

전력에너지 공급지장비의 충격도지수 함수개발 및 WOROCAIS를 이용한 이의 추정에 관한 연구

Development of Outage Cost Impact Index Function of Electricity Energy and Outage Cost Assessment using WOROCAIS

임진택* · 최재석† · 전동훈** · 서철수** · 이재걸**
(Jin-Taek Lim · Jae-Seok Choi · Dong-Hoon Jeon · Chul-Soo Seo · Jae-Gul Lee)

Abstract - This paper illustrates newly an outage cost impact index function(OCIIF). The assessment of the OCIIF is described using the Web Based Online Real-time Outage Cost Assessment and Information System(WOROCAIS) for power system outage cost assessment in Korea. The proposed OCIIF is not absolute but relative outage cost impact index function in view point of outage time using web based survey method for outage cost assessment. While conventional methodology does not consider short time outage cost assessment, the proposed OCIIF reflects short time outage. SCOF(Sector Customer Outage Function) in stead of the traditional SCDF(Sector Customer Damage Function) is defined and proposed newly in this paper. Based the SCOF, AVLL(Average Value of Loss Load) is newly proposed. The OCIIF is demonstrated by WOROCAIS in case study around 2,000 sample data surveyed by KEPCO in South Korea in recent.

Key Words : Outage cost impact index function(OCIIF), WOROCAIS(Web based online real-time outage cost assessment & information system), Outage duration, Average value of loss load(AVLL)

1. 서론

현재까지 개발된 전력계통의 공급지장비의 추정방법으로는 거시적인 방법, 미시적인 방법, 및 해석적인 방법등 세 가지이며 이들은 나름대로의 장단점을 지니고 있다[1,2]. 따라서 공급지장비 추정은 단 한번의 추정 값을 가지고 그 사회의 공급지장비로 결정함은 위험하다. 그 근본적인 이유는 설문응답자 자신조차도 공급지장의 종류, 기간, 발생시각 등에 따라 비용을 정확하게는 알지 못하며, 특히 이런 비용은 비선형 특성을 지니기 때문에 공급지장비 관련 연구가 본격적으로 수행된 70년대부터 현재까지 해결하지 정확하게 추정하지 못하고 있으며 이러한 이유로 그 중요성에 비해 공급지장비를 근거로 한 각종 설비계획이나 설비운용 기준 정립이 강력한 호응을 얻지 못하고 있는 상황인 것도 사실이다. 그러나 이러한 근원적인 문제점을 가지고 있음에도 불구하고 사회가 더욱 고도로 산업화되고 나아가 복지체제로 지향함에 따라 공급지장비의 추정은 전력계통계획이나 운영에서 그 필요성은 증대되고 있음을 우리는 주지해야한다. 따라서 이러한 근본적인 문제를 해결하기 위해서는 지

속적인 공급지장비 추정방법의 개발 및 관련연구의 수행이라고 할 수 있다[3]-[6].

한편, 최근 공급웹기반형 온라인 실시간(클라우드형)으로 움직이는 급변하는 사회적인 시스템에도 부합되는 새로운 도전적인 추정방법 및 추정시스템의 개발이 절실히 요구되고 있다[2]. 따라서 본 연구팀은 최근에 급격히 변화하는 사회시스템에 추종하고 에너지의 효율성을 극대화하는 차세대 에너지시스템인 스마트한 웹기반 온라인 실시간 공급지장비용 추정정보시스템의 개념을 수립하고 시험용 프로토타입 시스템(가칭 WOROCAIS: Web based Online Real-time Outage Cost Assessment & Information System)을 개발하고 이를 우리나라의 약 2,000여개 정도 되는 기 실시한 설문조사자료를 이용하여 다양한 정보를 추정하여 봄으로써 미래 활용 가능성을 보였다[7]-[10].

한편, 최근에 들어와서 순간정전(수초단위)내지 단기정전(수분단위)에 의한 전력공급중단이 사회에 미치는 영향이 크게 증가하고 있다. 특히 고부가가치성을 지닌 산업체에 대하여 그 영향은 매우 큰 것으로 파악되고 있다. 가령, 화학공단 혹은 제철공단에서 발생한 단기 정전(수분단위)에 대해서도 그 정전에 의한 공장 가동중단이 발생함에 따라 수일단위의 정전과 동일한 충격도를 가지는 것으로 조사되고 있다. 이러한 현상은 국가 산업이 더욱 고도화됨에 따라 그 영향은 증대될 것으로 사료된다.

본 논문은 이와 같은 정전시간에 따른 공급지장비의 상대적인 충격도 지수를 개발하고 이를 제안한다. 여기서는 한 시간 정전비용을 기준으로 하여 추정하고 이를 편의상 “공급지장 한 시간 증가충격도”라고 하기로 한다. 이는 임의의

† Corresponding Author : Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Gyeongsang National University, Korea
E-mail : jschoi@gnu.ac.kr

* Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Gyeongsang National University, Korea

** KEPCO KEPRI, Korea

Received : June 3, 2012; Accepted : June 11, 2013

산업체가 공급지장비 시간에 따른 피해가치성을 부여해주는 산업체 특성분석에 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 본 논문에서 제안하는 상대적인 충격도 지수는 앞으로 신뢰도가치의 경제성 평가시에 장전시간에 따른 지역별 및 종별로 얼마나 영향을 받는지를 보여주는 중요한 지표 및 가이드라인으로도 사용될 것으로 기대된다.

