

核燃料輸送物設計変更承認申請書の一部補正について

令01原機（環保）015
令和元年11月22日

原子力規制委員会 殿

住 所 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1
氏 名 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
理事長 児玉 敏雄

令和元年5月13日付け令01原機（環保）001をもって申請し、令和元年9月20日付け令01原機（環保）013をもって一部補正しました。型輸送容器に係る核燃料輸送物設計変更承認申請書について、下記のとおり一部補正いたします。

記

1. 本補正に係る申請書別紙記載事項の変更内容及び変更理由

(1) 変更内容

本補正において別紙-1のとおり変更箇所及び変更内容を追加する。

(2) 変更理由

記載適正化のための見直し

2. 本補正に係る申請書別紙記載事項の変更分

別紙-1を反映した申請書別紙記載事項（安全解析書）の該当ページを別紙-2に示す。

本補正に係る「別紙記載事項の新旧対照表」を以下に示す。

別紙記載事項の新旧対照表（その1）

変更箇所を で示す。

| 記載事項 | ページ 番 号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|------|------------|------|-----------------------------------|------------------------------------|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| 目次 | 目-9 | 22行目 | 「(イ) - 第 C.4 図 缶スペーサー」 | 「(イ) - 第 D.4 図 缶スペーサー」に変更 |
| | 目-15 | 1行目 | 「(ロ) - 第 A.17 表 一般の試験条件下における設計温度」 | 「(ロ) - 第 A.17 表 一般の試験条件下における温度」に変更 |
| | | 13行目 | 「(ロ) - 第 A.28 表 特別の試験条件下における設計温度」 | 「(ロ) - 第 A.28 表 特別の試験条件下における温度」に変更 |

別紙記載事項の新旧対照表（その2）

変更箇所を [] で示す。

| 記載事項 | ページ 番号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|-----------------|-----------|-----------------|---|--|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ) 章 A 構造解析 | (ロ)-A-12 | (ロ)-第 A.1 表 | — | 「(ロ)-第 A.1 表」を添付 1 のとおり変更 |
| | (ロ)-A-28 | (ロ)-第 A.10 表 | — | 「(ロ)-第 A.10 表」を添付 2 のとおり変更 |
| | (ロ)-A-29 | (ロ)-第 A.11 表 | — | 「(ロ)-第 A.11 表」を添付 3 のとおり変更 |
| | (ロ)-A-30 | (ロ)-第 A.12 表 | — | 「(ロ)-第 A.12 表」を添付 4 のとおり変更 |
| | (ロ)-A-31 | 14 行目～ 15 行目 | 「(ロ)章 B.5.3 輸送物温度で示すように特別の試験条件下においても常用使用温度 ([] °C～ [] °C) を逸脱することはない。」 | 「(ロ)章 B.5.3 輸送物温度で示すように特別の試験条件下においても常用使用温度 ([] °C～ [] °C) を逸脱することはない。」に変更 |
| | (ロ)-A-33 | 19 行目 | 「O リングの常用使用温度は [] °C から [] °C であるため、低温での使用には問題はない。」 | 「O リングの常用使用温度は [] °C から [] °C であるため、低温での使用には問題はない。」に変更 |
| | (ロ)-A-38 | 4 行目～ 6 行目 | 「振動を模擬した試験を実施した ⁽¹⁴⁾ 。(ロ)-第 A.3 図に示すとおりナイロンスリングで供試体 4 を振動試験装置に拘束し、垂直方向へ Safeguards Transporter (SGT) を模擬した振動 ⁽¹⁵⁾ を加えた後にランダム振動試験を実施した。」 | 「振動を模擬した試験を実施した ⁽¹⁵⁾ 。(ロ)-第 A.3 図に示すとおりナイロンスリングで供試体 4 を振動試験装置に拘束し、垂直方向へ Safeguards Transporter (SGT) を模擬した振動 ⁽¹⁶⁾ を加えた後にランダム振動試験を実施した。」に変更 |
| | (ロ)-A-40 | 16 行目 | 「(1) 設計温度」 | 「(1) 温度」に変更 |
| | | 19 行目～ 21 行目 | 「一般の試験条件下における設計温度は(ロ)-第 A.17 表に示すように収納容器表面及び O リング近傍は、保守的に 93.33 °C (200.00 °F) になるものとして評価する。」 | 「一般の試験条件下における温度は(ロ)-第 A.17 表に示すように収納容器表面及び O リング近傍は、保守的に 93.33 °C (200 °F) になるものとして評価する。」に変更 |
| 22 行目 | | 「(2) 設計圧力」 | 「(2) 圧力」に変更 | |

別紙記載事項の新旧対照表（その3）

変更箇所を [] で示す。

| 記載事項 | ページ 番号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|--------------------------|-------------------|---------------------|--|--|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ) 章 A 構造解析 (つづき) | (ロ)-A-40 (つづき) | 24 行目 | 「一般の試験条件下における設計圧力は保守的に」 | 「一般の試験条件下における圧力は保守的に」に変更 |
| | (ロ)-A-41 | (ロ)-第 A.17 表 | 「(ロ)-第 A.17 表 一般の試験条件下における設計温度」 | 「(ロ)-第 A.17 表 一般の試験条件下における温度」に変更し、記載を添付 5 のとおり変更 |
| | (ロ)-A-43 | 14 行目～ 15 行目 | 「収納容器の最高温度は、93.33 °C (200.00 °F) であり、」 | 「収納容器の最高温度は、93.33 °C (200 °F) であり、」に変更 |
| | | 19 行目～ 20 行目 | 「最大引張強さの約 1/2 と考えられ ⁽¹⁶⁾ 、」 | 「最大引張強さの約 1/2 と考えられ ⁽¹⁷⁾ 、」に変更 |
| | (ロ)-A-47 | 2 行目 | 「5 基の供試体を用いて実施した ⁽¹⁷⁾ 。」 | 「5 基の供試体を用いて実施した ⁽¹⁸⁾ 。」に変更 |
| | | 7 行目 | 「中性子吸収材の違いが問題になることはない ⁽¹⁸⁾ 。」 | 「中性子吸収材の違いが問題になることはない ⁽¹⁹⁾ 。」に変更 |
| | | 15 行目 | 「落下試験台で実施した ⁽¹⁹⁾ 。」 | 「落下試験台で実施した ⁽²⁰⁾ 。」に変更 |
| | | 23 行目 | 「ガス燃焼炉で実施した ⁽¹⁷⁾ 。」 | 「ガス燃焼炉で実施した ⁽¹⁸⁾ 。」に変更 |
| | (ロ)-A-101 | (ロ)-第 A.27 表 の表題 | 「(ロ)-第 A.27 表 耐火試験における供試体内部の最高温度 ⁽¹⁷⁾ 」 | 「(ロ)-第 A.27 表 耐火試験における供試体内部の最高温度 ⁽¹⁸⁾ 」に変更 |
| | (ロ)-A-102 | 4 行目 | 「(1) 設計温度」 | 「(1) 温度」に変更 |
| | | 6 行目～ 8 行目 | 「(ロ)-第 A.28 表に示すように、本項においては収納容器表面及び O リング近傍の設計温度を保守的に 167.22 °C (332.99 °F) としして評価する。」 | 「(ロ)-第 A.28 表に示すように、本項においては収納容器表面及び O リング近傍の温度を保守的に 140.56 °C (285 °F) としして評価する。」に変更 |
| | | (ロ)-第 A.28 表 | 「(ロ)-第 A.28 表 特別の試験条件下における設計温度」 | 「(ロ)-第 A.28 表 特別の試験条件下における温度」に変更し、記載を添付 6 のとおり変更 |
| | | 15 行目 | 「(2) 設計圧力」 | 「(2) 圧力」に変更 |

