

전기재해 분석 및 예방대책

전 준 만*, 이 은 웅**
한국전기안전공사*, 충남대학교**

The Analysis of Electrical Accident and its Preventive Measures

Jun-Man Jeon*, Eun-Woong Lee**
Korea Electrical Safety Corporation*, Chungnam National University**

Abstract - In the year 2002, 11,202 cases of electrical fires caused 462 casualties and about 58 billion won of physical damages. The electrical accidents alone caused victimized 854 people, including 87 deaths. at present, no detailed statistics about electrical fires is available. Also, there is no statistics about electric shocks and electrical equipment accidents. the electrical accidents are on the increase, proportional to the increase of electrical use. Therefore, a statistical analysis of electrical accidents is required to understand the situation and take measures to prevent similar accidents.

1. 서 론

매년 사용량이 크게 증가하고 있는 전기에너지는 경제 성장에 없어서는 안 되는 중요한 국가적인 에너지 자원이지만, 그에 비례하여 전기재해 역시 지속적으로 발생되고 전기재해 규모 또한 대형화 되어 가는 추세이다. 특히 전기로 인한 화재와 전기 감전재해로 사회적인 불안감을 조성하게 되고 나아가서는 전기관련업체와 기관 등이 국민으로부터 멀어지게 될 것이다. 1차적인 전기재해는 2차적인 전기설비의 정전사고로 파급되어 지고 이로 인한 손실은 커져만 갈 것이다. 현재 고도화된 산업화와 컴퓨터와 같은 정밀 전자기기 등과 같은 산업구조에서는 1차적인 원인에 의한 정전사고로 재산상의 피해가 엄청나게 증가하는 실정이다. 이러한 1차적인 전기재해를 분석하고 예방대책을 세워 손실을 최소화 하기위해 본 논문에서는 이러한 전기재해의 실태를 파악하고 분석한 전기재해 자료를 기초로 동종 및 유사사고의 재발을 방지하고 이에 대한 예방대책을 세워 전기재해로부터 국민의 재산과 생명을 보호하는 자료를 얻고자 한다. 재해 중에서 전기화재, 감전재해, 전기설비사고 등을 중심으로 고찰하여 전기재해에 대한 관심과 경각심을 갖게 하고 전기안전대책을 확보하는데 도움이 되는 기초 자료를 얻고자 한다.

2. 전기 화재

2.1 전기화재의 발생원인

현재 전기설비 등에는 여러 가지 보호대책을 강구함에도 불구하고 많은 전기화재가 발생하고 있으며 이 화재로 인하여 공장기동의 중단이나 귀중한 인명의 피해를 가져오거나 재산상의 피해를 입고 있다. 화재사고 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 전기화재는 그 발생원인이 과부하, 단락(합선), 절연불량에 의한 누전, 접촉부의 과열, 전기기기의 과열 등이 발생원인이 된다. 전기화재란 전류에 의한 발열체가 발화원인이 되는 화재의 총칭으로 전기화재의 발화는 발화원, 출화의 경과, 착화물 등의 과정으로 진행된다.

2.2 2002년 전기화재 발생 현황

2002년도에 발생한 전체 화재는 32,966건으로 전기 화재로 판명된 것은 9,513건으로 28.9%를 점유하고 있고 전체 전기화재는 11,202건으로 34.0%를 점유하였다. 일반전기화재로 분석하면 전년도와 비교해 건수는 941건(9%)이 감소하였고 인명피해는 10(2.3%)이 증가하였다. 재산피해에서는 9,828백만원이 증가하여 전기화재가 점차 대형화 되어 감을 알 수 있다[1].

2.3 전기화재의 발화형태별 발생현황

전기화재로 인한 인적, 물적 손실이 매년 크게 증가하고 있어 이에 대한 분석을 통해 보다 효과적인 예방대책을 강구할 필요성이 제기되어왔다. 전기적인 원인에 의한 화재(8,869)중 단락에 의한 화재가 6,289건으로 70.9%로 가장 많았고 기기과열/고장에 의한 화재가 872건으로 9.9%, 과부하에 의한 화재가 9.8%순으로 나타났다.

