

**MSF-24P型／MSF-32P型  
核燃料輸送物設計変更承認申請に係る  
指摘事項への回答について**

令和4年1月20日  
四国電力株式会社



## 目次

1. 指摘事項への回答	⇒	2
-------------	---	---

# 1. 指摘事項への回答(1/3)

## 指摘事項

バスケットに使用するアルミニウム合金を含め、輸送物の各構成部材について経年変化の考慮の必要性について体系的に整理し、説明すること。

## 回答

- 輸送貯蔵兼用キャスクとして想定される使用状況を踏まえ、経年変化の考慮の必要性について以下の考えで評価する。  
なお、評価結果は、輸送物の各構成部材の温度、放射能強度がより厳しいMSF-24P型輸送物を代表として示す。
    - 【貯蔵時】  
貯蔵および輸送に供する部材については、長期間の貯蔵および貯蔵後の輸送を1回行うケースと、再利用により短期間の貯蔵・輸送を複数回(最大10回)行うケースが想定されるため、両方を包絡するよう、貯蔵時における最高温度・放射能強度が使用予定期間(60年)、減衰せずに継続するとして評価した。
    - 【輸送時】  
輸送のみに供する部材については、輸送時は建屋内・船倉内での使用が大半であること、輸送時以外は常温で保管することから、温度は太陽熱放射を考慮しない場合の最高温度を用い、放射能強度は輸送時における最高放射能強度を用いて、使用予定期間(60年)における輸送期間<sup>※1</sup>、減衰せずに継続するとして評価した。
- ※1 輸送のみに供する部材は、複数容器で共用するため、使用回数を30回とし、1回の輸送当たりにかかる日数を、60日として評価した。

## <熱的劣化>

構成部材名(材料名)	評価温度		熱的劣化の考慮の必要性の評価
	貯蔵時	輸送時	
燃料被覆管(ジルカロイ)	219℃	193℃	評価温度は、組織変化、クリープによる変形、照射硬化の回復による強度低下、水素化物再配向による機械的特性の劣化を考慮する必要のない温度範囲(275℃以下)であるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。
胴、一次蓋、二次蓋、外筒、蓋部中性子遮へい材カバー(炭素鋼)	147℃	118℃	評価温度は、組織変化およびクリープによる変形を考慮する必要のない温度範囲(300℃以下)であるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。
一次蓋ボルト、二次蓋ボルト、三次蓋ボルト(ニッケルクロムモリブデン鋼)	110℃	94℃	評価温度は、組織変化およびクリープによる変形を考慮する必要のない温度範囲(300℃以下)であるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。

# 1. 指摘事項への回答(2/3)

## 回答(続き)

構成部材名(材料名)	評価温度		熱的劣化の考慮の必要性の評価
	貯蔵時	輸送時	
バスケット (アルミニウム合金)	191℃	163℃	アルミニウム合金は、高温環境下では過時効による強度低下が生じるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要がある</b> 。なお、バスケットに生じる応力は1MPa未満のため、クリープの影響はない。 ⇒貯蔵時の温度における60年間の熱暴露を考慮するため、250℃および300℃での長時間の熱処理により得られた材料特性を用いて、構造解析で用いる設計用強度・物性値を保守的な値に設定する。
トランオン(析出硬化系ステンレス鋼)	132℃	103℃	評価温度は、組織変化およびクリープによる変形を考慮する必要のない温度範囲(280℃以下)であるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。
下部端板、底部中性子遮蔽材カバー、三次蓋(ステンレス鋼)	129℃	101℃	評価温度は、組織変化およびクリープによる変形を考慮する必要のない温度範囲(280℃以下)であるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。
中性子遮蔽材(レジン)	136℃	111℃	レジンは、高温環境下では含有する水分が放出されることにより、質量減損が生じるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要がある</b> 。 ⇒貯蔵時の温度が60年間継続する際の質量減損量が約2.0%と評価されるため、遮蔽解析では、保守的に2.5%の質量減損を考慮する。
金属ガスケット(アルミニウム/ニッケル基合金)	109℃	93℃	金属ガスケットは、高温環境下ではニッケル基合金製のコイルスプリングおよびニッケル基合金およびアルミニウム製の被覆材のリラクゼーションに伴い、落下時に密封性能が低下する可能性があるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要がある</b> 。 ⇒貯蔵時の温度が60年間継続する際に低下する密封性能を考慮した上で、十分な防水機能が得られる基準値(横ずれ量3mm)を設定する。
伝熱フィン(銅)	131℃	100℃	評価温度は、組織変化およびクリープによる変形を考慮する必要のない温度範囲(170℃以下)であるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。
緩衝材(木材)	—	98℃	輸送時は組織変化(熱分解)の考慮の必要のない温度範囲(200℃以下)で使用する、保管時は常温環境下に置かれるため、 <b>熱的劣化を考慮する必要はない</b> 。

# 1. 指摘事項への回答(3/3)

## 回答(続き)

### <放射線照射による劣化>

- 貯蔵期間中または輸送期間中における中性子照射量は、各構成部材において機械的特性変化を考慮する必要のない照射量となるため、放射線照射による劣化を考慮する必要はない。

### <化学的劣化>

- 各構成部材は不活性ガス雰囲気下にて使用する、閉鎖環境下にある、耐食性のある材料を使用する、または塗装等の防錆処理を施すため、中性子遮蔽材(レジン)の質量減損(熱的劣化にて考慮)を除いて、化学的劣化を考慮する必要はない。

### <疲労による劣化>

- 吊上装置であるトラニオンについては、貯蔵時または輸送時における使用済燃料乾式貯蔵施設内での取扱いを含めた最大の吊上げ回数は200回であり、許容繰り返し回数(約10,000回)を大きく下回ることから、疲労による劣化を考慮する必要はない。

今後の補正手続きにおいて、上記検討結果を(口)章-F(経年変化の考慮)に反映するとともに、(口)章-G(外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の説明)について、規則第3条第3項、第11条第2項等、BM型輸送物および核分裂性輸送物に係る各技術基準を定める条文への適合性について、経年変化の考慮に関する説明を明確化する。