

스마트 그리드 환경에서의 전기 감전 재해 자료 형태에 관한 연구

논 문
60-3-4

A Study on New Data Format of Electrical Shocks in the Environment of Smart Grids

김 정 훈*
(Kim, Jung-Hoon)

Abstract - Since Korea has high accident rate for the electrical shock than other advanced countries, it causes very serious problems. In this paper, a new classification method for analyzing electricity accidents is proposed, which is based on the microscopic view while existing methods have been based at the macroscopic view point. Electrical accidents cases can be mainly divided by three cases, which are from live works, incompleteness of the grounding system and imperfectness of the safety education and public relations. New data format of electrical shocks are proposed in the environment of smart grids.

Key Words : Electrical safety system, Electric shocks, Data format, Smart grids, Standardization

1. 서 론

20세기는 부(富)의 축적, 국가안보 및 방법, 국민복지가 주요가치였으나 21세기는 환경, 안전, 보건으로 바뀌고 있다. 즉, 선진국의 척도가 달라지고 있다. 이런 까닭에 우리나라는 20세기 가치를 최고로 하여 선진국 대열에 발을 디디게 되었으나 21세기 가치로는 안전, 특히 전기안전에 대해서는 선진국이라고 볼 수가 없다. 이에 대한 원인은 거시적통계방법과 관료화된 체제로 인해서 정확한 통계 값을 낼 수 없고, 직접 활선 시행, 관련 제도를 비롯한 안전 시스템의 불완전과 우리의 의식부족, 그리고 현존 접지시스템의 송전과 소비자 접지의 불완전성 등으로 분석된다.

최근 전 세계의 관심사는 에너지 위기와 환경오염이다. 이에 따라 온실가스를 배출하는 화석 에너지가 아닌 지속 가능한 청정 에너지개발에 대한 관심으로 신재생 에너지를 보급하는데 힘쓰고 있다. 또한 전력 및 기타에너지의 공급과 수요 예측을 지금보다 좀 더 정확하게하고, 전력소비를 줄일 수 있는 제품과 기술을 개발하여 전력을 감소시키면서도 소비자는 아무 불편 없이 에너지의 사용을 저절로 줄일 수 있는 시스템을 개발하여야 한다. 이러한 총체적인 것 모두를 해결할 수 있는 것으로 제안된 기술이 스마트 그리드이다. 정치적으로는 G8확대정상회의 기후변화포럼(09.8.17)에서는 세상을 바꿀 전환적 기술로 스마트 그리드와 에너지 효율 등의 7가지 중 스마트 그리드의 선도 국가로 우리나라를 지정하여 제주도에 실증단지를 구축하였고 2013년 5월까지 완료할 예정이다.[1][2] 이러한 스마트그리드 기술 중 주목하고 있는 것들은 전기자동차, 전기저장장치와 IT기술 등이다. 이러한 기술발달이 이루어지면 전기사용의 증가되어 최종에 에너지사용이 모두 전기로 대체될 것으로 예상된다. 특히 일반인들과 지리적으로 가까운 신 전원과 새롭게 등장할 소비자의 전기 설비로 인한 전기안전재해의 증가 가능성에 대비한 전기안전시스템의 필요성이 대두되고 있다. 스마트그리드 기술로는 기존전력기기에 통신과 정보기술을 접목함으로써 얻을 수 있는 각종 정보가 많을 것이다. 이정보 중 전기안전

에 관련된 정보도 표준화가 시켜야 할 것이다.[3] 따라서 전기안전재해 통계자료도 표준화하여야 하고 감전재해의 새로운 자료 형태를 구상해야 한다.

기존연구 [4][5][6][7] 등에서 거시적 방법에 의한 통계를 가지고 전기안전 선진화 방안을 구상하였는데, 구체성의 부족으로 제안된 새로운 선진화 제도 시행은 목표에 완벽하게 도달하지 못하였다. 본 논문에서는, 전기감전재해를 중심으로 스마트 그리드 기술에 맞는 새로운 자료형태를 구상하여 추후 스마트그리드 기술을 이용한 3차 감시 전기안전 시스템에 적합하도록 하여 전기 무재해의 달성에 일조하고자 한다.

2. 현재 우리나라 전기안전 시스템의 문제 제기

2.1 거시적 통계방법의 문제점

우리나라의 경우 전기감전재해를 조사하는 기관이 전력회사, 전기안전관련 공사, 안전관련 공단이 있다. 그러나 기관의 성격별로 기관별 통계 방법이 제각각이고, 관심없는 부분은 거시적 관점이다. 더욱이 처음 조사를 하는 사람이 경찰 또는 소방관 등 전기 비전문가이기 때문에 조사자의 이해정도에 따라 다르게 된다. 따라서 정확한 재해원인을 알 수 없게 되어 해결방안도 적절하지 못하게 된다. 향후 스마트그리드 환경에 맞도록 감전 재해의 관련된 정보를 표준화하고 수집과 분석을 일관성 있게 해야 할 것이다.

