NFPAの 5ポンド重りを使用しESD制御用に正確な測定を保証する方法

Gene S. Monroe, iNCE, NASA Langley Research Center, Hampton, VA
Bob Vermillion, CPP, Fellow, iNCE, RMV Technology Group, LLC, NASA Ames Research Center, CA

1. はじめに

静電気放電保護区域（EPA: Electrostatic Discharge Protected Area）の適切な検証は、全米防火協会（NFPA: National Fire Protection Association）の 5 ポンド重り(5 ポンドは約 2.27 キログラム）の使用が大きく関わっている。このような 5 ポンド重りは電極と重りの両方を兼ねているが、本稿では今後、このツールを 5 ポンド重りと呼ぶことにする（図1)。

5 ポンド重りは、同心円状のリングの上に十分な重さを載せて正確かつ再現性のある材料測定を実施し、作業面やスツール／椅子、床、衣服などの表面のグランド接続や抵抗を測定するのに十分な重さを提供するなど、多くの用途に使える。5 ポンド重りは、局所的な ESD 制御プログラム（ESD CP：ESD Control Program）に対する EPA の適合性を検証するために最もよく使用されるツールの 1 つである。

本稿の意図は、ANSI/ESD STM4.1/STM7.1 や ASTM F150 に書かれ

ているような、米国 ESD 協会（ESDA: ESD Association）および米国材料・試験協会（ASTM: American Society for Testing and Materials）の要求事項に対して、5 ポンド重りの性能が適合しているか検証する手順を説明することである。

5 ポンド重りの性能要求には、ポリマーパッドの重さ、導電率、平坦度などがある。本稿では、我々がこれらの測定を行うために利用した方法について説明し、その手順を校正に必要な要求の代わりに検証手順として採用することを提案している。

図1. 底に電極ポリマーのパッドを備えた5ポンド重り

2. 趣旨

5 ポンド重りは ESD CP に対して重要であるにもかかわらず、この重りを正式に校正する方法については、今までほとんど議論がなかった。本稿では、前述の規格で特定された試験パラメータの限度値に基づいて適合性を検証するための性能要求事項と、試験手順について説明する。ここでは 5 つの試験方法を検討し、詳細を説明して表 A に要約した。複数の 5 ポンド重りに対する試験から得たデータは、付録に記載されている。

a. なぜ 5 ポンド重りは、めったに校正されないのか?

ユーザーは 5 ポンド重りをただの重りと思っている場合があり、電気的特性や時間とともに劣化するという事実を意図せず無視してしまう。このような特性はよく見落とされるので、5 ポンド重りの校正範囲から外れていることにユーザーが気づかず、その校正に失敗することがある。

もう 1 つ見落としがちな特性は、5 ポンド重りのポリマーパッドの平坦度で、これが不均一だと 5 ポンド重りが傾く原因になる。さらに、5 ポンド重りの校正が不十分になるのは、校正施設に校正手順がないことが原因かもしれない。これは、手順がメーカー独自のもので、通常はメーカーによって行われるためである。

そのうえ、5 ポンド重りに対する要求事項の起源もわからないので、4 ポンドや 8 ポンドでもいいか、ということになる。我々が得た最良の答は、一貫性かつ再現性のある測定をするには、押し下げる力が5ポンドの重さで十分ということだった。この、5ポンドでよいという主張を裏付ける試験データはないが、本稿には関係ないので、異議は唱えないことにする。

b. 電気センサの特性

時間経過とともにゴム電極が硬化したり、歪んだり、損傷を受ける可能性があるので、エンドユーザーの検証には、一貫した正確な電極性能のため電極平坦度要求が必須である。

そこで我々は、平坦度を測定するための試験用取り付け具として、Prostat のプリント回路基板（PCB）構成を使用した。PCB には、PCB 表面にかかる下向きの力を測定する変換器として機能する並列に接続された複数の抵抗がある。平坦度不良から生じる 5 ポンド重りの傾きにより、5 ポンド重りの1つの面が他の 3 つの側面よりも重くなって、測定されたインピーダンスが等しくないという結果が検出される。この不均衡なインピーダンスは、5 ポンド重りを 0°から、90°、180°、270°に回転させ、各方向で測定して記録する。

インピーダンス測定値は 0.5 M Ωのはずだが、著者は、インピーダンス測定の信頼性を保つため不均一なポリマーパッドによる傾斜をどれぐらい許容できるか、どの業界標準にも定義されていないことに気づいた 。そのため、ESDA がリストストラップに使うグランド接続抵抗器に使用されるのと同レベルの許容誤差± 20%を使用することに決めた。したがって、上記の各方向で測定されたインピーダンスは、5E5 Ω± 20%（0.4 ～ 0.6 M Ω）となる。この範囲内にある 4 つの象限方向で行われた測定値の不均衡は、2 つの 5 ポンド重りと 1 つの測定装置（つまりメーター）を含むシステム構成で使用した場合、測定の精度にほとんど影響を与えないことがわかった。インピーダンス測定がこの範囲内にない場合の予期せぬ結果例をセクション 4 で述べる。

図2. さまざまな5ポンド重りと試験用機器

3. 検証試験方法の開発

a. 試験用機器

5 ポンド重りの検証方法を開発するために、さまざまな製造サンプルを試験した。メーカーは 3M、Prostat、Transforming Technologies、Trek Inc. などである（図 2）。

b. 試験方法（表 A に記載）

試験 1：重さの測定

ANSI / ESD STM4.1 に記載されている重量要求事項は、5lb ± 2.5% である。重量は、郵便局などで使う秤を使用して測定できる。