

5. 床特研式帯電試験機による 測定方法

5.1 床特研式帯電試験機の性能確認および対処

本試験機は、一般の電気計測機器と異なり、エネルギーの極めて小さい静電気を測定するため、使用するにあたり事前につきのように性能確認を行う。

なお、性能が満足されない場合は、適宜対処を行い、性能を満たした後に測定を行う。

(1) 絶縁性の確認

本試験機の絶縁性の確認箇所を写真-5.1 に示す。

【確認の手順】

- ①電源ターミナルを本体から取り外す。
- ②絶縁抵抗計の(-)のリード線(接地線)を金属フレームに接続する。
- ③絶縁抵抗計の電源を「ON」にする。
- ④絶縁抵抗計の(+)のリード線(高電圧線)をローラーの金属部分に約1秒接触させる。
- ⑤抵抗値の計測を行う。
- ⑥抵抗値が $10^{10}\Omega$ 以上であることを確認する。

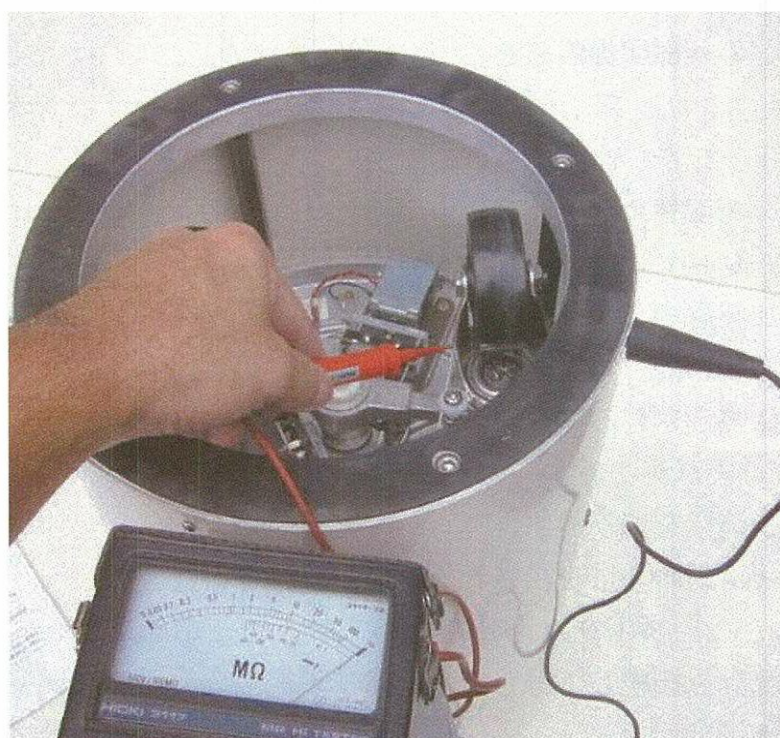


写真-5.1 絶縁性の確認位置

【対処の方法】：『抵抗値が $10^{10}\Omega$ 以上』でない場合は、以下のように対処し、再度確認する。

- 導体の接触による絶縁不良 → 接触を解除する。
- 結露による絶縁不良 → ドライヤーによる温風乾燥を行う。
- 汚れなどの付着による絶縁不良 → ローラー部の金属部分をアルコールで洗浄する。ゴム部分は、必ず水で洗浄し、布などで乾拭きする。アルコールで洗浄すると、ローラーマークの付着や劣化の原因になる。

(2)減衰特性の確認

【確認の手順】

- ①電源およびモータースイッチを「切」にする。
- ②本試験機の底面にアクリル板などを挿入し、ローラーを絶縁状態(ローラーが浮いた状態)にする。
- ③本試験機のストロール法入力端子とアース間に絶縁抵抗計などの外部印加装置を接続する。
- ④電源スイッチを「入」にする。
- ⑤測定レンジ切替えスイッチを「3,000V」にする。
- ⑥外部印加装置で500Vを印加する。
- ⑦パネルに表示される初期電圧(V_0)を計測する。
- ⑧外部印加装置を切り放す。
- ⑨30秒後にパネルに表示される電圧(V_{30})を計測する。
- ⑩『 $(V_{30}/V_0) \times 100 > 80\%$ 』であることを確認する。なお、参考のため記録計を接続して得られた、印加～減衰の電圧の時間変化の一例を図-5.1に示す。

