

発電用原子炉施設に係る型式設計特定機器の 型式指定申請

指摘事項（コメント）への回答（その4）

2026.09.08
カナデビア株式会社

目次

1. 指摘事項（コメント）リスト	… 3
2. 指摘事項（コメント）への回答	… 8
3. 説明スケジュール	… 17

1. 指摘事項（コメント）リスト

1. 指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
1	2024/5/16 審査会合	型式証明時の評価と荷重条件等の差異がある6条津波、7条竜巻について、並びに、型式証明ではなく新たに実施した17条及び26条の構造強度について、今後の審査で丁寧に説明すること。	技術基準規則 6条,7条, 17条,26条	第34回審査会合資料2-4（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第34回 審査会合で回答
2	2024/5/16 審査会合	外運搬規則への適合性について、直近の輸送容器等の審査資料に比べて、評価の考え方、適用性の根拠が明確に示されていない箇所が散見される。今後の審査で丁寧に説明し、補正で明記すること。	外運搬規則 全般	第34回審査会合資料2-4（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第34回 審査会合で回答
3	2024/5/16 審査会合	添付書類13の外運搬規則への適合性における落下解析の妥当性説明の中で、日立造船以外の試験が引用されているが、それらが日立造船の設計に適用できることについて、今後説明すること。	外運搬規則 6条,11条	第34回審査会合資料2-4（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第34回 審査会合で回答
4	2024/5/16 審査会合	傾斜落下など、他社の申請では定量的な評価をしているものも、日立造船では定性的な説明しかされていないものがある。定性的な説明で十分であることの説明、あるいは定量的な説明を追加して説明すること。	外運搬規則 全般	第34回審査会合資料2-4（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第34回 審査会合で回答
5	2024/5/16 審査会合	型式証明には、「品質管理基準規則への適合性」がなかったため、今後、製作工程などを含め詳細に説明すること。	品質管理基準規則 全般	第34回審査会合資料2-2（本資料）の中の「1. 品質管理基準規則への適合性」で説明する。	第34回 審査会合で回答

1. 指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
6	2024/10/3 審査会合	第26条の除熱機能の安全評価において、胴・底板、一次蓋の設計基準値を型式証明から変更した理由を補足説明資料に追記すること。	技術基準規則 26条	第34回審査会合資料2-4（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。また、補足説明資料26-2 除熱機能に関する説明資料に追記する。	第34回 審査会合で回答
7	2024/10/3 審査会合	説明スケジュールについて、審査状況を踏まえ、適宜見直すこと。	審査説明 スケジュール	審査状況を踏まえ、適宜見直すこととする。	第34回 審査会合で回答
8	2025/2/18 審査会合	バスケットプレート用材料アルミニウム合金について、計算コードによる評価は許認可審査において実績のない説明方法であるため、第三者による評価を実施すること。	技術基準規則 26条	第39回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第39回 審査会合で回答
9	2025/2/18 審査会合	バスケットプレート用材料アルミニウム合金について、クリープ試験残材による電気伝導度の確認を行って定量的に説明すること。	技術基準規則 26条	第38回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第38回 審査会合で回答
10	2025/2/18 審査会合	収納物の詰め替えを行わないとしていることについて、実運用を妨げることはないのか説明すること。 また、収納物の詰め替えを行わないことから中性子遮蔽材の長期健全性に係る評価では使用済燃料の崩壊熱の減衰を考慮した条件としているが、輸送容器としての使用予定回数は10回と設定しており、長期間の貯蔵後に1回の事業所外運搬を行う基本的な運用方針と矛盾があるように見える。考え方を整理した上で、次回審査会合で説明すること。	全般	第38回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第38回 審査会合で回答

1. 指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
11	2025/2/18 審査会合	品質管理基準への適合性に関して、材料メーカーの不適切行為を未然に防ぐ観点での供給者に対する取り組み、対策を説明すること。	品質管理基準 規則	第38回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第38回 審査会合で回答
12	2025/2/18 審査会合	安全性を確保するためのリークテスト基準や事業者への引継ぎ事項があることを踏まえ、添付書類13については参考の位置づけとしてハ章及び二章を作成し、提示すること。	外運搬規則	第38回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第38回 審査会合で回答
13	2025/2/18 審査会合	バスケットについて、部品の公差や熱膨張を考慮しても構造強度が適切であることを説明すること。 また、これを踏まえて臨界解析モデルが適切であることを説明すること。	外運搬規則	第38回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第38回 審査会合で回答
14	2025/2/18 審査会合	垂直落下の内部収納物の加速度割増係数及び傾斜落下の加速度について、Hitz-P24型において生じる値がどの程度であることを示した上で、評価に用いる値が保守的であることを説明すること。	外運搬規則	第38回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第38回 審査会合で回答