2.2 안전시스템의 감시체제 부족

선진국에서는 전기안전을 도모하기 위하여 전기설비의 소유자 및 검사자 등 두 당사자 외에 감시자를 두어 최소 3자가 안전에 관여하도록 하여 형평을 이루도록 한다. 그러나 우리나라의 감시체제는 복잡하지만 결국, 국민이 소외되는 체제로 되어 있으며 사회의 특성이 제대로 반영되지 않아 결국 안전 확보가 부족하다로 할 수 있다.

2.3 스마트그리드 환경에서의 안전시스템 부족

스마트그리드 기술이 발달하면 전기자동차와, 전기 저장장치 등의 사용으로 인해 비전문가의 전기사용증가가 일어나고 에너지원이 전기 안전에 기본 지식이 없는 사람들 주변에 퍼지게 되어 전기안전재해가 증가할 것으로 예상된다. 따

* 펠로우회원 : 홍익대학교 전자전기공학부 교수

E-mail : kimjh@hongik.ac.kr

접수일자 : 2011년 1월 19일

최종완료 : 2011년 2월 24일

라서, 안전문제가 나타났을 때 인명을 보호할 수 있는 제도와 설비 개발을 스마트그리드 시스템 체제에 맞춰 나가 완전한 안전시스템을 구축해야 한다.

이외에도 문제가 되는 것으로 접지시스템이 있는데 이것은 참고문헌[8]에 다루었다.

3. 스마트그리드에서의 이상적인 전기안전 시스템

스마트그리드 환경에서 달성되어야 할 이상적인 안전 시스템에 대한 구상에서 다음 두 가지가 중요하다.

3.1 6하 원칙에 근거한 표준화되고 구체화된 미시적 관점자료

스마트그리드 환경에서는 정보의 대량화가 예상되며, 이정보는 가능하면 분석이 용이한 일반적 원칙에 맞추어 얻을 수 있어야 한다. 이 일반적인 원칙은 신문에서 흔히 보는 6하 원칙이라 할 수 있다. 이중 전기안전 자료를 전기안전시스템에 맞도록 변형해야 할 것이다.

이 자료는 미시적 관점에서 재해를 분류하여 기존과 달리 구체화 및 표준화 되어야 한다.

3.2 스마트그리드 설비를 이용한 3자 감시 시스템

이상적인 전기안전시스템의 구조는 다음 그림 1과 같다. 전기안전 전문가인 검사관이 스마트그리드 설비를 통하여 설계, 시공, 검사 및 보수 유지 등 모든 것에 대한 3자 감시를 실시하는 형태이다. 참고문헌 [9]에 자세히 제시되어 있다. 간략히 요약하면 이 시스템은 설비를 통하여 다량의 정보를 취득할 수 있고, 제어신호를 송출하여 신속히 재해에 대처하며, 미래를 대비하여 수집된 자료의 내장된 전문 프로그램 및 통계처리로 분석이 가능하다.

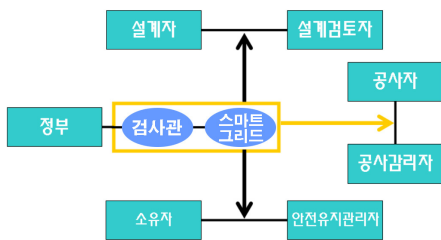


그림 1 스마트그리드 환경에서의 3자감시
Fig. 1 the third party observation system in the environment of smart grids.

3.3 안전 시스템 자료가 갖추어야 할 조건

이상적인 안전시스템은 전문성이 높은, 그 권위를 당국에서 인정한 검사관이 주도하게 된다. 이 검사관에게 필요한 자료는 6하 원칙에 입각한 자료이면서 전문인에게 맞는 자료 형태를 갖추어야 한다. 또한 이 자료는 판단이 충분하도록 설계되어 있어 신속한 재해에 대한 조치와 추후 제도 보완 등에 이용할 수 있어야 한다.

기존 기관에서 조사하는 자료 형태를 분석 조사하여 가능하면 새롭게 제시된 자료 형태에 모두 포함시킬 수 있도록 한다. 이것 외에도 여러 관련 자료 역시 표준화 시키고 체계화된 형태가 요구된다.

4. 기존 재해자료 현황과 분석

우리나라에서 전기 재해에 대한 재해사례를 조사하는 기관은 전력회사, 전기안전관련 공사 그리고 안전관련 공단 등 3개 기관으로 각각 다음과 같은 분류방법을 사용하고 있다.

4.1 전력회사의 재해자료

전력회사의 자료에는 회사 관련 설비에 관련된 재해 사례

만 다루었고 재해년도, 재해발생일자, 재해구분, 통행경로, 사업소, 인원 그리고 재해내용 등 총 7개의 항목으로 분류하고 있다[5]. 조사한 재해 사례 “재해자는 00빌딩 옥상에 위치한 고각 수전설비 점검업무를 수행하던 중, MOF 붓싱 천용 방지커버 봉인선이 조금 늘어져 있어 탈락여부를 확인하려고 오른손에 들고 있던 연필로 봉인 납을 무심코 건드리려는 순간 봉인선에 근접하여 오른손에서 좌, 우 양발로 통전되어 감전, 부상한 재해임”에서 보듯이 재해내용과 재해경위는 자세히 설명되어 있으나, 재해자의 피해정도, 재해자 신변에 대한 정보, 재해 이후의 처리내용 등에 대하여는 언급하지 않고, 오직 전력회사 설립의 주요 목적에 해당하는 전력수급의 안정을 도모하는 입장에서 재해를 바라보고 있다.

