

# 전력용 통신설비 신뢰도 산출 기법 연구

'이원태' 김관호\* 김요희\* 이범석\*\* 우희곤\*\*  
\*한국전기연구소, \*\*한국전력공사 기술연구원

A Study on the Reliability Evaluation Methodology  
of Power Telecommunication Facilities

Won-Tae Lee\*, Kwan-Ho Kim\*, Yo-Hee Kim\*, Bum-Suk Lee\*\*, Hee-Gon Woo\*\*

\*KERI

\*\*KEPCO

## ABSTRACTS

Nowadays, according to gradual progress of the information oriented society, it is being increase rapidly that social requirement for the high quality and stability of electric power supply. Therefore, for the sake of expansion of the various power system and reasonable operation and administration, there are some growing need for telecommunication system that will operate in high dependability performance and expansion by much.

But because of unestablished reliability analysis and evaluation methodology for power telecommunication system, it could not have a reasonable planning for the purpose of improving dependability performance on telecommunication system.

The object of this study is to construct reasonable methodology of reliability evaluation for the efficient power telecommunication facility administration.

## 1. 서 론

최근 전력계통은 경제의 고도성장에 따라 급증하는 전력 수요의 충족에 대응하기 위하여 대규모화, 거대화, 복잡화되고 있으며, 고도정보화 사회의 진전에 따라 안정된 양질의 전력공급이 요구되고 있다. 이에 따라 전력계통의 안정적 운용과 고신뢰도화를 도모하기 위하여 계통보호 및 계통운용, 전력설비 감시제어를 위한 각종 시스템이 설치되어 운용중에 있고, 또한 업무의 효율성과 수용가 서비스 향상을 위하여 각종 온라인 시스템도 적극적으로 도입되고 있다.

이러한 전력계통 운용자동화 및 사무자동화 등의 수요를 충족시키기 위해 전력회사의 신경계통인 통신 시스템도 평창 일로에 있다. '83년도에 처음 도입된 광통신은 현재 간선계통을 중심으로 광전송선로망의 구축이 완료단계에 있으며, 교환설비도 기계식에서 프로그램 내장식 디지털 전자교환기로 계속 교체되어 2000년대에 구축 완료 예정인 통합서비스 디지털 통신망(전력용 ISDN) 시대에 대비하고 있다.

이와 같은 전력통신 시스템의 효율적 운용과 고신뢰도화를 도모하기 위해서는 망 구성요소인 각종 전송설비에 대한 합리적이고 체계적인 신뢰성 평가 및 분석을 통한 신뢰성 관리가 선행되어야 한다. 그러나 현재까지는 통신설비 관리를 위한 신뢰도 평가방법이 정립되지 않아 새로운 서비스의 수용이나 통신신뢰도 향상을 위한 대책 수립에 많은 문제점이 있었다.

본 고에서는 이와 같은 문제점을 해결하고 고신뢰도 통신망을 유지하기 위하여 전력통신망에서 간선 및 로컬계통의 중요 전송설비로 사용되고 있는 광통신설비, 케이블반송설비 및 전력선(첨가선) 반송설비에 대한 신뢰도 산출기법을 제시한다.

## 2. 설비신뢰도 평가 기준

전력 통신망은 각종 전자통신설비를 매체로 하여 회선별로 설정된 급전 및 일반 업무등 다양한 서비스를 수행하고 있기 때문에 통신회선의 효율적인 운용과 유지를 위해서는 망을 구성하고 있는 통신설비에 대한 정확한 신뢰도 평가가 기초가 된다.

설비 신뢰도는 각종 통신설비의 장애 내용을 관리하기 위한 지표로, "전자통신설비가 고장없이 본래의 기능을 유지하면서 가동되는 정도"로 정의되며 설비 신뢰도 개선을 위해서는 불신뢰 원인을 규명하고 고장복구 지연 원인의 파악이 필요하다.

일반적으로 시스템의 신뢰도를 정량적으로 평가하는 방법은 대상 시스템의 사용목적 및 동작형태에 따라 상이하나 상시 동작계의 시스템은 고장율, MTBF 및 가동율(불가동율) 등으로 신뢰도를 평가하고 있다.