別紙記載事項の新旧対照表（その4）

変更箇所を [] で示す。

| 記載事項 | ページ 番号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|-------------------------|--------------------|---------------|---|---|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ) 章A 構造解析 (つづき) | (ロ)-A-102 (つづき) | 16行目～ 17行目 | 「収納容器内圧は、137.2 kPa[abs] (19.90psia) である。本項においては設計圧力を保守的に」 | 「収納容器内圧は、140.63 kPa[abs] (20.40psia) である。本項においては圧力を保守的に」に変更 |
| | (ロ)-A-105 | 5行目～ 6行目 | 「この浸漬装置に供試体 6 を浸漬させ、150 kPaG (21.7 psig) で8時間加圧させた。」 | 「この浸漬装置に供試体 6 を浸漬させ、149.62 kPaG (21.7 psig) で8時間加圧させた。」に変更 |
| | | 19行目 | 「収納容器は 150 kPaG (21.7 psig) の外圧に耐え、」 | 「収納容器は 149.62 kPaG (21.7 psig) の外圧に耐え、」に変更 |
| | (ロ)-A-118 | 8行目～ 10行目 | — | 「(11) ASTM D 2000, Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Applications, ASTM International, Annual Book of ASTM Standards, Sect. 9, Vol. 09.02, West Conshohocken, Pa., current revision.」を追加 |
| | | 12行目～ 16行目 | 「(11) [] [] [] (12) [] [] [] [] [] []」 | 「(12) [] [] [] (13) [] [] [] [] [] []」に変更 |

別紙記載事項の新旧対照表（その5）

変更箇所を [] で示す。

| 記載事項 | ページ 番号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|------------------------|--------------------|---------------|---|--|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ)章A 構造解析 (つづき) | (ロ)-A-118 (つづき) | 18行目～ 30行目 | [(13)] [REDACTED] | [(14)] [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | [REDACTED] | [REDACTED] |
| | | | ((15)) MIL-STD-810F, Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests, Jan. 1, 2000. | ((16)) MIL-STD-810F, Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests, Jan. 1, 2000. |
| | | | ((16)) Design Guidelines for the Selection and Use of Stainless Steel, American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 1977. 」 | ((17)) Design Guidelines for the Selection and Use of Stainless Steel, American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 1977. 」に変更 |

別紙記載事項の新旧対照表（その7）

変更箇所を [] で示す。

| 記載事項 | ページ 番号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|---------------|-----------|---------------|---|---|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ) 章B 熱解析 | (ロ)-B-13 | 20行目～ 21行目 | 「上記の収納容器表面の温度に 対し余裕をもたせた 93.33 °C (200.00 °F) を使用する。」 | 「上記の収納容器表面の温度に 対し余裕をもたせた 93.33 °C (200 °F) を使用する。」に変更 |
| | (ロ)-B-18 | 16行目～ 17行目 | 「収納容器に係る強度評価等を 行う場合には、93.33 °C (200.00 °F) で解析を行って おり、」 | 「収納容器に係る強度評価等を 行う場合には、93.33 °C (200 °F) で解析を行っており、」に変更 |
| | | 24行目～ 25行目 | 「内側 O リングの温度は、－ 40 °C ～ 79.7 °C (－40 °F ～ 175.42 °F) となる。」 | 「内側 O リングの温度は、－ 40 °C ～ 93.33 °C (－40 °F ～ 200 °F) となる。」に変更 |
| | (ロ)-B-20 | 22行目～ 23行目 | 「収納容器及び収納容器内の空 気の最高温度として 130.56 °C (267.00 °F)、O リングの最高温 度として 130.45 °C (266.81 °F) を使用する。」 | 「収納容器、収納容器内の空気 及び O リングの最高温度として 140.56 °C (285 °F) を使用する。 」に変更 |
| | (ロ)-B-23 | (ロ)-第 B.11 表 | — | 「(ロ)-第 B.11 表」を添付 7 のと おり変更 |
| | (ロ)-B-24 | 6行目～ 7行目 | 「輸送物各部の最高温度は、収 納容器表面で 130.56 °C (267.00 °F)、O リング近傍で 130.45 °C (266.81 °F) であり、」 | 「輸送物各部の最高温度は、収 納容器表面及び O リング近傍で 140.56 °C (285 °F) であり、」に 変更 |
| | | 15行目～ 16行目 | 「収納容器の内側 O リングの最 高温度は、130.45 °C (266.81 °F) となる。」 | 「収納容器の内側 O リングの最 高温度は、140.56 °C (285 °F) となる。」に変更 |

別紙記載事項の新旧対照表（その8）

変更箇所を で示す。

| 記載事項 | ページ 番 号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|----------------|------------|-------------|---|---|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ) 章C 密封解析 | (ロ)-C-1 | 20行目 | 「(3) 設計 圧力及び 設計 温度」 | 「(3) 圧力及び温度」に変更 |
| | | (ロ)-第 C.1 表 | — | 「 (ロ) -第 C.1 表」を添付 8 のとおり変更 |
| | (ロ)-C-15 | 7行目 | 「 設計 圧力で実施している。」 | 「圧力で実施している。」に変更 |

別紙記載事項の新旧対照表（その9）

変更箇所を で示す。

| 記載事項 | ページ 番 号 | 変更箇所 | 変更内容 | |
|--|------------|--------------------|---|--|
| | | | 変更承認申請書 | 変更後 |
| (ロ) 章F 規則及び 告示に対 する適合 性の評価 | (ロ)-F-10 | 「別記第 5 第 3 号」の行 | 「浸漬試験では、収納容器を深 さ 15 m の水頭圧に相当する 150 kPa[gauge] (21.7 psig) の水圧 下に 8 時間浸漬させ、」 | 「浸漬試験では、収納容器を深 さ 15 m の水頭圧に相当する 149.62 kPa[gauge] (21.7 psig) の水圧下に 8 時間浸漬させ、」に 変更 |

