

# 配電系統의 解釋的 供給 信賴度 評價 프로그램 開發

(Development of Analytical Reliability Evaluation Program in Distribution Systems)

韓成浩\* · 李 旭\* · 金載哲\*\*  
 (Seong-Ho Han · Wook Rhee · Jae-Chul Kim)

## 요 약

본 논문은 배전계통의 신뢰도 지수 평가를 위하여 실제적인 해석방법을 제시한 논문이다. 일반적으로 신뢰도 평가는 배전계통의 계획 및 운용을 위해 사용된다. 본 논문의 신뢰도 모델 구성은 각 구간에 대하여 구성요소의 사고를 부하지점 사고에 결합한 해석적 방법을 기초로 작성하였다. 본 논문에 제시된 5가지 사례는 실규모 샘플 배전계통을 대상으로 고장율과 복구시간의 변화에 따른 영향정도를 연구한 것이다. 사례연구는 개발된 배전계통용 신뢰도 평가 프로그램을 이용하여 수행하였다.

Key Words : 신뢰도 지수, 해석적 방법, 부하지점 사고, 고장율, 복구시간

## Abstract

This paper presents a practical approach to evaluate the reliability indices of electric distribution systems. The use of reliability evaluation is placed with framework of distribution system planning and operation. In this paper, the reliability model is based on an analytical method, connecting component failure to load point outage in each section. Five cases are reported in the paper to study the effect of varying failure rates and repair times on real distribution systems. Simulations are performed by the developed reliability evaluation program.

Key Words : Reliability indices, Analytical method, Load point outage, Failure rates, Repair times

### 1. 서 론

전력계통의 계획 및 운용에 있어서 전력회사는 시스템과 장비의 경제적 운용을 위해 적절한 신

뢰도 기준으로 정전 없는 양질의 전력을 공급해야 한다. 따라서, 수용가에게 신뢰성 있는 전력을 공급하기 위해서는 시스템 유지보수공사 등 적절한 신뢰도 비용을 투자하여 구성요소의 고장율을 낮추어야 한다. 배전계통의 신뢰도 모델 및 평가는 복잡하고 변화가 심한 구조상 특성과 구성요소의 수가 많아 설비 투자비가 높은 이유로 송변전 계통분야에 비해 많은 관심을 끌지 못하였다.

\*正會員 : 崇實大學校 大學院 電氣工學科 博士課程

\*\*正會員 : 崇實大學校 電氣工學科 副教授

接受日字 : 1995年 7月 4日

그러나 수용가가 느끼는 신뢰도에 따르면 배전계통의 사고가 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것을 볼 수 있는데 이는 배전계통에 대한 효율적인 설비투자계획을 위하여 많은 연구가 요구됨을 반영해 준다.

배전계통의 신뢰도 평가는 확률론적 평가수법을 사용하는데 크게 해석적 방법(analytic method)<sup>1)~3)</sup>과 몬테카를로 시뮬레이션 방법(Monte Carlo Simulation method)<sup>4), 5)</sup>으로 구분된다. 해석적 방법은 사고상태를 상정하여 계통에 미치는 영향과 고장율을 누적함으로써 신뢰도 지수를 계산하는 수법이다. 실제 계통의 모든사고를 상정한다는 것은 어려운 문제이므로 몇가지 가정조건이 필연적으로 전제된다. 그러나 이 방법은 계통간의 상대적인 비교우위 평가 및 기존 계통의 설비투자후 신뢰도 개선 정도를 비교, 평가하는데 가장 유용한 방법으로 평가된다.

몬테카를로 시뮬레이션 방법은 사고계통을 토대로 모든 경우에 대한 사고를 랜덤하게 발생시켜 그 영향을 반복적으로 검토하는 방법이다. 실제의 계통상태를 모의해서 모든 가능한 경우에 대한 고장상태를 시뮬레이션한다는 점에서 정확성이 높다는 장점이 있지만 시행횟수가 많아 해석시 계산시간의 부담이 큰 것이 문제점이다.

