

# 核燃料輸送物設計承認申請の概要について (48Y-JDTC型)

2022年9月22日



日本原燃株式会社

# 目次



- 
- |                       |        |
|-----------------------|--------|
| 1. 48Y-JDTC型核燃料輸送物の概要 | P.1~2  |
| 2. 本申請の概要             | P.3~14 |

# 1. 48Y-JDTC型核燃料輸送物の概要



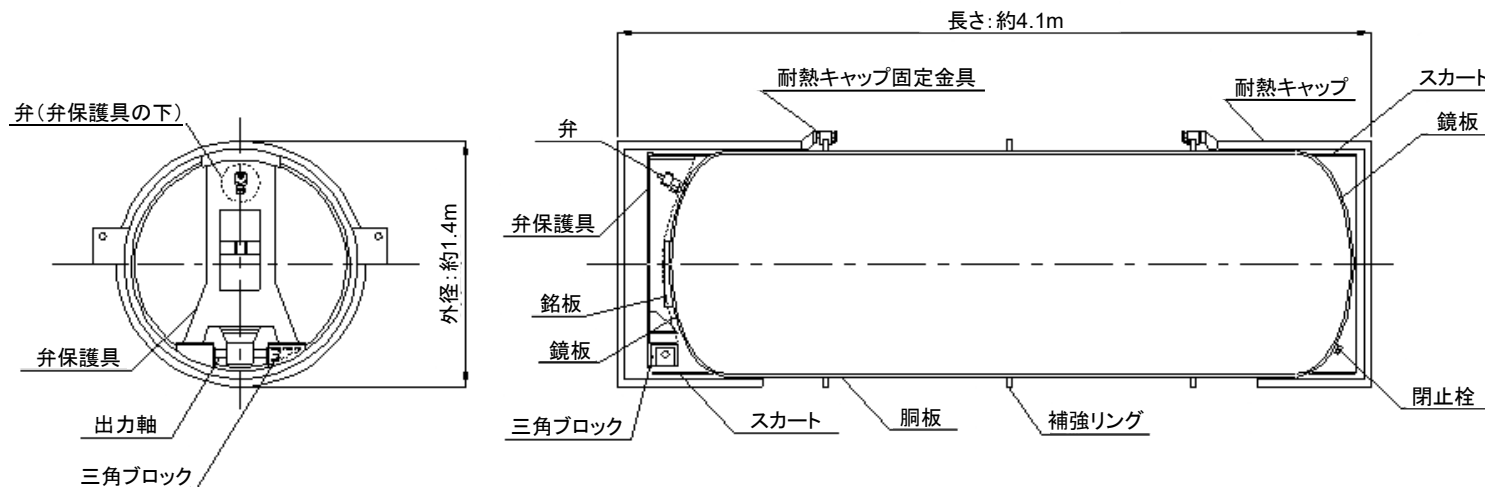
## (1) 使用の目的

- 当社ウラン濃縮加工施設に関連する、天然六ふっ化ウランの輸送に使用する。

## (2) 本輸送物の主な仕様

輸送物の型名	48Y-JDTC型
輸送物の種類	IP-1型六ふっ化ウラン輸送物
輸送物の総重量	15,640 kg以下
輸送容器の外形寸法	外径 約1.4 m、長さ 約4.1 m
輸送容器の総重量	3,140 kg以下
輸送容器の主な材質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シリンダ : 炭素鋼、アルミニウム青銅、モネル(ニッケル銅合金)</li> <li>・弁保護具 : 炭素鋼、合金鋼、鋳鋼品</li> <li>・耐熱キャップ : ステンレス鋼、セラミックファイバー</li> <li>・耐熱キャップ固定金具 : ステンレス鋼、炭素鋼</li> </ul>

参考: 既に承認を受けた設計(J/2002/H(U)-96(Rev.3))と同じ材質、構造を有している。



# 1. 48Y-JDTC型核燃料輸送物の概要



## (3) 本輸送物に収納する核燃料物質等の主な仕様

種類	天然六ふっ化ウラン
重量	最小 8,800 kg 最大 12,500 kg
放射エネルギー	ウラン-234: $1.08 \times 10^{11}$ Bq以下 ウラン-235: $4.81 \times 10^9$ Bq以下 ウラン-238: $1.05 \times 10^{11}$ Bq以下 総量: $4.31 \times 10^{11}$ Bq以下 (12,500 kg-UF <sub>6</sub> 以下)
性状	固体(塊状と粉末の混合体)
濃縮度	0.72 wt%以下

- 核燃料物質(天然六ふっ化ウラン)の特徴
  - ・未照射のウランであり、発熱量は極めて小さく、設計上の考慮が必要となるような発熱はない。
  - ・また、発生するガンマ線及び中性子の線量は十分に小さく、特別な遮蔽を設けなくても取扱うことができる。

## 2. 本申請の概要



- ① 核燃料輸送物の経年変化の考慮
  - 経年変化の要因(熱、放射線、化学的变化及び疲労)について輸送容器の安全機能を担う部品及び収納物への影響を評価した。
  
- ② 自由落下試験の解析評価
  - 落下時において、閉止栓にも物理的接触がなく、耐漏えい性が維持されることの確認として、閉止栓を下にした自由落下の輸送物への影響を評価した。
  
