

# 測定値から見る放射線測定器の性能

## 第4報 アナログ測定器の応答性

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3報<1>では、アナログ放射線測定器・シンチレーションサーベイメータ（以下、測定器）のバラツキについて分析した。この第4報では、測定精度を向上させるために、エックス線（以下、X線）発生器を用いて、測定器の応答性について分析する。

### 2. 使用装置

使用する装置の主な仕様を表1に示す。

表1 使用する装置の主な仕様

使用装置	同左の詳細 図表	主 な 仕 様	
測定器（シンチレーションサーベイメータ）	第3報<1>の 表2	メーカー名 / 型番	Aloka / TCS-171B
		シンチレータ / 寸法	NaI(Tl) / 25.4 × L25.4mm
		線量出力 / エネルギー補償	アナログ電圧出力 / エネルギー補償形
X線発生器（コッククロフト式）	第3報<1>の 表3 図1	メーカー名 / 型番	非破壊検査(株) / NDIC - X75<3><4>
		焦点寸法 / 本体重量	0.7mm / 3.7kg
		運転率 / 暖気運転	100% / 不要
		kV、mA、温度の監視出力	個別にリアルタイムにアナログ電圧出力
データロガ	第3報<1>の 図2	メーカー名 / 型番	キーエンス / NR-2000
		サンプリング密度 / 分解能	Max400kHz / 14bit

### 3. 実験条件

実験配置を図1に示した。遮へい箱内のNDIC - X75 X線発生器からの直射線を約400mm離れた鉛板に1.5mmのピンホールを有する測定器プローブに照射し、その出力を遮へい箱外の測定器で測定する。測定条件は主に管電流（以下、mA）を変化させ、管電圧（以下、kV）は49.5kVで固定して、測定値の1cm線量当量率（以下、線量）の変化を分析する。

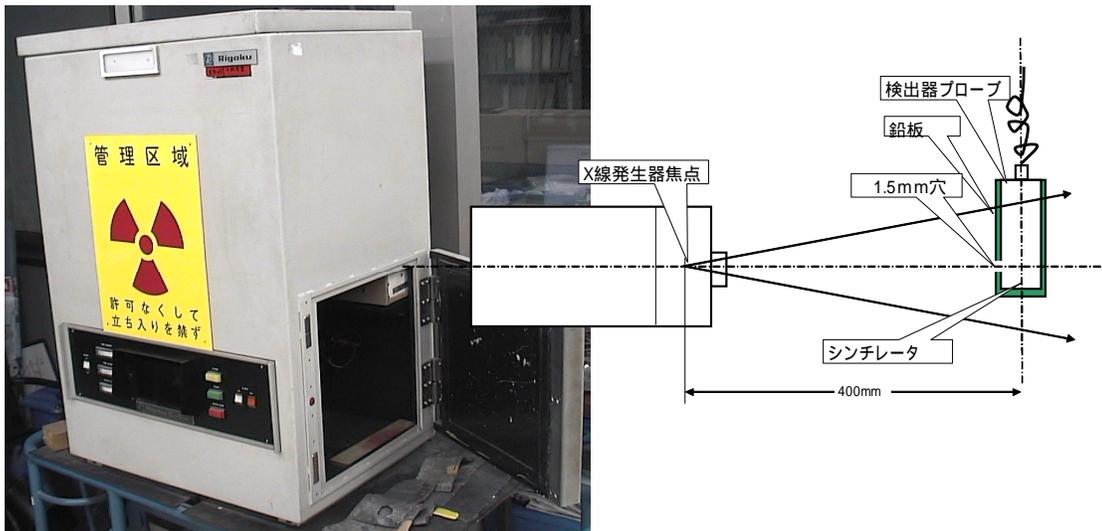


図1 NDIC - X75 X線発生器と測定器プローブの配置図

#### 4. サンプル条件

アナログ電圧は任意の密度（速度）でサンプリング可能であるために、サンプリング密度及び平均化法を第3報<1>の実験結果により最適な実験条件を選択する。サンプリング密度及びデータ密度：200Hz サンプリングデータを13個平均化により得たデータにより実験を行う。

#### 5. 応答性の測定

第2報<2>のデジタル測定器の応答性では時定数測定に必要な測定器の線量変化法は、約12kgの鉛レンガを手動で移動させていたが時間的な誤差が大きかった。そこで、本報ではサンプリング速度が非常に速いため、手動移動の機械的な動作では無理があるために、1/1000秒レベルで操作するタイマー（シーケンサー）を用いて、NDIC - X75 X線発生器のX線発生をON、OFFし、その状態をkV、mA出力でモニターした。

