

실계통자료를 이용한 판매사업소별 송전비용의 계산

남궁재용* 문영환* 오태규*
한국전기연구소*

Calculation of Transmission Cost for Power Sales District Office based on KEPCO Data

J. Y. Namkung* Y. H. Moon* T. K. Oh*
KERI*

Abstract - As we move to competition, transmission cost become more and more important. At the wholesale competition market, the process of settlement must include the cost of transport.

The aim of this paper is to calculate approximate transmission cost at each power sales district office using KEPCO data. We considered investment cost, transmission constraints and marginal losses as cost elements which must be taken into account in transmission cost calculation.

또한, 장래의 도매경쟁시장 하에서는 공정한 경쟁환경을 조성하기 위하여 양방향 입찰과 정산에 송전손실이 반영될 것이다. 송전손실을 반영한 합리적인 방법으로 발전 및 송전요금의 지역차등을 도도함으로써 공정한 경쟁환경조성의 이론적 근거에 한층 더 접근하는 한편, 장차 분쟁의 소지가 될 부하단과 발전단 모선의 위치와 관련된 형평성 있는 입찰가격을 적용할 수 있는 여건이 마련될 것이다.

2.2 한계손실계수의 정의

모선 r 에서 부하가 한 단위 증가한 경우의 한계손실계수(Marginal Loss Factor)는 식 (1)의 전력수급조건을 대입하면, 근사적으로 식 (2)와 같이 계산된다.

1. 서 론

본 논문의 목적은 판매사업소별 송전비용의 부담 규모를 개략적으로 산정하는데 있다. 시장 참여자들에게 실제로 적용할 송전요금 산정방법과 기준은 현재 송·변전처 등에서 연구중이지만, 본 논문에서는 이에 앞서서 제한적인 입력자료 등을 최대한 활용하여 현시점에서 적용 가능한 합리적인 근사 계산식을 제시하고, 제시한 방법에 의하여 각 한전 판매사업소에서 부담해야 할 송전비용을 계산하였다.

본 논문에서는 원인 유발자의 구분유무에 따라 송전비용을 크게 균등분담비용과 차등분담비용으로 나누었으며, 특히, 구성항목에 따라 송전설비·분담비용, 송전손실 분담비용, 혼잡 유발 분담비용으로 분류하여 계산하였다.

$$\sum_{i=1}^N G_i = \sum_{k=1}^M P_k + P_{loss} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{한계손실계수(MLF)}_r &= \frac{\Delta(\sum_{i=1}^N G_i)}{\Delta P_r} \\ &= \frac{\Delta(\sum_{k=1}^M P_k)}{\Delta P_r} + \frac{\Delta P_{loss}}{\Delta P_r} = 1 + \frac{\Delta P_{loss}}{\Delta P_r} \quad (2) \end{aligned}$$

- 단, P_k : 모선 k 에서의 부하
- P_{loss} : 송전손실
- G_i : 발전기모선 i 에서의 출력
- N : 발전기 수
- M : 전체 모선 수

2. 송전손실 차등분담비용

2.1 경제급전문제 및 Penalty Factor

새로운 전력시장 하에서의 시장참여자의 목표는 과거 비용최소화(경제급전)에서 이용최대화(가격급전)로 목표가 전환되며, 수요예측 보다도 가격예측이 더욱 중요해진 관심사항으로 부각될 것이다(그림 1 참조).

2.3 입력자료의 구성

본 논문에서는 주요 부하수요대에서의 부하자료 및 발전기 출력자료를 다음 그림 2 및 그림 3과 같이 근사적으로 구성하였다.

