

거시적방법에 의한 우리나라의 종합공급지장비단가 추정

박정제*, 오 랑*, 최재석*, 정영범**, 윤용범**
경상대학교*, 한전 경영연구소**

Evaluation of IEAR(Interrupted Energy Assessment Rates) using Macro Approach in Korea

Jeongje Park*, Liang Wu*, Jaeseok Choi*, Yongbum Jung**, Yongbum Yoon**
Gyeongsang National University*, KEPRI**

Abstract - This paper introduces the characteristics of relationship between probabilistic reliability (LOLE; Loss of Load Expectation) and deterministic reliability (SRR; supply reserve rate) for 2008 year in Korea power system. Korea power system has been using the LOLE criterion to determine the adequacy of installed capacity (ICAP) requirement. The criterion is that load shall not exceed the available capacity, on the average, more than five day in ten years. The probabilistic reliability evaluation and production cost simulation program which is called PPHFHT was used in order to obtain the relationship in this paper.

1. 서 론

최근 우리나라의 경우에 특정한 지역의 공급지장비 발생하여 이에 따른 원인발생 및 피해회사간의 배상문제등이 발생하고 있다.

공급지장비추정에 관한 연구는 1940년대부터 스웨덴에서 설문조사방법으로 실시하여 왔으며 영국에서는 H.J.Sheppard 등이 1967년에 시도되었다. 1977년 7월 미국 뉴욕 대정전사고 이래 공급지장비추정에 대한 연구의 중요성이 크게 부각되면서 이 분야에 수많은 연구가 진행되었다. 근래에는 설문조사방법에 의하여 CEA(Canadian Electric Assessment)는 SCDF(sector customer damage functions) 나 CCDF(Composite customer damage functions) 곡선을 이용하여 각 부하지점별 공급지장비를 추정하는 수법을 제안하고 있다. 1990년대 초의 사례연구 결과를 보면 소득수준이 상대적으로 낮은 국가들의 공급지장비용은 0.5~2\$/kWh 정도였고, 소득수준이 높은 선진국일수록 공급지장비용이 점점 증가함을 알 수 있다. 특히 오래 전부터 공급지장비용에 많은 연구 및 조사를 하여 온 유럽 각국의 공급지장비용 수준은 3~8\$/kWh 정도로 매우 높은 수준을 형성하고 있다. 이와 같이 해외에서 많은 연구가 수행되었음에도 불구하고, 경쟁적 전력사업 환경 하에 합리적으로 안정 운영 기준 수립을 위한 자료로 전력계통 정전에 따른 사회적, 경제적 손실 비용 산정에 대한 정확한 자료가 국내에는 아직까지 구체적으로 소개된 바 없으며 특히 송전계통이 공급지장비에 미치는 정량적 및 정성적 분석에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 우리나라의 1986년부터 2020년까지의 거시적인 방법에 의한 공급지장비단가를 추정하여보고 이의 특성을 살펴본다.

2. 공급지장비 추정론

전력공급지장이란, 수용가가 전력을 원할 때, 어떠한 형태로든지 만족할만한 전력을 공급하지 못하는 상황을 의미하는 것으로서, 수용가가 전력을 전혀 사용할 수 없

는 정전(Black-out) 뿐만 아니라, 전압변동이나 주파수변동 등과 같은 전기품질의 저하(Brown-out)를 가져오는 상황도 포함된다. 프랑스 전력공사(EDF)의 경우는 전압변동을 공급지장의 범주에 포함시키고 있으나, 대부분의 연구 및 조사에서는 정전만을 대상으로 하여 고려하고 있는 실정이므로, 본 논문에서는 공급지장비용의 개념을 정전에만 국한시키기로 한다.

각 지역별 최적 투자비 결정이나 최적 신뢰도 수준을 결정하기 위한 각 지역별 공급지장비추정법의 개발은 필수적이다. 그 이유로는 통상 전력계통의 경제성과 신뢰성이 가지는 배타적 성질로 인해 최적 신뢰도 수준의 결정은 두 측면을 고려한 총비용이 최소가 되는 점에서 이루어지기 때문이다. 이를 위해서는 공급지장비의 추정이 이루어져야 하는데 특히 이를 해석적으로 산정하거나 객관적 방법으로 추정한다는 것은 매우 어렵다.

