

核燃料輸送物設計変更承認申請書

三原燃第 23-0009 号

令和 5 年 4 月 13 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 622 番地 1

氏名 三菱原子燃料株式会社

代表取締役社長 大和矢 秀成

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（平成 2 年科学技術庁告示第 5 号）第 4 1 条第 1 項の規定に
より、下記のとおり申請します。

記

1. 核燃料輸送物の名称

MFC-1型

2. 核燃料輸送物設計承認番号

J/105/AF-96 (Rev. 3)

3. 変更内容

- ・平成26年8月22日付け原規規発第1408199号（令和元年7月8日付け原規規発第1907085号をもって期間更新）により承認を受けた核燃料輸送物設計変更承認申請書（以下「既承認申請書」という。）の記載事項について別記のとおり変更する。
- ・既承認申請書について、以下の変更を行う。
 - 「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、使用予定期間中の経年変化の評価を行った。その結果を（ロ）章F「核燃料輸送物の経年変化の考慮」（追加）及び（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」（従前の（ロ）章F）に記載する。また経年変化の評価に関連して、（ロ）章A「構造解析」に吊り上げ及び内圧による疲労評価、並びに落下評価における防振機構（ショックマウント）の機械的性質の変化に対する影響評価を追加する。また、知見の更新のため、（ロ）章A「構造解析」に傾斜落下及び運搬中に予想される温度及び内圧の変化に対する影響評価の追加、並びに（ロ）章E「臨界解析」における解析モデルの精緻化を行う。
 - （ハ）章「品質マネジメントの基本方針に係る説明」を削除し、「輸送容器の保守及び核燃料物質の取扱い方法」を（ハ）章に、「安全設計及び核燃料輸送物の取扱い方法」を（ニ）章に変更を行う。
- ・「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」を追加する。なお、既承認申請書の（ハ）章「品質マネジメントの基本方針に係る説明」について組織変更等マネジメントシステムの最新の状況を反映するが、実質的な品質管理の方法自体に変更はない。
- ・その他記載の見直しを行う。

4. 変更理由

変更理由を以下に示す。

- (1) 法令改正内容を反映させるため
- (2) 「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に係る核燃料輸送物設計承認及び容器承認等に関する申請手続ガイドの制定について」（原規規発第2002264号）に従った記載に変更するため
- (3) 知見の更新を図るため

- (4) 当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため
- (5) 記載を適正化するため

別紙 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

別紙 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 核燃料輸送物設計変更承認申請に係る変更前後表

以 上

1.核燃料輸送物の名称

MFC-1型

2. 輸送容器の外形寸法、重量及び主要材料

(1)輸送容器の外形寸法

長さ : m

外径 : m

高さ : m

(2)輸送容器の重量

約 k g

(3)核燃料輸送物の総重量

k g 以下

(4)輸送容器の主要材料

外 殻 : 軟鋼

緩 衝 材 : 木材

防振構造部 : 軟鋼及びボロンステンレス鋼

リング : 合成ゴム

ショックマウント : 合成ゴム

(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申請書（令和5年4月13日三原燃第23-0009号）に係る別紙の(イ)-第C.2から図(イ)-第C.20図まで及び(イ)-第D.1図から(イ)-第D.20図までに示されている。

3.輸送物の種類

A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1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. 輸送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物質の構造に関する事項

収納物の臨界防止のための核燃料輸送物の構造は、収納物を保持する防振構造部とこれを覆う外殻及び緩衝材で構成され、収納物である燃料集合体を保護するとともに所定の位置にとどまる構造としている。

8. 臨界評価における浸水の領域に関する事項

臨界評価において燃料容器内を含めて輸送物全体が浸水することを想定して評価している。

9. 輸送物の密封性に関する事項

本輸送物には密封装置はなく、燃料被覆管が密封境界を担保する。

10. B M型輸送物にあつては、B U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

該当しない。

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自主点検検査並びに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申請書（令和5年4月13日三原燃第23-0009号）に係る別紙のとおり。

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申請書（令和5年4月13日三原燃第23-0009号）に係る別紙のとおり。

13.その他特記事項

(1)使用予定年数

60年

別紙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

別紙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 核燃料輸送物設計変更承認申請に係る変更前後表

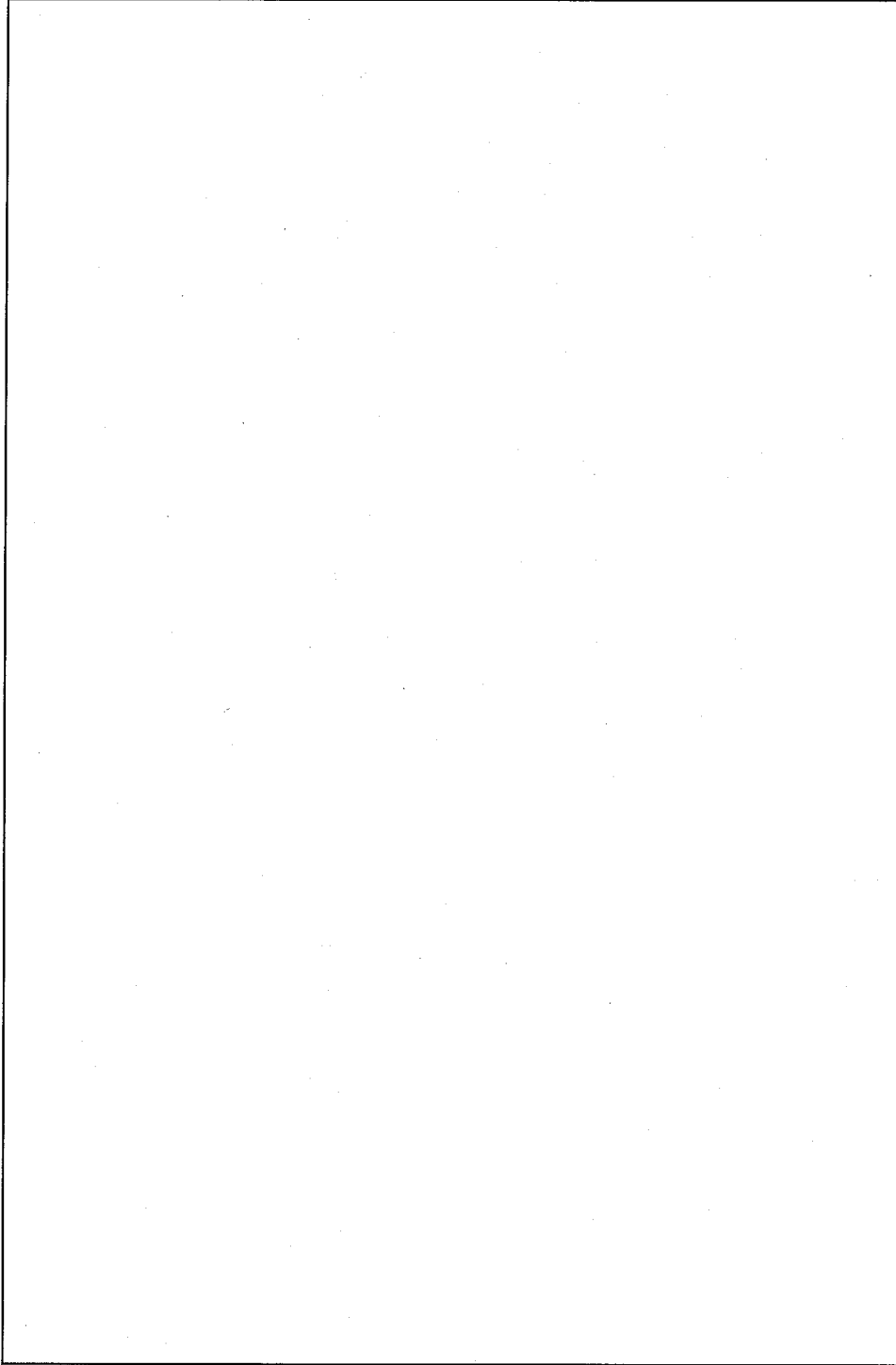


图 1 MFC-1 型输送容器外觀图

表 1 核燃料物質の仕様

燃料集合体のタイプ		14×14 (10フィート)	14×14 (12フィート)	15×15 (12フィート)	17×17 (12フィート)	
(輸送容器 1 基当たり)						
種類		軽水炉 (PWR) 用新燃料集合体				
性状		固体 (二酸化ウラン粉末焼結体又は ガドリニア入り二酸化ウラン粉末焼結体)				
重量	収納体数	2 体以下				
	集合体重量	□ kg 以下				
	UO ₂ 量	□ kg 以下				
放射能の 量	総量	□ Bq 以下				
	主要な 核種	²³² U	□ Bq 以下			
		²³⁴ U	□ Bq 以下			
		²³⁵ U	□ Bq 以下			
		²³⁶ U	□ Bq 以下			
		²³⁸ U	□ Bq 以下			
		⁹⁹ Tc	□ Bq 以下			
濃縮度	二酸化ウラン	5wt%以下				
	ガドリニア入り 二酸化ウラン	3.3wt%以下 (ガドリニア濃度 □ wt%以下)				
	燃焼度	該 当 せ ず				
比出力		該 当 せ ず				
最大発熱量		該 当 せ ず				
冷却日数		該 当 せ ず				
(燃料集合体 1 体当たり)						
重量	集合体重量	□ kg 以下	□ kg 以下	□ kg 以下	□ kg 以下	
	UO ₂ 量	□ kg 以下	□ kg 以下	□ kg 以下	□ kg 以下	
濃縮ウラン中の 不純物仕様※	²³² U	≤ □ μg/gU				
	²³⁴ U	≤ □ μg/g ²³⁵ U				
	²³⁶ U	≤ □ μg/g ²³⁵ U				
	⁹⁹ Tc	≤ □ μg/gU				

※ □ の規定に基づき、□ が □ μg/gU 未満の場合は、²³²U 及び

⁹⁹Tc の分析は省略可

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

目 次

(イ)章 核燃料輸送物の説明	(イ)
A. 目的及び条件	(イ)-A-1
B. 核燃料輸送物の種類	(イ)-B-1
C. 輸送容器	(イ)-C-1
D. 輸送容器の収納物	(イ)-D-1
(ロ)章 核燃料輸送物の安全解析	(ロ)-1
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-16
A. 3 材料の機械的性質	(ロ)-A-16
A. 4 核燃料輸送物の要件	(ロ)-A-23
A. 4. 1 化学的及び電氣的反応	(ロ)-A-23
A. 4. 2 低温強度	(ロ)-A-24
A. 4. 3 密封装置	(ロ)-A-27
A. 4. 4 吊上装置	(ロ)-A-28
A. 4. 5 固縛装置	(ロ)-A-53
A. 4. 6 圧 力	(ロ)-A-53
A. 4. 7 振 動	(ロ)-A-54
A. 5 一般の試験条件	(ロ)-A-56
A. 5. 1 熱的試験	(ロ)-A-56
A. 5. 1. 1 温度及び圧力の要約	(ロ)-A-56
A. 5. 1. 2 熱 膨 張	(ロ)-A-57
A. 5. 1. 3 応力計算	(ロ)-A-57
A. 5. 1. 4 許容応力との比較	(ロ)-A-62
A. 5. 2 水 噴 霧	(ロ)-A-63
A. 5. 3 自由落下	(ロ)-A-63
A. 5. 4 積み重ね試験	(ロ)-A-93
A. 5. 5 貫 通	(ロ)-A-95
A. 5. 6 角又は縁落下	(ロ)-A-96
A. 5. 7 結果の要約及びその評価	(ロ)-A-97

A. 6	特別の試験条件	(口) - A - 101
A. 7	強化浸漬試験	(口) - A - 101
A. 8	放射性収納物	(口) - A - 101
A. 9	核分裂性輸送物	(口) - A - 102
A. 9. 1	核分裂性輸送物に係る一般の試験条件	(口) - A - 102
A. 9. 2	核分裂性輸送物に係る特別の試験条件	(口) - A - 103
A. 10	付属書類	(口) - A - 120
B.	熱解析	(口) - B - 1
B. 1	概 要	(口) - B - 1
B. 2	材料の熱的性質	(口) - B - 4
B. 3	構成要素の仕様	(口) - B - 6
B. 4	一般の試験条件	(口) - B - 7
B. 4. 1	熱解析モデル	(口) - B - 7
B. 4. 1. 1	解析モデル	(口) - B - 7
B. 4. 1. 2	試験モデル	(口) - B - 8
B. 4. 2	最高温度	(口) - B - 8
B. 4. 3	最低温度	(口) - B - 8
B. 4. 4	最大内圧	(口) - B - 8
B. 4. 5	最大熱応力	(口) - B - 9
B. 4. 6	結果の要約及びその評価	(口) - B - 10
B. 5	特別の試験条件	(口) - B - 10
B. 5. 1	熱解析モデル	(口) - B - 10
B. 5. 1. 1	解析モデル	(口) - B - 10
B. 5. 1. 2	試験モデル	(口) - B - 15
B. 5. 2	核燃料輸送物の評価条件	(口) - B - 15
B. 5. 3	核燃料輸送物温度	(口) - B - 15
B. 5. 4	最大内圧	(口) - B - 15
B. 5. 5	最大熱応力	(口) - B - 17
B. 5. 6	結果の要約及びその評価	(口) - B - 17
B. 6	付属書類	(口) - B - 20

C. 密封解析	(口) - C - 1
C. 1 概 要	(口) - C - 1
C. 2 密封装置	(口) - C - 1
C. 2. 1 密封装置	(口) - C - 1
C. 2. 2 密封装置の貫通部	(口) - C - 1
C. 2. 3 密封装置のガスケット及び溶接部	(口) - C - 2
C. 2. 4 蓋	(口) - C - 2
C. 3 一般の試験条件	(口) - C - 2
C. 3. 1 放射性物質の漏えい	(口) - C - 3
C. 3. 2 密封装置の加圧	(口) - C - 3
C. 3. 3 冷却材汚染	(口) - C - 3
C. 3. 4 冷却材損失	(口) - C - 3
C. 4 特別の試験条件	(口) - C - 3
C. 4. 1 核分裂生成ガス	(口) - C - 3
C. 4. 2 放射性物質の漏えい	(口) - C - 3
C. 5 結果の要約及びその評価	(口) - C - 4
C. 6 付属書類	(口) - C - 7
D. 遮蔽解析	(口) - D - 1
D. 1 概 要	(口) - D - 1
D. 2 線源仕様	(口) - D - 1
D. 2. 1 ガンマ線源	(口) - D - 1
D. 2. 2 中性子源	(口) - D - 1
D. 3 モデル仕様	(口) - D - 4
D. 3. 1 解析モデル	(口) - D - 4
D. 3. 2 解析モデル各領域における原子個数密度	(口) - D - 6
D. 4 遮蔽評価	(口) - D - 7
D. 5 結果の要約及びその評価	(口) - D - 9
D. 6 付属書類	(口) - D - 10
E. 臨界解析	(口) - E - 1
E. 1 概 要	(口) - E - 1
E. 2 解析対象	(口) - E - 1
E. 2. 1 収納物	(口) - E - 1
E. 2. 2 輸送容器	(口) - E - 1

E. 2. 3	中性子吸収材	(口) - E - 2
E. 3	モデル仕様	(口) - E - 2
E. 3. 1	解析モデル	(口) - E - 2
E. 3. 2	解析モデル各領域における原子個数密度	(口) - E - 3
E. 4	未臨界評価	(口) - E - 3
E. 4. 1	計算条件	(口) - E - 3
E. 4. 2	核燃料輸送物への水の浸入等	(口) - E - 4
E. 4. 3	計算方法	(口) - E - 4
E. 4. 4	計算結果	(口) - E - 4
E. 5	ベンチマーク試験	(口) - E - 15
E. 5. 1	試験の概要	(口) - E - 15
E. 5. 2	試験の詳細	(口) - E - 15
E. 5. 3	試験の結果及び評価	(口) - E - 15
E. 6	結果の要約及びその評価	(口) - E - 21
E. 7	付属書類	(口) - E - 22
F.	核燃料輸送物の経年変化の考慮	(口) - F - 1
F. 1	考慮すべき経年変化要因	(口) - 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	(口) - F - 3
F. 3	安全解析における経年変化の考慮内容	(口) - F - 12
G.	外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価	(口) - G - 1
H.	原型容器試験結果報告書	(口) H

(ハ)章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法	(ハ)
A. 核燃料輸送物の取扱い方法	(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－14
A. 3 取出し方法	(ハ)－A－16
A. 4 空容器の準備	(ハ)－A－18
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. 4 遮蔽検査	(ハ)－B－1
B. 5 未臨界検査	(ハ)－B－1
B. 6 熱検査	(ハ)－B－1
B. 7 吊上検査	(ハ)－B－1
B. 8 作動確認検査	(ハ)－B－1
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－2
B. 12 記録の保管	(ハ)－B－2
B. 13 その他	(ハ)－B－2
(二)章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項	(二)－1
参考資料 傾斜落下時に於ける2次衝突について	1
参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明	参－A－1

図 リ ス ト (1)

イ 章

(イ)－第C.1図	全体鳥瞰図	(イ)－C－5
(イ)－第C.2図	防振構造部及び外殻	(イ)－C－6
(イ)－第C.3図	全体組立図 (タイプA)	(イ)－C－7
(イ)－第C.4図	全体組立図 (タイプB)	(イ)－C－8
(イ)－第C.5図	上 蓋	(イ)－C－9
(イ)－第C.6図	下 部 容 器	(イ)－C－10
(イ)－第C.7図	ショックマウントフレーム	(イ)－C－11
(イ)－第C.8図	クロスフレーム (タイプA)	(イ)－C－12
(イ)－第C.9図	クロスフレーム (タイプB)	(イ)－C－13
(イ)－第C.10図	ボトムサポート	(イ)－C－14
(イ)－第C.11図	トップ端 (タイプA)	(イ)－C－15
(イ)－第C.12図	トップ端 (タイプB)	(イ)－C－16
(イ)－第C.13図	クランピングフレーム (タイプA)	(イ)－C－17
(イ)－第C.14図	クランピングフレーム (タイプB)	(イ)－C－18
(イ)－第C.15図	ショックマウント	(イ)－C－19
(イ)－第C.16図	補助的機材 (タイプA)	(イ)－C－20
(イ)－第C.17図	補助的機材 (タイプB)	(イ)－C－21
(イ)－第C.18図	リリースバルブ	(イ)－C－22
(イ)－第C.19図	エアバルブ, 湿度計 (タイプA)	(イ)－C－23
(イ)－第C.20図	エアバルブ, 湿度計 (タイプB)	(イ)－C－24
(イ)－第C.21図	密 封 境 界	(イ)－C－25

図 リ ス ト (2)

イ 章

(イ)－第D. 1 図	燃料集合体 (14×14, 10 フィート)	(イ)－D－4
(イ)－第D. 2 図	燃料集合体 (14×14, 12 フィート)	(イ)－D－5
(イ)－第D. 2 a 図	燃料集合体 (14×14, 12 フィート) (高燃焼度燃料)	(イ)－D－6
(イ)－第D. 3 図	燃料集合体 (15×15, 12 フィート)	(イ)－D－7
(イ)－第D. 3 a 図	燃料集合体 (15×15, 12 フィート) (高燃焼度燃料)	(イ)－D－8
(イ)－第D. 4 図	燃料集合体 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－9
(イ)－第D. 4 a 図	燃料集合体 (17×17, 12 フィート) (高燃焼度燃料)	(イ)－D－10
(イ)－第D. 4 b 図	燃料集合体 (17×17, 12 フィート) (HTPタイプ)	(イ)－D－11
(イ)－第D. 4 c 図	燃料集合体 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－12
	(高燃焼度燃料 改良タイプ)	
(イ)－第D. 5 図	インサート, ミキシングベーン詳細図	(イ)－D－13
(イ)－第D. 6 図	スケルトン組立体 (14×14, 10 フィート)	(イ)－D－14
(イ)－第D. 7 図	スケルトン組立体 (14×14, 12 フィート)	(イ)－D－15
(イ)－第D. 8 図	スケルトン組立体 (15×15, 12 フィート)	(イ)－D－16
(イ)－第D. 9 図	スケルトン組立体 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－17
(イ)－第D. 10 図	燃料要素構造図 (14×14, 10 フィート)	(イ)－D－18
(イ)－第D. 11 図	燃料要素構造図 (14×14&15×15, 12 フィート)	(イ)－D－19
(イ)－第D. 11a 図	燃料要素構造図 (14×14&15×15, 12 フィート)	(イ)－D－20
(イ)－第D. 12 図	燃料要素構造図 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－21
(イ)－第D. 12a 図	燃料要素構造図 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－22
	(高燃焼度燃料)	
(イ)－第D. 12b 図	燃料要素構造図 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－23
	(HTPタイプ)	
(イ)－第D. 12c 図	燃料要素構造図 (17×17, 12 フィート)	(イ)－D－24
	(高燃焼度燃料 改良タイプ)	
(イ)－第D. 13 図	非核燃料炉心構成品概略図 (制御棒クラスタ)	(イ)－D－25
	(14×14, 10 フィート)	
(イ)－第D. 14 図	非核燃料炉心構成品概略図 (制御棒クラスタ)	(イ)－D－26
	(14×14, 12 フィート)	
(イ)－第D. 15 図	非核燃料炉心構成品概略図 (制御棒クラスタ)	(イ)－D－27
	(15×15, 12 フィート)	

図 リ ス ト (3)

イ 章

- | | |
|--|----------|
| (イ)－第D.16 図 非核燃料炉心構成品概略図 (制御棒クラスタ)
(17×17, 12 フィート) | (イ)－D－28 |
| (イ)－第D.17 図 非核燃料炉心構成品概略図 (バーナブルポイズン
アセンブリ) (14×14, 10 フィート) | (イ)－D－29 |
| (イ)－第D.18 図 非核燃料炉心構成品概略図 (バーナブルポイズン
アセンブリ) (14×14, 12 フィート) | (イ)－D－30 |
| (イ)－第D.19 図 非核燃料炉心構成品概略図 (バーナブルポイズン
アセンブリ) (15×15, 12 フィート) | (イ)－D－31 |
| (イ)－第D.20 図 非核燃料炉心構成品概略図 (バーナブルポイズン
アセンブリ) (17×17, 12 フィート) | (イ)－D－32 |

図 リ ス ト (4)

ロ 章

(ロ)－第A. 1 図	輸送物の重心	(ロ)－A－17
(ロ)－第A. 2 図	<input type="text"/> の温度に対する機械的性質の変化	(ロ)－A－20
(ロ)－第A. 3 図	<input type="text"/> の温度に対する機械的性質の変化	(ロ)－A－21
(ロ)－第A. 4 図	ジルカロイ－4, MDA, ZIRLOの温度 に対する機械的性質の変化	(ロ)－A－22
(ロ)－第A. 5 図	炭素鋼の低温における機械的性質	(ロ)－A－26
(ロ)－第A. 6 図	吊 上 装 置	(ロ)－A－30
(ロ)－第A. 7 図	ブラケット溶接部	(ロ)－A－31
(ロ)－第A. 8 図	荷 重 条 件	(ロ)－A－34
(ロ)－第A. 9 図	応力評価位置及び解析モデル	(ロ)－A－35
(ロ)－第A. 10 図	半径方向荷重が作用する場合の M_x , M_ϕ , N_x , N_ϕ と α の関係 ($\alpha = 8$ の場合が基準)	(ロ)－A－40
(ロ)－第A. 11 図	締付ボルト組立図	(ロ)－A－49
(ロ)－第A. 12 図	クロスピン解析モデル	(ロ)－A－51
(ロ)－第A. 13 図	第1次モード係数	(ロ)－A－54
(ロ)－第A. 14 図	輸送物の固縛状況及び輸送物の固有振動数解析モデル	(ロ)－A－55
(ロ)－第A. 15 図	燃料棒被覆管解析モデル	(ロ)－A－60
(ロ)－第A. 16 図	1.2 m水平落下時の評価位置	(ロ)－A－65
(ロ)－第A. 17 図	1.2 m水平落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－66
(ロ)－第A. 18 図	クランピングフレーム解析モデル	(ロ)－A－66
(ロ)－第A. 19 図	スキン解析モデル	(ロ)－A－68
(ロ)－第A. 20 図	長方形板の最大応力の係数 β_1 , β'_1	(ロ)－A－68
(ロ)－第A. 21 図	1.2 m水平落下時燃料棒被覆管解析モデル	(ロ)－A－69
(ロ)－第A. 22 図	1.2 m上部垂直落下時の評価位置	(ロ)－A－70
(ロ)－第A. 23 図	1.2 m上部垂直落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－71
(ロ)－第A. 24 図	ジャッキスクリュウの解析モデル	(ロ)－A－72
(ロ)－第A. 25 図	固定棒の解析モデル(1)	(ロ)－A－75
(ロ)－第A. 26 図	固定棒の解析モデル(2)	(ロ)－A－76
(ロ)－第A. 27 図	スキン解析モデル	(ロ)－A－78
(ロ)－第A. 28 図	被覆管の座屈解析モデル	(ロ)－A－80
(ロ)－第A. 29 図	1.2 m下部垂直落下時の評価位置	(ロ)－A－82

図 リ ス ト (5)

ロ 章

(ロ)－第A.30 図	1.2 m下部垂直落下時外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－83
(ロ)－第A.31 図	ピボットマウント取付ボルト解析モデル	(ロ)－A－84
(ロ)－第A.32 図	スケルトン組立体(案内シンプル)解析モデル	(ロ)－A－86
(ロ)－第A.33 図	1.2 mコーナ落下時の評価位置	(ロ)－A－89
(ロ)－第A.34 図	1.2 mコーナ落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－90
(ロ)－第A.35 図	曲げ応力解析モデル	(ロ)－A－94
(ロ)－第A.36 図	貫通モデル	(ロ)－A－95
(ロ)－第A.37 図	せん断モデル	(ロ)－A－95
(ロ)－第A.38 図	一般の試験条件試験手順	(ロ)－A－102
(ロ)－第A.39 図	特別の試験条件試験手順	(ロ)－A－103
(ロ)－第A.40 図	9 m上部垂直落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－105
(ロ)－第A.41 図	9 m下部垂直落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－106
(ロ)－第A.42 図	9 m水平落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－107
(ロ)－第A.43 図	9 mコーナ落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－108
(ロ)－第A.44 図	9 mコーナ落下時の外殻の変形量解析モデル	(ロ)－A－110
(ロ)－第A.45 図	半径方向荷重が作用する場合の N_x と β の関係	(ロ)－A－122
(ロ)－第A.46 図	半径方向荷重が作用する場合の M_x と β の関係	(ロ)－A－123
(ロ)－第A.47 図	半径方向荷重が作用する場合の N_ϕ と β の関係	(ロ)－A－124
(ロ)－第A.48 図	半径方向荷重が作用する場合の M_ϕ と β の関係	(ロ)－A－125
(ロ)－第A.49 図	軸方向外モーメントが作用する場合の N_x と β の関係	(ロ)－A－126
(ロ)－第A.50 図	軸方向外モーメントが作用する場合の M_x と β の関係	(ロ)－A－127
(ロ)－第A.51 図	軸方向外モーメントが作用する場合の N_ϕ と β の関係	(ロ)－A－128
(ロ)－第A.52 図	軸方向外モーメントが作用する場合の M_ϕ と β の関係	(ロ)－A－129
(ロ)－第A.53 図	周方向外モーメントが作用する場合の N_x と β の関係	(ロ)－A－130
(ロ)－第A.54 図	周方向外モーメントが作用する場合の M_x と β の関係	(ロ)－A－131
(ロ)－第A.55 図	周方向外モーメントが作用する場合の N_ϕ と β の関係	(ロ)－A－132
(ロ)－第A.56 図	周方向外モーメントが作用する場合の M_ϕ と β の関係	(ロ)－A－133
(ロ)－第A.57 図	締付ボルト解析モデル	(ロ)－A－134
(ロ)－第A.58 図	「SHOCK」コード用解析評価モデル	(ロ)－A－137
(ロ)－第A.59 図	垂直・コーナ落下時の輸送物の解析モデル	(ロ)－A－138
(ロ)－第A.60 図	水平落下時の輸送物の解析モデル	(ロ)－A－138

図 リ ス ト (6)

ロ 章

(ロ)－第A.61 図	解析モデルの荷重－変位関係 (1)	(ロ)－A－142
(ロ)－第A.62 図	解析モデルの荷重－変位関係 (2)	(ロ)－A－142
(ロ)－第A.63 図	解析モデルの荷重－変位関係 (3)	(ロ)－A－143
(ロ)－第A.64 図	解析モデルの荷重－変位関係 (4)	(ロ)－A－143
(ロ)－第A.65 図	解析モデルの荷重－変位関係 (5)	(ロ)－A－144
(ロ)－第A.66 図	解析モデルの荷重－変位関係 (6)	(ロ)－A－144
(ロ)－第A.67 図	解析モデルの荷重－変位関係 (7)	(ロ)－A－145
(ロ)－第A.68 図	解析モデルの荷重－変位関係 (8)	(ロ)－A－145
(ロ)－第A.69 図	解析モデルの荷重－変位関係 (9)	(ロ)－A－146
(ロ)－第A.70 図	解析モデルの荷重－変位関係 (10)	(ロ)－A－146
(ロ)－第A.71 図	等価断面係数解析モデル	(ロ)－A－149
(ロ)－第A.72 図	外殻変形量解析モデル	(ロ)－A－151
(ロ)－第A.73 図	力による強制振動の共振曲線	(ロ)－A－158
(ロ)－第A.74 図	経年劣化に伴うショックマウントのばね定数変化 (引張方向)	(ロ)－A－159
(ロ)－第A.75 図	経年劣化に伴うショックマウントのばね定数変化 (せん断方向)	(ロ)－A－159

図 リ ス ト (7)

ロ 章

(ロ)－第B. 1 図	熱的構成図	(ロ)－B－2
(ロ)－第B. 2 図	落下試験 I における変形形状図	(ロ)－B－11
(ロ)－第B. 3 図	特別の試験条件下の解析モデル, 寸法及び領域境界条件図	(ロ)－B－14
(ロ)－第B. 4 図	特別の試験条件下での各部温度履歴	(ロ)－B－19
(ロ)－第B. 5 図	TRUMP フローチャート (1/3)	(ロ)－B－25
(ロ)－第B. 5 図	TRUMP フローチャート (2/3)	(ロ)－B－26
(ロ)－第B. 5 図	TRUMP フローチャート (3/3)	(ロ)－B－27
(ロ)－第B. 6 図	燃料集合体の均質化モデル	(ロ)－B－28
(ロ)－第B. 7 図	燃料棒の断面	(ロ)－B－28
(ロ)－第B. 8 図	燃料棒の対角線方向の配列図	(ロ)－B－28
(ロ)－第B. 9 図	B 値の計算結果	(ロ)－B－35
(ロ)－第B. 10 図	800℃×30分耐火試験時における落下試験 II の影響	(ロ)－B－39

図 リ ス ト (8)

ロ 章

- | | | |
|-----------|-----------------|---------|
| (ロ)－第C.1図 | 密封境界(燃料棒)と密封境界図 | (ロ)－C－5 |
| (ロ)－第C.2図 | 燃料棒溶接箇所 | (ロ)－C－6 |

図 リ ス ト (9)

ロ 章

- | | | |
|-------------|--|----------|
| (ロ)－第D. 1 図 | 燃料集合体と輸送物の表面までの最短距離
(通常の輸送条件) | (ロ)－D－4 |
| (ロ)－第D. 2 図 | 通常の輸送条件の遮蔽解析モデル
(燃料集合体1体当り, 1次元円筒形状) | (ロ)－D－4 |
| (ロ)－第D. 3 図 | 最大変位を考慮した燃料集合体と輸送物表面までの
最短距離 (一般の試験条件下) | (ロ)－D－5 |
| (ロ)－第D. 4 図 | 一般の試験条件下の遮蔽解析モデル
(燃料集合体1体当り, 1次元円筒形状) | (ロ)－D－5 |
| (ロ)－第D. 5 図 | メッシュ分割図 | (ロ)－D－13 |

図 リ ス ト (10)

ロ 章

(ロ)－第E. 1 図	特別の試験条件下の計算形状 (燃料領域横方向断面図)	(ロ)－E－9
(ロ)－第E. 2 図	特別の試験条件下の計算形状 (縦断面図)	(ロ)－E－10
(ロ)－第E. 3 図	1 4 × 1 4 型燃料集合体断面	(ロ)－E－11
(ロ)－第E. 4 図	1 5 × 1 5 型燃料集合体断面	(ロ)－E－12
(ロ)－第E. 5 図	1 7 × 1 7 型燃料集合体断面	(ロ)－E－13
(ロ)－第E. 6 図	臨界計算の流れ	(ロ)－E－14
(ロ)－第E. 7 図	臨界実験に用いられた燃料棒の仕様	(ロ)－E－19
(ロ)－第E. 8 図	臨界実験体系	(ロ)－E－20

図 リ ス ト (11)

ロ 章

(ロ)－第H. 1 図	原型容器鳥瞰図	(ロ)－H－7
(ロ)－第H. 2 図	15×15模擬燃料集合体	(ロ)－H－8
(ロ)－第H. 3 図	模擬重量体	(ロ)－H－9
(ロ)－第H. 4 図	模擬燃料集合体用調整重量体	(ロ)－H－10
(ロ)－第H. 5 図	落下試験台	(ロ)－H－13
(ロ)－第H. 6 図	切離し装置	(ロ)－H－14
(ロ)－第H. 7 図	貫通試験治具	(ロ)－H－15
(ロ)－第H. 8 図	クレーン車	(ロ)－H－16
(ロ)－第H. 9 図	耐火試験炉	(ロ)－H－17
(ロ)－第H. 10 図	落下試験要領図 (9m落下試験)	(ロ)－H－21
(ロ)－第H. 11 図	落下姿勢の概要 (1m貫通試験)	(ロ)－H－22
(ロ)－第H. 12 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－24
(ロ)－第H. 13 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－25
(ロ)－第H. 14 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－26
(ロ)－第H. 15 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－27
(ロ)－第H. 16 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－28
(ロ)－第H. 17 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－29
(ロ)－第H. 18 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－30
(ロ)－第H. 19 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－30
(ロ)－第H. 20 図	落下姿勢の概要	(ロ)－H－30
(ロ)－第H. 21 図	加速度, 歪測定位置図	(ロ)－H－32
(ロ)－第H. 22 図	垂直落下試験 (9m, 1m…ボトム下向) 容器本体 (外部) 変形測定結果 (TEST 1, TEST 2)	(ロ)－H－38
(ロ)－第H. 23 図	水平落下試験 (9m, 1m…0° 方向下向) 容器本体 (外部) 変形測定結果 (TEST 3, TEST 4)	(ロ)－H－39
(ロ)－第H. 24 図	コーナ落下試験 (9m, 1m…トップ0° 方向下向) 容器本体 (外部) 変形測定結果 (TEST 5, TEST 6)	(ロ)－H－40

図 リ ス ト (12)

ロ 章

- | | | |
|-------------|--------------------------------|----------|
| (ロ)－第H.25 図 | 傾斜落下試験 (9 m, 1 m…トップ180° 方向下向) | (ロ)－H－41 |
| | 容器本体 (外部) | |
| | 変形測定結果 (TEST 7, TEST 8) | |
| (ロ)－第H.26 図 | 1 m水平貫通試験 (180° 方向下向) | (ロ)－H－42 |
| | 容器本体 (外部) | |
| | 変形測定結果 (TEST 12) | |
| (ロ)－第H.27 図 | 1 m水平貫通試験 (90° 方向下向) | (ロ)－H－42 |
| | 容器本体 (外部) | |
| | 変形測定結果 (TEST 14) | |
| (ロ)－第H.28 図 | 1 m水平貫通試験 (180° 方向下向トップへ編心) | (ロ)－H－43 |
| | 容器本体 (外部) | |
| | 変形測定結果 (TEST 15) | |
| (ロ)－第H.29 図 | 1 m水平貫通試験 (180° 方向下向ボトムへ編心) | (ロ)－H－43 |
| | 容器本体 (外部) | |
| | 変形測定結果 (TEST 16) | |
| (ロ)－第H.30 図 | 1 m垂直貫通試験 (ボトム下向編心) | (ロ)－H－44 |
| | 容器本体 (外部) | |
| | 変形測定結果 (TEST 17) | |
| (ロ)－第H.31 図 | 耐火試験要領 | (ロ)－H－56 |
| (ロ)－第H.32 図 | 耐火試験温度計測位置図 | (ロ)－H－57 |
| (ロ)－第H.33 図 | 耐火試験温度データ (原型容器本体外側) | (ロ)－H－58 |
| (ロ)－第H.34 図 | 耐火試験温度データ (原型容器本体内側) | (ロ)－H－59 |
| (ロ)－第H.35 図 | 耐火試験温度データ (原型容器内空間) | (ロ)－H－60 |
| (ロ)－第H.36 図 | 耐火試験温度データ (リング部) | (ロ)－H－61 |
| (ロ)－第H.37 図 | 耐火試験温度データ (燃料集合体) | (ロ)－H－62 |
| (ロ)－第H.38 図 | 模擬燃料棒の取出し | (ロ)－H－67 |
| (ロ)－第H.39 図 | 供試体概略図 | (ロ)－H－73 |
| (ロ)－第H.40 図 | 落下姿勢概略図 (垂直落下) | (ロ)－H－74 |
| (ロ)－第H.41 図 | 落下姿勢概略図 (水平落下) | (ロ)－H－75 |

図 リ ス ト (13)

ハ 章

(ハ)－第A. 1 図	空輸送容器の準備	(ハ)－A－2
(ハ)－第A. 2 図	燃料集合体装荷時のフロー	(ハ)－A－5
(ハ)－第A. 3 図	補助脚使用状態 (タイプA)	(ハ)－A－6
(ハ)－第A. 4 図	補助脚使用状態 (タイプB)	(ハ)－A－7
(ハ)－第A. 5 図	締付ボルト詳細図	(ハ)－A－8
(ハ)－第A. 6 図	締付ボルト受	(ハ)－A－9
(ハ)－第A. 7 図	輸送容器トップ端詳細図 (タイプA)	(ハ)－A－10
(ハ)－第A. 8 図	輸送容器トップ端詳細図 (タイプB)	(ハ)－A－11
(ハ)－第A. 9 図	ボトム端詳細図	(ハ)－A－12
(ハ)－第A. 10 図	防振構造部の組立状態図	(ハ)－A－13
(ハ)－第A. 11 図	燃料集合体取出し時のフロー	(ハ)－A－17

参考資料

図－1	落下衝突による衝突とリバウンド	4
-----	-----------------	---

図 リ ス ト (14)

参 考

参一第A. 1 図	全体組立図 (タイプA)	参-A-5
参一第A. 2 図	全体組立図 (タイプB)	参-A-6
参一第A. 3 図	輸送容器全体製作工程	参-A-7
参一第A. 4 図	防振構造部組立図 (タイプA)	参-A-8
参一第A. 5 図	防振構造部組立図 (タイプB)	参-A-9
参一第A. 6 図	上 蓋	参-A-10
参一第A. 7 図	下 部 容 器 (タイプA)	参-A-11
参一第A. 8 図	下 部 容 器 (タイプB)	参-A-12
参一第A. 9 図	ショックマウントフレーム	参-A-13
参一第A. 10 図	クロスフレーム (タイプA)	参-A-14
参一第A. 11 図	クロスフレーム (タイプB)	参-A-15
参一第A. 12 図	トップ端 (タイプA)	参-A-16
参一第A. 13 図	トップ端 (タイプB)	参-A-17
参一第A. 14 図	ボトムサポート	参-A-18
参一第A. 15 図	クランピングフレーム (タイプA)	参-A-19
参一第A. 16 図	クランピングフレーム (タイプB)	参-A-20
参一第A. 17 図	ショックマウント取付け, 取外し要領図	参-A-21
参一第A. 18 図	エアバルブ, 湿度計 (タイプA)	参-A-22
参一第A. 19 図	エアバルブ, 湿度計 (タイプB)	参-A-23
参一第A. 20 図	リリースバルブ	参-A-24
参一第A. 21 図	品質保証システムの概要	参-A-40
参一第B. 1 図	外殻組立完成時気密漏えい検査概要	参-B-8

表 リ ス ト (1)

イ 章

(イ)－第A. 1表	核燃料物質の仕様	(イ)－A－2
(イ)－第C. 1表	輸送容器部材一覧表	(イ)－C－26
(イ)－第D. 1表	燃料集合体の型式及びその構成要素数量	(イ)－D－33
(イ)－第D. 2表	燃料集合体及び非核燃料炉心構成品装荷時の 主要部寸法	(イ)－D－34
(イ)－第D. 3表	燃料棒の主要部寸法	(イ)－D－35
(イ)－第D. 4表	制御棒案内シンプル主要部寸法	(イ)－D－35
(イ)－第D. 5表	主要構造材料	(イ)－D－35
(イ)－第D. 6表	濃縮ウラン仕様	(イ)－D－36
(イ)－第D. 7表	集合体, 輸送容器の線源強度	(イ)－D－37
(イ)－第D. 8表	燃料集合体の主要部重量	(イ)－D－38
(イ)－第D. 9表	燃料棒内圧力及び充填ガス種類	(イ)－D－39

表 リ ス ト (2)

ロ 章

(ロ)一第A. 1表	構造解析に用いる応力評価基準	(ロ)一A-3
(ロ)一第A. 2表	設計負荷及び負荷の組合せ	(ロ)一A-4
(ロ)一第A. 3表	負 荷 条 件	(ロ)一A-5
(ロ)一第A. 4表(1)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-6
(ロ)一第A. 4表(2)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-7
(ロ)一第A. 4表(3)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-8
(ロ)一第A. 4表(4)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-9
(ロ)一第A. 4表(5)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-10
(ロ)一第A. 4表(6)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-11
(ロ)一第A. 4表(7)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-12
(ロ)一第A. 4表(8)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-13
(ロ)一第A. 4表(9)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-14
(ロ)一第A. 4表(10)	輸送容器の構造設計の条件及び解析方法	(ロ)一A-15
(ロ)一第A. 5表	各部の最大重量	(ロ)一A-16
(ロ)一第A. 6表	材料の機械的性質	(ロ)一A-18
(ロ)一第A. 7表	設計基準値となる材料の機械的性質	(ロ)一A-19
(ロ)一第A. 8表	緩衝材の圧縮変形応力	(ロ)一A-19
(ロ)一第A. 9表	ショックマウント動的ばね定数	(ロ)一A-19
(ロ)一第A. 10表	接触する異種材料の一覧	(ロ)一A-23
(ロ)一第A. 11表	各地区の最低気温	(ロ)一A-24
(ロ)一第A. 12表	主要材料一覧	(ロ)一A-24
(ロ)一第A. 13表	半径方向荷重が作用する場合の K_1 , K_2	(ロ)一A-38
(ロ)一第A. 14表	周方向外モーメントが作用する場合の C_c , K_c	(ロ)一A-38
(ロ)一第A. 15表	軸方向外モーメントが作用する場合の C_L , K_L	(ロ)一A-39
(ロ)一第A. 16表	吊上げ時に生ずる応力	(ロ)一A-47
(ロ)一第A. 17表	各部の温度	(ロ)一A-56
(ロ)一第A. 18表	燃料集合体の解析仕様	(ロ)一A-59
(ロ)一第A. 19表	内圧力により被覆管に生ずる応力	(ロ)一A-61
(ロ)一第A. 20表	許容応力との比較	(ロ)一A-62
(ロ)一第A. 21表	1.2m水平落下時燃料棒被覆管に生ずる応力	(ロ)一A-70
(ロ)一第A. 22表	各部に生ずる応力	(ロ)一A-77
(ロ)一第A. 23表	各被覆管に生ずる圧縮応力	(ロ)一A-80
(ロ)一第A. 24表	被覆管に生ずる衝撃荷重	(ロ)一A-81

表 リ ス ト (3)

ロ 章

(ロ)－第A. 25 表	スケルトン組立体に生ずる圧縮応力	(ロ)－A－87
(ロ)－第A. 26 表	コーナ落下時の解析加速度	(ロ)－A－88
(ロ)－第A. 27 表(1)	1.2 mコーナ落下解析結果	(ロ)－A－91
(ロ)－第A. 27 表(2)	1.2 mコーナ落下解析結果	(ロ)－A－92
(ロ)－第A. 28 表(1)	許容応力との比較	(ロ)－A－98
(ロ)－第A. 28 表(2)	許容応力との比較	(ロ)－A－99
(ロ)－第A. 28 表(3)	許容応力との比較	(ロ)－A－100
(ロ)－第A. 29 表	コーナ落下時の解析加速度	(ロ)－A－109
(ロ)－第A. 30 表	コーナ落下時の解析加速度	(ロ)－A－111
(ロ)－第A. 31 表	原型試験の落下試験Ⅱの結果(1)	(ロ)－A－114
(ロ)－第A. 31 表	原型試験の落下試験Ⅱの結果(2)	(ロ)－A－115
(ロ)－第A. 32 表(1)	許容応力との比較	(ロ)－A－118
(ロ)－第A. 32 表(2)	許容応力との比較	(ロ)－A－119
(ロ)－第A. 33 表	実験値と解析値の比較	(ロ)－A－137
(ロ)－第A. 34 表	材料の物性値 (SHOCKで使用したもの)	(ロ)－A－139
(ロ)－第A. 35 表	解析モデル各質点の重量 (垂直, コーナ落下モデル)	(ロ)－A－139
(ロ)－第A. 36 表	解析モデル各質点の重量 (水平落下モデル)	(ロ)－A－139
(ロ)－第A. 37 表	解析モデルのばね定数 (垂直, コーナ落下モデル)	(ロ)－A－140
(ロ)－第A. 38 表	解析モデルのばね定数 (水平落下モデル)	(ロ)－A－140
(ロ)－第A. 39 表	落下解析結果	(ロ)－A－147
(ロ)－第A. 40 表	9 m落下解析値と実験値の比較	(ロ)－A－148
(ロ)－第A. 41 表	水平落下時の燃料棒に発生する応力	(ロ)－A－149
(ロ)－第A. 42 表	水平落下時の変形幅の解析結果	(ロ)－A－152
(ロ)－第A. 43 表	吊り上げ装置に対する疲労評価結果	(ロ)－A－154
(ロ)－第A. 44 表	内圧に対する疲労評価結果	(ロ)－A－155
(ロ)－第A. 45 表	影響評価解析に使用したショックマウントのばね定数	(ロ)－A－160
(ロ)－第A. 46 表	ショックマウントの硬化を考慮した落下解析結果	(ロ)－A－161

表 リ ス ト (4)

ロ 章

(ロ)－第B.1表	熱解析条件	(ロ)－B－3
(ロ)－第B.2表	熱解析の方法	(ロ)－B－3
(ロ)－第B.3表	炭素鋼の熱的性質	(ロ)－B－4
(ロ)－第B.4表	 の熱的性質	(ロ)－B－4
(ロ)－第B.5表	UO ₂ ペレットの熱的性質	(ロ)－B－5
(ロ)－第B.6表	空気の熱的性質	(ロ)－B－5
(ロ)－第B.7表	燃料棒被覆管の熱的性質	(ロ)－B－6
(ロ)－第B.8表	均質化燃料の熱的性質	(ロ)－B－6
(ロ)－第B.9表	一般の試験条件下の熱的条件	(ロ)－B－8
(ロ)－第B.10表	特別の試験条件下の熱的条件	(ロ)－B－12
(ロ)－第B.11表	一般及び特別の試験条件下における輸送物各部の 最高温度	(ロ)－B－17
(ロ)－第B.12表	一般及び特別の試験条件下における燃料棒及び容器 内空間の最高圧力	(ロ)－B－18
(ロ)－第B.13表	特別の試験条件下における輸送物の総合的評価	(ロ)－B－18
(ロ)－第B.14表	均質化燃料部面積比	(ロ)－B－30
(ロ)－第B.15表	B値の計算結果	(ロ)－B－33
(ロ)－第B.16表	各部の輻射形態係数	(ロ)－B－36
(ロ)－第B.17表	外筒の熱伝達係数	(ロ)－B－37
(ロ)－第B.18表	各材料の輻射率	(ロ)－B－38
(ロ)－第B.19表	形 態 係 数	(ロ)－B－38
(ロ)－第B.20表	燃料棒の初期値	(ロ)－B－41
(ロ)－第B.21表	最高温度時における燃料棒のボイド体積及び内圧	(ロ)－B－41
(ロ)－第B.22表	最高温度時における燃料棒に発生する周方向応力	(ロ)－B－42

表 リ ス ト (5)

ロ 章

(ロ)－第C.1表 密封境界の構造材(温度)(1/2)

(ロ)－C－7

(ロ)－第C.1表 密封境界の構造材(圧力)(2/2)

(ロ)－C－7

表 リ ス ト (6)

ロ 章

(ロ)－第D. 1表	ガンマ線源強度	(ロ)－D－2
(ロ)－第D. 2表	主要核種の放射能強度	(ロ)－D－3
(ロ)－第D. 3表	遮蔽解析モデル各領域の材料別体積比	(ロ)－D－6
(ロ)－第D. 4表	各材料の原子個数密度	(ロ)－D－6
(ロ)－第D. 5表	ガンマ線エネルギー群構造と線量当量率変換係数	(ロ)－D－8
(ロ)－第D. 6表	最高線量当量率の要約	(ロ)－D－9

表 リ ス ト (7)

ロ 章

(ロ)－第E. 1表	各種燃料集合体の諸元	(ロ)－E－5
(ロ)－第E. 2表	各領域の原子個数密度 (個/cm ³ , 10 ²⁴ 単位)	(ロ)－E－6
(ロ)－第E. 3表	各領域の原子個数密度 (個/cm ³ , 10 ²⁴ 単位)	(ロ)－E－7
(ロ)－第E. 4表	臨界解析条件と解析結果	(ロ)－E－8
(ロ)－第E. 5表	臨界実験における臨界寸法	(ロ)－E－16
(ロ)－第E. 6表	臨界実験に用いられた材料の密度と原子個数密度	(ロ)－E－17
(ロ)－第E. 7表	臨界実験解析の結果	(ロ)－E－18

ロ 章

(ロ)－第F. 1表	ボロンステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性	(ロ)－F－5
(ロ)－第F. 2表	炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性	(ロ)－F－6
(ロ)－第F. 3表	ゴム (<input type="text"/>) の経年変化の考慮の必要性	(ロ)－F－8
(ロ)－第F. 4表	木材の経年変化の考慮の必要性	(ロ)－F－10

別 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	(ロ)－G－2
-----	----------------------------------	---------

表 リ ス ト (8)

ロ 章

(ロ)－第H. 1表	MFC－1型輸送容器試験日程表	(ロ)－H－3
(ロ)－第H. 2表	原型容器試験手順	(ロ)－H－4
(ロ)－第H. 3表	原型容器と実輸送容器の主要部の比較	(ロ)－H－6
(ロ)－第H. 4表	主要測定項目及び測定点	(ロ)－H－31
(ロ)－第H. 5表	測定結果の概要	(ロ)－H－45
(ロ)－第H. 6表	模擬燃料棒仕様	(ロ)－H－66
(ロ)－第H. 7表	ヘリウムリーク試験結果	(ロ)－H－68
(ロ)－第H. 8表	スキン部分モデルの試験結果	(ロ)－H－72

表 リ ス ト (9)

ハ 章

(ハ)－第A. 1表 輸送物発送前検査要領 (ハ)－A－15

(ハ)－第B. 1表 定期検査要領 (ハ)－B－3

参考資料

表－1 落下時に於ける消費エネルギー比率 2

表 リ ス ト (10)

参 考

参一第A. 1表	詳細図一覧表	参-A-2
参一第A. 2表	□の化学成分及び機械的性質	参-A-25
参一第A. 3表	□の化学成分及び機械的性質	参-A-26
参一第A. 4表	ボロンステンレス鋼板の化学成分及び機械的性質	参-A-27
参一第A. 5表	□の化学成分及び機械的性質	参-A-27
参一第A. 6表	□の化学成分及び機械的性質	参-A-28
参一第A. 7表	被覆アーク溶接棒□の心線の化学成分と 溶着金属の機械的性質	参-A-29
参一第A. 8表	溶接用軟鋼ワイヤ□の化学成分	参-A-30
参一第A. 9表	溶接用ステンレスワイヤ□の化学成分	参-A-30
参一第A. 10表	□の仕様	参-A-31
参一第A. 11表	□の化学成分及び機械的性質	参-A-31
参一第A. 12表	ミルシート記載内容	参-A-33
参一第A. 13表	容器溶接部仕様 (1/2)	参-A-37
参一第A. 13表	容器溶接部仕様 (2/2)	参-A-38
参一第B. 1表(1)	輸送容器製作時及び完成時検査要領	参-B-2
参一第B. 1表(2)	輸送容器製作時及び完成時検査要領	参-B-3
参一第B. 2表	輸送容器の最初の使用前検査要領	参-B-4
参一第B. 3表	製缶加工による製品の無記号公差	参-B-5
参一第B. 4表	機械加工による製品の無記号公差	参-B-6
参一第C. 1表	容器製作スケジュール	参-C-2

写 真 リ ス ト (1)

ロ章H

写真 1	落下試験台	(ロ)－H－18
写真 2	切離し装置	(ロ)－H－18
写真 3	貫通棒	(ロ)－H－19
写真 4	クレーン車	(ロ)－H－19
写真 5	加速度変換器	(ロ)－H－20
写真 6	容器の吊上げ状況	(ロ)－H－24
写真 7	容器の吊上げ状況	(ロ)－H－25
写真 8	容器の吊上げ状況	(ロ)－H－26
写真 9	容器の吊上げ状況	(ロ)－H－27
写真 10	容器の吊上げ状況	(ロ)－H－28
写真 11	容器の吊上げ状況	(ロ)－H－29
写真 12	9 m垂直落下後静止状況 (ボトム下向)	(ロ)－H－46
写真 13	9 m垂直落下試験後端板円周部の変形状況	(ロ)－H－46
写真 14	1 m垂直落下後輸送容器静止状況	(ロ)－H－47
写真 15	1 m垂直落下後締付ボルトボックス状況	(ロ)－H－47
写真 16	垂直落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－48
写真 17	垂直落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－48
写真 18	9 m水平落下後静止状況 (# 2号機0° 方向下向)	(ロ)－H－49
写真 19	1 m水平落下後静止状況 (# 2号機0° 方向下向)	(ロ)－H－49
写真 20	水平落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－50
写真 21	水平落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－50
写真 22	9 mコーナ落下後静止状況 (トップ0° 方向下向)	(ロ)－H－51
写真 23	1 mコーナ落下後静止状況	(ロ)－H－51
写真 24	コーナ落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－52
写真 25	コーナ落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－52
写真 26	コーナ落下後原型容器内部状況	(ロ)－H－53
写真 27	9 m傾斜落下状況 (トップ180° 方向下向)	(ロ)－H－53
写真 28	炉内昇温完了後扉開	(ロ)－H－63
写真 29	台車上原型容器を設置	(ロ)－H－63
写真 30	耐火試験終了後扉閉	(ロ)－H－64
写真 31	台車引出し終了	(ロ)－H－64
写真 32	自然放冷状況	(ロ)－H－64

写 真 リ ス ト (2)

ロ章H

写 真 33	<input type="text"/> の状況	(ロ)－H－65
写 真 34	模擬燃料集合体の取出し	(ロ)－H－69
写 真 35	模擬燃料棒の外観検査	(ロ)－H－69
写 真 36	模擬燃料棒の外観検査	(ロ)－H－70
写 真 37	供試体吊下状況	(ロ)－H－73
写 真 38	落下試験後の状況 (PT検査後)	(ロ)－H－74
写 真 39	落下試験後の状況 (PT検査後)	(ロ)－H－75

(イ) 章

核燃料輸送物の説明

イ章A 目的及び条件

(イ)核燃料輸送物の説明

(イ)－A 目的及び条件

(1) 輸送物の使用目的

本輸送物は、三菱原子燃料株式会社において製作される加圧水型軽水炉（PWR）に装荷される14×14型10フィート、14×14型12フィート、15×15型12フィート及び17×17型12フィート新燃料集合体（いずれも非核燃料炉心構成品を内蔵する場合も含む）を三菱原子燃料(株)から原子力発電所までの輸送に使用するものである。また、海外にて製作される17×17型12フィート新燃料集合体を国内の原子力発電所までの輸送にも使用するものである。

なお、本輸送容器にはMFC-1(A)型とMFC-1(B)型とがあり、取扱性向上による形状が若干異なるのみで、構成等は全て同一である。

(2) 輸送容器の型名

MFC-1型

(3) 輸送物の種類

A型核分裂性輸送物

(4) 輸送容器に収納する収納物の種別及び個数

(イ) 核分裂性物質の種類 核分裂性輸送物

(ロ) 輸送制限個数 制限なし

(ハ) 配列方法 任意

(5) 輸送指数 0.6以下

(6) 臨界安全指数 0

(7) 輸送物の総重量

□ kg以下

(8) 輸送容器の外寸法 MFC-1(A)型 MFC-1(B)型

長さ : 約□mm 同左

外径 : 約□mm 同左

高さ : 約□mm 同左

(9) 輸送容器の重量 MFC-1(A)型 MFC-1(B)型

重量 : 約□kg 同左

(10) 輸送容器の主要材料

外殻 : 軟鋼 (□)

緩衝材 : 木材 (□)

防振構造部 : 軟鋼 (□) 及びボロンステンレス鋼

リング : 合成ゴム (□)

ショックマウント : 合成ゴム (□)

(11) 輸送容器に収納する核燃料物質の仕様

核燃料物質の仕様を(イ)－第A. 1表に示す。

(イ)－第A. 1表 核燃料物質の仕様

燃料集合体のタイプ		14×14 (10フィート)	14×14 (12フィート)	15×15 (12フィート)	17×17 (12フィート)
(輸送容器1基当たり)					
種類		軽水炉(PWR)用新燃料集合体			
性状		固体(二酸化ウラン粉末焼結体又は ガドリニア入り二酸化ウラン粉末焼結体)			
重量	収納体数	2体以下			
	集合体重量	□ kg以下			
	UO ₂ 量	□ kg以下			
放射能の量	総量	□ Bq以下			
	主要な 核種	²³² U	□ Bq以下		
		²³⁴ U	□ Bq以下		
		²³⁵ U	□ Bq以下		
		²³⁶ U	□ Bq以下		
		²³⁸ U	□ Bq以下		
		⁹⁹ Tc	□ Bq以下		
濃縮度	二酸化ウラン	5wt%以下			
	ガドリニア入り 二酸化ウラン	3.3wt%以下 (ガドリニア濃度 □ wt%以下)			
燃焼度		該当せず			
比出力		該当せず			
最大発熱量		該当せず			
冷却日数		該当せず			
(燃料集合体1体当たり)					
重量	集合体重量	□ kg以下	□ kg以下	□ kg以下	□ kg以下
	UO ₂ 量	□ kg以下	□ kg以下	□ kg以下	□ kg以下
濃縮ウラン中の 不純物仕様*		²³² U	≤ □ μg/gU		
		²³⁴ U	≤ □ μg/g ²³⁵ U		
		²³⁶ U	≤ □ μg/g ²³⁵ U		
		⁹⁹ Tc	≤ □ μg/gU		

※ □ の規定に基づき、□ が □ μg/gU未満の場合は、²³²U及び⁹⁹Tcの分析は省略可

(12) 輸送形態

(a) 輸送方法

陸上輸送の場合にはトラック輸送とし、海上輸送の場合は貨物船を使用する。

(b) 積載方法

トラック輸送の場合にはその積載個数は1台につき2個を並列に積載し、船舶の場合には、1区画に50を輸送指数で除した個数以下を並列または2段積みに積載する。

(13) 冷却方式

自然空気冷却

(14) 輸送中に予想される周囲の温度の範囲 -20℃から 38℃

(15) 使用予定年数 60年

(16) 輸送容器の使用予定回数 360回

イ章B 核燃料輸送物の種類

(イ)－B 核燃料輸送物の種類

(1) 輸送物の型別としての要件

(a) 本輸送容器に収納される核燃料物質は濃縮度 5%以下の未照射ウランである。未照射かつ濃縮度 20%以下のウランの A_2 値は制限なしであり、A型輸送物の要件に該当する。

(2) 核分裂性輸送物としての要件

(a) 本輸送物の収納物は、最大 kg の濃縮度 5 wt%以下の二酸化ウラン燃料であり、当該輸送物には核分裂性核種として最大で約 kg の ^{235}U が含まれ、核分裂性輸送物に該当する。

従って、本輸送物は「A型核分裂性輸送物」である。

イ章C 輸送容器

(イ)－C 輸送容器

C.1 輸送容器の概要

本輸送容器は、上蓋と下部容器で構成される外殻と、ショックマウントフレーム等で構成される防振構造部及びショックマウント、並びに補助的機材からなる。

輸送時で最大2体の燃料集合体を横2列に収納し、水平状態で輸送する。

燃料集合体が輸送容器に収納されている状態の鳥瞰図を(イ)－第C.1図に示し、防振構造部及び外殻の構造を(イ)－第C.2図に示す。

また、燃料装荷時の輸送容器の全体組立図のうち、タイプAを(イ)－第C.3図、タイプBを(イ)－第C.4図に示す。

C.2 輸送容器の構造

C.2.1 外 殻

(1) 上 蓋 ((イ)－第C.5図参照)

上蓋は長さ mm, 外径 mm, 高さ mm の大きさで、外筒は中央部に mm, 両端部に mm 及びドームプレートに mm の鋼板を使用し、内筒には mm の鋼板を使用している。外筒と内筒の間には、緩衝材及び断熱材として を充填している。

上蓋には、 に溶接により取付けている。また、外筒には24個の溶融栓を設けている。

下部容器との接合面は、(イ)－第C.3図及び(イ)－第C.4図に示すように段構造を採用しており、上下面が取扱時に損傷を受けにくいようにしている。

(2) 下部容器 ((イ)－第C.6図参照)

下部容器は長さ mm, 外径 mm, 高さ mm の大きさで、上蓋と同様に中央部に mm, 両端部に mm 及びドームプレートに mm の鋼板を使用し、内筒には mm の鋼板を使用している。

上蓋と同様に外筒と内筒の中間部分には緩衝材及び断熱材として を充填し、外筒には24個の溶融栓を設けている。

下部側端板には、クロスフレーム起立時のストッパを設けている。内筒の長手方向には、ショックマウント取付板に、最大10個のショックマウントを取付けている。

また、下部側にはショックマウントフレームを固定するためのクロスバー固定枠を設けている。

外筒には、上部側ドームプレート面にバルブ類の取扱い口を設け、その外側に断熱を兼ねた保護カバーを取付けている。外筒下面（180°方向）には、両端に枕木を設け、中央部にはフォークリフトガイドを設けている。

また、輸送容器の外側には燃料集合体の装荷、取出し時に使用するスタビライジングバー、及び補助脚等を取付けている。

C. 2. 2 防振構造部

(1) ショックマウントフレーム（(イ)－第C. 7図参照）

ショックマウントフレームは、幅 mm、全長 mmである。

ショックマウントフレームは厚さ mmの板を折り曲げたサイドレールを溶接にて、クロスチューブに取付けた構造となっている。長手方向両側面には、それぞれ10個のショックマウントを取付けている。

サイドレール内側には、クロスフレームを固定のためのマウンティングパットを設けている。

(2) クロスフレーム（タイプA(イ)－第C. 8図参照、タイプB(イ)－第C. 9図参照）

クロスフレームは、タイプAでは幅 mm、長さ mm、タイプBでは幅 mm、長さ mmである。

クロスフレームは、T型に溶接したクロスチューブの端面にユニバーチャンネルを取付けた構造となっている。

燃料集合体を載せる面には全面にわたり厚さ最小 mmのボロンステンレス鋼板（以下スキンと呼ぶ）を取付け、その上に各燃料集合体の支持格子のピッチに合わせて、クッションゴムを取付けている。燃料を収納したとき、隣接した燃料集合体の間隔は mmとしている。

また、トップ及びサイドユニバーチャンネルを使用してクランピングフレームを長手方向にスライドさせ、各燃料集合体の支持格子位置に合わせて固定できる構造としている。

クロスフレームの下部側には燃料集合体を輸送容器に積み込み、取出しを行う際、燃料集合体の重量を支えるボトムサポート（(イ)－第C. 10図参照）を取付けている。上部側には、輸送中の非核燃料炉心構成品及び燃料集合体の軸方向固定用としてトップ端（タイプA(イ)－第C. 11図参照、タイプB(イ)－第C. 12図参照）を取付けている。このトップ端は燃料集合体の積み込み、取出しの際は

ショックマウントフレームのクロスフレームは、輸送時には、固定ボルトにより固定される構造となっている。

(3) クランピングフレーム（タイプA(イ)－第C. 13図、タイプB(イ)－第C. 14図）

クランピングフレームはクロスフレームのユニバーチャンネルに金具類を使用して固定する。

燃料集合体の装荷、取出しの際は、

クラмпングフレームに組み込まれている

C. 2.3 ショックマウント ((イ)–第C.15 図参照)

ショックマウントは輸送時における燃料集合体への衝撃、振動の影響を軽減するため下部容器に20個取付けられ、防振構造部を支えている。ショックマウントは、燃料集合体の型式に応じて2個または4個を取外すことができる。

C. 2.4 補助的機材

燃料集合体の輸送容器への積み込み、取外しの際の輸送容器の転倒防止のため補助脚を装備している。補助脚の使用及び格納状態をタイプA(イ)–第C.16 図、タイプB(イ)–第C.17 図に示す。

また、燃料集合体及び輸送容器の計測・保管及び管理用装備として(イ)–第C.3 図及び(イ)–第C.4 図に示すショック指示計、(イ)–第C.18 図に示すリリースバルブ及び(イ)–第C.19 図(タイプA)または、(イ)–第C.20 図(タイプB)に示す湿度計及びエアバルブを設けている。

(イ)–第C.3 図及び(イ)–第C.4 図に示すショック指示計は、防振構造部の上部端と下部端に、下及び軸方向に取付けられ、輸送容器の取扱い、輸送中の燃料集合体への衝突の有無を監視する。

輸送容器には内圧の上昇を制限するため(イ)–第C.18 図に示すリリースバルブを取付けている。このバルブは、逆止弁構造となっており、内外圧差がmax 0.049MPa・Gに達すると開くよう調整している。

輸送容器には、容器内の湿度を指示するよう、湿度計を取付けている。また容器を加圧または減圧できるよう、エアバルブを取付けている。湿度計及びエアバルブの構造を(イ)–第C.19 図(タイプA)または(イ)–第C.20 図(タイプB)に示す。なおエアバルブはカバーで覆われ、容易に取外すことができないようになっている。このバルブは内圧の上昇では開閉せず、外部から治具を使って押した場合のみ作動する。

リリースバルブ及びエアバルブは、下部容器の上部側に取付けている。

輸送容器には上蓋と下部容器の間を密封するために ゴムのOリングを設けている。(イ)–第C.6 図参照) Oリングは下部容器のフランジ部に設けている溝にはめ込む形で固定している。

C. 3 輸送容器の主要構成材料の材質及び寸法

主要構成材料の材質，寸法を(イ)－第C. 1表に示す。

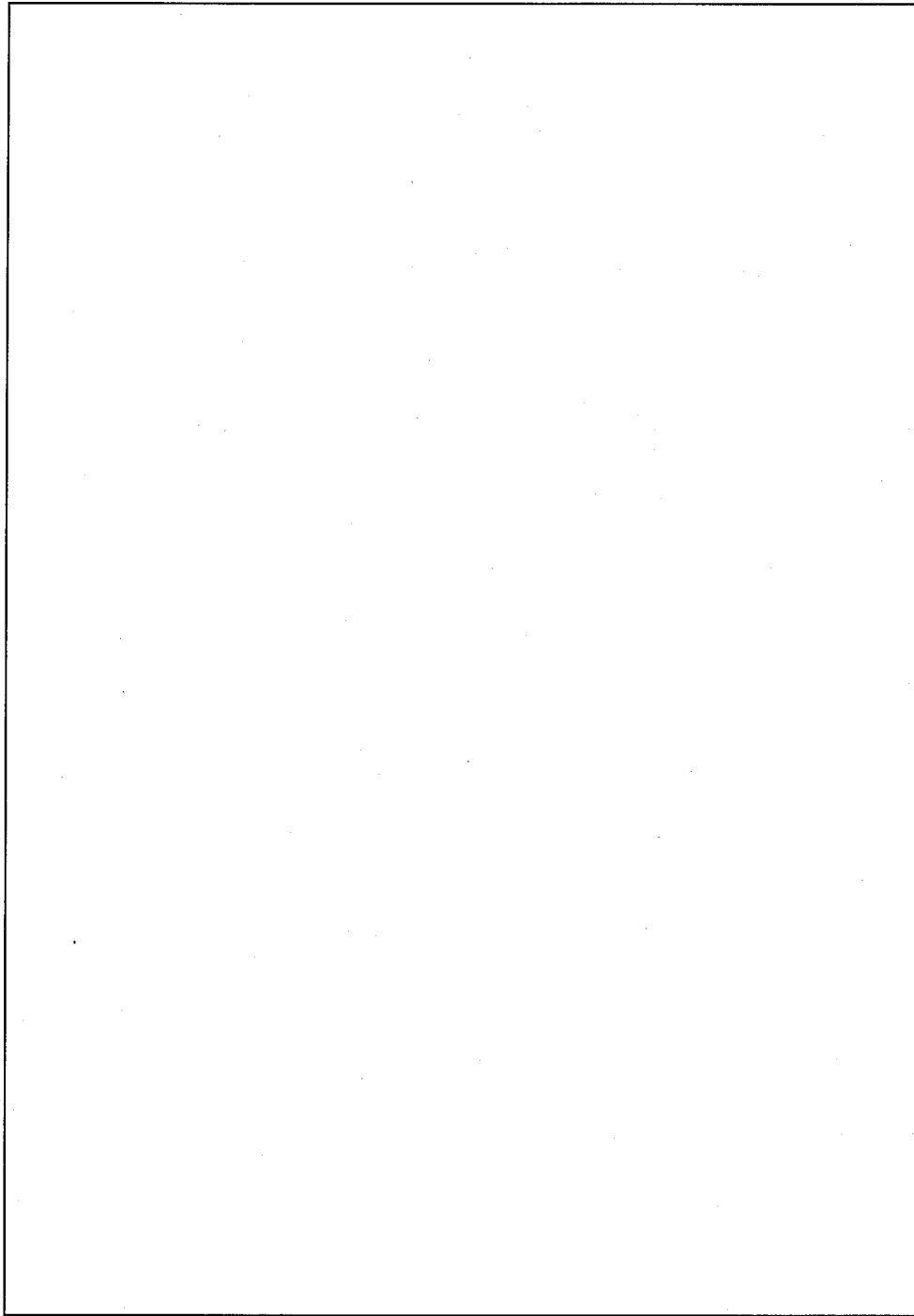
C. 4 輸送容器の寸法及び重量

(イ) 輸送容器の外寸法	MFC-1 (A)型	MFC-1 (B)型
長さ：	約 <input type="text"/> mm	同 左
外径：	約 <input type="text"/> mm	同 左
高さ：	約 <input type="text"/> mm	同 左
(ロ) 輸送容器の重量	MFC-1 (A)型	MFC-1 (B)型
重量：	約 <input type="text"/> kg	同 左

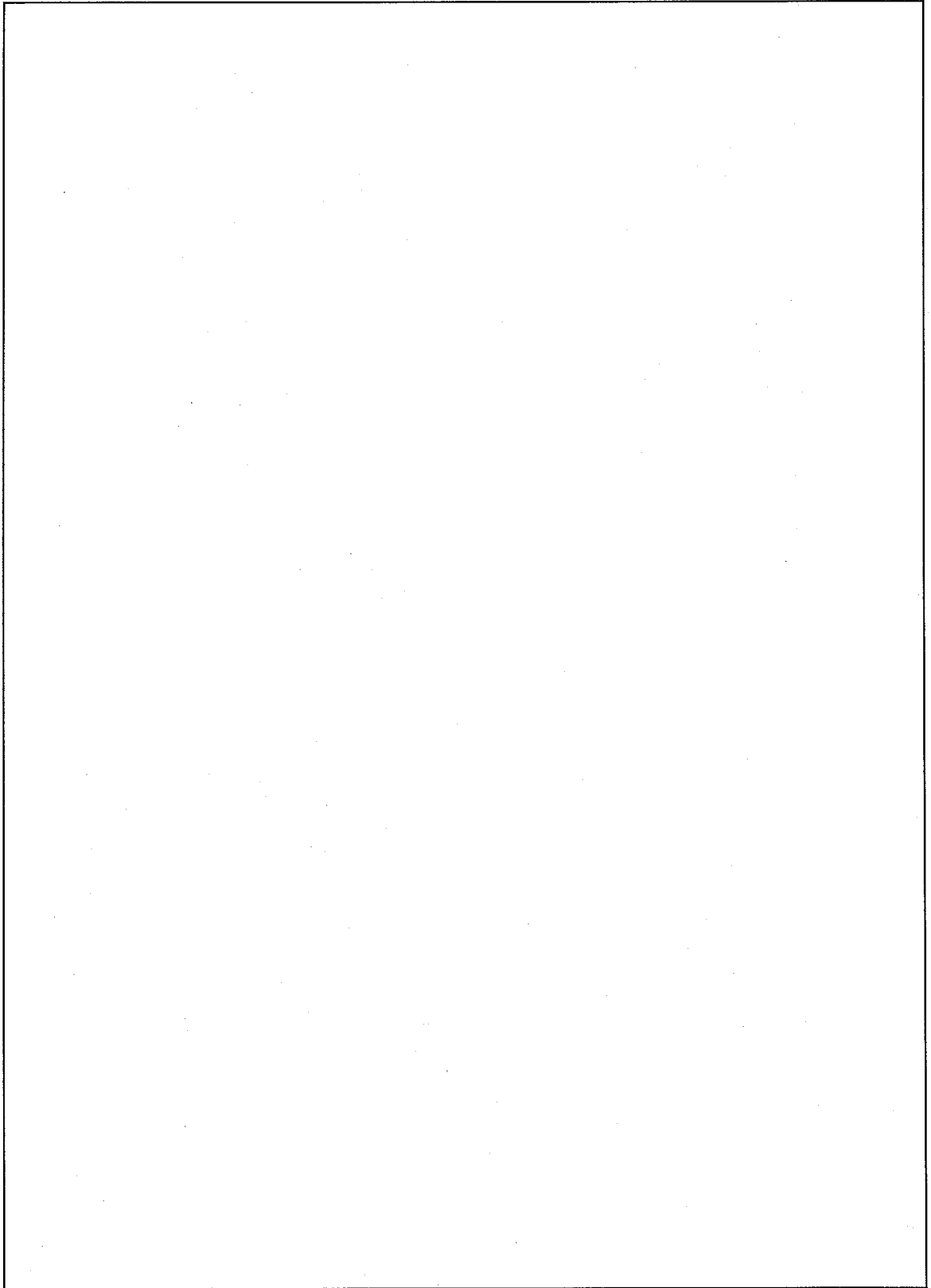
C. 5 密封境界

本輸送容器には密封装置としての構成部品はなく，密封境界は燃料被覆管と燃料棒端栓から構成される。

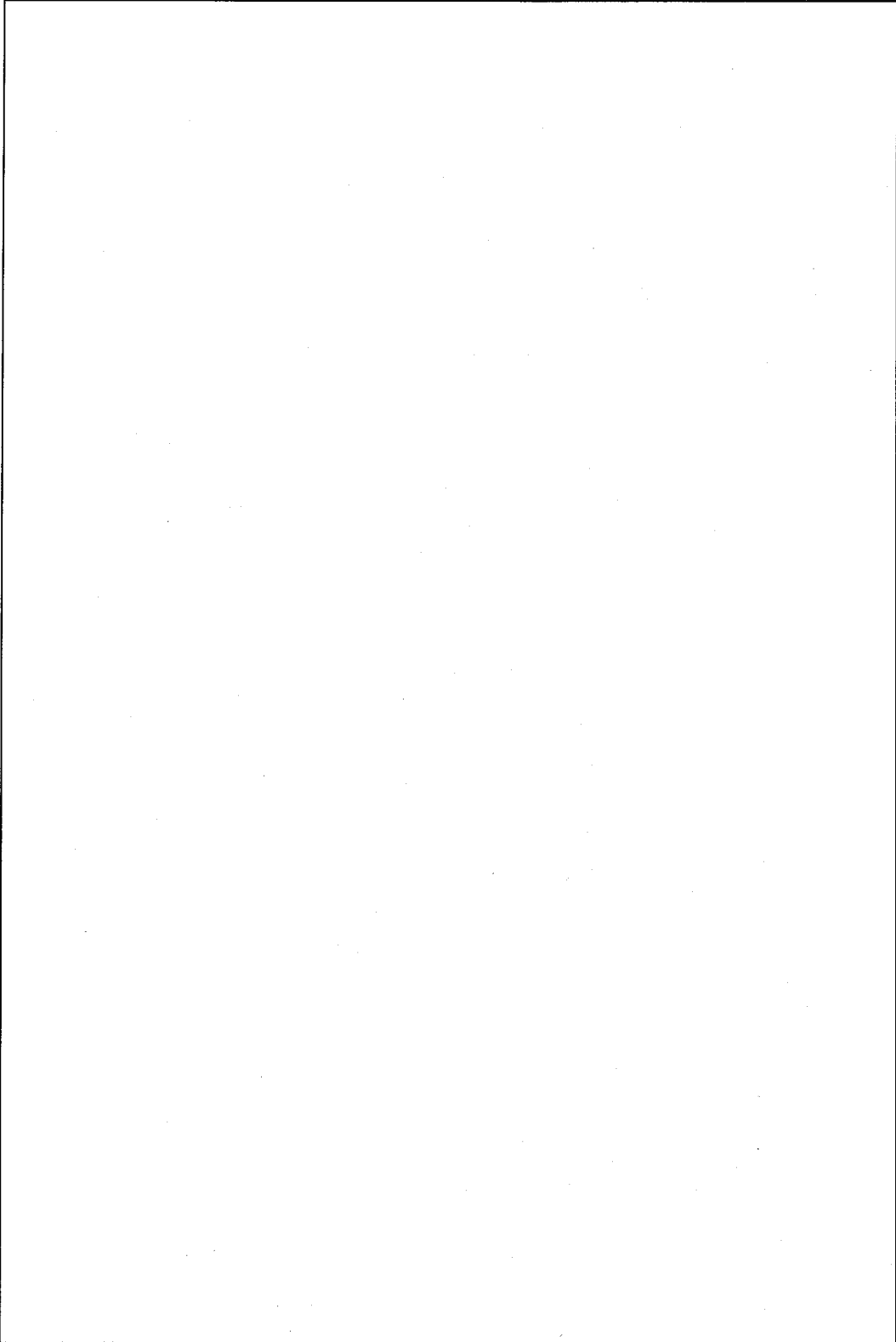
密封境界を(イ)－第C. 21 図に示す。



(イ)-第C.1図 全体鳥瞰図

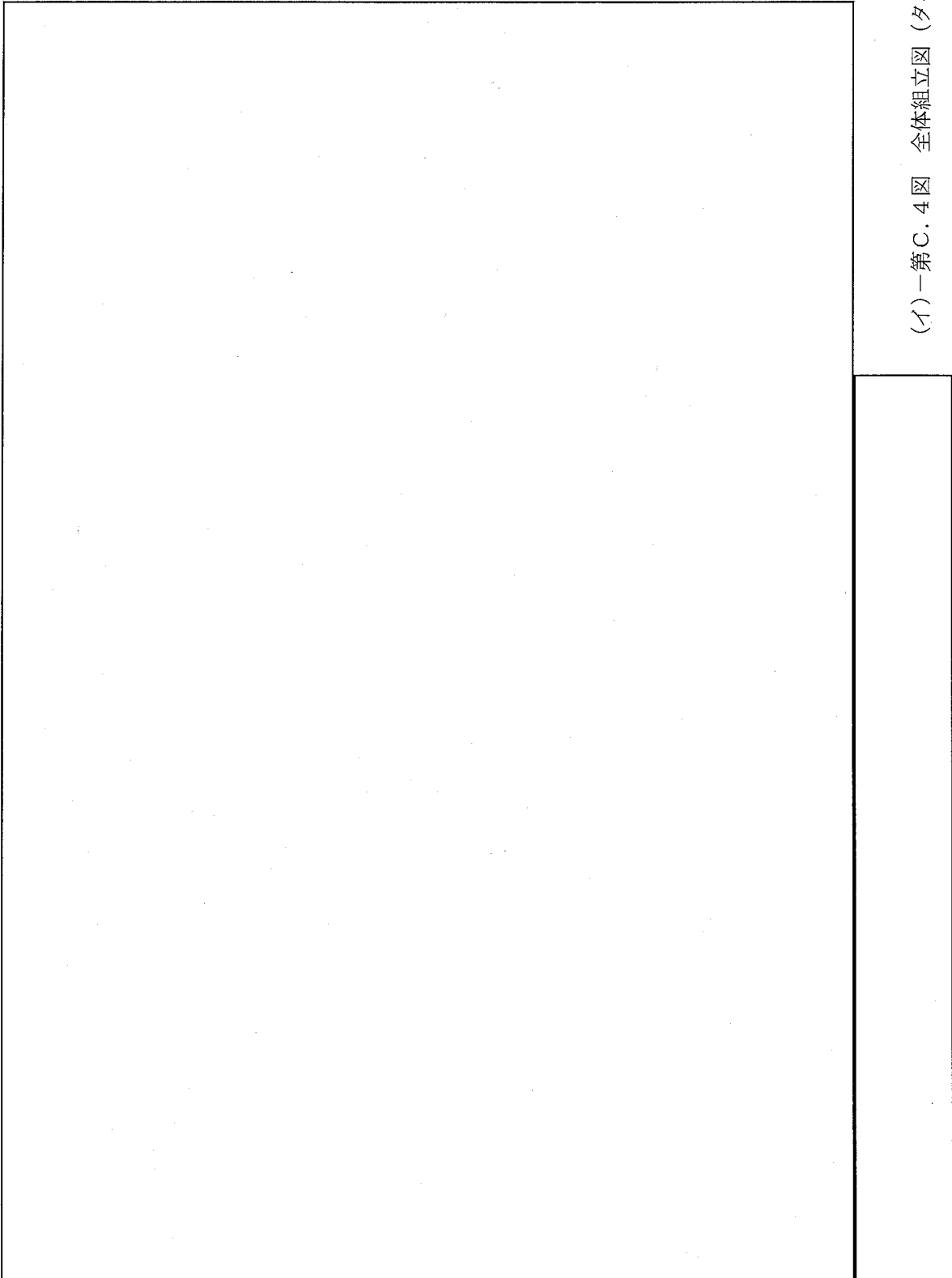


(イ)－第C. 2図 防振構造部及び外殻

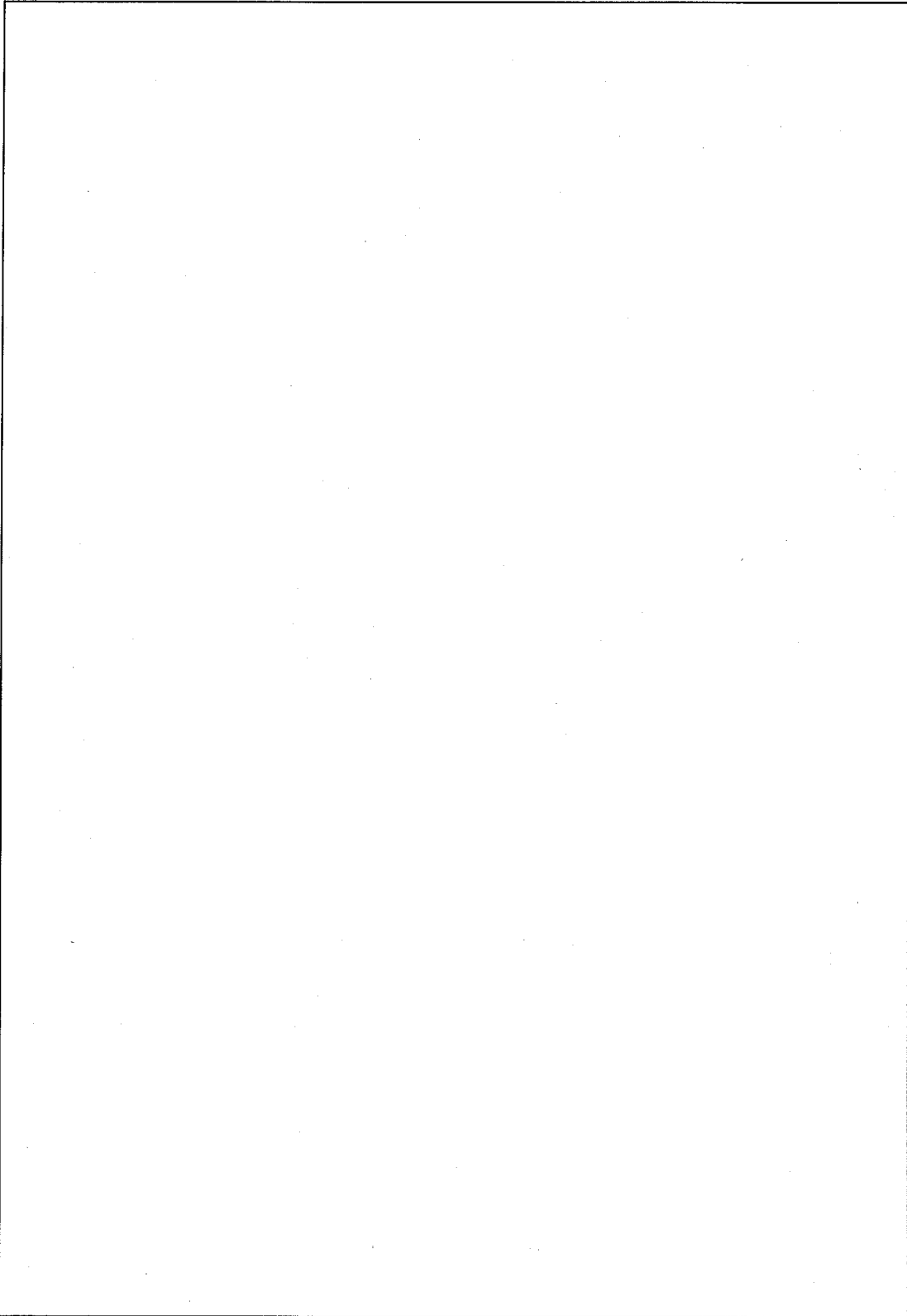


(イ)ー第C.3図 全体組立図 (タイプA)

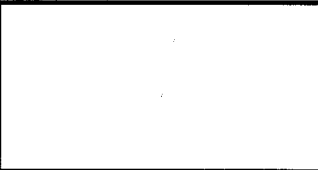




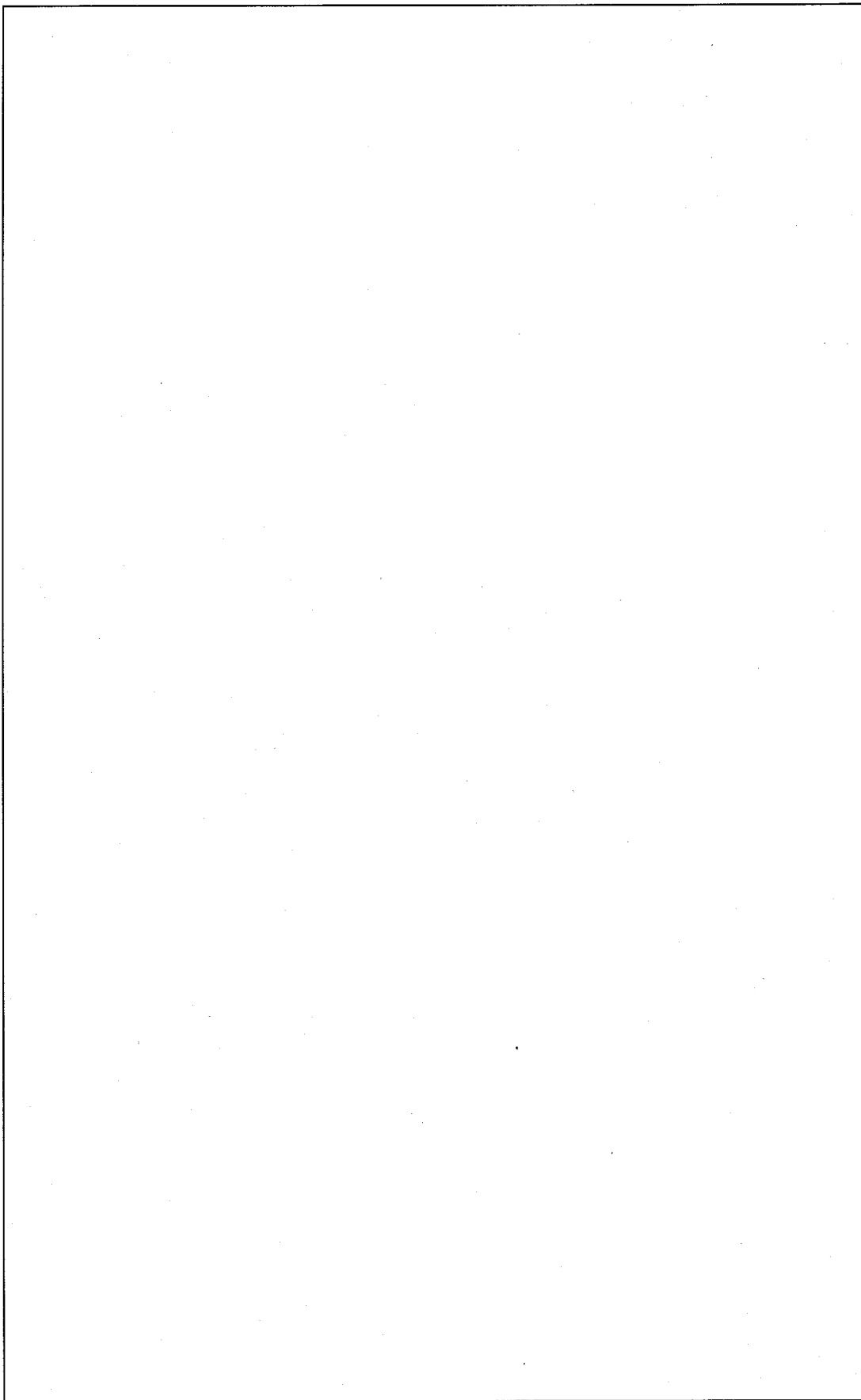
(イ)－第C.4図 全体組立図 (タイプB)



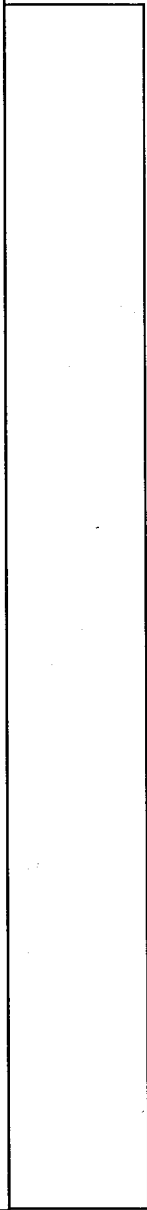
(1)-第C.5図上蓋

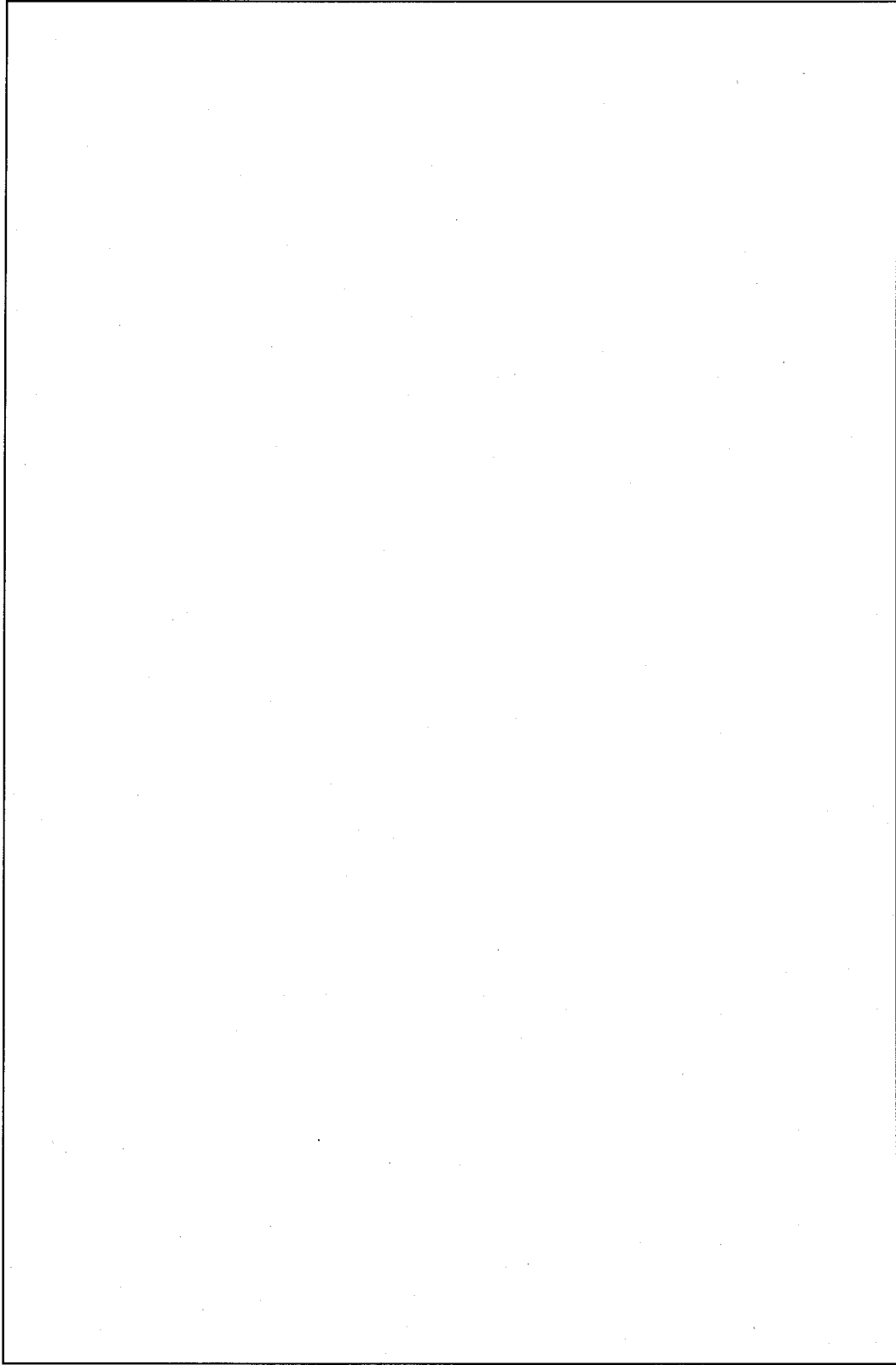


(1)-C-9



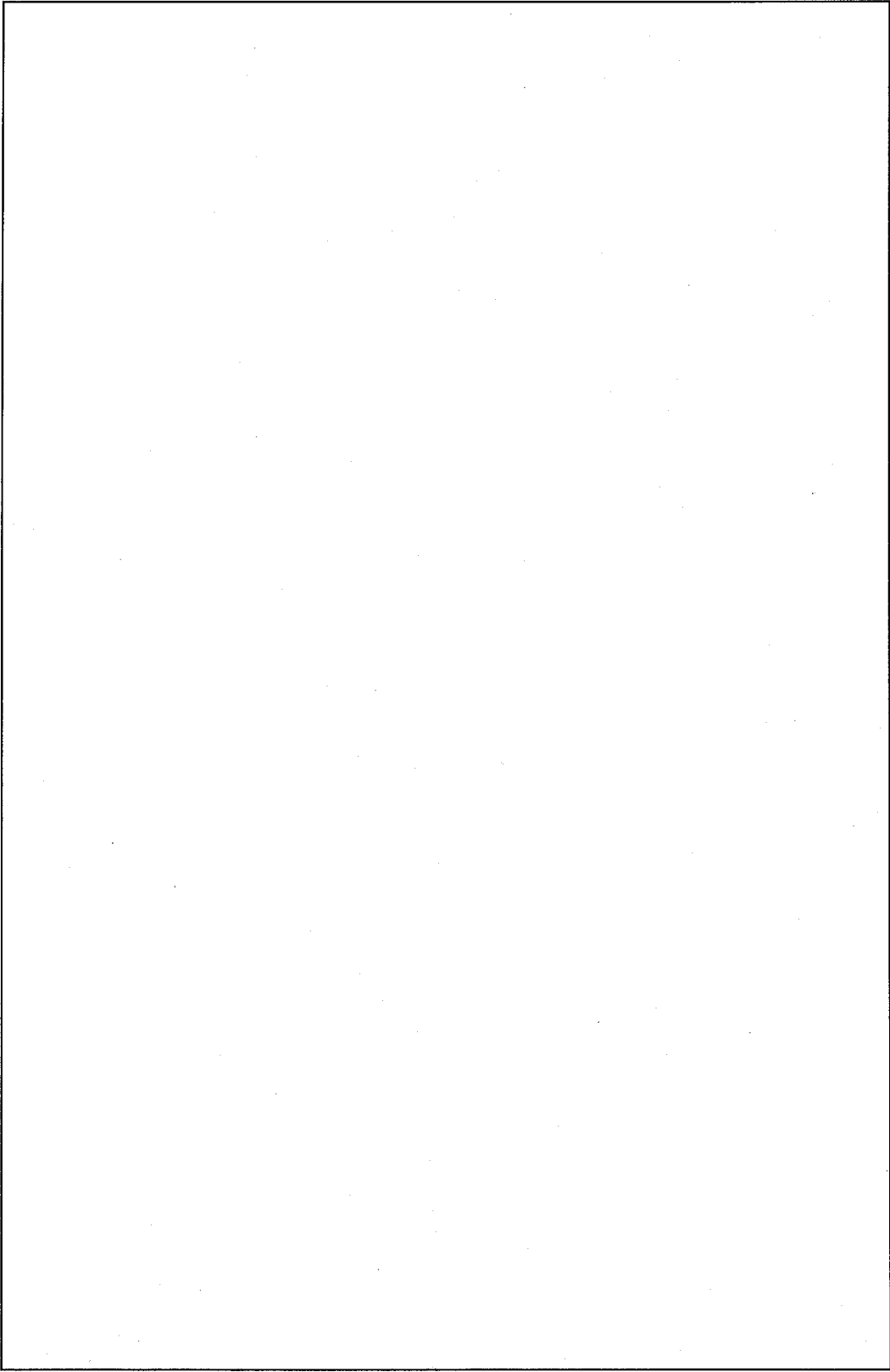
(イ) - 第C.6図 下部容器





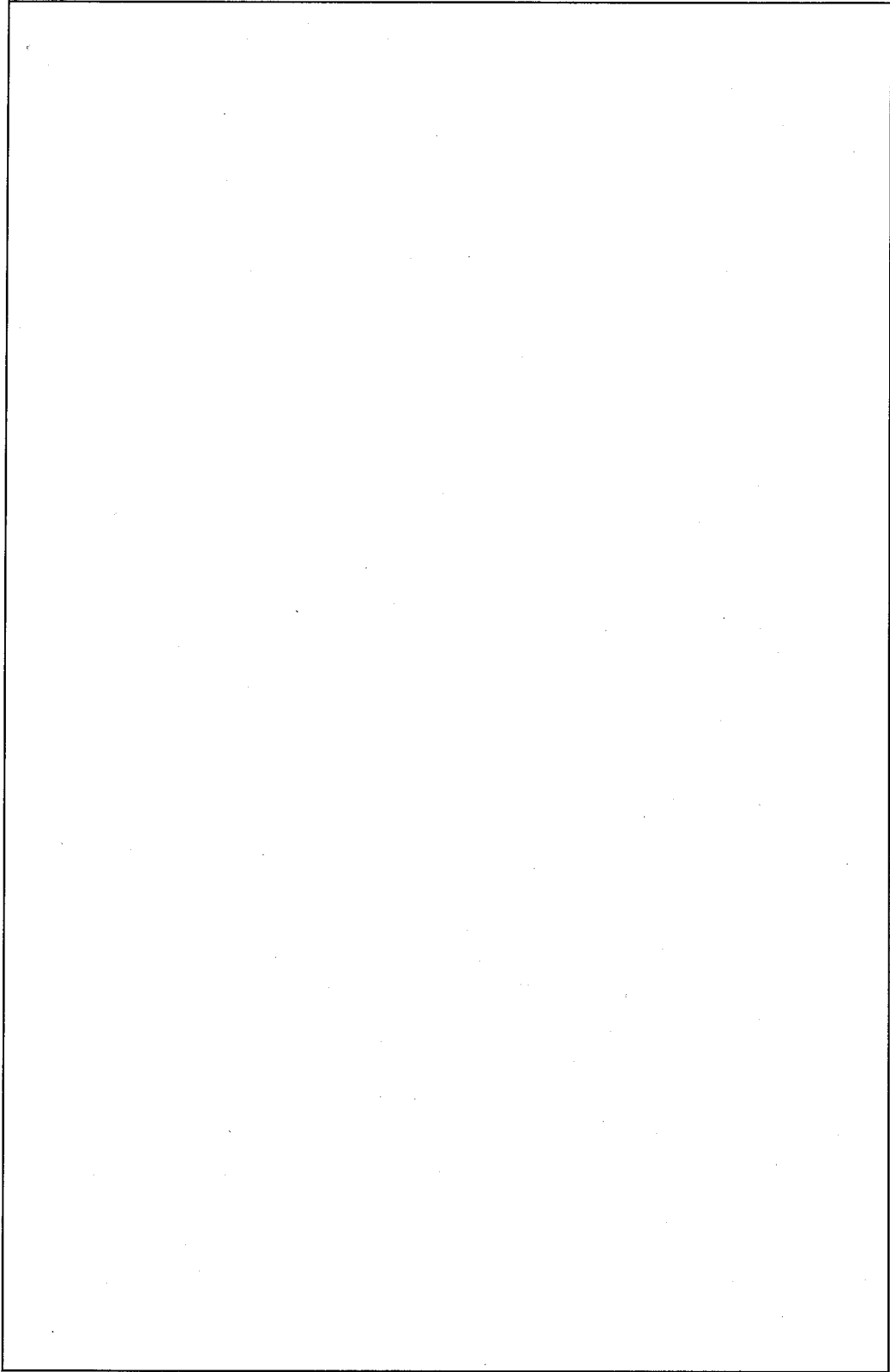
単位：mm

(イ)ー第C.7図 ショックマウントフレーム



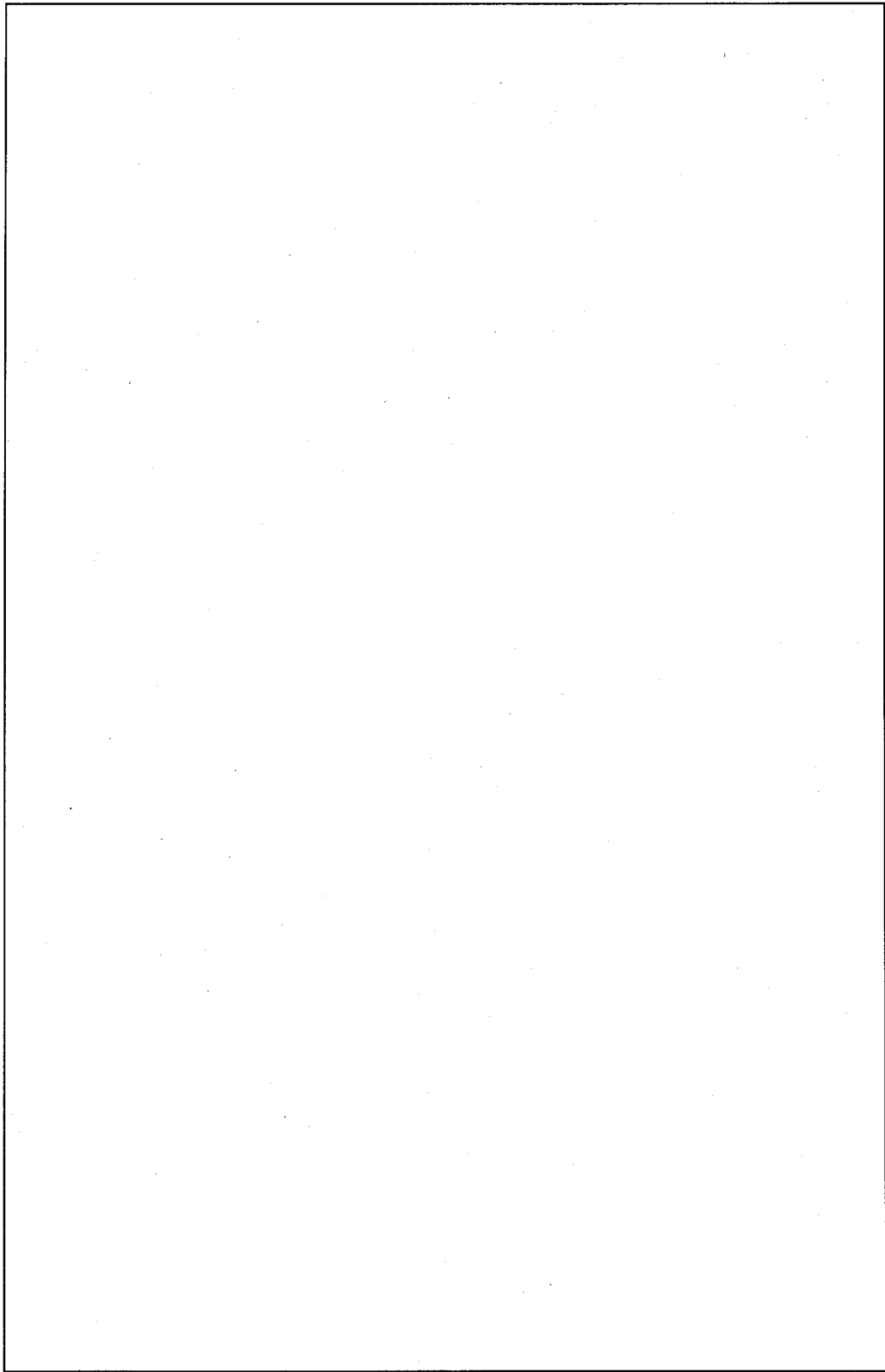
単位：mm

(イ)－第C.8図 クロスフレーム (タイプA)

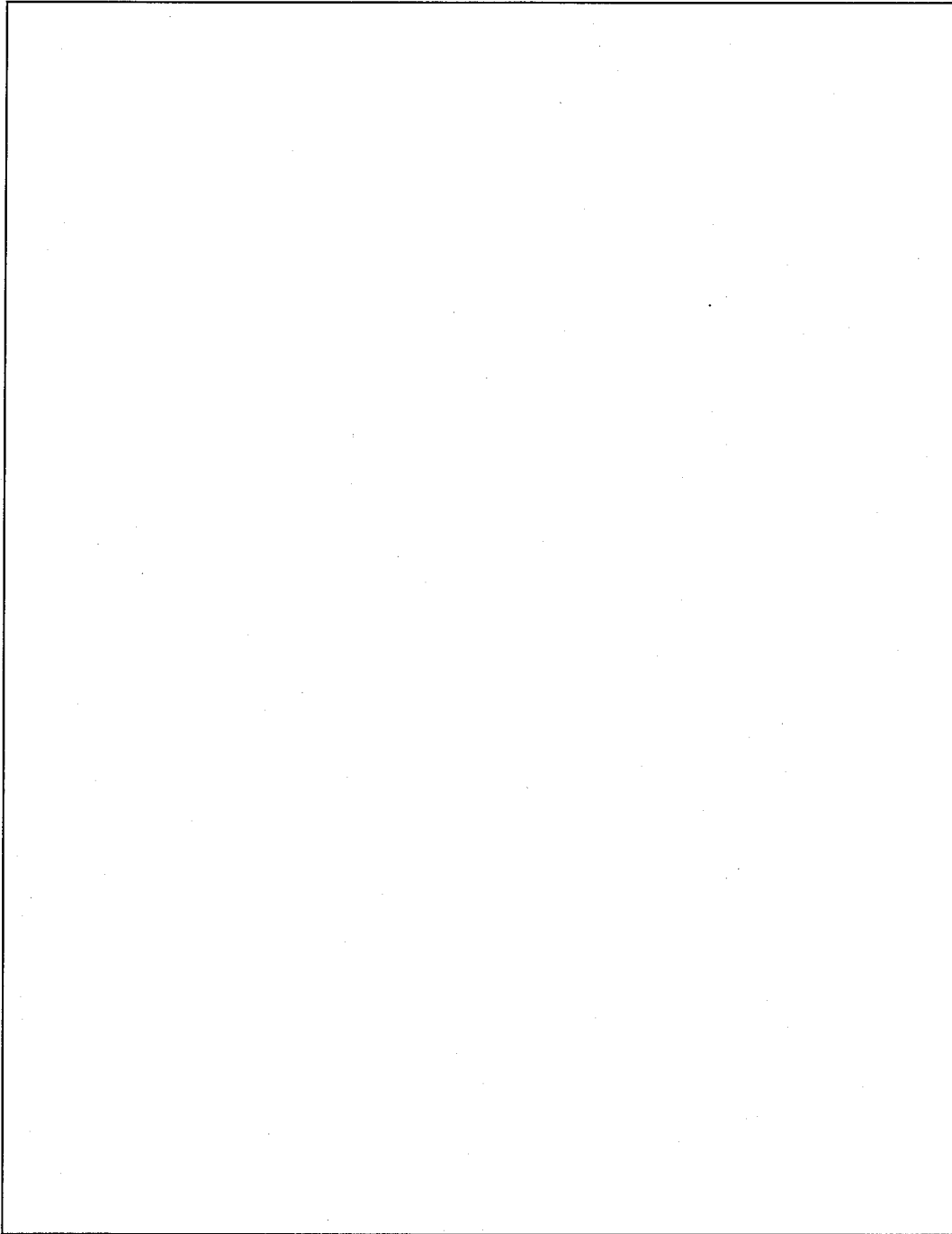


単位：mm

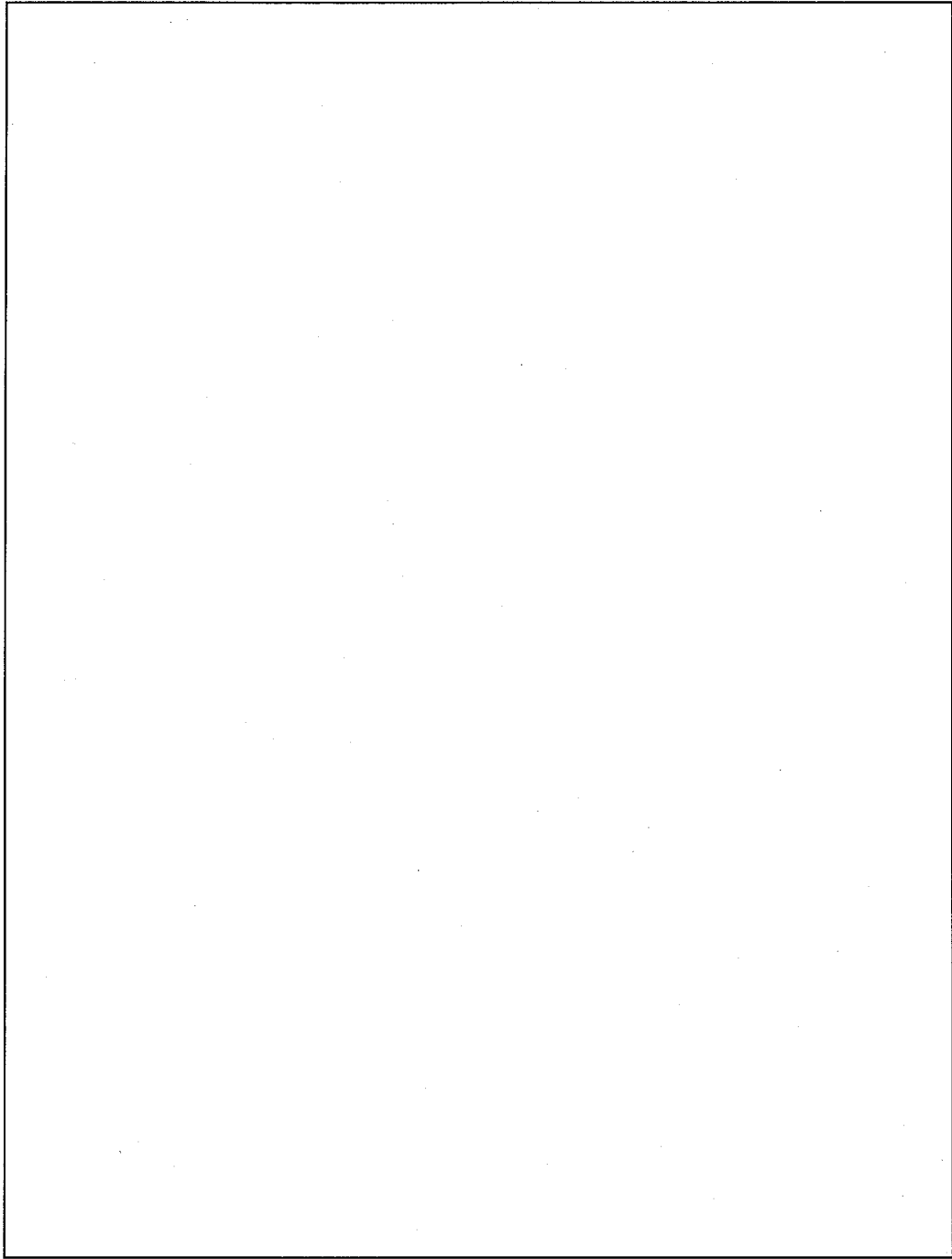
(イ)ー第C.9図 クロスフレーム (タイプB)