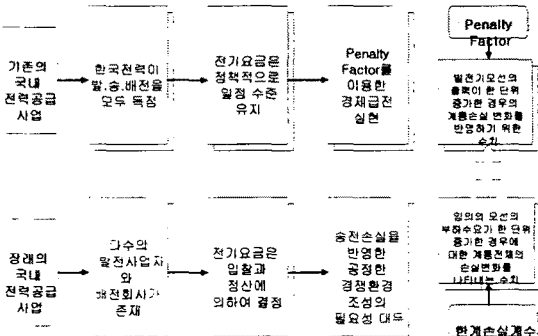


그림 1 기존 및 장래의 전력공급사업의 비교

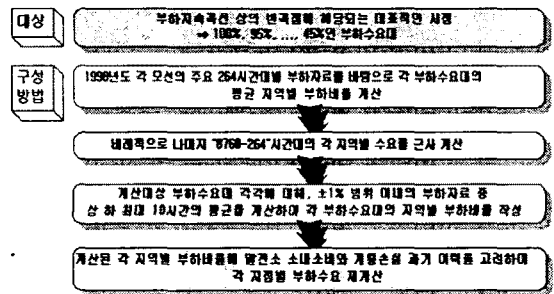


그림 2 부하자료의 구성

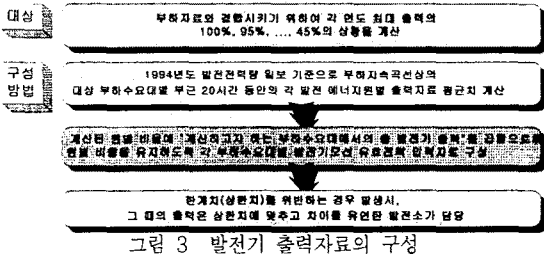


그림 3 발전기 출력자료의 구성

2.4 지사별 한계손실계수 대표치의 계산

본 논문에서는 그림 4에 나타난 총 12종류의 부하수요를 대상으로 국내 823개 모선에서의 한계손실계수를 계산하였으며, 이 중 부하모선만을 대상으로 지사별 한계손실계수 대표치를 계산하였다. 계산된 각 부하모선의 한계손실계수는 먼저 지역성·인접성에 따라 85개의 지구로 배분하여 부하수요대에 따른 지구별 평균치를 계산하였다.

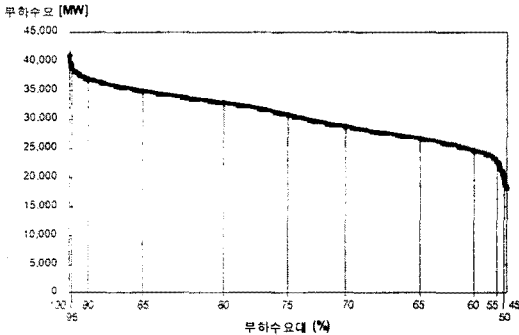


그림 4 계산 대상 부하수요대

계산된 지구별 한계손실계수는 85 지구에서 12종류의 부하수요로 분류되었으므로 총 1,020개의 한계손실계수로 구분된다. 이와 같이 계산된 각 한계손실계수에 대하여, 각 지구별 부하수요대에서의 연간 부하전력량 비율을 가중치로 적용하여 가중평균치를 계산함으로써 지사별 한계손실계수의 대표치를 계산하였다. 한편, 표 1에 나타난 바와 같이 계산된 한계손실계수에 비례상수를 곱하여 한계손실계수 조정치를 계산함으로써, 추후 계산할 송전손실 차등분담비용의 합계를 0으로 조정하였다.

표 1 한계손실계수 조정치의 계산

사업소	한계손실계수	한계손실계수 조정치
강릉지사	0.9866	0.9790
강원지사	1.0332	1.0253
경기북부지사	1.0351	1.0272
경기지사	1.0190	1.0112
경남지사	0.9905	0.9830
경북지사	1.0094	1.0017
대구지사	1.0220	1.0142
부산지사	0.9949	0.9873
서울남	1.0227	1.0149
서울북	1.0262	1.0184
인천지사	1.0146	1.0069
전남지사	0.9769	0.9694
전북지사	0.9907	0.9831
제주지사	1.0067	0.9990
충남지사	0.9939	0.9863
충북지사	1.0114	1.0037
합계	16.1338	16.0105
평균	1.0084	1.0007

2.5 송전손실 차등분담비용의 계산

계산된 지사별 한계손실계수의 대표치를 이용하여, 각 지사에서 사용한 연간 사용전력량에 따라 부담해야 할 송전손실에 기인한 비용을 다음 식과 같이 계산하였다.

$$DIFLOSS_i = YMWH_i \times AFC \times \left(\frac{MLF_i}{RMLF} - 1 \right)$$

$$\text{단, } \sum_{i=1}^Q DIFLOSS_i = 1$$

- Q : 지사의 총 수, 16을 의미함.
- MLF_i : i지사의 한계손실계수 대표치
- DIFLOSS_i : i지사의 송전손실 차등분담비용
- YMWH_i : i지사의 연간 사용전력량
- AFC : 발전 평균회계단가, 51.7원/kWh로 예측됨
- RMLF : 송전회사가 이익이나 손해를 보지 않도록, 각 지사별 송전손실 차등분담비용의 총 합을 0으로 조정하는 상수

송전손실 차등분담비용의 최종 계산결과를 표 2에 나타내었다.