(ロ)・第 A.1 表 輸送容器の構造設計の条件及び評価方法 (7/9)

| 要件 | 条件 | 評価項目 | 設計条件 | | | | | 評価方法 | | 備考 | |
|----|---------|----------------|------|----|----|------------------------------|--------------|------|--|----------------------|------|
| | | | 参照図 | 材質 | 温度 | 種類 | 設計負荷 安全係数 | 荷要 | 適用款式または要素 | | 評価基準 |
| B | 特別の試験条件 | 6.4 浸漬 収納容器 | - | - | - | 15 m 浸漬試験 外圧(0.14902 MPa) | - | 変形 | 収納容器のみを模擬した原型試験による評価 15 m 浸漬試験後に目視による外観検査 | 密封性能に影響があるような変形のないこと | |

(ロ)第A.10表 Oリングの機械的性質

| 構成材料 ：Oリング | エチレンプロピレンゴム |
|-----------------------------|-------------|
| 規格 | |
| 常用使用温度 °C (°F) | |
| 150 °C (302 °F)における使用可能時間 h | |
| 硬度(ショアA) | |
| 伸び % | |
| 製造方法 | |

(ロ) 第 A.11 表 収納容器の機械的性質

| | |
|--|--------|
| 構成材料 : 収納容器の胴体部 : フランジ、底部 : シール蓋 | ステンレス鋼 |
| 設計温度範囲 °C (°F) | |
| 最小極限強さ MPa (ksi) | |
| 0.2%オフセットした降伏強度 MPa (ksi) | |
| 37.8 °C (100 °F) | |
| 149 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |
| 伸び (5.08 cm (2 in.)) % | |
| 縦弾性係数 GPa (Mpsi) ⁽¹⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 93.33 °C (200 °F) | |
| 121.11 °C (250 °F) | |
| 148.89 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |
| 許容応力(Sm) ⁽¹⁾ MPa (ksi) | |
| 148.89 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |
| 熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) ⁽¹⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 93.33 °C (200 °F) | |
| 121.11 °C (250 °F) | |
| 148.89 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |

| | |
|--|--|
| 構成材料 : クロージャーナット | |
| UNS番号 | |
| 伸び % | |
| 設計温度範囲 °C (°F) | |
| 室温での極限強さ MPa (ksi) | |
| 室温で0.2%オフセットした降伏強度 MPa (ksi) | |
| 熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) ⁽¹⁾ | |
| 93.33 °C (200 °F) | |
| 204.40 °C (400 °F) | |

(ロ) 第 A.12 表 中性子吸収材の機械的性質

| | |
|---|--|
| 構成材料 : 中性子吸収材 | |
| 常用使用温度 °C (°F) | |
| 縦弾性係数 GPa (Mpsi) ⁽¹³⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 21.11 °C (70 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) ⁽¹⁴⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| -20 °C (-4 °F) | |
| 0 °C (32 °F) | |
| 40 °C (104 °F) | |
| 60 °C (140 °F) | |
| 80 °C (176 °F) | |
| 100 °C (212 °F) | |
| 120 °C (248 °F) | |
| ポアソン比 | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 21.11 °C (70 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 密度 g/cm ³ (lb/in. ³) | |
| 降伏応力 kPa(psi) | |

(ロ)第 A.17 表 一般の試験条件下における温度

| No | 部 位 | 温 度 |
|----|---------|----------------------|
| 1 | 収納容器表面 | 93.33 °C (200 °F) |
| 2 | O リング近傍 | 93.33 °C (200 °F) |

(ロ)第 A.28 表 特別の試験条件下における温度

| No | 部 位 | 温 度 |
|----|--------|-----------------------|
| 1 | 収納容器表面 | 140.56 °C (285 °F) |
| 2 | Oリング近傍 | 140.56 °C (285 °F) |

(ロ)第B.11表 収納容器の内圧計算結果

| 試験条件 | 特別の試験条件 |
|-------------------|---------------------------------|
| 温度 T | 140.56 °C (285 °F) |
| 圧力 P ₁ | 140.63 kPa[abs] (20.40 psia) |

(a)第C.1表 密封装置の最高圧力及び最高温度

| 条 件 | 項 目 | 密 封 装 置 |
|---------|-----|---------------------------|
| 一般の試験条件 | 圧力 | ■■■■ MPa[abs] (■■■■ psia) |
| | 温度 | 93.33 °C (200 °F) |
| 特別の試験条件 | 圧力 | ■■■■ MPa[abs] (■■■■ psia) |
| | 温度 | 140.56 °C (285 °F) |

目 次

(イ) 章

| | | |
|-----------------|-------------------------------------|---------|
| (イ) - 第 C.1 図 | ■型輸送容器の概念図 | (イ) -6 |
| (イ) - 第 C.2 図 | ■型輸送容器の断面図 | (イ) -7 |
| (イ) - 第 C.3 図 | ■型輸送容器の分解図 | (イ) -8 |
| (イ) - 第 C.4 図 | ■型輸送容器の密封境界 | (イ) -9 |
| (イ) - 第 C.5 図 | ■型輸送容器荷姿 | (イ) -10 |
| (イ) - 第 C.6 図 | ドラムフランジ部及び底部拡大図 | (イ) -16 |
| (イ) - 第 C.7 図 | ドラム蓋 | (イ) -17 |
| (イ) - 第 C.8 図 | トッププラグ | (イ) -18 |
| (イ) - 第 C.9 図 | ドラム内側ライナ | (イ) -19 |
| (イ) - 第 C.10 図 | 収納容器 | (イ) -20 |
| (イ) - 第 C.11 図 | シール蓋 | (イ) -21 |
| (イ) - 第 C.12 図 | クロージャーナット | (イ) -22 |
| (イ) - 第 D.1 図 | 収納容器内収納方法 (照射試験用■ウラン) | (イ) -28 |
| (イ) - 第 D.2 図 | 収納缶内収納方法 (照射試験用■ウラン) | (イ) -28 |
| (イ) - 第 D.2.1 図 | 収納容器、収納缶内収納方法 (臨界装置用ウランアルミニウム合金) | (イ) -29 |
| (イ) - 第 D.3.1 図 | 照射試験用■ウラン | (イ) -29 |
| (イ) - 第 D.3.2 図 | 臨界装置用ウランアルミニウム合金 | (イ) -30 |
| (イ) - 第 D.4 図 | 缶スペーサー | (イ) -30 |

(ロ) 章

| | | |
|-----------------|--------------------|-----------|
| (ロ) - 第 A.1-1 図 | 収納容器の応力評価位置 | (ロ) -A-16 |
| (ロ) - 第 A.1-2 図 | 収納容器上部の応力解析モデル図 | (ロ) -A-17 |
| (ロ) - 第 A.1-3 図 | 収納容器底部の応力解析モデル | (ロ) -A-18 |
| (ロ) - 第 A.1-4 図 | 圧力解析時の荷重条件 (ケース A) | (ロ) -A-19 |
| (ロ) - 第 A.1-5 図 | 圧力解析時の荷重条件 (ケース B) | (ロ) -A-20 |
| (ロ) - 第 A.2 図 | 輸送物時の重心位置 | (ロ) -A-23 |
| (ロ) - 第 A.3 図 | 振動試験 | (ロ) -A-39 |
| (ロ) - 第 A.4 図 | 供試体 4 の水噴霧試験配置 | (ロ) -A-45 |

