

2号機シールドプラグ下面の汚染密度 の推定について

2020年11月12日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

(特命チーム)

2号機オペフロでの表面ガンマ線線量率の測定結果を用いた シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染密度の推定(案)

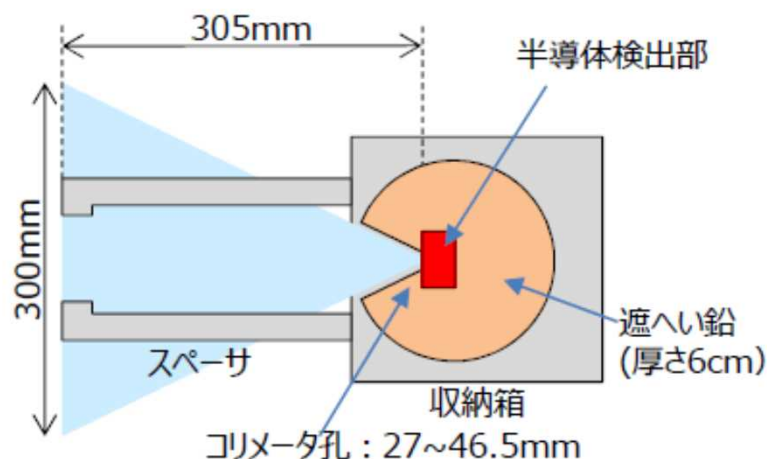
1. はじめに

2号機オペフロでのコリメータ付き線量計で測定した床面から305mm位置での「表面 γ 線線量率」の結果を用いて、3層のシールドプラグの頂部カバーと中間層カバーの隙間に蓄積しているCs-137の汚染密度を推定した。

2. 測定内容と結果

第1図に示す様に、東電による測定¹⁾は、厚さ60mmの鉛製のコリメータ内に線量計を設置し、床面から305mmの位置で測定したものである。コリメータの構造から表面では直径300mmが測定対象となっている。
 なお、本測定で用いた検出器等の詳細な情報が東電との調整より明確となったことから本解析が可能となった。

■ γ 線線量率(1cm線量当量率)



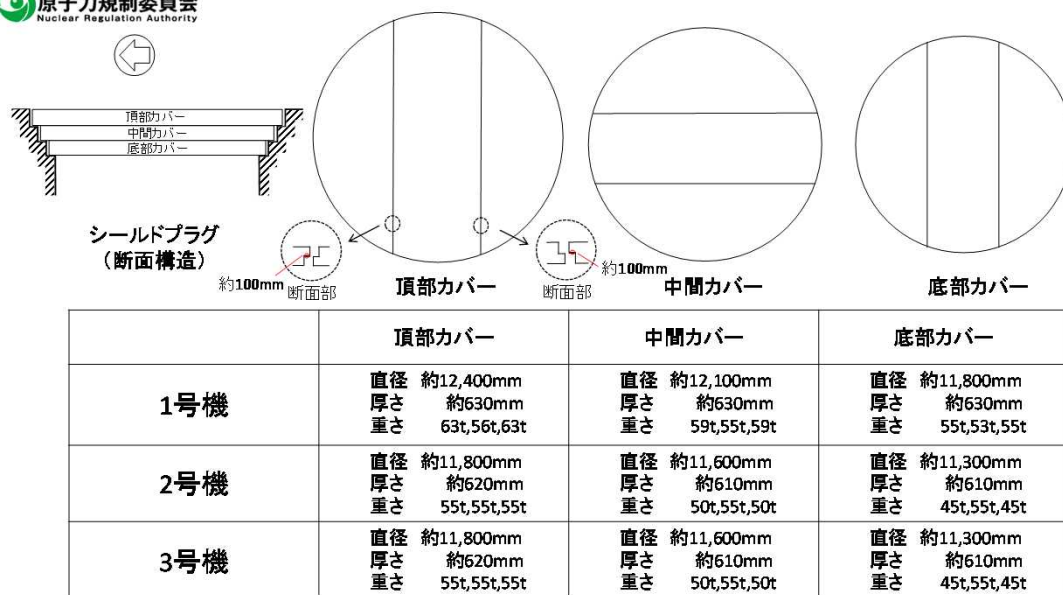
計測器の構造(γ 線線量率測定)

