

臨界事故ドシメトリのための TLD バッジの応答関数の評価

Evaluation of Response Functions of TLD Badge for Criticality Accident Dosimetry

*辻村 憲雄¹, 吉田 忠義¹, 高田 千恵¹

¹ 日本原子力研究開発機構

個人被ばく管理に使用する個人線量計 (TLD バッジ) について, MCNP を用いて任意の中性子エネルギーと入射角度に対する応答関数を計算し, 臨界事故時に TLD 指示値及びインジウム放射能から吸収線量に換算する係数を得た。

キーワード: 臨界事故, TLD バッジ, インジウム, 吸収線量, MCNP

1. 緒言

臨界事故による外部被ばく線量の評価は, 個人線量計の指示値, 放射化生成物 (体内中 ^{24}Na , 毛髪中 ^{32}P 等) の測定値, さらに事故が生じた装置の構造及びその周囲の遮へいといった情報の全てを利用して行われる。このうち, 個人線量計については, 主に原子炉での照射実験に基づき, その応答と吸収線量の関係を決定してきたが, そうした目的での原子炉のアベイラビリティの制限によって, 最近では, もっぱら計算シミュレーションによる評価が行われている[1]。原子力機構核燃料サイクル工学研究所で 1980 年代から使用する個人線量計 (TLD バッジ) について, 任意の中性子エネルギーと入射角度に対する応答関数を計算し, それを吸収線量に換算する係数を算出したので報告する。

2. 方法

モンテカルロ粒子輸送計算コード MCNP を用いて, Panasonic 製 TLD (UD-808P と UD-809P) とその収容ケースからなる TLD バッジの精密な計算モデル[2]を構築し, TLD ($^6\text{Li}_2^{10}\text{B}_4\text{O}_7(\text{Cu})$) 素子中での $^6\text{Li}(n,\alpha)$ 及び $^{10}\text{B}(n,\alpha)$ 反応率と, ケース内に取り付けられたインジウム箔 (~ 360 mg) 中での $^{115}\text{In}(n,\gamma)^{116\text{m}}\text{In}$ 及び $^{115}\text{In}(n,n')^{115\text{m}}\text{In}$ 反応率を求める。ここでは, 熱中性子 ~ 15 MeV を適当な間隔で分割した 21 群の中性子を, 15 度間隔の入射角度 (正面入射を 0 度とする) で, $30 \times 30 \times 15$ cm³ の水ファントムの前面中央に設置した TLD バッジに対して一様に入射させる。計算によって求めたこれら応答関数と, 臨界事故時線量評価プログラム RADAPAS[3]に組み込みの線源中性子スペクトル (計 140) を利用して, TLD 指示値及びインジウムの放射能から吸収線量に換算する係数を算出する。

3. 結果

一例として, 計算によって求めた単位中性子フルエンス当たりの $^{116\text{m}}\text{In}$ 及び $^{115\text{m}}\text{In}$ 放射能 (曝露直後) を図に示す。計算結果の検証のため実施した ^{252}Cf 中性子照射実験で得られた端窓 GM 計数管式サーベイメータの TLD バッジ表面での計数率は, 誘導放射能から推測される計数率とほぼ一致した。コンクリートを主たる遮へい材とする条件で, かつ正面から中性子が入射する場合, TLD 指示値 10~20 Sv, $^{115\text{m}}\text{In}$ 放射能 400~500 Bq が中性子吸収線量 1 Gy に対応した。この換算は, 身体に対して入射する中性子の向きに依存するが, それは, 前面を Cd で覆った TLD 素子の指示値, $^{115\text{m}}\text{In}$ 放射能, さらに体内 ^{24}Na 放射能 (別途 WBC 等で測定する) の相対的な関係から推定可能であることが分かった。

参考文献

- [1] C. Takada, *et al.*, Radiat. Prot. Dosim. **144**, 575–579 (2011).
- [2] 辻村, 吉田, 日本保健物理学会第 46 回研究発表会要旨集, P15 (2013).
- [3] F. Takahashi, JAEA-Data/Code 2006-019 (2006).

*Norio Tsujimura¹, Tadayoshi Yoshida¹, and Chie Takada¹

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