応答時間(JIS)と時定数(慣用)の定義を図2に示した。X線発生ON、OFF時の線量変化の全体図を図3a、ON(上昇)時の時間拡大を

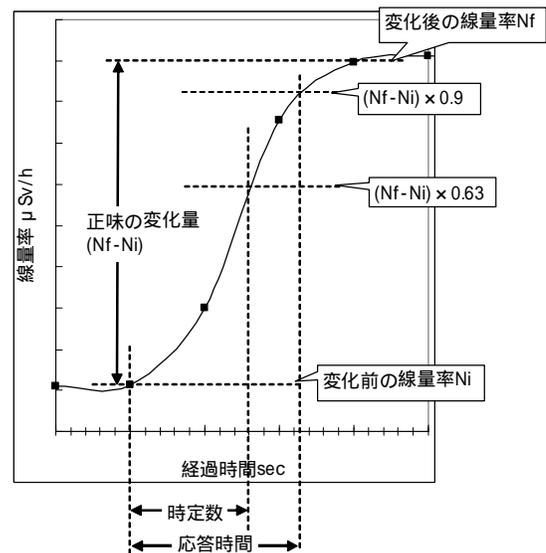


図2 応答時間と時定数の定義

図3bに示す。また、X線発生ON時の線量変化の時間拡大図を図4a及び図5a、OFF時の時間拡大図を図4b及び図5bに示した。X線運転の状態を示すkVは図5aからON後約0.1秒で平衡状態になるが、mAは平衡状態になるのに約2秒間掛かる。一方、図5bからX線発生OFF(下降)時はkV、mA共に約0.1秒で平衡状態になる。線量変化は当然、このX線運転の影響を受けるので、X線発生OFF(下降)時の応答性データの方が高信頼と考えられる。

次に、図2の定義により、図4から測定器の応答性（時定数及び応答時間）を測定した結果を図6及び表2に示した。

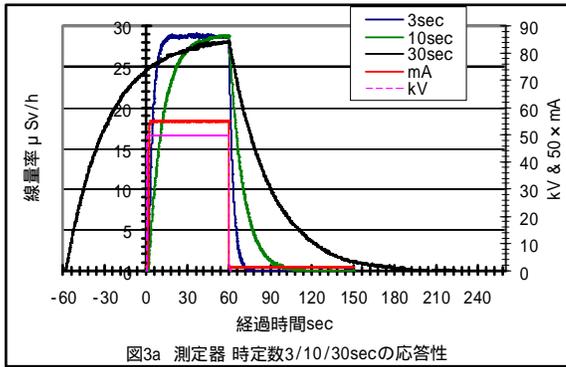


図3a 測定器 時定数3/10/30secの応答性

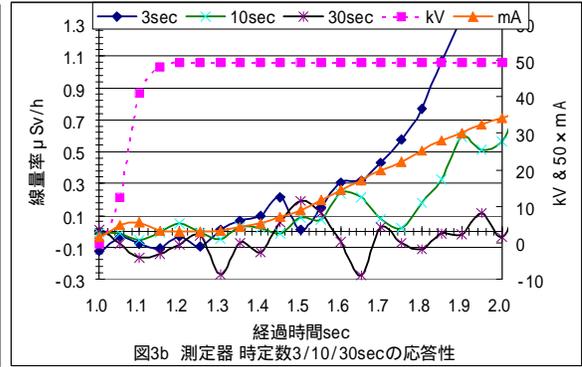


図3b 測定器 時定数3/10/30secの応答性

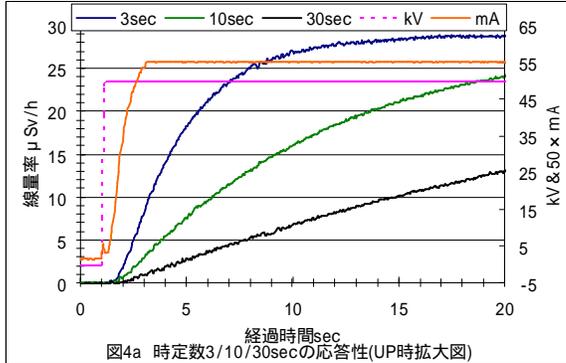


図4a 時定数3/10/30secの応答性(UP時拡大図)

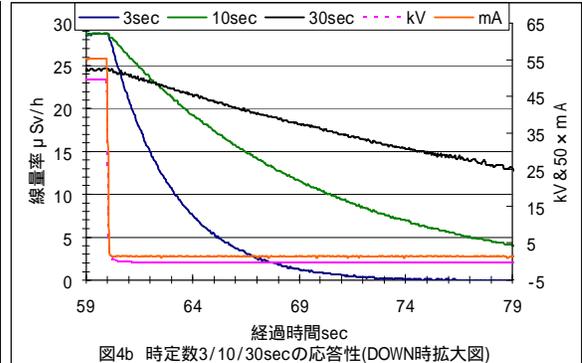


図4b 時定数3/10/30secの応答性(DOWN時拡大図)