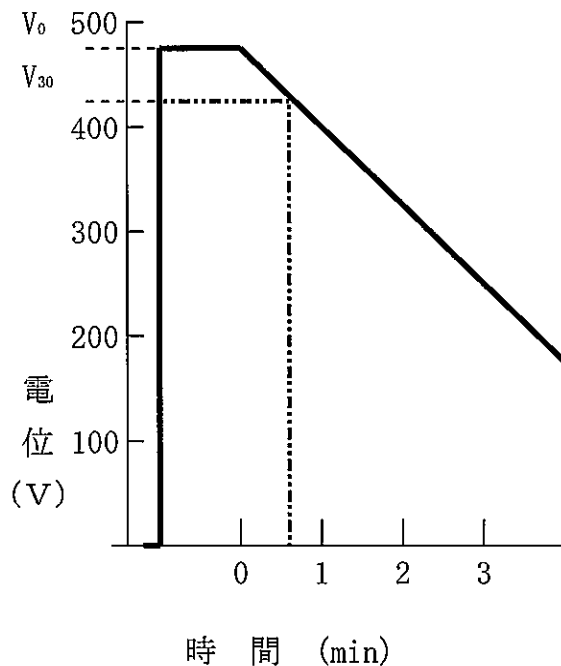


図-5.1 印加～減衰の電圧の変化の例

【対処の方法】：『 $(V_{ao}/V_o) \times 100 \leq 80\%$ 』の場合は、本体とローラーおよびシャフトの絶縁状態が好ましくないなどの原因が考えられる。その場合は以下のように対処し、再度確認する。

- 導体の接触による絶縁不良 → 接触を解除する。
- 結露による絶縁不良 → ドライヤーによる温風乾燥を行う。
- 汚れなどの付着による絶縁不良 → 回転ローラーの金属部分をアルコールで洗浄する。ゴム部分は、必ず水で洗浄し、布などで乾拭きする。アルコールで洗浄すると、ローラーマークの付着や劣化の原因となる。
- 印加装置への電荷の漏洩 → 入力端子と外部印加装置の接触を断つ。
- 高湿度下での自然減衰 → 湿度70%RH以下で確認し、かつ、測定は湿度70%RH以下で行うこととする。

(3) 表示電圧の確認

【確認の手順】

- ①電源およびモータースイッチを「切」にする。
- ②本試験機の底面にアクリル板などを挿入し、ローラーを絶縁状態にする。
- ③本試験機のストロール法入力端子とアース間に絶縁抵抗計などの外部印加装置を接続する。
- ④電源スイッチおよびモータースイッチを「入」にする。
- ⑤測定レンジ切替えスイッチを「3000V」にする。
- ⑥外部印加装置で500Vを印加する。
- ⑦パネル上段に表示される電圧を計測する。
- ⑧表示電圧が『 $500 \pm 50V$ 』であることを確認する。

【対処の方法】：表示電圧が、『 $500 \pm 50V$ 』を満足しない場合は、以下のように対処し、再度確認する。

- 外部印加装置の出力電圧不良 → テスターなどで確認する。
- ストロール法入力端子の絶縁不良 → 入力端子部を清掃・乾燥する。
- 表示パネル部の不良 → メーカー[※]に修理を依頼する。
- ブラシの摩耗 → 交換する。
- 異物の付着 → 異物を除去する。

(4) ローラーの抵抗値の確認

【確認の手順】

- ①電源を取り外す。
- ②本試験機を鉄、アルミなどの標準板^{注2)}上に設置する。
- ③本試験機のストロール法入力端子と標準板間に絶縁抵抗計などの外部印加装置を接続し、100Vを印加する。
- ④抵抗値を計測する。
- ⑤抵抗値が『10⁵Ω未満』であることを確認する。

【対処の方法】：抵抗値が『10⁵Ω以上』の場合は、以下のように対処し再度確認する。

- ローラーに絶縁物が付着 → 付着物が固着し水による洗浄だけで除去できない場合、初めにアルコールで洗浄し、その後水で再洗浄してから布などで乾拭きする。アルコール洗浄のままにすると、ローラーマークの付着や劣化の原因になる。
注3)
- ローラーの劣化 → ローラーを取替える。
(メーカー^{注1)}へ修理依頼)

