

補足説明資料

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  
への適合性に関する説明資料

## 目 次

1. 概要	1
2. 添付書類 13 の記載事項について	1
3. MSF-24P(S)型の輸送容器としての設計について	3
4. 先行設計承認との記載事項の比較	6
5. 規則要求事項への適合性	8
6. 設計承認申請への引継事項	29

別紙 1 特別の試験条件時での中性子遮蔽材の密度減少量について

## 1. 概要

本書は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第107条第2項の規定に基づき、型式指定申請書の添付書類13として含めている「外運搬規則第六条若しくは第七条及び第十一条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）への適合性に関する説明書」に関する補足説明資料である。

## 2. 添付書類13の記載事項について

発電用原子炉施設に使用する特定機器の型式証明及び型式指定運用ガイド（平成25年6月19日 原規技発第13061921号）において、「外運搬規則第6条又は第7条及び第11条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）への適合性に関する説明書については、外運搬規則第21条第1項第2号の説明書の例による」とされている。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きガイド（令和2年2月26日 原規規発第2002264号）において、「外運搬規則第21条第1項第2号に掲げる書類の記載項目・内容は、原則として別記第2のとおりとする」とされており、添付書類13の記載事項は、当該ガイド別記第2（輸送容器の設計及び核燃料物質等を当該輸送容器に収納した場合の核燃料輸送物の安全性に関する説明書の記載要領）に示される項目及び内容を記載している。

なお、添付書類13の記載事項のうち、ハ章、ニ章及び参考については、第1表に示すとおり、型式指定申請上の参考扱いと判断している。

第1表 添付書類13 記載事項の型式指定申請上の位置づけ

添付書類13項目		型式指定申請上の位置づけ	備考
イ章	核燃料輸送物の説明	核燃料輸送物の使用目的、使用条件、仕様、収納物等の核燃料輸送物を説明するもの。安全解析及び安全評価の前提条件を示すものであり、審査範囲内。	イ章記載事項のうち、次の項目は輸送時の使用条件として、設計承認申請への引継事項 <sup>(注1)</sup> とする。 ・核燃料輸送物の運搬は、添付書類13(イ)章に示す輸送用の緩衝体を装着し、専用積載として周囲温度-20℃以上で実施すること。また、輸送容器の使用予定年数は60年、仕様予定回数は10回であること。
ロ章	核燃料輸送物の安全解析	外運搬規則第6条及び第11条への適合性説明のために必要な核燃料輸送物の安全解析及び安全評価を示すものであり、審査範囲内。	—
ロ章A	構造解析		
ロ章B	熱解析		
ロ章C	密封解析		
ロ章D	遮蔽解析		
ロ章E	臨界解析		
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	外運搬規則第6条及び第11条への適合性評価を示すものであり、審査範囲内。	
ハ章	輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法	核燃料輸送物の安全設計に合致した輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法を示すもので、原子力事業者等により定められる。本申請上は想定される保守及び取扱方法を示すものであり、参考の位置づけである。	ハ章記載事項のうち、次の項目は規則適合性に必要な事項であり、設計承認申請への引継事項 <sup>(注1)</sup> とする。 ・核燃料輸送物の発送前検査(表面密度検査)により、核燃料輸送物の表面の放射性物質の密度が外運搬規則第4条第1項8号に規定される表面密度限度以下であることを確認すること(外運搬規則第4条8号への適合確認のため)。 ・核燃料輸送物の発送前検査(収納物検査)により、核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品(核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る。)以外のものが収納されていないことを確認すること(外運搬規則第4条10号への適合確認のため)。 ・核燃料輸送物の発送前検査(外観検査)により、核燃料輸送物が□されていることを確認すること(外運搬規則第5条3号への適合確認のため)。
ニ章	安全設計及び安全輸送に関する特記事項	イ章～ハ章に該当しない安全設計及び安全輸送に関する特記事項を示すものであり、参考の位置づけである。	ニ章記載事項のうち、次の項目は規則適合性の前提としているため、設計承認申請への引継事項 <sup>(注1)</sup> とする。 ・核燃料輸送物の発送前検査(温度測定検査)により、太陽熱放射のない条件において輸送中人が容易に近づくことができる表面温度が85℃を超える場合は、近接防止金網を装着して輸送すること。 ・輸送用緩衝体の使用に際しては、都度、輸送容器の使用履歴を蓄積し、輸送前に、輸送容器の使用履歴、収納物の発熱量及び輸送時に想定される環境温度を踏まえ、木材温度が、概ね実績のある温度の範囲内であることを確認した後に輸送を行うこと。
参考	輸送容器の製作の方法の概要に関する説明	輸送容器の製作方法及び試験並びに検査方法の概要(例)を記載するものであり、参考の位置づけである。	本記載項目については、一例を示すもの。実製作時には、容器承認申請で審査を受ける。

(注1) 申請書本文8.において、輸送容器の設計に関する原子力規制委員会の承認を受ける際の確認事項として記載する(6.参照)。

### 3. MSF-24P(S)型の輸送容器としての設計について

MSF-24P(S)型の輸送容器としての設計については、四国電力殿 核燃料輸送物設計承認変更の承認（原規規発第22061412号 令和4年6月14日承認）（以下「先行設計承認」という。）を受けたMSF-24P型と同様の設計としている。

MSF-24P(S)型と先行設計承認のMSF-24P型との主要な仕様及び使用条件等比較を第2表に、構成部材の材質及び構造の比較を第3表に示す。第2表に示すとおり、主要な仕様及び使用条件等の差異は、収納する使用済燃料の差異のみ（MSF-24P(S)型は、15×15燃料を収納可能）であり、その他仕様及び使用条件に差異はない（収納する17×17燃料の収納条件（収納制限）はMSF-24P(S)型と輸送容器で差異なし）。

また、第3表に示すとおり、輸送容器としての材質及び構造は同一<sup>④</sup>である。

（注）型式指定申請では、（輸送用）緩衝体は申請範囲外であるが、特定の仕様及び構造の（輸送用）緩衝体（先行設計承認と同一仕様・構造）を装着して輸送することを条件とする。

第2表 主要な仕様及び使用条件等の比較（輸送容器）

項目	主要仕様		差異の理由等
	本申請 MSF-24P(S)型	先行設計承認の輸送容器 MSF-24P型	
使用目的	軽水炉型原子力発電所（PWR）の使用済燃料を、原子力発電所から再処理工場に輸送するため	左記と同じ	—
輸送物の種類	BM型核分裂性輸送物		
輸送制限個数	なし		
輸送指数	10以下		
臨界安全指数	0		
輸送物の総重量	134.4トン以下（輸送架台は含まず）		
輸送容器の外形寸法	外径約3.6 m、長さ約6.8 m （上・下部緩衝体を含む）		
輸送容器の重量	117.7トン以下（輸送架台は含まず）		
輸送容器の材質	胴・外筒・一次蓋・二次蓋：炭素鋼 三次蓋：ステンレス鋼 中性子遮蔽材：レジン 伝熱フィン：銅 バスケット：ほう素添加アルミニウム合金及びアルミニウム合金 緩衝体 <sup>(注1)</sup> ：ステンレス鋼及び木材		
輸送容器に収納する核燃料物質の仕様	PWR使用済燃料 （17×17燃料、15×15燃料）		
輸送形態	車両による陸上輸送あるいは船による海上輸送（いずれの場合も本書に示す緩衝体を装着し専用積載として輸送）	左記と同じ	—
冷却方法	自然空気冷却		
使用予定年数	60年（設計評価期間）		
輸送容器の使用予定回数	10回		
貯蔵予定期間	60年（設計貯蔵期間）		
運搬中に想定する最低温度	-20℃		

(注1) 本申請では、（輸送用）緩衝体は申請範囲外であるが、特定の仕様及び構造の（輸送用）緩衝体（先行設計承認と同一仕様・構造）を装着して輸送することを条件とする。

(注2) 17×17燃料の収納条件（収納制限）に差異はない。

第3表 構成部材の材質及び構造の比較 (輸送容器)

主要構成部材	材質		構造 (構造図)	
	本申請 MSF-24P(S)型	先行設計承認 の輸送容器 MSF-24P型	本申請 MSF-24P(S)型 (注1)	先行設計承認 の輸送容器 MSF-24P型
胴	炭素鋼 [ ]	左記と同じ	別紙1-3図	左記と同じ
外筒	炭素鋼 [ ]		別紙1-5図	
底部中性子遮蔽材カバー	ステンレス鋼 [ ]		別紙1-3図	
下部端板	ステンレス鋼 [ ]		別紙1-6図	
トランニオン	ステンレス鋼 (SUS630)		別紙1-3図 別紙1-5図	
伝熱フィン	銅 (C1020)		別紙1-16図	
中性子遮蔽材 (底部、側部)	レジン (エポキシ系樹脂)		別紙1-7図 別紙1-8図	
バスケットプレート	アルミニウム合金 (MB-A3004-H112)		別紙1-11図 別紙1-12図	
中性子吸収材	ほう素添加アルミニウム合金		別紙1-14図 別紙1-15図	
一次蓋	炭素鋼 [ ]		別紙1-17図 別紙1-18図	
蓋部中性子遮蔽材カバー	炭素鋼 [ ]			
中性子遮蔽材 (蓋部)	レジン (エポキシ系樹脂)			
一次蓋ボルト	ニッケルクロムモリブデン鋼 [ ]			
二次蓋	炭素鋼 [ ]			
二次蓋ボルト	ニッケルクロムモリブデン鋼 [ ]			
(輸送用) 三次蓋	ステンレス鋼 [ ]			
(輸送用) 三次蓋ボルト	ニッケルクロムモリブデン鋼 [ ]			
(輸送用) 緩衝体 (注2)	ステンレス鋼 [ ] 木材 [ ]			

(注1) 構造図番号は、補足説明資料「型式証明を受けた設計からの変更点及び安全評価への影響に関する説明資料」(L5-95KV260)の別紙1の図番号である。

(注2) 本申請では、(輸送用)緩衝体は申請範囲外であるが、特定の仕様及び構造の(輸送用)緩衝体(先行設計承認と同一仕様・構造)を装着して輸送することを条件とする。

[ ]内は商業機密のため、非公開とします。

#### 4. 先行設計承認との記載事項の比較

型式指定申請書添付書類 13 記載事項と先行設計承認を受けた核燃料輸送物設計変更承認申請書（以下「先行設計承認申請書」という。）の記載事項との比較結果は、補足説明資料「型式指定申請書 添付書類 13 記載事項比較表」（L5-95KV272）に示している。その比較結果より抽出される主な差異を第4表に示す。

第4表に示すとおり、型式指定申請上の参考の位置づけである、ハ章、ニ章及び参考を除く、イ章及びロ章（A～G）についての先行設計承認との主な差異は、15×15 燃料の収納に伴う、15×15 燃料収納時の安全機能及び構造強度に係る安全評価の追加である。15×15 燃料収納時の安全評価は17×17 燃料収納時の安全評価（先行設計承認と同じ）に対し、燃料集合体のモデル化条件のみが異なるものである。15×15 燃料の燃料集合体モデル化条件等については、添付書類13の各安全解析（ロ章）に示している。



第4表 先行設計承認申請書との主な記載事項の差異

添付書類 13 項目	先行設計承認申請書との主な差異	備考
イ章	核燃料輸送物の説明	・先行設計承認では15×15 燃料は収納対象外。
ロ章	核燃料輸送物の安全解析	—
ロ章A	構造解析 (註1)	・15×15 燃料被覆管の応力評価方法は17×17 燃料被覆管と同じ。
ロ章B	熱解析	・15×15 燃料収納時の熱解析方法は17×17 燃料収納時と同じ。
ロ章C	密封解析	・15×15 燃料の放射能量は17×17 燃料に比べ少ないため、密封評価は17×17 燃料収納時に包絡される。
ロ章D	遮蔽解析	・15×15 燃料収納時の遮蔽解析方法は17×17 燃料収納時と同じ。
ロ章E	臨界解析	・15×15 燃料収納時の臨界解析方法は17×17 燃料収納時と同じ。
ロ章F	核燃料輸送物の経年変化の考慮	・最高温度及び照射量に差異が生じるが、経年変化の必要性評価方法及び評価結果は17×17 燃料収納時と同じ。 ・15×15 燃料被覆管の周方向応力の評価方法は17×17 燃料の評価方法と同じ。
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	・適合性の評価結果は先行設計承認と同じ。
ハ章	輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法	・左記の差異は、本型式指定申請は横置き貯蔵であることに對し、先行設計承認はたて置き貯蔵であることによるもの。
ニ章	安全設計及び安全輸送に関する特記事項	—
参考	輸送容器の製作の方法の概要に関する説明	・記載事項項目は、一例を示すもの。実製作時には、容器承認申請で審査を受ける。