전력용 통신 시스템은 전송설비와 전송로로 구성된 수리가능(repairable)한 시스템으로, 설비 신뢰도는 설비의 총 운용시간에 대하여 요구되는 기능이 정지하는 확률 즉 불가동율로 평가가 가능하다. 불가동율은

$$\text{불가동율} = \frac{\text{총고장시간}}{\text{총가동시간}} = \frac{\text{MTTR}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \approx \frac{\text{MTTR}}{\text{MTBF}}$$

로 표시되며, 어떤 시간 범위내에서 설비가 비정상상태에 있는 확률로서 신뢰도와 보전도를 포함하는 개념이다.

이러한 불가동율로서 설비 신뢰도를 평가하기 위해서는 설비의 장애 범위 및 신뢰도 평가 기본단위에 대한 정의가 선행되어야 한다. 그 이유는 전력 통신설비가

- 설비종류, 기종 및 구성내용이 다종다양
- 기종별 수용회선의 용량이 상이
- 설비고장 및 작업 등 설비 기능정지 원인 다양
- 설비에 따라 부위별 리던던시(redundancy) 부여로 설비 장애가 직접적인 회선정지와 무관

등의 특징을 가지고 있기 때문이다.

설비 기능정지 원인은 크게 설비고장과 설비작업으로 구분되며, 설비고장에도 회선 정지를 유발하는 고장과 회선이 유지되는 고장으로 분류할 수 있다. 여기에서 설비 작업은 고유 신뢰도와 관계없는 인위적인 기능정지로 회선 신뢰도 평가시 고려 대상이며, 회선정지와 무관계한 설비고장은 궁극적으로 설비에 요구되는 기능을 수행하는 경우로 설비장에 분석시 예비장애로 처리하고 설비 신뢰도의 평가에는 제외시키는 것이 타당하다. 따라서 설비의 장애 범위를 회선정지를 일으키는 설비 고장을 기준으로 하고, 신뢰도 평가 단위는 설비의 종류 및 용량을 고려하여 설비별 기본 전송단위로 한다.

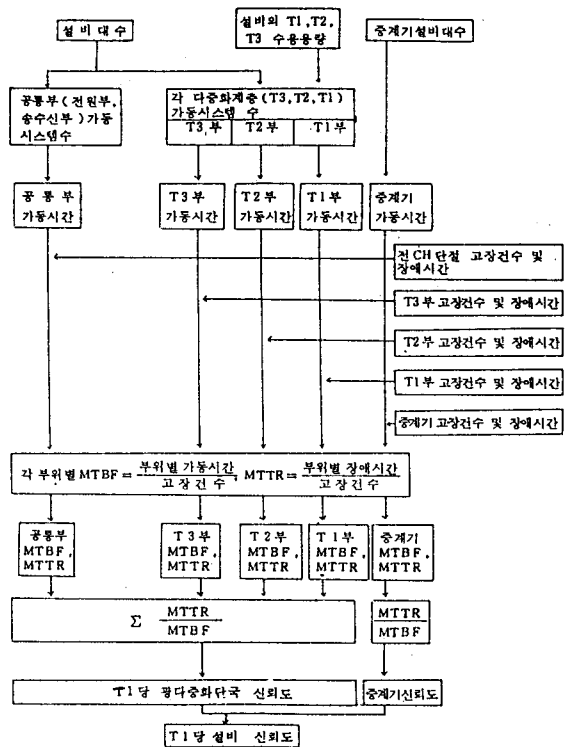


그림 2. 광통신설비 신뢰도 산출 Flow chart

### 3. 설비별 신뢰도 산출 방법

#### 3.1 광통신 설비

##### 3.1.1 신뢰도 산출 방법

전력통신의 기간 전송망으로 사용되고 있는 광통신 설비는 T1(24CH), T2(96CH), T3(672CH), T3C(1344CH) 등으로 여러 회선이 다중화되어 있고, 가종별 구성 내용이 다양할 뿐 아니라, 각 기종별 수용회선의 용량도 상이하기 때문에 최종적인 신뢰도는 광통신 설비의 기본 전송단위인 T1 (DS1)당 불가동율로 평가한다.