(ロ) 第 A.1 表 輸送容器の構造設計の条件及び評価方法 (7/9)

| 要件 | 条件 | 評価項目 | 設計条件 | | | | | | 評価方法 | | 備考 |
|----|---------|----------------|------|----|----|------------------------------|------|------|--|----------------------|----|
| | | | 参照図 | 材質 | 温度 | 種類 | 設計負荷 | 安全係数 | 要素 | 適用教式または要素 | |
| B | 特別の試験条件 | 6.4 浸漬 取納容器 | - | - | - | 15 m 浸漬試験 外圧(0.14962 MPa) | - | 変形 | 取納容器のみを模擬した原型試験による評価 15 m 浸漬試験後に目視による外観検査 | 密封性能に影響があるような変形のないこと | |

(ロ)・第 A.9 表 キャスタブル耐火物の機械的性質

| | |
|--|--|
| 構成材料 : キャスタブル耐火物 | |
| 引張 (曲げ) 強さ kPa (psi) 標準偏差 | |
| 平均熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) | |
| ASTM C 133による平均曲げ破壊係数 kPa (psi) | |
| 常用使用温度 °C (°F) | |
| 硬化後密度 kg/m ³ (lb/ft. ³) | |
| 応力ひずみ線図 | |
| 降伏応力 kPa(psi) | |

(ロ)・第A.10表 Oリングの機械的性質

| | |
|-----------------------------|-------------|
| 構成材料 : Oリング | エチレンプロピレンゴム |
| 規格 | |
| 常用使用温度 °C (°F) | |
| 150 °C (302 °F)における使用可能時間 h | |
| 硬度(ショアA) | |
| 伸び % | |
| 製造方法 | |

(ロ)第 A.11 表 収納容器の機械的性質

| | |
|--|--------|
| 構成材料 : 収納容器の胴体部 : フランジ、底部 : シール蓋 | ステンレス鋼 |
| 設計温度範囲 °C (°F) | |
| 最小極限強さ MPa (ksi) | |
| 0.2%オフセットした降伏強度 MPa (ksi) | |
| 37.8 °C (100 °F) | |
| 149 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |
| 伸び (5.08 cm (2 in.)) % | |
| 縦弾性係数 GPa (Mpsi) ⁽¹⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 93.33 °C (200 °F) | |
| 121.11 °C (250 °F) | |
| 148.89 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |
| 許容応力(Sm) ⁽¹⁾ MPa (ksi) | |
| 148.89 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |
| 熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) ⁽¹⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 93.33 °C (200 °F) | |
| 121.11 °C (250 °F) | |
| 148.89 °C (300 °F) | |
| 176.67 °C (350 °F) | |

| | |
|--|--|
| 構成材料 : クロージャーナット | |
| UNS番号 | |
| 伸び % | |
| 設計温度範囲 °C (°F) | |
| 室温での極限強さ MPa (ksi) | |
| 室温で0.2%オフセットした降伏強度 MPa (ksi) | |
| 熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) ⁽¹⁾ | |
| 93.33 °C (200 °F) | |
| 204.40 °C (400 °F) | |

(ロ)第 A.12 表 中性子吸収材の機械的性質

| | |
|---|--|
| 構成材料 ： 中性子吸収材 | |
| 常用使用温度 °C (°F) | |
| 縦弾性係数 GPa (Mpsi) ⁽¹³⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 21.11 °C (70 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 熱膨張係数 cm/cm/°C (in./in./°F) ⁽¹⁴⁾ | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| -20 °C (-4 °F) | |
| 0 °C (32 °F) | |
| 40 °C (104 °F) | |
| 60 °C (140 °F) | |
| 80 °C (176 °F) | |
| 100 °C (212 °F) | |
| 120 °C (248 °F) | |
| ポアソン比 | |
| -40 °C (-40 °F) | |
| 21.11 °C (70 °F) | |
| 37.78 °C (100 °F) | |
| 密度 g/cm ³ (lb/in. ³) | |
| 降伏応力 kPa(psi) | |

A.4 輸送物の要件

A.4.1 化学的及び電氣的反応

本輸送物中の接触する異種材料の一覧を(ロ)第 A.13 表に示す。

キャストブル耐火物 () はドラム胴体、ドラム底部、ドラム内側ライナ及びトッププラグのステンレス鋼内に充填される。 はアルカリ性であり、周辺の構造物質に影響を及ぼすことはない。

中性子吸収材はドラム内側ライナ (中間部ライナ及び下部ライナ) の間に充填される。充填工程において、塩素濃度は 100 ppm に制限されるため、中性子吸収材がステンレス鋼製の中間部ライナ及び下部ライナに影響を及ぼすことはない。

ドラム蓋を取付けるために使用される六角ナットはケイ素青銅製であり、接触する金属部品はステンレス鋼であり、相互に影響を及ぼすことはない。

シリコンラバーパッドはシリコンゴム製であり、収納容器、ドラム内側ライナ及びトッププラグのステンレス鋼部と接触するが、相互に影響を及ぼすことはない。

O リングはエチレンプロピレンゴム製であり、(ロ)章 B.5.3 輸送物温度で示すように特別の試験条件下においても常用使用温度 (°C~ °C) を逸脱することはない。このことから、O リングは収納容器 (ステンレス鋼) と相互に影響を及ぼすことはない。

収納容器及び缶スペーサーはステンレス鋼製であり相互に影響を及ぼすことはない。また、収納缶は炭素鋼製であり、収納容器及び缶スペーサーと相互に影響を及ぼすことはない。

高濃縮ウラン はアルミニウム製梱包材で梱包し、収納するため、高濃縮ウランと収納缶の間で電氣的反応はない。

臨界装置用ウランアルミニウム合金を収納する収納缶はステンレス製である。また、臨界装置用ウランアルミニウム合金と収納缶はアルミニウム製梱包材で梱包する。臨界装置用ウランアルミニウム合金はアルミニウム合金で被覆されているため収納缶との間で相互に影響を及ぼすことはない。

このことから、本輸送物の構成材料は空气中で化学的に安定した材料であり、異種材料の接触により化学的及び電氣的に反応することはない。

A.4.2 低温強度

本項では、輸送途中で周囲温度が $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ になった場合の影響について、輸送容器の構成材料が使用に耐え、問題ないことを示す。

ステンレス鋼は $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下の温度にも非常に強く $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ の低温での使用上の問題が発生することはない。

