

高分子電気絶縁材料の撥水性の画像診断に関する研究

Image Diagnosis of Hydrophobicity of Polymeric Insulating Materials

尾本 裕樹

(Yuki Omoto)

指導教官： 所 哲郎

(Tetsuro Tokoro)

This research observed a surface condition of a sample and the water droplets by using the image analysis. And studied what kind of parameters were influenced to the water-repellent property of the sample. Confirming the water-repellency changes with the deterioration from the viewpoint of numerical value, the evaluation of the degradation of the polymer surface becomes more accurately.

In this study the effect of experimental conditions such as temperature conductivity surface energy and size of water droplets is studied. Examining of a rubber sample is cleared by the condition of water-repellency. The condition of when a water droplet vibrates well is cleared. This study confirmed the conditions that the deterioration of the sample by image analysis of water repellency.

1. はじめに

シリコーンゴムなどの高分子電気絶縁材料は、磁器がいしによる絶縁物に比べて軽く成形がしやすい、かつ、電氣的にも優れた特性を有している。従って高分子絶縁材料は、近年日本でも屋外用のがいしとして広く用いられつつある。特にシリコーンゴムなどは優れた電氣的特性に加えて、高い表面撥水性を有していることがその利点とされている。一方磁器がいしと違い高分子材料であるためその表面からの劣化を無視することはできない。従って高分子屋外用がいしなどの初期表面劣化過程の指標として、材料表面の撥水性の低下を観測することは非常に有用である。

そこで、STRI法に代表される、試料面の撥水レベルの変化を画像としてとらえる手法は、撥水性の位置的なばらつきを反映した指標として、近年多く用いられつつある。本研究では撥水性を用いて、高分子材料の評価やその非破壊劣化診断

を実施する上で、より定量的で信頼性に富む評価基準を与えるため、STRI法の評価に画像解析を用いている。

本論文ではその試料状態の違いが撥水性の画像解析結果にどのように現れるか、測定を行った。また、噴霧水と試料の温度などを変化させた時の試料面の撥水性の変化について観測を行った。

2. 測定に用いた試料

測定試料としてはHTVシリコーンゴムの板状試料（幅50mm、長さ50mm、厚さ6mm）を用いた。測定において、水滴の噴霧は試料を水平に設置し、試料面に対して垂直な方向から行い、噴霧距離15cm、噴霧回数は15回一定とし毎回の測定に対してできるだけ同量の噴霧とした。また、噴霧水は蒸留水を用いた。撥水画像の取り込みはデジタルビデオレコーダで行い、その解析には画像解析ソフトNIHImageを用いた。評

価に用いた水滴の面積と真円度は噴霧後すぐ測定を行い、試料に付着した全ての水滴を対象としている。

3. 実験方法

未劣化試料と劣化試料の撥水性の比較は、試料の半分のみを水浸し、試料面を乾燥と水浸に2分し、水滴噴霧時の試料面の撥水状態を同時に観測した。今回は、室温25℃にて測定を行い、水浸時間は4日と7日とした。

噴霧水と試料の温度変化がおよぼす、試料面の撥水性への影響の観測は、噴霧水、試料を同一の温度として測定を行った。また、試料と同温にした鉄板の上に試料を置く事により、室温への試料の温度変化の影響を最小に抑える事とした。噴霧水と試料の温度は、5℃、20℃、30℃、および40℃とし、室温25℃で測定を行った。

4. 実験結果および検討

まず、未劣化試料と劣化試料の撥水性の比較を行った。図1に室温にて7日間水浸させた後の試料に噴霧した時の水滴撥水画像を示す。これは、中心線より上が乾燥状態で下が水浸状態となった試料である。水浸させ劣化した下側の水滴が大きくなっている事が分かる。

4日間水浸と7日間水浸の得られた撥水画像を解析し、水滴面積分布を求めた結果を図2(a)、(b)に示す。図2(a)は4日間水浸させた試料の撥水状態を解析した結果であるが、これより乾燥面と水浸面では水滴の状態にあまり差異が見られなかった。図2(b)は7日間水浸させた試料の撥水状態を解析した結果であるがこちらは乾燥面では面積が110(pixels)以下の小さな水滴の分布が顕著であるのに対し、水浸面では180(pixels)以上の大きな水滴の分布が顕著であり、水浸面の試料状態が劣化している又は試料面の表面張力が増加している事が分かる。

