

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05原機（環材）029
令和 5年 12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 小口 正範
(公印省略)

令和5年8月10日付け令05原機（環材）009をもって申請した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します。

記

核燃料輸送物設計変更承認申請書を次のとおり変更する。

- 核燃料輸送物の名称
JMHL-78Y15T型
- 核燃料輸送物設計承認番号
J/45/B(M)F-96(Rev. 2)

3. 変更内容

平成30年8月20日付け原規規発第1808206号により承認を受けた核燃料輸送物設計変更承認申請書の記載事項について別記のとおり変更する。

- (1) 「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（以下「外運搬規則」という。）」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（以下「外運搬告示」という。）」の改正を踏まえて、下記の変更を行う。
 - ・使用予定期間中の経年変化の評価を行い、その結果を（ロ）章F「核燃料輸送物の経年変化の考慮」に追加する。
 - ・従前の（ロ）章Fの記載を（ロ）章Gに変更する。
 - ・「輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法」を（ハ）章に、「安全設計及び安全輸送に関する特記事項」を（ニ）章に変更する。
 - ・従前の（ハ）章「品質マネジメントの基本方針」を別記-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」に変更する。
- (2) 今後使用予定のない一部収納物を削除する。また、その収納物の種類に応じた内容器を削除する。
- (3) その他、文字種の統一等の適正な見直しを行う。

4. 変更理由

- (1) 外運搬規則及び外運搬告示が改正されたため。
- (2) 一部収納物について今後収納予定がないため。
- (3) 記載内容の適正化を図るため。

以上

1. 核燃料輸送物の名称

JMHL-78Y15T型

2. 輸送容器の外形寸法、重量及び主要材料

(1) 外 径 : 約2.0m (緩衝体を含む)

長 さ : 約3.7m (緩衝体を含む)

(2) 輸送容器の重量

16.98トン以下

(3) 核燃料輸送物の総重量

17.0トン以下

(4) 輸送容器の主要材料

表1のとおり

(5) 輸送容器の概略を示す図

図1のとおり

詳細形状は、本核燃料輸送物の核燃料輸送物設計変更承認申請書（令和5年8月10日付け令05原機（環材）009（令和5年12月22日付け令05原機（環材）029をもって一部補正））に係る別記-1の（イ）-第2図から（イ）-第42図までに示されている。

3. 核燃料輸送物の種類

BM型核分裂性輸送物

4. 収納する核燃料物質等の種類、性状、重量及び放射能の量

表2のとおり

5. 輸送制限個数

(1) 輸送制限個数：制限なし

(2) 配列方法 : 任意

(3) 臨界安全指数：0

6. 運搬中に予想される周囲の温度の範囲

-20℃から38℃まで

7. 収納物の臨界防止のための核燃料輸送物の構造に関する事項

本輸送容器には、臨界防止のための特別な中性子吸収材は設けられていない。

輸送容器内部の空隙は、収納物装荷時及び輸送時とも空気雰囲気であるが水で満たされたとしても臨界質量以下で管理しているので、臨界になることはない。

8. 臨界安全評価における浸水の領域に関する事項

臨界安全評価においては、容器内に水が浸入するものとして評価している。

9. 収納物の密封性に関する事項

本輸送容器の密封性は、密封内容器及び密封容器からなる。密封内容器は、容器本体、蓋又は保護カバーにより構成されている。また、密封容器は、容器本体、蓋、蓋開閉装置及び吊具により構成されており、それぞれ蓋部はOリング等を用いて密封されている。

なお、収納物の種類によっては密封内容器を用いない場合がある。詳細な輸送形態は表2のとおり。

10. BM型輸送物にあつては、BU型輸送物の設計基準のうち適合しない基準についての説明

運搬中に予想される温度は、 -20°C からとなることから、 -40°C から -20°C までの周囲の温度において、き裂、破損等の生じる恐れがないことは確認していない。

11. 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱いに関する事項

輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱いについては、本核燃料輸送物の核燃料輸送物設計変更承認申請書（令和5年8月10日付け令05原機（環材）009（令和5年12月22日付け令05原機（環材）029をもって一部補正））に係る別記-1に記載したとおり。

12. 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。）に関する事項

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。）については、本核燃料輸送物の核燃料輸送物設計変更承認申請書（令和5年8月10日付け令05原機（環材）009（令和5年12月22日付け令05原機（環材）029をもって一部補正））に係る別記-2に記載したとおり。

13. その他特記事項

本輸送容器は、製造してから現在までに43年が経過している輸送容器であり、今後17年の使用を予定しているため、総使用予定年数を輸送容器製造後60年としている。

表1 輸送容器の主要材料

容 器 部 位	材 質
密封内容器	ステンレス鋼
密封容器	ステンレス鋼、炭素鋼
試料容器 (A)	ステンレス鋼
試料容器 (C)	ステンレス鋼
試料スぺーサ (A)	ステンレス鋼
試料スぺーサ (B)	ステンレス鋼
補助スぺーサ	ステンレス鋼
格納容器	ステンレス鋼、鉛
巻上装置	炭素鋼、珪素鋼、ステンレス鋼
緩衝体	■■■■■、ステンレス鋼
○リング	■■■■■ (密封内容器及び巻上装置) ■■■■■ (密封容器及び格納容器)
ガスケット	■■■■■ または代替品 (格納容器)
グランドパッキン	■■■■■ (格納容器)

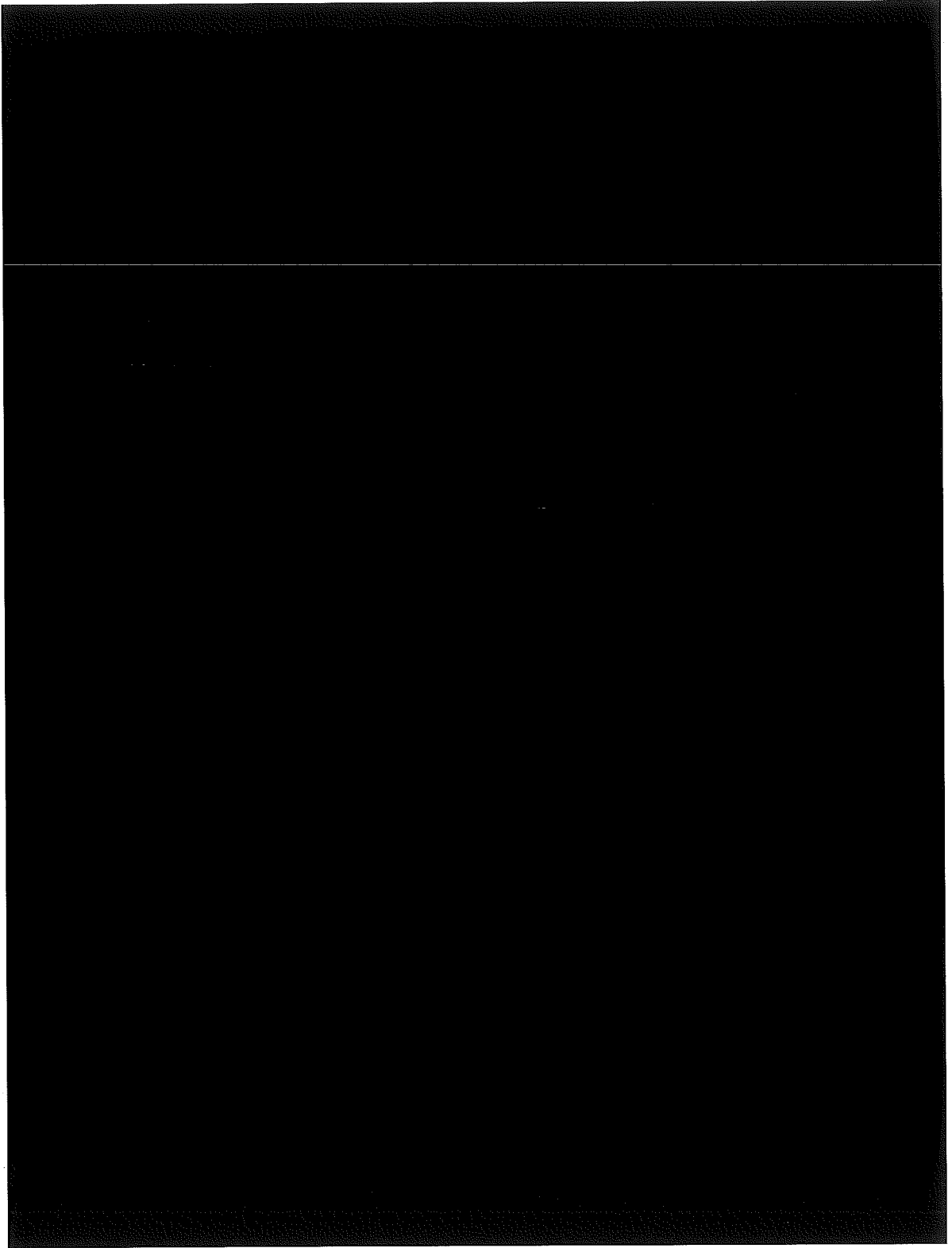


图1 JMHL-78Y15T型输送容器全体图

表2 収納する核燃料物質等の種類、性状、重量及び放射能の量（1/2）

試料番号		F1	F2	F3	F5	F7
輸送に使用する承認容器及び輸送形態		密封容器及び格納容器による2重密封輸送				
種類		照射済酸化ウラン燃料 (高温ガスループ用被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用棒状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン及び酸化トリウム燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化トリウム燃料 (研究用コンパクト被覆粒子燃料)
性状		固体	固体	固体	固体	固体
重量 (照射前) (g)	ウラン	[Redacted]				
	トリウム					
	プルトニウム					
放射能の量	総量 (TBq)	[Redacted]				
	主要な核種 (TBq)					
濃縮度 (%)		[Redacted]				
プルトニウム富化度 (%)						
核分裂性プルトニウム富化度 (%)						
ウラン 235 量 (g) (照射前)						
核分裂性プルトニウム量 (g) Pu (238, 239, 241) (照射前)						
出力 (kW)							217.4 以下	87.0 以下	84.1 以下	153.4 以下	5.2 以下
最大照射日数 (日)		[Redacted]				
冷却日数 (日) *						
発熱量 (W)		76.7 以下	174.1 以下	97.0 以下	68.0 以下	3.58 以下
収納物全体の重量 (kg)		20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下

・収納物表面から 1 m 離れた位置での空気吸収線量率は、1 Gy/h 以上。

* : 輸送物の設計を行う上で、設定した期間であり、今後、新しく使用済燃料となるものはないことから、運搬予定の燃料の冷却日数は最小でも [Redacted] 日以上となっており、令和 5 年 6 月現在の放射能強度は約 [Redacted] % 減少している。

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

表2 収納する核燃料物質等の種類、性状、重量及び放射能の量 (2/2)

試料番号		F9	F10	F12	F14	F15	F16
輸送に使用する承認容器及び輸送形態		密封容器及び格納容器による2重密封輸送		密封内容器、密封容器及び格納容器による3重密封輸送			
種類		照射済酸化ウラン燃料 (出力急昇試験用棒状燃料)	長期照射済酸化ウラン燃料 (NSRR照射試験用棒状燃料)	照射済中濃縮板状ウラン燃料試験片 (JMTR燃料)	照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料 (研究用高速炉新型燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料(I) (研究用プルサーマルMOX燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料(II) (研究用高転換PWR MOX燃料)
性状		固体	固体	固体	固体	固体	固体
重量 (照射前) (g)	ウラン						
	トリウム						
プルトニウム							
放射能の量	総量 (TBq)						
	主要な核種 (TBq)						
濃縮度 (%)							
プルトニウム富化度 (%)							
核分裂性プルトニウム富化度 (%)							
ウラン 235 量 (g) (照射前)							
核分裂性プルトニウム量 (g) Pu (238, 239, 241) (照射前)							
出力 (kW)	燃焼度	166.9 以下	330.4 以下	51.8 以下	61.9 以下	40.1 以下	
最大照射日数 (日)	MWD/MTU						
冷却日数 (日) *							
発熱量 (W)		53 以下	68.3 以下	13.3 以下	58.1 以下	52.0 以下	43.4 以下
収納物全体の重量 (kg)		20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下

・収納物表面から1 m離れた位置での空気吸収線量率は、1 Gy/h 以上。

* : 輸送物の設計を行う上で、設定した期間であり、今後、新しく使用済燃料となるものはないことから、運搬予定の燃料の冷却日数は最小でも 日以上となっており、令和5年6月現在の放射能強度は約 %減少している。

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

本 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 型核燃料輸送物の「別紙記載事項」を以下に示す。

添付 別紙記載事項の変更前後表

別紙記載事項 別記-1

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

- (イ) 章 核燃料輸送物の説明
- (ロ) 章 核燃料輸送物の安全解析
- (ハ) 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
- 参 考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明

別紙記載事項 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

添付

本補正に係る「別紙記載事項の変更前後表」を以下に示す。

No.	記載事項	ページ番号
1	目次	目次-1 ~ 目次-9
2	(ロ)章A 構造解析	(ロ)-A-1 ~ (ロ)-A-36
3	(ロ)章B 熱解析	(ロ)-B-1 ~ (ロ)-B-22
4	(ロ)章C 密封解析	(ロ)-C-1 ~ (ロ)-C-4
5	(ロ)章D 遮蔽解析	(ロ)-D-1
6	(ロ)章E 臨界解析	(ロ)-E-1 ~ (ロ)-E-5
7	(ロ)章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮	(ロ)-F-1 ~ (ロ)-F-3
8	(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)-G-1 ~ (ロ)-G-8
9	(ハ)章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法	(ハ)-1 ~ (ハ)-5

目次 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-1	<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>(イ) 章 核燃料輸送物の説明 (イ)-1</p> <p> (イ) 章A 目的及び条件 (イ)-1</p> <p>(イ) 章B 核燃料輸送物の種類 (イ)-3</p> <p>(イ) 章C 輸送容器 (イ)-6</p> <p>(イ) 章D 輸送容器の収納物 (イ)-19</p> <p>(ロ) 章 核燃料輸送物の安全解析 (ロ)-1</p> <p> (ロ) 章A 構造解析 (ロ)-A-1</p> <p> A.1 構造設計 (ロ)-A-1</p> <p> A.1.1 概要 (ロ)-A-1</p> <p> A.1.2 設計基準 (ロ)-A-2</p> <p> A.2 重量及び重心 (ロ)-A-25</p> <p> A.3 材料の機械的性質 (ロ)-A-25</p> <p> A.4 核燃料輸送物の要件 (ロ)-A-29</p> <p> A.4.1 化学的及び電気的反応 (ロ)-A-29</p> <p> A.4.2 低温強度 (ロ)-A-29</p> <p> A.4.3 密封装置 (ロ)-A-31</p> <p> A.4.4 吊上装置 (ロ)-A-32</p> <p> A.4.5 固縛装置 (ロ)-A-38</p> <p> A.4.6 圧力 (ロ)-A-46</p> <p> A.4.7 振動 (ロ)-A-46</p> <p> A.5 一般の試験条件 (ロ)-A-50</p> <p> A.5.1 熱的試験 (ロ)-A-50</p> <p> A.5.1.1 温度及び圧力の要約 (ロ)-A-50</p> <p> A.5.1.2 熱膨張 (ロ)-A-51</p>	<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>(イ) 章 核燃料輸送物の説明 (イ)-1</p> <p> (イ) 章A 目的及び条件 (イ)-1</p> <p>(イ) 章B 核燃料輸送物の種類 (イ)-3</p> <p>(イ) 章C 輸送容器 (イ)-6</p> <p>(イ) 章D 輸送容器の収納物 (イ)-19</p> <p>(ロ) 章 核燃料輸送物の安全解析 (ロ)-1</p> <p> (ロ) 章A 構造解析 (ロ)-A-1</p> <p> A.1 構造設計 (ロ)-A-1</p> <p> A.1.1 概要 (ロ)-A-1</p> <p> A.1.2 設計基準 (ロ)-A-2</p> <p> A.2 重量及び重心 (ロ)-A-25</p> <p> A.3 材料の機械的性質 (ロ)-A-25</p> <p> A.4 核燃料輸送物の要件 (ロ)-A-29</p> <p> A.4.1 化学的及び電気的反応 (ロ)-A-29</p> <p> A.4.2 低温強度 (ロ)-A-29</p> <p> A.4.3 密封装置 (ロ)-A-31</p> <p> A.4.4 吊上装置 (ロ)-A-32</p> <p> A.4.5 固縛装置 (ロ)-A-39</p> <p> A.4.6 圧力 (ロ)-A-47</p> <p> A.4.7 振動 (ロ)-A-47</p> <p> A.5 一般の試験条件 (ロ)-A-51</p> <p> A.5.1 熱的試験 (ロ)-A-51</p> <p> A.5.1.1 温度及び圧力の要約 (ロ)-A-51</p> <p> A.5.1.2 熱膨張 (ロ)-A-52</p>	<p>吊上装置の疲労の追記により、 以下ページ番号繰り下げ</p>

注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-2	<p>A.5.1.3 応力計算 (口)-A-53</p> <p>A.5.1.4 許容応力との比較 (口)-A-69</p> <p>A.5.2 水噴霧 (口)-A-69</p> <p>A.5.3 自由落下 (口)-A-69</p> <p>A.5.4 積み重ね試験 (口)-A-70</p> <p>A.5.5 貫通 (口)-A-76</p> <p>A.5.6 角又は縁落下 (口)-A-77</p> <p>A.5.7 結果の要約及びその評価 (口)-A-77</p> <p>A.6 特別の試験条件 (口)-A-81</p> <p>A.6.1 強度試験・落下試験Ⅰ(9 m落下時) (口)-A-81</p> <p>A.6.1.1 垂直落下 (口)-A-104</p> <p>A.6.1.2 水平落下 (口)-A-138</p> <p>A.6.1.3 コーナー落下 (口)-A-153</p> <p>A.6.1.4 傾斜落下 (口)-A-153</p> <p>A.6.1.5 結果の要約 (口)-A-154</p> <p>A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ(1 m落下時) (口)-A-155</p> <p>A.6.2.1 結果の要約 (口)-A-164</p> <p>A.6.3 熱的試験 (口)-A-165</p> <p>A.6.3.1 温度及び圧力の要約 (口)-A-165</p> <p>A.6.3.2 熱膨張 (口)-A-166</p> <p>A.6.3.3 許容応力との比較 (口)-A-186</p> <p>A.6.4 浸漬 (口)-A-186</p> <p>A.6.5 結果の要約及びその評価 (口)-A-186</p> <p>A.7 強化浸漬試験 (口)-A-194</p> <p>A.8 放射性収納物 (口)-A-194</p> <p>A.9 核分裂性輸送物 (口)-A-195</p> <p>A.9.1 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件 (口)-A-195</p> <p>A.9.2 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件 (口)-A-197</p> <p>A.10 付属書類 (口)-A-204</p>	<p>A.5.1.3 応力計算 (口)-A-54</p> <p>A.5.1.4 許容応力との比較 (口)-A-70</p> <p>A.5.2 水噴霧 (口)-A-70</p> <p>A.5.3 自由落下 (口)-A-70</p> <p>A.5.4 積み重ね試験 (口)-A-71</p> <p>A.5.5 貫通 (口)-A-77</p> <p>A.5.6 角又は縁落下 (口)-A-78</p> <p>A.5.7 結果の要約及びその評価 (口)-A-78</p> <p>A.6 特別の試験条件 (口)-A-82</p> <p>A.6.1 強度試験・落下試験Ⅰ(9 m落下時) (口)-A-82</p> <p>A.6.1.1 垂直落下 (口)-A-105</p> <p>A.6.1.2 水平落下 (口)-A-140</p> <p>A.6.1.3 コーナー落下 (口)-A-155</p> <p>A.6.1.4 傾斜落下 (口)-A-155</p> <p>A.6.1.5 結果の要約 (口)-A-156</p> <p>A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ(1 m落下時) (口)-A-157</p> <p>A.6.2.1 結果の要約 (口)-A-166</p> <p>A.6.3 熱的試験 (口)-A-167</p> <p>A.6.3.1 温度及び圧力の要約 (口)-A-167</p> <p>A.6.3.2 熱膨張 (口)-A-168</p> <p>A.6.3.3 許容応力との比較 (口)-A-188</p> <p>A.6.4 浸漬 (口)-A-188</p> <p>A.6.5 結果の要約及びその評価 (口)-A-188</p> <p>A.7 強化浸漬試験 (口)-A-196</p> <p>A.8 放射性収納物 (口)-A-196</p> <p>A.9 核分裂性輸送物 (口)-A-197</p> <p>A.9.1 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件 (口)-A-197</p> <p>A.9.2 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件 (口)-A-199</p> <p>A.10 付属書類 (口)-A-206</p>	<p>収納物を評価する理由の明確化、支持構造材の用語の説明を追記により、ページ番号繰り下げ</p>

注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-3	(ロ) 章B 熱解析 (ロ)-B-1 B.1 概要 (ロ)-B-1 B.2 材料の熱的性質 (ロ)-B-4 B.3 構成要素の仕様 (ロ)-B-8 B.4 一般の試験条件 (ロ)-B-9 B.4.1 熱解析モデル (ロ)-B-9 B.4.1.1 解析モデル (ロ)-B-9 B.4.1.2 試験モデル (ロ)-B-15 B.4.2 最高温度 (ロ)-B-15 B.4.3 最低温度 (ロ)-B-22 B.4.4 最大内圧 (ロ)-B-22 B.4.5 最大熱応力 (ロ)-B-23 B.4.6 結果の要約及びその評価 (ロ)-B-23 B.5 特別の試験条件 (ロ)-B-26 B.5.1 熱解析モデル (ロ)-B-26 B.5.1.1 解析モデル (ロ)-B-26 B.5.1.2 試験モデル (ロ)-B-26 B.5.2 核燃料輸送物の評価条件 (ロ)-B-26 B.5.3 核燃料輸送物温度 (ロ)-B-27 B.5.4 最大内圧 (ロ)-B-33 B.5.5 最大熱応力 (ロ)-B-34 B.5.6 結果の要約及びその評価 (ロ)-B-34 B.6 付属書類 (ロ)-B-36 (ロ) 章C 密封解析 (ロ)-C-1 C.1 概要 (ロ)-C-1 C.2 密封装置 (ロ)-C-2 C.2.1 密封装置 (ロ)-C-2 C.2.2 密封装置の貫通部 (ロ)-C-4 C.2.3 密封装置のガスケット及び溶接部 (ロ)-C-4	(ロ) 章B 熱解析 (ロ)-B-1 B.1 概要 (ロ)-B-1 B.2 材料の熱的性質 (ロ)-B-4 B.3 構成要素の仕様 (ロ)-B-8 B.4 一般の試験条件 (ロ)-B-9 B.4.1 熱解析モデル (ロ)-B-9 B.4.1.1 解析モデル (ロ)-B-9 B.4.1.2 試験モデル (ロ)-B-15 B.4.2 最高温度 (ロ)-B-15 B.4.3 最低温度 (ロ)-B-22 B.4.4 最大内圧 (ロ)-B-22 B.4.5 最大熱応力 (ロ)-B-25 B.4.6 結果の要約及びその評価 (ロ)-B-25 B.5 特別の試験条件 (ロ)-B-27 B.5.1 熱解析モデル (ロ)-B-27 B.5.1.1 解析モデル (ロ)-B-27 B.5.1.2 試験モデル (ロ)-B-28 B.5.2 核燃料輸送物の評価条件 (ロ)-B-28 B.5.3 核燃料輸送物温度 (ロ)-B-29 B.5.4 最大内圧 (ロ)-B-35 B.5.5 最大熱応力 (ロ)-B-36 B.5.6 結果の要約及びその評価 (ロ)-B-36 B.6 付属書類 (ロ)-B-38 (ロ) 章C 密封解析 (ロ)-C-1 C.1 概要 (ロ)-C-1 C.2 密封装置 (ロ)-C-2 C.2.1 密封装置 (ロ)-C-2 C.2.2 密封装置の貫通部 (ロ)-C-4 C.2.3 密封装置のガスケット及び溶接部 (ロ)-C-4	運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明の追記、以下ページ番号の繰り下げ

注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-4	C.2.4 蓋 (ロ)-C-5 C.3 一般の試験条件 (ロ)-C-5 C.3.1 放射性物質の漏えい (ロ)-C-5 C.3.1.1 密封装置の設計漏えい率 (ロ)-C-5 C.3.1.2 一般の試験条件における放射性核種の漏えい率 (ロ)-C-10 C.3.2 密封装置の加圧 (ロ)-C-33 C.3.3 冷却材汚染 (ロ)-C-34 C.3.4 冷却材損失 (ロ)-C-34 C.4 特別の試験条件 (ロ)-C-35 C.4.1 核分裂生成ガス (ロ)-C-35 C.4.1.1 密封容器を用いない場合 (ロ)-C-35 C.4.1.2 密封容器を用いる場合 (ロ)-C-38 C.4.2 放射性物質の漏えい (ロ)-C-42 C.4.2.1 密封容器を用いない場合 (ロ)-C-42 C.4.2.2 密封容器を用いる場合 (ロ)-C-45 C.4.2.3 放射性物質の漏えいのまとめ (ロ)-C-51 C.5 結果の要約及びその評価 (ロ)-C-52 C.6 付属書類 (ロ)-C-53 (ロ)章D 遮蔽解析 (ロ)-D-1 D.1 概要 (ロ)-D-1 D.2 線源仕様 (ロ)-D-3 D.2.1 ガンマ線源 (ロ)-D-4 D.2.2 中性子源 (ロ)-D-9 D.3 モデル仕様 (ロ)-D-11 D.3.1 解析モデル (ロ)-D-11 D.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 (ロ)-D-19 D.4 遮蔽評価 (ロ)-D-20 D.4.1 基本手法 (ロ)-D-20 D.4.1.1 ガンマ線遮蔽計算 (ロ)-D-20	C.2.4 蓋 (ロ)-C-5 C.3 一般の試験条件 (ロ)-C-5 C.3.1 放射性物質の漏えい (ロ)-C-5 C.3.1.1 密封装置の設計漏えい率 (ロ)-C-5 C.3.1.2 一般の試験条件における放射性核種の漏えい率 (ロ)-C-10 C.3.2 密封装置の加圧 (ロ)-C-33 C.3.3 冷却材汚染 (ロ)-C-34 C.3.4 冷却材損失 (ロ)-C-34 C.4 特別の試験条件 (ロ)-C-35 C.4.1 核分裂生成ガス (ロ)-C-35 C.4.1.1 密封容器を用いない場合 (ロ)-C-35 C.4.1.2 密封容器を用いる場合 (ロ)-C-38 C.4.2 放射性物質の漏えい (ロ)-C-42 C.4.2.1 密封容器を用いない場合 (ロ)-C-42 C.4.2.2 密封容器を用いる場合 (ロ)-C-45 C.4.2.3 放射性物質の漏えいのまとめ (ロ)-C-51 C.5 結果の要約及びその評価 (ロ)-C-52 C.6 付属書類 (ロ)-C-53 (ロ)章D 遮蔽解析 (ロ)-D-1 D.1 概要 (ロ)-D-1 D.2 線源仕様 (ロ)-D-3 D.2.1 ガンマ線源 (ロ)-D-4 D.2.2 中性子源 (ロ)-D-9 D.3 モデル仕様 (ロ)-D-11 D.3.1 解析モデル (ロ)-D-11 D.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 (ロ)-D-19 D.4 遮蔽評価 (ロ)-D-20 D.4.1 基本手法 (ロ)-D-20 D.4.1.1 ガンマ線遮蔽計算 (ロ)-D-20	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-5	<p>D.4.1.2 中性子遮蔽計算 (ロ)-D-26</p> <p>D.4.2 計算結果 (ロ)-D-27</p> <p>D.5 結果の要約及びその評価 (ロ)-D-28</p> <p>D.6 付属書類 (ロ)-D-30</p> <p>(ロ) 章E 臨界解析 (ロ)-E-1</p> <p>E.1 概要 (ロ)-E-1</p> <p>E.2 解析対象 (ロ)-E-1</p> <p>E.2.1 収納物 (ロ)-E-1</p> <p>E.2.2 輸送容器 (ロ)-E-2</p> <p>E.2.3 中性子吸収材 (ロ)-E-2</p> <p>E.3 モデル仕様 (ロ)-E-2</p> <p>E.3.1 解析モデル (ロ)-E-2</p> <p>E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 (ロ)-E-2</p> <p>E.4 未臨界評価 (ロ)-E-5</p> <p>E.4.1 計算条件 (ロ)-E-5</p> <p>E.4.2 核燃料輸送物への水の浸入等 (ロ)-E-6</p> <p>E.4.3 計算方法 (ロ)-E-6</p> <p>E.4.4 計算結果 (ロ)-E-6</p> <p>E.5 ベンチマーク試験 (ロ)-E-7</p> <p>E.6 結果の要約及びその評価 (ロ)-E-10</p> <p>E.7 付属書類 (ロ)-E-11</p> <p>(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮 (ロ)-F-1</p> <p>F.1 考慮すべき経年変化の要因 (ロ)-F-1</p> <p>F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価 (ロ)-F-2</p> <p>F.3 安全解析における経年変化の考慮内容 (ロ)-F-7</p> <p>(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)-G-1</p> <p>(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法 (ハ)-A-1</p> <p>(ハ) 章A 核燃料輸送物の取扱方法 (ハ)-A-1</p>	<p>D.4.1.2 中性子遮蔽計算 (ロ)-D-26</p> <p>D.4.2 計算結果 (ロ)-D-27</p> <p>D.5 結果の要約及びその評価 (ロ)-D-28</p> <p>D.6 付属書類 (ロ)-D-30</p> <p>(ロ) 章E 臨界解析 (ロ)-E-1</p> <p>E.1 概要 (ロ)-E-1</p> <p>E.2 解析対象 (ロ)-E-1</p> <p>E.2.1 収納物 (ロ)-E-1</p> <p>E.2.2 輸送容器 (ロ)-E-2</p> <p>E.2.3 中性子吸収材 (ロ)-E-2</p> <p>E.3 モデル仕様 (ロ)-E-2</p> <p>E.3.1 解析モデル (ロ)-E-2</p> <p>E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 (ロ)-E-2</p> <p>E.4 未臨界評価 (ロ)-E-5</p> <p>E.4.1 計算条件 (ロ)-E-5</p> <p>E.4.2 核燃料輸送物への水の浸入等 (ロ)-E-6</p> <p>E.4.3 計算方法 (ロ)-E-6</p> <p>E.4.4 計算結果 (ロ)-E-6</p> <p>E.5 ベンチマーク試験 (ロ)-E-7</p> <p>E.6 結果の要約及びその評価 (ロ)-E-10</p> <p>E.7 付属書類 (ロ)-E-11</p> <p>(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮 (ロ)-F-1</p> <p>F.1 考慮すべき経年変化の要因 (ロ)-F-1</p> <p>F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価 (ロ)-F-2</p> <p>F.3 安全解析における経年変化の考慮内容 (ロ)-F-7</p> <p>(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)-G-1</p> <p>(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法 (ハ)-A-1</p> <p>(ハ) 章A 核燃料輸送物の取扱方法 (ハ)-A-1</p>	

注：補正箇所を 〇 で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-6	<p>A.1 装荷方法 (ハ)-A-1</p> <p>A.2 核燃料輸送物の発送前検査 (ハ)-A-1</p> <p>A.3 取り出し方法 (ハ)-A-1</p> <p>A.4 空容器の準備 (ハ)-A-2</p> <p>(ハ) 章B 保守条件 (ハ)-B-1</p> <p>B.1 外観検査 (ハ)-B-1</p> <p>B.2 耐圧検査 (ハ)-B-1</p> <p>B.3 気密漏えい検査 (ハ)-B-1</p> <p>B.3.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査要領 (ハ)-B-1</p> <p>B.3.2 密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領 (ハ)-B-2</p> <p>B.4 遮蔽検査 (ハ)-B-2</p> <p>B.5 未臨界検査 (ハ)-B-2</p> <p>B.6 熱検査 (ハ)-B-2</p> <p>B.7 吊上検査 (ハ)-B-2</p> <p>B.8 作動確認検査 (ハ)-B-2</p> <p>B.9 補助系の保守 (ハ)-B-2</p> <p>B.10 密封装置の弁、ガスケット等の保守 (ハ)-B-2</p> <p>B.11 輸送容器の保管 (ハ)-B-3</p> <p>B.12 記録の保管 (ハ)-B-3</p> <p>B.13 その他 (ハ)-B-3</p> <p>(ニ) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項 (ニ)-1</p>	<p>A.1 装荷方法 (ハ)-A-1</p> <p>A.2 核燃料輸送物の発送前検査 (ハ)-A-1</p> <p>A.3 取り出し方法 (ハ)-A-1</p> <p>A.4 空容器の準備 (ハ)-A-2</p> <p>(ハ) 章B 保守条件 (ハ)-B-1</p> <p>B.1 外観検査 (ハ)-B-1</p> <p>B.2 耐圧検査 (ハ)-B-1</p> <p>B.3 気密漏えい検査 (ハ)-B-1</p> <p>B.3.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査要領 (ハ)-B-1</p> <p>B.3.1.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査方法 (ハ)-B-2</p> <p>B.3.2 密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領 (ハ)-B-3</p> <p>B.3.2.1 密封容器の加圧法による気密漏えい検査方法 (ハ)-B-3</p> <p>B.3.2.2 格納容器の加圧法による気密漏えい検査方法 (ハ)-B-4</p> <p>B.4 遮蔽検査 (ハ)-B-5</p> <p>B.5 未臨界検査 (ハ)-B-5</p> <p>B.6 熱検査 (ハ)-B-5</p> <p>B.7 吊上検査 (ハ)-B-5</p> <p>B.8 作動確認検査 (ハ)-B-5</p> <p>B.9 補助系の保守 (ハ)-B-5</p> <p>B.10 密封装置の弁、ガスケット等の保守 (ハ)-B-5</p> <p>B.11 輸送容器の保管 (ハ)-B-6</p> <p>B.12 記録の保管 (ハ)-B-6</p> <p>B.13 その他 (ハ)-B-6</p> <p>(ニ) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項 (ニ)-1</p>	<p>検査方法の追記</p> <p>検査方法の追記により、ページ番号の繰り下げ</p> <p>検査方法の追記</p> <p>検査方法の追記により、ページ番号の繰り下げ</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-7	参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明 (参考)-A-1 参考A 輸送容器の製作法 (参考)-A-1 A.1 概要 (参考)-A-1 A.1.1 製作手順図及び製作図 (参考)-A-1 A.1.2 略記号の説明 (参考)-A-3 A.1.3 製作方法及び手順の概要 (参考)-A-4 A.2 材料の説明 (参考)-A-9 A.2.1 板材類 (参考)-A-9 A.2.2 管材類 (参考)-A-9 A.2.3 鍛造品、ボルト・ナット類 (参考)-A-9 A.2.4 溶接用電極・棒・線類 (参考)-A-9 A.2.5 特殊材料 (参考)-A-9 A.2.6 ミルシート (参考)-A-10 A.2.7 材料の欠陥部の修理 (参考)-A-10 A.2.8 材料の切断 (参考)-A-10 A.2.9 材料の成型 (参考)-A-10 A.3 溶接 (参考)-A-15 A.3.1 溶接方法及び材料 (参考)-A-15 A.3.2 溶接機の管理及び作業員資格 (参考)-A-15 A.3.3 溶接の主要事項に関する説明 (参考)-A-15 A.3.4 溶接欠陥の修理 (参考)-A-17 A.3.5 溶接後の熱処理 (参考)-A-17 A.3.6 特殊溶接 (参考)-A-17 A.3.7 溶接の品質保証計画、その他 (参考)-A-17 A.4 遮蔽体の製作法 (参考)-A-18 A.4.1 ガンマ線遮蔽体（鉛）の製作法 (参考)-A-18 A.5 弁等の付属機器の製作法 (参考)-A-18 A.6 組立等その他の製作法 (参考)-A-18 A.6.1 密封内容物の製作 (参考)-A-19	参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明 (参考)-A-1 参考A 輸送容器の製作法 (参考)-A-1 A.1 概要 (参考)-A-1 A.1.1 製作手順図及び製作図 (参考)-A-1 A.1.2 略記号の説明 (参考)-A-3 A.1.3 製作方法及び手順の概要 (参考)-A-4 A.2 材料の説明 (参考)-A-9 A.2.1 板材類 (参考)-A-9 A.2.2 管材類 (参考)-A-9 A.2.3 鍛造品、ボルト・ナット類 (参考)-A-9 A.2.4 溶接用電極・棒・線類 (参考)-A-9 A.2.5 特殊材料 (参考)-A-9 A.2.6 ミルシート (参考)-A-10 A.2.7 材料の欠陥部の修理 (参考)-A-10 A.2.8 材料の切断 (参考)-A-10 A.2.9 材料の成型 (参考)-A-10 A.3 溶接 (参考)-A-15 A.3.1 溶接方法及び材料 (参考)-A-15 A.3.2 溶接機の管理及び作業員資格 (参考)-A-15 A.3.3 溶接の主要事項に関する説明 (参考)-A-15 A.3.4 溶接欠陥の修理 (参考)-A-17 A.3.5 溶接後の熱処理 (参考)-A-17 A.3.6 特殊溶接 (参考)-A-17 A.3.7 溶接の品質保証計画、その他 (参考)-A-17 A.4 遮蔽体の製作法 (参考)-A-18 A.4.1 ガンマ線遮蔽体（鉛）の製作法 (参考)-A-18 A.5 弁等の付属機器の製作法 (参考)-A-18 A.6 組立等その他の製作法 (参考)-A-18 A.6.1 密封内容物の製作 (参考)-A-19	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-8	A. 6.2 密封容器の製作 (参考)-A-20	A. 6.2 密封容器の製作 (参考)-A-20	
	A. 6.3 格納容器の製作 (参考)-A-21	A. 6.3 格納容器の製作 (参考)-A-21	
	参考B 試験、検査方法等 (参考)-B-1	参考B 試験、検査方法等 (参考)-B-1	
	B. 1 材料検査 (参考)-B-1	B. 1 材料検査 (参考)-B-1	
	B. 2 寸法検査 (参考)-B-1	B. 2 寸法検査 (参考)-B-1	
	B. 3 溶接検査 (参考)-B-5	B. 3 溶接検査 (参考)-B-5	
	B. 3.1 仮付検査 (参考)-B-5	B. 3.1 仮付検査 (参考)-B-5	
	B. 3.2 溶接及び溶接外観検査 (参考)-B-5	B. 3.2 溶接及び溶接外観検査 (参考)-B-5	
	B. 3.3 液体浸透探傷検査 (参考)-B-7	B. 3.3 液体浸透探傷検査 (参考)-B-7	
	B. 3.4 放射線透過検査 (参考)-B-7	B. 3.4 放射線透過検査 (参考)-B-7	
	B. 4 外観検査 (参考)-B-8	B. 4 外観検査 (参考)-B-8	
	B. 5 耐圧検査 (参考)-B-9	B. 5 耐圧検査 (参考)-B-9	
	B. 6 気密漏えい検査 (参考)-B-10	B. 6 気密漏えい検査 (参考)-B-10	
	B. 6.1 密封内容器蓋取付部の空気漏えい検査 (参考)-B-10	B. 6.1 密封内容器蓋取付部の空気漏えい検査 (参考)-B-10	
	B. 6.2 密封内容器、密封容器ヘリウムリークテスト (参考)-B-10	B. 6.2 密封内容器、密封容器ヘリウムリークテスト (参考)-B-10	
	B. 6.3 密封容器蓋取付部のヘリウムリークテスト (参考)-B-10	B. 6.3 密封容器蓋取付部のヘリウムリークテスト (参考)-B-10	
	B. 6.4 格納容器の空気漏えい検査 (参考)-B-10	B. 6.4 格納容器の空気漏えい検査 (参考)-B-10	
	B. 7 遮蔽性能検査 (参考)-B-11	B. 7 遮蔽性能検査 (参考)-B-11	
	B. 7.1 ガンマ線遮蔽性能検査 (参考)-B-11	B. 7.1 ガンマ線遮蔽性能検査 (参考)-B-11	
	B. 8 遮蔽寸法検査 (参考)-B-11	B. 8 遮蔽寸法検査 (参考)-B-11	
	B. 9 伝熱検査 (参考)-B-11	B. 9 伝熱検査 (参考)-B-11	
	B. 10 吊上荷重検査 (参考)-B-11	B. 10 吊上荷重検査 (参考)-B-11	
	B. 11 重量検査 (参考)-B-11	B. 11 重量検査 (参考)-B-11	
	B. 12 未臨界検査 (参考)-B-12	B. 12 未臨界検査 (参考)-B-12	
	B. 13 作動確認検査 (参考)-B-12	B. 13 作動確認検査 (参考)-B-12	
	B. 14 取扱検査 (参考)-B-12	B. 14 取扱検査 (参考)-B-12	
	B. 15 その他の特殊検査 (参考)-B-12	B. 15 その他の特殊検査 (参考)-B-12	
	B. 15.1 [] の充填状態確認検査 (参考)-B-12	B. 15.1 [] の充填状態確認検査 (参考)-B-12	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
目次-9	B.16 完成時検査 (参考)-B-15 参考C 輸送容器の製作スケジュール (参考)-C-1	B.16 完成時検査 (参考)-B-15 参考C 輸送容器の製作スケジュール (参考)-C-1	

(ロ) 章A 構造解析 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-1	(ロ) 章A 構造解析	(ロ) 章A 構造解析	
(ロ)-A-1 ~4	A.1 構造設計 A.1.1 概要 ~ A.1.2 設計基準 省略	A.1 構造設計 A.1.1 概要 ~ A.1.2 設計基準 変更なし	
(ロ)-A-5 ~12	<u>(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (1/20~8/20)</u> 省略	<u>(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (1/20~8/20)</u> 変更なし	
(ロ)-A-13 ~20	<u>(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (9/20~16/20)</u> σ_{dy} ：動的降伏応力 $1.25\sigma_y$	<u>(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (9/20~16/20)</u> σ_{dy} ：動的降伏応力 $1.20\sigma_y$	動的降伏応力の割増値を 見直し
(ロ)-A-21 ~24	<u>(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (17/20~20/20)</u> 省略	<u>(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (17/20~20/20)</u> 変更なし	
(ロ)-A-25 ~29	A.2 重量及び重心 ~ A.4 核燃料輸送物の要件 省略	A.2 重量及び重心 ~ A.4 核燃料輸送物の要件 変更なし	
(ロ)-A-29	A.4.1 化学的及び電気的応 省略	A.4.1 化学的及び電気的応 変更なし	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																								
(ロ)-A-29	<p>A.4.2 低温強度</p> <p>本輸送物は、外気温度-20℃以上で輸送される。</p> <p>(1) 構成部品の最低温度</p> <p>(イ) 章Cの3項に示す本輸送容器の使用材料が低温脆性破壊、劣化等を起さず通常に使用できる最低温度は(ロ)-第A.5表に示すとおりである。同表より明らかなように、[]の材料も最低使用可能温度は-40℃以下であるので、外運搬規則に規定される最低温度-40℃において構成部品はき裂、破損等の生じるおそれはない。</p>	<p>A.4.2 低温強度</p> <p>本輸送物は、外気温度-20℃以上で輸送される。</p> <p>(1) 構成部品の最低温度</p> <p>(イ) 章Cの3項に示す本輸送容器の使用材料が低温脆性破壊、劣化等を起さず通常に使用できる最低温度は(ロ)-第A.5表に示すとおりである。同表より明らかなように、[]最低使用可能温度は []℃であるので、本輸送物の運搬中に予想される温度-20℃より低いことから、構成部品はき裂、破損等の生じるおそれはない。</p>	<p>下表の最低使用可能温度の見直しによる記載の適正化及び構成部品の健全性について記載</p>																								
(ロ)-A-30	<p>(ロ)-第A.5表 輸送物使用材料の最低使用可能温度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>輸送物の部位</th> <th>材 質</th> <th>最低使用可能温度 (℃)</th> <th>引用規格、文献</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>底部密封カバー部 Oリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>三菱ゴム株式会社 (ゴムの常識)¹¹⁾</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー部 Oリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>産業技術センター (複合材料技術集成)¹²⁾</td> </tr> </tbody> </table>	輸送物の部位		材 質	最低使用可能温度 (℃)	引用規格、文献	底部密封カバー部 Oリング	[]	[]	三菱ゴム株式会社 (ゴムの常識) ¹¹⁾	巻上装置カバー部 Oリング	[]	[]	産業技術センター (複合材料技術集成) ¹²⁾	<p>(ロ)-第A.5表 輸送物使用材料の最低使用可能温度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>輸送物の部位</th> <th>材 質</th> <th>最低使用可能温度 (℃)</th> <th>引用規格、文献</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>底部密封カバー部 Oリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>三菱ゴム株式会社 ([]) ¹¹⁾</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー部 Oリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>三菱ゴム株式会社 ([]) ¹²⁾</td> </tr> </tbody> </table>	輸送物の部位	材 質	最低使用可能温度 (℃)	引用規格、文献	底部密封カバー部 Oリング	[]	[]	三菱ゴム株式会社 ([]) ¹¹⁾	巻上装置カバー部 Oリング	[]	[]	三菱ゴム株式会社 ([]) ¹²⁾
輸送物の部位	材 質	最低使用可能温度 (℃)	引用規格、文献																								
底部密封カバー部 Oリング	[]	[]	三菱ゴム株式会社 (ゴムの常識) ¹¹⁾																								
巻上装置カバー部 Oリング	[]	[]	産業技術センター (複合材料技術集成) ¹²⁾																								
輸送物の部位	材 質	最低使用可能温度 (℃)	引用規格、文献																								
底部密封カバー部 Oリング	[]	[]	三菱ゴム株式会社 ([]) ¹¹⁾																								
巻上装置カバー部 Oリング	[]	[]	三菱ゴム株式会社 ([]) ¹²⁾																								
(ロ)-A-31	<p>A.4.3 密封装置</p> <p>省略</p>	<p>A.4.3 密封装置</p> <p>変更なし</p>																									
(ロ)-A-32	<p>A.4.4 吊上装置</p> <p>省略</p>	<p>A.4.4 吊上装置</p> <p>変更なし</p>																									
(ロ)-A-32 ~35	<p>1. 吊上用トラニオン</p> <p>省略</p>	<p>1. 吊上用トラニオン</p> <p>変更なし</p>																									
(ロ)-A-35 ~37	<p>2. 支持用トラニオン</p> <p>省略</p>	<p>2. 支持用トラニオン</p> <p>変更なし</p>																									

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-38		<p>3. 吊上装置 (ステンレス鋼) の疲労</p> <p>吊上装置 (吊上用トラニオン及び支持用トラニオン) は、1年で40回取り扱われるものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は2400回 (輸送容器使用期間60年×吊上回数40回/年 ((3回運搬×10回/運搬回数) + 保守的に10回/年)) となる。上記に示すとおり、吊上用トラニオンに発生する応力強さは [] MPaであり、繰返しピーク応力はその1/2の [] MPa とする。また、支持用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返しピーク応力はその1/2の [] MPa とする。SUS [] の応力疲労曲線図 (S/N線図) ²²⁾ より、使用回数10000回 (保守的な想定) の疲労限度は、 [] MPaとなり、繰返しピーク応力を包含している。また、使用回数10000回は、想定される使用回数 (2400回) を包含している。以上を踏まえ繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価した結果、疲労破綻が生じないことを確認した。</p>	<p>補正前(ロ)章Fに記載した、ステンレス鋼の疲労による経年変化の考慮内容を本項目に記載。</p>
(ロ)-A-39 ~47	<p>A.4.5 固縛装置 ~ A.4.6 圧力 省略</p>	<p>A.4.5 固縛装置 ~ A.4.6 圧力 変更なし</p>	
(ロ)-A-47 ~50	<p>A.4.7 振動 固有振動数の計算過程・結果・・・省略</p> <p>輸送物の輸送中に受ける振動域は大部分0から10 Hzの範囲であり、上記の固有振動数は十分大きく共振を生ずることはなく、各締付ボルト等も、輸送中ゆるむことはない。</p> <p>本輸送物の固縛装置は、(ロ)章A.4.5で示したように、2 g (垂直下方向については3 g) の加速度が加わっても健全性を保つ。実際の輸送における加速度は小さく輸送物及び締付装置の健全性は保たれる。また、収納物は、密封容器内に試料スペース、あるいは試料容器により保持されているので振動による移動等はおこらない。</p>	<p>A.4.7 振動 固有振動数の計算過程・結果・・・変更なし</p> <p>輸送物の輸送中に受ける振動域は大部分0から10 Hzの範囲であり、上記の固有振動数は十分大きく共振を生ずることはなく、各締付ボルト等も、輸送中ゆるむことはない。</p> <p>本輸送物の固縛装置は、(ロ)章A.4.5で示したように、2 g (垂直下方向については3 g) の加速度が加わっても健全性を保つ。また、特別の試験条件「落下試験I (9m落下)」において負荷される加速度に比べ、実際の輸送中に発生する振動による加速度は十分小さく、外部振動による輸送物の応答増幅の影響はなく、輸送物にき裂、破損等は生じず健全である。</p> <p>なお、収納物は、密封容器内に試料スペース、あるいは試料容器により保持されているので振動による移動等はおこらない。</p>	<p>外運搬規則6条第1号の技術上の基準の要求を満たすように記載を追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-50	<p>以上の結果より、通常の輸送における輸送物の要件に対する評価結果の要約を(ロ)- 第A.6表に示す。</p> <p>(ロ)-第A.6表 輸送物の要件に対する評価結果の要約 (1/2~2/2)</p> <p>省略</p>	<p>以上の結果より、通常の輸送における輸送物の要件に対する評価結果の要約を(ロ)- 第A.6表に示す。</p> <p>(ロ)-第A.6表 輸送物の要件に対する評価結果の要約 (1/2~2/2)</p> <p>変更なし</p>	
(ロ)-A-51	<p>A.5 一般の試験条件</p> <p>A.5.1 熱的試験</p> <p>A.5.1.1 温度及び圧力の要約</p> <p>省略</p>	<p>A.5 一般の試験条件</p> <p>A.5.1 熱的試験</p> <p>A.5.1.1 温度及び圧力の要約</p> <p>変更なし</p>	
(ロ)-A-52 ~53	<p>A.5.1.2 熱膨張</p> <p>厚肉円筒の熱応力の計算過程・・・省略</p> <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_y / \sigma_{11} - 1$ $= [] - 1$ $= []$	<p>A.5.1.2 熱膨張</p> <p>厚肉円筒の熱応力の計算過程・・・変更なし</p> <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_y / \sigma_{11} - 1$ $= [] - 1$ $= []$ <p>よって、格納容器にき裂、破損等は生じず健全である。</p> <p>なお、運搬中に予想される温度の変化(-20℃~38℃)を考慮した場合、(ロ)-第A.7表 に示すとおり、格納容器は厚肉の中空円筒であるが、格納容器外面と内面の最高温度差が []℃であり、上記の温度差[]℃に含まれることから熱膨張によるき裂、破損等は生じず健 全である。</p>	<p>外運搬規則6条第1号の技 術上の基準の要求を満た すように記載を追記</p>
(ロ)-A-54 ~78	<p>A.5.1.3 応力計算 ~ A.5.6 角又は縁落下</p> <p>省略</p>	<p>A.5.1.3 応力計算 ~ A.5.6 角又は縁落下</p> <p>変更なし</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-78	<p>A.5.7 結果の要約及びその評価</p> <p>1. 解析結果の要約</p> <p>省略</p>	<p>A.5.7 結果の要約及びその評価</p> <p>1. 解析結果の要約</p> <p>変更なし</p> <p>2. 密閉装置（密閉容器及び格納容器（ステンレス鋼））の疲労</p> <p>密閉装置（密閉容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返し回数は180回（輸送容器使用期間60年×運搬回数3回/年）となるが、保守的に200回の応力発生を考慮する。（ロ）-第A.9表に示すとおり、密閉装置に発生する最大応力は底部密封カバーボルトの [] MPa である。輸送ごとにこの応力が荷重として負荷されるものとする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）²²⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPaとなる。そのため、使用回数10000回は、想定される使用回数（200回）を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価した結果、疲労破壊が生じないことを確認した。</p>	<p>補正前（ロ）章Fに記載した、ステンレス鋼の疲労による経年変化の考慮内容を本項目に記載。</p>
(ロ)-A-79 ～80	<p>[]-第A.9表 構造解析結果（一般の試験条件 1/2 ～ 2/2）</p> <p>省略</p>	<p>[]-第A.9表 構造解析結果（一般の試験条件 1/2 ～ 2/2）</p> <p>変更なし</p>	
(ロ)-A-81	<p>2. 格納容器のOリング密封性能の評価（歪レベルの評価）</p> <p>省略</p>	<p>3. 格納容器のOリング密封性能の評価（歪レベルの評価）</p> <p>変更なし</p>	<p>上記項目の追加による項番号の繰り下げ</p>
(ロ)-A-82	<p>A.6 特別の試験条件</p> <p>省略</p>	<p>A.6 特別の試験条件</p> <p>変更なし</p>	
(ロ)-A-82 ～104	<p>A.6.1 強度試験・落下試験 I（9 m落下時）</p> <p>省略</p>	<p>A.6.1 強度試験・落下試験 I（9 m落下時）</p> <p>変更なし</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-105	<p>A.6.1.1 垂直落下</p> <p>省略</p> <p>1. 蓋部垂直落下</p> <p>(1) 密封容器胴部</p> <p>計算式・・・省略（以降も同様のため、計算式は省略する。）</p>	<p>A.6.1.1 垂直落下</p> <p>変更なし</p> <p>1. 蓋部垂直落下</p> <p>(1) 密封容器胴部</p> <p>計算式・・・変更なし（以降も同様に計算式の変更はない。）</p>	
(ロ)-A-106	<p>[] によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.25倍まで増加することが示されている。したがって、密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度、[]℃において、</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$ <p>であり、密封容器は降伏応力を超えることはない。</p>	<p>A.10 付属書類 (5) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度、[]℃において、</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$ <p>であり、密封容器は降伏応力を超えることはない。</p>	<p>動的降伏応力の割増値の根拠を付属書類に変更及び動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(ロ)-A-107 ~108	<p>(2) 密封容器蓋</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>(2) 密封容器蓋</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(ロ)-A-109	<p>(3) 密封容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>(3) 密封容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-110	<p>(4) 密封容器蓋端面</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(4) 密封容器蓋端面</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-111	<p>(5) 密封容器固定リンク</p> $\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$ $= []$	<p>(5) 密封容器固定リンク</p> $\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-112	<p>(6) 格納容器本体</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(6) 格納容器本体</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-113	<p>(7) 格納容器上部蓋</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>(7) 格納容器上部蓋</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-114 ~115	<p>(8) 上部蓋ボルト</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	<p>(8) 上部蓋ボルト</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-116	<p>(9) 巻上装置カバー及び上蓋部</p> <p>i) 巻上装置カバー</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(9) 巻上装置カバー及び上蓋部</p> <p>i) 巻上装置カバー</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-117	<p>ii) 蓋部</p> <p>蓋方向に垂直落下した場合、蓋の外表面に [] の圧潰力が作用する。この時の蓋部の応力及びたわみ量を非線形構造解析プログラム「ABAQUS」を用いて求める。</p> <p>a) 解析モデル</p> <p>(ロ)-第A.46図に蓋部の解析モデル形状(ロ)-第A.47図に有限要素分割図を示す。図に示すように、ボルトの配置の対称性より [] 度の扇形部分を解析モデルとした。</p> <p>b) 使用物性値</p> <p>縦弾性係数Eは、蓋部の温度である [] °Cにおける [] MPaを与える。また、蓋は塑性変形する可能性があるため、参考文献(6)に与えられているステンレス鋼(SUS [])に対する応力-歪関係式から、動的強度増加及び温度による強度減少を考慮して次の関係式を与える。</p> $\sigma_d = 1.25 \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_{y0}} (173 + 984 \cdot \epsilon^{0.53})$ <p>ただし、σ_d : 動的降伏応力 (MPa) ϵ : 歪 σ_y : 温度 [] °Cにおける静的降伏応力 (MPa) σ_{y0} : 常温における静的降伏応力 (MPa)</p> <p>(ロ)-第A.2図より、</p> $\sigma_y = [] \text{ MPa}$ $\sigma_{y0} = [] \text{ MPa}$ <p>となるので、</p> $\sigma_d = 1.25 \times []$ $= [] \cdot \epsilon^{0.53}$ <p>となる。</p> <p>また、ボルトも塑性変形する可能性があるため、参考文献(5)及び(7)よりステンレス鋼(SUS [])に対する応力-歪関係を動的強度増加及び温度による強度減少を考慮して次のように考える。</p> $\sigma_y = [] \text{ MPa} \quad , \quad \sigma_u = [] \text{ MPa}$	<p>ii) 蓋部</p> <p>蓋方向に垂直落下した場合、蓋の外表面に [] の圧潰力が作用する。この時の蓋部の応力及びたわみ量を非線形構造解析プログラム「ABAQUS」を用いて求める。</p> <p>a) 解析モデル</p> <p>(ロ)-第A.46図に蓋部の解析モデル形状(ロ)-第A.47図に有限要素分割図を示す。図に示すように、ボルトの配置の対称性より [] 度の扇形部分を解析モデルとした。</p> <p>b) 使用物性値</p> <p>縦弾性係数Eは、蓋部の温度である [] °Cにおける [] MPaを与える。また、蓋は塑性変形する可能性があるため、参考文献(6)に与えられているステンレス鋼(SUS [])に対する応力-歪関係式から、動的強度増加及び温度による強度減少を考慮して次の関係式を与える。</p> $\sigma_d = 1.20 \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_{y0}} (173 + 984 \cdot \epsilon^{0.53})$ <p>ただし、σ_d : 動的降伏応力 (MPa) ϵ : 歪 σ_y : 温度 [] °Cにおける静的降伏応力 (MPa) σ_{y0} : 常温における静的降伏応力 (MPa)</p> <p>(ロ)-第A.2図より、</p> $\sigma_y = [] \text{ MPa}$ $\sigma_{y0} = [] \text{ MPa}$ <p>となるので、</p> $\sigma_d = 1.20 \times []$ $= [] \cdot \epsilon^{0.53}$ <p>となる。</p> <p>また、ボルトも塑性変形する可能性があるため、参考文献(5)及び(7)よりステンレス鋼(SUS [])に対する応力-歪関係を動的強度増加及び温度による強度減少を考慮して次のように考える。</p> $\sigma_y = [] \text{ MPa} \quad , \quad \sigma_u = [] \text{ MPa}$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-118	<p>動的降伏応力は、</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times [] = [] \text{ MPa}$ $\sigma_{du} = 1.25 \times [] = [] \text{ MPa}$ <p>また、動的引張強さに対する最大歪は、参考文献(7)より最小破断歪である $\epsilon = [] \%$とした。</p> <p style="text-align: center;">省略</p> <p style="text-align: center;">(ロ)-第A.46図 解析モデル</p>	<p>動的降伏応力は、</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times [] = [] \text{ MPa}$ $\sigma_{du} = 1.20 \times [] = [] \text{ MPa}$ <p>また、動的引張強さに対する最大歪は、参考文献(7)より最小破断歪である $\epsilon = [] \%$とした。</p> <p style="text-align: center;">変更なし</p> <p style="text-align: center;">(ロ)-第A.46図 解析モデル</p>	<p>動的降伏応力の割増値を 見直し</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-119	<p>c) 荷重条件及び境界条件</p> <p>蓋の外表面に作用する荷重は [] の圧潰応力 [] MPaである。</p> <p>また、境界条件としては、(ロ)-第A.46図に示すようにボルトを固定とし、胴部内面との接触境界に置いてZ方向変位を拘束し、さらに(X, Y)面の端面对称条件(半径方向に直角な方向の変位を拘束)を与える。</p> <p>d) 解析結果</p> <p>(ロ)-第A.48図に解析モデルの応力分布図及び変形図を示す。蓋の最大相当応力値は [] MPaで動的降伏応力([] MPa)を超えるが、その最大歪は [] %で材料の最小破断歪 [] %より小さく破断することはない。また、ボルトの最大相当応力値は、 [] MPaで動的降伏応力([] MPa)を超えるが、その最大歪は [] %で材料の最小破断歪の [] %より小さく破断する事はない。リング位置での変形状態は、蓋と胴部が接触しており、リング位置では、口開きは生じないので蓋部の密封性能は保持される。</p> <p style="text-align: center;">省略</p> <p style="text-align: center;">(ロ)-第A.47図 要素分割図</p>	<p>c) 荷重条件及び境界条件</p> <p>蓋の外表面に作用する荷重は [] の圧潰応力 [] MPaである。</p> <p>また、境界条件としては、(ロ)-第A.46図に示すようにボルトを固定とし、胴部内面との接触境界に置いてZ方向変位を拘束し、さらに(X, Y)面の端面对称条件(半径方向に直角な方向の変位を拘束)を与える。</p> <p>d) 解析結果</p> <p>(ロ)-第A.48図に解析モデルの応力分布図及び変形図を示す。蓋の最大相当応力値は [] MPaで動的降伏応力([] MPa)を超えるが、その最大歪は [] %で材料の最小破断歪 [] %より小さく破断することはない。また、ボルトの最大相当応力値は、 [] MPaで動的降伏応力([] MPa)を超えるが、その最大歪は [] %で材料の最小破断歪の [] %より小さく破断する事はない。リング位置での変形状態は、蓋と胴部が接触しており、リング位置では、口開きは生じないので蓋部の密封性能は保持される。</p> <p style="text-align: center;">変更なし</p> <p style="text-align: center;">(ロ)-第A.47図 要素分割図</p>	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(ロ)-A-120	<p style="text-align: center;">省略</p> <p>(ロ)-第A.48図 蓋部垂直落下時の巻上装置カバー上蓋部解析結果</p>	<p style="text-align: center;">変更なし</p> <p>(ロ)-第A.48図 蓋部垂直落下時の巻上装置カバー上蓋部解析結果</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-121	<p>(10) 試料スペーサ</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(10) 試料スペーサ</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-122	<p>(11) 試料容器(A)</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(11) 試料容器(A)</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																
(ロ)-A-123	<p>(12) 収納物</p> <p>本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>収納物</th> <th>重量 (kg/体)</th> <th>構造材寸法 (mm)</th> <th>材質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">省略</td> </tr> </tbody> </table> <p>衝撃力による慣性力が収納物に働いた場合、<u>収納物支持構造材</u>に圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。</p> $\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$ <p>ただし、σ_c : 圧縮応力 (MPa) W : 収納物の重量 (kg) G : 衝撃加速度 (m/s^2) D : 構造材の径 (mm) t : 構造材の板厚 (mm)</p> <p>上記収納物について解析上最も厳しくなるのはF7である。 ここで、$G = [] m/s^2$として、F7収納物の支持構造材の応力を求めると $\sigma_c = [] MPa$ である。</p>	収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材質	省略				<p>(12) 収納物</p> <p><u>収納物内の燃料ビン等は、外筒・スペーサ等 (以下「支持構造材」という。) により被覆・保持されている。支持構造材が健全であれば、密封性を維持できることから核燃料物質等が漏えいすることはない。</u></p> <p>本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>収納物</th> <th>重量 (kg/体)</th> <th>構造材寸法 (mm)</th> <th>材質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">変更なし</td> </tr> </tbody> </table> <p>衝撃力による慣性力が収納物に働いた場合、支持構造材に圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。</p> $\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$ <p>ただし、σ_c : 圧縮応力 (MPa) W : 収納物の重量 (kg) G : 衝撃加速度 (m/s^2) D : 構造材の径 (mm) t : 構造材の板厚 (mm)</p> <p>上記収納物について解析上最も厳しくなるのはF7である。 ここで、$G = [] m/s^2$として、F7収納物の支持構造材の応力を求めると $\sigma_c = [] MPa$ である。</p>	収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材質	変更なし				<p>収納物を評価する理由の明確化、支持構造材の用語の説明を追記</p>
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材質																
省略																			
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材質																
変更なし																			
(ロ)-A-124	<p><u>収納物支持構造材</u>の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、<u>支持構造材</u>の温度 $[]$ °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times [] = [] MPa$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = []$	<p>支持構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、<u>収納物</u>の温度 $[]$ °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times [] = [] MPa$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = []$	<p>記載の適正化</p> <p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>																

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(口)-A-125	<p>2. 底部垂直落下</p> <p>(1) 密封容器胴部</p> <p>計算式・図・・・省略（以降も同様のため、計算式・図は省略する。）</p> <p>[] 参考文献[] によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.25倍まで増加することが示されている。したがって、密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度 [] °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$	<p>2. 底部垂直落下</p> <p>(1) 密封容器胴部</p> <p>計算式・・・省略（以降も同様に計算式・図の変更はない）</p> <p>A.10 付属書類 (5) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度 [] °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$	<p>動的降伏応力の割増値の根拠を付属書類に変更及び動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(口)-A-126	<p>したがって、余裕率は</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>したがって、余裕率は</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	
(口)-A-127 ~128	<p>(2) 密封容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>(2) 密封容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(口)-A-129	<p>(3) 格納容器</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times [] = [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = []$	<p>(3) 格納容器</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times [] = [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-130	<p>(4) 格納容器上部蓋</p> $\sigma_{dy} = 1.28 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>(4) 格納容器上部蓋</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-131	<p>(5) 底部密封カバー</p> <p>省略</p> <p>a) 解析モデル及び使用物性値</p> <p>省略</p> <p>b) 荷重条件及び境界条件</p> <p>省略</p> <p>c) 解析結果</p> <p>(ロ)-第A.54図に解析モデルの等応力線図及び変形図を示す。底部密封カバー及びボルトの最大相当応力値は [] MPaで、動的降伏応力 ([] MPa) に対してその余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1$ $= []$ <p>また、底部密封カバーは容器本体に押付けられており、底部密封カバーの密封性能は十分保持される。</p>	<p>(5) 底部密封カバー</p> <p>変更なし</p> <p>a) 解析モデル及び使用物性値</p> <p>変更なし</p> <p>b) 荷重条件及び境界条件</p> <p>変更なし</p> <p>c) 解析結果</p> <p>(ロ)-第A.54図に解析モデルの等応力線図及び変形図を示す。底部密封カバー及びボルトの最大相当応力値は [] MPaで、動的降伏応力 ([] MPa) に対してその余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1$ $= []$ <p>また、底部密封カバーは容器本体に押付けられており、底部密封カバーの密封性能は十分保持される。</p>	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-132 ~133	<p>(ロ)-第53図 ~ (ロ)-第54図</p> <p>省略</p>	<p>(ロ)-第53図 ~ (ロ)-第54図</p> <p>変更なし</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-134	<p>(6) シャッター</p> $\sigma_{dy} = 0.6 \times 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \tau - 1$ $= []$	<p>(6) シャッター</p> $\sigma_{dy} = 0.6 \times 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \tau - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-135	<p>(7) 試料スぺーサ</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(7) 試料スぺーサ</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-136	<p>(8) 試料容器 (A)</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(8) 試料容器 (A)</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																
(ロ)-A-137	<p>(9) 収納物</p> <p>解析モデルを(ロ)一第A.57図に示す。本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。</p> <table border="1" data-bbox="369 523 996 590"> <thead> <tr> <th>収納物</th> <th>重量 (kg/体)</th> <th>構造材寸法 (mm)</th> <th>材 質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">省略</td> </tr> </tbody> </table> <p>衝撃力による慣性力が収納物に働いた場合、<u>収納物支持構造材</u>に圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。</p> <p>省略</p>	収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質	省略				<p>(9) 収納物</p> <p><u>収納物内の燃料ビン等は、外筒・スベータ等（以下「支持構造材」という。）により被覆・保持されている。支持構造材が健全であれば、密封性を維持できることから核燃料物質等が漏えいすることはない。</u></p> <p>解析モデルを(ロ)一第A.57図に示す。本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。</p> <table border="1" data-bbox="1164 523 1792 590"> <thead> <tr> <th>収納物</th> <th>重量 (kg/体)</th> <th>構造材寸法 (mm)</th> <th>材 質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">変更なし</td> </tr> </tbody> </table> <p>衝撃力による慣性力が収納物に働いた場合、支持構造材に圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。</p> <p>変更なし</p>	収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質	変更なし				<p>収納物を評価する理由の明確化、支持構造材の用語の説明を追記</p> <p>記載の適正化</p>
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質																
省略																			
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質																
変更なし																			
(ロ)-A-138	<p>上記収納物について解析上最も厳しくなるのはF7である。</p> <p>ここで、$G = \text{[]} \text{ m/s}^2$として、F7収納物の支持構造材の応力を求めると、 $\sigma_c = \text{[]} \text{ MPa}$</p> <p><u>収納物支持構造材</u>の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、<u>収納物支持構造材</u>の温度が $\text{[]}^\circ\text{C}$において、 $\sigma_{dy} = 1.25 \times \text{[]}$ $= \text{[]} \text{ MPa}$</p> <p>したがって、余裕率は、 $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= \text{[]}$</p>	<p>上記収納物について解析上最も厳しくなるのはF7である。</p> <p>ここで、$G = \text{[]} \text{ m/s}^2$として、F7収納物の支持構造材の応力を求めると、 $\sigma_c = \text{[]} \text{ MPa}$</p> <p>支持構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、<u>収納物の温度が $\text{[]}^\circ\text{C}$において、</u> $\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{[]}$ $= \text{[]} \text{ MPa}$</p> <p>したがって、余裕率は、 $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= \text{[]}$</p>	<p>記載の適正化</p> <p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>																
(ロ)-A-138	<p>(10) シャッターカバー</p> <p>省略</p>	<p>(10) シャッターカバー</p> <p>変更なし</p>																	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-139	<p>(11) 緩衝体取付金具の強度</p> $\sigma_{dy} = 0.6 \times 1.25 \times [] = [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \tau - 1 = []$	<p>(11) 緩衝体取付金具の強度</p> $\sigma_{dy} = 0.6 \times 1.20 \times [] = [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \tau - 1 = []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-140	<p>A.6.1.2 水平落下</p> <p>省略</p>	<p>A.6.1.2 水平落下</p> <p>変更なし</p>	
(ロ)-A-140 ~141	<p>1. 密封容器本体</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 = []$	<p>1. 密封容器本体</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 = []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-142	<p>2. 格納容器（巻上装置カバーを含む）</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1 = []$	<p>2. 格納容器（巻上装置カバーを含む）</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1 = []$	記載の適正化 動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-143	<p>3. シャッター開閉用ネジシャフト</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = []$	<p>3. シャッター開閉用ネジシャフト</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = []$	動的降伏応力の割増値を見直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-144	<p>4. シャッターカバー</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>4. シャッターカバー</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-145 ~146	<p>5. 試料スペーサ</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>5. 試料スペーサ</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-146	<p>6. 試料容器 省略</p>	<p>6. 試料容器 変更なし</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																
(ロ)-A-146 ~147	<p>7. 収納物</p> <p>本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>収納物</th> <th>重量 (kg/体)</th> <th>構造材寸法 (mm)</th> <th>材 質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">省略</td> </tr> </tbody> </table> <p>収納物の構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、構造材の温度 [] °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質	省略				<p>7. 収納物</p> <p>収納物内の燃料ビン等は、外筒・スペーサ等（以下「支持構造材」という。）に より被覆・保持されている。支持構造材が健全であれば、密封性を維持できること から核燃料物質等が漏えいすることはない。</p> <p>本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>収納物</th> <th>重量 (kg/体)</th> <th>構造材寸法 (mm)</th> <th>材 質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">変更なし</td> </tr> </tbody> </table> <p>支持構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、収納物の温度 [] °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質	変更なし				<p>収納物を評価する理由の明確化、支持構造材の用語の説明を追記</p> <p>記載の適正化 動的降伏応力の割増値を見直し</p>
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質																
省略																			
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質																
変更なし																			
(ロ)-A-148 ~149	<p>8. シャッターカバーボルトの応力</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	<p>8. シャッターカバーボルトの応力</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>																

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-150 ~151	<p>9. 緩衝体取付ボルトの強度</p> <p>省略</p> <p>a) 圧潰力によるせん断応力</p> <p>省略</p> <p>b) 締付トルクによる引張応力</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1$ $= []$	<p>9. 緩衝体取付ボルトの強度</p> <p>変更なし</p> <p>a) 圧潰力によるせん断応力</p> <p>変更なし</p> <p>b) 締付トルクによる引張応力</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(ロ)-A-152 ~153	<p>10. 巻上装置カバー上蓋ボルト</p> $\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率MSは、</p> $MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$ $= []$	<p>10. 巻上装置カバー上蓋ボルト</p> $\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率MSは、</p> $MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(ロ)-A-153 ~154	<p>11. 底部密封カバーボルト</p> $\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$ $= []$	<p>11. 底部密封カバーボルト</p> $\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$ $= []$	<p>動的降伏応力の割増値を見直し</p>
(ロ)-A-155 ~156	<p>A. 6.1.3 コーナー落下 ~ A. 6.1.5 結果の要約</p> <p>省略</p>	<p>A. 6.1.3 コーナー落下 ~ A. 6.1.5 結果の要約</p> <p>変更なし</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-157	A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ (1 m落下時)	A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ (1 m落下時)	
	省略	変更なし	
(ロ)-A-157 ~158	1. 格納容器胴部を直撃する場合 省略	1. 格納容器胴部を直撃する場合 変更なし	
(ロ)-A-158 ~160	2. 巻上装置カバーを直撃する場合 1) 胴部の強度	2. 巻上装置カバーを直撃する場合 1) 胴部の強度	
	$\sigma_{dy} = 1.25 \times []$	$\sigma_{dy} = 1.20 \times []$	動的降伏応力の割増値を見直し
	= [] MPa	= [] MPa	
	したがって、余裕率は、	したがって、余裕率は、	
	$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$	$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$	
	= []	= []	
(ロ)-A-160	2) 溶接部の強度	2) 溶接部の強度	
~161	$\sigma_{dy} = 1.25 \times []$	$\sigma_{dy} = 1.20 \times []$	動的降伏応力の割増値を見直し
	= [] MPa	= [] MPa	
	$\eta = 0.8$ (溶接効率)	$\eta = 0.8$ (溶接効率)	
	したがって、余裕率は、	したがって、余裕率は、	
	$MS = \eta \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$	$MS = \eta \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$	
	= []	= []	
(ロ)-A-161	3. シャッターカバーを直撃する場合	3. シャッターカバーを直撃する場合	
~163	$\sigma_{dy} = 1.25 \times []$	$\sigma_{dy} = 1.20 \times []$	動的降伏応力の割増値を見直し
	= [] MPa	= [] MPa	
	しかし、参考文献4)によれば弾性範囲を超える材料に対する曲げ解析において弾性理論を適用する場合、材料は降伏応力の1.5倍の応力を超えない限り塑性変形をおこさないことが示されている。したがって、カバーの許容応力 σ_p (MPa) は、	しかし、参考文献4)によれば弾性範囲を超える材料に対する曲げ解析において弾性理論を適用する場合、材料は降伏応力の1.5倍の応力を超えない限り塑性変形をおこさないことが示されている。したがって、カバーの許容応力 σ_p (MPa) は、	
	$\sigma_p = 1.5 \times 1.25 \times []$	$\sigma_p = 1.5 \times 1.20 \times []$	動的降伏応力の割増値を見直し
	= [] MPa	= [] MPa	
	したがって、余裕率は、	したがって、余裕率は、	
	$MS = \sigma_p / \sigma_b - 1$	$MS = \sigma_p / \sigma_b - 1$	
	= []	= []	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-163 ~165	<p>4. 漏えい試験用カブラ部を直撃する場合を直撃する場合</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>4. 漏えい試験用カブラ部を直撃する場合を直撃する場合</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-165 ~166	<p>5. 底部密封カバー ~ 6. 緩衝体取付金具の強度 省略</p>	<p>5. 底部密封カバー ~ 6. 緩衝体取付金具の強度 変更なし</p>	
(ロ)-A-166	<p>A.6.2.1 結果の要約 省略</p>	<p>A.6.2.1 結果の要約 変更なし</p>	
(ロ)-A-167 ~188	<p>A.6.3 熱的試験 ~ A.6.4 浸漬 省略</p>	<p>A.6.3 熱的試験 ~ A.6.4 浸漬 変更なし</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																																																																																																																																																																																																																		
(ロ)-A-188	A.6.5 結果の要約及びその評価 1. 解析結果の要約 省略	A.6.5 結果の要約及びその評価 1. 解析結果の要約 変更なし																																																																																																																																																																																																																																																			
(ロ)-A-189	(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 1/4)	(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 1/4)																																																																																																																																																																																																																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>条件</th> <th>項目</th> <th>解析基準</th> <th>解析基準値 (MPa)</th> <th>解析結果 (MPa)</th> <th>余裕率等 (MS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="18">特別の試験</td> <td>落下試験 I</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(1) 蓋部 垂直落下</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器蓋</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器底板</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器蓋ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器保護カバー</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器蓋</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器底板</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器蓋端面</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器蓋固定リンク</td> <td>σ_{dsy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器上部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>上部蓋ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー上蓋部</td> <td>—</td> <td></td> <td>ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー上蓋ボルト</td> <td>—</td> <td></td> <td>ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>試験スぺーサ</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>試験容器 (A)</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>試験容器 (C)</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>収納物</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)	特別の試験	落下試験 I					(1) 蓋部 垂直落下					密封内容器胴部	σ_{dy}				密封内容器蓋	σ_{dy}				密封内容器底板	σ_{dy}				密封内容器蓋ボルト	σ_{dy}				密封内容器保護カバー	σ_{dy}				密封容器胴部	σ_{dy}				密封容器蓋	σ_{dy}				密封容器底板	σ_{dy}				密封容器蓋端面	σ_{dy}				密封容器蓋固定リンク	σ_{dsy}				格納容器本体	σ_{dy}				格納容器上部	σ_{dy}				上部蓋ボルト	σ_{dy}				巻上装置カバー胴部	σ_{dy}				巻上装置カバー上蓋部	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持		巻上装置カバー上蓋ボルト	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持		試験	試験スぺーサ	σ_{dy}				試験	試験容器 (A)	σ_{dy}				試験	試験容器 (C)	σ_{dy}				試験	収納物	σ_{dy}				<table border="1"> <thead> <tr> <th>条件</th> <th>項目</th> <th>解析基準</th> <th>解析基準値 (MPa)</th> <th>解析結果 (MPa)</th> <th>余裕率等 (MS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="18">特別の試験</td> <td>落下試験 I</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(1) 蓋部 垂直落下</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器蓋</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器底板</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器蓋ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容器保護カバー</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器蓋</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器底板</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器蓋端面</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器蓋固定リンク</td> <td>σ_{dsy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器上部蓋</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>上部蓋ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー上蓋部</td> <td>—</td> <td></td> <td>ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー上蓋ボルト</td> <td>—</td> <td></td> <td>ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>試験スぺーサ</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>試験容器 (A)</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>試験容器 (C)</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試験</td> <td>収納物</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)	特別の試験	落下試験 I					(1) 蓋部 垂直落下					密封内容器胴部	σ_{dy}				密封内容器蓋	σ_{dy}				密封内容器底板	σ_{dy}				密封内容器蓋ボルト	σ_{dy}				密封内容器保護カバー	σ_{dy}				密封容器胴部	σ_{dy}				密封容器蓋	σ_{dy}				密封容器底板	σ_{dy}				密封容器蓋端面	σ_{dy}				密封容器蓋固定リンク	σ_{dsy}				格納容器本体	σ_{dy}				格納容器上部蓋	σ_{dy}				上部蓋ボルト	σ_{dy}				巻上装置カバー胴部	σ_{dy}				巻上装置カバー上蓋部	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持		巻上装置カバー上蓋ボルト	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持		試験	試験スぺーサ	σ_{dy}				試験	試験容器 (A)	σ_{dy}				試験	試験容器 (C)	σ_{dy}				試験	収納物	σ_{dy}				動的降伏応力の割増値を見直し
条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)																																																																																																																																																																																																																																																
特別の試験	落下試験 I																																																																																																																																																																																																																																																				
	(1) 蓋部 垂直落下																																																																																																																																																																																																																																																				
	密封内容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器蓋	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器底板	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器蓋ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器保護カバー	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器蓋	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器底板	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器蓋端面	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器蓋固定リンク	σ_{dsy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	格納容器本体	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	格納容器上部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	上部蓋ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	巻上装置カバー胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	巻上装置カバー上蓋部	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持																																																																																																																																																																																																																																																	
	巻上装置カバー上蓋ボルト	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持																																																																																																																																																																																																																																																	
試験	試験スぺーサ	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
試験	試験容器 (A)	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
試験	試験容器 (C)	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
試験	収納物	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)																																																																																																																																																																																																																																																
特別の試験	落下試験 I																																																																																																																																																																																																																																																				
	(1) 蓋部 垂直落下																																																																																																																																																																																																																																																				
	密封内容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器蓋	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器底板	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器蓋ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封内容器保護カバー	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器蓋	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器底板	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器蓋端面	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	密封容器蓋固定リンク	σ_{dsy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	格納容器本体	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	格納容器上部蓋	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	上部蓋ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	巻上装置カバー胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
	巻上装置カバー上蓋部	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持																																																																																																																																																																																																																																																	
	巻上装置カバー上蓋ボルト	—		ひずみが [] %と小さく構造健全性を維持																																																																																																																																																																																																																																																	
試験	試験スぺーサ	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
試験	試験容器 (A)	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
試験	試験容器 (C)	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			
試験	収納物	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																			

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前					補正後					備考		
(ロ)-A-190	(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 2/4)					(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 2/4)							
	条件	項 目	解 析 基 準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余 裕 率 等 (MS)	条件	項 目	解 析 基 準	解析基準値 (MPa)		解析結果 (MPa)	余 裕 率 等 (MS)
	特 別 の 試 験	(2) 底部垂直落下 密封内容器胴部 密封内容器底板 密封容器胴部 密封容器底板 格納容器 格納容器上部蓋 底部密封カバー シャッター 試料スパーサ 試料容器 (A) 試料容器 (C) 収納物 シャッターカバー 緩衝体取付金具	σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy}				特 別 の 試 験	(2) 底部垂直落下 密封内容器胴部 密封内容器底板 密封容器胴部 密封容器底板 格納容器 格納容器上部蓋 底部密封カバー シャッター 試料スパーサ 試料容器 (A) 試料容器 (C) 収納物 シャッターカバー 緩衝体取付金具	σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy} σ_{dy}				

動的降伏
応力の割
増値を見
直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
(ロ)-A-191	(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 3/4)	(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 3/4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>条件</th> <th>項目</th> <th>解析基準</th> <th>解析基準値 (MPa)</th> <th>解析結果 (MPa)</th> <th>余裕率等 (MS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="13">特 別 の 試 験</td> <td>(3) 水平落下</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容容器蓋ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器(巻上装置カバー含む)</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッター開閉用ネジシャフト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッターカバー</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試料スベーサ</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試料容器 (A)</td> <td colspan="4">— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —</td> </tr> <tr> <td>試料容器 (C)</td> <td colspan="4">— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —</td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>緩衝体取付ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー上蓋ボルト</td> <td>σ_{dsy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーボルト</td> <td>σ_{dsy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(4) コーナー落下</td> <td colspan="5">より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。</td> </tr> <tr> <td>(5) 傾斜落下</td> <td colspan="5">より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">試 験</td> <td>落下試験II</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器胴部を直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーを直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>胴部の強度</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>溶接部の強度</td> <td>$\eta \delta_{dy}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーを直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>平板部の強度</td> <td>σ_p</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>漏えい試験用カプラ部を直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>保護蓋の強度</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>底部密封カバー</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>緩衝体取付金具</td> <td colspan="5">— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —</td> </tr> </tbody> </table>	条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)	特 別 の 試 験	(3) 水平落下					密封内容容器胴部	σ_{dy}				密封内容容器蓋ボルト	σ_{dy}				密封内容容器胴部	σ_{dy}				格納容器(巻上装置カバー含む)	σ_{dy}				シャッター開閉用ネジシャフト	σ_{dy}				シャッターカバー	σ_{dy}				試料スベーサ	σ_{dy}				試料容器 (A)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —				試料容器 (C)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —				収納物	σ_{dy}				シャッターカバーボルト	σ_{dy}				緩衝体取付ボルト	σ_{dy}				巻上装置カバー上蓋ボルト	σ_{dsy}				底部密封カバーボルト	σ_{dsy}				(4) コーナー落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。					(5) 傾斜落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。					試 験	落下試験II					格納容器胴部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			巻上装置カバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			胴部の強度	σ_{dy}				溶接部の強度	$\eta \delta_{dy}$				シャッターカバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			平板部の強度	σ_p				漏えい試験用カプラ部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			保護蓋の強度	σ_{dy}				底部密封カバー	F_b	6.10×10^6 N			緩衝体取付金具	— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —					<table border="1"> <thead> <tr> <th>条件</th> <th>項目</th> <th>解析基準</th> <th>解析基準値 (MPa)</th> <th>解析結果 (MPa)</th> <th>余裕率等 (MS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="13">特 別 の 試 験</td> <td>(3) 水平落下</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容容器胴部</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容容器蓋ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封内容容器本体</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器(巻上装置カバー含む)</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッター開閉用ネジシャフト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッターカバー</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試料スベーサ</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>試料容器 (A)</td> <td colspan="4">— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —</td> </tr> <tr> <td>試料容器 (C)</td> <td colspan="4">— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —</td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>緩衝体取付ボルト</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー上蓋ボルト</td> <td>σ_{dsy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーボルト</td> <td>σ_{dsy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(4) コーナー落下</td> <td colspan="5">より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。</td> </tr> <tr> <td>(5) 傾斜落下</td> <td colspan="5">より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">試 験</td> <td>落下試験II</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器胴部を直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーを直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>胴部の強度</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>溶接部の強度</td> <td>$\eta \delta_{dy}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーを直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>平板部の強度</td> <td>σ_p</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>漏えい試験用カプラ部を直撃する場合</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>保護蓋の強度</td> <td>σ_{dy}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>底部密封カバー</td> <td>F_b</td> <td>6.10×10^6 N</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>緩衝体取付金具</td> <td colspan="5">— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —</td> </tr> </tbody> </table>	条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)	特 別 の 試 験	(3) 水平落下					密封内容容器胴部	σ_{dy}				密封内容容器蓋ボルト	σ_{dy}				密封内容容器本体	σ_{dy}				格納容器(巻上装置カバー含む)	σ_{dy}				シャッター開閉用ネジシャフト	σ_{dy}				シャッターカバー	σ_{dy}				試料スベーサ	σ_{dy}				試料容器 (A)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —				試料容器 (C)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —				収納物	σ_{dy}				シャッターカバーボルト	σ_{dy}				緩衝体取付ボルト	σ_{dy}				巻上装置カバー上蓋ボルト	σ_{dsy}				底部密封カバーボルト	σ_{dsy}				(4) コーナー落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。					(5) 傾斜落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。					試 験	落下試験II					格納容器胴部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			巻上装置カバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			胴部の強度	σ_{dy}				溶接部の強度	$\eta \delta_{dy}$				シャッターカバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			平板部の強度	σ_p				漏えい試験用カプラ部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N			保護蓋の強度	σ_{dy}				底部密封カバー	F_b	6.10×10^6 N			緩衝体取付金具	— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —					動的降伏 応力の割 増値を見 直し及び 記載の適 正化
条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
特 別 の 試 験	(3) 水平落下																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	密封内容容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	密封内容容器蓋ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	密封内容容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	格納容器(巻上装置カバー含む)	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッター開閉用ネジシャフト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッターカバー	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	試料スベーサ	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	試料容器 (A)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	試料容器 (C)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	収納物	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッターカバーボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	緩衝体取付ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
巻上装置カバー上蓋ボルト	σ_{dsy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
底部密封カバーボルト	σ_{dsy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
(4) コーナー落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
(5) 傾斜落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
試 験	落下試験II																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	格納容器胴部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	巻上装置カバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	胴部の強度	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	溶接部の強度	$\eta \delta_{dy}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッターカバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	平板部の強度	σ_p																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	漏えい試験用カプラ部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
保護蓋の強度	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
底部密封カバー	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
緩衝体取付金具	— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
特 別 の 試 験	(3) 水平落下																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	密封内容容器胴部	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	密封内容容器蓋ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	密封内容容器本体	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	格納容器(巻上装置カバー含む)	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッター開閉用ネジシャフト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッターカバー	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	試料スベーサ	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	試料容器 (A)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	試料容器 (C)	— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	収納物	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッターカバーボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	緩衝体取付ボルト	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
巻上装置カバー上蓋ボルト	σ_{dsy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
底部密封カバーボルト	σ_{dsy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
(4) コーナー落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
(5) 傾斜落下	より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
試 験	落下試験II																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	格納容器胴部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	巻上装置カバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	胴部の強度	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	溶接部の強度	$\eta \delta_{dy}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	シャッターカバーを直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	平板部の強度	σ_p																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	漏えい試験用カプラ部を直撃する場合	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
保護蓋の強度	σ_{dy}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
底部密封カバー	F_b	6.10×10^6 N																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
緩衝体取付金具	— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

注：補正箇所をで示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-192	<p>(ロ)-第A.13表 構造解析結果（特別の試験条件 4/4） 省略</p>	<p>(ロ)-第A.13表 構造解析結果（特別の試験条件 4/4） 変更なし</p>	
(ロ)-A-193	<p>2. 格納容器のリングの密封性能の評価（歪レベルの評価） 省略</p>	<p>2. 格納容器のリングの密封性能の評価（歪レベルの評価） 変更なし</p>	
(ロ)-A-194 ～195	<p>3. 破損の要約 省略</p>	<p>3. 破損の要約 変更なし</p>	
(ロ)-A-196	<p>A.7 強化浸漬試験 省略</p>	<p>A.7 強化浸漬試験 変更なし</p>	
(ロ)-A-196	<p>A.8 放射性収納物 1行目 ～ 4行目 省略 収納物の強度については、(ロ)章A.6.1.1及び(ロ)章A.6.1.2において9 m落下試験条件下で解析しており、その結果、最も厳しい条件の収納物の強度上の余裕率は垂直落下時 、水平落下時 であり、収納物が破損することはない。なお、収納物は9 m 落下試験条件下において最大の衝撃荷重を受けるので、これ以外の条件においても破損することはない。</p>	<p>A.8 放射性収納物 1行目 ～ 4行目 変更なし 収納物の強度については、(ロ)章A.6.1.1及び(ロ)章A.6.1.2において9 m落下試験条件下で解析しており、その結果、最も厳しい条件の収納物の強度上の余裕率は垂直落下時 、水平落下時 であり、収納物が破損することはない。なお、収納物は9 m 落下試験条件下において最大の衝撃荷重を受けるので、これ以外の条件においても破損することはない。</p>	<p>収納物の動的降伏応力の割増値を見直しによる記載の適正化</p>
(ロ)-A-197 ～205	<p>A.9 核分裂性輸送物 省略</p>	<p>A.9 核分裂性輸送物 省略</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-206	<p>A.10 付属書類</p> <p>(1) A.10.1 密封内容物の強度評価</p> <p>(2) A.10.2 [] のエネルギー吸収について</p> <p>(3) A.10.3 [] のエネルギー吸収効率について</p> <p>(4) A.10.4 収納物の最大放射エネルギー</p> <p>(5) A.10.5 参考文献</p>	<p>A.10 付属書類</p> <p>(1) A.10.1 密封内容物の強度評価</p> <p>(2) A.10.2 [] のエネルギー吸収について</p> <p>(3) A.10.3 [] のエネルギー吸収効率について</p> <p>(4) A.10.4 収納物の最大放射エネルギー</p> <p>(5) A.10.5 動的降伏応力の割増について</p> <p>[] A.10.6 参考文献</p>	<p>動的降伏応力の割増の根拠を付属書類に追加及び付属書類の追加に伴い、項番号の繰り下げ</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-207	(1) A. 10.1 密封内容物の強度評価	(1) A. 10.1 密封内容物の強度評価	
	省略	変更なし	
(ロ)-A-207 ~213	1. 応力計算（一般の試験条件） 省略	1. 応力計算（一般の試験条件） 変更なし	
(ロ)-A-214	2. 垂直落下	2. 垂直落下	
~215	(1) 蓋部垂直落下	(1) 蓋部垂直落下	
	a. 密封内容物胴部	a. 密封内容物胴部	
	計算式・・・省略（以降も同様のため、計算式は省略する。）	計算式・・・変更なし（以降も同様に計算式の変更はない。）	
	参考文献(9) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.25倍まで増加することが示されている。したがって、密封内容物の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容物の温度 [] °C において、	A. 10 付属書類(5) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封内容物の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容物の温度 [] °C において、	動的降伏応力の割増値の根拠を付属書類に変更及び動的降伏応力の割増値を見直し
	$\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$	$\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$	
	したがって、余裕率は、	したがって、余裕率は、	
	$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	
(ロ)-A-216	b. 密封内容物蓋	b. 密封内容物蓋	
~217	$\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$	$\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$	動的降伏応力の割増値を見直し
	したがって、余裕率は、	したがって、余裕率は、	
	$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-218	<p>c. 密封内容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= [] - 1$ $= []$	<p>c. 密封内容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= [] - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-219	<p>d. 密封内容器蓋ボルト</p> <p>省略</p> <p>(i) 慣性力による引張応力</p> <p>省略</p>	<p>d. 密封内容器蓋ボルト</p> <p>変更なし</p> <p>(i) 慣性力による引張応力</p> <p>変更なし</p>	
(ロ)-A-219 ~220	<p>(ii) 締付トルクによる引張応力</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	<p>(ii) 締付トルクによる引張応力</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-221	<p>e. 密封内容器保護カバー</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>e. 密封内容器保護カバー</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-222	<p>f. 試料容器 (C)</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>なので、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>f. 試料容器 (C)</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>なので、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-223 ~224	<p>(2) 底部垂直落下</p> <p>a. 密封内容器胴部</p> <p>[] 参考文献 3) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.25倍まで増加することが示されている。したがって、密封内容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容器の温度 [] °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>(2) 底部垂直落下</p> <p>a. 密封内容器胴部</p> <p>A.10 付属書類 (5) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封内容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容器の温度 [] °Cにおいて、</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値の根拠を付属書類に変更及び動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-225 ~226	<p>b. 密封内容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>b. 密封内容器底板</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し

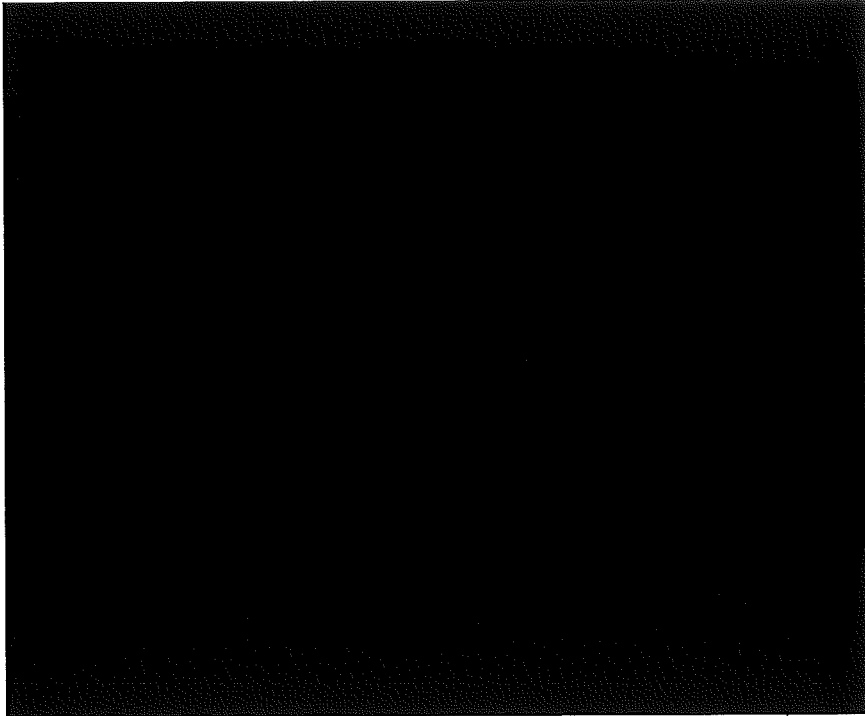
注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-227	<p>c. 試料容器 (C)</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= []$ <p>なので、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	<p>c. 試料容器 (C)</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= []$ <p>なので、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-228 ~229	<p>3. 水平落下</p> <p>9 m 水平落下時の衝撃力に対して、密封内容物が十分な強度を有し、変形を生じないことを示す。</p> <p>(1) 密封内容器本体</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	<p>3. 水平落下</p> <p>9 m 水平落下時の衝撃力に対して、密封内容物が十分な強度を有し、変形を生じないことを示す。</p> <p>(1) 密封内容器本体</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し
(ロ)-A-229 ~231	<p>(2) 密封内容器蓋ボルト</p> <p>ボルトに発生する応力は、保護カバー部の慣性力による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。</p> <p>(i) 慣性力による引張応力</p> <p>省略</p> <p>(ii) 締付トルクによる引張応力</p> $\sigma_{dy} = 1.25 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	<p>(2) 密封内容器蓋ボルト</p> <p>ボルトに発生する応力は、保護カバー部の慣性力による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。</p> <p>(i) 慣性力による引張応力</p> <p>変更なし</p> <p>(ii) 締付トルクによる引張応力</p> $\sigma_{dy} = 1.20 \times []$ $= [] \text{ MPa}$ <p>したがって、余裕率は、</p> $MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$ $= []$	動的降伏応力の割増値を見直し


注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-231	(3) 試料容器 (C) 省略	(3) 試料容器 (C) 変更なし	
(ロ)-A-232 ~238	4. 応力計算 (特別の試験条件) 省略	4. 応力計算 (特別の試験条件) 変更なし	
(ロ)-A-239	(2) A. 10. 2 [] のエネルギー吸収について 省略	(2) A. 10. 2 [] のエネルギー吸収について 変更なし	
(ロ)-A-240 ~241	(3) A. 10. 3 [] のエネルギー吸収効率について 省略	(3) A. 10. 3 [] のエネルギー吸収効率について 変更なし	
(ロ)-A-242 ~246	(4) A. 10. 4 収納物の最大放射能量 省略	(4) A. 10. 4 収納物の最大放射能量 変更なし	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-247		<p>(5) A.10.5 動的降伏応力の割増について</p> <p>本項は、「A.6.1 強度試験・落下試験Ⅰ(9 m落下時)」、「A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ(1 m落下時)」及び「A.10 付属書類(1)」に用いている動的降伏応力の割増について検討を行う。</p> <p>(ロ)-第A.105図に、ステンレス鋼(SUS [] 鋼)のひずみ速度と降伏応力との関係を示す。キャストの落下によるひずみ速度の範囲は、(ロ)-第A.106図に示すとおり、約 [] (/s)である。この速度範囲を(ロ)-第A.105図から読み取ると、落下による動的降伏応力の範囲は約 [] MPa～[] MPaの範囲となる。</p> <p>静的降伏応力を [] MPaとした場合、動的降伏応力は約1.20倍～1.36倍に増加する。以上のことから、動的降伏応力の割増は、安全側に静的降伏応力の1.20倍とする。</p> <p>(ロ)-第A.106図 SUS [] 鋼のひずみ速度域に対する降伏応力²⁾</p> 	<p>動的降伏応力の割増値の根拠を付属書類に追加</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-248		<p data-bbox="1308 469 1621 491">(ロ)-第A.106図 衝撃問題の特性²⁴⁾</p> 	<p data-bbox="1854 480 2105 544">動的降伏応力の割増値の根拠を付属書類に追加</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-A-249	<p>(5) A. 10.5 参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) [] 2) “機械工学便覧、材料力学” 改訂第6版、日本機械学会編 3) L. B. Shappert, J. H. Evans, “Analysis of the Srp 25-Ton Target Tube Cask”, ORNL-TM-3531 (Jan. 1972) 4) Timoshenko “Strength of Materials” Part II. 3rd Edition, D. VON Nostrand CO, NewYork, 1958 5) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和55年通産省告示第501号) 6) 日本機械学会、“使用済核燃料輸送容器の構造解析プログラムの開発・整備に関する調査報告書 (Ⅲ)”, 1985 7) JIS G 4303 “ステンレス鋼棒” (1991) 8) 日刊工業新聞社 “ステンレス鋼便覧” 9) JIS B 8243、“圧力容器の構造” (1981) 10) ASME Sec. III Div1 APPENDICES 11) 六菱ゴム株式会社 “ゴムの常識” 12) 産業技術センター、“複合材料技術集成” 13) 日本ピラー工業㈱、“技術資料 ガasketの選定” (昭和59年) 14) 日本鉛亜鉛需要研究会 (1975)、“鉛ハンドブック” 15) “木材工業ハンドブック (改訂3版) ”、農林水産省林業試験場監修、木材工業ハンドブック編集委員会編集、(昭和57年) 16) 欠番 17) 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (平成2年6月1日 科学技術庁原子力安全局内規) 18) Battelle Lab., “Structural Alloy Handbook”, Vol.2, June(1981) 19) “IAEA安全基準シリーズ No. ST-1 放射性物質安全輸送規則1996年版解説”、(財)原子力安全技術センター 20) 日本機械学会 “発電用原子力設備規格材料規格 (2013年追補) ” 21) 日本原子力学会標準、“使用済燃料・混合酸化物新燃料・高レベル放射性廃棄物輸送容器の安全設計及び検査基準：2013” 	<p>(6) A. 10.6 参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) [] 2) “機械工学便覧、材料力学” 改訂第6版、日本機械学会編 3) 欠番 4) Timoshenko “Strength of Materials” Part II. 3rd Edition, D. VON Nostrand CO, NewYork, 1958 5) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和55年通産省告示第501号) 6) 日本機械学会、“使用済核燃料輸送容器の構造解析プログラムの開発・整備に関する調査報告書 (Ⅲ)”, 1985 7) JIS G 4303 “ステンレス鋼棒” (1991) 8) 日刊工業新聞社 “ステンレス鋼便覧” 9) JIS B 8243、“圧力容器の構造” (1981) 10) ASME Sec. III Div1 APPENDICES 11) 六菱ゴム株式会社 “[]” (平成6年6月) 12) 六菱ゴム株式会社 “[]” (平成5年9月) 13) 日本ピラー工業㈱、“技術資料 ガasketの選定” (昭和59年) 14) 日本鉛亜鉛需要研究会 (1975)、“鉛ハンドブック” 15) “木材工業ハンドブック (改訂3版) ”、農林水産省林業試験場監修、木材工業ハンドブック編集委員会編集、(昭和57年) 16) 欠番 17) 欠番 18) Battelle Lab., “Structural Alloy Handbook”, Vol.2, June(1981) 19) “IAEA安全基準シリーズ No. ST-1 放射性物質安全輸送規則1996年版解説”、(財)原子力安全技術センター 20) 日本機械学会 “発電用原子力設備規格材料規格 (2013年追補) ” 21) 日本原子力学会標準、“使用済燃料・混合酸化物新燃料・高レベル放射性廃棄物輸送容器の安全設計及び検査基準：2013” 22) [] 23) 日本機械学会、“[]” (2019) 24) 土木学会 “構造工学シリーズ6 構造物の衝撃挙動と設計法” (平成6年) 	<p>付属書類の追加に伴い、項番号の繰り下げ</p> <p>動的降伏応力の割増値の根拠を見直したため削除</p> <p>(ロ)章BのOリングの性能を示す文献と合わせて変更</p> <p>不要な文献を削除</p> <p>22): 「A.4.4」、「A.5.7」の参考文献を追加</p> <p>23)、24): 「A.10 付属書類」の参考文献を追加</p>

(ロ) 章B 熱解析 変更前後表

注：補正箇所を 〇 で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
<p>(ロ)-B-1</p> <p>(ロ)-B-1 ~2</p>	<p>(ロ) 章B 熱解析</p> <p>B.1 概要</p> <p>1. 熱設計</p> <p>省略</p> <p>2. 熱解析</p> <p>熱解析は、本輸送物が外運搬規則及び外運搬告示に基づいてBM型輸送物に係る技術上の基準に適合することを示すために行った。</p> <p>通常の輸送時及び一般の試験条件下における熱的條件は、次のとおりである。</p> <p>(1) ~ (2)</p> <p>省略</p> <p>特別の試験条件下における熱的條件は、次のとおりである。</p> <p>(1) ~ (2)</p> <p>省略</p>	<p>(ロ) 章B 熱解析</p> <p>B.1 概要</p> <p>1. 熱設計</p> <p>変更なし</p> <p>2. 熱解析</p> <p>熱解析は、本輸送物が外運搬規則及び外運搬告示に基づいてBM型輸送物に係る技術上の基準に適合することを示すために行った。</p> <p>一般の試験条件(〇日陰及び〇運搬時最高温度条件)下における熱的條件は、次のとおりである。</p> <p>(1) ~ (2)</p> <p>変更なし</p> <p>特別の試験条件下における熱的條件は、次のとおりである。</p> <p>(1) ~ (2)</p> <p>変更なし</p>	<p>記載の適正化</p>

注：補正箇所を 〇 で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-2	<p>本輸送物は、(ロ)章A.構造解析で示したように一般の試験条件下及び特別の試験条件下において緩衝体に変形を生じるが、緩衝体は輸送物の放熱媒体として有効でないので緩衝体に変形したとしても放熱能力の評価には影響はない。</p> <p>一般の試験条件のうち、水噴霧試験及び積み重ね試験では輸送物は変形しないが、自由落下試験において緩衝体に変形を生じる。</p> <p>一般の試験条件下では、緩衝体が変形していないとする方が収納物の温度を高く評価する。したがって、緩衝体には変形がないものとし、38℃の環境に1週間放置したものとして一般の試験条件下の熱解析を行う。</p> <p>一般の試験条件下及び特別の試験条件下の熱解析は差分法に基づく3次元定常及び非定常温度分布計算プログラムTRUMP¹⁾を用いて行った。</p> <p>3. 最大崩壊熱量 省略</p> <p>4. 熱解析の条件と方法 熱解析の条件及び方法を(ロ)-第B.1表に示す。</p>	<p>本輸送物は、(ロ)章A.構造解析で示したように一般の試験条件下及び特別の試験条件下において緩衝体に変形を生じる。緩衝体に用いているバルサ材は、金属に比べ熱伝導率が低いため、放熱媒体として有効ではない。</p> <p>緩衝体の変形を考慮しない場合、特別の試験条件の(ロ)-第B.8図により格納容器外面は、火災後30分で最高温度に到達後、急激に温度低下し、火災後2時間で徐々に低下していく。それに比べ、密封容器及び密封内容器の最高温度に到達するのに約10時間程度要することから、容器内の断熱性能が高く、最高温度付近を長時間維持する方が保守側の結果であることを確認できる。</p> <p>なお、緩衝体の変形を考慮する場合、緩衝体の厚さが薄くなり、放熱抵抗が小さくなることから、輸送物の温度が低く評価される。</p> <p>以上のことから、緩衝体の変形がないものとして特別の試験条件下の熱解析を行うことは妥当である。</p> <p>一般の試験条件のうち、水噴霧試験及び積み重ね試験では輸送物は変形しないが、自由落下試験において緩衝体に変形を生じる。</p> <p>一般の試験条件下では、緩衝体の断熱性能により密封容器及び密封内容器の温度が高く維持される。したがって、緩衝体には変形がないものとし、38℃の環境に1週間放置したものとして一般の試験条件下の熱解析を行う。</p> <p>一般の試験条件下及び特別の試験条件下の熱解析は差分法に基づく3次元定常及び非定常温度分布計算プログラムTRUMP¹⁾を用いて行った。</p> <p>3. 最大崩壊熱量 変更なし</p> <p>4. 熱解析の条件と方法 熱解析の条件及び方法を(ロ)-第B.1表に示す。</p>	<p>緩衝体の変形を考慮しないことの説明を追記</p> <p>記載の適正化</p>

注：補正箇所を 〇 で示す。

(ロ)-B-3

補正後の
該当ページ

(ロ)-第B.1表 熱解析の条件及び方法 (収納物 F2)

項目	条件		通 常 時		一般の試験		特 別 の 試 験	
	太陽熱放射無の条件	最低温度評価条件	最低温度評価条件	最高温度評価条件	火 災 前	火 災 時	火 災 後	
崩壊熱量	175 W	175 W以下	175 W	175 W	175 W	175 W	175 W	
周囲温度	静止空気 38°C	静止空気 -20°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	火災30分間 800°C	静止空気 38°C	
太陽熱放射条件	なし	なし	あり	あり	あり	あり	あり	
周囲放射率	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	
容器表面放射率	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.8 ㉔2)	0.55 ㉔3)	
計算モデル	3次元全体系熱伝達モデル (緩衝体を含む)							
輸送物	均質化近似							
収納物	差分法温度分布計算プログラムTRUMP							
温度分布計算プログラム	B.2 材料の熱的性質							
使用物性値	$\frac{PV}{T} = \text{一定}$							
密封容器内圧								
格納容器内圧								
最大内圧								

補正前

注1) Bevans, J. T., et. Al., "Comparison of Total Emittances With Values Computed From Spectral Measurements", Trans. ASME, pp. 1405-1416, (Oct. 1958)
 注2) IAEA Safety Standards Series "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (1996 Edition)
 注3) Ohlsen, P. E. and Etemad, G. A., "Spectral and Total Radiation Data of Various Aircraft Materials" Report No. NA57-330, North American Aviation, Inc., (July 23, 1957), pp. 20-22, 26-33

補正後

(ロ)-第B.1表 熱解析の条件及び方法 (収納物 F2)

項目	条件		一般の試験 (日誌)		一般の試験 (運転業務温度条件)		特 別 の 試 験	
	太陽熱放射無の条件	最低温度評価条件	最低温度評価条件	最高温度評価条件	火 災 前	火 災 時	火 災 後	
崩壊熱量	175 W	175 W以下	175 W	175 W	175 W	175 W	175 W	
周囲温度	静止空気 38°C	静止空気 -20°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	火災30分間 800°C	静止空気 38°C	
太陽熱放射条件	なし	なし	あり	あり	あり	あり	あり	
周囲放射率	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	
容器表面放射率	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.37 ㉔1)	0.8 ㉔2)	0.55 ㉔3)	
計算モデル	3次元全体系熱伝達モデル (緩衝体を含む)							
輸送物	均質化近似							
収納物	差分法温度分布計算プログラムTRUMP							
温度分布計算プログラム	B.2 材料の熱的性質							
使用物性値	$\frac{PV}{T} = \text{一定}$							
密封容器内圧								
格納容器内圧								
最大内圧								

注1) Bevans, J. T., et. Al., "Comparison of Total Emittances With Values Computed From Spectral Measurements", Trans. ASME, pp. 1405-1416, (Oct. 1958)
 注2) IAEA Safety Standards Series "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (1996 Edition)
 注3) Ohlsen, P. E. and Etemad, G. A., "Spectral and Total Radiation Data of Various Aircraft Materials" Report No. NA57-330, North American Aviation, Inc., (July 23, 1957), pp. 20-22, 26-33

記載の通り

備考

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-4 ~7	B.2 材料の熱的性質 省略	B.2 材料の熱的性質 変更なし	記載の適正化
(ロ)-B-8	B.3 構成要素の仕様 1. 空気漏えい試験用カブラ 省略 2. パッキング (1) Oリング a) 材 質 : [] 最高使用温度 : []℃ (常用)、[]℃ (1週間) 使用箇所 ・密封容器 : 密封容器蓋 漏えい試験用カブラ ・格納容器 : 上部蓋 底部密封カバー 漏えい試験用カブラ b) 材 質 : [] 最高使用温度 : []℃ 使用箇所 : 密封内容容器蓋、巻上装置カバー蓋 (2) ガスケット 省略 3. バルブ 省略	B.3 構成要素の仕様 1. 空気漏えい試験用カブラ 変更なし 2. パッキング (1) Oリング a) 材 質 : [] ²⁰⁾ 最高使用温度 : []℃ (高温 []℃における耐用期間 : 1週間) 低 温 性 : []℃~[]℃ 使用箇所 ・密封容器 : 密封容器蓋、漏えい試験用カブラ ・格納容器 : 上部蓋、底部密封カバー、漏えい試験用カブラ b) 材 質 : [] ²¹⁾ 最高使用温度 : []℃ (高温 []℃における耐用期間 : 10日) 低 温 性 : []℃ 使用箇所 : 密封内容容器蓋、巻上装置カバー蓋 (2) ガスケット 変更なし 3. バルブ 変更なし	参考文献及びO リングの性能を 追記 記載の適正化 参考文献及びO リングの性能を 追記

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
<p>(ロ)-B-9 ～15</p> <p>(ロ)-B-15</p>	<p>B.4 一般の試験条件</p> <p>B.4.1 熱解析モデル 省略</p> <p>B.4.2 最高温度</p> <p>(ロ) 章B.4.1に記載した解析モデル及び条件に基づいて求めた通常時及び一般の試験条件における輸送物各部の最高温度の結果を(ロ)-第B.14表について示す。</p> <p>38℃の環境に1週間放置した場合、計算プログラムTRUMPで解析して得られた最高温度評価条件における輸送容器とその収納物の各部の温度分布を(ロ)-第B.5(a)図から(ロ)-第B.5(d)図に、また太陽熱放射のない通常時の輸送物表面の温度分布を(ロ)-第B.6図に示す。</p> <p>一般の試験条件における輸送物の最高温度は収納物において []℃である。一般の試験条件下で日陰において容易に人の近づき得る輸送物表面の最高温度は、通常時(周囲温度38℃、太陽熱放射無)における近接表面の評価値から []℃であり許容基準値の85℃を超えることはない。</p> <p>Oリングシール部、漏えい試験用カブラの温度は、収納物の温度以上になることはなく、最高温度は []℃を超えることはない。</p>	<p>B.4 一般の試験条件</p> <p>B.4.1 熱解析モデル 変更なし</p> <p>B.4.2 最高温度</p> <p>(ロ) 章B.4.1に記載した解析モデル及び条件に基づいて求めた一般の試験条件(日陰及び運搬時最高温度条件)における輸送物各部の最高温度の結果を(ロ)-第B.14表について示す。</p> <p>38℃の環境に1週間放置した場合、計算プログラムTRUMPで解析して得られた最高温度評価条件における輸送容器とその収納物の各部の温度分布を(ロ)-第B.5(a)図から(ロ)-第B.5(d)図に、また太陽熱放射のない一般の試験条件(日陰)の輸送物表面の温度分布を(ロ)-第B.6図に示す。</p> <p>一般の試験条件における輸送物の最高温度は収納物において []℃である。一般の試験条件下で日陰において容易に人の近づき得る輸送物表面の最高温度は、一般の試験条件(日陰)時(周囲温度38℃、太陽熱放射無)における近接表面の評価値から []℃であり許容基準値の85℃を超えることはない。</p> <p>格納容器及び密封容器のOリングシール部、漏えい試験用カブラは、 []℃を超えることはない。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																
(ロ)-B-16	<p>(ロ)-第B.14表 一般の試験条件下における最高温度 (収納物F2) (単位:℃)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位(ノード番号)</th> <th colspan="2">条 件</th> </tr> <tr> <th>通常時</th> <th>一 般</th> </tr> <tr> <td></td> <th>太陽熱放射無</th> <th>太陽熱放射有</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>収 納 物 (1)</td> <td rowspan="14" style="background-color: black;"></td> <td rowspan="14" style="background-color: black;"></td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 (10)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 内 面 (102)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 外 面 (402)</td> </tr> <tr> <td>鉛 (613)</td> </tr> <tr> <td>近 接 表 面 (403)</td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 オ リ ン グ (1)</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガスケット (420)</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーリング (440)</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーリング (3471)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 空 気 層 (70)</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー部空気層 (500)</td> </tr> <tr> <td>シャッター部空気層 (520)</td> </tr> <tr> <td>シャッター下部空気層 (530)</td> </tr> </tbody> </table> <p>備考： ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。</p>	部位(ノード番号)	条 件		通常時	一 般		太陽熱放射無	太陽熱放射有	収 納 物 (1)			密 封 容 器 (10)	格 納 容 器 内 面 (102)	格 納 容 器 外 面 (402)	鉛 (613)	近 接 表 面 (403)	密 封 容 器 オ リ ン グ (1)	シャッターカバーガスケット (420)	底部密封カバーリング (440)	巻上装置カバーリング (3471)	格 納 容 器 空 気 層 (70)	巻上装置カバー部空気層 (500)	シャッター部空気層 (520)	シャッター下部空気層 (530)	<p>(ロ)-第B.14表 一般の試験条件下における最高温度 (収納物F2) (単位:℃)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位(ノード番号)</th> <th colspan="2">条 件</th> </tr> <tr> <th>一般の試験 (日陰)</th> <th>一般の試験 (運搬時最高温度条件)</th> </tr> <tr> <td></td> <th>太陽熱放射無</th> <th>太陽熱放射有</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>収 納 物 (1)</td> <td rowspan="14" style="background-color: black;"></td> <td rowspan="14" style="background-color: black;"></td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 (10)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 内 面 (102)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 外 面 (402)</td> </tr> <tr> <td>鉛 (613)</td> </tr> <tr> <td>近 接 表 面 (403)</td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 オ リ ン グ (56)</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガスケット (420)</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーリング (440)</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーリング (3471)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 空 気 層 (70)</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバー部空気層 (500)</td> </tr> <tr> <td>シャッター部空気層 (520)</td> </tr> <tr> <td>シャッター下部空気層 (530)</td> </tr> </tbody> </table> <p>備考： ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。 注) ノード番号1、10、102の太陽熱放射有と太陽熱放射無の温度差から、太陽熱放射有の []℃と想定した。</p>	部位(ノード番号)	条 件		一般の試験 (日陰)	一般の試験 (運搬時最高温度条件)		太陽熱放射無	太陽熱放射有	収 納 物 (1)			密 封 容 器 (10)	格 納 容 器 内 面 (102)	格 納 容 器 外 面 (402)	鉛 (613)	近 接 表 面 (403)	密 封 容 器 オ リ ン グ (56)	シャッターカバーガスケット (420)	底部密封カバーリング (440)	巻上装置カバーリング (3471)	格 納 容 器 空 気 層 (70)	巻上装置カバー部空気層 (500)	シャッター部空気層 (520)	シャッター下部空気層 (530)	<p>記載の適正化</p> <p>密封容器リング位置のノード番号及び一般の試験時の温度を見直し</p> <p>記載の適正化、想定した太陽放射熱無の温度の説明を追記</p>
部位(ノード番号)	条 件																																																		
	通常時	一 般																																																	
	太陽熱放射無	太陽熱放射有																																																	
収 納 物 (1)																																																			
密 封 容 器 (10)																																																			
格 納 容 器 内 面 (102)																																																			
格 納 容 器 外 面 (402)																																																			
鉛 (613)																																																			
近 接 表 面 (403)																																																			
密 封 容 器 オ リ ン グ (1)																																																			
シャッターカバーガスケット (420)																																																			
底部密封カバーリング (440)																																																			
巻上装置カバーリング (3471)																																																			
格 納 容 器 空 気 層 (70)																																																			
巻上装置カバー部空気層 (500)																																																			
シャッター部空気層 (520)																																																			
シャッター下部空気層 (530)																																																			
部位(ノード番号)	条 件																																																		
	一般の試験 (日陰)	一般の試験 (運搬時最高温度条件)																																																	
	太陽熱放射無	太陽熱放射有																																																	
収 納 物 (1)																																																			
密 封 容 器 (10)																																																			
格 納 容 器 内 面 (102)																																																			
格 納 容 器 外 面 (402)																																																			
鉛 (613)																																																			
近 接 表 面 (403)																																																			
密 封 容 器 オ リ ン グ (56)																																																			
シャッターカバーガスケット (420)																																																			
底部密封カバーリング (440)																																																			
巻上装置カバーリング (3471)																																																			
格 納 容 器 空 気 層 (70)																																																			
巻上装置カバー部空気層 (500)																																																			
シャッター部空気層 (520)																																																			
シャッター下部空気層 (530)																																																			
(ロ)-B-17 ~20	<p>(ロ)-第B.5図(a)~(d)</p> <p>省略</p>	<p>(ロ)-第B.5図(a)~(d)</p> <p>変更なし</p>																																																	
(ロ)-B-21	<p>(ロ)-第B.6図 通常時輸送物表面温度</p> <p>省略</p>	<p>(ロ)-第B.6図 一般の試験条件(日陰)における輸送物表面温度</p> <p>変更なし</p>	<p>図名の修正</p>																																																

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-22	<p>B.4.3 最低温度 省略</p> <p>B.4.4 最大内圧 一般の試験条件下で、常温からの温度上昇に伴って圧力が上昇するのは密封容器内及び格納容器の密封された空気の部分である。一般の試験条件下でのそれぞれの圧力について評価する。</p> <p>(1) 密封容器の圧力 常温（21℃）における圧力をP0、温度上昇後の密封容器内の温度及び圧力をt1、P1とし、密封容器内の容積を一定とすると、次式が成立つ。</p> $\frac{P0}{273+21} = \frac{P1}{273+t1}$ <p>したがって、密封容器の内圧は、</p> $P1 = \frac{P0}{273+21} \cdot (273+t1)$ $= \frac{0.1013}{294} \times (273+[])$ $= [] \text{ MPa abs}$	<p>B.4.3 最低温度 変更なし</p> <p>B.4.4 最大内圧 一般の試験条件下で、常温からの温度上昇に伴って圧力が上昇するのは密封容器内及び格納容器の密封された空気の部分である。一般の試験条件下でのそれぞれの圧力について評価する。また、<u>運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化についても考慮する。</u></p> <p>(1) 密封容器の圧力 常温（21℃）における圧力をP0、温度上昇後の密封容器内の温度及び圧力をt1、P1とし、密封容器内の容積を一定とすると、次式が成立つ。</p> $\frac{P0}{273+21} = \frac{P1}{273+t1}$ <p>したがって、密封容器の内圧は、</p> $P1 = \frac{P0}{273+21} \cdot (273+t1)$ $= \frac{0.1013}{294} \times (273+[])$ $= [] \text{ MPa abs}$ <p><u>密封容器の運搬中に予想される周囲の温度変化（-20℃から38℃）を考慮した場合の内圧は次のとおりとなる。</u></p> <p><u>-20℃の環境で燃料を収納し、38℃の日陰（屋内）の環境下で調圧（大気圧：P1）を行う。この時の輸送容器内の温度（T1）は、(ロ)-第B.14表の日陰の温度のうち、収納物（[]℃）から周囲の温度変化58℃（-20℃から38℃）を引いた[]℃となる。</u></p> <p><u>その後、太陽輻射熱を受けた時における内部空気の最高温度（T2）が[]℃となる。</u></p>	<p>運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明の追記</p> <p>運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明の追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-23	<p>(2) 格納容器の圧力</p> <p>格納容器内の空気層の温度は各部位により異なるため、容積を考慮してそれぞれの分圧を求めて全圧力とした。各部位の容積、温度及び圧力を(ロ)-第B.15表に示す。</p> <p>(ロ)-第B.15表 格納容器各部位の容積、温度及び圧力(収納物F2)</p> <p>省略</p>	$(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$ $P_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (V_2 \cdot T_1)$ <p>P_1 : 運搬中の内圧 (大気圧) = 0.1013 (MPa abs)</p> <p>V_1 : 運搬中の内部空気容器 (m³)</p> <p>T_1 : 輸送容器内の温度 : [] +273 = [] (K)</p> <p>P_2 : 太陽輻射を受けた時の最大内圧 (MPa abs)</p> <p>V_2 : 太陽輻射を受けた時の内部空気容積 (m³)</p> <p>T_2 : 太陽輻射を受けた時の温度 : [] +273 = [] (K)</p> <p>上式に各々を代入し、$V_1 = V_2$ とすると、最大内圧 P_2 は次のようになる。</p> $P_2 = (P_1 \cdot T_2) / T_1$ $= (0.1013 \times []) / []$ $= [] \text{ (MPa abs)}$ <p>密封容器の運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化は、[] MPa absの最高圧力内に包含される。</p> <p>(2) 格納容器の圧力</p> <p>格納容器内の空気層の温度は各部位により異なるため、容積を考慮してそれぞれの分圧を求めて全圧力とした。各部位の容積、温度及び圧力を(ロ)-第B.15表に示す。</p> <p>(ロ)-第B.15表 格納容器各部位の容積、温度及び圧力(収納物F2)</p> <p>変更なし</p>	<p>運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明の追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-24	$P = \Sigma \frac{V_i}{V} P_i$ $= []$ $= [] \text{ MPa abs}$	$P = \Sigma \frac{V_i}{V} P_i$ $= []$ $= [] \text{ MPa abs}$ <p>格納容器本体の運搬中に予想される周囲の温度変化（-20℃から38℃）を考慮した場合の内圧は次のとおりとなる。</p> <p>-20℃の環境で燃料を収納し、38℃の日陰（屋内）の環境下で調圧（大気圧：P_1）を行う。この時の輸送容器内の温度（T_1）は、(ロ)-第B.14表の日陰の温度のうち、密封容器温度（[]℃）と格納容器内面（[]℃）の平均温度 []℃と周囲の温度変化5.8℃（-20℃から38℃）を引いた []℃となる。</p> <p>その後、太陽輻射熱を受けた時における内部空気の最高温度（T_2）は、密封容器温度（[]℃）と格納容器内面（[]℃）の平均温度 []℃となる。</p> $(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$ $P_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (V_2 \cdot T_1)$ <p>P_1：運搬中の内圧（大気圧）=0.1013 (MPa abs)</p> <p>V_1：運搬中の内部空気容積（m^3）</p> <p>T_1：輸送容器内の温度：[]+273=[] (K)</p> <p>P_2：太陽輻射を受けた時の最大内圧 (MPa abs)</p> <p>V_2：太陽輻射を受けた時の内部空気容積（m^3）</p> <p>T_2：太陽輻射を受けた時の温度：[]+273=[] (K)</p> <p>上式に各々を代入し、$V_1 = V_2$とすると、最大内圧P_2は次のようになる。</p> $P_2 = (P_1 \cdot T_2) / T_1$ $= (0.1013 \times []) / []$ $= [] \text{ (MPa abs)}$ <p>格納容器本体の運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化は、(ロ)-第B.15表に示す格納容器本体の圧力（[] MPa abs）に含まれる。</p>	<p>運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明の追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-25	<p>B.4.5 最大熱応力 省略</p> <p>B.4.6 結果の要約及びその評価 一般の試験条件下及び通常時における輸送物の各部の温度は、(ロ)-第B.5図及び(ロ)-第B.6図に示す。 容易に人の近づきうる部分としての輸送容器表面及び緩衝体表面の温度は最高 [] °Cであり、許容基準値の85°Cを超えることはない。 [] のOリング及び漏えい試験用カブラの温度は、収納物の温度 [] °Cを超えることはなく、これらの最高使用温度 [] °Cを超えない。</p>	<p>B.4.5 最大熱応力 変更なし</p> <p>B.4.6 結果の要約及びその評価 一般の試験条件下（日陰及び運搬時最高温度条件）における輸送物の各部の温度は、(ロ)-第B.5図及び(ロ)-第B.6図に示す。 容易に人の近づきうる部分としての輸送容器表面及び緩衝体表面の温度は最高 [] °Cであり、許容基準値の85°Cを超えることはない。 格納容器及び密封容器のOリング及び漏えい試験用カブラの温度は、 [] °Cを超えることはない。よって、 [] 及び [] の性状変化に問題はなく密封性は維持される。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																																																																																																																																																																												
(ロ)-B-26	<p>輸送物の構成材料は、ステンレス鋼、鉛、軟鋼であり、その温度は材料に溶融等の悪影響を及ぼさない。</p> <p>なお、一般の試験条件下の構造解析においては、本熱解析で得られた各部位の温度及び圧力で解析を行っている。</p> <p>輸送物の周囲温度が-20℃の環境におかれても本輸送物は液体を使用しておらず凍結することはない。また主要構成材はステンレス鋼であり、-20℃において十分使用に耐え、低温脆性等の問題はない。</p> <p>一般の試験条件下における熱解析結果の要約と評価を(ロ)-第B.16表に示す。</p>	<p>輸送物の構成材料は、ステンレス鋼、鉛、炭素鋼であり、その温度は材料に溶融等の悪影響を及ぼさない。</p> <p>なお、一般の試験条件下の構造解析においては、本熱解析で得られた各部位の温度及び圧力で解析を行っている。</p> <p>輸送物の周囲温度が-20℃の環境におかれても本輸送物は液体を使用しておらず凍結することはない。また主要構成材はステンレス鋼であり、-20℃において十分使用に耐え、低温脆性等の問題はない。</p> <p>一般の試験条件下における熱解析結果の要約と評価を(ロ)-第B.16表に示す。</p>	記載の適正化																																																																																																																																																																																																												
(ロ)-第B.16表 一般の試験条件下における熱解析結果の要約と評価 (収納物F2)		(ロ)-第B.16表 一般の試験条件下における熱解析結果の要約と評価 (収納物F2)																																																																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基準</th> <th>結果</th> <th>評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最高温度</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーOリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>近接表面^(注)</td> <td></td> <td></td> <td>基準に合致</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガasket</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体外面</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーOリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体内面</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>密封容器</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>Oリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>カップラ</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>最大圧力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器内部</td> <td>---</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気層</td> <td>---</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>最大熱応力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>[] MPa</td> <td>[] MPa</td> <td>MS = []</td> </tr> </tbody> </table>	項目	基準	結果	評価	最高温度				収納物			構造解析に使用	底部密封カバーOリング			使用可能	近接表面 ^(注)			基準に合致	シャッターカバーガasket			使用可能	本体外面			構造解析に使用	巻上装置カバーOリング			使用可能	本体内面			構造解析に使用	密封容器			構造解析に使用	Oリング			使用可能	カップラ			使用可能	最大圧力				密封容器内部	---	[] MPa abs	構造解析に使用	格納容器空気層	---	[] MPa abs	構造解析に使用	最大熱応力				格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基準</th> <th>結果</th> <th>評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最高温度</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーOリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>近接表面^(注)</td> <td></td> <td></td> <td>基準に合致</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガasket</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体外面</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーOリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体内面</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>密封容器</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>Oリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>カップラ</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>最大圧力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器内部</td> <td>---</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気層</td> <td>---</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>最大熱応力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>[] MPa</td> <td>[] MPa</td> <td>MS = []</td> </tr> </tbody> </table>	項目	基準	結果	評価	最高温度				収納物			構造解析に使用	底部密封カバーOリング			使用可能	近接表面 ^(注)			基準に合致	シャッターカバーガasket			使用可能	本体外面			構造解析に使用	巻上装置カバーOリング			使用可能	本体内面			構造解析に使用	密封容器			構造解析に使用	Oリング			使用可能	カップラ			使用可能	最大圧力				密封容器内部	---	[] MPa abs	構造解析に使用	格納容器空気層	---	[] MPa abs	構造解析に使用	最大熱応力				格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基準</th> <th>結果</th> <th>評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最高温度</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーOリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>近接表面^(注)</td> <td></td> <td></td> <td>基準に合致</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガasket</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体外面</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーOリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体内面</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>密封容器</td> <td></td> <td></td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>Oリング</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>カップラ</td> <td></td> <td></td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>最大圧力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器内部</td> <td>---</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気層</td> <td>---</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>最大熱応力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>[] MPa</td> <td>[] MPa</td> <td>MS = []</td> </tr> </tbody> </table>	項目	基準	結果	評価	最高温度				収納物			構造解析に使用	底部密封カバーOリング			使用可能	近接表面 ^(注)			基準に合致	シャッターカバーガasket			使用可能	本体外面			構造解析に使用	巻上装置カバーOリング			使用可能	本体内面			構造解析に使用	密封容器			構造解析に使用	Oリング			使用可能	カップラ			使用可能	最大圧力				密封容器内部	---	[] MPa abs	構造解析に使用	格納容器空気層	---	[] MPa abs	構造解析に使用	最大熱応力				格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []	<p>一般の試験条件下でのOリングの基準を、通常使用温度の []℃とした。</p> <p>ノード番号位置の見直しにより、温度評価の結果を変更</p>
項目	基準	結果	評価																																																																																																																																																																																																												
最高温度																																																																																																																																																																																																															
収納物			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
底部密封カバーOリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
近接表面 ^(注)			基準に合致																																																																																																																																																																																																												
シャッターカバーガasket			使用可能																																																																																																																																																																																																												
本体外面			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
巻上装置カバーOリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
本体内面			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
密封容器			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
Oリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
カップラ			使用可能																																																																																																																																																																																																												
最大圧力																																																																																																																																																																																																															
密封容器内部	---	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
格納容器空気層	---	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
最大熱応力																																																																																																																																																																																																															
格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []																																																																																																																																																																																																												
項目	基準	結果	評価																																																																																																																																																																																																												
最高温度																																																																																																																																																																																																															
収納物			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
底部密封カバーOリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
近接表面 ^(注)			基準に合致																																																																																																																																																																																																												
シャッターカバーガasket			使用可能																																																																																																																																																																																																												
本体外面			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
巻上装置カバーOリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
本体内面			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
密封容器			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
Oリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
カップラ			使用可能																																																																																																																																																																																																												
最大圧力																																																																																																																																																																																																															
密封容器内部	---	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
格納容器空気層	---	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
最大熱応力																																																																																																																																																																																																															
格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []																																																																																																																																																																																																												
項目	基準	結果	評価																																																																																																																																																																																																												
最高温度																																																																																																																																																																																																															
収納物			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
底部密封カバーOリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
近接表面 ^(注)			基準に合致																																																																																																																																																																																																												
シャッターカバーガasket			使用可能																																																																																																																																																																																																												
本体外面			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
巻上装置カバーOリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
本体内面			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
密封容器			構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
Oリング			使用可能																																																																																																																																																																																																												
カップラ			使用可能																																																																																																																																																																																																												
最大圧力																																																																																																																																																																																																															
密封容器内部	---	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
格納容器空気層	---	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																																																																												
最大熱応力																																																																																																																																																																																																															
格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []																																																																																																																																																																																																												
注) 太陽熱放射無の通常時に対する評価である。		注) 太陽熱放射無の日陰時に対する評価である。																																																																																																																																																																																																													

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																														
(ロ)-B-27 ～28	B.5 特別の試験条件 B.5.1 熱解析モデル ～ B.5.2 核燃料輸送物の評価条件 省略	B.5 特別の試験条件 B.5.1 熱解析モデル ～ B.5.2 核燃料輸送物の評価条件 変更なし																															
(ロ)-B-29	B.5.3 核燃料輸送物温度 1行目 ～ 7行目 省略 (ロ)-第B.18表 特別の試験条件下における最高温度 (収納物F2)	B.5.3 核燃料輸送物温度 1行目 ～ 7行目 変更なし (ロ)-第B.18表 特別の試験条件下における最高温度 (収納物F2)																															
	<table border="1" data-bbox="295 510 1034 766"> <thead> <tr> <th>条件</th> <th>温度 (°C)</th> <th>火災発生後の時間 (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部位(ノード番号)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(収納物～鉛) 変更なし</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器 オリング (1)</td> <td>[]</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>(シャッターカバーガasket ～ シャッター下部空気層) 変更なし</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	条件	温度 (°C)	火災発生後の時間 (h)	部位(ノード番号)			(収納物～鉛) 変更なし			密封容器 オリング (1)	[]	12.0	(シャッターカバーガasket ～ シャッター下部空気層) 変更なし			<table border="1" data-bbox="1124 510 1863 766"> <thead> <tr> <th>条件</th> <th>温度 (°C)</th> <th>火災発生後の時間 (h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部位(ノード番号)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(収納物 ～ 鉛) 変更なし</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器 オリング (56)</td> <td>[]</td> <td>10.0 (注)</td> </tr> <tr> <td>(シャッターカバーガasket ～ シャッター下部空気層) 変更なし</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	条件	温度 (°C)	火災発生後の時間 (h)	部位(ノード番号)			(収納物 ～ 鉛) 変更なし			密封容器 オリング (56)	[]	10.0 (注)	(シャッターカバーガasket ～ シャッター下部空気層) 変更なし			ノード番号位置の見直しにより、温度評価の結果を変更
条件	温度 (°C)	火災発生後の時間 (h)																															
部位(ノード番号)																																	
(収納物～鉛) 変更なし																																	
密封容器 オリング (1)	[]	12.0																															
(シャッターカバーガasket ～ シャッター下部空気層) 変更なし																																	
条件	温度 (°C)	火災発生後の時間 (h)																															
部位(ノード番号)																																	
(収納物 ～ 鉛) 変更なし																																	
密封容器 オリング (56)	[]	10.0 (注)																															
(シャッターカバーガasket ～ シャッター下部空気層) 変更なし																																	
	備考：省略	備考：変更なし																															
(ロ)-B-30 ～34	(ロ)-第B.7(a)図 ～ (ロ)-第B.8図 省略	(ロ)-第B.7(a)図 ～ (ロ)-第B.8図 変更なし	オリングの温度を見直した根拠を追記																														
(ロ)-B-35 ～38	B.5.4 最大内圧 ～ B.5.6 結果の要約及びその評価 (1行目 ～ 9行目) 省略 密封境界には [] のオリングを使用しており格納容器の底部密封カバー部では [] °C、密封容器蓋部では [] °Cに達するが基準値の [] °Cより低い温度であり、巻上装置カバー部では [] °Cに達するが基準値 [] °Cより低い温度なので [] の性状変化に問題はなく密封性は維持される。また、シャッターカバー部位は [] °Cとなるが、この部分のガスケット材は [] で最高使用温度は [] °Cであり密封性能には問題ない。	B.5.4 最大内圧 ～ B.5.6 結果の要約及びその評価 (1行目 ～ 9行目) 変更なし 密封境界には [] のオリングを使用しており格納容器の底部密封カバー部では [] °C、密封容器では [] °Cに達するが、B.6 付属書類 (3) に示すとおり、密封容器オリング位置では [] °Cであり、短期 (1週間) 最高使用温度 [] °Cを十分下回る。また、巻上装置カバー部では [] °Cに達するが、短期 (10日) の最高使用温度 [] °Cを十分下回る。よって、 [] の性状変化に問題はなく密封性は維持される。 シャッターカバー部位は [] °Cとなるが、この部分のガスケット材は [] で最高使用温度は [] °Cであり密封性能には問題ない。	ノード番号位置の見直しにより、温度評価の結果を変更																														

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																																																																																																																
(ロ)-B-37	(ロ)-第B.20表 特別の試験条件下における輸送物の総合評価(収納物F2)	(ロ)-第B.20表 特別の試験条件下における輸送物の総合評価(収納物F2)																																																																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基準値</th> <th>結果</th> <th>評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最高温度</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td>—</td> <td>[]</td> <td>熔融せず</td> </tr> <tr> <td>鉛</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>熔融せず</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーOリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体外面</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガasket</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体内面</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーOリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>格納容器カプラ</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>密封容器</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>Oリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>カプラ</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>最大圧力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器内部</td> <td>—</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気層</td> <td>—</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>最大熱応力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>[] MPa</td> <td>[] MPa</td> <td>MS = []</td> </tr> </tbody> </table>	項目	基準値	結果	評価	最高温度				収納物	—	[]	熔融せず	鉛	[]	[]	熔融せず	底部密封カバーOリング	[]	[]	使用可能	本体外面	[]	[]	構造解析に使用	シャッターカバーガasket	[]	[]	使用可能	本体内面	[]	[]	構造解析に使用	巻上装置カバーOリング	[]	[]	使用可能	格納容器カプラ	[]	[]	使用可能	密封容器	[]	[]	構造解析に使用	Oリング	[]	[]	使用可能	カプラ	[]	[]	使用可能	最大圧力				密封容器内部	—	[] MPa abs	構造解析に使用	格納容器空気層	—	[] MPa abs	構造解析に使用	最大熱応力				格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基準値</th> <th>結果</th> <th>評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最高温度</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>収納物</td> <td>—</td> <td>[]</td> <td>熔融せず</td> </tr> <tr> <td>鉛</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>熔融せず</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーOリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体外面</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガasket</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>本体内面</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーOリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>格納容器カプラ</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>密封容器</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>Oリング</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>カプラ</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>使用可能</td> </tr> <tr> <td>最大圧力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>密封容器内部</td> <td>—</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気層</td> <td>—</td> <td>[] MPa abs</td> <td>構造解析に使用</td> </tr> <tr> <td>最大熱応力</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器本体</td> <td>[] MPa</td> <td>[] MPa</td> <td>MS = []</td> </tr> </tbody> </table>	項目	基準値	結果	評価	最高温度				収納物	—	[]	熔融せず	鉛	[]	[]	熔融せず	底部密封カバーOリング	[]	[]	使用可能	本体外面	[]	[]	構造解析に使用	シャッターカバーガasket	[]	[]	使用可能	本体内面	[]	[]	構造解析に使用	巻上装置カバーOリング	[]	[]	使用可能	格納容器カプラ	[]	[]	使用可能	密封容器	[]	[]	構造解析に使用	Oリング	[]	[]	使用可能	カプラ	[]	[]	使用可能	最大圧力				密封容器内部	—	[] MPa abs	構造解析に使用	格納容器空気層	—	[] MPa abs	構造解析に使用	最大熱応力				格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []	<p>[] Oリングの見直し</p> <p>Oリング及びカプラの温度を見直し</p> <p>Oリング及びカプラの温度を見直した根拠を追記</p>
項目	基準値	結果	評価																																																																																																																																																
最高温度																																																																																																																																																			
収納物	—	[]	熔融せず																																																																																																																																																
鉛	[]	[]	熔融せず																																																																																																																																																
底部密封カバーOリング	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
本体外面	[]	[]	構造解析に使用																																																																																																																																																
シャッターカバーガasket	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
本体内面	[]	[]	構造解析に使用																																																																																																																																																
巻上装置カバーOリング	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
格納容器カプラ	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
密封容器	[]	[]	構造解析に使用																																																																																																																																																
Oリング	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
カプラ	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
最大圧力																																																																																																																																																			
密封容器内部	—	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																
格納容器空気層	—	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																
最大熱応力																																																																																																																																																			
格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []																																																																																																																																																
項目	基準値	結果	評価																																																																																																																																																
最高温度																																																																																																																																																			
収納物	—	[]	熔融せず																																																																																																																																																
鉛	[]	[]	熔融せず																																																																																																																																																
底部密封カバーOリング	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
本体外面	[]	[]	構造解析に使用																																																																																																																																																
シャッターカバーガasket	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
本体内面	[]	[]	構造解析に使用																																																																																																																																																
巻上装置カバーOリング	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
格納容器カプラ	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
密封容器	[]	[]	構造解析に使用																																																																																																																																																
Oリング	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
カプラ	[]	[]	使用可能																																																																																																																																																
最大圧力																																																																																																																																																			
密封容器内部	—	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																
格納容器空気層	—	[] MPa abs	構造解析に使用																																																																																																																																																
最大熱応力																																																																																																																																																			
格納容器本体	[] MPa	[] MPa	MS = []																																																																																																																																																
		<p>注) B.6 付属書類(B)に示す密封容器Oリング取付け位置の火災発生後の最高温度</p>																																																																																																																																																	

注：補正箇所を~~〇~~で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-38	B.6 付属書類 (1) B.6.1 解析に用いる熱伝達率及び熱放射係数 (2) B.6.2 密封容器を用いる場合の熱解析（照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料(F14)収納時の熱解析） (3) B.6.3 参考文献	B.6 付属書類 (1) B.6.1 解析に用いる熱伝達率及び熱放射係数 (2) B.6.2 密封容器を用いる場合の熱解析（照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料(F14)収納時の熱解析） (3) B.6.3 〇 リングの選定について 〇 (4) B.6.4 参考文献	密封容器〇リング 取付け位置の温度 の説明を追記、以下 項番号繰り下げ
(ロ)-B-39 ~66	(1) B.6.1 解析に用いる熱伝達率及び熱放射係数 省略	(1) B.6.1 解析に用いる熱伝達率及び熱放射係数 変更なし	

注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-67	<p>(2) B.6.2 密封内容器を用いる場合の熱解析</p> <p>省略</p> <p>1. 熱解析の条件と方法</p> <p>省略</p> <p>2. 熱解析モデル</p> <p>省略</p> <p>3. 計算結果</p> <p>3.1 最高温度</p> <p>1. 及び2. に記載した解析条件及び解析モデルに基づいて、TRUMPを用い、<u>通常輸送時</u>、一般の試験条件下及び特別の試験条件下における輸送物の温度分布を求めた。</p> <p>(1) 一般の試験条件</p> <p>一般の試験条件下における輸送物の温度分布を(ロ)-第B.10(a)図から(ロ)-第B.10(d)図に、また太陽熱放射のない通常時の輸送物表面の温度分布を(ロ)-第B.11図に示す。また、主要部の温度を(ロ)-第B.23表に示す。</p>	<p>(2) B.6.2 密封内容器を用いる場合の熱解析</p> <p>省略</p> <p>1. 熱解析の条件と方法</p> <p>省略</p> <p>2. 熱解析モデル</p> <p>省略</p> <p>3. 計算結果</p> <p>3.1 最高温度</p> <p>1. 及び2. に記載した解析条件及び解析モデルに基づいて、TRUMPを用い、一般の試験条件下(<u>日陰及び運搬時最高温度条件</u>)及び特別の試験条件下における輸送物の温度分布を求めた。</p> <p>(1) 一般の試験条件</p> <p>一般の試験条件下(<u>運搬時最高温度条件</u>)における輸送物の温度分布を(ロ)-第B.10(a)図から(ロ)-第B.10(d)図に、<u>一般の試験条件下(日陰)</u>の輸送物表面の温度分布を(ロ)-第B.11図に示す。また、主要部の温度を(ロ)-第B.23表に示す。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>
(ロ)-B-68	<p>(2) 特別の試験条件</p> <p>特別の試験条件下における輸送物の温度分布を(ロ)-第B.12(a)図から(ロ)-第B.12(d)図及び経時変化を(ロ)-第B.13図に示す。また、主要部の温度を(ロ)-第B.24表に示す。</p>	<p>(2) 特別の試験条件</p> <p>特別の試験条件下における輸送物の温度分布を(ロ)-第B.12(a)図から(ロ)-第B.12(d)図及び経時変化を(ロ)-第B.13図に示す。また、主要部の温度を(ロ)-第B.24表に示す。</p>	

注：補正箇所を 〇 で示す。

補正後の
該当ページ
(ロ)-B-69

(ロ)-第B.21表 熱解析の条件及び方法 (収納物F14)

項目	条件		通常時		一般の試験		特別の試験	
	太陽熱放射率	太陽熱放射率無の条件	最低温度評価条件	最高温度評価条件	火災前	火災時	火災後	
崩壊	熱 量	80 W	80 W以下	80 W	80 W	80 W	80 W	
環境条件	周囲温度	静止空気 38°C	静止空気 -20°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	火災30分間 800°C	静止空気 38°C	
	太陽熱放射	なし	なし	あり	あり	あり	あり	
容器表面放射率	周囲放射率	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	
	容器表面放射率	0.37 ±1)	0.37 ±1)	0.37 ±1)	0.37 ±1)	0.8 ±2)	0.55 ±2)	
計算モデル	輸送物	3次元全体系熱伝達モデル (緩衝体を含む)						
	収納物	均質化近似						
温度分布計算プログラム								
差分法温度分布計算プログラムTRUMP								
使用物性値								
B.2 材料の熱的性質								
最大内圧								
$\frac{PV}{T} = \text{一定}$								
格納容器内圧								

注1) Bevans, J.T., et. Al., "Comparison of Total Emissances With Values Computed From Spectral Measurements", Trans. ASME, pp.1405-1416, (Oct. 1958)
 注2) IAEA Safety Standards Series "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (1996 Edition)
 注3) Ohlsen, P.E. and Etemad, G.A., "Spectral and Total Radiation Data of Various Aircraft Materials" Report No. N457-330, North American Aviation, Inc., (July 23, 1957), pp. 20-22, 26-33

補正前

2

補正後

(ロ)-第B.21表 熱解析の条件及び方法 (収納物F14)

項目	条件		一般の試験 (日陰)		特別の試験	
	太陽熱放射率	太陽熱放射率無の条件	最低温度評価条件	最高温度評価条件	火災前	火災時
崩壊	熱 量	80 W	80 W以下	80 W	80 W	80 W
環境条件	周囲温度	静止空気 38°C	静止空気 -20°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	火災30分間 800°C
	太陽熱放射	なし	なし	あり	あり	あり
容器表面放射率	周囲放射率	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
	容器表面放射率	0.37 ±1)	0.37 ±1)	0.37 ±1)	0.37 ±1)	0.8 ±2)
計算モデル	輸送物	3次元全体系熱伝達モデル (緩衝体を含む)				
	収納物	均質化近似				
温度分布計算プログラム						
差分法温度分布計算プログラムTRUMP						
使用物性値						
B.2 材料の熱的性質						
最大内圧						
$\frac{PV}{T} = \text{一定}$						
格納容器内圧						

注1) Bevans, J.T., et. Al., "Comparison of Total Emissances With Values Computed From Spectral Measurements", Trans. ASME, pp. 1405-1416, (Oct. 1958)
 注2) IAEA Safety Standards Series "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (1996 Edition)
 注3) Ohlsen, P.E. and Etemad, G.A., "Spectral and Total Radiation Data of Various Aircraft Materials" Report No. N457-330, North American Aviation, Inc., (July 23, 1957), pp. 20-22, 26-33

記載の適正化

備考

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-70	<p>(ロ)-第B.22表 均質化領域の熱的性質 (収納物F14)</p> <p>省略</p> <p>3.2 最大内圧</p> <p>一般の試験条件下及び特別の試験条件下における密封内容器内、密封容器内及び格納容器内の最大内圧を(ロ)-第B.25表に示す。</p>	<p>(ロ)-第B.22表 均質化領域の熱的性質 (収納物F14)</p> <p>変更なし</p> <p>3.2 最大内圧</p> <p>一般の試験条件下及び特別の試験条件下における密封内容器内、密封容器内及び格納容器内の最大内圧を(ロ)-第B.25表に示す。</p> <p>密封内容器の運搬中に予想される周囲の温度変化 (-20℃から 38℃) を考慮した場合の内圧は次のとおりとなる。</p> <p>-20℃の環境で燃料を収納し、38℃の日陰 (屋内) の環境下で調圧 (大気圧: P₁) を行う。この時の輸送容器内の温度 (T₁) は、(ロ)-第B.23表の日陰の温度のうち、収納物 ([] ℃) から周囲の温度変化 58℃ (-20℃から 38℃) を引いた [] ℃となる。</p> <p>その後、太陽輻射熱を受けた時における内部空気の高温度 (T₂) が [] ℃となる。</p> $(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$ $P_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (V_2 \cdot T_1)$ <p>P₁: 運搬中の内圧 (大気圧) = 0.1013 (MPa abs)</p> <p>V₁: 運搬中の内部空気容器 (m³)</p> <p>T₁: 輸送容器内の温度: [] +273 = [] (K)</p> <p>P₂: 太陽輻射を受けた時の最大内圧 (MPa abs)</p> <p>V₂: 太陽輻射を受けた時の内部空気容積 (m³)</p> <p>T₂: 太陽輻射を受けた時の温度: [] +273 = [] (K)</p> <p>上式に各々を代入し、V₁ = V₂とすると、最大内圧P₂は次のようになる。</p> $P_2 = (P_1 \cdot T_2) / T_1$ $= (0.1013 \times []) / []$ $= [] \text{ (MPa abs)}$ <p>密封内容器の運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化は、[] MPa absの最高圧力内に包含される。</p>	<p>運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明の追記</p>
(ロ)-B-71			

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																
(ロ)-B-72 ~77	(ロ)-第B.9図 ~ (ロ)-第B.10(d)図 省略	(ロ)-第B.9図 ~ (ロ)-第B.10(d)図 変更なし																																																	
(ロ)-B-78	(ロ)-第B.11図 通常時輸送物表面温度 省略	(ロ)-第B.11図 一般の試験条件(日陰)における輸送物表面温度 変更なし	図名の修正																																																
	(ロ)-第B.23表 一般の試験条件下における最高温度(収納物F14) (単位:℃)	(ロ)-第B.23表 一般の試験条件下における最高温度(収納物F14) (単位:℃)																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">条 件 部位(ノード番号)</th> <th>通 常 時</th> <th>一 般</th> </tr> <tr> <th>太陽熱放射無</th> <th>太陽熱放射有</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取 納 物 (1)</td> <td rowspan="15" style="background-color: black;"></td> <td rowspan="15" style="background-color: black;"></td> </tr> <tr> <td>密 封 内 容 器 (2020)</td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 空 気 層 (4000)</td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 (30)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 内 面 (102)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 外 面 (402)</td> </tr> <tr> <td>鉛 (613)</td> </tr> <tr> <td>近 接 表 面 (403)</td> </tr> <tr> <td>密 封 内 容 器 オ リ ン グ (1)</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガスケット (420)</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーリング (440)</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーリング (3471)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 空 気 層 (70)</td> </tr> <tr> <td>巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)</td> </tr> <tr> <td>空 気 層</td> </tr> <tr> <td>シャッター部空気層 (520)</td> </tr> <tr> <td>シャッター下部空気層 (530)</td> </tr> </tbody> </table>	条 件 部位(ノード番号)	通 常 時	一 般	太陽熱放射無	太陽熱放射有	取 納 物 (1)			密 封 内 容 器 (2020)	密 封 容 器 空 気 層 (4000)	密 封 容 器 (30)	格 納 容 器 内 面 (102)	格 納 容 器 外 面 (402)	鉛 (613)	近 接 表 面 (403)	密 封 内 容 器 オ リ ン グ (1)	シャッターカバーガスケット (420)	底部密封カバーリング (440)	巻上装置カバーリング (3471)	格 納 容 器 空 気 層 (70)	巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)	空 気 層	シャッター部空気層 (520)	シャッター下部空気層 (530)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">条 件 部位(ノード番号)</th> <th>一般の試験 (日陰)</th> <th>一般の試験 (運搬時最高温度条件)</th> </tr> <tr> <th>太陽熱放射無</th> <th>太陽熱放射有</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取 納 物 (1)</td> <td rowspan="15" style="background-color: black;"></td> <td rowspan="15" style="background-color: black;"></td> </tr> <tr> <td>密 封 内 容 器 (2020)</td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 空 気 層 (4000)</td> </tr> <tr> <td>密 封 容 器 (30)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 内 面 (102)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 外 面 (402)</td> </tr> <tr> <td>鉛 (613)</td> </tr> <tr> <td>近 接 表 面 (403)</td> </tr> <tr> <td>密 封 内 容 器 オ リ ン グ (2044)</td> </tr> <tr> <td>シャッターカバーガスケット (420)</td> </tr> <tr> <td>底部密封カバーリング (440)</td> </tr> <tr> <td>巻上装置カバーリング (3471)</td> </tr> <tr> <td>格 納 容 器 空 気 層 (70)</td> </tr> <tr> <td>巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)</td> </tr> <tr> <td>空 気 層</td> </tr> <tr> <td>シャッター部空気層 (520)</td> </tr> <tr> <td>シャッター下部空気層 (530)</td> </tr> </tbody> </table>	条 件 部位(ノード番号)	一般の試験 (日陰)	一般の試験 (運搬時最高温度条件)	太陽熱放射無	太陽熱放射有	取 納 物 (1)			密 封 内 容 器 (2020)	密 封 容 器 空 気 層 (4000)	密 封 容 器 (30)	格 納 容 器 内 面 (102)	格 納 容 器 外 面 (402)	鉛 (613)	近 接 表 面 (403)	密 封 内 容 器 オ リ ン グ (2044)	シャッターカバーガスケット (420)	底部密封カバーリング (440)	巻上装置カバーリング (3471)	格 納 容 器 空 気 層 (70)	巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)	空 気 層	シャッター部空気層 (520)	シャッター下部空気層 (530)	記載の適正化
条 件 部位(ノード番号)	通 常 時		一 般																																																
	太陽熱放射無	太陽熱放射有																																																	
取 納 物 (1)																																																			
密 封 内 容 器 (2020)																																																			
密 封 容 器 空 気 層 (4000)																																																			
密 封 容 器 (30)																																																			
格 納 容 器 内 面 (102)																																																			
格 納 容 器 外 面 (402)																																																			
鉛 (613)																																																			
近 接 表 面 (403)																																																			
密 封 内 容 器 オ リ ン グ (1)																																																			
シャッターカバーガスケット (420)																																																			
底部密封カバーリング (440)																																																			
巻上装置カバーリング (3471)																																																			
格 納 容 器 空 気 層 (70)																																																			
巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)																																																			
空 気 層																																																			
シャッター部空気層 (520)																																																			
シャッター下部空気層 (530)																																																			
条 件 部位(ノード番号)	一般の試験 (日陰)	一般の試験 (運搬時最高温度条件)																																																	
	太陽熱放射無	太陽熱放射有																																																	
取 納 物 (1)																																																			
密 封 内 容 器 (2020)																																																			
密 封 容 器 空 気 層 (4000)																																																			
密 封 容 器 (30)																																																			
格 納 容 器 内 面 (102)																																																			
格 納 容 器 外 面 (402)																																																			
鉛 (613)																																																			
近 接 表 面 (403)																																																			
密 封 内 容 器 オ リ ン グ (2044)																																																			
シャッターカバーガスケット (420)																																																			
底部密封カバーリング (440)																																																			
巻上装置カバーリング (3471)																																																			
格 納 容 器 空 気 層 (70)																																																			
巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)																																																			
空 気 層																																																			
シャッター部空気層 (520)																																																			
シャッター下部空気層 (530)																																																			
	備考： ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。	備考： ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。																																																	
		注) ノード番号1、2020、4000の太陽熱放射有と太陽熱放射無の温度差から、太陽熱放射有の [] ℃と想定した。	密封容器リング位置のノード番号及び一般の試験時の温度を見直し 記載の適正化、想定した太陽放射熱無の温度の説明を追記																																																

注：補正箇所を 〇 で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-79 ～83	(ロ)-第B.12 (a)図 ～ (ロ)-第B.13図 省略	(ロ)-第B.12 (a)図 ～ (ロ)-第B.13図 変更なし	
(ロ)-B-84	(ロ)-第B.24表 ～ (ロ)-第B.25表 省略	(ロ)-第B.24表 ～ (ロ)-第B.25表 変更なし	
(ロ)-B-85	<p>4. 評価</p> <p>4.1 最高温度</p> <p>密封容器を用いる場合の温度分布は、(ロ)-第B.10(a)図から(ロ)-第B.10(d)図及び(ロ)-第B.12(a)図から(ロ)-第B.12(d)図に示すように、収納物及び密封容器以外の部位の温度は密封容器を用いない場合の(ロ)-第B.5(a)図から(ロ)-第B.5(d)図及び(ロ)-第B.7(a)図から(ロ)-第B.7(d)図に示す温度を超えることはない。</p> <p>輸送物最高温度は、(ロ)-第B.23表及び(ロ)-第B.24表に示すように、一般の試験条件下及び特別の試験条件下において、いずれも収納物の温度 〇℃及び 〇℃である。</p> <p>一般の試験条件下で日陰において容易に人の近づき得る輸送物表面の最高温度は、通常時(周囲温度 38℃、太陽熱放射無)における近接表面の評価値から 〇℃であり許容基準値の 85℃を超えることはない。</p> <p>〇リングシール部、漏えい試験用カブラの温度は、<u>収納物の温度以上に</u>なることはなく、一般の試験条件下における最高使用温度 〇℃及び特別の試験条件下における最高使用温度 〇℃を超えることはない。</p> <p>4.2 最大内圧</p> <p>(ロ)-第B.25表に示すように密封容器及び格納容器の最大内圧は(ロ)-第B.16表及び(ロ)-第B.20表に示す圧力を超えることはない。</p> <p>密封容器の最大内圧は構造解析で考慮した圧力を超えることはない。</p>	<p>4. 評価</p> <p>4.1 最高温度</p> <p>密封容器を用いる場合の温度分布は、(ロ)-第B.10(a)図から(ロ)-第B.10(d)図及び(ロ)-第B.12(a)図から(ロ)-第B.12(d)図に示すように、収納物及び密封容器以外の部位の温度は密封容器を用いない場合の(ロ)-第B.5(a)図から(ロ)-第B.5(d)図及び(ロ)-第B.7(a)図から(ロ)-第B.7(d)図に示す温度を超えることはない。</p> <p>輸送物最高温度は、(ロ)-第B.23表及び(ロ)-第B.24表に示すように、一般の試験条件下及び特別の試験条件下において、いずれも収納物の温度 〇℃及び 〇℃である。</p> <p>一般の試験条件下で日陰において容易に人の近づき得る輸送物表面の最高温度は、<u>一般の試験条件(日陰)時</u>(周囲温度 38℃、太陽熱放射無)における近接表面の評価値から 〇℃であり許容基準値の 85℃を超えることはない。</p> <p><u>密封容器及び密封容器の〇リングシール部、漏えい試験用カブラの温度は、(ロ)-第B.13図及び(ロ)-第B.24表に示すように、密封容器で最高温度 〇℃となることから、</u> 〇 <u>それぞれの短期最高使用温度を十分下回り、かつ通常の使用温度 〇℃を超えることはない。よって</u> 〇 <u>の性状変化に問題はなく密封性は維持される。</u></p> <p>4.2 最大内圧</p> <p>(ロ)-第B.25表に示すように密封容器及び格納容器の最大内圧は(ロ)-第B.16表及び(ロ)-第B.20表に示す圧力を超えることはない。</p> <p>密封容器の最大内圧は構造解析で考慮した圧力を超えることはない。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>〇リングの健全性について追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考															
(ロ)-B-86		<p>(3) B.6.3 Oリングの選定について</p> <p>密封容器Oリング取付け位置は、ノード番号56であり、火災後30分後の温度は、(ロ)-第B.7(a)図より [] °Cである。(ロ)-第B.26表のとおり収納物、密封容器及び格納容器空気層は、火災後30分の温度から最高温度に達するまでの温度上昇が [] °C及び [] °Cである。</p> <p>保守側に温度上昇分 [] °Cを密封容器取付け位置の温度に加算しても、 [] °Cとなることから、密封容器Oリング取付け位置の最高温度は [] °C以内になると考えられ、短期(1週間)最高使用温度 [] °Cを十分下回る。</p> <p>よって、本容器に使用するOリングについては、当該温度を満足するものを使用する。</p> <p>(ロ)-第B.26表 特別の試験条件における火災後30分後の温度及び最高温度</p> <table border="1" data-bbox="1137 715 1890 916"> <thead> <tr> <th>部位 (ノード番号)</th> <th>火災後30分の温度</th> <th>最高温度、火災発生後の時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>収納物 (1)</td> <td>[]</td> <td>[] (12.0h)</td> </tr> <tr> <td>密封容器 (10)</td> <td>[]</td> <td>[] (10.0h)</td> </tr> <tr> <td>格納容器空気層 (70)</td> <td>[]</td> <td>[] (6.0h)</td> </tr> <tr> <td>密封容器Oリング取付け位置 (56)</td> <td>[]</td> <td>[] (10.0h) 中</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 密封容器Oリング取付け位置の火災発生後の最高温度 []</p>	部位 (ノード番号)	火災後30分の温度	最高温度、火災発生後の時間	収納物 (1)	[]	[] (12.0h)	密封容器 (10)	[]	[] (10.0h)	格納容器空気層 (70)	[]	[] (6.0h)	密封容器Oリング取付け位置 (56)	[]	[] (10.0h) 中	<p>密封容器Oリング取付け位置の温度の説明を追記</p>
部位 (ノード番号)	火災後30分の温度	最高温度、火災発生後の時間																
収納物 (1)	[]	[] (12.0h)																
密封容器 (10)	[]	[] (10.0h)																
格納容器空気層 (70)	[]	[] (6.0h)																
密封容器Oリング取付け位置 (56)	[]	[] (10.0h) 中																

