人工汚損試験における不溶性物質の影響

正 員 小松原 実 (岡山商科大)
正 員 石 井 勝 (東京大)

Effect of Insoluble Materials on Artificial Test of Contaminated Insulators
Minoru Komatsubara, Member (Okayama Shouka University), Masaru Ishii, Member (University of Tokyo)

キーワード：人工汚損試験，がいし，不溶性物質

1. はじめに

直流電圧によるがいしの人工汚損試験において，霧中試験では人工汚損液中の不溶性物質の種類によって，がいしの耐電圧値が影響され，カオリンと，とのこを比較した場合には，カオリンを使用した場合に10～20%直流フラッシュオーバー電圧が低くなったことが報告されている⁽¹⁾⁽²⁾。表1に，がいしの霧中直流フラッシュオーバー電圧を昇降法で測定した例⁽²⁾を示す。これら二つの不溶性物質の粒度分布を測定した結果では，ほぼ同程度であるという報告がなされている⁽²⁾。本研究では，このような結果の原因を検討するために人工汚損液中での不溶性物質の凝集に着目し，検討を行った。

2. 不溶性物質の分散と凝集

ある物質が液体中に分散しやすいか凝集しやすいかは，液体と不溶性物質の組合せで決まる。不溶性物質の分散性を向上させる手段として分散剤の使用が考えられる。これは，不溶性物質粒子表面に液体と親和性をもつイオンや分子を吸着させることにより，液体と粒子との親和性を高めるものである。カオリンおよびとのこの主要成分は SiO_2 と Al_2O_3 であり⁽²⁾，これらの金属酸化物に対して有効な分散剤としてピロリン酸やヘキサメタリン酸があげられるが⁽³⁾，ここではピロリン酸を用いた。

3. 実験方法および結果

とのこおよびカオリンを用いた人工汚損液の各々について，粒子沈降速度および冷水霧中雰囲気中での表面導電率の変化を測定した。実験に使用した人工汚損液の組成は，とのこおよびカオリンの各々に対して， NaCl 10 g/l，不溶性物質 40 g/l の汚損液を作成し，ピロリン酸 (1 cc/l) を添加したものと無添加のものを

表 1 人工汚損がいしの直流50%フラッシュオーバー電圧⁽²⁾Table 1. $V_{50\%}$ /Unit of insulator under direct voltage.

	直流耐霧がいし (320 DC 5 個連)	長幹がいし (880 mm 長)
カオリン	20.9 kV	66.9 kV
とのこ	25.0 kV*	73.0 kV

注) 塩分付着密度 0.03 mg/cm²，不溶性物質付着密度 0.08 mg/cm²

* 不溶性物質付着密度 0.16 mg/cm²

表 2 各不溶性物質の沈降量 (cm)

Table 2. Speed of sedimentation (cm).

	とのこ	とのこ+P	カオリン	カオリン+P
1 分	1.8	0.2	0.8	0.6
2 分	5.4	0.4	2.5	1.7
3 分	9.0	0.4	4.5	2.8

注) +P: ピロリン酸添加

使用して実験を行った。

粒子沈降速度の測定は液深 10.5 cm の懸濁液を静置したときの上澄みの液の深さの時間変化を求めた。結果を表2に示す。特に，とのこの場合にピロリン酸添加液の沈降速度が大きく変化している。

沈降に関するストークスの式によれば，等速沈降においては，

$$v = (1/18) \{ (\rho_p - \rho_0) g / \eta \} D^2 \dots\dots\dots (1)$$

ここに， v ：沈降速度， ρ_p ：粒子密度， ρ_0 ：

液体の密度， η ：粘性係数， D ：粒子直径

が成立する。この(1)式を利用して，とのことカオリンの沈降速度測定結果から各試料について，ピロリン酸を添加した場合と，無添加の場合の見掛けの粒子径の比を求めた結果，ピロリン酸を添加したとのこでは

図 1 汚損面の表面導電率の時間変化
Fig. 1. Time variation of surface conductivity of contaminated surfaces.

粒子径が 0.04 倍、カオリンでは 0.62 倍となり、特にとのこに対して分散剤の効果が大きいことがわかる。

冷水霧中での導電率の時間変化の測定のために、汚損液をガラス平板上に塗布した後に乾燥し、等価塩分付着密度 0.1 mg/cm^2 、不溶性物質付着密度 0.4 mg/cm^2 の汚損面を作成した。これを水平に設置して、 $0.0047 \text{ g/cm}^2/\text{min}$ の霧を超音波加湿器を利用して噴霧し、AC 15 V で測定した。結果を図 1 に示す。

ピロリン酸無添加の場合には、とのこカオリンをそれぞれ使用した汚損面の表面導電率の上昇速度に、はっきりとした差がある。汚損面の導電率が、がいのフラッシュオーバー電圧に直接影響することは実験的に確認されている⁽⁴⁾ ので、カオリンを使用した人工汚損がいの直流霧中フラッシュオーバー電圧が低くなる原因は、ここに求められると考えられる。更に、この現象は汚損面上の部分アークの特性に起因するものではないため、交流電圧のもとでも生じていると思われる。

ピロリン酸の添加により、とのこを使用した試料の表面導電率が急速に上昇しやすくなることがわかる。これは、人工霧噴霧により、とのこを使用した汚損面上に生じる水膜の電気的特性が、カオリンを使用した汚損面のそれに非常に近くなったことを意味する。ピロリン酸の濃度は十分低いため、その電解質としての影響は小さい。水膜の電気的特性が変化した理由は、分散剤の働きで、とのこを使用した汚損液の不溶性物

質の粒度分布がカオリン使用の場合に近づき、より均一な汚損面が形成されたためと考えられる。

4. おわりに

本研究の結果、人工汚損実験に使用する不溶性物質の分散度の違いによって、耐電圧値に密接に関係する汚損面の導電率が影響されることが示された。これは不溶性物質の特性を、分散剤を添加した濃厚な懸濁液を用いる通常の方法で測定される粒度分布のみでは評価できないことを意味する。また汚損面の導電率の変化に、より敏感な直流汚損フラッシュオーバー電圧において、不溶性物質の効果が確認されているが、この効果は程度の差こそあれ、交流汚損フラッシュオーバー電圧にも存在すると予想される。

(平成 4 年 7 月 27 日受付)

文 献

- (1) Y. Hasegawa, et al.: "A comparative program on HVDC contamination tests", *IEEE Trans. PWRD*, PWRD-3, 1986 (1988)
- (2) 石井, 他: 平 3 電気学会電力エネルギー部門大会(II), No. 47
- (3) 久保, 他 編: 粉体理論と応用 (昭 49) 丸善
- (4) M. Ishii, et al.: "Effect of ambient temperature on the performance of contaminated dc insulators", *IEEE Trans. Elect. Insulation*, EI-19, No. 2, 129 (1984)

小松原 実 (正員)

る研究に従事。

昭和 34 年 6 月 15 日生。59 年 3 月京都大学大学院工学系研究科修士課程修了。平成 3 年 4 月岡山商科大学講師、現在に至る。高電圧工学、情報処理に関する

石井 勝 (正員)

昭和 24 年 3 月 11 日生。51 年 3 月東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。51 年 4 月同大学助教授、平成 4 年 7 月同教授、現在に至る。工学博士。主として、自然雷、系統絶縁、高電圧現象の測定に関する研究に従事。63 年度日本大気電気学会学術研究賞受賞。平成元、2 年度東京支部評議員。IEEE Senior Member。