

赤色は更新箇所を示す。

令和3年3月23日  
中国電力株式会社

島根1, 2号炉低圧タービンのクリアランス認可申請書基本ロジック  
【分析結果等】

工程表に記載した各分析等の結果を以下に示す。

1. 放射化汚染の分析結果

島根2号炉の低圧タービン（低圧ダイヤフラム及び低圧内部車室）の分析結果を以下に示す。

試料採取箇所	放射能濃度 (Bq/g)	検出限界値 (Co-60) (Bq/g)	D/C
第7段低圧ダイヤフラム(A系)噴口部(ステンレス鋼) ※1	(分析中)	(分析中)	(分析中)
低圧内部車室入口側(炭素鋼) ※2	(分析中)	(分析中)	(分析中)

※1：主蒸気中の中性子源 N-17 の放射能濃度が最も高い主蒸気入口付近ること及び相対重要度比率の高いステンレス鋼を採用しているため採取箇所に選定

※2：主蒸気中の中性子源 N-17 の放射能濃度が最も高いのが主蒸気入口付近のため選定

【測定条件】

- ・測定期間：2021年3月～4月
- ・測定場所：島根原子力発電所 放射化学分析室（管理区域内）
- ・測定担当：協力会社
- ・除染区分：未除染
- ・測定方法：表面汚染を除去し Ge 半導体検出器により測定

2. 二次的な汚染の分析結果（主要核種が Co-60）

島根2号炉（選定理由は、1号炉が放射能濃度確認対象物を撤去後、Co-60で約4.6半減期経過したのに対し、2号炉は約1半減期経過のため検出される可能性がある」と判断したため）の低圧タービン（低圧ダイヤフラム及び低圧内部車室）の分析結果を以下に示す。

【分析結果】(未除染のサンプル)

(単位：Bq/g)

試料採取箇所	分析結果※ <sup>1</sup>		
	Co-60	Mn-54	Co-58
低圧ダイヤフラム 第7段噴口部※ <sup>2</sup>	$8.38 \times 10^{-1}$	$<1.73 \times 10^{-2}$	$<1.82 \times 10^{-2}$
低圧内部車室入口 側※ <sup>3</sup>	$5.41 \times 10^{-2}$	$<2.68 \times 10^{-3}$	$<3.01 \times 10^{-3}$

※1：「<」は検出限界値未満を示す。「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて(平成11年3月 原子力安全委員会)」に基づき相対重要度の2桁目までの核種を選定した。

※2：表面汚染密度の測定結果から第7段側の表面汚染が高い傾向が確認されたため選定した。

※3：低圧ダイヤフラム第7段噴口部と接触する入口側を選定した。

【測定条件】

- ・測定期間：2021年2月
- ・測定場所：島根原子力発電所 放射化学分析室(管理区域内)
- ・測定担当：協力会社
- ・除染区分：未除染
- ・測定方法：対象物の表面を酸溶解した溶液をGe半導体検出器により測定

3. 二次的な汚染の分析結果(D/Cの1/33の評価)

島根2号炉の低圧タービン(低圧ダイヤフラム及び低圧内部車室)の二次的な汚染の分析結果を以下に示す。

【分析結果】(除染済みのサンプル)

試料採取箇所	Co-60 放射能濃度 (Bq/g) ※ <sup>1</sup>	D/C
低圧ダイヤフラム第7段 噴口部※ <sup>2</sup>	$<1.01 \times 10^{-3}$	$1.01 \times 10^{-2}$ (約 1/99)
低圧内部車室入口側※ <sup>2</sup>	$<1.24 \times 10^{-3}$	$1.24 \times 10^{-2}$ (約 1/81)

※1：「<」は検出限界値未満を示す。

※2：選定理由は2. と同じ。

【測定条件】

- ・除染区分：除染済み
- ・除染区分以外は2. と同じ。

#### 4. 評価結果

以上の分析結果から、島根 1, 2 号炉低圧タービン（低圧ダイヤフラム及び低圧内部車室）は、汚染の種類が二次的な汚染であり、主要核種は Co-60 である。理由は以下のとおりである。

- 二次的な汚染の主要核種は、2. に示すとおり、Co-60 のみ検出され他の核種は Co-60 と 1 桁以上の差がある。
- 二次的な汚染の除染後の Co-60 の D/C は、1/33 以下であり、Co-60 以外の核種を選定する必要はない。
- 放射化汚染は、Co-60 の D/C が 1/100 以下であり無視できる。

## 5. 放射能濃度確認対象物の二次的な汚染の分布について

- ・ 除染前の2号炉の放射能濃度確認対象物の表面汚染密度を測定した結果、低圧ダイヤフラムは軸方向の主蒸気入口付近が高く、下流側は低い傾向を確認した。周方向はクリアランスレベルの10倍を以内であった。
- ・ 低圧内部車室は、軸方向及び周方向ともクリアランスレベル以下で均一な傾向を示した。