4.2 안전관련 공사의 자료

안전관련 공사의 자료는 재해종류, 발생일시, 날씨, 상호, 전압용량, 재해자 성명, 피해내역, 재해내용, 재해원인 그리고 재해재발방지대책 등 총 10개의 항목으로 분류하였다. 재해개요, 재해의 원인 그리고 재해재발 방지대책까지는 자세하고 알아보기 쉽게 기술되어 있지만 재해자의 피해정도에 대한 기술과 재해자의 전기 분야의 관련성에 대한 정보는 보이지 않는다. 하지만 전기설비의 안전을 가장 중요시 여기고 있음을 알 수 있다.

4.3 안전관련 공단의 자료

안전관련 공단의 자료는 재해일자, 재해발생 요일, 재해발 시간, 요양기간, 장애등급, 장애연금일자, 사망연금일자, 치료구분일자, 요양결정일자, 요양시작일자, 요양종료일자, 입원일수, 통원일수, 재가일수, 진료일, 근로손실일, 연령, 성별, 상용인원, 새로운 발생형태, 근속기간 그리고 재해내용 등 22개의 항목으로 분류했다. 산업안전에 관한 정보 및 자료의 수집을 목적으로 전기 재해를 분류 했기에 재해 내용보다는 재해자 신변에 대한 정보를 중요시 여겨 보상 등의 재해 이후의 처리내용에 중심으로 조사하였다. 반면에 재해발생시의 상황에 대한 설명은 단순화되어 있다.

4.4 3개의 기관의 분류방법

3개 기관 모두 자기 기관의 목적에 맞는 조사 및 분류방법을 사용하고 있으며 자신들의 업무처리에 최상의 상태로 분류하고 있다. 예를 들어 전력회사의 경우는 사업소를 따로 분류하여 재해 지점을 파악하기 쉽게 해 놓았으며, 안전관련 공사의 경우 재해재발 방지대책에 따로 상황에 맞는 법 규정 등을 두어 그 재해의 정확한 원인을 파악하기 쉽게 분류하였으며, 안전관련 공단의 경우는 재해 발생부터 재해 이후 처리까지 다양하게 분류하여 근로자의 연금에 관한 처리까지 쉽게 할 수 있도록 만들었다.

5. 기존의 문제점과 스마트 그리드에 대비한 분류기준

5.1 3개의 기관의 분류방법, 체제의 문제점

전력회사, 안전관련 공사, 안전관련 공단 등 3개의 기관은 모두 안전재해의 예방을 위하여 전기재해를 조사하고 분석한다는 점에서 목적을 같이 하지만 주된 목적이 모두 다르기 때문에 사례조사와 분석을 함에 있어서 각 기관의 이해관계와 관점이 다를 수밖에 없다. 앞에서 분석한 바대로 전력회사에서 조사한 자료에는 안전관련 공단에서 사용할 수 있는 정보가 없고, 반대로도 마찬가지다. 또한 서로 기관의 목적에 맞는 재해만 조사하고 상호간에 이를 공개하지 않아 자료에 대한 접근조차 어려운 상태이다. 이 두 기관을 관장하는 정부기관도 달라 체제면에서도 일관성이 없고 상호 자료공유도 어려운 상태라 할 수 있다. 관장하는 정부는 추후 해결할 문제라 하더라도 우선 자료 형태를 표준화하고 공유해야 하는 것이 선결과제이다.

5.2 새로운 분류기준

공정하고 정확한 전기재해에 대한 분석을 하기 위하여, 앞

서 살펴본 3개 기관의 분류기준을 보완, 발전시킨 새로운 분류기준을 제시하고자 한다. 스마트그리드에서 얻어 낼 수 있는 많은 정보를 체계화시키기 위하여 가장 보편화된 분류기준으로 사용되고 있는 6하 원칙을 기준으로 한다. 이 원칙은 사건발생의 원인을 규명하기 위해 민사, 형사 등 사건, 사고의 조서 작성이나 신문기사 작성에서 가장 일반적이고 합리적인 방법이다. 이 원칙을 전기안전에 적합하게 변형하여 적용한다.

5.2.1 직종(누가)

직업을 따로 분류한 이유는 재해자의 직업을 명확히 함으로써, 발생한 재해가 어떠한 사람에 의하여 일어났는지를 알 수 있고 과거에 일어난 재해를 분석함으로써, 그 재해를 제도적으로 방지할 수는 없었는지를 알아 볼 수 있다. 이에 전기기관 관련 자격증 소지 여부, 전기전문인력 여부, 관련 분야의 종류 등을 고려하여 다음 표 1과 같이 10가지로 분류하였다. 그 이유는 스마트그리드에서는 정보량을 크게 할 수 있으므로 보다 자세한 분류가 적합하다. 미래에는 이보다 더 구체화도 가능할 것이다.