공급지장비를 추정하는 방법은 여러 가지가 있으나 크게 2가지로 분류할 수 있다. 하나는 공급지장비용을 국민경제 전체와 연관해서 포괄하는 거시적 접근법이며, 또 하나는 개개의 고객을 대상으로 주로 설문조사 등을 기초로 고객의 종별 정전비용을 추정하는 미시적 접근법이 있다. 그 밖에 거시적 및 미시적인 접근방법에 의한 자료들을 토대로 하여 수학적으로 해석하여 보는 해석적 접근방법이 있다.

어떤 전력계통의 어느 임의의 지점에서의 공급지장비용은 그 지점에서의 정전에 의하여 발생한 소비자의 손해비용들을 종합한 소비자 종합정전비용함수에 의하여 추정될 수 있다. 종합정전비용함수의 하나는 전력을 공급받는 지역에 속해있는 소비자의 정전지속의 함수형태로 전력공급종단에 따른 비용에 대한 예측에서 유도될 수 있다. 그러므로 각 소비자형태에 따라서 각각 다른 종합정전비용함수를 얻을 수 있다. 그러나 각 소비자 형태 종합정전비용함수를 얻기 위해서는 미시적 방법에 따른 각 소비형태별 성분조사가 필수적으로 선행되어야 하는 어려움이 있다.

또 하나는 GDP와 같은 국가 단위의 총생산액을 검토하여 종합정전비용함수 내지 한계공급지장비 함수를 작성할 수 있다. 이의 추정법은 단순한 거시적 접근방법에 의해서 공급지장비용을 추정하는데서 진일보하여 객관적인 자료를 토대로 수학적으로 해석하여 공급지장을 평가하여 보는 장점이 있다. 그림 1은 현재까지 개발된 공급지장비용의 추정방법을 정리한 것이다.

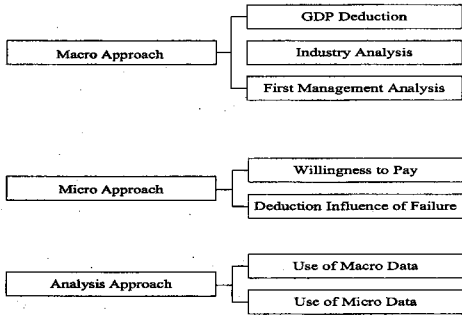


그림 1 공급지장비용의 추정 방법

3. 거시적접근법에 의한 종합공급지장비단가 추정

거시적 접근방법의 경우는 공급지장에 의하여 경제생활이 그 만큼 정지 또는 정지당하여 당연히 생산되어야 할 경제적 가치가 상실된다는 점에 착안한다. 그림 2 는 이의 개념을 나타낸 것이다.

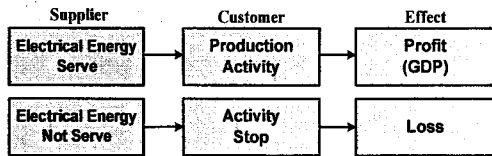


그림 2 거시적접근법의 개념(Concept of macro approach)

이와 같은 방법은 극히 개략적으로 포괄하는 방법이기 는 하나 객관적인 자료를 기초로 해서 평균적인 의미에서 국가전체 또는 부문별로 공급지장비용을 구하는 것으로 추정 자체는 비교적 용이하지만 이 방법으로 얻어낸 수치로 고객의 공급지장비용을 직접 평가하는 것은 약간 무리가 있다. 공급지장비용(정전비용)을 거시적인 접근법으로 구하는 방법 중 대표적인 것이 아래식처럼 국민총생산(GNP)을 총 사용전력량(kWh)으로 나누어 그 비율로 결정하는 방법이다.

$$IEAR = GDP/EES \quad [$/kWh] \quad (1)$$

여기서,

- IEAR: Interrupted energy assessment rates
- GDP: Gross domestic product [조원]
- EES: Electrical energy served [GWh]

한편, 거시적 접근법에 의한 공급지장비단가의 추정시에 나타나는 문제점으로는 다음과 같은 점을 들 수 있다.