(注1) 構造解析において、外筒、下部端板、蓋部中性子遮蔽材カバナー及び底部中性子遮蔽材カバナーの設計基準に金属キヤスク構造規格 (註2) の中間節の規定を適用していることについて、先行設計承認申請書と同様に、設計・建設規格 (註3) のクラス1 支持構造物の規定を適用する。

(注2) (一社) 日本機械学会, 「使用済燃料貯蔵施設規格 金属キヤスク構造規格 (JSME S FAI-2007)」, (2007)。

(注3) (一社) 日本機械学会, 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NCI-2012)」, (2012)。

## 5. 規則要求事項への適合性

MSF-24P(S)型は、BM型核分裂性輸送物である。したがって、外運搬規則第6条（BM型輸送物に係る技術上の基準）及び第11条（核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準）に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）への適合性を申請書添付書類13（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）に示している。

MSF-24P(S)型の設計は、以下に示すとおり、外運搬規則第6条及び第11条に適合している<sup>(注)</sup>。

(注) 以下に示す外運搬告示とは、核燃料物質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）を示す。

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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) 記載事項	添付書類 13 記載対応項目																																																																	
<p>(核燃料輸送物としての核燃料物質等の運搬)</p> <p>第3条 核燃料物質等は、次の各号に掲げる核燃料物質等の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める種類の核燃料輸送物として運搬しなければならない。</p> <p>第1項第1号 危険性が極めて少ない核燃料物質等として原子力規制委員会の定めるもの L型輸送物</p> <p>第2号 原子力規制委員会の定める量を超えない量の放射能を有する核燃料物質等（前号に掲げるものを除く。） A型輸送物</p> <p>第3号 前号の原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等（第一号に掲げるものを除く。） BM型輸送物又は BU型輸送物</p>	<p>(L型輸送物として運搬できる核燃料物質等)</p> <p>第3条 規則第3条第1項第1号の危険性が極めて少ない核燃料物質等として原子力規制委員会の定めるものは、次の各号の一に該当する核燃料物質等とする。(後略)</p> <p>(A型輸送物として運搬できる核燃料物質等の放射能の量の限度)</p> <p>第4条 規則第3条第1項第2号の原子力規制委員会の定める量は、次の表の上欄に掲げる核燃料物質等の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる放射能の量とする。(後略)</p>	<p>該当しない。</p> <p>該当しない。</p> <p>本輸送物の収納物は下記のとおりであり、原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等に該当するので BM型輸送物として輸送する。</p> <table border="1" data-bbox="1840 1165 2478 1795"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="2">中央部</th> <th colspan="2">外周部</th> </tr> <tr> <th>A型</th> <th>B型</th> <th>A型</th> <th>B型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">燃料集合体の種類</td> <td colspan="4">軽水炉 (PWR) 使用済燃料</td> </tr> <tr> <td colspan="2">性状</td> <td colspan="4">固体 (二酸化ウラン粉末焼結体)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ウラン重量 (kg 以下)</td> <td colspan="4" rowspan="2" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">放射能の量 (PBq 以下)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">初期濃縮度 (wt%以下)</td> <td colspan="4">4.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">燃 焼 度</td> <td>収納物最高 (MWD/MTU 以下)</td> <td>48,000</td> <td></td> <td>44,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>収納物平均 (MWD/MTU 以下)</td> <td colspan="4">44,000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">発熱量 (kW 以下)</td> <td colspan="4">15.8</td> </tr> <tr> <td colspan="2">冷却日数 (日以上)</td> <td>5,479</td> <td>6,209</td> <td>5,479</td> <td>6,209</td> </tr> <tr> <td colspan="2">収納体数 (体)</td> <td colspan="2">12</td> <td colspan="2">12</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 17×17 燃料を代表として記載する。</p>			中央部		外周部		A型	B型	A型	B型	燃料集合体の種類		軽水炉 (PWR) 使用済燃料				性状		固体 (二酸化ウラン粉末焼結体)				ウラン重量 (kg 以下)						放射能の量 (PBq 以下)		初期濃縮度 (wt%以下)		4.2				燃 焼 度	収納物最高 (MWD/MTU 以下)	48,000		44,000		収納物平均 (MWD/MTU 以下)	44,000				発熱量 (kW 以下)		15.8				冷却日数 (日以上)		5,479	6,209	5,479	6,209	収納体数 (体)		12		12		<p>(イ)-A、 (イ)-D</p>
		中央部			外周部																																																															
		A型	B型	A型	B型																																																															
燃料集合体の種類		軽水炉 (PWR) 使用済燃料																																																																		
性状		固体 (二酸化ウラン粉末焼結体)																																																																		
ウラン重量 (kg 以下)																																																																				
放射能の量 (PBq 以下)																																																																				
初期濃縮度 (wt%以下)		4.2																																																																		
燃 焼 度	収納物最高 (MWD/MTU 以下)	48,000		44,000																																																																
	収納物平均 (MWD/MTU 以下)	44,000																																																																		
発熱量 (kW 以下)		15.8																																																																		
冷却日数 (日以上)		5,479	6,209	5,479	6,209																																																															
収納体数 (体)		12		12																																																																

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第3条</p> <p>第2項 前項の規定にかかわらず、放射能濃度が低い核燃料物質等であつて危険性が少ないものとして原子力規制委員会の定めるもの（以下「低比放射性物質」という。）及び核燃料物質等によつて表面が汚染された物であつて危険性が少ないものとして原子力規制委員会の定めるもの（以下「表面汚染物」という。）は、原子力規制委員会の定める区分に応じ、IP-1型輸送物、IP-2型輸送物又はIP-3型輸送物として運搬することができる。</p> <p>第3項 前2項に掲げるL型輸送物、A型輸送物、BM型輸送物、BU型輸送物、IP-1型輸送物、IP-2型輸送物及びIP-3型輸送物は、当該核燃料輸送物の経年変化を考慮した上で、それぞれ次条から第10条までに規定する技術上の基準に適合するものでなければならない。</p>		<p>該当しない。</p> <p>輸送容器の構成部材及び収納物の経年変化を以下のとおり考慮した上で、第6条の技術上の基準に適合していることを確認している。</p> <p>a. 本輸送物に想定される使用状況及びそれに伴い考慮すべき経年変化の要因は以下のとおり。</p> <p>(1) 使用状況 構内輸送、貯蔵（保管）、再処理工場への輸送の用途で、使用予定年数を60年、使用予定回数を10回と想定する。</p> <p>(2) 経年変化の要因 熱的劣化、放射線照射による劣化、化学的劣化及び疲労による劣化とする。</p> <p>b. 「a.」を踏まえ、経年変化の考慮の必要性及び考慮の方法について、以下のとおり評価した。</p> <p>(1) 熱的劣化については、貯蔵又は輸送時における除熱解析結果（最高温度評価結果）を基に評価した結果、安全解析において以下の構成部材の熱的劣化を考慮することとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バスケット（アルミニウム合金）については、高温環境下では組織変化による強度低下（過時効の効果含む）が考えられるため、貯蔵開始時の温度が60年間継続する際の材料特性を反映した設計用強度・物性値を基に強度評価を行う。</li> <li>・中性子遮蔽材（レジン）については、高温環境下では含有する水分が放出されることによる質量減損が考えられるため、貯蔵開始時の温度が60年間継続する際の質量減損量を評価した結果、約1.9%となったことから、遮蔽解析では、保守的に2.5%の質量減損を考慮する。</li> <li>・金属ガスケット（アルミニウム/ニッケル基合金）については、高温環境下ではリラクゼーションによる落下時の密封性能低下が考えられるため、貯蔵開始時の温度が60年間継続する際の密封性能の低下</li> </ul>	(ロ)-F

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第3条 第3項（続き）</p>		<p>を考慮しても保証できる漏えい率を用いて 15 m 浸漬における 1 か月間の浸水量を評価した結果、約 2 リットルとなったことから、臨界解析では、保守的に 5 リットルの浸水を考慮する。</p> <p>また、緩衝材として用いる木材については、実輸送時における緩衝材の温度及び使用済燃料輸送実績のある輸送容器を廃棄する際に採取した木材の試験結果より、これまでの実績と同様の使用環境であれば、木材の熱的劣化は生じないと考えられる。</p> <p>その他の部材については、最高温度がクリープによる変形を考慮する必要のない温度以下である等の理由により安全解析において考慮すべき経年変化は生じない。</p> <p>(2) 放射線照射による劣化については、中性子照射による強度、弾性、脆化等の機械的性質への影響が考えられるが、使用予定期間中の累積照射量が機械的特性変化を考慮する必要のない照射量に比べて小さい等の理由により安全解析において考慮すべき経年変化は生じない。</p> <p>(3) 化学的劣化に関しては、腐食による強度の低下が考えられるが、不活性ガス雰囲気下にある、又は酸素が連続的に供給されない閉鎖環境下にある等の理由により安全解析において考慮すべき経年変化は生じない。</p> <p>(4) 疲労による劣化に関しては、繰返し荷重の作用による疲労破壊が考えられるが、荷重の作用回数が許容繰返し回数を大きく下回るため安全解析において考慮すべき経年変化は生じない。</p> <p>c. 以上より、安全解析においては、上記で抽出されたバスケット（アルミニウム合金）、中性子遮蔽材（レジン）及び金属ガスケットの熱的劣化による影響を考慮した評価を実施し、第 6 条の技術上の基準に適合していることを確認した。</p>	

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>(BM 型輸送物に係る技術上の基準)</p> <p>第 6 条 BM 型輸送物に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。</p> <p>第 6 条第 1 号 前条第 1 号から第 8 号までに定める基準。ただし、同条第 6 号イに定める要件は、適用しない。</p> <p>(第 5 条第 1 号) 前条第 1 号から第 5 号まで、第 8 号及び第 10 号に定める基準</p> <p>(第 4 条第 1 号) 容易に、かつ、安全に取扱うことができること。</p> <p>(第 4 条第 2 号) 運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。</p>		<p>後述のとおり第 5 条第 1 号～第 8 号までに定める基準に適合している。ただし、第 6 号に定められる要件は該当しない。</p> <p>後述のとおり第 4 条第 1 号～第 5 号、第 8 号及び第 10 号に定める基準に適合している。</p> <p>本輸送物は、以下に示すように容易に、かつ、安全に取扱うことができる。</p> <p>a. 輸送物は、キャスク本体にトラニオンがあり、吊上げ、吊下しは専用吊具を用い、クレーンを使用して容易に行える。また、輸送物は専用の輸送架台を用いて車輛又は船舶に強固に積付けられる等、安全に取り扱えるものである。</p> <p>b. 輸送物の吊上装置であるトラニオンは、公式を用いた計算により、取扱時を考慮して安全係数を 3 とし、収納物の最大収納体数を考慮した輸送物の吊上げ荷重の負荷時にも設計降伏点を下回るよう設計しており、急激な吊上げに耐えられるものである。</p> <p>c. 輸送物には、トラニオンを除いて輸送物を吊上げるおそれのある吊手はない。 また、輸送物は、専用吊具によって容易に、かつ、安全に取り扱うことができる。</p> <p>d. 輸送物の表面は滑らかに仕上げられており、雨水が溜らない構造となっている。</p> <p>本輸送物は、以下に示すように運搬中に予想される温度（-20℃～38℃）及び内圧の変化、振動等により、き裂、破損等の生じるおそれはない。</p> <p>a. 運搬中に予想される輸送物各部の最低温度は一律-20℃とし、最高温度は一般の試験条件の熱的試験と同様に周囲温度 38℃及び太陽放射熱を保守的に連続で負荷した条件の下で、軸方向燃焼度分布を考慮した上で、収納物の崩壊熱量の最大値に裕度を見た 18.1 kW とし輸送物各部の温度を ABAQUS コードを用いて解析評価している。収納物の最高温度は 206℃であり、制限温度 275℃より低いため、燃料被覆管の機械的特性に影響はない。</p>	<p>(イ)-C</p> <p>(ロ)-A. 4. 4</p> <p>(イ)-C</p> <p>(イ)-C</p> <p>(ロ)-B. 4. 6</p>

