

2. 床特研式帯電試験機と 帯電防止性能評価方法の基本構想

2.1 床の帯電防止性能評価方法の現状

床材料あるいは施工された床の帯電防止性能の試験方法として現在適用されているものを表-2.1 に示す^{1)~2)}。なお、そのほかにも定性的かつ簡便な方法としてアッシュテストやアッシュチャンバーテストなどがある。

表-2.1 のNo. 1, No. 3, No. 5は床の用途を規定した上で、おもに病院や工場、計算機室などの施設における安全性や静電気障害の防止に利用されている。No. 8は住宅、オフィスなどでの静電気による電撃を想定した評価方法とされている。

なお、一般的に人体帯電電位と人間が感じる電撃との間には表-2.2 に示す関係があるといわれている。また、ICやLSIが静電破壊を起こす最低電圧は、その種類によって異なるが、数10V程度といわれることもある。

人体の帯電現象に影響する要因を図-2.1 に示す。ここで表-2.1 に示す試験方法は、これらのうち床側の要因を測定、評価しようとするものであるが、実際には床以外の要因(たとえば靴、湿度、動作など)にも大きく左右される。したがって、測定・評価はこれらの条件をよく確認した上で、十分な管理下において行うことが基本的に重要となる。

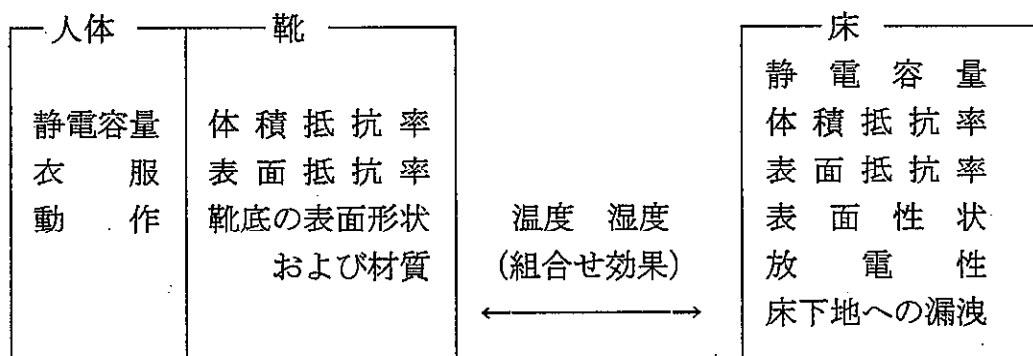


図-2.1 人体の帯電に関連する要因

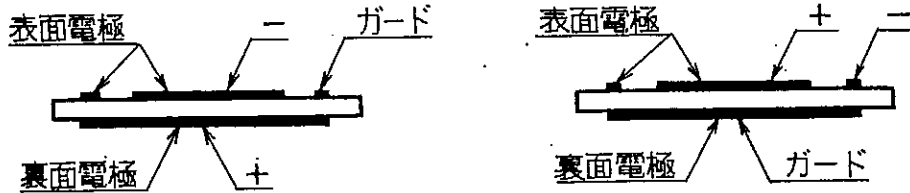
表-2.1 床および床材料の静電気帯電に関する試験方法¹⁾

No.1 抵抗率測定

規格 JIS K 6911 : 2006 , JIS C 2318 : 2007

(a) 体積抵抗率試験

(b) 表面抵抗率試験



次の式によって体積抵抗率及び表面抵抗率を算出する。

$$\rho_v = \frac{\pi d^2}{4t} \times R_v \qquad \rho_s = \frac{\pi (D+d)}{D-d} \times R_s$$

ここに、 ρ_v : 体積抵抗率 (MΩ cm)

R_v : 体積抵抗 (MΩ)

ρ_s : 表面抵抗率 (MΩ)

D : 表面の環状電極の内径 (cm)

d : 表面電極の内円の外径 (cm)

R_s : 表面抵抗 (MΩ)