### 【測定条件】

- ・ 測定期間：2021年2月
- ・ 測定場所：島根原子力発電所1号炉タービン建物※<sup>1</sup>
- ・ 測定担当：協力会社
- ・ 除染区分：未除染※<sup>2</sup>
- ・ 測定対象：2号炉低圧ダイヤフラム及び低圧内部車室※<sup>2</sup>
- ・ 測定方法：GMサーベイメータによる直接測定法※<sup>3</sup>

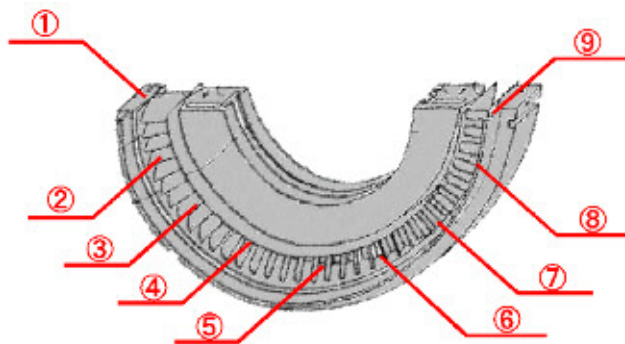
※1：2号炉低圧ダイヤフラム及び低圧内部車室を保管中

※2：軸方向周方向の傾向を把握することが目的のため、未除染を対象

※3：固定性表面汚染のため、直接測定法を採用

#### ・ 低圧ダイヤフラムの測定条件

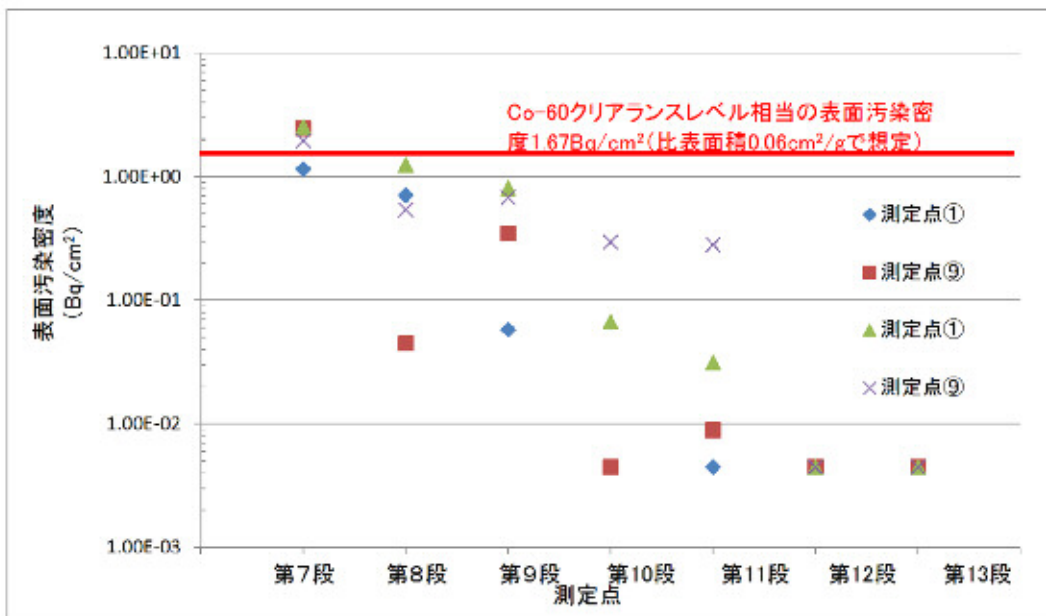
- ・ 入口側の第7段目及び出口側の第13段目を直接測定、測定箇所は下図の①～⑨の測定点を参照、なお、測定点は主蒸気が通過し表面汚染密度が高い箇所である噴出口部とした。



- ・ 第8段目～第12段目は、低圧ダイヤフラムが架台に収納されており、ダイヤフラム間が狭く直接測定が出来ないこと、天井クレーンで吊って測定すると不安全的な行為のため測定点①及び⑨のみとした。

