

繊維・高分子材料の帯電性とその評価方法

キーワード：静電気、帯電性、繊維製品、高分子材料、帯電性評価方法、人体帯電圧

概要

静電気は狭義には「空間のあらゆる場所において電荷の移動がないような電気」と定義され、広義には「電荷の空間的移動がわずかであって、それによる磁界の効果が電界の効果に比べて無視できるような電気」と定義されています。実際にはその帯電量が問題になり「帯電量 = 電荷の発生量 - 漏えい量」と考えられます。繊維や高分子材料の多くは比抵抗が大きいいため電荷の発生量が多く、漏えいしにくい性質を持つ物質であるといえます。そこで、これらを対象にした静電気測定法や帯電性評価方法が多数考案されてきました。ここでは、繊維製品や高分子材料の帯電性とその評価方法について述べ、人体帯電に関する調査結果の一部を紹介します。

解説

【静電気障害と湿度依存性】

静電気が様々なトラブルを引き起こすことはよく知られています。図1には静電気障害の種類とその一例を示しました。一般的に静電気障害は電気力障害と放電障害に大別されますが、その中には日常経験する比較的軽微なものから健康や人命に係わるような深刻なケースまで実に様々な事例が報告されています。また、静電気によるトラブルは夏場より湿度の低下する冬場に多く発生します。図2にはカーペット歩行時の人体帯電圧と相対湿度の関係を示しました。相対湿度が下がるにつれ、帯電圧が指数関数的に大きくなり、20%RHでは10kV以上の帯電圧が生じている場合もあります。このような傾向は人体帯電圧に限ったわけではなく、比抵抗や摩擦帯電圧、布巾のまつわりつき時間なども湿度の低下に伴って悪化すること

が分かっています。

【繊維・高分子材料の帯電性評価方法】

JISやASTMには、摩擦帯電圧、半減期、摩擦帯電電荷量測定法や電気抵抗測定に関する試験方法が充実しています。さらに、「静電気帯電防止作業服」や「静電気防止用安全・作業靴」など製品毎に時化した規格も制定されています。粉体や粒体試料の帯電性評価にはブローオフ法がよく利用されます。これは小型のファラデーケージの中に粉体と粒体試料を入れ、N₂ガスなどで粉体だけを吹き飛ばし、その際生じる電荷を測定する方法で、トナーや顆粒・粉末状の薬品の帯電性を知ることができます。床敷物や床材の帯電性は通常人体帯電圧測定法によって評価されます。人体帯電圧測定法は試料上を実際に歩行し人体に発生する静電気帯電量を直接測定する方法で、ストロール法とも呼ばれています。実際的で説得力のある試験法であり、ISO規格はじめ多くの国々で規格化されています。当所では20~30t、20~50%RHの範囲で任意の温湿度条件に設定できる静電気測定室を設置し、上記の試験の他、新製品開発や品質向上、品質管理の観点から使用実態や使用環境に即した静電気測定も実施しております。

【人体帯電圧の測定例】

最近実施したストロール関係の調査結果の一部を紹介します。着衣や履物が人体帯電に及ぼす影響を調べた結果を表1にまとめました。表から下着に靴下だけを着用した場合も、ウールのセーターを着込んだ場合も履物が同じであれば、帯電レベルに開きのないことが分かります。したがって、歩行時に発生する帯電圧は

