

自己放電式除電器에 의한 대전물체의 除電 및 放電特性

A Study on Characteristics of De-electrification and Discharge of Self-Discharged Electrostatic Reducer

박수덕* · 이 동 훈**

Soo-Duk Park · Dong-Hoon Lee

ABSTRACT

An electrostatic passive neutralizer without HV power source has been used widely to reduce charges on insulators such as running plastic films, papers and cloths, but its elimination characteristics and safety have been hardly investigated in detail. Especially, an operation of the passive neutralizer depends primarily on the charged insulator and the elimination ability does not depend on only the neutralizer, because an electrostatic elimination is caused by corona discharges occurring between the passive neutralizer and charged insulator. From a reason described above, the purpose of this study is to examine experimentally the elimination ability of the passive neutralizer. Experiments were made on the corona discharges between the passive neutralizer and charged insulator running at high velocity in practical field to make clear the setting condition of the passive neutralizer for operating effectively and safely. Results obtained from field experiments are presented in this paper.

1. 서 론

제전기는 정전기 장해·재해의 방지대책으로서 널리 활용되어지고 있다¹⁻⁶⁾. 또 최근에는 여러 종류의 제전기가 개발되어 현재 시판되어지는 기종도 10여종에 이른다. 이와같이 제전기가 정전기 대책에 있어서 필요 불가결한 것으로 되어 있지

만, 유효하게 사용되어진다고 할 수는 없다. 예를 들면 취부의 방법이 잘못되어 제전기의 성능이 반감한다든지, 제전기가 오히려 가연성물질의 착화원으로 되어 화재를 유발할 때도 있다⁷⁾. 따라서 본 논문에서는 가연성 가스 등이 존재할 위험이 있는 위험장소에서 자기방전식제전기를 사용할 경우에 있어서 그 제전성능 및 착화위험을 조사하기 위

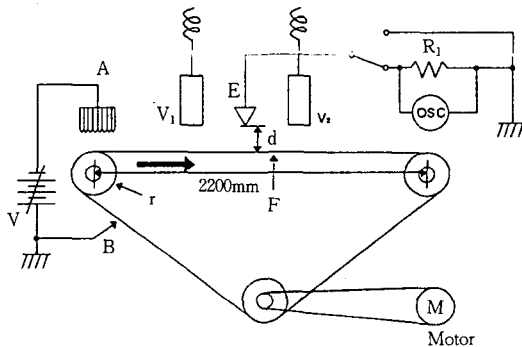
* 한국산업안전공단 창원지도원

** 부산공업대학교 산업안전공학과

해 자기방전식제전기를 사용해 고속으로 이동하는 대전 필름의 제전, 방전과형의 관측 등을 시험하였다.

2. 실험장치 및 방법

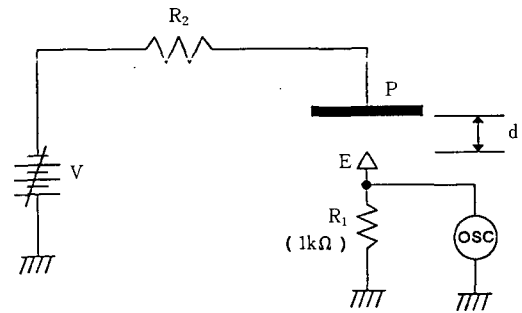
Fig. 1은 실험에 사용한 필름구동장치의 개요도 및 방전특성장치도를 나타낸다. 이 장치에는 필름을 하전시키는 전극 A와 제전기 B가 설치되어 있어서 임의로 대전전압을 조절할 수 있도록 되어 있다. 또 필름의 대전전압 V_1 , 제전후의 전위 V_2 를 측정하기 위한 정전압측정기가 설치되어 있다. 필름구동속도의 가변범위는 0~180m/min이다. 실험에서는 두께 $100\mu\text{m}$ 인 필름을 일정 대전전압으로 하전시켜 자기방전식제전기와 필름과의 이격거리, 제전기의 설치각도 및 구동속도를 가변하여 제전후의 전위, 제전전류 및 방전과형을 측정하였다. 제전전류는 직류 마이크로메타(Keithley, 617)에 의해 측정하였다.



