

**중전기 사용실태 현황 및 안전대책 방안에 관한 연구**

문 식\* , 이기택  
한국전기연구원

**Study on safety countermeasure way and using status of heavy electrical machinery and apparatus**

Moon sik\*, Lee ki taek  
(KERI)

**Abstract** - 우리나라에서 발생하는 전기선로의 사고에 대하여 한국전력공사, 한국전기안전공사 등의 기관에서 자료를 조사하고 수집하여 통계자료를 제공하는데 그 자료를 기초로 하여 제품의 불량으로 인한 사고를 조사한 결과 전체 전기선로 사고의 30~40%를 차지하고 있고, 제품불량의 원인으로서는 개발제품의 변형, 작업자 실수, 원재료 품질불량, 개발시험 미실시, 검수시험 일부항목 시험생략, 개발시험 후 규격변경내용에 대한 성능검증 미확인 등으로 분류할 수 있으며, 중전기 제품불량으로 인한 피해를 최소화 하기 위한 방안으로서 제품인증 업무 활성화, 전문분야별 기술교육 실시, 부품의 품질향상을 위한 연구개발, 수입품에 대하여 국산제품과 동일한 기준 적용 등의 방법을 제안하였다.

- M.Tr : OLTC(27%) > 붓싱(16%) > 방압변(16%) > 권선(13%) > 기타(28%)
- GIS : 절연과피(38%) > 메커니즘(28%) > 부동작(12%) > 기타(2%)
- CB : 메커니즘(36%) > 절연과피(33%) > 트립코일(11%) > 기타(20%)
- Relay : 내부소자(42%) > 오동작(20%) > 조립(11%) > 부동작(9%) > 기타(28%)
- 4) 사용기간별 고장분포 : 3년이하(54%) > 4~10년(36%) > 10년초과(10%)
- 5) 원인별 고장현황은 [표 1]과 같다.

**1. 서 론**

전기선로의 사고는 전력공급의 차단으로 이어지고 이것은 전력수요가 큰 지역일수록 그 파급효과가 크게 작용한다. 따라서 전기에너지를 사용하는 모든 지역에서는 정전사고를 최소화하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력의 일환으로 한국전력공사, 전기안전공사 등 관련기관에서는 전기선로 사고, 사용전 검사, 전기재해 통계조사 등 기관에서 집계할 수 있는 사고자료를 조사하여 통계적인 자료를 제공하고 있다. 본 연구에서는 여러 기관의 사고통계 가운데 제품불량으로 인한 사고를 중심으로 분석하고 원인별 대책을 마련하고자 하였다.

**2. 본 론**

전기선로의 사고는 제품불량에 의한 사고, 선로의 절연열화와 같은 노화에 의한 사고, 낙뢰와 같은 주변 환경에 의한 사고, 시공불량과 같은 작업자의 실수에 의한 사고로 크게 나눌 수 있다. 이 가운데 제품불량에 의한 사고는 분석 통계자료마다 약간의 차이는 있으나 전체 전기선로 사고의 30%~40% 정도가 제품불량으로 인한 사고에 해당되며, 제품불량의 현황은 다음과 같이 조사되었다.

**2.1 송변전설비의 고장발생 현황<sup>1)</sup>**

한국전력공사에서 1995년부터 2004년까지 10년간 조사한 송변전선로의 사고발생 기록 중 제품불량에 의한 사고를 중심으로 조사한 결과는 다음과 같다.

- 가. 송전설비 분야
  - 1) 고장원인별 점유율(전체 372건중 제품 제작불량 22건(6%))
    - 외물접촉(26%) > 뇌격(17%) > 화재(12%) > 풍우(11%) > 제작불량(6%) > 기타(28%)
  - 2) 기기별 고장 분포
    - 가공선로 : 애자(57%) > 급구류(43%)
    - 지중선로 : 케이블(46%) > 접속함(40%) > EBA(7%), EBG(7%)
  - 3) 선로별 제작불량 원인
    - 가공선로 : 애자파손 및 균열(57%) > 급구류 파단(43%)
    - 지중선로 : 절연과피(100%)
  - 4) 사용기간별 고장분포 : 3년이하(73%) > 10년 초과(16%) > 4~10년(11%)

- 나. 변전설비 분야
  - 1) 고장 원인별 점유율(전체 고장 1,012건중 제품 제작불량 314건(31%))
    - 제작불량(30%) > 경년열화(16%) > 작업과실(10%) > 외물접촉(9%) > 기타(35%)
  - 2) 기기별 제작불량 분포
    - GIS(25%) > Relay(21%) > CB(14%) > M.Tr(10%) > 기타(30%)
  - 3) 주요 기기별 제작불량 원인

**<표 1> 원인별 고장통계**

제작 불량	시공 불량	보수 불량	작업 과실	경년 열화	외물 접촉	오동작	고장 과급	기타	계
314	67	88	107	168	89	77	36	66	1012

**6) 변전기자재의 기자재별 제작불량 고장현황**

**<표 2> 자재별 제작불량 고장현황**

구분	고장건수	구분	고장건수
M.Tr	31	S.Tr	5
GIS	80	PNL	11
CB	44	C/H	2
DS	5	Cable	3
Sh.R	2	LPS	5
SC	15	NGR	2
CT	2	SCADA	8
PT	5	HVDC	14
Relay	65	기타	12
애자	3	계	314

**2.2 사용전검사 불량 현황<sup>2)</sup>**

한국전기안전공사에서 2005년 사용전 검사시 나타난 불량 현황은 다음과 같다.

