



資料1

核燃料輸送物設計承認申請(熊原第21-021号)の概要 について (TNF-XI型)

Draft

2022年02月7日
原子燃料工業株式会社



- 1.核燃料輸送物の概要について (TNF-XI型)
2. J/2006/AF-96(Rev.5)からの主な変更点
- 3.別紙1におけるJ/2006/AF-96(Rev.5)からの主な変更箇所
- 4.経年変化の考慮について

核燃料輸送物の概要について（TNF-XI型）



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

□ 輸送容器の概要

◆ 輸送物の使用目的：

軽水炉向け燃料等の濃縮度□%以下のウラン酸化物（粉末、焼結体又はスクラップ）、及び濃縮度□%以下、又は□%以下のウラン化合物を含んだウラン残渣の国内及び国際輸送に使用することを目的とする。

◆ 輸送容器の名称：

TNF-XI型

◆ 輸送物の種類：

A型核分裂性輸送物

J/2006/AF-96(Rev.5)からの主な変更点



1. 収納物（ウラン残渣）の追加

- ・TNF-XI型輸送物には ウラン酸化物を収納するJ/2006/AF-96(Rev.5)（以下、設計①と称す）と、ウラン残渣を収納するJ/2021/AF-96(以下、設計②と称す)の2つの設計承認番号が存在し、輸送容器の構造は同一であるものの、収納物が異なる。

- ・本申請書は、ウラン酸化物を収納物とする設計①をベースとし、設計②のウラン残渣を収納物として追加したものとなっている。

- ・収納物は下記の3ケースである。

- ケース1：粉末収納缶を使用しウラン酸化物を収納するケース(設計①)

- ケース2：長尺粉末収納缶を使用しウラン酸化物を収納するケース(設計①)

- ケース3：粉末収納缶を使用しウラン残渣を収納するケース(設計②)

J/2006/AF-96(Rev.5)からの主な変更点

2. ケース2の ^{99}Tc 濃度制限値を変更

- ・ ^{99}Tc の濃度制限値を緩和した。
- ・遮蔽・臨界解析等の各安全解析への影響はない。

3. 粉末収納缶を使用する場合(ケース1,ケース3)におけるブロッキングシステムの追加

- ・粉末収納缶を使用するケース1とケース3の収納物について、ブロッキングシステム(ステンレス鋼製スパーサ、プラスチックスパーサ、センタリングシステム)を追加
- ・以下の理由より、ブロッキングシステムの追加は各安全解析へ影響を及ぼさない。
 - ①必要に応じてウラン酸化物又はウラン残渣の最大収納量を減らしているため、ブロッキングシステム追加による輸送物重量の変更はない。
 - ②臨界解析では容器内に水が浸入する条件としているため、水より水素密度が低いブロッキングシステムの追加は臨界解析に影響を及ぼさない。

J/2006/AF-96(Rev.5)からの主な変更点



4. 経年変化の考慮

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、使用期間中に想定される使用状況及びそれに伴う経年変化の評価を行い、その結果を別紙1(TNF-XI型輸送物安全解析書)における(口)章-F「核燃料輸送物の経年変化の考慮」に記載した。

経年変化を生じさせる要因(熱、放射線、化学、疲労)について、本輸送容器の主要材料・部材に関して評価を実施する。

別紙1における設計①からの主な変更箇所【1/3】



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

章番号 (本申請書別紙1)	変更内容
(イ)章全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3(ウラン残渣輸送)を追加。 ・ケース1、ケース3を対象に、ブロッキングシステム(ステンレス鋼製スペーサ、プラスチックスペーサ、センタリングシステム)の追加。 ・ブロッキングシステムの追加に伴うケース1、ケース3の収納物重量、ケース1の放射エネルギーの変更。 ・ケース2の⁹⁹Tc濃度制限値を変更。
(ロ)-A全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3の追加に伴う記載変更。
(ロ)-A A.2	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロッキングシステムの追加に伴う収納物、及び重量の変更。
(ロ)-A A.4.1	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロッキングシステムを異種材料一覧に追加。
(ロ)-A A.5.1.2	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロッキングシステムの追加の影響を考慮し、熱膨張の評価に反映。
(ロ)-A A.5.1.3.4	<ul style="list-style-type: none"> ・繰り返し応力の評価を追加。

別紙1における設計①からの主な変更箇所【2/3】



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

章番号 (本申請書別紙1)	変更内容
(口)-A A.8	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース1、ケース3を対象に、ブロッキングシステムの追加。 ・ブロッキングシステムの追加に伴うケース1、ケース3の収納物重量、ケース1放射エネルギーの変更。 ・ケース2の⁹⁹Tc濃度制限値を変更。
(口)-B 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3の追加に伴う記載変更。 (熱解析結果は設計①と同様)
(口)-C 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3の追加に伴う記載変更。 (密封解析結果は設計①と同様)