2. WOROCAIS의 개념 및 설계도

그림 1은 최근에 개발된 웹기반 온라인 실시간 공급지장비용 추정 및 종합정보시스템(WOROCAIS: Web-based Online Real time Outage Cost Assessment & Information System)의 개념도를 보인 것이며 그림 2는 이의 설계도를 보다 상세히 보인 것이다. 여기서 차후에 가능하다면 사용 전력량은 고객의 고유번호(code)가 있으므로 사용전력량 및

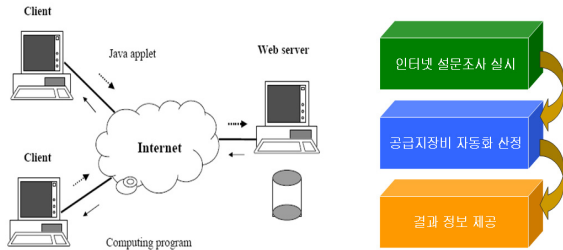


그림 1 최근 개발된 웹기반 온라인 실시간 공급지장비용 추정 및 종합정보시스템 개념도

Fig. 1 Concept Structure of WOROCAIS (Web-based Online Real time Outage Cost Assessment & Information System)

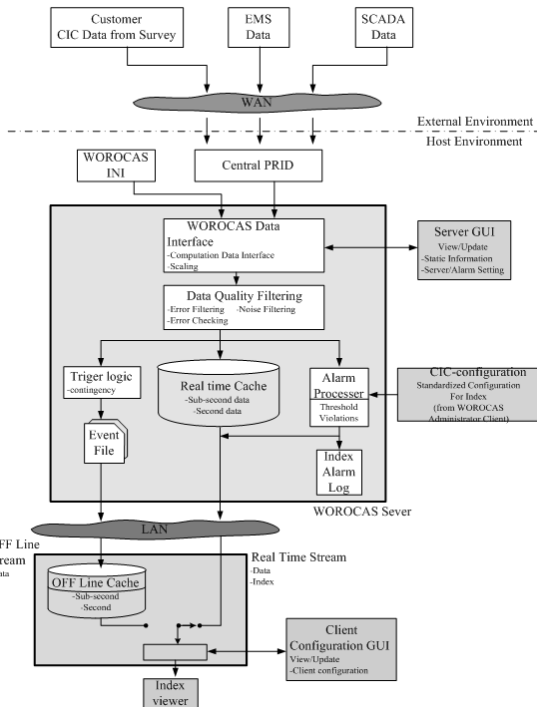


그림 2 WOROCAIS의 설계도

Fig. 2 Architecture of WOROCAIS

최대전력등에 관한 정보는 자동으로 관련 전력회사의 도움으로 전력회사가 보유한 EMS이나 SCADA시스템으로부터 WOROCAIS에 들어오도록 설계되어있다. 한편, 관리자는 INI라는 제어판넬(Control Panel)을 통하여 기본적인 설문조사를 원격 제어할 수 있도록 한다. 이러한 기본적인 설문정보가 들어오면 WOROCAIS라는 추정시스템이 다양한 추정을 실시한다. 이때 타당한 자료만을 가지고 추정하기 위하여 필터링 알고리즘을 적용한다. 이것이 Data Quality Filtering이다. 그 외 자료보완을 위한 정보 시스템등이 구축되어져 있다. 이러한 기본설계위에 추정된 정보가 허용된 사용자에게만 제공되도록 설계되어있다[10].

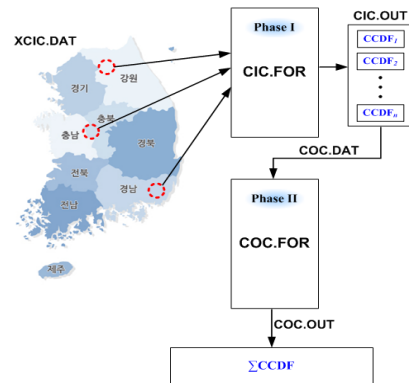


그림 3 WOROCAIS의 자료추출 구조도

Fig. 3 Data aquisition structure of WOROCAIS

3. WOROCAIS에서의 공급지장비 추정 방법

본 연구진에 의하여 최근에 개발된 프로토타입의 웹기반 온라인 실시간 공급지장비용 추정 및 종합정보시스템(WOROCAIS: Web-based Online Real time Outage Cost Assessment & Information System)에 사용된 미시적 접근 방법을 이용한 평균 공급지장비 단가 추정방법은 다음과 같다[10].

3.1 CIC(Customer Interruption Costs)의 추출과 SCDF(Sector Customer Damage Function)작성

먼저, 부문이라고도 불리는 각 종별(sector)로 다양한 공급지장시간대에 대해 소비자들이 인지하는 공급지장비용 즉, CIC(Customer Interruption Costs)를 설문지조사를 통해 추출한다. 여기서 추출된 값을 연간 전력소모량 또는 최대부하 값으로 나눔으로써 단위전력당 또는 단위전력량당 각 부하지점, 각 수용가 종류, 각 지역별 공급지장시간에 대한 공급지장비용을 나타내는 함수인 SCDF(Sector Customer Damage Function)를 구한다. 그림 4는 SCDF의 개념도를 보이고 있다.

