

測定値から見る放射線測定器の性能

第2報 デジタル測定器の応答性

非破壊検査株式会社
藪下 延樹

1. はじめに

放射線測定器を用いて環境の線量当量率測定を行う場合、測定値が安定な値を示す時間を幾らにすれば良いか迷うことが多い。第1報ではデジタル測定値のバラツキの正体について分析した。第2報ではデジタル放射線測定器（以下、測定器）の応答性の観点から分析・検討する。

2. 測定器の応答性の定義

測定器の測定値が安定な値を示すのに必要な測定器固有の応答性について測定値を分析する。JIS Z4333-2006「X線及びγ線用線量当量率サーベイメータ」では「応答時間試験」として正味の線量当量率変化量の90%に要する時間と定義している。JISの応答時間と慣用的に使用されている「時定数」（同変化量の63%）の定義の違いを図1に示す。

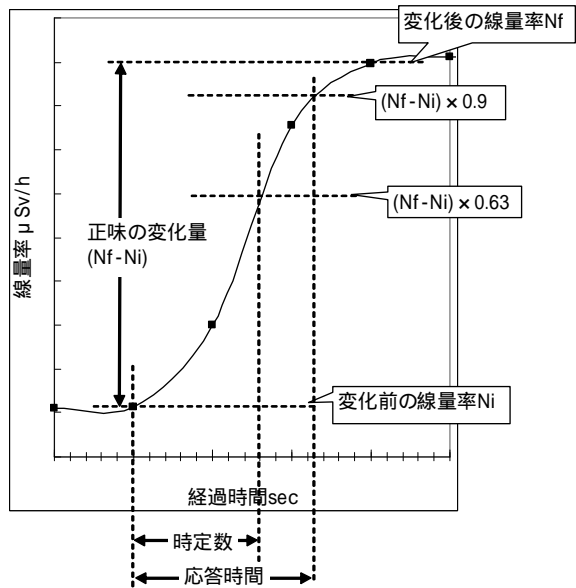


図1 応答時間(JIS)と時定数(慣用)の定義

本実験では慣用的に使用されている時定数を用いて測定する。

3. 時定数測定

(1)実験条件

実験は測定対象の線量率（以下、線量）変化に測定値が何秒間で追従するかを調べるために、線量変化の前後を連続測定した。実験で使用した測定器（シンチレーションサーベイメータ、GMサーベイメータ）本体のメーカー及び型番は同一で、測定器のプロンプだけが異なる。本測定器メーカーからは時定数は相対的に low/ med/ high の別が定義されているだけで、時定数の具体的な数値は公開されていない。測定条件を表1、実験条件を表2に示す。

表 1 時定数測定条件

サーベイメータの別	測定条件
シンチレーション	Scintillator : NaI(Tl) 1 インチ × L1 インチ 測定器の表示値と同一の値をパソコンへ on-line で入力。 時定数 : slow データの取得方法 : on-line(RS-232C)でパソコンへデジタル入力 取得間隔 : 1 秒
GM	パンケーキ型大面積 GM 検出管 有効表面積 : 15.5cm ² 他の設定は同上と同じ

表 2 時定数測定の実験条件

実験条件	解説
線量の高変化 (10 倍)	¹³⁷ Cs 10MBq 線源からの距離 0.2m の高線量ガンマ線を直射 / 鉛レンガで遮へいの断続 (基本のパラメータに使用)
線量の中変化 (2.5 倍)	同上の線源からの距離を「 1m の中線量 」に変更 (線量変化のパラメータに使用)
変化の方法	t 50mm 鉛レンガを手動操作で直射 / 遮へいの断続
変化の間隔及び繰返し数	原則として、30 秒間高線量率 / 30 秒間低線量率の繰返しを 7 回実施

(2)実験パラメータ及び測定データ

実験は線量の高変化を測定して行うが、変化させる実験パラメータ及び測定データを表 3 に示す。線量変化のパラメータを求めるために、線量の中変化も対比として実験を行う。経時測定データの実験点は 1 秒間隔を示している。

表 3 実験パラメータ及び測定データ

測定器パラメータ	時定数パラメータ	基本のパラメータ		線量変化のパラメータ	
		線量上昇時	線量下降時	線量上昇時	線量下降時
サーベイメータ種類	サーベイメータの時定数設定	線量の高変化 (10 倍)		線量の高変化 (10 倍) と 中変化 (2.5 倍) による特性調査	
		図 2	図 3	図 6	図 7
		実施せず			
シンチレーション	low	図 4	図 5	実施せず	
	med			実施せず	
	high			実施せず	
GM	low	図 4	図 5	実施せず	
	med			実施せず	
	high			実施せず	

