

거시적 접근법에 의한 계통계획 수립용 공급지장비의 추정

이지훈*, 감성록*, 최재석*
경상대학교*

김호영**, 김솔기**
한국 전기 연구원**

Assesment of Outage Cost Using Macro Approach
for Power System Expansion Planning

Jihoon Lee*, Sungrok Kang*, Jaeseok Choi*
Gyeongsang National University*

Hoyong Kim**, Seulgi Kim**
KERI**

Abstract - The outage cost has very important position for determination of the optimal level or optimal range of reliability in power system expansion planning. Establishing the worth of service reliability is a very difficult and subjective task. This paper addresses the role, need and assessment algorithm and methodology of the outage cost in power system expansion planning. Furthermore outage cost has been assessed using macro approach for our country 15years(1986-2001) in the case study.

두 측면을 고려한 총비용이 최소가 되는 점에서 이루어지기 때문에, 각 지역별 최적 투자비 결정이나 최적 신뢰도 수준을 결정하기 위해서도 공급지장비의 추정은 필수적이다. 한편 해외에서는 많은 연구가 수행되었음에도 불구하고 국내에는 전력계통정전에 따른 사회적, 경제적 손실 비용 산정에 대한 정확한 자료가 구체적으로 소개된 바 없으며 특히 송전계통이 공급지장비에 미치는 정량적 및 정성적 분석에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이와 같은 이유로 공급지장비용에 대한 체계적이고도 지속적인 연구가 필요하다.

1. 서 론

전력공급지장비용을 산정하는 문제는 안정한 전력수급을 위한 전력계통 계획과 운용 측면에서 가장 중요하고 근본적인 문제 중의 하나이다. 전력 공급설비의 적정규모는 공급비용과 공급지장비용의 합인 총비용의 최소화점에서 결정되므로 보다 합리적이고 객관적인 공급지장비용추정의 도입이 필요하다. 본 연구에서는 공급지장비 역할과 추정 방법에 대하여 살펴보고 나아가, 거시적인 접근법을 이용하여 1986년부터 2001년까지 15년에 걸쳐 우리나라의 공급지장비를 추정하여 보았다.

2. 공급지장비의 역할과 필요성

공급지장비용은 수용가가 전력을 사용할 수 없는 정전 및 전압 및 주파수 변동 등과 같은 전기품질의 저하에서 비롯되는 제반 경제적 손상비용을 포함한다. 이는 광범위하게 여러 요소로 구성되지만 일반적으로 객관적 정량적 분석이 가능한 직접비용만을 대상으로 하고 있고 정전으로 인한 사회적 영향 등 간접비용의 평가는 별도로 하고 있다.

$$\min Z = S_c + F_c \dots\dots\dots (1)$$

단, S_c : 공급비용(Utility Cost)[원]
 F_c : 공급지장비용(Outage Cost)[원]

식(1)은 공급비용과 공급지장비용의 합인 총비용을 최소화하는 점에서 전력공급설비의 적정규모가 결정된다는 것을 의미한다. 아래 그림1.은 이의 관계를 표시한 것이다.

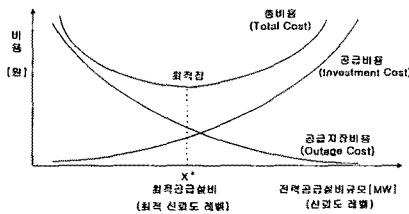


그림 1. 최적공급설비 규모의 결정

위의 그림에서 보듯이, 전력 계통의 경제성과 신뢰성이 가지는 배타적 성질로 인해 최적 신뢰도 수준의 결정은

3. 계통계획 수립시 공급지장비의 역할

표1.은 현재 선진국들이 나름대로 개발하여 활용하고 있는 송전계통망의 최적확충계획의 방법론을 간략히 나타낸 것이다.

표 1. 계통망의 확충계획 절차상 공급지장비의 역할

	북미지역 (미국, 캐나다)	유럽지역 (프랑스)
목적 함수	최소화 총비용=건설비+운용비	최소화 총비용=건설비+운용비+공급지장비(신뢰도비용)
계약 조건	R*(신뢰도 기준) 및 기타 계통조건	기타 계통계약조건
장단점	비용계산(경제성평가)은 용이하으나 신뢰도기준이 최적 R*의 결정이 쉽지 않다.	계약조건에 핵심인 위치인 신뢰도기준, 최적 R*가 필요 없으나 이의 가치확인이 작업, 즉 공급지장비추정이 필요하며 이의 추정이 쉽지 않다.