1. 指摘事項（コメント）リスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
15	2026/3/19 審査会合	変更しようとしている中性子遮蔽材のガンマ線照射量のしきい値である 10^6Gy について、機械的性質の変化のみが示されており、物質としての変化がないことおよび遮蔽性能を損なわないことが十分に説明されていない。このしきい値を適用することの妥当性および適用した時の安全解析の保守性について、技術的内容に基づいて説明すること。 また、ガンマ線照射量のしきい値を変更する場合は、妥当性の十分な説明が必須であり、説明が困難な場合は、収納物の収納条件変更などにより変更前のしきい値を満たすことを示すこと。	技術基準規則 26条	第44回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第44回 審査会合で回答
16	2026/3/19 審査会合	長期貯蔵後に核燃料輸送物の輸送容器として使用する場合、経年変化を考慮した設計が共通課題となるため、事業所外運搬の観点からも中性子遮蔽材のガンマ線照射量のしきい値の妥当性を説明すること。	外運搬規則	第44回審査会合資料1-1（本資料）の中の「2. 指摘事項（コメント）への回答」の説明で回答する。	第44回 審査会合で回答

2. 指摘事項（コメント）への回答

2. 指摘事項（コメント）への回答

指摘事項（No.15）

変更しようとしている中性子遮蔽材のガンマ線照射量のしきい値である 10^6Gy について、機械的性質の変化のみが示されており、物質としての変化がないことおよび遮蔽性能を損なわないことが十分に説明されていない。このしきい値を適用することの妥当性および適用した時の安全解析の保守性について、技術的内容に基づいて説明すること。

また、ガンマ線照射量のしきい値を変更する場合は、妥当性の十分な説明が必須であり、説明が困難な場合は、収納物の収納条件などの変更により変更前のしきい値を満たすことを示すこと。

（回答）

ガンマ線照射による影響がないものと判断するための照射量（以下、「判断基準値」として 10^6Gy を適用することについては、妥当性の十分な説明が困難であると判断したため、変更しないこととした（約 $4 \times 10^4\text{Gy}$ を適用）。

これにより、収納物の詰め替えを可能とする場合、蓋部中性子遮蔽材だけがガンマ線照射量が判断基準値を超える結果となることから、影響のある中性子遮蔽材が蓋部に限定されることを踏まえ、収納条件などは変更せずに、以下の方針にしたがって遮蔽性能に係る影響評価を行うこととする。

○判断基準値の変更の経緯

収納物の詰め替えを可能とすることにより、以下の評価条件に影響が生じる。

表15-1 収納物の詰め替えなしの場合と収納物の詰め替えを可能とする場合の中性子遮蔽材の経年変化の評価条件の比較

項目		収納物の詰め替えなしの場合 (申請時の方針)	収納物の詰め替えを可能とする場合 ^{注)}
熱的劣化		崩壊熱の60年間の減衰を考慮	崩壊熱の減衰を考慮せず60年間一定【追加】 →質量減損が増加
放射線照射	中性子	線源の減衰を考慮せず60年間一定	同左【変更なし】
	ガンマ線	Coガンマ線：線源の60年間の減衰を考慮 Coガンマ線以外：線源の減衰を考慮せず60年間一定	線源の減衰を考慮せず60年間一定【変更】 →ガンマ線照射量が増加

注) 設計貯蔵期間中に収納物の詰め替えを行ってもHitz-P24型の安全機能に影響を及ぼさないため、Hitz-P24型の柔軟な運用を可能とし、輸送容器としての使用予定回数（10回）に係る条件との整合を図る観点から、収納物の詰め替えを想定した評価を追加

2. 指摘事項（コメント）への回答

（9ページのつづき）

収納物の詰め替えを可能とすることで、

- 熱的劣化として遮蔽解析条件に考慮している中性子遮蔽材の質量減損（右図参照）が増加
→遮蔽解析を実施し、法令基準値を満足することを確認
（第38回審査会合（令和7年12月9日）において説明済み）