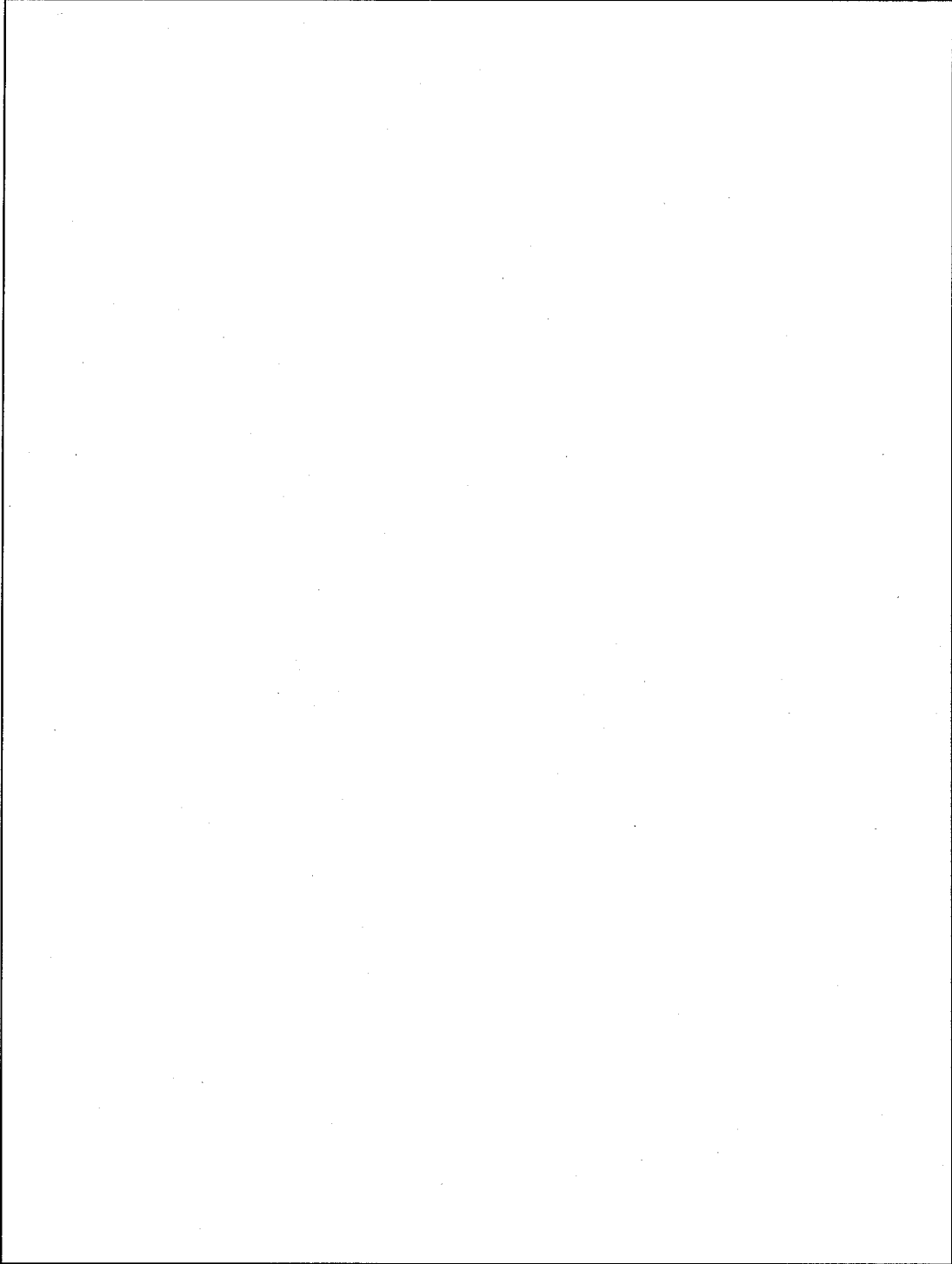
(イ)-第C.10図 ボトムサポート



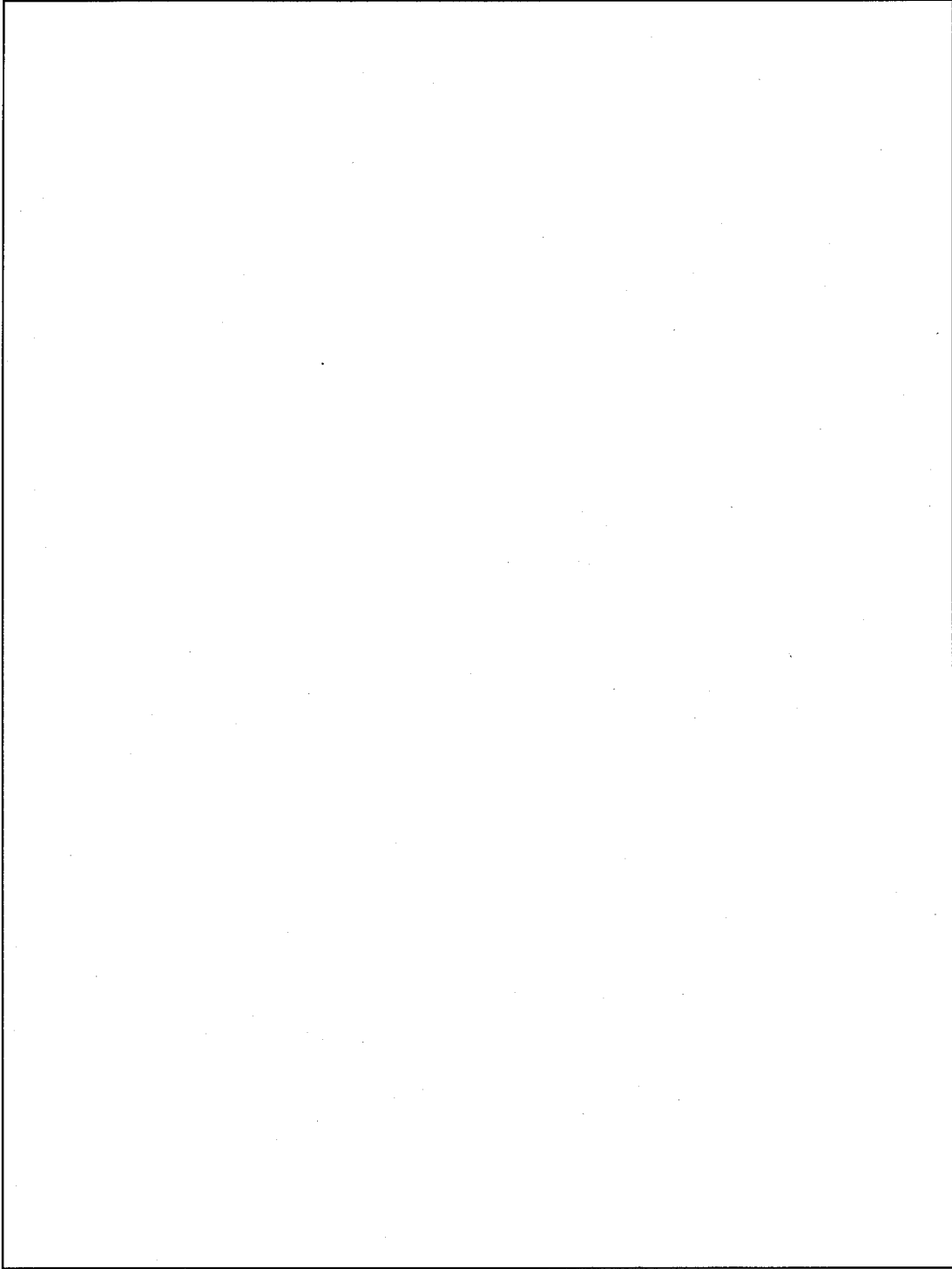
(イ) - 第C.II 図 トップ端 (タイプA)



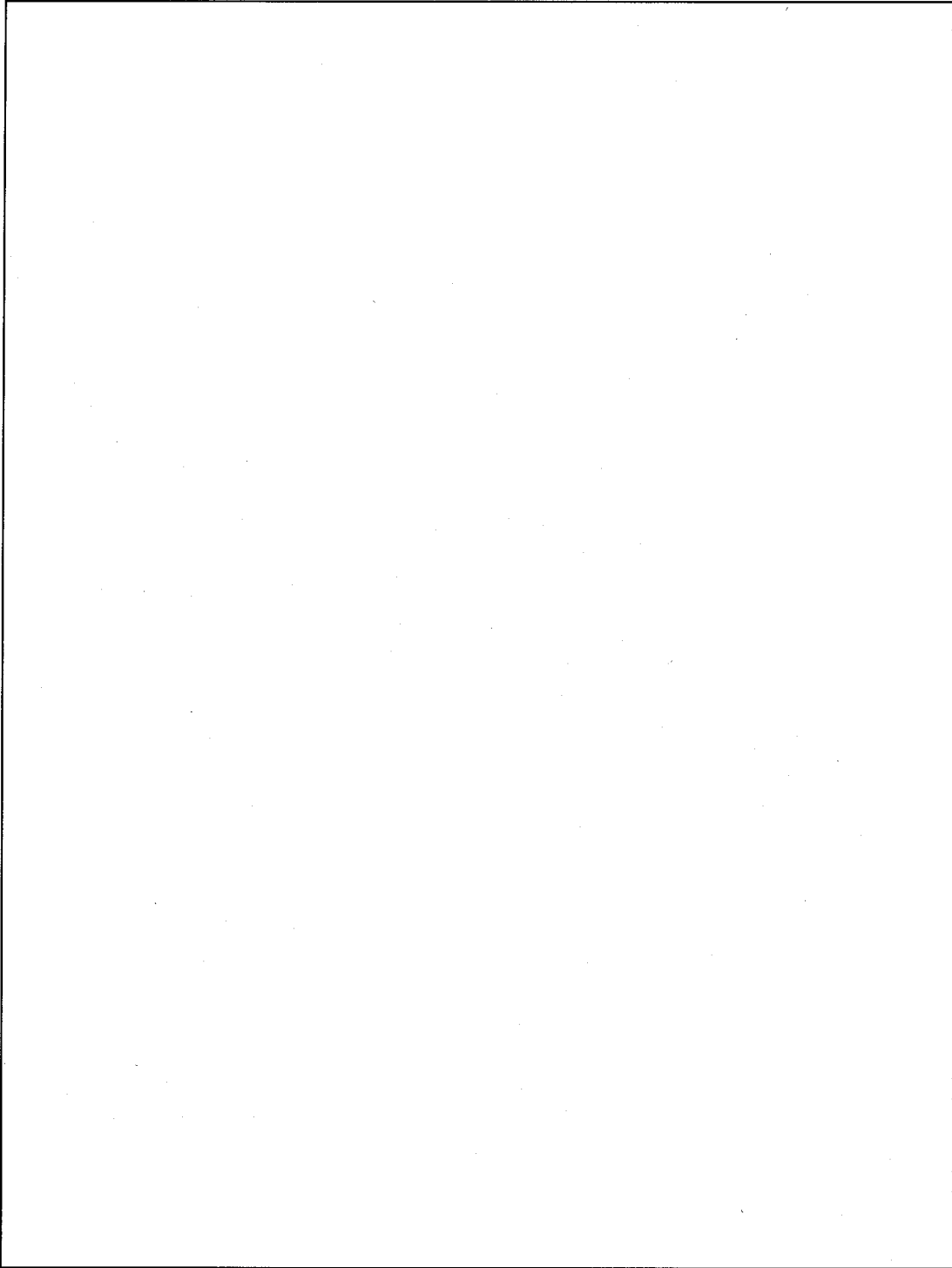
(イ)－第C.12図 トップ端 (タイプB)



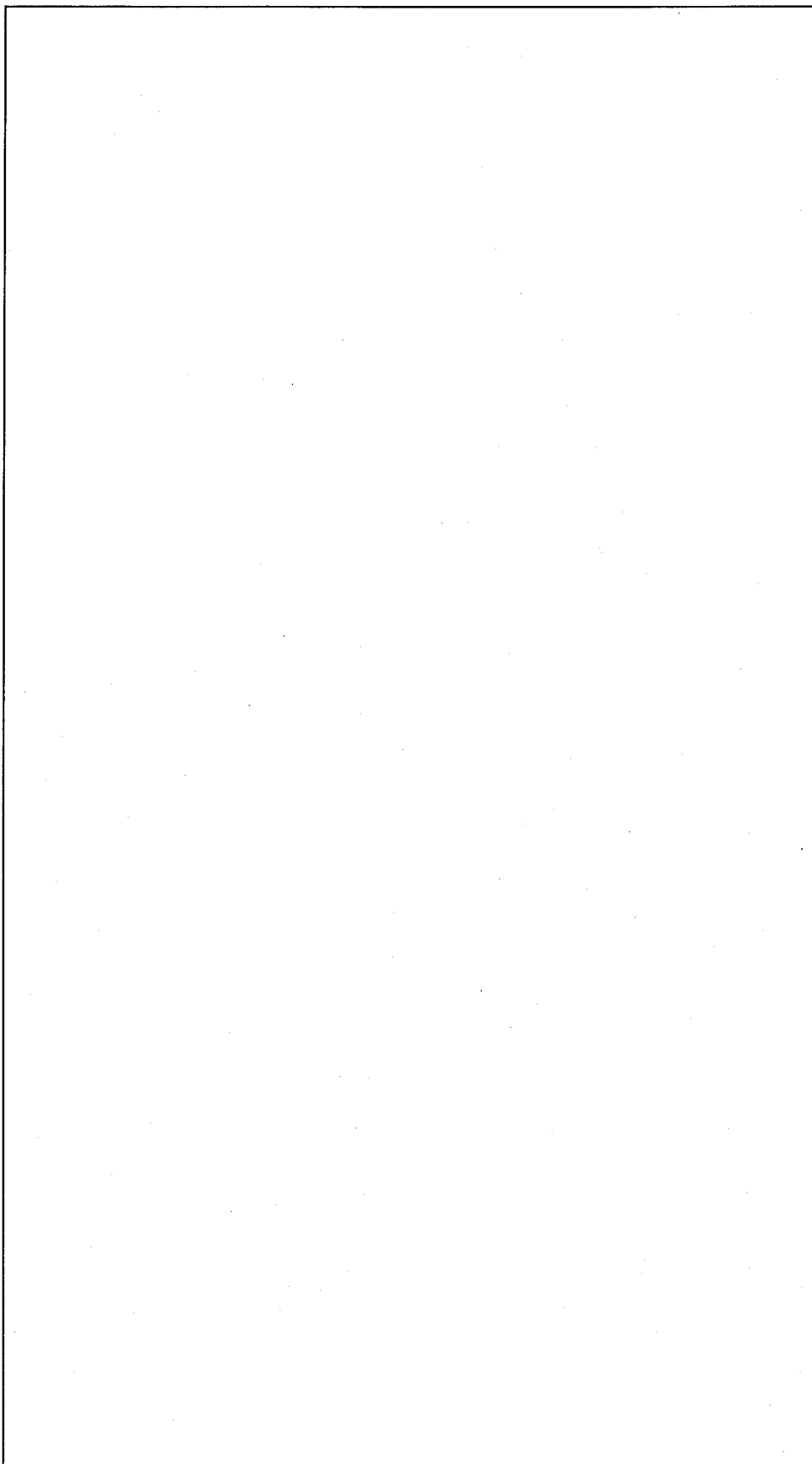
(イ)－第C.18 図 クラッピングフレーム (タイプA)



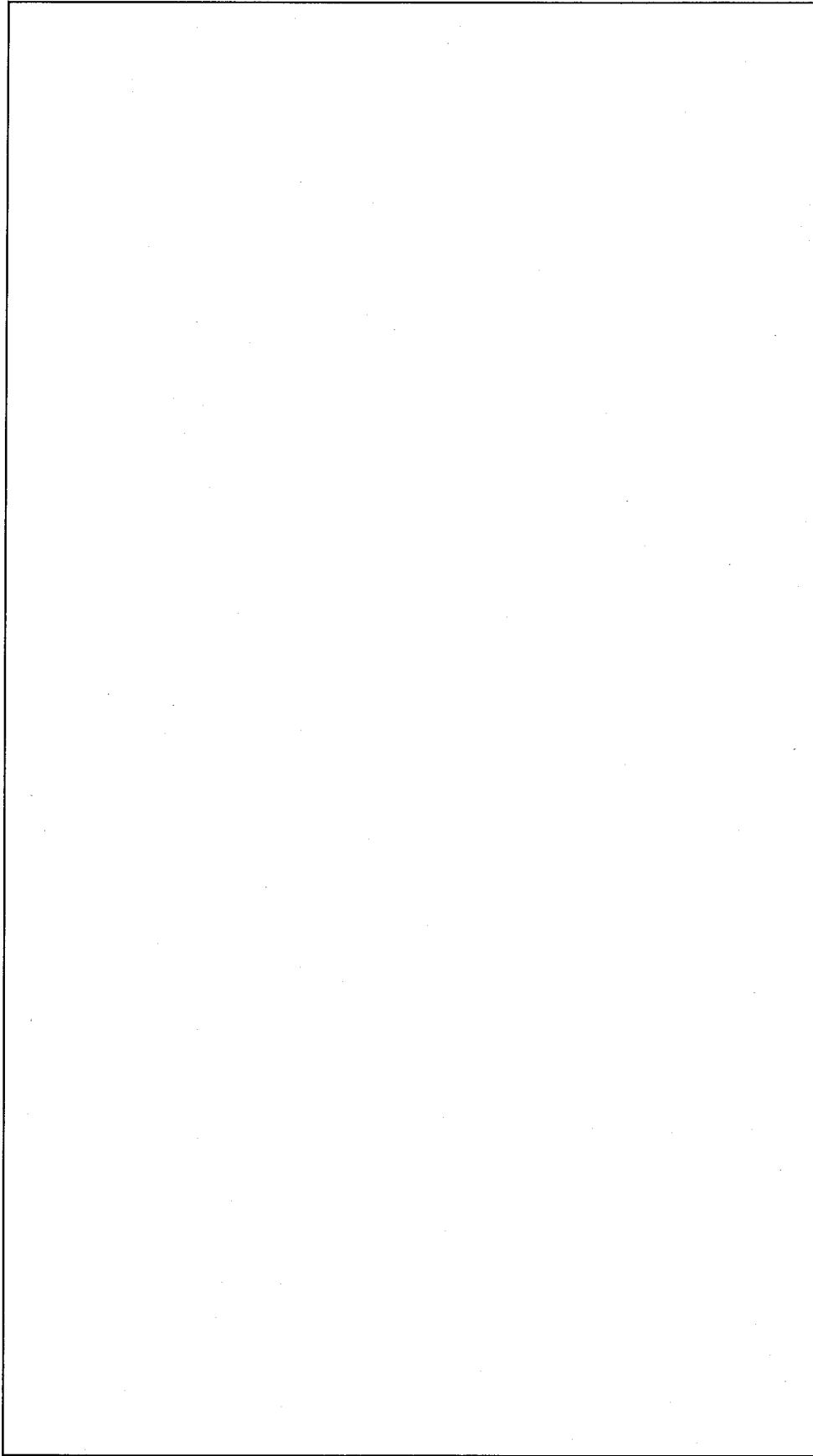
(イ)－第C.14図 クランピングフレーム (タイプB)



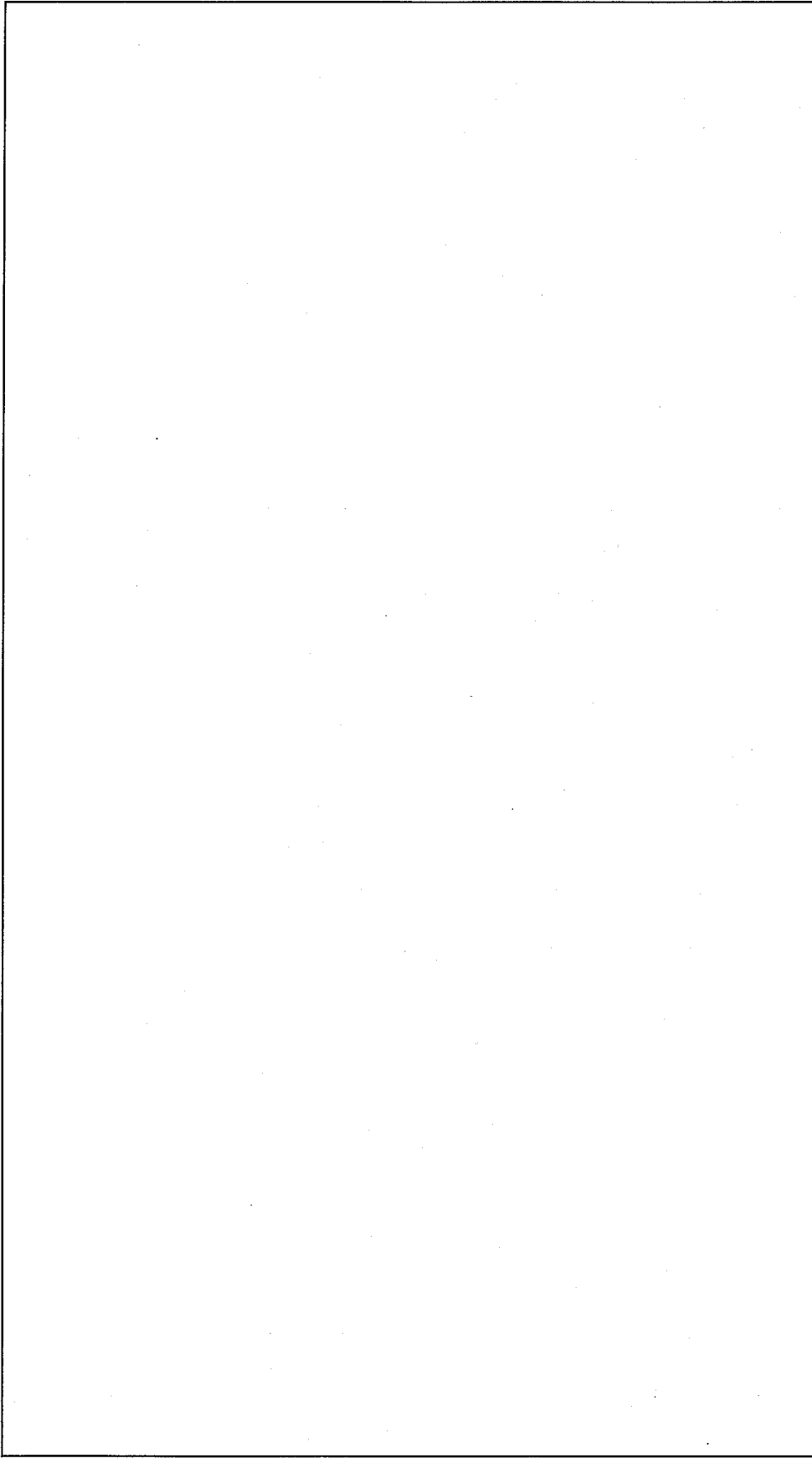
(イ)―第C.15 図 ショックマウント



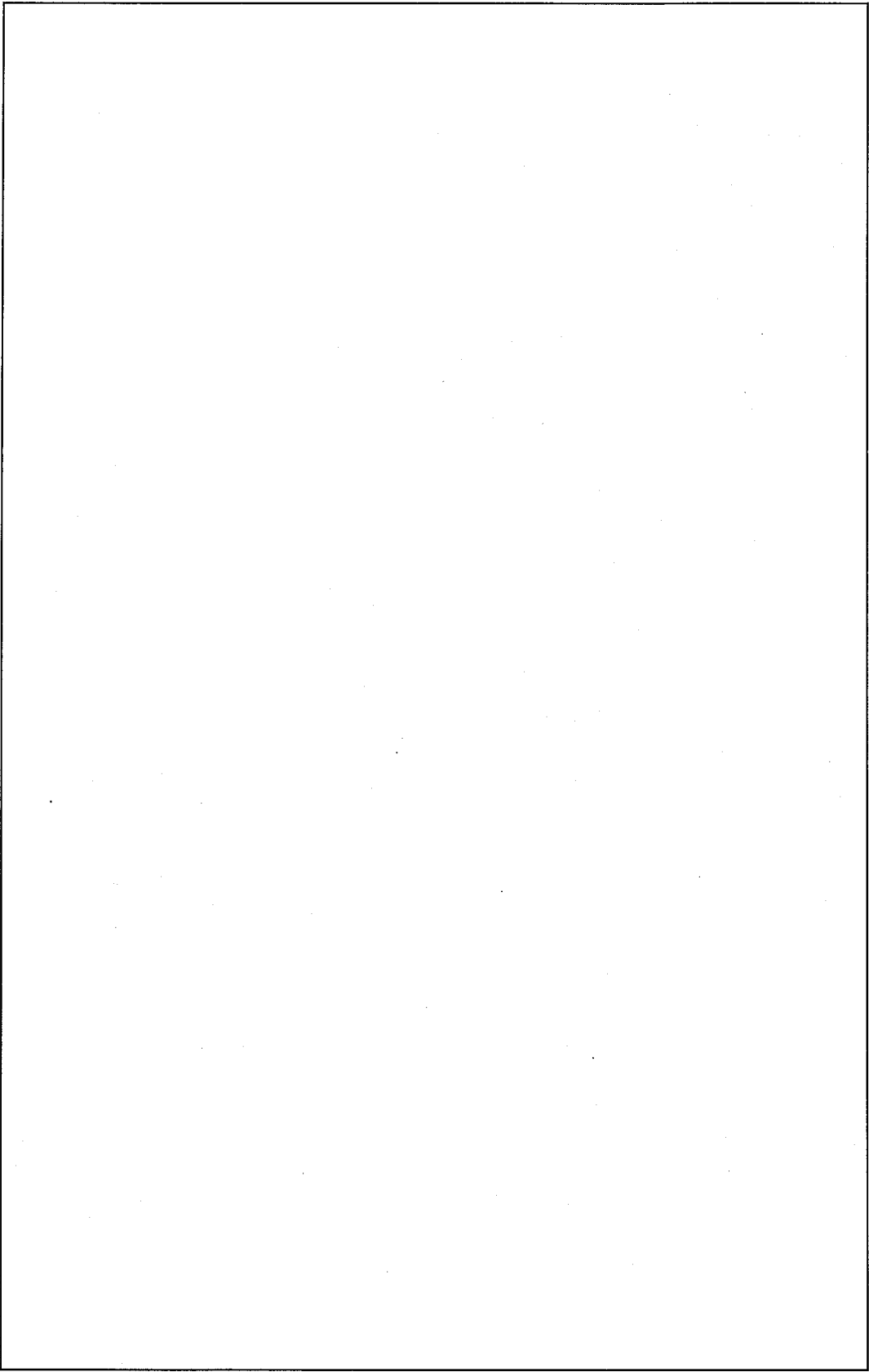
(イ)ー第C.16図 補助的機材 (タイプA)



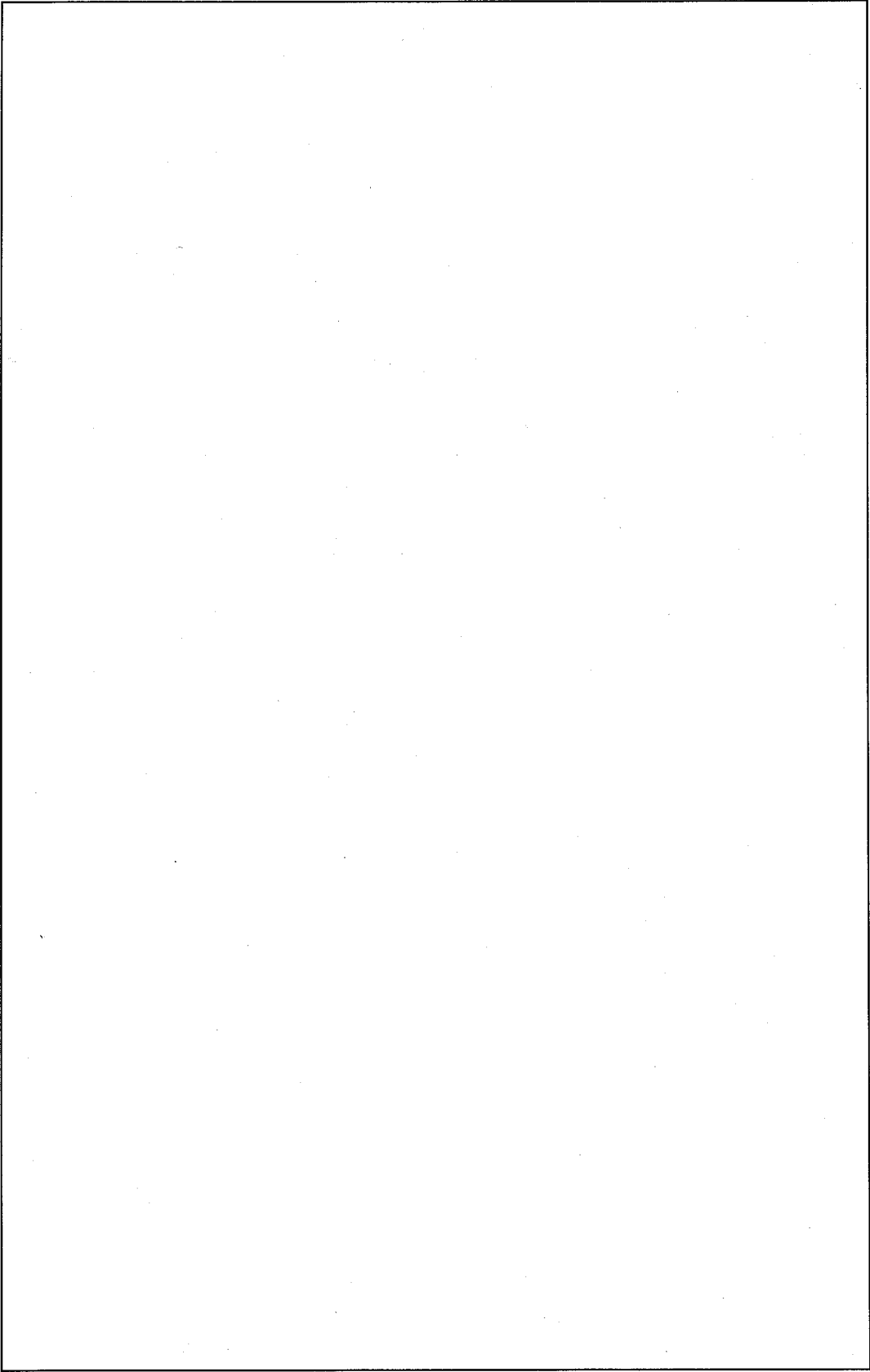
(イ)－第C.17 図 補助的機材 (タイプB)



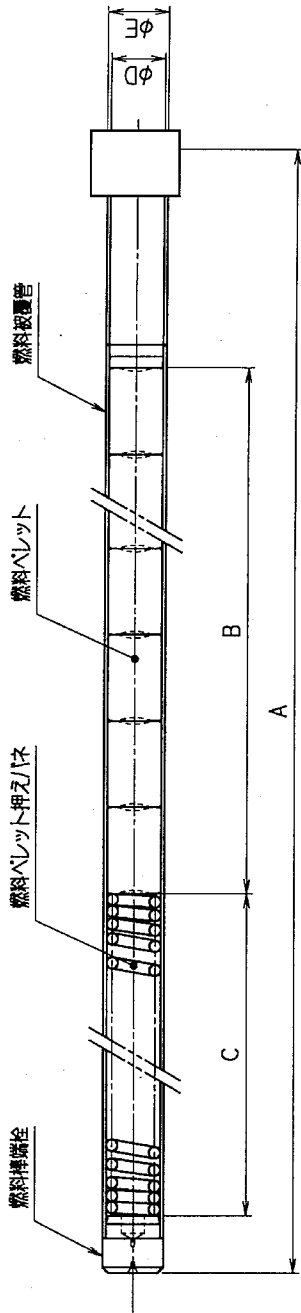
(イ)ー第C.18図 リリーフバルブ



(イ)ー第C.19図 エアバルブ, 湿度計 (タイプA)



(イ)－第C.20 図 エアバルブ, 湿度計 (タイプB)



(注記) 形状は代表例

型式	現行燃料棒					高燃焼度燃料棒				
	A	B	C	φD	φE	A	B	C	φD	φE
14×14 107イト	3207	約 3048	約 □	9.48	10.72	—	—	—	—	—
14×14 127イト	3856	約 3642	約 □	9.48	10.72	3866	約 3642	約 □	9.48	10.72
15×15 127イト	3856	約 3642	約 □	9.48	10.72	3866	約 3642	約 □	9.48	10.72
17×17 127イト	3852	約 3648	約 □	8.36	9.5	3856	約 3648	約 □	8.36	9.5
17×17 127イト (改良タイプ)	—	—	—	—	—	3863	約 3648	約 □	8.36	9.5

単位:mm

(イ) - 第C.21 図 密封境界

(イ)-第C. 1表 輸送容器部材一覧表

主たる構造物	主要部材	材質	寸法(mm)	参照図面	
外 殻	上 蓋	外筒	炭素鋼		(イ)-第C. 5図
		外筒	炭素鋼		(イ)-第C. 5図
		ドームプレート	炭素鋼		(イ)-第C. 5図
		内筒	炭素鋼		(イ)-第C. 5図
		フランジ	炭素鋼		(イ)-第C. 5図
		ブラケット	炭素鋼		(イ)-第C. 5図
		締付ボルト	合金鋼		(イ)-第C. 3図, (イ)-第C. 4図
		緩衝材(断熱材)			(イ)-第C. 5図
	下部容器	外筒	炭素鋼		(イ)-第C. 6図
		外筒	炭素鋼		(イ)-第C. 6図
		ドームプレート	炭素鋼		(イ)-第C. 6図
		内筒	炭素鋼		(イ)-第C. 6図
		フランジ	炭素鋼		(イ)-第C. 6図
		ショックマウント取付板	炭素鋼		(イ)-第C. 6図
リブ	炭素鋼	(イ)-第C. 6図			
オリソング		φ10	(イ)-第C. 6図		
緩衝材(断熱材)			(イ)-第C. 6図		
防振構造部	ショックマウント フレーム	サイトレール	炭素鋼		(イ)-第C. 7図
		クロスチューブ	炭素鋼		(イ)-第C. 7図
		ショックマウント			(イ)-第C. 15図
	クロスフレーム	トップフレーム	炭素鋼		(イ)-第C. 8図, (イ)-第C. 9図
		ボトムフレーム	炭素鋼		(イ)-第C. 8図, (イ)-第C. 9図
		クロスチューブ	炭素鋼		(イ)-第C. 8図, (イ)-第C. 9図
		サイトユニバーチャンネル	炭素鋼		(イ)-第C. 8図, (イ)-第C. 9図
		トップユニバーチャンネル	炭素鋼		(イ)-第C. 8図, (イ)-第C. 9図
		スキソ	ボロンステンレス鋼		(イ)-第C. 8図, (イ)-第C. 9図

備考 []内数値は、タイプBの寸法を示す。

主たる構造物	主要部材		材質	寸法(mm)	参照図面
	クロスフレーム	ク ッ シ ョ ン			(イ) - 第 C. 8 図, (イ) - 第 C. 9 図
		クランピングフレーム	炭素鋼		(イ) - 第 C. 13 図, (イ) - 第 C. 14 図
		支持格子用パッド	炭素鋼		(イ) - 第 C. 13 図, (イ) - 第 C. 14 図
		支持格子押えボルト	炭素鋼		(イ) - 第 C. 13 図, (イ) - 第 C. 14 図
		シャッキスクリュー	合金鋼		(イ) - 第 C. 11 図, (イ) - 第 C. 12 図
		固定枠	炭素鋼		(イ) - 第 C. 11 図, (イ) - 第 C. 12 図
		ボトムサポート	炭素鋼		(イ) - 第 C. 10 図
		ア ク ス ル	炭素鋼		(イ) - 第 C. 10 図
補助的機材		湿度計			(イ) - 第 C. 19 図, (イ) - 第 C. 20 図
		リリーフバルブ			(イ) - 第 C. 18 図
		補助脚	炭素鋼		(イ) - 第 C. 16 図, (イ) - 第 C. 17 図
		エアバルブ			(イ) - 第 C. 19 図, (イ) - 第 C. 20 図
		乾燥剤収納箱	炭素鋼		(イ) - 第 C. 3 図 (イ) - 第 C. 4 図
		枕 木	木材		(イ) - 第 C. 6 図
		ショック指示計	ステンレス鋼		(イ) - 第 C. 3 図 (イ) - 第 C. 4 図

備考 []内数値は、タイプBの寸法を示す。

イ章D 輸送容器の収納物

(イ)－D 輸送容器の収納物

D. 1 収納物の説明

輸送容器の収納物は、加圧水型軽水炉用燃料集合体（非核燃料炉心構成品を内蔵する場合を含む）である。

燃料集合体の形式は、14×14型10フィート、14×14型12フィート、15×15型12フィート及び17×17型12フィートであり、それぞれの燃料集合体には、二酸化ウラン燃料集合体またはガドリニア入り二酸化ウラン燃料集合体がある。

ガドリニア入り二酸化ウラン燃料集合体は、二酸化ウラン燃料棒（濃縮度5.0wt%以下）とガドリニア入り二酸化ウラン燃料棒（濃縮度3.3wt%以下、ガドリニア濃度 wt%以下）からなる。

また、各タイプの燃料集合体は燃焼度48GWD/MTUまで燃焼される燃料（以下「現行燃料」と称す）と、燃焼度55GWD/MTUまで燃焼される燃料（以下「高燃焼度燃料」と称す）とが有り、燃焼度48GWD/MTUまで燃焼される燃料棒の材質はジルカロイ-4が用いられ、燃焼度55GWD/MTUまで燃焼される燃料棒の材質はMDA又はZIRLOが用いられている。

構造はいずれの燃料集合体とも型式毎ほぼ同じであり、(イ)－第D. 1図、第D. 2図、第D. 2 a図、第D. 3図、第D. 3 a図、第D. 4図、第D. 4 a図、第D. 4 b図及び第D. 4 c図に示すように燃料棒、支持格子、上部ノズル、下部ノズル、炉内計装用案内シンプル、制御棒用案内シンプル等から構成されている。支持格子はインコネル又はジルカロイの薄板を格子状に組立て、ロウ付けまたは溶接したものであり、このうち燃料集合体の中央部に用いられる支持格子には原子炉での冷却水の混合を助長し、熱除去の効率を高めるためにミキシングベーンがついているものがある。((イ)－第D. 5図参照)

燃料集合体の上部及び中間部の支持格子には、14×14型10フィート及び12フィート燃料集合体においては制御棒用案内シンプルを、15×15型及び17×17型12フィート燃料集合体（HTP燃料集合体を除く）においては制御棒用案内シンプル及び炉内計装用案内シンプルと固定するためステンレス鋼製スリーブがロウ付けまたは溶接され、下部に用いられている支持格子には、制御棒用案内シンプルと固定するためのインサートまたはグリッドロッキングリング（HTP燃料集合体）が取り付けられている。((イ)－第D. 5図参照)

14×14型10フィート及び12フィート燃料集合体の制御棒用案内シンプル及び15×15型及び17×17型12フィート燃料集合体の制御棒用案内シンプル及び炉内計装用案内シンプルは、上部及び中間部の各支持格子のスリーブと拡管加工により、HTP燃料集合体においては支持格子と直接溶接により接合され、同時に下部支持格子のインサートを通じ

(HTP燃料集合体は直接) 下部端栓と下部ノズルがシンプルスクリューによって固定され、ピン止めまたはかしめにより脱落を防止し、スケルトン組立体が形成されている。

(イ) ー第D. 6 図, 第D. 7 図, 第D. 8 図及び第D. 9 図参照)

スケルトン組立体には、14×14型10フィート及び12フィートにおいては、中央部の炉内計装用案内シンプルと燃料棒が挿入されて、また、15×15型及び17×17型12フィートにおいては、燃料棒が挿入されて支持格子押えばねによって支持格子に固定されている。

これらによって燃料棒の相互の位置、すなわち水路間隔を保持するとともに、炉内での温度上昇に伴う燃料棒の熱膨張及び照射成長を許しうる構造になっている。制御棒案内シンプルと上部ノズルは、アダプタプレートに溶接されたスリーブとの拡管加工により、またはロックング (HTP燃料集合体) により固定される。

燃料集合体の構成要素の1つである燃料棒は、燃料棒被覆管、上部端栓、下部端栓、燃料ペレット押えばね及び核分裂性物質である UO_2 ペレットまたはガドリニア入り UO_2 ペレット (14×14型10フィート(イ)ー第D. 10 図参照, 14×14型12フィート, 15×15型12フィート(イ)ー第D. 11 図, (イ)ー第D. 11a 図参照, 17×17型12フィート(イ)ー第D. 12 図, (イ)ー第D. 12a 図, (イ)ー第D. 12b 図及び(イ)ー第D. 12c 図参照) によって構成されている。なお、二酸化ウラン燃料集合体及びガドリニア入り燃料集合体、構造ならびに各部の寸法に差異はない。また、燃料棒及び燃料ペレットに関しても同様である。

輸送物の密封境界は燃料棒としており、被覆管の両端は端栓で密封溶接され、燃料棒内部には、ヘリウムガスが加圧封入されている。溶接された燃料棒の密封性は、ヘリウムガス漏洩検出装置を使用して全数検査を行い、その密封性を保証している。

燃料集合体に内蔵されている非核燃料炉心構成品とは、制御棒クラスタ、バーナブルポイズンアセンブリ、シンプルプラグアセンブリ及び中性子源アセンブリをいう。このうち、大きさ及び重量が最大である(イ)ー第D. 13 図, 第D. 14 図, 第D. 15 図及び第D. 16 図に示す制御棒クラスタの構造について概略説明する。制御棒クラスタの主な目的は、炉内の出力を調整するものであり、スパイダ組立体及び吸収体棒組立体から構成され、それらの接合は吸収体棒組立体をスパイダ組立体にねじ込み、ピン止めされている。

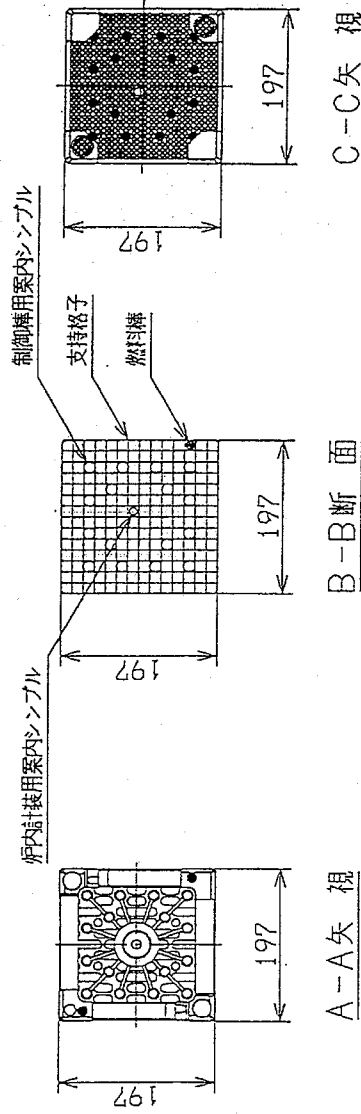
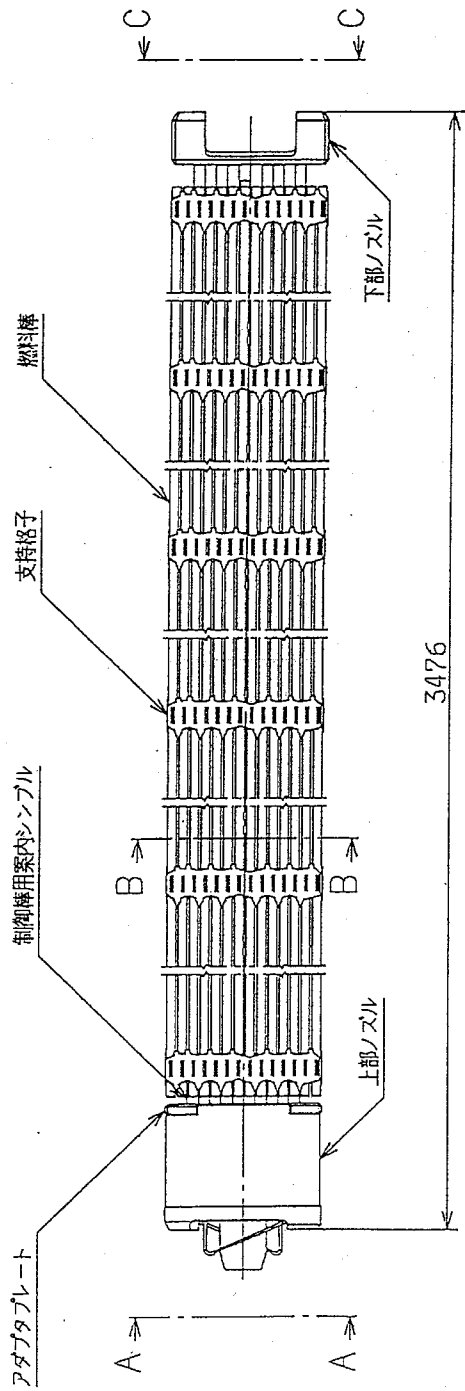
バーナブルポイズンアセンブリは、ホールドダウン組立体及びバーナブルポイズン棒組立体から構成され、それらの接合は、バーナブルポイズン棒組立体をホールドダウン組立体を介してナットで締付け、ピン止めされている。バーナブルポイズンアセンブリを(イ)ー第D. 17 図, 第D. 18 図, 第D. 19 図及び第D. 20 図に示す。

中性子源アセンブリは、別送される中性子源棒とホールドダウン組立体から構成され、この輸送容器ではホールドダウン組立体の部分を収納する。ホールドダウン組立体の構造は、バーナブルポイズンアセンブリと同一構造である。この別送された中性子源棒は、発電所内において組立てられ、燃料集合体に挿入される。

シンプルプラグアセンブリは、燃料集合体の制御棒案内シンプルのバイパス流を制限するために挿入するものである。なお、シンプルプラグアセンブリは、燃料集合体の中で制御棒クラスタ、バーナブルポイズンアセンブリ及び中性子源アセンブリを挿入しない制御棒案内シンプルに挿入される。

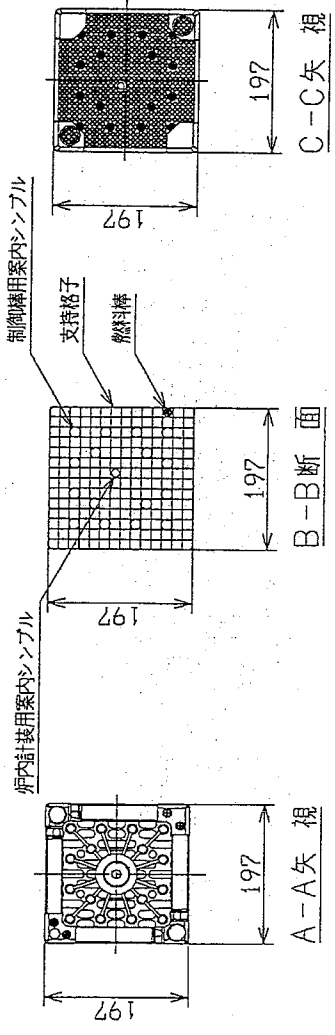
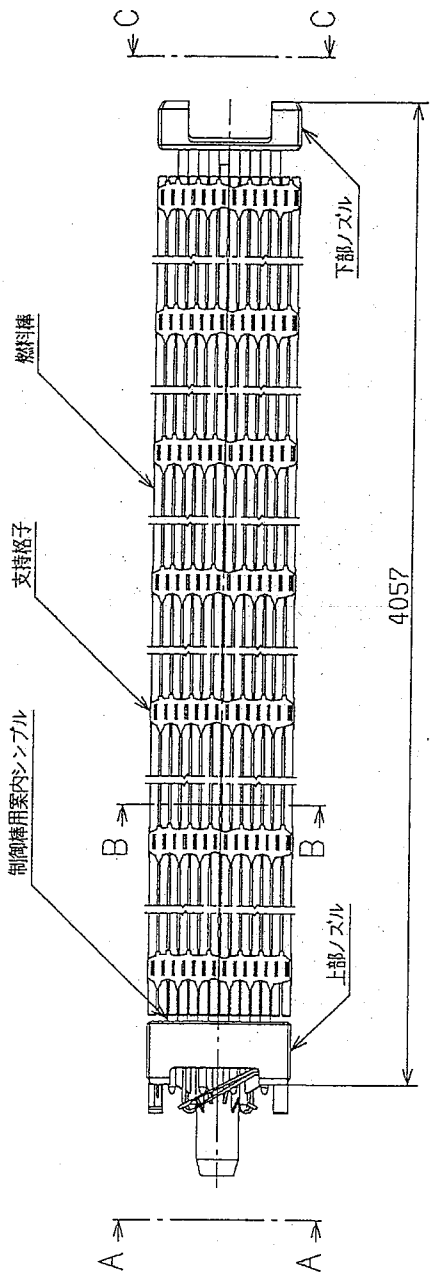
シンプルプラグアセンブリは、(イ)－第D.17図、第D.18図、第D.19図及び第D.20図の図中バーナブルポイズン棒組立体にかわり、すべてシンプルプラグとしたものである。

また、14×14型10フィート燃料集合体を収納する場合には、下部側にスペーサを組み込むことで長さを調整し、燃料集合体を固定する。



(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

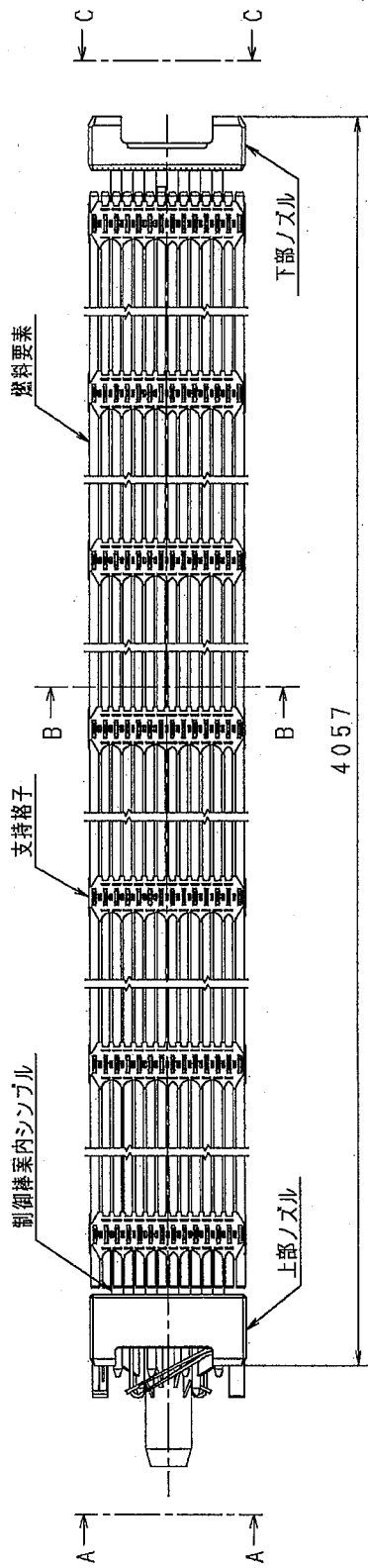
(イ)-第D.1図 燃料集合体 (14×14, 10フィート)



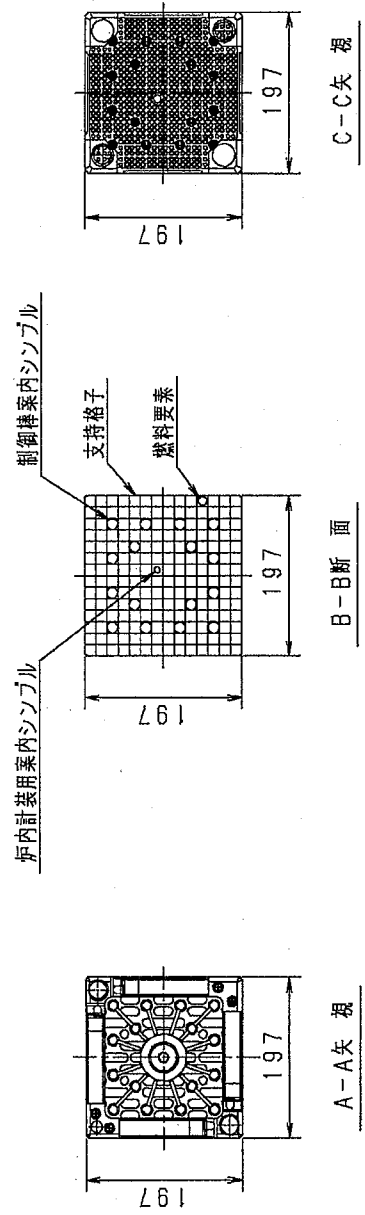
単位：mm

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D.2図 燃料集合体 (14×14, 12フイート)

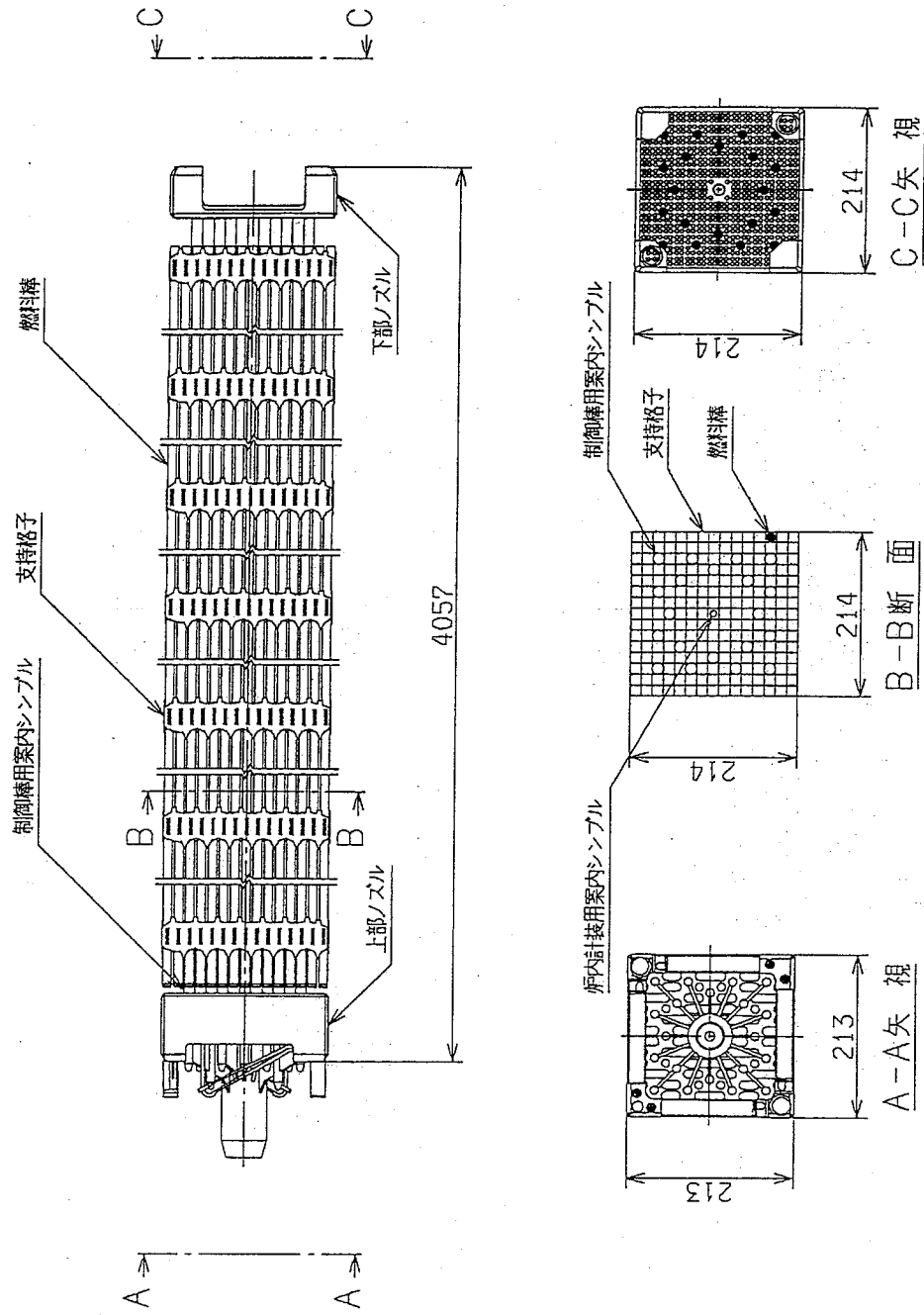


(イ)-D-6



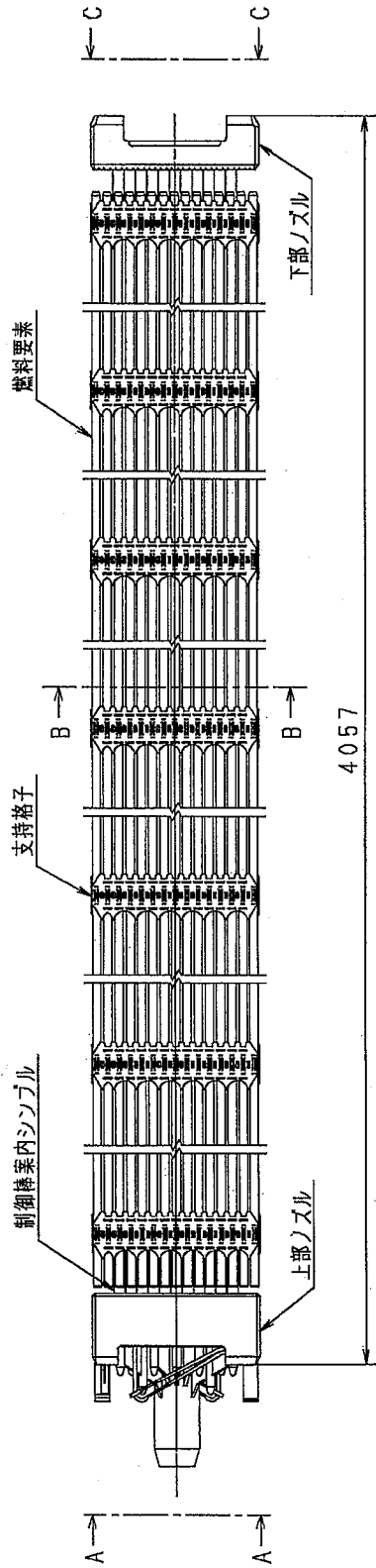
(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ)-第D.2 a 図 燃料集合体 (14×14, 12フィート) (高燃焼度燃料)

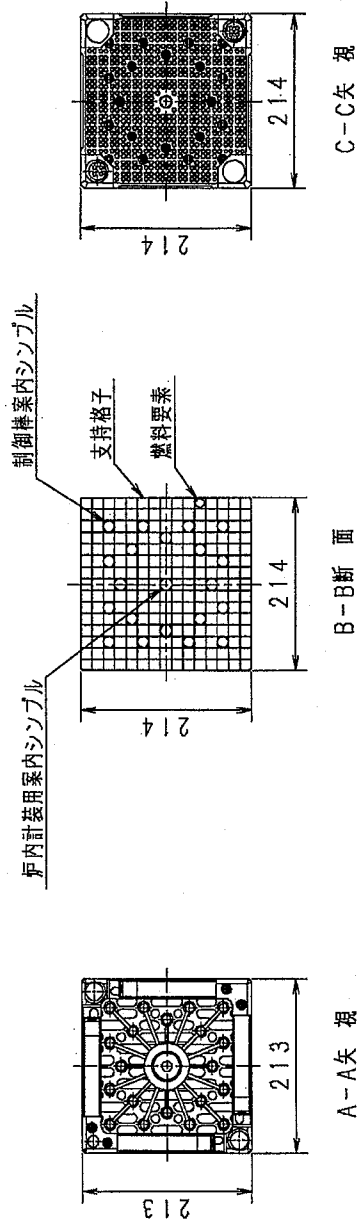


(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D.3 図 燃料集合体 (15×15, 12フイート)



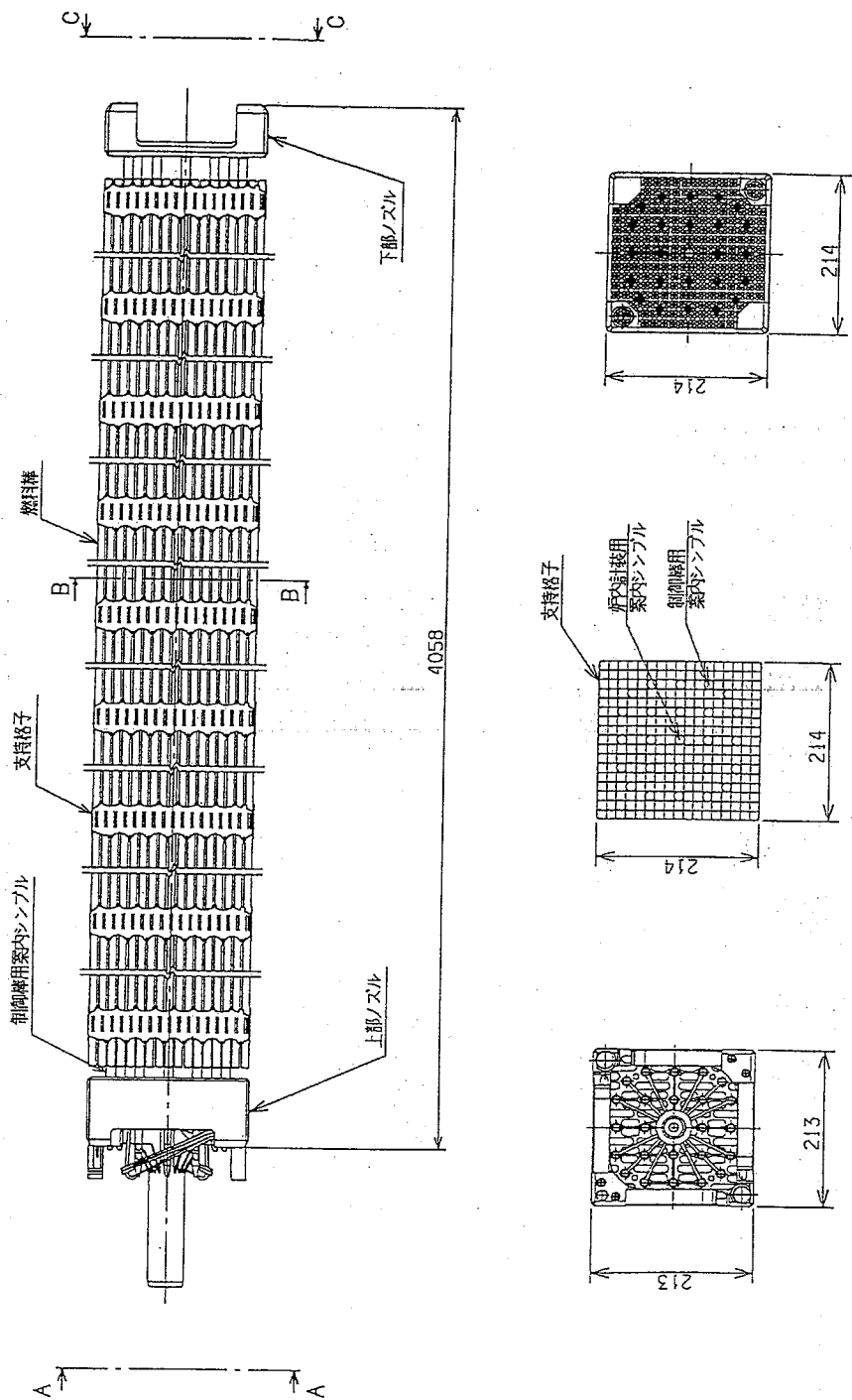
(イ)-D-8



単位：mm

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ)-第D.3 a 図 燃料集合体 (15×15, 12フィート) (高燃焼度燃料)



単位：mm

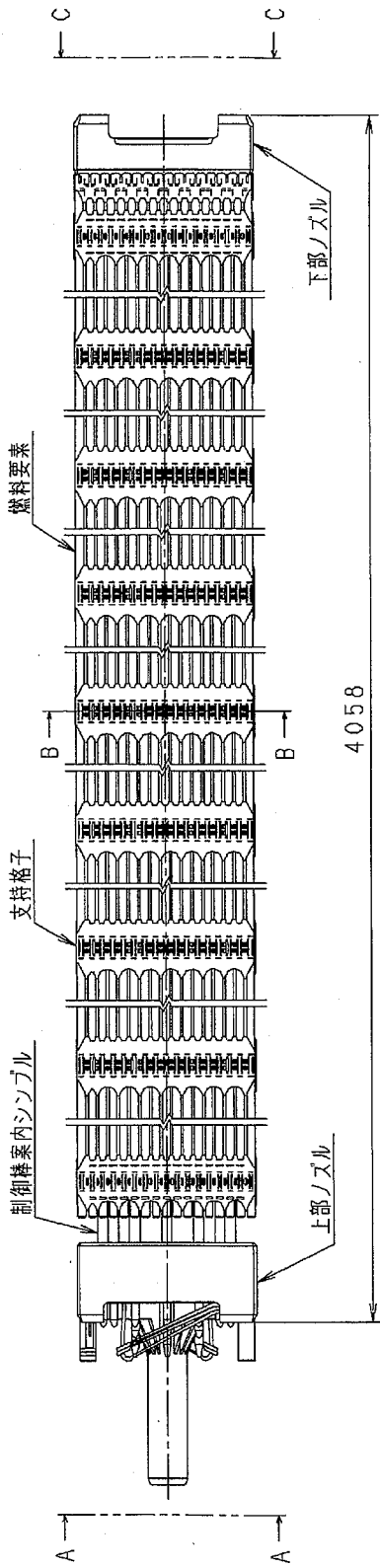
C-C 矢視

B-B 断面

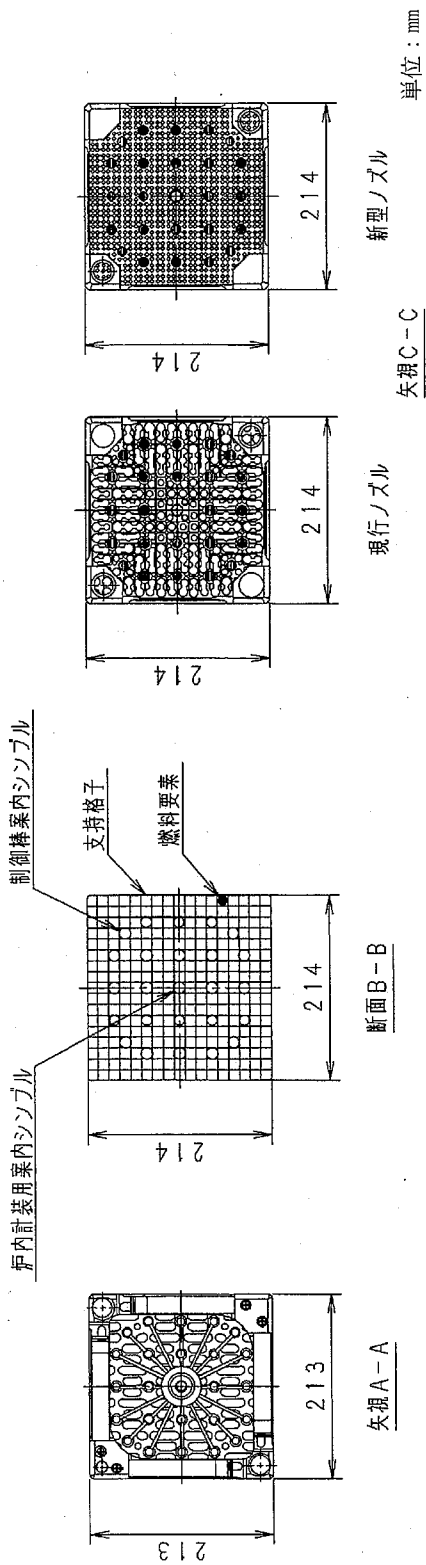
A-A 矢視

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D. 4 図 燃料集合体 (17×17, 12フイット)

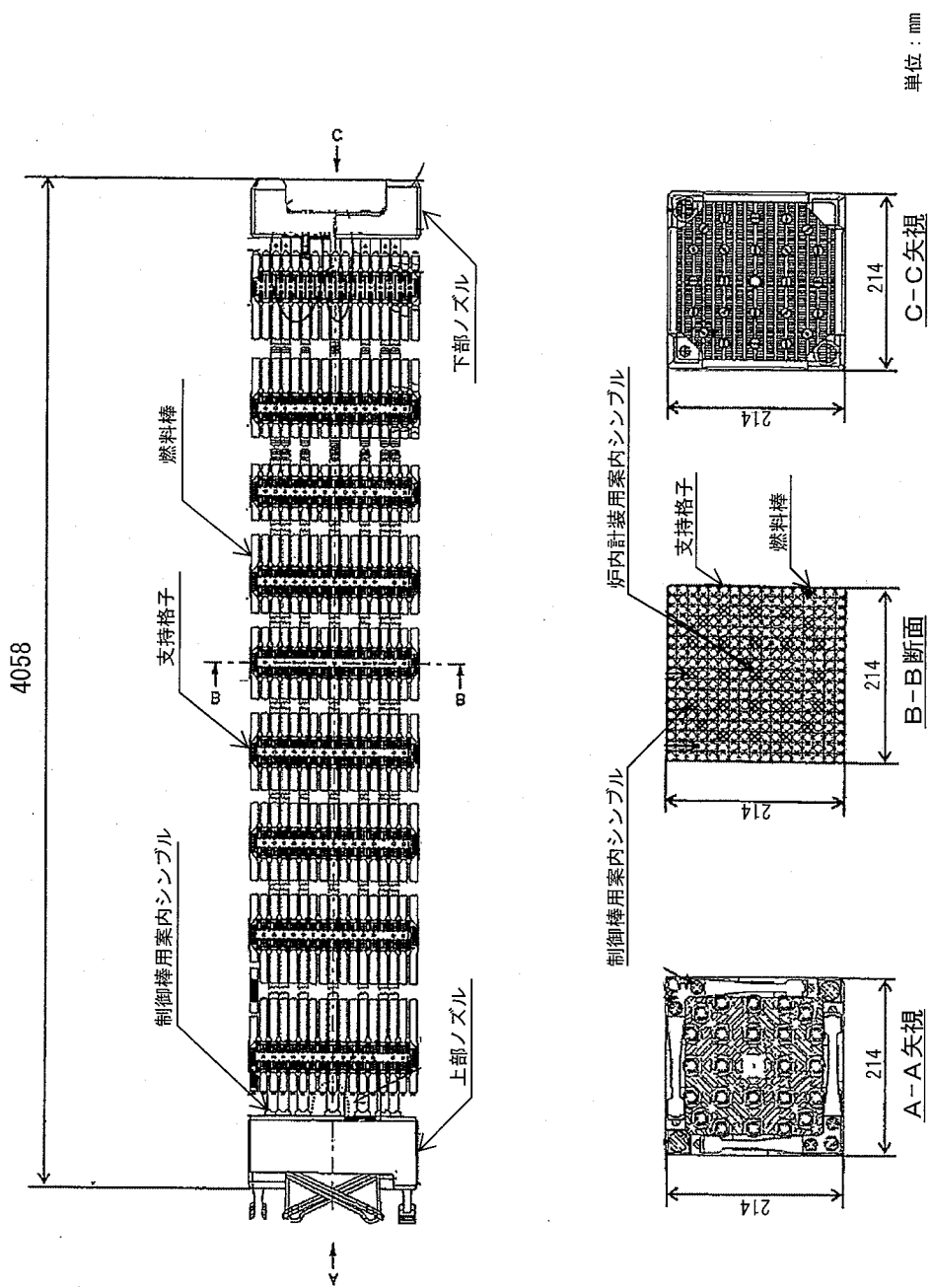


(イ)-D-10



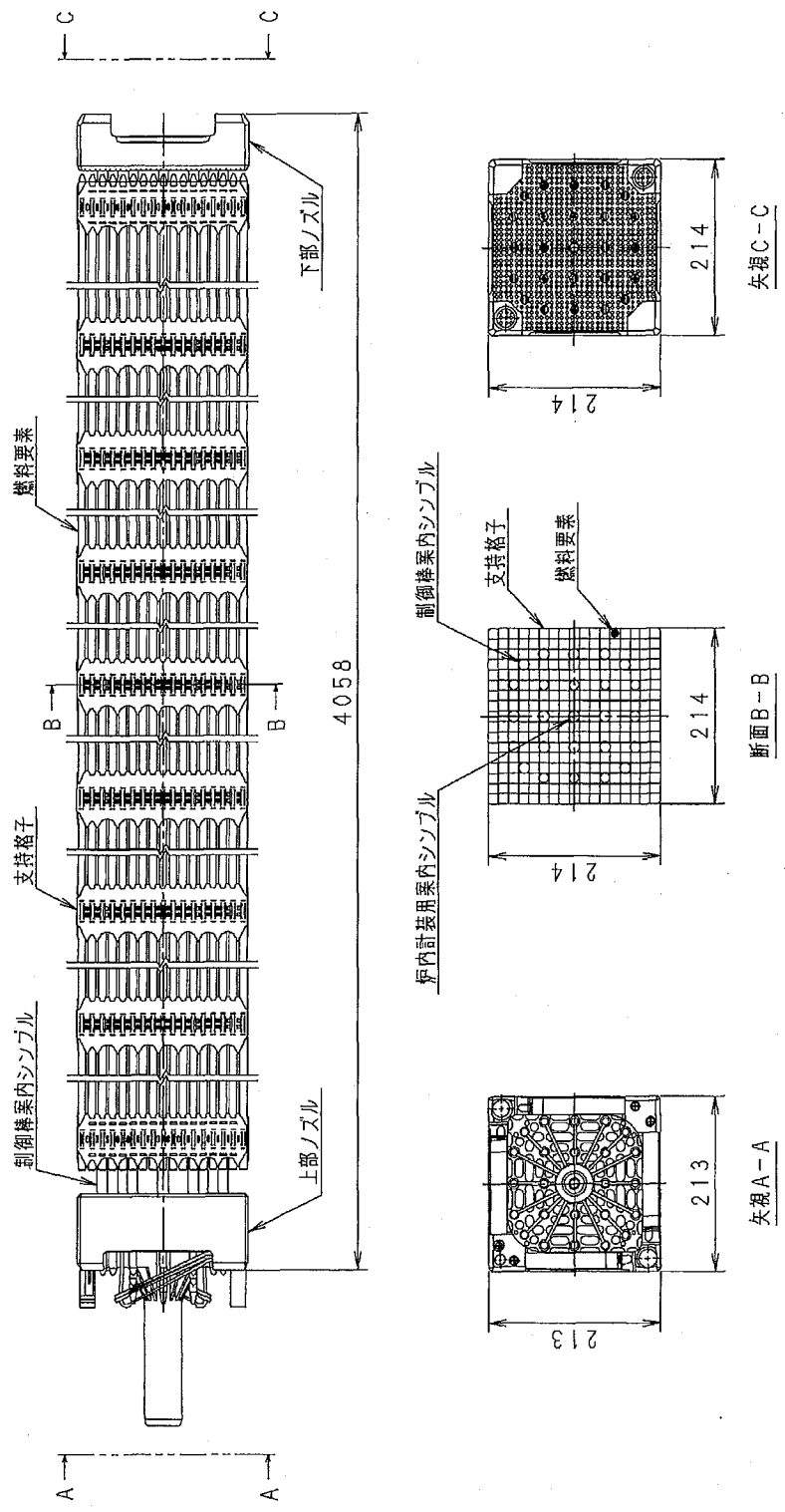
(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D. 4 a 図 燃料集合体 (17×17, 12ファイート) (高燃焼度燃料)



(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

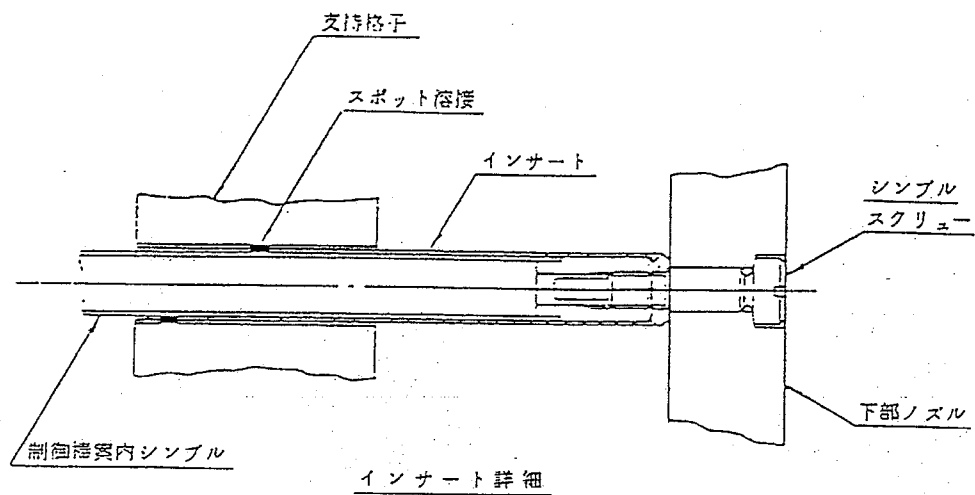
(イ) ー第D. 4 b 図 燃料集合体 (17×17, 12フィート) (HTPタイプ)



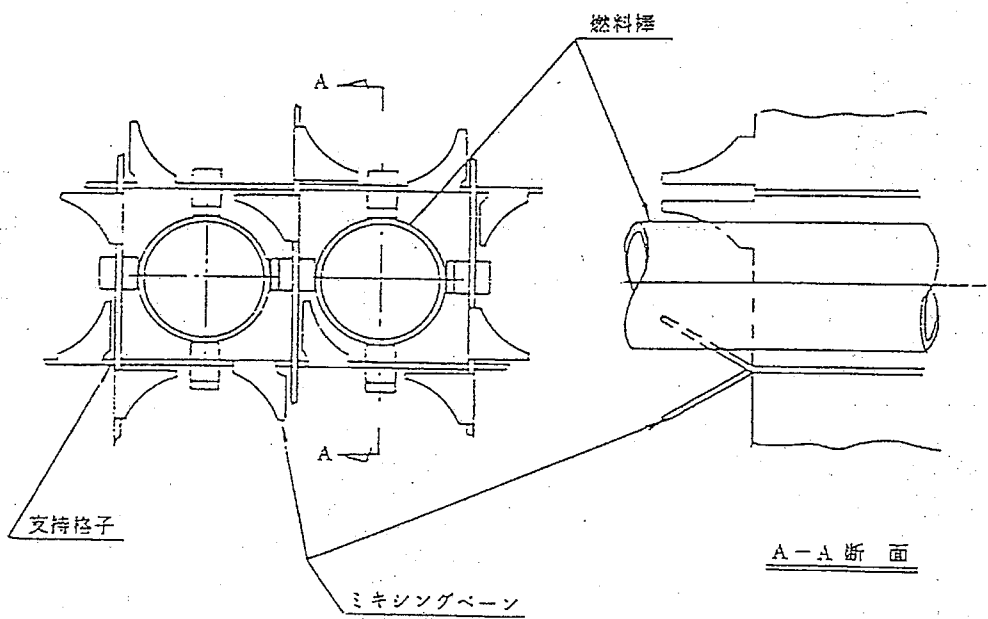
単位：mm

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) ー第D.4c図 燃料集合体 (17×17, 12フイート) (高燃焼度燃料 改良タイプ)



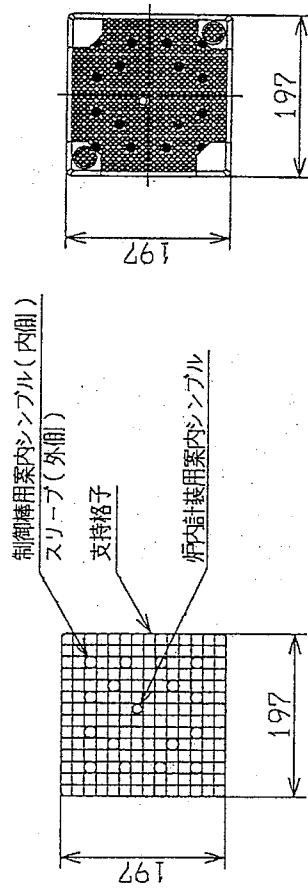
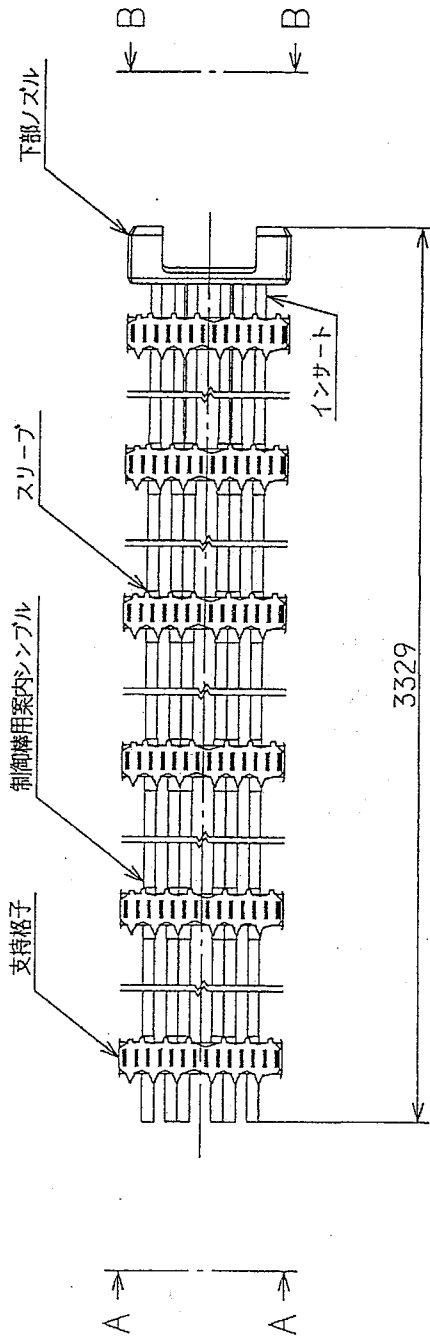
インサート詳細



ミキシングペーン詳細

(注記) 形状は代表例

(イ) - 第D. 5図 インサート, ミキシングペーン詳細図



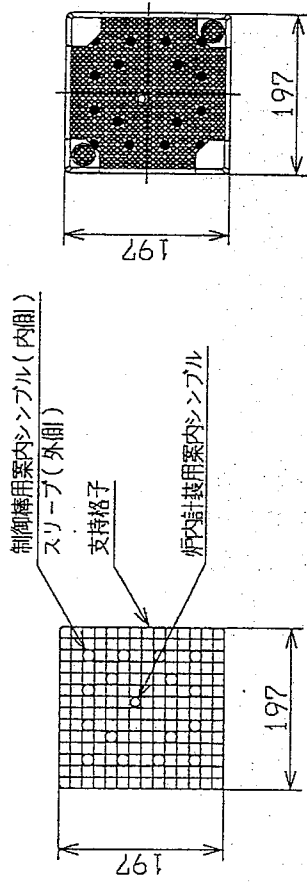
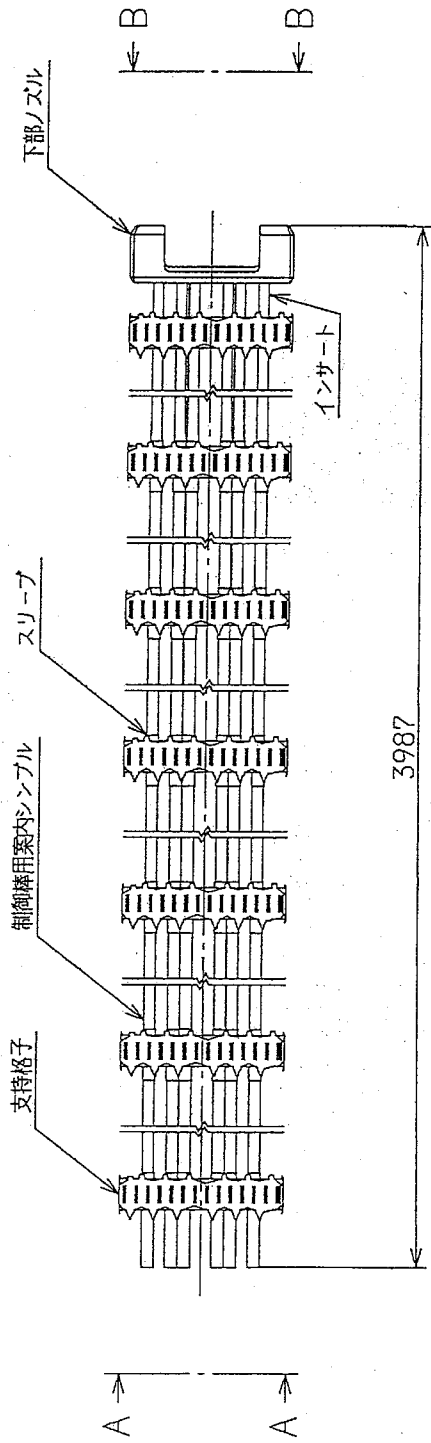
A-A 矢 視

B-B 矢 視

単位: mm

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D.6 図 スケルトン組立体 (14×14, 10フィート)



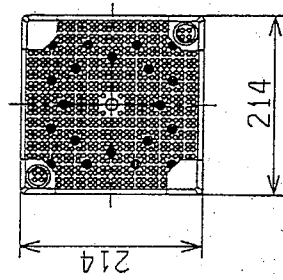
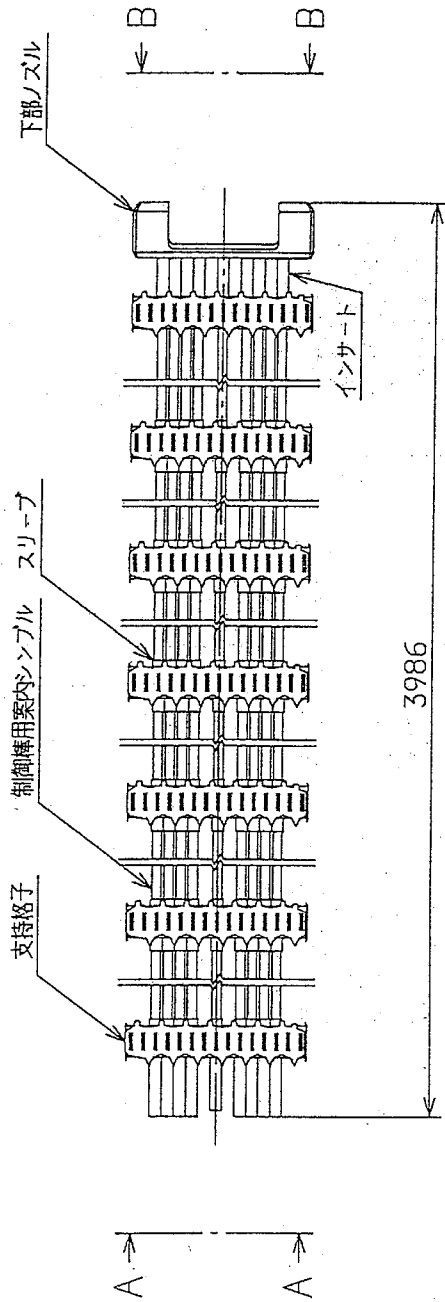
A - A 矢 視

B - B 矢 視

単位: mm

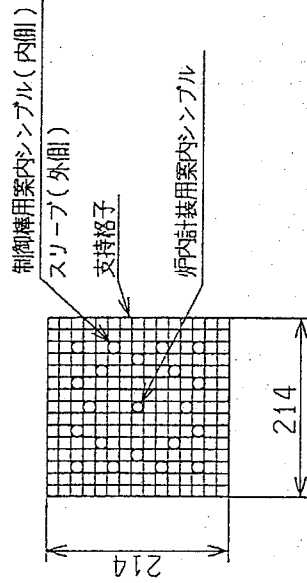
(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D. 7 図 スケルトン組立 (14×14, 12フィート)



B-B矢視

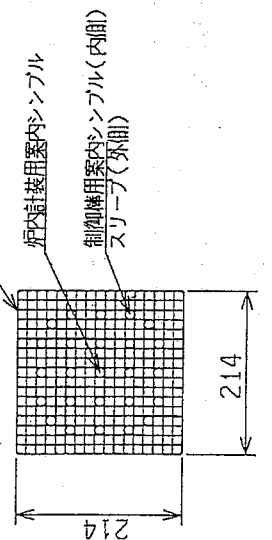
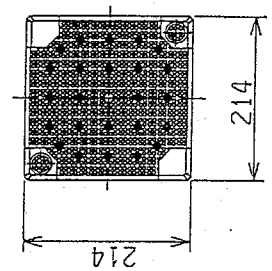
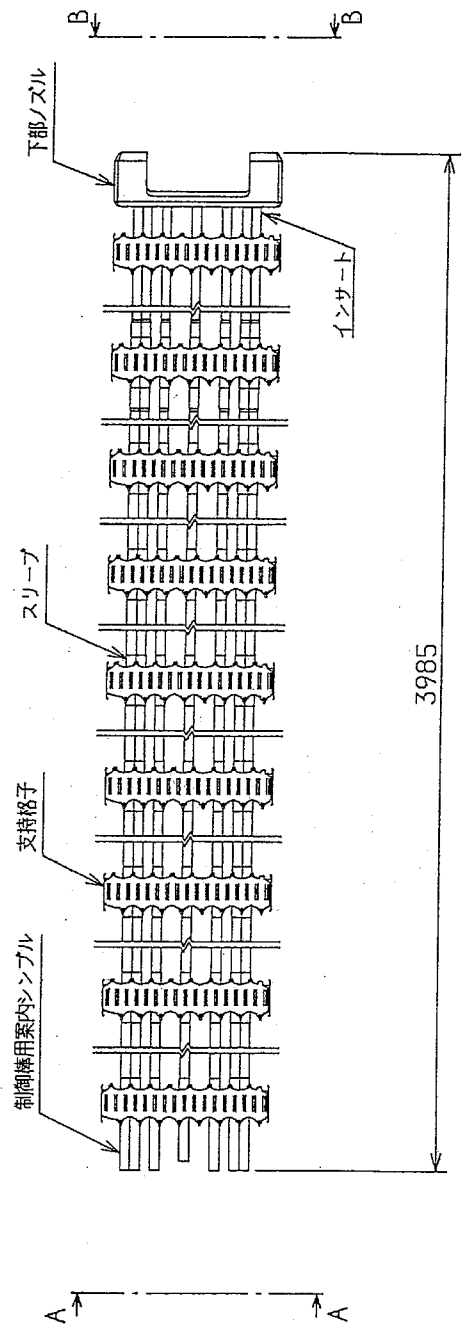
単位：mm



A-A矢視

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

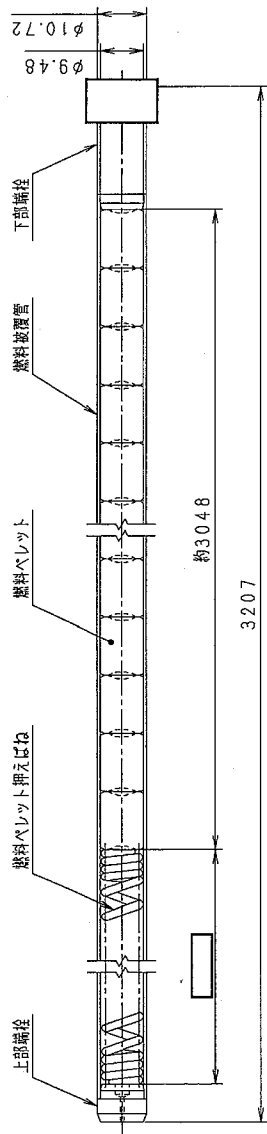
(イ) 一第D.8図 スケルトン組立体 (15×15, 12フィート)



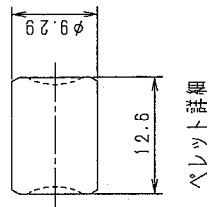
単位：mm

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D.9 図 スケルトン組立体 (17×17, 12フィート)

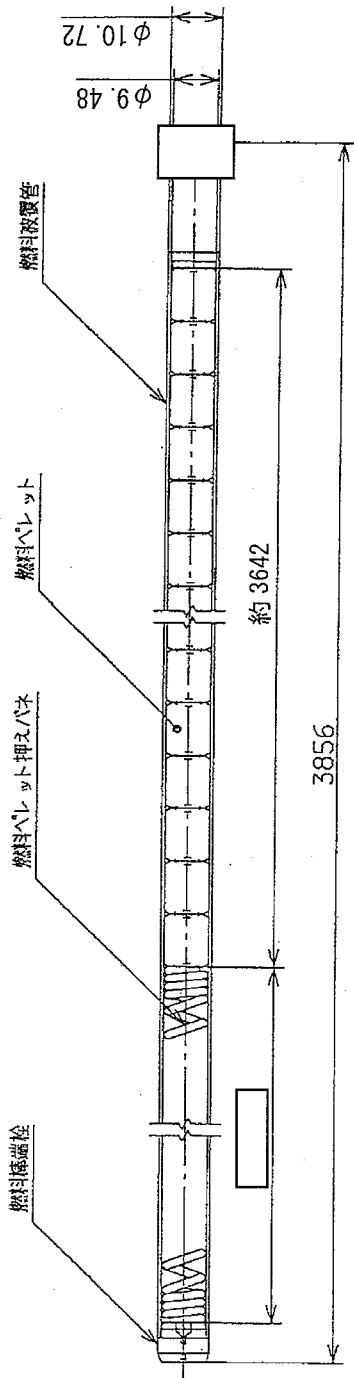


単位：mm



(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D.10 図 燃料要素構造図 (14×14, 10フィート)

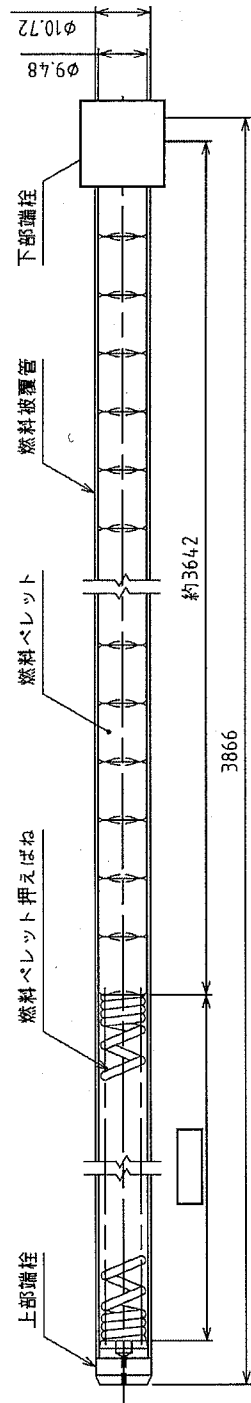


単位：mm

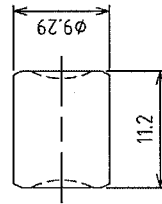
ペレット詳細

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

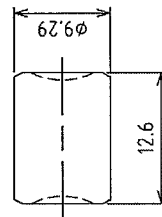
(イ) 一第D.11図 燃料要素構造図 (14×14 & 15×15, 127フィート)



単位：mm



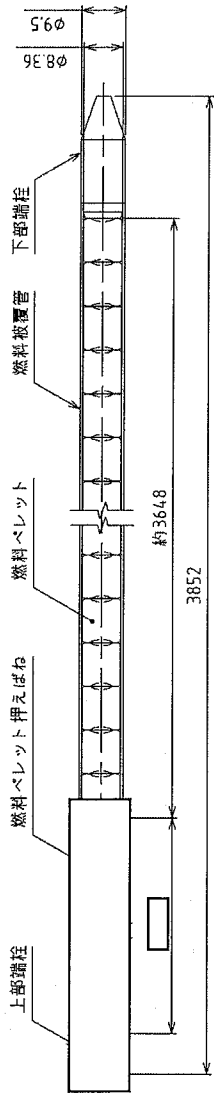
又は、



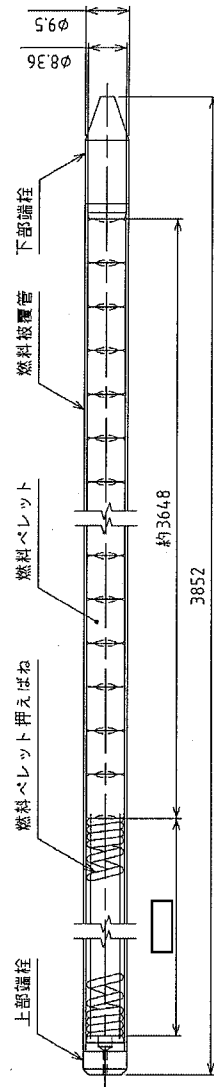
ペレット詳細

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

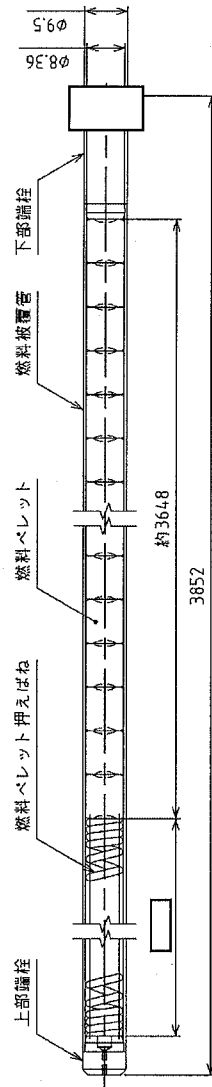
(イ) - 第D.11 a 図 燃料要素構造図 (14×14 & 15×15, 12フィート) (高燃焼度燃料)



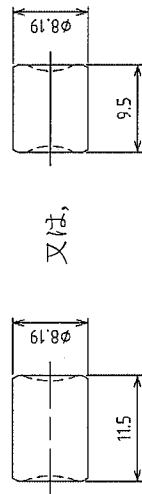
又は、



又は、



単位：mm



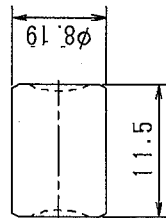
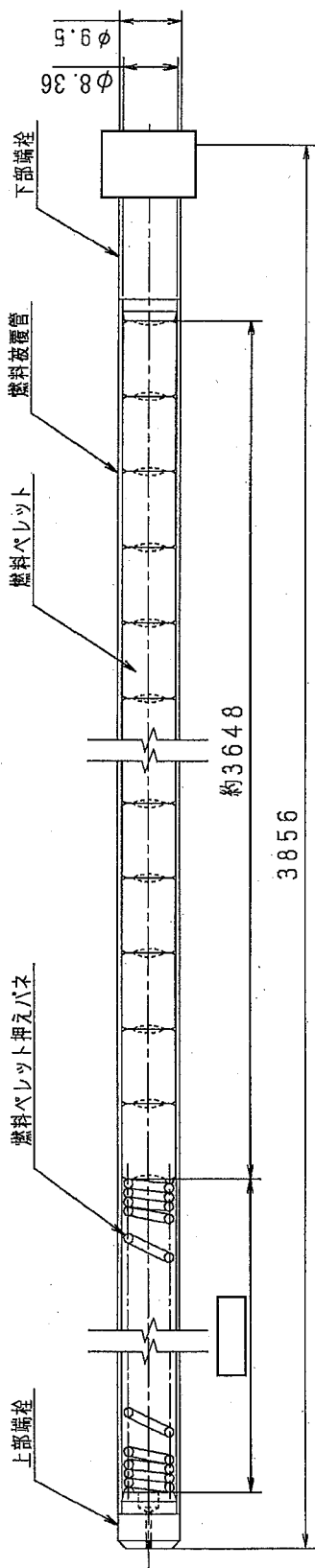
(注記 1) 上記燃料棒 3 種類と

ペレット 2 種類の組合せは任意

(注記 2) 寸法記載のない細部の形状については代表例

ペレット詳細

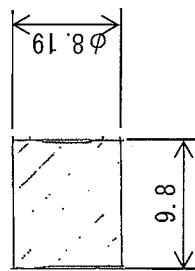
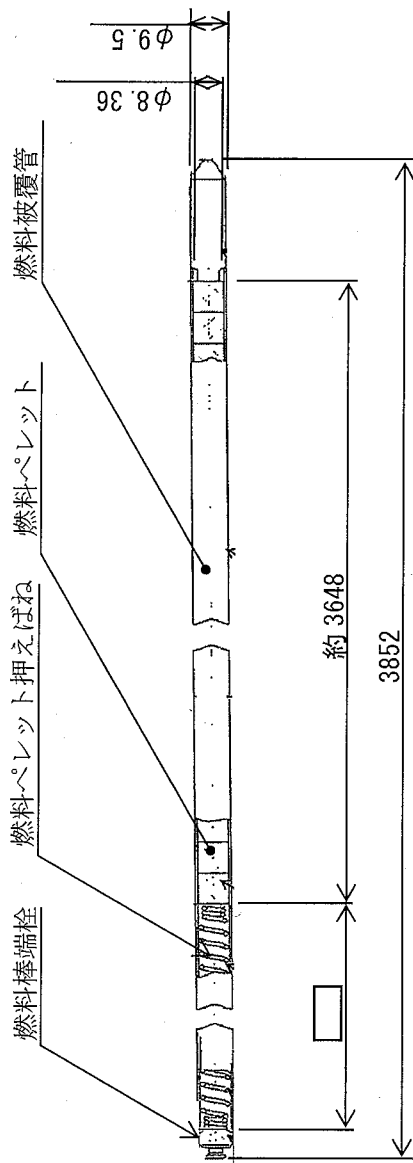
(イ) - 第D.12 図 燃料要素構造図 (17×17, 12フィート)



単位：mm

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

(イ) - 第D.12 a 図 燃料要素構造図 (17×17, 12フィート) (高燃焼度燃料)

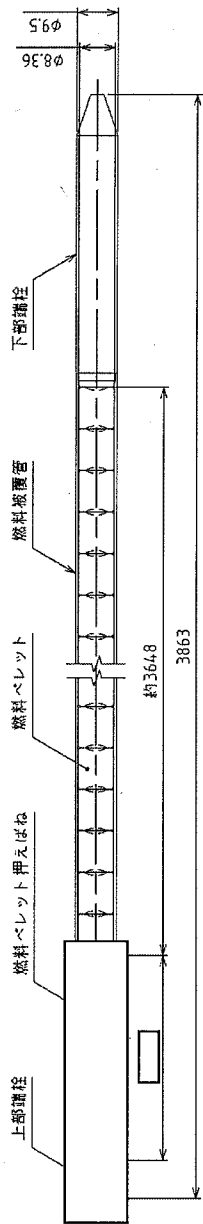


単位：mm

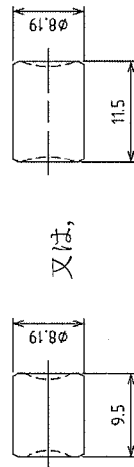
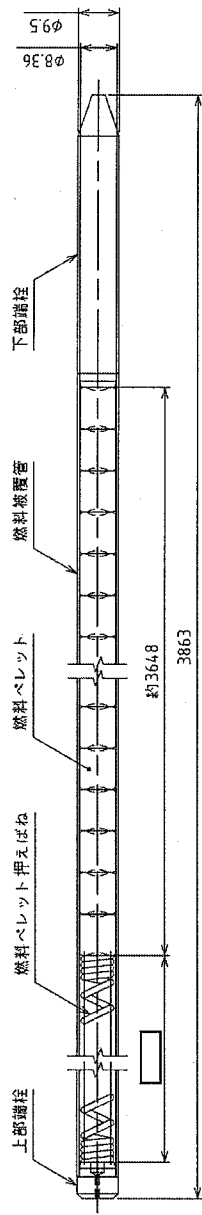
ペレット詳細

(注記) 寸法記載のない細部の形状については代表例

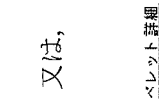
(イ) - 第D.12b 図 燃料要素構造図 (1.7 × 1.7, 1.2フィート) (HTPタイプ)



又は,



又は,



単位：mm

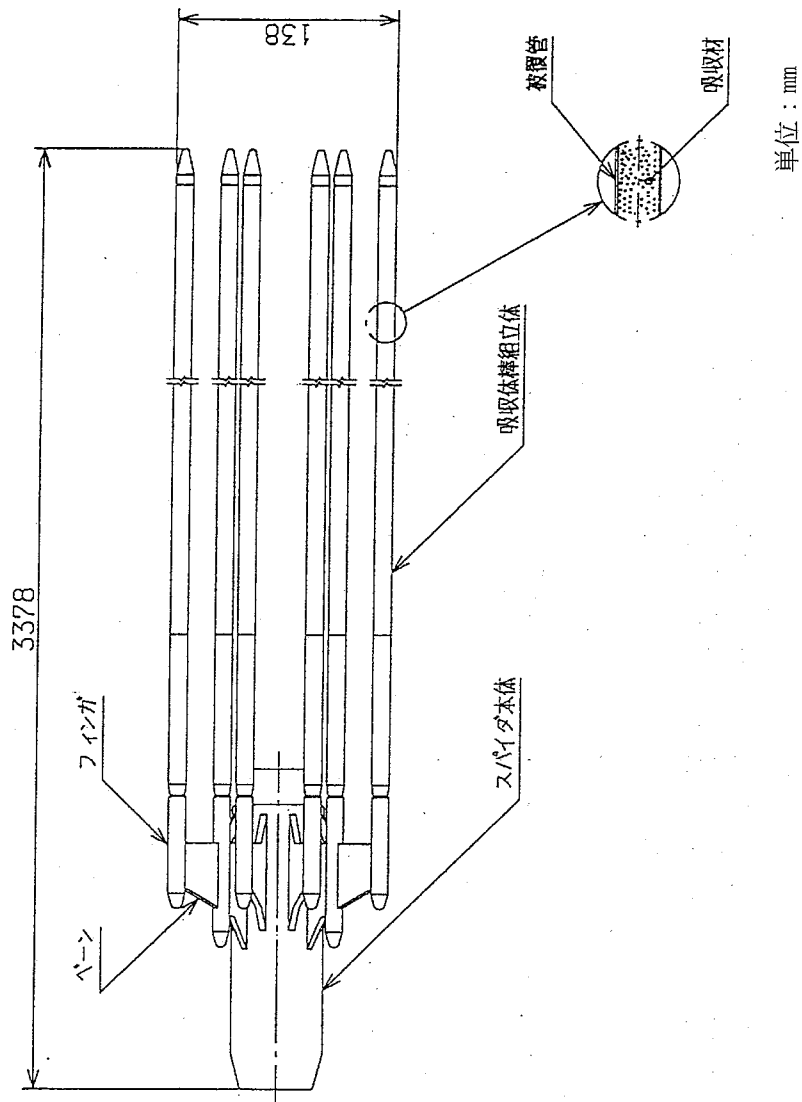
(注記 1) 上記燃料棒 2 種類と

ペレット 2 種類の組合せは任意

(注記 2) 寸法記載のない細部の形状につい

ては代表例

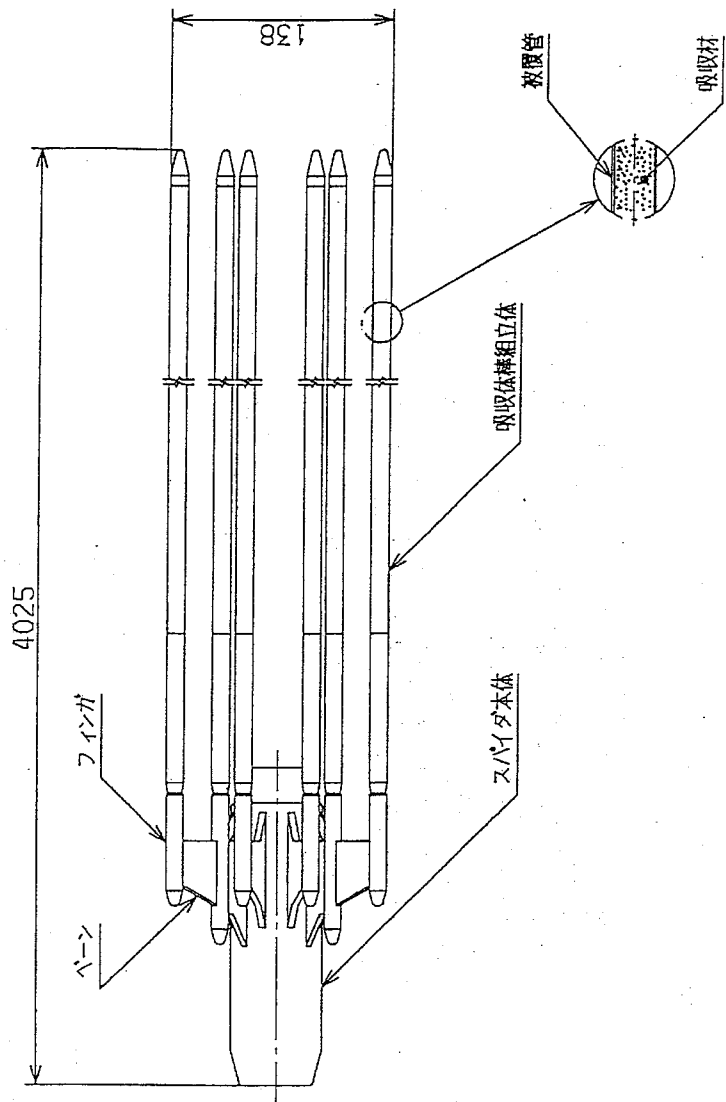
(イ) 第一D.12c 図 燃料要素構造図 (17×17, 12フィート) (高燃焼度燃料 改良タイプ)



単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例

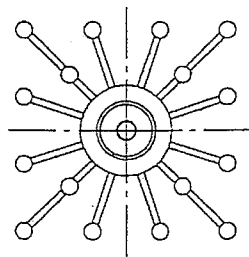
(イ) 一第D.13 図 非核燃料炉心構成品概略図(制御棒クラスタ) (14×14, 10フィート)

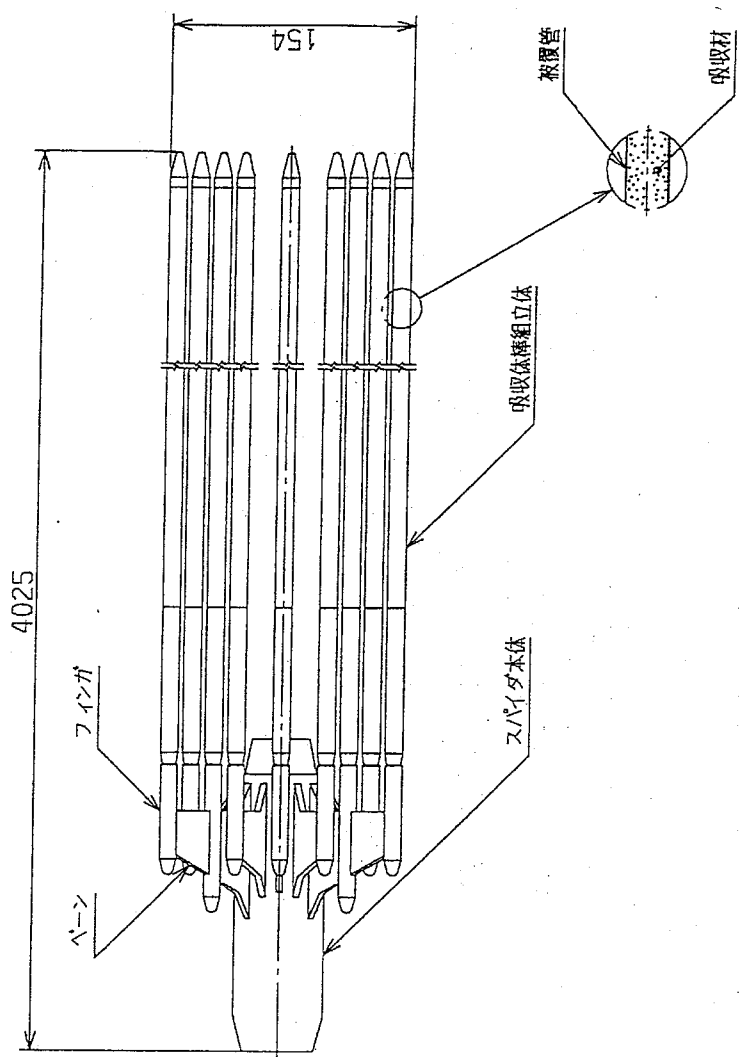


単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例

(イ) - 第D.14 図 非核燃料炉心構成品概略図(制御棒クラスタ) (14×14, 12フィート)

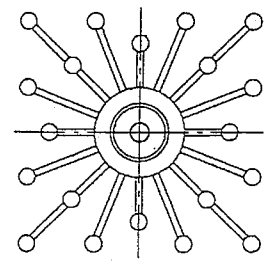


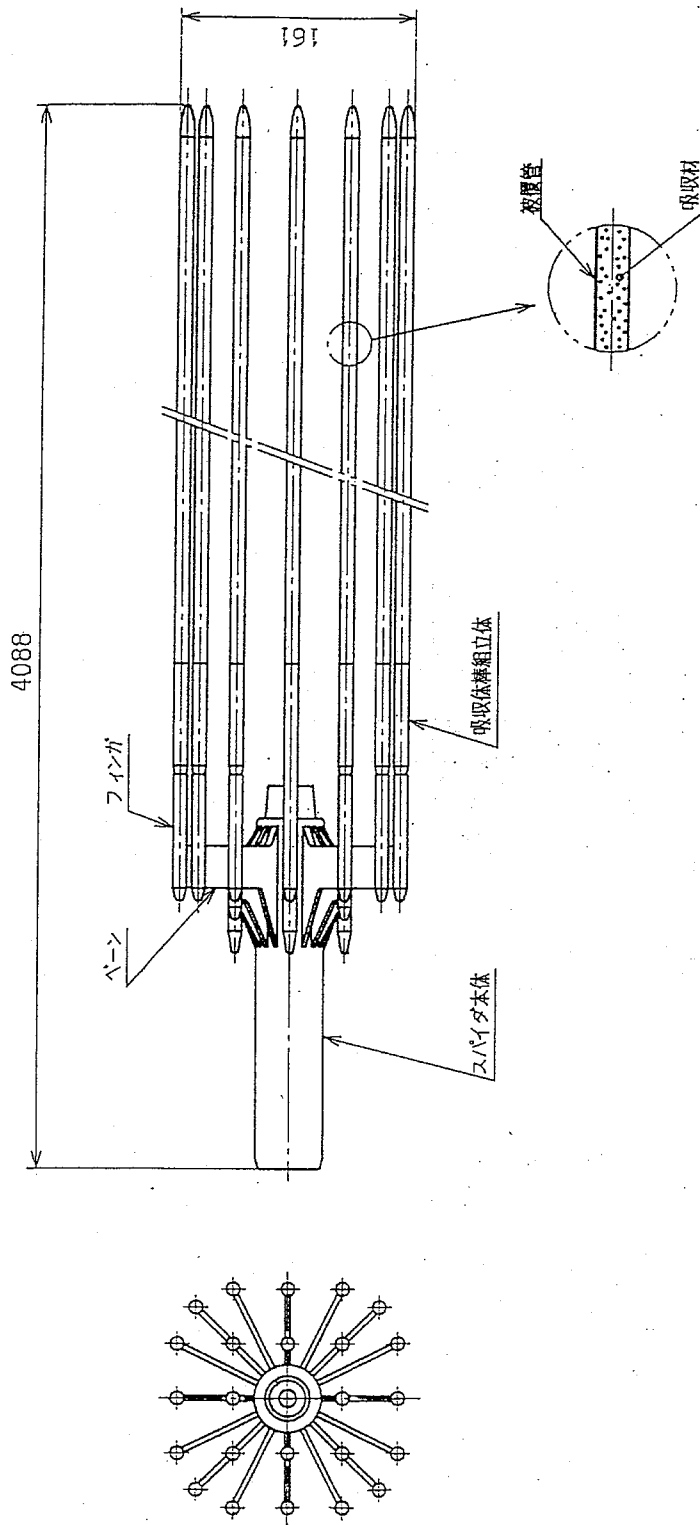


単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例

(イ) - 第D.15 図 非核燃料炉心構成概略図 (制御棒クラスタ) (15×15, 12フィート)

