

# MSF-24P型／MSF-32P型 核燃料輸送物設計変更承認申請の 申請概要について

令和4年1月17日  
四国電力株式会社

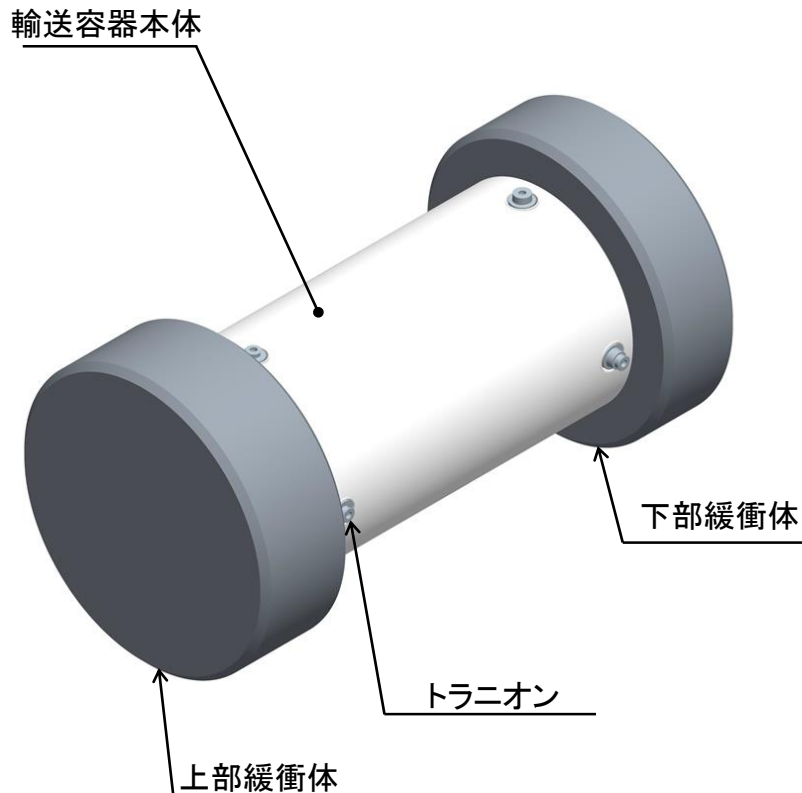


## 目次

- |              |   |   |
|--------------|---|---|
| 1. 核燃料輸送物の概要 | ⇒ | 2 |
| 2. 申請概要      | ⇒ | 3 |
| 3. 主な変更箇所    | ⇒ | 5 |
| 4. 経年変化の考慮   | ⇒ | 7 |

# 1. 核燃料輸送物の概要

- MSF-24P型／MSF-32P型核燃料輸送物については、原規規発第2011304号および原規規発第2011303号(令和2年11月30日付)により核燃料輸送物設計承認を受けている。
- MSF-24P型／MSF-32P型輸送物の主な仕様は以下の通り。



MSF-24P型輸送物の例

項目	MSF-24P型	MSF-32P型
輸送物の種類	BM型核分裂性輸送物	
重量(トン) 輸送容器総重量 輸送物総重量	117.7以下 134.4以下	116.6以下 135.5以下
寸法(mm) 外径(緩衝体を含む) 外径(緩衝体を含まず) 全長(緩衝体を含む)	φ 3550 φ 2596 6783	φ 3550 φ 2596 6783
材質 胴 外筒 トランニオン 中性子遮蔽体 一次蓋、二次蓋 一次蓋、二次蓋シール部 三次蓋 三次蓋シール部 バスケット構造材 バスケット中性子吸収材 緩衝体	炭素鋼 炭素鋼 析出硬化系ステンレス鋼 レジン 炭素鋼 金属ガスケット ステンレス鋼 ゴムリング アルミニウム合金 ほう素添加アルミニウム合金 ステンレス鋼及び木材	
収納物 PWR使用済燃料 バーナブルポイズン集合体 (冷却水は収納しない)	24体 12体	32体 —