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-87	<p>(3) B.6.3 参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Edwards, A.L., "TRUMP : A Computer Program for Transient and Steady State Temperature Distributions in Multidimensional Systems", Lawrence Radiation Laboratory, Livermore, Report UCRL-14754 Rev.3 (1972) 2) M.J.Bell, "ORIGEN-The ORNL Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973 3) A.G.Croff, "ORIGEN2 - A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-6621, July 1980 4) BNFL Fact Sheet "Commercial Uranium 3 UO2" 5) 日本機械学会 "伝熱工学資料 (改訂第2版)" 6) Goldsmith, A., et, al., "Handbook of Thermophysical Properties of Solid Materials" Revised Edition, Vol.II.The MacMillan Company, New York (1961) PP.157-172 7) "Basic Materials for Atomic Energy Industry", Pamphlet F-86-55, National Lead Company, New York pp.10-14 8) Edwards, A. L. "A Compilation of Thermal Property Data for Computer Heat Conduction Calculation", U C R L -50589, Feb, 1969 9) A. Sheth & L. Leibowits ANL-AFP-11, 1975 10) C.A.Alexander, J.S. Ogden and W.M. Pardue, in:Plutonium 1970 and other Actinides, Santa Fe' (1970), ed.W.N.Miner Nucl.Metallurgy17(1970)95. 11) 日本機械学会 "技術資料 流体の熱物性値集" 12) 財) 原子力発電技術機構 "平成12年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術確証試験 (金属キャスク貯蔵技術確証試験) 報告書" (平成13年3月) 13) D.L.Hagrman, G.A.Reymann, R.E.Mason (ed.), "MATPRO Version 11 (Rev.2) A Handbook of Material Properties for Use in the Analysis of Light Water Reactor Fuel Rod Behavior", NUREG/CR-0497 TREE-1280, Rev. 2, EG & G Idaho, Inc., Idaho, (1981) 14) ASME Sec. II Part D Properties 	<p>(4) B.6.4 参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Edwards, A.L., "TRUMP : A Computer Program for Transient and Steady State Temperature Distributions in Multidimensional Systems", Lawrence Radiation Laboratory, Livermore, Report UCRL-14754 Rev.3 (1972) 2) M.J.Bell, "ORIGEN-The ORNL Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973 3) 欠番 4) BNFL Fact Sheet "Commercial Uranium 3 UO2" 5) 日本機械学会 "伝熱工学資料 (改訂第2版)" 6) Goldsmith, A., et, al., "Handbook of Thermophysical Properties of Solid Materials" Revised Edition, Vol.II.The MacMillan Company, New York (1961) PP.157-172 7) "Basic Materials for Atomic Energy Industry", Pamphlet F-86-55, National Lead Company, New York pp.10-14 8) Edwards, A. L. "A Compilation of Thermal Property Data for Computer Heat Conduction Calculation", U C R L -50589, Feb, 1969 9) A. Sheth & L. Leibowits ANL-AFP-11, 1975 10) C.A.Alexander, J.S. Ogden and W.M. Pardue, in:Plutonium 1970 and other Actinides, Santa Fe' (1970), ed.W.N.Miner Nucl.Metallurgy17(1970)95. 11) 日本機械学会 "技術資料 流体の熱物性値集" 12) 財) 原子力発電技術機構 "平成12年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術確証試験 (金属キャスク貯蔵技術確証試験) 報告書" (平成13年3月) 13) D.L.Hagrman, G.A.Reymann, R.E.Mason (ed.), "MATPRO Version 11 (Rev.2) A Handbook of Material Properties for Use in the Analysis of Light Water Reactor Fuel Rod Behavior", NUREG/CR-0497 TREE-1280, Rev. 2, EG & G Idaho, Inc., Idaho, (1981) 14) 欠番 	<p>項番号の繰り下げ</p> <p>不要な文献を削除</p> <p>不要な文献を削除</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-B-88	<p>15) 太平電業株式会社 “中性子遮蔽材 NS-4-FR”</p> <p>16) 財) 原子力発電技術機構 “平成13年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術確証試験(金属キャスク貯蔵技術確証試験) 報告書”(平成14年3月) 原子力発電技術機構</p> <p>17) 財) 原子力発電技術機構 “平成14年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術確証試験(金属キャスク貯蔵技術確証試験) 報告書”(平成15年3月) 原子力発電技術機構</p> <p>18) 独) 原子力安全基盤機構 “平成15年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術確証試験(金属キャスク貯蔵技術確証試験) 報告書”(平成16年6月)</p> <p>19) N. Yamada, et. al., “Thermal Behavior of Neutron Shielding Material, NS-4-FR, under Long Term Storage Conditions”, PATRAM2004, Berlin, Sep. 2004</p>	<p>15) 欠番</p> <p>16) 欠番</p> <p>17) 欠番</p> <p>18) 欠番</p> <p>19) 欠番</p> <p>20) 三菱ゴム株式会社 “[] ” (平成6年6月)</p> <p>21) 三菱ゴム株式会社 “[] ” (平成5年9月)</p>	<p>不要な文献を削除</p> <p>Oリングの性能を示す文献を追記</p>

(ロ) 章C 密封解析 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-C-1 ~10	(ロ) 章C 密封解析 C. 1 概要 ~ C3.1.1 密封装置の設計漏えい率 省略	(ロ) 章C 密封解析 C. 1 概要 ~ C3.1.1 密封装置の設計漏えい率 変更なし	
(ロ)-C-10 ~11	C.3.1.2 一般の試験条件における放射性核種の漏えい率 省略 1. 密封容器を用いない場合 省略 ページ：C-10~C-11の8行目まで	C.3.1.2 一般の試験条件における放射性核種の漏えい率 変更なし 1. 密封容器を用いない場合 変更なし ページ：C-10~C-11の8行目まで	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-C-11	<p>(a) 核分裂生成ガスの放出率 : []</p> <p>(b) セル内ガス状核種の汚染濃度 : [] $\mu\text{Bq/cm}^3$ ([] $\mu\text{Ci/cm}^3$)</p> <p>(c) セル内ダスト状核種の汚染濃度 : [] $\mu\text{Bq/cm}^3$ ([] $\mu\text{Ci/cm}^3$)</p> <p>(d) ^{60}Coによる表面汚染密度 : [] Bq/cm^2 ([] dpm/cm^2)</p> <p>(a)核分裂生成ガスの放出率は、Nuclear Science and Engineering Vol.18 301p ~318p, ORNL(1964)に基づいている。(b)セル内ガス状核種の汚染濃度は、排気系ガスモニター検出限界から排気系を考慮して求めた。(c)セル内ダスト状核種の汚染濃度は、排気系ダストモニター検出限界から排気系及びフィルター効率を考慮して求めた。</p> <p>(d)^{60}Coによる表面汚染密度は、セル内スミヤを採取し実測により求めた。</p> <p>密封内容器を用いない場合の解析の対象としては、収納物F1からF10についてORIGENコードにより計算した核種ごとの放射エネルギーから漏えい率と基準値との比を求め、その比が最大となる収納物F1を選定した。(収納物F1からF10漏えい率と基準値との比を(ロ)章C.6の(1)に示す。)</p>	<p>(a) 核分裂生成ガスの放出率 : []</p> <p>核分裂生成ガスの放出率は、Nuclear Science and Engineering Vol.18 301p ~318p, ORNL(1964)に基づいている。</p> <p>核分裂性ガスの濃度 = (FPの量×FPガス漏えい率) / 密封容器内の空気容積</p> <p>(b) セル内ガス状核種の汚染濃度 : [] $\mu\text{Bq/cm}^3$ ([] $\mu\text{Ci/cm}^3$)</p> <p>セル内ガス状核種の汚染濃度は、排気系ガスモニター検出限界から排気系を考慮して求めた。</p> <p>セル内ガス状核種の汚染濃度 = (試料内の個別のガス状核種の量 / 試料内のガス状核種の総量) × セル内検出限界</p> <p>(c) セル内ダスト状核種の汚染濃度 : [] $\mu\text{Bq/cm}^3$ ([] $\mu\text{Ci/cm}^3$)</p> <p>セル内ダスト状核種の汚染濃度は、排気系ダストモニター検出限界から排気系及びフィルター効率を考慮して求めた。</p> <p>セル内ダスト状核種の汚染濃度 = (試料内の個別の固体状核種の量 / 試料内の固体状核種の総量) × セル内検出限界</p> <p>(d) ^{60}Coによる表面汚染密度 : [] Bq/cm^2 ([] dpm/cm^2)</p> <p>^{60}Coによる表面汚染密度は、セル内スミヤを採取し実測により求めた。</p> <p>^{60}Coによる表面汚染濃度 = ^{60}Coによる表面汚染密度 × (密封容器表面積 / 密封容器内の空気容積)</p> <p>密封内容器を用いない場合の解析の対象としては、収納物F1からF10についてORIGENコードにより計算した核種ごとの放射エネルギーから漏えい率と基準値との比を求め、その比が最大となる収納物F1を選定した。(収納物F1からF10漏えい率と基準値との比を(ロ)章C.6の(1)に示す。)</p>	<p>根拠を該当箇所へ移動 計算式を追記</p> <p>根拠を該当箇所へ移動 計算式を追記</p> <p>根拠を該当箇所へ移動 計算式を追記</p> <p>根拠を該当箇所へ移動 計算式を追記</p> <p>根拠を該当箇所へ移動</p> <p>根拠を該当箇所へ移動</p>
(ロ)-C-12 ~23	<p>省略 ページ：C-12~C-23まで</p>	<p>変更なし ページ：C-12~C-23まで</p>	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-C-24	<p>(ロ)-第C.8表 PuO₂質量とHe流量との関係</p> <p>省略</p> <p>なお、オリフィスの穴が5 μmより小さい場合は、粉体が穴を閉塞するため漏えいが生じにくくなり、変換係数 PuO₂/Heの値は小さくなる。変換係数 PuO₂/Heの値としては安全側に(ロ)-第C.8表に示された最大値 [] μg/cm³を用いる。固体状放射性物質の漏えい率は、変換係数 [] (μg/cm³)を用いて下記により求めた。</p> <p>なお、固体状放射性物質としては、</p> <p>(イ) Pu同位体</p> <p>(ロ) Pu同位体以外の固体状核種</p> <p>の2種類に区分し、Pu同位体以外の固体状核種は、PuO₂とともに漏えいするとした。</p> <p>(イ) Pu同位体の漏えい率</p> <p>Pu同位体の漏えい率 L_p(Bq/h)は次式により求めた。</p> $L_p = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{pi}/A_{si}}{\sum A_{pi}/A_{si}} \times L_x \dots\dots\dots (C-5)$ <p>ここで、C : [] PuO₂/He変換係数 = [] (μg/cm³)</p> <p>A_{si} : 固体状各核種の比放射能(Bq/g)</p> <p>A_{pi} : Pu同位体各核種の放射能量(Bq)</p> <p>L_x : 一般の試験条件下のヘリウム漏えい率 = [] cm³/h</p> <p>(ロ) Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率</p> <p>Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率 L_d(Bq/h)は、次式により求めた。</p> $L_d = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{di}/A_{si}}{\sum (A_{pi}/A_{si} + A_{di}/A_{si})} \times L_x \dots\dots\dots (C-6)$ <p>ここで、A_{di} [] : [] Pu同位体以外の固体状各核種の放射能量(Bq)</p> <p>(ロ)-第C.9表に放射性核種の濃度、漏えい率及びそれらの比を示す。</p>	<p>(ロ)-第C.8表 PuO₂質量とHe流量との関係</p> <p>変更なし</p> <p>なお、オリフィスの穴が5 μmより小さい場合は、粉体が穴を閉塞するため漏えいが生じにくくなり、変換係数 PuO₂/Heの値は小さくなる。Pu同位体の漏えい率に用いているPuO₂/He変換係数の値としては、安全側に(ロ)-第C.8表に示された最大値 [] μg/cm³を用いる。また、質量流量は粉体物性(粒子径、内部摩擦など)に依存することから、Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率も同様に、変換係数 [] (μg/cm³)を用いて下記により求めた。</p> <p>なお、固体状放射性物質としては、</p> <p>(イ) Pu同位体</p> <p>(ロ) Pu同位体以外の固体状核種</p> <p>の2種類に区分し、Pu同位体以外の固体状核種は、PuO₂とともに漏えいするとした。</p> <p>(イ) Pu同位体の漏えい率</p> <p>Pu同位体の漏えい率 L_p(Bq/h)は次式により求めた。</p> $L_p = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{pi}/A_{si}}{\sum A_{pi}/A_{si}} \times L_x \dots\dots\dots (C-5)$ <p>ここで、C : PuO₂/He変換係数 = [] (μg/cm³)</p> <p>A_{si} : 固体状各核種の比放射能(Bq/g)</p> <p>A_{pi} : Pu同位体各核種の放射能量(Bq)</p> <p>L_x : 一般の試験条件下のヘリウム漏えい率 = [] cm³/h</p> <p>(ロ) Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率</p> <p>Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率 L_d(Bq/h)は、次式により求めた。</p> $L_d = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{di}/A_{si}}{\sum (A_{pi}/A_{si} + A_{di}/A_{si})} \times L_x \dots\dots\dots (C-6)$ <p>ここで、A_{di} : Pu同位体以外の固体状各核種の放射能量(Bq)</p> <p>(ロ)-第C.9表に放射性核種の濃度、漏えい率及びそれらの比を示す。</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-C-25 ~32	省略 ページ：C-25~C-32まで	変更なし ページ：C-25~C-32まで	
(ロ)-C-33 ~56	C.3.2 密封装置の加圧 ~ C.6 付属書類 省略	C.3.2 密封装置の加圧 ~ C.6 付属書類 変更なし	

(ロ) 章D 遮蔽解析 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-D-1	(ロ) 章D 遮蔽解析	(ロ) 章D 遮蔽解析	
(ロ)-D-1 ~38	D.1 概要 ~ D.6.2 収納物 F2 の線量当量率評価 省略	D.1 概要 ~ D.6.2 収納物 F2 の線量当量率評価 省略	
(ロ)-D-39	(3) D.6.3 参考文献	(3) D.6.3 参考文献	
	<p>(1) R. Malenfant, "QAD - A Series of point-kernel General Purpose Shielding Programs", LA-3573, April 1973</p> <p>(2) R.G. Soltetz and R.K.Disney, "Revised WANL ANISN Program Users Manual", WANL-TMI-1976, April 1969</p> <p>(3) M. J. Bell, "ORIGEN - The Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973</p> <p>(4) A. G. Croff, "ORIGEN-2 A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-5621, July 1980</p> <p>(5) Hubbell J.H, and Seltzer S.M. "Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients from 1 KeV to 20MeV for Elements Z=1 to 92 and 48 Additional Substances of Domestic Interest", NISTIR 5632, National Institute of Standard and Technology (1995).</p> <p>(6) Harima Y., Sakamoto Y., Tanaka S. and Kawai M., "Validity of the Geometrical Progression Formula in Approximating Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng., 94, 24 (1986)</p> <p>(7) ICRP Publication 74, 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数, (社)日本アイソトープ協会</p> <p>(8) ORNLRSIC, "CASK - 40 Group Coupled Neutron and Gamma-ray Cross-section Data", DLC-23, Sept. 1973</p>	<p>(1) R. Malenfant, "QAD - A Series of point-kernel General Purpose Shielding Programs", LA-3573, April 1973</p> <p>(2) R.G. Soltetz and R.K.Disney, "Revised WANL ANISN Program Users Manual", WANL-TMI-1976, April 1969</p> <p>(3) M. J. Bell, "ORIGEN - The Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973</p> <p>(4) 欠番</p> <p>(5) Hubbell J.H, and Seltzer S.M. "Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients from 1 KeV to 20MeV for Elements Z=1 to 92 and 48 Additional Substances of Domestic Interest", NISTIR 5632, National Institute of Standard and Technology (1995).</p> <p>(6) Harima Y., Sakamoto Y., Tanaka S. and Kawai M., "Validity of the Geometrical Progression Formula in Approximating Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng., 94, 24 (1986)</p> <p>(7) ICRP Publication 74, 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数, (社)日本アイソトープ協会</p> <p>(8) ORNLRSIC, "CASK - 40 Group Coupled Neutron and Gamma-ray Cross-section Data", DLC-23, Sept. 1973</p>	<p>不要な文献を削除</p>

(ロ) 章E 臨界解析 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
<p>(ロ)-E-1</p> <p>(ロ)-E-2</p>	<p>(ロ) 章E 臨界解析</p> <p>E.1 概要</p> <p>省略</p> <p>E.2 解析対象</p> <p>E.2.1 収納物</p> <p>本容器は主に J M T R で照射された燃料を収納するものである。収納物の仕様を(ロ)- 第E.1表に示す。</p> <p>本表中の核燃料物質の量はいずれも臨界質量以下である。</p> <p>臨界解析は(ロ)-第E.1表に記載した収納物のうち核分裂性物質の重量が最大となる収納 物F1を収納した場合について行った。</p>	<p>(ロ) 章E 臨界解析</p> <p>E.1 概要</p> <p>変更なし</p> <p>E.2 解析対象</p> <p>E.2.1 収納物</p> <p>本容器は主に J M T R で照射された燃料を収納するものである。収納物の仕様を(ロ)- 第E.1表に示す。</p> <p>本表中の核燃料物質の量はいずれも臨界質量以下である。</p> <p>臨界解析は(ロ)-第E.1表に記載した収納物のうち核分裂性物質の重量が最大であり、か つ(ロ)-第E.1図のとおり、形状モデルの燃料領域直径が [] cm (半径 [] cm) ということ で、(ロ)-第E.6表に示す無限円筒直径(金属)の最小臨界値7.90mを唯一超えることから 収納物F1を収納した場合について行った。</p>	<p>形状モデルを収納物F1とした理 由を追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-E-2	<p>E.2.2 輸送容器 省略</p> <p>E.2.3 中性子吸収材 省略</p> <p>E.3 モデル仕様</p> <p>E.3.1 解析モデル</p> <p>本容器に収納する核燃料物質はいずれも臨界質量を十分下まわっており輸送物が単独に存在する場合には未臨界に保たれる。本解析では、(ロ)章E.1に示すように輸送中、孤立系、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の孤立系及び配列系に対して共通して適用できるモデルとし、解析モデルの境界条件として完全反射を採用することにより、孤立系及び配列系の別に関係なく無限個の配列を想定したモデルとした。計算はKENOコードを用いて行った。臨界解析モデルを(ロ)-第E.1図に示す。</p> <p>計算は格納容器外表面で完全反射として行った。これは輸送物を無限個配列した場合に対応している。また格納容器内のポイド部は密封容器内も含めて、すべて水で満たされているものとした。</p>	<p>E.2.2 輸送容器 変更なし</p> <p>E.2.3 中性子吸収材 変更なし</p> <p>E.3 モデル仕様</p> <p>E.3.1 解析モデル</p> <p>本容器に収納する核燃料物質はいずれも臨界質量を十分下まわっており輸送物が単独に存在する場合には未臨界に保たれる。本解析では、(ロ)章E.1に示すように輸送中、孤立系、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の孤立系及び配列系に対して共通して適用できるモデルとし、解析モデルの境界条件として完全反射を採用することにより、孤立系及び配列系の別に関係なく無限個の配列を想定したモデルとした。計算はKENOコードを用いて行った。臨界解析モデルを(ロ)-第E.1図に示す。</p> <p>計算は格納容器外表面で完全反射として行った。これは輸送物を無限個配列した場合に対応している。また格納容器内のポイド部は密封容器内も含めて、すべて水で満たされているものとした。</p>	<p>E.2.1の追記により、最初の図の引用が変わったため下線の削除</p>
(ロ)-E-2 ~4	<p>E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 省略</p>	<p>E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 変更なし</p>	
(ロ)-E-5 ~10	<p>E.4 未臨界評価 ~ E.6 結果の要約及びその評価 省略</p>	<p>E.4 未臨界評価 ~ E.6 結果の要約及びその評価 変更なし</p>	

注：補正箇所をで示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-E-11	E.7 付属書類 (1) E.7.1 最小臨界質量と収納物 (2) E.7.2 参考文献	E.7 付属書類 (1) E.7.1 最小臨界質量と収納物 (2) E.7.2 参考文献	

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-E-12	<p>(1) E.7.1 最小臨界質量と収納物</p> <p>「核燃料の臨界安全」⁽²⁾によれば、²³⁵U及び²³⁹Puの臨界質量は(ロ)-第E.6表のように与えられる。この表は最適減速状態のもとで、いかなる形状でも臨界となりえない質量を与えたもので十分に安全性の余裕を含んだものである。</p> <p>本容器に収納する²³⁵U及び²³⁹Pu^(H)の重量は(ロ)-第E.7表に示すとおりであり、²³⁵Uが最大となる収納物F1でも最小臨界値の1/ [] 以下である。また実際に燃料を収納した状態では、減速材がないこと及び照射により核分裂性物質が減少すること等により、実際の中性子増倍率はさらに小さくなる。Thの燃焼によって生ずる²³³Uは [] g 以下であり臨界上問題とはならない。</p> <p>(注) Puの同位体の核分裂性核分裂性物質である²⁴¹Puも含む。</p>	<p>(1) E.7.1 最小臨界質量と収納物</p> <p>「核燃料の臨界安全」⁽²⁾によれば、²³⁵U及び²³⁹Puの臨界質量は(ロ)-第E.6表のように与えられる。この表は最適減速状態のもとで、いかなる形状でも臨界となりえない質量を与えたもので十分に安全性の余裕を含んだものである。</p> <p>本容器に収納する²³⁵U及び²³⁹Pu^(H)の重量は(ロ)-第E.7表に示すとおりであり、²³⁵Uが最大となる収納物F1でも最小臨界値の1/ [] 以下である。また実際に燃料を収納した状態では、減速材がないこと及び照射により核分裂性物質が減少すること等により、実際の中性子増倍率はさらに小さくなる。Thの燃焼によって生ずる²³³Uは [] g 以下であり臨界上問題とはならない。</p> <p>(注) Puの同位体のうち核分裂性物質である²⁴¹Puも含む。</p>	<p>E.2.1の追記により、最初の図の引用が変わったため下線の削除</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																																																																																																																																																																																																																																																																																														
(ロ)-E-13	<p>(ロ)-第E.6表 臨界パラメータ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">²³⁵U</th> <th colspan="2">²³³U</th> <th colspan="2">²³⁹Pu</th> <th rowspan="2"></th> </tr> <tr> <th>制限値 (勧告)</th> <th>最小 臨界値</th> <th>制限値 (勧告)</th> <th>最小 臨界値</th> <th>制限値 (勧告)</th> <th>最小 臨界値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">質 量 [kg]</td> <td>溶液</td> <td>0.35</td> <td>0.82</td> <td>0.25</td> <td>0.59</td> <td>0.22</td> <td>0.51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td>10.0</td> <td>22.8</td> <td>3.2</td> <td>7.5</td> <td>2.6 3.5</td> <td>5.6 7.6</td> <td>α相 δ相</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">無限円筒直径 [cm]</td> <td>溶液</td> <td>12.7</td> <td>13.8</td> <td>9.4</td> <td>11.2</td> <td>10.7</td> <td>12.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td>6.9</td> <td>7.9</td> <td>4.3</td> <td>4.8</td> <td>3.6 4.6</td> <td>4.3 5.3</td> <td>α相 δ相</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">無限平板厚さ [cm]</td> <td>溶液</td> <td>3.8</td> <td>4.3</td> <td>2.0</td> <td>3.0</td> <td>2.3</td> <td>3.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td>1.3</td> <td>1.5</td> <td>0.51</td> <td>0.76</td> <td>0.46 0.56</td> <td>0.61 0.71</td> <td>α相 δ相</td> </tr> <tr> <td>液体の体積 [ℓ]</td> <td></td> <td>4.8</td> <td>6.3</td> <td>2.3</td> <td>3.3</td> <td>3.4</td> <td>4.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>水溶液濃度 [g/ℓ]</td> <td></td> <td>10.8</td> <td>12.1</td> <td>10.0</td> <td>11.2</td> <td>6.9</td> <td>7.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>²³⁵U 濃縮度 [wt%] (均質水素減速系)</td> <td></td> <td>0.95</td> <td>1.0</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(ロ)-第E.7表 収納物の核分裂性物質の重量と制限値の比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">収納物の種類</th> <th colspan="2">重 量 (kg)</th> <th rowspan="2">制 限 値 (kg)</th> </tr> <tr> <th>²³⁵U</th> <th>²³⁹Pu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F3</td><td></td><td></td><td>²³⁵U : []</td></tr> <tr><td>F5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F7</td><td></td><td></td><td>²³⁹Pu : []</td></tr> <tr><td>F9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F12</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F14</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F16</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。</p>			²³⁵ U		²³³ U		²³⁹ Pu			制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値	質 量 [kg]	溶液	0.35	0.82	0.25	0.59	0.22	0.51		金属	10.0	22.8	3.2	7.5	2.6 3.5	5.6 7.6	α相 δ相	無限円筒直径 [cm]	溶液	12.7	13.8	9.4	11.2	10.7	12.4		金属	6.9	7.9	4.3	4.8	3.6 4.6	4.3 5.3	α相 δ相	無限平板厚さ [cm]	溶液	3.8	4.3	2.0	3.0	2.3	3.3		金属	1.3	1.5	0.51	0.76	0.46 0.56	0.61 0.71	α相 δ相	液体の体積 [ℓ]		4.8	6.3	2.3	3.3	3.4	4.5		水溶液濃度 [g/ℓ]		10.8	12.1	10.0	11.2	6.9	7.8		²³⁵ U 濃縮度 [wt%] (均質水素減速系)		0.95	1.0	—	—	—	—		収納物の種類	重 量 (kg)		制 限 値 (kg)	²³⁵ U	²³⁹ Pu	F1				F2				F3			²³⁵ U : []	F5				F7			²³⁹ Pu : []	F9				F10				F12				F14				F15				F16				<p>(ロ)-第E.6表 臨界パラメータ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">²³⁵U</th> <th colspan="2">²³³U</th> <th colspan="2">²³⁹Pu</th> <th rowspan="2"></th> </tr> <tr> <th>制限値 (勧告)</th> <th>最小 臨界値</th> <th>制限値 (勧告)</th> <th>最小 臨界値</th> <th>制限値 (勧告)</th> <th>最小 臨界値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">質 量 [kg]</td> <td>溶液</td> <td>0.35</td> <td>0.82</td> <td>0.25</td> <td>0.59</td> <td>0.22</td> <td>0.51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td>10.0</td> <td>22.8</td> <td>3.2</td> <td>7.5</td> <td>2.6 3.5</td> <td>5.6 7.6</td> <td>α相 δ相</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">無限円筒直径 [cm]</td> <td>溶液</td> <td>12.7</td> <td>13.8</td> <td>9.4</td> <td>11.2</td> <td>10.7</td> <td>12.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td>6.9</td> <td>7.9</td> <td>4.3</td> <td>4.8</td> <td>3.6 4.6</td> <td>4.3 5.3</td> <td>α相 δ相</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">無限平板厚さ [cm]</td> <td>溶液</td> <td>3.8</td> <td>4.3</td> <td>2.0</td> <td>3.0</td> <td>2.3</td> <td>3.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>金属</td> <td>1.3</td> <td>1.5</td> <td>0.51</td> <td>0.76</td> <td>0.46 0.56</td> <td>0.61 0.71</td> <td>α相 δ相</td> </tr> <tr> <td>液体の体積 [ℓ]</td> <td></td> <td>4.8</td> <td>6.3</td> <td>2.3</td> <td>3.3</td> <td>3.4</td> <td>4.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>水溶液濃度 [g/ℓ]</td> <td></td> <td>10.8</td> <td>12.1</td> <td>10.0</td> <td>11.2</td> <td>6.9</td> <td>7.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>²³⁵U 濃縮度 [wt%] (均質水素減速系)</td> <td></td> <td>0.95</td> <td>1.0</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(ロ)-第E.7表 収納物の核分裂性物質の重量と最小臨界値の比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">収納物の種類</th> <th colspan="2">重 量 (kg)</th> <th rowspan="2">最小臨界値 (kg)</th> </tr> <tr> <th>²³⁵U</th> <th>²³⁹Pu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F3</td><td></td><td></td><td>²³⁵U : []</td></tr> <tr><td>F5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F7</td><td></td><td></td><td>²³⁹Pu : []</td></tr> <tr><td>F9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F12</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F14</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F16</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。</p>			²³⁵ U		²³³ U		²³⁹ Pu			制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値	質 量 [kg]	溶液	0.35	0.82	0.25	0.59	0.22	0.51		金属	10.0	22.8	3.2	7.5	2.6 3.5	5.6 7.6	α相 δ相	無限円筒直径 [cm]	溶液	12.7	13.8	9.4	11.2	10.7	12.4		金属	6.9	7.9	4.3	4.8	3.6 4.6	4.3 5.3	α相 δ相	無限平板厚さ [cm]	溶液	3.8	4.3	2.0	3.0	2.3	3.3		金属	1.3	1.5	0.51	0.76	0.46 0.56	0.61 0.71	α相 δ相	液体の体積 [ℓ]		4.8	6.3	2.3	3.3	3.4	4.5		水溶液濃度 [g/ℓ]		10.8	12.1	10.0	11.2	6.9	7.8		²³⁵ U 濃縮度 [wt%] (均質水素減速系)		0.95	1.0	—	—	—	—		収納物の種類	重 量 (kg)		最小臨界値 (kg)	²³⁵ U	²³⁹ Pu	F1				F2				F3			²³⁵ U : []	F5				F7			²³⁹ Pu : []	F9				F10				F12				F14				F15				F16				記載の適正化
				²³⁵ U		²³³ U		²³⁹ Pu																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値																																																																																																																																																																																																																																																																																										
質 量 [kg]	溶液	0.35	0.82	0.25	0.59	0.22	0.51																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	金属	10.0	22.8	3.2	7.5	2.6 3.5	5.6 7.6	α相 δ相																																																																																																																																																																																																																																																																																									
無限円筒直径 [cm]	溶液	12.7	13.8	9.4	11.2	10.7	12.4																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	金属	6.9	7.9	4.3	4.8	3.6 4.6	4.3 5.3	α相 δ相																																																																																																																																																																																																																																																																																									
無限平板厚さ [cm]	溶液	3.8	4.3	2.0	3.0	2.3	3.3																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	金属	1.3	1.5	0.51	0.76	0.46 0.56	0.61 0.71	α相 δ相																																																																																																																																																																																																																																																																																									
液体の体積 [ℓ]		4.8	6.3	2.3	3.3	3.4	4.5																																																																																																																																																																																																																																																																																										
水溶液濃度 [g/ℓ]		10.8	12.1	10.0	11.2	6.9	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																										
²³⁵ U 濃縮度 [wt%] (均質水素減速系)		0.95	1.0	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																										
収納物の種類	重 量 (kg)		制 限 値 (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	²³⁵ U	²³⁹ Pu																																																																																																																																																																																																																																																																																															
F1																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F2																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F3			²³⁵ U : []																																																																																																																																																																																																																																																																																														
F5																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F7			²³⁹ Pu : []																																																																																																																																																																																																																																																																																														
F9																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F10																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F12																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F14																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F15																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F16																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		²³⁵ U		²³³ U		²³⁹ Pu																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値	制限値 (勧告)	最小 臨界値																																																																																																																																																																																																																																																																																										
質 量 [kg]	溶液	0.35	0.82	0.25	0.59	0.22	0.51																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	金属	10.0	22.8	3.2	7.5	2.6 3.5	5.6 7.6	α相 δ相																																																																																																																																																																																																																																																																																									
無限円筒直径 [cm]	溶液	12.7	13.8	9.4	11.2	10.7	12.4																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	金属	6.9	7.9	4.3	4.8	3.6 4.6	4.3 5.3	α相 δ相																																																																																																																																																																																																																																																																																									
無限平板厚さ [cm]	溶液	3.8	4.3	2.0	3.0	2.3	3.3																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	金属	1.3	1.5	0.51	0.76	0.46 0.56	0.61 0.71	α相 δ相																																																																																																																																																																																																																																																																																									
液体の体積 [ℓ]		4.8	6.3	2.3	3.3	3.4	4.5																																																																																																																																																																																																																																																																																										
水溶液濃度 [g/ℓ]		10.8	12.1	10.0	11.2	6.9	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																										
²³⁵ U 濃縮度 [wt%] (均質水素減速系)		0.95	1.0	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																										
収納物の種類	重 量 (kg)		最小臨界値 (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	²³⁵ U	²³⁹ Pu																																																																																																																																																																																																																																																																																															
F1																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F2																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F3			²³⁵ U : []																																																																																																																																																																																																																																																																																														
F5																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F7			²³⁹ Pu : []																																																																																																																																																																																																																																																																																														
F9																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F10																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F12																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F14																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F15																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
F16																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
(ロ)-E-14	(2) E.7.2 参考文献 省略	(2) E.7.2 参考文献 変更なし																																																																																																																																																																																																																																																																																															

(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
<p>(ロ)-F-1</p> <p>(ロ)-F-2</p>	<p>(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮 省略</p> <p>F.1 考慮すべき経年変化の要因 省略</p> <p>F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価</p> <p>(ロ) 章F.1で示した経年変化の要因を踏まえ、輸送物の各構成材料について、使用予定期間中に想定される熱、放射線及び化学的变化について経年変化の考慮の必要性の評価をした。経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料を(ロ)-第F.2表に示す。また、疲労については、取扱時に荷重が負荷される吊上装置(吊上用トランニオン及び支持用トランニオン)並びに内圧変化による荷重が負荷される密封容器及び格納容器において評価を実施した。これらの評価結果を(ロ)-第F.3からF.5表に示す。</p> <p>なお、Oリング及びシートガスケットは、運搬ごとに交換を行うため、取納物については運搬ごとで変わるため、経年変化について考慮しない。</p> <p>(ロ)-第F.2表 経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料 省略</p> <p>以上より、本輸送容器において経年変化を考慮する材料は以下の3つである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス鋼：構造強度部材として用いられる。 ・鉛：遮蔽部材として用いられる。 ・ [] (木材)：落下衝撃の緩和のための緩衝体として用いられる。 	<p>(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮 変更なし</p> <p>F.1 考慮すべき経年変化の要因 変更なし</p> <p>F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価</p> <p>(ロ) 章F.1で示した経年変化の要因を踏まえ、輸送物の各構成材料について、使用予定期間中に想定される熱、放射線及び化学的变化について経年変化の考慮の必要性の評価をした。経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料を(ロ)-第F.2表に示す。また、疲労については、取扱時に荷重が負荷される吊上装置(吊上用トランニオン及び支持用トランニオン)並びに内圧変化による荷重が負荷される密封容器及び格納容器において評価を実施した。これらの評価結果を(ロ)-第F.3からF.5表に示す。</p> <p>なお、Oリング及びシートガスケットは、運搬ごとに交換を行うため、取納物については運搬ごとで変わるため、経年変化について考慮しない。また、巻上装置は、密封容器を格納容器に装荷するための装置であり、密封境界を担保しているものではなく、安全機能を担う構成部品に該当しない。そのため、経年変化について考慮しない。</p> <p>(ロ)-第F.2表 経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料 変更なし</p> <p>以上より、本輸送容器において経年変化を考慮する材料は以下の3つである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス鋼：構造強度部材として用いられる。 ・鉛：遮蔽部材として用いられる。 ・ [] (木材)：落下衝撃の緩和のための緩衝体として用いられる。 	<p>巻上装置の経年変化を考慮しない理由を追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考																								
(ロ)-F-3	<p>(1) ステンレス鋼</p> <p>ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)-第 F.3 表に示す。</p> <p>(ロ)-第 F.3 表 ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性の評価</p> <table border="1" data-bbox="248 371 1081 1385"> <thead> <tr> <th>構成材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ステンレス鋼 (SUS []、 SUS [])</td> <td>熱</td> <td>省略</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>省略</td> </tr> <tr> <td>科学的変化</td> <td>省略</td> </tr> <tr> <td>疲労</td> <td> <p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は2400回（輸送容器使用期間60年×吊上回数40回/年）となる。「(ロ)章A.4.4」に示すとおり、吊上用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返ピーク応力はその1/2の [] MPa とする。支持用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返ピーク応力はその1/2の [] MPa とする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPa となり、繰り返しピーク応力を包含している。また、使用回数10000回は、想定される使用回数（2400回）を包含している。以上を踏まえ繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p> <p>(2) 密封装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返回数は180回（輸送容器使用期間60年×運搬回数3回/年）となるが、保守的に200回の応力発生を考慮する。「(ロ)-第A.9表」に示すとおり、密封装置に発生する最大応力は底部密封カバーボルトの [] MPa である。輸送ごとにこの応力が荷重として負荷されるものとする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPa となる。そのため、使用回数10000回は、想定される使用回数（200回）を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p> </td> </tr> </tbody> </table>	構成材料	経年変化要因	経年変化の評価	ステンレス鋼 (SUS []、 SUS [])	熱	省略	放射線	省略	科学的変化	省略	疲労	<p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は2400回（輸送容器使用期間60年×吊上回数40回/年）となる。「(ロ)章A.4.4」に示すとおり、吊上用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返ピーク応力はその1/2の [] MPa とする。支持用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返ピーク応力はその1/2の [] MPa とする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPa となり、繰り返しピーク応力を包含している。また、使用回数10000回は、想定される使用回数（2400回）を包含している。以上を踏まえ繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p> <p>(2) 密封装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返回数は180回（輸送容器使用期間60年×運搬回数3回/年）となるが、保守的に200回の応力発生を考慮する。「(ロ)-第A.9表」に示すとおり、密封装置に発生する最大応力は底部密封カバーボルトの [] MPa である。輸送ごとにこの応力が荷重として負荷されるものとする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPa となる。そのため、使用回数10000回は、想定される使用回数（200回）を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>	<p>(1) ステンレス鋼</p> <p>ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)-第 F.3 表に示す。</p> <p>(ロ)-第 F.3 表 ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性の評価</p> <table border="1" data-bbox="1104 371 1939 1385"> <thead> <tr> <th>構成材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ステンレス鋼 (SUS []、 SUS [])</td> <td>熱</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>科学的変化</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>疲労</td> <td> <p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は保守的に2400回となるが、SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は、使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.4.4」</p> <p>(2) 密封装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返し回数は保守的に200回となるが、SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は想定される使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.5.7」</p> </td> </tr> </tbody> </table>	構成材料	経年変化要因	経年変化の評価	ステンレス鋼 (SUS []、 SUS [])	熱	変更なし	放射線	変更なし	科学的変化	変更なし	疲労	<p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は保守的に2400回となるが、SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は、使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.4.4」</p> <p>(2) 密封装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返し回数は保守的に200回となるが、SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は想定される使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.5.7」</p>	<p>詳細な記載は、(ロ)章A.4.4へ移動</p> <p>対応項目を追記</p>
構成材料	経年変化要因	経年変化の評価																									
ステンレス鋼 (SUS []、 SUS [])	熱	省略																									
	放射線	省略																									
	科学的変化	省略																									
	疲労	<p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は2400回（輸送容器使用期間60年×吊上回数40回/年）となる。「(ロ)章A.4.4」に示すとおり、吊上用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返ピーク応力はその1/2の [] MPa とする。支持用トラニオンに発生する応力強さは [] MPa であり、繰返ピーク応力はその1/2の [] MPa とする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPa となり、繰り返しピーク応力を包含している。また、使用回数10000回は、想定される使用回数（2400回）を包含している。以上を踏まえ繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p> <p>(2) 密封装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返回数は180回（輸送容器使用期間60年×運搬回数3回/年）となるが、保守的に200回の応力発生を考慮する。「(ロ)-第A.9表」に示すとおり、密封装置に発生する最大応力は底部密封カバーボルトの [] MPa である。輸送ごとにこの応力が荷重として負荷されるものとする。SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 [] MPa となる。そのため、使用回数10000回は、想定される使用回数（200回）を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>																									
構成材料	経年変化要因	経年変化の評価																									
ステンレス鋼 (SUS []、 SUS [])	熱	変更なし																									
	放射線	変更なし																									
	科学的変化	変更なし																									
	疲労	<p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は保守的に2400回となるが、SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は、使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.4.4」</p> <p>(2) 密封装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返し回数は保守的に200回となるが、SUS [] の応力疲労曲線図（S/N線図）⁹⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は想定される使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.5.7」</p>																									
(ロ)-F-4			<p>詳細な記載は、(ロ)章A.5.7へ移動</p> <p>対応項目を追記</p>																								

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ロ)-F-5	(2) 鉛（ステンレス鋼及び鉛：ステンレス鋼へ鑄込まれたもの） 省略	(2) 鉛（ステンレス鋼及び鉛：ステンレス鋼へ鑄込まれたもの） 変更なし	
(ロ)-F-6	(3) [] 省略	(3) [] 変更なし	
(ロ)-F-7	F.3 安全解析における経年変化の考慮内容 （ロ）章F.2に示したとおり、本輸送物に係る構成材料について、経年変化の考慮の必要性について評価を行った。使用を予定する期間中に想定される使用状況において、熱、放射線及び化学的变化の要因については、経年変化の影響を評価した結果、技術上の基準に適合していることを確認する上で、その影響は考慮する必要はないことを確認した。また、吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）及び密封装置（密封容器及び格納容器）については、繰返応力が発生するため、疲労による経年変化を考慮する必要がある。使用期間中に想定される保守的な繰返回数 ¹ を考慮した上で吊上装置と密封装置に対し疲労を評価したところ、疲労破壊は起きないため、技術上の基準に適合していることへの影響はないことを確認した。	F.3 安全解析における経年変化の考慮内容 （ロ）章F.2に示したとおり、本輸送物に係る構成材料について、経年変化の考慮の必要性について評価を行った。使用を予定する期間中に想定される使用状況において、熱、放射線及び化学的变化の要因については、経年変化の影響を評価した結果、技術上の基準に適合していることを確認する上で、その影響は考慮する必要はないことを確認した。また、吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）及び密封装置（密封容器及び格納容器）については、繰返応力が発生するため、疲労による経年変化を考慮する必要がある。使用期間中に想定される保守的な繰返回数 ¹ を考慮した上で吊上装置と密封装置に対し疲労を評価したところ、疲労破壊は起きないため、技術上の基準に適合していることへの影響はないことを確認した。	記載の適正化
(ロ)-F-8	参考文献 省略	参考文献 変更なし	

(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 変更前後表

注：補正箇所を [] で示す。

(ロ)-G.1表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(ロ)-G-3、 2行目 ～ (ロ)-G-4	第3条第3項		<p>1. 本輸送物の使用予定期間は、製造後から 60 年である。使用回数は、年 3 回、1 回の運搬に当たり要する日数は 2 日とする。</p> <p>・吊上装置（吊上用トラニオン、支持用トラニオン）による吊上予定回数については、60 年×40 回/年（3 回運搬×10 回/運搬回数）+保守的に 10 回/年）=2400 回の使用回数とする。</p> <p>・密封装置（密封容器及び格納容器）については、60 年×3 回運搬/年=180 回となるが、保守的に 200 回の使用回数とする。</p> <p>輸送物のうち繰り返し使用する構成部品（ステンレス鋼、鉛、[]）を対象に、技術上の基準に適合性を確認する上で考慮が必要となる経年変化に係り、その影響について評価した。</p> <p>2. 本輸送物の使用を予定する期間中に想定される使用状況において、考慮すべき経年変化の要因は、熱、放射線、化学的变化及び疲労となる。</p> <p>3. 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) ～ (3) 説明省略</p> <p>(4) 疲労については、吊上装置及び密封装置について繰返応力が発生することから経年変化の考慮が必要となる。いずれも、使用期間中の現実的に想定される使用回数よりも保守的な繰返回数を設定した上で、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>	(ロ)-F	<p>1. ～ 2. 変更なし</p> <p>3. 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) ～ (3) 変更なし</p> <p>(4) 疲労については、吊上装置及び密封装置について繰返[]応力が発生することから経年変化の考慮が必要となる。いずれも、使用期間中の現実的に想定される使用回数よりも保守的な繰返[]回数を設定した上で、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>	<p>(ロ)-F</p> <p>[]-A.4.4</p> <p>[]-A.5.7</p> <p>[]-F</p> <p>[]-F</p> <p>[]-F</p> <p>[]-A.4.4</p> <p>[]-A.5.7</p>	<p>吊上装置・密封装置の経年変化に対する考慮内容について、(ロ)章Aに本文を追記したため、申請書対応項目の記載を見直し</p> <p>申請書記載対応項目の追記</p> <p>申請書記載対応項目の追記</p> <p>申請書記載対応項目の追記</p> <p>吊上装置・密封装置の経年変化に対する考慮内容について、(ロ)章Aに本文を追記したため、申請書対応項目の記載を見直し 記載の適正化</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(ロ)-G-5 下から5行目	第6条第1号 第4条第2号		a. 収納物の発熱量が最大である175 W (F2) のとき収納物の最高温度は [] °Cであり、収納物が溶融することはない。 [] ではなく、収納物の幾何学的形状、物理的状態が変化することはない。	(ロ)-B. 5. 6	a. 1 密封容器の運搬中に予想される周囲の温度変化(-20°Cから38°C)を考慮した場合の内圧は、 [] MPa absであり、最高圧力内 ([] MPa abs) に含まれる。	(ロ)-B. 4. 4	運搬中に予想される周囲の温度及び内圧の変化に対する説明について、(ロ)章Bに本文を追記したため、説明及び申請書対応項目の記載を見直し
(ロ)-G-6				a. 2 格納容器本体の運搬中に予想される周囲の温度変化(-20°Cから38°C)を考慮した場合の内圧は、 [] MPa absであり、最高圧力内 ([] MPa abs) に含まれる。	(ロ)-B. 4. 4		
				a. 3 密封内容物の運搬中に予想される周囲の温度変化(-20°Cから38°C)を考慮した場合の内圧は、 [] MPa absであり、最高圧力内 ([] MPa abs) に含まれる。 よって、最高使用で評価した場合にき裂、破損等は生じず健全である。	(ロ)-B. 6. 2. 3 (ロ)-A. 4. 6		
			b. 1行目 ~ 11行目 省略 よって、振動及び内圧の変化による、き裂、破損等の生じるおそれはない。	(イ)-C. 2. 4	b. 1行目 ~ 11行目 変更なし なお、第3条第3項の技術上の基準に対する適合性に係る説明のとおり密封装置については、繰り返し応力が発生することから、経年変化の考慮が必要となるが、使用期間中の現実的に想定される使用回数よりも保守的な繰り返し回数を設定した上で、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。	(イ)-C. 2. 4 (ロ)-A. 5. 7 (ロ)-F	振動及び内圧の変化に関する記載がないことから削除 密封装置に対する経年変化の考慮の記載を追記
(ロ)-G-7			c. 輸送物の主要遮蔽材であるステンレス鋼、鉛の温度は上記の状態ですテンレス鋼は [] °C、鉛は [] °Cであり、融点よりはるかに低いため遮蔽能力が低下することはない。 よって、温度の変化による、き裂、破損等の生じるおそれはない。		c. 輸送物の主要遮蔽材であるステンレス鋼、鉛の温度は上記の状態ですテンレス鋼は [] °C、鉛は [] °Cであり、融点よりはるかに低いため遮蔽能力が低下することはない。		温度の変化に関する記載がないことから削除

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(ロ)-G-7	第6条第1号 第4条第2号		d. 固縛装置は、輸送中発生する各方向加速度2 g (垂 直下方向については3 g) に耐えるように設計され、 また、本輸送物は低速度で運搬されるので共振するこ ともなく振動等によりき裂、破損等の生じるおそれ はない。 よって、振動による、き裂、破損等の生じるおそれ はない。	(ロ)-A. 4.5 (ロ)-A. 4.7	d. 固縛装置は、輸送中発生する各方向加速度2 g (垂 直下方向については3 g) の加速度が加わっても健 全性を保つ。また、特別の試験条件「落下試験」(9 m 落下) において負荷される加速度に比べ、実際の 輸送中に発生する振動による加速度は、十分小さく、 外部振動による輸送物の応答増幅の影響はなく、輸送物 にき裂、破損等は生じず健全である。 なお、収納物は、密封容器内に試料スペース、ある いは試料容器により保持されているので振動による 移動等はおこらない。 よって、振動の変化によるき裂、破損等は生じず健 全である。	(ロ)-A. 4.5 (ロ)-A. 4.7	振動に対する説明について、(ロ)章A に本文を追記したため、説明及び申請 書対応項目の記載を見直し
(ロ)-G-8	第6条第1号 第4条第8号	第9条	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上で、発送される。 アルファ線を放出する放射性物質 : 0.4 (Bq/cm ²) アルファ線を放出しない放射性物質 : 4 (Bq/cm ²)	(ハ)-A	本輸送物の表面の放射性物質の密度は、発送前検査で表 面密度限度以下であることを確認した上で、発送される。 アルファ線を放出する放射性物質 : 0.4 (Bq/cm ²) アルファ線を放出しない放射性物質 : 4 (Bq/cm ²)	(ハ)-A	記載の適正化
(ロ)-G-9	第6条第1号 第5条第2号		本輸送容器の仕様は外径約2 m、長さ約3.7 m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。	(イ)-C	本輸送容器の仕様は外径約2 m (約200 cm)、長さ約3.7 m (約370 cm) 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。	(イ)-C	告示に示してある単位を併記
(ロ)-G-9	第6条第1号 第5条第4号		本輸送物の構成部品の最低使用可能温度は-40℃以下で あるため、最低使用温度-40℃においてもき裂、破損等は 生じない。なお、本輸送物は外気温-20℃以上で輸送され る。 また、構成部品の最高使用可能温度は、70℃以上である ため、最高使用温度70℃においてもき裂、破損等は生じ ない。なお、本輸送物は外気温38℃以下で輸送される。 したがって-40℃から70℃の温度の範囲において、構成 部品にき裂、破損等が生じるおそれはない。		本輸送物の構成部品の最低使用可能温度は [] ℃以下で あるため、最低使用温度 [] ℃においてもき裂、破損等は 生じない。なお、本輸送物は外気温-20℃以上で輸送され る。 また、構成部品の最高使用可能温度は、70℃以上である ため、最高使用温度70℃においてもき裂、破損等は生じ ない。なお、本輸送物は外気温38℃以下で輸送される。 したがって [] ℃から70℃の温度の範囲において、構成 部品にき裂、破損等が生じるおそれはない。	(ロ)-A. 4.2 (ロ)-B. 3	0リングの最低使用可能温度の見直 しにより、記載を修正 0リングの最低使用可能温度の見直 しにより、記載を修正

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(口)-G-10	第6条第1号 第5条第5号		本輸送物の密封装置（密封内容器、密封容器、格納容器）は、一般の試験条件下において絶対圧力として、それぞれ最大 [] MPa, [] MPa, [] MPa の圧力が生ずる。一方これらの容器に対する耐圧強度計算は、安全側に外気圧を 0 kPa として行われており、健全性が確認されている。 したがって、外気圧 60kPa を包含していることから、放射能の漏えいはない。	(口)-A. 4. 6	本輸送物の密封装置（密封内容器、密封容器、格納容器）は、一般の試験条件下において絶対圧力として、それぞれ最大 [] MPa, [] MPa, [] MPa の圧力が生ずる。一方これらの容器に対する耐圧強度計算は、安全側に外気圧を 0 kPa として行われており、健全性が確認されている。 したがって、外気圧 60kPa を包含していることから、放射性物質の漏えいはない。	(口)-A. 4. 6	記載の適正化
(口)-G-10	第6条第1号 第5条第6号 ロ		本輸送容器には液体状の核燃料物質等を収納しない。		本輸送物には液体状の核燃料物質等を収納しない。		記載の適正化
(口)-G-10	規則第5条第 7号		本輸送物は最大放射能量の収納物（F2）を収納して、輸送物の最大表面線量当量率は 0.4602 mSv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。	(口)-D. 6. 2	本輸送物は最大放射能量の収納物（F2）を収納して、輸送物の最大表面線量当量率は 0.4602 mSv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。 a. 線源は上部方向、下部方向評価の際、それぞれ密封容器の上部、下部に接しているものとする。 b. 試料容器、試料スペーサ及び巻上装置は遮蔽体として考慮しない。 c. 緩衝体は遮蔽体として考慮しない。	(口)-D. 6. 2 []-D. 4. 2	評価条件の保守性を追記
(口)-G-11	第5条第8号		本輸送物は最大放射能量の収納物（F14）を収納しても、輸送物の表面から 1 m の距離における最大線量当量率 94.5 μSv/h であり、基準値の 100 μSv/h を超えることはない。	(口)-D. 4. 2	本輸送物は最大放射能量の収納物（F14）を収納しても、輸送物の表面から 1 m の距離における最大線量当量率 94.5 μSv/h であり、基準値の 100 μSv/h を超えることはない。 a. 線源は上部方向、下部方向評価の際、それぞれ密封容器の上部、下部に接しているものとし、上部方向及び下部方向評価では密封内容器は遮蔽体として考慮しない。 b. 試料容器、試料スペーサ及び巻上装置は遮蔽体として考慮しない。 c. 緩衝体は遮蔽体として考慮しない。	(口)-D. 4. 2	評価条件の保守性を追記

注：補正箇所をで示す。

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(ロ)-G-12	第6条第2号	別記第3 第1号イ	一般の試験条件 イ、水の吹付試験 本輸送物の表面は平滑なステンレス鋼であり、水切りは極めてよく、本試験の実施によっても異常は生じない。	(ロ)-A.5.2	一般の試験条件 イ、水の吹付試験 本輸送物の表面は平滑なステンレス鋼であり、水切りは極めてよく、吸水性がないことから水溜りによる腐食が発生することがなく、構造健全性及び密封性は確保されていることを確認している。	(ロ)-A.5.2	健全性及び密封性が確保されていることの説明へと変更
(ロ)-G-12	第6条第2号 イ	第13条 別記第3 第1号ロ(1)	ロ、イの条件の下に置いた後、次の条件の下に置く。 (1) 自由落下 本輸送物の重量は17トンであり落下高さは0.3mであり、落下時に輸送物は最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナーの各姿勢での最大変形量について解析している。最大変形量は底部コーナー落下における mmであるが、輸送物の健全性を損なうようなことはない。 落下時の衝撃力については、より厳しい特別の試験条件(落下試験I)に対して評価し、輸送物の健全性が確保されることを確認しており、本試験の実施によっても健全性を損なうことはない。	(ロ)-A.5.3	ロ、イの条件の下に置いた後、次の条件の下に置く。 (1) 自由落下 本輸送物の重量は17トン(17,000kg)であり落下高さは0.3mであり、落下時に輸送物は最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナーの各姿勢での最大変形量について解析している。最大変形量は底部コーナー落下における mmであるが、輸送物の健全性を損なうようなことはない。 落下時の衝撃力については、より厳しい特別の試験条件(落下試験I)に対して評価し、各部の構造健全性及びに容器本体の密封性が維持されることを確認している。	(ロ)-A.5.3	告示に示してある単位を併記 健全性及び密封性が確保されていることの説明へと変更
(ロ)-G-13	第6条第2号 イ	別記第3 第1号ロ(3)	(3) 積み重ね試験 1行目 ~ 6行目 省略 解析は輸送物の垂直方向の圧縮強度及び水平方向の圧縮強度について行っており、本試験の実施によっても健全性を損なうことはない。	(ロ)-A.5.4	(3) 積み重ね試験 1行目 ~ 6行目 変更なし 解析は輸送物の垂直方向の圧縮強度及び水平方向の圧縮強度について行っており、本試験の実施によっても健全性は確保され、密封性に影響を与える損傷はない。	(ロ)-A.5.4	密封性への影響がないことを追記
(ロ)-G-13	第6条第2号 イ	別記第3 第1号ロ(4)	(4) 貫通試験 貫通試験は重量6kg、直径3.2cmの棒を輸送物の最も弱い部分に1mの高さから落下させたとしている。試験棒は軟鋼として衝撃荷重は輸送物が受け持つものとして解析しており、本試験の実施によっても健全性を損なうことはない。	(ロ)-A.5.5	(4) 貫通試験 貫通試験は重量6kg、直径3.2cmの棒を輸送物の最も弱い部分に1mの高さから落下させたとしている。試験棒は軟鋼として衝撃荷重は輸送物が受け持つものとして解析しており、本試験の実施によっても健全性は確保され、遮蔽性能に影響を与える損傷はない。	(ロ)-A.5.5	遮蔽性能への影響がないことを追記

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(ロ)-G-14	第6条第2号 ロ	第15条	本輸送物は一般の試験条件下においても密封性が低下することなく、放射性物質の漏えい率と基準値 $A_2 \times 10^{-6}$ との比率は [] で、1より小さく基準値の $A_2 \times 10^{-6}$ Bq/h を超えることはない。	(ロ)-C.3.1	本輸送物は一般の試験条件下においても密封装置の構造健全性及び密封性が確保される。 放射性物質の漏えい率と基準値 $A_2 \times 10^{-6}$ との比率は [] で、1より小さく基準値の $A_2 \times 10^{-6}$ Bq/h を超えることはない。	(ロ)-A (ロ)-C.3.1	密封装置の構造健全性も確保されていることを追記
(ロ)-G-16	第6条第4号		第6条第1号(第5条第4号)の技術上の基準に対する適合性に置いて説明のとおり、運搬中に予想される温度(-20℃~38℃)において、輸送容器構成部品にき裂、破損等は生じない。	(ロ)-A.4.2	運搬中に予想される温度の変化(-20℃~38℃)を考慮した場合、格納容器は厚肉の中空円筒であるが、格納容器外面と内面の最高温度差が []℃であり、(ロ)-A.6.1.2の熱応力算定に用いる温度差 []℃に含まれることから熱膨張によるき裂、破損等は生じず健全である。	(ロ)-A.5.1.2	運搬中に予想される最も低い温度から摂氏 38℃までの周囲温度の範囲において、き裂、破損が生じないことについての説明を(ロ)章Aに本文を追記したため、説明及び申請書対応項目の記載を見直し

注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	補正前		補正後		備考
			説明	申請書記載対 応項目	説明	申請書記載 対応項目	
(ロ)-G-18	第11条第2号 イ ロ ハ ニ ホ		<p>本輸送物は、構造・熱解析等の結果から容器本体及び収納物は落下試験等においても破損することはない、臨界に影響を与えるような物理的・化学変化はない。</p> <p>臨界解析では、容器内は全て水で満されるとし、1.0 g/cm³の水密度とし、収納物の温度は常温(20℃)とした。また、収納物は容器中央に配置した。解析モデルとしては、上・底部緩衝体が存在しない安全側のモデルで周囲が完全反射条件で評価している。</p> <p>以上のモデルは、輸送中、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別な試験条件下における孤立系及び配列系に共通して適用できる安全側のモデルであり、解析の結果、実効増倍率は0.172で未臨界である。</p> <p>したがって、規則第11条第2号のイ、ロ、ハ、ニ及びホのいずれの場合にも臨界に達しない。</p>		<p>本輸送物は、構造・熱解析等の結果から容器本体及び収納物は落下試験等においても破損することはない、臨界に影響を与えるような物理的・化学変化はない。</p> <p>臨界解析では、容器内は全て水で満されるとし、1.0 g/cm³の水密度とし、収納物の温度は常温(20℃)とした。また、収納物は容器中央に配置した。解析モデルとしては、上・底部緩衝体が存在しない安全側のモデルで周囲が完全反射条件で評価している。また、<u>収納物のうち核分裂性物質の重量が最大であり、形状モデルの直径が無制限円筒直径の最小臨界値を唯一超えることから、F1を収納した場合をモデルとした。</u></p> <p>以上のモデルは、輸送中、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別な試験条件下における孤立系及び配列系に共通して適用できる安全側のモデルであり、解析の結果、実効増倍率は0.172で未臨界である。</p> <p>したがって、規則第11条第2号のイ、ロ、ハ、ニ及びホのいずれの場合にも臨界に達しない。</p>		(ロ)章Eの本文同様、収納物 F1 をモデルとした説明を追記
(ロ)-G-19	第11条第3号		<p>第6条第1号(第5条第4号)の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、運搬中に予想される温度(-20℃~38℃)において、輸送容器構成部品にき裂、破損等は生じない。</p>	(ロ)-A.9 (ロ)-A.4.2	<p>第6条第1号(第4条第2号、第5条第4号)の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、運搬中に予想される温度(-20℃~38℃)において、輸送容器構成部品に亀裂、破損等は生じない。</p>	(ロ)-A.9 (ロ)-A.4.2	記載の適正化

(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法 変更前後表

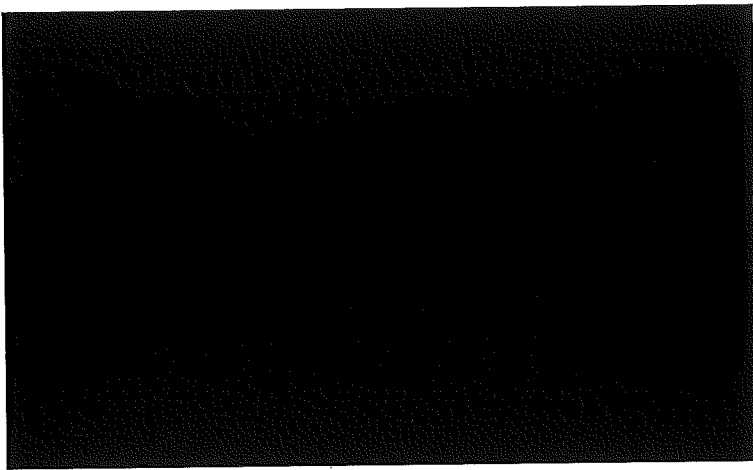
注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ハ)-A-1 ~ (ハ)-B-1	(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法 (ハ) 章A 核燃料輸送物の取扱方法 A.1 装荷方法 ~ B.3.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査要領 省略	(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法 (ハ) 章A 核燃料輸送物の取扱方法 A.1 装荷方法 ~ B.3.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査要領 変更なし	

注：補正箇所を で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ハ)-B-2		<p>B.3.1.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査方法</p> <p>(1) 空気漏えい試験装置を用いて、真空法により漏えい検査を行う。密封内容物の各部材名称は(ハ)-第B.1図に示す。</p> <p>(2) 密封内容物をコンクリートセル内へ搬入する。</p> <p>(3) セル内に設置されている閉止フランジを漏えい検査用カブラ付フランジと取替える。また、密封内容物のキャップを取外し、カブラと漏えい検査用フランジを接続する。</p> <p>(4) 操作室のコンクリート№1セル前に空気漏えい試験装置を設置し、真空配管及び電源等を接続する。</p> <p>(5) 空気漏えい試験装置の各電源の「投入」、真空ポンプ「起動」、バルブの「開」操作を行い、装置内が真空になることを確認する。</p> <p>(6) 密封内容物附属バルブを「開」操作を行い、空気漏えい試験装置にて系内圧力を1.07×10^{-4}MPa確認後、系内を30分以上密閉放置し系内の圧力上昇率を計測する。</p> <p>(7) 下記の漏えい率算出方法により、容器蓋シール部の漏えい率が判定基準である1.0×10^{-4}std:cm³/sを超えないことを確認する。</p> <p>(8) 漏えい率は、(ロ)章C.3.1.1の2. 密封内容物の式を用い算出する。</p> <div data-bbox="1055 1031 1839 1369" style="background-color: black; width: 100%; height: 100%; margin-top: 20px;"></div> <p>(ハ)-第B.1図 密封内容物各部の名称</p>	<p>密封内容物の気密漏えい検査方法を追記</p>

注：補正箇所を [ハ] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ハ)-B-3	<p>B.3.2 密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領</p> <p>(1) 空気又は窒素ガスで0.16 MPa Gまで昇圧する。</p> <p>(2) 昇圧後30分間放置</p> <p>(3) 精密圧力計で圧力低下率を計測する。(読み最小目盛 10^{-3} MPa)。</p>	<p>B.3.2 密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領</p> <p>(1) 空気又は窒素ガスで0.16 MPa Gまで昇圧する。</p> <p>(2) 昇圧後30分間放置</p> <p>(3) 精密圧力計で圧力低下率を計測する(読み最小目盛 10^{-3} MPa)。</p> <p>B.3.2.1 密封容器の加圧法による気密漏えい検査方法</p> <p>(1) 空気漏えい試験装置を用いて、加圧法により漏えい検査を行う。密封容器の各部材名称は(ハ)-第B.2図に示す。</p> <p>(2) 空気漏えい試験装置に対象容器蓋シール部の漏えい試験用カブラ及び既設圧縮空気配管のカブラを接続する。</p> <p>(3) 圧縮空気にて、試験圧力(0.160MPa)以上まで加圧した後、系内を30分以上密封放置し系内の圧力低下率を計測する。</p> <p>(4) 下記の漏えい率算出方法により、容器蓋シール部の漏えい率が判定基準である 6.94×10^{-3} std·cm³/sを超えないことを確認する。</p> <p>(5) 漏えい率は、(ロ)章C.3.1.1の2、密封容器の式を用い算出する。</p>  <p>(ハ)-第B.2図 密封容器各部の名称</p>	<p>密封容器の気密漏えい検査方法を追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ハ)-B-4		<p>B.3.2.2 格納容器の加圧法による気密漏えい検査方法</p> <p>(1) 空気漏えい試験装置を用いて、加圧法により漏えい検査を行う。格納容器の各部材名称は(ハ)-第B.3図に示す。</p> <p>(2) 空気漏えい試験装置に格納容器蓋シール部の漏えい試験用カプラと既設圧縮空気配管のカプラを接続する。</p> <p>(3) 圧縮空気にて、試験圧力(0.160MPa)以上まで加圧した後、系内を30分以上密封放置し系内の圧力低下率を計測する。</p> <p>(4) 下記の漏えい率算出方法により、格納容器蓋シール部の漏えい率が判定基準である$6.5\text{std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$を超えないことを確認する。</p> <p>(5) 漏えい率は、(ロ)章C.3.1.1のB.格納容器の式を用い算出する。</p> <div data-bbox="1061 727 1827 1289" style="background-color: black; width: 100%; height: 100%; margin: 10px 0;"></div> <p>(ハ)-第B.3図 格納容器各部の名称</p>	<p>格納容器の気密漏えい検査方法を追記</p>

注：補正箇所を [] で示す。

補正後の 該当ページ	補正前	補正後	備考
(ハ)-B-5 ～ (ハ)-B-7	B.4 遮蔽検査 ～ B.13 その他 省略	B.4 遮蔽検査 ～ B.13 その他 変更なし	

JMHL-78Y15T型

核燃料輸送物設計変更承認申請書

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

令和5年8月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目 次

(イ) 章 核燃料輸送物の説明	(イ)-1
(イ) 章A 目的及び条件	(イ)-1
(イ) 章B 核燃料輸送物の種類	(イ)-3
(イ) 章C 輸送容器	(イ)-6
(イ) 章D 輸送容器の収納物	(イ)-19
(ロ) 章 核燃料輸送物の安全解析	(ロ)-1
(ロ) 章A 構造解析	(ロ)-A-1
A.1 構造設計	(ロ)-A-1
A.1.1 概 要	(ロ)-A-1
A.1.2 設計基準	(ロ)-A-2
A.2 重量及び重心	(ロ)-A-25
A.3 材料の機械的性質	(ロ)-A-25
A.4 核燃料輸送物の要件	(ロ)-A-29
A.4.1 化学的及び電気的反応	(ロ)-A-29
A.4.2 低温強度	(ロ)-A-29
A.4.3 密封装置	(ロ)-A-31
A.4.4 吊上装置	(ロ)-A-32
A.4.5 固縛装置	(ロ)-A-38
A.4.6 圧 力	(ロ)-A-46
A.4.7 振 動	(ロ)-A-46
A.5 一般の試験条件	(ロ)-A-50
A.5.1 熱的試験	(ロ)-A-50
A.5.1.1 温度及び圧力の要約	(ロ)-A-50
A.5.1.2 熱膨張	(ロ)-A-51

A. 5. 1. 3	応力計算	.....	(口)-A-53
A. 5. 1. 4	許容応力との比較	.....	(口)-A-69
A. 5. 2	水噴霧	.....	(口)-A-69
A. 5. 3	自由落下	.....	(口)-A-69
A. 5. 4	積み重ね試験	.....	(口)-A-70
A. 5. 5	貫通	.....	(口)-A-76
A. 5. 6	角又は縁落下	.....	(口)-A-77
A. 5. 7	結果の要約及びその評価	.....	(口)-A-77
A. 6	特別の試験条件	.....	(口)-A-81
A. 6. 1	強度試験・落下試験 I (9 m落下時)	.....	(口)-A-81
A. 6. 1. 1	垂直落下	.....	(口)-A-104
A. 6. 1. 2	水平落下	.....	(口)-A-138
A. 6. 1. 3	コーナー落下	.....	(口)-A-153
A. 6. 1. 4	傾斜落下	.....	(口)-A-153
A. 6. 1. 5	結果の要約	.....	(口)-A-154
A. 6. 2	強度試験・落下試験 II (1 m落下時)	.....	(口)-A-155
A. 6. 2. 1	結果の要約	.....	(口)-A-164
A. 6. 3	熱的試験	.....	(口)-A-165
A. 6. 3. 1	温度及び圧力の要約	.....	(口)-A-165
A. 6. 3. 2	熱膨張	.....	(口)-A-166
A. 6. 3. 3	許容応力との比較	.....	(口)-A-186
A. 6. 4	浸漬	.....	(口)-A-186
A. 6. 5	結果の要約及びその評価	.....	(口)-A-186
A. 7	強化浸漬試験	.....	(口)-A-194
A. 8	放射性収納物	.....	(口)-A-194
A. 9	核分裂性輸送物	.....	(口)-A-195
A. 9. 1	核分裂性輸送物に係る一般の試験条件	.....	(口)-A-195
A. 9. 2	核分裂性輸送物に係る特別の試験条件	.....	(口)-A-197
A. 10	付属書類	.....	(口)-A-204

(ロ) 章B 熱解析	(ロ)-B-1
B.1 概要	(ロ)-B-1
B.2 材料の熱的性質	(ロ)-B-4
B.3 構成要素の仕様	(ロ)-B-8
B.4 一般の試験条件	(ロ)-B-9
B.4.1 熱解析モデル	(ロ)-B-9
B.4.1.1 解析モデル	(ロ)-B-9
B.4.1.2 試験モデル	(ロ)-B-15
B.4.2 最高温度	(ロ)-B-15
B.4.3 最低温度	(ロ)-B-22
B.4.4 最大内圧	(ロ)-B-22
B.4.5 最大熱応力	(ロ)-B-23
B.4.6 結果の要約及びその評価	(ロ)-B-23
B.5 特別の試験条件	(ロ)-B-25
B.5.1 熱解析モデル	(ロ)-B-25
B.5.1.1 解析モデル	(ロ)-B-25
B.5.1.2 試験モデル	(ロ)-B-26
B.5.2 核燃料輸送物の評価条件	(ロ)-B-26
B.5.3 核燃料輸送物温度	(ロ)-B-27
B.5.4 最大内圧	(ロ)-B-33
B.5.5 最大熱応力	(ロ)-B-34
B.5.6 結果の要約及びその評価	(ロ)-B-34
B.6 付属書類	(ロ)-B-36
(ロ) 章C 密封解析	(ロ)-C-1
C.1 概要	(ロ)-C-1
C.2 密封装置	(ロ)-C-2
C.2.1 密封装置	(ロ)-C-2
C.2.2 密封装置の貫通部	(ロ)-C-4
C.2.3 密封装置のガスケット及び溶接部	(ロ)-C-4

C.2.4	蓋	.....	(口)-C-5
C.3	一般の試験条件	.....	(口)-C-5
C.3.1	放射性物質の漏えい	.....	(口)-C-5
C.3.1.1	密封装置の設計漏えい率	.....	(口)-C-5
C.3.1.2	一般の試験条件における放射性核種の漏えい率	.....	(口)-C-10
C.3.2	密封装置の加圧	.....	(口)-C-33
C.3.3	冷却材汚染	.....	(口)-C-34
C.3.4	冷却材損失	.....	(口)-C-34
C.4	特別の試験条件	.....	(口)-C-35
C.4.1	核分裂生成ガス	.....	(口)-C-35
C.4.1.1	密封容器を用いない場合	.....	(口)-C-35
C.4.1.2	密封容器を用いる場合	.....	(口)-C-38
C.4.2	放射性物質の漏えい	.....	(口)-C-42
C.4.2.1	密封容器を用いない場合	.....	(口)-C-42
C.4.2.2	密封容器を用いる場合	.....	(口)-C-45
C.4.2.3	放射性物質の漏えいのまとめ	.....	(口)-C-51
C.5	結果の要約及びその評価	.....	(口)-C-52
C.6	付属書類	.....	(口)-C-53
(口) 章D	遮蔽解析	.....	(口)-D-1
D.1	概要	.....	(口)-D-1
D.2	線源仕様	.....	(口)-D-3
D.2.1	ガンマ線源	.....	(口)-D-4
D.2.2	中性子源	.....	(口)-D-9
D.3	モデル仕様	.....	(口)-D-11
D.3.1	解析モデル	.....	(口)-D-11
D.3.2	解析モデル各領域における原子個数密度	.....	(口)-D-19
D.4	遮蔽評価	.....	(口)-D-20
D.4.1	基本手法	.....	(口)-D-20
D.4.1.1	ガンマ線遮蔽計算	.....	(口)-D-20

D.4.1.2	中性子遮蔽計算	(ロ)-D-26
D.4.2	計算結果	(ロ)-D-27
D.5	結果の要約及びその評価	(ロ)-D-28
D.6	付属書類	(ロ)-D-30
(ロ) 章E	臨界解析	(ロ)-E-1
E.1	概要	(ロ)-E-1
E.2	解析対象	(ロ)-E-1
E.2.1	収納物	(ロ)-E-1
E.2.2	輸送容器	(ロ)-E-2
E.2.3	中性子吸収材	(ロ)-E-2
E.3	モデル仕様	(ロ)-E-2
E.3.1	解析モデル	(ロ)-E-2
E.3.2	解析モデル各領域における原子個数密度	(ロ)-E-2
E.4	未臨界評価	(ロ)-E-5
E.4.1	計算条件	(ロ)-E-5
E.4.2	核燃料輸送物への水の浸入等	(ロ)-E-6
E.4.3	計算方法	(ロ)-E-6
E.4.4	計算結果	(ロ)-E-6
E.5	ベンチマーク試験	(ロ)-E-7
E.6	結果の要約及びその評価	(ロ)-E-10
E.7	付属書類	(ロ)-E-11
(ロ) 章F	核燃料輸送物の経年変化の考慮	(ロ)-F-1
F.1	考慮すべき経年変化の要因	(ロ)-F-1
F.2	安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価	(ロ)-F-2
F.3	安全解析における経年変化の考慮内容	(ロ)-F-7
(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)-G-1
(ハ) 章	輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法	(ハ)-A-1
(ハ) 章A	核燃料輸送物の取扱方法	(ハ)-A-1

A.1	装荷方法	.....	(ハ)-A-1
A.2	核燃料輸送物の発送前検査	.....	(ハ)-A-1
A.3	取り出し方法	.....	(ハ)-A-1
A.4	空容器の準備	.....	(ハ)-A-2
(ハ) 章B	保守条件	.....	(ハ)-B-1
B.1	外観検査	.....	(ハ)-B-1
B.2	耐圧検査	.....	(ハ)-B-1
B.3	気密漏えい検査	.....	(ハ)-B-1
B.3.1	密封内容器の真空法による気密漏えい検査要領	.....	(ハ)-B-1
B.3.2	密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領	.....	(ハ)-B-2
B.4	遮蔽検査	.....	(ハ)-B-2
B.5	未臨界検査	.....	(ハ)-B-2
B.6	熱検査	.....	(ハ)-B-2
B.7	吊上検査	.....	(ハ)-B-2
B.8	作動確認検査	.....	(ハ)-B-2
B.9	補助系の保守	.....	(ハ)-B-2
B.10	密封装置の弁、ガスケット等の保守	.....	(ハ)-B-2
B.11	輸送容器の保管	.....	(ハ)-B-3
B.12	記録の保管	.....	(ハ)-B-3
B.13	その他	.....	(ハ)-B-3
(二) 章	安全設計及び安全輸送に関する特記事項	.....	(二)-1
参考	輸送容器の製作の方法の概要に関する説明	.....	(参考)-A-1
参考A	輸送容器の製作法	.....	(参考)-A-1
A.1	概要	.....	(参考)-A-1
A.1.1	製作手順図及び製作図	.....	(参考)-A-1
A.1.2	略記号の説明	.....	(参考)-A-3

A. 1. 3	製作方法及び手順の概要	(参考)-A-4
A. 2	材料の説明	(参考)-A-9
A. 2. 1	板材類	(参考)-A-9
A. 2. 2	管材類	(参考)-A-9
A. 2. 3	鍛造品、ボルト・ナット類	(参考)-A-9
A. 2. 4	溶接用電極・棒・線類	(参考)-A-9
A. 2. 5	特殊材料	(参考)-A-9
A. 2. 6	ミルシート	(参考)-A-10
A. 2. 7	材料の欠陥部の修理	(参考)-A-10
A. 2. 8	材料の切断	(参考)-A-10
A. 2. 9	材料の成型	(参考)-A-10
A. 3	溶接	(参考)-A-15
A. 3. 1	溶接方法及び材料	(参考)-A-15
A. 3. 2	溶接機の管理及び作業員資格	(参考)-A-15
A. 3. 3	溶接の主要事項に関する説明	(参考)-A-15
A. 3. 4	溶接欠陥の修理	(参考)-A-17
A. 3. 5	溶接後の熱処理	(参考)-A-17
A. 3. 6	特殊溶接	(参考)-A-17
A. 3. 7	溶接の品質保証計画、その他	(参考)-A-17
A. 4	遮蔽体の製作法	(参考)-A-18
A4. 1	ガンマ線遮蔽体(鉛)の製作法	(参考)-A-18
A. 5	弁等の付属機器の製作法	(参考)-A-18
A. 6	組立等その他の製作法	(参考)-A-18
A. 6. 1	密封内容器の製作	(参考)-A-19
A. 6. 2	密封容器の製作	(参考)-A-20
A. 6. 3	格納容器の製作	(参考)-A-21
参考B	試験、検査方法等	(参考)-B-1
B. 1	材料検査	(参考)-B-1

B.2	寸法検査	.....	(参考)-B-1
B.3	溶接検査	.....	(参考)-B-5
B.3.1	仮付検査	.....	(参考)-B-5
B.3.2	溶接及び溶接外観検査	.....	(参考)-B-5
B.3.3	液体浸透探傷検査	.....	(参考)-B-7
B.3.4	放射線透過検査	.....	(参考)-B-7
B.4	外観検査	.....	(参考)-B-8
B.5	耐圧検査	.....	(参考)-B-9
B.6	気密漏えい検査	.....	(参考)-B-10
B.6.1	密封内容器蓋取付部の空気漏えい検査	.....	(参考)-B-10
B.6.2	密封内容器、密封容器ヘリウムリークテスト	.....	(参考)-B-10
B.6.3	密封容器蓋取付部のヘリウムリークテスト	.....	(参考)-B-10
B.6.4	格納容器の空気漏えい検査	.....	(参考)-B-10
B.7	遮蔽性能検査	.....	(参考)-B-11
B.7.1	ガンマ線遮蔽性能検査	.....	(参考)-B-11
B.8	遮蔽寸法検査	.....	(参考)-B-11
B.9	伝熱検査	.....	(参考)-B-11
B.10	吊上荷重検査	.....	(参考)-B-11
B.11	重量検査	.....	(参考)-B-11
B.12	未臨界検査	.....	(参考)-B-12
B.13	作動確認検査	.....	(参考)-B-12
B.14	取扱検査	.....	(参考)-B-12
B.15	その他の特殊検査	.....	(参考)-B-12
B.15.1	■■■■の充填状態確認検査	.....	(参考)-B-12
B.16	完成時検査	.....	(参考)-B-15
参考C	輸送容器の製作スケジュール	.....	(参考)-C-1

B.16 完成時検査	(参考)-B-15
参考C 輸送容器の製作スケジュール	(参考)-C-1

(イ) 章 核燃料輸送物の説明

(イ) 章 核燃料輸送物の説明

(イ) 章A 目的及び条件

(1) 使用目的	本輸送物は、照射後試験を目的とした照射済核燃料物質等の試料を原子力施設（研究機関等）の間で輸送することを目的とする。
(2) 輸送物の型名	JMHL-78Y15T型
(3) 輸送制限個数	任意
(4) 輸送指数	10以下
(5) 臨界安全指数	0
(6) 核燃料輸送物の総重量	17.0 トン以下（収納物の重量0.02 トン以下）
(7) 輸送容器の外形寸法	
外 径	約2.0 m（緩衝体を含む。）
長 さ	約3.7 m（緩衝体を含む。）
(8) 輸送容器の重量	16.98 トン以下
(9) 輸送容器の主要材料	
密封内容器	ステンレス鋼
密封容器	ステンレス鋼、炭素鋼
試料容器（A）	ステンレス鋼
試料容器（C）	ステンレス鋼
試料スペーサ（A）	ステンレス鋼
試料スペーサ（B）	ステンレス鋼
補助スペーサ	ステンレス鋼
格納容器	ステンレス鋼、鉛
巻上装置	炭素鋼、珪素鋼、ステンレス鋼、
緩衝体	■■■■■、ステンレス鋼
Oリング	■■■■■（密封内容器及び巻上装置） ■■■■■（密封容器及び格納容器）
ガスケット	■■■■■または代替品（格納容器）
グランドパッキン	■■■■■（格納容器）

(10) 輸送容器に収納する核燃料物質の仕様

(イ) 核燃料物質の名称 ウラン酸化物、トリウム酸化物、ウラン・プルトニウム炭化物、ウラン・プルトニウム窒化物、ウラン・プルトニウム酸化物（照射済）

(ロ) 数 量

U 重量 ■■■ g 以下 (²³⁵U 重量 ■■■ g 以下)

Th 重量 ■■■ g 以下

Pu 重量 ■■■ g 以下

(ハ) ウラン濃縮度 ■■■ % 以下

プルトニウム富化度 ■■■ % 以下

核分裂性プルトニウム富化度 ■■■ % 以下

(ニ) 照射履歴

出力 451.8 kW 以下

熱中性子束 3.3×10^{14} n/cm²·s 以下

照射日数 ■■■ 日以下

(F9燃料については、燃焼度 ■■■ MWD/MTU 以下)

(ホ) 冷却期間 ■■■ 日以上

(ヘ) 放射能の量 ■■■ PBq 以下

(ト) 発熱量 174.1 W 以下

(注) 本仕様は各種の照射燃料試料のデータのそれぞれの項目についての最大値(ただし、冷却日数は最小値)を示したものである。

各核燃料物質の仕様を(イ)-第1表に示す。

(11) 輸送形態 車輛による陸上輸送(専用積載に限る)

(12) 冷却方法 自然空気冷却

(13) 使用予定年数

① 使用予定年数 : 60年

② 年間の運搬に使用される回数 : 3回以下

③ 1回の運搬に要する日数 : 2日以下

(イ) 章B 核燃料輸送物の種類

BM型核分裂性輸送物

(イ)-第1表 核燃料物質の仕様 (その1)

収納物番号		F1	F2	F3	F5
種類		照射済酸化ウラン燃料 (高温ガスループ用被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用棒状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン及び酸化トリウム燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)
性状		固体	固体	固体	固体
重量 (照射前) (g)	ウラン				
	トリウム				
	プルトニウム				
放射能の量	総量(TBq)				
	主要な核種 (TBq)				
濃縮度 (%)					
プルトニウム富化度 (%)					
核分裂性プルトニウム富化度 (%)					
ウラン235量 (g) (照射前) 核分裂性 プルトニウム量 (g) Pu (238, 239, 241) (照射前)					
出力 (kW)	217.4 以下					87.0 以下	84.1 以下	153.4 以下
最大照射日数 (日)					
冷却日数 (日)					
発熱量 (W)	76.7 以下	174.1 以下	97.0 以下	68.0 以下	

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20 は欠番。

(イ)-第1表 核燃料物質の仕様 (その2)

収納物番号		F7	F9	F10	F12
種類		照射済酸化トリウム燃料 (研究用コンパクト被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (出力急昇試験用棒状燃料)	長期照射済酸化ウラン燃料 (NSRR照射試験用棒状燃料)	照射済中濃縮板状ウラン燃料試験片(JMTR燃料)
性状		固体	固体	固体	固体
重量 (照射前) (g)	ウラン				
	トリウム				
	プルトニウム				
放射能の量	総量(TBq)				
	主要な核種(TBq)				
濃縮度(%)					
プルトニウム富化度(%)					
核分裂性プルトニウム富化度(%)					
ウラン235量(g) (照射前) 核分裂性 プルトニウム量(g) Pu(238, 239, 241) (照射前)					
出力(kW)	5.2以下					燃焼度 ■ MWD/MTU	166.9以下	330.4以下
最大照射日数(日)	■	■	■		
冷却日数(日)					
発熱量(W)	3.58以下	53以下	68.3以下	13.3以下	

注) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

(イ)-第1表 核燃料物質の仕様 (その3)

収納物番号		F14	F15	F16
種類		照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料 (研究用高速炉新型燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料(I) (研究用プルサーマルMOX燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料(II) (研究用高転換PWR MOX燃料)
性状		固体	固体	固体
重量 (照射前) (g)	ウラン			
	トリウム			
	プルトニウム			
放射能の量	総量(TBq)			
	主要な核種(TBq)			
濃縮度(%)				
プルトニウム富化度(%)				
核分裂性プルトニウム富化度(%)				
ウラン235量(g) (照射前) 核分裂性 プルトニウム量(g) Pu(238, 239, 241) (照射前)				
出力(kW)	51.8 以下				61.9 以下	40.1 以下
最大照射日数(日)				
冷却日数(日)				
発熱量(W)	58.1 以下	52.0 以下	43.4 以下	

注) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20は欠番。

(イ) 章C 輸送容器

1. 設計の概要

本輸送物の構成を(イ)－第1図に示す。

本輸送容器の全体図を(イ)－第2図、断面図を(イ)－第3図及び(イ)－第4図に示す。

輸送容器は、(イ)－第2図に示すように、収納物を入れる密封容器、密封容器を入れる格納容器、密封容器を格納容器へ吊り入れ及び吊り下ろす巻上装置並びに落下事故時の衝撃吸収用の緩衝体から構成される。輸送容器の輸送に際しては、固定用の架台が用いられる。

この他に、収納物 F12 から F16 (F13 除く) を輸送する場合には、密封容器の内側に密封内容器を用いる。また、収納物の形状や種類に応じて容器内で収納物を保持するための試料容器あるいは試料スペーサを用いる。収納物の種類と試料容器、試料スペーサ及び容器との対応関係を以下に示す。

収納物番号	収納物の種類			
	F1からF9	F10	F12	F14からF16
試料容器	—	試料容器 (A)	試料容器 (C)	—
試料スペーサ	試料スペーサ (A) または 試料スペーサ (B) 及び補助スペーサ	—	—	—
容器	—		密封内容器	
	—		補助スペーサ	
	密封容器			
	格納容器			

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20は欠番。

(1) 構造設計

本輸送容器は、収納物を入れた密封容器を格納容器に入れる二重構造になっている。また、収納物F12からF16（F13除く）は、収納物を入れた密封内容を密封容器に入れる三重構造となっている。

収納物を輸送容器に装荷する方法は以下に記述するトップローディング方式である。すなわち、格納容器をホットセル上に設置し、格納容器底部のシャッタードア及びホットセル天井のガンマゲートを開けた状態で、格納容器上部の巻上装置により密封容器を格納容器からホットセル内へ吊り下ろす。ホットセル内で密封容器に収納物を遠隔操作により装荷した後、巻上装置により密封容器を格納容器に収納しシャッタードアを閉じる。

トップローディング方式による取扱いの模式図を(イ)－第5図に示す。

本輸送容器の輸送に際しては固定用の架台に横置き状態で固定される。その場合の荷姿図を(イ)－第6図に示す。

本輸送容器の吊り上げは、格納容器に取り付けられた吊上用トラニオンを用いて行う。

落下事故時の衝撃吸収用に格納容器の上部及び底部に緩衝体を取り付ける。

(2) 熱設計

本輸送容器の収納物は崩壊熱を生ずる。

収納物から生ずる崩壊熱は、密封容器内の空気、密封容器、格納容器内の空気及び格納容器を伝達し、格納容器外表面から自然空気冷却により大気に放散される。

また、収納物の種類によっては、密封内容物を用いることで、収納物から生ずる崩壊熱は、密封内容物から密封容器、格納容器へと伝達し大気に放散される。


なお、本輸送容器は、放熱能力を増大するための冷却フィンあるいは強制冷却装置を装備していない。



(3) 密封設計

本輸送容器の密封性は密封容器及び格納容器の二重構造で保たれる。

また、収納物の種類によっては、密封容器の内側に密封内容物を用いることで、密封性は密封内容物、密封容器及び格納容器の三重構造で保たれる。

密封内容物の密封境界は、密封内容物本体及び同蓋の接合部分とバルブシート面である。密封

内容器の密封性は、のOリングにより保たれる。(イ)－第7図に密封内容器の密封境界を示す。

密封容器の密封境界は、密封容器本体及び同蓋の接合部分である。密封容器の密封性は、
のOリングにより保たれる。(イ)－第8図に密封容器の密封境界を示す。

格納容器の密封境界は、格納容器本体、巻上装置カバー及び同上蓋、シャッターカバー、底部密封カバーとこれらの接合部分である。

格納容器の密封性は、、のOリング及びのグランドパッキンで保たれる。

(イ)－第9図に格納容器の密封境界を示す。

(4) 遮蔽設計

本輸送容器は、主に格納容器により放射線遮蔽を行う。

格納容器の材質は、主にステンレス鋼であり上部蓋のみステンレス鋼板に鉛を鑄込んでいる。したがって、本輸送容器の主なガンマ線遮蔽材は、ステンレス鋼及び鉛である。

なお、中性子遮蔽については、特別な遮蔽材を考慮していない。

格納容器上部蓋の巻上用ワイヤ貫通孔及びシャッタードア間隙からの放射線漏えいが考えられるが、これらのストリーミングを考慮しても輸送物表面及び表面より1 mの距離で、線量当量率は基準値以下となる構造になっている。

(5) 臨界設計

本輸送容器には、臨界防止のための特別な中性子吸収材は設けられていない。

輸送容器内部の空隙は、収納物装荷時及び輸送時とも空気雰囲気であるが輸送容器内部の空隙が水で満たされたとしても臨界質量以下であるので臨界になることはない。

2. 構造

本輸送容器は、(イ)－第2図、(イ)－第3図及び(イ)－第4図に示すように、密封容器、格納容器、巻上装置及び緩衝体から構成される。また、収納物の形状に応じて、密封内容器または密封容器内で収納物を保持するための試料容器あるいは試料スペーサを用いる。また、輸送容器の輸送に際しては、固定用の架台が用いられる。

次にこれらの各構成部について説明する。

(1) 密封内容器

密封内容器は収納物F12からF16（F13除く）を収納する場合に用いる。

密封内容器の構造を(イ)－第10図に示す。密封内容器の主要構成部は、容器本体、蓋及び保護カバーである。密封内容器は、全長（保護カバー取付時） \blacksquare mm、フランジ部外径 \blacksquare mm、胴部外径 \blacksquare mmの円筒状容器である。

収納物の装荷は、密封内容器を横置きに行われる。

蓋は、蓋ボルトにより容器本体に取り付けられる。蓋と容器本体の接合部は、(イ)－第7図に示すようにOリングにより密封性が確保されるようになっている。

なお、蓋部には、ヘリウム充填のためのバルブと密封内容器の密封性を確認するための漏えい試験用カプラが取り付けられている。

(2) 密封容器

密封容器は収納物を収納する場合に用いる。

密封容器の構造を(イ)－第11図に示す。

密封容器の主要構成部は容器本体、収納物受け皿付蓋、蓋開閉装置及び吊具である。

密封容器は全長（蓋取り付け時）約 \blacksquare mm、外径（フランジ部） \blacksquare mm、内長 \blacksquare mm、内径 \blacksquare mmの円筒状容器である。

収納物の装荷方法は、密封容器を横置きにして受け皿付き蓋を引き出し、受け皿内に収納物を装荷する方法である。

容器本体及び受け皿には位置決めのためのガイドが取り付けられている。

蓋は蓋開閉装置により容器本体に取り付けられる。

蓋と容器本体の接合部は、(イ)－第8図に示すようにOリングにより密封性が確保されるようになっている。

なお、密封容器の密封性を確認するため蓋に漏えい試験用カプラが取り付けられている。漏えい試験用カプラの構造を(イ)－第12図に示す。

蓋開閉装置は、カムとリンクを用いた開閉方法を採用しており、開閉ハンドルにより蓋の締め付けを行う。蓋開閉装置の構造を(イ)－第13図に示す。

密封容器には、格納容器内へ吊り上げるための吊具が取り付けられている。吊具の構造を(イ)一第14図に示す。この吊具は回転式になっており、密封容器を横置きあるいは縦置きにできる構造になっている。吊具の上部には巻上装置の巻上用ワイヤと接続するために吊上用カプラ(プラグ側)が取り付けられている。

この他に、蓋(蓋開閉装置を含む。)部に1個、容器本体下部に1個の取扱用吊り部がある。

(3) 格納容器

格納容器の構造を(イ)一第15図及び(イ)一第16図に示す。

格納容器は全長■■■■ mm、外径(胴部)■■■■ mm、外径(底部)■■■■ mm、内長■■■■ mm、内径■■■■ mmの円筒状容器である。

格納容器の主要構成部は容器本体、上部蓋、シャッタードア、底部密封カバー及びトランニオンである。格納容器は密封容器を入れる容器である。

密封容器の装荷方法は(イ)章Cの1.(1)「構造設計」で説明したトップローディング方式である。

格納容器は放射線遮蔽体を兼ねた容器であり、底部は、収納物巻上時に試料が通過する際にも遮蔽能力を保つよう厚くなっている。本体容器の材質はステンレス鋼である。

上部蓋の構造を(イ)一第17図に示す。上部蓋は、格納容器上部の遮蔽体でありステンレス鋼板に鉛を铸込んだ構造になっている。上部蓋は、蓋ボルトにより容器本体に取り付けられる。上部蓋と容器本体の接合部には、Oリングが取り付けられている。

上部蓋には、密封容器巻上用ワイヤの通る貫通孔がある。貫通孔は、パイプで製作され遮蔽性向上、貫通孔からの真直なストリーミングをなくすために曲率をもった構造になっている。

シャッタードアの構造を(イ)一第18図に示す。シャッタードアは円柱状であり、容器本体底部のシャッタードア貫通孔内をスライドして開閉を行う。シャッタードアの開閉は、開閉用ネジシャフトを回転させて行う。シャッタードアにはスライド用のベアリング及びガイドが取り付けられている。

シャッタードアは、シャッターカバーにより覆れている。シャッターカバーは、格納容器本体にボルトにより取り付けられている。シャッターカバーと容器本体の接合部は、ガスケットで密封性が確保されるようになっている。開閉用ネジシャフトとシャッターカバーの接合部は、グラウンドパッキンで密封性が確保されるようになっている。なお、格納容器の密封性を確認するため

にシャッタードア上部側に漏えい試験用カブラが取り付けられている。漏えい試験用カブラの取付部を(イ)－第19図に示す。

底部密封カバーの構造を(イ)－第20図に示す。底部密封カバーは、輸送時に格納容器底部を密封する。底部密封カバーは、格納容器にボルトにより取り付けられる。

底部密封カバーと格納容器の接合部は、Oリングで密封性が確保されるようになっている。底部密封カバーには、シャッタードアをロックするロックピンが取り付けられている。

トラニオンの構造を(イ)－第21図に示す。トラニオンは、格納容器の吊り上げあるいは架台への固定に用いられる。トラニオンは、上部側面に2個、底部側面に2個、合計4個が溶接により取り付けられている。

格納容器底部側面には、底部緩衝体取付用の金具が取り付けられている。

格納容器の外表面は、雨水のたまらないようなめらかな円筒面でありステンレス鋼で製作されているので、腐食のおそれもなく汚染除去の容易な構造になっている。

なお、格納容器底部のシャッターカバー上部の傾斜部分には、空気漏えい試験用のカブラが取り付けられてあり保護蓋で覆われている。

(4) 巻上装置

巻上装置の構造を(イ)－第22図に示す。

巻上装置は、密封容器を格納容器に装荷するための装置である。

巻上装置は、電動モータ、歯車式減速機、巻取ドラム、巻上用ワイヤ、操作盤、手動操作装置及び電気計装部品から構成されている。

電動モータ、歯車式減速機、巻取ドラムは、格納容器上部に取り付けられた巻上装置カバーで覆われている。

操作盤及び手動操作装置は、格納容器側面に取り付けられ操作盤カバーで覆われている。

巻上用ワイヤは、格納容器上部蓋の貫通孔を通して格納容器内に通じている。巻上用ワイヤの先端には、密封容器吊具に取り付けられた吊上用カブラ（プラグ側）と着脱可能なカブラ（ソケット側）が取り付けられている。このカブラは吊り上げ時及び輸送時ともに常に接続されており離脱することはない。万一、カブラが離脱した場合にも巻上用ワイヤが密封容器吊具から離脱しないよう補助金具が設けられている。

巻上用ワイヤの他端は巻取ドラムに固定されている。

巻上装置は、電動式で最大巻上荷重300 kg、巻上速度約4 m/minである。巻上装置には、安全装置として上限停止装置、下限停止装置及び自然落下防止装置が設けられている。

巻上装置カバーは、胴部が格納容器に溶接され上蓋は胴部にボルトで取り付けられる。操作盤カバーは、格納容器にボルトで取り付けられる。

巻上装置カバー胴部と上蓋の接合部はOリングにより密封性が確保されるようになっている。手動操作用シャフトと巻上装置カバーの貫通部は、グランドパッキンで密封性が確保されるようになっている。

上部巻上装置カバーには、上部緩衝体取付用の金具が取り付けられている。

(5) 緩衝体

上部緩衝体の構造を(イ)-第23図に、底部緩衝体の構造を(イ)-第24図に示す。

上部緩衝体及び底部緩衝体はいずれも外径2000 mm、全長■■■ mmである。

上部緩衝体は、巻上装置カバーを覆う形で、ボルトで取り付けられる。底部緩衝体は、格納容器底部を覆う形で、ボルトで取り付けられる。これらの緩衝体は緩衝材である■■■■■を厚さ■■ mmのステンレス鋼板で被覆した構造であり、落下事故時に輸送容器に加わる衝撃を吸収して輸送物の健全性を確保する。これらの緩衝体の側面には緩衝体吊上用金具及び架台固定用金具が取り付けられている。

(6) 試料スペーサ

試料スペーサの代表的な構造を(イ)-第25図及び(イ)-第26図に示す。

試料スペーサは、収納物を密封容器内で保持し移動を防止するためのものである。試料スペーサ(A)は、幅■■■ mm、高さ■■■ mm、全長■■■ mmで、試料スペーサ(B)は、幅及び高さは同じで全長が■■■ mmである。

補助スペーサは、長さ■■■ mmで、試料スペーサ(B)や密封内容器の移動防止に使われる。

収納物の密封容器への出し入れは試料スペーサごと取扱えるよう、各試料スペーサには吊金具が取り付けられている。試料スペーサ(A)及び(B)の密封容器への収納状態を(イ)-第27図及び(イ)-第28図に示す。

(7) 試料容器

試料容器の代表的な構造を(イ)－第29図及び(イ)－第30図に示す。

試料容器 (A) は全長■■■ mm、外径 (蓋部) ■■■ mmのものが3個と全長■■■ mm、外径 (蓋部) ■■■ mmのものが1個ある。

試料容器 (C) は全長■■■ mm、幅■■■ mm、高さ■■■ mmのものが1個ある。

試料容器 (A) の密封容器への収納状態を(イ)－第31図に示す。

試料容器 (A) は、短尺の収納物を密封容器に収納する際、収納物を密封容器内で保持し移動させないためのものである。

試料容器 (A) は(イ)－第2表に示す収納物の形態による分類Ⅲに相当する収納物を収納する場合に用いられ、密封容器に4個収納できる。試料容器 (A) には蓋部及び容器側面に吊具が取り付けられている。

試料容器 (C) は、板状ウラン燃料試験片 (F12) を整理するためのものである。

(8) 架 台

架台の構造を(イ)－第32図に示す。

架台は、輸送容器を輸送する際の固定台であり、2個の形鋼を主構造とし上部及び下部の支持台により輸送容器の重量を支持する構造になっている。

上部支持台は、吊上用トラニオンを支持し固定具で固定する構造である。上部固定具は、輸送容器の吊金具も兼ねた構造である。下部支持台は、支持用トラニオンを支持し固定具で固定する構造である。下部支持台は、軸受式支持構造になっており支持用トラニオンを支持して輸送容器の引き起し及び横倒しの際にも用いられる。

架台は、緩衝体支持台をそなえている。緩衝体支持台は、上部緩衝体用と底部緩衝体用がありそれぞれボルトにより緩衝体を保持することができる。

緩衝体支持台を架台側面のハンドル操作により横方向にスライドさせて、クレーンを使用せずに緩衝体を格納容器から取り外す機構になっている。

3. 材 質

(1) 密封内容器

本 体	ステンレス鋼 (SUS■■■、胴部 : SUS■■■■)
蓋	ステンレス鋼 (SUS■■■)
バルブ	ステンレス鋼
カ プ ラ	ステンレス鋼
蓋ボルト	ステンレス鋼 (SUS■■■)
保護カバー	ステンレス鋼 (SUS■■■)
オ リ ン グ	■■■■

(2) 密封容器

本 体	ステンレス鋼 (SUS■■■、胴部 : SUS■■■■) 上部・下部フランジ : SUS■■■■)
蓋 (受け皿を含む。)	ステンレス鋼 (SUS■■■)
蓋開閉装置及びカバー	炭素鋼 (■■■■)、ステンレス鋼 (SUS■■■)
吊 具	ステンレス鋼 (SUS■■■)
オ リ ン グ	■■■■
吊上用カプラ	ステンレス鋼 (SUS■■■)

(3) 格納容器

本 体	ステンレス鋼 (SUS■■■)
上 部 蓋	ステンレス鋼 (SUS■■■)、鉛
蓋ボルト	ステンレス鋼 (SUS■■■)
シャッタードア	ステンレス鋼 (SUS■■■)
開閉用ネジシャフト	ステンレス鋼 (SUS■■■)
シャッターカバー	ステンレス鋼 (SUS■■■)
底部密封カバー	ステンレス鋼 (SUS■■■)
トラニオン	ステンレス鋼 (SUS■■■)
ガスケット	■■■■ または代替品
グラントパッキン	■■■■
オ リ ン グ	■■■■

(4) 巻上装置

電動モータ	炭素鋼 ()、珪素鋼
歯車式減速機	炭素鋼 ()
巻取ドラム	ステンレス鋼 (SUS)
巻上用ワイヤ	ステンレス鋼 (SUS)
巻上装置カバー	ステンレス鋼 (SUS)
蓋 ボルト	ステンレス鋼 (SUS)
オ リ ン グ	()
吊上用カブラ	ステンレス鋼 (SUS)

(5) 緩 衝 体

緩 衝 材	()
外 板	ステンレス鋼 (SUS)

(6) 試料スパーサ

本 体	ステンレス鋼 (SUS)
-----	---------------

(7) 試料容器

本 体	ステンレス鋼 (SUS)
-----	---------------

(8) 架 台

炭素鋼 ()






4. 寸 法

[参照図]












(1) 密封内容器

内 径 (胴部)	mm	(イ) - 第10図
内 長	mm	//
外 径 (胴部)	mm	//
外 径 (フランジ部)	mm	//
全 長 (保護カバーを含む。)	mm	//

(2) 密封容器

内 径 (胴部)	 mm	(イ)-第 11 図
内 長	 mm	"
外 径 (胴部)	 mm	"
外 径 (フランジ部)	 mm	"
全 長 (開閉装置を含む。)	 mm	"

(3) 格納容器

内 径	 mm	(イ)-第 15 図
内 長	 mm	"
外 径 (胴部)	 mm	"
外 径 (底部)	 mm	"
全 長	 mm	"
上部蓋厚さ	 mm	(イ)-第 17 図
シャッタードア外径	 mm	(イ)-第 18 図
シャッタードア長さ	 mm	"
トラニオン外径	 mm	(イ)-第 21 図
シャッターカバー蓋厚さ	 mm	(イ)-第 18 図
底部密封カバー厚さ	 mm	(イ)-第 20 図

(4) 巻上装置

巻上装置カバー外径	 mm	(イ)-第 22 図
巻上装置カバー高さ	 mm	"
巻上装置カバー胴部厚さ	 mm	"
巻上装置カバー蓋部厚さ	 mm	"
操 作 盤	 mm	

(5) 緩 衝 体

上部緩衝体外径	2000 mm	(イ)-第 23 図
上部緩衝体全長	 mm	"
底部緩衝体外径	2000 mm	(イ)-第 24 図
底部緩衝体全長	 mm	"

(6) 試料スぺーサ

試料スぺーサ (A)

幅		mm	(イ)-第25図
高さ		mm	〃
全長		mm	〃

試料スぺーサ (B)

幅		mm	(イ)-第26図
高さ		mm	〃
全長		mm	〃

補助スぺーサ

幅		mm	(イ)-第26図
高さ		mm	〃
全長		mm	〃

(7) 試料容器

試料容器 (A)

外径		mm	(イ)-第29図
全長		mm	〃

または

試料容器 (C)

幅		mm	(イ)-第30図
高さ		mm	〃
全長		mm	〃

(8) 架 台

長さ	5000 mm	(イ)-第32図
幅	2000 mm	〃

(9) 輸送容器全体 (緩衝体を含む。)

外径	2000 mm	(イ)-第3図
全長	3650 mm	〃

5. 重 量

(1) 密封内容器		0.02 トン以下
(2) 密封容器		0.07 トン以下
(3) 格納容器 (巻上装置を含む。)		15.6 トン以下
(4) 上部緩衝体		0.65 トン以下
(5) 底部緩衝体		0.65 トン以下
(6) 試料スペーサ		0.02 トン以下
(7) 試料容器		0.01 トン以下
(8) 吊 具		0.4 トン以下
(9) 架 台		5.8 トン以下
(10) 収 納 物		0.02 トン以下
(11) 吊上総重量	(1+2+3+6+7+10)	15.7 トン以下
(12) 輸送総重量	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10)	23.2 トン以下
(13) 輸送物総重量	(1+2+3+4+5+6+7+10)	17.0 トン以下

ただし、(1) + (2) + (6) + (7) + (10) は、100 kg以下である。

(イ) 章D 輸送容器の収納物

本輸送容器の収納物は、主にJMTRにて照射された核燃料物質等である。

(イ)－第33図から(イ)－第41図は本輸送容器に収納する収納物の照射時の代表的な形状図である。これらの収納物は、キャプセルの状態またはキャプセルを解体し試料を取り出して輸送容器に収納される。

本輸送容器に収納可能な収納物を収納物の寸法及び照射目的により分類し、その代表例を(イ)－第2表に示す。(イ)－第2表の形態による分類Ⅰは、収納体数が1体、分類Ⅱは、収納体数が2体以上、分類Ⅲは、試料容器を用いることを示す。

収納物の照射履歴は(イ)－第3表に示すとおりである。これらの図及び表に示すように収納物は、寸法、核燃料物質の種類、量、中性子束、照射履歴等の異なる多種のものである。

収納物の主要核分裂生成物の種類と量を(イ)－第4表に示す。

収納物の容器への収納は、その種類に応じて、収納物をまとめるため試料容器に入れ、収納物を保持するために試料スペーサを使用し、3重密封が必要な場合には密封内容容器に収納し、これを密封容器に装荷して格納容器に収納する。収納物の種類と試料容器、試料スペーサ及び容器類の対応関係は、(イ)章Cの1、「設計の概要」の表に示すとおりである。

収納物の最大収納体数は(イ)－第2表に示すとおりである。(イ)－第2表のF10は、Zry管で被覆した燃料の最大収納体数は8体であるが、SUS管で被覆した燃料並びに両者の混載輸送の場合の最大収納体数は7体である。本輸送容器に収納できる各種の収納物の線源強度及び崩壊熱量は(イ)－第5表に示すとおりであり、最大放射能の量は 1.7×10^4 PBq、最大発熱量は174.1 Wである。

(イ)-第2表 収納物一覧表 (その1)

収納物番号	F1	F2	F3	F5
種類	照射済酸化ウラン燃料 (高温ガスループ用被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用棒状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン及び酸化トリウム燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)
形態による分類	I	I	I	II
収納物の概要	UO ₂ 燃料コンパクトは黒鉛のスリーブ中に封入されている。そのスリーブが黒鉛のブロック(φ80)に3本挿入されている。 燃料試料の仕様は、各キャプセルにより多少異なる。	UO ₂ の被覆粒子型と燃料コンパクト型の2種類ある。前者は被覆粒子が黒鉛容器の小孔に封入され、その容器は、内筒及び熱媒体(SUS又はAl)を介してSUS外筒中に挿入されている。試料部は1~3段階に分割されている。後者は燃料コンパクトが黒鉛スリーブ、内筒及び熱媒体(SUS又はAl)を介してSUS外筒に挿入されている。	F2と同様キャプセルに収納する燃料の型は2種類ある。しかし、SUS外筒がF2より細い。	キャプセルの構造はF3と同じであるが核燃料物質試料はウラン及びトリウム酸化物である。
収納物の大きさ (1体当たり)				
収納体数(最大)	1	1	1	4
核燃料物質 (最大収納量)				
核燃料物質の種類	U	U	U	Th, U
ウラン濃縮度 (%)				
ウラン235量 (g)				
プルトニウム富化度 (%)				
核分裂性				
プルトニウム富化度 (%)				
核分裂性プルトニウム量 (g)				
Pu (238, 239, 241)				
照射物(1体当たり) 組成元素 (重量 g)				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

(イ)-第2表 収納物一覧表 (その2)

収納物番号	F7	F9	F10	F12
種類	照射済酸化トリウム燃料 (研究用コンパクト被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (出力急昇試験用棒状燃料)	長期照射済酸化ウラン燃料 (NSRR照射試験用棒状燃料)	照射済中濃縮板状ウラン燃料試験片 (JMTR燃料)
形態による分類	I	II	III	III
収納物の概要	ThO ₂ 試料はSUS内筒に封入されA0熱媒体を介してSUS外筒に封入されている。	実用炉照射燃料試料でZry管で被覆した酸化ウラン燃料 燃焼度が XXXXXXXXXX MWD/MTUを超える燃料は SUS収納管に封入されている。	実験用長期照射燃料試料でZry管又はSUS管で被覆した酸化ウラン燃料	収納物F11から採取した試験片であり、収納物1体当たり試験片を最大30枚収納したものである。
収納物の大きさ (1体当たり)				
収納体数(最大)	1	6	8 (7) ^{注2)}	30
核燃料物質 (最大収納量)				
核燃料物質の種類	Th	U	U	U
ウラン濃縮度 (%)				
ウラン235量 (g)				
プルトニウム富化度 (%)				
核分裂性				
プルトニウム富化度 (%)				
核分裂性プルトニウム量 (g)				
Pu (238, 239, 241)				
照射物(1体当たり) 組成元素 (重量 g)				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20は欠番。

注2) Zry管で被覆した燃料の最大収納体数は8体であるが、SUS管で被覆した燃料並びに両者の混載輸送の場合の最大収納体数は7体である。

(イ)-第2表 収納物一覧表 (その3)

収納物番号	F14	F15	F16
種類	照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料 (研究用高速炉新型燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料 (I) (研究用プルスーマルMOX燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料 (II) (研究用高転換PWR MOX燃料)
形態による分類	I	I	I
収納物の概要	(UPu)C燃料ペレットをZry管又はSUS管で被覆し更にSUS内筒に封入され、Al熱媒体を介してSUS外筒に封入されている。	(UPu)O燃料ペレットをZry管又はSUS管で被覆し更にSUS内筒に封入され、Al熱媒体を介してSUS外筒に封入されている。	(UPu)O燃料ペレットをZry管又はSUS管で被覆し更にSUS内筒に封入され、Al熱媒体を介してSUS外筒に封入されているもので収納物F15とキャプセルの構造は同様であるが、核燃料物質の仕様が異なる。
収納物の大きさ (1体当たり)			
収納体数(最大)	1	1	1
核燃料物質 (最大収納量)	U, Pu	U, Pu	U, Pu
核燃料物質の種類			
ウラン濃縮度 (%)			
ウラン235量 (g)			
プルトニウム富化度 (%)			
核分裂性			
プルトニウム富化度 (%)			
核分裂性プルトニウム量 (g)			
Pu (238, 239, 241)			
照射物(1体当たり) 組成元素 (重量 g)	炭物 窒物		

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20は欠番。

(イ)-第3表 照射履歴 (その1)

収納物番号	F1	F2	F3	F5
収納物の種類	照射済酸化ウラン燃料 (高温ガスループ用被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用棒状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン及び酸化トリウム燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)
JMTR炉内照射位置	OGL	燃料領域 反射体領域	燃料領域 反射体領域	燃料領域 反射体領域
熱中性子束 ($n/cm^2 \cdot s$)	6×10^{13}	2×10^{14}	2×10^{14}	1×10^{14}
照射履歴 (注2)				
出力 (kW)	217.4	87.0	84.1	153.4
最大サイクル数				
最大照射日数 (日)				
冷却期間 (日)				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

注2) 本表は最大収納体数あたりの出力を示す。

(イ)-第3表 照射履歴 (その2)

収納物番号	F7	F9	F10	F12
収納物の種類	照射済酸化トリウム燃料 (研究用コンパクト被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (出力急昇試験用棒状燃料)	長期照射済酸化ウラン燃料 (NSRR照射試験用棒状燃料)	照射済中濃縮板状ウラン燃料試験片 (JMTR燃料)
JMTR炉内照射位置	Al 枠領域	—	燃料領域	燃料領域
熱中性子束 ($n/cm^2 \cdot s$)	1×10^{13}	—	1×10^{14}	2×10^{14}
照射履歴 (注2)		—		
出力 (kW)	5.2	—	166.9	330.4
最大サイクル数		—		
最大照射日数 (日)		燃焼度 MWD/MTU		
冷却期間 (日)				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

注2) 本表は最大収納体数あたりの出力を示す。

(イ)-第3表 照射履歴 (その3)

収納物番号	F14	F15	F16
収納物の種類	照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料 (研究用高速炉新型燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料 (I) (研究用プルサーマルMOX燃料)	照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料 (II) (研究用高転換PW R MOX燃料)
JMTR炉内照射位置	ベリリウム	A0枠領域	A0枠領域
熱中性子束 ($n/cm^2 \cdot s$)	1×10^{14}	8×10^{13}	8×10^{13}
照射履歴 (注2)			
出力 (kW)	51.8	61.9	40.1
最大サイクル数			
最大照射日数 (日)			
冷却期間 (日)			

注1) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

注2) 本表は最大収納体数あたりの出力を示す。

(イ)-第4表 主要核分裂生成物の種類と量(その1)

単位: TBq

収納物番号	F1	F2	F3	F5
⁸⁹ Sr				
⁹⁰ Sr				
⁹⁰ Y				
⁹¹ Y				
⁹⁵ Zr				
^{95m} Nb				
⁹⁵ Nb				
¹⁰³ Ru				
^{103m} Rh				
¹⁰⁵ Ru				
¹⁰⁵ Rh				
¹²³ Sn				
¹²⁵ Sb				
^{127m} Te				
¹²⁷ Te				
^{129m} Te				
¹²⁹ Te				
¹³⁴ Cs				
¹³⁷ Cs				
^{137m} Ba				
¹⁴⁰ Ba				
¹⁴⁰ La				
¹⁴¹ Ce				
¹⁴³ Pr				
¹⁴⁴ Ce				
¹⁴⁴ Pr				
¹⁴⁷ Pm				
^{148m} Pm				
¹⁵⁴ Eu				
¹⁵⁵ Eu				
³ H				
⁸⁵ Kr				
¹²⁹ I				
^{131m} Xe				
¹³¹ I				
FP 合計				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

注2) 本表は最大収納体数あたりのものを示す。

(イ)-第4表 主要核分裂生成物の種類と量(その2)

単位: TBq

収納物番号	F7	F9	F10	F12
⁸⁹ Sr				
⁹⁰ Sr				
⁹⁰ Y				
⁹¹ Y				
⁹⁵ Zr				
^{95m} Nb				
⁹⁵ Nb				
¹⁰³ Ru				
^{103m} Rh				
¹⁰⁶ Ru				
¹⁰⁶ Rh				
¹²³ Sn				
¹²⁵ Sb				
^{127m} Te				
¹²⁷ Te				
^{129m} Te				
¹²⁹ Te				
¹³⁴ Cs				
¹³⁷ Cs				
^{137m} Ba				
¹⁴⁰ Ba				
¹⁴⁰ La				
¹⁴¹ Ce				
¹⁴³ Pr				
¹⁴⁴ Ce				
¹⁴⁴ Pr				
¹⁴⁷ Pm				
^{148m} Pm				
¹⁵¹ Eu				
¹⁵⁵ Eu				
³ H				
⁸⁵ Kr				
¹²⁹ I				
^{131m} Xe				
¹³¹ I				
F P 合計				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

注2) 本表は最大収納体数あたりのものを示す。

(イ)-第4表 主要核分裂生成物の種類と量(その3)

単位: TBq

収納物番号	F14	F15	F16
⁸⁹ Sr			
⁹⁰ Sr			
⁹⁰ Y			
⁹¹ Y			
⁹⁵ Zr			
^{95m} Nb			
⁹⁵ Nb			
¹⁰³ Ru			
^{103m} Rh			
¹⁰⁶ Ru			
¹⁰⁶ Rh			
¹²³ Sn			
¹²⁵ Sb			
^{127m} Te			
¹²⁷ Te			
^{129m} Te			
¹²⁹ Te			
¹³⁴ Cs			
¹³⁷ Cs			
^{137m} Ba			
¹⁴⁰ Ba			
¹⁴⁰ La			
¹⁴¹ Ce			
¹⁴³ Pr			
¹⁴⁴ Ce			
¹⁴⁴ Pr			
¹⁴⁷ Pm			
^{148m} Pm			
¹⁵⁴ Eu			
¹⁵⁵ Eu			
³ H			
⁸⁵ Kr			
¹²⁹ I			
^{131m} Xe			
¹³¹ I			
FP合計			

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

注2) 本表は最大収納体数あたりのものを示す。

(イ)-第5表 線源強度と崩壊熱量(その1)

収納物番号	F1	F2	F3	F5
収納物の種類 照射済酸化ウラン燃料 (高温ガスループ用被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用棒状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン及び酸化トリウム燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)
γ線強度 (photons/s)				
組 エネルギー(Mev)				
I				
II				
III				
IV				
V				
VI				
VII				
VIII				
中性子強度(n/s)				
発熱量(W)	76.7	174.1	97.0	68.0
放射能の量(TBq)				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

注2) 本表は最大収納対数あたりのものを示す。

(イ)-第5表 線源強度と崩壊熱量(その2)

収納物番号	F7	F9	F10	F12
収納物の種類	照射済酸化トリウム燃料 (研究用コンパクト被覆粒子燃料)	照射済酸化ウラン燃料 (出力急昇試験用棒状燃料)	長期照射済酸化ウラン燃料 (NSRR照射試験用棒状燃料)	照射済中濃縮板状ウラン燃料試験片 (JMTR燃料)
γ線強度 (photons/s)				
組 エネルギー(Mev)				
I				
II				
III				
IV				
V				
VI				
VII				
VIII				
中性子強度 (n/s)				
発熱量 (W)	3.58	53	68.3	13.3
放射能の量 (TBq)				

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

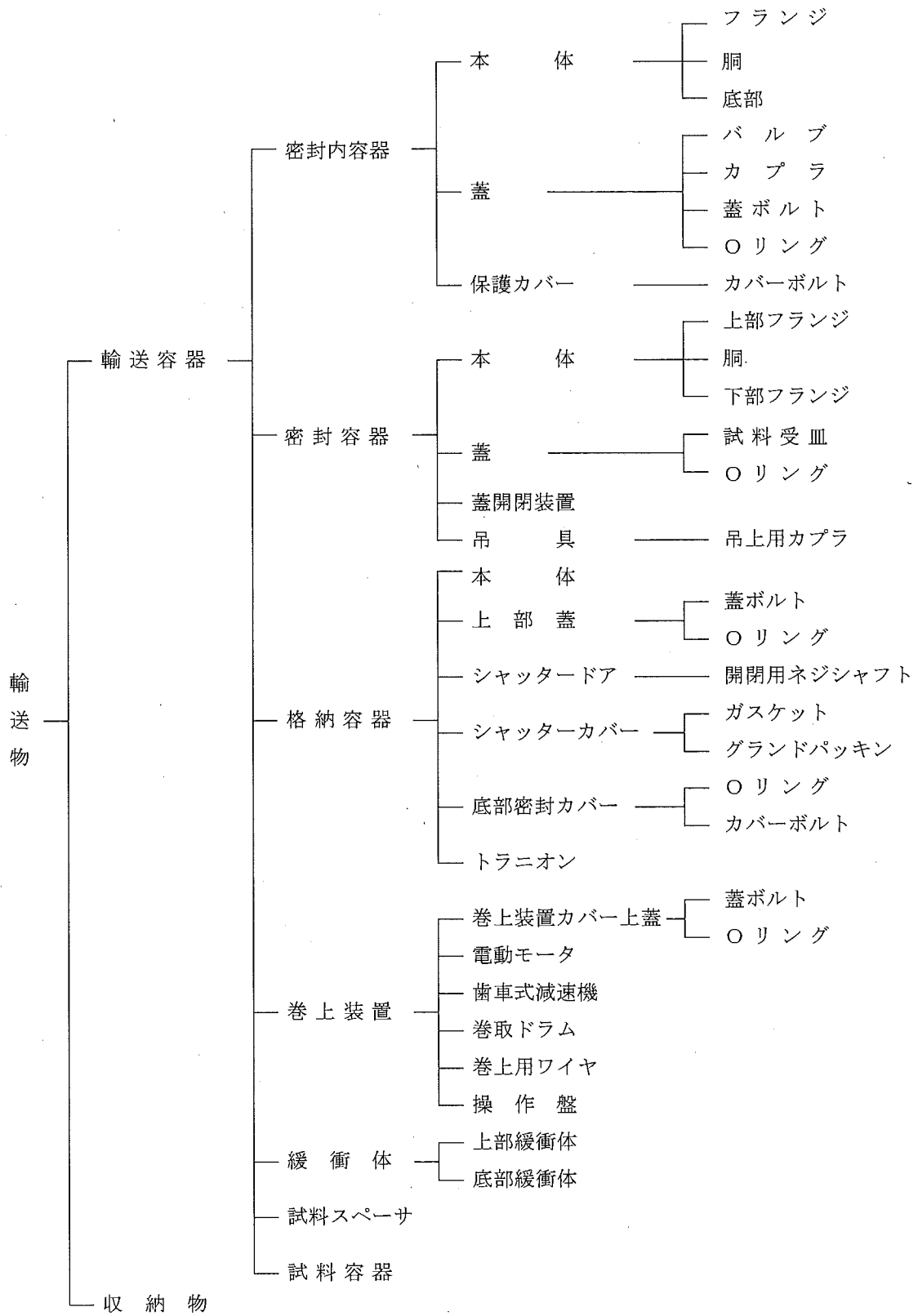
注2) 本表は最大収納対数あたりのものを示す。

(イ)-第5表 線源強度と崩壊熱量(その3)

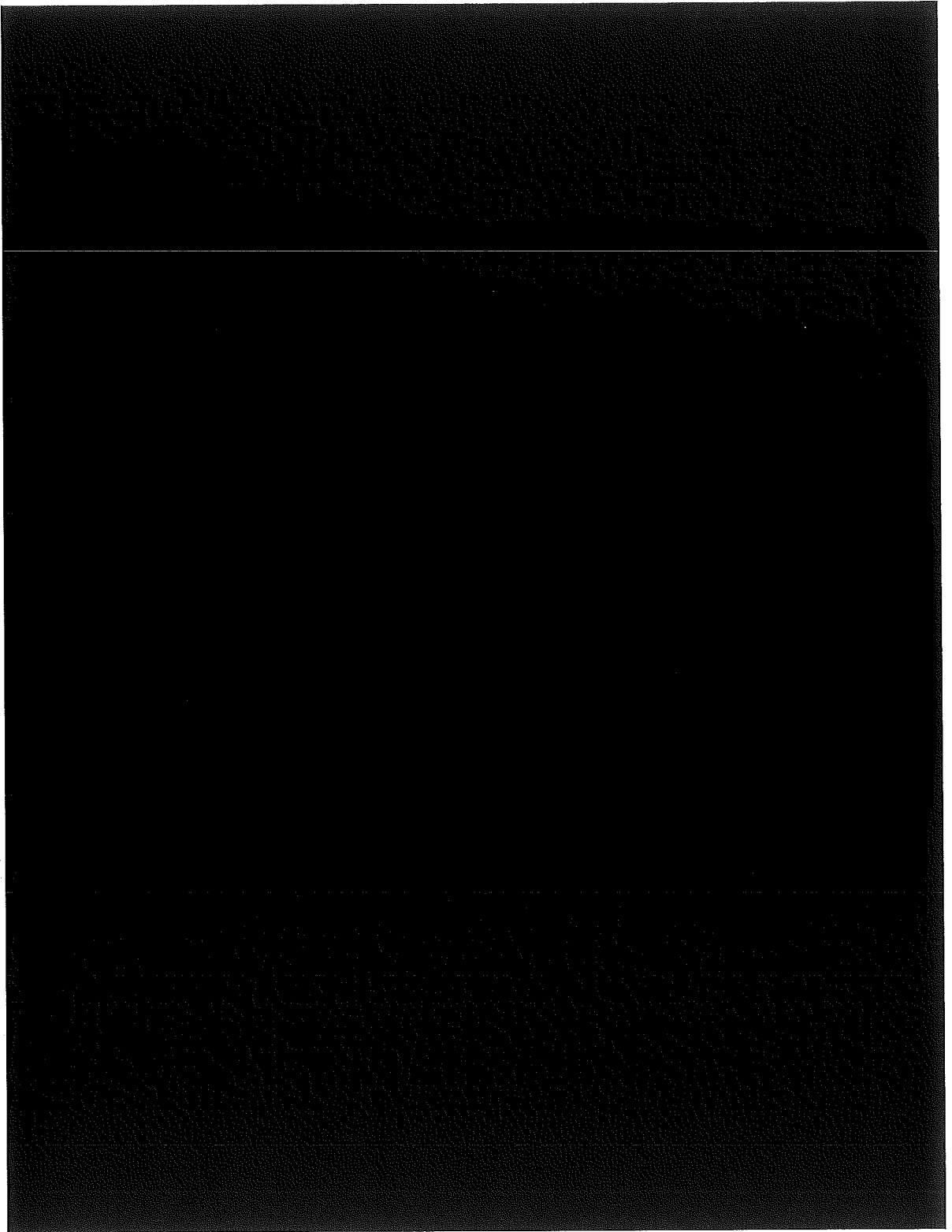
収納物番号	F14	F15	F16
収納物の種類	照射済ウラン・プ ルトニウム炭化物 及び窒化物燃料 (研究用高速炉新 型燃料)	照射済ウラン・プ ルトニウム酸 化物燃料 (I) (研究用プルサ ーマルMOX燃 料)	照射済ウラン・プ ルトニウム酸化物 燃料 (II) (研究用高転換P WR MOX燃 料)
γ 線 強 度 (photons/s)			
組 エネルギー(Mev)			
I			
II			
III			
IV			
V			
VI			
VII			
VIII			
中性子強度 (n/s)			
発 熱 量 (W)	58.1	52.0	43.4
放射能の量 (TBq)			

注1) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20は欠番。

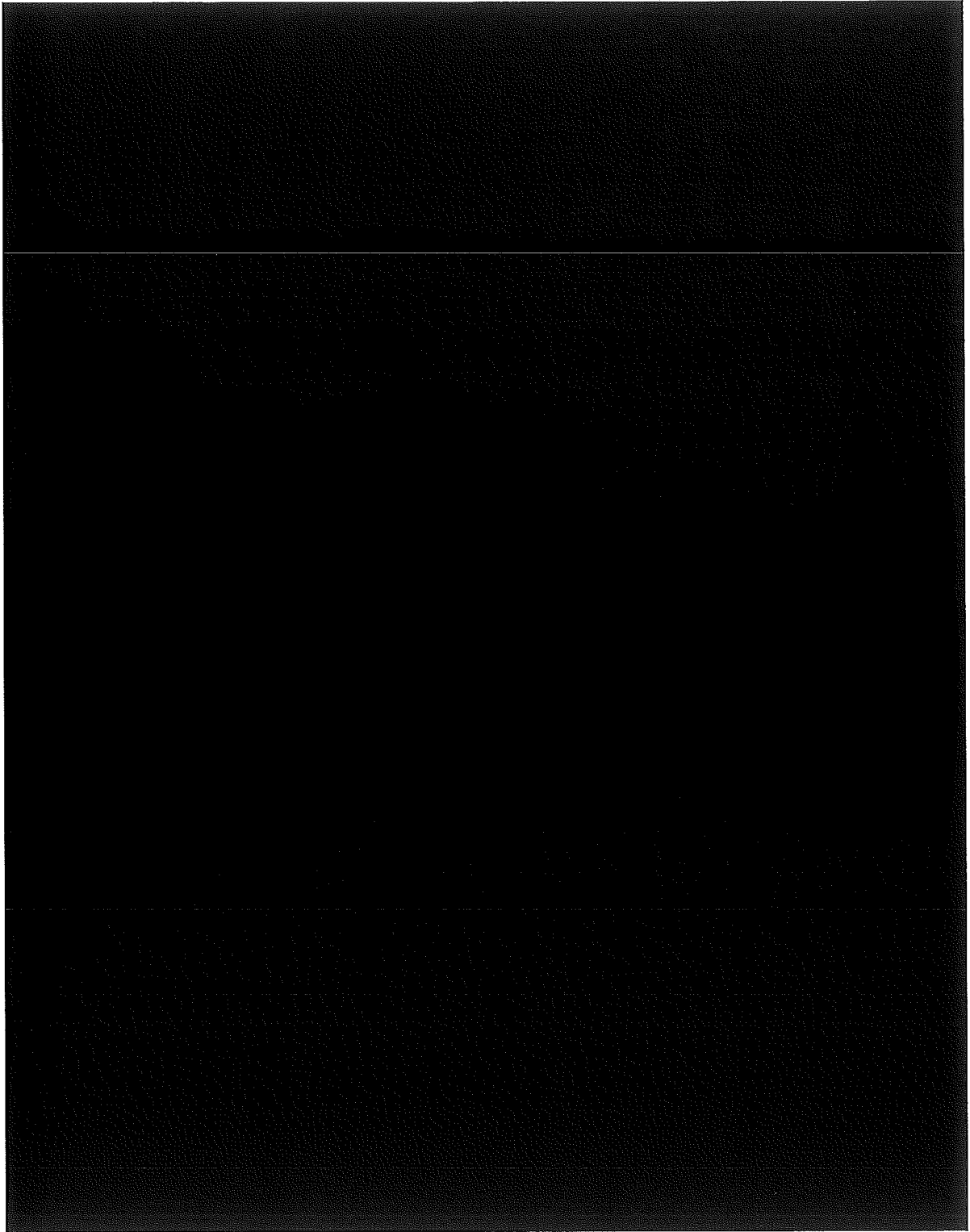
注2) 本表は最大収納対数あたりのものを示す。



(イ)-第1図 JMHL-78Y15T型輸送物の構成



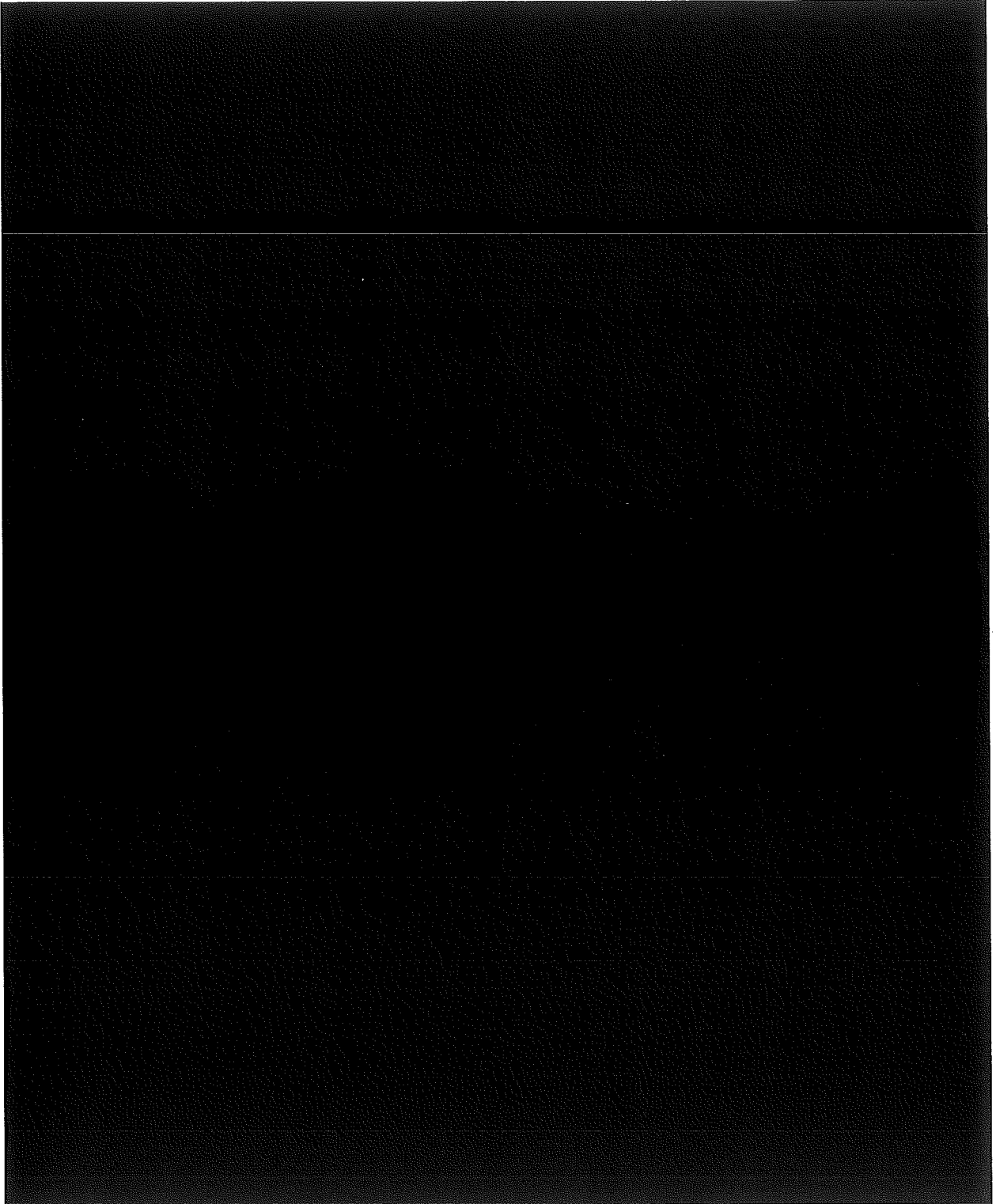
(イ) - 第 2 図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 型 輸 送 容 器 全 体 図



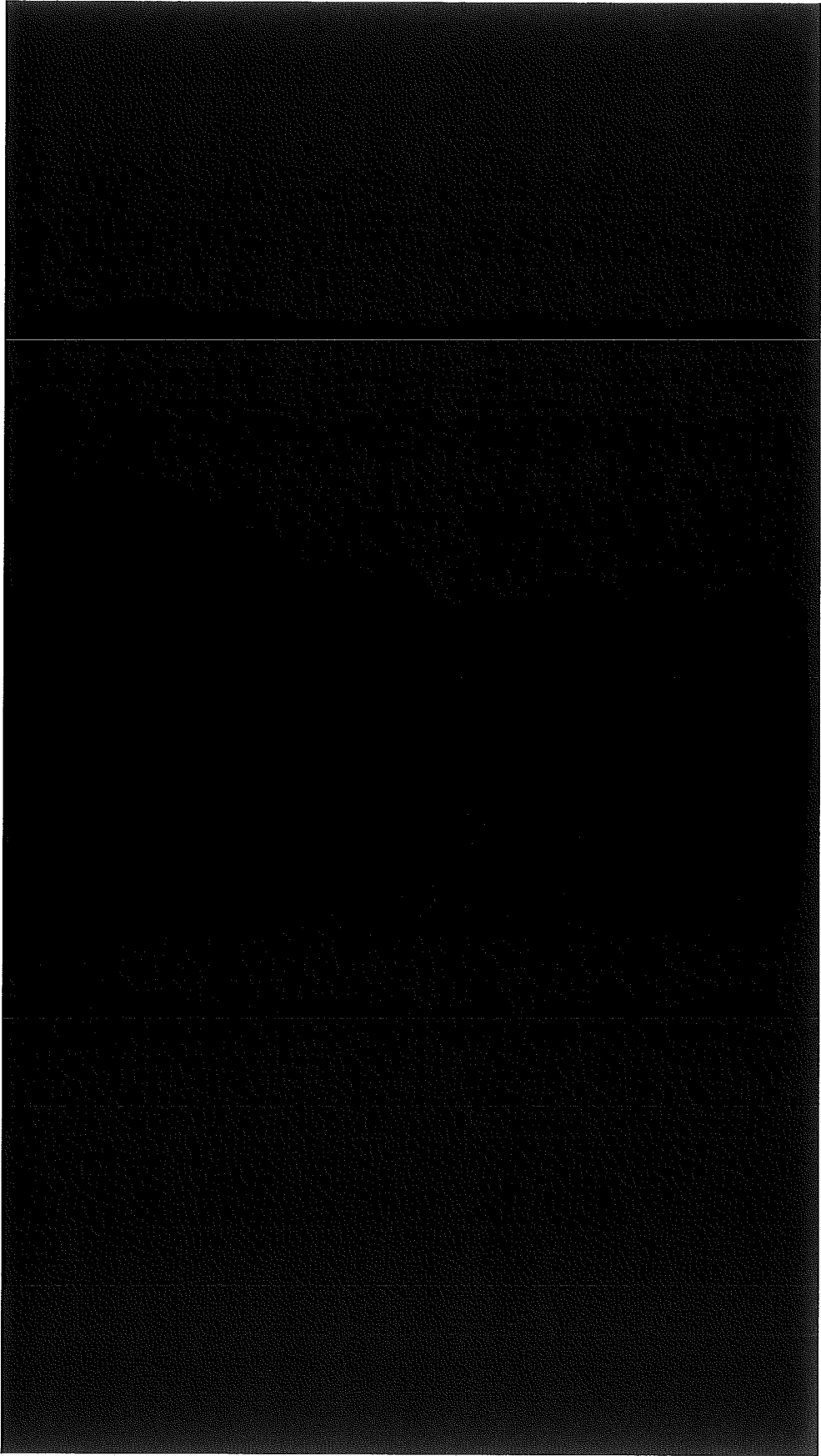
(イ)-第3図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 型輸送容器断面図



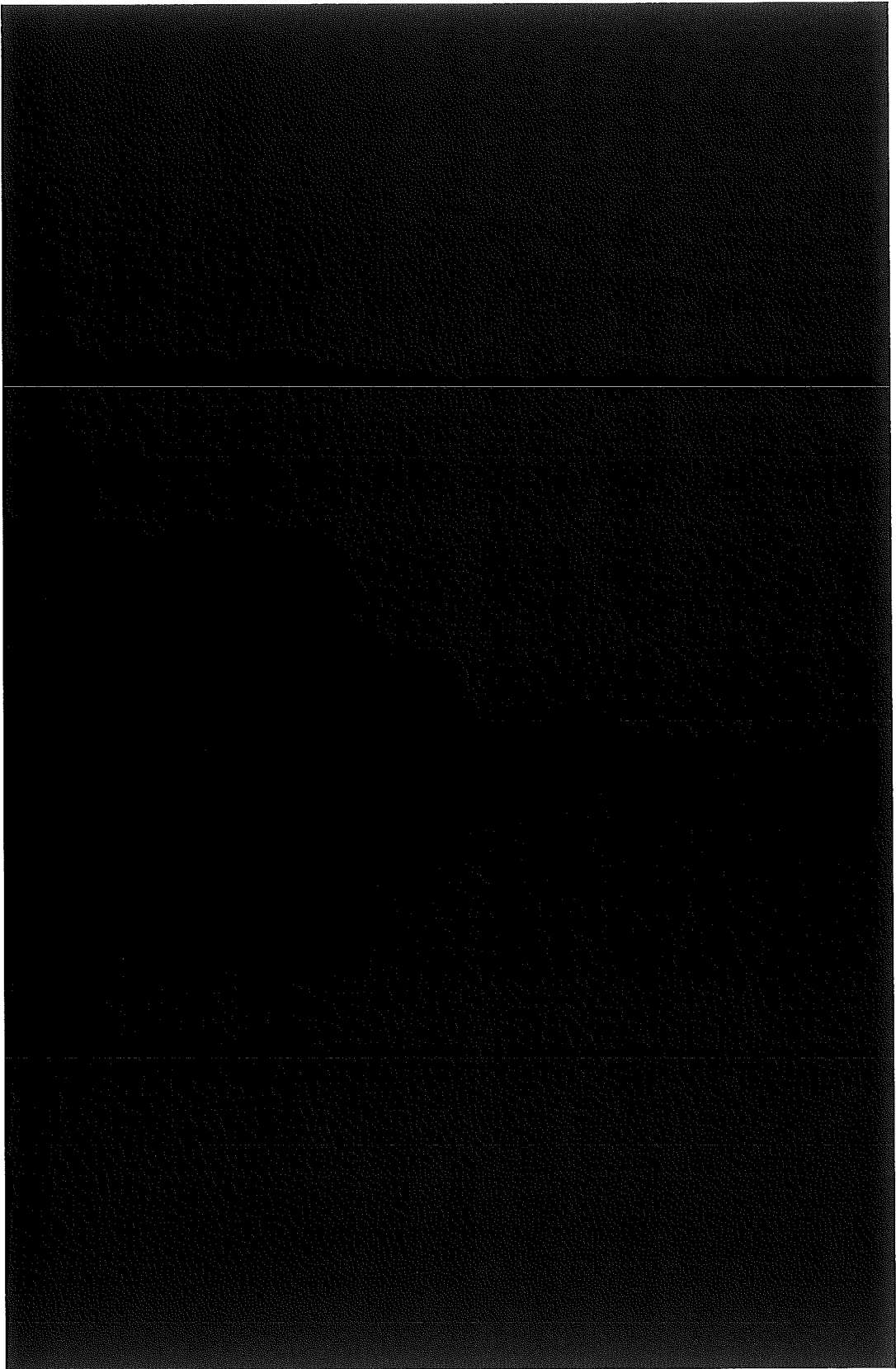
(イ)-第4図 JMHL-78Y15T型輸送容器、胴部断面図



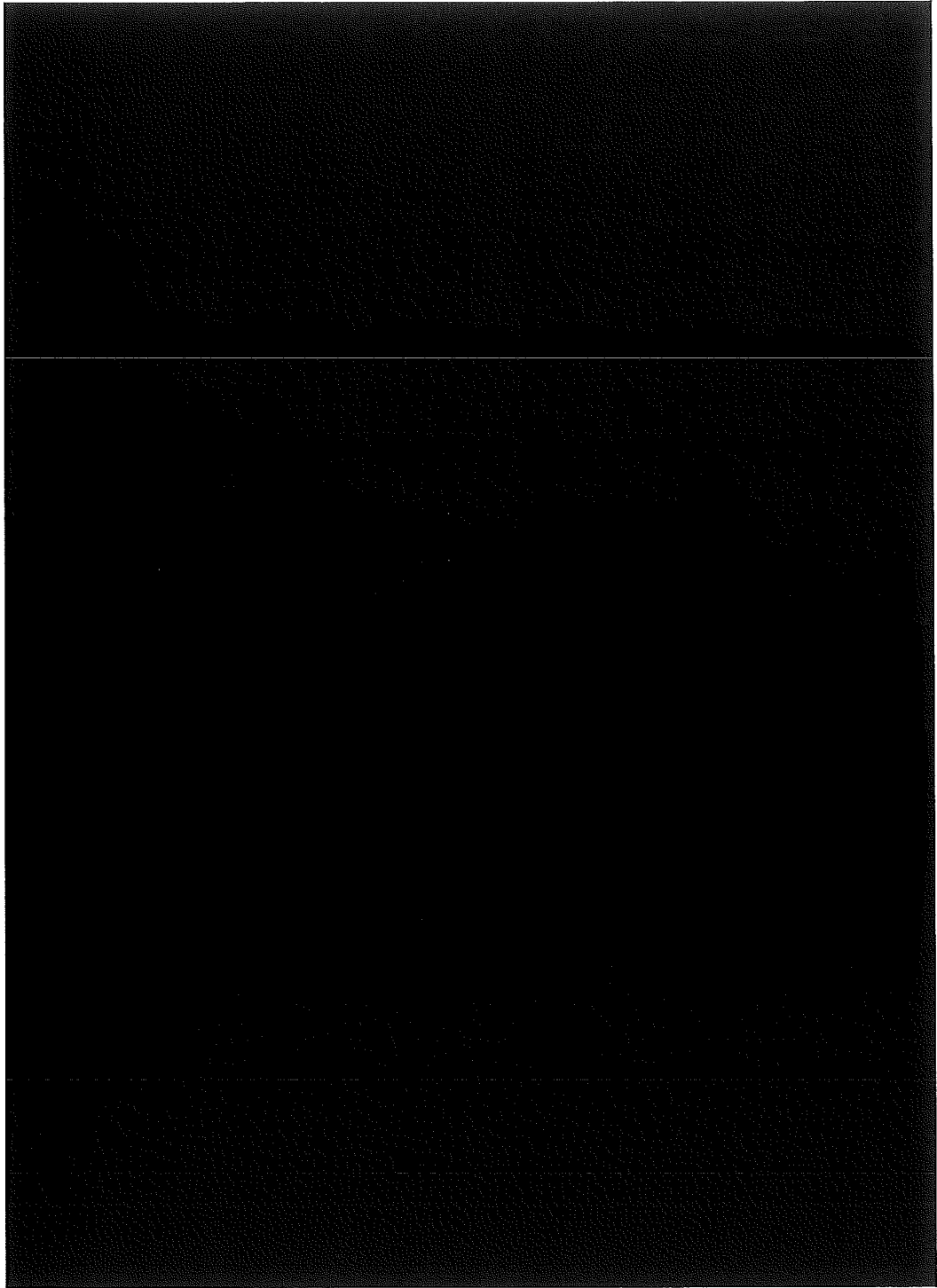
(イ) - 第 5 図 トップローディング方式模式図



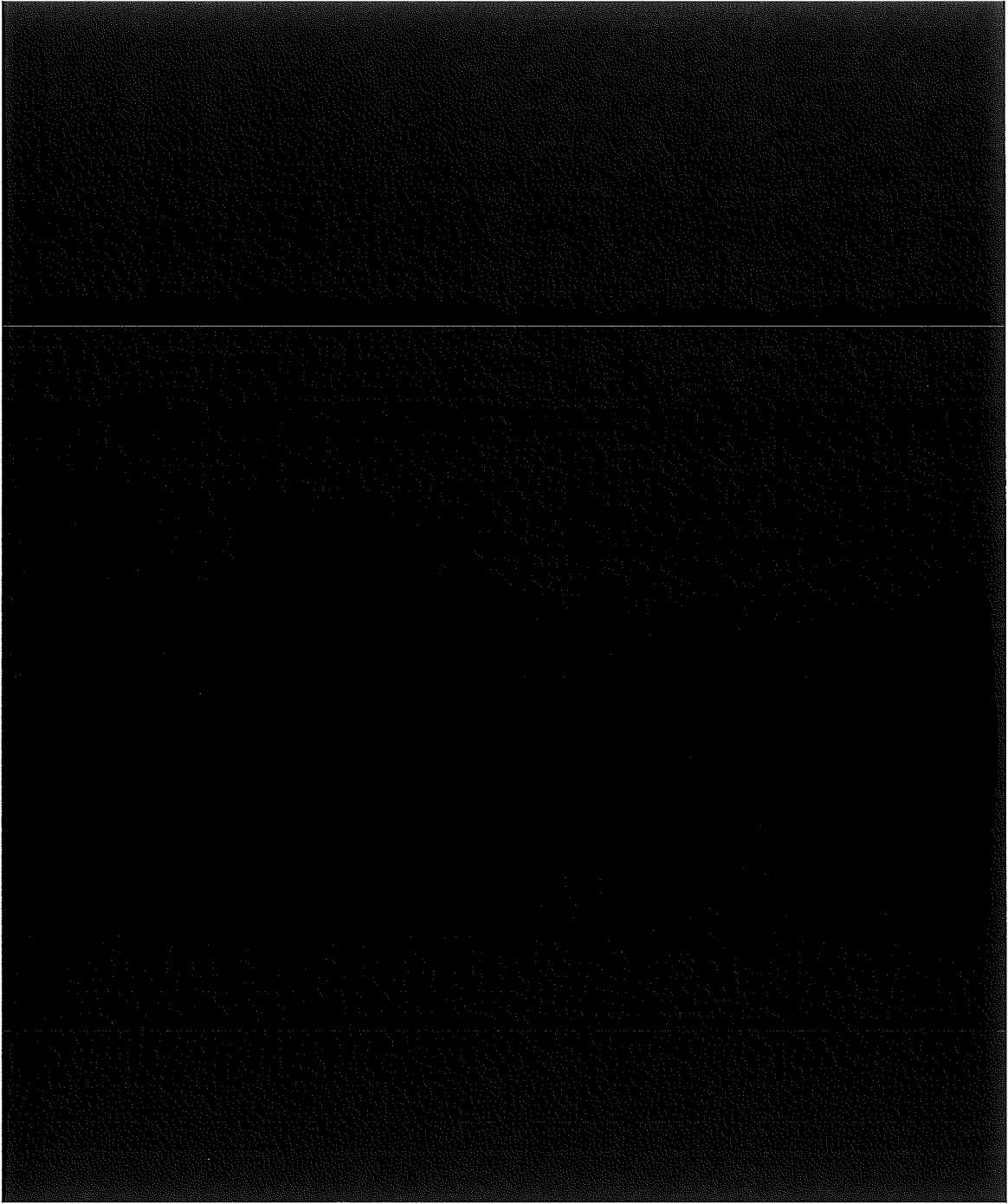
(イ)-第6図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 型輸送容器、輸送荷姿図