본 논문에서는 고장율(failure rate)과 복구시간(repair time)의 통계적 분포를 반영한 가정조건을 기초로 부하지점별로 계산하는 해석적 평가법을 분석하고 이를 토대로 실 계통에 적용하여 사례 검토하였다. 특히 실 계통 도면을 배전전산용 패키지(CADPAD, DISCAN)<sup>6)</sup>을 이용하여 디지털자를 통해 컴퓨터에 입력하고 작성된 도면화일의 데이터베이스를 토대로 보다 용이하게 신뢰도 모델을 구성하여 평가에 이용하는 활용방안을 연구하였다.

신뢰도 모델의 구성은 개폐기를 중심으로 구간을 설정하여 구간별 고장율과 복구시간을 산정하여 부하지점(load point)별로 평가하였으며, 신뢰도 평가에 있어서 모델 구성 요소의 고장율과 복구시간(유지보수시간, 부하절체시간)데이터의 정확성 여부가 평가결과에 많은 영향을 주므로 이들의 변화에 따른 시스템 신뢰도 지수들의 영향

정도 및 특징을 사례 연구하였다. 또한, 이러한 모든 시뮬레이션을 용이하게 수행하기 위하여 그래픽 사용자 인터페이스(GUI: Graphic User Interface)로 구축한 DOS용 시스템 신뢰도 평가 프로그램을 개발하였다.

## 2. 시스템 신뢰도 지수 평가법

### 2.1 시스템 신뢰도 지수의 산출

일반적으로 배전계통의 신뢰도 평가는 수용가 말단인 부하지점의 시스템 수행능력을 평가하는 것이며 신뢰도 산출에 사용되는 기본 신뢰도지수는 각 부하지점의 평균고장율( $\lambda_k$ ), 평균정전지속시간( $r_k$ ), 년정전시간( $U_k$ )을 사용한다. 따라서 각 부하지점의 기본 신뢰도 지수를 토대로 전체적인 시스템 신뢰도 지수를 산출한다. 배전선로는 사고범위의 축소를 위해 개폐기를 설치하여 구간을 나누는데 이를 분할(sub-section divisions)이라 하며 사고시 부하절체를 위하여 인근 선로와의 연결을 도모하는데 이를 선로연계(tie-line interconnections)라고 한다.

그림 1은 n분할 z연계의 전형적인 배전선로에 대해 신뢰도 모델을 구성한 것이다. 모든 구간에 걸쳐 부하지점이 포함되어 있는 것으로 가정하였으나 실제의 경우 부하지점의 갯수는 구간 분할수 보다 작은 것이 일반적이다. 여기서, (■)는 상시폐로 개폐기, (□)는 상시개로 개폐기, (L1, L2, ...Ln)은 n개의 부하지점을 나타낸다.

n개의 구간으로 나누어지는 임의의 부하지점 k에 기본 신뢰도 지수의 산출식<sup>7), 8)</sup>은 다음과 같다. 식(1)은 부하지점 k의 평균고장율( $\lambda_{k,b}$ )을 평가하는 수식을 나타낸 것으로 각 구간의 상정

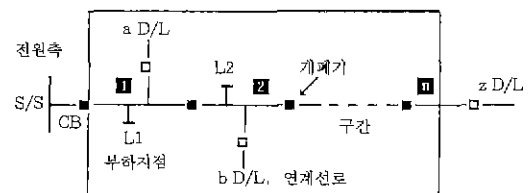


그림 1 n분할 z연계 신뢰도 모델  
Fig. 1. Reliability model with N sub-section divisions and z tie-line interconnection

사고에 대하여 부하지점 k에 정전사고를 미치는 모든 구간 구성요소들의 고장율을 전체적으로 누적하여 구할 수 있다. 즉  $i \in F(k)$ 는 n개의 구간에 대한 상정사고시 k 부하지점에 정전사고를 발생하게 하는 모든 구간 i를 의미한다.

$$\lambda_{s(k)} = \sum_{i \in F(k)} \lambda_i \quad [\text{failure/yr}] \quad (1)$$

$$r_{s(k)} = \frac{\sum_{i \in F(k)} \lambda_i r_i}{\lambda_{s(k)}} = \frac{U_{s(k)}}{\lambda_{s(k)}} \quad [\text{hours/failure}] \quad (2)$$

$$U_{s(k)} = \lambda_{s(k)} \times r_{s(k)} = \sum_{i \in F(k)} \lambda_i r_i \quad [\text{hours/yr}] \quad (3)$$