- ③ ISO7195:2020の反映
  - シリンダの閉止栓について、従来の六角閉止栓に加え、六角穴付き閉止栓を反映した。
  - 製造時及び定期自主検査時に実施する溶接部の検査を追加した。
  
- ④ 品質マネジメントシステム
  - 品質管理基準規則を踏まえた品質マネジメントシステムを適用することを明確化した。

## 2. 本申請の概要



### (①) 核燃料輸送物の経年変化の考慮)

- 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、その結果を別紙における(ロ)章-F「核燃料輸送物の経年変化の考慮」に記載した。
- 想定される使用状況は以下のとおり。

使用状況	シリンダ	弁保護具、耐熱キャップ 耐熱キャップ固定金具
使用予定年数	製造後2年	製造後40年
運搬に使用される回数	1回	40回以下(1回以下/年)
運搬に要する日数	4ヶ月以内/回	4ヶ月以内/回

## 2. 本申請の概要



### (①) 核燃料輸送物の経年変化の考慮

- 経年変化の要因として、容器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による疲労を考慮した。
- 本輸送物に関する以下の主要材料を対象に評価した。

主要材料	使用箇所
炭素鋼	シリンダ本体、弁保護具、耐熱キャップ固定金具
アルミニウム青銅	弁(胴部)、閉止栓
モネル(ニッケル銅合金)	弁(軸部)
ステンレス鋼	耐熱キャップ、耐熱キャップ固定金具
合金鋼	弁保護具
鋳鋼品	弁保護具
セラミックファイバー	耐熱キャップ

## 2. 本申請の概要

### (① 核燃料輸送物の経年変化の考慮)



➤ 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(炭素鋼)

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
炭素鋼	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65℃以下であり、炭素鋼の材料強度に影響が生じない温度(371℃)より十分に低く、また、クリープの影響を受ける温度(300℃)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料強度に影響が生じない照射量( $10^{16}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	外気と接触する外面には塗装又はユニクロメッキ処理による防食を施していること、また、六ふっ化ウランと接触するシリンダ内面の腐食速度は $1.5 \times 10^{-3}$ mm/年と十分に小さいことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	シリンダの吊金具の使用計画回数(40回)が許容繰返し回数( $2.1 \times 10^5$ 回)を十分に下回り、吊金具の疲労強度は十分である。また、シリンダの内外圧力差により生じる応力については、使用材料の規定最小引張強さが415 N/mm <sup>2</sup> であること及び合計繰返し回数が250回であり、ASME規格の疲労解析不要の条件(使用材料の規定最小引張強さ(552 N/mm <sup>2</sup> 以下)及び合計繰返し回数(1000回以下))を満たすため、安全解析で考慮する経年変化はない。



## 2. 本申請の概要

### (① 核燃料輸送物の経年変化の考慮)



- 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(アルミニウム青銅)

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
アルミニウム青銅	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65°C以下であり、アルミニウム青銅の材料強度に影響が生じない温度(232°C)より十分に低く、また、クリープの影響を受ける温度(150°C)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料強度に影響が生じない照射量( $10^{16}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	空気中において保護被膜作用による耐食性があること、また、六ふっ化ウランに対しては、ふっ化皮膜の表面層を生成するため、腐食速度は $1.0 \times 10^{-2}$ mm/年未満と十分に小さいことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	アルミニウム青銅の使用箇所には繰り返し応力は生じないため、疲労による経年変化を考慮する必要はない。

## 2. 本申請の概要

### (① 核燃料輸送物の経年変化の考慮)



- 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(モネル(ニッケル銅合金))

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
モネル (ニッケル銅合金)	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65℃以下であり、モネル(ニッケル銅合金)の材料強度に影響が生じない温度(425℃)より十分に低く、また、クリープの影響を受ける温度(250℃)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料強度に影響が生じない照射量( $10^{16}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	空気中において保護被膜作用による耐食性があること、また、六ふっ化ウランに対しては、ふっ化皮膜の表面層を生成するため、腐食速度は $3.3 \times 10^{-3}$ mm/年未満と十分に小さいことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	モネル(ニッケル銅合金)の使用箇所には繰り返し応力は生じないため、疲労による経年変化を考慮する必要はない。

## 2. 本申請の概要

### (① 核燃料輸送物の経年変化の考慮)



➤ 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(ステンレス鋼)

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
ステンレス鋼	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65 °C以下であり、ステンレス鋼の材料強度に影響が生じない温度(425°C)より十分に低く、また、クリープの影響を受ける温度(260°C)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料強度に影響が生じない照射量( $10^{17}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	当該材料は、輸送中は支持枠内に収納されており、海塩粒雰囲気とならず、応力腐食割れが進展する可能性はないことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	ステンレス鋼の使用箇所には繰り返し応力は生じないため、疲労による経年変化を考慮する必要はない。

## 2. 本申請の概要

### (①) 核燃料輸送物の経年変化の考慮



➤ 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(合金鋼)