표 1 직업에 따른 분류
Table 1 the classification by occupation

번호	직종	구체적 설명 또는 예시
①	전기기관 자격증소유자	전기기사, 전기공사기사
②	전기업 관련자	전기업에 종사하지만 전기공사, 배선작업에서 비교적 단순 전기작업 등 전문적인 일을 담당하는 인력.
③	점검, 검사자	전기 선로나 설비를 점검하는 일을 하는 인력.
④	전기전문인력 (설치, 보수)	전기 선로나 설비의 장비들을 설치, 교체하는 일을 하는 전기전문 인력.
⑤	전기전문인력 (기타)	②는 자격 없이 비교적 단순 전기작업을 하는 반면, ⑤는 전문성을 요하는 전기작업을 하는 인력 중 점검, 설치, 교체를 제외한 전기작업을 담당하는 인력
⑥	전기이외의 자격증 소유자	①을 제외한 국가공인기사자격증 소지자
⑦	용접작업자	용접공
⑧	크레인 운전	크레인 운전수
⑨	전기 이외 전문 인력 (기타)	기계 조작 가능자, 그라인더 조작 가능자, 사무원, 건설 노무자
⑩	기타	일반인

5.2.2 장소(어디서)

전기재해 분석에서 장소에 대한 분류는 재해발생 장소에 대한 정보를 제공하므로 추후 전기재해를 예방함에 있어서 보다 정확한 대책수립이 가능해진다.

- ① 공사현장 - 개축 공사현장, 신축공사현장, 터널 등
- ② 작업장, 사업장 - 생산 활동이나 영업을 목적으로 하는 장소(공장, 매장, 도로 등)
- ③ 전주 - 송·변전과 배전 선로, 철탑 포함
- ④ 고소 작업차
- ⑤ 전기실 - 변전실, 변전소, 배전소, 지하공동구, 배전반작업장, 전기 판넬 내부 등
- ⑥ 기계실
- ⑦ 건물옥상
- ⑧ 건물내부
- ⑨ 건물지하
- ⑩ 기차선로

5.2.3 목적(왜)

목적은 재해자가 어떠한 이유에서 재해 발생 장소에 있게

되었는지에 대한 정보를 파악하기 위한 것이기 때문에 재해자가 행하게 되는 작업의 종류를 다음과 같이 분류한다.

- ① 선로작업 - 송변전선로 작업, 변압기 작업
- ② 설비작업 - 배전반, 전기기기작업 등
- ③ 전기이외의 작업

5.2.4 시간(언제)

시간은 어떤 설비의 일생으로 바꾸어서 그 설비의 제조, 설계, 시공, 감리, 검사, 유지관리(보수, 점검) 및 폐기가 이에 해당되나 이 중 전기 재해에 의미 없는 제조와 설계를 해당이 안되어 제외하였다. 폐기의 경우는 보고된 바가 없었다.

5.2.5 피해정도(어떻게)

통전전류의 크기를 알기 위해서이고 전류값은 접지대책 수립, 활선작업 시 문제점을 파악하는데 필요하다. 아래의 분류는 공단에서 하는 분류로 보상체계와 관계 될 것이다.

- ① 0-3일: 인체에 전류가 흘렀다고 느끼는 정도
- ② 4-7일: 1도 화상
- ③ 8-14일: 2도 얇은 화상
- ④ 15-28일: 2도 깊은 화상, 3도 화상
- ⑤ 29-90일:
- ⑥ 91-180일
- ⑦ 181-365일
- ⑧ 365일 이상
- ⑨ 사망

화상에 따른 날짜의 분류는 [7]에 의하여 수행하였다.

5.2.6 전압(무엇을)

한국은 가정용으로 220V, 산업용으로 380V를 주로 사용하고 있다. 그리고 송전은 765kV, 365kV, 154kV 등을 사용하고, 배전은 22.9kV, 154kV 등을 사용한다. 전압의 분류는 전기설비기술기준 제 3조에 의해 220V와 380V는 저압으로 분류하고, 그 이상의 전압은 고압(특고압 포함)으로 분류하였다.

5.2.7 분류 예

OO구 O동 1가 24-8호 신축공사현장 토목굴착공사 도중 흙막이 공사 용도로 쓰이는 H빔을 연결 및 지지하는 작업의 용접을 시행하던 중 용접공 △△△가 용접기의 전원이 자꾸 꺼지자 1차 전원에 연결하려 다가 실수로 전원이 판넬 쇠붙이에 닿아 합선되면서 폭발하여 감전 재해를 당함, 진료일수 250일.

위와 같은 조사결과를 새로운 분류에 의하면 다음과 같다.

- (1) 직업 - 용접공△△△ ⇒ 용접작업자
- (2) 장소 -OO구 O동 1가 24-8호 신축공사현장 토목굴착공사도중 ⇒ 공사현장
- (3) 목적 - 용접기의 전원이 자꾸 꺼지자 1차 전원에 연결하려다 ⇒ 전기 설비 작업
- (4) 시간 - 흙막이 공사용도로 쓰이는 H빔을 연결 및 지지하는 작업의 용접을 시행하던 중 ⇒ 시공
- (5) 피해정도 - 진료일수 250일 ⇒ (⑦181일-365일)
- (6) 전압 - 1차 전원에 연결 ⇒ 저압

6. 새로운 분류 기준에 의한 재해의 분석

전기 재해조사를 하는 3개 기관에서 입수한 공정성이 확보된 2001년도의 전기감전재해사태 580건을 5.2에서 제안한 새로운 분류기준에 의하여 분류하였다.