여기서  $\lambda_i$  : i구간의 선로고장율 [failure/km/yr]  
 $r_i$  : i구간의 평균복구시간 [hrs]

시스템 신뢰도 지수는 전체 계통의 장애 수행 능력, 계통의 동작 및 반응 해석을 위해 사용하는 지수로서 위에서 구한 각 부하지점의 기본 신뢰도 지수와 계통정보(최대부하량, 수용가호수)를 토대로 계산된다. 시스템 신뢰도 지수는 식(4)~식(8)과 같이 시스템 평균정전횟수(SAIFI : System Average Interruption Frequency Index), 시스템 평균정전시간(SAIDI : System Average Interruption Duration Index), 수용가 평균정전시간(CAIDI : Customer Average Interruption Duration Index), 평균 공급가용율(ASAI : Average Service Availability Index), 평균 공급불가용율(ASUI : Average Service Unavailability Index), 공급부족에너지(ENS : Energy Not Supplied Index)가 있다.<sup>7) 8)</sup>

$$SAIFI = \frac{\sum_{k=1}^m (\lambda_{s(k)} \times N_{(k)})}{\sum_{k=1}^m N_{(k)}} \quad [\text{int/cus.yr}] \quad (4)$$

$$SAIDI = \frac{\sum_{k=1}^m (U_{s(k)} \times N_{(k)})}{\sum_{k=1}^m N_{(k)}} \quad [\text{hrs/cus.yr}] \quad (5)$$

$$CAIDI = \frac{\sum_{k=1}^m (U_{s(k)} \times N_{(k)})}{\sum_{k=1}^m (\lambda_{s(k)} \times N_{(k)})} \quad [\text{hrs/cus.int}] \quad (6)$$

$$ASAI = \frac{\sum_{i=1}^m (N_{(i)} \times 8760) - \sum_{k=1}^m (U_{s(k)} \times N_{(i)})}{\sum_{k=1}^m (N_{s(k)} \times 8760)} \quad (7)$$

$$AUSI = 1 - ASAI \quad (8)$$

$$ENS = \sum_{k=1}^m (L_{s(k)} \times U_{s(k)}) \quad [\text{kwh/yr}] \quad (9)$$

여기서, m : 부하지점의 갯수

$N_{(k)}$  : 부하지점 k의 수용가 호수

$L_{s(k)}$  : 평균부하(최대부하×부하율)

## 2.2 시스템 신뢰도 평가 프로그램

개발된 시스템 신뢰도 평가 프로그램은 사용자가 보다 쉽게 배전계통의 신뢰도 지수를 산출할 수 있도록 프로그래밍 하였다. 해석대상모델의 계통정보 데이터인 수용가 호수 및 최대부하와 기본 신뢰도 지수를 입력데이터로 스크린상에서 간단하게 평가결과를 파악할 수 있도록 하였다. 본 논문에게 개발된 시스템 신뢰도 평가 프로그램의 전체적인 수행절차는 그림 2와 같다. 먼저, 해석하고자 하는 계통을 선정하고 실측도면을 기초로 디지털화하여 해석계통 데이터베이스를 구축한다. 다음으로 해석을 위한 가정조건 즉, 사고구간의 독립성, 부하절체한계, 계통의 운전조건을 선정하고 신뢰도 모델의 구성을 위한 구성요소를 결정하여 신뢰도 모델도를 작성한다. 다음 단계로 조사된 사고통계분석을 바탕으로 각각의 구성요소에 대한 고장율( $\lambda$ ), 복구시간( $r$ )을

