

# 固体誘電体 PET の表面電荷の減衰メカニズムに与える厚さの効果

岡本武彦 宮崎貴駿 松本宇生 生澤泰二 西嶋喜代人  
(福岡大学)

## 1 はじめに

本研究は、大気中の直流コロナ放電で誘電体円板の表面を帯電させ、その表面電荷の時間的な減衰を計測し、誘電体上の表面電荷の挙動について検討を行っている。誘電体表面に帯電した電荷は静電気放電の発生や、電力機器の絶縁性能劣化に関係する。そこで、誘電体表面に帯電した電荷の減衰に与える誘電体の材質<sup>[1]</sup>とその厚さの効果を調べることは重要である。本稿では同一の材質で厚みの異なる誘電体円板を試料として用い、誘電体の表面帯電域で最も電荷の減衰が著しい部分の帯電を計測した。その表面電荷の減衰メカニズムに与える厚さの効果を検討した。

## 2 実験方法

図 1 の電極配置は先端を半球状に仕上げた棒電極（直径  $\phi = 0.3$  cm, 黄銅製）対平板電極（直径  $\phi = 35$  cm, 黄銅製）をギャップ長 2 cm で垂直に配置したものである。その平板電極上に直径  $D_d = 20$  cm の誘電体円板を配置する。表 1 に示すように、誘電体円板材料はポリエチレンテレフタレート (PET, 誘電体厚さ  $t = 0.2, 0.05, 0.025$  mm) を使用し、実験前に材料の表面上の水分を十分に乾燥させた。誘電体円板表面の帯電は室空气中（約 20°C）で行い、電圧（正極性）を徐々に増加させ、コロナ開始電圧  $V_c = 11.3$  kV より高い印加電圧（= 15 kV）のコロナ放電によって 5 分間帯電させた。

表面電荷量は、固定した表面電位計測プローブ直下で誘電体試料を X-Y 方向に 5 mm の間隔で移動させ、各位置での電荷量を表面電位  $V_{sc}$  [kV] として計測した。ここで、帯電後の経過時間を  $T$  [h] とする。また、PET の誘電体厚さ  $t = 0.2, 0.05, 0.025$  mm のとき、比誘電率  $\epsilon_s$  が 3.2 の PET の場合、表面電位  $V_{sc} = 1.0$  kV は各々の表面電荷密度  $\sigma_{sc} = 141.7, 566.7, 1133.3$  [ $\mu$  C/m<sup>2</sup>] に対応する。

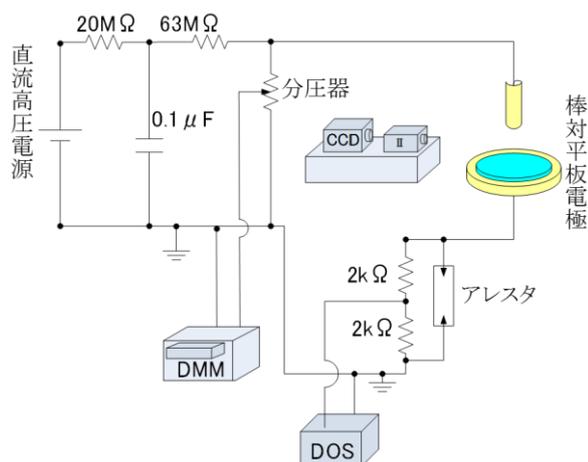


図 1. 電極配置

表 1 試料の特性値

材料	誘電体厚さ $t$ [mm]	体積抵抗率 $\rho$ [ $\Omega \cdot$ cm]	比誘電率 $\epsilon_s$
PET	0.2	$10^{17}$	3.2
	0.05		
	0.025		

## 3 実験結果

図 1 の実験回路で正極性のコロナ放電により、PET 円板（誘電体厚さ  $t = 0.2$  mm）を帯電して生じた初期の表面電位  $V_{sc}$  [kV] の三次元の分布を図 2 (a) に示し、その 24 時間後の帯電が減衰した表面電位分布を図 2 (b) に示す。ここで縦軸  $V_{sc}$  [kV] は表面電位、横軸  $X$  [cm],  $Y$  [cm] は誘電体径方向位置である。

