

## A Study on the Real Condition and Life Time of the RCD

김종민\* · 최명일\* · 김영석\*\* · 방선배\*\* · 송길목† · 서정열\*\*\*

(Chong-Min Kim · Myeong-Il Choi · Young-Seok Kim · Sun-Bae Bang · Kil-Mok Shong · Jung-Youl Seo)

**Abstract** - In this study, an analysis of the used RCD's condition is conducted to assess the effect on environment of installation area, terms of use, corrosion, contamination etc. According to KS C 4613, the used RCDs were tested to get date which is the RCD's life time. And then, the date is analysed using Minitab which is a statistical program for reliability analysis. As a result, The RCD's MTTF for the all samples is 12.7±0.23 years. and the MTTF of RCDs which are used indoor area is 12.9±0.34 years, the MTTF of RCDs which are used outdoor area is 11.9±0.30 years. Futhermore, the MTTF of RCDs which are used in dry area is a 13.1±0.26 years, the MTTF of RCDs which are used in dust area is 13.0±0.57 years, the MTTF of RCDs which are used in moisture area is 8.4±0.77 years.

**Key Words** : RCD, Life Time, Weibull Distribution, MTTF, Minitab

### 1. 서 론

누전차단기(漏電遮斷器, Residual Current-operated Protective Device, RCD)는 기기가 설치되어 있는 대지에 누설되어 흐르는 누설전류를 신속히 검출, 차단함으로써 인체의 감전사고를 방지하고 누설전류에 의해 발생하는 기기 및 선로의 열화로 인한 화재를 억제하기 위해 저압 교류가 공급되는 대부분의 부하회로에 설치 운용되고 있다. 국내에서는 1970년대부터 저압전로에는 인입구 보호장치로서의 누전차단기가 법적으로 규정되어 사용되었으며 장기사용 및 노후로 인한 고장이 증가하고 있다[1-4]. 또한, 전기시설물의 경우 옥외에 노출된 가로등, 보안등, 임시전력설비, 입간판 등의 경우 충전부가 방치되어 분전함 등의 보호설비에 내장되지 않고 사용함으로써 보호 장치의 성능을 저하시키는 요소로 작용한다. 하지만 차단성능에 대한 오동작 가능성이 검증되지 않은 상태에서 일률적, 영구적으로 사용함에 따라 전기재해의 원인이 되는 것으로 나타나 있다. 누전차단기의 경우 사용기간이 길어질수록 내부소자의 변형 또는 변성이 가속화 되는 것으로 보고되고 있으나 이에 대한 성능평가 또는 교체주기가 마련되어 있지 않아 현실적으로 저압설비를 보호하는 데는 어려움이 많은 게 현실이다. 일본 전기공업협회의 자료에 의하면, 교체추천시기를 약 10~15년으로 정의하고 있지만 국내에서는 아직까지 누전차단기에 대한 교체주기에 관한 연구결과는 발표된 자료가 없다.

\* 정 회 원 : 전기안전연구원 주임연구원  
 \*\* 정 회 원 : 전기안전연구원 선임연구원 · 공박  
 † 교신저자, 정회원 : 전기안전연구원 책임연구원 · 공박  
 E-mail: natasder@naver.com  
 \*\*\* 정 회 원 : 숭실대학교 전기공학과 석사과정  
 접수일자 : 2010년 8월 30일  
 최종완료 : 2010년 9월 29일

따라서 본 논문에서는 국내 전 지역을 대상으로 하여 사용되어진 누전차단기를 수거하여 누전차단기의 사용환경 및 사용위치에 따른 고장여부를 판단하고 차단기 수명을 통계 분석프로그램인 미니탭(minitab, USA)을 이용하여 분석하였다. 본 연구는 차단기 개발과 현장에서의 전기재해 감소를 위한 중요한 자료로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

### 2. 누전차단기 실태조사 및 성능시험

본 연구에서는 AC 220V, 30A, 2P(30mA/0.03s) 누전차단기 757개를 전국 각 지역에서 수거하여 사용기간, 수용가 구분, 사용장소, 설치장소, 환경조건 및 사용부하를 파악하고 차단기 외함상태, 핸들, 오염상태, 접속단자 부식상태, 전기적 부식으로 인한 도전로 발생 및 나사풀림 등에 대해 조사를 하였다. 수거된 누전차단기는 육안점검을 통해 차단기의 외형의 변형상태를 조사하였으며, 트립버튼 시험을 실시하여 기계적 고장유무를 판단하였으며 전기적 성능 시험을 위해 누전차단기 정격감도전류 30mA에 따른 동작시간 0.03초 동작유무 시험을 실시하였다. 또한 뇌임펄스 내전압 시험을 실시하여 최종적으로 고장을 판단하였다[5-7].