これより、水浸させる事により試料中に含まれ、シリコーンゴムの撥水性と密接な関係を持つ低分子量物質LMWが水中へ溶出し逆に表面張力の大きな水を吸水することにより、撥水性を低下させ水滴面積を大きくしている事が分かる。

次に水滴の真円度の水滴面積依存性を求めた。結果を図3に示す。



図1 撥水画像（下部のみ水浸7日間）

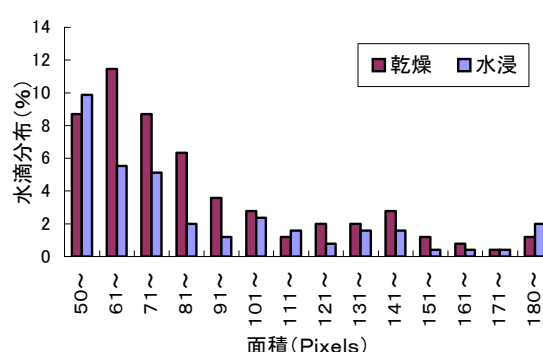


図2(a) 水滴の面積分布（4日目）

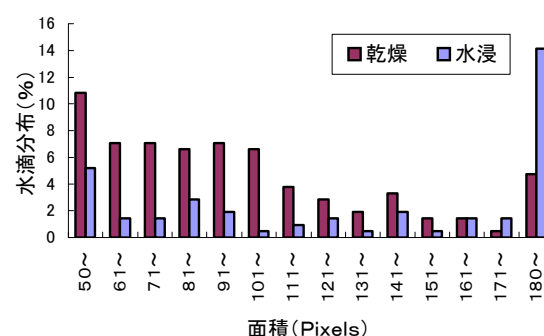


図2(b) 水滴の面積分布（7日間）

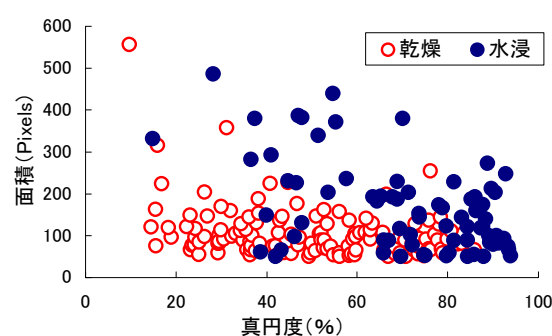


図3 水滴の面積と真円度の関係

これより、乾燥面において付着している水滴全てが良好な円形をしているわけではなく、その真円度には一様なばらつきが見られた。また、数値的に解析すると乾燥面の水滴の面積の平均値と標準偏差は106 (pixels)と63 (pixels)で、その真円度の平均値と標準偏差は51 (%)と20 (%)だった。

また、水浸面の水滴の面積の平均値と標準偏差は179 (pixels)と143 (pixels)で、その真円度の平均値と標準偏差は70 (%)と20 (%)だった。水浸面の水滴の方が面積、ばらつきとも大きく、真円度においては今回の実験条件では、乾燥面がばらつきが大きく均一な分布であるのに対して、水浸面は比較的真円度が良いという結果が得られた。

次に、噴霧水と試料の温度変化がおよぼす、試料面の撥水性への影響の観測を行った。

まず、乾燥試料に付着した水滴の、面積と真円度の温度依存性を図4(a)、(b)、(c)、(d)に示す。これより、5℃と40℃、20℃と30℃の分布

がそれぞれ似ている事が分かる。5℃と40℃は真円度が30 (%) から90 (%) まで一様な分布をしているのに対して、20℃と30℃は真円度が70 (%) から95 (%) までの範囲に分布が集中するという、撥水性が良いという結果が得られた。また面積は、5℃は50 (Pixels) 付近に集中し、20℃、30℃、40℃は100 (Pixels) 付近に集中している事が分かる

