

## 산업오손에 따른 배전설비 절연물의 전기적 및 재료적 특성

김찬영\*, 정종만, 이재봉, 천성남, 김동명, 송일근, 김병숙  
 우석대학교\*, 전력연구원 배전연구센터

### The Electrical and Material Characteristics of the Distribution Facilities Suffered from Industrial Pollution

Chan Young Kim\*, Jong Man Jung, Jae Bong Lee, Sung Nam Chun  
 Dong Myung Kim, Il Keun Song, Byung Suk Kim  
 Woosuk Univ\*, KEPRI

**Abstract** : The distribution facilities, such as suspension insulator, line post insulator, lightning arrester, COS, used for long periods in the industrial pollution area were investigated. The electrical test and the material analyses were performed on the polluted and non-polluted facilities. The low frequency dry flashover voltage of polluted suspension was decreased about 8% in comparison with non-polluted one. The polluted materials turned out with the iron which came from the foundries. The polluted materials turned out with the iron which came from the foundries. This conductive materials decreased the leakage distance, resulting in reducing of electrical properties.

**Key Words** : industrial pollution, suspension insulator, LP insulator, COS, lightning arrester

#### 1. 서론

배전선로에 사용되는 설비는 전력의 안정적 공급을 위해서 높은 신뢰도가 유지되어야 한다. 특히 애자, 피뢰기, COS, 변압기 등의 배전기자재는 사용 수량이 많고, 사용 환경이 다양하기 때문에 유지보수가 용이하지 않다.

배전기자재에 사용되는 절연물은 외부환경에 따라서 특성열화가 다르다. 청정지역에 사용되는 기자재의 절연물은 장기간 사용이 가능하나, 해안지역이나 공업오손지역에 사용되는 설비의 절연물은 표면에 염분 또는 분진이 부착되어 전기적 특성을 감소시켜 고장을 일으키기 때문에, 경우에 따라서는 단기간에 특성이 급격하게 저하될 수 있다.

애자의 표면에 부착되는 오손물은 바닷가에서 날아오는 염분이 부착되는 경우와 공업지역에서 날아오는 분진이 부착되는 것으로 구분할 수 있다. 절연물(애자, 애관)의 표면에 부착된 염분은 우천에 의해 자연 세정되어, 절연특성이 원래로 복귀하지만, 공단에서 날아온 분진이 절연물의 표면에 부착되어 고착화되면, 우천에 의한 세정이 되지 않는 경우가 있다. 결국 전기적 특성은 분진의 특성에 따라 다르다는 것을 알 수 있다.

염분오손에 의한 절연물의 오손특성은 최근에 국내에서 종종 연구를 수행되어 왔지만, 분진에 의한 오손특성은 국내에서 아직까지 연구가 부족한 실정이다. 또한 분진에 의한 오손특성은 공업단지를 구성하고 있는 업체에 따라 다르기 때문에 지역에 따라 특성이 다르다. 따라서 공업오손에 의한 절연물의 특성을 평가하기 위해서는 그 지역의 환경도 함께 고려해야 하고, 그 결과는 그 지역에 한정되어 사용할 수밖에 없다.

본 연구는 대구의 다산주물단지에서 4~14년 동안 사용되어 왔던, 현수애자, LP애자, 피뢰기, COS의 절연물에 부착된 분진이 절연특성에 미치는 영향을 전기적 및 재료적 분석을 통해서 평가하였다.

#### 2. 시험

##### 2.1 시료 제원

시험에 사용된 배전기자재는 한국전력공사 대구지사 고령지점 배전선로(532D)에서 발취하였다. 기자재의 종류 및 제원을 표 1에 기록하였다. 이들 배전기자재는 현장에서 약 4~14년 동안 사용되며 오손되어 왔다. 또한 오손된 배전기자재의 사진을 그림 1에 나타냈다. 그림에서와 같이 절연물의 표면에 오손물이 고착화되어 외관상으로 오손이 심하게 되었다는 것을 알 수 있다.

표1. 시료의 제원

시료명	발취장소	제조년월	제조사
현수애자	고령지점(532D)	2001.02	K사
LP 애자	고령지점(532D)	2001.08	K사
피뢰기	고령지점(532D)	1991.07	Kw사
COS	고령지점(532D)	1993.06	S사

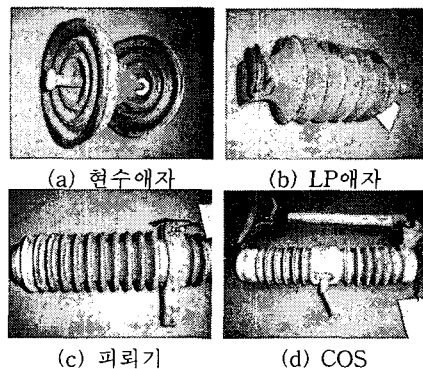


그림 1. 오손된 배전기자재

##### 2.2 시험절차

오손된 기자재에 대한 전기적 특성을 조사하기 위해 건조섬락전압시험을 하고, 메가로 절연저항을 측정하였다.

