 1^E(nd)}{(\text{그룹에 제공된 전력량})} \quad (\text{₩/kWh}) \quad (8)$$

$$DUNC^{Demand} v_1(nd) = \frac{K1 - 1^D(nd)}{(\text{그룹의 전체부하량})} \quad (\text{₩/kW}) \quad (9)$$

$$DUNC^{Fixed} v_1(nd) = \frac{\Delta 1}{(\text{그룹의 수용가수})} \quad (\text{₩/year}) \quad (10)$$

-배전전압그룹 2에 연결된 비가정용 수용가에 대한 배전선이용요금

$$DUNC^{Energy} v_2(nd) = \frac{K2 - 2^E(nd) + K1 - 2^E(nd)}{(\text{그룹에 제공된 전력량})} \quad (\text{₩/kWh}) \quad (11)$$

$$DUNC^{Demand} v_2(nd) = \frac{K2 - 2^D(nd) + K1 - 2^D(nd)}{(\text{그룹의 전체부하량})} \quad (\text{₩/kW}) \quad (12)$$

$$DUNC^{Fixed} v_2(nd) = \frac{\Delta 2}{(\text{그룹의 수용가수})} \quad (\text{₩/year}) \quad (13)$$

-배전전압그룹 2에 연결된 가정용 수용가에 대한 배전선이용요금

$$DUNC^{Energy} v_2(d) = (K2 - 2^E(d) + K2 - 2^D(d) + K1 - 2^E(d) + K1 - 2^D(d)) / (\text{그룹에 제공된 전력량}) \quad (\text{₩/kWh}) \quad (14)$$

$$DUNC^{Fixed} v_2(nd) = \frac{\Delta 3}{(\text{그룹의 수용가수})} \quad (\text{₩/year}) \quad (15)$$

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.[1]

3. Yardstick Regulation을 이용한 배전요금산정방안.

첫 단계인 필요수입액 산정은 기존의 방안과 동일하다. 각 전압별 필요수입액을 회수하기 위한 배전 요금은 기본 요금(용량 요금)과 사용 요금(전력량 요금)으로 구성하고 50:50으로 회수한다.

3.1. 기본요금 계산과정

Step 1> 전압별 AIC(Average Incremental Cost)계산[2]

$$AIC = \frac{\sum_{t=1}^T \beta_t (\Delta SInv_t + \Delta OCost_t)}{\sum_{t=1}^T \beta_t \Delta D_t} \quad (16)$$

$\Delta SInv_t$: (t-1)년 이후에 t년 동안의 투자된 시스템 투자 비용.

$\Delta OCost_t$: t년 동안 추가된 운영 요금.

ΔD_t ; t년 동안의 부하증가.

$\beta_t = 1/(1+i)^t$: 할인율 i를 포함하기 위한 벡터

T : 확장 계획 기간.

Step 2>각 대표 수용가의 시간대별 전력 사용량 파악

Step 3>전압별 각 대표 수용가의 부하곡선($x_{ij}(t)$) 도출[2]

$x_{ij}(t)$: 시간 t에서 i번째 PEDS에 속해 있는 대표 수용가 j의 평균 에너지 소비

Step 4>전압별 각 대표 수용가의 기준화(normalized)

된 부하곡선($x'_{ij}(t)$) 도출[2]

$$x'_{ij}(t) = \frac{x_{ij}(t)}{\sum_{k=1}^{24} \frac{x_{ij}(k)}{24}}$$

(17)

$x'_{ij}(t)$: 시간 t에서 i번째 PEDS에 속해 있는 대표 사용자 j의 하루 평균 소비에 관한 기준화된 부하 값.

Step 5>PEDS i의 전압별 변압기 총 용량. ($y_i(t)$)도출[2]

$y_i(t)$: 시간 t에서 PEDS 변압기 평균 부하

Step 6> 기준화된 PEDS i의 전압별 변압기 총 용량.

($y'_i(t)$) 도출[2]

$$y'_i(t) = \frac{y_i(t)}{\sum_{k=1}^{24} \frac{y_i(k)}{24}}$$

(18)

$y'_i(t)$: 시간 t에서 PEDS 변압기의 하루 평균 소비에 관한 기준화된 부하 값

Step 7>전압별 피크 시간(cph)대의 용량에 대한 대표 수용가 j의 responsibility 계산[2]

$$\beta_{ij} = \frac{x'_{ij}(cph)}{y'_i(cph)} \gamma_{ij}$$

(19)

γ_{ij} : PEDS i에 흐르는 총 전력 조류와 그룹 j에 속한 수용가의 총 소비율.

Step 8> 전압별 TIC(Total Incremental Cost)계산[2]

$$TIC_{ji} = \beta_{ij} AIC_i$$

(20)

TIC_{ji} : T&D 총 증가 요금. (k지역에 위치한 PEDS i에 속해 있는 고객 j)

AIC_i : PEDS i의 평균 증가 요금

Step 9> 기본요금 계산

각 전압별 필요수입액의 50%와 전압별 AIC를 비교하고, 각 전압별로 비례적으로 조정한다.[2]

3.2.사용요금계산

필요수입액의 50%에 총 전력 사용량을 나눈다.

3.3.배전요금계산.