표1. 전기적 원인별 발생비교

원인 구분	계	단락	과부하	누전	접촉불량	트랙킹	반단선	정전기	기기과열	낙뢰	원인불명	기타
조사건수	8,869	6,289	865	509	178	50	28	34	874	26	4	12
점유율 (%)	100	70.9	9.8	5.7	2	0.6	0.3	0.4	9.9	0.3	0	0.1

1) 단락에 의한 전기화재 현황

전기화재 표본조사 결과 전기배선에서 단락에 의한 화재가 가장 많이 발생한 것으로 밝혀지고 있지만, 실제로 화재진압 후 대상물이 대부분 소실된 상태에서 전기적 화인을 밝혀낸다는 것은 매우 어렵고 대부분 추정에 의한 화인 결과와 화재조사 전문가가 부족하여 과학적인 화재원인 조사가 어려운 것이 현실이다.

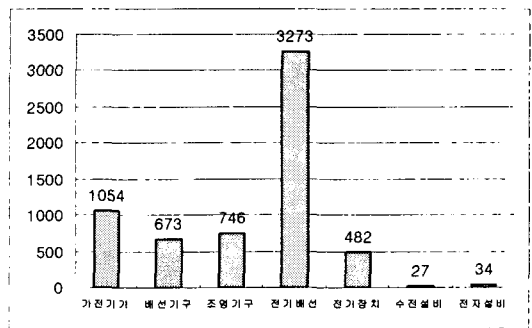


그림 2. 설비별 단락에 의한 전기화재 분포도

2) 과부하에 의한 전기화재 발생현황

과부하에 의한 전기화재는 가전기기에서 242건이 발생하여 전체 발생건수 865건의 28%를 점유하고 있으며 다음으로 전기배선에서 228건(26.4%)이 발생한 것으로 나타났다. 다음으로는 동력부하인 전동기 등의 전기장치에서 22.5%를 차지하고 있다. 가장 많은 비중을 차지하고 있는 가전기기를 분석하면 선풍기/환풍기 등에서 63건(26%), 전기장판 32건(13.2%), 보일러에서 25건 순으로 나타났다. 이런 결과는 환풍기/선풍기와 같은 소형가전기기의 절연계급을 높여야 할 것이고 열악한 환경에서 주로 사용하는 기기이므로 소비자들도 청소를 자주하고 사용하지 않을 때는 항상 전원을 차단하는 관심을 가져야 할 것이다.

2.4 업종 용도별 전기화재 발생현황

전기화재의 발화개소를 업종 용도별로 구분하면 일반 주택 및 아파트 등 주거시설에서 3,070건이 발생하여 조사대상의 34.6%를 점유하는 것으로 나타났으며, 인명피해는 유통/요식/숙박에서 사망이 16명으로 전체사망의 42.1%를 점유하였다. 또한, 유통/요식/숙박업소에서 발생한 전기화재가 23.7%인 2,103건, 제조업체에서 발생한 전기화재도 1,833건(20.7%), 축사/비닐하우스에서 651건이 발생하였으며, 빌딩/오피스텔도 527건이 발생하였다.

제조업체와 축사/비닐하우스에서 발생한 전기화재는 재산피해에서도 월등히 높은 수치를 나타내고 있다.

3. 감 전 재 해

감전재해는 지금까지 수없이 많은 연구와 발표에도 불구하고 여전히 많은 희생자가 생기고 있다. 이에 본 논문에서는 한국전기안전공사의 2002년도 감전재해 발생현황 통계자료를 분석하고 감전재해의 예방대책과 감전사고시의 조치사항 등에 대하여 고찰하도록 하였다.

3.1 감전재해 발생현황

2002년도에 병원의 감전사고 치료기록과 경찰서의 사고기록 등에 의하여 조사된 감전사고자 수는 총 854명으로 사망 87명과 부상 767명이 발생하였으며, 전년도와 비교하여 7.5%인 69명이 감소한 것으로 나타났다. 이중 감전사망자는 87명으로 34.1%인 45명이 감소하였으며, 감전부상자는 767명으로 3%인 24명이 감소한 것으로 나타났다.

