

## 전기설비 취약지역에서의 분진에 의한 사고영향 분석

(The Accident Analysis Caused by Dust of Electrical Installation in Vulnerable Area)

김영석\* · 송길목 · 김종민

(Young-Seok Kim · Kil-Mok Shong · Jong-Min Kim)

한국전기안전공사 전기안전연구원

(Electrical Safety Research Institute, Korea Electrical Safety Corporation)

### Abstract

In this paper, we investigated a dust pollution and spot survey of electrical installation in vulnerable area. From the survey results, we know that the dust was easily accumulated in cabinet panel because the cabinet panel cover was opened and the management of installation was not good. Although the dust pollution was not difference, the possibility of accident become increased by dust in salt area. Thus, it is necessary to variation of cabinet panel shape to prevention of electrical disaster in dust occurrence and another protection devices.

### 1. 서론

국민의 생활수준과 산업화의 발달로 인해 전기안전 서비스에 대한 요구는 그 기대치가 증가하고 있는 실정이다. 또한 전기안전에 대한 인식 전환으로 전기재해의 발생도 과거에 비해 많이 줄어들고 있다.

전기재해 중에서 전기화재의 발생 건수는 전체화재의 약 20% 대를 유지하고 있으며, 그 피해액은 연간 약 500억 정도의 손실을 초래하고 있다. 전기화재의 원인으로서는 단락사고가 주를 이루고 있으며, 과부하, 누전, 트래킹 등이 뒤를 이어 많은 점유율을 보이고 있다[1]. 그러나 전기안전 인식의 확산과 전기설비의 현대화 등으로 인해 전기재해는 많이 감소하고 있지만, 아직까지 국내환경에서는 전기설비 취약지역이 많이 존재하고 있다. 국내의 취약 전기설비지역 및 환경에서는 온도나 습도의 변화가 심하고, 황사피해가 심한 환경을 가지고 있으며, 삼면이 바다로 둘러 싸여 염해에 대한 영향을 가지고 있다는 것이다. 최근에는 도시화 공업화가 촉진되면서 집약적이고 산업화된 지역이 개발되어 공해에 대한 영향이 심각한 수준에 이르고 있다.

전기설비에서 있어서 분진에 의한 전기사고는 절연재료의 표면에 부유분진이 자중에 의해 가라앉으면서 온도 및 습도의 영향에 의해 누설전류가 흐르고 표면이 탄화된다[2][3]. 분진의 종류에 따라 사고의 과정은 빠르거나 오랫동안 지속되었다가 발생되어진다. 물론, 국내에 설치된 전기설비는 제작과정에서부터 설치에 이르기까지 규정에 준하도록 명시되어 있다. 설치 후에도 정기적인 점검과 검사를 통해 전기설비의 이상유무를 확

인한다. 그럼에도 불구하고 전기설비는 먼지, 염해, 자외선 등의 주변 환경요인과 전기적 불안정, 기계적 충격, 방화 등 다양한 조건에 의해 고장 또는 사고로 인한 전기재해가 발생한다. 최근에는 공해나 중국에서 날아오는 황사의 영향으로 인해 미세먼지가 전기설비 표면에 부착됨으로써 고장 또는 사고의 잠재요인으로 작용하고 있다. 따라서 취약 전기설비 환경 및 부위에서 분진에 따른 영향을 평가하고 사고발생 억제를 위한 개선노력이 필요하다 하겠다.

본 연구는 국내의 취약 전기설비 및 환경에서의 현장 분진 오염 실태 및 분진에 따른 도전율 특성을 조사하여 분진 발생지역에서의 전기안전 평가와 사고방지 기술 개발에 활용하기 위한 연구를 수행하였다.

