

修士学位論文要約（令和2年3月）

課電曝露試験による配電用ポリマーがいしの漏れ電流発生様相と
外被材の撥水性低下機構に関する研究

菅原 修人

指導教員：斎藤 浩海， 研究指導教員：八島 政史

Study on Leakage Current Characteristics of Polymer Insulators for Distribution
Lines by Electrical Exposure Test and the Mechanism that Decrease
Hydrophobicity of the Surface of Insulating Materials

Shuto SUGAWARA

Supervisor : Hiroumi SAITOH, Research Advisor : Masafumi YASHIMA

In comparison to porcelain insulator, polymer insulator using silicone rubber as the outer surface material is lightweight and has an advantage of hydrophobicity, it has excellent withstand performances under contaminated conditions. Therefore, it is expected to expand the use of it. For the expansion of the use of polymer insulator, we evaluated in the following two methods. One is electrical exposure test and the other is "Dynamic Drop Test". Electrical exposure test is aimed at evaluating weather resistance and stain resistance in the actual use environment of insulators. From the test results, it was confirmed that the polymer insulator has an effect of suppressing the leakage current. "Dynamic Drop Test" can evaluate the property of hydrophobicity loss of silicone rubber and the test is easy to install and easy to handle. We observed the behavior of water droplets on the sample surface when voltage was applied. After discharge, hydrophobicity was irreversibly reduced, and binding of Si-C was reduced.

1. はじめに

外被材に高分子材料を用いたポリマーがいしは磁器がいしと比較して軽量性，耐候性，対汚損性，経済性などに優れるという特徴を持っており，適用の拡大が期待されている。本研究では，実環境での性能評価を目的とした課電曝露試験による検討と，簡易的な試験であるダイナミックドロップテスト⁽¹⁾による外被材の表面現象の評価を行った。課電曝露試験は東北電力が実施した試験⁽²⁾であり，漏れ電流および気象のデータから分析を行ったのでその結果を報告する。ダイナミックドロップテストは電界を加えたシート状試料に継続的に電解液を滴下し，撥水性が消失する過程と影響・要因を評価するものである。わが国でこれまで使用されていたものは電気学会共通試料（第3次試料）と呼ばれるものであり⁽³⁾，今回使用した試料は新たに製作された第4次試料にあたるものである。これを用いて撥水性消失過程について調査を行ったのでその結果を報告する。

2. 課電曝露試験

課電曝露試験は，東北電力管内の冬季に気象条件が厳しくなる日本海沿岸の2地点（青森県五所川原市，山形県鶴岡市）で実施され，漏れ電流及び気象の観測を行っている。供試がいしはピン型ポリマーがいし，耐張型ポリマーがいし，耐塩用ピン型磁器が

いし（以降，ピン型磁器がいしと記す），耐塩用耐張型磁器がいし（以降，耐張型磁器がいしと記す）の計4種を使用している。

2007年11月から2018年1月までに五所川原市で発生した各がいしの0.5mA以上の漏れ電流の電荷量積算を図1に示す。ピン型ポリマーがいしでは同形状の磁器がいしと比較して約1/7，耐張型ポリマーがいしでは同形状の磁器がいしと比較して約1/30に漏れ電流が抑制されていた。この結果から，ポリマーがいしの漏れ電流抑制効果が確認された。

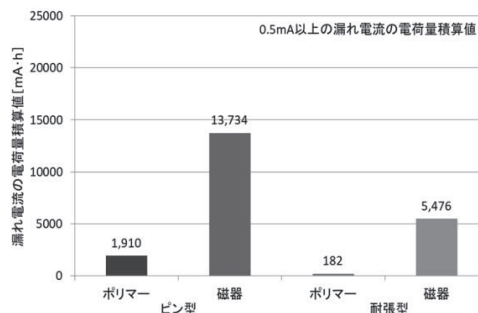


図1 漏れ電流の電荷量積算値

耐張型ポリマーがいしについて，漏れ電流が顕著に発生した日の漏れ電流と気象条件を図2に示

す。1日を通して70~80%と高湿度であり、降雨が見られた日であった。また、風向が東寄りから海側である西側へ変わった後漏れ電流の発生が見られる。漏れ電流が発生しやすい条件として海側からの風、降雨等による高湿度が想定される。