温度により面積の分布に差が見られた背景には、温度が下がると、表面張力は増加するため固体は水滴を引き伸ばそうとするが液体は丸くさせようとする力が働く。5℃の場合は小さい水滴が分布しているため、噴霧水の影響が強く出たと考えられる。逆に温度が上がると、固体は水滴を丸くさせようとし、液体は広がろうとする。20℃、30℃、40℃では、5℃に比べて水滴は大きくなっているため5℃の時と同様に固体よりも液体の影響が強く出た事が分かる。

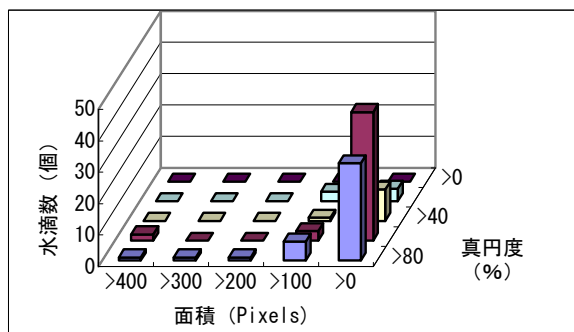


図4(a) 水滴の面積と真円度の関係
(乾燥 5℃)

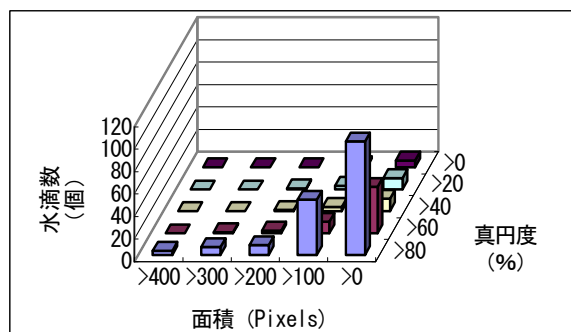


図4(c) 水滴の面積と真円度の関係
(乾燥 30℃)

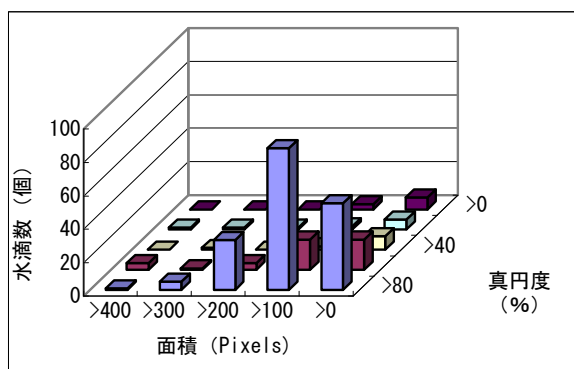


図4(b) 水滴の面積と真円度の関係
(乾燥 20℃)

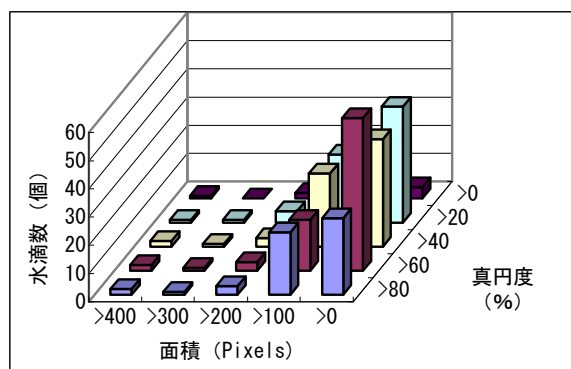


図4(d) 水滴の面積と真円度の関係
(乾燥 40℃)

次に水浸試料に付着した水滴の、面積と真円度の温度依存性を図5(a)、(b)、(c)、(d)示す。これより、20℃と30℃と40℃の分布がそれぞれ似ている事が分かる。5℃のみが真円度が5(%)から95(%)までと一様な分布をしているのに対して、20℃、30℃、40℃は真円度が50(%)以上と分布が集中している事が分かる。また面積において、5℃は50(Pixels)付近に集中し、20℃、30℃、40℃は100(Pixels)から150(Pixels)付近に集中している事が分かる。水浸試料と乾燥試料の解析結果を比べると、どの温度でも同じような分布傾向ではあるが、水浸試料の方が水滴が大きくなり真円度も低下している事が確認できた。