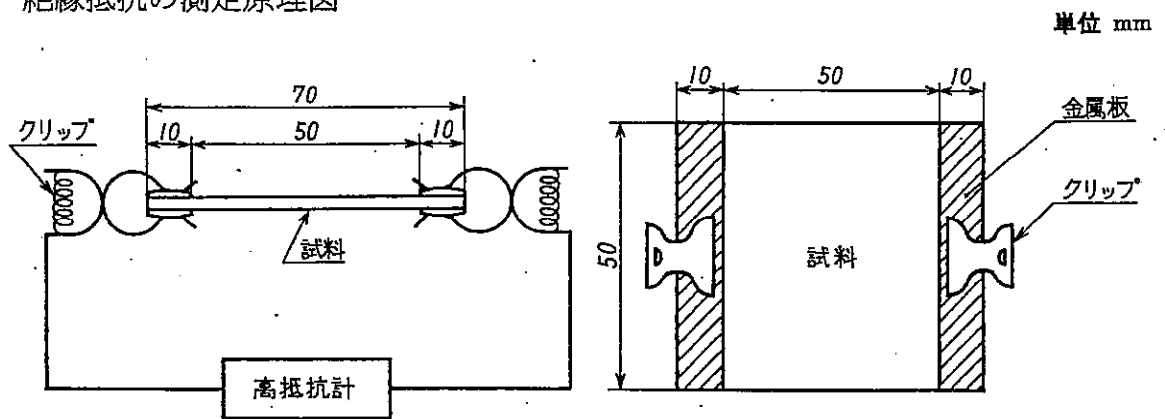
t : 試験片の厚さ (cm)

π : 円周率 = 3.14

No.2 絶縁抵抗の測定

規格 JIS M 7102 : 1993

絶縁抵抗の測定原理図



試験条件 温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 相対湿度 $50 \pm 5\%$

測定電圧 1000V

表-2.1 床および床材料の静電気帯電に関する試験方法¹⁾

No.3 床仕上げ材及び施工床の

電気抵抗測定

規格 JIS C 61340-4-1 : 2008 (IEC 61340-4-1:2003), NFPA 99

接地間抵抗 : 接地又は接地可能接続点と使用表面の上に置いた一つの測定電極との間で測定した抵抗

点間抵抗 : 使用表面の上に置いた二つの測定電極間で測定した抵抗

垂直抵抗 : 試験材料の上に置いた一つの電極と裏面の対向電極との間で測定した抵抗

規格	測定電極	印加電圧	点間抵抗測定時の電極間距離	試験条件
JIS C 61340-4-1 (IEC 61340-4-1)	直径 : 65mm±5mm 総質量 : 2.5kg±0.25kg(硬い床材) : 5.0kg±0.25kg(その他の床材)	10Vから試験開始 100V: $1.0 \times 10^6 \Omega$ を超える 500V: $1.0 \times 10^{11} \Omega$ を超える	300mm ±10mm	23±2°C 12±3%RH
NFPA 99	直径 : 2.5in(6.35cm) 質量 : 5lb(2.268kg)	500V	3ft(910mm)	23±1°C 50±2%RH

No.4 材料及び製品の

静電気電荷拡散性能の測定

規格 JIS C 61340-2-1 : 2006 (IEC 61340-2-1:2002)