가. 종별 단위전력당 SCDF의 산정

$$C_{L,y}(r_i) = \frac{CIC_y(r_i)}{L_y} \quad [\text{원/kWh}] \quad (1)$$

단, L_y : 종별(sector) y 의 연간 최대부하[kW]
 $CIC_y(r_i)$: 종별 y 의 공급지장시간 r_i 일 때의 CIC[원]
 y : 종별의 수
 r_i : i 번째 공급지장지속시간[hours]
 i : 공급지장사건 번호

나. 종별 단위전력량당 SCDF의 산정

$$C_{E,y}(r_i) = \frac{CIC_y(r_i)}{E_y} \quad [\text{원/kWh}] \quad (2)$$

단, E_y : 종별 y 의 연간 전력소모량[kWh]

만일 각 종별 부하율을 알 수 있으면 단위전력량 SCDF인 식(1)과 부하율을 이용하여 식(2)인 단위전력량당 SCDF 값을 다음 식과 같이 계산할 수도 있다.

$$C_{E,y}(r_i) = \frac{C_{L,y}(r_i)}{LF_y \times 8760} \quad [\text{원/kWh}] \quad (3)$$

단, $C_{L,y}(r_i)$: 종별 y 의 공급지장시간 r_i 일 때의 단위전력량 공급지장비용[원/kWh]
 LF_y : 종별 y 의 부하율

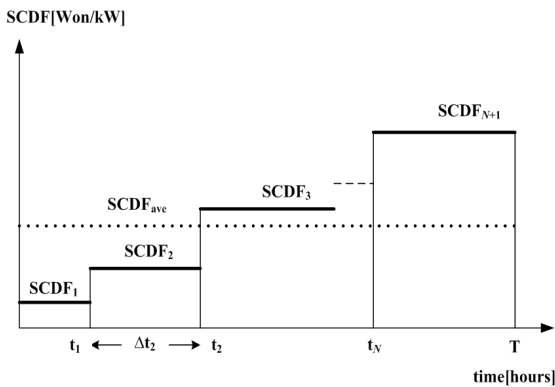


그림 4 SCDF의 개념도
 Fig. 4 Concept of SCDF

3.2 CCDF(Composite Customer Damage Function)의 산정

앞서의 각 종(부분)별 공급지장비용함수 SCDF가 구해지면 이에 적절한 가중치를 줌으로써 종합적인 공급지장비용함수인 CCDF의 값인 $C(r)$ 를 아래 식과 같이 구할 수 있다.

$$C(r) = \sum_y^{m_y} C_{E,y}(r_i) \times \left(\frac{E_y}{\sum_y E_y} \right) \quad [\text{원/kWh}] \quad (4)$$

단, n_y : 종별 y 의 총 설문자료의 수

3.3 IEAR(Interrupted Energy Assessment Rate)의 산정

대상계통에 대한 신뢰도 평가를 실시하여 공급지장빈도수와 공급지장지속시간 또는 공급지장전력량을 산정한 후에 유럽 및 호주 등지에서는 VOLL(Value of Loss Load)라고도 불리는 종합 평균공급지장비용단가(IEAR)를 아래와 같이 산정한다.

$$IEAR = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot f_i \cdot C(r_i)}{\sum_{i=1}^N m_i \cdot f_i \cdot r_i} \quad [\text{원/kWh}] \quad (5)$$

단, m_i : 공급지장 사건 i 의 번째 공급지장전력[kW]
 f_i : 공급지장 사건 i 의 빈도수[occ/day]
 N : 공급지장 사건 i 의 총 수

4. 공급지장비의 충격도

앞서 소개한 IEAR은 식(1) 및 식(2)에서 보는 것처럼 정전시간을 고려하지 않음으로써 동등한 정전시간가치를 부여한 SCDF를 토대로 한 것이다. 따라서 단기정전의 영향이 다소 과소평가될 수 있다. 그림 4에 보인바와 같이 실제로 전통적인 SCDF는 정전시간이 짧은 왼쪽구간이 대체로 낮다.

그러나 전술한 바와 같이 최근의 전력산업구조는 많이 변하여 기존과는 달리 순간 혹은 단기정전에도 큰 손실피해액을 가져오는 경우가 많이 발생하고 있다. 따라서 단기정전을 그대로 평가하는 것보다 이를 단위시간으로 등가적인 정전비용으로 환산하여 상호비교 분석할 수 있는 지수의 개발이 필요하다. 이를 이용하면 보다 현실적인 순간 및 단기정전에 따른 충격도등을 추정 및 분석하여볼 수 있을 것이다. 그러므로 본 논문에서는 기존의 SCDF의 결함을 보완하여 순간 및 단기정전의 영향을 살리도록 단위정전시간을 기준으로 하고 이에 대한 등가적인 정전비용으로 환산한 SCOF(Sector Customer Outage Function)를 새롭게 개발한다. 여기서는 이를 각 공급지장시간별 값을 확장하여 단위시간에 대한 공급지장비용으로 환산하는 방법을 제안한다. 즉, 각 정전시간대별 SCOF를 한 시간의 정전시간에 대한 SCOF값을 기준으로 한 값으로 나눈 값으로 구성된 충격도 지수함수를 새롭게 제안한다.