절연저항은 건조상태에서는 매우 높기 때문에 본 시험에서는 기자재의 표면을 전도도가 65  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 인 물에 분사하여 적신 후 절연저항을 측정하였다. 절연저항 측정 후에 주수성락전압시험을 하였다. 또한 애자의 표면에 부착된 오손물의 미세구조를 관찰하였으며, EDS로 성분을 분석하였다.

### 3. 결과 및 검토

#### 3.1 표면 절연저항 측정

오손품과 비오손품 기자재의 건조성락전압시험을 동시에 해서, 오손품과 비오손품의 건조성락전압값의 차이를 관찰하였다. 시험은 5회 실시하여 평균값을 표2에 기록하였다. 오손품은 비오손품에 비해, 성락전압 값이 약 8~9%정도 감소하였다.

표 2. 건조성락전압시험

	비오손품[kV]	오손품[kV]	증감[%]
현수애자	73	67	8.2↓
COS	84	76	9.5↓

#### 3.2 절연저항 측정

오손된 기자재에 대한 절연저항을 측정하기 위해, 절연재 표면을 전도도가 65  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 인 물을 주수하여 적신 후 DC 10 kV 전압을 인가하였을 때, 절연저항이 매우 낮아 측정하지 못했다. 따라서 인가전압을 1 kV로 낮추고 측정된 값을 표 3에 기록했다. 절연저항 값이 매우 낮음을 알 수 있다. 이것은 기자재표면에 부착된 전도성 오손물이 습윤하여 누설거리 줄어들었기 때문으로 판단된다.

표 3. 절연저항 측정

기자재	절연저항(주수상태, 1kV)
현수애자	2.5 M $\Omega$
LP 애자	4 M $\Omega$
COS	10 M $\Omega$ (애관)

#### 3.3 주수성락전압 시험

오손 기자재의 전기적 특성은 건조할 때보다는 우천시에 크게 감소된다. 주수성락전압시험을 통해서 오손애자의 주수성락전압이 감소되는 정도를 측정하였다. 표 4는 주수성락전압을 나타냈다.

표 4. 주수성락전압

시험회수	주수성락전압(kV)		
	현수애자	LP 애자	COS품체
1	32.1	74.3	35.4
2	35.0	81.3	36.2
3	38.8	69.7	32.2
4	38.8	78.2	33.1
5	39.3	77.9	32.3
평균값(kV)	36.80	76.28	33.84

#### 3.4 미세구조 및 성분 분석

기자재의 표면에 오손물이 적층되어 표면에 굴곡이 생겨있었다. 이 굴곡은 분진이 부착되기 쉽기 때문에 분진의 부착량은 시간이 증가함에 따라 더욱 증가할 것으로 판단된다. 오손물의 성분을 EDS로 분석한 결과 주성분이 철인 것으로 확인되었다. 이것은 주물단지공장에서 나오는 분진에 포함된 철이 애자의 표면에 부착된 것으로 판단된다.

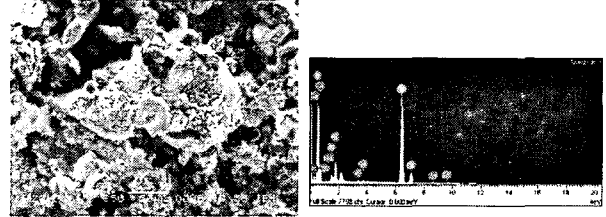


그림 2. 기자재표면에 부착된 오손물과 EDS

#### 표5. 오손물의 성분

Element	Weight %	Atomic %
O	32.46	60.42
Mg	0.33	0.40
Al	1.57	1.74
Si	4.51	4.78
K	0.28	0.21
Ca	0.34	0.25
Fe	59.57	31.77
Zn	0.94	0.43
Totals	100	100

### 감사의 글

본 연구는 전력산업연구개발사업(2005)의 위탁기술개발사업연구비 지원에 의한 것입니다.

### 4. 결론

본 연구는 공단지역에서 4~14년 동안 누적된 배전기자재 표면에 부착된 오손물에 의한 전기적 특성변화를 전기적 시험과 재료적 분석을 통해서 해석하였다. 기자재에 오손물이 부착된 경우에, 건조상태의 전기적 특성은 변화가 크지 않았지만, 주수상태인 경우에는 전도성 오손물이 절연물의 누설거리를 줄여 전기적 특성이 감소되는 것을 알 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] 김찬영외, "비용해성 산업용 분진이 배전용 자기재 현수애자의 전기적 특성에 미치는 영향", KIEE, Vol. 50C, No. 4, pp 182-189, APR, 2001.
- [2] 심용보외, "영진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구(최종보고서)", 한국전력공사, 전력연구원, 2002.3.
- [3] K. Naito, "A Comparative Study on Various Artificial Pollution Test Methods", NGK Review, No 30, pp27-37, 1966.