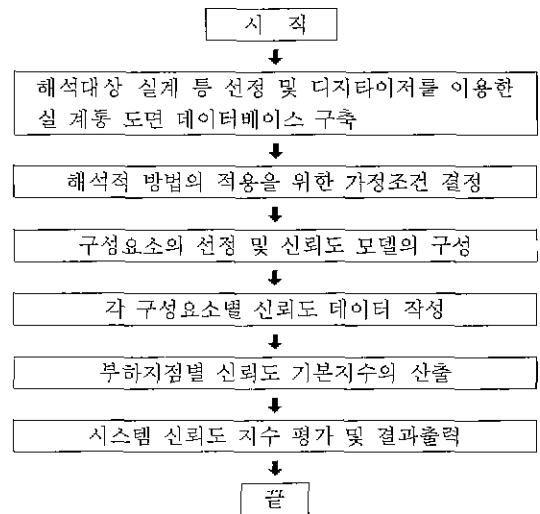


그림 2 제안된 시스템 신뢰도 평가 프로그램의 순서도  
 Fig 2 Flowchart of proposed system reliability analysis method

산정하여 신뢰도 데이터를 구축한다. 구축된 신뢰도 데이터를 이용하여 부하지점별 기본 신뢰도 지수를 산출하며 마지막으로 실제통 도면을 토대로 작성된 도면화일 데이터베이스와 기본 신뢰도 지수를 이용하여 전체 계통의 시스템 신뢰도 지수를 산출하여 스크린상에 평가결과를 출력한다.

그림 3과 같은 간단한 6분할 샘플 모델 계통을 선정하여 해석적 신뢰도 평가법에 따른 시스템 신뢰도 평가절차를 본 논문에서 개발된 시스템 신뢰도 평가 프로그램을 이용하여 설명하였다.

신뢰도 모델의 단순화를 위해 구성요소로는 가공선로, 지중케이블, 수동개폐기를 선정하였으며 모든 개폐기는 상시폐로(normal closed)로 가정하였다. 또한, 3개의 수용가 부하지점 A, B, C는 주간선(main feeder)을 통해 전력공급을 받는 것으로 가정하였다. 표 1은 과거 10여년간의 통계데이터를 토대로 각 구성요소와 신뢰도 데이터를 산정한 것이다.

표 1을 토대로 식(1), (2), (3)에 적용하여 부하지점별 신뢰도 데이터를 구하면 표 2와 같다. 따라서, 이것을 시스템 신뢰도 지수 평가를 위한 입력데이터로 사용한다.

그림 4는 최종적으로 얻은 평가결과를 시스템

표 1 구성요소별 신뢰도 데이터  
Table 1. Reliability data for each component

구성요소	사고율 [f/km/yr]	복구시간 [hrs/yr]
가공선로(절선)	1.006	1.0
지중케이블(실선)	0.118	3.0
개폐기(수동)	0.130	0.5

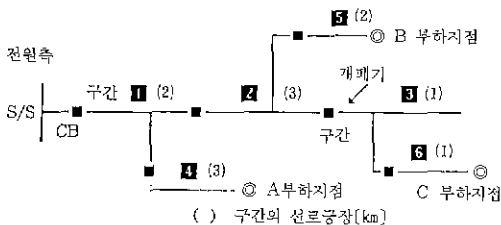


그림 3 6분할 샘플 모델 계통  
Fig. 3 Sample model system with six sections

신뢰도 지수별로 나타낸 화면이다.

### 3. 사례연구

#### 3.1 신뢰도 모델의 구축

사례연구를 위한 실제통으로 도심지역의 K지점을 선정하여 운용중인 실제통 도면을 디지털을 이용하여 입력하였다. 이 지역은 특고압 수용가가 많은 상업 및 도심빌딩지역으로, 지중케이블이 가공선로보다 상대적으로 많은 루프상 구조를 갖고 있으며 방사상 운전방식을 채택하고 있다. 그림 5는 구축된 도면 데이터베이스로부터 J 선로를 선정하여 이와 연계된 S-C 선로, P-U 선로, U-T 선로, S-N 선로, S-A 선로들을 CADPAD(DISCAN) 화면상에 나타낸 것이다. J 선로는 5개의 연계선로로 구성되어 있으며 총 길이는 6.839[km]이고 공급전력은 5.868

표 2 부하지점별 계통정보 및 기본 신뢰도 지수  
Table 2 System informations and basic reliability indices for each load point