4. 공급지장비의 추정 방법

공급지장비를 추정하는 방법은 여러 가지가 있으나 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 하나는 공급지장비용을 국민경제 전체와 연관해서 포괄하는 거시적 접근법이며, 다른 하나는 개개의 고객을 대상으로 주로 설문조사 등을 기초로 고객의 중별 정전비용을 추정하는 미시적 접근법이다. 그 밖에 거시적 및 미시적 접근법에 의한 자료들을 토대로 하여 수학적으로 해석하여 보는 해석적 접근방법이 있다.

4.1 거시적인 접근방법

거시적 접근방법은 공급지장에 의하여 경제생활이 그만큼 정지 또는 정지당하여 당연히 생산되어야 할 경제적 가치가 상실된다는 점에 착안한 경우이다. 거시적 접근법으로 구하는 대표적 인 것은 국민총생산(GNP)을 총 사용전력량(kWh)으로 나누어 그 비율로 결정하는 방법이 있다. 그러나, 전력량은 해외에서의 생산에는 직접 관련이 없으므로 국내총생산(GDP)을 사용하는 것이 바람직하다. 거시적인 방법은 수요특성에 맞게 모델 설정을 잘하면 후술하는 고객의 주관적인 판단을 요구하는 설문조사방법보다 객관적인 자료를 얻을 수 있다는 장점이 있지만, 이 방법으로 고객의 공급지장비용을 직접 평가한다는 것에는 다소 무리가 있다.

4.2 미시적인 접근방법

미시적인 접근방법의 경우는 일반적으로 개개의 고객내지 고객그룹에 대한 공급지장비용 추정이 가능하며 대규모 설문조사가 필요하다. 통상 지금까지 각국의 전력회사에서는 3~5년을 주기로 설문지 조사 방법을 이용하여 부분별 정전비용함수(SCDF: Sector customer damage functions)나 종합정전 비용함수(CCDF: Composite customer damage functions)곡선을 작성하고 이를 통계 처리하여 각 부하종류별 및 각 부하지점별 공급지장비를 추정하는 방법을 사용하여오고 있다. 그러나 설문지 조사 방법은 추정결과의 객관성을 유지하기 위해서는 조사대상의 모집단이 커야하므로 작업이 방대할 뿐만 아니라, 3~5년을 주기로 실시할 수밖에 없는 단점을 갖고 있다. 설문지 조사 후에 정전비용을 추정하는 절차는 다음 그림2.와 같다.

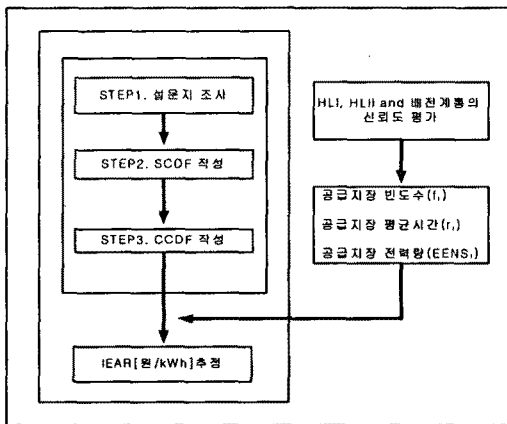


그림 2. 미시적 접근법에 의한 종합 공급지장비용추정을 위한 흐름도

4.3 해석적인 접근방법

해석적 방법에 의한 공급지장비 추정은 각각 수학적 모델에 기초한 해석적인 방법을 사용하여 총 공급지장비용 및 공급지장 전력량을 산정한다. 또한 이의 비를 구함으로써 단위 공급지장 전력량에 대한 공급지장비 IEAR [원/kWh]도 추정한다. 근래 개발된 송전계통까지 감안한 HLII (Hierarchical Level II) 수준에서의 각 지역별 공급지장비용 추정을 위한 흐름도를 보면 그림 2.와 같다.[9,10]

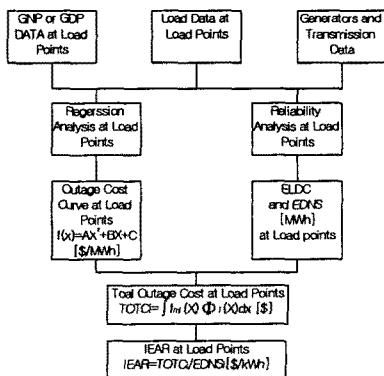


그림 3. 해석적방법에 의한 HLII에서의 각 지역별 및 종합 공급지장비용추정을 위한 흐름도

5. 사례 연구

본 논문에서는 앞서 설명한 거시적인 접근법을 이용하여 1986년부터 2001년까지 15년에 걸쳐 우리나라의 공급지장비를 추정하여 보았다.