새롭게 제안하는 충격도 지수함수는 순간정전시간이라도 한 시간정전기준으로 선형으로 환산한 공급지장비용이므로 정전시간별로 그 충격도를 상호비교 분석할 수 있는 상대적인 충격도 의미를 갖는다. 나아가 앞서 SCOF를 토대로 하여 평균 종합등가공급지장비용단가인 AVLL(Average Value of Loss Load)도 새로이 제안한다.

4.1 SCOF(Sector Customer Outage Function)의 산정

본 논문에서 새롭게 제안하는 공급지장함수인 SCOF는 SCDF인 식(2)를 보완한 아래의 식(6)과 같다.

$$SCOF_{E,y}(r_i) = \frac{C_{E,y}(r_i)}{r_i} \times 8760 \quad [\text{원/kWh}] \quad (6)$$

단, $C_{E,y}(r_i)$: 부문 y 의 공급지장시간 r_i 일 때의 단위전력량당 공급지장비용[원/kWh]

만일 연간 전력소모량 대신에 각 부문별 부하율을 알 수 있으면 단위전력당 공급지장비용을 나타내는 SCDF를 이용하여 즉, 식(6)을 식(3)에 대입하면 아래와 같이 동일한 SCOF를 구할 수 있다.

$$SCOF_{E,y}(r_i) = \frac{C_{L,y}(r_i)}{r_i \times LF_y} \quad [\text{원/kWh}] \quad (7)$$

4.2 AVLL(Average Value of Lost Load)의 산정

앞서 구한 SCOF는 각 종별로 다르다. 따라서 이를 적절한 가중치를 줌으로써 본 논문에서 제안하는 평균 공급지장비용 단가(AVLL)를 아래와 같이 구할 수 있다.

가. 연간 전력소모량(E_y)에 의한 가중치의 적용

$$AVLL^1 = \frac{\sum_{y=1}^{ny} SCOF_{E,y}(r_i)}{N} \times \left(\frac{E_y}{\sum_{y=1}^{ny} E_y} \right) \quad [\text{원/kWh}] \quad (8)$$

단, N : 공급지장지속시간(r_i)의 총 수

나. 연간 피크전력(L_y)에 의한 가중치의 적용

$$AVLL^2 = \frac{\sum_{y=1}^{ny} SCOF_{E,y}(r_i)}{N} \times \left(\frac{L_y}{\sum_{y=1}^{ny} L_y} \right) \quad [\text{원/kWh}] \quad (9)$$

4.3 총격도 지수

본 논문에서 새롭게 제안하는 공급지장함수인 SCOF를 한 시간(60분)에 대한 SCOF값을 기준으로 삼아서 다음과 같이 정전시간별 새로운 SCOF를 구하고 이를 정전시간의 공급지장비 총격도지수 함수(Outage Cost Impact Index Function)로 제안한다.

$$OCIIF_{E,y}(r_i) = SCOF_{E,y}(r_i) / SCOF(60) \quad (10)$$

단, $SCOF_{E,y}(r_i)$: 종별 y 의 공급지장시간 r_i 일 때의 단위 전력량당 공급지장비용[원/kWh]

5. 사례연구

5.1 지역별 평균 등가공급지장비(AVLL)의 추정

제안하는 총격도 지수의 타당성을 살펴보기 위하여 최근

본 연구진에 의하여 개발한 WOROCAIS라는 공급지장비추정 및 정보시스템을 이용하여 근래에 우리나라의 약 2,000여 개 정도 되는 기 실시한 설문조사자료를 연구용 샘플로 삼아서 검토하여 보았다[6],[10]. 그림 5 및 그림 6은 WOROCAIS를 이용하여 위의 샘플자료에 근거해서 추정한 우리나라 지역별 평균종합공급지장비단가(AVLL) 및 지역별 산업용 수용가 AVLL을 참고로 보인 것이다[10]. (보다 자세한 사항은 참고문헌 [10]을 참조 바람.)

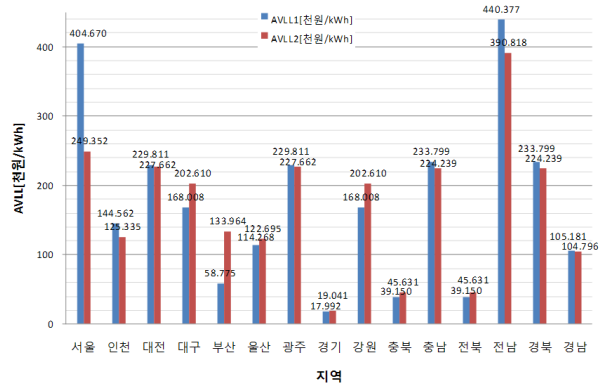


그림 5 지역별 평균공급지장비단가(AVLL)