Load Point	최대 부하 [kW/yr]	수용가 수[호]	$\lambda_s$ [f/yr]	$r_s$ [hrs/f]	$U_s$ [hrs/yr]
A	2000	400	3.86	1.18	4.54
B	2000	200	2.85	1.48	4.23
C	2000	50	0.96	2.86	2.76
합계	6000	650	7.67	5.54	11.53

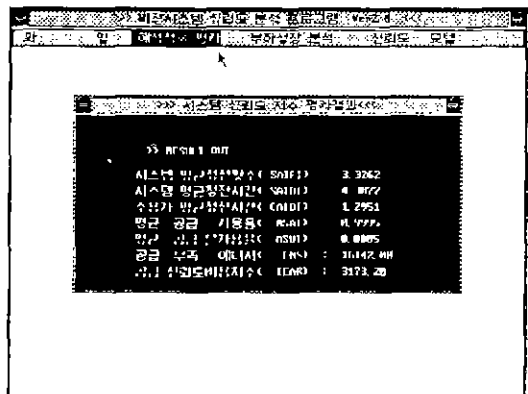


그림 4 시스템 신뢰도 평가 프로그램의 평가결과 화면  
Fig. 4. The evaluation results screen of the system reliability analysis program

[km]이다. 여기서, 화면에 보이는 점선의 사각형은 소 관리구로서, 가로, 세로의 실측길이가 각각 500[m]를 나타낸다.

해석적 방법을 이용하여 시스템 신뢰도 지수를 평가하기 위한 신뢰도 모델을 그림 6과 같이 구성하였다. J선로의 경우 개폐기를 중심으로 23 구간으로 분할하였으며 구성요소로는 변전소, 가공선로(굵은실선), 지중케이블(가는실선), 구간 개폐기(■, N. C : 상시폐로) 및 연계개폐기(□, N. O : 상시개로), 부하지점을 고려하였다.

### 3.2 신뢰도 데이터 변화에 대한 시스템 신뢰도 지수의 영향

구성된 신뢰도 모델을 대상으로 표 1의 신뢰

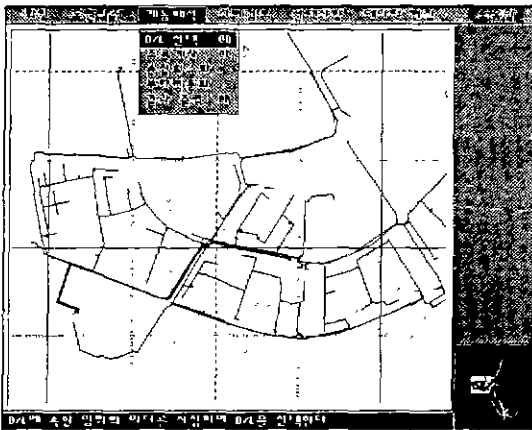


그림 5 디지털이저로 입력된 J선로의 DISCAN상의 화면  
Fig. 5 Screen on the DISCAN of digitizing input J D/L

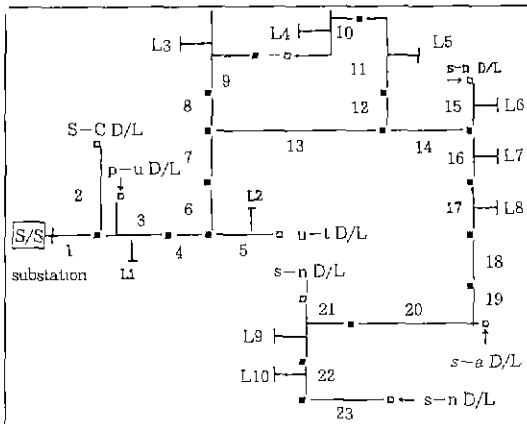


그림 6. J 선로 신뢰도 모델의 구성도  
Fig. 6. Diagram of J D/L reliability model

도 데이터를 기본모형(정상치)으로 하여 사례 1을 평가하였고, 추가로 4가지 사례에 대하여 계통구성요소의 고장율과 복구시간을 증감시키면서 이들이 시스템 신뢰도 지수에 미치는 영향을 사례별로 분석하였다.