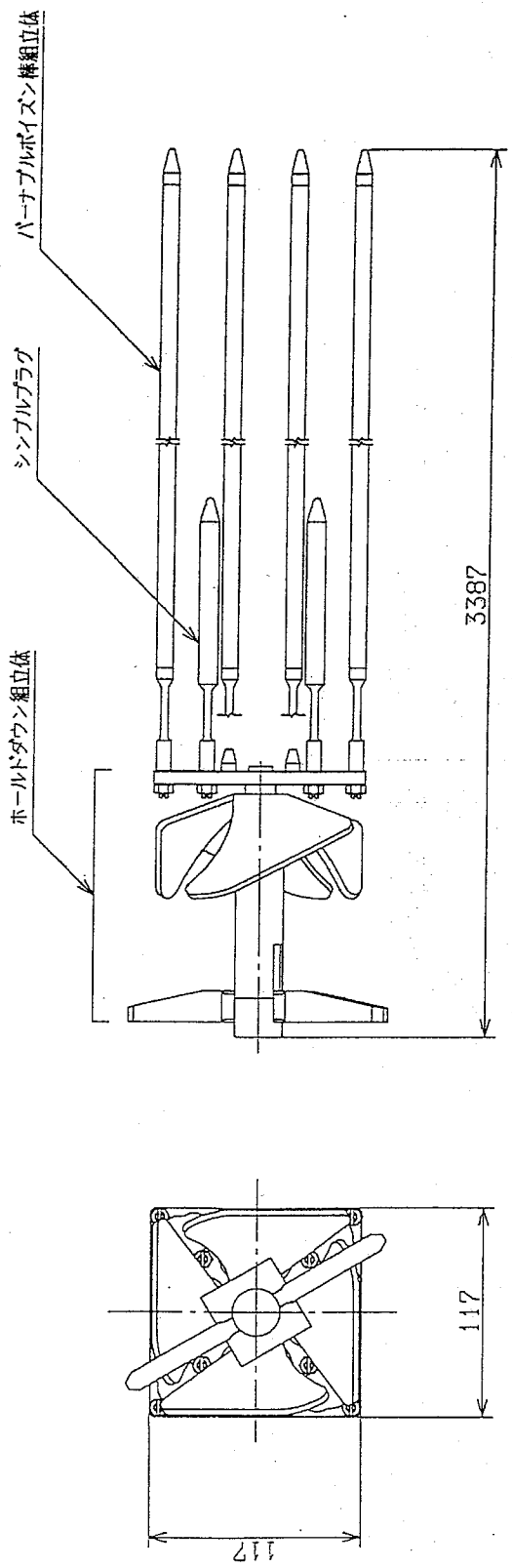




単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例

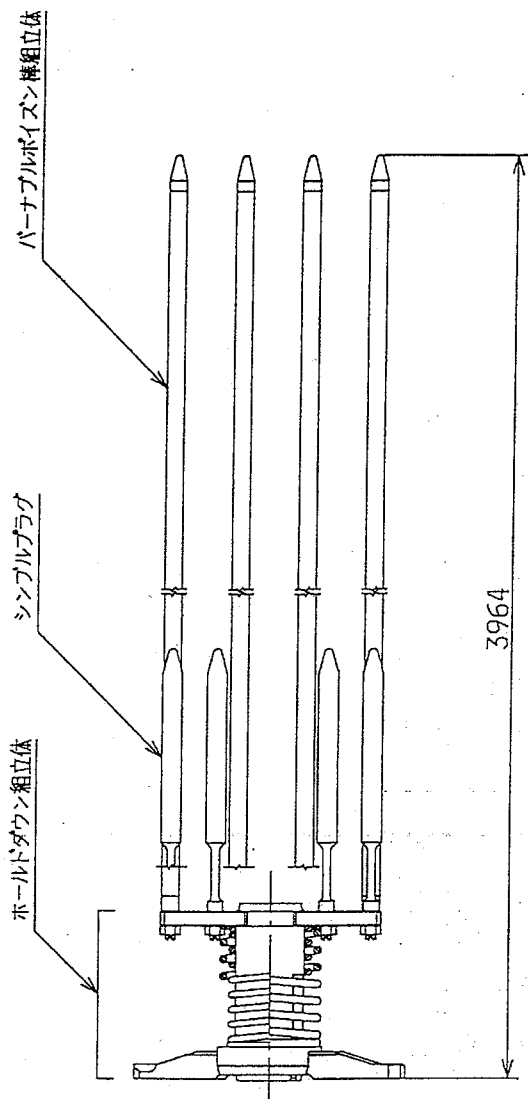
(イ) 一第D.16図 非核燃料炉心構成品概略図(制御棒クラスタ)(17×17, 12フィート)



単位：mm

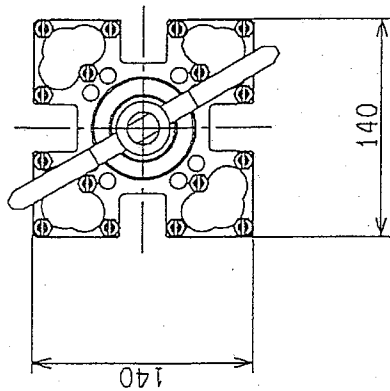
(注記) 寸法及び形状は代表例

(イ) 一第D.17 図 非核燃料炉心構成品概略図(バーナブルポイズンアセンブリ) (14×14, 10フィート)

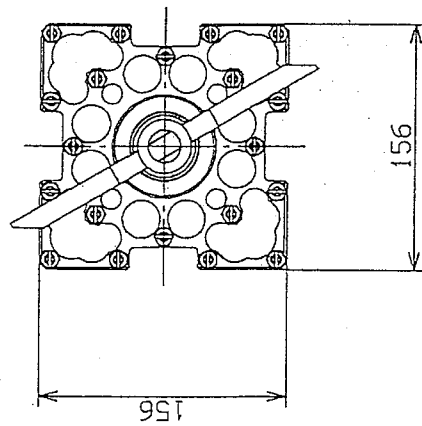
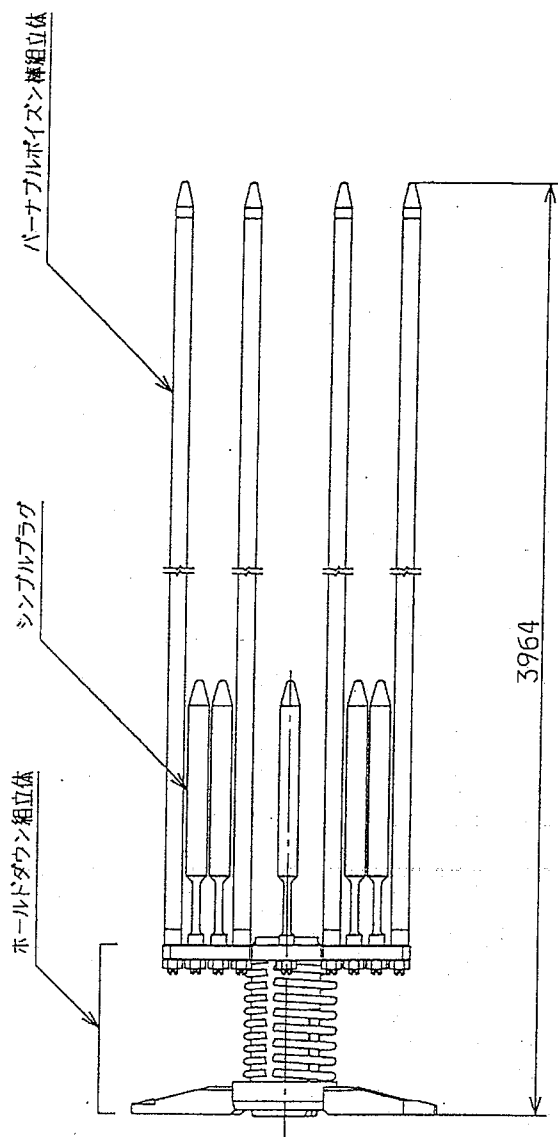


単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例



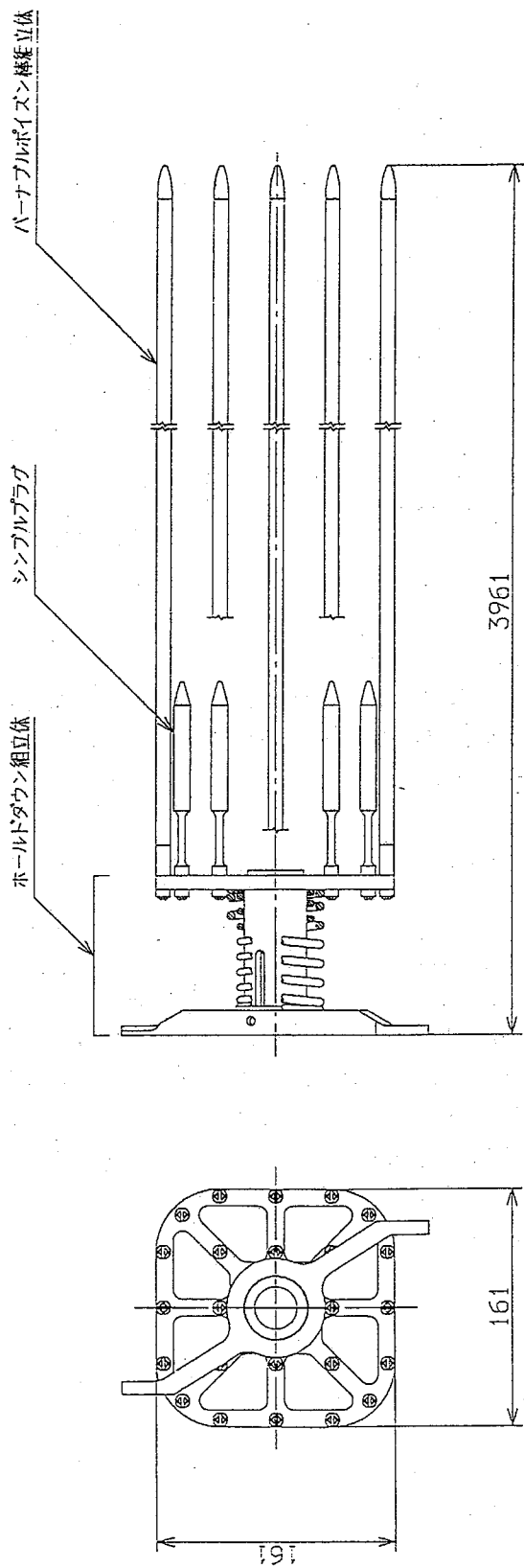
(イ) 一第D.18 図 非核燃料炉心構成品概略図(バーナブルポイズンセンブリ) (14×14, 12フィート)



単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例

(イ) 一第D.19 図 非核燃料炉心構成部品概略図(バーナربولイズンアセンブリ) (15×15, 12フィート)



単位：mm

(注記) 寸法及び形状は代表例

(イ) - 第D.20 図 非核燃料炉心構成部品概略図 (バーナブルポイズンアセンブリ) (17×17, 12フィート)

D. 2 収納物の型式及び構成要素数量

収納物である燃料集合体の型式は、燃料棒の配列及び燃料棒の長さによって決められる。また、燃料集合体を構成する主要要素の数量を(イ)－第D. 1表に示す。

(イ)－第D. 1表 燃料集合体の型式及びその構成要素数量

型 式	燃料棒長さ	燃料棒数	案 内 シブル数	炉内計装用 案内シブル数	支持格子数
14×14	10フィート	179(12)	16	1	6
14×14	12フィート	179(12[16])	16	1	7または8
15×15	12フィート	204(16[20])	20	1	7
17×17	12フィート	264(16[24])	24	1	9

()内の数字は、ガドリニア入り燃料集合体の場合のガドリニア入り燃料棒の本数で、内数を示し、[]のない数字は現行燃料、[]内の数字は高燃焼度燃料の場合である。

D. 3 収納物の構造及び主要部分の寸法

燃料集合体及びその他の主要構成要素の構造図を(イ)－第D. 1図から第D. 20図に示す。また、燃料集合体及び燃料棒等の主要部寸法の要約を(イ)－第D. 2表、(イ)－第D. 3表及び(イ)－第D. 4表に示す。

(イ) - 第D. 2表 燃料集合体及び非核燃料炉心構成部品装荷時の主要部寸法

単位 mm

型式	燃料棒仕様								集合体 全長	A全長 *	集合体 断面寸法
	現行燃料				高燃焼度燃料						
	燃料棒 全長	燃料 有効長	燃料棒重量		燃料棒 全長	燃料 有効長	燃料棒重量				
		ガトリニア なし	ガトリニア 入り			ガトリニア なし	ガトリニア 入り				
14×14 1071-1	3,207	約 3,048			—	—			3,476	3,527	197×197
14×14 1271-1	3,856	約 3,642			3,866	約 3,642			4,057	4,184	197×197
15×15 1271-1	3,856	約 3,642			3,866	約 3,642			4,057	4,183	214×214
17×17 1271-1	3,852	約 3,648			3,856	約 3,648			4,058	4,247	214×214
17×17 1271-1 HTPタイプ	3,852	約 3,648			—	—			4,058	—	214×214
17×17 1271-1 改良タイプ	—	—			3,863	約 3,648			4,058	4,247	214×214

*、A全長：非核燃料炉心構成部品装荷時の全長

(イ) - 第D. 3表 燃料棒の主要部寸法

単位 mm

型 式	燃料ペレット*		被 覆 管		燃料ペレット押えばね		
	直 径	高 さ	外 径	内 径	線 径	外 径	自由長
14×14 10フィート	9.29	12.6	10.72	9.48			
14×14 12フィート	9.29	11.2 又は 12.6	10.72	9.48			
15×15 12フィート	9.29		10.72	9.48			
17×17 12フィート	8.19	9.5 又は 11.5 [9.8]	9.5	8.36			
17×17 12フィート (改良タイプ)	8.19	9.5 又は 11.5	9.5	8.36			

*二酸化ウランペレットまたはガドリニア入り二酸化ウランペレット
備 考 []内の数字は、HTPタイプの燃料の数値を示す。

(イ) - 第D. 4表 制御棒案内シンプルの主要部寸法

単位 mm

型 式	太径部外径	太径部内径	細径部外径	細径部内径	全 長
14×14 10フィート	13.69	12.83	12.2	11.34	
14×14 12フィート	13.69	12.83	12.2	11.34	
15×15 12フィート	13.87	13.0	12.42	11.56	
17×17 12フィート	12.24	11.43	10.9	10.08	

D. 4 収納物の構造材料

燃料集合体の主要構造材料を(イ) - 第D. 5表に示す。

(イ) - 第D. 5表 主要構造材料

主 要 部 材	材 質	備 考
燃料集合体		
被 覆 材	ジルカロイ-4, MDA, ZIRLO	
燃料ペレット押えばね	ステンレス鋼又は 	
端 栓	ジルカロイ-4, MDA, ZIRLO	
支持格子	インコネル-718 又はジルカロイ-4	
制御棒案内シンプル	ジルカロイ-4	
炉内計装用案内シンプル	ジルカロイ-4	
ノ ズ ル	ステンレス鋼	
アダプタプレート	ステンレス鋼	
制御棒クラスタ		
スパイダ本体	ステンレス鋼	
ベ ー ン	ステンレス鋼	
フィンガ	ステンレス鋼	
被 覆 管	ステンレス鋼	
吸 収 材	銀, インジウム, カドミウム合金	
スパーサ		
スパーサ本体	炭 素 鋼	(14×14 10フィート用スパーサ)

D. 5 収納物の物理的及び化学的性質

燃料集合体の構造材料のうち、核分裂性物質である二酸化ウランペレットの被覆材料であるジルカロイ-4、MDA及びZIRLOの耐熱性、耐腐食性及び電気化学的反応性について述べる。

D. 5.1 耐熱性

ジルカロイ-4の物理的、機械的、化学的性質は、ジルカロイ-2とほとんど同じである。また、MDA及びZIRLOはジルカロイ-4同様、主成分が約98wt%のジルコニウム(Zr)から成っているため、それらの材料物性はジルカロイ-4とほぼ同等である。

融点は、ジルカロイ-4 (約 °C)、MDA (約 °C) 及びZIRLO (約 °C) であり、MDA、ZIRLO合金の融点はジルカロイ-4に比較して若干増加している。

D. 5.2 耐腐食性

通常の輸送においては、輸送容器中に乾燥剤の使用等の処置を講じているので燃料集合体の酸化腐食はない。

D. 5.3 電気化学的反応

輸送中の燃料集合体は乾燥した空気中におかれており、ジルカロイ-4、MDA及びZIRLOに電気化学的反応が生じることはない。

D. 6 収納物の収納条件

輸送容器当りの燃料集合体収納数は2体である。

燃料集合体中の燃料棒に装荷されている二酸化ウランペレットの燃料製造時の濃縮ウラン中の不純物仕様を(イ)－第D. 6表に示す。

燃料集合体及び輸送容器の線源強度を、(イ)－第D. 7表に示す。

(イ)－第D. 6表 濃縮ウラン中の不純物仕様

核 種	濃縮ウラン中の不純物仕様
^{232}U	\leq <input type="text"/> $\mu\text{g/gU}$
^{234}U	\leq <input type="text"/> $\mu\text{g/g}^{235}\text{U}$
^{236}U	\leq <input type="text"/> $\mu\text{g/g}^{235}\text{U}$
^{99}Tc	\leq <input type="text"/> $\mu\text{g/gU}$

(イ)－第D. 7表 集合体，輸送容器の線源強度

	線 源 強 度	
集 合 体 (Bq 以下/体)	14×14 型 10 フィート	<input type="text"/>
	14×14 型 12 フィート	
	15×15 型 12 フィート	
	17×17 型 12 フィート	
輸 送 容 器 (Bq 以下/体)	14×14 型 10 フィート	<input type="text"/>
	14×14 型 12 フィート	
	15×15 型 12 フィート	
	17×17 型 12 フィート	

D. 7 収納物の濃縮度

燃料集合体中の燃料棒に装荷されている二酸化ウランペレットの濃縮度は、燃料集合体が装荷されている炉心の領域、初装荷または取り替えの区分等の諸要因に依存しているが、ここではその濃縮度は5wt%以下とする。なお、各ガドリニア入り燃料集合体中のガドリニア入り二酸化ウラン燃料棒の濃縮度は、3.3wt%以下、ガドリニア濃度はwt%以下である。

D. 8 収納物の重量

燃料集合体及びその他の主要構成要素の重量を(イ)－第D. 8表に示す。

(イ)－第D. 8表 燃料集合体の主要部重量

型 式	14×14型 10フィート	14×14型 12フィート	15×15型 12フィート	17×17型 12フィート
名 称				
燃 料 集 合 体				
装荷ウラン量(UO ₂)				
燃 料 棒				
ペレット(UO ₂)				
被 覆 材				
上 部 ノ ス 〇 ル				
下 部 ノ ス 〇 ル				
制 御 棒 ク ラ ス タ				
支 持 格 子				
制 御 棒 案 内 シ ン プ ル				

型 式	17×17型 12フィート (HTPタイプ)	17×17型 12フィート (改良タイプ)
名 称		
燃 料 集 合 体		
装荷ウラン量(UO ₂)		
燃 料 棒		
ペレット(UO ₂)		
被 覆 材		
上 部 ノ ス 〇 ル		
下 部 ノ ス 〇 ル		
制 御 棒 ク ラ ス タ		
支 持 格 子		
制 御 棒 案 内 シ ン プ ル		

*含アダプタプレート

なお、各燃料集合体主要部重量は、最大となる二酸化ウラン燃料集合体時の重量を示す。

D.9 収納物の主な構造材料の密度

燃料集合体の主な構成材料である α 相のジルカロイ合金の密度は6.52 g/cc から6.57 g/cc の範囲である。

二酸化ウランペレット（ガドリニア入り二酸化ウランペレット含む）の最大密度は理論密度の約97%である。

D.10 減速比

該当せず

D.11 最大崩壊熱量

該当せず

D.12 密封容器最大圧力

密封容器である燃料棒（ガドリニア入り二酸化ウラン燃料棒を含む）の内圧力及び充填ガス種類を(イ)－第D.9表に示す。

(イ)－第D.9表 燃料棒内圧力及び充填ガス種類

燃料タイプ	燃料棒内圧力 (MPa・G)	
	現行燃料	高燃焼度燃料
14×14 型 10 フィート 14×14 型 12 フィート 15×15 型 12 フィート 17×17 型 12 フィート 同上 (改良タイプ)		
—	充填ガス種類 He	

(口) 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第3条の核燃料輸送物の経年変化を考慮した上で、A型核分裂性輸送物の設計条件である以下の、第5条及び第11条の規定を満足することを解析にて評価する。

(1) A型輸送物に係る基準

(a) A型輸送物の通常輸送時

- (イ) 容易にかつ安全に取扱うことができること。
- (ロ) 運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により亀裂、破損等の生じるおそれの無いこと。
- (ハ) 表面に不要な突起物が無く、かつ表面の汚染の除去が容易であること。
- (ニ) 材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じるおそれの無いこと。
- (ホ) 弁が誤って操作されないような措置が講じられていること。
- (ヘ) 表面の放射性物質の密度が下記を超えないこと。

α 放射性物質 : 0.4 Bq/cm^2

$\beta \gamma$ 放射性物質 : 4 Bq/cm^2

- (ト) 外接する直方体の各辺が10 cm以上であること。
- (チ) みだりに開封されないようにかつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように容易に破れないシールの貼り付け等の措置が講じられていること。
- (リ) 構成部品は $-40^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ までの温度範囲において亀裂、破損等の生じるおそれのないこと。ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。
- (ヌ) 周囲の圧力を60 kPaとした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。
- (ル) 表面における線量当量率が 2 mSv/h を超えないこと。
- (レ) 表面からの1 m離れた位置に於ける線量当量率が $100 \mu\text{Sv/h}$ を超えないこと。
- (ロ) 核燃料物質等の使用等に必要な書類その他の物品(核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る)以外のものが収納されていないこと。

(b) A型輸送物の一般の試験条件

下記(ロ)項の一般の試験条件の下に置くこととした場合に、(イ)項の要件を満足すること。

(イ) 要件

- (i) 放射性物質の漏えいが無いこと。
- (ii) 表面に於ける線量当量率が著しく増加せず、かつ 2mSv/h を超えないこと。

(ロ) 一般の試験条件

- (i) 50mm/h の雨量に相当する水を1時間吹き付けること。
- (ii) (i)の条件に置いた後、次の条件に置くこと。
 - ① 1.2m 高さから最大の破損を及ぼすように落下させること。
 - ② 重量の5倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に 13kPa を乗じた荷重のうち大きいものを24時間加えること。
 - ③ その重量が 100kg 以下のファイバー板製の円筒形のものにあつては、両縁の四半分ごとに対して最大の破損を及ぼすように、それぞれ 0.3m の高さから落下させること。
 - ④ 重量 6kg で直径が 3.2cm の鋼棒であつて、その先端が半球形のを 1m の高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。

(2) 核分裂性輸送物に係る基準

輸送中において臨界に達しないものであるほか、下記の(a)～(c)に示す技術上の基準に適合すること。

- (a) 一般の試験条件の下に置くこととした場合に次の要件に適合すること。
 - (i) 構造部に一辺 10cm の立方体を包含するようなくぼみが生じないこと。
 - (ii) 外接する直方体の各辺が 10cm 以上であること。
- (b) 下記の(i)～(v)に示すいずれの場合にも臨界に達しないこと。
 - (i) 孤立系*¹の条件の下に置くこととした場合
 - (ii) 一般の試験条件の下に置いたものを孤立系*¹の条件の下に置くこととした場合
 - (iii) 特別の試験条件の下に置いたものを孤立系*¹の条件の下に置くこととした場合
 - (iv) 一般の試験条件の下に置いたものを配列系*²の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、当該核分裂性輸送物の輸送制限個数の5倍に相当する個数積載することとした場合
 - (v) 特別の試験条件の下に置いたものを配列系*²の条件の下で、かつ、当該核分

裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、輸送制限個数の2倍に相当する個数を積載することとした場合

- *1 輸送物中の空間を水で満たし、収納物は中性子増倍率が最大となる配置、減速状態とし、密封装置の周囲に厚さ20cmの水の反射を考えること。
- *2 輸送物を任意に配列し、その周囲に20cmの水の反射を考えること。

(c) -4.0°C ～ 38°C までの温度範囲において亀裂、破損等の生じるおそれのないこと。
ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。

上記(a)及び(b)における核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件は以下の通り

(イ) 一般の試験条件

- (i) 50mm/h の雨量に相当する水を1時間吹き付けること。
- (ii) (i)の後、1.2m高さから最大の破損を及ぼすように落下させること。
- (iii) (ii)の後、重量の5倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に 13kPa を乗じた荷重のうち大きいものを24時間加えること。
- (iv) (iii)の後、6kgで直径が3.2cmの鋼棒を1mから落下させること。

(ロ) 特別の試験条件

- (i) 上記(イ)の一般の試験条件の後、9m高さから落下させること。
- (ii) (i)の後、直径が15cmで長さ20cmの軟鋼丸棒上に1mの高さから落下させること。
- (iii) (ii)の後、太陽放射熱を負荷しつつ環境温度 38°C に置き、 800°C の環境に30分間置くこと、太陽放射熱を考慮しつつ自然冷却すること。
- (iv) (iii)の後、深さ0.9mの水中に8時間浸漬させること。
- (v) 上記(i)～(iv)の試験条件とは別に、上記(イ)の一般の試験条件後、深さ15mの水中に8時間浸漬させる場合についても考慮し、最大の破損を受けるいずれかの条件の下に置くこと。

□章A 構造解析

(ロ)－A 構造解析

A. 1 構造設計

A. 1. 1 概 要

本輸送容器は、MFC-1 (A)型と(B)型があり、その相違する点は、取扱性を向上したことによる形状が若干異なるのみで、構成等はすべて同一である。

本輸送容器は、収納物である燃料集合体を載せるための防振構造部と上蓋、下部容器の外殻及び補助的機材からなる。

防振構造部は、(イ)－第C. 2図に示すようにショックマウントフレーム、クロスフレーム及びクランピングフレームからなる。

クロスフレームは、燃料集合体を2体載せるようになっており、燃料集合体とクロスフレーム接触面には、ゴム製のクッションを取付け緩衝効果を高めている。また、中性子吸収材としてクロスフレーム全面に渡り最小 mm 板厚のボロンステンレス鋼 (以下スキンと呼ぶ) を取付けている。

クランピングフレームは、輸送時に燃料集合体の支持格子及び上部ノズルを固縛するために使用する。

ショックマウントフレームは輸送時、クロスフレームを固定している。このショックマウントフレームはショックマウントを介して輸送容器内に取付けている。

外殻は、上蓋及び下部容器からなり、各容器の外筒と内筒の中空部には、断熱材及び緩衝材として作用する を充填している。

円筒状をした外殻は水密構造となっており、その外面は雨水の溜りにくい構造であり、また、輸送時における容器吊上げのため、 にブラケットを取付けている。

容器が開封された場合には、それがわかるようになっている。

A. 1. 2 設計基準

(1) 解析基準値

構造解析において用いる応力評価基準を(口)－第A. 1表に示す。

- (a) 通常輸送時（吊上装置，固縛装置は本基準を適用）及び一般の試験条件下で，引張応力，圧縮応力を評価する場合，その使用材料の設計降伏強さ（ S_y ）を基準とし，せん断応力に対しては，設計降伏強さ（ S_y ）の60%を解析基準とする。
- (b) 特別の試験条件下における強度評価に対しては，設計引張強さ（ S_u ）を解析基準とする。
- (c) 密封境界については，(口)－第A. 1表による。
- (d) 溶接部で発生する応力を評価する場合は，溶接効率を0.6とする。
- (e) 使用可能温度が明示されている材料については，その使用範囲内で使用し，その温度条件下で満足する機械的性質を解析基準とする。
- (f) その他特別な仕様があるものについては，その解析毎説明する。

(2) 負荷の組合せ条件

負荷の組合せは，設計条件に従い，各解析項目に対して(口)－第A. 2表及び(口)－第A. 3表に示すように構造の材料，温度及び安全係数などを考慮して決定する。

(3) 余裕率

数式を適用することにより，定量的に求めた結果については，次に示す余裕率（ M_s ）を用いて評価する。

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

余裕率を用いられないものは該当箇所にその基準値等を記述する。以上に述べた設計基準に従い，構造解析の条件，解析項目及び解析手法等をまとめて(口)－第A. 4表(1)～(10)に示す。

(ロ)－第A.1表 構造解析に用いる応力評価基準

解析項目	条 件	負荷条件	評価の基準
吊上装置	通常輸送時	・自重	$\sigma < S_y$
ボルト部 防振構造部	一般の試験条件	・内圧力 ・衝撃荷重	$\sigma < S_y$
	特別の試験条件	・熱荷重	$\sigma < S_u$
密封境界	一般の試験条件	・内圧力 ・衝撃荷重 ・熱荷重	$P_m < S_m$ $P_L + P_b < 1.5 S_m$
	特別の試験条件		$P_m < S_y \text{ or } \frac{2}{3} S_u$ $P_L + P_b < 1.5 S_y \text{ or } S_u$

注) σ : 解析応力 P_m : 一次一般膜応力 P_L : 局部膜応力 P_b : 曲げ応力

S_y : 設計降伏強さ S_u : 設計引張強さ $S_m = \frac{2}{3} S_y, \frac{1}{3} S_u$ (小さい方の値をとる)

(ロ) - 第A. 2表 設計負荷及び負荷の組合せ

○：負荷の組合せによる評価
 △：単一負荷による評価

要件	条件	解析負荷	負荷分類		重 力	圧 力	その他	
			評価位置					
A 型輸送物の要件	通常輸送時	吊上荷重	吊上装置及び吊上装置取付部本体		△	—	—	
			締付ボルト		○	○	—	
		圧力振動	容器本体		—	△	—	
	一般の試験条件	熱的試験	輸送物		—	—	△	
			容器本体		—	△	—	
		水噴霧	輸送物		—	—	△	
			容器本体		△	—	—	
		自由落下	防振構造部		△	—	—	
			燃料棒被覆管		○	○	—	
		積み重ね試験	容器本体		△	—	—	
	貫通試験	容器本体		—	—	△		
	核分裂性輸送物の要件	一般の試験条件	水噴霧	輸送物		—	—	△
			自由落下	容器本体		△	—	—
				防振構造部		△	—	—
燃料棒被覆管				○	○	—		
積み重ね試験		容器本体		△	—	—		
貫通試験		容器本体		—	—	△		
特別の試験条件		落下試験Ⅰ	容器本体		△	—	—	
			防振構造部		△	—	—	
		燃料棒被覆管		○	○	—		
		落下試験Ⅱ	容器本体		△	—	—	
熱的試験	燃料棒被覆管		—	△	—			
浸漬	燃料棒被覆管		—	△	—			

(ロ) - 第A.3表 負荷条件

要件	条件	解析負荷	負荷分類 評価位置	負荷条件		
				重量	圧力	その他
A型輸送物の要件	通常輸送時	吊上荷重	吊上装置及び吊上装置取付部本体	$\times 3$ 倍 = <input type="text"/> N	—	—
			締付ボルト	$\times 3$ 倍 = <input type="text"/> N	$\Delta P = * 50.0 \text{ kPa} \cdot \text{G}$	—
		圧力	容器本体	—	$\Delta P = * 50.0 \text{ kPa} \cdot \text{G}$	—
		振動	輸送物	—	—	—
	一般の試験条件	熱的試験	容器本体	—	$\Delta P = * 50.0 \text{ kPa} \cdot \text{G}$	—
			燃料棒被覆管	—	<input type="text"/> MPa·G	—
		水噴霧	輸送物	—	—	雨量 50mm/h
		自由落下	容器本体	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	—	—
			防振構造部	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	—	—
			燃料棒被覆管	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	<input type="text"/> MPa·G	—
積み重ね試験	容器本体	$\times 5$ 倍 + 自重	—	—		
貫通	容器本体	—	—	6kg 軟鋼棒の落下		
核分裂性輸送物の要件	一般の試験条件	水噴霧	輸送物	—	—	雨量 50mm/h
		自由落下	容器本体	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	—	—
			防振構造部	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	—	—
			燃料棒被覆管	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	<input type="text"/> MPa·G	—
		積み重ね試験	容器本体	$\times 5$ 倍 + 自重	—	—
		貫通	容器本体	—	—	6kg 軟鋼棒の落下
	特別の試験条件	落下試験Ⅰ	容器本体	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	—	—
			燃料棒被覆管	\times 加速度 水平落下 垂直落下 コーナ落下 <input type="text"/>	<input type="text"/> MPa·G	—
		試験落下Ⅱ	容器本体	原型試験より評価	—	—
		熱的試験	燃料棒被覆管	—	<input type="text"/> MPa·G	—
浸漬	燃料棒被覆管	—	0.009MPa·G	—		

* リリーフ弁最大作動差圧

記号の説明

σ : 主応力
 σ_t : 引張応力
 σ_c : 圧縮応力
 τ : せん断応力
 τ_t : ねじり応力
 F : 荷重
 P : 圧力
 A : 断面積

(ロ)―第A.4表(1) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	解析項目	設計条件				解析方法			備考	
		参照図	材質	温度	種類	安全係数	荷要素	通用数式または要素		解析基準
通常輸送時	化学的及び電気的反応 化学的反応 電氣的反応 低温強度	(ロ)―第A.10表	—	—	腐食	—	活性差 電位差	活性の有無 水分の有無	活性：無 水分：無	
		(ロ)―第A.11表	(ロ)―第A.12表参照	−20°C	材質	—	低温脆性	低温脆性の有無	低温脆性の有無及び使用可能範囲	
輸送時	密封装置 燃料棒	(イ)―第C.21図	ジルコイ-4, MDA及びZIRLO	73°C	—	—	密封機能	密封機能の有無	密封機能有	温度 73°C は熱解析 (B.4.2 参照) で得られた輸送物最高温度である。 以下同じ。
		(ロ)―第A.6図 (ロ)―第A.7図	<input type="text"/> <input type="text"/>	73°C 73°C	輸送物最大重量 輸送物最大重量	3 3	せん断力 合成応力	$\tau = \frac{F}{A}$ $\sigma = \frac{1}{2} \left(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \right)$ $(\sigma_b = \left(\frac{M}{Z} + \frac{P}{A} \right))$ $(\tau = \frac{P}{A})$	$0.6 S_y$ ηS_y	σ_b = 曲げ+膜応力 M = 曲げモーメント Z = 断面係数 η = 溶接効率 0.6

記号の説明

σ : 主応力
 σ_t : 引張応力
 σ_c : 圧縮応力
 τ : せん断応力
 τ_t : ねじり応力
 F : 荷重
 P : 圧力
 A : 断面積

(ロ) - 第A.4表(2) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	解析項目	設計条件			設計		条件			解析方法		備考
		参照図	材質	温度	種類	安全係数	負荷要素	通用数式または要素	解析基準			
通常輸送時	(3) 外筒	(ロ) - 第A.8図		73°C	輸送物最大重量	3	合成応力	$\sigma = \frac{1}{2} [\sigma_\phi + \sigma_x + \{(\sigma_\phi - \sigma_x)^2 + 4\tau^2\}^{1/2}]$ $(\sigma_x = \frac{N_x}{T} \pm \frac{6M_x}{T^2})$ $(\sigma_\phi = \frac{N\phi \pm 6M\phi}{T} \pm \frac{V}{T^2})$ $(\tau = \frac{V}{4CT})$	S_y	V = 荷重 σ_x = 軸方向応力 σ_ϕ = 円周方向応力 N = 膜力 T = 外筒板厚 + 座板板厚 C = 荷重領域の長さ		
	2. 縮付ボルト											
	(1) 縮付ボルト	(ロ) - 第A.11図		73°C	輸送物最大重量 + 最大内圧	3	合成応力	$\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_t + \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2})$ $(\sigma_t = \frac{P_a}{nA})$ $(\tau = \frac{T_f}{Z_p})$ $\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2})$ $(\sigma_b = \frac{M}{Z})$ $(\tau = \frac{P_a}{2nA})$	S_y	P_a = 締付力 n = ボルト本数 T_f = トルク荷重 Z_p = ねじり断面係数		
(2) クロスピン	(ロ) - 第A.12図		73°C	輸送物最大重量 + 最大内圧	3	合成応力			S_y			
固縛装置												

記号の説明

σ : 主応力 τ_t : ねじり応力
 σ_t : 引張応力 F : 荷重
 σ_c : 圧縮応力 P : 圧力
 τ : せん断応力 A : 断面積

(ロ)一第A.4表(3) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	設計条件				解析方法		備考			
	解析項目	参照図	材質	温度	設計種類	安全係数		荷要素	適用数式または要素	解析基準
通常輸送時	圧力筒	—	<input type="text"/>	73°C	$\Delta P = 0.05 \text{MPa}$	1	引張応力	$\sigma_a = \frac{PD}{2t}$	$S_y \cdot \eta$	$D =$ 内径 $t =$ 肉厚
	振動	(ロ)一第A.14図	<input type="text"/>	73°C	振動	1	共振	$f = \frac{a_1}{2\pi} \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{w \cdot \ell^4}}$	10Hz以上	$f =$ 固有振動数 $a_1 =$ 第1次モード係数 $E =$ 縦弾性係数 $\ell =$ <input type="text"/> (N/mm ²) $w =$ 輸送容器全長 $I =$ 単位長さ当りの重量 $I =$ 断面2次モーメント
一般の試験条件	熱的試験									
	応力計算									
	(1) 外筒	(ロ)一第A.20表	<input type="text"/>	73°C	内圧	1	引張応力	$\sigma_a = \frac{PD}{2t \eta}$	S_y	
	(2) ドームプレート	(ロ)一第A.20表	<input type="text"/>	73°C	内圧	1	組合せ応力	平板のたわみ式	S_y	
	(3) 燃料棒被覆管	(ロ)一第A.15図	ジルコイ-4, MDA及びZIRLO	73°C	内圧	1	組合せ応力	薄板の円筒の式	S_m	
(4) 燃料棒溶接部	(ロ)一第A.15図	ジルコイ-4, MDA及びZIRLO	73°C	内圧	1	組合せ応力	薄板の円筒の式	S_m	S_m 溶接効率 1.0	
水噴霧	—	—	73°C	水噴霧	1	吸水切り	給水性 水切り性		無 有	

記号の説明

σ : 主応力
 σ_t : 引張応力
 σ_c : 圧縮応力
 τ : せん断応力
 τ_t : ねじり応力
 F : 荷重
 P : 圧力
 A : 断面積

(ロ) - 第A. 4表(4) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	解析項目	設計条件			解析方法			備考			
		参照図	材質	温度	設計種類	安全係数	負荷要素		適用数式または要素	解析基準	
A型輸送物条 件	自由落下										
	(1) 1.2m 水平 落下	(ロ) - 第A. 17 図	-	-	1.2m 水平落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_i + \delta H_o)$	<input type="checkbox"/> mm	δ_o' = 変形前の厚さ δH_i = 内側変形量 δH_o = 外側変形量	
	(4) 外殻の 変形量										
	(ロ) 応力計 算										
	(i) クランプ ケラム	(ロ) - 第A. 18 図	<input type="checkbox"/>	73°C	1.2m 水平落下	1	曲げ応力	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	S_y		
	(ii) スキン	(ロ) - 第A. 19 図	ボロンステレス鋼	73°C	1.2m 水平落下	1	曲げ応力	周囲単純支持平板の式	S_y		
	(iii) 燃料棒 被覆管	(ロ) - 第A. 21 図	ジルコイ-4, MDA 及び ZIRLO	73°C	1.2m 水平落下	1	組合せ応 力	両端支持梁の式	1.5 S_m		
	(2) 1.2m 上部 垂直落下	(ロ) - 第A. 23 図	-	-	1.2m 上部垂直 落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_i + \delta H_o)$	<input type="checkbox"/> mm	δ_o' = 変形前の厚さ δH_i = 内側変形量 δH_o = 外側変形量	
	(4) 外殻の 変形量										
	(ロ) 応力計 算										
(i) ジャッキ スリッパ	(ロ) - 第A. 24 図	<input type="checkbox"/>	73°C	1.2m 上部垂直 落下	1	せん断 力	ねじ山のせん断破壊の式	0.6 S_y			

記号の説明

σ : 主応力 τ_t : ねじり応力
 σ_t : 引張応力 F : 荷重
 σ_c : 圧縮応力 P : 圧力
 τ : せん断応力 A : 断面積

(ロ) - 第A.4表(5) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	設計条件				解析方法			備考	
	参照図	材質	温度	設計負荷		適用数式または要素	解析基準		
				種類	安全係数				要素
(ii) 固定枠	(ロ) - 第A.25図	<input type="text"/>	73°C	1.2m 上部垂直 落下	1	合成応力	$\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2})$ $(\sigma_b = \frac{M}{Z})$ $(\tau = \frac{W}{A})$	S_y	
(iii) 固定枠 ねじ部	(ロ) - 第A.26図	<input type="text"/>	73°C	1.2m 上部垂直 落下	1	せん断 応力	ねじ山のせん断破壊の式	$0.6 S_y$	
(iv) スキン	(ロ) - 第A.27図	ボロンステン レス鋼	73°C	1.2m 上部垂直 落下	1	圧縮応力	$\sigma_c = \frac{m}{A} \cdot N$	S_y	m = 重量 N = 加速度
(v) 燃料棒 被覆管	(ロ) - 第A.28図	ジルコイ-4, MDA及びZIRLO	73°C	1.2m 上部垂直 落下	1	圧縮応力	$\sigma_c = \frac{-P}{A}$ $P = m_t \times N$	S_m	m_t = 重量
(3) 1.2m 下部 垂直落下	(ロ) - 第A.30図	-	-	1.2m 下部垂直 落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_i + \delta H_o)$	P_k	δ_o' = 変形前の厚さ δH_i = 内側変形量 δH_o = 外側変形量
(4) 外殻の 変形量								<input type="text"/> mm	

記号の説明

σ : 主応力
 σ_t : 引張応力
 σ_c : 圧縮応力
 τ : せん断応力
 τ_t : ねじり応力
 F : 荷重
 P : 圧力
 A : 断面積

(ロ) 一第A.4表(6) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	設計				条件			解析方法		備考
	解析項目	参照図	材質	温度	設計種類	安全係数	負荷要素	適用数式または要素	解析基準	
一般の輸送物条件	(i) 応力計算 (1) ピボットマウント付ボルト	(ロ)一第A.31図	<input type="text"/>	73°C	1.2m下部垂直落下	1	合成応力	$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_t + \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2})$ $(\sigma_t = \frac{F}{A})$ $(\tau = \frac{P}{nA})$	S_y	
	(ii) スケルトン組立 (4) 1.2m上部コーナ落下 (5) 1.2m下部コーナ落下	(ロ)一第A.32図 (ロ)一第A.34図 (ロ)一第A.34図	ジルカロイ-4 - -	73°C - -	1.2m下部垂直落下 1.2m上部コーナ落下 1.2m下部コーナ落下	1 1 1	圧縮応力 変形量 変形量	$\sigma_c = \frac{\sum m}{nA} \cdot N$ $\left. \begin{aligned} \delta_o &= \delta_o' - (\delta H_i + \delta H_o) \\ \delta H_i &= \text{内側変形量} \\ \delta H_o &= \text{外側変形量} \end{aligned} \right\} \text{応力計算についてはA.5.3の結果より評価}$	S_y <input type="text"/> mm <input type="text"/> mm	δ_o' = 変形前の厚さ δH_i = 内側変形量 δH_o = 外側変形量
積み重ね試験 外筒圧縮貫通 外筒 角又は縁落下	(ロ)一第A.35図 (ロ)一第A.36図	<input type="text"/> <input type="text"/>	73°C 73°C	輸送物の5倍荷重 軟鋼棒の落下衝撃	1 1	曲げ応力 吸収エネルギー	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$ $E_2 = \tau_{cr} \cdot \pi d \cdot \frac{1}{2} \cdot t^2$	S_y 5.89×10^4 (N・mm)	τ_{cr} = 外筒のせん断強さ	
					*					*

記号の説明

σ : 主応力 τ_t : ねじり応力
 σ_t : 引張応力 F : 荷重
 σ_c : 圧縮応力 P : 圧力
 τ : せん断応力 A : 断面積

(ロ) 一第A.4表(7) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	設計条件				解析方法		備考	
	参照図	材質	温度	設計種類	安全係数	荷要素		通用数式または要素
解析項目								
水噴霧								
自由落下								
積み重ね試験								
貫通								
<p>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</p>								

記号の説明

σ : 主応力
 σ_t : 引張応力
 σ_c : 圧縮応力
 τ : せん断応力
 τ_t : ねじり応力
 F : 荷重
 P : 圧力
 A : 断面積


(ロ) 一第A. 4表(8) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	設計条件				解析方法			備考			
	参照図	材質	温度	設計		適用数式または要素	解析基準				
				種類	安全係数				要素		
特別試験条件	(ロ)一第A. 40図 (イ) 外殻の変形量 (甲) 応力計算 (i) シヤキスリュ- (ii) 固定枠	—	—	9m 上部垂直落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_1 + \delta H_o)$	δ_o'	δ_o' = 変形前の厚さ δH_1 = 内側変形量 δH_o = 外側変形量		
				9m 下部垂直落下	1	せん断応力				ねじ山のせん断破壊の式	$0.6 S_u$
				9m 上部垂直落下	1	曲げ応力				$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	S_u
輸送物	(ロ)一第A. 41図 (甲) 応力計算 (i) ヒョットマ カント取付 ボルト	—	73°C	9m 下部垂直落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_1 + \delta H_o)$	δ_o'	δ_o' = 変形前の厚さ δH_1 = 内側変形量 δH_o = 外側変形量		
				9m 下部垂直落下	1	合成応力				$\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_t + \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2})$	S_u
				9m 下部垂直落下	1	圧縮応力				$(\sigma_t = \frac{F}{A}) (\tau = \frac{P}{nA} \times N)$ $\sigma_c = \frac{m}{A} \times N$	S_u
輸送物	(ロ)一第A. 32表 (ii) スキン	ボロンステン レス鋼	73°C	9m 下部垂直落下	1	圧縮応力					
				9m 下部垂直落下	1	圧縮応力					

記号の説明

σ : 主応力 τ_t : ねじり応力
 σ_t : 引張応力 F : 荷重
 σ_c : 圧縮応力 P : 圧力
 τ : せん断応力 A : 断面積

(ロ) - 第A.4表(9) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	解析項目	設計条件			解析方法		備考			
		参照図	材質	温度	設計種類	安全係数		負荷要素	適用数式または要素	解析基準
核分裂性	(iii) スケルトン組立 燃料棒被覆管	(ロ) - 第A.32表	ジルカロイ-4	73°C	9m下部垂直落下	1	圧縮応力	$\sigma_c = \frac{\sum m \cdot N}{n \cdot A}$	S_u	
	(iv) 燃料棒被覆管	(ロ) - 第A.32表	ジルカロイ-4, MDA及びZIRLO	73°C	9m下部垂直落下	1	圧縮応力 座屈	$\sigma_c = \frac{P}{A}$ $P = m \cdot N$	S_u P_k	
輸送物	水平落下 (i) 外殻の変形量	(ロ) - 第A.42図	-	-	9m水平落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_i + \delta H_o)$	δ_o'	δ_o' = 変形前の厚さ δH_i = 内側変形量 δH_o = 外側変形量
	(ii) 応力計算 (i) グランション ゲフレム	(ロ) - 第A.32表		73°C	9m水平落下	1	曲げ応力	$\sigma_b = \frac{M}{Z}$	S_u	
	(ii) スキン	(ロ) - 第A.32表	ボロンステ ンレス鋼	73°C	9m水平落下	1	曲げ応力	周囲単純支持平板の式	S_u	
	(iii) 燃料棒被覆管	(ロ) - 第A.32表	ジルカロイ-4, MDA及びZIRLO	73°C	9m水平落下	1	組合せ応力	単純支持梁の式	S_u	

記号の説明

σ : 主応力 τ_t : ねじり応力
 σ_t : 引張応力 F : 荷重
 σ_c : 圧縮応力 P : 圧力
 τ : せん断応力 A : 断面積

(ロ) 一第A.4表(10) 輸送容器の構造設計の条件及び解析方法

要件	設計条件			解析方法		備考			
	参照図	材質	温度	設計種類	安全係数		荷要素	適用数式または要素	解析基準
上部コーナラ落下 下部コーナラ落下	(p)一第A.43図	—	—	9mコーナラ落下	1	変形量	$\delta_o = \delta_o' - (\delta H_i + \delta H_o)$ 応力計算	δ_o'	δ_o' = 変形前の厚さ σH_i = 内側変形量 σH_o = 外側変形量
	(p)一第A.44図	—	—	9mコーナラ落下	1	変形量	水平成分及び垂直成分に分解して解析する。 この時の要素及び適用数式はA.5.3と同じ。	δ_o'	
落下試験Ⅱ 貫通	(p)一第A.31表	<input type="text"/>	73°C	1m落下衝突	1	—	—	貫通有無	—
熱的試験	—	—	<input type="text"/> °C	内圧	1	組合せ応力	原型試験の結果を用いて評価 薄肉円筒の式	S_u	—
浸漬	—	—	73°C	0.009MPa・G	1	外圧	密封機能の有無	<input type="text"/> MPa・G	—

A. 2 重量及び重心

輸送物の重量は(ロ)－第A. 5表の通りである。

(ロ)－第A. 5表 各部の最大重量

単位：kg

構成機器		収納物の型式			
		14×14 型 10 フィート	14×14 型 12 フィート	15×15 型 12 フィート	17×17 型 12 フィート
収 納 物		燃料集合体/1 体			
		非核燃料炉心構成品/1 体			
		収納物 (2 体)			
輸 送 容 器	防 構 造	ショックマウントフレーム			
		ク ロ ス フ レ ー ム			
		ショックマウント			
	外 殻	上 蓋			
		下 部 容 器			
		補 助 器 材			
		輸送物最大重量			

注：燃料棒集合体1体あたりの重量は、各タイプのうちでの最大重量を示す。

輸送物の重心位置は(ロ)－第A. 1図に示す。

A. 3 材料の機械的性質

解析に用いる材料の機械的性質の一覧を(ロ)－第A. 6表に示す。

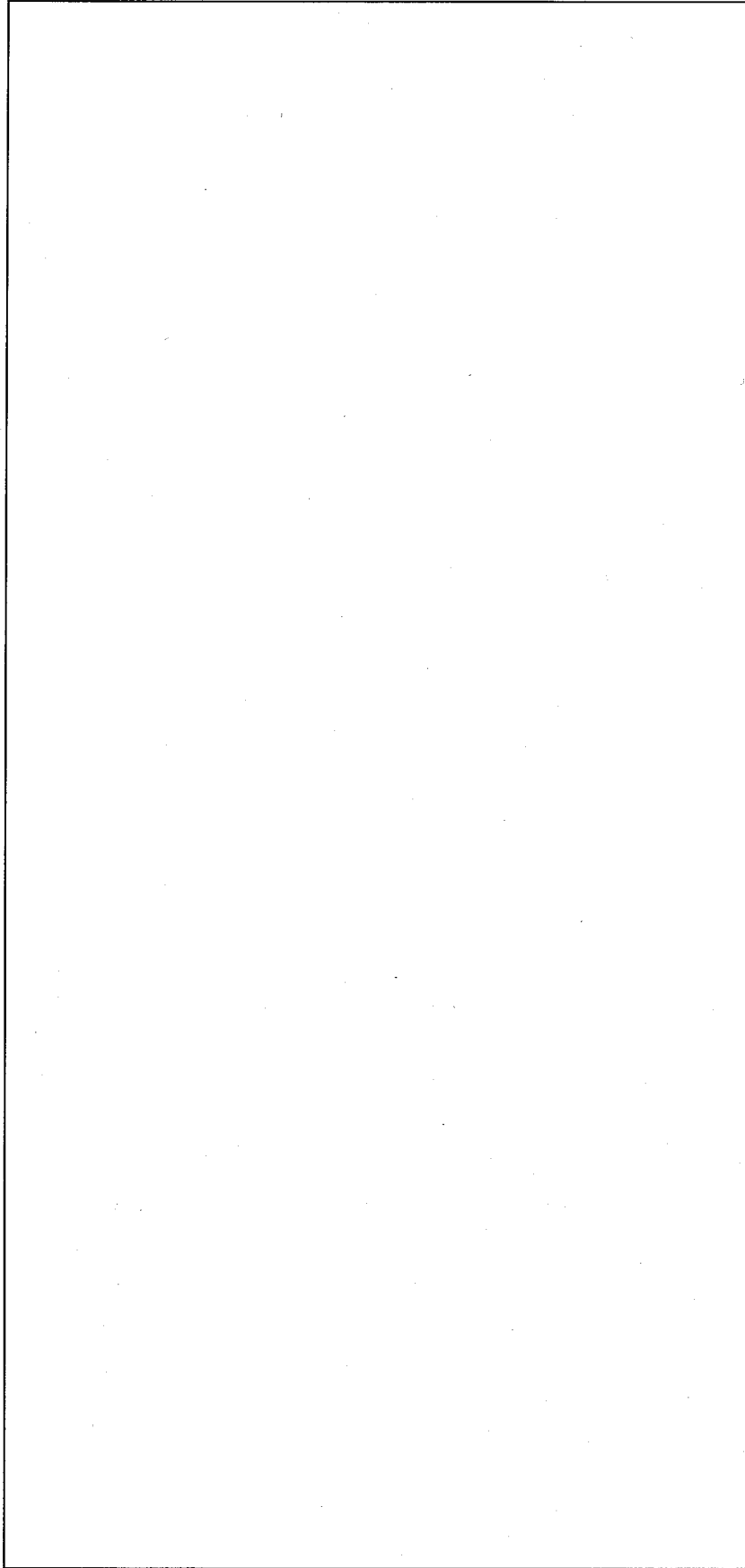
解析基準値となる材料の機械的性質を(ロ)－第A. 7表に示す。

炭素鋼, 合金鋼, ジルカロイ-4, MDA及びZIRLOの温度に対する機械的性質の変化を(ロ)－第A. 2図, (ロ)－第A. 3図及び(ロ)－第A. 4図に示す。

(ロ)－第A. 2図, (ロ)－第A. 3図及び(ロ)－第A. 4図からわかるように, 各々温度上昇に対して降伏応力は減少する傾向にある。一般の試験条件では, 熱解析の結果より輸送物の最高温度は73℃である。そこで, 解析基準値として, 安全側に80℃の設計降伏強さの値を用いることとする。

尚, 緩衝材に使用している□の圧縮変形応力を(ロ)－第A. 8表に示す。

また, 防振構造部に使用したショックマウントの動的ばね定数を(ロ)－第A. 9表に示す。



(口) - 第A. 1 図 輸送物の重心

(ロ) - 第A. 6表 材料の機械的性質

材 料	記 号	主要適用部品	設計応力強さ S_m (N/mm^2)	設計降伏強さ S_y (N/mm^2)	設計引張強さ S_u (N/mm^2)	縦 弾 性 係 数 E (N/mm^2)	圧縮変形圧力 σ_c (N/mm^2)
		容 器 外 筒 防 振 構 造 部	-	(ロ) - 第A. 2 図	(ロ) - 第A. 2 図	(ロ) - 第A. 7 表	-
		締 付 ボ ル ト	-	(ロ) - 第A. 3 図	(ロ) - 第A. 3 図	(ロ) - 第A. 7 表	-
ジルカロイ-4, MDA 及 び Z I R L O	-	燃 料 棒 被 覆 管	(ロ) - 第A. 4 図	(ロ) - 第A. 4 図	(ロ) - 第A. 4 図	(ロ) - 第A. 7 表	-
	-	緩 衝 材	-	-	-	-	(ロ) - 第A. 8 表
ボロンスラ ンレス鋼	-	防 振 構 造 部	-	(ロ) - 第A. 7 表	(ロ) - 第A. 7 表	-	-

：参考文献 [1]

： " [1]

ジルカロイ-4 : " [2] [3]

MDA, ZIRLO : " [18]

： " [4]

ボロンスラステンレス鋼 : 参考文献 [17]

(ロ) - 第A. 7表 設計基準値となる材料の機械的性質

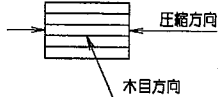
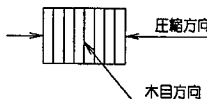
	評 価	材 料	T	S _m	S _y	S _u	E
1	容 器 外 筒 防 振 構 造 部	<input type="text"/>	80				
2	締 付 ボ ル ト	<input type="text"/>	80				
3	燃 料 棒 被 覆 管	ジルカロイ-4	80				
		MDA	80				
		ZIRLO	80				
4	防 振 構 造 部	ボロン ステンレス鋼	80				

記号の説明

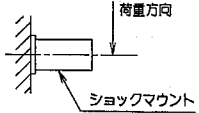
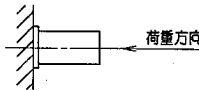
- T : 温度 (°C)
 S_m : 設計応力強さ (N/mm²)
 S_y : 設計降伏強さ (N/mm²)
 S_u : 設計引張強さ (N/mm²)
 E : 縦弾性係数 (×10⁵ N/mm²)

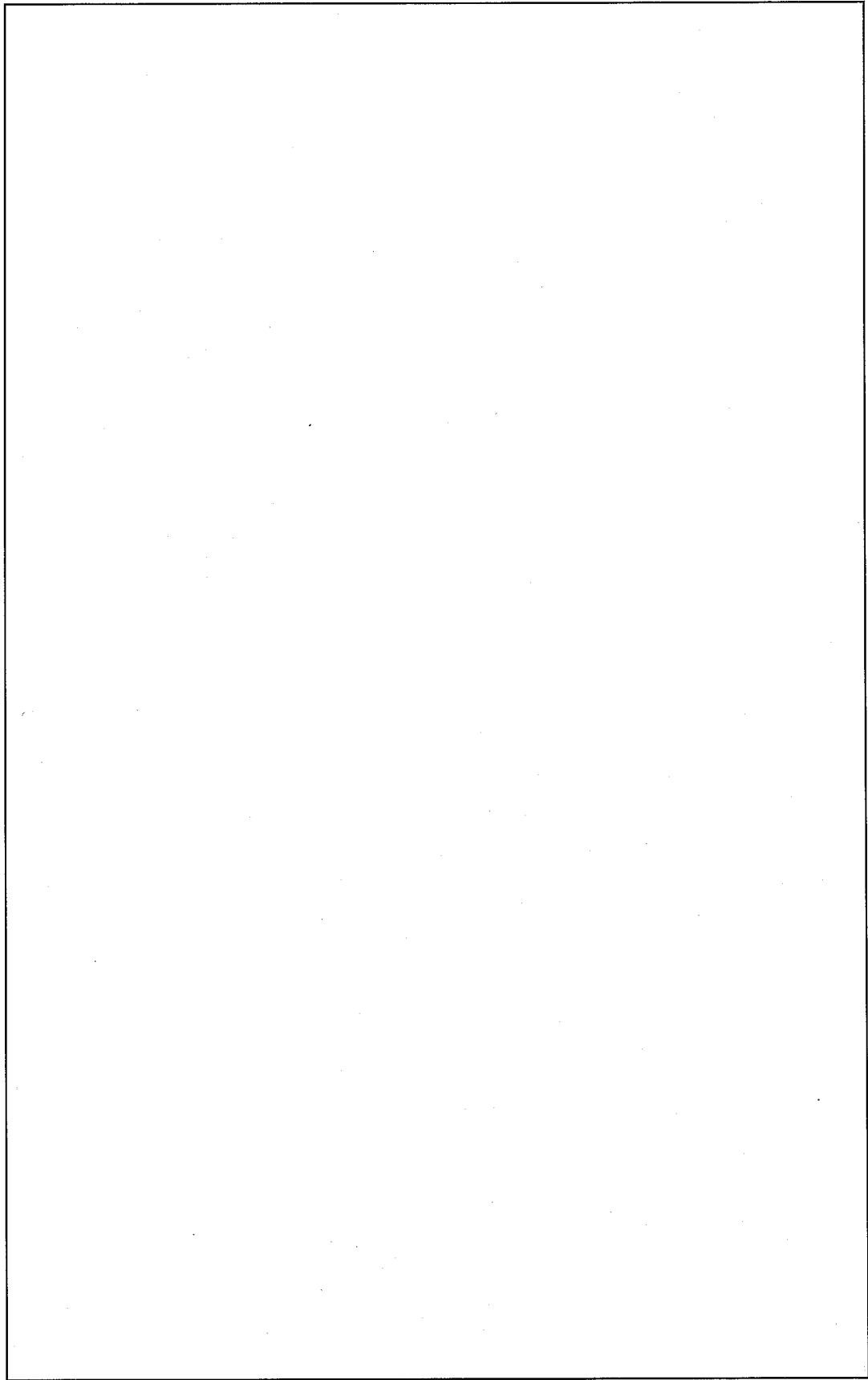
燃料棒被覆管の材料である の解析基準値に用いられる S_u 及び S_m は の強度より大きいことから の機械的性質で評価を行う。

(ロ) - 第A. 8表 緩衝材の圧縮変形応力^[4]

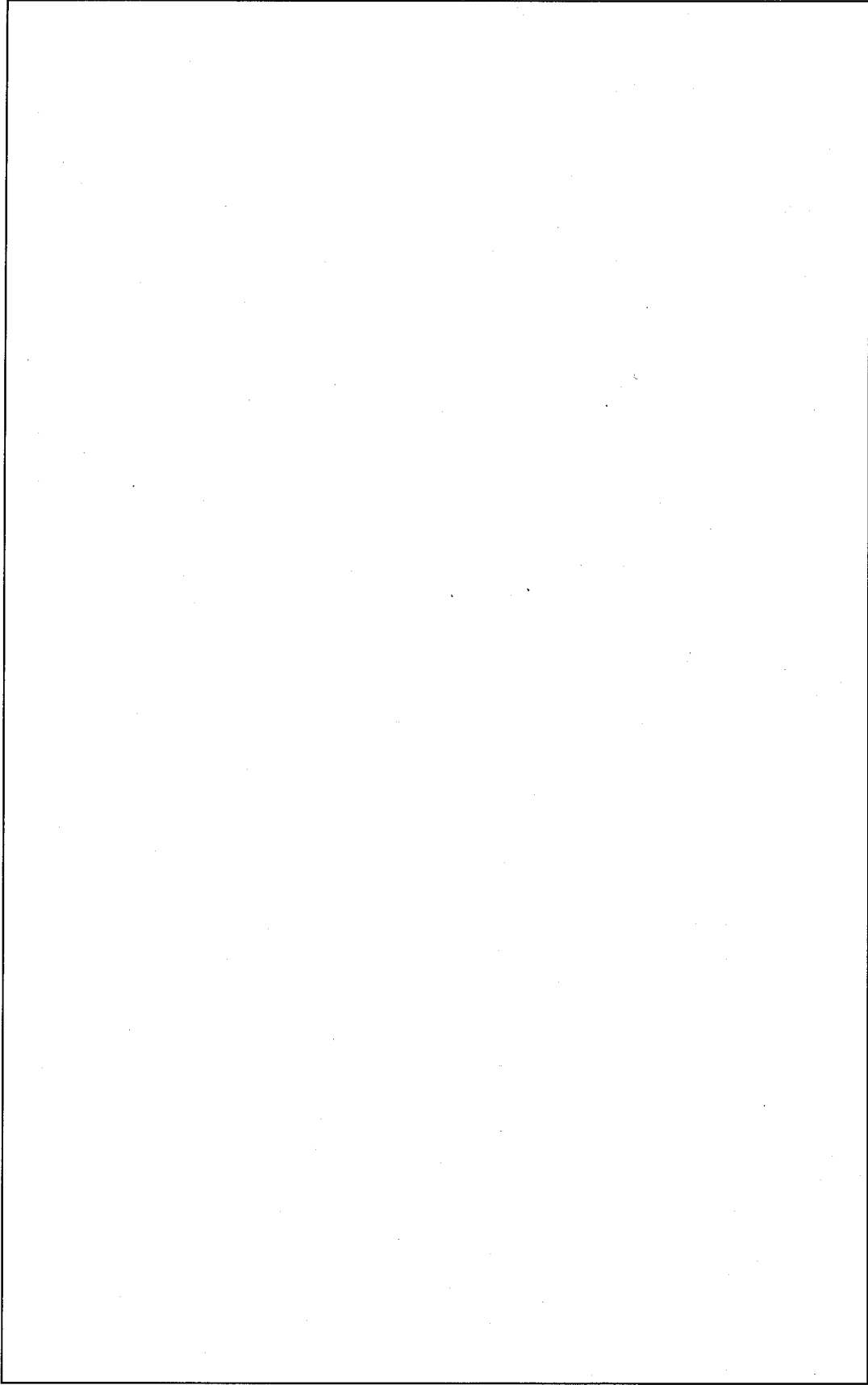
緩衝材木目方向	圧縮変形応力 σ _c (N/mm ²)	備 考
木目方向に 平行方向圧縮	<input type="text"/>	
木目方向に 直角方向圧縮	<input type="text"/>	

(ロ) - 第A. 9表 ショックマウント動的ばね定数^[5]

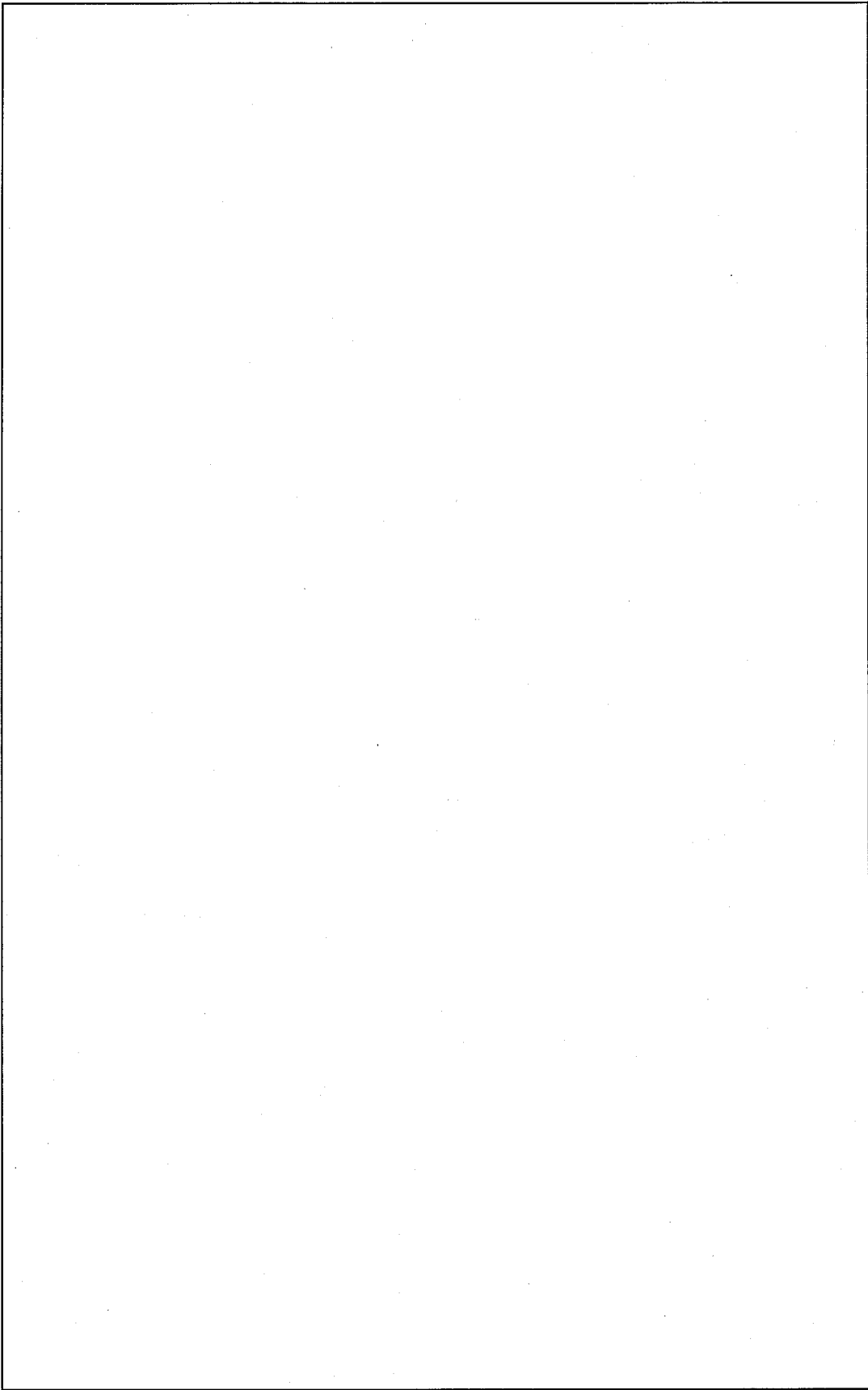
荷 重 方 向	動的ばね定数 K (N/mm)	備 考
せん断方向	<input type="text"/>	
圧縮方向	<input type="text"/>	



(ロ) - 第A. 2 図 の温度に対する機械的性質の変化



(ロ) - 第A. 3 図 の温度に対する機械的性質の変化



(ロ) - 第A. 4図 ジルカロイ-4, MDA, ZIRLOの温度に対する機械的性質の変化

A. 4 核燃料輸送物の要件

A. 4. 1 化学的及び電氣的反応

輸送物中の相互接触する異種材料を(ロ)－第A. 10表に示す。

輸送物に使用されている材料は空気中で化学的に安定した材料であり、異種材料の接触により化学的及び電氣的に反応することはない。

(ロ)－第A. 10表 接触する異種材料の一覧

接 触 物	接 触 材 料
外筒 } 内筒 } 緩衝材	炭素鋼－木 材
外筒 } 内筒 } Oリング	炭素鋼－ <input type="text"/> ゴム
内筒 } ショックマウントフレーム } ーショック マウント	炭素鋼－ <input type="text"/> ゴム
スキンクロスフレーム	ボロンステンレス鋼－炭素鋼
スキンクッション	ボロンステンレス鋼
	－ <input type="text"/> ゴム
ボトムプレートクッション	炭素鋼－ <input type="text"/> ゴム
保護ボードクッション	カードボード－ <input type="text"/> ゴム
保護ボード保護シート	カードボード－ポリエチレン
燃料集合体	
上部ノズル } 下部ノズル } ー保護シート	ステンレス鋼－ポリエチレン
燃料被覆管－保護シート	ジルカロイ-4, MDA又はZIRLO
	－ポリエチレン
燃料被覆管－燃料ペレット	ジルカロイ-4, MDA又はZIRLO
	－二酸化ウラン
	ジルカロイ-4, MDA又はZIRLO
	－ガドリニア入り二酸化ウラン

A. 4. 2 低温強度

(ロ)－第A. 11表⁽⁹⁾に、各地区の最低気温を示す。

(ロ)－第A. 11表において、寿都地区の最低気温が -15.7°C と最も低い。これより設計温度は -20°C とした。

(ロ)－第A. 11表 各地区の最低気温

	最低気温 ($^{\circ}\text{C}$)	地 名
川 内	-6.7	鹿児島
玄 海	-8.2	福 岡
伊 方	-8.3	松 山
高 浜 大 飯 美 浜 敦 賀	-15.1	福 井
泊	-15.7	寿 都

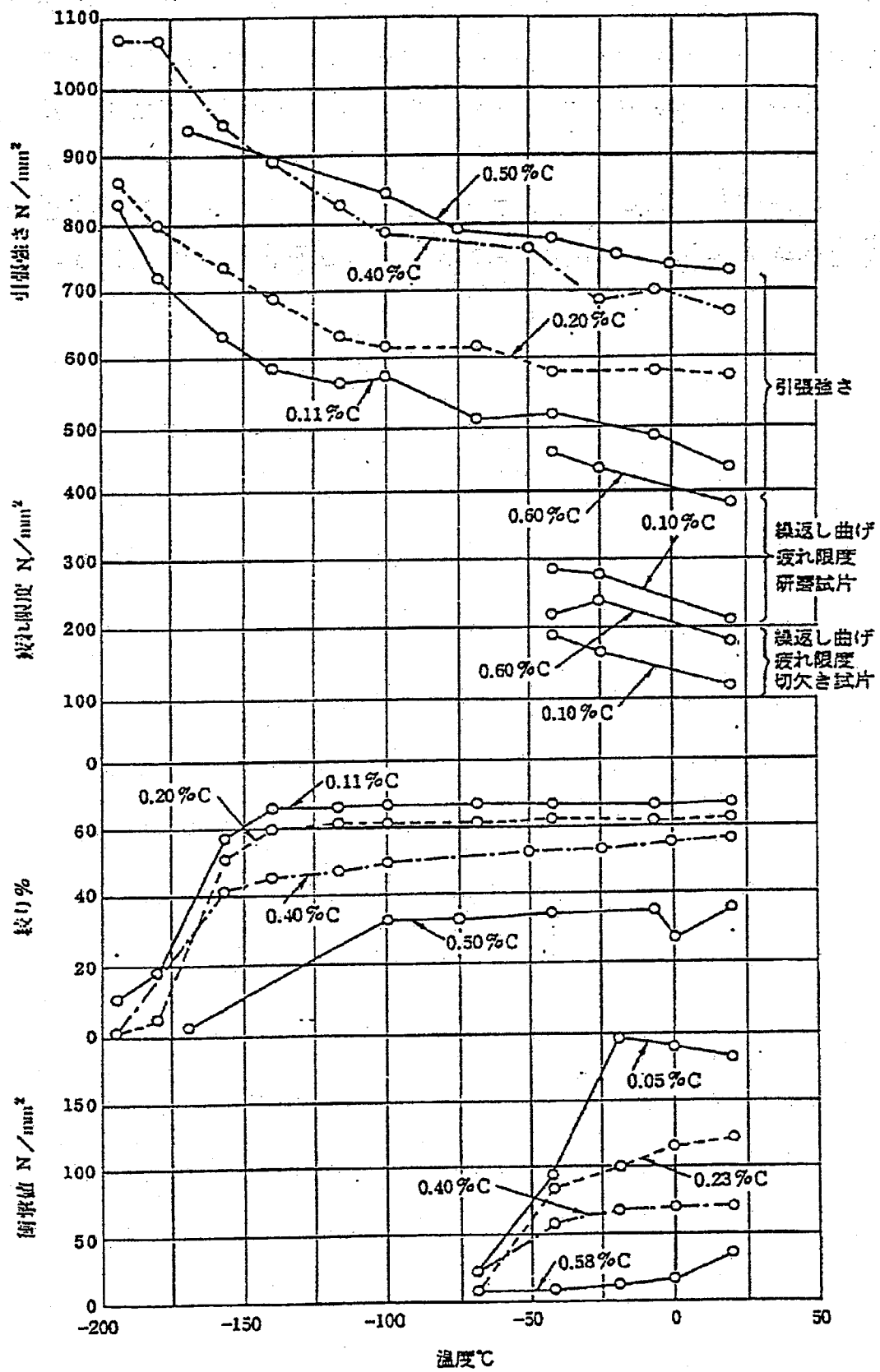
輸送物を構成する主要部材料を(ロ)－第A. 12表に示す。また炭素鋼の低温下の機械的性質⁽¹⁰⁾を(ロ)－第A. 5図に示す。

(ロ)－第A. 12表に示すように、輸送物各部の温度が、 -20°C となっても使用材料の脆性遷移温度、または最低使用温度以上であるため、低温強度に対して問題はない。

(ロ)－第A. 12表 主要材料一覧

部 材	材 料	規 格	備 考
外 殻	炭素鋼		C： <input type="text"/> %以下
	低合金鋼		遷移温度： -30°C 以下
	ゴム		使用温度範囲： <input type="text"/> $^{\circ}\text{C}$ ⁽¹⁶⁾
防振構造部	炭素鋼		C： <input type="text"/> %以下
	低合金鋼		C： <input type="text"/> %以下
	ゴム		遷移温度： -30°C 以下
燃料集合体	ステンレス鋼		面心立方晶構造を有するため低温脆性を示さない
	非鉄合金		ジルカロイ-4， MDA 及び ZIRLO

(ロ)―第A.12表より、輸送物を構成する炭素鋼の炭素含有率は[]%以下であり、(ロ)―第A.5図で明らかなように -20°C の低温下では脆性破壊は発生しない。低合金鋼、ステンレス鋼、ジルカロイ-4、MDA及びZIRLOも -20°C の低温下において脆性破壊は発生しない。また、ゴムについても使用可能温度は[] $^{\circ}\text{C}$ であり -20°C の低温下でもその機能を果たす。



(口) - 第A. 5 図 炭素鋼の低温における機械的性質

A. 4.3 密封装置

〔 〕みだりに輸送容器を開封されないようになっており、開封された場合には、それがわかるようになっている。

また、〔 〕は〔 〕本の〔 〕により〔 〕に締付けられ、〔 〕によってロックされているので容易にゆるむことがなく、偶然にまたは輸送物の内圧によって開くことはない。燃料棒が放射性収納物の密封境界となっているので当該輸送容器には、放射性収納物が外に出る可能性のある弁はついていない。なお、輸送容器内の空気圧が上昇することを避けるため、圧力調整用としてリリースバルブがついている。当該輸送容器には、密封装置としての構成部品はなく、輸送容器から取り外せる密封装置はついていない。

A. 4.4 吊上装置

本輸送物の吊上装置の構造は(ロ)－第A. 6 図に示す通りであり、その名称をブラケットという。ブラケットは、に溶接され、吊具取付部は鋼板を組合せmmの厚さにして、その部分に穴を開けたものである。

ブラケットは輸送物を機械的手段により、安全に取扱える構造になっており、急激な吊上げに対しても耐えるよう輸送物の総重量の3倍の荷重がかかった時でも十分安全な構造となっている。

ブラケットの下記の部材について解析し、強度を検討する。尚、評価は最も厳しい条件である輸送物重量が最大になるよう17×17型燃料(非核燃料炉心構成品を含む場合)の重量で行う。また、疲労評価についてはA. 10. 9項にて影響のないことを確認している。

(1) 吊上装置

- (a) ブラケット孔部 (せん断応力)
- (b) ブラケット溶接部 (曲げ応力+膜応力)
- (c) 外筒 (曲げ応力+せん断応力)

(2) 締付ボルト

- (a) 締付ボルト (引張応力+せん断応力)
- (b) クロスピン (曲げ応力+せん断応力)

この時、解析負荷荷重は以下のようにする。

解析負荷荷重 (W_a) は吊上最大重量の3倍とする。

$$W_a = m \times 3 \times g$$

W_a : 解析負荷荷重 (N)

m : 輸送物最大重量 (kg)

$$W_a = \text{} \times 3 \times 9.81$$
$$= \text{} \text{ (N)}$$

本輸送物の吊上時作用する荷重(P)は、ブラケットヶ所を使用するので、ブラケット1個の負担する荷重(P)は、解析負荷荷重(W_a)の1/である。

$$P = \frac{W_a}{N}$$

P : 荷重 (N)

W_a : 解析負荷荷重 (N)

N : 使用するブラケットの個数 (個)

$$P = \frac{\text{}}{\text{}} = \text{} \text{ (N)}$$

この荷重(P)が吊上時にブラケットに加わった時に部材に発生する応力を求め、各部材の強度を検討する。

A. 4. 4. 1 吊上装置

吊上げ時、吊上装置であるブラケットに作用する力は、(ロ)－第A. 6図に示すように、吊上げワイヤ角度45°で作用する。

(1) ブラケット孔部のせん断応力

ブラケットに発生するせん断応力(τ)を次式により求める。

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

F : ブラケットに働く荷重 $\frac{P}{\sin 45^\circ}$ (N)

P : 荷重 (N)

A : ブラケットのせん断を受ける面積 (mm²)

$$A = h \times t$$

h : せん断を受ける断面の長さ

$$h = \text{}$$

$$= \text{} \text{ (mm)}$$

t : 板厚 (mm)

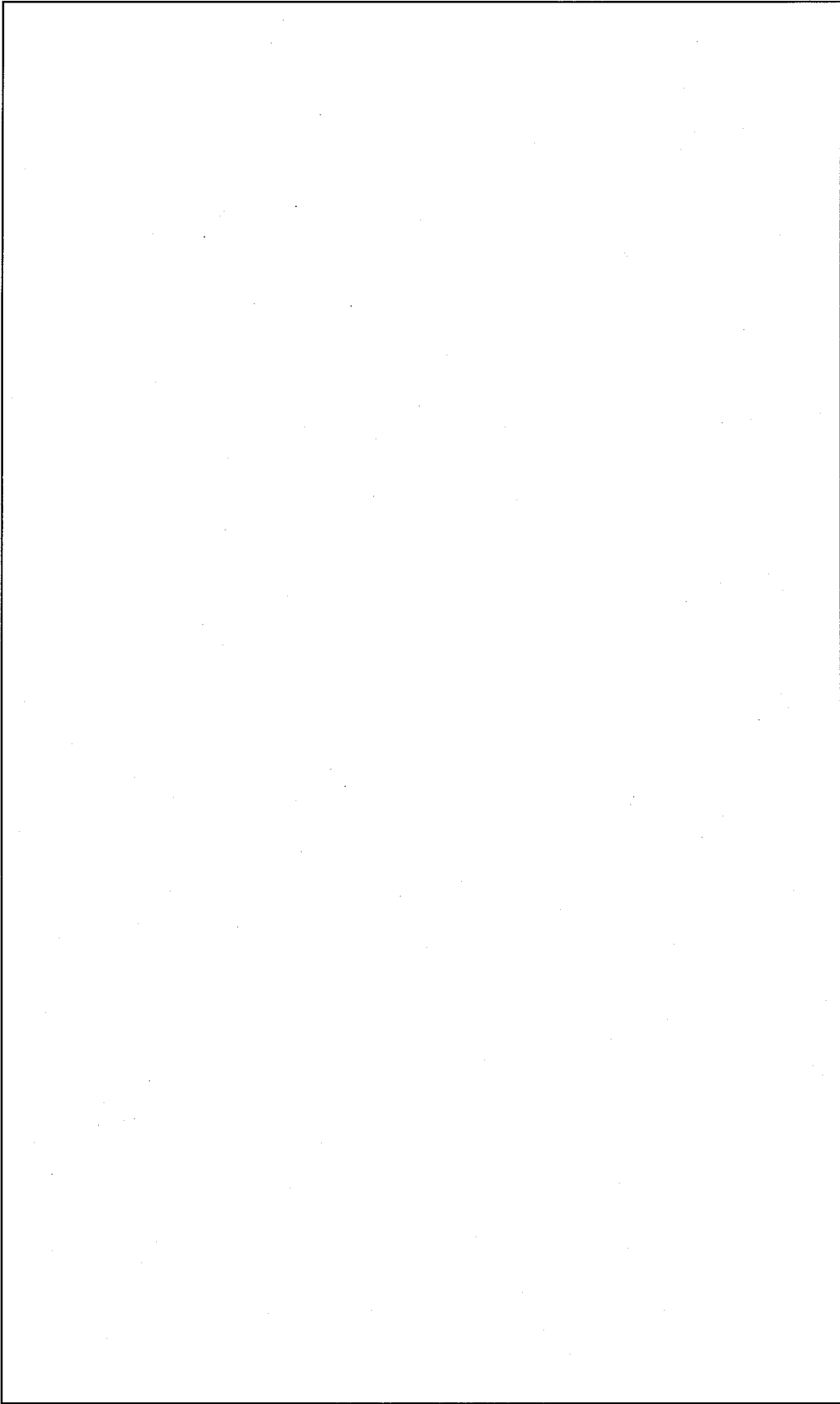
$$A = \text{} \times \text{}$$

$$= \text{} \text{ (mm}^2\text{)}$$

数値を代入して

$$\tau = \frac{\text{}}{\text{}} = \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ブラケット () の設計降伏強さ $S_y = \text{}$ N/mm²を用いる。また、せん断応力であるので0.6の係数を考慮すると $0.6 \times S_y = 0.6 \times \text{} = \text{}$ N/mm²となる。従って余裕率M_sは、



单位: mm

(口)-第A.6图 吊上装置

$$M_s = \frac{0.6 S_y}{\tau} - 1$$

$$= \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

余裕率が正であるので、ブラケット孔部はせん断により破断することはない。

(2) ブラケット溶接部

ブラケット溶接部に発生する応力 (σ_b) は、曲げ応力と膜応力の和となり、次式より求める。溶接部形状を(ロ)－第A. 7図に示す。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} + \frac{P}{A}$$

M : 溶接部に生じる曲げモーメント

$$M = F \cos 45^\circ \times \ell_1$$

F : ブラケットに働く荷重 = $\frac{P}{\sin 45^\circ}$ (N)

P : 荷重 = $\boxed{}$ (N)

ℓ_1 : モーメントアーム = $\boxed{}$ (mm)

$$M = \frac{\boxed{}}{\sin 45^\circ} \times \cos 45^\circ \times \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

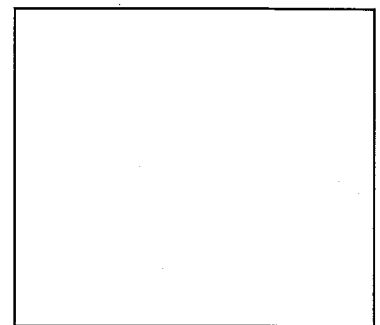
I : ブラケットの溶接部の断面2次モーメント

Z : ブラケットの溶接部の断面係数

$$I = \frac{1}{12} \left\{ \left(b_1 + \frac{2a}{\sqrt{2}} \right) \times \left(h_1 + \frac{2a}{\sqrt{2}} \right)^3 - b_1 \times h_1^3 \right\}$$

$$= \frac{1}{12} \left\{ \left(\boxed{} + \frac{2 \times \boxed{}}{\sqrt{2}} \right) \times \left(\boxed{} + \frac{2 \times \boxed{}}{\sqrt{2}} \right)^3 - \boxed{} \times \boxed{}^3 \right\}$$

$$= \boxed{} \text{ (mm}^4\text{)}$$



(ロ)－第A. 7図 ブラケット溶接部

$$Z = \frac{I}{\frac{h_1}{2} + \frac{a}{\sqrt{2}}} = \frac{\boxed{}}{\frac{\boxed{}}{2} + \frac{\boxed{}}{\sqrt{2}}}$$

$$= \boxed{} \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$a : \text{溶接脚長} = \square \text{ (mm)}$$

$$b_1 : \text{ブラケット幅} = \square \text{ (mm)}$$

$$h_1 : \text{ブラケット長さ} = \square \text{ (mm)}$$

A : ブラケット溶接部の面積

$$\begin{aligned} A &= \left(b_1 + \frac{2a}{\sqrt{2}} \right) \left(h_1 + \frac{2a}{\sqrt{2}} \right) - b_1 \times h_1 \\ &= \left(\square + \frac{2 \times \square}{\sqrt{2}} \right) \left(\square + \frac{2 \times \square}{\sqrt{2}} \right) - \square \times \square \\ &= \square \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

数値を代入して

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{\square}{\square} + \frac{\square}{\square} \\ &= \square \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

また、せん断応力 (τ) は次式にて与えられる。

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{\square}{\square} \\ &= \square \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned} P &= F \times \cos 45^\circ = \square \text{ (N)} \\ A &= \square \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

上述の発生応力 (σ_b) とせん断応力 (τ) との合成応力 (σ) は次式にて与えられる。

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{1}{2} \left(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(\square + \sqrt{\square^2 + 4 \times \square^2} \right) \\ &= \square \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

ブラケット (\square) の設計降伏強さは $S_y = \square \text{ N/mm}^2$ を用いる。また、溶接効率 ($\eta = 0.6$) を考慮すると、余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\eta \times S_y}{\sigma} - 1$$

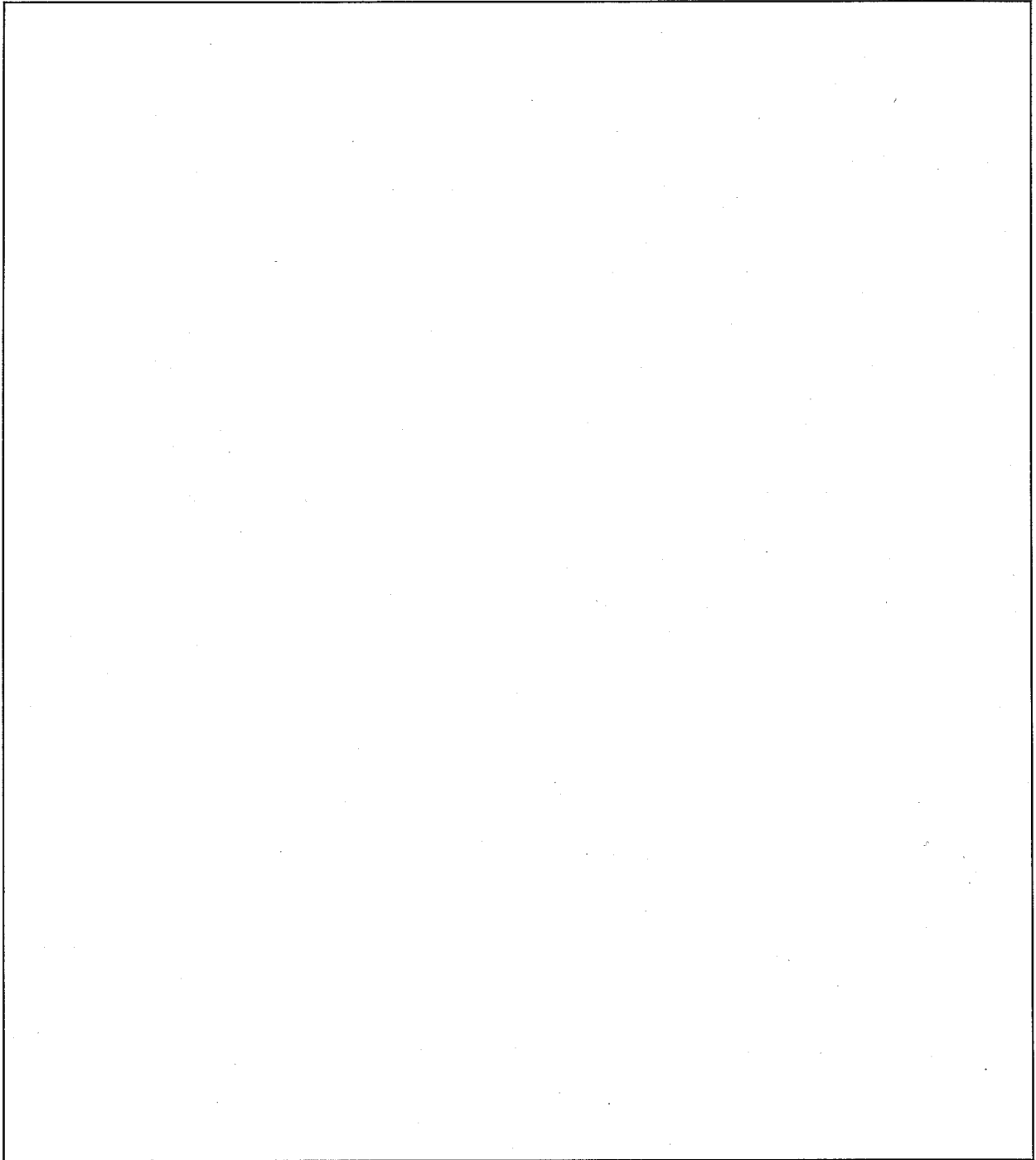
$$M_s = \frac{0.6 \times \boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

余裕率が正であるので、ブラケット溶接部は破断することはない。

(3) 外筒

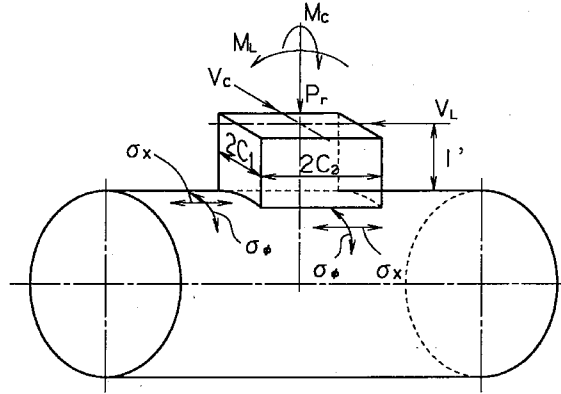
本輸送物の吊上時作用する荷重により，外筒に生ずる応力について解析する。外筒の荷重条件を(口)－第A. 8図に示す。



(口)－第A. 8図 荷重条件

(a) 外筒に生ずる応力評価位置

外筒に生ずる応力評価位置を(ロ)－第A. 9図に示す。



記号説明

P_r	: 半径方向荷重	(N)
M_c	: 周方向外モーメント	(N・mm)
M_L	: 軸方向外モーメント	(N・mm)
V_c	: 周方向せん断荷重	(N)
V_L	: 軸方向せん断荷重	(N)
σ_x	: 軸方向応力	(N/mm ²)
σ_ϕ	: 周方向応力	(N/mm ²)
C_1	: 矩形荷重領域の周方向長さの半分	(mm)
C_2	: 矩形荷重領域の軸方向長さの半分	(mm)
l'	: 荷重作用点からの座板までの距離	(mm)

(ロ)－第A. 9図 応力評価位置及び解析モデル

(b) 荷重条件の算出

ブラケットに作用する荷重条件は(ロ)－第A. 8図から次式より求められる。

半径方向荷重 P_r の傾き θ 。

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \tan^{-1} \left(\frac{\ell_v}{\ell_h} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\text{縦}}{\text{横}} \right) \\ &= 37.5 \text{ (}^\circ\text{)} \\ &= 0.654 \text{ (rad)} \end{aligned}$$

・半径方向荷重 P_r

$$P_r = f_z \cos \theta_o - f_y \sin \theta_o = \boxed{} \times \cos 37.5^\circ - \boxed{} \times \sin 37.5^\circ \\ = \boxed{} \text{ (N)}$$

・周方向荷重 V_c

$$V_c = f_z \sin \theta_o + f_y \cos \theta_o = \boxed{} \times \sin 37.5^\circ + \boxed{} \times \cos 37.5^\circ \\ = \boxed{} \text{ (N)}$$

・軸方向荷重 V_L

$$V_L = f_x \\ = \boxed{} \text{ (N)}$$

ここで

f_x : ブラケットに働く軸方向荷重

$$f_x = \frac{W_a}{\square} \times \tan \theta_1 = \boxed{} \text{ (N)}$$

$$W_a : \text{解析負荷荷重} = \boxed{} \text{ (N)}$$

$$\theta_1 : \text{軸方向のワイヤ角度} = 45^\circ = 0.785 \text{ (rad)}$$

f_y : ブラケットに働く水平方向荷重

$$f_y = \frac{W_a}{\square} \times \tan \theta_2 = \frac{\boxed{}}{\square} \times \tan 11^\circ = \boxed{} \text{ (N)}$$

$$\theta_2 : \text{半径方向のワイヤ角度} = 11^\circ = 0.192 \text{ (rad)}$$

f_z : ブラケットに働く鉛直方向荷重

$$f_z = \frac{W_a}{\square} = \boxed{} \text{ (N)}$$

$$l_v : \text{水平方向のブラケット取付寸法} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

$$l_h : \text{鉛直方向のブラケット取付寸法} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

(c) 形状係数の算出

外筒に作用する膜力及び曲げモーメントを求めるための形状係数 α , γ , 及び β は、次式^[6]で与えられる。

(i) 形状係数 α

ブラケット取付位置と外筒端部との距離の関係係数

$$\alpha = \frac{l}{R_m} \quad \text{ただし、} l_o \neq \frac{l}{2} \text{ の時}$$

$$l = \frac{4l_o(l_c - l_o)}{l_c} \quad \text{ただし } l_o \geq \frac{R_m}{2}$$

$$l_c : \text{外筒の長さ} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

l_0 : 荷重領域中心と外筒端部との距離 = mm

l : 外筒相当長さ

R_m : 外筒の平均半径

よって

$$\alpha = \frac{\text{}}{\text{}} = 3.26$$

ただし

$$l = \frac{4 \times \text{} \times (\text{} - \text{})}{\text{}} = \text{} \text{ (mm)}$$

(v) 形状係数 γ

$$\gamma = \frac{R_m}{T}$$

R_m : 円筒殻の平均半径 = (mm)

T : 外筒板厚と座板板厚の合計 = (mm)

$$\gamma = \frac{\text{}}{\text{}} = 54.5$$

(ハ) 形状係数 β

$$\beta_1 = \frac{C_1}{R_m}$$

$$\beta_2 = \frac{C_2}{R_m}$$

C_1 : 矩形荷重領域の周方向長さの半分 = (mm)

C_2 : 矩形荷重領域の軸方向長さの半分 = (mm)

$$\beta_1 = \frac{\text{}}{\text{}} = 0.157$$

$$\beta_2 = \frac{\text{}}{\text{}} = 0.349$$

(ニ) 半径方向荷重 P_r が作用する場合

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 > 1$ の時

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2} - 1 \right) (1 - K_1) \right\} \sqrt{\beta_1 \times \beta_2}$$

$1 > \beta_1 / \beta_2 \geq 0.25$ の時

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \left(1 - \frac{\beta_1}{\beta_2} \right) (1 - K_2) \right\} \sqrt{\beta_1 \times \beta_2}$$

K_1, K_2 は(ロ)―第A.13表で与えられる。

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{0.157}{0.349} = 0.45 < 1$$

(ロ)―第A.13表 半径方向荷重が作用する場合の K_1, K_2

	N_ϕ に対して	N_x に対して	M_ϕ に対して	M_x に対して
K_1	0.91	1.68	1.76	1.20
K_2	1.48	1.20	0.88	1.25
β	0.317	0.269	0.214	0.277

(ホ) 周方向外モーメント M_c が作用する場合

膜力 N_ϕ, N_x に対しては,

$$\beta = (\beta_1^2 \times \beta_2)^{1/3} = 0.205$$

曲げモーメント M_ϕ, M_x に対しては

$$\beta = K_c (\beta_1^2 \times \beta_2)^{1/3}$$

K_c は(ロ)―第A.14表で与えられる。

(ロ)―第A.14表 周方向外モーメントが作用する場合の C_c, K_c

β_1/β_2	γ	N_ϕ に対する C_c	N_x に対する C_c	M_ϕ に対する K_c	M_x に対する K_c	θ に対する K_c
1/4	15	0.31	0.49	1.31	1.84	1.09
	50	0.21	0.46	1.24	1.62	1.04
	100	0.15	0.44	1.16	1.45	0.97
	300	0.09	0.46	1.02	1.17	0.92
1/2	15	0.64	0.75	1.09	1.36	1.00
	50	0.57	0.75	1.08	1.31	0.98
	100	0.51	0.76	1.04	1.26	0.94
	300	0.39	0.77	0.99	1.13	0.95
2	15	(1.7)	(1.3)	(1.20)	(0.97)	(1.00)
	100	1.43	1.12	1.10	0.95	1.19
	300	(1.3)	(1.00)	(1.00)	(0.90)	-
4	15	(1.75)	(1.31)	(1.47)	(1.08)	(1.00)
	100	1.49	0.81	1.38	1.06	1.49
	300	(1.36)	(0.74)	(1.27)	(0.98)	-

備考 () 内数値は近似値である。

$$M_\phi \text{ に対する } \beta = 1.11 \times 0.205 = 0.227$$

$$K_c = 1.11$$

$$M_x \text{ に対する } \beta = 1.37 \times 0.205 = 0.280$$

$$K_c = 1.37$$

(ハ) 軸方向外モーメント M_L が作用する場合

膜力 N_ϕ , N_x に対しては,

$$\beta = (\beta_1 \times \beta_2^2)^{1/3} = 0.268$$

曲げモーメント M_ϕ , M_x に対しては

$$\beta = K_L (\beta_1 \times \beta_2^2)^{1/3}$$

K_L は (ロ) - 第 A. 15 表 で与えられる。

(ロ) - 第 A. 15 表 軸方向外モーメントが作用する場合の C_L , K_L

β_1 / β_2	γ	N_ϕ に対する C_L	N_x に対する C_L	M_ϕ に対する K_L	M_x に対する K_L	θ に対する K_L
1/4	15	0.75	0.43	1.80	1.24	1.14
	50	0.77	0.33	1.65	1.16	1.13
	100	0.80	0.24	1.59	1.11	1.18
	300	0.90	0.07	1.56	1.11	1.31
1/2	15	(0.90)	(0.76)	(1.08)	(1.04)	(1.00)
	100	0.97	0.68	1.07	1.02	1.00
	300	(1.10)	(0.60)	(1.05)	(1.02)	(1.00)
2	15	(0.87)	(1.30)	(0.94)	(1.12)	-
	100	0.81	1.15	0.89	1.07	1.09
	300	(0.80)	(1.50)	(0.79)	(0.90)	-
4	15	0.68	1.20	0.90	1.24	1.39
	100	0.51	1.03	0.81	1.12	1.18
	300	(0.50)	(1.33)	(0.64)	(0.83)	-

備考 () 内数値は近似値である。

$$M_\phi \text{ に対する } \beta = 1.19 \times 0.268 = 0.318$$

$$K_L = 1.19$$

$$M_x \text{ に対する } \beta = 1.06 \times 0.268 = 0.282$$

$$K_L = 1.06$$

(d) 応力解析

(イ) 外筒に働く力が半径方向の場合 ((ロ) - 第 A. 9 図参照)

半径方向荷重 (P_r) が働く場合, 円筒殻に生ずる応力は, 次式で与えられる。

$$\sigma_x = \frac{N_x}{T} \pm \frac{6M_x}{T^2} \dots\dots\dots (A. 4-1)$$

$$\sigma_\phi = \frac{N_\phi}{T} \pm \frac{6M_\phi}{T^2} \dots\dots\dots (A. 4-2)$$

σ_x : 外筒軸方向応力 (N/mm²)

σ_ϕ : 外筒円周方向応力 (N/mm²)

M_x : 外筒軸方向の曲げモーメント (N・mm/mm)

M_ϕ : 外筒円周方向の曲げモーメント (N・mm/mm)

N_x : 外筒軸方向の膜力 (N/mm)

N_ϕ : 外筒円周方向の膜力 (N/mm)

T : 外筒板厚と座板板厚の合計 (mm)

(i) 軸方向応力: σ_x

軸方向応力 σ_x (N/mm²) を導く (A. 4-1) 式は次式で与えられる。

$$\frac{N_x}{T} = K_{N_x} \left(\frac{N_x}{P_r / R_m} \right) \times \left(\frac{P_r}{R_m T} \right) \dots \dots \dots (A. 4-3)$$

$$\frac{6M_x}{T^2} = K_{M_x} \left(\frac{M_x}{P_r} \right) \times \left(\frac{6P_r}{T^2} \right) \dots \dots \dots (A. 4-4)$$

ここで,

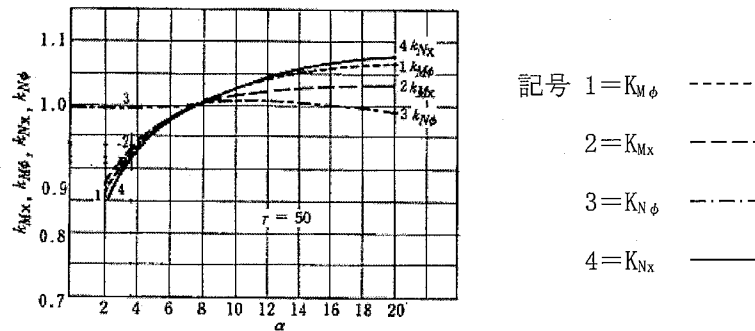
T : (mm)

P_r : (N)

R_m : (mm)

K_{N_x} , K_{M_x} は (ロ) - 第A.10 図で与えられる。

$\gamma = 50$ の場合



(ロ) - 第A.10 図 半径方向荷重が作用する場合の M_x , M_ϕ , N_x , N_ϕ と α の関係 ($\alpha = 8$ の場合が基準)

K_{N_x} : 影響係数 = 0.88

K_{M_x} : 影響係数 = 0.92

従って, 以下の値となる。

$$\frac{P_r}{R_m T} = \text{} = \text{}$$

$$\frac{6P_r}{T^2} = \text{} = \text{}$$

A. 10. 2 の(口)―第A. 45 図及び(口)―第A. 46 図より次の値を得る。

$$\frac{N_x}{P_r/R_m} = \square \quad (\text{表中 } \beta = 0.269)$$

$$\frac{M_x}{P_r} = \square \quad (\text{表中 } \beta = 0.277)$$

これらより (A. 4-3) (A. 4-4) 式の値を求めると次のようになる。

$$\frac{N_x}{T} = 0.88 \times \square \times \square = \square \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\frac{6M_x}{T^2} = 0.92 \times \square \times \square = \square \quad (\text{N/mm}^2)$$

従って軸方向応力 σ_x (N/mm²) は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \square \\ &= \square \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{外表面}) \quad \text{または} \\ &= \square \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{内表面}) \end{aligned}$$

(ii) 円周方向応力 : σ_ϕ

円周方向応力 σ_ϕ (N/mm²) を導く (A. 4-2) 式は次式で与えられる。

$$\frac{N_\phi}{T} = K_{N\phi} \left(\frac{N_\phi}{P_r/R_m} \right) \times \left(\frac{P_r}{R_m \cdot T} \right) \dots\dots\dots (\text{A. 4-5})$$

$$\frac{6M_\phi}{T^2} = K_{M\phi} \left(\frac{M_\phi}{P_r} \right) \times \left(\frac{6P_r}{T^2} \right) \dots\dots\dots (\text{A. 4-6})$$

$K_{N\phi}$, $K_{M\phi}$ は(口)―第A. 10 図で与えられる。

ここで

$K_{N\phi}$: 影響係数=0.99

$K_{M\phi}$: 影響係数=0.90

従って、以下の値となる。

まずA. 10. 2 の(口)―第A. 47 図及び(口)―第A. 48 図より次の値を得る。

$$\frac{N_\phi}{P_r/R_m} = \square \quad (\text{表中 } \beta = 0.317)$$

$$\frac{M_\phi}{P_r} = \square \quad (\text{表中 } \beta = 0.214)$$

これらより (A. 4-5) (A. 4-6) 式の値を求めると次のようになる。

$$\frac{N_\phi}{T} = 0.99 \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\frac{6M_\phi}{T^2} = 0.90 \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

従って円周方向応力 σ_ϕ (N/mm²) は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_\phi &= \boxed{} \\ &= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{) (外表面) または} \\ &= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{) (内表面)} \end{aligned}$$

(ロ) 外筒に働く曲げモーメントが容器軸方向の場合 ((ロ)-第A.9図参照)

軸方向に曲げモーメント (M_L) が働く場合、円筒殻に生ずる応力は、次式で与えられる。

$$\sigma_x = \frac{N_x}{T} \pm \frac{6M_x}{T^2} \dots\dots\dots \text{(A.4-7)}$$

$$\sigma_\phi = \frac{N_\phi}{T} \pm \frac{6M_\phi}{T^2} \dots\dots\dots \text{(A.4-8)}$$

- σ_x : 外筒軸方向応力 (N/mm²)
- σ_ϕ : 外筒円周方向応力 (N/mm²)
- M_x : 外筒軸方向の曲げモーメント (N・mm/mm)
- M_ϕ : 外筒円周方向の曲げモーメント (N・mm/mm)
- N_x : 外筒軸方向の膜力 (N/mm)
- N_ϕ : 外筒円周方向の膜力 (N/mm)
- T : 外筒板厚+座板板厚 (mm)

(i) 軸方向応力: σ_x

軸方向応力 σ_x (N/mm²) を導く (A.4-7) 式は次式で与えられる。

$$\frac{N_x}{T} = \left(\frac{N_x}{M_L/R_m^2\beta} \right) \cdot \left(\frac{M_L}{R_m^2\beta T} \right) \dots\dots\dots \text{(A.4-9)}$$

$$\frac{6M_x}{T^2} = \left(\frac{M_x}{M_L/R_m\beta} \right) \cdot \left(\frac{6M_L}{R_m\beta T^2} \right) \dots\dots\dots \text{(A.4-10)}$$

ここで、

M_L : 軸方向に作用する曲げモーメント (= $V_L \ell'$) (N・mm)

V_L : 作用荷重 = $\boxed{}$ (N)

ℓ' : 荷重作用点から座板までの距離 = $\boxed{}$ (mm)

R_m = $\boxed{}$ (mm)

T = $\boxed{}$ (mm)

膜力 N_x に対しては $\beta = 0.268$

曲げモーメント M_x に対しては $\beta = 0.282$

$\gamma = 54.5$

従って、以下の値となる。

$$\frac{M_L}{R_m^2 \beta T} = \frac{\boxed{} \times \boxed{}}{\boxed{}^2 \times 0.268 \times \boxed{}} = \boxed{}$$

$$\frac{6M_L}{R_m \beta T^2} = \frac{6 \times \boxed{} \times \boxed{}}{\boxed{} \times 0.282 \times \boxed{}^2} = \boxed{}$$

A. 10. 2 の(ロ)－第A. 49 図及び(ロ)－第A. 50 図より次の値を得る。

$$\frac{N_x}{M_L / R_m^2 \beta} = \boxed{} \quad (\text{表中 } \beta = 0.268)$$

$$\frac{M_x}{M_L / R_m \beta} = \boxed{} \quad (\text{表中 } \beta = 0.282)$$

これらより (A. 4-9) (A. 4-10) 式の値を求めると、次のようになる。

$$\frac{N_x}{T} = \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\frac{6M_x}{T^2} = \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \quad (\text{N/mm}^2)$$

従って、軸方向応力 σ_x (N/mm²) は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \boxed{} \\ &= \boxed{} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{外表面}) \quad \text{または} \\ &= \boxed{} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{内表面}) \end{aligned}$$

(ii) 円周方向応力: σ_ϕ

円周方向応力 σ_ϕ (N/mm²) を導く (A. 4-8) 式は、次式で与えられる。

$$\frac{N_\phi}{T} = \left(\frac{N_\phi}{M_L / R_m^2 \beta} \right) \left(\frac{M_L}{R_m^2 \beta T} \right) \dots \dots \dots (\text{A. 4-11})$$

$$\frac{6M_\phi}{T^2} = \left(\frac{M_\phi}{M_L / R_m \beta} \right) \left(\frac{6M_L}{R_m \beta T^2} \right) \dots \dots \dots (\text{A. 4-12})$$

ここで、

膜力 N_ϕ に対しては $\beta = 0.268$

曲げモーメント M_ϕ に対しては $\beta = 0.318$

$$\frac{M_L}{R_m^2 \beta T} = \frac{\boxed{} \times \boxed{}}{\boxed{}^2 \times 0.268 \times \boxed{}} = \boxed{}$$

$$\frac{6M_L}{R_m \beta T^2} = \frac{6 \times \boxed{} \times \boxed{}}{\boxed{} \times 0.318 \times \boxed{}^2} = \boxed{}$$

A. 10. 2 の(ロ)－第A. 51 図及び(ロ)－第A. 52 図より次の値を得る。

$$\frac{N_{\phi}}{M_L/R_m^2\beta} = \square \quad (\text{表中 } \beta = 0.268)$$

$$\frac{M_{\phi}}{M_L/R_m\beta} = \square \quad (\text{表中 } \beta = 0.318)$$

故に、(A. 4-11), (A. 4-12) 式の値を求めると、次のようになる。

$$\frac{N_{\phi}}{T} = \square \times \square = \square \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\frac{6M_{\phi}}{T^2} = \square \times \square = \square \quad (\text{N/mm}^2)$$

従って、円周方向応力 σ_{ϕ} (N/mm²) は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_{\phi} &= \square \\ &= \square \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{外表面}) \text{ または} \\ &= \square \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{内表面}) \end{aligned}$$

- (ハ) 外周に働く曲げモーメントが容器円周方向の場合 ((ロ)-第A. 9図参照)
円周方向に曲げモーメント (M_c) が作用する場合に、円筒殻に生ずる応力は、次式で与えられる。

$$\sigma_x = \frac{N_x}{T} \pm \frac{6M_x}{T^2} \quad \dots\dots\dots (\text{A. 4-13})$$

$$\sigma_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{T} \pm \frac{6M_{\phi}}{T^2} \quad \dots\dots\dots (\text{A. 4-14})$$

ここで、

- σ_x : 外筒軸方向応力 (N/mm²)
- σ_{ϕ} : 外筒円周方向応力 (N/mm²)
- M_x : 外筒軸方向の曲げモーメント (N・mm/mm)
- M_{ϕ} : 外筒円周方向の曲げモーメント (N・mm/mm)
- N_x : 外筒軸方向の膜力 (N/mm)
- N_{ϕ} : 外筒円周方向の膜力 (N/mm)
- T : 外筒板厚+座板板厚 (mm)

- (イ) 軸方向応力: σ_x

軸方向応力 σ_x (N/mm²) を導く (A. 4-13) 式は次式で与えられる。

$$\frac{N_x}{T} = \left(\frac{N_x}{M_c/R_m^2\beta} \right) \left(\frac{M_c}{R_m^2\beta T} \right) \quad \dots\dots\dots (\text{A. 4-15})$$

$$\frac{6M_x}{T^2} = \left(\frac{M_x}{M_c/R_m\beta} \right) \left(\frac{6M_c}{R_m\beta T^2} \right) \quad \dots\dots\dots (\text{A. 4-16})$$

M_c : 円周方向に作用する曲げモーメント ($=V_c \ell'$) (N・mm)

V_c : 作用荷重= (N)

ℓ' : 荷重作用点から座板までの距離= (mm)

R_m = (mm)

T = (mm)

膜力 N_x に対しては $\beta = 0.205$

曲げモーメント M_x に対しては $\beta = 0.280$

$\gamma = 54.5$

$$\frac{M_c}{R_m^2 \beta T} = \frac{\text{} \times \text{}}{\text{}^2 \times 0.205 \times \text{}} = \text{}$$

$$\frac{6M_c}{R_m \beta T^2} = \frac{6 \times \text{} \times \text{}}{\text{} \times 0.280 \times \text{}^2} = \text{}$$

A. 10. 2 の (ロ) - 第 A. 53 図及び (ロ) - 第 A. 54 図より次の値を得る。

$$\frac{N_x}{M_c / R_m^2 \beta} = \text{} \quad (\text{表中 } \beta = 0.205)$$

$$\frac{M_x}{M_c / R_m \beta} = \text{} \quad (\text{表中 } \beta = 0.280)$$

これらより (A. 4-15) (A. 4-16) 式の値を求めると、次のようになる。

$$\frac{N_x}{T} = \text{} \times \text{} = \text{} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\frac{6M_x}{T^2} = \text{} \times \text{} = \text{} \quad (\text{N/mm}^2)$$

従って、軸方向応力 σ_x (N/mm²) は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \text{} \\ &= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (外表面) または,} \\ &= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (内表面)} \end{aligned}$$

(ii) 円周方向応力: σ_ϕ

円周方向応力 σ_ϕ (N/mm²) を導く (A. 4-14) 式は、次式で与えられる。

$$\frac{N_\phi}{T} = \left(\frac{N_\phi}{M_c / R_m^2 \beta} \right) \left(\frac{M_c}{R_m^2 \beta T} \right) \dots \dots \dots \text{(A. 4-17)}$$

$$\frac{6M_\phi}{T^2} = \left(\frac{M_\phi}{M_c / R_m \beta} \right) \left(\frac{6M_c}{R_m \beta T^2} \right) \dots \dots \dots \text{(A. 4-18)}$$

膜力 N_ϕ に対しては $\beta = 0.205$

曲げモーメント M_ϕ に対しては $\beta = 0.227$

$$\frac{M_c}{R_m^2 \beta T} = \frac{\boxed{} \times \boxed{}}{\boxed{}^2 \times 0.205 \times \boxed{}} = \boxed{}$$

$$\frac{6M_c}{R_m \beta T^2} = \frac{6 \times \boxed{} \times \boxed{}}{\boxed{} \times 0.227 \times \boxed{}^2} = \boxed{}$$

A. 10. 2 の(ロ)―第A. 55 図及び(ロ)―第A. 56 図より次の値を得る。

$$\frac{N_{\downarrow}}{M_c / R_m^2 \beta} = \boxed{} \quad (\text{表中 } \beta = 0.205)$$

$$\frac{M_{\downarrow}}{M_c / R_m \beta} = \boxed{} \quad (\text{表中 } \beta = 0.227)$$

これらにより, (A. 4-17) (A. 4-18) 式の値を求めると, 次のようになる。

$$\frac{N_{\phi}}{T} = \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\frac{6M_{\phi}}{T^2} = \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \quad (\text{N/mm}^2)$$

従って, 円周方向応力 σ_{ϕ} (N/mm²) は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_{\phi} &= \boxed{} \\ &= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (外表面) または,} \\ &= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (内表面)} \end{aligned}$$

(二) 外筒に作用する荷重がせん断方向の場合 ((ロ)―第A. 9 図参照)

(i) 軸方向せん断応力 τ_L

軸方向せん断応力 τ_L は次式にて与えられる。

$$\tau_L = \frac{V_L}{4C_2 T}$$

ここで,

$$V_L : \text{軸方向せん断荷重} = \boxed{} \text{ (N)}$$

$$C_2 : \text{矩形荷重領域の軸方向の長さの半分} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

$$T : \text{外筒板厚と座板板厚の合計} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

$$\begin{aligned} \tau_L &= \boxed{} \\ &= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

(ii) 周方向せん断応力 τ_c

周方向せん断応力 τ_c は次式にて与えられる。

$$\tau_c = \frac{V_c}{4C_1 T}$$

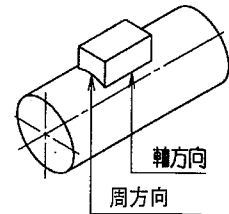
ここで,

V_c : 周方向せん断荷重 = (N)