第1図 2号機オペフロの表面 γ 線線量当量率測定に使用された線量計¹⁾

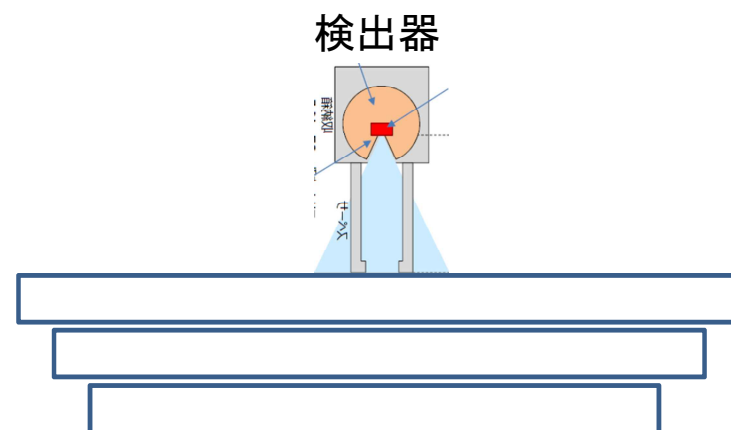
参考文献

- 1) 東京電力ホールディングス株式会社、“2号機原子炉建屋オペフロの放射線等調査結果について～残置物移動・片付後～”、2019年2月28日、特定原子力施設監視・評価検討会（第71回）資料2. <https://www.nsr.go.jp/data/000270450.pdf>

シールドプラグは第2図に示すように数個のパーツで面を形成し、それが3層に積まれている。これまでシールドプラグ上方の線量率を測定してきたが、一定の高さでの測定では、主にシールドプラグ全体(下層部の汚染も含む)、パーツの継ぎ目(以降、「**プラグ継ぎ目**」という。)、ファンネル、及び比較的遠方でも強力な線源等、オペフロ内面に蓄積した汚染を測定してきた。