規則 (外運搬規則) の項目	告示 (外運搬告示) の項目	申請書添付書類 13 (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) 記載事項	添付書類 13 記載対応項目
(第4条第2号) (続き)		<p>本輸送物の主要な中性子遮蔽材であるレジンの温度は127℃であり、使用可能温度 149℃より低いため、遮蔽性能が低下することはない。</p> <p>また、二次蓋金属ガスケット温度は 105℃であり、金属ガスケットの使用可能温度 130℃より低く、三次蓋 O リング温度は 103℃であり、O リングの使用可能温度 150℃より低いため、密封性能が低下することはない。</p> <p>b. 運搬中に予想される温度の変化に対して、輸送物は周囲温度-20℃～38℃の温度の範囲において、各部品の熱膨張に伴う寸法変化は十分小さく、部品同士の干渉が生じないため、き裂、破損等の生じるおそれはない。また、発生する熱応力に対しても、耐える強度をもつことから、構造健全性は維持される。</p> <p>c. 運搬中に予想される内圧の変化に対して、輸送物の運搬中に予想される最大内圧は胴内圧が 0.078MPa、一二次蓋間が 0.39MPa、二三次蓋間が 0.253MPa であり、構造解析ではその圧力条件を上回る差圧を胴内、一二次蓋空間及び二三次蓋空間に設定した条件で、熱応力を含めた各部の応力を ABAQUS コードを用いて解析評価している。また、中性子遮蔽材充填空間においても温度上昇に伴う圧力上昇を考慮している。運搬中の温度変化により予想される容器本体各部の温度差による熱応力や内圧の変化による荷重が負荷されても各部が設計応力強さ等基準値を下回り、構造健全性が維持され、き裂、破損等の生じるおそれはない。また、三次蓋の口開き変形量は O リングの初期締め付け代より小さく、密封性を損なうことはない。</p> <p>d. 本輸送物の胴内は、真空置換によりヘリウムを充填するため残留水はなく、水の放射線分解によってガスが発生しないため、内圧を高めることはなく、密封性を損なうことはない。</p> <p>e. 三次蓋は輸送時の振動等により緩まないよう、三次蓋ボルトにより強固に締付けられており、運搬中の温度及び内圧の変化を考慮しても、開くことはない。また、輸送物のキャスク本体と三次蓋の接合部の密封境界には O リングを設けており、密封を保っている。</p> <p>f. 固縛装置であるトラニオンは、公式を用いた計算により、輸送物最大重量を考慮したうえで、輸送中発生する上下及び前後方向加速度 2g 並びに左右方向加速度 1g の負荷時にも設計降伏点を下回るように設計されているため、構造健全性は維持される。</p> <p>また、本輸送物は固有振動数(215 Hz)と輸送による振動数(10 Hz)の</p>	<p>(ロ)-A. 5. 1, 2</p> <p>(ロ)-A. 5. 1</p> <p>(ロ)-B. 4. 4</p> <p>(ロ)-A. 4. 7、 (ロ)-A. 5. 1、 (ロ)-C. 2, 4</p> <p>(ロ)-A. 4. 5、 (ロ)-A. 4. 7</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>(第4条第2号) (続き)</p> <p>(第4条第3号) 表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること。</p> <p>(第4条第4号) 材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じるおそれがないこと。</p> <p>(第4条第5号) 弁が誤って操作されないような措置が講じられていること。</p> <p>(第4条第6号) 開封されたときに見やすい位置（当該位置に表示を有することが困難である場合は、核燃料輸送物の表面）に「放射性」又は「RADIOACTIVE」の表示を有していること。ただし、原子力規制委員会の定める場合は、この限りでない。</p> <p>(第4条第7号) 表面における原子力規制委員会の定める線量当量率の最大値（以下「最大線量当量率」という。）が五マイクロシーベルト毎時を超えないこと。</p>		<p>差が大きく、励振力による輸送物の応答増幅の影響はなく、輸送中の振動による荷重は0.3m落下事象に包絡される。よって、輸送物は予想される振動等によって、き裂、破損等の生じるおそれはない。</p> <p>輸送物表面には、取扱時使用するトランニオン以外には不要な突起物がなく、また、輸送物表面はステンレス鋼もしくは塗装を施した炭素鋼面であり、滑らかに仕上げていることから、除染は容易である。</p> <p>本輸送物には、炭素鋼、ステンレス鋼等化学的に安定した材料を使用しており、以下に示すように各々の材料相互の間及び収納物との間では、危険な物理的作用又は化学反応を起こすおそれはない。</p> <p>a. 構成部品同士の熱膨張による干渉はないことから、材料相互の接触による、き裂、破損等を生じるおそれはない。</p> <p>b. レジンを外筒等に密閉する、また、胴内をヘリウム雰囲気にする等、材料相互で腐食等が生じない設計としている。</p> <p>c. レジン及びOリングは金属と接触しても化学反応を起こすおそれはない。</p> <p>d. 伝熱フィンと胴及び外筒の接合部は、異種金属接触による電気的な腐食促進の影響は小さい。</p> <p>三次蓋に設置されるリリーフバルブにはリリーフバルブカバープレート</p> <p>を設け、運搬中は覆われる設計としており、誤って操作されることはない。</p> <p>該当しない。</p> <p>該当しない。</p>	<p>(イ)~(ロ)</p> <p>(ロ)-A. 5. 1. 2</p> <p>(ロ)-A. 4. 1</p> <p>(ロ)-A. 4. 1</p> <p>(ロ)-A. 4. 1</p> <p>(ロ)-A. 4. 3</p>



規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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) 記載事項	添付書類 13 記載対応項目												
<p>(第4条第8号) 表面の放射性物質の密度が原子力規制委員会の定める密度（以下「表面密度限度」という。）を超えないこと。</p> <p>(第4条第9号) 核分裂性物質（ウラン二三三、ウラン二三五、プルトニウム二三九、プルトニウム二四一及びこれらの化合物並びにこれらの一又は二以上を含む核燃料物質（原子力規制委員会の定めるものを除く。）をいう。以下同じ。）が収納されている場合には、外接する直方体の各辺が十センチメートル以上であること。</p> <p>(第4条第10号) 核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品（核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る。）以外のものが収納されていないこと。</p>	<p>(表面密度限度) 第9条 規則第4条第8号の原子力規制委員会の定める密度は、次の表の上欄に掲げる放射性物質の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる密度とする。ただし、通常の取扱いにおいて、はく離するおそれがない放射性物質の密度については、この限りでない。</p> <table border="1" data-bbox="1003 556 1765 745"> <thead> <tr> <th>放射性物質の区分</th> <th>密 度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アルファ線を放出する放射性物質</td> <td>〇・四ベクレル毎平方センチメートル</td> </tr> <tr> <td>アルファ線を放出しない放射性物質</td> <td>四ベクレル毎平方センチメートル</td> </tr> </tbody> </table>	放射性物質の区分	密 度	アルファ線を放出する放射性物質	〇・四ベクレル毎平方センチメートル	アルファ線を放出しない放射性物質	四ベクレル毎平方センチメートル	<p>本輸送物の表面の放射性物質の密度は、発送前に表面密度限度以下であることを確認したうえで、発送される。</p> <table border="1" data-bbox="1929 367 2448 577"> <thead> <tr> <th>放射性物質の区分</th> <th>密 度 (Bq/cm<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アルファ線を放出する放射性物質</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>アルファ線を放出しない放射性物質</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>該当しない。</p> <p>本輸送物には、収納物以外のものが収納されていないことを確認したうえで蓋をするので、本輸送物の安全性を損なうおそれのあるものを収納することはない。</p>	放射性物質の区分	密 度 (Bq/cm <sup>2</sup> )	アルファ線を放出する放射性物質	0.4	アルファ線を放出しない放射性物質	4	<p>(ハ)-A</p> <p>(ハ)-A</p>
放射性物質の区分	密 度														
アルファ線を放出する放射性物質	〇・四ベクレル毎平方センチメートル														
アルファ線を放出しない放射性物質	四ベクレル毎平方センチメートル														
放射性物質の区分	密 度 (Bq/cm <sup>2</sup> )														
アルファ線を放出する放射性物質	0.4														
アルファ線を放出しない放射性物質	4														