C_1 : 矩形荷重領域の周方向の長さの半分 = (mm)

$$\tau_c = \frac{V_c}{C_1 \cdot t} = \frac{\text{}}{\text{} \cdot \text{}}$$

$$= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



(ホ) 応力の評価

外筒に生ずる応力をまとめて(ロ)－第A.16表に示す。

(ロ)－第A.16表 吊上げ時に生ずる応力

単位 N/mm²

荷重項目 評価位置	周方向応力 σ_ϕ		軸方向応力 σ_x		せん断応力 τ	
	軸方向	軸直角方向	軸方向	軸直角方向	軸方向	軸直角方向
半径方向荷重によるもの P_r						
軸方向外モーメントによるもの M_L						
周方向外モーメントによるもの M_c						
軸方向せん断荷重によるもの V_L						
周方向せん断荷重によるもの V_c						
合計						

上段－外表面

下段－内表面

合成応力

$$\sigma = \frac{1}{2} \left[\sigma_\phi + \sigma_x + \left\{ (\sigma_\phi - \sigma_x)^2 + 4\tau^2 \right\}^{1/2} \right]$$

$$= \text{}$$

$$= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

外筒 () の設計降伏強さ $S_y = \text{}$ (N/mm²) であり、余裕率 M_s は次のようになる。

$$\text{余裕率 } M_s = \frac{\text{}}{\text{}} - 1$$

$$= \text{}$$

M_s は正であり、外筒は吊上時、健全性を損なわれることはない。

A. 4. 4. 2 締付ボルト

(1) 締付ボルト

吊上げ時の荷重は、締付ボルトにかかるものとする。また荷重条件としては、輸送物重量がすべてかかるものとし、かつ、最大内圧力がかかるものとして解析した。締付ボルトに発生する引張応力 (σ_t) 及びせん断応力 (τ) は次式より求められる。締付ボルトを(ロ)－第A. 11 図に示す。

$$\sigma_t = \frac{P_a}{n A}$$

$$\tau = \frac{T_f}{Z_p}$$

ここで、

P_a : 締付力 (N)

$$P_a = W_a + P \times \ell_1 \times \ell_2$$
$$= \boxed{\quad} + 5.00 \times 10^{-2} \times \boxed{\quad} \times \boxed{\quad} = \boxed{\quad} \text{ (N)}$$

W_a : 解析負荷荷重 = $\boxed{\quad}$ (N)

P : 容器内最大圧力 = 5.00×10^{-2} (MPa)

ℓ_1 : 容器長手方向長さ = $\boxed{\quad}$ (mm)

ℓ_2 : 容器幅方向長さ = $\boxed{\quad}$ (mm)

n : 締付ボルト本数 = $\boxed{\quad}$ (本)

A : 締付ボルト1本の引張りを受ける断面積 (mm^2)

$$A = \frac{\pi}{4}(D_0^2 - D_1^2) - (D_0 - D_1) \times t$$

$$= \boxed{\quad}$$

$$= \boxed{\quad} \text{ (mm}^2\text{)}$$

D_0 : 締付ボルトの外径 = $\boxed{\quad}$ (mm)

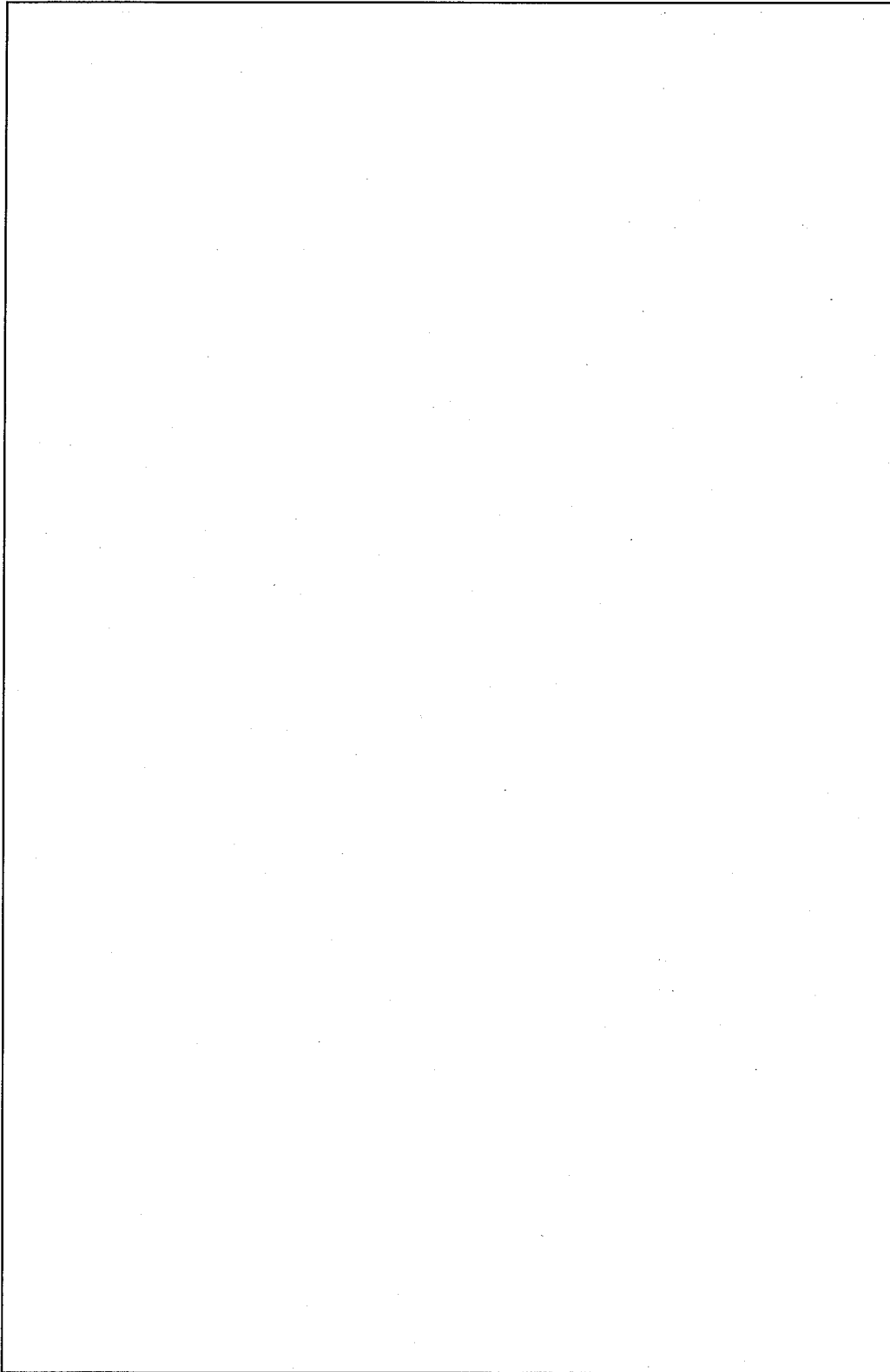
D_1 : 締付ボルトの内径 = $\boxed{\quad}$ (mm)

t : 締付ボルトの切欠の幅 = $\boxed{\quad}$ (mm)

数値を代入して、

$$\sigma_t = \boxed{\quad}$$

$$= \boxed{\quad} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



単位：mm

(口)－第A.11 図 締付ボルト組立図

また、せん断応力（ τ ）は次式にて与えられる。

$$\tau = \frac{T_f}{Z_p}$$

ここで、

T_f : 締付け時のトルク荷重⁽⁷⁾

$$T_f = \frac{P_a}{2 \times n} \{ d_2 \times (\tan \theta + \mu_s \sec \theta') + d_w \times \mu_w \}$$

P_a : 締付力 = (N)

n : 締付ボルト本数 = (本)

Z_p : ねじり断面係数 = mm³

(付属書類A.10.3)

d_2 : クロスピンの有効径

$$d_2 = \frac{2}{3} \times \frac{D_c^3 - D_p^3}{D_c^2 - D_p^2}$$

$$= \frac{2}{3} \times \text{$$

$$= \text{ (mm)}$$

D_c : クロスピン外径 (mm)

D_p : テーパー部内径 (mm)

d_w : ナット座面に於ける摩擦トルクの等価直径

$$d_w = \frac{2}{3} \times \frac{D_w^3 - D_i^3}{D_w^2 - D_i^2}$$

$$= \frac{2}{3} \times \text{$$

$$= \text{ (mm)}$$

D_w : ナット座面外径 (mm)

D_i : ナット座面内径 (mm)

θ : クロスピンの有効径に於けるリード角

$$\theta = \tan^{-1} \frac{P_c}{\ell_3 / 2}$$

$$= \tan^{-1} \left(\text{$$

$$= \text{ (°)}$$

P_c : ボルト受けの高さ (mm)

ℓ_3 : ボルト受けの外径 (mm)

θ' : ねじ山の半角 0°
 μ_s : ねじ面における摩擦係数 0.15
 μ_w : 座面における摩擦係数 0.15

数値を代入して

$$\begin{aligned}
 T_f &= \frac{\square}{2 \times \square} \{ \square \times (\tan \square^\circ + 0.15 \times \sec 0^\circ) + \square \times 0.15 \} \\
 &= \square \text{ (N} \cdot \text{mm)} \\
 \tau &= \square = \square \text{ (N/mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

合成応力

上述の引張応力 (σ_t) とせん断応力 (τ) との合成応力 (σ) は次式にて与えられる。

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{1}{2} \left(\sigma_t + \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \left(\square \right) \\
 &= \square \text{ (N/mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

締付ボルト (\square) の設計降伏強さ $S_y = \square \text{ N/mm}^2$ を用いる。従って、余裕率 M_s は、

$$\begin{aligned}
 M_s &= \frac{\square}{\square} - 1 \\
 &= \square
 \end{aligned}$$

M_s が正であるため、締付ボルトは健全性を損なわれない。

(2) クロスピン

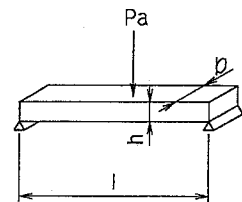
クロスピンにかかる荷重は(1)項の荷重がかかるものとして解析する。クロスピンに発生する曲げ応力 (σ_b) 及びせん断応力 (τ) は次式より求められる。解析モデルを(ロ)－第A.12図に示す。

$$\begin{aligned}
 \sigma_b &= \frac{M}{Z} \\
 \tau &= \frac{P_a}{2 \cdot n A}
 \end{aligned}$$

ここで、

M : クロスピンにかかる曲げモーメント (N・mm)

$$M = \frac{P_a \ell}{4} \times \frac{1}{n}$$



(ロ)－第A.12図

クロスピン解析モデル

$$= \frac{\boxed{} \times \boxed{}}{4} \times \frac{1}{\boxed{}} = \boxed{} \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

P_a : 締付力 前項(1)項より = $\boxed{}$ (N)

n : 締付ボルト本数 = $\boxed{}$ (本)

l : クロスピンの曲げを受ける長さ = $\boxed{}$ (mm)

Z : クロスピンの断面係数 (mm^3)

$$Z = \frac{b h^2}{6} = \frac{\boxed{}}{6} = \boxed{} \text{ (mm}^3\text{)}$$

b : クロスピンの厚さ = $\boxed{}$ (mm)

h : クロスピンの高さ = $\boxed{}$ (mm)

数値を代入して

$$\sigma_b = \boxed{} \\ = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

次にせん断応力 (τ) を求める。

$$\tau = \frac{P_a}{2 \cdot n A}$$

ここで,

A : クロスピンのせん断を受ける断面積

$$A = b \times h$$

$$= \boxed{} = \boxed{} \text{ (mm}^2\text{)}$$

P_a : 締付力 = $\boxed{}$ (N)

n : 締付ボルト本数 = $\boxed{}$ (本)

b : クロスピンの厚さ = $\boxed{}$ (mm)

h : クロスピンの高さ = $\boxed{}$ (mm)

数値を代入して

$$\tau = \frac{\boxed{}}{2 \times \boxed{} \times \boxed{}} \\ = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

合成応力

上述の曲げ応力 (σ_b) とせん断応力 (τ) との合成応力 (σ) は、次式にて与えられる。

$$\sigma = \frac{1}{2} \left(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\boxed{} \right)$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

クロスピン ($\boxed{}$) の設計降伏強さ $S_y = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ を用いる。従って、余裕率 M_s は

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

M_s が正であり、クロスピンは健全性を損なわれない。

A. 4. 5 固縛装置

本輸送容器には、容器を締付けるための固縛装置が付随していないので本項は該当せず。

A. 4. 6 圧 力

外気圧が極端に低下した場合を考慮して、外気圧が 60 kPa まで低下したときの本輸送物に及ぼす影響について検討する。

外気圧が 60 kPa まで低下したとき、容器に

$$(19.0 + 101) - 60 = 60 \text{ kPa}$$

の内圧が作用することになる。この時、容器に装備している内圧調整用リリーフバルブ（最大 49 kPa・G にて開）が作動するため容器内に 49 kPa の差圧（運搬中に予想される周囲温度の変動（-20℃～38℃）を考慮した場合にも同じ）が作用することになる。

応力評価については A. 5. 1. 3 「応力計算」項において、容器に作用する内圧を 50 kPa・G として解析し、その健全性を確認しているため、本項での解析は省略する。また、A. 10. 10 項において環境温度 -20℃から環境温度 38℃になった場合及び環境温度 38℃から環境温度 -20℃になった場合の健全性を確認している。

A. 4. 7 振 動

一般の条件時に積載車輛の荷台で受ける振動数域は、0～10Hz⁽¹¹⁾の範囲であるので、輸送物の固有振動数を求め、共振しないことを示す。

輸送物は、トラックの荷台に [] で固定されているので、輸送物を(口)－第A.14図に示すように支持－支持はりと近似して解析する。固有振動数 f (Hz) を次式より求める。

$$f = \frac{a_1}{2\pi} \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{w \cdot \ell^4}}$$

a₁ : 第1次モード係数=15.8

((口)－第A.13図を用いて

$$\alpha = \frac{a\ell}{\ell} = \frac{[]}{\ell} = []$$

E : 縦弾性係数=[] (N/mm²)

ℓ : 輸送容器全長=[] (mm)

aℓ : 支点よりの張出し長さ=[] (mm)

w : 単位長さ当りの重量 (N/mm)

$$w = \frac{m \cdot g}{\ell} = \frac{[] \times 9.81}{[]}$$

$$= [] \text{ (N/mm)}$$

g : 重力加速度=9.81×10³ (mm/s²)

m : 輸送物重量=[] (kg)

I : 輸送容器の断面2次モーメント

$$I = \frac{\pi}{64} (D_1^4 - D_2^4)$$

$$= \frac{\pi}{64} ([]^4 - []^4)$$

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

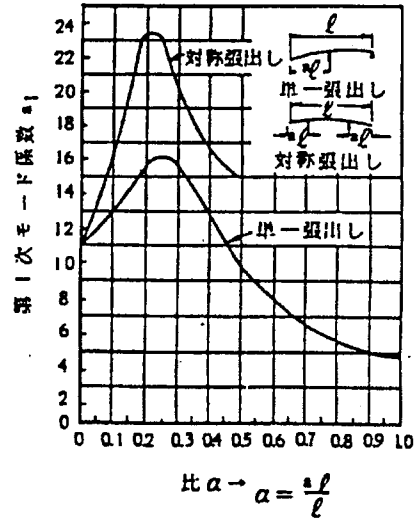
D₁ : 外殻の外径=[] (mm)

D₂ : 外殻の内径=[] (mm)

従って、以下の値となる。

$$f = \frac{15.8}{2\pi} \sqrt{\frac{[] \times [] \times 9.81 \times 10^3}{[] \times []^4}}$$

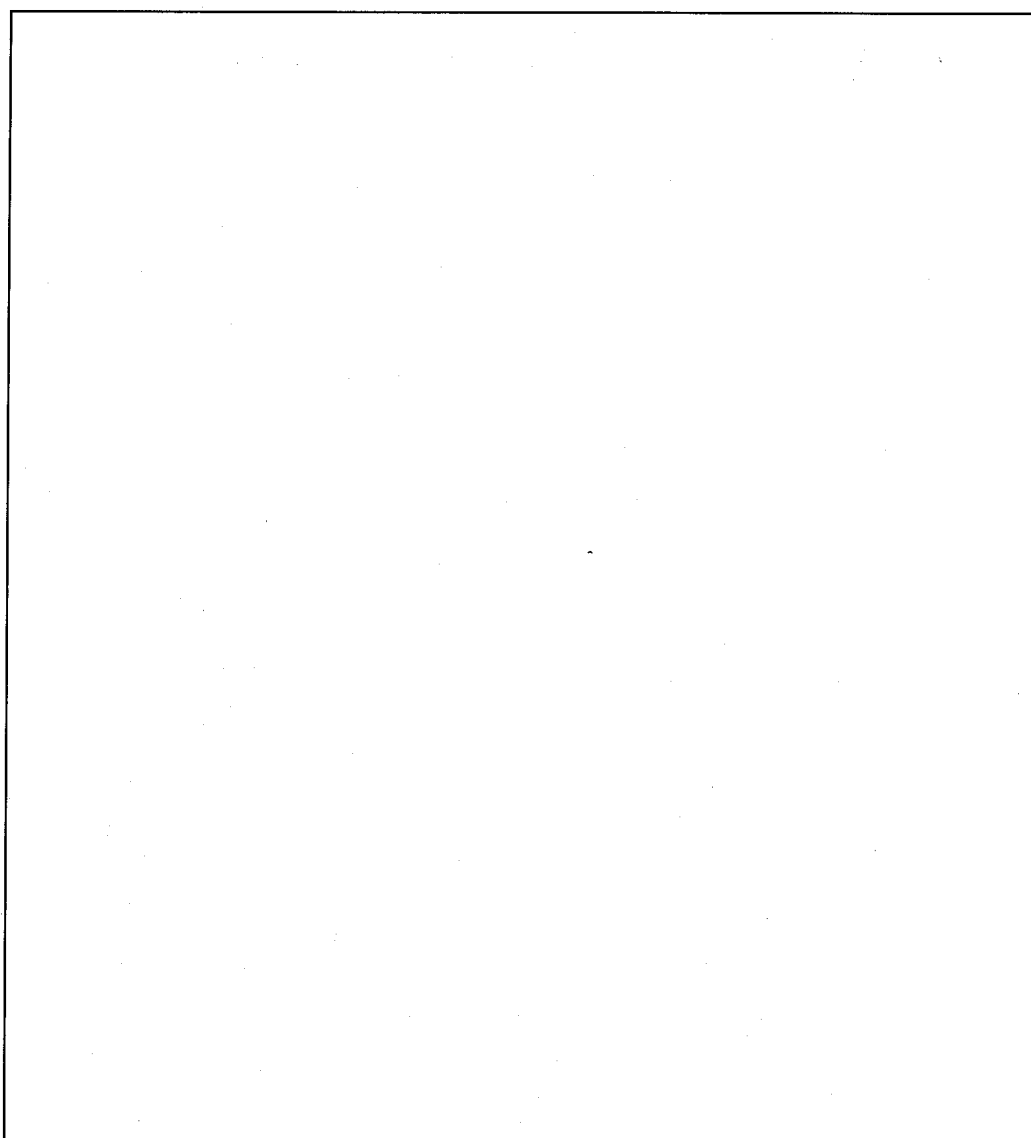
$$= [] \text{ (Hz)}$$



(口)－第A.13図 第1次モード係数

このとき、振動数比は□となり、保守的に減衰を考慮しない場合の変位振幅倍率^(注)は□倍 (A. 10.11 参照) となる。輸送中積載車両に発生する加速度は 3G 以下であり、保守的に倍率を□倍としても輸送容器に負荷される加速度は 4G 以下である。一般の試験条件における落下評価 (A. 5.3) において負荷される加速度は、水平落下時□、垂直落下時□、コーナ落下時□であり、この加速度に比べ輸送中積載車両に発生する振動による加速度は十分小さく、輸送物が亀裂、破損することはない。

(注) 振動中の最大変位振幅と外力が静的に加わった場合の最大変位振幅との比



(ロ) - 第 A. 14 図 輸送物の固縛状況及び輸送物の固有振動数解析モデル

A. 5 一般の試験条件

A. 5. 1 熱的試験

太陽放射を考慮した本輸送物の熱的評価は、B. 4一般の試験条件下の熱解析に示す。

A. 5. 1. 1 温度及び圧力の要約

輸送物の最高温度は、B. 4に述べるように環境温度が最高である38℃のとき、太陽放射熱を輸送物表面に1日につき12時間最大400W/m²（曲面上表面）の伝熱量があるとして求めた。その結果は外筒表面にて73℃である。崩壊熱はないので環境温度が最も低い温度-20℃が輸送物の最低温度である。

他方、内部の温度については、外殻表面と同一温度と考え評価を行った。各部の温度を(ロ)―第A.17表に示す。

(ロ)―第A.17表 各部の温度

摘 要	温度 (°C)	
	最 低	最 高
環 境 温 度	-20	38
容 器 外 殻 表 面	-20	73
容 器 内 部	-20	73

また、この場合における容器及び燃料棒の最大内圧は、B. 4. 4項で述べるようにそれぞれ0.019MPa・G及び \square MPa・Gであるが、本輸送容器の受ける最大内圧はA. 4. 6「圧力」での値より、容器最大内圧を0.05MPa・Gとする。

A. 5. 1. 2 熱膨張

防振構造部は外殻に懸架されており、本輸送物で熱膨張により拘束されるおそれのあるものはない。したがって、熱膨張により熱応力の発生はない。

A. 5. 1. 3 応力計算

一般の試験条件下における容器及び燃料棒の内圧上昇により生じる各部の応力について検討する。なお、疲労評価についてはA. 10. 9項にて影響のないことを確認している。

(1) 外筒

容器外筒が内圧を受ける時に、外筒に生ずる引張応力 (σ_a) を次式より求める。

$$\sigma_a = \frac{PD}{2t}$$

P : 容器の最大内圧 0.05 (MPa)

D : 容器の最大内径 (mm)

t : 容器肉厚 (mm)

数値を代入して

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \frac{0.05 \times \text{}}{2 \times \text{}} \\ &= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}\end{aligned}$$

容器本体 () の設計降伏強さは $S_y = \text{}$ N/mm² である。従って、余裕率 M_s は溶接効率 (= 0.6) を考慮して次のようになる。

$$\begin{aligned}M_s &= \frac{\text{} \times 0.6}{\text{}} - 1 \\ &= \text{}\end{aligned}$$

余裕率が正であるので容器胴部は内圧力により、健全性が損なわれることはない。

(2) ドームプレート

容器が内圧を受ける時、ドームプレートには歪に伴う曲げ応力 (σ_b) と面内力による膜応力 (σ_0) が生じるので、この時の合成応力 (σ) を次式により求める。ここでは、容器ドームプレートのフランジ部を無視した安全側のモデルで検討する。

$$\sigma = \sigma_b + \sigma_0 \quad [8]$$

今、周辺固定の円板が等分布荷重を受ける場合、円板の中心に生ずる最大歪 (ω) と分布荷重 (p) との関係は次式で求める。

$$\frac{\omega}{t} + A \left(\frac{\omega}{t} \right)^3 = B \cdot \frac{p}{E} \left(\frac{\gamma}{t} \right)^4 \quad [8]$$

t : ドームプレートの板厚 (mm)

p : 分布荷重 (最大内圧) 0.05 (MPa)

γ : ドームプレートの半径 (mm)

E : 縦弾性係数 (N/mm²)

A : 等分布荷重を受ける円板の大たわみ理論公式における歪係数
(半径方向変位 : 拘束) 0.471

B : 等分布荷重を受ける円板の大たわみ理論公式における歪係数
(半径方向変位 : 拘束) 0.171

数値を代入して整理すると

$$\omega^3 + \text{} \omega - \text{} = 0$$

ω を計算すると

$$\omega = \text{} \text{ (mm)}$$

また、曲げ応力 (σ_b) 及び膜応力 (σ_0) は次式で求める。

$$\sigma_b = \beta_\gamma \cdot E \cdot \frac{t \cdot \omega}{\gamma^2}$$

$$\sigma_0 = \alpha_\gamma \cdot E \cdot \frac{\omega^2}{\gamma^2}$$

β_γ : 等分布荷重を受ける円板の最大たわみ理論公式における応力係数
(中心) 2.86

α_γ : 等分布荷重に受ける円板の最大たわみ理論公式における応力係数
(中心) 0.976

E : 縦弾性係数 (N/mm²)

t : ドームプレートの板厚 (mm)

ω : 円板の中心に生ずる最大歪 (mm)

γ : ドームプレートの半径 (mm)

数値を代入して

$$\sigma_b = 2.86 \times \text{} \times \frac{\text{} \times \text{}}{\text{}^2}$$

$$= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_0 = 0.976 \times \boxed{} \times \frac{\boxed{}^2}{\boxed{}^2}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

従って、合成応力 (σ) は

$$\sigma = \boxed{} + \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ドームプレート ($\boxed{}$) の設計降伏強さは $S_y = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ であり、余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

余裕率が正であるので、内圧力によってドームプレートの健全性が損なわれることはない。

(3) 燃料棒被覆管

本項では燃料集合体を構成する燃料棒被覆管に発生する応力について解析する。解析に使用する燃料タイプを4種類とし、その解析仕様を(ロ)－第A.18表に示す。

(ロ)－第A.18表 燃料集合体の解析仕様

仕 様		燃料タイプ			
		14×14 10ft	14×14 12ft	15×15 12ft	17×17 12ft
現行燃料及び 高燃焼度燃料 の寸法	被覆管外径 d_o (mm)	10.72	10.72	10.72	9.5
	被覆管板厚 t (mm)	0.62	0.62	0.62	0.57
	被覆管平均径 d_m (mm)	10.1	10.1	10.1	8.93
現行燃料の 圧力	燃料棒内初期圧力 P_o (MPa·G)				
	燃料棒内最大圧力 P_i (MPa·G)				
高燃焼度燃料 の圧力	燃料棒内初期圧力 P_o (MPa·G)				
	燃料棒内最大圧力 P_i (MPa·G)				

P_i : 燃料棒の最大内圧 (MPa·G)

$$(P_i + 1.01 \times 10^{-1}) = (P_o + 1.01 \times 10^{-1}) \times \frac{T}{T_o}$$

[標準気圧 : 1.01×10^{-1} MPa として]

P_o : 燃料棒内初期圧力 (MPa·G)

T : 一般の試験条件下における温度

$$= 273 + 73 \text{ (最高温度)}$$

$$= 346 \text{ (K)}$$

T_o : 初期温度

$$= 273 + 20 \text{ (常温)}$$

$$= 293 \text{ (K)}$$

d_c : 燃料棒被覆管の内径 (mm)

t : 燃料棒被覆管の肉厚 (mm)

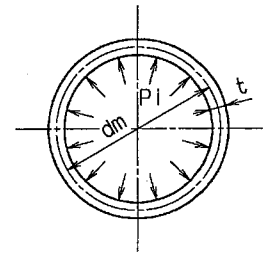
d_m : 燃料棒被覆管の平均径 (mm)

内圧力 (P_i) を受ける燃料棒被覆管に生ずる応力は、薄肉円筒として、次式で与えられる。また解析モデルを(ロ)－第A.15図に示す。

$$\sigma_\theta = \frac{P_i \cdot d_m}{2t}$$

$$\sigma_z = \frac{P_i \cdot d_m}{4t}$$

$$\sigma_r = -\frac{P_i}{2}$$



ここで、

σ_θ : 周方向応力 (N/mm^2)

(ロ)－第A.15図 燃料棒被覆管解析モデル

σ_z : 軸方向応力 (N/mm^2)

σ_r : 径方向応力 (N/mm^2)

P_i : 被覆管内圧力=(ロ)－第A.18表による。

d_m : 被覆管の平均径=(ロ)－第A.18表による。

t : 被覆管の板厚=(ロ)－第A.18表による。

従って、燃料棒被覆管に生ずる応力は、(ロ)－第A.19表に示す値となる。

(ロ) - 第A.19表 内圧力により被覆管に生ずる応力

(単位: N/mm²)

圧力区分		記号	14×14	14×14	15×15	17×17
			10フィート	12フィート	12フィート	12フィート
内圧力	現行燃料	σ_{θ}				
		σ_z				
		σ_r				
	高燃焼度燃料	σ_{θ}				
		σ_z				
		σ_r				

(i) 燃料棒

燃料棒で一次一般膜応力 P_m は条件の最も厳しい 17×17 型燃料集合体で次のようになる。

現行燃料の被覆管に対して、

$$\begin{aligned}
 P_m &= \text{Max} |\sigma_{\theta} - \sigma_r| \\
 &= \boxed{} + \boxed{} \\
 &= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで、被覆管の設計応力強さ S_m は $S_m = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ であるから、余裕率 M_s は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 M_s &= \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1 \\
 &= \boxed{}
 \end{aligned}$$

同様に、高燃焼度燃料の被覆管に対しては、現行燃料の被覆管より一次一般膜応力 P_m が小さいことは明らかである。

よって、余裕率は正であり、被覆管が内圧力によって健全性を損なわれることはない。

また、端栓と被覆管の溶接法はサンプルによる強度試験により母材と同等以上の強度であることが確認されている他、非破壊検査により溶接部の健全性が確認されている。従って、端栓と被覆管の溶接部に対しても被覆管と同じ強度基準が適用できる。また、内圧力によって発生する応力は被覆管と同一である。

そのため、被覆管同様、端栓と被覆管の溶接部も内圧力によって健全性が損なわれることはない。

A. 5. 1. 4 許容応力との比較

許容応力との比較を(ロ)－第A. 20表に示す。いずれも許容応力を下回っており、各部の強度は保たれる。

(ロ)－第A. 20表 許容応力との比較

条件	解析項目	解析基準	解析基準値	解析結果	余裕率
通常輸送時	化学的及び電氣的反応 化学的反應 電氣的反應	活性の有無 水分の有無	活性 無 水分 無	活性 無 水分 無	基準に適合 基準に適合
	密封装置 燃料棒	密封性能の有無	密封性能有	密封性能有	基準に適合
	吊上装置 1. ブラケット (1) ブラケット孔部 せん断応力 (2) ブラケット溶接部 合成応力 2. 外筒 合成応力 3. 締付ボルト 合成応力 4. クロスピン 合成応力	 $0.6 S_y$ $S_y \cdot \eta^*$ S_y S_y S_y	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
一般の試験条件	熱的試験 応力計算 1. 外筒 引張応力 2. ドームプレート 合成応力 3. 燃料棒被覆管 一次一般膜応力	 $S_y \cdot \eta^*$ S_y S_m			

* η : 溶接効率 (=0.6)

A. 5.2 水噴霧

本輸送容器の外殻は円筒状の容器で、水のたまりにくい形状であり、表面は塗装されているので吸水性はなく、また、容器外殻のフランジ部は水密構造になっているので容器内部に水が入らない。

A. 5.3 自由落下

本輸送物は規則に基づき、A型輸送物の要件に従い評価を行うと、輸送物の重量は最大 kg であり、5000 kg 以下であるから、告示にある一般の試験条件下での自由落下は1.2 m である。

また、本試験前の水噴霧で本輸送物は水密構造となっているため、容器内部に水が入らず重量の変化もないため、水噴霧での影響は全くないものとして評価する。

(a) 解析モデル

本輸送物について1.2 m自由落下試験による評価を解析により行う。また原型容器による9 m落下試験の結果を比較検証することで、その妥当性を立証し、1.2 m自由落下による評価を行う。

ここでは、下記の3ケースについて検討を行う。

- (i) 水平落下
- (ii) 垂直落下（上部及び下部）
- (iii) コーナ落下（上部及び下部）

(1) 解析方法及び結果

本輸送物について、1.2 m自由落下試験を行った場合の加速度と輸送容器の変形量は下記の条件に基づき解析を行う。

- ① 衝突面は剛体であるとし、輸送物の落下エネルギーは容器の塑性変形によって全量吸収されるものとする。
- ② 輸送物は防振構造部がショックマウントで懸架された構造となっているため、防振構造部が外殻によりショックマウントを介し、拘束を受けて落下するものとする。
- ③ 解析に使用する輸送物の重量は「A. 2 重量及び重心」で示した通りである。これよりそれぞれがもつ落下エネルギーは次のようになる。

$$E_{a_i} = E_{v_i} = m_i \times g \times h$$

$$E_{a_o} = E_{v_o} = m_o \times g \times h$$

ここで、

E_{a_i} : 防振構造部側の外殻の吸収エネルギー (J)

E_{v_i} : 防振構造部側の落下エネルギー (J)

E_{a_o} : 輸送容器の外殻の吸収エネルギー (J)

E_{v_o} : 輸送容器の外殻の落下エネルギー (J)

m : 輸送容器の重量 = kg

$$m = m_i + m_o$$

m_i : 防振構造部の重量 + 収納物 = (kg)

m_o : 外殻の重量 = (kg)

h : 落下高さ = 1.2 (m)

g : 重力加速度 = 9.81 (m/s²)

よって以下の値となる。

$$\begin{aligned} E_{ai} = E_{vi} &= \text{} \times 9.81 \times 1.2 \\ &= \text{} \text{ (J)} = \text{} \text{ (N}\cdot\text{mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{ao} = E_{vo} &= \text{} \times 9.81 \times 1.2 \\ &= \text{} \text{ (J)} = \text{} \text{ (N}\cdot\text{mm)} \end{aligned}$$

全体の落下エネルギー E_T は次式より求められる。

$$E_T = E_{vi} + E_{vo} = \text{} \text{ (N}\cdot\text{mm)}$$

- ④ SHOCKコードを用いて求めたA型輸送物に生ずる衝撃加速度及び輸送物の変形量の解析結果を付属書類A. 10. 5の(ロ) - 第A. 39表に示す。

(b) 原型試験

原型容器を用いた9m落下試験を実施し、収納物である燃料集合体の安全性及び解析方法の妥当性を確認した。

「MFC-1型輸送容器」の原型容器は、収納物である燃料集合体のみ代替物を使用した実容器相当のものである。原型容器は(イ)章Cで述べたように、上蓋と下部容器で構成される外殻と、ショックマウントフレームとクロスフレーム等で構成される防振構造部及びショックマウントからなり、外寸法は、長さ約 mm, 外径約 mm, 高さ mmの容器で、輸送物総重量は約 kgである。

原型容器を2基使用し、落下姿勢は垂直落下、コーナ落下(#1号機)、水平落下(#2号機)を行った。

(ロ) - (G) 「MFC-1型輸送容器に関する原型容器試験結果報告書」参照。

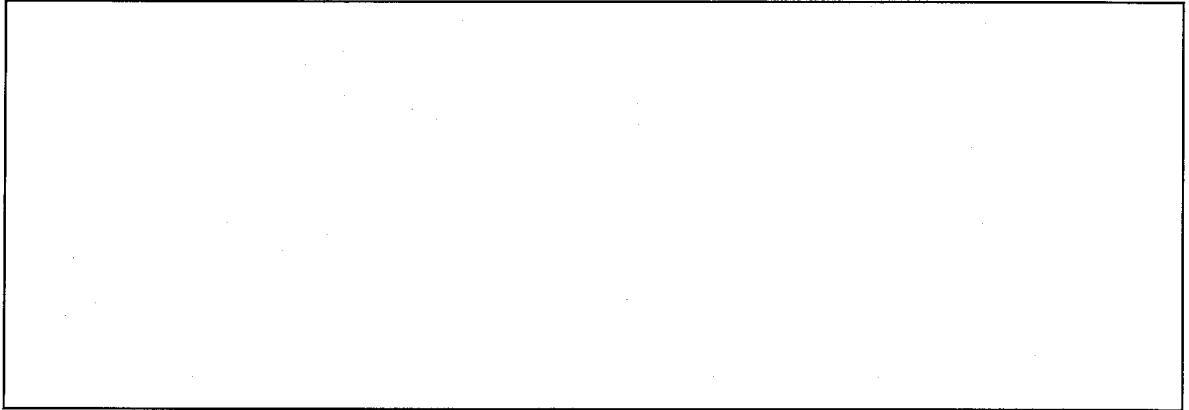
(c) モデル試験

該当せず。

(2) 自由落下時の輸送物の強度評価

(a) 1.2 m水平落下

1.2 m水平落下時の評価位置を(ロ)－第A.16図に示す。

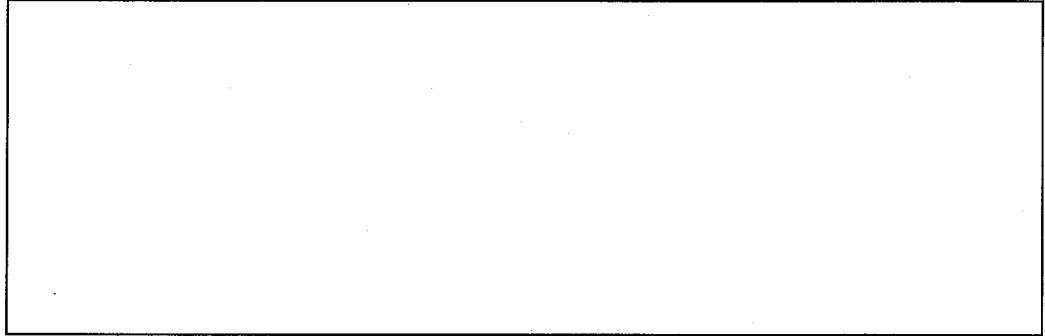


記号	評価位置	評価の有無
①	変形量	○
②	クランピングフレーム	○
③	スキソ	○
④	燃料棒被覆管	○

(ロ)－第A.16図 1.2 m水平落下時の評価位置

(イ) 外殻の変形量

1. 2 m水平落下により外殻に変形が生じても、なお外殻に厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A. 17 図に示す。



(ロ)－第A. 17 図 1. 2 m水平落下時の外殻の変形量解析モデル

1. 2 m水平落下後の外殻の変形量及び残量は、(ロ)－第A. 17 図より次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - \delta_{H_o} \text{ (付属書類A. 10. 8 参照)}$$

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{H_o} : \text{外殻外側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{H_i} : \text{外殻内側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

δ_{H_i} は付属書類A. 10. 8 より外殻厚みの残量の評価対象とはならない。外殻の変形残量は δ_{H_o} にて評価する。

$$\delta_o = \square - \square = \square \text{ (mm)}$$

よって1. 2 m水平落下においては外殻のみが変形し、防振構造部が直接落下台に衝突することはない。

(ロ) クランピングフレーム

輸送物落下時に、防振構造部が外殻に衝突し、クランピングフレーム固定部に衝撃荷重がかかる。従ってクランピングフレームには、次式で示される曲げ応力 σ_b (N/mm²)が生じる。解析モデルを(ロ)－第A. 18 図に示す。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

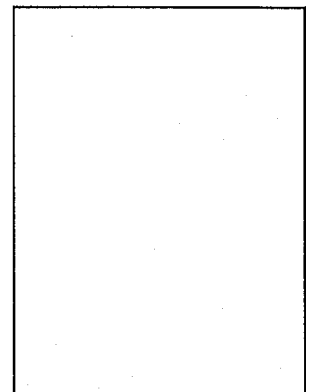
ここで、

M : 曲げモーメント (N・mm)

$$M = F \times \frac{\ell_1 \ell_2^2}{2\ell^3} \times (3\ell_1 + 2\ell_2)$$

$$= \square$$

$$= \square \text{ (N・mm)}$$



(ロ)－第A. 18 図
クランピングフレーム
解析モデル

$$F = \left(\frac{m_n}{n} + m_c \right) \times N$$

$$= \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N)}$$

m_n : 燃料集合体（非核燃料炉心構成品含む）の重量

$$= \boxed{} \text{ (kg)}$$

m_c : クランピングフレーム重量 = $\boxed{}$ (kg)

n : 支持格子押えボルトの本数 = $\boxed{}$ (本)

N : 衝撃加速度 = $\boxed{}$ (m/s²)

l : クランピングフレームの支点間距離 = $\boxed{}$ (mm)

l_1 : トップレールとの支点間距離 = $\boxed{}$ (mm)

l_2 : クランピングフレームとの支点間距離 = $\boxed{}$ (mm)

Z : クランピングフレームの断面係数 = $\boxed{}$ (mm³)

従って、曲げ応力 σ_b は以下ようになる。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

$$= \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

クランピングフレーム ($\boxed{}$) の設計降伏強さは $S_y = \boxed{}$ (N/mm²)

であるから余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

M_s が正であるので水平落下によってクランピングフレームの健全性が損なわれることはない。

(ハ) スキン

輸送物落下時にスキンには、収納物等の衝撃荷重がかかる。この衝撃荷重を受ける時の周囲単純支持板のスキンに生じる曲げ応力 (σ_b) は、次式にて求められる。

解析モデル図を(ロ)－第A.19図に示す。

$$\sigma_b = \beta_1 \frac{P a^2}{t^2}$$

ここで

a : 平板支点間の幅 = (mm)

b : 平板支点間の長さ = (mm)

t : 平板の厚さ = (mm)

P : 平板単位面積当りの荷重

$$P = q \times N$$

$$= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

N : 衝撃加速度 = (m/s^2)

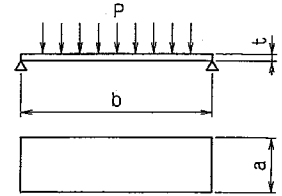
q : 平板単位面積当りの重量

$$= \text{} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

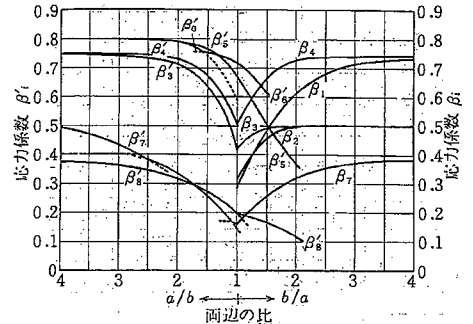
β_1 : 応力係数

$$= 0.64 \text{ ((ロ)－第A.20図より)}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{\text{}}{\text{}} = 2.18$$



(ロ)－第A.19図
スキン解析モデル



(ロ)－第A.20図 長方形板
の最大応力の係数 β_1, β_1'

従って数値を代入すれば、曲げ応力は以下の値となる。

$$\sigma_b = 0.64 \times \text{}$$

$$= \text{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

スキン (ボロンステンレス鋼) の設計降伏強さは $S_y = \text{}$ (N/mm^2) であるから余裕率 M_s は次のようになる。

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

$$= \text{}$$

M_s が正であるので水平落下によってスキンの健全性が損なわれることはない。

(二) 燃料棒被覆管

1. 2 m水平落下時に燃料棒被覆管に生ずる応力は、(ロ)－第A. 21 図に示す等分布荷重を受ける両端支持はりとして、次式で与えられる。

$$\sigma_z = \frac{M}{Z_{e,q}} \cdot N$$

ここで、

σ_z : 曲げ応力

M : 自由端における曲げモーメント
(kg・mm)

$$M = \frac{w \ell^2}{8}$$

w : 燃料棒単位長さ当りの重量 (kg/mm)

ℓ : スパン

N : 加速度 (m/s^2)

$Z_{e,q}$: 燃料棒被覆管の等価断面係数 (mm^3) (A. 10. 7 参照)

A : 燃料棒被覆管の断面積 (mm^2)

$$A = \frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2)$$

d_o : 燃料棒被覆管外径 (mm)

d_i : 燃料棒被覆管内径 (mm)

(ロ)－第A. 21 表に各々の燃料棒の仕様、衝撃加速度 (m/s^2) が生じた時の燃料棒被覆管に生ずる応力を示す。

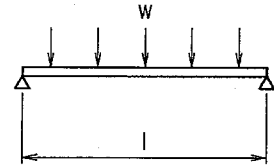
(ロ)－第A. 21 表より曲げ応力と内圧力によって生ずる応力強さ $P_L + P_B$ は、 $P_L + P_B = \text{}$ (N/mm^2) である。

一方、燃料棒被覆管の設計応力強さは、 $S_m = \text{}$ (N/mm^2) である。ここで、 $P_L + P_B$ の場合の基準値は、 $1.5 S_m = 1.5 \times \text{} = \text{}$ (N/mm^2) であるから余裕率 M_s は次のようになる。

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

$$= \text{}$$

M_s が正であるから 1. 2 m水平落下による衝撃によって燃料棒の健全性を損なうことはない。



(ロ)－第A. 21 図 1. 2 m 水平落下時燃料棒被覆管解析モデル

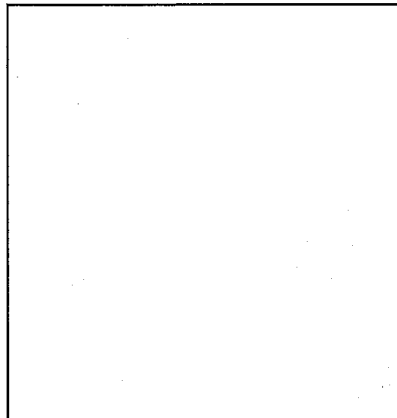
(ロ)－第A.21表 1.2m水平落下時燃料棒被覆管に生ずる応力

燃料タイプ		14×14 10フット	14×14 12フット	15×15 12フット	17×17 12フット	17×17 12フット (改良タイプ)
燃 料 棒 重 量	W (kg)					
燃 料 棒 全 長	L (mm)	3,207	3,856	3,856	3,852	3,863
単位長さ当りの重量	w (kg/mm)					
ス パ ン	ℓ (mm)					
被 覆 管 内 径	d _i (mm)	9.48	9.48	9.48	8.36	8.36
被 覆 管 外 径	d _o (mm)	10.72	10.72	10.72	9.5	9.5
曲 げ モ ー メ ン ト	M max (kg・mm)					
等 価 断 面 係 数	Z _{eq} (mm ³)					
曲 げ 応 力	σ_z (N/mm ²)					
曲げ応力 +内圧力による応力	P _L +P _B (N/mm ²)					

燃料棒内最大圧力は(ロ)－第A.18表から、現行燃料の17×17 12ftが最大であり、自由落下各姿勢での燃料棒被覆管に生ずる応力解析は、安全側に現行燃料の最大圧力 MPa・Gの値を使用し、評価を行う。(17×17改良タイプを除く)

(b) 1.2m上部垂直落下

1.2m上部垂直落下時の評価位置を(ロ)－第A.22図に示す。

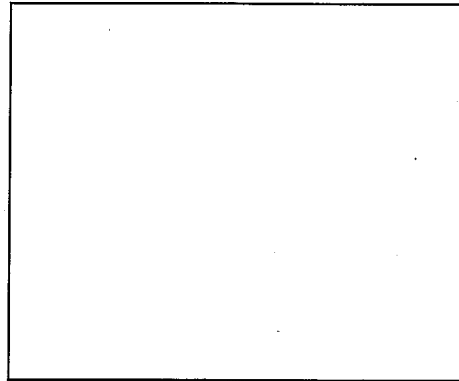


記号	評 価 位 置	評価の有無
㊦	変 形 量	○
㊧	シ ョ ッ キ ス ク リ ュ ー	○
㊨	固 定 枠	○
㊩	ス キ ン	○
㊪	燃 料 棒 被 覆 管	○

(ロ)－第A.22図 1.2m上部垂直落下時の評価位置

(イ) 外殻の変形量

1. 2 m上部垂直落下により、外殻に変形が生じて、なお外殻に厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A. 23 図に示す。



(ロ)－第A. 23 図 1. 2 m上部垂直落下時の外殻の変形量解析モデル

1. 2 m上部垂直落下後における輸送容器の変形量及び残量は、(ロ)－第A. 23 図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで、

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

従って以下の値となる。

$$\delta_o = \square - \square = \square \text{ (mm)}$$

よって、1. 2 m上部垂直落下においては外殻のみが変形し、防振構造部が直接落下台に衝突することはない。

(ロ) ジャッキスクリュー

輸送容器が1. 2 mの高さから落下した時、ジャッキスクリューが下向きに落下する。このとき、燃料集合体の衝撃力がジャッキスクリューにかかる。このときのジャッキスクリューの座屈限界荷重、圧縮荷重及びねじ部のせん断強度を求め、ジャッキスクリューが破損しないことを示す。

解析モデルを(ロ)－第A. 24 図に示す。

(i) ジャッキスクリューの座屈

タイプA容器とタイプB容器共、ねじ径及び固定部の長さが同一のため、タイプA容器にて解析を行う。

ジャッキスクリューが受ける衝撃荷重Pは次式にて与えられる。

$$P = \frac{m \times N}{n}$$

ここで、

m : 燃料集合体 (非核燃料炉心構成品含む) の重量

$$= \boxed{} \text{ (kg)}$$

N : 燃料集合体に生ずる衝撃加速度

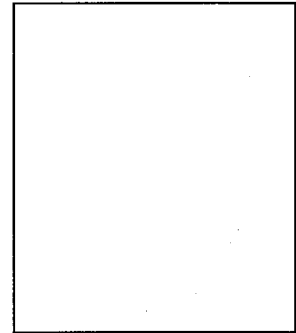
$$= \boxed{} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

n : ジャッキスクリューの本数 $\boxed{}$ (本)

従って以下の値となる。

$$P = \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N)}$$



(ロ) - 第A.24図
ジャッキスクリューの解析モデル

また、ジャッキスクリューの座屈限界荷重P_Kは次式にて与えられる。

$$P_K = \frac{\alpha \pi^2 E I}{\ell^2} \quad [12]$$

ここで、

項 目	記 号	タイプA容器	タイプB容器
ジャッキスクリューの状態による係数	α (-)	}	} 同 左
ジャッキスクリューの縦弾性係数	E (N/mm ²)		
ジャッキスクリューの断面2次モーメント	I (mm ⁴)		
$I = \pi \times d^4 / 64$	—		
$I = \pi \times d^4 / 64$ のねじ部谷径	d (mm)		
ジャッキスクリューの固定部の長さ	ℓ (mm)		

従って以下の値となる。

$$P_K = \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N)}$$

座屈限界荷重に対する余裕率 M_s は

$$M_s = \frac{\text{[]}}{\text{[]}} - 1$$

$$= \text{[]}$$

M_s が正であるからジャッキスクリーは健全である。

(ii) ジャッキスクリー及び固定枠のねじ山の強度

タイプA容器とタイプB容器共、ねじ径及び固定枠ねじ部の長さ共同一のため、タイプA容器にて解析を行う。

ジャッキスクリー（おねじ）及び固定枠（めねじ）に働くせん断応力は次のようになる。

$$\text{ジャッキスクリー} : \tau_B = \frac{W_a}{\pi D_1 \times \left\{ \frac{P}{2} + (d_2 - D_1) \tan \alpha \right\} \cdot Z} \quad (\text{おねじ側})^{(13)}$$

$$\text{固定枠} : \tau_N = \frac{W_a}{\pi d \times \left\{ \frac{P}{2} + (d - D_2) \tan \alpha \right\} \cdot Z} \quad (\text{めねじ側})^{(13)}$$

ここで、

W_a : ジャッキスクリーにかかる荷重

$$W_a = \frac{m \times N}{n} = \text{[]}$$

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

m : 燃料集合体（非核燃料炉心構成品含む）の重量

$$= \text{[]} \text{ (kg)}$$

N : 燃料集合体に生ずる衝撃加速度 = [] (m/s^2)

n : ジャッキスクリーの本数 = [] (本)

項 目	記 号	タイプA容器	タイプB容器		
めねじの内径	D_1 (mm)	}	}		
めねじの有効径	D_2 (mm)				
おねじの外径	d (mm)				
おねじの有効径	d_2 (mm)				
ねじのピッチ	P (mm)			} 同 左	
負荷能力のねじ山の数	Z (-)				
$Z = (L - 0.5P) / P$	-				
めねじ部の長さ	L (mm)				
ねじれの半角	α (°)				

従って以下の値となる。

$$\tau_B = \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (ジャッキスクリュー (おねじ側))}$$

$$\tau_N = \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ (固定棒 (めねじ側))}$$

ここでジャッキスクリュー ($\boxed{}$) の設計降伏強さは $S_y = \boxed{}$ N/mm^2 である。また、せん断応力の場合基準値は $0.6 S_y = 0.6 \times \boxed{} = \boxed{}$ N/mm^2 であるので、余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

M_s は正であり、垂直落下時の衝撃荷重によってジャッキスクリューの健全性は損なわれることはない。

また、固定棒 ($\boxed{}$) の設計降伏強さは $S_y = \boxed{}$ N/mm^2 である。せん断応力の場合の基準値は $0.6 S_y = 0.6 \times \boxed{} = \boxed{}$ N/mm^2 であるので、余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

M_s は正であり、固定棒のねじ部も健全性が損なわれることはない。

(ハ) 固定棒

固定棒には1.2m上部垂直落下時において、ジャッキスクリューに収納物の自重による衝撃荷重がかかることにより、せん断応力及び曲げ応力が生ずる。

従って本項では、固定棒に生ずる曲げ応力、せん断応力及びピンに生ずるせん断応力を評価する。

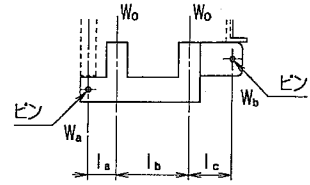
解析モデルを(ロ)‐第A.25図に示す。

タイプA容器とタイプB容器の各断面の形状を比較すると、タイプAの方が小さい。よって、タイプA容器にて解析を行う。

(ロ)－第A.25図よりピンの部分に生ずる荷重は次のように表わされる。

$$W_a = \frac{W_o(l_b + 2l_c)}{l_a + l_b + l_c}$$

$$W_b = \frac{W_o(2l_a + l_b)}{l_a + l_b + l_c}$$



(ロ)－第A.25図
固定枠の解析モデル(1)

ここで、

W_o : ジャッキスクリューに生ずる衝撃荷重 (N)

$$W_o = \frac{m}{n} \times N = \boxed{} = \boxed{} \text{ (N)}$$

m : 収納物の最大重量 = $\boxed{}$ (kg)

n : ジャッキスクリューの本数 = $\boxed{}$ (本)

N : 衝撃加速度 = $\boxed{}$ (m/s²)

l_a : クロスフレーム側支点よりジャッキスクリュー中心までの距離
= $\boxed{}$ (mm)

l_b : ジャッキスクリュー中心間距離 = $\boxed{}$ (mm)

l_c : ジャッキスクリュー中心より反対側支点までの距離 = $\boxed{}$ (mm)

以上より

$$W_a = \boxed{} = \boxed{} \text{ (N)}$$

$$W_b = \boxed{} = \boxed{} \text{ (N)}$$

ところで、固定枠のD部は剛構造であるため、A断面及びB断面に生ずる応力、また、C断面に生ずる応力を(ロ)－第A.26図のようにモデル化し評価する。

曲げ応力 (σ_b)、せん断応力 (τ) は次の式より求められる。

$$\sigma_{bi} = \frac{M_i}{Z_i}$$

$$\tau_i = \frac{W_i}{A_i}$$

M_i : 曲げモーメント

$$M_i = W_i \cdot l_i$$

W_i : ジャッキスクリューにかかる衝撃荷重 (N)

l_i : 解析モデルのはりの長さ (mm)

((ロ)－第A.22表参照)

Z_i : 断面係数 (mm^3)

$$Z_i = \frac{1}{6} b_i h_i^2$$

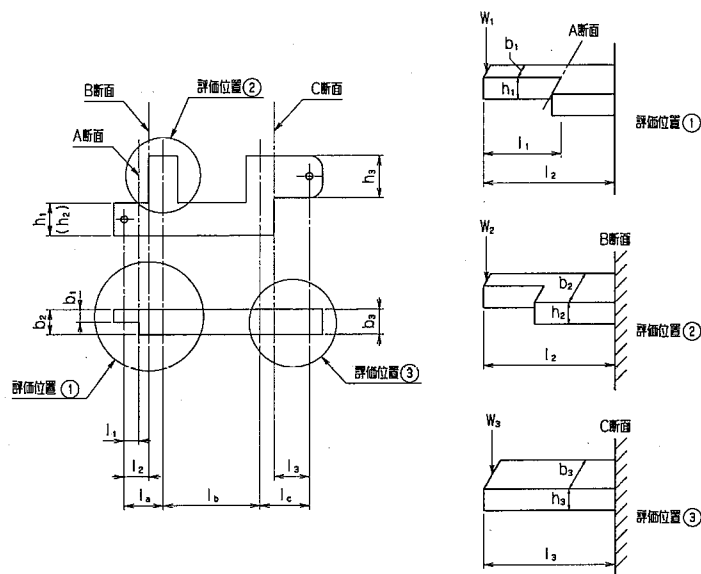
A_i : 断面積 (mm^2)

$$A_i = b_i h_i$$

b_i : はりの断面幅 (mm)

h_i : はりの断面高さ (mm)

((口) - 第A.22表参照)



(口) - 第A.26図 固定枠の解析モデル(2)

各評価位置における断面仕様及びこれらより求められる曲げ応力，せん断応力及び合成応力を(口) - 第A.22表に示す。

(ロ) - 第A.22表 各部に生ずる応力

項 目	記 号	A断面 (i=1)		B断面 (i=2)		C断面 (i=3)	
		タイプA容器	タイプB容器	タイプA容器	タイプB容器	タイプA容器	タイプB容器
衝 撃 荷 重	W_i	(N)					
はりの断面幅	b_i	(mm)					
はりの断面高さ	h_i	(mm)					
はりの長さ	l_i	(mm)					
断 面 積	A_i	(mm ²)					
断 面 係 数	Z_i	(mm ³)					
曲げモーメント	M_i	(N・mm)					
曲 げ 応 力	σ_{bi}	(N/mm ²)					
せん断応力	τ_i	(N/mm ²)					
合 成 応 力	σ	(N/mm ²)					

以上より最も大きな応力を生ずるB断面について、合成応力を求めると次のようになる。

σ : 合成応力 (N/mm²)

$$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_{bi} + \sqrt{\sigma_{bi}^2 + 4\tau_i^2})$$

$$= \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで固定枠 ($\boxed{}$) の設計降伏強さは $S_y = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ であるので余裕率は M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

余裕率は正であり 1. 2 m 垂直落下時に生ずる衝撃荷重によって、固定枠の健全性を損なうことはない。

(二) スキン

輸送物落下時に、長方形板のスキン自重による衝撃荷重がかかる。この衝撃荷重を受ける時に長方形板のスキンに生じる圧縮応力 (σ_c) は、次式にて求められる。

解析モデル図を (ロ) - 第 A. 27 図 に示す。

$$\sigma_c = \frac{m}{A} \times N$$

ここで、

A : スキンの衝突部断面積

$$A = a \times t \times n$$

$$= \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (mm}^2\text{)}$$

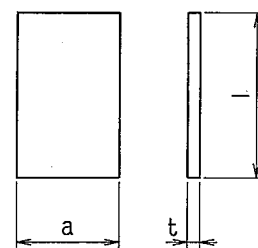
a : 平板の幅 = $\boxed{} \text{ (mm)}$

t : 平板の厚さ = $\boxed{} \text{ (mm)}$

n : 平板の枚数 = $\boxed{} \text{ (枚)}$

m : スキンにかかる重量 = $\boxed{} \text{ (kg)}$

N : 衝撃加速度 = $\boxed{} \text{ (m/s}^2\text{)}$



(ロ) - 第 A. 27 図
スキン解析モデル

従って数値を代入すれば、圧縮応力 σ_c は以下の値となる。

$$\sigma_c = \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

スキン（ボロンステンレス鋼）の設計降伏強さは、 $S_y = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ であるから余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

M_s が正であるので垂直落下によってスキンの健全性が損なわれることはない。

(ホ) 燃料棒被覆管

燃料棒の強度は次の項目について評価する。

- (i) 衝撃力により被覆管に生じる圧縮応力
- (ii) 被覆管の座屈

(i) 被覆管に生じる圧縮応力

燃料棒は下部ノズルに落下する。この時、燃料棒の自重による衝撃荷重が被覆管に働く。この衝撃荷重により被覆管に生じる圧縮応力を求め、被覆管が健全であり、燃料棒の密封性が維持されることを示す。

衝撃荷重（P）が作用した時、被覆管に生じる圧縮応力（ σ_c ）を次式より求める。

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

P：被覆管に働く衝撃荷重（N）

$$P = m \cdot N$$

m：燃料棒の重量（kg）

N：燃料棒に生じる衝撃加速度・g（ m/s^2 ）

A：被覆管の断面積（ mm^2 ）

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

D_o ：被覆管の外径（mm）

D_i ：被覆管の内径（mm）

各々の燃料棒について燃料棒重量（m）、被覆管の外径（ D_o ）、内径（ D_i ）及び $N = \boxed{} \text{ (m/s}^2\text{)}$ の加速度が生じたときの各被覆管に生ずる圧縮応力（ σ_c ）の計算結果を(ロ)－第A.23表に示す。

(ロ)－第A.23表により圧縮応力が最大となるのは14×14型12ft及び15×15型12ft燃料集合体を収納した場合で、 $\sigma_c = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ である。

また、(ロ)－第A.19表に示す内圧力によって生ずる応力を考慮すると一次一般膜応力 P_m は次のようになる。

$$P_m = \text{Max} |(\sigma_c + \sigma_z) - \sigma_\theta| = \boxed{} = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで設計応力強さは $S_m = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ であるから余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

余裕率は正であり 1. 2 m 自由落下時において、燃料棒被覆管の健全性は損なわれない。

(ロ) ー第 A. 23 表 各被覆管に生ずる圧縮応力

型 式	燃料棒重量 (m kg)	被覆管外径 (D_o mm)	被覆管内径 (D_i mm)	圧縮応力 (σ_c N/mm ²)
14×14 型 10 フィート		10.72	9.48	
14×14 型 12 フィート		10.72	9.48	
15×15 型 12 フィート		10.72	9.48	
17×17 型 12 フィート		9.5	8.36	
17×17 型 12 フィート (改良タイプ)		9.5	8.36	

(ii) 被覆管の座屈

燃料棒が下部ノズルに落下する時、被覆管に働く衝撃荷重を求め、この衝撃荷重が限界座屈荷重より小さいことを示す。

(ロ) ー第 A. 28 図に解析モデルを示す。

被覆管の座屈荷重 (P_k) を次式より求める。

$$P_k = \frac{n \pi^2 E \cdot I}{\ell^2} \quad [12]$$

n : 端末条件で定まる係数

$$n = \boxed{} \text{ (固定係数)}$$

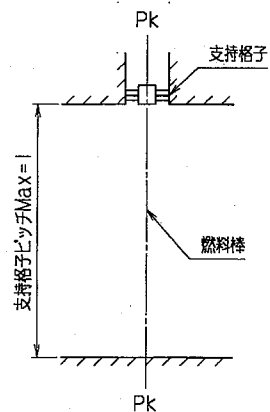
E : 燃料棒被覆管縦弾性係数

$$E = \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

I : 被覆管の断面二次モーメント

$$I = \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4) \text{ (mm}^4\text{)}$$

D_o : 被覆管の外径 (mm)



(ロ) ー第 A. 28 図
被覆管の座屈解析モデル

D_i : 被覆管の内径 (mm)

ℓ : 支持格子の最長スパン (mm)

また, 被覆管に働く衝撃荷重 (P) を次式より求める。

$$P = m_t \times N$$

m_t : 被覆管の重量 (kg)

N : 被覆管に生ずる衝撃加速度 $\cdot g$ (m/s^2)

以上より, 各々の型の被覆管について, 被覆管の外径 (D_o), 内径 (D_i) 及び重量 (m_t) と支持格子のスパン (ℓ), 衝撃加速度 ($N = \square$ (m/s^2)) が生じた時の各々の型の被覆管の限界座屈荷重 (P_k) 及び被覆管に働く衝撃荷重 (P) の計算結果を(ロ)－第A.24表に示す。

被覆管に働く衝撃荷重 (P) は14×14型12ft 及び15×15型12ft の燃料棒被覆管で最も大きい。この時の余裕率 M_s は次のようになる。

$$M_s = \frac{P_k}{P} - 1$$

$$= \frac{\square}{\square} - 1$$

$$= \square$$

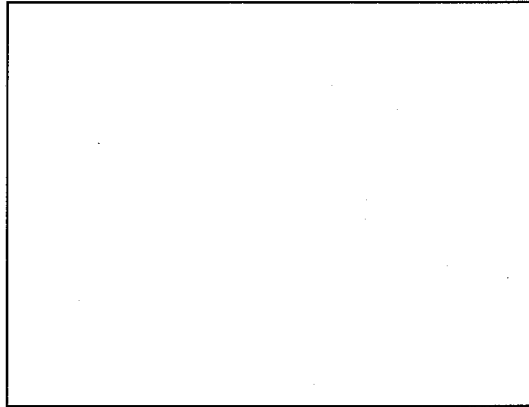
余裕率が正であるので被覆管は落下により座屈することなく健全である。

(ロ)－第A.24表 被覆管に生ずる衝撃荷重

型 式	被覆管 の 外 径 (D_o mm)	被覆管 の 内 径 (D_i mm)	被覆管 の 重 量 (m_t kg)	支持格子 間スパン (ℓ mm)	限界座屈 荷 重 (P_k N)	衝撃荷重 (P N)
14×14型10フィート	10.72	9.48				
14×14型12フィート	10.72	9.48				
15×15型12フィート	10.72	9.48				
17×17型12フィート (改良タイプ含む)	9.5	8.36				

(c) 1.2 m下部垂直落下

1.2 m下部垂直落下時の評価位置を(ロ)－第A.29図に示す。

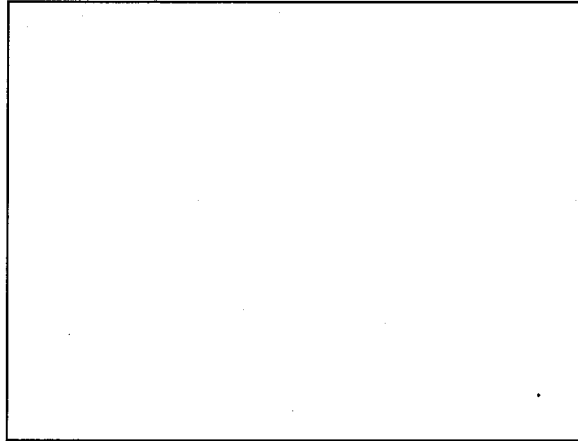


記号	評価位置	評価の有無
㊦	変形量	○
㊧	ヒットマウント取付ボルト	○
㊨	スキン	○
㊩	スケルトン組立体	○

(ロ)－第A.29図 1.2 m下部垂直落下時の評価位置

(イ) 外殻の変形量

1.2 m下部垂直落下により外殻に変形が生じて、なお外殻に厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A.30図に示す。



(ロ)－第A.30図 1.2 m下部垂直落下時外殻の変形量解析モデル

1.2 m下部垂直落下後における輸送容器の変形量及び残量は、(ロ)－第A.30図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで、

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

従って以下の値となる。

$$\delta_o = \square - \square = \square \text{ (mm)}$$

よって、1.2 m下部垂直落下においては外殻のみが変形し、防振構造部が直接落下台に衝突することはない。

(ロ) ピボットマウント取付ボルト

1. 2 m垂直落下時、クランピングフレーム自重による衝撃荷重がかかる。この衝撃荷重による取付ボルト部に発生する引張応力(σ_t)及びせん断応力(τ)は、次式より求められる。

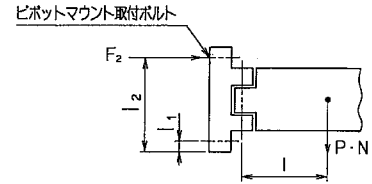
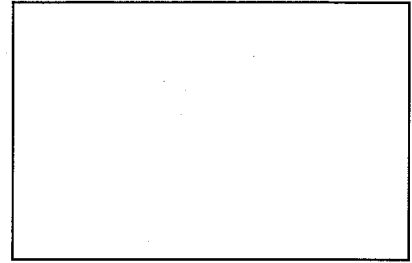
解析モデルを(ロ)－第A.31図に示す。

$$\sigma_t = \frac{F_2}{A} \quad (\text{N/mm}^2)$$

ここで

F_2 : 取付ボルトにかかる引張力

$$F_2 = \frac{P}{l_1^2 + l_2^2} \times \frac{l}{\sqrt{2}} \times l_2 \times N$$



(ロ)－第A.31図

ピボットマウント取付ボルト解析モデル

$$=$$

$$= \quad (\text{N})$$

P : クランピングフレーム重量 = (kg)

l : クランピングフレーム重心迄の距離 = (mm)

l_1 : ピボットマウント下端から取付ボルトまでの距離 = (mm)

l_2 : ピボットマウント下端から取付ボルトまでの距離 = (mm)

N : 衝撃加速度 = (m/s^2)

A : 取付ボルト () の断面積

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \times \text{}^2 = \text{} (\text{mm}^2)$$

d : 取付ボルト () の有効径 = (mm)

従って

$$\sigma_t = \frac{\text{}}{\text{}} = \text{} (\text{N/mm}^2)$$

また、せん断応力 (τ) は次式より求められる。

$$\tau = \frac{P}{n \cdot A} \times N \quad (\text{N/mm}^2)$$

ここで、

P : クランピングフレーム重量 = (kg)

A : 取付ボルトの断面積 = (mm^2)

N : 衝撃加速度 = (m/s²)

n : 取付ボルト本数 = (本)

従って

$$\tau = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \text{---} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

この時の合成応力を求める。

$$\sigma = \frac{1}{2} \left(\sigma_t + \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2} \right)$$

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

$$= \text{---} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

σ_t : ピボットマウント取付ボルトに生じる引張応力 = (N/mm²)

τ : ピボットマウント取付ボルトに生じるせん断応力 = (N/mm²)

ピボットマウント取付ボルト () の設計降伏強さ $S_y = \text{---}$ (N/mm²)

であるから余裕率 M_s は次のようになる。

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

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

M_s が正であるから取付ボルトは健全性を損なわない。

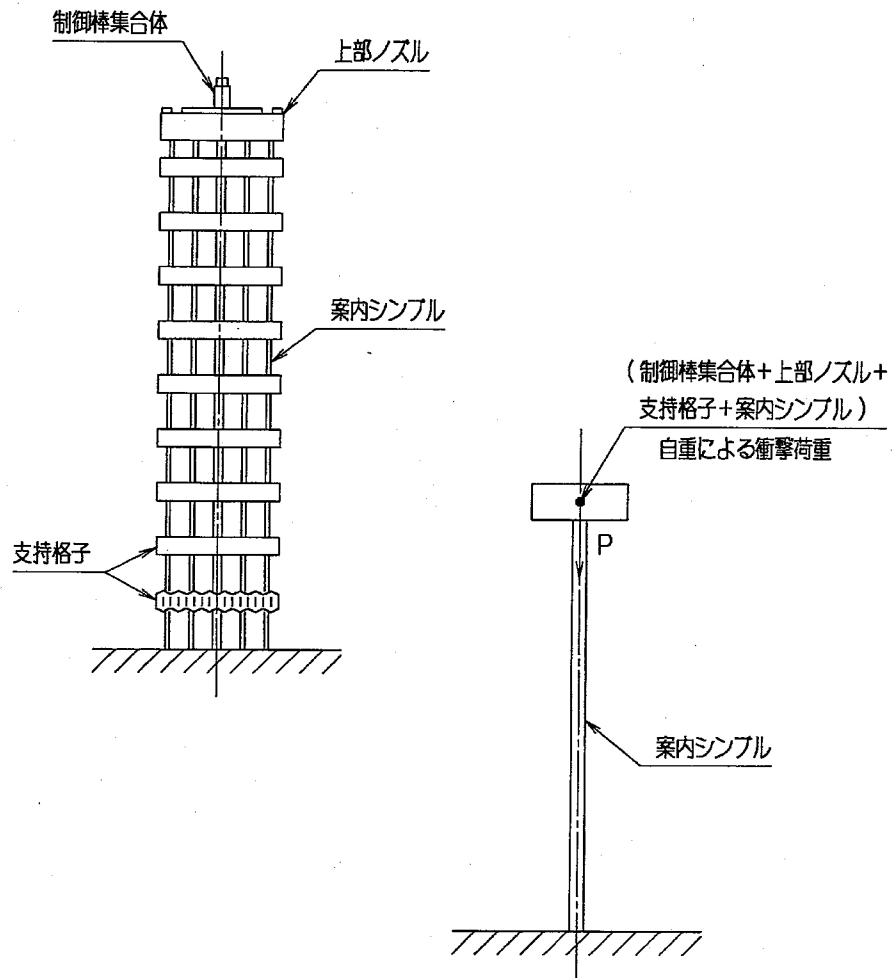
(ハ) スキン

付属書類 A.10.5 (ロ) - 第 A.39 表より 1. 2 m 下部垂直落下に発生する衝撃加速度は 1. 2 m 上部垂直落下と同じであるので、強度計算は省略する。

(二) スケルトン組立体 (下図参照)

燃料集合体の落下により衝撃荷重を受ける時の案内シンプルに生じる圧縮応力を求めることによりスケルトン (案内シンプルで構成する燃料集合体の骨格) に発生する応力を評価する。

ここでは条件の厳しい燃料集合体に制御棒クラスタを内装した場合について評価する。(ロ) - 第A. 32 図に解析モデルを示す。



(ロ) - 第A. 32 図 スケルトン組立体 (案内シンプル) 解析モデル

この場合、案内シンプルには制御棒クラスタ、上部ノズル、支持格子及び案内シンプルの自重による衝撃荷重が働く。この衝撃荷重によって案内シンプルに発生する圧縮応力を求め案内シンプルが健全であることを示す。

案内シンプル1本当りに発生する圧縮応力 (σ_c) を次式により求める。

$$\sigma_c = \frac{(m_s + m_G + m_N + m_c \times n) \times N}{n \cdot A}$$

m_s : 制御棒クラスタの重量 (kg)

m_G : 支持格子の総重量 (kg)

m_N : 上部ノズルの重量 (kg)

m_c : 案内シンプル1本当りの重量 (kg)

N : 燃料集合体に生じる衝撃加速度 = (m/s^2)

n : 案内シンプル (炉内計装用案内シンプルを含む) の本数

A : 案内シンプルの最小断面積 (mm^2)

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

D_o : 案内シンプルの外径 (mm)

D_i : 案内シンプルの内径 (mm)

各々の型の燃料集合体について各部材の重量 (m_s, m_G, m_N, m_c), 案内シンプル数 (炉内計装用案内シンプルを含む: n), 案内シンプルの外径 (D_o), 内径 (D_i) 及び $N = \text{}$ (m/s^2) の加速度が生じた時の案内シンプルに生ずる圧縮荷重を(ロ) - 第A. 25表に示す。

(ロ) - 第A. 25表 スケルトン組立体に生ずる圧縮応力

型 式	制 御 棒 クラスタ重量 (m_s kg)	支持格子 総 重 量 (m_G kg)	上部ノズル 重 量 (m_N kg)	案内シンプル(炉内計装案内シンプル含む)				圧縮応力 (σ_c N/mm ²)
				最小外径及び内径		重 量 (m_c kg)	本 数 (n)	
				(D_o mm)	(D_i mm)			
14×14型10フット				12.2	11.34		17	
14×14型12フット				12.2	11.34		17	
15×15型12フット				12.42	11.56		21	
17×17型12フット				10.9	10.08		25	
17×17型12フット (改良タイプ)				10.9	10.08		25	

(ロ) - 第A. 25表より14×14型12ft燃料集合体が最も厳しくなる。

ここで案内シンプル (ジルカロイ-4) の設計降伏強さ $S_y = \text{}$ (N/mm^2) であるから余裕率 M_s は次のようになる。

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

$$= \text{}$$

余裕率は正であるため案内シンプルが、1.2m垂直落下時に受ける圧縮によって健全性が損なわれることはない。

(d) コーナ落下

コーナ落下は(ロ)－第A.34 図に示すように、輸送物の落下点と重心を結ぶ線が、剛平面に対して垂直な場合の落下である。

(ロ)－第A.39 表に示すように、上部及び下部コーナ落下での解析加速度は輸送容器外殻で□□□□，防振構造部で□□□□と同じ値である。また、変形量は容器外側で□□□□mm，容器内側は防振構造部と衝突しない。

この時の加速度を垂直成分及び水平成分に分解し、(ロ)－第A.26 表に示す。角度； θ については、(ロ)－第A.34 図に示すように $\theta = \square^\circ$ である。

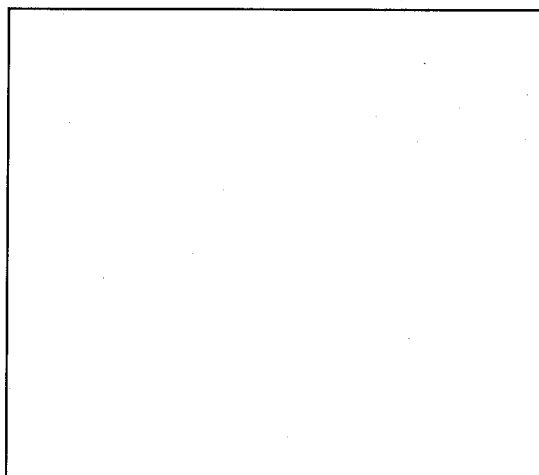
(ロ)－第A.26 表 コーナ落下時の解析加速度

(単位：g (m/s²))

落下方向		落下方向加速度 (N)		垂直方向加速度 ($N_v = N \cos \theta$)		水平方向加速度 ($N_H = N \sin \theta$)	
		輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部
コーナ	上部						
	下部						

(4) 評価位置

1. 2 mコーナ落下時の評価は、以下の位置について行う。
1. 2 mコーナ落下時の応力評価位置を(ロ)－第A.33 図に示す。

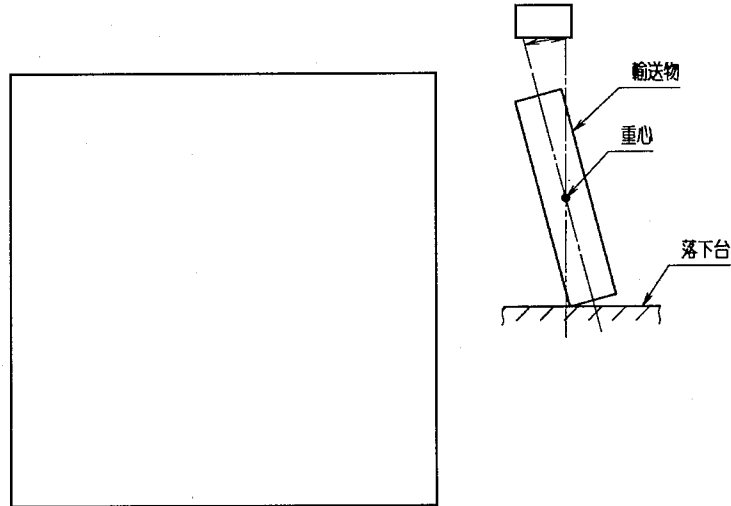


記号	評価位置	評価の有無
①	変形量	○
②	クランピングフレーム	○
③	ジャッキスクリュー	○
④	固定枠	○
⑤	スケルトン組立体	○
⑥	ピボットマウント取付ボルト	○
⑦	スクリュー	○
⑧	燃料棒被覆管	○

(ロ)－第A.33 図 1. 2 mコーナ落下時の評価位置

(ロ) 外殻の変形量

1.2 mコーナ落下により、外殻に変形が生じても、なお、外殻に厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A.34図に示す。



(ロ)－第A.34図 1.2 mコーナ落下時の外殻の変形量解析モデル

1.2 mコーナ落下後における外殻の変形量及び残量は、(ロ)－第A.34図より次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで

δ_o' : 変形前の厚さ = (mm)

δ_{Hi} : 外殻内側変形量 = (mm)

δ_{Ho} : 外殻外側変形量 = (mm)

従って

$\delta_o =$ $=$ (mm)

よって変形は外殻のみで、防振構造部が直接落下台に衝突することはない。

(ハ) 防振構造部及び収納物に生ずる応力

(ロ)－第A.26表から各方向加速度成分は、垂直落下時に生ずる加速度よりも大きくなっている。よって本項では、各方向別に各部に生ずる応力を求め、荷重の作用状況により、単独または組合せにより評価を行う。


各部に生ずる応力は、「A.5.3(2)(a), (b)及び(c)項での水平落下, 垂直落下」の項で述べたものと同一の評価位置について同一手法の解析を行う。

解析結果を(ロ)－第A.27表に示す。

(ロ)一第A.27表(1) 1.2mコーナー下落解析結果

要件	条件	解析項目	解析基準値	解析結果			余裕率
				垂直成分応力	水平成分応力	組合せ応力	
A型輸送物	上部コナ	(1) クランピングフレーム 曲げ応力					
		(2) 燃料棒被覆管 ① 曲げ+内圧力+圧縮 (15×15型 12ft)					
		② 座屈荷重					
		(3) ジャッキスクリュー () ① 座屈荷重					
		② ねじ山のせん断応力					
下部		(4) 固定枠 () ① ねじ山のせん断応力					
		② 本体 (a) 合成応力					
		(5) スキン (ボロンステンレス鋼) 曲げ応力+圧縮応力					

(ロ) - 第A.27表(2) 1.2mコーナ落下解析結果

要件	条件	解析項目	解析基準値	解析結果			余裕率
				垂直成分応力	水平成分応力	組合せ応力	
A型輸送物	下部コーナ落下	(1) スケルトン組立体 (ジルカロイ-4) 曲げ応力+圧縮応力 1. 14×14 10ft 2. 14×14 12ft 3. 15×15 12ft 4. 17×17 12ft 5. 17×17 12ft (改良タイプ)					
		(2) ピボットマウント取付ボルト () 合成応力					

A. 5. 4 積み重ね試験

本項では、輸送物に告示で定められた荷重を加えた場合について検討する。告示に従って輸送物重量の5倍にした圧縮荷重 (F_1) と輸送物の鉛直投影面に 13 kPa を乗じた荷重 (F_2) を比較し、いずれか大きい荷重を加えた場合に輸送物に生ずる応力について解析する。

(1) 輸送物の5倍荷重 (F_1)

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 5 \cdot m \\
 &= 5 \times \boxed{} \times 9.81 \\
 &= \boxed{} \text{ (N)} \\
 m &: \text{輸送物最大重量} \boxed{} \text{ (kg)}
 \end{aligned}$$

(2) 鉛直投影面に 13 kPa を乗じた荷重 (F_2)

$$\begin{aligned}
 F_2 &= 13 \times 10^{-3} \times D \times L \\
 &= 13 \times 10^{-3} \times \boxed{} \times \boxed{} \\
 &= \boxed{} \text{ (N)} \\
 D &: \text{容器幅} \quad \boxed{} \text{ (mm)} \\
 L &: \text{容器長さ} \quad \boxed{} \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

従って、 $F_1 = \boxed{} \text{ (N)} > F_2 = \boxed{} \text{ (N)}$ であるから、容器に作用する圧縮荷重としては $\boxed{} \text{ (N)}$ である。

ここで輸送物にかかる荷重は輸送物の自重プラス5倍荷重 (F_1) となり、その値は荷重 $F = \boxed{} \text{ (N)}$ となる。この時、外殻に発生する曲げ応力を求め、外殻の健全性を示す。

輸送物に荷重 (F) が外殻に作用した場合、外殻を両端単純支持のほりと近似する。解析モデルを(ロ)－第A. 35図に示す。外殻に発生する曲げ応力 (σ_b) を次式より求める。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

M : 曲げモーメント

$$M = \frac{F L}{8}$$

$$= \frac{\boxed{}}{8}$$

$$= \boxed{} \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

F : 荷重 $\boxed{} \text{ (N)}$

L : 容器の長さ $\boxed{} \text{ (mm)}$

Z : 容器の断面係数

$$Z = \frac{\pi}{32} \times \frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1}$$

$$= \frac{\pi}{32} \times \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (mm}^3\text{)}$$

D₁ : 外筒の外径 = (mm)

D₂ : 外筒の内径 = (mm)

故に求める曲げ応力 (σ_b) は数値を代入して

$$\sigma_b = \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

外筒 () の設計降伏強さは

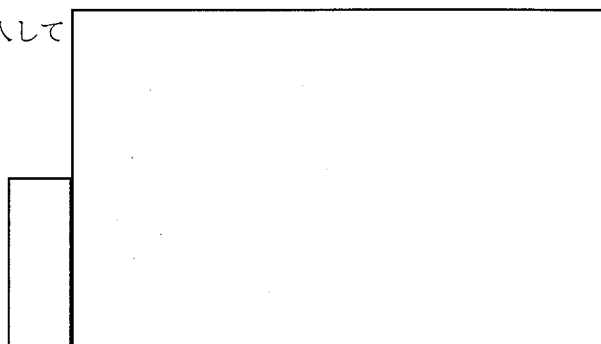
S_y = (N/mm²) である。

従って余裕率M_sは

$$\text{余裕率 } M_s = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$$

$$= \boxed{}$$

余裕率は正であり、輸送物は自重の5倍の圧縮荷重によって健全性が損なわれることはない。



(ロ) - 第A.35図 曲げ応力解析モデル

A. 5.5 貫 通

本項の試験条件として、重量6 kg で直径32 mm の棒をその半球形の先端を下にして、1 m の高さより輸送物の最も弱い部分に落下させた場合にも輸送物の健全性が保持されていることを解析により示す。

本輸送物の密封境界は燃料棒であり、燃料棒で構成されている燃料集合体は、外殻である上蓋及び下部容器に収納されている。この外殻の外筒の板厚は最小 mm である。

ここでは、上記の棒が外殻の外筒を直撃する場合、(ロ)－第A.36 図に示すように板厚 mm の外殻外筒に棒が外筒を最も貫通しやすい姿勢で衝突する場合について説明する。

落下前の棒の持つポテンシャルエネルギー

E_1 (N・mm) は次式で与えられる。

$$E_1 = m \cdot h \cdot g$$

ここで、

m : 棒の重量 = 6 (kg)

h : 落下高さ = 1,000 (mm)

g : 重力加速度 = 9.81 (m/s²)

従って

$$E_1 = 5.89 \times 10^4 \text{ (N・mm)}$$

となる。

一方、棒が板厚 mm の外筒を貫通するために必要なエネルギー E_2 (N・mm) は次式で与えられる。

解析モデルを(ロ)－第A.37 図に示す。

$$E_2 = \int_0^t \tau_{cr} \cdot \pi \cdot d \cdot (t - y) \cdot dy$$

ここで、

τ_{cr} : 外筒のせん断強さ (N/mm²)

$$\tau_{cr} = 0.6 S_u = 0.6 \times \text{$$

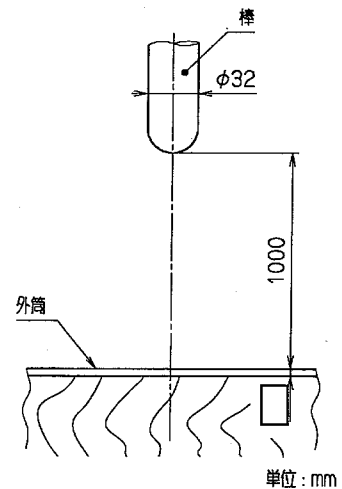
$$= \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

d : 棒の直径 = 32 (mm)

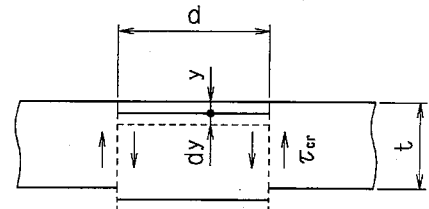
t : 外筒の板厚 = (mm)

積分を行い数値を代入すると

$$E_2 = \tau_{cr} \cdot \pi \cdot d \times \frac{1}{2} \times t^2$$



(ロ)－第A.36 図 貫通モデル



(ロ)－第A.37 図 せん断モデル

$$= \square \times \pi \times 32 \times \frac{1}{2} \times \square^2$$

$$= \square \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

となる。

$$E_1 = 5.89 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm} < E_2 = \square \text{ N} \cdot \text{mm}$$

となるから、棒の落下によって外殻の外筒が貫通することはない。

なお、上記エネルギー E_2 は、外筒のせん断によるエネルギーのみを考慮しているが、実際に棒が外筒を貫通するためには外筒の曲げ及び木材の圧縮等にもエネルギーが必要となり E_2 はさらに大きくなるので上記の解析は安全側となっている。

以上に示したように棒の落下により密封境界が影響をうけることはなく、本輸送物の健全性が損なわれることはない。

A. 5. 6 角又は縁落下

本輸送物の重量は最大 \square kg であり、本項に該当せず。

A. 5. 7 結果の要約及びその評価

一般の試験条件下における本輸送物の要約を各試験項目毎に記述する。

(1) 1. 2 m落下

A. 5. 3 項より, 1. 2 m各ケースでの落下時の容器外殻の変形量は, mm (水平落下) ~ mm (コーナ落下) となりその変形はいずれの落下姿勢においても防振構造部に達しない。発生加速度は, 容器外筒で G ~ G, 防振構造部で G ~ G であり, この時, 密封境界である燃料棒に発生する応力は解析基準値以下であり, 燃料棒は健全性を損なわないので, その密封性は維持される。

(2) 他の要約

自由落下他の圧力, 振動, 水噴霧及び積み重ね試験に対する解析において, 密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので, その密封性は維持される。

(3) 許容応力との比較

A. 1. 2 項の設計条件に基づき解析した結果, すべての項目についてA. 1. 2 項の設計基準を満足している。その結果を, (ロ) - 第A. 28 表(1) ~ (3)に示す。発生する応力はいずれの場合も解析基準値以下であり, 密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので, その密封性は維持される。

(ロ)一第A.28表(1) 許容応力との比較

要件	条件	解析項目	解析基準	解析基準値	解析結果	余裕率
A型輸送物	一般の試験条件	水噴霧	無	無	無	基準に適合
		1. 吸水性 2. 水切り	有	有	有	基準に適合
A型輸送物	一般の試験条件	自由落下				
		1. 1.2m水平落下 (1) クランピングフレーム (a) 曲げ応力 (2) スキン (a) 曲げ応力 (3) 燃料棒被覆管 (a) 曲げ+内圧力の組合せ	無 有	S _y S _y 1.5S _m		
A型輸送物	一般の試験条件	2. 1.2m上部垂直落下				
		(1) ジャッキスキュリユー (a) 座屈荷重 (b) ねじ山のせん断応力 (2) 固定枠 (a) 合成応力 (曲げ+せん断) (b) ねじ山のせん断力 (3) スキン (a) 圧縮応力 (4) 燃料棒被覆管 (a) 圧縮+内圧力の組合せ (b) 座屈荷重	P _k 0.6S _y S _y 0.6S _y S _y S _m P _k			

(ロ)一第A.28表(2) 許容応力との比較

要件	条件	解析項目	解析基準	解析基準値	解析結果	余裕率
A型輸送物	一般の試験条件	3. 1.2m下部垂直落下 (1) ピボットマウント取付ボルト (a) 合成応力 (引張+せん断) (2) スケルトン組立体 (a) 圧縮応力	S_y S_y			
		4. 1.2m上部コーナ落下 (1) クランピングフレーム (a) 曲げ応力 (2) 燃料棒被覆管 (a) 曲げ+圧縮+内圧力の組合せ (b) 座屈荷重 (3) ジヤッキスクリュー (a) 座屈荷重 (b) ねじ山のせん断応力 (4) 固定枠 (a) ねじ山のせん断応力 (b) 本体の合成応力 (曲げ+せん断) (5) スキン (a) 曲げ+圧縮の組合せ	S_y $1.5S_m$ P_k P_k $0.6S_y$ $0.6S_y$ S_y S_y			
		5. 1.2m下部コーナ落下 (1) スケルトン組立体 (14×14型 12ft用) (a) 曲げ+圧縮の組合せ (2) ピボットマウント取付ボルト (a) 合成応力 (引張+せん断)	S_y S_y			

(口)一第A.28表(3) 許容応力との比較

要件	条件	解析項目	解析基準	解析基準値	解析結果	余裕率
A 型 輸 送 物	一 般 の 試 験 条 件	積み重ね試験 1. 外筒 (a) 曲げ応力	S _y 貫通限界 エネルギー			
		1. 外筒 (最少厚さ部)				

A. 6 特別の試験条件

本輸送物は、A型輸送物の要件として本項に該当しない。

A. 7 強化浸漬試験

本輸送物の放射能の量は、 A_2 値の十万倍を超えないので本項に該当しない。

A. 8 放射性収納物

本輸送物の収納物は燃料集合体（非核燃料炉心構成品を内蔵する場合も含む）である。燃料集合体は、(イ)－D項に示すように燃料棒、支持格子、アダプタープレート、上部及び下部ノズル、炉内計装用案内シンプル、制御棒用案内シンプル等から構成されている。

本輸送物の放射性収納物は、二酸化ウランペレット又はガドリニア入り二酸化ウランペレットである。

二酸化ウランペレット又はガドリニア入り二酸化ウランペレットは、燃料棒を構成する耐熱、耐食性を有するジルカロイ合金（ジルカロイ－4、MDA又はZIRLO）製被覆管に収納され、被覆管の両端は端栓で密封溶接されている。また、被覆管内には、MPa・G～MPa・Gのヘリウムが封入されている。

燃料ペレットの密度は理論密度の約97%であり、最大装荷ウラン量は約kg/燃料集合体〔17×17型12フィート〕、濃縮度は5wt%以下である。

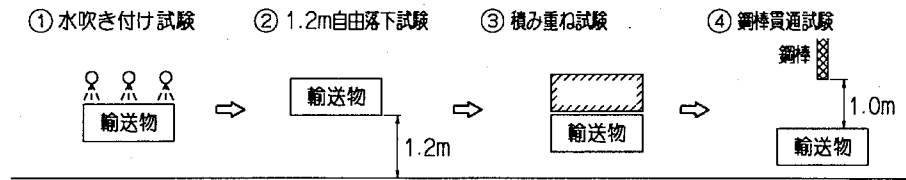
また、1.2m自由落下試験で密封境界である燃料棒は健全性を損なうことはなく、その密封性は維持される。

A. 9 核分裂性輸送物

本輸送物は規則に基づき、核分裂性輸送物の要件に従い、評価する。なお、本輸送物は、A. 4. 2で示すとおり、周囲温度 $-20\sim 38$ 度の温度条件において、亀裂、破損等の生じる等のおそれはない。

A. 9. 1 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件

核分裂性輸送物の一般の試験条件としては、(口)一第A. 38 図に示す試験手順（水吹き付け試験、1. 2 m自由落下試験、積み重ね試験及び鋼棒貫通試験）による重畳効果を考慮し、安全性を評価する。



(口)一第A. 38 図 一般の試験条件試験手順

A. 9. 1. 1 水噴霧

A. 5. 2と同様、本輸送容器の外殻は円筒状の容器で、水のたまりにくい形状であり、表面は塗装されているので吸水性はなく、また、容器外殻のフランジ部は水密構造になっているので容器内部に水が入らない。

A. 9. 1. 2 自由落下

A. 5. 3と同様であり、その変形は外殻に限られ、いずれも防振構造部に達していない。又密封境界である燃料棒は健全性を保つ。

A. 9. 1. 3 積み重ね試験

A. 5. 4と同様であり、輸送物は健全性を保つ。

A. 9. 1. 4 貫通

A. 5. 5と同様であり、6 kgの容易に破損しない棒は、輸送物を貫通しない。

以上より、一般の試験条件において、本輸送物が健全性を損なうことはない。

また、一般の試験条件にて、一辺が10cmの立方体を包含するようなくぼみが生じることはなく、外接する直方体の各辺は10cm以上である。

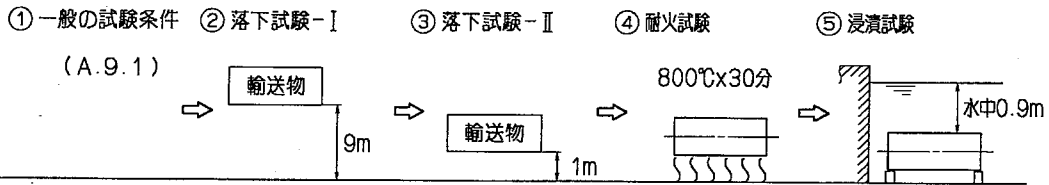
A. 9. 2 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件

核分裂性輸送物の特別の試験条件としては、(口)－第A. 39 図に示す試験手順

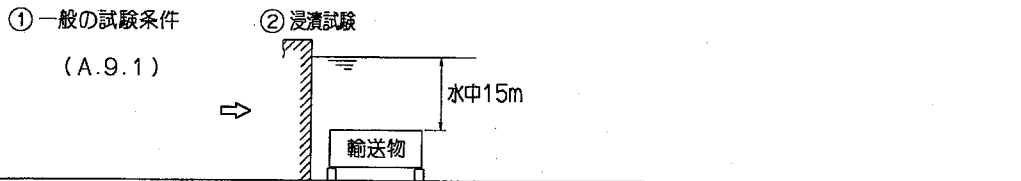
- | | |
|---|---|
| } | ④ 一般の試験条件後の損傷状態 + 9 m落下試験 + 1 m貫通試験 + 耐火試験
(800°C × 30分) + 0.9 m浸漬試験 |
| | ⑤ 一般の試験条件後の損傷状態 + 1.5 m浸漬試験 |

により、④又は⑤のうち、臨界体系上への影響が大きい9 m落下試験及び耐火試験の緩衝材焼失等による燃料集合体の集合体間隔の近接する④の条件で重畳効果を考慮し、安全性を評価する。

[A]



[B]



(口)－第A. 39 図 特別の試験条件試験手順

本輸送物に課せられる特別の試験条件は、以下の通りである。なお、一般の試験条件下で輸送容器は変形するが、輸送物の健全性は維持されている。

1. 強度試験

- ・落下試験Ⅰ
- ・落下試験Ⅱ

強度試験に関する本輸送物の構造上の評価は、落下試験Ⅰについては、一部原型容器試験結果を用いて解析により、落下試験Ⅱについては原型容器試験結果を用いて評価している。

まず最初に落下試験Ⅰ及びⅡにおいて輸送物が最大破損を受けるよう9 mから自由落下させた時、収納物である燃料集合体の受ける影響と容器の変形について検討する。

強度試験では、落下試験Ⅰと落下試験Ⅱの試験順序が問題となる。たとえば落下試験Ⅰに引続いて落下試験Ⅱを実施した場合、輸送容器の変形は、一様な変形に局所的な変形が累積した形となる。一方、その逆の場合には、落下試験Ⅱによって生じた局所的な変形が落下試験Ⅰの一様な変形に累積せず埋没する形となる。従って、ここでは変形量が大きくなる場合を採用し、落下試験Ⅰに引続いて落下試験Ⅱを実施する場合について行う。

2. 耐火試験

耐火試験は、後述(ロ)－B熱解析の項に示す。

3. 浸漬試験

浸漬試験は、燃料集合体にかかる外圧との比較によって密封性を検討する。

A. 9. 2. 1 強度試験・落下試験Ⅰ（9 m落下時）

(1) 評価方法

本輸送物において告示第26条より一般の試験条件の自由落下（1.2 m）、輸送物の各落下姿勢での変形を考慮し、9 m落下による評価を行う。

ここでは、輸送物の落下姿勢として、次の4つを考える。

- (i) 垂直落下（上部，下部）
- (ii) 水平落下
- (iii) コーナ落下（上部，下部）
- (iv) 傾斜落下

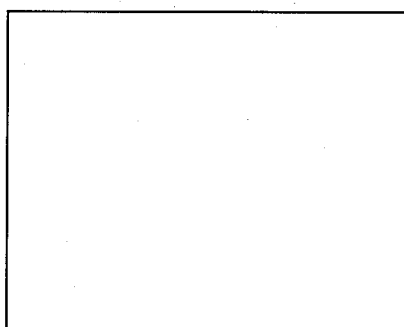
(2) 解析方法及び結果

解析方法はA. 5. 3と同様の手法とし、SHOCKコードを用いて求めた。核分裂性輸送物に生ずる衝撃加速度及び輸送物の変形量の解析結果を附属書類A. 10. 5の(ロ)―第A. 39表に示す。

(a) 9 m上部垂直落下

(イ) 外殻の変形量

9 m上部垂直落下により外殻に変形が生じて、なお外殻の厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)―第A. 40図に示す。



(ロ)―第A. 40図 9 m上部垂直落下時の外殻の変形量解析モデル

9 m上部垂直落下後における外殻の変形量及び残量は、(ロ)―第A. 40図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \square \text{ (mm)}$$

(1. 2 m落下後の変形量 (A. 5. 3 (2) (b)参照) を考慮)

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

従って、以下の値となる。

$$\delta_o = \square - (\square + \square) = \square \text{ (mm)}$$

よって、9 m上部垂直落下の変形は外殻のみで防振構造部が直接落下台に衝突することはない。

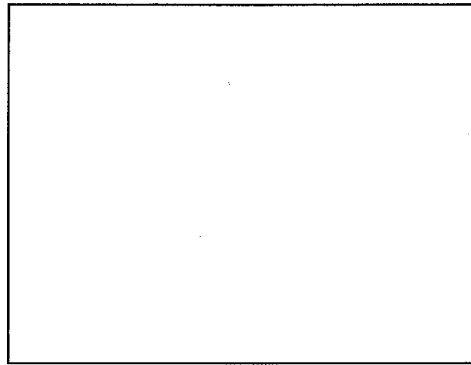
(ロ) 輸送容器及び収納物の強度評価

A. 5. 3項で述べたものと同一の評価位置について同一手法の解析を行う。解析結果を(ロ)―第A. 32表に示す。

(b) 9 m下部垂直落下

(イ) 外殻の変形量

9 m下部垂直落下により，外殻に変形が生じても，なお外殻の厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A.41図に示す。



(ロ)－第A.41図 9 m下部垂直落下時の外殻の変形量解析モデル

9 m下部垂直落下後における外殻の変形量及び残量は，(ロ)－第A.41図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

(1. 2 m落下後の変形量 (A. 5. 3 (2) (c) 参照) を考慮)

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

従って，以下の値となる。

$$\delta_o = \boxed{} - (\boxed{} + \boxed{}) = \boxed{} \text{ (mm)}$$

よって，9 m下部垂直落下の変形は外殻のみで防振構造部が直接落下台に衝突することはない。

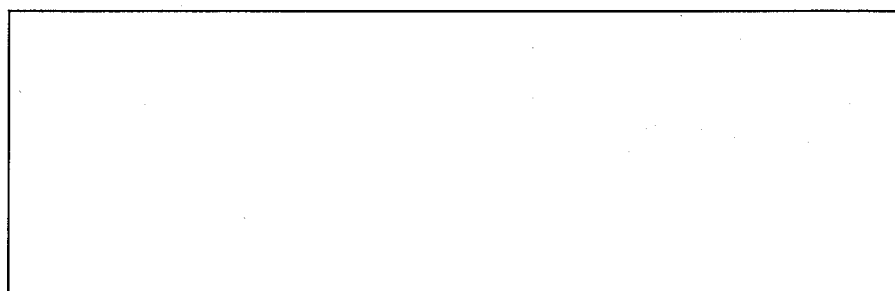
(ロ) 輸送容器及び収納物の強度評価

A. 5. 3項で述べたものと同一の評価位置について同一手法の解析を行う。解析結果を(ロ)－第A.32表に示す。

(c) 9 m水平落下

(イ) 外殻の変形量

9 m水平落下により，外殻に変形が生じても，なお外殻に厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A. 42 図に示す。



(ロ)－第A. 42 図 9 m水平落下時の外殻の変形量解析モデル

9 m水平落下後における外殻の変形量及び残量は，(ロ)－第A. 42 図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - \delta_{Hi} \quad (\text{A. 10. 8 変形量干渉の有無参照})$$

ここで

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \square \text{ (mm)}$$

(1. 2 m落下後の変形量 (A. 5. 3 (2) (a)参照) を考慮)

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

従って，以下の値となる。

$$\delta_o = \square - \square = \square \text{ (mm)}$$

よって，9 m水平落下時の変形は外殻のみで防振構造部が直接落下台と衝突することはない。

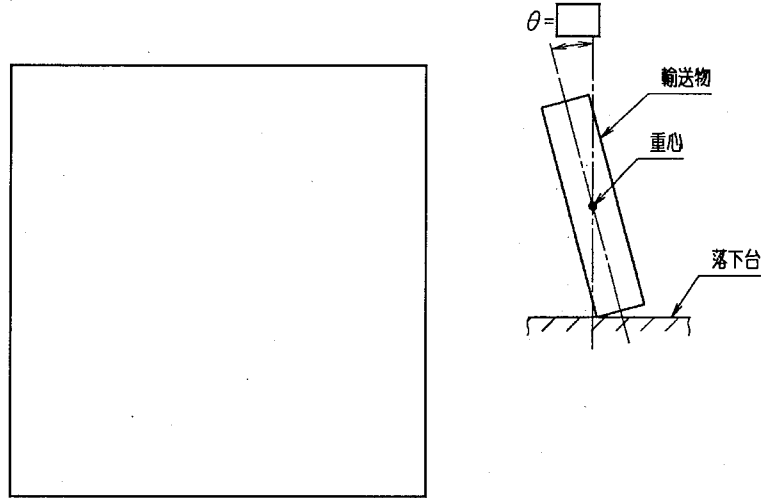
(ロ) 輸送容器及び収納物の強度評価

A. 5. 3 項で述べたものと同じの評価位置について同一手法の解析を行う。解析結果を(ロ)－第A. 32 表に示す。

(d) 9 m上部コーナ落下

(イ) 外殻の変形量

9 m上部コーナ落下により、外殻に変形が生じても、外殻の厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A.43図に示す。



(ロ)－第A.43図 9 mコーナ落下時の外殻の変形量解析モデル

9 m上部コーナ落下後における外殻の変形量及び残量は、(ロ)－第A.43図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = [] \text{ (mm)}$$

(1. 2 m落下後の変形量 (A. 5. 3 (2) (d) 参照) を考慮)

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = [] \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = [] \text{ (mm)}$$

従って、以下の値となる。

$$\delta_o = [] - ([] + []) = [] \text{ (mm)}$$

よって、9 m上部コーナ落下時の変形は、外殻のみで防振構造部が、直接落下台に衝突することはない。

(ロ) 防振構造部及び収納物に生ずる応力

(ロ)－第A. 39 表より, 加速度を垂直成分及び水平成分に分解し, (ロ)－第A. 29 表に示す。角度については(ロ)－第A. 43 図に示すように $\theta = \square$ である。

(ロ)－第A. 29 表 コーナ落下時の解析加速度

(単位 : $g (m/s^2)$)

落下方向	落下方向加速度 (N)		垂直方向加速度 ($N_v = N \cos \theta$)		水平方向加速度 ($N_H = N \sin \theta$)	
	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部
コーナ上部	[Empty Box]					

(ロ)－第A. 39 表から各方向加速度成分は垂直落下時に生ずる加速度よりも大きくなる。よって本項では, 各方向別に各部に生ずる応力を求めることとし, 評価は組合せ応力について行う。

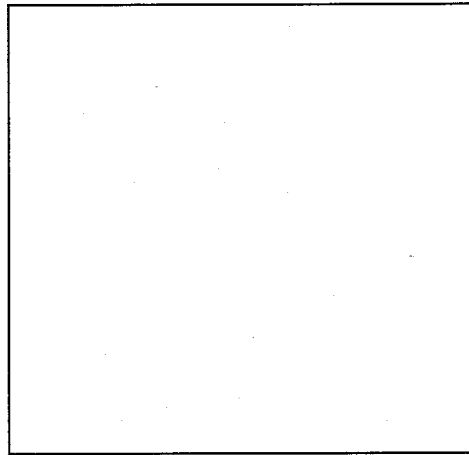
各部に生ずる応力は, 「A. 5. 3 自由落下」の項で述べたものと同一の評価位置について同一手法の解析を行う。解析結果を(ロ)－第A. 32 表に示す。

なお, 各部の評価位置での余裕率 M_s は正の値であり破損することはない。

(e) 9 m下部コーナ落下

(イ) 外殻の変形量

9 m下部コーナ落下により，外殻に変形が生じても，なお，外殻に厚みが残ることを示す。解析モデルを(ロ)－第A.44 図に示す。



(ロ)－第A.44 図 9 mコーナ落下時の外殻の変形量解析モデル

9 m下部コーナ落下後における外殻の変形量及び残量は，(ロ)－第A.44 図により次式で与えられる。

$$\delta_o = \delta_o' - (\delta_{Hi} + \delta_{Ho})$$

ここで

$$\delta_o' : \text{変形前の厚さ} = \square \text{ (mm)}$$

(1. 2 m落下後の変形量 (A. 5. 3 (2) (d)参照) を考慮)

$$\delta_{Hi} : \text{外殻内側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

$$\delta_{Ho} : \text{外殻外側変形量} = \square \text{ (mm)}$$

従って，以下の値となる。

$$\delta_o = \square - (\square + \square) = \square \text{ (mm)}$$

よって，9 m下部コーナ落下時の変形は，外殻のみで防振構造部が，直接落下台に衝突することはない。

(ロ) 防振構造部及び収納物に生ずる応力

(ロ)－第A. 39 表より, 加速度を垂直成分及び水平成分に分解し, (ロ)－第A. 30 表に示す。角度については(ロ)－第A. 43 図に示すように $\theta = \square$ である。

(ロ)－第A. 30 表 コーナ落下時の解析加速度

(単位: $g (m/s^2)$)

落下方向	落下方向加速度 (N)		垂直方向加速度 ($N_v = N \cos \theta$)		水平方向加速度 ($N_H = N \sin \theta$)	
	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部	輸送容器 外 殻	防 振 構 造 部
コーナ下部	[Empty Box]					

(ロ)－第A. 39 表から各方向加速度成分は垂直落下時に生ずる加速度よりも大きくなる。よって本項では, 各方向別に各部に生ずる応力を求めることとし, 評価は組合せ応力について行う。

各部に生ずる応力は, 「A. 5. 3 自由落下」の項で述べたものと同一の評価位置について同一手法の解析を行う。解析結果を(ロ)－第A. 32 表に示す。

なお, 各部の評価位置での余裕率 M_s は正の値であり破損することはない。

(f) 傾斜落下

9 mの高さからの傾斜落下時, 輸送物の重心は鉛直線上より左右いずれかにずれた位置にくるので, 衝突接点を支点にして輸送物を回転させる力が働く。従って落下衝撃時に発生する衝撃力は, 輸送物の重心を通る鉛直線上の落下であるコーナ落下より軽減することになるので強度計算は省略する。

(3) 結果の要約

(a) 上部垂直落下

上部垂直落下の場合, 外殻の総変形は \square mm である。また, 衝撃加速度は, 防振構造部で $\square \cdot g (m/s^2)$ であり, この時密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので, その密封性は維持される。

(b) 下部垂直落下

下部垂直落下の場合, 外殻の総変形は \square mm である。衝撃加速度は, 防振構造部で $\square \cdot g (m/s^2)$ であり, この時密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので, その密封性は維持される。

(c) 0° 方向下向水平落下

0° 方向下向水平落下の場合、外殻の総変形は□mmである。衝撃加速度は、防振構造部で□・g（最大衝撃加速度は180° 方向で□・g）（m/s²）であり、この時密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので、その密封性は維持される。

(d) 上部コーナ落下

上部コーナ落下の場合、外殻の総変形は□mmである。衝撃加速度は、防振構造部で□・g（m/s²）〔垂直方向□・g（m/s²）及び水平方向□・g（m/s²）〕であるが密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので、その密封性は維持される。

(e) 下部コーナ落下

下部コーナ落下の場合、外殻総変形□mmである。衝撃加速度は、防振構造部で□・g（m/s²）〔垂直方向□・g（m/s²）及び水平方向□・g（m/s²）〕であるが密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので、その密封性は維持される。

(f) 解析結果と原型試験結果の比較

付属書類A.10.6(ロ)―第A.40表より変形量は、いずれの落下姿勢においても、試験に対応する解析結果より小さい。従って本解析結果は安全側といえる。

また、衝撃加速度についても、変形量と同様いずれの落下姿勢においても、解析結果より小さく解析結果は安全側といえる。

(g) 以上より、いかなる落下姿勢においても容器外殻は塑性変形するが密封境界である燃料棒は健全性を損なわないので、その密封性は維持される。

A. 9. 2. 2 強度試験・落下試験Ⅱ（1 m落下時）

落下試験Ⅱは輸送物が最大破損するように150 mm 径の200 mm 長以上の丸鋼に1 mの高さから落下させる試験である。

落下試験Ⅱによる輸送物の変形・破損の評価はすべて原型試験の結果を用いて行う。

(ロ)－第A. 31 表に原型試験の強度試験・落下試験Ⅱの変形量及び衝撃加速度を示す。

(ロ)－第A. 31 表より、外殻及び防振構造部に発生する衝撃加速度はA. 10. 5の(ロ)－第A. 39 表の落下試験Ⅰ（9 m落下時）の衝撃加速度より小さく、また発生加速度の大きい落下試験Ⅰでの評価で破損しないと確認されているので、落下試験Ⅱでの評価は省略する。

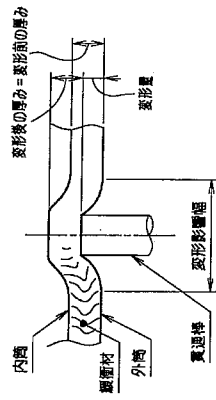
(1) 結果の要約と検討

(ロ)－第A. 31 表に原型試験落下試験Ⅱの変形量、衝撃加速度の結果を示す。

最大破損を受ける落下条件下においても輸送容器外筒に変形は生ずるものの密封境界である燃料棒被覆管は、発生加速度の大きい落下試験Ⅰ（9 m落下）での評価で密封性が損なわれていない。よって落下試験Ⅱで、密封境界である燃料棒被覆管は密封性を保つ。

(ロ)一第A.31表 原型試験の落下試験Ⅱの結果(1)

落下姿勢		垂直落下 〔ボトム 下 向〕	水平落下 〔0°方向 下 向〕	コーナ落下 〔トップ0° 方向下向〕
衝撃 加速度 × g (m/s ²)	外 殻			
	防振構造部			
容器 変形量 (mm)	変 形 量			
	変形影響幅			
貫 通 有 無				
概 略 図				



(口) - 第A.31表 原型試験の落下試験Ⅱの結果(2)

落下姿勢		水平落下 90°方向 下向	水平落下 180°方向 下向	水平落下 180°方向 下向	水平落下 180°方向 下向	垂直落下	ボトム 下向
衝撃 加速度 × g (m/s ²)	外 殻						
	防振構造部						
容器 変形量 (mm)	変形量						
	変形影響幅						
貫通有無							
概略図							

A. 9. 2. 3 熱的試験

熱的試験の評価は、(ロ)－B熱解析で行う。

(1) 温度及び圧力の要約

(ロ)－B. 5 (特別の試験条件) の結果、密封境界である燃料棒被覆管は、最も厳しい状態である °C の雰囲気にな置かれてもその密封性が損なわれることはない。

(2) 熱膨張

輸送物全体が加熱され部材間の温度差がなく、かつ、拘束がないため熱膨張による熱応力は発生しない。

(3) 許容応力との比較

A. 1. 2 項の設計条件に基づき解析した結果、すべての項目について A. 1. 2 項の設計基準を満足しており、その結果を、解析項目に従い解析基準値と比較し(ロ)－第 A. 32 表(1)～(2)に示す。表より明らかなように、発生する応力はいずれの場合も解析基準値以下であり、密封境界である燃料棒は健全であり、その密封性は維持される。

A. 9. 2. 4 浸 漬

特別の試験（落下試験Ⅰ・Ⅱ及び熱的試験）後、水深0.9m（0.009MPa）の浸漬状態に収納物である燃料集合体がおかれた場合でも、燃料棒は□気圧に耐えるよう設計されているため、燃料棒は強度を保ちその密封性は維持される。