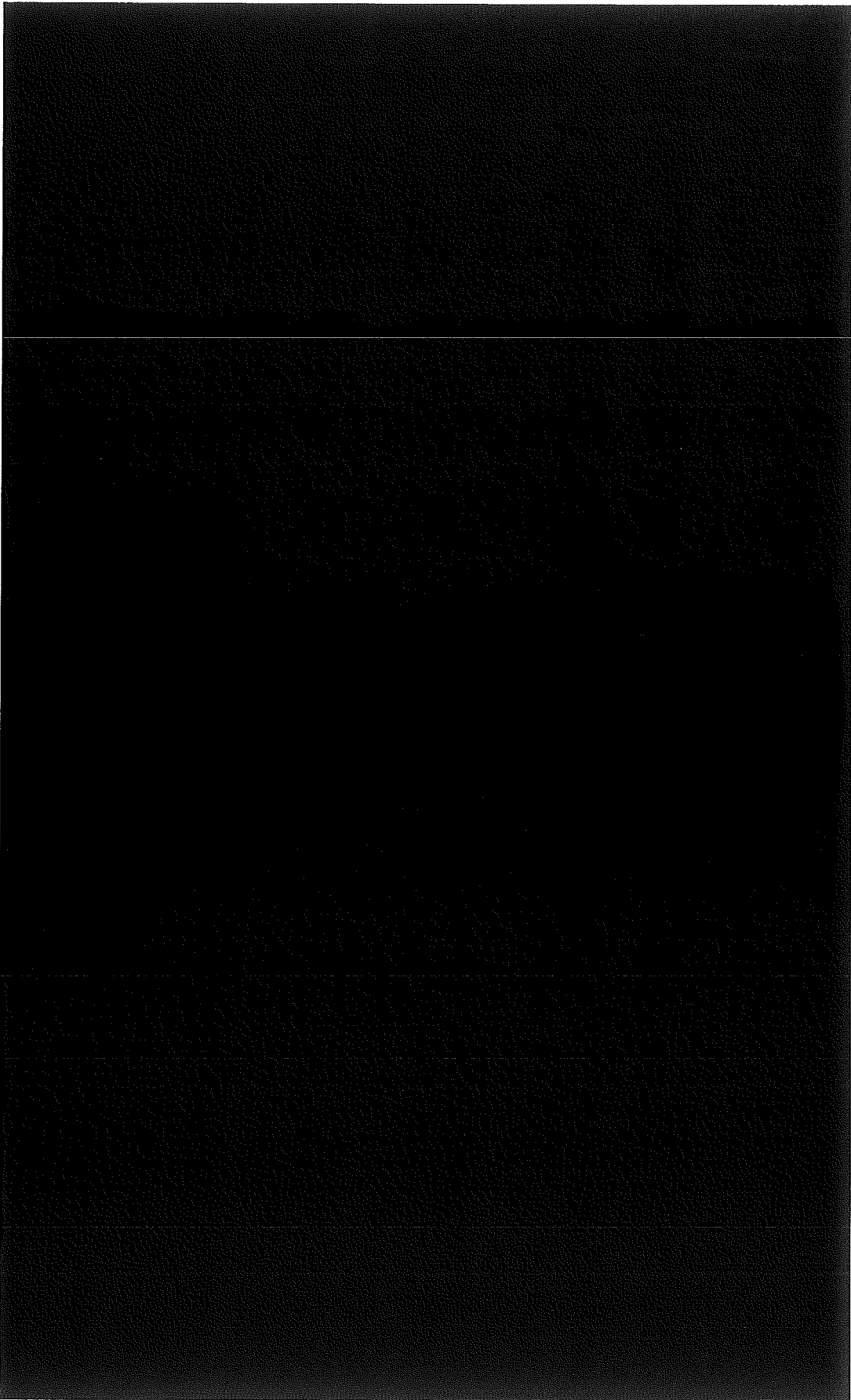
(イ) - 第 7 図 密封内容器 密封境界



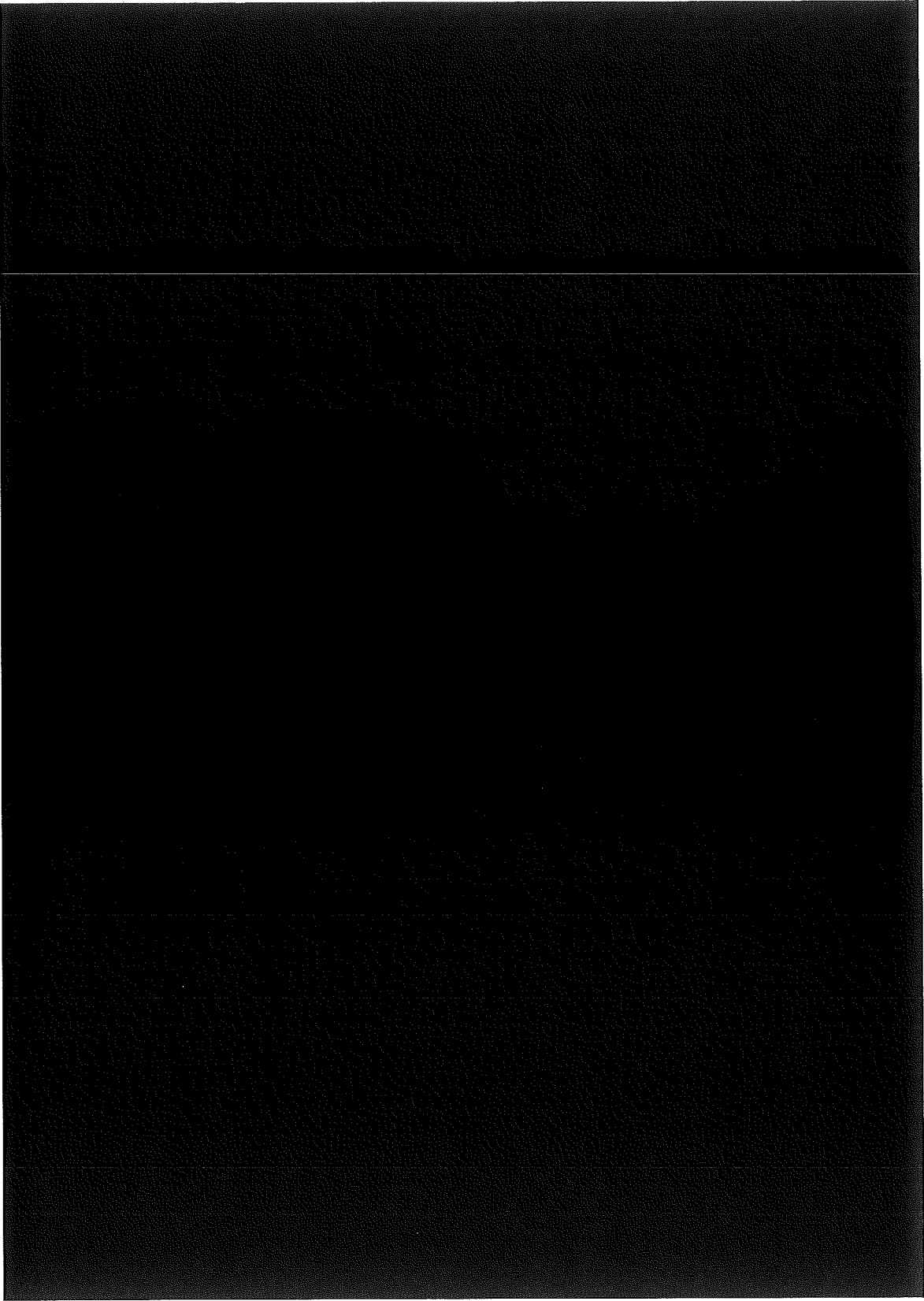
(イ) - 第 8 図 密封容器 密封境界



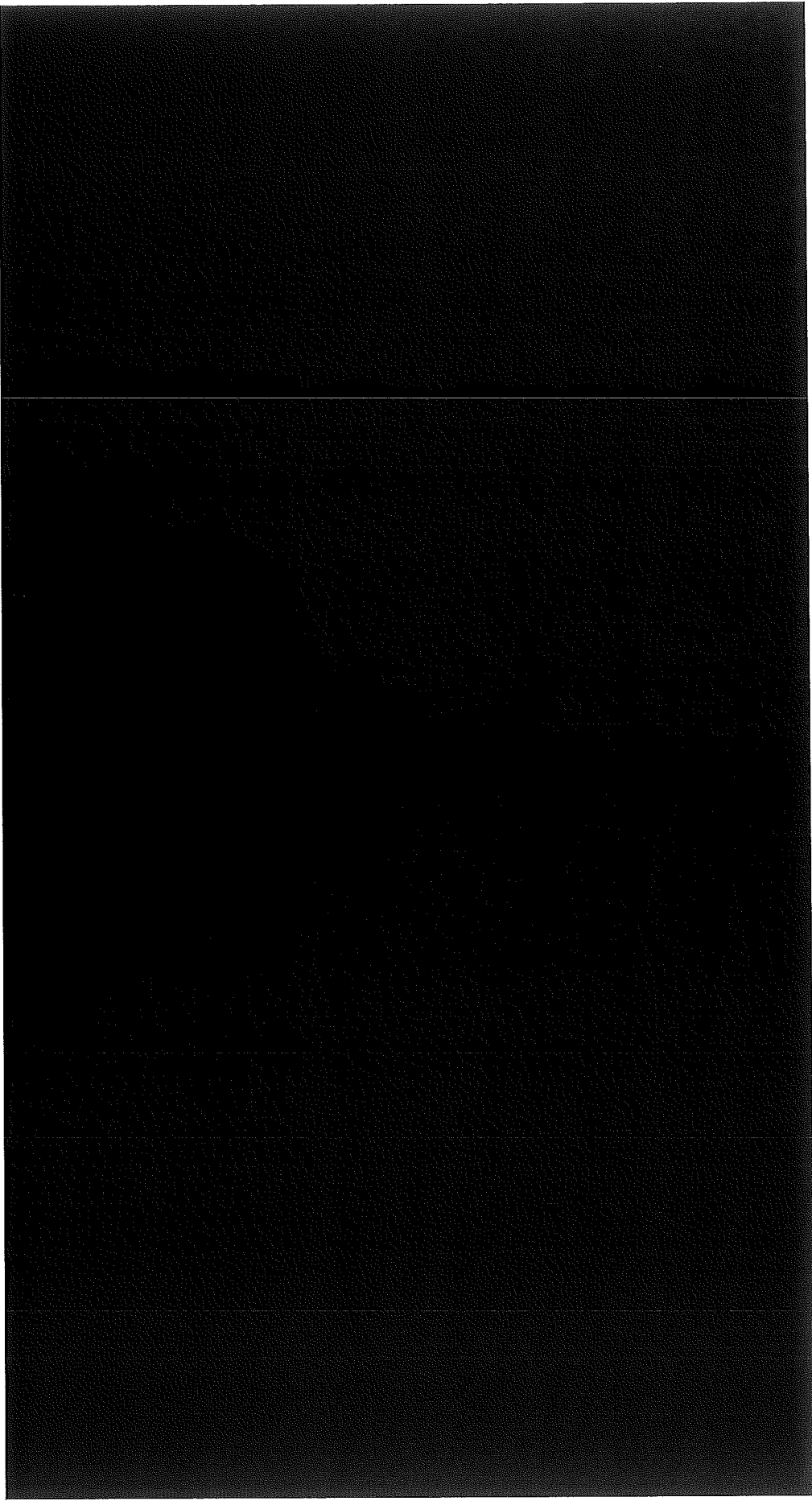
(イ) - 第 9 図 格納容器 密封境界



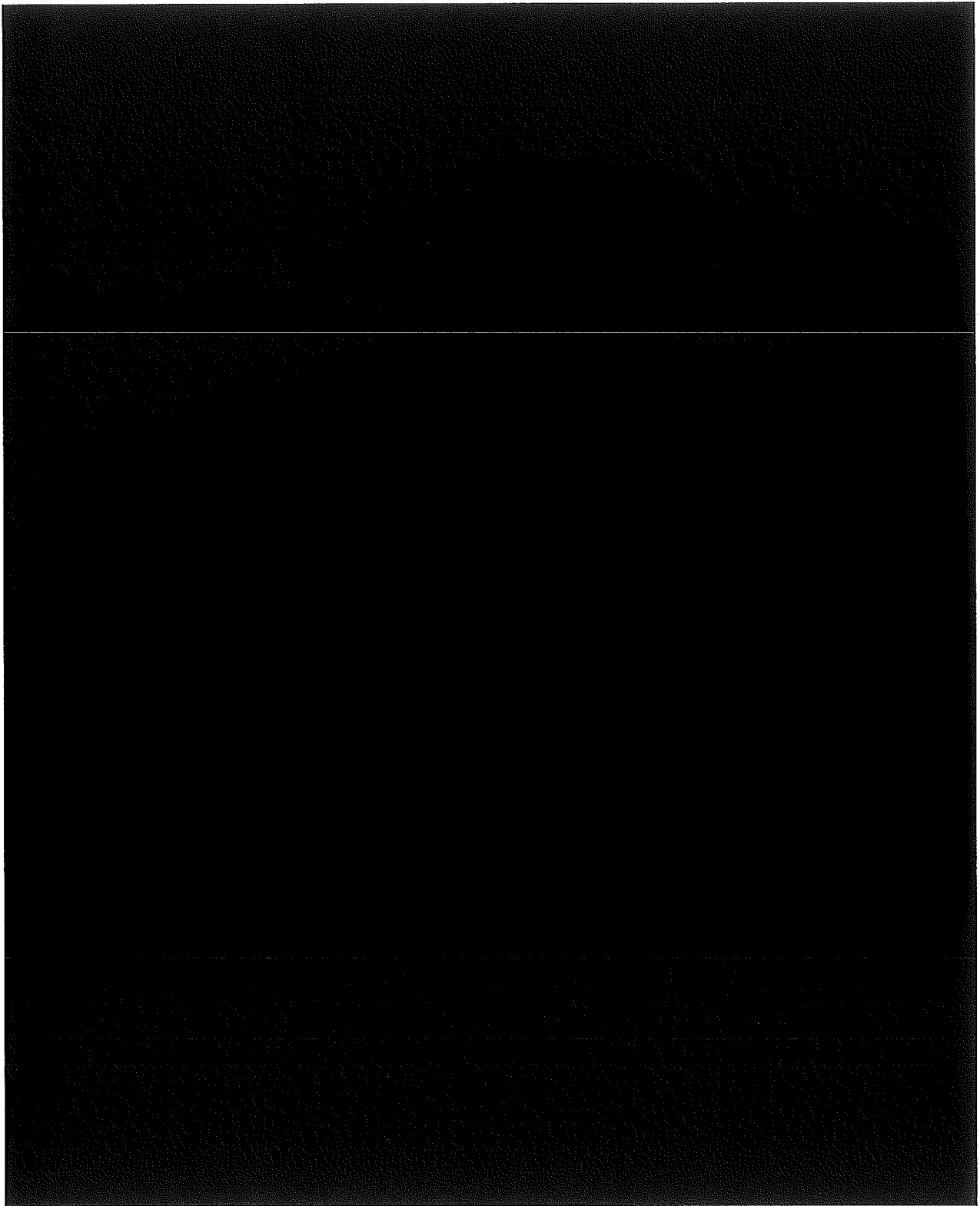
(イ) 第二 10 図 密封内容器



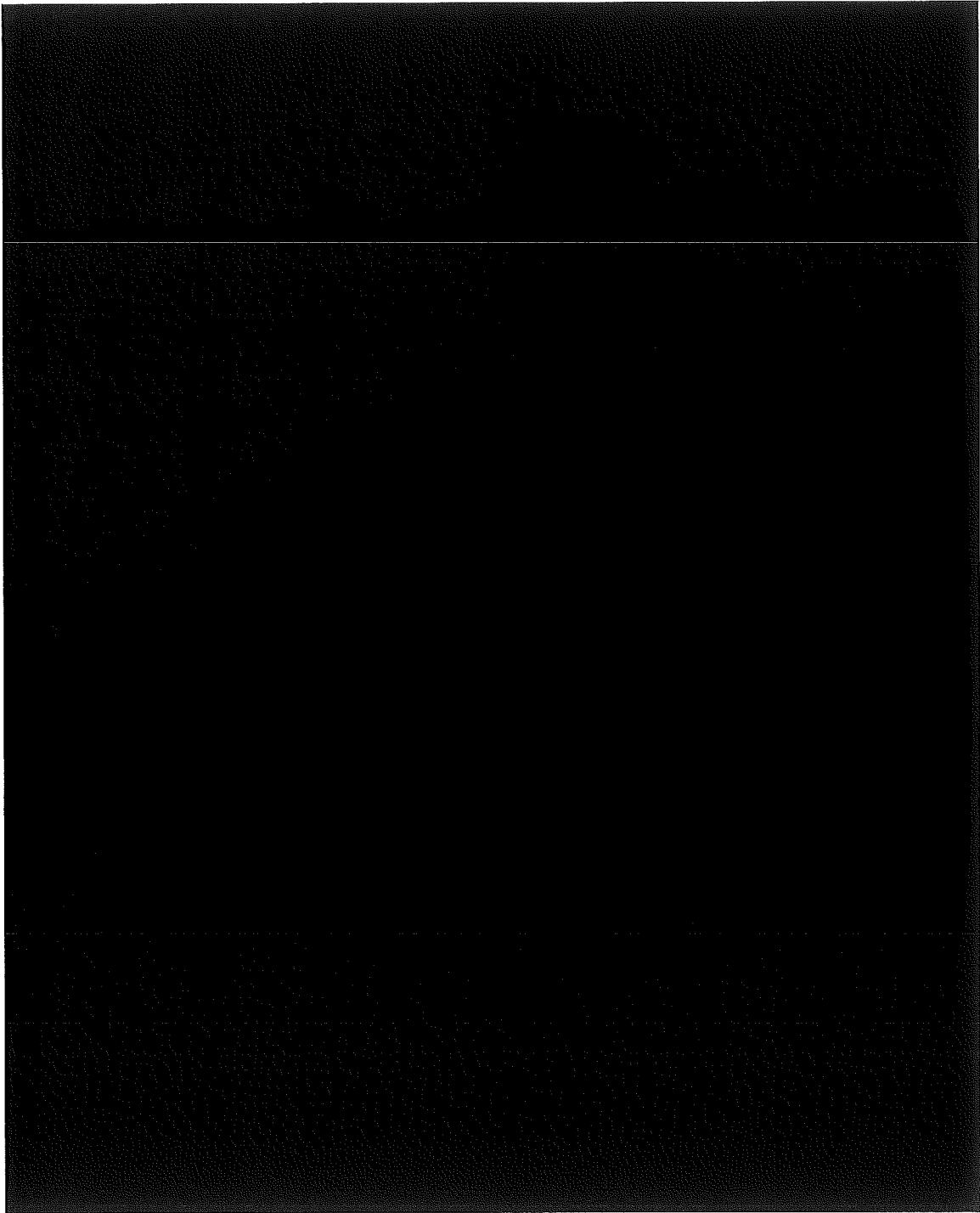
(イ)-第11図 密封容器



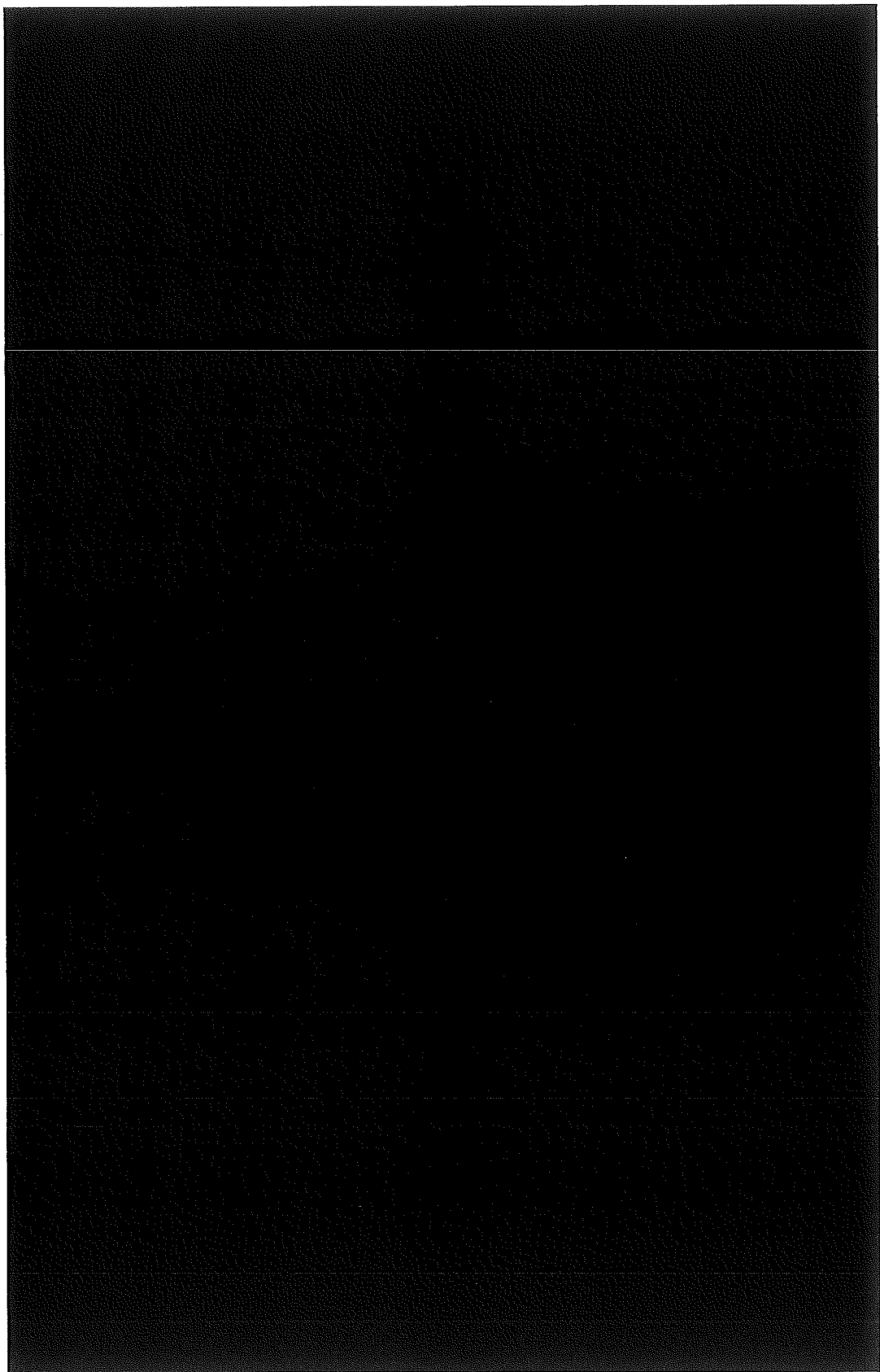
(イ)ー第 12 図 密封容器 漏えい試験用カプラ



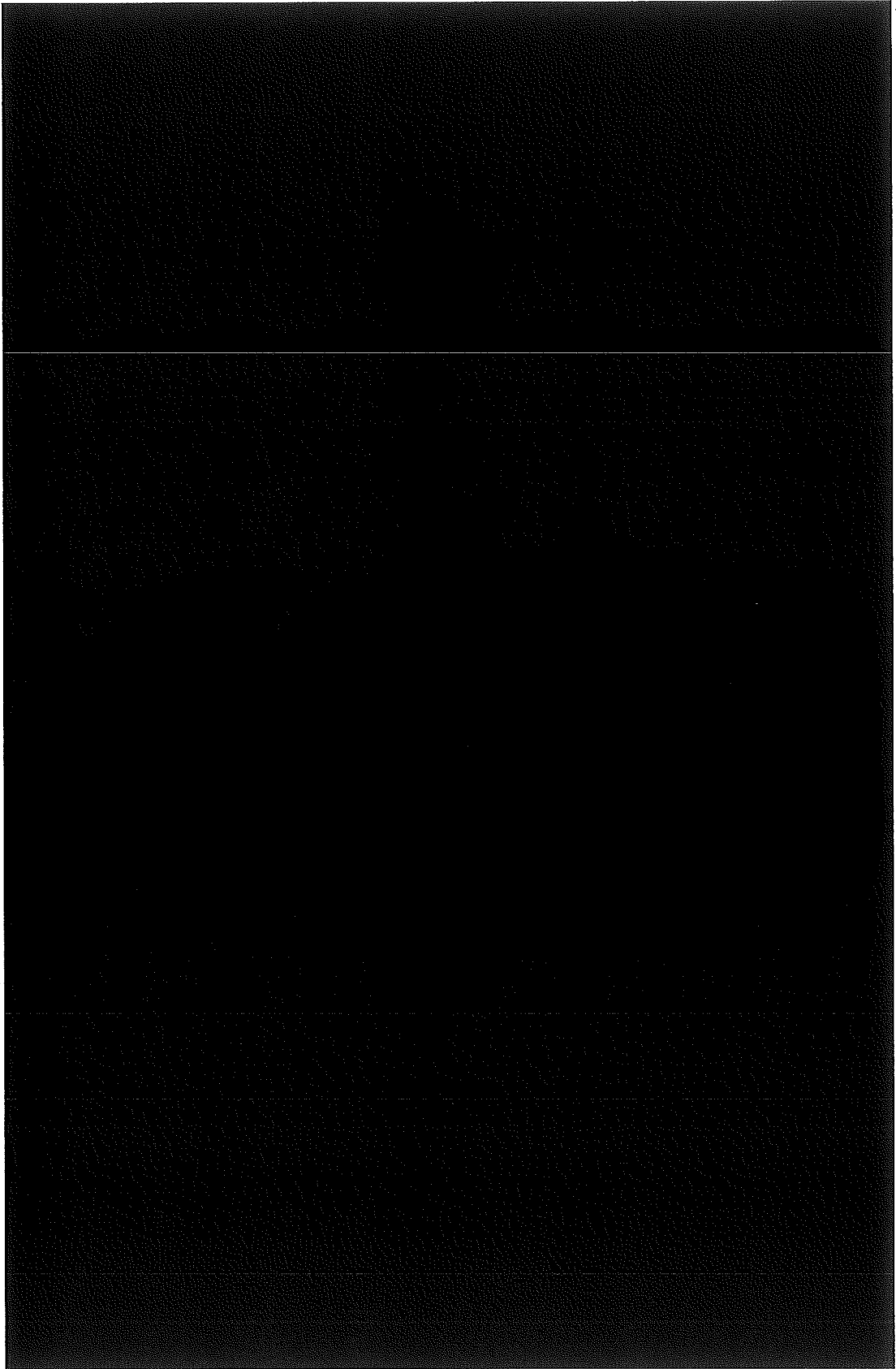
(イ)-第 13 図 密封容器 蓋開閉装置



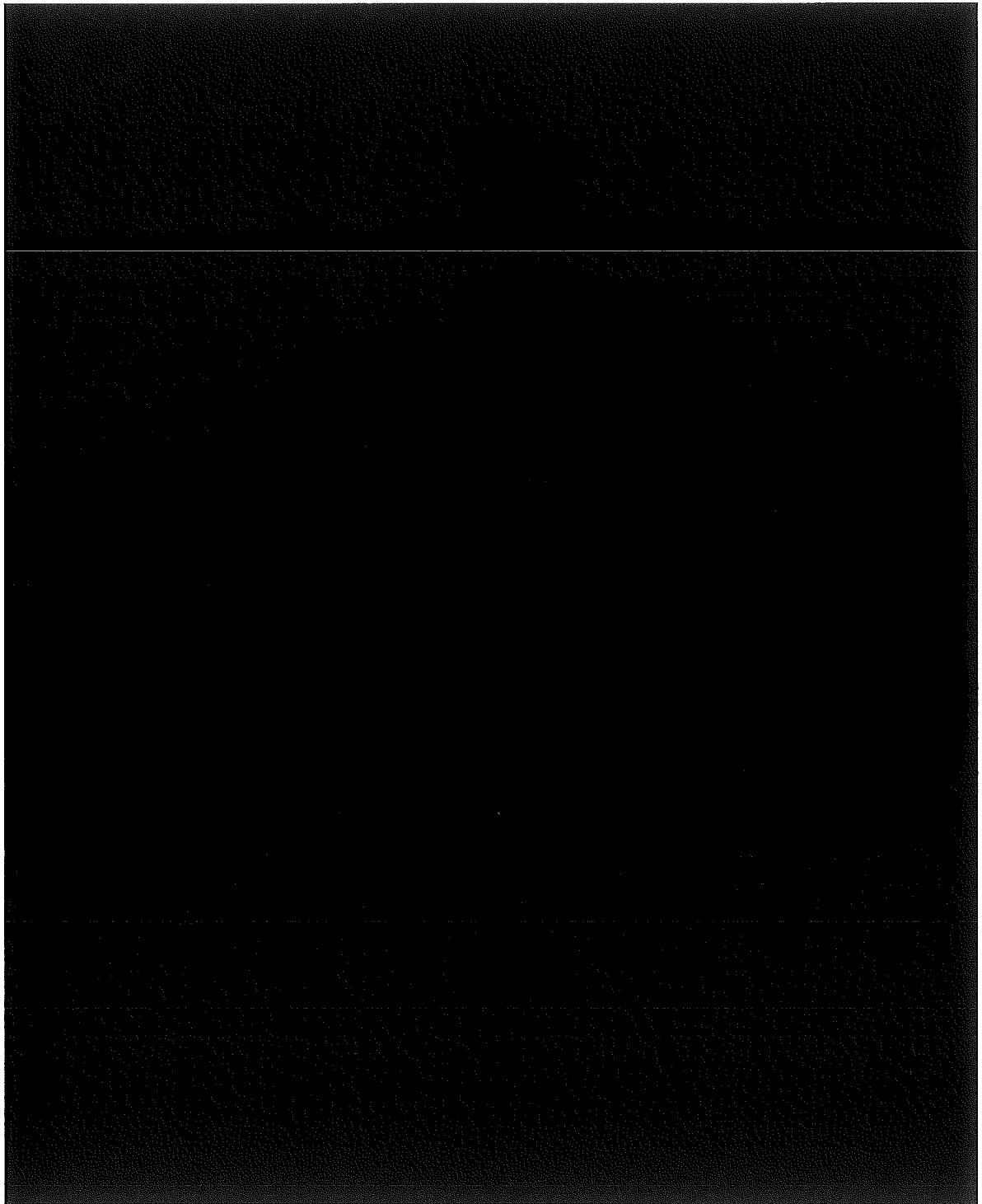
(イ) - 第 14 図 密封容器 吊具



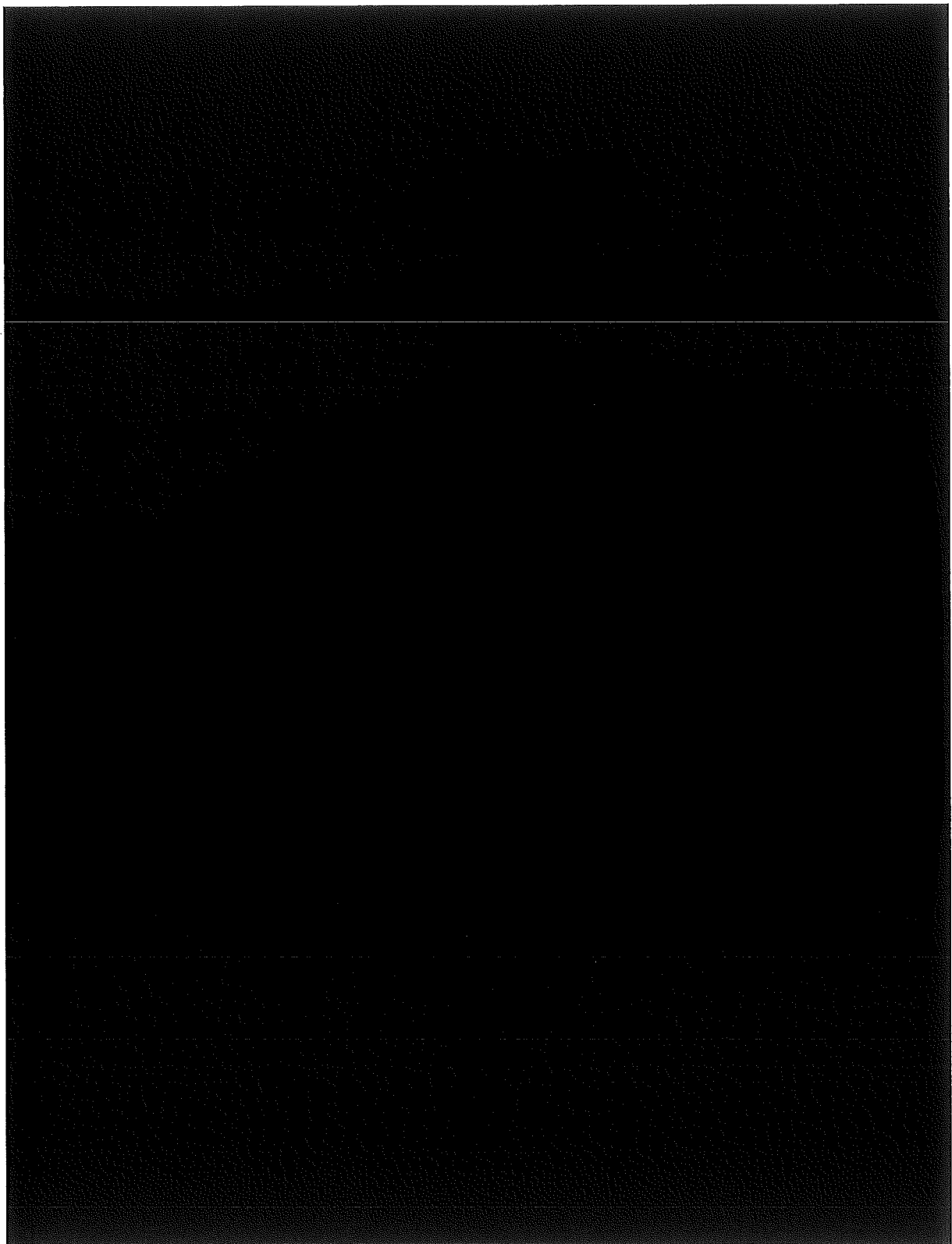
(イ) - 第 15 図 格納容器断面 (その 1)



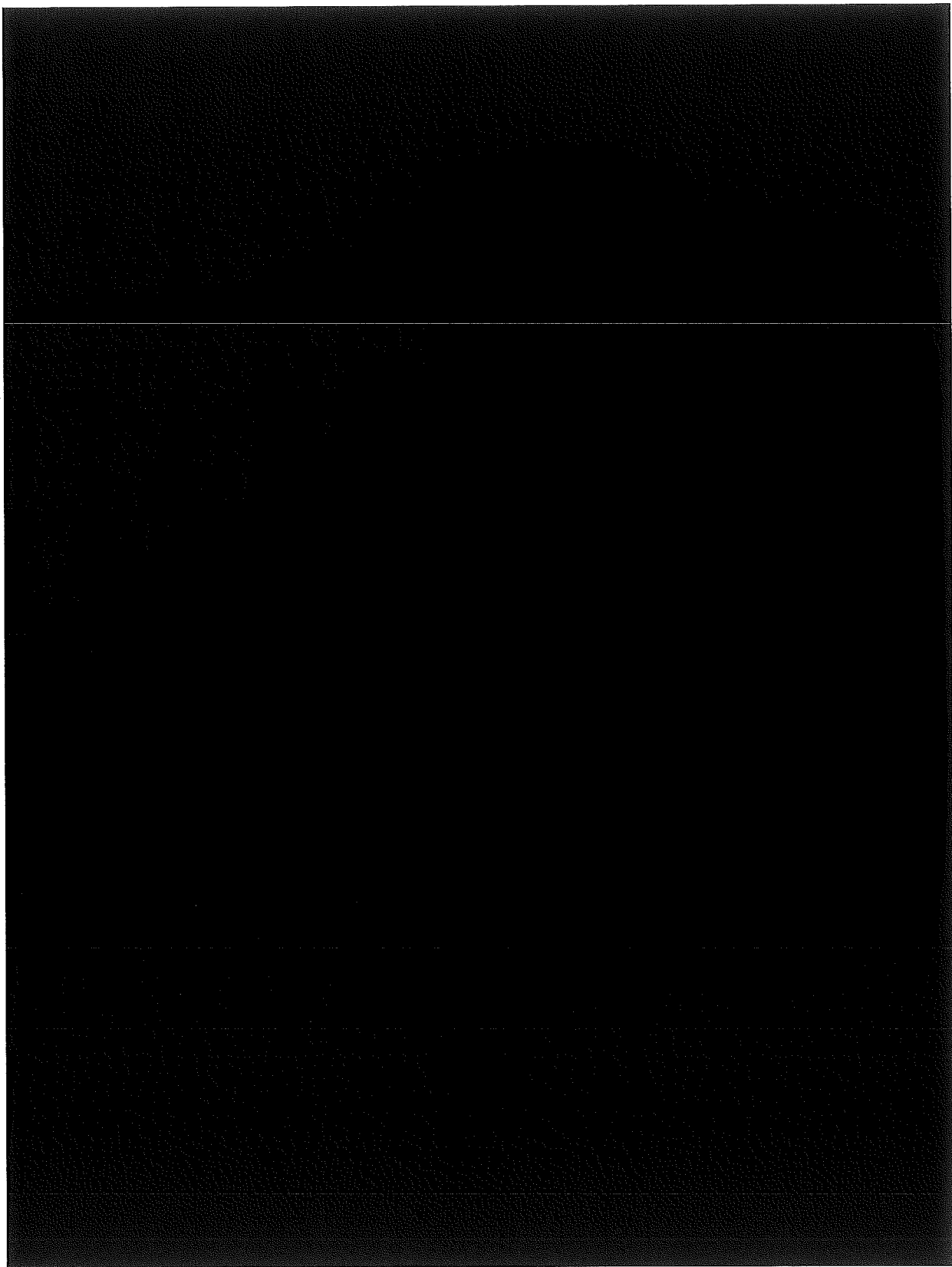
(イ) - 第 16 図 格納容器断面 (その 2)



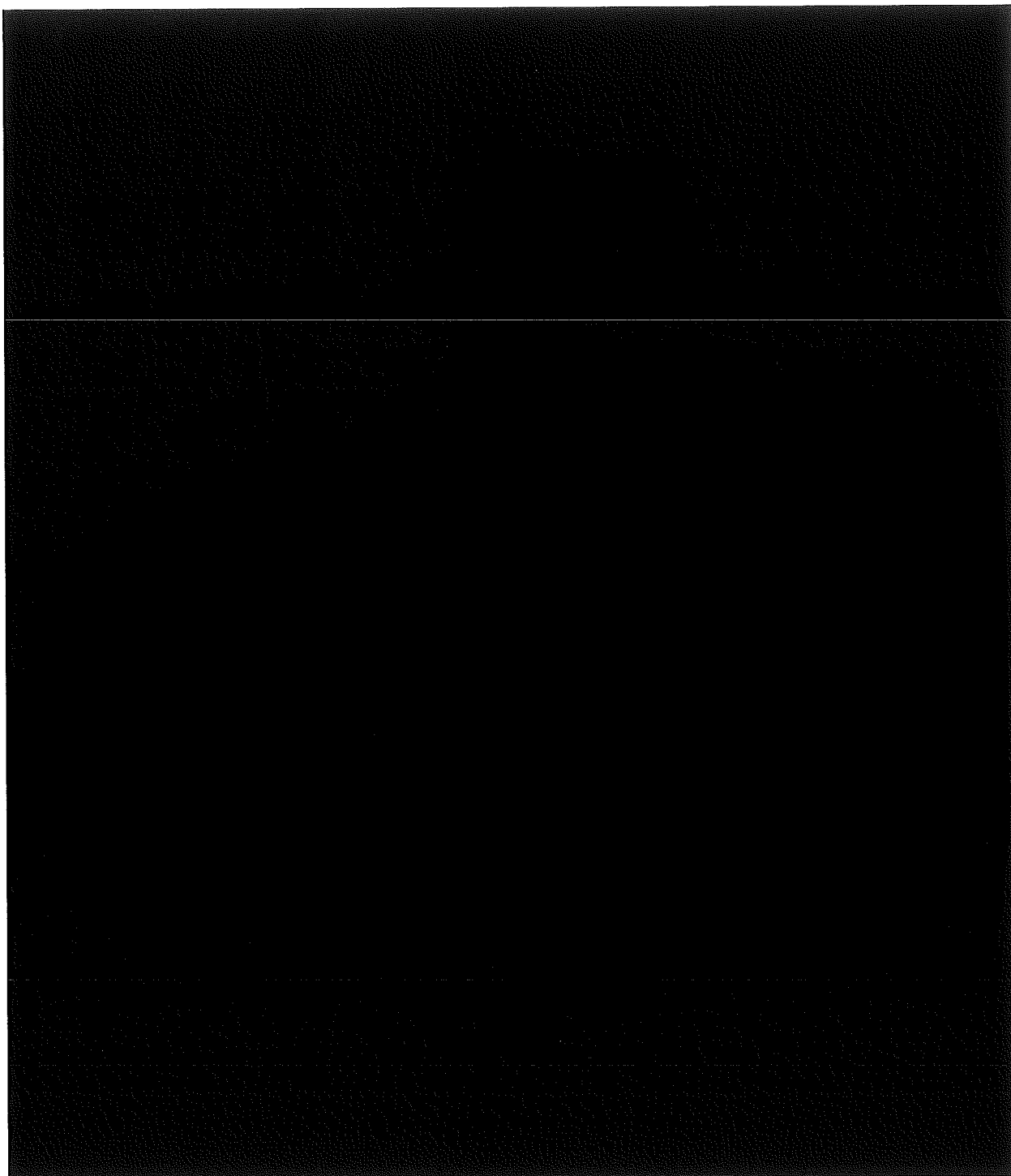
(イ) - 第 17 図 上部蓋



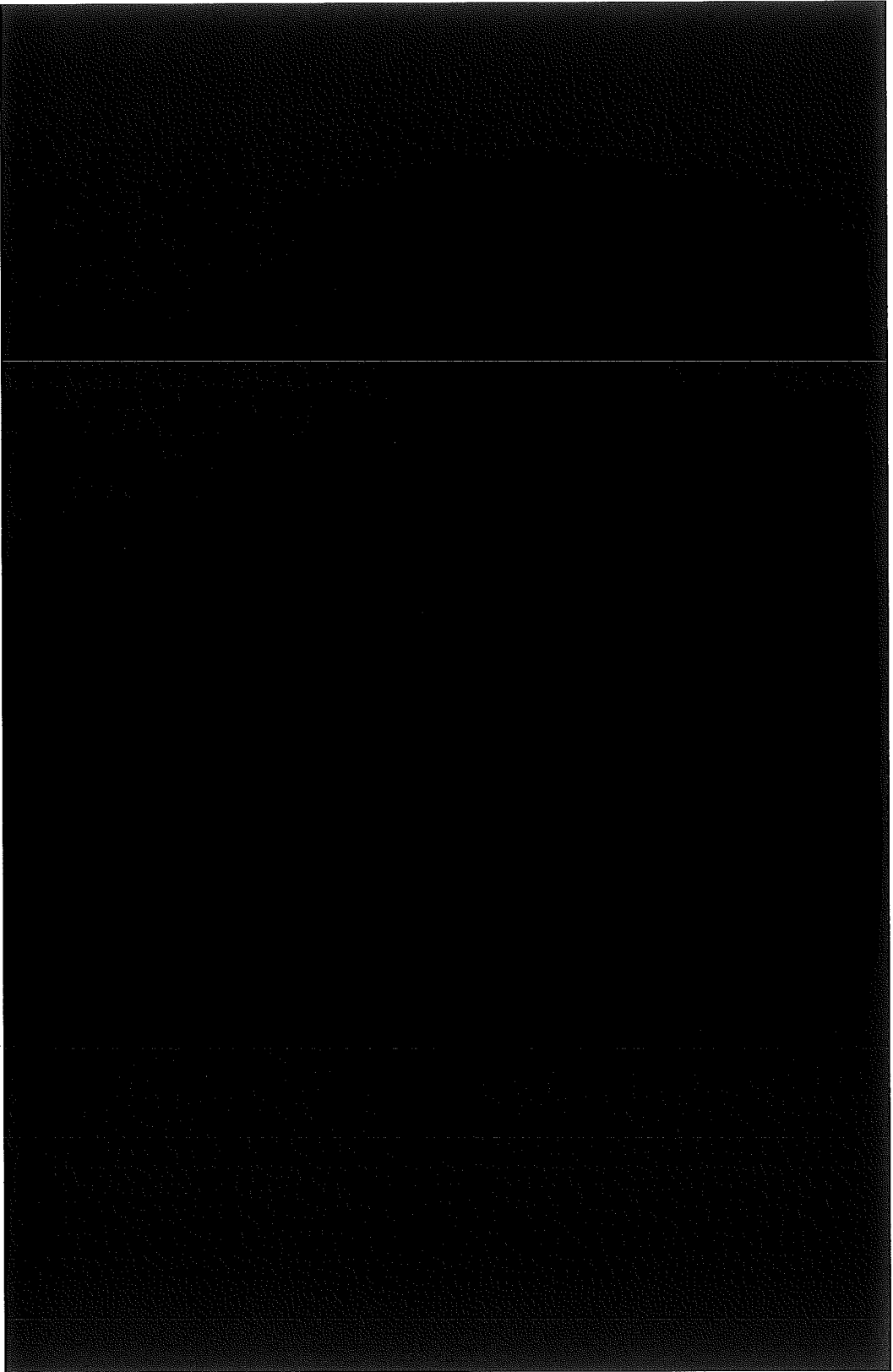
(イ) - 第 18 図 シャッタードア



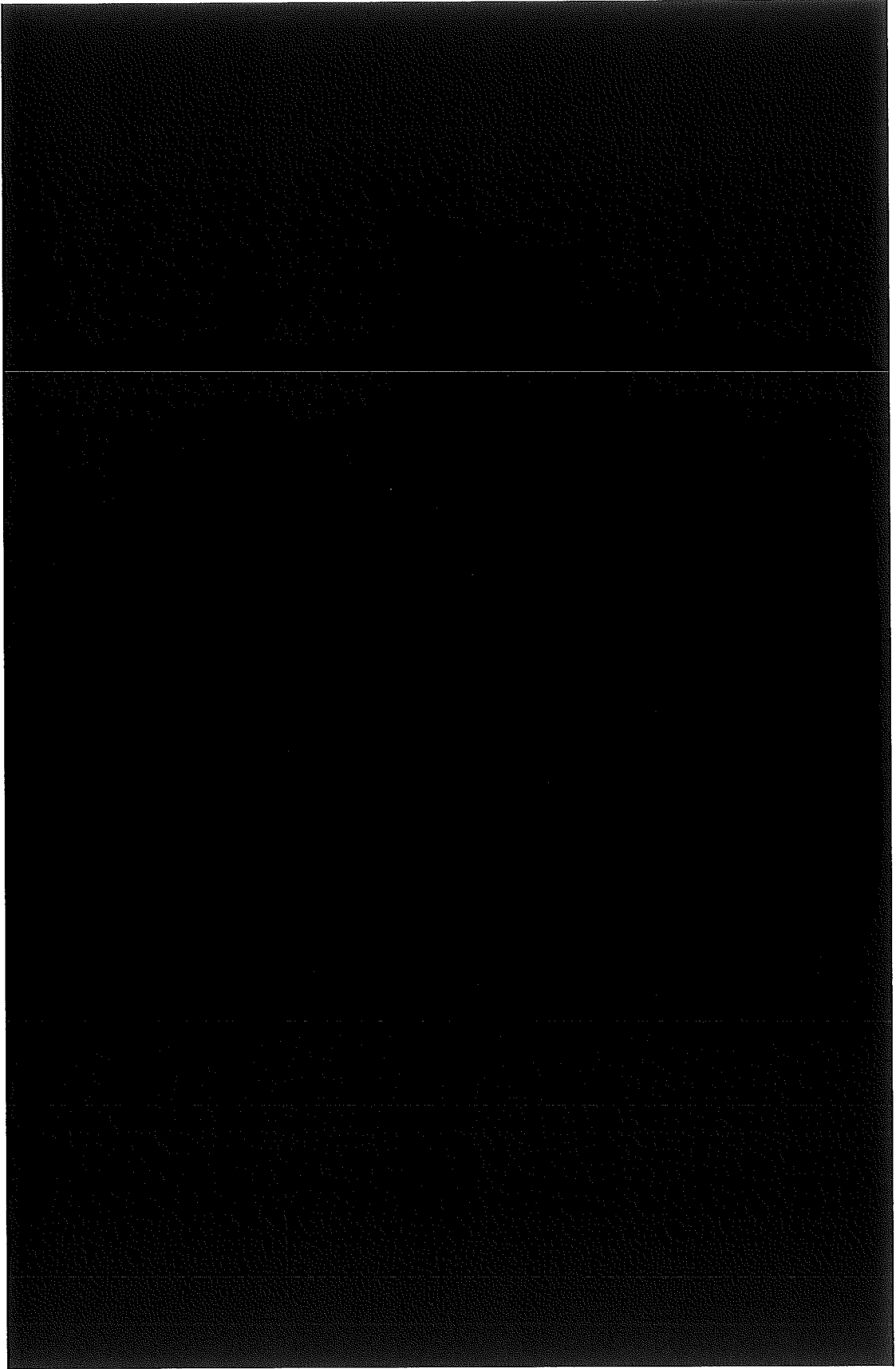
(イ) - 第 19 図 格納容器 気密漏えい試験用カプラ取付部



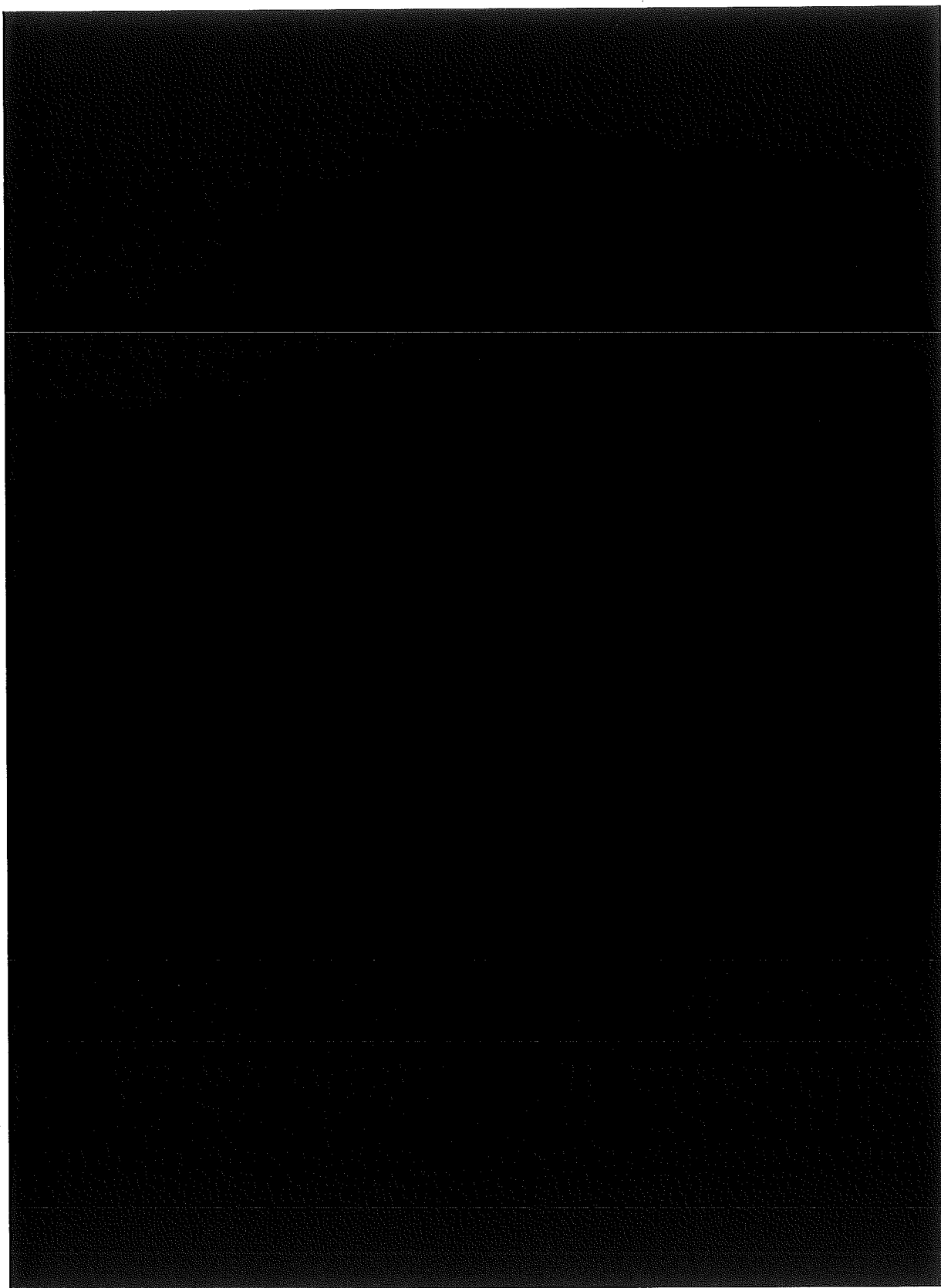
(イ) - 第 20 図 底部密封カバー、密封境界



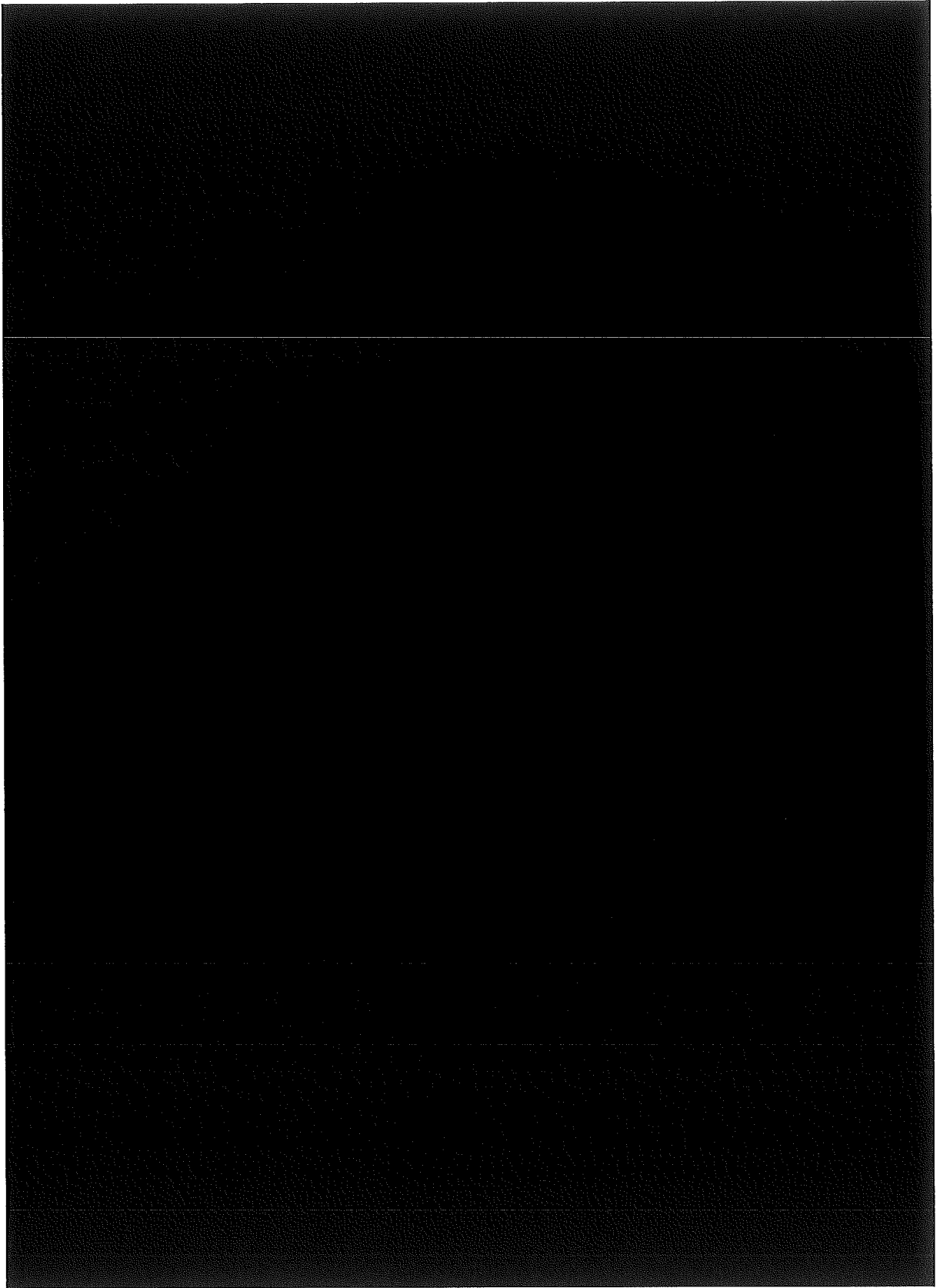
(イ) - 第 21 図 トラニオン



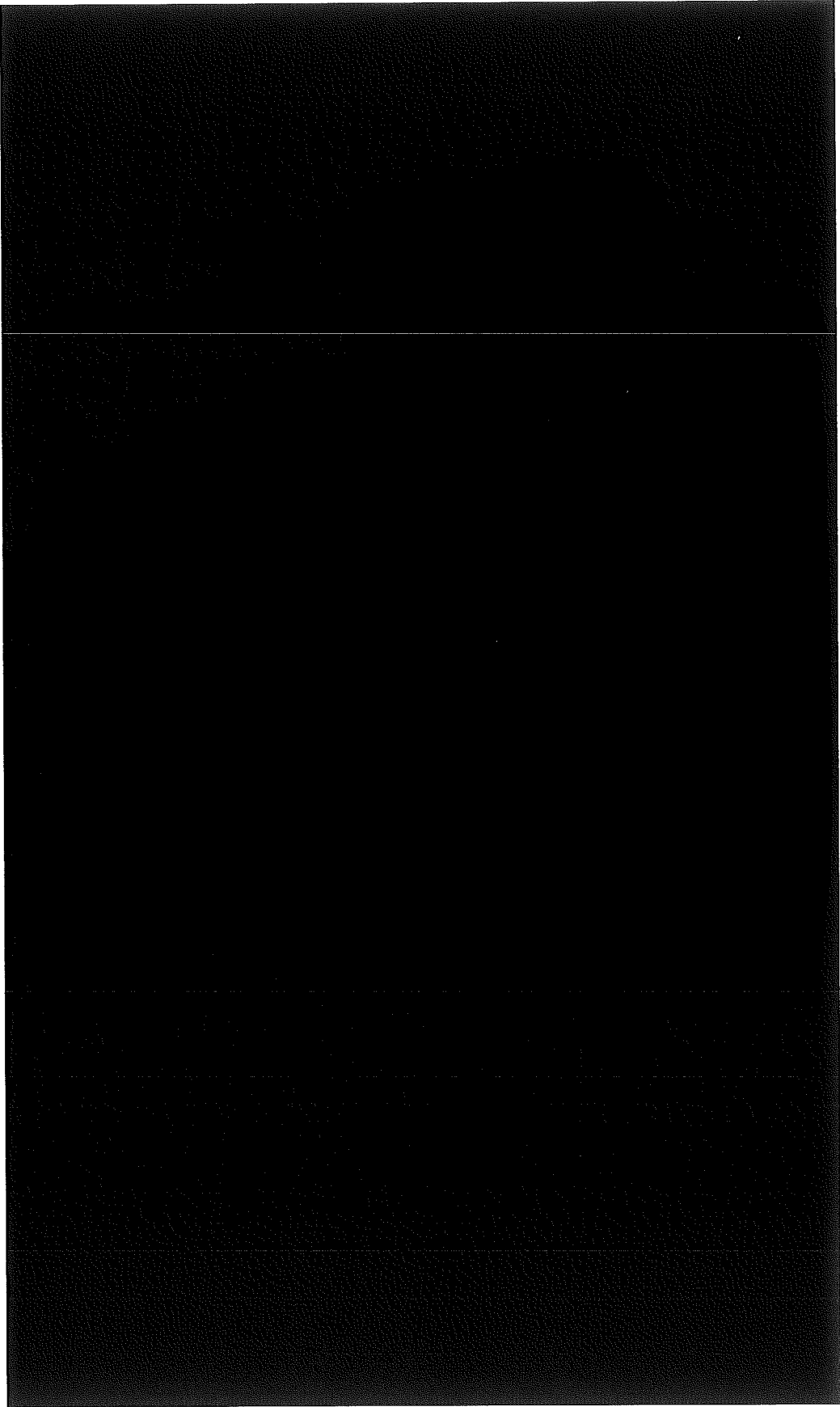
(イ) - 第 22 図 卷上装置



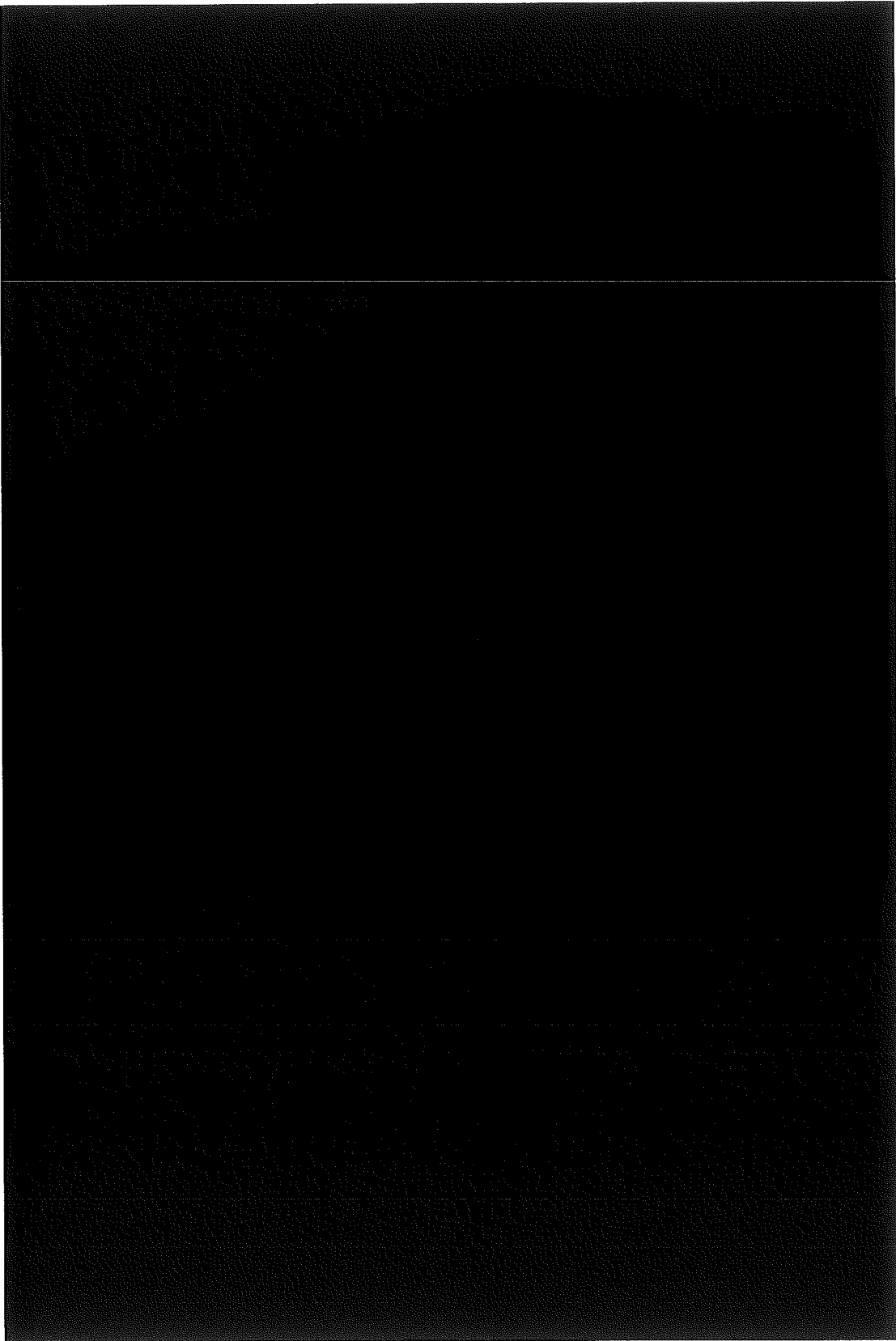
(イ) - 第 23 図 上部緩衝体



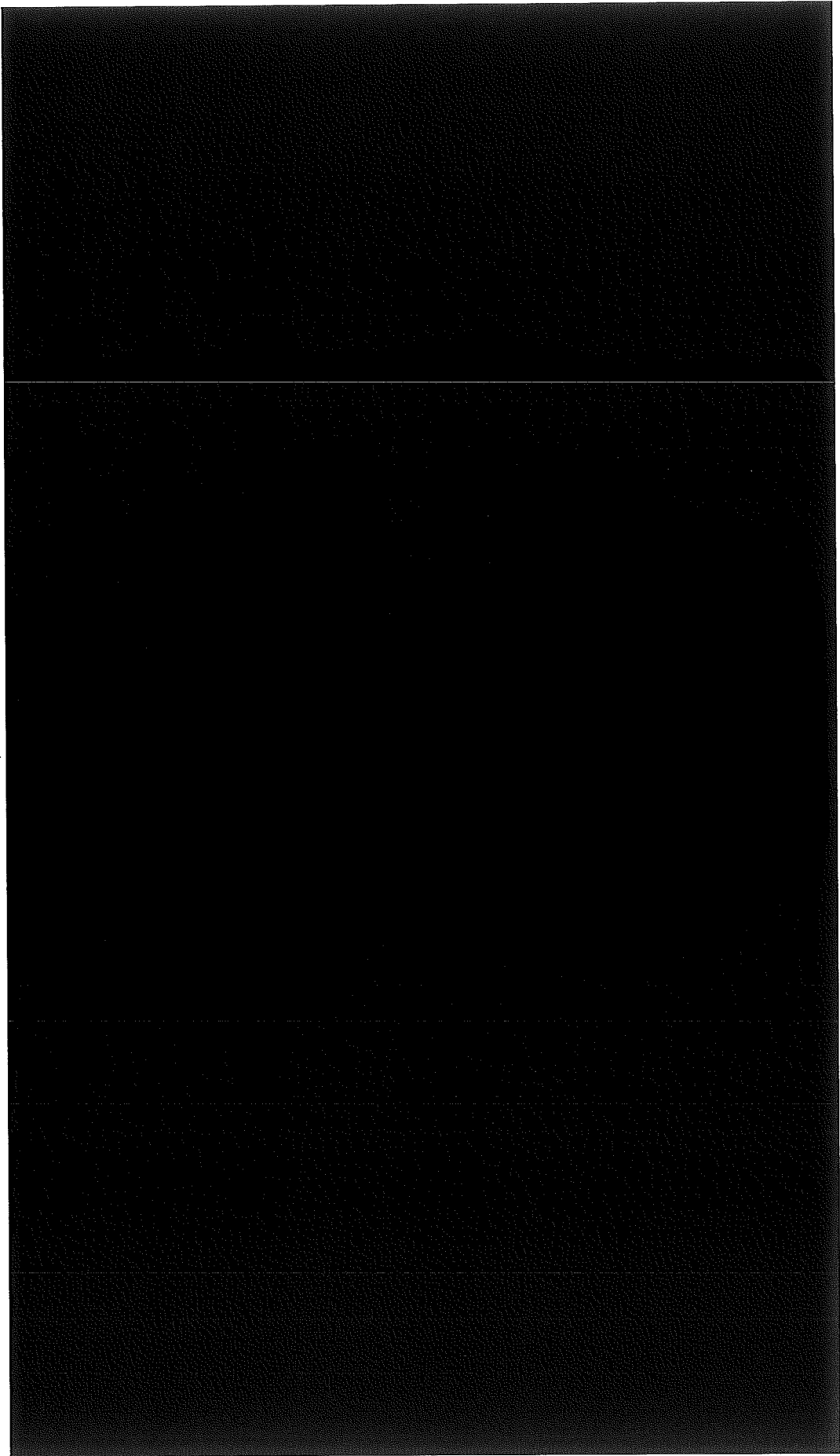
(イ) - 第 24 図 底部緩衝体



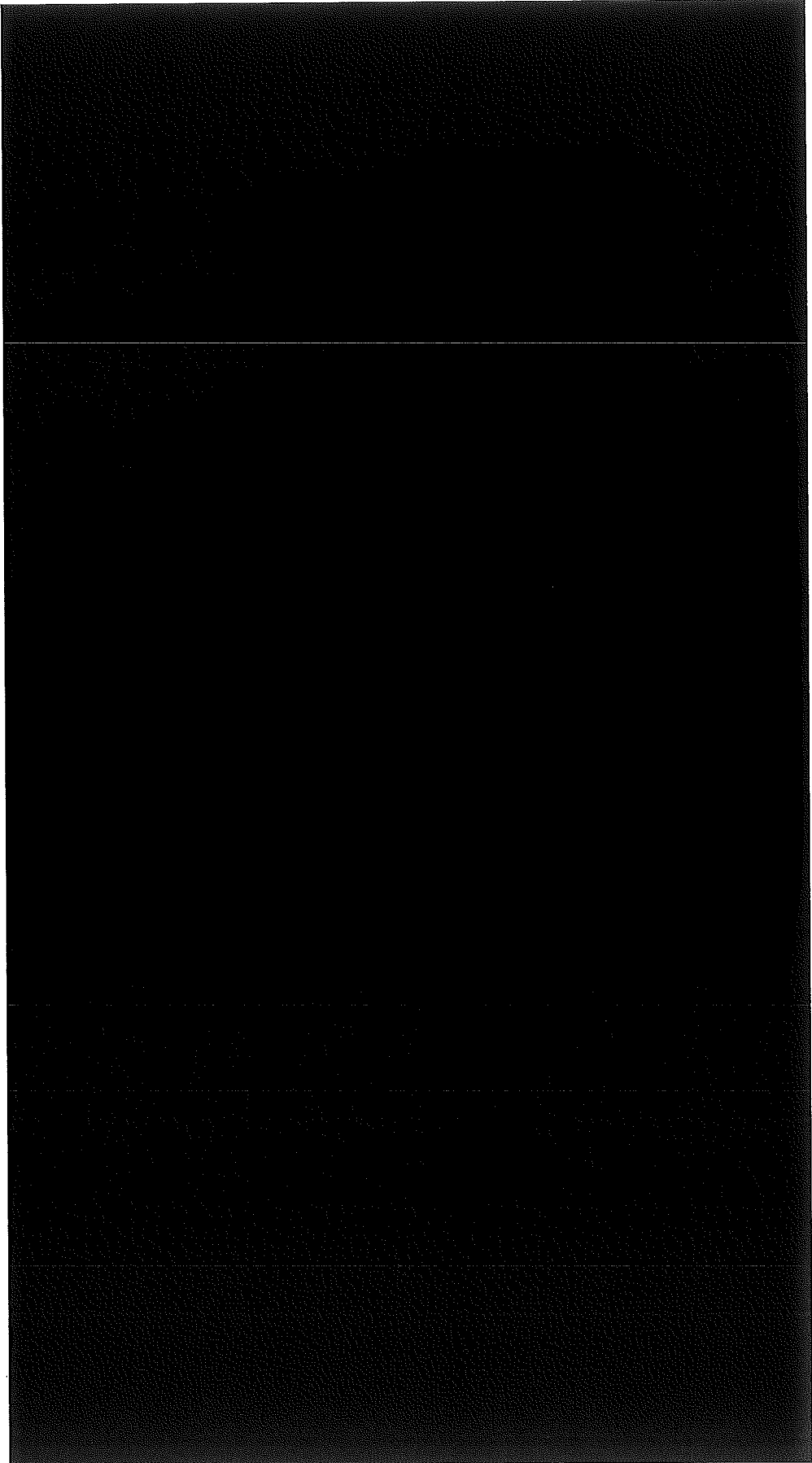
(イ)ー第 25 図 試料スペーサ (A)



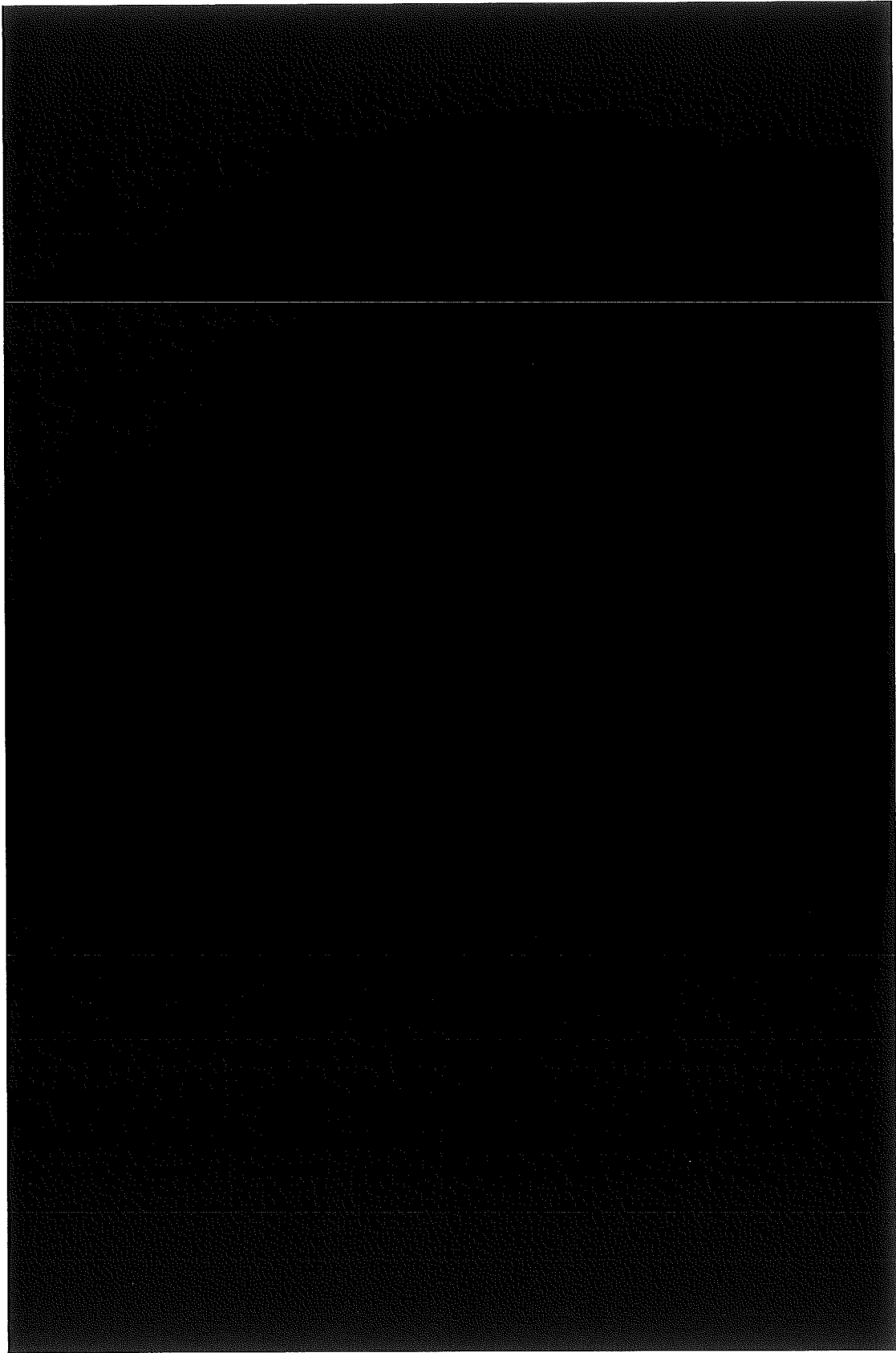
(イ) 第一第 26 図 試料スペーサ (B)



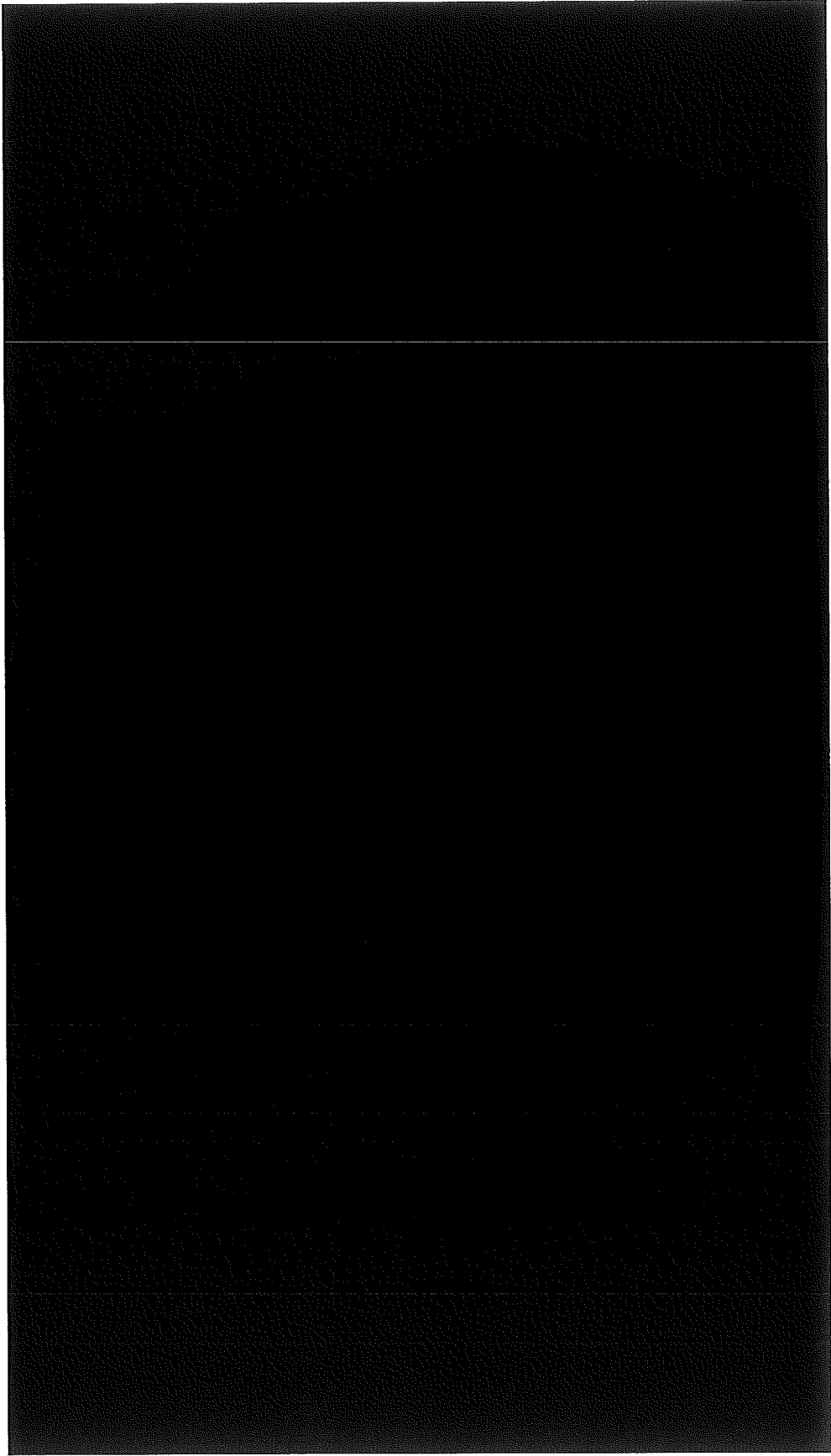
(イ) 第 27 図 試料スペース (A) (密封容器内収納状態)



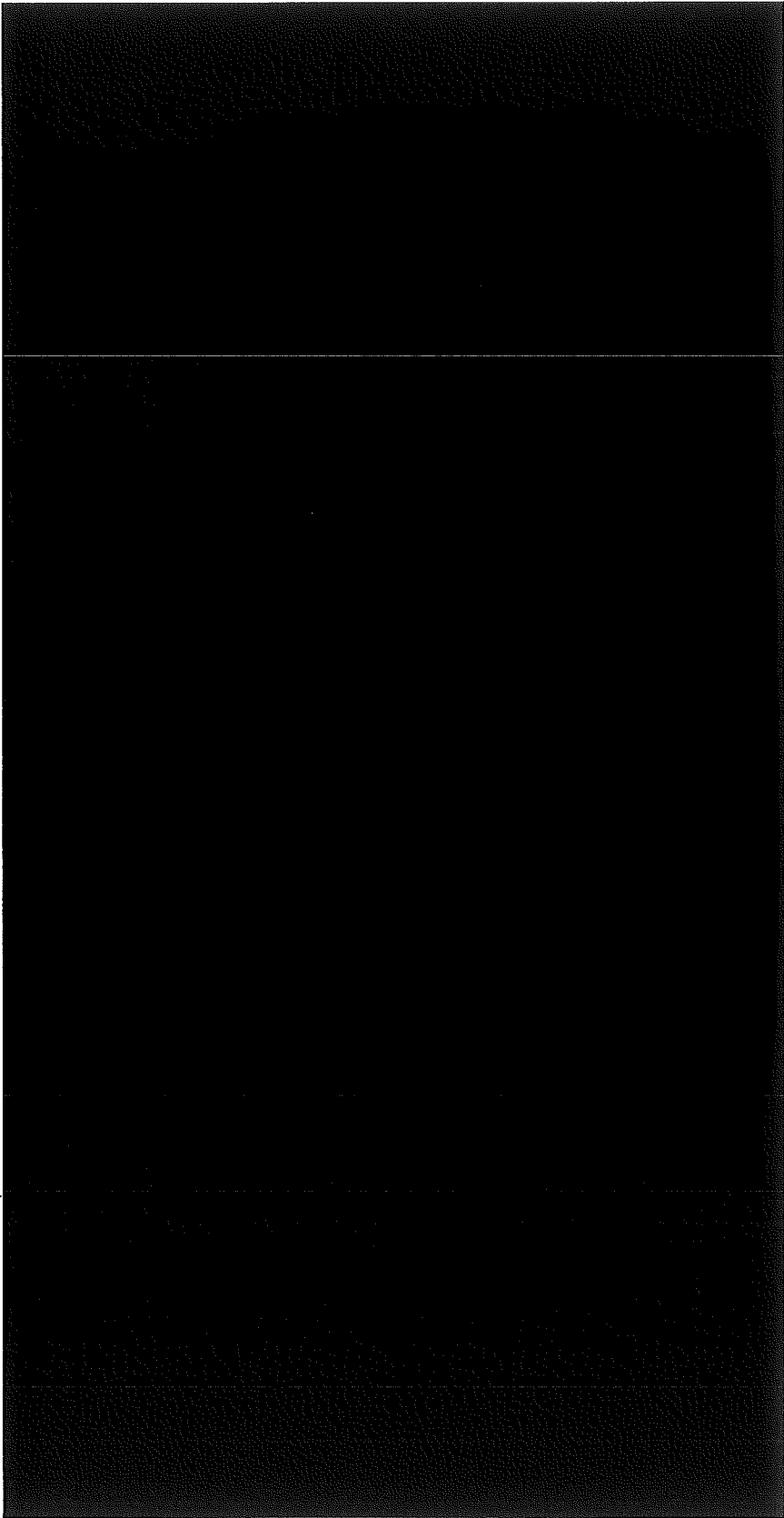
(イ)一第28図 試料スペーサ (B) (密封容器内収納状態)



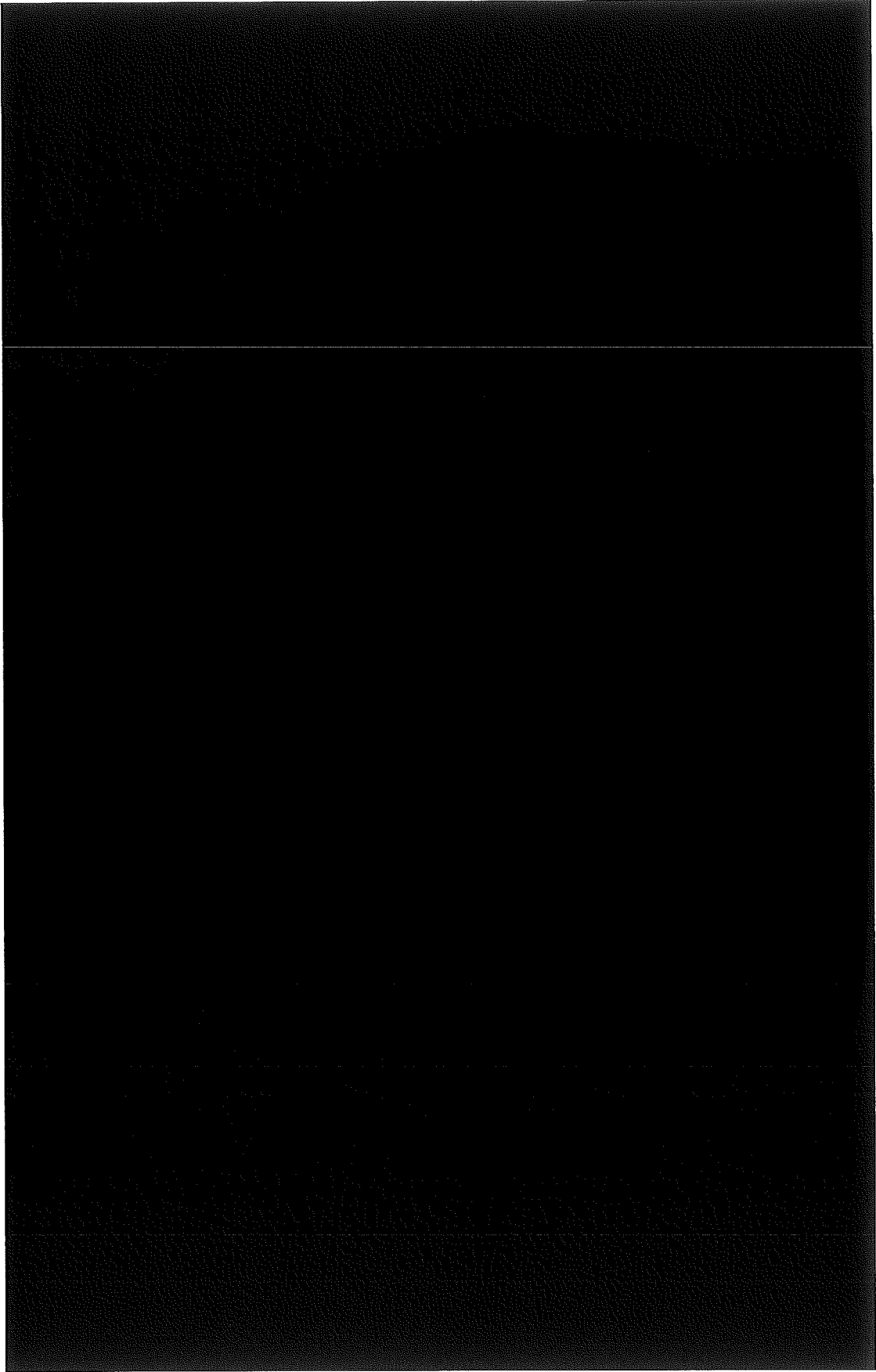
(イ) 第一 29 図 試料容器 (A)



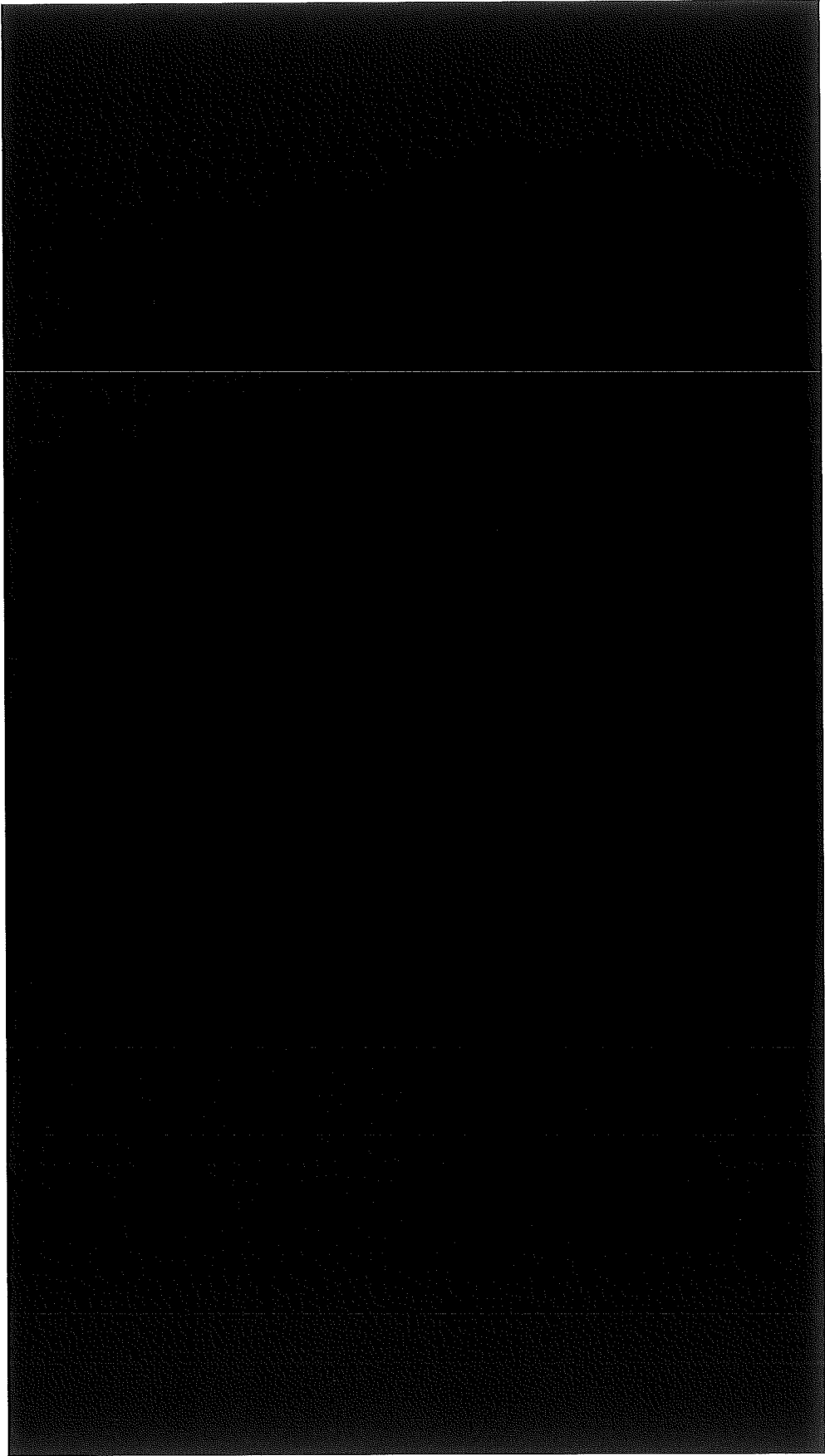
(イ) 第一 30 図 試料容器 (C)



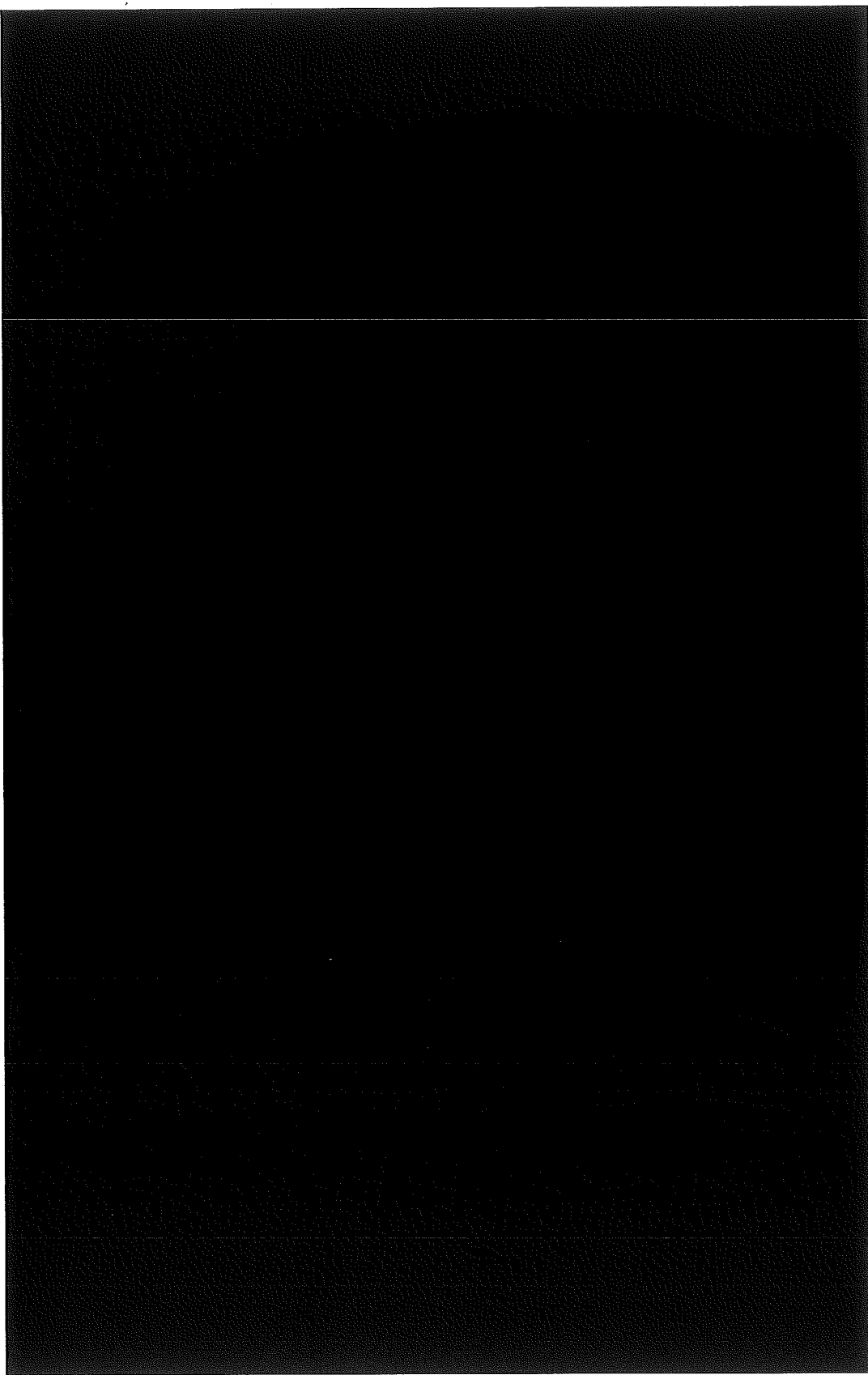
(イ)-第31図 試料容器 (A) (密封容器内収納状態)



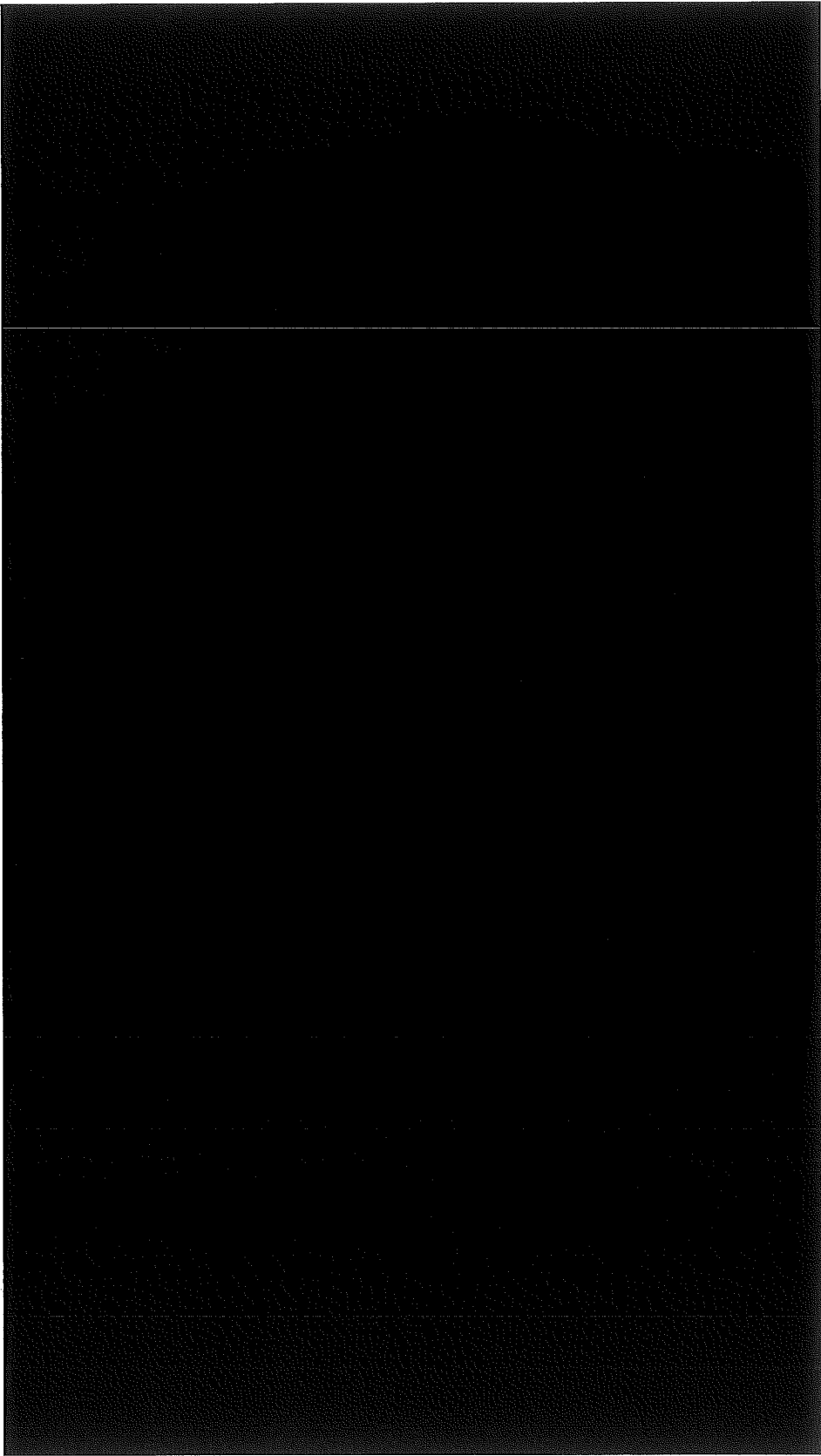
(イ) 第 32 図 架台



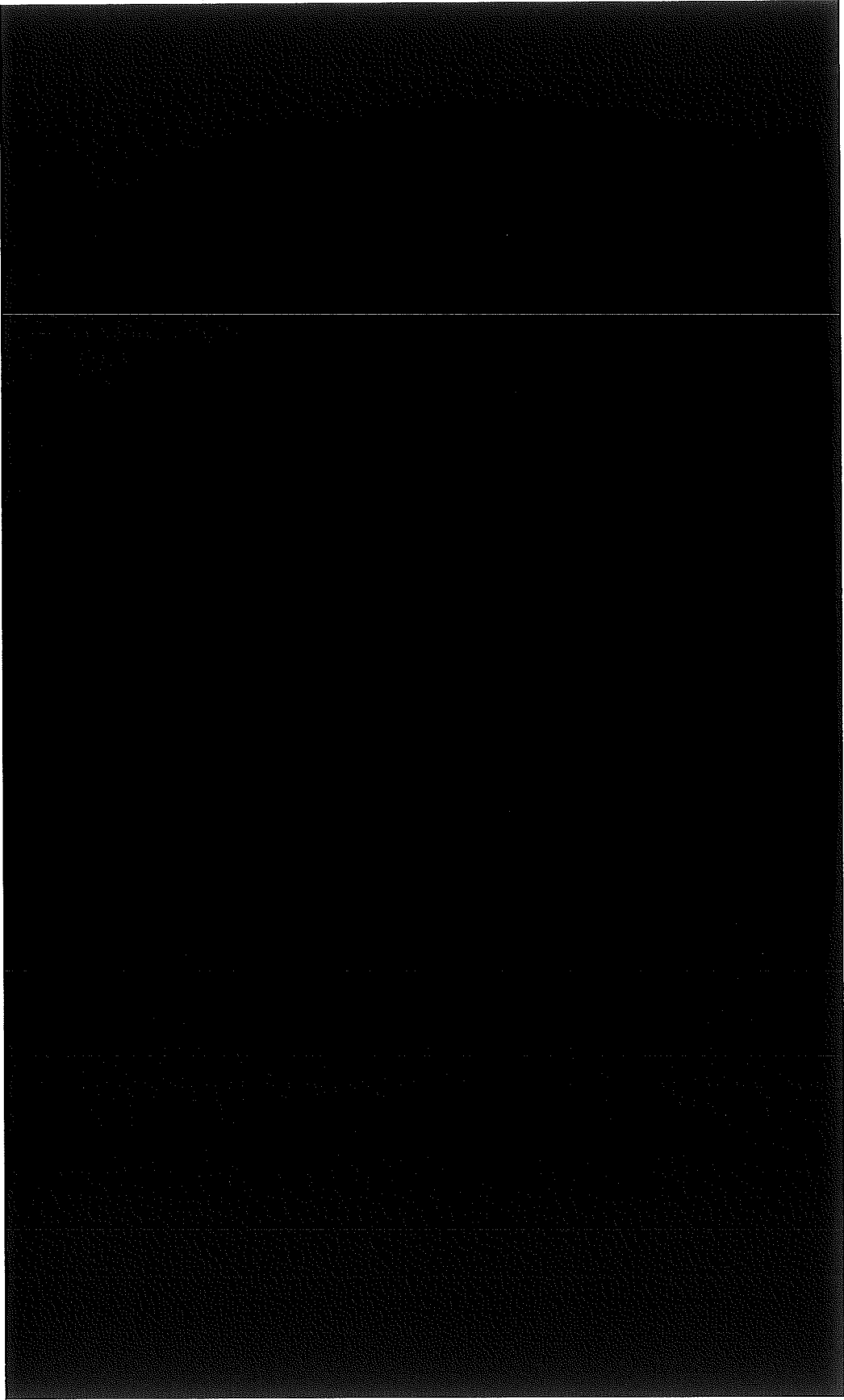
(イ)ー第 33 図 (F1) 形状図 照射済酸化ウラン燃料 (高温ガス炉用被覆粒子燃料)



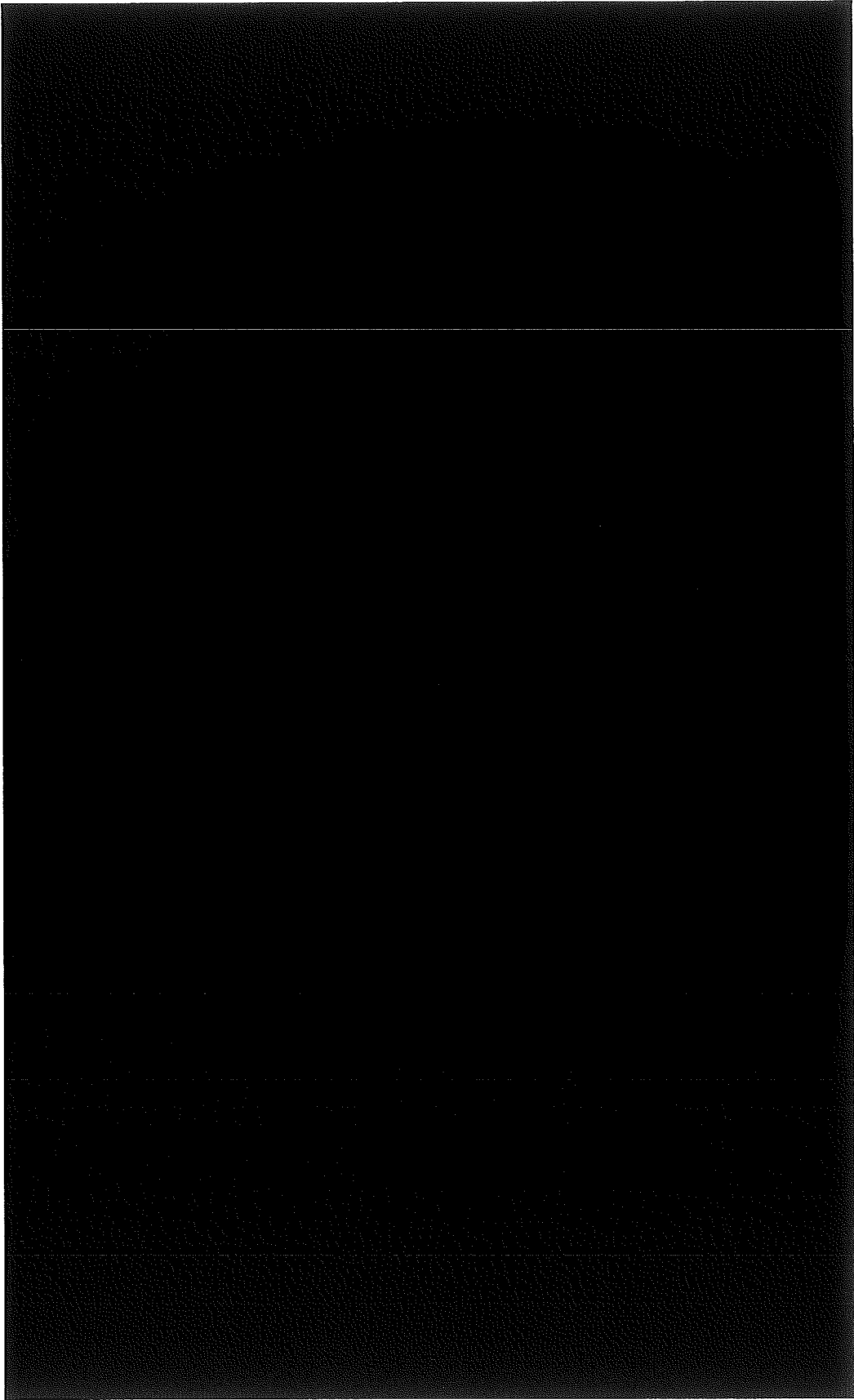
(イ) - 第 34 図 (F2) 形状図 照射済酸化ウラン燃料 (研究用棒状被覆粒子燃料)



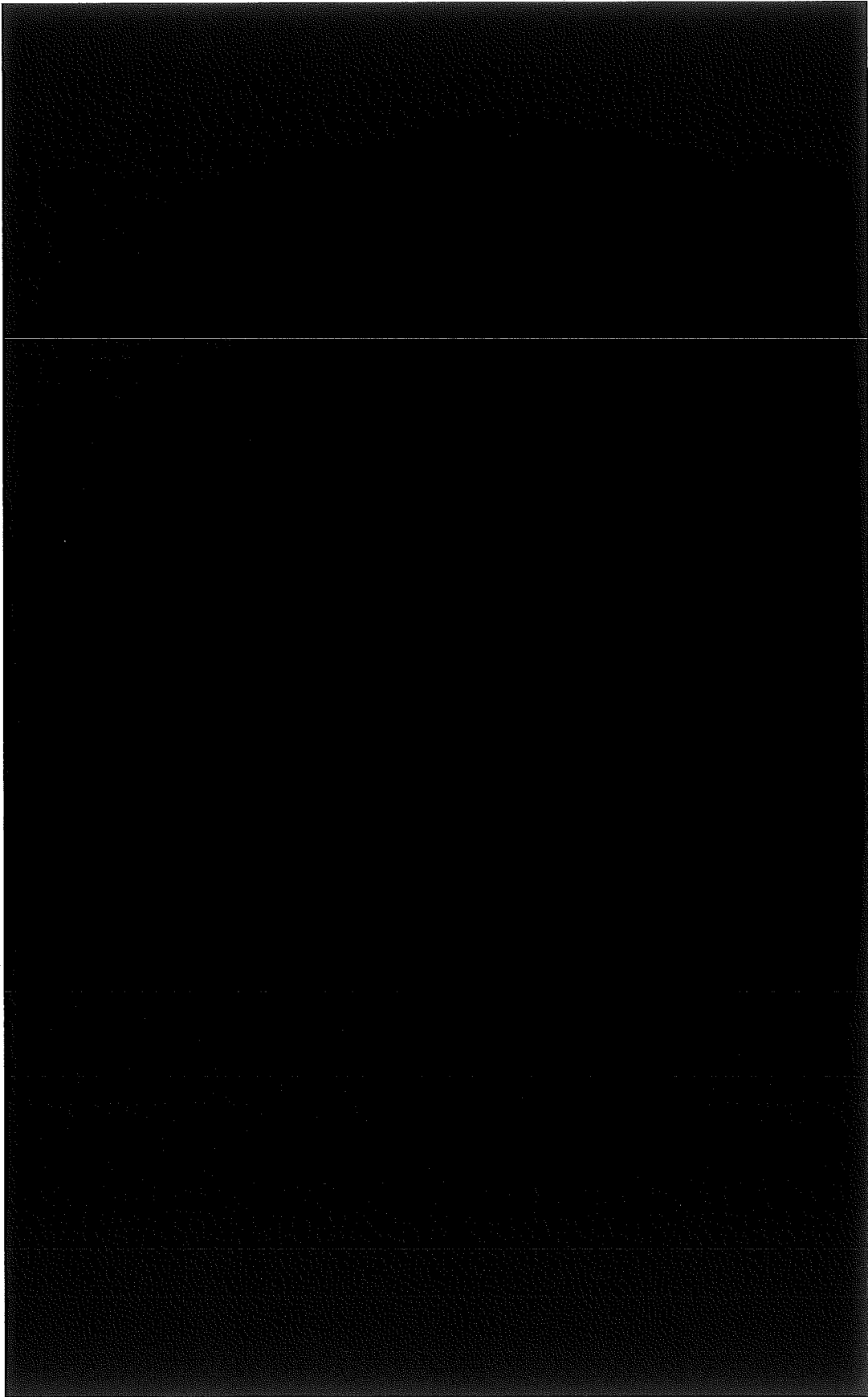
(イ)ー第 35 図 (F3) 形状図 照射済酸化ウラン燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)



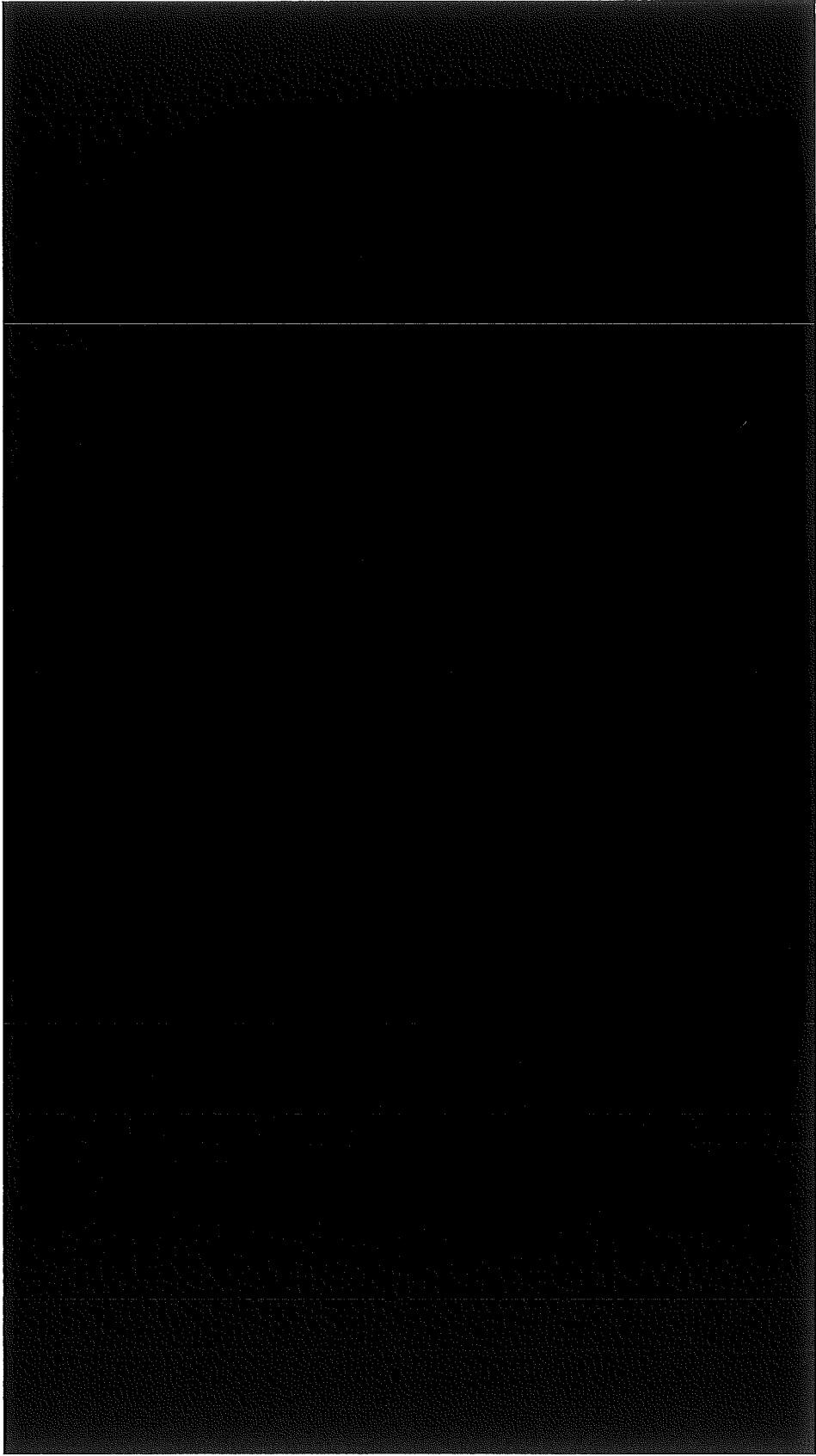
(イ)一第 36 図 (F5) 形状図 照射済酸化ウラン及び酸化トリウム燃料 (研究用環状被覆粒子燃料)



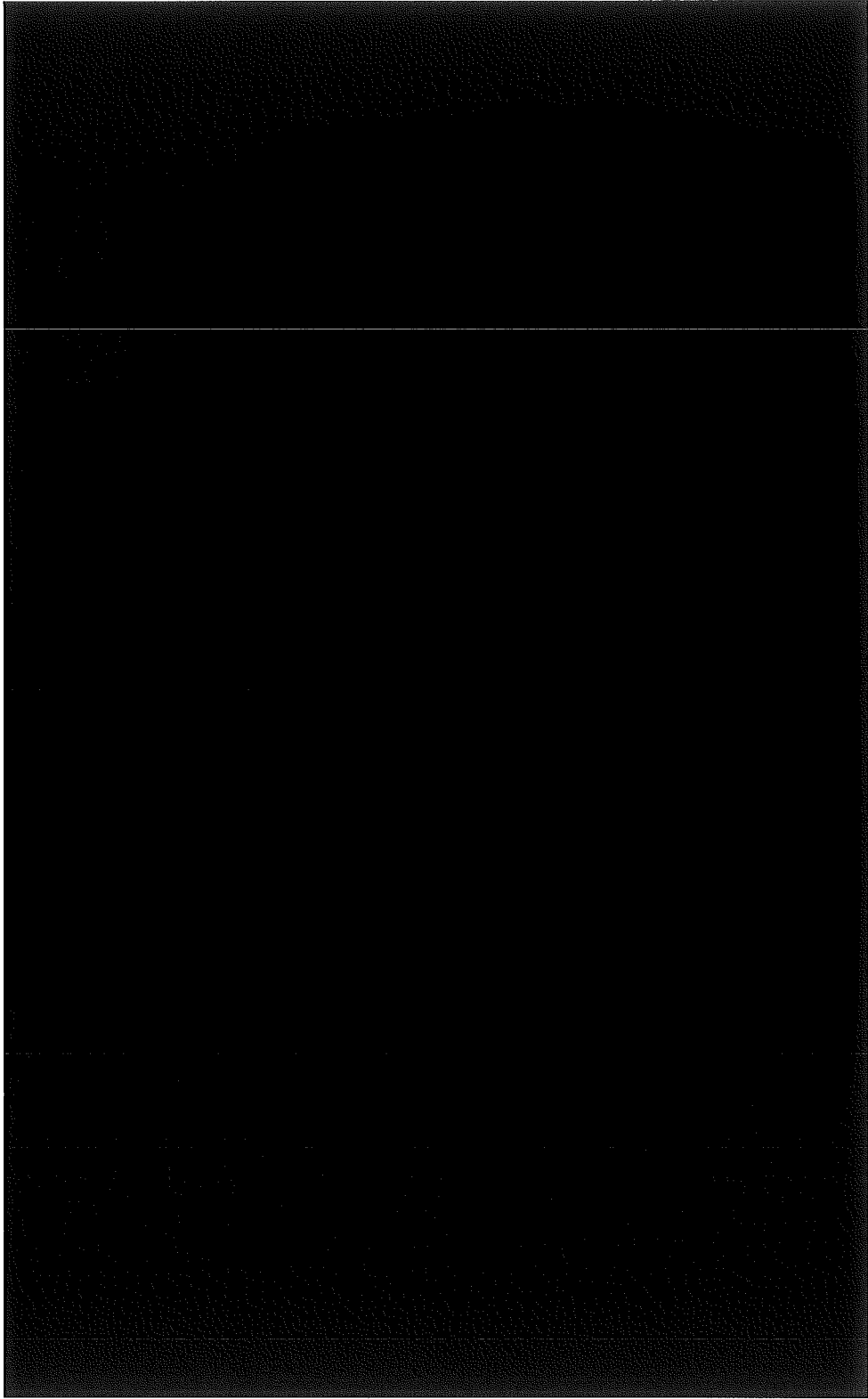
(イ) 第 37 図 (F7) 形状図 照射済酸化トリウム燃料 (研究用コンパクト被覆粒子燃料)



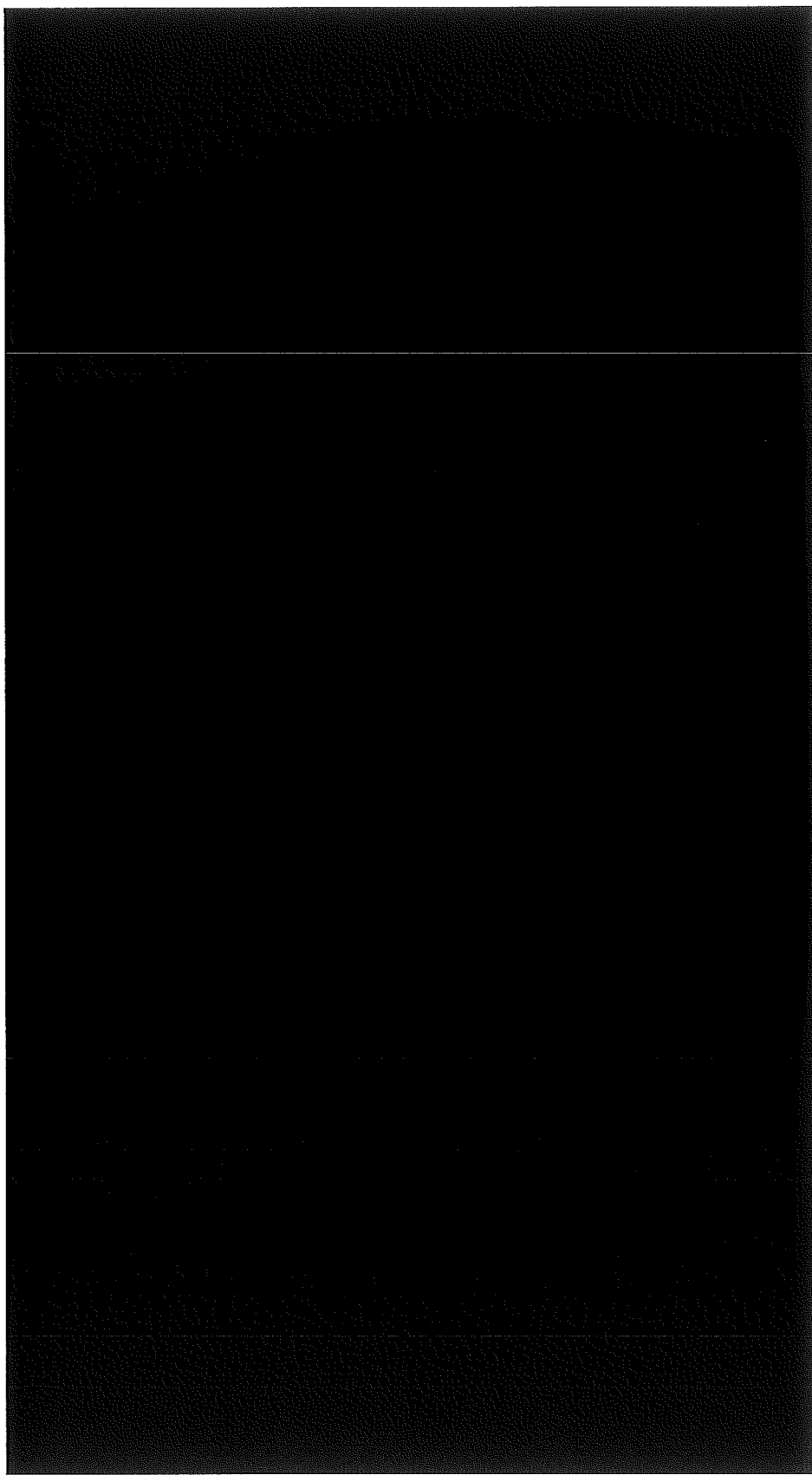
(イ)一第 38 図 (F9) 形状図 照射済酸化ウラン燃料 (出力急昇試験用棒状燃料)



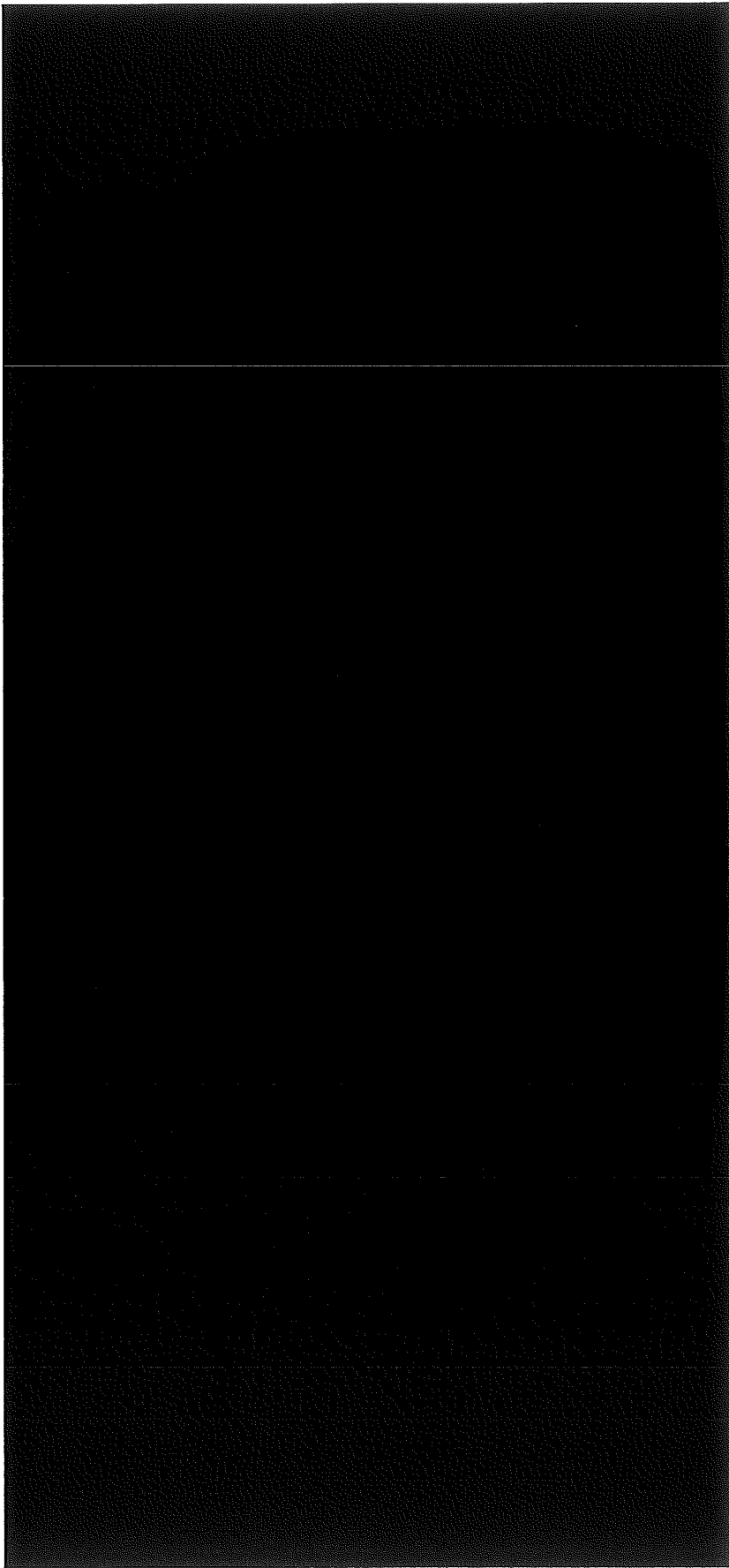
(イ)―第 39 図 (F10) 形状図 長期照射済酸化ウラン燃料 (NSRR 照射試験用棒状燃料)



(イ) - 第 40 図 (F12) 形状図 照射済中濃縮板状ウラン燃料試験片 (JMT R 燃料)



(イ) - 第 41 図 (F14) 形状図 照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料 (研究用高速炉新型燃料)



(イ)一第 42 図 (F15 及び F16) 形状図 照射済ウラン・プルトニウム酸化物燃料
(F15: 研究用プルサーマル MOX 燃料, F16: 研究用高転換 PWR MOX 燃料)

(ロ) 章 核燃料輸送物の安全解析

(ロ) 章 核燃料輸送物の安全解析

本輸送物に関する安全解析は、本輸送物が「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」（総理府令）（以下「外運搬規則」という。）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」（科学技術庁告示）（以下「外運搬告示」という。）に基づいてBM型核分裂性輸送物としての技術上の基準に適合していることを示す。

本解析の概要を以下に示す。また、評価はすべて解析に基づいており、モデル試験は行っていない。

1. 構造解析（（ロ）章A）

構造解析では、通常の輸送時において輸送物のき裂、破損等の生じないことを確認する他、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る。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る。

なお、本輸送物はBM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る。

2. 熱解析（（ロ）章B）

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、構造及び密封解析の評価条件を与えている。また、本輸送物は専用積載として運搬するので、輸送中人が容易に近づくことができる表面が日陰において85℃を超えないことを確認している。

3. 密封解析（（ロ）章C）

密封解析では、上記（ロ）章A及び（ロ）章B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、一般の試験条件及び特別の試験条件下における放射性物質の漏えい率を評価し、基準値を満足することを示している。

4. 遮蔽解析（（ロ）章D）

遮蔽解析では、上記（ロ）章Aの条件を考慮して、通常の輸送、一般の試験条件及び特別の試験条件下における輸送物表面及び表面から1 m離れた位置の線量当量率を評価し、基準値を満足することを示している。

5. 臨界解析（（ロ）章E）

臨界解析では、上記（ロ）章Aの結果より核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下において、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、通常の輸送時の他、非損傷及び損傷輸送物の孤立系及び配列系のいずれの場合にも未臨界であることを示している。

6. 核燃料輸送物の経年変化の考慮（（ロ）章F）

使用を予定する期間中に想定される使用状況において、熱、放射線、化学的変化の要因については、経年変化の影響を評価した結果、技術上の基準に適合していることを確認する上で、その影響は考慮する必要はないことを示している。また、吊上装置及び密封装置については、繰返応力が発生するため、疲労による経年変化を考慮する必要がある。使用期間中に想定される保守的な繰返回数考慮した上で吊上装置と密封装置に対し疲労を評価したところ、疲労破壊は起きないため、技術上の基準に適合していることへの影響はないことを確認した。

7. 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価（（ロ）章G）

以上の結果及び（イ）章の核燃料輸送物の説明を総合して、本輸送物の設計が外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準に適合していることを示している。

以下、（ロ）章Aから（ロ）章Gに各解析、評価の詳細を示す。

(口) 章 A 構 造 解 析

(ロ) 章A 構造解析

A.1 構造設計

A.1.1 概要

本輸送容器は、(イ)－第2図に示すように収納物を入れた密封容器を格納容器に入れる構造になっている。また、収納物の種類により、密封容器内にさらに密封容器を用いる場合がある。

輸送容器の密封は、密封容器及び格納容器の二重構造又は密封内容器、密封容器及び格納容器の三重構造により行う。密封容器の密封境界は、(イ)－第8図に示すように密封容器本体と密封容器蓋の接合部である。蓋は締付装置により密封容器本体に固定し、接合部にOリングを設けて密封性を確保している。また、密封内容器の密封境界は、(イ)－第7図に示すように密封内容器本体及び同蓋の接合部分とバルブシート面である。接合部にOリングを設けて密封性を確保している。

輸送中、密封容器は格納容器内に収納されており不用意に開けられることはない。

格納容器の密封境界は、(イ)－第9図に示すように格納容器本体、巻上装置カバー及び上蓋、シャッターカバー及び同蓋、底部密封カバーとこれらの接合部である。巻上装置カバー上蓋及び底部密封カバーは、ボルトによりそれぞれのカバーに固定し、接合部にOリングを設けて密封性を確保している。シャッターカバー蓋は、ボルトにより本体に固定しガスケットを設けて密封性を確保している。輸送中、
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]ので不用意に開けられることはない。

格納容器は、(イ)章Cの1. (1)「構造設計」で記述したトップローディング方式により密封容器を収納する形式であり、また放射線遮蔽体を兼ねた容器である。格納容器は、上部に上部蓋、底部にシャッタードアを備えている。

格納容器には上部及び下部にトラニオンがあり、本輸送容器の取扱いが安全かつ容易に行えるようになっている。これらのトラニオンは輸送の際に架台への固定にも用いられ、容易に安定した積載ができるようになっている。

格納容器の上部には巻上装置が設けられており、巻上装置カバーによって覆われている。

輸送容器の上部及び底部には、落下事故時に輸送物に加わる衝撃を吸収して輸送物を保護するため、[REDACTED]をステンレス鋼で被覆した緩衝体に取り付けられている。

試料スペーサあるいは試料容器は、収納物が密封容器内で移動しないよう保持するためのものである。

なお、密封内容容の構造設計については（ロ）章A.10の(1)に示す。

A.1.2 設計基準

本輸送容器は構造上以下に述べる設計の基本に基づく設計基準にしたがって解析している。設計基準として種々の条件における容器の各部の設計基準等を（ロ）-第A.1表に示す。

1. 設計の基本

設計、解析の考え方として下記の規則及び告示に基づいて、以下の条件等を考慮した。

- (1) 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。以下「外運搬規則」という。）
- (2) 平成2年科学技術庁告示第5号（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。以下「外運搬告示」という。）

I 通常の輸送条件

- (1) 容器の材料間又は容器の材料と放射性収納物間において危険な化学的・物理的作用をおこすおそれのないこと。
- (2) 密封装置は不用意に開かれないこと。
- (3) 容器本体の吊上装置としての吊上用トラニオンは吊上荷重の3倍、支持用トラニオンは吊上時の支持荷重の3倍に耐えること。
- (4) 固縛装置は輸送中発生する各方向加速度2 gに耐えること。
- (5) 輸送容器の構成部品は、-40℃から70℃の温度範囲において、き裂、破損等の生じるおそれがないこと。
- (6) 輸送中の加速度及び振動について考慮すること。

II 一般の試験条件

- (1) 38℃の環境に1週間放置の熱的試験に耐えること。
- (2) 水噴霧試験に耐えること。
- (3) 0.3 m 自由落下試験に耐えること。

- (4) 自重の5倍の荷重による積み重ね試験に耐えること。
- (5) 6 kg 棒貫通試験に耐えること。

III 特別の試験条件

- (1) 9 m 落下試験に耐えること。
- (2) 1 m 貫通試験に耐えること。
- (3) 上記の試験条件に置いた後、火災試験に耐えること。
- (4) 15 m の水中浸漬 (0.15 MPaの外圧) 試験に耐えること。

IV 核分裂性輸送物に係る試験条件

- (1) 次の核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下のいずれかに置いた後の輸送物の損傷状態を評価すること。
 - a. 水噴霧試験
 - b. 0.3 m 自由落下試験
 - c. 積み重ね試験
 - d. 6 kg 棒貫通試験
- (2) 次の核分裂性輸送物に係る特別の試験条件下に順次置いた後の輸送物の損傷状態を評価すること。
 - a. 水噴霧試験
 - b. 0.3 m 自由落下試験
 - c. 積み重ね試験
 - d. 6 kg 棒貫通試験
 - e. 9 m 落下試験
 - f. 1 m 貫通試験
 - g. 火災試験
 - h. 0.9 m の水中浸漬試験

なお、一般の試験条件及び特別の試験条件の中で機械的(強度)試験においては、本輸送物使用の最低周囲温度の-20℃から38℃の周囲温度範囲を考慮すること。

V 許容応力

許容応力については、(ロ)一第A.1表に示す。

VI 溶接効率

溶接効率は、

PTを実施するもの 1.0

PTを実施しないもの 0.8

を用いる。

2. 余裕率

適用数式及び要素による結果の内、定量的な基準のあるものについては、次に示す余裕率MSを用いて評価する。

$$\text{余裕率 (MS)} = \frac{\text{解析基準値}}{\text{解析結果}} - 1$$

したがって、余裕率は0以上あれば良いとする。

余裕率を用いられないものは、該当個所にその基準等を記載した。

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (1/20)

条件	項目	設計条件				解析方法			備考	
		参照図表	材質	温度(°C)	種類	設計負荷係数	荷要素	適用数式又は要素		解析基準
通常の輸送条件	化学的及び電氣的反応									
	1) 化学的反應 2) 電氣的反應	(ロ)一第A.4表 (ロ)一第A.4表	表による 表による	— —	腐食 腐食	— —	活性 電位差	活性の有無 電位差の有無	無 無	
低温強度構成部品	1) 低温強度	—	—	—	材質	—	き裂・破損	-40°Cでのき裂・破損の有無	無	
	2) 低温時の強度	—	—	—	材質	—	脆性破壊	低温脆化温度	-20°C	
密封装置	蓋	(イ)一第8図	—	—	誤操作による開放	—	誤操作の可否	格納容器収納時における誤操作の可否	否	
	吊上装置									
吊上用トラニオン	1) 吊上用トラニオン	(ロ)一第A.5図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	吊上荷重	3	応力強さ	$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$	σ_y	
	2) 支持用トラニオン	(ロ)一第A.6図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	支持荷重	3	応力強さ	$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$	σ_y	

σ : 応力強さ, σ_b : 曲げ応力, τ : せん断応力, σ_y : 降伏応力

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (2/20)

条件	項目	設計			条件		解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計負荷 係数	適用数式又は要素	解析基準	
通常の輸送条件	〔固縛装置〕 加速度に対する架台の強度	(イ)一第32図	炭素鋼 ■	■	2 gの加速度	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{MC}{I}$	σ_y
		(ロ)一第A.7図 (ロ)一第A.8図							
	1. 長手方向 上部支持台 下部支持台	(ロ)一第A.7図 (ロ)一第A.8図	炭素鋼 ■	■	2 gの加速度	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{MC}{I}$	σ_y
		(ロ)一第A.7図 (ロ)一第A.8図							

σ_b : 曲げ応力, M: 曲げモーメント, C: 中立軸からの距離, I: 断面二次モーメント, σ_y : 降伏応力

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (3/20)

条件	項目	設計			計			条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	要素	適用 数式又は要素	解析 基準				
通常 の 輸 送 条 件	3. 垂直上方向 固縛ボルト	(ロ)一第A.7図 (ロ)一第A.8図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	2 gの加速度	1	引張	$\sigma_t = \frac{P}{A}$	σ_y				
	4. 垂直下方向 上部支持台 下部支持台	(ロ)一第A.7図 (ロ)一第A.8図	炭素鋼 (■)	■	3 gの加速度	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{P}{A}$	σ_y				
	[圧力]	—	—	—	周囲圧力の 降下	—	内圧	密封性	良				
	[振動]	(ロ)一第A.9図	ステンレス鋼	—	加振力	—	共振	$f = \frac{\lambda^2}{2\pi\theta^2} \sqrt{\frac{E I g}{\gamma A}}$	共振せず				

σ_t : 引張応力, σ_c : 圧縮応力, P: 荷重, A: 断面積, σ_y : 降伏応力, f: 固有振動数, λ : 振動数係数, θ : 長さ, E: 縦弾性係数,
I: 断面二次モーメント, g: 重力加速度, γ : 密度

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (4/20)

条件	項目	設計			条件		解析方法		備考			
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	荷 要素	適用 数式又は要素		解 析 基 準		
											種	類
一般の試験条件	[熱膨張] 格納容器	(イ)一第15図 (イ)一第16図	ステンレス鋼 外面 内面		温度差	1	引 圧	$\sigma_{T_0} = \frac{E \alpha \Delta T}{1-\nu} \left(\frac{1}{20n(b/a)} - \frac{a^2}{b^2-a^2} \right)$ $\sigma_{T_1} = \frac{E \alpha \Delta T}{1-\nu} \left(\frac{1}{20n(b/a)} - \frac{b^2}{b^2-a^2} \right)$	σ_y σ_y			
	[応力計算] (1)密封容器	(イ)一第10図										
	密封容器胴部	(ロ)一第A.84図 —	ステンレス鋼 (SUS■■■■) ステンレス鋼 (SUS■■■■)			内 外	1 1	引 差 圧	$\sigma_\theta = \frac{PD}{2t}$ $\Delta P = P_i - P_o$	σ_y Pa		
	密封容器底板	(ロ)一第A.85図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)			内	1	曲 げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y		
	密封容器蓋	(ロ)一第A.86図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)			内	1	曲 げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y		
	密封容器蓋ボルト		(ロ)一第A.87図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)		内	1	引	$\sigma_t = \frac{\pi D^2 P}{4n d_1^2}$	σ_y		
									縮付 トルク	$\sigma_{tr} = \frac{F_o}{A_s}$		σ_y

σ_{T_0} : 熱応力, σ_{T_1} : 熱応力, α : 線膨張係数, E : 縦弾性係数, ΔT : 温度差, ν : ポアソン比, \ln : 自然対数, a : 内半径, b : 外半径, σ_θ : 周方向応力,
 P : 内圧, D : 内径, t : 板厚, ΔP : 差圧, P_i : 内圧, P_o : 外圧, σ_b : 曲げ応力, σ_t : 引張応力, σ_{tr} : 縮付トルクによる応力, F_o : 縮付力, A_s : 断面積, σ_y : 降伏応力, P_a : 許容外圧

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (5/20)

条件	項目	設計			条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	負荷 要素	適用 数式又は要素	解析 基準	
一般の試験条件	(2) 密封容器	(イ)一第11図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	内圧	1	引張	$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$	σ_y	
	密封容器胴部	(ロ)一第A.10図	■■■■	■■■■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y	
	密封容器底板	(ロ)一第A.11図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3(3+\nu)PD^2}{32t^2}$	σ_y	
	密封容器蓋	(ロ)一第A.12図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	内圧	1	せん断	$\tau = \frac{\pi PD^2}{4nA}$	σ_{sy}	
	密封容器蓋固定リンク	(ロ)一第A.13図	■■■■	■■■■	内圧	1	せん断			
(3) 格納容器		(イ)一第15図 (イ)一第16図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y	
	巻上装置カバー上蓋	(ロ)一第A.14図	■■■■	■■■■	内圧	1	内圧によるたわみ	$\omega = 0.171 \frac{Pa^4}{Et^3}$	初期 締付量	
	巻上装置カバー Oリングの密封性	(ロ)一第A.15図	■■■■	■■■■	内圧	1	内圧によるたわみ			

σ_{θ} :円周方向応力, P:内圧, D:内径, t:板厚, σ_b :曲げ応力, ν :ポアソン比, τ :せん断応力, n:固定リンク数, A:固定リンク断面積, ω :たわみ量, a:ボルト中心円半径, E:純弾性係数, σ_y :降伏応力, σ_{sy} :せん断応力に対する基準値 $0.6\sigma_y$

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (6/20)

条件	項目	設計			条件			解析方法		備考													
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	負荷 要素	適用 数式又は要素	解析 基準														
											種	類	素										
一般の試験条件	巻上装置カバー胴部	(ロ)一第A.16図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	内	1	引張	$\sigma_\theta = \frac{PD}{2t}$	σ_y														
	格納容器本体	(ロ)一第A.17図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	内	1	引張	$\sigma_\theta = \frac{P(I_2^2 + I_1^2)}{I_2^2 - I_1^2}$	σ_y														
	シャッターカバー	(ロ)一第A.18図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	内	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y														
	底部密封カバー	(ロ)一第A.19図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	内	1	曲げ	$\sigma_b = \beta \frac{Pa^2}{t^2}$	σ_y														
	底部密封カバー Oリングの密封性	(ロ)一第A.20図	■	■	内	1	内圧による たわみ	$\omega = \alpha \frac{Pa^4}{Et^3}$	初期 縮付量														
	巻上装置カバー 上蓋ボルト	(ロ)一第A.21図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	内	1	引張	$\sigma_t = \frac{\pi D^2 P}{n_4 d_1^2}$	σ_y														
	シャッターカバー ボルト	(ロ)一第A.22図	ステンレス鋼 (SUS■)	■	縮付 トルク	1	引張	張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_y													
												内	1	引張	張	$\sigma_t = \frac{\pi D^2 P}{n_4 d_1^2}$	σ_y						
																		縮付 トルク	1	引張	張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_y

σ_θ : 円周方向応力, P : 内圧, D : 内径, t : 板厚, r_1 : 内半径, r_2 : 外半径, σ_b : 曲げ応力, β : 応力係数, a : ボルト中心円半径, ω : たわみ量,
 α : たわみ係数, E : 縦弾性係数, σ_t : 引張応力, D : ボルト中心円の径, n : ボルトの本数, d_1 : ボルト谷径, σ_{tr} : 縮付トルクによる応力,
 F_0 : 縮付力, A_s : 断面積, σ_y : 降伏応力

(ロ) - 第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (7/20)

条件	項目	設計				条件			解析方法			備考						
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	負荷		適用 数式又は要素	解析 基準								
							種類	要素										
一般の試験条件	底部密封カバー ボルト	(ロ) - 第A.23図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内圧 締付 トルク	1	引張	張	$\sigma_t = \frac{\pi D^3 P}{4 n \frac{\pi}{4} d_1^2}$ $\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_y σ_y								
												[水噴霧]	—	水噴霧	1	吸水による 脆化 水溜り	吸水性 水切り	無 良
												(自由落下) 垂直落下 水平落下 コーナー落下	—	落下エネルギー 落下エネルギー 落下エネルギー	1 1 1	変形量 変形量 変形量	$Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める $Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める $Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める	δ_{max} δ_{max} δ_{max}

σ_t : 引張応力, D: Oリング径, P: 内圧, n: ボルト本数, d_1 : ボルト谷径, σ_{tr} : 締付トルクによる応力, F_0 : 締付力, A_s : 断面積,
 D: 内径, σ_y : 降伏応力, Ea: 吸収エネルギー, η : 木目に依存する効率, σ_c : 圧潰応力, V: 圧潰体積, δ_{max} : 最大許容変形量

(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (8/20)

条件	項目	設計条件			解析方法		備考		
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計負荷		適用数式又は要素	解析基準
一般の試験条件	[積み重ね]								
	軸に垂直方向	(ロ)-第A.24図	ステンレス鋼	■	輸送容器 重量の5倍	1	応力強さ	$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$ $\sigma_c = \frac{5W}{\frac{\pi}{4}\{D^2 - (D-2t)^2\}}$	σ_y
	軸方向	(ロ)-第A.25図	ステンレス鋼	■	輸送容器 重量の5倍	1	圧縮		σ_y
	[貫通]	—	ステンレス鋼	■	貫通 エネルギー	1	最小貫通 板厚	$t = \sqrt{E/(\pi d S)}$	使用板厚 t_0

σ : 応力強さ, σ_b : 曲げ応力, τ : せん断応力, σ_c : 圧縮応力, W : 荷重, D : 外径, t : 板厚, t_0 : 貫通エネルギー, d : 棒径, S : 輸送容器外板のせん断強さ, σ_y : 降伏応力, t_0 : 最小使用板厚

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (9/20)

条件	項目	設計			条件		解析方法		備考		
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	荷 要素	適用 数式又は要素		解 基準	
											種	類
特別の試験条件	[落下試験 I] 1) エネルギー 吸収と衝撃力 蓋部垂直落下 底部垂直落下 水平落下 蓋部コーナー 底部コーナー	(ロ)一第A. 27図				1	変形量	$Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める	δ_{max}		
		(ロ)一第A. 29図				1	変形量	$Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める	δ_{max}		
		(ロ)一第A. 31図				1	変形量	$Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める	δ_{max}		
		(ロ)一第A. 33図				1	変形量	$Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める	δ_{max}		
		(ロ)一第A. 35図				1	変形量	$Ea = \eta \sigma_c V$, Vよりδを求める	δ_{max}		
	2) 蓋部垂直落下 密封内容器胴部 密封内容器蓋 密封内容器底板 密封内容器蓋ボルト 密封内容器保護カバー	(ロ)一第A. 88図	ステンレス鋼 (SUS)				1	圧縮	$\sigma_c = \frac{F}{\pi d t}$	σ_{dy}	
		(ロ)一第A. 89図	ステンレス鋼 (SUS)				1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_{dy}	
		(ロ)一第A. 90図	ステンレス鋼 (SUS)				1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_{dy}	
		(ロ)一第A. 91図	ステンレス鋼 (SUS)				1	引張	$\sigma_t = \frac{WG}{\frac{\pi}{4} d_i^2}$	σ_{dy}	
		(ロ)一第A. 92図	ステンレス鋼 (SUS)				1	引張 トルク (落下重量) ×(加速度)	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$ $\sigma_c = \frac{WG}{S}$	σ_{dy}	

Ea: 吸収エネルギー, η: 木目に依存する効率, σ_c: 圧潰応力, V: 圧潰体積, δ_{max}: 最大許容変形量,

σ_c: 圧縮応力, F: 慣性力, d: 内径, t: 板厚, σ_b: 曲げ応力, P: 慣性力, D: 内径, σ_t: 引張応力, W: 収納物重量, G: 衝撃加速度, n: ボルト本数,

d_i: ボルト谷径, σ_{tr}: 締付トルクによる応力, F₀: 締付トルクによる応力, A_s: 断面積, S: 保護カバー断面積, σ_{dy}: 動的降伏応力 1.20σ_y

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (10/20)

条件	項目	設計		条件		解析方法		備考		
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	荷 要素		適用 数式又は要素	解析 基準
特別の試験条件	密封容器胴部	(ロ)一第A.37図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$	σ_{dy}	
	密封容器蓋	(ロ)一第A.38図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3(3+\nu)PD^2}{32t^2}$	σ_{dy}	
	密封容器底板	(ロ)一第A.39図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_{dy}	
	密封容器蓋端面	(ロ)一第A.40図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{WG}{\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)}$	σ_{dy}	
	密封容器蓋固定リンク	(ロ)一第A.41図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	せん断	$\tau = \frac{WG}{nA}$	σ_{dsy}	
	格納容器	(ロ)一第A.42図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D_o^2-D_i^2)}$	σ_{dy}	
	格納容器上部蓋	(ロ)一第A.43図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3F}{2\pi t^2}$	σ_{dy}	
	上部蓋ボルト	(ロ)一第A.44図	ステンレス鋼 (SUS■■■■)	■■■■	■■■■	1	引張	$\sigma_{tl} = \frac{F}{nA}$	σ_{dy}	
							引張	$\sigma_{tr} = \frac{F_o}{A_s}$		

σ_c : 圧縮応力, F : 慣性力, D : 内径, t : 板厚, t : 必要溶接脚長, W : 重量, G : 衝撃加速度, A : 慣性力を受ける面積, σ_b : 曲げ応力, P : 単位面積当たりの慣性力, n : ボルト本数, D : 外径, d : 内径, τ : せん断応力, n : リンク数, A : リンク断面積, D_o : 外径, D_i : 内径,
 σ_{tl} : 引張応力, A : ボルト断面積, σ_{tr} : 締付トルクによる応力, F_o : 締付力, A_s : 断面積,
 σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20\sigma_y$, σ_{dsy} : 動的せん断応力に対する基準値 $0.60\sigma_{dy}$

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (11/20)

条件	項目	設計			条件		解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	負荷 要素	適用 数式又は要素		解析 基準
特別 の 試 験 条 件	巻上装置カバ 胴部	(ロ)一第A.45図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$	σ_{dy}
	巻上装置カバ 上蓋部	(ロ)一第A.46図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	歪	プログラム「ABAQUS」	ϵ_f
	試料スペーサ	—	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{WG}{A}$	σ_{dy}
	試料容器 (A)	—	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$	σ_{dy}
	試料容器 (C)	(ロ)一第A.93図	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■■	(落下重量) ×(加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{WG}{A}$	σ_{dy}

σ_c : 圧縮応力, F: 慣性力, D: 内径, t: 板厚, W: 重量, G: 衝撃加速度, A: 断面積, t: 必要溶接脚長,
 σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20\sigma_y$, ϵ_f : 破断歪

(ロ) - 第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (12/20)

条 件	項 目	参 照 図	設 計 条 件		解 析 方 法		備 考			
			材 質	温 度 (°C)	種 類	設 計 負 荷 負荷係数		要 素	適 用 数 式 又 は 要 素	解 析 基 準
特 別 の 試 験 条 件	収納物		ステンレス鋼	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$	σ_{dy}	
	3) 底部垂直落下 密封内容器胴部	(ロ) - 第A.94図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$	σ_{dy}	
	密封内容器底板	(ロ) - 第A.95図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	(落下重量) × (加速度)	1	曲 げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16 t^2}$	σ_{dy}	
	密封容器胴部	(ロ) - 第A.49図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧 縮	$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$	σ_{dy}	
	密封容器底板	(ロ) - 第A.50図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	(落下重量) × (加速度)	1	曲 げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16 t^2}$	σ_{dy}	

σ_c : 圧縮応力, W: 重量, G: 衝撃加速度, D: 内径, t: 板厚, F: 慣性力, σ_b : 曲げ応力, P: 単位面積当たりの慣性力, t: 必要溶接脚長, σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20\sigma_y$

(ロ)-第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (13/20)

条件	項目	設計条件				解析方法		備考		
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	荷要素		適用 数式又は要素	解析 基準
特別 の 試験 条件	格納容器	(ロ)-第A.51図	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{F}{\pi(D_o^2 - D_i^2)}$	σ_{dy}	
	格納容器上部蓋	(ロ)-第A.52図	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3F}{2\pi t^2}$	σ_{dy}	
	底部密封カバー	(ロ)-第A.53図	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	Mises 相当応力	プログラム「ABAQUS」	σ_{dy}	
	シャッター	(ロ)-第A.55図	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	せん断	$\tau = \frac{WG}{A}$	σ_{asy}	
	試験スぺーサ	—	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{WG}{A}$	σ_{dy}	
	試験容器 (A)	(ロ)-第A.56図	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$	σ_{dy}	
	試験容器 (C)	(ロ)-第A.96図	ステンレス鋼 (SUS)	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{WG}{A}$	σ_{dy}	
	収納物	(ロ)-第A.57図	ステンレス鋼	■	(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$	σ_{dy}	

σ_c : 圧縮応力, D_o : 外径, D_i : 内径, σ_b : 曲げ応力, F : 慣性力, t : 板厚, τ : せん断応力, W : 重量, G : 衝撃加速度, A : 断面積, t : 必要溶接脚長, D : 内径, σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20\sigma_y$, σ_{asy} : 動的せん断応力に対する基準値 $0.60\sigma_{dy}$

(ロ) - 第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (14/20)

条件	項目	設計			条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 荷重係数	荷重 要素	適用 数式又は要素	解析 基準	
特別の試験条件	シャッターカバー	(ロ) - 第A.58図	ステンレス鋼 (SUS)		(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	構造上の健全性 $\tau = \frac{F}{A}$	σ_{dy}	
	緩衝体取付金具 4) 水平落下	(ロ) - 第A.58図	ステンレス鋼 (SUS)		の 圧潰力	1	せん断			
	密封内容器本体	(ロ) - 第A.97図	ステンレス鋼		(落下重量) × (加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	σ_{dy}	
	密封内容器蓋ボルト	(ロ) - 第A.98図	ステンレス鋼 (SUS)		(落下重量) × (加速度)	1	引張	$\sigma_{tl} = \frac{F}{A}$	σ_{dy}	
	密封内容器本体	(ロ) - 第A.59図	ステンレス鋼		縮付 トルク	1	引張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A}$	σ_{dy}	
	格納容器		ステンレス鋼 (巻上装置胴部) (SUS)		縮付 トルク	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	σ_{dy}	
	シャッター開閉用 ネジシャフト	(ロ) - 第A.60図	ステンレス鋼 (SUS)		縮付 トルク	1	応力強さ	$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$	σ_{dy}	
	シャッター カバー	(ロ) - 第A.61図	ステンレス鋼 (SUS)		縮付 トルク	1	圧縮	$\sigma_c = \frac{WG}{\frac{\pi D^2}{4}}$	σ_{dy}	
					縮付 トルク	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3WG}{2\pi t^2}$	σ_{dy}	

τ : せん断応力, F : 慣性力, A : 断面積, σ_b : 曲げ応力, M : 曲げモーメント, Z : 断面係数, σ_{tl} : 引張応力, σ_{tr} : 縮付トルクによる応力, F_0 : 縮付力,
 σ : 応力強さ, σ_c : 圧縮応力, W : 重量, G : 衝撃加速度, D : 内径, t : 板厚, σ_{dy} : 動的せん断応力に対する基準値 $0.60\sigma_{dy}$,
 σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20\sigma_y$

(ロ) 第一A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (15/20)

条件	項目	設計			条件		解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計負荷要素	適用数式又は要素	解析基準	
特別の試験条件	試料スパーサ	(ロ) 第一A.62図	ステンレス鋼 (SUS)		(落下重量) × (加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	σ_{dy}
	試料容器 (A, C)		ステンレス鋼 (SUS)		(落下重量) × (加速度)	1	圧縮	密封容器の健全性	
	収納物 (F14)	(ロ) 第一A.63図	ステンレス鋼		(落下重量) × (加速度)	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	σ_{dy}
	シャッター		ステンレス鋼 (SUS)		(落下重量) × (加速度)	1	引張	$\sigma_t = \frac{WG}{n \frac{\pi}{4} d_i^2}$	σ_{dy}
	カバーボルト		ステンレス鋼 (SUS)		縮付トルク	1	引張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_{dy}
	緩衝体取付ボルト	(ロ) 第一A.64図	ステンレス鋼 (SUS)		(落下重量) × (加速度)	1	主応力	$\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_{tr} + \sqrt{\sigma_{tr}^2 + 4\tau^2})$	σ_{dy}
					縮付トルク	1	せん断	$\tau = \frac{\sigma_c \cdot \eta \cdot s}{n \frac{\pi}{4} d_i^2}$	
					縮付トルク	1	引張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_{dy}
					の圧潰力	1	せん断	$\tau = \frac{\sigma_c \cdot \eta \cdot A_b}{A}$	σ_{dsy}
					の圧潰力	1	せん断	$\tau = \frac{\sigma_c \cdot \eta \cdot A_b}{A}$	σ_{dsy}
		5) コーナ落下			(落下重量) × (加速度)	1	加速度	— 垂直落下水平落下解析を引用—	
		6) 傾斜落下			(落下重量) × (加速度)	1	加速度	— 垂直落下水平落下解析を引用—	

σ_b : 曲げ応力, M : 曲げモーメント, Z : 断面係数, σ_t : 引張応力, n : ボルト本数, d_i : ボルト谷径, σ_{tr} : 縮付トルクによる応力, F_0 : 縮付力, A_s : 断面積, σ : 最大主応力, W : 重量, G : 衝撃加速度, τ : せん断応力, σ_c : 圧潰応力, η : 木目に依存する効率, s : せん断強さ, A_b : 圧潰面積, A : せん断面積, σ_{dsy} : 動的せん断応力に対する基準値 $0.60 \sigma_{dy}$, σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20 \sigma_y$

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (16/20)

条件	項目	設計			条件		解析方法		備考	
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	荷 要 素	適用 数式又は要素		解 析 基 準
特別の試験条件	[落下試験II] 格納容器を直撃する場合	(ロ)一第A.66図	ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	せん断力	$F_1 = \pi d t s$	F_b	溶接効率 $\eta = 0.8$
	巻上装置カバーを直撃する場合		ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	せん断力	$F_1 = \pi d t s$	F_b	
	巻上装置カバー胴部の強度		ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	σ_{dy}	
	溶接部の強度	(ロ)一第A.66図	ステンレス鋼		軟鋼棒の耐荷重	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	σ_{dy}	
	シャッターカバーを直撃する場合		ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	せん断力	$F_1 = \pi d t s$	F_b	
	カバー平板部の強度		ステンレス鋼		軟鋼棒の耐荷重	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3W}{2\pi t^2} \left(1 - \frac{r^2}{2R^2}\right)$	σ_p	
	漏えい試験用カバー部を直撃する場合	(ロ)一第A.67図	ステンレス鋼		軟鋼棒の耐荷重	1	せん断力	$F_1 = \pi d t s$	F_b	
	保護蓋の強度	(ロ)一第A.67図	ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3}{4\pi t^2} \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \sigma_f$	σ_{dy}	
	底部密封カバー		ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	せん断力	$F_1 = \pi d (t_1 + 2t_2) s$	F_b	
	緩衝体取付金具		ステンレス鋼 (SUS)		軟鋼棒の耐荷重	1	せん断力	構造上の余裕		

F_1 : せん断力, d : 軟鋼棒径, t : 板厚, s : せん断強さ, σ_b : 曲げ応力, M : 曲げモーメント, Z : 断面係数, W : 重量, r : 荷重面半径, R : 平板半径,
 D : 内径, σ_f : 圧縮強さ, t_1 : 底板板厚, t_2 : 外板板厚, σ_{dy} : 動的降伏応力 $1.20\sigma_y$, σ_p : 塑性変形を生じない応力限度, F_b : 軟鋼棒の耐荷重

(ロ) - 第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (17/20)

条件	項目	設計			条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	荷 要 素	適用 数式又は要素	解 基 準	
特別の試験条件	[熱的試験] 熱膨張と応力計算 1) 熱膨張	(イ) - 第15図	ステンレス鋼	■	温度差	1	圧縮	$\sigma_{T0} = \frac{E \alpha \Delta T}{1 - \nu} \left(\frac{1}{20n(a/b)} - \frac{a^2}{a^2 - b^2} \right)$	Sa	
	本体外面		ステンレス鋼	■	温度差	1	引張	$\sigma_{Ti} = \frac{E \alpha \Delta T}{1 - \nu} \left(\frac{1}{20n(a/b)} - \frac{b^2}{a^2 - b^2} \right)$	Sa	
	本体内面		ステンレス鋼	■	内圧	1	引張	$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$	σ_y	
	2) 応力計算		ステンレス鋼	■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y	
	密封内容器胴部	(ロ) - 第A.99図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y	
	密封内容器底板	(ロ) - 第A.100図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y	
	密封内容器蓋	(ロ) - 第A.101図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	内圧	1	引張	$\sigma_t = \frac{\pi D^2 P}{n d_1^2}$	σ_y	
	密封内容器蓋ボルト	(ロ) - 第A.102図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	締付トルク	1	引張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_y	
	密封容器胴部	(ロ) - 第A.68図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	内圧	1	引張	$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$	σ_y	
	密封容器底板	(ロ) - 第A.69図	ステンレス鋼 (SUS ■)	■	内圧	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$	σ_y	

σ_{T0} : 熱応力, σ_{Ti} : 熱応力, E : 縦弾性係数, α : 線膨張係数, ΔT : 温度差, ν : ポアソン比, $0n$: 自然対数, a : 外半径, b : 内半径,
 σ_{θ} : 周方向応力, P : 内圧, D : 内径, t : 板厚, σ_b : 曲げ応力, σ_t : 引張応力, n : ボルト本数, d_1 : ボルト谷径, σ_{tr} : 締付トルクによる応力,
 F_0 : 締付力, A_s : ボルトの有効断面積, Sa : 最大許容熱応力, σ_y : 降伏応力

(ロ)一第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (18/20)

条件	項目	設計			条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷係数	負荷 要素	適用数式又は要素	解析 基準	
特別 の 試験 条件	密封容器蓋固定リンク	(ロ)一第A.71図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内	1	せん断	$\tau = \frac{\pi P D^2}{4 n A}$	σ_{sy}	
	巻上装置カバー 上蓋	(ロ)一第A.72図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3 P D^2}{16 t^2}$	σ_y	初期 締付量
	巻上装置カバー Oリングの密封性	(ロ)一第A.73図	■	■	内	1	内圧による たわみ	$\omega = 0.171 \frac{P a^4}{E t^3}$	σ_y	
	巻上装置カバー 胴部	(ロ)一第A.74図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内	1	引張	$\sigma_\theta = \frac{P D}{2 t}$	σ_y	
	格納容器本体	(ロ)一第A.75図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内	1	引張	$\sigma_\theta = \frac{P (r_2^2 + r_1^2)}{(r_2^2 - r_1^2)}$	σ_y	
	シャッターカバー	(ロ)一第A.76図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内	1	曲げ	$\sigma_b = \frac{3 P D^2}{16 t^2}$	σ_y	
	底部密封カバー	(ロ)一第A.77図	ステンレス鋼 (SUS)	■	内	1	曲げ	$\sigma_b = \beta \frac{P a^2}{t^2}$	σ_y	
	底部密封カバー Oリングの密封性	(ロ)一第A.78図	■	■	内	1	内圧による たわみ	$\omega = \alpha \frac{P a^4}{E t^3}$	σ_y	初期 締付量

σ_b : 曲げ応力, P : 内圧, D : 内径, t : 板厚, τ : せん断応力, n : リンク本数, A : 断面積, σ_θ : 周方向応力, ω : たわみ量, a : ボルト中心
円半径, E : 縦弾性係数, r_1 : 内半径, r_2 : 外半径, β : 応力係数, α : たわみ係数, σ_y : 降伏応力, σ_{sy} : せん断応力に対する基準値 $0.6\sigma_y$

(ロ) - 第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (19/20)

条 件	項 目	設 計 条 件				解 析 方 法			備 考										
		参 照 図	材 質	温 度 (°C)	設 計 負 荷 種 類	負 荷 係 数	要 素	適 用 数 式 又 は 要 素		解 析 基 準									
											種 類								
特 別 の 試 験 条 件	巻上装置カバー 上蓋ボルト	(ロ) - 第A.79図	ステンレス鋼 (SUS)	[REDACTED]	内 圧	1	引 張	$\sigma_t = \frac{\pi D^2 P}{4 n d_1^2}$	σ_y										
											シヤッターカバー ボルト	(ロ) - 第A.80図	ステンレス鋼 (SUS)	縮 付 ト ル ク	1	引 張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_y	
	[15 m 浸漬] 格納容器		ステンレス鋼	縮 付 ト ル ク	1	引 張	$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$	σ_y											
											外 圧	1	圧 縮	圧力による応力計算	0.15MPa				

σ_t : 引張応力, D: 内径, P: 内圧, n: ボルト本数, d_1 : ボルト谷径, σ_{tr} : 縮付トルクによる応力, F_0 : 縮付力, A_s : 断面積,
 σ_y : 降伏応力

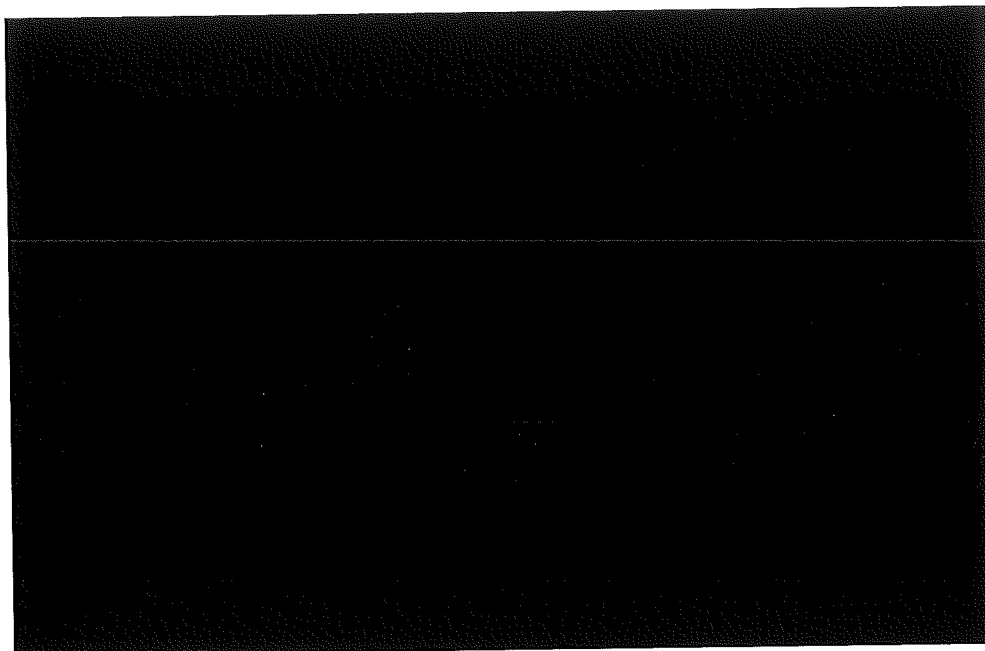
(ロ) - 第A.1表 構造解析の設計条件と解析方法 (20/20)

条件	項目	設計				条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度 (°C)	種類	設計 負荷	設計 負荷係数	要素	適用 数式又は要素	解析 基準	
核分裂性輸送物に係る試験条件	一般の試験条件										
	1) 水噴霧								前述の一般の試験条件に対する解析結果を引用して評価。		
	2) 0.3 m 自由落下								前述の自由落下に対する設計条件及び解析方法と同一。		
	3) 積み重ね								前述の一般の試験条件に対する解析結果を引用して評価。		
	4) 6 kg 棒貫通										
特別の試験条件											
1) 9 m 落下									前述の 9 m 落下に対する設計条件及び解析方法と同一。		
2) 1 m 落下									前述の特別の試験条件に対する解析結果を引用して評価。		
3) 火災試験											
4) 0.9 m 浸漬											

A.2 重量及び重心

本輸送物の重量は(イ)章Cの5項に示すとおりである。

本輸送物の重心は(ロ)―第A.1図に示すとおりである。



(ロ)―第A.1図 重心の位置

A.3 材料の機械的性質

解析に用いる材料の機械的性質を(ロ)―第A.2表及び(ロ)―第A.3表に示す。

ステンレス鋼及び炭素鋼の温度に対する機械的性質の変化を(ロ)―第A.2図から(ロ)―第A.4図に示す。これらは JIS, ASME 規格及び発電用原子力設備に関する構造等の技術基準(昭和55年通産省告示第501号)より引用した。

(ロ)―第A.2表 材料の機械的性質(常温)

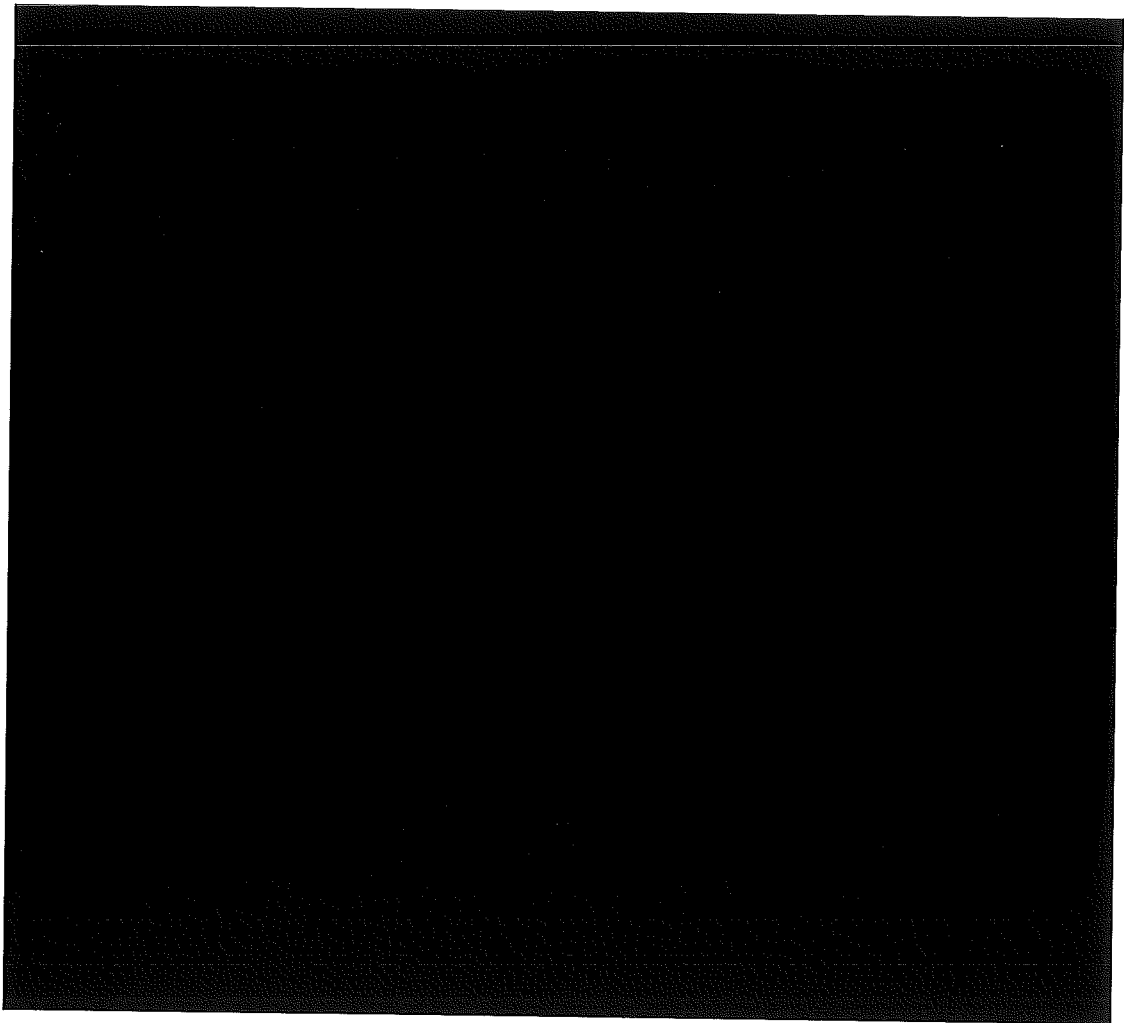
材 料	引張強さ (MPa)	降伏応力 (MPa)	線膨張係数 (K ⁻¹)	ポアソン比 (-)	弾性係数 (MPa)
ステンレス鋼 (SUS) ¹⁰⁾					
ステンレス鋼 (SUS) ^{5) *}					
炭 素 鋼 ¹⁰⁾					

*)ステンレス鋼(SUS)の機械的性質について、発電用原子力設備規格材料規格(2013年追補版)²⁰⁾を用いて評価した場合においても、解析結果に与える影響は軽微であることを確認した。