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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) 記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>(第5条第2号) 外接する直方体の各辺が十センチメートル以上であること。</p> <p>(第5条第3号) みだりに開封されないように、かつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように、容易に破れないシールの貼付け等の措置が講じられていること。</p> <p>(第5条第4号) 構成部品は、摂氏零下四十度から摂氏七十度までの温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。</p> <p>(第5条第5号) 周囲の圧力を六十キロパスカルとした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。</p> <p>(第5条第6号) 液体状の核燃料物質等が収納されている場合には、次に掲げる要件に適合すること。 イ 容器に収納することができる核燃料物質等の量の二倍以上の量の核燃料物質等を吸収することができる吸収材又は二重の密封部分から成る密封装置（容器の構成部品のうち、放射性物質の漏えいを防止するための密封措置が施されているものをいう。以下同じ。）を備えること。ただし、法第59条第3項の規定により承認を受けた容器（BM型輸送物又はBU型輸送物に係るものに限る。）を使用する場合は、この限りでない。 ロ 核燃料物質等の温度による変化並びに運搬時及び注入時の挙動に対処し得る適切な空間を有していること。</p>		<p>本輸送容器の仕様は外径3550mm、長さ6783mmの円筒型容器であり、外接する直方体の各辺は10 cm以上である。</p> <p>本輸送物の三次蓋は、三次蓋ボルトで強固に締め付けられており、輸送の際には上部緩衝体で覆われるため、不用意に三次蓋ボルトが外されることはない。また、上部緩衝体は取付後 <input type="checkbox"/> されるので、開放された場合はそれが明らかとなる。</p> <p>本輸送物は、周囲温度-20℃～38℃で使用する。 本輸送容器の構成部品は、-20℃から運搬中に予想される最高温度の範囲で脆化、著しい強度の低下等、材料強度への影響はなく、構成部品にき裂、破損等を生じるおそれはない。</p> <p>本輸送物の密封装置は、周囲圧力が60kPaの場合を考慮した差圧を胴内及び二次蓋空間に設定した解析により、密封装置の健全性を損なうことがないことを規則第4条第2号の熱解析及び構造解析において ABAQUS コードを用いて確認しているため、放射性物質の漏えいはない。</p> <p>該当しない。</p>	<p>(イ)-C</p> <p>(ロ)-C. 2、 (ハ)-A</p> <p>(ロ)-A. 3、 (ロ)-A. 4. 2、 (ロ)-B. 4. 6</p> <p>(ロ)-A. 4. 6</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>(第5条第7号) 表面における最大線量当量率が二ミリシーベルト毎時を超えないこと。ただし、専用積載として運搬する核燃料輸送物であつて、核燃料物質等車両運搬規則（昭和53年運輸省令第72号）第4条第2項並びに第19条第3項第1号及び第2号に規定する運搬の技術上の基準に従うもののうち、安全上支障がない旨の原子力規制委員会の承認を受けたものは、表面における最大線量当量率が十ミリシーベルト毎時を超えないこと。</p> <p>(第5条第8号) 表面から一メートル離れた位置における最大線量当量率（コンテナ又はタンクを容器として使用する核燃料輸送物であつて、専用積載としない運搬するものについては、表面から一メートル離れた位置における最大線量当量率に原子力規制委員会の定める係数を乗じた線量当量率）が百マイクロシーベルト毎時を超えないこと。ただし、核燃料輸送物を専用積載として運搬する場合であつて、安全上支障がない旨の原子力規制委員会の承認を受けたときは、この限りでない。</p> <p>(第5条第9号) 原子力規制委員会の定める A 型輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。 イ 放射性物質の漏えいがないこと。 ロ 表面における最大線量当量率が著しく増加せず、かつ、二ミリシーベルト毎時（第7号ただし書に該当する場合は、十ミリシーベルト毎時）を超えないこと。</p> <p>(第5条第10号) 原子力規制委員会の定める液体状又は気体状の核燃料物質等（気体状のトリチウム及び希ガスを除く。）が収納されている A 型輸送物に係る追加の試験条件の下に置くこととした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。</p>		<p>本輸送物は、以下を考慮して保守的な条件を設定し、DOT3.5 コードにて解析した結果、通常輸送時の輸送物表面の最大線量当量率は 1172.9 <math>\mu</math>Sv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 線源として保守的に中央部に全てバーナブルポイズン集合体を装荷した最高燃焼度の燃料 12 体を、外周部に全て平均燃焼度の燃料 12 体を収納するとしている。</li> <li>b. 燃料の燃焼条件を包絡する軸方向燃焼度分布を考慮している。</li> <li>c. 燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体の放射化を考慮している。</li> <li>d. 解析モデルについては遮蔽材の最小寸法を使用し、中性子遮蔽材については規則第3条第3項の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、熱的劣化を考慮し、その質量が 2.5 % 減損したとしている。</li> </ul> <p>本輸送物は、上記と同じ条件にて解析した結果、通常輸送時の輸送物の表面から 1 m 離れた位置における最大線量当量率は 86.1 <math>\mu</math>Sv/h であり、基準値の 100 <math>\mu</math>Sv/h を超えることはない。</p> <p>該当しない。</p> <p>該当しない。</p>	<p>(ロ)-D.4、 (ロ)-D.5</p> <p>(ロ)-D.4、 (ロ)-D.5</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目														
<p>第6条第2号</p> <p>原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。</p>	<p>(BM型輸送物に係る一般の試験条件)</p> <p>第14条</p> <p>規則第6条第2号の原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件は、別記第4に掲げる条件とする。</p> <p>別記第4第1号</p> <p>摄氏三十八度の条件下に一週間置くこと。この場合において、次の表の上欄に掲げる当該核燃料輸送物の表面の形状及び位置の区分に応じ、それぞれ、同表下欄に掲げる放射熱を一日につき十二時間負荷すること。</p> <table border="1" data-bbox="1003 695 1768 989"> <thead> <tr> <th colspan="2">表面の形状及び位置の区分</th> <th>放射熱 (ワット毎平方メートル)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">水平に輸送される平面</td> <td>下向きの表面</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>上向きの表面</td> <td>八百</td> </tr> <tr> <td colspan="2">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</td> <td>二百</td> </tr> <tr> <td colspan="2">その他の表面</td> <td>四百</td> </tr> </tbody> </table> <p>別記第4第2号</p> <p>別記第3第1号の条件の下に置くこと</p> <p>備考 第1号及び第2号の条件については、同一の供試物を用いるものとする。</p> <p>別記第3第1号</p> <p>A型輸送物に係る一般の試験条件</p> <p>イ 五十ミリメートル毎時の雨量に相当する水を一時間吹き付けること。</p> <p>ロ イの条件の下に置いた後、次の条件の下に置くこと。ただし、(2)の条件については、(1)、(3)及び(4)の供試物とは別個の供試物を用いること。</p> <p>(1) その重量が、五千キログラム未満のものにあつては一・二メートルの高さから、五千キログラム以上一万キログラム未満のものにあつては〇・九メートルの高さから、一万キログラム以上一万五千キログラム未満のものにあつては〇・六メートルの高さから、一万五千キログラム以上のものにあつては〇・三メートルの高さから、それぞれ、最大の破損を及ぼすように落下させること。</p>	表面の形状及び位置の区分		放射熱 (ワット毎平方メートル)	水平に輸送される平面	下向きの表面	なし	上向きの表面	八百	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		二百	その他の表面		四百	<p>一般の試験条件の下での本輸送物の各部温度評価として、規則第4条第2号 a. の熱解析において、周囲温度 38℃及び太陽放射熱を保守的に連続で負荷した条件にて定常状態に達した温度を評価し、各部が使用可能温度を超えないことを確認している。続いて、上記で評価した各部の温度分布を引き継いだ ABAQUS コードによる構造解析において、各部が設計応力強さ等基準値を下回ることを確認しているため、輸送物の構造健全性及び密封性を損なうことはない。</p> <p>以下のとおり別記第3第1号の条件の下に置いて評価している。</p> <p>一般の試験条件</p> <p>イ. 水噴霧試験</p> <p>本輸送物の表面はステンレス鋼もしくは塗装を施した炭素鋼面であり、水切りは極めてよく、本試験の実施によっても輸送物の構造健全性及び密封性を損なうことはない。</p> <p>ロ. (1) 自由落下</p> <p>本輸送物の重量は 134.4 トン以下であるため、落下高さは 0.3 m であり、落下時に輸送物が最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナーの各姿勢について CRUSH コードを用いて、緩衝体を除いた輸送物と落下試験台を剛体とし、緩衝体の変形量及び落下試験との比較検証結果を踏まえ保守的に設定した負荷係数 1.2 を考慮して衝撃荷重を解析</p>	<p>(ロ)-B.4.1.1、 (ロ)-A.5.1</p> <p>(ロ)-A.5.2</p> <p>(ロ)-A.5.3</p>
表面の形状及び位置の区分		放射熱 (ワット毎平方メートル)															
水平に輸送される平面	下向きの表面	なし															
	上向きの表面	八百															
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		二百															
その他の表面		四百															

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
第 6 条第 2 号（続き）	<p>(2) その重量が、五十キログラム以下のファイバー板製又は木製の直方体のものにあつては、それぞれの角に対して最大の破損を及ぼすように、その重量が、百キログラム以下のファイバー板製の円筒形のものにあつては、両縁の四半分ごとに対して最大の破損を及ぼすように、それぞれ、<math>\phi</math>・三メートルの高さから落下させること。</p> <p>(3) その重量の五倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に十三キロパスカルを乗じて得た値に相当する荷重のうち、いずれか大きいものを二十四時間加えること。</p> <p>(4) 重量が六キログラムであり、直径が三・二センチメートルの容易に破損しない棒であつて、その先端が半球形のもを一メートルの高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。</p>	<p>し、保守的な設計加速度を設定している。緩衝体の最大変形量は底部コーナー落下時における 324 mm である。</p> <p>また、この時の容器本体各部の応力を ABAQUS コードを用いて解析評価し、バスケット及び燃料被覆管については公式を用いた計算により評価している。ここで、バスケットについては規則第 3 条第 3 項の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、熱的劣化を考慮した設計用強度・物性値を基に評価している。容器本体、バスケット及び燃料被覆管は、自由落下による衝撃力が負荷されても各部に生じる応力が設計応力強さ等基準値を下回ることから、容器本体、バスケット及び燃料被覆管の構造健全性及びに容器本体の密封性を損なうことはない。</p> <p>(2) 該当しない。</p> <p>(3) 積み重ね試験 自重の 5 倍に相当する荷重は <math>6.591 \times 10^4</math> N であり、鉛直投影面積に 13 kPa を乗じて得た値に相当する荷重より大きいので、これを解析している。 解析は、公式を用いた計算により、輸送物の垂直方向の圧縮強度及び水平方向の曲げ強度について行っており、本試験の実施によっても設計降伏点を下回り、容器本体の構造健全性を損なうことはなく、密封部の健全性が維持される。 なお、輸送物を積み重ねた場合、緩衝体部分が積み重なるので、外筒や蓋部及び底部中性子遮蔽材カバーには荷重が作用しないため、遮蔽解析に影響する破損は生じない。 一方、緩衝体は最大 20 mm 程度変形する可能性があるが、ロ章 D の遮蔽解析で考慮している 0.3 m 落下で想定される変形量には包絡される。</p> <p>(4) 貫通試験 貫通試験は重量 6 kg、直径 3.2 cm の棒を輸送物の最も弱い部分に 1 m の高さから落下させたとしている。試験棒は軟鋼とし、衝撃荷重は輸送物が受け持つものとして公式を用いた計算を行った結果、本試験の実施によっても棒の落下エネルギーは本輸送物外表面で最も板厚の薄い緩衝体カバープレートのせん断エネルギーよりも小さいため、容器本体の構造健全性を損なうことはない。 また、遮蔽解析に影響する破損も生じない。</p>	<p>(ロ)-A. 5. 4</p> <p>(ロ)-A. 5. 5</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第 6 条第 2 号（続き）</p> <p>イ 前条第 9 号ロの要件</p> <p>ロ 放射性物質の一時間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと。</p>	<p>別記第 3 第 2 号</p> <p>液体状又は気体状の核燃料物質等（気体状のトリチウム及び希ガスを除く。）が収納されている A 型輸送物に係る追加の試験条件</p> <p>液体状又は気体状の核燃料物質等が収納されている核燃料輸送物にあつては、前号の条件の下に置くほか、次のイ及びロの条件のうち、最大の破損を受ける条件の下に置くこと。</p> <p>イ 九メートルの高さから最大の破損を及ぼすように落下させること。</p> <p>ロ 前号ロ（4）に規定する棒を一・七メートルの高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。</p> <p>(BM 型輸送物に係る一般の試験条件の下における漏えい量)</p> <p>第 15 条</p> <p>規則第 6 条第 2 号ロの原子力規制委員会の定める量は、A 2 値の百万分の一とする。</p>	<p>該当しない。</p> <p>本輸送物を一般の試験条件下に置いた場合、緩衝体に変形が生じることを踏まえ、第 5 条第 7 号の通常輸送時の評価条件に基づき、CRUSH コードにより得られた緩衝体の各落下方向の変形を重畳させた保守的なモデルを用いて、DOT3.5 コードにて解析した結果、一般の試験条件下の輸送物表面の最大線量当量率は 1172.9 <math>\mu\text{Sv/h}</math> であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。</p> <p>なお、この緩衝体の変形を考慮しても、通常輸送時に比べ本輸送物の最大線量当量率の著しい増加はない。</p> <p>本輸送物は、一般の試験条件下に置いた場合でも規則第 6 条第 2 号の ABAQUS コードを用いた熱解析で三次蓋 O リングの健全性を、また、同号の構造解析で蓋密封部の健全性が確認されており、密封性を損なうことはない。本輸送物は、一般の試験条件下では圧正を維持するため、放射性物質の環境への漏えいはないが、全燃料棒の 0.1 % の燃料棒の密封性が失われ、核分裂生成ガスが胴内に放出されたうえで、胴内圧が大気圧上限値まで上昇し、その後大気圧下限値の環境下に置かれたと仮定して公式を用いた放射性物質（H 及び <math>^{85}\text{Kr}</math>）の漏えい計算をしても、1 時間当たりの漏えい量と各核種の基準値 <math>A_0 \times 10^6 \text{Bq/h}</math> との比率の合計は、<math>9.68 \times 10^{-5}</math> で、1 より小さく、基準値 <math>A_0 \times 10^6 \text{Bq/h}</math> を超えることはない。</p>	<p>(ロ)-D. 4、 (ロ)-D. 5</p> <p>(ロ)-C. 3. 1</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目						
<p>第6条第2号（続き）</p> <p>ハ 表面の温度が日陰において摂氏五十度（専用積載として運搬する核燃料輸送物にあつては、輸送中人が容易に近づくことができる表面（その表面に近接防止枠を設ける核燃料輸送物にあつては、当該近接防止枠の表面）において摂氏八十五度）を超えないこと。</p> <p>ニ 表面の放射性物質の密度が表面密度限度を超えないこと。</p>	<p>(表面密度限度)</p> <p>第9条</p> <p>規則第4条第8号の原子力規制委員会の定める密度は、次の表の上欄に掲げる放射性物質の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる密度とする。ただし、通常の手配において、はく離するおそれがない放射性物質の密度については、この限りでない。</p> <table border="1" data-bbox="994 1096 1757 1285"> <thead> <tr> <th>放射性物質の区分</th> <th>密 度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アルファ線を放出する放射性物質</td> <td>〇・四ベクレル毎平方センチメートル</td> </tr> <tr> <td>アルファ線を放出しない放射性物質</td> <td>四ベクレル毎平方センチメートル</td> </tr> </tbody> </table>	放射性物質の区分	密 度	アルファ線を放出する放射性物質	〇・四ベクレル毎平方センチメートル	アルファ線を放出しない放射性物質	四ベクレル毎平方センチメートル	<p>本輸送物は、専用積載として運搬する。収納物の最大崩壊熱量に余裕をみた18.1kWを収納したとして、一般の試験条件下に置いた場合の輸送物の温度を高く評価する条件のもとで周囲温度38℃の日陰に置いた場合の輸送物の表面温度を ABAQUS コードを用いて解析した結果、外筒外面及びトランニオン温度が85℃を超えるが、必要に応じて近接防止金網を取り付けて輸送するとともに、上記を除いた部位の最高表面温度は緩衝体表面の82℃となることから、輸送中に人が容易に接近し得る部分の最高温度は日陰において基準値の温度85℃を超えることはない。（近接防止金網の温度は66℃以下）</p> <p>本輸送物は、一般の試験条件下に置いた場合でも密封性を損なうことはないことを規則第6条第2号の ABAQUS コード等を用いた構造解析の結果より確認している。また、輸送物表面の放射性物質の密度を発送前検査においても測定により確認するため、表面密度限度を超えることはない。</p>	<p>(ロ)-B.4.1、 (ロ)-B.4.6</p> <p>(ロ)-A.5.1、 (ロ)-C.3.1、 (ハ)-A</p>
放射性物質の区分	密 度								
アルファ線を放出する放射性物質	〇・四ベクレル毎平方センチメートル								
アルファ線を放出しない放射性物質	四ベクレル毎平方センチメートル								

