

산업용 수용가의 정전비용 산출을 위한 조사 분석(1)

남 기 영, 최 상 봉, 류희석, 정 성 환, 이재덕, 김대경
한국전기연구원

Survey & Analysis for the Calculation on the Industrial Customer Interruption Costs

K.Y.Nam, S.B.Choi, H.S.Ryoo, S.H.Jeong, J.D.Lee, D.K.Kim

KERI

Abstract - In recent, the various electric & electronic machines are newly developed everyday and the electricity supply system & environment on the process from generation to consumption of electricity also is being changed. In other words, both supplier and consumer of electricity are required to be responsible for their interruption costs. So, it is very important and meaningful work for evaluating the interruption costs in quantitative. Additionally, since the restructuring of electric industry is on going in world wide, after restructuring, most of all electric utilities and consumer have to consider the supply reliability and quality as a important element of the calculating the related costs and contract because it takes costs to keep the supply reliability and quality highly. Especially, the interruption or the supply reliability will have influence on the bilateral contract between supplier and customer as a key point to determine the price in competitive electric market. Therefore, it has very important meaning to calculate the interruption costs in the present that it is prepared to open the competitive electric market.

In this paper, international standards, i.e. IEC, IEEE, are applied to the analysis on the interruption costs used in the questionnaires which are newly designed including short duration interruption by the authors instead of traditional interruption criteria. Firstly, using the questionnaires, the authors got related data from industries according to the standard industry classification which are being used in electric utility and other national statistics in Korea. However, analysis results are hard to say typical value because of the not so many samples. So, the authors are going to survey and focus on not all kinds of industry but a few kinds of them that their facilities are effected or stop by short duration interruptions, so there are large economical damages.

Finally, the authors hope to find the reliable and meaningful model in interruption costs of industrial customer.

1. 서 론

전력사용기의 다양화, 전력공급체계 및 환경의 변화에 의해 정전은 전력공급자 및 사용자 모두에게 비용발생의 책임을 요구하는 체계로 바뀌어 가고 있어 정전에 따른 비용을 정량적으로 평가하는 것이 대단히 중요한 시점에 와 있다.

여기에 전 세계적 전력산업의 구조개편 흐름에 따라 전력산업이 경쟁체제로 전환되게 되면 전력회사는 자신이 공급하는 전력에 대한 서비스의 시장가치에 관심을 기울일 수밖에 없으며, 수용가 또한 구매 전력에 대한 공급신뢰도의 가격반영 또는 공급전력의 품질을 중요한

계약요소의 하나로 인식할 수밖에 없게 되는데 이는 공급자와 사용자 모두에게 공급신뢰도는 비용이 발생되기 때문이다.

경쟁 전력시장에서는 정전, 즉 공급신뢰도가 공급자와 사용자 쌍방의 계약요소의 중요한 부분을 차지하게 될 것이므로 이에 대한 비용 산출은 구조개편 하의 경쟁적 전력시장 개장을 준비하는 현 시점에서 대단히 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 5분 이상 정전 개념에서 탈피하여 IEC, IEEE 등의 국제 품질 규격에서 제시하고 있는 정전 분류에 따라 표준산업 별 정전비용을 산출하는데 고려되어야 할 요소들에 대해 고찰하고 이 고찰을 바탕으로 수용가 정전비용 산출을 위해 개발된 설문을 사용하여 산업용 수용가로부터 관련데이터를 수집하고 분석하였다.

데이터 수집을 위해서 국가산업단지, 지방산업단지를 선정하고 선정된 산업단지를 대상으로 한국전력공사의 전력통계에 사용되고 있는 산업용(제조업)수용가의 분류체계를 적용하여 업종별로 조사할 업체를 선정하였다. 선정된 업체에 대해서는 해당 업체를 직접방문 하여 전기관련 담당자와의 인터뷰를 통해 데이터를 수집하였다.

본 연구에서 수집된 데이터로는 표본의 대표성을 부여하기에는 객관성이 결여되는 것으로 나타나 향후 특정업종, 특히 짧은 시간의 정전에 민감하게 부하기가 반응하고 이에 따른 경제적인 피해가 큰 업종을 대상으로 많은 표본을 선택함으로써 특정업종에 대한 신뢰성 있는 정전비용 모델을 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 본 조사에 적용된 정전의 정의

지금까지 많은 수용가들에게 있어 공급신뢰도는 단순히 전력공급이 가능한지의 여부에 대한 문제로 인식되어 왔다. 그러나 대부분의 산업수용가, 특히 22.9kV이상으로 직접 수전하는 경우는 전력회사의 규정에 따른 전압변동, 주파수 등과 같은 통상의 요건 보다 엄격한 품질을 요하고 있다.