注：()内数値は、発電用原子力設備規格材料規格(2013年追補版)²⁰⁾のデータ

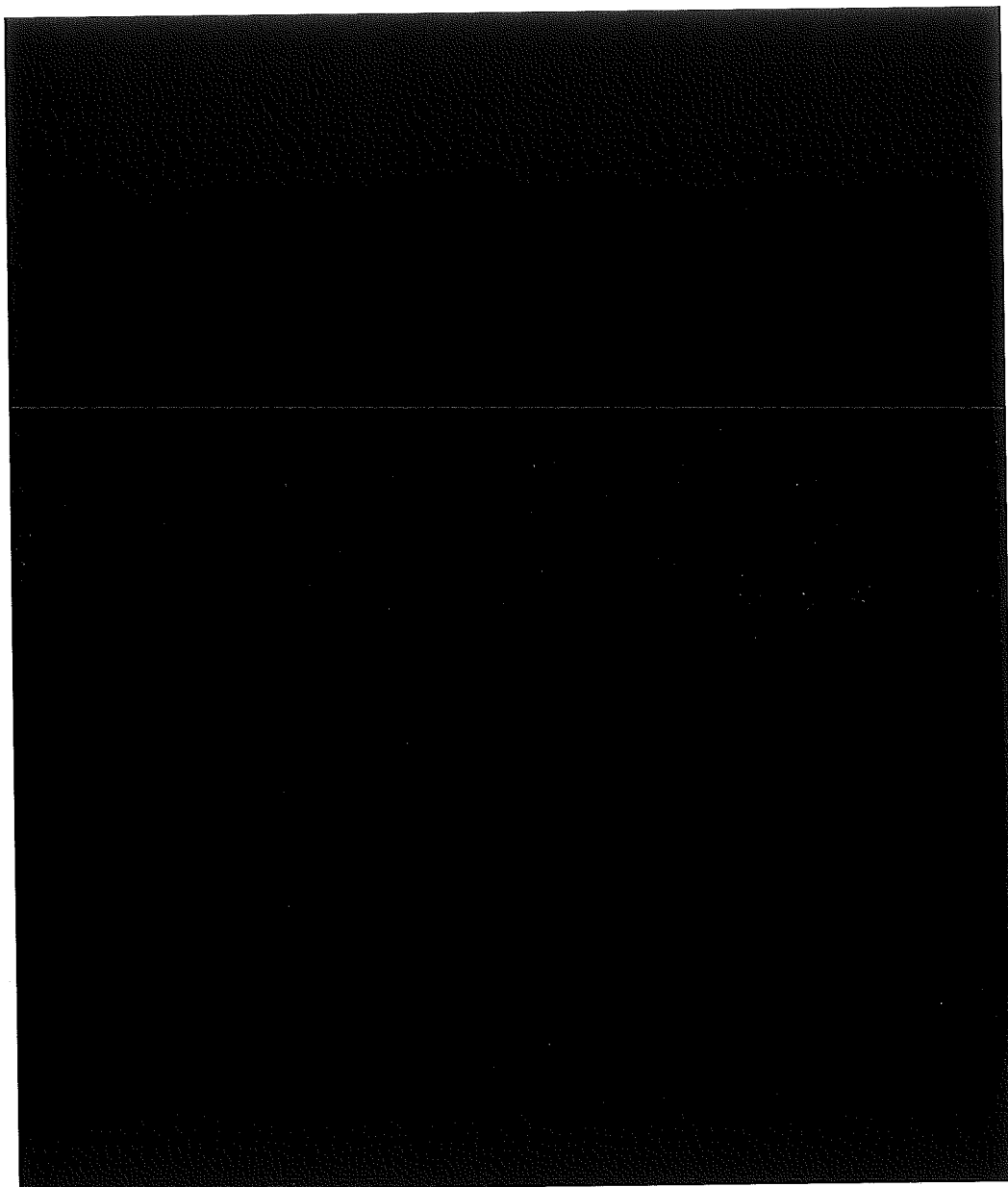
(ロ) - 第A. 3表 [redacted] の性質 ¹⁾

材 料	圧潰応力 (MPa)	密度 (kg/m ³)
[redacted]	[redacted]	[redacted]



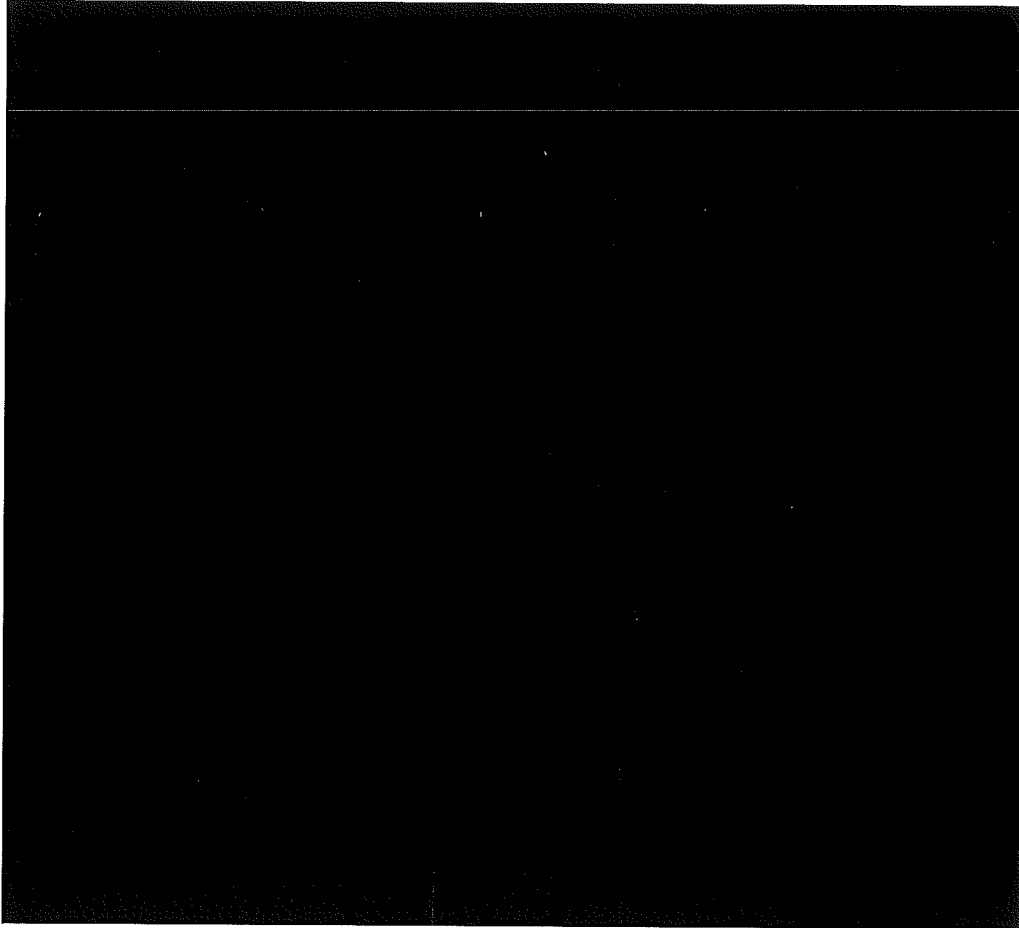
(ロ) - 第A. 2図 ステンレス鋼 (SUS [redacted]) の温度に対する機械的性質の変化

[ASME Section III]



(ロ) - 第A.3図 ステンレス鋼 (SUS ■■■) の温度に対する機械的性質の変化

[通産省告示第501号]



(口)-第A.4図 炭素鋼 [REDACTED] の温度に対する機械的性質の変化

[ASME Section III]

A.4 核燃料輸送物の要件

A.4.1 化学的及び電氣的反応

輸送容器内及び輸送容器と収納物の間で接触する異種材料を(ロ)―第A.4表に示す。

(ロ)―第A.4表 接触する異種材料

異 種 材 料		接 触 部 位
ステンレス鋼	██████████	格納容器 ―― Oリング 密封容器 ―― Oリング
	██████████	密封内容器 ―― Oリング 格納容器 ―― Oリング
ステンレス鋼	██████████	格納容器 ―― グランドパッキン
██████████	ステンレス鋼	緩衝材 ―― 同被覆材
ステンレス鋼	ポリエチレン	試料容器 ―― ポリエチレン容器
ステンレス鋼	鉛	格納容器上部蓋被覆材 ―― 同遮蔽材
ステンレス鋼	ロックウール	試料スペーサ ―― 充填物
ステンレス鋼	ロックウール	収 納 物 ―― 充填物
Nb-1%Zr		

これらはいずれも乾燥状態で接触しており、電氣的に反応することはなく、化学的に反応することもない。

A.4.2 低温強度

本輸送物は、外気温度-20℃以上で輸送される。

(1) 構成部品の最低温度

(イ) 章Cの3項に示す本輸送容器の使用材料が低温脆性破壊、劣化等を起さず通常に使用できる最低温度は(ロ)―第A.5表に示すとおりである。同表より明らかなように、██████████の最低使用可能温度は██████℃であるので、本輸送物の運搬中に予想される温度-20℃より低いことから、構成部品はき裂、破損等の生じるおそれはない。

(ロ) - 第A.5表 輸送物使用材料の最低使用可能温度

輸送物の部位	材 質	最低使用可能温度 (°C)	引用規格、文献
容器本体(胴、カバー、ボルト等)、緩衝体外板	ステンレス鋼 (SUS■■■)	■■■	JIS B 8243 (圧力容器の構造) ⁹⁾
巻上装置カバー上蓋ボルト	ステンレス鋼 (SUS■■■■■)		JIS G 4303 (ステンレス鋼便覧) ⁸⁾
底部密封カバー部 Oリング	■■■■■		六菱ゴム株式会社 (■■■■■) ¹¹⁾
巻上装置カバー部 Oリング	■■■■■		六菱ゴム株式会社 (■■■■■) ¹²⁾
ガスケット (シャッターカバー部等)	■■■■■ 及び ステンレス鋼 (SUS■■■)		日本ピラー工業(株) (技術資料 ガスケットの 選定) ¹³⁾
ガンマ線遮蔽体	鉛		注1) 日本鉛亜鉛需要研究会 (鉛ハンドブック) ¹⁴⁾
緩衝体緩衝材	■■■■■	注2) 農林水産省林業試験場監修、 木材工業ハンドブック編集委 員会編集 (木材工業ハンドブック) ¹⁵⁾	

注1) 延性を失わない温度である。

注2) 圧縮強度試験において、■■■■°Cにおいても、強度が低下しないことが確認されている。

(2) 低温時の強度

輸送容器の主要材料のステンレス鋼 (SUS■■■) は、低温脆化のない材料であるので低温での機械的性質が低下することはない。

また、巻上装置カバー上蓋締付ボルト材料のステンレス鋼 (SUS■■■■■) は、-20°Cにおいても低温脆性破壊を起すことはない。¹⁸⁾

巻上装置及びシャッター開閉機構部には、炭素鋼が使用されるが、本材料は、強度部材、密封境界構成部品及び遮蔽材として使用されていないので容器の健全性に影響はない。

また、Oリング及びガスケットは-20°Cの試験条件下においても密封性能上問題はない。^{11, 12, 13)}

A.4.4 吊上装置

本項では、吊上装置として格納容器の吊上用トラニオンと支持用トラニオンの強度解析を行う。

各トラニオンはステンレス鋼製であり、一般の試験条件下における解析温度は \blacksquare °Cである。

1. 吊上用トラニオン

吊上用トラニオンの解析モデル図を(ロ)-第A.5図に示す。

輸送物の吊上重量W (kg) は (イ) 章Cの5項より

$$W = 1.57 \times 10^4 \text{ kg}$$

吊上時の負荷係数を3とすると、トラニオン1個にかかる荷重P (N) は、

$$\begin{aligned} P &= 3 \cdot W \cdot g / 2 \\ &= 3 \times 1.57 \times 10^4 \times 9.807 / 2 \\ &= 2.31 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

(1) 曲げ応力: σ_b (MPa)

$$\sigma_b = \frac{MC}{I}$$

ただし、M : モーメント (N・mm)

C : 中立軸からの距離 (mm)

I : 断面2次モーメント (mm⁴)

ここで、M = P χ

P : 荷重 (N)

χ : モーメントのアームの長さ (mm)

$$I = \pi d^4 / 64$$

d : トラニオン外径 (mm)



(ロ)-第A.5図 吊上用トラニオン解析モデル図

ここで、 $P = 2.31 \times 10^5 \text{ N}$

$$x = \blacksquare \text{ mm}$$

$$M = 2.31 \times 10^5 \times \blacksquare = \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$C = \blacksquare \text{ mm}$$

$$d = \blacksquare \text{ mm}$$

$$I = \pi \cdot (\blacksquare)^4 / 64 = \blacksquare \text{ mm}^4$$

したがって、

$$\sigma_b = \frac{\blacksquare}{\blacksquare}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$

$$= \blacksquare - 1$$

$$= \blacksquare$$

(2) せん断応力: τ (MPa)

$$\tau = \frac{P}{A}$$

ただし、P: 荷重 (N)

A: トラニオンの断面積 (mm^2)

ここで、 $A = \pi \cdot d^2/4$

d: トラニオンの外径 (mm)

$$P = 2.31 \times 10^5 \text{ N}$$

$$d = \blacksquare \text{ mm}$$

$$A = \pi \cdot (\blacksquare)^2/4 = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2.31 \times 10^5}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料のせん断応力に対する基準値 σ_{sy} (MPa) は、

$$\sigma_{sy} = 0.6 \sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{sy} / \tau - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

(3) 応力強さ: σ (MPa)

$$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$$

ここで、

$$\sigma_b = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\tau = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\blacksquare^2 + 4 \times \blacksquare^2} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

2. 支持用トラニオン

支持用トラニオンの解析モデル図を(ロ)-第A.6図に示す。

支持用トラニオンは取扱時の輸送物を支える状態で荷重を受ける。支持重量 W (kg)

は(イ)章Cの5項より、

$$W = 1.57 \times 10^4 \text{ kg}$$

支持時の負荷係数を3とすると、トラニオン1個にかかる荷重 P (N) は、

$$\begin{aligned} P &= 3 \cdot W \cdot g / 2 \\ &= 3 \times 1.57 \times 10^4 \times 9.807 / 2 \\ &= 2.31 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

(1) 曲げ応力: σ_b (MPa)

吊上用トラニオンと同様の式で計算する。

すなわち、

$$\begin{aligned} P &= 2.31 \times 10^5 \text{ N} \\ x &= \blacksquare \text{ mm} \\ M &= 2.31 \times 10^5 \times \blacksquare = \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm} \\ C &= \blacksquare \text{ mm} \\ d &= \blacksquare \text{ mm} \\ I &= \blacksquare \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

(2) せん断応力: τ (MPa)

吊上用トラニオンと同様の式で計算する。

すなわち、

$$P = 2.31 \times 10^5 \text{ N}$$

$$d = \blacksquare \text{ mm}$$

$$A = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2.31 \times 10^5}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料のせん断応力に対する基準値 σ_{sy} (MPa) は、

$$\sigma_{sy} = 0.6 \sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{sy} / \tau - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

(3) 応力強さ: σ (MPa)

吊上用トラニオンと同様の式で計算する。

すなわち、

$$\sigma_b = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\tau = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、

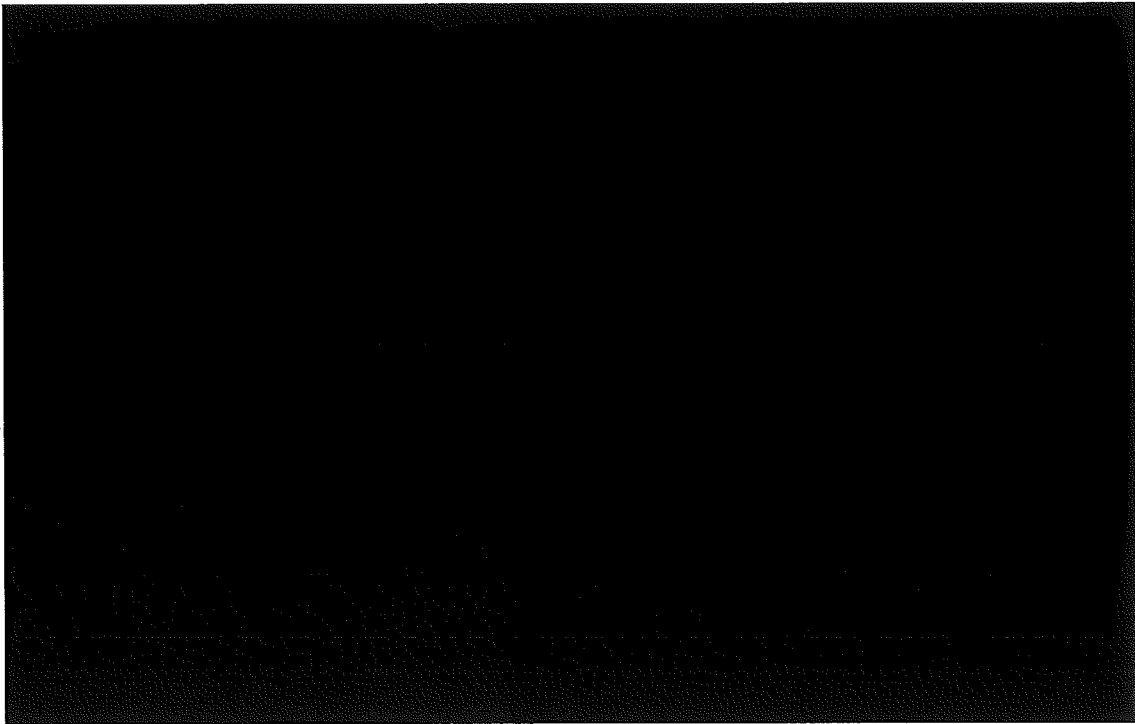
$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\blacksquare^2 + 4 \times \blacksquare^2} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$



(単位 : mm)

(ロ) - 第A.6図 支持用トラニオン解析モデル

3. 吊上装置（ステンレス鋼）の疲労

吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は2400回（輸送容器使用期間60年×吊上回数40回/年（（3回運搬×10回/運搬回数）+保守的に10回/年））となる。上記に示すとおり、吊上用トラニオンに発生する応力強さは■■■■ MPaであり、繰返しピーク応力はその1/2の■■■■ MPaとする。また、支持用トラニオンに発生する応力強さは■■■■ MPaであり、繰返しピーク応力はその1/2の■■■■ MPaとする。SUS■■■■の応力疲労曲線図（S/N線図）²²⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、■■■■ MPaとなり、繰返しピーク応力を包含している。また、使用回数10000回は、想定される使用回数（2400回）を包含している。以上を踏まえ繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価した結果、疲労破壊が生じないことを確認した。

A.4.5 固縛装置

本輸送容器の重量は(イ)章Cの5項に示すとおりである。

本項では固縛装置として架台の上部支持台と下部支持台の強度解析を行う。

各支持台は炭素鋼製であり、解析温度は安全側に 100°C であるとする。また、下方方向の重力加速度については 3g で計算を行う。

上部支持台の解析モデル図を(ロ)―第A.7図に、下部支持台の解析モデル図を(ロ)―第A.8図に示す。下部支持台の方が支持点が高く構造的に厳しい条件になっているので下部支持台のみ解析する。

輸送物の輸送総重量 W (kg) は(イ)章C.5項より

$$W = 2.32 \times 10^4 \text{ kg}$$

輸送中輸送物に加わる加速度を考慮し、長手方向、横方向、垂直上方向の負荷係数を2とし、垂直下方向の負荷係数を3とした荷重が支持点に作用するとすると、支持点1個に作用する荷重 P (N) は、

長手方向、横方向、垂直上方向荷重

$$\begin{aligned} P &= 2 \cdot W \cdot g / 4 \\ &= 2 \times 2.32 \times 10^4 \times 9.807 / 4 \\ &= 1.14 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

垂直下方向荷重

$$\begin{aligned} P &= 3 \cdot W \cdot g / 4 \\ &= 3 \times 2.32 \times 10^4 \times 9.807 / 4 \\ &= 1.71 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

1. 長手方向にかかった場合の応力： σ_b (MPa)

$$\sigma_b = \frac{MC}{I}$$

ただし、 M ：モーメント (N・mm)

C ：中立軸からの距離 (mm)

I ：断面2次モーメント (mm^4)

応力は(ロ)―第A.8図に示すA点で最大になる。

ここで、 $M = 1.14 \times 10^5 \times$ []

$$= [] \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$C = [] \text{ mm}$$

$$I = []$$

$$= [] \text{ mm}^4$$

したがって、

$$\sigma_b = \frac{[]}{[]}$$

$$= [] \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

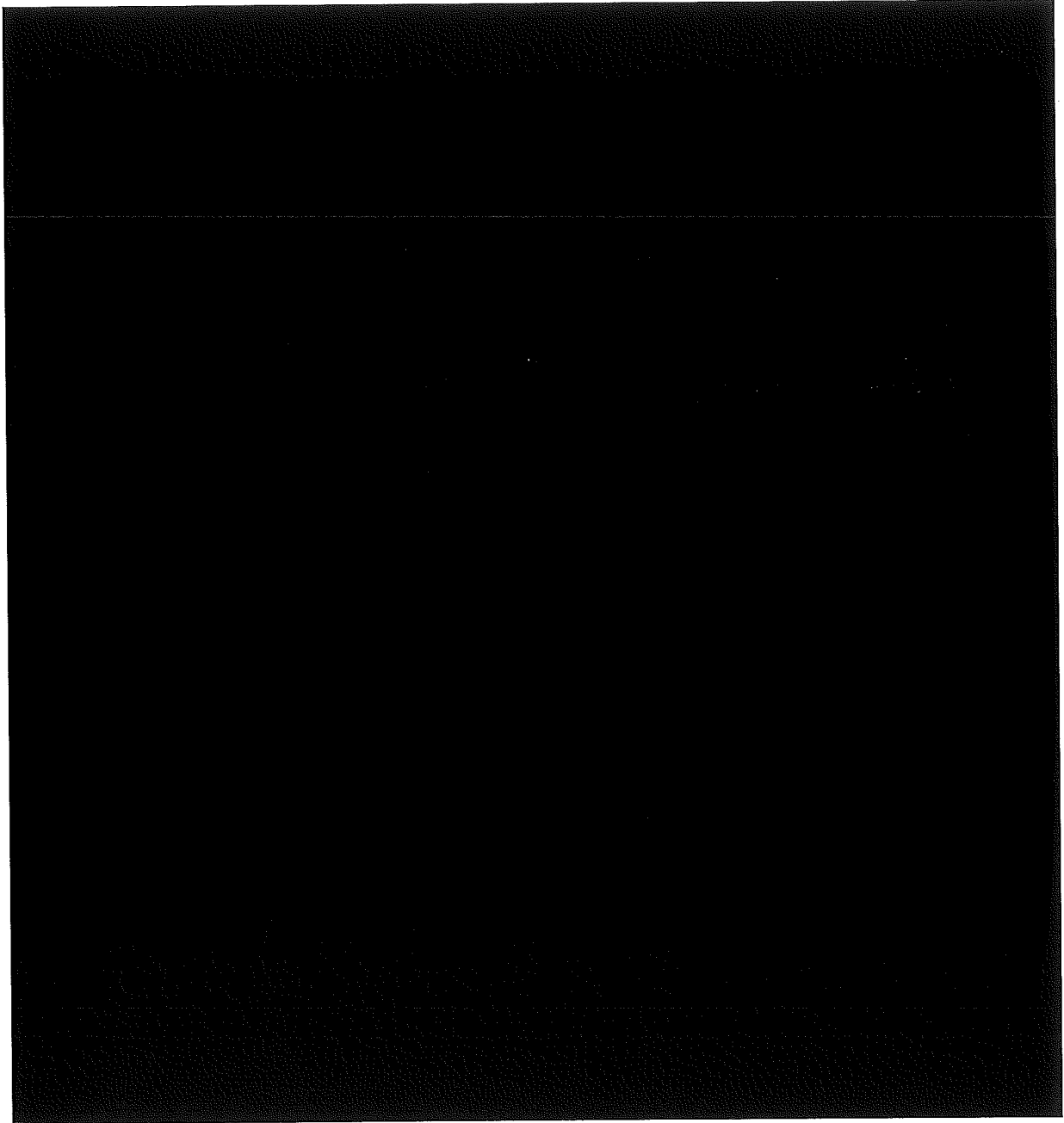
$$\sigma_y = [] \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

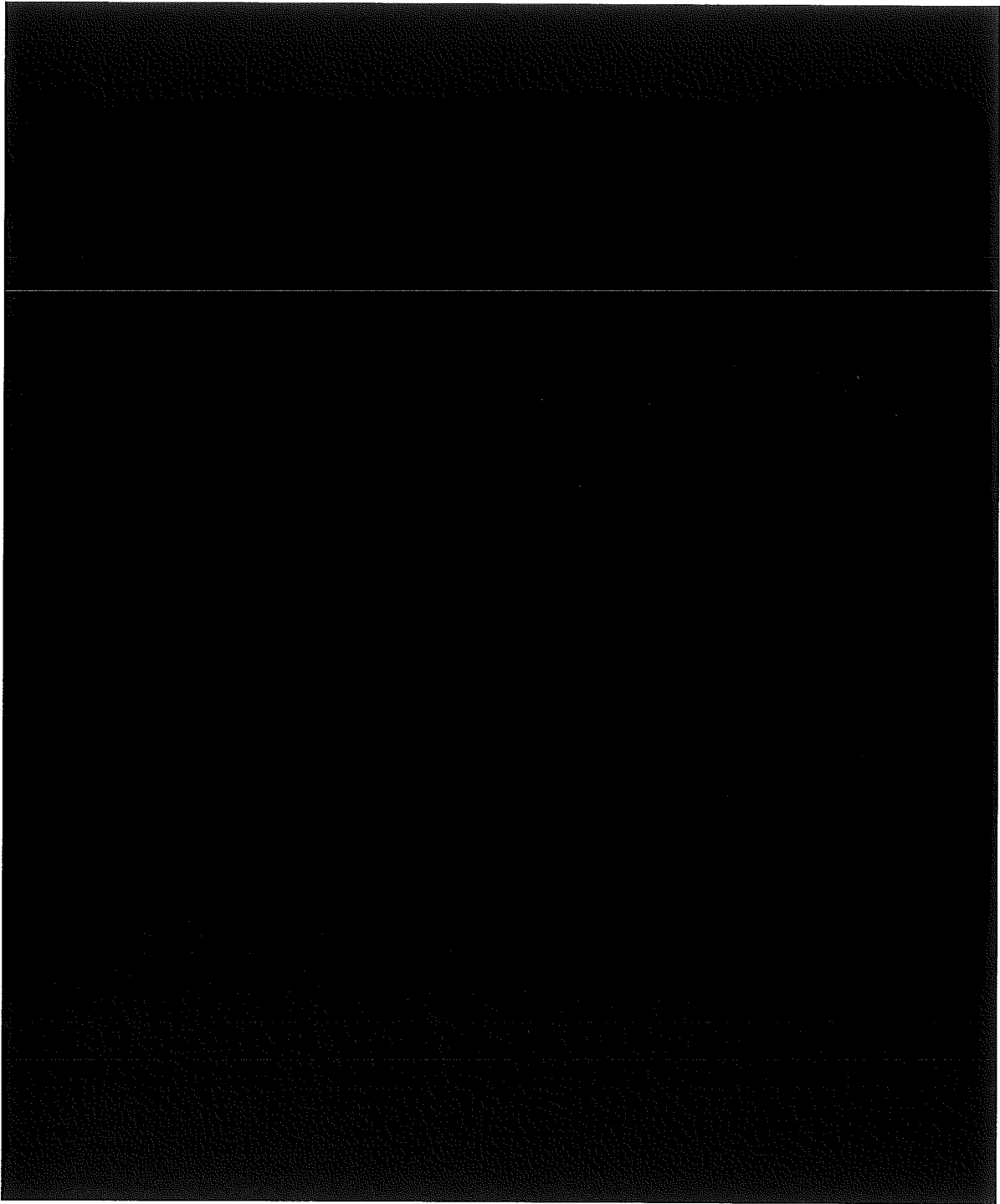
$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$

$$= [] - 1$$

$$= []$$



(口) - 第A.7図 上部支持台解析モデル図



(口) - 第A. 8図 下部支持台解析モデル図

2. 横方向にかかった場合の応力： σ_b (MPa)

長手方向にかかった場合と同様の式で計算する。

応力は(口)－第A.8図に示すA点で最大になる。

ここで、

$$M = 1.14 \times 10^5 \times \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$C = \blacksquare \text{ mm}$$

$$I = \blacksquare \text{ mm}^4$$

したがって、

$$\sigma_b = \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \\ = \blacksquare \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ = \blacksquare - 1 \\ = \blacksquare$$

3. 垂直上方向にかかった場合のボルトの応力： σ_t (MPa)

ボルトに生じる引張応力は、荷重による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計(以下「合引張応力」という。)として表わされる。

a) 荷重による引張応力

ボルトに生じる引張応力は次式で表わされる。

$$\sigma_{t1} = \frac{P}{n \cdot A}$$

ただし、P : 荷重 (N)

n : ボルト本数 (本)

A : ボルト断面積 (mm^2)

ここで、P = 1.14×10^5 N

n = \blacksquare 本

$$A = \pi (\text{■})^2 / 4 = \text{■} \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{t1} &= \frac{\text{■}}{\text{■}} \\ &= \text{■} \text{ MPa} \end{aligned}$$

b) 締付トルクによる引張応力

ボルトの締付トルクにより生じる応力は、次式で表わされる。

$$\sigma_{tr} = \frac{F_o}{A_s}$$

ただし、 F_o : 締付力 (N)

$$F_o = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T = \text{■} \text{ N} \cdot \text{mm}$ ($\text{■} \text{ kg} \cdot \text{mm}$)

$$K = \text{■}$$

$$d = \text{■} \text{ mm}$$

$$A_s = \text{■} \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{tr} &= \frac{\text{■}}{\text{■}} \\ &= \text{■} \text{ MPa} \end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= \text{■} \\ &= \text{■} \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{■} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}
 MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\
 &= \blacksquare - 1 \\
 &= \blacksquare
 \end{aligned}$$

4. 垂直下方向にかかった場合の応力: σ_c (MPa)

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

ただし、

$$\begin{aligned}
 P : \text{荷重 (N)} &= 3 \cdot W \cdot g / 4 \\
 &= 3 \times 2.32 \times 10^4 \times 9.807 / 4 \\
 &= 1.71 \times 10^5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

A : 支圧面積 (mm²)

ここで、 $P = 1.71 \times 10^5 \text{ N}$

$$A = \blacksquare \times \sin 60^\circ = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\begin{aligned}
 \sigma_c &= \frac{1.71 \times 10^5}{\blacksquare} \\
 &= \blacksquare \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}
 MS &= \sigma_y / \sigma_c - 1 \\
 &= \blacksquare - 1 \\
 &= \blacksquare
 \end{aligned}$$

5. 2 gの加速度がかかった時の輸送容器

輸送容器のトラニオンは（ロ）章A.4.4「吊上装置」で示したように負荷係数を3としても降伏応力を超える応力は生じないので、トラニオンのせん断面内である長手方向及び垂直上方向の成分それぞれ2 gを合成した $2\sqrt{2}$ g \approx 2.8 gの加速度に対しても十分余裕をもっている。

また、垂直下方向における合成した加速度は3.6 gであり、この加速度により発生する応力は約■ MPaである。降伏応力■ MPaより十分小さく、余裕を持っている。なお、横方向の加速度2 gによるトラニオンの軸方向応力は、約■ MPaであり、降伏応力■ MPaより十分小さく、無視できる。

A.4.6 圧力

本輸送容器の密封内容器、密封容器及び格納容器の内圧は、最大内圧の項（（口）章B.4.4、（口）章B.6.2の4.2）で求めたように、一般の試験条件下において絶対圧力として、それぞれ最大■■■■ MPa, ■■■■ MPa, ■■■■ MPaの圧力が生ずる。一方これらの容器に対する耐圧強度計算は、（口）章A.5.1.3「応力計算」の項で示されているように、安全側に外気圧を0 kPaとして行われており、健全性が確認されている。

したがって、外気圧が100 kPaから60 kPaまで減少したとしても、差圧は40 kPaであり本輸送容器の健全性が損なわれることはない。

A.4.7 振動

本輸送物の固有振動数を求める。解析モデルを（口）-第A.9図に示す。

$$f = \frac{\lambda^2}{2\pi\ell^2} \cdot \sqrt{\frac{EIg}{\gamma A}}$$

ただし、 λ : 振動数係数

ℓ : 長さ (cm)

E : 縦弾性係数 (MPa)

I : 断面二次モーメント (cm⁴)

γ : 単位体積の重さ (N/cm³)

A : 断面積 (cm²)

g : 加速度 (cm/s²)

ここで、 $\lambda = \pi$ (両端支持の一次固有振動に対する定数)

$$\ell = \blacksquare \text{ cm}$$

$$E = \blacksquare \text{ N/cm}^2 \text{ (}\blacksquare\text{°C、ステンレス鋼)}$$

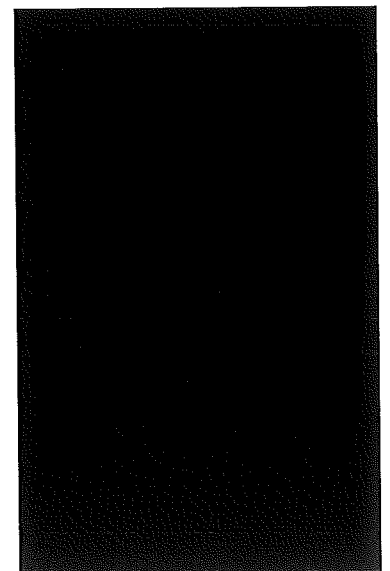
$$I = \frac{\pi}{64} \times (\blacksquare) = \blacksquare \text{ cm}^4$$

$$\gamma = \blacksquare \text{ N/cm}^3$$

$$A = \blacksquare \text{ cm}^2$$

$$g = 980.7 \text{ cm/s}^2$$

したがって、



(口)-第A.9図
振動解析モデル

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi \times \blacksquare} \times \sqrt{\frac{\blacksquare \times 980.7}{\blacksquare}}$$

$$= \blacksquare \text{ Hz}$$

輸送物の輸送中に受ける振動域は大部分0から10 Hzの範囲であり、上記の固有振動数は十分大きく共振を生ずることはなく、各締付ボルト等も、輸送中ゆるむことはない。

本輸送物の固縛装置は、(ロ)章A.4.5で示したように、2 g (垂直下方向については3 g) の加速度が加わっても健全性を保つ。また、特別の試験条件「落下試験 I (9 m落下)」において負荷される加速度に比べ、実際の輸送中に発生する振動による加速度は十分小さく、外部振動による輸送物の応答増幅の影響はなく、輸送物にき裂、破損等は生じず健全である。

なお、収納物は、密封容器内に試料スペーサ、あるいは試料容器により保持されているので振動による移動等はおこらない。

以上の結果より、通常の輸送における輸送物の要件に対する評価結果の要約を(ロ)一第A.6表に示す。

(ロ) - 第A.6表 輸送物の要件に対する評価結果の要約 (1/2)

条件	解析及びその詳細	解析基準	解析基準値	解析結果等	余裕率等 (MS)	
通 常 の 輸 送 条 件	・ 化学的及び電気的反応					
	化学的反応	反応のないこと	—	反応なし	基準に合致	
	電気的反応	反応のないこと	—	反応なし	基準に合致	
	・ 低温強度					
	構成部品の最低温度	-40℃でのき裂、破損のない	—	き裂、破損なし	基準に合致	
	低温時の強度	低温脆化温度	-20℃	-20℃では低温脆化なし	基準に合致	
	・ 密封装置の誤操作による開放の可能性					
	蓋及びカバー	可能性がないこと	—	可能性なし	基準に合致	
	・ 吊上装置			(MPa)	(MPa)	
	吊上用トラニオン	σ_y				
支持用トラニオン	σ_y					
・ 固縛装置						
1) 長手方向						
架台(下部支持台)	σ_y					
2) 横方向						
架台(下部支持台)	σ_y					
3) 垂直上方向						
ボルト	σ_y					
4) 垂直下方向						
架台(下部支持台)	σ_y					

(ロ)－第A.6表 輸送物の要件に対する評価結果の要約 (2/2)

条件	解析及びその詳細	解析基準	解析基準値	解析結果等	余裕率等 (MS)
通常の輸送条件	・圧力 ・振動	密封性 振動性 加速度	良	良	基準に合致
			固有振動数と輸送による振動数の差が大であり、かつ実際の加速度も2.0 g以下なので基準に合致		



A.5 一般の試験条件

A.5.1 熱的試験

A.5.1.1 温度及び圧力の要約

38℃の環境に1週間置いた場合の輸送容器各部の最高圧力及び最高温度は、
(口)章B.4「一般の試験条件」、及び(口)章B.6の(2)に示している。この
ときの最高温度及び圧力の要約を(口)－第A.7表に示す。

(口)－第A.7表 一般の試験条件における最高圧力及び最高温度の要約

部 位	最高圧力 (MPa abs)	最高温度 (℃)
格納容器外面		
格納容器内面		
格納容器内		
密封容器		
密封容器内		
密封内容器		
密封内容器内		

A.5.1.2 熱膨張

本項では輸送容器各部の温度差並びに熱膨張により生ずる応力について検討する。

密封容器は薄肉の中空円筒であり、温度差がつきにくい構造であるから、熱膨張差による変形や応力は無視する。

格納容器は厚肉の中空円筒であり、熱応力の生じやすい構造である。したがって、本項では格納容器の熱応力について検討する。温度差は安全側に \blacksquare °Cとした。

厚肉円筒の熱応力は次式で求められる。

$$\sigma_{T_o} = \frac{E \alpha \Delta T}{1 - \nu} \left(\frac{1}{2 \ln(b/a)} - \frac{a^2}{b^2 - a^2} \right)$$

$$\sigma_{T_i} = \frac{E \alpha \Delta T}{1 - \nu} \left(\frac{1}{2 \ln(b/a)} - \frac{b^2}{b^2 - a^2} \right)$$

ただし、 σ_{T_o} : 外面での熱応力 (MPa)

σ_{T_i} : 内面での熱応力 (MPa)

E : 縦弾性係数 (MPa)

α : 線膨張係数 (K⁻¹)

ΔT : 内外面温度差 (K)

ν : ポアソン比

a : 内半径 (mm)

b : 外半径 (mm)

ここで、E = \blacksquare MPa

α = \blacksquare K⁻¹

ΔT = \blacksquare °C

ν = \blacksquare

a = \blacksquare mm

b = \blacksquare mm

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{T_o} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{Ti} = \text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{[redacted]} \text{ MPa (} \text{[redacted]} \text{ }^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_{Ti} - 1$$

$$= \text{[redacted]} - 1$$

$$= \text{[redacted]}$$

よって、格納容器にき裂、破損等は生じず健全である。

なお、運搬中に予想される温度の変化 (-20°C~38°C) を考慮した場合、(ロ)一第A.7表に示すとおり、格納容器は厚肉の中空円筒であるが、格納容器外面と内面の最高温度差が [redacted] °C であり、上記の温度差 [redacted] °C に包含されることから熱膨張によるき裂、破損等は生じず健全である。

A. 5. 1. 3 応力計算

本項では輸送容器各部の応力計算を行う。輸送容器各部の応力は温度勾配による応力、圧力による応力、さらに荷重による応力が合成されたものである。

熱負荷は小さく、使用回数も少ないので熱負荷の繰り返しによる疲労及び変形はないと考えられる。したがって、計算対象としては輸送物の密封性を確保する密封内容器、密封容器、格納容器とし、主な負荷としては内圧力であるが安全側に外気圧を0 kPaとして行うものとする。

密封内容器、密封容器及び格納容器はステンレス鋼製であり、その応力計算に用いた温度は解析項目ごとに示す。

また、密封内容器の応力計算については(ロ)章A. 10の(1)に示す。

1. 密封容器

(1) 密封容器胴部の応力： σ_{θ} (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A. 10図に示す。計算式は管の肉厚が内半径の10 %以下なので薄肉円筒の応力計算式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$$

ただし、P : 圧力 (MPa)

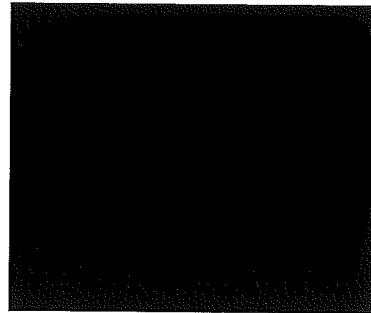
D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、P = MPa

D = mm

t = mm



(ロ)－第A. 10図
密封容器胴部解析モデル

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \frac{\text{■}}{2 \times \text{■}} \\ &= \text{■} \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{■} \text{ MPa (} \text{■} \text{ }^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= \text{■} - 1 \\ &= \text{■} \end{aligned}$$

(2) 密封容器底板の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.11図に示す。計算式は、容器の底板が溶接構造であるため、周辺固定・円板の式を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

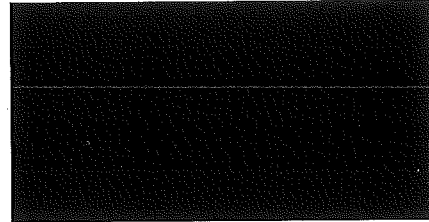
D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm



(ロ)－第A.11図
密封容器底部解析モデル

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \times \text{}}{16 \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{} \text{ MPa (} \text{} \text{ }^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \text{} - 1 \\ &= \text{}\end{aligned}$$

(3) 密封容器蓋の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.12図に示す。蓋はカムとリンク方式で締め付けているので応力計算式は周辺単純支持・円板を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3(3+\nu)PD^2}{32t^2}$$

ただし、 ν : ポアソン比

P : 圧力 (MPa)

D : オリングの径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 $\nu =$ []

$P =$ [] MPa

$D =$ [] mm

$t =$ [] mm

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3(3+[]) \times []}{32 \times []} \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa ([] }^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= [] - 1 \\ &= []\end{aligned}$$



(ロ)－第A.12図
密封容器蓋解析モデル

(4) 密封容器蓋固定リンクのせん断応力： τ (MPa)

解析モデルを(ロ)-第A.13図に示す。

$$\tau = \frac{\pi P D^2}{4 n A}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : Oリングの径 (mm)

n : 固定リンク数

A : 固定リンク断面積 (mm²)

ここで、 P = MPa

D = mm

n = 本

A = mm²

であるから、

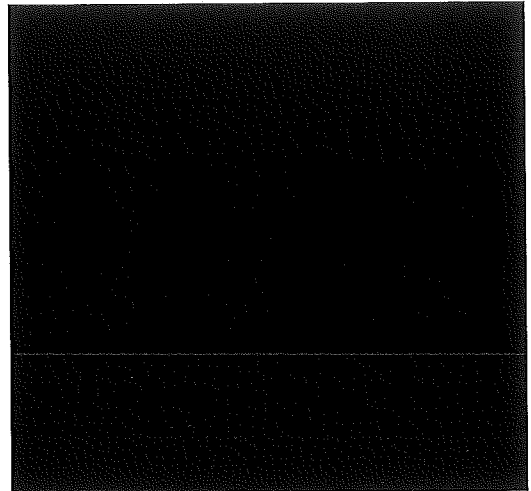
$$\begin{aligned}\tau &= \frac{\pi \times \text{}}{4 \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料のせん断応力に対する基準値 σ_{sy} (MPa) は、

$$\sigma_{sy} = 0.6 \sigma_y = \text{} \text{ MPa} (\text{}^\circ\text{C、ステンレス鋼})$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{sy} / \tau - 1 \\ &= \text{} - 1 \\ &= \text{}\end{aligned}$$



(ロ)-第A.13図
密封容器蓋固定リンク
解析モデル

2. 格納容器

(1) 巻上装置カバー上蓋の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.14図に示す。上蓋は■■■ボルト、■■■本で格納容器に取り付けられているので応力計算式は周辺固定・円板を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、P：圧力 (MPa)

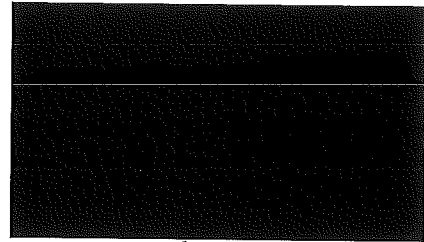
D：ボルト中心円の径 (mm)

t：板厚 (mm)

ここで、P = ■■■ MPa

D = ■■■ mm

t = ■■■ mm



(ロ)－第A.14図
巻上装置カバー上蓋解析モデル

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \times \text{■■■■}}{16 \times \text{■■■■}} \\ &= \text{■■■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{■■■■} \text{ MPa (■■■■}^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \text{■■■■} - 1 \\ &= \text{■■■■}\end{aligned}$$

(2) 巻上装置カバーOリングの密封性

解析モデルを(ロ)-第A.15図に示す。(1)と同じ条件において巻上装置カバーのOリング位置におけるたわみを求めOリングの初期締付量と比較する。

中央におけるたわみ量 ω (mm) は次式で求める。

$$\omega = 0.171 \frac{P a^4}{E t^3}$$

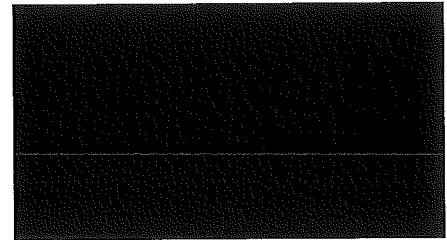
ただし、 P : 圧力 (MPa)

E : 縦弾性係数 (MPa)

t : 板厚 (mm)

a : ボルト中心円半径 (mm)

b : Oリング位置半径 (mm)



(ロ)-第A.15図
巻上装置カバー上蓋解析モデル

ここで、 P = [redacted] MPa

E = [redacted] MPa ([redacted] °C、ステンレス鋼)

t = [redacted] mm

a = [redacted] mm

b = [redacted] mm

したがって、

$$\begin{aligned} \omega &= 0.171 \times \frac{[redacted]}{[redacted]} \\ &= [redacted] \text{ mm} \end{aligned}$$

Oリング位置でのたわみ量は、 [redacted] $\times \frac{(a-b)}{a} = [redacted]$ mm

Oリングの初期締付量は、 [redacted] mmでたわみ量 [redacted] mmより大きいのでOリング面で密封性が損なわれることはない。

(3) 巻上装置カバー胴部の応力： σ_{θ} (MPa)

解析モデルを(口)－第A.16図に示す。計算式は肉厚が内半径の10%以下なので薄肉円筒の応力計算式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{P D}{2 t}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm

であるから、

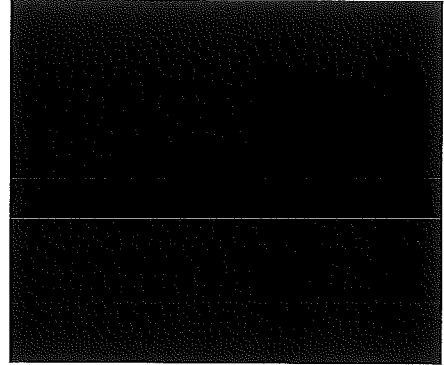
$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \frac{\text{}}{2 \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y は、

$$\sigma_y = \text{} \text{ MPa (} \text{} \text{ }^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= \text{} - 1 \\ &= \text{} \end{aligned}$$



(口)－第A.16図
巻上装置カバー胴部解析モデル

(4) 格納容器本体応力： σ_{θ} (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.17図に示す。肉厚■■ mmであるので厚肉円筒の応力計算式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{P(r_2^2 + r_1^2)}{(r_2^2 - r_1^2)}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

r_1 : 内半径 (mm)

r_2 : 外半径 (mm)

ここで、 P = ■■■ MPa

r_1 = ■■■ mm

r_2 = ■■■ mm

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_{\theta} &= \frac{\text{■■■■}}{\text{■■■■}} \\ &= \text{■■■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y は、

$$\sigma_y = \text{■■■■} \text{ MPa (■■■}^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= \text{■■■■} - 1 \\ &= \text{■■■■}\end{aligned}$$

(5) シャッター蓋部の応力： σ_b (MPa)

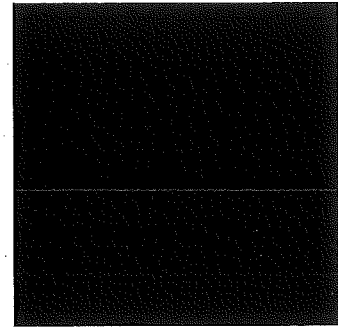
解析モデルを(ロ)－第A.18図に示す。シャッター蓋は■■ ボルト、■■ 本で取り付けられているので周辺固定・円板の計算式を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : ボルト中心円の径 (mm)

t : 板厚 (mm)



(ロ)－第A.17図
格納容器本体解析モデル

ここで、 $P = \text{■} \text{ MPa}$

$D = \text{■} \text{ mm}$

$t = \text{■} \text{ mm}$

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= 3 \times \frac{\text{■}}{16 \times \text{■}} \\ &= \text{■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$\sigma_y = \text{■} \text{ MPa}$ (■°C、ステンレス鋼)

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \text{■} - 1 \\ &= \text{■}\end{aligned}$$

(6) 底部密封カバーの応力: σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)-第A.19図に示す。底部密封カバーは格納容器本体に■ボルト、■本で取り付けられるので、周辺固定・円板の計算式を用いる。

$$\sigma_b = \beta \frac{P a^2}{t^2}$$

ただし、 β : 応力係数²⁾ (b/a より求める。)

a : ボルト中心円半径 (mm)

b : Oリング位置半径 (mm)

t : 板厚 (mm)

P : 圧力 (MPa)

ここで、 $\beta = \text{■}$ ($b/a = \text{■}$)

$P = \text{■} \text{ MPa}$

$a = \text{■} \text{ mm}$

$b = \text{■} \text{ mm}$

$t = \text{■} \text{ mm}$

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \text{■} \\ &= \text{■} \text{ MPa}\end{aligned}$$



(ロ)-第A.18図
シャッター蓋部 解析モデル



(ロ)-第A.19図
底部密封カバー解析モデル

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{■■■■} \text{ MPa (■■■■}^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \text{■■■■} - 1 \\ &= \text{■■■■} \end{aligned}$$

(7) 底部密封カバーリングの密封性

解析モデルを(ロ)－第A.20図に示す。(6)と同じ条件において底部密封カバーのリング位置におけるたわみを求めリングの初期締付量と比較する。

中央におけるたわみ量 ω (mm) は次式で求める。

$$\omega = \alpha \frac{P a^4}{E t^3}$$

ただし、 α : たわみ係数²⁾ (b/a より求める。)

P : 圧力 (MPa)

E : 縦弾性係数 (MPa)

t : 板厚 (mm)

a : ボルト中心円半径 (mm)

b : リング位置半径 (mm)

ここで、 $\alpha = \text{■■■■}$ ($b/a = \text{■■■■}$)

P = ■■■■ MPa

E = ■■■■ MPa (■■■■ $^\circ$ C、ステンレス鋼)

t = ■■■■ mm

a = ■■■■ mm

b = ■■■■ mm

したがって、

$$\begin{aligned} \omega &= \text{■■■■} \\ &= \text{■■■■} \text{ mm} \end{aligned}$$

リング位置でのたわみ量は、 $\text{■■■■} \times \frac{(a-b)}{a} = \text{■■■■}$ mm

リングの初期締付量は、■■■■ mmでたわみ量■■■■ mmより大きいのでリング面で密封性が損なわれることはない。



(ロ)－第A.20図
底部密封カバー解析モデル

(8) 巻上装置カバー上蓋ボルトの応力： σ_t (MPa)

巻上装置カバー上蓋ボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.21図に示す。

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D : ガスケット内径 (mm)

P : 圧力 (MPa)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 D = mm

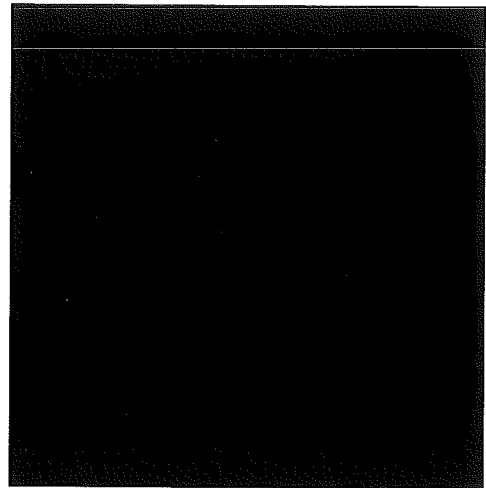
P = MPa

n = 本

d_1 = mm

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{t1} &= \frac{\frac{\pi}{4} \times \text{}}{\text{} \times \frac{\pi}{4} \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.21図 巻上装置カバー
上蓋ボルト解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_o}{A_s}$$

ただし、 F_o : 締付力 (N)

$$F_o = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T = \text{■■■■} \text{ N} \cdot \text{mm} (\text{■■■■} \text{ kg} \cdot \text{mm})$

$K = \text{■■}$

$d = \text{■■} \text{ mm}$

$A_s = \text{■■} \text{ mm}^2$

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= \frac{\text{■■■■}}{\text{■■■■}} \\ &= \text{■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= \text{■■■■} \\ &= \text{■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{■■} \text{ MPa} (\text{■■}^\circ\text{C}, \text{ステンレス鋼 (SUS■■)})$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= \text{■■■■} - 1 \\ &= \text{■■}\end{aligned}$$

(9) シャッターカバーボルトの応力： σ_t (MPa)

シャッターカバーボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.22図に示す。

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D : ガスケット内径 (mm)

P : 圧力 (MPa)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 D = mm

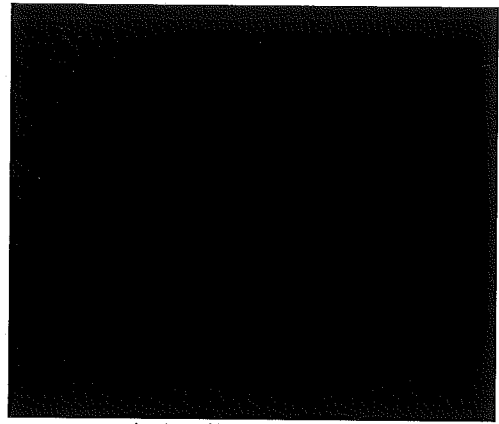
P = MPa

n = 本

d_1 = mm

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{t1} &= \frac{\frac{\pi}{4} \times \text{}}{\text{} \times \frac{\pi}{4} \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.22図
シャッターカバーボルト解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 T = [] N・mm ([] kg・mm)

K = []

d = [] mm

A_s = [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= \frac{[]}{[]} \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa ([] }^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= [] - 1 \\ &= []\end{aligned}$$

(10) 底部密封カバーボルトの応力： σ_t (MPa)

底部密封カバーボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.23図に示す。

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D ：リング径 (mm)

P ：圧力 (MPa)

n ：ボルト本数

d_1 ：ボルトの谷径 (mm)

ここで、 $D = \blacksquare$ mm

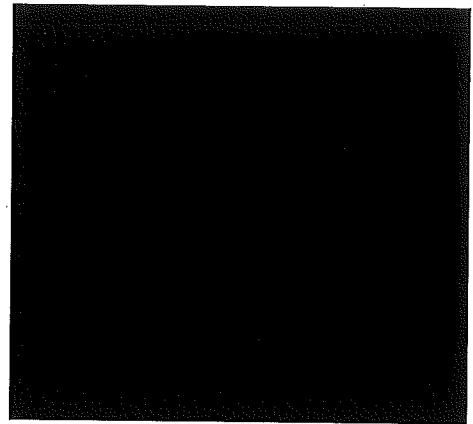
$P = \blacksquare$ MPa

$n = \blacksquare$ 本

$d = \blacksquare$ mm

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{t1} &= \frac{\frac{\pi}{4} \times \blacksquare}{\blacksquare \times \frac{\pi}{4} \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.23図
底部密封カバーボルト解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクにより蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 ：締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T ：締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 T = [] N・mm ([] kg・mm)

K = []

d = [] mm

A_s = [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= \frac{[]}{[]} \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa ([] }^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= [] - 1 \\ &= []\end{aligned}$$

A. 5. 1. 4 許容応力との比較

熱的試験における熱膨張及び内圧による応力は、(ロ)章A. 5. 1. 2項及び(ロ)章A. 5. 1. 3項で求めた。

これらの応力と基準値との比較は、一般の試験条件に対する結果の要約及び評価を説明する(ロ)章A. 5. 7項にまとめて示す。

A. 5. 2 水噴霧

本容器の外側はステンレス鋼製であり、水噴霧に対して吸水による脆化により密封性が損なうことや、水溜りによる腐食が発生することがないため線量当量率の増加等を生じることはない。

A. 5. 3 自由落下

ここでは、(ロ)章A. 1. 2「設計基準」のうち、一般の試験条件の自由落下試験において外運搬規則及び外運搬告示に規定された輸送物の健全性について評価を行う。本輸送物の重量は17.0 トンであるので、外運搬告示により、落下高さは0.3 mとなる。

輸送物が0.3 m落下した場合、その落下エネルギーは輸送容器上下部に取り付けられた緩衝体の変形によって吸収される。

本項に係る自由落下試験時に輸送容器に加わる衝撃力は、特別の試験条件「落下試験 I (9 m落下)」における衝撃力よりも遥かに小さく、かつ、(ロ)章A. 6. 1で後述するように、特別の試験条件においても輸送容器本体の構造及び密封性能に係る健全性は維持されるので、本項の自由落下においても健全性が保たれる。

自由落下(0.3 m落下)時の緩衝体の変形量の計算方法は(ロ)章A. 6. 1「強度試験・落下試験 I (9 m落下)」の項の計算手法と同じである。変形量は落下試験 I で計算している各落下方向の変形量と落下エネルギーの関係より求めたものである。本自由落下試験時の緩衝体の変形量を(ロ)一第A. 8表に示す。

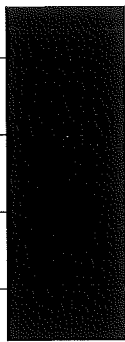

なお、熱解析においては自由落下時に緩衝体の変形がないとした場合の方が収納物の温度は高くなるので、安全側になるように(ロ)章B「熱解析」では変形がないものとして評価する。また、遮蔽解析では、線量当量率を評価する輸送物表面として、緩衝体の変形を考慮する。

(a) 解析モデル

輸送物の落下姿勢として次の3種類を考える。

- (1) 垂直落下
- (2) 水平落下
- (3) コーナー落下

(ロ)－第A.8表 自由落下試験の解析結果

落下姿勢		落下エネルギー (N・m)	変形量 δ (mm)	許容変形量 δ_{max} (mm)
垂 直	蓋部落下	5.00×10^4		
	底部落下	5.00×10^4		
水平落下		5.00×10^4		
コ ー ナ ー	蓋部落下	5.00×10^4		
	底部落下	5.00×10^4		

(b) 原型試験

該当なし。

(c) モデル試験

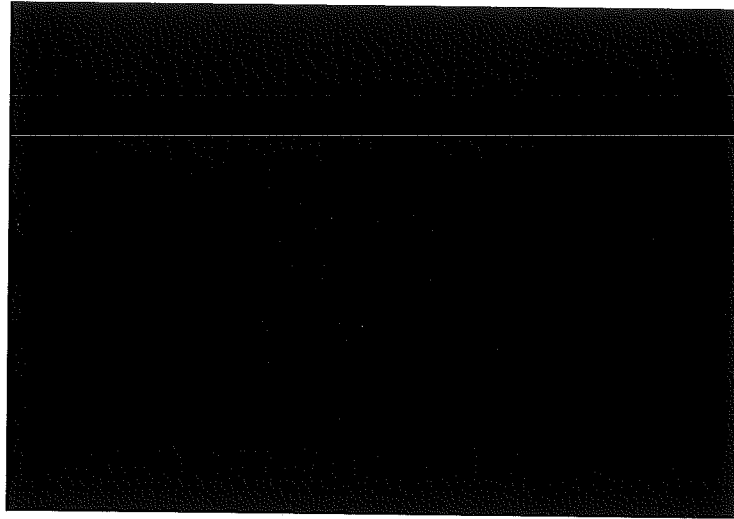
該当なし。

A.5.4 積み重ね試験

本項の条件としては、輸送物の総重量である17 トンの5倍に相当する85 トン(8.34×10^5 N)の荷重の方が、本輸送容器の鉛直投影面積に 1.3×10^{-2} MPaを乗じた値に相当する荷重より大きいので、強度計算としては85 トン(8.34×10^5 N)の荷重が輸送容器の軸に垂直方向にかかる場合及び軸方向にかかる場合について行う。

1. 軸に垂直な方向に5倍の荷重がかかった場合

解析モデル図を(ロ)－第A.24図に示す。モデルは緩衝体を支点と考え、単純支持梁と仮定し輸送容器を断面形状により5つの部位に分けた。曲げ応力が最大になるのは曲げモーメントが最大になる位置か、断面係数が最小になる位置である。



(ロ)－第A.24図 軸方向に垂直な解析モデル

5倍の荷重がかかった場合の各部の荷重 W_i (N) 及び単位長さ当りの荷重 ω_i (N/mm) は次のようになる。

(イ)部	$W_1 =$	$N,$	$\omega_1 =$	N/mm
(ロ)部	$W_2 =$	$N,$	$\omega_2 =$	N/mm
(ハ)部	$W_3 =$	$N,$	$\omega_3 =$	N/mm
(ニ)部	$W_4 =$	$N,$	$\omega_4 =$	N/mm
(ホ)部	$W_5 =$	$N,$	$\omega_5 =$	N/mm

以上より反力 R_1, R_2 を求める。(ロ)－第A.24図より

$$\begin{aligned}
 R_2 &= \frac{1}{2l_5} \{ \omega_1 l_1^2 + \omega_2 (l_2 - l_1) (l_1 + l_2) \\
 &\quad + \omega_3 (l_3 - l_2) (l_2 + l_3) + \omega_4 (l_4 - l_3) (l_3 + l_4) \\
 &\quad + \omega_5 (l_5 - l_4) (l_4 + l_5) \} \\
 &= \text{■■■■} N \\
 R_1 &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 - R_2 \\
 &= \text{■■■■} N
 \end{aligned}$$

(i) 曲げモーメントが最大になる場合

曲げモーメントが最大になる位置ではせん断力 F (N) が 0 となる。次に、その位置を求める。

$0 \leq x \leq l_1$ では、 $x = l_1$ でのせん断力は、

$$\begin{aligned} F_1 &= R_1 - \omega_1 l_1 \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ (N)} \end{aligned}$$

$l_1 \leq x \leq l_2$ では、 $x = l_2$ でのせん断力は、

$$\begin{aligned} F_2 &= F_1 - \omega_2 (l_2 - l_1) \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ (N)} \end{aligned}$$

$l_2 \leq x \leq l_3$ では、 $x = l_3$ でのせん断力は、

$$\begin{aligned} F_3 &= F_2 - \omega_3 (l_3 - l_2) \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ (N)} \end{aligned}$$

したがって、せん断力が 0 になる部位は $l_2 \leq x \leq l_3$ の範囲にある。その位置を $x' = (l_2 + x_0)$ とすれば次式が成立つ。

$$F_2 - \omega_3 x_0 = 0$$

$$x_0 = \frac{F_2}{\omega_3}$$

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{\blacksquare}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ mm} \end{aligned}$$

したがって、 $x' = \blacksquare$ mm

この位置で曲げモーメントが最大になる。

そのときの曲げモーメント M (N·mm) を求める。

$$\begin{aligned} M_1 &= R_1 l_1 - \frac{1}{2} \omega_1 l_1^2 \\ &= \blacksquare - \frac{1}{2} \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$M_2 = M_1 + F_1(\ell_2 - \ell_1) - \frac{1}{2} \omega_2 (\ell_2 - \ell_1)^2$$

$$= \text{■■■■■■■■■■}$$

$$- \frac{1}{2} \times \text{■■■■■■■■■■}$$

$$= \text{■■■■■■■■} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$M_{\max} = M_2 + F_2 (x' - \ell_2) - \frac{1}{2} \omega_3 (x' - \ell_2)^2$$

$$= \text{■■■■■■■■■■}$$

$$- \frac{1}{2} \times \text{■■■■■■■■■■}$$

$$= \text{■■■■■■■■} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

この部位の断面2次モーメントを求める。

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$$

ただし、 D : 胴の外径 (mm)

d : 胴の内径 (mm)

ここで、 D = ■■■ (mm)

d = ■■■ (mm)

したがって、

$$I = \frac{\pi}{64} (\text{■■■■■■■■})$$

$$= \text{■■■■■■■■} \text{ mm}^4$$

したがって、曲げ応力 σ_b (MPa) は、

$$\sigma_b = \frac{MD}{2I}$$

$$= \frac{\text{■■■■■■■■}}{2 \times \text{■■■■■■■■}}$$

$$= \text{■■■■■■} \text{ MPa}$$

(ii) 断面係数が最小になる場合

断面係数が最小になるのは、巻上装置カバーである。この断面係数は次のようになる。

$$Z = \frac{\pi}{64} \{D^4 - (D - 2t)^4\} / \frac{D}{2}$$

ただし、 Z : 断面係数 (mm³)

D : 巻上装置カバー外径 (mm)

t : 巻上装置カバー厚さ (mm)

ここで、 D = ■ mm

t = ■ mm

したがって、

$$Z = \frac{\pi}{64} \{ \text{■■■■■■■■■■} \} / \frac{\text{■■}}{2}$$
$$= \text{■■■■■■■■■■} \text{ mm}^3$$

巻上装置カバーに生じる最大曲げモーメントの発生する部位は巻上装置カバーと本体との接合部である。

したがって、曲げ応力 σ_b (MPa) は次式によって求められる。

$$\sigma_b = \frac{M_1}{Z}$$
$$= \frac{\text{■■■■■■■■■■}}{\text{■■■■■■■■■■}}$$
$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

せん断応力 τ (MPa) は、

$$\tau = \frac{F_1}{\frac{\pi}{4} \{D^2 - (D - 2t)^2\}}$$

ただし、 D : 巻上装置カバー外径 (mm)

t : 巻上装置カバー厚さ (mm)

F₁ : 巻上装置カバーに作用するせん断力 (N)

ここで、 F₁ = ■■■■■ N

D = ■ mm

t = ■ mm

したがって、

$$\tau = \frac{4 \times \blacksquare}{\pi \{ \blacksquare \}}$$
$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

また、応力強さ σ (MPa) は次のように求められる。

$$= \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau^2}$$
$$= \sqrt{\blacksquare + 4 \times \blacksquare}$$
$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

(i) 及び (ii) より、輸送容器に生じる応力は (ii) のとき最大になり、その応力値は \blacksquare MPa である。

ステンレス鋼の \blacksquare °C における降伏応力は \blacksquare MPa であるから、
余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma - 1$$
$$= \blacksquare - 1$$
$$= \blacksquare$$

2. 軸方向に圧縮荷重がかかった場合

解析モデルを (ロ) - 第 A. 25 図 に示す。

容器の上方向から5倍の荷重がかかった場合、
最大圧縮応力が生じるのは、巻上装置カバー部である。

このときの圧縮応力は次式で与えられる。

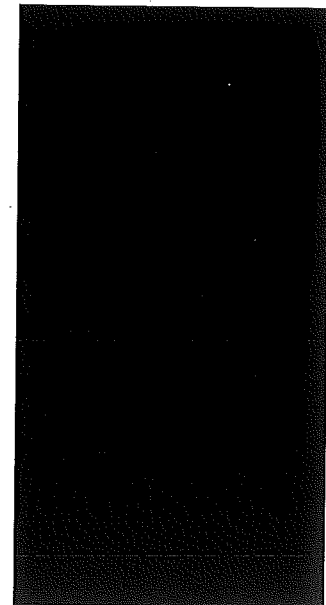
$$\sigma_c = \frac{5W}{\pi \{ D^2 - (D - 2t)^2 \} / 4}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)
 W : 輸送物重量 (N)
 D : 巻上装置カバー外径 (mm)
 t : 巻上装置カバー厚さ (mm)

ここで、 $W = 1.67 \times 10^5 \text{ N}$

$D = \blacksquare \text{ mm}$

$t = \blacksquare \text{ mm}$



(ロ) - 第 A. 25 図
軸方向解析モデル

$$\sigma_c = \frac{5 \times 1.67 \times 10^5 \times 4}{\pi \{ \text{ } \}}$$

$$= \text{ } \text{ MPa}$$

ステンレス鋼の $\text{ }^\circ\text{C}$ に対する降伏応力は $\text{ } \text{ MPa}$ であるから余裕率は、

$$MS = \frac{\text{ } \text{ }}{\text{ } \text{ }} - 1$$

$$= \text{ } \text{ }$$

A.5.5 貫通

本項では、重量6 kg、直径3.2 cmの棒が1 mの高さから輸送容器へ落下するとして輸送容器への影響を検討する。

6 kgの棒が1 mの高さから落下したときの落下エネルギー E_k (N·mm) は、

$$E_k = 6 \times 1000 \times 9.807$$

$$= 5.88 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

棒が輸送容器に落下し、輸送容器外板を貫通するエネルギー E (N·mm) は、

$$E = \pi d t^2 S$$

ただし、

d : 棒の直径 (mm)

t : 輸送容器外板の板厚 (mm)

S : 輸送容器外板のせん断強さ (MPa)

したがって、

$$t = \sqrt{E / (\pi d S)}$$

ここで、

$$E = E_k = 5.88 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$d = 32 \text{ mm}$$

$$S = \text{ } \text{ MPa} \text{ (注)}$$

したがって、

$$t = \sqrt{5.88 \times 10^4 / (\pi \times 32 \times \text{ } \text{ })}$$

$$= \text{ } \text{ }$$

注) Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers, McGraw-Hill

したがって、輸送容器外板は、 \blacksquare mm以上あれば貫通することはない。本輸送容器外面で最も板厚の薄い部材は緩衝体外板であり \blacksquare mmなので貫通試験に対して輸送容器の健全性が損なわれることはない。

A. 5. 6 角又は縁落下

本輸送物は、ステンレス鋼製の円筒形で重量は17 トンであり、角又は縁落下は該当しない。

A. 5. 7 結果の要約及びその評価

1. 解析結果の要約

一般の試験条件下における輸送物に対する評価結果の要約を(ロ)－第A. 9表に示す。表に示すように、自由落下試験により緩衝体に永久変形が生じるが、各試験条件下において輸送物各部は(ロ)章A. 1. 2に定めた基準を満足し構造上の健全性が損なわれることはない。

2. 密封装置（密封容器及び格納容器（ステンレス鋼））の疲労

密封装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返し回数は180回（輸送容器使用期間60年×運搬回数3回/年）となるが、保守的に200回の応力発生を考慮する。（ロ）－第A. 9表に示すとおり、密封装置に発生する最大応力は底部密封カバーボルトの \blacksquare MPa である。輸送ごとにこの応力が荷重として負荷されるものとする。SUS \blacksquare の応力疲労曲線図（S/N線図）²²⁾より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、 \blacksquare MPaとなる。そのため、使用回数10000回は、想定される使用回数（200回）を包含している。










以上を踏まえ、繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価した結果、疲労破壊が生じないことを確認した。

(ロ) - 第A.9表 構造解析結果 (一般の試験条件 1/2)

条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果等 (MPa)	余裕率等 (MS)
一般の試験条件	熱的試験				
	1) 熱膨張				
	格納容器の熱応力	σ_y			
	2) 応力計算 (注)				
	密封内容器胴部	σ_y			
	密封内容器底板	σ_y			
	密封内容器蓋	σ_y			
	密封内容器蓋ボルト	σ_y			
	密封容器胴部	σ_y			
	密封容器底板	σ_y			
	密封容器蓋	σ_y			
	密封容器蓋固定リンク	σ_{sy}			
	巻上装置カバー上蓋	σ_y			
	巻上装置カバーOリングの密封性	初期締付量			基準に合致
	巻上装置カバー胴部	σ_y			
	格納容器本体	σ_y			
	シャッター蓋部	σ_y			
	底部密封カバー	σ_y			
	底部密封カバーOリングの密封性	初期締付量			基準に合致
	巻上装置カバー上蓋ボルト	σ_y			
シャッターカバーボルト	σ_y				
底部密封カバーボルト	σ_y				

(注) 密封内容器の応力計算については (ロ) 章A.10.1 参照

(口)-第A.9表 構造解析結果 (一般の試験条件 2/2)

条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果等 (MPa)	余裕率等 (MS)	
一般の試験条件	・水噴霧	吸水性	無	無	基準に合致	
		水切り	良	良	基準に合致	
	・自由落下	(変形量)	蓋部垂直落下	許容変形量	 mm	基準に合致
			底部垂直落下	許容変形量	 mm	基準に合致
			水平落下	許容変形量	 mm	基準に合致
			蓋部コーナー落下	許容変形量	 mm	基準に合致
			底部コーナー落下	許容変形量	 mm	基準に合致
			・積み重ね試験	半径方向	σ_y	 MPa
	軸方向	σ_y	 MPa			
	・貫通	緩衝体外板	貫通板厚	 mm	 mm	基準に合致

3. 格納容器のOリング密封性能の評価（歪レベルの評価）

一般の試験条件のうち、格納容器のOリングの密封性能に影響を及ぼす試験条件は、熱的試験、落下試験・積み重ね試験及び貫通試験であり、これらの条件下でのOリング取付位置での相対変形量の計算結果とOリングの初期締付量との比較を(ロ)－第A.10表に示す。表に示すように、Oリング位置での相対変形量は基準値より十分小さく、密封性能が損なわれることはない。

(ロ)－第A.10表 一般の試験条件に対する密封境界の歪レベル評価

条 件		巻上装置カバー上蓋部/底部密封カバー部	
		Oリング位置でのフランジとの相対口開き変形量 (mm)	基準値 (Oリング初期締付量) (mm)
熱的試験	圧 力 注1)	■■■■ (巻上装置カバー上蓋)	■
		■■■■ (底部密封カバー)	■
積み重ね		荷重の方向が巻上装置及び底部密封カバーを格納容器に押付ける方向であるので口開き変形量は生じない。	——
0.3 m 落 下		条件がより厳しい特別の試験条件にて評価。	——
6 kg 棒 貫 通			——

注1) (ロ) 章A.5.1.3 2項の解析結果である。

A.6 特別の試験条件

本節では本輸送物が外運搬規則及び外運搬告示に規定された特別の試験条件下において、(ロ)章A.1.2「設計基準」に示す基準を満足することを示す。

特別の試験は強度試験に引き続いて火災試験が行われるとする。9 m 落下試験と1 m貫通試験の試験順序の違いによるこれらの破損又は変形の差はないので、これらに引き続く火災試験においては、強度試験の順序の違いは輸送物に影響を与えない。したがって、強度試験は9 m 落下試験及び1 m 貫通試験の順序で行うとして解析する。

A.6.1 強度試験・落下試験 I (9 m落下時)

連続して起る特別の試験の第1番目は、輸送物が最大破損を受けるよう、平らな降伏しない落下試験台上に9 mの高さから輸送物を落下させるものである。

本項では輸送物が9 m 落下した場合、その落下エネルギーが、輸送容器端部に取り付けられた緩衝体の変形によって吸収され、輸送物に加わる衝撃力が十分緩和されることを示し、それに対する輸送物の健全性を検討する。

(a) 解析モデル

解析にあたっては、落下試験台を剛体とし、輸送物の落下エネルギーは輸送物でのみ吸収するものと仮定する。この仮定は輸送物の変形量を過大に評価することになる。

輸送物の重量 W (kg)は、(イ)章Cの5項に示した各部重量の合計であり、

$$W = 17 \times 10^3 \text{ kg}$$

である。

落下エネルギー E_k (N・mm)は、

$$E_k = W \cdot H \cdot g$$

ここで、 H : 落下高さ (9 m)

g : 重力加速度 (9.807 m/s²)

したがって、

$$\begin{aligned} E_k &= 17 \times 10^3 \times 9 \times 10^3 \times 9.807 \\ &= 1.50 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

緩衝体は(イ)－第23図及び(イ)－第24図に示すように外板はステンレス鋼であり、外板で囲まれた空間に[]が詰められている。エネルギー吸収に寄与するのは[]である。外板のステンレス鋼の吸収エネルギー量は安全側に無視する。

[]は、体積的な圧潰により落下エネルギーを吸収すると考える。

圧潰応力 σ_c は(ロ)－第A.26図に示すように

$$\text{領域A : } \sigma_{CA} = [] \text{ MPa (} [] \text{ kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{領域B : } \sigma_{CB} = [] \text{ MPa (} [] \text{ kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{領域C : } \sigma_{CC} = [] \text{ MPa (} [] \text{ kg/mm}^2\text{)}$$

である。この値は[]

[] から引用したもので、それぞれ密度[] kg/m³, [] kg/m³, [] kg/m³に対応している。吸収エネルギー E_a 、落下衝撃力 F 及び衝撃加速度 G の求め方は、(ロ)章A.10の(2)に述べる。

なお、[]

[]

[]

[]

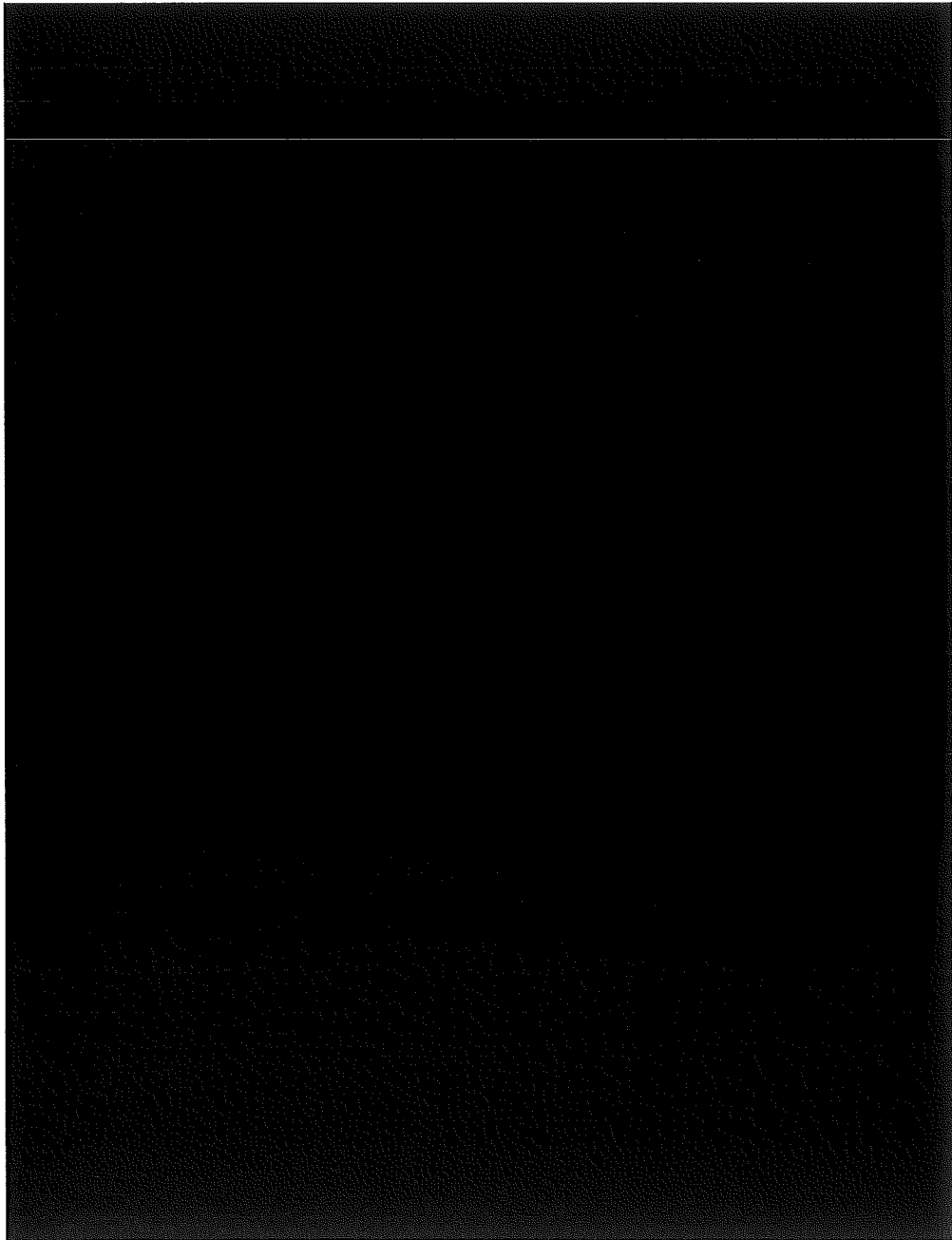
輸送物が最大破損を受ける落下方向としては次の5つのものを考える。

- (i) 蓋部垂直落下
- (ii) 底部垂直落下
- (iii) 水平落下
- (iv) 蓋部コーナー落下 (落下点が輸送物の重心を通る鉛直線上にある場合)
- (v) 底部コーナー落下 (落下点が輸送物の重心を通る鉛直線上にある場合)

傾斜落下については、落下方向がコーナー落下と垂直落下との間の場合とコーナー落下と水平落下との間の場合がある。前者の場合には落下エネルギーの吸収が垂直落下とコーナー落下の間になりこれらより厳しくなることはないので本項では検討しない。

後者の場合は落下エネルギーの一部が輸送物を水平方向に回転させるのに費やされ、最終的には水平落下の場合と同様の状態でエネルギー吸収が行われるので本項では検討しない。

また、本輸送容器は細長比が1.83であり、落下時のエネルギーを緩衝体変形で吸収して大きくリバウンドすることはなく、収納物はステンレス製の密封容器又は密封容器と密封内容器に収納されるため横方向の衝撃にも耐えられるため、二次衝撃の評価を必要とする輸送物に該当しない。²¹⁾



(ロ)－第A.26図 緩衝体解析モデル

(1) 蓋部垂直落下時のエネルギー吸収と衝撃力

解析モデルを(口)－第A.27図に示す。斜線を施した部分、つまり輸送容器を覆っている[]が深さ δ_c だけ変形し落下エネルギー吸収に有効とする。落下衝撃時に輸送容器蓋部に支持されないこの他の衝撃体部分もエネルギー吸収にはある程度寄与するはずであるが、ここでは無視する。このことにより緩衝体の変形量は大きめに評価される。なお[]の木目方向は落下方向に平行である。

[]の圧潰による吸収エネルギー E_a (N・mm) は、

$$E_a = \eta \sigma_c V_c$$

ここで、 η : []の木目方向と衝撃方向との間の角度に依存する効率

((口) 章A.10の(3))

σ_c : 圧潰応力 (MPa)

V_c : 圧潰体積 (mm³)

Vとして(口)－第A.27図に示した部分を考慮すると、

$$V_c = A_c \cdot \delta$$

ただし、 $A_c : \pi D^2/4$

D : []円柱部分の直径 (mm)

δ : 変形量 (mm)

ここで、

$$A_c = [] \text{ mm}^2$$

$$\eta = []$$

$$\sigma_c = [] \text{ MPa}$$

したがって、

$$E_a = [] \times \delta \text{ N}\cdot\text{mm}$$

δ の関数としての[]の吸収エネルギーを(口)－第A.28図に示す。

(口)－第A.26図で E_a が落下エネルギーに等しくなる変形 δ が9 m落下時の緩衝体の変形量 δ_c である。(口)－第A.28図より、

$$\delta_c = [] \text{ mm}$$

落下衝撃による衝撃加速度 G は、

$$G = \frac{F}{W}$$

ただし、 F : 落下衝撃力 (N)

$$F = \eta \cdot \sigma_c \cdot A_c$$

ここで、 A_c : [] の圧潰部の断面積 (mm²)

$$A_c = [] \text{ mm}^2$$

ゆえに、

$$F = []$$

$$= [] \text{ N}$$

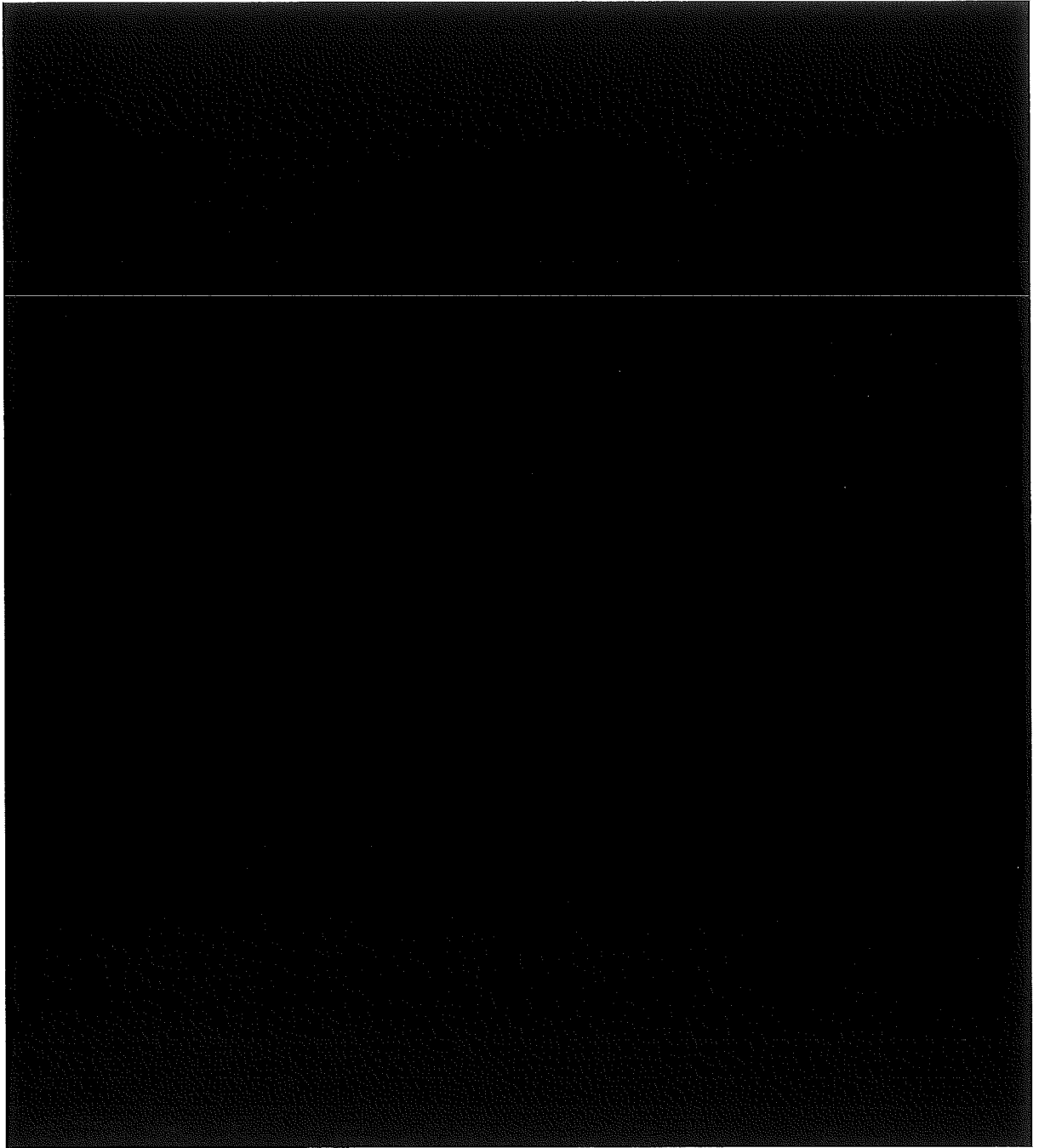
したがって衝撃加速度 G は、

$$G = \frac{[]}{17 \times 10^3}$$

$$= [] \text{ m/s}^2$$



(口) - 第A. 27図 蓋部垂直落下計算モデル



(口) - 第A. 28図 蓋部垂直落下時の緩衝体の吸収エネルギー

(2) 底部垂直落下時のエネルギー吸収と衝撃力

解析モデルを(口)-第A. 29図に示す。斜線を施した部分、つまり輸送容器を覆っている[]が δ_c だけ変形し落下エネルギー吸収に有効とする。落下衝撃時に輸送容器底部に支持されないこの他の衝撃体部分もエネルギー吸収にはある程度寄与するはずであるがここでは無視する。

底部垂直落下時のエネルギー吸収と衝撃力は蓋部垂直落下時と同様の方法で求められる。

すなわち、 $A_c = [] \text{ mm}^2$

$$\eta = []$$

$$\sigma_c = [] \text{ MPa}$$

したがって、

$$E_a = [] \times \delta \text{ N}\cdot\text{mm}$$

δ の関数としての[]の吸収エネルギーを(口)-第A. 30図に示す。

(口)-第A. 30図より9 m落下時の緩衝体の変形量 δ_c (mm)は、

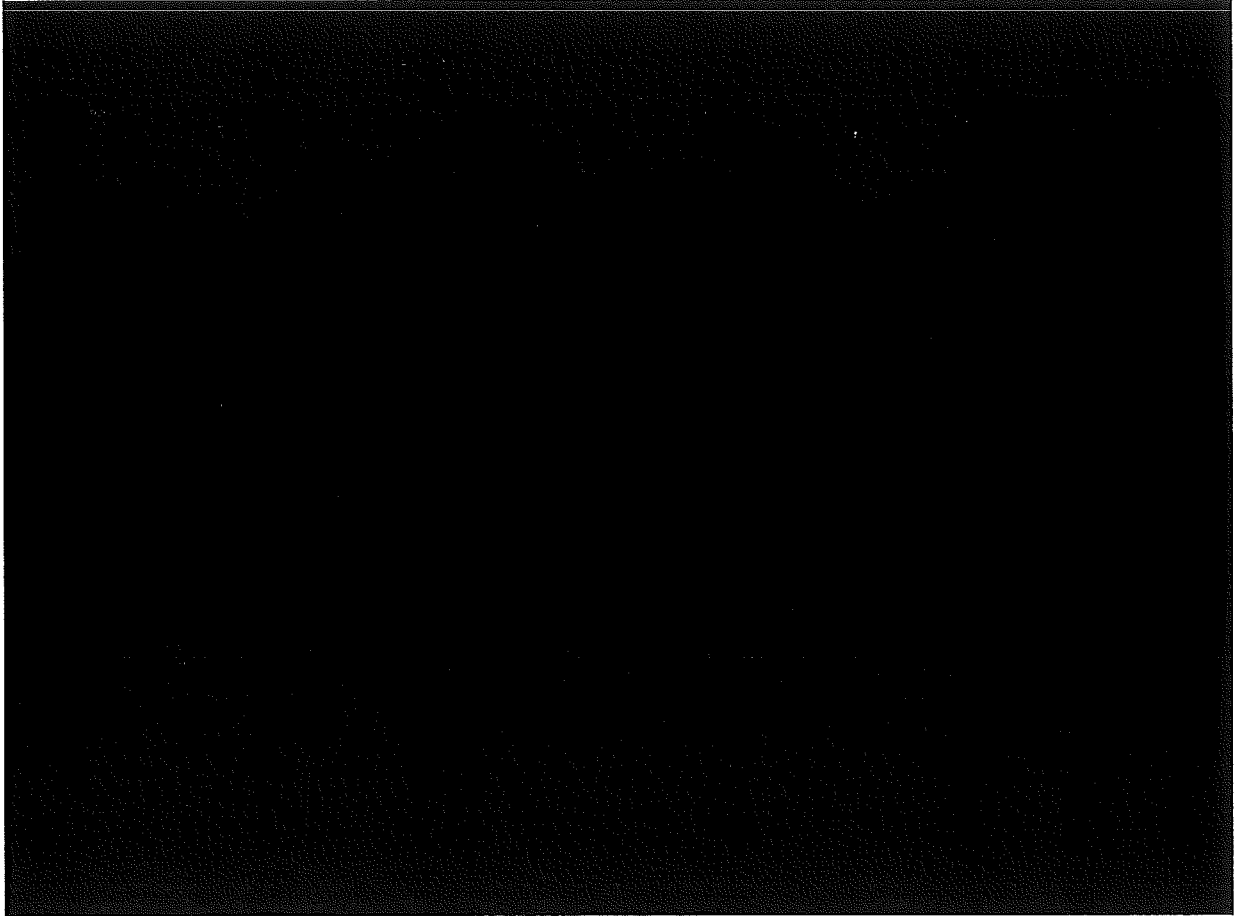
$$\delta_c = [] \text{ mm}$$

落下衝撃による加速度 G は蓋部垂直落下時と同様の式で求められる。

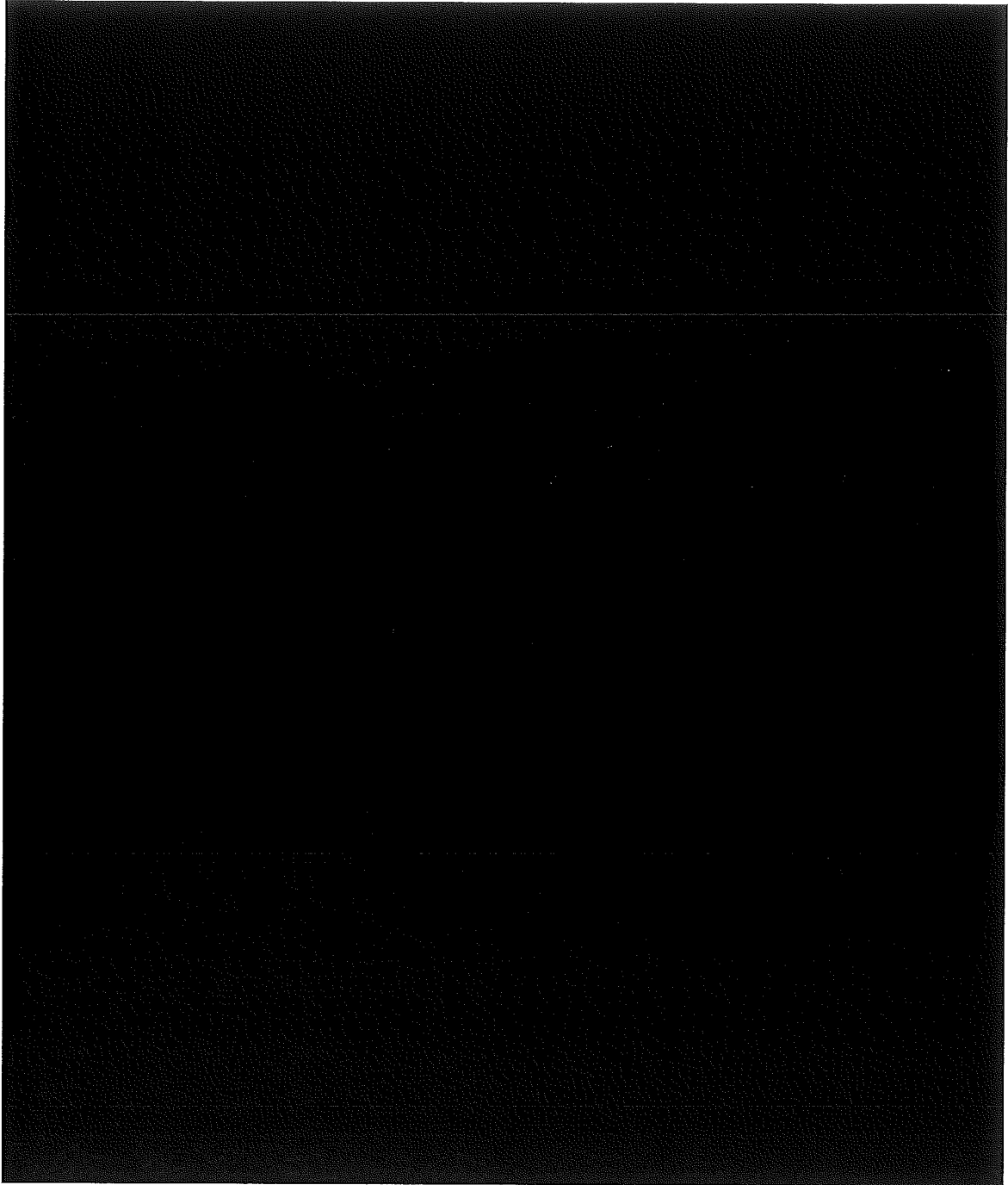
すなわち $F = []$
 $= [] \text{ N}$

したがって、衝撃加速度 G は、

$$G = \frac{[]}{17 \times 10^3}$$
$$= [] \text{ m/s}^2$$



(ロ) - 第A. 29図 底部垂直落下計算モデル



(口) - 第A. 30図 底部垂直落下時の緩衝体の吸収エネルギー

(3) 水平落下

解析モデルを(ロ)－第A.31図に示す。落下エネルギー吸収に有効な部分を斜線で示す。水平落下の場合緩衝体は下記の順序で圧潰するものとする。

- i) 上部緩衝体及び底部緩衝体ともに外面から圧潰する。(変形量 δ_1)
- ii) 上部緩衝体の接地面荷重が上部緩衝体の輸送容器本体をささえている面荷重に等しくなった時点から上部緩衝体は内側から圧潰する。同時に底部緩衝体は外面から圧潰する。(変形量 δ_2)
- iii) 底部緩衝体の接地面荷重が底部緩衝体の輸送容器本体をささえている面荷重に等しくなった時点から底部緩衝体は内側から圧潰する。同時に上部緩衝体は内面から圧潰する。(変形量 δ_3)

領域Bの[]の木目方向は半径方向であるので水平落下方向に平行である。また、領域Cの[]の木目方向は軸方向であるので水平落下方向に直角である。

[]の圧潰による吸収エネルギー E_a (N・mm) は、

$$E_a = \eta_B \sigma_{CB} V_B + \eta_C \sigma_{CC} V_C$$

(ロ)－第A.31図より圧潰体積 V (mm³) は、緩衝体外面から圧潰する場合、

$$V = L S$$

ただし、 L : []円柱の高さ (mm)

S : (ロ)－第A.31図の圧潰部の半径方向断面積 (mm²)

ここで、

$$S = \frac{\pi \theta}{180} R^2 - R (R - \delta) \sin \theta \quad (\theta : \text{度})$$

$$\theta = \cos^{-1} \{ (R - \delta) / R \}$$

緩衝体内面から圧潰する場合、

$$V = L D \delta$$

ただし、 L : []円柱の高さ (mm)

D : 輸送容器の外径 (mm)

δ : 変形量 (mm)

これらの式を用いて上記の手順にしたがって吸収エネルギーを求めると、(ロ)一第

A. 32図のようになる。

ただし、領域Bについては、

$$\sigma_{CB} = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\eta_B = \blacksquare$$

領域Cについては、

$$\sigma_{CC} = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\eta_C = \blacksquare$$

$$L_1 = L_2 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$R = \blacksquare \text{ mm}$$

$$D_1 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$D_2 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$L_3 = L_4 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$L_5 = L_6 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$\delta_1 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$\delta_2 = \blacksquare \text{ mm}$$

9m落下時の変形量 δ_c は、(ロ)一第A. 32図より

$$\delta_c = \blacksquare \text{ mm}$$

落下衝撃による衝撃加速度 G は、

$$G = \frac{F}{W}$$

ここで、 $F = \eta_B \cdot \sigma_{CB} \cdot A_{CB}$

$$= \eta_B \cdot \sigma_{CB} \times (L_3 D_1 + L_4 D_2)$$

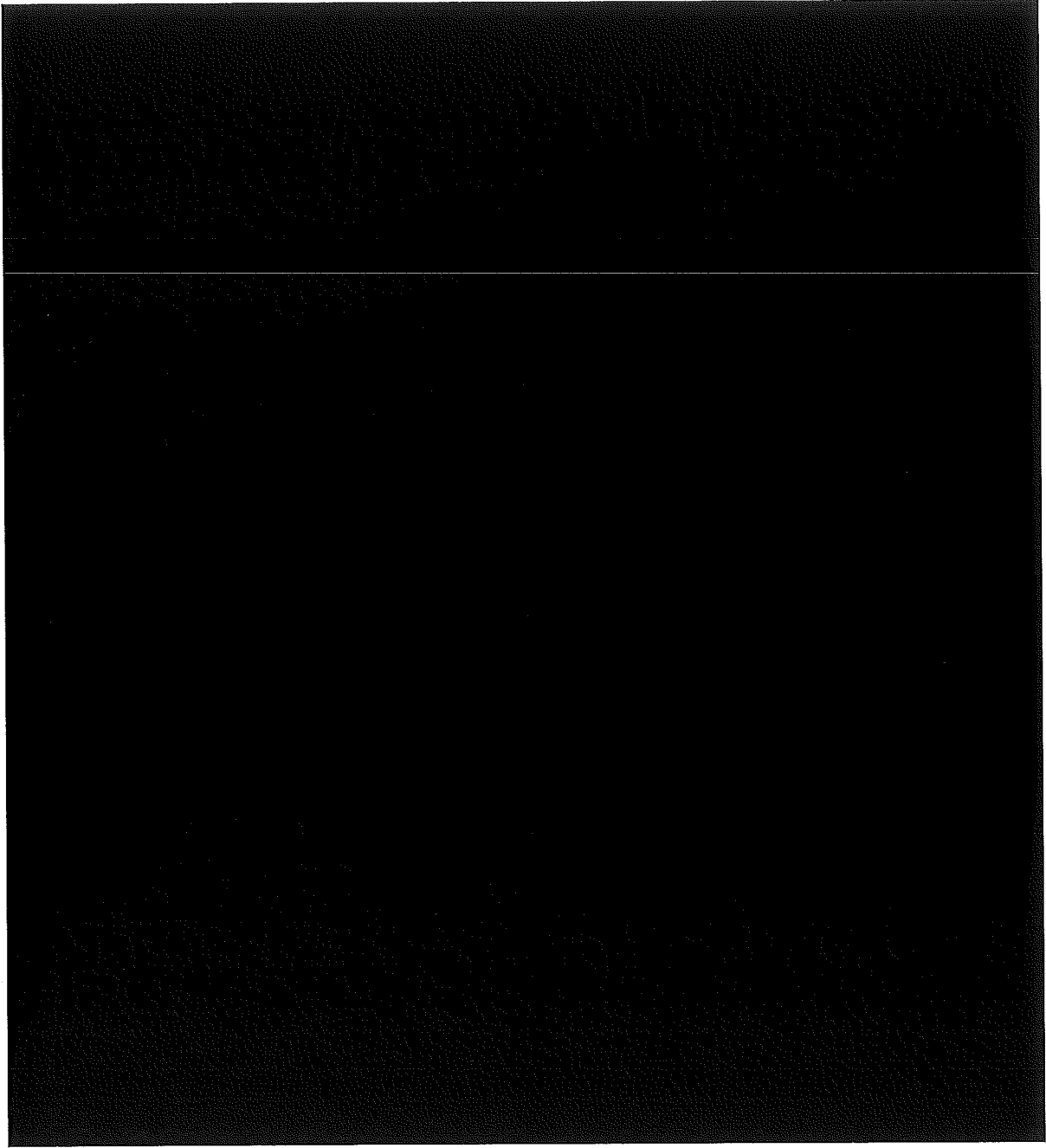
$$= \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N}$$

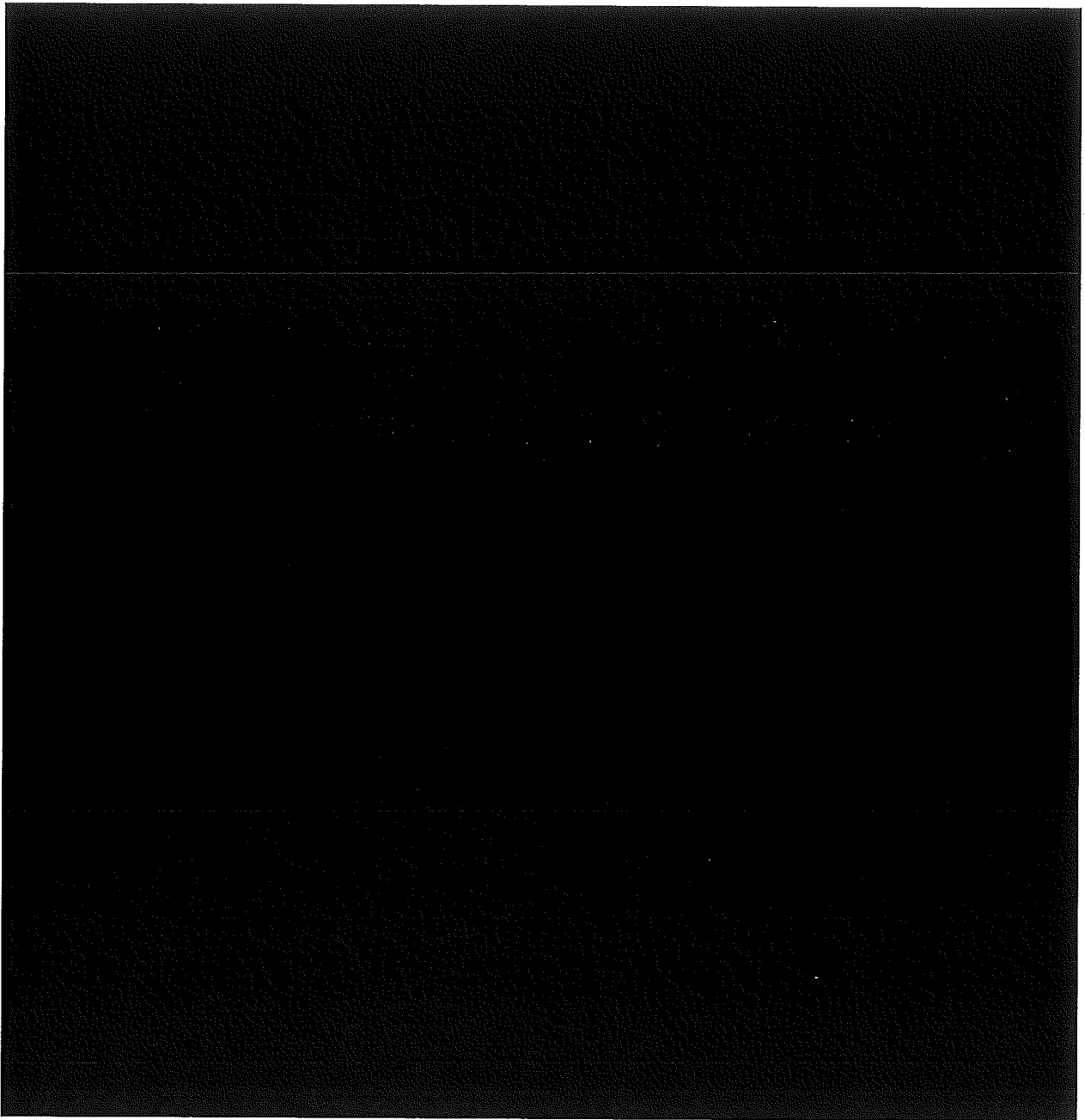
したがって、

$$G = \frac{\blacksquare}{17 \times 10^3}$$

$$= \blacksquare \text{ m/s}^2$$



(口) - 第A. 31図 水平落下計算モデル



(ロ) - 第A. 32図 水平落下時の緩衝体の吸収エネルギー

(4) 蓋部コーナー落下

解析モデルを(口)―第A.33図に示す。輸送容器重心と最初の落下衝点を結ぶ方向が垂直であるよう落下方向をとる。落下方向と輸送容器中心軸とのなす角度は、 $\theta = 24.9^\circ$ である。落下エネルギー吸収に有効な部分を斜線で示す。コーナー落下の場合、緩衝体は下記の順序で圧潰するものとする。

- i) 緩衝体は外面から圧潰する。(変形量 δ_1)
- ii) 緩衝体の接地面荷重が、緩衝体が輸送容器を支えている面荷重に等しくなった時点から緩衝体は内側から圧潰する。(変形量 δ_2)

■の木目方向は、領域Aは軸方向、領域Bは半径方向、領域Cは軸方向である。

■の圧潰による吸収エネルギー E_a (N・mm) は、

$$E_a = \eta_A \sigma_{CA} V_A + \eta_B \sigma_{CB} V_B + \eta_C \sigma_{CC} V_C$$

(口)―第A.33図より圧潰体積 V は緩衝体外面から圧潰する場合、

$$V_1 = \frac{\tan \theta}{3} [a (3R^2 - a^2) + 3R^2 (b - R) \theta']$$

$$\text{ただし、 } a = \sqrt{2bR - b^2} \quad (\text{mm})$$

$$b = \delta_1 / \sin \theta \quad (\text{mm})$$

$$\theta' = \pi \left(1 - \frac{\phi}{180}\right) \quad (\text{ラジアン})$$

$$\phi = \cos^{-1} [(b - R) / R] \quad (\text{度})$$

緩衝体内面から圧潰する場合、

$$V_2 = \frac{\pi}{4} D^2 \cos \theta \times \delta_2$$

$$V_3 = D L_1 \sin \theta \times \delta_2$$

ただし、 D : 輸送容器の外径 (mm)

L_1 : ■円柱高さ (mm)

δ : 変形量 (mm)

これらの式を用い上記手順にしたがって蓋部コーナー落下時の緩衝体の吸収エネルギーを求めると、(口)―第A.34図のようになる。

ただし、 $\sigma_{CA} = \blacksquare$ MPa

η_A : 領域Aの係数 = \blacksquare

((口) 章A.10の(3) で $\phi = 24.9^\circ$ に対する値)

$\sigma_{CB} = \blacksquare$ MPa

η_B : 領域Bの係数 = \blacksquare

((口) 章A.10の(3) で $\phi = 90 - 24.9 = 65.1^\circ$ に対する値)

$\sigma_{CC} = \blacksquare$ MPa

η_C : 領域Cの係数 = \blacksquare

((口) 章A.10の(3) で $\phi = 24.9^\circ$ に対する値)

$R = \blacksquare$ mm

$D = \blacksquare$ mm

$L = \blacksquare$ mm

9 m落下時の変形量 δ_c は、(口) - 第A.34図より

$\delta_c = \blacksquare$ mm

落下衝撃による衝撃加速度 G は、

$$G = \frac{F}{W}$$

ここで、 $F = \eta_C \sigma_C A_C$

$$= \eta_B \sigma_{CB} D L \sin \theta + \eta_A \sigma_{CA} \frac{\pi D^2}{4} \cos \theta$$

= \blacksquare

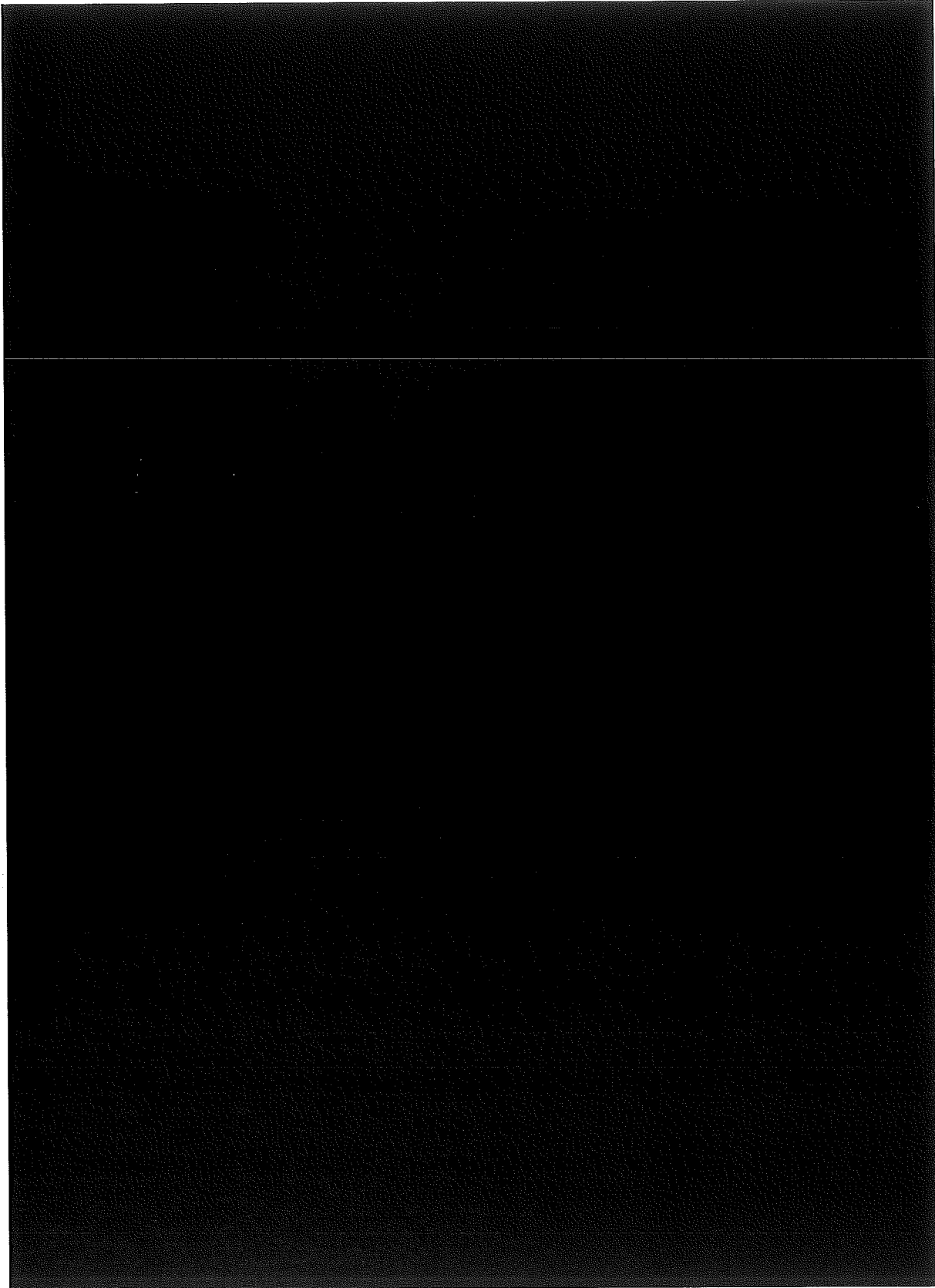
\blacksquare

= \blacksquare N

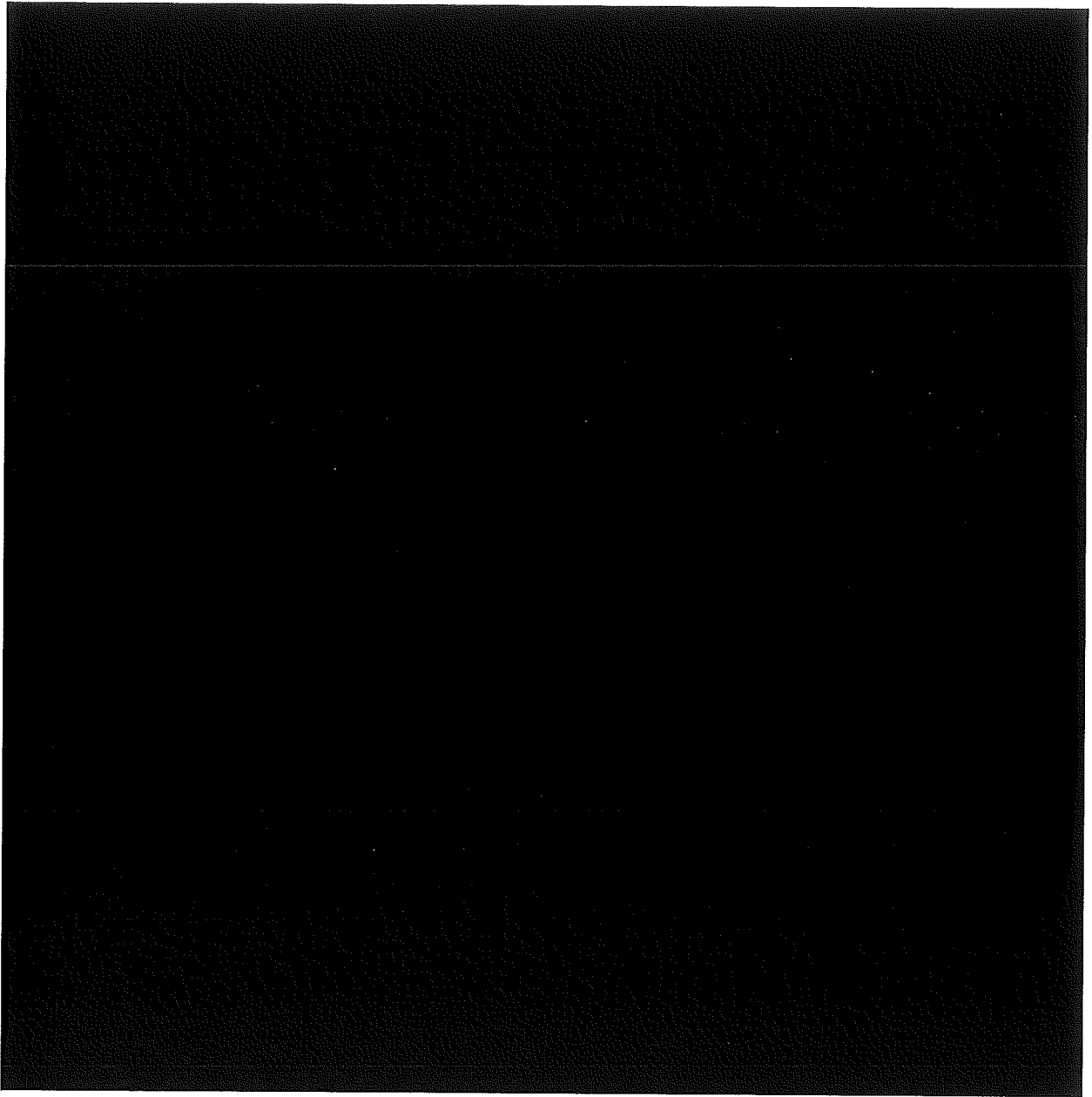
したがって、

$$G = \frac{\blacksquare}{17 \times 10^3}$$

= \blacksquare m/s²



(ロ) - 第A. 33図 蓋部コーナー落下計算モデル



(ロ) - 第A. 34図 蓋部コーナー落下時の緩衝体の吸収エネルギー

(5) 底部コーナー落下

解析モデルを(口)―第A. 35図に示す。輸送容器重心と最初の落下衝点を結ぶ方向が垂直であるよう落下方向をとる。落下方向と輸送容器中心軸とのなす角度は、 $\theta = 33.7^\circ$ である。落下エネルギー吸収に有効な部分を斜線で示す。

底部コーナー落下の場合も、蓋部コーナー落下と同様の考え方で、 の圧潰による吸収エネルギーを求める。

ここで、 $\sigma_{CA} = \text{ MPa}$

η_A : 領域Aの係数 =

((口) 章A. 10の (3) で $\phi = 33.7^\circ$ に対する値)

$\sigma_{CB} = \text{ MPa}$

η_B : 領域Bの係数 =

((口) 章A. 10の (3) で $\phi = 90 - 33.7 = 56.3^\circ$ に対する値)

$\sigma_{CC} = \text{ MPa}$

η_C : 領域Cの係数 =

((口) 章A. 10の (3) で $\phi = 33.7^\circ$ に対する値)

$R = \text{ mm}$

$D = \text{ mm}$

$L = \text{ mm}$

を用いて底部コーナー落下時の緩衝体の吸収エネルギーを求めると、(口)―第A. 36図のようになる。

9 m落下時の変形量 δ_c は、(口)―第A. 36図より

$\delta_c = \text{ mm}$

落下衝撃による加速度 G は、

$$G = \frac{F}{W}$$

ここで、 $F = \eta \sigma_c A_c$

$$= \eta_B \sigma_{CB} D L \sin \theta + \eta_A \sigma_{CA} \frac{\pi D^2}{4} \cos \theta$$

$$= \text{[redacted]}$$

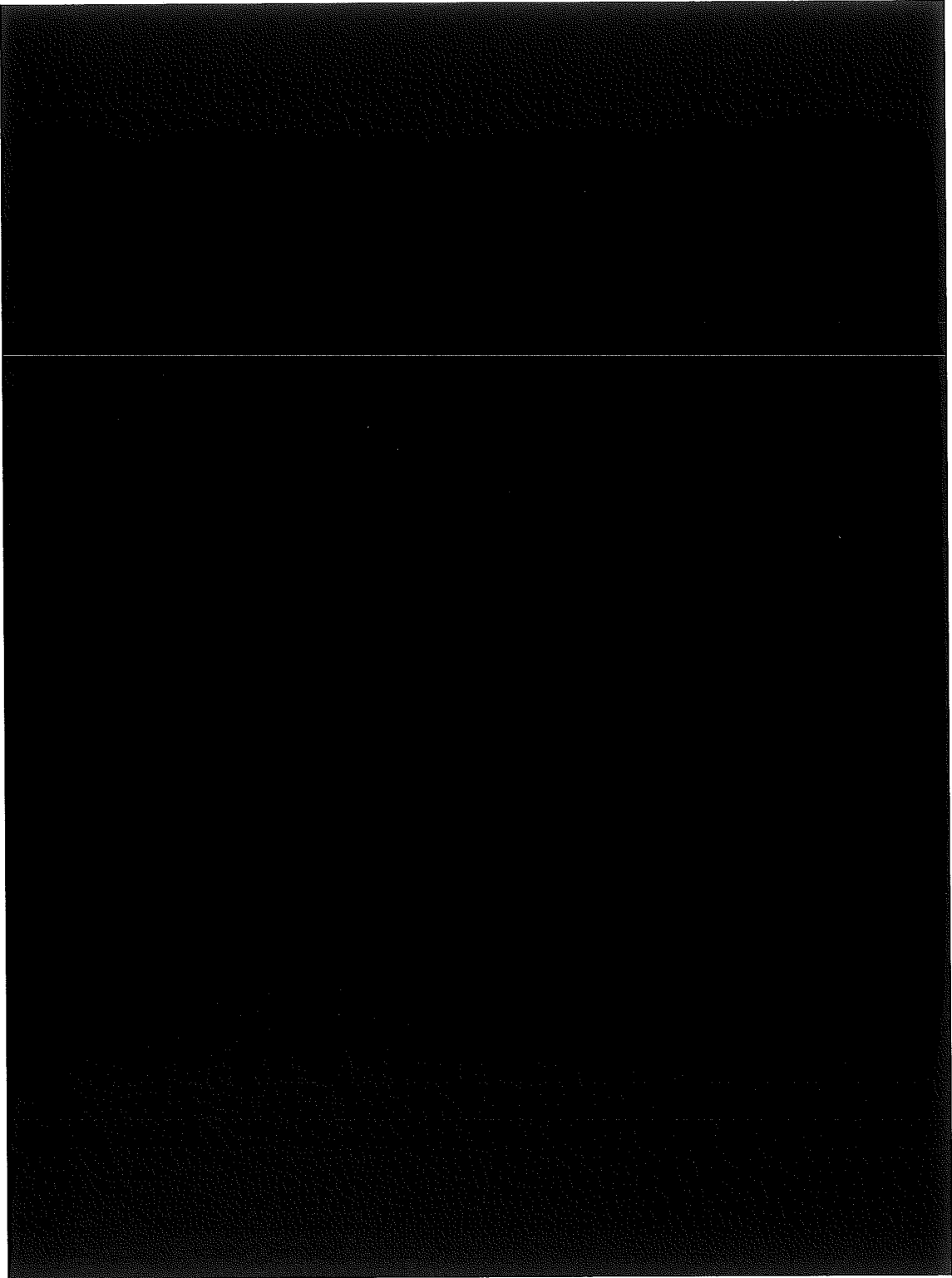
$$\text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ N}$$

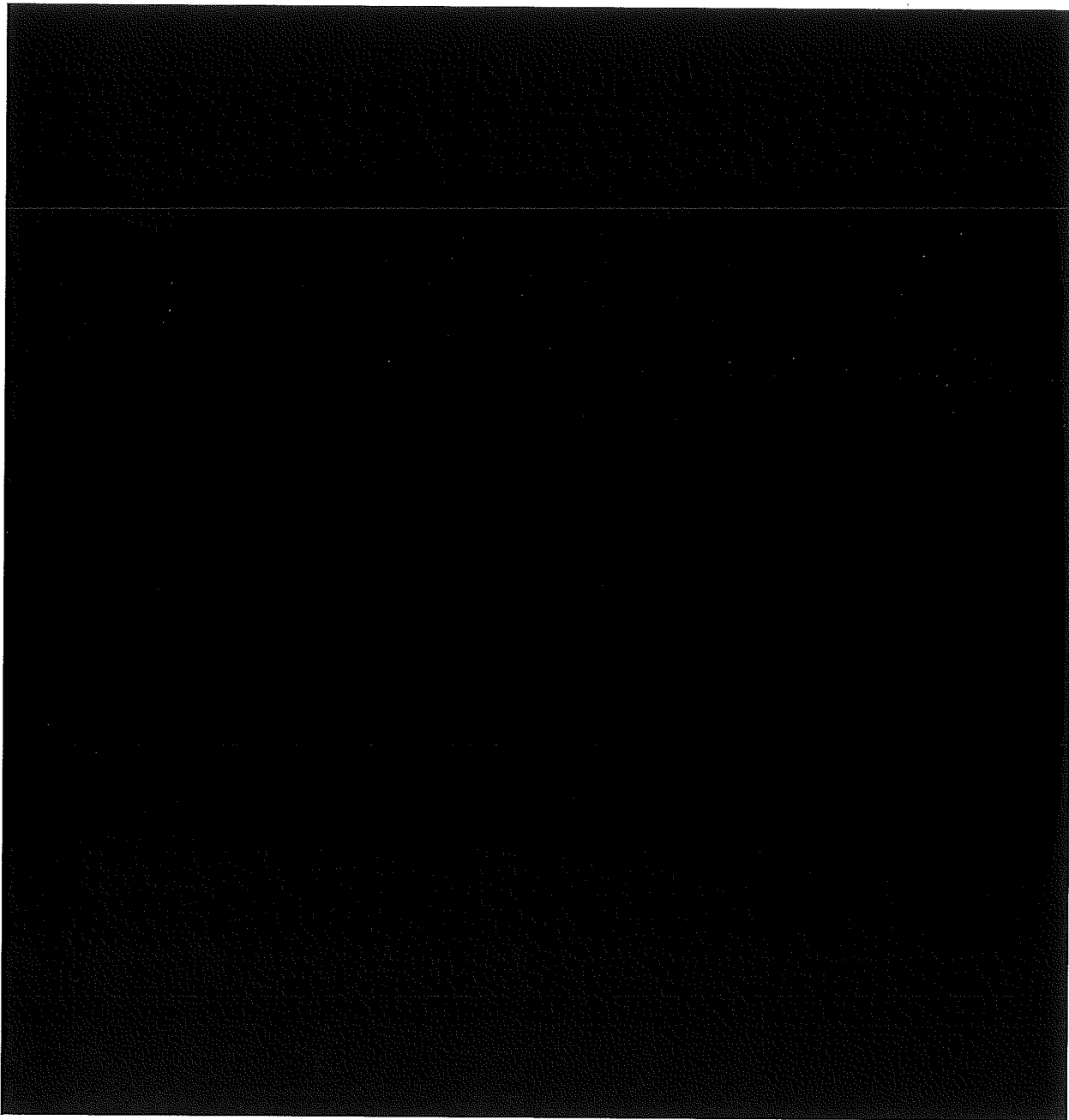
したがって、

$$G = \frac{\text{[redacted]}}{17 \times 10^3}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ m/s}^2$$



(ロ) - 第A. 35図 底部コーナー落下計算モデル



(ロ) - 第A. 36図 底部コーナー落下時の緩衝体の吸収エネルギー

(b) 原型試験

該当なし

(c) モデル試験

該当なし

A.6.1.1 垂直落下

9 m垂直落下時の衝撃力に対して、輸送容器各部分は十分な強度を保持し、密封内容器、密封容器、格納容器及び収納物等が変形を生じないことを示す。

また、密封内容器については(ロ)章A.10の(1)に示す。

1. 蓋部垂直落下

(1) 密封容器胴部

解析モデルを(ロ)－第A.37図に示す。密封容器に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F ：慣性力 (N)

W ：密封容器の重量 (kg)

G ：衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が働いた場合、密封容器には圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$$

ただし、 σ_c ：圧縮応力 (MPa)

F ：慣性力 (N)

D ：密封容器の内径 (mm)

t ：密封容器の板厚 (mm)

ここで、 W は安全側に、

$$W = 100 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

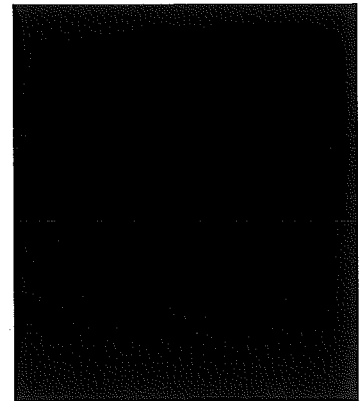
$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\sigma_c = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.37図
密封容器解析モデル

A.10 付属書類(5)によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度、 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、密封容器は降伏応力を超えることはない。

(2) 密封容器蓋

解析モデルを(ロ)－第A.38図に示す。蓋方向に落下した場合、蓋板の内面には収納物及び密封内容物の慣性力が働く。慣性力は次式で与えられる。

$$P = \frac{WG}{A}$$

ただし、 P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

W : 収納物及び、密封内容物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 慣性力を受ける面積 (mm^2)

ここで、Wは安全側に、

$$W = 100 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$A = \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$P = \frac{100 \times \blacksquare}{\blacksquare} \\ = \blacksquare \text{ MPa}$$

蓋板の応力 σ_b (MPa) は、

$$\sigma_b = \frac{3(3+\nu)PD^2}{32t^2}$$

ただし、 ν : ポアソン比

P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

D : 蓋 径 (mm)

t : 蓋板厚 (mm)

ここで、

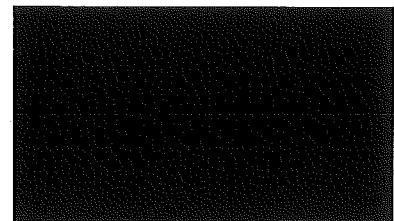
$$\nu = \blacksquare$$

$$P = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、



(ロ)－第A.38図
密封容器蓋解析モデル

$$\sigma_b =$$

$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

蓋板の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は蓋板の温度■■■■°Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{■■■■}$$

$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$

$$= \text{■■■■}$$

であり、密封容器蓋は、降伏応力を超えることはない。

(3) 密封容器底板

解析モデルを(ロ)－第A.39図に示す。密封容器底板には自重による慣性力が働く。この慣性力は、次式で与えられる。

$$P = \rho G t$$

ただし、 P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

ρ : 密度 (kg/mm³)

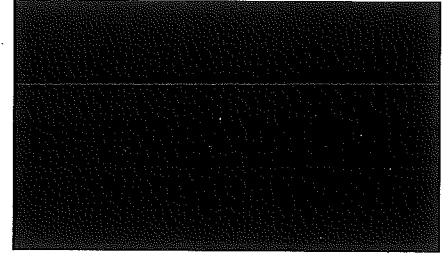
G : 衝撃加速度 (m/s²)

t : 板厚 (mm)

ここで、 $\rho =$ [] kg/mm³

t = [] mm

G = [] m/s²



(ロ)－第A.39図
密封容器底板解析モデル

したがって、

$$P = [] \\ = [] \text{ MPa}$$

底板の応力は、

$$\sigma_b = \frac{3 P D^2}{16 t^2}$$

ただし、 D : 底板内径 (mm)

ここで、 D = [] mm

したがって、

$$\sigma_b = \frac{3 \times []}{16 \times []} \\ = [] \text{ MPa}$$

底板の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、底板の温度 [] °Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times [] \\ = [] \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ = []$$

であり、密封容器底板は、降伏応力を超えることはない。

(4) 密封容器蓋端面

解析モデルを(ロ)－第A.40図に示す。密封容器蓋端面には密封容器の慣性力による圧縮応力を生じる。この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

W : 密封容器の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

D : 密封容器蓋の外径 (mm)

d : 密封容器の内径 (mm)

ここで、 $W = 100 \text{ kg}$

$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$

$D = \blacksquare \text{ mm}$

$d = \blacksquare \text{ mm}$

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \frac{100 \times \blacksquare}{\frac{\pi}{4} (\blacksquare)} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$



(ロ)－第A.40図
密封容器端面解析モデル

蓋板の動的降伏応力は蓋板の温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、密封容器蓋端面は、降伏応力を超えることはない。

(5) 密封容器蓋固定リンク

解析モデルを(ロ)－第A.41図に示す。密封容器の慣性力は蓋固定リンクにも働く。固定リンクの応力 τ (MPa)は、

$$\tau = \frac{WG}{nA}$$

ただし、 τ :せん断応力 (MPa)

W :密封容器の重量 (kg)

G :衝撃加速度 (m/s^2)

n :リンク数

A :リンク断面積 (mm^2)

ここで、 $W = 100$ kg

$$G = \blacksquare m/s^2$$

$$n = \blacksquare \text{本}$$

$$A = \blacksquare mm^2$$

したがって、

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{100 \times \blacksquare}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

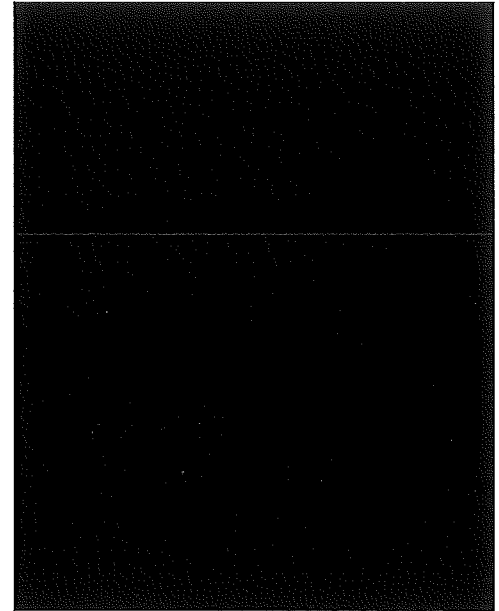
固定リンク動的せん断応力に対する基準値 σ_{dsy} (MPa) は、固定リンクの温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned}\sigma_{dsy} &= 0.6 \times 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dsy} / \tau - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、固定リンクはせん断破壊しない。



(ロ)－第A.41図
密封容器蓋固定リンク
解析モデル

(6) 格納容器本体

解析モデルを(ロ)－第A.42図に示す。格納容器本体に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 格納容器の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

慣性力が働いた場合、格納容器には圧縮応力が生じる。圧縮応力は次式で与えられる。

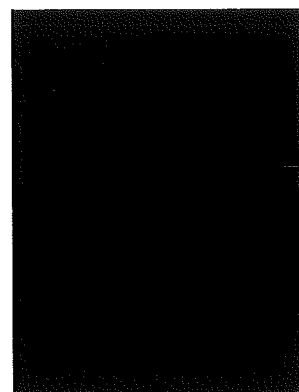
$$\sigma_c = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

F : 慣性力 (N)

D_o : 格納容器の外径 (mm)

D_i : 格納容器の内径 (mm)



(ロ)－第A.42図
格納容器解析モデル

ここで、 W として輸送物総重量とすると、

$$W = 17000 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D_o = \blacksquare \text{ mm}$$

$$D_i = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{17000 \times \blacksquare}{\frac{\pi}{4}(\blacksquare^2 - \blacksquare^2)} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

格納容器の動的降伏応力は、格納容器の温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

であり、格納容器は降伏応力を超えることはない。

(7) 格納容器上部蓋

解析モデルを(ロ)－第A. 43図に示す。上部蓋方向に落下した場合、上部蓋の内面に密封容器の慣性力が働く。慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 密封容器と上部蓋の重量の合計 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が中央に集中荷重として作用した場合の上部蓋板の応力 σ_b は、

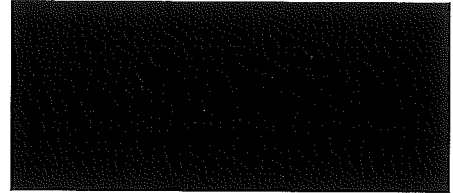
$$\sigma_b = \frac{3F}{2\pi t^2}$$

ここで、 t : 上部蓋の板厚 (mm)

$$W = 470 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$



(ロ)－第A. 43 図
格納容器上部蓋解析モデル

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \times 470 \times \blacksquare}{2 \times \pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

上部蓋の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、上部蓋の温度 \blacksquare °C において、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

であり、上部蓋は降伏応力を超えることはない。

(8) 上部蓋ボルト

解析モデルを(ロ)－第A.44図に示す。上部蓋ボルトに発生する応力は、慣性力による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 慣性力による引張応力

上部蓋に働く慣性力は上部蓋ボルトに作用する。上部蓋ボルトに生ずる応力 σ_{t1} (MPa) は、

$$\sigma_{t1} = \frac{F}{n A}$$

ただし、 σ_{t1} : 引張応力 (MPa)

F : 慣性力 = WG (N)

n : ボルト本数

A : ボルト断面積 (mm²)

ここで、 W = 470 kg

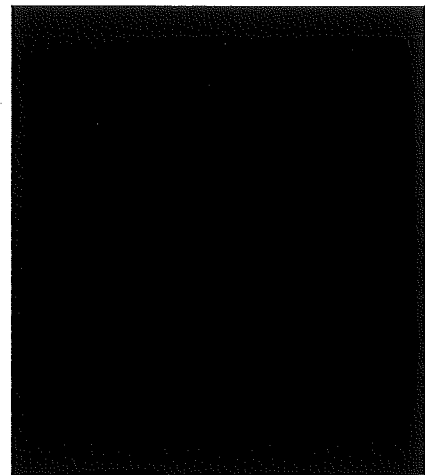
G = \blacksquare m/s²

n = \blacksquare 本

$$A = \frac{\pi}{4} \times \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\sigma_{t1} = \frac{470 \times \blacksquare}{\blacksquare} \\ = \blacksquare \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.44図
上部蓋ボルト解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 T = [] N・mm ([] kg・mm)

K = []

d = [] mm

A_s = [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

上部蓋ボルトの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、上部蓋ボルトの温度 [] °C において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_t - 1 \\ &= []\end{aligned}$$

であり、蓋ボルトは降伏応力を超えることはない。

(9) 巻上装置カバー及び上蓋部

i) 巻上装置カバー

解析モデルを(□)-第A.45図に示す。巻上装置カバーに働く慣性力は輸送物の重量の慣性力であり次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 輸送物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

巻上装置カバー胴部に生ずる応力 σ_c (MPa) は、

$$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$$

σ_c : 圧縮応力 (MPa)

D : 巻上装置カバーの内径 (mm)

t : 巻上装置カバーの板厚 (mm)

ここで、 W = 17000 kg

$$G = \blacksquare m/s^2$$

$$D = \blacksquare mm$$

$$t = \blacksquare mm$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{17000 \times \blacksquare}{\pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare MPa \end{aligned}$$

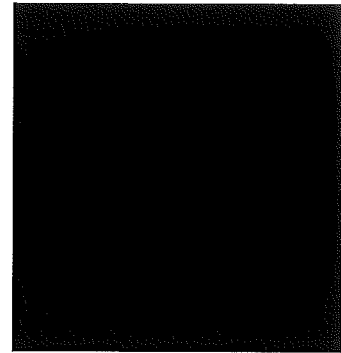
円筒部の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、円筒部の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare MPa \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

である。



(□)-第A.45図
巻上装置カバー解析モデル

ii) 蓋部

蓋方向に垂直落下した場合、蓋の外表面に[]の圧潰力が作用する。この時の蓋部の応力及びたわみ量を非線形構造解析プログラム「ABAQUS」を用いて求める。

a) 解析モデル

(ロ)－第A.46図に蓋部の解析モデル形状(ロ)－第A.47図に有限要素分割図を示す。図に示すように、ボルトの配置の対称性より[]度の扇形部分を解析モデルとした。

b) 使用物性値

縦弾性係数Eは、蓋部の温度である[]°Cにおける[]MPaを与える。また、蓋は塑性変形する可能性があるため、参考文献(6)に与えられているステンレス鋼(SUS[])に対する応力-歪関係式から、動的強度増加及び温度による強度減少を考慮して次の関係式を与える。

$$\sigma_d = 1.20 \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_{y0}} (173 + 984 \cdot \epsilon^{0.53})$$

ただし、 σ_d : 動的降伏応力 (MPa)

ϵ : 歪

σ_y : 温度[]°Cにおける静的降伏応力 (MPa)

σ_{y0} : 常温における静的降伏応力 (MPa)

(ロ)－第A.2図より、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa}$$

$$\sigma_{y0} = [] \text{ MPa}$$

となるので、

$$\begin{aligned} \sigma_d &= 1.20 \times [] \\ &= [] \cdot \epsilon^{0.53} \end{aligned}$$

となる。

また、ボルトも塑性変形する可能性があるため、参考文献(5)及び(7)よりステンレス鋼(SUS[])に対する応力-歪関係を動的強度増加及び温度による強度減少を考慮して次のように考える。

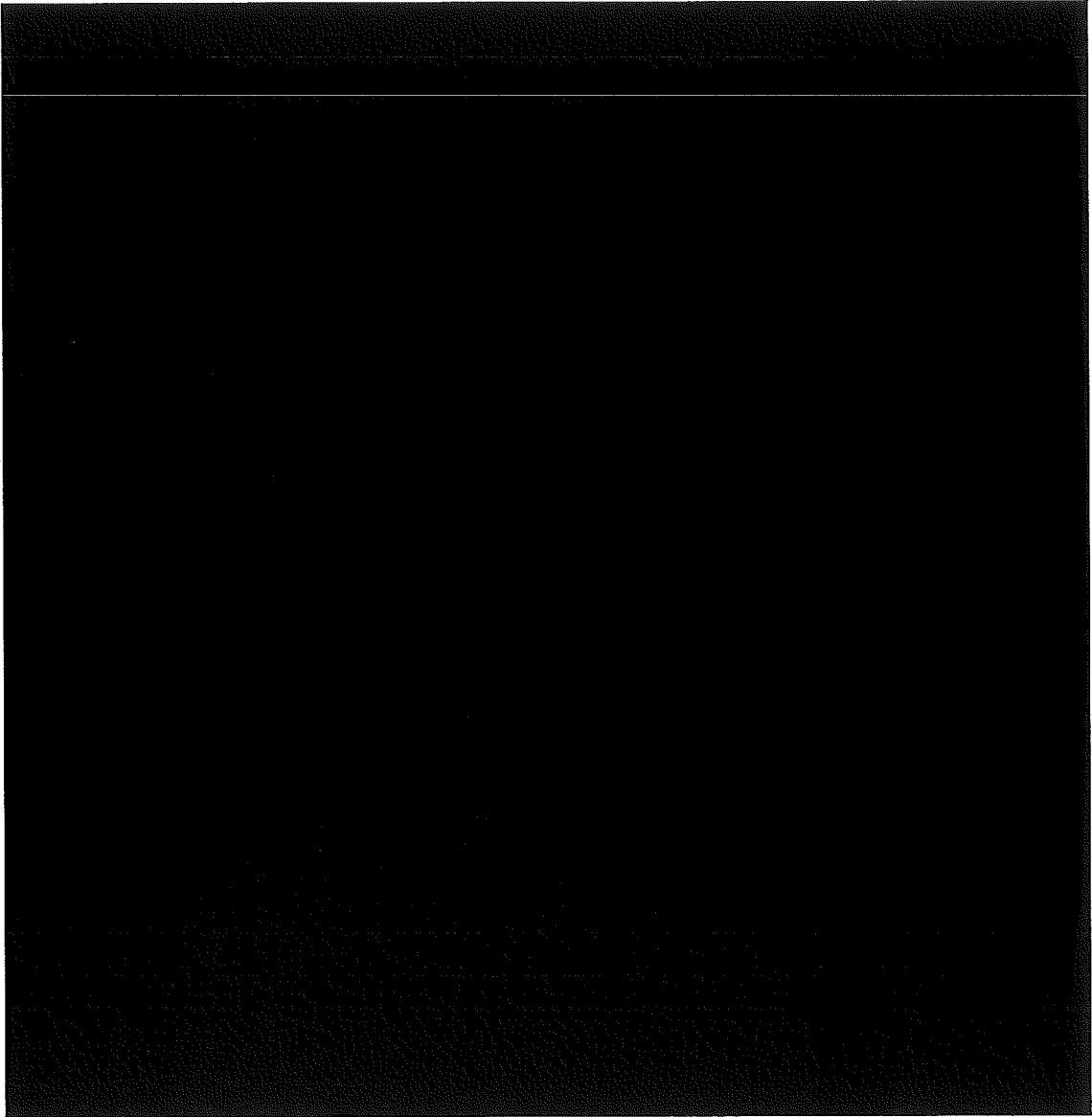
$$\sigma_y = [] \text{ MPa} \quad , \quad \sigma_u = [] \text{ MPa}$$

動的降伏応力は、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\sigma_{du} = 1.20 \times \blacksquare = \blacksquare \text{ MPa}$$

また、動的引張強さに対する最大歪は、参考文献(7)より最小破断歪である
 $\varepsilon = \blacksquare \%$ とした。



(ロ) - 第A. 46図 解析モデル

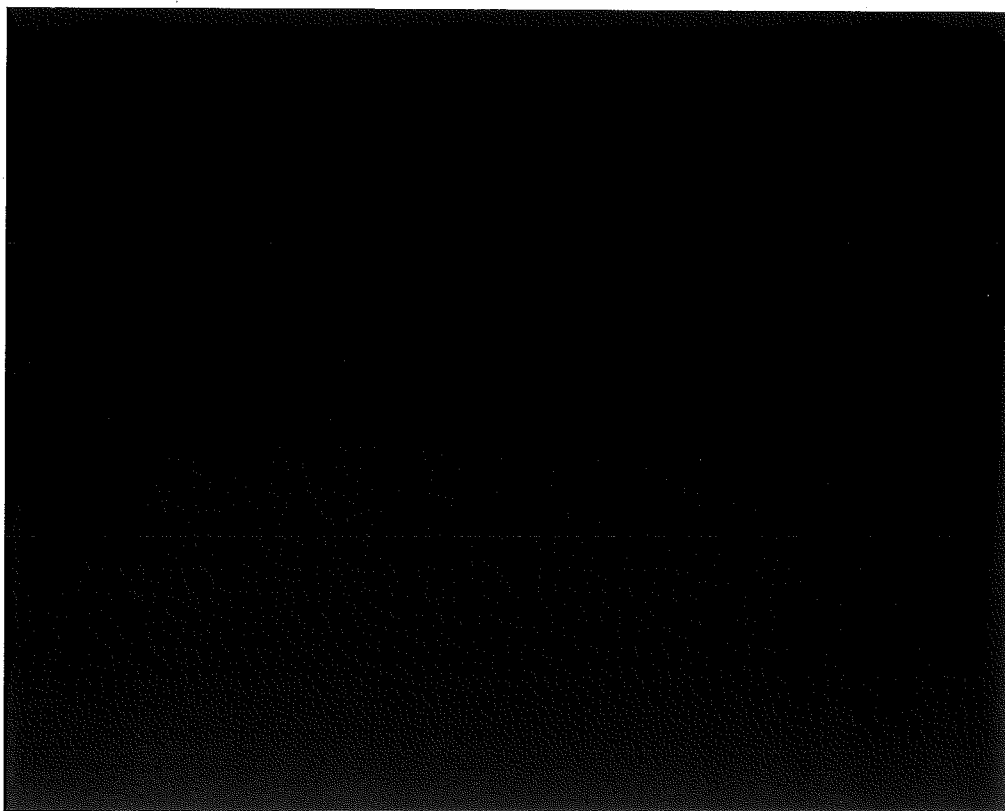
c) 荷重条件及び境界条件

蓋の外表面に作用する荷重は■■■■の圧潰応力■■■■ MPaである。

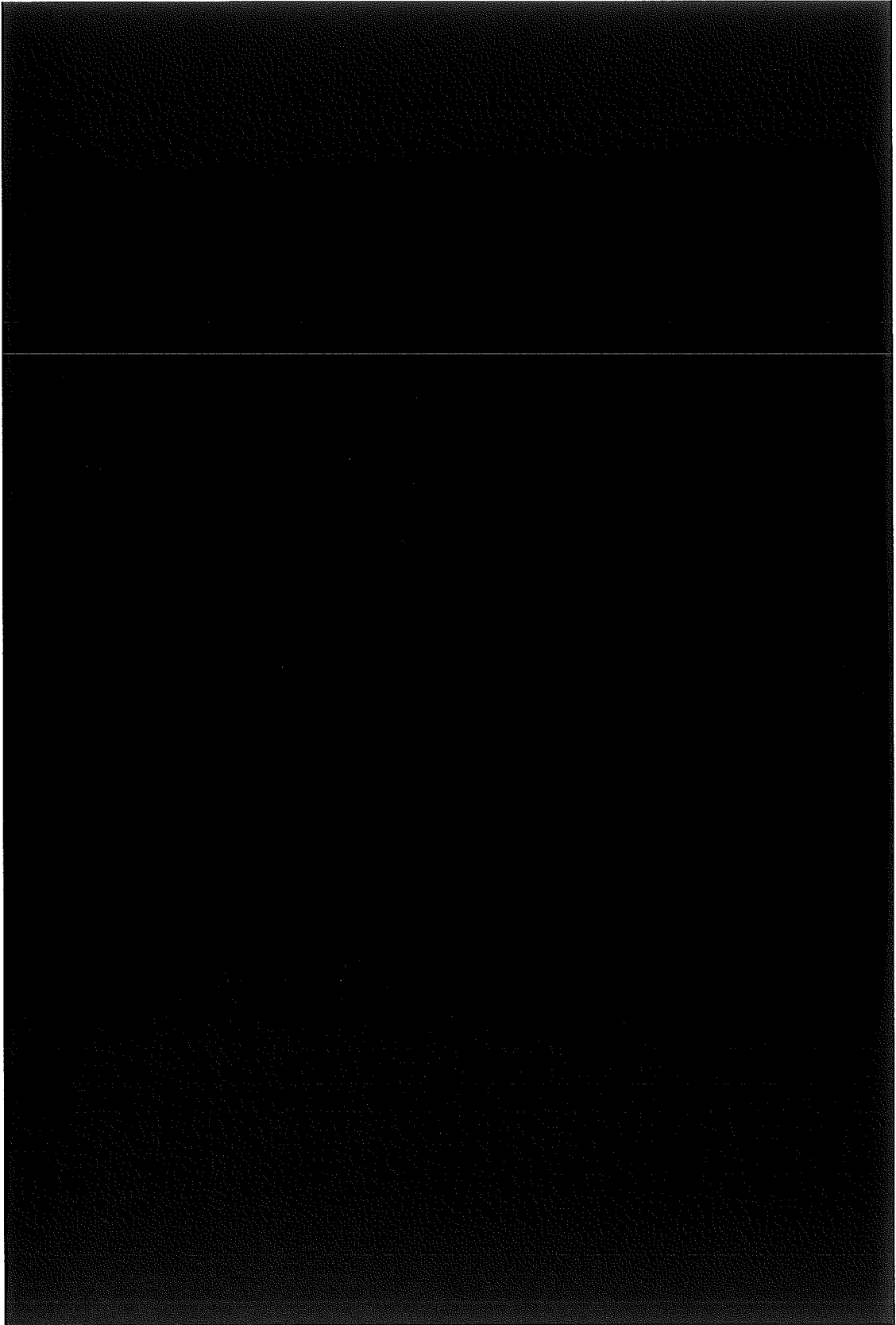
また、境界条件としては、(ロ)－第A. 46図に示すようにボルトを固定とし、胴部内面との接触境界に置いてZ方向変位を拘束し、さらに(X, Y)面の端面上に対称条件(半径方向に直角な方向の変位を拘束)を与える。

d) 解析結果

(ロ)－第A. 48図に解析モデルの応力分布図及び変形図を示す。蓋の最大相当応力値は■■■■ MPaで動的降伏応力(■■■■ MPa)を超えるが、その最大歪は■■■■ %で材料の最小破断歪■■■■ %より小さく破断することはない。また、ボルトの最大相当応力値は、■■■■ MPaで動的降伏応力(■■■■ MPa)を超えるが、その最大歪は■■■■ %で材料の最小破断歪の■■■■ %より小さく破断する事はない。リング位置での変形状態は、蓋と胴部が接触しており、リング位置では、口開きは生じないので蓋部の密封性能は保持される。



(ロ)－第A. 47図 要素分割図



(口) - 第A. 48図 蓋部垂直落下時の巻上装置カバー上蓋部解析結果

(10) 試料スペーサ

衝撃力による慣性力が試料スペーサに働いた場合、試料スペーサに生じる圧縮応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{A}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

W : 試料スペーサの重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 試料スペーサ支持断面積 (mm^2)

ここで、 $W = 20$ kg

$$G = \blacksquare m/s^2$$

$$A = \blacksquare mm^2$$

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \frac{20 \times \blacksquare}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

試料スペーサの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、温度が $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、試料スペーサは降伏応力を超えることはない。

この応力及び余裕率は、試料スペーサ (A) , (B) と同一である。なお試料スペーサ (B) および補助スペーサの端面は全て盲板を溶接してあるので、相互にずれても荷重は補助スペーサのほぼ全面均一に伝わり、降伏応力を超えることはない。

(11) 試料容器(A)

衝撃力による慣性力が試料容器に働いた場合、試料容器に生じる圧縮応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

W : 試料容器の重量 (kg)

D : 試料容器の内径 (mm)

t : 試料容器の板厚 (mm)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

ここで、 W としては、収納物F10を収納した状態とする。

$$W = 42.6 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{42.6 \times \blacksquare}{\pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

試料容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、試料容器の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

であり、試料容器は降伏応力を超えることはない。

(12) 収納物

収納物内の燃料ピン等は、外筒・スペーサ等（以下「支持構造材」という。）により被覆・保持されている。支持構造材が健全であれば、密封性を維持できることから核燃料物質等が漏れいすることはない。

本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。

収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材質
F1			ステンレス鋼
F2			ステンレス鋼
F3			ステンレス鋼
F5			ステンレス鋼
F7			ステンレス鋼
F9			Zry-4
F9 (収納管)			ステンレス鋼)
F10			Zry-4
F12			Al
F14			ステンレス鋼
F15			ステンレス鋼
F16			ステンレス鋼

注) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17～20は欠番。

衝撃力による慣性力が収納物に働いた場合、支持構造材に圧縮応力が生じる。

この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

W : 収納物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

D : 構造材の径 (mm)

t : 構造材の板厚 (mm)

上記収納物について解析上最も厳しくなるのはF7である。

ここで、 $G = \blacksquare m/s^2$ として、F7収納物の支持構造材の応力を求めると

$\sigma_c = \blacksquare MPa$ である。

支持構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、収納物の温度 $\square\square$ °Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \square\square = \square\square \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = \square\square$$

2. 底部垂直落下

(1) 密封容器胴部

解析モデルを(口)－第A. 49図に示す。密封容器本体に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 密封容器の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が働いた場合密封容器には圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

F : 慣性力 (kg)

D : 密封容器の内径 (mm)

t : 密封容器板の厚さ (mm)

ここで、 W = 100 kg

$$G = \blacksquare m/s^2$$

$$D = \blacksquare mm$$

$$t = \blacksquare mm$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{100 \times \blacksquare}{\pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare MPa \end{aligned}$$



(口)－A. 49 図
密封容器解析モデル

A. 10 付属書類 (5) によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度 $\blacksquare^\circ C$ において、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare MPa \end{aligned}$$

したがって、余裕率は

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$$

$$= \blacksquare$$

であり、密封容器本体は降伏応力を超えることはない。

(2) 密封容器底板

解析モデルを(ロ)－第A.50図に示す。底方向に落下した場合、底板の内面には収納物及び密封内容物の慣性力が働く。慣性力は次式で与えられる。

$$P = \frac{WG}{A}$$

ただし、 P : 慣性力 (MPa)

W : 収納物及び密封内容物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 慣性力を受ける面積 (mm^2)

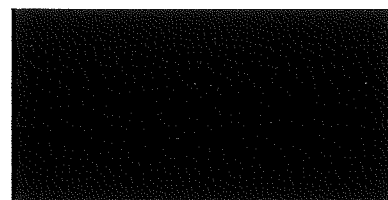
ここで、Wは安全側に、

$$W = 100 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ mm}^2$$



(ロ)－第A.50図
密封容器底板解析モデル

したがって、

$$P = \frac{100 \times \blacksquare}{\blacksquare}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

密封容器底板の応力 σ_b は、

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

P : 慣性力 (MPa)

D : 蓋板の径 (mm)

t : 蓋板の厚さ (mm)

ここで、 P = \blacksquare MPa

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\sigma_b = \frac{3 \times \blacksquare}{16 \times \blacksquare}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

密封容器底板の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、底板の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、密封容器底板は降伏応力を超えることはない。

(3) 格納容器

解析モデルを(ロ)－第A.51図に示す。格納容器に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

- ただし、
F : 慣性力 (N)
W : 格納容器の重量 (kg)
G : 衝撃加速度 (m/s^2)

慣性力が働いた場合、格納容器には圧縮応力が生じる。応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)}$$

- ただし、
 σ_c : 圧縮応力 (MPa)
F : 慣性力 (N)
 D_o : 格納容器の外径 (mm)
 D_i : 格納容器の内径 (mm)

ここで、Wとして輸送物総重量とすると、

$$W = 17000 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D_o = \blacksquare \text{ mm}$$

$$D_i = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{17000 \times \blacksquare}{\frac{\pi}{4}(\blacksquare)} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

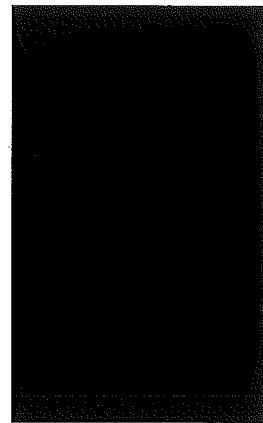
格納容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は格納容器の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 = \blacksquare$$

であり、格納容器は降伏応力を超えることはない。



(ロ)－第A.51図
格納容器解析モデル

(4) 格納容器上部蓋

解析モデルを(ロ)－第A.52図に示す。底方向に落下した場合、上部蓋の上面に巻上装置の慣性力が働く。慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 W : 巻上装置の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s²)

この慣性力が中央に集中荷重として作用した場合、上部蓋板の応力 σ_b は、

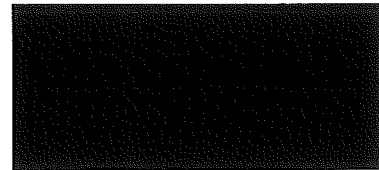
$$\sigma_b = \frac{3F}{2\pi t^2}$$

ここで、 t : 蓋板の厚さ (mm)

$$W = 350 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$



(ロ)－第A.52図
格納容器上部蓋解析モデル

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \times 350 \times \blacksquare}{2 \times \pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

上部蓋の動的降伏応力は上部蓋の温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

であり、上部蓋は降伏応力を超えることはない。

(5) 底部密封カバー

底部からの垂直落下時に、底部密封カバーの外表面に■■■■の圧潰力が作用する。このときの底部密封カバー部の応力及びたわみ量を非線形構造解析プログラム「ABAQUS」を用いて求める。

a) 解析モデル及び使用物性値

(ロ)―第A. 53図に底部密封カバー部の解析モデル形状及び有限要素分割図を示す。図に示すように、ボルトの配置の対称性より■■■■度の扇形部分を解析モデルとした。また、使用物性値は(ロ)章A. 6. 1. 1. 1(10)項に示されているSUS■■■■を用いる。

b) 荷重条件及び境界条件

蓋の外表面に作用する荷重は■■■■の圧潰応力■■■■ MPaである。

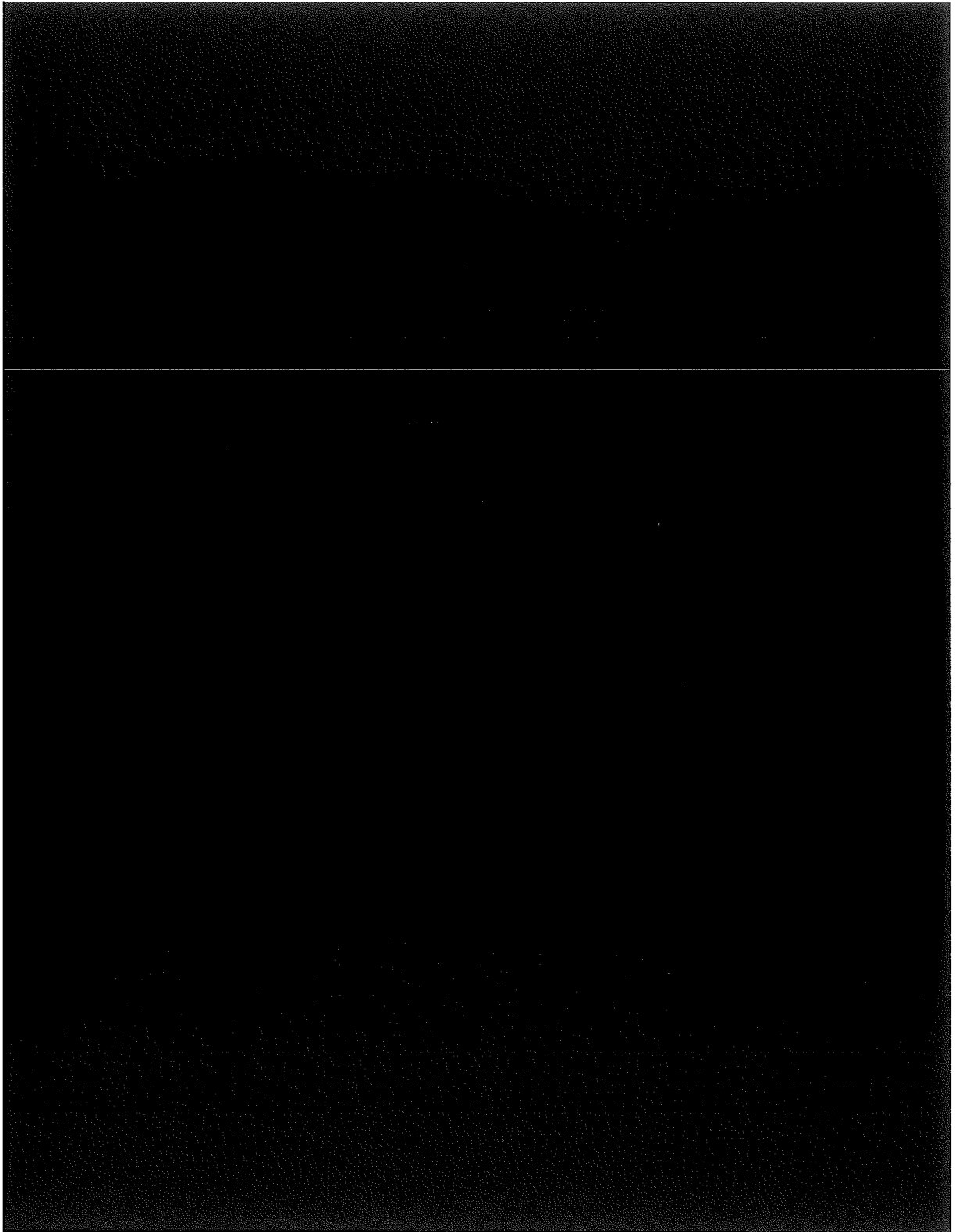
また、境界条件としては、(ロ)―第A. 53図に示すようにボルトを固定とし、容器本体との接触境界においてZ方向変位を拘束し、さらに(X, Y)面の端面に対称条件(半径方向に直角な方向の変位を拘束)を与える。

c) 解析結果

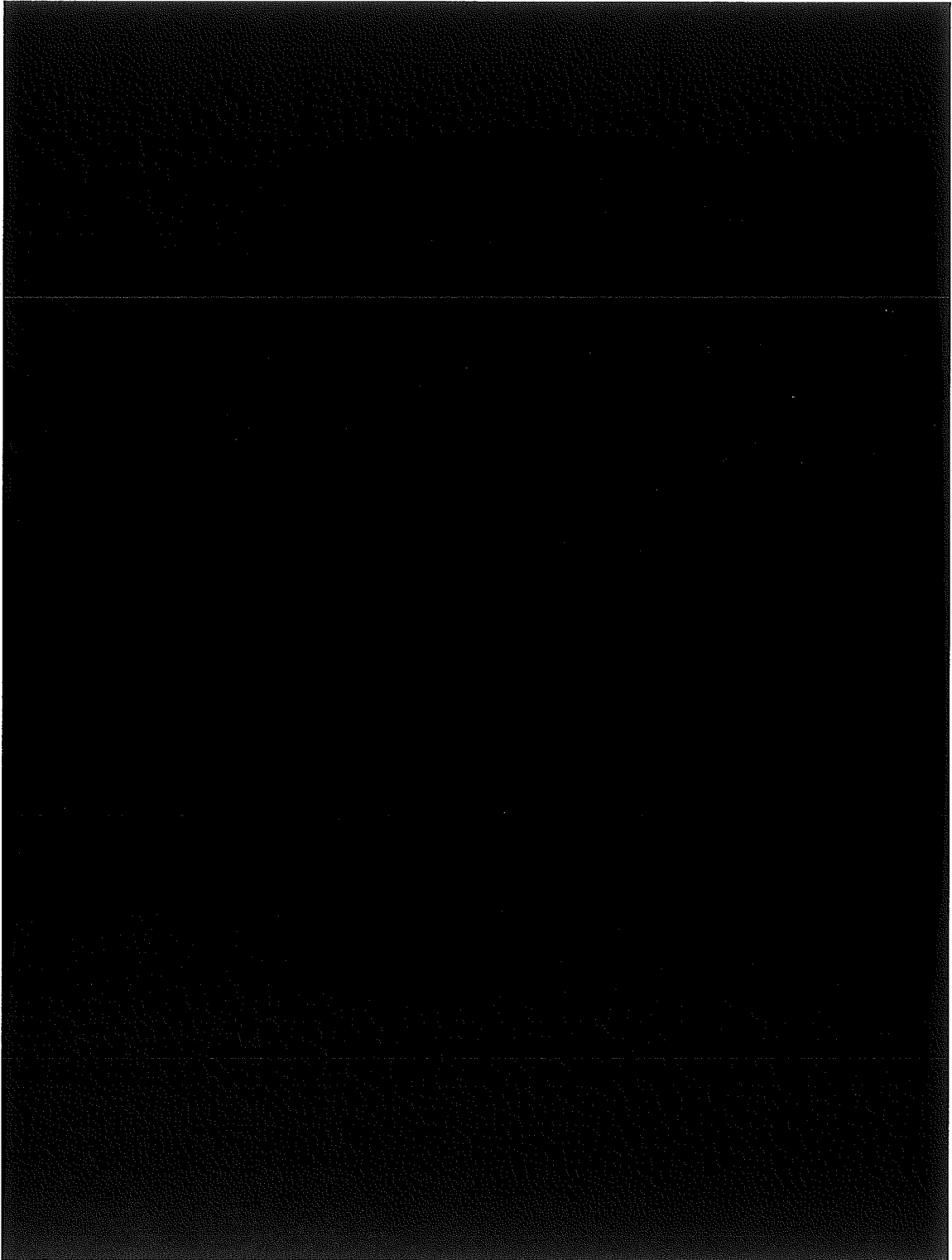
(ロ)―第A. 54図に解析モデルの等応力線図及び変形図を示す。底部密封カバー及びボルトの最大相当応力値は■■■■ MPaで、動的降伏応力(■■■■ MPa)に対してその余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1$$
$$= \text{■■■■}$$