- 中性子遮蔽材に対する累積ガンマ線照射量が増加
→判断基準値については、使用予定期間中の放射線の減衰を考慮して計画された照射試験に基づく値を用いていたことから、照射量がさらに大きい別のデータ（有意な機械的特性の変化が生じない照射量）を引用することとしていた。



検討した結果、機械的特性の変化が生じないことと遮蔽性能が維持されることとの相関について、説明が困難と判断

→説明方針を再検討（次ページ参照）

表15-2 中性子遮蔽材に対する経年変化（ガンマ線照射）の評価内容の比較^{注1)}

項目	累積ガンマ線照射量 ^{注2)}	判断基準値	
		値	備考
収納物の詰め替えなしの場合	$3.0 \times 10^4 \text{ Gy}$	約 $4 \times 10^4 \text{ Gy}$	照射試験において、有意な影響がないことが確認されている照射量。（試験条件であり、しきい値ではない。）
収納物の詰め替えを可能とする場合	$1.2 \times 10^5 \text{ Gy}$	10 ⁶ Gy程度	遮蔽性能に対する妥当性の説明が困難と判断 有意な機械的特性の変化が生じない照射量のしきい値。

注1) 第40回審査会合（令和8年3月19日）時点での状況

注2) 照射量が最も高くなる蓋部の最大位置における使用予定期間（60年間）の累積値を示す。

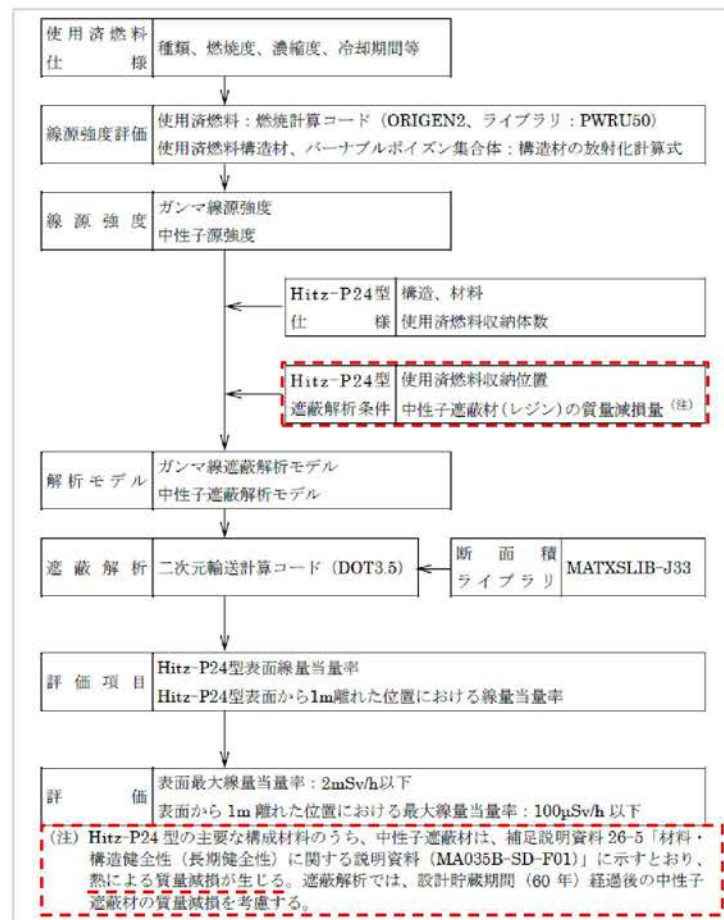


図15-1 遮蔽解析フロー図^{注)}（申請時から変更なし）

注) 中性子遮蔽材の経年変化に関係する箇所を赤の破線で示す。

2. 指摘事項（コメント）への回答

（10ページのつづき）

○中性子遮蔽材に対するガンマ線照射による経年変化の評価の説明方針

- 判断基準値については、約 $4 \times 10^4 \text{Gy}^{1)}$ を適用。
 - 収納物の詰め替えを可能とする場合に、蓋部中性子遮蔽材（以下、「蓋部レジン」）のみ判断基準値を超える結果となる。（右図参照）
- 以下に示す理由より、収納条件などは変更せず、蓋部レジンについて、中性子遮蔽に寄与の大きい水素への影響を評価した上で、遮蔽性能に与える影響を線量当量率への影響評価により確認する。
 - 判断基準値を超える部位が蓋部レジンのみであること
 - 中性子遮蔽材（NS-4-FR）は耐放射線性に優れた材料²⁾であり遮蔽性能への影響は小さいと考えられること