연구정전의 정의는 전력회사 및 국가에 따라 지속시간이 1분~5분 이상으로 다르지만 우리나라를 포함한 많은 전력회사들이 정전으로 인정하는 기준은 지속시간이 5분 이상인 경우로서 이를 통계데이터 작성에 적용하고 있다. 그러나 많은 산업용 수용가는 과도고장 조차도 자신들의 생산 공정을 정지시킬 수 있으며 이로 인한 공정의 정지 상태에서 정상적인 생산 상태에 이르기 위해서는 많은 시간이 소요되므로 공급신뢰도에 관한 관점이 전력회사와는 대단히 다른 양상으로 변화였다.

최근, 종래의 신뢰도 지수를 순간정전까지를 포함하여 확장하고자 하는 움직임이 IEC, IEEE 등의 국제 규격 등에서 표1과 같이 나타나고 있는데, 가까운 장래에 실현 될 것으로 생각되고, 활발하게 연구되고 있는 경쟁체제하의 전력시장에서의 전력공급 시스템 구성 개념에서는, 수용가가 공급신뢰도를 포함하여 원하는 품질로 전력을 수전할 수 있는 차등전력품질 공급시스템으로 발전할 전망

이다.

본 논문에서는 국내 산업수용가에 대한 정전비용 산출을 위해 표1의 정전분류에 따라 경제적인 피해를 산정할 수 있도록 하는 설문서를 개발하였다.

표1. 국제기준에 따른 정전의 분류

분류	전형적인 지속시간	전형적인 전압크기
Instantaneous	0.5-30 cycles	< 0.1 p.u.
Momentary	30 cycles - 3 초	< 0.1 p.u.
Temporary	3 초 - 1 분	< 0.1 p.u.
Sustained	> 1 분	0.0 p.u.

2.2 정전비용 산출을 위한 조사내용과 고려사항

산업수용가에 대한 정전비용 평가는 경제적이며 적절한 전력공급을 돕고 향후 전개될 전력시장에서의 전력거래의 공정성 구축을 위한 기본자료 확보를 위해 필요한 주요사항 중의 하나이다. 따라서 저자가 개발한 설문은 정전과 관련하여 발생할 수 있는 거의 모든 종류의 피해 내용을 금액으로 산출하기 위한 내용으로 구성되었다. 여기에는 캐나다에서 작성한 자료를 참고로 하였으며 조사내용은 전력을 사용하는 현직의 전기설비 관리자의 경험과 의견을 바탕으로, 적절한 전기의 공급이 경제적으로 이루어지도록 하고, 변화되고 있는 정전의 개념 및 피해 기준을 전력산업에 반영하기 위한 내용으로 구성하였다. 본 조사연구를 위해 개발된 설문에서는 직접 인터뷰 방식을 전제로 다음과 같은 사항을 고려하였다.

첫째, 산업용 수용가의 정전 영향에 대한 성격 및 그 다양성에 대해 이해하지 않으면 안 된다. 이를 위해 본 연구에서는 수용가의 특성과 정전특성을 고려하였는데 구체적인 내용으로는 수용가의 특성에 관한 업종, 정전으로 중단된 작업의 형태, 작업 규모, 전기사용 일시 및 요일별 전기사용 의존성 등을 들 수 있다. 또, 정전특성에 관한 정전지속시간, 정전 발생빈도, 발생시간, 정전의 범위가 국부적인가 전체로 파급된 것인가 하는 점 등이 고려되었다. 이밖에 정전비용을 정량적으로 평가하는데 가장 중요한 요소인 비용요소에 대해 첫 번째, 생산설비의 피해에 관련된 비용 둘째, 생산제품과 관련된 피해 즉, 원재료의 손실 또는 완제품의 피해, 셋째, 시간에 관한 사항으로서 고장이 지속된 시간, 생산 재개를 위해 준비해야 하는 시간 즉 수리 및 생산준비에 소요되는 시간과 생산 재 시작을 위한 잔류를 제거에 걸리는 시간 동안 발생하는 비용 등을 고려하였다.

2.3 본 연구에서 조사한 대상과 특성 분석

(1) 조사개요

본 연구에서 조사한 산업수용가의 개요는 표2와 같다.

표2. 조사개요

모 집 단	수도권, 광역시 및 중소도시의 산업체 수용가
표 본 크 기	172개 기업체(유효 표본)
표본추출방법	업종별 유의할당추출
조 사 방 법	일대일 면접조사
자료수집도구	구조화된 질문지(Structured Questionnaire)
조 사 기 간	2003년 6월 24일 ~ 7월 8일(15일간)

(2) 조사대상 산업수용가의 특성분석

조사는 개발된 설문을 근거로 표준산업분류에 따라 이루어졌는데 조사된 산업수용가의 업종별 구성비는 그림

1과 같다.