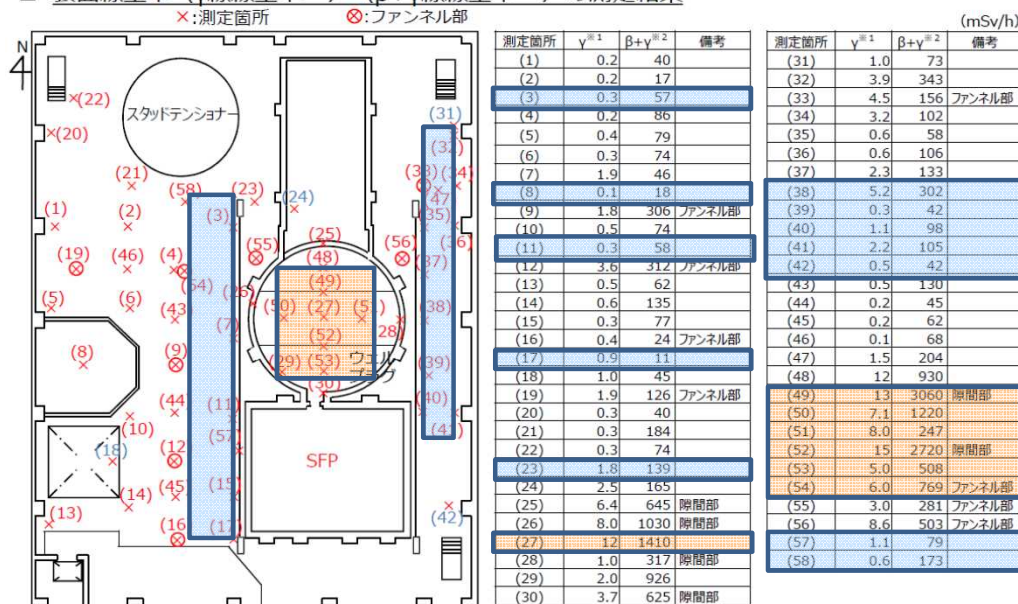
第2図 シールドプラグの構造※



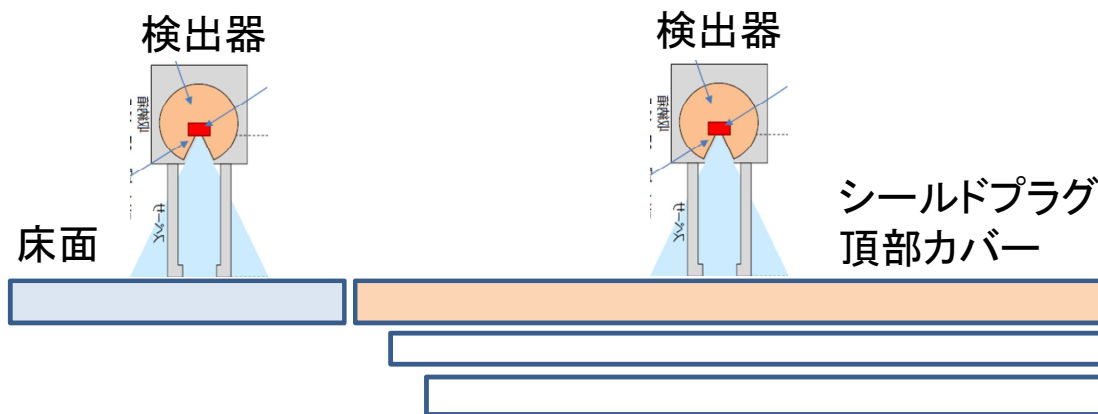
※東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会
第14回会合資料5-1より抜粋

今回は、第1図に示した検出器を用いることで、遠方の強力な線源をさけ、かつ限定した範囲での床表面及び下層部隙間の汚染を捉えることができる。これまでの測定のうち、上記の検出器を用いて床からの距離を一定として測定した結果を第3図に示す。

■ 表面線量率 (γ線線量率※1) (β+γ線量率※2) の測定結果



※1: 1cm線量当量率、床上@30.5cmコリメート付線量計で測定
 ※2: 70μm線量当量率、床上@0.5cmコリメート付線量計で測定
 注: 青字は既設機器との干渉により測定箇所から離れて測定した箇所



第3図 東電による表面γ線線量当量率の測定結果

3. 検討

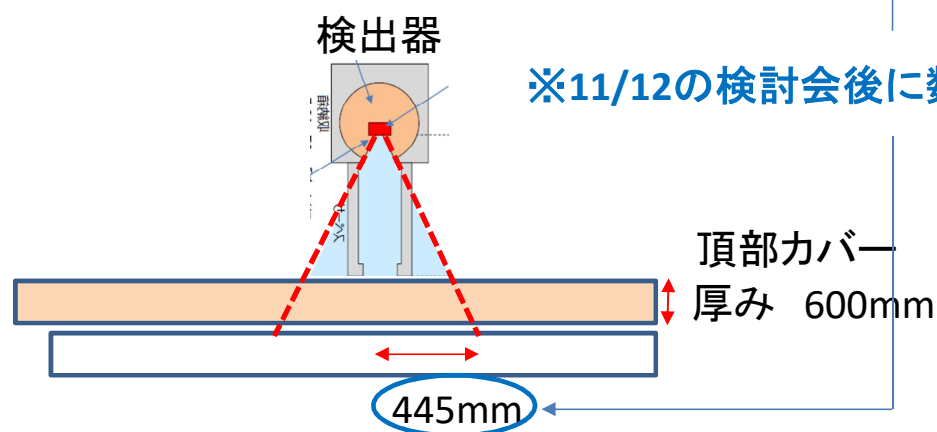
オペフロ床表面のCs-137の汚染密度は、プラグ継ぎ目やファンネル部の様に汚染がたまりやすい場所を除くと大きな違いがないことが、前回の報告でスミア測定とガンマカメラによる測定で確認されている。また、第3図の表面γ線線量当量率の結果で、シールドプラグ以外の場所の床面測定結果は、0.1～数mSv/hとばらつきがあるものの、1 mSv/h程度であると仮定する。一方、シールドプラグ上では、プラグ継ぎ目以外の場所では7～12 mSv/hである。床面表面による寄与が、1 mSv/hと仮定すると、シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染からの寄与は、6～11 mSv/hとなる。