#### 2.1 누전차단기 실태조사 및 분석

##### 2.1.1 설치환경 실태분석

수거되어진 누전차단기 사용기간에 대한 조사결과 그림 1과 같이 63%가 10년이 초과하여 사용되어진 차단기였으며 이중 15년이 초과된 차단기가 전체의 38%를 차지하고 있다. 설치위치는 옥내 39%, 옥외 61%였으며, 옥외 차단기에는 옥외 우선내, 옥외 우선외 차단기를 모두 포함하고 있다. 실태조사 결과 아직도 많은 차단기가 옥외 노출로 설치되어 사용되고 있음을 알 수 있었다. 설치지역별로는 도심지, 농어촌 지역이 97.0%로 대부분을 차지하고 있으며 이중 주택

이 78.9%, 농사용 12.6% 상가 6%, 기타가 2.5%에 해당하는 차단기에 대해 평가하였다.

차단기 설치환경은 그림 4와 같이 건조지역 76%로 대부분이었으며 분진 16%, 습기 8%를 차지하였다. 전원측, 부하측 접속단자 부식 정도도 파악결과 그림 5와 같이 상태가 좋은 것은 64%이고, 양단부식 24%, 전원측 부식 6%, 부하 부식 6%를 차지하였으며 옥외 노출로 인한 단자 부식이 많음을 알 수 있었다. 전원측, 부하측에 관한 오염상태는 그림 6과 같이 정상이 58%로 과반수 이상을 차지하고 있으나 분진 40%, 기름 2%를 차지하고 있다. 차단기가 옥외에 많이 설치되어 있어 쉽게 분진에 노출되고 또 자외선에 의한 열화, 기후 환경에 의한 열화로 차단기의 상태가 좋지 않음을 알 수 있다.

그림 7은 차단기 외함 상태에 대한 조사결과로 양호 70%, 부식 18%, 파손 12% 순으로 나타났다. 그림 8은 차단기 스위치(핸들)부분에 대한 조사결과 정상 79%, 개폐불가 9%, 동작불량 7%, 균열 5% 차지하고 있어 재질의 보완이 필요한 것을 알 수 있다. 또한 전원측, 부하측 나사 상태에 대한 조사결과 정상이 67%를 차지하고 있고 부식 22%, 분실 11%를

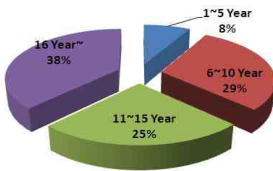


그림 1 사용기간  
Fig. 1 Terms of use, year

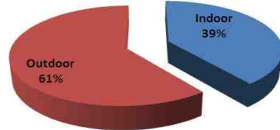


그림 2 설치위치  
Fig. 2 Installation locations

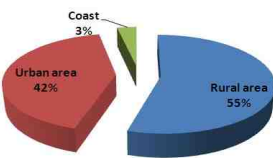


그림 3 설치지역  
Fig. 3 Installation area

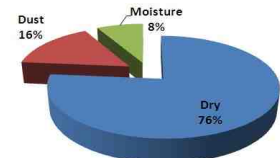


그림 4 설치환경  
Fig. 4 Environment of installation area

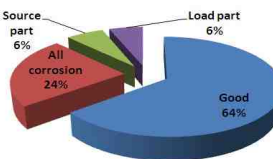


그림 5 부식정도  
Fig. 5 Condition of corrosion

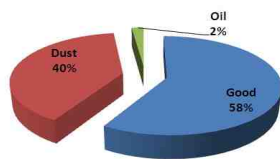


그림 6 오염도  
Fig. 6 Contamination

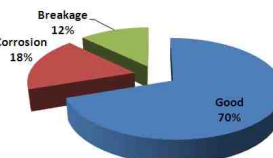


그림 7 차단기 외함상태  
Fig. 7 Housing condition

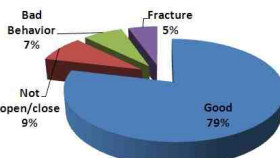


그림 8 스위치(핸들)부분 상태  
Fig. 8 Handle condition

차지하였다. 누전차단기 수거를 위해 교체 후 보관 상태에서 나사를 분실 한 경우도 포함되었을 것으로 추측된다.