## 2. 申請概要(1/2)

- 本申請においては、核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則(以下「規則」という。)および核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示(以下「告示」という。)の改正内容(令和3年1月1日施行分まで)の反映を行うため、輸送容器の設計及び核燃料物質等を当該輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関する説明書(別紙1)について以下の変更を行う。
  - ✓ (イ)章「核燃料輸送物の説明」において使用予定年数(60年)、輸送容器の使用予定回数(10回)および貯蔵予定期間(60年)について追記する。 ⇒変更①
  - ✓ 従来、核燃料輸送物の経年変化に関しては、(ホ)章「安全設計及び安全輸送に関する特記事項」に自主的に記載していたが、改めて今回の規則および告示の改正を踏まえ、使用予定期間中の経年変化の評価を行い、その結果を(ロ)章-F「核燃料輸送物の経年変化の考慮」に記載する。(詳細は7ページにて説明) ⇒変更②
  - ✓ 従来の(ハ)章「品質マネジメントの基本方針に係る説明」を輸送容器に係る品質管理の方法等(設計に係るものに限る。)に関する説明書(別紙2)として整理する。 ⇒変更③
- また、上記変更に合わせて、(ハ)章「輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法」において貯蔵期間中検査の実施頻度※を明確化する。 ⇒変更④
- その他、上記の変更に伴う章ずれ等を含めた記載の適正化を行う。 ⇒軽微な変更

※ 1年に1回以上(遮蔽性能検査および熱検査については10年に1回以上)実施する。

## 2. 申請概要(2/2)

法令改正に伴う変更

運用の明確化に係る変更

その他軽微な変更

変更なし

### 変更前

#### 別紙

(イ)章:核燃料輸送物の説明

(ロ)章:核燃料輸送物の安全解析

A.構造解析

B.熱解析

C.密封解析

D.遮蔽解析

E.臨界解析

F.規則及び告示に対する適合性の評価

(ハ)章:品質マネジメントの基本方針

(ニ)章:輸送容器の保守及び核燃料輸送物の  
取扱い方法

(ホ)章:安全設計及び安全輸送に関する特記事項

参考:輸送容器の製作の方法の概要に関する説明

### 変更後

#### 別紙1

(イ)章:核燃料輸送物の説明

①

(ロ)章:核燃料輸送物の安全解析

A.構造解析

B.熱解析

C.密封解析

D.遮蔽解析

E.臨界解析

F.核燃料輸送物の経年変化の考慮

②

G.規則及び告示に対する適合性の評価

(ハ)章:輸送容器の保守及び核燃料輸送物の  
取扱い方法

④

(ニ)章:安全設計及び安全輸送に関する特記事項

参考:輸送容器の製作の方法の概要に関する説明

#### 別紙2

③

(イ)章:輸送容器に係る品質管理の方法等  
(設計に係るものに限る。)に関する説明

(注)丸数字は前頁の変更内容を示す

### 3. 主な変更箇所(1/2)

ページ番号 (本申請書の別紙1)	変更内容
(イ)-1	○「A.目的及び条件」において以下の内容を追記 ・使用予定年数 : 60年※1 ・輸送容器の使用予定回数 : 10回※2 ・貯蔵予定期間 : 60年※1
(ロ)-1,2	○「(ロ)章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮」の追加に伴い以下のとおり記載を変更 ・「F.核燃料輸送物の経年変化の考慮」を追記 ・上記追加に伴う章ずれを反映するとともに記載を適正化
(ロ)-E-25	○「E.7.1 輸送容器の品質管理及び輸送前の密封性能の確認」において品質マネジメントの基本方針に係る説明の削除に伴う章ずれを反映
(ロ)-F 全般	○「(ロ)章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮」の追加
(ロ)-G 全般	○「(ロ)章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮」の追加に伴う章ずれを反映

※1 当該輸送容器に使用済燃料を収納していると想定する最大の期間(発電所での取扱・貯蔵および貯蔵後の輸送を含む設計上の考慮期間)。  
なお、使用予定年数は、金属キャスク構造規格等で定められる輸送容器を設計するにあたり考慮する期間であり、本申請における輸送容器としての評価期間(設計評価期間)に対応し、また、貯蔵予定期間は、「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」で定められる兼用キャスクを設計するにあたり考慮する期間であり、本申請における兼用キャスクとしての評価期間(設計貯蔵期間)に対応している。