電荷減衰測定方法として、
二つの方法を示す。

1. コロナ放電を使用する装置を用いる。
2. 帯電金属プレートを使用する装置を用いる。

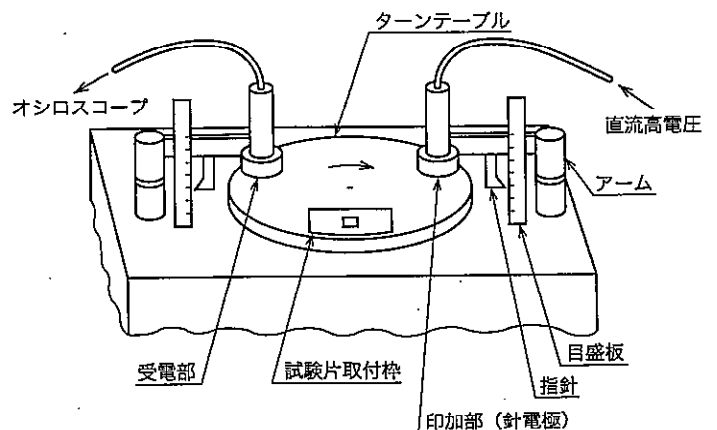
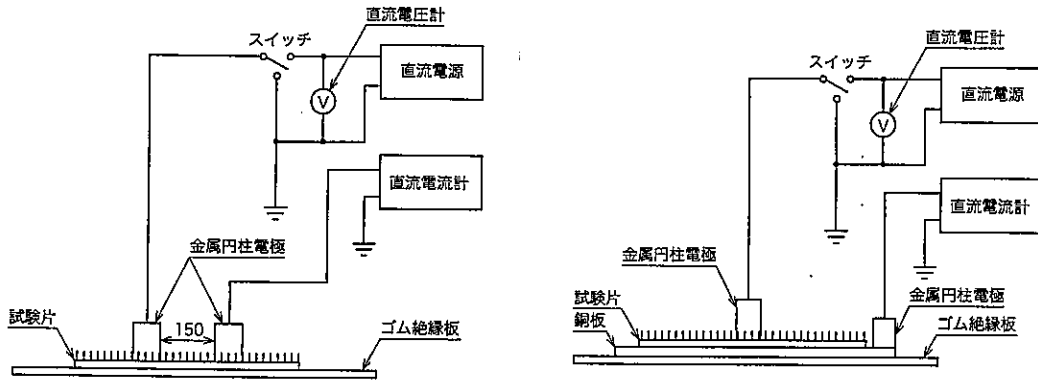


図 半減期測定器の例

表-2.1 床および床材料の静電気帯電に関する試験方法¹⁾

No.5 帯電防止マットの電気抵抗測定

規格 JIS L 1021-17 : 2007



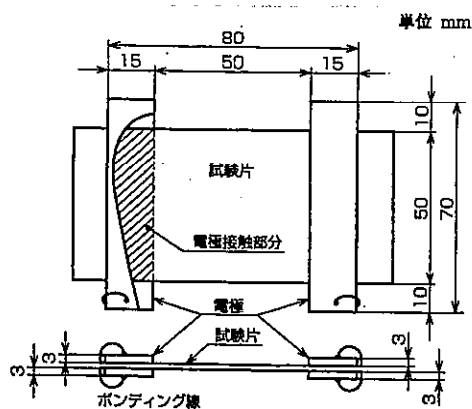
(1) 水平電気抵抗測定装置の接続及び配置 (2) 垂直電気抵抗測定装置の接続及び配置

規格	測定電極	電圧、電気抵抗値	水平電気抵抗測定時の電極間距離
A法	直径：65mm±1.5mm 質量：5kg±0.1kg	10V < $10^5 \Omega$ 100V : $10^5 \sim 10^8 \Omega$ 500V > $10^8 \Omega$	500mm±5mm
B法	直径：60mm±2mm 質量：2kg±0.2kg	100Vまたは500V	150mm

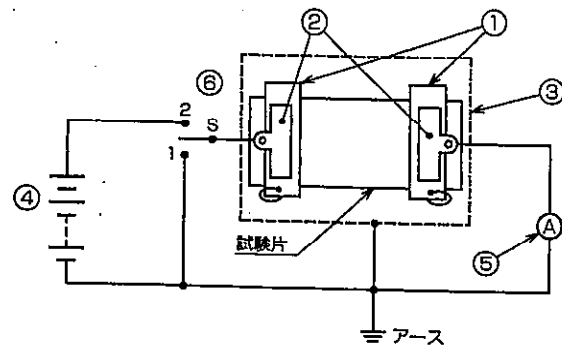
試験環境条件: 温度 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $25 \pm 3\%$

No.6 表面漏えい抵抗測定法

規格 JIS L 1094 : 2008



(1) 平板電極



(2) 表面漏えい抵抗測定装置回路図

表-2.1 床および床材料の静電気帯電に関する試験方法¹⁾

No.7 帯電性一歩行試験方法

規格 JIS L 1021-16 : 2007 (直線的歩行法-A法)

JIS C 61340-4-5 : 2007 (IEC 61340-4-5 : 2004)