A. 9. 2. 5 結果の要約と評価

特別の試験条件下における本輸送物の破損の要約を各試験項目毎に記述する。

(1) 落下試験Ⅰ（9m落下時）

A. 9. 2. 1項より、落下時の容器外殻の総変形量は、□mm（水平落下）～□mm（コーナ落下）となりいずれの落下姿勢においても防振構造部には達しない。衝撃加速度は、防振構造部で□×g（m/s²）～□×g（m/s²）〔容器外殻で□×g（m/s²）～□×g（m/s²）〕となり、この時、密封境界である燃料棒に発生する応力は解析基準値以下であり、燃料棒は強度を保ち、その密封性は維持される。

(2) 落下試験Ⅱ（1m落下時）

A. 9. 2. 2項より、落下時の容器外殻の変形量は、□mm～□mmで、容器外殻には変形が生じるものの密封境界である燃料棒に発生する応力は基準値以下であり、燃料棒は強度を保ち、その密封性は維持される。

(3) 耐火試験（800℃、30分間）

B. 5. 6項より、輸送物を800℃の環境に30分間置いたときに、燃料集合体は□℃に達する。この温度においても密封境界である燃料棒は強度を保ち、その密封性は維持される。

(4) 浸 漬（0.009MPa、8時間）

A. 9. 2. 4項より、水深0.9mの浸漬状態に燃料集合体がおかれても密封境界である燃料棒は強度を保ちその密封性は維持される。

(ロ) - 第A.32表(1) 許容応力との比較

要件	条件	解析項目	解析基準	解析基準値	解析結果	余裕率
核 分 裂 性 輸 送 物	特 別 の 試 験 条 件	落下試験 I				
		1. 9m 上部垂直落下 (1) ジャッキスクリュー (a) 座屈荷重 (b) ねじ山のせん断応力 (2) 固定枠 (a) 合成応力 (曲げ+せん断) (b) ねじ山のせん断応力	P_k $0.6S_u$ S_u $0.6S_u$			
		2. 9m 下部垂直落下 (1) ピボットマウント取付ボルト (a) 合成応力 (引張+せん断) (2) スケルトン組立 (a) 圧縮応力 (3) スキン (a) 圧縮応力 (4) 燃料棒被覆管 (15×15 型 12ft) (a) 圧縮+内圧力の組合せ (b) 座屈荷重	S_u S_u S_u $2/3S_u$ P_k			
		3. 9m 水平落下 (1) クランピングフレーム (a) 曲げ応力 (2) スキン (a) 曲げ応力 (3) 燃料棒被覆管 (14×14 型 12ft, 15×15 型 12ft) (a) 曲げ+内圧力の組合せ	S_u S_u S_u			

(ロ) - 第A.32表(2) 許容応力との比較

要件	条件	解析項目	解析基準	解析基準値	解析結果	余裕率
核分裂性輸送物	特別の試験条件	4. 9m上部コーナ落下 (1) ジャッキスクリュー (a) 座屈荷重 (b) ねじ山のせん断応力 (2) 固定枠 (a) 合成応力 (曲げ+せん断) (b) ねじ山のせん断応力	P_k $0.6 S_u$ S_u $0.6 S_u$			
		5. 9m下部コーナ落下 (1) ピボットマウント取付ボルト (a) 合成応力 (引張+せん断) (2) クランピングフレーム (a) 曲げ応力 (3) スキン (a) 圧縮+曲げの組合せ (4) スケルトン (a) 圧縮+曲げの組合せ (5) 燃料棒被覆管 (a) 内圧力+曲げ+圧縮の組合せ	S_u S_u S_u S_u S_u			
		落下試験II 1. 貫通 浸漬 2. 外圧	貫通の有無	貫通無	貫通無 (原型試験結果より) 0.009 (MPa)	基準を満足 <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/> (MPa·G)		<input type="checkbox"/>

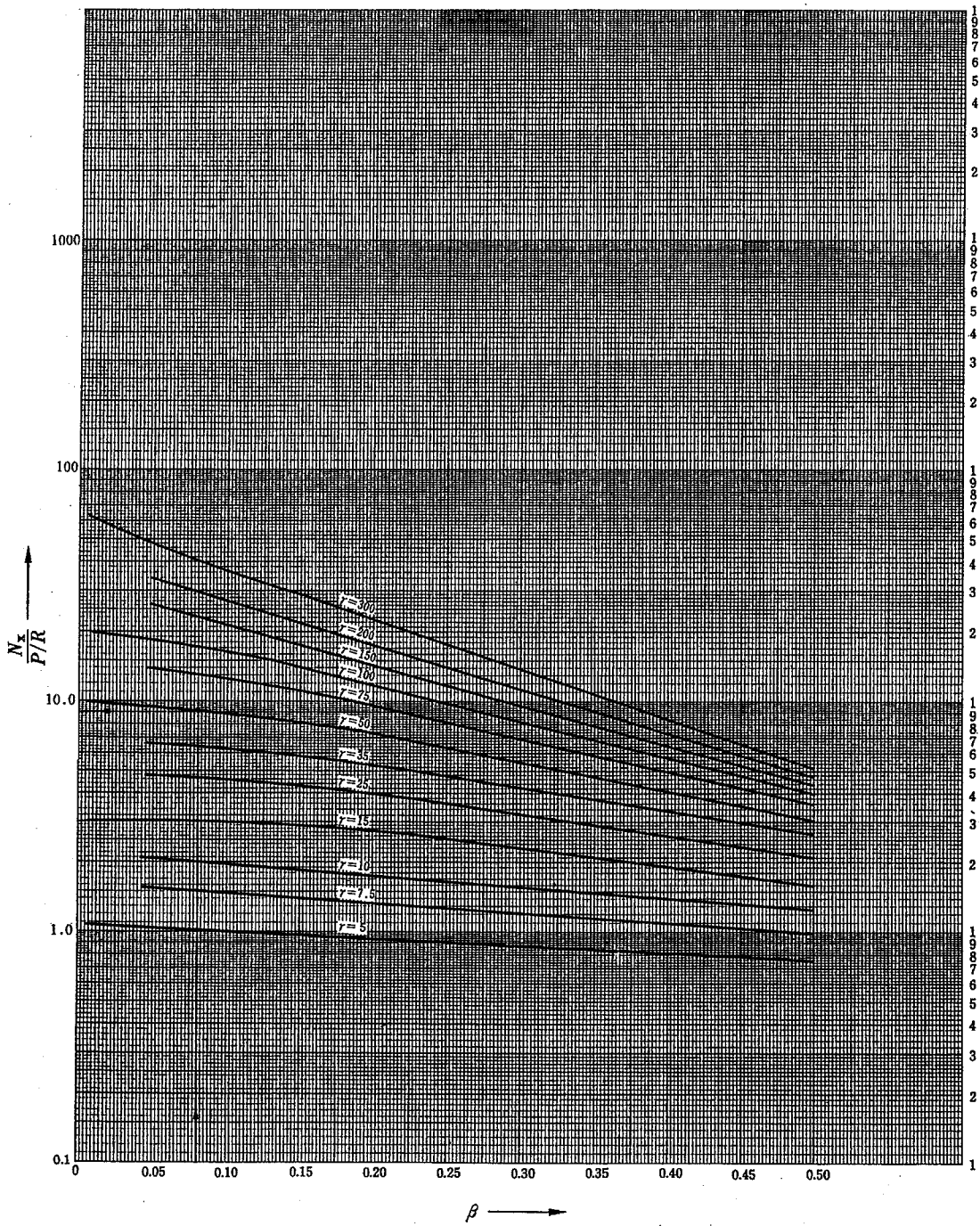
A.10 付属書類

A.10.1 参考文献

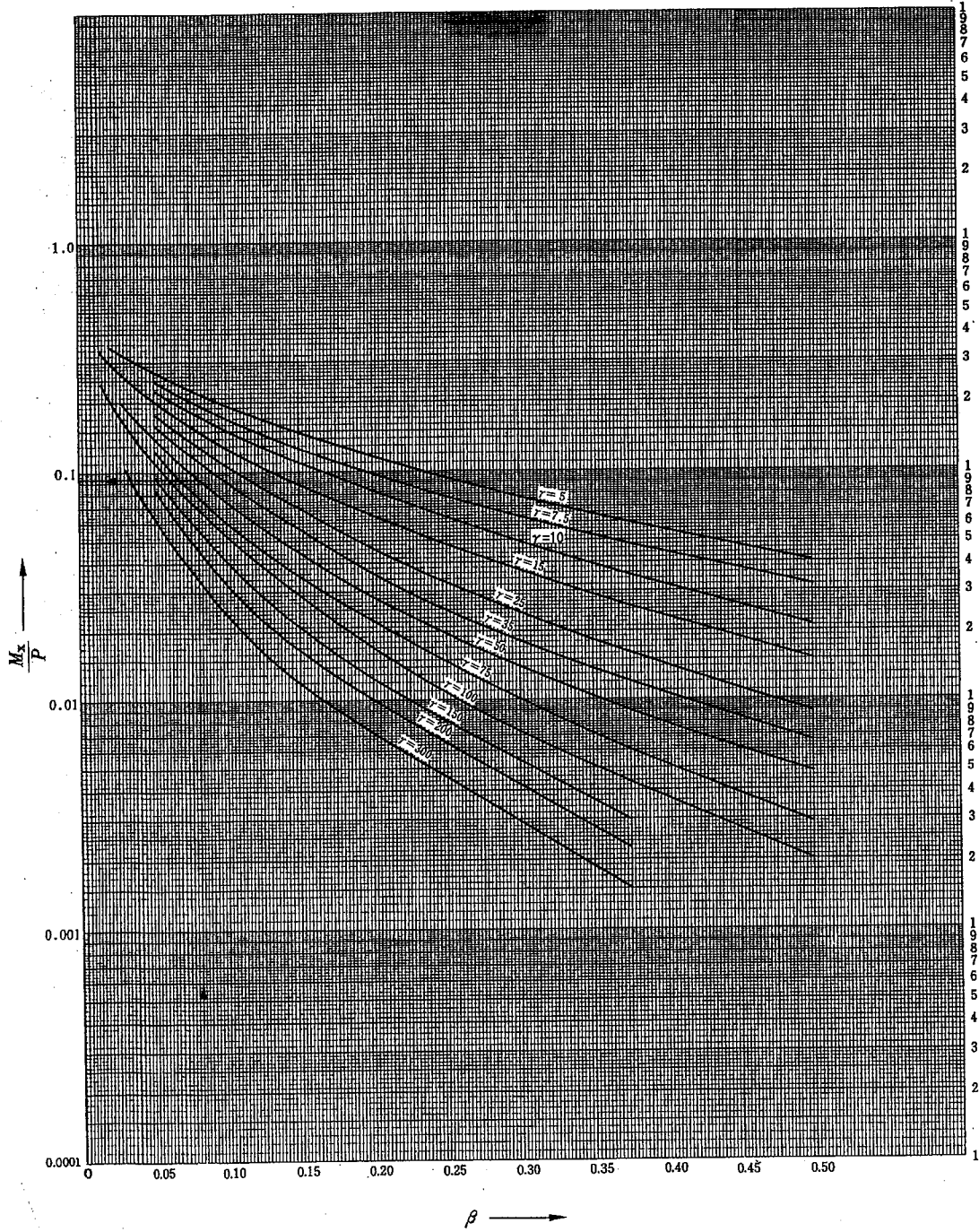
- [1] (社)日本機械学会、“発電用原子力設備規格 設計・建設規格<第I編 軽水炉規格>”
JSME S NC1-2005 (2007年追補版含む)、(2007)
- [2] Evaluating Strength and Ductility of Irradiated Zircaloy (Task^{6 1})
(BMI-NUREG-1948)
- [3] MATPRO VERSION 09.
- [4] 三菱重工業(株)社内データ
- [5] 三菱重工業(株)社内データ
- [6] “Local Stress in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loading”
K. R. Wichman, A. G. Hopper and J. L. Mershon.
- [7] 機械工学便覧 改訂第6版 日本機械学会 P7-35
- [8] 機械工学便覧 改訂第6版 日本機械学会 P4-78
- [9] 東京天文台“理科年表”丸善(株) (1980)
- [10] 機械工学便覧 改訂第6版 日本機械学会 P5-22
- [11] 三菱原子燃料(株)社内データ
- [12] 機械工学便覧 改訂第6版 日本機械学会 P4-83
- [13] 機械工学便覧 改訂第6版 日本機械学会 P7-36
- [14] Garbrielson, V. K., Reese, R. T. “Shock Code User’s Manual:A Computer Code to Solve
the Dynamic Response of Lumped-Mass Systems “Sandia Laboratories Report
SCL-DR-69-98, 1969.
- [15] 第28基準研究会 放射性物質の安全輸送基準に関する調査研究報告書
(社)日本造船所研究協会
- [16] 化学工学便覧 改訂第3版 化学工学協会 P1338
- [17] 三菱重工業(株)社内データ
- [18] 三菱原子燃料(株)社内データ

A. 10. 2 円筒シェルに対する無次元カーブ^[6]

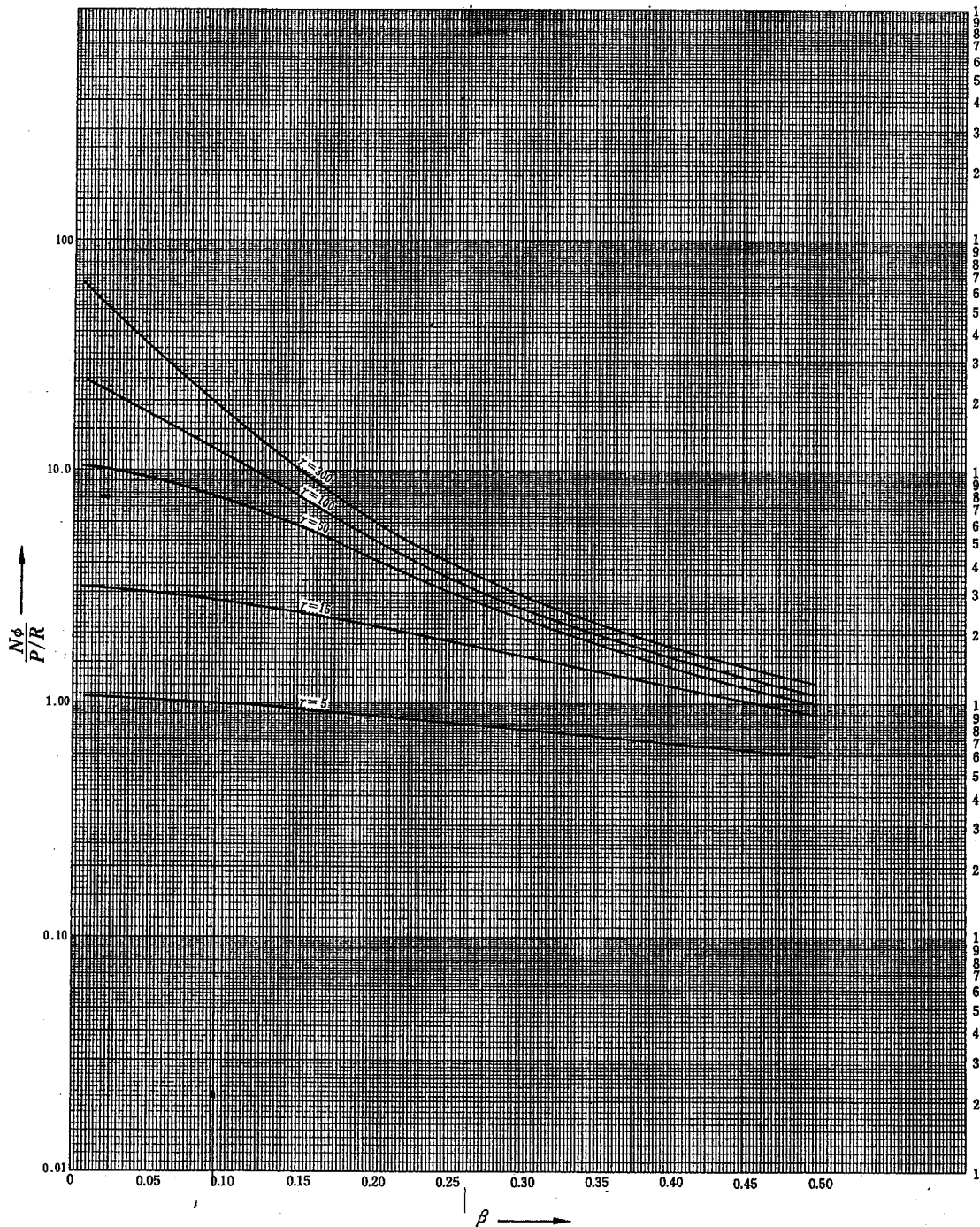
A. 4. 4. 1 (3)項で求むる円筒シェルに対する無次元カーブを(口)－第A. 45 図から(口)－第A. 56 図に示す。



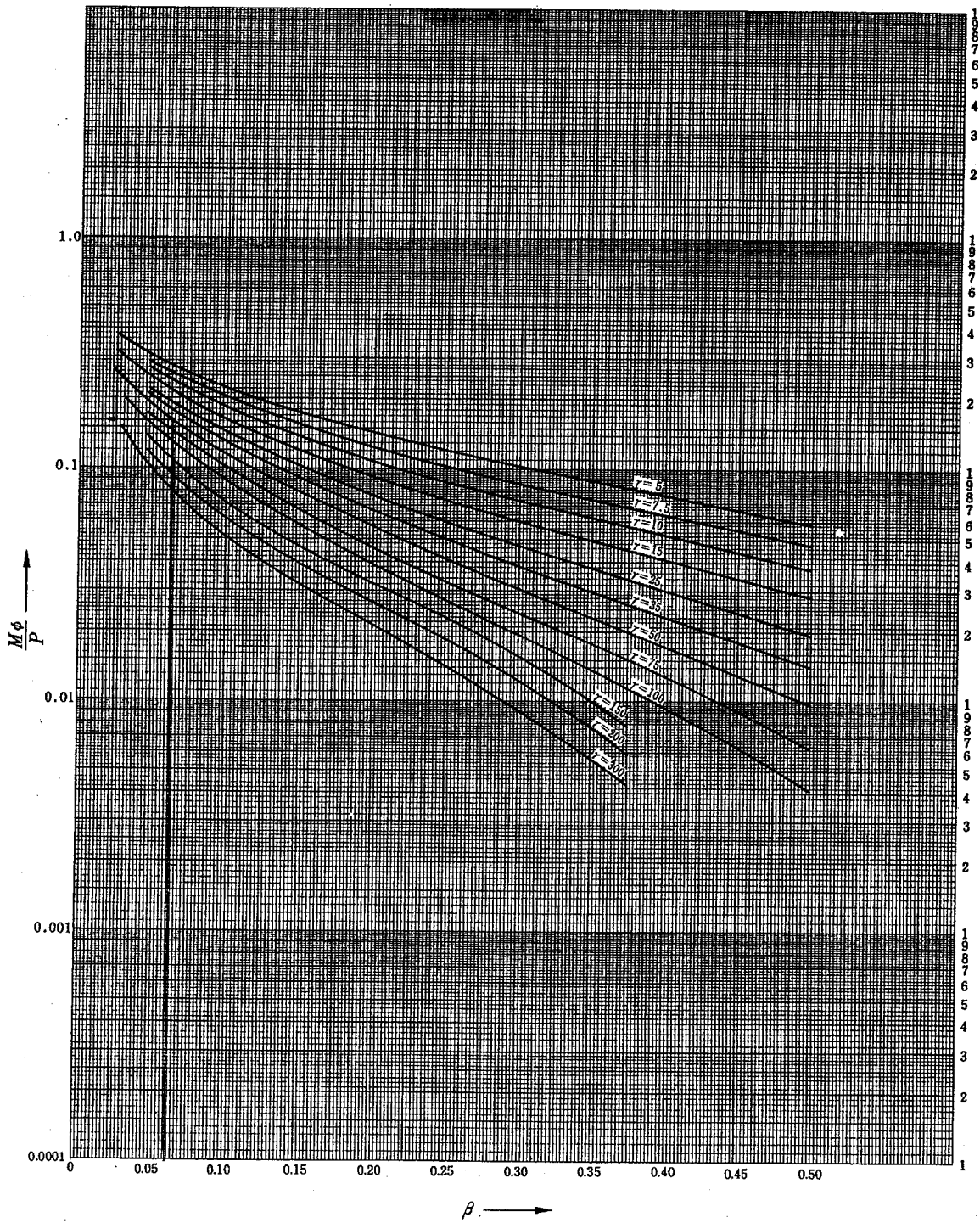
(口) - 第A. 45 図 半径方向荷重が作用する場合の N_x と β の関係



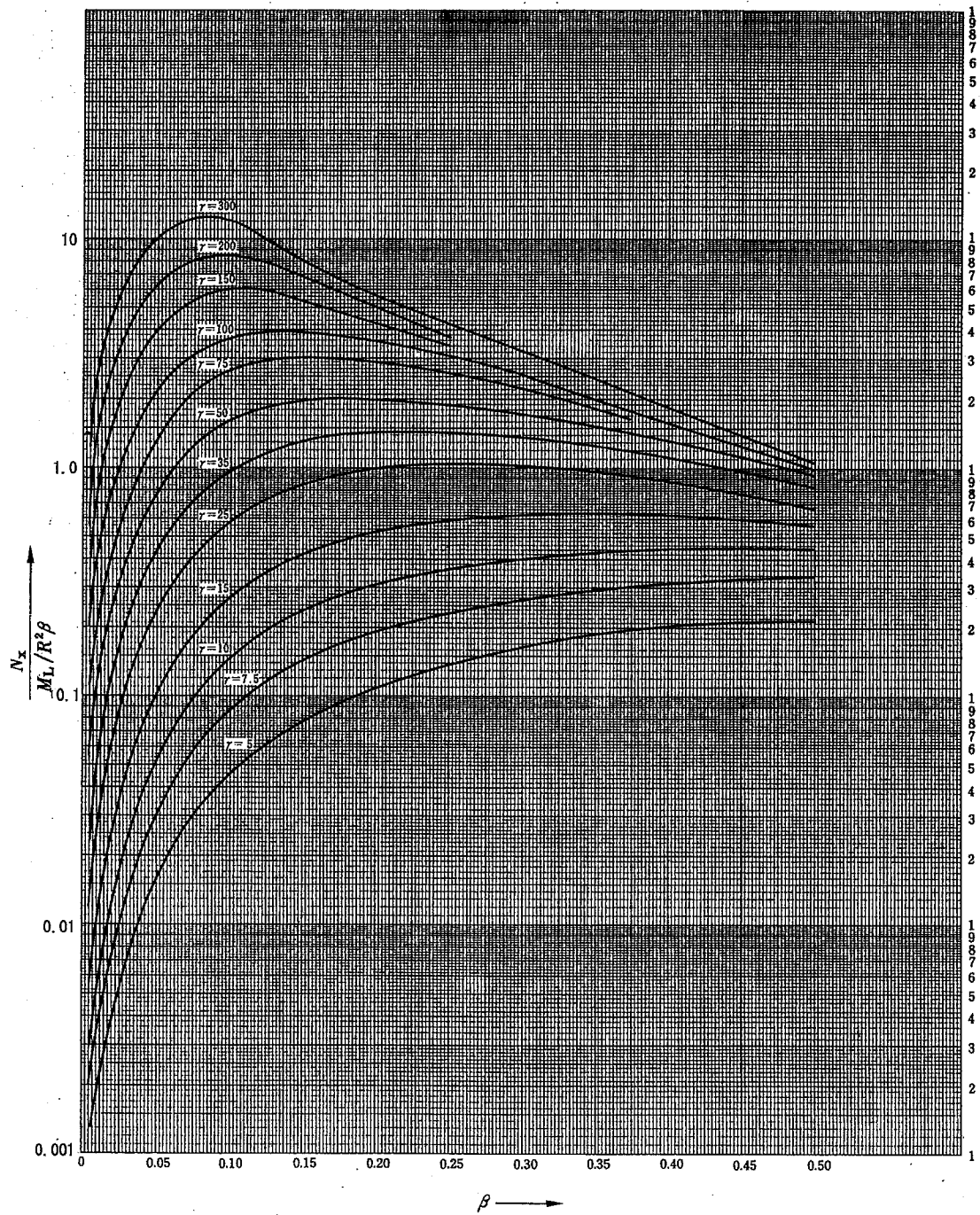
(口) - 第A. 46 図 半径方向荷重が作用する場合の M_x と β の関係



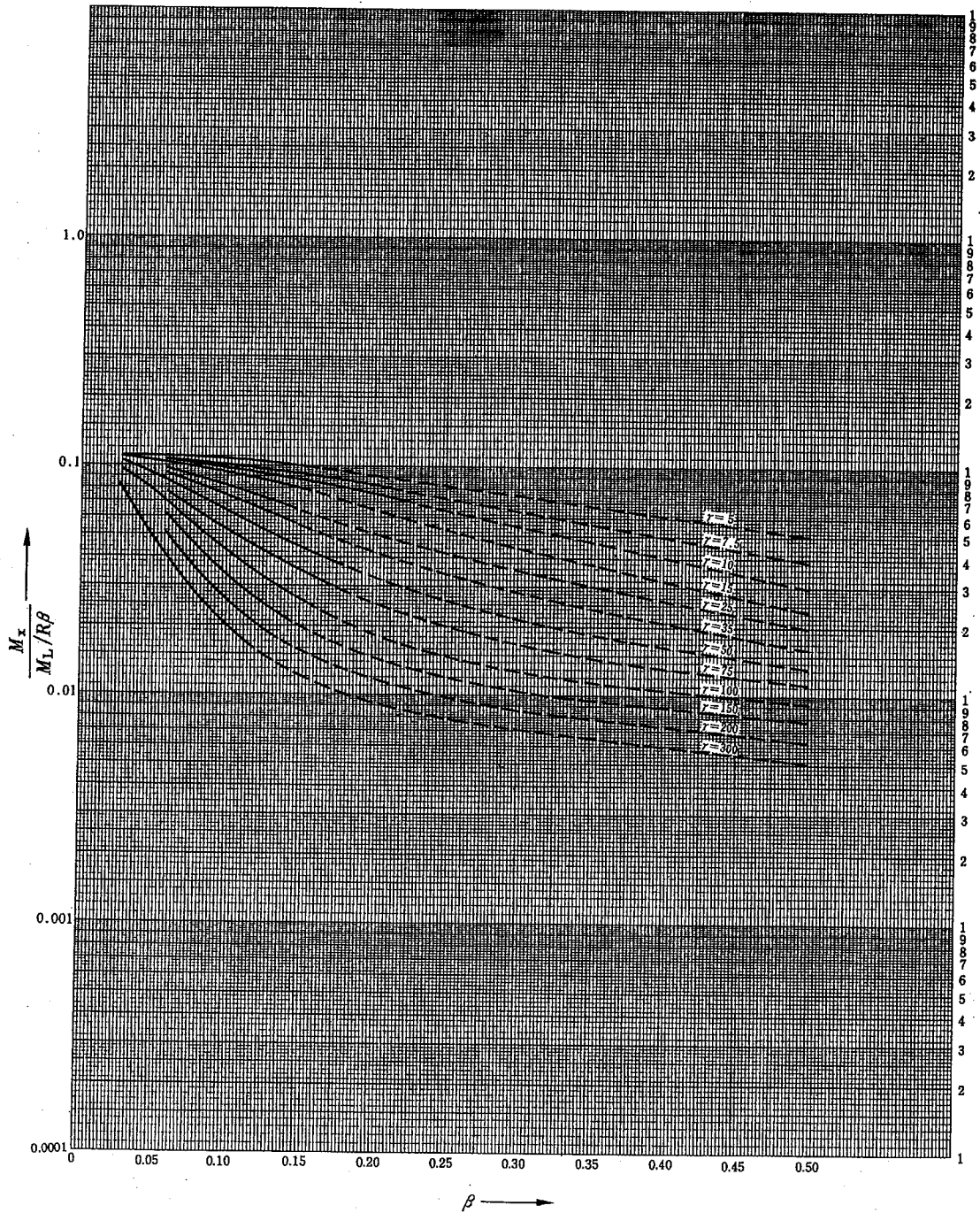
(口) - 第A. 47 図 半径方向荷重が作用する場合の N_ϕ と β の関係



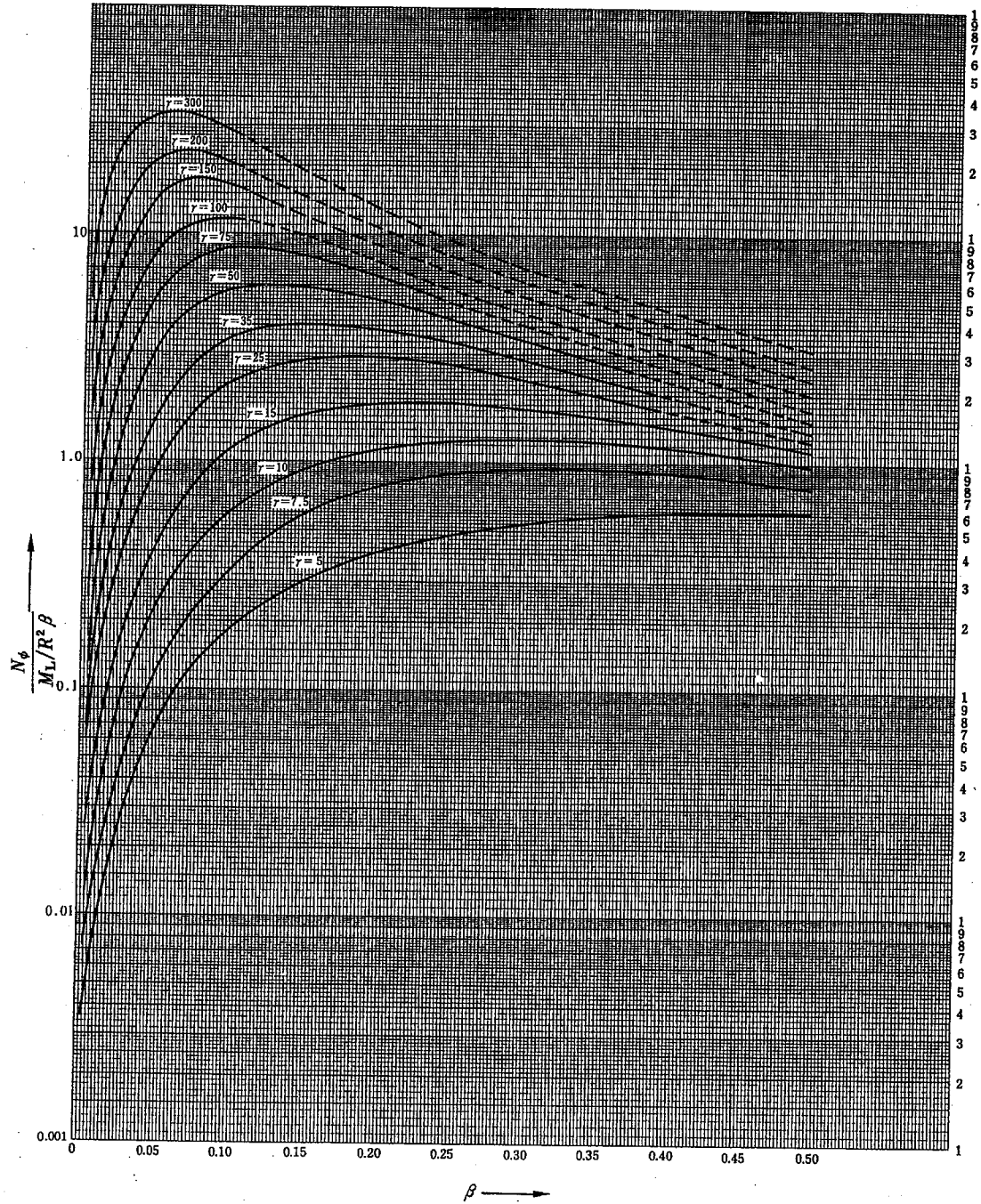
(口) - 第 A. 48 図 半径方向荷重が作用する場合の M_ϕ と β の関係



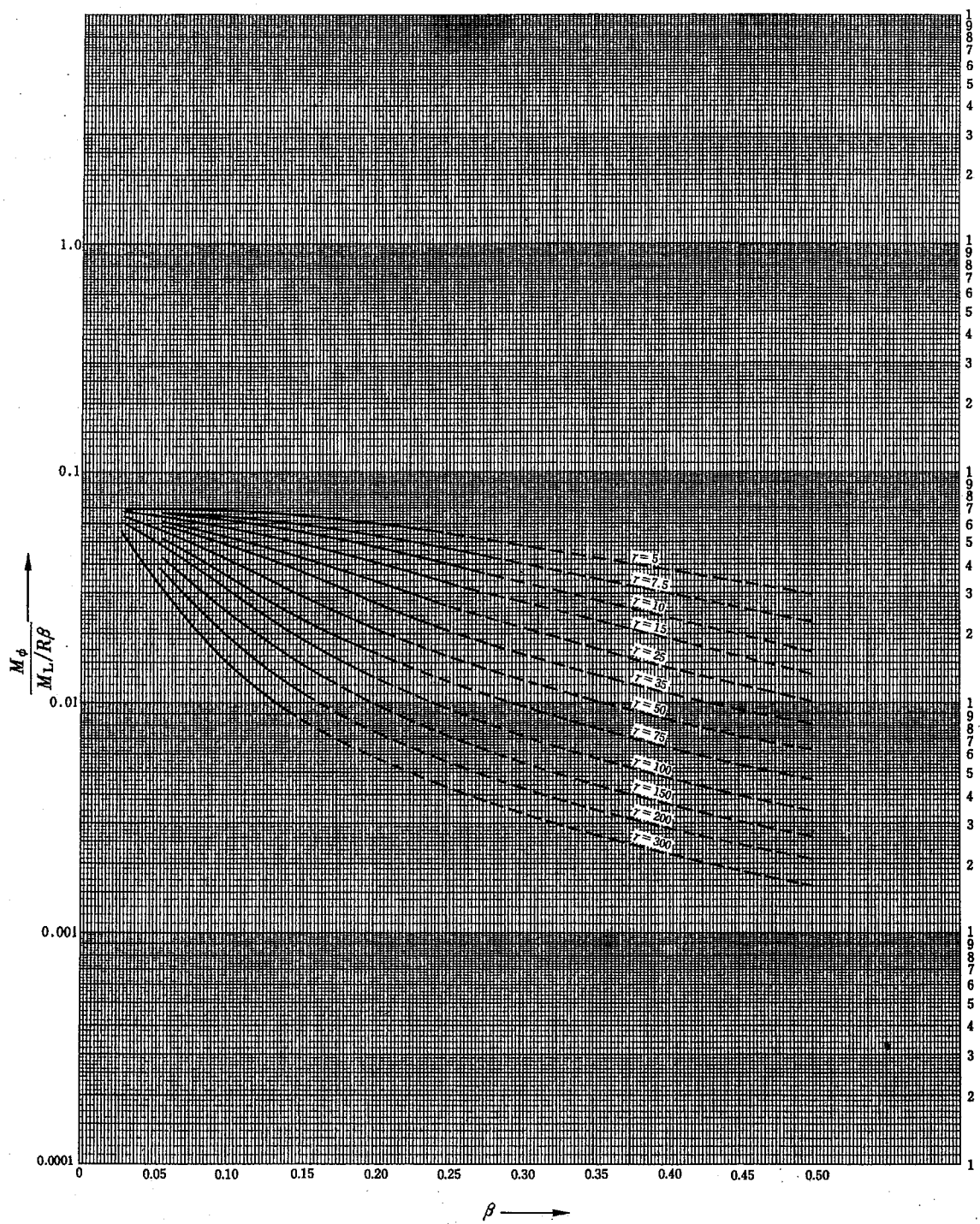
(口) - 第A. 49 図 軸方向外モーメントが作用する場合の N_x と β の関係



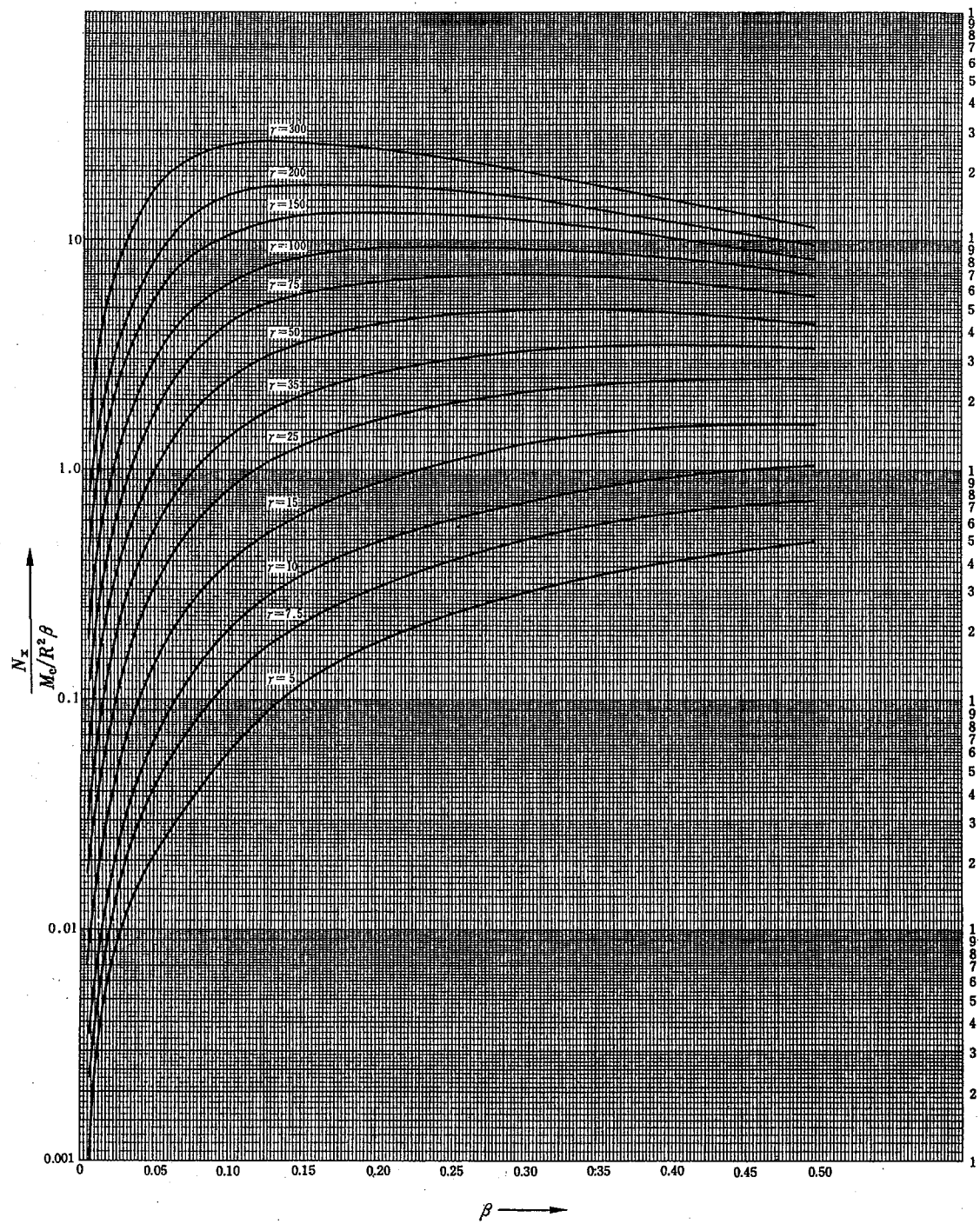
(口) - 第A. 50 図 軸方向外モーメントが作用する場合の M_x と β の関係



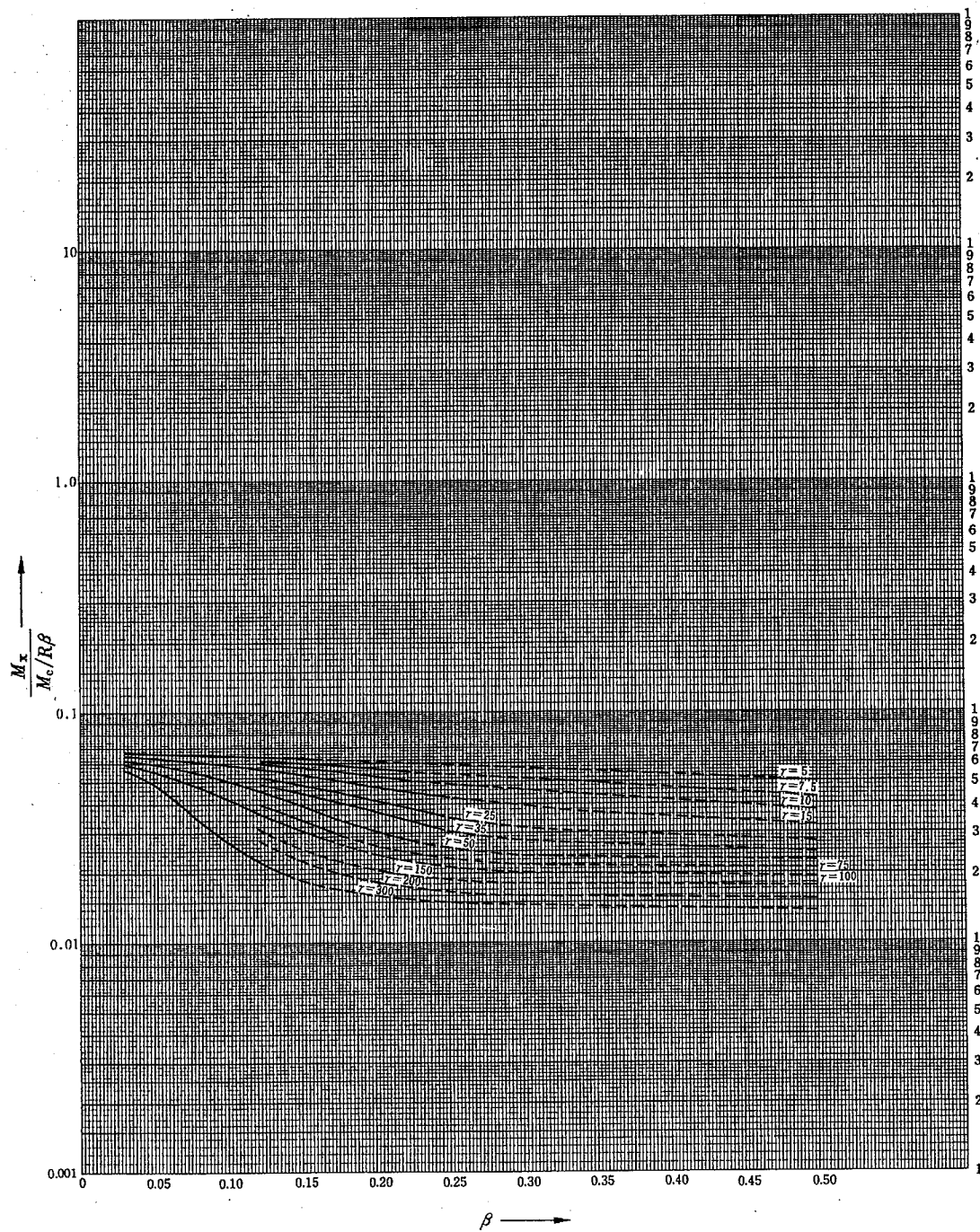
(ロ) - 第A.51図 軸方向外モーメントが作用する場合の N_ϕ と β の関係



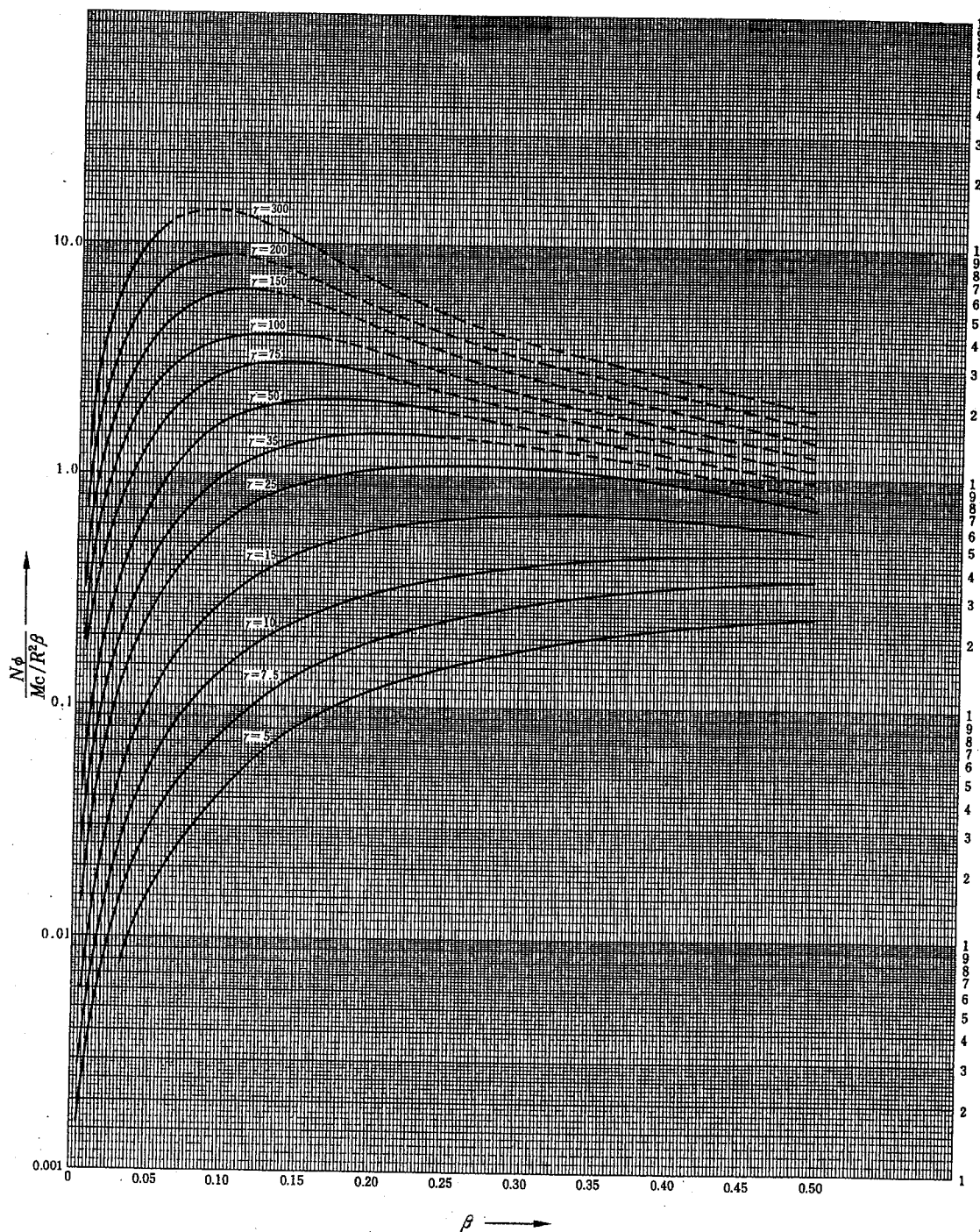
(口) - 第A. 52 図 軸方向外モーメントが作用する場合の M_ϕ と β の関係



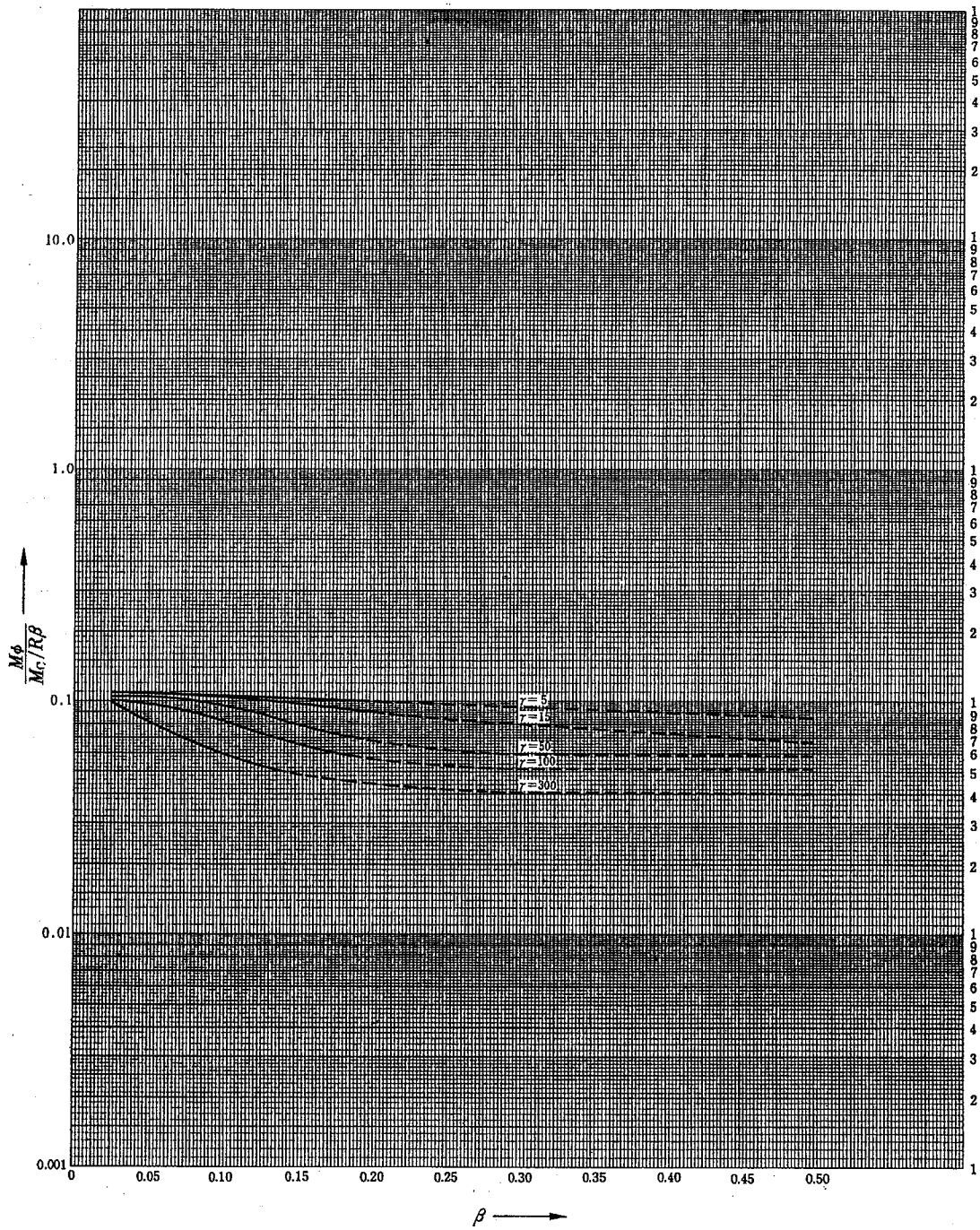
(ロ) - 第A.53図 周方向外モーメントが作用する場合の N_x と β の関係



(ロ) - 第A. 54 図 周方向外モーメントが作用する場合の M_x と β の関係



(ロ) - 第A.55図 周方向外モーメントが作用する場合の N_ϕ と β の関係

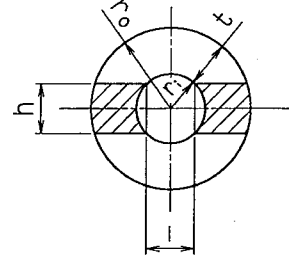


(ロ) - 第A. 56 図 周方向外モーメントが作用する場合の M_ϕ と β の関係

A. 10. 3 締付ボルトせん断断面係数

解析モデルを(ロ)ー第A. 57 図に示す。

締付ボルトは中空円形状で、(ロ)ー第A. 57 図に示すように斜線部がくり抜かれている。



(1) 中空円極断面係数(Z_p)は次式にて求められる。

$$Z_p = \frac{I_z}{r_o} \text{ (mm}^3\text{)}$$

I_z : 断面二次極モーメント

$$I_z = I_{z_o} - I_s$$

(ロ)ー第A. 57 図 締付ボルト解析モデル

I_{z_o} : 中空円断面二次極モーメント

$$\begin{aligned} I_{z_o} &= \frac{1}{4} A_o \times (r_o^2 + r_i^2) \\ &= \frac{\pi}{4} \times (r_o^4 - r_i^4) \\ &= \frac{\pi}{4} \times (\text{ }^4 - \text{ }^4) = \text{ } \text{(mm}^4\text{)} \end{aligned}$$

I_s : 斜線部の断面二次極モーメント

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{(\ell + 2t)^2 + h^2}{12} \times A_1 - \frac{\ell^2 + h^2}{12} \times A_2 \\ &= \frac{\{(\ell + 2t)^2 + h^2\}}{12} \times \{h \times (\ell + 2t)\} - \frac{\ell^2 + h^2}{12} \times \ell \times h \\ &= \text{ } \\ &= \text{ } \\ &= \text{ } \text{(mm}^4\text{)} \end{aligned}$$

r_o : 締付ボルト外半径 : $\text{ } \text{(mm)}$

r_i : 締付ボルト中空内半径 : $\text{ } \text{(mm)}$

h : 切欠き部外側の弦の長さ : $\text{ } \text{(mm)}$

ℓ : 切欠き部内側の弦との距離

$$\ell = 2 \sqrt{\left\{ r_i^2 - \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right\}} = \boxed{} \text{ (mm)}$$

t : 締付ボルト肉厚

$$t = r_o - r_i$$

従って

$$I_z = \boxed{} - \boxed{} = \boxed{} \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$Z_p = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} = \boxed{} \text{ (mm}^3\text{)}$$

A. 10. 4 非線型ばね-質点系モデルによる衝撃応答解析コード「SHOCK」^[14]

(1) 概 要

輸送物が自由落下した時の強度評価を行うために用いた計算コード

「SHOCK」は構造物を種々の線型、非線型ばね、質点系モデルにおきかえて、衝撃荷重が構造物に作用した時の各質点の発生加速度、速度、変位及び各質点間に作用する力、相対変位等の時刻歴を Runge-Kutta-Gill 法による時間積分法によって算出するプログラムであり 1969 年 SANDIA LABORATORY で開発されたものである。

(2) 機 能

「SHOCK」は任意の衝撃荷重が作用する構造体の動的応答について、初期速度や初期変位が与えられる初期値問題だけでなく動的な外力が作用する問題についても取り扱うことが可能である。

またばねの配置と変位が平行な場合及び垂直な場合の 2 種類の問題が取り扱える。

なお、SHOCK コードで用いられるばねには次のようなものがある。

- (a) 線形ばね：通常の F (荷重) = kx (変位) で表わされるもの。
- (b) 圧縮・引張ばね：圧縮もしくは引張のみに作用する軸ばね、ガタを取り扱うことが可能
- (c) 非線形ばね：多曲線近似で、荷重変位関係が表わされるもの
- (d) 非線形・非可逆ばね：多曲線近似で、負荷と除荷のカーブが異なるもの

以上のばねを組合せることにより、「SHOCK」では、弾塑性変形を示す金属材料ばかりでなく、土質、コンクリート、木材等の異方性を示す材料等で構成される構造物についても取り扱うことが可能である。

なお、一つの構造物をばね・質点系におきかえる場合、質点で 100 個、ばねは 200 個まで使用することが可能である。

(3) 「SHOCK」コードによるキャスク9m落下解析例^[15]

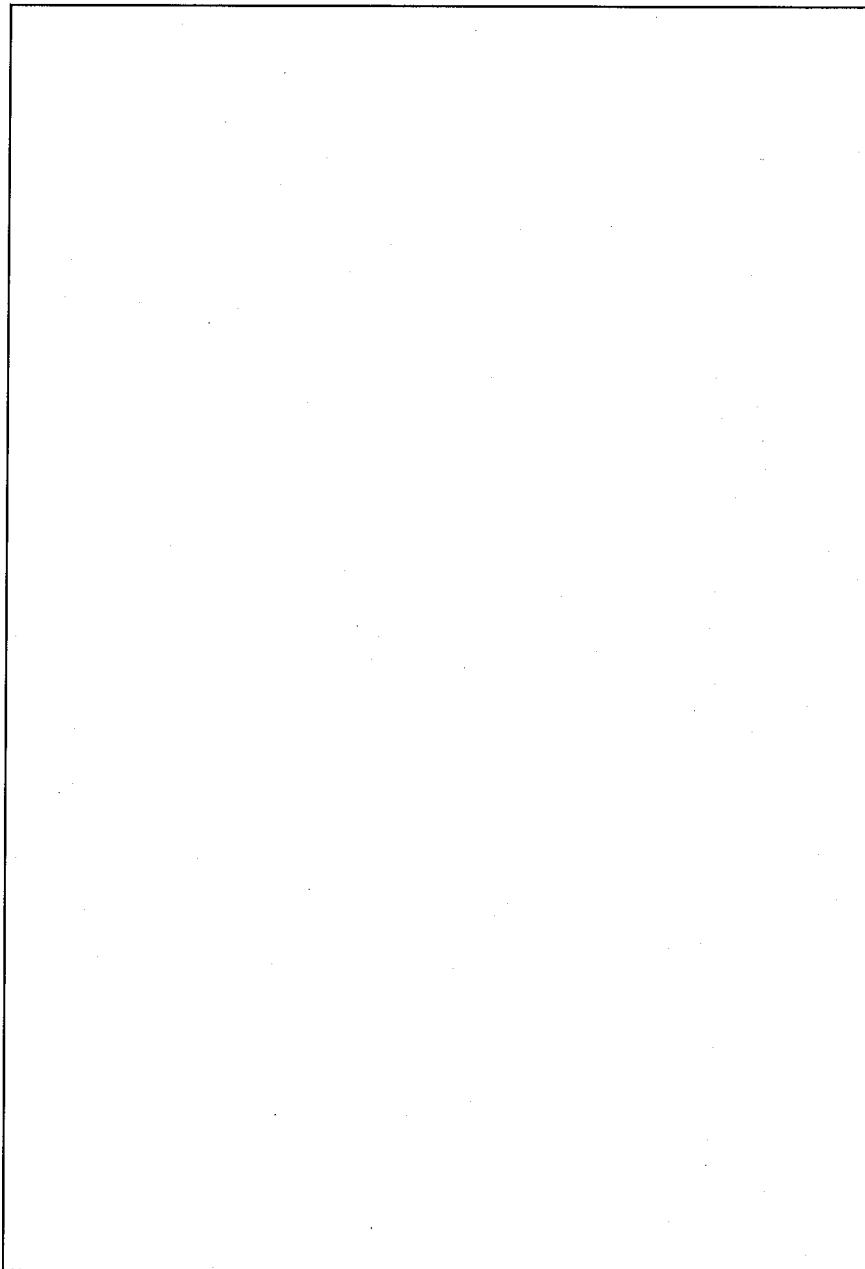
「SHOCK」コードによる評価例として、代表的使用済燃料棒輸送容器(TN-12A)の1/3スケールモデルの9m垂直落下解析の「SHOCK」コードによる解析例を示す。

まず、計算形状及びモデルを(ロ)－第A.58図に示す。

(ロ)－第A.33表にその解析結果及び実験値を示す。これより次のことがいえる。

- (a) 変形量に関しては、「SHOCK」コードによる解析値の方が実験値に比べ大きく安全側の評価を行っている。
- (b) 加速度に関しても変形量同様、「SHOCK」コードによる解析値の方が実験値に比べ大きく、安全側の評価を行っている。

これらの結果より、「SHOCK」コードを使ったキャスクの自由落下解析は安全側の評価が行えるものといえる。



(ロ) - 第A.58図 「SHOCK」コード用解析評価モデル

(ロ) - 第A.33表 実験値と解析値の比較

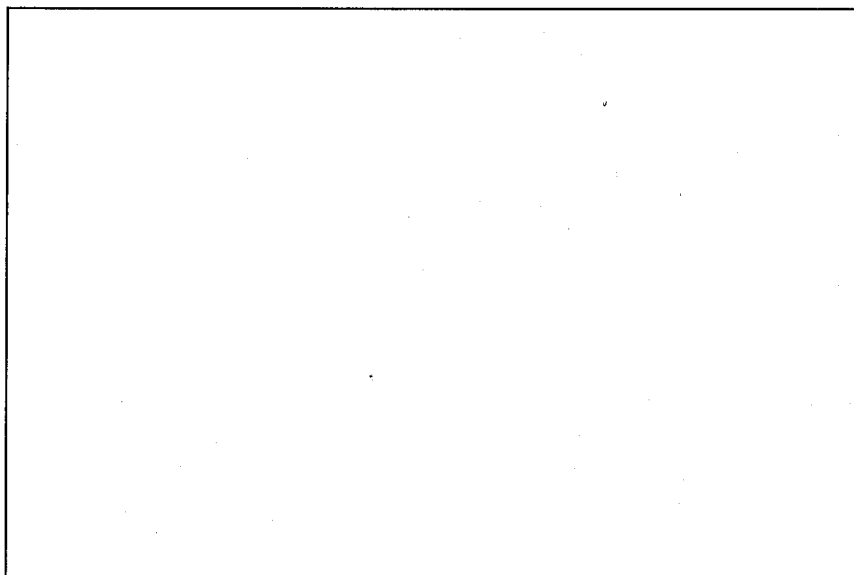
加 速 度 (× g)			変 形 量 (mm)		
解 析 値	実 験 値	比 率	解 析 値	実 験 値	比 率

A.10.5 MFC-1型輸送物, 1.2m, 9m自由落下の「SHOCK」コードによる解析
MFC-1型輸送物, 1.2m, 9m自由落下の「SHOCK」コードを使用して, 収納物
や容器本体に生ずる加速度, 変形量等を求めた。

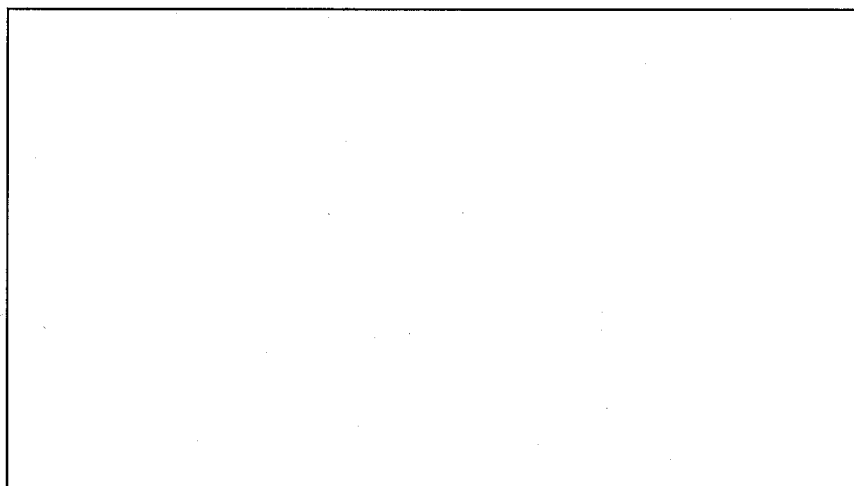
以下に解析モデル, 境界条件及び解析結果を示す。

(1) 解析モデル

各落下姿勢時の輸送物の解析モデルを(ロ)ー第A.59図及び(ロ)ー第A.60図に示す。



(ロ)ー第A.59図 垂直・コーナ落下時の輸送物の解析モデル



(ロ)ー第A.60図 水平落下時の輸送物の解析モデル

(2) 材料特性

輸送物を構成する材料の物性値を(ロ)－第A.34表に示す。

(ロ)－第A.34表 材料の物性値 (SHOCKで使用了なもの)

物性値 材 料	縦弾性係数 (N/mm ²)	平均圧縮応力 (N/mm ²)	設計降伏強さ (N/mm ²)	ばね定数 (N/mm ²)
炭 素 鋼				
ショックマウント				

(3) 境界条件

外殻と防振構造部の間には実機と同じガタ (ギャップ) が存在するものとする。

(4) 質点の重量

解析モデルの各質点の重量を(ロ)－第A.35表及び(ロ)－第A.36表に示す。

各質点重量の総和は, k g (輸送物の総重量) となる。

(ロ)－第A.35表 解析モデル各質点の重量 (垂直, コーナ落下モデル)

質点番号	
質量(kg)	

(ロ)－第A.36表 解析モデル各質点の重量 (水平落下モデル)

質点番号	
質量(kg)	

*固定質点であるため輸送物の重量に含まない。

(5) 解析モデルのばね定数 (荷重-変位関係)

解析モデルのばね定数を(ロ)-第A.37表及び(ロ)-第A.38表に示す。なお、非線型不可逆ばねの荷重変位関係については(ロ)-第A.61図～(ロ)-第A.70図に示す。

(ロ)-第A.37表 解析モデルのばね定数 (垂直, コーナ落下モデル)

(単位: N/mm)

姿勢 ばね	下部垂直落下	上部垂直落下	上部コーナ落下	下部コーナ落下

(ロ)-第A.38表 解析モデルのばね定数 (水平落下モデル)

(単位: N/mm)

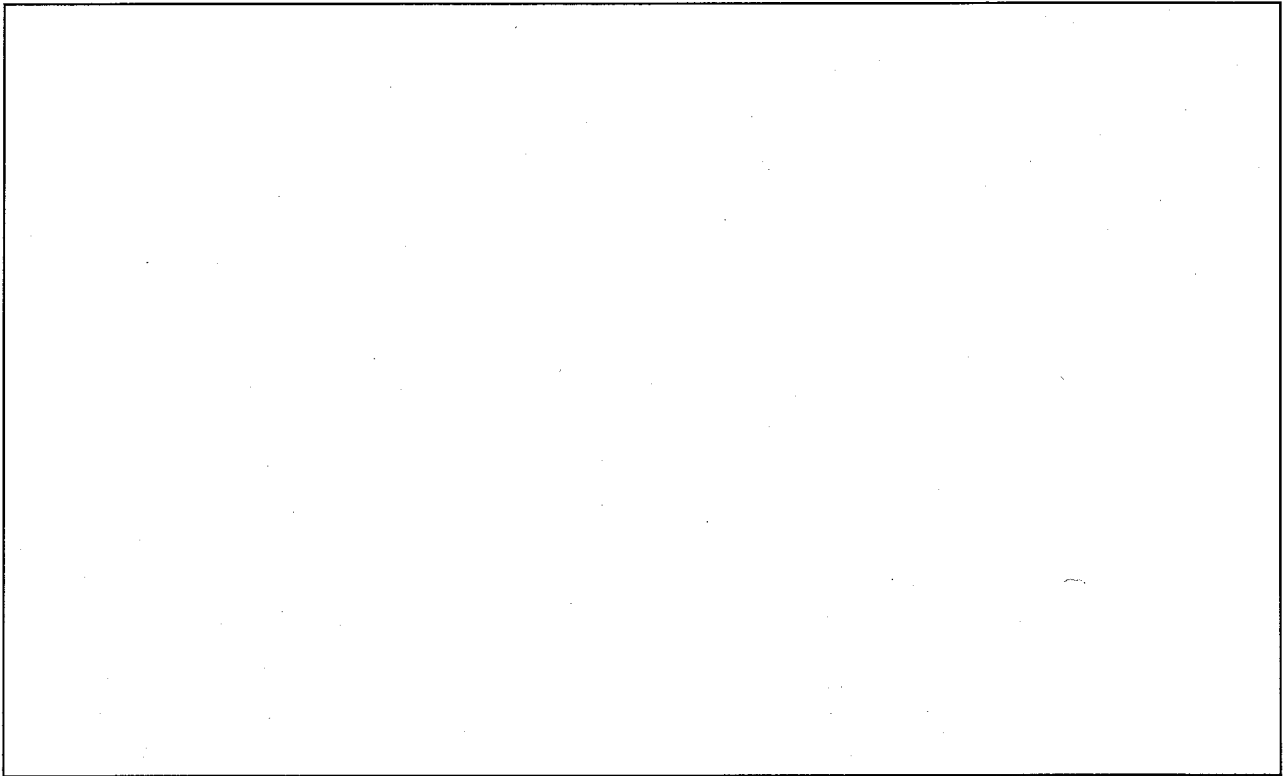
姿勢 ばね	0°下向水平落下	90°下向水平落下	180°下向水平落下	備考

(6) 初期条件

いずれのモデルも①の質点を固定質点とし②以降の質点については9 m落下時には1
3.28 m/s, 1.2 m落下時には4.85 m/sの初速を与えるものとする。

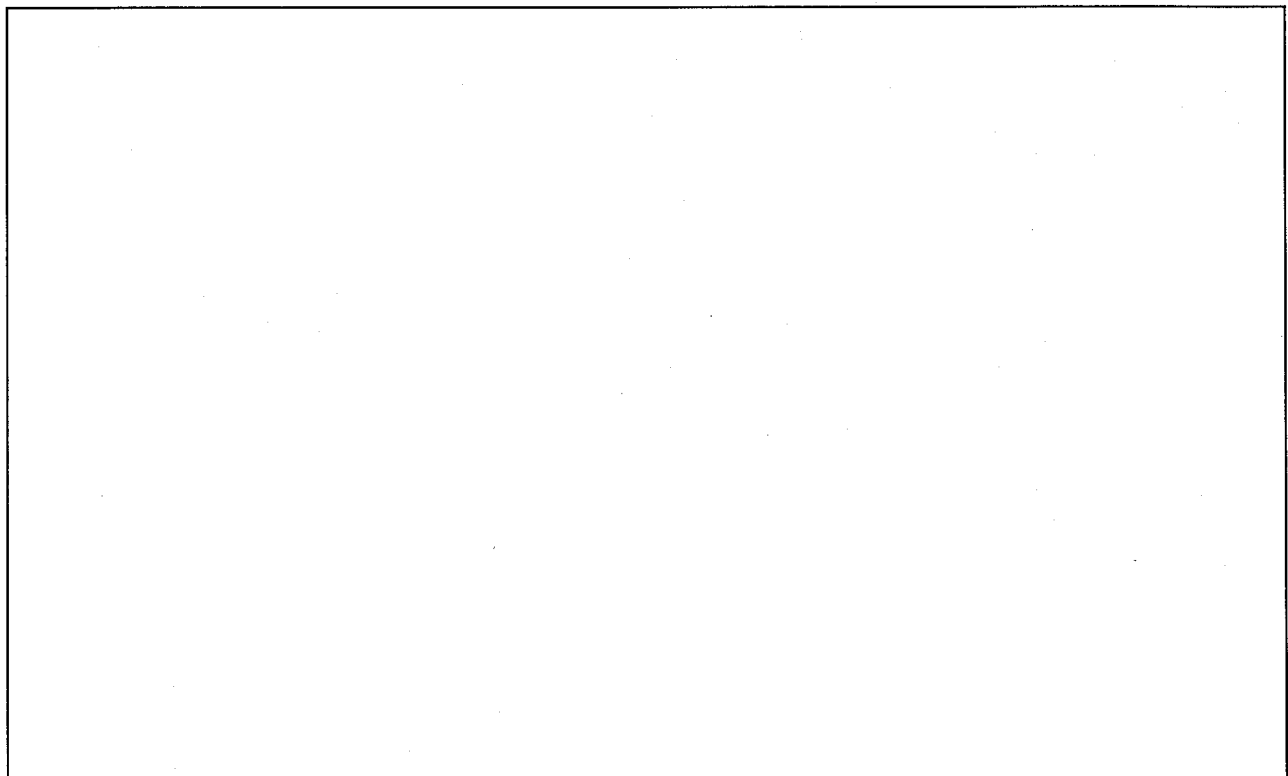
(7) 「SHOCK」コードによる解析結果

(口)－第A.39表に1.2 m, 9 m自由落下時の解析結果を示す。



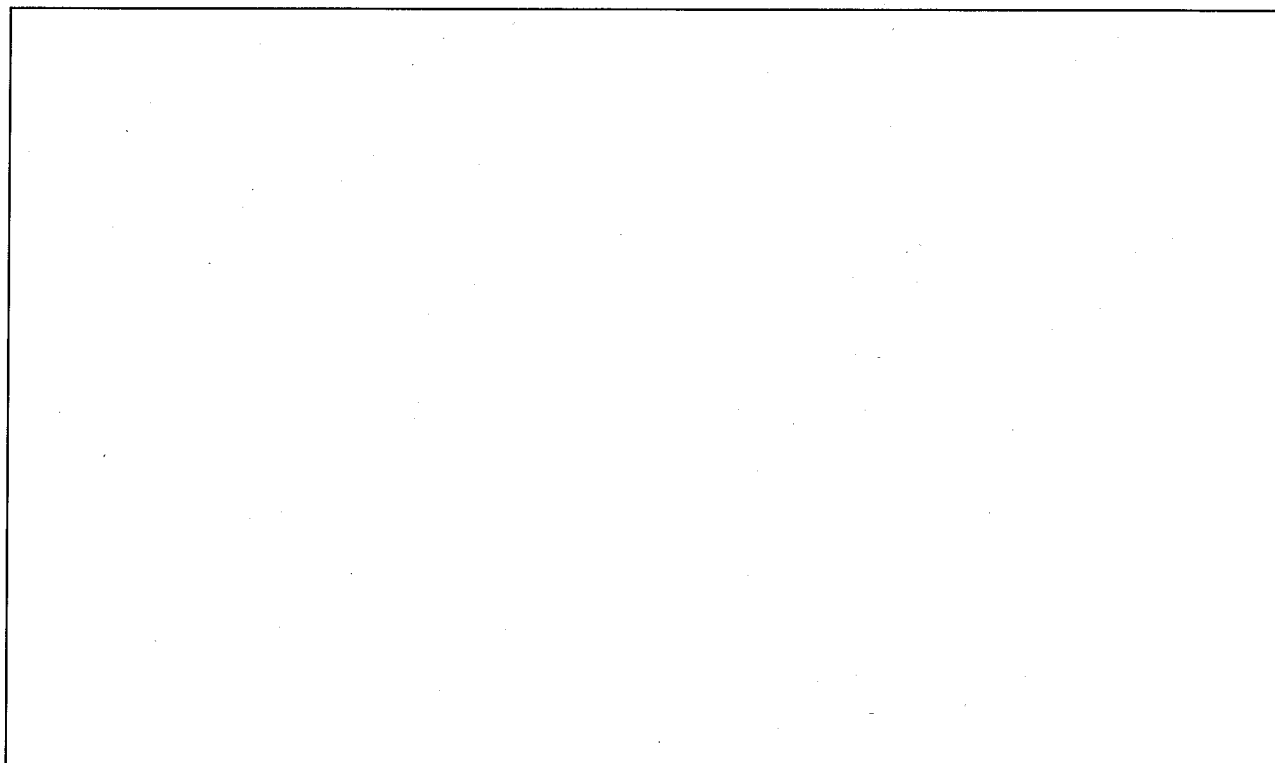
(ロ)－第A.61図 解析モデルの荷重－変位関係 (1)

(上部, 下部垂直落下(a))



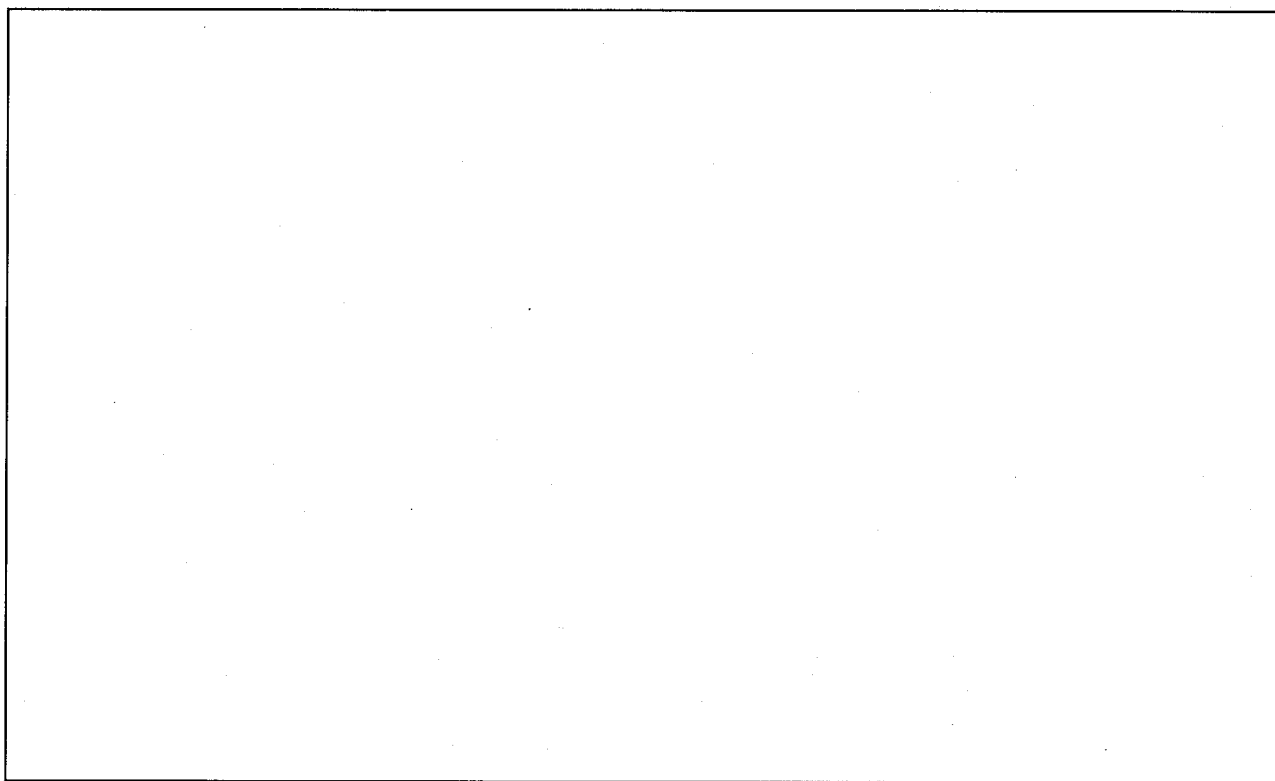
(ロ)－第A.62図 解析モデルの荷重－変位関係 (2)

(コーナー落下(a))



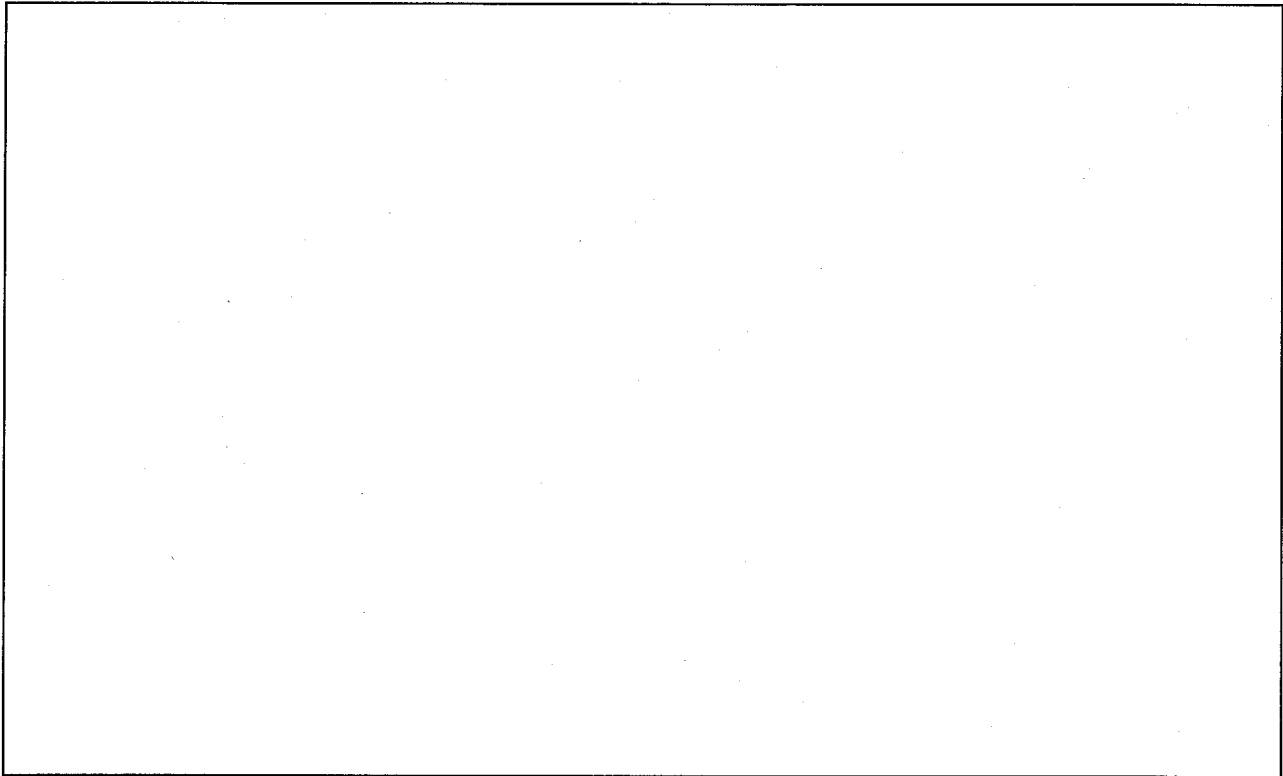
(ロ)－第A.63図 解析モデルの荷重－変位関係 (3) δ (mm)

(下部垂直落下(i))



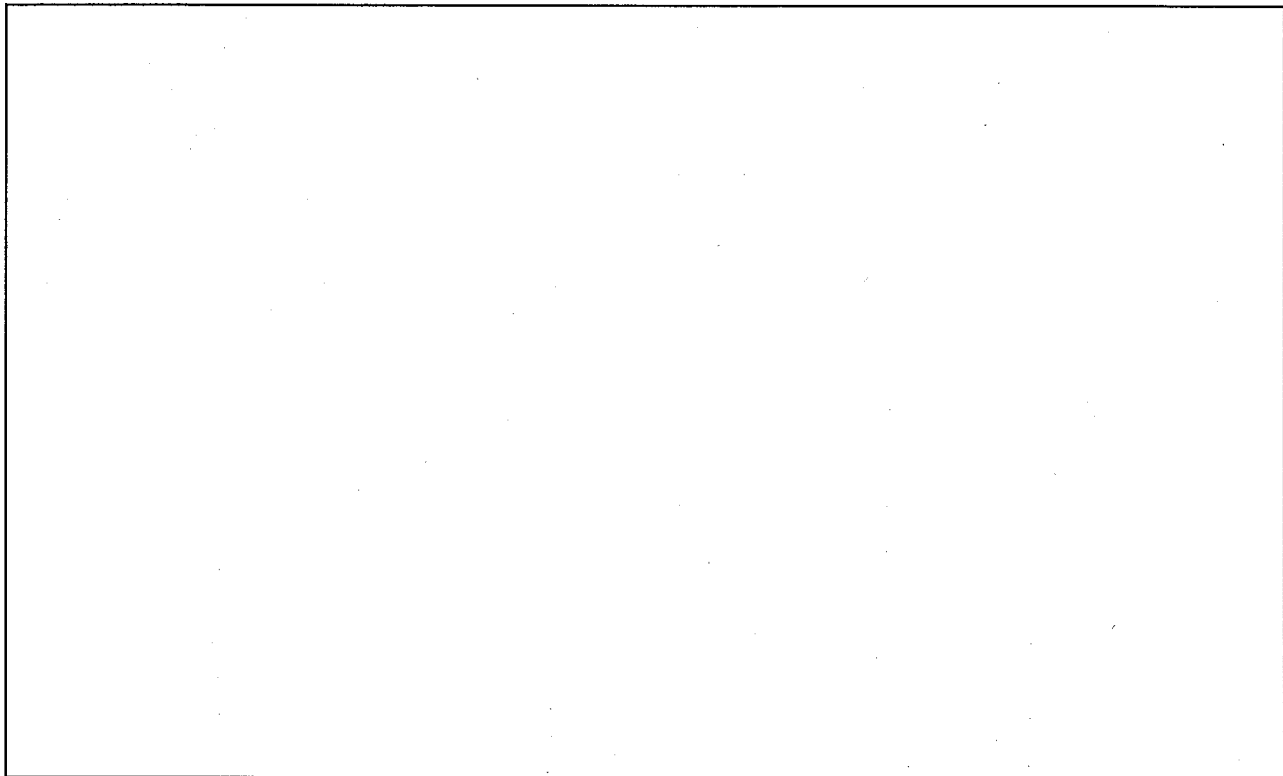
(ロ)－第A.64図 解析モデルの荷重－変位関係 (4)

(上部垂直落下(i))



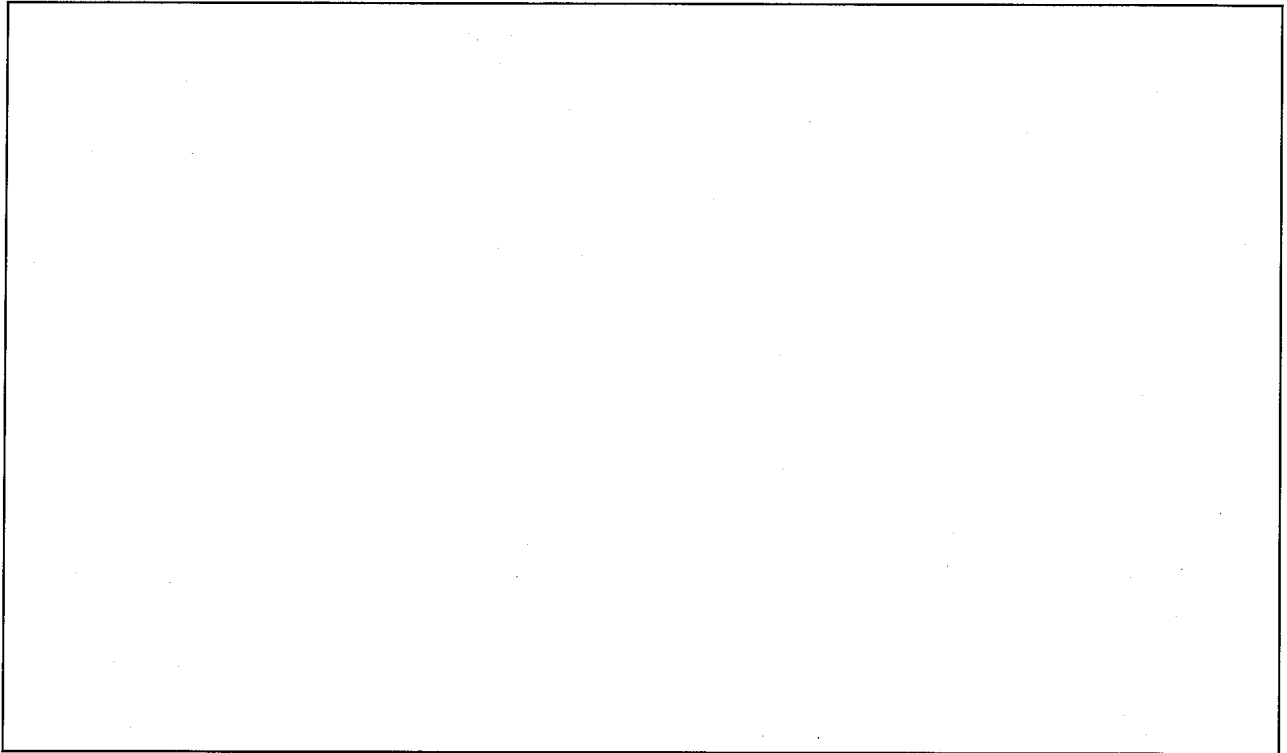
(ロ) - 第A.65図 解析モデルの荷重-変位関係 (5)

(上部コーナー落下(i))



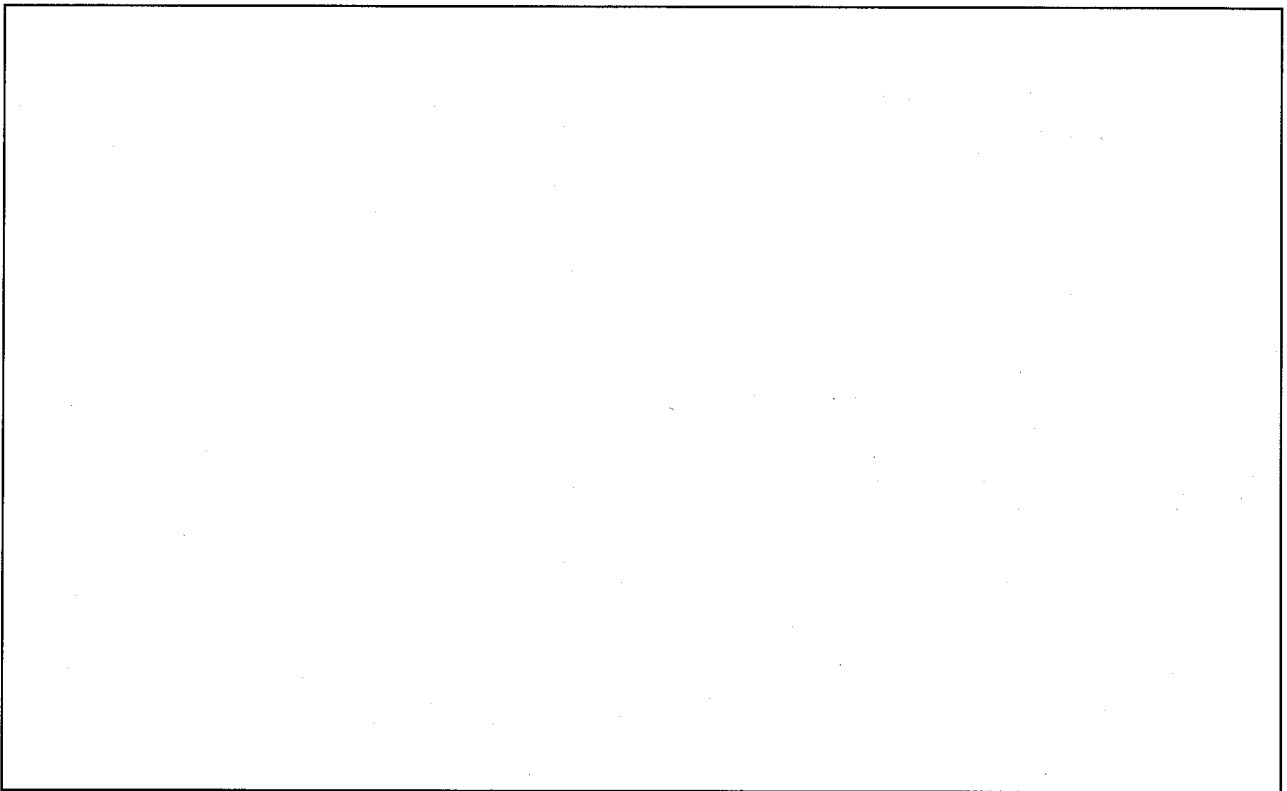
(ロ) - 第A.66図 解析モデルの荷重-変位関係 (6)

(下部コーナー落下(i))



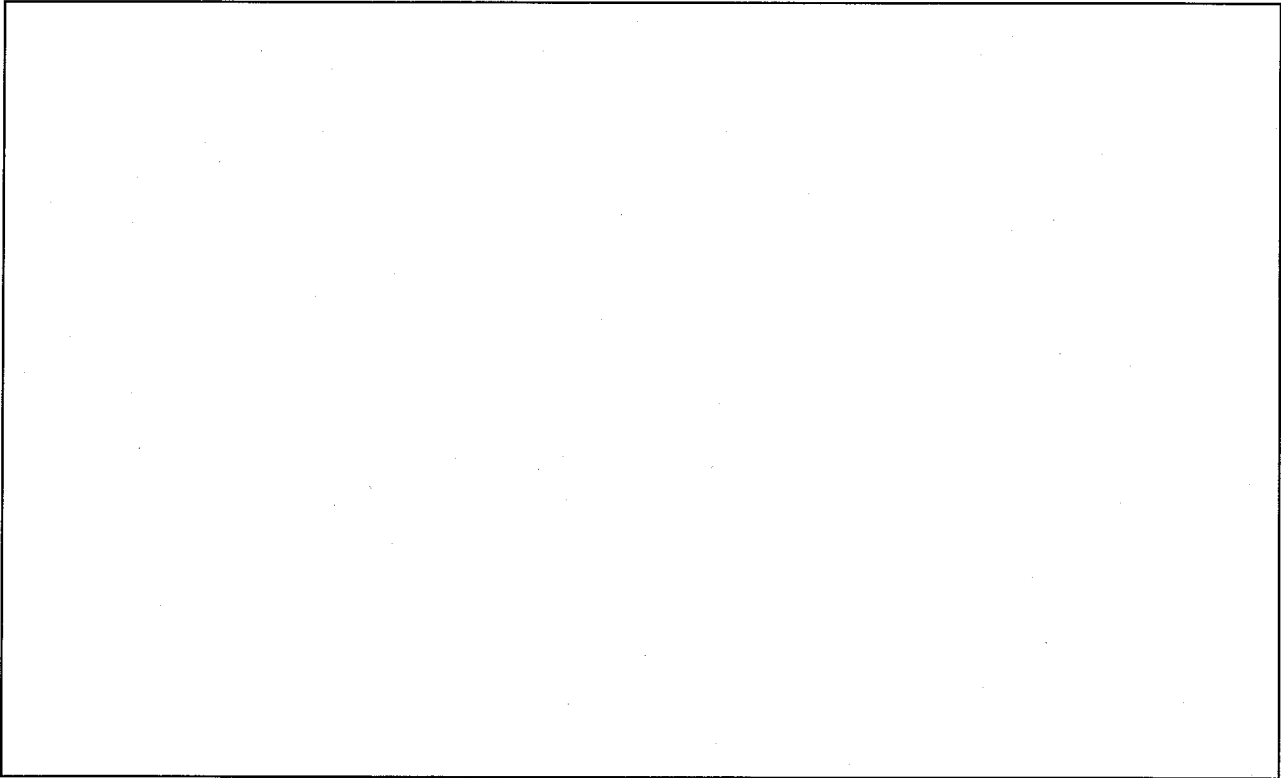
(ロ) - 第A.67図 解析モデルの荷重-変位関係 (7) δ (mm)

(水平落下(a))



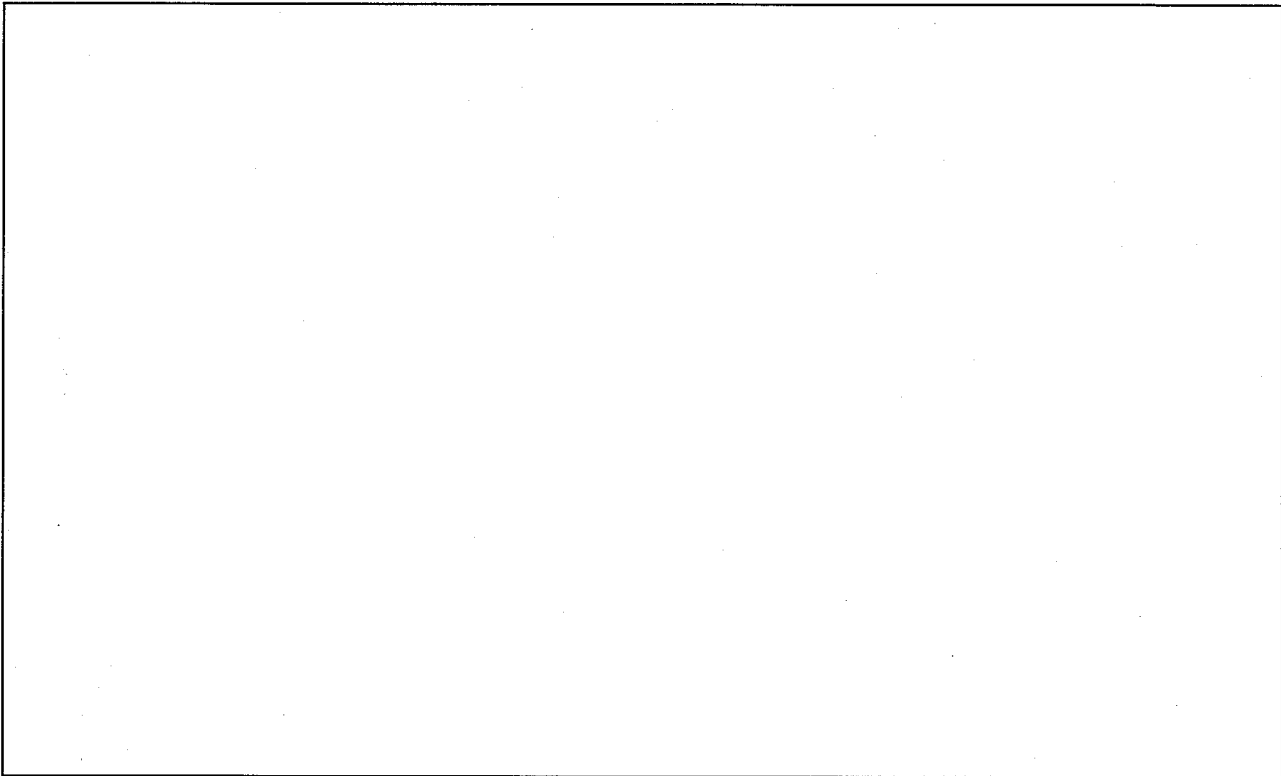
(ロ) - 第A.68図 解析モデルの荷重-変位関係 (8)

(0° 下向水平落下(b))



(ロ)－第A.69図 解析モデルの荷重－変位関係 (9)

(90° 下向水平落下(b))



(ロ)－第A.70図 解析モデルの荷重－変位関係 (10)

(180° 下向水平落下(b))

(ロ)－第A.39表 落下解析結果

〔 A型輸送物としての評価
核分裂性輸送物としての評価 〕

要件	項目		姿勢落下		下部	上部	0°方向下	90°方向下	180°方向下	上部	下部
			垂直落下	垂直落下	向水平落下	向水平落下	向水平落下	コーナ落下	コーナ落下		
A型輸送物 (単独評価)	1.2 m 落下	加速度 (×g)	外 殻								
			防振構造部								
		変形量 (mm)	外 殻 外 側								
			防振構造部 (注1, 2)								
核分裂性輸送物 (重ね合せ評価)	1.2 m 落下	加速度 (×g)	外 殻								
			防振構造部								
		変形量 (mm)	外 殻 外 側								
			防振構造部 (注1, 2)								
9 m 落下 (注3)	加速度 (×g)	外 殻									
		防振構造部									
	変形量 (mm)	外 殻 外 側									
		防振構造部 (注1)									

注1 防振構造部の変形量は防振構造部の移動により外殻内面に衝突した時の外殻の変形量を示している。

注2 防振構造部の変形量0mmは防振構造部と外殻とが衝突しないことを意味する。

注3 (1) 1.2m落下の変形を考慮し、9m落下を評価している。

(2) 変形量()内は健全時からの総変形量を示している。

A.10.6 「SHOCK」コードによるMFC-1型輸送物自由落下解析の妥当性

A.10.4で示した「SHOCK」コードを用いた9m自由落下解析について、原型容器による落下試験結果と比較することで評価の妥当性を説明する。

(ロ)－第A.40表に「SHOCK」コードによる9m落下解析と原型容器試験結果の比較を示す。

いずれの場合も、加速度変形量共計算値は実験値よりも高目の値を示し安全側の結果となっている。

(ロ)－第A.40表 9m落下解析値と実験値の比較

項目		落下姿勢		下部 垂直落下	0°方向下向 水平落下	90°方向下向 水平落下	180°方向下向 水平落下	上部コーナ 落 下
		外	殻					
加 速 度 (×g)	外 殻	計算結果						
		試験結果						
		比率(計算/試験)						
	防 構 造 振部	計算結果						
		試験結果						
		比率(計算/試験)						
変 形 量 (mm)	外 殻	計算結果						
		試験結果						
		比率(計算/試験)						
	防 構 造 振部	計算結果						
		試験結果						
		比率(計算/試験)						

A.10.7 水平落下時の燃料棒等価断面係数

1. まえがき

模擬燃料集合体を使用した原型容器試験のうち水平落下試験結果より燃料棒等価断面係数を求める。

2. 原型容器試験結果

原型容器試験では、ペレット以外はすべて実燃料集合体と同一材料を使用したPWR 15×15型の模擬燃料集合体を使用した。

この模擬燃料集合体の燃料棒には、グリッド間中央部に歪ゲージを貼付け、落下時に発生する歪を測定した。

(ロ)－第A.41表にその測定結果を示す。

(ロ)－第A.41表 水平落下時の燃料棒に発生する応力

落下姿勢	発生加速度*(×g)	燃料棒発生歪(－)	燃料棒発生応力(N/mm ²)**
0°方向	[]		

(注) * : 発生加速度とは、防振構造物(クロスフレーム)に生じた加速度を示す。

** : 燃料棒応力とは、発生歪より $E = [] \text{ N/mm}^2$ として求めた。

3. 等価断面係数

前項の試験結果より、燃料棒をグリッド部で支持したとみなした場合の等価断面係数 Z_{eq} を求めると次のようになる。

等価断面係数を求める解析モデルを(ロ)－第A.71図に示す。

l : グリッドスパン = [] mm (PWR15×15)

w : 燃料棒単位長当りの重量 = [] kg/mm

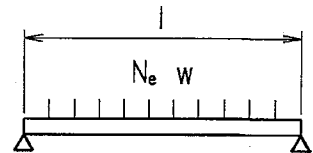
(PWR15×15)

N_e : 原型容器試験時の発生加速度 (G)

燃料棒に発生する応力は次式で求める。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_{eq}} \dots\dots\dots (A.10-1)$$

σ_b : 燃料棒に発生する曲げ応力 (N/mm²)



(ロ)－第A.71図 等価断面係数解析モデル

M : 自由端とした場合の燃料棒中央部に発生する曲げモーメント

(N・mm)

$$M = \frac{w\ell^2}{8} N_e \dots\dots\dots (A.10-2)$$

Z_{e,q} : 燃料棒の等価断面係数 (mm³)

(A.10-1), (A.10-2)式より等価断面係数を求めると次のようになる。

$$Z_{e,q} = \frac{w\ell^2 \times N_e}{8 \times \sigma_b} \dots\dots\dots (A.10-3)$$

(A.10-3)式より、前項の試験値を評価する等価断面係数Z_{e,q}を求めると次のようになる。

$$Z_{e,q} = \boxed{} \\ = \boxed{} \text{ (mm}^3\text{)}$$

これにより、等価断面係数は、 $\boxed{} \text{ mm}^3$ となる。

これは、燃料棒を中空円筒とした場合の断面係数Z=47.0mm³より約 $\boxed{}$ 倍大きくなっている。

4. まとめ

原型容器試験結果より、PWR 15×15燃料棒の等価断面係数を求めた結果、燃料棒を中空円筒として求めた断面係数の約 $\boxed{}$ 倍となっていることが明らかとなった。

これは、PWR 15×15以外のPWR 17×17燃料棒についても水平落下時には、断面係数が増加することが予想される。

それ故、PWR 17×17の燃料集合体についても同様に考え、等価断面係数を求めると、等価断面係数Z_{e,q}= $\boxed{} \times 33.7 = \boxed{} \text{ mm}^3$ となる。

A. 10. 8 輸送容器の変形量干渉の有無

本項は、1. 2 m及び9 m水平落下により外殻に変形が生ずる。外殻の内側の変形及び外側の変形の関係を(□)－第A. 72 図に示す。

変形量干渉の有無は(□)－第A. 72 図より次式にて求められる。

$$l = l_3 - l_4$$

(□)－第A. 42 表にて解析結果を示す。

l : 変形部の干渉寸法

l_3 : 内側の変形幅

$$l_3 = 2 \times \sqrt{r_i^2 - (\Delta H + \delta_{Hi})^2}$$

ΔH : 防振構造部幅の内壁と中心との距離

r_i : 外殻内径

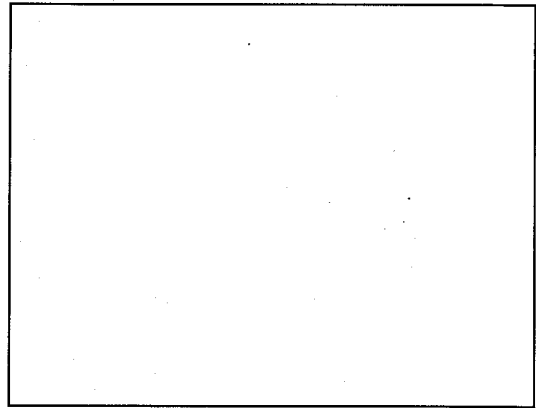
δ_{Hi} : 外殻内側の変形量

l_4 : 外側の変形幅

$$l_4 = 2 \times \sqrt{r_o^2 - (r_o - \delta_{Ho})^2}$$

r_o : 外殻外径

δ_{Ho} : 外殻外側の変形量



(□)－第A. 72 図 外殻変形量解析モデル

(□)－第A. 42 表より1. 2 m水平落下時の内側及び外側変形部の干渉はない。9 m水平落下時の内側及び外側変形部の干渉幅 (l) は片側約□mmある。また、干渉部の外殻変形後の残量 ($\delta_H = \square$ mm) は、変形前の厚み ($\delta_o = \square$ mm) より厚いため干渉なしとする。

次に外殻の残量部 {内側変形による残量 (ΔH_i) 及び外側変形による残量 (ΔH_o)} の評価に対しては、いずれも外側変形による残量が少ない。よって、外殻外側変形量によって残量 (ΔH_o) を考慮する。

(ロ)－第A.42表 水平落下時の変形幅の解析結果

項 目		落下高さ	
		1.2m 水平落下	9 m 水平落下
外殻外径	r_o (mm)		
外殻内径	r_i (mm)		
防振構造部最大幅	l_1 (mm)		
防振構造部初期衝突部幅	l_2 (mm)		
容器中心と衝突部高さ	ΔH (mm)		
内側変形量	δ_{Hi} (mm)		
外側変形量	δ_{Ho} (mm)		
内側変形部の幅	l_3 (mm)		
外側変形部の幅	l_4 (mm)		
変形幅干渉量 ($l_3 - l_4$)	l (mm)		
内側変形による残量 ($\delta_{oi} - \delta_{Hi}$)	ΔH_i (mm)		
外側変形による残量 ($\delta_o - \delta_{Ho}$)	ΔH_o (mm)		

A.10.9 疲労評価

技術基準への適合性を評価する上で、経年変化要因として疲労の影響について評価する。

(1) 吊り上げ装置

吊り上げ装置の疲労評価について、応力集中を考慮し繰返しピーク応力強さによる許容繰返し回数と使用計画回数を比較して評価を行う。繰返しピーク応力強さ（ S_p ）は次式にて与えられる。

$$S_p = \frac{S}{2} \cdot k_f \cdot \frac{E_o}{E}$$

S : 応力強さ (N/mm^2)

k_f : 疲労強度減少係数

E_o : 設計疲労線図^[1]に示される基本縦弾性係数= 2.07×10^5 (N/mm^2)

E : 最高温度 ($80^\circ C$)での縦弾性係数




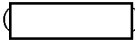
(: (N/mm^2) : (N/mm^2))

ここでの応力強さ S は実際に作用する荷重をベースとし、

より想定される負荷係数 () を用いて算出する。応力強さ S の算出方法は A 4. 4 項と同様である。許容繰返し回数 N_a は設計建設規格^[1]中に示される設計疲労線図により算出する。評価対象部位について、クロスピンは定期交換を行うため、それ以外のブラケット、外筒、締付ボルトを評価対象とする。

評価条件及び評価結果を(ロ)－第 A. 43 表に示す。ここで、吊り上げ装置の使用計画回数は 6000 回 (F. 1 項参照) であり、許容繰返し回数を十分下回っている。従って、吊り上げ装置の疲労強度は十分である。

(ロ) - 第A.43表 吊り上げ装置に対する疲労評価結果

	応力強さ S (N/mm ²)	疲労強度 減少係数 kf	縦弾性係数 E (N/mm ²)	繰返しピーク 応力強さ Sp (N/mm ²)	許容繰返数
ブラケット孔部 					
ブラケット 溶接部 					
外筒 					
締め付けボルト 					

(2)内圧に対する疲労評価

環境温度の変化により内圧が作用する外筒及びドームプレートに対する疲労評価を行う。評価式及び評価方法は前述(1)で用いた式と同一であり、応力強さ (S) はA. 5. 1. 3項に示す発生応力である。

発生評価条件及び評価結果を(ロ)－第A. 44 表に示す。ここで、応力発生回数は12000 回 (F. 1項参照) であり、許容繰り返し回数を十分下回っている。従って、内圧に対する疲労強度は十分である。

(ロ)－第A. 44 表 内圧に対する疲労評価結果

評価部位	応力強さ S (N/mm ²)	疲労強度 減少係数 kf	縦弾性係数 E (N/mm ²)	繰返しピーク 応力強さ Sp (N/mm ²)	許容繰返数
外筒 引張応力 □					
ドームプレート 合成応力 □					

A. 10. 10 運搬中に予想される温度及び内圧の変化に対する健全性について

(1) 外圧評価

最高温度環境で輸送物の蓋閉めを行った後に最低温度環境におかれた場合の外圧評価を行う。なお、外圧変化に対して影響を受ける部位として燃料棒と外筒が挙げられるが、燃料棒は正圧に加圧しており、たとえ最低温度環境で封入作業が行われたとしても正圧は維持されるため、評価対象外とする。

以下、外筒に対する評価を実施する。ここで、蓋締め作業の環境温度としては周囲温度の最大値 38℃を想定し、その後周囲温度が-20℃まで降下することを想定する。温度低下した場合、輸送物外表面に以下の外圧 P_1 が作用する。

$$P_1 = P_0 - P_0 \times T_1 / T_0$$

P_1 : -20℃での外圧 (MPa)

P_0 : 大気圧 = 0.101 (MPa)

T_1 : 最低温度 = 273 - 20 (K)

T_0 : 周囲温度の最大値 = 273 + 38 (K)

$$\begin{aligned} P_1 &= 0.101 - 0.101 \times 253 / 311 \\ &= 0.0189 \text{ (MPa)} \end{aligned}$$

許容外圧 P_2 は以下の式で求められる。

$$P_2 = 4 B t / 3 D_0$$

B : 設計建設規格^[1]より求まる値 =

t : 上蓋外筒の板厚 = (mm)

D_0 : 上蓋外筒の外径 = (mm)

$$\begin{aligned} P_2 &= 4 \times \text{} \times \text{} / (3 \times \text{}) \\ &= \text{} \end{aligned}$$

従って、余裕率 M_s は以下の通り計算される。

$$M_s = \frac{\square}{0.0189 - 1}$$
$$= \square$$

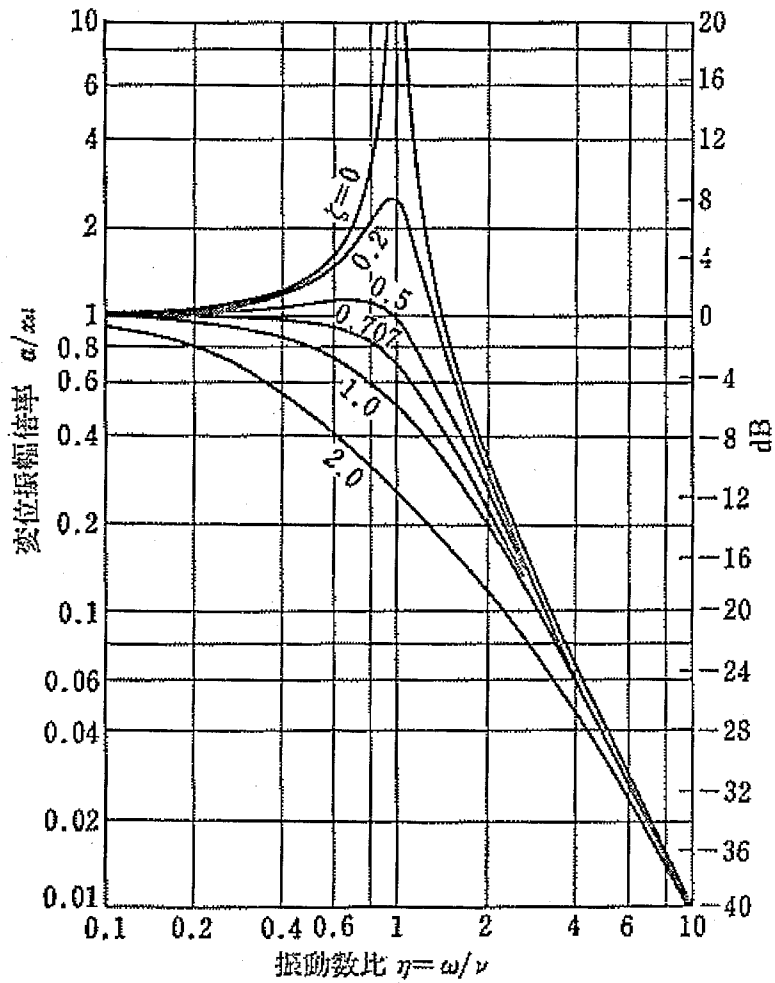
余裕率が正であるので、外圧が作用しても上蓋外筒が破断することはない。

(2) 内圧評価

一般の試験条件下での最低温度 -20°C から最高温度 73°C に上昇した場合でも、容器に装備している内圧調整用リリースバルブが作動するため、容器内に作用する圧力(差圧 4.9 kPa)は変わらない。そのため、評価は省略する。

A.10.11 力による強制振動の共振曲線

A.4.7項の補足として変位振幅倍率の設定に用いる力による強制振動の共振曲線の図を(口)－第A.73図に示す。



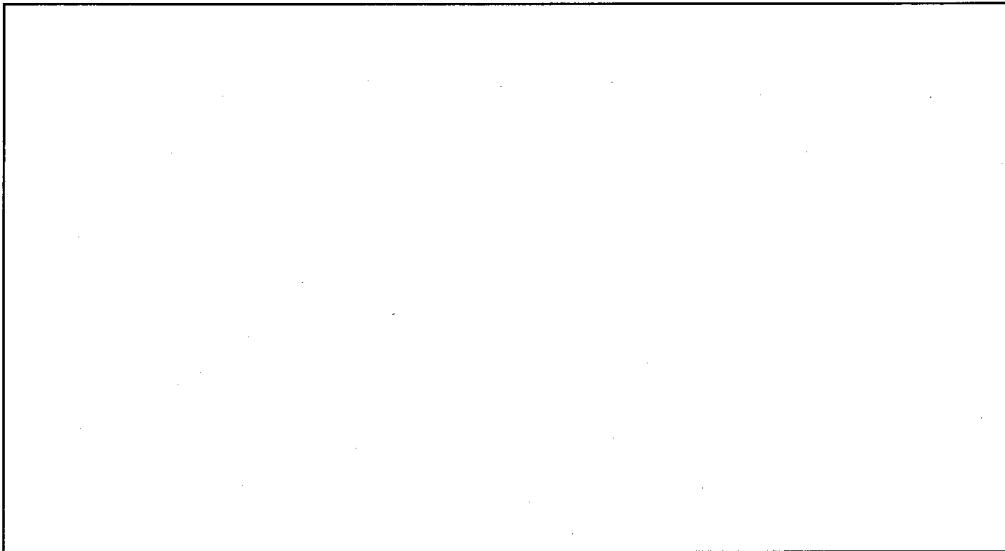
(口)－第A.73図 力による強制振動の共振曲線

出典： 國枝正春著，「実用 機械振動学」，理工学社，(1984)