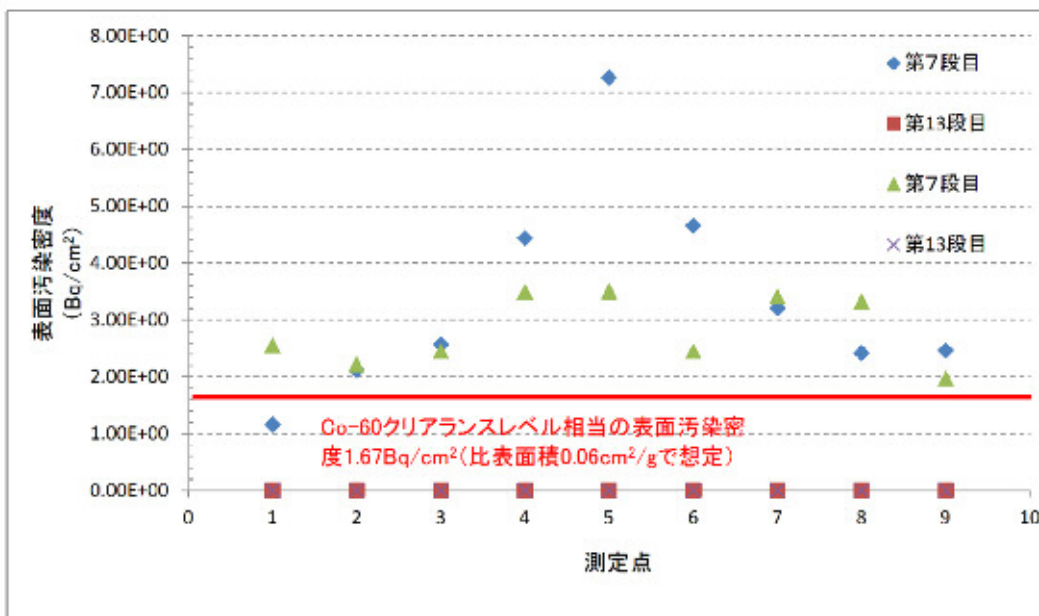
【測定結果】

(2号炉低压ダイヤフラム 軸方向)



- 主蒸気入口側である第7段目付近は Co-60 のクリアランスレベル相当の表面汚染密度であり，下流側の第12段，第13段は表面汚染密度が検出されなかった。

(2号炉低压ダイヤフラム 周方向)

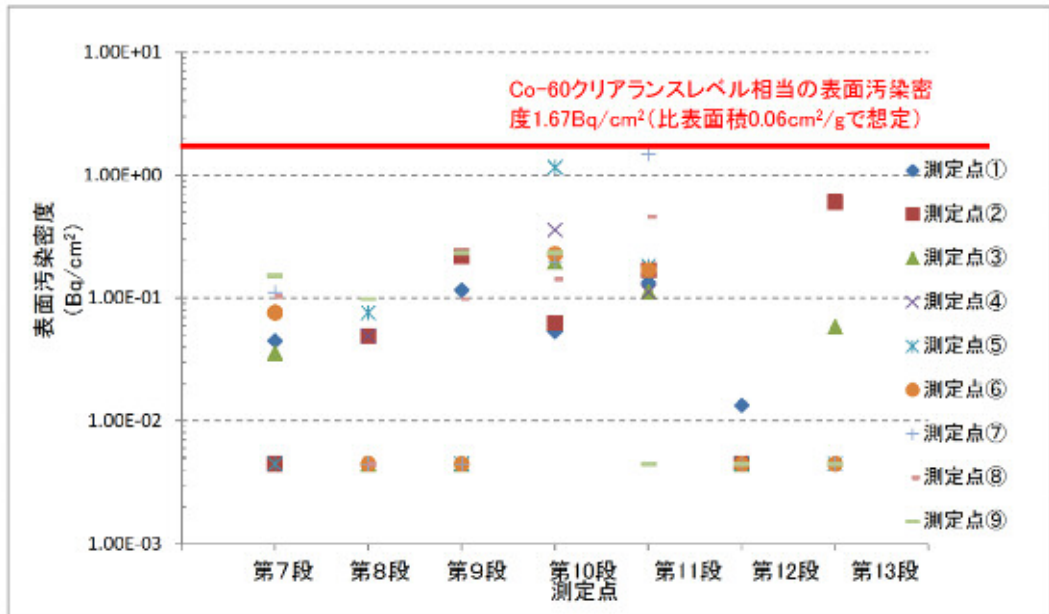


- 下流側の第13段目は周方向に均一な表面汚染密度の傾向を示した。入口付近の第7段目は表面汚染密度がクリアランスレベル相当を超過する傾向を示したが，10倍を超えていないことを確認した。

- ・クリアランスレベル相当の表面汚染密度= $0.1\text{Bq/g (Co-60)} \div 0.06\text{cm}^2/\text{g}=1.67\text{Bq}/\text{cm}^2$
- ・比表面積  $0.06\text{cm}^2/\text{g}$  は図面，実測から概算した値である。