2.1.2 누전차단기 성능시험 및 분석

수거된 누전차단기 샘플은 트립장치의 고장여부를 판정하기 위하여 누전차단기에 정격전압 220V를 인가한 상태에서 테스트 버튼에 의한 차단기 트립시험을 실시하였다[7,8]. 트립시험 결과 43.1%가 정상이었으며 그림 9와 같은 추세를 가지고 있다. 트립시험 결과를 이용하여 사용기간에 따른 성공률에 대한 추세선을 구하였으며, 트립시험에서 약 50%가 실패(고장)할 확률은 대략 7.5년인 것으로 산출되었다. 이는 현상적인 방법에 의한 것으로 정밀한 분석을 위해 신뢰성 분석프로그램이 이용되었다.

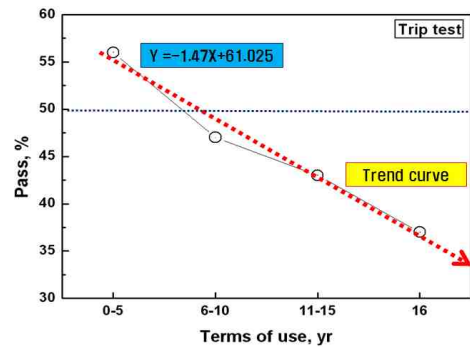


그림 9 트립시험 결과  
Fig. 9 Result of trip test

누전차단기의 누전트립 동작시간 시험을 위해 누전차단기 시험기(C.A 6030, CHAUVIN ARNOUX, Fr)를 이용하여 30 mA에 누전을 발생시켜 동작시간을 측정하였다.

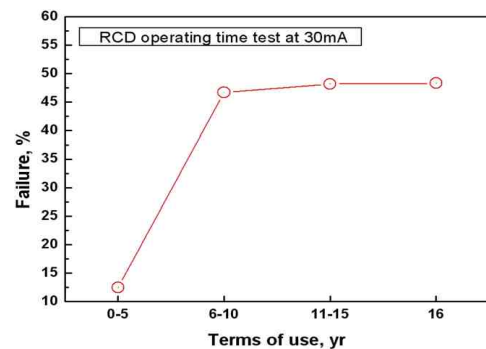


그림 10 누전트립 동작시간시험  
Fig. 10 Operation time test at 30mA

측정결과 그림 10과 같이 누전차단기의 사용기간이 약 7.5년의 경과되면 동작시간에 대한 차단기 트립 실패율이 급격히 증가하는 것을 알 수 있다. 앞선 테스트 버튼을 이용한 트립시험에서의 결과와 유사하며, 산화부식과 같은 외부환경 요인에 의한 차단기기의 내부 회로도 열화가 급격해져 실패율이 증가하는 것으로 사료된다.

누전차단기의 정격 부동작 전류는 정격 감도전류의 50% 이상으로 하고, 정격 감도전류가 10mA 이하인 것은 60% 이상이

적용된다[7,8]. 감도전류 시험결과 그림11와 같으며 감도전류 이하에서 동작하는 비율은 16.5%이하로 측정되었다. 대부분의 차단기는 기준치 이내에서 동작하는 것을 확인하였다.