### 2. 전기설비에서의 분진포집 및 측정

전기설비 지역 및 환경에서의 분진 포집은 고성능 대기분진포집기(HV-500F, Shibata, Japan)를 이용하여 국내규격에서 권장하는 포집측정방법의 하나인 여과식으로 포집하였다. 그림 1은 분진포집에 사용된 대기분진포집기를 나타낸다. 포집장소는 전국의 지역을 대상으로 하여 부산, 구미, 전주 지역을 대상으로 하였으며, 구체적으로는 제재소를 포함한 목재가공공장, 섬유공장, 금속가공공장, 유기물 재생공장등이다. 또한 분진이 전기설비에서의 미치는 영향을 분석하기 위해 전기설비 반경 2m 이내에 분진포집기를 설치하였다. 흡입량은 500ml/min으로 2시간동안 포집하여 칭량법에 의해 농도를 측정하였다. 채취된 필터(filter) 형태의 분진은 현장

에서 기밀용기에 의해 보관운송하고 실험실에 도착한 후 60%의 습도를 유지시킬 수 있는 항습조에 넣어 24 시간 이상 보관 후 측정하였다.

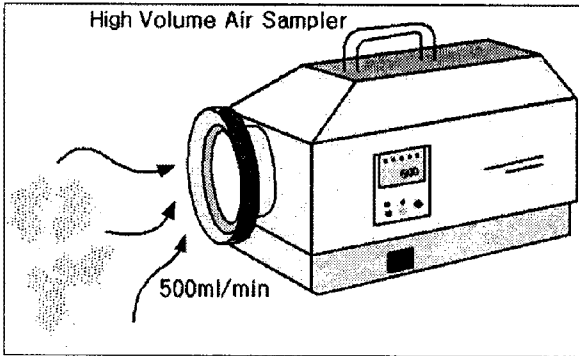


그림 1. 고성능 대기 분진 포집기  
Fig. 1. High volume air sampler

그림 2는 포집된 분진의 도전율을 측정하는 개략도를 나타낸 것이다. 먼저 포집된 분진을 온도 23.5±0.50℃의 탈이온 증류수에 담그고, 도전율 측정기를 이용하여 도전율을 측정하였다. 또한 탈이온 수의 량에 의한 도전율을 변화를 살펴보기 위해 탈이온 수량을 조절하여 도전율 변화를 측정하였다.

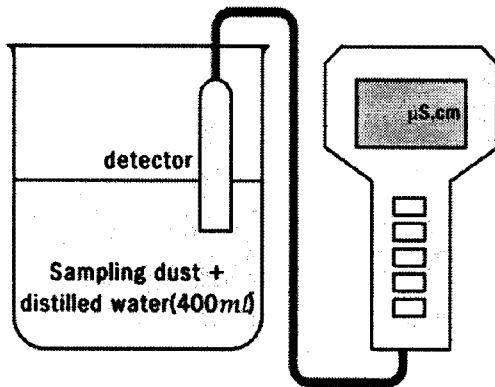


그림 2. 도전율 측정  
Fig. 2. The measurement of conductivity

### 3. 취약 전기설비의 현장실태조사

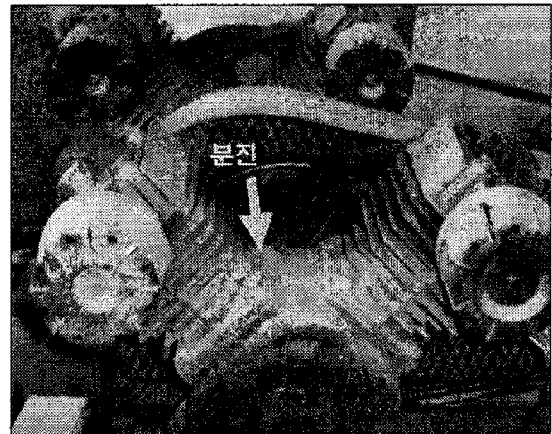
취약 전기설비에서의 분진에 의한 전기안전평가를 위해 지역별로 3군데를 선정하여 현장실태조사를 실시하였다. 지역별로는 부산, 구미, 전주지역에서 현장조사 및 분진포집을 하였다.

그림 3과 4는 목재가공공장에서의 전기설비 상태를 나타낸 것이다. 그림 3은 부산지역에서 목재가공공장의 전기설비를 나타낸 것으로 그림 (a)와 같이 분전함은 열려있는 상태로 되어있어, 분전함 내부로 부유분진이 쉽게 침입할 수 있는 구조로 되어 있는 것을 알 수 있었다. 또한 주변 전기기기는 작업에 따른 분진이 쉽게 쌓일 수 있는 조건이었다. 따라서 부유분진이 발생할

수 있는 지역에서는 밀폐형 또는 분진이 침입하기 어려운 구조를 가진 분전함이 요구된다.