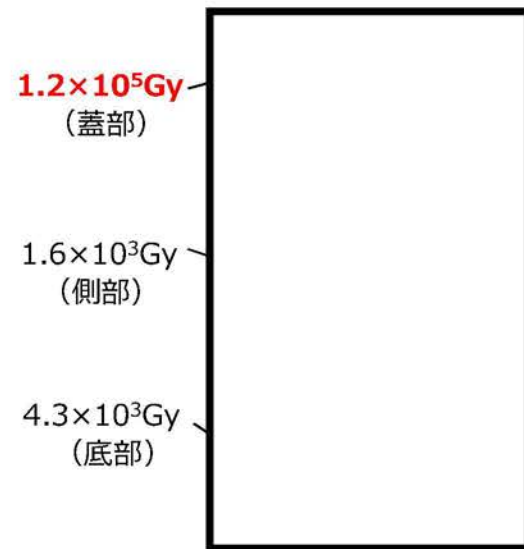


図15-2 中性子遮蔽材に対する
累積ガンマ線照射量

- 1) （独）原子力安全基盤機構、「平成15年度 金属キャスク貯蔵技術確証試験 報告書 最終報告」、（2004）
- 2) Bisco Products, INC., “Technical Data NS-4-FR FIRE RESISTANT NEUTRON AND/OR GAMMA SHIELDING MATERIAL”



2. 指摘事項（コメント）への回答

（11ページのつづき）

○判断基準値（約 4×10^4 Gy）を超えるガンマ線照射があった場合の水素損失量

- Hitz-P24型の中性子遮蔽材であるNS-4-FRは、エポキシ樹脂系の基材（主材及び硬化材）であるNS-4、水酸化アルミニウムおよび炭化ほう素の混合体である。これらのうち、水素を含むNS-4および水酸化アルミニウムについての水素損失量を検討する。なお、炭化ほう素は耐熱性・耐放射線性に優れ、混合している他の材料に比べて劣化しにくいと、長期健全性の評価の対象外としている。
- NS-4及び水酸化アルミニウムについて、Hitz-P24型のガンマ線の累積照射量より大きい条件で実施された以下の照射試験の結果に基づき、それぞれの水素損失量を求める。（詳細については、補足説明資料「ガンマ線照射に対するNS-4-FR（レジン）の水素損失量について」（Doc No. MA035B-SD-Z22）を参照）
 - ミシガン大学フォード原子炉で実施した照射試験³⁾の結果より、NS-4の累積ガンマ線照射量 に対する水素損失量は1%未満
 - ノートルダム大学放射線研究所らが実施した照射試験⁴⁾の結果より、水酸化アルミニウムの累積ガンマ線照射量（ 5.0×10^5 Gy）に対する水素損失量は0.0024%程度

表15-3 NS-4-FRの各原材料の照射試験条件と設計条件の比較

照射条件		Hitz-P24型 設計条件	NS-4照射試験 ³⁾	水酸化アルミニウム 照射試験 ⁴⁾
中性子	中性子束	$< 2.6 \times 10^5 \text{ n}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$		—
	累積照射量 (ガンマ線換算値)	$< 5.0 \times 10^{14} \text{ n}/\text{cm}^2$ ($< 1.25 \times 10^4 \text{ Gy}^*$)		—
ガンマ線	時間当たりの 照射量	$< 2.1 \times 10^{-1} \text{ Gy}/\text{h}$		75Gy/min ($\approx 4.5 \times 10^3 \text{ Gy}/\text{h}$)
	累積照射量	$< 1.2 \times 10^5 \text{ Gy}$		$5.0 \times 10^5 \text{ Gy}$
累積ガンマ線照射量（換算値合算）		$< 1.33 \times 10^5 \text{ Gy}$		$5.0 \times 10^5 \text{ Gy}$
試 験 結 果			水素損失量1%未満	水素損失量0.0024%程度

