

交流電界下における水滴の動的挙動に関する研究

10E24 所 輝明

1. はじめに シリコンゴムは優れた電気的特性に加え、高い表面撥水性を有しており、絶縁材料として急速に利用が拡大しつつある。従って、その初期表面劣化過程における材料表面の撥水性の低下を観測することは非常に重要である。

本研究では、交流電界下の水滴の動的挙動に関して、シリコンゴムに交流電界を印加すると、その撥水性能に関係した水滴の振動が起これと考え、画像処理を用いた研究を進めてきた。

2. 試料及び実験方法 本研究では試料として HTV シリコンゴムを用いた。試料上の水滴の動的挙動を観測するために、ステンレス製のくし形電極を試料表面上に置いて、電極間に蒸留水を置き任意の電界を加え、そのときの水滴の動的挙動を高速カメラで撮影した。そして撮影した画像を Image HyperII を用いて解析を行った。

3. 結果及び検討 図1は最大振幅 4 kV_{pp} , 30 Hz の交流ランプ波を印加したときと 33.33 Hz の交流ランプ波を印加したときの水滴 20 ml の面積変化を表したものである。 30 Hz の交流ランプ波印加時には印加電界の大きさに対応した水滴の振動が起きていることが分かる。一方、 33.33 Hz の交流ランプ波では、水滴がほとんど振動していないことが分かる。実際撮影した画像を見ても確かに振動は確認できなかった。この2つの結果から、水滴の振動には印加電界の周波数が深く関わっていることが分かる。また水滴の振動が起きている時の振動の大きさには印加電界の大きさが関係していると言える。

図2は撥水性の良い試料と水浸劣化させた試料に 33.33 Hz の直流重畳電界を印加した時の 10 ml の水滴の振動を表したものである。撥水試料では直流重畳電界に対応した振動が起きているが、試料を劣化させると振動が複雑になっていることが分かる。これは前進接触角と後退接触角との差異による、履歴効果に関係していると考えられる。このことは撥

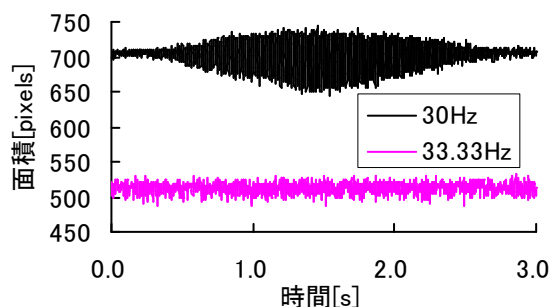


図1 交流ランプ波印加時の水滴面積の変化($V_{\text{p-p}}=4\text{ kV}$)

水性の良い試料においては円形度の変化がなかったのに対し、撥水性が低下した試料では円形度の低下も観測されたことから示唆される。

また直流重畳のピーク時の交流電界1周期に、水滴は2周期振動し、印加電界のピーク時と GND レベルで面積が最大となることが分かった。一方、 30 Hz の交流のみを印加したときには電界が強いときに面積は最小となり、印加電界の形状により水滴の振動に位相差が生じることが分かった。

次に水滴を介した部分放電の様子を図3に示す。放電は電極から遠い側で起きていることが分かる。この放電は直流重畳電界が高いときに起こる傾向が強かった。

4. まとめ 交流電界下における水滴の動的挙動は、印加電界の大きさや周波数によって異なることが明らかとなった。また劣化させた試料においては振動が複雑になることが分かった。これらの結果から、交流電界下における水滴の動的挙動を観測することにより、撥水性の診断ができることが示唆された。また、誘電特性測定結果と画像解析結果との対応から、水滴の振動により損失電流が発生し、試料の撥水性の低下により振動が複雑化すると、損失電流が増加することが分かった。

水滴放電時の画像は、電極から遠ざかった円形度の悪い側で放電が観測されている。従って、円形度の悪くなりやすい撥水性の悪い試料の方がより放電を起こしやすいことが示唆された。

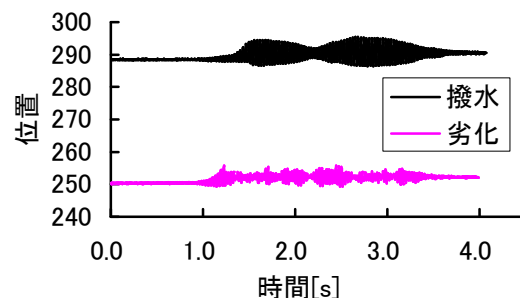


図2 $V_{\text{p-p}}=4\text{ kV}$ 直流重畳電圧印加時の水滴位置の変化($\text{AC } V_{\text{p-p}}=4\text{ kV}$)

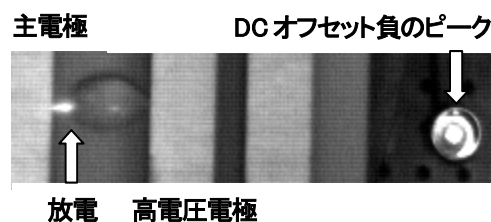


図3 水滴からの放電の瞬間