그림 1. 광통신 시스템 표준 모델

광통신 설비신뢰도는 그림 1에서 보는 바와 같이 각 다중화계층 즉 T1부, T2부, T3부의 불가동율과 광단국장치, 전원부 등의 공통부 불가동율로 구할 수 있으며, 이러한 신뢰도 산출 Flow-Chart는 그림 2와 같다. 따라서 광통신 설비의 신뢰도(불가동율)는

$$\text{○ 다중화단국 불가동율} = \text{공통부 불가동율} + \text{T3부 불가동율} + \text{T2부 불가동율} + \text{T1부 불가동율}$$

$$\text{공통부 불가동율} = \frac{\text{공통부 MTTR}}{\text{공통부 MTBF}}, \text{ T3부 불가동율} = \frac{\text{T3부 MTTR}}{\text{T3부 MTBF}}$$

$$\text{T2부 불가동율} = \frac{\text{T2부 MTTR}}{\text{T2부 MTBF}}, \text{ T1부 불가동율} = \frac{\text{T1부 MTTR}}{\text{T1부 MTBF}}$$

$$\text{○ 중계기 불가동율} = \frac{\text{중계기 MTTR}}{\text{중계기 MTBF}}$$

와 같이 구해지며, 그림 1.의 모델회선 신뢰도는

$$\begin{aligned} \text{모델회선 신뢰도} &= 2 \times (\text{공통부 불가동율} + \text{T3부 불가동율} \\ &+ \text{T2부 불가동율} + \text{T1부 불가동율}) \\ &+ \text{중계기 불가동율} + \text{전송로 불가동율} \end{aligned}$$

와 같이 계산된다.

##### 3.1.2 150km 전송 회선 신뢰도

광통신 설비는 지역 중심간의 간선 계통 위주로 구축되어 장거리 회선이 많고, 설비의 설치 사업소간 거리가 대부분 30km이내 이므로, 무중계 전송거리를 30km로 하여 그림 3. 과 같이 150km의 모델회선을 설정하였다.

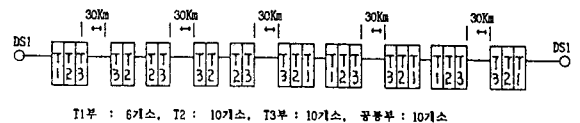


그림 3. 광통신설비 150km 전송모델 회선도

단 이 경우 전제 조건은 4중계로 하여 중계국의 구성은 T2중계 2개소, T1중계 2개소로 하였다. 따라서 모델 회선의 신뢰도는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{모델회선 신뢰도} &= \text{공통부 불가동율} \times 10 + \text{T3부 불가동율} \times 10 \\ &+ \text{T2부 불가동율} \times 10 + \text{T1부 불가동율} \times 6 \\ &+ \text{전송로 불가동율}(150\text{km}) \end{aligned}$$

### 3.2 케이블 반송 설비

전력통신의 중요 지선망에 많이 사용되고 있는 케이블 반송설비는 통화로수가 12CH로 다중화 계층이 적고, 장거리 회선을 구성할 경우 약 10km마다 중계기의 구성을 필요로 하기 때문에 CH부, 공중부, 중계기로 구성되는 그림 4.과 같은 회선 구성을 표준 모델로 설정하여 회선당 불가동율로 평가한다.



그림 4. 케이블 반송설비 표준 모델

단국장치 신뢰도는 CH부와 공중부의 불가동율에 의해서 구해지며, 표준 전송 모델의 회선당 신뢰도는 회선 구성에 따른 각 전송장치별 불가동율에 의해 계산할 수 있다. 이러한 케이블 반송설비의 신뢰도 산출 Flow-Chart를 그림 5.에 나타내었다. 따라서 설비 신뢰도(불가동율)는

○ 단국장치 불가동율 = 공중부 불가동율 + CH부 불가동율

$$\text{공중부 불가동율} = \frac{\text{공중부 MTTR}}{\text{공중부 MTBF}}, \text{CH부 불가동율} = \frac{\text{CH부 MTTR}}{\text{CH부 MTBF}}$$