※11/12の検討会後に数値を修正しました。

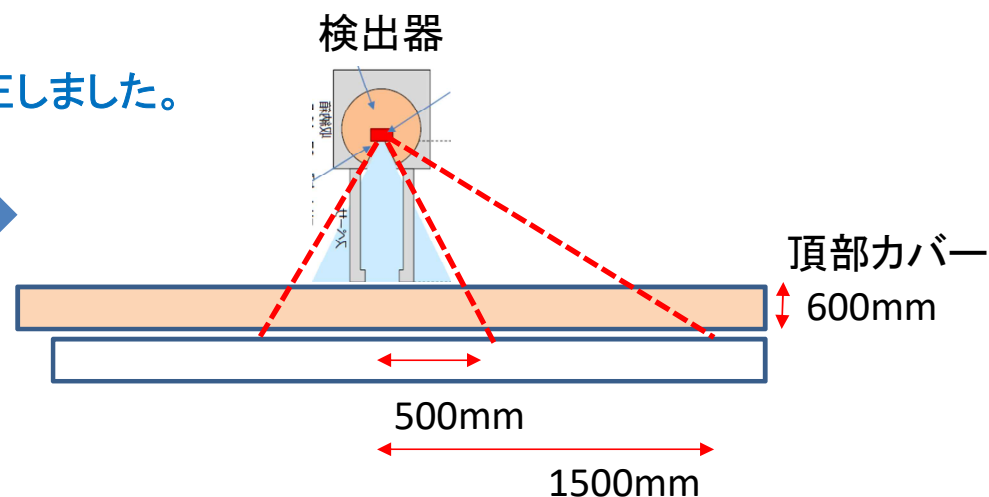
なお、床面の測定対象の領域は、半径150mmで、この領域は床面から600mm下部の隙間では445mmに広がる。一方、頂部カバーと中間カバー隙間の線源からの寄与では、「散乱線」が大部分を占めることから、検出器の視野領域より広い線源が寄与している可能性がある。そこで、寄与の程度を確認するために、線源領域を半径500mmから1500mmまで変えて、汚染が一様であるとした場合の床面から305mm位置での1センチメートル線量当量率をモンテカルロ計算コードegs5※で計算した。

実際の測定条件: 検出器位置は頂部カバー上 305mm
頂部・中間カバー隙間での見込み領域 445mm

計算の測定条件: 検出器位置は頂部カバー上 305mm
頂部・中間カバー隙間での見込み領域 500mm～1500mm



※11/12の検討会後に数値を修正しました。



線源半径が500mmの場合 $0.530\text{E}-06 \pm 0.27\text{E}-08 \mu\text{Sv/h per Bq/cm}^2$

線源半径が1500mmの場合 $0.825\text{E}-06 \pm 0.44\text{E}-08 \mu\text{Sv/h per Bq/cm}^2$

上記の結果から、見込む面積が倍以上変化しても値はオーダーの範囲内で一致している。

この結果から、頂部カバーと中間カバー隙間の線源からの寄与が6～11 mSv/hとなる汚染密度は、

線源半径が500mmの場合 $1.20\text{E}+10 \sim 2.1\text{E}+10 \text{ Bq/cm}^2$

線源半径が1500mmの場合 $0.74\text{E}+10 \sim 1.3\text{E}+10 \text{ Bq/cm}^2$

まとめ

この汚染密度よりシールドプラグ下層隙間の汚染を概算すると、少なくとも20～40 PBq以上と推定でき、前回オペフロ床面から1500 mm位置での1センチメートル線量当量率から推定して求めた平均汚染密度の $6.6\text{E}+10 \text{ Bq/cm}^2$ (前回の約70 PBqと推定した平均濃度)と同じオーダーとなる。

よって、現在規制庁において推定している2号機シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染は前回とほぼ同様に数十PBq程度の汚染があることを裏付ける結果となっている。

その他の手法を用いた汚染の推定

※11/12の検討会後に単位を修正しました。

シールドプラグ以外の場所の床面測定結果は、0.1～数mSv/hとばらつきがあるが、それを1 mSv/h程度であると仮定しており、不確かさの一因となっている。

このような仮定を置くことは、非常に線量率の高い2号機のオペフロにおいては、検出器が見込む測定範囲以外の放射線の影響を受けやすいため、あくまでオーダーの相違において議論する上では有効と考える。

一方、上記のような遠方及び近傍の γ 線の影響を無視しうる方法として、飛程が短い床面の β 線源を測定し、そこでの γ 線及び β 線の比を用いる手法で、遠方及び近傍の γ 線の影響を低減する方法を用いる。現在、その準備を進めているところ。