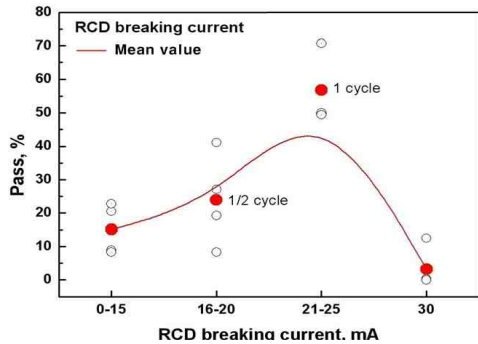


그림 11 감도전류시험  
Fig. 11 Breaking current test

뇌임펄스 내전압 시험은 낙뢰와 같이 뇌방전시에 발생하는 뇌찌지나 개폐기의 조작에 의해 발생하는 개폐 찌지에 대해 누전차단기가 오동작이나 손상이 있는 가를 시험하는 항목으로 국내 누전차단기 규격인 KS C 4613에 제시되어 있다. KS C 4613에서는 누전차단기의 이극단자 간과 충전부와 외함 간에 7kV의 1.2/50 μs 뇌임펄스 전압을 정, 부 각각 3회 인가하도록 규정되어 있다.

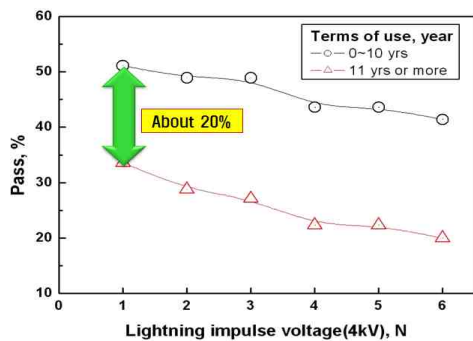


그림 12 뇌 임펄스 내전압시험  
Fig. 12 Lightning impulse voltage test

본 연구에서는 찌지 발생기(LSS-6030)을 이용하여 규정보다 낮은 시험전압인 4kV로 시험을 실시하였으며 시험결과 그림 12와 같이 10년 이내의 제품보다 10년이 초과된 제품에서 약 20% 정도 높은 시험 실패율을 보였다. 누전차단기는 충격파로부터 내부회로를 보호하기 위해 찌지 보호소자(MOV : Metal Oxide Varistor)내장하고 있는데 MOV는 시간이 경과됨에 따라 열화되기 때문에 10년이 초과된 누전차단기에서 실패율이 증가한 것으로 판단된다.

### 3. 누전차단기 교체주기 검토

#### 3.1 누전차단기 교체주기 검토 방법

누전차단기의 교체주기를 결정하는데 있어 미니탭을 이용하여 수거된 누전차단기의 신뢰성 분석을 실시하였다. 미니

탭은 1972년 미국 펜실베이니아 주립대학에서 통계용 프로그램으로 개발되어 사용되어졌으며, 국내에서 가장 보급도가 높은 수명자료 분석용 통계 소프트웨어이다. 저압차단기 757개에 대한 수명자료를 이용하여 수명 분포를 결정하는데 있어서는 Anderson-Darling 적합도 검정법을 사용하였다. 미니탭을 사용하여 A-D값을 얻어낼 수 있으며 A-D 통계량 값은 확률지에 나타난 점과 이들을 적합한 직선의 대응점, 또는 경험적 누적분포함수와 이론적 분포함수의 차이를 측정하는 값이며, 분포의 꼬리 부분에 큰 가중치를 가지도록 하여 적합한 직선과 그래프에 표시된 점과의 가중된 제곱 거리(Weighted Squared Distance)를 구한 값이다. 즉, 수명자료를 대상으로 분포적합 시 후보 분포 중에서 더 적은 A-D 통계량 값을 가지는 분포가 적합하다는 것을 의미한다. 누전차단기의 수명자료를 분석해 보았을 때 고장이 발생된 완전자료와 고장이 발생되지 않은 불완전 자료가 섞여 있어 분석을 위해 수명자료 중 수거된 누전차단기가 시기 안에 고장이 나지 않은 상황을 임의 관측 중단이라고 가정했을 때 모수적 추정방법을 이용하였다.

모수적 추정방법에는 최소제곱법과 최대우도법(MLS : Maximum Likelihood Estimation)이 있는데 최소제곱법은 소표본 또는 관측중단이 클 경우 적합하며 일반적으로 최대우도법이 최소제곱법 보다 우수한 정밀도를 제공하므로 모수 추정법은 최대우도법을 사용하였다[9]. 그림 13은 데이터 분석 순서도이다.