(5) 作動確認

アクリル板などの絶縁板上および標準板上で本試験機をそれぞれ作動させ、以下の確認を行う。

【確認の手順】

- ①ローラーの回転時に異常な音や振動がなく作動すること。
- ②絶縁板上で半減時間を測定したとき、表示が『9999』のフリッカ(点滅)となること。
- ③標準板上の半減時間の表示が『0ms^{注4)}フリッカ』となること。
- ④標準板上での最大帯電電位が10V以下となること。

【対処の方法】

- ①ローラー回転時に異常な音の発生や振動などがある場合。
 - ローラーの不均一摩耗、
あるいは回転部のガタツキ → メーカー^{注1)}に修理を依頼する。
- ②絶縁板上での半減時間が『9999』のフリッカとならない場合
 - 絶縁板の不良 → 絶縁板を乾燥する。または、絶縁板を取替える。

- 本試験機の絶縁不良 → 5.1.(1)と同様の対処を行う。
- 高湿度下で自然減衰が大きい → 試験に適さない測定条件とみなす。

③標準板上での半減時間が、『0ms』とならない場合

- 標準板の汚れなどによる導通不良 → 汚れなどを除去し、電気抵抗値が小さいことを確認する。
- 標準板とアースターミナルとの導通不良 → 断線や不良個所を取り除く。
- ローラーの抵抗が大きい → 5.1.(4)と同様の対処を行う。
- 本試験機のアース不良 → アースを取り直す。

④標準板上での最大帯電電位が10V以上の場合

- ③と同様の対処を行う。

なお、これらの対処で改善できない場合は、本試験機の測定系の異常も考えられるので、メーカー^{注1)}に修理を依頼する。

注1) 春日電機株式会社、Tel 03-3733-6627 Fax 03-3733-6638

注2) アースされた金属板

注3) ローラーをアルコールで洗浄した場合は、2時間以上ローラーを測定環境下で養生する。

注4) ms(ミリセカンド) : 10^{-3} s

5.2 床特研式帯電試験機による一般的な測定方法

本試験機は、基本的には床のあるがままの状態での電気的な性能（最大帯電電位および半減時間）を測定するため、たとえば床材料に帯電防止剤などのブリードが生じている場合はブリードがある状態での評価、汚れがある場合は汚れている状態での評価、床材料表面にポリッシュがあればポリッシュがある状態での評価となる。

つまり、『床が実際に使用されている状態での評価』を行えるもので、本試験機の主要な特徴のひとつとなっている。

なお、実験室において本試験機を用いる場合は、『床材料の素材としての評価や床材料と試料床の性能比較、さらには、温湿度等による性能の変動』などの高精度の評価が可能である。