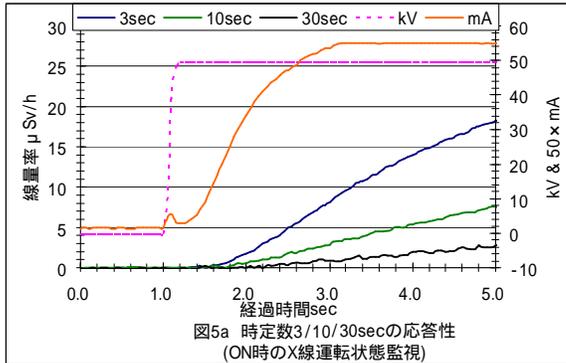


図5a 時定数3/10/30secの応答性 (ON時のX線運転状態監視)

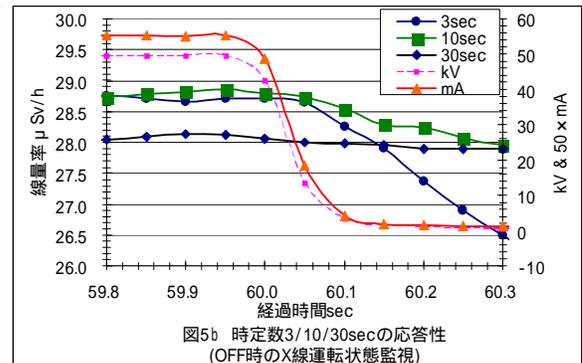


図5b 時定数3/10/30secの応答性 (OFF時のX線運転状態監視)

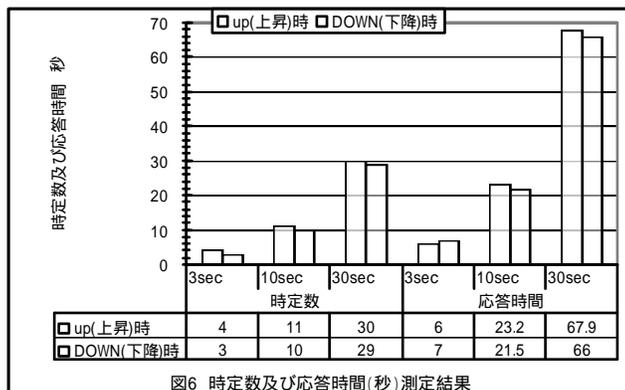


図6 時定数及び応答時間(秒)測定結果

表 2 時定数及び応答時間を測定結果

応答性の定義	公称時定数	測定結果(sec)	
		up(上昇)時	DOWN(下降)時
時定数	3sec	4	3
	10sec	11	10
	30sec	30	29
応答時間	3sec	6	7
	10sec	23.2	21.5
	30sec	67.9	66

## 7. まとめ

(1) 測定器の応答性（時定数及び応答時間）を測定した結果は、時定数の公称値とほぼ一致した。測定結果から応答時間は時定数に比較して約 2.2 倍であった。

(2) シンチレーション測定器の時定数及び応答時間結果は ON 時が OFF 時に比較して、約 1 秒大きな値を取った。この原因は ON 時に X 線出力が平衡状態になるのに約 2 秒間掛かるタイムラグがあるためである。OFF 時はこのタイムラグがないので、応答時間測定結果は OFF 時の方が高信頼である。なお、GM 測定器の応答時間測定結果は第 1 報<1>で、OFF 時の方が ON 時の 2～3 倍大きな値を示すことを報告している。

## 参考文献

<1> 藪下延樹：測定値から見る放射線測定器の性能 第 3 報アナログ測定器のバラツキ、ESI-NEWS Vol.28 No.2 pp.1～9、(2010)

<2> 藪下延樹：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、ESI-NEWS Vol.27 No.5 pp.7～10、(2009)

<3> 藪下延樹：“手のひらサイズ” X 線装置の開発、JSNDI 平成 13 年度秋季大会講演概要集、(2001)

<4> 藪下延樹、大岡紀一：低エネルギー X 線源と CR による像質の改善、JSNDI 平成 15 年度春季大会講演概要集、pp.85～88、(2003)

<5> 藪下延樹：測定値から見る放射線測定器の性能 第 1 報デジタル測定器のバラツキの正体、ESI-NEWS Vol.27 No.4 pp.5～11、(2009)

以上