また、底部密封カバーは容器本体に押付けられており、底部密封カバーの密封性能は十分保持される。



(口)－第A. 53図 底部垂直落下時の底部密封カバー解析モデル



(口) - 第A. 54図 底部垂直落下時の底部密封カバー解析結果

(6) シャッター

解析モデルを(ロ)－第A.55図に示す。シャッターに密封容器の慣性力が働いた場合、シャッターにはせん断応力が生じる。

$$\tau = \frac{WG}{A}$$

ただし、 τ : せん断応力 (MPa)

W : 密封容器の重量 (kg)

A : シャッター剪断面積 (mm^2)

$$A = \pi D L$$

D : 格納容器の内径 (mm)

L : シャッターの径 (mm)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

ここで、 $W = 100 \text{ kg}$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$L = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{100 \times \blacksquare}{\pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

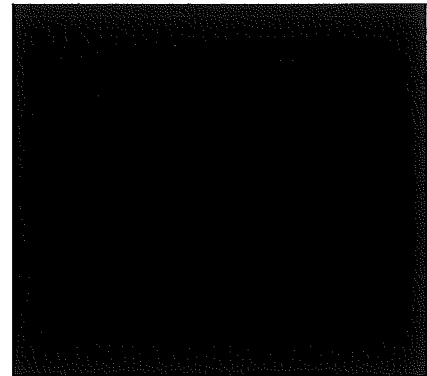
シャッターの動的せん断応力に対する基準値 σ_{dsy} (MPa) は、シャッターの温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned} \sigma_{dsy} &= 0.6 \times 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dsy} / \tau - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

であり、シャッターはせん断破壊しない。



(ロ)－第 A. 55 図
シャッター 解析モデル

(7) 試料スペーサ

衝撃力による慣性力が試料スペーサに働いた場合、試料スペーサに生じる圧縮応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{A}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

W : 試料スペーサの重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 試料スペーサ支持断面積 (mm^2)

ここで、 $W = 20$ kg

$$G = \blacksquare m/s^2$$

$$A = \blacksquare mm^2$$

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \frac{20 \times \blacksquare}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

試料スペーサの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、試料スペーサの温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、試料スペーサは降伏応力を超えることはない。

この応力及び余裕率は、試料スペーサ (A)、(B) とともに同一である。なお試料スペーサ (B) 及び補助スペーサの端面は全て盲板を溶接してあるので、相互にずれても荷重は補助スペーサのほぼ全面均一に伝わり、降伏応力を超えることはない。

(8) 試料容器 (A)

解析モデルを(ロ)－第A.56図に示す。衝撃力による慣性力が試料容器に働いた場合、試料容器に生じる圧縮応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$$

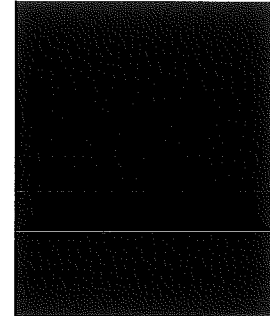
ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

W : 試料容器の重量 (kg)

D : 試料容器の内径 (mm)

t : 試料容器の板厚 (mm)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)



(ロ)－第A.56図
試料容器(A)解析モデル

ここで、 W としては、収納物F10を収納した状態とする。

$$W = 42.6 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{42.6 \times \blacksquare}{\pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

試料容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、試料容器の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、


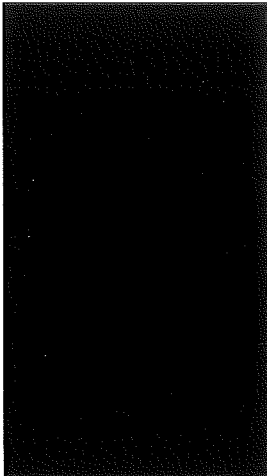
$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

であり、試料容器は降伏応力を超えることはない。

(9) 収納物

収納物内の燃料ピン等は、外筒・スペーサ等（以下「支持構造材」という。）により被覆・保持されている。支持構造材が健全であれば、密封性を維持できることから核燃料物質等が漏えいすることはない。

解析モデルを(ロ)－第A.57図に示す。本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。

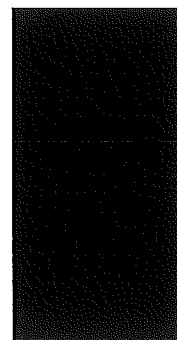
収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材 質
F1			ステンレス鋼
F2			ステンレス鋼
F3			ステンレス鋼
F5			ステンレス鋼
F7			ステンレス鋼
F9			Zry-4
F9(収納管)			ステンレス鋼)
F10			Zry-4
F12			Al
F14			ステンレス鋼
F15			ステンレス鋼
F16			ステンレス鋼

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20 は欠番。

衝撃力による慣性力が収納物に働いた場合、支持構造材に圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{\pi D t}$$

- ただし、
- σ_c : 圧縮応力 (MPa)
 - W : 収納物の重量 (kg)
 - G : 衝撃加速度 (m/s^2)
 - D : 構造材の径 (mm)
 - t : 構造材の板厚 (mm)



(ロ)－第A.57図
収納物解析モデル

上記収納物について解析上最も厳しくなるのはF7である。

ここで、 $G = \blacksquare \text{ m/s}^2$ として、F7収納物の支持構造材の応力を求めると、

$$\sigma_c = \blacksquare \text{ MPa}$$

支持構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、収納物の温度が $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

(10) シャッターカバー

衝撃力による慣性力がシャッターカバーに働いた場合のシャッターカバー及びフランジは、シャッターカバーが段付形状であり、フランジ部で支持される構造になっていること、シャッターカバーの自重が軽いこと、及びシャッターカバーはボルトにより、フランジに固定されていることから変形を生じることはない。

(11) 緩衝体取付金具の強度

解析モデルを(ロ)－第A.58図に示す。緩衝体は本体に取り付けられた緩衝体取付金具にボルトで取り付けられる。この場合、取付金具には[]の圧潰力が働く。圧潰力は次式で与えられる。

$$F = \sigma_c \eta s$$

ただし、

F : 圧潰力 (N)

σ_c : []の圧潰応力 (MPa)

η : []の木目方向に依存する効率

s : []の圧潰面積 (mm²)

ここで、 $\sigma_c =$ [] MPa

$\eta =$ []

s = [] mm²

F = []

= [] N

取付金具に働くせん断応力は次式で表わされる。

$$\tau = \frac{F}{A}$$

ただし、 τ : せん断応力 (MPa)

A : 取付金具の断面積 (mm²)

ここで、A = [] mm²

したがって、

$\tau =$ []

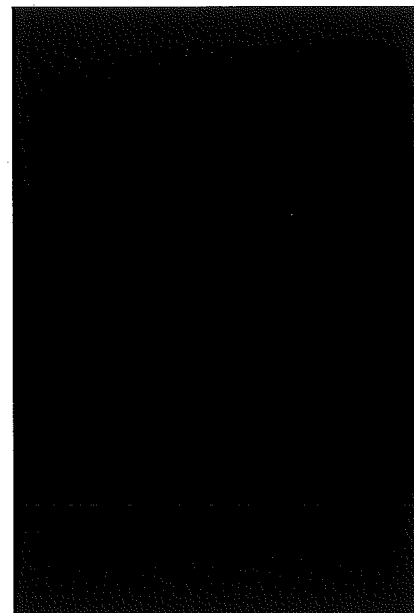
= [] MPa

取付金具の動的せん断応力に対する基準値 σ_{dsy} (MPa) は、取付金具の温度 []°Cにおいて、

$$\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.20 \times [] = [] \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1 = []$$



(ロ)－第A.58図
緩衝体取付金具モデル

A.6.1.2 水平落下

9 m水平落下時の衝撃力に対して、輸送容器各部分は十分な強度を保持し、密封容器、格納容器及び収納物等が変形を生じないことを示す。

1. 密封容器本体

解析モデルを(口)－第A.59図に示す。密封容器に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 密封容器の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が水平に働いた場合、容器には曲げ応力が生じる。この応力は、解析モデルに示すように容器を両端固定のはりと考えて次式で与えられる。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

M : 曲げモーメント ($N \cdot mm$)

$$M = \frac{1}{12} FL$$

L : はりの長さ (mm)

Z : 断面係数 (mm^3)

$$Z = \frac{\pi}{32} \times (D_o^4 - D_i^4) / D_o$$

D_o : 密封容器の外径 (mm)

D_i : 密封容器の内径 (mm)

ここで、 $W = 100 \text{ kg}$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$F = 100 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N}$$

$$L = \blacksquare \text{ mm}$$

$$M = \frac{1}{12} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$D_o = \blacksquare \text{ mm}$$



(口)－第A.59図
密封容器解析モデル

$$D_i = \text{■■■■} \text{ mm}$$

$$Z = \frac{\pi}{32} (\text{■■■■}) / \text{■■■■}$$

$$= \text{■■■■} \text{ mm}^3$$

したがって、

$$\sigma_b = \text{■■■■}$$

$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

密封容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封容器の温度 $\text{■■■■}^\circ\text{C}$ において、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{■■■■}$$

$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$

$$= \text{■■■■}$$

であり、密封容器は降伏応力を超えることはない。

2. 格納容器（巻上装置カバーを含む。）

水平落下時に格納容器に生じる応力は、（ロ）章A.5.4で、輸送容器軸に垂直な方向に圧縮荷重が働いたとして求めた時と同様の方法で求められる。

（ロ）章A.5.4より5倍の荷重により生じる応力は、巻上装置カバーで最大になり、

$$\text{曲げ応力 } \sigma_b = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\text{せん断応力 } \tau = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\text{主応力 } \sigma = \blacksquare \text{ MPa}$$

である。

水平落下時の衝撃加速度は $\blacksquare \text{ m/s}^2$ であるから、

$$\text{曲げ応力 } \sigma_b = \frac{\blacksquare}{5} \times \frac{\blacksquare}{9.807}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\text{せん断応力 } \tau = \frac{\blacksquare}{5} \times \frac{\blacksquare}{9.807}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

最大主応力は、

$$\sigma = \frac{1}{2} \left(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\blacksquare + \sqrt{\blacksquare} \right)$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

巻上装置カバーの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、巻上装置カバーの温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma - 1$$

$$= \blacksquare$$

であり、格納容器（巻上装置カバーを含む。）は降伏応力を超えることはない。

3. シャッター開閉用ネジシャフト

解析モデルを(ロ)－第A.60図に示す。シャッターカバー方向に水平落下した場合、解析モデルに示すようにシャッターの慣性力が開閉シャフトに働く。このとき、開閉シャフトに圧縮応力が生じる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{\frac{\pi}{4}D^2}$$

ただし、 W : シャッター重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s²)

D : シャフト径 (mm)

ここで、 W = 600 kg

G = ■ m/s²

D = ■ mm

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \frac{600 \times \blacksquare}{\frac{\pi}{4} \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

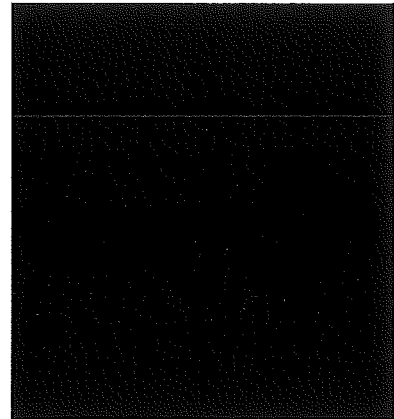
シャフトの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、シャフトの温度 ■ °C において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、シャフトは降伏応力を超えることはない。



(ロ)－第A.60図
シャフト解析モデル

4. シャッターカバー

解析モデルを(ロ)－第A.61図に示す。シャッターカバー方向に水平落下した場合、解析モデルに示すようにシャッターの慣性力がシャフトを介してシャッターカバーに働く。

このとき、シャッターカバーに生ずる応力 σ_b (MPa)は、集中荷重と考えると、

$$\sigma_b = \frac{3WG}{2\pi t^2}$$

ただし、W : シャッター重量 (kg)

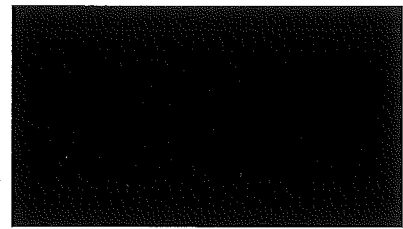
G : 衝撃加速度 (m/s^2)

t : シャッターカバーの板厚 (mm)

ここで、W = 600 kg

G = ■ m/s^2

t = ■ mm



(ロ)－第A.61図
シャッターカバー解析モデル

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \times 600 \times \blacksquare}{2 \times \pi \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

シャッターカバーの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、シャッターカバーの温度■ $^{\circ}\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}\text{MS} &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、シャッターカバーは降伏応力を超えることはない。

5. 試料スペーサ

解析モデルを(ロ)－第A.62図に示す。水平落下の場合、試料スペーサには収納物の慣性力が働く。試料スペーサは四角形であり、隣り合う2頂点で密封容器に接する。このとき、試料スペーサに生ずる応力は、解析モデルに示すように試料スペーサの一边を両端支持のはりと考えて次式で与えられる。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ただし、

M：モーメント

$$M = \frac{1}{8} W G L$$

W：収納物の重量 (kg)

G：衝撃加速度 (m/s²)

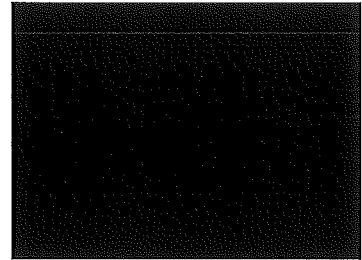
L：試料スペーサの辺長 (mm)

Z：断面係数 (mm³)

$$Z = \frac{1}{6} b t^2$$

b：試料スペーサ軸方向の板巾 (mm)

t：板厚 (mm)



(ロ)－第A.62図
試料スペーサ解析モデル

ここで、Wとしては、収納物F7が最大であり、

$$W = 19.0 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$L = \blacksquare \text{ mm}$$

$$M = \frac{1}{8} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$b = \blacksquare$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ mm}^3$$

したがって、

$$\sigma_b = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

試料スペーサの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、試料スペーサの温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$

$$= \blacksquare$$

であり、試料スペーサは降伏応力を超えることはない。


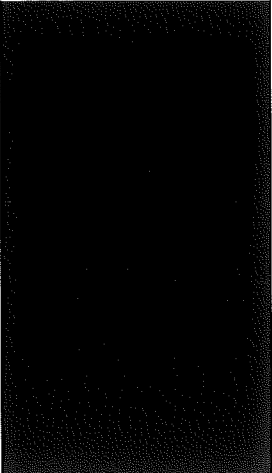
6. 試料容器

水平落下の場合、試料容器は密封容器内に面接触する。密封容器が変形しないので試料容器も変形することはない。

7. 収納物

収納物内の燃料ピン等は、外筒・スペーサ等（以下「支持構造材」という。）により被覆・保持されている。支持構造材が健全であれば、密封性を維持できることから核燃料物質等が漏えいすることはない。

本輸送容器の解析に用いる収納物の重量と支持構造材を下記に示す。

収納物	重量 (kg/体)	構造材寸法 (mm)	材質
F1			ステンレス鋼
F2			ステンレス鋼
F3			ステンレス鋼
F5			ステンレス鋼
F7			ステンレス鋼
F9			Zry-4
F9(収納管)			ステンレス鋼)
F10			Zry-4
F12			Al
F14			ステンレス鋼
F15			ステンレス鋼
F16			ステンレス鋼

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

水平落下時に、収納物は試料スペーサあるいは試料容器等で保持されている。試料容器は収納物全体を保持するので収納物 (F10、F12) が変形することはない。

収納物F1からF5（F4除く）は、試料スペーサによりある間隔で支持されるため、
 (ロ)－第A.63図に示すように両端固定のはりと考えると曲げ応力 σ_b (MPa)が生じる。

収納物F14からF16は、密封内容器の蓋部と底部にて支持され、さらに試料内部に
 有する構造物に支持されるため、同様に両端固定のはりと考えると曲げ応力 σ_b (MPa)が生じる。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ただし、M：モーメント (N・mm)

$$M = \frac{1}{12} W G L$$

W：収納物重量 (kg)

G：衝撃加速度 (m/s²)

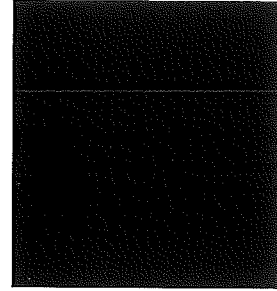
L：支持間隔 (mm)

Z：断面係数 (mm³)

$$Z = \frac{\pi}{32} (D_o^4 - D_i^4) / D_o$$

D_o：構造材の外径 (mm)

D_i：構造材の内径 (mm)



(ロ)－第A.63図
 収納物解析モデル

収納物F1からF3、F5、F7、F9及びF14からF16の中で解析上最も厳しくなるのは、
 F14である。

ここで、 $G = \blacksquare \text{ m/s}^2$

$L = \blacksquare \text{ mm}$

としてF14の曲げ応力を求めると、

$\sigma_b = \blacksquare \text{ MPa}$

支持構造材の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、収納物の温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare$

$= \blacksquare \text{ MPa}$

したがって、余裕率は、

$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$

$= \blacksquare$

8. シャッターカバーボルトの応力

シャッターカバーボルトに発生する応力は、慣性力による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 慣性力による引張応力

シャッターカバーボルトに生ずる応力 σ_{t1} (MPa) は、

$$\sigma_{t1} = \frac{WG}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

W : シャッター重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 W = 600 kg

$$G = \blacksquare m/s^2$$

$$n = \blacksquare \text{ 本}$$

$$d_1 = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{t1} &= \frac{600 \times \blacksquare}{\blacksquare \times \frac{\pi}{4} \times \blacksquare} \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_o}{A_s}$$

ただし、 F_o : 締付力 (N)

$$F_o = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N·mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm^2)

ここで、 T = \blacksquare N·mm (\blacksquare kg·mm)

$$K = \blacksquare$$

$$d = \blacksquare \text{ mm}$$

$$A_s = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{tr} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$


ボルトの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、ボルトの温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$


したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_t - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$




9. 緩衝体取付ボルトの強度







緩衝体取付ボルトに発生する応力は、の圧潰力によるせん断応力と締付トルクによる引張応力の主応力として表わされる。

a) 圧潰力によるせん断応力

解析モデルを(□)-第A.64図に示す。ボルトにはの圧潰力がせん断力として働く。ボルトにかかるせん断応力 τ (MPa) は次式で与えられる。

$$\tau = \frac{\sigma_c \eta s}{\frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、
 σ_c : の圧潰応力 (MPa)
 η : の木目方向に依存する効率
 s : の圧潰部面積 (mm²)
 d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、
 $\sigma_c =$  MPa
 $\eta =$ 
 $s =$  mm²
 $d_1 =$  mm
 $\tau =$ $\frac{\pi}{4} \times$ 
 $=$  MPa



(□)-第A.64図
 緩衝体取付 ボルト解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{lr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、
 F_0 : 締付力 (N)
 $F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$
 T : 締付トルク (N・mm)
 K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 T = [] N・mm ([] kg・mm)

K = []

d = [] mm

A_s = [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

a) 及び b) より主応力 σ は、

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{tr} + \sqrt{\sigma_{tr}^2 + 4\tau^2} \right\} \\ \sigma &= \frac{1}{2} \left\{ [] + \sqrt{[]} \right\} \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

ボルトの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、 ボルトの温度 []°Cにおいて、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma - 1 \\ &= []\end{aligned}$$

10. 巻上装置カバー上蓋ボルト

水平落下時に[]の圧潰により巻上装置カバー上蓋のボルトにせん断応力 τ (MPa) が生じる。

$$\tau = \frac{\sigma_c \cdot \eta \cdot A_b}{A}$$

ただし、

σ_c : []の圧潰応力 (MPa)

η : []の木目方向の角度による効率

A_b : []の圧潰部面積 (mm²)

A : せん断される面積 (mm²)

$$= n \cdot \left(\frac{\pi}{4} d^2 \right) + \pi D \cdot t$$

n : ボルトの本数

d : ボルト谷径 (mm)

D : []の被覆ステンレス鋼板の内径 (mm)

t : []の被覆ステンレス鋼板の厚さ (mm)

ここで、

σ_c = [] MPa ((口) - 第A.26図参照)

η = []

A_b = []

= [] mm²

n = [] 本

d = [] mm ([] ボルトの谷径)

D = [] mm

t = [] mm

A = []

τ = []

= [] MPa

巻上装置のボルトの動的せん断応力に対する基準値 σ_{dsy} (MPa) はボルトの温度

■℃において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dsy} &= 0.6 \times 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率MSは、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dsy} / \tau - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、巻上装置の上蓋ボルトのせん断応力は基準値を超えることはなく、ボルトはせん断破壊しない。

11. 底部密封カバーボルト

水平落下時に■の圧潰により底部密封カバーのボルトにせん断応力 τ (MP

a) が生じる。

$$\tau = \frac{\sigma_c \cdot \eta \cdot A_b}{A}$$

ただし、

σ_c : ■の圧潰応力 (MPa)

η : ■の木目方向の角度における効率

A_b : ■の圧潰部面積 (mm^2)

A : せん断を受ける面積 (mm^2)

$$= n \cdot \left(\frac{\pi}{4} d^2 \right) + \pi D \cdot t$$

n : ボルト本数

d : ボルト径 (mm)

D : ■の被覆ステンレス鋼板の内径 (mm)

t : ■の被覆ステンレス鋼板の厚み (mm)

ここで、

$\sigma_c = \blacksquare$ MPa ((□) - 第A. 26図より)

$\eta = \blacksquare$

$$A_b = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ mm}^2$$

$$n = \blacksquare \text{ 本}$$

$$d = \blacksquare \text{ mm (}\blacksquare\text{ ボルトの谷径)}$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

$$\tau = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

底部密封カバーのボルトの動的せん断応力に対する基準値 σ_{dsy} (MPa) は、ボルトの温度 \blacksquare °C において、

$$\sigma_{dsy} = 0.6 \times 1.20 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dsy} / \tau - 1$$

$$= \blacksquare$$

であり、底部密封カバーボルトのせん断応力は、基準値を超えることはなく、ボルトはせん断破壊しない。

A.6.1.3 コーナー落下

コーナー落下時においては、(ロ)章A.6.1で求めたように輸送容器の受ける衝撃加速度 (m/s^2) は、

・ 蓋部コーナー落下時 $\blacksquare m/s^2$

・ 底部コーナー落下時 $\blacksquare m/s^2$

である。

蓋部コーナー落下角度は、 24.9° であるから、このときの軸方向の衝撃加速度と半径方向の衝撃加速度は、

・ 軸方向： $\blacksquare \times \cos 24.9^\circ = \blacksquare m/s^2$

・ 半径方向： $\blacksquare \times \sin 24.9^\circ = \blacksquare m/s^2$

これらの衝撃力はそれぞれ蓋部垂直落下及び水平落下時の衝撃力以下である。

したがって、輸送容器は変形することはない。内部の収納物も変形することはない。

底部コーナー落下角度は、 33.7° であるから、このときの、軸方向の衝撃加速度と半径方向の衝撃加速度は、

・ 軸方向： $\blacksquare \times \cos 33.7^\circ = \blacksquare m/s^2$

・ 半径方向： $\blacksquare \times \sin 33.7^\circ = \blacksquare m/s^2$

これらの衝撃加速度はそれぞれ底部垂直落下及び水平落下時の衝撃加速度以下である。したがって輸送容器は変形することはない。内部の収納物も変形することはない。

A.6.1.4 傾斜落下

傾斜落下時において、(ロ)章6.1で説明したように垂直落下、水平落下及びコーナー落下より緩い落下条件であり、輸送容器は変形することはない。内部の収納物も変形することはない。

A. 6.1.5 結果の要約

落下試験 I の解析結果の要約は、(ロ)－第A. 11表に示すとおりである。落下試験 I による破損は緩衝体に生ずるが、このときの衝撃力により、輸送容器及び収納物の構造上の健全性が損なわれることはない。

以上の解析及び評価は、周囲温度38℃の高温側の環境側に対して行った。低温側の環境下に対しては(ロ)章A. 4.2に示すように低温になっても材料は脆化等がなく、機械的性質が低下することがないので輸送物の構造上の健全性に問題はない。

(ロ)－第A. 11表 落下試験 I の解析結果

落下方向	落下エネルギー (N・mm)	衝撃加速度 (m/s ²)	容器の破損	合計変形量 δ_c (mm)	許容変形量 δ_{cmax} (mm)
蓋部垂直	1.50×10^9	■■■■	上部緩衝体の外面と内面から、それぞれ■■■■ mm潰れる。	■■■■	■■■■
底部垂直	1.50×10^9		底部緩衝体の外面と内面から、それぞれ■■■■ mm潰れる。		
水平落下	1.50×10^9		上部緩衝体は外面から■■■■ mm、内面から■■■■ mm、 底部緩衝体は外面から■■■■ mm、内面から■■■■ mm変形する。		
蓋部コーナー	1.50×10^9		上部緩衝体の外面から■■■■ mm、内面から■■■■ mm潰れる。		
底部コーナー	1.50×10^9		底部緩衝体の外面から■■■■ mm、内面から■■■■ mm潰れる。		

A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ（1 m落下時）

本項では、落下試験Ⅰに引き続いて落下試験Ⅱがおこるとして解析している。すなわち、輸送物が1 m高さから直径150 mmの十分長い軟鋼棒へ落下した場合、輸送物が耐えることを解析によって示す。

落下試験Ⅱは、輸送物が最大破損を受けるように、輸送物の重心を軟鋼棒が直撃する場合に加えて巻上装置カバーあるいはシャッターカバーを直撃する場合を解析した。

1. 格納容器胴部を直撃する場合

肉厚 \blacksquare mmの胴部に軟鋼棒が直撃する場合について評価する。解析モデルを(□)－第A.65図に示す。



(□)－第A.65図 耐貫通解析モデル

直撃部における胴部及び軟鋼棒の耐荷重は、

胴部の耐荷重

$$F_1 = \pi d t s$$

F_1 : せん断力 (N)

d : 軟鋼棒の径 (mm)

t : 肉厚 (mm)

s : せん断強さ (MPa)

ここで、 $d = 150$ mm

$t = \blacksquare$ mm

$s = \blacksquare$ MPa 注)

注) Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers, McGraw-Hill

したがって、

$$F_1 = \pi \times 150 \times \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ N}$$

軟鋼棒の耐荷重 F_b (N) は、

$$F_b = \frac{\pi}{4} d^2 \sigma_f$$

ただし、 d : 棒 径 (mm)

σ_f : 軟鋼棒の圧縮強さ (MPa)

ここで、 $d = 150$ mm

$\sigma_f = 345$ MPa 注)

したがって、

$$F_b = \frac{\pi}{4} \times 150^2 \times 345 \\ = 6.10 \times 10^6 \text{ N}$$

したがって、 $F_1 > F_b$ となり、胴部が損傷する前に軟鋼棒は圧潰し、よって、格納容器の健全性は損なわれない。余裕率は、

$$MS = \frac{F_1}{F_b} - 1 \\ = \blacksquare$$

である。

2. 巻上装置カバーを直撃する場合

1) 胴部の強度

肉厚 \blacksquare mm の巻上装置カバーの胴部に軟鋼棒が直撃する場合。

胴部の耐荷重

$$F_1 = \pi d t s$$

$$d = 150 \text{ mm}$$

注) L. B. Shapparc "Cask Designers Guide", ORNL-NSIC-681 VC-80-Reactor Technology, Oak Ridge National Laboratory (February, 1970)

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

$$s = \blacksquare \text{ MPa ((口) 章 A. 6. 2, 1 と同じ)}$$

$$F_1 = \pi \times 150 \times \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ N}$$

軟鋼棒の耐荷重

$$F_b = 6.10 \times 10^6 \text{ N}$$

したがって、 $F_1 > F_b$ となり巻上装置カバーの胴部が損傷する前に軟鋼棒は圧潰し、よって巻上装置カバーの健全性は損なわれない。余裕率は、

$$MS = F_1 / F_b - 1 \\ = \blacksquare$$

である。

軟鋼棒が巻上装置カバー胴部を直撃する場合、カバーには曲げモーメントが働く。このときの応力は

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ただし、 σ_b : 応力 (MPa)

M : モーメント (N・mm)

$$M = F_b L$$

F_b : 軟鋼棒から受ける荷重 (N)

L : モーメントアームの長さ (mm)

Z : 断面係数 (mm³)

$$Z = \frac{\pi}{32} (D_o^4 - D_i^4) / D_o$$

D_o : 巻上装置カバーの外径 (mm)

D_i : 巻上装置カバーの内径 (mm)

ここで、 $F_b = 6.10 \times 10^6 \text{ N}$

$L = \blacksquare \text{ mm}$ (安全側にカバーの高さとする。)

$$M = 6.10 \times 10^6 \times \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$D_o = \text{■} \text{ mm}$$

$$D_i = \text{■} \text{ mm}$$

$$Z = \frac{\pi}{32} (\text{■}) / \text{■}$$
$$= \text{■} \text{ mm}^3$$

したがって、

$$\sigma_b = \text{■}$$
$$= \text{■} \text{ MPa}$$

巻上装置カバーの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、カバーの温度 $\text{■}^\circ\text{C}$ において、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{■}$$
$$= \text{■} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$
$$= \text{■}$$

である。

手動操作用シャフトの巻上装置カバー貫通部を直撃する場合、この部分は、巻上装置カバーと同じ厚さの操作盤カバーで覆われているので貫通しない。

2) 溶接部の強度

溶接部解析モデルを(ロ)－第A.66図に示す。

溶接部に生じる曲げモーメントは、

(ロ) 章A.6.2, 2 の 1) と同様に、

$$M = \text{■} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

また、断面係数 Z は、

$$Z = \frac{\pi}{32} \text{■}$$
$$= \text{■} \text{ mm}^3$$

したがって、

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_b = \text{■}$$
$$= \text{■} \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.66図
溶接部解析モデル

溶接部の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、溶接部の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

$$\eta = 0.8 \text{ (溶接効率)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \eta \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$

$$= \blacksquare$$

3. シャッターカバーを直撃する場合

板厚 \blacksquare mmのシャッターカバー平板部に軟鋼棒が直撃する場合、平板の耐荷重は、

$$F_1 = \pi d t s$$

ここで、

$$d = 150 \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

$$s = \blacksquare \text{ MPa ((口) 章A.6.2, 1と同じ)}$$

ゆえに、

$$F_1 = \pi \times 150 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N}$$

また、軟鋼棒の耐荷重は、

$$F_b = 6.10 \times 10^6 \text{ N ((口) 章A.6.2, 1と同じ)}$$

したがって、 $F_1 > F_b$ となりシャッターカバーが損傷する前に軟鋼棒は圧潰し、シャッターカバーの健全性は損なわれない。余裕率は、

$$MS = F_1 / F_b - 1$$

$$= \blacksquare$$

である。

軟鋼棒がシャッターカバー平板部を直撃する場合、カバーには曲げ応力が生ずる。

このときの応力は、

$$\sigma_b = \frac{3W}{2\pi t^2} \left(1 - \frac{r^2}{2R^2}\right)$$

ただし、 σ_b : 応力 (MPa)

W : 荷重 (N)

r : 荷重面の半径 (mm)

t : 平板の板厚

R : 平板の半径 (mm)

ここで、 $W = F_b = 6.10 \times 10^6$ N

t = ■ mm

r = ■ mm

R = ■ mm

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{b1} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

一方、シャッターカバー内側にはシャッター開閉シャフトがあり、これの反力による応力が逆向きに生ずる。応力計算式は前述の式と同じである。

$$W = \frac{\pi}{4} d^2 \sigma_u$$

ただし、W : シャフトによる荷重 (N)

d : シャフトの径 (mm)

σ_u : シャフト材の耐力 (MPa)

ここで、d = ■ mm

$\sigma_u = \blacksquare$ MPa

$$W = \frac{\pi}{4} \times \blacksquare$$

= ■ N

r = ■ mm

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{b2} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

よって、シャッターカバーに生ずる応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \sigma_{b1} - \sigma_{b2} \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

シャッターカバーの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、シャッターカバーの温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

しかし、参考文献4) によれば弾性範囲を超える材料に対する曲げ解析において弾性理論を適用する場合、材料は降伏応力の1.5倍の応力を超えない限り塑性変形をおこさないことが示されている。したがって、カバーの許容応力 σ_p (MPa) は、

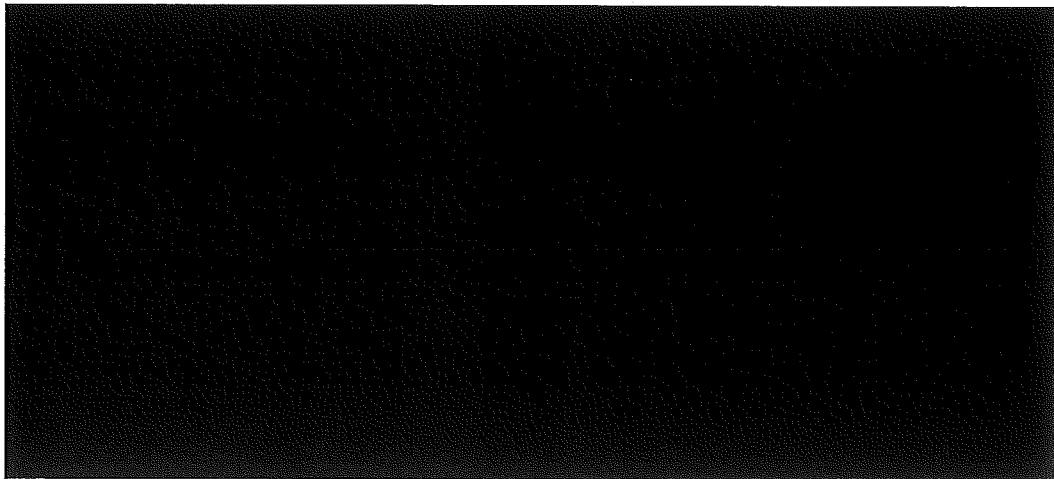
$$\begin{aligned}\sigma_p &= 1.5 \times 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_p / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

4. 漏えい試験用カプラ部を直撃する場合

実際形状及び解析モデルを(ロ)－第A.67図に示す。



(ロ)－第A.67図 カプラ部解析モデル

カップラ孔までは■■■mmあるがこれを■■■mmと仮定した。またカップラ孔は■■■mm直径で■■■mm高さであり、仮想した蓋まで貫通していないが貫通したものとし、その孔の大きさは■■■mmの短径と■■■mmの長径の楕円であるが、これを■■■mmの直径の孔として仮定した。上記のように十分余裕をみて解析する。

保護蓋の耐荷重 F_1 は、

$$F_1 = \pi d t s$$

ただし、 F_1 : 保護蓋の耐荷重 (N)

d : 軟鋼棒の径 (mm)

t : 保護蓋の厚さ (mm)

s : せん断強さ (MPa)

ここで、 $d = 150$ mm

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

$$s = \blacksquare \text{ MPa ((口) 章 A. 6. 2, 1 と同じ)}$$

したがって、

$$\begin{aligned} F_1 &= \pi \times 150 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ N} \end{aligned}$$

軟鋼棒の耐荷重は、

$$F_b = 6.10 \times 10^6 \text{ N ((口) 章 A. 6. 2, 1 と同じ)}$$

したがって、 $F_1 > F_b$ となり、保護蓋が損傷する前に軟鋼棒は圧潰し、よって保護蓋およびカップラの健全性は損なわれない。

余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= F_1 / F_b - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

軟鋼棒が保護蓋を直撃する場合、蓋に曲げ応力が生ずる。このときの応力は、

$$\sigma_b = \frac{3}{4\pi t^2} \times \frac{\pi}{4} D^2 \sigma_f$$

ただし、 σ_b : 応力 (MPa)

D : 蓋板の径 (mm)

t : 蓋板の厚さ (mm)

σ_f : 軟鋼棒の圧縮強さ (MPa)

ここで、 $D = \blacksquare$ mm

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

$$\sigma_f = 345 \text{ MPa}$$

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \text{■■■■■■■■■■} \\ &= \text{■■■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

保護蓋の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、保護蓋の温度 $\text{■■}^\circ\text{C}$ において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \text{■■■■} \\ &= \text{■■■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \text{■■■■}\end{aligned}$$

であり、保護蓋及びカプラは、降伏応力を超えることはない。

5. 底部密封カバー

底部は緩衝体のステンレス鋼外板も耐貫通に寄与する。板厚 $\text{■■} \text{ mm}$ の底板、板厚 $\text{■■} \text{ mm}$ の外板に軟鋼棒が直撃する場合、平板の荷重 F_1 (N) は次式で求められる。

$$F_1 = \pi d (t_1 + 2 t_2) s$$

ここで、 $d = 150 \text{ mm}$

$$t_1 = \text{■■} \text{ mm}$$

$$t_2 = \text{■■} \text{ mm}$$

$$s = \text{■■■■} \text{ MPa}$$

したがって、

$$\begin{aligned}F_1 &= \pi \times 150 \times \text{■■■■■■■■■■} \\ &= \text{■■■■■■■■} \text{ N}\end{aligned}$$

また、軟鋼棒の耐荷重 F_b (N) は、

$$F_b = 6.10 \times 10^6 \text{ N}$$

であるから、 $F_1 > F_b$ となり底板が損傷する前に軟鋼棒は圧潰し、底板の健全性は損なわれない。

余裕率は、

$$\begin{aligned}Ms &= F_1 / F_b - 1 \\ &= \text{■■■■}\end{aligned}$$

軟鋼棒が底部を直撃する場合、底板は緩衝体に覆われており、シール部には圧縮力が働くので密封性は損なわれない。

6. 緩衝体取付金具の強度

緩衝体取付金具に軟鋼棒が当たった場合、取付金具は破損する。しかし取付金具は本体円周上に6個取り付けられており、1個が破損しても緩衝体が脱落することはない。

A.6.2.1 結果の要約

前述のように落下試験Ⅱにおいて、輸送容器および収納物に有意な破損を生じることはない。

A.6.3 熱的試験

A.6.3.1 温度及び圧力の要約

事故時における輸送物各部の最高圧力及び最高温度は、(口)章B.5、及び(口)章B.6の(2)で求められている。最高温度及び圧力の要約を(口)-第A.12表に示す。

(口)-第A.12表 特別の試験条件における最高圧力及び最高温度

部 位	最高圧力 (MPa abs)	最高温度 (°C)	火災発生後の時間 (h)
格納容器外面			0.5
格納容器内面			0.5
格納容器内			6
密封容器			10
密封容器内			12
密封内容器			13
密封内容器内			14

A.6.3.2 熱膨張

1. 熱膨張

(ロ) 章 A.5.1.2 と同様に格納容器の熱応力について検討する。格納容器外面と内面の温度差が最大となるのは耐火試験開始後30分である。このときの温度差を(ロ)一第B.2図のノード番号404と104の位置の温度差で代表させると、

$$\begin{aligned}\Delta T &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ K}\end{aligned}$$

である。したがって、外面の熱応力は、(ロ)章 A.5.1.2 と同様の式より

$$\begin{aligned}\sigma_{t_o} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

である。一方、内面の熱応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_{t_i} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

である。

これらの熱応力はいずれも、格納容器材質であるステンレス鋼の降伏応力を超えている。このため、ASME Section III NB-3222.5 に基づいて最大許容熱応力を求め、上記熱応力が最大許容熱応力を超えないことを以下に示す。

ASME Section III NB-3222.5 によれば、弾性理論に基づいて計算した熱応力の最大許容熱応力 S_a (MPa) は次式で求められる。

$$S_a = \eta' \sigma_y$$

ただし、 S_a : 最大許容熱応力 (MPa)

η' : 係数

σ_y : 降伏応力 (MPa)

いま、係数 η' は、格納容器板厚方向の温度変化が放物線状で単調増加であるので、次式で与えられる。

$$\eta' = 5.2 (1 - X)$$

ただし、 $X = \sigma_h / \sigma_y$

σ_h : 応力による最大一般膜応力 (MPa)

σ_y : 降伏応力 (MPa)

また、降伏応力 σ_y については、材料の設計応力強さを S_m (MPa) としたとき、1.5

S_m が σ_y より大きい場合には、 σ_y の代わりに $1.5 S_m$ を用いることができる。次に、格納容器外面及び内面の温度に対して σ_y と $1.5 S_m$ を比較する。

外面については、温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ に対して、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$S_m = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$1.5 S_m = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、

$$1.5 S_m > \sigma_y$$

内面については、温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ に対して、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$S_m = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$1.5 S_m = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、

$$1.5 S_m > \sigma_y$$

以上の結果から、 σ_y の代わりに $1.5 S_m$ を用いることができるので、

$$S_a = \eta' (1.5 S_m)$$

$$\eta' = 5.2 (1 - X)$$

$$X = \sigma_h / 1.5 S_m$$

となる。

ここで、(ロ)章A.6.3.2.2(2)(iv)の格納容器の最大一般膜応力は、

$$\sigma_h = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、外面については、

$$X = \blacksquare$$

$$= \blacksquare$$

$$\cong \blacksquare$$

内面については、

$$X = \blacksquare$$

$$= \blacksquare$$

$$\cong \blacksquare$$

ゆえに、

$$\eta' = 5.2 (1 - X)$$

$$\div \blacksquare$$

以上の結果から、格納容器外面及び内面の最大許容熱応力を求める。

外面については、

$$S_a = \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \blacksquare - 1 \\ = \blacksquare$$

内面については、

$$S_a = \blacksquare \\ = \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \blacksquare - 1 \\ = \blacksquare$$

2. 応力計算

本項では輸送容器各部の応力計算を行う。輸送容器各部の応力は温度勾配による応力、圧力による応力、さらに荷重による応力が重畳されたものである。

計算対象は輸送物の密封性を確保する密封内容器、密封容器及び格納容器であり、負荷としては主に内圧力であるが安全側に外気圧を0 kPaとする。密封内容器、密封容器及び格納容器はステンレス鋼製であり、解析温度は、項目ごとに示す。

また、密封内容器の耐圧計算は(ロ)章A.10の(1)に示す。

(1) 密封容器

(i) 密封容器胴部の応力： σ_{θ} (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.68図に示す。計算式は薄肉円筒の応力式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = ■■■ MPa

D = ■■■ mm

t = ■ mm

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \frac{■■■ \times ■■■}{2 \times ■} \\ &= ■■■ \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

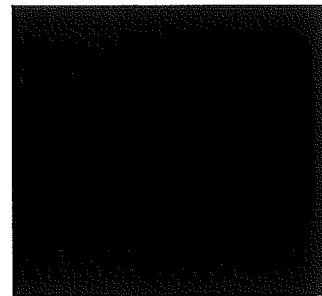
$$\sigma_y = ■■■ \text{ MPa (■■■}^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1$$

$$= ■■■ - 1$$

$$= ■■■$$



(ロ)－第A.68図
密封容器胴部解析モデル

(ii) 密封容器底板の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)-第A.69図に示す。計算式は容器の底板が溶接構造であり周
辺固定・円板の式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{3 P D^2}{16 t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm

であるから、

$$\sigma_b =$$

$$= \text{ } \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

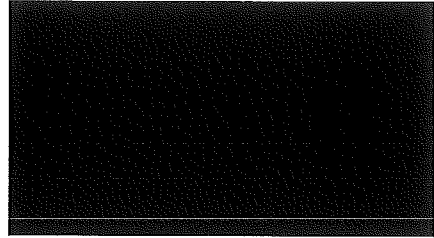
$$\sigma_y = \text{ } \text{ MPa (} \text{ }^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$

$$= \text{ } - 1$$

$$= \text{ }$$



(ロ)-第A.69図
密封容器底板解析モデル

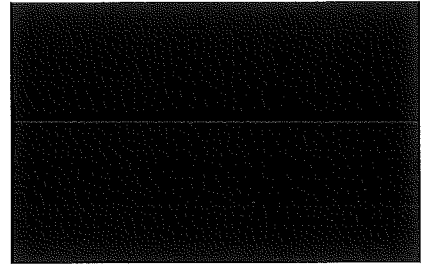
(iii) 密封容器蓋の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.70図に示す。蓋はカムとリンク方式で締め付けているので、応力計算式は周辺単純支持・円板を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3(3+\nu)PD^2}{32t^2}$$

ただし、 ν : ポアソン比
 P : 圧力 (MPa)
 D : Oリングの径 (mm)
 t : 板厚 (mm)

ここで、 $\nu = \blacksquare$
 $P = \blacksquare$ MPa
 $D = \blacksquare$ mm
 $t = \blacksquare$ mm



(ロ)－第A.70図
密封容器蓋解析モデル

であるから、

$$\sigma_b = \blacksquare$$
$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa (}\blacksquare^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$
$$= \blacksquare$$

(iv) 密封容器蓋固定リンクのせん断応力： τ (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.71図に示す。

$$\tau = \frac{\pi P D^2}{4 n A}$$

ただし、 P ：圧力 (MPa)

D ：Oリングの径 (mm)

n ：固定リンク数

A ：固定リンク断面積 (mm^2)

ここで、 $P = \blacksquare$ MPa

$D = \blacksquare$ mm

$n = \blacksquare$ 本

$A = \blacksquare$ mm^2

であるから、

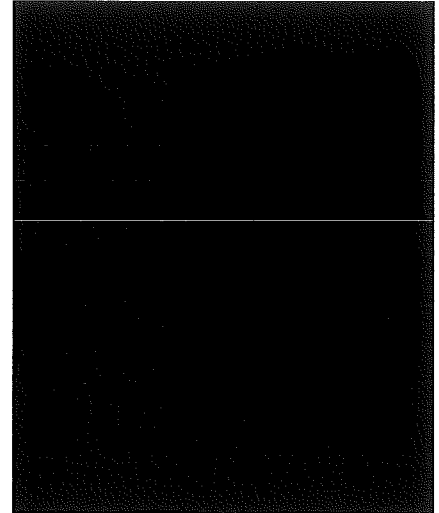
$$\begin{aligned} \tau &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料のせん断応力に対する基準値 σ_{sy} (MPa) は、

$$\begin{aligned} \sigma_{sy} &= 0.6 \sigma_y \\ &= \blacksquare \text{ MPa} (\blacksquare^\circ\text{C}, \text{ステンレス鋼}) \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{sy} / \tau - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$



(ロ)－第 A.71 図
密封容器蓋固定リンク
解析モデル

(2) 格納容器

(i) 巻上装置カバー上蓋の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.72図に示す。上蓋は■■■ボルト、■■■本で格納容器に取り付けられているので、応力計算式は周辺固定・円板を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、P：圧力 (MPa)

D：ボルト中心円の径 (mm)

t：板厚 (mm)

ここで、P = ■■■ MPa

D = ■■■ mm

t = ■■■ mm

であるから、

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \text{■■■■■■■■■■} \\ &= \text{■■■■} \text{ MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y は、

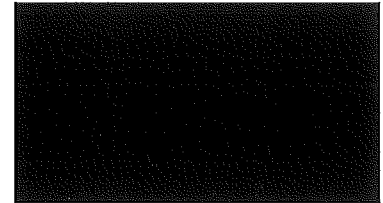
$$\sigma_y = \text{■■■■} \text{ MPa (■■■■}^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$

$$= \text{■■■■} - 1$$

$$= \text{■■■■}$$



(ロ)－第A.72図
巻上装置カバー上蓋
解析モデル

(ii) 巻上装置カバーOリングの密封性

解析モデルを(ロ)-第A.73図に示す。(i)と同じ条件において巻上装置カバーのOリング位置におけるたわみを求めOリングの初期締付量と比較する。

中央におけるたわみ量 ω (mm) は次式で求める。

$$\omega = 0.171 \frac{P a^4}{E t^3}$$

ただし、

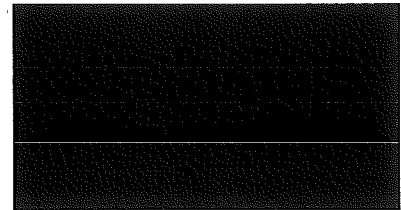
P : 圧力 (MPa)

E : 縦弾性係数 (MPa)

t : 板厚 (mm)

a : ボルト中心円半径 (mm)

b : Oリング位置半径 (mm)



(ロ)-第A.73図
巻上装置カバーOリング
解析モデル

ここで、

P = [redacted] MPa

E = [redacted] MPa ([redacted]°C、ステンレス鋼)

t = [redacted] mm

a = [redacted] mm

b = [redacted] mm

したがって、

$$\begin{aligned} \omega &= [redacted] \\ &= [redacted] \text{ mm} \end{aligned}$$

Oリング部でのたわみ量は、

$$[redacted] \times \frac{(a - b)}{a} = [redacted] \text{ mm}$$

Oリングの初期締付量は、[redacted] mmでたわみ量[redacted] mmより大きいので、Oリング面で密封性が損なわれることはない。

(iii) 巻上装置カバー胴部の応力： σ_{θ} (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.74図に示す。計算式は肉厚が内半径の10%以下なので薄肉円筒の応力計算式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \frac{\text{} \times \text{}}{2 \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y は、

$$\sigma_y = \text{} \text{ MPa (} \text{} \text{ }^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= \frac{\text{}}{\text{}} - 1 \\ &= \text{} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.74図
巻上装置カバー胴部
解析モデル

(iv) 格納容器本体応力： σ_{θ} (MPa)

解析モデルを(□)-第A.75図に示す。肉厚 \blacksquare mmであるので厚肉円筒の応力計算式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{P(r_2^2 + r_1^2)}{(r_2^2 - r_1^2)}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

r_1 : 内半径 (mm)

r_2 : 外半径 (mm)

ここで、

$$P = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$r_1 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$r_2 = \blacksquare \text{ mm}$$

であるから、

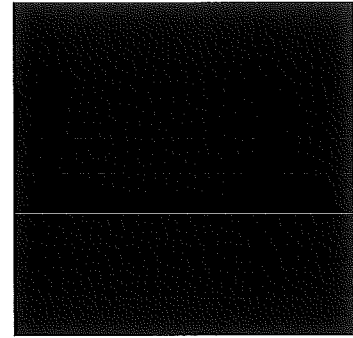
$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa} (\blacksquare^{\circ}\text{C}, \text{ステンレス鋼})$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$



(□)-第A.75図
格納容器本体解析モデル

(v) シャッター蓋部の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.76図に示す。シャッター蓋は■■■ ボルト■■■ 本で取り付けられているので周辺固定・円板の計算式を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3 P D^2}{16 t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : ボルト中心円の径 (mm)

t : 板厚 (mm)

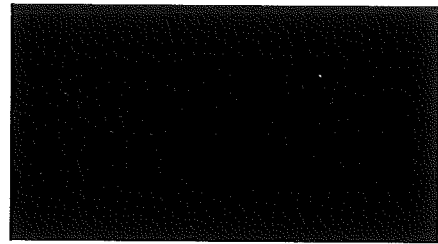
ここで、 P = ■■■ MPa

D = ■■■ mm

t = ■■■ mm

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \text{■■■■} \\ &= \text{■■■■} \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.76図
シャッター蓋解析モデル

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{■■■■} \text{ MPa (■■■■}^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \text{■■■■} - 1 \\ &= \text{■■■■} \end{aligned}$$

(vi) 底部密封カバーの応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.77図に示す。底板は格納容器本体に■ボルト、■本
で取り付けられるので、周辺固定・円板の計算式を用いる。

$$\sigma_b = \beta \frac{P a^2}{t^2}$$

ただし、 β ：応力係数 (b/a より求める。)

a ：ボルト中心円半径 (mm)

b ：Oリング位置半径 (mm)

t ：板厚 (mm)

P ：圧力 (MPa)

ここで、 $\beta = \blacksquare$ ($b/a = \blacksquare$ のとき)

$P = \blacksquare$ MPa

$t = \blacksquare$ mm

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$\sigma_y = \blacksquare$ MPa ($\blacksquare^\circ\text{C}$ 、ステンレス鋼)

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$



(ロ)－第A.77図
底部密封カバー解析モデル

(vii) 底部密封カバーOリングの密封性

解析モデルを(口)-第A.78図に示す。

(vi)と同じ条件において底部密封カバーのOリング位置におけるたわみを求めOリングの初期締付量と比較する。

中央におけるたわみ量 ω (mm)は次式で求める。

$$\omega = \alpha \frac{P a^4}{E t^3}$$

ただし、 α : たわみ係数 (b/aより求める。)

P : 圧力 (MPa)

E : 縦弾性係数 (MPa)

t : 板厚 (mm)

a : ボルト中心円半径 (mm)

b : Oリング位置半径 (mm)

ここで、 $\alpha = \blacksquare$ (b/a = \blacksquare のとき)

P = \blacksquare MPa

E = \blacksquare MPa (\blacksquare °C、ステンレス鋼)

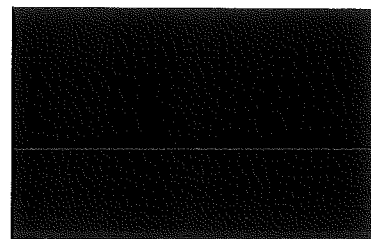
t = \blacksquare mm

したがって、

$$\omega = \blacksquare$$
$$= \blacksquare \text{ mm}$$

Oリング部でのたわみ量は、 $\blacksquare \times \frac{(a-b)}{a} = \blacksquare$ mm

Oリングの初期締付量は、 \blacksquare mmでたわみ量より大きい。したがってOリング面で密封性が損なわれることはない。



(口)-第A.78図
底部密封カバー解析モデル

(viii) 巻上装置カバー上蓋ボルトの応力： σ_{t1} (MPa)

巻上装置カバー上蓋ボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.79図に示す。

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D : ガスケット内径 (mm)

P : 圧力 (MPa)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 D = mm

P = MPa

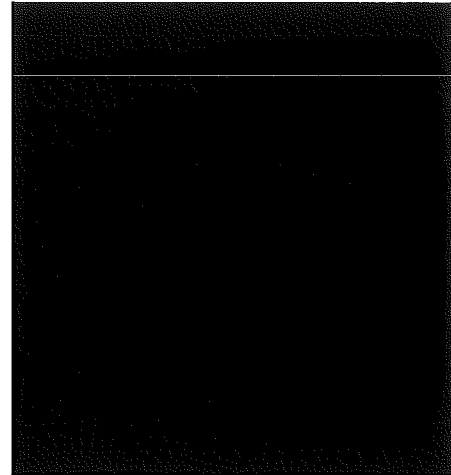
n = 本

d_1 = mm

したがって、

$$\sigma_{t1} =$$

$$= \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.79図
巻上装置カバー上蓋ボルト
解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T =$ [] N・mm ([] kg・mm)

$K =$ []

$d =$ [] mm

$A_s =$ [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{tr} &= [] \\ &= [] \text{ MPa} \end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= [] \\ &= [] \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa ([] }^\circ\text{C、ステンレス鋼(SUS []))}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= [] - 1 \\ &= [] \end{aligned}$$

(ix) シャッターカバーボルトの応力： σ_t (MPa)

シャッターカバーボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A. 80図に示す。

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D : ガスケット内径 (mm)

P : 圧力 (MPa)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 D = mm

P = MPa

n = 本

d_1 = mm

であるから、

$$\sigma_{t1} =$$

$$= \text{ MPa}$$



(ロ)－第A. 80図
シャッターカバーボルト
解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクによりボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T = \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm}$ ($\blacksquare \text{ kg}\cdot\text{mm}$)

$K = \blacksquare$

$d = \blacksquare \text{ mm}$

$A_s = \blacksquare \text{ mm}^2$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{tr} &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa} (\blacksquare^\circ\text{C}, \text{ステンレス鋼})$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

(x) 底部密封カバーボルトの応力： σ_t (MPa)

底部密封カバーボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.81図に示す。

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D : Oリング径 (mm)

P : 圧力 (MPa)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 D = mm

P = MPa

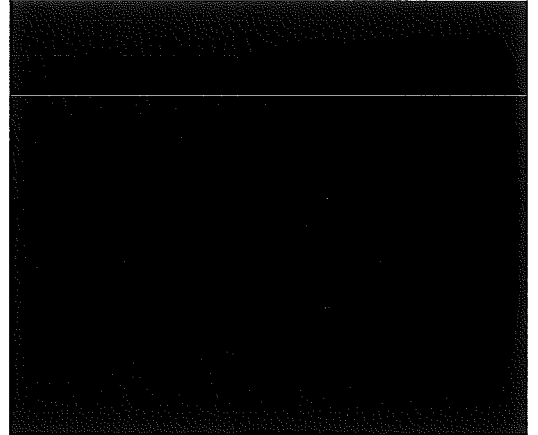
n = 本

d_1 = mm

であるから、

$$\sigma_{t1} =$$

$$= \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.81図
底部密封カバーボルト
解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクにより蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T =$ [] N・mm ([] kg・mm)

$K =$ []

$d =$ [] mm

$A_s =$ [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_{tr} &= [] \\ &= [] \text{ MPa} \end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= [] \\ &= [] \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa ([] }^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= [] - 1 \\ &= [] \end{aligned}$$

A.6.3.3 許容応力との比較

熱的試験における内圧と熱膨張による応力と基準値との比較は、特別の試験条件に対する結果の要約及びその評価を（ロ）章A.6.5項にまとめて示す。

A.6.4 浸漬

本輸送容器は、（ロ）章A.6.3.2で示したように、格納容器は■■■■ MPaの内圧に十分耐える。

したがって、本試験条件である水深15 m、すなわち0.15 MPaの外圧条件下においても、十分な強度を有しており、浸漬試験に耐える。

A.6.5 結果の要約及びその評価

1. 解析結果の要約

特別の試験条件下での輸送物に対する解析結果の要約を（ロ）-第A.13表に示す。いずれの結果も（ロ）章A.1.2に定めた基準を満足している。

(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 1/4)

条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)
特別の試験	落下試験 I				
	(1) 蓋部 垂直落下				
	密封内容器胴部	σ_{dy}	■	■	■
	密封内容器蓋	σ_{dy}	■	■	■
	密封内容器底板	σ_{dy}	■	■	■
	密封内容器蓋ボルト	σ_{dy}	■	■	■
	密封内容器保護カバー	σ_{dy}	■	■	■
	密封内容器胴部	σ_{dy}	■	■	■
	密封容器蓋	σ_{dy}	■	■	■
	密封容器底板	σ_{dy}	■	■	■
	密封容器蓋端面	σ_{dy}	■	■	■
	密封容器蓋固定リンク	σ_{dy}	■	■	■
	格納容器本体	σ_{dy}	■	■	■
	格納容器上部蓋	σ_{dy}	■	■	■
	上部蓋ボルト	σ_{dy}	■	■	■
	巻上装置カバー胴部	σ_{dy}	■	■	■
	巻上装置カバー上蓋部	—		ひずみが■%と小さく構造健全性を維持	
	巻上装置カバー上蓋ボルト	—		ひずみが■%と小さく構造健全性を維持	
	試料スペーサ	σ_{dy}	■	■	■
	試料容器 (A)	σ_{dy}	■	■	■
試料容器 (C)	σ_{dy}	■	■	■	
収納物	σ_{dy}	■	■	■	

(ロ)-第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 2/4)

条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)
特別の試験	(2) 底部垂直落下				
	密封内容器胴部	σ_{dy}			
	密封内容器底板	σ_{dy}			
	密封容器胴部	σ_{dy}			
	密封容器底板	σ_{dy}			
	格納容器	σ_{dy}			
	格納容器上部蓋	σ_{dy}			
	底部密封カバー	σ_{dy}			
	シャッター	σ_{dby}			
	試料スぺーサ	σ_{dy}			
	試料容器 (A)	σ_{dy}			
	試料容器 (C)	σ_{dy}			
	収納物	σ_{dy}			
	シャッターカバー		構造上健全性を保ち得る。		
緩衝体取付金具	σ_{dby}				

(ロ)一第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 3/4)

条件	項目	解析基準	解析基準値 (MPa)	解析結果 (MPa)	余裕率等 (MS)	
特別の試験	(3) 水平落下 密封内容容器胴部 密封内容容器蓋ボルト 密封容器本体 格納容器(巻上装置カバー含む。) シャッター開閉用ネジシャフト シャッターカバー 試料スパーサ 試料容器(A) 試料容器(C) 収納物 シャッターカバーボルト 緩衝体取付ボルト 巻上装置カバー上蓋ボルト 底部密封カバーボルト (4) コーナー落下 (5) 傾斜落下	σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —				
		— 密封容器内面に接しているため健全性を保つ —				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dy}				
		σ_{dxy}				
		σ_{dxy}				
		より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。				
より厳しい垂直落下、水平落下の解析でも基準を満足する。						
試験	落下試験Ⅱ 格納容器胴部を直撃する場合 巻上装置カバーを直撃する場合 胴部の強度 溶接部の強度 シャッターカバーを直撃する場合 平板部の強度 漏えい試験用カプラ部を直撃する場合 保護蓋の強度 底部密封カバー 緩衝体取付金具	F_b	$6.10 \times 10^6 \text{ N}$			
		F_b	$6.10 \times 10^6 \text{ N}$			
		σ_{dy}				
		$\eta \delta_{dy}$				
		F_b	$6.10 \times 10^6 \text{ N}$			
		σ_p				
		F_b	$6.10 \times 10^6 \text{ N}$			
		σ_{dy}				
		F_b	$6.10 \times 10^6 \text{ N}$			
		— 構造上緩衝体が脱落することはない。 —				

(ロ) - 第A.13表 構造解析結果 (特別の試験条件 4/4)

条件	項 目	解 析 基 準	解析基準値 (MPa)	解 析 結 果 (MPa)	余 裕 率 等 (MS)
特 別 の 試 験	熱 的 試 験				
	1. 熱膨張と圧力計算				
	(1) 熱膨張	本体外面	S_a		
		本体内面	S_a		
	(2) 応 力 計 算				
		密封内容器胴部	σ_y		
		密封内容器胴部	P_a		
		密封内容器底板	σ_y		
		密封内容器蓋	σ_y		
		密封内容器蓋ボルト	σ_y		
		密封容器胴部	σ_y		
		密封容器底板	σ_y		
		密封容器蓋	σ_y		
		密封容器蓋固定リンク	σ_{sy}		
		巻上装置カバー上蓋	σ_y		
		巻上装置カバーOリングの密封性	初期締付量		
		巻上装置カバー胴部	σ_y		
		格納容器本体	σ_y		
		シャッター蓋部	σ_y		
		底部密封カバー	σ_y		
	底部密封カバーのOリングの密封性	初期締付量			
	巻上装置カバー上蓋ボルト	σ_y			
	シャッターカバーボルト	σ_y			
	底部密封カバーボルト	σ_y			
	(浸 漬)				
	格 納 容 器	外 圧	0.15 MPa	熱的試験と対比して 基準に合致	

2. 格納容器のOリングの密封性能の評価（歪レベルの評価）

各試験条件において蓋部に作用する荷重に対してOリング位置での蓋部の変形量を各項において求めた。その変形量とOリングの初期締付量との比較を(ロ)－第A.14表に示すが、各条件においていずれも基準値の初期締付量より変形量は小さく、密封性能が損なわれることはない。

(ロ)－第A.14表 特別の試験条件に対する蓋部密封境界の歪レベル評価

条 件		巻上装置カバー上蓋部/底部密封カバー部	
		Oリング位置での蓋と内筒フランジとの 相対口開き変形量 (mm)	基 準 値 (Oリングの初期締付量) (mm)
9 m 落 下	頭部垂直	蓋がフランジに押しつけられ、口開き変形は生じない。	—
	底部垂直	蓋がフランジに押しつけられ、口開き変形は生じない。	—
	水 平	衝撃力の方向が口開き変形を生じる方向ではないので、口開き変形は生じない。 なお、ボルトに生じる応力は、弾性域にある。	—
	コーナー	垂直、水平に比べて条件が厳しくない。	—
1 m 貫 通		蓋がフランジに押しつけられ、口開き変形は生じない。	—
熱 的 試 験	圧 力	■■■■ mm (巻上装置カバー上蓋)	■
		■■■■ mm (底部密封カバー蓋)	■
15 m 浸 漬		蓋がフランジに押しつけられ、口開き変形は生じない。	—

3. 破損の要約

特別の試験条件下における破損の要約を各試験項目にしたがって説明する。

(1) 落下試験 I (9 m 落下)

本試験では緩衝体は破損するが格納容器からはずれることはない。このとき格納容器、密封容器、密封内容物及び収納物は変形することはない。

(2) 落下試験 II (貫通試験)

本試験では緩衝体は破損するが格納容器からはずれることはない。

本試験では、格納容器が貫通することなく内部の密封容器、封内容物及び収納物も変形することはない。

(3) 熱的試験

本試験では収納物の溶融はない。また遮蔽体であるステンレス鋼及び鉛の溶融はなく、遮蔽体が欠損することはない。また、密封内容物、密封容器及び格納容器ともに内圧、熱膨張により破損することはない。

(4) 浸漬試験

本試験により、格納容器が破損することはない。したがって、格納容器の内側の密封容器、密封内容物及び収納物が破損することはない。

(5) まとめ

特別の試験条件下における輸送物の主な破損の要約を、(口)一第A.15表に示す。

これらの破損が、輸送容器の熱的性能、密封性能、遮蔽性能及び未臨界性能に与える影響は以下(口)章各項で検討する。

(ロ)-第A.15表 特別の試験条件下の破損の要約

試験	部 位	破損の有無 ^(注)	備 考
落下試験 I	格 納 容 器	×	カバー類を含む
	密 封 容 器	×	
	密 封 内 容 器	×	
	試料スペーサ	×	
	収 納 物	×	
	緩 衝 体	○	
落下試験 II	格 納 容 器	×	
	密 封 容 器	×	
	密 封 内 容 器	×	
	試料スペーサ	×	
	収 納 物	×	
	緩 衝 体	○	
熱的試験	格 納 容 器	×	
	密 封 容 器	×	
	密 封 内 容 器	×	
	試料スペーサ	×	
	収 納 物	×	
	緩 衝 体	×	
浸漬試験	格 納 容 器	×	
	密 封 容 器	×	
	密 封 内 容 器	×	
	試料スペーサ	×	
	収 納 物	×	
	緩 衝 体	×	

(注) ○印は 破損あり
×印は 破損なし

A.7 強化浸漬試験

本輸送物の収納物は、(ロ)章A.10の(4)に示すとおり、最大放射エネルギーは A_2 値の10万倍を超えないので、該当しない。

A.8 放射性収納物

本輸送物の放射性収納物は、主にJMTRで照射された試料であり、(イ)章Dに記載したようにそれぞれ仕様の異なった試料である。試料の仕様は、(イ)-第1表に示してある。

試料は、照射にともなって発生する核分裂生成物をキャプセル内に保有している。主な核分裂生成物と放射エネルギー量を、(イ)-第4表に示してある。

収納物の強度については、(ロ)章A.6.1.1及び(ロ)章A.6.1.2において9 m落下試験条件下で解析しており、その結果、最も厳しい条件の収納物の強度上の余裕率は垂直落下時■、水平落下時■であり、収納物が破損することはない。なお、収納物は9 m落下試験条件下において最大の衝撃荷重を受けるので、これ以外の条件においても破損することはない。

A.9 核分裂性輸送物

本輸送物は核分裂性輸送物に該当する。したがって本項では、(ロ)章E臨界解析において想定する輸送物の損傷状態を、以下の試験条件に対して評価する。

なお、本輸送容器が -40°C から 38°C の周囲温度に置かれた場合でも、(ロ)章A.4.2 低温強度で示したように、き裂、破損等が生じるおそれはない。

A.9.1 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件

核分裂性輸送物に係る一般の試験条件は、外運搬告示により次の4種類が定められており、(i)の条件においた後(ii)の条件の下に置く。

(i) 水噴霧

(ii) 0.3 m 自由落下

(iii) 積み重ね試験

(iv) 6 kg 棒貫通試験

(ロ)章Eの臨界解析における評価方法を考慮して、影響する輸送物の損傷状態を(ロ)章A.5の解析結果を基に評価すると次のようになる。

1. 水噴霧

(ロ)章A.5.2項と同一であり、輸送物に損傷はない。

2. 0.3 m 自由落下

0.3 m 自由落下時における輸送物の変形量及び輸送容器各部の応力等は、次に続く9 m 落下試験に比べて厳しくないので損傷評価は9 m 落下試験に対して行う。

3. 積み重ね試験

(ロ)章A.5.4項と同一であり、輸送容器に損傷はない。

4. 6 kg棒貫通試験

(ロ)章A.5.5項と同一であり、輸送容器に損傷はない。

以上の結果より、一般の試験条件下の輸送物の損傷状態は(ロ)一第A.16表のようにまとめられる。本輸送物は(ロ)一第A.17表に示すように、一般の試験条件において外運搬規則及び外運搬告示に定められている核分裂性輸送物としての要件を満足する。

(ロ)－第A.16表 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下の輸送物の損傷状態

試験条件	輸送物の損傷状態	備 考
水 噴 霧	損 傷 な し	—
0.3 m 落下	緩 衝 体 の 変 形	緩衝体は臨界解析で無視する。 落下衝撃加速度、輸送容器各部の応力等は9 m 落下試験時の結果を超えない。
積 み 重 ね	損 傷 な し	—
6 kg 棒 貫 通	損 傷 な し	—

(ロ)－第A.17表 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件における適合性評価

核分裂性輸送物としての要件	評 価
構造部に一辺10 cmの立方体を包含するようなくぼみが生じないこと。	緩衝体は変形するが、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。 なお、緩衝体は臨界解析で無視する。
外接する直方体の各辺が10 cm以上であること。	輸送物の外寸法は、外径約 2.0 m、高さ約 3.7 m の円筒状であり、緩衝体の変形量を考慮しても外接する直方体の各辺が 10 cm 未満になることはない。

A. 9. 2 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件

(ロ) 章A. 9. 1の一般の試験条件に続いて15 m浸漬試験が実施される場合には、(ロ) 章A. 6. 4に示すように本輸送物の損傷が拡大することはないので、本輸送物に関する特別の試験条件は最大破損条件となる以下の順序で実施する。

- (i) (ロ) 章A. 9. 1の一般の試験条件
- (ii) 9 m 落下試験
- (iii) 1 m 貫通試験
- (iv) 熱的試験 (火災)
- (v) 0. 9 m 浸漬試験

ここで、一般の試験条件としては(ロ)一第A. 15表に示すように損傷がある0. 3 m 落下試験を採用する。

(ロ) 章Eの臨界解析における評価方法を考慮して、影響する輸送物の損傷状態を評価すると次のようになる。

1. 一般の試験条件のうち0. 3 m 落下試験

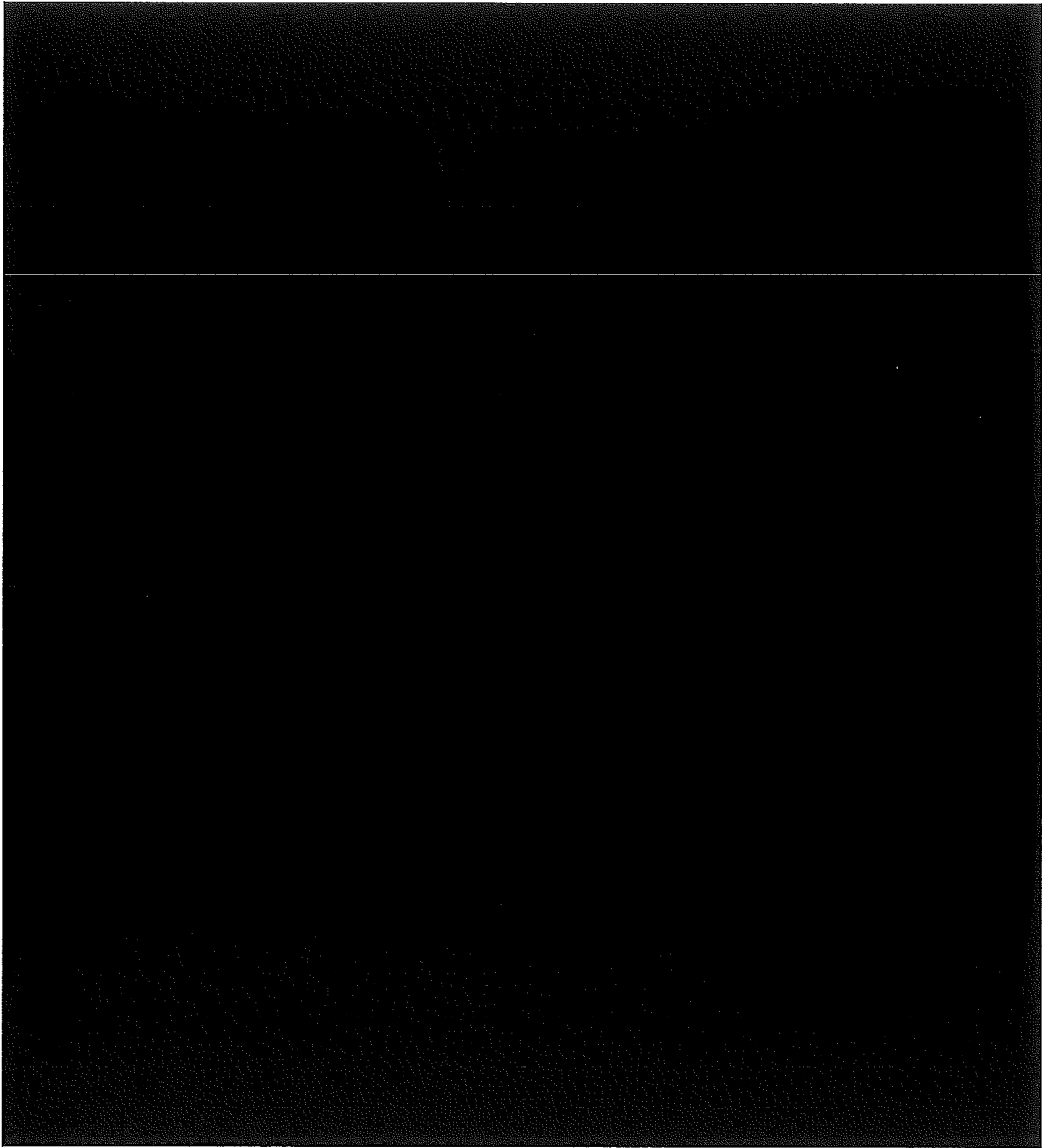
本試験条件における輸送物の損傷状態は(ロ)一第A. 16表に示すとおりである。

2. 9 m落下試験

(1) 落下姿勢と落下試験の順序

(ロ)一第A. 82 図に落下姿勢と落下試験の順序を示す。

(ロ) 章A. 9. 1の0. 3 m 落下と9 m 落下の落下方向が同一の場合に緩衝体の変形量が最大になると考えられるので、この場合について検討を行う。



(口)一第A.82 図 落下姿勢と試験の順序

(2) 9 m落下試験時の変形量と衝撃加速度

(i) 垂直落下

本計算においては0.3 m 落下と9 m 落下の全落下エネルギーに対応する落下高さ H(mm)から輸送物を落下させたときの緩衝体の変形量と衝撃加速度を求める。

$$\begin{aligned} H &= 300 + 9000 \\ &= 9.3 \times 10^3 \text{ mm} \end{aligned}$$

a. 蓋部垂直落下

(ロ) 章A.6.1 (a)項と同様に、落下エネルギー E_k は次のように与えられる。

$$\begin{aligned} E_k &= W \cdot g \cdot H \\ &= 1.70 \times 10^4 \times 9.807 \times 9.3 \times 10^3 \\ &= 1.55 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

(ロ) 章A.6.1(1)項に示す手法を用いて、変形量 δ を求めると次のとおりである。

$$\delta = \blacksquare \text{ mm}$$

また、衝撃加速度 G は、

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

である。

b. 底部垂直落下

落下エネルギーは a. と同様に、

$$E_k = 1.55 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

である。(ロ) 章A.6.1.(2)項に示す手法を用いて、変形量 δ を求めると次のようになる。

$$\delta = \blacksquare \text{ mm}$$

また、衝撃加速度 G は、

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

である。

(ii) 水平落下

落下高さを0.3 m落下と9 m落下の総落下エネルギーに対応する9.3 mとして

(ロ) 章A.6.1.(3)項と同様に計算を行うと、緩衝体の変形量 δ は、

$$\delta = \blacksquare \text{ mm}$$

となる。

このときの最大衝撃加速度 G は、

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

である。

(iii) コーナー落下

落下高さが、0.3 m落下及び9 m落下の合計9.3 mであるとして、(ロ) 章A.6.1.

(4)、(5)項と同様な方法により計算を行うと、その結果は以下のとおりである。

a. 頭部コーナー落下

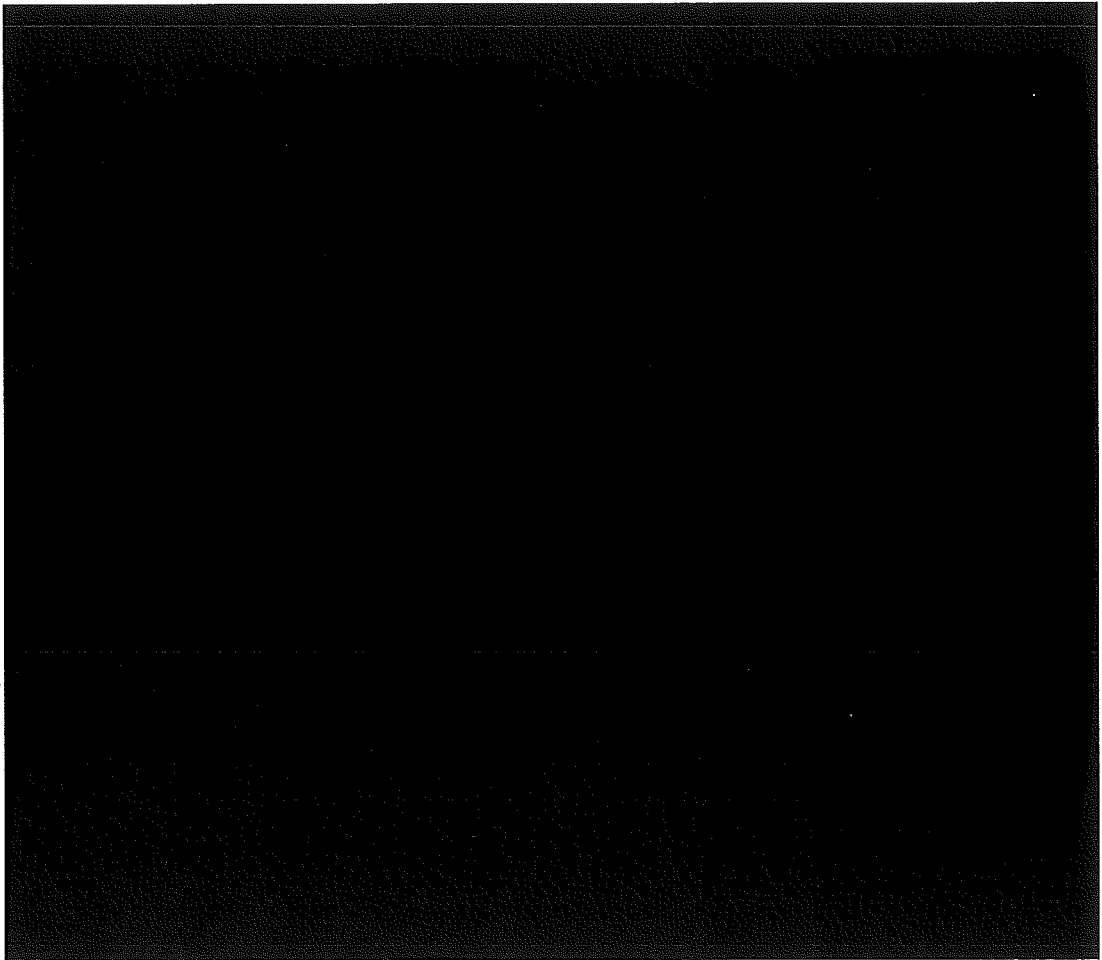
上部緩衝体の変形量 = \blacksquare mm

衝撃加速度 = \blacksquare m/s²

b. 底部コーナー落下

底部緩衝体の変形量 = \blacksquare mm

衝撃加速度 = \blacksquare m/s²

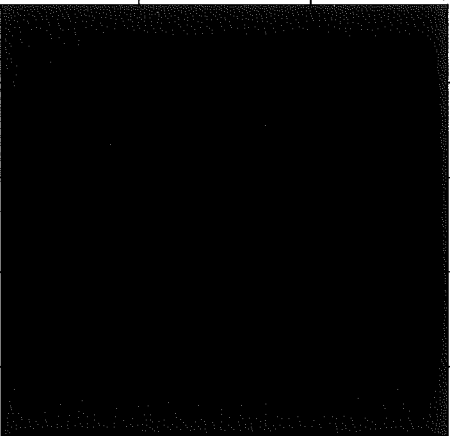


(口)-第A.83図 水平落下モデル

(iv) ま と め

9 m落下試験後の緩衝体の累積変形量及び最大衝撃加速度は(ロ)－第A.18表に示すとおりである。

(ロ)－第A.18表 9 m落下試験における緩衝体の累積変形量と衝撃加速度

方 向	落下姿勢	緩衝体の 累積変形量 (mm)	許容変形量 (mm)	衝 撃 加 速 度 (m/s ²)	(ロ)章A.6.1 落 下 試 験 I に お け る 衝 撃 加 速 度 と の 比
垂 直	蓋 部				1.0
	底 部				1.0
水 平					1.0
コ ー ナ ー	蓋 部				1.0
	底 部				1.0

(v) 輸送物各部の損傷評価

(ロ)－第A.18表 に示すように衝撃加速度は落下試験 I と同じであるので、輸送物各部の損傷評価は、(ロ)章A.6.1項と同じ結果とする。

3. 1 m 貫通試験

1. 及び2. 項の落下試験において緩衝体が変形するが、変形はわずかであり、1 m 貫通試験に対する影響は無視できる。したがって、本試験における輸送物の損傷状態は（ロ）章A. 6. 2の結果（（ロ）章A. 6. 5に示す要約参照）と同一である。

4. 熱的試験

熱的試験においては、緩衝体は変形している。しかし、構造解析で用いられる部材の最高温度並びに臨界解析で考慮される収納物及び部材の最高温度は発熱部の容器中央部に生じ、容器中央部から離れた所に取り付けられた緩衝体の変形量の大小による影響は微小であると考えられる。したがって、本試験における輸送物の損傷評価は（ロ）章A. 6. 5 3. (3)項と同一となる。

5. 0.9 m 浸漬試験

（ロ）章A. 6. 4の15 m 浸漬試験の結果から明らかなように、0.9 m 浸漬試験において輸送物は損傷が拡大することはない。

6. 輸送物の損傷状態の要約

（ロ）-第A. 19表に特別の試験条件下の輸送物の損傷状態の要約を示す。

（ロ）-第A. 19表 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件下の輸送物の損傷状態

条 件	輸 送 物 の 損 傷 状 態	備 考
9 m 落 下	緩 衝 体 の 変 形	緩衝体は臨界解析で無視できる。
1 m 貫 通	緩 衝 体 の 変 形	緩衝体は臨界解析で無視できる。
熱的試験 (火災)	損傷はないが各部位の温度が上昇	臨界解析上は収納物温度を20℃としている。
0.9 m 浸 漬	損 傷 な し	臨界解析上は孤立系の条件において満水で解析する。

A.10 付属書類

- (1) A.10.1 密封内容器の強度評価
- (2) A.10.2 ████████のエネルギー吸収について
- (3) A.10.3 ████████のエネルギー吸収効率について
- (4) A.10.4 収納物の最大放射エネルギー
- (5) A.10.5 動的降伏応力の割増しについて
- (6) A.10.6 参考文献

(1) A. 10.1 密封内容器の強度評価

本輸送物では、収納物の種類によって密封内容器を密封容器の内側に設ける場合がある。ここでは密封内容器の内外圧及び落下衝撃に対する強度を計算し、評価する。

1. 応力計算（一般の試験条件）

本項では、一般の試験条件における密封内容器の内外圧に対する強度を計算する。

(1) 密封内容器胴部の応力： σ_{θ} (MPa)

a) 内圧

解析モデルを(ロ)－第A.84図に示す。計算式は管の肉厚が内半径の10 %以下なので薄肉円筒の応力計算式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

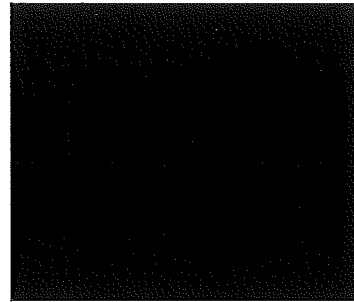
D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm



(ロ)－第A.84図
密封内容器胴部解析モデル

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \frac{\text{} \times \text{}}{2 \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{} \text{ MPa (} \text{} \text{°C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= \text{} - 1 \\ &= \text{} \end{aligned}$$

b) 外圧

密封内容器の胴部は密封容器空気層からの外圧を受ける。外圧の場合は応力 σ_0 を評価する代わりに、金属キャスク構造規格(A. S FA1-2007)「外面に圧力を受ける円筒形または円すい形の胴 (MCD-1410)」に基づき許容外圧 P_a を計算し、余裕率を評価する。胴の厚さ t が胴の外径 D_o に対して、 $t < 0.1D_o$ の場合には、一般の試験条件における P_a は、

$$P_a = \frac{4Bt}{3D_o}$$

ただし、 t : 胴の厚さ (mm)

D_o : 外 径 (mm)

B : 外圧を受ける円筒胴及び球形胴の計算に用いる材料曲線 (JIS B 8266 付属書 1 付図1) を用いて、胴の材料の種類、温度 t_1 (°C)、並びに下記のパラメータ A を与えることにより、図から求まる値。

A : 外圧又は圧縮荷重を受ける円筒胴の形状曲線 (JIS B 8266 付属書 1 付図2) を用いて、パラメータ D_o/t 及び L/D_o を与えることにより、図から求まる値。

ただし、

L : 円筒胴の長さ (mm)

ここで、 $t = \blacksquare$ mm

$D_o = \blacksquare$ mm

$L = \blacksquare$ mm

材料 : SUS \blacksquare

温度 $t_1 = \blacksquare$ °C

であるから、

$$t = \blacksquare < 0.1D_o = \blacksquare$$

が成り立ち、

$$L/D_o = \blacksquare$$

$$D_o/t = \blacksquare$$

のため、図より、

$$A = \blacksquare$$

$$B = \blacksquare$$

したがって、

$$Pa = \blacksquare \text{ MPa}$$

ここで、胴部にかかる差圧 ΔP は、

$$\Delta P = P_i - P_o$$

で定義される。ここで、

$$P_o : \text{密封容器空気圧力} = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$P_i : \text{密封内容器空気圧力} = 0 \text{ (安全側に)}$$

したがって、余裕率は、符号を正に置き替えた ΔP を用いて、

$$MS = Pa / \Delta P - 1$$

$$= \blacksquare - 1 = \blacksquare$$

(2) 密封内容器底板の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.85図に示す。計算式は、容器の底板が溶接構造であり、
周辺固定円板の式を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

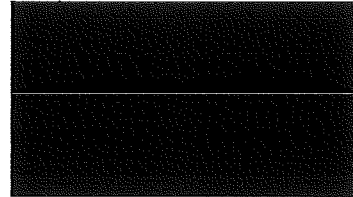
D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm



(ロ)－第A.85図
密封内容器底板解析モデル

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \times \text{} \times \text{}^2}{16 \times \text{}^2} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{} \text{ MPa (} \text{} \text{°C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \text{} - 1 \\ &= \text{} \end{aligned}$$

(3) 密封内容器蓋の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.86図に示す。蓋は■ボルト■本で取り付けられているので応力計算式は周辺固定円板を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、

P : 圧力 (MPa)

D : ボルトの中心径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、

$$P = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

であるから、

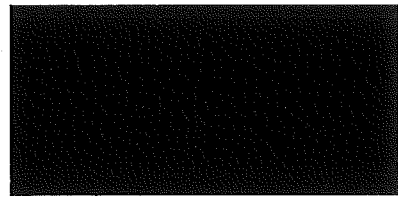
$$\begin{aligned} \sigma_b &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa (}\blacksquare^\circ\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_y / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$



(ロ)－第A.86図
密封内容器蓋解析モデル

(4) 密封内容器蓋ボルトの応力： σ_t (MPa)

蓋ボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計の引張応力（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(□)-第A.87図に示す。内圧により蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{t1} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、
D : Oリング径 (mm)
P : 圧力 (MPa)
n : ボルト本数
d₁ : ボルトの谷径 (mm)

ここで、
D = mm
P = MPa
n = 本
d₁ = mm



(□)-第A.87図
密封内容器蓋ボルト解析モデル

したがって、

$$\sigma_{t1} = \frac{\text{}}{\text{}}$$
$$= \text{} \text{ MPa}$$

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクにより蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、
F₀ : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm^2)

ここで、 $T =$ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ($\text{kg}\cdot\text{mm}$)

$K =$

$d =$ mm

$A_s =$ mm^2

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= \\ &= \text{MPa}\end{aligned}$$

a) 及び b) より合引張応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \sigma_{tl} + \sigma_{tr} \\ &= \\ &= \text{MPa}\end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = \text{MPa} (\text{ }^\circ\text{C}, \text{ステンレス鋼})$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_y / \sigma_t - 1 \\ &= -1 \\ &= \end{aligned}$$

2. 垂直落下

本項では9 m 垂直落下時の衝撃力に対して、密封容器が十分な強度を有することを示す。

(1) 蓋部垂直落下

a. 密封容器胴部

解析モデルを(ロ)－第A.88図に示す。密封容器胴部に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 密封容器の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が働いた場合、密封容器には圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

F : 慣性力 (N)

D : 密封容器の内径 (mm)

t : 密封容器の板厚 (mm)

ここで、 W は安全側に、

$$W = 48 \text{ kg}$$

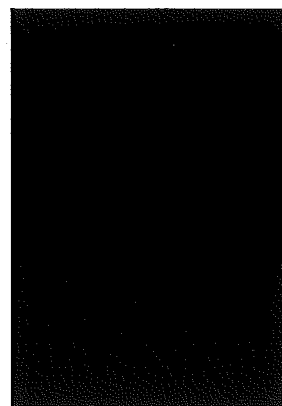
$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.88図
密封容器解析モデル

A.10 付属書類(5)によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、

密封内容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容器の温度 \blacksquare °C において、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、密封内容器は降伏応力を超えることはない。

b. 密封内容器蓋

解析モデルを(ロ)－第A.89図に示す。蓋方向に落下した場合、蓋板の内面には収納物の慣性力が働く。慣性力は次式で与えられる。

$$P = \frac{WG}{A}$$

ただし、 P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

W : 収納物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s²)

A : 慣性力を受ける面積 (mm²)

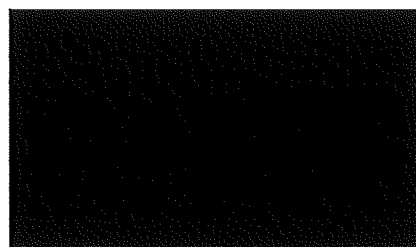
ここで、Wは安全側に、

$$W = 20 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ mm}^2$$



(ロ)－第A.89図
密封内容器蓋解析モデル

したがって、

$$P = \frac{20 \times \blacksquare}{\blacksquare}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

蓋板の応力 σ_b (MPa) は、

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、

P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

D : ボルトの中心径 (mm)

t : 蓋板厚 (mm)

ここで、

$$P = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\sigma_b = \text{■■■■}$$
$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

蓋板の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、蓋板の温度■■■■°Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{■■■■}$$
$$= \text{■■■■} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$
$$= \text{■■■■}$$

であり、蓋は降伏応力を超えることはない。

c. 密封内容器底板

解析モデルを(ロ)－第A.90図に示す。密封内容器底板には自重による慣性力が働く。この慣性力は、次式で与えられる。

$$P = \rho G t$$

ただし、 P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

ρ : 密度 (kg/mm^3)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

t : 板厚 (mm)

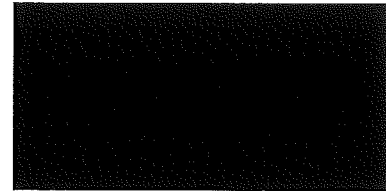
ここで、 $\rho = \blacksquare \text{ kg}/\text{mm}^3$

$t = \blacksquare \text{ mm}$

$G = \blacksquare \text{ m}/\text{s}^2$

したがって、

$$\begin{aligned} P &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.90図
密封内容器底板解析モデル

底板の応力は、

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、 D : 底板内径 (mm)

ここで、 $D = \blacksquare \text{ mm}$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

底板の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、底板の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

d. 密封内容器蓋ボルト

蓋ボルトに発生する応力は、収納物の慣性力による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

(i) 慣性力による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.91図に示す。蓋方向に落下した場合、蓋ボルトには収納物の慣性力が働く。蓋ボルトに発生する応力は次式で表わせる。

$$\sigma_{tl} = \frac{WG}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 W : 収納物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s²)

n : ボルト本数

d₁ : ボルトの谷径 (mm)

ここで、Wは安全側に、

$$W = 20 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$n = \blacksquare \text{ 本}$$

$$d_1 = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\sigma_{tl} = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.91図
密封内容器蓋ボルト解析モデル

(ii) 締付トルクによる引張応力

締付トルクにより蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F₀ : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N・mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 T = [] N・mm ([] kg・mm)

K = []

d = [] mm

A_s = [] mm²

したがって、

$$\begin{aligned}\sigma_{tr} &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

(i) 及び (ii) より合引張応力は、

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \sigma_{t1} + \sigma_{tr} \\ &= [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

蓋ボルトの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、蓋ボルトの温度 []°Cにおいて、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times [] \\ &= [] \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_t - 1 \\ &= []\end{aligned}$$

となる。

e. 密封内容器保護カバー

解析モデルを(ロ)－第A.92図に示す。蓋方向に落下した場合、保護カバーには圧縮応力 σ_c が発生し、次式で表わせる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{S}$$

ただし、 W : 密封内容器と収納物の重量の合計 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

S : 保護カバー断面積 (mm^2)

ここで、Wは安全側に、

$$W = 48 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$S = \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$\sigma_c = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

保護カバーの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、

保護カバーの温度 $\blacksquare^\circ\text{C}$ において、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare$$

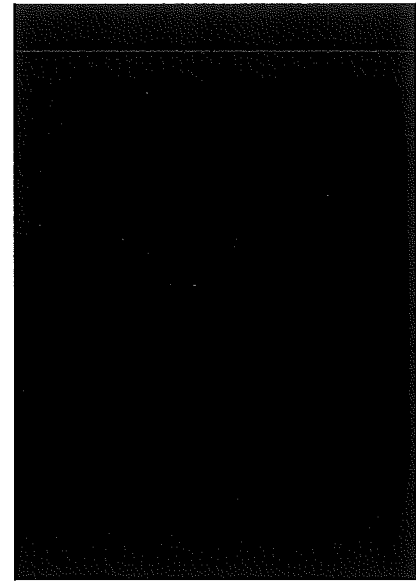
$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$$

$$= \blacksquare$$

となる。



(ロ)－第A.92図
密封内容器保護カバー解析モデル

f. 試験容器 (C)

解析モデルを(ロ)－第A.93図に示す。蓋方向に落下した場合に、試験容器 (C) に発生する応力 σ_c は次式で表わせる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{A}$$

ただし、 W : 試験容器 (C) 重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 断面積 (mm^2)

ここで、 W = 2.9 kg

G = \blacksquare m/s^2

A = \blacksquare mm^2

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

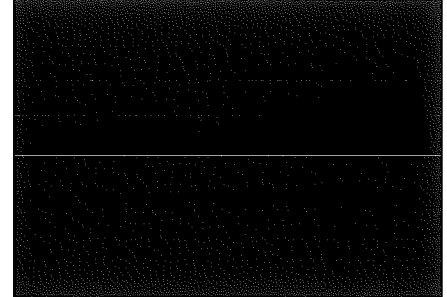
となる。試験容器 (C) の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、収納物の温度 \blacksquare °C に
おいて、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$

なので、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \blacksquare \end{aligned}$$

となる。



(ロ)－第A.93図
試験容器 (C) 解析モデル

(2) 底部垂直落下

a. 密封内容器胴部

解析モデルを(ロ)－第A.94図に示す。密封内容器に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 密封内容器の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が働いた場合、密封内容器には圧縮応力が生じる。この応力は次式で与えられる。

$$\sigma_c = \frac{F}{\pi D t}$$

ただし、 σ_c : 圧縮応力 (MPa)

F : 慣性力 (N)

D : 密封内容器の内径 (mm)

t : 密封内容器の板厚 (mm)

ここで、Wは安全側に、

$$W = 48 \text{ kg}$$

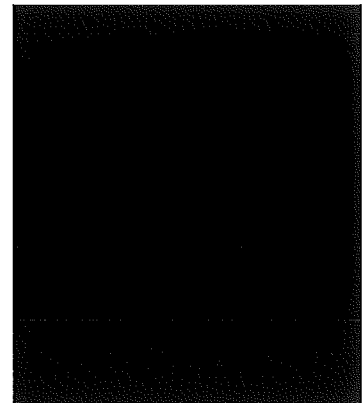
$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa} \end{aligned}$$



(ロ)－第A.94図
密封内容器胴部解析モデル

A.10 付属書類(5)によれば落下衝撃のような動的な力に対する動的な降伏応力は静的降伏応力の1.20倍まで増加することが示されている。したがって、密封内容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容器の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_c - 1$$

$$= \blacksquare$$

であり、密封内容器は降伏応力を超えることはない。

b. 密封内容器底板

解析モデルを(ロ)－第A.95図に示す。底方向に落下した場合、底板の内面には収納物の慣性力が働く。慣性力は次式で与えられる。

$$P = \frac{WG}{A}$$

ただし、 P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

W : 収納物の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 慣性力を受ける面積 (mm^2)

ここで、Wは安全側に、

$$W = 20 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ mm}^2$$

したがって、

$$P = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

密封内容器底板の応力 σ_b は、

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

P : 単位面積当りの慣性力 (MPa)

D : 底板の径 (mm)

t : 底板の厚さ (mm)

ここで、

$$P = \blacksquare \text{ MPa}$$

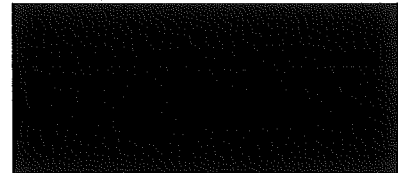
$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$

したがって、

$$\sigma_b = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.95図
密封内容器底板解析モデル

密封内容器底板の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、底板の温度 \blacksquare °Cにおいて、

$$\begin{aligned}\sigma_{dy} &= 1.20 \times \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ MPa}\end{aligned}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned}MS &= \sigma_{dy} / \sigma_b - 1 \\ &= \blacksquare\end{aligned}$$

であり、密封内容器底板は降伏応力を超えることはない。

c. 試料容器 (C)

解析モデルを(口)－第A.96図に示す。底方向に落下した場合に、試料容器 (C) に発生する応力 σ_c は次式で表わせる。

$$\sigma_c = \frac{WG}{A}$$

ただし、 W : 試料容器 (C) 重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

A : 断面積 (mm^2)

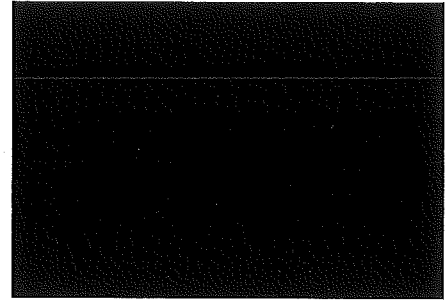
ここで、 W = 2.9 kg

G = m/s^2

A = mm^2

したがって、

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \text{} \\ &= \text{} \text{ MPa} \end{aligned}$$



(口)－第A.96図
試料容器 (C) 解析モデル

となる。試料容器 (C) の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、収納物の温度 °C に
おいて、

$$\begin{aligned} \sigma_{dy} &= 1.20 \times \text{} \\ &= \text{} \end{aligned}$$

なので、余裕率は、

$$\begin{aligned} MS &= \sigma_{dy} / \sigma_c - 1 \\ &= \text{} \end{aligned}$$

となる。

3. 水平落下

9 m 水平落下時の衝撃力に対して、密封内容器が十分な強度を有し、変形を生じないことを示す。

(1) 密封内容器本体

解析モデルを(□)-第A.97図に示す。密封内容器に働く慣性力は次式で与えられる。

$$F = WG$$

ただし、 F : 慣性力 (N)

W : 密封内容器の重量 (kg) (収納物重量を含む。)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

この慣性力が水平に働いた場合、容器には曲げ応力が生じる。

この応力は、(□)-第A.97図の解析モデル図に示すように容器を両端固定のほりと考えて次式で与えられる。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

$$M = \frac{1}{12} FL$$

Z : 断面係数 (mm^3)

$$Z = \frac{\pi}{32} \times (D_o^4 - D_i^4) / D_o$$

ただし、 D_o : 密封内容器の外径 (mm)

D_i : 密封内容器の内径 (mm)

ここで、Wは安全側に、

$$W = 48 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$F = \blacksquare \text{ N}$$

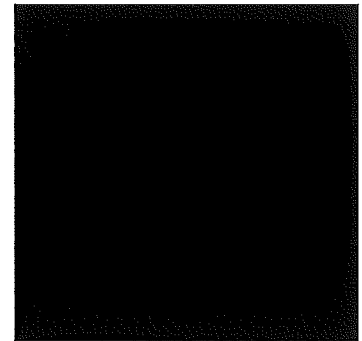
$$L = \blacksquare \text{ mm}$$

$$M = \frac{1}{12} \times \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$D_o = \blacksquare \text{ mm}$$

$$D_i = \blacksquare \text{ mm}$$



(□)-第A.97図
密封内容器本体解析モデル

$$Z = \frac{\pi}{32} \times \text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ mm}^3$$

したがって、

$$\sigma_b = \text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ MPa}$$

密封内容器の動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、密封内容器の温度 $\text{[redacted]}^\circ\text{C}$ において、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_b - 1$$

$$= \text{[redacted]}$$

であり、密封内容器は降伏応力を超えることはない。

(2) 密封内容器蓋ボルト

ボルトに発生する応力は、保護カバー部の慣性力による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

(i) 慣性力による引張応力

水平落下時には、保護カバー部の慣性力による曲げモーメントにより蓋ボルトに引張応力が発生する。解析モデルを(ロ)－第A.98図に示す。

密封内容器蓋ボルトに生じる応力は次式で表わせる。

$$\sigma_{t1} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 F : ボルトに作用する引張力 (N)

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

蓋の各ボルトに作用するモーメントのつり合いは次式で表わされる。

$$WG\ell_0 = \sum_{i=1}^{n=6} F_i \ell_i$$

W : 保護カバー部の重量 (kg)

G : 衝撃加速度 (m/s^2)

ℓ_0 : 重心までの距離 (mm)

F_i : 各ボルトに作用する引張力 (N)

l_i : 各ボルトのモーメントアームの長さ (mm)

各ボルトに作用する引張力は、安全側にモーメントアームに比例すると考えると、

$$F_2 = F_6 = \frac{l_2}{l_1} F_1, \quad F_3 = F_5 = \frac{l_3}{l_1} F_1, \quad F_4 = \frac{l_4}{l_1} F_1$$

各ボルトに作用する引張力は、

ボルト1 が最大であるので、

F_1 は次式で表わされる。

$$F_1 = \frac{WG l_0 l_1}{l_1^2 + 2l_2^2 + 2l_3^2 + l_4^2}$$

ここで、 W は安全側に、

$$W = 4 \text{ kg}$$

$$G = \blacksquare \text{ m/s}^2$$

$$l_0 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$l_1 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$l_2 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$l_3 = \blacksquare \text{ mm}$$

$$l_4 = \blacksquare \text{ mm}$$

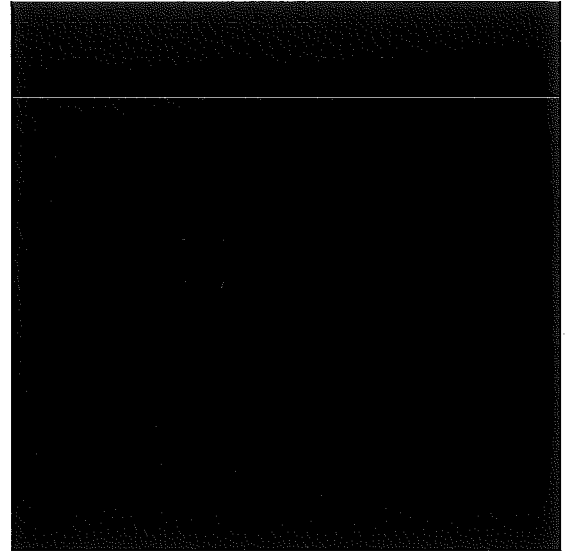
$$F_1 = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ N}$$

したがって、

$$\sigma_{t1} = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$



(口) - 第 A. 98 図

密封内容器蓋ボルト解析モデル

(ii) 締付トルクによる引張応力

締付トルクにより蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N·mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T = \text{■■■■} \text{ N}\cdot\text{mm}$ (■■■■ kg \cdot mm)

$K = \text{■■}$

d = ■■ mm

$A_s = \text{■■■■} \text{ mm}^2$

したがって、

$$\sigma_{tr} = \text{■■■■■■■■■■}$$

$$= \text{■■} \text{ MPa}$$

(i) 及び (ii) より合引張応力は、

$$\sigma_t = \sigma_{t1} + \sigma_{tr}$$

$$= \text{■■■■■■■■■■}$$

$$= \text{■■} \text{ MPa}$$

蓋ボルトの動的降伏応力 σ_{dy} (MPa) は、蓋ボルトの温度■■■■°Cにおいて、

$$\sigma_{dy} = 1.20 \times \text{■■■■}$$

$$= \text{■■} \text{ MPa}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_{dy} / \sigma_t - 1$$

$$= \text{■■■■}$$

となる。

(3) 試料容器 (C)

水平落下の場合、試料容器 (C) は、密封内容器内面に接している。密封内容器は、変形しないので試料容器 (C) も変形することはない。

4. 応力計算（特別の試験条件）

本項では特別の試験条件における密封内容器の内外圧に対する強度を計算する。

(1) 密封内容器胴部の応力： σ_{θ} (MPa)

a) 内圧

解析モデルを(口)－第A.99図に示す。計算式は薄肉円筒の応力式を用いる。

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$$

ただし、P：圧力 (MPa)

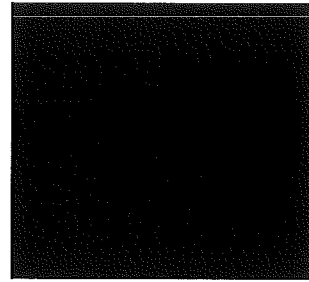
D：内径 (mm)

t：板厚 (mm)

ここで、P = [] MPa

D = [] mm

t = [] mm



(口)－第A.99図
密封内容器胴部解析モデル

であるから、

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= [] \\ &= [] \text{ MPa} \end{aligned}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は、

$$\sigma_y = [] \text{ MPa ([] }^{\circ}\text{C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$\begin{aligned} M.S. &= \sigma_y / \sigma_{\theta} - 1 \\ &= [] - 1 \\ &= [] \end{aligned}$$

b) 外圧

密封内容器の胴部は密封容器空気層からの外圧を受ける。外圧の場合は応力 σ_{θ} を評価する代わりに、金属キャスク構造規格(JSME S FA1-2007)「外面に圧力を受ける円筒形または円すい形の胴 (MCD-1410)」に基づき許容外圧 P_a を計算し、余裕率を評価する。胴の厚さ t が胴の外径 D_o に対して、 $t < 0.1D_o$ の場合には、特別の試験条件における P_a は、

$$P_a = \frac{1.5 \times 4 B t}{3 D_o}$$

ただし、 t : 胴の厚さ (mm)

D_o : 外 径 (mm)

B : 外圧を受ける円筒胴及び球形胴の計算に用いる材料曲線 (JIS B 8266 付属書 1 付図1) を用いて、胴の材料の種類、温度 t_1 (°C)、並びに下記のパラメータ A を与えることにより、図から求まる値。

A : 外圧又は圧縮荷重を受ける円筒胴の形状曲線 (JIS B 8266 付属書 1 付図2) を用いて、パラメータ D_o/t 及び L/D_o を与えることにより、図から求まる値。

ただし、 L : 円筒胴の長さ (mm)

ここで、 $t = \blacksquare$ mm

$D_o = \blacksquare$ mm

$L = \blacksquare$ mm

材料 : SUS \blacksquare

温度 $t_1 = \blacksquare$ °C

であるから、

$$t = \blacksquare < 0.1 D_o = \blacksquare$$

が成り立ち、

$$L/D_o = \blacksquare$$

$$D_o/t = \blacksquare$$

のため、図より、

$$A = \blacksquare$$

$$B = \blacksquare$$

したがって、

$$P_a = \blacksquare \text{ MPa}$$

ここで、胴部にかかる差圧 ΔP は、

$$\Delta P = P_i - P_o$$

で定義される。ここで、

P_o : 密封容器空気圧力

= \blacksquare MPa

P_i : 密封内容器空気圧力

= 0 (安全側に)

したがって、余裕率は、符号を正に置き替えた ΔP を用いて、

$MS = P_a / \Delta P - 1$

= \blacksquare - 1 = \blacksquare

(2) 密封内容器底板の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.100図に示す。計算式は容器の底板が溶接構造であるので周辺固定・円板の式を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

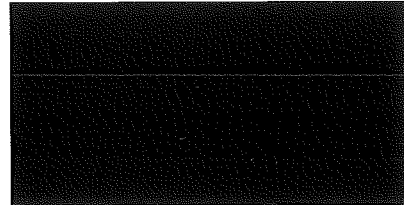
D : 内径 (mm)

t : 板厚 (mm)

ここで、 P = MPa

D = mm

t = mm



(ロ)－第A.100図
密封内容器底板解析モデル

であるから、

$$\sigma_b =$$

$$= \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa)

$$\sigma_y = \text{ MPa (} \text{°C、ステンレス鋼)}$$

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$

$$= - 1$$

$$=$$

(3) 密封内容器蓋の応力： σ_b (MPa)

解析モデルを(ロ)－第A.101図に示す。蓋は■ボルト■本で取り付けられているので応力計算式は周辺固定円板を用いる。

$$\sigma_b = \frac{3PD^2}{16t^2}$$

ただし、 P : 圧力 (MPa)

D : ボルトの中心径 (mm)

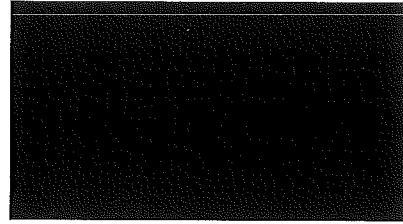
t : 板厚 (mm)

ここで、

$$P = \blacksquare \text{ MPa}$$

$$D = \blacksquare \text{ mm}$$

$$t = \blacksquare \text{ mm}$$



(ロ)－第A.101図
密封内容器蓋解析モデル

であるから、

$$\sigma_b = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$

材料の降伏応力 σ_y (MPa) は \blacksquare MPa (\blacksquare °C、ステンレス鋼)

したがって、余裕率は、

$$MS = \sigma_y / \sigma_b - 1$$

$$= \blacksquare$$

(4) 密封内容器蓋ボルトの応力： σ_t (MPa)

蓋ボルトに発生する応力は、内圧による引張応力と締付トルクによる引張応力の合計の引張応力（以下「合引張応力」という。）として表わされる。

a) 内圧による引張応力

解析モデルを(ロ)－第A.102図に示す。内圧により蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{ut} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 P}{n \frac{\pi}{4} d_1^2}$$

ただし、 D : オリング径 (mm)

P : 圧力 (MPa)

n : ボルト本数

d_1 : ボルトの谷径 (mm)

ここで、 $D = \blacksquare$ mm

$P = \blacksquare$ MPa

$n = \blacksquare$ 本

$d_1 = \blacksquare$ mm

したがって、

$$\sigma_{ut} = \blacksquare$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}$$



(ロ)－第A.102図
密封内容器蓋ボルト解析モデル

b) 締付トルクによる引張応力

締付トルクにより蓋ボルトに発生する応力は、

$$\sigma_{tr} = \frac{F_0}{A_s}$$

ただし、 F_0 : 締付力 (N)

$$F_0 = \frac{T}{K \cdot d}$$

T : 締付トルク (N·mm)

K : 締付トルク係数

d : ボルト径 (mm)

A_s : ボルトの有効断面積 (mm²)

ここで、 $T = \blacksquare \text{ N}\cdot\text{mm}$ ($\blacksquare \text{ kg}\cdot\text{mm}$)

$K = \blacksquare$

$d = \blacksquare \text{ mm}$

$A_s = \blacksquare \text{ mm}^2$

したがって、

$\sigma_{tr} = \blacksquare$

$= \blacksquare \text{ MPa}$

a) 及び b) より合引張応力は、

$\sigma_t = \sigma_{t1} + \sigma_{tr}$

$= \blacksquare$

$= \blacksquare \text{ MPa}$

密封内容器蓋ボルトの降伏応力 σ_y (MPa) は、

$\sigma_y = \blacksquare \text{ MPa}$ ($\blacksquare^\circ\text{C}$ 、ステンレス鋼)

したがって、余裕率は、

$MS = \sigma_y / \sigma_t - 1$

$= \blacksquare - 1$

$= \blacksquare$

(2) A.10.2 のエネルギー吸収について

試験体が剛体の床に衝突して圧潰変形すると仮定したとき、試験体の吸収エネルギー E_a は次式で与えられる。

$$E_a = \int_0^{\delta_0} F \cdot d\delta \quad (1)$$

ここで、

δ_0 : 圧潰変形量

δ : 変位

F : 圧潰面に作用する荷重

F は次式で与えられる。

$$F = \sigma A \quad (2)$$

ここで、

σ : 圧潰面に作用する応力

A : 圧潰変形を受ける断面積

いま輸送容器の材料の応力-ひずみ関係を(ロ)-第A.103図に示すように剛塑性体を考えると(2)式の σ は

$$\sigma = \sigma_y = \text{降伏点}$$

と考えることができる。よって、

(2)式から落下衝撃力 F_p は、

$$F_p = \sigma_y A \quad (3)$$

(3)式を(1)式に代入して、

$$E_a = \sigma_y V \quad (4)$$

ここで、

$$V = \int_0^{\delta_0} A \cdot d\delta \quad (5)$$



(ロ)-第A.103図
剛塑性体の応力-ひずみ関係

圧潰部分の体積で特にAが一定であれば、

$$V = A \delta_0 \quad (6)$$

落下衝撃力 F_p と輸送容器の重量 W から衝撃加速度 G が次のように計算できる。

$$G = \frac{F_p}{W} = \frac{\sigma_y A}{W} \quad (7)$$

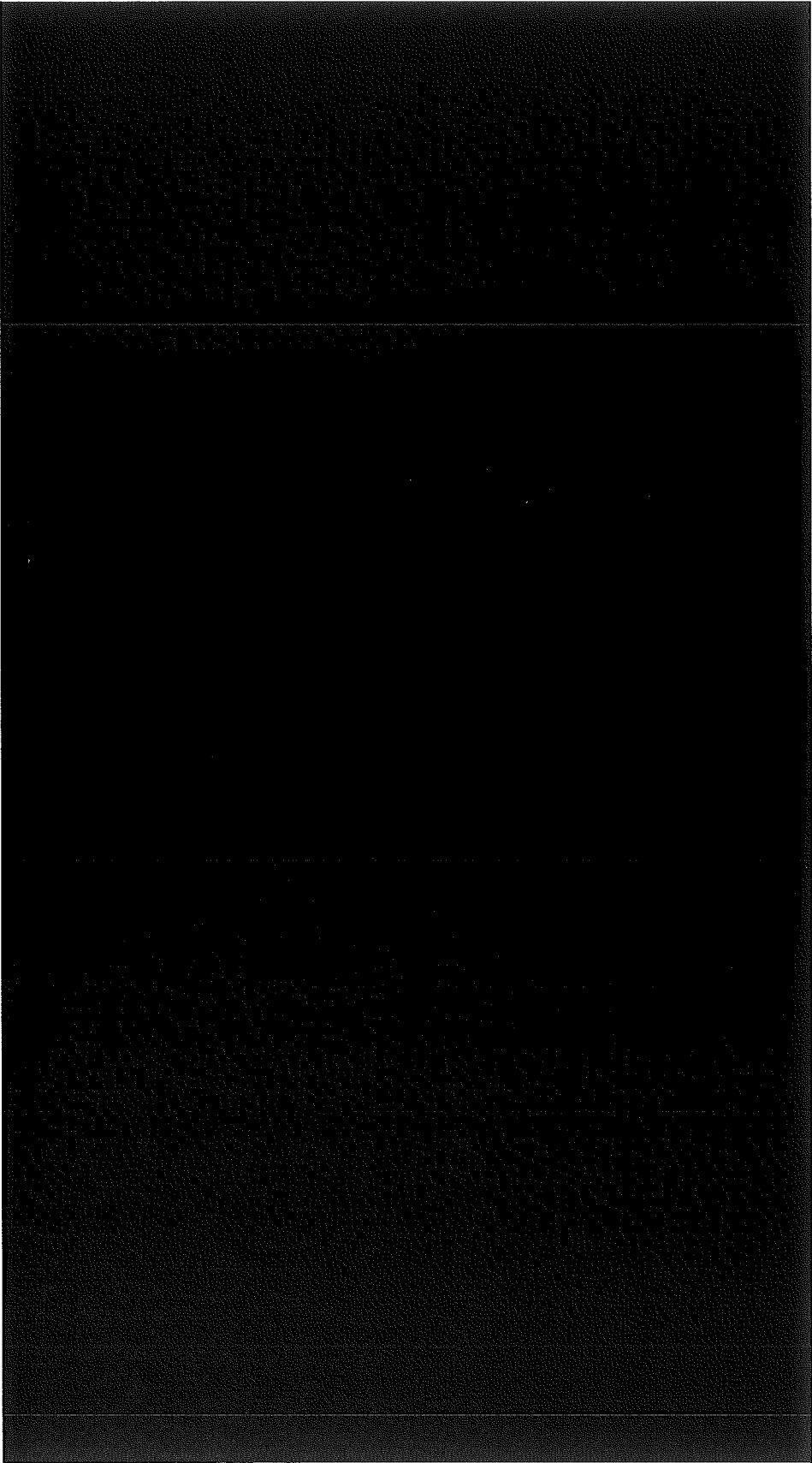
(3) A.10.3 のエネルギー吸収効率について

 の圧潰による吸収エネルギーの木目方向と衝撃方向とのなす角度 Ψ によって変化する。衝撃方向と木目方向が平行 ($\Psi = 0$) のときの吸収エネルギーを E_a とすると任意の Ψ のときの吸収エネルギー $E_a^{(\Psi)}$ は、

$$E_a = \eta E_a^{(0)}$$

ここで η は のエネルギー吸収効率で Ψ の関数である。

η を (ロ) - 第A.104図に示す。



(口)-第A.104図 [redacted] のエネルギー吸収効率

出典:



(4) A. 10. 4 収納物の最大放射能量

本輸送物の収納物の最大放射能量は(口)－第A. 20表に示すとおり、 A_2 値の10万倍を超えることはない。

(ロ)-第A.20表 収納物の最大放射能量(1/4)

核種	A2値 (TBq)	F1		F2		F3	
		放射能の量 (TBq)	A2値比	放射能の量 (TBq)	A2値比	放射能の量 (TBq)	A2値比
⁵¹ Cr	3×10						
⁵⁴ Mn	1.00						
⁵⁵ Fe	4×10						
⁵⁹ Fe	9×10 ⁻¹						
⁵⁸ Co	1.00						
⁶⁰ Co	4×10 ⁻¹						
⁶³ Ni	3×10						
⁸⁹ Sr	6×10 ⁻¹						
⁹⁰ Sr	3×10 ⁻¹						
⁹⁰ Y	3×10 ⁻¹						
⁹¹ Y	6×10 ⁻¹						
⁹⁵ Zr	8×10 ⁻¹						
^{95m} Nb	— 注(1)						
⁹⁵ Nb	1.00						
¹⁰³ Ru	2.00						
^{103m} Rh	4×10						
¹⁰⁶ Ru	2×10 ⁻¹						
¹⁰⁶ Rh	— 注(1)						
¹²³ Sn	6×10 ⁻¹						
¹²⁵ Sb	1.00						
^{127m} Te	5×10 ⁻¹						
¹²⁷ Te	7×10 ⁻¹						
^{129m} Te	4×10 ⁻¹						
¹²⁹ Te	6×10 ⁻¹						
¹³⁴ Cs	7×10 ⁻¹						
¹³⁷ Cs	6×10 ⁻¹						
^{137m} Ba	— 注(1)						
¹⁴⁰ Ba	3×10 ⁻¹						
¹⁴⁰ La	4×10 ⁻¹						
¹⁴¹ Ce	6×10 ⁻¹						
¹⁴³ Pr	6×10 ⁻¹						
¹⁴⁴ Ce	2×10 ⁻¹						
¹⁴⁴ Pr	— 注(1)						
¹⁴⁷ Pm	2×10 ⁰						
^{148m} Pm	7×10 ⁻¹						
¹⁵⁴ Eu	6×10 ⁻¹						
¹⁵⁵ Eu	3.00						
³ H	4×10						
⁸⁵ Kr	1×10						
¹²⁹ I	制限なし						
^{131m} Xe	4×10						
¹³¹ I	7×10 ⁻¹						
²³³ Pa	7×10 ⁻¹						
²³⁸ Pu	1×10 ⁻³						
²³⁹ Pu	1×10 ⁻³						
²⁴⁰ Pu	1×10 ⁻³						
²⁴¹ Pu	6×10 ⁻²						
²⁴² Cm	1×10 ⁻²						
²⁴⁴ Cm	2×10 ⁻³						
合計							

注(1) : ^{95m}Nb, ¹⁰⁶Rh, ^{137m}Ba, ¹⁴⁴Pr のA値は親核種である ⁹⁵Zr, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce にそれぞれ含まれる。¹⁹⁾

注(2) : 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20 は欠番。

(ロ)-第A.20表 収納物の最大放射能 (2/4)

核種	A2値 (TBq)	F5		F7		F9	
		放射能の量 (TBq)	A2値比	放射能の量 (TBq)	A2値比	放射能の量 (TBq)	A2値比
⁵¹ Cr	3×10						
⁵⁴ Mn	1.00						
⁵⁵ Fe	4×10						
⁵⁹ Fe	9×10 ⁻¹						
⁵⁸ Co	1.00						
⁶⁰ Co	4×10 ⁻¹						
⁶³ Ni	3×10						
⁸⁹ Sr	6×10 ⁻¹						
⁹⁰ Sr	3×10 ⁻¹						
⁹⁰ Y	3×10 ⁻¹						
⁹¹ Y	6×10 ⁻¹						
⁹⁵ Zr	8×10 ⁻¹						
^{95m} Nb	— 注(1)						
⁹⁵ Nb	1.00						
¹⁰³ Ru	2.00						
^{103m} Rh	4×10						
¹⁰⁶ Ru	2×10 ⁻¹						
¹⁰⁶ Rh	— 注(1)						
¹²³ Sn	6×10 ⁻¹						
¹²⁵ Sb	1.00						
^{127m} Te	5×10 ⁻¹						
¹²⁷ Te	7×10 ⁻¹						
^{129m} Te	4×10 ⁻¹						
¹²⁹ Te	6×10 ⁻¹						
¹³⁴ Cs	7×10 ⁻¹						
¹³⁷ Cs	6×10 ⁻¹						
^{137m} Ba	— 注(1)						
¹⁴⁰ Ba	3×10 ⁻¹						
¹⁴⁰ La	4×10 ⁻¹						
¹⁴¹ Ce	6×10 ⁻¹						
¹⁴³ Pr	6×10 ⁻¹						
¹⁴⁴ Ce	2×10 ⁻¹						
¹⁴⁴ Pr	— 注(1)						
¹⁴⁷ Pm	2.00						
^{148m} Pm	7×10 ⁻¹						
¹⁵⁴ Eu	6×10 ⁻¹						
¹⁵⁵ Eu	3.00						
³ H	4×10						
⁸⁵ Kr	1×10						
¹²⁹ I	制限なし						
^{131m} Xe	4×10						
¹³¹ I	7×10 ⁻¹						
²³³ Pa	7×10 ⁻¹						
²³⁸ Pu	1×10 ⁻³						
²³⁹ Pu	1×10 ⁻³						
²⁴⁰ Pu	1×10 ⁻³						
²⁴¹ Pu	6×10 ⁻²						
²⁴² Cm	1×10 ⁻²						
²⁴⁴ Cm	2×10 ⁻³						
合計							

注(1) : ^{95m}Nb, ¹⁰⁶Rh, ^{137m}Ba, ¹⁴⁴Pr のA値は親核種である ⁹⁵Zr, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce にそれぞれ含まれる。¹⁹⁾

注(2) : 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20は欠番。

(ロ)-第A.20表 収納物の最大放射エネルギー(3/4)

核種	A2値 (TBq)	F10		F12		F14	
		放射エネルギー (TBq)	A2値比	放射エネルギー (TBq)	A2値比	放射エネルギー (TBq)	A2値比
51 Cr	3×10						
54 Mn	1.00						
55 Fe	4×10						
59 Fe	9×10 ⁻¹						
58 Co	1.00						
60 Co	4×10 ⁻¹						
63 Ni	3×10						
89 Sr	6×10 ⁻¹						
90 Sr	3×10 ⁻¹						
90 Y	3×10 ⁻¹						
91 Y	6×10 ⁻¹						
95 Zr	8×10 ⁻¹						
95m Nb	— 注(1)						
95 Nb	1.00						
103 Ru	2.00						
103m Rh	4×10 ¹						
106 Ru	2×10 ⁻¹						
106 Rh	— 注(1)						
123 Sn	6×10 ⁻¹						
125 Sb	1.00						
127m Te	5×10 ⁻¹						
127 Te	7×10 ⁻¹						
129m Te	4×10 ⁻¹						
129 Te	6×10 ⁻¹						
134 Cs	7×10 ⁻¹						
137 Cs	6×10 ⁻¹						
137m Ba	— 注(1)						
140 Ba	3×10 ⁻¹						
140 La	4×10 ⁻¹						
141 Ce	6×10 ⁻¹						
143 Pr	6×10 ⁻¹						
144 Ce	2×10 ⁻¹						
144 Pr	— 注(1)						
147 Pm	2.00						
148m Pm	7×10 ⁻¹						
154 Eu	6×10 ⁻¹						
155 Eu	3.00						
3 H	4×10						
85 Kr	1×10						
129 I	制限なし						
131m Xe	4×10						
131 I	7×10 ⁻¹						
233 Pa	7×10 ⁻¹						
238 Pu	1×10 ⁻³						
239 Pu	1×10 ⁻³						
240 Pu	1×10 ⁻³						
241 Pu	6×10 ⁻²						
242 Cm	1×10 ⁻²						
244 Cm	2×10 ⁻³						
合計							

注(1) : ^{95m}Nb, ¹⁰⁶Rh, ^{137m}Ba, ¹⁴⁴Pr のA値は親核種である ⁹⁵Zr, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce にそれぞれ含まれる。¹⁹⁾

注(2) : 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20 は欠番。

(ロ)-第A.20表 収納物の最大放射能量(4/4)

核種	A2値 (TBq)	F15		F16	
		放射能の量 (TBq)	A2値比	放射能の量 (TBq)	A2値比
51 Cr	3×10				
54 Mn	1.00				
55 Fe	4×10				
59 Fe	9×10 ⁻¹				
58 Co	1.00				
60 Co	4×10 ⁻¹				
63 Ni	3×10				
89 Sr	6×10 ⁻¹				
90 Sr	3×10 ⁻¹				
90 Y	3×10 ⁻¹				
91 Y	6×10 ⁻¹				
95 Zr	8×10 ⁻¹				
95m Nb	— 注(1)				
95 Nb	1.00				
103 Ru	2.00				
103m Rh	4×10				
106 Ru	2×10 ⁻¹				
106 Rh	— 注(1)				
123 Sn	6×10 ⁻¹				
125 Sb	1.00				
127m Te	5×10 ⁻¹				
127 Te	7×10 ⁻¹				
129m Te	4×10 ⁻¹				
129 Te	6×10 ⁻¹				
134 Cs	7×10 ⁻¹				
137 Cs	6×10 ⁻¹				
137m Ba	— 注(1)				
140 Ba	3×10 ⁻¹				
140 La	4×10 ⁻¹				
141 Ce	6×10 ⁻¹				
143 Pr	6×10 ⁻¹				
144 Ce	2×10 ⁻¹				
144 Pr	— 注(1)				
147 Pm	2.00				
148m Pm	7×10 ⁻¹				
154 Eu	6×10 ⁻¹				
155 Eu	3.00				
3 H	4×10				
85 Kr	1×10				
129 I	制限なし				
131m Xe	4×10				
131 I	7×10 ⁻¹				
233 Pa	7×10 ⁻¹				
238 Pu	1×10 ⁻³				
239 Pu	1×10 ⁻³				
240 Pu	1×10 ⁻³				
241 Pu	6×10 ⁻²				
242 Cm	1×10 ⁻²				
244 Cm	2×10 ⁻³				
合計					

注(1) : ^{95m}Nb, ¹⁰⁶Rh, ^{137m}Ba, ¹⁴⁴Pr のA値は親核種である ⁹⁵Zr, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce にそれぞれ含まれる。¹⁹⁾

注(2) : 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(5) A.10.5 動的降伏応力の割増について

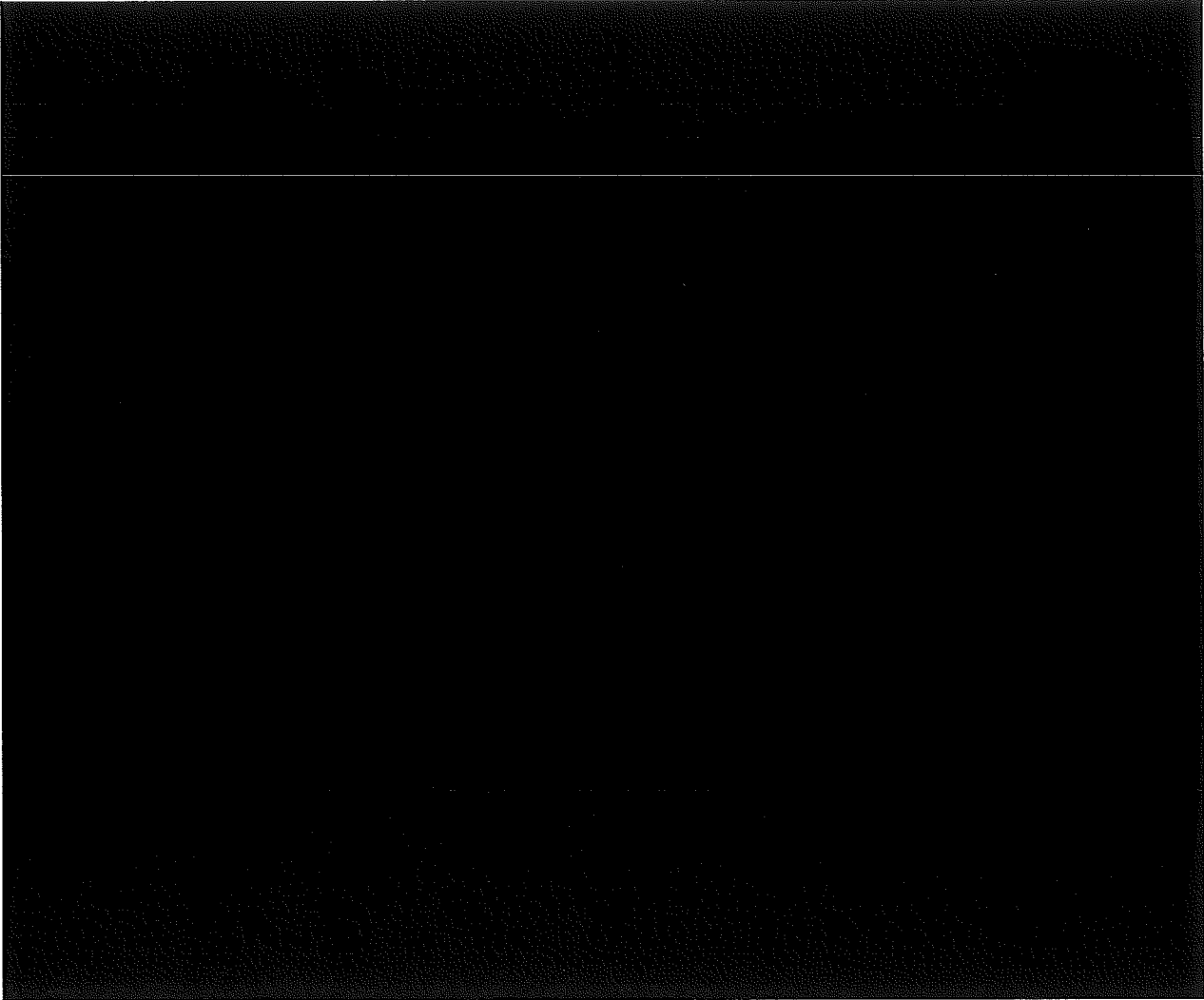
本項は、「A.6.1 強度試験・落下試験Ⅰ(9 m落下時)」、「A.6.2 強度試験・落下試験Ⅱ(1 m落下時)」及び「A.10 付属書類(1)」に用いている動的降伏応力の割増について検討を行う。

(ロ)－第A.105図に、ステンレス鋼(SUS■■■■鋼)のひずみ速度と降伏応力との関係を示す。キャスクの落下によるひずみ速度の範囲は、(ロ)－第A.106図に示すとおり、約■■■■(／s)である。この速度範囲を(ロ)－第A.105図から読み取ると、落下による動的降伏応力の範囲は約■■■■MPa～■■■■MPaの範囲となる。

静的降伏応力を■■■■MPaとした場合、動的降伏応力は約1.20倍～1.36倍に増加する。以上のことから、動的降伏応力の割増は、安全側に静的降伏応力の1.20倍とする。

(ロ)－第A.105図 SUS■■■■鋼のひずみ速度域に対する降伏応力²³⁾





(6) A.10.6 参考文献

- 1) [REDACTED]
- 2) “機械工学便覧、材料力学”改訂第6版、日本機械学会編
- 3) 欠番
- 4) Timoshenko “Strength of Materials” Part II. 3rd Edition, D. VON Nostrand CO, NewYork, 1958
- 5) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通産省告示第501号）
- 6) 日本機械学会、“使用済核燃料輸送容器の構造解析プログラムの開発・整備に関する調査報告書（Ⅲ）”，1985
- 7) JIS G 4303 “ステンレス鋼棒”（1991）
- 8) 日刊工業新聞社 “ステンレス鋼便覧”
- 9) JIS B 8243、“圧力容器の構造”（1981）
- 10) ASME Sec. III Div 1 APPENDICES
- 11) 三菱ゴム株式会社 “[REDACTED]”（平成6年6月）
- 12) 三菱ゴム株式会社 “[REDACTED]”（平成5年9月）
- 13) 日本ピラー工業㈱、“技術資料 ガasketの選定”（昭和59年）
- 14) 日本鉛垂鉛需要研究会(1975)．“鉛ハンドブック”
- 15) “木材工業ハンドブック(改訂3版)”、農林水産省林業試験場監修、木材工業ハンドブック編集委員会編集、(昭和57年)
- 16) 欠番
- 17) 欠番
- 18) Battelle Lab., “Structural Alloy Handbook”, Vol.2, June(1981)
- 19) “IAEA安全基準シリーズ No.ST-1 放射性物質安全輸送規則1996年版解説”、(財)原子力安全技術センター
- 20) 日本機械学会 “発電用原子力設備規格材料規格（2013年追補）”
- 21) 日本原子力学会標準、“使用済燃料・混合酸化物新燃料・高レベル放射性廃棄物輸送容器の安全設計及び検査基準：2013”
- 22) [REDACTED]
- 23) 日本機械学会、“[REDACTED]”（2019）
- 24) 土木学会 “構造工学シリーズ6 構造物の衝撃挙動と設計法”（平成6年）

(口) 章 B 熱 解 析

(ロ) 章B 熱解析

B.1 概要

1. 熱設計

本輸送容器は(イ)－第3図に示すように厚肉円筒構造である。収納物には、(イ)－第1表に示す11種類の収納物があり、F1からF3、F5、F7、F9、F10の収納物は密封容器に収納する。F12からF16 (F13除く) の収納物は密封内容器に収納し、さらに密封容器に収納する。

容器内に収納された収納物より発生する崩壊熱は、空気による自然対流、熱伝導及び熱放射により外部へ放射する。

熱解析は、密封内容器を用いない場合、密封内容器を用いる場合の2とおりに分けて行う。

2. 熱解析

熱解析は、本輸送物が外運搬規則及び外運搬告示に基づいてBM型輸送物に係る技術上の基準に適合することを示すために行った。

一般の試験条件（日陰及び運搬時最高温度条件）下における熱的条件は、次のとおりである。

(1) 人の近づきうる表面の最高温度条件

輸送物は、38℃の大気中において太陽熱放射を受けない。

(2) 最高温度条件

輸送物は、38℃の大気中において12時間ごとに太陽熱放射を1週間受ける。

特別の試験条件下における熱的条件は、次のとおりである。

(1) 輸送物は、0.9の周囲放射率を持つ800℃の熱放射環境に30分間さらされる（火災事故）。この場合、輸送物表面の放射率は0.8である。

(2) 事故後の輸送物は、38℃の大気中において12時間ごとに太陽熱放射を受ける。

本輸送物は、(ロ)章A.構造解析で示したように一般の試験条件下及び特別の試験条件下において緩衝体に変形を生じる。緩衝体に用いているバルサ材は、金属に比べ熱伝導率が低いため、放熱媒体として有効ではない。

緩衝体の変形を考慮しない場合、特別の試験条件の(ロ)―第B.8図により格納容器外面は、火災後30分で最高温度に到達後、急激に温度低下し、火災後2時間で徐々に低下していく。それに比べ、密封容器及び密封内容物の最高温度に到達するのに約10時間程度要することから、容器内の断熱性能が高く、最高温度付近を数時間維持する方が保守側の結果であることを確認できる。

なお、緩衝体の変形を考慮する場合、緩衝体の厚さが薄くなり、放熱抵抗が小さくなることから、輸送物の温度が低く評価される。

以上のことから、緩衝体の変形がないものとして特別の試験条件下の熱解析を行うことは妥当である。

一般の試験条件のうち、水噴霧試験及び積み重ね試験では輸送物は変形しないが、自由落下試験において緩衝体に変形を生じる。

一般の試験条件下では、緩衝体の断熱性能により密封容器及び密封内容物の温度が高く維持される。したがって、緩衝体には変形がないものとし、38℃の環境に1週間放置したものとして一般の試験条件下の熱解析を行う。

一般の試験条件下及び特別の試験条件下の熱解析は差分法に基づく3次元定常及び非定常温度分布計算プログラムTRUMP¹⁾を用いて行った。

3. 最大崩壊熱量

本輸送容器に収納する収納物F1からF16 (F4、F6、F8、F11、F13除く)の崩壊熱は、(イ)―第5表に示したとおりである。収納物F1からF16の崩壊熱はORIGEN²⁾プログラムを用いて計算した。

計算の結果、最大崩壊熱量は密封内容器を用いない場合は被覆粒子燃料(F2)の174.1 Wであり、密封内容器を用いる場合は、照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料(F14)の58.1 Wである。

本解析では最大崩壊熱量を安全側に175 Wとして密封内容器を用いない場合で行うものとする。

なお、密封内容器を用いる場合の熱解析については最大崩壊熱を安全側に80 Wとした。結果を(ロ)章B.6.2に示す。

4. 熱解析の条件と方法

熱解析の条件及び方法を(ロ)―第B.1表に示す。

(ロ)一第B.1表 熱解析の条件及び方法 (収納物 F2)

項目	条件	一般の試験 (日陰)		一般の試験 (運搬時最高温度条件)		特別の試験		
		太陽熱放射無の条件	最低温度評価条件	最高温度評価条件	火災前	火災時	火災後	
崩壊熱量		175 W	175 W以下	175 W	175 W	175 W	175 W	
環境条件	周囲温度	静止空気 38°C	静止空気 -20°C	静止空気 38°C	火災30分間 800°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	
	太陽熱放射	なし	なし	あり	あり	あり	あり	
	周囲放射率	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	
容器表面放射率		0.37 注1)	0.37 注1)	0.37 注1)	0.8 注2)	0.37 注1)	0.55 注3)	
	計算モデル	3次元全体系熱伝達モデル (緩衝体を含む。)						
温度分布計算プログラム	輸送物	均質化近似						
	収納物	差分法温度分布計算プログラムTRUMP						
使用物性値		B.2 材料の熱的性質						
	最大内圧	$\frac{PV}{T} = \text{一定}$						
	密封容器内圧							
	格納容器内圧							

注1) Bevans, J.T., et. Al., "Comparison of Total Emittances With Values Computed From Spectral Measurements", Trans. ASME, pp. 1405-1416, (Oct. 1958)

注2) IAEA Safety Standards Series "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (1996 Edition)

注3) Ohlsen, P.E. and Etemad, G.A., "Spectral and Total Radiation Data of Various Aircraft Materials" Report No. NA57-330, North American Aviation, Inc., (July 23, 1957), pp. 20-22. 26-33

B.2 材料の熱的性質

輸送容器の構成材料は（イ）章Cの3に示すとおりである。これらの材料のうち熱解析に使用している材料の熱的性質を以下に示す。

なお、物性値については、文献記載値の単位をSI単位に換算している。

1. 使用物性値

(1) 二酸化ウラン⁴⁾

二酸化ウランの熱的性質を(ロ)－第B.2表に示す。

(ロ)－第B.2表 二酸化ウランの熱的性質

密度 (kg/m ³)	■
温度 (°C)	比熱 (kJ/kg·K)
100	■
200	
500	

(2) 空気⁵⁾

空気の熱的性質を(ロ)－第B.3表に示す。

(ロ)－第B.3表 空気の熱的性質

温度 (°C)	密度 (kg/m ³)	比熱 (kJ/kg·K)	熱伝導率 (W/m·K)	動粘性係数 (m ² /s)	プラントル数 (—)	膨張率* (1/K)
0	1.251	1.005	0.0241	0.138×10 ⁻⁴	0.72	3.663×10 ⁻³
40	1.091	1.009	0.0272	0.175×10 ⁻⁴	0.71	3.195×10 ⁻³
100	0.916	1.013	0.0316	0.239×10 ⁻⁴	0.70	2.681×10 ⁻³
140	0.827	1.017	0.0345	0.285×10 ⁻⁴	0.69	2.421×10 ⁻³
200	0.722	1.026	0.0386	0.358×10 ⁻⁴	0.69	2.114×10 ⁻³
500	0.442	1.093	0.0562	0.810×10 ⁻⁴	0.70	1.294×10 ⁻³
800	0.318	1.156	0.0709	1.37 ×10 ⁻⁴	0.71	0.932×10 ⁻³

*膨張率=1/(絶対温度)として計算した。

(3) ステンレス鋼 (SUS■)⁶⁾

ステンレス鋼 (SUS■) の熱的性質を(ロ)－第B.4表に示す。

(ロ)－第B.4表 ステンレス鋼 (SUS■) の熱的性質

密度 (kg/m ³)	■	
温度 (°C)	比熱 (kJ/kg·K)	熱伝導率 (W/m·K)
-51	■	■
60		
171		
282		
393		
893		

(4) 鉛⁷⁾

鉛の熱的性質を(口)－第B.5表に示す。

(口)－第B.5表 鉛の熱的性質

密度 (kg/m ³)		11294
融点 (°C)		327
温度 (°C)	比 熱 (kJ/kg·K)	熱 伝 導 率 (W/m·K)
0	0.129	34.8
100	0.132	34.0
300	0.142	31.2
327	0.141	15.2
482	0.136	15.4
649	0.136	16.6

(5) ████████⁸⁾

████████の熱的性質を(口)－第B.6表に示す。

実験データは、“Proceeding of the International Symposium for Packaging and Transportation of Radioactive Materials Sandia Corp, and USAEC. Albuquerque, New Mexico (Jan, 1965)” に次のように記載されている。

██████厚さと██████厚さの2種類の合板を██████° F (██████°C) の火災に1時間曝した結果、両方とも██████の深さだけ炭化したが、それより深い部分は炭化していなかった。

本輸送容器の緩衝体は厚みが██████ mmと大きく、火災時間は上記実験の1/2であり、温度も低いので十分な耐火熱遮蔽効果があると考えられる。

(口)－第B.6表 ████████の熱的性質

密 度 (kg/m ³)	████████
比 熱 (kJ/kg·K)	████████
熱伝導率 (W/m·K)	████████

(6) ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物

ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物の熱的性質を(ロ)－第B.7表に示す。

(ロ)－第B.7表 ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物の熱的性質

収 納 物	ウラン・プルトニウム 炭化物	ウラン・プルトニウム 窒化物
密 度 (kg/m ³)		
温 度 (°C)	比熱(kJ/kg·K)	比熱(kJ/kg·K)
100		
200		
500		

(7) ヘリウム¹¹⁾

ヘリウムの熱的性質を(ロ)－第B.8表に示す。

(ロ)－第B.8表 ヘリウムの熱的性質

温度 (°C)	密 度 (kg/m ³)	比 熱 (kJ/kg·K)	熱 伝 導 率 (W/m·K)	動粘性係数 (m ² /s)	プラントル数 (-)	膨 張 率* (1/K)
0	0.1762	5.192	0.1426	1.061×10 ⁻⁴	0.6806	3.663×10 ⁻³
40	0.1539	5.192	0.1575	1.481×10 ⁻⁴	0.6767	3.195×10 ⁻³
100	0.1291	5.192	0.1789	1.794×10 ⁻⁴	0.6718	2.681×10 ⁻³
140	0.1166	5.192	0.1926	2.131×10 ⁻⁴	0.6694	2.421×10 ⁻³
200	0.1018	5.192	0.2125	2.683×10 ⁻⁴	0.6667	2.114×10 ⁻³
500	0.06233	5.192	0.3039	6.185×10 ⁻⁴	0.6602	1.294×10 ⁻³
800	0.04494	5.192	0.3932	10.82×10 ⁻⁴	0.6554	0.932×10 ⁻³

*膨張率=1/(絶対温度)として計算した。

(8) ウラン・プルトニウム酸化物¹³⁾

ウラン・プルトニウム酸化物の熱的性質を(ロ)－第 B. 9 表に示す。

(ロ)－第 B. 9 表 ウラン・プルトニウム酸化物の熱的性質

収 納 物	ウラン・プルトニウム 酸化物
密 度 (kg/m ³)	■
温 度 (°C)	比熱 (kJ/kg·K)
100	■
200	
500	

(9) ジルカロイ¹³⁾

ジルカロイの熱的性質を(ロ)－第 B. 10 表に示す。

(ロ)－第 B. 10 表 ジルカロイの熱的性質

密 度 (kg/m ³)	■
温 度 (°C)	比熱 (kJ/kg·K)
27	■
127	
327	

B.3 構成要素の仕様

1. 空気漏えい試験用カプラ

材 質 : ステンレス鋼
最大使用圧力 : ■■■ MPa (仕様値 : ■■■ kg/cm²)
最高使用温度 : ■■■°C (常用)、■■■°C (1週間)

2. パッキング

(1) Oリング

a.) 材 質 : ■■■■■²⁰⁾
最高使用温度 : ■■■°C (高温■■■°Cにおける耐用期間 : 1週間)
低温性 : ■■■°C~■■■°C
使用箇所
・密封容器 : 密封容器蓋、漏えい試験用カプラ
・格納容器 : 上部蓋、底部密封カバー、漏えい試験用カプラ

b.) 材 質 : ■■■■■²¹⁾
最高使用温度 : ■■■°C (高温■■■°Cにおける耐用期間 : 10日)
低温性 : ■■■°C
使用箇所 : 密封内容容器蓋、巻上装置カバー蓋

(2) ガスケット

材 質 : ■■■■■
最高使用温度 : ■■■°C
使用箇所 : 格納容器
シャッターカバー
開閉用ネジシャフト

3. バルブ

材 質 : ステンレス鋼
最大使用圧力 : ■■■ MPa (仕様値 : ■■■ kg/cm²)
最高使用温度 : ■■■°C

B.4 一般の試験条件

B.4.1 熱解析モデル

輸送容器の熱解析は差分法に基づく3次元定常及び非定常温度分布プログラム△TRUMPを用いて行った。

B.4.1.1 解析モデル

(1) 形状モデル

輸送容器の密封容器、格納容器及び緩衝体の解析モデルを(ロ)－第B.1図、(ロ)－第B.2図、(ロ)－第B.3図及び(ロ)－第B.4図に示すような、ノードに分割した。収納物は、黒鉛、二酸化ウラン、ステンレス鋼及び空気を均質化したものとして考え、均質化した領域の平均密度及び平均比熱は次の式を用いて求めた。

平均密度

$$\rho_{ave} = \frac{\sum W_i}{V}$$

平均比熱

$$C_{pave} = \frac{\sum W_i \cdot C_{pi}}{\sum W_i}$$

ここで、 ρ_{ave} : 平均密度 (kg/m³)

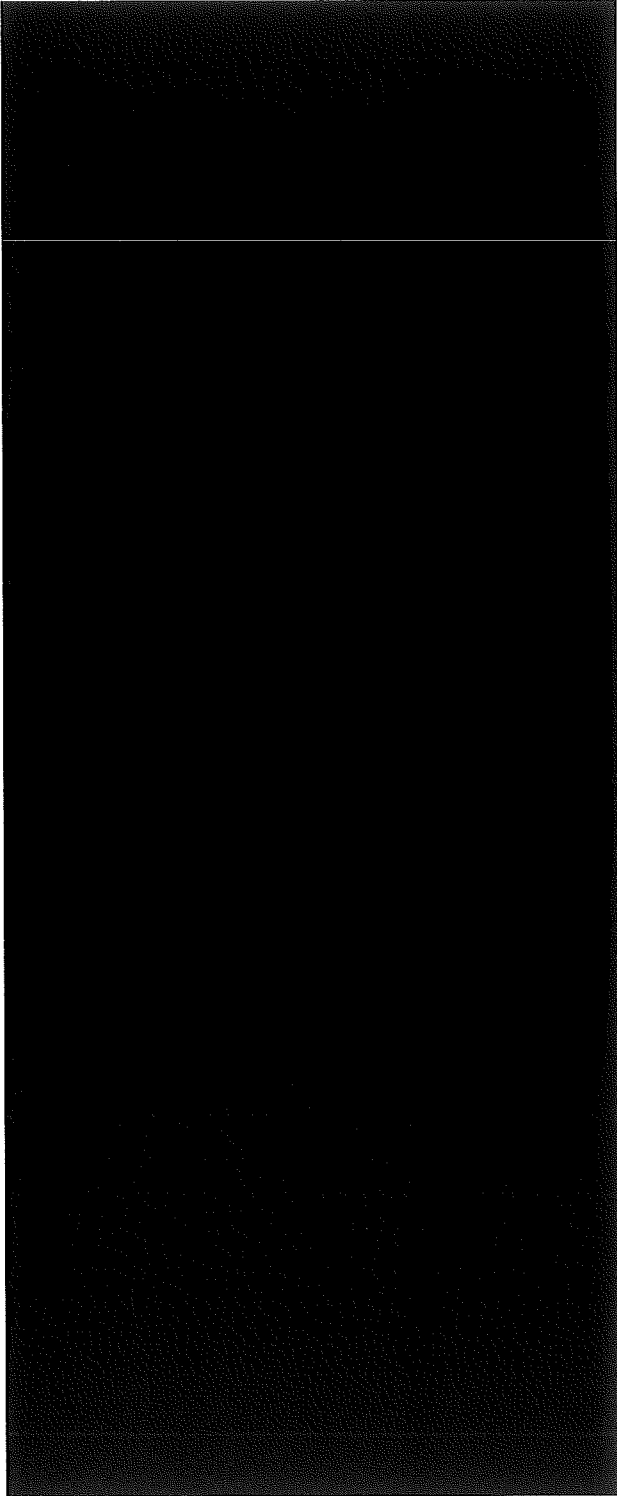
W_i : 構成材料のそれぞれの重量 (kg)

V : 均質化した領域の体積 (m³)

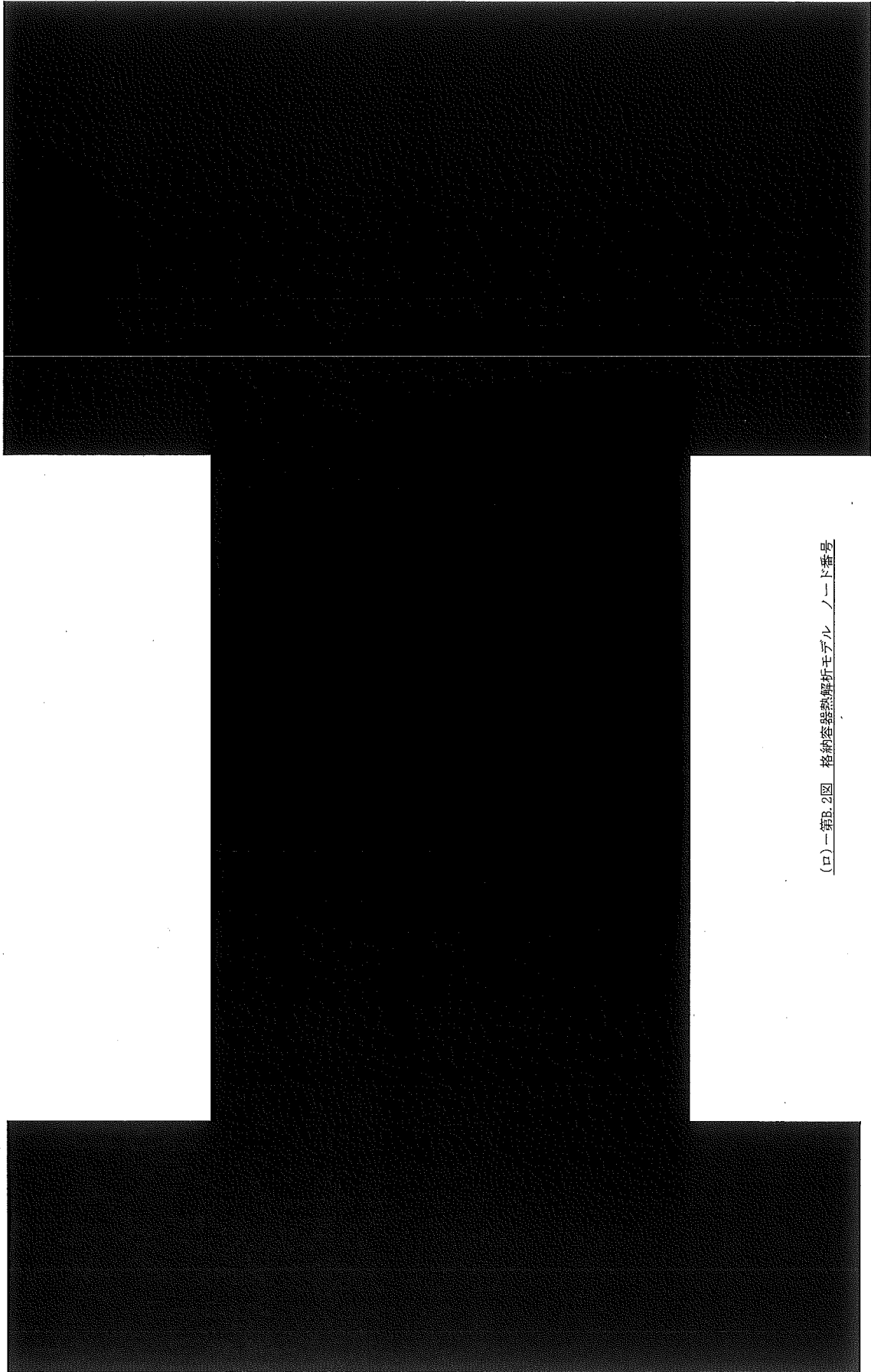
C_{pave} : 平均比熱 (kJ/kg・K)

C_{pi} : 構成材料のそれぞれの比熱 (kJ/kg・K)

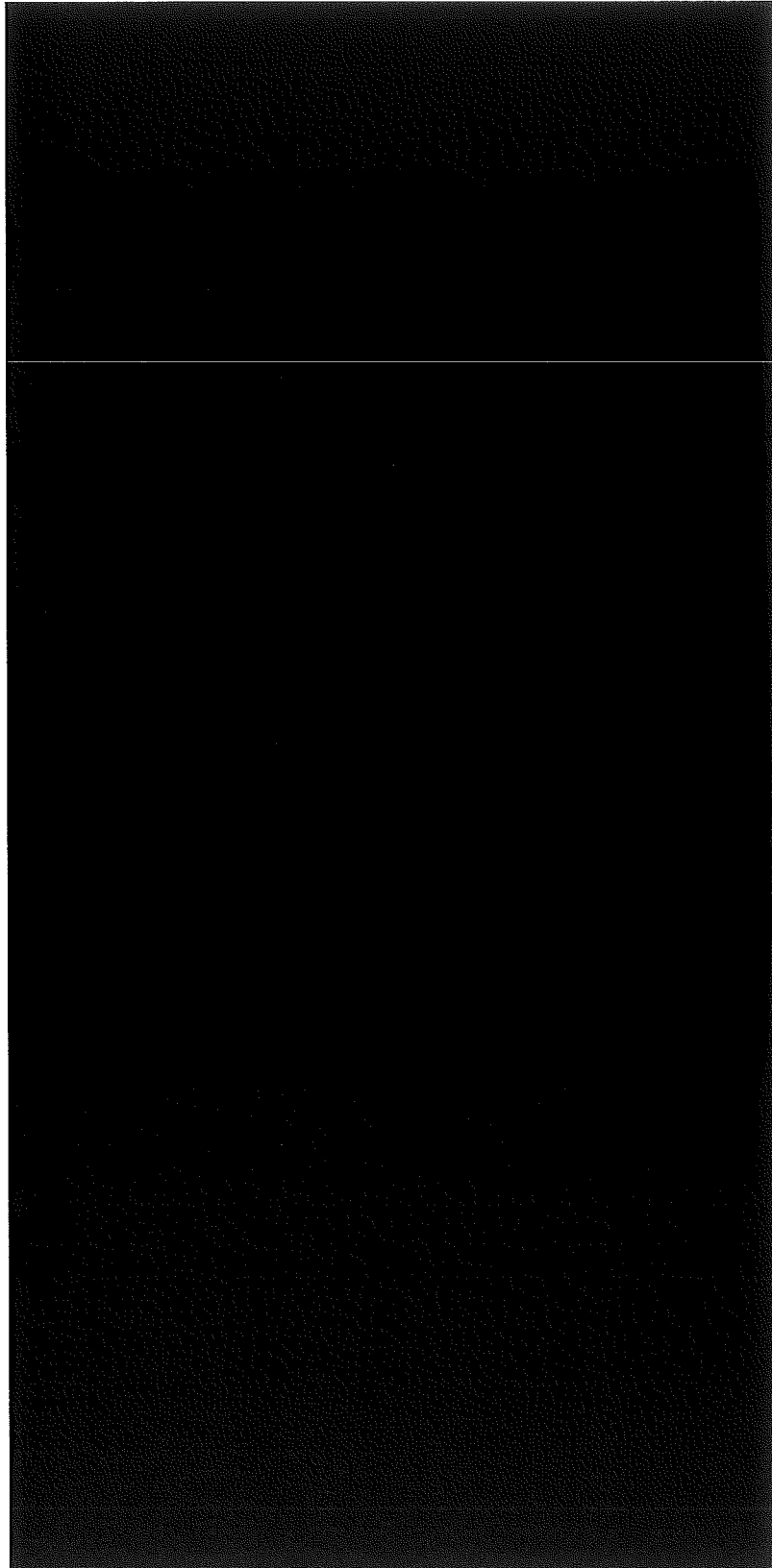
均質化領域の体積及び構成材料の重量並びに平均密度及び平均比熱を(ロ)－第B.11表に示す。