- 1) CASE1 : 기본모형의 신뢰도데이터(정상치)
- 2) CASE2 : 복구시간( $r$ )을 정상치보다 50% 감소
- 3) CASE3 : 복구시간( $r$ )을 정상치보다 50% 증가
- 4) CASE4 : 선로고장율( $\lambda$ )을 정상치보다 50% 감소
- 5) CASE5 : 선로고장율( $\lambda$ )을 정상치보다 50% 증가

신뢰도 해석을 위한 가정조건으로는 각 사고구간의 독립성과 연계율100[%], 방사상운전을 원칙으로하였으며, 변압기사고는 무시하였다. 표 3은 CASE 1에 대한 신뢰도 데이터로서 각 구간별로 선로고장과 선로고장율 데이터를 나타냈으며, 신뢰도 모델을 바탕으로 각 구성요소의 복구시간을 해석하고 구간별 데이터를 나타내었다. 여기서, 음영처리된 구간은 부하지점에 포함되어 있는 구간을 의미한다.

CASE 1에 대한 각 구간별 신뢰도 데이터를 토대로 부하지점별로 계산된 기본 신뢰도 지수

표 3. CASE 1에 대한 각 구간별 신뢰도 데이터  
Table3. Reliability data for each section[CASE1]

구간	선로 구장 [km]	선로 사고율 [f/yr.km]	복구 시간 [hrs]	구간	선로 구장 [km]	선로 사고율 [f/yr.km]	복구 시간 [hrs]
1	0.348	0.04106	0.5	13	0.135	0.01593	0.5
2	0.120	0.01416	0.5	14	0.258	0.03044	0.5
3	0.291	0.03433	3.0	15	0.015	0.00177	3.0
4	0.375	0.04425	0.5	16	0.072	0.00849	3.0
5	0.696	0.08212	3.0	17	0.030	0.00354	3.0
6	0.030	0.00354	0.5	18	0.096	0.01132	0.5
7	0.600	0.07080	0.5	19	0.111	0.01309	0.5
8	0.024	0.00283	0.5	20	0.054	0.00637	0.5
9	0.502	0.50501	1.0	21	1.424	1.43254	1.0
10	0.393	0.39535	1.0	22	0.519	0.52211	1.0
11	0.193	0.19415	1.0	23	0.459	0.05416	0.5
12	0.094	0.01109	0.5	계	6.839	3.49853	26.5

계산 결과는 표 4와 같다. 표에서 복구시간과 선로공장이 긴 부하지점의 기본 신뢰도 지수가 상대적으로 높게 나타남을 알 수 있다.

J선로를 대상으로 각 CASE별 시스템 신뢰도 지수를 평가한 결과 중 SAIFI, SAIDI, CAIDI, ENS에 대한 결과를 그림 9, 10, 11, 12에 그래프로 나타내었다. SAIFI의 경우 CASE4, 5에 대하여 영향을 받으며 CAIDI는 CASE 2, 3에 대하여 SAIDI와 ENS는 모든 CASE에 대하여 영향 받는 것을 알 수 있다. 이상의 결과로부터 SAIFI는 고장율의 변화에 비례하여 영향을 받으며 CAIDI는 복구시간의 변화에 비례하여 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 반면 SAIDI와

표 4 CASE 10에 대한 부하지점별 기본 신뢰도 지수 계산결과

Table4. Results of basic reliability indices in CASE 1 each load point

부하 지점	최대부하 [kW/yr]	수용가 수[호]	$\lambda$ [f/yr]	$r_s$ [hrs/f]	U [hrs/yr]
L1	1,943	88	3.62853	0.523658	1.90011
L2	666	538	3.88853	0.552801	2.14958
L3	254	629	4.27853	0.559017	2.39177
L4	494	576	4.53853	0.543558	2.46694
L5	115	348	4.40853	0.522021	2.30134
L6	270	409	4.40853	0.501004	2.20869
L7	50	1	4.40853	0.504818	2.22550
L8	100	9	4.53853	0.501950	2.27811
L9	1,467	1,856	4.92853	0.645332	3.18033
L10	509	893	5.05853	0.551607	2.79032
합계	5,868	5,347	44.0853	5.405764	23.8929