표 2. 국내총생산을 사용한 정전비를 계산 결과

년도	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
G.D.P (조원)	95	111	132	148	179	217	246	277
소비전력량 (GWh)	56310	64169	74318	82192	94383	104374	115244	127734
공급지장비(A) [원/kWh]	1684.6	1732.9	1777.7	1802.8	1894.4	2074.4	2132	2172.5
전력요금(B) (won/kWh)	65.51	63.48	65.49	55.43	52.94	54.23	58.09	58.90
비율 [A/B]	25.7	27.3	27.1	35.5	35.8	38.3	36.7	36.9

년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
G.D.P (조원)	323	377	418	453	444	483	522	552
소비전력량 (GWh)	146540	163270	182470	200784	193470	214215	239535	257731
공급지장비(A) [원/kWh]	2206.9	2311.2	2293.4	2257.5	2296.8	2253.6	2179	2140
전력요금(B) (won/kWh)	60.22	61.28	62.99	65.26	72.08	71.59	74.65	77.06
비율 [A/B]	36.6	37.7	36.4	34.6	31.9	31.5	29.2	27.8

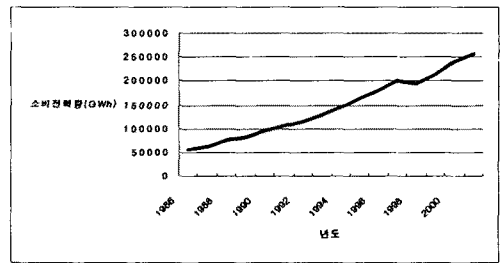


그림 4. 연도별 소비전력량의 변화

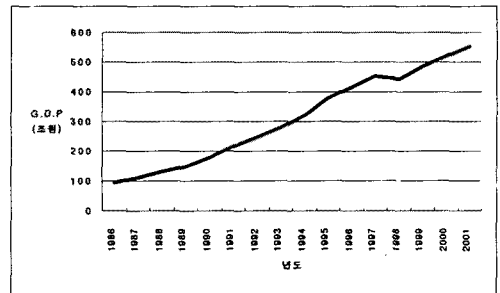


그림 5. 연도별 G.D.P의 변화

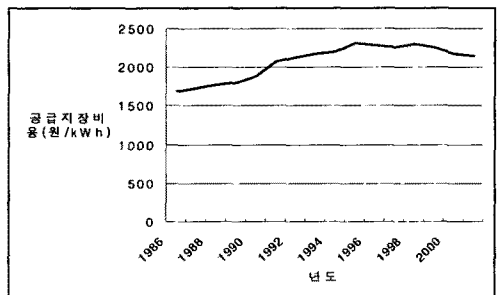


그림 6. 연도별 공급지장비의 변화

6. 결론

그림 5에서 보는 바와 같이 거시적인 접근법에 의해 추정된 년도별 공급지장비는 감소하는 추세를 보이고 있음을 알 수 있으며 최근 년도인 2001년도의 공급지장비는 1914[원/kWh]로써 당해 년도의 전력요금 단가인 77.06[원/kWh]의 24.84배인 것으로 추정되었다. 한편 거시적인 접근법으로 추정된 제조업부분의 공급지장비를 보면 표3.과 같았다. 그림7. 그림8. 및 그림9.는 이를 알기쉽게 나타낸것이다.

표 3. 제조업의 년도별 공급지장비용

년도	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
G.D.P (조원)	29	35	42	45	52	63	71	80
소비전력량 (GWh)	35124	40562	46265	50049	56779	62400	67425	73437
공급지장비 [원/kWh]	836	835	910	907	908	1006	1047	1089

년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
G.D.P (조원)	94	111	121	131	137	148	163	168
소비전력량 (GWh)	32533	92046	101831	111207	103831	115325	125932	128732
공급지장비 [원/kWh]	1786	1240	1186	1178	1321	1287	1296	1306