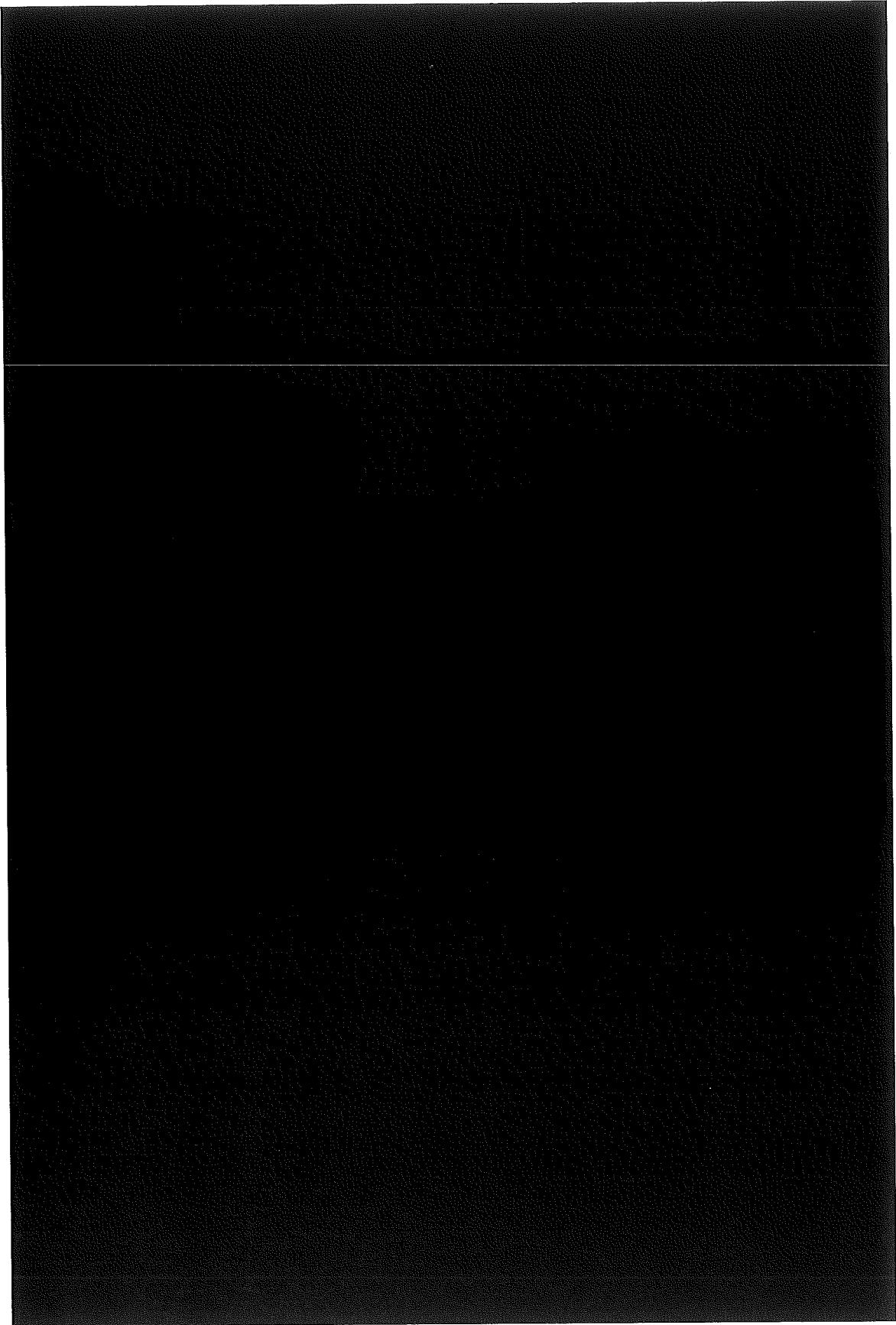
(口)一第B.1図 密封容器熱解析モデル ノード番号



(口)一第B.2図 格納容器熱解析モデル ノート番号



(口) - 第B. 3図 上部緩衝体熱解析モデル ノード番号



(ロ) - 第B.4図 底部緩衝体熱解析モデル ノード番号

(ロ)－第 B. 11 表 均質化領域の熱的性質 (収納物 F2)

収 納 物 名		被覆粒子燃料 (F2)		
総体積 (m ³)				
総重量 (kg)				
重 量 の 内 訳 (kg)	黒鉛			
	二酸化ウラン			
	ステンレス鋼			
	空気 (注)			
平均密度 (kg/m ³)				
平均比熱 (kJ/kg·K)	温 度			100℃
				200℃
				500℃

(注) 空気の密度は100℃の値を用いた。

(2) 解析条件

一般の試験条件下における解析条件を(ロ)－第 B. 12 表に示す。また、太陽放射熱を(ロ)－第 B. 13 表に示す。

崩壊熱量としては、(イ)－第 5 表に示した各種の収納物の崩壊熱量のうち、最大のものを選んだ。それは収納物 F2 の被覆粒子燃料である。熱解析はそれを収納物とし、175 W の崩壊熱量の場合について行った。周囲空気温度は 38℃、容器表面の放射率は 0.37、周囲放射率は 1.0 とする。

(ロ)－第 B. 12 表 一般の試験条件下の熱解析条件 (収納物 F2)

項 目		条 件
崩 壊 熱 量		175 W
環 境 条 件	周 囲 温 度	-20℃～38℃
	太 陽 熱 放 射	(ロ)－第 B. 13 表に示した熱量が放射又はなし
	周 囲 放 射 率	1.0
容 器 表 面 放 射 率		0.37

(ロ)－第 B.13 表 太陽放射熱データ

表面の形状及び位置の区分	1日あたり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平面	200
その他の表面	400

B.4.1.2 試験モデル

該当なし

B.4.2 最高温度

(ロ) 章 B.4.1 に記載した解析モデル及び条件に基づいて求めた一般の試験条件（日陰及び運搬時最高温度条件）における輸送物各部の最高温度の結果を (ロ)－第 B.14 表について示す。

38℃の環境に1週間放置した場合、計算プログラムTRUMPで解析して得られた最高温度評価条件における輸送容器とその収納物の各部の温度分布を (ロ)－第 B.5(a)図から (ロ)－第 B.5 (d)図に、また太陽熱放射のない一般の試験条件（日陰）の輸送物表面の温度分布を (ロ)－第 B.6図に示す。

一般の試験条件における輸送物の最高温度は収納物において■■℃である。一般の試験条件下で日陰において容易に人の近づき得る輸送物表面の最高温度は、一般の試験条件（日陰）時（周囲温度38℃、太陽熱放射無）における近接表面の評価値から■■℃であり許容基準値の85℃を超えることはない。

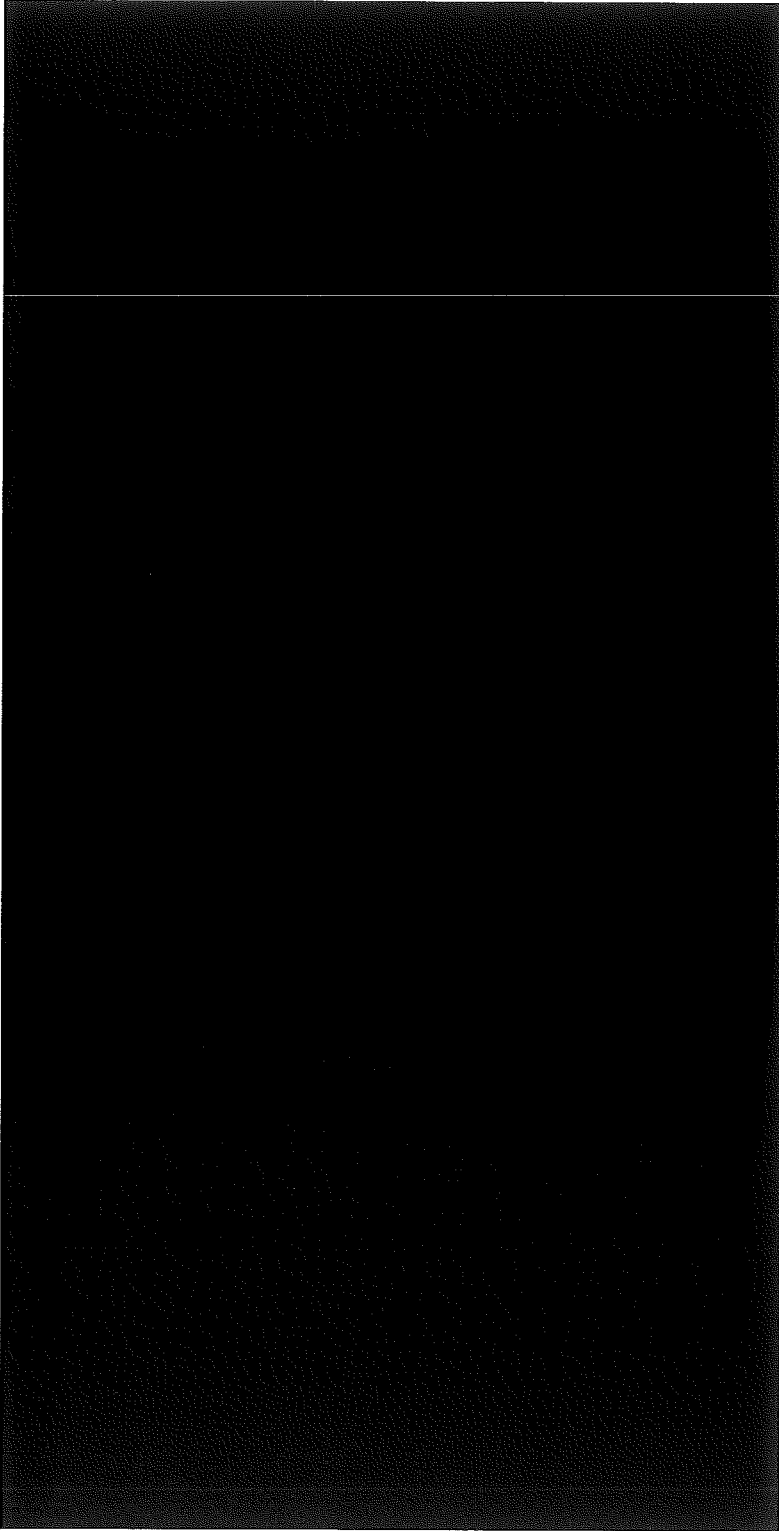
格納容器及び密封容器のOリングシール部、漏えい試験用カプラは、■■℃を超えることはない。

(ロ)－第B.14表 一般の試験条件下における最高温度（収納物F2）（単位：℃）

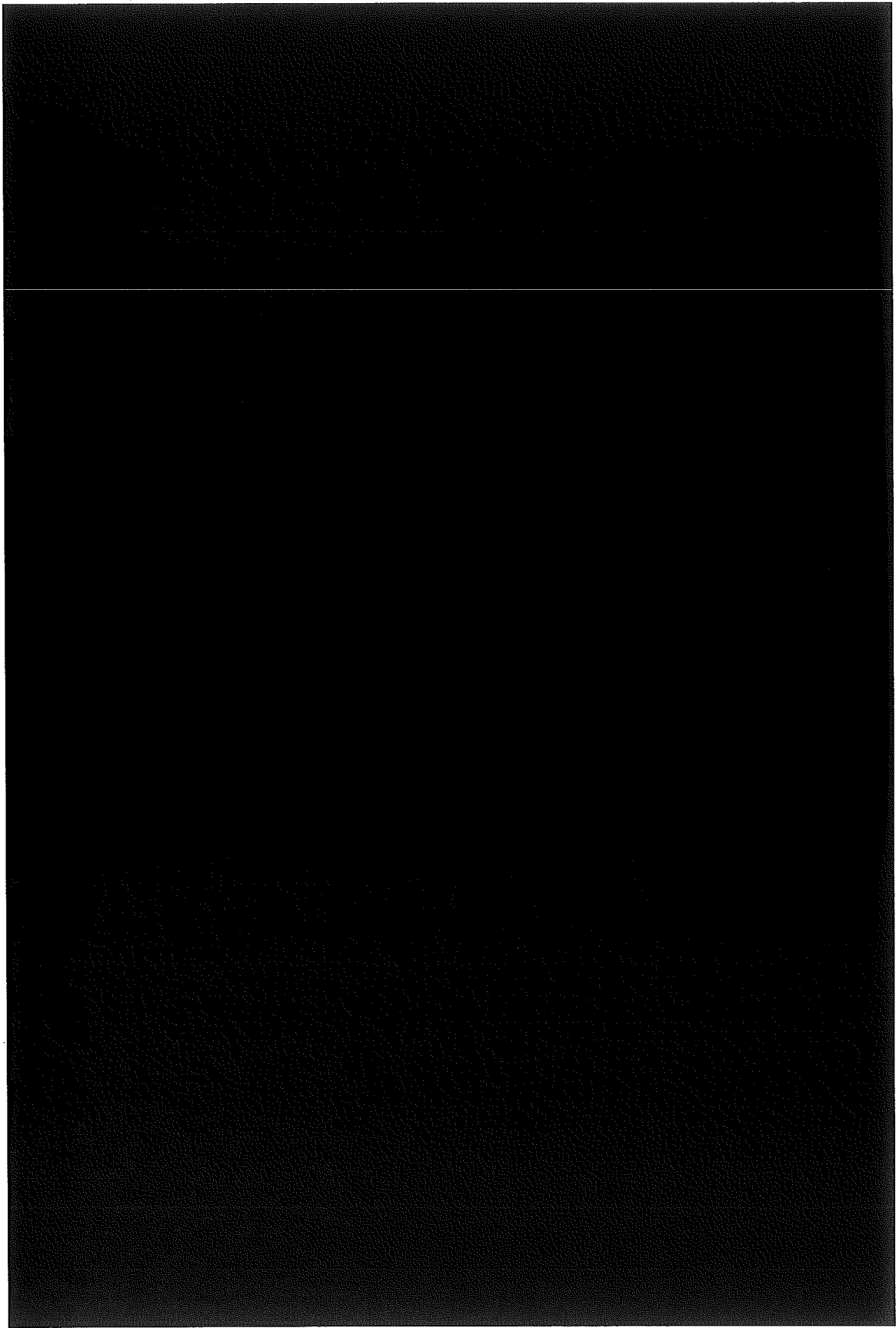
部位(ノード番号)	条 件	一般の試験 (日陰)	一般の試験 (運搬時最高温度条件)
		太陽熱放射無	太陽熱放射有
収 納 物 (1)			
密 封 容 器 (10)			
格 納 容 器 内 面 (102)			
格 納 容 器 外 面 (402)			
鉛 (613)			
近 接 表 面 (403)			
密 封 容 器 オ リ ン グ (56)			
シャッターカバーガスケット (420)			
底部密封カバーオリング (440)			
巻上装置カバーオリング (3471)			
格 納 容 器 空 気 層 (70)			
巻上装置カバー部空気層 (500)			
シャッター一部空気層 (520)			
シャッター下部空気層 (530)			

備考： ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。

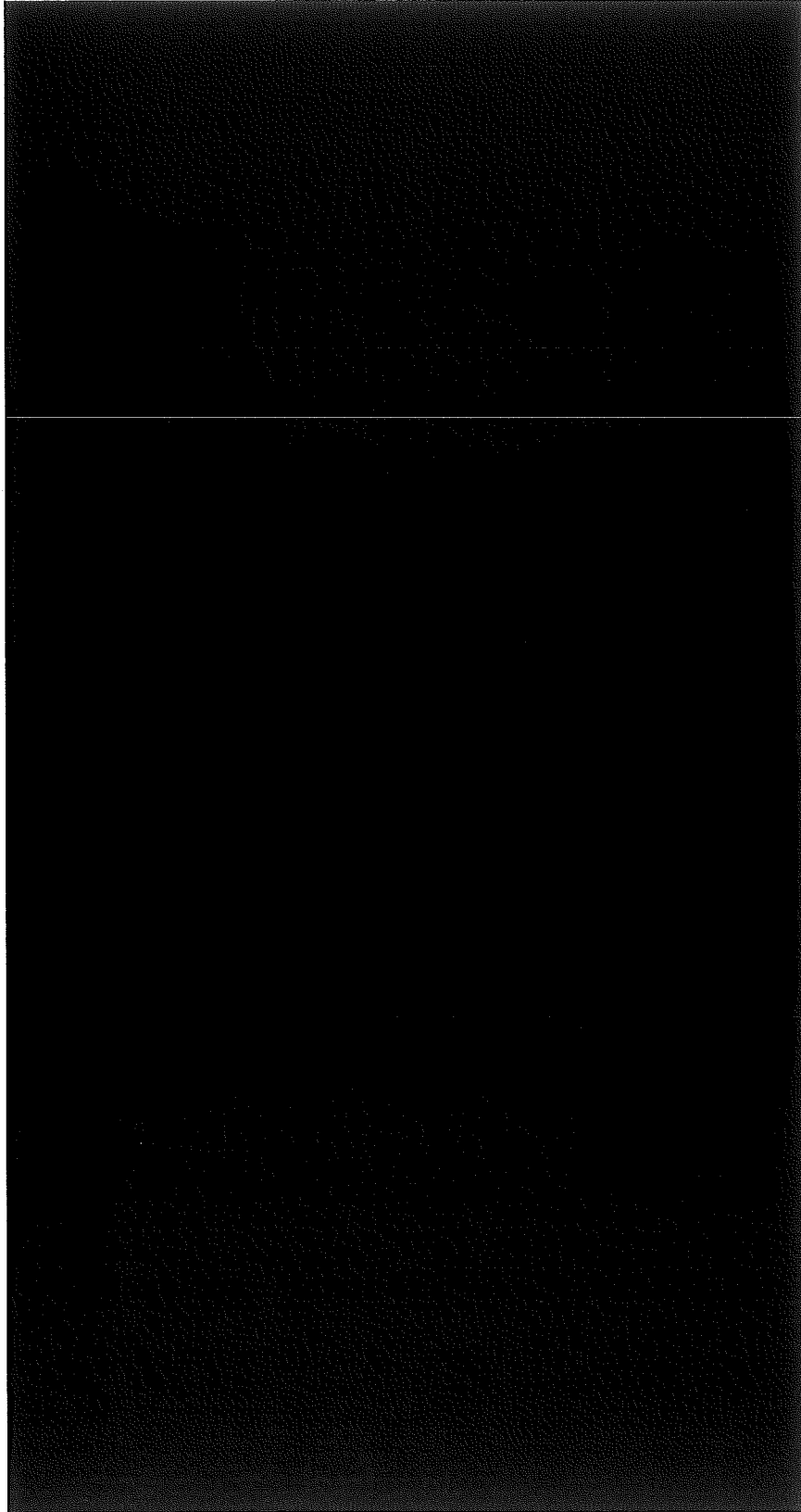
注) ノード番号1、10、102の太陽熱放射有と太陽熱放射無の温度差から、太陽熱放射有の■℃と想定した。



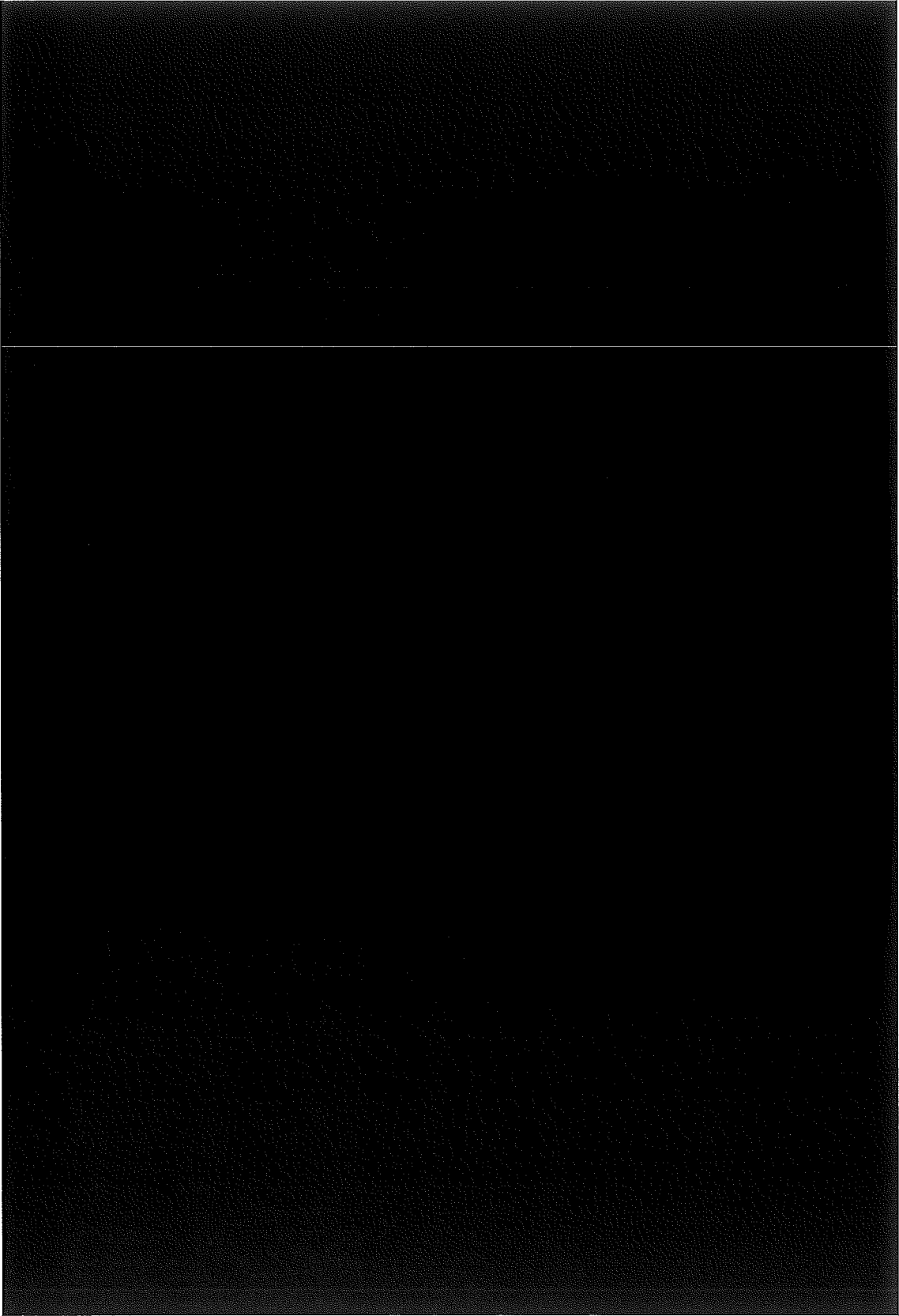
(ロ)一第B.5(a)図 一般の試験条件における密封容器温度分布 (単位：°C)



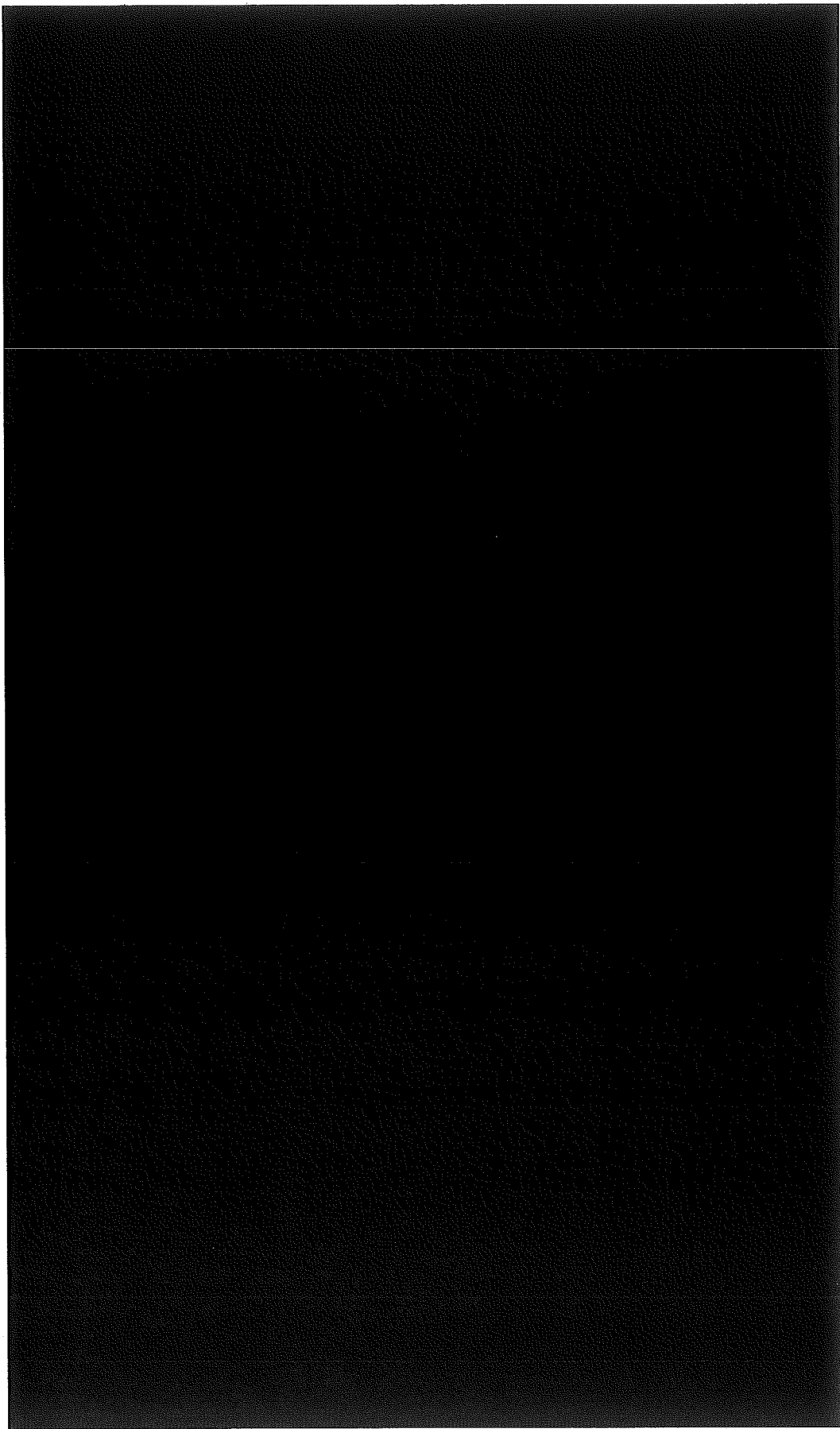
(ロ) ー第B.5(b) 図 ー 一般の試験条件における格納容器温度分布 (単位: °C)



(口)－第B.5(c)図 一般の試験条件における上部緩衝体温度分布 (単位：℃)



(口) - 第B. 5(d) 図 一般の試験条件における底部緩衝体温度分布 (単位 : °C)



(ロ) - 第B.6図 一般の試験条件 (日陰) における輸送物表面温度 (単位: °C)

B.4.3 最低温度

本輸送物は外気温度-20℃以上で輸送される。したがって輸送物の温度は-20℃以下になることはない。本輸送容器の主要材質はステンレス鋼なので低温脆性等の問題はない。

輸送物には液体が使用されていないので凍結のおそれはない。

B.4.4 最大内圧

一般の試験条件下で、常温からの温度上昇に伴って圧力が上昇するのは密封容器内及び格納容器の密封された空気の部分である。一般の試験条件下でのそれぞれの圧力について評価する。また、運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化についても考慮する。

(1) 密封容器の圧力

常温（21℃）における圧力をP0、温度上昇後の密封容器内の温度及び圧力をt1、P1とし、密封容器内の容積を一定とすると、次式が成立つ。

$$\frac{P_0}{273+21} = \frac{P_1}{273+t_1}$$

したがって、密封容器の内圧は、

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{P_0}{273+21} \cdot (273+t_1) \\ &= \frac{0.1013}{294} \times (273+ \blacksquare) \\ &= \blacksquare \text{ MPa abs} \end{aligned}$$

密封容器の運搬中に予想される周囲の温度変化（-20℃から38℃）を考慮した場合の内圧は次のとおりとなる。

-20℃の環境で燃料を収納し、38℃の日陰（屋内）の環境下で調圧（大気圧：P1）を行う。この時の輸送容器内の温度（T1）は、(ロ)－第B.14表の日陰の温度のうち、収納物（ \blacksquare ℃）から周囲の温度変化58℃（-20℃から38℃）を引いた \blacksquare ℃となる。

その後、太陽輻射熱を受けた時における内部空気の最高温度（T2）が \blacksquare ℃となる。

$$(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$$

$$P_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (V_2 \cdot T_1)$$

P_1 : 運搬中の内圧 (大気圧) = 0.1013 (MPa abs)

V_1 : 運搬中の内部空気容器 (m³)

T_1 : 輸送容器内の温度 : [] + 273 = [] (K)

P_2 : 太陽輻射を受けた時の最大内圧 (MPa abs)

V_2 : 太陽輻射を受けた時の内部空気容積 (m³)

T_2 : 太陽輻射を受けた時の温度 : [] + 273 = [] (K)

上式に各々を代入し、 $V_1 = V_2$ とすると、最大内圧 P_2 は次のようになる。

$$P_2 = (P_1 \cdot T_2) / T_1$$

$$= (0.1013 \times []) / []$$

$$= [] \text{ (MPa abs)}$$

密封容器の運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化は、

[] MPa abs の最高圧力内に包含される。

(2) 格納容器の圧力

格納容器内の空気層の温度は各部位により異なるため、容積を考慮してそれぞれの分圧を求めて全圧力とした。各部位の容積、温度及び圧力を(ロ)ー第B.15表に示す。

(ロ)ー第B.15表 格納容器各部位の容積、温度及び圧力 (収納物F2)

i	格納容器各空気層	容 積 (cm ³)	温 度 (°C)	圧 力 (MPa abs)
1	巻上装置カバー	[]	[]	[]
2	格納容器本体			
3	シャッター部			
4	シャッター下部			
合 計		[]	[]	[]

$$P = \Sigma \frac{V_i}{V} P_i$$

=

$$= \text{■■■■} \text{ MPa abs}$$

格納容器本体の運搬中に予想される周囲の温度変化（-20℃から38℃）を考慮した場合の内圧は次のとおりとなる。

-20℃の環境で燃料を収納し、38℃の日陰（屋内）の環境下で調圧（大気圧： P_1 ）を行う。この時の輸送容器内の温度（ T_1 ）は、(ロ)－第B.14表の日陰の温度のうち、密封容器温度（■■■■℃）と格納容器内面（■■■■℃）の平均温度■■■■℃と周囲の温度変化58℃（-20℃から38℃）を引いた■■■■℃となる。

その後、太陽輻射熱を受けた時における内部空気の最高温度（ T_2 ）は、密封容器温度（■■■■℃）と格納容器内面（■■■■℃）の平均温度■■■■℃となる。

$$(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$$

$$P_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (V_2 \cdot T_1)$$

P_1 ：運搬中の内圧（大気圧）=0.1013 (MPa abs)

V_1 ：運搬中の内部空気容器（ m^3 ）

T_1 ：輸送容器内の温度：■■■■+273=■■■■ (K)

P_2 ：太陽輻射を受けた時の最大内圧 (MPa abs)

V_2 ：太陽輻射を受けた時の内部空気容積（ m^3 ）

T_2 ：太陽輻射を受けた時の温度：■■■■+273=■■■■ (K)

上式に各々を代入し、 $V_1 = V_2$ とすると、最大内圧 P_2 は次のようになる。

$$P_2 = (P_1 \cdot T_2) / T_1$$

$$= (0.1013 \times \text{■■■■}) / \text{■■■■}$$

$$= \text{■■■■} \text{ (MPa abs)}$$

格納容器本体の運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化は、(ロ)－第B.15表に示す格納容器本体の圧力（■■■■MPa abs）に包含される。

B.4.5 最大熱応力

一般の試験条件下において輸送容器に生ずる熱応力については、(ロ)章A.5.1.2及びA.5.1.3に述べたように、容器にほとんど温度差が生じないため、熱応力はきわめて小さい。

一般の試験条件下の格納容器胴部の熱応力は、(ロ)章A.5.1.2より、 \blacksquare MPaであり、基準値の降伏応力 \blacksquare MPa以下である。

B.4.6 結果の要約及びその評価

一般の試験条件下(日陰及び運搬時最高温度条件)における輸送物の各部の温度は、(ロ)―第B.5図及び(ロ)―第B.6図に示す。

容易に人の近づきうる部分としての輸送容器表面及び緩衝体表面の温度は最高 \blacksquare °Cであり、許容基準値の85°Cを超えることはない。

格納容器及び密封容器のOリング及び漏えい試験用カプラの温度は、 \blacksquare °Cを超えることはない。よって、 \blacksquare 及び \blacksquare の性状変化に問題はなく密封性は維持される。

輸送物の構成材料は、ステンレス鋼、鉛、炭素鋼であり、その温度は材料に
 溶融等の悪影響を及ぼさない。

なお、一般の試験条件下の構造解析においては、本熱解析で得られた各部位
 の温度及び圧力で解析を行っている。

輸送物の周囲温度が-20℃の環境におかれても本輸送物は液体を使用してお
 らず凍結することはない。また主要構成材はステンレス鋼であり、-20℃におい
 て十分使用に耐え、低温脆性等の問題はない。

一般の試験条件下における熱解析結果の要約と評価を(ロ)－第B.16表に示す。

(ロ)－第B.16表 一般の試験条件下における熱解析結果の要約と評価 (収納物F2)

項 目	基 準 値	結 果	評 価
最 高 温 度			
収 納 物			構造解析に使用
底部密封カバーOリング			使用可能
近 接 表 面 <small>(注)</small>			基準に合致
シャッターカバーガスケット			使用可能
本 体 外 面			構造解析に使用
巻上装置カバーOリング			使用可能
本 体 内 面			構造解析に使用
密 封 容 器			構造解析に使用
○ リ ン グ			使用可能
カ プ ラ			使用可能
最大圧力			
密封容器内部	---	■ MPa abs	構造解析に使用
格納容器空気層	---	■ MPa abs	構造解析に使用
最大熱応力			
格納容器本体	■ MPa	■ MPa	MS = ■

注) 太陽熱放射無の日陰時に対する評価である。

B.5 特別の試験条件

B.5.1 熱解析モデル

B.5.1.1 解析モデル

輸送物の熱解析は、差分法に基づく3次元定常及び非定常熱伝達計算プログラムTRUMPを用いて行った。

(1) 形状モデル

特別の試験条件において緩衝体に変形を生じるが、緩衝体は放熱媒体としては有効ではないので、熱解析モデルとしては一般の試験条件と同様の(ロ)－第B.1図から(ロ)－第B.4図のモデルで解析を行った。

(2) 解析条件

解析に使用した熱的条件は次のとおりである。収納物の崩壊熱量は、安全側に175 Wとする。特別の試験条件下の熱解析は、強度試験（落下試験Ⅰ及びⅡ）条件にひきつづいて、火災試験条件下におかれるものとする。

したがって、火災試験前の輸送容器の温度分布は、一般の試験条件下、周囲温度38℃の場合の温度分布であるとする。

火災試験の熱的条件は、周囲温度800℃、火災時間30分、火災の放射率0.9、容器表面の放射率0.8であり、太陽熱放射（(ロ)－第B.12表参照）を受けるものとする。火災試験後の熱的条件は、周囲温度38℃であり、太陽熱放射（(ロ)－第B.12表参照）を受けるものとする。このとき、容器表面の放射率は、0.55であり、周囲の放射率は1.0とする。容器表面からの熱放散は自然対流と放射を考慮する。

解析条件のまとめを(ロ)－第B.17表に示す。

(ロ)－第B.17表 特別の試験条件下の熱解析条件 (収納物F2)

事 象 項 目		火 災 試 験 前	火 災 試 験 時 (3 0 分 間)	火 災 試 験 後
		崩 壊 熱 量			175 W
環 境 条 件	周 囲 温 度	静 止 空 気 38℃	火 災 800℃	静 止 空 気 38℃
	太 陽 熱 放 射	あ り	あ り	あ り
	周 圍 放 射 率	1.0	0.9	1.0
容 器 表 面 の 放 射 率		0.37	0.8	0.55

B.5.1.2 試験モデル

該当なし

B.5.2 核燃料輸送物の評価条件

落下試験Ⅰ及びⅡで緩衝体は変形を生じるが、緩衝体に変形しても断熱性能は保持されるので緩衝体には変形がない一般の試験条件と同様のモデルで解析を行った。

B.5.3 核燃料輸送物温度

(ロ) 章B.4.1.1の(1)及び(2)に記載したモデル及び条件に基づいて、TRUMPにより解析した。特別の試験条件下における最高温度と火災試験後からの時間の結果を(ロ)－第B.18表に示す。

火災試験30分後の輸送物の各部の温度分布を(ロ)－第B.7(a)図から(ロ)－第B.7(d)図に、時刻歴温度変化を(ロ)－第B.8図に示す。

なお、密封境界の最高温度は巻上装置カバーOリングが■■■℃、シャッターカバーガスケットは■■■℃となり、各々の最高使用温度を超えることはない。

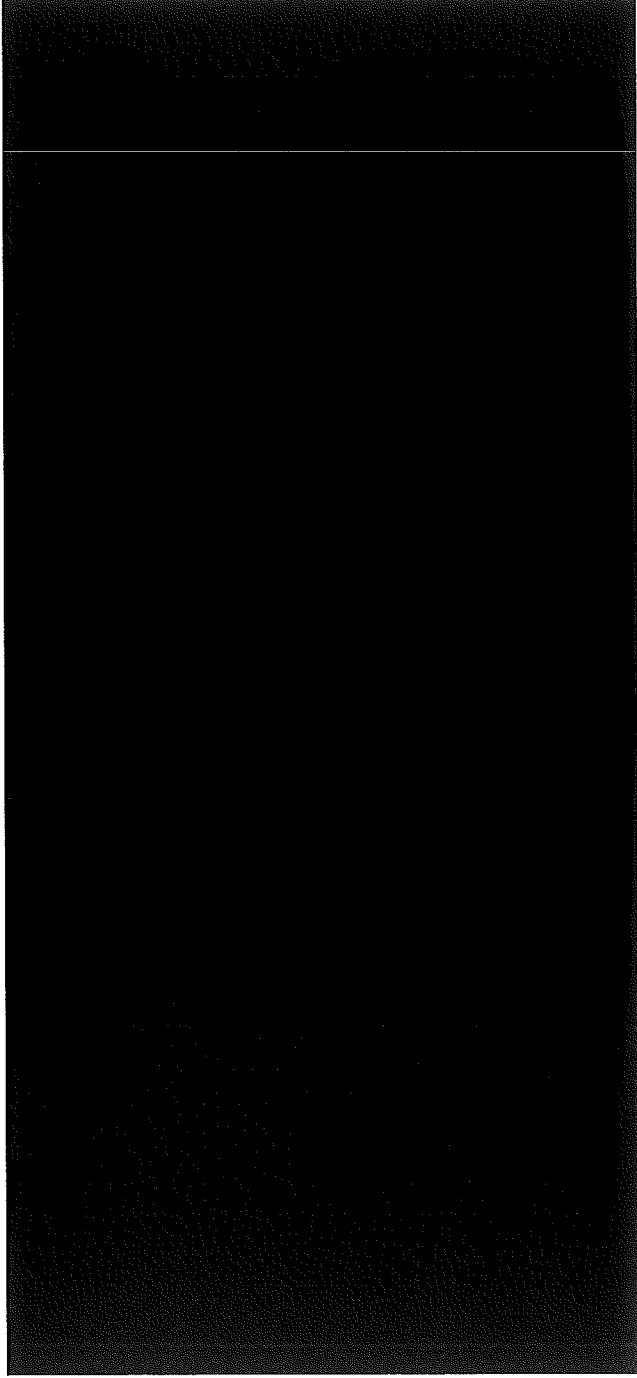
(ロ)－第B.18表 特別の試験条件下における最高温度 (収納物F2)

部位(ノード番号)	条 件	温 度 (°C)	火災発生後の時間 (h)
収 納 物 (1)		■■■	12.0
密 封 容 器 (10)			10.0
格 納 容 器 内 面 (104)			3.0
格 納 容 器 外 面 (404)			0.5
鉛 (613)			2.5
密 封 容 器 O リ ン グ (56)			10.0 (注)
シャッターカバーガスケット (420)			0.5
底部密封カバーOリング (440)			14.0
巻上装置カバーOリング (3471)			3.0
格 納 容 器 空 気 層 (70)			6.0
巻上装置カバー部空気層 (500)			0.5
シャッター部空気層 (520)			0.5
シャッター下部空気層 (530)			14.0

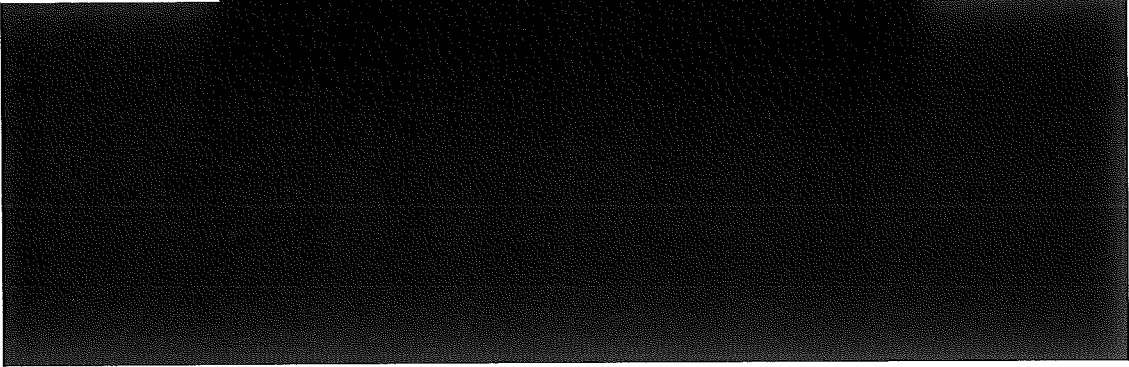
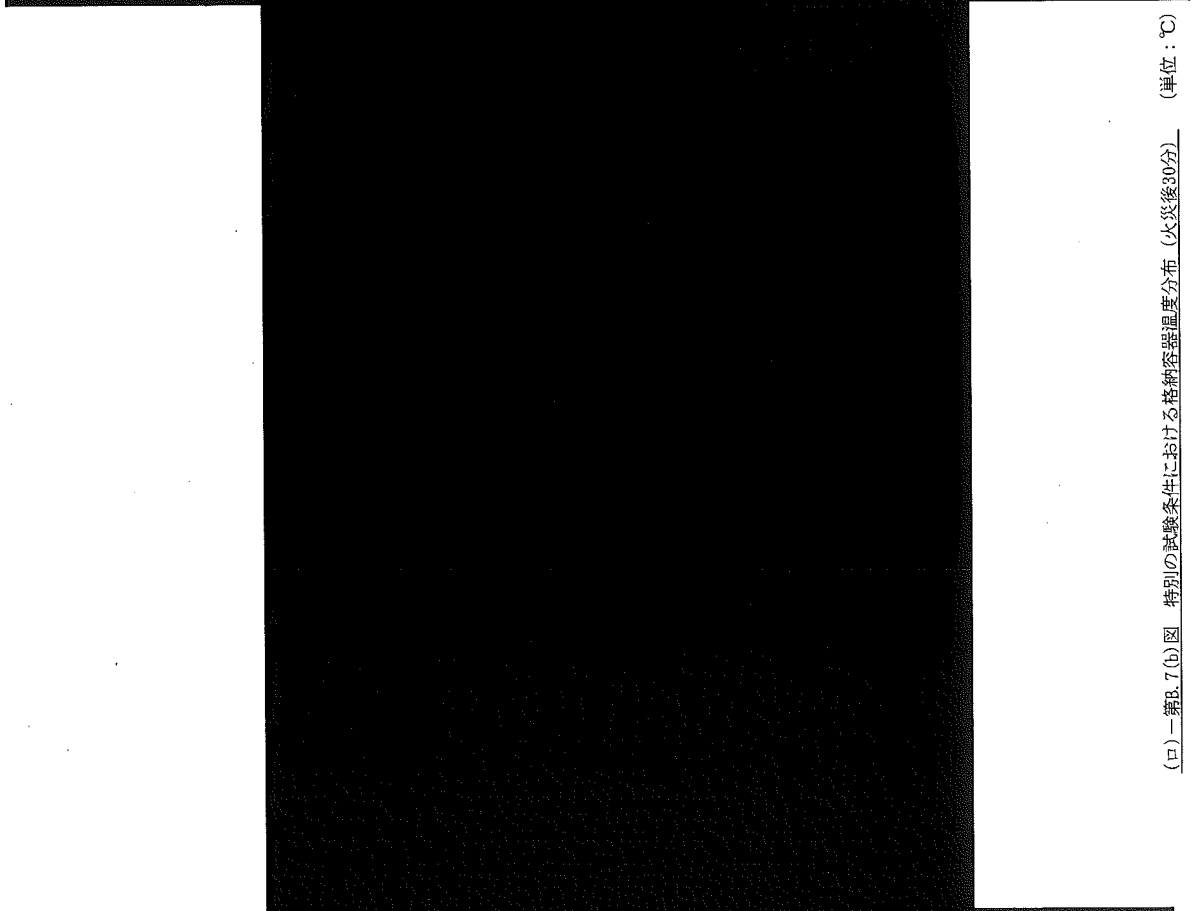
備考1： ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。

2： 本体内面と外面は、特別の試験条件下での温度差の最大のノード番号を示す。

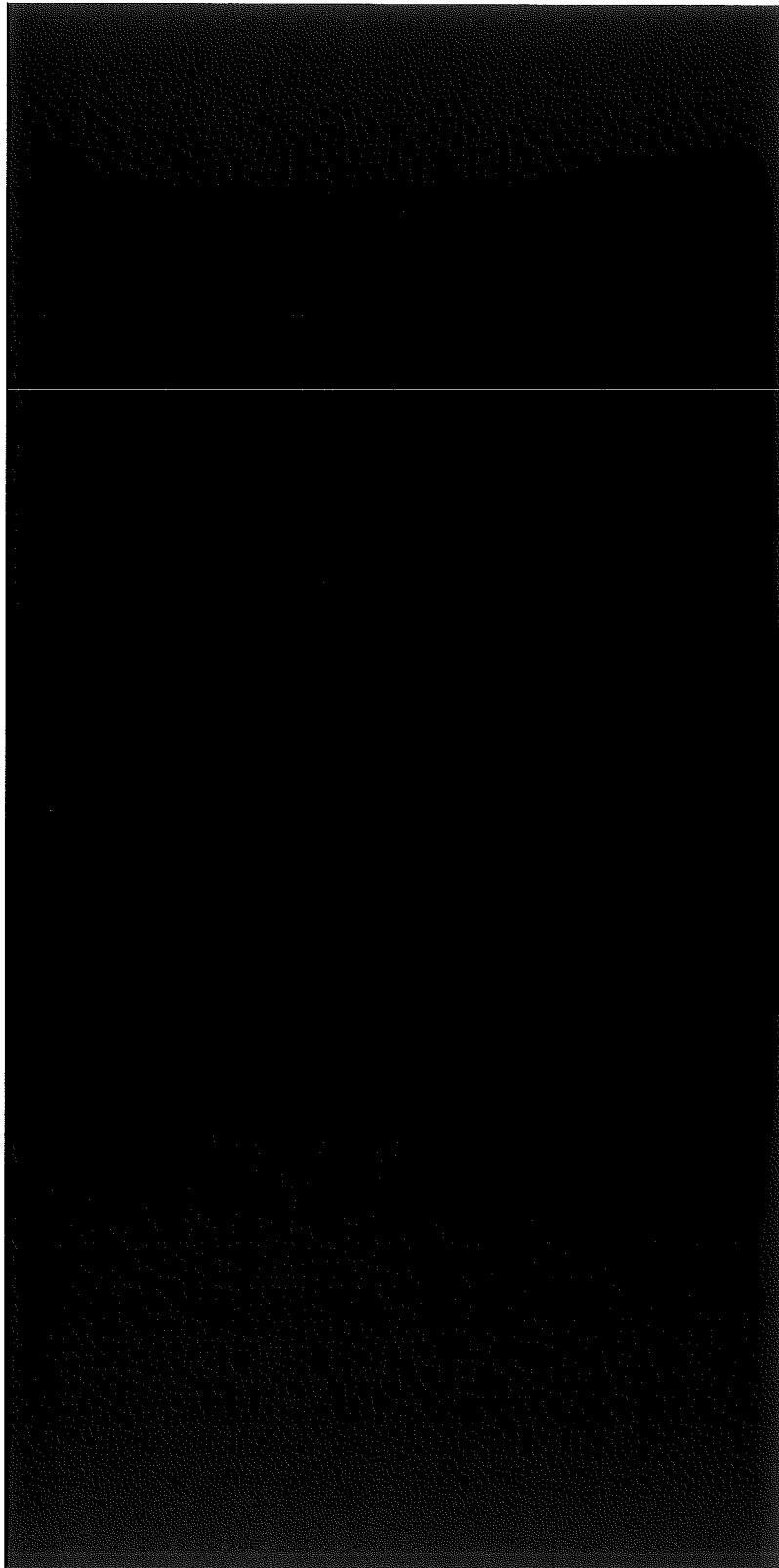
注) B.6 付属書類(3)に示す密封容器Oリング取付け位置の火災発生後時間及び最高温度



(口)一第B.7(a)図 特別の試験条件における密封容器温度分布 (火災後30分) (単位: °C)

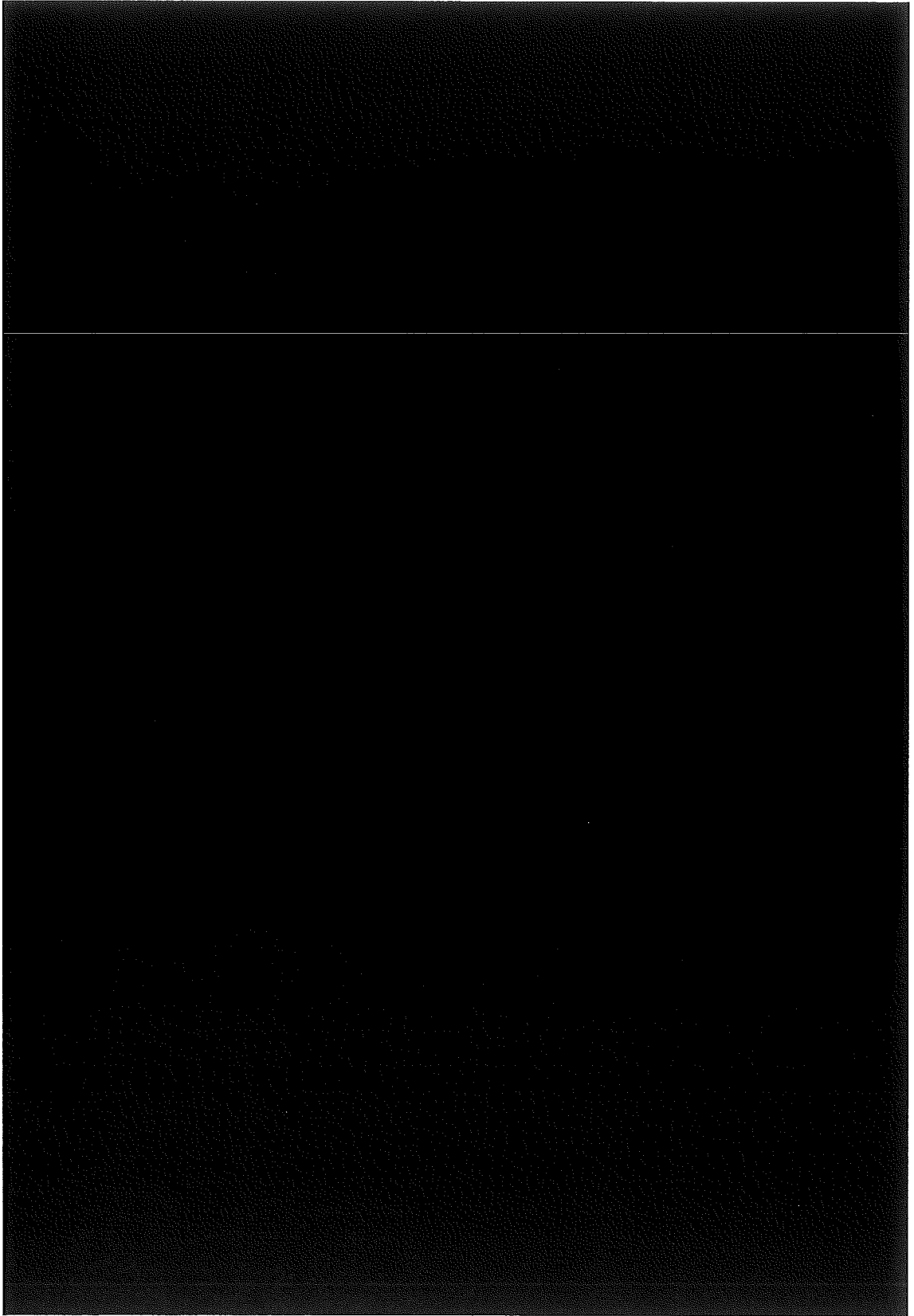


(ロ)一第B.7(b)図 特別の試験条件における格納容器温度分布 (火災後30分) (単位:℃)



(口) - 第B.7(c)図 特別の試験条件における上部緩衝体温度分布

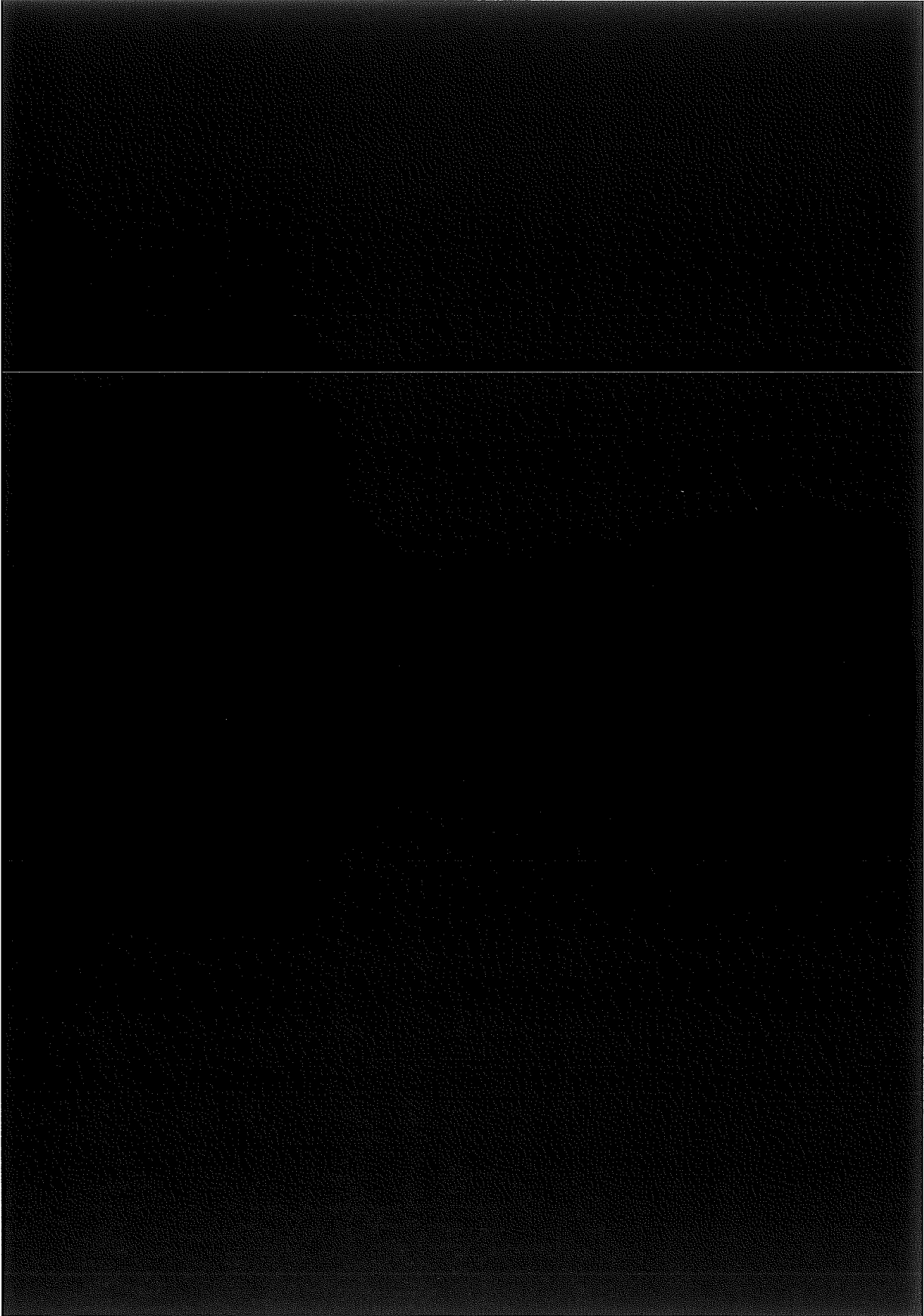
(火災後30分) (単位: °C)



(口)－第B.7(d)図 特別の試験条件における底部緩衝体温度分布

(火災後30分) (単位：℃)

(口)-B-33



(ロ)－第B. 8図 特別の試験条件下における輸送物の各部位の温度変化

B.5.4 最大内圧

輸送物の熱解析から、特別の試験条件下における輸送物の密封容器と格納容器内の圧力を求めた。密封容器内の圧力は、均質化した収納物の温度が最高になる火災発生後12時間のときに最大になる。格納容器空気層は(ロ)－第B.19表に示すように各部位の最大温度に基づいて解析を行った。したがって、圧力のピークは各部位で時間的に異なるため、解析値は実際より高い値を示している。次に、この条件で密封容器内圧力及び格納容器空気層の圧力を計算する。

(1) 密封容器

常温 (21℃) における圧力を P0、温度上昇後の温度及び圧力を t1、P1 とすれば、次式が成立つ。

$$\frac{P0}{273+21} = \frac{P1}{273+t1}$$

したがって、

$$\begin{aligned} P1 &= \frac{P0}{273+21} \times (273+t1) \\ &= \frac{0.1013}{294} \times (273+ \blacksquare) \\ &= \blacksquare \text{ MPa abs} \end{aligned}$$

(2) 格納容器空気層

各部位の容積、温度、圧力及び時間を(ロ)－第B.19表に示す。

(ロ)－第B.19表 格納容器各部位の容積、温度、圧力及び時間 (収納物F2)

i	格納容器各空気層	容積 (cm ³)	温度 (℃)	圧力 (MPa abs)	火災発生後の時間 (h)
1	巻上装置カバー	■	■	■	0.5
2	格納容器本体				6
3	シャッター一部				0.5
4	シャッター下部				14
合計		■			

圧力は密封容器と同様に求めた。また、全圧力は前述のとおり実際より高い値となる。全圧力を次式より求める。

$$P = \sum \frac{V_i}{V} P_i$$

$$=$$

$$=$$

$$= \text{■■■■ MPa abs}$$

B.5.5 最大熱応力

特別の試験条件下で輸送容器に生ずる熱応力が最大になるのは、輸送容器外面と内面の温度差が最大となる時、すなわち火災発生後30分の時である。

このときの熱応力は、(ロ)章A.6.3.2の計算により、格納容器内面では■■■■ MPa、外面では■■■■ MPaとなるが、解析基準値（内面■■■■ MPa、外面■■■■ MPa）より小さいので問題はない。

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輸送物の総合評価として、最高温度、最大圧力、最大熱応力の要約を(ロ)―第B.20表に示す。火災発生後30分の温度分布を(ロ)―第B.7(a)図から(ロ)―第B.7(d)図に示す。また、経過時間による輸送物の主要部位の温度変化を(ロ)―第B.8図に示す。

以上の結果により、収納物の温度は火災発生後12時間で最大の■■■■℃になるが、収納物の構成材はステンレス鋼、ジルカロイ及び二酸化ウランであり溶融及び破損することはない。

格納容器内には、一部鉛の遮蔽体を使用しているが、この部位での最高温度は■■■■℃であり、鉛の融点327℃よりはるかに低い温度なので鉛の溶融はない。

密封境界には■■■■のOリングを使用しており格納容器の底部密封カバー部では■■■■℃、密封容器では■■■■℃に達するが、B.6付属書類(3)に示すとおり、密封容器Oリング位置では■■■■℃であり、短期(1週間)最高使用温度■■■■℃を十分下回る。また、巻上装置カバー部では■■■■℃に達するが、短期(10日)の最高使用温度■■■■℃を十分下回る。よって、■■■■の性状変化に問題はなく密封性は維持される。

シャッターカバー部位は■■■■℃となるが、この部分のガスケット材は■■■■で最高使用温度は■■■■℃であり密封性能には問題ない。

(ロ) - 第B.20表 特別の試験条件下における輸送物の総合評価 (収納物F2)

項 目	基 準 値	結 果	評 価
最高温度			
収納物	—	■	熔融せず
鉛	■	■	熔融せず
底部密封カバーOリング	■	■	使用可能
本体外面	■	■	構造解析に使用
シャッターカバーガスケット	■	■	使用可能
本体内面	■	■	構造解析に使用
巻上装置カバーOリング	■	■	使用可能
格納容器カプラ	■	■	使用可能
密封容器	■	■	構造解析に使用
Oリング	■	■ ^{注)}	使用可能
カプラ	■	■ ^{注)}	使用可能
最大圧力			
密封容器内部	—	■ MPa abs	構造解析に使用
格納容器空気層	—	■ MPa abs	構造解析に使用
最大熱応力			
格納容器本体	■ MPa	■ MPa	MS = ■

注) B.6 付属書類 (3) に示す密封容器Oリング取付け位置の火災発生後の最高温度

B.6 付属書類

- (1) B.6.1 解析に用いる熱伝達率及び熱放射係数
- (2) B.6.2 密封内容器を用いる場合の熱解析（照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料(F14)収納時の熱解析）
- (3) B.6.3 Oリングの選定について
- (4) B.6.4 参考文献

(1) B.6.1 解析に用いる熱伝達率及び熱放射係数

1. 容器内の熱伝達

(1) 収納物と密封内容器内壁との熱伝達率



次のWootonの式を用いる。

$$h = 0.4 \frac{\lambda}{D} \left[\frac{g \beta D^3 P r}{\nu^2} \right]^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

ただし、

h : 熱伝達率 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

λ : 熱伝導率 ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)

D : 密封内容器内壁高さ (m)

g : 重力加速度 (m/s^2)

β : 膨張率 (K^{-1})

$P r$: プラントル数

ν : 動粘性係数 (m^2/s)

Δt : 温度差 (K)

$D = \blacksquare \text{m}$

$g = 9.8 \text{ m}/\text{s}^2$

ヘリウムの温度を 100°C として熱伝達率を求めると、

$\lambda = 0.1789 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$

$\beta = 2.681 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

$$Pr = 0.6718$$

$$\nu = 1.794 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$h = 0.4 \times \frac{0.1789}{\blacksquare} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3 \times 0.6718}{(1.794 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温度(°C)	熱伝達率 (W/m ² ·K)
0	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
40	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
100	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
140	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
200	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
500	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
800	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$

(2) 密封内容器の保護カバー内部の熱伝達率



密閉流体層内（垂直層）の自然対流熱伝達の式

$$h = 0.0516 \lambda \left[\frac{g \beta P r \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

を用いる。

ただし、

h : 熱伝達率 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

λ : 熱伝導率 ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)

g : 重力加速度 (m/s^2)

β : 膨張率 (K^{-1})

$P r$: プラントル数

ν : 動粘性係数 (m^2/s)

Δt : 温度差 (K)

ここで、

$$g = 9.8 \text{ m}/\text{s}^2$$

空気の温度を 100°C として熱伝達率を求めると、

$$\begin{aligned} h &= 0.0516 \times 0.0316 \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times 0.70}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/3} (\Delta t)^{1/3} \\ &= 0.519 (\Delta t)^{1/3} (\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

この値は空気層の全厚さについての値であり、空気層の節点が中央にあるとすると、半分の幅の熱抵抗は全厚さの熱抵抗の半分になるので、空気と蓋の内壁との熱伝達率は上記の値の2倍となる。

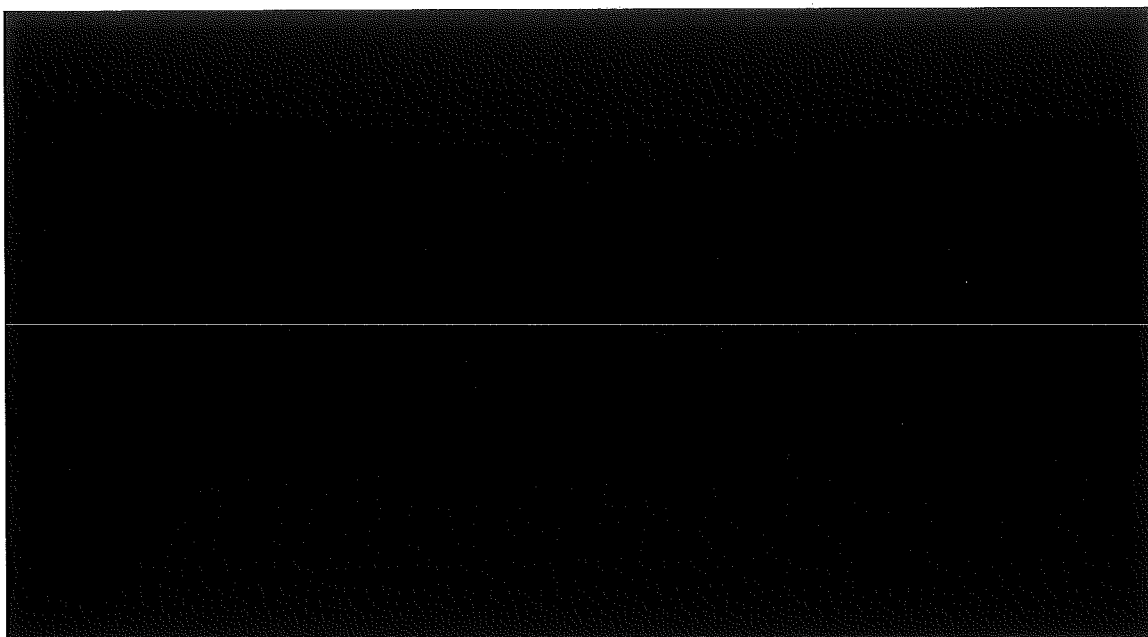
したがって、熱伝達率は、

$$h' = 2h = 1.037 (\Delta t)^{1/3} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度 (°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	1.277 (Δ t) ^{1/3}
40	1.170 (Δ t) ^{1/3}
100	1.037 (Δ t) ^{1/3}
140	0.971 (Δ t) ^{1/3}
200	0.889 (Δ t) ^{1/3}
500	0.640 (Δ t) ^{1/3}
800	0.514 (Δ t) ^{1/3}

(3) 密封内容器と密封容器内壁の間の熱伝達率



上図は密封内容器と密封容器内壁の間の熱伝達のモデルを表している。

領域Aでは、密封内容器と密封容器内壁の間では、自然対流による熱伝達を考慮して以下の(イ)に述べる式により計算を行う。

領域Bでは、以下の(ロ)に述べる計算式を用いて熱伝達率を求める。

(イ) 領域A

長さ \blacksquare mmにおいて、

密封容器内壁内体積： \blacksquare cm³、直径： \blacksquare mm

容器内容器体積： \blacksquare cm³、相当直径： \blacksquare mm

から空気層の厚さを \blacksquare m として、水平環内の熱伝導率を表わす次の λ_c の式を用いる。

$$\lambda_c = 0.135 \lambda \left[\left(\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right) \left(\frac{Pr^2}{1.36 + Pr} \right) \right]^{0.278}$$

ただし、

λ_c : 環路での空気の有効熱伝導率 (W/m·K)

λ : 熱伝導率 (W/m·K)

g : 重力加速度 (m/s²)

β : 膨張率 (K⁻¹)

L : 空気層の厚さ (m)

Δt : 温度差 (K)

ν : 動粘性係数 (m²/s)

Pr : プラントル数

ここで、

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2, \quad L = \blacksquare \text{ m}$$

空気の温度を100℃とすると有効熱伝導率は、

$$\begin{aligned} \lambda_c &= 0.135 \times 0.0316 \left[\left(\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right) \left(\frac{(0.70)^2}{1.36 + 0.70} \right) \right]^{0.278} \times (\Delta t)^{0.278} \\ &= \blacksquare (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m·K)} \end{aligned}$$

空気層の節点が中央 $L/2$ にあるとすれば、熱伝達率は、

$$\begin{aligned} h &= \frac{\lambda_c}{L/2} = \frac{2 \times \blacksquare \times (\Delta t)^{0.278}}{\blacksquare} \\ &= \blacksquare (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} \end{aligned}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度(°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	(Δ t) 0.278
40	(Δ t) 0.278
100	(Δ t) 0.278
140	(Δ t) 0.278
200	(Δ t) 0.278
500	(Δ t) 0.278
800	(Δ t) 0.278

(ロ) 領域B

水平方向の熱伝達率はLiuの式を用いて求める。

$$L = \blacksquare \text{ m}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

から、空気の温度を100°Cとすると有効熱伝導率は、

$$\lambda_c = 0.135 \times 0.0316 \left[\left(\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right) \left(\frac{(0.70)^2}{1.36 + 0.70} \right) \right]^{0.278} \times (\Delta t)^{0.278}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

空気層の節点が中央L/2にあるとすれば、熱伝達率は、

$$h = \frac{\lambda_c}{L/2} = \frac{2 \times \blacksquare \times (\Delta t)^{0.278}}{\blacksquare}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温度(°C)	熱伝達率 (W/m ² ·K)
0	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
40	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
100	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
140	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
200	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
500	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
800	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$

垂直方向の熱伝達率は次の密閉流体層内の垂直層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.0516 \lambda \left[\frac{g \beta P r \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

ただし、

h : 熱伝達率 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

λ : 熱伝導率 ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)

g : 重力加速度 (m/s^2)

β : 膨張率 (K^{-1})

Δt : 温度差 (K)

ν : 動粘性係数 (m^2/s)

$P r$: プラントル数

ここで、

$$g = 9.8 \text{ m}/\text{s}^2$$

空気の温度を 100°C とすると熱伝達率は、

$$\begin{aligned} h &= 0.0516 \times 0.0316 \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times 0.70}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/3} (\Delta t)^{1/3} \\ &= 0.519 (\Delta t)^{1/3} (\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

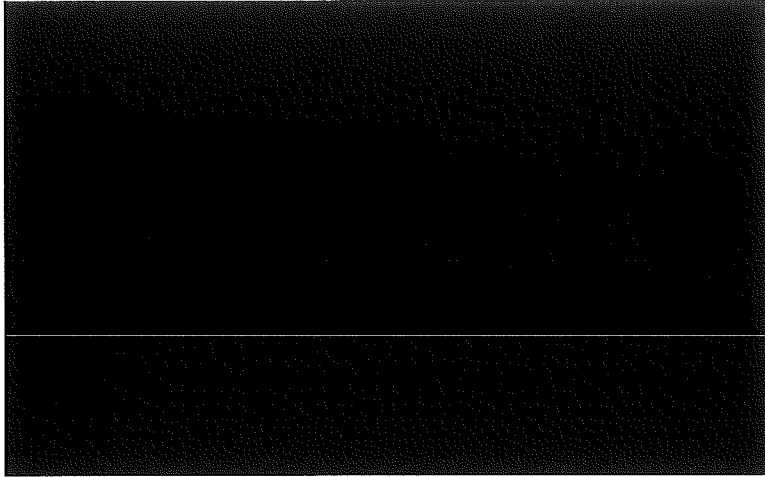
空気層の節点を中央にあるとすれば、半分の幅の熱抵抗は全厚さの熱抵抗の半分になるので、熱伝達率は上記の値の2倍となり、

$$h' = 2h = 1.037 (\Delta t)^{1/3} (\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度(°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	1.277 (Δ t) ^{1/3}
40	1.170 (Δ t) ^{1/3}
100	1.037 (Δ t) ^{1/3}
140	0.971 (Δ t) ^{1/3}
200	0.889 (Δ t) ^{1/3}
500	0.640 (Δ t) ^{1/3}
800	0.514 (Δ t) ^{1/3}

(4) 収納物と密封容器内壁との熱伝達率



次のWootonの式を用いる。

$$h = 0.4 \frac{\lambda}{D} \left[\frac{g \beta D^3 P r}{\nu^2} \right]^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

ただし、

h : 熱伝達率 (W/m²·K)

λ : 熱伝導率 (W/m·K)

D : 密封容器内壁高さ (m)

g : 重力加速度 (m/s²)

β : 膨張率 (K⁻¹)

$P r$: プラントル数

ν : 動粘性係数 (m²/s)

Δt : 温度差 (K)

$D = \blacksquare$ m

$g = 9.8$ m/s²

空気の温度を100°Cとすると、

$\lambda = 0.0316$ W/m·K

$\beta = 2.681 \times 10^{-3}$ K⁻¹

$P r = 0.70$

$\nu = 0.239 \times 10^{-4}$ m²/s

から熱伝達率は、

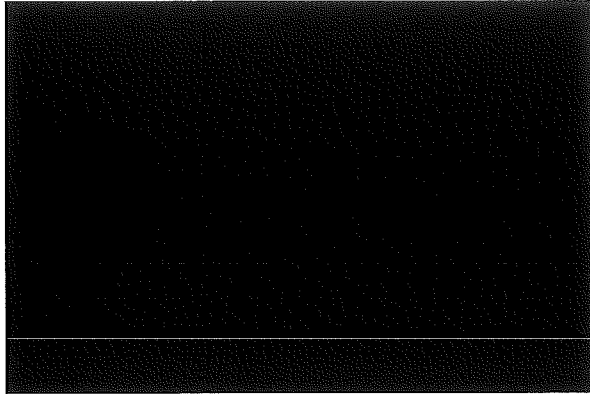
$$h = 0.4 \times \frac{0.0316}{\blacksquare} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3 \times 0.70}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度 (°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
40	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
100	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
140	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
200	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
500	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
800	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$

(5) 密封容器蓋内部の空気の熱伝達率



密閉流体層内（垂直層）の自然対流熱伝達の式

$$h = 0.18 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{H}{L} \right)^{-1/9} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

を用いる。

ただし、

h : 熱伝達率 ($W/m^2 \cdot K$)

λ : 熱伝導率 ($W/m \cdot K$)

L : 空気層の厚さ (m)

g : 重力加速度 (m/s^2)

β : 膨張率 (K^{-1})

Pr : プラントル数

ν : 動粘性係数 (m^2/s)

H : 空気層の高さ (m)

Δt : 温度差 (K)

ここで、

$$L = \blacksquare \text{ m} , \quad H = \blacksquare \text{ m} , \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

空気の温度を 100°C として熱伝達率を求めると、

$$h = 0.18 \times \frac{0.0316}{\blacksquare} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} (\blacksquare)^{-1/9} \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

この値は空気層の全厚さについての値であり、空気層の節点が中央にあるとすると、半分の幅の熱抵抗は全厚さの熱抵抗の半分になるので、空気と蓋の内壁との熱伝達率は上記の値の2倍となる。

したがって、熱伝達率は、

$$h' = 2h = \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度 (°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
40	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
100	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
140	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
200	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
500	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
800	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$

(6) 密封容器と格納容器内壁の間の熱伝達率



上図は密封容器と格納容器内壁の間の熱伝達のモデルを表している。

領域Aでは、密封容器と格納容器内壁の間では、自然対流による熱伝達を考慮して以下の(イ)に述べる式により計算を行う。

領域Bでは、以下の(ロ)に述べる計算式を用いて熱伝達率を求める。

(イ) 領域A

長さ \blacksquare mmにおいて、

格納容器内壁内体積 \blacksquare cm³、直径 \blacksquare mm

密封容器体積 \blacksquare cm³、相当直径 \blacksquare mm

から空気層の厚さを \blacksquare mmとして、水平環内の熱伝導率を表わす次のLiuの式を用いる。

$$\lambda_c = 0.135 \lambda \left[\left(\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right) \left(\frac{Pr^2}{1.36 + Pr} \right) \right]^{0.278}$$

ただし、

λ_c : 環路での空気の有効熱伝導率 (W/m·K)

λ : 熱伝導率 (W/m·K)

g : 重力加速度 (m/s²)

β : 膨張率 (K⁻¹)

L : 空気層の厚さ (m)

Δt : 温度差 (K)

ν : 動粘性係数 (m^2/s)

Pr : プラントル数

ここで、

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2, \quad L = \text{■■■■} \text{ m}$$

空気の温度を100°Cとすると有効熱伝導率は、

$$\lambda_e = 0.135 \times 0.0316 \left[\left(\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\text{■■■■})^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right) \left(\frac{(0.70)^2}{1.36 + 0.70} \right) \right]^{0.278} \times (\Delta t)^{0.278}$$
$$= \text{■■■■} (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

空気層の節点が中央L/2にあるとすれば、熱伝達率は、

$$h = \frac{\lambda_e}{L/2} = \frac{2 \times \text{■■■■} \times (\Delta t)^{0.278}}{\text{■■■■}}$$
$$= \text{■■■■} (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

同様に各温度に対して熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温度(°C)	熱伝達率 (W/m ² ·K)
0	■■■■ (Δt) ^{0.278}
40	■■■■ (Δt) ^{0.278}
100	■■■■ (Δt) ^{0.278}
140	■■■■ (Δt) ^{0.278}
200	■■■■ (Δt) ^{0.278}
500	■■■■ (Δt) ^{0.278}
800	■■■■ (Δt) ^{0.278}

(ロ) 領域B

水平方向の熱伝達率はLiuの式を用いて求める。

$$L = \blacksquare \text{ m}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

から空気の温度を100°Cとすると有効熱伝導率は、

$$\lambda_c = 0.135 \times 0.0316 \left[\left(\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right) \left(\frac{(0.70)^2}{1.36 + 0.70} \right) \right]^{0.278} \times (\Delta t)^{0.278}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

空気層の節点が中央L/2にあるとすれば、熱伝達率は、

$$h = \frac{\lambda_c}{L/2} = \frac{2 \times \blacksquare \times (\Delta t)^{0.278}}{\blacksquare}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{0.278} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

同様に各温度に対して熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温度(°C)	熱伝達率 (W/m ² ·K)
0	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
40	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
100	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
140	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
200	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
500	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$
800	$\blacksquare (\Delta t)^{0.278}$

垂直方向の熱伝達率は次の密閉流体層内の垂直層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.18 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{H}{L} \right)^{-1/9} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

ただし、

h : 熱伝達率 ($W/m^2 \cdot K$)

λ : 熱伝導率 ($W/m \cdot K$)

g : 重力加速度 (m/s^2)

β : 膨張率 (K^{-1})

L : 空気層の厚さ (m)

Δt : 温度差 (K)

ν : 動粘性係数 (m^2/s)

H : 空気層の高さ (m)

Pr : プラントル数

ここで、

$$L = \text{■} \text{ m} , \quad H = \text{■} \text{ m} , \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

空気の温度を 100°C とすると熱伝達率は、








$$h = 0.18 \times \frac{0.0316}{\text{■}} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\text{■})^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} (\text{■})^{-1/9} \times \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \text{■} (\Delta t)^{1/4} (W/m^2 \cdot K)$$

空気層の節点が中央にあるとすれば、半分の幅の熱抵抗は全厚さの熱抵抗の半分になるので、熱伝達率は上記の値の2倍となり、

$$h' = 2h = \text{■} (\Delta t)^{1/4} (W/m^2 \cdot K)$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度 (°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	 (Δ t) ^{1/4}
40	 (Δ t) ^{1/4}
100	 (Δ t) ^{1/4}
140	 (Δ t) ^{1/4}
200	 (Δ t) ^{1/4}
500	 (Δ t) ^{1/4}
800	 (Δ t) ^{1/4}

(7) 本体上部の巻上ドラムカバー内の空気の熱伝達率



次の密閉流体層内の垂直層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.18 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{H}{L} \right)^{-1/9} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

(使用記号は前述)

ここで、

$$L = \text{■■■■} \text{ m}、 \quad H = \text{■■■■} \text{ m}、 \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$








空気の温度を100°Cとすると熱伝達率は、

$$\begin{aligned} h &= 0.18 \times \frac{0.0316}{\text{■■■■}} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\text{■■■■})^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} \left(\frac{\text{■■■■}}{\text{■■■■}} \right)^{-1/9} \times \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4} \\ &= \text{■■■■} (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} \end{aligned}$$

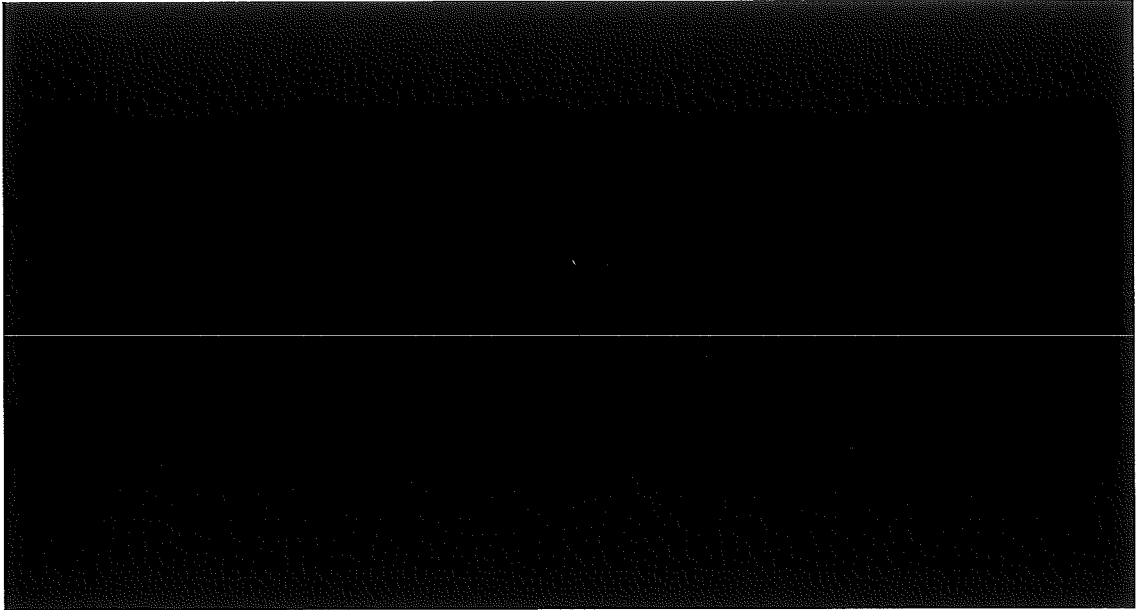
空気層の節点が中央にあるとすれば、熱抵抗は半分になるので、熱伝達率は上記の値の2倍となり、

$$h' = 2h = \text{■■■■} (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度(°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	 (Δ t) ^{1/4}
40	 (Δ t) ^{1/4}
100	 (Δ t) ^{1/4}
140	 (Δ t) ^{1/4}
200	 (Δ t) ^{1/4}
500	 (Δ t) ^{1/4}
800	 (Δ t) ^{1/4}

(8) 巻上ドラムのシャフトカバー内の空気の熱伝達率



次の密閉流体層内の水平層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.195 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

ただし、

h : 熱伝達率 (W/m²·K)

λ : 熱伝導率 (W/m·K)

L : 空気層の厚さ (m)

g : 重力加速度 (m/s²)

β : 膨張率 (K⁻¹)

Δt : 温度差 (K)

ν : 動粘性係数 (m²/s)

Pr : プラントル数

ここで、

$$L = \blacksquare \text{ m} \quad , \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

空気の温度を100°Cとすると熱伝達率は、

$$h = 0.195 \times \frac{0.0316}{\blacksquare} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

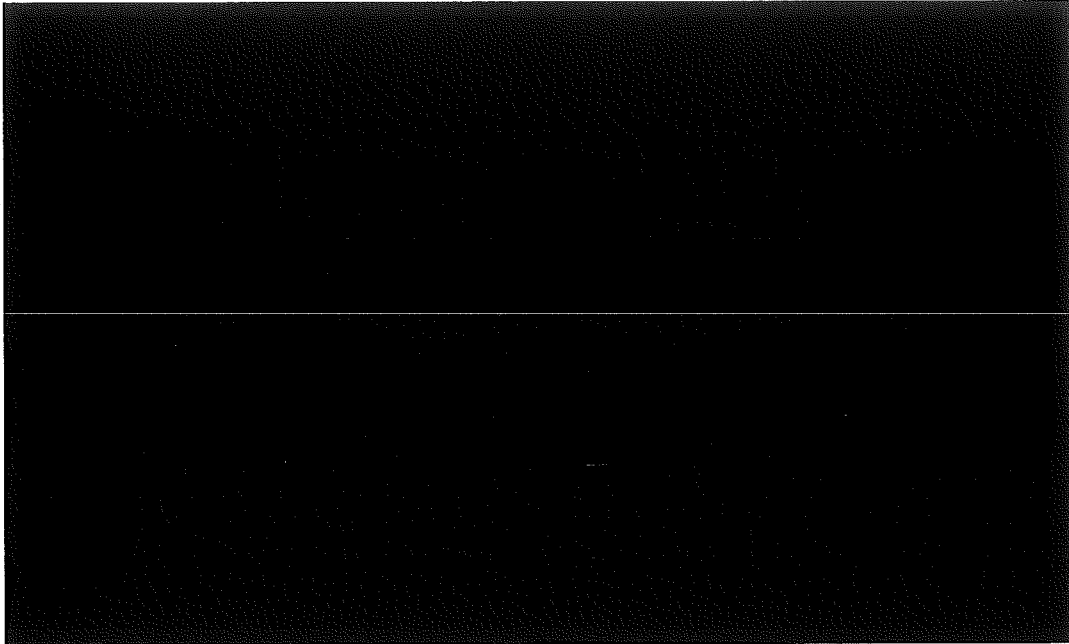
空気層の節点が中央にあるとすれば、熱抵抗は半分になるので、熱伝達率は上記の値の2倍となり、

$$h' = 2h = \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温度(°C)	熱伝達率 (W/m ² ·K)
0	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
40	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
100	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
140	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
200	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
500	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$
800	$\blacksquare (\Delta t)^{1/4}$

(9) シャッター蓋内部の空気の熱伝達率



水平方向の熱伝達率は次の密閉流体層内の水平層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.195 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

(記号は前述)

ここで、

$$L = \blacksquare \text{ m} \quad , \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$








空気の温度を100°Cとすると熱伝達率は、

$$\begin{aligned} h &= 0.195 \times \frac{0.0316}{\blacksquare} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4} \\ &= \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} \end{aligned}$$

空気層の節点が中央にあるとすれば、熱伝達率は上記の値を2倍した値となり、

$$h' = 2h = \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度 (°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	 (Δ t) ^{1/4}
40	 (Δ t) ^{1/4}
100	 (Δ t) ^{1/4}
140	 (Δ t) ^{1/4}
200	 (Δ t) ^{1/4}
500	 (Δ t) ^{1/4}
800	 (Δ t) ^{1/4}

垂直方向の熱伝達率は、次の密閉流体層内の垂直層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.18 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{H}{L} \right)^{-1/9} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

(使用記号は前述)

ここで、

$$L = \text{■■■■} \text{ m} , \quad H = \text{■■■■} \text{ m} , \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

空気の温度を100℃とすると熱伝達率は、

$$h = 0.18 \times \frac{0.0316}{\text{■■■■}} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\text{■■■■})^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} \left(\frac{\text{■■■■}}{\text{■■■■}} \right)^{-1/9} \times \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \text{■■■■} (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

空気層の節点が中央にあるとすれば、熱伝達率は上記の値を2倍した値となり、

$$h' = 2h = \text{■■■■} (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度(℃)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	■■■■ (Δ t) ^{1/4}
40	■■■■ (Δ t) ^{1/4}
100	■■■■ (Δ t) ^{1/4}
140	■■■■ (Δ t) ^{1/4}
200	■■■■ (Δ t) ^{1/4}
500	■■■■ (Δ t) ^{1/4}
800	■■■■ (Δ t) ^{1/4}

(10) 本体下部の密封容器の入口部の空気の熱伝達率



次の密閉流体層内の垂直層の自然対流熱伝達を表わす式を用いる。

$$h = 0.18 \frac{\lambda}{L} \left[\frac{g \beta L^3 \Delta t}{\nu^2} \right]^{1/4} \left(\frac{H}{L} \right)^{-1/9} \left(\frac{Pr}{0.72} \right)^{1/4}$$

(使用記号は前述)

ここで、

$$L = \blacksquare \text{ m} , \quad H = \blacksquare \text{ m} , \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

空気の温度を100°Cとすると熱伝達率は、








$$h = 0.18 \times \frac{0.0316}{\blacksquare} \times \left[\frac{9.8 \times 2.681 \times 10^{-3} \times (\blacksquare)^3}{(0.239 \times 10^{-4})^2} \right]^{1/4} \left(\frac{\blacksquare}{\blacksquare} \right)^{-1/9} \left(\frac{0.70}{0.72} \right)^{1/4} (\Delta t)^{1/4}$$

$$= \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

空気層の節点が中央にあるとすれば、熱伝達率は上記の値を2倍した値となり、

$$H' = 2h = \blacksquare (\Delta t)^{1/4} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

同様に各温度について熱伝達率を求めると以下のとおりである。

温 度(°C)	熱 伝 達 率 (W/m ² ·K)
0	 (Δ t) ^{1/4}
40	 (Δ t) ^{1/4}
100	 (Δ t) ^{1/4}
140	 (Δ t) ^{1/4}
200	 (Δ t) ^{1/4}
500	 (Δ t) ^{1/4}
800	 (Δ t) ^{1/4}

(2) B.6.2 密封容器を用いる場合の熱解析

(照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料(F14)収納時の熱解析)
収納物F12からF16(F13除く)を輸送する場合には密封容器を用いる。これらの収納物のうち、最大崩壊熱量はF14(照射済ウラン・プルトニウム炭化物及び窒化物燃料)を収納する場合である。

1. 熱解析の条件と方法

熱解析の条件及び方法を(ロ)―第B.21表に示す。熱解析の方法は被覆粒子燃料(F2)1体収納時と同様である。

2. 熱解析モデル

輸送容器の熱解析は差分法に基づく3次元定常及び非定常温度分布プログラムTRUMPを用いて行った。ウラン・プルトニウム炭化物と、ウラン・プルトニウム窒化物の熱的性質はほぼ同じなので、収納物は、ウラン・プルトニウム炭化物とし、ウラン・プルトニウム炭化物、ステンレス鋼等を均質化したものと考え、均質化領域の平均密度及び平均比熱は(ロ)章B.4.1.1(1)に示す式により求めた。均質化領域の体積及び構成材料の重量並びに平均密度及び平均比熱を(ロ)―第B.22表に示す。

密封容器の解析モデルを(ロ)―第B.9図に示す。ノード分割は図中に示すとおりである。なお、密封容器、格納容器及び緩衝体の解析モデルは、(ロ)―第B.1図から(ロ)―第B.4図と同じである。

3. 計算結果

3.1 最高温度

1. 及び2. に記載した解析条件及び解析モデルに基づいて、TRUMPを用い、一般の試験条件下(日陰及び運搬時最高温度条件)及び特別の試験条件下における輸送物の温度分布を求めた。

(1) 一般の試験条件

一般の試験条件下(運搬時最高温度条件)における輸送物の温度分布を(ロ)―第B.10(a)図から(ロ)―第B.10(d)図に、一般の試験条件下(日陰)の輸送物表面の温度分布を(ロ)―第B.11図に示す。また、主要部の温度を(ロ)―第B.23表に示す。

(2) 特別の試験条件

特別の試験条件下における輸送物の温度分布を(口)－第B.12(a)図から(口)－第B.12(d)図及び経時変化を(口)－第B.13図に示す。また、主要部の温度を(口)－第B.24表に示す。

(ロ)一第B.21表 熱解析の条件及び方法 (収納物F14)

項目	条件		一般の試験 (日陰)		一般の試験 (運搬時最高温度条件)		特別の試験		
	太陽熱放射無の条件	80 W以下	最低温度評価条件	80 W	最高温度評価条件	80 W	火災前	火災時	火災後
崩壊熱量	80 W	80 W以下	静止空気 38°C	80 W	80 W	80 W	80 W	80 W	80 W
周囲温度	静止空気 38°C	静止空気 -20°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	静止空気 38°C	火災30分間 800°C	静止空気 38°C
太陽熱放射条件	なし	なし	なし	あり	あり	あり	あり	あり	あり
周囲放射率	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
容器表面放射率	0.37 注1)	0.37 注1)	0.37 注1)	0.37 注1)	0.37 注1)	0.37 注1)	0.37 注1)	0.8 注2)	0.55 注3)
計算モデル	3次元全体系熱伝達モデル (緩衝体を含む。)								
	均質化近似								
温度分布計算プログラム	差分法温度分布計算プログラムTRUMP								
使用物性値	B.2 材料の熱的性質								
最大内圧	密封容器内圧	$\frac{PV}{T} = \text{一定}$							
	格納容器内圧								

注1) Bevans, J.T., et. Al., "Comparison of Total Emittances With Values Computed From Spectral Measurements", Trans. ASME, pp. 1405-1416, (Oct. 1958)

注2) IAEA Safety Standards Series "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" (1996 Edition)

注3) Ohlsen, P.E. and Etemad, G.A., "Spectral and Total Radiation Data of Various Aircraft Materials" Report No. NA57-330, North American Aviation, Inc., (July 23, 1957), pp. 20-22. 26-33

(ロ)－第B. 22表 均質化領域の熱的性質 (収納物F14)

収 納 物 名		ウラン・プルトニウム炭化物 燃 料 (F14)	
総 体 積 (m³)		■	
総 重 量 (kg)		■	
重 量 の 内 訳 (kg)	ウラン・プルトニウム炭化物	■	
	ス テ ン レ ス 鋼	■	
	ア ル ミ ニ ウ ム	■	
	ヘ リ ウ ム (注)	■	
平 均 密 度 (kg/m³)		■	
平 均 比 熱 (kJ/kg・K)	温 度	100℃	■
		200℃	■
		500℃	■

(注) ヘリウムの密度は100℃の値を用いた。

3. 2 最大内圧

一般の試験条件下及び特別の試験条件下における密封内容器内、密封容器内及び格納容器内の最大内圧を(ロ)－第B. 25表に示す。

密封内容器の運搬中に予想される周囲の温度変化 (-20℃から 38℃) を考慮した場合の内圧は次のとおりとなる。

-20℃の環境で燃料を収納し、38℃の日陰 (屋内) の環境下で調圧 (大気圧: P_1) を行う。この時の輸送容器内の温度 (T_1) は、(ロ)－第B. 23表の日陰の温度のうち、収納物 (■℃) から周囲の温度変化 58℃ (-20℃から 38℃) を引いた ■℃となる。

その後、太陽輻射熱を受けた時における内部空気の最高温度 (T_2) が ■℃となる。

$$(P_1 \cdot V_1) / T_1 = (P_2 \cdot V_2) / T_2$$

$$P_2 = (P_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (V_2 \cdot T_1)$$

P_1 : 運搬中の内圧 (大気圧) = 0.1013 (MPa abs)

V_1 : 運搬中の内部空気容積 (m^3)

T_1 : 輸送容器内の温度 : $\blacksquare + 273 = \blacksquare$ (K)

P_2 : 太陽輻射を受けた時の最大内圧 (MPa abs)

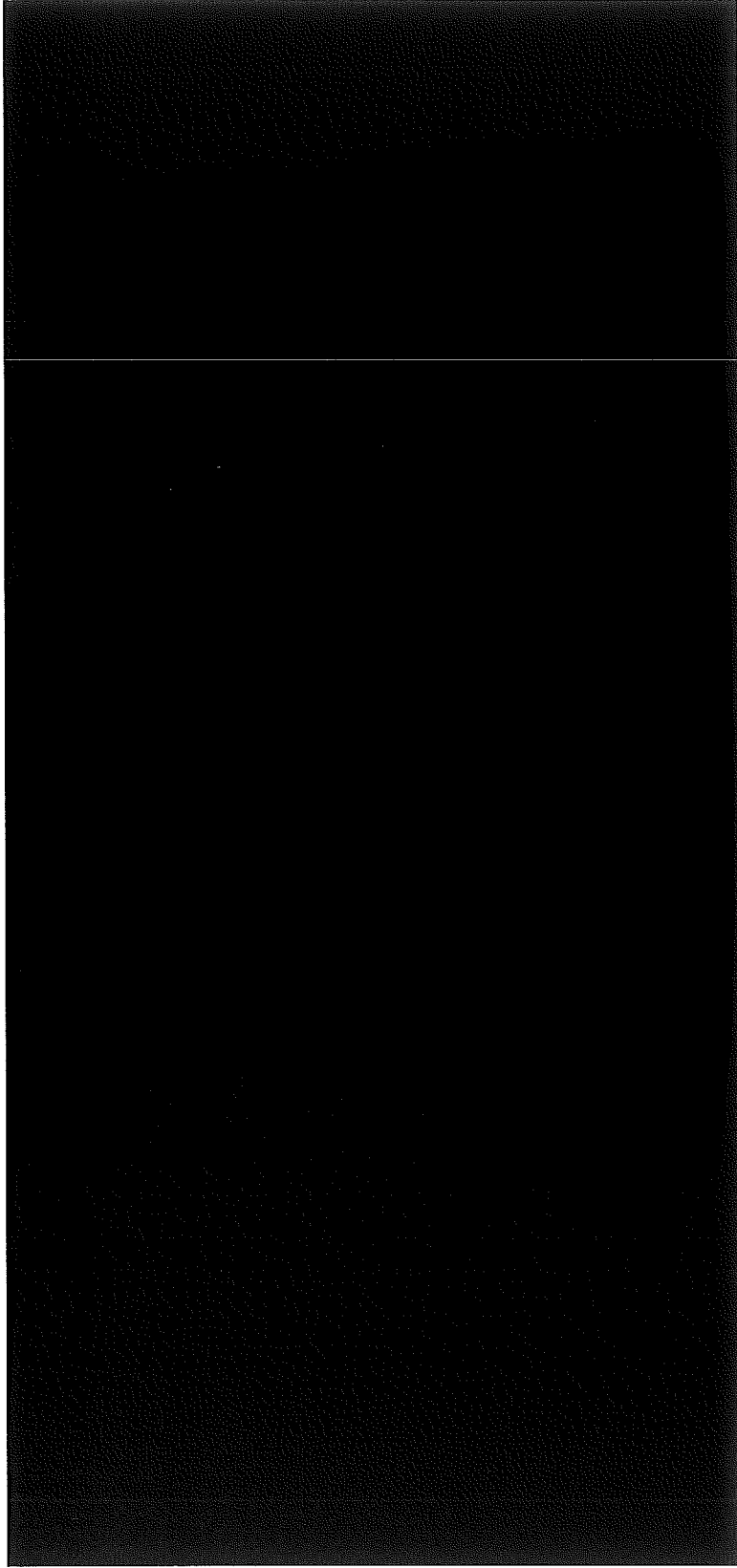
V_2 : 太陽輻射を受けた時の内部空気容積 (m^3)

T_2 : 太陽輻射を受けた時の温度 : $\blacksquare + 273 = \blacksquare$ (K)

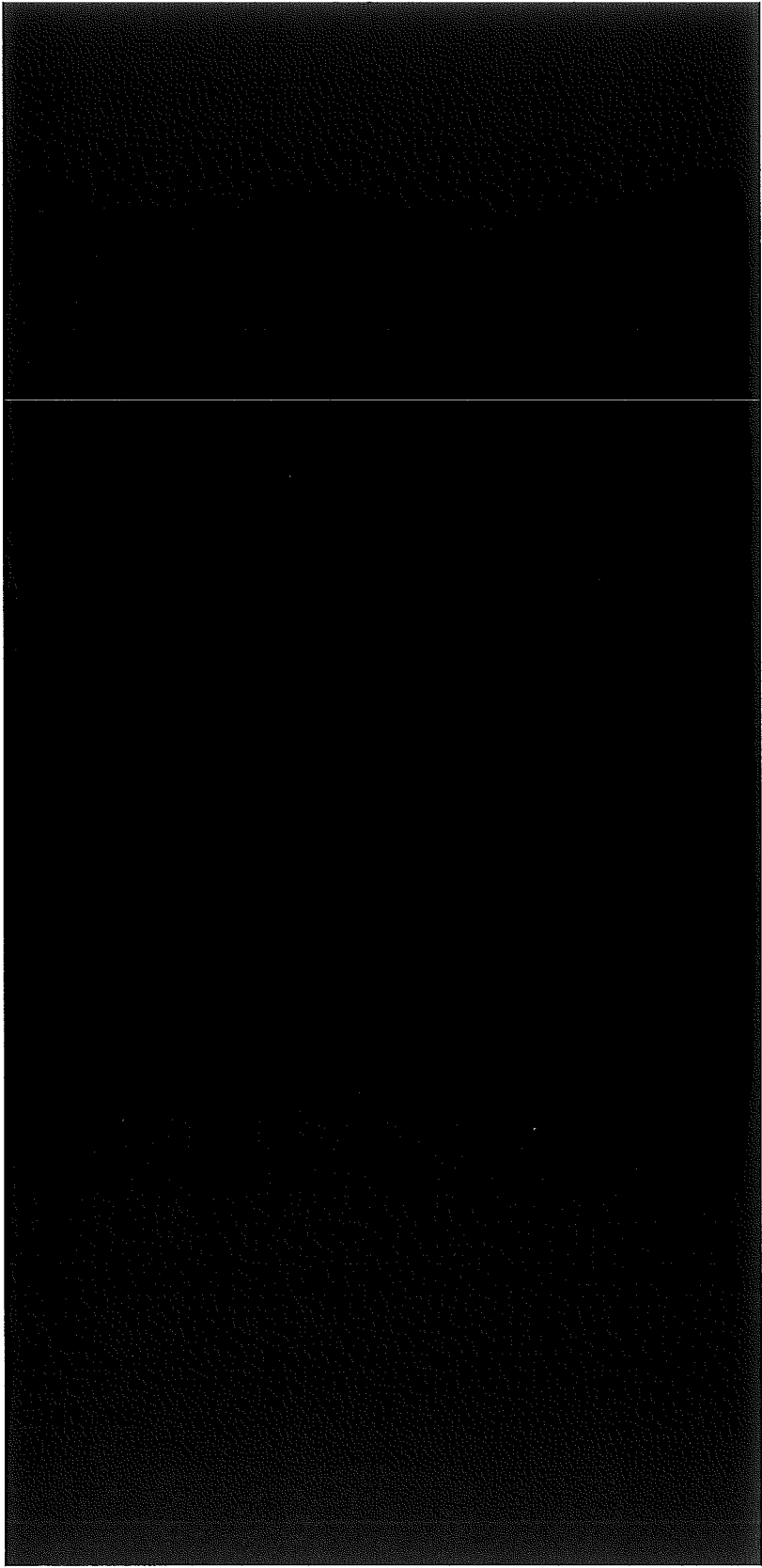
上式に各々を代入し、 $V_1 = V_2$ とすると、最大内圧 P_2 は次のようになる。

$$\begin{aligned} P_2 &= (P_1 \cdot T_2) / T_1 \\ &= (0.1013 \times \blacksquare) / \blacksquare \\ &= \blacksquare \text{ (MPa abs)} \end{aligned}$$

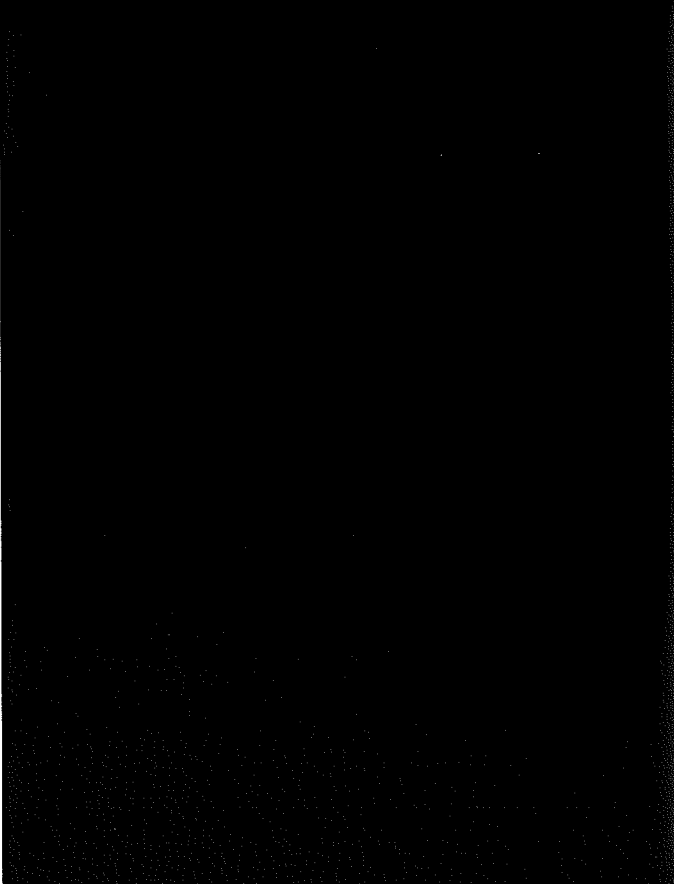
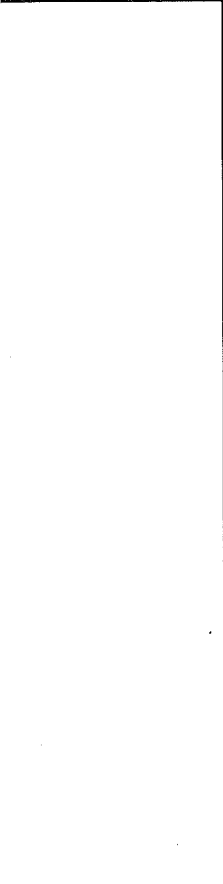
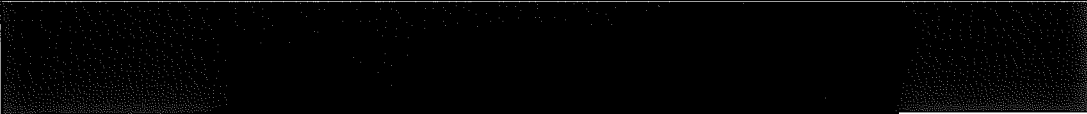
密封内容物の運搬中に予想される周囲の温度変化を考慮した内圧の変化は、 \blacksquare MPa absの最高圧力内に包含される。



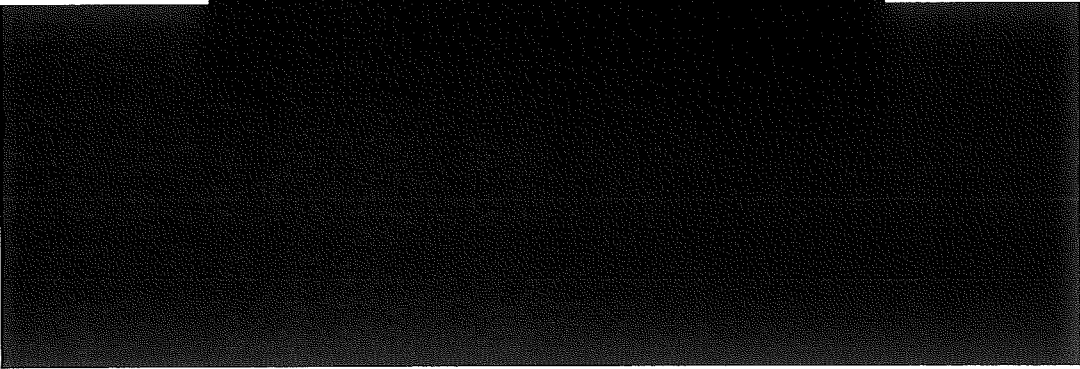
(口)一第B.9図 密封内容器及び密封容器熱解析モデル (ノード番号)

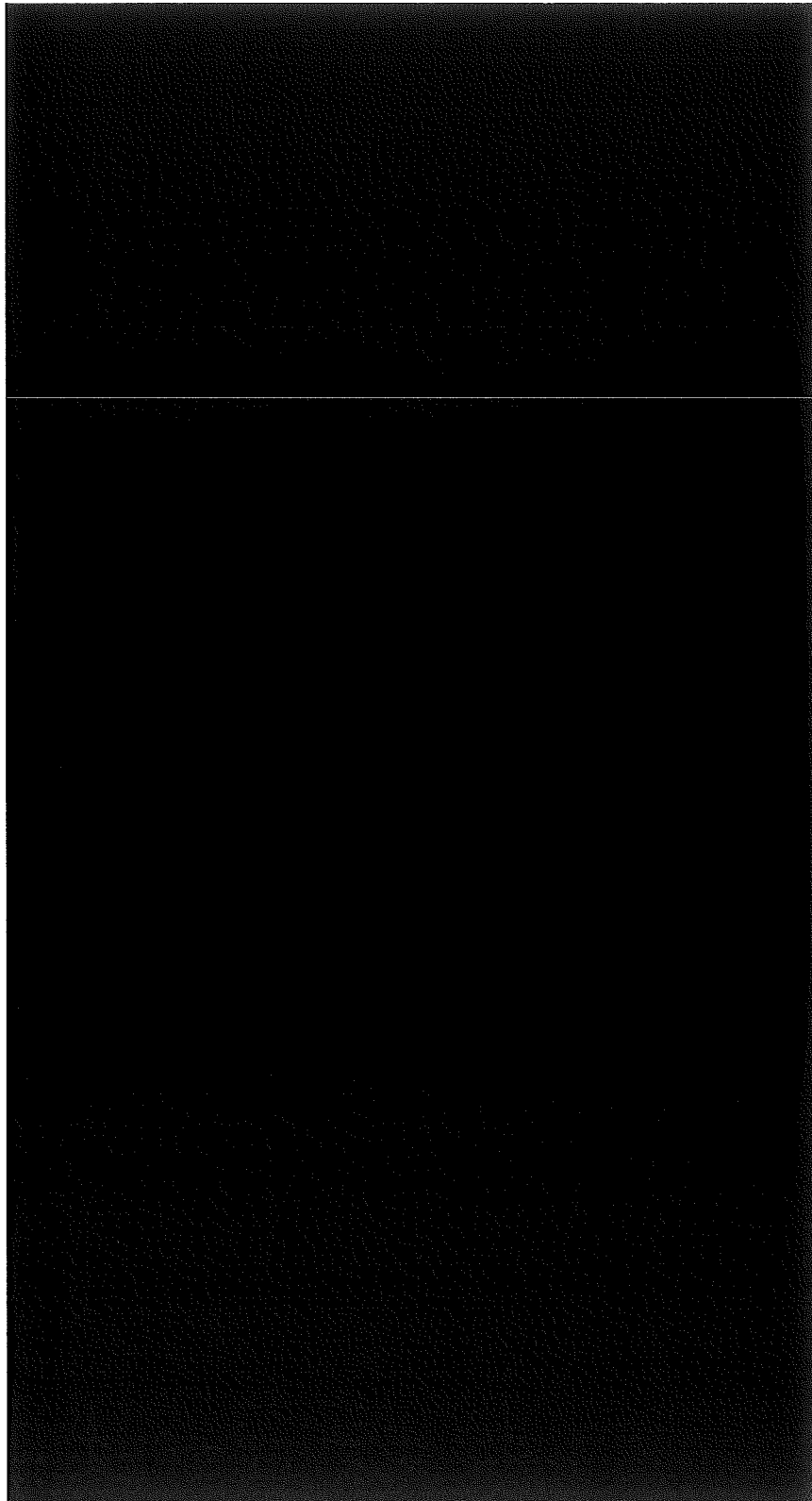


(口) 第B.10(a)図 一般の試験条件における密封内容器及び密封容器温度分布 (単位: °C)

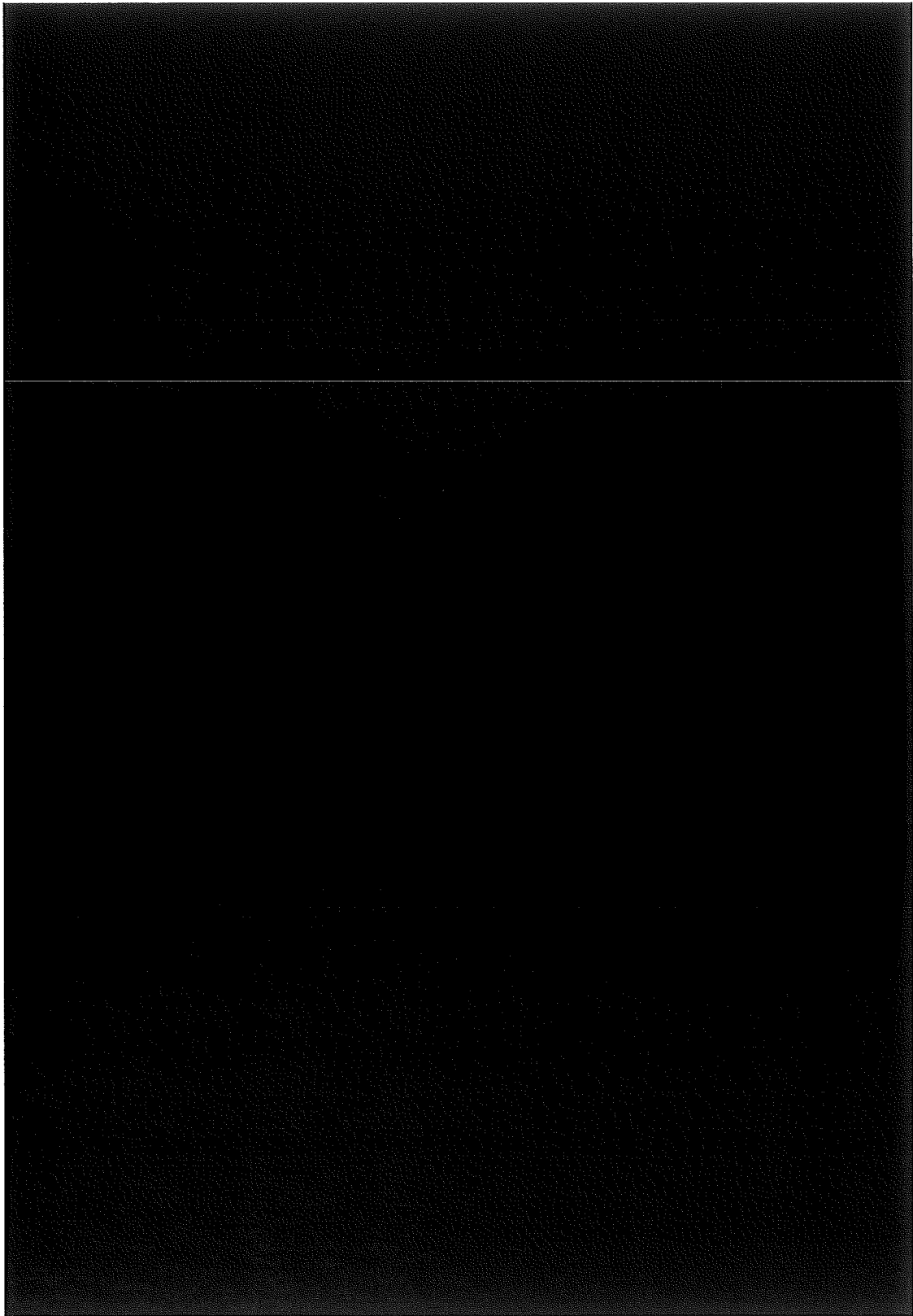


(ロ)一第B.10(b)図 一般の試験条件における格納容器温度分布 (単位: °C)

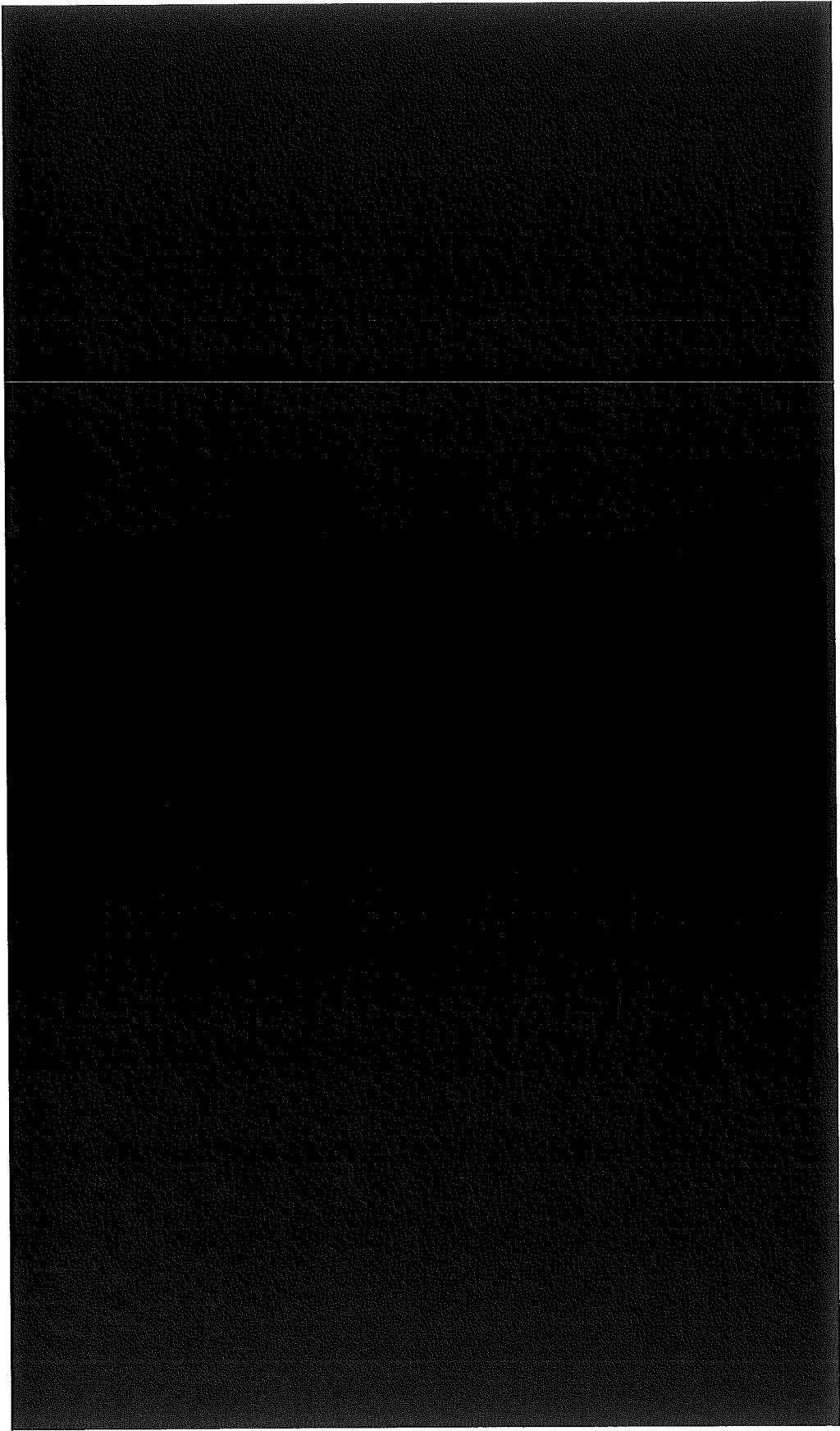




(口) - 第B.10(c)図 一般の試験条件における上部緩衝体温度分布 (単位: °C)



(口) - 第B. 10(d)図 一般の試験条件における底部緩衝体温度分布 (単位 : °C)



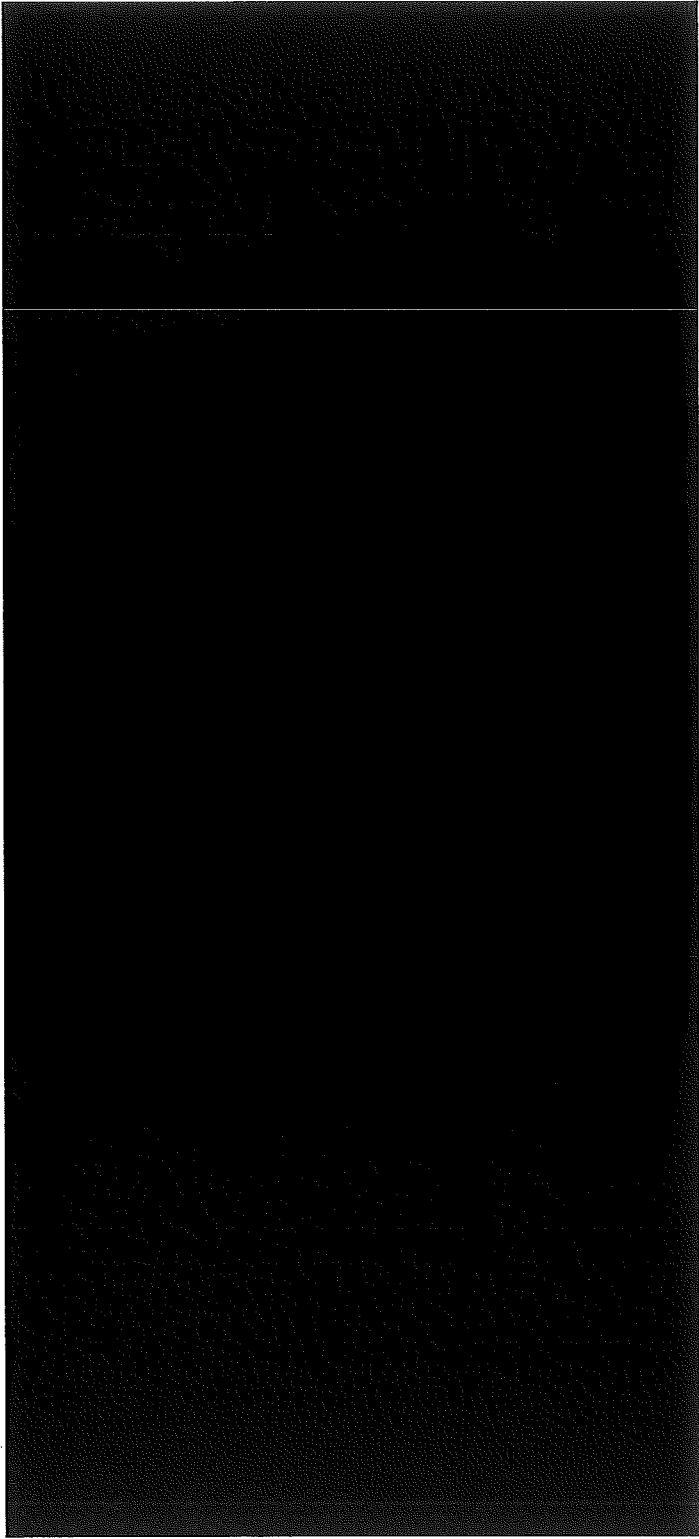
(ロ) 第B.11図 一般の試験条件(日陰)における輸送物表面温度 (単位: °C)

(ロ) - 第B. 23表 一般の試験条件下における最高温度 (収納物F14) (単位: °C)

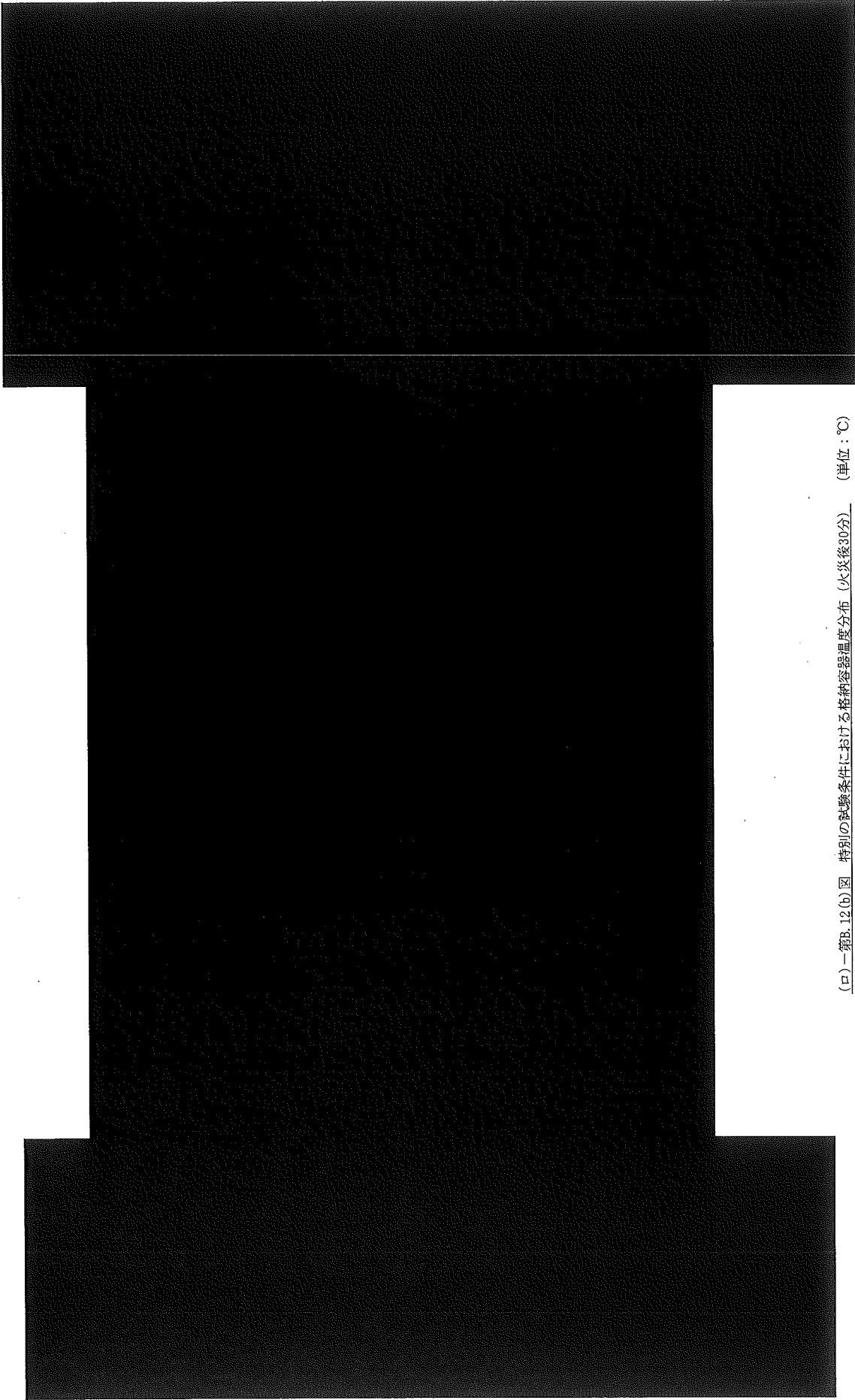
部位(ノード番号)	条 件	
	一般の試験 (日陰)	一般の試験 (運搬時最高温度条件)
	太陽熱放射無	太陽熱放射有
収 納 物 (1)		
密 封 内 容 器 (2020)		
密 封 容 器 空 気 層 (4000)		
密 封 容 器 (30)		
格 納 容 器 内 面 (102)		
格 納 容 器 外 面 (402)		
鉛 (613)		
近 接 表 面 (403)		
密 封 内 容 器 O リ ン グ (2044)		
シャッターカバーガスケット (420)		
底部密封カバーOリング (440)		
巻上装置カバーOリング (3471)		
格 納 容 器 空 気 層 (70)		
巻 上 装 置 カ バ ー 部 (500)		
空 気 層		
シャッター一部空気層 (520)		
シャッター下部空気層 (530)		

備考 : ()内はTRUMP計算のノード番号を示す。

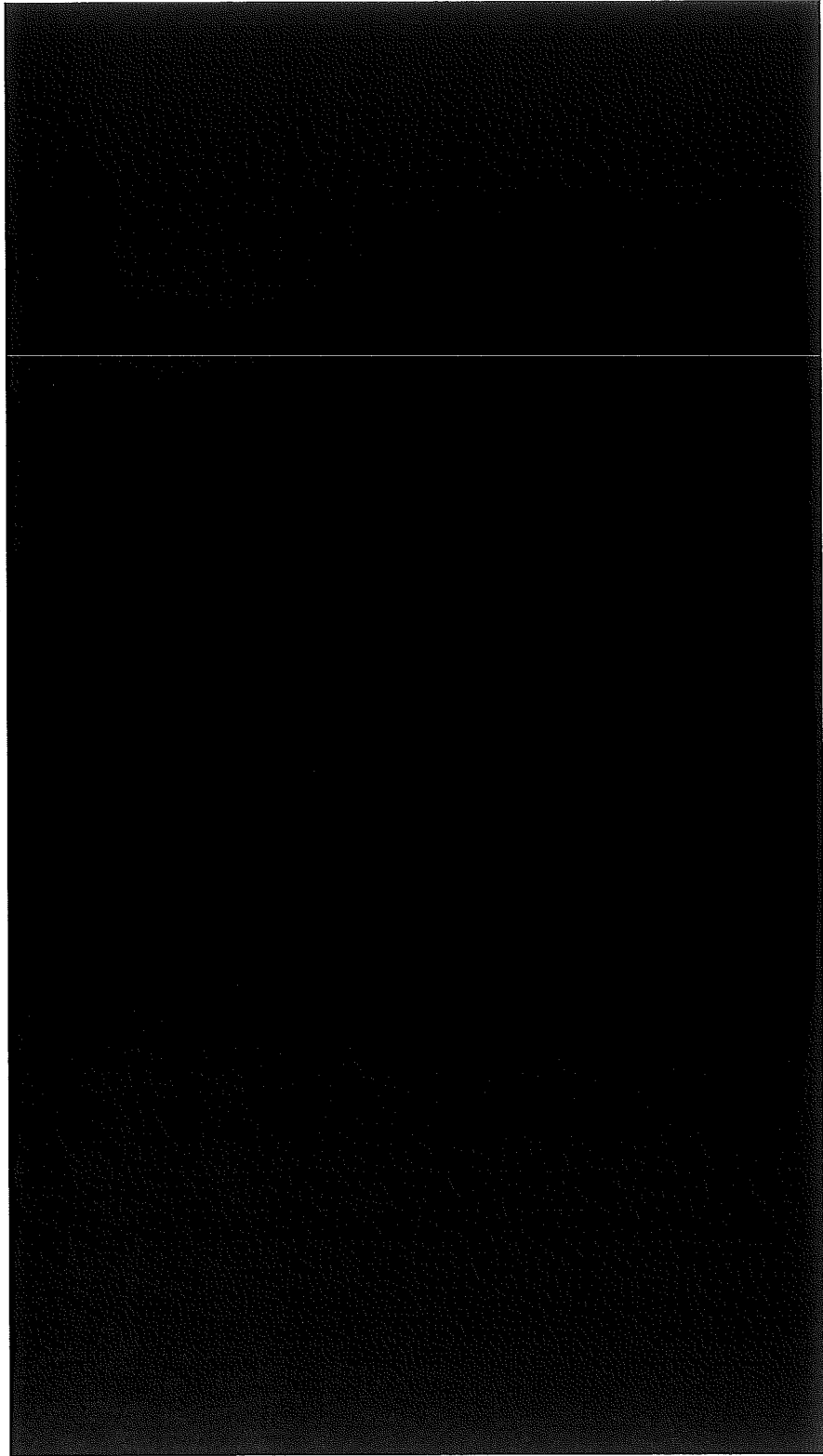
注) ノード番号1、2020、4000の太陽熱放射有と太陽熱放射無の温度差から、太陽熱放射有の■■■°Cと想定した。



(口) 第B.12 (a) 図 特別の試験条件における密封内容器及び密封容器温度分布 (火災後30分) (単位: °C)

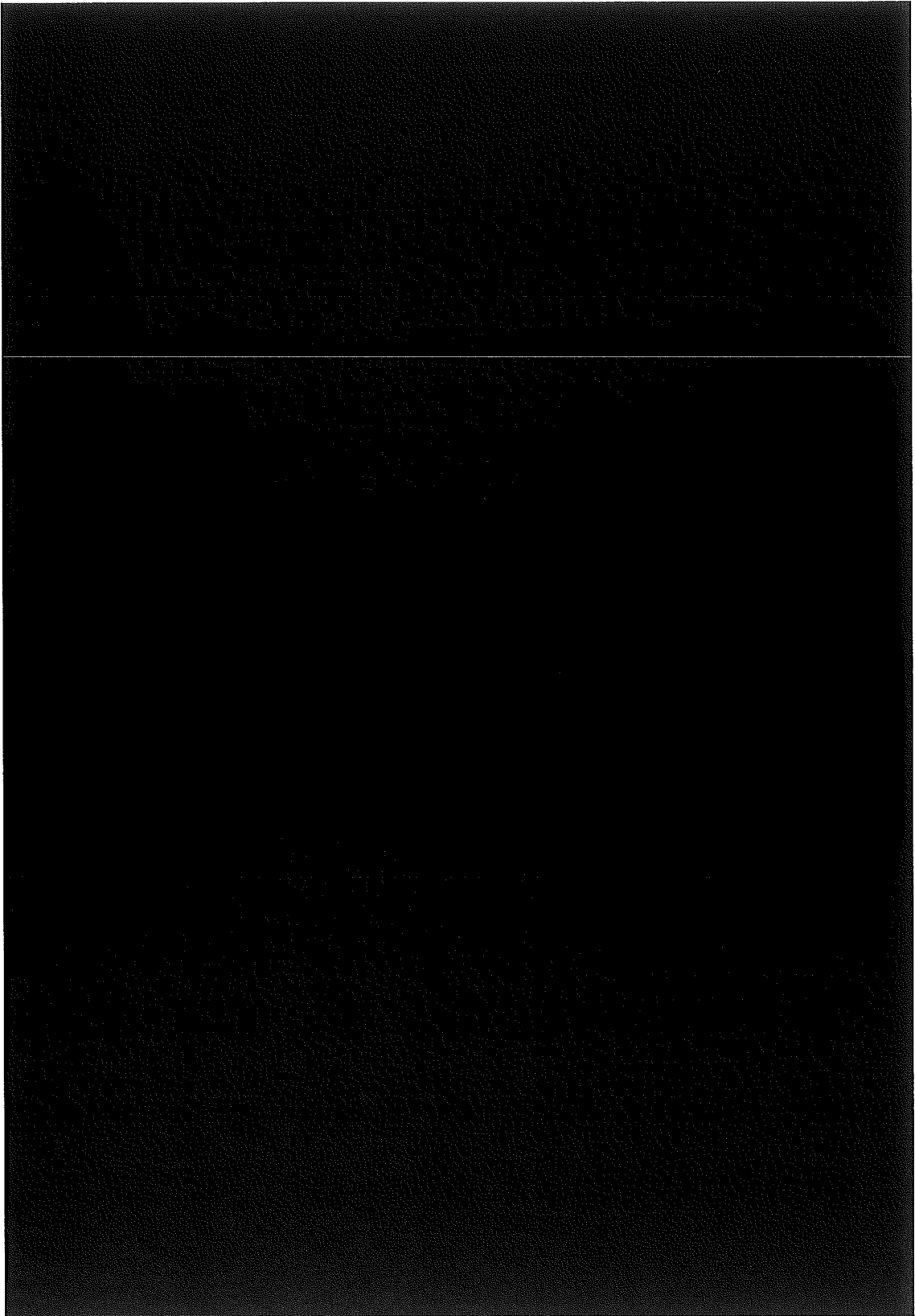


(ロ)一第B.12(b)図 特別の試験条件における格納容器温度分布 (火災後30分) (単位: °C)



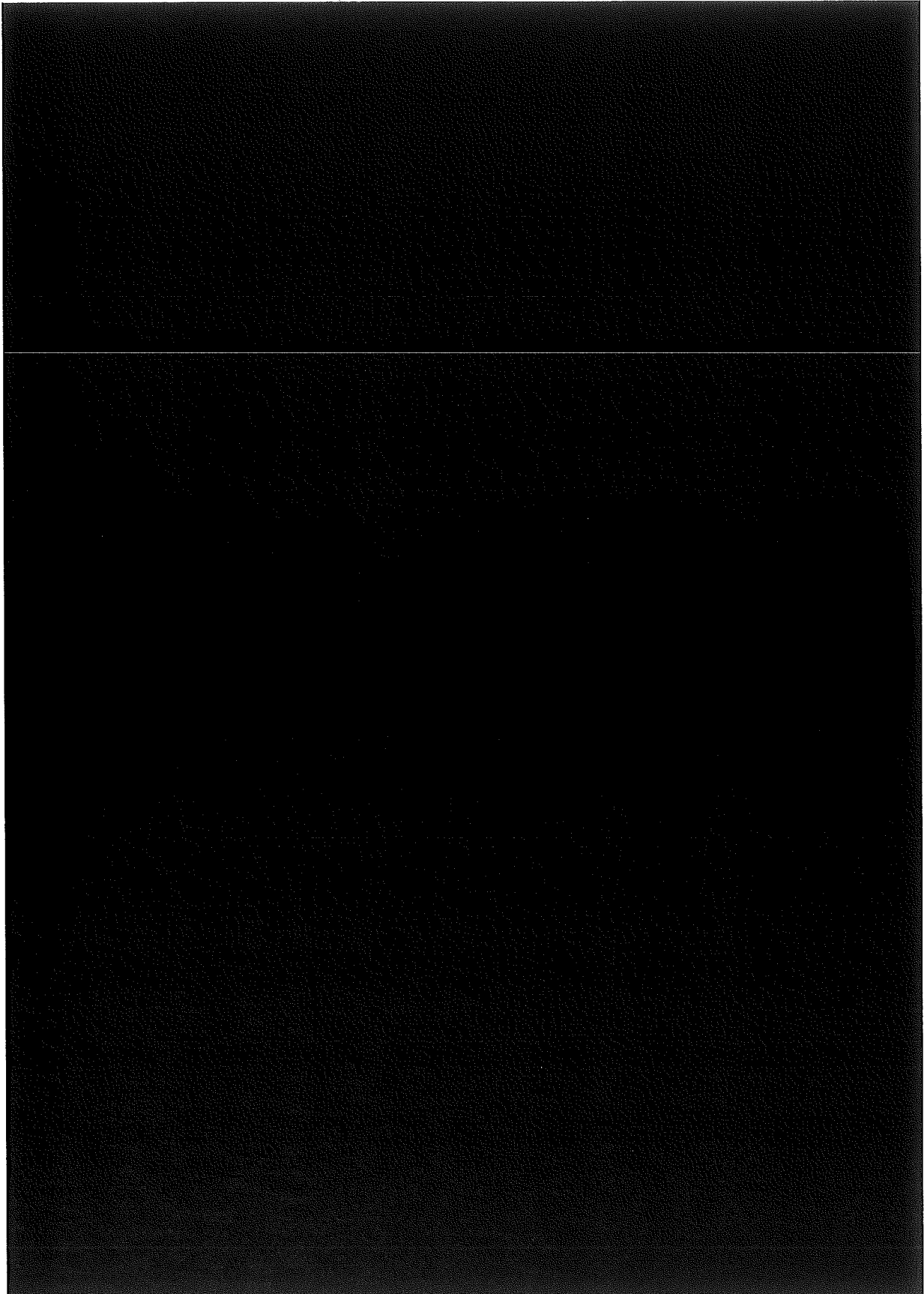
(口) - 第B. 12(c) 図 特別の試験条件における上部緩衝体温度分布

(火災後30分) (単位 : °C)



(口) - 第B. 12(d) 図 特別の試験条件における底部緩衝体温度分布

(火災後30分) (単位 : °C)



(口) - 第B. 13図 特別の試験条件下における輸送物の各部位の温度変化

(ロ)－第B.24表 主要部の温度 (特別の試験条件下) (収納物F14)

部 位 (ノード番号)	温 度 (°C)	火災発生後の時間 (h)
収 納 物 (1)	[Redacted]	14
密 封 内 容 器 (2020)		13
密 封 容 器 空 気 層 (4000)		13
密 封 容 器 (30)		12
格 納 容 器 空 気 層 (70)		7
格 納 容 器 内 面 (104)		3
格 納 容 器 外 面 (404)		0.5

(ロ)－第B.25表 一般及び特別の試験条件下における圧力 (収納物F14)

部 位	一般の試験条件下		特別の試験条件下	
	温 度 (°C)	圧 力 (MPa abs)	温 度 (°C)	圧 力 (MPa abs)
密封内容器内部	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
密封容器空気層				
格納容器空気層				

(注1) 格納容器各空気層の温度と圧力の内訳は以下のとおりである。

部 位	温 度 (°C)	圧 力 (MPa abs)
巻上装置カバー	[Redacted]	[Redacted]
格納容器本体		
シャッター部		
シャッター下部		

(注2) 格納容器各空気層の温度と圧力の内訳は以下のとおりである。

部 位	温 度 (°C)	圧 力 (MPa abs)	火災発生後の時間 (h)
巻上装置カバー	[Redacted]	[Redacted]	0.5
格納容器本体			7
シャッター部			0.5
シャッター下部			14

4. 評価

4. 1 最高温度

密封容器を用いる場合の温度分布は、(ロ)－第B. 10(a)図から(ロ)－第B. 10(d)図及び(ロ)－第B. 12(a)図から(ロ)－第B. 12(d)図に示すように、収納物及び密封容器以外の部位の温度は密封容器を用いない場合の(ロ)－第B. 5(a)図から(ロ)－第B. 5(d)図及び(ロ)－第B. 7(a)図から(ロ)－第B. 7(d)図に示す温度を超えることはない。

輸送物最高温度は、(ロ)－第B. 23表及び(ロ)－第B. 24表に示すように、一般の試験条件下及び特別の試験条件下において、いずれも収納物の温度 $\blacksquare^{\circ}\text{C}$ 及び $\blacksquare^{\circ}\text{C}$ である。

一般の試験条件下で日陰において容易に人の近づき得る輸送物表面の最高温度は、一般の試験条件（日陰）時（周囲温度 38°C 、太陽熱放射無）における近接表面の評価値から $\blacksquare^{\circ}\text{C}$ であり許容基準値の 85°C を超えることはない。

密封容器及び密封容器のオリングシール部、漏えい試験用カプラの温度は、(ロ)－第B. 13図及び(ロ)－第B. 24表に示すように、密封容器で最高温度 $\blacksquare^{\circ}\text{C}$ となることから、 \blacksquare それぞれの短期最高使用温度を十分下回り、かつ通常の使用温度 $\blacksquare^{\circ}\text{C}$ を超えることはない。よって \blacksquare の性状変化に問題はなく密封性は維持される。

4. 2 最大内圧

(ロ)－第B. 25表に示すように密封容器及び格納容器の最大内圧は(ロ)－第B. 16表及び(ロ)－第B. 20表に示す圧力を超えることはない。

密封容器の最大内圧は構造解析で考慮した圧力を超えることはない。

(4) B.6.4 参考文献

- 1) Edwards, A. L., "TRUMP : A Computer Program for Transient and Steady State Temperature Distributions in Multidimensional Systems", Lawrence Radiation Laboratory, Livermore, Report UCRL-14754 Rev. 3 (1972)
- 2) M. J. Bell, "ORIGEN-The ORNL Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973
- 3) 欠番
- 4) BNFL Fact Sheet "Commercial Uranium 3 UO₂"
- 5) 日本機械学会 "伝熱工学資料 (改訂第2版)"
- 6) Goldsmith, A., et, al., "Handbook of Thermophysical Properties of Solid Materials" Revised Edition, Vol. II. The MacMillan Company, New York (1961) PP. 157-172
- 7) "Basic Materials for Atomic Energy Industry", Pamphlet F-86-55, National Lead Company, New York pp. 10-14
- 8) Edwards, A. L. "A Compilation of Thermal Property Data for Computer Heat Conduction Calculation", U C R L -50589, Feb, 1969
- 9) A. Sheth & L. Leibowitz ANL-AFP-11, 1975
- 10) C. A. Alexander, J. S. Ogden and W. M. Pardue, in: Plutonium 1970 and other Actinides, Santa Fe' (1970), ed. W. N. Miner Nucl. Metallurgy 17 (1970) 95.
- 11) 日本機械学会 "技術資料 流体の熱物性値集"
- 12) 財) 原子力発電技術機構 "平成12年度 リサイクル燃料資源貯蔵技術確証試験 (金属キャスク貯蔵技術確証試験) 報告書" (平成13年3月)
- 13) D. L. Hagrman, G. A. Reymann, R. E. Mason (ed.), "MATPRO Version 11 (Rev. 2) A Handbook of Material Properties for Use in the Analysis of Light Water Reactor Fuel Rod Behavior", NUREG/CR-0497 TREE-1280, Rev. 2, EG & G Idaho, Inc., Idaho, (1981)
- 14) 欠番

- 15) 欠番
- 16) 欠番
- 17) 欠番
- 18) 欠番
- 19) 欠番
- 20) 三菱ゴム株式会社 “XXXXXXXXXX” (平成6年6月)
- 21) 三菱ゴム株式会社 “XXXXXXXXXX” (平成5年9月)

(口) 章 C 密 封 解 析

(ロ) 章C 密封解析

C.1 概要

密封解析は、本輸送物が外運搬規則及び外運搬告示に基づいてBM型輸送物に係る技術上の基準に適合することを示すために行った。

本輸送容器の密封性は、(ロ)章C.2に記述する密封装置(収納物F1からF3、F5、F7、F9、F10を輸送する場合は密封容器及び格納容器)によって確保されている。また、収納物F12、F14からF16を輸送する場合には、密封容器本体内にさらに密封内容容器を設ける。

密封内容容器及び密封容器本体は密封性の良好な一体構造であり、蓋部のシールは規定の試験条件に耐える密封性の良好なOリングが使用されている。

格納容器においても密封性を確保できる構造であり、XXXXXXXXXXのOリング、XXXXXXXXXXのガスケット及びグランドパッキンが使用されている。

なお、密封内容容器及び密封容器は製作中にヘリウムリーク試験等により漏えいが参考B.6に示す基準以下であることを確認する。密封内容容器及び密封容器蓋部のシールは輸送ごとに空気漏えい試験により漏えいが(ハ)章A.2に示す基準値以下であることを確認する。格納容器についても輸送ごとに同様の空気漏えい試験を行い確認する。本解析では空気漏えい試験等によって求めた各密封境界からの漏えい率に基づいて放射性物質の密封境界外への漏えい率を評価し、その漏えい率が一般の試験条件及び特別の試験条件における放射性物質漏えい率の基準を満足することを示す。

C.2 密封装置

C.2.1 密封装置

(1) 構成

密封容器は(イ)－第10図に示すように収納物を収納する密封容器本体と蓋及び保護カバーより構成される。密封容器の密封境界を(イ)－第7図に示す。

密封容器は(イ)－第11図に示すように、収納物を収納する密封容器本体と蓋、蓋開閉装置及び吊具より構成される。密封容器本体と蓋の接合部密封境界を(イ)－第8図に示す。

格納容器は(イ)－第15図及び(イ)－第16図に示すように密封容器を収納する格納容器本体、上部蓋、シャッタードア、シャッターカバー、底部密封カバー、巻上装置カバー、各部の蓋、パッキン等より構成される。また、格納容器の密封境界を(イ)－第9図に示す。

(2) 材質

密封容器蓋部シールに用いられるOリングは■■■■■である。密封容器蓋部シールに用いられるOリングは■■■■■である。格納容器上部蓋シール及び底部密封カバー部シールに用いられるOリングは■■■■■、巻上装置カバーシールに用いられるOリングは■■■■■、シャッターカバー部シールは■■■■■シートガスケット、シャッター開閉用ネジシャフトグランド部シールは■■■■■である。

(3) 圧力・温度

(ロ)－第C.1表の各条件において密封装置は収納物を収納しうる耐圧強度を備えている。

(ロ)－第C.1表 密封装置の圧力及び温度

項目 条件	密封内容器		密封容器		格納容器	
	圧力 (MPa abs)	温度 (℃)	圧力 (MPa abs)	温度 (℃)	圧力 (MPa abs)	温度 (℃)
一般の試験条件	[Redacted]					
特別の試験条件						

備考：()内は密封内容器を用いた場合の値である。

(4) 製作・検査

密封装置の構成部品の製作及び検査は、密封性を確保するのに適した方法で行われる。詳細は参考に記述されている。

C.2.2 密封装置の貫通部

密封内容器の蓋部には空気漏えい試験のための貫通孔及びバルブが設けられている。また、密封容器の蓋部には空気漏えい試験用カプラが設けられ、2本のOリングの間に貫通している。

格納容器には、空気漏えい試験のために本体に貫通口がありカプラが設けられている。

C.2.3 密封装置のガスケット及び溶接部

(1) ガスケット

密封内容器フランジ部には [] Oリングが設けられている。また密封容器フランジ部には [] のOリングが設けられている。

格納容器上部蓋部には [] Oリング、巻上装置カバー部には [] Oリング、シャッターカバー部には [] シートガスケット、シャッター開閉用ネジシャフトグランド部には [] ガスケットが設けられている。

(2) 主要ガスケットの仕様

ガスケットの寸法及び材質を(ロ)－第C.2表に示す。

(ロ)－第C.2表 ガスケットの寸法及び材質

容 器	箇 所	太 さ (mm)	材 質
密封内容器	蓋 部	[]	[]
密 封 容 器	内 側		
	外 側		
格 納 容 器	上 部 蓋 部		
	巻 上 装 置 カ バ ー 部		
	底 部 密 封 カ バ ー 部		
	シ ャ ッ タ ー 開 閉 用 ネジシャフトグランド部		

(3) 溶接部

密封内容器の溶接部を(イ)－第7図に、また密封容器の溶接部を(イ)－第8図に示す。溶接部は、製作中に放射線検査あるいは液体浸透探傷試験を行ってその健全性を確認し、ヘリウムリーク試験により溶接部の漏えいのないことを確認する。格納容器本体は鍛造品であるが、巻上装置カバー、シャッターカバーフランジは本体に溶接により取り付けられ、溶接部は密封容器と同様の試験により漏えいのないことを確認する。

C.2.4 蓋

(1) 密封構造

密封内容器蓋、格納容器シャッターカバー、底部密封カバー及び巻上装置カバー蓋は(ロ)－第C.1表に示す温度、圧力に耐える強度を備え、かつ密封を保持できるシールが設けられている。

(2) 蓋の締め付け

密封内容器の蓋はボルトにより締め付けられる。密封容器蓋部の密封性を保持するため、蓋はカムとリンクにより締め付けられる。締め付力は■■■■■■■■■■である。格納容器の蓋はボルトにより締め付けられる。

C.3 一般の試験条件

一般の試験条件における密封装置内の圧力及び温度は(ロ)－第C.1表に示すとおりであり、本条件において密封装置の性能が損われないことは(ロ)章A.構造解析により確認している。

C.3.1 放射性物質の漏えい

C.3.1.1 密封装置の設計漏えい率

1. 密封内容器

密封内容器は製作中に行うヘリウムリーク試験等により漏えいが一定基準以下であることが確認され、さらに保守時及び輸送ごとに空気漏えい試験により漏えい量が確認される。

放射性物質は密封内容器内部に存在するので、その漏えい率は空気漏えい試験から求められる。

したがって、25℃における空気漏えい試験から、一般の試験条件の最大空気漏えい率を求め、空気中の放射性物質濃度と最大空気漏えい率から、放射性物質の漏えい率を求める。

最後に放射性物質の漏えい率が外運搬規則及び外運搬告示の基準値以下であることを確認する。

(1) 空気漏えい試験時の漏えい率

真空法による漏えい試験の漏えい率は次式で表わされる⁽¹⁾。

$$L = \frac{V T_s}{3600H} \left[\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1} \right] \times \frac{1}{0.1} \text{ 注) } \dots\dots\dots (C-1)$$

ただし、 L = 25℃における空気の漏えい率 (std·cm³/s)

V = テスト系の容積 (cm³)

H = テスト時間 (h)

T_s = 基準温度 298 K (25℃)

T₁ = 試験開始時の空気温度 (K)

T₂ = 試験終了時の空気温度 (K)

P₁ = 試験開始時の空気圧力 (MPa)

P₂ = 試験終了時の空気圧力 (MPa)

注) 1 atm=0.1 MPaとした漏えい率 (std·cm³/s) への換算

(2) 空気漏えい試験条件における最大空気漏えい率

上記の式の空気漏えい試験条件を入れて最大空気漏えい率を求める。

(i) 空気漏えい試験条件

(イ) 試験開始時の空気圧力は、

$$P_1 = 1.07 \times 10^{-4} \text{ MPa とする。}$$

(ロ) 検知できる圧力上昇を 6×10^{-6} MPa とする。

この圧力上昇に対応する空気漏えい率が最大の空気漏えい率となる。

(ハ) テスト時間は 0.5時間とする。すなわち H = 0.5 h

(ニ) 計算においては T₁ = T₂ = T_s とする。

(ii) 空気漏えい試験による漏えい率

最大漏えい率を(ロ)－第C.3表に示す。

(ロ)－第C.3表 空気漏えい試験による最大漏えい率

部 位	密封内容器蓋部
V : テスト系の容積 (cm ³)	■
P 1 : 試験開始時の圧力 (MPa)	1.07×10 ⁻⁴
P 2 : 試験終了時の圧力 (MPa)	1.13×10 ⁻⁴
H : テスト時間 (h)	0.5
L : 漏えい率 (std・cm ³ /s)	■

2. 密封容器

密封容器は製作中に行うヘリウムリーク試験により漏えいが一定基準以下であることが確認され、さらに保守時及び輸送ごとに空気漏えい試験等により漏えい量が確認される。

本解析では空気漏えい試験において、蓋のシール部に供給した圧縮空気の圧力降下が一定時間後に検知されたと想定し、その圧力降下に対応する漏えい率に基づいて放射性物質の漏えいを評価する。

放射性物質は密封容器内の空気部に存在するので、その漏えい率は空気漏えい試験から求められる。

したがって、25℃における空気漏えい試験から、一般の試験条件の最大空気漏えい率を求め、空気中の放射性物質濃度と最大空気漏えい率から、放射性物質の漏えい率を求める。

最後に放射性物質の漏えい率が外運搬規則及び外運搬告示の基準値以下であることを確認する。

(1) 空気漏えい試験時の漏えい率

圧縮空気による漏えい試験の漏えい率は次式で表される⁽¹⁾。

$$L = \frac{V T_s}{3600 H} \left[\frac{P_1}{T_1} - \frac{P_2}{T_2} \right] \times \frac{1}{0.1} \text{ (注)} \dots\dots\dots (C-2)$$

ただし、 L = 25℃における空気の漏えい率 (std・cm³/s)

V = テスト系の容積 (cm³)

H = テスト時間 (h)

注) 1 atm=0.1 MPaとした漏えい率 (std・cm³/s) への換算

$T_s =$ 基準温度 298 K (25°C)

$T_1 =$ 試験開始時の空気温度 (K)

$T_2 =$ 試験終了時の空気温度 (K)

$P_1 =$ 試験開始時の空気圧力 (MPa)

$P_2 =$ 試験終了時の空気圧力 (MPa)

(2) 空気漏えい試験条件における最大空気漏えい率

上記の式の空気漏えい試験条件を入れて最大空気漏えい率を求める。

(i) 空気漏えい試験条件

(イ) 試験開始時の空気圧力は、

$P_1 = 0.16$ MPa absを用いる。

(ロ) 空気圧力の降下は生じないが仮に検知できたとし、検知できる圧力降下を 5×10^{-3} MPa ($P_1 - P_2 < 5 \times 10^{-3}$ MPa) とする。

この圧力降下に対応する空気漏えい率が最大の空気漏えい率となる。

(ハ) テスト時間は 0.5時間とする。すなわち $H = 0.5$ h

(ニ) 計算においては $T_1 = T_2 = T_s$ とする。

ii) 空気漏えい試験による最大漏えい率

最大漏えい率を(ロ)－第C.4表に示す。

(ロ)－第C.4表 空気漏えい試験による最大漏えい率

部 位	密封容器蓋部
V : テスト系の容積 (cm ³)	■
P_1 : 試験開始時の圧力 (MPa)	0.16
P_2 : 試験終了時の圧力 (MPa)	0.155
H : テスト時間 (h)	0.5
L : 漏えい率 (std·cm ³ /s)	■

3. 格納容器

格納容器は輸送ごとに空気漏えい試験により、漏えいが(ロ)－第C.5表に示す最大漏えい量以下であることが確認される。

本解析では空気漏えい試験において、格納容器に供給した圧縮空気の圧力降下が一定時間後に検知されたと想定し、その圧力降下に対応する漏えい率に基づいて放射性物質の漏えいを評価する。

放射性物質は格納容器内の空気部に存在するので、その漏えい率は空気漏えい試験から求められる。

したがって、25℃における空気漏えい試験から、一般の試験条件の最大空気漏えい率を求め、空気中の放射性物質濃度と最大空気漏えい率から、放射性物質の漏えい率を求める。

最後に放射性物質の漏えい率が外運搬規則及び外運搬告示の基準値以下であることを確認する。

(1) 空気漏えい試験時の漏えい率

圧縮空気による漏えい試験時の漏えい率は (C-2) 式で表わされる。

(2) 空気漏えい試験条件における最大空気漏えい率

(C-2) 式に次の空気漏えい試験条件を入れて最大空気漏えい率を求める。

(i) 空気漏えい試験条件

(イ) 試験開始時の空気圧力は、

$P_1 = 0.16 \text{ MPa abs}$ を用いる。

(ロ) 空気圧力の降下は検知できる圧力降下を $5 \times 10^{-3} \text{ MPa}$ ($P_1 - P_2 < 5 \times 10^{-3} \text{ MPa}$) とする。

この圧力降下に対応する空気漏えい率が最大の空気漏えい率となる。

(ハ) テスト時間は 0.5時間とする。すなわち $H = 0.5 \text{ h}$

(ニ) 計算においては $T_1 = T_2 = T_s$ とする。

(ii) 空気漏えい試験による最大漏えい率

最大漏えい率を(ロ)－第C.5表に示す。

(ロ)－第C.5表 空気漏えい試験による最大漏えい率

部 位	格納容器蓋部
V : テスト系の容積 (cm ³)	■
P 1 : 試験開始時の圧力 (MPa)	0.16
P 2 : 試験終了時の圧力 (MPa)	0.155
H : テスト時間 (h)	0.5
L : 漏えい率 (std・cm ³ /s)	■

C.3.1.2 一般の試験条件における放射性核種の漏えい率

放射性核種の漏えいは、収納物が密封容器に収納されない場合 (F1からF3、F5、F7、F9、F10) と収納された場合 (F12、F14からF16) で密封境界の数が変わってくるので2つに分けて評価する。

1. 密封容器を用いない場合

容器からの放射性物質の漏えいは次式を用いて計算される。

$$\Delta Q = Q \times \Delta V$$

ただし、 ΔQ : 放射性物質の漏えい率 ($\mu\text{Bq/h}$)

Q : 容器内の放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq/cm}^3$)

ΔV : 容器からの空気漏えい率 (cm^3/h)

容器内の放射性物質濃度は、輸送中に収納物が破損することはないが、下記の核種が容器内に拡散しているものと仮定する。

(a) 収納物から放出される核分裂生成ガス核種

(b) 試料収納時に収納物から漏えいし、セル内のガス状核種として、容器内に封入されるダスト状核種

(c) 試料収納時に収納物から浮遊し、セル内のダスト状核種として、容器内に封入されるダスト状核種

(d) 試料収納時の⁶⁰Coによる収納物、密封容器の表面汚染

密封容器からの漏えいは上記(a)から(d)の核種であり、格納容器からの漏えいは密封容器から漏えいする核種と上記(b)から(d)の核種である。(漏えいモデル図を(ロ)-第C.1図に示す。)

核種ごとの放射性物質濃度は、(a)の核分裂生成ガス核種については被覆粒子燃料から得られた放出率を用い、(b), (c), (d)の核種については取扱施設で評価した汚染濃度及び汚染密度を用いて算出する。

放射性物質濃度の算出に用いた放出率、汚染濃度及び汚染密度は下記のとおりである。

- (a) 核分裂生成ガスの放出率 : [REDACTED]
- ・核分裂生成ガスの放出率は、Nuclear Science and Engineering Vol.18 30 1p~318p, ORNL(1964)に基づいている。
 - ・核分裂生成ガスの濃度 = (FPの量×FPガス漏えい率) / 密封容器内の空気容積
- (b) セル内ガス状核種の汚染濃度 : [REDACTED] $\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$ ([REDACTED] $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$)
- ・セル内ガス状核種の汚染濃度は、排気系ガスモニター検出限界から排気系を考慮して求めた。
 - ・セル内ガス状核種の汚染濃度 = (試料内の個別のガス状核種の量 / 試料内のガス状核種の総量) × セル内検出限界
- (c) セル内ダスト状核種の汚染濃度 : [REDACTED] $\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$ ([REDACTED] $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$)
- ・セル内ダスト状核種の汚染濃度は、排気系ダストモニター検出限界から排気系及びフィルター効率を考慮して求めた。
 - ・セル内ダスト状核種の汚染濃度 = (試料内の個別の固体状核種の量 / 試料内の固体状核種の総量) × セル内検出限界
- (d) ^{60}Co による表面汚染密度 : [REDACTED] Bq/cm^2 ([REDACTED] dpm/cm^2)
- ・ ^{60}Co による表面汚染密度は、セル内スミヤを採取し実測により求めた。
 - ・ ^{60}Co による表面汚染濃度 = ^{60}Co による表面汚染密度 × (密封容器表面積 / 密封容器内の空気容積)

