

국내·외 전기화재통계 및 원인분류체계 비교분석

1. 서론

전기로 인한 사고는 주로 전기화재 및 폭발, 그리고 감전에 의한 사고이며, 이들이 가져오는 재해는 물질적 손실뿐 아니라 치명적 인적 손실을 동반한다. 특히 전기화재는 소수의 인명피해로 끝나는 감전사고와는 달리, 수많은 인명 및 재산상의 피해를 가져다주는 심각한 재해이다. 또한 전기화재의 건수 및 손실비용이 점점 증가하는 추세이며, 국내의 경우 전체 화재 중에서 전기화재는 매년 높은 비율을 차지하고 있다. 통계상으로는 기타 원인으로 인해 다소간 수치상의 오류가 있다하더라도 선진국에 비하여 매우 높은 점유율을 나타내고 있으며, 재해측면에서 살펴보면 전기 후진국을 벗어나지 못하고 있다. 이러한 전기화재로 인한 재해는 국민의 삶의 질적 저하 및 국가 경쟁력의 약화를 초래할 정도이다¹⁾.

본 연구에서는 국내·외 전기화재 통계와 분류체계를 비교하여 국내 전기화재 통계상의 문제점을 살펴보고, 국내 전기화재 분류체계가 국외의 것과 비교하여 어떤 점이 부족한가를 분석하여 전기화재 통계 및 원인진단에 도움을 주고자 한다.

2. 국내·외 전기화재 통계

가. 국내의 전기화재 통계

국내 화재통계상에서 전기화재는 최근 수년간 30% 이상의 높은 점유율을 차지하고 있으며, 지난 1973년부터 현재까지 매년 화재발생 원인별 1순위를 지켜오고 있다. 이러한 전기화재 점유율을 미루어 볼 때, 조사시 원인이 검증되지 않은 원인불명의 화재를 전기화재의 통계수치로 집계되는 통계분석상의 오류가 전기화재 점유율을 높이는 주요 요인으로 사료된다.

전기화재 조사는 과학적이고 객관적으로 조사하는 과정이 중요하다. 잘못된 전기화재 원인조사는 통계 집계상의 문제를 야기시켜 결국 전기화재 예방대책 수립 및 시행에 문제를 일으키게 된다. [표 1]은 최근의 국가별 전기화재 점유율을 나타내고 있으며, 국내의 전기화재 점유율이 외국에 대비하여 약 2배~6배나 되는 것으로 나타나고 있다²⁾.

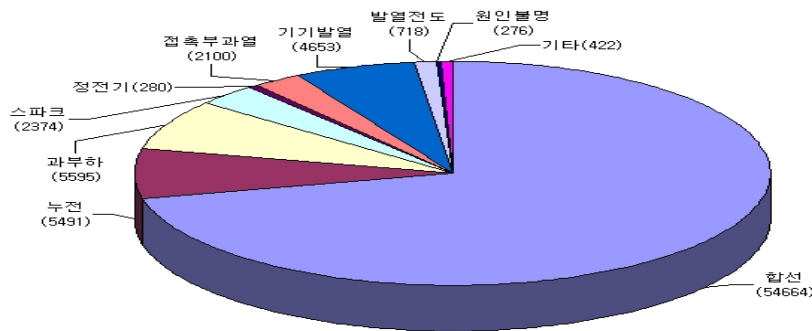
[표 1] 국가별 전기화재 점유율

구분	한국	일본	뉴질랜드	영국	대만	미국	남아공
점유율(%)	28.9	11.8	5.1	5.5	15.5	18.9	9.2
발생년도	2002	2000	2001	2001	2002	1998	1997

또한 선진국의 통계 자료 중 미국은 "원인불명"항목이 48.8%(1998년)로 높게 나타났고³⁾, 일본은 "원인불명", "방화의심", "조사 중" 항목이 20.3%(2005년)이었으며⁴⁾, 한국은 "조사 중"이란 통계항목이 아예 없었다. 이것은 화재원인들 중에서 통계항목상의 문제점이 존재하고 있음을 보여주고 있다.