Fig. 5 Provincial AVLLs

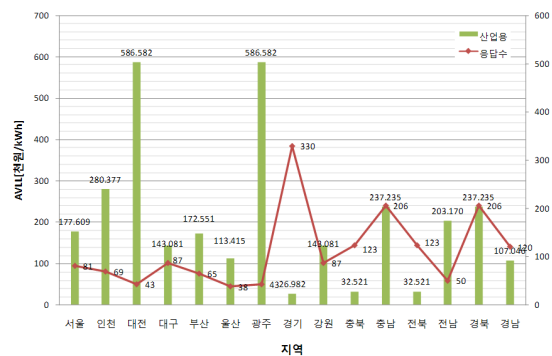


그림 6 지역별 산업용 수용가 AVLLs

Fig. 6 Provincial & Industrial AVLLs

5.2 공급지장비의 총격도지수 함수(OCIIF) 추정

1) 산업용 총격도 분석

표 1은 우리나라 전체의 산업용 SCOF1의 총격도지수 함수(OCIIF)를 보인 것이다. 여기서 0.01분 시간대의 SCOF1 총격도가 60분과 비교하였을 때 약 1,092배의 총격이 미치는 것으로 추정된다. 즉 우리나라 전체 산업용 총격도는 0.01분과 0.05분의 순간정전에 대하여 약 700배에서 1,100배의 총격도가 얻어졌으며 수분단위의 단기정전에 대한 총격도도 1.5배에서 23배 정도로 얻어졌다. 따라서 본 설문조사 샘플 자료에 바탕을 둔 우리나라 전체 산업용의 순간정전 및 단기정전의 총격도는 매우 큰 것으로 사료된다. 한편, 한 시간 정전을 기준으로 한 우리나라 전체의 산업용 평균 총격도는 232배에 도달하는 것으로 나타났다. 그림 7은 산업용 공급

지장비 충격도(OCIIF)를 파악하기 쉽게 그림으로 비교한 것이다.

표 1 산업용 수용가의 SCOF1 및 충격도

Table 1 SCOF1 and Impact of Industrial Sector

Outage Time (minutes)	SCOF1 [kWon/kWh]	OCIIF [pu]
0.01	102.673	1092.266
0.05	69.227	736.4574
1.0	2.2	23.40426
20.00	0.138	1.468085
60.00	0.094	1
120.00	0.058	0.617021
240.00	0.033	0.351064
480.00	0.015	0.159574
1440.00	0.007	0.074468
AVE	21.805	231.9681

전체 산업용 SCOF1의 충격도

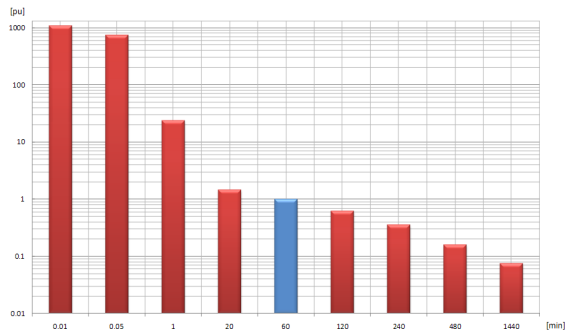


그림 7 산업용 공급지장비 충격도(OCIIF) 비교
Fig. 7 OCIIF Comparison of Industrial Sector

2) 회사용 충격도 분석

표 2는 우리나라 전체의 회사용 SCOF1의 충격도지수 함수(OCIIF)를 보인 것이다. 여기서 0.01분에 대하여는 정전 비용 응답이 없으므로 이에 대한 충격도는 0이라고 할 수 있다. 반면에 0.05분 시간대의 SCOF1 충격도는 60분과 비교하였을 때 약 20배 정도로 추정되었다. 이는 앞서의 산업체와 비교해 볼 때 상대적으로 순간정전의 충격도는 약하다고 판단된다. 한편, 수분단위의 단기정전에 대한 충격도도 0.3배에서 2.6배 정도로 얻어졌다. 따라서 본 설문조사 샘플자료에 바탕을 둔 우리나라 전체 회사용의 순간정전 및 단기정전의 충격도는 다소 큰 것으로 사료된다. 그러나 수시간단위에 중기정전에 대해서는 충격도가 낮아짐을 알 수 있었다. 이는 “공급지장 한 시간 등가충격도”라는 의미에서 살펴볼 때 우리나라 회사용 정전 충격도는 순간정전 및 한시간정전일 때 정전충격도가 가장 크다고 추정된다. 참고로 평균 충격도는 3배에 달하였다. 역시 그림 8은 회사용 공급지장비 충격도(OCIIF)를 파악하기 쉽게 그림으로 비교한 것이다.

표 2 회사용 수용가의 SCOF1 및 충격도

Table 2 SCOF1 and Impact of Company Sector

Outage Time (minutes)	SCOF1 [kWon/kWh]	OCIIF [pu]
0.01	0.0	0
0.05	15.039	18.54377
1.0	2.145	2.644883
20.00	0.251	0.309494
60.00	0.811	1
120.00	0.467	0.575832
240.00	0.3	0.369914
480.00	0.199	0.245376
1440.00	0.05	0.061652
AVE	2.408	2.969174