(a) 열려있는 분전함



(b) 전기설비 주변에 쌓인 분진

그림 3. 부산지역 목재가공공장의 현장실태조사  
Fig. 3. Spot survey of sawmill factory in Pusan

그림 4는 구미지역에서 목재가공공장의 전기설비를 나타낸 것으로 주변에 목재에 따른 분진이 쌓이기 쉬운 환경에 노출되어 있었다.

그림 (b)는 그림 3(a)와 마찬가지로 분전함은 열려있는 상태로 되어있고 차단기 1차측에 부유분진이 많이 쌓여 있는 것을 알 수 있다. 또한 분진은 상당한 양의



(a) 주변 목재에 노출된 작업환경

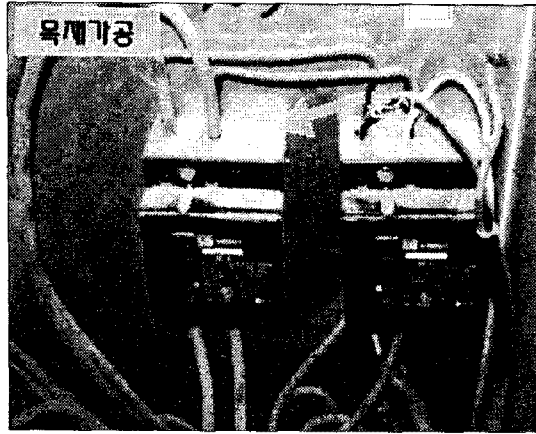


그림 4. 구미지역 목재가공공장의 현장실태조사  
Fig. 4. Spot survey of sawmill factory in Gumi

목분진, 종이분진 등이 쌓여 있는 것을 확인하였으며, 주변에 가공시설이 있어 사고 발생 시 차단기를 차단하기 어려운 위치에 시설되어 있었다. 또한 차단기 1차측에 분진에 의한 누설전류 발생으로 사고의 가능성이 높으며, 이는 차단기의 보호범위를 넘어선 것으로 별도의 보호 장치가 필요하다고 판단된다.

그림 5와 6은 섬유공장에서의 전기설비 상태를 나타낸 것이다. 그림 5의 섬유공장에서는 분전함 내부의 배선이 난잡하였으며, 설비 위의 강하분진이 오랜 시간 동안 침적되어 있는 상태를 확인하였다. 또한 주변 장치에도 분진 오랜 기간 침적되어 있어 관리가 허술한 것을 알 수 있었다.

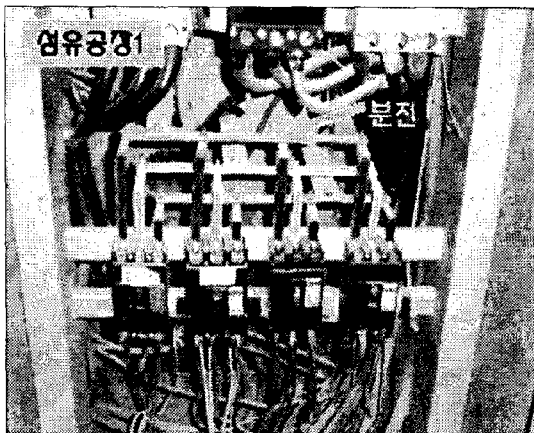
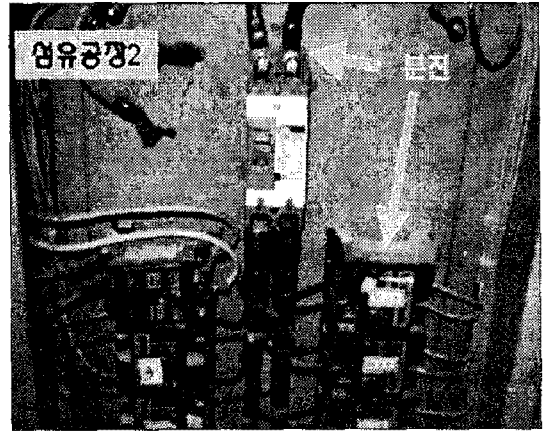
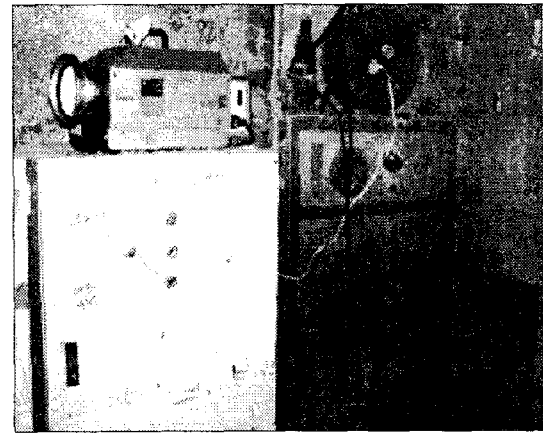