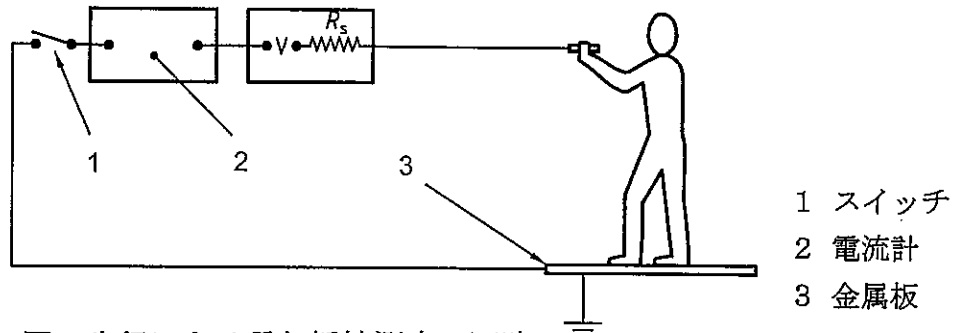


図 歩行による電気抵抗測定回路

試験片 : 2 m × 1 m

測定法 : 120歩/分の速さで前進及び後退し、ピーク電圧の上昇が止まるか、又は試験時間が60秒経過するまで継続

試験条件 : JIS L 1021-16 : a) 温度 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $25 \pm 3\%$

b) 温度 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $20 \pm 3\%$

JIS C 61340 : 温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $12 \pm 3\%$

No.8 ストロール法 (人体帯電測定システム)

規格 JIS L 1021-16 : 2007 (ストロール法-B法)

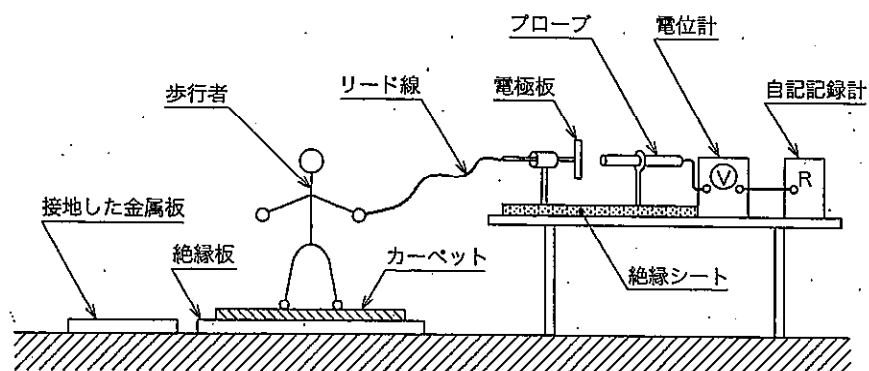


図 使用可能な人体帯電圧測定システムの一例

試験片 : 試料床 $90 \times 90\text{cm}$

測定法 : 100歩/分の速さで円形又は8字状に輪を描くように歩行し、帯電量が平衡に達するまで30秒以上歩行、平均人体電圧を測定を測定。

測定条件 : 温度 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $25 \pm 3\%$

表-2.2 人体帯電電位と電撃の強さの関係^{注1)}

人体帯電電位 (kV)	電撃の強さ	備考
1.0	全く感じない	
2.0	指の外側に感じるが痛まない	かすかな放電音発生
2.5	指に触れた感じを受け、ピクリとを感じるが痛まない	
3.0	針で刺された感じを受け、チクリと痛む	
4.0	針で深く刺された感じを受け、指がかすかに痛む	放電の発光をみる
5.0	手のひらから前腕まで痛む	指先から放電発光が
6.0	指が強く痛み、後腕が重く感じる	伸びる
7.0	指、手のひらに強い痛みと、しびれた感じを受ける	
8.0	手のひらから前腕までしびれた感じを受ける	
9.0	手首が強く痛み、手がしびれた感じを受ける	
10.0	手全体に痛みと電気が流れた感じを受ける	
11.0	指が強くしびれ、手全体に強い衝撃を感じる	
12.0	手全体を強打された感じを受ける	

注1) 静電気安全指針 労働省産業安全研究所

一般に、静電気障害発生の目安は現在のところ、おもに電位であり、人体帯電電位を何ボルトに抑えられるかによって帯電防止性能を評価するのが合理的と考えられている。一方、表-2.1 に示した方法のうち、施工された床の帯電防止性能の確認には、No.3 が広く用いられている。また、床材料自体の評価には No.1 が適用されることが多い。