キャスト耐火物 () は、ポルトランドセメント及びバーミキュライトからなる軽量不燃性の耐火物である。キャスト耐火物に含有する水分は製造工程で除去しきれなかった水分のみであり、凍結による遊離水はなく、繊維とセメントの質量により断熱性能を維持しているため、 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ の低温によって断熱性能に大きな影響を及ぼすことはない。また、低温時にキャスト耐火物及び中性子吸収材が硬化することがあり得るが、内側ライナが溶接されているため、放出による減少はなく、製造時に充填された量が担保される。

保守的に崩壊による発熱を無視すると、低温時の収縮によって収納容器の内圧は kPa [abs] (psia) となる。このため、外気圧を大気圧とすると、低温時には kPa G (psig) の差圧が発生する。

この差圧による応力解析を A.1.2 項と同様に行い、結果を(□)第 A.14 表に示す。(□)第 A.14 表に示すとおり収縮によって発生する応力は許容応力を十分下回り、収納容器の構成材料は低温時での使用上の問題が発生することはない。

Oリングの常用使用温度は $^{\circ}\text{C}$ から $^{\circ}\text{C}$ であるため、低温での使用には問題はない。

また、低温での挙動を確認するため、供試体を用いて試験を実施し、問題ないことを確認した。

よって、周囲温度が $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ になったとしても本輸送容器は、その健全性を保持する。

A.4.7 振動

本項では、通常の輸送時の振動が本輸送物に与える影響について説明する。

本輸送物の通常の輸送時を評価するために、原型モデル（供試体 4）を用いて通常の輸送時に発生する振動を模擬した試験を実施した⁽¹⁵⁾。(p)-第 A.3 図に示すとおりナイロンスリングで供試体 4 を振動試験装置に拘束し、垂直方向へ Safeguards Transporter (SGT) を模擬した振動⁽¹⁶⁾を加えた後にランダム振動試験を実施した。試験時間は █████ 型輸送容器による輸送を想定し、すべての輸送を包含するように 4 時間とした。試験に使用した垂直方向のパワースペクトル密度を(p)-第 A.16 表に示す。また、ドラム蓋及びクロージャータットはそれぞれ公称 █████ N·m (████ ft·lbf)、████ N·m (████ ft·lbf) で締付けられる。なお、保守的に評価するために、供試体は一般の試験（水噴霧、自由落下、浸漬及び積み重ね）を行ったものを使用した。

振動試験の結果、供試体の外部に明らかな損傷はなく、一般及び特別の試験結果でも述べるとおり内部についても輸送物の有効性を損なうことはない。

このため、SGT による輸送時に発生する通常時の振動において、輸送物の健全性は維持される。

A.5 一般の試験条件

本輸送物は BU 型核分裂性輸送物である。したがって、38 °C の条件下に太陽放射熱を負荷し一週間置き、次の条件の下に置く。

(1) 水吹き付け試験

(1) の試験に引き続いて次の条件の下に置く。

(2) 自由落下試験

(3) 積み重ね試験

(4) 貫通試験

本項においては、上述の試験条件下での本輸送物へ与える影響について解析し、その解析結果が一般の試験条件の設計基準を満足することを示す。

A.5.1 熱的試験

A.5.1.1 温度及び圧力の要約

本項では、一般の試験条件下における設計・解析に使用する温度及び圧力の要約を記述する。

(1) 温度

(ロ)章 B.4.2 最高温度で評価した結果、輸送物の最高温度は 38 °C の周囲温度の下で太陽放射熱を受けたとした場合、収納容器表面及び O リング近傍は、それぞれ 79.8 °C (175.62 °F) 及び 79.7 °C (175.42 °F) まで温度が上昇する。したがって、一般の試験条件下における温度は(ロ)第 A.17 表に示すように収納容器表面及び O リング近傍は、保守的に 93.33 °C (200 °F) になるものとして評価する。

(2) 圧力

(ロ)章 B.4.4 最大内圧で評価したように、収納容器内圧は、124.6 kPa[abs] (18.07 psia) である。したがって、一般の試験条件下における圧力は保守的に [REDACTED] kPa[abs] ([REDACTED] psia) とする。

(ロ)第 A.17 表 一般の試験条件下における温度

| No | 部 位 | 温 度 |
|----|---------|----------------------|
| 1 | 収納容器表面 | 93.33 °C (200 °F) |
| 2 | O リング近傍 | 93.33 °C (200 °F) |

A.5.1.2 熱膨張

本項では、輸送物内部の温度勾配により生じる応力について検討し、通常の輸送時及び一般の試験条件において輸送物が健全であることを示す。

(ロ)第 A.6 表に示すとおりドラム本体、ドラム内側ライナ及び収納容器は、 又は ステンレス鋼で製作されているため、熱膨張差は生じない。また、収納容器とクロージャーナット () は熱膨張係数が類似しているため、熱膨張による干渉はない。

したがって、ドラム本体、ドラム内側ライナ、収納容器及びクロージャーナットには熱膨張による熱応力は発生しない。

ドラム本体及びドラム内側ライナに鑄込む中性子吸収材及びキャストブル耐火物はステンレス鋼との熱膨張差があり、周方向及び軸方向の干渉が起こりうる。このため、保守的に中性子吸収材及びキャストブル耐火物が隙間なく鑄込まれたとして応力計算を行った。結果を(ロ)第 A.18 表に示す。ドラム内側ライナに発生する応力強さは、148.9 °C (300 °F) でのドラム内側ライナの降伏強度 kPa (psi) を満足する。また、中性子吸収材及びキャストブル耐火物に発生する応力強さは、降伏強度である kPa (psi) 及び kPa (psi) を満足する。したがって、中性子吸収材及びキャストブル耐火物の熱応力は、輸送物の健全性に影響を及ぼさない。

収納物であるウラン 、臨界装置用ウランアルミニウム合金、収納缶、梱包材等はそれぞれの構成物質の設計裕度により、熱膨張差による周方向又は軸方向の干渉は発生しない。

このため、収納物には熱膨張による熱応力は発生しない。

A.5.1.3 応力計算

本項では、輸送容器各部に発生する応力計算を行う。

ドラム本体、トッププラグ、ドラム内側ライナ及び収納容器に使用されるステンレス鋼はいずれも板厚が薄いため、ステンレス鋼板内には温度差が生じにくい。

このため、輸送容器各部においては、板厚方向の温度差による熱応力は小さいため、本項では計算を省略する。

次に、輸送物に作用する圧力として、収納容器内圧を最高使用圧力の [redacted] kPa[abs] ([redacted] psia)、外気圧を大気圧とすると [redacted] kPaG ([redacted] psig) の差圧が生じる。この差圧を考慮し、A.1.2 項と同様の応力計算を行う。

