

Application of Novel Neutron Shielding Concrete to J-PARC

奥野功一¹⁾, 山田人司¹⁾, 川合将義²⁾, 大友季哉²⁾

1) ハザマ技術研究所

2) 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

中性子分光器の遮蔽体建設において、遮蔽体外における人体への被曝線量の低減と遮蔽体内中性子検出器に対する中性子バックグラウンドの低減は重要である。一般的には、被曝線量低減のためにコンクリートの遮蔽体を厚くし、さらに中性子バックグラウンドノイズの低減のために、ポリエチレンとホウ酸を接着剤で混合し、鉄もしくはアルミ枠に埋め込んだ複合材や、炭化ホウ素樹脂などが用いられる。しかし、これら中性子バックグラウンドノイズを低減する材料は、その製造及び設置コストが高く、総建設コスト内の大きな部分を占めている。

今回、水素原子を多く含む橄欖石(かんらん石)とホウ素原子を多く含むコレマナイト石を用いて「中性子遮蔽コンクリート」を開発し、J-PARC の中性子分光器遮蔽体に対する適用性評価を行った。

中性子遮蔽コンクリートの中性子に対する遮蔽性能を調べるため、核分裂中性子源 ^{252}Cf を用いて実験を行った。実験の結果、人体への被曝線量で比較すると、普通コンクリートと比べ約 1.7 倍の遮蔽性能がある事が判った。この事は ^{252}Cf と同じエネルギー領域の中性子に対して、遮蔽厚さが約 40%低減可能である事を示している。

また、中性子分光器の遮蔽体への適用の一例として J-PARC の高強度汎用全散乱装置 NOVA の遮蔽体に対する遮蔽性能と、中性子バックグラウンドの評価を粒子・重イオン汎用モンテカルロコード PHITS を用いて解析により行った。解析の結果、最も遮蔽厚の低減が可能な場所では、ポリエチレンとホウ酸の複合材 10cm+普通コンクリート 90cm に対し、25.6cm 低減可能であることが判った。また中性子バックグラウンドについて、ポリエチレンとホウ酸の複合材を用いた場合と、炭化ホウ素樹脂を用いた場合、および中性子遮蔽コンクリートのみ用いた場合を比較した。その結果、中性子バックグラウンドの主原因であろうと考えられるピークは、中性子遮蔽コンクリートのみを用いた場合でも十分低減する事が判り、中性子バックグラウンド低減のために特別な材料を用いなくても、ほぼ同等の中性子バックグラウンド低減量を実現できる事が判った。

中性子遮蔽コンクリートは、炭化ホウ素等の工業製品を一切用いず、天然岩石のみで作られるため、遮蔽体建設の低コスト化を実現出来ると考えられる。