그림 5. 섬유공장의 현장실태조사  
Fig. 5. Spot survey of fiber factory in Gumi

그림 6의 섬유공장 전기설비 상태는 섬유분진이 노출 충전부에 부착되어 있으며, 표면이 거의 보이지 않을 만큼 분진이 많은 것을 알 수 있었다. 상승적으로 분진이 많은 작업장으로 분전함 외부에 대부분이 섬유분진이 부착되어 있었다. 섬유분진의 경우, 아크 등에 의해 화재로 발생하기 쉬운 조건이므로 이에 대한 철저한 관리가 요구된다.



(a) 주변에 노출된 분진반



(b) 주변 시설물에 부착된 섬유분진

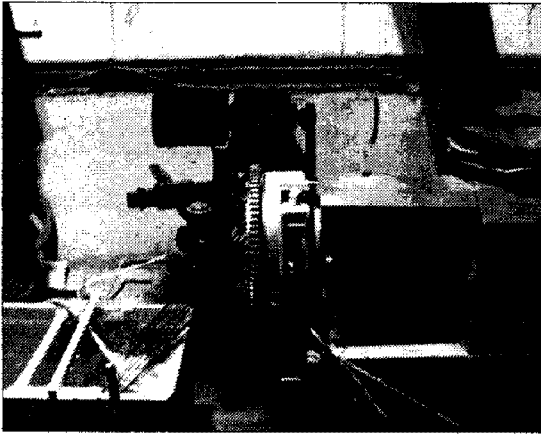
그림 6. 섬유공장의 현장실태조사  
Fig. 6. Spot survey of fiber factory in Gumi

그림 7은 유기물 재생공장에서의 전기설비 상태를 나타낸 것이다. 유기물 재생공장에서는 주변 시설 및 전기설비에 있어서 청소가 제대로 이루어지지 않아 유기물 분진이 침적되어 있는 것을 알 수 있었다. 또한 유기물 제조과정에서 자체적으로 분진이 발생하고 있으며, 부식이 진행되어 이에 대한 적절한 대처가 요구된다.