応力計算の結果を(□)第 A.19 表に示す。(□)第 A.19 表に示すとおり、発生する応力は許容応力を十分下回り、収納容器の構成材料は一般の試験条件による内圧上昇による使用上の問題が発生することはない。また、各負荷の繰り返しによる疲労について、一般の試験条件においては、輸送中に予想される太陽放射熱及び周囲温度として、 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-40\text{ }^{\circ}\text{F}$ ~ $100\text{ }^{\circ}\text{F}$) を考慮する。(□)章 B.4.2 最高温度に示すとおり、収納容器の最高温度は、 $93.33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($200\text{ }^{\circ}\text{F}$) であり、当該温度における収納容器の最大圧力は、[redacted] kPa[abs] ([redacted] psia) である。また、周囲温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-40\text{ }^{\circ}\text{F}$) における絶対内圧は、[redacted] kPa[abs] ([redacted] psia) である。このため、低温から高温までの収納容器の最大周期的圧力変化は、[redacted] kPa ([redacted] psi) となる。

オーステナイト系ステンレス鋼の疲労又は疲労限度は、通常、最大引張強さの約 1/2 と考えられ⁽¹⁷⁾、[redacted] ステンレス鋼については、最大引張強さの 1/2 は、[redacted] kPa ([redacted] psi) である。(□)第 A.14 表、(□)第 A.15 表及び(□)第 A.19 表に示される応力、並びに最大周期的圧力は、[redacted] kPa ([redacted] psi) の疲労限度を下回る。

A.5.3.1 供試体

本原型試験は試験目的に合わせて5基の供試体を用いて実施した⁽¹⁸⁾。いずれの供試体も、申請輸送物と同等の製作仕様に基づき製作された実寸大のモデルである。供試体及び収納物の概要を(□)第 A.5 図及び(□)第 A.6 図に、供試体の重心を(□)第 A.7 図に示す。また、申請輸送物と供試体の相違点及び各供試体の重量を(□)第 A.20 表に示す。

また、申請輸送物の中性子吸収体は [REDACTED] を用いるが、供試体では [REDACTED] に相当する [REDACTED] を使用しており、中性子吸収材の違いが問題になることはない⁽¹⁹⁾。

供試体 1~4 及び 6 で用いる収納物は、中性子吸収材が充填された 2 つの缶スペーサー、[REDACTED] つの収納缶、6 つのシリコンラバーパッド及び燃料重量模擬のため収納缶に充填したスチール製の粒子で構成され、合計重量は [REDACTED] kg ([REDACTED] lb) ~ [REDACTED] kg ([REDACTED] lb) である。

以上のことから、本供試体は強度試験において申請輸送物を模擬しているものとなる。

A.5.3.2 落下試験用施設等

1.2 m 自由落下試験、9 m 落下及び圧潰試験は、米国国立輸送研究センター (NTRC) の落下試験台で実施した⁽²⁰⁾。落下試験に用いる標的は、厚さ 127 cm (50 in.) の鉄筋コンクリート台に埋設する厚さ 5.08 cm (2 in.) の鋼板、又は厚さ 167.6 cm (66 in.) の鉄筋コンクリート台に埋設する厚さ 10.16 cm (4 in.) の鋼板で構成される。落下試験施設の写真を(□)第 A.8 図に示す。

貫通試験に用いる軟鋼棒は、垂直円筒鋼の半球状の端をもつ軟鋼製の棒であり、直径 32 mm (1.25 in.)、重量 6 kg (13 lb) である。

圧潰試験では、縦 1 m、横 1 m、重量 500 kg (1102 lb) の軟鋼板を用いた。

1 m 貫通落下試験では、垂直に固定された直径 15 cm (6 in.) の鋼製丸棒を用いた。

耐火試験は、米国 Timken Steel 社のガス燃焼炉で実施した⁽¹⁸⁾。ガス燃焼炉は 6 基の高速パルス噴射バーナーから構成され、ヒーター容量は 2.9 ~ 3.5 MW·h (10 M ~ 12 M BTU) である。耐火試験では、一般の試験条件を模擬するため供試体を余熱し、その後、設定温度 871 °C (1600 °F) のガス燃焼炉にて供試体を燃焼させた。ガス燃焼炉の写真を(□)第 A.9 図に示す。

(ロ)第 A.27 表 耐火試験における供試体内部の最高温度⁽¹⁸⁾

| 温度測定箇所 | 供試体 | | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | °C (°F) | °C (°F) | °C (°F) | °C (°F) |
| トッププラグ底部 | 149 (300) | 163 (325) | 177 (350) | 177 (350) |
| ドラム内側ライナ | | | | |
| 中間部ライナ壁 | 135 (275) | 163 (325) | 135 (275) | 135 (275) |
| 下部ライナ上部平坦部 | 107 (225) | 135 (275) | 107 (225) | 177 (350) |
| 下部ライナ壁上部 | 99 (210) | 99 (210) | 99 (210) | 99 (210) |
| 下部ライナ壁中央部 | 99 (210) | 93 (199) | 116 (241) | 93 (199) |
| 底部平坦部 | 104 (219) | 99 (210) | 99 (210) | 127 (261) |
| 収納容器 | | | | |
| 蓋 (外側上部) | 116 (241) | 110 (230) | 116 (241) | 127 (261) |
| 蓋 (内側) | 104 (219) | 104 (219) | 110 (230) | 110 (230) |
| フランジ (外側) | 116 (241) | 110 (230) | 110 (230) | 116 (241) |
| フランジ (内側) | 104 (219) | 99 (210) | 116 (241) | 104 (219) |
| 本体壁中央部 | 99 (210) | 88 (190) | 99 (210) | 82 (180) |
| 底部 (中央) | 99 (210) | 99 (210) | 88 (190) | 110 (230) |
| 模擬収納物 | | | | |
| 側面上部 | 82 (180) | 77 (171) | 77 (171) | 77 (171) |
| 側面中央部 | 77 (171) | 77 (171) | 77 (171) | 77 (171) |
| 側面底部 | 77 (171) | 77 (171) | 77 (171) | 77 (171) |

A.6.3.1 温度及び圧力の要約

本項では、特別の試験条件下における設計・解析に使用する温度及び圧力の要約を記述する。

(1) 温度

(ロ)章 B.5.3 輸送物温度で評価した結果、収納容器表面及び O リング近傍は、それぞれ 124.5 °C (256.00 °F) 及び 124.4 °C (255.81 °F) まで温度が上昇する。(ロ)第 A.28 表に示すように、本項においては収納容器表面及び O リング近傍の温度を保守的に 140.56 °C (285 °F) として評価する。

(ロ)第 A.28 表 特別の試験条件下における温度

| No | 部 位 | 温 度 |
|----|---------|-----------------------|
| 1 | 収納容器表面 | 140.56 °C (285 °F) |
| 2 | O リング近傍 | 140.56 °C (285 °F) |

(2) 圧力

(ロ)章 B.5.4 最大内圧で評価した結果、収納容器内圧は、140.63 kPa[abs] (20.40psia) である。本項においては圧力を保守的に kPa[abs] (psia) として評価する。