密封内容器を用いない場合の解析の対象としては、収納物F1からF10についてORIGENコードにより計算した核種ごとの放射エネルギーから漏えい率と基準値との比を求め、その比が最大となる収納物F1を選定した。(収納物F1からF10漏えい率と基準値との比を(ロ)章C.6の(1)に示す。)

(ロ)－第C.1図 密封解析の漏えいモデル(密封内容器を用いない場合)

(1) 密封容器の密封性

密封容器からの漏えいについては、次の4つの場合の放射性核種の漏えいが考えられる。

- (a) 核分裂生成ガス
- (b) 試料収納時に封入されるセル内ガス状核種
- (c) 試料収納時に封入されるセル内ダスト状核種
- (d) ^{60}Co による表面汚染

密封容器からの漏えいについては、上記(a)から(d)の各放射性核種の漏えい率を求め、その漏えい率と基準値との比率の合計が1以下であることを示す。

放射性核種の漏えい率は、密封容器内の放射性核種の濃度と空気の漏えい率を乗じて求められる。

一般の試験条件における最大空気漏えい率は、空気漏えい試験条件における最大空気漏えい量に基づいて次式により表わされる。

$$L_x = \frac{L_y \eta_y (P_u^2 - P_d^2)_x}{\eta_x (P_u^2 - P_d^2)_y} \dots\dots\dots (C-3)$$

ただし、

L = 空気の漏えい率 (std cm³/s)

η = 空気の絶対粘性係数 (MPa·s)

P_u = 空気の圧力(上流側) (MPa abs)

P_d = 空気の圧力(下流側) (MPa abs)

x = 一般の試験を表わす添字

y = 漏えい試験を表わす添字

ここで、

η_x = [] MPa absにおける空気の粘性係数

= [] MPa·s

η_y = Ts, P1における空気の粘性係数

= 1.86×10⁻¹¹ MPa·s

P_{uy} = 漏えい試験圧力 0.16 MPa abs

P_{dy} = 漏えい試験時の外気圧 0.10 MPa abs

P_{ux} = 一般の試験時の密封容器内圧 [] MPa abs

P_{dx} = 一般の試験時の格納容器内圧 0.10 MPa abs
(安全側に大気圧とする)

$$L_x = \frac{[] \times 1.86 \times 10^{-11} ([]^2 - 0.10^2)}{[] (0.16^2 - 0.10^2)}$$

= [] std·cm³/s

= [] cm³/h

(ロ)-第C.6表に収納物F1の場合の密封容器からの放射性核種の漏えい率を示す。

(ロ)-第C.6表 密封容器からの放射性核種の漏えい率 (収納物F1、一般の試験条件)

(a) 核分裂生成ガスの漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (μ Bq/h)	基 準 値 (μ Bq/h)	比 率 (-)
³ H			4.0×10^{13}	
⁸⁵ Kr			1.0×10^{13}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
合 計				

(b) 試料収納時に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (μ Bq/h)	基 準 値 (μ Bq/h)	比 率 (-)
³ H			4.0×10^{13}	
⁸⁵ Kr			1.0×10^{13}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
合 計				

(c) 試料収納時に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基 準 値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比 率 (-)
^{89}Sr			6×10^{11}	
^{90}Sr			3×10^{11}	
^{91}Y			6×10^{11}	
^{95}Zr			8×10^{11}	
^{95}Nb			1×10^{12}	
^{103}Ru			2×10^{12}	
^{106}Ru			2×10^{11}	
^{134}Cs			7×10^{11}	
^{137}Cs			6×10^{11}	
^{144}Ce			2×10^{11}	
^{238}Pu			1×10^9	
^{241}Pu			6×10^{10}	
^{244}Cm			2×10^9	
			合 計	

(d) ^{60}Co による表面汚染の漏えい

核 種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基 準 値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比 率 (-)
^{60}Co			4×10^{11}	

以上より、(a), (b), (c), (d)の比率の合計は、

$$\text{[Redacted]}$$

$$= \text{[Redacted]}$$

(2) 格納容器の密封性

格納容器の密封性については、次の2つの場合の放射性核種の漏えいについて検討する。すなわち、密封容器から漏えいした放射性核種と試料収納時に格納容器に封入されるセル内の放射性核種についての漏えいである。前者の漏えいについては、密封容器の漏えいの評価と同一の割合で格納容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、格納容器内濃度に格納容器漏えい率を乗じて求められる。

一般の試験条件における最大空気漏えい率は、式 (C-3) より求められる。

$$\begin{aligned}\eta_x &= \text{■■■■ MPa absにおける空気の粘性係数} \\ &= \text{■■■■ MPa}\cdot\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_y &= T_s, P_1 \text{における空気の粘性係数} \\ &= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s}\end{aligned}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.16 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{一般の試験時の格納容器内圧} \quad \text{■■■■ MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{一般の試験時の外気圧} \quad 0.06 \text{ MPa abs}$$

$$\begin{aligned}L_x &= \frac{\text{■■■■} \times 1.86 \times 10^{-11} (\text{■■■■}^2 - 0.06^2)}{\text{■■■■} (0.16^2 - 0.10^2)} \\ &= \text{■■■■} \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s} \\ &= \text{■■■■} \text{ cm}^3/\text{h}\end{aligned}$$

(ロ) - 第C.7表に放射性核種の濃度、漏えい率及びそれらの比を示す。

(ロ)－第C.7表 格納容器からの放射性核種の漏えい率（収納物F1、一般の試験条件）

(a) 密封容器からの漏えい((ロ)－第C.6表より)

密封容器からの放射性物質	放射性物質漏えい率と 基準値との比の合計
核分裂生成ガス	
セル内ガス状核種	
セル内ダスト状核種	
⁶⁰ Coによる表面汚染	
合 計	

(b) 格納容器内に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基 準 値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比 率 (-)
³ H			4.0×10^{13}	
⁸⁵ Kr			1.0×10^{13}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
			合 計	

(c) 格納容器内に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)	
^{89}Sr	[REDACTED]	[REDACTED]	6×10^{11}	[REDACTED]	
^{90}Sr			3×10^{11}		
^{91}Y			6×10^{11}		
^{95}Zr			8×10^{11}		
^{95}Nb			1×10^{12}		
^{103}Ru			2×10^{12}		
^{106}Ru			2×10^{11}		
^{134}Cs			7×10^{11}		
^{137}Cs			6×10^{11}		
^{144}Ce			2×10^{11}		
^{238}Pu			1×10^9		
^{241}Pu			6×10^{10}		
^{244}Cm			2×10^9		
			合計		[REDACTED]

(d) ^{60}Co による表面汚染の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^{60}Co	[REDACTED]	[REDACTED]	4×10^{11}	[REDACTED]

以上より (a), (b), (c), (d) の比率の合計は、

[REDACTED]
= [REDACTED]

したがって、格納容器からの放射性物質の漏えい率は基準値よりも小さい。

2. 密封内容器を用いる場合

収納物F12からF16（F13除く）を輸送する場合には密封内容器を用いる。容器内の放射性物質濃度は、下記の核種が容器内に拡散しているものとする。

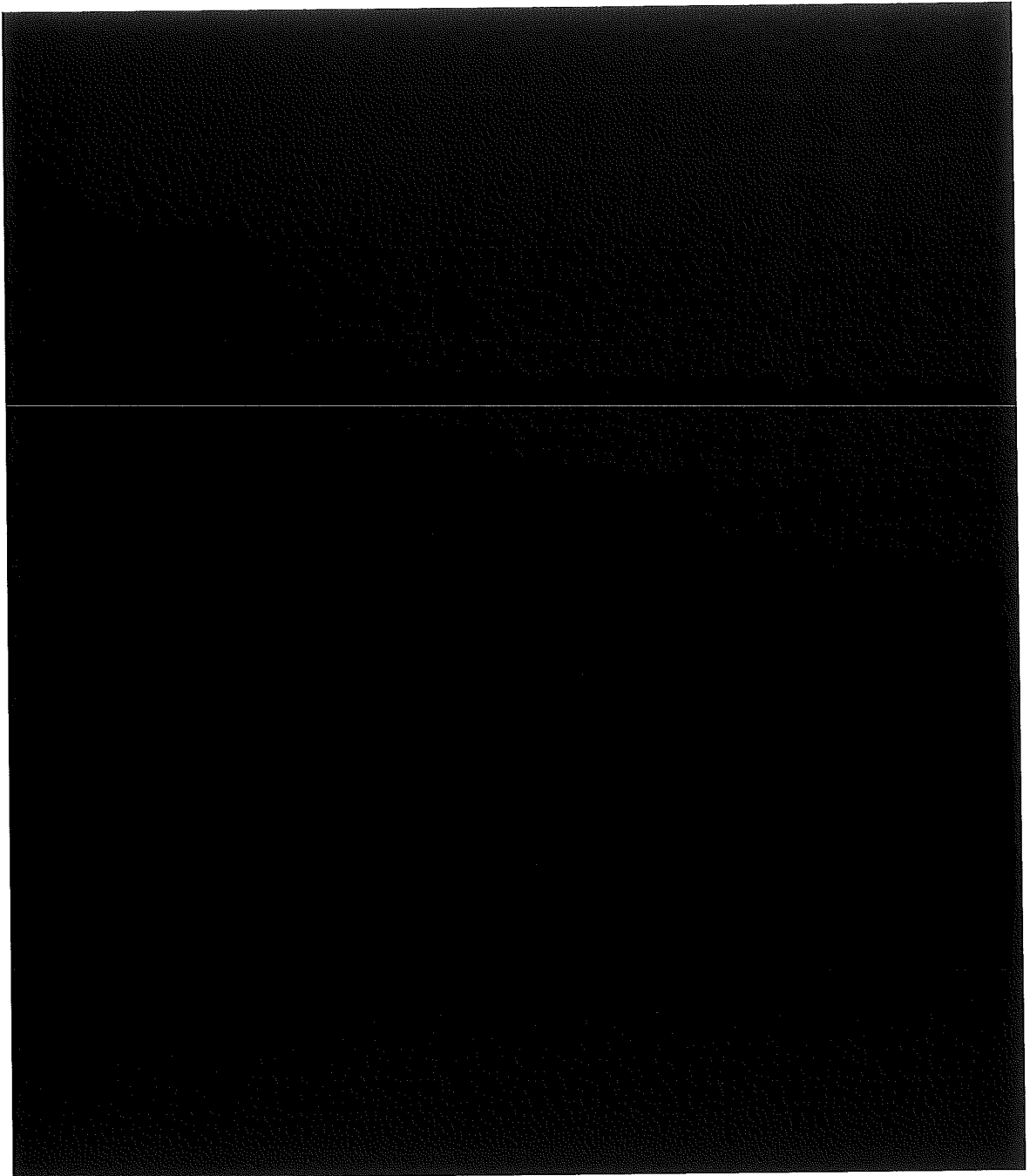
- (a) 収納物から放出される固体状核種
- (b) 収納物から放出される核分裂生成ガス
- (c) 試料収納時に収納物から漏えいし、セル内のガス状核種として、容器内に封入されるダスト状核種
- (d) 試料収納時に収納物から浮遊し、セル内のダスト状核種として、容器内に封入されるダスト状核種
- (e) 試料収納時の ^{60}Co による収納物、密封内容器、密封容器の表面汚染

密封内容器からの漏えいは上記(a)から(e)の核種であり、密封容器からの漏えいは密封内容器から漏えいする核種と上記(c)から(e)の核種である。

また、格納容器からの漏えいは密封容器から漏えいする核種と上記(c)から(e)の核種である。漏えいモデル図を(ロ)－第C.2図に示す。

放射性物質濃度の算出に用いた放出率、汚染濃度及び汚染密度は、前項C.3.1.2の1で示した値を用いる。なお、収納物から放出される固体状核種については、Battelle研究所の実験データを用いる。

密封内容器を用いる場合の解析の対象としては、収納物F12からF16（F13除く）についてORIGENコードにより計算した核種ごとの放射エネルギーから漏えい率と基準値との比を求め、収納物の側部が被覆されない打抜き板状ウラン燃料試験片であって漏えい率と基準値との比が最大となる収納物F12を選定した。（収納物F12からF16（F13除く）の漏えい率と基準値との比を(ロ)章C.6の(2)に示す。）



(ロ)－第C.2図 密封解析の漏えいモデル (密封内容器を用いる場合)

(1) 密封内容容の密封性

密封内容容からの漏えいについては、次の5つの場合の放射性核種の漏えいが考えられる。

- (a) 固体状核種
- (b) 核分裂生成ガス
- (c) 試料収納時に封入されるセル内ガス状核種
- (d) 試料収納時に封入されるセル内ダスト状核種
- (e) ⁶⁰Coによる表面汚染

密封内容容からの漏えいについては、上記(a)から(e)の各放射性核種の漏えい率を求め、その漏えい率と基準値との比率の合計が1以下であることを示す。

(a) 固体状核種の漏えい

固体状核種の漏えい評価法は安全側に収納物が粉体になっているものとする。

一般には粉体の漏えいは気体状の放射性物質の漏えいよりも小さいと考えられる。プルトニウムは粉体では二酸化プルトニウムとして存在するので本解析では Battelle Columbus Laboratoriesで行われた50 μmのオリフィスを用いた二酸化プルトニウム粒子の漏えい試験における変換係数PuO₂/He (μg/cm³)⁽²⁾を用いて放射性物質の漏えい量が外運搬規則及び外運搬告示に示された基準値を満足することを示す。

(i) 一般の試験条件における最大のヘリウムガス漏えい率

一般の試験条件における最大のヘリウムガス漏えい率は、漏えい試験条件における最大漏えい率に基づいて次式により表される。

$$L_x = \frac{L_y \eta_y (P_u^2 - P_d^2) x}{\eta_x (P_u^2 - P_d^2) y} \dots\dots\dots (C-4)$$

ただし、

- L = ガスの漏えい率 (std·cm³/s)
- η = ガスの絶対粘性係数 (MPa·s)
- P_u = ガスの圧力(上流側) (MPa abs)
- P_d = ガスの圧力(下流側) (MPa abs)
- x = 一般の試験を表わす添字

y = 漏えい試験を表わす添字

ここで、

$L_y =$ 漏えい試験における漏えい率、 \blacksquare std·cm³/s

$\eta_x =$ \blacksquare MPa absにおけるヘリウムの粘性係数⁽³⁾

$=$ \blacksquare MPa·s

$\eta_y =$ 漏えい試験(25°C、0.1 MPa abs)における空気の粘性係数

$= 1.86 \times 10^{-11}$ MPa·s

$P_{uy} =$ 漏えい試験圧力 0.1 MPa abs

$P_{dy} =$ 漏えい試験時の外気圧 0 MPa abs

$P_{ux} =$ 一般の試験時の密封内容器内圧 \blacksquare MPa abs

$P_{dx} =$ 一般の試験時の密封内容器内圧 0.1 MPa abs

(安全側に大気圧とする)

である。

したがって、

$$L_x = \frac{\blacksquare \times 1.86 \times 10^{-11} \times (\blacksquare^2 - 0.1^2)}{\blacksquare \times (0.1^2 - 0^2)}$$

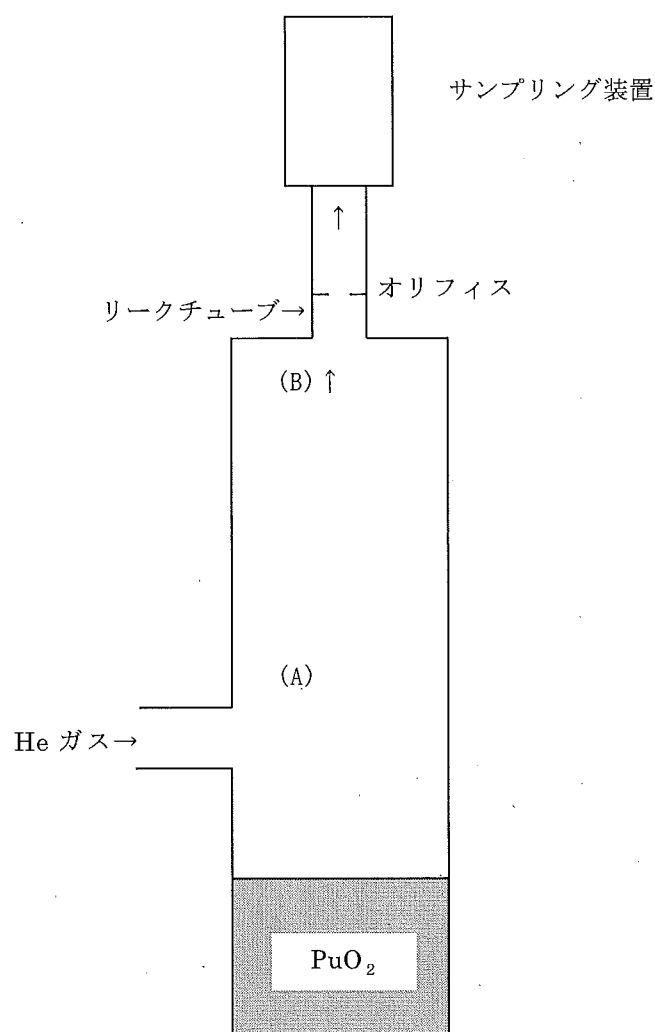
$$= \blacksquare \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$= \blacksquare \text{ cm}^3/\text{h}$$

以下の解析では漏えい率を安全側に \blacksquare cm³/hとする。

(ii) 一般の試験条件における固体放射性核種の漏えい率

放射性物質の漏えい率をBattelle研究所の実験データより求められた(PuO₂/He変換係数)を用いて解析する。まずBattelle研究所で行われたPuO₂粉体の漏えい実験について概略を示す。実験の概要をモデル図として(ロ)-第C.3図に示す。



(ロ)－第C.3図 Battelle研究所の PuO_2 粉体漏えい実験モデル

入口と出口は、(ロ)－第C.3図中(A)及び(B)を持つステンレス製の容器内に PuO_2 粉体を入れ(A)よりHeガスを注入し、(B)からリークチューブ内へガスを引く。リークチューブ内にはオリフィス(穴径 $5\ \mu\text{m}$ ～ $50\ \mu\text{m}$ 厚さ $0.1\ \text{mm}$)が設けられており、オリフィスの穴を通過したガスと粉体がサンプリング装置に導かれ、Heガスと PuO_2 の量が測定される。

それに基づき PuO_2/He ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)⁽²⁾を算出している。

その結果を(ロ)－第C.8表に示す。

(ロ) 第C.8表 PuO₂質量とHe流量との関係

(単位: μg/cm³)

Orifice Size (μm)	Mass/Flow Correlation	
	min.	Max.
5		
8		
10		
20		
50		

なお、オリフィスの穴が5 μmより小さい場合は、粉体が穴を閉塞するため漏えいが生じにくくなり、変換係数 PuO₂/Heの値は小さくなる。Pu同位体の漏えい率に用いているPuO₂/He変換係数の値としては、安全側に(ロ) 第C.8表に示された最大値 [] μg/cm³を用いる。また、質量流量は粉体物性(粒子径、内部摩擦など)に依存することから、Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率も同様に、変換係数 [] (μg/cm³)を用いて下記により求めた。

なお、固体状放射性物質としては、

(イ) Pu同位体

(ロ) Pu同位体以外の固体状核種

の2種類に区分し、Pu同位体以外の固体状核種は、PuO₂とともに漏えいするとした。

(イ) Pu同位体の漏えい率

Pu同位体の漏えい率 L_p(Bq/h)は次式により求めた。

$$L_p = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{pi}/A_{si}}{\sum A_{pi}/A_{si}} \times L_x \dots\dots\dots (C-5)$$

ここで、C : PuO₂/He変換係数 = [] (μg/cm³)

A_{si} : 固体状各核種の比放射能(Bq/g)

A_{pi} : Pu同位体各核種の放射エネルギー(Bq)

L_x : 一般の試験条件下のヘリウム漏えい率 = [] cm³/h

(ロ) Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率

Pu同位体以外の固体状核種の漏えい率 L_d(Bq/h)は、次式により求めた。

$$L_d = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{di}/A_{si}}{\sum (A_{pi}/A_{si} + A_{di}/A_{si})} \times L_x \dots\dots\dots (C-6)$$

ここで、A_{di} : Pu同位体以外の固体状各核種の放射エネルギー(Bq)

(ロ) 第C.9表に放射性核種の濃度、漏えい率及びそれらの比を示す。

(ロ) - 第C.9表 密封内容器からの放射性核種の漏えい率 (収納物F12、一般の試験条件)

(a) 固体状核種の漏えい

核種	放射能強度 (Bq)	放射性物質 漏えい率 (Bq/h)	基準値 (Bq/h)	比率 (-)
²³⁸ Pu			1×10^3	
²³⁹ Pu			1×10^3	
²⁴⁰ Pu			1×10^3	
²⁴¹ Pu			6×10^4	
⁸⁹ Sr			6×10^5	
⁹⁰ Sr			3×10^5	
⁹¹ Y			6×10^5	
⁹⁵ Zr			8×10^5	
⁹⁵ Nb			1×10^6	
¹⁰³ Ru			2×10^7	
¹⁰⁶ Ru			2×10^5	
¹³⁴ Cs			7×10^5	
¹³⁷ Cs			6×10^5	
¹⁴⁴ Ce			2×10^5	
合計				

(b) 核分裂生成ガスの漏えい

核種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (μ Bq/h)	基準値 (μ Bq/h)	比率 (-)
³ H			4.0×10^{13}	
⁸⁵ Kr			1.0×10^{13}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
合計				

(c) 試料収納時に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^3H			4.0×10^{13}	
^{85}Kr			1.0×10^{13}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
			合計	

(d) 試料収納時に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^{89}Sr			6×10^{11}	
^{90}Sr			3×10^{11}	
^{91}Y			6×10^{11}	
^{96}Zr			8×10^{11}	
^{95}Nb			1×10^{12}	
^{103}Ru			2×10^{12}	
^{106}Ru			2×10^{11}	
^{134}Cs			7×10^{11}	
^{137}Cs			6×10^{11}	
^{144}Ce			2×10^{11}	
^{238}Pu			1×10^9	
^{239}Pu			1×10^9	
^{240}Pu			1×10^9	
^{241}Pu			6×10^{10}	
			合計	

(e) ^{60}Co による表面汚染の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (—)
^{60}Co	██████████	██████████	4×10^{11}	██████████

以上より(a)から(e)の比率の合計は、

$$\begin{aligned} & \text{██} \\ & = \text{██████████} \end{aligned}$$

(2) 密封容器の密封性

密封容器の密封性については、次の2つの場合の放射性核種の漏えいについて検討する。すなわち、密封内容容器から漏えいした放射性核種と試料収納時に密封容器に封入されるセル内の放射性核種についての漏えいである。前者の漏えいについては、密封内容容器の漏えいの項での評価と同一の割合で密封容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、密封容器内濃度に密封容器漏えい率を乗じて求められる。

密封容器の一般の試験条件における最大空気漏えい率は、式(C-3)より求められる。

$$\begin{aligned} \eta_x &= \text{██████████ MPa absにおける空気の粘性係数} \\ &= \text{██████████ MPa}\cdot\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_y &= \text{Ts, P 1における空気の粘性係数} \\ &= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s} \end{aligned}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.16 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{一般の試験時の密封容器内圧} \quad \text{██████████ MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{一般の試験時の格納容器内圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

(安全側に大気圧とする)

$$L_x = \frac{\text{██████████} \times 1.86 \times 10^{-11} (\text{██████████}^2 - 0.10^2)}{\text{██████████} (0.16^2 - 0.10^2)}$$

$$= \text{██████████ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$= \text{██████████ cm}^3/\text{h}$$

(ロ) ー第C.10表に、評価結果(放射性物質濃度、放射性物質漏えい率、比率)を示す。

(ロ) - 第C.10表 密封容器からの放射性核種の漏えい (収納物F12、一般の試験条件)

(a) 密封内容器からの漏えい ((ロ) - 第C.9表より)

密封内容器からの放射性物質		放射性物質漏えい率と 基準値との比の合計
収 納 物	固 体 状 核 種	■
	核 分 裂 生 成 ガ ス	
セル内ガス核種		■
セル内ダスト核種		
⁶⁰ Coによる表面汚染		■
合 計		

(b) 密封容器内に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (μ Bq/h)	基 準 値 (μ Bq/h)	比 率 (-)
³ H	■	■	4.0×10^{13}	■
⁸⁵ Kr			1.0×10^{13}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
		合 計		■

(c) 密封容器内に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^{89}Sr			6×10^{11}	
^{90}Sr			3×10^{11}	
^{91}Y			6×10^{11}	
^{95}Zr			8×10^{11}	
^{95}Nb			1×10^{12}	
^{103}Ru			2×10^{12}	
^{106}Ru			2×10^{11}	
^{134}Cs			7×10^{11}	
^{137}Cs			6×10^{11}	
^{144}Ce			2×10^{11}	
^{238}Pu			1×10^9	
^{239}Pu			1×10^9	
^{240}Pu			1×10^9	
^{241}Pu			6×10^{10}	
			合計	

(d) ^{60}Co による表面汚染の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^{60}Co			4×10^{11}	

以上より (a), (b), (c), (d) の比率の合計は、

[REDACTED]
 = [REDACTED]

(3) 格納容器の密封性

格納容器の密封性については、次の2つの場合の放射性核種の漏えいについて検討する。

すなわち、密封容器から漏えいした放射性核種と試料収納時に格納容器に封入されるセル内の放射性核種についての漏えいである。前者の漏えいについては、密封容器の漏えいの項での評価と同一の割合で格納容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、格納容器内濃度に格納容器漏えい率を乗じて求められる。

格納容器の一般の試験条件における最大空気漏えい率は、式(C-3)より求められる。

$$L_y = \text{■■■■} \text{ std cm}^3/\text{s}$$

$$\eta_x = \text{■■■■■■■■} \text{ MPa abs における 空気の粘性係数}$$

$$= \text{■■■■■■■■} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_y = T_s, P_1 \text{ における 空気の粘性係数}$$

$$= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.16 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{一般の試験時の格納容器内圧} \quad \text{■■■■} \text{ MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{一般の試験時の外気圧} \quad 0.06 \text{ MPa abs}$$

$$L_x = \frac{\text{■■■■} \times 1.86 \times 10^{-11} (\text{■■■■}^2 - 0.06^2)}{\text{■■■■} (0.16^2 - 0.10^2)}$$

$$= \text{■■■■} \text{ std cm}^3/\text{s}$$

$$= \text{■■■■■■■■} \text{ cm}^3/\text{h}$$

(□) - 第C.11表に評価結果(放射性物質濃度、放射性物質漏えい率、比率)を示す。

(ロ) - 第C.11表 格納容器からの放射性核種の漏えい (収納物F12、一般の試験条件)

(a) 密封容器からの漏えい ((ロ) - 第C.10表より)

密封容器からの放射性物質	放射性物質漏えい率と 基準値との比の合計
密封内容器からの核種	
セル内ガス核種	
セル内ダスト核種	
^{60}Co による表面汚染	
合 計	

(b) 格納容器内に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基 準 値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比 率 (-)
^3H			4.0×10^{13}	
^{85}Kr			1.0×10^{13}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
合 計				

(c) 格納容器内に封入されるセル内ダスト核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^{89}Sr	[Redacted]	[Redacted]	6×10^{11}	[Redacted]
^{90}Sr			3×10^{11}	
^{91}Y			6×10^{11}	
^{95}Zr			8×10^{11}	
^{95}Nb			1×10^{12}	
^{103}Ru			2×10^{12}	
^{106}Ru			2×10^{11}	
^{134}Cs			7×10^{11}	
^{137}Cs			6×10^{11}	
^{144}Ce			2×10^{11}	
^{238}Pu			1×10^9	
^{239}Pu			1×10^9	
^{240}Pu			1×10^9	
^{241}Pu			6×10^{10}	
合計				

(d) ^{60}Co による表面汚染の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	基準値 ($\mu\text{Bq}/\text{h}$)	比率 (-)
^{60}Co	[Redacted]	[Redacted]	4×10^{11}	[Redacted]

以上より (a), (b), (c), (d) の比率の合計は、

[Redacted]
= [Redacted]

したがって、格納容器からの放射性物質の漏えい率は基準値よりも小さい。

C.3.2 密封装置の加圧

1. 密封内容器を用いない場合

密封装置の加圧は以下(1)及び(2)によって起こる。

- (1) 密封容器内の空気の温度上昇
- (2) 密封容器内の核分裂生成ガス

(2)項の核分裂生成ガスの発生量を、(ロ)－第C.12表 に示す。

この表より核分裂生成ガスの発生量が密封容器内の空気量に比して無視できる程度であるから核分裂生成ガスによる加圧も無視できる。したがって密封容器の加圧は(1)項の空気の温度上昇によるものを考慮して、(ロ)章C.2.1(3)に示す条件で密封容器の耐圧強度解析を行っている。

(ロ)－第C.12表 密封容器の核分裂生成ガスの発生量 (収納物F1、一般の試験条件)

核種	放射性物質濃度	放射性物質の量			密封装置内の 空気体積との 比
	$\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$	Bq 注1)	G 注2)	cm^3 注3)	
^3H					
^{85}Kr					
^{129}I					
$^{131\text{m}}\text{Xe}$					
^{131}I					

注1) 放射性物質濃度×空気体積 (cm^3)

注2) 放射性物質の量 (Bq) ÷ 比放射能 (Bq/g)

注3) 放射性物質の量 (g) × 22.4 (ℓ/mol) / 核種の原子量 (g)

2. 密封内容器を用いる場合

密封装置の加圧は以下(1)及び(2)によって起こる。

- (1) 密封内容器内の空気の温度上昇
- (2) 密封内容器内の核分裂生成ガス

(2)項の核分裂生成ガスの発生量を(ロ)－第C.13表に示す。

この表より核分裂生成ガスの発生量が密封内容器内の空気量に比して無視できる程度であるから、核分裂生成ガスによる加圧も無視できる。したがって密封内容器の加圧は(1)項の空気の温度上昇によるものを考慮して、(ロ)章C.2.1(3)に示す条件で密封内容器の耐圧強度解析を行っている。

(ロ)-第C.13表 密封内容器の核分裂生成ガスの発生量 (収納物F12、一般の試験条件)

核種	放射性物質濃度	放射性物質の量			密封装置内の 空気体積との 比
	$\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$	Bq 注1)	g 注2)	cm^3 注3)	
^3H					
^{85}Kr					
^{129}I					
$^{131\text{m}}\text{Xe}$					
^{131}I					

注1) 放射性物質濃度×空気体積(cm^3)

注2) 放射性物質の量(Bq)÷比放射能(Bq/g)

注3) 放射性物質の量(g)×22.4(ℓ/mol)/核種の原子量(g)

C.3.3 冷却材汚染

本輸送容器には冷却材を用いていないので該当しない。

C.3.4 冷却材損失

本輸送容器には冷却材を用いていないので該当しない。

C.4 特別の試験条件

特別の試験条件における密封装置内の圧力及び温度は(ロ)―第C.1表に示すとおりであり、本条件において密封装置である密封内容容器、密封容器及び格納容器の性能が損われないことは(ロ)章A.構造解析により確認している。

特別の試験条件下における放射性核種の漏えいは、収納物が密封内容容器に収納されない場合(F1からF3、F5、F7、F9、F10)と、密封内容容器に収納された場合(F12からF16(F13除く))で密封境界数が変わってくるので2つに分けて評価する。

C.4.1 核分裂生成ガス

密封装置内の核分裂生成ガスは、密封装置内の空気中に存在し空気とともに漏えいするものとする。なお、核分裂生成ガスとしてセル内ガス状核種も含めるものとする。

C.4.1.1 密封内容容器を用いない場合

密封内容容器を用いない場合の密封装置は、密封容器及び格納容器である。

1. 特別の試験条件下における最大空気漏えい率

(1) 密封容器の漏えい率

特別の試験条件下における最大空気漏えい率は、式(C-3)により求められる。

$$L_y = \text{空気の漏えい率} \quad \text{[]} \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$\eta_x = \text{[] MPaにおける空気の粘性係数}$$

$$= \text{[] MPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_y = T_s, P_1 \text{における空気の粘性係数}$$

$$= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.16 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{特別の試験時の密封容器内圧} \quad \text{[] MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{特別の試験時の格納容器内圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

(安全側に大気圧とする)

$$\begin{aligned}
L_x &= \frac{\text{■} \times 1.86 \times 10^{-11} \times (\text{■}^2 - 0.10^2)}{\text{■} \times (0.16^2 - 0.10^2)} \\
&= \text{■} \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s} \\
&= \text{■} \text{ cm}^3/\text{week}
\end{aligned}$$

(2) 格納容器の漏えい率

特別の試験条件下における最大空気漏えい率は、式(C-3)により求められる。

$$L_y = \text{空気の標準漏えい率} \text{■} \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$\eta_x = \text{■} \text{ MPaにおける空気の粘性係数}$$

$$= \text{■} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_y = T_s, P_1 \text{における空気の粘性係数}$$

$$= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.16 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{特別の試験時の格納容器内圧} \quad \text{■} \text{ MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{特別の試験時の外気圧} \quad 0.06 \text{ MPa abs}$$

$$L_x = \frac{\text{■} \times 1.86 \times 10^{-11} (\text{■}^2 - 0.06^2)}{\text{■} (0.16^2 - 0.10^2)}$$

$$= \text{■} \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$= \text{■} \text{ cm}^3/\text{week}$$

2. 特別の試験条件下における核分裂生成ガスの漏えい率

(1) 密封容器の核分裂生成ガスの漏えい率

密封容器の核分裂生成ガス及びセル内ガス状核種の漏えい率を(ロ)－第C.14表に示す。

(ロ)－第C. 14表 密封容器内からの核分裂生成ガスの漏えい(収納物F1、特別の試験条件)

(a) 核分裂生成ガスの漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (－)
^3H	[Redacted]	[Redacted]	4.0×10^{13}	[Redacted]
^{85}Kr			1.0×10^{14}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
合計				

(b) 試料収納時に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (－)
^3H	[Redacted]	[Redacted]	4.0×10^{13}	[Redacted]
^{85}Kr			1.0×10^{14}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
合計				

(a)及び(b)の比率の合計は、[Redacted]である。

(2) 格納容器の核分裂生成ガスの漏えい率

格納容器の漏えいについては、密封容器から漏えいした核分裂生成ガス及びセル内ガス状核種の漏えいと、密封容器収納時に格納容器に封入されるセル内ガス状核種の漏えいである。

前者の漏えいについては、密封容器の漏えいの項での評価と同一の割合で格納容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、格納容器内濃度に格納容器漏えい率を乗じて求められる。格納容器の核分裂生成ガスの漏えい率を(ロ)－第C. 15表に示す。

(ロ) - 第C.15表 格納容器からの核分裂生成ガスの漏えい率 (収納物F1、特別の試験条件)

(a) 密封容器からの漏えい((ロ) - 第C.14表より)

密封容器からの放射性物質	放射性物質漏えい率と基準値との比の合計
核分裂生成ガス	[Redacted]
セル内ガス状核種	
合計	

(b) 格納容器内に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq/cm}^3$)	放射性物質漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (-)
^3H	[Redacted]	[Redacted]	4.0×10^{13}	[Redacted]
^{85}Kr			1.0×10^{14}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
		合計		

(a)及び(b)の比率の合計は、[Redacted]である。

C.4.1.2 密封内容物を用いる場合

密封内容物を用いる場合の密封装置は、密封内容物、密封容器及び格納容器である。

1. 特別の試験条件下における最大のヘリウムガス漏えい率

(1) 密封内容物の漏えい率

(ロ) 章C.3.1.2の2(1)と同様に特別の試験条件下における最大ヘリウム漏えい率は、式(C-4)により求められる。

$$L_y = \text{漏えい試験における漏えい率} \quad [\text{Redacted}] \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$\eta_x = [\text{Redacted}] \text{ MPaにおけるヘリウムの粘性係数}$$

$$= [\text{Redacted}] \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_y = T_s, P_1 \text{における空気の粘性係数}$$

$$= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.1 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{特別の試験時の密封内容器内圧} \quad \blacksquare \text{ MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{特別の試験時の外気圧} \quad 0.1 \text{ MPa abs}$$

$$L_x = \frac{\blacksquare \times 1.86 \times 10^{-11} \times (\blacksquare^2 - 0.1^2)}{\blacksquare \times (0.1^2 - 0^2)}$$

$$= \blacksquare \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$= \blacksquare \text{ cm}^3/\text{week}$$

(2) 密封容器の漏えい率

特別の試験条件下における最大空気漏えい率は、式(C-3)により求められる。

$$L_y = \text{空気の漏えい率} \quad \blacksquare \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$\eta_x = \blacksquare \text{ MPaにおける空気の粘性係数}$$

$$= \blacksquare \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$\eta_y = T_s, P_1 \text{における空気の粘性係数}$$

$$= 1.86 \times 10^{-11} \text{ MPa}\cdot\text{s}$$

$$P_{uy} = \text{漏えい試験圧力} \quad 0.16 \text{ MPa abs}$$

$$P_{dy} = \text{漏えい試験時の外気圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

$$P_{ux} = \text{特別の試験時の密封容器内圧} \quad \blacksquare \text{ MPa abs}$$

$$P_{dx} = \text{特別の試験時の格納容器内圧} \quad 0.10 \text{ MPa abs}$$

(安全側に大気圧とする)

$$L_x = \frac{\blacksquare \times 1.86 \times 10^{-11} \times (\blacksquare^2 - 0.10^2)}{\blacksquare \times (0.16^2 - 0.10^2)}$$

$$= \blacksquare \text{ std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$$

$$= \blacksquare \text{ cm}^3/\text{week}$$

(3) 格納容器の漏えい率

格納容器の漏えい率は、密封内容器を用いない場合と同じように行い(ロ)章

C.4.1.1の1.(2)に \blacksquare MPaにおける空気の粘性係数 $\eta_x = \blacksquare$

\blacksquare MPa \cdot sを代入すると、 \blacksquare cm³/weekとなる。

2. 特別の試験条件下における核分裂生成ガスの漏えい率

(1) 密封内容容の核分裂生成ガスの漏えい率

密封内容容の核分裂生成ガス及びセル内ガス状核種の漏えい率を(ロ)－第C.16表に示す。

(ロ)－第C.16表 密封内容容からの核分裂生成ガスの漏えい率

(収納物F12、特別の試験条件)

(a) 核分裂生成ガスの漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (-)
^3H			4.0×10^{13}	
^{85}Kr			1.0×10^{14}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
			合計	

(b) 試料収納時に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (-)
^3H			4.0×10^{13}	
^{85}Kr			1.0×10^{14}	
$^{131\text{m}}\text{Xe}$			4.0×10^{13}	
^{131}I			7.0×10^{11}	
			合計	

(a)及び(b)の比率の合計は、 である。

(2) 密封容の核分裂生成ガス

密封容の漏えいについては、密封内容容から漏えいした核分裂生成ガス及びセル内ガス状核種の漏えいと密封内容容収納時に密封容に封入されるセル内ガス状核種の漏えいである。

前者の漏えいについては、密封内容物の漏えいの項の評価と同一の割合で密封容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、密封容器内濃度に密封容器漏えい率を乗じて求められる。

密封容器の核分裂生成ガスの漏えい率を、(ロ)－第C.17表 に示す。

(ロ)－第C.17表 密封容器からの核分裂生成ガスの漏えい率(収納物F12、特別の試験条件)

(a) 密封内容物からの漏えい((ロ)－第C.16表より)

密封内容物からの放射性物質	放射性物質漏えい率と基準値との比の合計
核分裂生成ガス	
セル内ガス状核種	
合 計	

(b) 密封容器内に封入されるセル内ガス状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
³ H			4.0×10^{13}	
⁸⁵ Kr			1.0×10^{14}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
合 計				

(a) 及び(b)の比率の合計は、 である。

(3) 格納容器の核分裂生成ガス

格納容器の漏えいについては、密封容器から漏えいした核分裂生成ガス及びセル内ガス状核種の漏えいと密封容器収納時に格納容器に封入されるセル内ガス状核種の漏えいである。

前者の漏えいについては、密封容器の漏えいの項の評価と同一の割合で格納容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、格納容器内濃度に格納容器漏えい率を乗じて求められる。密封容器の核分裂生成ガスの漏えい率を、(ロ)－第C.18表 に示す。

(ロ)－第C.18表 格納容器からの核分裂生成ガスの漏えい率(収納物F12、特別の試験条件)

(a) 密封容器からの漏えい((ロ)－第C.17表より)

密封容器からの放射性物質	放射性物質漏えい率と 基準値との比の合計
密封内容器からの核分裂生成ガス	■
セル内ガス状核種	
合 計	

(b) 格納容器に封入されるセル内ガス核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
³ H	■	■	4.0×10^{13}	■
⁸⁵ Kr			1.0×10^{14}	
^{131m} Xe			4.0×10^{13}	
¹³¹ I			7.0×10^{11}	
合 計				

(a)及び(b)の比率の合計は、■である。

C.4.2 放射性物質の漏えい

特別の試験条件下における放射性物質の漏えいは、一般の試験条件下と同様の方法により求められる。

C.4.2.1 密封内容器を用いない場合

密封内容器を用いない場合の密封装置は、密封容器及び格納容器である。

1. 密封容器からの放射性物質の漏えい

密封容器内には、セル内の雰囲気中に存在するダスト状核種及び表面汚染によるものが混在する。密封容器の放射性物質の漏えい率を(ロ)－第C.19表 に示す。

(ロ) - 第C.19表 密封容器からの放射性物質の漏えい率 (収納物F1、特別の試験条件)

(a) 試料収納時に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁸⁹ Sr	[REDACTED]	[REDACTED]	6×10^{11}	[REDACTED]
⁹⁰ Sr			3×10^{11}	
⁹¹ Y			6×10^{11}	
⁹⁵ Zr			8×10^{11}	
⁹⁵ Nb			1×10^{12}	
¹⁰³ Ru			2×10^{12}	
¹⁰⁶ Ru			2×10^{11}	
¹³⁴ Cs			7×10^{11}	
¹³⁷ Cs			6×10^{11}	
¹⁴⁴ Ce			2×10^{11}	
²³⁸ Pu			1×10^9	
²⁴¹ Pu			6×10^{10}	
²⁴⁴ Cm			2×10^9	

(b) ⁶⁰ Coによる表面汚染の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁶⁰ Co	[REDACTED]	[REDACTED]	4×10^{11}	[REDACTED]

(a) 及び (b) の比率の合計は、[REDACTED]である。

2. 格納容器からの放射性物質の漏えい

格納容器の放射性物質の漏えいについては、密封容器から漏えいした放射性物質の漏えいと密封容器収納時に格納容器に封入されるセル内ダスト核種及び⁶⁰Coによる表面汚染によるものとの混在する。

格納容器の放射性物質の漏えい率を、(ロ)－第C.20表 に示す。

(ロ)－第C.20表 格納容器からの放射性物質の漏えい率 (収納物F1、特別の試験条件)

(a) 密封容器からの漏えい((ロ)－第C.19表より)

密封容器からの放射性物質	放射性物質漏えい率と基準値との比の合計
セル内ダスト状核種	
⁶⁰ Coによる表面汚染	
合 計	

(b) 格納容器内に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)		
⁸⁹ Sr			6×10^{11}			
⁹⁰ Sr			3×10^{11}			
⁹¹ Y			6×10^{11}			
⁹⁵ Zr			8×10^{11}			
⁹⁵ Nb			1×10^{12}			
¹⁰³ Ru			2×10^{12}			
¹⁰⁶ Ru			2×10^{11}			
¹³⁴ Cs			7×10^{11}			
¹³⁷ Cs			6×10^{11}			
¹⁴⁴ Ce			2×10^{11}			
²³⁸ Pu			1×10^9			
²⁴¹ Pu			6×10^{10}			
²⁴⁴ Cm			2×10^9			
合 計						

(c) ^{60}Co による表面汚染の漏えい

核種	放射性物質濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{cm}^3$)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (—)
^{60}Co	■■■■■	■■■■■	4×10^{11}	■■■■■

(a), (b)及び(c)の比率の合計は、■■■■■である。

C.4.2.2 密封内容器を用いる場合

密封内容器を用いる場合の密封装置は、密封内容器、密封容器及び格納容器である。

1. 密封内容器の放射性物質の漏えい

密封内容器内には、収納物からの固体状核種、セル内の雰囲気中に存在するダスト状核種及び表面汚染によるものが混在する。

固体状核種の漏えいについては、一般の試験条件下と同様の方法により求められる。

(1) Pu 同位体の漏えい率

Pu 同位体の漏えい率 L_p (Bq/week) は、式(C-5)により求められる。

$$L_p = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{pi}/A_{si}}{\sum A_{pi}/A_{si}} \times L_x$$

ここで、

C : PuO_2/He 変換係数 = ■■■■ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)

A_{si} : 各核種の比放射能 (Bq/g)

A_{pi} : Pu同位体各核種の放射能 (Bq)

L_x : 特別の試験条件下のヘリウム漏えい率 = ■■■■ cm^3/week

(2) Pu 同位体以外の核種の漏えい率

Pu 同位体以外の核種の漏えい率 L_d (Bq/week) は、式(C-6)により求められる。

$$L_d = (C \times 10^{-6}) \times A_{si} \times \frac{A_{di}/A_{si}}{\sum (A_{pi}/A_{si} + A_{di}/A_{si})} \times L_x$$

ここで、

A_{di} : Pu 同位体以外の各核種の放射能 (Bq)

密封内容器の放射性物質の漏えい率を、(ロ)－第C.21表 に示す。

(ロ) - 第C. 21表 密封容器からの放射性物質の漏えい率 (収納物 F 12、特別の試験条件)

(a) 固体状核種の漏えい

核種	放射能 (Bq)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基準値 (Bq/week)	比率 (-)
²³⁸ Pu			1×10 ⁹	
²³⁹ Pu			1×10 ⁹	
²⁴⁰ Pu			1×10 ⁹	
²⁴¹ Pu			6×10 ¹⁰	
⁸⁹ Sr			6×10 ¹¹	
⁹⁰ Sr			3×10 ¹¹	
⁹¹ Y			6×10 ¹¹	
⁹⁵ Zr			8×10 ¹¹	
⁹⁵ Nb			1×10 ¹²	
¹⁰³ Ru			2×10 ¹²	
¹⁰⁶ Ru			2×10 ¹¹	
¹³⁴ Cs			7×10 ¹¹	
¹³⁷ Cs			6×10 ¹¹	
¹⁴⁴ Ce			2×10 ¹¹	
			合計	

(b) 試料収納時に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁸⁹ Sr			6×10^{11}	
⁹⁰ Sr			3×10^{11}	
⁹¹ Y			6×10^{11}	
⁹⁵ Zr			8×10^{11}	
⁹⁵ Nb			1×10^{12}	
¹⁰³ Ru			2×10^{12}	
¹⁰⁶ Ru			2×10^{11}	
¹³⁴ Cs			7×10^{11}	
¹³⁷ Cs			6×10^{11}	
¹⁴⁴ Ce			2×10^{11}	
²³⁸ Pu			1×10^9	
²³⁹ Pu			1×10^9	
²⁴⁰ Pu			1×10^9	
²⁴¹ Pu			6×10^{10}	
			合 計	

(c) ⁶⁰ Coによる表面汚染

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁶⁰ Co			4×10^{11}	

(a), (b) 及び(c)の比率の合計は、 である。

2. 密封容器の放射性物質の漏えい

密封容器の漏えいについては、密封内容物から漏えいした固体状核種、セル内ダスト状核種及び ⁶⁰ Coによる表面汚染による核種の漏えいと密封内容物収納時に封入されるセル内ダスト状核種及び ⁶⁰ Coによる表面汚染による核種の漏えいである。

前者の漏えいについては、密封内容物の漏えいの項の評価と同一の割合で密封

容器から漏えいすると考える。後者の漏えいについては、密封容器内濃度に密封容器漏えい率を乗じて求められる。密封容器の放射性物質の漏えい率を、(ロ)－第C.22表に示す。

(ロ)－第C.22表 密封容器からの放射性物質の漏えい率 (収納物F12、特別の試験条件)

(a) 密封内容器からの漏えい((ロ)－第C.21表より)

密封内容器からの放射性物質	放射性物質漏えい率と基準値との比の合計
固 体 状 核 種	
セル内ダスト状核種	
⁶⁰ Coによる表面汚染	
合 計	

(b) 密封容器内に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁸⁹ Sr			6×10^{11}	
⁹⁰ Sr			3×10^{11}	
⁹¹ Y			6×10^{11}	
⁹⁵ Zr			8×10^{11}	
⁹⁵ Nb			1×10^{12}	
¹⁰³ Ru			2×10^{12}	
¹⁰⁶ Ru			2×10^{11}	
¹³⁴ Cs			7×10^{11}	
¹³⁷ Cs			6×10^{11}	
¹⁴⁴ Ce			2×10^{11}	
²³⁸ Pu			1×10^9	
²³⁹ Pu			1×10^9	
²⁴⁰ Pu			1×10^9	
²⁴¹ Pu			6×10^{10}	
合 計				

(b) 格納容器内に封入されるセル内ダスト状核種の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁸⁹ Sr	[Redacted]	[Redacted]	6×10^{11}	[Redacted]
⁹⁰ Sr			3×10^{11}	
⁹¹ Y			6×10^{11}	
⁹⁵ Zr			8×10^{11}	
⁹⁵ Nb			1×10^{12}	
¹⁰³ Ru			2×10^{12}	
¹⁰⁶ Ru			2×10^{11}	
¹³⁴ Cs			7×10^{11}	
¹³⁷ Cs			6×10^{11}	
¹⁴⁴ Ce			2×10^{11}	
²³⁸ Pu			1×10^9	
²³⁹ Pu			1×10^9	
²⁴⁰ Pu			1×10^9	
²⁴¹ Pu			6×10^{10}	
合 計				

(c) ⁶⁰ Coによる表面汚染の漏えい

核 種	放射性物質濃度 (μ Bq/cm ³)	放射性物質 漏えい率 (Bq/week)	基 準 値 (Bq/week)	比 率 (-)
⁶⁰ Co	[Redacted]	[Redacted]	4×10^{11}	[Redacted]

(a), (b)及び(c)の比率の合計は、[Redacted]である。

C.5 結果の要約及びその評価

密封解析の評価結果は以下に示すとおりであり、本輸送容器の密封性能は外運搬規則及び外運搬告示に定められるBM型輸送物に係る技術上の基準に適合する。

1. 密封装置

本輸送容器の密封装置は密封内容器、密封容器及び格納容器であり、密封境界は、弁、Oリング、グランドパッキン及びカプラで構成されている。これらの密封装置は、一般の試験条件及び特別の試験条件に対して十分な強度を有し、また、ガスケットの密封性能が損われることはない。

2. 一般の試験条件

(1) 放射性物質の漏えい

一般の試験条件における放射性物質の漏えい率と基準値との比率の合計は、密封内容器を用いる場合が最大となり■■■■■■であり、放射性物質の漏えい率は基準値を満足する。

(2) 密封装置の加圧

密封装置の加圧は、収納物の発熱による空気の温度上昇による。(ロ)章A.構造解析に示したようにこの加圧により密封性能が損なわれるような変形は生じない。

(3) 冷却材汚染

本輸送容器には、冷却材を用いていないので冷却材による汚染はない。

(4) 冷却材損失

本輸送容器には、冷却材を用いていないので冷却材の損失はない。

3. 特別の試験条件

(1) 核分裂生成ガス

特別の試験条件においては、(ロ)章A.構造解析に示したように収納物の破損がなく、密封装置内の核分裂生成ガスの量は一般の試験条件と同じである。

(2) 放射性物質の漏えい

特別の試験条件における放射性物質の漏えい率と基準値との比率の合計は密封内容器を用いる場合が最大となり■■■■■■であり、放射性物質の漏えい率は基準値を満足する。

C.6 付属書類

- (1) C.6.1 密封容器を用いない場合の漏えい率と基準値との比
(F1からF3、F5、F7、F9、F10)
- (2) C.6.2 密封容器を用いる場合の漏えい率と基準値との比 (F12、F14からF16)
- (3) C.6.3 参考文献

(1) C.6.1 密封内容器を用いない場合の漏えい率と基準値との比 (F1からF3、F5、F7、F9、F10)

密封内容器を用いない場合の各収納物の漏えい率と基準値との比を(口)一第C.25表に示す。

(口)一第C.25表 密封内容器を用いない場合の漏えい率と基準値との比

		F1	F2	F3	F5	F7	F9	F10
密封容器	核分裂生成ガスの基準値に対する比率							
	ガス状核種の基準値に対する比率							
	ダスト状核種の基準値に対する比率							
	⁶⁰ Co による表面汚染の基準値に対する比率							
	ガス状核種の基準値に対する比率							
	ダスト状核種の基準値に対する比率							
格納容器	⁶⁰ Co による表面汚染の基準値に対する比率							
	合計							
	F1 との比率	1.00	0.44	0.42	0.75	0.13	0.74	0.61

F1からF10収納物の中で、F1の漏えい率と基準値の比が最大となるため、F1を解析対象としている。

注) 収納物F4、F6、F8は欠番。

(2) C.6.2 密封容器を用いる場合の漏えい率と基準値との比 (F12、F14からF16)

密封容器を用いる場合の各収納物の漏えい率と基準値との比を(ロ)－第C.26表に示す。

(ロ)－第C.26表 密封容器を用いる場合の漏えい率と基準値との比

		F12	F14	F15	F16				
密封 内容 器	固体状核種の基準値に対する比率								
	核分裂生成ガスの基準値に対する比率								
	ガス状核種の基準値に対する比率								
	ダスト状核種の基準値に対する比率								
	⁶⁰ Coによる表面汚染の基準値に対する比率								
密封 容器	ガス状核種の基準値に対する比率								
	ダスト状核種の基準値に対する比率								
	⁶⁰ Coによる表面汚染の基準値に対する比率								
格納 容器	ガス状核種の基準値に対する比率								
	ダスト状核種の基準値に対する比率								
	⁶⁰ Coによる表面汚染の基準値に対する比率								
合計						1.00	0.13	0.12	0.12
F12との比率									

収納物F14、F15、F16は、Zry管又はSUS管で被覆され、さらにSUS内筒に封入されている。

F12からF16 (F13除く) の収納物の中で、F12の漏えい率と基準値との比が最大となるため、F12を解析対象としている。

注) 収納物F4、F6、F8、F11、F13、F17からF20は欠番。

(3) C.6.3 参考文献

- (1) ANSI N 14.5 1977 "American national standard for leakage tests on packages for shipment of radioactive materials"
- (2) NUREG/CR-1302 PNL-3278, 1980
"Study of plutonium oxide powder emissions from simulated shipping container leak"
- (3) 日本機械学会 "技術資料 流体の熱物性値集"

(口) 章 D 遮 蔽 解 析

(ロ) 章D 遮蔽解析

D.1 概要

遮蔽解析は、本輸送容器が外運搬規則及び外運搬告示に基づいて BM 型輸送物に係る技術上の基準に適合することを示すために行った。

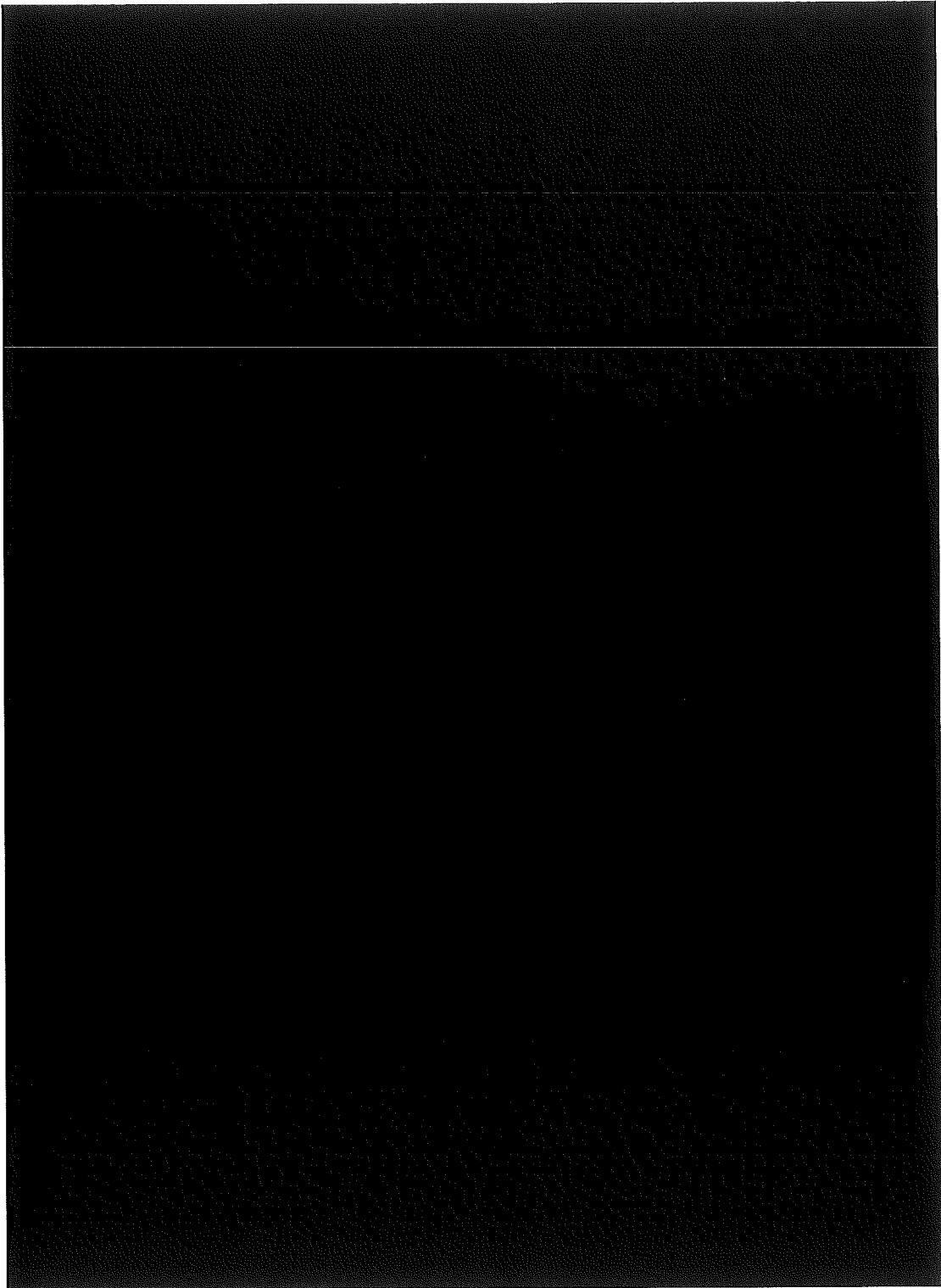
本輸送容器は主に格納容器により放射線遮蔽を行う。格納容器の材質は(ロ)一第 D.1 図に示すようにステンレス鋼であり、上部蓋は鉛を鑄込んだステンレス鋼板である。したがって、本輸送容器の主なガンマ線遮蔽材はステンレス鋼と鉛であり、中性子遮蔽材はステンレス鋼である。

格納容器には上部蓋に巻上用ワイヤ貫通孔及び底部にシャッタードアの間隙部がある。貫通孔及び間隙部の構造は放射線の漏えいが少なくなるように設計されている。

遮蔽解析は、本容器が外運搬規則及び外運搬告示に規定された条件を満すことを示すために行われた。

(ロ) 章 A.5 及び (ロ) 章 A.6 に述べたように、本容器は一般の試験条件下及び特別の試験条件下においても、遮蔽性能を阻害するような損傷は生じない設計である。

ガンマ線遮蔽計算には点減衰核積分法に基づく QAD コード⁽¹⁾を用い、中性子遮蔽計算には 1 次元輸送コード ANISN⁽²⁾を用いた。



(口)-第D.1図 JMHL-78Y15T型 輸送容器の遮蔽構成

(輸送試料収納時)

D.2 線源仕様

本容器に収納する放射性物質は、(イ)章Dで述べたとおり、主としてJMT Rにおいて種々の条件で照射された試料である。各々の試料の線源強度の計算に用いた条件を(ロ)―第D.1表に示す。

(ロ)―第D.1表に示した熱中性子束は、(イ)―第3表に示す仕様の熱中性子束に炉内中性子束分布を考慮したものである。

(ロ)―第D.1表に示す線源条件に基づいて本輸送容器に収納する各種試料のガンマ線源強度及び中性子源強度を求めた。線源強度の計算は収納物 F1 から F16 については、JMT Rの運転サイクル (██████████) を1サイクルとする) に合わせて ORIGEN⁽³⁾ コードを用いて行った。各収納物の線源強度を(ロ)―第D.2表に示す。

遮蔽体系は、以下の2とおりに分類される。

- ① 密封容器を用いる場合 (収納物 F1 から F10 (F4、F6、F8 除く))
 - ② 密封容器と密封内容器を用いる場合 (収納物 F12 から F16 (F13 除く))
- ①②に対応している収納物 F1 から収納物 F16 については、(ロ)―第D.2表

(その1) に示すように、線量当量率への寄与の大きいエネルギー3組のガンマ線源強度は全収納物中で収納物 F2 が最も大きい。一方、中性子源強度が全収納物中で最大となるのは収納物 F14 である。

(ロ)章D.6の(1)に示す最大線量当量率を与える収納物についての検討の結果、基準値に対する余裕が少ない表面から1mの距離におけるガンマ線と中性子の合計線量当量率は、収納物 F14の方が収納物 F2より大きくなるので、遮蔽計算は収納物 F14 に対して行った。なお、ガンマ線源強度が最大となる収納物 F2 を収納した場合の線量当量率の計算結果を(ロ)章D.6の(2)に示す。

D.2.1 ガンマ線源

中性子束が一定の場所で試料を照射する場合、核分裂生成物によるガンマ線源強度は、半減期の異なる核分裂生成物が混在することから、照射時間が最長のものが必ずしも最大になるとは限らない。しかし、単位線源強度当りの線量当量率への寄与が最大となる第3組のガンマ線の主な発生源である⁶⁰Coは、半減期が約5.3年と長いため、照射時間が長いほど線源強度も増加する。

したがってガンマ線源強度としてサイクル末期のものを用いた。

各収納物のエネルギー毎のガンマ線源強度を(ロ)－第D.2表に示す。

収納物F1からF16について、ORIGENコードでは12組のエネルギーのガンマ線源強度を計算するが、3.5 MeV以上のエネルギー範囲に相当する第9組から第12組の線源強度は無視できる程度なので記載していない。

(ロ) - 第D.1表 線源条件 (その1) (収納物 F1 から F7)

収納物番号	F1	F2	F3	F5	F7
照射物の重量(g)					
U					
²³⁵ U					
²³⁸ U					
Th					
Pu					
²³⁸ Pu					
²³⁹ Pu					
²⁴¹ Pu					
O					
C					
Si					
Ni					
Fe					
Cr					
Co					
Nb					
Zr					
Al					
Mg					
Mo					
照射条件					
熱中性子束 *(n/cm ² ·s)	7.92×10 ¹³	2.64×10 ¹⁴	2.64×10 ¹⁴	1.32×10 ¹⁴	1.32×10 ¹³
最大照射サイクル数**					
最大照射期間(日)					
冷却期間 (日)					

* 炉内中性子束分布を考慮し、平均熱中性子束((イ) - 第3表)に1.32倍にした値
 ** JMT Rの標準的な運転サイクルは、XXXXXXXXXXを1サイクルとする。
 注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(ロ) - 第D.1表 線源条件 (その2) (収納物 F9 から F16)

収納物番号	F9	F10	F12	F14	F15	F16
照射物の重量(g)						
U						
²³⁵ U						
²³⁸ U						
Th						
Pu						
²³⁸ Pu						
²³⁹ Pu						
²⁴¹ Pu						
O						
C						
Si						
Ni						
Fe						
Cr						
Co						
Nb						
Zr						
Al						
Mg						
Mo						
照射条件						
熱中性子束 * (n/cm ² ·s)	-	1.32 × 10 ¹⁴	2.63 × 10 ¹⁴	1.32 × 10 ¹⁴	1.06 × 10 ¹⁴	1.06 × 10 ¹⁴
最大照射サイクル数**	燃焼度					
最大照射期間(日)						
	MWD/MTU					
冷却期間 (日)						


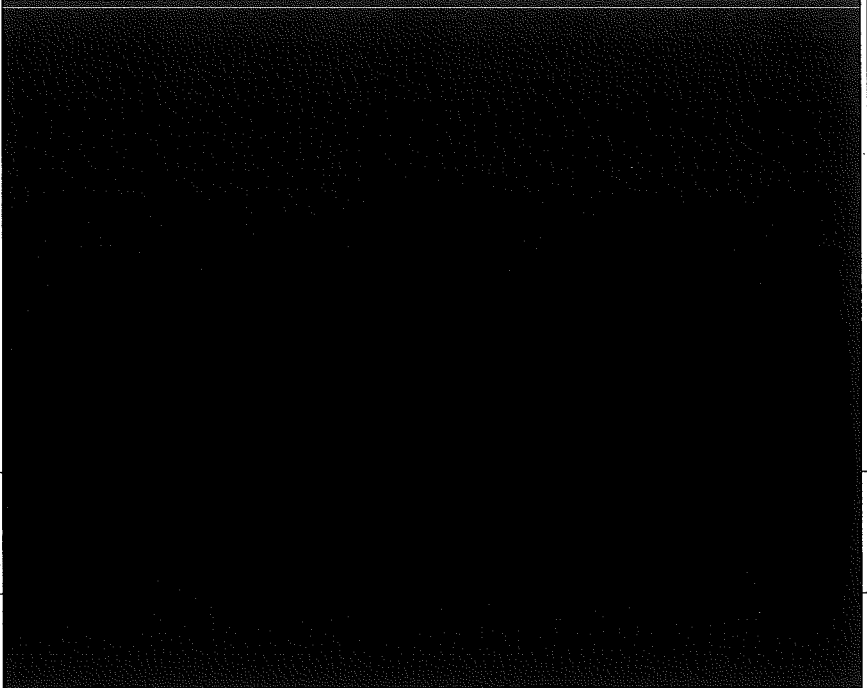
* 炉内中性子束分布を考慮し、平均熱中性子束((イ) - 第3表) に 1.32 倍にした値
 ** JMTR の標準的な運転サイクルは、XXXXXXXXXX を 1 サイクルとする。
 注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(口) - 第D.2表 線源強度 (その1) (収納物F1からF7)

収 納 物 番 号		F1	F2	F3	F5	F7
ガンマ線源強度 (photons/s)						
エネルギー 組数	平均エネルギー (Mev)					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
中 性 子 源 強 度 (neutrons/s)						
放 射 能 の 量 (TBq)						

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(口) - 第D.2表 線源強度 (その2) (収納物F9からF16)

収納物番号		F9	F10	F12	F14	F15	F16
ガンマ線源強度 (photons/s)							
エネルギー 組数	平均エネルギー (Mev)						
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
中性子源強度 (neutrons/s)							
放射能の量 (TBq)							

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17～F20 は欠番。

D.2.2 中性子源

ウラン及びプルトニウムの照射により中性子源となる超ウラン核種が生成される。

これらの核種から中性子が発生する反応は自発核分裂及び (α , n) 反応である。

ORIGEN コードにより計算した収納物 F1 から F16 の中性子源強度を (ロ) 一第 D.2 表に示す。

核分裂性物質を含む容器は未臨界増倍系である。この未臨界増倍系における全中性子源強度は 1 次中性子源強度を N_0 、中性子増倍率を K_{eff} とすると $N_0 / (1 - K_{eff})$ で求められる。本容器に収納される核分裂性物質の量は臨界質量より少なく、臨界解析によれば K_{eff} は 0.172 となり 0.2 を超すことはない。

中性子源強度は、収納物 F1 から F16 の中では、(ロ) 一第 D.2 表 (その 1) から (ロ) 一第 D.2 表 (その 2) に示すように、F14 が \blacksquare n/s と最大となるので遮蔽計算は安全側に K_{eff} を 0.2 と仮定し、F14 についての ORIGEN コードによる計算結果を 1.25 倍 $\left(= \frac{1}{1-0.2} \right)$ した \blacksquare (n/s) $\left(= \frac{\blacksquare}{1-0.2} \right)$ を用いた。

上記の中性子源強度のうち、大部分は ^{242}Cm と ^{244}Cm の自発核分裂によるものである。これらの核分裂スペクトルは ^{235}U の核分裂スペクトルとほぼ等しいので、線源のエネルギースペクトルを ^{235}U の核分裂スペクトルと仮定した。これを (ロ) 一第 D.3 表に示す。

(ロ) - 第 D. 3 表 中性子線源スペクトル

エネルギー組数	上限エネルギー (eV)	スペクトル (注)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

(注) 上記スペクトルは、CRANBERGの式を用いて計算した。

D.3 モデル仕様

D.3.1 解析モデル

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) の遮蔽計算では、(ロ) 一第 D.1 図に基づいて①半径方向、②上部方向及び③下部方向のモデルにより線量当量率を求めた。線源は照射試料を均質化している。密封容器を用いる場合、密封容器は遮蔽体として考慮した。また、試料容器、試料スペーサを用いる場合、これらは遮蔽体として無視した。

なお、巻上装置は遮蔽体としては無視した。

ステンレス鋼の密度は [] であるが、安全側に密度 [] の鉄とした。

通常輸送時のモデルとしては、上部及び底部緩衝体の遮蔽能力を無視し、空間的な厚み分の距離のみ考慮した。一般の試験条件のモデルとしては 0.3 m 落下時の上部及び底部緩衝体の変形量分を考慮し、通常輸送時モデルより内側の評価点とした。

また、特別の試験条件のモデルとしては、安全側に緩衝体を無視した。

(1) ガンマ線

ガンマ線の遮蔽計算には QAD コードを用いた。

1) 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く)

①半径方向の計算モデル

収納物 F14 の半径方向の実際形状断面図と QAD 計算モデルを(ロ)一第 D.2 (a) 図に示す。線源 (照射試料) は直径 [] cm、長さ [] cm の円筒で近似し、照射試料の半径方向の偏りを考慮して、密封容器側に [] cm 移動した位置に置いた。密封容器の胴部は厚さ [] cm であるが安全側に [] cm として密封容器の厚さに加算した。一般の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算と同一の輸送物表面、また特別の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算点と同一の表面より 1 m の距離である。

②上部方向の計算モデル

収納物 F14 の上部方向の実際形状断面図と QAD 計算用モデルを(ロ)一

第 D. 2 (b) 図に示す。

線源の大きさは半径方向モデルと同一であり、試料スペーサまたは密封容器を用いる場合であっても、照射試料の試料スペーサ及び密封容器を無視し、線源は密封容器上部に接しているものとした。

一般の試験条件下では、蓋部垂直落下時の変形量 \blacksquare mm を考慮し、通常輸送時の計算点より \blacksquare mm だけ内側を評価点とした。

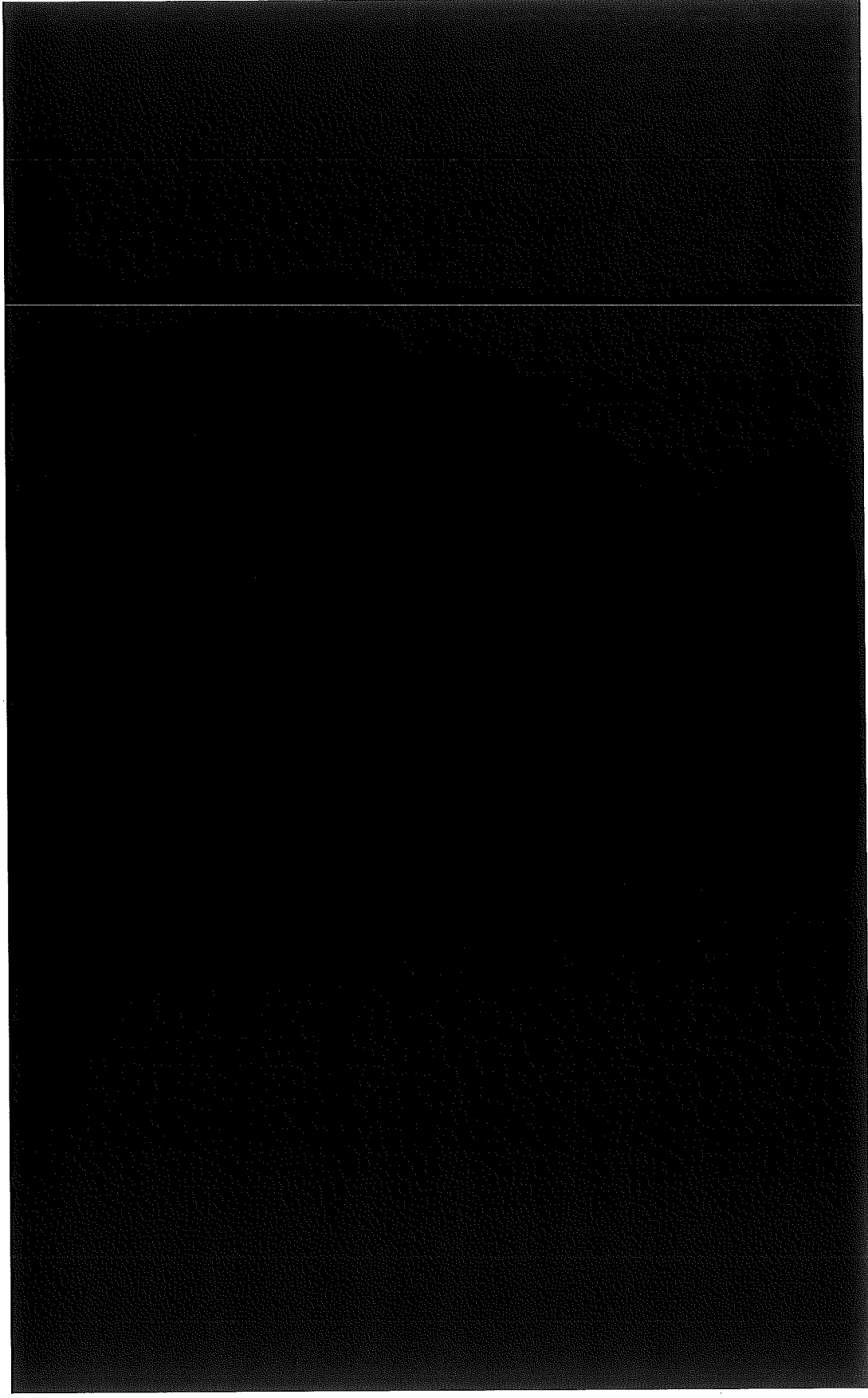
鉛の中の貫通孔はステンレス鋼のパイプを無視し、直径 \blacksquare cm の円筒形ポイドとした。ただし、斜めのパイプは QAD ではモデル化しなかった。貫通孔からのガンマ線の漏えいはパイプを 45° 方向に設けているためわずかであり、パイプ出口での直線ガンマ線とストリーミングの合計線量当量率は試料真上の蓋表面に比べて十分小さい。

③下部方向の計算モデル

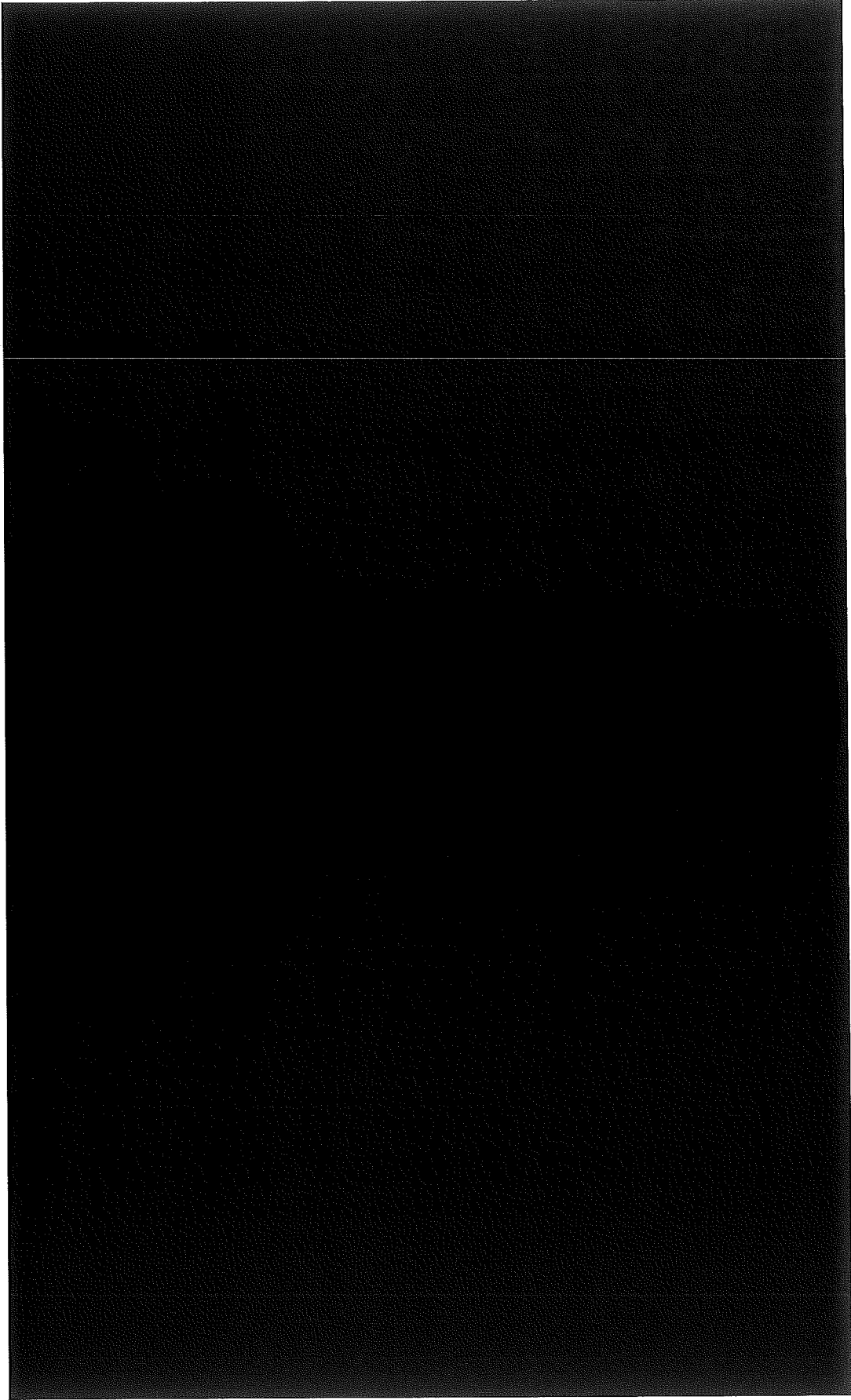
収納物 F14 の下部方向の実際形状断面図と QAD 計算用モデルを (ロ) - 第 D. 2 (c) 図に示す。

線源の大きさは半径方向モデルと同一であり、試料スペーサまたは密封容器を用いる場合であっても、照射試料の試料スペーサ及び密封容器を無視し、線源は密封容器下部に接しているものとした。

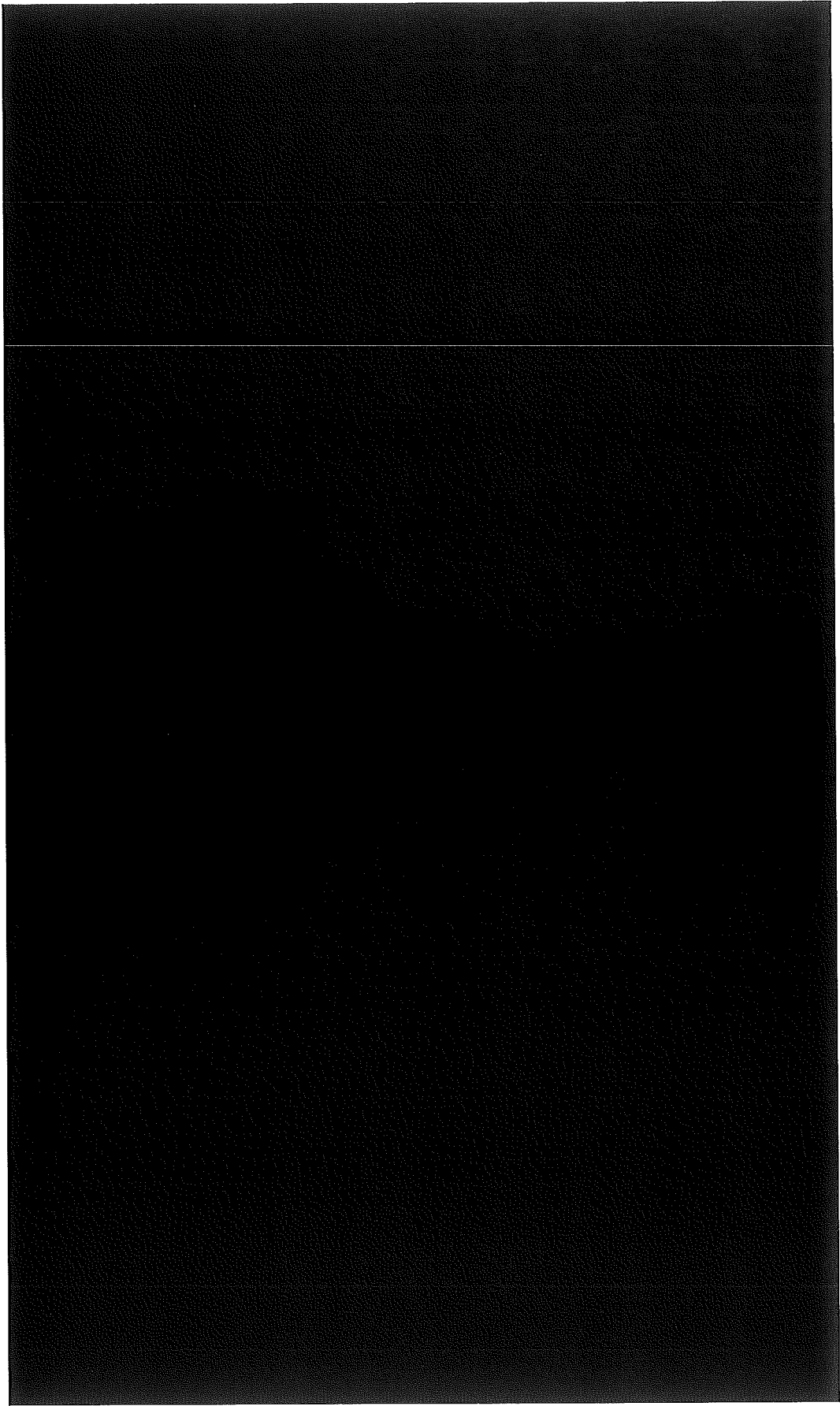
一般の試験条件下では、底部垂直落下時の変形量 \blacksquare mm を考慮し通常輸送時の計算点より \blacksquare mm だけ内側を評価点とした。



(口)一第D.2 (a)図 半径方向 QAD 計算用モデル (収納物 F14)



(ロ)―第D.2(b)図 上部方向 QAD 計算用モデル (収納物 FI4)



(ロ)ー第D.2.(c)図 下部方向 QAD 計算用モデル (収納物 F.14)

(2) 中性子

中性子遮蔽計算には1次元輸送コードANISNを用いた。

1) 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く)

①半径方向の計算モデル

収納物 F14 の、中性子遮蔽計算における、半径方向の ANISN モデルを(ロ)―第 D.3 (a) 図に示す。半径方向は1次元円筒モデルで計算した。1次元円筒モデルによる中性子束分布の計算においては、軸方向線源長さを有限とし、線源の長さは実際には■■■ cm であるところを安全側に■■■ cm として軸方向での中性子束分布のバックリング(湾曲)による効果を考慮した。また、照射試料の半径方向の偏りを考慮して、線源は■■■ cm 密封内容容器側に移動した位置で評価した。

一般の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算点と同一の輸送物表面、また特別の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算点と同一の表面より1 m の距離である。

②上部方向の計算モデル

収納物 F14 の上部方向の ANISN モデルを(ロ)―第 D.3 (b) 図に示す。

上部方向は1次元球モデルで近似した。線源は照射試料と同体積の球で置き換えた。

線源の位置は、試料スペーサまたは密封内容容器を用いる場合であっても、照射試料の試料スペーサ及び密封内容容器を無視し、また、密封容器上部の空間は無視して、線源を上部蓋の鉛遮蔽体の下にあるとした。

一般の試験条件下では、蓋部垂直落下時の変形量■■■ mm を考慮し通常輸送時の計算点より■■■ mm だけ内側を評価点とした。

上部蓋には■■■ cm の鉛遮蔽があるが、貫通孔が蓋に垂直に貫通する部分については、鉛はすべて無視し、遮蔽上有効な鉛の厚さを■■■ cm であるとし、他は空気で置き換えた。

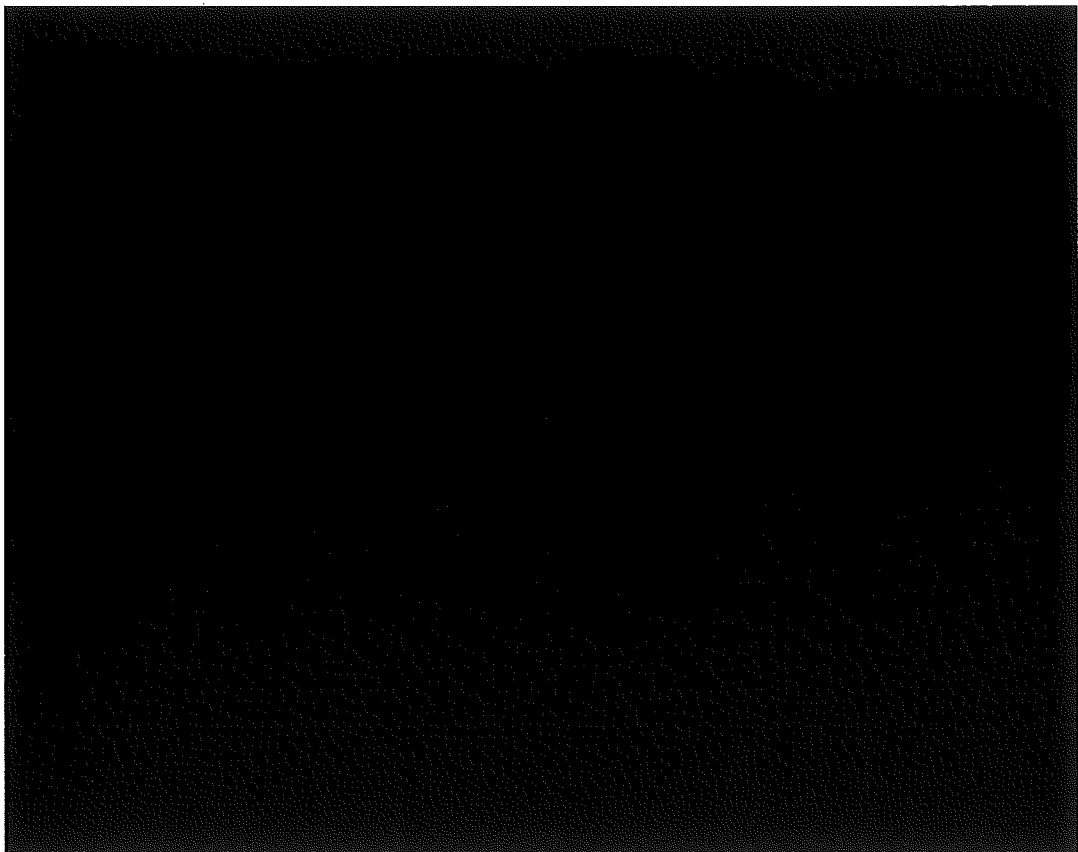
③底部方向の中性子線量当量率

底部方向の中性子線量当量率については、遮蔽体厚さ及び距離との関係から側部及び上部方向より小さくなるので、上部方向の線量当量率とする。

なお、一般の試験条件下における線量当量率は、底部垂直落下時の変形量は ■■■ mmと頭部垂直落下時の変形量 ■■■ mmより小さいので通常輸送時に対する線量当量率の増加率が上部方向を上まわることはない。



(ロ) - 第 D. 3 (a) 図 半径方向 ANISN 計算用モデル (収納物 F14)



(ロ) - 第 D. 3 (b) 図 上部方向 ANISN 計算用モデル (収納物 F14)

D.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、収納物 F14 のガンマ線の遮蔽計算に用いた各物質の密度を(口)－第 D.4 表に、中性子遮蔽計算に用いた原子個数密度を(口)－第 D.5 表に示す。

(口)－第 D.4 表 ガンマ線遮蔽計算に用いた物質の密度 (収納物 F14)

(単位: g/cm³)

	照 射 試 料	ステンレス鋼	鉛
C		7.8	11.3
Al			
Cr			
Fe			
Ni			
Pb			
U			
Pu			

(口)－第 D.5 表 中性子遮蔽計算に用いた物質の原子個数密度 (収納物 F14)

(単位: $\times 10^{24}$ atoms/cm³)

	照 射 試 料	ステンレス鋼	鉛	空 気			
C				4.01×10^{-5}			
N							
O							1.00×10^{-5}
Al							
Cr							
Fe							
Ni							
Pb							
²³⁵ U							
²³⁸ U							
²³⁹ Pu							
²⁴⁰ Pu							

D.4 遮蔽評価

D.4.1 基本手法

D.4.1.1 ガンマ線遮蔽計算

ガンマ線遮蔽計算は点減衰核積分法に基づく、QAD コードを用いて行った。本コードは点状核よりのガンマ線の減衰を GP (幾何級数) 近似式によるビルドアップ係数を用いて求めるものである。ガンマ線減衰計算にはビルドアップ係数を使う点減衰核積分法が一般的に用いられており、QAD コードは使用済核燃料輸送容器の遮蔽計算に実績を持っている。

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、遮蔽計算を実施した収納物 F14 の計算上のエネルギー組分けはガンマ線強度計算の結果に合わせて 8 組とした。各組の平均エネルギーと計算に用いた質量吸収係数を (ロ) - 第 D.6 表に示す。

このデータは NISTIR5632-NIST⁽⁶⁾ に基づいている。

ガンマ線のビルドアップ係数として鉄に対する値を使用した。鉄のビルドアップ係数は鉛のビルドアップ係数より大きいので、鉛の遮蔽効果の大きい上部方向の計算にも鉄のビルドアップ係数を用いることは安全側である。

ビルドアップ係数は GP 近似式⁽⁶⁾ によるデータを引用した。これを (ロ) - 第 D.7 表に示す。

空気カーマ率のデータとして ICRP 勧告 (Pub. 74) の値を引用した。これを (ロ) - 第 D.8 表に示す。

ここで、空気カーマ率から 1 cm 線量当量率への変換を QAD コードを用いて行うために (ロ) - 第 D.9 表に示す換算係数⁽⁷⁾ 及び 1 cm 線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値を用いた。

QAD コードにより求まる光子線束を用いて評価点での線量当量率H (Sv/h) は、次式で計算できる。

$$H = (K_a / \phi) \times \phi_0 \times B \times (A) \times (B)$$

ただし、 (K_a / ϕ) : 空気カーマ率

ϕ_0 : 光子線束

B : 照射線量ビルドアップ係数

(A) : 空気カーマから 1 cm 線量当量への換算係数

(B) : 1 cm 線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値

以上のデータはガンマ線遮蔽計算コード QAD 一般に用いられているものである。

(口) - 第D.6表 質量吸収係数 (収納物F14)

(単位: cm²/g)

エネルギー 組	平均 エネルギー	C	Al	Cr	Fe	Ni	Pb	U	Pu
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

(ロ) - 第D.7表 ガンマ線の照射線量ビルドアップ係数 (収納物F14)

GP近似式

$$B(E, X) = 1 + (B - 1) \frac{KX - 1}{K - 1}; K \neq 1 \text{ のとき}$$

$$= 1 + (B - 1)X; K = 1 \text{ のとき}$$

$$K(E, X) = c X^{a+d} \frac{\tanh\left(\frac{X}{X_k}\right) - \tanh(-2)}{1 - \tanh(-2)}$$

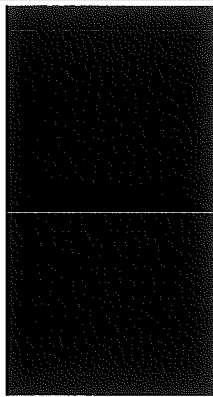
ただし E : エネルギー組数

X : 平均自由行程

B, c, a, X_k, d : 下表に示す。

E	B	c	a	X _k	d
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

(口) - 第D. 8表 空気カーマ率 (収納物F14)

エネルギー 組 数	空気カーマ率 ($\mu\text{Gy/h}$ /ガンマ線束)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

(ロ) - 第D.9表 空気カーマから1 cm線量当量への換算係数及び

1 cm線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値 (鉄)

(収納物F14)

エネルギー組数	空気カーマから1 cm線量当量への換算係数 (Sv/Gy)	1 cm線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

D.4.1.2 中性子遮蔽計算

中性子遮蔽計算は1次元輸送コードANISNを用いて行った。

ANISNコードは中性子の方向依存性をSn近似により、散乱の角度依存性をP0近似によりそれぞれ扱っている。本解析では、遮蔽計算でも十分な精度が得られるとされているP3S12近似を用いた。(Sn近似、P0近似及びP3S12近似については参考資料D.2 ANISNプログラムの説明を参照)

中性子の断面積として、DLC-23キャスクライブラリーのデータ⁽⁸⁾を使用した。

本ライブラリーは、ORNLによりENDF/B核データファイルを用いて使用済核燃料輸送容器の遮蔽計算用に作成されたもので、すでに多くの使用実績を持っている。このデータの中性子のエネルギー組数は22である。本ライブラリーの線量当量率変換係数はICRP(Pub. 74)の勧告値に基づいており、これを(ロ)-第D.10表に示す。

(ロ)-第D.10表 中性子線量当量率変換係数

エネルギー組数	上限エネルギー (eV)	線量当量率変換係数 (μ Sv/h/中性子束)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

D.4.2 計算結果

本輸送物の遮蔽解析の結果を、収納物 F1 から F16 のうち収納物 F14 について(ロ)－第 D.11-1 表に示す。まとめを(ロ)－第 D.11-2 表に示す。

一般の試験条件下による輸送容器の変形に対して、輸送物各部の線量当量率の著しい増加はなく輸送物全体としての最大線量当量率は、一般の試験条件下における輸送容器の変形の影響を受けないことが判る。

(ロ)－第D.11-1表 最大線量当量率の要約 (収納物F14)

単位: $\mu\text{Sv/h}$

	輸 送 物 表 面			表面より1 mの距離		
	側 面	上 部	下 部	側 面	上 部	下 部
通常輸送時						
ガンマ線 中性子						
合計	440.2	83.6	77.3	94.5	23.3	21.1
一般の試験条件下				/		
ガンマ線 中性子						
合計	440.2	85.2	78.8			
特別の試験条件下	/					
ガンマ線 中性子						
合計				94.5	35.5	32.4
外運搬規則及び 外運搬告示の基準						
通常輸送時		2000			100	
一般の試験条件下		2000			—	
特別の試験条件下		—			10000	

(ロ) - 第D. 11-2表 最大線量当量率の要約 (まとめ)

単位: $\mu\text{Sv/h}$

	輸送物表面			表面より1 mの距離		
	側面	上部	下部	側面	上部	下部
通常輸送時						
F2 合計	460.2	15.1	9.3	80.2	4.6	2.6
F14合計	440.2	83.6	77.3	<u>94.5</u>	<u>23.3</u>	<u>21.1</u>
一般の試験条件下						
F2 合計	460.2	15.3	9.5			
F14合計	440.2	85.2	78.8			
特別の試験条件下						
F2 合計				80.2	6.7	3.9
F14合計				<u>94.5</u>	<u>35.5</u>	<u>32.4</u>
外運搬規則及び 外運搬告示の基準						
通常輸送時		2000			100	
一般の試験条件下		2000			—	
特別の試験条件下		—			10000	

(注) 下線は最大値を示す

D. 5 結果の要約及びその評価

遮蔽解析モデルの要約を(ロ) - 第D. 12表に示す。

計算から得られた最大線量当量率の要約は(ロ) - 第D. 11表に示すとおりであり、外運搬規則及び外運搬告示で定められた基準を満足している。

(ロ)－第D.12表 遮蔽解析モデルの要約 (収納物F14)

項 目		条 件	通常輸送時	一般の 試験条件	特別の 試験条件
線 源			<ul style="list-style-type: none"> 半径方向評価では線源の偏りを考慮して、密封容器側に移動しているものとした。 上部方向評価では密封容器上部に接しているものとした。 下部方向評価では密封容器下部に接しているものとした。 	同 左	同 左
遮 蔽 体	密封容器		<ul style="list-style-type: none"> 密封容器の厚さを遮蔽体として考慮。 	同 左	同 左
	密封内容器		<ul style="list-style-type: none"> 半径方向評価では密封内容器の厚さを密封容器の厚さに加算して遮蔽体として考慮。 上部方向評価及び下部方向評価では安全側に遮蔽体として考慮せず。 	同 左	同 左
	<ul style="list-style-type: none"> 試料容器 試料スペーサ 巻上装置 		安全側に遮蔽体として考慮せず。	同 左	同 左
	緩 衝 体		遮蔽能力を無視して空間的厚み分の距離のみ考慮。	同 左 (評価点である容器表面位置を变形量分移動)	安全側に遮蔽体として考慮せず。

D.6 付属書類

- (1) D.6.1 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、
最大線量当量率を与える収納物についての検討
- (2) D.6.2 収納物 F2 の線量当量率評価
- (3) D.6.3 参考文献

(1) D.6.1 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、最大線量当量率を与える収納物についての検討

(a) 概要

本輸送容器に収納される収納物のうち、収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) まで 11 種類の各収納物は単独で輸送容器に収納するので混在することはない。収納物 F1 から F16 のうち、遮蔽解析の対象とした収納物は収納物 F14 の試料であり、ここではその理由を説明する。

(b) 線源強度及び線量当量率

(ロ) ー第 D.2 表に示すようにガンマ線源強度はガンマ線エネルギー組により最も大きな収納物が異なっているが、線量当量率への寄与の大きいエネルギー 3 組のガンマ線源強度は、収納物 F1 から F16 のうち、F2 が最も大きい。一方、中性子源強度が収納物 F1 から F16 のうちで最大となるのは F14 である。そこで、F2 及び F14 について遮蔽計算を行って線量当量率を求めた。その結果、ガンマ線と中性子の合計線量当量率は輸送物表面 (側面) を除いて収納物 F14 が F2 より大きくなった。

また、上述のガンマ線遮蔽計算の結果から各評価位置での線量当量率へのエネルギー組毎の寄与率を求め、F2、F14 以外の各収納物のガンマ線エネルギースペクトルに寄与率を乗ずることにより、それぞれの収納物のガンマ線線量当量率を評価した。その結果、ガンマ線線量当量率は F2 が最大であることを確認した。

F2 は、F1、F3、F5、F7、F12 より中性子源強度も大きいので、これらの収納物を収納した場合の線量当量率が、F2 を収納した場合の線量当量率を超えることはない。したがって、これらの収納物を収納した場合のガンマ線と中性子の合計線量当量率が F14 を収納した場合の線量当量率を超えることはない。

残る F9、F10、F15 及び F16 については中性子源強度が最大の F14 よりガンマ線線量当量率も小さくなると評価されたので、これらの収納物を収納した場合の線量当量率が、F14 を収納した場合の線量当量率を超えることはない。

以上により、ガンマ線と中性子の合計線量当量率が最大となるのは、輸送物表面 (側面) では F2、輸送物表面 (上部、下部) 及び表面より 1 m の距離 (側面、上部、下部) では F14 を収納した場合であることを確認した。

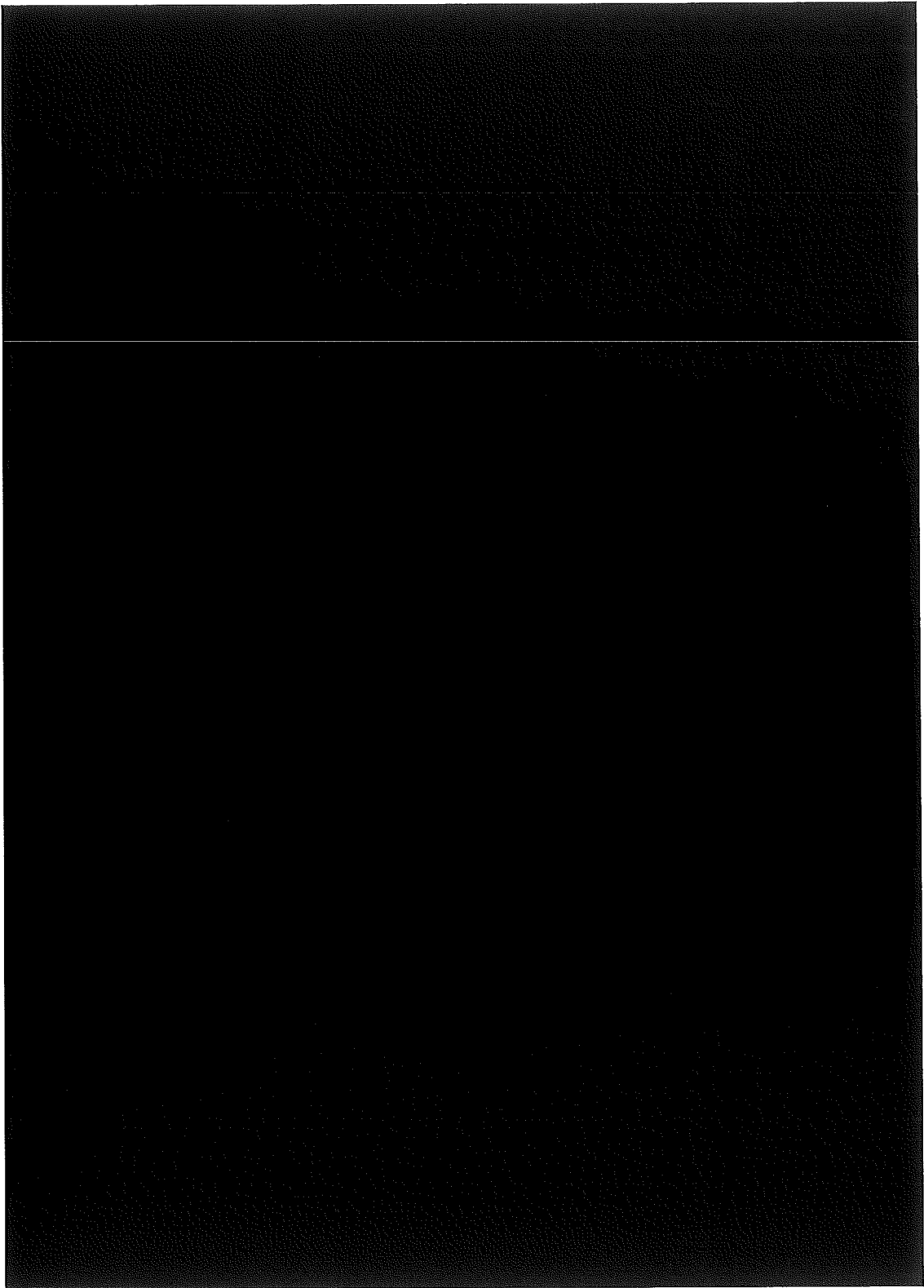
(c) サイクルの影響

中性子束が一定の場所で核燃料物質を照射した場合、核燃料物質の減損に比例して核分裂数が減少する。

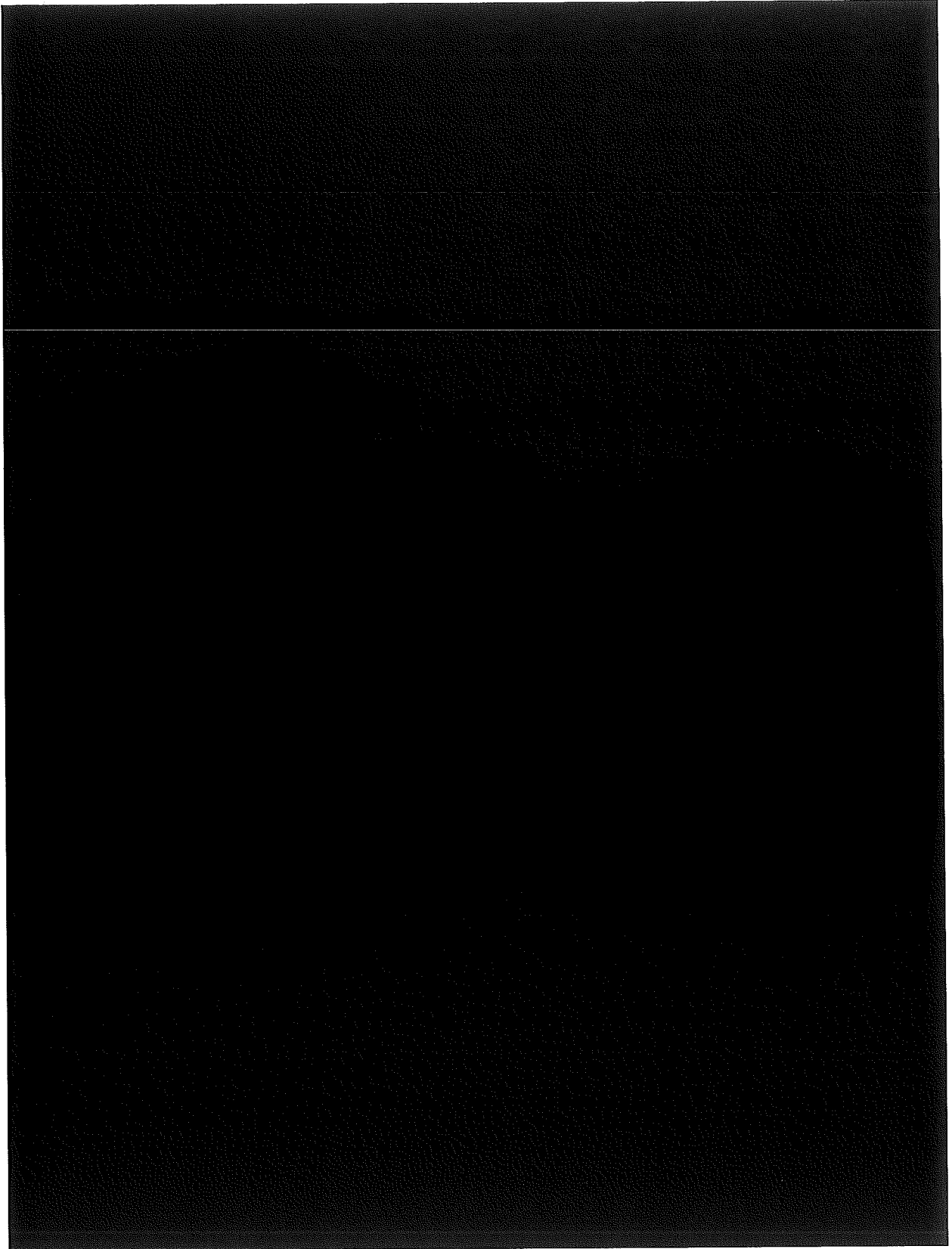
JMTRのように中性子束が高い場所で長時間照射を続けた場合には核燃料物質の減損は著しく、生成される核分裂生成物の量も比例して少なくなる。このような場合、半減期の短い核種では核分裂により新たに生成する量よりも崩壊により失われる量の方が多くなり、照射時間が長くなるに伴い核分裂生成物の蓄積量は減少する。ここで、ORIGEN コードによる計算結果から、F14 の照射に伴う各エネルギー組のガンマ線源強度の変化を(ロ)-第 D.4 図に示す。この図からわかるように、エネルギー3 組を除くエネルギー組のガンマ線源強度は照射サイクルが長くなるとすべて減少傾向にあるのに対し、エネルギー3 組のガンマ線源強度は増加傾向にある。これはエネルギー3 組の線源が核分裂生成物よりもむしろ試料カプセル中の ^{60}Co の放射化によるものが大部分を占め、また ^{60}Co の半減期は約 5.3 年と長いためである。遮蔽計算上最も大きな線量当量率を与えるのはこの第3組のガンマ線である。

同様に ORIGEN コードによる計算結果から、F14 の中性子源強度の照射サイクルに伴う変化を(ロ)-第 D.5 図に示す。

図に示すように、中性子源強度は照射に伴い著しく増加する。主要な中性子源となるのは ^{244}Cm 及び ^{242}Cm の自発核分裂である。F2 のガンマ線源強度及び中性子源強度も同様の傾向となる。



(ロ) - 第 D. 4 図 照射サイクルに伴うガンマ線源強度の変化



(ロ) - 第 D. 5 図 照射サイクルに伴う 1 次中性子源強度の変化

(d) 線量当量率評価

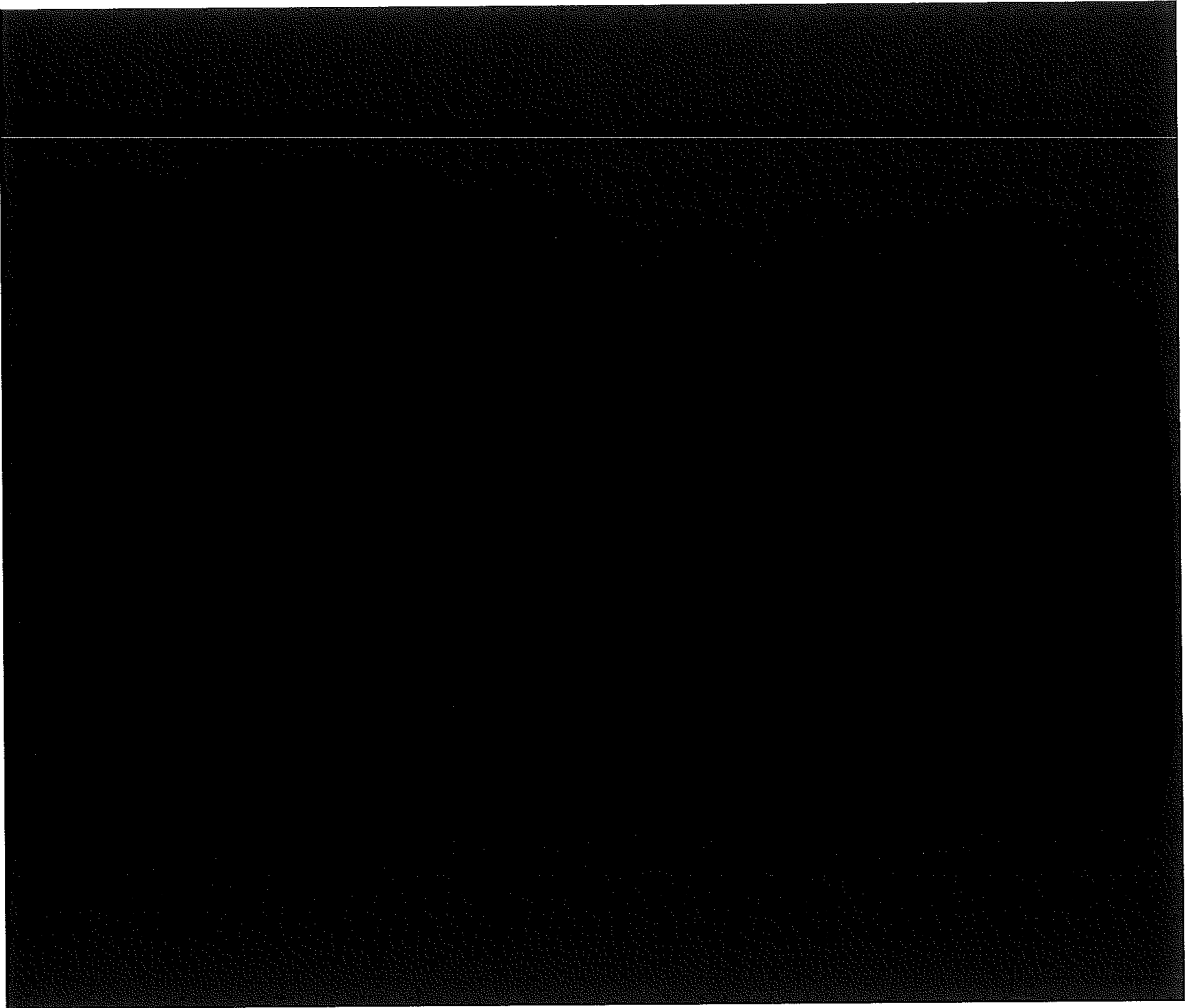
前項で述べたように、ガンマ線源強度がエネルギー組数によっては照射サイクル途中でピークを有するので、F2 及び F14 とも、線量当量率評価は照射サイクルごとに行い、サイクルに伴う変化を調べた。評価は、遮蔽解析上制限値に対して最も余裕の小さい輸送物側部の表面から 1 m の点で行った。解析コードはガンマ線が QAD、中性子が ANISN であり、解析条件等はすべて本文記載のとおりである。解析結果を(口)－第 D.6 図に示す。

F2 は相対的にガンマ線源の方が強く、大部分がエネルギー3 組の寄与であるので線量当量率はサイクルに伴って増加する傾向となる。また、F14 は相対的に中性子源の方が強いので、(口)－第 D.5 図に示した中性子源強度のサイクルに伴う変化の影響が大きく、線量当量率も照射サイクルに伴って増加する傾向にある。

(e) まとめ

以上から、収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く)のうち、収納物としては収納物 F14 の試料が遮蔽解析上最も厳しく、また照射サイクルに伴ってその線量当量率は増加することがわかった。

したがって収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く)のうち、F14 を遮蔽解析の対象とした。



(ロ) - 第D. 6図 照射サイクルに伴う線量当量率の変化

(2) D.6.2 収納物 F2 の線量当量率評価

(a) 概 要

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、遮蔽解析の対象とした収納物 F14 は、表面から 1 m の距離におけるガンマ線線量当量率と中性子線量当量率の合計が最大となる収納物である。

F14 の線量当量率の大部分は中性子によるものであるので、ガンマ線線量当量率だけに注目すれば F14 より高くなる収納物がある。したがって、ここではガンマ線線量当量率が収納物中最も強い収納物 F2 の線量当量率を評価した。

(b) 線源強度

(ロ) 章 D.6 の (1) で示したように、F2 についてはガンマ線線量当量率がサイクルに伴って増加する傾向になるため最終サイクルでの線源強度を用いる。

中性子源強度は ORIGEN コードによる計算結果に、中性子増倍率を 0.2 として未臨界増加を考慮して求めた。

(c) 線量当量率評価

遮蔽解析の結果を(ロ)-第 D.13 表に示す。解析手法等は本文と同一である。この表に示すガンマ線線量当量率は収納物中最大のものである。

(ロ) - 第 D. 13 表 最大線量当量率の要約 (収納物 F2)

単位: $\mu\text{Sv/h}$

	輸 送 物 表 面			表面より1 mの距離		
	側 面	上 部	下 部	側 面	上 部	下 部
通常輸送時						
ガンマ線						
中性子						
合 計	460.2	15.1	9.3	80.2	4.6	2.6
一般の試験条件下				/		
ガンマ線						
中性子						
合 計	460.2	15.3	9.5			
特別の試験条件下	/					
ガンマ線						
中性子						
合 計				80.2	6.7	3.9
外運搬規則及び 外運搬告示の基準						
通常輸送時		2000			100	
一般の試験条件下		2000			—	
特別の試験条件下		—			10000	

(3) D.6.3 参考文献

- (1) R. Malenfant, "QAD - A Series of point-kernel General Purpose Shielding Programs", LA-3573, April 1973
- (2) R.G. Soltetz and R.K. Disney, "Revised WANL ANISN Program Users Manual", WANL-TMI-1976, April 1969
- (3) M. J. Bell, "ORIGEN - The Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973
- (4) 欠番
- (5) Hubbell J.H, and Seltzer S.M. "Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients from 1 KeV to 20MeV for Elements Z=1 to 92 and 48 Additional Substances of Domestic Interest", NISTIR 5632, National Institute of Standard and Technology (1995).
- (6) Harima Y., Sakamoto Y., Tanaka S. and Kawai M., "Validity of the Geometrical Progression Formula in Approximating Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng., 94, 24 (1986)
- (7) ICRP Publication 74, 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数, (社)日本アイソトープ協会
- (8) ORNLRSIC, "CASK - 40 Group Coupled Neutron and Gamma-ray Cross-section Data", DLC-23, Sept. 1973

(口) 章 E 臨 界 解 析

(ロ) 章E 臨界解析

E.1 概要

臨界解析は、本輸送容器が外運搬規則及び外運搬告示に基づいて核分裂性輸送物として、①輸送中、②孤立系、③核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下における孤立系、④核分裂性輸送物に係る特別の試験条件下における孤立系、⑤核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下における配列系及び⑥核分裂性輸送物に係る特別の試験条件下における配列系の技術上の基準に適合することを示すために行った。

(ロ) 章A.9に示すとおり核分裂性輸送物に係る一般の試験条件及び特別の試験条件下においては、緩衝体に変形が生じる。このため、孤立系、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の臨界解析モデルは、上部・底部緩衝体が存在しないものとし、格納容器外表面で完全反射を境界条件とした。孤立系、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の解析モデルは、それぞれの条件を包絡する孤立系臨界解析モデルとした。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配列系の解析モデルは、それぞれの条件を包絡する配列系臨界解析モデルとした。また、輸送中の解析モデルは、上記の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よる変形がない状態の輸送中臨界解析モデルとした。

したがって、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下においては上記の解析モデルの範囲では、臨界評価に影響する構造物の変形（くぼみ）は生じない。また、収納される核燃料物質等の状態にも変化がない。

臨界解析は、多群モンテカルロ法計算プログラムKENO⁽¹⁾を用いて行った。その結果、輸送中の他、孤立系及び配列系のいずれの場合においても実効増倍率 (K_{eff}) は標準偏差 (σ) の3倍を加えても十分未臨界であるので核分裂性輸送物としての要件を満足する。

E.2 解析対象

E.2.1 収納物

本容器は主にJMTRで照射された燃料を収納するものである。収納物の仕様を(ロ)－第E.1表に示す。

本表中の核燃料物質の量はいずれも臨界質量以下である。

臨界解析は(ロ)－第E.1表に記載した収納物のうち核分裂性物質の重量が最大であり、か

つ (ロ)－第E.1 図のとおり、形状モデルの燃料領域直径が■cm (半径■cm) ということで、(ロ)－第E.6表に示す無限円筒直径 (金属) の最小臨界値7.9cmを唯一超えることから収納物F1を収納した場合について行った。

E.2.2 輸送容器

本輸送容器は、(イ)－第2図に示すように格納容器本体、巻上装置及び緩衝体で構成され、収納物は核燃料物質とこれを保持するための試料スペーサ及びそれを収納する密封容器により構成される。

本輸送容器は (ロ) 章 A.9に示すとおり核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件下においては緩衝体に変形が生じる。

E.2.3 中性子吸収材

本輸送物では臨界防止のための中性子吸収材は用いていない。

E.3 モデル仕様

E.3.1 解析モデル

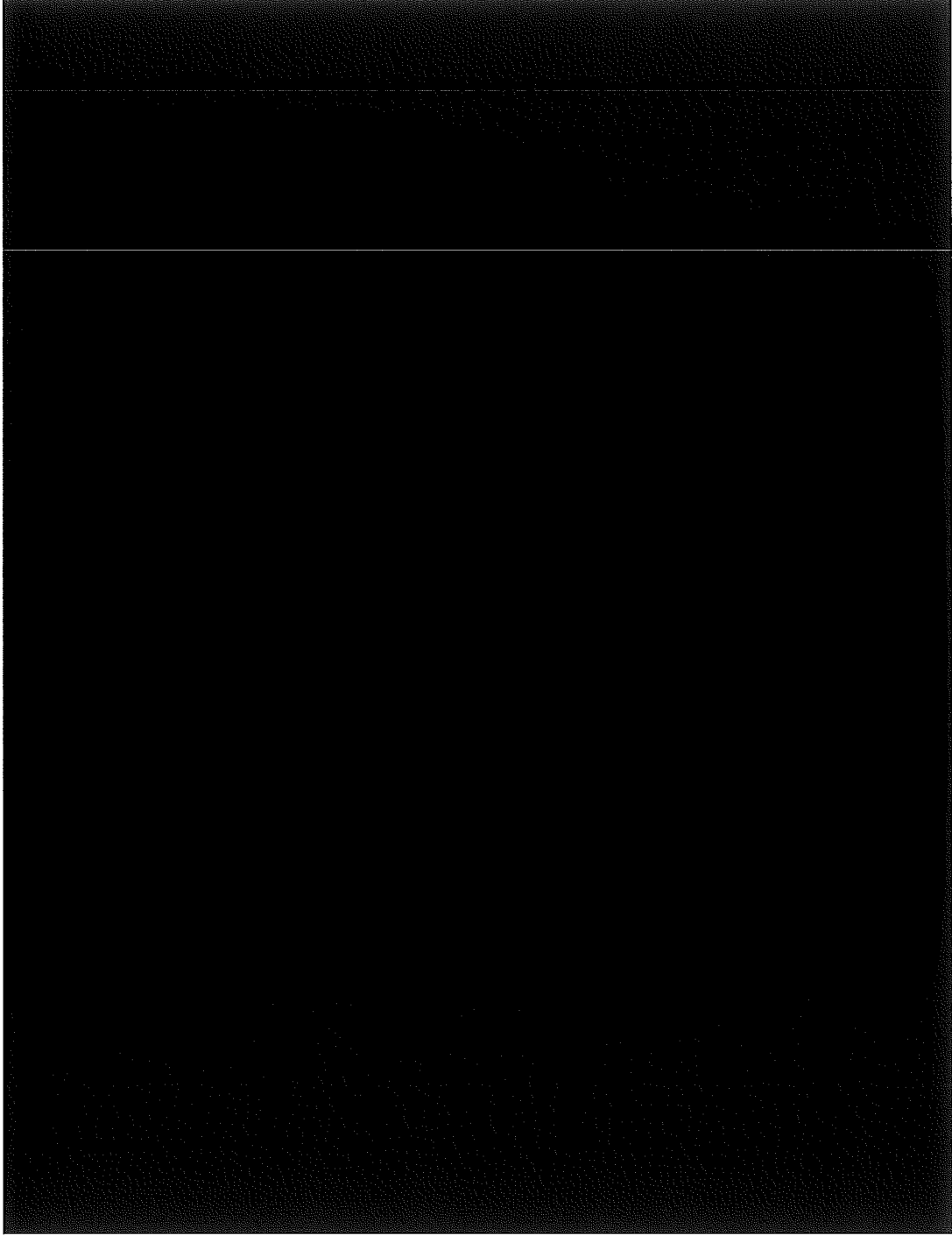
本容器に収納する核燃料物質はいずれも臨界質量を十分下まわっており輸送物が単独に存在する場合には未臨界に保たれる。本解析では、(ロ) 章E.1に示すように輸送中、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下の孤立系及び配列系に対して共通して適用できるモデルとし、解析モデルの境界条件として完全反射を採用することにより、孤立系及び配列系の別に関係なく無限個の配列を想定したモデルとした。計算はKENOコードを用いて行った。臨界解析モデルを(ロ)－第E.1図に示す。

計算は格納容器外表面で完全反射として行った。これは輸送物を無限個配列した場合に対応している。また格納容器内のボイド部は密封容器内も含めて、すべて水で満たされているものとした。

E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度

本解析で用いた輸送物の各領域の原子個数密度を(ロ)－第E.2表に示す。

輸送物の K_{eff} を最も大きく評価するために、容器内の水の密度は 1.0 g/cm^3 とし、燃料の温度は常温 (20°C) とした。



(ロ)－第E.1図 臨界計算モデル

(ロ) - 第E.1表 収納物の仕様

収納物番号	F1	F2	F3	F5	F7	F9	F10	F12	F14	F15	F16
核燃料物質	U	U	U	U, Th	Th	U	U	U	U, Pu	U, Pu	U, Pu
ウラン濃縮度 (%)											
プルトニウム富化度 (%)											
核分裂性プルトニウム富化度 (%)											
重量 (g)											
(照射前) U											
Th											
Pu											
核分裂性物質の重量 (g)											
(照射前)											
²³³ U											
²³⁵ U											
²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Pu											

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(ロ)－第E.2表 解析モデルで用いられた各領域の原子個数密度

領 域	元 素	原子個数密度 (10^{24} 原子/cm ³)
燃 料 領 域	²³⁵ U	[Redacted]
	²³⁸ U	
	C	
	O	
	Si	
	Ni	
	Fe	
	Cr	
	Co	
	Nb	
鉛	Pb	[Redacted]
鉄	Fe	[Redacted]
水	H	6.69×10^{-2}
	O	3.34×10^{-2}

E.4 未臨界評価

E.4.1 計算条件

(1) 収納物

(ロ) 章E.2.1で示した最大の核分裂性物質のF1を収納した輸送物を無限個配列した場合の実効増倍率(Keff)を求めた。解析上、容器の外側で完全反射すると仮定して、容器が無限個配列した場合を取扱っている。また、一般の試験条件及び特別の試験条件として、安全側に容器内に水が浸入していると仮定した。

(2) 輸送容器

本解析では、孤立系、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の孤立系及び配列系に対していずれの条件にも共通して安全側の評価を行うために孤立系及び配列系の条件では上部及び底部緩衝体は無視している。

(3) 中性子吸収材

本輸送容器には、特別な中性子吸収材は用いない。

E.4.2 核燃料輸送物への水の浸入等

(ロ) 章A. 構造解析で示したように、核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件下において本輸送物の密封装置は健全であり容器内に水が浸入することはないが本解析では水が浸入した場合の解析を行った。輸送物の相互の接近については無限個配列のモデルで解析している。

輸送物の水中又は雪中の浸漬については、その反射体効果により輸送物外に漏れた中性子の一部が再び輸送物内に戻ってくる場合を考慮した安全側のモデルである。

E.4.3 計算方法

臨界計算は多群モンテカルロ法に基づくKENOコードを用いて行った。核定数としてはKENOコードに内蔵されている16群のKnight-modified Hansen-Roachの中性子断面積のデータセットを用いた。

本データセットでは均質化した物質の等価な共鳴吸収の自己遮蔽効果を表わすパラメータであるポテンシャル散乱断面積(σ_p)により²³⁸Uのデータセットを分類している。

他の条件が同じならば σ_p の値が小さいほど自己の遮蔽効果が大きく微視的共鳴吸収断面積が小さいため K_{eff} が大きくなる。本解析では最も小さい σ_p の値である $\sigma_p = \text{■}$ バーンの場合のデータセットを用いた。

E.4.4 計算結果

(ロ) 第E.3表に臨界計算の結果を示す。計算に用いた中性子履歴数は1000回である。外運搬規則及び外運搬告示で求められる各条件での実効増倍率(K_{eff})は、十分未臨界である。

(ロ) 第E.3表 臨界計算結果

	実効増倍率 (K_{eff})	標準偏差 (σ)	$K_{eff} + 3\sigma$
収納物 F1 照射済酸化ウラン燃料	0.139	0.0108	0.172

E.5 ベンチマーク試験

本解析で述べた計算方法、すなわちKENOコード及びKnight-modified Hansen-Roachの核データセットの正当性を証明する。

上述の証明を行う目的で、Yankee臨界実験⁽³⁾の3つの実験ケースを選び、それらについて実効増倍率 (Keff) を求めた。

Yankee臨界実験で用いられた燃料の仕様と、3ケースの各々の実験形状を(ロ)-第E.4表に示す。

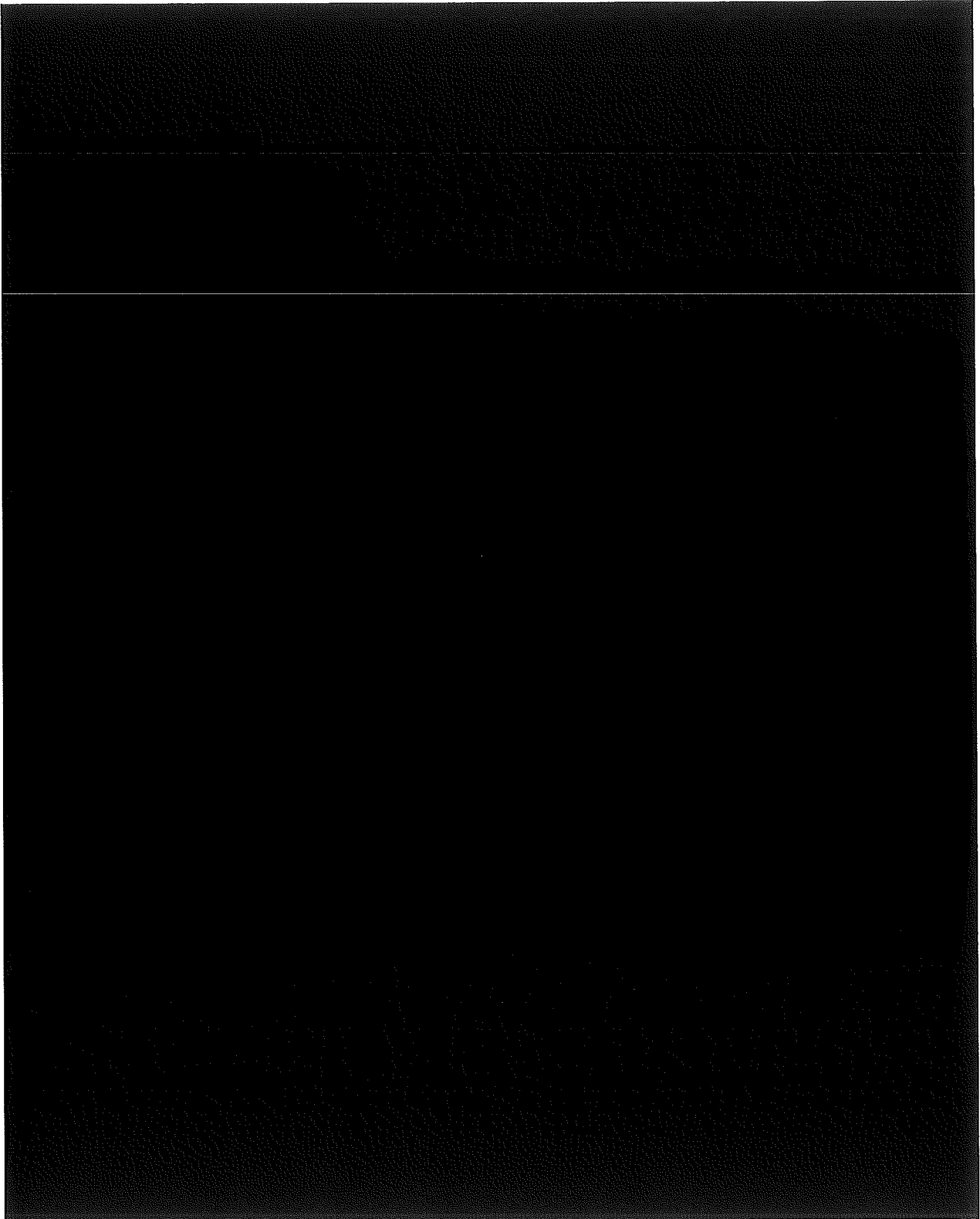
(ロ)-第E.4表 Yankee実験データ概要

I 燃料			
濃縮度			
形状			
ペレット外径			
ペレット密度			
有効長さ			
II 被覆材			
材料			
管内径			
管厚さ			
III 実験形状			
	ケースA	ケースB	ケースC
棒ピッチ (mm)			
燃料棒の数			
臨界半径 (cm)			

(1) ベンチマーク試験の詳細

(a) 計算モデル

Yankee臨界実験の解析のためKENO計算用モデルを、(ロ)-第E.2図に示す。炉心領域は円柱に近似し、均質化した。その外側に水の反射体を配置した。また燃料領域及び反射体領域の物質の原子個数密度を(ロ)-第E.5表に示す。



(ロ) - 第E. 2図 ベンチマーク試験モデル図

(ロ)-E-8

(ロ) 第E.5表 Yankee臨界実験体系各領域の原子数密度

領域	元素	原子個数密度 (10^{24} 原子/cm ³)		
		ケースA	ケースB	ケースC
炉心				
反射体	H	6.692×10^{-2}	6.692×10^{-2}	6.692×10^{-2}
	O	3.346×10^{-2}	3.346×10^{-2}	3.346×10^{-2}

(b) ポテンシャル散乱断面積 σ_p の選択

本実験条件の σ_p の値は次のとおりである。

ケース	^{238}U の σ_p (バーン)
A	
B	
C	

したがってYankee臨界実験の解析では各ケース毎に $\sigma_p =$ XXXXXXXXXX バーン時の ^{238}U のデータセットを用いた。

(2) ベンチマーク試験の結果

3つの臨界実験に対するKENOの結果は次に示すとおりである。

ケース	$K_{eff} \pm \sigma$
A	
B	
C	

これらの結果から、上記3ケースの平均 K_{eff} は $K_{eff}=\blacksquare$ である。一方、これら解析された体系はいずれも $K_{eff}=\blacksquare$ になる体系であり、解析は約1%、 K_{eff} を大きく計算している。したがって(ロ)章E.4.4で述べた計算結果は臨界防止上安全側の結果であると考えられる。

E.6 結果の要約及びその評価

(ロ)章A.9に示すとおり核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件下における輸送物には、緩衝体の変形はあるものの臨界評価に影響する構造物の変形は生じない。

本容器の臨界解析の検討は上・底部緩衝体を無視して輸送中、孤立系、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の孤立系及び配列系のいずれの条件にも共通して適用できるものであり、解析モデルの境界条件として完全反射を採用し、無限個の配列を想定しても臨界に達しないので、核分裂性輸送物としての要件を満足している。

E.7 付属書類

(1) E.7.1 最小臨界質量と収納物

(2) E.7.2 参考文献

(1) E.7.1 最小臨界質量と収納物

「核燃料の臨界安全」⁽²⁾によれば、²³⁵U及び²³⁹Puの臨界質量は(ロ)－第E.6表のように与えられる。この表は最適減速状態のもとで、いかなる形状でも臨界となりえない質量を与えたもので十分に安全性の余裕を含んだものである。

本容器に収納する²³⁵U及び²³⁹Pu^(注)の重量は(ロ)－第E.7表に示すとおりであり、²³⁵Uが最大となる収納物F1でも最小臨界値の1/■以下である。また実際に燃料を収納した状態では、減速材がないこと及び照射により核分裂性物質が減少すること等により、実際の中性子増倍率はさらに小さくなる。Thの燃焼によって生ずる²³³Uは■ g 以下であり臨界上問題とはならない。

(注) Pu の同位体のうち核分裂性物質である ²⁴¹Pu も含む。

(ロ) - 第E.6表 臨 界 パ ラ メ ー タ

		²³⁵ U		²³³ U		²³⁹ Pu		
		制限値 (勧告)	最 小 臨 界 値	制限値 (勧告)	最 小 臨 界 値	制限値 (勧告)	最 小 臨 界 値	
質 量 〔 kg 〕	溶液	0.35	0.82	0.25	0.59	0.22	0.51	
	金属	10.0	22.8	3.2	7.5	2.6	5.6	α相
無 限 円 筒 直 径 〔 cm 〕	溶液	12.7	13.8	9.4	11.2	10.7	12.4	
	金属	6.9	7.9	4.3	4.8	3.6	4.3	α相
無 限 平 板 厚 さ 〔 cm 〕	溶液	3.8	4.3	2.0	3.0	2.3	3.3	
	金属	1.3	1.5	0.51	0.76	0.46	0.61	α相
液 体 の 体 積 〔 ℓ 〕		4.8	6.3	2.3	3.3	3.4	4.5	
水 溶 液 濃 度 〔 g/ℓ 〕		10.8	12.1	10.0	11.2	6.9	7.8	
²³⁵ U 濃 縮 度 〔 wt% 〕 (均質水素減速系)		0.95	1.0	—	—	—	—	

(ロ) - 第E.7表 収 納 物 の 核 分 裂 性 物 質 の 重 量 と 最 小 臨 界 値 の 比 較

収 納 物 の 種 類	重 量 (kg)		最 小 臨 界 値 (kg)
	²³⁵ U	²³⁹ Pu	
F1			²³⁵ U : ²³⁹ Pu :
F2			
F3			
F5			
F7			
F9			
F10			
F12			
F14			
F15			
F16			

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(2) E.7.2 参考文献

(1) G.E Whitside and NF Cross, "KENO-A Multigroup Monte Criticality Program", CTC-5,
Sep. 1969

(2) (財)原子力安全研究協会編

日本原子力学会・核燃料施設臨界安全研究専門委員会

"核燃料の臨界安全", 昭和59年12月

(3) 

(口) 章 F 核燃料輸送物の経年変化の考慮

(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮

本章では、輸送容器の使用を予定する期間中における、輸送物の構成材料の経年変化について、(ロ) 章の安全解析で考慮する事項について示す。

F.1 考慮すべき経年変化の要因

本輸送物において、(ロ)一第F.1表のように想定される使用状況を踏まえ、輸送容器の構成材料に対して考慮すべき経年変化の要因としては、容器保管中、運搬開始前、運搬中及び運搬後における熱、放射線、化学的変化及び繰返応力が生じることによる疲労が考えられる。

本輸送物を使用する期間としては、製造後から60年、使用回数としては、年3回、1回の運搬当たり運搬に要する日数は2日とする。また、吊上装置（吊上用トラニオン、支持用トラニオン）による吊上予定回数（実際の使用を想定した回数）は、輸送1回当たり10回、輸送とは別に年10回を保守的に追加し、使用予定期間をとおしての吊上予定回数を以下のとおりとする。内圧による応力を考慮する密封装置（密封容器及び格納容器）については、保守的に輸送予想回数の180回を上回る200回の応力発生を考慮する。

- ・ 輸送容器使用期間 : 60年
- ・ 運搬回数 : 3回/年
- ・ 吊上回数 : 30回/年（3回運搬×10回/運搬回数）+10回/年

したがって、吊上予定回数=60×40=2400回とする。

(ロ)一第F.1表 使用を予定する期間中に想定される使用状況

状態	収納物	使用状況
保管中	無	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送容器は、屋内保管とする。 ・ 当該輸送容器の性能の維持を確認するために、核燃料輸送物設計変更承認申請書(別記-1)に記載の「(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法」に基づく定期自主検査を年1回以上実施する。
運搬開始前	有	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送物は、収納物の梱包から運搬実施までの間、施設の管理区域内に屋内保管とする。保管期間は最長でも3ヶ月とする。 ・ 輸送物の発送前には、「(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法」に基づく発送前検査を実施する。
運搬中	有	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送物は、運搬車両により運搬される。 ・ 運搬中に想定される衝撃、振動に対し耐えうるように車両等に固縛し運搬を行う。 ・ 運搬期間は、2日程度を予定する。
運搬後	無	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運搬終了後、施設の管理区域内(屋内)にて、輸送容器の健全性確認のための外観検査を実施。 ・ 輸送容器は、屋内保管とする。

F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価

(ロ) 章F.1で示した経年変化の要因を踏まえ、輸送物の各構成材料について、使用予定期間中に想定される熱、放射線及び化学的変化について経年変化の考慮の必要性の評価をした。経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料を(ロ)－第F.2表に示す。また、疲労については、取扱時に荷重が負荷される吊上装置(吊上用トラニオン及び支持用トラニオン)並びに内圧変化による荷重が負荷される密封容器及び格納容器において評価を実施した。これらの評価結果を(ロ)－第F.3からF.5表に示す。

なお、Oリング及びシートガスケットは、運搬ごとに交換を行うため、収納物については運搬ごとで変わるため、経年変化について考慮しない。また、巻上装置は、密封容器を格納容器に装荷するための装置であり、密封境界を担保しているものではなく、安全機能を担う構成部品に該当しない。そのため、経年変化について考慮しない。

(ロ)－第F.2表 経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料

輸送容器の構成部品		材料	
密封内容器	本体	ステンレス鋼	
	蓋		
	バルブ		
	カプラ		
	蓋ボルト保護カバー		
密封容器	本体	ステンレス鋼	
	蓋		
	蓋開閉装置カバー		
	吊具		
	吊上用カプラ		
格納容器	上部蓋	ステンレス鋼	鉛
	本体	ステンレス鋼	
	蓋ボルト		
	シャッタードア		
	開閉用ネジシャフト		
	シャッターカバー		
	巻上装置カバー		
	トラニオン		
緩衝体	緩衝材		■
	外板	ステンレス鋼	
試料容器	本体	ステンレス鋼	

以上より、本輸送容器において経年変化を考慮する材料は以下の3つである。

- ・ ステンレス鋼：構造強度部材として用いられる。
- ・ 鉛：遮蔽部材として用いられる。
- ・ ■ (木材)：落下衝撃の緩和のための緩衝体として用いられる。

(1) ステンレス鋼

ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)－第 F.3 表に示す。

(ロ)－第 F.3 表 ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性の評価

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
ステンレス鋼 (SUS■■■、 SUS■■■)	熱	<p>本材料は、高温環境下に置くことによるクリープ等（変形）、高温脆化に伴う機械的特性の劣化が考えられるが、「(ロ)章B.4.2」に示す熱解析の結果から、運搬中における密封容器内の最高温度は■■■℃であり、クリープ等による変形を生じるおそれがある温度（425℃以上）⁽¹⁾を下回る。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	放射線	<p>本材料は、中性子照射による組織変化（脆化等）に伴う機械的特性への影響が考えられるが、使用期間中の中性子強度の最大は、「(イ)-第5表」に示すとおり、収納物 F14 の■■■■ n/s である。そこから使用期間中の中性子照射量を評価すると■■■■ n/cm² となり、組織変化（脆化等）を生じるおそれがある照射量 10¹⁶ n/cm²⁽¹⁾を下回る。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	化学的変化	<p>本材料は、腐食に伴う材料の強度や脆化等の影響が考えられるが、ステンレス鋼は、表面に不動態膜を形成し、腐食しにくい材料である。また、大気中での腐食深さは、年間 1 μm (0.001 mm)⁽²⁾となっている。使用期間を 60 年と想定しているため、腐食深さは最大 0.06 mm と推定され、部材の厚さ（格納容器本体胴で■■■mm）に比べ無視し得る腐食量である。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	疲労	<p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1年で40回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は保守的に2400回となるが、SUS304の応力疲労曲線図（S/N線図）⁽³⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は、使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(ロ)章A.4.4」</p>

	<p>(2) 密装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返し回数は保守的に200回となるが、SUS304の応力疲労曲線図（S/N線図）⁽³⁾での使用回数10000回を想定しており、繰返し回数10000回は想定される使用期間中に想定される使用回数を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返し回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認した。「(口)章A.5.7」</p>
--	---

(2) 鉛（ステンレス鋼及び鉛：ステンレス鋼へ鑄込まれたもの）

鉛の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)－第 F. 4 表に示す。

(ロ)－第 F. 4 表 鉛の経年変化の考慮の必要性の評価

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
鉛	熱	本材料の融点は、327.5℃ ⁽⁴⁾ である。「(ロ)章 B. 4. 2」に示す熱解析の結果から、運搬中における密封容器内の最高温度は■■℃であり、溶融するおそれはない。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。
	放射線	本材料は、中性子吸収断面積が小さく ⁽⁵⁾ 、また耐放射線材料としても使用実績が十分豊富である。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。
	化学的变化	本材料は、空気中において安定的な酸化被膜を表面に形成し、下地の鉛を保護する ⁽⁶⁾ 。また、腐食（減肉）に伴う遮蔽能力の低下が考えられるが、本材料はステンレス鋼板に鑄込まれているため密閉空間にあることから外気と接触しない。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(3) (木材)

落下衝撃の緩和のための緩衝体として用いられる (木材) の経年変化の考慮の必要性について、(ロ) ー第 F. 5 表に示す。

(ロ) ー第 F. 5 表 (木材) の経年変化の考慮の必要性の評価 (1/2)

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
(木材)	熱	<p>本材料は、高温環境下に長期間置くことによる機械的特性（圧潰強度）の劣化が考えられる。</p> <p>「(ロ) ー第 B. 16 表」より、運搬中における緩衝体内部 () の最高温度は、「(ロ) ー第 B. 5(d) 図」より °C である。</p> <p>輸送容器に係る業界（電力、製造メーカ、JAEA 等）の木材の熱的劣化に係る共通見解は以下のとおり^(注)。</p> <p>① 木材は、高温環境下での熱による強度低下について、直接参照できる文献は乏しい状況である。</p> <p>② 使用済燃料等の輸送実績がある別の輸送容器の緩衝材(木材)の平均温度データは、40℃から 70℃程度と評価された。</p> <p>③ 過去に使用済燃料の輸送に供された輸送容器から採取した木材試験片を基に、圧潰強度及び密度測定を実施した結果、木材のエネルギー吸収性能は健全であり、緩衝材の性能劣化は確認されなかった。</p> <p>④ 通常使用される条件においては、緩衝材の熱的劣化について技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p> <p>本輸送物についても上記の共通見解より、これまでの実績範囲で使用するのであれば熱的劣化について技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p> <p>なお、輸送に際しては、その都度、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、緩衝体温度が、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。</p>

(注) 参考資料：第 12 回輸送容器及び使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器に関する審査会合（令和 4 年 4 月 25 日）資料 1 別紙「緩衝材（木材）の熱的劣化について」


(ロ)－第 F.5 表 ■■■■■ の経年変化の考慮の必要性の評価 (2/2)

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
■■■■■(木材)	放射線	<p>本材料は、放射線照射による組織変化（脆化等）に伴う機械的特性への影響が考えられる。中性子強度が最大の収納物である F14 の輸送物表面における最大線量当量率は、「(ロ)－第 D.11-1 表」より、348.3 μSv/h となる。また、ガンマ線強度が最大の収納物である F2 の輸送物表面における最大線量当量率は、「(ロ)－第 D.13 表」より、421.9 μSv/h となる。使用期間中の照射量を計算すると、保守的に見積もっても中性子で ■■■ Gy、ガンマ線で ■■■ Gy であるため、組織変化（脆化等）を生じるおそれがある放射線照射量 3 MGy（中性子）⁽⁷⁾及び 0.1 MGy（ガンマ線）⁽⁸⁾を下回る。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	化学的变化	<p>本材料は、腐食に伴う材料の強度や脆化等の影響が考えられるが、緩衝体の被覆内（ステンレス鋼）の密閉空間にあり、外気と接触しないため、腐食が生じない。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>

F.3 安全解析における経年変化の考慮内容

(ロ) 章 F.2 に示したとおり、本輸送物に係る構成材料について、経年変化の考慮の必要性について評価を行った。使用を予定する期間中に想定される使用状況において、熱、放射線及び化学的变化の要因については、経年変化の影響を評価した結果、技術上の基準に適合していることを確認する上で、その影響は考慮する必要はないことを確認した。また、吊上装置（吊上用トランニオン及び支持用トランニオン）及び密封装置（密封容器及び格納容器）については、繰返応力が発生するため、疲労による経年変化を考慮する必要がある。使用期間中に想定される保守的な繰返し回数を考慮した上で吊上装置と密封装置に対し疲労を評価したところ、疲労破壊は起きないため、技術上の基準に適合していることへの影響はないことを確認した。

参考文献

- (1) 輸送物技術顧問会、「使用済燃料中間貯蔵に係る貯蔵後輸送の安全性確保方策について」(2010).
- (2) 日刊工業新聞社、「ステンレス鋼便覧」(1979).
- (3) 
- (4) 自然科学研究機構 国立天文台編、「理科年表 2019」、丸善出版 (2019) .
- (5) アイソトープ手帳 12 版 机上版 (2020) .
- (6) 日本鉛垂鉛需要研究協会、「鉛ハンドブック」 (1992) .
- (7) Gilbert Gedeon, P.E., “Wood as An Engineering Materials: Mechanical Properties of Wood” Course No:S04-019.
- (8) 「材料」第 16 卷 第 169 号、「木材の化学加工」、後藤 輝男.

