４層フォスイッチ検出器によるβ・γ同時弁別型線量計の開発 (3)線量率測定精度の評価

A novel dosimeter technique using quadruple-phoswich scintillator for beta/gamma simultaneous counting and discriminating.

(3) Accuracy of dose-rate measurements

*久米 直人[1],前川 立行[2],牧野 俊一郎[2],菊地 賢太郎[2],秋山 宗則[1],藤牧 拓郎[1],藤原 栄一[2]

[1]東芝エネルギーシステムズ，[2]東芝電力放射線テクノサービス

高線量率環境下における簡易かつ確実なβ線線量率測定を目指し、(3+1)層型のフォスイッチ型検出器を開発。本検出器でβ線線量率、γ線線量率が JIS Z 4333：2014 規定値以下の精度で測定できることを確認した。

キーワード： β線、γ線、フォスイッチ、4 層、弁別

1. 緒言

原子力発電所におけるβ線被ばく管理を簡易に行うため、70μm 線量当量、3mm 線量当量、1cm 線量当量の 3 種類の線量当量率を同時測定できるサーベイメータを開発している（図 1）。これまでにβ線/γ線の判定・識別に関する基本動作検証結果を報告 [1]してきたが、今回は線量率測定精度を評価したので報告する。

2. 信号判定および線量率算出

検出器は、β線検出用のシンチレータ（1,2 層目）と、γ線検出用のシンチレータ（4 層目）から構成される。発生した信号波形を高速ディジタルサンプリングすると共に、それらを平滑化 1 次微分した値を生成し、FPGA ロジックとして組み込んだ波形弁別・発光パターン識別アルゴリズムでリアルタイムに処理する。

これにより、パルスの立上りの速さ、減衰の特徴、最大波高値等から、発光元となるシンチレータを同定し、放射線の入射イベント数と波高値 V_{max} を用いて、以下の式で線量率をリアルタイムで逐次演算する。なお、式中の a~c は、検出器の検出効率と、線量換算係数（ICRP Pub.74）で決定する。

－1cm 線量当量=Σ4 層目検出イベント V_{max}×換算係数 a

－70μm 線量当量＝1 層目検出イベント数×換算係数 b_1+1,2 層同時検出イベント数×換算係数 b_2

－3mm 線量当量＝（1,2 層同時検出かつ $V_{max} > c_1$ のイベント数）×換算係数 c_2

3. 測定精度の評価

校正用線源によるβ・γ線照射を行い、幾何学的な条件から求めた解析値と、測定で得られたデータを元に、線量率評価精度を評価した。試験には、Sr-90/Y-90、Tl-204 のβ線源、Am-241、Co-60、Cs-137 のγ線源を用い、測定線量率と解析値との差を評価した。全条件で、JIS 規格の基準（0.71-urel～1.67+urel）を満たす結果を得た（表１）。角度依存性、温度特性など引き続き詳細な試験を行い、現場適用試験などを進めていく。

図１　試作検出器外観

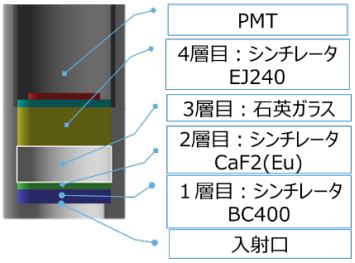

図２プローブ構造

表1　解析と実測比

項目		解析と実測比
Am-241	1cm線量当量	1.39
Co-60	1cm線量当量	0.74
	70um線量当量	1.34
Cs-137	1cm線量当量	0.74
	3mm線量当量	–
	70um線量当量	0.74
Sr/Y-90	3mm線量当量	1.34
	70um線量当量	1.22
Tl-204	3mm線量当量	–
	70um線量当量	1.15

[１]日本原子力学会 2020 秋、久米ら　”　４層フォスイッチ検出器によるβ・γ同時弁別型線量計の開発(2)”

*Naoto Kume[1], Tatsuyuki Maekawa[2], Shunichiro Makino[2], Kentaro Kikuchi[2], Munenori Akiyama[1], Takuro Fujimaki[1] and Eiichi Fujiwara[2].

[1]Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, [2]Toshiba Power Systems Radiation Techno-Service Corporation.