資料7

MSF－24P型／MSF－32P型 核燃料輸送物設計承認申請の申請概要及びコメント回答状況等について

令和元年７月４日

四国電力株式会社

MSF-24P型／MSF-32P型核燃料輸送物設計承認申請の申請概要及びコメント回答状況等について

目次

１．申請概要 ⇨ ２

１．１ （イ）章　核燃料輸送物の説明 ⇨ ３

１．２ （ロ）章　核燃料輸送物の安全解析 ⇨ ５

１．３ （ハ）章　品質マネジメントの基本方針 ⇨ ７

１．４ （ニ）章　輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法 ⇨ ７

１．５ （ホ）章　安全設計及び安全輸送に関する特記事項 ⇨ ７

２．コメント回答状況 ⇨ ８

３．主なコメントおよび回答方針 ⇨ ９

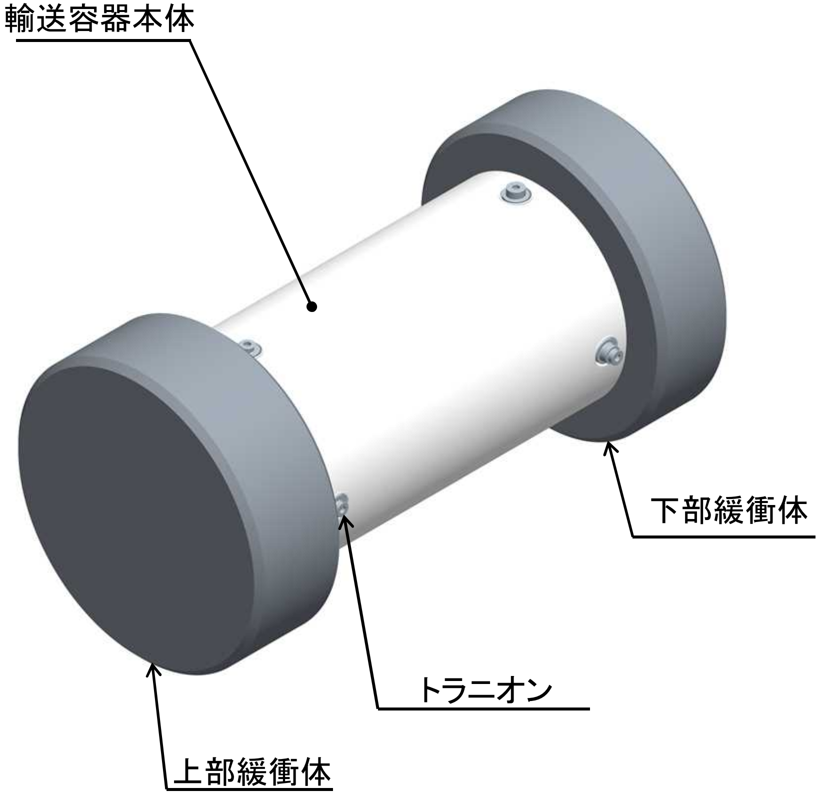
1．申請概要

〇2018年5月25日、MSF-24P型核燃料輸送物設計承認申請およびMSF-32P型核燃料輸送物設計承認申請を行った。
〇各申請書の構成は、事業所外運搬規則に則った以下としており、次頁以降で具体的な申請内容を説明する。

SAR記載項目	ページ番号
(イ)章　核燃料輸送物の説明	3
(ロ)章　核燃料輸送物の安全解析	5
A. 構造解析	5
B. 熱解析	5
C. 密封解析	6
D. 遮蔽解析	6
E. 臨界解析	6
F. 規則及び告示に対する適合性の評価	7
(ハ)章　品質マネジメントの基本方針	7
(ニ)章　輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法	7
(ホ)章　安全設計及び安全輸送に関する特記事項	7

1．1 (イ)章　核燃料輸送物の説明

MSF−24P型／MSF−32P型輸送物の仕様



MSF−24P型乾式キャスクの例

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)	 φ3550 φ2596 6783	 φ3550 φ2596 6783
材質 胴 外筒 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 レジン 炭素鋼 金属ガスケット ステンレス鋼 ゴムO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 ―

１．１ （イ）章　核燃料輸送物の説明

MSF-24P型輸送物の収納物仕様

燃料集合体の種類と型式		中央部				外周部			
		17×17燃料							
		48,000MWd/t型		39,000MWd/t型		48,000MWd/t型		39,000MWd/t型	
		A型	B型	A型	B型	A型	B型	A型	B型
種類		PWR使用済燃料							
燃料集合体初期濃縮度（wt%以下）		4.2		3.7		4.2		3.7	
輸送容器 1基あたり	収納体数（体）	12				12			
		24							
	発熱量（kW以下）	15.8							

MSF-32P型輸送物の収納物仕様

燃料集合体の種類と型式		中央部				外周部	
		14×14燃料					
		48,000MWd/t型		39,000MWd/t型		39,000MWd/t型	
		A型	B型	A型	B型	A型	B型
種類		PWR使用済燃料					
燃料集合体初期濃縮度（wt%以下）		4.2		3.5		3.5	
輸送容器 1基あたり	収納体数（体）	16				16	
		32					
	発熱量（kW以下）	14.8					