※ 累積中性子照射量を $1 \text{ Gy} = 4 \times 10^{10} \text{ n}/\text{cm}^2$ で換算した値。

3) Bisco Products, Inc., "TECHINICAL REPORT No.NS-4-002 Gamma Radiation Effects on Unfilled BISCO NS-4", (1985)

4) Elizabeth Briley, Patricia Huestis, X.Zhang etc., "Radiolysis of Thermally Dehydrated Gibbsite", Materials Chemistry and Physics Volume 271 ISSN 0254-0584,(2021)

2. 指摘事項（コメント）への回答

（12ページのつづき）

○影響評価で使用する水素損失量の設定

ガンマ線照射量の判断基準値を超える蓋部レジンについて、以下の考え方で水素損失量を設定。



表15-4 ガンマ線照射による水素損失の有無の整理

項目	NS-4（基材）	水酸化アルミニウム
試験結果等	ガンマ線照射試験の結果より、 注）の照射量におけるNS-4の水素損失量は <u>1%未満</u> 注）試験の照射条件は実機条件（ $1.2 \times 10^5 \text{Gy}$ ）と比較して保守的	ガンマ線照射試験の結果より、 $5.0 \times 10^5 \text{Gy}$ の照射量における水酸化アルミニウムの水素損失量は <u>0.0024%程度</u>
影響評価における水素損失の設定	試験結果を踏まえ、NS-4（基材）の水素損失量を <u>1%</u> に設定する。 （試験結果を保守的に切り上げた値）	試験結果を踏まえ、水酸化アルミニウムの水素損失量を保守的にNS-4（基材）と同じ <u>1%</u> に設定する。

NS-4-FRの水素損失

$$= \frac{\text{【NS-4-FRの水素数の減少量】}}{\text{【NS-4-FRの水素数】}}$$

$$= \frac{\text{NS-4の水素数} \times 1\% + \text{水酸化アルミニウムの水素数} \times 1\%}{\text{NS-4の水素数} + \text{水酸化アルミニウムの水素数}} = \underline{1\%}$$

2. 指摘事項（コメント）への回答

（13ページのつづき）

○ガンマ線照射による水素損失を考慮した影響評価の条件

保守的に、実機条件よりもガンマ線照射量が大きい条件で確認された水素損失量を考慮した場合の線量当量率への影響を確認する。

表15-5 ガンマ線照射による水素損失を考慮した影響評価の条件

項目	方針														
線量当量率の評価方法	DOT3.5コードを用いて、蓋部レジンのガンマ線照射による水素損失を考慮した場合の線量当量率を算出														
評価モデル	貯蔵時で代表して評価（三次蓋及び緩衝体がなく、輸送時（一般）と比較して基準値に対する裕度が小さいため）														
評価対象部位	頭部軸方向at1m（ガンマ線照射量の判断基準値を超えるのは蓋部レジンのみであり、at1mの方が線量当量率の法令基準値に対する裕度が小さいため）														
評価対象燃料	B型燃料（頭部軸方向at1mにおいて、線量当量率の法令基準値に対する裕度が小さいため）														
水素損失量	中性子遮蔽材（NS-4-FR）の水素含有量に対し、 <u>1%</u> の水素損失を考慮														
	【遮蔽解析上の考慮方法】 ・蓋部レジンの原子個数密度に水素損失量を考慮 →熱的劣化による質量減損（①）＋ガンマ線照射による水素損失1%（②）を考慮して影響評価を実施														
	<table><tr><th>条件</th><th>蓋部レジンの水素の原子個数密度(×10²⁴atoms/cm³)</th><th>劣化なしの条件からの水素損失量</th><th>備考</th></tr><tr><td>劣化なし</td><td rowspan="3"></td><td>—</td><td></td></tr><tr><td>質量減損^{注1)}を考慮</td><td>3.8% (①)</td><td>現遮蔽評価条件</td></tr><tr><td>質量減損^{注1)}＋水素損失^{注2)}を考慮</td><td>4.8% (①＋②)</td><td>今回の影響評価条件</td></tr></table>	条件	蓋部レジンの水素の原子個数密度(×10 ²⁴ atoms/cm ³)	劣化なしの条件からの水素損失量	備考	劣化なし		—		質量減損 ^{注1)} を考慮	3.8% (①)	現遮蔽評価条件	質量減損 ^{注1)} ＋水素損失 ^{注2)} を考慮	4.8% (①＋②)	今回の影響評価条件
	条件	蓋部レジンの水素の原子個数密度(×10 ²⁴ atoms/cm ³)	劣化なしの条件からの水素損失量	備考											
	劣化なし		—												
質量減損 ^{注1)} を考慮	3.8% (①)		現遮蔽評価条件												
質量減損 ^{注1)} ＋水素損失 ^{注2)} を考慮	4.8% (①＋②)		今回の影響評価条件												
注1) 熱的劣化による水分としての質量減損1.8%（崩壊熱の減衰を考慮せず60年間一定の条件で評価）															
注2) ガンマ線照射による水素損失1%															

