

総合講演・報告 1

「福島第一原子力発電所使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた取り組みについて」

(4) 3号機 オペフロにおける γ 線スペクトル評価及び線量測定結果

(4) Gamma-ray Spectra and Dose Measurement Results on the Reactor Building Refueling Floor of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3

* 向田 直樹¹, 林 宏二¹, 岡田 貫児¹, 金濱 秀昭¹, 鈴木 敏和²¹ 東京電力ホールディングス株式会社, ² 株式会社千代田テクノ

1. 目的

福島第一原子力発電所3号機の使用済燃料プールからの燃料取り出し作業の実施に向けて、原子炉建屋オペレーティングフロア（以下「オペフロ」という）は、100mSv/h 以上の高線量の放射線環境であるため、被ばく低減対策が不可欠である。オペフロにおける作業環境線量の低減は、除染や遮へいが考えられるが、有効な線量低減対策を講じるためには、方向性線量と γ 線エネルギー分布に基づいた測定により現状把握することが重要である。

(1) γ 線スペクトル測定

線源の種類や位置を把握した上で有効な線量低減対策を検討するために、以下の事項について γ 線スペクトル測定で検証する。

①核種の定性

オペフロの主要核種は、Cs-134, Cs-137 と想定しているが、Co-60 等の他核種からの線量寄与を明らかにして、遮へい時の線量評価条件の妥当性を確認。

②線源位置の推定

線量寄与の主成分がオペフロ表面か建屋内部であるかを、 γ 線スペクトル形状で推定し、更なるオペフロ表面除染の必要性を検証。

③遮へい効果の確認

オペフロに設置した遮へい体の有無による γ 線スペクトル形状の違いから、遮へい効果を確認。

(2) 6方位線量測定

オペフロ上の線量率を6方位同時に測定し、上下方向、水平方向からの線量寄与を把握することにより、有人作業エリアの仮設遮へい体（衝立遮へい等）の必要性を確認するとともに、オペフロ上の有人作業の線量評価（Hp10）データを取得する。

(3) 地上における線量率の変化

オペフロ上の線量が地上における線量にどの程度影響を与えているか確認するため、オペフロ上の遮へい設置前後の線量変化を地上に設置している線量率モニタで確認する。

2. 方法

(1) γ 線スペクトル測定

γ 線スペクトル測定として、冷却不要で小型のCdZnTe半導体検出器を用いた。校正場のCs-137線源照射で300mSv/hまで γ 線スペクトルが崩れず、かつ感度が確保できる寸法の鉛コリメータを用意し、その中にCdZnTe半導体検出器、バッテリー、スティックPCを収納した。この鉛遮へい体を架台に固定し、クローラークレーンで吊り上げてオペフロから約50cm高さで、合計24箇所の γ スペクトル測定

を実施した。

(2) 6 方位線量測定

オペフロ上の方向性線量を把握するために、立方体のアクリル製容器の6面に個人線量計を固定し、上下方向、水平方向の線量を同時に測定し、最大値を示す方向をベクトルマップに示した。また、オペフロ上で有人作業を行う際の被ばく線量を確認できるように、遮へい体上から約120cm高さ（遮へい体設置前はオペフロ床面から約150cm高さとし、遮へい設置前後の高さを概ね合わせた）で、オペフロ上138箇所

(3) 地上における線量率の変化

構内に設置した線量率モニタのうち3号機周辺にある5箇所の線量率モニタにより、オペフロ上の遮へい設置前後のトレンドを確認した。

3. 結果及び考察

(1) γ 線スペクトル測定

①核種の定性

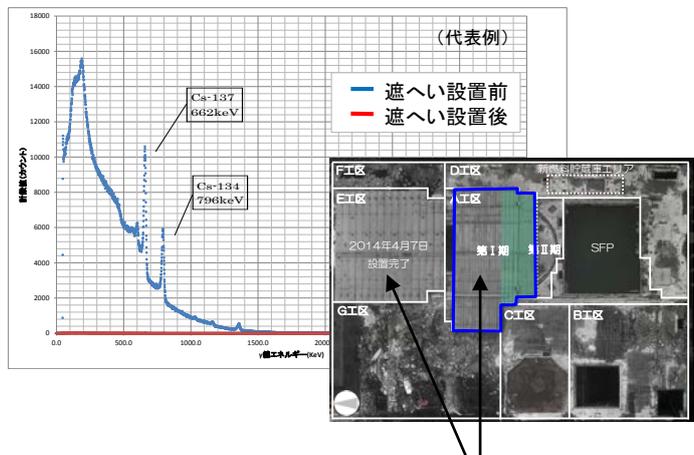
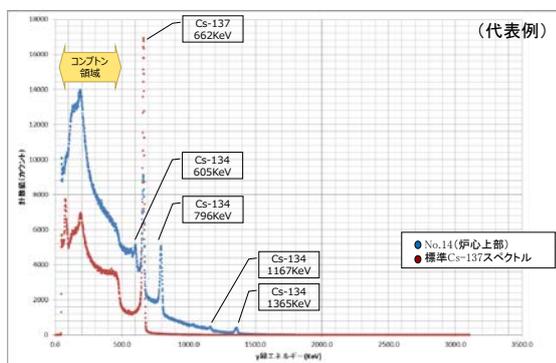
オペフロ上のいずれの測定箇所においても、Cs-134とCs-137以外の光電ピークは確認されなかった。したがって、遮へい設計において、Co-60等の寄与を考慮する必要はないことを確認した。