１．２ （ロ）章　核燃料輸送物の安全解析

A. 構造解析

＜解析概要＞

落下試験及び熱的試験について以下評価により基準を満足することを確認。

・CRUSHコードにより落下時の緩衝体変形量と衝撃加速度を評価

・容器本体（密封境界含む）：ABAQUSコードにより応力及び変形量を評価

・バスケット：応力評価式により応力を評価

・燃料集合体：応力評価式により応力を評価

また、トラニオンを含めた輸送時・取扱い時の輸送物健全性についても、応力評価式等により別途評価を行っている。

＜解析コード、解析モデル＞

・ABAQUSコード（容器本体：三次元180°対称モデル）

B. 熱解析

＜解析概要＞

・一般の試験条件における輸送物各部の温度を求め、構成部品の温度が使用可能温度を超えないことを確認。

・特別の試験条件においては、輸送物各部の温度を求め、構成部品の健全性に与える影響を確認。

＜解析コード、解析モデル＞

・ABAQUSコード（全体モデル：三次元180°対称モデル、 燃料集合体モデル：二次元モデル）

１．２ （ロ）章　核燃料輸送物の安全解析

C. 密封解析

＜解析概要＞

・一般/特別の試験条件から算出したガス漏えい率と放射性物質の収納放射能量から、流体工学式より放射性物質漏えい率を算出。

・一般/特別の試験条件における放射性物質漏えい率が基準値未満であることを確認。

D. 遮蔽解析

＜解析概要＞

以下評価により基準を満足することを確認。

・ORIGENコードおよび放射化計算式により、線源強度を計算。

・DOTコードにより、輸送物表面および表面から1ｍの位置における最大線量当量率を計算。

＜解析コード、解析モデル＞

・DOTコード（二次元（R-Z）モデル）

E. 臨界解析

＜解析概要＞

以下評価により基準を満足することを確認。

・特別の試験条件により生じる輸送容器及び燃料集合体の変形を考慮し、SCALEコードにより実効増倍率を計算。

＜解析コード、解析モデル＞

・SCALEコードシステム（KENO-Ⅵコードで実効増倍率を解析）

１．２　(ロ)章　核燃料輸送物の安全解析　F. 規則及び告示に対する適合性の評価
１．３　(ハ)章　品質マネジメントの基本方針
１．４　(ニ)章　輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法
１．５　(ホ)章　安全設計及び安全輸送に関する特記事項

＜「(ロ)章　核燃料輸送物の安全解析　F. 規則及び告示に対する適合性の評価」の概要＞

事業所外運搬規則への適合性を比較表で説明。

・第３条(核燃料輸送物としての核燃料物質等の運搬)
・第４条(L型輸送物に係る技術上の基準)
・第５条(A型輸送物に係る技術上の基準)
・第６条(BM型輸送物に係る技術上の基準)
・第１１条(核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準)

＜「(ハ)章　品質マネジメントの基本方針」の概要＞

以下項目について説明。

A. 品質マネジメントシステム　B. 申請者の責任　C. 教育・訓練　D. 設計管理　E. 輸送容器の製造発注　F. 取扱い及び保守

＜「(ニ)章　輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法」の概要＞

以下項目について説明。

A. 輸送物の取扱い方法　B. 保守条件

＜「(ホ)章　安全設計及び安全輸送に関する特記事項」の概要＞

以下項目について説明。

1. 近接防止金網の装着　2. 三次蓋及び緩衝体の取扱いについて

3. 安全解析における輸送容器の構成部材及び使用済燃料に関する経年変化の考慮

２．コメント回答状況

○下表のとおりコメント回答を実施している。

SAR記載項目	2018年度	2019年度	進捗状況
（全般）	▼5/25申請 ▼6/13概要説明	▽7/4審査会合 ▽補正申請	—
（イ）章 核燃料輸送物の説明	▼9/14 ▼12/13 ▼1/11		回答済6／コメント6
（ロ）章 核燃料輸送物の安全解析			—
A. 構造解析	▼12/13 ▼1/11	▼4/26 ▽	回答済38／コメント47
B. 熱解析	▼12/13 ▼1/11	▽	回答済5／コメント9
C. 密封解析	▼7/9 ▼9/14 ▼10/17		回答済3／コメント3
D. 遮蔽解析	▼7/9 ▼9/14 ▼10/17 ▼11/21 ▼1/11		回答済10／コメント10
E. 臨界解析	▼7/9 ▼9/14 ▼10/17		回答済8／コメント8
F. 規則及び告示に対する適合性の評価			コメントなし
（ハ）章 品質マネジメントの基本方針			コメントなし
（ニ）章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法			コメントなし
（ホ）章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項			コメントなし

３．主なコメントおよび回答方針

○主なコメント（残件分）および回答方針は、以下のとおり。

SAR記載項目	主なコメント	回答方針	回答時期（予定）
（ロ）章　A. 構造解析	・バスケットに使用するアルミニウム合金の物性値の妥当性について説明すること。	・アルミニウム合金の物性値の設定方法を含め妥当性について説明する。	7月中旬頃
	・輸送架台を考慮した場合にも振動上の問題がないことを説明すること。	・輸送架台を含めた輸送物の固有振動数評価について説明する。	
	・プロトタイプモデルによる実規模落下試験結果を用いたMSF-24P,32P型輸送物の健全性評価について丁寧に説明すること。	・実規模落下試験結果を用いたMSF-24P,32P型輸送物の健全性評価結果について説明する。	
（ロ）章　B. 熱解析	・三次元モデルを用いた除熱解析において設定している保守性および特別の試験条件時のモデルの妥当性について説明すること。	・熱解析において考慮しているすべての保守性および特別の試験条件時の解析モデルの妥当性について説明する。	7月中旬頃