- A : charging electrode
- B : electrostatic reducer
- E : self-discharge type electrostatic reducer
- F : belt (thickness : $100\mu\text{m}$, width : 300mm)
- M : motor
- r : roller
- V_1 : electrostatic voltage before reducer
- V_2 : electrostatic voltage after reducer
- OSC : digital oscilloscope

Fig. 1 Schematic drawing of fil, charging equipment and corona discharge characteristics

Fig. 2는 방전과형을 측정하기 위한 회로도로서 직류고전압을 인가한 금속판(모의대전물체)과 자



- R_2 : Protective resistor
- R_1 : Resistor for measurement
- E : Electrostatic reducer
- OSC : Digital oscilloscope
- d : Distance (mm)
- P : Metal plate
- V : DC High voltage

Fig. 2 Diagram for discharge waveform measurement

Table 1 Outline view of characteristics of self-discharged type electrostatic reducer studied

type	Diameter and materials	Outline view(photograph)
A	$5\mu\text{m}$, carbon	
B	$10\mu\text{m}$, tungsten	

기방전식제전기와의 이격거리를 임의로 조절할 수 있도록 되어 있다. 또한 방전전류과형은 제전전류

에 저항($1k\Omega$)을 직렬로 연결하여 접지하고 디지털 탈오실로스코프(Hitachi, 6525A)에 의해 Fig. 2와 같이 측정하였다. 실험에 사용한 자기방전식제전기의 외형 및 특징을 Table 1에 나타내었다. Table 1에는 자기방전식제전기의 직경, 재질 및 외형도 사진이 나타나 있다.

3. 실험결과 및 고찰

자기방전식제전기는 이온을 생성하는 에너지를 가지지 않기 때문에 그 성능은 유효제전전류, 제전기의 설치거리, 제전기의 설치각도 및 대전물체의 이동속도 등에 크게 영향을 받는다. 따라서 본 장에서는 자기방전식제전기의 제전능력 및 방전시의 착화 여부에 대하여 실험적으로 고찰한다.

Fig. 3는 제전기의 설치거리(d)의 변화에 따른 제전후의 잔류대전전압의 변화특성을 나타낸 것이다. 이때 제전기는 Table 1에서의 Type B를 사용하고 전극 A를 통하여 $-60kV$ 로 대전시키고 필름을 60m/min, 120m/min 및 180m/min로 회전시켰다. 그림에서 보듯이 설치거리(d)가 2mm이상인 경우에는 제전후의 전위가 정전기해해·장해가 발

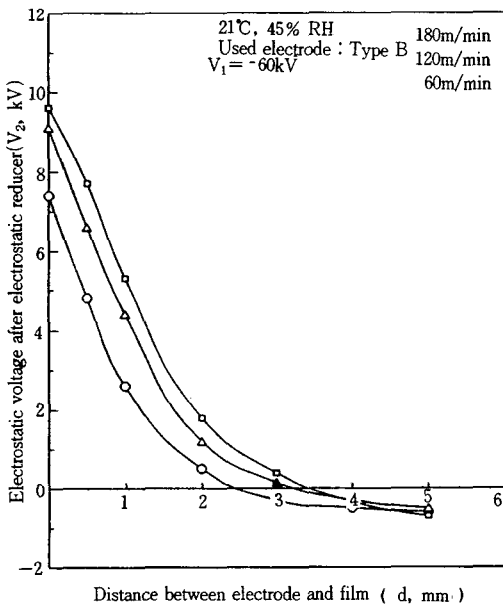


Fig. 3 Electrostatic voltage characteristics as a function of distance between electrode and charged film

생하지 않는 수 kV 이하까지 저하하나, 설치거리(d)가 2mm이하인 경우에 제전후의 전위가 제전전과 비교해서 반대극성을 나타내는 것은 역대전현상에 의한 것으로 생각된다. 따라서 대전전위에 따라서 적절한 설치거리가 유지되어야 함을 알 수 있다.

Fig. 4는 설치거리의 변화에 따른 제전기를 통해서 대지로 누설되는 제전전류를 측정된 것이다. Fig. 4에서 보듯이 제전전류는 필름의 회전속도에 거의 정비례하여 증가하지만, 설치거리에는 영향을 거의 받지 않는다. 이는 필름의 회전과 더불어 운반되어진 대전전하량은 회전속도에 거의 정비례하기 때문에 설치거리가 수 cm이내이면 필름의 전하가 거의 대지로 누설할 수가 있기 때문인 것으로 생각된다.