※2 当該輸送容器の再利用を想定し、構造解析において考慮する輸送回数を輸送容器の使用予定回数として設定。

### 3. 主な変更箇所(2/2)

ページ番号 (本申請書の別紙1)	変更内容
(ハ)章 全般	○品質マネジメントの基本方針に係る説明の削除に伴う章ずれを反映
(ハ)-11	○「A.5.2 構内輸送前及び貯蔵期間中に実施する検査」において「貯蔵期間中検査(輸送機能維持確認検査)」の検査頻度を以下のとおり明確化 ・「 <u>定期的に行う</u> 」→「 <u>1年に1回以上(遮蔽性能検査および熱検査については10年に1回以上)※<sup>3</sup>実施する</u> 」
(ニ)-1	○品質マネジメントの基本方針に係る説明の削除に伴う章ずれを反映 ○「(ロ)章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮」の追加に伴い、「3.安全設計において自主的に考慮した事項(輸送容器及び収納される使用済燃料の経年変化について)」を削除

※3 検査頻度については、貯蔵期間中における金属カスクのFMEA(故障モード・影響解析手法)に基づく故障確率の評価(日本原子力学会標準 使用済燃料中間貯蔵施設用金属カスクの安全設計及び検査基準:2010)および従来の輸送容器の点検頻度実績を参考に設定。

## 4. 経年変化の考慮(1/2)

- 本申請における経年変化の考慮の概要を以下に示す。経年変化の考慮については、申請ガイドに基づき、以下の①～③のステップで実施した。
  - ① 本輸送物について想定される使用状況およびそれに伴う考慮すべき経年変化の要因について、以下のとおり選定した。
    - (1) 使用状況  
構内輸送、貯蔵(保管)、再処理工場への輸送
    - (2) 経年変化の要因  
熱的劣化、放射線照射による劣化、化学的劣化
  - ② ①の使用状況および経年変化の要因を踏まえ、本輸送物を構成する部材(胴、外筒、トランニオン、中性子遮蔽材、一次蓋、二次蓋、三次蓋、金属ガスケット、バスケット、緩衝体および燃料被覆管等)毎に安全解析における経年変化の考慮の必要性について評価した。その結果、中性子遮蔽材(レジン)については熱的劣化および化学的劣化、金属ガスケットについては熱的劣化の考慮が必要であり、その他の部材については経年変化の考慮が不要であることを確認した\*。
  - ③ ②で抽出された中性子遮蔽材(レジン)および金属ガスケットについて、安全解析における経年変化の考慮の方法を評価した。上記部材の経年変化の考慮の方法ならびに当該経年変化を踏まえた規則および告示への適合性について次頁に示す。
- なお、使用済燃料乾式貯蔵施設内での取扱いを含めた吊上げ回数に対する疲労に関しては、(ロ)章-Aの構造解析において使用状況を踏まえた評価を実施し、問題ないことを確認している。

\*バスケットに使用するアルミニウム合金については、60年間の熱ばく露条件(250℃)を模擬した条件での材料試験により得られた材料特性を保守的に包絡するように設計用強度を設定しており、60年間の熱ばく露による強度低下を適切に考慮している。



## 4. 経年変化の考慮(2/2)

構成部材 (材料)	経年変化の考慮の方法	規則および告示への適合性
中性子遮蔽材 (レジン)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中性子遮蔽材に用いられるレジンは高温下では主に含有する水分が放出されることにより、質量減損が生じる可能性がある。</li> <li>・本輸送容器のレジンの使用環境(貯蔵初期における最高温度が、保守的に60年継続すると想定)での質量減損量が約2 %程度と評価されるため、熱的劣化および化学的劣化として遮蔽解析では、保守的に2.5%の質量減損を考慮した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通常輸送時ならびにBM型輸送物に係る一般および特別の試験条件に対して、遮蔽解析では左記のレジンの質量減損を含め保守的な条件を設定し、輸送物の表面または表面から1 m離れた位置における線量当量率を評価した結果、規則第5条第7号および第8号ならびに規則第6条第2号および第3号に示される技術基準を満足していることを確認した。</li> </ul>
金属ガスケット (アルミニウム／ ニッケル基合金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・金属ガスケットは高温下ではニッケル基合金製のコイルスプリングならびに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。</li> <li>・熱的劣化として本輸送容器の金属ガスケットの使用環境(貯蔵初期における最高温度が、保守的に60年継続すると想定)で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3 mm)を設定した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・核分裂性輸送物に係る特別の試験条件に対して、構造解析では二次蓋の横ずれ量が左記の基準値を満足するため、二次蓋の防水機能が健全であることを確認した。</li> <li>・上記評価を踏まえ、臨界解析では、基準値に対応する輸送容器内部への微量の浸水を含め保守的な条件を設定し、実効増倍率を評価した結果、規則第11条第2号に示される技術基準を満足していることを確認した。</li> </ul>