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第6条第3号</p> <p>原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。</p>	<p>(BM型輸送物に係る特別の試験条件)</p> <p>第16条</p> <p>規則第6条第3号の原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件は、別記第5に掲げる条件とする。</p> <p>別記第5第1号</p> <p>第2号の条件の下で核燃料輸送物が最大の破損を受けるような順序で次のイ及びロの条件の下に順次置くこと。</p> <p>イ 九メートルの高さから落下させること。ただし、その重量が五百キログラム以下、比重が一以下、かつ、収納する核燃料物質等が特別形核燃料物質等以外のものであって、当該核燃料物質等の放射能の量がA2値の千倍を超えるものにあつては、これに代えて、重量が五百キログラム、縦及び横の長さが一メートル、下面の端部及び隅角部の曲率半径が六ミリメートル以下の軟鋼板を九メートルの高さから当該核燃料輸送物が最大の破損を受けるように水平に落下させること。</p> <p>ロ 垂直に固定した直径が十五センチメートルであり、長さが二十センチメートルの軟鋼丸棒であつて、その上面が滑らかな水平面であり、かつ、その端部の曲率半径が六ミリメートル以下のものに一メートルの高さから落下させること。</p>	<p>強度試験</p> <p>イ. 落下試験Ⅰ</p> <p>本輸送物は、一般の試験条件と同様の方法で最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナー方向に剛体平面である落下試験台上に9m高さから落下するとしてCRUSHコードを用いて緩衝体変形量及び衝撃荷重を解析している。また、この時の容器本体各部の応力をABAQUSコードを用いて解析評価し、バスケットについては公式を用いた計算により評価している。ここで、バスケットについては規則第3条第3項の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、熱的劣化を考慮した設計用強度・物性値を基に評価している。容器本体及びバスケットは、落下試験Ⅰによる衝撃力（内部収納物には、加速度割増係数として垂直落下時2.6、水平落下時1.2を考慮）が負荷されても容器本体各部に生じる応力が設計引張強さ等基準値を下回ることから、容器本体及びバスケットの構造健全性及びに容器本体の密封性を損なうことはない。</p> <p>さらに、本輸送物が傾斜落下するとして、蓋密封部が二次衝撃側となる場合について評価している。落下試験結果を基にした密封性能の評価を行った結果、本輸送物の蓋部の変形量は落下試験で密封健全性維持が確認された落下試験モデルに比べて小さいことから、傾斜落下時に容器本体の密封性を損なうことはない。</p> <p>ロ. 落下試験Ⅱ</p> <p>9m落下試験に引き続いて、以下のように1m貫通試験が起こるとした場合、外筒及び中性子遮蔽材に貫通又は変形が生じるおそれがあるが、公式を用いた計算により、蓋部、底部及び筒にせん断が生じないことを確認しているため、容器本体に破損が生じることはなく、密封性を損なうことはない。</p> <p>い. 本輸送物は、最大損傷を受けるよう、垂直方向及び水平方向に輸送物の重心が軟鋼棒直上となる1mの高さから落下するとして解析している。</p>	<p>(ロ)-A.6.1、 (ロ)-A.10.3</p> <p>(ロ)-A.6.2</p>