図 3(a), (b) は誘電体厚さ  $t = 0.2, 0.05$  mm の PET 円板の表面帯電減衰分布である。表面帯電は経過時間に伴って中心部が小さくなり、72 時間後にはクレータ状の分布となる。この中心部が著しく減衰する効果は大気中に存在する負イオンが誘電体の表面電荷による電界で吸引されて中和することで起こることをすでに明らかにしている。

図 3(c) は厚さ  $t = 0.025$  mm の PET 円板の表面帯電減衰分布である。厚さ  $t = 0.2, 0.05$  mm の場合と比較して帯電直後の 0 h での初期表面帯電の特性が小さい。厚さ  $t = 0.2, 0.05$  mm の場合は帯電中に帯電が飽和し、表面電荷による反対方向の電界によりコロナ放電が途中で停止したが、厚さ  $t = 0.025$  mm の場合は帯電が飽和せずにコロナ放電が停止しなかった。また帯電減衰に関して、初期の段階から誘電体上の全域での減衰がみられる。これは、誘電体の体積中の電気伝導が加わったためである。

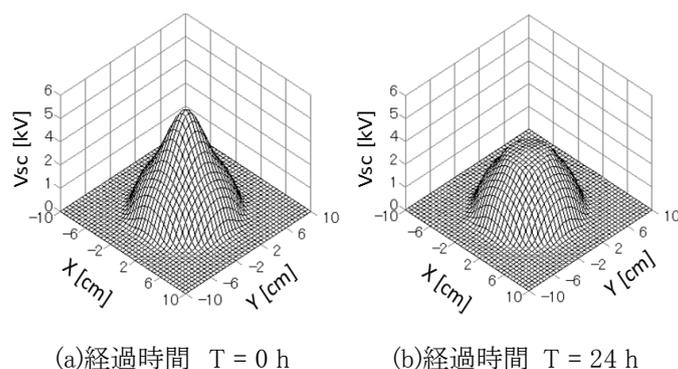
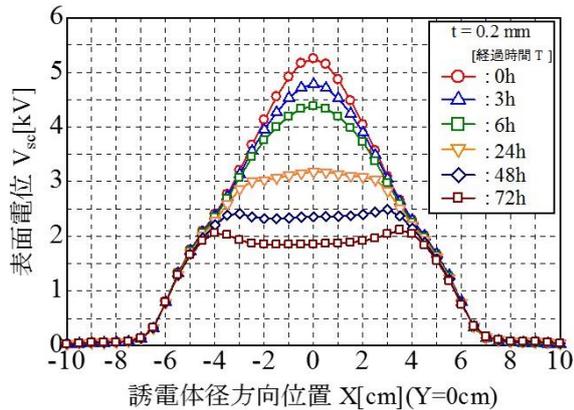
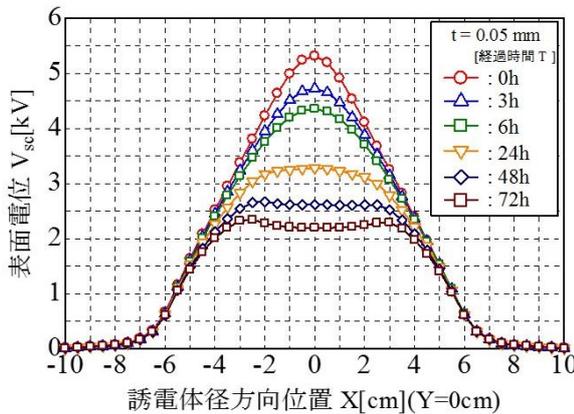