- 첫째, 정전이 발생되면 부가가치의 창출 중단뿐 아니라 생산과정중인 중간 투입재료에도 영향을 미치게 된다.
- 둘째, 정전은 생산설비에도 작용하여 계통이 회복된 후에도 즉각적인 설비활동이 불가능할 경우도 발생한다.
- 셋째, 정전이 발생되면 생산액에 미치는 영향보다 오히려 각 개인의 심리적인 면에 더 큰 피해를 줄 수 있다.
- 넷째, 산업에 따라서는 생산활동이 정전과 무관한 것이 있을 수 있다. 따라서 공급지장 전력량이 전부 부가가치를 감소시키는 것은 아니다.

그러나 전술한 바와 같이 거시적인 방법은 이상과 같

은 결점을 내포하고 있음에도 불구하고 수요특성에 알맞게 모델 설정을 잘하면 고객의 주관적인 판단을 요구하는 설문조사방법보다 객관적인 자료를 얻을 수 있다는 장점을 갖고 있음을 간과해서는 아니 될 것이다.

4. 사례연구

본 논문에서는 앞서 설명한 거시적인 접근법을 이용하여 1986년부터 2020년까지 35년에 걸쳐 우리나라의 공급지장비를 추정하여 보았다. 그림 3은 각각 년도별 소비전력량 및 GDP의 변화추이를 나타낸 것이다. 그림 4는 전력량과 GDP의 상관관계성을 추정한 것으로 이들이 99%이상의 상관관계를 갖고 있음을 추정할 수 있었다. 그림 5는 이들 값을 이용하여 거시적인 방법으로 추정한 우리나라 년도별 공급지장비단가이며 표 2는 이를 종합적으로 정리한 것이다. 여기서 보는 바와 같이 거시적인 접근법에 의해서 추정한 년도별 공급지장비단가는 1996년을 기점으로 다소 둔화하다가 2010년도 부터는 다시 증가하는 추세를 보이고 있음을 알 수 있으며 이에 따라 전력요금에 대한 공급지장비의 비율도 이때를 기준으로 감소하고 있음을 알 수 있다. 특히, 2020년도의 평균공급지장비단가는 절대가적으로 1986년도의 거의 두배가 됨을 알 수 있었다. 참고로 거시적 방법 중 탄성치 이용법에 의하면 최근년도인 2007년도의 공급지장비는 2,444.86 [원/kWh]로써 당해 연도의 전력요금 단가인 77.85[원/kWh]의 31.4배로 추정 할 수 있다.

