放射線管理コーナー

法令改正に伴うレムカウンタの校正について

辻村 憲雄^{*1}, 金井 克太^{*1}

1. はじめに

放射線防護関連法令等（以下、「法令」と記す）の改正・施行により、作業場所等の場の中性子モニタリングには、ICRP Publication 74¹⁾あるいはICRU Report 57²⁾に示される新しい1 cm線量当量（周辺線量当量、 $H^*(10)$ ）換算係数が適用される。場のモニタリングに用いる新しい1 cm線量当量は、ICRP1990年勧告における線質係数の変更に伴い数値的に大きくなり、その変化量は、その場所の中性子エネルギー分布に依存するが、代表的な例として10~20%程度と予測されている³⁾。

現在の中性子サーベイメータのエネルギー応答特性と実際に中性子が存在する場所のエネルギー分布とを考慮すると、現在のサーベイメータを引き続き使用することには支障はないと考えられるが、サーベイメータは新しい基準線量で校正される必要がある。

そこで、法令改正以前から使用されている減速材付き中性子サーベイメータ（以下、レムカウンタと記す）について、特性比較試験を実施し、新法令に対応するための校正方法について検討したので紹介する。

2. レムカウンタ

今回、実験で使用したレムカウンタは、国内で市販されているレムカウンタのうち以下の3種類である。いずれも熱中性子を検出するガス比例計数管をポリエチレン減速材で取り巻いた構造であり、減速材内部にボロン化合物等によるエネルギー応答特性改善用の熱中性子吸収層が配置されている。

① Studsvik (Alnor) 製 2202D 型

円筒型 BF₃ 比例計数管を利用した円筒形レムカウン

タであり、重量約10 kg、旧法令に基づく線量で校正された中性子感度は約0.33 (cps per $\mu\text{Sv/h}$) である。以前に Studsvik 社製として市販されていたレムカウンタは、同型のものが現在は Alnor 社製として市販されている。

② 富士電機株式会社製 NSN 1 型

球形 ³He 比例計数管を利用した球形レムカウンタであり、重量が約7 kgと比較的軽量であることが特徴。中性子感度は約5.0 (cps per $\mu\text{Sv/h}$) である。

③ アロカ株式会社製 TPS-451BS 型

円筒型 ³He 比例計数管を利用した円筒形レムカウンタであり、重量約9 kg、中性子感度は約1.5 (cps per $\mu\text{Sv/h}$) である。

3. 実 験

特性試験は、サイクル機構東海事業所の計測機器校正施設で行った。²⁴¹Am-Be、²⁵²Cf さらに ²⁵²Cf を中空円筒型の含鉛アクリルで取り囲み減速させた中性子場で照射した。含鉛アクリルは、グローブボックスの代表的な遮へい材であり本減速場は MOX 燃料施設内の中性子場を模擬している⁴⁾。使用した ²⁴¹Am-Be 及び ²⁵²Cf の中性子放出率はそれぞれ工業技術院電子技術総合研究所、National Physical Laboratory (英国の国家標準) にて定量されている。校正する位置における中性子スペクトルは、減速材や照射室内の構造を模擬したモンテカルロ計算と中性子スペクトロメータによる実測により、また基準とする周辺線量当量 (1 cm 線量当量) はその中性子スペクトルと ICRP Publication 51⁵⁾ 及び ICRP Publication 74 のフルエンスー周辺線量当量換算係数から評価している。

また、校正地点 (線源から100 cm) における室内散乱線による線量寄与はいずれの条件でも約5%であることが計算から分かっている。シャドーコーンを使用した、散乱線によるレムカウンタの指示値の測定においても同程度の寄与があることが確認されている。

4. 結果と考察

旧法令と新法令とで、前述の中性子校正場における周

Norio TSUJIMURA and Katsuta KANAI: Calibration of Rem Counters for Measurement of New Ambient Dose Equivalent to Neutrons.

^{*1} 核燃料サイクル開発機構東海事業所放射線安全部; 茨城県那珂郡東海村村松 4-33 (〒319-1194)
Radiation Protection Division, Tokai Works, Japan
Nuclear Cycle Development Institute; Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan.

第1図 新旧法令における周辺線量当量の変化（東海事業所の中性子校正場の場合）

第2図 旧法令におけるレムカウンタのレスポンス

周辺線量当量率がどの程度変化するかを比較した結果を第1図に示す。ここで横軸は、室内散乱線による寄与も含めた場の平均中性子エネルギーである。 $^{241}\text{Am-Be}$ の場合は約10%、 ^{252}Cf 及びその減速スペクトルの場合は減速の度合いによってあまり変化せず約20%新法令での線量が大きいことが分かる。

旧法令及び新法令での線量を基準とした場合のレムカウンタのエネルギー特性試験の結果をそれぞれ第2図及び第3図に示す。図の縦軸はレスポンス（線量率に対する計数率の比）であり、作図にあたっては ^{252}Cf に対する値で規格化した。

いずれのレムカウンタも特性は同様であり、また旧法令と新法令とで特性に大きな変化は見られない。 ^{252}Cf に対するレスポンスを1とした場合、その減速場に対してはレムカウンタの種類によって異なるが $\pm 5\%$ 以内程

第3図 新法令におけるレムカウンタのレスポンス

度、 $^{241}\text{Am-Be}$ に対してはいずれも低めの指示値を示す。ただし、第2図に比べ、新法令での線量を基準とした第3図では、 $^{241}\text{Am-Be}$ 及び ^{252}Cf に対する換算係数の変更によって、レスポンスの相違が相対的に小さくなっている。

レムカウンタの校正には、 $^{241}\text{Am-Be}$ と ^{252}Cf のいずれかが一般に使われているが、半減期が432年と長く、照射位置での線量率があまり経時変化しない $^{241}\text{Am-Be}$ は便利な反面、レムカウンタのエネルギー特性の面からは注意が必要である。例えば、 $^{241}\text{Am-Be}$ を上記レムカウンタの校正（ユーザ自身による校正）に使用した場合、核分裂スペクトル及び含水素物質によるその減速スペクトルに対しては、いずれのレムカウンタも過大な指示値を与える結果となる。

5. おわりに

旧法令に対応していたレムカウンタは、新法令においても適切な校正を実施することで適用可能であることが分かった。

ただし、校正にあたっては、レムカウンタの特性、使用する中性子場並びに測定において要求される正確さを考慮した上で、校正に使用する線源を選択する必要がある。

参考文献

- 1) ICRP ; ICRP Publication 74 (1996).
- 2) ICRU ; ICRU Report 57 (1998).
- 3) 吉澤道夫 ; 保健物理, **33**(1), 7-11 (1998).
- 4) 辻村憲雄, 他 ; 原子力学会「2000年秋の大会」予稿集, A27 (2000).
- 5) ICRP ; ICRP Publication 51 (1987).

(2001年4月2日受付)