実施工床と実験室での測定方法自体は同一であるが、測定結果に対する判断は、測定時の条件や表面状態などを考慮して行う必要がある。

ここでは一般的な測定方法として「床材料および試料床の測定方法」と「実施工床の測定方法」を示す。

5.2.1 床材料および試料床の測定方法

(1) 測定の目的

床材料および試料床の測定の目的は、大きくつぎのふたつに分類できる。

(イ) 床材料の素材の帯電防止性能の相対評価

(ロ) 実際の床に構成した状態を想定した場合の帯電防止性能の評価

(2) 測定の方法

(イ) の場合

図-5.2 に示すように、標準板に床材料を設置して測定する。

(ロ) の場合

図-5.3 に示すように、試料床^{註5)} (接着剤やアースなどを含む) を標準板に設置して測定する。

(3) 試料の大きさ

試料の大きさは、少なくとも30cm×30cm以上、望ましくは90cm×90cm程度とする。

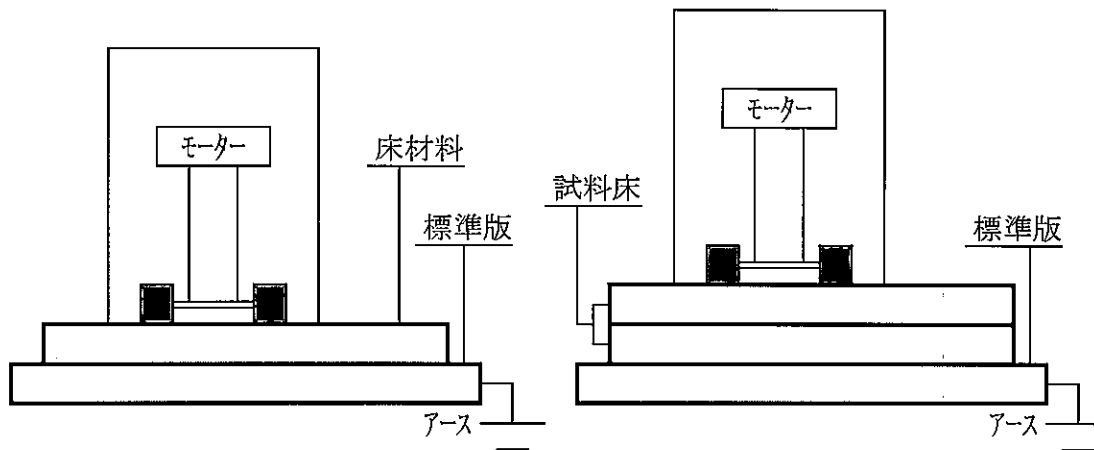


図-5.2 床材料のみの評価の場合の測定 図-5.3 試料床の評価の場合の測定

(4) 試料の前処理

静電気の発生は、測定前の試料の養生によって大きく左右されるため、所定の環境条件下で48時間以上静置し、平衡状態とした床材料または試料床を用いる。なお、試料に期待されない汚れやブリードが生じている場合は、アルコールなどにより表面の汚れやブリードなどを除去する。

(5) 試験の環境

試験の温湿度は任意に設定できるが、温度は5℃～40℃、湿度は10%RH～70%RHが望ましい。なお、推奨条件外で測定を行う場合は、あらかじめ、5.1.の「試験機の性能確認及び対処」を行い、異常がないことを確認する。また、本試験機の付近に帯電物がある場合は、「静電誘導」現象により測定値に大きな影響を生じることがあるので、帯電物を置かない。

(6) 試験に適さない試料

異常な凹凸や傾斜があり、本試験機の正常な作動を妨げる試料は、試験に適さない。

また、ローラーに激しい摩耗を生ずる試料の場合は、ローラーの寿命が極端に短くなることがあるので注意する。

注5) 床材料が施工された二重床、コンクリート板や金属板に施工された塗り床など。

また、床材料から直接アースを取るなどの処置を施した場合も含む。

5.2.2 実施工床の測定方法

実施工床の測定を行う場合、測定者がどのような状態での評価を得たいかにより、床の前処理などに差異が生じる。

特に、床表面が汚れていたり、ブリードが生じている場合は、これらがローラーに付着した状態での結果が表示されることとなる。したがって、測定箇所を変えて行う場合は、ローラーの付着物を除去してから行わないと、正確な測定ができなくなるので注意を要する。

(1) 測定の目的

実施工床の測定の目的は、使用状態における帯電防止性能を評価することにある。

(2) 測定方法

該当する測定個所に本試験機を設置して行う。

(3) 実施工床の前処理

基本的には、床が日常使用されている状態であるならば、前処理は特に必要ない。ただし、床表面が日常の使用状態と異なる場合は、つぎのように対処する。

- 床表面が濡れている → 空拭きを行い、表面を乾燥させる。
- 床表面が汚れている → 日常のメンテナンスを行って汚れを除去し、乾燥させる。

(4) 試験に適さない実施工床について

本試験機の正常な作動を妨げるような異常な段差、凹凸、傾斜などがある実施工床は、試験に適さない。

また、ローラーに激しい摩耗を生ずる床の場合は、ローラーの寿命が極端に短くなることがあるので注意する。

なお、本試験機の作動により、容易に除去できないローラーマークが床表面に生ずる場合があるので、管理者立会いのもとあらかじめ目立たない場所でローラーマークの発生や除去方法について予備試験を行い、管理者の了解を得てから本試験を行う必要がある。

5.2.3 測定の手順

最大帯電電位および50V印加時の半減時間の測定の手順は以下のとおりである。なお、測定に先立ち本試験機の性能確認を行う。(詳細は、5.1.を参照のこと)