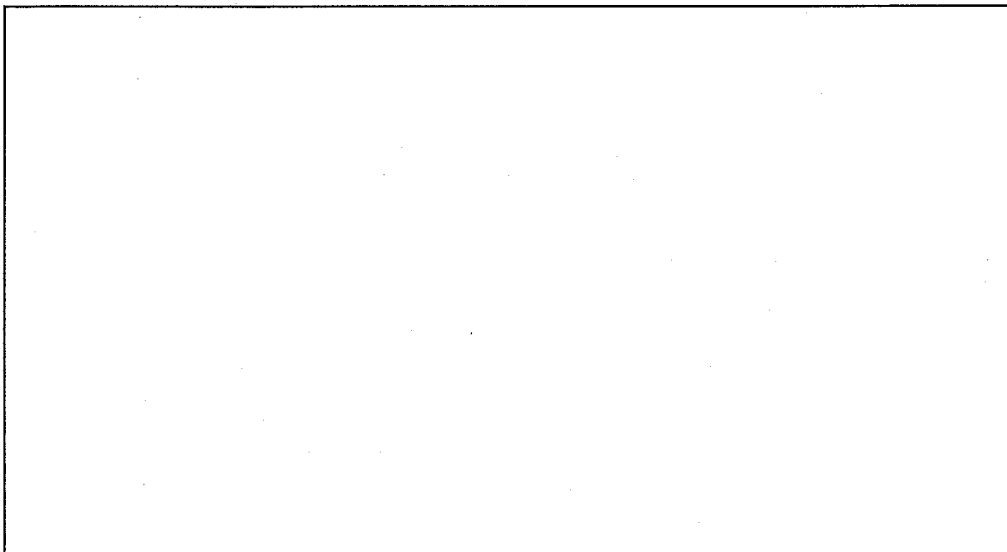
A.10.12 ショックマウントの機械的性質の変化が及ぼす影響

技術基準への適合性を評価する上で、経年変化要因としてショックマウントの硬化の影響について評価する。

ショックマウントの経年劣化に伴うばね定数の変化について(ロ)―第A.74 図及び(ロ)―第A.75 図に示す。(ロ)―第A.74 図及び(ロ)―第A.75 図に示すとおり、ショックマウントを10年以上使用すると初期値に対してばね定数が、引張方向で最大約□%程度、せん断方向で最大約□%程度硬化する。



(ロ)―第A.74 図 経年劣化に伴うショックマウントのばね定数変化 (引張方向)



(ロ)―第A.75 図 経年劣化に伴うショックマウントのばね定数変化 (せん断方向)

ここで、ショックマウントのばね定数が変化したことの伴う落下解析への影響評価を実施する。A. 10. 5項に示す解析条件下で、ショックマウントのばね定数変化を考慮し、「SHOCK」コードを使用して収納物や容器本体に生ずる加速度、変形量等を算出する。

解析に使用するばね定数は、(ロ)－第A. 38表に示す値に対して引張方向には□倍、せん断方向には□倍とする。落下ケースは評価結果が最も厳しい水平落下を選択する。
(ロ)－第A. 45表に解析に使用したショックマウントのばね定数を示す。

(ロ)－第A. 45表 影響評価解析に使用したショックマウントのばね定数

姿勢 ばね	0°下向水平落下	90°下向水平落下	180°下向水平落下
(d)	□		

評価結果を(ロ)－第A. 46表に示す。ここで、(ロ)－第A. 32表で示される特別の試験条件での評価結果の中で最も厳しい部位は燃料被覆管であるため、燃料被覆管に対して下記のとおり影響評価をする。

(ロ)－第A. 46表に示すとおり、防振構造部に作用する最大加速度は□(G)であるため、評価加速度を□(G)としてA. 9. 2と同じ評価方法で燃料被覆管を評価する。

評価した結果、燃料被覆管に発生する応力は□(MPa)となる。燃料被覆管の許容応力は□(N/mm²)であるため、余裕率M_sは次のようになる。

$$M_s = \frac{\square}{\square} - 1$$

$$= \square$$

M_sは正であり、燃料被覆管の健全性が損なわれることはない。

従って、経年劣化によりショックマウントが硬化しても構造健全性に問題はない。

(ロ)－第A.46表 ショックマウントの硬化を考慮した落下解析結果

対象	項目		姿勢落下	0°方向下 向水平落下	90°方向下 向水平落下	180°方向下 向水平落下
	ショックマウント 経年劣化後	1.2 m落下	加速度 (×g)	外 殻		
防振構造部						
変形量 (mm)			外 殻 外 側			
			防振構造部 (注1, 2)			
9 m落下 (注3)		加速度 (×g)	外 殻			
			防振構造部			
		変形量 (mm)	外 殻 外 側			
			防振構造部 (注1)			

注1 防振構造部の変形量は防振構造部の移動により外殻内面に衝突した時の外殻の変形量を示している。

注2 防振構造部の変形量0mmは防振構造部と外殻とが衝突しないことを意味する。

注3 (1) 1.2m落下の変形を考慮し、9m落下を評価している。

(2) 変形量 () 内は健全時からの総変形量を示している。

口章B 熱 解 析

(ロ)－B 熱解析

B.1 概要

B.1.1 熱設計

本輸送物の構成図を(ロ)－第B.1図に示す。

本輸送物は上蓋，下部容器（外筒，及び内筒），ショックマウント，クロスフレームより構成されている。

輸送容器は，厚さmm のを鋼板でサンドイッチした構造であり，外筒鋼板厚さmm（一部mm），内筒厚さmm の鋼製で，外径mm，内径mm，長さについては全長mm，容器内空間mm の円筒形である。

収納物である燃料棒は，ヘリウムガスは最大MPa・G の圧力で封入されている。

また，燃料棒は全数ヘリウム漏洩検査を実施している。

収納物と内筒間の熱の流れは防振構造部によって影響を受けることはほとんどない。従って，防振構造部は解析から除外する。また，は熱伝導率が小さいので耐火試験時には，収納物を高温雰囲気から保護する断熱材の役目も兼用している。

収納物より発生する熱は微小であるため無視できる。輸送容器外面への太陽放射熱や火災時の熱は輻射及び対流により伝えられる。

一般の試験条件時は容器が健全な水平状態のモデルとし，また，特別の試験条件時は輸送容器が変形したモデルとし，密封境界である燃料棒被覆管の温度に対して安全側になるように解析を行う。

B.1.2 熱解析

熱解析は，規則及び告示に規定された一般の試験条件及び特別の試験条件下における輸送物の熱的特性について行った。

(1) 一般の試験条件下における熱的条件は以下の通りである。

- (a) 輸送物は38℃の大気におく。
- (b) 太陽熱の放射を受けるものとする。

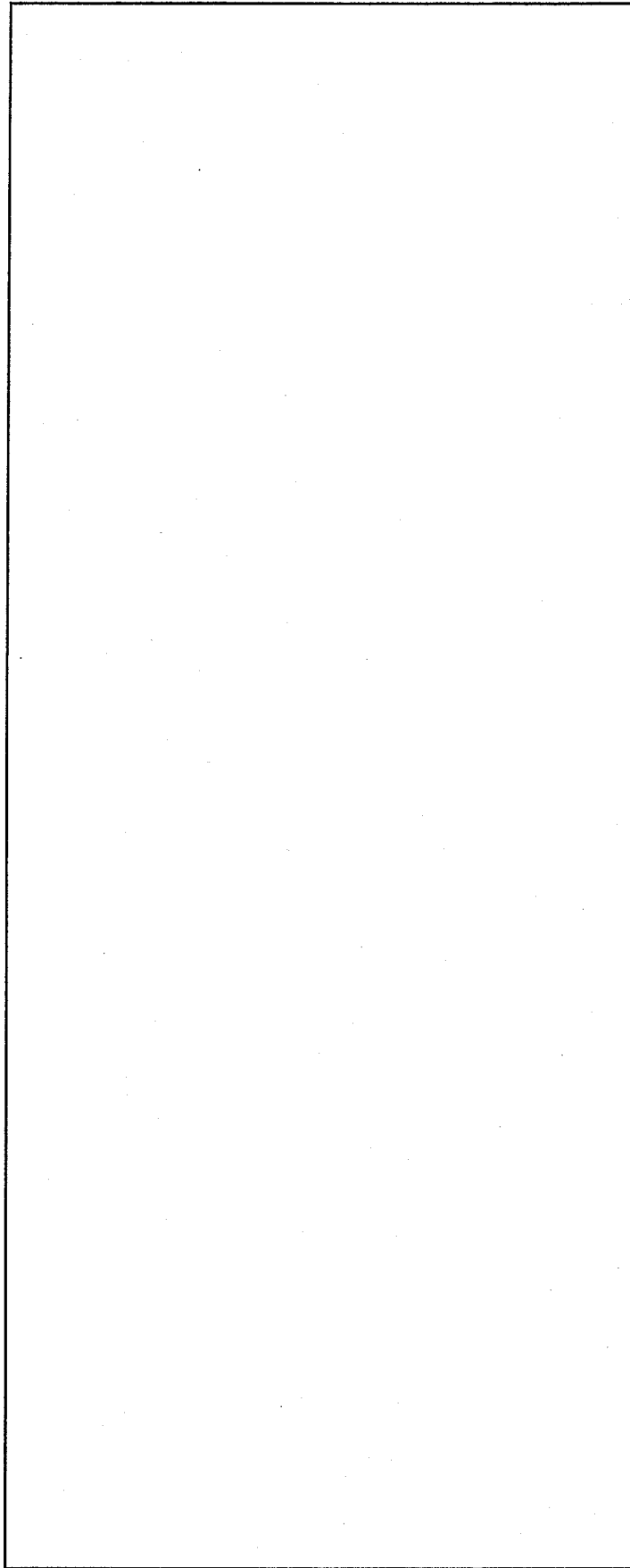
(2) 特別の試験条件下における熱的条件は以下の通りである。

(a) 輸送物は雰囲気放射率0.9である800℃の環境に30分間さらされる。

この場合，太陽放射熱を受けるものとし，輸送物表面の吸収率は0.8とする。

(b) (a)の条件下においた後

- (i) 輸送物は38℃の大気において一週間放置する。
- (ii) 太陽熱の放射を受けるものとする。



(口)-第B. 1 图 热的 构成 图

(口)-B-2

B.1.3 熱解析の条件と方法

熱解析の条件として用いた収納物の発熱量，一般及び特別の試験条件に対する輸送物の環境条件及び輸送物の輻射率（放射率及び吸収率）を(ロ)－第B.1表に示す。

(ロ)－第B.1表 熱解析条件

項目 \ 条件		一般の試験条件		特別の試験条件		
				火災前	火災時	火災後
発熱量		0	0	0	0	0
環境条件	周囲温度	静止空気 38℃	静止空気 -20℃	静止空気 38℃	30分 800℃	静止空気 38℃
	太陽放射熱	有	無	有	有	有
	周囲放射率	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
輸送物の 輻射率	外筒表面	(a) □	(a) □	(a) □	(d) 0.8 □	(e) □
	内筒表面	-	-	(b) □	□	□
	燃料棒表面	-	-	(c) □	□	□

- (a) 火災にさらされる前の表面輻射率（塗装表面） 参考文献 [9]
 (b) 炭素鋼（□）の表面輻射率 " [9]
 (c) ジルコニウム合金の表面輻射率 " [12]
 (d) 火災時の表面輻射率（□） " [4]
 (e) 火災後 "（□） " [4]

また，解析の実施方法を(ロ)－第B.2表に示す。

(ロ)－第B.2表 熱解析の方法

項目		
収納物仕様		新燃料集合体(i)章D参照
最大発熱量		0W
計算モデル	輸送容器	2次元 1/4 象限モデル
	収納物	均質化近似
温度分布計算		非定常熱解析コード TRUMP （付属書類 B.6.3 参照）
使用物性値（熱的性質）		B.2 材料の熱的性質参照

B.2 材料の熱的性質

本輸送物の構成材料はイ章C.3に示す通りである。これらの材料のうち、熱解析で用いた材料の熱的性質を以下に示す。

(1) 炭素鋼

炭素鋼の熱的性質を(ロ)－第B.3表に示す。このデータは参考文献〔3〕〔4〕より引用している。この材料は内筒及び外筒に用いられている。

(ロ)－第B.3表 炭素鋼の熱的性質

温度 (°C)	密度 (g/cm ³)	比熱 (kJ/kg·K)	熱伝導率 (mW/m·K)
0			
200			
400			
500			
800			

(2)

の熱的性質を(ロ)－第B.4表に示す。このデータは実験に基づいている。この材料は外筒と内筒との間に用いられ熱的には断熱効果がある。

(ロ)－第B.4表 の熱的性質

温度 (°C)	密度 (g/cm ³)	比熱 (kJ/kg·K)	熱伝導率 (mW/m·K)
0			
50			
100			
150			
200			
250			
275			
320			
350			
500			
900			

(3) UO₂ペレット

UO₂ペレットの熱的性質を(ロ)－第B. 5表に示す。このデータは参考文献〔6〕より引用している。

(ロ)－第B. 5表 UO₂ペレットの熱的性質

適用温度 (°C)	密度 (g/cm ³)	比熱 (kJ/kg·K)	熱伝導率 (mW/m·K)
100	10.96	0.264	7.08×10 ³
200		0.281	6.03×10 ³
300		0.293	5.36×10 ³
400		0.301	4.78×10 ³
500		0.310	4.19×10 ³

(4) 空気

空気の熱的性質を(ロ)－第B. 6表に示す。このデータは参考文献〔4〕より引用している。空気は、容器内空間に存在しており、熱伝達の方法として対流と輻射を考慮している。

(ロ)－第B. 6表 空気の熱的性質

温度 (°C)	密度 (g/cm ³)	動粘性係数 (cm ² /S)	熱伝導率 (mW/m·K)	プラントル数 (-)	比熱 (kJ/kg·K)
0	1.251×10 ⁻³	0.138	24.07	0.72	1.005
40	1.091×10 ⁻³	0.175	27.21	0.71	1.009
100	9.16×10 ⁻⁴	0.239	31.64	0.70	1.013
140	8.27×10 ⁻⁴	0.285	34.54	0.69	1.017
200	7.22×10 ⁻⁴	0.358	38.61	0.69	1.026
500	4.22×10 ⁻⁴	0.810	56.19	0.70	1.093
800	3.19×10 ⁻⁴	1.370	70.92	0.71	1.156

(5) 燃料棒被覆管

燃料棒被覆管（ジルカロイ-4，MDA及びZIRLO）の熱的性質を(ロ)-第B.7表に示す。このデータのうち密度，比熱は文献〔6〕に，熱伝導率は文献〔8〕に基づいている。

(ロ)-第B.7表 燃料棒被覆管の熱的性質

密度 (g/cm ³)	熱伝導率 (mW/m·K)	比熱 (kJ/kg·K)

(6) 均質化燃料

均質化燃料の熱的性質を(ロ)-第B.8表に示す。本解析モデルに用いる均質化燃料の物性値及び計算式は付属書類B.6.5に示す。

(ロ)-第B.8表 均質化燃料の熱的性質

温度 (°C)	等価密度 (g/cm ³)	等価比熱 (kJ/kg·K)	等価熱伝導率 (mW/m·K)
100			

B.3 構成要素の仕様

熱解析をする上で関連する構成要素の仕様を以下に述べる。

(1) Oリング

Oリングは容器内への海水等の浸入を防ぐために用いられている。

本輸送物で使われているOリングの材質は であり，使用可能範囲は °Cである。輸送物の使用温度範囲は-20°C~73°Cであり，Oリングは十分使用に耐える。

(2) リリーフバルブ

リリーフバルブは下部容器上部に取付られており，内圧をある程度一定に保つために設けられている。Oリングの材質は でありバルブの最大使用圧力は0.20 MPa abs，使用可能温度範囲は °Cである。

それに対し容器内空間の最大圧力は0.120 MPa abs，温度範囲は-20°C~73°Cでありバルブは十分その使用に耐える。

(3) エアバルブ

エアバルブはリリーフバルブと同じく下部容器上部に取付られており必要に応じ容器内空間を加圧するために設けられている。

その仕様はリリーフバルブと同様であり十分その使用に耐えるものである。

B. 4 一般の試験条件

本輸送物は規則に基づき、一般の試験条件下での評価はA型及び核分裂性輸送物の要件に従い評価する。

なお、構造解析よりA. 5. 3及びA. 9. 1項の一般の試験条件下での評価は共に、輸送物として健全性を保持していること、また(ロ)－第A. 39 表より変形量も同一であることより、同一形状にて評価する。

B. 4. 1 熱解析モデル

本輸送物からの崩壊熱は小さく無視できるので、温度上昇は太陽放射熱のみを考慮する。

本解析は、太陽放射熱を熱流入、大気への自然対流及び輻射を熱放出とした平衡状態のモデルを考える。

一般の試験条件下の水平状態のモデルを付属書類B. 6. 2に示す方法により簡易計算で求める。

B. 4. 1. 1 解析モデル

ここでは計算に用いた以下の項目について述べる。

(1) 形状モデル

一般の試験条件下での熱解析は輸送容器の変形がないものとし、水平に置かれた外径

□ mm, 長さ□ mm の円筒とする。

(2) 解析条件

解析に使用した熱的条件は次の通りである。

収納物の崩壊熱は無視する。周囲環境条件は38℃の静止空気である。輸送容器表面の輻射率は、塗装面として、□とする。

太陽放射熱は、輸送容器全面を曲面とし、 $400\text{W}/\text{m}^2$ (1日12時間)の伝熱量があるとする。

以上の解析条件をまとめたものを(ロ)－第B. 9表に示す。

(ロ)－第B. 9表 一般の試験条件下の熱的条件

項目	条件
崩壊熱 (W)	0
輸送容器表面の輻射率	
周囲温度 (°C)	38
太陽放射熱 (W/m ²)	400

(3) 輸送物の伝熱

本輸送物の伝熱について以下に説明する。

- (a) 輸送物は、一般の試験条件下では変形が小さいので、変形は無視する。
- (b) 入熱量（太陽放射熱）と熱放出（大気への自然対流及び輻射）が平衡であるモデルの輸送容器表面について定常熱計算を行う。
- (c) 輸送物の最高温度は前記(b)の容器表面最高温度とする。

以上の条件より簡易計算で定常熱計算を実施した。

詳細は付属書類B. 6. 2に示した。

B. 4. 1. 2 試験モデル

該当せず。

B. 4. 2 最高温度

B. 6. 2にて求めた輸送物の最高温度は73°Cである。

B. 4. 3 最低温度

一般の試験条件下における輸送物の最低温度は、収納物の崩壊熱が小さく無視するため、輸送物各部の温度は使用条件上の外気最低温度と平衡状態になり、-20°Cとする。

このとき、輸送容器に使用しているOリング（）は使用可能温度範囲（ °C）以内にあるので、十分その性能を維持できる。また、輸送容器に使用している炭素鋼及び、燃料被覆管に使用しているジルカロイ-4、MDA及びZIRLOは-20°Cにおいて低温脆性による破壊は生じない。

以上のように-20°Cにおいて本輸送物の密封性は保たれる。

B. 4. 4 最大内圧

一般の試験条件下における輸送物最高温度は、B. 4. 2項で述べたように73°Cである。一般の試験条件下における最大内圧の評価に当たっては、輸送物が一様に73°Cになったものとして、輸送容器と収納物である燃料棒の上昇圧力を求める。

(1) 輸送容器の内圧上昇

$$\begin{aligned} \text{容器内最高温度} &: T = 273 + 73 \\ &= 346 \text{ (K)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{常 温} &: T_0 = 273 + 20 \\ &= 293 \text{ (K)} \end{aligned}$$

$$\text{常温時の容器内圧} : P_0 = 0.101 \text{ (MPa abs)}$$

とすると,

$$\begin{aligned} P &= P_0 \times \frac{T}{T_0} \\ &= 0.101 \times \frac{346}{293} \\ &= 0.120 \text{ (MPa abs)} \end{aligned}$$

従って最高温度時の輸送容器の内圧上昇 ΔP は、次の通りとなる。

$$\begin{aligned} \Delta P &= 0.120 - 0.101 \\ &= 0.019 \text{ (MPa)} \end{aligned}$$

(2) 燃料棒の内圧上昇

$$\begin{aligned} \text{燃料棒内最高温度} & T = 273 + 73 \\ &= 346 \text{ (K)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{常 温} & T_0 = 273 + 20 \\ &= 293 \text{ (K)} \end{aligned}$$

常温時の燃料棒各タイプの内圧は(i) - 第 D.9 表より現行燃料で最大 MPa・G, 高燃焼度燃料で MPa・G, 高燃焼度燃料改良タイプで MPa・G であり

最高温度時の燃料棒内圧 P は

$$\begin{aligned} P &= P_0 \times \frac{T}{T_0} \\ &= (\text{} + 0.101) \times \frac{346}{293} = \text{} \text{ (MPa abs)} \quad (\text{} \text{ (MPa・G)}) \text{ (現行燃料)} \\ &= (\text{} + 0.101) \times \frac{346}{293} = \text{} \text{ (MPa abs)} \quad (\text{} \text{ (MPa・G)}) \text{ (高燃焼度燃料)} \\ &= (\text{} + 0.101) \times \frac{346}{293} = \text{} \text{ (MPa abs)} \quad (\text{} \text{ (MPa・G)}) \text{ (同上・改良タイプ)} \end{aligned}$$

となる。

B. 4. 5 最大熱応力

一般の試験条件下においては、熱膨張を拘束するものはないので、熱応力の発生はない。

B.4.6 結果の要約及びその評価

一般の試験条件下における輸送物の最高温度は73℃、最低温度は-20℃である。最高温度における輸送容器の内圧上昇は0.019MPaである。また、Oリング()は使用可能温度範囲内()℃にあるので十分その性能を維持できる。

収納物である燃料棒の内圧は MPa・Gとなり、この時燃料棒の健全性は保たれる。

熱応力については、熱膨張を拘束するものがないので、熱応力の発生はない。最低温度(-20℃)においては、密封境界を形成する燃料棒被覆管(ジルカロイ-4, MDA及びZIRLO)の低温脆性による破壊は生じない。

以上より一般の試験条件下において、収納物の密封性は維持される。

B.5 特別の試験条件

本輸送物は規則に基づき、特別の試験条件下での評価はA型輸送物としての要件はなく、核分裂性輸送物としての要件に従い評価する。

B.5.1 熱解析モデル

特別の試験条件下における熱評価を、3次元非定常熱解析コードTRUMPを用いて行った。

B.5.1.1 解析モデル

ここでは、TRUMPによる計算に用いた以下の項目について述べる。

(1) 形状モデル

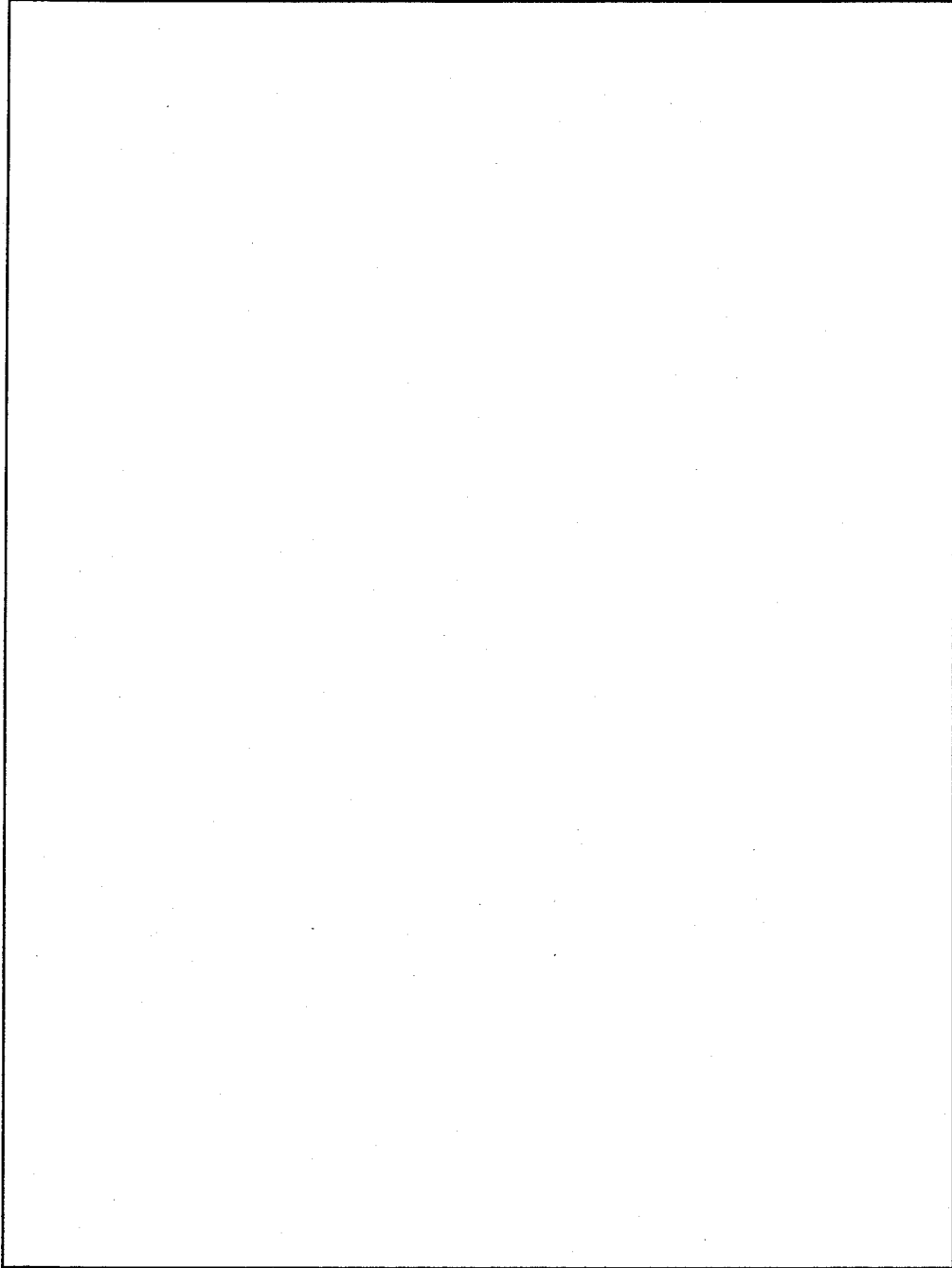
本輸送容器は、(ロ)章A構造解析のA.9.2の核分裂性輸送物の条件で示したように特別の試験条件下の落下試験I及び落下試験IIにおいて局所的な変形が生じる。

すなわち、外筒及び内筒は落下試験Iにより全長にわたって変形が生じ、落下試験IIにより局所的な変形が生ずる。

熱解析では、構造解析での落下事象の連続性(核分裂性輸送物の要件)を考慮した変形状態をモデル化し、(ロ)-第B.2図に示すように内外の局所的な変形が全周にわたって生ずる安全側のモデルとした。

外殻の()の厚さは、落下試験Iの結果を考慮し、安全側に()mmとした。

落下試験IIの影響については、付属書類B.6.8に示す原型容器試験結果から、落下試験IIを行った部分(断面(A)-(A))と落下試験IIを行っていない部分(断面(B)-(B))と比較すると、耐火試験時の外殻内面の到達温度に有意差はないため、この解析において、落下試験IIの影響については無視した。



(口)－第B. 2図 落下試験 I における変形状図

従って、特別の試験条件下での熱解析は(ロ)－第B.3図に示すように、が最少厚さとなり、更に上下容器を接合する長手方向フランジからの熱流入を考慮し、同フランジを含む2次元1/4象限モデルとする。燃料部は、集合体の1番外側に位置するロッド部及び残りの燃料集合体を円筒状に均質化したものに分割する。

(2) 解析条件

解析に使用した熱的条件は次の通りである。収納物の崩壊熱量は、微少であり考慮しない。特別の試験条件下の熱解析は、特別の試験条件下で強度試験（落下試験Ⅰ及びⅡ）条件に引き続いて、火災事故条件下に置かれるものとする。従って、火災事故に遭遇する前の輸送物の温度分布は、一般の試験条件下の温度分布を使用する。火災事故時の熱的条件は、告示に定められているように周囲温度800℃、火災時間30分、火災の放射率0.9とし、容器表面の輻射率を0.8とする。また、太陽放射熱を受けるものとする。周囲から容器への熱伝達は、輻射とともに対流も考慮する。火災事故後の熱的条件は、周囲温度38℃、容器表面の輻射率として外筒外面でも、周囲の放射率1.0とした。容器表面からの熱放散は、自然対流と輻射を考慮する。また太陽放射熱も考慮する。

以上の解析をまとめたものを(ロ)－第B.10表に示す。

(ロ)－第B.10表 特別の試験条件下の熱的条件

項目		初期条件	火災事故時	火災事故後
崩壊熱量		0W		
環境条件	周囲温度	静止空気 38℃	火災 800℃	静止空気 38℃
	太陽放射熱	有	有	有
	周囲の放射率	1.0	0.9	1.0
容器表面の輻射率		<input type="text"/> (a)	0.8(b)	<input type="text"/> (c)

- (a) 塗装表面の表面輻射率 参考文献 [9]
- (b) 火災にさらされている外筒の表面輻射率 " [4]
- (c) 火災にさらされたあとの外筒の表面輻射率 " [4]

(3) 輸送物の伝熱

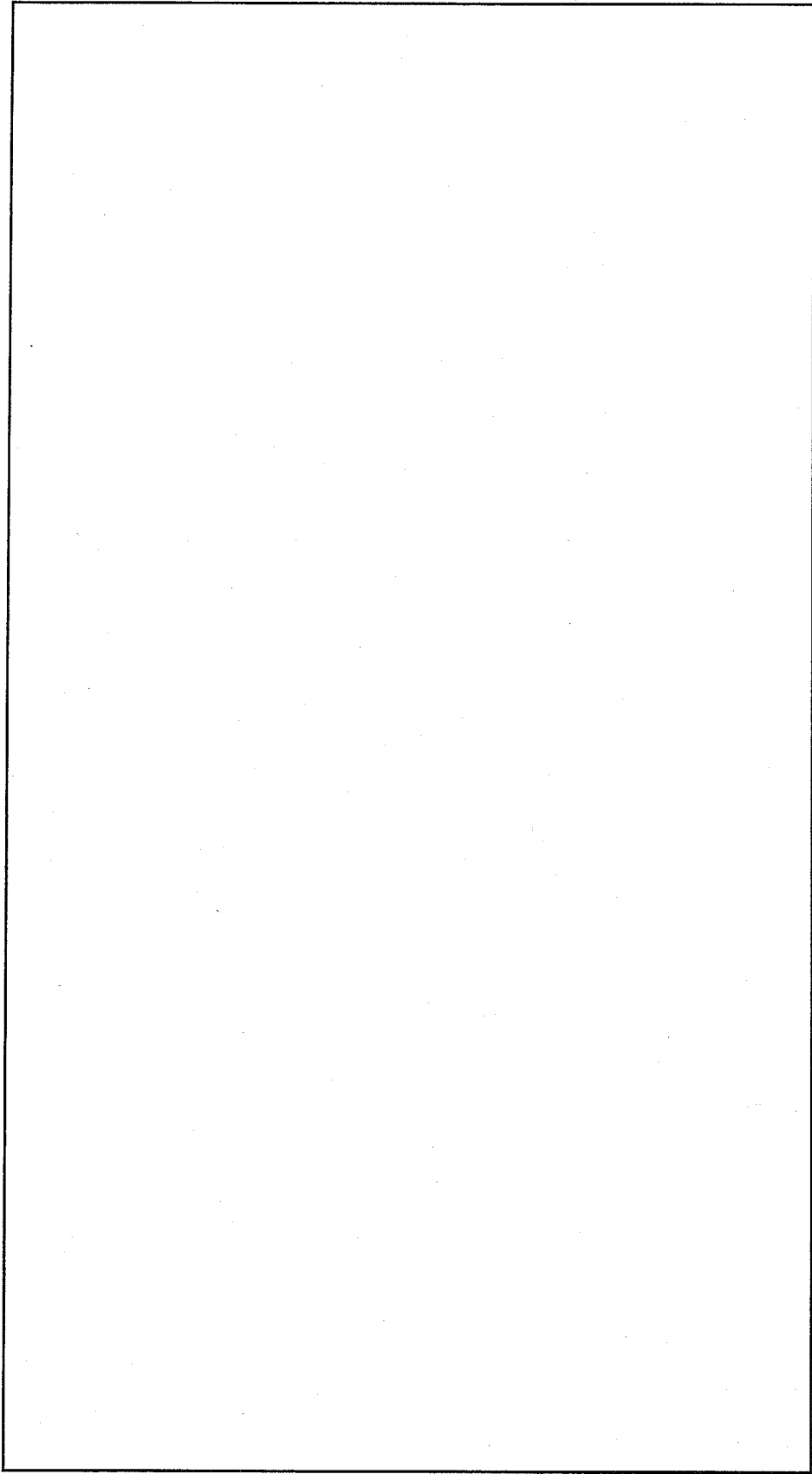
解析において考慮した輸送物の伝熱を以下に述べる。

(a) 輸送物表面と周囲の伝熱

空気其自然対流による熱伝達と輻射を考慮

- (b) の伝熱
の熱伝導を考慮
- (c) 容器内筒と最外周燃料棒（ロッド）の間の伝熱
空気の自然対流及び輻射を考慮
- (d) 最外周ロッド均質化燃料の間の伝熱
熱伝導を考慮

領域境界条件図を(ロ)－第B. 3図に示す。また、解析に用いた境界条件の関係式等については、付属書類B. 6. 6及びB. 6. 7に示す。



(ロ)一第B. 3 図 特別の試験条件下の解析モデル, 寸法及び領域境界条件図

B. 5. 1. 2 試験モデル

該当せず。

B. 5. 2 核燃料輸送物の評価条件

特別の試験条件下の強度試験により生ずる輸送物の変形を考慮した(ロ)－第B. 3図を使用し、さらに、以下に示すような条件にて解析を行った。

- (1) ショックマウントやクロスフレーム等は考慮しない。この仮定はショックマウントが熱の不良導体であり、熱伝導では内筒の温度が収納物へ伝わらないことと、ショックマウント、クロスフレーム等の熱容量を無視し、結果的に燃料棒温度を高め安全側に評価する。
- (2) 火災前の初期温度は、一般の試験条件下における温度の計算結果(太陽放射熱による平衡温度)を考慮し輸送物全域にわたり73℃とする。
- (3) の熱伝導率及び比熱は温度依存であるが、冷却時の比熱のみ火災終了時温度の比熱が維持されるものとした。これは、炭化による熱容量減少を模擬することで結果的に燃料棒温度を高め安全側に評価する。

B. 5. 3 核燃料輸送物温度

B. 5. 1. 1で述べた解析モデルを用いた計算結果を(ロ)－第B. 4図に示す。これは試験条件下での輸送物の温度を時間経過とともにプロットしたものである。

燃料表面温度は、温度分布の(ロ)－第B. 4図からわかるように燃料では冷却開始後2分でピークとなりその温度は℃となる。

B. 5. 4 最大内圧

800℃、30分の火災及びそれに続く38℃の環境での放置により、燃料棒の最高温度は℃になるが、このとき被覆管とUO₂ペレットの熱膨張によるボイド体積の減少及び燃料棒内の気体温度の上昇によって、内圧が上昇する。

温度と内圧の関係はボイル・シャルルの式より、次式にて表される。

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0} \dots\dots\dots (B. 5-1)$$

ここで、

- P : 燃料棒最高温度における被覆管内圧 (MPa)
- V : 燃料棒最高温度におけるボイド体積 (cm³)
- T : 温度 (K)
- P₀ : 初期圧力 (MPa)

V_0 : 初期ボイド体積 (cm³)

T_0 : 初期温度 (K)

また

V_T : 被覆管の体積 (cm³)

V_F : UO₂ペレットの体積 (cm³)

V_{T0} : 初期温度における被覆管の体積 (cm³)

V_{F0} : 初期温度におけるUO₂ペレットの体積 (cm³)

α_T : 被覆管の熱膨張率 (1/°C)

α_F : UO₂ペレットの熱膨張率 (1/°C)

ΔT : 温度差 (°C)

とすれば、ボイド体積は次式にて算出される。

$$\begin{aligned} V - V_0 &= (V_T - V_F) - (V_{T0} - V_{F0}) \\ &= (V_T - V_{T0}) - (V_F - V_{F0}) \\ &= 3 \alpha_T \Delta T V_{T0} - 3 \alpha_F \Delta T V_{F0} \dots \dots \dots (B.5-2) \end{aligned}$$

式(B.5-2)より、各値を算出すると最大内圧は、MPa・Gとなり、周方向応力 σ は次式にて与えられる。

$$\sigma = P \times \frac{d}{2t}$$

P : 内圧 (MPa・G)

d : 被覆管内径 (mm)

t : 被覆管内厚 (mm)

各タイプにおける最大応力は付属書類B.6.9より

$$\sigma = \text{} (N/mm^2)$$

であり、この値は°Cにおける燃料棒被覆管(ジルカロイ-4, MDA及びZIRLO)の設計基準値N/mm²に比べ十分低い値である。

各タイプに対する評価を付属書類B.6.9に示す。

B. 5. 5 最大熱応力

特別の試験条件下においては、熱膨張を拘束するものはないので、熱応力の発生はない。

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性能評価は、発熱量0W、周囲温度38℃の環境条件下で800℃、30分間の火災事故に遭遇するとして行った。この場合の輸送物各部の温度変化は(ロ)－第B. 4図に示す通りである。

(1) 結 果

B. 1. 2熱解析で示した条件下での輸送物各部の温度及び容器内空間に発生する内圧について以下に述べる。

(a) 温 度

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各部の温度を(ロ)－第B. 11表に、また、特別の試験条件下における輸送物各部の温度履歴を、(ロ)－第B. 4図に示す。

一般の試験条件下では輸送物表面温度は73℃であり、従ってリング部は使用温度範囲内()℃にある。燃料棒温度は73℃であるので、特別な熱除去システムを設ける必要はない。

特別の試験条件下での燃料棒温度は、)℃であり、これは、燃料棒の許容温度(約)℃)以下である。

(ロ)－第B. 11表 一般及び特別の試験条件下における輸送物各部の最高温度

項目 部位	一般の試験条件	特別の試験条件	
		温 度	時 間
燃料棒表面	73℃		
内筒表面	73℃		
外筒表面	73℃		

(b) 圧 力

一般及び特別の試験条件下における燃料棒及び容器内空間の最高圧力を(ロ)－第B. 12表に示す。

(ロ)－第B.12表 一般及び特別の試験条件下における燃料棒及び容器内空間の最高圧力

(単位 MPa・G)

項目 部位	一般の試験条件下での圧力	特別の試験条件下での圧力
燃料棒	□	□
容器内空間	0.019	—

(ロ)－第B.4図に示した各部の最高温度と、火災事故発生からの時間をまとめると、(ロ)－第B.11表に示す通りである。また、密封境界である燃料棒の最大圧力は(ロ)－第B.12表に示す通りである。

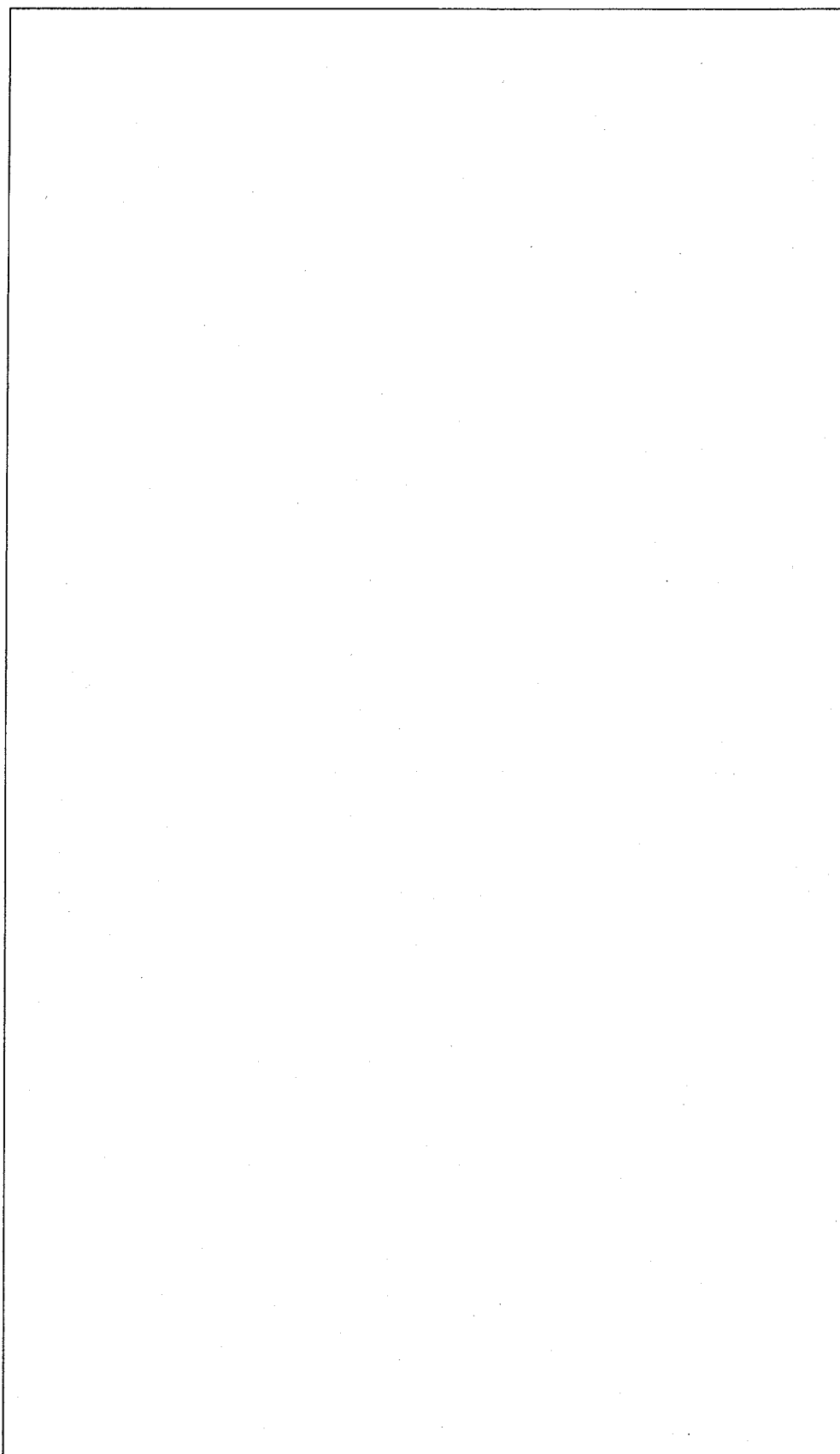
以上より、密封境界である燃料棒被覆管は特別の試験条件下においても健全である。

特別の試験条件下における輸送物の総合的評価の詳細を(ロ)－第B.13表に示す。

これらの結果より、本輸送物の密封境界である燃料棒被覆管は特別の試験条件下においても健全性を保つ。

(ロ)－第B.13表 特別の試験条件下における輸送物の総合的評価

項目	基準値	結果	備考
最高温度 燃料棒 内筒 外筒 最大応力 燃料棒被覆管 (ジルカロイ-4) (MDA, ZIRLO)	□		基準値を満足
			基準値を満足



(ロ)ー第B.4図 特別の試験条件下での各部温度履歴

B. 6 付属書類

B. 6. 1 参考文献

- [1] 放射性物質等の輸送に関する安全基準 原子力委員会 (S50.1.21)
- [2] Edwards A.L., Trump ; A COMPUTER PROGRAM FOR TRANSIENT AND STEADY STATE TEMPERATURE DISTRIBUTIONS IN MULTIDIMENSIONAL SYSTEMS, Lawrence Radiation Laboratory, University of California Livermore (May 1, 1968)
- [3] Goldsmith A et al.; "Handbook of Thermo Physical Properties of Solid Materials "Revised Edition, Vol. II, The MacMillan Company, New York (1961)
- [4] 伝熱工学資料 改訂第3版 日本機械学会 (1975)
- [5] R. O. Wooton & H. M. Epstein : "Heat Transfer from a Parallel Rod Fuel Element in a Shipping container" Battelle Memorial Institute (1963)
- [6] 長谷川他 "原子炉材料ハンドブック" 日刊工業新聞社 (1977)
- [7] キャスク伝熱特性評価コード研究分科会 "高速実験炉使用済燃料用輸送容器の設計評価" 日本機械学会 (1977.12)
- [8] "THERMAL CONDUCTIVITY" IFI/PLENUM NEW YORK-WASHINGTON (1970)
- [9] 化学工学便覧 改訂第4版
- [10] 熱交換器設計ハンドブック 工学図書株式会社 (1974)
- [11] 燃料設計に必要な物性値及び計算図表 JAERI-M4881
- [12] 三菱重工業(株)社内データ

B. 6. 2 一般の試験条件下における輸送物の最高温度

一般の試験条件下における輸送物の最高温度は、定常状態における熱収支をとり、以下のよう
に求めた。

流入熱量 $Q_{in}(W)$ は、太陽放射熱のみであり、放出熱量 $Q_{out}(W)$ は放射熱 $Q_1(W)$ と自然対
流による放出熱 $Q_2(W)$ の和である。輸送物表面温度を t ($^{\circ}C$) とし、 $Q_{in}=Q_{out}$ となる最
高温度 t_{max} を求める。

t_0 : 環境温度 = 38 ($^{\circ}C$)

D : 容器外径 (mm)

A : 伝熱面積 (mm^2)

(1) 太陽放射熱 Q_{in}

$$\begin{aligned} Q_{in} &= 400 (W/m^2) \times A \\ &= 344 (kcal/(m^2 \cdot h)) \times A \end{aligned} \quad (B. 6-1)$$

(2) 容器からの放射熱 Q_1

$$Q_1 = A \times \epsilon_H \times 4.88 \left\{ \left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right\}$$

ϵ_H : 容器表面の放射率 (塗装面)

$$\epsilon_H = \boxed{} \quad [9]$$

T : 絶対温度 (K)

$$T = t + 273$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= A \times \boxed{} \times 4.88 \times \left\{ \left(\frac{t+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{38+273}{100} \right)^4 \right\} \\ &= A \times \boxed{} \times \left\{ \left(\frac{t+273}{100} \right)^4 - 3.11^4 \right\} \end{aligned} \quad (B. 6-2)$$

(3) 自然対流による放出熱 Q_2

水平円柱自然対流伝熱とすると

$$Nu = 0.13 \times (Gr \times Pr)^{1/3} \quad [10] \quad (B. 6-3)$$

$$Nu = hD/k \quad : \text{ヌッセルト数} \quad (B. 6-4)$$

$$Gr = g \beta \Delta t D^3 / \nu^2 \quad : \text{グラスホフ数} \quad (B. 6-5)$$

$$Pr = C_p \mu / k \quad : \text{プラントル数} \quad (B. 6-6)$$

ここで

$$h \quad : \text{熱伝達係数} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

D	: 円柱の外径	(m)
k	: 空気の熱伝導度	(W/(m·K))
g	: 重力加速度	9.81 (m/s ²) = 1.27×10 ⁸ (m/h ²)
β	: 空気の体膨張係数	(1/°C)
Δt	: 温度差 t - t ₀	(°C)
ν	: 空気の動粘性係数	(m ² /h)
C _p	: 空気の定圧比熱	(kJ/(kg·K))
μ	: 空気の絶対粘度	(kg/(m·h))

(B.6-3), (B.6-5), (B.6-6)式よりヌッセルト数Nuを求め, (B.6-4)式より熱伝達係数hを求める。このhを用いて, 自然対流による放出熱Q₂は次式で与えられる。

$$Q_2 = h \cdot A \cdot (t - t_0)$$

(4) 最高温度 t_{max} の計算

空気温度 38°C で t_{max} = 73°C とすれば, このときの各々の値は

D	= <input type="text"/>	(m)
g	= 1.27×10 ⁸	(m/h ²)
k	= 0.0284	(W/(m·K))
β	= 0.00322	(1/°C)
Δt	= 73 - 38 = 35	(°C)
ν	= 0.0686	(m ² /h)
C _p	= 1.009	(kJ/(kg·K)) = 0.2803 (W·h/(kg·K))
μ	= 0.0715	(kg/(m·h))

従って, (B.6-3), (B.6-5), (B.6-6)式より

$$Pr = \frac{C_p \times \mu}{k} = \frac{0.2803 \times 0.0715}{0.0284} = 0.706$$

$$Gr = g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot D^3 / \nu^2$$

$$= \frac{1.27 \times 10^8 \times 0.00322 \times 35 \times \text{}^3}{0.0686^2} = \text{$$

$$Nu = 0.13 (Gr \times Pr)^{1/3} = \text{$$

よって, (B.6-4)式より

$$h = \frac{Nu \cdot k}{D} = \text{} (W/(m^2 \cdot K)) = \text{} (kcal/(m^2 \cdot h \cdot ^\circ C))$$

従って、

$$\begin{aligned} Q_{out} &= Q_1 + Q_2 \\ &= A \times \square \times \left\{ \left(\frac{t + 273}{100} \right)^4 - 3.11^4 \right\} + A \times \square \times (t - t_0) \\ \frac{Q_{out}}{A} &= \square \times \left\{ \left(\frac{t + 273}{100} \right)^4 - 3.11^4 \right\} + \square \times (t - 38) \end{aligned}$$

一方 (B.6-1) 式より

$$\frac{Q_{in}}{A} = 344 \text{ (kcal/(m}^2 \cdot \text{h))}$$

以上より

$$\frac{Q_{out}}{A} = \frac{Q_{in}}{A}$$

となるから、 $t_{max} = 72.7^\circ\text{C}$ が求められる最高温度であり、一般の試験条件下での輸送物設計温度は 73°C とする。

B. 6. 3 熱伝導汎用プログラム「TRUMP」の概要

(1) 概 要

TRUMPは1968年 Lawrence Radiation Laboratory で開発されたノード法にもとづく伝熱計算プログラムである。

(2) 機 能

TRUMPは、熱生成、化学反応、相変化及び物質移動を伴う熱伝達を取り扱うことができる。また、TRUMPは、直交座標、円柱座標、回転体座標あるいは極座標を用いて物体を分割することにより、3次元形状の物体を取り扱うことができる。

物性値のうち熱伝導率、比熱は、温度又は時間の関数として表すことができる。

要素間の熱伝達は、伝導、自然対流、強制対流及び輻射による熱伝達を取り扱うことができ、境界条件は自然対流、強制対流及び輻射による熱伝達を取り扱うことができる。また、境界温度は、時間の関数として表すことができる。初期温度は空間での位置によって異なってもよい。TRUMPの出力としては、各時間毎の温度分布のほか、各要素の熱収支等が得られる。

(3) 計算方法 [(ロ) - 第B. 5 図参照]

TRUMPは、空間座標と時間について4個の独立変数及び温度と2つの反応物濃度という合計3個の従属変数をもった連立偏微分方程式を解く。熱生成及び化学反応を伴う熱伝導及び物質移動の方程式は、通常の3次元の場合は、普通のベクトル演算式を用いて次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \frac{DT}{Dt} &= \frac{\partial T}{\partial t} + v \cdot \Delta T \\ &= \frac{1}{\rho C} \cdot \Delta \cdot k \Delta T + G - \frac{Qa}{C} \cdot \frac{\partial a}{\partial t} - \frac{Qb}{C} \cdot \frac{\partial b}{\partial t} \\ \frac{Da}{Dt} &= \frac{\partial a}{\partial t} + v \cdot \Delta a \\ &= -a \cdot \exp\left(Za - \frac{Ea}{R \cdot T}\right) \\ k_1 \cdot \left(\frac{\partial T_1}{\partial r}\right)_i &= h_{i2} \cdot (T_{2i} - T_{1i}) = k_2 \cdot \left(\frac{\partial T_2}{\partial r}\right)_i \\ h_i &= h_{i0} + h_{ic} \cdot [(T_{2i} - T_{1i})^2]^{P_i/2} \\ &\quad + \sigma \cdot F_i \cdot (T_{1i} + T_{2i}) \cdot (T_{1i}^2 - T_{2i}^2) \end{aligned}$$

境界面のコンダクタンス h_i は、接触コンダクタンス、自然対流、強制対流及び輻射の効果を含んだ一般形である。 σ は、ステファン-ボルツマン定数、 F は総括輻射形態係数である。

$$k \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)_s = U_{sb} \cdot (T_b - T_s)$$

ここで、 U_b = 外部温度

U_{sb} = 表面コンダクタンス

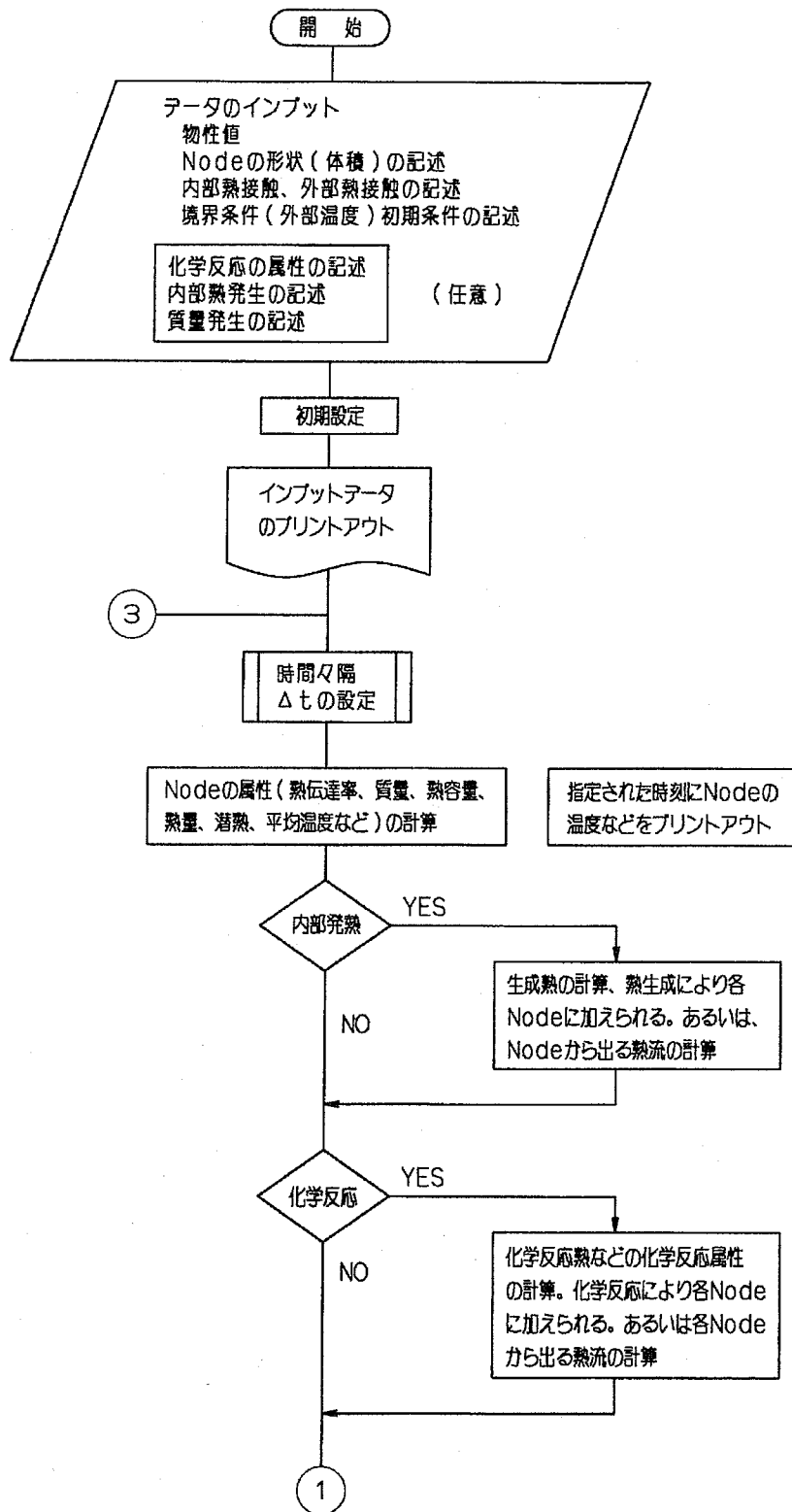
U_{sb} は、物質相の場合と同様に、次のように表される。

$$U_{sb} = h_{so} + h_{sc} \cdot [(T_b - T_s)^2]^{P_s/2} + \sigma \cdot F_b \cdot (T_s + T_b) \cdot (T_s^2 + T_b^2)$$

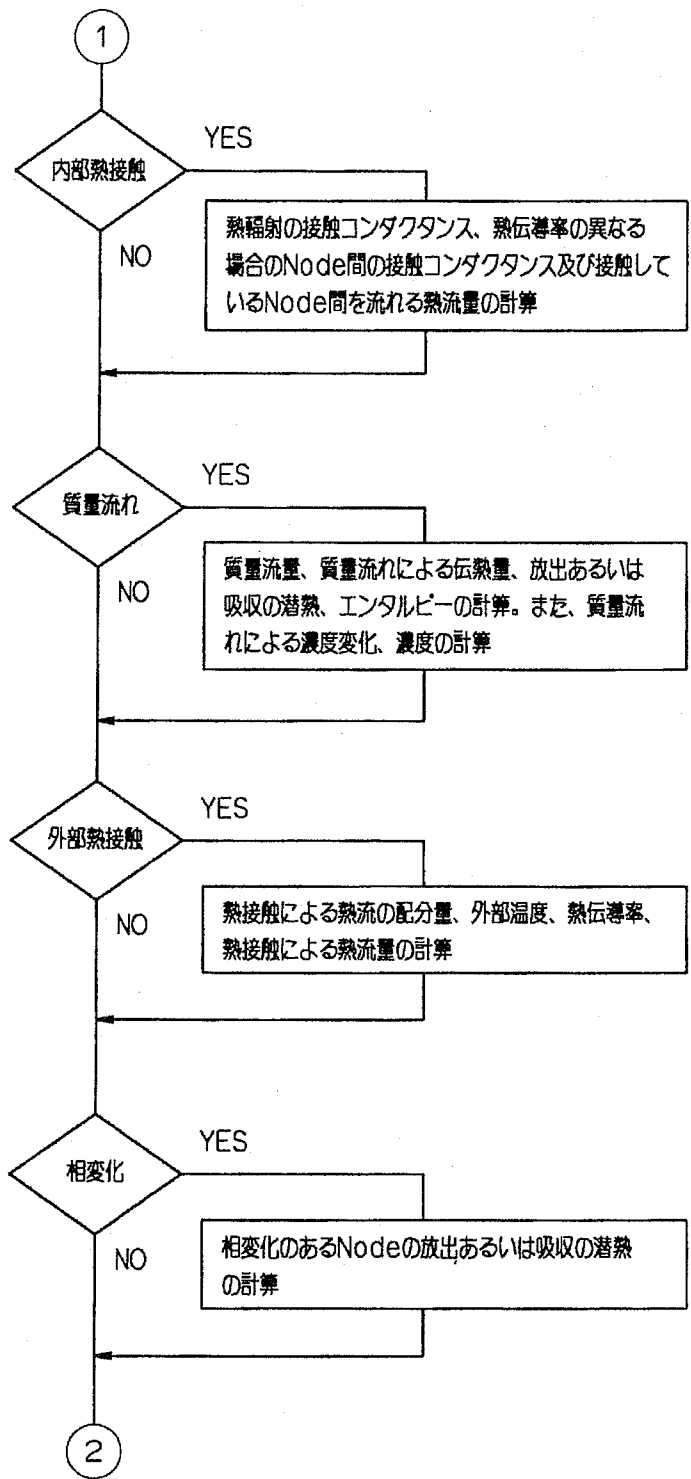
TRUMPで実際に解かれる方程式は、微小時間間隔に対してであり、前述の方程式において時間微分 $\partial u / \partial t$ を $(u' - u) / \Delta t$ と置き換えることにより計算される。ここで、 u' と u は時間間隔 Δt の始まりと終りの値である。

(4) 実績

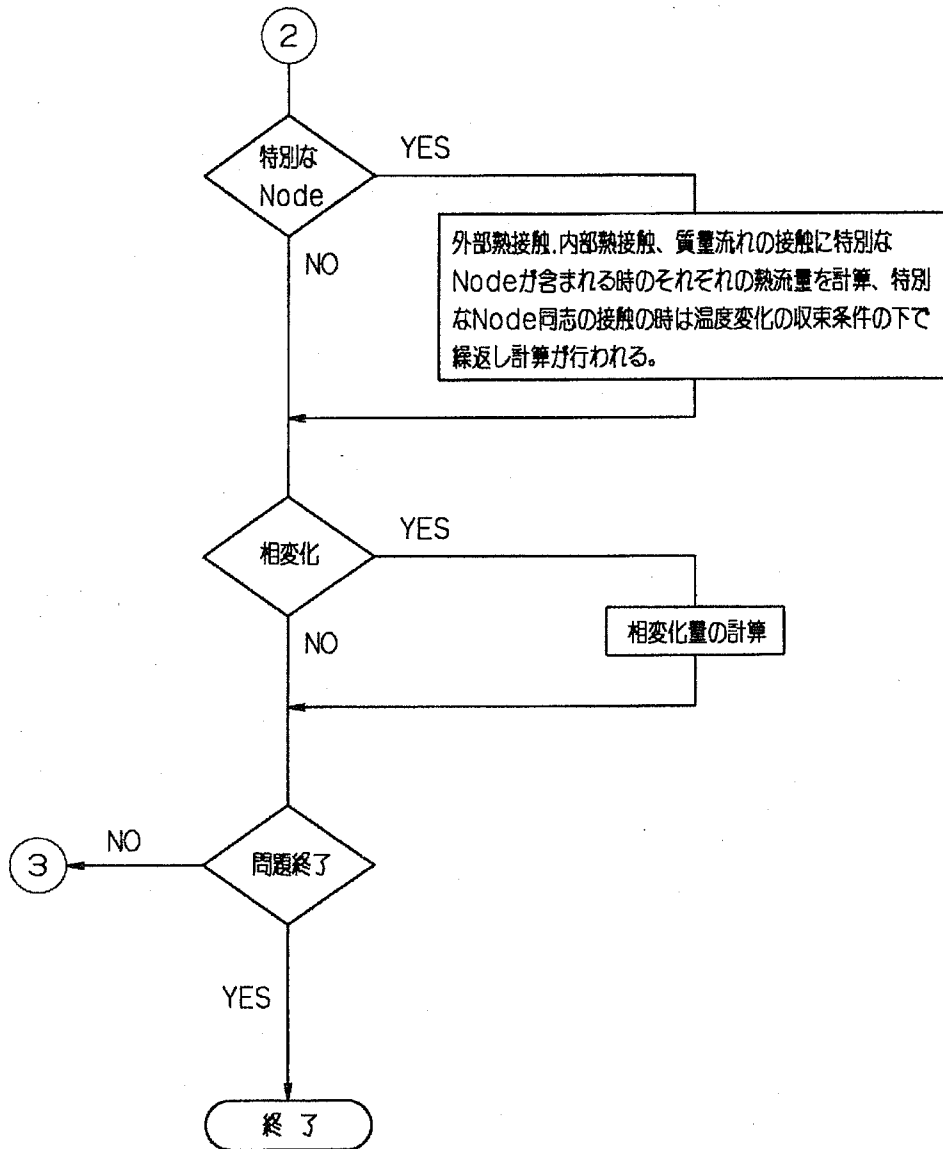
TRUMPプログラムは、Lawrence Radiation Laboratory で開発されたプログラムであり、現在米国の数多くの研究所等で使用されている。



(ロ) - 第B.5図 TRUMPフローチャート (1/3)



(ロ) - 第B. 5図 TRUMPフローチャート (2 / 3)



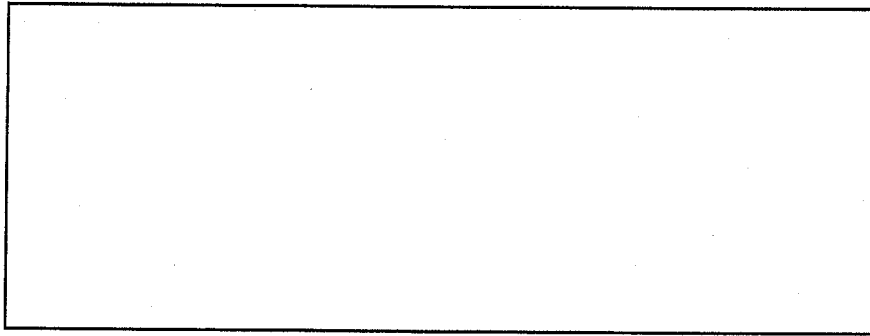
(口) - 第B. 5図 TRUMPフローチャート (3 / 3)

B. 6. 4 燃料集合体のモデル化 (均質化燃料モデル)

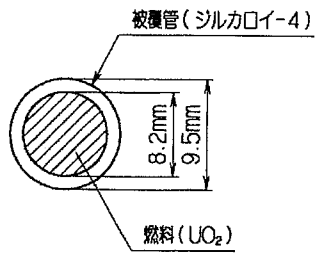
モデルは2次元1/4象限モデルとする。燃料部は、集合体の1番外側に位置するロッド部及び残りの燃料集合体の円筒状に均質化したものに分割する。

燃料集合体の均質化モデルを(ロ)－第B. 6 図に示す。

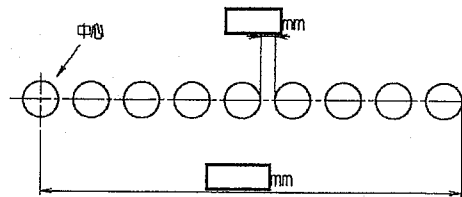
また、燃料棒の断面及び17×17燃料棒の配列を(ロ)－第B. 7 図及び(ロ)－第B. 8 図に示す。



(ロ)－第B. 6 図 燃料集合体の均質化モデル



(ロ)－第B. 7 図 燃料棒の断面



(ロ)－第B. 8 図 燃料棒の対角線方向の配列図

集合体の1番外側に位置するロッド27本分のロッド部外半径及びロッド部厚さを求める。

- (1) ロッド部外半径 - 1/4象限内にある集合体の辺長と1/4円周長とが同じとなる円の半径

$$\frac{214 + \square}{0.5 \times \pi} = \square \text{ (mm)}$$

- (2) ロッド部厚さ - ロッド27本分の断面積と同じ断面積となるようにロッド部厚さを決める。

$$\frac{\pi}{4} (\square^2 - r^2)$$

$$= 12.6 \times 17 \times 12.6 + 12.6 \times 9 \times 12.6$$

$$r = \square \text{ (mm)}$$

よってロッド部厚さは $\square - \square = \square$ mm となる。

B. 6. 5 均質化燃料部の熱的性質

均質化燃料部の熱的性質を次の要領で決定する。

- (1) 等価密度及び等価比熱

燃料集合体を(口)-第B. 6図及び(口)-第B. 8図のように均質化し、面積比を(口)-第B. 14表で表わす場合、等価密度及び等価比熱は次式で求められる。均質化燃料の等価密度は体積平均、等価比熱は重量平均によって算出できる。

$$d = d_F \cdot W_F + d_S \cdot W_S + d_A \cdot W_A$$

$$C_P = \frac{C_F \cdot d_F \cdot W_F + C_S \cdot d_S \cdot W_S + C_A \cdot d_A \cdot W_A}{d_F \cdot W_F + d_S \cdot W_S + d_A \cdot W_A}$$

(ロ) - 第B.14表 均質化燃料部面積比

	断面積 (mm ²)	面積比
均質化燃料部	214 × <input type="text"/> = <input type="text"/>	<input type="text"/>
UO ₂	$\frac{\pi}{4} \times 8.2^2 \times 17 \times 10 = 8,977$	
被覆管	$\frac{\pi}{4} \times (9.5^2 - 8.2^2) \times 17 \times 10 = 3072$	
空 気	$214 \times - \frac{\pi}{4} \times 9.5^2 \times 17 \times 10 = $	

d : 等価密度

d_F : UO₂の密度 = 10.96 (g/cm³)

d_S : 被覆管の密度 = (g/cm³)

d_A : 空気の密度 = 9.16 × 10⁻⁴ (g/cm³)

C_P : 等価比熱

C_F : UO₂の比熱 = 0.264 (kJ/(kg·K))

C_S : 被覆管の比熱 = (kJ/(kg·K))

C_A : 空気の比熱 = 1.01 (kJ/(kg·K))

W_F : 燃料の面積比 =

W_S : 被覆管の面積比 =

W_A : 空気の面積比 =

温度 1 0 0 °C における計算値として以下の値を得る。

$$d = 10.96 \times + \times + 9.16 \times 10^{-4} \times$$

$$=$$

$$= \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

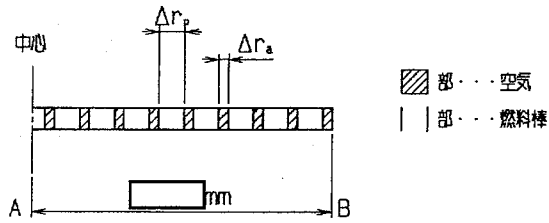
$$C_P = \frac{0.264 \times + \times + 1.01 \times$$

$$= \frac{ + +$$

$$= \text{ (kJ/(kg·K))}$$

(2) 等価熱伝導率

均質化燃料の等価伝導率を以下の方法^[7]で求める。



AB間の平均熱伝導率 λ は

$$\lambda = \frac{\Delta r_{AB}}{\frac{8.5 \times \Delta r_p}{\lambda_p} + \frac{8 \times \Delta r_a}{\lambda_a}}$$

ここで Δr_{AB} : AB間の厚さ = (mm)

Δr_p : 燃料棒の厚さ (mm)

Δr_a : 空気層の厚さ (mm)

λ_p : 燃料棒の平均熱伝導率 (W/(m·K))

λ_a : 空気の熱伝導率 = 0.0316 (W/(m·K))

$$\lambda_p = \frac{\phi_p}{\frac{\phi_f + \phi_c}{\lambda_f} + \frac{\phi_c}{\lambda_c}} = \frac{0.0095}{\frac{0.0082}{7.07} + \frac{0.0011}{\text{$$
}} = \text{} \text{ (W/(m·K))}

ここで ϕ_p : 燃料棒の外径 = 9.5 (mm)

ϕ_f : ペレット直径 = 8.2 (mm)

ϕ_c : 被覆管厚さ = 1.1 (mm)

λ_f : = UO_2 の熱伝導率 = 7.08 (W/(m·K))

λ_c : = 被覆管の熱伝導率 = (W/(m·K))

$$8.5 \times \Delta r_p + 8 \times \Delta r_a = \text{} \text{ (mm)}$$

$$\Delta r_p + \Delta r_a = \frac{\text{} - 0.5 \times 9.5}{8} = \text{} \text{ (mm)}$$

これから空気層の面積 S_a を求めると

$$S_a = \sum_{i=1}^8 \pi [2 \{4.75 + (i-1) \text{$$

$$= \pi (\text{} \Delta r_a + 8 \Delta r_a^2)$$

また、燃料棒配列から空気層の面積 S_a' を求めると

$$S_a' = \boxed{}^2 - \frac{\pi}{4} \times 9.5^2 \times 17 \times 17 = \boxed{}$$

$S_a = S_a'$ であるので、

$$8 \Delta r_a^2 + \boxed{} \Delta r_a - \boxed{} = 0$$

ゆえに

$$\Delta r_a = 10.33 \text{ (mm)}$$

$$\Delta r_p = \boxed{} - 10.33 = \boxed{} \text{ (mm)}$$

よって

$$\lambda = \frac{\boxed{}}{\frac{8.5 \times \boxed{}}{\boxed{}} + \frac{8 \times 0.01033}{0.0316}}$$

$$= \boxed{} \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

B.6.6 解析に使用した環境条件

(1) 均一化燃料部及び容器内筒と、容器内空間と外筒の伝熱

(a) 自然対流伝熱

水平同心円筒間の密閉流体層での自然対流熱伝達として、次式により求める。

$$Ra = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot D^3}{a \cdot \nu} \quad (\text{B.6-7})$$

$$Nu = 0.20 \times \left\{ \frac{\sqrt{r_o/r_i}}{r_o/r_i - 1} \cdot \ln \left(\frac{r_o}{r_i} \right) \right\}^{0.75} \times Ra^{0.25} \quad (\text{B.6-8})$$

$$h = \frac{Nu \cdot \lambda}{D} \quad (\text{B.6-9})$$

ここで、

Ra : レイレイ数

Nu : 平均ヌッセルト数

g : 重力加速度 = 9.81 (m/s²)

β : 流体の体膨張係数 (1/°C)

Δt : 内外円筒面の温度差 (°C)

D : 液体層の厚さ (m)

a : 温度伝導度 (m²/s)

ν : 気体の動粘性係数 (m^2/s)

r_o : 外円筒の内半径 (m)

r_i : 内円筒の外半径 (m)

λ : 流体の熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)

h : 熱伝達率 ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)

(B.6-7), (B.6-8), (B.6-9)式より

$$h = \left[\frac{0.2\lambda}{D} \times \left\{ \frac{\sqrt{r_o/r_i} \cdot \ln(r_o/r_i)}{r_o/r_i - 1} \right\}^{0.75} \times \left(\frac{g \cdot \beta \cdot D^3}{a \cdot \nu} \right)^{0.25} \right] \times \Delta t^{0.25}$$

[] をBとおくと

$$h = B \cdot \Delta t^{0.25}$$

$r_i = \square \text{mm}$, $r_o = \square \text{mm}$ とした時のBの計算結果を(□)―第B.15表, (□)―第B.9図に示す。

(□)―第B.15表 B値の計算結果

温度℃	25	300	600	1,000
B	[]			

(b) 輻射伝熱

輻射による熱伝達率は、円筒面の法線方向のみと考える。

TRUMPでは、表面1と2の間の熱交換量(q)は次式によって表わされる。

$$q = A_1 \cdot F_{12} \cdot \sigma (T_1^4 - T_2^4) = A_2 \cdot F_{21} \cdot \sigma (T_1^4 - T_2^4) \quad (\text{B.6-10})$$

ここで、 A_1 : 面1の表面積 (外円筒内面)

A_2 : 面2の表面積 (内円筒外面)

T_1 : 面1の表面温度

T_2 : 面2の表面温度

F_{12} : 面1から面2に対する輻射形態係数

F_{21} : 面2から面1に対する輻射形態係数

σ : ステファン-ボルツマン定数

である。

ガス層をはさんだ円筒間の輻射形態係数は、円心円筒の式により求める。

$$F_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)} \quad (\text{B. 6-11})$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

ここで、 ε_1 : 面1の輻射率 (外円筒の内面)

ε_2 : 面2の輻射率 (内円筒の外表面)

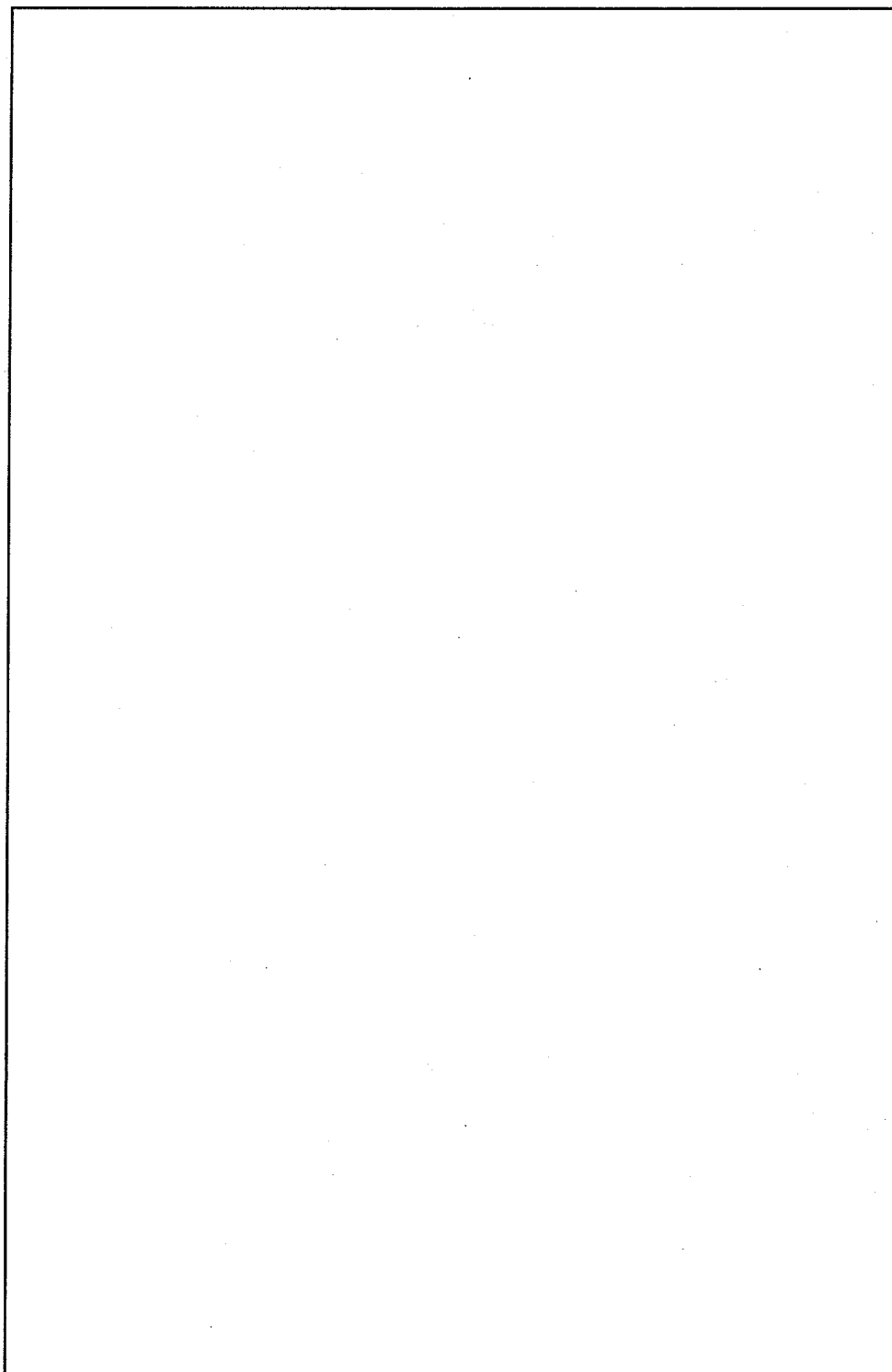
r_1 : 外円筒の内半径

r_2 : 内円筒の外半径

である。

TRUMPへの入力では、伝熱面積として外側の面積を用いる。

(B. 6-11)式の条件毎に数値解析を行った結果を(口)一第B. 16表各部の輻射形態係数に示す。



(口) - 第B. 9 図 B 値の計算結果

(ロ) - 第B.16表 各部の輻射形態係数

位置	ϵ	F_{12}	備考
内筒～ 最外周均質化燃料 (ロッド)	$\epsilon_1 = \square$ (ジルカロイ) $\epsilon_2 = \square$ (鋼板)	$F_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\square} + \frac{\square}{\square} \left(\frac{1}{\square} - 1 \right)}$	MDA 及び ZIRLO の ϵ_1 はジルカロイと同 一とする。
フランジ～ロッド	$\epsilon_1 = \square$ (ジルカロイ) $\epsilon_2 = \square$ (鋼板)	$F_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\square} + \frac{\square}{\square} \left(\frac{1}{\square} - 1 \right)}$	MDA 及び ZIRLO の ϵ_1 はジルカロイと同 一とする。

(2) 輸送物表面の周囲の伝熱

外容器外筒，外容器上蓋部の境界条件を扱う時，TRUMPでは，熱伝達は対流と輻射項によって表される。

$$h_T = h_{conv} + h_{rad}$$

$$= h_{sd} (t_o - t_w)^{P_{sd}} + \sigma \cdot F_{sb} \cdot (t_o - t_w) (t_o^2 - t_w^2) \quad (B.6-12)$$

ここで， h_T : 全熱伝達率 σ : ステファン-ボルツマン定数
 h_{conv} : 対流熱伝達率 F_{sb} : 輻射形態係数
 h_{rad} : 輻射熱伝達率 t_o : 雰囲気温度
 h_{sd} : 対流熱伝達率係数 t_w : 表面温度
 P_{sd} : 対流項のべき乗数

である。

(a) 対流項

対流熱伝達率係数及び対流項のべき乗数については，管外自然対流の式^[4]により求める。

$$Nu = 0.53 (Gr \times Pr)^{1/4} \quad (B.6-13)$$

$$(10^8 > Gr \times Pr > 10^4)$$

$$Gr = \frac{g \beta L^3 (t_w - t_o)}{\nu^2} \quad (B.6-14)$$

$$h_{conv} = \frac{\lambda}{L} Nu \quad (B.6-15)$$

ここで， Nu : ヌッセルト数
 Gr : グラスホフ数
 Pr : プラントル数

- g : 重力加速度 $=9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$
 β : 気体の膨張係数 $(1/^\circ\text{C})$
 L : 基準長 (m)
 ν : 気体の動粘性係数 (m^2/s)
 λ : 気体の熱伝導率 $(\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}))$
 h_{conv} : 管外の自然対流伝達率 $(\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}))$
 t_w : 表面温度 $(^\circ\text{C})$
 t_o : 雰囲気温度 $(^\circ\text{C})$

である。

(B.6-13), (B.6-14), (B.6-15) 式をまとめると次の如くなる。

$$h_{\text{conv}} = 0.53 \times \frac{\lambda}{L} \left\{ \frac{g \beta L^3}{\nu^2} \right\}^{1/4} \text{Pr}^{1/4} (t_w - t_o)^{1/4}$$

上式の各温度条件毎に数値解析を行った結果を(口)-第B.17表に示す。

(口)-第B.17表 外筒の熱伝達係数

耐火試験時		冷却時	
壁面温度 °C	熱伝達率 W/(m ² ·K)	壁面温度 °C	熱伝達率 W/(m ² ·K)
30	[]	30	[]
160		45	
170		50	
300		100	
500		300	
700		500	
775		700	
800		800	

(b) 輻射項

輻射形態係数は次式により求める。

$$F_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

F_{12} = 形態係数

ϵ_1 = 面1の輻射率

ϵ_2 = 面2の輻射率

なお、それぞれの面における輻射率を(口)－第B.18表に示す。

形態係数の計算結果を(口)－第B.19表に示す。

(口)－第B.18表 各材料の輻射率

	一般の試験条件	特別の試験条件	
		火災時	火災後
周囲の空気	1.0	0.9	1.0
外筒表面	<input type="text"/>	0.8	<input type="text"/>
内筒表面	—	<input type="text"/>	<input type="text"/>
燃料棒表面	—	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(口)－第B.19表 形態係数

	一般の試験条件	特別の試験条件	
		火災時	火災後
外筒表面	<input type="text"/>	0.735	<input type="text"/>
燃料棒表面	—	<input type="text"/>	<input type="text"/>

B.6.7 太陽熱

輸送容器が太陽から受ける放射熱は、放射性物質等の輸送に関する安全基準に定められている値(400W/m² 1日12h)を用い、表面輻射率は(口)－第B.18表に示す値を用いた。

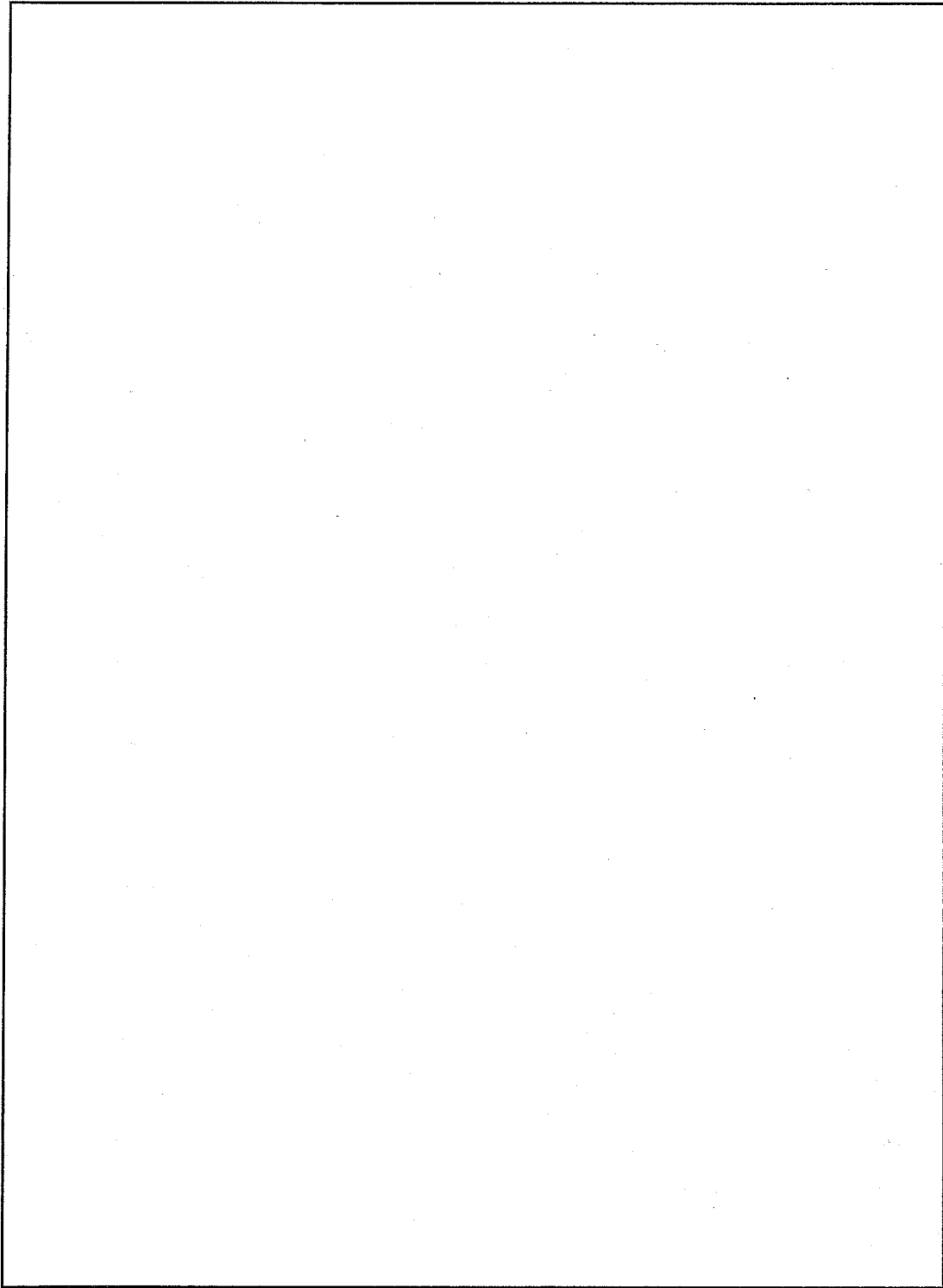
B.6.8 耐火試験時の落下試験Ⅱの影響

原型容器を使用した耐火試験において、落下試験Ⅱの衝突部と非衝突部の温度履歴を(口)－第B.10図に示す。

本図では、(A)－(A)断面が、貫通棒の衝突で、(B)－(B)断面は、非衝突部である。

(A)－(A)断面、(B)－(B)断面において外筒表面温度(TB-1, TB-17)は、ほぼ同一熱挙動を示している。一方、内筒表面温度(TB-4, TB-20)は立上り部の熱挙動にわずかな相違点を示しているが、到達温度には、有意差はない。

この結果より、落下試験Ⅱは耐火試験に影響を与えないといえる。



(口) - 第. 10 図 800°C × 30 分耐火試験時における落下試験 II の影響

B. 6. 9 燃料棒内の最大内圧

800℃, 30分の火災及びそれに続く38℃の環境での放置により, 燃料棒の最高温度は ℃になるが, このとき被覆管とUO₂ペレットの熱膨張によるボイド体積の減少及び燃料棒内の気体温度の上昇によって, 内圧が上昇する。

温度と内圧の関係はボイル・シャルルの式より, 次式にて表される。

$$\frac{P V}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \dots\dots\dots (B. 6-16)$$

ここで,

- P : 燃料棒最高温度における被覆管内圧 (MPa)
- V : 燃料棒最高温度におけるボイド体積 (cm³)
- T : 温度 (K)
- P₀ : 初期圧力 (MPa)
- V₀ : 初期ボイド体積 (cm³)
- T₀ : 初期温度 (K)

また

- V_T : 被覆管の体積 (cm³)
- V_F : UO₂ペレットの体積 (cm³)
- V_{T0} : 初期温度における被覆管の体積 (cm³)
- V_{F0} : 初期温度におけるUO₂ペレットの体積 (cm³)
- α_T : 被覆管の熱膨張率 (1/℃)
- α_F : UO₂ペレットの熱膨張率 (1/℃)
- ΔT : 温度差 (℃)

とすれば, ボイド体積は次式にて算出される。

$$\begin{aligned} V - V_0 &= (V_T - V_F) - (V_{T0} - V_{F0}) \\ &= (V_T - V_{T0}) - (V_F - V_{F0}) \\ &= 3 \alpha_T \Delta T V_{T0} - 3 \alpha_F \Delta T V_{F0} \dots\dots\dots (B. 6-17) \end{aligned}$$

となる。

$$\alpha_T = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

参考文献 [11]

= (1/°C)

α_F =

=

= (1/°C)

参考文献 [11]

各々の型における P_0 , V_0 , V_{T0} , V_{F0} の値は(ロ)－第B.20表の通りである。

(ロ)－第B.20表 燃料棒の初期値

型 式	現行燃料				高燃焼度燃料			
	P_0 (MPa·G)	V_0 (cm ³)	V_{T0} (cm ³)	V_{F0} (cm ³)	P_0 (MPa·G)	V_0 (cm ³)	V_{T0} (cm ³)	V_{F0} (cm ³)
14×14 10 フィート								
14×14 12 フィート								
15×15 12 フィート								
17×17 12 フィート								
17×17 12 フィート (改良タイプ)								

以上の値を (B.6-17) 式に代入して V を求め、更に (B.6-16) 式より P を求めると(ロ)－第B.21表のようになる。

(ロ)－第B.21表 最高温度時における燃料棒のボイド体積及び内圧

型 式	現行燃料		高燃焼度燃料	
	V (cm ³)	P (MPa·G)	V (cm ³)	P (MPa·G)
14×14 10 フィート				
14×14 12 フィート				
15×15 12 フィート				
17×17 12 フィート				
同上 (改良タイプ)				

周方向応力 σ は、次式で与えられる。

$$\sigma = P \times \frac{d}{2t}$$

P : 内圧 (MPa・G)

d : 被覆管内径 (mm)

t : 被覆管内厚 (mm)

各タイプにおける周方向応力を(ロ)―第B.22表に示す。

(ロ)―第B.22表 最高温度時における燃料棒に発生する周方向応力

型 式	被覆管 内径 d (mm)	被覆管 肉厚 t (mm)	現行燃料		高燃焼度燃料	
			内圧P (MPa・G)	周応力 σ (N/mm ²)	内圧P (MPa・G)	周応力 σ (N/mm ²)
14×14 10 フィート	9.48	0.62				
14×14 12 フィート	9.48	0.62				
15×15 12 フィート	9.48	0.62				
17×17 12 フィート	8.36	0.57				
同上 (改良タイプ)	8.36	0.57				

口章C 密封解析

(ロ)－C 密封解析

C.1 概 要

本輸送容器には密封装置としての構成部品はなく、燃料棒被覆管及び両端に密封溶接される燃料棒端栓が密封境界を形成するので、これらに係る密封性に着目して密封性の評価を行う。

燃料棒の密封境界は、一般の試験条件下及び特別の試験条件下における本輸送物の構造解析及び熱解析の結果ならびに特別の試験条件下のうち落下試験Ⅰ、落下試験Ⅱ及び耐火試験を実施した原型容器２体の試験結果より健全性が確認されている。

C.2 密封装置

C.2.1 密封装置

本輸送容器には密封装置としての構成部品はなく、(イ)－第D.10図～(イ)－第D.12図に示すように燃料棒の構成材である燃料棒被覆管ならびに燃料棒端栓が密封境界を形成する。これらの密封境界（燃料棒）と密封境界図を(ロ)－第C.1図に示す。

次に密封境界の設計仕様の概要を以下に示す。また、密封境界の構造材を付属書類C.6.1の(ロ)－第C.1表に示す。

(1) 燃料棒の設計仕様

燃料棒は、約 ℃、気圧の高温高圧下における加圧水型原子炉において長時間（約3年間）使用されても気密性を保持するような設計になっている。

燃料棒内部にはヘリウムガスが充填されており、常温（20℃）で(イ)－第D.9表に示すように最大で MPa・G に加圧されている。

C.2.2 密封装置の貫通部

本輸送容器には、密封装置としての構成部品はなく、燃料棒の構成材である燃料棒被覆管ならびに燃料棒端栓が密封境界を形成する。また、密封境界である燃料棒は溶接で密封されており、貫通部はない。

C. 2.3 密封装置のガスケット及び溶接部

本輸送容器には、密封装置としての構成部品はなく、燃料棒の構成材である燃料棒被覆管ならびに燃料棒端栓が密封境界を形成する。ゆえに、本輸送物の密封境界は燃料棒であり、溶接により密封されているので、ガスケットはない。燃料棒の溶接箇所を(ロ)－第C. 2図に示す。溶接部は目視(肉眼観察法)によりすべて外観検査をする他、ヘリウムリーク法によって溶接部の健全性を確認する。なお、燃料棒のリークテストに当たっては、 cm³/s以上のリークがないこととしている。

これらの溶接箇所は、熱解析(ロ)－Bで述べたように、輸送中に予想される燃料棒の最高温度(73℃)の圧力 MPa・Gにおいて、さらに800℃の耐火試験における燃料棒温度(℃)の圧力 MPa・Gにおいても破損することはなく、密封性は保持される。

C. 2.4 蓋

本輸送容器には、密封装置としての構成部品はなく、燃料棒の構成材である燃料棒被覆管ならびに燃料棒端栓が密封境界を形成する。ゆえに、密封境界である燃料棒には、蓋に相当するものはない。

C. 3 一般の試験条件

(1) 水吹き付け試験

輸送容器は、50 mm/hの雨量に相当する水を1時間吹き付けても、A. 5.2項で評価したように、水が浸入する恐れはない。また、密封境界である燃料棒は、原子炉で使用する際、気圧の水中で長期間耐えるように設計されており、水吹き付け試験でも水が浸入する恐れはない。

(2) 自由落下試験

A. 5.3で述べたように、1.2 mからの自由落下試験において、落下エネルギーは容器外殻の変形により吸収され、燃料棒の健全性は保たれるので、自由落下試験でも健全性は保たれる。

(3) 積み重ね試験

A. 5.4で解析したように、輸送物の5倍の荷重の積み重ね試験においても輸送容器は健全である。従って、燃料棒の密封性は積み重ね試験においても維持される。

(4) 貫通試験

A. 5.5で解析したように、φ3.2 cm、6 kgの鋼棒を1 mの高さから落下しても、容器外筒には穴があかない。従って、燃料棒の密封性は貫通試験においても維持される。

以上の解析から、一般の試験条件下における輸送物の密封性は健全であり、放射性物質の漏えいはない。

C. 3.1 放射性物質の漏えい

一般の試験条件下では、A. 5で述べたように、輸送物最高温度73℃における各部の圧力及び熱膨張、輸送物重量の5倍の圧縮及び1mの高さからの軟鋼棒の貫通に対して燃料棒に対する影響はなく、燃料棒の密封性は完全に保たれており、放射性物質の漏えいはない。

C. 3.2 密封装置の加圧

本輸送容器には密封装置としての構成部品はなく、燃料棒の構成材である燃料棒被覆管ならびに燃料棒端栓が密封境界を形成する。また、燃料棒の場合、燃料棒内はヘリウムガスで加圧（C. 2.1参照）されているが、放射性物質が未照射の焼結二酸化ウランであるため、FPガスの発生はなく、極く微量の水蒸気が含まれる。一般の試験条件における収納物の温度73℃を用いて解析した最大内圧とも、付属書類C. 6.1に示すように最高使用可能圧力を下回っており、構造解析A. 5.7に示すように、燃料棒に発生する応力は基準値以下であるので、密封境界である燃料棒は破損することなく密封性は維持される。

C. 3.3 冷却材汚染

本輸送物には冷却材を使用しないので、該当しない。

C. 3.4 冷却材損失

本輸送物には冷却材を使用しないので、該当しない。

C. 4 特別の試験条件

構造解析(ロ)－A. 9.2で述べたように、燃料棒は破損することなく密封性は健全である。また、熱解析B. 5.6で述べたように、℃の環境において、燃料棒は破損することなく密封性は保たれる。なお、燃料棒に発生する最大内圧は、最高使用可能圧力未満であり、密封境界である燃料棒の密封性は維持される。

C. 4.1 核分裂生成ガス

本輸送物の収納物は、核分裂生成ガスは含まない。

C. 4.2 放射性物質の漏えい

構造解析A. 9及び熱解析B. 5で述べたように、特別の試験条件下でも燃料棒の密封性は維持される。また、原型試験（落下試験I、II及び耐火試験）を行っても、燃料棒が破損しないことを確かめている。従って、本輸送物から放射性物質が漏えいすることはない。

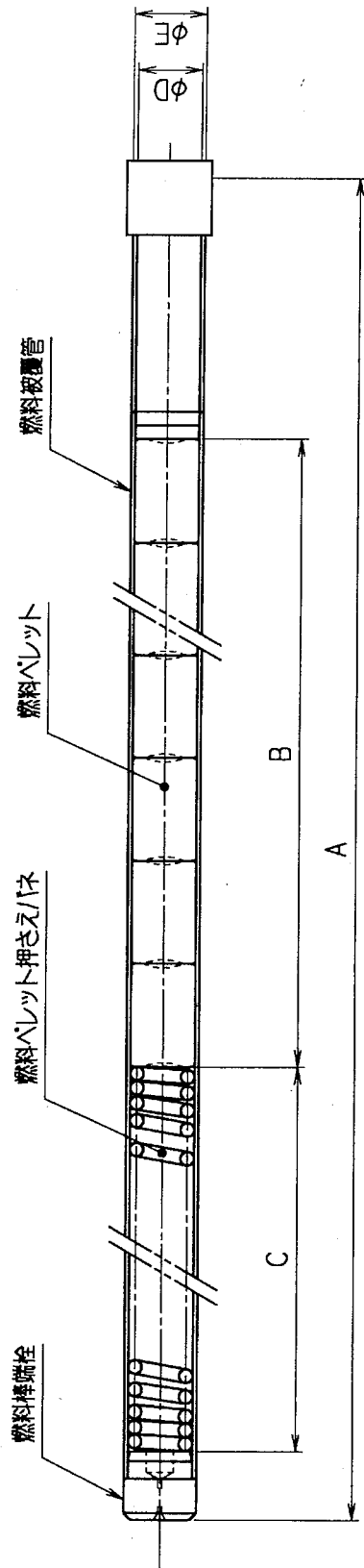
C. 5 結果の要約及びその評価

一般及び特別の試験条件下において、構造解析(ロ)－A. 5. 3及び(ロ)－A. 9. 2項で述べたように燃料棒は破損することなく、密封性は健全である。

また、熱解析B. 4. 4で述べたように、輸送中に予想される輸送物の最高温度73℃が燃料棒の内部温度とした場合の内圧は、MPa・Gとなり、燃料棒に発生する一次一般膜応力はN/mm²と、の設計応力強さN/mm²に比べ十分小さいので密封性は確保される。

また、構造解析の特別の試験条件A. 9. 2で解析し、原型試験で実証されたように((ロ)－G原型容器試験結果報告書参照)9mの落下衝撃に対しても密封境界としての健全性は維持される。

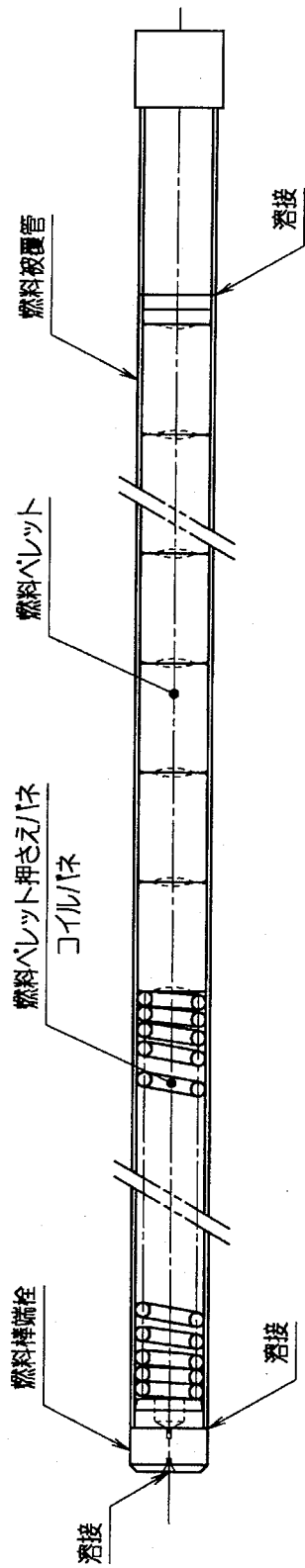
更に、熱解析の特別の試験条件B. 5. 4で解析したように800℃、30分の環境下にさらされても、燃料棒は破損することなく密封性は維持される。



(注記) 形状は代表例

型式	現行燃料棒					高燃焼度燃料棒				
	A	B	C	φD	φE	A	B	C	φD	φE
14×14 1071-t	3207	約 3048	約 □	9.48	10.72	—	—	—	—	—
14×14 1271-t	3856	約 3642	約 □	9.48	10.72	3866	約 3642	約 □	9.48	10.72
15×15 1271-t	3856	約 3642	約 □	9.48	10.72	3866	約 3642	約 □	9.48	10.72
17×17 1271-t	3852	約 3648	約 □	8.36	9.5	3856	約 3648	約 □	8.36	9.5
17×17 1271-t (改良タイプ)	—	—	—	—	—	3863	約 3648	約 □	8.36	9.5

(ロ) - 第C. 1 図 密封境界 (燃料棒) と密封境界図



(注記) 形状は代表例

C. 6 付属書類

C. 6. 1 密封境界の構造材

密封境界の構造材を(ロ)－第C. 1表に示す。

(ロ)－第C. 1表 密封境界の構造材 (温度) (1/2)

型 式	部品名	温 度 (°C)					
		現行燃料			高燃焼度燃料		
		一般の試験条件	特別の試験条件	最高使用可能 ⁽¹⁾	一般の試験条件	特別の試験条件	最高使用可能 ⁽¹⁾
14×14型 10フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓	73			—	—	—
14×14型 15×15型 12フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓	73			73		
17×17型 12フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓	73			73		

(ロ)－第C. 1表 密封境界の構造材 (圧力) (2/2)

型 式	部品名	圧 力 (MPa・G)					
		現行燃料			高燃焼度燃料		
		一般の試験条件	特別の試験条件	使用可能圧力 ⁽²⁾	一般の試験条件	特別の試験条件	使用可能圧力 ⁽²⁾
14×14型 10フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓						
14×14型 12フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓						
15×15型 12フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓						
17×17型 12フィート	燃料棒被覆管 燃料棒端栓						
17×17型 12フィート (改良タイプ)	燃料棒被覆管 燃料棒端栓						

(1) 材料 (ジルカロイ-4, MDA, ZIRLO) の特性から来る Z_r の β 変態点。また, 融点は °C

(2) 一般の試験条件の場合, 被覆管に発生する周方向引張応力が N/mm² となる内圧 (at 73°C)
特別の試験条件の場合, 被覆管に発生する周方向引張応力が N/mm² となる内圧 (at °C)

□章D 遮蔽解析

(ロ)－D 遮蔽解析

D.1 概 要

本輸送物の収納物は、二酸化ウラン燃料集合体である。従って、ウラン及びその娘核種が線源となる。

収納物である二酸化ウラン燃料集合体の濃縮度は5 wt%以下であることから、燃料濃縮度を5.0 wt%と設定している。

放射能強度及び線源強度は、濃縮度が高い方が大きく、線量当量率も高くなるので、最大濃縮度5.0 wt%のウラン同位体組成を用いて評価する。

通常の輸送条件及び一般の試験条件下の評価は、線量当量率の高くなる半径方向で代表させ、燃料集合体と輸送物の外筒のみを考慮し、燃料集合体と輸送物の表面までの最短距離を用いて行う。また、一般の試験条件下における評価では、自由落下試験による最大変位を考慮する。

D.2 線源仕様

D.2.1 ガンマ線源

本輸送物の収納物である二酸化ウラン燃料中にはウラン同位体の他、これらから生成した娘核種が含まれ、壊変に伴ってガンマ線が発生する。

ガンマ線源の計算は、濃縮度5.0 wt%のウラン同位体組成をもとに輸送までの期間として安全側に10年を仮定して、燃焼計算コードORIGEN-2を用いて行う。

ORIGEN-2コードから得られた二酸化ウラン燃料のガンマ線源強度を(ロ)－第D.1表に示す。主要核種の放射能強度は(ロ)－第D.2表に示す通りである。

D.2.2 中性子源

本収納物の二酸化ウラン燃料からは、ウラン同位体の自発核分裂及び α 崩壊核種と酸素の(α , n)反応により中性子が発生するが、その強度はガンマ線源強度に比べ無視しうる。

(口) - 第D. 1表 ガンマ線源強度

(輸送物1基当り)

エネルギー群	平均エネルギー (MeV)	ガンマ線源強度 (γ/sec)	
1	0.01		
2	0.025		
3	0.0375		
4	0.0575		
5	0.085		
6	0.125		
7	0.225		
8	0.375		
9	0.575		
10	0.85		
11	1.25		
12	1.75		
13	2.25		
14	2.75		
15	3.5		
16	5.0		
17	7.0		
18	9.5		
合計			

* 燃料集合体2体収納時

(口) - 第D. 2表 主要核種の放射能強度

(燃料集合体1体当たり)

主 要 核 種	放 射 能 強 度 (Bq)	
Tl 208		
Pb 212		
Bi 212		
Po 212		
Po 216		
Rn 220		
Ra 224		
Th 228		
Th 231		
Th 234		
Pa 234m		
U 232		
U 234		
U 235		
U 236		
U 238		
合 計		

D.3 モデル仕様

D.3.1 解析モデル

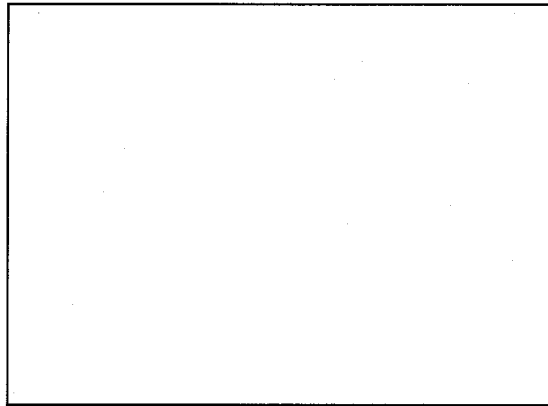
(1) 通常の試験条件

通常の輸送条件の遮蔽解析においては、燃料集合体と輸送物の外筒のみを遮蔽体として考慮し、輸送物の内筒（厚さ□mm）及び内筒と外筒の間の□（厚さ□mm）は無視する。外筒の厚さは□mmであるが板厚公差を考慮し、□mmとして評価する。

本輸送物には2体の燃料集合体が収納されるが、遮蔽解析は燃料集合体1体について行い、その結果を2倍することにより輸送物1基当りの評価とする。

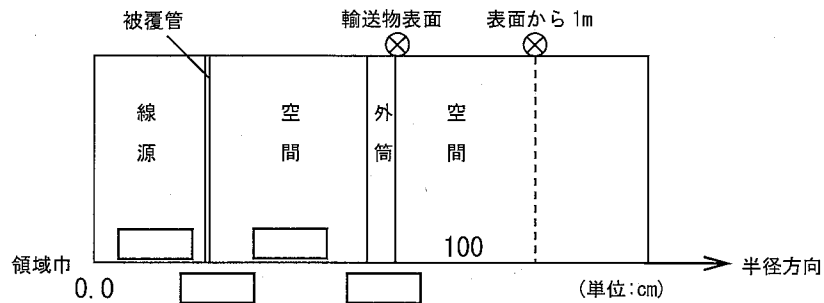
燃料集合体は等価な断面を有する円筒形状にモデル化し、外面に燃料棒被覆管の肉厚を残して内部の燃料棒を均質化する。

燃料集合体と輸送物の表面までの距離は(ロ)－第D.1図に示すように、最短距離でモデル化する。



(ロ)－第D.1図 燃料集合体と輸送物の表面までの最短距離（通常の輸送条件）

以上のモデル化に基づく、通常の輸送条件の遮蔽解析モデルを(ロ)－第D.2図に示す。



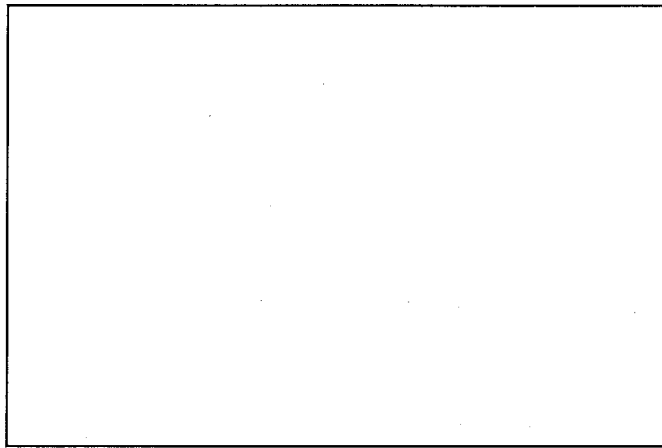
(ロ)－第D.2図 通常の輸送条件の遮蔽解析モデル
(燃料集合体1体当たり、1次元円筒形状)

(2) 一般の試験条件

一般の試験条件下の遮蔽解析は、一般の試験条件下による最大変位を考慮して行う。

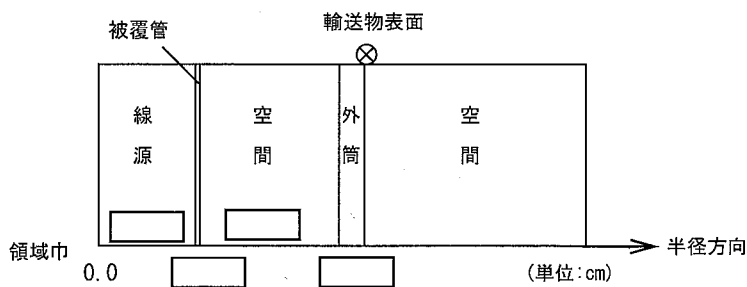
一般の試験条件下における容器の変形のうち、遮蔽上最も厳しい変形は水平落下（高さ1.2 m）によるもので、(ロ)－第A. 17図に示すように構造解析によれば外殻の変形量は□ mmである。さらに輸送物が反転状態の場合には、ショックマウントの伸びにより、燃料集合体が落下方向外殻方向に最大□ mm下降する。この場合、保守的に外殻の変形量を外殻全周に考慮すると、燃料集合体と輸送物表面までの最短距離は(ロ)－第D. 3図に示すように□ mmとなる。

一般の試験条件下における燃料集合体と輸送物表面までの距離はこの最短距離でモデル化し、燃料集合体1体についての遮蔽解析を行い、その結果を2倍することにより輸送物1基当りの評価とする。



(ロ)－第D. 3図 最大変位を考慮した燃料集合体と輸送物表面までの最短距離（一般の試験条件下）

一般の試験下の遮蔽解析モデルを(ロ)－第D. 4図に示す。



(ロ)－第D. 4図 一般の試験条件下の遮蔽解析モデル
(燃料集合体1体当たり、1次元円筒形状)

D. 3. 2 解析モデル各領域における原子個数密度

遮蔽解析に使用した解析モデルの各領域の材料別体積比を(ロ)－第D. 3表に、各材料の原子個数密度を(ロ)－第D. 4表に示す。

(ロ)－第D. 3表 遮蔽解析モデル各領域の材料別体積比

領 域	材 料	体 積 比 (%)
線 源 領 域	二酸化ウラン 被覆管 (<input type="text"/> *1) 空 間	<input type="text"/>
被 覆 管 領 域	被覆管 (<input type="text"/> *1)	100.0
外 筒	鉄	100.0

* 1 : ジルカロイ-4, MDA, ZIRLOの内, 密度が最も低い を用いた。

(ロ)－第D. 4表 各材料の原子個数密度

(単位 atoms/b. cm)

元 素 \ 材 料	二酸化ウラン	<input type="text"/> *1	鉄
○	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—
Fe	<input type="text"/>	<input type="text"/>	8.47×10^{-2}
Zr	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—
U-235	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—
U-238	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—
密度 (g/cm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	7.85

* 1 : ジルカロイ-4, MDA, ZIRLOの内, 密度が最も低い を用いた。

D. 4 遮蔽評価

D. 4.1 通常の輸送条件

通常の輸送条件の遮蔽評価は、燃料集合体1体に対して(ロ)－第D. 2図の解析モデルを用いて一次元輸送計算コードANISNで行い、結果を収納体数倍(2倍)することにより線量当量率を得る。D. 3. 1に示したように、解析モデルでは内筒及び内筒と外筒間の[]を無視したうえで、燃料集合体と輸送容器表面までの最短距離を用いていること、またANISN計算では有限長の線源を無限円筒にモデル化していることから、この手法は十分安全側である。

ANISNコードの説明を(ロ)－D. 6. 2に示す。

断面積はDLC23E/CASKライブラリのガンマ線18群のP₃輸送定数セットを使用する。このエネルギー群構造と線量当量率を求めるために用いた線量当量率変換係数を(ロ)－第D. 5表に示す。

線量当量率変換係数はICRP Publ. 74の値に基づくものである。

ANISN計算はS-8分点セットを用いて行う。

本輸送物の通常の輸送条件の遮蔽解析の結果を(ロ)－第D. 6表に示す。

D. 4.2 一般の試験条件

一般の試験条件下の遮蔽評価は、通常の輸送条件と同一の手法を用いて評価を行うものとし、一般の試験条件下による最大変位を考慮して行う。

以上の手法で求めた一般の試験条件下の遮蔽解析の結果を(ロ)－第D. 6表に示す。

また、一般の試験条件下の線量当量率の増加率は(ロ)－第D. 6表より、著しい増加はなく、解析値は基準値と比較し、十分低く基準を満足している。

(ロ) - 第D. 5表 ガンマ線エネルギー群構造と線量当量率変換係数

エネルギー群	上限エネルギー (MeV)	線量当量率変換係数 (mSv/h) / ($\gamma/cm^2 \cdot s$)
1	10.0	8.49×10^{-5}
2	8.0	7.24×10^{-5}
3	6.5	6.15×10^{-5}
4	5.0	5.20×10^{-5}
5	4.0	4.42×10^{-5}
6	3.0	3.78×10^{-5}
7	2.5	3.34×10^{-5}
8	2.0	2.90×10^{-5}
9	1.66	2.48×10^{-5}
10	1.33	2.08×10^{-5}
11	1.0	1.73×10^{-5}
12	0.8	1.41×10^{-5}
13	0.6	1.05×10^{-5}
14	0.4	7.53×10^{-6}
15	0.3	5.41×10^{-6}
16	0.2	3.22×10^{-6}
17	0.1	1.93×10^{-6}
18	0.05 (0.01)	2.70×10^{-6}

D.5 結果の要約及びその評価

本輸送物の遮蔽解析で得られた線量当量率の結果を(ロ)－第D.6表に示す。(ロ)－第D.6表は、以下の点から安全側な結果を与えている。

(1) 線源強度の計算, 遮蔽計算はそれぞれコードの信頼性が幅広く認められている燃焼計算コードORIGEN-2及び輸送計算コードANISNを用いている。

なお、線源強度の計算については、最大濃縮度5.0wt%のウラン同位体組成をもとに輸送までの期間として安全側に10年を仮定して評価している。

(2) 解析モデルは次に示す如く安全側に設定している。

a) 燃料集合体と輸送物の表面までの最短距離を用い、燃料集合体1体からの線量当量率を収納体数倍(2倍)していること。

b) 輸送物の内筒(厚さ□mm)及び外筒と内筒の間の□(厚さ□mm)の遮蔽効果を無視していること。

c) 外筒の遮蔽厚さは板厚公差を考慮した最小厚さとしていること。

d) 有限長の線源を1次元円筒形状にモデル化することにより、無限円筒線源でモデル化していること。

(ロ)－第D.6表の結果より、本解析で得られた線量当量率はいずれも基準値を十分満足している。

(ロ)－第D.6表 最高線量当量率の要約

(単位 mSv/h)