부하율 0.7을 반영한 ENS는 고장율과 복구시간 모두에 영향을 받는 것을 알 수 있다. 따라서 최

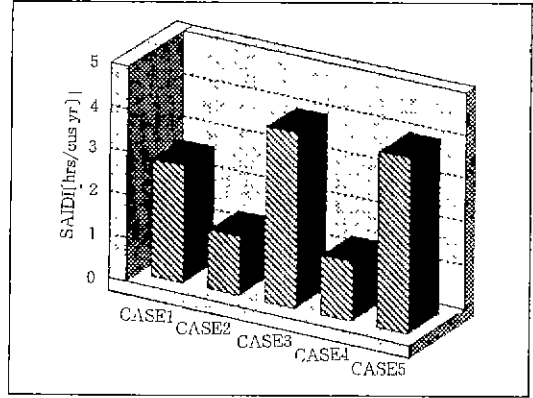


그림 8 CASE별 시스템평균정전시간(SAIDI) 평가결과  
Fig 8 Results of ASIDI evaluation for each CASE

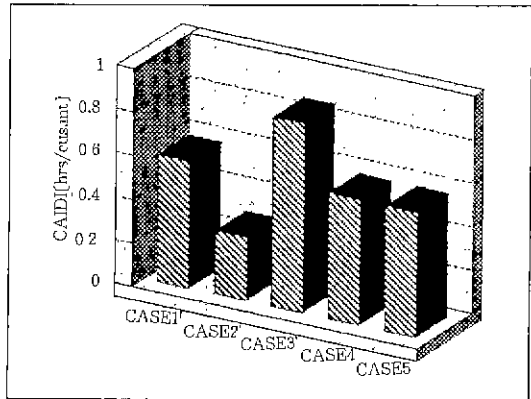


그림 9. CASE별 수용가평균정전시간(CAIDI) 평가결과  
Fig. 9 Results of CAIDI evaluation for each CASE

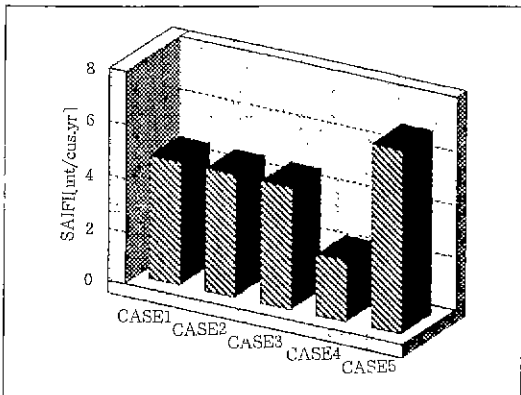


그림 7 CASE별 시스템평균정전횟수(SAIFI) 평가결과  
Fig. 7 Results of SAIFI evaluation for each CASE

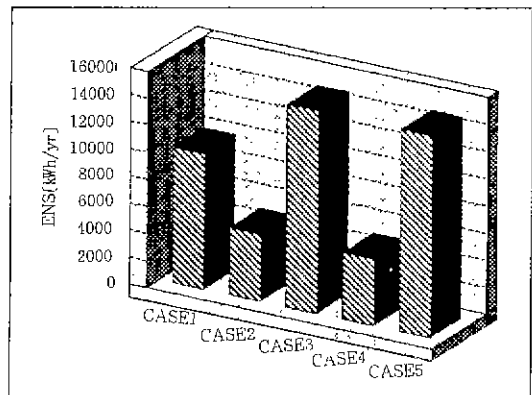


그림 10 CASE별 공급부족에너지(ENS) 평가결과  
Fig 10 Results of ENS evaluation for each CASE

근 활발히 연구되고 있는 배전자동화에 따른 신뢰도 영향 평가는 SAIDI와 ENS를 주요 신뢰도 평가지수로 사용하는 것이 유용하다.