- ①本試験機に電源コードを接続し、電源コードのプラグ側に用意されているアース線を接地極に接続する。(アース付きコンセントの場合は不要)
- ②必要があれば記録計を接続する。(詳細は、5.3.を参照のこと)
- ③測定個所に本試験機を設置する。
- ④電源スイッチを「入」にする。
- ⑤モータースwitchを「入」にする。
- ⑥外部電源/内部電源切替えスイッチを「内部電源」とする。
- ⑦測定レンジ切替えスイッチを「3000V」とする。ただし、最大帯電電位が300V未満と想定される場合は、「300V」の測定レンジで行うことが望ましい。
- ⑧リセットボタンを押した後、測定ボタンを押して測定を開始する。
- ⑨1分後、ローラーの回転が停止(最大帯電電位の測定が終了し、表示パネル上段に電位が表示される。ただし、最大帯電電位が3,000Vを越える場合は、表示パネル上段の最大帯電電位の表示が、「3000」のフリッカとなる。)し、自動的に50V印加時の半減時間の測定が始まる。
- ⑩半減時間の測定が終了すると表示パネル下段に半減時間が表示され、測定が終了する。ただし、半減時間が10秒を越える場合は、半減時間の表示が「9999」のフリッカとなる。
- ⑪測定を繰り返す場合は、測定個所を変えて⑧～⑩を繰り返す。

5.2.4 測定時の留意点

床の絶縁性が高く最大帯電電位が大きい場合や試験前に床が帯電している場合は、半減時間の表示が大きく異なったり(1,000ms以上)、表示が「0フリッカ」となることがある。

これは、床が半減時間測定の際に印加される50Vの電圧より、高い電圧に帯電しているために生ずる現象であり、正確な半減時間の測定ができない。

このような現象が生じた場合、半減時間の測定のみを最初に行い(5.3.3による)、その際の測定値を半減時間として採用し、一般測定時(5.2.3の⑧～⑩による測定)の半減時間を破棄する。

なお、床の帯電状態の確認および処置については次の通りである。

- ①モータースイッチを「切」にする。
- ②最大帯電電位の切り換えスイッチを「300V」にする。
- ③リセットボタンを押した後、測定ボタンを押し、1分間の表示電圧が「10V」未満ならば影響がないと判断する。
- ④1分後の表示電圧が「10V」以上の場合は、放置時間を多く取る、測定箇所を変更する、除電器などを用いて除電する、などの処置を行う。

5.3 床特研式帯電試験機による特殊な測定

本試験機は、単独で最大帯電電位と半減時間(50V印加時)の計測ができるが、他の機器類と接続することにより、

- ・測定時の各種現象のアナログ記録、
- ・歩行時の人体帯電電位の測定(ストロール法)、
- ・任意の印加電圧(3,000V未満)の半減時間の測定、

なども可能で、これらの測定により、静電気の発生や減衰の状況がより多面的に把握できる。以下に、本試験機をより多角的に活用するための特殊な測定方法について解説する。

5.3.1 各種現象のアナログ記録

本試験機の測定によって得られる最大帯電電位は、ローラーが1分間回転している間の最大帯電電位を意味するが、時間と発生電位の関係の詳細を把握したい場合は、本試験機に記録計を接続することにより、アナログ波形を得ることができる。

(1) 記録計の種類

記録計は一般的なもので良いが、本試験機の記録計用出力は、フルスケール($\pm 300V$ 又は $\pm 3,000V$)に対してDC $\pm 100mV$ なので、記録計の入力電圧が $\pm 100mV$ に対応する機種が必要である。

(2) 記録計のチャートスピード

記録計のチャートスピードは測定目的によるが、一般的には、30mm/min以上のものが望ましい。

(3) 本試験機と記録計の接続

本試験機の記録計出力端子(赤がプラス、黒がマイナス)と記録計の入力端子の極性を合わせて接続する。

(4) 記録計の作動確認

本試験機を絶縁状態にし、絶縁抵抗計などの外部印加装置で印加を行い、印加電圧と記録計の指示電圧を比較し作動の可否を確認する。手順は以下のとおりである。

- ①電源およびモータースイッチを「切」にする。
- ②本試験機の底面にアクリル板などを挿入し、絶縁状態にする。
- ③本試験機のストロール法入力端子とアース間に絶縁抵抗計などの外部印加装置を接続する。

- ④電源スイッチを「入」にする。
- ⑤測定レンジ切替えスイッチを「300V」にする。
- ⑥「リセット」→「測定」→「リセット」のボタンを押し、除電する。
- ⑦記録計の針の位置を「0V」(中央^{注6)})に調整する。
- ⑧外部印加装置で250V^{注7)}を印加する。
- ⑨記録計の作動を確認し、表示電圧が印加電圧の5%以内であることを確認する。