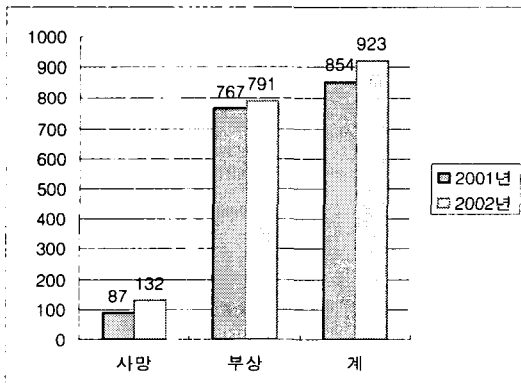


그림 3. 2001~2002 감전사고자 발생비교

1) 성별, 연령별 감전재해 발생현황

감전으로 인한 사고는 특성상 전기설비를 취급하는 남성에 의한 사고가 대부분을 차지하는 것으로 분석되었으며 특히 감전으로 인한 사망사고는 남성이 여성보다

16.4배나 많이 발생하였다. 또한 일반 가정에서도 전기기기에 대한 점검 수리 설치 등을 대부분 남성에게 의존하고 있어 남성의 감전사고율이 아주 높게 나타내고 있다.

감전사고의 55.2%가 30대에서 40대에서 나타났으며, 15세 미만의 어린이의 사고는 13.2%를 차지했으며 주로 젓가락이나 쇠붙이에 의한 콘센트 접촉사고 등으로 나타났다. 이렇게 어린이들의 감전사고에 대한 예방대책이 철저히 강구되어야 할 실정이다.

3.2 감전재해시의 조치사항

감전사고시는 응급조치가 필요하므로 우선 피해자가 충전부나 누전된 곳에서 전원을 차단하고 위험지역을 벗어나는 것이 급선무이다. 그렇지 않으면 구출자도 추가로 감전재해를 당할 가능성이 크게 된다. 일단 구출하였으면 감전자의 상태를 확인하여 신속 정확하게 다음의 사항을 관찰한 다음 응급조치를 시행하여야 한다.

의식상태와 호흡상태, 맥박상태를 신속히 확인하고 높은 곳에서 추락한 경우에는 골절이나 출혈상태를 확인한다. 전기충격의 가장 위험한 것은 정상박동을 하던 심장에 전기적 충격이 가해져 생기는 심실세동 현상으로 인한 심장마비와 호흡정지이다. 전기충격 등에 의해 호흡이 정지되었을 경우 혈액중의 산소함유량이 감소되기 시작하여 약 1분정도가 지나면 산소결핍으로 인한 여러 증상이 나타나게 되는데 그중에서 특히 뇌의 경우는 산소결핍에 대한 저항력이 아주 약하기 때문에 호흡정지상태가 약 3-5분 정도 계속되면 그 기능이 마비되게 되므로 응급조치가 아주 중요하다. 응급조치 요령은 인공호흡법(구강대구강법, 구강대비강법)과 심장마사지(인공호흡과 동시 실시) 15회 정도와 인공호흡 2회를 교대로 연속적으로 실시한다. 또는 심장마사지와 인공호흡을 2명이 분담하여 5:1비율로 실시한다[2].

3.3 감전재해 예방대책

감전재해를 예방하는 방법으로 2중 절연구조, 보호접지방식채용, 누전차단방식채용, 등이 있으며 이들의 방법에는 각각 특성이 있으나 시스템적으로 보는 경우 후자의 두 가지 방법이 유용하다 할 수 있을 것이다. 또 고압과 특별고압에서의 감전방지와 제도적 측면에서의 예방대책을 자세히 살펴보면 [3]

① 2중 절연구조 : 지락보호가 필요한 것은 전기기기의 절연물이 열화 하여 지락이 생기기 때문인데 전기기기 자체의 절연을 강화해서 지락이 쉽게 생기지 않도록 하면 지락보호의 필요는 없어진다. 2중 절연 기기에서는 기기의 금속체외함에 다시 한번 절연을 하기 때문에 이것을 보호 절연이라고 한다. ② 보호 접지방식 : 전기회로의 일부를 대지로 접촉시켜 전기기계기구의 누전에 의한 전격을 경감시키는 것으로 접지소요 저항범위는 식 1과 같다.

$$R \leq \frac{30[V]}{I[A]} \quad (1)$$

(R은 허용최대 전기저항), I[A] = 접지선에 흐르는 누전전류로서 인체의 감전 시 안전전압을 30V로 한 경우)