6.1 직종, 장소, 목적에 따른 분류

6.1.1 직종에 따른 분류

재해자의 직종에 따라 재해수를 나타내면 그림 2와 같다. 그림의 숫자는 인원수를 의미한다. 오른쪽 범례의 숫자는 5.2.1의 분류번호이다.

재해가 가장 많이 발생한 그룹은 ⑩기타에 해당하는 그룹으로서 28.3%나 발생하였다. 반면 ①전기기관 자격증 소지자와 ⑥전기이외의 자격증 소지자 그룹은 전체 1건씩만 발생하였다.

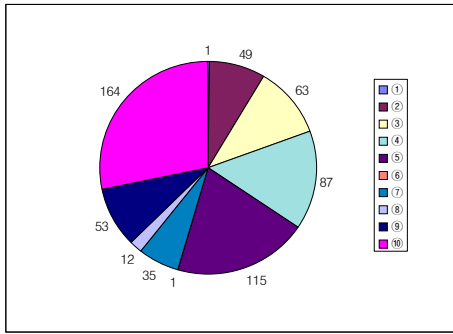


그림 2 직종별 재해 분포
Fig. 2 accidents frequency chart by occupation

6.1.2 장소에 따른 분류

장소에 따라 재해수를 나타내면 그림 3과 같다. 그림의 숫자는 인원수를 의미한다. 오른쪽 범례의 숫자는 5.2.2의 분류번호이다

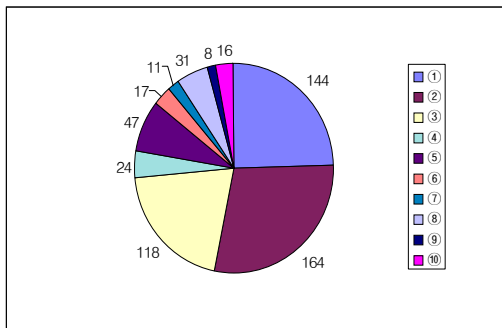


그림 3 장소별 재해 분포
Fig. 3 accidents frequency chart by location

재해가 가장 많이 발생한 그룹은 ②작업장, 사업장(28.3%)에서 가장 많이 나타났고 ①공사현장(24.8%), ③전주(20.3%)순으로 많이 발생하였다.

6.1.3 목적에 따른 분류

목적에 따라 재해수를 나타내면 다음 그림 4과 같다. 그림의 숫자는 인원수를 의미한다. 오른쪽 범례의 숫자는 5.2.3의 분류번호이다.

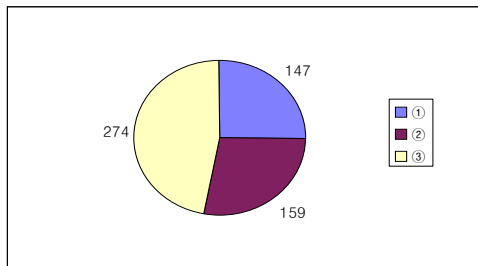


그림 4 목적별 재해 분포
Fig. 4 accidents frequency chart by purpose

재해가 가장 많이 발생한 그룹은 ③전기 이외의 작업(47.2%)을 목적으로 한 장소에서 가장 많이 분포하였고, 다음으로 ②설비작업(27.4%), ①선로작업(25.3%) 순이었다.

6.1.4 피해정도에 따른 분류

피해 정도에 따라 발생한 재해수를 나타내면 그림 5에서와 같다. 그림의 숫자는 인원수를 의미한다. 오른쪽 범례의 숫자는 5.2.5의 분류번호이다.

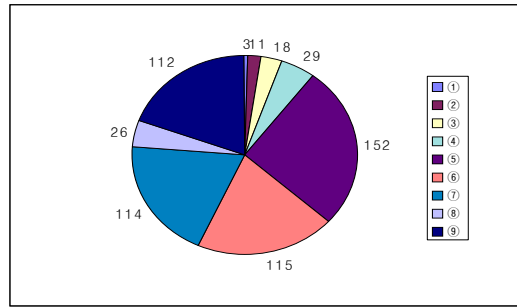


그림 5 피해정도별 재해 분포
Fig. 5 accidents frequency chart by the damage

재해는 ⑤29일-90일(26.2%) 치료한 재해가 가장 많았으며 ⑥91일-180일(19.8%), ⑦181일-365일(19.6%)순으로 나타났다. 사망자 또한 전체 19.3%나 차지할 정도로 높은 사망률을 나타내었다.

6.1.5 분석

직종을 피해 정도에서 사망과 부상으로 나누었다. 이는 다음 표 2에서 나타났다. 전기관련자에 해당하는 ①~⑤는 전기비관련자에 해당하는 ⑥~⑩에 해당하는 사람에 비해 재해수는 더 많았지만 사망자는 더 적게 발생했다.

6.2 피해정도에 따른 전류값 도출

새로운 분류방법에서 분류한 피해 정도를 토대로 전류의 크기를 구한다. 표 3는 자료 [5]에서 나타난 전류별 증상이다.