	通常 の 輸 送 条 件		一般の試験条件下
	輸送物の表面	輸送物の表面から 1 mの位置	輸送物の表面
ガンマ線			
中性子			
合計			
基準値	≤ 2.0	≤ 0.1	≤ 2.0

D.6 付属書類

D.6.1 ORIGIN-2コードの説明

(1) 概 要

ORIGIN-2コードは、米国のORNLで開発された核物質の原子炉中での照射や、放射能壊変による核種の生成量や消費量を計算するコードである。

原子炉中での核燃料の燃焼計算には、一般に時間と空間の間の関数で多群の中性子断面積を用いた精緻な炉物理コードが利用されているが、これらのコードは限定された核種についてしか計算せず、取扱いが複雑で費用がかかる。これに対し、ORIGIN-2コードは使用済燃料の保管や輸送、再処理、廃棄物処理といった核燃料サイクルの分野での研究や設計のために、核物質の照射や崩壊における種々の核種の生成や消滅量を計算し、核物質に含まれる放射エネルギー、発熱量及び発生するγ線や中性子線の強度を算出する用途の広い計算コードであり、ゼロ次元（ポイント）の準一群の中性子断面積を用いた燃焼計算コードとなっている。このため、中性子断面積は他の精緻な炉物理コードより求められたものであり、幾つかの炉型モデルに対応して中性子断面積をライブラリ・データとして保有している。また、計算においてg-atom数を基に計算が行われ、求められた種々の核種のg-atom数より核物質の種々の特性値が算出される。

(2) ORIGIN-2コードの計算手法

(a) 基礎式

照射及び崩壊における核種*i*の変化は次の式で計算する。

$$\frac{d x_i}{d t} = \sum_{j=1}^N \ell_{ij} \lambda_j X_j + \phi \sum_{k=1}^N f_{ik} \sigma_k X_k - (\lambda_i + \phi \sigma_i + r_i) X_i + F_i \quad (D.6.1-1)$$

$i = 1 \sim N$

ただし、

- X_i ; 核種*i*の原子数密度
- N ; 取扱う核種の数
- ℓ_{ij} ; 核種*j*の崩壊により、核種*i*の生成する割合
- λ_i ; 崩壊定数
- ϕ ; 中性子束（位置及びエネルギー平均）
- f_{ik} ; 核種*k*の中性子吸収により、核種*i*の生成する割合
- σ_k ; 核種*k*のスペクトル平均中性子吸収断面積
- r_i ; 核種*i*の径からの連続除去割合
- F_i ; 核種*i*の連続供給量

前頁 (D.6.1-1) 式において、 ϕ は空間及びエネルギーの平均中性子束である。厳密には、(D.6.1-1) 式は燃料の組成変化に従い中性子束と断面積は時間と共に変化し、非線型の方程式となるが、中性子束の断面積の時間による変化は小さく、ある短い期間 (Δt) これらの値を一定として取扱うと前記 (D.6.1-1) 式は定数の係数をもつ連立 1 次微分方程式となり、次のように書くことができる。

$$X = \tilde{A} \cdot X + F \quad (D.6.1-2)$$

ただし、

$$X = \{X_i\} \quad i = 1 \sim N$$

$$\tilde{A} = \{a_{ij}\} \quad i, j = 1 \sim N$$

$$a_{ij} = l_{ij} \lambda_j + \phi f_{ik} \cdot \sigma_j - (\lambda_i + \phi \sigma_i + r_i) \delta_{ij}$$

$$\delta_{ij} : i = j \text{ の時 } \sigma_{ij} = 1$$

$$i \neq j \text{ の時 } \sigma_{ij} = 0$$

$$F = \{F_i\} \quad i = 1 \sim N$$

上記の (D.6.1-1) 式又は (D.6.1-2) 式の解法において、ORIGEN-2 ではマトリックス指数法を用い、また短寿命核種の取扱いにおいては、Bateman の式及び放射平衡により解を求めている。

(3) ORIGEN-2 のライブラリについて

ORIGEN-2 は核物質の照射や崩壊による種々の核種の生成量や、消滅量を計算するコードであり、核物質の種々の特性値を算出するための必要なデータをライブラリとして保有している。ORIGEN-2 で必要とされるデータは主に次の 3 種類に分類される。

- ① 崩壊に関するデータ 半減期 (崩壊定数)、崩壊系列での崩壊割合、崩壊における発熱量。
(他に天然同位体組成、許容濃度が与えられている)
- ② 光子に関するデータ 崩壊に伴う γ 線、 (α, n) 反応による γ 線、自発核分裂時の γ 線、3 種類の物質中での各核種の β 線による制動 X 線。
- ③ 断面積に関するデータ 中性子の核種反応断面積、核分裂収率。

D. 6. 2 ANISNコードの説明

(1) 概 要

ANISNコードは、一次元ボルツマン輸送方程式を Discrete Ordinate Sn 法に基づいて数値計算するもので、米国ORNL*で開発された。

輸送方程式は、位置、エネルギー、進行方向からなる位相空間の体積要素内における粒子の生成と消滅の釣合を数学的に表現したもので次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \Omega \cdot \nabla \phi(r, E, \Omega) + \sigma_t(r, E) \phi(r, E, \Omega) \\ = \iint \phi(r, E', \Omega') \sigma_s(r, E' \rightarrow E, \Omega' \rightarrow \Omega) dE' d\Omega' \\ + S(r, E, \Omega) \end{aligned} \quad (D. 6. 2-1)$$

ここで、

$\phi(r, E, \Omega)$; 角度中性子束 (位置 r で単位ベクトル Ω 方向の単位立体角当たりに進む Ω に垂直な面を単位時間に通過する粒子の数)

$\sigma_t(r, E)$; 全断面積

$\sigma_s(r, E' \rightarrow E, \Omega' \rightarrow \Omega)$; 散乱断面積あるいは中性子による二次ガンマ線の生成断面積

$S(r, E, \Omega)$; 外部線源

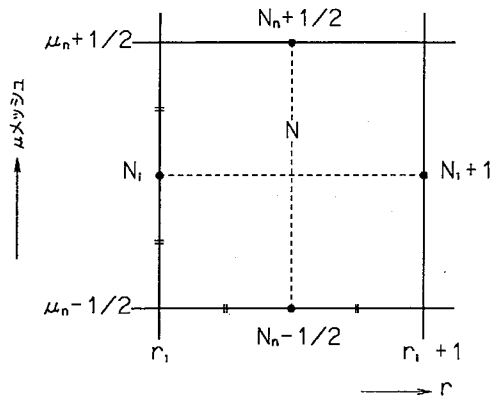
Sn法は、この輸送方程式を位置、エネルギー、進行方向を Discrete に取扱い数値計算する方法で、角度分点の特殊なとり方 (Sn分点) から Sn法と呼ばれる。

その手法は、輸送方程式を各エネルギー群、進行方向に対して fundamental cell で表して得られる差分型の階差方程式を繰り返し計算法により収束するまで計算する。

今、一次元輸送方程式を隣接する (r_i, r_{i+1}) , $(\mu_{n-1/2}, \mu_{n+1/2})$ メッシュが定める Fundamental cell で表わすと

$$\begin{aligned} W \cdot \mu \cdot (A_{i+1} N_{i+1} - A_i N_i) + \alpha_{n+1/2} N_{n+1/2} - \alpha_{n-1/2} N_{n-1/2} \\ = V \cdot (S - \Sigma_t) \cdot N \cdot W \end{aligned} \quad (D. 6. 2-2)$$

* ORNL/RSIC COMPUTER CODE COLLECTION-ANISN-W "A-ONE DIMENSIONAL DISCRETE ORDINATES TRANSPORT CODE" CCC-82



(ロ) - 第D. 5図 メッシュ分割図

ここで,

N ; 中性子 (角度分布を含む) (各エネルギー群に対して)

μ ; 方向余弦

A ; 面積要素

$$\begin{cases} \text{平板形状では } 1.0 \\ \text{円筒形状では } 2\pi r \\ \text{球形状では } 4\pi r^2 \end{cases}$$

W ; 方向余弦 μ の重み $\sum_n W = 1.0$

V ; 体積要素

$$\begin{cases} \text{平板形状では } r_{i+1} - r_i \\ \text{円筒形状では } \pi (r_{i+1}^2 - r_i^2) \\ \text{球形状では } 4/3\pi (r_{i+1}^3 - r_i^3) \end{cases}$$

Σ_t ; 全断面積

S ; 線源項 (外部線源 + 散乱積分項)

α ; 次式で決まる値である。

$$\alpha_{n+1/2} = \alpha_{n-1/2} - W \cdot \mu \cdot (A_{i+1} - A_i)$$

$$\alpha_{1/2} = 0.0$$

(D. 6. 2-2) 式は, (D. 6. 2-1) 式に位相体積を掛けて積分し, 微分を差分に置き換えることにより得られる。

(D. 6. 2-2) 式は, 5つの未知変数 (N , N_i , N_{i+1} , $N_{n-1/2}$, $N_{n+1/2}$) を含んでいる。そこで未知変数の数を減じるために, ダイヤモンド差分法やステップ関数近似を使用する。

ダイヤモンド差分法；隣接メッシュ点間での線型近似

$$\begin{aligned} N &= 1/2 (N_{i+1} + N_i) \\ &= 1/2 (N_{n-1/2} + N_{n+1/2}) \end{aligned}$$

ステップ関数近似；

$$\begin{aligned} N &= N_i = N_{n+1/2} \text{ for } \mu < 0 \\ N &= N_{i+1} = N_{n+1/2} \text{ for } \mu > 0 \end{aligned}$$

ダイヤモンド差分法を用いると $\mu > 0$ に対しては、

$$N = \frac{2\mu A N_i + \frac{2\alpha}{W} N_{n-1/2} + S V}{2\mu A + \frac{2\alpha}{W} + \Sigma_t V} \quad (\text{D. 6. 2-3})$$

ここで、

$$\begin{aligned} \alpha &= 1/2 (\alpha_{n+1/2} - \alpha_{n-1/2}) \\ A &= 1/2 (A_{i+1} + A_i) \end{aligned}$$

この段差式は初期値を適当に与えて Iteration 法により収束するまで計算する。

以上が基本的な解法である。

口章E 臨 界 解 析

(ロ)－E 臨界解析

E.1 概 要

本核分裂性輸送物に係る未臨界性の評価については、以下に示す①～⑥のいずれの条件においても臨界に達しないことを評価することとなっている。

- ① 通常輸送時
- ② 輸送物を孤立系の条件に置く場合
- ③ 一般の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合
- ④ 特別の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合
- ⑤ 一般の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合
- ⑥ 特別の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合

本輸送物は、臨界評価上、輸送物への浸水がある方が、浸水が無い場合よりも厳しい条件となる。本評価では、規則上の輸送物への水の浸入の有無に関わらず、上記の全ての条件において輸送物への浸水があると仮定し、その場合において最も安全側のモデルとなる特別の試験条件下の配列系に置く場合で代表し、未臨界性を確認している。

ベンチマーク試験は、本解析で用いた計算方法及び核データを用い、行われた臨界実験の評価を行い、当該方法及び核データが妥当である旨、確認している。

また、収納物である二酸化ウラン燃料の燃料濃縮度は5.0wt%以下であることから、この燃料を輸送容器内に収納した場合の未臨界性評価においては、燃料濃縮度5.0wt%を設定している。

E.2 解析対象

E.2.1 収 納 物

1つの輸送容器には、新燃料集合体2体が収納される。燃料集合体の諸元を(ロ)－第E.1表に示している。燃料濃縮度は、安全側の評価をするため5.0wt%とした。

また、燃料には初期の反応度を抑制するために可燃性毒物(バーナブルポイズン)が含まれることもあるが、本解析においては安全側の評価を行うためにこれを無視した。

E.2.2 輸送容器

本輸送容器には、2体の新燃料集合体〔14×14型、15×15型、17×17型〕が収納される。

- (1) 構造解析の通常輸送時並びに一般の試験条件((ロ)－第A.17 図)及び特別の試験条件((ロ)－第A.42 図)における本輸送容器の変形量を考慮すると、通常輸送時及び一

般の試験条件は、特別の試験条件を課した場合よりも変形量は小さいため、特別の試験条件での損傷状態で代表させ評価を行うことは十分安全側である。

- (2) 特別の試験条件下においては、輸送容器が変形して集合体間隔が通常輸送時よりも近づくことを考える必要がある。実際には起こり得ないが、孤立系より厳しい状態として変形した輸送容器が向き合い、この状態で無限個接している状態を仮定する。更に完全に水没し、容器内にも水が流入すると仮定した。ただし、燃料棒の健全性が維持されるので、燃料棒へ水が流入しないと仮定した。

E. 2.3 中性子吸収材

中性子吸収材としては、輸送容器内の2体の燃料集合体の間に2枚のボロステンレス鋼板()を配置している。この中性子吸収材は構造物によって固定されており、特別の試験条件下においても喪失することはない。また、遮蔽解析で述べられているように中性子源としては無視し得る程度であるので、ボロステンレス鋼の中性子吸収能力の減衰はないとしてよい。

E. 3 モデル仕様

E. 3.1 解析モデル

解析モデルは安全側の評価となるよう以下の条件を考慮した。

- ・中性子の減速が促進されるよう、(ロ)－第E.1図、(ロ)－第E.2図のように容器内および燃料棒間が水で満たされているモデルとする。ただし、A.9.2.5に示されているように特別の試験条件下においても燃料棒は強度を保ち、その密封性は維持されるので、燃料棒内部への浸水はないものとする。
- ・輸送物の損傷に関しては、通常輸送時及び一般の試験条件時の輸送物の各燃料集合体の間隔が特別の試験条件下の輸送物に比較し十分大きいため、特別の試験条件下の損傷を考慮する。
- ・孤立系においては輸送物が一個であるため、輸送容器間の中性子相互干渉はないが、配列系においては中性子相互干渉があるため、配列系の評価で代表させる。
- ・配列系においては、変形した輸送物が向き合い、この状態で無限個接している状態を想定する。
- ・境界条件は、(ロ)－第E.1図、(ロ)－第E.2図に示すすべての境界において、完全反射であり、この仮定により無限個の輸送物が配列していることを模擬する。
- ・隣接する輸送物間の中性子相互作用が大きくなるように、輸送物と輸送物の空間部分は真

空条件とする。

- ・構造材のうち、ボロンステンレス鋼 () の吸収効果を考慮に入れているが、中性子吸収効果が小さくなるよう、寸法とボロン添加量については設計の最小値を臨界計算条件とする。
- ・隣接する輸送物内の燃料との中性子相互作用が大きくなるよう、緩衝材は無視し真空として扱う。
- ・収納する燃料集合体は14×14型、15×15型、17×17型であるので、それぞれの燃料集合体について解析を行う。燃料集合体の断面図を(ロ)－第E. 3図、(ロ)－第E. 4図、(ロ)－第E. 5図に示す。

E. 3. 2 解析モデル各領域における原子個数密度

臨界計算に用いた各領域における原子個数密度を(ロ)－第E. 2表、(ロ)－第E. 3表に示す。燃料の濃縮度は、燃料集合体については5.0wt%である。

また、周囲の水の密度は1.0g/cm³とした。

E. 4 未臨界評価

E. 4. 1 計算条件

(1) 収納物

(ロ)－第E. 4表に示す濃縮ウラン5.0wt%燃料で評価している。燃料集合体の梱包材としてポリチューブとカードボードを考慮する。

(2) 輸送容器

特別の試験条件下で解析評価を行うことは十分安全側であり、かつ、実際には起こり得ない(ロ)－第E. 1図、(ロ)－第E. 2図に示す形状で評価している。(ロ)－第E. 1図、(ロ)－第E. 2図に示す通り、燃料集合体を固定するクッション、クランピングフレーム、支持格子用パッドを考慮する。

(3) 中性子吸収材

臨界評価上、輸送容器内の2体の燃料集合体の間に2枚のボロンステンレス鋼板 () が配置され、この中性子吸収材は構造物によって固定されており、特別の試験条件下においても喪失することはないため、中性子吸収材として評価している。

E. 4.2 輸送物への水の浸入等

特別の試験条件下においては、輸送物の配列変化、接近を想定し、臨界解析上厳しくなる水の浸入を仮定し、実効増倍率の計算を行っている。

水の密度は 1.0 g/cm^3 という最も実効増倍率を高く与える密度を用いている。

E. 4.3 計算方法

臨界計算には、米国オークリッジ国立研究所で、原子力関連許認可評価用に開発されたSCALE^[1] (Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation) コードシステムを用いた。中性子実効増倍率の計算には、KENO-VI^[1] コードを用いた。核データライブラリはENDF/B-VI Iに基づく連続エネルギー断面積ライブラリを用いた。計算の流れを(ロ)－第E. 6図に示す。

E. 4.4 計算結果

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第11条に示される特別の試験条件下に置くこととした場合、(ロ)－A. 9. 1に示すように、輸送容器の変形は(ロ)－第E. 1図に示す如く外容器及び緩衝材の変形である。また、本臨界の評価体系は軸方向は無限配列とし、本臨界の評価において水の浸入を仮定して実効増倍率の計算を行っている。

次に核分裂性輸送物に係る未臨界性の評価を以下の点について着目する。

- (1) 孤立系及び配列系 (2) 通常輸送時、一般の試験条件及び特別の試験条件

安全側の評価となるよう、上記の全ての条件において輸送物への浸水を想定する。この場合、配列系においては輸送物表面に達した中性子は隣接する輸送物との中性子相互干渉が生ずるが、孤立系においては輸送物1体の廻りに20cmの厚さの水による反射を考慮しているのみであり、隣接する輸送物との中性子相互干渉がないため、臨界評価上は配列系が厳しい。

また、通常輸送時及び一般の試験条件下より特別の試験条件下の方が集合体間距離が小さく、集合体間の中性子相互干渉効果が大きいため、通常輸送時及び一般の試験条件下より特別の試験条件下の方が臨界評価上厳しい状態となる。

故に特別の試験条件下の下に置いた輸送物の無限配列体系が最も厳しい状態となるため、特別の試験条件下の配列系で未臨界性を評価している。

特別の試験条件下の配列系における実効増倍率の計算結果は(ロ)－第E. 4表に示す通りである。

(ロ) - 第E. 1 表 各種燃料集合体の諸元

項目	諸元		
	収納物タイプ	諸	元
格子	子	14×14	15×15 17×17
燃料棒本数		179	204 264
最大 ²³⁵ U濃縮度 (wt%)		5.0	5.0
ウラン重量 (UO ₂ kg/体)			
被覆管材料		ジルコニウム合金	ジルコニウム合金 ジルコニウム合金
燃料棒外径 (mm)		10.72	10.72 9.50
UO ₂ ペレット外径 (mm)		9.29	9.29 8.19
格子間隔 (mm)		14.12	14.30 12.60
燃料部分有効長さ (mm)		約 3,660	約 3,660 約 3,660
燃料集合体断面寸法 (mm)		197×197	214×214 214×214

(ロ) - 第E. 2表 各領域の原子個数密度 (個/cm³, 10²⁴単位)

物質	元素	個数密度	備考
二酸化ウラン	O		²³⁵ U濃縮度 5.0wt% <div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div>
	²³⁵ U		
	²³⁸ U		
ジルコニウム合金*	Zr		
外筒鋼板	C		
	Fe		
ボロンステ ンレス鋼板	¹⁰ B		
	¹¹ B		
	Cr		
	Mn		
	Ni		
水	Fe		
	H	1.0 g/cm ³	
O			

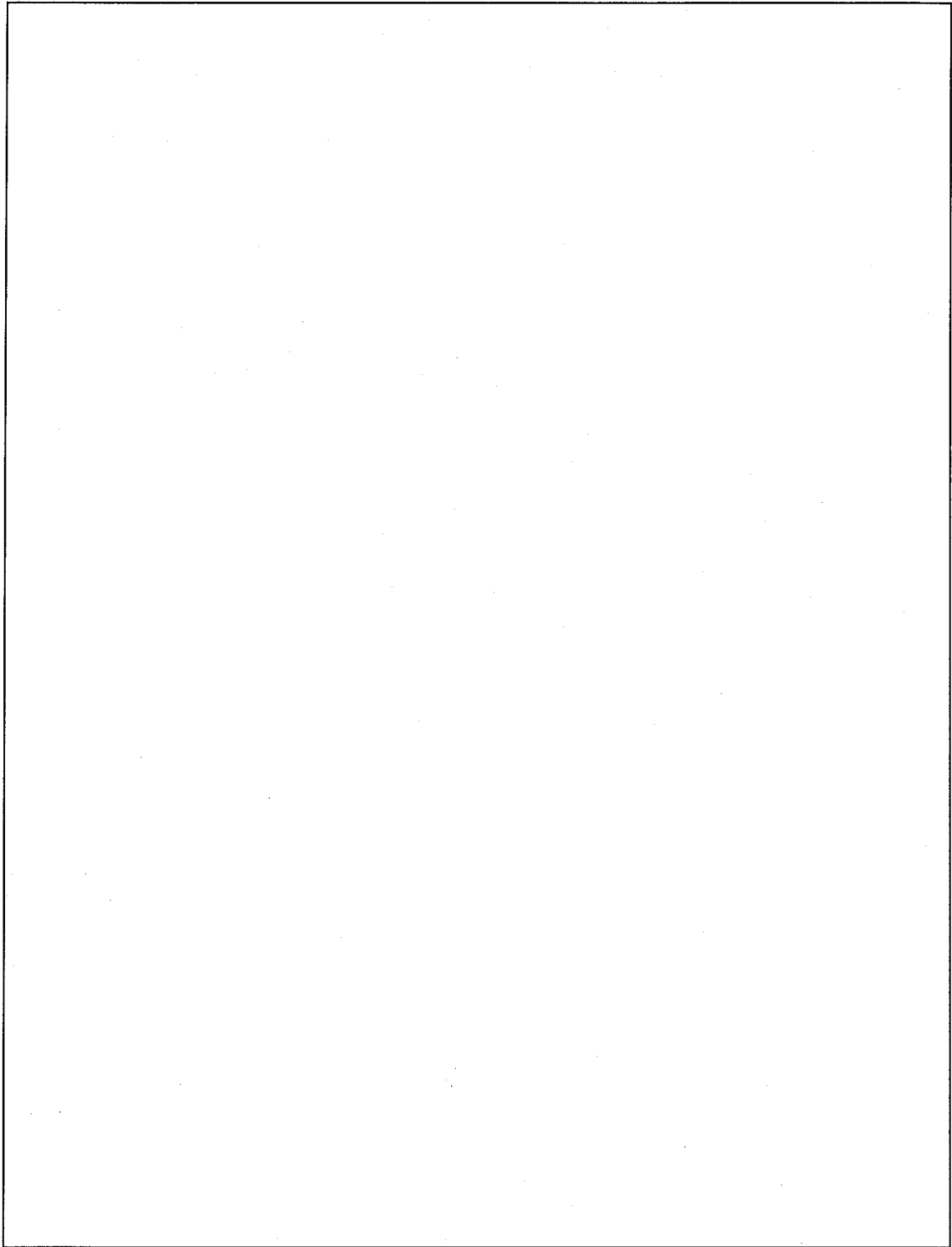
* 実際の仕様はジルコニウム合金（ジルカロイ-4）であるが、解析上は純度 100%のジルコニウムとして扱う。なお、他の合金成分（スズ等）は中性子吸収効果がジルコニウムより大きい
ため、この取扱いは保守的である。

(口) - 第E. 3表 各領域の原子個数密度 (個/cm³, 10²⁴単位)

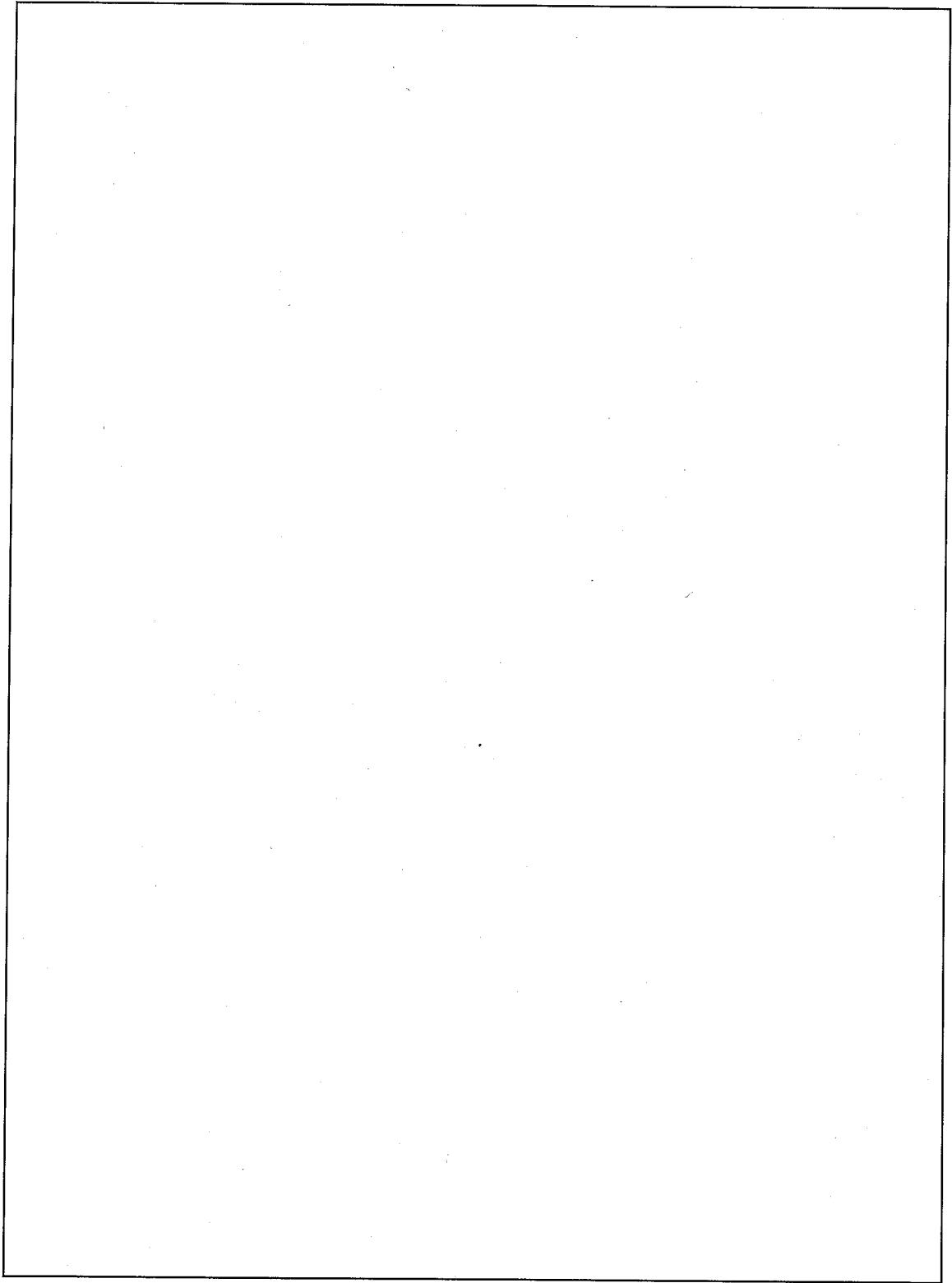
物質	元素	個数密度	備考
ポリエチレン 分子式: (C ₂ H ₄) _n	H C		
セルロース 分子式(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	H C O		
	H C		
	Ni Cr Fe		
	Fe		

(ロ) - 第E. 4表 臨界解析条件と解析結果

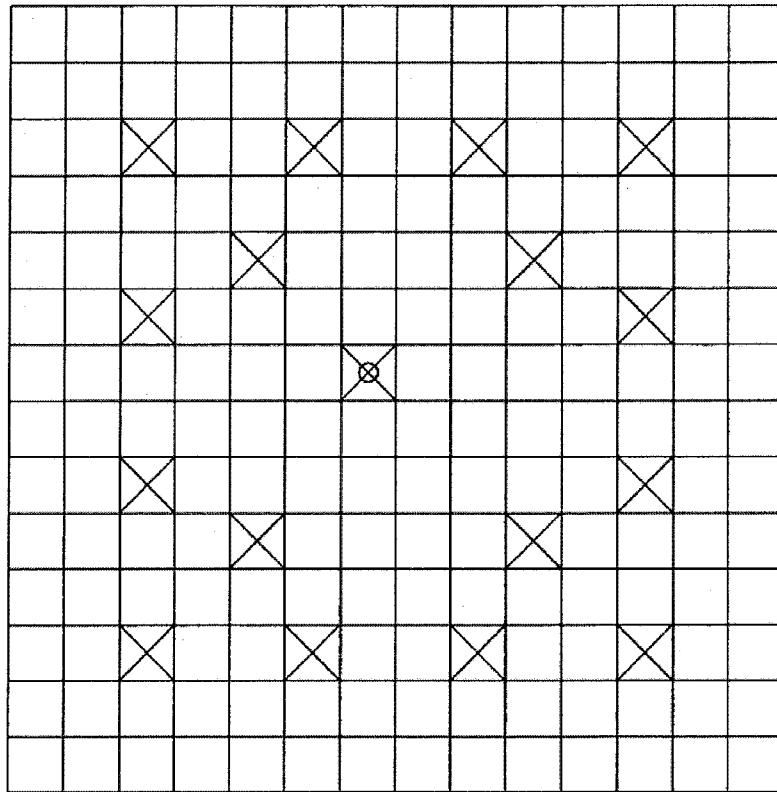
燃料集合体 型式	14×14型	15×15型	17×17型
容器個数	無限個	同 左	同 左
燃料諸元	濃縮度：5.0wt% 断面寸法： 197mm×197mm 詳しい諸元は、 (ロ) - 第E. 1表を参照 2体/容器 梱包材(ポリチューブ、カードボ ード)	濃縮度：5.0wt% 断面寸法： 214mm×214mm 詳しい諸元は、 (ロ) - 第E. 1表を参照 2体/容器 梱包材(ポリチューブ、カードボ ード)	同 左
構造材	ボロステンレス鋼板 <input type="text"/> mm クランプフレーム、支持格 子用パッド、クッション 容器外筒鋼板	同 左	同 左
計算条件	1個の容器の完全水没時で計 算，各方向それぞれ容器を無限 個配列	同 左	同 左
結果	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
実効増倍率 ($k_{eff} + 3\sigma$)			



(口) - 第E. 1図 特別の試験条件下の計算形状 (燃料領域横方向断面図)

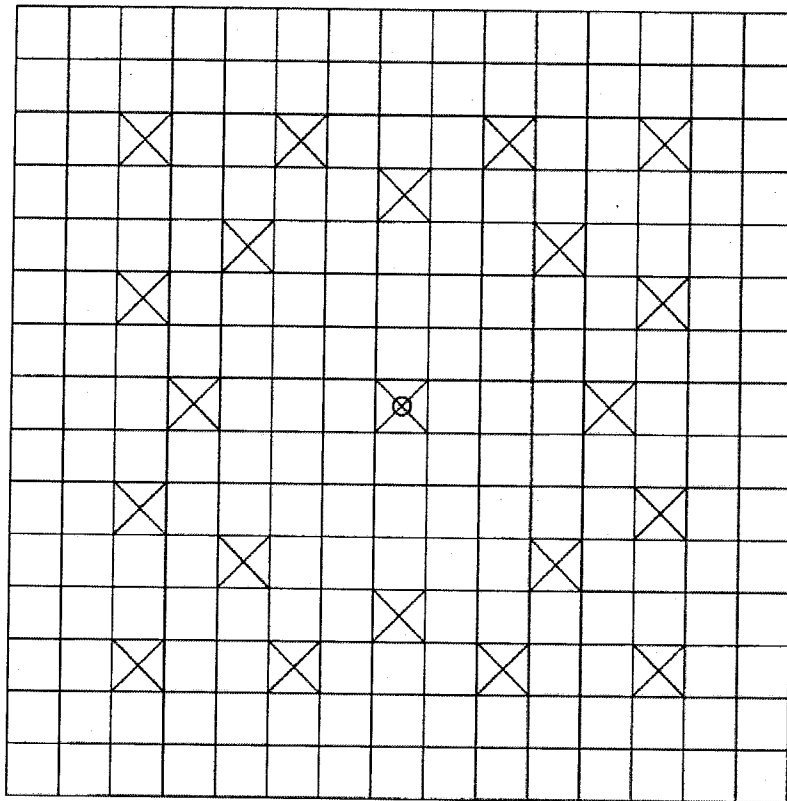





(口) 一第E. 2 図 特別の試験条件下の計算形状 (縦断面図)



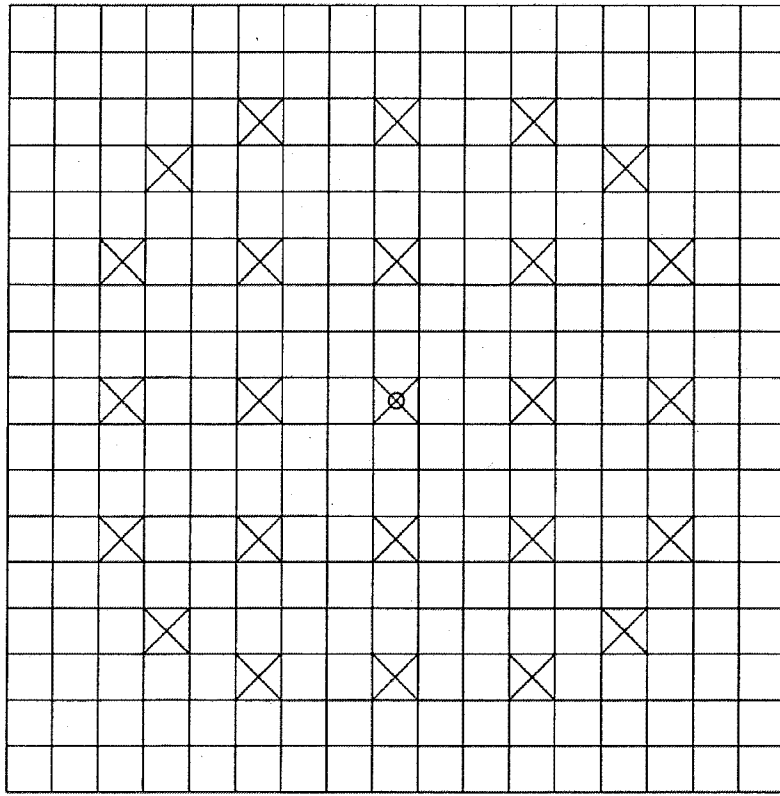
- ----- UO_2 燃料セル (燃料棒)
- ⊗ ----- シンプル・セル (制御棒用案内シンプル)
- ⊗ ----- 計測シンプル・セル (計測用案内シンプル)

(口) - 第E. 3図 14×14型燃料集合体断面



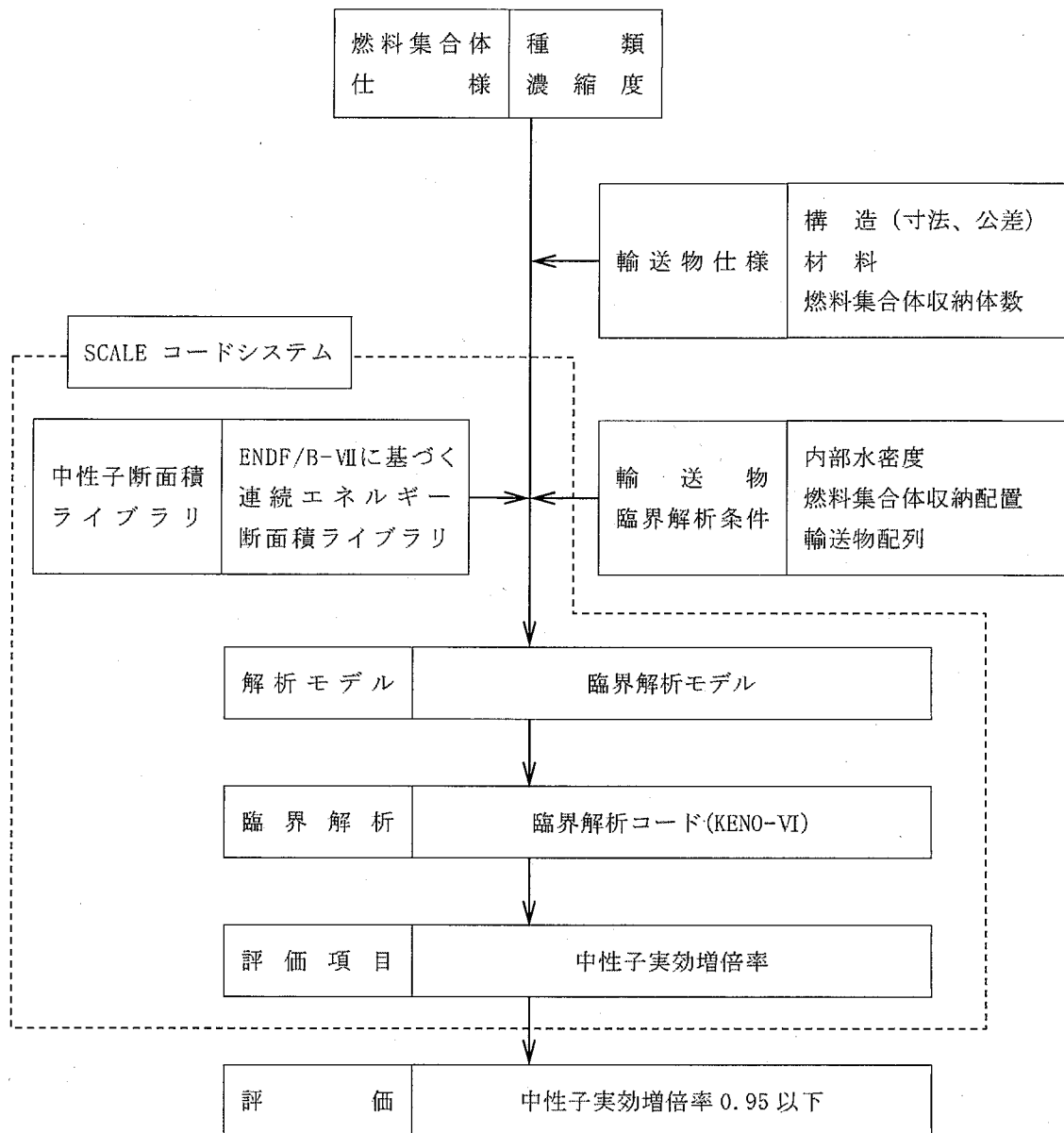
-  ----- UO_2 燃料セル(燃料棒)
-  ----- シンプル・セル(制御棒用案内シンプル)
-  ----- 計測シンプル・セル(計測用案内シンプル)

(口) - 第E. 4 図 15×15 型燃料集合体断面



- ----- UO_2 燃料セル(燃料棒)
- ⊗ ----- シンフル・セル(制御棒用案内シンフル)
- ⊗ ----- 計測シンフル・セル(計測用案内シンフル)

(口) - 第E. 5図 17×17型燃料集合体断面



(ロ) 一第E. 6図 臨界計算の流れ

E. 5 ベンチマーク試験

E. 5.1 試験の概要

本解析で用いた計算方法及び核データの妥当性を証明するため、 臨界実験
〔2〕〔3〕 から の臨界体系を選び、同一の計算方法及び核データを用いて、各体系の実
効増倍率を求めた。

E. 5.2 試験の詳細

臨界実験に用いられた燃料棒の仕様を(ロ)―第E. 7 図に、実験体系を(ロ)
―第E. 8 図に示す。

各臨界実験の内容は以下の通りである。

(1) 臨界実験－1 〔2〕〔4〕

--

(2) 臨界実験－2 〔2〕〔5〕

--

(3) 臨界実験－3 〔3〕〔6〕

--

E. 5.3 試験の結果及び評価

(ロ)―第E. 7 表に臨界実験の解析結果を示す。

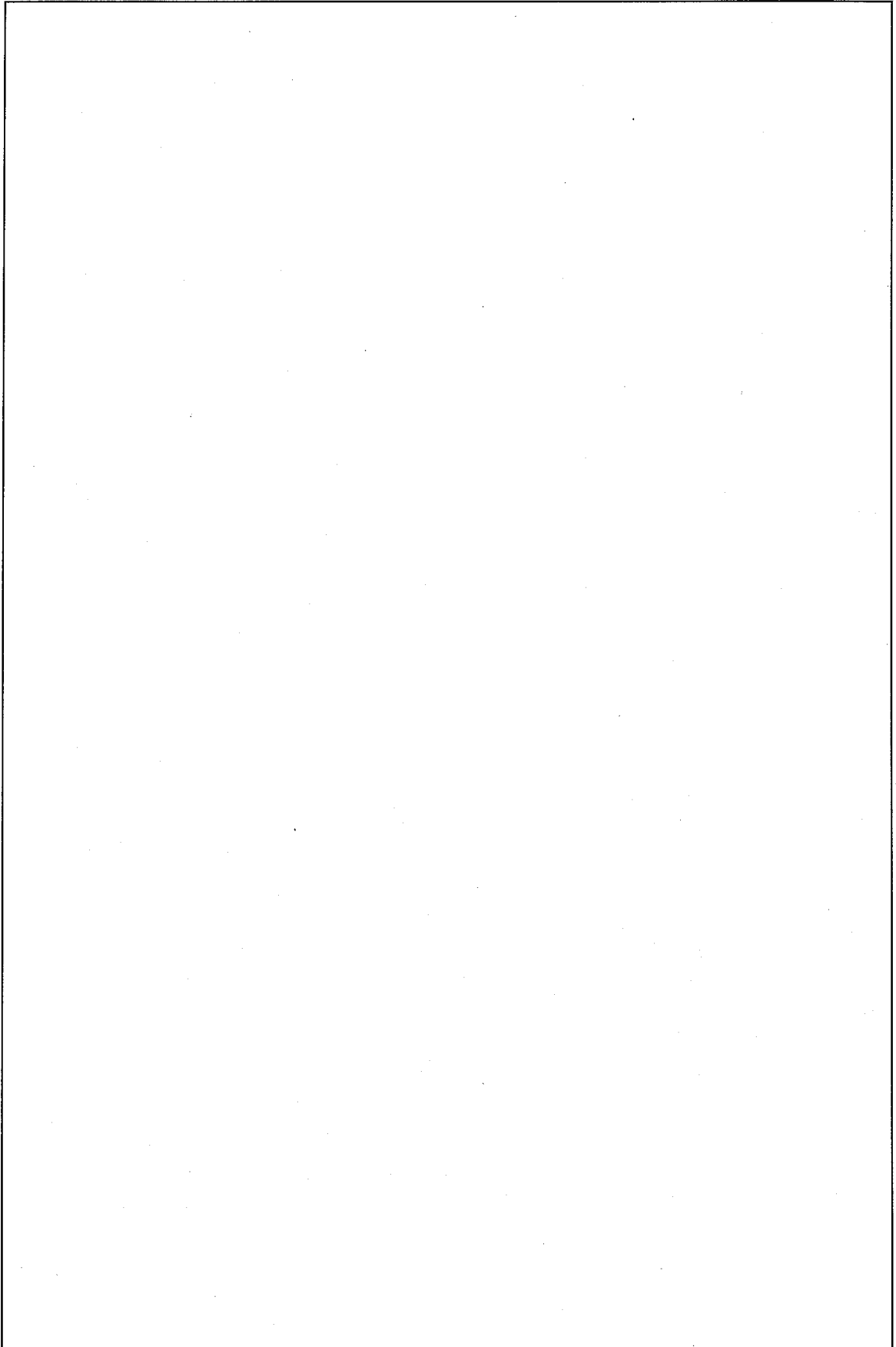
この結果から、本解析に用いた計算方法及び核データは妥当な結果を与えるといえる。

(口) - 第E. 5 表 臨界実験における臨界寸法

臨界寸法	
実験 No.	
臨界実験 - 1	
臨界実験 - 2	
臨界実験 - 3	

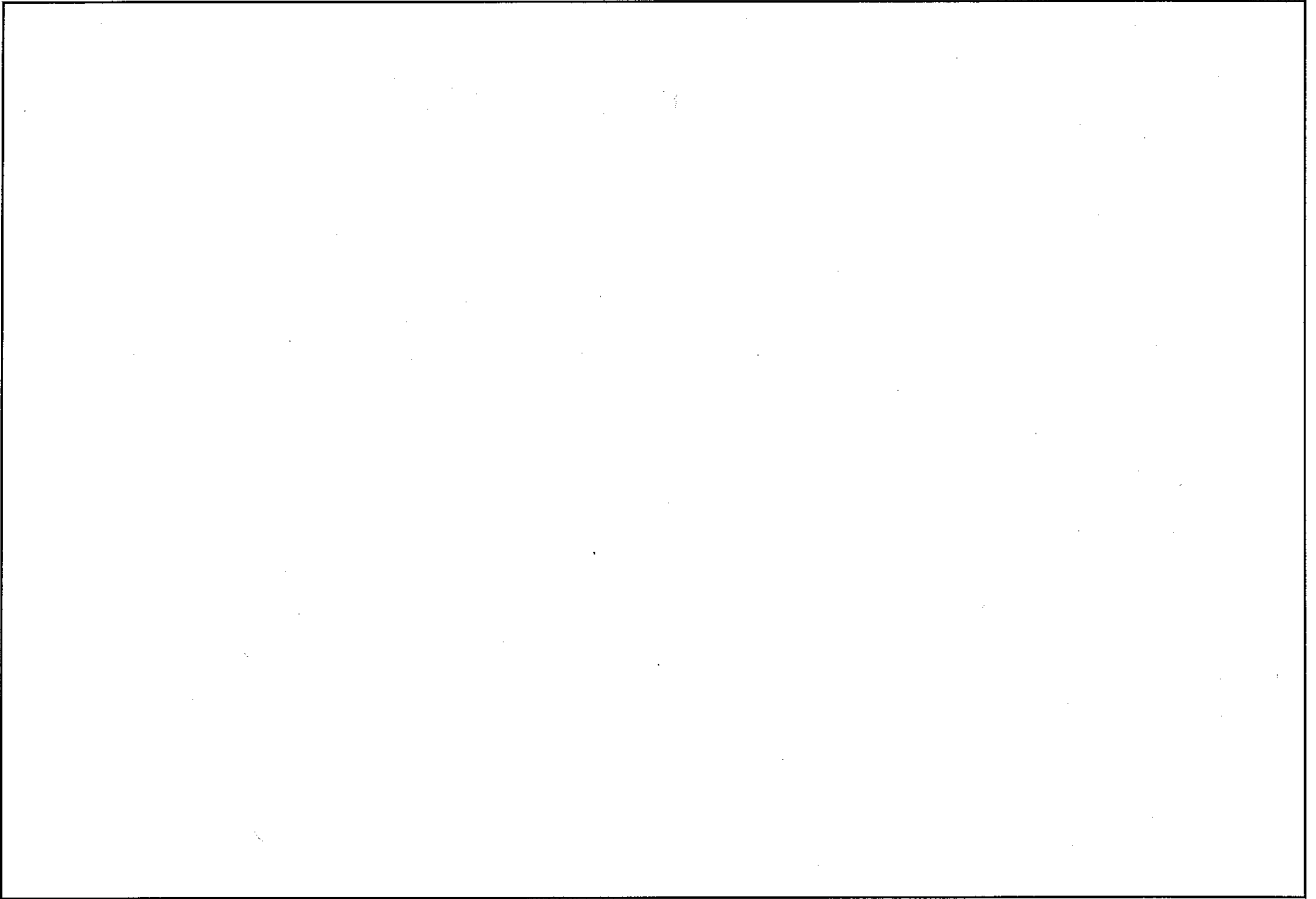
- (1)
- (2)
- (3)

(口) - 第E. 6表 臨界実験に用いられた材料の密度と原子個数密度

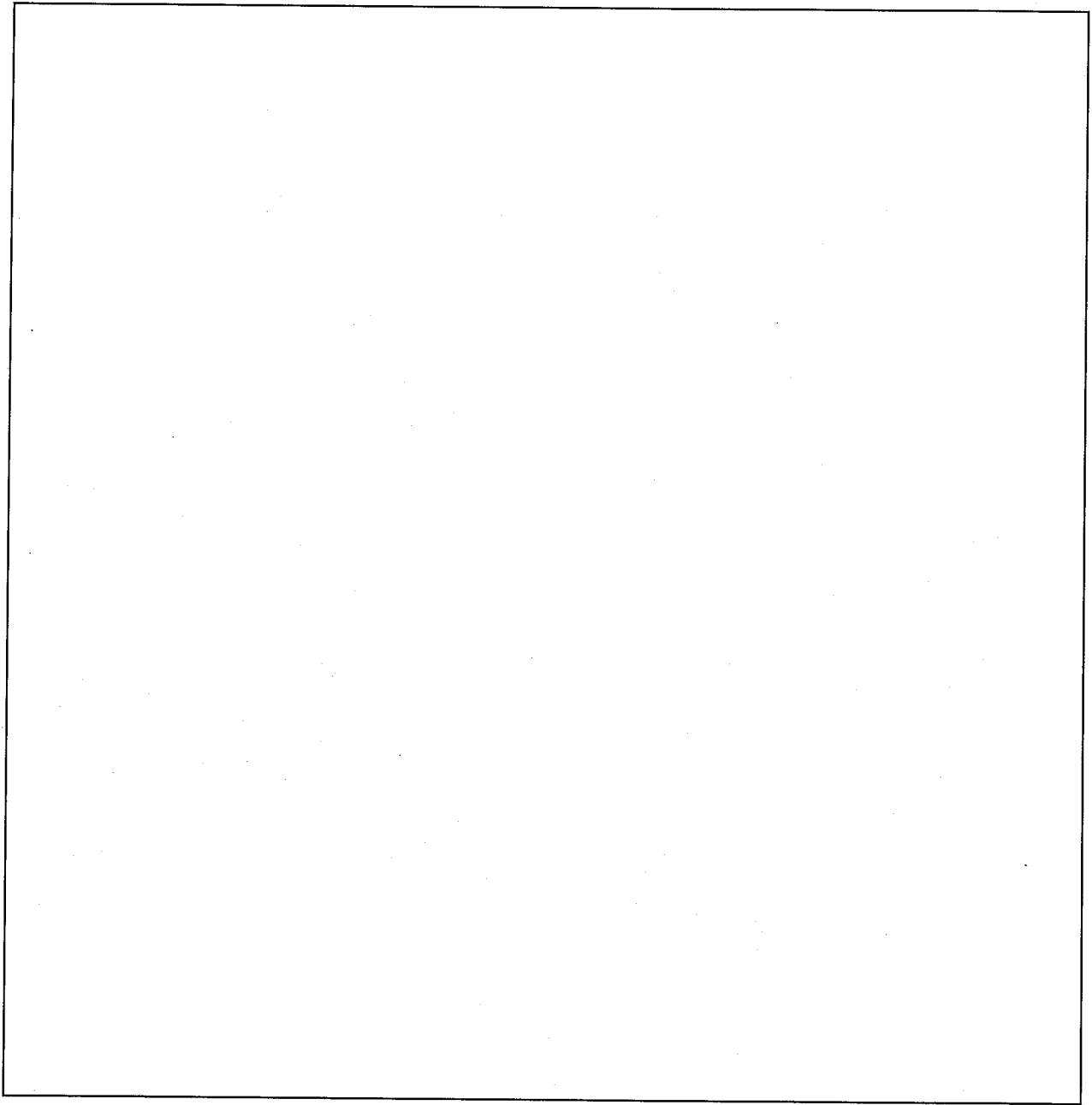


(口) 一第E. 7表 臨界実験解析の結果

ケース	$k_{\text{eff}} \pm \sigma$
	1.00045 ± 0.00039
	0.99823 ± 0.00047
	0.99947 ± 0.00038



(口) - 第E. 7 図 臨界実験に用いられた燃料棒の仕様



(口) - 第E. 8 図 臨界実験体系

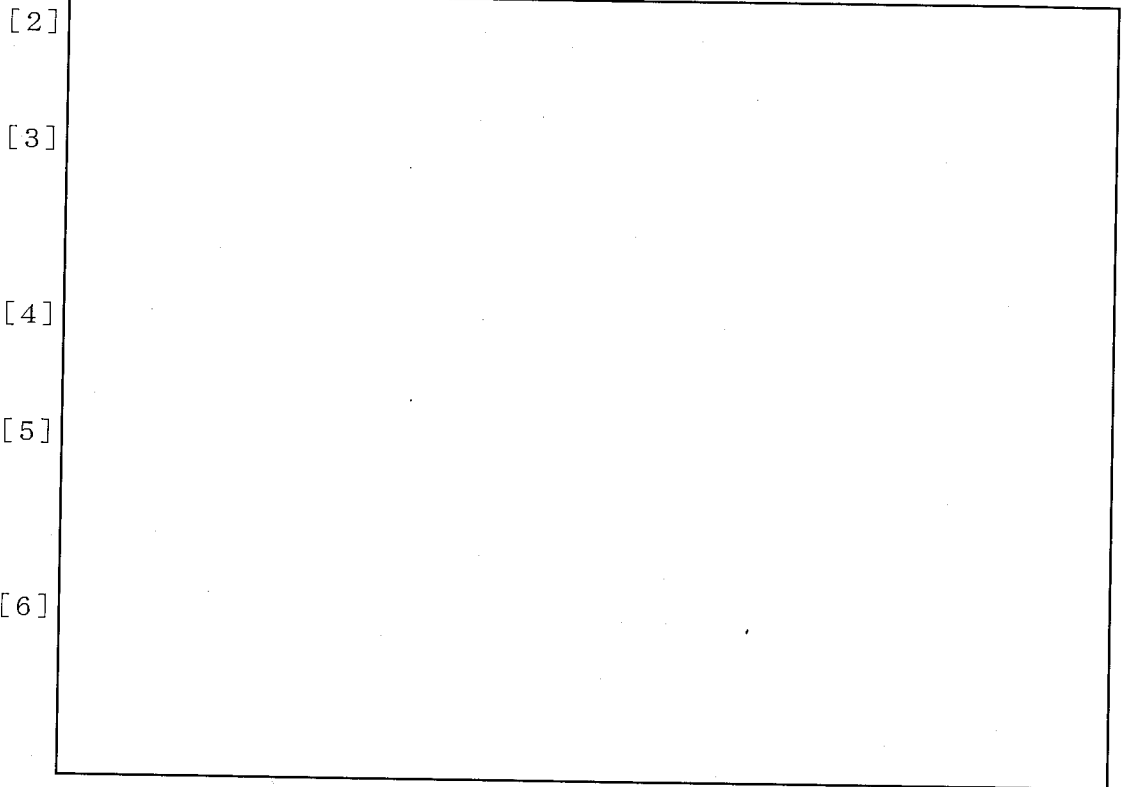
E.6 結果の要約及びその評価

解析結果は(ロ)－第E.4表に示す通り、最も厳しい特別の試験条件下の配列系においても、未臨界性は確保されている。したがって、①通常輸送時、②輸送物を孤立系の条件に置く場合、③一般の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合、④特別の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合、⑤一般の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合、⑥特別の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合のいずれの条件においても未臨界が維持される。

E. 7 附属書類

E. 7. 1 参考文献

[1] B. T. Rearden and M. A. Jessee, Eds., "SCALE Code System"; ORNL/TM-2005/39, Version 6.2.1, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee (2016)



口章 F 核燃料輸送物の経年変化の考慮

(ロ)－F．核燃料輸送物の経年変化の考慮

F.1 考慮すべき経年変化要因

本章では、本輸送物について使用を予定する期間中に想定される使用状況及びそれに伴う経年変化について考慮する。本輸送容器の使用予定期間は60年程度であり、輸送頻度は年6回程度で使用期間を通しての輸送予定回数は計360回、また1回の輸送期間(運搬)は通常数日から1ヶ月程度である。

本輸送物の使用期間中に想定される経年変化の要因としては、容器保管中や使用中における温度変化(熱)、収納物から発生する放射線、腐食等の化学変化及び繰り返し応力が生じることによる疲労が考えられる。そこで、これらの経年変化を生じさせる要因について、本輸送容器の構成部品に関して評価を実施する。

熱、放射線、化学変化の評価においては、使用予定より保守的な条件として60年の連続使用を考慮する。また、疲労の評価において、吊上げ部を有する容器本体については使用計画回数を保守的に以下のとおりとする。

使用計画回数：輸送容器使用期間×輸送回数×吊り上げ回数

ここで、

- ・輸送容器使用期間：60年
- ・輸送回数 : 6回/年
- ・吊り上げ回数 : 15回/輸送(輸送物の標準的な取扱いとして想定される吊り上げ回数に、保守・点検等を含め設定)

上記を踏まえて、評価は使用計画回数 $=60 \times 6 \times 15 = 5400$ 回を包絡する6000回で行った。

その他の部位については内圧による応力を考慮して、応力発生回数を保守的に以下のとおりとする。

応力発生回数：輸送容器使用期間×輸送回数×輸送期間

ここで、

- ・輸送期間 : 30日/回(数日から1ヶ月程度を保守側に設定)

上記を踏まえ、評価は応力発生回数 $=60 \times 6 \times 30 = 10800$ 回を包絡する12000回で行った。

F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価

経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品として、安全機能を担う構成部品とその使用材料を下記に示す。

輸送容器の構成部品	材料
クロスフレーム (スキン)	ボロンステンレス鋼
上蓋 (外筒, ドームプレート, 内筒, フランジ, ブラケット, 締付ボルト)	炭素鋼, 合金鋼
下部容器 (外筒, ドームプレート, 内筒, フランジ, ショックマウント取付板, リブ)	
ショックマウントフレーム (サイドレール, クロスチューブ)	
クロスフレーム (トップフレーム, ボトムフレーム, クロスチューブ, ユニバーチャンネル)	
クロスフレーム (クランピングフレーム, 支持格子用パッド, 支持格子押さボルト, ジャッキスクリュー, 固定枠, ボトムサポート, アクスル)	
ショックマウント (<input type="text"/>)	ゴム (<input type="text"/>)
クロスフレーム (クッション)	<input type="text"/>)
緩衝材	木材 (<input type="text"/>)

クロスピンについては定期的に新しいものと取替えるため、またOリングについては輸送容器の安全性能を担保していないことから、経年変化考慮の対象外である。

以上より、輸送容器において経年変化の考慮の必要性を評価する材料は下記の5つである。

- ・ボロンステンレス鋼
- ・炭素鋼, 合金鋼
- ・ゴム ()
- ・木材

以下に、各材料の経年変化の考慮の必要性について、熱、放射線、化学変化及び疲労の観点から示す。

(1) ボロンステンレス鋼

ボロン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.1 表に示す。

(ロ) - 第 F.1 表 ボロンステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性 (1/2)

材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性
ボロンステンレス鋼	熱	使用期間中に想定されるボロンステンレス鋼の温度範囲である-20℃から 73℃((ロ)B. 4. 2 参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度はステンレス鋼の融点(K)の三分の一である 280℃であり、運搬中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮にボロンステンレス鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し
	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による材料の脆化等の経年劣化の影響は受けない。また、含有されるボロンの量は有意に低下しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し
	化学	ボロンステンレス鋼は材料の表面に不動態膜を形成することから腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で、腐食が確認された場合は補修又は交換する。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し

(ロ) ー第 F.1 表 ボロステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性 (2/2)

材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性
ボロステン レス 鋼	疲労	構造部材として用いられていないため発生応力のごく小さい。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し

(2)炭素鋼・合金鋼

炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)一第F.2表に示す。

(ロ)一第F.2表 炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性 (1/2)

材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性
炭素鋼・合金鋼	熱	使用期間中に想定される炭素鋼・合金鋼の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度は低合金鋼の融点(K)の三分の一である300℃であり、運搬中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮に炭素鋼・合金鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、使用期間に想定される温度範囲においては組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し
	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し
	化学	炭素鋼は防錆処置として塗装を施し、ボルトに用いる炭素鋼と合金鋼には防錆潤滑剤を塗布して使用していることから、腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で異常が確認された場合には補修又は交換する。さらに、発送前検査で外観に異常がないことを確認している。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し

(ロ) ー第 F.2 表 炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性 (2/2)

材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性
炭素鋼・ 合金鋼	疲労	外筒やブラケットにおいて、吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により繰り返し応力が発生するため、経年変化についての考慮が必要となる。 吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により外筒やブラケットに発生する応力の繰り返し回数を、F.1で示したとおり保守側に設定した使用回数に基づいて疲労評価を行う ((ロ)A.10.9 参照)。	有り

(3) ゴム ()

ゴム () 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 ゴム () の経年変化の考慮の必要性 (1/2)

材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性
ゴム (<input type="checkbox"/>) <input type="checkbox"/>	熱	使用期間中に想定されるゴム (<input type="text"/>) の温度範囲である -20℃ から 73℃ ((ロ)B.4.2 参照) までを考慮する。運搬中に予想される温度は A.4.2 に示す使用可能温度範囲であり熱劣化は生じないが、熱影響により応力緩和が生じ防振機構部の保持位置が低くなることが想定されることから、臨界・遮蔽上の安全機能への有意な影響がないことを確認している。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し
	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し
	化学	金属材料と異なり腐食等は発生しないが、空気中に含まれるオゾン等により酸化 ⁽¹⁾ し、若干硬化することが予想される。そのため落下評価においてショックマウント (<input type="text"/>) (<input type="checkbox"/> ゴム) の硬化が衝撃荷重評価に影響する可能性がある。クッション材 (<input type="text"/>) (<input type="checkbox"/> ゴム) は燃料集合体のあて傷防止目的であるため、若干の硬化が生じても機能に影響しない。 以上のことから、落下評価に対するショックマウントの硬化影響を考慮する必要があり、その影響を確認する。 ((ロ)A.10.12 参照)。	有り

(ロ) - 第 F.3 表 ゴム () の経年変化の考慮

の必要性 (2/2)

材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性
ゴム <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	疲労	定期的な点検により劣化状況を確認するとともに交換することで維持しているため、疲労による経年変化を防止する。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し

(4) 木材

木材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 木材の経年変化の考慮の必要性 (1/2)

材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性
木材 (<input type="checkbox"/>)	熱	<p>使用期間中に想定される木材の温度範囲は、熱解析で算出した容器の温度と同等の 73°C((ロ)B.4.2 参照)までを考慮する。高温環境下では熱による強度低下が考えられ、木材温度が 200 °C に達すると木材の熱分解が進む⁽²⁾との文献が確認できたものの、直接参照できる文献は乏しい状況にある。一方で、緩衝材として木材が広く使用されていることを踏まえ、現在国内事業者が使用又は使用予定の輸送容器について、これまでの実輸送時の条件をもとに収納物による設計上の最大入熱を考慮した輸送容器の緩衝材の平均温度を評価した結果、約 40~70 °C 程度であること、使用済燃料輸送実績のある輸送容器を廃棄する際に採取した木材の圧潰強度及び密度測定の結果、木材の衝撃吸収性能は健全であり性能劣化はなかった^(注) こと、また本輸送物の収納物が発熱しないことから、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。</p> <p>以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</p>	無し

(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) ー第 F.4 表 木材の経年変化の考慮の必要性 (2/2)

材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性
木材	放射線	<p>収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</p>	無し
	化学	<p>緩衝材の充填空間は炭素鋼製の外筒や内筒等に覆われた閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐朽による経年変化の影響は受けない。</p> <p>以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</p>	無し
	疲労	<p>木材の使用箇所には、内外圧差や取扱いに起因する応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</p>	無し

F.3 安全解析における経年変化の考慮内容

前節に示した通り、本輸送物に係る安全機能を担う構成部品の材料を対象に、経年変化の考慮の必要性について評価を行った。

ステンレス鋼、炭素鋼・合金鋼、木材については、技術基準への適合性を評価する上で使用期間中の経年変化を考慮する必要がないことを確認した。

炭素鋼・合金鋼については熱、放射線、化学変化において、またゴムについては定期交換を踏まえ、熱、放射線、疲労において、技術基準への適合性を評価する上で使用期間中の経年変化を考慮する必要がないことを確認した。

炭素鋼製の外筒や合金鋼製のボルトについては、吊り上げや内外圧力差によって繰り返し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最も厳しい応力条件、かつ、保守的な繰り返し回数を考慮した上で吊り上げと内外圧力差による疲労を評価したところ、使用期間において疲労破壊は発生せず、輸送物が規則に定める技術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。

ショックマウントに使用する ゴムについては、空気中に含まれるオゾン等により酸化し若干硬化する経年変化を考慮する必要がある。ショックマウントの硬化影響を考慮した上で、衝撃加速度を評価した結果、最も余裕率の小さい燃料被覆管においても構造健全性は維持され、輸送物が規則に定める技術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) 大武義人, 「ゴム・プラスチック材料のトラブルと対策—劣化と材料選択—」, 日刊工業新聞社, (2010).
- (2) 岡野健, 祖父江信夫, 「木材科学ハンドブック」, 朝倉書店, (2006).

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 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価

本輸送物の設計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(以下「外運搬規則」)第3条、第5条及び第11条に該当する技術上の基準及び、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」)に定める技術基準に対し適合していることの評価を別表に示す。

別表 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
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考									
第3条 第1項 第一号	第4条 及び 別表第一	危険性が極めて少ない核燃料物質等 (L型輸送物)	該当しない	(イ)-A										
第二号		原子力規制委員会の定める量を超えない量の放射能を有する核燃料物質等 (A型輸送物)												
第三号		<table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>核燃料物質等の区分</th> <th>放射能の量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A型</td> <td>特別形核燃料物質等</td> <td>A₁値以下</td> </tr> <tr> <td></td> <td>特別形核燃料物質等以外のもの</td> <td>A₂値以下</td> </tr> </tbody> </table>	区分	核燃料物質等の区分	放射能の量	A型	特別形核燃料物質等	A ₁ 値以下		特別形核燃料物質等以外のもの	A ₂ 値以下	設計変更において、適合性判断を行う条件となる収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、本輸送物に収納される核燃料物質は、特別形核燃料物質等以外のものに該当し、核燃料物質の濃縮度は5wt%以下の未照射の二酸化ウランである。	(イ)-B	
区分	核燃料物質等の区分	放射能の量												
A型	特別形核燃料物質等	A ₁ 値以下												
	特別形核燃料物質等以外のもの	A ₂ 値以下												
第2項		原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等 (B/M型輸送物又はB/U型輸送物)	該当しない	(イ)-A										
		放射能濃度が低い核燃料物質等であって危険性が少ないもの、核燃料物質等によって表面が汚染された物であって危険性が少ないもの (IP型輸送物)	該当しない	(イ)-A										

別表 外運搬規則及び外運搬告示への適合性の評価
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第3条 第3項	告示の項目	<p>核燃料輸送物の経年変化を考慮した上で、技術上の基準に適合するものではない。</p>	<p>本輸送容器の使用予定期間は60年であり、使用期間を通しての輸送予定回数は計360回、1回の輸送期間は通常数日から1ヶ月程度を想定している。収納物が発熱しないため、太陽放射熱による温度上昇を保守的に定常状態として簡易計算で評価した本輸送容器の最高温度は73℃である。輸送物の安全機能を担う構成部品(ボロンステンレス鋼、炭素鋼、合金鋼、ゴム(□)、木材)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ついて評価した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボロンステンレス鋼、炭素鋼、合金鋼については、60年間連続して構成部品等が使用中に想定される最高温度であるとした保守側の条件の下で、組織変化、クリープ、割れ、熱分解は発生しない。また、木材については、使用済燃料輸送容器の緩衝体木材の衝撃吸収性能が維持されていた実績、及び、本輸送物の収納物の発熱量が無いことから、経年変化の考慮は必要なく、熱による経年変化の影響は受けない。ゴムについては熱影響により応力緩和が生じ防振機構部の保持位置が低くなることが想定されるが、臨界・遮蔽上の安全機能への有意な影響がないことを確認している。 ・収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による材料の脆化等の経年劣化の影響は受けない。また含有されるボロンの量は有意に低下しないことから、経年変化の考慮は必要なく、放射線による経年変化の影響は受けない。 ・ボロンステンレス鋼については材料の表面に不動態膜を形成し、炭素鋼は防錆処理として塗装を施し、ボルトに用いる炭素鋼と合金鋼には防錆潤滑剤を塗布して使用していることから腐食は発生しにくく、定期自主検査の外観検査で異常がないことを確認している。木材はステンレス鋼製のカバープレートに覆われた閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐朽による経年変化の影響は受けない。ゴムについては空气中に含まれるオゾン等により酸化し、若干硬化することが予想される。そのため落下評価においてショックマウント(□)ゴムの硬化が衝撃荷重評価に影響する可能性がある。硬化影響を考慮した上で最も余裕の小さい燃料被覆管に対して応力評価を実施し、輸送物が規則に定める技術基準に適合していることを確認している。クッション材(□)ゴムは燃料集合体のあて傷防止目的であるため、若干の硬化が生じても機能に影響しない。 ・外筒や締付ボルトに使用する炭素鋼及び合金鋼について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。使用予定より保守的な条件として、使用期間中に内外圧差の応力が12000回、吊り上げによる応力が6000回発生するとし、疲労評価を実施し、規則に定める技術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。ボロンステンレス鋼、木材については内外圧差や取扱いに起因する応力は生じないことから経年変化の考慮は必要なく、疲労による経年変化の影響は受けない。ゴムについては定期的な点検により劣化状況を確認するとともに交換することで維持しているため、疲労による経年変化を防止する。以上のことから規則に定める技術基準の適合に影響しない。 	(a)~(d)	

別表 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
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第5条 第1項 第1号		容易に、かつ、安全に取扱うことができること。 運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂・破損等の生じるおそれがないこと。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 1. 本輸送物の[]には[]ヶ所吊金具が取付けられており、クレーン等により本輸送物は容易にかつ、安全に取扱うことができる。これらの吊金具は輸送物最大重量([]kg)の3倍の荷重を負荷した場合にも十分強度を保持するので、本輸送物の急激な吊上げに対しても耐える。 設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。そのため、以下に示すように運搬中に予想される輸送容器的温度・内圧の変化及び振動を考慮しても、技術基準が適合することに変更はない。 2-1. 本輸送物は運搬中に予想される振動によって[]及び[]が破損することはない。また応答増幅を考慮しても、輸送容器に亀裂、破損が生じるない。 2-2. 運搬中に予想される本輸送物の温度変化は-20 から、太陽放射熱による温度上昇を簡易計算で評価した 73℃までである。この温度範囲において使用材料は温度に耐え、低温脆性破損を生じない。また防振構造部は外殻に感架されており、本輸送物で熱膨張により拘束されるおそれのあるものはないため熱膨張に伴う干渉は生じない。以上より、輸送容器に亀裂・破損等は生じない。 2-3. []は[]本の[]によって確実に締付けられている。また、内圧調整用リリーフバルブを有し、容器内部の圧力は50kPa・Gを超えない。従って、運搬中に予想される容器内部の圧力上昇により上蓋が開封することはなく、輸送容器に亀裂・破損等は生じない。	(p)-A. 4. 4	第4条 第1号 準用
		表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること。		(p)-A. 4. 7	同上 第2号 準用
		材料相互の間及び材料及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じるおそれがないこと。		(p)-B. 4. 6 (p)-A. 5. 1. 2	同上
				(p)-A. 4. 4. 2 (p)-A. 5. 1. 3	同上 第3号 準用
				(p)-A. 5. 2	同上 第4号 準用
				(p)-A. 4. 1	同上 第4号 準用

別表 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
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考						
第5条 第1項 第一号		弁が誤って操作されないような措置が講じられていること。		(P)-A.4.3	第4条 第五号 準用						
	第9条	表面の放射性物質の密度が原子力規制委員会の定める密度（以下「表面密度限度」と言う。）を超えないこと。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる表面密度限度に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 5. 本輸送物には密封装置としての構成部品はなく、燃料棒が輸送物の密封境界となっており、放射性収納物が外に出る可能性のある弁はついていない。 設計変更において、適合性判断を行う条件となる表面密度限度に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合するよう運用することに変更はない。 6. 本輸送物の発送前検査において容器表面における放射性物質の密度を実測し、規則に定める次表の表面密度限度以下であることを確認する。	(A)-A.2	同上 第八号 準用						
			<table border="1"> <tr> <td>放射性物質の区分</td> <td>α線を放出する放射性物質</td> <td>α線を放出しない放射性物質</td> </tr> <tr> <td>許容密度 (Bq/cm²)</td> <td>0.4</td> <td>4</td> </tr> </table>	放射性物質の区分	α線を放出する放射性物質	α線を放出しない放射性物質	許容密度 (Bq/cm ²)	0.4	4		
放射性物質の区分	α線を放出する放射性物質	α線を放出しない放射性物質									
許容密度 (Bq/cm ²)	0.4	4									
第5条 第二号		核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品（核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る。）以外のものが収納されていないこと。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的構造及び運用に変更はない。従って、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合するよう運用することに変更はない。 7. 本輸送物の発送前検査において収納物以外で安全性を損なうおそれのあるものが収納されていないことを確認する。	(A)-A.2	同上 第十号 準用						
		外接する直方体の各辺が10 cm以上であること。	設計変更においては、適合性判断を行う条件となる輸送容器的構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 8. 本輸送物は、外接する直方体の各辺が下記の通り10 cm以上である。 長さ 約 <input type="text"/> mm 外径 約 <input type="text"/> mm 高さ 約 <input type="text"/> mm MFC-1型	(I)-C (I)-第C.3図 (I)-第C.4図							
同上 第三号		みだりに開封されないように、かつ、開封されたことが明らかになるように、容易に破れないシールの貼付け等の措置が講じられていること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的構造及び弁に当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 9. <input type="text"/> は <input type="text"/> 本の <input type="text"/> により確実に締付けされており、 <input type="text"/>	(P)-A.4.3							

別表 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
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第5条第四号		構成部品は、-40℃から70℃までの温度範囲において、亀裂、破損等が生じるおそれがないこと。ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 10. 運搬中に予想される本輸送物の温度変化は-20℃から、太陽放射熱による温度上昇を保守的に定常状態として簡易計算で評価した73℃迄である。この温度範囲において本輸送物の構成部品は亀裂、破損等は生じない。	(p)-A. 4.2	
同上 第五号		周囲の圧力を60kPaとした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 11. 周囲の圧力が60kPaとなった場合にも本輸送物の密封境界である燃料棒は健全性を維持し、密封性は保持される。従って、本輸送物から放射性物質の漏えいはない。	(p)-A. 4.6	
同上 第七号 及び 第八号	第8条	表面における最大線量当量率が2mSv/hを超えないこと。 (専用積載かつ輸送方法の3条件が満たされ原子力規制委員会の承認を受けたものは10mSv/h) 表面から1m離れた位置における最大線量当量率が100μSv/hを超えないこと。 (専用積載で原子力規制委員会の承認を受けたときは制限なし。)	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料、構造及び収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 12. 本輸送物に燃料集合体を収納した場合に、本輸送物の表面及び表面から1mの距離における最大線量当量率は、内筒及び内筒と外筒間の[]材料を無視し無制限筒とした保守的なモデルを用い、燃料集合体1体に対して一次元輸送計算コードANISNで計算した結果を収納体数倍(2倍)することにより算出した結果、最大で[]mSv/h及び[]mSv/hである。従って、いずれの線量当量率も規則に定める基準値以下である。	(p)-D. 5	
同上 第九号イ		放射性物質の漏えいがないこと。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 13. 後述するように、一般の各種試験に関する解析の結果、本輸送物の密封境界である燃料棒は変形、破損せず、その密封性は保持される。従って、本輸送物から放射性物質の漏えいはない。	(p)-C. 3.1 (p)-C. 4.2	
同上 第九号ロ		一般の試験条件下で表面の線量当量率が著しく増加せず、かつ、2mSv/hを超えないこと。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料、構造及び収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 14. 一般の試験条件の下に置いた場合、後述するように外殻のみ変形するが、表面線量当量率は[]mSv/hから[]mSv/hと、著しい増加はなく、規則に定める基準値より大幅に下廻っているため問題とならない。	(p)-D. 5	
同上 第九号	第13条 別記第三 第一号イ	50mm/hの雨量に相当する水を一時間吹き付けること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 15. 本輸送物は円筒状の容器で、表面は塗装されているので吸水性はない。また、容器外筒は水密構造であるため、50mm/hの水の吹き付け試験に対しても容器内部に水が入ることはない。	(p)-A. 5.2	

別表 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
A. 型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第5条 第九号	第13条 別記第三 第一号 ロ(1)	その重量が、5000 kg未満のものにあつては、1.2mの高さから、最大の破損を及ぼすように落下させること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 16. 本輸送物の重量は [] kgであり、5,000 kg未満であることより1.2 mの自由落下の落下試験は下記のような落下形態及び落下姿勢を想定して、原型容器試験と比較して加速度変形量共高めの結果が得られている衝撃応答解析コードSHOCKを用い、解析を行った。 ① 垂直落下に関しては ・ 上部下向落下 ・ 下部下向落下 ② 水平落下に関しては ・ 上蓋(0°方向)下向落下 ・ フランジ(90°方向)下向落下 ・ 下部容器(180°方向)下向落下 ③ コーナ落下に関しては ・ 上部下向落下 ・ 下部下向落下 で本輸送物の重心を通る角度 [] の姿勢で解析の結果、上記のいずれの落下姿勢においても、変形は外殻のみで防振構造部が直接落下台に衝突することはない。 また、落下試験時に密封境界である燃料棒に発生する応力は、工式を用いて評価した結果、解析基準値以下であり、従って燃料棒は健全性を損なうことはなく、その密封性は保持される。	(p)-A.5.3	
	同上 第一号 ロ(3)	その重量の5倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に13kPaを乗じて得た値に相当する荷重のうち、いずれか大きいものを24時間加えること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 17. 積み重ね試験は工式を用いた計算による解析を行った。本輸送物の最大重量 ([] kg)として自重プラス5倍に相当する荷重が容器外筒円高部に負荷した場合にも容器外筒は変形、破損しない。	(p)-A.5.4	
	同上 第一号 ロ(4)	重量が6kgであり、直径が3.2cmの容易に破損しない棒であつて、その先端が半球形のものを1mの高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 18. 貫通試験は工式を用いた計算による解析を行った。直径3.2cm、その先端が半球形で重さ6kgの丸棒を1mの高さから本輸送物に落下させても容器外筒を貫通しない。	(p)-A.5.5	

別表 外運機規則及び外運機告示に定める技術基準への適合性の評価
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第6条		BM型輸送物に係る技術上の基準	該当しない	(イ)-A	
第7条		BU型輸送物に係る技術上の基準	該当しない	(イ)-A	
第8条		IP-1型輸送物に係る技術上の基準	該当しない	(イ)-A	
第9条		IP-2型輸送物に係る技術上の基準	該当しない	(イ)-A	
第10条		IP-3型輸送物に係る技術上の基準	該当しない	(イ)-A	
第11条	第23条 第一項	核分裂性物質に係る核燃料輸送物(核分裂性輸送物)は、次の各号のいずれかに該当するものとする。 (第一号から第六号まで略。)	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、本輸送物の収納物は濃縮度 5wt%以下の二酸化ウラン燃料であり、核分裂性核種として輸送物当たり最大で約□kgの ²³⁵ Uが含まれ、核分裂性輸送物に該当することに変更はない。	(イ)-B (イ)-D	
同上 第一号	第24条 別記第十一 第一号	核分裂性輸送物は、経年変化を考慮した上で、輸送中において臨界に達しないものであるほか、技術上の基準に適合するものでなければならぬ。 50 mm/hの雨量に相当する水を一時間吹き付けること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料、構造及び収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 1. 輸送容器的構成部材及び収納物の経年変化を、規則第3条第三項の技術上の基準に対する適合性における説明の通り考慮した上で、規則第11条第二号の技術上の基準に対する適合性において後述するように、通常輸送時に比べてより保守的な条件で臨界解析を行った結果においても臨界に達することはないことから、輸送中において臨界に達することはない。また、経年変化を考慮した上で、本条第一号から第三号の技術上の基準に適合していることを確認している。 2. 本輸送物は円筒状の容器で、表面は塗装されているので吸水性はない。また、容器外筒は水密構造であるため、50 mm/hの水の吹き付け試験に対しても容器内部に水が入ることはない。	(ロ)-E.4.4 (ロ)-F (ロ)-A.9.1.1	告示 別記第三 第一号イ 準用

別表 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
A. 型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第11条 第一号	第24条 別記第十一 第二号	その重量が、5000 kg未満のものにあつては、1.2mの高さから、最大の破損を及ぼすように落下させること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 3. 本輸送物の重量は□ kgであり、5,000 kg未満であることより1.2 mの自由落下の落下試験は下記のような落下形態及び落下姿勢を想定して衝撃応答解析コードSHOCKを用い解析を行った。 ① 垂直落下に関しては ・上部下向落下 ・下部下向落下 ② 水平落下に関しては ・上蓋(0°方向)下向落下 ・フランジ(90°方向)下向落下 ・下部容器(180°方向)下向落下 ③ コーナ落下に関しては ・上部下向落下 ・下部下向落下 で本輸送物の重心を通る角度(□)の姿勢で解析の結果、上記のいずれの落下姿勢においても、変形は外殻のみで防振構造部が直接落下台に衝突することはない。 また、落下試験時に密封境界である燃料棒に発生する応力は、工学的を用いて評価した結果、解析基準値以下であった。従って燃料棒は強度を保ち、その密封性は保持される。	(p)-A.9.1.2	別記第三 第一号ロ (1) 準用
同上 第三号	同上 第三号	その重量の5倍に相当する荷重又は鉛直投影面積に13kPaを乗じて得た値に相当する荷重のうち、いずれか大きいものを24時間加えること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 4. 積み重ね試験は工学式を用いた計算による解析を行った。本輸送物の最大重量(□ kg)として自重プラス5倍に相当する荷重が容器外筒円筒部に負荷した場合にも容器外筒は変形、破損しない。	(p)-A.9.1.3	別記第三 第一号ロ (3) 準用
同上	同上	重量が6 kgであり、直径が3.2 cmの容易に破損しない棒であつて、その先端が半球形のものを1 mの高さから当該核燃料輸送物の最も弱い部分に落下させること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 5. 貫通試験は工学式を用いた計算による解析を行った。直径3.2 cm、その先端が半球形で重量6 kgの丸棒を1 mの高さから本輸送物に落下させても容器外筒は貫通しない。	(p)-A.9.1.4	同上 (4) 準用
同上 第一号 イ及びロ		一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。 ① 容器の構造部に1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。 ② 外接する直方体の各辺が10 cm以上であること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 6. 落下評価により構造部に1辺10 cmの立方体を包含するくぼみが生じていない。また、落下変形後の輸送物においても、外接する直方体の各辺は10 cm以上である。	(p)-A.9.1	

別表 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
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第11条 第二号 ハ及びホ	第26条 別記第十二 第一号 ロ(1)	9 mの高さから落下させること。(軽量のものにあつては、500 kgの軟鋼板を9 mの高さから水平に輸送物へ落下)	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 7. 落下試験 I (9 m落下) 下記のような落下形態及び落下姿勢を想定して衝撃応答解析コードS HOCKを用い解析を行った。落下姿勢は次の通りで、1.2 m落下後の変形等を考慮し、解析を行った。 ① 垂直落下に関しては ・ 上部下向落下 ・ 下部下向落下 ② 水平落下に関しては ・ 上蓋 (0°方向) 下向落下 ・ フランジ (90°方向) 下向落下 ・ 下部容器 (180°方向) 下向落下 ③ コーナ落下に関しては ・ 上部下向落下 ・ 下部下向落下 で本輸送物の重心を通る角度 (□) の姿勢解析の結果、上記のいずれの落下姿勢においても、変形は外殻のみで防振構造部が直接落下台に衝突することはない。 また、落下試験時に密封境界である燃料棒に発生する応力は、工学式を用いた計算の結果、解析基準値以下であった。従って、燃料棒は破損することなく、その密封性は保持される。	(P)-A.9.2.1	
	同上 第一号 ロ(2)	直径15 cm、長さ20 cmの固定した軟鋼丸棒上に1 mの高さから落下させること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 8. 落下試験 II (1 m落下) 原型試験の結果を用いて評価した。その結果外殻に変形は生ずるものの軟鋼丸棒が直接燃料棒集合体に衝突することなく、また発生加速度も落下試験 I (9 m自由落下) より小さい。従って燃料棒は破損することなく、その密封性は保持される。	(P)-A.9.2.2	告示 別記第五 第一号 ロ 準用
	同上 第一号 ハ	摂氏38°Cの条件下に表面温度が一定になるまで置いた後、摂氏800°Cで、かつ、平均値が最小で0.9の放射率を有する火炎の放射熱の条件下に30分間置くこと。この場合において、1日につき12時間の400W/m ² の放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷するものとし、当該核燃料輸送物の表面吸取率は0.8又は実証された値とするものとする。 その後、摂氏38°Cの条件下で400W/m ² の放射熱及び設計上最大となる内部発熱を負荷しつつ冷却すること。ただし、人為的に冷却してはならない。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器的材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 9. 耐火試験 (800°C, 30分間) 耐火試験は、特別の試験条件下で強度試験による損傷状態を内外の局部的な変形が全国にわたって生ずるとした安全側のモデルで考慮し、3次元非定常熱解析コードTRUMPを用い、周囲温度800°Cの条件下で解析を行った。その結果、燃料棒は破損することなく、その密封性は保持される。	(P)-A.9.2.3 (P)-B.5.6	別記第五 第二号 準用

別表 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
A型核分裂性輸送物の規則等に対する適合性の比較

規則の項目	告示の項目	基準	説明	申請書記載 対応項目	備考
第11条 第二号 ハ及びホ	第26条 別記第十二 第一号 二	深さ0.9mの水中に8時間浸漬させること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料及び構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 10. 浸漬試験 (水深0.9m) 工学式を用いて評価した結果、水深0.9m相当の外圧が負荷されても、密封境界である燃料棒被覆管の密封性は維持される。	(n)-A. 9. 2. 4	
同上 第二号 イ、ロ、ハ	第25条	次のいずれの場合にも臨界に達しないこと。 ① 孤立系の条件の下に置くこととした場合 ② 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを孤立系の条件の下に置くこととした場合 ③ 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを孤立系の条件の下に置くこととした場合 ・核分裂性輸送物の水を水で満たすこと。ただし、浸水及び漏水を防止する特別な措置が講じられた部分については、この限りでない。 ・収納される核燃料物質等は中性子増倍率が最大となる配置及び減速状態にすること。 ・密封装置の周囲に置かれた厚さ20cmの水による中性子の反射があること。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料、構造及び収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合するよう評価している方法に変更はない。 11. 本輸送物は、孤立系の条件の下における通常輸送時及び一般及び特別の試験条件下のいずれの場合に比較しても、特別の試験条件下の配列系の方が臨界上厳しくなるので臨界評価は配列系についてのみ行う。	(n)-E. 3. 1 (p)-E. 4. 4 (n)-E. 6	
同上 第二号 ニ、ホ	第27条	次のいずれの場合にも臨界に達しないこと。 ① 核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、当該核分裂性輸送物の輸送制限個数の5倍に相当する個数積載することとした場合。 ② 核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、輸送制限個数の2倍に相当する個数積載することとした場合 ・任意に配列した核分裂性輸送物の周囲に置かれた厚さ20cmの水による中性子の反射があることとする。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料、構造及び収納物に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 12. 本輸送物を配列系の条件の下に置いた場合、一般の輸送条件よりも特別の試験条件下の体系の方が臨界上厳しくなることより、変形した輸送物が向き合い無限個配列していることを模擬している。また、臨界解析上厳しくなる水の浸入を仮定し、実形状を忠実に模擬可能な三次元モデルを用い臨界評価で実績のあるSCALEコードシステムにより評価している。実効増倍率 $(k_{eff} + 3\sigma) = \square$ となり、0.95を超えることはない。 従って、本輸送物は最も厳しい特別の試験条件下 (損傷配列系) に於いても未臨界性は確保されている。	(p)-E. 3. 1 (p)-E. 4. 4 (n)-E. 6	
同上 第三号		摂氏-40℃から摂氏38℃までの温度範囲において、亀裂、破損等の生じることがおそれがないこと。ただし、運搬中に予想される最も低い温度が特定できる場合は、この限りでない。	設計変更において、適合性判断を行う条件となる輸送容器の材料、構造に変更はない。従って、既認可と同じく、以下に示すように当該輸送物が規則に定める技術基準に適合することに変更はない。 13. 本輸送物は-20℃以上で使用する。-20℃から38℃の温度条件において、亀裂、破損等の生じることがおそれはない。	(p)-A. 9	

MF C - 1 型輸送容器に関する
原型容器試験結果報告書(改訂版)

昭和60年5月

(2023年2月一部改訂)

目 次

1. 概 要	(口)－H－ 1
2. 試 験 項 目	(口)－H－ 1
3. 実施場所及び実施日程	(口)－H－ 1
4. 使用機器類	(口)－H－ 5
4.1 試 験 体	(口)－H－ 5
4.2 使用機器	(口)－H－ 11
4.2.1 強度試験	(口)－H－ 11
4.2.2 耐火試験	(口)－H－ 12
4.2.3 燃料集合体健全性確認試験	(口)－H－ 12
4.3 使用工具	(口)－H－ 12
5. 強度試験	(口)－H－ 21
5.1 試験要領	(口)－H－ 21
5.2 落下姿勢の調整	(口)－H－ 22
5.3 測定項目及び測定点	(口)－H－ 31
5.4 試験結果	(口)－H－ 33
5.4.1 垂直落下 (ボトム下向)	(口)－H－ 33
5.4.2 水平落下 (0° 方向下向)	(口)－H－ 33
5.4.3 コーナ落下 (トップ0° 方向下向)	(口)－H－ 34
5.4.4 傾斜落下 (180° 方向下向)	(口)－H－ 35
5.4.5 水平落下 (180° 方向下向)	(口)－H－ 36
5.4.6 水平落下 (90° 方向下向)	(口)－H－ 36
5.4.7 1m水平貫通試験 (強度試験Ⅱ, 180° 方向下向)	(口)－H－ 37
5.4.8 1m垂直貫通試験 (強度試験Ⅱ, ボトム下向)	(口)－H－ 37
6. 耐火試験	(口)－H－ 54
6.1 試験要領	(口)－H－ 54
6.2 計測方法	(口)－H－ 54
6.3 試験状況及び測定結果	(口)－H－ 54
6.4 試験終了後の状況	(口)－H－ 55
7. 燃料集合体健全性確認試験	(口)－H－ 66
7.1 試験概要	(口)－H－ 66
7.2 供 試 体	(口)－H－ 66
7.3 使用機器	(口)－H－ 66

7.4 試験方法	(ロ)－H－	67
7.4.1 模擬燃料棒の取出し	(ロ)－H－	67
7.4.2 ヘリウムリーク試験	(ロ)－H－	67
7.5 試験結果	(ロ)－H－	67
8. 試験結果の評価	(ロ)－H－	71
9. ボロンステンレス鋼を使用したスキン部分モデルの9 m落下試験	(ロ)－H－	72

1. 概要

本試験は、MFC-1型輸送容器の開発に当り、収納物の健全性及び輸送容器の健全性を確認することを目的とし、原型容器2基を使用して、下記試験を実施したものである。

- (1) 強度試験（落下試験Ⅰ，落下試験Ⅱ）
- (2) 耐火試験
- (3) 燃料集合体健全性確認試験

2. 試験項目

本試験で実施した試験項目を以下に示す。

- (1) 落下試験Ⅰ（9 m落下）
 - (a) 垂直落下
 - (b) 水平落下
 - (c) 傾斜落下
 - (d) コーナ落下
- (2) 落下試験Ⅱ（1 m落下）
 - (a) 垂直落下
 - (b) 水平落下
 - (c) コーナ落下
- (3) 耐火試験
 - ・炉内試験—方法Ⅱ（800℃の環境に30分間放置）
- (4) 燃料集合体健全性確認試験
 - ・Heガス漏洩有無の確認

3. 実施場所及び実施日程

- (1) 実施場所
 - (a) 強度試験
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1-1
三菱重工業株式会社 高砂研究所
 - (b) 耐火試験
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1-1
三菱重工業株式会社 神戸造船所

(c) 燃料集合体健全性確認

茨城県那珂郡東海村大字舟石川622番地

三菱原子燃料株式会社 東海製作所

(2) 実施日程

試験実施日程を(口)－第H.1表に示す。

(3) 試験手順

試験手順を(口)－第H.2表に示す。

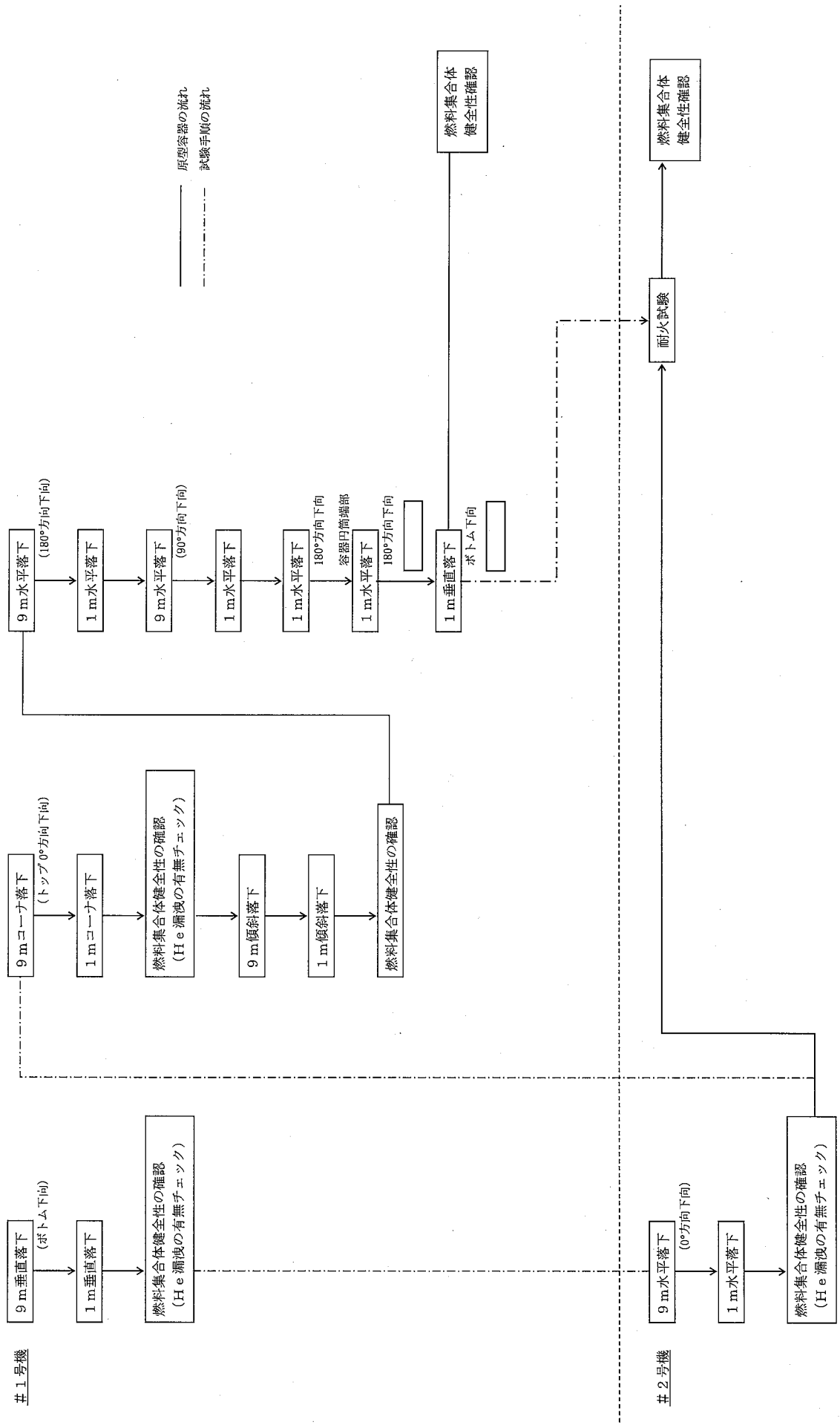
(口) - 第H. 1表 MFC-1型輸送容器試験日程表

		昭和59年						昭和60年					
		12月		1月		2月		3月		4月			
	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1
1	原型容器の準備 (1) 製作 ・ MFC-1型輸送容器 ・ 模擬燃料集合体 ・ 重量模擬体 (2) 試験の準備												
2	原型容器試験 (1) 落下試験 (2) 耐火試験 (3) 模擬燃料健全性確認 (4) 報告書												

(ロ)ー第H.2表 原型容器試験手順

原型容器

試験内容



4. 使用機器類

4.1 試験体

- (1) 原型容器…………… 2体 ((口)–第H. 1図参照)

強度試験及び耐火試験用供試体として、実輸送容器とほぼ同一の原型容器2体を製作した。(口)–第H. 3表に原型容器と実輸送容器の主要部の寸法、重量、材質を示す。

- (2) 模擬燃料集合体… 2体 ((口)–第H. 2図参照)

模擬燃料集合体は、15×15型燃料集合体の実機と同一寸法、同一形状である。実機との相違点は燃料ペレットのみであり、燃料ペレットは、落下試験用には 、耐火試験用には を用いる。

- (3) 模擬重量体…………… 2体 ((口)–第H. 3図参照)

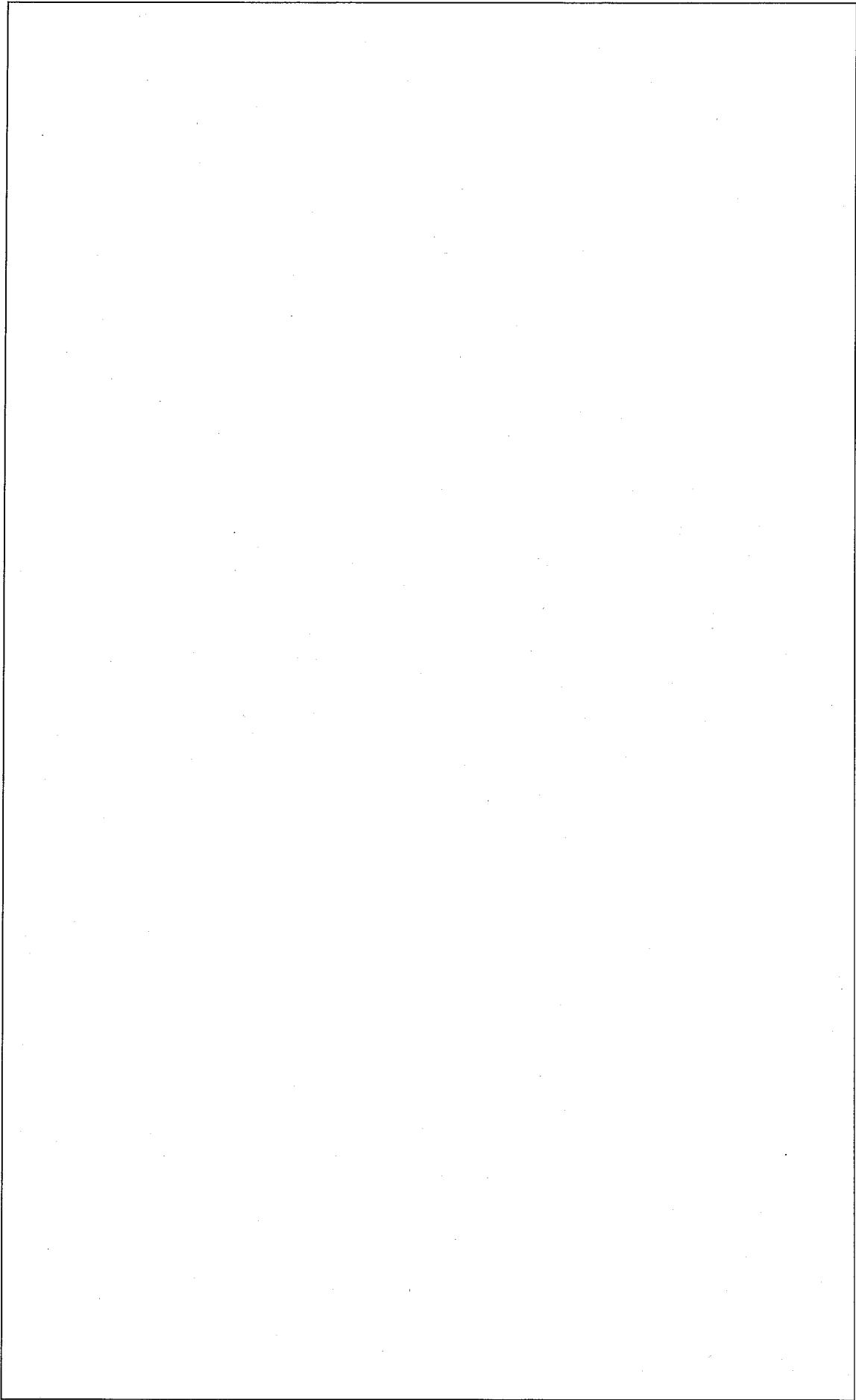
形状は15×15型12フィートの模擬燃料集合体に等しく、重量は17×17型12フィートの模擬燃料集合体に等しいものであり、それぞれの原型容器に1体ずつ装荷する。

- (4) 調整用重量体…………… 2体 ((口)–第H. 4図参照)

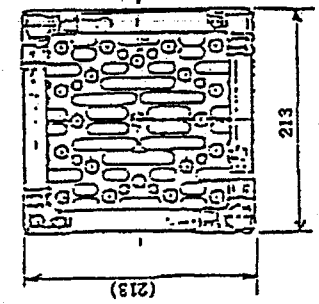
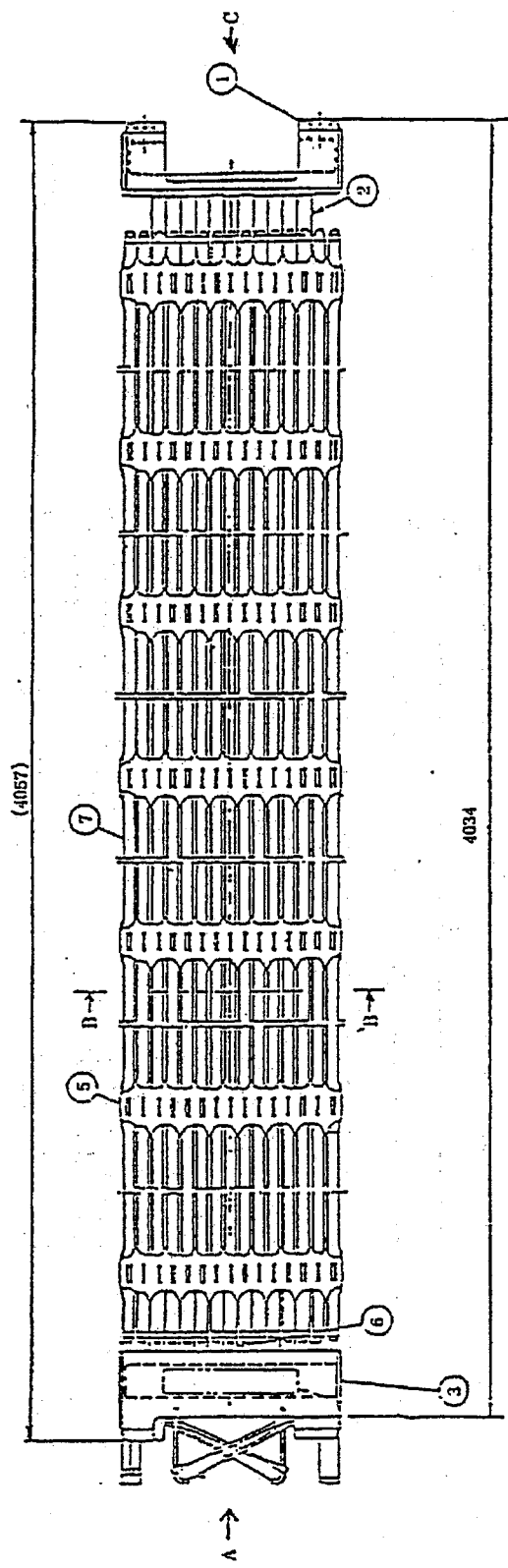
模擬燃料集合体の重量が17×17型12フィートの燃料集合体の質量に等しくなるように、重量を調整するためのものである。

(ロ)－第H. 3表 原型容器と実輸送容器の主要部の比較

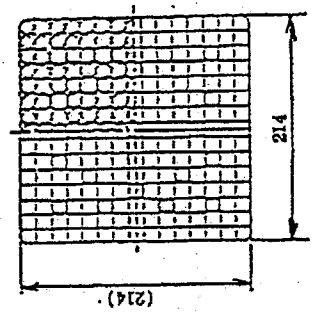
項 目		原 型 容 器		実輸送容器
		# 1号機	# 2号機	
質 量 (kg)	外 殻 防 振 構 造 部 収 納 物 合 計			
寸 法 (mm)	外 径 高 さ 長 さ 外 筒 肉 厚 ・中央部 ・両端部 外筒端板肉厚 <input type="text"/> 肉厚 ・胴部 ・端板部			
使 用 材 料	外 筒 内 筒 防 振 構 造 物 ○ リ ン グ シ ョ ッ ク マ ウ ン ト ス キ ン プ レ ー ト 緩 衝 材			



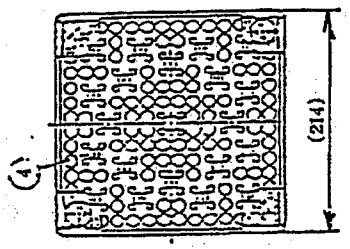
(口) - 第H. 1 図 原 型 容 器 鳥 瞰 図



矢視A



断面B-B

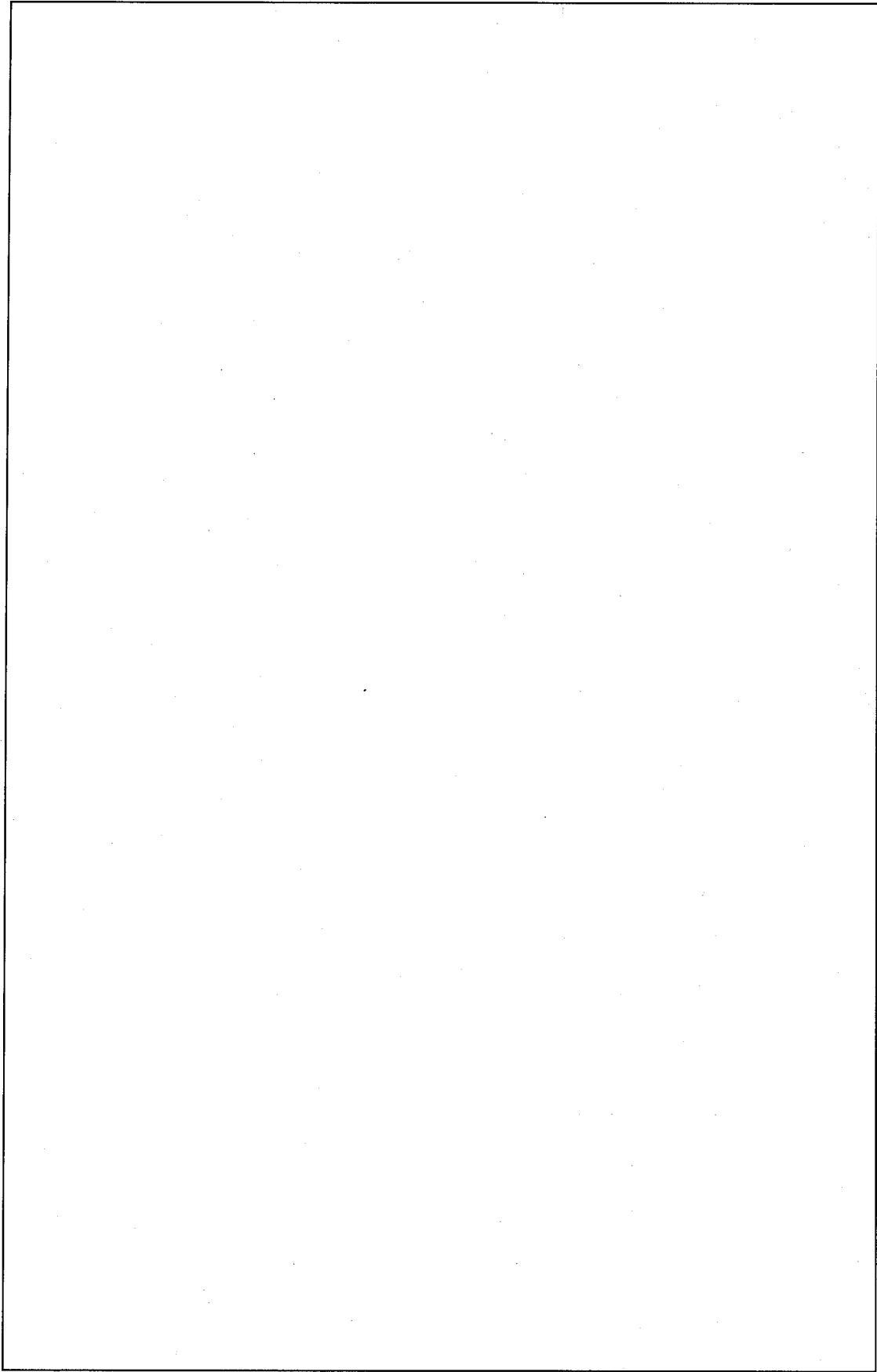


矢視C

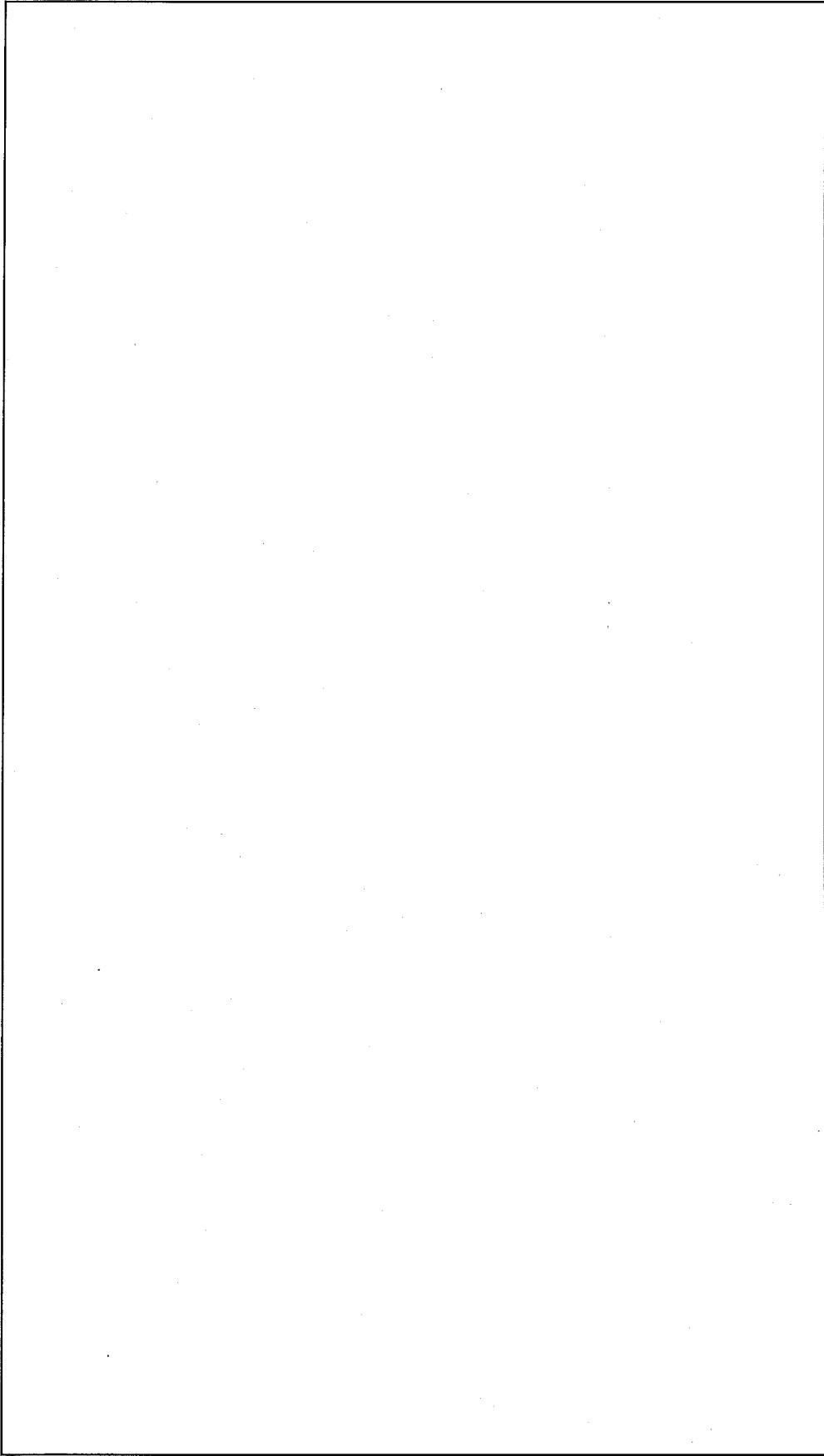
単位: mm

符号	名称	材質	数量
7	燃料棒	ジルカロイ-4	204
6	計装用シンプル	ジルカロイ-4	1
5	交待格子	インコネル718	7
4	シンプルスクリュー		20
3	上部ノズル		1
2	案内シンプル	ジルカロイ-4	20
1	下部ノズル		1

(口) - 第H. 2 図 15 × 15 模擬燃料集合体



(口) - 第H. 3 図 模擬重量体



(口) 一第II. 4 図 模擬燃料集合体用調整重量体

4.2 使用機器

4.2.1 強度試験

(1) 落下試験台

本試験に使用した落下試験台は、縦□m×横□m、深さ1.5mの鉄筋コンクリート上に、□m×□m、厚さ50mmの鋼板を敷いたものである。本落下試験台の全重量は、約99.5tonとなり、今回の原型容器重量の約□倍となる。(□)－第H.5図、写真1参照)

(2) 切離し装置

切離し装置を(□)－第H.6図に示す。本切離し装置は、電磁式で最大吊下げ荷重は5tonである。(写真2参照)

(3) 貫通棒 (落下試験Ⅱ)

貫通棒は鋼製で、φ150mm×350mmの寸法を有し、落下台上にボルト取付にて固定する。(□)－第H.7図、写真3参照)

(4) クレーン車

揚程30m、吊上げ能力35tonのクレーン車を使用した。(□)－第H.8図、写真4参照)

(5) 加速度変換器

単軸用及び三軸用の加速度変換器 (型式: AS-1000A (単軸), AS-1000TA (三軸), 容量1000×g) を使用した。

記録は増幅器を介して、データレコーダにより行い、チャート上に再生記録した。(写真5参照)

(6) 高速度カメラ

各落下姿勢毎に高速度 (500コマ/sec.) 写真撮影を行い、着地前後の挙動を調べた。(型名: 16HD, メーカー: ナック社)

(7) ビデオ

各落下姿勢毎にビデオ撮影を行い、着地前後の挙動及び変形状況、計測状況を記録した。

カメラ 型名: CV-S-101 メーカー: ビクター

デッキ 型名: マックロードNV-10000 メーカー: ナショナル

(8) 測定具

直定規: 1.5m, 1m, 15cm

巻尺: 5m, 3m

ノギス：1.5 m

円周定規：300^R，350^R

角度調整用定規：□°，25°

その他

4.2.2 耐火試験

(1) 耐火炉

耐火試験には、神戸造船所が保有する、□m×□m、長さ□mの熱処理炉を使用した。((ロ)－第H.9図参照)

