

広エネルギー領域中性子線量モニターの開発

Development of neutron monitor with wide range dose response

萩原 雅之¹⁾ 佐波 俊哉¹⁾ 飯島 和彦¹⁾ 佐々木 慎一 谷村 嘉彦²⁾

Masayuki HAGIWARA Toshiya SANAMI Kazuhiko IJIMA Shin-ichi SASAKI Yoshihiko TANIMURA

¹⁾高エネルギー加速器研究機構 ²⁾原子力機構

ポリエチレン減速材中にタングステン樹脂とボロンゴムシートを配置し、熱エネルギーから数GeVの広いエネルギー帯域で中性子の実効線量当量が測定できる線量モニターの開発を行い、8 keVから 14.8 MeVの単色中性子を用いてその応答関数の測定を行った。

キーワード：中性子線量計， 高エネルギー中性子， レムカウンター

1. 目的

J-PARC などの高エネルギー加速器施設では、ターゲットやビームダンプ等から広いエネルギー帯域（熱領域～数 100MeV）の二次中性子が生成する。中でもエネルギーの高い中性子は遮へい体を透過し、放射線業務従事者の外部被ばく線量に大きな影響を与えるため、適切なモニタリングシステムが必要である。本研究では、高エネルギー中性子にも十分な感度を持ち、熱エネルギーから数 GeV の広いエネルギー帯域で中性子の実効線量当量が測定できる線量モニターの開発を行う。

2. 方法

本研究では鉛入りレムカウンター¹⁾に代表される重元素を用いたレムカウンターのエネルギー帯域拡張手法を用いて、KEK既存の中性子線量エリアモニターの感度帯域を 20 MeV以上の高エネルギー領域へ拡張を行う。KEK中性子線量エリアモニターは 1 inch径の³He比例計数管（10 atm）と 6 cm厚のポリエチレン減速材から構成されており、その減速材の一部にタングステン樹脂シート（密度～12g/cm³：日本タングステン社製）を新たに採用し、W(n,2n)反応を使用して高エネルギー中性子に対する感度向上を行う。また、広いエネルギー範囲にわたってその応答関数が線量換算係数にできるだけ一致するように、1 mm厚のボロンゴムシート（アトムシールド社製）を採用し、keV領域の精度を向上させる。モニターの応答関数はMCNPX2.50 によって計算し、その厚さや形状の最適化を行った。

FRS放射線標準施設にて8 keVから 14.8 MeVの単色中性子を用いて作成した中性子線量モニターの応答関数を測定する。シャドーコーンを使い散乱線の寄与を差し引き、照射中性子フルエンスは固定位置に配置した相対モニターによって測定する。

3. 研究成果

8 keV、144 keV、565 keV、1.2 MeV、2.5 MeV、5.0 MeV、14.8 MeVの単色中性子を用いて各エネルギーの応答関数の測定をKEK既存の中性子線量エリアモニターとエネルギー帯域拡張型中性子線量モニターに関して行った。MCNPXの計算値と測定結果を比較したところ、KEK既存の中性子線量エリアモニターに関しては計算と実測値はよい一致を示したが、エネルギー帯域拡張型中性子線量モニターに関して実測値は計算値に対して～2 倍ほど大きい値を示した。特にkeV領域で差が大きい結果となった。

4. 結論・考察

エネルギー帯域拡張型中性子線量モニターは 3 枚の 3mm 厚のタングステンシートや 1mm 厚のボロンシートを丸めて円筒型のポリエチレン減速材中に仕込んでいる。その厚みのため接合部で隙間が生じてしまった。これにより熱中性子が設計値以上に中心の検出器に到達していると考えられる。今後は構造の改善を行う予定である。