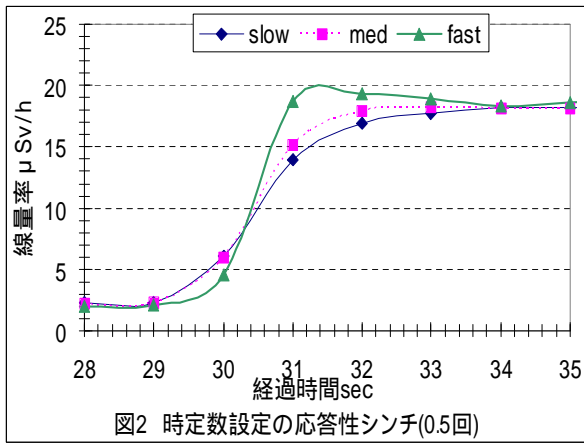


図2 時定数設定の応答性シンチ(0.5回)

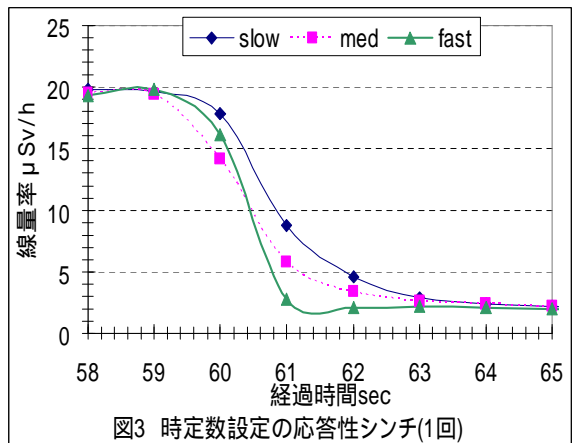


図3 時定数設定の応答性シンチ(1回)

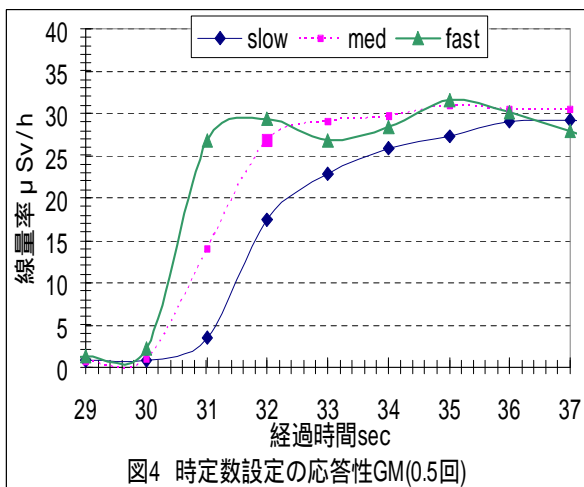


図4 時定数設定の応答性GM(0.5回)

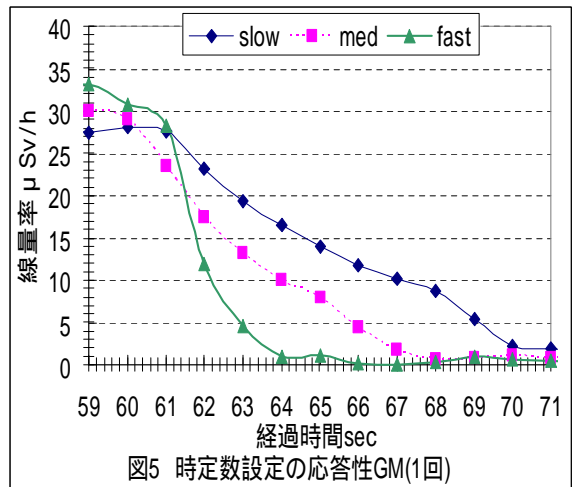


図5 時定数設定の応答性GM(1回)

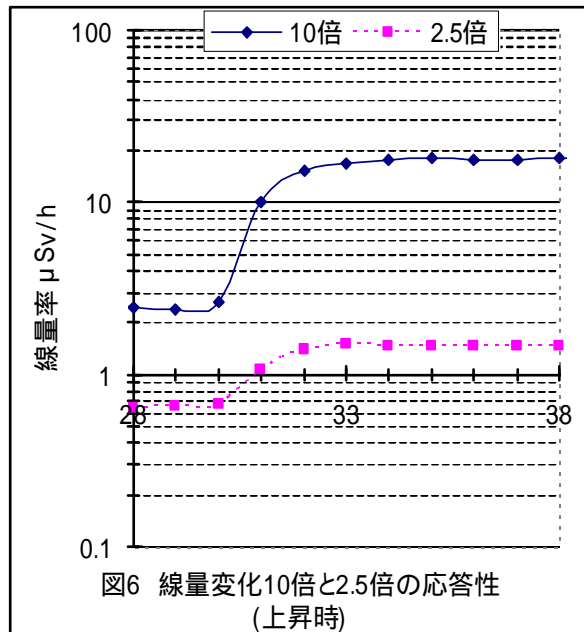


図6 線量変化10倍と2.5倍の応答性 (上昇時)