그림 13 데이터 분석 순서도  
Fig. 13 Flow of data analysis

#### 3.2 수명분포 적합함수 선정

그림 14는 수거된 누전차단기 전체 757개에 대한 분포적합성 그래프이며, 그림에서 확인할 수 있듯이 와이블분포의 A-D값은 5.47, 로그정규분포 36.20, 지수분포 78.57, 정규분포 2.04이다. 정규분포와 와이블분포의 A-D값이 최소치이며 근사하나 수명평가 분석에서는 와이블분포가 더 적합하므로 와이블분포를 사용하였다[9]. 그림 15는 전체샘플에 대한 와이블분포 특성을 개략적으로 보여주는 것으로 확률밀도함수, 와이블 분포, 생존함수, 위험함수를 확인할 수 있다. 와이블분포의 형상모수(m)는 2.15로 1보다 큰 IFR(Increasing Failure Rate)로 고장률이 시간에 따라 증가하며, 척도모수는 14.33이다. 그리고 와이블분포 분석으로 얻어 낸 평균고장시간(MTTF: Mean Time To Failure)은 12.7년으로 표준오차 0.23으로 산출되었다. 차단기가 10% 고장이 발생하는 시간인 B<sub>10</sub>은 5.0년이다.

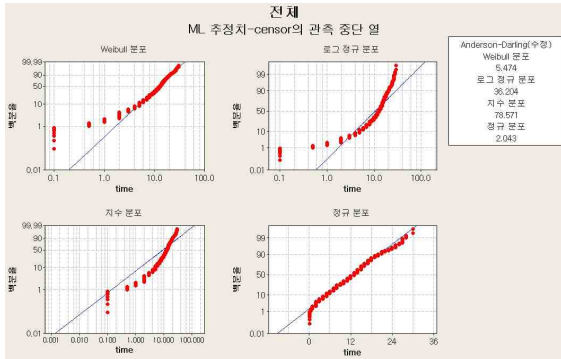


그림 14 분포적합성(전체)  
Fig. 14 Suitability of distribution(all)

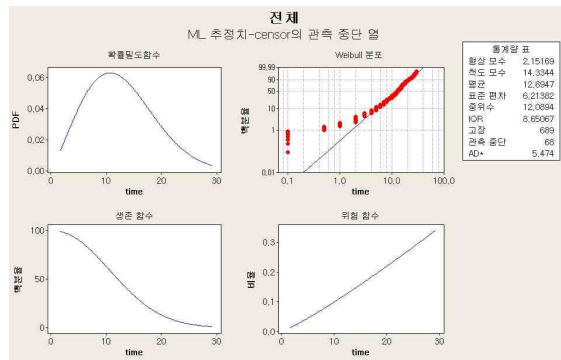
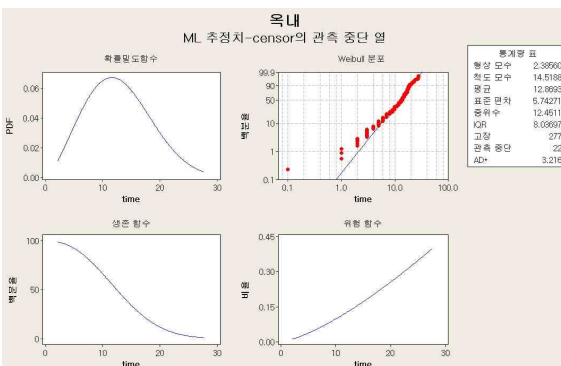


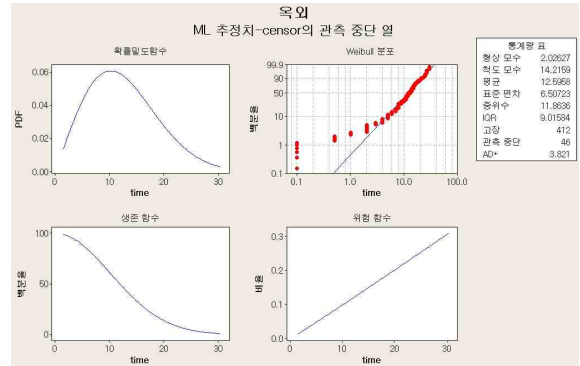
그림 15 와이블 분포(전체)  
Fig. 15 Weibull distribution(all)