②線源位置の推定

オペフロ上の遮へい体を設置していない測定箇所でも、いずれもCs-137のピーク高さはコンプトン領域より低く、散乱線成分が多いことが分かった。校正場でCs-137線源を照射した場合は、Cs-137のピークの方がコンプトン領域よりも高く、直接線の寄与が大きい結果が得られたが、オペフロ上のスペクトルは、これとは異なっていた。この結果から、オペフロ表面に線源が残っているというよりも、散乱線の大きくなるような領域（表面ではない場所）に線源があると推定し、今後は除染よりも遮へいに移行する段階にあることを確認した。

③遮へい効果の確認

遮へい体設置により、寄与割合の大きい散乱線が大幅に低減しているため、散乱線を遮へいするのに十分な遮へい効果があることを確認した。



< γ 線スペクトル測定結果 >

左図： γ 線スペクトル測定結果（標準 Cs-137 スペクトルとの比較）

右図： 遮へい設置前後の γ 線スペクトル測定結果

遮へい体設置箇所

（左が E 工区、右が A 工区）

(2) 6方位線量測定

①測定結果（下方向からの線量寄与）

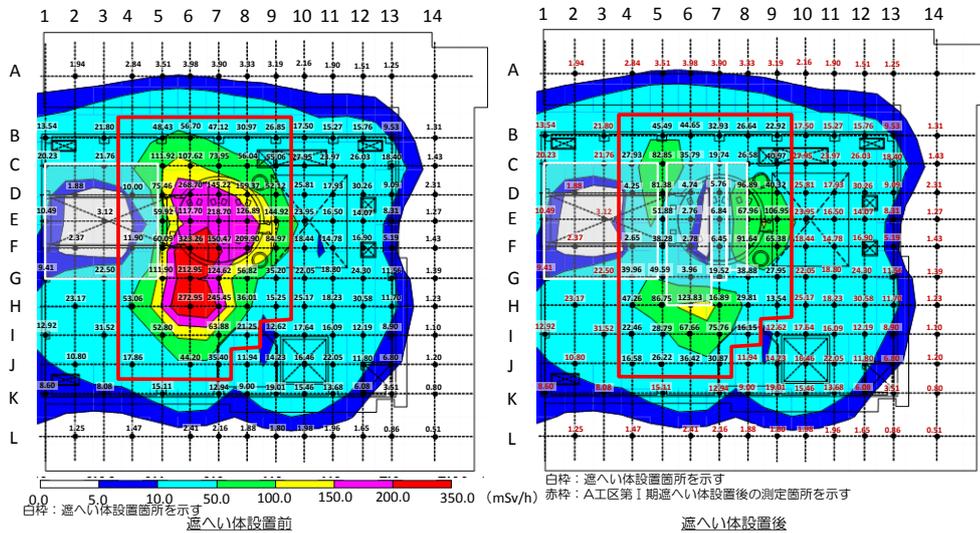
A工区（右上図参照）に遮へい体を設置した箇所の測定点は3~20mSv/hに低減し、遮へい前の線量率最大値の箇所は、遮へい後323→3mSv/hに低減した。遮へい体を設置していない周囲の線量も概ね100mSv/h以下に低減した。

②測定結果（水平方向からの線量寄与）

A工区に遮へい体を設置した箇所の測定点は5~19mSv/hに低減し、遮へい前の線量率最大値の箇所は、遮へい後222→5mSv/hに低減した。遮へい体を設置していない周囲の線量も概ね100mSv/h以下に低減した。

③測定結果（線量寄与が最も大きい方向）

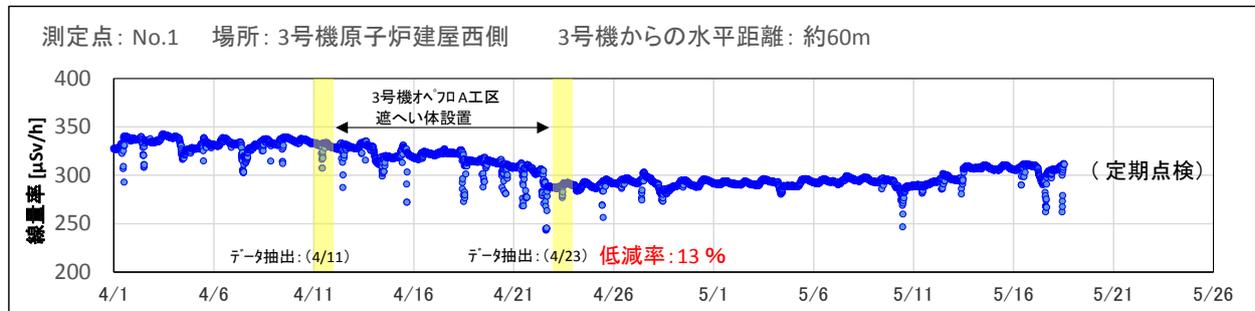
水平方向からの寄与は、主要線源である原子炉ウェルを中心とした向きになっていた。使用済燃料プール、構台等を除き、全体的に下方向の線量寄与が大きい。遮へい後は下方向からの線量が低減したため、遮へい体上の測定点では、水平方向（周囲）の寄与が大きくなった。



<遮へい前後の下方向からの線量分布>

(3) 地上における線量率の変化

3号機周辺の地上面に設置した線量率モニタの値は、A工区に遮へい体を設置した前後で10%程度低減した。遮へい設置により散乱線の寄与（スカイシャイン）が低減したことによるものと考えられる。



<線量率モニタの遮へい前後の推移>

*Naoki. Mukaida¹, Koji. Hayashi¹, Kanji. Okada¹, Toshikazu. Suzuki²

¹TEPCO, ²Chiyoda Technol Corporation