(1) 전기화재 원인별 발생추이

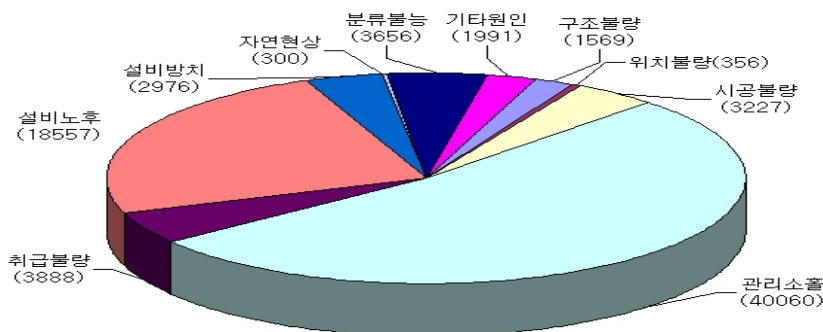
전기화재 원인별 화재발생 현황은 [그림 1]에서와 같이 합선(단락) 71.4%, 누전 7.2%, 과부하 7.3%를 차지하고 있다. 전체 전기화재 원인 중 합선, 누전이 80%를 차지하고 있으며 화재원인의 증거가 없거나 불분명한 경우, 합선 및 누전으로 추정하여 통계 집계하고 있는 것으로 판단된다. 합선으로 인한 전기화재가 많은 이유는 실제로 합선으로 발화한 경우가 대부분일 것으로 생각되나, 다른 측면에서는 전문분야에 대한 화재조사 전문가가 부족하여 과학적인 화재원인 조사가 힘들며, 화재진압 후 대상물이 소실된 상태에서 전기적 화인을 밝혀낸다는 것도 매우 어려운 일이다.



[그림 1] 전기화재 원인별 화재발생 현황 (1992년~2001년)

(2) 관리적 원인에 의한 발생현황

전기화재 중 관리적 원인에 의한 화재발생을 [그림 2]에서 보여주고 있으며 관리소홀에 의한 화재가 52%를 차지하고 있으며 설비노후에 의한 화재가 24%를 차지하고 있다. 전기화재가 발생하게 되는 주요 원인은 전기설비의 관리소홀로 인한 것이며, 또한 노후한 전기설비를 보수하지 않고 사용하여 화재가 발생하고 있는 것으로 나타났다.



[그림 2] 관리적 원인에 의한 화재발생 (1992년~2001년)

나. 국외의 전기화재 통계

(1) 미국 및 영국의 전기화재^{5),6)}

2003년 미국의 화재발생 현황을 보면 화재발생건수는 총 1,584,500건으로 3,925명이 사망하고, 18,125명이 부상을 입었으며, 12,307백만 달러의 재산피해가 났다. 화재로 인한 사망자 중 80%가 주택이나 아파트에서 발생하였고, 37,500건의 건물방화로 305명이 사망하였다.

화재발생건수 1,584,500건 중 야외(Outside)에서 753,000건(47.5%), 건물(Structure)에서 519,500 (32.8%)건, 차량(Vehicle)에서 312,000(19.7%)건으로 나타났으며, 주택, 아파트와 같은 주거(Residential)화재는 전체화재발생의 25.4%를 차지하고 있으며, 건물(Structure)화재의 77%를 점유하고 있다.

1999년도에 발생한 영국의 화재는 458,000건이며, 이 중 건축물 화재가 116,000건(24.8%), 야외(자동차, 굴뚝화재 포함)화재가 352,000건(75.2%)으로 나타났다. 1999년도에 사상자가 발생한 주거용 건물의 실화 화재는 58,284건이며, 전기설비에서 발생한 화재는 32,639건으로 56.0%를 점유하였고, 이를 총 화재건수와 비교하면 7.0%의 점유율을 보이고 있다. 또한, 전기설비에서 발생한 주거용 건물의 실화에 의하여 94명의 사망자와 6,206명의 부상자가 발생한 것으로 나타났다.

(2) 일본의 전기화재⁴⁾

최근 10년간 전기화재 발생현황은 약 10.2~12.5%로 나타났으며, 일본의 전기화재 발생건수는 최근 10년간 543건이 증가하여 8.6%의 증가율을 보였으나, 총 화재건수에 대한 전기화재의 점유율은 0.6%가 증가하였다.