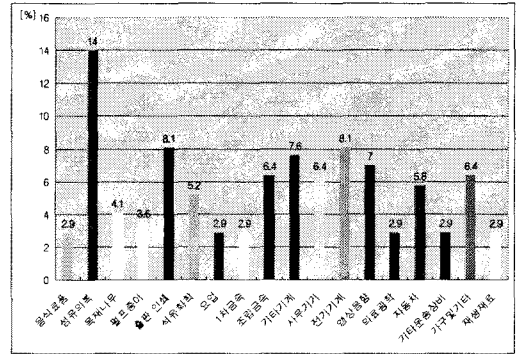


그림1. 표준산업분류에 따른 업종별 표준구성비

월간 전기 요금은 평균 2996만원이며, 월간 전력사용량은 1001~3000kWh가 20.9%로 가장 많았으며 이밖에 수전용량은 '1,001~10,000kW'가 16.9%로 가장 많았다. 따라서 금회의 조사에서는 대부분이 중소기업 중심으로 조사되었는데 이는 국내 대기업의 특성상 인터뷰 약속이 대단히 힘들뿐만 아니라 방문시의 제약사항이 많기 때문에 조사시간이 오래 소요될 수밖에 없는데 이번의 조사는 단기간에 전 표본을 인터뷰에 의존하였기 때문이다. 이와 같은 이유로 공급지장비 관련 데이터의 종류가 상대적으로 많을 것으로 예상되는 대기업의 데이터가 부족하여 업종별 공급지장비의 대표성을 말하기는 힘들 것으로 생각된다.

2.4 설문응답 분석

정전비용 산출을 위해 필요한 데이터는 정전발생 시각 및 시기별로 가중치를 고려하지 않는다면 앞에서 고려한 대로 정전의 빈도와 지속시간에 따른 생산피해 및 생산지장으로 인한 피해, 설비의 피해 등이 주 구성요소로 작용한다. 이밖에 고려되어야 할 사항으로는 발생시간대에 따른 가중치의 적용, 대책설비 시설을 위한 투자비용 등 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 주 구성요소만을 대상으로 2002년 한 해 동안 발생한 정전에 대해 분석하였다.

(1) 정전발생 실태 분석

정전으로 인한 총 피해비용은 지속시간과 빈도에 의해 결정된다고 할 수 있는데 지난 1년(2002년)간 정전이 발생하지 않은 표본 사업체는 전체의 55.8%이며, 경험한 사업체는 전체의 44.2%로 조사되었으며, 5분 이상 지속된 정전의 경우는 65.7%가 발생하지 않은 것으로 응답하였다. 지난 1년간 발생한 정전 빈도와 전력회사에서 정전통계에 적용하는 5분이상의 정전 발생빈도는 각각 비슷한 구성비이며 그림 2에 전자의 구성비를 보인다.

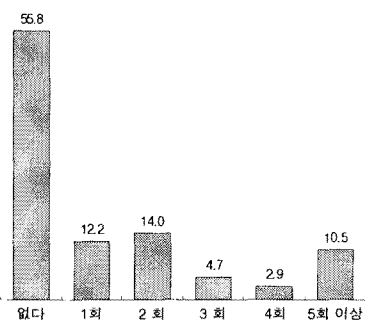


그림 2. 2002년도의 정전 발생빈도 구성비

(2) 지속시간별 정전비용 분석

정전에 따른 피해가 발생한 시간 또는 피해 발생 예상 시간을 묻은 결과, 피해가 발생한 업체들(N=90)의 46.7%가, 또, 정전경험이 없는 업체의 경우 피해가 발생될 것으로 예상하는 시간도 30분이하라고 예상한 응답이 67.1%로 가장 많게 나타났다. 정전을 경험한 수용가의 피해가 발생하는 정전지속시간과 정전을 경험하지 않은 업체의 경우 피해가 발생 예상 정전지속시간을 분석한 결과에서는 30분을 기점으로 대부분의 업체가 피해가 발생되는 것으로 경험 또는 예상하고 있는 것으로 나타났다.

표3은 정전지속시간별로 피해발생 유무를 분석한 것인데 종래에는 계산하지 않았던 정전지속시간 5분 이하에서 피해발생이 크게 증가한 것으로 나타났다

표 3. 정전 지속시간별 피해유무의 분류

정전지속시간	피해 발생 (건수)	피해 발생 (건수)	오염수양	비고
3초 이하	69	103	-	-
1분 이하	83	87	2	-
5분 이하	118	52	2	-
30분 이하	160	10	2	-
1시간 이하	164	6	2	-
8시간 이하	164	6	2	-
8시간 이상	165	5	2	-

표 3.의 정전 지속시간별 피해조사에서 피해가 있다고 응답한 수용가를 대상으로 지속시간별 정전비용을 조사한 결과를 표 4에 정리하였다.

