

令和 4 年 3 月 9 日

核燃料輸送物設計承認申請の申請内容について
(JRF-90Y-950K型)

1. 申請の状況

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構は、今後の核燃料物質の輸送に備え、JRF-90Y-950K型核燃料輸送物の設計承認申請書を提出します。

本輸送物は、原子力科学研究所に設置されているJRR-3に装荷される新燃料要素を国内外の加工事業者から輸送するため、また、大洗研究所に保管されているJMTRの新燃料要素及びJMTRCで低照射された燃料要素を海外等に輸送するために用いるものであります。

本輸送物は、既に平成29年に設計承認を受けており、今回、国内規則改正に伴い経年変化の評価を行い設計承認申請します。本輸送物の概要を添付1に示します。

2. 設計承認申請した核燃料輸送物の主な変更点

国内規則改正に伴い経年変化の考慮について記載を追加しました。

なお、本輸送容器に収納する収納物仕様に変更はなく、構造解析、熱解析、密封解析、遮蔽解析及び臨界解析における各評価内容について変更はありません。核燃料輸送物の安全解析の概要を添付2に示します。

3. 申請中の変更点の概要

経年変化については、その要因となる輸送容器の保管中や使用中及び輸送実施中における熱、収納物から発生する放射線、化学的变化（腐食等）及び繰り返し荷重による疲労について評価を実施しました。

輸送容器の保管中、使用中及び輸送実施中における使用条件を考慮して、使用を予定する期間中における経年変化を評価した結果、当該核燃料輸送物の健全性に影響を与えるような経年変化の影響を受けないことから、安全解析で考慮する経年変化はありませんでした。これらの評価結果については、核燃料輸送物設計承認申請書（別記-1）に「(ロ) 章 F. 核燃料輸送物の経年変化の考慮」（新規）として記載を追加しました。

また、「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に係る核燃料輸送物設計承認及び容器承認等に関する申請手続ガイド」（以下「手続ガイド」という）に従い、申請書の構成に係る見直しを行うとともに、記載の適正化のため所要の見直しを行いました。

3.1 核燃料輸送物の経年変化の考慮について

3.1.1 使用を予定する期間

輸送容器製造後60年を予定し、本核燃料輸送物の使用予定回数は、180回としています。

3.1.2 使用を予定する期間中に想定される使用状況

- (1) 輸送容器は、これまでと同様に屋内保管とします。また、当該輸送容器の性能の維持については、核燃料輸送物設計承認申請書（別記-1）に記載の「定期自主検査要

領」に基づく定期自主検査を年 1 回以上の頻度で実施します。

- (2) 輸送容器は、収納物の梱包から輸送実施までの間、施設の管理区域内に 1 カ月程度保管管理します。
- (3) 輸送実施中の輸送容器は、固縛装置を用いて運搬車両若しくは船舶に固縛され、輸送時の衝撃・振動に対して十分保持された状態で運搬を行います。運搬期間は、2 カ月程度を予定します。輸送終了後、収納物取り出した後に輸送容器の健全性確認のための外観検査を実施します。

3.1.3 想定される経年変化

- (1) 熱による経年変化について、輸送容器の保管中や使用中及び輸送実施中における使用状況を考慮し、使用予定期間における評価を実施した結果、輸送容器の主要材質の温度は低く、クリープ等による材料強度等の低下は生じないため、当該核燃料輸送物の健全性に影響を与えません。
- (2) 放射線による経年変化について、輸送容器の保管中や使用中及び輸送実施中における使用状況を考慮し、使用予定期間における評価を実施した結果、輸送容器の主要材質が、収納物から受ける放射線の照射量が十分に低く、材料強度等の低下は生じないため、当該核燃料輸送物の健全性に影響を与えません。
- (3) 化学的変化による経年変化について、輸送容器の保管中や使用中及び輸送実施中における使用状況を考慮し、使用予定期間における評価を実施した結果、輸送容器の主要材質の化学的変化（腐食等）は十分に小さく、腐食等の減肉による材料強度等の低下は十分に小さいため、当該核燃料輸送物の健全性に影響を与えません。
- (4) 疲労による経年変化について、使用予定期間における評価（吊り上げ荷重、運搬中の内圧変化）を実施した結果、想定繰り返し回数は、許容繰り返し回数よりも十分に少なく、材料強度等の低下は生じないため、当該核燃料輸送物の健全性に影響を与えません。

経年変化の評価結果の概要を添付 3 に示します。

3.2 手続ガイドに従った申請書の構成に係る見直しについて

3.2.1 使用予定年数及び使用予定回数の記載の追記

- (イ) 章に使用予定年数及び使用予定回数の記載を追加しました。

3.2.2 申請書の章立てに係る修正

以下のとおり申請書の章立てについて修正しました。

新	旧
(ロ) 章 F 核燃料輸送物の経年変化の考慮	
(ロ) 章 G 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価	(ロ) 章 F 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価
(ロ) 章 H 原型容器試験報告書	(ロ) 章 G 原型容器試験報告書
(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法	(ニ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法
(ニ) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項	(ホ) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項
別記-2 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	(ハ) 章 品質マネジメントの基本方針