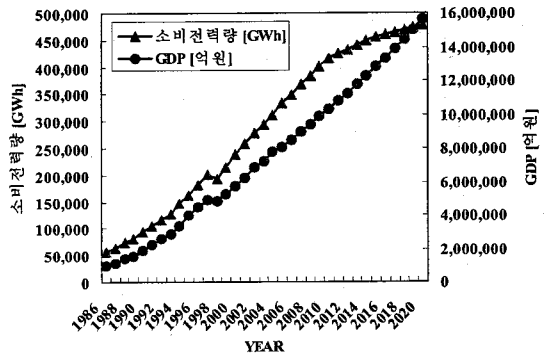


그림 3 년도별 소비전력량 및 GDP 변화추이

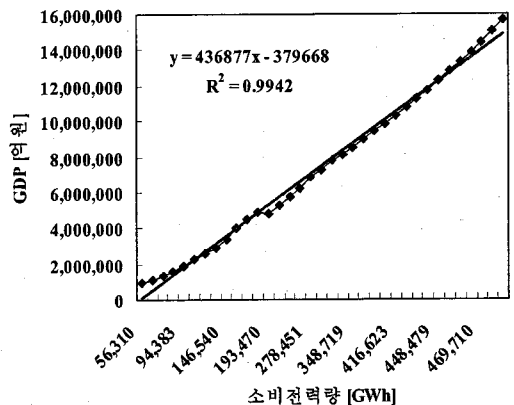


그림 4 소비전력량과 GDP의 추세선

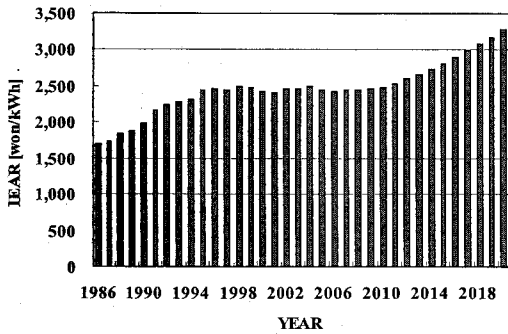


그림 5 연도별 공급지장비 변화추이

표 2 거시적인 접근법에 의한 공급지장비용의 추정 결과

년도	국내총생산 (GDP) [억원]	전력판매량 (EES) [GWh]	공급지장비단가 (IEAR) [원/kWh]
1986	950,000	56,310	1,687.09
1987	1,110,000	64,169	1,729.81
1988	1,370,000	74,318	1,843.43
1989	1,550,000	82,192	1,885.83
1990	1,870,000	94,383	1,981.29
1991	2,260,000	104,374	2,165.29
1992	2,580,000	115,244	2,238.73
1993	2,910,000	127,734	2,278.17
1994	3,400,000	146,540	2,320.19
1995	3,988,377	163,270	2,442.81
1996	4,485,964	182,470	2,458.47
1997	4,911,348	200,784	2,446.09
1998	4,841,028	193,470	2,502.21
1999	5,294,997	214,215	2,471.81
2000	5,786,645	239,535	2,415.78
2001	6,221,226	257,731	2,413.84
2002	6,842,635	278,451	2,457.39
2003	7,246,750	293,599	2,468.25
2004	7,793,805	312,096	2,497.25
2005	8,105,159	332,413	2,438.28
2006	8,480,446	348,719	2,431.89
2007	9,011,886	368,605	2,444.86
2008	9,426,432	384,611	2,450.90
2009	9,869,474	400,617	2,463.57
2010	10,333,333	416,623	2,480.26
2011	10,787,999	424,587	2,540.82
2012	11,262,670	432,551	2,603.78
2013	11,758,227	440,515	2,669.20
2014	12,275,588	448,479	2,737.16
2015	12,815,713	456,443	2,807.74
2016	13,341,157	460,865	2,894.81
2017	13,888,144	465,287	2,984.86
2018	14,457,557	469,710	3,077.98
2019	15,050,316	474,132	3,174.29
2020	15,667,378	478,555	3,273.89

5. 결 론

본 연구에서는 거시적인 접근법을 이용하여 우리나라의 1986년에서 2020년까지의 종합공급지장비단가인 IEAR를 평가하고 추정하여 보았다. 또한 이의 결과를 토대로 우리나라에서의 IEAR의 특성을 분석하여 보았다. 이러한 결과들은 전력수급계획시 최적신뢰도기준을 설정함에 도움을 줄 것으로 사료된다. 나아가 최근 빈번히 발생하고 있는 특정지역의 공급지장에 따른 분규시에 과연 객관적이 입장에서 얼마의 정전비용을 토대로 상호 협상을 이끌어 내느냐에 하나의 가이드 역할을 할 것으로 기대된다. 물론 이는 지역별 특성을 고려한 거시적인 접근법으로 산출을 하여야할 것이지만 그러나 우리나라의 전체의 평균적인 종합공급지장비단가를 대략적으로나마 파악한다는 것은 매우 중요하다고 사료된다. 이는 바로 설비용량의 부족이나 과잉투자를 방지하는 역할을 할 수 있는 적정 설비규모의 전원개발계획시에도 적절히 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 한전경영연구소의 자문 및 서울대학교 소재 미래형 전력네트워크 신뢰도연구센터의 지원을 받아 수행된 연구임.

[참 고 문 헌]

- [1] R. Billinton & R. Ghajar, "Evaluation of the Marginal Outage Costs of Generating Systems for the Purposes of Spot Pricing", IEEE, Trans. on PS, Vol.9, No.1, Feb. 1994, pp.68-75.
- [2] 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.
- [3] R. Ghajar & R. Billinton, "Evaluation of the Marginal Outage Costs in 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 costs 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. Billinton, etc., "Bulk Power System Reliability Criteria and Indices Trends and Future Needs" IEEE, Vol. PS-9, No.1, pp. 181-187, Feb. 1994.
- [8] 제3차 전력수급기본계획, 산업자원부, 2006.12.