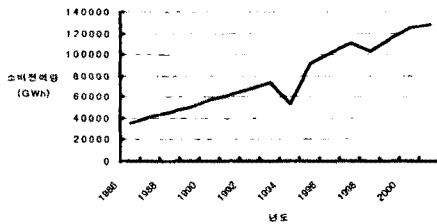


그림 7. 제조업의 년도별 소비전력량의 변화

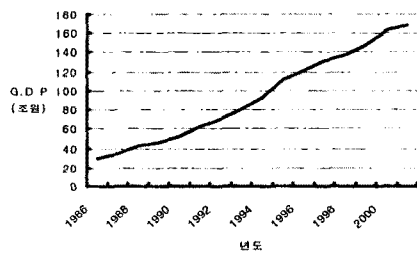


그림 8. 제조업의 년도별 G.D.P의 변화

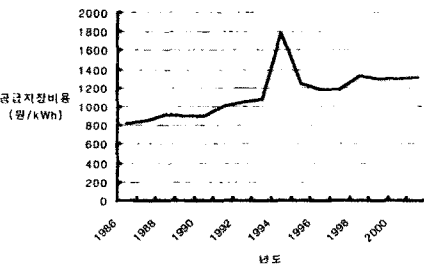


그림 9. 제조업의 년도별 공급지장비의 변화

본 연구에서는 자유 경쟁적 시장 경쟁 체제 하에서의 공급지장비 그리고 합리적인 송전 계통망 수립 절차상 및 적정 계통망 수립의 기준 설정시 공급지장비의 역할과 필요성, 그 추정방법들에 대해 살펴보았다. 또한 공급지장비추정의 방법론 특히, 미시적 접근법에 의한 추정 절차를 제시하였으며, 나아가 미래에 매우 유용하게 사용될 것으로 사료되는 해석적인 접근법에 대하여도 살펴보고, 사례연구를 통하여 거시적 접근법에 의해서 우리나라의 1986년부터 2001년까지의 연도별 공급지장비추정을 실시하여보았다. 공급지장비추정의 향후 과제를 살펴본다면, 미시적인 접근 방법에 의한 광범위한 설문조사를 주기적으로 실시하여 그 자료를 분석함이 선행되어야하며, 이의 결과를 가공 처리하여 타당성 있는 결과를 도출할 수 있는 자동화시스템 구축이 필요하다고 사료된다. 나아가, 미시적, 거시적 접근방법에 의한 분석에서 더 발전하여 설문조사에서 얻은 정보와 거시적 접근법에 의한 자료를 통합하여 종합적으로 분석처리할 수 있는 해석적접근법의 프로그램개발도 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 전력산업 기술 기반 조성사업에 의한 한국 전기연구원(과제번호:1-2002-0-103)지원으로 수행된 연구 결과의 일부임.

[참고 문헌]

- 1) B.Y.Lee, C.H.Lim & Y.M. Park, "A Study on the Analysis Methods for Outage costs and Marginal Cost Assessment" KIEE, Vol.32, No.2, pp.32-42, Feb.1983.
- 2) R. Billinton & R.Ghajar, "Evaluation of the Marginal Outage Cost of Generating System for the Purpose of Spot Pricing" IEEE, Trans. on PS, Vol. 9, No.1, Feb., 1994, pp.68-75.
- 3) R. Ghajar & R. Billinton, "Evaluation of the Marginal Outage Cost interconnected and Composite Power System" IEEE Trans. on PS, Vol.10, No.2, May 1995, pp.753-759.
- 4) K.K. Kariuki & R.N. Allan, "Assessment of customer outage cost due to electric service interruptions: residential sector" IEE Proc-Gener.Trans.Distrib., Vol.143, No.2, March 1996, pp.163-170.
- 5) K.K. Kariuki & R.N. Allan, "Evaluation of Reliability Worth and Value of Lost Load" IEE Proc-Gener.Trans.Distrib., Vol.143, No.2, March 1996, pp.171-180.
- 6) K.K. Kariuki & R.N. Allan, "Applications of customer outage costs in system planning, design and operation" IEE Proc-Gener.Trans.Distrib., Vol.143, No.4, July 1996, pp.305-312.
- 7) R. Ghajar & R. Billinton, "Comparison of Alternative Techniques for Evaluating the Marginal Outage Costs of Generating Systems." IEEE Trans. on PS, Vol. 8, No.4, Nov.1993, pp.1550-1556.
- 8) RON ALLAN and ROY BILLINTON "Probability Assessment of Power System" Proceedings of the IEEE, Vol.88, No.2, February 2000, pp.143-144.
- 9) 김홍식, 문승필, 강진중, 김효용, 박동욱; 負荷地點別 供給支障費推定을 위한 數値解析的 方法의 開發" 대한전기학회 논문지, 2001년 6월, Vol.50A, No.6, pp.265-274
- 10) 김홍식, 문승필, 최재석, 노대석, 차준민; "각 부하 지정별 화물론적 발전비용 산정을 위한 수치해석적 방법의 개발" 대한전기학회 논문지, 2001년 6월, Vol.50A, No.9, pp.431-439.
- 11) 이지훈, 강성목, 최재석, 김효용, 김승기; "전력계통 계획 수립시 공급지장비의 역할과 추정" 2003년 5월, 대한전기학회 춘계학술대회 논문집, pp.11-14.