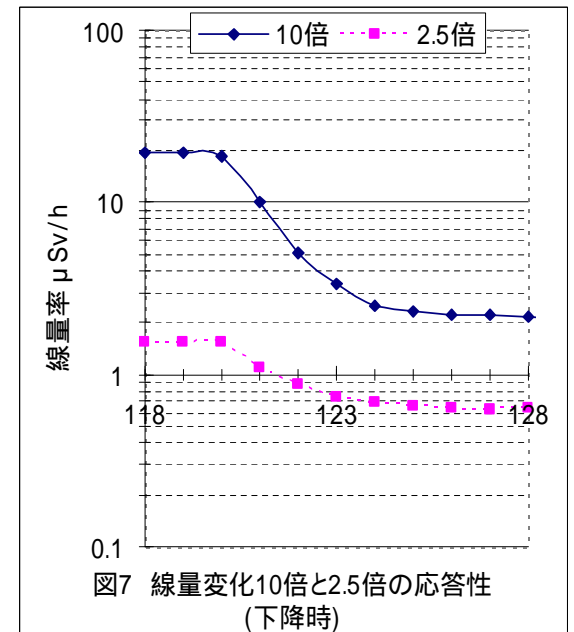


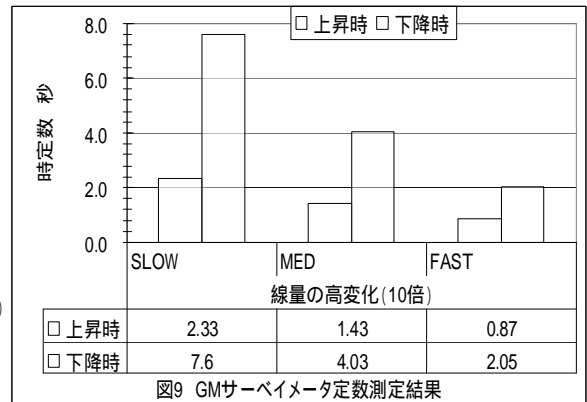
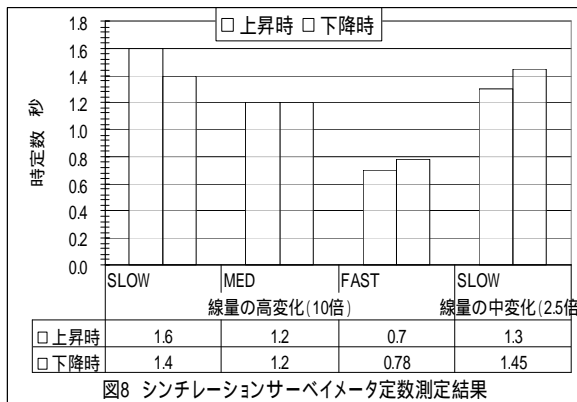
図7 線量変化10倍と2.5倍の応答性 (下降時)

(3)時定数測定データ

時定数測定データを表 4、図 8 及び図 9 に示す。

表 4 時定数測定データ

線量変化の依存性	時定数の設定	シンチレーション		GM	
		上昇時	下降時	上昇時	下降時
線量の高変化(10倍)	SLOW	1.6	1.4	2.33	7.6
	MED	1.2	1.2	1.43	4.03
	FAST	0.7	0.78	0.87	2.05
線量の中変化(2.5倍)	SLOW	1.3	1.45	実施せず	実施せず



4. 時定数測定結果

- サーベイメータ本体及び時定数の設定がシンチレーション及び GM とも同一であるために、図 8 及び図 9 の時定数測定結果が大きく異なる原因はプローブの特性と考えられる。
- GM サーベイメータの時定数は上昇時に比べて下降時の時定数は 2 倍以上の値を取る。一方、シンチレーションサーベイメータでは有意な時定数の変化は見られない。
- 線量の変化量を 10 倍と 2.5 倍の線量変化のパラメータ結果からは、時定数測定結果に有意な影響は認められない。

5. まとめ

- GM サーベイメータの時定数は、測定器の CR (コンデンサー容量 × 抵抗値) が同一でも、シンチレーションサーベイメータに比較して約 5 倍大きい。言い換えると、測定器の CR が同一でも、プローブの種類によって、時定数は大きく異なる。
- GM サーベイメータの時定数は線量の上昇時と下降時によって、2~3 倍以上異なり、測定時に配慮が必要である。

この結果を実務に適用すると、GM サーベイメータを用いて測定を実施する場合 (線量が上昇時か下降時か不明のため長いほうの時定数を適用した)、測定時間は 7.6 秒 × 3 倍 (一般的な要求事項) = 約 23 秒間必要となる。一方、シンチレーションサーベイメータでは 1.6 秒 × 3 倍 = 約 5 秒間で済む。

以上