規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
第 6 条第 3 号（続き）	<p>別記第 5 第 2 号 次の条件の下に順次置くこと。 イ 摂氏三十八度の条件下に表面温度が一定になるまで置いた後、摂氏八百度で、かつ、平均値が最小で〇・九の放射率を有する火炎の放射熱の条件下に三十分間置くこと。この場合において、別記第 4 第 1 号に定める放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷するものとし、当該核燃料輸送物の表面吸収率は〇・八又は実証された値とするものとする。 ロ 摂氏三十八度の条件下で別記第 4 第 1 号に定める放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷しつつ冷却すること。ただし、人為的に冷却してはならない。</p> <p>別記第 5 第 3 号 深さ十五メートルの水中に八時間浸漬させること。 備考 第 1 号及び第 2 号の条件の下には、この順序で置くものとする。</p>	<p>ii. 軟鋼棒の長さは、輸送物に最大の破損を与えるように十分長いものとして解析している。 また、三次蓋のリリーフバルブカバープレート及び三次蓋シール部への垂直方向又は水平方向落下に対しても、密封性能維持が確認された落下試験モデルと同じ緩衝体内部構造を適用しており、密封性を損なうことはない。</p> <p>熱的試験(火災試験)</p> <p>i. 本輸送物は、落下試験 I、II の落下順序を考慮して火災による入熱量を大きく評価するように、落下試験 I の緩衝体の各落下方向の変形を重ねさせた保守的なモデルで解析している。 ii. これらの試験は、最大崩壊熱量に余裕をみた 18.1 kW の設計崩壊熱量があるという条件で ABAQUS コードを用いて輸送物各部の温度を解析している。 iii. 解析の結果、一部の側部中性子遮蔽材は使用可能温度を超えるが著しく焼損することはない。また、密封境界の三次蓋 O リングやその他の構成部材の温度は、使用可能温度を下回り、熱的健全性及び密封性を損なうことはない。 iv. また、この時の各部の応力を ABAQUS コードを用いて解析評価している。容器本体は火災による胴内圧及び熱応力が負荷されても各部が設計引張強さ等基準値を下回り、容器本体は破損しない。</p> <p>浸漬試験(15 m)</p> <p>本輸送物は、より厳しい強化浸漬試験に対して評価し、胴、底板及び三次蓋に破損はないことを確認している。また、三次蓋については、公式を用いた計算により 0.251325 MPa の差圧を負荷しても発生する応力は設計降伏点を下回ることを確認している。容器本体に破損が生じることはなく、また、外圧が蓋を押し付ける方向に作用することから O リングの密封性能は維持されることから、本輸送物の密封性を損なうことはない。 また、外筒及び底部中性子遮蔽材カバーは内部空間にそれぞれ <input type="text"/> MPa G 及び <input type="text"/> MPa G の内圧が生じているが、水深 15m の水圧 (0.15 MPa) が外圧として負荷されることで差圧が緩和されるため、遮蔽解析に影響する破損も生じない。</p>	<p>(ロ)-A. 6. 3、 (ロ)-B. 5</p> <p>(ロ)-A. 6. 4</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第 6 条第 3 号（続き）</p> <p>イ 表面から一メートル離れた位置における最大線量当量率が十ミリシーベルト毎時を超えないこと。</p> <p>ロ 放射性物質の一週間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと。</p>	<p>(BM 型輸送物に係る特別の試験条件の下における漏えい量) 第 17 条</p> <p>規則第 6 条第 3 号ロの原子力規制委員会の定める量は、A 2 値とする。ただし、クリプトン八五にあっては、A 2 値の十倍とする。</p>	<p>本輸送物は、特別の試験条件下に置いた場合、構造解析の結果から緩衝体に変形、中性子遮蔽材に貫通変形及び、燃料集合体に変形が生じる可能性がある。そのため、緩衝体の全部及び中性子遮蔽材の一部をモデルから除いて DOT3.5 コードにて遮蔽解析を行っている。また、熱解析で一部の中性子遮蔽材が使用可能温度を超えることから、規則第 3 条第 3 項の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、熱的劣化を考慮しその質量が 2.5 % 減損したとした上で、さらにその密度が保守的に半減するものとしている。なお、燃料集合体の変形は遮蔽解析結果に有意な影響を与えないため考慮していない。その場合でも輸送物の表面から 1 m 離れた位置での最大線量当量率は 895.9 <math>\mu</math>Sv/h であり、基準値の 10 mSv/h を超えることはない。</p> <p>本輸送物は、特別の試験条件下に置いた場合、緩衝体及び中性子遮蔽材に変形が生じるが、密封装置は健全であり、火災試験を経た後も輸送容器の密封性は保持できる。ここで安全側に一次蓋、二次蓋及び全燃料棒の密封性が失われたと仮定し、燃料が有するヘリウム及び核分裂生成ガスが三次蓋一胴内雰囲気中に放出されると仮定している。この条件で、公式を用いた放射性物質 (<math>^3</math>H 及び <math>^{85}</math>Kr) の漏えい計算をしても、1 週間当たりの漏えい量と各核種の基準値 <math>A_2</math> Bq/week との比率の合計は、<math>2.45 \times 10^{-5}</math> で、1 より小さく、基準値 <math>A_2</math> Bq/week を超えることはない。</p>	<p>(ロ)-D. 4、 (ロ)-D. 5</p> <p>(ロ)-C. 4</p>
<p>第 6 条第 4 号</p> <p>運搬中に予想される最も低い温度から摂氏三十八度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。</p>		<p>本輸送物は、周囲温度 -20 <math>^{\circ}</math>C 以上で使用する。本輸送容器の材料は、-20 <math>^{\circ}</math>C の低温下においても機械的性能が低下することはない。また、規則第 4 条第 2 号 a. の熱解析において、周囲温度 38 <math>^{\circ}</math>C で収納物の崩壊熱量の最大値に裕度を見た 18.1 kW のときの輸送物の各部温度を評価している。続いて、上記で評価した各部の温度分布を引き継いだ構造解析において、各部が設計応力強さ等基準値を下回り、輸送物の構造健全性を損なうことがないことを確認している。なお、落下解析においては、低温時の木材の強度上昇及び高温時の木材の強度低下の影響を考慮している。したがって、本輸送物は -20 <math>^{\circ}</math>C ~ 38 <math>^{\circ}</math>C までの運搬中に予想される温度変化に対してもき裂、破損等の生じるおそれはない。</p>	<p>(ロ)-A. 4. 2、 (ロ)-A. 5. 1、 (ロ)-A. 10. 4、 (ロ)-B. 4. 6</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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) 記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第 6 条第 5 号</p> <p>原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等が収納されている核燃料輸送物にあつては、原子力規制委員会の定める試験条件の下に置くこととした場合に、密封装置の破損のないこと。ただし、安全上支障がないと原子力規制委員会が認める場合は、この限りでない。</p>	<p>(原子力規制委員会の定める量を超える放射能を有する核燃料物質等を収納した核燃料輸送物に係る試験条件)</p> <p>第 18 条</p> <p>規則第 6 条第 5 号の原子力規制委員会の定める量は、A 2 値の十万倍とする。</p> <p>2 規則第 6 条第 5 号の原子力規制委員会の定める試験条件は、別記第 6 に掲げる条件とする。</p> <p>別記第 6</p> <p>原子力規制委員会の定める量を超える放射能を有する核燃料物質等を収納した核燃料輸送物に係る試験条件</p> <p>深さ二百メートルの水中に一時間浸漬させること。</p>	<p>強化浸漬試験(200 m)</p> <p>本輸送物の収納物は、使用済燃料であり、最大放射能量は <math>A_0</math> 値の 10 万倍を超える。公式を用いた計算により 2.101325 MPa の水圧下に置かれたとしても、胴、底板及び三次蓋は許容外圧や設計引張強さ等の基準を下回るの で、密封装置は破損しない。</p>	<p>(ロ)-A.7</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>(核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準)</p> <p>第 11 条 核分裂性物質を第 3 条の規定により核燃料輸送物として運搬する場合には、当該核分裂性物質に係る核燃料輸送物（原子力規制委員会の定めるものを除く。以下「核分裂性輸送物」という。）は、当該核分裂性輸送物の経年変化を考慮した上で、輸送中において臨界に達しないものであるほか、第 5 条第 3 号に定める基準に適合するもの（IP-1 型輸送物又は IP-2 型輸送物として運搬する場合に限る。）及び次の各号に掲げる技術上の基準に適合するもの（原子力規制委員会の定める要件に適合する核分裂性輸送物として運搬する場合を除く。）でなければならない。</p> <p>第 11 条第 1 号 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。 イ 容器の構造部に一辺十センチメートルの立方体を包含するようなくぼみが生じないこと。 ロ 外接する直方体の各辺が十センチメートル以上であること。</p>	<p>(核分裂性輸送物とならない核燃料輸送物)</p> <p>第 23 条 規則第 11 条の原子力規制委員会の定める核分裂性物質に係る核燃料輸送物は、次の各号のいずれかに該当するもの（一の荷送人により二以上の核燃料輸送物を運搬するに当たり、同一の車両又は運搬機器に当該各号に該当するものうち他の号に該当するものと混載されるものを除く。）とする。 一 ウラン二三五の濃度が一パーセント以下であって、かつ、プルトニウム及びウラン二三三の重量の合計がウラン二三五の重量の一パーセント以下であって、核分裂性核種が均一に分布している核分裂性物質（ウラン二三五が、金属、酸化物又は炭化物として存在する場合において、当該核分裂性核種が格子状配列を構成するものを除く。）を収納したもの (後略)</p> <p>(核分裂性輸送物に係る一般の試験条件)</p> <p>第 24 条 規則第 11 条第 1 号並びに第 2 号ロ及びニの原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件は、別記第 11 に掲げる条件とする。</p> <p>別記第 11 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件 一 別記第 3 第 1 号イの条件の下に置くこと。 二 別記第 3 第 1 号ロ（1）の条件の下に置くこと。 三 別記第 3 第 1 号ロ（3）及び（4）の条件の下に置くこと。 備考 第 1 号及び第 2 号の条件の下には、この順序で置くものとする。</p>	<p>本輸送物に収納する核分裂性物質量は、<sup>235</sup>U が約 <input type="text"/> kg であり、本輸送物は核分裂性輸送物として輸送する。 輸送容器の構成部材及び収納物の経年変化を、規則第 3 条第 3 項の技術上の基準に対する適合性における説明のとおり考慮した上で、規則第 11 条第 2 号の技術上の基準に対する適合性において後述するように、通常輸送時に比べてより保守的な条件で臨界解析を行った結果においても臨界に達することはないことから、本輸送物は輸送中において臨界に達することはない。また、経年変化を考慮した上で、本条第 1 号から第 3 号の技術上の基準に適合していることを確認している。</p> <p>本輸送物は、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下に置いた場合、規則第 6 条第 2 号の構造解析により 0.3 m 落下及び積み重ね試験では緩衝体の変形が生じるが、一辺が 10 cm の立方体を包含するようなくぼみが生じるような変形ではない。また、他の試験条件も含めそれ以外の部位に損傷はない。以上より、構造部に一辺が 10 cm の立方体を包含するようなくぼみを生じることなく、かつ外接する直方体の各辺は 10 cm 以上である。</p>	<p>(イ)-A、 (イ)-B、 (ロ)-E. 4. 4、 (ロ)-F</p> <p>(ロ)-A. 9. 1</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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) 記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第 11 条第 2 号</p> <p>次のいずれの場合にも臨界に達しないこと。</p> <p>イ 原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合</p> <p>ロ 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合</p> <p>ハ 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合</p> <p>ニ 当該核分裂性輸送物と同一のものであつて原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率（原子核分裂の連鎖反応において、核分裂により放出された一個の中性子ごとに、次の核分裂によつて放出される中性子の数をいう。以下同じ。）になるような状態で、当該核分裂性輸送物の輸送制限個数（一箇所（集合積載した当該核分裂性輸送物が、他のどの核分裂性輸送物とも六メートル以上離れている状態をいう。）に集合積載する核分裂性輸送物の個数の限度として定められる数をいう。以下同じ。）の五倍に相当する個数積載することとした場合</p> <p>ホ 当該核分裂性輸送物と同一のものであつて原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、輸送制限個数の二倍に相当する個数積載することとした場合</p>	<p>(核分裂性輸送物に係る孤立系の条件)</p> <p>第 25 条</p> <p>規則第 11 条第 2 号イ、ロ及びハの原子力規制委員会の定める孤立系の条件は、次の各号に定める条件とする。</p> <p>一 核分裂性輸送物の中を水で満たすこと。ただし、浸水及び漏水を防止する特別な措置が講じられた部分については、この限りでない。</p> <p>二 収納される核燃料物質等は中性子増倍率が最大となる配置及び減速状態にすること。</p> <p>三 密封装置の周囲に置かれた厚さ二十センチメートルの水による中性子の反射があること。</p> <p>(核分裂性輸送物に係る特別の試験条件)</p> <p>第 26 条</p> <p>規則第 11 条第 2 号ハ及びホの原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件は、別記第 12 に掲げる条件とする。</p> <p>別記第 12</p> <p>核分裂性輸送物に係る特別の試験条件</p> <p>第 1 号及び第 2 号のうち、最大の破損を受ける条件の下に置くこと。</p> <p>一 次の条件の下に順次置くこと。</p> <p>イ 別記第 11 の条件の下に置くこと。</p> <p>ロ ハの条件の下で核燃料輸送物が最大の破損を受けるような順序で次に掲げる条件の下に順次置くこと。</p> <p>(1) 九メートルの高さから落下させること。ただし、その重量が五百キログラム以下、かつ、比重が一以下のものにあつては、これに代えて、重量が五百キログラム、縦及び横の長さが一メートル、下面の端部及び隅角部の曲率半径が六ミリメートル以下の軟鋼板を九メートルの高さから当該核燃料輸送物が最大の破損を受けるように水平に落下させること。</p> <p>(2) 別記第 5 第 1 号ロの条件の下に置くこと。</p> <p>ハ 別記第 5 第 2 号の条件の下に置くこと。</p> <p>ニ 深さ〇・九メートルの水中に八時間浸漬させること。ただし、臨界の評価において、浸水又は漏水があらかじめ想定されている場合は、この限りでない。</p> <p>二 次の条件の下に順次置くこと。</p> <p>イ 別記第 11 の条件の下に置くこと。</p> <p>ロ 深さ十五メートルの水中に八時間浸漬させること。</p>	<p>規則第 6 条第 2 号の熱解析及び、負荷係数 1.2 を考慮した衝撃加速度に対し保守的な設計加速度を設定することで、0.3 m 落下後の 9 m 落下の衝撃力をも考慮できている規則第 6 条第 3 号の構造解析の結果より、本輸送容器は、経年変化を考慮した上で、落下試験等においてもバスケットの臨界解析モデルに影響を与えるような物理的・化学的变化はないが、燃料集合体は落下試験において変形する可能性がある。</p> <p>また、水密境界となる二次蓋の金属ガスケットについては規則第 3 条第 3 項の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり経年変化を考慮することとし、貯蔵開始時の温度が 60 年間継続する際の密封性能の低下を考慮しても保証できる漏えい率を用いて、15 m 浸漬における 1 か月間の浸水量を評価した結果、約 2 リットルとなった。</p> <p>以上を踏まえ、臨界解析では SCALE コードシステムを用い、規則第 11 条第 2 号のイ、ロ、ハ、ニ及びホに要求される評価条件のいずれよりも厳しい条件とした以下の保守的な条件で実効増倍率を求めた結果、0.38745 となり、いずれの評価条件に置かれた場合にも臨界に達しない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・保守的に、三次蓋の存在を無視した上で、胴内への 5 リットルの水の浸入を考慮する。</li> <li>・燃料集合体の下部側支持格子 1 スパン間の拡大/縮小変形を考慮する。</li> <li>・燃料のウラン濃縮度は保守的に減損していない未照射の値とし、一部の燃料に添加されているガドリニウムや収納する可能性のあるバーナブルボイズンの効果は考慮しない。</li> <li>・収納物の温度は常温 (20 °C) とし、収納物は容器中央に最も近接して配置する。</li> <li>・中性子遮蔽材、三次蓋及び上・下部緩衝体が存在しない保守的なモデルで、周囲が完全反射の条件で評価する。</li> </ul>	<p>(ロ)-E. 2. 2、 (ロ)-E. 3. 1、 (ロ)-E. 4. 1、 (ロ)-E. 4. 2、 (ロ)-E. 4. 4、 (ロ)-E. 6</p>

規則（外運搬規則）の項目	告示（外運搬告示）の項目	申請書添付書類 13 (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）記載事項	添付書類 13 記載対応項目
<p>第 11 条第 2 号（続き）</p> <p>第 11 条第 3 号 摂氏零下四十度から摂氏三十八度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。ただし、運搬中に予想される最も低い温度が特定できる場合は、この限りでない。</p>	<p>（核分裂性輸送物に係る配列系の条件）</p> <p>第 27 条 規則第 11 条第 2 号ニ及びホの原子力規制委員会の定める配列系の条件は、任意に配列した核分裂性輸送物の周囲に置かれた厚さ二十センチメートルの水による中性子の反射があることとする。</p>	<p>本輸送物は、周囲温度<math>-20^{\circ}\text{C}</math>以上で使用する。本輸送容器の材料は、<math>-20^{\circ}\text{C}</math>の低温下においても機械的性能が低下することはない。また、規則第 4 条第 2 号 a. にて前述するように、周囲温度<math>38^{\circ}\text{C}</math>で収納物の崩壊熱量の最大値に裕度を見た<math>18.1\text{kW}</math>のときの輸送物の各部温度の評価結果及び、同じく前述する構造解析において、各部が設計応力強さ等基準値を下回り、輸送物の構造健全性及び密封性を損なうことはない。なお、落下解析においては、低温時の木材の強度上昇及び高温時の木材の強度低下の影響を考慮している。したがって、本輸送物は、<math>-20^{\circ}\text{C}</math>～<math>38^{\circ}\text{C}</math>までの運搬中に予想される温度変化に対してもき裂、破損等の生じるおそれはない。</p>	<p>(ロ)-A. 9、 (ロ)-B. 4. 6、 (ロ)-A. 5. 1、 (ロ)-A. 10. 4</p>

## 6. 設計承認申請への引継事項

申請書添付書類 13 の記載事項のうち、型式指定申請（輸送容器に係るもの）から設計承認申請への引継事項として、第 1 表備考欄に示した事項について、型式指定申請書本文 8.2 「型式設計特定機器を使用することができる発電用原子炉施設の条件」において、輸送容器の設計に関する原子力規制委員会の承認を受け際の確認事項として次のとおり示す。

### <設計承認申請への引継事項>

#### 8.2 型式設計特定機器を使用することができる発電用原子炉施設の条件

発電用原子炉施設の設計及び工事の計画の認可申請時に別途確認を要する条件は以下のとおりである。

（中略）

- (9) 原子炉等規制法第 43 条の 3 の 9 第 1 項に基づく設計及び工事の計画の認可の申請までに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 12 月 28 日 総理府令第 57 号）（以下「外運搬規則」という。）第 21 条第 2 項の規定に基づく輸送容器の設計に関する原子力規制委員会の承認を受けること。