표 2 직종별 피해정도
Table 2 the damage by occupation

직종	부상	사망	재해수
① 전기자격증 소지자	1	0	1
② 점검, 검사자	58	5	63
③ 전기전문인력(설치,공사)	72	14	86
④ 전기전문인력(기타)	92	23	115
⑤ 기타 전기 관련자	49	0	49
⑥ 전기외자격증 소지자	1	0	1
⑦ 용접작업자	21	15	36
⑧ 크레인운전수	6	6	12
⑨ 전기 외의 전문 인력	30	23	53
⑩ 기타(일반인포함)	138	26	164

표 3 통전전류 증상
Table 3 symptoms applying an electric current

전류[mA]	증상
1.1	느낄 수 있음(최소감지전류)
1.8	고통이 없는 쇼크, 근육은 자유로움
9	고통이 있는 쇼크, 근육은 자유로움(가수전류)
16	고통이 있는 쇼크, 한계이탈(불수전류)
23	고통이 격렬한 쇼크, 근육경직, 호흡곤란
50	실신
100	심실세동 가능성
275	심실세동이 확실하게 발생

증상별로 전류를 8가지 단계로 나타냈고 피해 정도를 8가지로 나누어 전류 값과 피해정도를 맞추었다. 그 결과 표 4에 나타내었다.

고압과 저압 감전특성은 현실적 차이가 있어 자료 [6][7]에 따라 전기화상을 고압과 저압으로 비교하였다. 고압교류에 감전되면 근육은 수축과 이완을 계속 반복하면서 움직이지

표 4 피해정도와 전류 값

Table 4 the damage applying an electric current

번호	피해정도	전류[mA]
①	0-7일	1.1
②	8-14일	1.8
③	15-28일	9
④	29-90일	16
⑤	91-180일	23
⑥	181-365일	50
⑦	365일 이상	100
⑧	사 망	275

못하게 되어 전원에 달라붙어 있게 되고 고압직류는 감전되는 순간 강한 힘으로 환자를 튕겨져 나가게 하기 때문에 떨어지거나 넘어지면서 뇌나 척추, 팔다리에 골절, 장기파열과 같은 이차적 손상을 받기 쉽다. 저압 감전의 경우는 오랫동안 전원에 붙어 있으면 심장마비가 오거나 뇌에 있는 호흡을 조절하는 기관이 마비되어 사망할 수 있다. 고압은 사람을 튕겨져 나가게 하므로 통전시간이 짧다고 보았다. 그러므로 고압과 저압은 피해정도에는 관계가 없다고 생각했다.

7. 전기재해사례 미시적 통계를 통한 문제점 도출

우리나라의 전기안전시스템 중 어떤 부분이 취약한지 파악하기 위해 재해사례를 분석하였고 그 분석 자료를 가지고 문제점을 파악하였다[5]. 그 결과는 다음과 같았다.

7.1 빈도수 높은 유형과 직종에 따른 재해분류

주요기관에서 관리하고 있는 자료를 직종, 피해정도, 목적, 장소, 전압, 전류 항목에 대하여 정리하였고, 이것을 분석해 유형별로 나누었다. 재해자료 580개를 피해정도를 중심으로 분석한 결과 총 101개의 유형이었고 이중 빈도수 높은 것을 일부 나열하면 다음과 같다.

- 유형1. 기타전기관련자가 전주위에서 선로작업 중 부상(46)
- 유형2. 기타(일반인 포함)가 작업장에서 전기외의 작업 중 부상(44)
- 유형3. 기타(일반인 포함)가 공사현장에서 전기외의 작업 중 부상(33)
- 유형4. 전기전문인력(설치, 공사)이 전주위에서 선로작업 중 부상(17)
- 유형5. 기타(일반인 포함) 건물내부에서 전기외의 작업 중 부상(15)
- 유형6. 전기 이외의 전문 인력(기타)이 작업장에서 전기이외의 작업 중 부상(12)

이렇게 정리된 유형 자료를 일례로 ‘누가’에 해당하는 직종별 대상으로 심층 분석을 해보면 다음과 같다. 통계에 언급되어 있는 것을 중심으로 크게 전기 관련자와 전기 비관련자로 나누었고 그 중 전기관련자는 총 314건의 재해가 발생하였고 그 중 사망 42건, 부상 272건이었다. 비관련자는 총 266건의 재해가 발생하였고 그 중 사망 70건, 부상 196건이었다. 표 5는 직종별로 부상자수와 사망자수, 그리고 재해수를 나타낸 것이고 그림 6은 직종별로 사망자수를 재해수로 나눠 백분율로 나타낸 것이다.