전체 회사용 SCOF1의 충격도

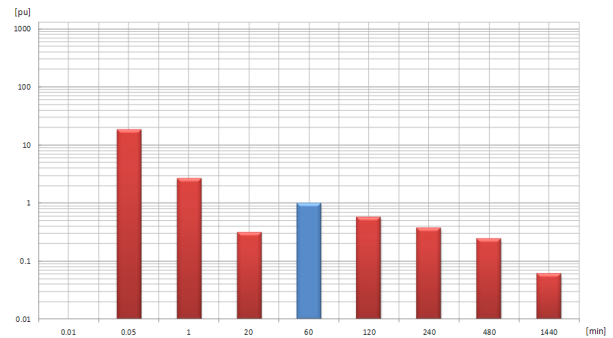


그림 8 회사용 공급지장비 충격도(OCIIF) 비교
Fig. 8 OCIIF Comparison of Company Sector

3) 상업용 충격도 분석

표 3은 상업용 SCOF1의 충격도지수 함수(OCIIF)를 보인 것이다. 여기서 충격도의 결과를 살펴보면, 0.05분 시간대의 SCOF1 충격도가 60분과 비교하였을 때 약 74배의 충격이 미치는 것으로 추정된다. 즉 우리나라 전체 상업용 충격도는 앞서의 회사용 충격도 형태와 유사하게 0.05분 시간대에

표 3 상업용 수용가의 SCOF1 및 충격도

Table 3 SCOF1 and Impact of Commercial Sector

Outage Time (minutes)	SCOF1 [kWon/kWh]	OCIIF [pu]
0.01	0.0	0
0.05	74.547	73.66304
1.0	4.959	4.900198
20.00	0.314	0.310277
60.00	1.012	1
120.00	0.529	0.522727
240.00	0.278	0.274704
480.00	0.148	0.146245
1440.00	0.063	0.062253
AVE	10.231	10.10968

충격도가 가장 크고 다음으로 한 시간 정전일 때 충격도가 큰 것으로 추정되었다. 참고로 평균 충격도는 10배로 추정되었다. 그림 9는 상업용 공급지장비 충격도(OCIIF)를 파악하기 쉽게 그림으로 비교한 것이다.

4) 농축산용 충격도 분석

표 4는 농축산용 SCOF1의 충격도를 보인 것이다. 여기서 0.05분 시간대의 SCOF1 충격도가 60분과 비교하였을 때 약

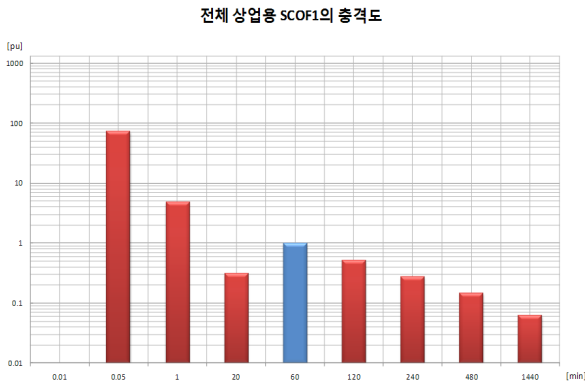


그림 9 상업용 공급지장비 충격도(OCIIF) 비교
Fig. 9 OCIIF Comparison of Commercial Sector

표 4 농축산용 수용가의 SCOF1 및 충격도
Table 4 SCOF1 and Impact of Agriculture Sector

Outage Time (minutes)	SCOF1 [kWon/kWh]	OCIIF [pu]
0.01	0.0	0
0.05	1040.247	19.03262
1.0	55.884	1.022468
20.00	3.481	0.063689
60.00	54.656	1
120.00	31.883	0.583339
240.00	16.52	0.302254
480.00	8.75	0.160092
1440.00	3.102	0.056755
AVE	151.815	2.777646

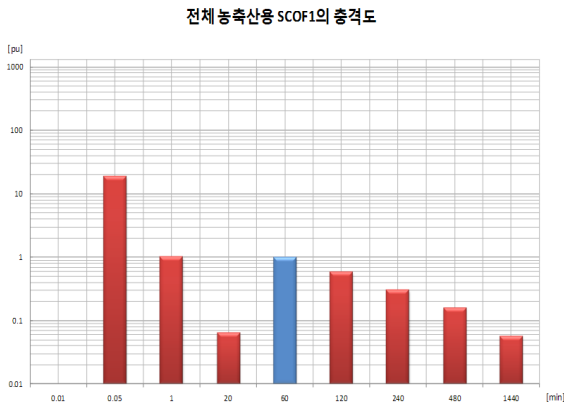


그림 10 농축산용 공급지장비 충격도(OCIIF) 비교
Fig. 10 OCIIF Comparison of Agriculture Sector

19배의 충격이 미치는 것으로 추정된다. 즉 우리나라 전체 농축산용 충격도는 앞서의 회사용 및 상업용 충격도 형태와 유사하게 0.05분 시간대에 충격도가 가장 크고 다음으로 한 시간정전일 때 충격도가 큰 것으로 추정되었다. 평균 충격도는 3배에 달하였다. 또한, 그림 10은 농축산용공급지장비 충격도(OCIIF)를 파악하기 쉽게 그림으로 비교한 것이다.

5) 가정용 충격도 분석

표 5는 우리나라 전체 가정용 SCOF1의 충격도를 보인 것이다. 여기서 120분 시간대의 SCOF1 충격도가 60분과 비교하였을 때 약 0.6배의 충격이 미치는 것으로 추정된다. 즉 우리나라 전체 가정용 충격도는 60분 시간대에 충격도가 크고, 전반적으로 60분 시간대 이외에는 충격도가 작은 것으로 사료된다. 이는 가정용일 경우 정전시간에 따라 절대적인 정전비용은 당연히 크지나 상대적인 관점에서 볼 때는 한 시간(60분) 정전일 때 가장 영향을 미친다고 말할 수 있다. 참고로 평균 충격도는 0.3배정도로 추정되었다. 역시 그림 11은 가정용 공급지장비 충격도(OCIIF)를 파악하기 쉽게 그림으로 비교한 것이다.