○ 중계기 불가동율 =  $\frac{\text{중계기 MTTR}}{\text{중계기 MTBF}}$

와 같이 구해지며, 모델 회선의 회선 신뢰도는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{모델회선 신뢰도} = \text{공중부 불가동율} \times 2 + \text{CH부 불가동율} \times 2 + \text{중계기 불가동율} + \text{전송로 불가동율}(20\text{km})$$

### 3.3 전력선 반송 설비(첨가선 반송 포함)

전력선 반송 및 첨가선 반송설비는 다중화 계층이 적고 옥외설비(결합장치)를 필요로 하기 때문에 CH부,공중부,옥외설비(결합장치)로 구성되는 그림 6.과 같은 회선구성을 표준모델로 설정하여 회선당 불가동율로 평가한다.

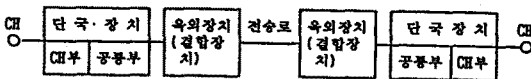


그림 6. 전력선(첨가선) 반송설비 전송 모델 회선도

설비 신뢰도는 그림 5.와 동일한 방법으로 구하면

○ 단국장치 불가동율 = 공중부 불가동율 + CH부 불가동율

$$\text{공중부 불가동율} = \frac{\text{공중부 MTTR}}{\text{공중부 MTBF}}, \text{CH부 불가동율} = \frac{\text{CH부 MTTR}}{\text{CH부 MTBF}}$$

○ 옥외장치 불가동율 =  $\frac{\text{옥외장치 MTTR}}{\text{옥외장치 MTBF}}$

와 같고, 모델 회선의 신뢰도는 다음과 같이 계산된다.

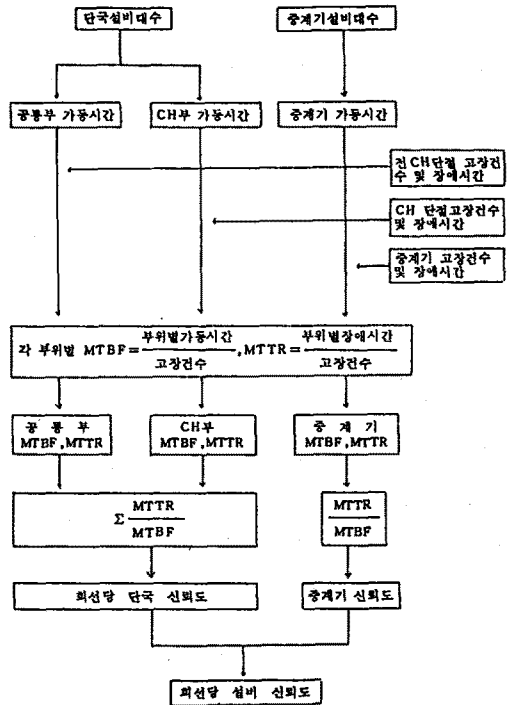


그림 5. 케이블 반송설비 신뢰도 산출 Flow chart

$$\text{모델회선 신뢰도} = \text{공중부 불가동율} \times 2 + \text{CH부 불가동율} \times 2 + \text{옥외장치 불가동율} + \text{전송로 불가동율}$$

### 4. 결 론

전력통신망의 신뢰도를 적정하게 유지하고 개선하기 위해서는 과학적이고 합리적인 평가분석을 통하여 계획 및 운용업무에 feedback하므로써 신뢰도 향상을 도모할 수 있다. 본 고에서는 이러한 전력통신망의 구성요소인 통신설비의 신뢰도를 설비기준, 구성 및 실장 내용에 관계없이 평가할 수 있는 통신설비의 신뢰도 산출기법을 제시하였다.

이와 같은 평가기법은 전력통신설비의 유지,운용,관리에 대한 체계적인 평가분석을 가능하게 하여 효율적인 설비관리와 더불어 고신뢰 통신망 유지에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] "Availability, MTBF and MTTR for Requirable M out of N system", IEEE, Trans. Rel, vol. R-30, No. 4, 1981
- [2] "System Reliability : evaluation & prediction in engineering" Springer-Verlag
- [3] "A simple method for Reliability Evaluation of a Comm. System", IEEE Trans., pp563-566, 5. 1975
- [4] "전력용 광통신 시스템" 전기협동연구 제39권 5호, 1983