A.6.4 浸漬

本項では、輸送物が 15 m の水中に浸漬した場合、輸送物が十分耐えることを示す。

15 m 浸漬試験にはドラムアセンブリを伴わない収納容器のみの供試体 6 を用いた。また、15 m 浸漬試験に用いた浸漬試験装置は、直径 ■■■ m (■■■ in.)、高さ ■■■ m (■■■ ft.) のタンクで構成された、収納容器を浸漬及び加圧できる装置である。この浸漬装置に供試体 6 を浸漬させ、149.62 kPaG (21.7 psig) で 8 時間加圧させた。なお、収納される核燃料物質等の放射能の量は A₂ 値の 10 万倍を超えないため、200 m 浸漬試験は不要である。

試験の結果、密封境界の中への漏水は確認されなかった。

A.6.5 結果の要約及びその評価

特別の試験条件下における輸送物への影響について、原型試験及び解析により検討を行った。強度試験では、落下試験 I (及び落下試験 III) において、ドラムは変形するものの、収納容器は変形しない。

落下試験 II において、ドラムは局所的に変形するものの、収納容器は変形せず密封境界が保たれ、密封性は損なわれない。

引き続き行われる熱的試験でも、収納容器に発生する応力は、許容応力以下であり、密封境界が保たれ、密封性は損なわれない。

浸漬試験においても、収納容器は 149.62 kPaG (21.7 psig) の外圧に耐え、健全である。

ドラム、収納容器及び収納物の評価の結果は、(ロ)章 B 熱解析、(ロ)章 C 密封解析、(ロ)章 D 遮蔽解析及び(ロ)章 E 臨界解析に用いられる。

各解析においては、構造解析の結果を次のように考慮した。

(1) 熱解析

輸送容器の熱解析上重要な箇所は、収納容器及び収納容器蓋部である。

構造評価において、ドラムの損傷は収納容器に達せず、輸送容器は健全である。

落下試験 II によりドラムには貫通が生じない。また、ドラム蓋は外れることなく、断熱材の配置は維持されることから、断熱材の機能は十分有している。

したがって、熱解析では収納容器は変形しないものとし、断熱材の変形に関しては考慮して評価を行う。

(9) [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

(10) Parker O-Ring Handbook, ORD 5700, Parker Hannifin Corp., Lexington, Ky., 2007.

(11) ASTM D 2000, Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Applications, ASTM International, Annual Book of ASTM Standards, Sect. 9, Vol. 09.02, West Conshohocken, Pa., current revision.

(12) [REDACTED]

(13) [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

(14) [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

(15) [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

(16) MIL-STD-810F, Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests, Jan. 1, 2000.

(17) Design Guidelines for the Selection and Use of Stainless Steel, American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 1977.

(18) [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

(19) [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

(20) Shappert, L. B., "Test Facilities for Radioactive Material Transport Packages (Oak Ridge National Laboratory, USA)," RAMSTRANS, 2 (4/5), 73.79, Nuclear Technol., 1991.

(2) 解析条件

一般の試験条件における熱的条件は(□)第 B.1 表に示すとおりである。また、太陽放射熱については、(□)第 B.7 表に示す値を使用する。

(□)第 B.7 表 太陽放射熱による伝熱量

| 表面の形状及び位置の区分 | | 一日当り 12 時間の放射熱 (W/m ²) |
|---------------------------------|--------|---------------------------------------|
| 水平に輸送される平面 | 下向きの表面 | なし |
| | 上向きの表面 | 800 |
| 垂直に輸送される表面 及び水平に輸送されない下向きの表面 | | 200 |
| その他の曲面 | | 400 |

B.4.1.2 試験モデル

解析モデルを採用し、試験モデルは採用していない。

B.4.2 最高温度

一般の試験条件下における輸送物各部の解析結果を(□)第 B.8 表に示す。

日陰の場合、容易に人の近づきうる輸送物外面であるドラムアセンブリの最高温度は 40.3 °C (104.39 °F) であり、専用積載の技術基準である 85 °C を超えることはない。

日向の場合、輸送物各部の最高温度は、ドラムアセンブリで 118.4 °C (244.95 °F)、収納容器表面で 79.8 °C (175.62 °F)、O リング近傍で 79.7 °C (175.42 °F) である。

収納容器に係る強度評価等を行う場合には、上記の収納容器表面の温度に対し余裕をもたせた 93.33 °C (200 °F) を使用する。

B.4.6 結果の要約及びその評価

一般の試験条件下において、運搬中に予想される周囲温度として最高 38 °C (100 °F)、最低 -40 °C (-40 °F) での熱解析の結果に基づく評価は以下に示すとおりであり、構造強度及び密封性能に影響を与えないことを確認した。

(1) 日陰における表面温度

日陰における輸送物の人の容易に近づきうる表面の最高温度は、40.3 °C (104.39 °F) であり、許容基準温度 85 °C を超えることはない。

(2) 構造強度

日向における輸送物各部の最高温度は、ドラムアセンブリで 118.4 °C (244.95 °F)、収納容器表面で 79.8 °C (175.62 °F)、O リング近傍で 79.7 °C (175.42 °F) であり、(p) 第 B.5 表及び (p) 第 B.6 表に示す使用温度範囲内である。また、その他の構造材においても悪影響を及ぼすような温度にはならない。また、最低温度 -40 °C (-40 °F) の環境下においても (ロ) 章 A.4.2 低温強度の項に記載したように構成材料の健全性が損なわれることはない。なお、収納容器に係る強度評価等を行う場合には、93.33 °C (200 °F) で解析を行っており、一般の試験条件下の熱的試験において輸送物が健全性を維持していることを示している ((ロ) 章 A.5.1 項参照)。

一般の試験条件における収納容器の最大内圧は [REDACTED] kPa[abs] ([REDACTED] psia) であり、収納容器の設計圧力 [REDACTED] kPa[abs] ([REDACTED] psia) 以下となるため、輸送物の健全性は維持される。

(3) 密封性能

密封境界である収納容器の内側 O リングの温度は、-40 °C ~ 93.33 °C (-40 °F ~ 200 °F) となる。この値は、O リングの通常使用温度範囲 ([REDACTED] °C ~ [REDACTED] °C ([REDACTED] °F ~ [REDACTED] °F)) 内であり、劣化することはない。

B.5.1.2 試験モデル

解析モデルを採用し、試験モデルは採用していない。

B.5.2 輸送物の評価条件

一般の試験条件との相違として、特別の試験条件においては、火災による入熱を大きくするため、横置きとして輸送容器底面からも入熱を仮定する。この際、火災前の温度分布は一般の試験条件後の温度分布を使用する。火災中及び火災後の太陽放射としてドラムアセンブリ上部及び底部は、垂直に輸送される表面として 200 W/m^2 、ドラムアセンブリ胴体部は、その他の曲面として 400 W/m^2 を入熱する。

B.5.3 輸送物温度

解析結果を(ロ)第 B.10 表に示す。また、火災発生から最高温度到達までの時間経過を(ロ)第 B.5 図に示す。

輸送物各部の最高温度は、収納容器表面で $124.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($256.00 \text{ }^\circ\text{F}$)、O リング近傍で $124.4 \text{ }^\circ\text{C}$ ($255.81 \text{ }^\circ\text{F}$) である。