3. 혼잡유발 차등분담비용

국내 혼잡비용 발생현황을 살펴보면, 첨두부하 시점에서는 수도권내에 존재하는 LNG복합 발전기도 경제급전 순위에 들어가므로 타지역에서 경인지역으로 유입되는 송전조류가 적어 송전선로 혼잡에 의한 추가비용이 발생하지 않는다. 그러나, 경부하시에는 연료비가 싼 남부지방의 유연탄 또는 원자력 발전기만 가동하여도 전체통의 전력공급은 충분한 상황이지만 송전선로 용량의 제약이 있어 경인지역에서 필요한 전력을 송전선로를 통하여 전부 공급하지 못하므로 일부 남부지역의 싼 유연탄 발전기 출력을 줄이고 경인지역의 비싼 LNG복합 발전기를 가동함으로써 혼잡비용이 발생된다.

본 연구에서는 연간 총 혼잡비용을 기존 송전전처 용역결과²⁾를 활용하여 근사 계산하고, 이를 혼잡유발 지역에 속한 판매사업소에서 부담하도록 하였다. 이때 판매사업소의 부담비용은 판매전력량에 비례하도록 결정하였다. 한편, 발전비용에 회계적 단가를 적용하게 될 경우 이 발전단가에는 혼잡비용이 Uplift 형태로 모두 포함되어 있으며 이것이 판매전력량에 비례하여 배분된 상태라고 할 수 있으므로, 기 배분된 혼잡비용을 제외시킨 상태에서 새롭게 배분되는 혼잡비용을 합하는 방식으로 계산하였다.

판매사업소에 이미 배분된 혼잡비용은 다음 식과 같이 계산한다.

$$\text{판매사업소별 연간 판매전력량} \cdot 2.285\text{억원}$$

판매사업소별로 기 배분된 혼잡비용을 모두 반환하고, 그 만큼의 혼잡비용을 혼잡유발 판매사업소에 국한시켜서 판매전력량에 비례하여 부담시킨 결과를 표 2에 나타내었다. 이때, 경인지역 북상조류 제한에 의한 혼잡비용은 총 5개지사(경기북부지사, 서울북, 서울남, 경기지사, 인천지사)에 판매전력량에 따라 비례배분 하였으며, HVDC 혼잡비용은 제주지사에 모두 배분하였다.

4. 송전설비 차등분담비용

송전설비 차등분담비용은 다음과 같은 가정 하에 계산하였다.

- 1999년 송전부문 필요수입액의 50%는 발전부문에서, 나머지는 배전부문에서 회수된 것으로 가정함.
- "균등분담비용 : 차등분담비용"은 "5:5"로 가정함.

송전설비와 관련한 비용을 할당하기 위하여 산정된 1999년 송전부문 필요수입액은 2,514,401백만원이다. 세부항목으로 구분해보면 영업비용 1,650,901백만원, 투자보수 597,542백만원(요금기저 11,950,850백만원, 투보율 5%), 법인세 265,958백만원으로 분류할 수 있다. 따라서 전술한 가정에 의해 이 금액의 50%인 1,257,200백만원은 발전부문에서 회수되는 것으로 하였으며 나머지 50%가 배전부문에서 회수되는 것으로 보았다. 그리고 배전부문에 할당된 1,257,200백만원 중 10,000백만원은 제주도 HVDC 및 송전선로분으로 보아 제주도에 할당하고 나머지 1,247,200백만원의 50%는 균등부담으로 전력량에 비례하여 배분하였고 나머지 50%는 합리적 기준에 따라 판매사업소간 차등담하기로 하였다.

