

〈原子力技術部〉

放射性物質輸送に係る安全性

Safety in Transportation of Radioactive

Materials

山路昭雄

平成10年3月

電子情報通信学会

安全問題研究会講演予稿集

核燃料サイクルはウラン鉱石の採掘から原子力発電所用燃料の製造、使用済燃料を再処理して再利用する一巡の流れであり、原料、製品、放射性廃棄物などの輸送を必要としている。海外からの天然六フッ化ウランは海上輸送で我が国に輸入され、発電用低濃縮ウランの原料とするための濃縮工場への陸上輸送、濃縮された六フッ化ウランの加工事業所への陸上輸送やこれを転換した二酸化ウラン粉末の別加工事業所への陸上輸送、さらに、この粉末を焼結ペレットにして被覆管に収納した新燃料集合体の原子力発電所への輸送がある。原子力発電所で使用した後の使用済燃料には未燃焼のウラン235と生成したプルトニウムが含まれているのでこれらを回収するための再処理工場への輸送、さらに原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物の青森県六ヶ所村低レベル廃棄物埋没施設への海上輸送、英国およびフランスでの再処理により発生する高レベル放射性廃棄物を我が国へ返還するための海上輸送、同じく英国およびフランスでの再処理により回収されたプルトニウムの海上輸送等が行われている。

輸送物設計の承認を得るための申請は、海上輸送または航空輸送を含む陸上輸送の場合には科学技術庁に、海上輸送のみの場合は運輸省に対して行い、行政的審査および構造、熱、密封、遮蔽、臨界などに係る技術的審査がなされる。

IAEA放射性物質安全輸送規則では、輸送容器の安全性能を確認する目的で、規則に定められた試験を実施することを規定している。我が国においても、総理府令、運輸省令などにより、輸送物や輸送容器の審査にこれを取り入れ、実験または解析により輸送容器の妥当性の証明を求めている。試験項目は、一般的試験条件（平常の輸送条件に耐える能力を実証する試験）と特別の試験条件（輸送中の事故条件に耐える能力を実証するための試験）とがある。

Co-60γ線に対する複数直円筒ダクト付き

鉄遮蔽体内的線量分布測定および解析

Dose measurements and calculations in
plural straight ducts of iron shields for ^{60}Co γ rays

成山展照、植木紘太郎、友成英和

平成10年3月

日本原子力学会「1998年春の年会」予稿集

遮蔽体内に配管が複数本接近して配置された場合の放射線線量を評価する場合、他の配管から散乱されてくる放射線を考える必要がある。こうした実験は、原子炉からの平行ビームに対しては行われているが、本研究では、Co-60点等方線源を用いて、複数直円筒ダクト付き遮蔽体内的線量分布を測定し、モンテカルロコードMCNPにより解析を行った。

照射は、船研原子力第2実験棟にて行った。用いた線源は、45度円錐方向内にコリメートされた強度 $6.13 \times 10^8 \text{ Bq}$ の ^{60}Co である。遮蔽体は鉄から成り、大きさは $50 \times 50 \times 25\text{cm}$ 、縦横4cm間隔に直円筒ダクトが100本並んでいる。9.5、20mmの2種のダクト径を用意し、線源から30cmの位置に遮蔽体を設置した。ダクトはどれも線源を直視しない。また、線量計には、 $3 \times 3 \times 0.4\text{mm}$ のLiF:Mg,Ti,P熱蛍光線量計(GR-200)を用いた。同素子は、組織等価でありながら、従来のLiF素子(TLD-100)より40倍ほど発光量が多い点に特長がある。照射前に 240°C で10分間アニーリングし、電子平衡をとるため厚さ3mmのテフロンで2枚ずつ素子をはさんだ上、ダクト内の5cm深さごとに固定した。蛍光量の読み取りには、Harshaw Model 3500を用いた。

計算は、モンテカルロ輸送計算コードMCNP4Bを用いて行った。25keVまでの光子輸送をシミュレーションし、検出器にはpoint detector estimatorを用いた。ダクト径9.5mmの場合、計算の統計誤差は最大8%であり、測定値と計算値は誤差内で一致した。ダクト壁間の距離が大きいため、ダクト間の相互影響、すなわち、他のダクト壁の散乱成分の影響はないと考えられる。一方、ダクト径20mmの場合は、検出器が置かれた1本のダクト以外のすべての隙間を埋めた場合と、すぐ近傍の8本のダクトまでを考慮した場合も計算した。その結果、1本以外の隙間を埋めた場合と他の2者の差は、10cmより深い位置において次第に大きくなり、出口では34%ほどになること、すなわち、すぐ隣のダクト壁で散乱してくる影響が示された。