표 4. 업종별 지속시간에 따른 정전비용(단위 : 만원)

업종	3초 이하	1분 이하	5분 이하	30분 이하	1시간 이하	8시간 이하	8시간 이상
양극발전	5	300	500	1000	1030	1000	-
연료전력	24	5	9	24	5005	18980	8082
석탄발전	7	-	-	-	-	-	13831
발전총계	6	168	190	200	308	597	1550
발전용역	14	9	9	16	54	89	180
에너지판매	9	3377	5005	5010	10020	15010	50000
산업	5	-	-	-	-	422	2430
3차산업	5	20	-	-	20	-	-
주요공공	11	3	3	5	88	500	1333
가정가계	13	4	14	8	18	500	1000
사무가계	11	100	342	820	2180	3417	5467
연구개발	14	-	17	100	320	866	1771
방송방송	12	-	83	125	702	1658	3167
의료연구	5	50	150	500	880	373	780
지원자	10	-	2	4	215	850	1425
가정용수전	5	1000	1000	2510	8018	40000	180000
주요공공	11	-	-	-	813	820	2000
합계	5	20	20	20	53	15	45

(3) 업종별 정전비용 계산

조사에서 수집된 데이터를 바탕으로 지속시간별로 정전비용을 환산하였는데 이는 각 지속시간을 1시간 기준으로 환산하여 산출한 것으로 본 연구에서 적용된 정전비용 산출식은 다음과 같으며 이 식으로 계산된 정전비용은 표 5와 같은데 표 5에서 계산되지 못한 업종의 경우는 조사된 표본 중 정전비용에 대해 데이터를 제시한 경우가 적어 대표성을 가지기 힘들어 금번 계산에서는 삭제하였다.

$$\text{정전비용 (원/kWh)} = \frac{\text{시간당정전비용 (원/h)}}{\text{월간평균전력사용량 (kWh/월)}}$$

표 5 업종별 정전지속시간별 정전비용 조사 결과

업종	월간 평균 전력량	3초 이하	1분 이하	5분 이하	30분 이하	1시간 이하	4시간 이하	8시간 이하
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	8,229	4,375	7,875	20,999	4,458,768	14,856,726	707,138	12,101,495
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1,885	34,377	34,377	61,114	206,260	263,554	61,114	152,785
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1,989	10,860	10,860	18,100	318,552	1,809,955	482,534	10,859,729
10	1,241	23,207	81,225	46,414	104,432	2,900,886	580,177	11,603,546
11	3,476	207,135	708,400	1,698,504	4,515,535	7,077,791	1,132,405	16,742,693
12	82,272	-	1,488	8,751	28,005	75,788	15,499	328,180
13	92,241	-	4,918	9,757	54,796	129,261	24,720	1,600,156
14	1,240	290,323	870,968	2,903,226	5,161,935	2,165,806	452,903	14,516,129
15	1,091	-	13,199	26,398	1,418,882	5,609,533	940,422	16,498,625
16	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1,870	77,005	77,005	77,005	204,064	57,754	17,326	300,321

*업종은 표4의 순서와 같음

3. 향후 계획

이번의 조사는 대부분 인터뷰 방식으로 응답을 조사하여 설문 내용을 설명함으로써 답변의 정도를 높이고자 하였다. 그러나 직접 인터뷰의 경우는 대부분의 대기업이 이를 회피하는 실정이라서 중소기업이 주종을 이루고 있다. 향후 대기업을 집중적으로 조사할 수 있는 방안을 강구하여 데이터가 업종별로 대표성을 가질 수 있도록 보완해야 할 필요가 있다. 이 부분은 보완할 계획이지만 전 업종을 대상으로 표본조사를 하여 정전비용을 산출하는 데에는 연구비와 한정된 시간으로는 한계가 있기 때문에 전기사용 환경변화와 경쟁전력시장에서의 순간정전과 관련된 업종 중심으로 조사를 할 계획이다.

[참고문헌]

- [1] Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, H. Wayne Beaty, Electrical Power Systems Quality, McGraw Hill 1996.
- [2] 산자부(연구수행 : 한국전기연구원), "경쟁체제하에서의 배전계통 공급신뢰도 및 경제성 평가기법(중간보고서)", 2003. 8.
- [3] KERI-KEPCO, Minimum Criteria for Supply Voltage and Average Interruption Duration in Distribution System, Research Report, Dec, 1999[1] N. Balu, M. Lauby, "Cost-Benefit Analysis of Power System Reliability: Determination of Interruption Costs", EPRI EL-6791s Vol. 1-3 1990.