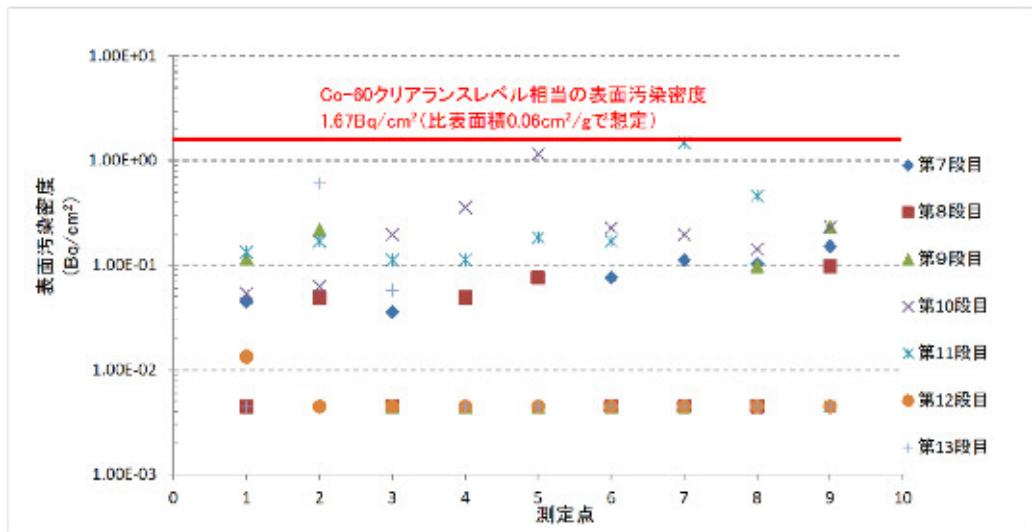
【測定結果】

(2号炉低压内部車室 軸方向)



- ・クリアランスレベル相当の表面汚染密度以下で分布することを確認した。

(2号炉低压内部車室 周方向)



- ・クリアランスレベル相当の表面汚染密度以下で分布することを確認した。
- ・軸方向及び周方向ともクリアランスレベル以下で均一な傾向を示した。

6. 不確かさの評価について

不確かさの評価方法を以下に示す。

表 審査基準 (3.3. 放射能濃度の決定方法 (1)イ項の不確かさ) の適合性

要求事項 (不確かさに関する説明)		説明	95%上限値を考慮した設定根拠
放射線測定値		正味計数率に関して、統計誤差を考慮し、包含係数は、信頼の水準を片側 95%としたときの 1.645 とする。	信頼の水準を片側 95%上限値の包含係数 1.645 を計数率に乗じて設定する。
測定効率	放射線検出器の校正	標準線源の誤差及び放射能換算係数の統計誤差を合成し、包含係数は、信頼の水準を片側 95%としたときの 1.645 とする。	信頼の水準を片側 95%上限値の包含係数 1.645 を標準線源の誤差及び放射能換算係数の統計誤差を合成した不確かさに乗じて設定する。
	測定対象物と放射線測定器との位置関係	放射能濃度確認対象物に直付けして測定することから考慮しない。	—
	測定対象物内部での放射線の減衰等	放射能濃度確認対象物が表面汚染であることから考慮しない。	—
測定条件	実際の測定条件と測定効率を設定した条件との違い	均一 (2号炉は除染を実施) な二次的な汚染であることから測定効率設定時の測定条件と相違がないため考慮しない。	—
	測定場所周辺のバックグラウンドの変動等	放射能濃度確認対象物の測定毎にBG測定することから考慮しない。	—
データ処理 (放射能濃度換算等)		重量及び面積は JIS-B-0405 の普通公差を三次元 CAD に入力して求めるため、考慮しない。密度は JIS, JAERI-M6928 の規格化された値を適用する。	—

以上

(参考) GM サーベイメータの主な仕様及び測定条件

名 称	概要		
GM サーベイ メータ	仕様	検出器	測定方法：ガイガーミュラー計数管 測定効率：約 $4.5 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2/\text{min}^{-1}$ 検出限界値：約 $2.7 \times 10^{-4} \text{Bq/g}^{*1}$
		型式	TGS-125
	測定 条件	測定方法	外部より $\beta \gamma$ 線を測定
		測定単位	評価単位と同じ
		対象物の 汚染性状	二次的な汚染
		対象物の 形状	平の状態
		対象物の 材質	低圧ダイヤフラム：ステンレス鋼 低圧内部車室：炭素鋼
		測定時間	時定数：30 秒 測定時間：90 秒
	BG 測定時 間	時定数：30 秒 測定時間：90 秒	
	重量	仕様	三次元 CAD により求める。 普通公差は JIS-B-0405
面積	仕様	三次元 CAD により求める。 普通公差は JIS-B-0405	

※1：比表面積を約  $0.06 \text{cm}^2/\text{g}$ （メーカーによる評価）とした場合の値，放射能濃度  
確認対象物の形状により変動する。

※2：代表型式である。今後の製品開発に伴い変更となる可能性がある。