5. まとめ

本研究ではHTVシリコーンゴム試料の撥水状態を画像パラメータの解析により行う場合の、試料水浸劣化状態と測定条件が試料表面の撥水性評

価に与える影響について研究を行ってきた。これにより次の事が明らかとなった。

試料を水浸させた面の方が劣化し水滴の面積が大きくなる事が確認できたが、真円度については今回のように試料を水平に設置した場合には水浸面の方が必ずしも悪くなるという結果が得られなかったので水浸のみによる劣化に対しては今後さらに追求していく必要があると言える。

噴霧水と試料の温度変化がおよぼす撥水性への影響の観測については、試料の劣化の有無に依らず、測定温度が高くなるほど水滴は大きくなる事が分かった。特に、5℃の場合には試料を水浸劣化させると真円度の低下が顕著となり、20℃、30℃、40℃の場合には水浸劣化させると面積の増加が顕著になった。

参考文献

- (1) 尾本他;電気学会全国大会, 7-034(2002)
- (2) 尾本他;電気学会東海支部, 81 (2002)

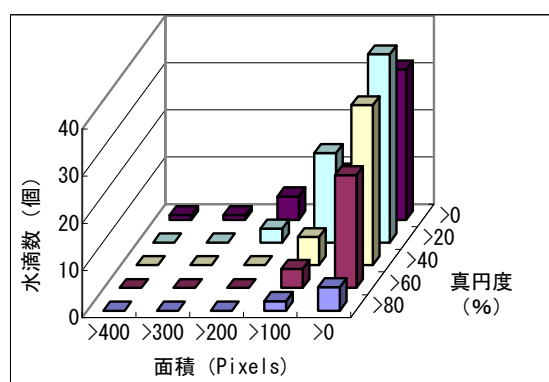


図5(a) 水滴の面積と真円度の関係
(水浸 5℃)

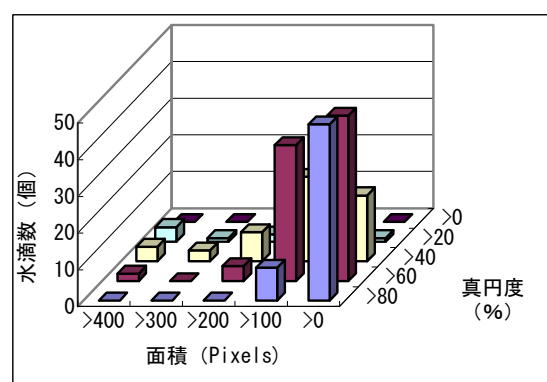


図5(c) 水滴の面積と真円度の関係
(水浸 30℃)

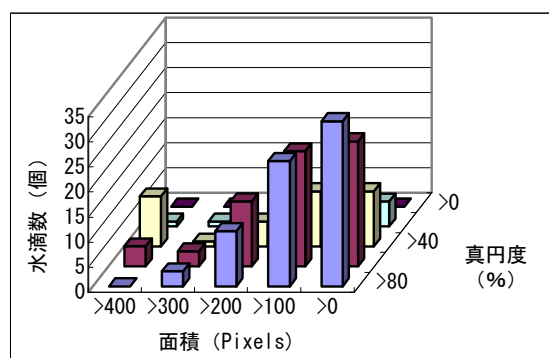


図5(b) 水滴の面積と真円度の関係
(水浸 20℃)

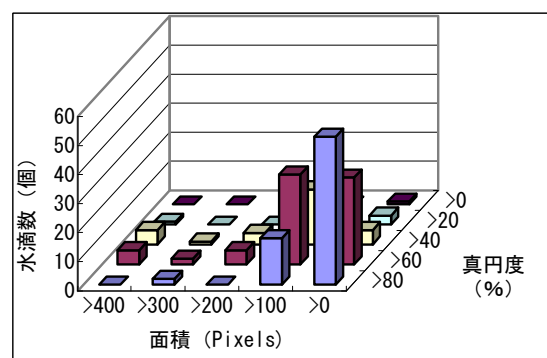


図5(d) 水滴の面積と真円度の関係
(水浸 40℃)