電解液中の酸性雨成分が 耐トラッキング性に及ぼす影響

学生員 敷 村 朝 生 (秋田大学)

正 員 長谷川 誠 一 (秋田高専)

非会員 王 新 生 (秋田大学)

正 員 吉 村 昇 (秋田大学)

The Effect of Ingredient of The Acid Rain Contaminant Solution on The Tracking Resistance
Asao Shikimura, Student-Member (Akita University), Seiichi Hasegawa, Member (Akita National College of Technology)
Wang Xinsheng, Non-Member, Noboru Yoshimura, Member (Akita University)

キーワード：有機絶縁材料，耐トラッキング性，酸性雨，汚損液

1. はじめに

屋外に使用される有機絶縁材料は，様々な外的要因によって劣化を受けるが，その中でも公害の悪化等による酸性雨の影響が懸念され始めてきた．著者らは，実験室内で作製した人工酸性雨に材料を浸漬させることにより，酸性雨が有機絶縁材料の耐トラッキング性に及ぼす影響について報告した．⁽¹⁾しかし，材料の実際の適用条件を考慮した場合，材料が静的条件で受ける劣化のほかに，課電時において酸性雨が電解液として作用した場合に材料が受ける影響を検討する必要がある．

本研究では，以上の点を考慮し，電解液としての酸性雨が，有機絶縁材料の耐トラッキング性に及ぼす影響について検討を加えたので，その結果について報告する．

2. 実験方法および試料

耐トラッキング性試験法は，IEC Publication 587⁽²⁾に規定された試験方法および試験条件に従って行った．ただし汚損液は，表1に示す人工酸性雨イオン交換水溶液に変更した．汚損液による材料のぬれの変化をなくすため，非イオン性界面活性剤を添加し，表面張力を規定された試験液と等しくした．試験電圧は4.5kVである．

試料には，無添加，無充填のポリプロピレン(PP)，ポリカーボネート(PC)，ABS樹脂(ABS)，ポリスチレン(PS)，ポリ塩化ビニル(PVC)の5種類の未劣化試料を用いた．試料は平板であり，大きさは，50mm×120mm，厚さ3mm～5mmである．なお各試料はイソプロピルアルコールで洗浄し乾布でふき，24時間以上シリカゲル入りデシケータ中で保存乾燥した後，試験に供した．

表1 人工酸性雨溶液の成分 (g/2l)

Table.1 Ingredient of the Artificial Acid Rain Solution

NaCl	0.28
KNO ₃	1.30
CuCl ₂ ·5H ₂ O	0.003
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.0009
CaCl ₂	0.002
くえん酸	2.10

3. 実験結果および検討

耐トラッキング性試験結果を図1に示す．いずれも5個の試験結果の平均値を示している．人工酸性雨が湿潤条件下で電解液として作用した結果，IEC Publ. 587に規定された汚損液で行った試験結果と比較すると，全ての材料で耐トラッキング性の著しい低下傾向が認められる．5試料の中ではPSが比較的破壊時間の低下が小さいが，これは他の材料に比べると材料のはっ水性が優れていること，材料自身が他の材料と比較すると，分子構造上耐酸性に優れていることなどによるものと推測される．図2にABSを例に試験開始30秒後の放電発生部分（接地電極付近）の試料表面のSEM観察結果を示す．このように汚損液の相違によって，材料表面の受ける劣化の程度も大きく異なることがわかる．規定汚損液を使用した場合の試験開始30秒後の試料表面(a)は，放電により生じたイオンの直接衝撃によると思われる微小空隙が認められるが，大きさも数μmとまだ小さく亀裂なども認められなかった．しかし，人工酸性雨汚損液を使用した場合の試験開始30秒後の試料表面(b)では，(a)の場合と比較すると微小空隙は大きく，かつ多

図1 耐トラッキング性試験結果
Fig.1 The Tracking Test Result

数存在する。また(b)-2に示すように数百 μm の亀裂も多数確認され、これは通常トラッキング破壊直前に試料表面に起こる現象であることから、この観察結果からも人工酸性雨汚損液が試料のトラッキング劣化現象を急速に加速させていることがわかる。

以上の実験結果より、人工酸性雨汚損液による劣化機構を推定すると以下ようになる。材料が湿潤条件下において沿面放電が発生すると、放電により電子、またはイオンが生成され、これが電界によって加速され材料表面に衝突し材料は損傷する。人工酸性雨汚損液の水素イオン濃度指数(pH)は3.1と規定汚損液(pH=5.85)に比べて低く、過剰にイオンが存在するため、このプロセスを加速する要因となる可能性が考えられる。また、人工酸性雨汚損液を使用した実験で、沿面放電の色が薄い黄色を呈したことから、主に Na^+ や K^+ などが作用していると考えられる。また、材料表面における自動酸化反応も、酸性度が増すとともに劣化を加速すると思われる。

以上のような過程を経て、材料の構成分子が材料から離脱した結果、分子鎖が切断され表面が低分子化し、耐熱性が低下した後、材料はシンチレーションを伴って導電性炭化生成物を析出し、トラッキング破壊に至る。

(a) IEC Publ. 587 規定汚損液

(b)-1 人工酸性雨汚損液

(b)-2 人工酸性雨汚損液

図2 試験開始30秒後のABS試料表面のSEM観察結果
Fig.2 SEM Photographs of Surface of ABS Samples
(30 Seconds from Start)

4. まとめ

以上、本実験から、有機絶縁材料に酸性雨が電解液として材料表面に作用した場合、材料の耐トラッキング性に非常に大きな影響を及ぼすことがわかった。これは酸性雨成分が、放電を伴った表面の劣化過程に直接作用したためと考えられるためである。

最後に、試料を御提供頂いた(株)フジクラ基盤材料研究所 所長 丹羽利夫氏はじめ関係各位に御礼申し上げます。

(平成7年2月16日受付)

文 献

- (1) 敷村・長谷川・吉村：「有機絶縁材料の耐トラッキング性に及ぼす酸性雨の影響」、1994電気関係学会東北支部連合大会、2F7 他
- (2) IEC Publication 587, Second Edition, 1984

敷村 朝生

(学生員) 1968年2月7日生。1993年3月秋田大学鉱山学部電気工学科卒業。1993年4月同大学大学院修士課程鉱山学研究科電気工学専攻入学。現在に至る。

長谷川誠一

(正員) 1940年8月28日生。1963年3月秋田大学鉱山学部鉱山電気科卒業。1965年4月秋田工業高等専門学校電気工学科助手。1990年7月同教授、現在に至る。主として、絶縁材料の劣化現象と絶縁破壊に関する研究に従事。

王 新生

(非会員) 1957年10月14日生。1986年5月武漢水利電力大学大学院修士課程電気工学専攻修了。1992年11月西安交通大学大学院博士課程電気絶縁工学専攻修了。同年12月同研究助手を経て、副教授となる。現在、秋田大学鉱山学部電気電子工学科客員研究員。工学博士。高電圧絶縁工学および絶縁材料の研究に従事。

吉村 昇

(正員) 1943年11月5日生。1969年3月秋田大学大学院修士課程電気工学専攻修了。同年4月同大学鉱山学部電気工学科助手、講師、助教授を経て、1983年4月同教授、以後1995年4月鉱山学部長、現在に至る。工学博士。1978年1月～79年8月クラークソン工科大学客員研究員。電気材料工学、生物電磁気工学の研究に従事。1984年電気学会論文賞、1990年日本素材物性学会会長。応用物理学会、静電気学会、IEEE他会員。