일본의 전기화재를 설비별로 살펴보면, 전기배선에서 2,450건(35.6%)으로 전기화재가 가장 많이 발생하였고, 전기기기에서 1,255건(18.2%), 이동식 전열기에서 1,253건(18.2%), 배선기구에서 897건(13.0%)순으로 나타났다.

전기화재 발생률이 가장 높은 전기배선을 세부 설비별로 살펴보면, 교통기관 내 배선에서 발화한 화재가 900건(36.7%)이 발생하였고, 코드 및 기기에 부착된 코드에서 607건(24.8%), 옥내배선에서 357건(14.6%), 고압 배전선에서 101건(4.1%)순으로 발생하였다.

다. 국내 전기화재 통계상의 원인조사 문제점

국내의 전기화재 원인 분석 통계를 살펴보면 합선, 누전 및 과부하가 약 85%를 차지하고 있다. 그러나 국내의 전기설비에는 과전류로부터 설비를 보호하기 위한 배선용차단기, 누전으로부터 설비를 보호하기 위한 누전차단기 등의 보호 장치가 부착되어 있어서 이 점을 생각해 볼 때, 국내 전기화재 통계에서 나타나는 결과는 다소 신뢰성에 문제가 있을 것으로 평가된다. 이러한 통계는 전기화재 원인 조사에 기인되며, 전기화재 원인 조사가 올바르게 이루어지고 있지 않음을 시사한다. 아울러 이를 토대로 한 국내의 전기화재에

대한 관계기관의 화재감소 정책 및 예방대책은 근본적으로 잘못되어 있으며, 전기화재 사고의 감소를 기대하기 어렵다.

3. 국내·외 전기화재 원인분류체계

가. 국내의 전기화재 원인분류

국내의 전기화재 조사 관련 문헌에서의 전기화재 원인분류는 문헌마다 상이하게 제시되어 있다. 대체적인 전기화재 원인 분류는 발화의 발생기구에 의한 분류, 발화원에 의한 분류, 그리고 발생경과에 의한 분류로 소개하고 있으며 간략하게 살펴보면 다음과 같다^{7),8)}.

(1) 발화 발생 기구별 분류

과전류에 의한 발화, 단락에 의한 발화, 지락에 의한 발화, 누전에 의한 발화, 접촉 불량에 의한 발화, Spark에 의한 발화, 절연열화에 의한 발화, 정전기에 의한 발화, 열적 경과에 의한 발화, 낙뢰에 의한 발화,

(2) 발화원별(설비별) 분류

이동식 전열기, 고정식 전열기, 전기기기, 배선, 배선기구, 누전에 의하여 발화하기 쉬운 부분

(3) 발생 경과별 분류

설계 및 구조불량, 취급불량, 공사불량, 경년열화, 기타

나. 국외의 전기화재 원인분류

(1) 미국^{9),10)}

미국의 화재통계를 살펴보면, 전기로 인한 화재 점유율이 국내에 비하여 현저히 낮다. 이러한 이유 중의 하나는 발화의 원인이 전기에너지임을 과학적으로 증명한 경우에 한해서 전기화재로 인정하는 관례이며, 다른 하나는 전체화재를 건물용도별이나 화재종류별로 분류한 후에 각각 전기화재 건수를 누적하는 것이다. 전기화재의 원인 분류가 지나치게 세분화되어있지 않고 전기화재 비전문가도 쉽게 이해할 수 있는 형태로 이루어지고 있다. 미국의 전기화재 통계에서 나타나는 전기화재 원인분류를 요약하면 다음과 같다.

(가) 열 생성별 분류

전기로 인한 화재를 분석하기 위해 필요한 전기화재 원인을 발화로 이어질 수 있는 열의 형태(form of heat of ignition) 즉, 열 생성에 따라 다음과 같이 9개의 범주로 나누고 있다.

- 수분유발 단락아크 ○ 기계적 손상 단락아크 ○ 절연불량(열화) 단락아크
- 미확인 단락아크 ○ 접촉 불량 및 도체파손 아크 ○ 스위치 개폐 아크 또는 스파크
- 과부하설비의 발열 ○ 형광등안정기 ○ 상기 분류 외, 또는 불충분한 정보에 의한 아크

(나) 발화설비별 분류

전기설비나 제품 중에서 발화로 이어지는 설비를 중심으로 비교적 단순하게 분류하여 처리하고 있다. 이는 다양한 전기설비를 일일이 열거하는 것이 오히려 통계자료 수집을 더 어렵게 하고 통계 처리결과에 대한 유의성을 떨어뜨리는 문제를 야기할 수 있는 상황을 피하기 위하여 채택한 방안으로 생각된다. 전기화재 원인 분류의 한 방법으로 발화설비별 범주를 살펴보면 다음과 같다.