판매사업소별 송전설비 차등분담비용은 총 송전설비 차등분담비용을 345kV 송전선로의 판매사업소 기여도에 따라 배분하였다. 345kV 송전선로의 판매사업소 기여도는 조류계산을 근거로 산정하였으며 선종이 다른 송전선로들에 대한 규격 환산 가중치는 선로 신설공사비를 근거로 하였다. 선로규격 환산에 대한 가중치는 345kV 480mm²×4B를 기준으로 하고 345kV 480mm²×2B는 0.8476, 지중 345kV 2000mm²는 6.8571배를 적용하였다. 2000년 하계 철두부하시의 전력조류 분석결과를 이용하여 각 345kV 송전선로를 판매사업소에 할당하였으며 조류가 분산되는 지점에서는 각 분기마다 조류량에 비례하여 송전선로 할당을 조정하였다. 그리고, 송전조류 기여도에 따른 판매사업소별 송전선로 할당량 최종결과를 근거로 해당 판매사업소의 판매전력량에 비례하도록 재배분하여 판매사업소별 송전설비 차등분담비용 배분비율을 결정하고, 이와 같이 계산된 배분비율을 이용하여 계산한 판매사업소별 송전설비 차등분담비용 계산결과를 표 2에 나타내었다.

5. 송전설비 균등분담비용

송전설비 차등분담비용 계산과정에서 언급하였던 가정에 의하여, 균등분담비용 총액은 6,236억원으로 계산되었다. 즉, 판매사업소별 균등분담비용은 아래 식과 같이 균등분담비용을 판매사업소별 판매전력량에 비례하도록 배분하여 계산하였다.

i판매사업소가 담당해야 할 균등분담비용

$$= \text{총 균등분담비용} \times \frac{i\text{판매사업소의 판매전력량}}{\text{총 판매전력량}}$$

$$= 8779 \times \frac{i\text{판매사업소의 판매전력량}}{214,214}$$

송전설비 균등분담비용 계산결과를 표 2에 나타내었다.

6. 판매사업소별 송전비용 계산결과

각 판매사업소별 차등분담비용(송전설비 비용, 송전손실 비용, 혼잡비용)과 균등 분담비용을 계산한 결과는 표 2와 같다.

[참고 문헌]

- [1] Sally Hunt and Graham Shuttleworth, "Competition and Choice in Electricity", John Wiley & Sons Ltd, 1996
- [2] "송전선 혼잡처리 비용 및 송전선 이용료 설정에 관한 연구", 한국전력공사 송변전처, 2000년, 2월
- [3] 남궁재용, 최홍관, 문영환, 오태규, 임성황, 한용희, "한계손실계수에 의한 한전 예상철두계통 송전손실 특성 분석", 대한전기학회 논문지, VOL. 50, No. 7, 2001
- [4] 남궁재용, 문영환, 오태규, 임성황, "부하시점에 따른 지역별 한계손실계수 변동특성 분석", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2001년, 7월

표 2 판매사업소별 송전비용 계산결과(1999년)

판매사업소명	차등분담비용 (백만원)				균등비용 (백만원)	총비용 (백만원)
	송전설비	송전손실	혼잡	합계		
강릉	0	-6,790	-6,680	-13,469	18,229	4,760
강원	0	3,152	-2,570	582	7,013	7,595
경기북	40,164	10,481	12,605	63,251	21,682	84,933
경기	87,890	15,451	45,163	148,505	77,686	226,191
경남	10,124	-10,394	-12,585	-12,855	34,345	21,490
경북	0	160	-1,948	-1,788	5,316	3,528
대구	161,785	21,673	-31,451	152,006	85,834	237,840
부산	102,232	-20,068	-32,503	49,661	88,704	138,365
서울남	50,074	11,717	25,731	87,522	44,260	131,783
서울북	72,326	12,756	22,698	107,781	39,044	146,825
인천	54,751	5,917	28,134	88,802	48,394	137,196
전남	12,899	-26,744	-18,052	-31,896	49,265	17,369
전북	31,354	-8,241	-10,057	13,056	27,446	40,502
제주	10,000	-78	7,930	17,851	4,285	22,137
충남	0	-10,799	-16,264	-27,062	44,386	17,323
충북	0	1,807	-10,154	-8,347	27,711	19,364
계	633,600	0	0	633,600	623,600	1,257,200