注6) 測定レンジが300Vの場合、片側のフルスケールで300Vとなる。

注7) 印加電圧は必ずしも250Vとする必要はないが、フルスケールに対して記録計の読みが70%以上を示す電圧がよい。

5.3.2 床特研式帯電試験機による人体帯電電位(ストロール法)の測定

(1) 本試験機による人体帯電電位の測定原理

本試験機はローラーと床面の摩擦によって生じる電位を、集電軸(回転シャフト)の表面電位の測定により求めている。

一方、ストロール法による人体帯電電位の測定(JIS L 1021-16)は、人間が床上を歩行した際の人体帯電電位の変化を測定するものである。

本試験機のストロール法入力端子と集電軸は電氣的に接続されているので、人体とストロール法入力端子を接続することにより、人体帯電電位の変化が、集電軸の表面電位の変化として現れる。

以上が、本試験機を使用したストロール法(人体帯電電位測定)の測定原理である。

ただし、電位の変化を記録する必要があるので、記録計が必ず必要である。また、人体の最大帯電電位が3,000Vを越える場合は測定できない。

(2) 測定方法

人体と本試験機のストロール法入力端子とをリード線^{注8)}で接続した状態で、被験者が歩行すると、人体帯電電位の変化を試験機が検知するので本試験機の出力計端子と記録計を接続し、人体の電位の変化を記録計に記録する。この際、本試験機のローラーは停止した状態で行う。

具体的な手順は、以下のとおりであり、測定の様子を写真-5.2に示す。

a) ローラーの絶縁処置

本試験機のローラーが床面に接触すると、床面を通じて人体の電荷が漏洩したり、床面の電位変動の影響を受けるため、本試験機底部の数個所にアクリル板などの絶縁物を挿入し、ローラーと床面とが直接接触しないようにする。(写真-5.3参照)

b) 機器類の接続

- ①試験機に記録計およびアース付電源を接続する。(写真-5.4 参照)
- ②ストロール法入力端子にリード線を接続する。
- ③電源スイッチを「入」とし、モータースイッチを「切」とする。
- ④測定レンジは、予想される最大帯電電位により「300V」または、「3000V」を選択する。(初回測定時には、「3000V」のレンジで測定する。)

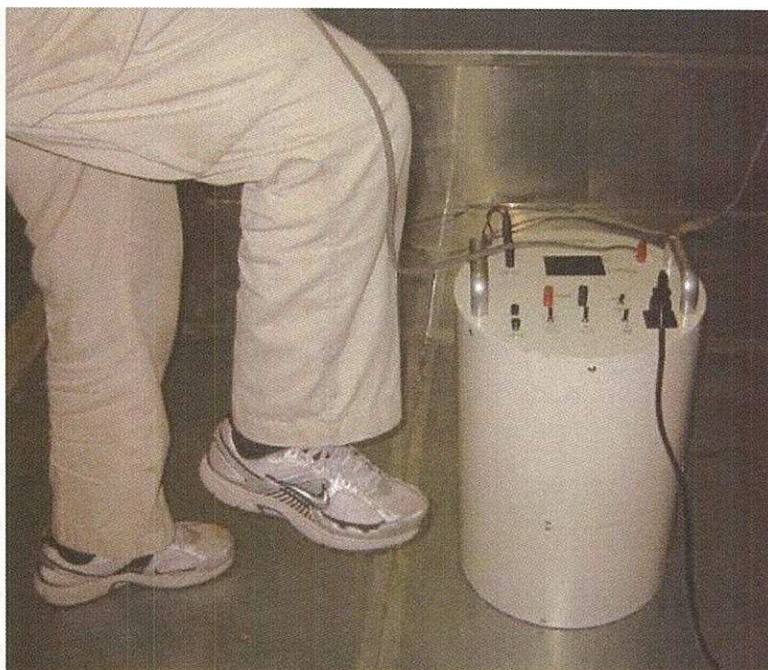


写真-5.2 人体帯電電位測定方法概略 (ストロール法)