2. 指摘事項（コメント）への回答

（14ページのつづき）

○ガンマ線照射による水素損失を考慮した影響評価の結果

ガンマ線照射量の判断基準値を超える蓋部レジンにおいて、法令基準値に対して最も裕度が小さい表面から1 m離れた位置の線量当量率の増加は、技術的に妥当と考えられる保守的な水素損失量を考慮した場合でも0.2 μ Sv/hであり、Hitz-P24型の遮蔽解析における最大線量当量率である底部軸方向の値を下回ることを確認した。

したがって、中性子遮蔽材に対するガンマ線照射の影響は、蓋部レジンに限定されるものであり、キャスクの遮蔽性能に与える影響は小さいことから、Hitz-P24型は設計の変更を必要としない。

表15-6 ガンマ線照射による水素損失を考慮した影響評価の結果

項目	線量当量率（ μ Sv/h）
	頭部軸方向 表面から1 m
現行の遮蔽解析結果 （熱的劣化による質量減損1.8% ^注 ）を考慮）	84.4
影響評価結果 （上記に加えて水素損失量1%を考慮）	84.6
最大線量当量率	85.6（底部軸方向）
参考）法令基準値	100以下

注）崩壊熱の減衰を考慮せず60年間一定の条件で求めた質量減損率

2. 指摘事項（コメント）への回答

指摘事項（No.16）

長期貯蔵後に核燃料輸送物の輸送容器として使用する場合、経年変化を考慮した設計が共通課題となるため、事業所外運搬の観点からも中性子遮蔽材のガンマ線照射量のしきい値の妥当性を説明すること。

（回答）

指摘事項No.15の回答に示すとおり、中性子遮蔽材に対するガンマ線照射影響の判断基準値については、有意な機械的特性の変化が生じない照射量（ 10^6 Gy程度）を適用することとしていたが、ガンマ線照射量の判断基準値は変更しない（約 4×10^4 Gy）ものとする。

蓋部レジンに累積ガンマ線照射量は判断基準値を超えることとなるが、技術的に妥当と考えられる保守的な水素損失量を考慮した場合でも線量当量率への影響は小さく、Hitz-P24型の遮蔽解析における最大線量当量率である底部軸方向の値を下回る。

したがって、中性子遮蔽材に対するガンマ線照射の影響は、蓋部レジンに限定されるものであり、キャスクの遮蔽性能に与える影響は小さいことから、Hitz-P24型は設計の変更を必要としない。

（詳細については、補足説明資料「中性子遮蔽材へのガンマ線照射による水素損失を考慮した線量当量率への影響評価について」（Doc No. MA035B-SD-Z24）を参照）

3. 説明スケジュール

項目	2024年度				2025年度				2026年度	
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月
Hitz-P24型 型式指定審査	申請 ▼ 4/1	審査会合#1 ▼ 5/16	審査会合#2 ▼ 10/3	審査会合#3 ▼ 2/18			審査会合#4 ▼ 12/9	審査会合#5 ▼ 1/20 審査会合#6 3/19▼		審査会合#7 9/8▽
概要										
1.技術基準規則適合性 ・安全機能・長期健全性 (第26条)										
・構造強度評価 (第17条・第26条)										
・地震/津波/竜巻時評価 (第5条・第6条・第7条)										
・バスケットプレート用材料 アルミニウム合金										
2.外運搬規則適合性										
3.品質管理基準適合性										
コメント回答 他										
	収納物の詰め替えを想定した評価の追加									
	バスケットプレート用材料アルミニウム合金の第三者評価									