그림 8은 금속가공공장에서의 전기설비 상태를 나타낸 것이다. 금속가공공장에서는 분전함 내부 차단기 1



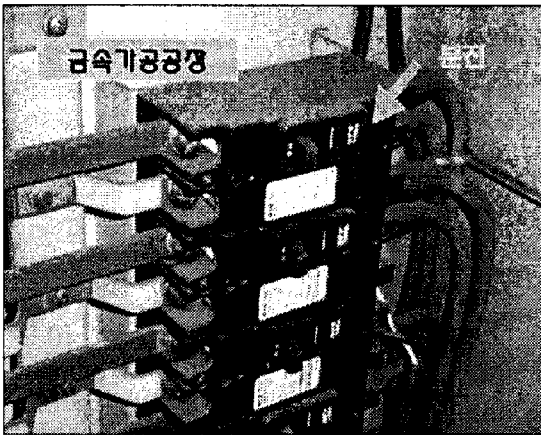
(a) 분전반 내부



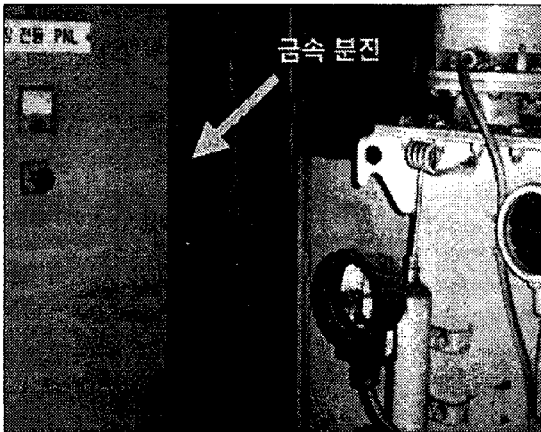
(b) 자체적으로 발생하는 유기분진

그림 7. 유기물 제조공장의 현장실태조사  
Fig. 7. Spot survey of polymer factory in Jeonju

차축에 강하분진이 쌓여 있는 것을 알 수 있으며, 주변에 금속분진 및 부식이 진행되고 있는 것을 알 수 있었다. 따라서 설비의 청소는 이루어지고 있으나, 사고방지를 위해 밀폐형 구조의 분전함의 분전함이 요구된다.



(a) 분전반 내부



(b) 주변에 쌓인 금속분진

그림 8. 금속기공공장의 현장실태조사  
Fig. 8. Spot survey of metal factory

그림 9는 현장실태조사를 통해 포집된 분진의 도전율을 측정하는 것이다.

그림에서 알 수 있듯이, 목재가공공장 1곳을 제외한

곳에서의 도전율 차이는 크게 나타나지 않았다. 부산지역의 경우에 있어서는 바닷가에 공장에 위치하고 있어 염해 등에 의한 영향으로 도전율이 상승한 것으로 판단되며, 샘플링 량이 많아짐에 따라 도전율이 줄어드는 것을 알 수 있었다.

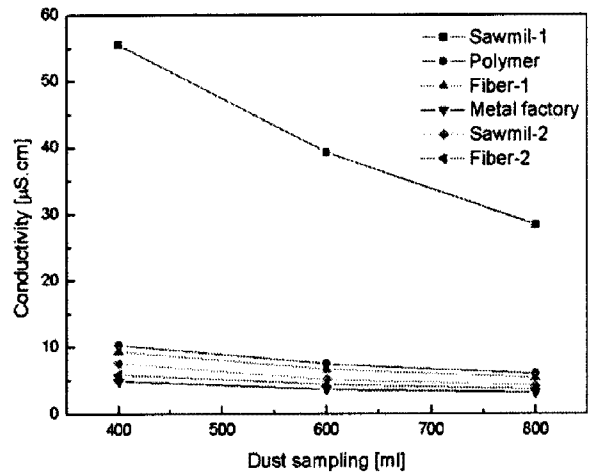


그림 9. 포집된 분진의 도전율  
Fig. 9. Conductivity of accumulated dust.

## 5. 결론

본 연구는 국내의 취약 전기설비 및 환경에서의 현장 분진 오염 실태 조사하였다. 취약 전기설비 및 환경에서의 조사결과, 분전함 내부로 부유분진이 쉽게 침입할 수 있는 구조로 되어 있는 것을 알 수 있었으며, 청소 등의 관리상태가 미비한 것으로 나타났다. 또한 지역별에 대한 차이는 크게 나타나지 않았지만, 염해지역에 가까울수록 분진에 의한 사고 가능성이 높아지는 것으로 추측할 수 있었다. 따라서 전기사고를 예방하기 위해서는 분진이 많이 발생하는 지역에서는 밀폐형 구조의 분전함이 요구되며, 보호장치를 별도로 설치하여 사고를 방지하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

본 연구는 지식경제부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- (1) Korea Electrical Safety Corporation, "A Statistical Analysis on the Electrical Accident", 15th edition, pp. 7-24, 2008.
- (2) 김영석, 송길목, 정진수, 정종욱, 김선구, "염수 및 분진에 의한 고분자 절연물의 표면누설전류 특성과 사고 위험성", 한국조명전기설비학회, Vol. 21, No. 8, pp. 129-135, 2007.
- (3) 송길목 외 2, "누전차단기 외함 전원측 단자사이의 트래킹에 의한 탄화특성 분석", 한국화재소방학회 논문지, Vol. 17, No. 4, pp.13-19, 2003.