표 5 가정용 수용가의 SCOF1 및 충격도
Table 5 SCOF1 and Impact of Residential Sector

Outage Time (minutes)	SCOF1 [kWon/kWh]	OCIIF [pu]
0.01	0.0	0
0.05	0.0	0
1.0	0.05	0.027762
20.00	0.105	0.058301
60.00	1.801	1
120.00	1.11	0.616324
240.00	0.753	0.418101
480.00	0.604	0.335369
1440.00	0.485	0.269295
AVE	0.614	0.340922

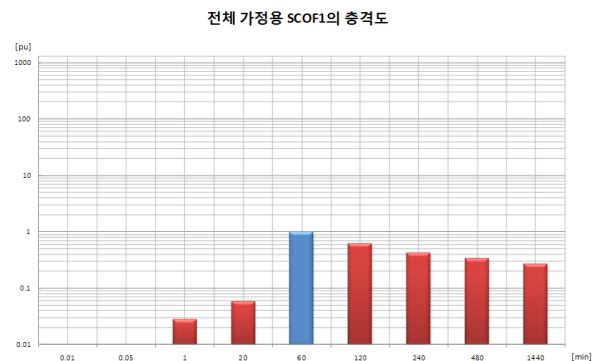


그림 11 가정용 공급지장비 충격도(OCIIF) 비교
Fig. 11 OCIIF Comparison of Residential Sector

6) 요약

끝으로 종별로 공급지장비의 평균충격도를 비교하여 표 6 및 그림 12에 나타내었다. 예상한대로 산업용이 타 종별보다 월등하게 공급지장비의 평균 충격도지수가 높음을 알 수 있다. 그러나 이는 어디까지나 이번에 설문된 2,000개 정도의 샘플자료에 근거한 것으로써 보다 정밀한 추정에는 모집단의 샘플자료가 계속 누적되어야 할 것이며 이를 바탕으로 지속적으로 추정하여야 할 것으로 사료된다.

표 6 종별(sectors) 평균 충격도 비교

Table 6 Average Impact Comparison of Sectors

Outage Time (minutes)	종별 OCIIF의 평균 충격도 지수 [pu]
산업용	231.9681
회사용	2.969174
상업용	10.10968
농축산용	2.777646
가정용	0.340922

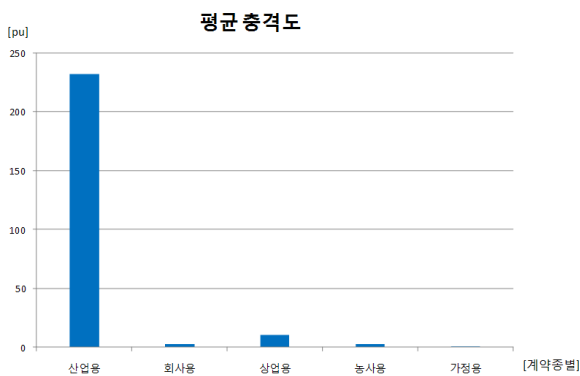


그림 12 종별 OCIIF의 평균 충격도지수의 비교

Fig. 12 Average OCIIF Comparison of Five Sectors

6. 결 론

본 논문에서는 기존의 SCDF의 결점을 보완하여 순간 및 단기정전의 영향을 살리도록 단위정전시간을 기준으로하고 이에 대한 등가적인 정전비용으로 환산한 SCOF(Sector Customer Outage Function)를 새롭게 개발하고 이를 토대로 정전시간별 공급지장비 충격도지수함수(OCIIF; Outage Cost Impact Index Function)를 새로이 제안하였다.

최근의 전력산업구조는 많이 변하여 기존과는 달리 순간 혹은 단기정전에도 큰 손실피해액을 가져오는 경우가 많이 발생하고 있다. 따라서 단기정전을 그대로 평가하는 것보다 이를 단위시간으로 등가적인 정전비용으로 환산하여 상호비교 분석할 수 있는 지수의 개발이 매우 시급하다. 따라서 본 연구에서 제안하는 지수를 이용하면 보다 현실적인 순간 및 단기정전에 따른 충격도등을 추정하고 이를 토대로 관련 산업의 정전시간에 따른 피해액을 분석하여볼 수 있다.

여기서 새롭게 제시한 충격도함수의 개념은 기존의 산업 구조에는 맞으나 순간정전의 평가를 과소평가하는 특성이 내재된 SCDF의 결함을 보완하여 근래의 극정보화시대 및 산업화에 걸 맞는 순간 및 단기정전의 영향을 살리도록 단위 정전시간을 기준으로하고 이에 대한 등가적인 정전비용으로 환산하는 모델에 토대하고 있다. 이를 토대로 SCOF(Sector Customer Outage Function)를 새롭게 정의하고 이를 정식화하였다. 여기서는 이를 각 공급지장시간별 값을 확장하여 단위시간에 대한 공급지장비용으로 환산하는 방법을 근간으로 하여 각 정전시간대별 SCOF를 한 시간의 정전시간에 대한 SCOF값을 기준으로 하고 이 값에 대한 비율을 정전시간별 충격도지수의 함수로 삼았다.