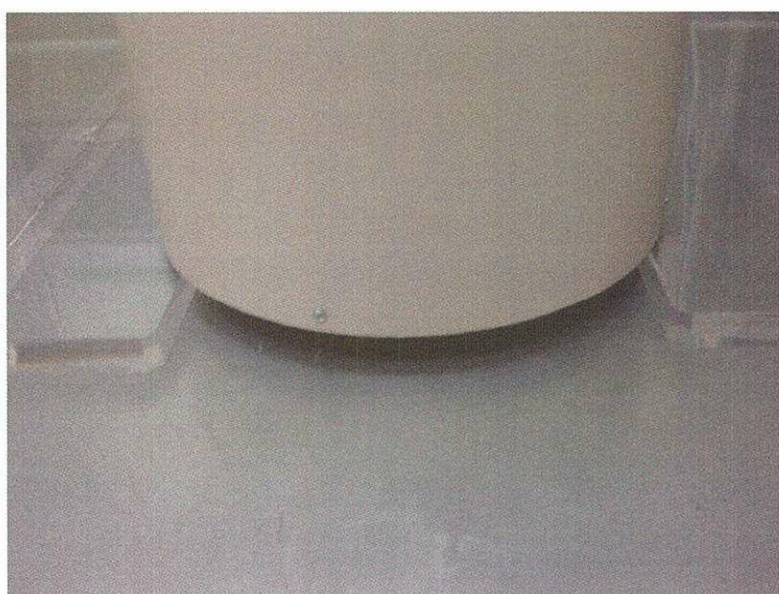


写真-5.3 ローラーの絶縁処置



写真-5.4 試験機との接続

c) 測定

- ①任意の場所に本試験機を絶縁状態にして設置する。
- ②被験者は試験前に履物を装着した状態で人体接地用アース板上に乗り、初期帯電電位を取り除く。
- ③被験者は静かに測定床に乗り、リード線を持ち、記録計の電位がゼロを表示していることを確認する。
- ④本試験機のリセットボタンを押した後、測定ボタンを押し測定を開始する。
- ⑤被験者はリード線を持って、並足で床上を30秒以上歩行し、帯電電位が平衡に達するまで歩行を続ける。(ただし、最大で1分間のみ測定する。)
- ⑥歩行は、円形または8字状に輪を描くように行い、並み足は、大たい部と床との角度が45°となるような足高さで約100歩/minの速度で行う。歩行速度は、メトロノームなどを用いて調整する。
- ⑦その他測定の詳細は、**JIS L 1021-16** 6.に準ずる。

注8) リード線は、ポリエチレン被覆線のような絶縁の良いものが望ましく、PVC被覆線、シールド線は、使用しないほうが良い。

5.3.3 半減時間の測定

(1) 50V印加時の半減時間の測定

本試験機では一般的な測定(5.2.3の①～⑩による測定)によることなく、本試験機に内蔵されている電源により、半減時間(50V印加時)の測定ができる。

測定の手順は以下のとおりである。(写真-5.5 参照)

- ①本試験機を床面に設置する。
- ②「内部←→外部」切り換えスイッチを「内部」にする。
- ③電源スイッチを「入」にする。
- ④モータースwitchを「入」にする。
- ⑤測定レンジを「300V」にする。
- ⑥「リセットボタン」を押しながら「測定ボタン」を押し、両ボタンを同時に離す。
- ⑦表示パネルに表示される印加時の電圧および半減時間を読み取る。



写真-5.5 半減時間のみの測定

(2) 任意の電圧印加時の半減時間の測定

本試験機を用い、直流電圧標準発生器(V_{DCS})や絶縁抵抗計などの外部印加装置と組合せることにより、最大3,000V印加時の半減時間の測定ができる。

測定の手順は以下のとおりである。(写真-5.6 参照)

- ①本試験機を床面に設置する。
- ②「内部 \leftrightarrow 外部」切り換えスイッチを「外部」にする。
- ③極性を合わせて外部印加装置を「外部入力端子」に接続する。
- ④測定レンジを印加電圧に応じて、「300V又は3000V」にする。
- ⑤電源スイッチを「入」にする。
- ⑥モータースイッチを「入」にする。
- ⑦外部印加装置により、所定の電圧を印加する。
- ⑧「リセットボタン」を押しながら「測定ボタン」を押し、両ボタンを同時に離す。
- ⑨表示パネルに表示される印加電圧および半減時間を読み取る。