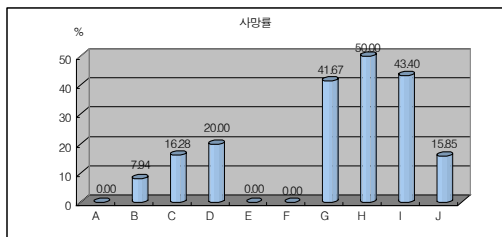


그림 6 직종별 재해에 대한 사망자 비율
Fig. 6 the death rate to the accident by occupation

표 5 직종에 따른 사망, 부상 분류

Table 5 the classification of the death and the wounded by occupation

	직종	부상	사망	재해수
A	전기자격증 소지자	1	0	1
B	점검, 검사자	58	5	63
C	전기전문인력(설치,공사)	72	14	86
D	전기전문인력(기타)	92	23	115
E	기타 전기 관련자	49	0	49
F	전기외자격증 소지자	1	0	1
G	용접작업자	21	15	36
H	크레인운전수	6	6	12
I	전기 외의 전문인력	30	23	53
J	기타(일반인포함)	138	26	164

7.2 문제점 도출과 그 효과

앞에서 분류한 결과를 보면 재해유형은 기타(일반인 포함)가 재해발생 총 580건 중 164건인 28.2%로 가장 많이 발생하였고 사망재해 또한 26건으로 가장 많았다. 반면 전기기사 자격증 소지자는 사망재해가 없었다. 그리고 전기관련자의 사망률(13.4%)보다는 전기 관련이외의 사람들에서 사망률(26.3%)이 높게 나왔다. 즉, 전기 관련자가 전기설비를 대하는 것이 더 안전하다는 것을 뜻한다. 전기설비를 전기 관련자만 다룰 수 있게 하면 재해는 더욱 줄어들 수 있고, 사망자 또한 더욱 줄어들 수 있다. 이렇게 문제점을 도출하여 재해 대비책으로 기사 및 동등이상의 자격자만 만지도록 법률을 강화했다면 이에 대한 대책마련을 한 것이 된다.

유형검사결과 앞에서 3가지 문제제기가 구체화되어 이에 대한 수식적 또는 경험적 시뮬레이션이 가능하게 하여 원인을 정확히 진단할 수 있다.

8. 새로운 분류방법 제안

각 기관의 자료를 통합할 수 있는 새로운 분류 방법을 구상해 본다. 이를 위하여 우선 기존 자료를 통합한다.

8.1 각 기관의 자료통합

현재 우리나라에서 감전재해를 소장하고 있는 기관 나름대로의 자료 형태가 있기 때문에 모두 고려한다. 즉, 3개 기관의 자료를 모두 포함시키는 분류방법을 알아본다. 각 기관에서는 같은 항목의 자료가 있을 수 있다. 그러므로 6하 원칙 별로 분류하여 해당 항목들을 정리한다. 다음 표는 3개 기관의 항목을 모두 묶어 6하 원칙 별로 해당하는 항목이다.

앞에서 언급한 바와 같이 3개 기관의 모든 분류항목을 적고 그 중에서 겹치지 않는 부분만 표 6에 나타내었다. ‘누가’에 해당되는 항목은 재해자 성명, 성별, 연령, 직업, 직종, 업종, 인원 모두 7가지이고 그 중에서 직업은 공무원, 선생님, 등의 직업을 말하고, 직종은 앞에서 분류한 바와 같이 전기직과 관련유무에 따른 1차 분류와 그리고 전문성에 따른 2차 분류로 나타낸다. 업종은 직군별 분류한 것으로 전기직, 생산직, 건설직, 서비스직, 사무직 등으로 분류되는 것을 말한다. ‘언제’에 해당하는 것은 재해발생년도, 재해발생월, 재해발생일, 재해발생요일, 재해발생시간, 날씨, 시기, 근속기간으로 모두 8가지이고, 이 중에서 시기는 설비의 수명주기(Life-Cycle), 즉 설계부터 제조, 시공, 검사 그리고 유지관리, 폐기 등으로 구분되는 것을 말한다. ‘어디서’는 사업소, 장소, 전기설비, 상호 그리고 지역으로 모두 5가지이다. 이 중에서 전기설비는 발전소, 송배전선로, 송전철탄 등을 말한다. ‘무엇을’은 전압, 장비, 작업내용(목적)으로 세 가지가 있다. 이 중에서 장비는 용접기, 검침기, 정수기 등을 말하는 것이다. ‘어떻게’는 통전경로, 재해의 종류, 피해내역, 재해과정, 화상정도 및 범위, 요양기간, 장애등급, 장애연금일자, 사망연금일자, 치료구분일자, 요양결정일자, 요양시작일자, 요양종료일자, 입원일수, 통원일수, 재가일수, 진료일수, 근로손실일 까지 모두 17가지로 되어있다. ‘왜’에 해당하는 부분

은 재해내용, 감전형태(2차재해 포함), 재해원인, 행위, 신 발생형태로 모두 5가지이다.

표 6 각 기관 자료의 통합 항목

6하원칙	조사항목
누가	재해자 성명, 성별, 연령, 직업, 직종, 인원, 업종 (7가지)
언제	재해년도, 재해발생월, 재해발생일자, 재해발생요일, 재해발생시간, 날씨, 시기, 근속기간(8가지)
어디서	사업소, 장소, 전기설비, 상호, 지역(5가지)
무엇을	전압, 장비, 작업내용(목적) (3가지)
어떻게	통전경로, 재해의 종류, 피해내역, 재해과정, 화상 정도 및 범위별, 요양기간, 장애등급, 장해연금일자, 사망연금일자, 치료구분일자, 요양결정일자, 요양시작일자, 요양종료일자, 입원일수, 통원일수, 제가일수, 진료일수, 근로손실일(17가지)
왜	재해내용, 감전형태(2차재해 포함), 재해원인, 행위, 신 발생형태(5가지)

8.2 새로운 분류방식

조사할 때 각 항목들이 표 6의 형식으로 하거나 아래에 제안되는 모든 기관 내용을 포함하는 새로운 재해자료 형식으로 조사되기를 주장한다.