別紙1における設計①からの主な変更箇所【3/3】



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

章番号 (本申請書別紙1)	変更内容
(口)-D 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3の追加に伴う記載変更。 (遮蔽解析結果は設計①のケースでと同様、なお設計②で実施したケース3の遮蔽解析結果はケース1の結果に包絡されることから追加していない。)
(口)-E 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3の臨界評価を追加。 (ケース1、ケース2の評価結果は設計①と同様。またケース3の評価結果は設計②と同様。)
(口)-F 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・「(口)F 核燃料輸送物の経年変化の考慮」を新規作成。
(口)-G 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・記載の体裁に関し、前回申請からの変更内容について説明する記載から、新規の申請としての記載に体裁を変更。 ・ケース3の追加、(口)-Fの追加、ブロッキングシステムの追加を反映。
(ハ)章 全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ケース3を追加。 ・ブロッキングシステムの追加をケース1、ケース3に反映。 ・ケース2にて⁹⁹Tc濃度制限値を変更。

経年変化の考慮について



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

本申請における経年変化の考慮の概要を示す。約40年の使用期間を想定し、年間で運搬する期間を保守的に365日と仮定する。また経年変化の要因として、容器保管中・使用中における温度変化、収納物から発生する放射線、腐食等の化学変化及び繰り返し応力が生じることによる疲労が考えられる。これら4点の要因について、輸送容器の安全機能を担う部品に使用される以下の4材料を対象に評価を行う。

- ・ステンレス鋼
- ・フェリックフォーム
- ・BORALレジン
- ・ボロン入りステンレス鋼

ステンレス鋼は輸送容器の構造材、フェリックフォームは輸送容器の耐熱衝撃吸収材に使用されている。BORALレジン・ボロン入りステンレス鋼は中性子吸収材として使用されている。

経年変化の考慮について(ステンレス鋼)



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
ステンレス鋼	熱	使用期間にさらされる温度と比較し、ステンレス鋼の強度基準にて定められている温度、及びクリープの影響を受ける温度は明らかに高いため、熱による経年変化の影響は受けない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は十分に小さく、材料強度に影響を与えないことから、放射線照射による経年変化の影響は受けない。
	化学	ステンレス鋼は表面に不働態膜を形成することから腐食は発生しにくく、輸送容器の保管・輸送での環境下では日光や雨に直接さらされることは殆どない。外面の腐食については定期自主検査による確認・補修が可能のため、腐食等による経年変化の影響は受けない。
	疲労	内外圧力差により最も圧力が掛かるステンレス鋼製の内蓋について、使用期間での繰り返し応力を考慮しても疲労破壊は生じないことから、疲労による経年変化は発生しない。

経年変化の考慮について(フェノリックフォーム)



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
フェノリックフォーム	熱	使用期間にさらされる温度では熱重量分析により熱分解等が生じないことが確認されており、輸送容器構造材に密封され外気との接触はないため、熱による経年変化の影響は受けない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量、及びガンマ線の累積照射量は十分に小さく、材料強度に影響を与えないことから、放射線照射による経年変化の影響は受けない。
	化学	フェノリックフォームは輸送容器構造材に密封され外気との接触はなく、加水分解や紫外線による分解といった化学的影響は受けず、経年変化は発生しない。
	疲労	設計上内外圧力差や取扱いにおいてほとんど応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。

経年変化の考慮について (BORALレジン)



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
BORALレジン	熱	使用期間にさらされる温度では加速試験により重量変化等が生じないことが確認されており、輸送容器構造材に密封され外気との接触はないため、熱による経年変化の影響は受けない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量、及びガンマ線の累積照射量は十分に小さく、材料強度に影響を与えない。また中性子照射による ¹⁰ Bの減損率は極めて小さく、放射線照射による経年変化の影響は受けない。
	化学	BORALレジンは輸送容器構造材に密封され外気との接触はなく、加水分解や紫外線による分解といった化学的影響は受けず、経年変化は発生しない。
	疲労	設計上内外圧力差や取扱いにおいてほとんど応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。

経年変化の考慮について（ボロン入りステンレス鋼）



Nuclear Fuel Industries, Ltd.

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
ボロン入り ステンレス鋼	熱	基本的な性質はステンレス鋼と変わらないため、ステンレス鋼同様に使用期間中にさらされる温度では組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。
	放射線	基本的な性質はステンレス鋼と変わらないため、ステンレス鋼同様に使用期間における中性子の累積照射量は十分に小さく、材料強度に影響を与えない。また中性子照射による ¹⁰ Bの減損率は極めて小さく、放射線照射による経年変化の影響は受けない。
	化学	ステンレス鋼は表面に不働態膜を形成することから腐食は発生しにくく、ボロン入りステンレス鋼は外蓋の内部、内容物の底面に使用され、日光や雨に直接さらされることはないため、腐食等による経年変化の影響は受けない。
	疲労	設計上内外圧力差や取扱いにおいてほとんど応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。