- 가. 저압 수용가 부적합 분석(전체 38,846건 중 불량 1,404건(3.6%))중 발전설비(34%), 차단기 및 개폐기(25%), 배전반(24%), 인입선(17%)로 나타났고
- 나. 고압이상 수용가 부적합 분석(전체 38,846건 중 불량 3,024건(7.8%))중 접지시설(28%), 인입선(18%), 배전반(14%), 보호울타리 시설(7%), 충전부 이격거리시설(4%), 개폐기(5%), 변압기(5%), 차단기(3%), 피뢰기(3%), 변성기(2%), 퓨즈류(1%), 기타(10%) 분포로 형성되었다.

**2.3 전기재해 사고발생 현황<sup>3)</sup>**

한국전기안전공사에서 2005년 전기재해 통계분석을 실시하였는데 전체 사고 발생 5,076건 중 저압설비 3,888건(77%), 고압설비1,188건(23%)으로 조사되었으며 각각의 사고발생 현황과 사고원인별 설비 사고 발생현황을 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

- 가 저압설비 사고 발생현황(전체 사고발생 3,888건(77%))
  - 누전차단기(15%), 조명기기(12%), 배선용차단기(11%), 전동기

(10%), 옥내배선(9%), 마그네틱스위치(8%), 제어기기류(7%), 콘센트(5%), 기기배선(5%), 전열기계장치(3%), 가전기계장치(3%), 인입구배선(2%), 기타(10%)로

- 나. 고압설비 사고 발생현황(전체 사고발생 1,188건(23%))  
COS(22%), 개폐기(15%), 변성기 (12%), 변압기(12%), 전력퓨즈(8%), 인입가공선(7%), 인입케이ابل단달(4%), 피뢰기(4%), 차단기류(4%), 기타(12%)
- 다. 사고원인별 설비사고 발생현황(전체 사고발생  
절연불량(22%), 접촉불량(15%), 과부하(11%), 수해·수분(11%), 보호장치 오동작(7%), 부식·진동(7%), 작업자 과실(4%), 고조파 영향(1%), 기타(22%)

## 2.4 중전기 제조물책임법(PL)의 대표적 적용사례<sup>4)</sup>

한국전기산업진흥회에 의해 2004년부터 2005년까지 조사된 제조물 책임법 적용 사례로 나타난 대표적인 사례는 다음과 같다.

- 가. 변압기  
제작결함 에 따른 단락사고로 인하여 정전사고 발생
- 나. 개폐기  
개폐기의 가스누설에 따른 절연파괴로 인한 폭발사고 발생
- 다. 변성기  
변성기 오결선에 따른 폭발에 의한 화재사고 발생

## 2.5 공인인증시험 면제기업 사후관리 실태점검 결과<sup>5)</sup>

한국전기연구원이 2004년 상반기에 한국전기산업진흥회로부터 요청받아 실시한 공인인증시험 면제기업 사후관리 실태조사 결과, 전체 92 건 중 불합격이 61건(66%)을 차지하였는데, 불합격 내용을 살펴보면 내전압시험 설비용량 미달(52.4%), 시험설비 점검정 미필(19.7%), 관련규격 미보유(13.1%), 시험데이터 기록보관 미흡(4.0%), 재개발 시험 미필(4.0%), 현장시험 불합격(3.3%), 설비점검표 미흡(1.6%) 등으로 나타났다.

## 2.6 제품의 불량원인과 사례

중전기 제품의 불량 원인 중 개발시험(Type test)과 관련된 내용으로서 중요한 사례를 살펴본다면 [표 3]과 같다.

[표 3] 제품의 불량원인과 사례

No.	제품의 불량 원인	사례
1	기술의 발전에 따라 국제규격이 개정되고 있으나, 이에 대응하는 국내규격을 개정하지 못해서 제품의 결함을 발견하지 못하는 경우 발생	계전기의 EMC 시험항목이 최신규격인 IEC 60255 에서는 7개 항목을 규정하고 있으나 현재의 한국전기협동조합규격(KEMC 1120)은 2 항목 규정
2	제품규격은 개정되고 있으나, 제조업체에서 개정된 제품규격의 적용을 뒤로 미루는 경우 발생	IEC 62271-100(2003) 차단기 규격이 개정되었으나, 제조업체는 개정된 규격에 적합한 제품개발기간을 고려할 것을 요구하며 수년간 방치
3	개발시험을 필한 제조업체가 설계변경, 부품변경 등 제품의 특성이 변할 가능성이 있음에도 검증절차 없이 제품을 변형하는 경우 발생	중전기 제품중 다수의 제품이 개발당시의 제품과 차이가 있음

## 2.7 제품의 불량 원인 분류

위와 같은 사고의 원인제공과 관련한 제품불량의 요인은 개발제품의 변형, 작업자 불량, 검수시험시 일부항목 시험생략, 원재료 품질불량, 개발시험 미실시 등으로 분류할 수 있으며 좀 더 자세히 연구 분석한 결과 다음과 같은 원인으로 정리할 수 있다.