### 3.3 설치위치에 따른 누전차단기 평균고장시간

그림 16 (a)은 수거된 누전차단기 샘플 중 옥내에서 사용되어진 샘플에 대해 분석된 자료이다. 와이블분포의 형상모수(m)는 2.39로 1보다 큰 IFR로 고장률이 시간에 따라 증가하며, 척도모수는 14.52이다. 그리고 와이블분포 분석으로 얻어 낸 MTTF는 12.9년으로 표준오차는 0.34이다. 그림 16 (b)은 수거된 누전차단기 샘플 중 옥외(우선내+우선외)에서 사용되어진 샘플에 대해 분석한 자료이다. 와이블분포의 형상모수(m)는 2.02로 1보다 큰 IFR로 고장률이 시간에 따라 증가하며, 척도모수는 14.22이다. 그리고 와이블분포 분석으로 얻어 낸 MTTF는 11.9년으로 표준오차는 0.29이다. 옥내, 옥외에서 사용되어진 누전차단기의 MTTF는 0.99년의 차이를



(a) 옥내



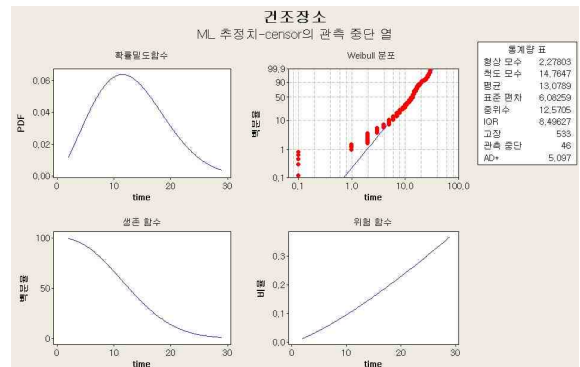
(b) 옥외

그림 16 와이블 분포 (설치위치별)  
Fig. 16 Weibull distribution(Locations)

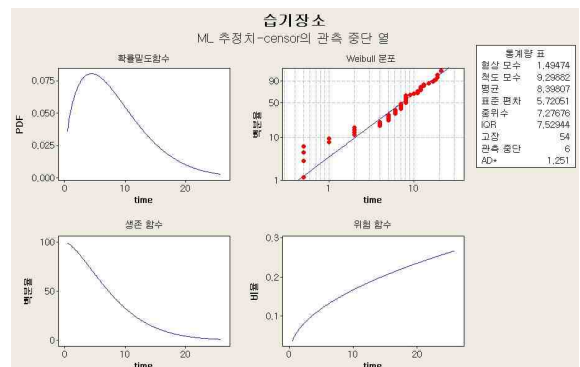
보였다. 옥외에 설치되어 있는 누전차단기의 경우 분진에 많이 노출되고 또 자외선에 의한 열화, 기후 환경에 의한 열화로 차단기 수명이 단축되고 있는 것으로 사료된다.

### 3.4 설치환경에 따른 누전차단기 평균고장시간

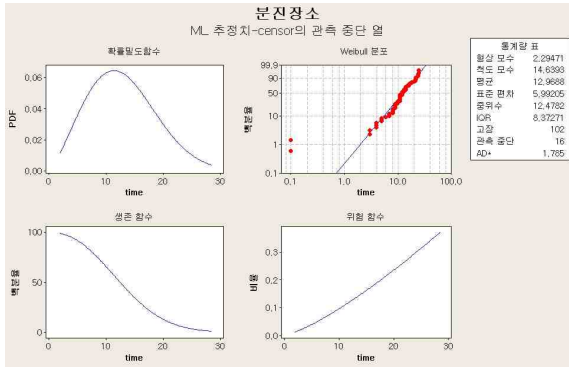
그림 17은 누전차단기 샘플의 설치환경에 따라 분류하여 와이블 분포특성에 의해 분석된 자료이다. 그림(a)는 건조한 장소에서 사용되어진 누전차단기로서 와이블분포의 형상모수(m)는 2.29으로 1보다 큰 IFR로 고장률이 시간에 따라 증가하며, 척도모수는 14.76이다. 그리고 와이블분포 분석으로 얻어 낸 MTTF는 13.1년으로 표준오차는 0.26이다. 그림(b)는