- Fixed wiring
- Transformer, Disconnect Device
- Meter, Meter Box
- Power Switch Gear, Circuit Breaker, Over-current Protection Device
- Switch, Receptacle, outlet
- Lighting Fixture, Lampholder
- Cord, Plug
- Lamp, light bulb
- Other

(다) 발화인자

발화인자로 분류하고 있는 내용을 열거하면 다음과 같다.

- Short Circuit or ground fault
- Electrical failure other short circuit
- Lightning
- Overloaded
- Part failure, leak or break
- Unknown mechanical failure or malfunction
- Lack of maintenance or worn out
- Other known

(2) 일본¹¹⁾

전기화재의 원인분류를 살펴보면 국내의 원인분류와 유사하다. 발화인자에 대한 개념으로의 접근은 이루어지고 있지 않은 반면, 전기화재의 원인을 설비별과 출화의 경과별로 분류하고 있다.

(가) 경과별 분류

추정되는 경우에 전기에너지가 착화에 기인할 수 있는 과정을 중심으로 경과별로 화재의 원인을 분류하고 있다.

- 전선의 단락
- 금속 접속부의 과열
- 누전(지락)
- 스파크
- 과전류
- 반단선에 의한 발열
- 전선 혼촉
- 정전스파크
- 절연열화
- 기타

(나) 발화설비별 분류

전기로 인한 화재로 추정되는 경우 전기기기 및 설비를 전열기, 전기기기, 배선등·배선기구, 전기장치, 기타 전기관련이라는 5가지의 범주로 분류하고 있다.

3. 결론

국내·외 전기화재 통계와 원인분류체계를 비교한 결과, 국내의 전기화재 통계상의 문제점은 전기화재 원인조사 통계가 여러 가지 화재예방자료, 교육 및 연구자료 등으로 사용하기에는 분류기준이 미흡하고, 체계적이고 표준적인 분류가 없는 상황이기 때문에 화재통계에서 전기화재 점유율이 높은 원인으로 나타나고 있으며, 이러한 현실에서 합리적이고 신뢰성 있는 전기화재 통계를 기대하기는 어려운 실정이다. 국내의 전기화재 조사 관련 문헌에서의 전기화재 원인분류는 문헌마다 상이하게 제시되어 있는 문제점이 있다.

차후로 외국에 비하여 낙후된 국내의 전기화재 원인진단 기술을 혁신하기 위해서는 인공지능 이론이나 퍼지이론을 도입하는 등과 같이 기존의 방법과 다른 새로운 기술이 개발되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 산업자원부 전력산업연구개발사업, “퍼지로직을 이용한 전기화재 원인진단시스템 연구”, 최종보고서, 2005
- 2) 황민수, 윤민식, “전기화재 통계분석의 문제점 및 대책”, 전기설비, Vol.21, No.9, pp.48~52, 2004
- 3) 한국전기안전공사, 전기재해 통계정보, www.kesco.or.kr, 2005
- 4) 日本 消防廳, 平成17年における火災の概要(概數), www.fdma.go.jp, 2006
- 5) Fire Loss in the United States during 2003, NFPA, 2004
- 6) Fire Statistics United Kingdom, National Statistics, 2000
- 7) 화재조사팀 편저, 현장실무자를 위한 화재원인 조사기법, 인천광역시 소방본부, 2003
- 8) 최충석외 5인, 전기화재공학, 동일출판사, 2005
- 9) NFPA 921, “Guide for Fire and Explosion Investigations 2004 Edition”, NFPA, 2004
- 10) John D. DeHaan, Kirk’s Fire Investigation-Fifth edition, Ontario, 1993
- 11) 新火災調査教本-第3巻 電氣火災編, 東京防災指導協會, 2004

작성 : 방재설비부 연구원 홍성호