しかしながら、抵抗値を測定対象とするこれらの方法においては、抵抗値と人体に発生する電位との間の十分な対応関係が示されてなく、人体に関係する変動要因(図-2.1 参照)を測定・評価に含まないという簡易さがあるものの、静電気障害をどの程度防げるかの判断材料としては不十分だとされている。

また、人体の帯電電位を測定する方法は直接的評価であり、適切に使えば静

電気障害防止に最も役立つ資料となる。この観点ではNo.8の方法が広く用いられている。

しかし、歩行者や靴が異なると結果にも差異が生ずることが多く、試験値の厳密性に問題点があるのが現状といえる。解決策としては、測定時の条件をより広範囲にわたって標準化することが必要と思われるが、靴の材質などは標準化可能でも、歩行者やその歩行動作は實際上標準化できないため、基本的には問題点の解決は困難といえる。

このように、現状の性能評価方法は、適用範囲が限られる、再現性が乏しい、精度が低いといった問題があり、静電気障害の発生のしやすさに対する十分な判断材料を提供できる評価方法とはみなし得ないのが現状といえる。

2.2 帯電防止性能評価方法の基本構想

2.1で述べた現状の問題点を考慮して、床特研で開発する帯電防止性能評価方法の基本構想を次のように定めた^{3)~5)}。

ここで提案する評価方法は、現状の問題点を克服するための要求をできるだけ満たすとともに、簡便に床の帯電防止性能を評価できることを主眼としている。

(1)基本構想

床の帯電防止性能は人体帯電に反映され、電撃を始めとする静電気障害の原因になるため、性能評価方法の基本構想の焦点を、つぎの2点に絞った。

- a. 広範な床の帯電防止性能の定量的評価が行えるものとする。
- b. 帯電防止性能を評価する値は、人体動作による最大帯電電位と電位の減衰を対象にする。

つまり、あらゆる床における人体帯電を静電気の帯電と減衰の一連の過程の中で把握することを基本構想の骨子とした。

(2)床特研式帯電試験機の基本仕様

基本構想に基づいて評価する具体的な方法を実現するため、電位の帯電と減衰を計測する床特研式帯電試験機を研究開発するが、研究開発にあたって次の仕様を満たすことを基本条件とした。

- a. 人間の動作による帯電および減衰にかかわる基本要素を試験機を構成する各パーツに対応させる。(図-2.2 参照)
- b. 試験機は単純なシステムからなるものとし、人間の介在しないロボット化を図って自動化する。(図-2.3 参照)

- c. 再現性に優れ、構造の簡単なコンパクト型で、試験対象、使用環境によらず試験できるものとする。
- d. 結果が目に見える形式とする。
- e. 試験機単独で基本測定ができる。