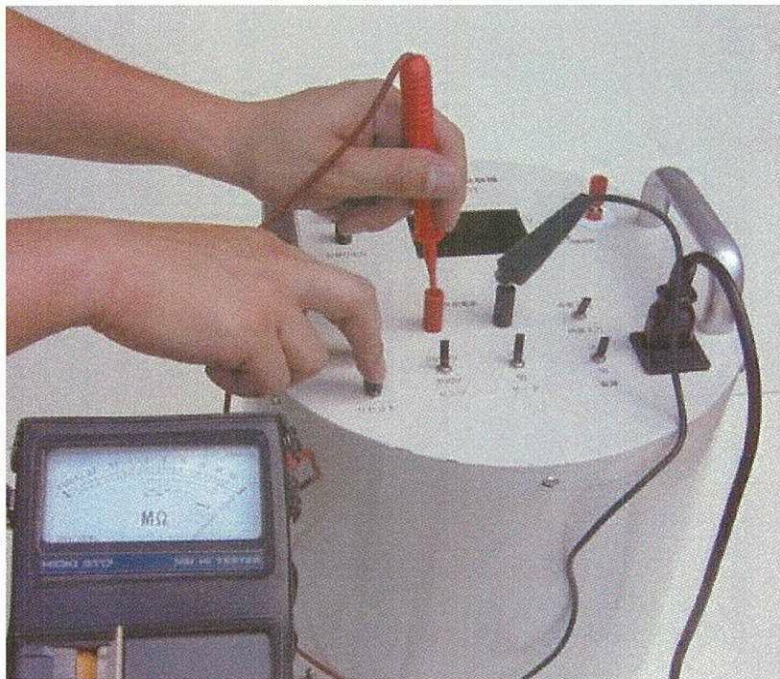


写真-5.6 外部印加半減時間の測定

(3) 半減時間測定結果の見方

半減時間測定結果の見方は、次のとおりである。

- a) 印加電圧により半減時間に大きな差異がある場合
床の電気的特性に電圧依存性があるために生じる現象である。
- b) 測定場所により半減時間に大きな差異がある場合
床材料の厚さが場所により大きく異なる場合や、床表面に部分的に絶縁性の皮膜(ポリッシュなど)が存在する場合などに生じやすい現象である。
- c) 半減時間が「0」でフリッカ表示される場合
半減時間が「0」表示の場合は正常であるが、『0のフリッカ(点滅)』表示の場合は誤動作の可能性があるため再度測定を行う。
なお、再度の測定でも「0」で「フリッカ」表示の場合は、
 - ①高電圧印加や高電流による影響。
 - ②床の抵抗が低すぎることによる影響。
 - ③測定付近に存在する帯電物の静電誘導による影響。
 - ④測定機の絶縁不良。などが考えられる。
- d) 半減時間が「9999」のフリッカ表示の場合
半減時間が10秒以上を意味している。

(4) 測定時の留意点

- a) 各種の印加電圧による半減時間を連続して測定する場合は、印加電圧の低いほうから測定する。
- b) パネルに表示される印加電圧が、実際の印加電圧より低く表示される場合の理由としては、
- ①印加装置の出力電圧が正しくない。
 - ②パネル表示部が故障している。
 - ③電圧の印加と同時に床を通してアースに電流が流れる。
 - ④電圧の印加により、床材料の絶縁破壊が生じる。
- などがあげられる。
- ①および②は、印加装置および本試験機の問題であるため、修理を依頼する。
- ③および④は、床の電気的特性によるものであり、特に床の抵抗値が低い場合 ($10^9 \Omega$ 以下) や、高い印加電圧の場合に生じやすい。したがって、パネル表示部に問題がない場合は、表示された電圧が集電軸部分の実際の電位となる。
- c) パネルに表示される印加電圧が、印加装置の電圧より高く表示される場合、理由としては、
- ①印加装置の出力電圧が正しくない。
 - ②パネル表示部が故障している。
 - ③本試験機の内部抵抗が影響している。
- などがあげられる。
- ①および②は、印加装置および本試験機の問題であるため、修理を依頼する。
- ③の場合は、本試験機の内部抵抗と床とのからみによって生ずるやむを得ない現象である。したがって、パネル表示部に問題がない場合は、表示される電圧が集電軸部分の実際の電圧となる。