輸送容器の設計に関する原子力規制委員会の承認を受ける際には、以下とすること。

	設計承認申請への引継事項	備考
①	核燃料輸送物の運搬は、添付書類 13 (イ) 章に示す輸送用の緩衝体を装着し、専用積載として周囲温度 $-20^{\circ}\text{C}$ 以上で実施すること。また、輸送容器の使用予定年数は 60 年、仕様予定回数は 10 回であること。	外運搬規則適合のために装着が必要となる輸送用の緩衝体（型式指定申請の審査範囲外）を限定とするための記載及び輸送時の使用条件
②	輸送用緩衝体の使用に際しては、都度、輸送容器の使用履歴を蓄積し、輸送前に、輸送容器の使用履歴、収納物の発熱量及び輸送時に想定される環境温度を踏まえ、木材温度が、概ね実績のある温度の範囲内であることを確認した後、輸送を行うこと。	輸送用緩衝体の経年変化がないことを確認するための使用条件
③	核燃料輸送物の発送前検査（温度測定検査）により、太陽熱放射のない条件において輸送中人が容易に近づくことができる表面温度が $85^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、近接防止金網を装着して輸送すること。	核燃料輸送物を運用する原子力事業者等の保守によって外運搬規則に適合することを確認するための事項
④	核燃料輸送物の発送前検査（外観検査）により、核燃料輸送物が <input type="checkbox"/> されていることを確認すること。	
⑤	核燃料輸送物の発送前検査（表面密度検査）により、核燃料輸送物の表面の放射性物質の密度が外運搬規則第 4 条第 1 項 8 号に規定される表面密度限度以下であることを確認すること。	
⑥	核燃料輸送物の発送前検査（収納物検査）により、核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品（核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る。）以外のものが収納されていないことを確認すること。	

特別の試験条件時での中性子遮蔽材の密度減少量について

型式指定申請書添付書類 13 のロ章 B 熱解析の、B.5 特別の試験条件における核燃料輸送物の熱解析の結果、側部中性子遮蔽材の最高温度は 701℃となり、使用可能温度 (180℃) を超える。本損傷を受け、遮蔽解析 (特別の試験条件) 及び臨界解析では、別紙 1-1 表に示す損傷の考慮を行っている。

別紙 1-1 表に示すとおり、特別の試験条件における遮蔽解析では、中性子遮蔽材の密度減少量として、以下の中性子遮蔽材の耐火試験結果を基に、保守的な設定として、密度を通常の輸送条件及び一般の試験条件における密度の 50% の値を適用している。

別紙 1-1 表 特別の試験条件における損傷状態の考慮

中性子遮蔽材の損傷状態	損傷の考慮	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・蓋部中性子遮蔽材及び底部中性子遮蔽材の最高温度は、それぞれ 138℃、160℃であり、使用可能温度 (180℃) を超えることはない。</li> <li>・側部中性子遮蔽材の最高温度は 701℃となり、使用可能温度 (180℃) を超える。</li> </ul>	遮蔽解析	中性子遮蔽材 (蓋部・側部・底部) の密度減少 (50%) を考慮
	臨界解析	中性子遮蔽材 (蓋部・側部・底部) は全て失われるとしてモデル化しないことにより中性子吸収効果を無視

(1) 中性子遮蔽材の耐火試験結果

800℃、30 分の火災条件において中性子遮蔽材 (レジン) の耐火試験を実施している<sup>(1)</sup>。試験供試体には、φ150mm の貫通孔を模擬した供試体 1 (別紙 1-1 図) と模擬しない供試体 2 を用いた。いずれも上面以外の面は断熱材で、上面は貫通孔を除いて実機同様に鋼板で覆っている。

800℃、30 分の耐火試験で炉から取り出した直後の状況を別紙 1-2 図に示す。貫通孔を模擬した供試体 1 は炉から取り出した直後には燃焼状態が続いたが、やがて中性子遮蔽材に含まれる水酸化アルミニウムの効果により自然に炎が消えたことを確認している。

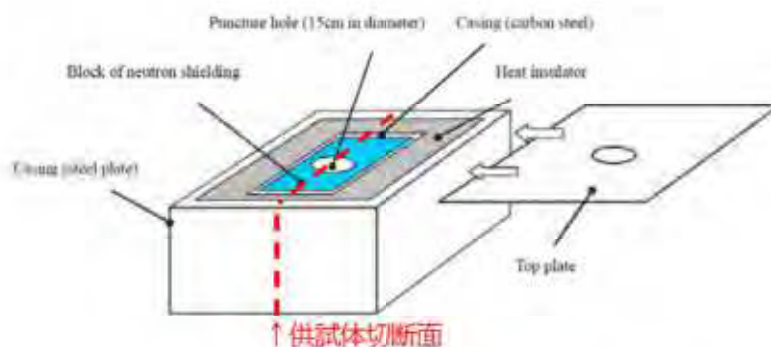
試験後の中性子遮蔽材の供試体断面を別紙 1-3 図に示す。貫通孔を模擬した別紙 1-3 図(a) の供試体 1 では、直接火炎にさらされた φ150mm の貫通孔付近で炭化が進み、空隙も生じているため、それらを含め最大 φ250mm 付近まで損傷を受けていると考えられる。その一方、鋼板に覆われていた上面の損傷は比較的影響が少なく焼損した厚さは最大で 17mm であった。

貫通孔を模擬しない別紙 1-3 図(b) の供試体 2 では、中性子遮蔽材の表面が一部焼損していたが、健全な部分が大部分を占めており、熔融などの形状変化も見られなかった。焼損した厚さは初期の試験体寸法 160mm と比較して最大で 28mm であったことから、割合にして約 18% であった。

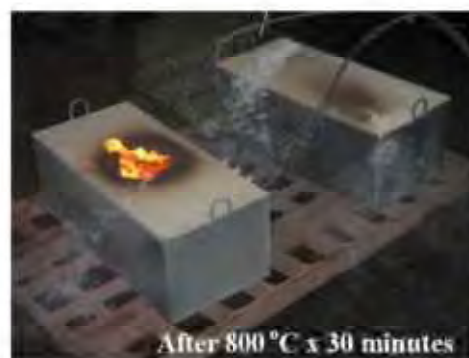
上記より、中性子遮蔽材の一部が焼損することを考慮して、特別の試験条件下における遮蔽解析



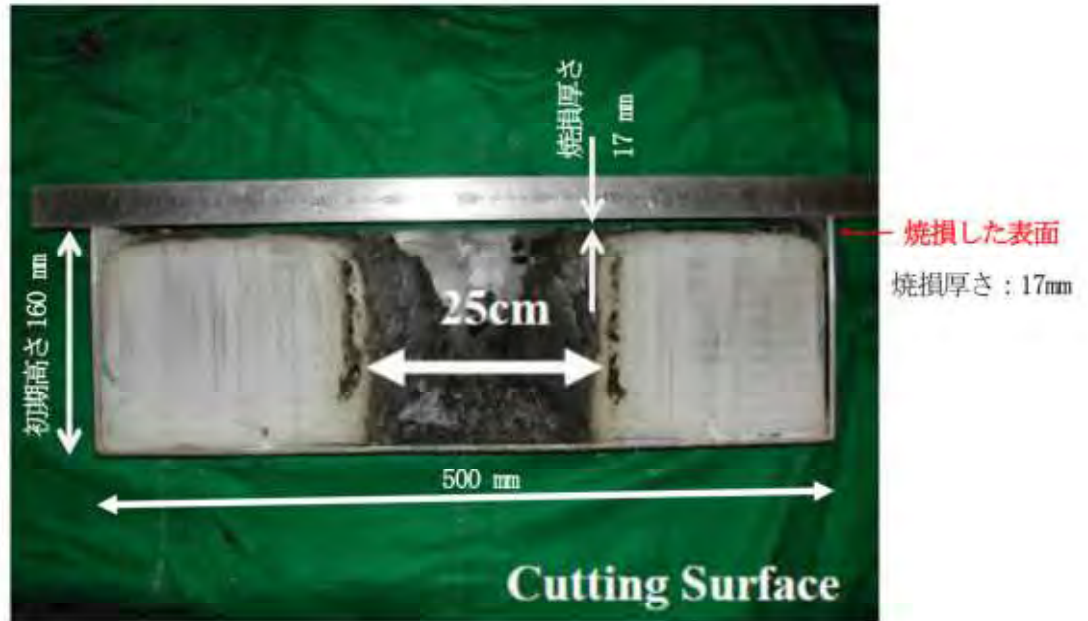
で中性子遮蔽材が50%減損しているとしたモデル化は、保守的な設定である。また、(2)に示すように、貫通孔のモデル化も保守的に設定している。



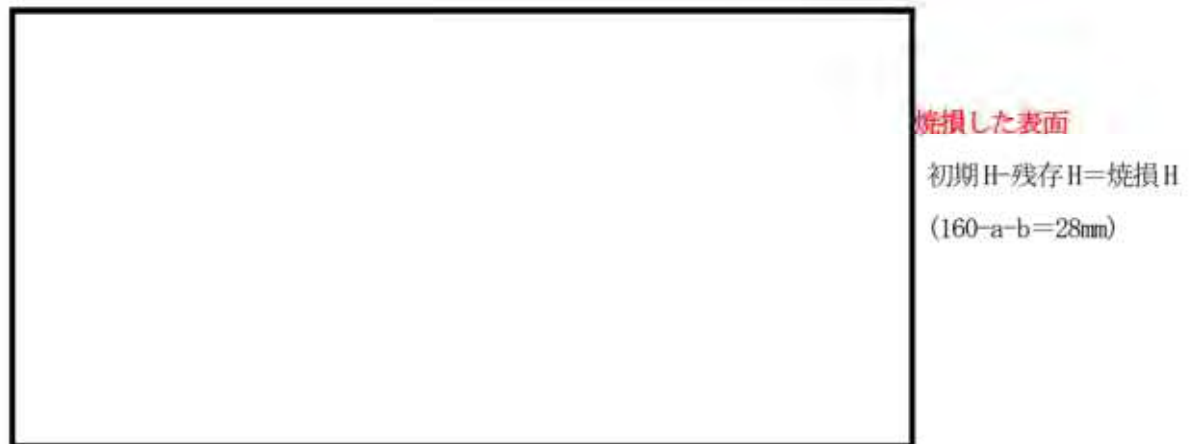
別紙1-1図 中性子遮蔽材耐火試験供試体(貫通孔あり)



別紙1-2図 中性子遮蔽材耐火試験 取出し直後



(a) 供試体1（貫通孔あり）（文献(1)の写真に一部追記）



(b) 供試体2（貫通孔なし）

別紙1-3図 耐火試験後の中性子遮蔽材の断面状況

(出典)

- (1) T. Ichihashi, D. Ishiko, A. Ogawa, M. Morishima, "Verification Tests of Neutron Shielding Materials and Shielding Assessment", Proceedings of the 15th International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials, (2007).