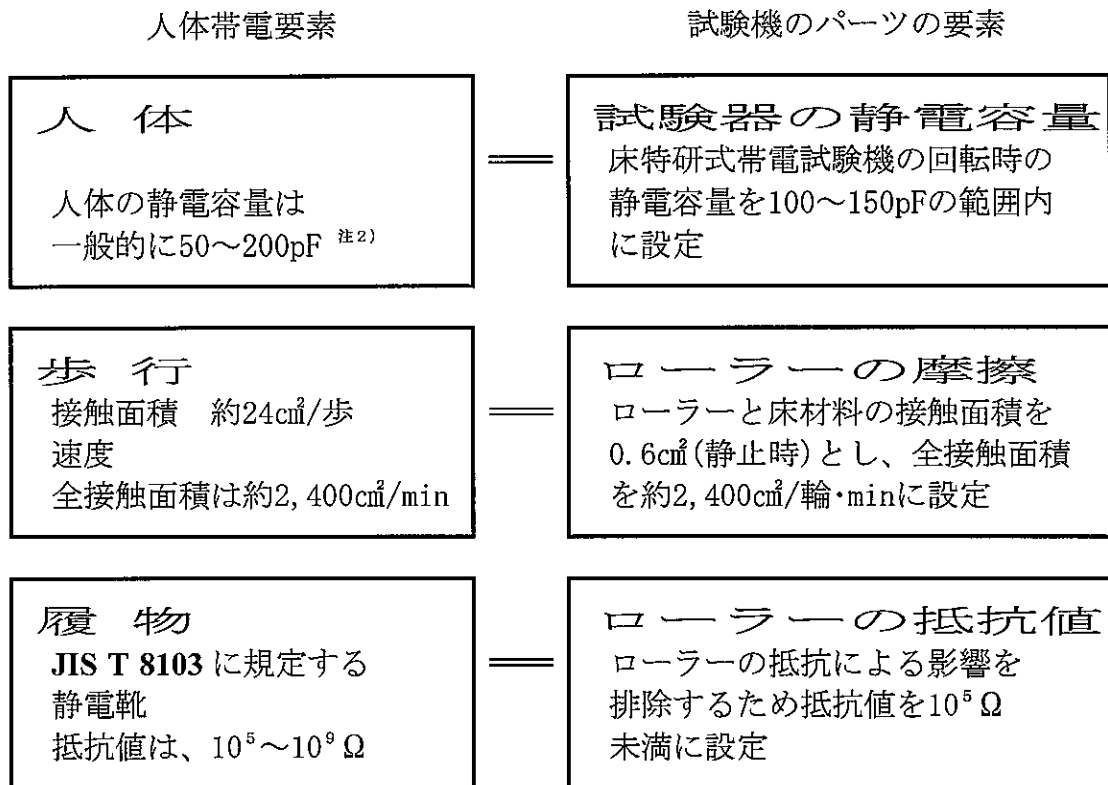


図-2.2 人体帯電要素の床特研式帯電試験機構成パーツなどへの投影

注2) pFとは静電容量の単位：1 pF = 1 × 10⁻¹² F

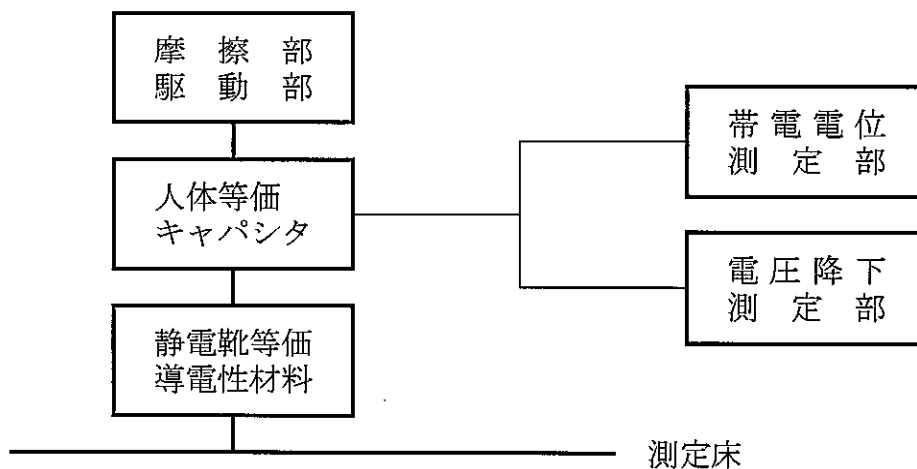


図-2.3 床特研式帯電試験機の基本構成

〈参考文献〉

- 1) 静電気対策用資材評価技術に関するガイドライン、
(財)日本電子部品信頼性センター
- 2) 渡辺博司：床の帯電防止性能評価方法、建築技術、pp85～88、1986.10
- 3) 永橋 進、小野英哲、須藤 拓他5名：床の帯電防止性能評価方法の開発
その1．新たな帯電防止性能評価方法の基本構想、
日本建築学会大会学術講演梗概集A、pp.607～608、1993.9
- 4) 高岡秀樹、小野英哲、田島泰幸他6名：床の帯電防止性能評価方法の開発
その2．床研式帯電試験器の概要、
日本建築学会大会学術講演梗概集A、pp.609～610、1993.9
- 5) 土田恭義、小野英哲、和田高清他5名：床の帯電防止性能評価方法の開発
その3．床研式帯電試験器の有効性の検討、
日本建築学会大会学術講演梗概集A、pp.611～612、1993.9