제안하는 충격도 지수의 타당성을 살펴보기 위하여 최근 본 연구진에 의하여 개발한 WOROCAIS라는 공급지장비추정 및 정보시스템을 이용하여 근래에 우리나라의 약 2,000여 개 정도 되는 기 실시한 설문조사자료를 이용하여 제안한 지수의 타당성과 실용성을 검토하여 보았다.

본 논문에서 제안하는 방법을 이용한 사례연구는 전술한 바와 같이 어디까지나 순수연구용이지만 앞으로 전력계통의 계획 및 운영측면에 공급지장비의 활용가능성을 넓히는데 기여할 것으로 기대한다.

차후 이를 이용하여 보다 실용화 단계까지 진보된 시스템으로 진행되고 나아가 공급지장비의 추정은 단기간을 대상으로 한 어느 특정 값이라고 속단하기보다는 지속적인 연구가 수행될 때 그 사회의 전력에너지의 공급중단에 따른 올바른 가치가 추정될 것으로 여겨지지만 관련 연구가 지속적으로 이루어지기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 한국에너지 기술평가원(KETEP) 주관 및 한전전력연구원의 도움으로 수행된 과제로서 관계기관에 감사드립니다.

References

[1] Jaeseok Choi, Sungrok Kang, TrunTinh Tran, Hoyong Kim, Seulgi Kim, "A Study on the Assessment and Application of Outage Cost for Power System Expansion Planning", Trans. KIEE, Vol.53 No.5, pp.285-295, 2004.

[2] J. S. Choi, S. P. Moon, H. S. Kim, J. J. Kang, H. Y. Kim, and Roy Billinton, "Development of an Analytical Method for Outage Cost Assessment in A Composite Power System" Proceedings on PowerCon'2000, International Conference Power System Technology, 2000. DOI: 10.1109/ICPST.2000.898243.

[3] Roy Billinton and 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, pp.68-75, Feb.1994.

- [4] K.K. Kariuki and R.N. Allan, "Evaluation of reliability worth and value of lost load", IEE proc-G,T&D, Vol.143 No.2, pp.171-180, 1996.
- [5] R. Ghajar and R. Billinton, "Evaluation of the Marginal Outage Costs in Interconnected and Composite Power Systems", IEEE Transactions on PS, Vol.10, No.2, pp.753-759, June, 1995. DOI: 10.1109/59.387913.
- [6] KEPRI. "Outage Cost Assessment of Distribution System Equipment Outage", KEPRI Final Report, Set. 2010.
- [7] Jaeseok Choi, Jeongje Park, Kyeonghee Cho, Taeho Song, and Junmin Cha, "Web Based Online Realtime Information System for Reliability of Composite Power System including Wind Turbine Generators", ISGT2010(Innovative Smart Grid Technologies Europe), Lindholmen Science Park, Gothenburg, Sweden, October 11-13, 2010
- [8] Taegon Oh, Kyeonghee Cho, Jin-Taek Lim, Jaeseok Choi, Tae-Ho Song, Dong-Hoon Jeon, Ho-Jin Jeong, "Basic Web Based Online Real-time Information System for Outage Cost Assessment", 2011KIEE Power System Research Association Summer Conference, yongpyong. July 20-22, 2011
- [9] Jintaek Lim, Jaeseok Choi "Web Based Online Real-time Outage Cost Assessment Information System of Power System", Proceedings on Kiee Power System & Power Economics Spring Meeting, Jeju Punglim Resort, May 3-5, 2012
- [10] Jin-Taek Lim, Jae-Seok Choi, Dong-Hoon Jeon, Chul-soo Seo, Jae-gul Lee, "Web based Online Outage Cost Assessment and Information System of Electrical Energy", Trans. KIEE, Vol.61 No9, pp.1249~1259.
- [11] KIEE, "9.15 Outage Commission Report", 9.15 Outage Commission, Dec. 28, 2011



최재석 (崔在錫)

1958년 4월 29일생. 1981년 고려대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1991년~현재 경상대 교수.
Tel : 055-772-1715
Fax : 055-772-1719
E-mail : jschoi@gnu.ac.kr



전동훈 (田東勳)

1966년 12월 11일생. 1991년 홍익대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 충남대 전기공학과 박사과정 수료. 현재 한전 전력연구원 책임연구원 근무
Tel : 042-865-5811
E-mail : dhjeon@kepri.re.kr



서철수 (徐喆壽)

1966년 02월 01일생. 1990년 단국대 전기공학과 졸업. 1990년~현재 한전 전력연구원 책임연구원 근무
Tel : 042-865-5811
E-mail : seouhv@kepco.co.kr



이재걸 (李宰杰)

1976년 8월 19일생. 2002년 인천대 전기공학과 졸업. 2004년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004년~현재 한전 전력연구원 선임연구원 근무
Tel : 042-865-5805
E-mail : jaelry@kepco.co.kr

저 자 소 개



임진택 (林辰澤)

1985년 8월 1일생. 2011년 경상대 전기공학과 졸업. 2013년 동 대학원 전기공학과 석사 졸업. 2013년~현재 경상대 박사과정.
Tel : 055-772-1715
E-mail : jtlim@gnu.ac.kr