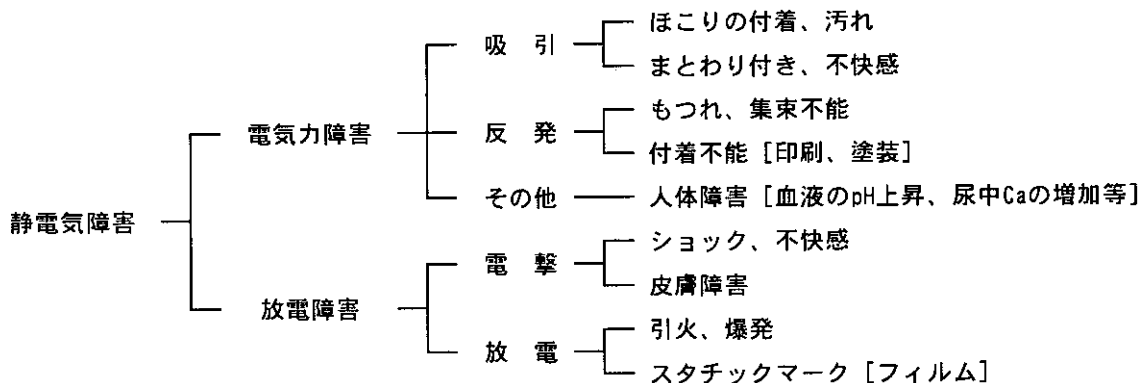


図1. 静電気障害の分類とその一例

敷物と履物の種類に強く依存するが、着衣の種類には影響されないことが分かります。そこで履物の影響についてJISに規定の合成靴と革製の靴の2種類の履物を用い、市販のカーペット約200点を試料として調べてみました。その結果、両履物間には高い相関性が認められましたが、革靴の方が発生帯電圧の高いことが分かりました。一般に人は帯電圧が3kVを超えると電撃ショックを感じるといわれており、3kVがカーペットの制電性の一つの目安とされています。そこで、図3に電撃ショック限界付近に存在するデータ群を抽出して示してみました。図中網掛けで示した範囲の試料が合成靴では3kV以下の範囲に入っているにもかかわらず革靴では3kVを超えています。したがって、合成靴で良好なデータが得られても状況によっては相当量の静電気が生じる恐れがあります。また、右手、左手、胴体の3ヶ所から同時に帯電圧を測定したところ、どの部位からも同等の帯電圧が検出されました。したがって、体の部位による有意差は認められず、静電気的には人間は60~100PFの静電容量を持つコンデンサーのようなものといえそうです。

【文献】

1. 静電気学会編、静電気ハンドブック(1985)
2. 小野、化繊月報、1980-03、P.35(1980)
3. 例えば、内藤、織機誌、41、6、P336(1988)

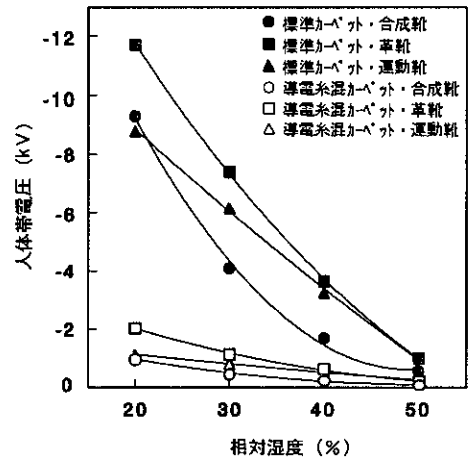


図2. 相対湿度と人体帯電圧の関係

表1. 着衣・履物の種類と人体帯電圧

着衣の種類	履物	帯電圧 (V)
なし	なし	-520
下着	綿靴下	-750
下着+綿靴下…(a)	合成靴	-9200
(a)+Tシャツ	"	-9000
(a)+Tシャツ+綿ズボン	"	-8900
(a)+Tシャツ+ウールズボン	"	-9000
(a)+ウールズボン+ウールセーター	"	-9000
作業着	"	-8900
下着+綿靴下	革靴	-11300
作業着	"	-11400
"	運動靴	-7900
"	綿靴下	-700
"	なし	-480

注) 作業着とは、下着、綿靴下、シャツ、カッターシャツ、レーヨン・PET混ズボン着用である。測定は20℃、20%RHでおこなった。

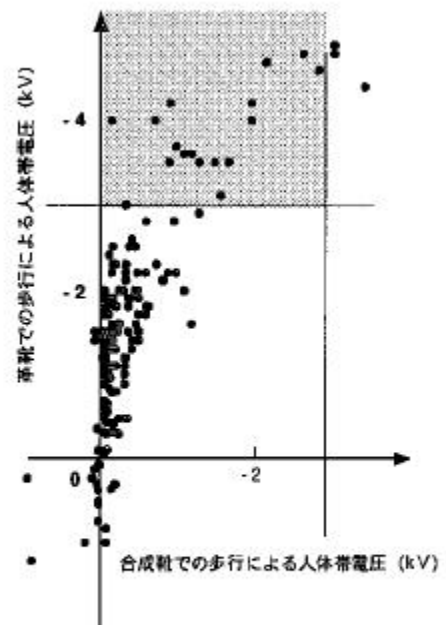


図3. 合成靴と革靴による歩行帯電圧の関係