XX년 XX월 XX일 XX시 X요일 날씨(꺾)에 △에서 QQ년 동안 ◇일을 하는 28살이고 남자인 전기기사자격증을 소유한 재해자 OOO는 ☆를 하기위하여 A지역 B사무소관할 C상가 내의 D에서 E를 하던 중 (전선이 벗겨진 걸 모르고 작업을 진행하다가 전선의 벗겨진 부분을 오른손으로 만져서 오른손에서 양발로) 전기가 통전되어 (오른손바닥부위와 양발바닥에 지름 3cm정도의 화상을 입은) 감전재해로서 (YY년 YY월 YY일부터 ZZ년 ZZ월 ZZ일까지 병원에 입원해 있다가 VV년 VV월 VV일까지 통원 치료받은) 재해임
재해원인 및 직접적인 재해방지대책

* ()부분은 상황에 따라 달라짐

이런 방법으로 재해조사를 하면 3개 기관의 목적에 맞는 것만을 골라 가져다가 사용할 수 있고 또한 추후 재해에 대한 조치를 하려고 할 때에도 관계된 자료를 표준화된 형태로 볼 수 있고 또한 원하는 항목만을 선택적으로 취해서 그때그때 편리하게 사용이 가능하다.

9. 결 론

본 논문은 기존의 연구방식과 차별된 분석을 통해 우리나라 안전시스템의 문제점을 미시적 관점에서 유형별로 파악하고 그 문제점에 따라 우리나라 전기안전시스템의 문제가 무엇인지 정확하게 도출해냄으로써 선진화된 스마트그리드 환경 하에서 전기안전시스템의 자료형태를 제안하였다. 이 기준으로 국내공식 자료를 입수하여 국내자료를 분류하였다.

본 연구의 성과는 다음과 같다.

- 취득이 힘든 각 기관의 자료를 수집하였고, 기관별 자료의 문제점을 분석하였다.
- 새로운 분류방법을 변형된 6하 원칙에 근거하여 새롭게 제안하였다.
- 기존 자료를 이 기준에 맞추어 분류하여 통계 처리하였다
- 통전전류와 피해정도를 roughly. 상관관계를 최초로 시도하였다.
- 스마트그리드 환경에 적합한 새로운 분류 방법에 입각한 자료 형태를 제안하였다.

추후 스마트 그리드 환경에서는 더욱더 자세한 분류방법이 도입되어 3차 감시시스템의 완성도를 높여주어 전기안전을 더욱더 도모할 수 있게 될 것이다. 향후 이 자료 형태를 표준화하여 현재와 같이 시간이 2년 이상 경과된 안전자료를 사용하지 않고 실시간 자료가 취득되므로 재해 발생 시 신속하게 대처할 수 있는 선진 전기안전시스템을 구축함으로써 최첨단 안전선진국으로 갈 수 있다. 이 시스템은 수출도 가능할 것으로 보여 먹거리 산업화가 될 수 있으므로 이를 위하여 많은 연구가 향후 요청된다.

감사의 글

본 연구는 한국전기안전공사의 지원에 의하여 기초 전력연구원 (R-2006-0-216) 주관으로 수행된 과제임

참 고 문 헌

- [1] 전정채 외 3인, “스마트그리드 연계 고객전기설비 전기 안전 실시간 감시 및 관리방안”, 대한전기학회 논문지, 제59권, 3호, 2010. 9, pp. 340-344
- [2] 지식경제부, 스마트그리드 국가 로드맵, 2010년 1월
- [3] 스마트그리드 사업단, “지능형전력망 구축 및 이용 촉진에 관한 법률(초안)”, 2010. 5.
- [4] “전력산업구조개편에 따른 중장기 전기안전정책 방향 연구 2”, 산업자원부, 2004
- [5] “전기설비 적합성평가시스템의 국제화 방안 연구”, 한국전기공사협회 한국산업개발연구원, 2005
- [6] 배석명, “전기재해의 효과적 감소를 위한 전기안전 관련시스템 리엔지니어링 방안 연구 [공청회]”, 한국전기안전공사 전기안전연구원, 2006
- [7] “산업안전 분야의 신진전회사업의 추진방안에 관한 연구” 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 1999
- [8] 이순, 박정욱, 김정훈, “국제 규격 접지시스템의 국내 적용을 위한 시뮬레이션 기반의 안전도 평가 방안”, 대한전기학회 논문지, 제57권, 제3호, 2008. 3, pp. 344-353
- [9] 김정훈 외 2인, “스마트그리드 환경에서 최첨단 3차감시 시스템 구상에 관한연구”, 대한전기학회 논문지, 투고중.

저 자 소 개



김 정 훈 (金正勳)

1955년생.
 1978년 서울대학교 전기공학과 졸업(학사)
 1981년 서울대학교 전기공학과 졸업(석사)
 1985년 서울대학교 전기공학부 졸업(박사)
 현재 홍익대학교 전자전기공학부 교수
 2007~현재 전력IT인력양성센터 센터장
 2010~현재 대한전기학회 전력기술부문 부회장