(2) 貫通孔内部の焼損を仮定した場合の遮蔽解析モデルの保守性について

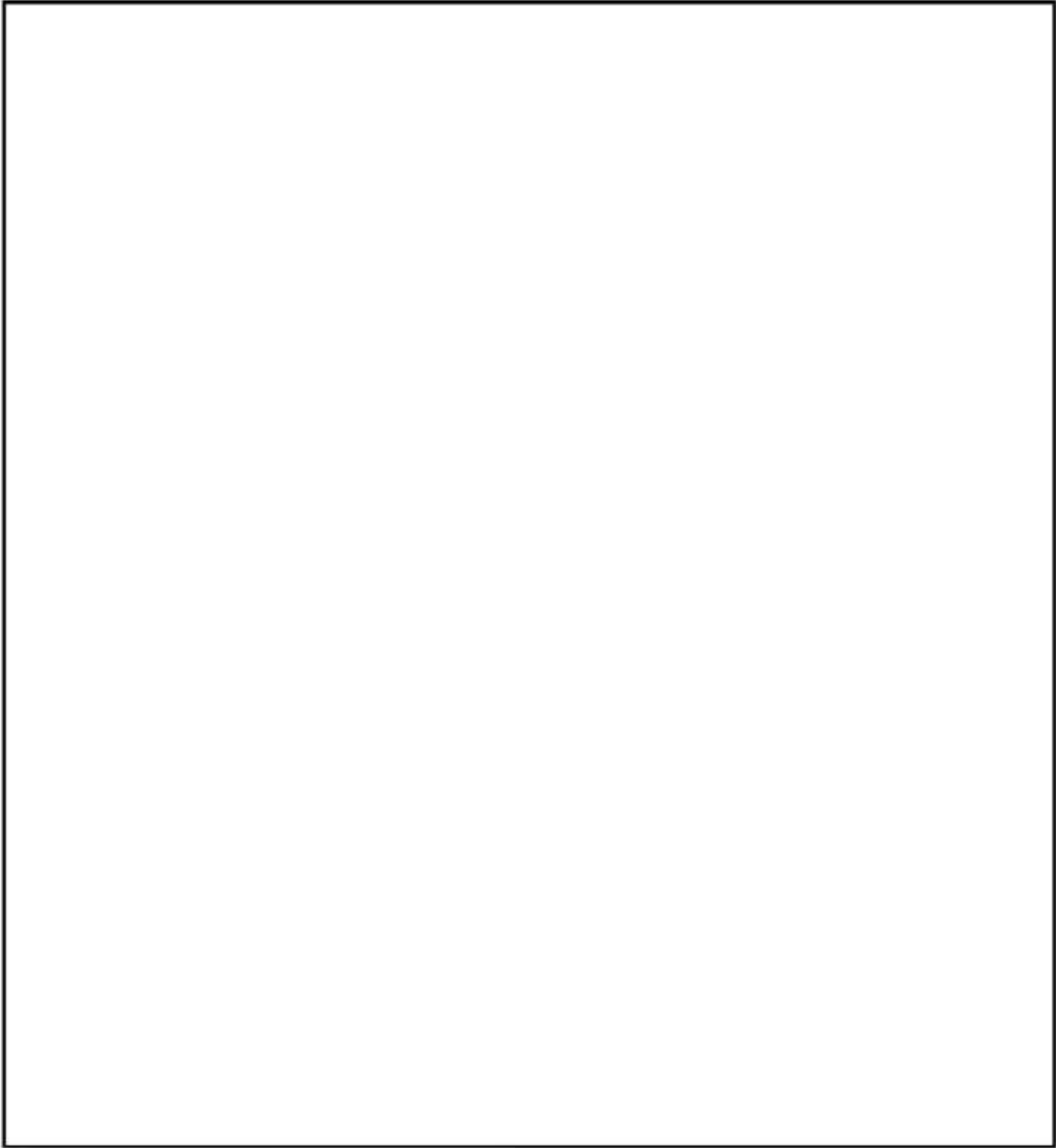
特別の試験条件下においては、1 m 貫通試験（垂直に固定したφ15cmの丸棒に1m高さから落下）により外筒及び側部中性子遮蔽材が部分的に変形することが考えられるので、安全側に貫通すると仮定して外筒、側部中性子遮蔽材にφ15cmの貫通孔を模擬している。

解析コードの制約上、遮蔽解析モデル（円筒体系）においては、別紙1-4図に示すとおり、特定兼用キャスク中央部にH15cm×全周の貫通部を模擬している。

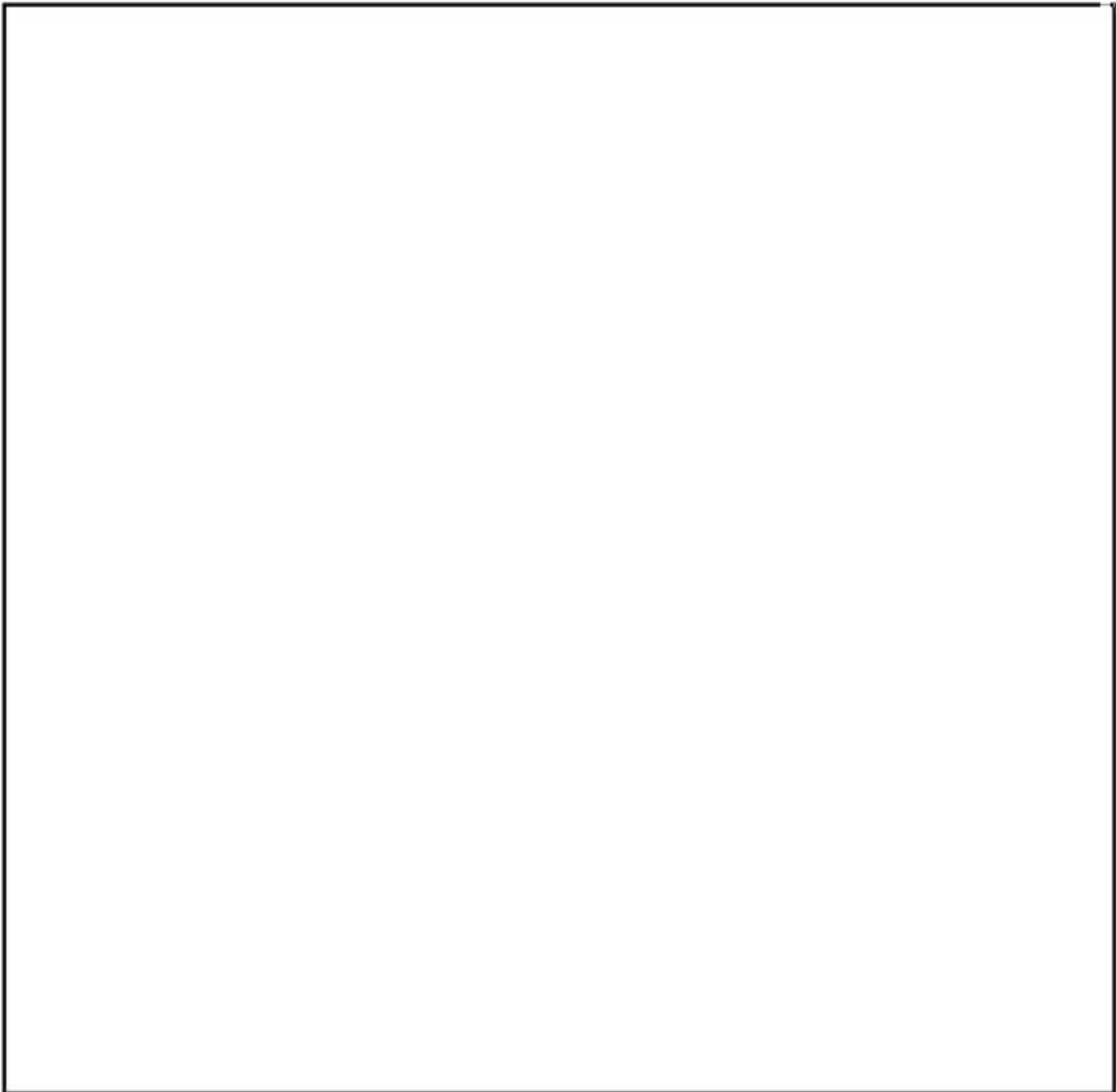
一方、貫通孔内部の焼損を仮定した場合（貫通試験+耐火試験）、別紙1-3図に示したとおり、最大φ25cmの貫通孔となることが想定される。

上記φ25cmの貫通孔を仮定した場合においても、以下に示すとおり、現状の遮蔽解析モデル（H15cm×全周）は、特別の試験条件下における線量当量率結果が保守側となるモデルである。

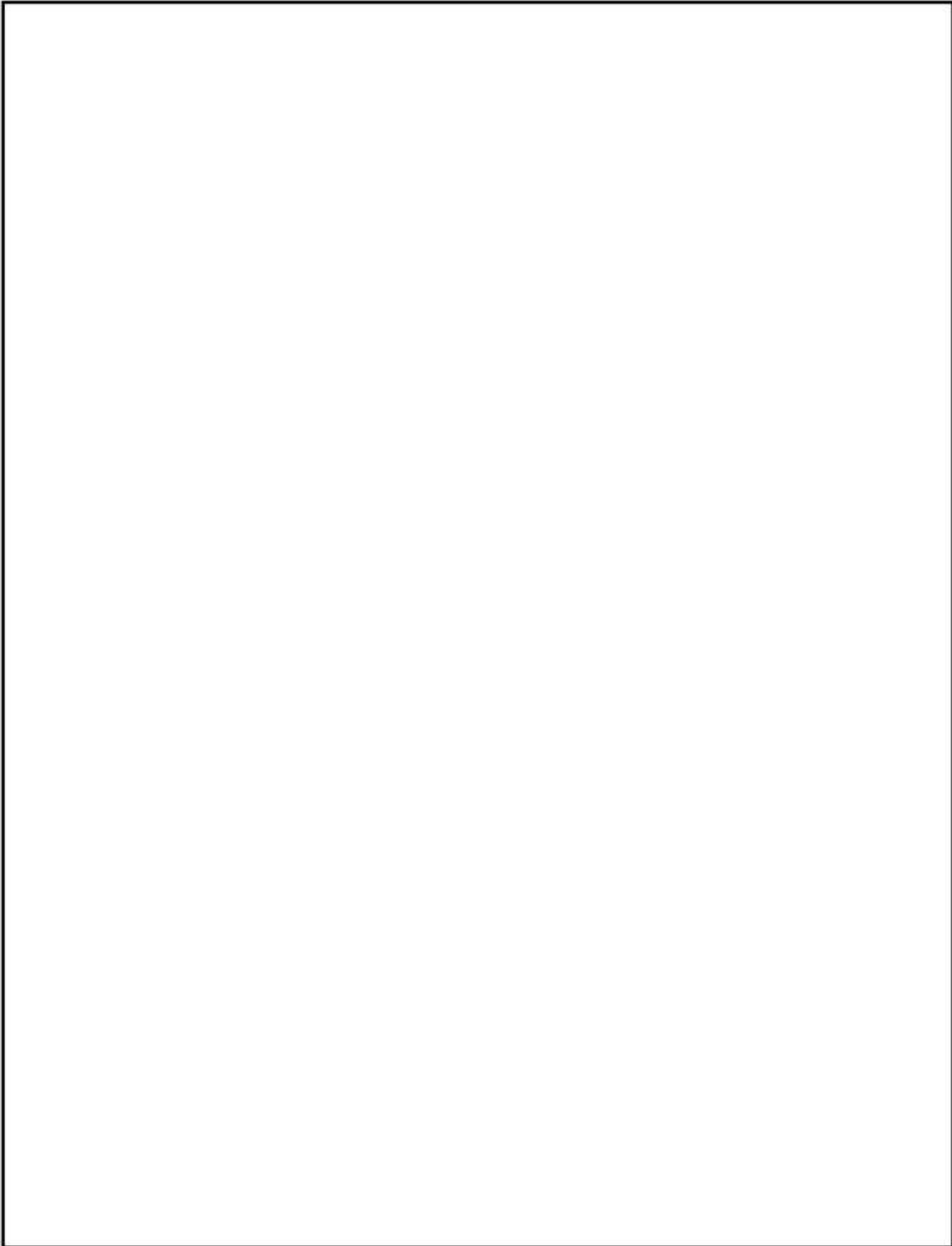
- ・特別の試験条件下の表面から1m離れた位置の最大線量当量率は、貫通部近傍の燃料から貫通部を透過する放射線（主に中性子）が支配的となる。
- ・最大線量当量率となる評価点においては、貫通部近傍の本体洞越しに燃料が直視できる範囲の面積が線量当量率結果に影響する。
- ・別紙1-5図に示すとおり、現状の遮蔽解析モデルと貫通孔+焼損を考慮した場合の貫通部面積（別紙1-5図のA）は遮蔽解析モデルが大きく、線量当量率結果も保守側となる。なお、貫通部位置は特定兼用キャスク中央部であり、ピーキングファクターが高く、線源強度が最も高い領域であるため、貫通部の線量当量率への影響が最も高くなる場所である。また、ピーキングファクターの高い領域は2.5m以上と長く、その中央部に貫通部があるため、貫通部の線量当量率への影響度合いは貫通部面積の大きさによって決まる（漏えい放射線は貫通部位置では一定）。



別紙1-4図(1/2) 特別の試験条件特別の試験条件下の解析モデル (頭部)



別紙1-4図(2/2) 特別の試験条件特別の試験条件下の解析モデル (底部)



別紙1-5図 貫通部形状による評価点位置の線量当量率への影響の比較

内は商業機密のため、非公開とします。

無断複製・転写禁止 三菱重工業株式会社