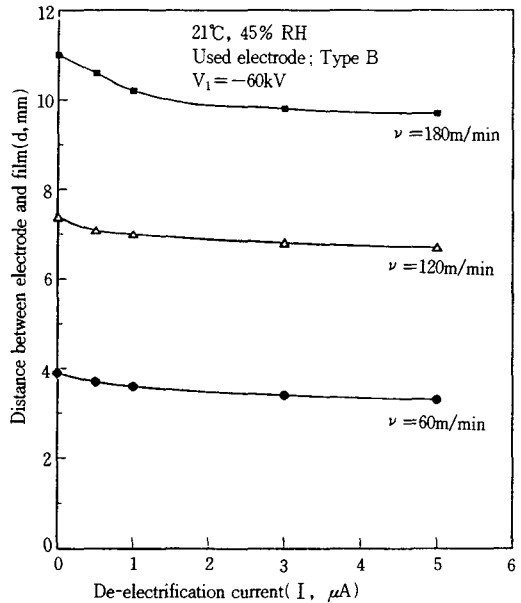


Fig. 4 De-electrification current as a function of distance between electrode and charged film

Fig. 5, 6 및 7은 제전기의 설치각도의 변화에 따른 제전효율을 나타낸 것이다. Fig. 5 및 6에서 보듯이 설치거리(d)가 2mm에서 10mm까지는 설치각도(θ)의 변화에 따른 제전효율은 거의 일정하나, 설치거리(d)가 비교적 먼 50mm이상에서는 제전효율이 최저 60%~70% 정도로 저하함을 알 수

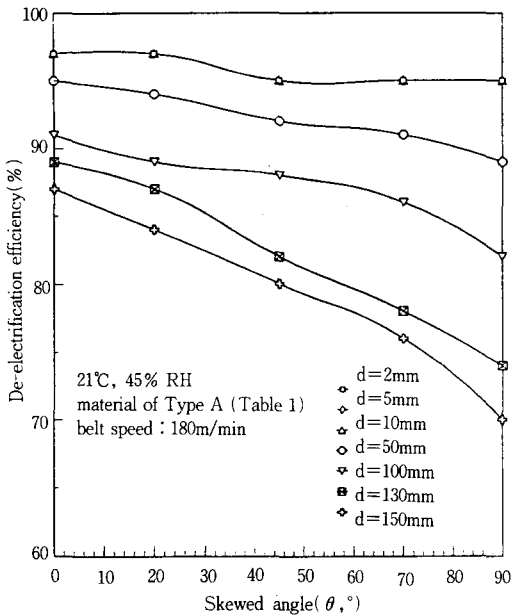


Fig. 5 De-electrification current as a function of skewed angle installed (carbon cotton electrode)

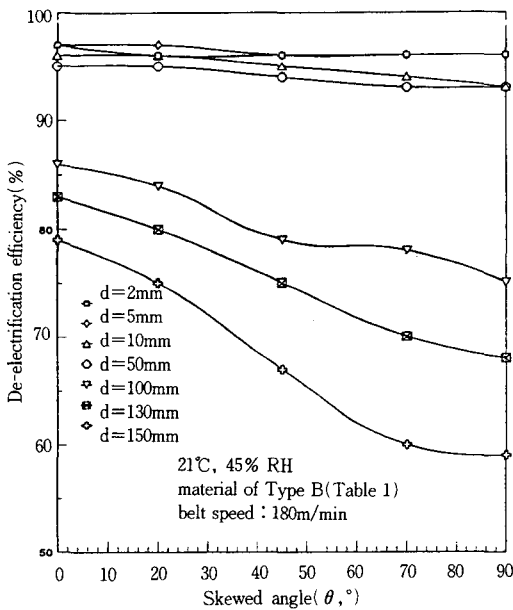


Fig. 6 De-electrification current as a function of skewed angle installed (tungsten wire electrode)

있다. 따라서 설치각도에 따른 제전효율의 변화는 설치거리에 따라서 상당히 영향을 받음을 알 수 있다. Fig. 7은 탄소섬유로 된 제전기와 텅스텐금속선으로 된 제전기의 경우를 서로 비교한 것으로서, 그림에서 알 수 있듯이 탄소섬유로 된 제전기가 텅스텐금속선으로 된 제전기보다 제전효율이 설치거리(d)가 100mm 이상에서는 약 1.25배 정도 제전효율이 높게 나타났음을 알 수 있다. 따라서 제전기로서는 탄소섬유로 된 자기방전식제전기를 사업장에 설치하는 것이 제전효율이 증가하므로 실 적용에 유익함을 알 수 있다.