#### 4. 결 론

배전계획 및 운용은 급증하는 인구 과밀화와 부하증가에 효율적으로 대처하기 위하여 실제적인 공급신뢰도 평가방안이 절실히 요구된다. 따라서, 본 논문은 기초 연구로서 배전계통 신뢰도 평가방법 중 해석적 평가법을 분석하고 이를 토대로 실 계통에 적용 가능한 평가방안을 제시하였으며 이를 위한 배전계통 신뢰도 평가 프로그램을 개발하였다. 또한 해석적 평가법에 있어서 구성요소의 정확한 신뢰도 데이터 구축문제가 평가결과의 정확성 여부를 판가름하는 주요 관건이 되므로 사례연구를 통해 고장율과 복구시간의 증감이 시스템 신뢰도 지수에 미치는 영향정도를 검토하였다. 그러나 앞으로 좀더 자세한 모델 해석 방안과 정확한 데이터의 통계분석을 토대로 많은 실계통에 적용하여 보다 향상된 프로그램을 개발하기 위해 계속적인 연구가 필요하다.

본 논문은 1995학년도 숭실대학교 교내학술연구비를 지원받아 수행되었음

#### 참 고 문 헌

- 1) G Kjelle, k Sand, "RELRAD - Analytical Approach for Distribution System Reliability Assessment", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol 7, No 2, pp 809~814, April 1990.
- 2) R.N.Allan, R.Billinton, I Sjarief, L Goel, K.S.So, "A Reliability Test System For Education Purposes - Basic Distribution System Data And Results", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 6, No 2, pp813~820, May 1991
- 3) R Billinton, R Goel, "An analytical approach to evaluate probability distribution associated with the reliability indices of electric distribution systems", IEEE Trans on Power Delivery, Vol PWRD-1, No 3, pp 245~251, July 1986
- 4) R. Billinton, Wli, "A Monte Carlo for Multi-Area Genetation System Reliability Assessment", IEEE Trans on Power Systems, Vol. 7, No 4, pp.1487~1492, November 1992
- 5) R Billinton, GLian "Station Reliability Evaluation

Using A Monte Carlo Approach", IEEE Trans on Power Delivery, Vol 8, Mo.3 pp.1239~1245, July 1993

- 6) "A study on Improvement of the Distribution planning Package and Development of the Korean User Interface System(final report)", KEPCO Research Center, 1992, 11
- 7) R. Billinton, E. Wojczynski, "Distribution variation of distribution system reliability indices", IEEE Trans. on PAS, Vol PAS-104, No 11, pp 3152~3160, Nov 1985.
- 8) CM Warren, "The Effect of Reducing Momentary Outages on Distribution Reliability Indices", IEEE Trans on Power Delivery, Vol 7, No 3, pp.1610~1615, July 1992
- 9) Turan Gonen, Electric Power Distribution System Engineering, Mcgraw-Hill, Inc. 1988.
- 10) J.C.Kim, S.H.Han, I.K Song, G.Sun, H.H.Lee, "Reliability indices evaluation and configuration tie-line associated with the load density of distribution systems", '94 KIEE summer conference, pp.808~810, July 1994.
- 11) J C Kim, S.H Han J.T Jang, G Sun, H.H.Lee, "A practical approach for analytical reliability evaluation of distribution systems," '94 KIEE fall conference, pp. 33~35, November 1994

#### ◇ 著 者 紹 介 ◇



한 성 호(韓成浩)

1966년 6월 1日生. 1991년 崇實大 工大 電氣工學科 卒. 1993년 崇實大 大學院 電氣工學科 卒(碩士). 現在 崇實大 大學院 電氣工學科 博士課程



이 옥(李 旭)

1954년 2월 16日生. 1978년 崇實大 電氣工學科 卒. 1981년 崇實大 大學院 電氣工學科 卒(碩士). 1981년~1991년 全州 工業專門大學 副教授. 1991년 崇實大 大學院 電氣工學科 博士課程 修了. 現在 대전大 工大 電氣工學科 助教授.



김 재 철(金載哲)

1955년 7월 12日生. 1979년 崇實大 電氣工學科 卒. 1983년 서울大 大學院 電氣工學科 卒(碩士). 1987년 서울大 大學院 電氣工學科 卒(博士). 現在 崇實大 工大 電氣工學科 副教授.