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
合金鋼	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65 °C以下であり、合金鋼の材料強度に影響が生じない温度(371°C)より十分に低く、また、クリープの影響を受ける温度(300°C)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料強度に影響が生じない照射量( $10^{16}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	外気と接触する外面には、防錆・潤滑剤の塗布による防食を施していることから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	合金鋼の使用箇所には繰り返し応力は生じないため、疲労による経年変化を考慮する必要はない。

## 2. 本申請の概要

### (① 核燃料輸送物の経年変化の考慮)



➤ 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(鋳鋼品)

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
鋳鋼品	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65 °C以下であり、鋳鋼品の材料強度に影響が生じない温度(375°C)より十分に低く、また、クリープの影響を受ける温度(300°C)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料強度に影響が生じない照射量( $10^{16}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	外気と接触する外面には、塗装による防食を施していることから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	鋳鋼品の使用箇所には繰り返し応力は生じないため、疲労による経年変化を考慮する必要はない。

## 2. 本申請の概要

### (① 核燃料輸送物の経年変化の考慮)



- 核燃料輸送物の経年変化の考慮に係る評価結果(セラミックファイバー)

主要材料	経年変化要因	経年変化の評価
セラミックファイバー	熱	運搬中に予想される輸送容器温度は65 °C以下であり、セラミックファイバーの加熱収縮の原因となる結晶が析出する温度(950°Cから1000°C)より十分に低いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	放射線	使用期間における中性子の累積照射量は $10^{14}$ n/cm <sup>2</sup> オーダーであり、材料の結晶構造に影響が生じない照射量( $10^{16}$ n/cm <sup>2</sup> オーダー)と比べて十分に低く、放射線による経年変化の影響はないため、安全解析で考慮する経年変化はない。
	化学	外気との接触が無いことから、安全解析で考慮する経年変化はない。
	疲労	セラミックファイバーの使用箇所には繰り返し応力は生じないため、疲労による経年変化を考慮する必要はない。

## 2. 本申請の概要

### (2) 自由落下試験の解析評価)



- 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に定める六ふっ化ウラン輸送物に係る一般の試験条件下において、放射性物質の漏えいがなく、かつ弁に損傷のないことを確認するため、閉止栓側を下にした自由落下解析を実施した。

(弁側を下にした自由落下解析は、既に認可を受けた設計(J/2002/H(U)-96(Rev.3))にて実施済)

#### 【閉止栓側を下にした自由落下試験結果】

	垂直落下	コーナー落下	傾斜落下
落下姿勢 (イメージ)			
閉止栓と耐熱キャップとの最小隙間	27.1 mm	46.0 mm	10.3 mm
	【基準】閉止栓と耐熱キャップが接触しないこと		
シリンダ胴板及び鏡板に生じる最大塑性ひずみ	3.44%	0.1%未満	0.32%
	【基準】材料の破断歪み(36.8%)を超えないこと		

- ◆ 閉止栓側を下にした自由落下試験において、以下のとおり本輸送物の健全性は損なわれない。
  - ・ 閉止栓と耐熱キャップが接触しないことから、閉止栓の健全性に問題はない。
  - ・ シリンダに生じる最大塑性ひずみが、材料の破断歪みを下回っていることから、破断は生じない。

## 2. 本申請の概要

(③ ISO7195:2020 の反映、④品質マネジメントシステム)



### ③ ISO7195:2020 の反映

- シリンダの規格である【ISO7195:2020“原子力用六フッ化ウラン(UF<sub>6</sub>)の輸送容器”】への対応として、以下を反映した。

#### a. 閉止栓

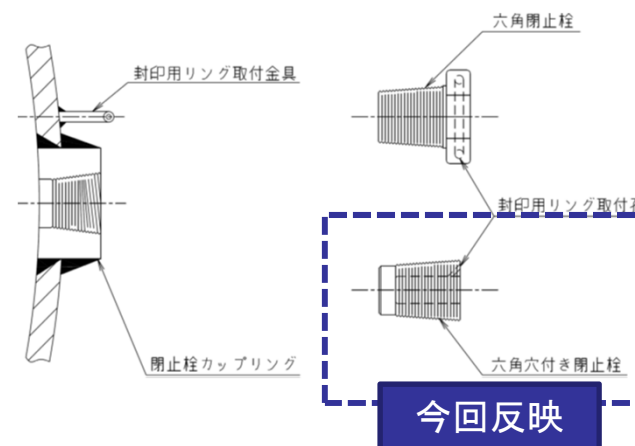
##### ◆ 六角穴付き閉止栓の反映

(六角閉止栓は、既に認可を受けた設計(J/2002/H(U)-96 (Rev.3))と同じ)

#### b. 検査の反映

◆ 製作時の溶接検査に、補強リング突合せ溶接部、吊金具と補強リングの溶接部に対する検査を反映。

◆ 定期自主検査に、吊金具と補強リングの溶接部の非破壊検査を反映。



### ④ 品質マネジメントシステム

- 「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」及び「同規則の解釈」に基づく品質マネジメントシステムを適用。  
(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)