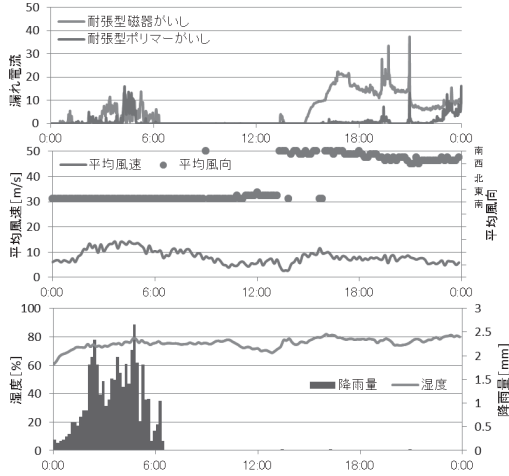


図2 漏れ電流と気象条件の関係

3. ダイナミックドロップテスト

電極と試料の構成を図3に示す。高压電極に設けた小孔から電解液(導電率 15mS/cm)を一定時間間隔(12±1 滴/min)で滴下し、電圧を印加した。

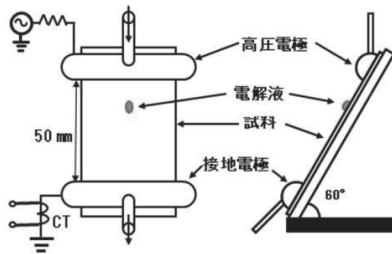


図3 電極と試料の構成

観察により得られた水滴の挙動の変化を図4に示す。電圧印加直後は、水滴は球状を保ったまま落下し、水滴の経路上には水滴は残らない(a)。時間経過に伴い、上下電極付近に細かな水滴が残るようになり(b)、水滴も尾を引くように落下するようになる(c)。更に試験を継続すると、尾を引く長さが長くなり、経路上に残る水滴が電極付近から徐々に試料の中央に近い位置にも残るようになる(d)。経路上に残る水滴が上下電極間で連続的にみられるようになると(e)、やがて水滴間および水滴と電極の間で放電が発生する(f)。放電が発生した箇所では撥水性の低下が起これ、数回放電が発生するとその箇所に水膜が生じる

ようになる(g)。その水膜の間でも放電が発生し、最終的に経路上の撥水性が消失し上下電極間に水流が生じ、導電路形成に至る(h)。

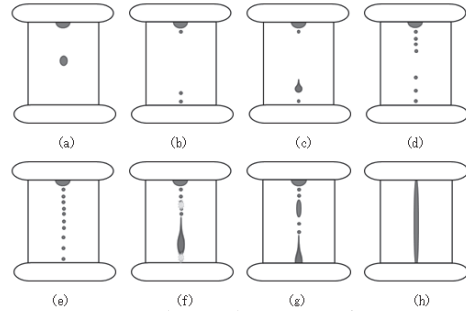


図4 滴下水滴の挙動の変化

試験中、水滴が横方向にずれるなど、水滴が帯電していると考えられる現象が見られたため、表面電位計(Model347, TREK社)のプロブを滴下水滴の経路上に設置し、測定を行った。その結果を図5に示す。水滴の滴下に合わせて大きな表面電位の変化が見られ、水滴の帯電が確認された。

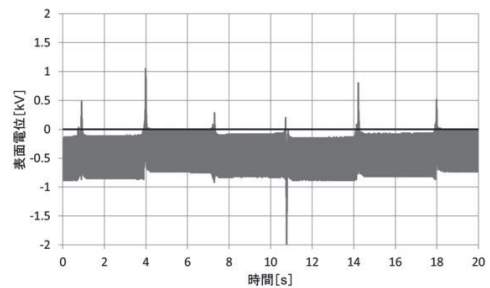


図5 試験中の水滴滴下経路の表面電位

4. まとめ

課電曝露試験によりポリマーがいしの漏れ電流抑制効果が確認され、海側からの風、降雨などによる高湿度の条件で漏れ電流が発生しやすくなる傾向が確認された。ダイナミックドロップテストによりシリコンゴムの撥水性低下の過程が確認され、試験中の水滴の帯電が確認された。帯電した水滴や放電の影響により、シリコンゴムの化学構造が変化することで撥水性が低下すると考えられる。

文献

- 1) Kindersberger, Bärtsch.: CIGRE WG D1-14 (2004)
- 2) 佐藤智之, 長嶋友宏: 「6.6kV 配電用高分子がいしの実用化」, 電気設備学会誌, 37巻, 11号, pp.789-792 (2017)
- 3) 電気学会「屋外用ポリマー絶縁材料の性能評価・改質技術」, 電気学会技術報告, 第1383号, pp17, pp.22-23 (2016)