(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G 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価

本輸送物は(ロ)一第G.1表に示すように、外運搬規則及び外運搬告示で定める技術基準の該当項目を満足している。

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説明	申請書記載 対応項目	備考
第3条第1項 第1号	第3条	本輸送物は、BM型輸送物であるので 該当しない。		
第3条第1項 第2号	第4条	本輸送物は、BM型輸送物であるので 該当しない。		
第3条第1項 第3号	第4条 及び 別表第一	<p>本輸送物の収納物は、下記のとおり である。放射能が、収納物 F2 で最大の ■■■■ TBq (A_2 値比が ■■■■) であるため、原子力規制委員会の定め る量 (A_2 値) を超えることから、本輸送 物は BM 型輸送物に該当する。</p> <p>種類 : ウラン酸化物、トリウム酸 化物、ウラン・プルトニウム 炭化物、ウラン・プルトニウ ム窒化物、ウラン・プルトニ ウム酸化物</p> <p>重量 : ウラン ■■■■ g 以下 トリウム ■■■■ g 以下 プルトニウム ■■■■ g 以下</p> <p>ウラン濃縮度 : ■■■■ % 以下 プルトニウム富化度 : ■■■■ % 以下 核分裂性プルトニウム富化度 : ■■■■ % 以下</p> <p>ウラン 235 量 : ■■■■ g 以下 核分裂性プルトニウム量 Pu (238, 239, 241) : ■■■■ g 以下 冷却日数 : ■■■■ 日以上 放射能の量 : ■■■■ TBq 以下 発熱量 : 174.1 W 以下</p>	(イ)－D (ロ)－A. 10.4	
第3条第2項	第5条	本輸送物は、BM型輸送物であるので 該当しない。		
第3条第3項		輸送物の構成材料 (繰返し使用する 収納物を含む。) 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	(イ)－D	

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>る。</p> <p>1. 本輸送物の使用予定期間は、製造後から 60 年である。使用回数は、年 3 回、1 回の運搬に当たり要する日数は 2 日とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・吊上装置（吊上用トラニオン、支持用トラニオン）による吊上予定回数については、60 年×40 回/年（3 回運搬×10 回/運搬回数）+保守的に 10 回/年）=2400 回の使用回数とする。 ・密封装置（密封容器及び格納容器）については、60 年×3 回運搬/年=180 回となるが、保守的に 200 回の使用回数とする。 <p>輸送物のうち繰り返し使用する構成部品（ステンレス鋼、鉛、XXXXXXXXXX）を対象に、技術上の基準に適合性を確認する上で考慮が必要となる経年変化に係り、その影響について評価した。</p> <p>2. 本輸送物の使用を予定する期間中に想定される使用状況において、考慮すべき経年変化の要因は、熱、放射線、化学的变化及び疲労となる。</p> <p>3. 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）熱については、運搬中における熱解析の結果を基に、クリープ等（ステンレス鋼）、圧潰強度の低下（XXXXXXXXXX）、熔融（鉛）は発生しないことから、技術上の基準を確認するうえで、熱による経年変化の影響を考慮する必要はない。</p>	<p>(ロ) - F</p> <p>(ロ) - A. 4. 4</p> <p>(ロ) - A. 5. 7</p> <p>(ロ) - F</p> <p>(ロ) - F</p> <p>(ロ) - F</p>	

(ロ)一第G.1表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>■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の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>(2) 放射線については、放射線照射による、組織変化(ステンレス鋼、■、鉛)が考えられるが、使用予定期間中の累積照射量から組織変化を生じるおそれがある照射量に比べて小さいことから技術上の基準を確認するうえで、放射線による経年変化の影響を考慮する必要はない。</p> <p>(3) 化学的变化については、腐食による、強度低下及び脆化(ステンレス鋼、■)が考えられるが、腐食量が部材厚さに比べ無視し得ること(ステンレス鋼)、外気と触れず腐食が生じないこと(■、鉛)等の理由から、技術上の基準を確認するうえで、化学的变化による経年変化の影響を考慮する必要はない。</p> <p>(4) 疲労については、吊上装置及び密封装置について繰返し応力が発生することから経年変化の考慮が必要となる。いずれも、使用期間中の現実的に想定される使用回数よりも保守的な繰返し回数を設定した上で、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>	<p>(ロ)一A.4.4 (ロ)一A.5.7</p>	
第4条		本輸送物は、BM型輸送物であるので該当しない。		
第5条		本輸送物は、BM型輸送物であるので		

(ロ)－第G.1表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		該当しない。		
第6条第1号		<p>本輸送物は、以下に示すように容易に、かつ安全に取り扱うことができる。</p> <p>a. 輸送物は、本体にトラニオンがあり吊り上げ、吊り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両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. 輸送物の吊上装置は負荷係数を3としており、急激な吊り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り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。また、密封内容容の弁は保護カバーで保護されており、密封内容器は密封容器内に納められる。</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.1 密封容器の運搬中に予想される周囲の温度変化（-20℃から38℃）を考慮した場合の内圧は、 MPa abs であり、最高圧力内（ MPa abs）に包含される。</p>	<p>(ロ)－A.4.4 (イ)－C</p> <p>(イ)－C (ロ)－A.4.4</p> <p>(ロ)－A.4.5</p> <p>(ロ)－B.4.4</p>	<p>規則第4条第1号</p> <p>規則第4条第2号</p>

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>a.2 格納容器本体の運搬中に予想される周囲の温度変化(-20℃から38℃)を考慮した場合の内圧は、 MPa abs であり、最高圧力内 (MPa abs) に包含される。</p> <p>a.3 密封内容物の運搬中に予想される周囲の温度変化(-20℃から38℃)を考慮した場合の内圧は、 MPa abs であり、最高圧力内 (MPa abs) に包含される。</p> <p>よって、最高使用で評価した場合にき裂、破損等は生じず健全である。</p> <p>b. 密封装置の蓋は輸送時の振動等により緩まないよう締付装置あるいはボルトで強固に締め付けられており、輸送中内圧が上昇しても、開くことはない。</p> <p>また、密封内容物の密封境界には のリング、密封容器及び格納容器の密封境界には あるいは のリング及び の製品のカスケットを設けており、密封を保っている。</p> <p>なお、第3条第3項の技術上の基準に対する適合性に係る説明のとおり密封装置については、繰返し応力が発生することから、経年変化の考慮が必要となるが、使用期間中の現実的に想定される使用回数よりも保守的な繰返し回数を設定した上で、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認し</p>	<p>(ロ)－B.4.4</p> <p>(ロ)－B.6.2.3</p> <p>(ロ)－A.4.6</p> <p>(イ)－C.2.4</p> <p>(ロ)－A.5.7</p> <p>(ロ)－F</p>	

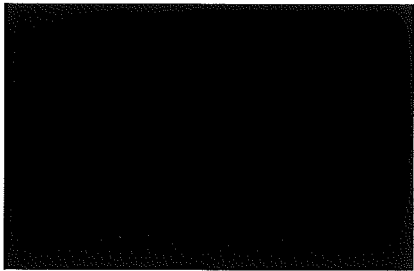
(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>ている。</p> <p>c. 輸送物の主要遮蔽材であるステンレス鋼、鉛の温度は上記の状態 でステンレス鋼は ■■■℃、鉛は ■■■℃であり、融点よりはるかに低 いため遮蔽能力が低下することは ない。</p> <p>d. 固縛装置は、輸送中発生する各 方向加速度 2 g (垂直下方向につ いては 3 g) の加速度が加わって も健全性を保つ。また、特別の試 験条件「落下試験 I (9 m 落下)」 において負荷される加速度に比 べ、実際の輸送中に発生する振動 による加速度は、十分小さく外部 振動による輸送物の応答増幅の影 響はなく、輸送物にき裂、破損等は 生じず健全である。</p> <p>なお、収納物は、密封容器内に 試料スペーサ、あるいは試料容器 により保持されているので振動に よる移動等はおこらない。</p> <p>よって、振動の変化によるき裂、 破損等は生じず健全である。</p> <p>輸送物表面には、吊上装置であるト ラニオン、取扱用吊具以外には不要な 突起物がなく、また、輸送物表面は滑 らかに仕上げており、除染は容易であ る。</p> <p>本輸送物には、ステンレス鋼、鉛、■■■ ■■■等の材料が使われているが、 各々の材料相互の間及び収納物との間 では、危険な物理的又は化学的反応を</p>	<p>(ロ)－B. 5. 6 (ロ)－B. 6. 2. 4</p> <p>(ロ)－A. 4. 5 (ロ)－A. 4. 7</p> <p>(イ)－C</p> <p>(ロ)－A. 4. 1</p>	<p>規則第 4 条第 3 号</p> <p>規則第 4 条第 4 号</p>

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
	第 9 条	<p>生じるおそれはない。</p> <p>1. 運搬中に予想される温度の範囲において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>2. 本輸送物は冷却水を用いないタイプであり、凍結に起因する破損を生じるおそれはない。</p> <p>3. 鉛、緩衝材 () は、ステンレス鋼に密封されており、材料相互で電氣的及び化学的に反応 (腐食) が生じない。また、及び のリングについても金属材料と接触しても電氣的及び化学的に反応を生じるおそれはない。</p> <p>密封内容物の弁は、保護カバーで覆われており、密封内容物は、密封容器に納められるので、誤って操作されることはない。</p> <p>本輸送物の表面の放射性物質の密度は、発送前検査で表面密度限度以下であることを確認した上で、発送される。 アルファ線を放出する放射性物質 : 0.4 (Bq/cm²) アルファ線を放出しない放射性物質 : 4 (Bq/cm²)</p> <p>本輸送物には所定のもの以外が収納されていないことを確認した上で蓋をするので、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>	<p>(ロ) - A. 4. 3</p> <p>(ハ) - A</p> <p>(ハ) - A</p>	<p>規則第 4 条第 5 号</p> <p>規則第 4 条第 8 号</p> <p>規則第 4 条第 10 号</p>

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>い。</p> <p>本輸送容器の仕様は外径約 2 m (約 200 cm)、長さ約 3.7 m (約 370 cm) 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>本輸送物は、以下に示すように、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はり付け等の措置が講じられ、基準を満足している。</p> <p>a. 密閉装置の蓋は締付装置あるいはボルトで強固に締め付けられている。したがって輸送中にボルトが緩むことなく、また、みだりに開放されることはない。</p> <p>b. 本輸送物の収納物は密閉容器に封入された後、更に格納容器に封入される。また、収納物の種類によっては、密閉容器本体内に更に密閉容器を設ける。</p> 	<p>(イ) - C</p> <p>(ロ) - A. 4. 3</p> <p>(ロ) - A. 4. 3</p>	<p>規則第 5 条第 2 号</p> <p>規則第 5 条第 3 号</p>
		<p>本輸送物の構成部品の最低使用可能温度は \blacksquare °C 以下であるため、最低使用温度 \blacksquare °C においてもき裂、破損等は生じない。なお、本輸送物は外気温 -20°C</p>	<p>(ロ) - A. 4. 2</p>	<p>規則第 5 条第 4 号</p>

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>以上で輸送される。</p> <p>また、構成部品の最高使用可能温度は、70℃以上であるため、最高使用温度 70℃においてもき裂、破損等は生じない。なお、本輸送物は外気温 38℃以下で輸送される。</p> <p>したがって■℃から 70℃の温度の範囲において、構成部品にき裂、破損等が生じるおそれはない。</p> <p>本輸送物の密封装置（密封内容器、密封容器、格納容器）は、一般の試験条件下において絶対圧力として、それぞれ最大 ■ MPa, ■ MPa, ■ MPa の圧力が生ずる。一方これらの容器に対する耐圧強度計算は、安全側に外気圧を 0 kPa として行われており、健全性が確認されている。</p> <p>したがって、外気圧 60kPa を包含していることから、放射性物質の漏えいはない。</p> <p>本輸送物には液体状の核燃料物質等を収納しない。</p> <p>本輸送物は最大放射エネルギーの収納物 (F2) を収納して、輸送物の最大表面線量当量率は 0.4602 mSv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。</p> <p>a. 線源は上部方向、下部方向評価の際、それぞれ密封容器の上部、下部に接しているものとする。</p> <p>b. 試料容器、試料スペーサ及び巻</p>	<p>(ロ)－B.3</p> <p>(ロ)－A.4.6</p> <p>(ロ)－D.6.2</p> <p>(ロ)－D.4.2</p>	<p>規則第 5 条第 5 号</p> <p>規則第 5 条第 6 号 ロ</p> <p>規則第 5 条第 7 号</p>

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考														
		<p>上装置は遮蔽体として考慮しない。</p> <p>c. 緩衝体は遮蔽体として考慮しない。</p> <p>本輸送物は最大放射エネルギーの収納物 (F14) を収納しても、輸送物の表面から 1 m の距離における最大線量当量率 94.5 $\mu\text{Sv/h}$ であり、基準値の 100 $\mu\text{Sv/h}$ を超えることはない。</p> <p>a. 線源は上部方向、下部方向評価の際、それぞれ密封容器の上部、下部に接しているものとし、上部方向及び下部方向評価では密封内容器は遮蔽体として考慮しない。</p> <p>b. 試料容器、試料スペーサ及び巻上装置は遮蔽体として考慮しない。</p> <p>c. 緩衝体は遮蔽体として考慮しない。</p>	(ロ)－D. 4. 2	規則第 5 条第 8 号														
第 6 条第 2 号	第 14 条 別記第 4 第 1 号	<p>BM 型輸送物に係る一般の試験条件</p> <p>本輸送物は、周囲温度 38℃及び下表の太陽放射熱を 1 日につき 12 時間負荷して 1 週間後の温度を評価している。</p>	(ロ)－ B. 4. 1. 1															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">表面の形状及び位置</th> <th>放射熱 (W/m^2)</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>800</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>200</td> </tr> <tr> <td colspan="2">その他の表面</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>	表面の形状及び位置		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	その他の表面		400		
表面の形状及び位置		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																
その他の表面		400																

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 2 号 イ	別記第 4 第 2 号	以下のとおり別記第 3 第 1 号の条件 の下において評価している。		
	別記第 3 第 1 号イ	一般の試験条件 イ. 水の吹付試験 本輸送物の表面は平滑なステンレス鋼であり、水切りは極めてよく、吸水性がないことから水溜りによる腐食が発生することがなく、構造健全性及び密封性は確保されていることを確認している。	(ロ)－A.5.2	
	第 13 条 別記第 3 第 1 号ロ (1)	ロ. イの条件の下に置いた後、次の条件の下に置く。 (1) 自由落下 本輸送物の重量は 17 トン (17,000kg) であり落下高さは 0.3 m であり、落下時に輸送物は最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナーの各姿勢での最大変形量について解析している。最大変形量は底部コーナー落下における ■ mm であるが、輸送物の健全性を損なうようなことはない。 落下時の衝撃力については、より厳しい特別の試験条件(落下試験 I) に対して評価し、各部の構造健全性及びに容器本体の密封性が維持されることを確認している。	(ロ)－A.5.3	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
	別記第 3 第 1 号ロ (3)	<p>(3) 積み重ね試験</p> <p>自重の5倍に相当する荷重は8.34×10^5 Nであり、投影面積に1.3×10^{-2} MPaを乗じた荷重は5.88×10^4 Nであり、自重の5倍に相当する荷重の方が大きいので、これで解析している。</p> <p>解析は輸送物の垂直方向の圧縮強度及び水平方向の圧縮強度について行っており、本試験の実施によっても健全性は確保され、密封性に影響を与える損傷はない。</p>	(ロ)－A.5.4	
	別記第 3 第 1 号ロ (4)	<p>(4) 貫通試験</p> <p>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。試験棒は軟鋼として衝撃荷重は輸送物が受け持つものとして解析しており、本試験の実施によっても健全性は確保され、遮蔽性に影響を与える損傷はない。</p>	(ロ)－A.5.5	
		<p>一般の試験条件下では、本輸送物の最大線量当量率となる表面 (F2) は、変形の影響を受けないので表面における最大線量当量率の著しい増加はない。また、本輸送物は最大放射エネルギーの収納物を収納しても、輸送物の最大表面線量当量率は 0.4602 mSv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。</p>	(ロ)－D.6.2	規則第 5 条第 9 号 ロ

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 2 号 ロ	第 15 条	<p>本輸送物は一般の試験条件下においても密封装置の構造健全性及び密封性が確保される。</p> <p>放射性物質の漏えい率と基準値 $A_2 \times 10^{-6}$ との比率は [] で、1 より小さく基準値の $A_2 \times 10^{-6}$ Bq/h を超えることはない。</p>	(ロ)－A (ロ)－C. 3.1	
第 6 条第 2 号 ハ		<p>本輸送物は専用積載として運搬するが、最大崩壊熱量 175 W (F2) を収納し一般の試験条件下に置いた場合でも、輸送中人が容易に接近し得る部分の温度は、日陰において []℃であり、基準値の温度 85℃を超えることはない。</p>	(ロ)－B. 4.6	
第 6 条第 2 号 ニ		<p>本輸送物は一般の試験条件下に置いた後でも密封性が低下することなく、輸送物の表面の放射性物質の密度が表面密度限度を超えることはない。また、発送前検査において表面密度が表面密度限度を下回ることを確認することから、表面密度限度を超えることはない。</p>	(ロ)－C. 3.1	
第 6 条第 3 号	第 16 条	BM 型輸送物に係る特別の試験条件		
	別記第 5 第 1 号イ	<p>イ. 落下試験 I</p> <p>本輸送物は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 9 m 高さから落下するとして解析している。</p>	(ロ)－A. 6.1	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
	別記第 5 第 1 号ロ	<p>ロ. 落下試験 II</p> <p>i 本輸送物は最大損傷を受け るよう、垂直（蓋・底部）、水 平方向に軟鋼棒が重心を直撃 するよう落下試験台上に1 m の高さから落下するとして解 析している。</p> <p>ii 落下試験台の上面は滑らか な水平面であり、軟鋼丸棒は 直径15 cmとして解析してい る。</p> <p>iii 軟鋼棒は落下試験台上に垂 直に固定されているとして解 析している。</p> <p>iv 軟鋼丸棒の長さは、輸送物に 最大の破損を引き起こすよう に十分長いものとして解析し ている。</p>	(ロ)－A. 6. 2	
	別記第 5 第 2 号イ 及びロ	<p>熱的試験</p> <p>i 本輸送物は、火災による入熱 量を大きく評価するように落 下試験 I, II の落下順序に影 響を受けないように解析して いる。</p> <p>ii 本輸送物は0.9の火炎放射率を もつ800℃の熱放射条件に30 分間さらされるとして解析し ている。輸送物の表面の放出 率（熱吸収率）は0.8として 解析している。</p> <p>iii 耐火試験中は対流熱及び放射 熱も考慮して計算している。</p> <p>iv 本輸送物は加熱停止後38℃の</p>	(ロ)－A. 6 (ロ)－A. 6. 3 (ロ)－B. 1 (ロ)－B. 1 (ロ)－B. 1	

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説明	申請書記載 対応項目	備考
第6条第3号 イ	別記第5 第3号	<p>条件下で別記 第4第1号に定める放射熱を負荷し、温度が全て下がり始めるまで計算している。</p> <p>v 本輸送物の緩衝体の [] はステンレス鋼で覆われており、燃焼することはない。</p>	(ロ) - B. 5. 2	
		<p>浸漬試験 (15 m)</p> <p>本輸送物は、 [] MPaの内圧に対する強度を解析で確認しているので0.15 MPaの外水圧に対しても十分な強度を有する。</p>	(ロ) - A. 6. 4	
	<p>本輸送物は特別の試験条件下に置いた場合、緩衝体に変形が生じる。しかし、緩衝体はモデルから除いており、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0.0945 mSv/hであり、基準値の10 mSv/hを超えることはない。</p>	(ロ) - D. 4		
第6条第3号 ロ	第17条	<p>本輸送物は特別の試験条件下に置いた場合、緩衝体に変形が生じるが、密封装置は健全であり、耐火試験を経た後も密封性は保持できる。この場合、放射性物質の漏えい率と基準値 A_2 との比率は [] で1より小さく基準値 A_2 Bq/Week を超えることはない。</p>	(ロ) - C. 4	
第6条第4号		<p>運搬中に予想される温度の変化 (-20°C~38°C) を考慮した場合、格納容器は厚肉の中空円筒であるが、格納容器外面と内面の最高温度差が [] °C</p>	(ロ) - A. 5. 1. 2	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説明	申請書記載 対応項目	備考
		であり、(ロ)－A. 5.1.2 の熱応力算定に用いる温度差 ΔT に包含されることから熱膨張によるき裂、破損等は生じず健全である。		
第 6 条第 5 号	第 18 条 別記第 6	浸漬試験 (200 m) 本輸送物の収納物の最大放射能量は、F9 のであり A_2 値比 $\frac{A_2}{A_2}$ となる。 よって、 A_2 値の 10 万倍を超えることはないので該当しない。	(ロ)－A. 7 (ロ)－A. 10. 4	
第 7 条		本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。		
第 8 条		本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。		
第 9 条		本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。		
第 10 条		本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。		
第 11 条	第 10 条 第 24 条 別記第 11 第 1 号 第 2 号	本輸送物に含まれる ^{235}U 量は最大 $\frac{A_2}{A_2}$ g、Pu(238, 239, 241) 量は最大 $\frac{A_2}{A_2}$ g であるので臨界安全質量以下であり、無限個任意配列においても未臨界である。 輸送物の経年変化の考慮については、第 3 条第 3 項の技術上の基準に対する適合性に係る説明を考慮した上で、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件においた輸送物の状態について、容器本体及び収納物の構造健全性は確保される。 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件に置くこととした場合、水噴霧試験、自由落下試験、積み重ね試験、貫通試験に置いた輸送物の状態について、緩	(イ)－D (ロ)－E. 2. 1 (ロ)－E. 5 (ロ)－F (ロ)－A. 9. 1	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
	第 3 号 第 26 条 別記第 12 第 1 号イ ロ(1) ロ(2) ハ ニ	衝体に変形は生じるが、輸送容器本体及び収納物の構造健全性は確保される。 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件に置くこととした場合、一般の試験条件の履歴を受けたのちに、落下試験、熱的試験、浸漬試験に置いた輸送物の状態について、緩衝体に変形等は生じるが、輸送容器及び収納物の構造健全性は確保される。	(ロ)－A.9.2	
第 11 条第 1 号 イ		本輸送物は、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下においても以下の要件を満足している。 本輸送物は、構造解析の結果、構造部に 10 cm 立方を包含するようなくぼみを生じることはない。	(ロ)－E.1 (ロ)－A.9.1	
第 11 条第 1 号 ロ		本輸送物の外寸法は、外径約 2.0 m、長さ約 3.7 m の円筒型容器であり、緩衝体の変形量を考慮しても、外接する直方体の各辺が 10 cm 未満となることはない。	(イ)－C (ロ)－A.9.1	
第 11 条第 2 号 イ ロ ハ ニ ホ		本輸送物は、構造・熱解析等の結果から容器本体及び収納物は落下試験等においても破損することなく、臨界に影響を与えるような物理的・化学変化はない。 臨界解析では、容器内は全て水で満たせるとし、1.0 g/cm ³ の水密度とし、収納物の温度は常温(20℃)とした。また、収納物は容器中央に配置した。解析モデルとしては、上・底部緩衝体が存在しない安全側のモデルで周囲が完全反射条件で評価している。また、収	(ロ)－E.2.2 (ロ)－E.3.1 (ロ)－E.4.1 (ロ)－E.4.2 (ロ)－E.4.4 (ロ)－E.5	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>納物のうち核分裂性物質の重量が最大であり、形状モデルの直径が無限円筒直径の最小臨界値を唯一超えることから、F1 を収納した場合をモデルとした。</p> <p>以上のモデルは、輸送中、孤立系、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に共通して適用できる安全側のモデルであり、解析の結果、実効増倍率は 0.172 で未臨界である。</p> <p>したがって、規則第 11 条第 2 号のイ、ロ、ハ、ニ及びホのいずれの場合にも臨界に達しない。</p>		
第 11 条第 3 号		<p>第 6 条第 1 号（第 4 条第 2 号、第 5 条第 4 号）の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、運搬中に予想される温度（-20℃～38℃）において、輸送容器構成部品に亀裂、破損等は生じない。</p>	(ロ)－A. 9 (ロ)－A. 4. 2	

(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法

(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法

(ハ) 章 A 核燃料輸送物の取扱方法

A.1 装荷方法

- ・ 輸送容器及び装荷装置の作動検査を行い健全であることを確認する。
- ・ 装荷すべき収納物に輸送容器の仕様が合致しているか確認する。

・ [REDACTED]

・ [REDACTED] 密封容器を用いる場合には、[REDACTED] 収納する。

・ [REDACTED]

・ 収納物を収納後、[REDACTED]

[REDACTED]

・ [REDACTED] 輸送容器に取り付ける。

A.2 核燃料輸送物の発送前検査

核燃料輸送物を毎回発送する前に (ハ) - 第A.1表 に示す発送前検査を行う。

A.3 取り出し方法

- ・ 取出装置の作動検査を行い健全であることを確認する。

・ [REDACTED]

・ 密封容器を用いる場合には、[REDACTED]

■

■

■ 輸送容器
に取り付ける。

A.4 空容器の準備

検査、試験及び特別な準備（密封、不注意な汚染の拡大、次の輸送に差し支えないような準備）について以下に記述する。

- ・ 格納容器の密封性を確認する。
- ・ 目視により外観検査をする。

(ハ) 第一A.1表 輸送物発送前検査要領

No.	検査項目	検査方法	合格基準	備考
1	外觀検査	輸送前に収納物を装填した状態で輸送物の外觀を目視で検査する。	輸送物の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	
2	気密漏えい検査	密封内容器シール部、密封容器蓋シール部及び格納容器に対し、真空法又は加圧法(空気又は窒素ガス)にて、漏えい検査を行い、漏えい率を確認する。	漏えい率が下記の値を超えないこと。 (真空法による検査) ・密封内容器 : 1.0×10^{-4} std·cm ³ /s (加圧法による検査) ・密封内容器 : 6.94×10^{-3} std·cm ³ /s ・格納内容器 : 6.5 std·cm ³ /s	
3	吊上検査	輸送物を吊り上げた後の状態において、外觀を目視で検査する。	上部トラフオノン部に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	
4	重量検査	容器重量と収納物重量の合計により、重量検査を行う。	申請書の(イ)章.5に記載した重量(17.0トン)を超えないこと。	重量計算により確認する。
5	線量当量率検査	輸送前に収納物を装填した状態でガンマ線線量当量率及び中性子線量当量率をサーベイメーター等で検査する。	最大線量当量率(ガンマ線と中性子線の合計)が輸送物表面において2 mSv/h、輸送物表面から1 mの距離において100 μSv/h以下であること。	
6	温度測定検査	輸送前に収納物を装填した状態で、輸送物の表面の温度測定を行い、設計条件を満たしているか否かを検査する。	日陰において人が容易に近づくことができる輸送物の表面で85℃を超えないこと。	
7	表面密度検査	スマリア法により輸送物の表面密度を検査する。	アルファ線を出す放射線物質にあつては0.4 Bq/cm ² 以下、アルファ線を放出しない放射性物質にあつては4 Bq/cm ² 以下であること。	
8	収納物検査	① 収納物の外觀、数量を検査する。 ② 収納物については、運転記録等により放射能の量、冷却日数等についても確認する。	① 収納物の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないこと。また、収納物の数量が(イ)―第2表に記載の収納体数以下であること。 ② 放射能の量、冷却日数等が、(イ)―第1表に記載の条件を満足すること。	
9	未臨界検査	収納物の検査記録により照合検査する。	ウラン重量及びプルトニウム重量が(イ)―第1表に記載の重量以下であること。	
10	圧力測定検査	気密漏えい検査が終了し、容器内の真空又は加圧を解放した後に、真空計又は圧力計により容器の内圧を検査する。	容器の内圧について、真空計又は圧力計の指示値が0であること。	

(ハ) 章B 保守条件

核燃料輸送物の発送前検査及び定期自主検査によって判明した損耗部品並びに損傷又は欠陥箇所は、交換又は損傷、欠陥の程度に応じて修理する。

定期自主検査は(ハ)―第B.1表に示す検査項目を行い、輸送容器の性能維持を確認する。頻度は1年1回以上（年間の使用回数が10回を超える場合にあつては、使用回数10回ごとに1回以上）で実施するものとする。

B.1 外観検査

外観検査は目視により発送前検査及び1年1回以上の定期自主検査で行い、容器の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないことを確認する。

B.2 耐圧検査

耐圧検査は、外観検査で異常がなければ耐圧検査は省略する。

なお、外観検査で異常があつた場合には、下記の要領で耐圧検査を実施し、密封容器、密封容器及び格納容器に異常な変形又は異常な圧力降下がないことを確認する。

部 品 名 称	最 高 使 用 圧 力 (MPa G)	検 査 要 領 気圧検査 (MPa G)
密 封 内 容 器	0.157	0.196 (1.25倍)
密 封 容 器	0.177	0.221 (1.25倍)
格 納 容 器	0.118	0.148 (1.25倍)

保持時間：0.5時間以上

加圧媒体：空気又は窒素ガス

注) 最高使用圧力は、(参考)B.5 耐圧検査参照

B.3 気密漏えい検査

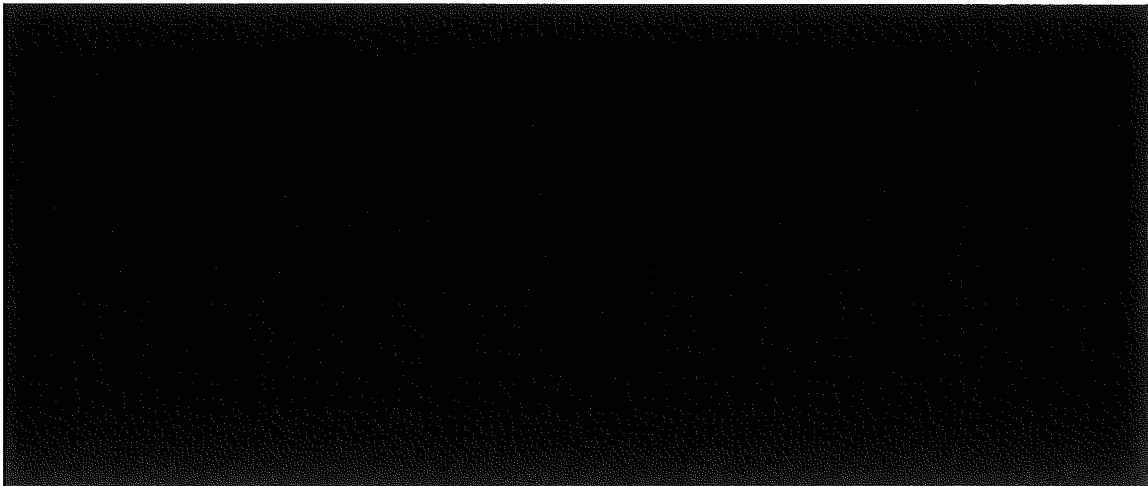
気密漏えい検査は密封容器、密封容器及び格納容器ともに発送前検査、定期自主検査で実施し密封シール部の漏えいが基準値以下であることを確認する。

B.3.1 密封容器の真空法による気密漏えい検査要領

- (1) 容器内を 1.07×10^{-4} MPa (0.8 Torr)以下まで真空引きする。
- (2) 圧力変換器で圧力上昇率を計測する(分解能 1.33×10^{-7} MPa (1×10^{-3} Torr)以上)。

B.3.1.1 密封内容容の真空法による気密漏えい検査方法

- (1) 空気漏えい試験装置を用いて、真空法により漏えい検査を行う。密封内容容の各部材名称は(ハ)－第B.1図に示す。
- (2) 密封内容容をコンクリートセル内へ搬入する。
- (3) セル内に設置されている閉止フランジを漏えい検査用カプラ付フランジと取替える。また、密封内容容のキャップを取外し、カプラと漏えい検査用フランジを接続する。
- (4) 操作室のコンクリートNo.1セル前に空気漏えい試験装置を設置し、真空配管及び電源等を接続する。
- (5) 空気漏えい試験装置の各電源の「投入」、真空ポンプ「起動」、バルブの「開」操作を行い、装置内が真空になることを確認する。
- (6) 密封内容容附属バルブを「開」操作を行い、空気漏えい試験装置にて系内圧力を 1.07×10^{-4} MPa確認後、系内を30分以上密閉放置し系内の圧力上昇率を計測する。
- (7) 下記の漏えい率算出方法により、容器蓋シール部の漏えい率が判定基準である 1.0×10^{-4} std·cm³/sを超えないことを確認する。
- (8) 漏えい率は、(ロ)章C.3.1.1の2. 密封内容容の式を用い算出する。



(ハ)－第B.1図 密封内容容各部の名称

B.3.2 密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領

- (1) 空気又は窒素ガスで0.16 MPa Gまで昇圧する。
- (2) 昇圧後30分間放置
- (3) 精密圧力計で圧力低下率を計測する（読み最小目盛 10^{-3} MPa）。

B.3.2.1 密封容器の加圧法による気密漏えい検査方法

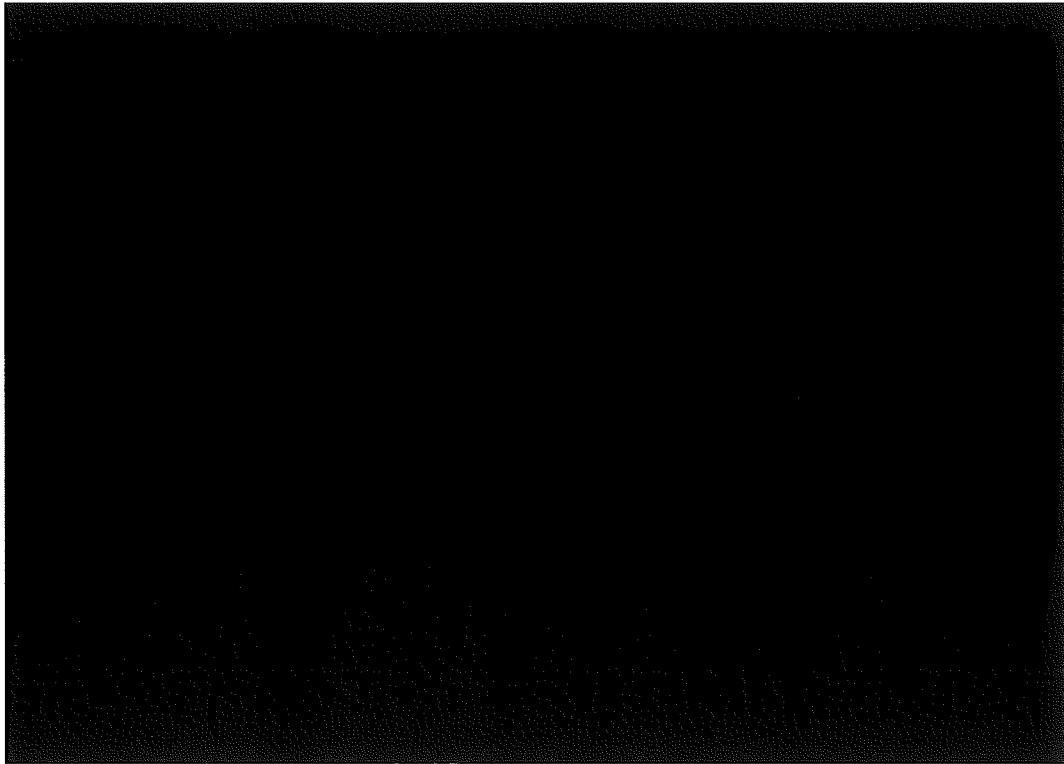
- (1) 空気漏えい試験装置を用いて、加圧法により漏えい検査を行う。密封容器の各部材名称は(ハ)―第B.2図に示す。
- (2) 空気漏えい試験装置に対象容器蓋シール部の漏えい試験用カプラ及び既設圧縮空気配管のカプラを接続する。
- (3) 圧縮空気にて、試験圧力（0.160MPa）以上まで加圧した後、系内を30分以上密封放置し系内の圧力低下率を計測する。
- (4) 下記の漏えい率算出方法により、容器蓋シール部の漏えい率が判定基準である 6.94×10^{-3} std·cm³/sを超えないことを確認する。
- (5) 漏えい率は、(ロ) 章C.3.1.1の2. 密封容器の式を用い算出する。



(ハ)―第B.2図 密封容器各部の名称

B.3.2.2 格納容器の加圧法による気密漏えい検査方法

- (1) 空気漏えい試験装置を用いて、加圧法により漏えい検査を行う。格納容器の各部材名称は(ハ)－第B.3図に示す。
- (2) 空気漏えい試験装置に格納容器蓋シール部の漏えい試験用カップラと既設圧縮空気配管のカップラを接続する。
- (3) 圧縮空気にて、試験圧力(0.160MPa)以上まで加圧した後、系内を30分以上密封放置し系内の圧力低下率を計測する。
- (4) 下記の漏えい率算出方法により、格納容器蓋シール部の漏えい率が判定基準である $6.5\text{std}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$ を超えないことを確認する。
- (5) 漏えい率は、(ロ)章C.3.1.1の3. 格納容器の式を用い算出する。



(ハ)－第B.3図 格納容器各部の名称

B.4 遮蔽検査

発送前検査の線量当量率検査記録により、遮蔽能力の劣化がないことを確認する。

B.5 未臨界検査

本輸送容器に収納する試料は、最小臨界量を十分下回るものであり、発送前検査においては、収納物の仕様の照合確認を行うが、保守については、輸送容器に臨界防止のため中性子吸収材を使用していないため、該当しない。

B.6 熱検査

発送前検査の温度測定検査記録により、輸送中人が容易に近づくことができる表面の最高温度が85℃を超えないことを確認する。

B.7 吊上検査

容器を吊り上げた後の状態において、目視にて上部トラニオン部に割れ、異常な傷、変形等がないことを確認する。

B.8 作動確認検査

バルブ、蓋開閉装置及び巻上装置並びにシャッタードアが正常に作動するか否かを検査し、操作性に異常のないことを確認する。

B.9 補助系の保守

本件に関しては、特別な補助系を必要とせず、補助系は備えていない。

B.10 密封装置の弁、ガスケット等の保守

弁付カプラ、ガスケット、ボルト等については、輸送物の発送前検査及び定期自主検査によって、判明した損傷又は欠陥箇所は、その程度に応じて修理又は交換を行う。弁付カプラ、ガスケット、ボルトの部品の交換期間は(ハ)ー第B.2表に示す。

B.11 輸送容器の保管

輸送容器本体は、ホットラボ建家内の指定位置に縦置き保管し、また輸送容器架台及び緩衝体は、輸送容器架台格納庫に施錠して保管し、1年に1回以上定期自主検査を行う。

B.12 記録の保管

製作時検査記録、定期自主検査記録については、本輸送容器の承認の有効期間中、これを保管する。

B.13 その他

該当なし。

(ハ) - 第B.1表 定期自主検査の項目、検査方法、合格基準及び検査期間

No.	検査項目	検査方法	合格基準	備考
1	外觀検査	輸送容器の外觀を目視で検査する。	輸送容器の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	1年間に1回
2	気密漏えい検査	密封内容器蓋シール部、密封容器蓋シール部及び格納容器に対し、真空法及び加圧法（空気又は窒素ガス）にて、漏えい検査を行い、漏えい率を確認する。	漏えい率が下記の値を超えないこと。 (真空法による検査) ・密封内容器 : 1.0×10^{-4} stdcm ³ /s (加圧法による検査) ・密封容器 : 6.94×10^{-3} stdcm ³ /s ・格納容器 : 6.5 stdcm ³ /s	1年間に1回
3	吊上検査	空容器を吊り上げた後の状態において、外觀を目視で検査する。	上部トランプオン部に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	1年間に1回
4	未臨界検査	該当しない。		
5	作動確認検査	密封内容器バルブ、密封容器蓋開閉装置、格納容器巻上装置及びシヤッタードアが正常に作動するか否かを検査する。	操作性に異常のないこと。	1年間に1回

(ハ) - 第B.2表 部品交換期間

部品名	交換期間	備考
弁付カプラー 密封内容器、密封容器 及び格納容器本体取付用	5年間に1回	交換する。ただし、良品 ^(注) は再使用する。
ガスケット	運搬の都度	交換する。
ボルト	1年間に1回	交換する。ただし、良品 ^(注) は再使用する。

(注) 外觀検査及び気密漏えい検査に合格した場合、良品とする。

(二) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項

(二) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項

緩衝体として使用する■■■■■（木材）については、輸送に際しては、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、緩衝体温度が、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。

参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明

参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明

輸送容器は、(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」に述べられた構造、熱、密封、遮蔽、臨界の各解析及びそれらにより決定される寸法、構造を満足するように、参考A「輸送容器の製作法」にしたがって製作し、それらが上記各設計条件を満足していることを、参考B「試験、検査方法等」に説明する各種試験・検査により確認する。

また、設計製作及び試験検査の一貫性を確保するため、「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」に基づき品質管理を実施する。

参考A 輸送容器の製作法

A.1 概 要

製作容器は(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」を満足するように以下に述べる製作手順図及び製作図にしたがい製作する。

以下、製作手順図及び製作図の構成、製作手順の概要について述べる。

A.1.1 製作手順図及び製作図

輸送容器の製作手順図及び製作図の構成及びそれらの概要について述べる。

No.	図 面 名 称	概 要
(参考)-第A.1図	JMHL-78Y15T輸送容器 全体製作手順	輸送容器全体の製作手順及び方法の概要を図示したもの
(参考)-第A.2図	JMHL-78Y15T輸送容器 全体組立図	以下の第A.4図から第A.16図の組立状態を図示したもの
(参考)-第A.3図	JMHL-78Y15T輸送容器 本体主要部製作手順図	本体主要部の製作手順図及び方法の詳細を図示したもの
(参考)-第A.4図	JMHL-78Y15T輸送容器 密封内容器	詳細寸法・材質を図示したもの
(参考)-第A.5図	JMHL-78Y15T輸送容器 密封容器	
(参考)-第A.6図	JMHL-78Y15T輸送容器 格納容器	

No.	図 面 名 称	概 要
(参考) - 第A. 7図	JMHL-78Y15T 輸送容器 密封内容器、溶接継手番号及び継手形状図	溶接継手位置、開先形 状及び溶接法詳細を図 示したもの
(参考) - 第A. 8図	JMHL-78Y15T 輸送容器 密封容器 溶接継手番号及び継手形状図	
(参考) - 第A. 9図	JMHL-78Y15T 輸送容器 格納容器 溶接継手番号及び継手形状図	
(参考) - 第A. 10図	JMHL-78Y15T 輸送容器 上 部 緩 衝 体	詳細寸法及び材質を図 示したもの
(参考) - 第A. 11図	JMHL-78Y15T 輸送容器 底 部 緩 衝 体	
(参考) - 第A. 12図	JMHL-78Y15T 輸送容器 試 料 ス ペ ー サ (A)	
(参考) - 第A. 13図	JMHL-78Y15T 輸送容器 試 料 ス ペ ー サ (B)	
(参考) - 第A. 14図	JMHL-78Y15T 輸送容器 試 料 容 器 (A1)	
(参考) - 第A. 15図	JMHL-78Y15T 輸送容器 試 料 容 器 (A2)	
(参考) - 第A. 16図	JMHL-78Y15T 輸送容器 試 料 容 器 (C)	

A.1.2 略記号の説明

以下のA.1.3及びA.6で用いられる略記号について説明する。

略記号	説明	備考
RI	受取検査	
PT	液体浸透探傷検査	
RT	放射線透過検査	
UT	超音波探傷検査	
DT	寸法検査	
TA	気圧検査	
He	ヘリウムリークテスト	

A.1.3 製作方法及び手順の概要

輸送容器は、(参考)－第A.1図に示す全体製作手順により製作される。

以下、(参考)－第A.1図にしたがい、製作方法及び製作手順の概要について述べる。

(1) 密封内容器

密封内容器

①-1 本 体

1 0 1 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

1 0 2 部 材 加 工

胴の開先加工を行う。

1 0 3 組 立 ・ 溶 接

胴とフランジ及び底部との組み立て・溶接を行った後、RT・PTにより溶接の健全性を確認する。

1 0 4 機 械 加 工

フランジ及び底部の機械加工施行、加工後DTにてチェックする。

1 0 5 H e、空気漏えい検査、T A

H e、空気漏えい検査及びT Aを行い、Oリング部及び溶接部より漏えいのないこと、また容器が強度上問題のないことを確認する。

(2) 密封容器

密封容器

②-1 本 体

2 0 1 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

2 0 2 部 材 加 工

胴の開先加工を行う。

2 0 3 組 立 ・ 溶 接

胴と上部及び下部フランジとの組み立て・溶接を行った後、RT・PTにより溶接の健全性を確認する。

204 機械加工

上部鍛造品の機械加工施工、加工後DTにてチェックする。

205 He・TA

He及びTAを行い、Oリング部及び溶接部より漏えいのないこと、また容器が強度上問題のないことを確認する。

(3) 格納容器

(3-1) 本体

301 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

302 組立・溶接

本体と巻上装置カバーとの組み立て・溶接を行う。溶接後PTにより溶接の健全性を確認、DTにより寸法をチェックする。

303 組立・溶接

本体とトラニオン及びシャッターカバーとの組み立て・溶接を行う。
溶接後PTにより溶接の健全性を、DTにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

304 機械加工

巻上装置及びシャッターカバーのパッキン面、蓋取付穴等の機械加工施工、加工後DTにてチェックする。

305 組立

別途製作済みのシャッタードアを本体に取り付ける。

306 組立

336にて製作済みの(3-3)上部蓋の取り付けを行う。

307 組立

別途製作済みの底部密封カバー、カプラ、巻上装置等を本体に取り付ける。

308 TA、空気漏えい検査

TA及び空気漏えい検査にて、格納容器の溶接部及びシャフト貫通部等について、漏えい量が許容値以下であること、また、容器が強度上問題のないことを確認する。

309 重量検査

本体及び各構成部品の重量計測を行う。

310 吊上荷重検査

吊上用トラニオンにて、本体を吊り上げ、強度上問題ないことを確認する。

311 取扱検査

④～⑧にて製作済みの構成部品と本体が支障なく組み立てられることを確認する。

3-2 巻上装置カバー

321 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

322 部材加工

鋼板の開先加工及び曲げ加工を行う。

323 組立・溶接

鋼板リングの長手継手の組み立て・溶接を行う。溶接後 P T により溶接の健全性を、D T により寸法が公差内に入っていることを確認する。

3-3 上部蓋

331 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

332 部材加工

鋼板の開先加工及び曲げ加工を行う。

333 組立・溶接

上部蓋外板の縦継手の溶接、フランジとの組み立て・溶接を行う。

溶接後 P T により溶接の健全性を確認、D T により寸法をチェックする。

334 鉛 鑄 込

上部蓋外板部に鉛を鑄込む。

335 組立・溶接

上部蓋外板と盲板を取付溶接、溶接後 P T により溶接の健全性を確認する。

336 機械加工

フランジ面（シール面）及びボルト穴の機械加工施工、加工後 D T にてチェックする。

(4) 上部緩衝体及び(5) 底部緩衝体

受取検査に合格した素材を規定寸法に切断、開先加工及び曲げ加工した後、溶接・組み立てを行い、被覆部を製作する。検査合格後、別途成形された■■■■を順次挿入し、■■■■
■充填状態確認検査を行った後盲板を溶接して完成する。

(6) 試料スペーサ (A) (B)

受取検査に合格した素材を規定寸法に切断、開先加工及び曲げ加工した後、順次組み立て・溶接する。

・ 溶接後 P T により溶接の健全性を確認し D T により寸法をチェックする。

(7) 試料容器

(7-1) 試料容器 (A 1) (A 2)

受取検査に合格した素材を規定寸法に切断及び曲げ加工した後、順次組み立て・溶接する。

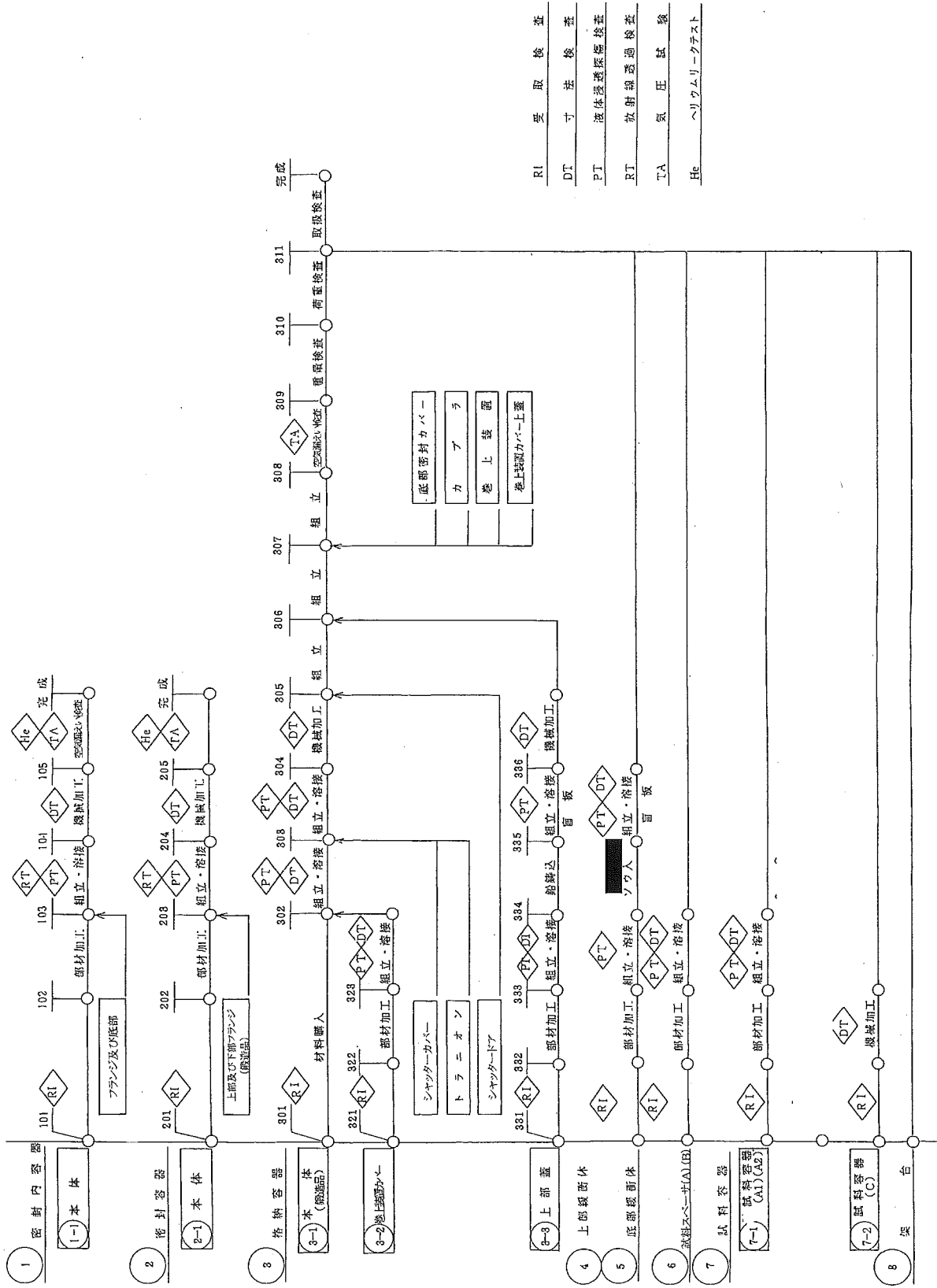
溶接後 P T により溶接の健全性を確認し D T により寸法をチェックする。

(7-2) 試料容器 (C)

受取検査に合格した素材を規定寸法に機械加工する。加工後 D T により寸法をチェックする。

(8) 架 台

型鋼及び鋼板を溶接して組み立て製作する。



RI	受取検査
DT	寸法検査
PT	液体透過探傷検査
RT	放射線透過検査
TA	気圧試験
He	ヘリウムリークテスト

(参考)一第A.1図 JMHL-78Y15T輸送容器 全体製作手順図

A.2 材料の説明

A.2.1 板材類

輸送容器に使用する板材類は、(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」に述べられた設計条件により、(参考)一表A.1に示す規格の材料を使用し、規格で規定された試験検査項目を実施することにより、(参考)一表A.2に示されている材料諸特性が得られていることを確認する。(参考B.1参照)

主な材料は[]ステンレス鋼であり、輸送容器使用条件下における材料の腐食の問題はない。

また、切断、穴あけ、曲げ、溶接等の製作方法は、[]ステンレス鋼に対して従来から使用されている一般的な方法(参考A.2.8、A.2.9及びA.3参照)を使用し各材料の特性を損なうような特殊な加工法は使用しない。

A.2.2 管材類

材料の適用規格を、(参考)一表A.1に示す。材料の諸特性の確認方法、腐食性、加工性については、上記A.2.1 板材類に同じ。

A.2.3 鍛造品、ボルト・ナット類

材料の適用規格を、(参考)一表A.1に示す。材料の諸特性の確認方法、腐食性については、上記A.2.1 板材類に同じ。ボルト材は、[]ステンレス鋼であり、輸送容器使用条件下における材料の腐食の問題はない。

A.2.4 溶接用電極・棒・線類

輸送容器に使用する材料に対し、健全な溶接を得るために(参考)一表A.3に示す規格の溶接材料を使用する。各材料は適用規格にて規定された試験検査項目を実施することにより、母材と同等以上の諸特性が得られていることを確認する。ガスタングステンアーケ溶接の非消耗電極にはトリウム入りタングステンを使用する。

A.2.5 特殊材料

前記一般材料の他に、(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」の熱、遮蔽及び臨界の各解析で述べられた輸送容器の特性を満足するため、(参考)一表A.4に示す特殊材料を使用する。材料諸特性の確認方法については上記A.2.1 板材類に同じ。

(1) ガンマ線遮蔽材

ガンマ線遮蔽材として、[]または相当品の鉛を使用する。この鉛は格納容器の上部蓋に鋳込まれる。

(2) 緩衝材

緩衝材として上部及び底部緩衝体内部に []を充填する。

A.2.6 ミルシート

(ロ) 章「核燃料輸送物の安全解析」に述べられた設計条件を満足させるため、次に示す(参考)一表A.1、A.2、A.3に示す各適用規格の材料を使用する。

各適用規格で要求される材料の諸特性を(参考)一表A.2に示す。

製造された材料がこれらの諸特性を満足していることを、参考B.1に述べる試験検査により確認し、その結果をミルシートに記載する。材料受入時には、各材料とミルシートの記載事項を比較照合し、規定どおりの材料であることを確認する。

A.2.7 材料の欠陥部の修理

各材料の製造過程及び加工中に発生した板傷等の小欠陥はグラインダーにてなめらかに仕上げ液体浸透探傷検査により検査する。ただし、補修後の板厚が規格板厚に足りない場合には、溶接にて肉盛補修し、グラインダーにより面一に仕上げた後、液体浸透探傷検査により検査する。

A.2.8 材料の切断

材料の切断及び開先加工はプラズマ切断等の溶融切断またはシャーリング、機械加工、グラインダー等の機械的方法により実施する。

溶融切断による場合は、切断後グラインダー、機械加工等の機械的手段により切断端面の仕上げ加工を実施する。

A.2.9 材料の成型

胴板の曲げ加工は冷間にてベンディングローラーを使用して行い、パイプの曲げ加工はパイプベンダーを使用して行う。

円錐曲げは、冷間にてプレス加工により行う。

(参考)一表A.1 材料適用規格

使用部分	材質	適用規格	材料区分
1. 密封内容器			
胴	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3459	管 材
フランジ	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛 造 材
		またはJIS G 4303	または棒材
底 板	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛 造 材
		またはJIS G 4303	または棒材
蓋	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4303	棒 材
蓋 ボ ル ト	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4303	棒 材
ボ ス	ステンレス鋼(SUS)	メーカ一標準	棒 材
バ ル ブ	ステンレス鋼	メーカ一標準	
カ プ ラ	ステンレス鋼	メーカ一標準	
オ リ ン グ		J I S G 4303	
吊 金 具	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	棒 材
保 護 カ バ ー	ステンレス鋼(SUS)	及びJIS G 4303	板 材 及び棒 材
2. 密封容器			
胴	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3459	管 材
下部フランジ部	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛 造 材
上部フランジ部	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛 造 材
蓋	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板 材
蓋 開 閉 装 置	炭素鋼	メーカ一標準	
蓋開閉装置カバー	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板 材
吊 具	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板 材
吊 上 げ 用 カ プ ラ	ステンレス鋼(SUS)	メーカ一標準	
カ プ ラ	ステンレス鋼(SUS)	メーカ一標準	
オ リ ン グ		メーカ一標準	
試 料 受 け 皿	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4305	板 材
3. 格 納 容 器			
本 体	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛 造 材
上部蓋フランジ部	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板 材
上部蓋外板	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板 材
上部蓋遮蔽体			鉛
	相当品		

使用部分	材質	適用規格	材料区分
シャッタードア	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛造材
シャッタードア	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4303	棒材
開閉用ネジシャフト			
シャッターカバー	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板材
底部密封カバー	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板材
トラニオン	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 3214	鍛造材
ガスケット		メーカー標準	
グランドパッキン		メーカー標準	
オリング		メーカー標準	
ボルト	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4303	棒材
4. 巻上装置			
電動モータ		メーカー標準	
歯車式減速機		メーカー標準	
巻取ドラム	ステンレス鋼(SUS)	メーカー標準	
巻上用ワイヤ	ステンレス鋼(SUS)	メーカー標準	
操作盤		メーカー標準	
手動操作装置		メーカー標準	
電気計装部品		メーカー標準	
巻上装置カバー	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板材
ボルト	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4303	棒材
		熱処理：H1150	
オリング		メーカー標準	
吊上げ用カブラ	ステンレス鋼(SUS)	メーカー標準	
5. 緩衝体			
緩衝材		メーカー標準	
被覆板	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板材
6. 試料スパーサ	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304	板材
(A) (B)			
7. 試料容器	ステンレス鋼(SUS)	J I S G 4304, 4305	板材
(A1) (A2) (C)		及び	及び
		J I S G 4303	棒材
8. 架台	炭素鋼	J I S G 3101	板材

(参考) - 表A.2 材料特性

区分	適用規格	材料	引張強さ (min) MPa	降伏応力 (min) MPa	伸び (min) %	絞り (min) %	硬度 HB	化学成分 %								備考
								C max	Mn max	P max	S max	Si max	Cr	Ni	Mo max		Cu max	その他
一般使用材料	JIS G 4304 G 4305															板 材
	JIS G 3214															鍛造材
	JIS G 3459															管 材
	JIS G 3101															板 材
	JIS G 4303															棒 材
	JIS G 4303															棒 材
	JIS G 4303															棒材、ボルト材
	JIS H 4000															板 材
	JIS Z 3221															
	JIS Z 3221															
特殊材料																鉛 材

(注) *印数値は板厚、試験片形状により若干異なる。詳細は各適用規格によるものとする。

(参考)一表A.3 溶接材料




溶 接 法	材 質	適 用 規 格
[Redacted]	ステンレス鋼(SUS [Redacted])	JISZ [Redacted]
	ステンレス鋼(SUS [Redacted])	JISZ [Redacted]
	ステンレス鋼(SUS [Redacted])	JISZ [Redacted]

(参考)一表A.4 特殊材料

使 用 目 的	材 料 名	適 用 規 格	備 考
ガンマ線遮蔽材	鉛	[Redacted]	
緩 衝 材	[Redacted]	メーカー標準	密度 [Redacted] kg/m ³ " "

A.3 溶接

A.3.1 溶接方法及び材料

- (1) 密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は、
ASME Sec IXにしたがって実施した溶接施工法確認試験に合格した施工法により実施する。
密封内容器、密封容器及び格納容器以外の溶接は、製造業者の社内標準にしたがって実施する。
- (2) 密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は 

 のいずれか、またはその組合せにより実施する。
- (3) 密封内容器、密封容器及び格納容器に使用する施工法の詳細を、(参考)－表A.5に示す。

A.3.2 溶接機の管理及び作業員資格

- (1) 溶接機は1年を越えない期間毎に検査を実施し、溶接作業には検査有効期間内の溶接機のみ使用する。
- (2) 密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は、
ASME Sec IXにしたがって実施した溶接士技量認定試験に合格した溶接士のみが従事する。

A.3.3 溶接の主要事項に関する説明

- (1) 突合せ溶接部の余盛り高さは、参考B.3.2に規定される値以下とする。
- (2) ステンレス鋼溶接時の層間温度は、最大200℃とする。
- (3) 溶接完了後、溶接部は容器完成までのいずれかの時点で酸洗し、汚れ、異物等を除去する。酸洗後は清浄に保持する。
- (4) 密封内容器を(参考)－第A.4図、密封容器を(参考)－第A.5図、格納容器を(参考)－第A.6図に示し、各継手番号位置及び開先形状を(参考)－第A.7図、(参考)－第A.8図及び(参考)－第A.9図に示す。

(参考) - 表A.5 施工法一覧表

溶接法	施工法 No.	姿勢	溶接材料		電流 (A)	電圧 (V)	極性	予熱温度 (°C)	層間温度 (°C)	シールドガス流量 (ℓ/min)	バックシールド (ℓ/min)	P W H T	備考
			銘柄	棒径									

A.3.4 溶接欠陥の修理

検査の結果、割れ、ピンホール、ブローホール、スラグの巻込み等の欠陥が発見され不合格と判定された溶接部は、「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」に基づき実施される品質管理における不適合品の管理と改善にしたがって処置する。補修方法は、グラインダー、機械加工等の機械的方法またはアークエアガウンジングにより欠陥部を除去し、溶接補修する。密封内容器、密封容器及び格納容器の補修溶接は技量認定された溶接士により、溶接施工法確認試験に合格した施工法にて実施する。補修後は再検査を実施し合否を確認する。

A.3.5 溶接後の熱処理

該当なし

A.3.6 特殊溶接

該当なし

A.3.7 溶接の品質保証計画、その他

密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は
ASME Sec IX にしたがって実施した溶認試験に合格した施工法で溶接士技量認定試験に合格した溶接士が実施する。

本溶接時には、溶接部位、施工法ナンバー、作業日時、溶接士名等を記録し、溶接作業及び溶接士の管理に使用する。

A.4 遮蔽体の製作法

A.4.1 ガンマ線遮蔽体（鉛）の製作法

鉛遮蔽材の鋳込（格納容器上部蓋に適用）は以下のように行う。

- 1) 蓋外溶接完了後、外板の空及び満水重量を計測する。
- 2) 外板を100～200℃程度に予熱する。
- 3) 350℃～400℃に溶融した鉛を外板に鋳込む。鋳込作業中十分な攪拌を行い、内部ボイド等が発生しないようにする。
- 4) 鉛固化後重量計測を行い、上記1)項の重量計測結果により、鉛充填率を確認する。

A.5 弁等の付属機器の製作法

Oリング、カプラ等の付属機器はメーカー標準品を購入する。

A.6 組立等その他の製作法

(参考)－第A.4図に示す密封内容器、(参考)－第A.5図に示す密封容器及び(参考)－第A.6図に示す格納容器の製作法、手順、組み立て等につき、(参考)－第A.3図の製作手順図に基づいて詳細に記述する。

A.6.1 密封内容器の製作

(参考)－第A.4図にしたがい、(参考)－第A.3図の製作手順のNo.101～No.105により製作する。

101 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

102-1 部材加工

パイプの野書及び切断を行う。

102-2 機械加工

パイプの周継手及び開先加工を行う。

103-1 組立・溶接

パイプにフランジ及び底部を取り付け、継手No.C-1及びC-2の周溶接を行う。

103-2 R T

上記継手No.C-1及びC-2のR Tを行う。

103-3 P T

上記継手No.C-1及びC-2のP Tを行う。

104-1 機械加工

フランジ及び底部の機械加工を行う。

104-2 D T

D Tにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

105-1 組立

蓋の取り付けを行う。

105-2 H e

H eを行い密封内容器溶接部より漏えいのないことを確認する。

105-3 空気漏えい検査

空気漏えい検査を行い、密封内容器リング部より漏えいのないことを確認する。

105-4 T A

T Aを行い、耐圧強度上問題のないことを確認する。

A.6.2 密封容器の製作

(参考)－第A.5図にしたがい、(参考)－第A.3図製作手順のNo.201～No.205により製作する。

201 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

202-1 部材加工

パイプの野書、切断を行う。

202-2 機械加工

パイプの周継手開先加工を行う。

203-1 組立溶接

パイプと上・下部鍛造品を取り付け、継手No.C-1及びC-2の周溶接を行う。

203-2 RT

上記継手No.C-1及びC-2のRTを行う。

203-3 PT

上記継手No.C-1及びC-2のPTを行う。

204-1 機械加工

上記鍛造品のフランジ面の機械加工を行う。

204-2 DT

DTにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

205-1 組立

蓋の取り付けを行う。

205-2 He

Heを行い密封容器リング部及び溶接部より漏えいのないことを確認する。

205-3 TA

TAを行い耐圧強度上問題のないことを確認する。

A.6.3 格納容器の製作

(1) 本体

(参考)－第A.6図にしたがい、(参考)－第A.3図製作手順のNo.301～No.304により製作する。

301 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

302-1 組立溶接

本体と巻上装置カバーを取付け、継手No.C-1の溶接を行う。

302-2 PT

上記継手No.C-1のPTを行う。

303-1 組立溶接

本体とシャッターカバー及びトラニオンを取付け、継手No.C-2、C-3及びC-4の溶接を行う。

303-2 PT・DT

上記継手No.C-2、C-3、C-4のPTを行い、DTにより寸法公差内に入っていることを確認する。

304-1 機械加工

本体各部の機械加工を行う。

304-2 DT

DTにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

(2) 上部蓋

(参考)－第A.6図にしたがい、(参考)－第A.3図製作手順のNo.331～No.336により製作する。

331 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

332 部材加工

鋼板の野書、切断、開先加工及び曲げ加工を行う。

333-1 組立溶接

上部蓋外板の縦継手の組み立て、溶接を行う。

3 3 3 - 2 P T ・ D T

上記縦継手の P T を行い、D T により寸法公差内に入っていることを確認する。

3 3 3 - 3 組立溶接

上部蓋外板と上部蓋フランジを取り付け、溶接を行う。

3 3 3 - 4 P T

上記溶接部の P T を行う。

3 3 4 鉛 鋳 込

上部蓋外板部に鉛を鋳込む。また、鋳込み前後に重量計測を行い、鉛充填率を確認する。

3 3 5 - 1 組立・溶接

上部蓋外板と盲板を取り付け、溶接を行う。

3 3 5 - 2 P T ・ D T

上記縦継手の P T を行い、D T により寸法公差内に入っていることを確認する。

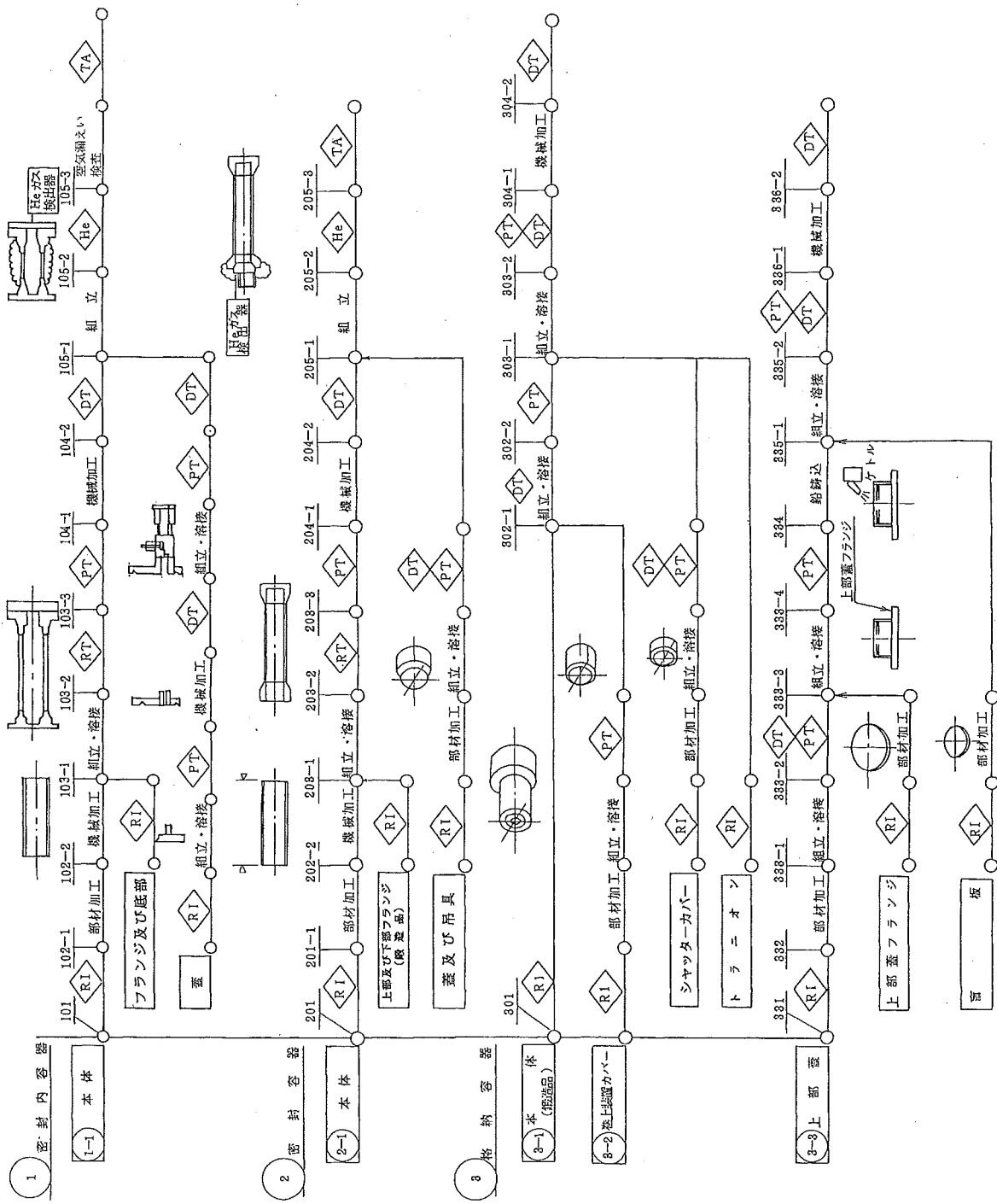
3 3 6 - 1 機械加工

フランジ面及びボルト穴の機械加工を行う。

3 3 6 - 2 D T

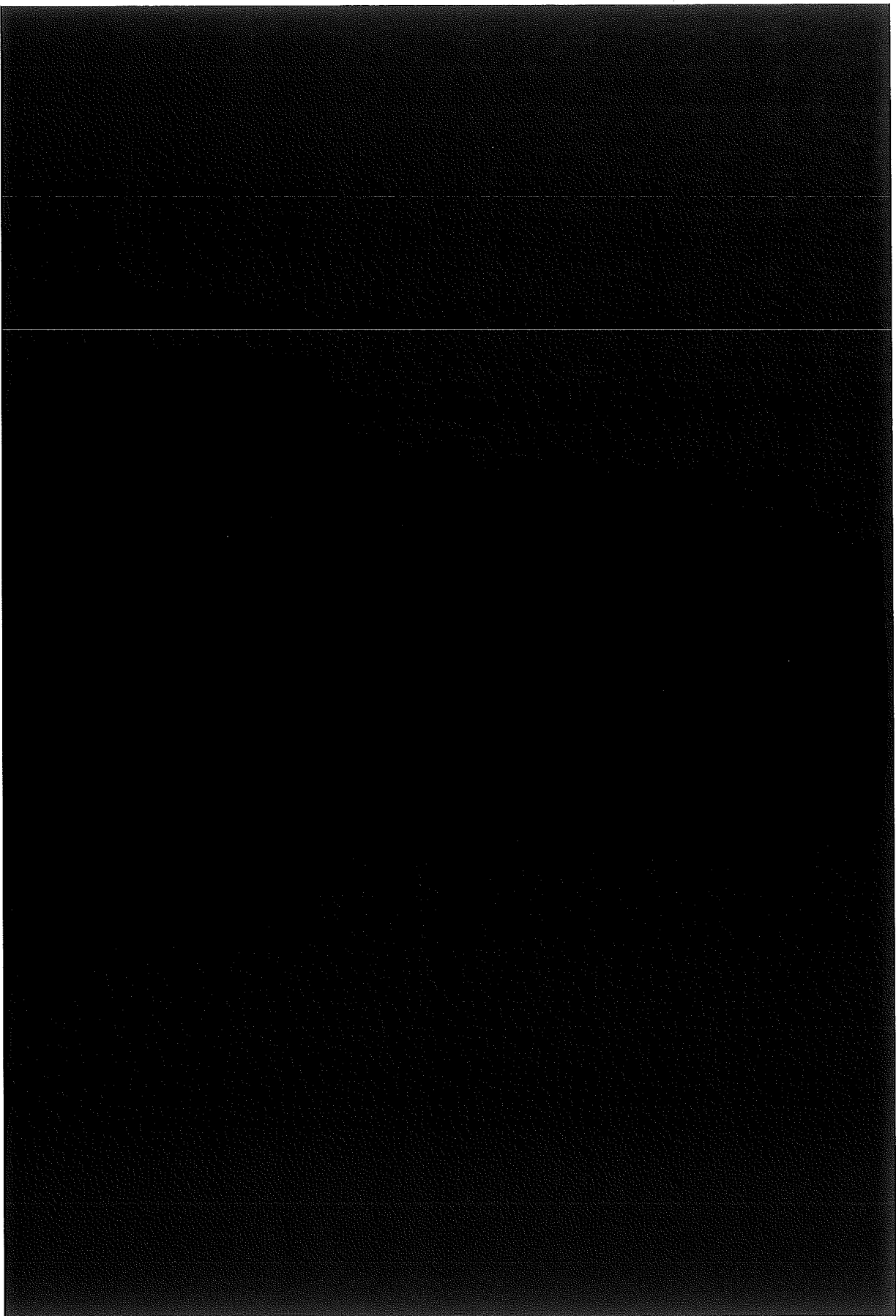
D T により、寸法が公差内に入っていることを確認する。

(参考)一第A.2图 JMHLL-78Y15T输送机 全体组立图

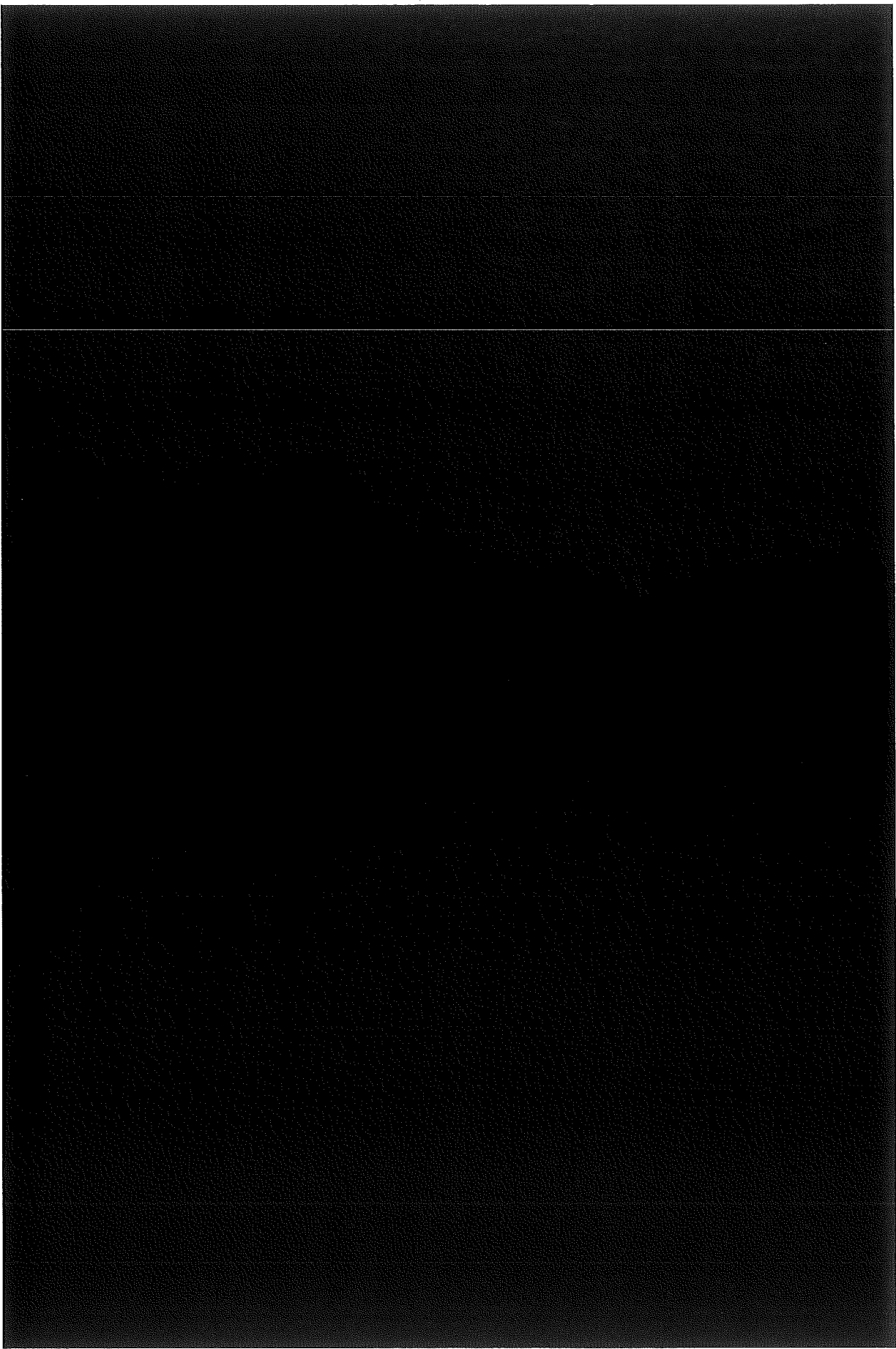


RI	要取検査
DT	寸法検査
PT	液体浸透探傷検査
RT	放射線透過検査
TA	気圧試験
He	ヘリウムリークテスト

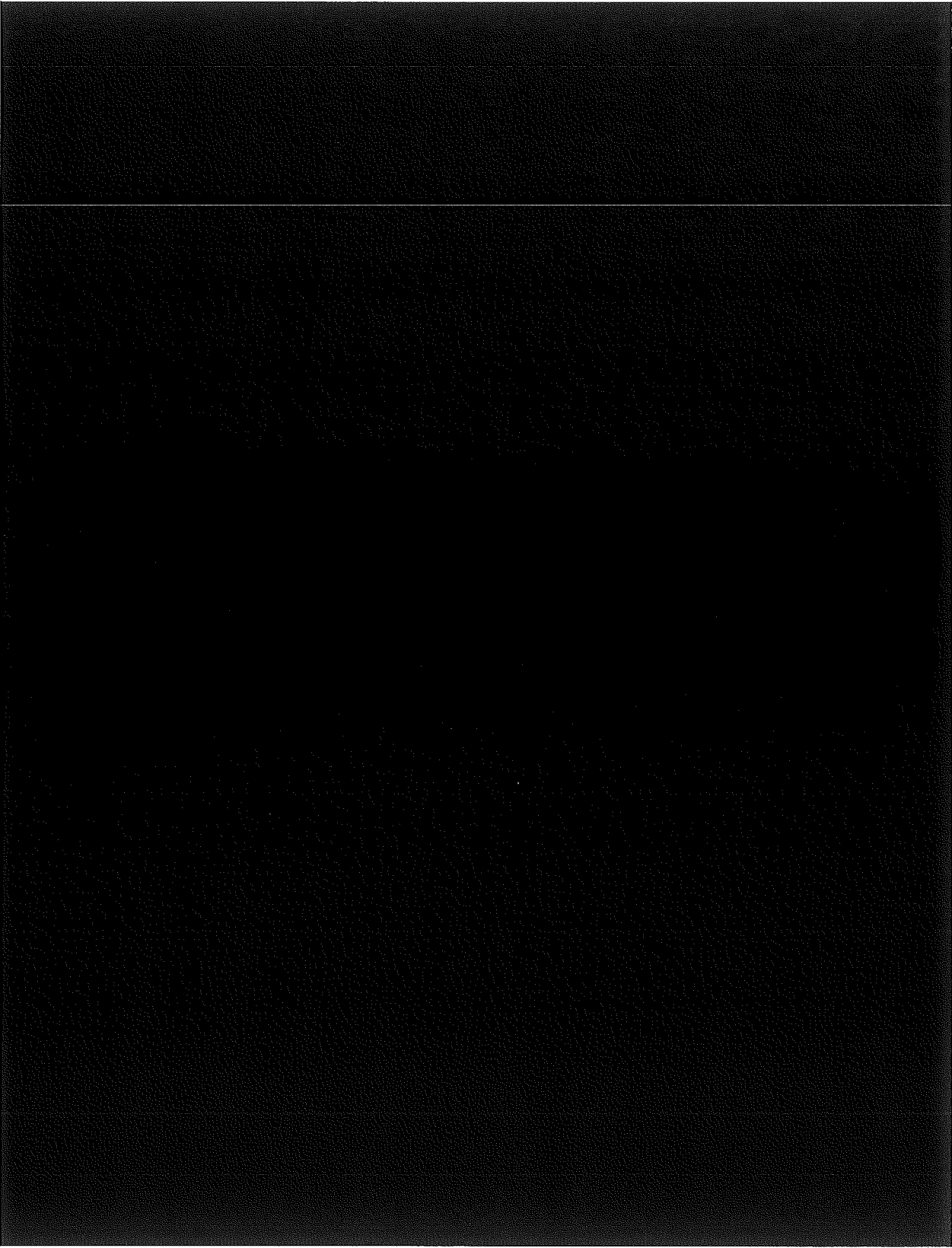
(参考) 第一A.3図 IMHL-78Y1.5T輸送容器 本体主要部製作手順図



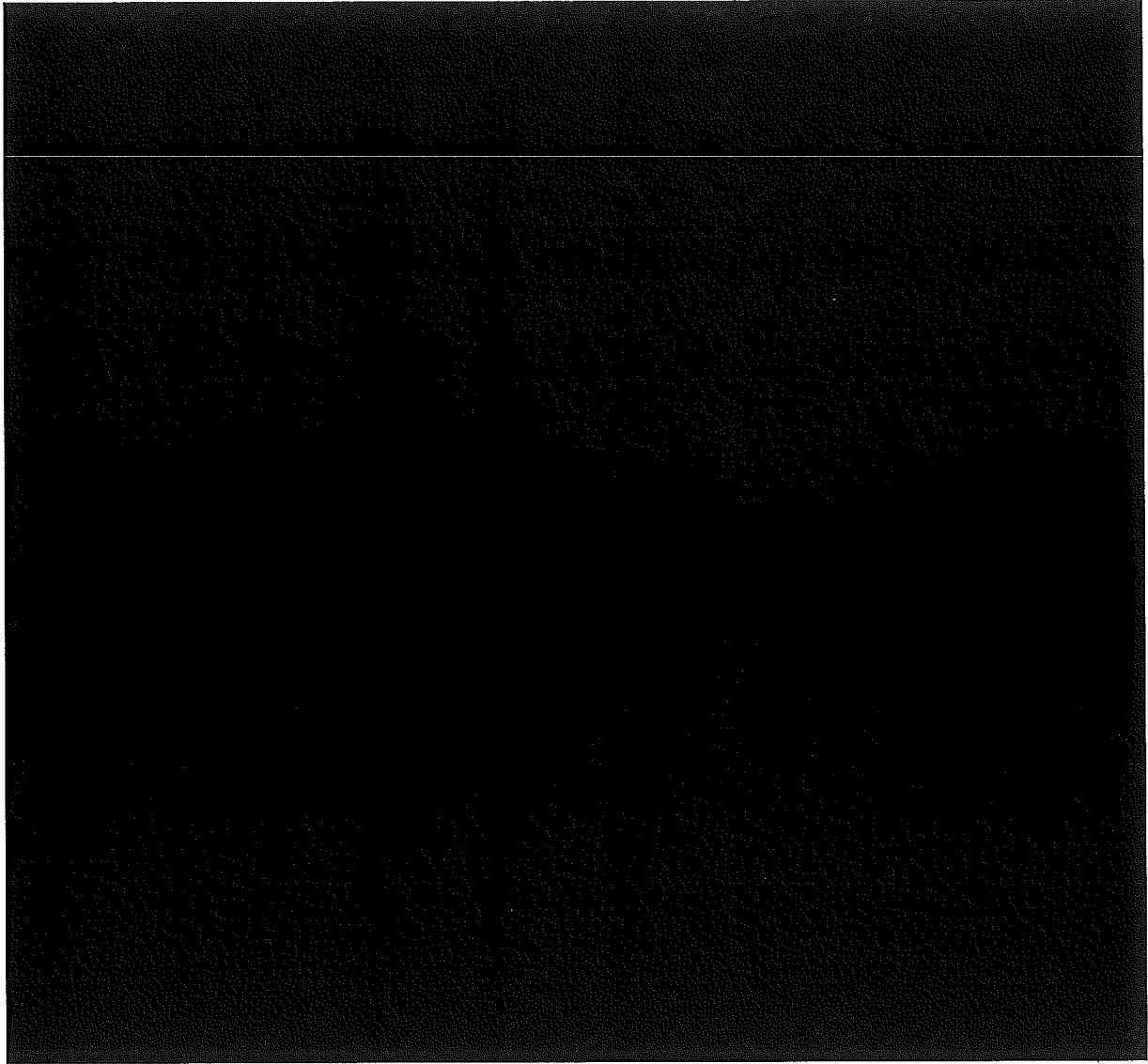
(参考)-第A.4图 JMHIL-78Y15 T輸送容器 密封内容器



(参考)一第A.5图 JMHLL-78Y1.5T输送机 密封容器



(参考)一第A.6图 JMH.L-78Y1.5 T輸送容器 格納容器



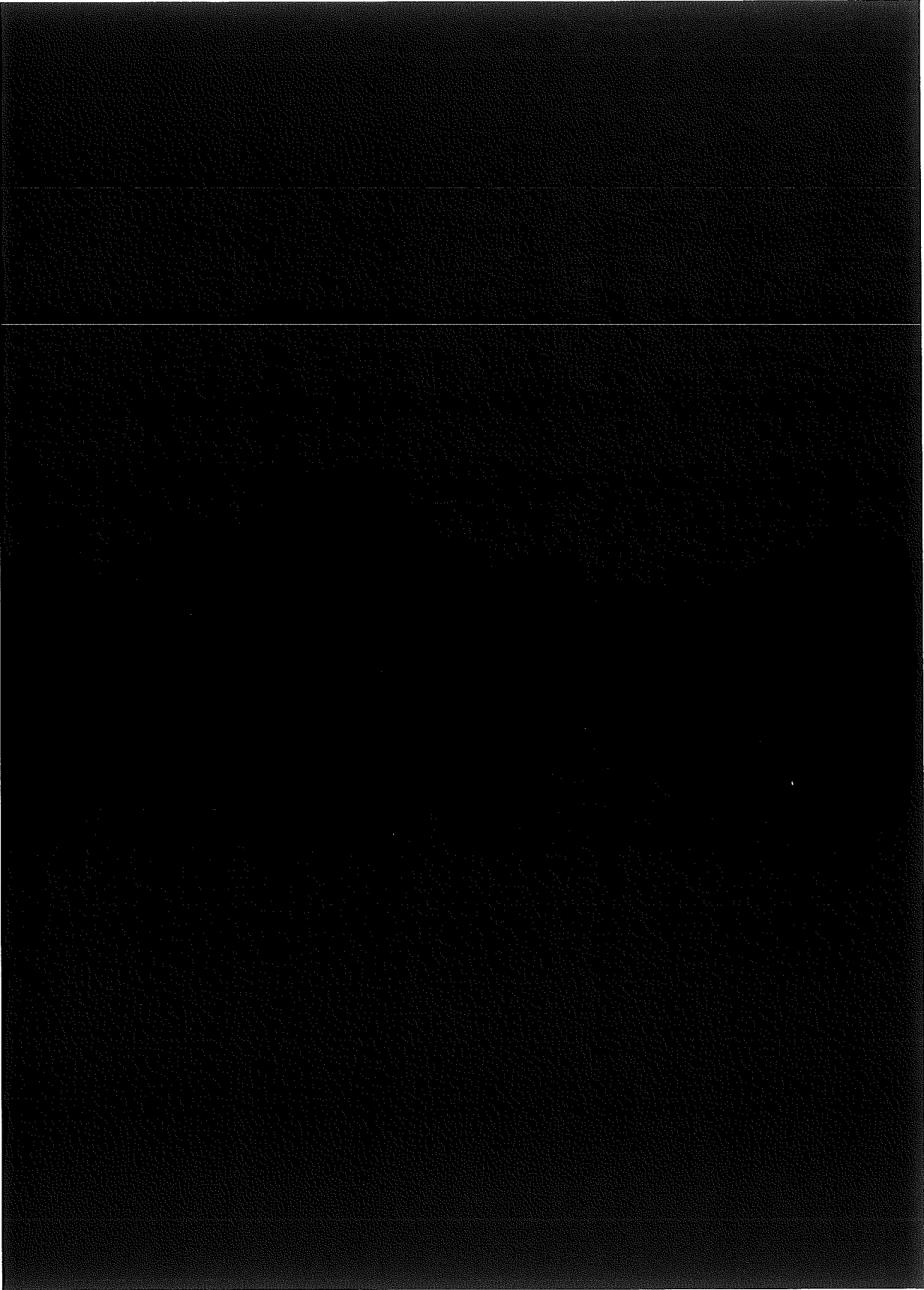
(参考) - 第A.7図 JMHL-78Y15T 輸送容器

密封内容器 溶接継手番号及び継手形状図

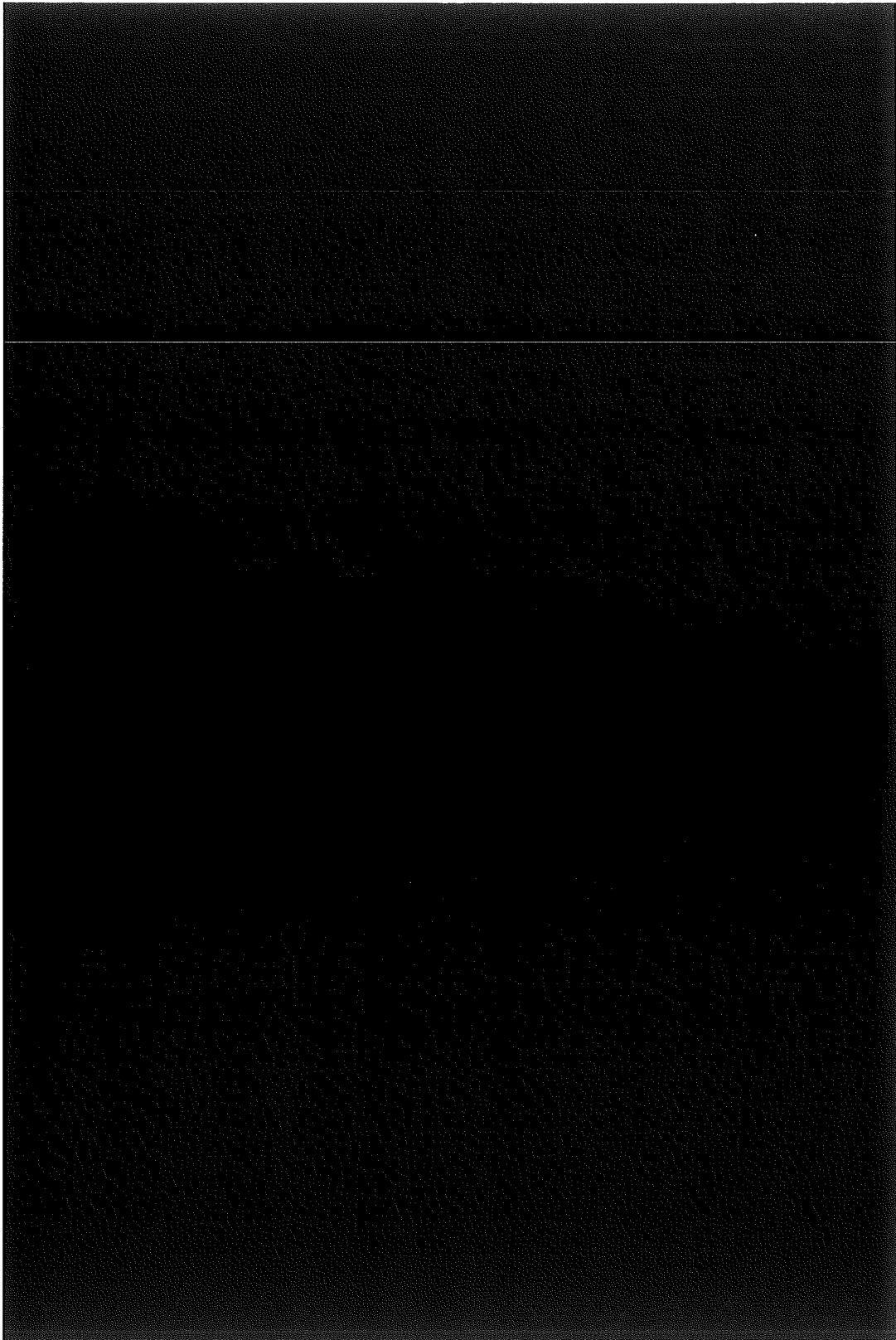


(参考)-第A.8図 JMHL-78Y15T 輸送容器

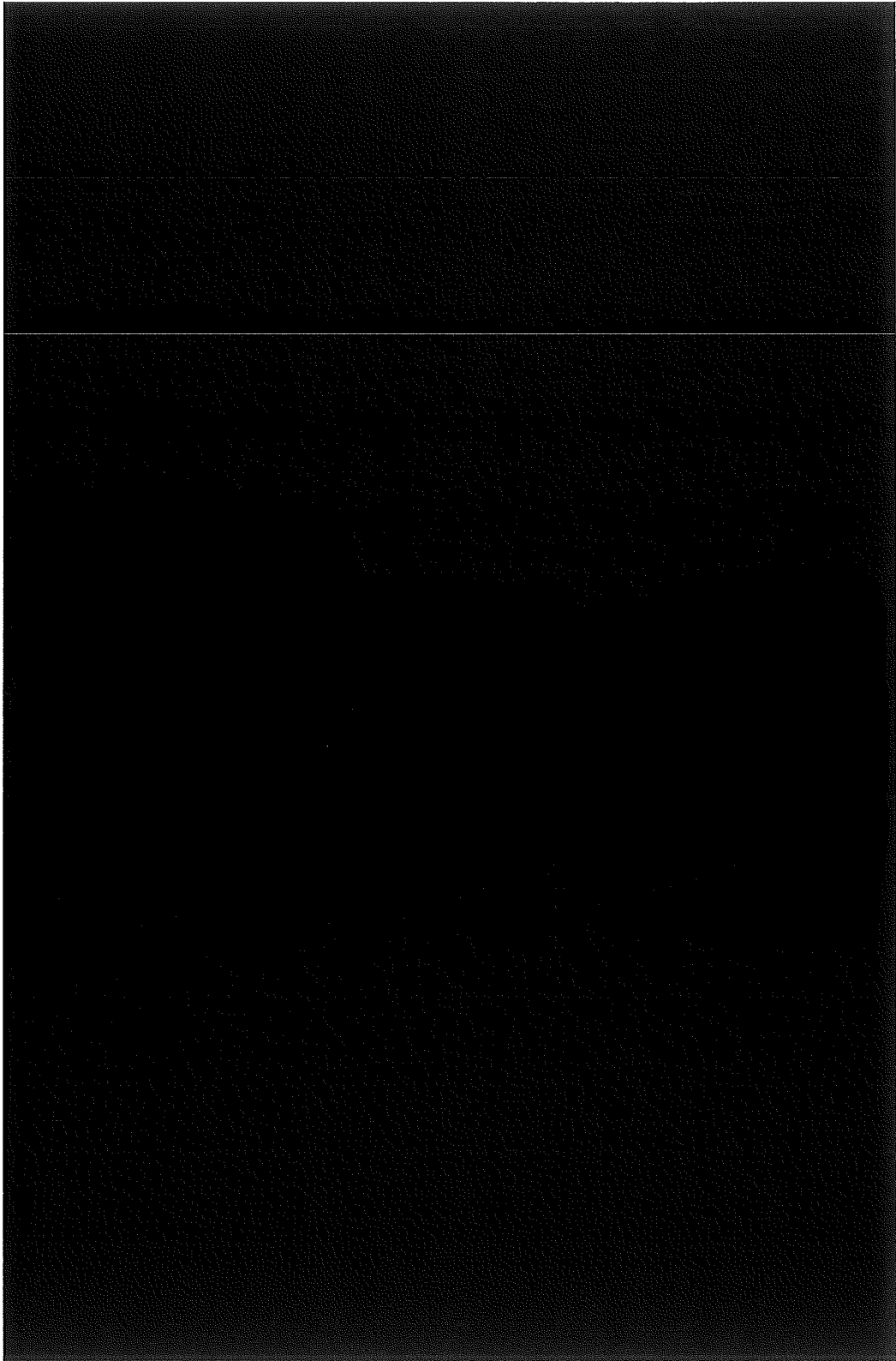
密封容器 溶接継手番号及び継手形状図



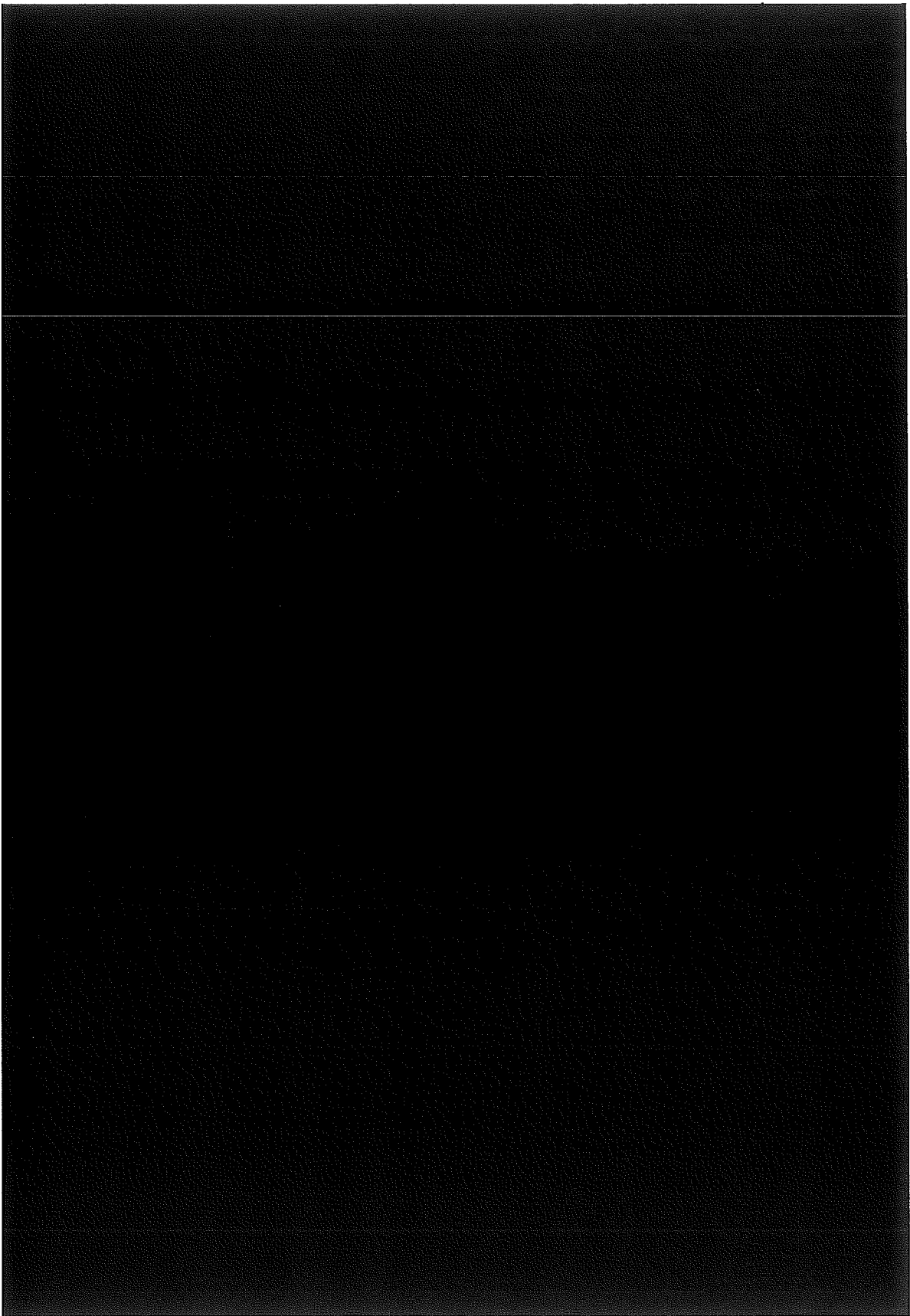
(参考) - 第A.9图 JMHLL-78YL5T輸送容器 格納容器溶接継手番号及び継手形状図



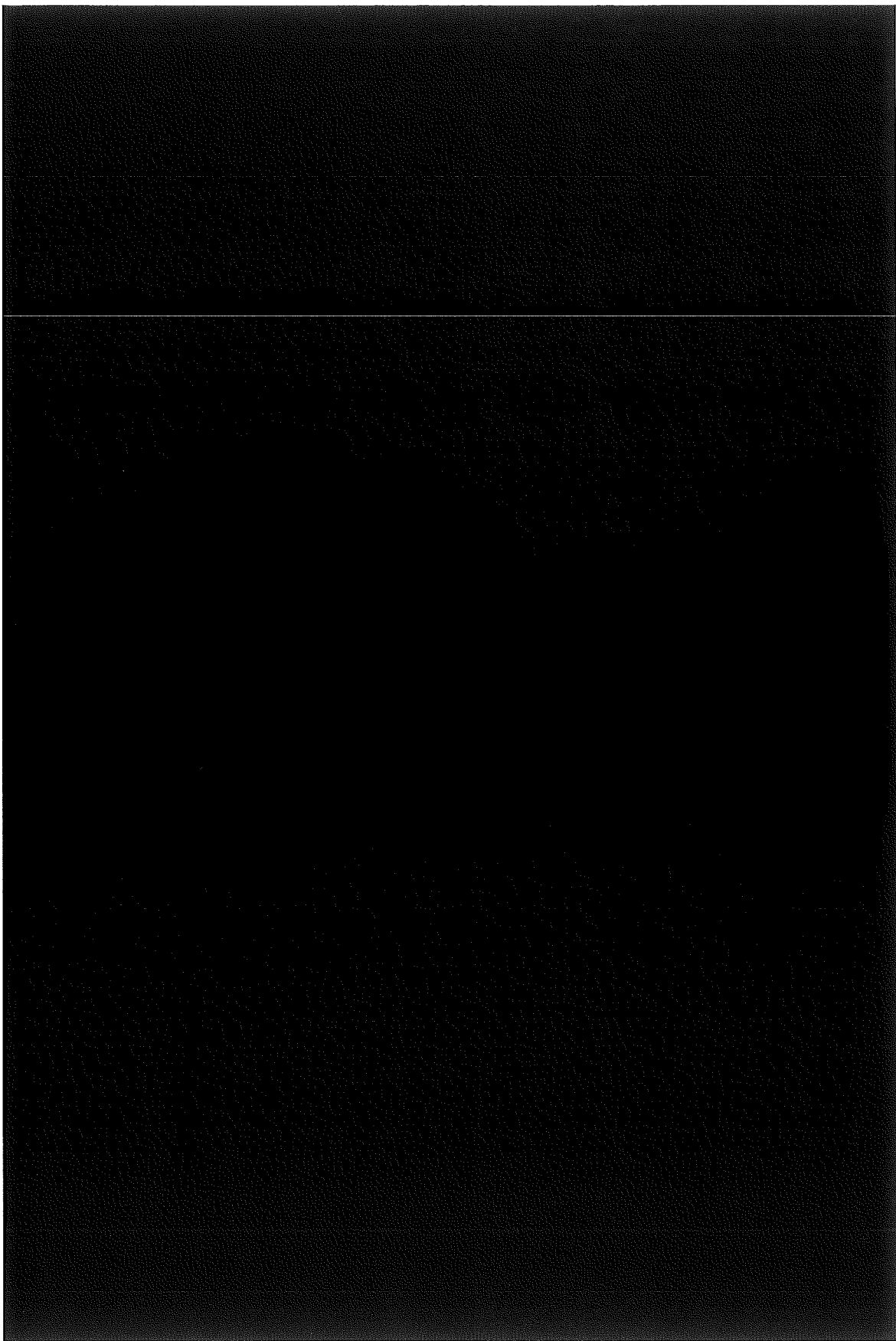
(参考)-第A.10図 JMHL-78Y15T輸送容器 上部緩衝体



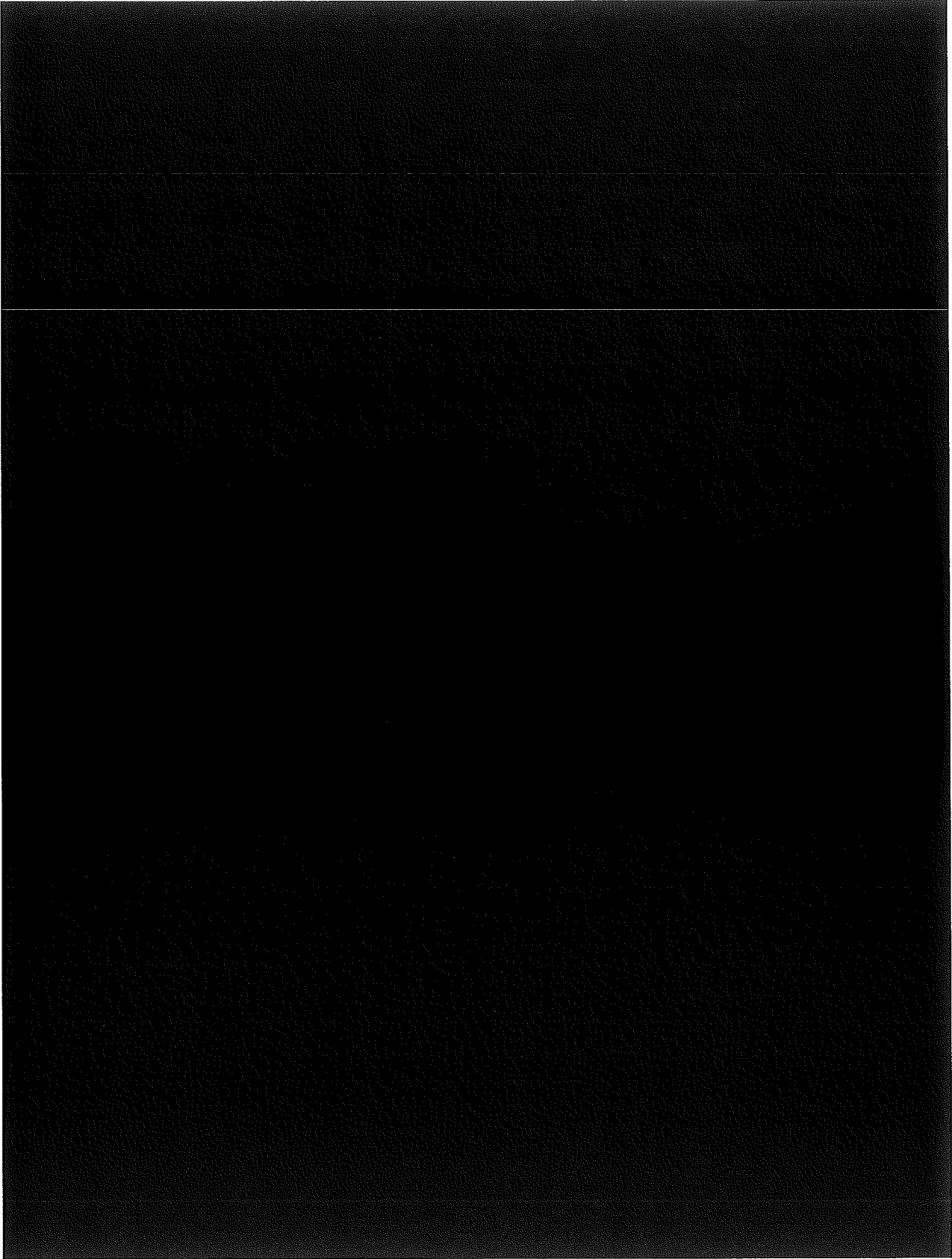
(参考) - 第A.11図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 底部緩衝体



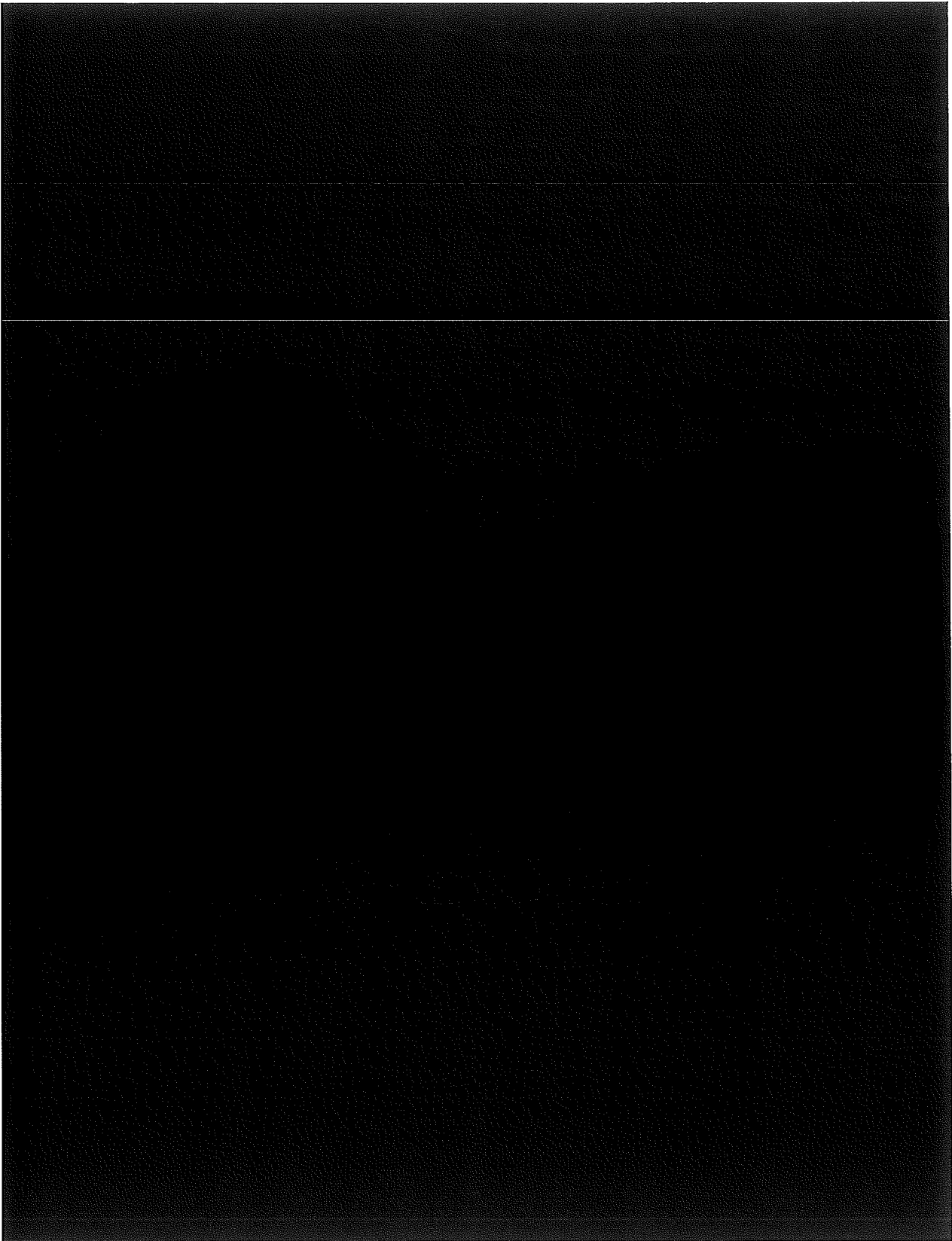
(参考)-第A.12図 JMHL-78Y1.5T輸送容器 試験スペーサ(A)



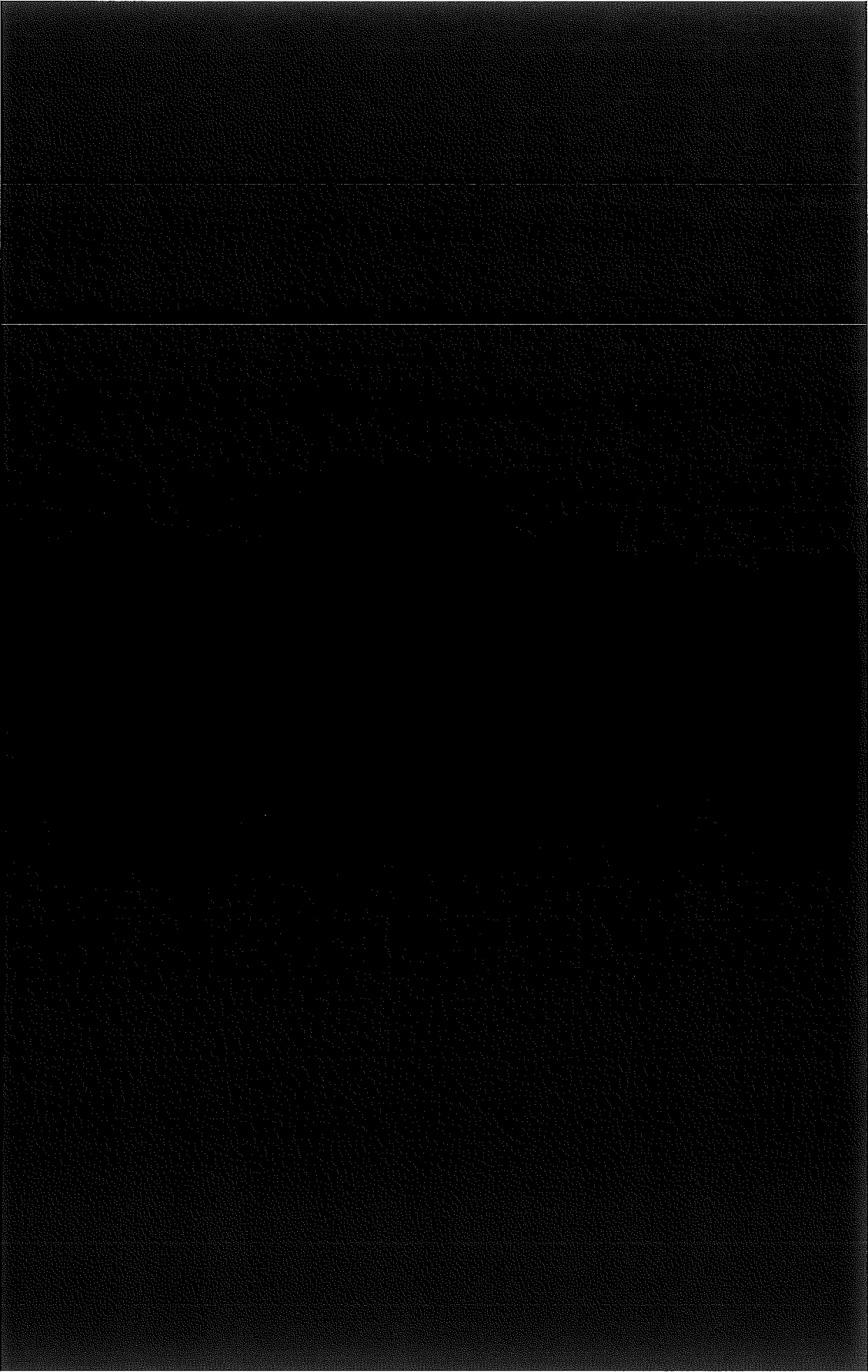
(参考) - 第A.13図 JMHLL-78Y1.5工輸送容器 試験スペース(B)



(参考)-第A.14図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 試料容器(A1)



(参考)-第A.15図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 試料容器(A2)



(参考)一第A.16图 J MHL-78Y15 T 輸送容器 試料容器 (C)

参考B 試験、検査方法等

輸送容器の製作中及び製作完了後、(ロ)章で述べられた各解析と、その要求値を満たすように製造されていることを確認するために、(参考)一表B.1に示す試験検査を実施する。

以下各試験検査の方法等につき記述する。

B.1 材料検査

主要な材料はミルシートより規格に示す所定の性能を満足していることを確認する。輸送容器主要部材は、材料規格標準検査に一部追加検査を加えた(参考)一表B.2にしたがい、材料メーカー検査員立会のもとに、材料メーカーにて試験検査を行う。

B.2 寸法検査

測定は、適切に管理されている巻尺、ノギス、マイクロメーター及びその他計測治具を用いて検査を行う。

輸送容器本体主要部の寸法については(参考)一第A.2図及び(参考)一第A.4図から16図により図示された公差内にあること。図示なき場合は下記無記号寸法公差表によって判定する。ただし、内径または外径については、各断面における最大と最小の差が図示寸法の1%以内であること。

製缶無記号公差 (単位=mm)		
呼び寸法の区分		公差
0 以上	250 以下	±2
250 をこえ	500 "	±3
500 "	1000 "	±4
1000 "	2000 "	±5
2000 "	4000 "	±6
4000 "	8000 "	±7
8000 "	16000 "	±8

削り加工無記号公差 (単位=mm)		
呼び寸法の区分		公差
1 以上	4 以下	±0.1
4 をこえ	16 "	±0.2
16 "	63 "	±0.3
63 "	250 "	±0.5
250 "	500 "	±0.65
500 "	1000 "	±0.8
1000 "	2000 "	±1.2
2000 "	4000 "	±2.0
4000 をこえる		±3.0

(参考) 一表B.1 試験検査項目一覧表

実施区分: ○..... 実施項目

項目	機械名	A. 密封内容器 (注)		B. 密封容器		C. 格納容器 (蓋も含む。)		D. 輸送容器完成		E. 上部緩衝体		F. 試料スベーパー (注)		G. 試料容器	
		実施区分	立会区分	実施区分	立会区分	実施区分	立会区分	実施区分	立会区分	実施区分	立会区分	実施区分	立会区分	実施区分	立会区分
1. 構造	① 材料検査 a. 組成元素 b. 引張強度 c. 剪断強度 d. 降伏点 e. 板厚	○		○		○				○		○		○	
		○		○		○				○		○		○	
		○		○		○				○		○		○	
		○		○		○				○		○		○	
		○		○		○				○		○		○	
2. 熱	② 寸法 ③ 耐圧検査 a. 気圧試験 ④ 重量検査 ⑤ 性能検査 a. 取扱検査	○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	
3. 密封	① 溶接検査 a. 仮付検査 b. 溶接部PT* (初層または裏ハズリ部) c. 溶接部PT (最終層) d. 溶接部工法承認試験、溶接士技能試験 e. 溶接部RT**	○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	
1. ③・a. に同じ															
② 気圧試験		○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	
③ 気密漏えい検査 a. ヘリウムリークテスト b. 空気漏えい検査		○		○		○				○				○	
		○		○		○				○				○	

(注) 補助スベーパー含む

* P.T.....液体浸透探傷検査

** R.T.....放射線透過検査

** U.T.....超音波探傷検査

(参考) 一表B.1 試験検査項目一覧表 (つづき)

項目	機械名	A. 密封容器		B. 密封容器		C. 格納容器 (蓋も含む。)		D. 輸送容器完成		E. 上部 底部		F. 試料スペース		G. 試料容器				
		実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	実施 区分	立会 区分	
4. 遮蔽	ガンマ線遮蔽 材料検査 a. 鉛比重 b. ステンレス製造品 UT***					○												
						○	本体のみ											
						○	蓋のみ											
						1.②に同じ												
	輸送容器の発送前	実際の取納物を装着した状態で容器本体からの線量当量率の計測を行い、ガンマ線、中性子線等を含めた全線量当量率を検査する。																

(参考) 一表B.2 材料試験検査項目一覧表

No.	名称	使用材質	試験検査項目								備考		
			化学分析	引張試験	硬度試験	外観寸法検査	偏平試験	水圧試験	曲げ試験	超音波探傷検査		含炭素計測 圧縮応力計測	
1.	密封内容器												
1.1	胴	SUS	○	○		○	○	○					
1.2	フランジ及び底部	SUS または SUS	○	○	○	○	○						
2.	密封容器												
2.1	胴	SUS	○	○		○	○	○					
2.2	上部及び下部フランジ	SUS	○	○	○	○	○						
3.	格納容器												
3.1	本体	SUS	○	○	○	○	○				*○		
3.2	シャッタードア及びトランニオン	SUS	○	○	○	○	○						
3.3	巻上装置カバー、シャッターカバー、 底部密封カバー	SUS	○	○	○	○	○						
3.4	上部蓋遮蔽体	または相当品	○										
3.5	シャッタードア開閉用ネジシャフト	SUS	○	○	○	○	○						
3.6	ボルト	SUS 及び SUS	○	○	○	○	○						
4.	上部及び底部緩衝体												
4.1	緩衝材												○
4.2	被覆板	SUS	○	○	○	○	○						
5.	試料スぺーサ (A) (B)	SUS	○	○	○	○	○						
6.	試料容器 (A1) (A2) (C)	SUS	○	○	○	○	○						
7.	台		○	○	○	○	○				○		

(注) *印は追加検査項目を示す。

B.3 溶接検査

輸送容器製作中、溶接の健全性を確認するため、(参考)一表B.3にしたがい各部分の溶接検査を行う。

要領及び判定基準を下記に示す。

B.3.1 仮付検査

- 1) 開先の形状は図示どおり加工され、開先及びその付近には塗料、油分、錆等のないことを確認する。
- 2) 開先寸法の許容値(仮付状態において)
 - (a) 開先角度 $\pm 5^\circ$
 - (b) ルート間隔 $\pm 1 \text{ mm}$
 - (c) 板のくい違い

板厚 (単位=mm)	継手の方向(単位=mm)	
	長手継手	周継手
～ 12.7 以下	0.25 t 以下	0.25 t 以下
12.7 をこえ 19.1 以下	3.2 //	0.25 //
19.1 をこえ 38.1 以下	3.2 //	4.8 //
38.1 をこえ 50.8 以下	3.2 //	0.125 //
50.8 をこえ ～	0.063 t または 9.5 の いずれか小さい方	0.125 t または 19.1 の いずれか小さい方

t : 継手の板厚(板厚の異なる場合は薄い方)

B.3.2 溶接及び溶接外観検査

- 1) 溶接前に溶接条件、溶接棒の種類、溶接士の資格を確認する。
- 2) 裏ハツリをした場合は溶込み不良部が完全に除去されていることを確認する。
- 3) 溶接完了後、目視により外観検査を行い、割れ、アンダーカット、オーバーラップ等の有害な傷がないこと。

割れ	アンダーカット	オーバーラップ
ないこと	深さ 0.5 mm 以下	0.5 mm 以下

(参考) 一表B.3 溶接検査項目一覧表

部品名称及び試験検査項目一覧表	試験検査要領記載項目	備 考
1. 密封内容器		本体円周突合せ 継手のみに適用
1.1 仮付検査	B.3.1	
1.2 液体浸透探傷検査(初層及び最終層)	B.3.3	
1.3 放射線透過検査	B.3.4	
1.4 溶接外観検査	B.3.2	本体円周突合せ 継手のみに適用
2. 密封容器		
2.1 仮付検査	B.3.1	
2.2 液体浸透探傷検査(初層及び最終層)	B.3.3	
2.3 放射線透過検査	B.3.4	
2.4 溶接外観検査	B.3.2	
3. 格納容器		
3.1 仮付検査	B.3.1	
3.2 突合せ溶接部液体浸透探傷検査 (初層または裏ハツリ部、最終層)	B.3.3	
3.3 隅肉または角溶接部液体浸透探傷 検査(最終層)	B.3.3	
3.4 溶接外観検査	B.3.2	
4. 上部及び底部緩衝体		
4.1 溶接部液体浸透探傷検査(最終層)	B.3.3	
4.2 溶接外観検査	B.3.2	
5. 試料スペーサ、補助スペーサ及び試料容器		
5.1 溶接部液体浸透探傷検査(最終層)	B.3.3	
5.2 溶接外観検査	B.3.2	

4) 突合せ溶接部余盛の高さ

放射線検査を施工する継手の余盛高さは下記によること。

板 厚 (単位=mm)	余盛高さ (単位=mm)
～ 25.4 以下	2.4 以下
25.4をこえ 50.8 以下	3.2 以下
50.8をこえ 76.2 以下	4.0 以下
76.2をこえ 101.6 以下	5.6 以下

B.3.3 液体浸透探傷検査

(参考) 一表B.3に指示する個所に適用する。

施工要領詳細は JIS Z 2343による。

判定基準は通商産業省令第62号に準拠して下記条件を満足すること。

- ① 割れによる浸透指示模様がないこと。
- ② 長さ1 mm を超える線状浸透指示模様がないこと。
- ③ 長さ4 mm を超える円形状浸透指示模様がないこと。
- ④ 4個以上の円形状浸透指示模様が直線状に並んでいる場合は、隣接する浸透指示模様
の間の距離が1.5 mm を超えること。
- ⑤ 面積が3750 mm²の長方形(短辺の長さは、25 mm 以上とする。)内に円形状浸透指示
模様が10個以上含まれないこと。ただし、長さが1.5 mm 以下の浸透指示模様は算定
することを要しない。

B.3.4 放射線透過検査

(参考) 一表B.3に指示する個所に適用する。

施工要領詳細は JIS Z 3106による。

判定基準は通商産業省令第62号に準拠して下記条件を満足すること。

- ① 日本産業規格 JIS Z 3104(1995)「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の附属書4「透
過写真によるきずの像の分類方法」の1類であること。
- ② 第1種及び第4種の傷がある場合には、それぞれの傷の隣接する他の第1種及び第
4種の傷との間の距離が25 mm 未満の場合にあっては、それぞれの傷の最大径が母材

の厚さの 0.2 倍 (3.2 mm を超える場合は、3.2 mm)、隣接する他の第 1 種の傷との間の距離が 25 mm 以上の場合にあつては、それぞれの傷の最大径が母材の厚さの 0.3 倍 (6.4 mm を超える場合は、6.4 mm) の値を超えないこと。この場合において、①において傷点数として算定しない傷については、傷とみなさない。

- ③ 母材の厚さの 12 倍の長さの範囲内で、隣接する第 2 種の傷の間の距離が長い方の第 2 種の傷の長さの 6 倍未満であり、かつ、これらが連続して直線上に並んでいるときにおけるこれらの長さの合計が母材の厚さを超えないこと。

B.4 外観検査

全部品について目視により下記項目の検査を行う。

- (1) 形状が図示どおりであることを確認する。
- (2) 外観上の傷、切削部の返り等、不手際な部分のないこと。
- (3) 仕上面の状態の確認。
- (4) 腐食等のないこと。

B.5 耐圧検査

輸送容器製作中及び製作後(参考)一表B.4にしたがい、密封内容器、密封容器及び格納容器の耐圧検査を行う。

試験は気圧試験とし、圧力は最高使用圧力の1.25倍として漏れのないことを確認する。

(参考)一表B.4 製作中耐圧検査一覧表

部品名称	最高使用圧力 (MPa G)	検査要領	備考
		気圧試験	
1. 密封内容器	0.157	○ (1.25倍)	
2. 密封容器	0.177	○ (1.25倍)	
3. 格納容器	0.118	○ (1.25倍)	

備考) 密封内容器、密封容器及び格納容器の最高使用圧力は、 MPa G、
 MPa G 及び MPa G であるが耐圧検査時の最高使用圧力は、
安全側に上記の値を用いた。

B.6 気密漏えい検査

B.6.1 密封内容器蓋取付部の空気漏えい検査

密封内容器完成後蓋取付部の空気漏えい検査を行い、漏えい率が(ロ)―第C.3表に示す最大漏えい率以下であることを確認する。

試験要領は密封内容器を真空引きした後、系内を密閉放置し、系内の圧力上昇率を計測することにより、漏えい率を計測する。

合格基準は漏えい率が 1.0×10^{-4} std cm^3/s 以下であること。

B.6.2 密封内容器、密封容器ヘリウムリークテスト

密封内容器、密封容器製作中、本体溶接部のヘリウムリークテストを行い、漏えいのないことを確認する。

試験要領は本体を真空引きし、溶接部をビニールバッグ等で覆囲してヘリウムガスを覆囲部に充填する真空覆囲法、もしくはヘリウムガスを被試験体の溶接部に直接吹きつける真空吹付法により行い、試験箇所1箇所当りの漏えい率が 1×10^{-6} std cm^3/s 以下であることを確認する。

B.6.3 密封容器蓋取付部のヘリウムリークテスト

密封容器完成後、本体と蓋取付部の2本のガスケットのヘリウムリークテストを行い、漏えいのないことを確認する。

試験要領は2本のガスケット間を真空引きしガスケット部をビニールバッグで覆囲して、ヘリウムガスを内筒及び覆囲部に充填する真空覆囲法により行い、漏えい率が 1×10^{-6} std cm^3/s 以下であることを確認する。

B.6.4 格納容器の空気漏えい検査

格納容器完成後、空気漏えい検査を行い、漏えい率が(ロ)―表C.5に示す最大漏えい率以下であることを確認する。

試験要領は格納容器を空気または窒素ガスで加圧した後系内を密閉放置し、系内の圧力低下率を計測することにより、漏えい率を計測する。

合格基準は漏えい率が 6.5 std cm^3/s 以下であること。

B.7 遮蔽性能検査

B.7.1 ガンマ線遮蔽性能検査

B.8で示される検査で、ガンマ線遮蔽性能を満足していることが確認できるため、⁶⁰Co等の線源を装填して検査は行わない。

B.8 遮蔽寸法検査

1) 格納容器本体

格納容器本体はステンレス鋼鍛造品で製作されており、材料検査の一部としての超音波探傷検査により、有害な内部欠陥のないこと及び寸法検査により図面公差内にあることを確認する。

2) 格納容器蓋

製作中、鉛鑄込前後の蓋の重量計測を行い、鉛の充填率が95 %以上あることを確認する。

B.9 伝熱検査

(ロ)章Bに示すように一般の試験条件下の最大崩壊熱量が175 Wと微小であるため、熱的平衡に達するまでに長時間を要し、温度計測が不可能に近いこと及び解析結果が基準値を大巾に下廻っていることより、(ロ)章Bに示す解析のみで十分安全性が確認できる。このため伝熱検査を行わない。

B.10 吊上荷重検査

輸送容器本体付トラニオンについて吊上荷重検査を行い、輸送容器通常輸送時の吊り上げ重量の2倍以上の荷重に耐えうることを確認する。

試験は油圧シリンダー等を用いて行う。試験後トラニオン溶接部近傍を液体浸透探傷検査にてチェックし、異常のないことを確認する。

B.11 重量検査

各機器の製品重量を確認する。輸送容器の全体総重量は各機器の合計とする。基準値は輸送物総重量の17.0 トン以下であること。

B.12 未臨界検査

本輸送容器に収納する試料は最小臨界量を十分下回っており、(ロ)章Eに示す解析で十分安全性が確認できる。また臨界防止のための中性子吸収材も使用せず、幾何学的配置も考慮していないので検査は行わない。

B.13 作動確認検査

密封容器のバルブ、密封容器蓋開閉駆動装置、格納容器シャッター装置及び巻上装置が正常に作動することを個別に確認する。

B.14 取扱検査

下記の作動手順にしたがい輸送容器の取扱いが支障なく行えることを確認する。

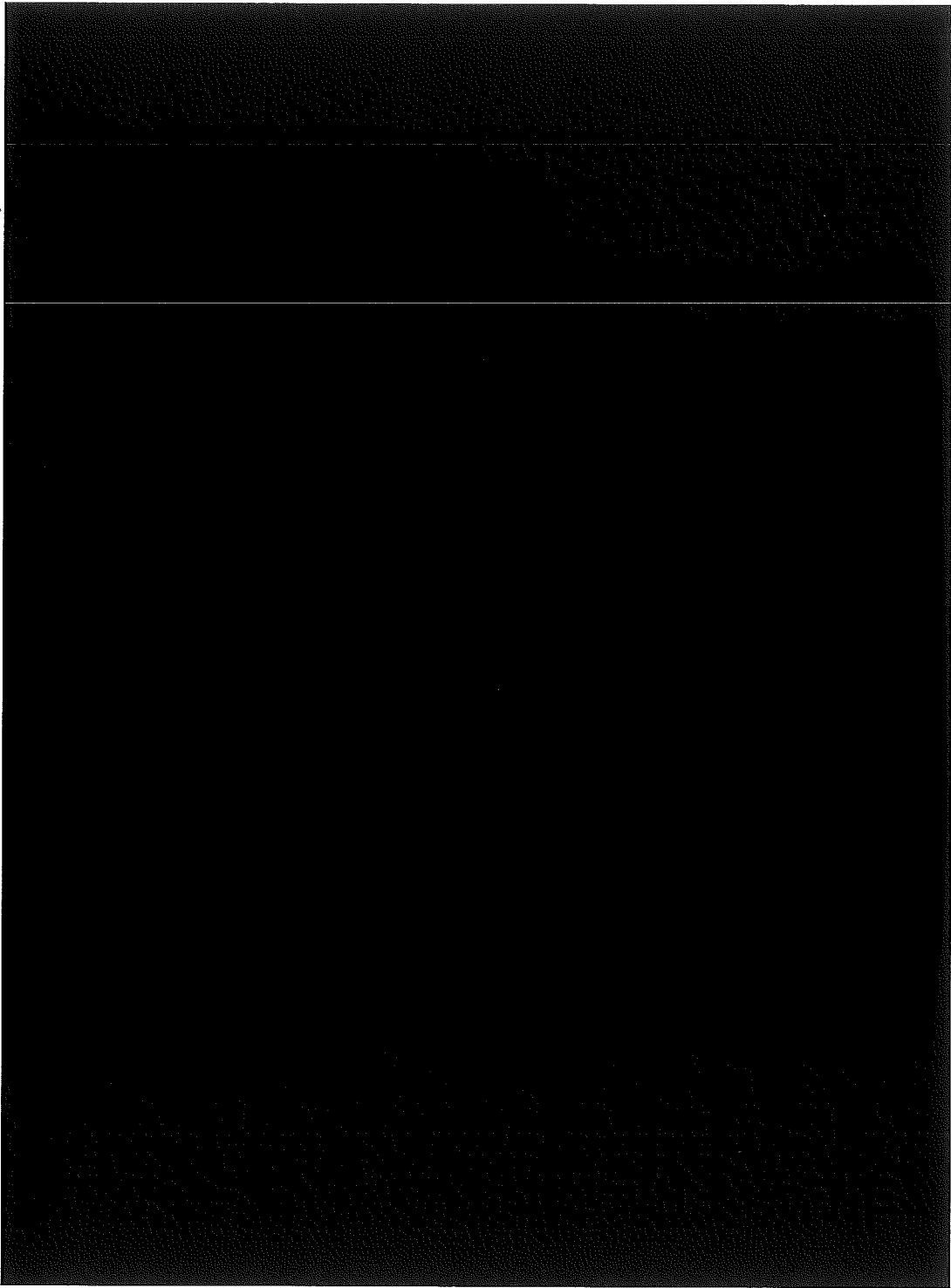
- ① 輸送容器の吊り上げ及び吊り下げ
- ② 格納容器底部密封カバーの取り付け及び取り外し
- ③ 格納容器シャッタードアの開閉
- ④ 巻上装置による密封容器の吊り上げ及び吊り下げ
- ⑤ 密封容器蓋の開閉 (マニプレータによる操作を模擬)
- ⑥ 密封容器内の試料スペーサ及び試料容器の取扱い (マニプレータによる操作を模擬)
- ⑦ 密封容器の開閉 (マニプレータによる操作を模擬)


B.15 その他の特殊検査

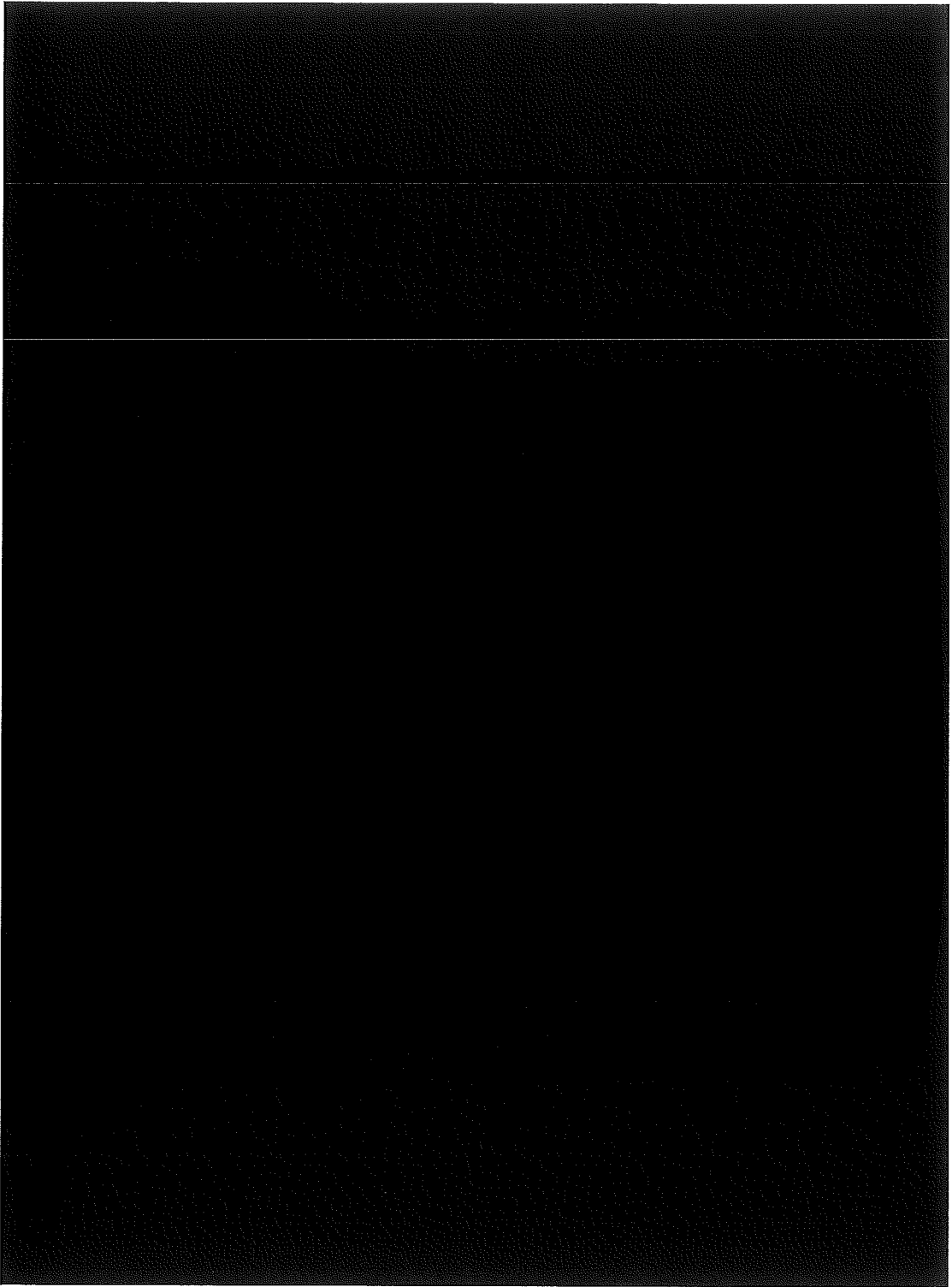
B.15.1 ████████の充填状態確認検査


緩衝体製作中、██████の充填後に目視により██████の充填状態確認検査を行い、██████が規定どおり充填されていることを確認する。判定基準は下記による。

- (1) 充填された██████は(参考)－第B.1図及び(参考)－第B.2図に示す充填状態を満足していること。
- (2) 充填後被覆プレート等の溶接による熱影響を受ける部分はグラスウール等の耐熱材で保護されていること。



(参考) - 第B.1図 上部緩衝体  充填状態確認図



(参考) - 第B.2図 底部緩衝体  充填状態確認図

B.16 完成時検査

輸送容器は完成時に (参考) 一表B.5に示す完成時検査を行う。

(参考) 一表B.5 完成時検査の項目、検査方法及び合格基準

No.	検査項目	検査方法	合格基準	備考
1	材料検査	容器に用いられた材料をミルシート等により照合検査する。	申請書の参考B.1による。	
2	寸法検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.2による。	
3	溶接検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.3による。	
4	外観検査	輸送容器の外観を目視で検査する。	申請書の参考B.4による。	
5	耐圧検査	輸送容器の製作中及び完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.5による。	
6	気密漏えい検査	輸送容器完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.6による。	
7	吊上荷重検査	輸送容器完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.10による。	
8	取扱検査	輸送容器完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.14による。	
9	重量検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.11による。	
10	伝熱検査	最大崩壊熱量が175 Wと微小なので、温度計測が不可能に近く、(ロ)章Bに示す解析のみで十分安全性が確認できるので伝熱検査は施行しない。		
11	未臨界検査	輸送容器には臨界防止のために中性子吸収材を使用せず、また幾何学的配置も考慮していないので未臨界検査は施行しない。		
12	作動確認検査	密封内容器バルブ、密封容器蓋開閉装置、格納容器巻上装置及びシャッタードアが正常に作動するか否かを検査する。	申請書の参考B.13による。	
13	遮蔽寸法検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.8による。	
14	遮蔽性能検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.7による。	

参考C 輸送容器の製作スケジュール

輸送容器の製作スケジュールを(参考) - 第C.1図に示す。

項目 \ 時間(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
計 画																
材 料 手 配	材料検査															
密 封 内 容 器	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;">本体製作</td> <td style="width:33%;">組立検査</td> <td style="width:33%;"></td> </tr> </table>										本体製作	組立検査				
本体製作	組立検査															
密 封 容 器	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;">本体製作</td> <td style="width:33%;">組立検査</td> <td style="width:33%;"></td> </tr> </table>										本体製作	組立検査				
本体製作	組立検査															
格 納 容 器	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;">本体製作</td> <td style="width:33%;">組立</td> <td style="width:33%;">検査</td> </tr> </table>										本体製作	組立	検査			
本体製作	組立	検査														
上 部 及 び 底 部 緩 衝 体	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;">外板及び 加工</td> <td style="width:33%;">組立</td> <td style="width:33%;">検査</td> </tr> </table>										外板及び 加工	組立	検査			
外板及び 加工	組立	検査														
試 料 ス ペ ー サ (A) (B)	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;">本体製作</td> <td style="width:33%;">検査</td> </tr> </table>											本体製作	検査			
	本体製作	検査														
試 料 容 器 (A1) (A2) (C)	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;">本体製作</td> <td style="width:33%;">検査</td> </tr> </table>											本体製作	検査			
	本体製作	検査														
架 台	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;">本体製作</td> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;">検査</td> </tr> </table>										本体製作		検査			
本体製作		検査														
容 器 全 体 組 立	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;">組立</td> </tr> <tr> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;">完成時 検査</td> </tr> </table>												組立			完成時 検査
		組立														
		完成時 検査														

(参考) - 第C.1図 容器の製作スケジュール

J M H L－7 8 Y 1 5 T 型核燃料輸送物

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

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

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

本品質マネジメントの基本方針は、JIS Q 9001(2008)「品質マネジメントシステム」を参考に品質マネジメント活動の要求事項を定めたものである。

A. 品質マネジメントシステム

A.1 一般要求事項

(1) 大洗研究所長（以下「所長」という。）は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント計画を確立し、実施し、かつ、維持する。また、この品質マネジメント計画はマネジメントレビューをとおして、継続的に改善する。

(2) 所長及び材料試験炉部長（以下「部長」という。）は、次の事項を実施する。

- ① 品質マネジメント計画のために必要な業務及びそれらの組織への適用を「B.4 責任及び権限」にて明確にする。
- ② 業務の運用と管理が効果的であることを「B.5 マネジメントレビュー」及び「G.2.1 内部監査」で確認する。
- ③ 業務の運用及び管理のために必要な資源を「C.1 資源の運用管理」で確実にする。
- ④ 業務の監視及び測定を行い、計画どおりの結果が得られるように、かつ、継続的改善のために必要な処置が講じられることを「G. 測定、分析及び改善」で確実にする。

(3) 所長、部長及び担当課長（以下「課長」という。）は、原子力安全に影響を与える業務の調達（設計、製作、保守作業、輸送等の業務の外部委託）については、「E.1 調達管理」の項に従って管理する。

A.2 文書化に関する要求事項

A.2.1 一般

所長又は部長は、次の品質マネジメント計画に係る文書を規定する。

- (1) 品質方針及び品質目標
- (2) 品質マネジメント計画
- (3) 本基本方針が要求する以下の管理及び処置に関する文書
 - ① 文書管理

- ② 記録の管理
- ③ 内部監査
- ④ 不適合管理
- ⑤ 是正処置
- ⑥ 未然防止処置

(4) 当該部署における輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る業務の効果的な計画、運用及び管理を確実にするために、上記(1)～(3)の文書に加え、当該部署が必要とする文書

(5) 本基本方針が要求する記録

A.2.2 基本方針の策定

所長は、本基本方針を策定し、必要に応じて見直し、維持する。

A.2.3 文書管理

(1) 所長及び部長は、品質マネジメント計画で必要とされる文書について、次に示す事項を含めた管理の手順を定める。

- ① 発行前に、適切かどうかの観点から文書の妥当性をレビューし、承認する。
- ② 文書は定期的に改訂の必要性についてレビューする。また、必要に応じて改訂する場合は、文書作成時と同様の手続で承認する。
- ③ 文書の妥当性のレビュー及び見直しを行う場合は、対象となる実施部署の従業員等を参加させる。
- ④ 文書の変更内容の識別及び最新の改訂版の識別を確実にする。
- ⑤ 該当する文書の最新の改訂版又は適切な版が、必要なときに、必要なところで使用可能な状態にあることを確実にする。
- ⑥ 文書は、読みやすくかつ容易に識別可能な状態であることを確実にする。
- ⑦ 品質マネジメントシステムの計画及び運用のために組織が必要と決定した外部からの文書を明確にし、その配付が管理されていることを確実にする。
- ⑧ 廃止文書が誤って使用されないようにする。また、これらを何らかの目的で保持する場合には、適切に識別し、管理する。

- ⑨ 文書の改訂時等の必要ときに文書作成時に使用した根拠等が確認できるようにする。
- (2) 所長、品質担当副所長、内部監査責任者、部長及び課長は、前項に基づき、文書の管理を実施する。

A.3 記録の管理

- (1) 所長及び部長は、要求事項への適合及び品質マネジメント計画の効果的運用の証拠を示すために、次の事項を含めた記録の管理の手順を定める。
 - ① 記録の作成（記録には、電子的媒体を含む。）
 - ② 記録の取扱い（記録の外部への提出、外部からの受領を含む。）
 - ③ 記録の識別、保管、保護、検索の手順、保管期間及び廃棄
- (2) 所長、品質担当副所長、内部監査責任者、部長及び課長は、前項に基づき記録の管理を実施する。

B. 申請者の責任

B.1 経営者の関与

所長は、品質マネジメント計画を構築し、実施し、その有効性を継続的に改善していることを実証するために、次の事項を行う。

- ① 関係法令・規制要求事項を遵守することを組織内に周知する。
- ② 品質方針を設定する。
- ③ マネジメントレビューを実施する。
- ④ 必要な資源を提供する。
- ⑤ 従業員等が、健全な安全文化を育成し、維持する取り組みに参画できる環境を整える。
- ⑥ 保安活動に関して、担当する業務について理解して遂行し、当該業務に責任を持つことを従業員等に認識させる。
- ⑦ 全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにする。

B.2 品質方針

所長は、本基本方針に基づく業務の実施に際して、輸送容器及び輸送の特徴を加味して、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質方針を定め、従業員等に周知する。「品質方針」には、次の事項を含める。

- ① 輸送容器及び輸送の安全性及び信頼性を確保すること。
- ② 関連する法令、基準、許可又は認可された事項、安全協定等を遵守すること。
- ③ 品質マネジメント計画の継続的改善を行うこと。

なお、品質方針は、大洗研究所原子炉施設等品質マネジメント計画書に基づいて策定する品質方針の適用を可能とする。

B.3 品質目標

- (1) 所長は、毎年度品質目標を設定する。
- (2) 「品質目標」の設定に当たっては、以下の事項に留意する。
 - ① 「品質方針」との整合がとれていること。

② 達成度が評価可能な目標とする。

③ 業務に対する要求事項を満たすために必要なものがあれば含めること。

(3) 所長は、部長に「品質目標」の展開を実施するよう指示する。

なお、品質目標は、大洗研究所原子炉施設等品質マネジメント計画書に基づいて策定する品質目標を適用可能とする。

B.4 責任及び権限

B.4.1 責任及び権限

(1) 体制

本基本方針に係る業務を実施する品質マネジメント組織は、(別記-2) - 第 B.1 図による。

(2) 責任及び権限

次に掲げる者は、それぞれに記載する事項に責任と権限を有する。

① 所長

大洗研究所において実施される輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント活動を統括し、推進する。

② センター長

所長が行う大洗研究所における品質マネジメント活動を補佐する。

③ 部長

材料試験炉部における輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント活動を統括し、推進する。

④ 課長

課長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント活動を行う。

(3) 大洗研究所品質保証推進委員会

大洗研究所における品質マネジメント活動の推進及び品質マネジメント上重要な事項並びに所長からの諮問事項について審議を行う。

(4) 大洗研究所使用施設等安全審査委員会

核燃料物質使用施設等（施行令第 41 条非該当施設を含む。）の保安上重要な事項に

関する所長の諮問事項の審議を行う。

B.4.2 品質担当副所長

(1) 所長は、本品質マネジメント計画書に基づく品質マネジメントに関する業務の責任者として品質担当副所長を指名する。

(2) 品質担当副所長は、与えられている他の責任と関わりなく、次に示す責任及び権限を持つ。

- ① 品質マネジメントシステムに必要なプロセスの確立、実施及び維持を確実にする。
- ② 品質マネジメントシステムの実施状況及び改善の必要性について、所長に報告する。
- ③ 従業員等に対して、原子力の安全についての認識を高める。
- ④ 関係法令を遵守する。

B.5 マネジメントレビュー

(1) 所長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る業務に関して、品質マネジメント計画が適切かつ有効に機能していることを評価、確認するため、年1回以上、マネジメントレビューを実施する。

(2) 所長は、マネジメントレビューを実施するため、品質担当副所長に次の事項を報告させる。

- ① 内部監査の結果
- ② 組織の外部の者の意見
- ③ プロセスの成果を含む実施状況
- ④ 品質目標の達成状況
- ⑤ 事業者検査、自主検査等の結果
- ⑥ 健全な安全文化の育成及び維持の状況
- ⑦ 関係法令の遵守状況
- ⑧ 是正処置及び未然防止処置の状況
- ⑨ 前回までのマネジメントレビューの結果に対する処置状況のフォローアップ
- ⑩ 品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更
- ⑪ 品質マネジメントシステムの改善のための提案

⑫ 資源の妥当性

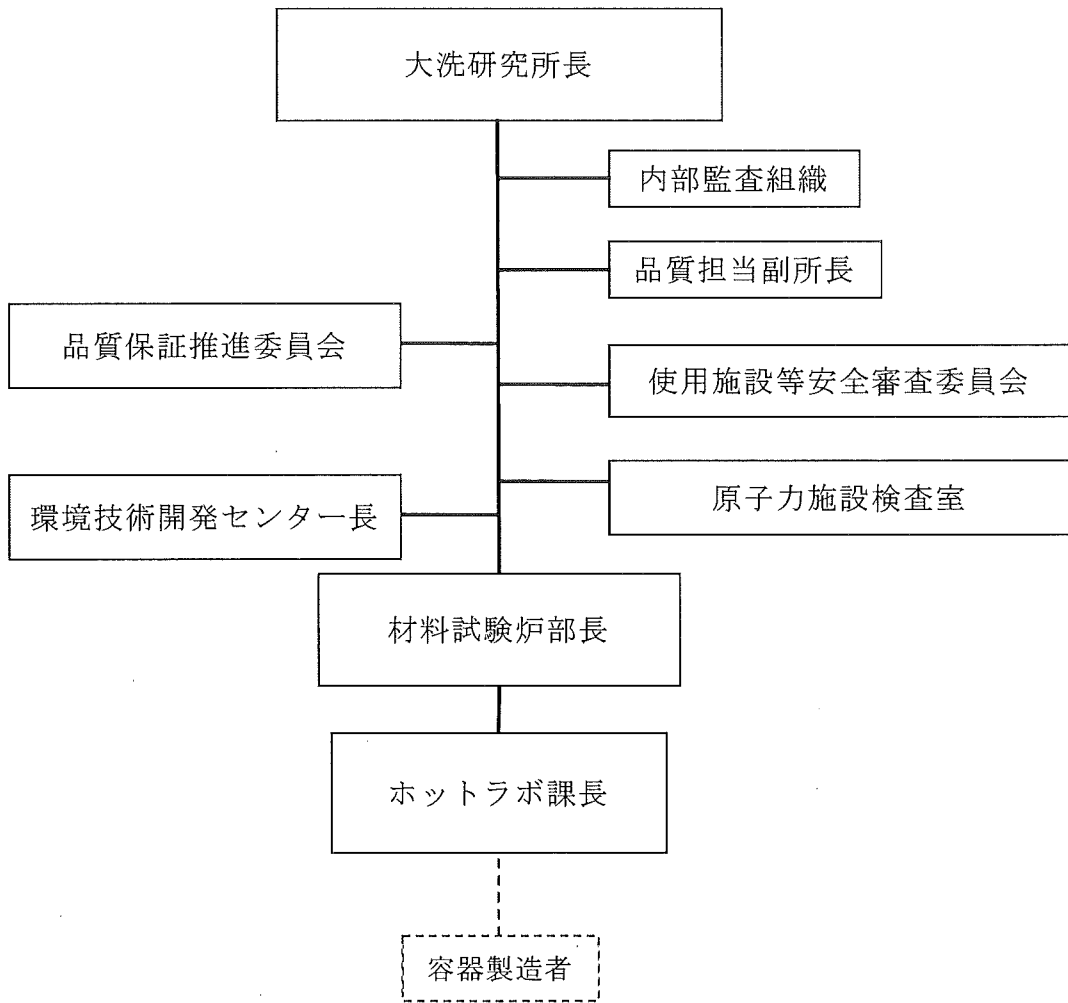
(3) 所長は、マネジメントレビューの結果から、次の事項に関する決定及び処置を行う。

① 本品質マネジメント計画書、規程等の有効性の改善

② 業務の計画及び実施に関連する保安活動の改善

③ 資源の必要性

(4) 所長は、品質担当副所長を通じて、上記(3)の処置について部長へ改善を指示し、その結果を確認する。



別記－2 第B.1図 輸送容器及び輸送に係る品質マネジメント組織

C. 教育・訓練

C.1 資源の運用管理

C.1.1 資源の提供

所長及び部長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に必要な資機材、要員、費用等の対策を講ずる。

C.1.2 力量、認識及び教育・訓練

- (1) 部長又は課長は、業務に従事する要員に必要な力量を明確にする。
- (2) 部長又は課長は、必要な教育、訓練、技能及び経験を判断の根拠として当該業務を実施できる力量を有する者を充てる。
- (3) 部長及び課長は、必要な力量がもてるように、従業員等への教育・訓練、OJT等を行う。
- (4) 部長及び課長は、実施した教育・訓練等の有効性を評価する。
- (5) 教育・訓練実績や技能及び経験に係る記録は維持する。

D. 設計管理

D.1 業務の計画

- (1) 部長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る業務を的確に行うために、品質要求事項の分類、重要性を明確にした輸送方法、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守方法、工程表、検査基準等から成る業務の計画を定める。
- (2) 部長は、業務の計画を定めるに当たって、次の事項を考慮する。
 - ① 輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に関し、要求される品質を満足するために必要な管理手段、工程、運搬機器、検査装置、備品、資源及び力量を明確にし、確保すること。
 - ② 輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に関し、検査手順及び適用文書の相互の整合を図ること。
 - ③ 品質管理、検査の技法は、新しい測定方法の開発も含めて、必要に応じて更新すること。
 - ④ 現在の技術水準を超えた能力の測定を必要とする場合、その測定に関する要求事項及び開発計画を明確にすること。
 - ⑤ 実現化の適当な段階における検証及び妥当性確認の方法を明確にすること。
 - ⑥ 外観検査等における主観的な要素を含めて、全ての特徴及び要求事項に対する合否判定基準を明確にすること。
 - ⑦ 記録を明確にし、作成すること。
- (3) 所長、部長及び課長は、官庁検査、許認可申請、ヒアリング及び打合せ時に監督官庁とのコミュニケーションを図る。また、安全協定に基づく地元自治体とのコミュニケーションを図る。

D.2 設計・開発

部長は、輸送容器の設計・開発の管理要領の手順を定め、次の事項を管理する。

D.2.1 設計・開発の計画

課長は、設計・開発業務の実施に当たり、次に掲げる事項を含む設計・開発の計画を策定し、設計・開発を行う者（従業員等及び受注者）に対して明確に示す。

- ① 適用される法令、規格、基準等、設計・開発条件等の設計・開発の要求事項及びその

審査、承認等の責任者並びに必要な設計解析、設計・開発の検証等を設計・開発文書として明確化すること。

- ② 輸送容器の機能上重要な構成品及びそれらに適用される工法の選定、妥当性等に関する評価の手順を定め、評価を行うこと。
- ③ 法令で定める許可又は認可申請等を要する事項及びその他輸送容器の安全性を確保する上で重要な事項については、必要に応じ、大洗研究所が定める委員会等において、評価の方法、安全性等について審査を受けること。
- ④ 設計・開発の要求事項からの変更（逸脱を含む）が生じた場合、適切な処置方法を選定し、文書化し、承認するための手順を定めること。
- ⑤ 設計・開発業務に従事する者は、適切な経験や知識を有する者を割り当てるとともに、必要な情報と手段が入手できるようにすること。
- ⑥ 設計・開発文書は、原設計者以外の者が評価できるようにすること。

D.2.2 設計・開発の取合い

課長は、組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の設計・開発の取合い及び連絡について、次に掲げる事項を明確にし、部長の承認を得るとともに、適切に管理する。

(1) 組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の取合い

- ① 設計・開発を実施する組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の設計・開発の取合いに関する責任の明確化
- ② 設計・開発の取合いに関する設計・開発文書の作成、審査、承認、発行、配付及び改訂の方法並びに責任組織の明確化

(2) 組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の連絡

- ① 設計・開発情報の連絡について、情報の位置付け、検討、承認等の方法の明確化
- ② 設計・開発を行う組織と、調達、製作、使用、保守それぞれの段階に係る組織（あるいは外部の機関）との間の設計・開発の取合いの明確化

D.2.3 設計・開発へのインプット

- (1) 課長は、適用される法令、規格、基準等による要求事項、許認可申請書等の基本的設

計・開発条件及び許認可での審議事項の反映、品質マネジメント計画上の要求事項等、設計・開発を進める上での要求事項を明確にする。

また、課長は、設計・開発を行う者（従業員等及び受注者）に対して、これらの設計・開発の要求事項を明確に示し、設計・開発に反映させる。

- (2) 課長は、設計・開発の要求事項が適切であることを確認する。適用すべき規格等、確立されたものがない場合には、課長が立案し、部長の承認を得る。
- (3) 課長は、設計・開発の要求事項の明確化に際し、不適切なデータの使用を防止するため、審査及び承認の方法を文書で明らかにし、実行する。

D.2.4 設計・開発からのアウトプット

課長は、設計・開発のアウトプットについて次に掲げる事項を必要条件とし、それを図面、仕様書、報告書、チェックシート等で明確にする。

- ① 適用される法令等を含む設計・開発の要求事項に適合していること。
- ② 合格基準が明確であり、かつ、それに基づいて判断されていること。
- ③ 輸送容器の安全性、信頼性及び適切に機能するために重要な設計・開発上の特性を明確にしておくこと。

D.2.5 設計・開発の審査

- (1) 部長は、設計・開発の適切な段階において、設計・開発の要求事項が確実に反映されていることを使用施設等安全審査委員会で確認を受ける。
- (2) 設計・開発の審査は、関係する部署の代表者だけでなく、他部署の専門家等、審査能力を有する者により行い、審査結果を記録する。

D.2.6 設計・開発の検証及び妥当性確認

部長は、設計・開発の適切な段階において、設計・開発の要求事項が満たされていることを確認するため、次に掲げる事項を考慮して管理の方法を文書に定め、これに従って、部長又は課長は、設計・開発の検証及び妥当性確認を行うとともに、それを記録する。

- (1) 設計・開発の検証の方法

① 設計・開発審査、代替計算、実証試験、過去の類似設計との比較等一つ以上の設計・開発の検証を適宜、実施すること。

② 設計・開発の検証は原設計者以外の者が実施すること。

(2) 代替計算

原設計と同様に設計・開発の要求事項及び計算コードの適切さ等を確認すること。

(3) 実証試験

検証試験、性能の試験等は、輸送容器の構造材料及び構造体系、環境条件等を考慮して実施すること。

(4) 過去の類似設計・開発との比較

比較対象物の設計・開発の要求事項、構造体系や計算コード等との比較を行い、設計・開発の妥当性を確認すること。

D.2.7 設計・開発の管理

課長は、設計・開発の変更を行う場合、変更理由、変更箇所、変更内容、変更による影響の有無、変更経緯等を文書化するとともに、次に掲げる事項を考慮する。

(1) 設計・開発の変更の実施

① 設計・開発の変更は、原設計に適用された方法と同じ設計・開発の管理の方法で実施する。

② 設計・開発の変更による影響とその妥当性を評価する。

(2) 設計・開発の変更の伝達

設計・開発の変更に係る情報は、「D.2.2 設計・開発の取合い」の定めるところに従い、関係する組織へ文書により伝達する。

E. 輸送容器の製造発注

E.1 調達管理

E.1.1 調達プロセス

(1) 所長は、適切な製品又は役務（以下「製品等」という。）を調達するため、大洗研究所における調達管理の手順を定める。

なお、市場で規格化されている汎用品及び消耗品（以下「汎用品」という。）のうち、事務用品、事務用パソコン等の原子力の安全に影響を及ぼさないものの調達については適用除外とする。

(2) 供給者及び調達製品に対する管理の方式と程度は、調達製品が輸送容器並びに輸送の安全性及び機能に及ぼす影響に応じて定める。

(3) 所長は、供給者が課長の要求事項に従って調達する製品等の供給能力を有することを判断する根拠として、供給者を評価及び再評価する基準を定める。課長は、これに基づき供給者を評価する。

(4) 課長は、評価の結果の記録及び必要な処置があれば、それを記録として維持する。

E.1.2 調達要求事項

(1) 課長は、調達する製品等に関する要求事項を引合仕様書で明確にし、必要な場合には、次の事項のうち該当するものを含める。

① 製品、手順、プロセス及び設備の承認に関する要求事項

② 要員の適格性確認に関する要求事項

③ 品質マネジメント計画に関する要求事項（輸送容器の製作に係る品質マネジメント指針について（平成20・06・10原院第1号 平成20年6月20日）

Ⅲ 容器製造者による品質マネジメントの内容）

(2) 課長は、引合仕様書を発行する前に、調達要求事項が妥当であることを確認する。

E.1.3 調達製品の検証

課長は、調達する製品等が、規定した調達要求事項を満たしていることを確実に

するために、必要な検査又はその他の活動の方法を引合仕様書に定め、検証を実施する。

なお、調達先で検証を実施する場合には、その検証の要領及びリリース（出荷許可）の方法を引合仕様書で明確にする。

E.2 製作管理

E.2.1 一般

課長は、輸送容器の製作に当たり、安全性及び信頼性を確保するため、要求事項を明確にし、適切に管理する。

- (1) 適用される法令、規格、基準等の要求事項を明確にする。
- (2) 製作の管理に係る職務分担を決め、担当者を指名するなど製作管理組織を明確にする。
- (3) 受注者に製作管理要領書を提出させ、必要に応じて部長の承認を得た上管理する。また、必要に応じて関係者、関係部署に周知し、製作に係る適合品質の確認に努める。
- (4) 受注者からの製作管理要領書について次に掲げる事項を明確にする。
 - ① 法令等の要求事項の明確化
 - ② 管理に必要な規程類、要領書、指示書等の承認及び審査並びに作業指示等責任者の明確化
 - ③ 要求される品質に直接影響を及ぼす工程及びその工程での管理項目並びに作業員の技量、資格等の明確化

E.2.2 工程管理

課長は、輸送容器の製作に関する基本工程を作成し、受注者に対してその工程を明確に示すとともに、実施工程を提出させる。受注者から提出された製作・検査に係る工程を確認し、実施状況を把握するとともに、必要に応じて基本工程の見直し又は契約変更を検討する。

E.2.3 特殊工程の認定

課長は、事後の輸送容器の検査では所定の品質が十分検証できないような工程を特殊工程と認定し、受注者に特殊工程に係る作業員の能力、作業方法等を含む要領書を提出させ確認することにより、適切に管理する。

E.2.4 新工法の管理

課長は、輸送容器の製作を新工法により実施する場合は、あらかじめその工法の妥当性を適切な方法により確認する。

E.2.5 製作検証

課長は、輸送容器が法令、規格・基準、設計文書等の要求事項に適合していることを確認するために、次の事項を実施する。

- (1) 受注者に対し必要に応じて監査を実施する。また、受注者による下請負契約者への監査状況を把握し、必要に応じて受注者及び下請負契約者の合意を得て、下請負契約者に対して直接監査を行う。
- (2) 輸送容器、構成品の検査に当たって、安全上の重要性などを考慮し、立会確認及び記録確認を行う。

なお、輸送容器、構成品の検査に係る事項については「G.2.3 検査及び試験」による。

E.3 識別及びトレーサビリティ

E.3.1 輸送容器及び運搬機器の識別並びにトレーサビリティ

課長は、適正な輸送容器及び運搬機器を使用するため、また、輸送容器及び運搬機器が不適合であった場合には、必要に応じてその履歴を追跡可能とするため、輸送における識別に関して、次に掲げる事項を含む管理を行う。

なお、課長は、受注者がこれらの管理を行う場合は、受注者に管理の要領を提出させ、必要に応じ部長の承認を得た上で管理を行う。

- (1) 輸送容器及び運搬機器に固有の識別をし、記録と照合できること。
- (2) 識別は、適切な番号又は記号を可能な限り輸送容器、運搬機器上に表示すること。

(3) 識別表示に当たっては、以下の事項を満足させること。

- ① 明確で他と区別しやすいこと。
- ② 消えにくいこと。
- ③ 品質に影響を及ぼさないこと。

(4) 輸送容器、運搬機器を輸送許認可、輸送物の作製、輸送物の荷役、輸送前の検査及び輸送の各プロセスにおいて一時的に保管する場合は、次に掲げる事項に留意すること。

- ① 輸送容器、運搬機器の識別の維持
- ② 関係者以外の立入制限

E.3.2 輸送容器の設計、製作、取扱い及び保管に係る計算コード、構成品の識別及びトレーサビリティ

課長は、適正な計算コード及び構成品を使用するため、また、計算コード又は構成品が不適合であった場合には、必要に応じてその履歴を追跡可能とするため、輸送容器の設計、製作、取扱い及び保守の各段階における識別に関して、次に掲げる事項を含む管理を行う。

なお、課長は、受注者がこれらの管理を行う場合は、受注者に管理の要領を提出させ、必要に応じ部長の承認を得た上で管理を行う。

- (1) 計算コード、個々の構成品又はロットに固有の識別をし、記録と照合できること。
- (2) 識別は、適切な番号又は記号を可能な限り構成品上に表示すること。
- (3) 識別表示に当たっては、以下の事項を満足させること。
 - ① 明確で他と区別しやすいこと。
 - ② 消えにくいこと。
 - ③ 品質に影響を及ぼさないこと。
- (4) 構成品を輸送容器の製作、取扱い及び保守の間保管する場合は、識別の維持に留意すること。
- (5) 構成品上の識別が困難な場合、又はそのみでは誤用のおそれがある場合は、受払いや置き場所を区分する等により確実に識別できるようにすること。

E.4 調達製品の保存

課長は、調達製品の検収後、受入から据付け、使用までの間、製品を適合した状態のまま保存する。この保存には、必要に応じて識別、取扱い、包装、保管及び保護を含める。保存は、取替品、予備品にも適用する。

E.5 監視機器及び測定機器の管理

- (1) 部長は、試験及び検査に使用する監視機器及び測定機器の精度を確保するため管理の手順を定める。
- (2) 課長は、前項の管理手順に基づき点検・校正、保守を行う。また、測定値の正当性を保証しなければならない測定機器は、次の事項を満たすようにする。
 - ① 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。
 - ② 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する。
 - ③ 校正の状態が明確にできる識別をする。
 - ④ 測定した結果が無効になるような操作ができないようにする。
 - ⑤ 取扱い、保守及び保管において、損傷及び劣化しないように保護する。
- (3) 測定機器が要求事項に適合していないことが判明した場合は、それまでに測定した結果の妥当性を評価し、記録する。また、測定機器及び影響を受けた業務に対して、適切な処置を行う。
- (4) 測定機器の校正及び検証の結果（トレーサビリティの証明書を含む。）については、記録の管理の手順に従い、記録として維持する。

F. 取扱い及び保守

F.1 取扱管理

部長は、取扱い時の輸送容器の誤操作及び損傷を防止するために、次に掲げる事項を含む取扱い管理の方法を文書に定め、適切に管理する。

また、課長は、取扱いを行う者（従業員等又は受注者）に対して、取扱いを行う上での要求事項を明確に示し、輸送容器の誤操作及び損傷防止に反映させる。

- (1) 取扱装置の点検並びに取扱い時の誤操作及び損傷防止対策
- (2) 輸送容器の取扱い条件
- (3) 保管施設からの輸送容器の搬出入条件及び方法
- (4) 設備管理責任者

F.2 保守及び保管管理

(1) 部長は、輸送容器の要求事項への適合性を維持するために、保守管理の方法を文書に定め、適切に管理する。

(2) 部長は、輸送容器の要求事項への適合性を維持するために、次に掲げる事項を含む保管管理の方法を文書に定め、適切に管理する。

- ① 保管中の損傷防止対策
- ② 環境条件等を考慮した保管方法及び保管区域の設定
- ③ 保管中の点検
- ④ 設備管理責任者

G. 測定、分析及び改善

G.1 一般

所長、部長及び課長は、次の事項のために必要となる監視、測定及び改善のプロセスを計画し、実施する。

- (1) 業務に対する要求事項の適合性を実証する。
- (2) 品質マネジメント計画の適合性を確実にする。
- (3) 品質マネジメント計画の有効性を継続的に改善する。

これには、統計的手法を含め、適用可能な方法及びその使用の程度を考慮する。

G.2 監視及び測定

G.2.1 内部監査

- (1) 所長は、品質マネジメント計画の次の事項が満たされているか否かを確認するため、当該年度における輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に関して内部監査を実施する。
 - ① 品質マネジメント計画が、「D.1 業務の計画」に適合しているか、本基本方針の要求事項に適合しているか。
 - ② 品質マネジメント計画が効果的に運用・維持されているか。
- (2) 所長は、監査の対象となるプロセス、重要性及びこれまでの監査結果を考慮して次の事項を規定した内部監査プログラムを策定する。
 - ① 監査の基準、範囲及び方法
 - ② 監査員の選定及び監査の実施においては客観性及び公平性を確保する。また、監査員は自らの業務は監査しない。
- (3) 所長は、監査の計画及び実施、結果の報告、記録の維持に関する責任並びに要求事項を規定した手順を作成する。
- (4) 所長は、発見された不適合及びその原因を除去するために、監査を受けた部長に文書をもって是正を指示し、とられた処置の検証及び検証結果の報告を求める。フォローアップには、とられた処置の検証及び検証結果の報告を含める。

G.2.2 プロセスの監視及び測定

- (1) 所長、部長及び課長は、品質マネジメント計画のプロセスを適切な方法で監視し、適宜、測定する。
- (2) 計画どおりの結果が達成できない場合には、その影響の程度に応じて適宜、修正及び是正処置をとる。

G.2.3 検査及び試験

所長は、原子炉等規制法に基づき事業者が行う事業者検査を行う場合の検査体制（独立検査組織）を整備し、事業者検査責任者を指名する。また、所長又は自主検査及び試験を行う部長は、輸送容器の製作、保守及び調達製品の要求事項が満たされていることを検証するための検査及び試験の管理要領を定め、次の事項を管理する。

- (1) 事業者検査責任者、部長及び課長は、輸送容器の製作、保守及び調達製品の要求事項が満たされていることを検証するために、個別業務の計画(D.1 参照)に従って、適切な段階で事業者検査、自主検査等を実施する。
- (2) 検査及び試験の合否判定基準への適合の証拠となる事業者検査、自主検査等の結果に係る記録を作成し、管理する（A.3 参照）。
- (3) 記録には、リリース（次工程への引き渡し）を正式に許可した人を明記する。
- (4) 個別業務の計画で決めた検査及び試験が支障なく完了するまでは、当該輸送容器を使用しない。ただし、当該の権限を持つ者が、個別業務の計画に定める手順により承認する場合は、この限りではない。
- (5) 事業者検査責任者は、保安活動の重要度に応じて、事業者検査の中立性及び信頼性が損なわれないよう検査する要員の独立性を確保する。また、部長及び課長は、自主検査等の検査及び試験要員の独立性について、これを準用する。

G.3 不適合管理

- (1) 所長は、次の事項を含む不適合管理の手順を定める。
 - ① 輸送容器及び輸送の安全性及び信頼性を確保するための要求事項に適合しない状況が放置されることを防ぐために、それらを識別すること。
 - ② 不適合の処理に関する管理及びそれに関する責任と権限

- (2) 部長及び課長は、次のいずれかの方法で不適合を処置する。
 - ① 発見された不適合を除去するための処置をとる。
 - ② 不適合事項又は不適合物品について本来の意図された使用又は適用ができな
いような処置（識別表示、隔離、廃棄）をとる。
- (3) 部長は、不適合の性質の記録及び処置の記録を維持する。
- (4) 部長は、不適合に修正を施した場合の要求事項への適合性実証のための再検証・
再検査を行う。
- (5) 部長及び課長は、製品等あるいは業務のプロセスで外部への引き渡し後又は業
務の実施後に不適合が検出された場合、その不適合による影響又は起こり得る
影響に対して、適切な処置を講ずる。

G.4 是正処置等

- (1) 所長は、次に掲げる事項について、是正処置の管理の手順を定める。
 - ① 不適合等のレビュー及び分析
 - ② 不適合等の原因（関連する要因を含む。）の特定
 - ③ 類似の不適合等の有無又は当該不適合等が発生する可能性の明確化
 - ④ 必要な処置の決定及び実施
 - ⑤ 処置の結果の記録
 - ⑥ 是正処置の有効性のレビュー
- (2) 部長及び課長は、不適合が発見された場合、速やかに不適合の原因を究明し、
再発を防止するための是正処置を行う。
- (3) 部長及び課長は、是正処置を行う場合は是正処置の管理の手順に従って、適切
に行う。その際、発見された不適合のもつ影響に見合った是正処置とする。
- (4) 是正処置の状況は、マネジメントレビューのインプット情報とする。
- (5) 所長は、他部署の参考になるとと思われる不適合については、品質担当副所長に
当該の不適合に関する情報（是正処置情報を含む。）を整理させ、核不拡散・核
セキュリティ総合支援センター長及び安全・核セキュリティ統括本部安全管理
部長へ提出する。

G.5 未然防止処置

- (1) 所長は、次に掲げる事項について、未然防止処置の管理の手順を定める。
 - ① 起こり得る不適合及びその原因の特定
 - ② 不適合の発生を未然に防止するための処置の必要性の評価
 - ③ 必要な処置の決定及び実施
 - ④ 処置の結果の記録
 - ⑤ 未然防止処置の有効性のレビュー
- (2) 部長及び課長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送の実施によって得られた知見及び他から得られた知見（トラブル事例）の活用を含め、起こり得る不適合が発生することを未然に防止する。
- (3) 部長及び課長は、未然防止処置の管理の手順に従って、適切な未然防止処置を行う。
- (4) 未然防止処置の結果は、マネジメントレビューのインプット情報とする。

なお、「品質マネジメントシステム」を見直した場合は、見直し後の内容に従う。