落下試験によるドラムアセンブリの変形に対する最高温度への影響について、(ロ)章 A 項で示す原型試験の結果、供試体 1 と供試体 2 の耐火試験では、収納容器表面温度に平均 $6.11 \text{ }^\circ\text{C}$ ($11 \text{ }^\circ\text{F}$) の差が生じる⁽¹³⁾。供試体 1 の結果は、収納容器フランジ部近傍のキャストブル耐火物の損傷が小さい場合の結果であり、供試体 2 の結果は、収納容器フランジ部近傍のキャストブル耐火物の損傷が大きい場合の結果である。したがって、供試体 1 と供試体 2 との温度差は、輸送物の損傷による温度差と考えられる⁽¹³⁾。このため、収納容器に係る強度評価等を行う場合には、解析温度に対し余裕をもたせ、収納容器、収納容器内の空気及び O リングの最高温度として $140.56 \text{ }^\circ\text{C}$ ($285 \text{ }^\circ\text{F}$) を使用する。

B.5.4 最大内圧

特別の試験条件下における収納容器内の最大圧力を(□)第 B.11 表に示す。圧力計算の方法は、一般の試験条件の場合と同様に、B.4.4 に示すとおりとする。

(□)第B.11表 収納容器の内圧計算結果

| 試験条件 | 特別の試験条件 |
|-------------------|---------------------------------|
| 温度 T | 140.56 °C (285 °F) |
| 圧力 P ₁ | 140.63 kPa[abs] (20.40 psia) |

収納容器に係る強度評価等を行う場合には、上記収納容器の内圧に対し余裕をもたせた ■■■■ kPa[abs] (■■■■ psia) を使用する。

B.5.5 最大熱応力

特別の試験条件下における熱応力は、(□)章 A.6.3 項 (A.9.2 項 (4)) に記述されているとおり、構造強度に影響を与えることはない。

B.5.6 結果の要約及びその評価

特別の試験条件下における熱解析の結果に基づく評価は、以下に示すとおりであり、構造強度及び密封性能に影響を与えないことを確認した。

(1) 温度

輸送物各部の最高温度は、収納容器表面及びOリング近傍で140.56 °C(285 °F)であり、(p)-第 B.5 表及び(p)-第 B.6 表に示す使用温度範囲内である。また、その他の構造材においても悪影響を及ぼすような温度にはならない。このため、輸送物の健全性は維持される。

(2) 内圧

特別の試験条件における収納容器の最大内圧は [REDACTED] kPa[abs] ([REDACTED] psia) であり、収納容器の設計圧力 [REDACTED] kPa[abs] ([REDACTED] psia) 以下となるため、輸送物の健全性は維持される。

(3) 密封性能

密封境界である収納容器の内側 O リングの最高温度は、140.56 °C (285 °F) となる。この値は、O リングの通常使用温度範囲 ([REDACTED] °C ~ [REDACTED] °C ([REDACTED] °F ~ [REDACTED] °F)) 内であり劣化することはない。

C. 密封解析

C.1 概要

本解析では、一般の試験条件及び特別の試験条件における本輸送物の密封性について述べる。

本輸送容器の密封装置は、収納容器であり、収納容器本体とシール蓋で構成され、収納容器本体とシール蓋との接触部は、エチレンプロピレンゴム製 O リング（シール蓋 O リング）で密封されている。

密封装置は一般及び特別の試験条件における原型試験により漏えい率が判定基準を満足することが確認され、シール蓋 O リング部は輸送物の発送前に実施される気密漏えい検査により漏えい率が判定基準を満足することが確認される。

C.2 密封装置

C.2.1 密封装置

(1) 構成

本輸送容器の密封装置は(ρ)-第 C.1 図に示すとおり、収納容器本体及びシール蓋により構成される。

(2) 材質

密封装置を構成する収納容器本体及びシール蓋にはステンレス鋼、シール蓋のシール部にはエチレンプロピレンゴム製 O リングが使用されている。

(3) 圧力及び温度

(ρ)-第 C.1 表に示す最高圧力及び最高温度での漏えい率の評価を行う。

(ρ)-第C.1表 密封装置の最高圧力及び最高温度

| 条 件 | 項 目 | 密 封 装 置 |
|---------|-----|-------------------------------|
| 一般の試験条件 | 圧力 | ██████ MPa[abs] (██████ psia) |
| | 温度 | 93.33 °C (200 °F) |
| 特別の試験条件 | 圧力 | ██████ MPa[abs] (██████ psia) |
| | 温度 | 140.56 °C (285 °F) |

C.3.2 密封装置の加圧

本輸送物はドライ状態で輸送されるため、放射線または熱により圧力が上昇する要因となる水分は含まれていない。

したがって輸送物内部の加圧要因となるのは、温度上昇による空気の熱膨張である。これによる内圧力は(ロ)章 B.4.4 項で述べたとおりである。

密封装置の耐圧強度解析は(ロ)章 B.4.4 項で示した容器の内圧に対し、設計余裕をとり、**■■■■** MPa[abs] (**■■■■** psia) の圧力で実施している。

C.3.3 冷却材汚染

本輸送容器には冷却材を使用していないので、本項は該当しない。

C.3.4 冷却材損失

本輸送容器には冷却材を使用していないので、本項は該当しない。

規則及び告示に定める技術基準への適合性の評価 (10/15)

| 規則の項目 | 告示の項目 | 説明 | 申請書記載 対応項目 | 備考 |
|-------|------------------------|---|-------------------------------|--------------------|
| | <p>別記第 5 第 3 号</p> | <p>最高温度を測定した。また、試験後、漏えい検査を実施し、収納容器の密封性能が維持されていることを確認した。</p> <p>浸漬試験 (15 m) 浸漬試験では、収納容器を深さ 15 m の水頭圧に相当する 149.62 kPa[gauge] (21.7 psig) の水圧下に 8 時間浸漬させ、密封境界の中へ漏水が無いことを確認した。</p> <p>本輸送物が特別の試験条件下に置かれた場合、輸送物の表面から 1 m 離れた位置における最大線量当量率は 0.123 mSv/h であり、10 mSv/h を超えない。</p> | <p>(口)A.6.4</p> <p>(口)D.5</p> | <p>第 6 条第 3 号イ</p> |
| | <p>第 17 条</p> | <p>本輸送物が特別の試験条件下に置かれた場合、各種落下試験による変形、耐火試験による最大内圧、熱応力の負荷に対して密封装置は健全であるので、密封性は損なわれない。</p> <p>この場合の放射性物質の 1 週間当りの漏えい率は A_2 値に対して 3.75×10^{-4} であり、規則及び告示に定める技術基準を満足している。</p> | <p>(口)C.4.2.2</p> | <p>第 6 条第 3 号ロ</p> |