③ 누전차단 방식 : 금속체 외함에 지기가 생긴 경우에 자동적으로 전로를 차단하는 장치로 지락 시에 영상전류(Zero-phase sequence current)가 나타나며 이것으로 지락전기(ground relay)를 동작하게 하여 전로를 차단하게 하여 위험을 제거한다. 지기라 함은 전로가 사고 등에 의해 대지와와의 사이에 절연파괴가 생기는 것 즉 전로의 이상 상태로써 정상시에는 대지와 절연되어야 할 전로가 대지에 접촉하는 경우로 접지와 구별하고 있다.

④ 고압 및 특별고압 : 고압이나 특별고압의 전로는 저압과 전혀 다르며 접지 축 전선 등과 같은 방식이 없고 모든 전선이 대지전위를 가지고 있다. 발전소나 변전소

에서 변압기 등의 증성점이 접지되고 있기 때문이다.

저압에서는 인체가 전로에 접촉되지 않으면 감전되지 않지만 고압이상에서는 접촉하지 않고 접근만 하더라도 대기 속에 방전되어 접촉과 마찬가지로 전류가 흐르게 된다. 정전용량의 영향이 이에 더해지기 때문에 강한 아크가 발생한다. 감전에 대한 위험성이 높은 것은 물론이고 아크복사를 받는 이중 상해를 입게 된다.

⑤ 제도적 측면 : 전기설비, 설치, 보수, 운용에 있어서는 일정한 기술력이나 기능의 소유자가 담당해야 하나 현행 전기사업법에서는 안전관리상 전기안전 관리자를 두거나 용역 계약을 체결하도록 하고 있고 전기공사사업법에서는 시공관리를 하도록 전기공사기사를 두도록 하고 있다. 그러나 전기시설물은 직접 설치 보수하는 기술자가 제어할 수 없게 되어 감전사고의 상당수가 기능 미숙자가 점유하고 있는 것으로 보아 일정 기술력의 소유자만이 전기설비 유지, 보수, 시공토록 하여야 할 것이다.

4 전기설비사고

4.1 전기설비사고의 분석 현황

한국전기안전공사의 전기안전관리대행 및 일반용계약 점검 수용가 30,540호에서 2002년에 발생한 전기설비 사고 6,616건에 대한 자료를 분석하였다. 사고 등급별로 분류한 결과 전기설비의 결합, 손상 파괴 또는 조작으로 인하여 사상사고로 발전한 1등급 사고가 2건, 수용가의 구내설비사고로 한전선로까지 파급되어 장시간 정전을 유발한 2등급사고는 35건이 발생하였다. 전기설비사고로 인하여 공동시설물이나 일반 국민에게 피해를 끼친 3등급사고는 8건으로 전체의 0.7%에 불과한 것으로 나타났다. 조사전수의 99.3%가 전기기기의 단순사고이거나 고장으로 대부분의 전기설비사고는 대형사고로 파급되지 않고 기기자체에서 즉소 또는 단시간 복구가 가능한 사고로 나타났다. 고압 및 특별고압 기기에 의한 사고는 비교적 큰 반면 저압기기의 사고는 대부분 단순고장으로 나타났다[5].

표4. 전압별 사고등급 분포

등급별 구분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	계
	(사상자 발생)	(한전선로 파괴)	(중대한 고장)	(주요기기 파손)	(이외의 사고)	
계	2	35	8	243	6,328	6,616
특.고압	1	31	5	234	1,324	1,595
저압	1	4	3	9	5,004	5,021
점유율	0.1	0.5	0.1	3.7	95.7	100

4.2 사고원인별 설비사고 발생현황

전기설비사고는 대부분 전기설비를 장기간 사용함에 따라 발생한 사고로 1,813건이 자연연화에 의하여 발생하여 전체 설비사고의 27.4%를 점유하였으며, 자연태양광, 수해, 수분, 염해, 분진, 풍우, 빙설, 낙뢰 등 자연현상에 의해 절연이 파괴되어 발생한 사고도 1,745건(26.4%)이 발생한 것으로 나타났다. 또한 과부하에 의한 사고도 787건(11.9%)이 발생한 것으로 나타나고 있어 각 설비에 따른 사고 발생 유형을 파악하여 그 특성에 맞는 보호대책이 필요한 것으로 나타났다. 설비 자체의 결합으로 인한 보호대책과 그 특성에 맞는 보호대책이 필요한 것으로 나타났다. 아래 그래프는 사고 원인별 분포도이다.