- 가. 개발제품의 변형 : 부품변경, 설계변경, 절연불량, 동작불량, 양산단계의 제품품질저하, 외부서지에 의한 오동작
- 나. 작업자 실수 : 오결선, 기기설치 불량, 이물질 포함, 수분침투, 조립불량, 작업과실, 시공불량, 보수불량 등
- 다. 원재료 품질불량 : 내부부품의 특성변화, 설치 후 절연내력 저하

- 라. 개발시험 미실시 : 계전기, 저압용 ATS, 저압차단기 등 단락 성능 및 특성 불량, 외부서지에 의한 오동작
- 마. 검수시험시 규격에는 있으나 일부항목 시험생략 : 설치 후 절연내력 저하, 부분방전시험 불량, 계전기 동작불량
- 바. 개발시험 후 규격변경내용에 대한 성능검증 미확인 : 계전기 EMC 시험항목 추가, 성능검증 미확인으로 오동작

## 3. 대 책

제품불량으로 인하여 전기선로에서 발생하는 사고에 대해서 그 원인을 분석하고, 원인별로 사고를 예방할 수 있는 방법을 마련한다면 다음과 같은 대책이 필요할 것으로 생각한다.

### 3.1 제품인증(KAS ; Korea Accreditation System) 업무 활성화

제품의 성능 검증 미실시, 부품변경, 설계변경, 제품규격의 개정 등으로 인한 사고 사례를 방지하기 위해서는 개발시험(Type test)을 실시하고 매년 주기적인 사후관리를 실시하는 제품인증(KAS) 업무를 아래와 같이 활성화하여 사고의 예방과 불량원인을 사전에 제거할 수 있을 것이다.

- 가. 제품인증의 적용규격 검토과정에서 최신규격을 적용
- 나. 사후관리 공장심사 때마다 제품규격의 개정에 대한 검토를 실시하고, 규격개정에 따른 성능검증을 실시
- 다. 사후관리 공장심사에서 최초 인증 당시의 제품과 동일성 여부를 확인하고, 제품의 변경에 대한 성능검증을 실시

### 3.2 전문분야별 기술교육 실시

제품불량으로 인한 사고 중 26%가 현장의 작업자 실수로 나타나는데 그 내용은 기기설치 불량, 조립불량, 시공불량, 오결선, 운전요원이 운전기술 미숙, 보수작업 불량 등이다. 또한, 전체적으로 사고의 비중이 높은 것은 제품의 절연파괴에 의한 것이므로 제품의 절연설계, 절연성능 검증 등에 대한 기술수준 향상이 필요하다. 따라서 제조업체에 근무하는 기술자, 제품설계, 시공, 운전, 점검을 담당하는 기술자를 위한 전문적 기술교육이 제품불량을 감소할 수 있을 것이다.

### 3.3 중전기기의 재료 및 부품의 품질향상 대책

중전기 재료 및 부품의 품질현황을 조사하고 재료 및 부품의 신뢰성 시험을 실시하여 취약한 재료 및 부품에 대해서는 연구개발을 통하여 재료 및 부품의 품질을 향상시킬 수 있을 것이다.

### 3.4 수입품에 대하여 국산제품과 동일한 기준 적용

국내에 유입되는 수입제품 가운데 검증되지 않은 제품이 사용되므로 전기선로의 사고를 발생시키는 경우가 있으므로 한국전기안전공사 등 관련기관에서는 수입품에 대하여 개발시험(Type test)을 유도하고 국산제품과 동일한 기준을 적용하여야 할 필요가 있다.

## 4. 결 론

중전기 제품불량으로 인한 피해를 최소화 하기 위한 방안으로서 제품인증 업무 활성화, 전문분야별 기술교육 실시, 부품의 품질향상을 위한 연구개발, 수입품에 대하여 국산제품과 동일한 기준 적용 등의 방법을 적용하고, 또한 개발시험(Type test)으로 검증되지 않는 제품에 대하여는 개발시험을 유도하고 주기적인 사후관리를 통하여 제품의 품질을 감시할 수 있다면 중전기기의 사고예방에 큰 기대를 걸 수 있을 것으로 판단된다.

## [참 고 문 헌]

- 1) 한국전력공사의 송변전기 제작 불량 고장분석('95~'04)
- 2) 한국전기안전공사의 사용 전 검사 불합격내용 분석('05)
- 3) 한국전기안전공사의 전기제해 통계분석('05)
- 4) 한국전기산업진흥회의 중전기 제조물책임법(PL) 적용사례('04~'05)
- 5) 한국전기연구원의 공인인증시험 면제기업 실태점검 분석('04 상반기)