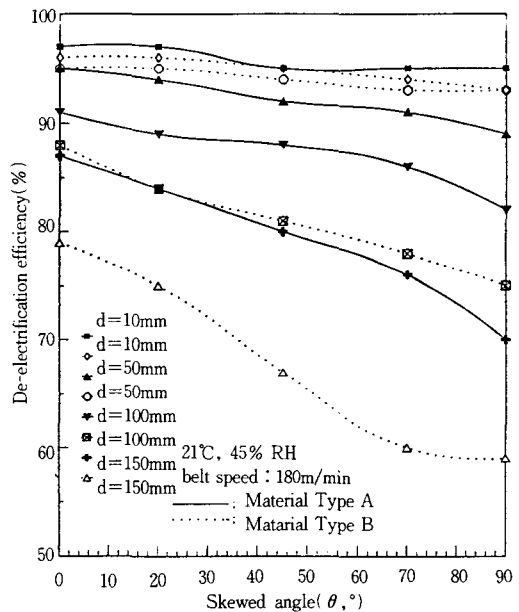
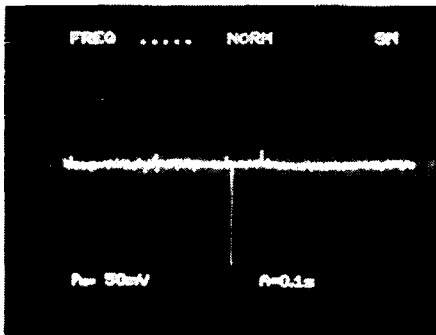


Fig. 7 The comparison of de-electrification efficiency between carbon cotton electrode and tungsten wire electrode

Fig. 8은 Fig. 2의 회로를 이용해서 탄소섬유로 된 자기방전식제전기를 사용하였을 때 필름의 제전시에 관측된 방전파형을 나타낸다. 필름의 제전시에 관측된 방전파형의 최대값은 Fig. 8에서 보듯이 방전전류의 최대값이 150 μ A 정도로서 이때의 정전에너지를 구하면 6.8 μ J 정도의 값에 불과하였다. 따라서 자기방전식제전기를 착화위험장소(가연성 가스의 최소착화에너지 10 μ J 이상 단, 아세틸렌, 에틸렌을 제외한 경우)에서 사용하더라

도 제전시의 방전에 의해 착화폭발이 발생할 확률은 극히 적다고 생각된다.



(50 μ A/div, 0.1s/div)

Fig. 8 Discharge waveform
($V=-60kV$, $R_2=500M\Omega$, $R_1=1k\Omega$, $d=3mm$)

4. 결 론

자기방전식제전기의 제전특성 및 방전착화위험성에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 180m/min의 고속으로 이동하는 필름의 제전이 가능하였고,
- 2) 고속으로 이동하는 필름의 제전을 할 때는 대전물체의 대전상태에 적절한 설치거리를 선택

하여야 하는데 실험결과 적어도 2mm이상 이격시켜야 하고,

- 3) 제전기의 설치각도에 따라서 제전효율의 차이가 있기 때문에 적절한 설치각도를 선택하여야 한다. 즉 설치거리가 50mm 이상에서는 설치각도의 영향을 받음을 알 수 있고,
- 4) 고속이동하는 필름의 제전시 방전에 의한 가연성가스(최소착화에너지가 10 μ J 이상)에의 착화위험성은 극히 적었다.

참 고 문 헌

- 1) 日本労働省産業安全研究所, 靜電氣安全指針, p. 164, 1988.
- 2) 靜電氣學會編, 정전기ハンドブック, オーム社, pp. 819~837, 1976.
- 3) A. D. Moore, Electrostatics and its applications, John Wiley & Sons, pp. 425~440, 1973.
- 4) 이동훈, 전기안전공학, 부산공업대학교출판부, pp. 197~220, 1990.
- 5) 高野文彦, 靜電氣の話, 河出書房新社, pp. 27~46, 1977.
- 6) 上田實, 靜電氣の事典, 朝倉書店, p. 129, 1988.
- 7) 村崎憲雄, 靜電氣障災害對策ハンドブック, マグロウル好學社, pp. 181~206, 1977.