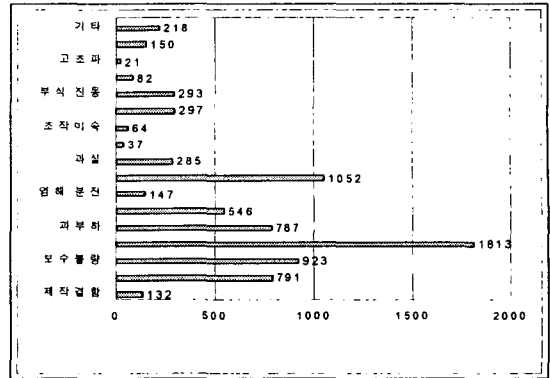


그림 5. 사고원인별 분포도

4.3 주요 전기설비사고의 예방대책

자연연화란 기기의 제작이나 시공 또는 보수에 특별한 결함이 없는 경우에도 장기간 사용함에 따라 절연재료가 자연적으로 노후나 성능이 저하되어 발생하는 것을 말한다. 이에 대해 다음과 같은 예방대책이 필요하다. 전기설비의 과부하 상태로 운전을 금한다. 기기내부로 수분이 침투하는 것을 방지한다. 사용 환경이 기기특성에 맞게 하고 진동이나 충격을 가하지 않는다. 설비의 잦은 기동정지나, 주변의 온도변화를 적게 한다. 주기적인 점검으로 기기의 열화진행을 파악하여 적기에 보수한다. 과부하 사고의 주요 요인은 오 조작이나 착오에 의한 인위적인 과부하, 설계초기의 결함에 의한 과부하, 기계적인 과부하가 있다. 조수접촉에 의한 설비사고가 최근 들어 급격히 늘고 있는 추세이며 조수접촉에 의한 사고를 예방하기 위해서는 수전설비를 옥내화 하거나 폐쇄형을 시설한다. 배선의 인입, 인출구에는 빈 공간이 생기지 않도록 폐쇄하여야 하고 수전설비 기기류의 접속부나 충전부에는 절연커버 등을 시설하여야 한다.

5. 결 론

전기재해에 대한 통계자료를 통해 전기재해의 종류, 원인, 위험성 및 그 대책에 대하여 기술하였다. 전기재해는 대부분이 인적결함과 시설 및 전기용품의 결합, 사용자의 부주의에서 오고 있으므로 이에 대한 과감한 시행이 요구되고 전기를 취급하는 사용자들의 전기상식 및 취급방법 등의 적극적인 홍보가 필요하겠다. 현재 전기재해의 증가율은 급속히 다양화되고 감소되지 않고 있다. 우리가 생활을 편리하게 살아가는데 없어서는 안 될 전기에너지가 위와 같은 원인으로 두려움의 대상이 되어서는 안 될 것이다. 이에 전기관련 법규와 규정에 적합한 시공과 검사 전기용품의 품질향상, 사용자의 올바른 인식 등의 보안이 필요로 하며, 화재발생시 신속한 전기화재원인 분석과 예방대책마련 새로운 기술과 제품에 대한 신속한 법규 신설 및 기준 개정 등이 뒷받침되어야 할 것이며, 최근에 발생되어지는 전기관련 사고 사례 등을 적극적으로 홍보하여 전기재해로부터 국민의 재산과 생명이 보호되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 산업자원부, 한국전기안전공사, "전기재해통계분석조사", 12호, 2003. 11
- [2] 권오석 "건설현장에서 발생하는 감전재해 예방대책에 관한 연구", pp 3 - 22, 1997
- [3] 한국전기안전공사, 전기재해통계분석시스템, "전기재해 통계분석", 국내전기재해통계분석자료, 12호, 2003. 11
- [4] 김두현 외 "전기안전공학", 도서출판 동화기술, 1998
- [5] 한국전기안전공사, "전기설비사고통계자료", 2003. 11