(a) 건조장소



(b) 습기장소



(c) 분진장소

그림 17 와이블 분포 (설치환경별)

Fig. 17 Weibull distribution(Environment)

습기장소에서 사용되어진 누전차단기 샘플의 와이블분포이며 형상모수(m)은 1.49로 1보다 큰 IFR로 고장률이 시간에 따라 증가하며, 척도모수는 9.30이다. 그리고 와이블분포 분석으로 얻어 낸 MTTF는 8.4년으로 표준오차는 0.77이다. 그림(c)는 분진장소에서 사용되어진 누전차단기 샘플의 와이블분포이며 형상모수(m)는 2.29로 1보다 큰 IFR로 고장률이 시간에 따라 증가하며, 척도모수는 14.64이다. 그리고 와이블분포 분석으로 얻어 낸 MTTF는 13.0년으로 표준오차는 0.57이다. 설치환경에 따른 누전차단기 샘플에 대한 MTTF는 습기장소에 사용되어진 누전차단기가 건조장소에서 사용되어진 누전차단기에 비해 약 4.7년 정도의 수명차이를 보였으며, 분진장소에서 사용되어진 누전차단기는 약 0.1년 정도의 수명차이를 보였다. 이는 누전차단기의 환경적 열화인자 중 습도에 의한 영향이 누전차단기의 수명에 매우 큰 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다. 표 1은 설치위치, 설치환경에 따른 와이블분포의 분석을 비교해 놓은 것이다.

표 1 누전차단기 와이블 분포 비교

Table 1 Classification of Weibull distribution

구분	A-D	형상모수 (m)	고장률 형태	척도 모수	MTTF (년)	B <sub>10</sub>	
전체	5.47	2.15	IFR	14.33	12.7	5.0	
설치 환경	건조	5.10	2.28	IFR	14.76	13.1	5.5
	습기	1.25	1.50	IFR	9.30	8.4	2.1
	분진	1.79	2.30	IFR	14.64	13.0	5.5
설치 위치	옥내	3.22	2.39	IFR	14.52	12.9	5.7
	옥외	4.67	2.02	IFR	14.22	11.9	4.2

4. 결 론

본 논문에서는 현장에서 사용되어진 누전차단기를 수거하여 누전차단기의 설치환경 및 누전차단기 상태 등에 대한 실태 분석을 실시한 후 각 차단기에 대해 트립시험, 누전트립 동작시간시험, 뇌 임펄스 내전압시험, 감도전류 시험을 통해 고장유무를 판단하였다. 그리고 시험을 통해 확보된

누전차단기의 수명데이터를 이용하여 신뢰성 분석을 실시하였다.

(1) 누전차단기가 아직도 옥외에 많이 설치되어 있어 쉽게 분진에 노출되고 또 자외선에 의한 열화, 기후 환경에 의한 열화로 차단기의 상태가 좋지 않음을 알 수 있다.

(2) 트립시험, 누전트립 동작시간 시험 결과 수거된 누전차단기에서는 약 50%가 실패할 확률은 약 7.5년 정도로 산출되었다.

(3) 뇌임펄스 내전압 시험결과 10년 이내의 제품보다 10년이 초과된 제품에서 약 20% 정도 많은 시험 실패율을 보였다.

(4) 신뢰성 분석을 통해 얻어 낸 MTTF는 전체 누전차단기 대해서는 12.7년이었으며, 설치위치에 따른 MTTF는 옥내의 경우 12.9년, 옥외의 경우 11.9년으로 약 1.0년 정도의 수명차이를 보였다. 또한 설치환경에 따른 MTTF는 습기장소에 사용되어진 누전차단기가 건조장소에서 사용되어진 누전차단기에 비해 4.7년의 수명차이를 보였으며, 분진장소에서 사용되어진 누전차단기는 0.1년의 수명차이를 나타냈다. 이는 누전차단기의 환경적 열화인자 중 습기가 누전차단기의 수명에 매우 큰 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있으며, 옥외에 설치되어 있는 누전차단기의 경우 분진에 많이 노출되고 또 자외선에 의한 열화, 기후 환경에 의한 열화로 차단기 수명이 단축되고 있는 것으로 판단된다.