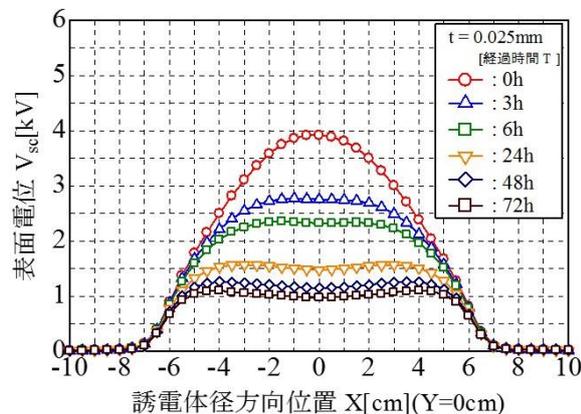
図 2. PET 円板 ( $t = 0.2$  mm) の三次元表面帯電分布の帯電直後と 24 時間経過後の比較



(a) 厚さ  $t = 0.2$  mm



(b) 厚さ  $t = 0.05$  mm



(c) 厚さ  $t = 0.025$  mm

図3. 表面帯電分布 (帯電時印加電圧 15 kV 一定, PET 厚さ  $t = 0.2, 0.05, 0.025$  mm)

図4に各誘電体の厚さにおけるPET円板上の表面帯電の中心部(誘電体径方向位置  $X = 0$  cm,  $Y = 0$  cm)の減衰特性の比較を示す。誘電体厚さ  $t = 0.2, 0.05$  mm はともに近い減衰特性を表す。しかし、誘電体厚さ  $t = 0.025$  mm は、最も速い減衰を示した。

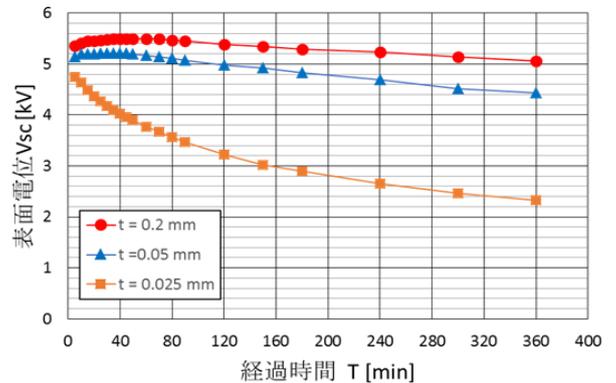


図4. 試料中心部の表面電位の減衰特性

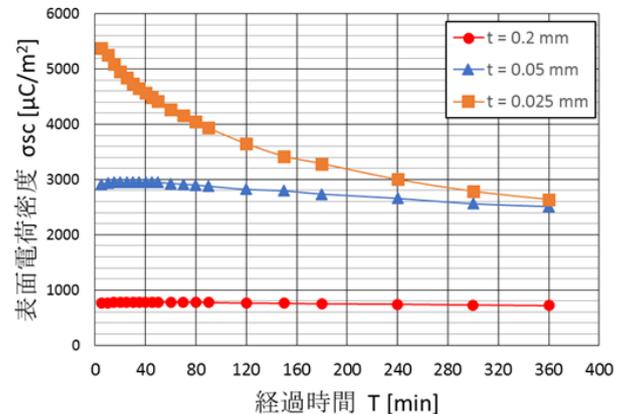


図5. 試料中心部の表面電荷密度の減衰特性

図5に各試料の帯電後の中心部の表面電荷密度の減衰特性を示す。厚さ  $t = 0.025$  mm のPET円板は初期の表面電荷密度が最も大きく、帯電直後から360分までの電荷密度の減衰が著しい。この理由は、初期の表面電荷密度が大きく、表面電荷による電界  $E_s$  が大きくなったため、誘電体の体積中の電気伝導が著しくなったためである。

#### 参考文献

- [1] 岡本武彦, 松本宇生, 生澤泰二, 西嶋喜代人:  
“固体誘電体上の表面帯電減衰に対する誘電体の材質による変化”, 平成28年電気学会全国大会, 2016年3月