각 수용가 집단에 대한 각 배전 회사의 요금들의 평균으로 모델 회사의 AIMC를 만들어 비교한다.[2]

4.사례연구

3.1.초기과정

지역은 우리나라 전국으로 가정 하였으며, PEDS와 수용가 및 배전회사는 모두 가상으로 고려하였고, PEDS의 개수(i) = 1로, DC_A, DC_B, DC_C 세 배전회사가 전국을 세 지역으로 나눠 배전 업무를 담당한다고 하였다.

배전 전압 그룹 및 해당 대표 수용가는 66kV에서 공업용 대표 수용가(C_a), 22.9kV에서 공업용 대표 수용가(C_b)와 상업용 대표 수용가(C_c), 0.4kV에서의 상업용 대표 수용가(C_d)와 가정용 대표 수용가(C_e)로 가정한다.

요금은 기본요금(부하량 기준)과 사용요금(에너지량 기준)을 공히 50:50으로 나눠서 징수하기로 하였으며, 배전 손실은 무시하고, 자료는 2002년도 '한국 전력 통계'에서 참조를 하였다.

아래의 요금 산정은 DC_A의 경우만 따지기로 하였다.

3.2기본요금계산결과.

과정을 거친 배전회사 A(DC_A)의 기본 요금은 다음의 표 1과 같다.(DC_B와 DC_C)도 위의 과정을 거쳤다고 가정한다.

표 1. 배전회사(DC_A,B,C)들의 수용가별 AIMC

Voltage (kV)	대표 수용가	AIMC(kW/kW)			
		DC_A	DC_B	DC_C	MDC
64	D_a (공업용)	1690.46	1800	1800	1763.49
	D_b (공업용)	1500.12	1600	1600	1566.71
22.9	D_c (상업용)	1035.58	900	1000	978.53
	D_d (상업용)	2432.58	2300	2400	2377.53
0.4	D_e (가정용)	1793.58	1800	1700	1764.53

3.3.사용요금계산결과

각 전압별 필요수입액의 합 50%를 총 전력 사용량으로 나눈다. 여기에서 모든 전압그룹에 공히 동일한 요금을 부담한다고 가정한다. 2001년도 총 전력판매량은 257,731,354MW이다.

$$100,927.5 \text{ 억원} \div 257,731,354 \text{ MW} = 39.16 \text{ (₩/kWh)}$$

배전회사 B와 C(DC_B, DC_C)도 위의 과정을 거친 결과를 표 2에서 나타내었다.

표 2. 배전회사(DC_A,B,C)들의 사용요금(₩/kWh)

	DC_A	DC_B	DC_C	MDC
사용요금	32.16	32.25	32.04	32.15

3.4.YardstickRegulation을거친배전요금결과.

각 배전회사의 기본 요금과 사용요금을 조합하여, 그 평균으로 모델회사를 만든다. 모델회사가 만들어지면 각 배전회사에게 공시하여, 배전회사들에게 시정의 시간을 주면서 의견과 건의를 수렴한다.

다음의 표 3은 최종 배전 요금을 나타낸다.

표 3. 최종 배전 요금.

Voltage (kV)	대표 수용가	기본요금 (kW/kW)	사용요금 (₩/kWh)
66	D_a(공업용)	1763.49	32.15
	D_b(공업용)	1566.71	
22.9	D_c(상업용)	978.53	
	D_d(상업용)	2377.53	
0.4	D_e(가정용)	1764.53	

4. 결 론

표의 결과를 해석해 보면, 기본요금에서는 배전회사 A(DC_A)는 66kV에서의 공업용 수용가와 22.9kV에서의 공업용 수용가에서 서비스 경쟁력이 있으며, 그 외의 분야에서는 경영 개선이 필요하다. 배전회사 A는 공업용 배전에 적합한 회사임을 알 수 있다.

배전회사 B(DC_B)는 22.9kV에서의 상업용 수용가와 0.4kV에서의 상업용 수용가에서 경쟁력이 있으며, 나머지 지역에서는 경영 개선이 필요하다. 배전회사 B는 상업용 배전에 적합한 회사임을 알 수 있다.

배전회사 C(DC_C)는 0.4kV에서의 가정용 수용가에서 경쟁력이 있으며, 그 외의 지역에서는 경영 개선이 필요하다. 배전회사 C는 가정용 배전에 적합한 회사임을 알 수 있다.

사용요금은 배전회사 C(DC_C)가 경쟁력이 있으며, 그 외 회사들의 경영개선이 필요하다. 각 수용가별 전력 사용량을 알 수 있다면, 사용요금도 기본요금처럼 전압별 필요수입액에 맞추어 차등적으로 적용할 수 있을 것이다.

필요수입액의 완전한 회수란 문제에서 증분 한계요금 방식이 기존의 방안 보다 좋은 것인지는 아직 논란이 있으므로 많은 연구 사례가 필요하다.

Yardstick Regulation 방안은 원칙적으로 복수개의 회사들간의 경쟁을 기본으로 한다. 회사들간의 경쟁을 통해 경영 합리화를 꾀할 수 있다.

[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] J. W. Marangon Lima, J. C. C. Noronha, H. Arango, and P. E. Steele dos Santos, "Distribution Pricing Based on Yardstick Regulation", *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 17, pp.198-204, Feb. 2002.