이와 같은 연구결과를 활용하여 전기설비 정기점검 및 검사시 교체주기 이상이 된 누전차단기에 대해서는 전기안전 관리자가 구두통보, 교체권고, 불량통보 등의 단계를 적용하여 사전에 누전차단기를 교체사용하면 누전차단기의 오동작 및 불량에 의해 발생하는 전기제해를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 지식경제부 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

(No. 2008T100100429)

참 고 문 헌

[1] M. Capelli-Schellpfeffer, M. Toner, "Advances in the Evaluation and Treatment of Electrical and Thermal Injury Emergencies", IEEE Trans, Ind. appl., Vol.31, No.5, pp.1147~52, 1995

[2] 이재복 외 4명, "누전차단기의 뇌찌지 동작특성 분석 및 오동작 대책", 2002 KIEE Vol. 5, No. 10, pp.479-484, 2002.

[3] 유재근, 이상익, 전정재, "자가용 수용가에서 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 조사연구", Journal of KIEE, Vol. 19, No. 2, pp.87-93, 2005. 03.

[4] 한국전기안전공사, "전기제해통계분석", 제18호, 2009. 12.

[5] 김언석, 한운탁, 김봉성, 정종일, 정병하, 김재철, "누전차단기의 충격과 부동작 특성과 EMC 성능 비교분석", 2003 KIEE 추계학술논문집, pp.319-323, 2003. 11.



- [6] 이복희, 이승철, 김찬오, “뇌임펄스전압에 대한 30[A]용 고감도형 누전차단기의 오동작에 대한 특성의 해석”, Journal of KIIEE Vol. 11, No. 6, pp.96-103, 1997. 11.
- [7] KS C 4613, “누전차단기”, 기술표준원, 2009.
- [8] KS C IEC 61009-1, “가정용 및 이와 유사한 설비의 과전류 보호용 누전 차단기”, 기술표준원, 2002.
- [9] 서순근, “Minitab 신뢰성 분석”, 이레테크, 2009. 2.

## 저 자 소 개



**김 종 민 (金 鍾 旻)**

1972년 7월 18일생. 1998년 전북대학교 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년~현재 전기안전연구원 주임연구원.

Tel : 031-580-3063

Fax : 031-580-3111

E-mail : cmkim@kesco.or.kr



**최 명 일 (崔 明 日)**

1975년 5월 30일생. 2002년 창원대학교 전기공학과 졸업. 2004년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년~현재 전기안전연구원 주임연구원.

Tel : 031-580-3065

Fax : 031-580-3111

E-mail : ken2003@kesco.or.kr



**김 영 석 (金 榮 錫)**

1974년 4월 27일생. 1996년 2월 경상대학교 공대 전기공학과 졸업. 1999년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2001~2002년 야마구치대학 전기전자공학과 객원연구원. 2003년~현재 전기안전연구원 선임연구원

Tel : 031-580-3064

Fax : 031-580-3111

E-mail : athens9@naver.com



**방 선 배 (方 善 培)**

1968년 5월 18일생. 1994년 명지대 전기공학과 졸업. 2002년 강원대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2009년 동 대학원 졸업(박사). 2003년~현재 전기안전연구원 선임연구원.

Tel : 031-580-3062

Fax : 031-580-3111

E-mail : bsb1586@kesco.or.kr



**송 길 목 (宋 佶 穆)**

1967년 3월 31일생. 1994년 숭실대 전기공학과 졸업. 2003년 동 대학원 졸업(석사), 2007년 동 대학원 졸업(박사). 1996년 3월~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 책임연구원.

Tel : 031-580-3061

Fax : 031-580-3111

E-mail : natasder@naver.com



**서 정 열 (徐 正 烈)**

1982년 10월 19일생. 2005년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 현재 숭실대학교 대학원 전기공학과 석사과정.

Tel : 02-817-7966

Fax : 02-817-7961

E-mail : seojy@ssu.ac.kr