3.3 その他の所要の見直し

その他、記載の適正化を行いました。

以上

JRF-90Y-950K型核燃料輸送物の概要

(1) 核燃料輸送物の名称

JRF-90Y-950K型

(2) 核燃料輸送物の種類

BU型核分裂性輸送物

(3) 輸送容器の主要材質

ステンレス鋼等

(4) 収納物の種類

① 新燃料

・ LEU 燃料、MEU 燃料、HEU 燃料

(ウランシリコンアルミニウム分散型合金、ウランアルミニウム分散型合金、ウランアルミニウム合金)

② 低照射された燃料

・ MEU 燃料、HEU 燃料

(ウランアルミニウム分散型合金、ウランアルミニウム合金)

JRF-90Y-950K型
核燃料輸送物外観

核燃料輸送物の安全解析の概要

JRF-90Y-950K型核燃料輸送物に関する安全解析は、「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（昭和53年総理府令第57号）」及び「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（平成2年科学技術庁告示第5号）」に基づいて、BU型核分裂性輸送物としての技術上の基準に適合しています。各安全解析の概要を以下に示します。

1. 構造解析	構造解析では、通常の輸送時において輸送物の亀裂、破損等の生じないことを確認するほか、密封解析の前提となる密封装置の健全性を一般及び特別の試験条件において確認しています。また、熱及び遮蔽解析の評価条件を得るために一般及び特別の試験条件における輸送物の状態及び健全性を評価しています。さらに、本輸送物はBU型核分裂性輸送物であるため、未臨界評価のために核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件における輸送物の状態及び健全性についても評価しています。
2. 熱解析	熱解析では、前記の構造解析の結果を考慮して、通常の輸送、一般及び特別の試験条件における輸送物各部の温度及び圧力を評価しています。また、構造、密封、遮蔽及び臨界解析の評価条件を与えています。
3. 密封解析	密封解析では、1. 構造解析、2. 熱解析の条件と発送前検査における気密漏えい試験合格基準に基づいて、一般及び特別の試験条件における放射性物質の漏えい率を評価しています。
4. 遮蔽解析	遮蔽解析では、1. 構造解析、2. 熱解析の条件を考慮して、通常の輸送、一般及び特別の試験条件における輸送物表面あるいは表面から1m離れた位置の線量当量率を評価しています。
5. 臨界解析	臨界解析では、1. 構造解析の結果より核分裂性輸送物に係る一般の試験条件において、臨界評価に影響するような構造物の変形等が生じないことを示し、通常輸送時における輸送物、孤立系における輸送物並びに核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下における孤立系及び配列系輸送物のいずれの場合にも未臨界であることを確認しています。

経年変化の評価結果の概要

(1) 考慮すべき経年変化の要因

- ① JRF-90Y-950K型核燃料輸送物を使用する期間は、製造後から60年とします。使用回数は、年3回、1回の輸送当たり輸送に要する日数を100日として評価を実施します。
- ② JRF-90Y-950K型核燃料輸送物の使用期間中に想定される経年変化は、容器の保管中や使用中における温度変化、収納物から発生する放射線、腐食等による化学的变化、繰り返し荷重及び繰り返し応力が生じることによる疲労を考慮します。

(2) 主要材質の経年変化の評価

主要材質のうち、ステンレス鋼の評価を以下に示します。

材料	要因	経年変化の考慮の必要性の検討	評価
ステンレス鋼	熱	ステンレス鋼の温度変化については、金属キャスク構造規格（設計・建設規格（JSME S NSI-2005）（2007年追補版）において425℃までの設計用強度・物性値が規定されており、当該の温度まではクリープ等の影響を受けません。	一般の試験条件下の太陽放射熱ありの条件における最高温度は65℃であり、本材料では機能の低下は起きないため、熱による経年変化の影響を受けないため、安全解析で考慮する経年変化はありません。
	放射線	中性子照射量が 10^{16}n/cm^2 以上となると、材料強度に影響が生じ始めます。	年間3回、1度の輸送に要する期間を100日として、60年間使用する条件下で、構造部品の特定の 1cm^2 に、集中して中性子が照射されたとしても、その中性子照射量は、 10^{16}n/cm^2 以下であるため、中性子照射による経年変化の影響を受けないため、安全解析で考慮する経年変化はありません。

	化学反応	ステンレス鋼は、表層に不動態膜を形成し、腐食しにくい材料である。また、より安全を考慮し、海塩粒子のばく露試験においても有意な腐食は認められていません。	ステンレス鋼は腐食しにくい材料であり、また、運搬中に予想される海塩粒子付着による腐食に対しても、実用上影響はない。さらに、万一腐食が生じた場合でも、定期点検・保守作業等により腐食の有無は確認され、適切に対応される。以上のことから経年変化の影響を受けないため、安全解析で考慮する経年変化はありません。
--	------	---	---

(3) 繰り返し荷重及び繰り返し応力が生じることによるステンレス鋼の疲労

吊上装置の吊り上げ荷重が負荷される場合の許容繰り返し回数は、使用予定期間中の想定繰り返し回数（18000回）よりも多く、また、密封装置の設計圧力が負荷される場合の許容繰り返し回数は、使用予定期間中の想定繰り返し回数（500回）よりも多いことから、使用予定期間における繰り返し荷重に伴う疲労による経年変化の影響を受けないため、安全解析で考慮する経年変化はありません。