(2) シース熱電対

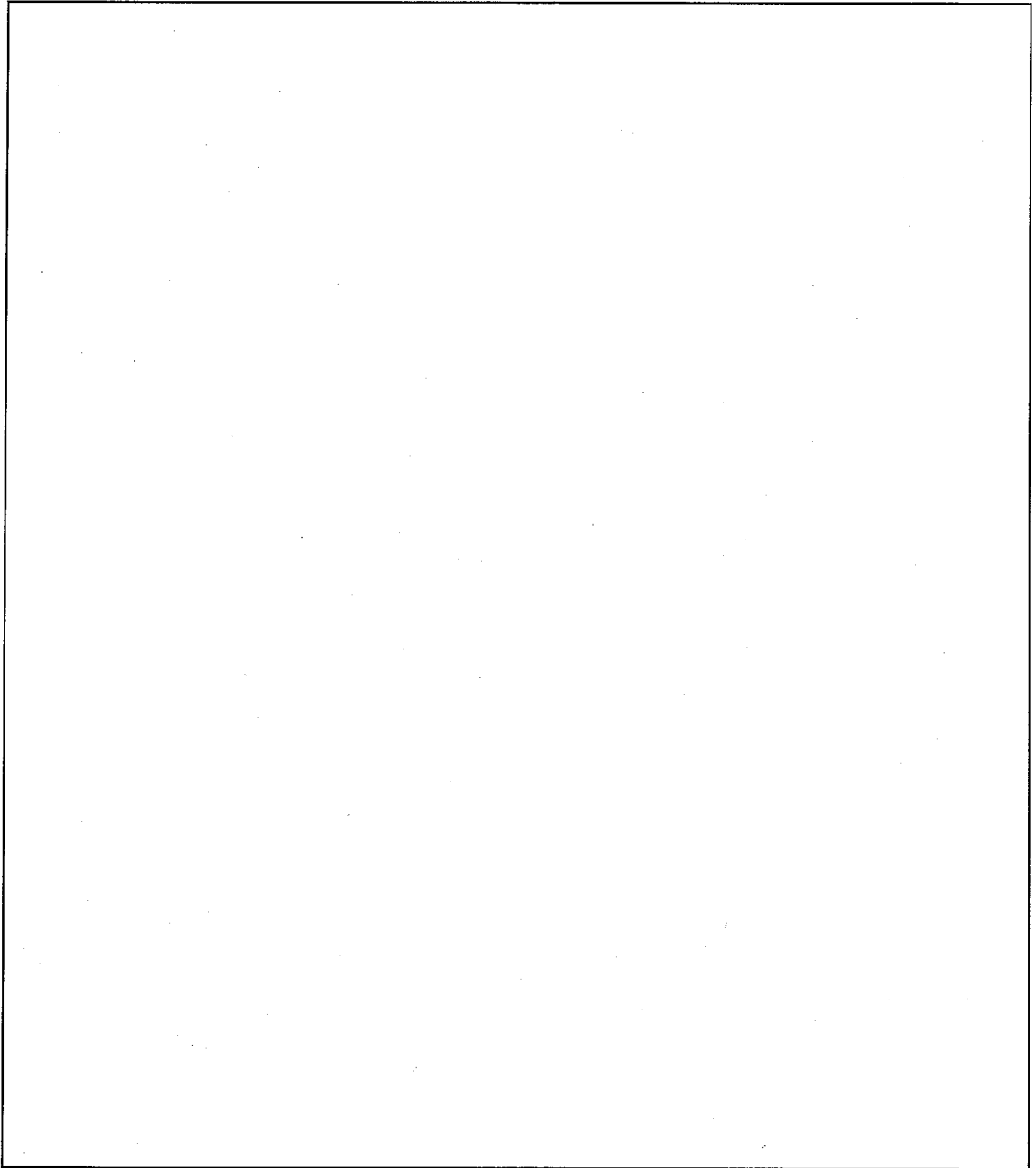
耐火試験にはφ1.6CA、長さ10mの非接地型のシース熱電対を使用し、各部の温度を測定した。

4.2.3 燃料集合体健全性確認試験

(1) ヘリウムガスリーク測定機

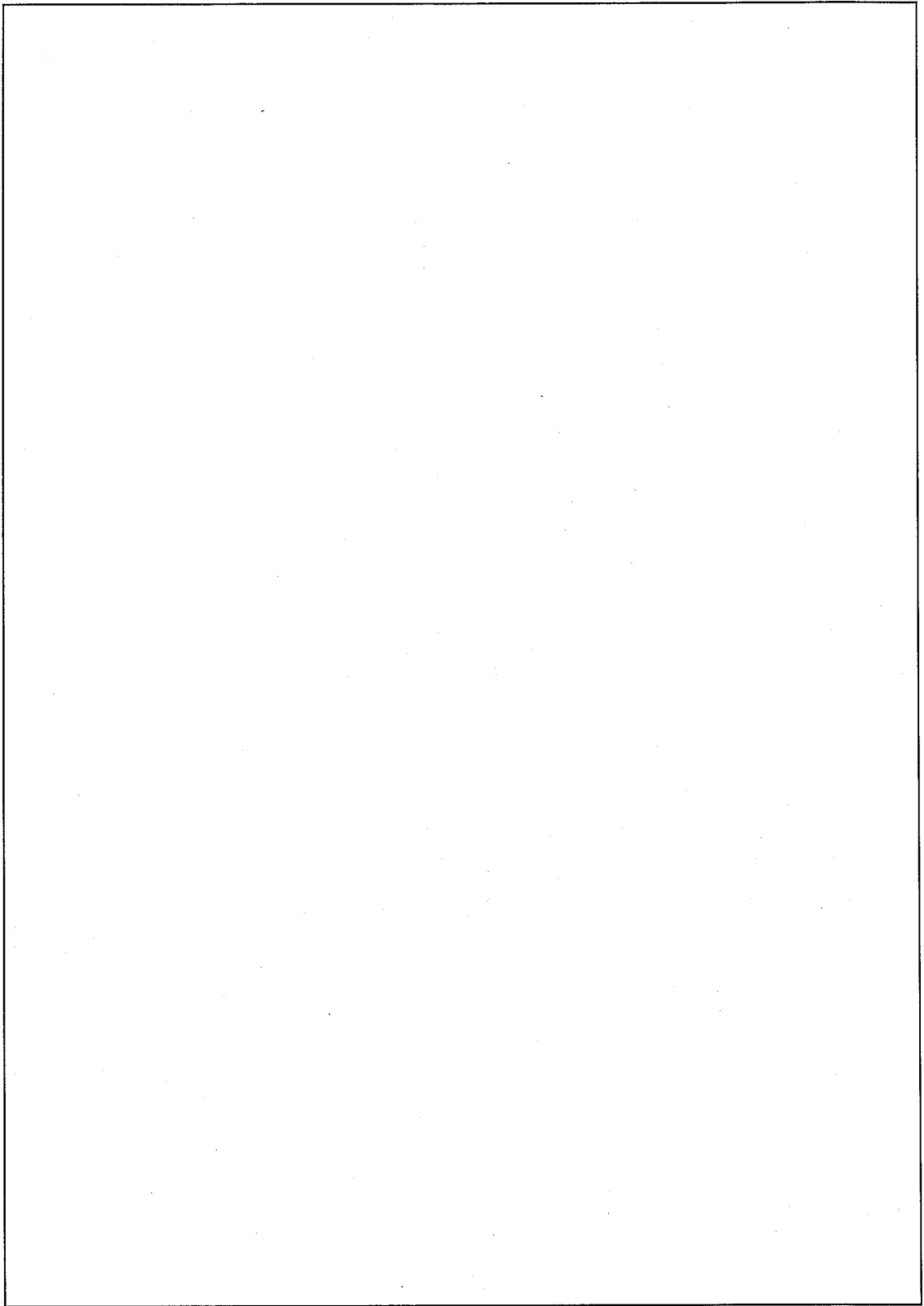
4.3 使用工具

溶接機、ガス切断機、トルクレンチ、スパナ、ハンマー、その他



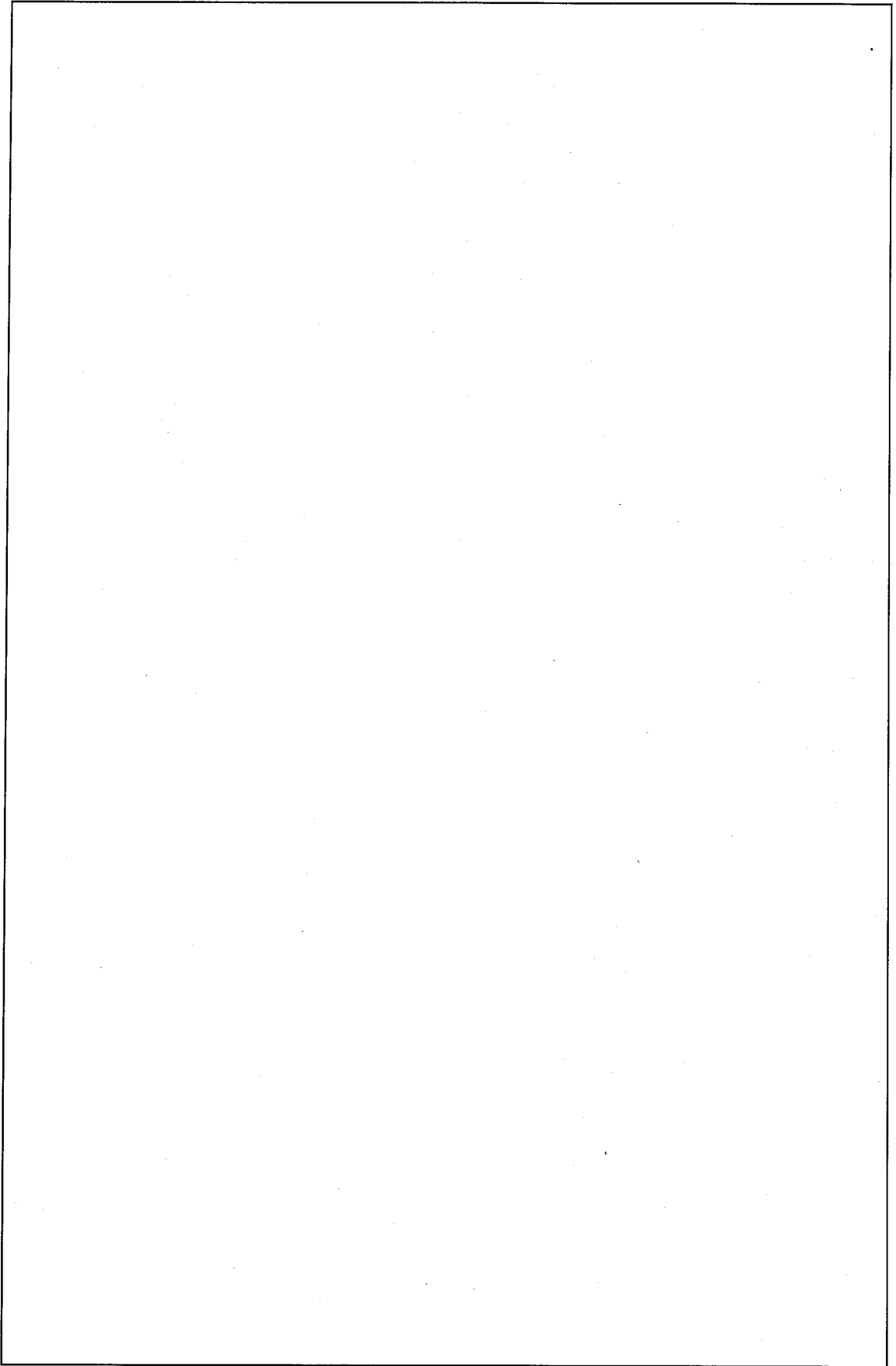
(口)-第H. 5図 落 下 試 験 台

(口)-H-13

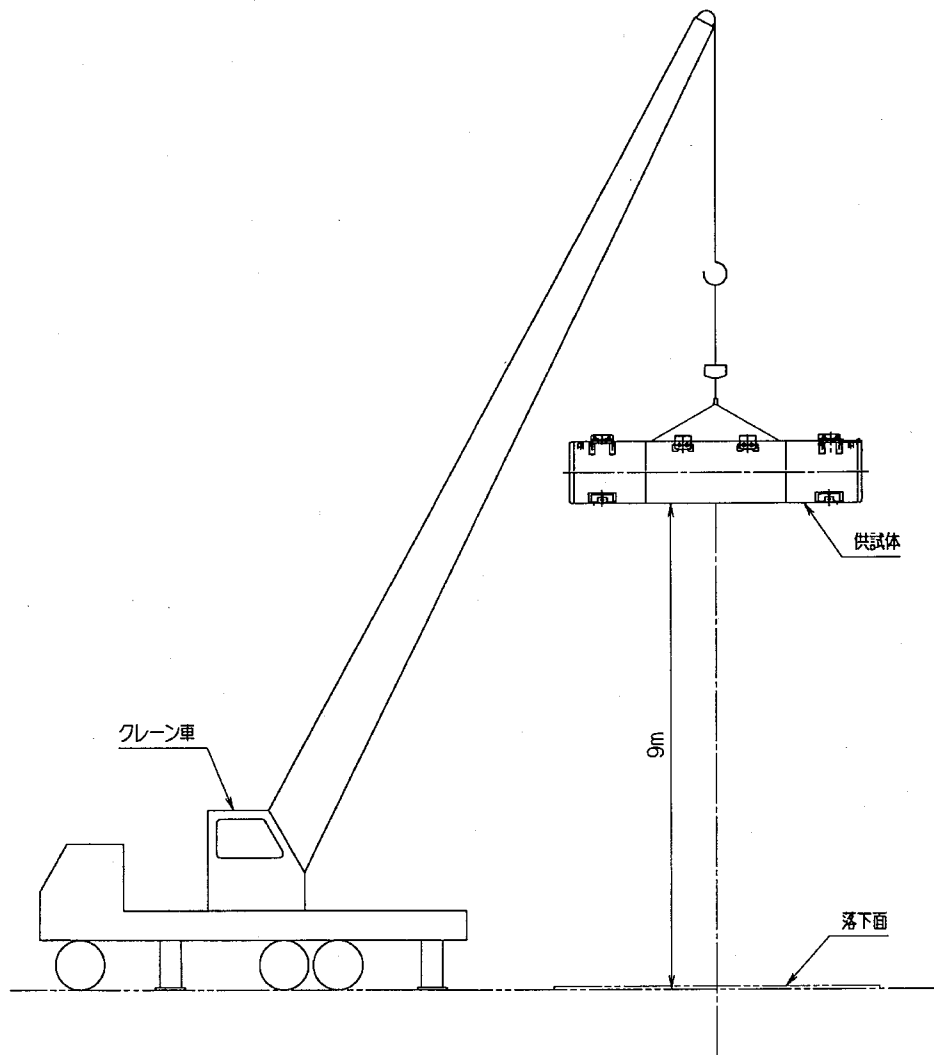


(口) - 第H. 6 図 切 離 し 装 置

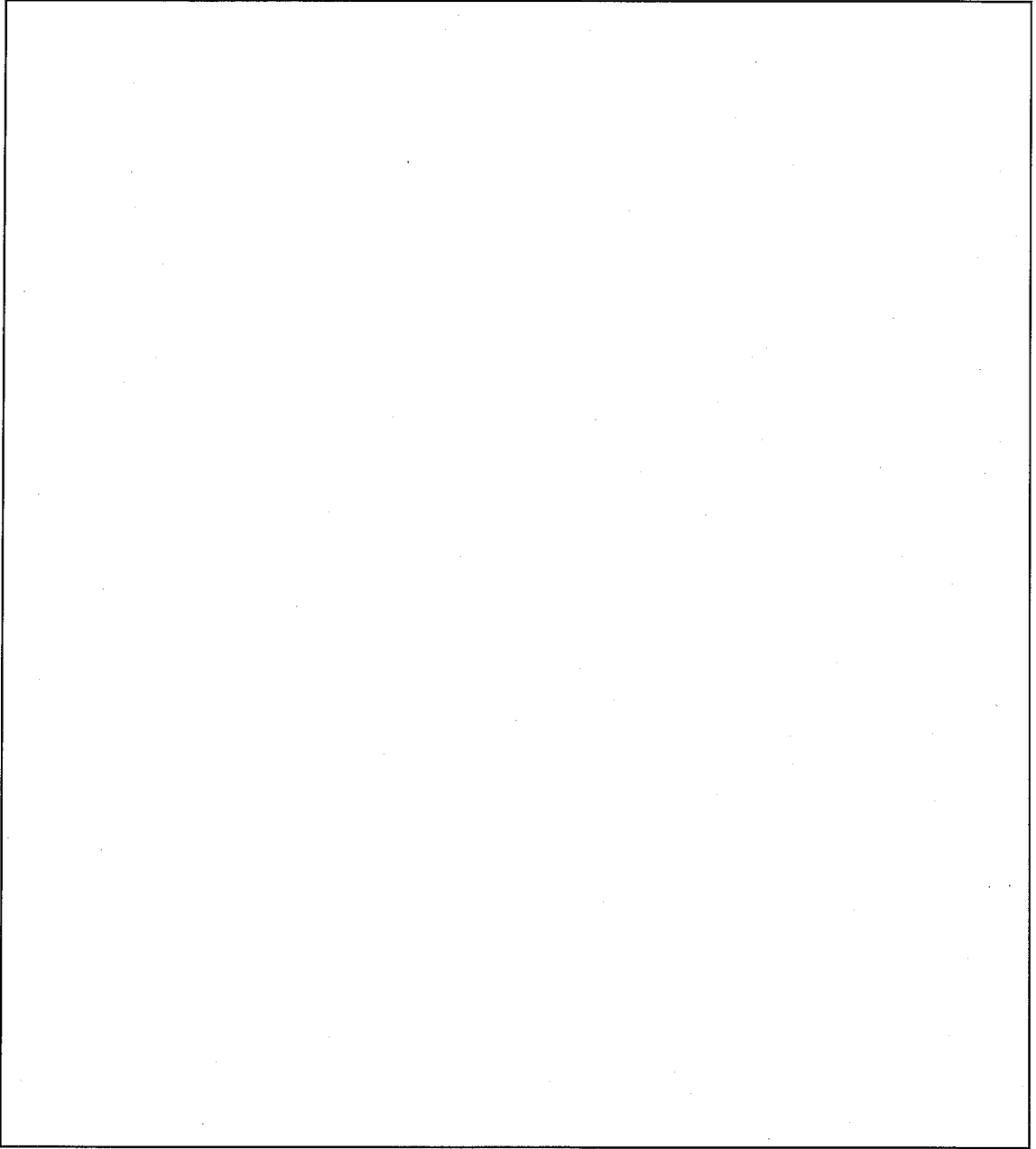
(口) - H - 14



(口) - 第H. 7図 貫通試験治具



(口)-第H. 8図 クレーン車



(口) - 第H. 9 図 耐 火 試 験 炉

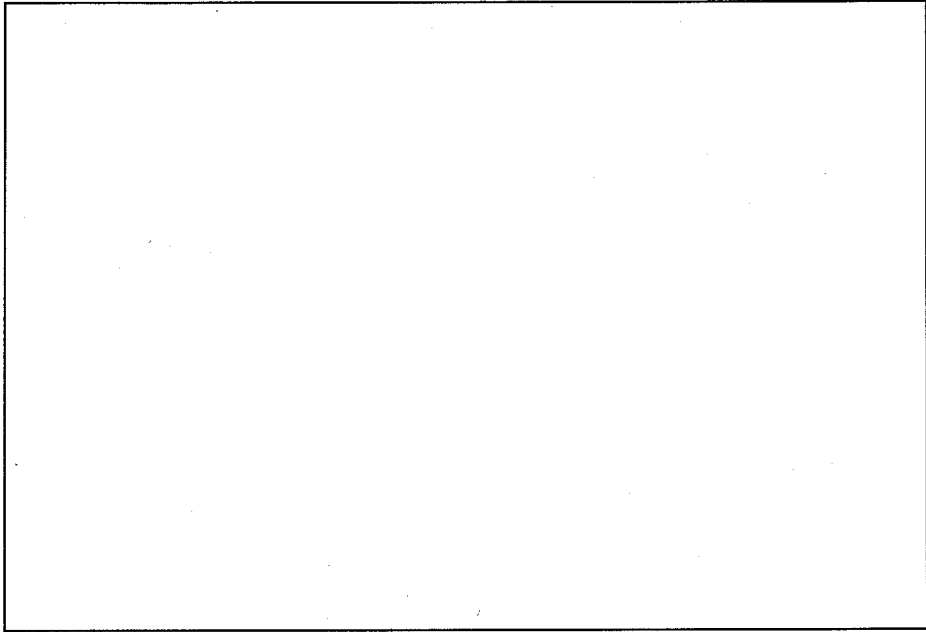


写真1 落下試験台

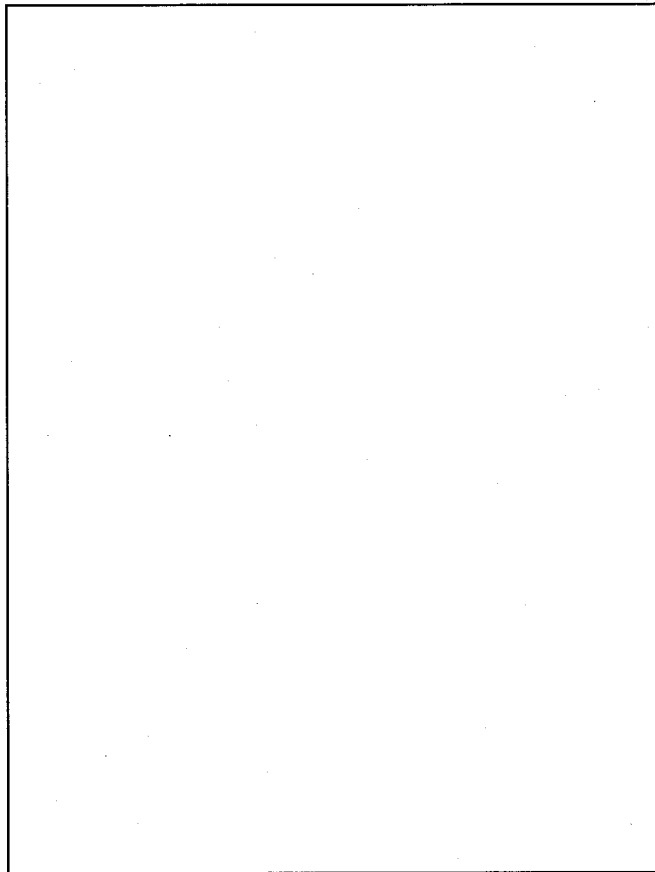


写真2 切離し装置

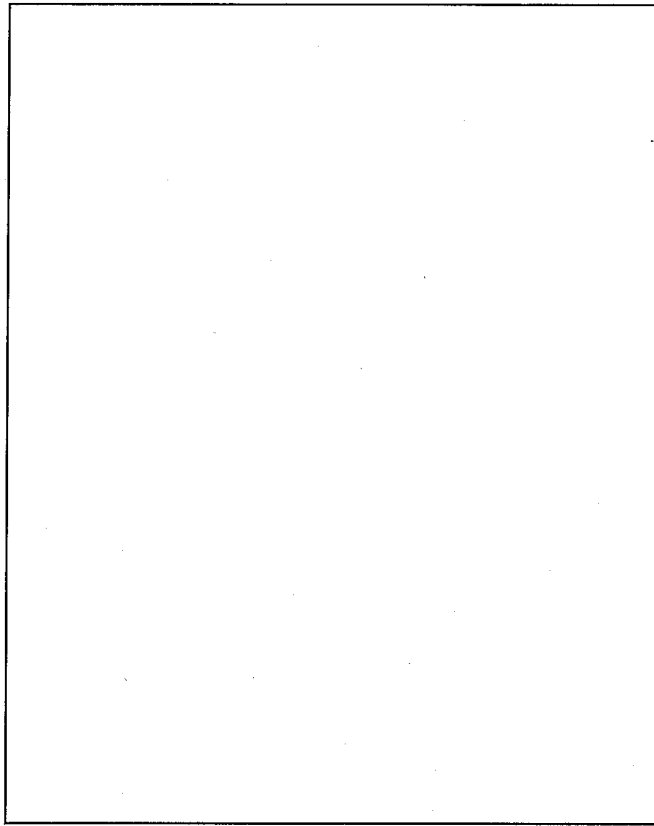


写真3 貫通棒

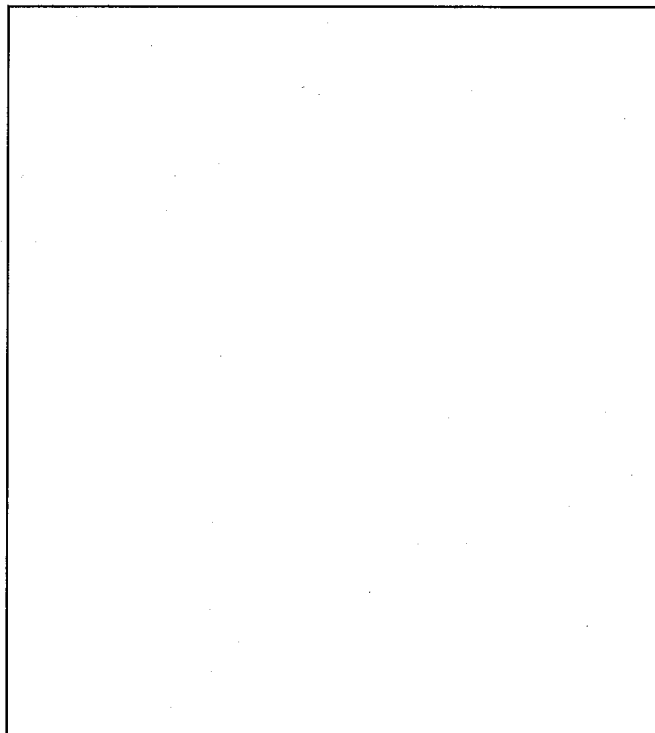


写真4 クレーン車

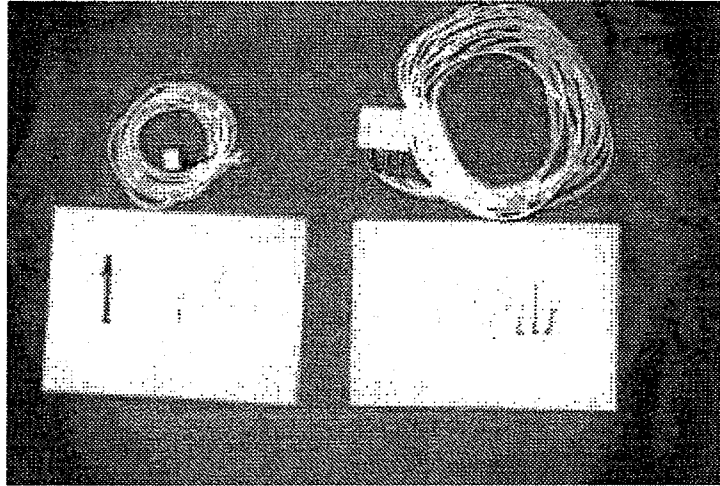


写真5 加速度変換器

5. 強度試験

5.1 試験要領

(1) 9 m落下試験（強度試験Ⅰ）

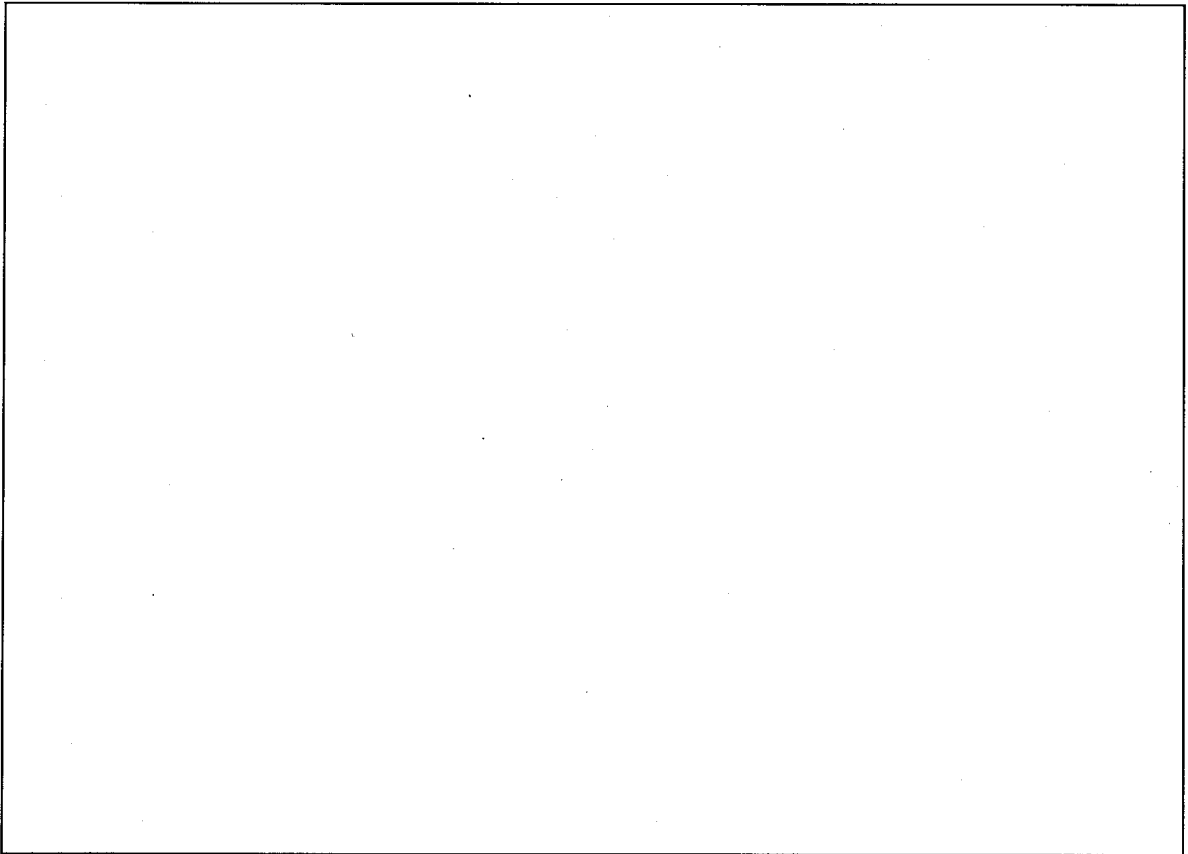
9 m落下試験は、破損しない剛な床の上に9 mの高さから輸送物が最大の破損を受けるように落下させる試験である。この9 m落下試験要領を(ロ)－第H.10 図に示す。

垂直、水平、傾斜及びコーナの姿勢で試験を行った。ここでコーナ落下姿勢とは、輸送物コーナとキャスク重心とが鉛直線となる姿勢である。

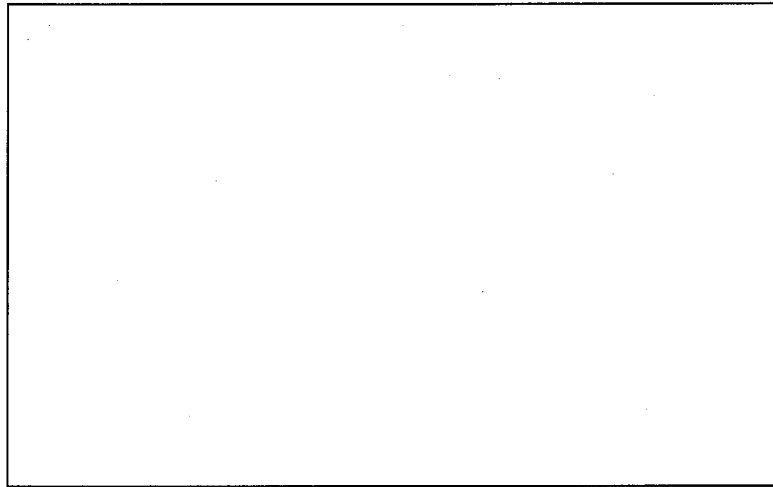
(2) 1 m貫通試験（強度試験Ⅱ）

1 m貫通試験は、床面上に固定された直径150 mm、長さ350 mmの貫通棒上に、輸送物を1 mの高さから落下させる試験である。

垂直、水平、傾斜及びコーナの姿勢で試験を行った。本試験要領を(ロ)－第H.11 図に示す。



(ロ)－第H.10 図 落下試験要領図（9 m落下試験）



(ロ)－第H.11 図 落下姿勢の概要 (1m貫通試験)

5.2 落下姿勢の調整

- (1) 垂直落下 (# 1号機, ボトム下向) : TEST 1, TEST 2

下部容器の枕木取付部の内側 (トップ側) にアイプレート を 2 枚取付け, 上蓋側は を利用して吊上げワイヤを取付け, 垂直落下姿勢の調整を行った。

(ロ)－第H.12 図に落下姿勢の概要を, 写真6に容器の吊上げ状況を示す。

- (2) 水平落下 (# 2号機, 0° 方向下向) : TEST 3, TEST 4

下部容器の枕木取付部の内側にアイプレート を 4 枚取付け, 吊上げワイヤにより水平落下姿勢の調整を行った。

(ロ)－第H.13 図に落下姿勢の概要を, 写真7に容器の吊上げ状況を示す。

- (3) コーナ落下 (# 1号機, トップ0° 方向下向) : TEST 5, TEST 6

下部容器の枕木取付部の内側 (ボトム側) 及び上蓋には, にアイプレート をそれぞれ 2 枚ずつ取付け, 吊上げワイヤにより, コーナ落下姿勢の調整を行った。

(ロ)－第H.14 図に落下姿勢の概要を, 写真8に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。

- (4) 傾斜落下 (# 1号機, トップ180° 方向下向) : TEST 7, TEST 8

上蓋側 を利用して吊上げワイヤにより, 傾斜落下姿勢 (傾斜角度 25°) の調整を行った。

(ロ)－第H.15 図に落下姿勢の概要を, 写真9に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。

- (5) 水平落下 (#1号機, 180° 方向下向) : TEST9, TEST10

上蓋側 を利用して吊上げワイヤにより, 水平落下姿勢の調整を行った。

(ロ) - 第H.16 図に落下姿勢の概要を, 写真 10 に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。

- (6) 水平落下 (#1号機, 90° 方向下向) : TEST11, TEST12

下部容器の枕木取付部の内側 (270° 側) 及び上蓋側には, 側にアイプレートをそれぞれ2枚ずつ取付け, 吊上げワイヤにより, 水平落下姿勢の調整を行った。

(ロ) - 第H.17 図に落下姿勢の概要を, 写真 11 に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。

- (7) 1m水平落下 (#1号機, 180° 方向下向) : TEST13

原型容器中央からトップ側へ が貫通棒へ衝突するように調整した。

(ロ) - 第H.18 図に落下姿勢の概要を示す。

- (8) 1m水平落下 (#1号機, 180° 方向下向) : TEST14

原型容器からボトム側へ に貫通棒が衝突するように調整した。

(ロ) - 第H.19 図に落下姿勢の概要を示す。

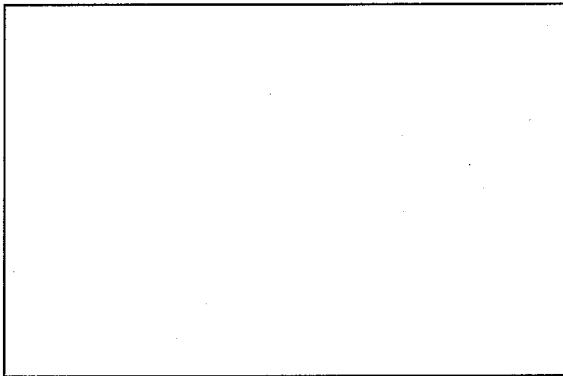
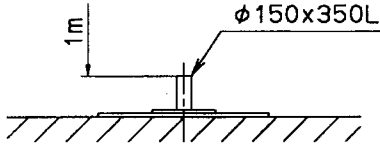
- (9) 1m垂直落下 (#1号機, ボトム下向) : TEST15

へ貫通棒が衝突するように調整した。

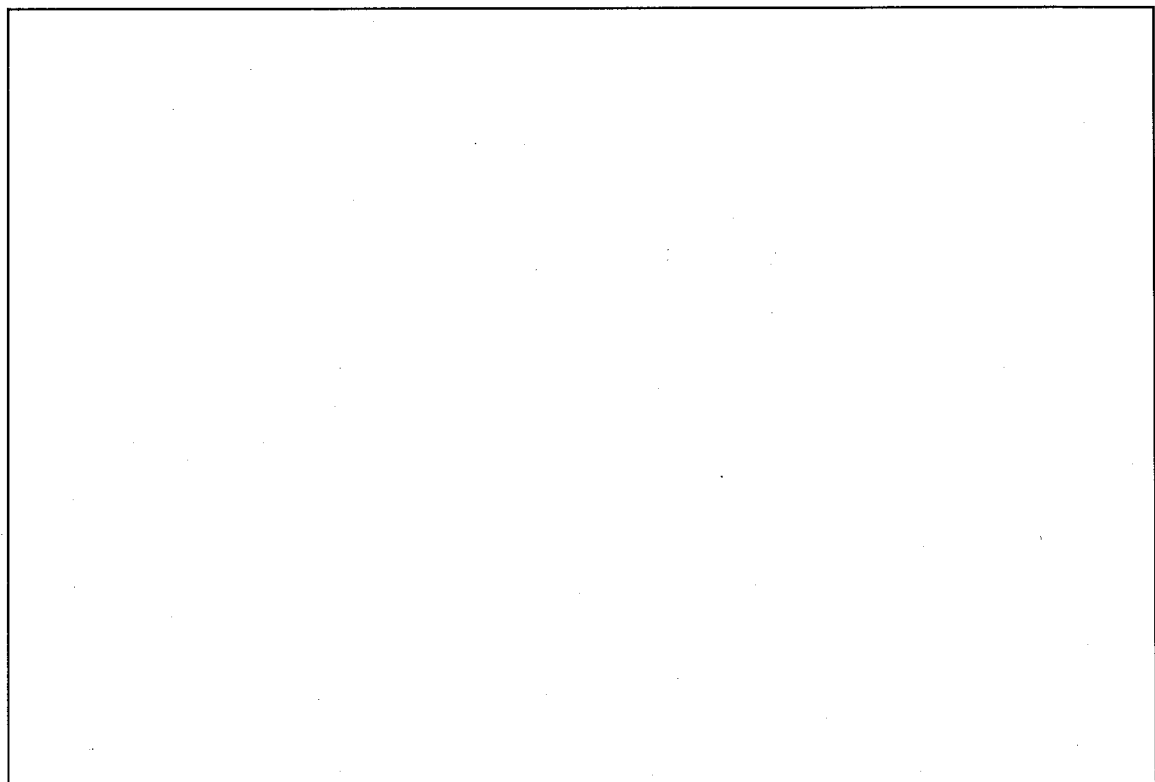
(ロ) - 第H.20 図に落下姿勢の概要を示す。

以上, 落下姿勢の垂直及び水平度の確認は, すべてトランシットにて行い, 調整後, 9mあるいは1mの高さまで原型容器を吊上げた。

落下高さの確認は, あらかじめ9m及び1mの長さに調整した下げ振り (おもりと糸を結びつけたもの) を原型容器に取付け行った。

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	9 m 垂直落下 (ボトム下向)		TEST 1
	1 m 垂直落下 (容器中心)		TEST 2

(口) - 第H.12 図 落下姿勢の概要

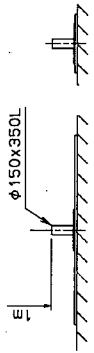


(9m 垂直落下)

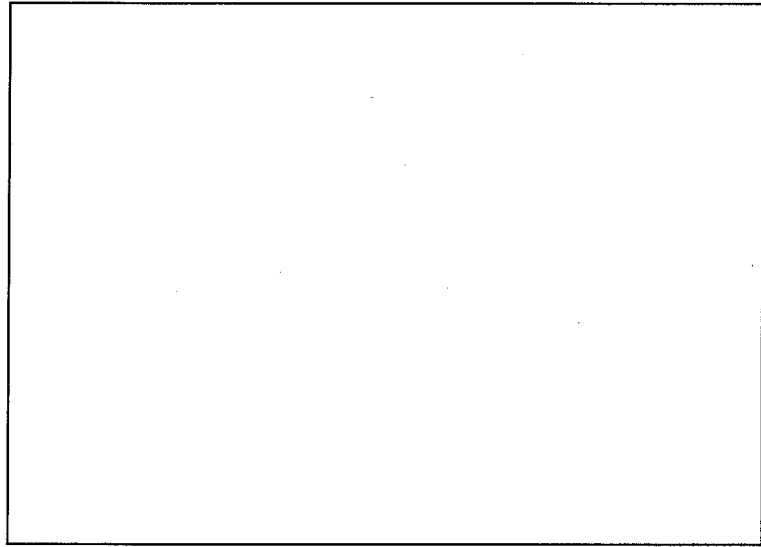
(1m 垂直落下)

写真 6 容器の吊上げ状況

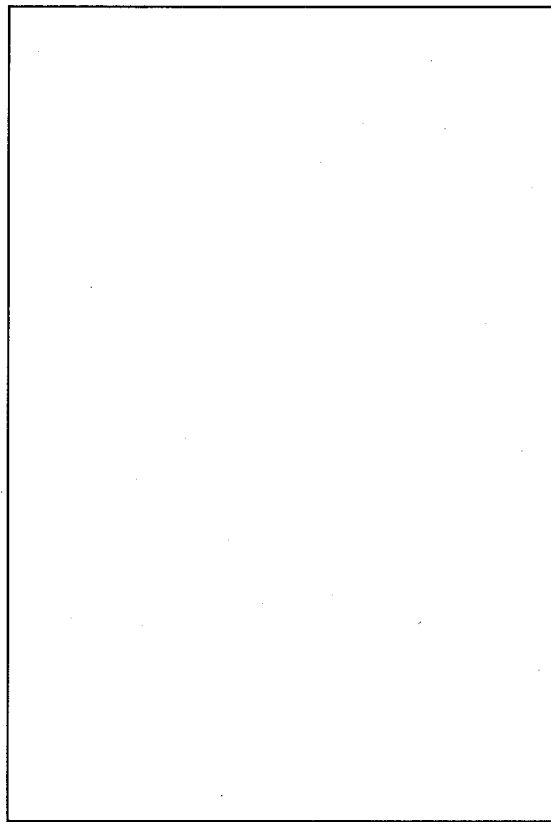
供試体 No.	落下姿勢	テスト No.
I	9 m水平落下 (0° 下向方向)	TEST 3
	1 m水平落下 (容器中心)	TEST 4



(ロ) - 第H.13 図 落下姿勢の概要

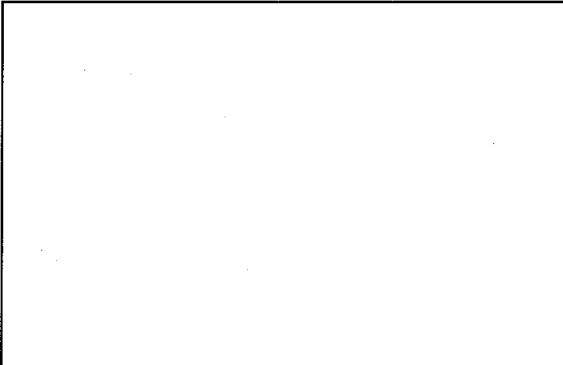
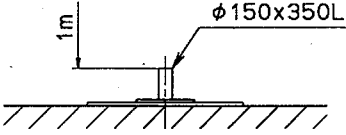


(9m 水平落下)



(1m 水平落下)

写真 7 容器の吊上げ状況

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	9 m コーナ 落下 (トップ 0°) 方向下向		TEST 5
	1 m コーナ 落下		TEST 6

(ロ) - 第H. 14 図 落下姿勢の概要

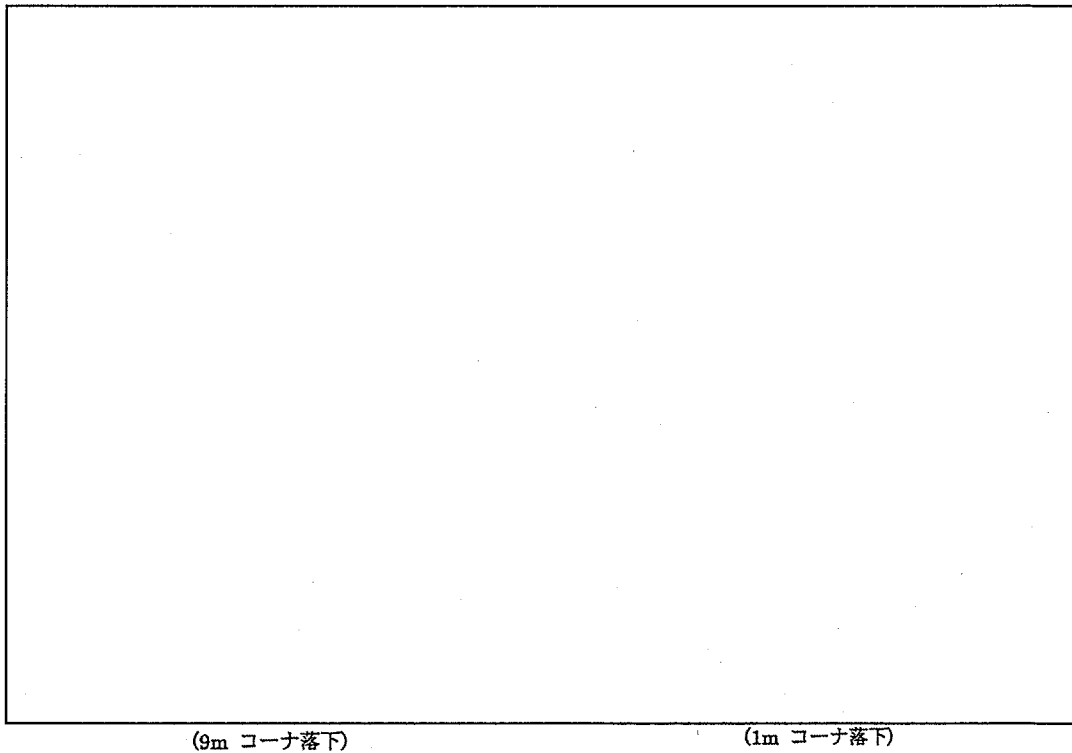
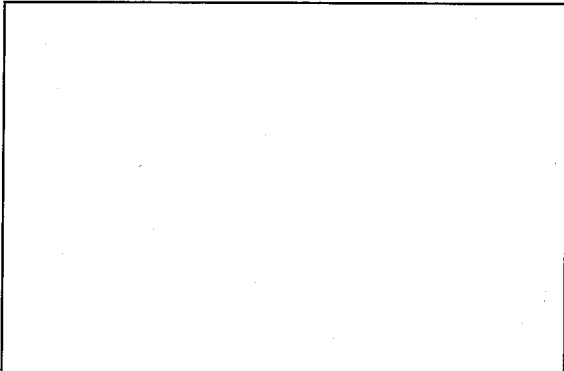
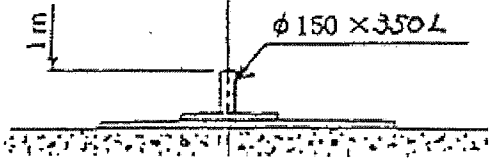
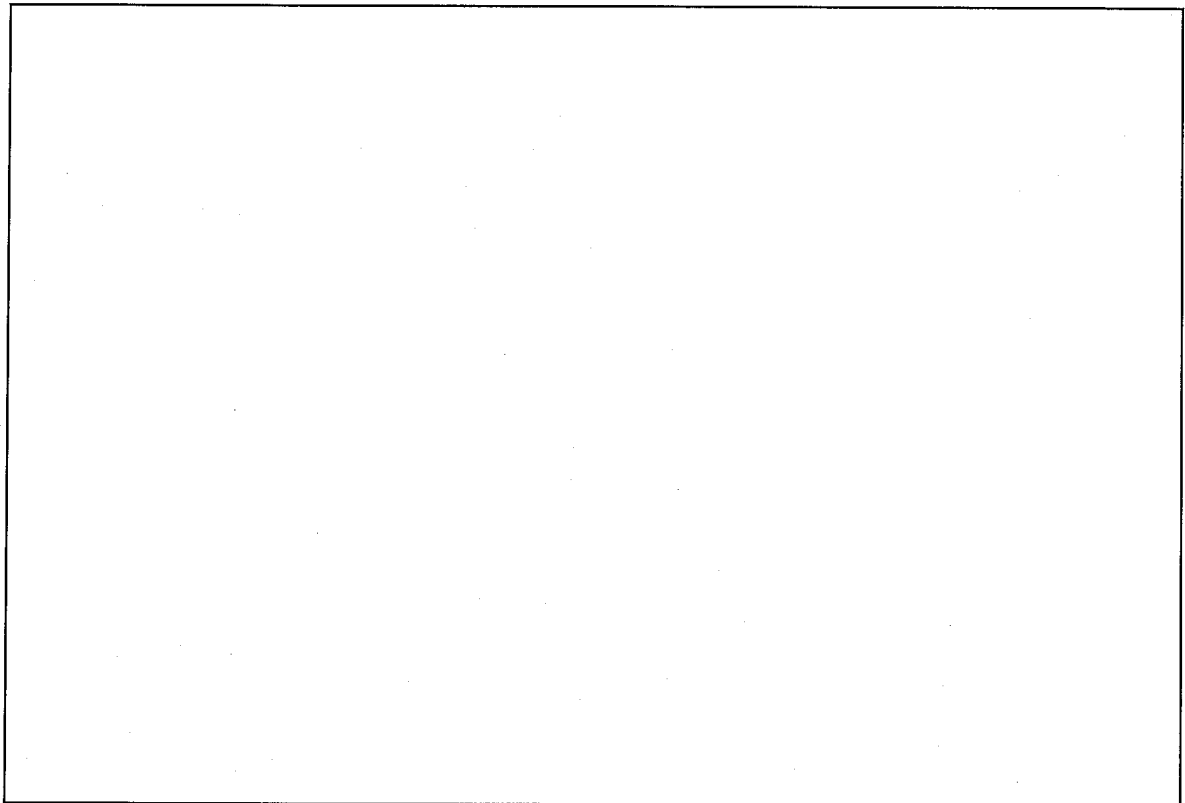


写真 8 容器の吊上げ状況

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	9 m 傾斜 落下 〔トップ 180° 方向下向〕		TEST 7
	1 m 傾斜 落下		TEST 8

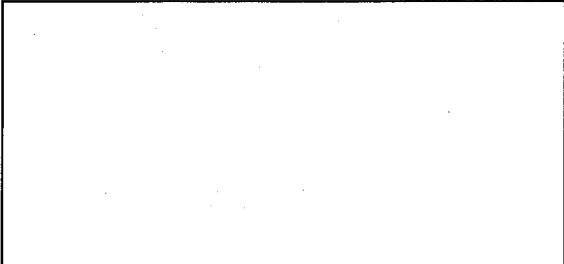
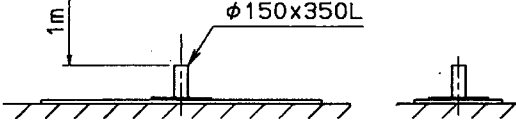
(口) - 第H.15 図 落下姿勢の概要



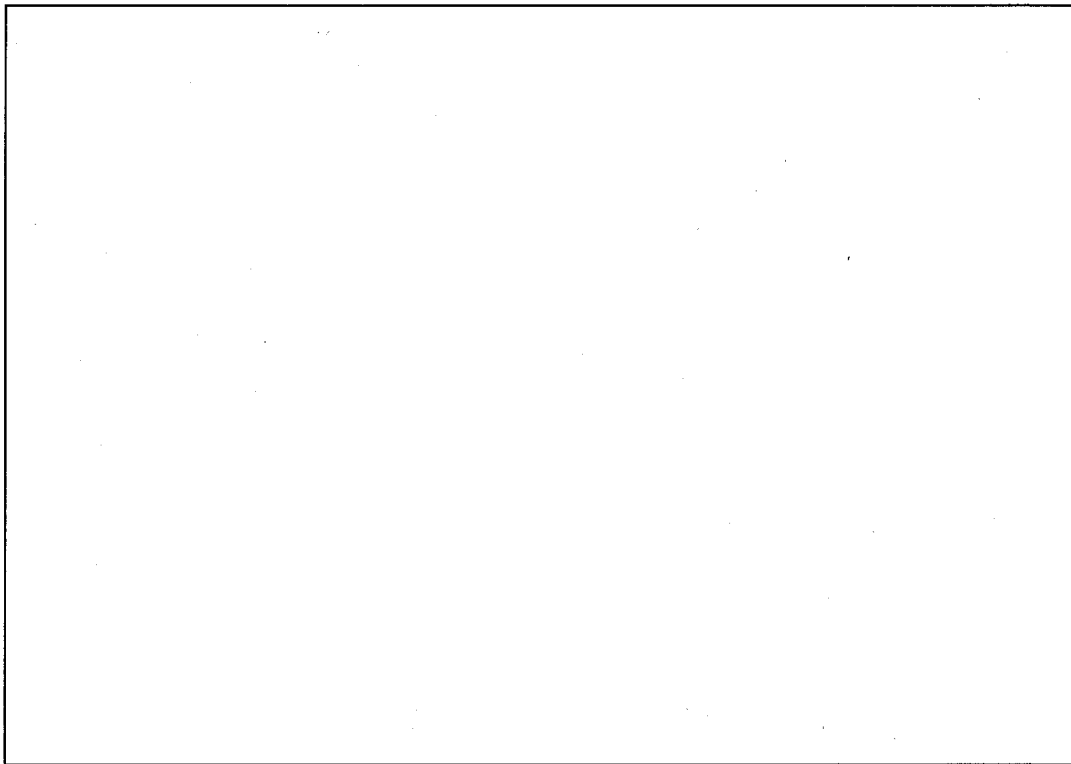
(9 m 傾斜落下)

(1 m 傾斜落下)

写真 9 容器の吊上げ状況

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	9 m水平落下 (180° 下向)		TEST 9
	1 m水平落下		

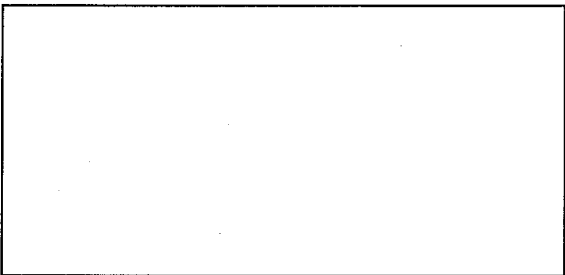
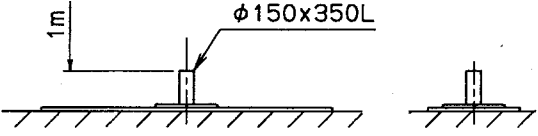
(口) - 第H. 16 図 落下姿勢の概要



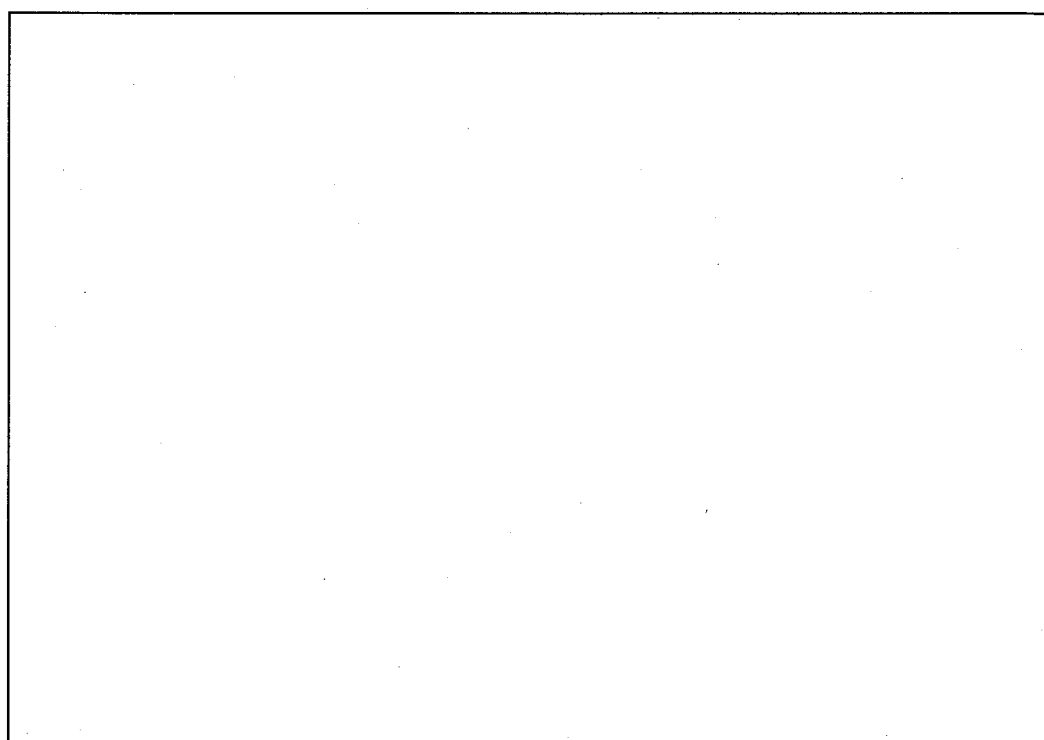
(9m 水平落下)

(1m 水平落下)

写真 10 容器の吊上げ状況

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	9 m水平落下 (90° 下向)		TEST11
	1 m水平落下 (容器中心)		

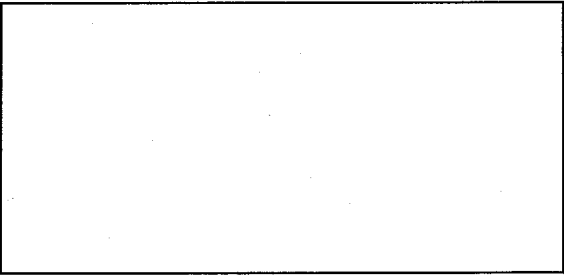
(口) - 第H.17 図 落下姿勢の概要



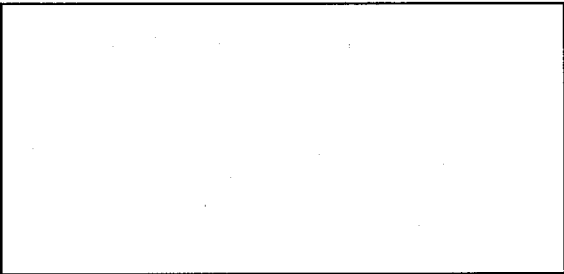
(9m 水平落下)

(1m 水平落下)

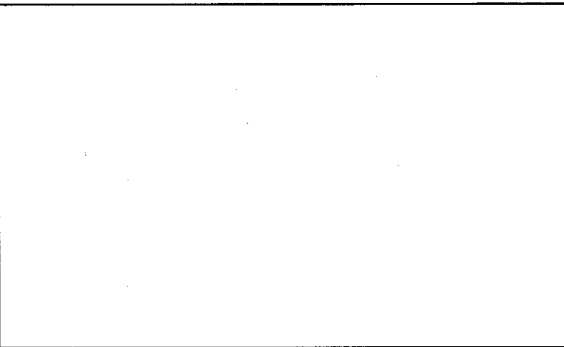
写真 11 容器の吊上げ状況

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	1 m水平落下 (180° 方向) 下向 <input type="text"/>		TEST13

(ロ)－第H.18図 落下姿勢の概要

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	1 m水平落下 (180° 方向) 下向 <input type="text"/>		TEST14

(ロ)－第H.19図 落下姿勢の概要

供試体 No.	落下姿勢		テスト No.
I	1 m垂直落下 <input type="text"/>		TEST15

(ロ)－第H.20図 落下姿勢の概要

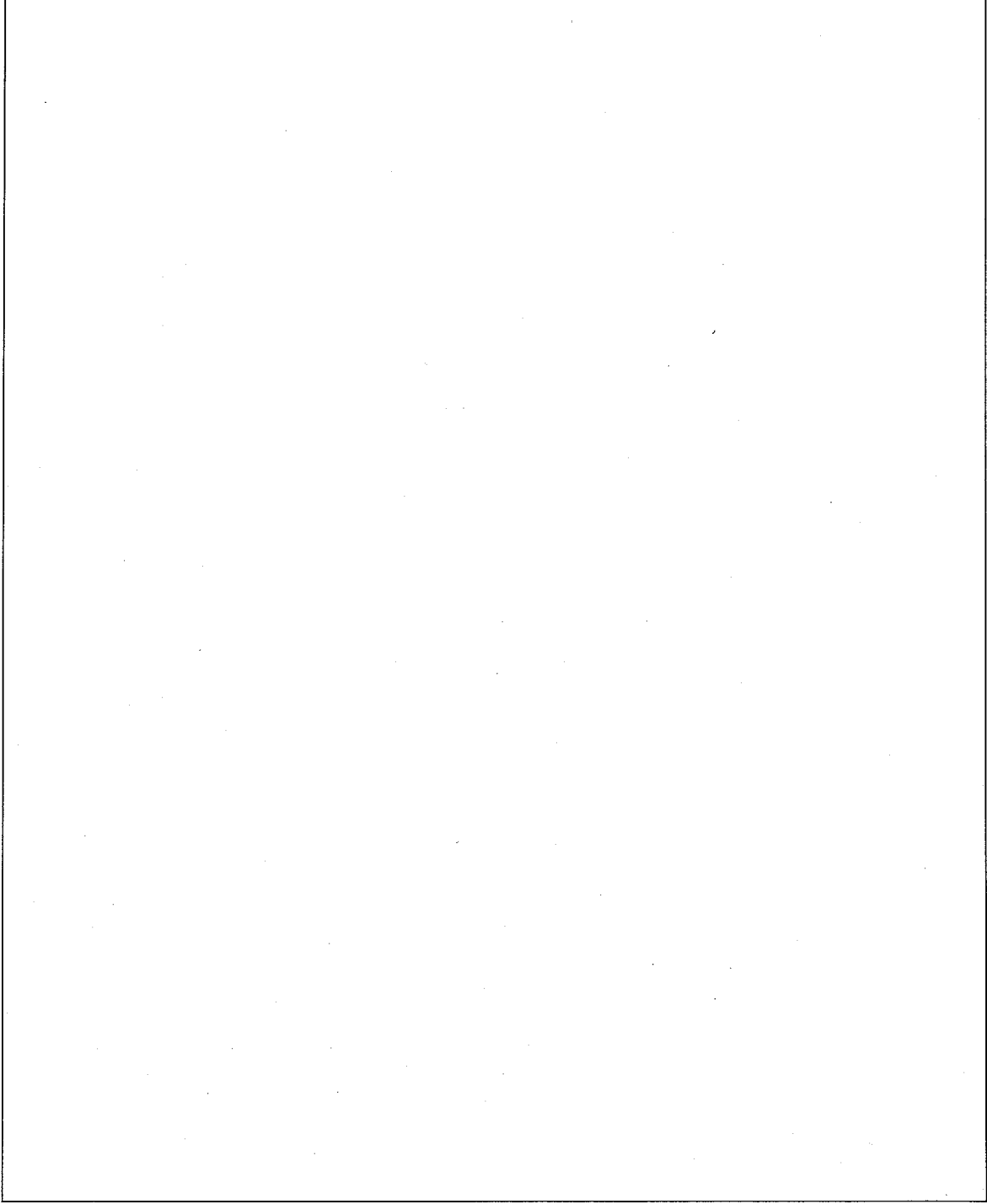
5.3 測定項目及び測定点

測定項目及び測定点を(口)－第H. 4表に示す。

(口)－第H. 4表 主要測定項目及び測定点

測定項目	測定点
加速度	・容器本体 ・クロスフレーム
歪	・燃料棒
残留変形	・容器本体外部 ・容器本体内部

加速度及び歪の測定位置を(口)－第H. 21図に示す。



(口) - 第H. 21 图 加速度, 歪测定位置图

5.4 試験結果

5.4.1 垂直落下（ボトム下向）

(1) 9 m落下試験（強度試験Ⅰ）：TEST 1（写真12, 写真13参照）

(a) 落下状況

原型容器はボトム下向で垂直に落下し、落下台上で□mm位バウンドし、落下姿勢の状態で静止した。

(b) 原型容器の状態

(i) 円筒部ボトム端は約□mmの軸方向変形があるが、溶接部には割れ、き裂等は生じなかった。

(ii) □が
生じたが締付ボルトの破損はなかった。

(iii) フランジ部にすきまは、最大で□mm程度であった。

(2) 1 m貫通試験（強度試験Ⅱ）：TEST 2（写真14, 写真15参照）

(a) 落下状況

9 m落下試験後、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に、容器ボトム面円板の中心部が当るように、1 m貫通試験を行った。

(b) 原型容器の状態

(i) 原型容器衝突部の貫通棒による変形は、約□mmであったが、外端板には貫通が生じなかった。

(ii) 貫通棒がフランジ及び締付ボルトボックスに当たり、□
□が見られた。

しかし、フランジ部のすきまは最大で□mm程度であった。

(3) 原型容器内部の状態（写真16, 写真17参照）

(a) 模擬燃料集合体下部ノズル側の模擬燃料棒に、約□mmの曲がりが生じたが、落下試験後に実施したHeリーク試験により、割れ、き裂等は生じていないことを確認した。

(b) クランピングフレームに変形は見られなかった。

(c) 燃料棒が下部ノズルより飛び出すような現象は見られなかった。

5.4.2 水平落下（0° 方向下向）

(1) 9 m落下試験（強度試験Ⅰ）：TEST 3（写真18参照）

(a) 落下状況

原型容器は、 0° 方向を下向に水平に落下し、mm位バウンドし、水平落下姿勢で静止した。

(b) 原型容器の状態

(i) 衝突により円筒部には約mmの変形が生じたが、円筒部と端板部の溶接部には割れ、き裂は生じなかった。

(ii) 吊具自体は、外筒鋼板取付部の鋼板 ($t = \text{mm}$) より厚く、かつ角部が直角に折り曲げられていて強く、変形はないが、円筒部にへこみが生じた。
しかし、吊具取付部の溶接部に割れ、き裂は生じなかった。

(iii) フランジ部のすきまは最大でmm程度であった。

(2) 1 m貫通試験 (強度試験 II) : TEST 4 (写真 19 参照)

(a) 落下状況

9 m落下試験後、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器の軸心部があたるように1 m貫通試験を行った。

(b) 原型容器の状態

貫通棒衝突部において約mmの変形は生じたが、外筒鋼板の割れ、き裂等は生じなかった。

(3) 原型容器内部の状態 (写真 20, 写真 21 参照)

(a) 模擬燃料集合体の全体的なたわみが生じているが、局所的な変形はなかった。

落下試験後に実施したHeリーク試験により、模擬燃料棒に割れが生じていないことを確認した。

(b) クランピングフレームは、一部塑性変形による曲がりが生じたが、収納物を固縛する機能は維持されていた。

5.4.3 コーナ落下 (トップ 0° 方向下向)

(1) 9 m落下試験 (強度試験 I) : TEST 5 (写真 22 参照)

(a) 落下状況

原型容器は、トップ 0° 方向を下向に、原型容器重心と容器コーナを鉛直線上におき、原型容器軸の傾斜角が $^\circ$ となるように吊上げ、落下させた。

(b) 原型容器の状態

- (i) 原型容器衝突部は、容器軸傾斜角度 \square° と同一傾斜角度の変形が生じ、変形量は約 \square mmであった。また、外筒鋼板及び端板溶接には、割れ等は生じていなかった。
 - (ii) 締付ボルトには、破損は生じなかった。
 - (iii) フランジ部のすきまは、最大 \square mm程度であった。
- (2) 1m貫通試験(強度試験Ⅱ): TEST 6 (写真 23 参照)
- (a) 落下状況
9m落下試験後、落下台上に容器転倒防止枠を取付け、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器のトップ 0° 方向のコーナ部が当るように1m貫通試験を行った。
 - (b) 原型容器の状態
原型容器の衝突部には、約 \square mmの変形が生じたのみで、外筒鋼板及び端板にはき裂は生じなかった。
 - (3) 原型容器内部の状態(写真 24, 写真 25, 写真 26 参照)
 - (a) 模擬燃料集合体トップ端には、一部塑性変形による曲がりが生じたが、ジャッキスクリューによる固縛機能は損なわれていなかった。
 - (b) 落下試験後に実施したHeリーク試験により、模擬燃料棒に割れが生じていないことを確認した。
 - (c) 模擬燃料棒がトップノズルから飛び出すような現象は見られなかった。

5.4.4 傾斜落下(180° 方向下向)

- (1) 9m落下試験(強度試験Ⅰ): TEST 7
- (a) 落下状況
原型容器は、トップ側 180° 方向を下向きに水平に対して 25° 傾斜するように吊り上げた。衝突後、衝突部が約 \square mmの反発挙動を示した後すべりを生じ、その後ボトム側で \square mmの反発高さを示した。
 - (b) 原型容器の状態
端板部コーナが約 \square mm変形した。また、原型容器の枕木は破損したが、はずれることはなかった。
- (2) 1m貫通試験(強度試験Ⅱ): TEST 8
- (a) 落下状況
9m落下試験後、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器トップ 180° 方向にコーナ部が当るように水平に対して 25° 傾斜して1m貫通試験を行った。

(b) 原型容器の状態

貫通棒衝突部には約 mmの変形が生じたのみで、他に変化はなかった。

5.4.5 水平落下（180° 方向下向）

(1) 9 m落下試験（強度試験Ⅰ）：TEST 9

(a) 落下状況

原型容器は、180° 方向下向にほぼ水平に落下したが、衝突後、約 mmの反発挙動を示した。

(b) 原型容器の状態

原型容器の脚は変形したが、脚取付部の溶接部には割れ、き裂は生じなかった。

(2) 1 m貫通試験（強度試験Ⅱ）：TEST 10

(a) 落下状況

9 m落下試験後、直径150 mm×長さ350 mmの貫通棒上に容器の中心部が当るように1 m貫通試験を行った。

(b) 原型容器の状態

貫通棒衝突部には約 mmの変形が生じたのみで、外筒鋼板にはき裂は生じなかった。

5.4.6 水平落下（90° 方向下向）

(1) 9 m落下試験（強度試験Ⅰ）：TEST 11

(a) 落下状況

原型容器は90° 方向下向にほぼ水平に落下したが、衝突後、トップ側で約 mm、ボトム側で約 mmの反発高さを示した。

(b) 原型容器の状態

衝突面には、変形が生じるが、外筒鋼板及びフランジ部にはき裂は生じなかった。

(2) 1 m貫通試験（強度試験Ⅱ）：TEST 12

(a) 落下状況

9 m落下試験後、直径150 mm×長さ350 mmの貫通棒上に、容器の軸方向中心部が当るように1 m貫通試験を行った。

(b) 原型容器の状態

貫通棒衝突部には約 mmの変形が生じたのみで、外筒鋼板及びフランジ部にはき裂は生じなかった。

5.4.7 1m水平貫通試験（強度試験Ⅱ，180°方向下向）

- (1) 原型容器重心からトップ側へ mm偏心：TEST13

本落下位置は に貫通棒が直撃するよう
うに落下させた。

このとき、容器の変形量は約 mmであったが、貫通はなく、割れ、き裂も生じな
かった。

- (2) 原型容器重心からボトム側へ mm偏心：TEST14

本落下位置は原型容器重心からボトム側へ mmした、板厚 mmの鋼板に貫
通棒が直撃するように落下させた。

このとき、原型容器の変形量は約 mmであったが、貫通はなく、割れ、き裂も生
じなかった。

5.4.8 1m垂直貫通試験（強度試験Ⅱ，ボトム下向）：TEST15

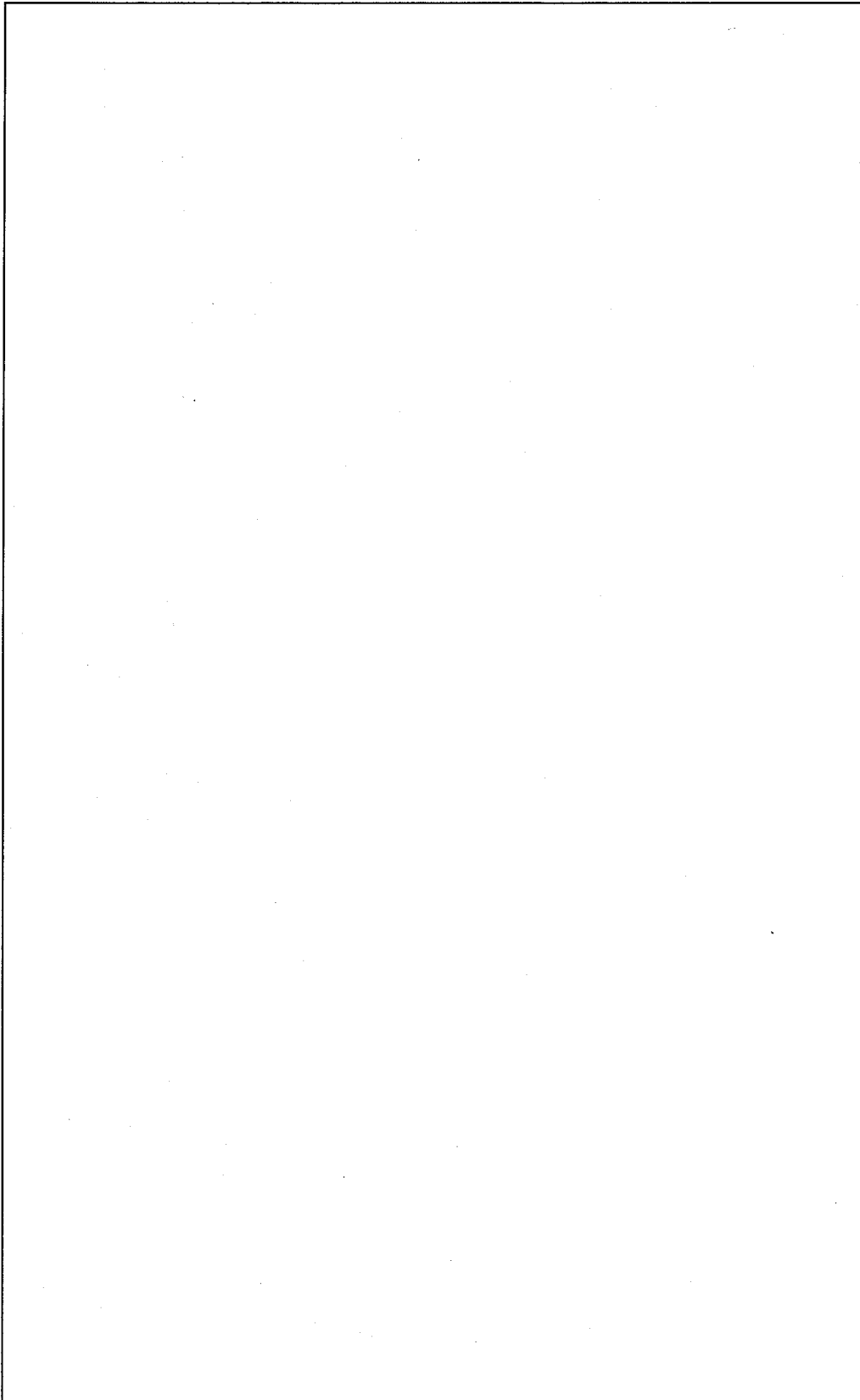
本落下位置は、原型容器重心から0°方向へ mm偏心した板厚 mmの鋼板へ、貫通棒が
直撃するよう落下させた。

このとき、原型容器の変形量は約 mmであったが、貫通はなく割れ、き裂は生じな
かった。

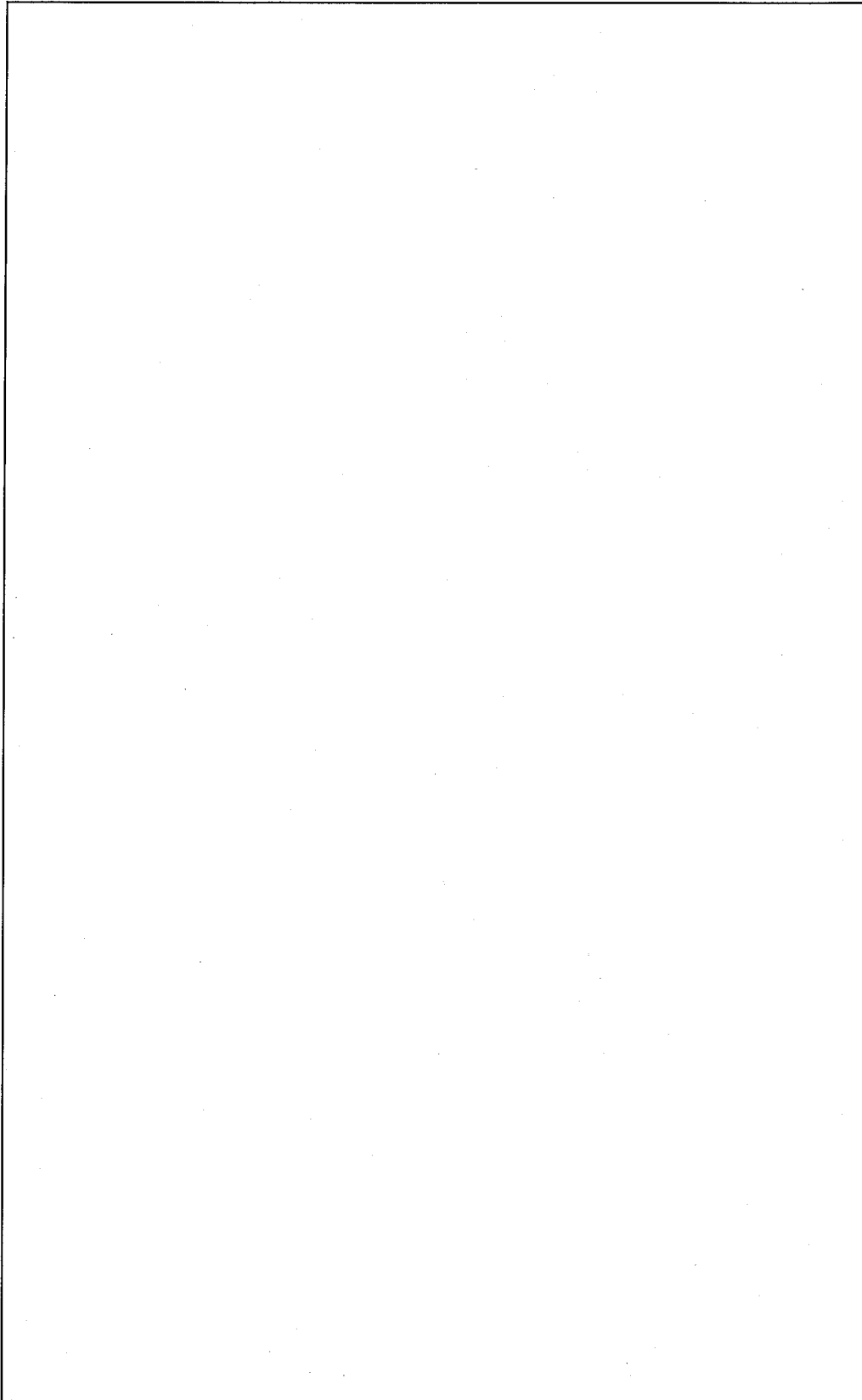
以上実施したTEST1～TEST15のいずれの試験においても原型容器本体は衝撃部が
変形したが、貫通やき裂は生じなかった。

また、密封境界である模擬燃料棒においても曲がりは見られたが、Heリーク試験結果より
き裂は生じていないことを確認した。

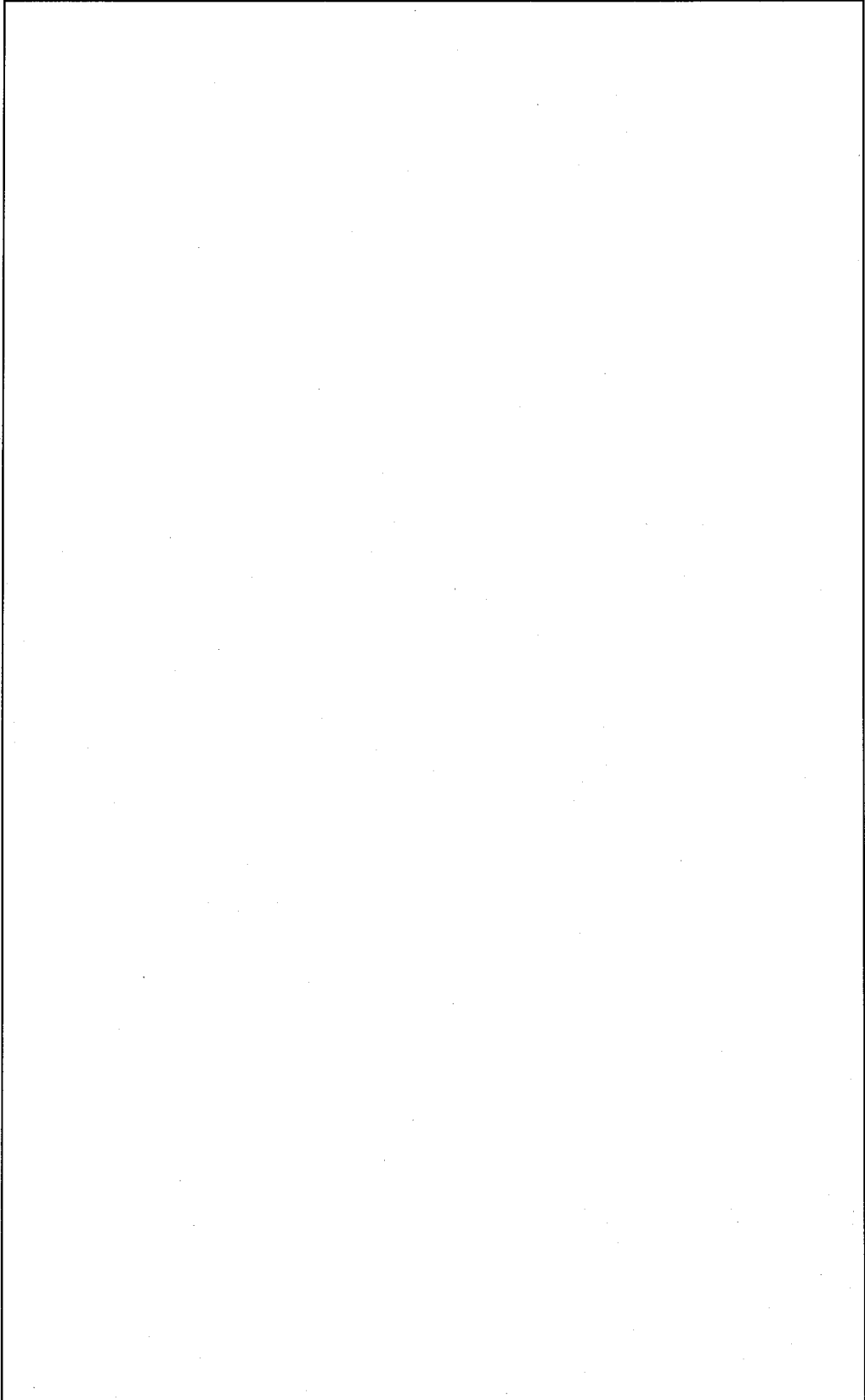
以上の試験に対する、原型容器変形状況の概要を(口)－第H.22図～(口)－第H.30図に示
す。また、衝撃加速度、容器変形量の概要を(口)－第H.5表に示す。



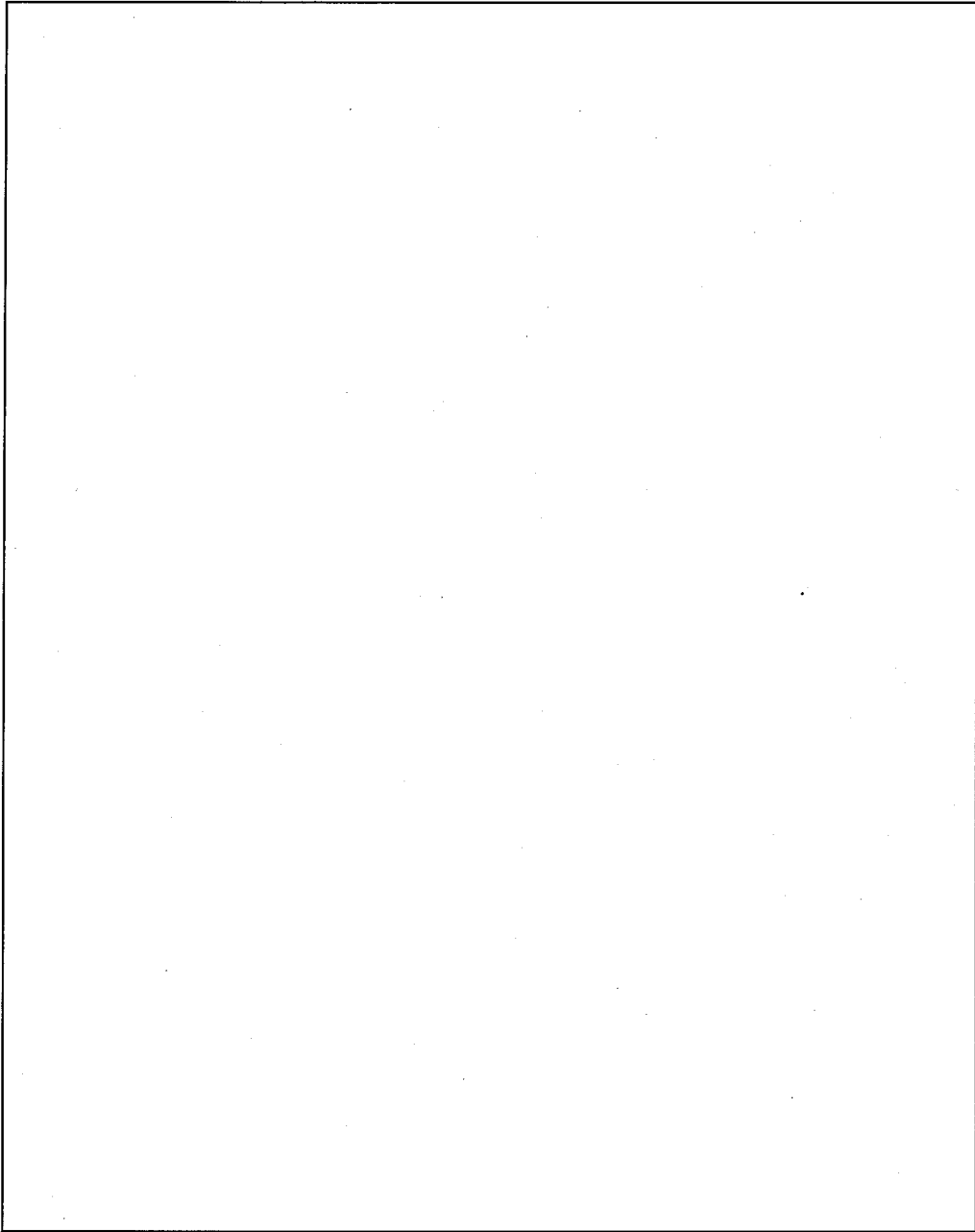
(口) - 第H.22 図 垂直落下試験 (9 m, 1 m...ボトム下向) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST 1, TEST 2)



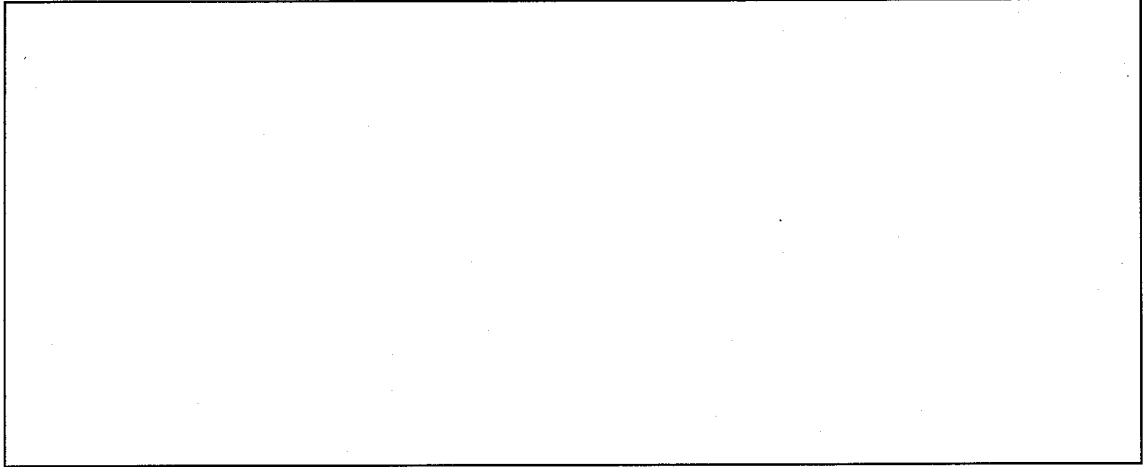
(口)－第H.23 図 水平落下試験 (9m, 1m \cdots 0° 方向下向) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST 3, TEST 4)



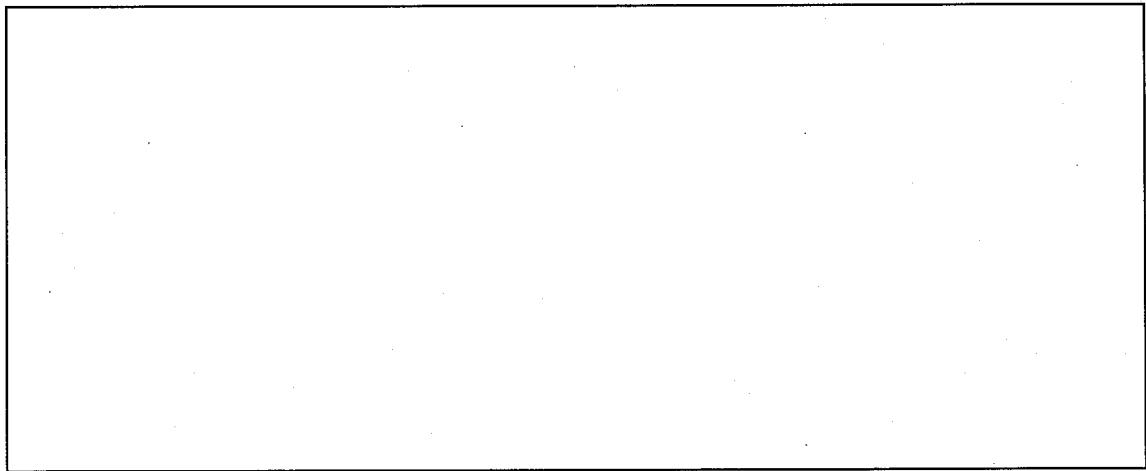
(口)－第H.24 図 コーナ落下試験 (9 m, 1 m…トップ0° 方向下向) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST 5, TEST 6)



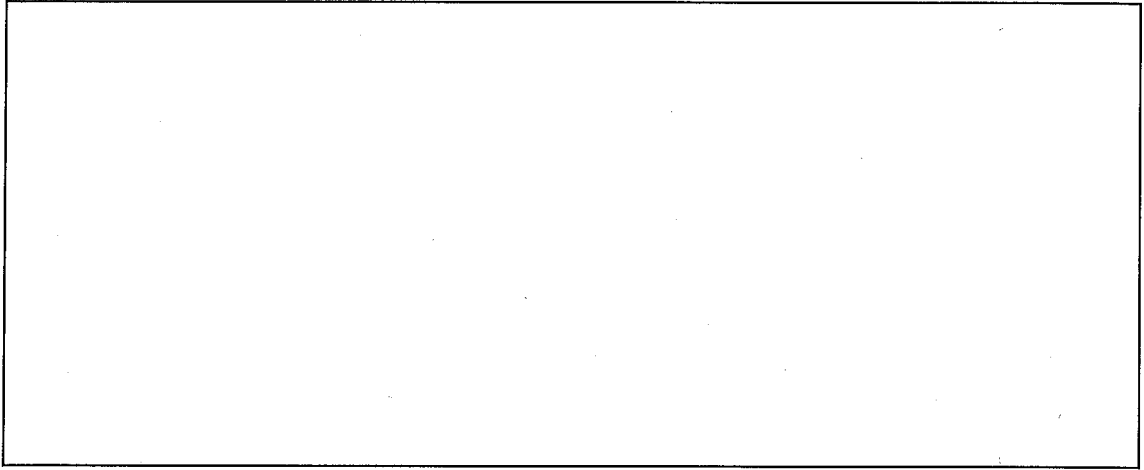
(ロ)－第H.25 図 傾斜落下試験 (9 m, 1 m…トップ180° 方向下向) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST7, TEST8)



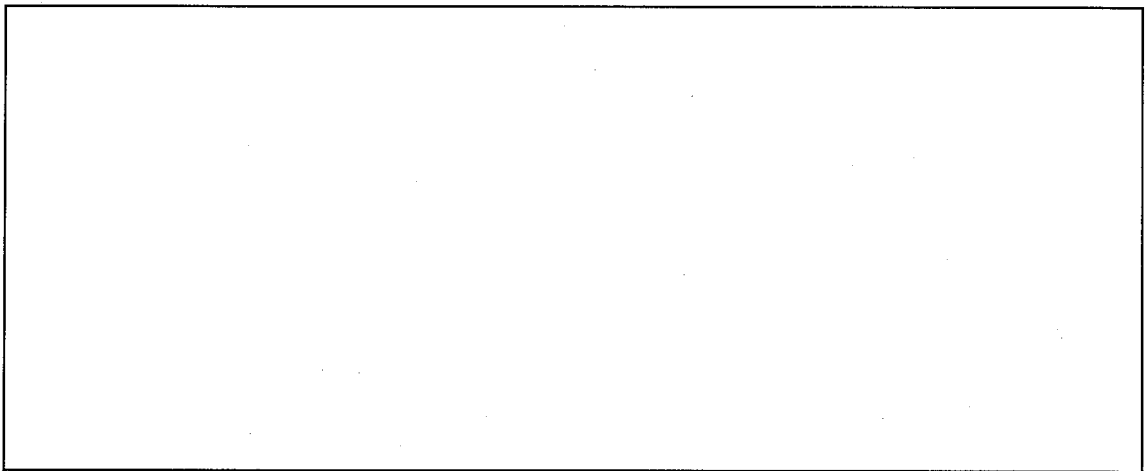
(口)－第H.26 図 1 m水平貫通試験 (180° 方向下向) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST12)



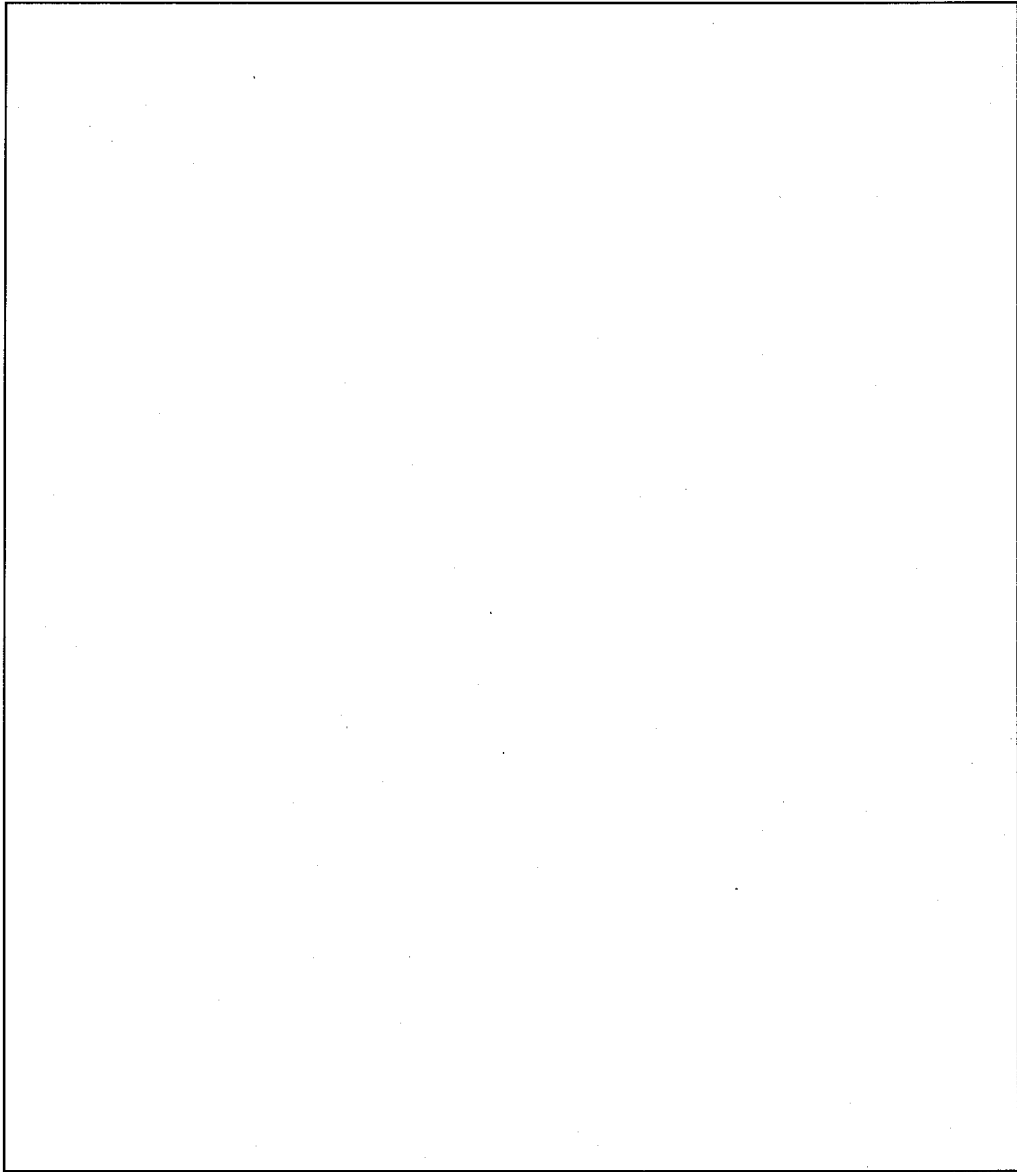
(口)－第H.27 図 1 m水平貫通試験 (90° 方向下向) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST14)



(口)－第H.28 図 1 m水平貫通試験 (180° 方向下向トップへ偏心) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST15)



(口)－第H.29 図 1 m水平貫通試験 (180° 方向下向ボトムへ偏心) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST16)



(口)－第H.30 図 1 m垂直貫通試験 (ボトム下向偏心) 容器本体 (外部)
変形測定結果 (TEST17)

(ロ) - 第H. 5表 測定結果の概要

供試体 No.		実験値		衝撃加速度 (×g)		容器変形量 (mm)		燃料棒中央部 応力 (N/mm ²)
		落下姿勢	落下高さ	外殻	防振構造部 (クロスフレーム)	外部	内部	
1号機	1	垂直落下 (ボトム下向)	9 m落下					
	2		1 m貫通					
2号機	3	水平落下 (0°方向下向)	9 m落下					
	4		1 m貫通					
1号機	5	コーナ落下 (トップ0°方向 下向)	9 m落下					
	6		1 m貫通					
1号機	7	傾斜落下 (トップ180°方向 下向)	9 m落下					
	8		1 m貫通					

*: 鉛直方向の加速度及び変位に換算したもの, **: 測定せず

: 水平方向の加速度及び変位に換算したもの, *: 加速度小さいため, 内部変形無いものと仮定する。

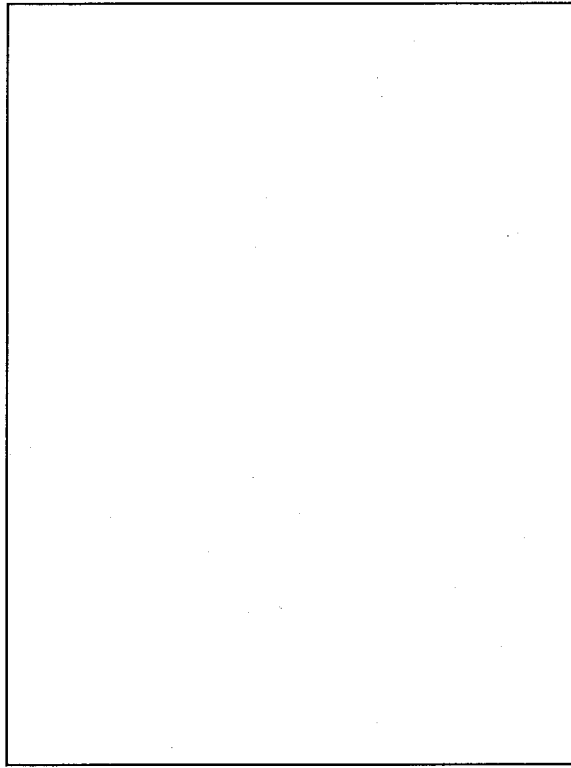


写真 12 9 m 垂直落下後静止状況
(ボトム下向)

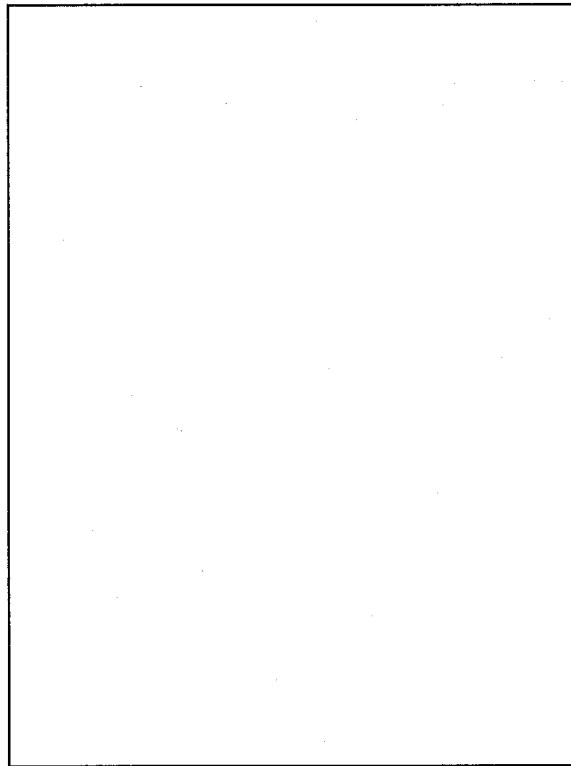


写真 13 9 m 垂直落下試験後端板円周部の変形状況

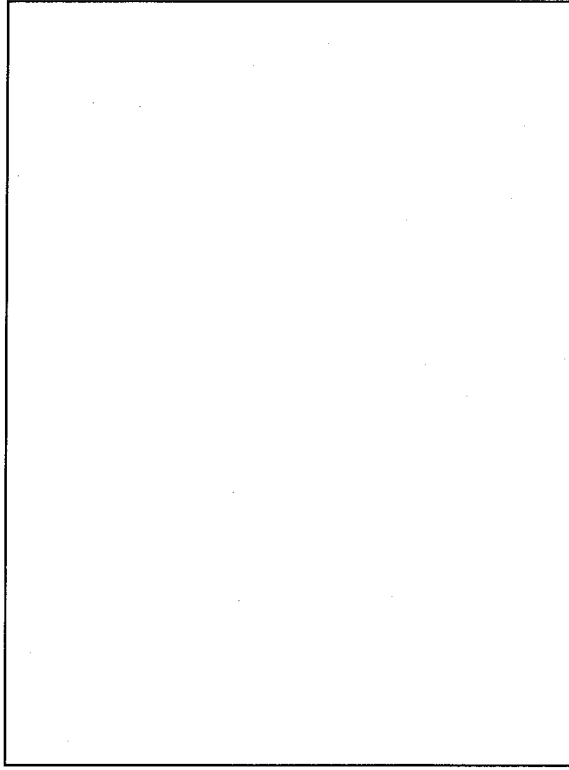


写真 14 1 m 垂直落下後輸送容器静止状況

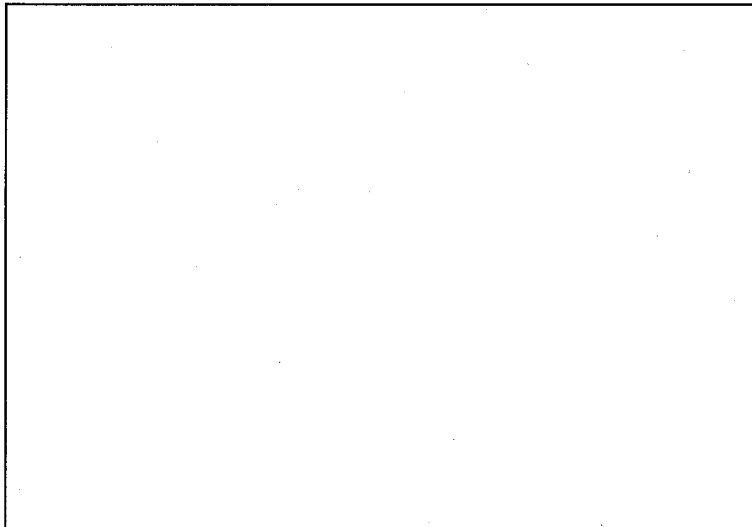


写真 15 1 m 垂直落下後締付ボルトボックス状況

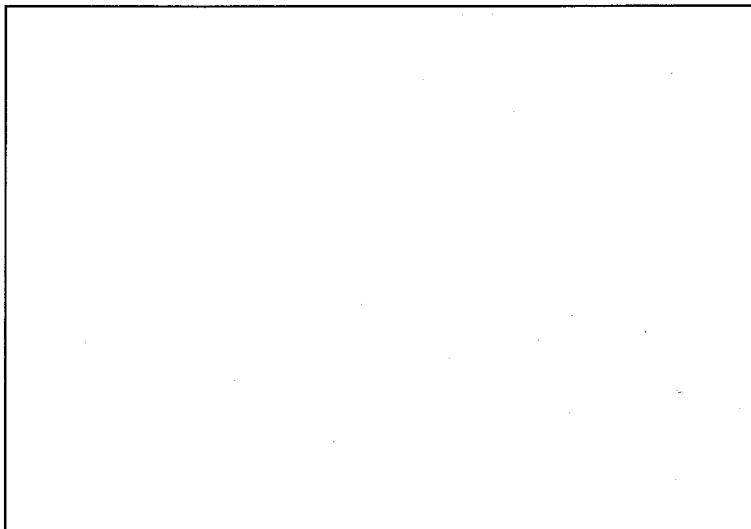


写真 16 垂直落下後原型容器内部状況

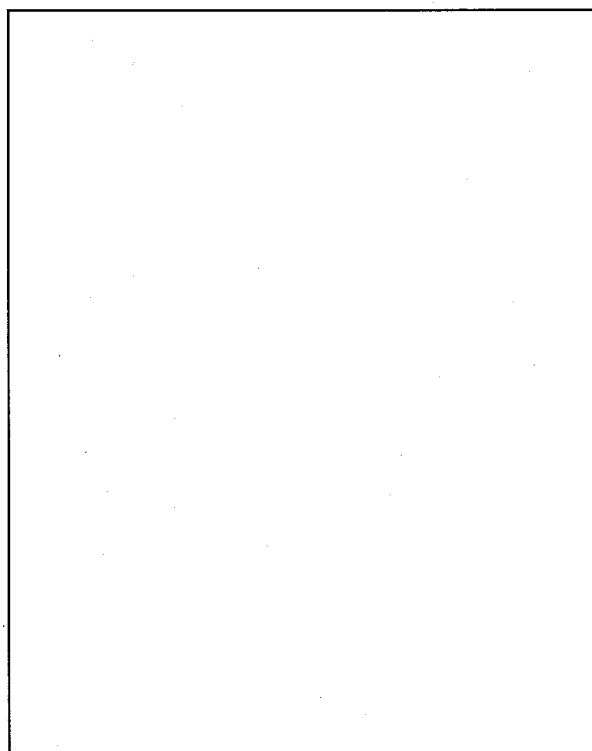


写真 17 垂直落下後原型容器内部状況

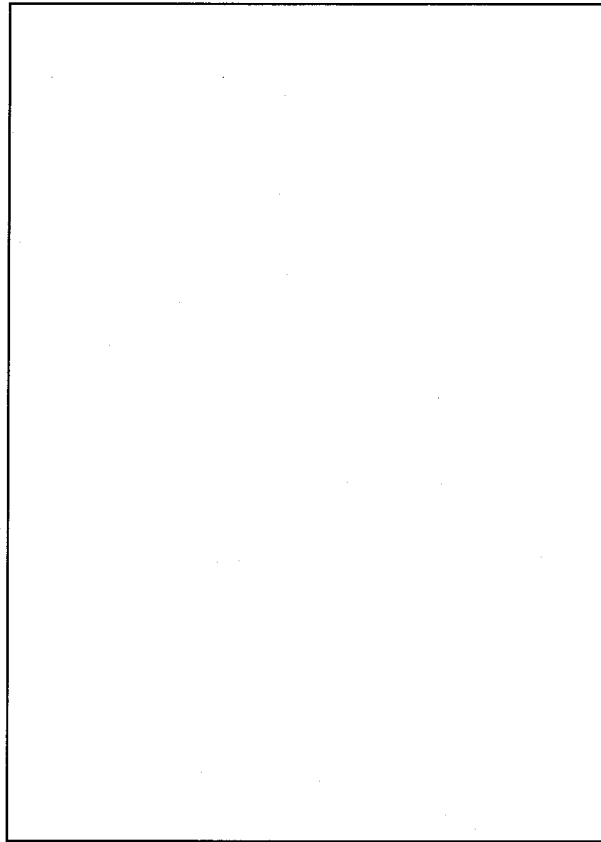


写真 18 9 m水平落下後静止状況
(# 2号機0° 方向下向)

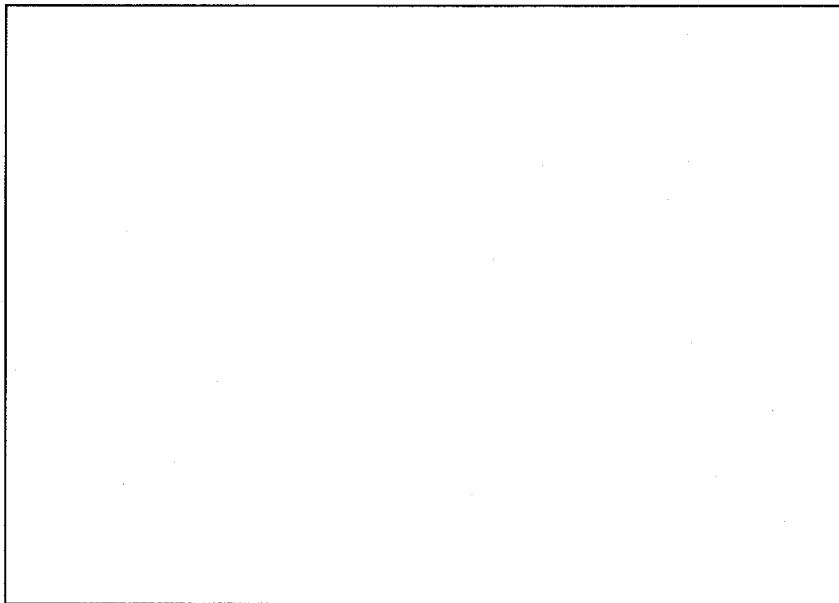


写真 19 1 m水平落下後静止状況
(# 2号機0° 方向下向)

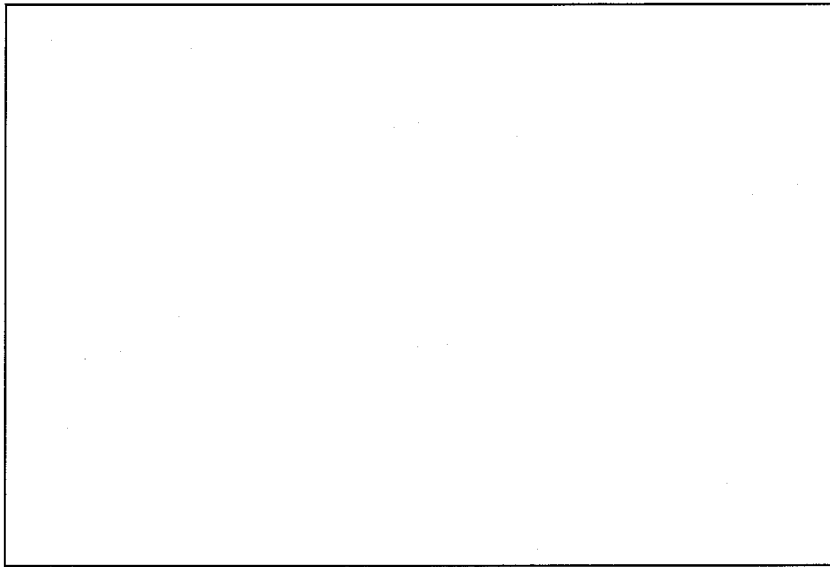


写真 20 水平落下後原型容器内部状況

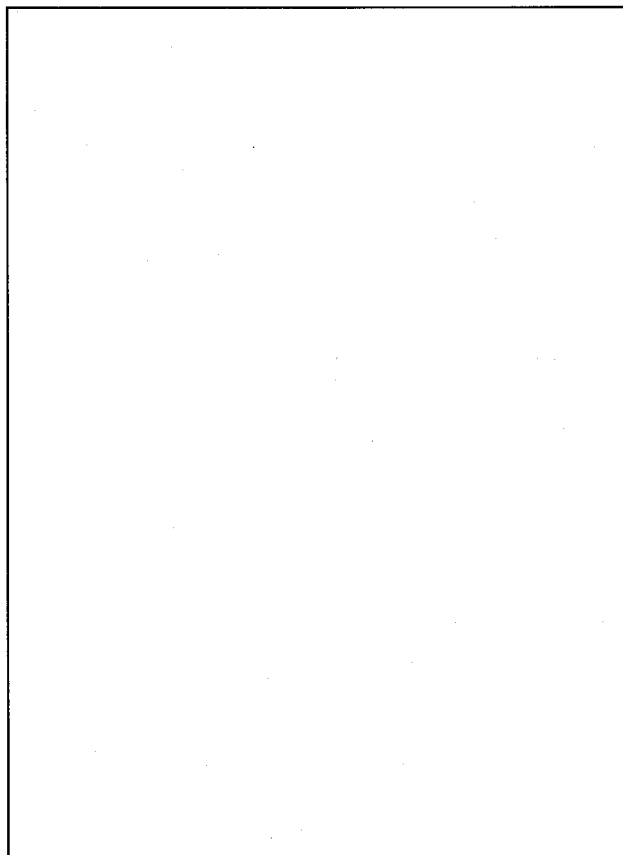


写真 21 水平落下後原型容器内部状況

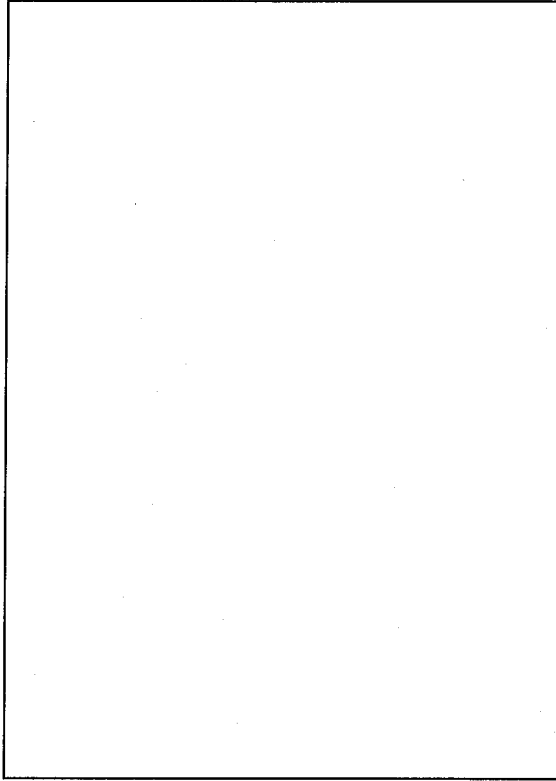


写真 22 9 mコーナ落下後静止状況
(トップ0° 方向下向)

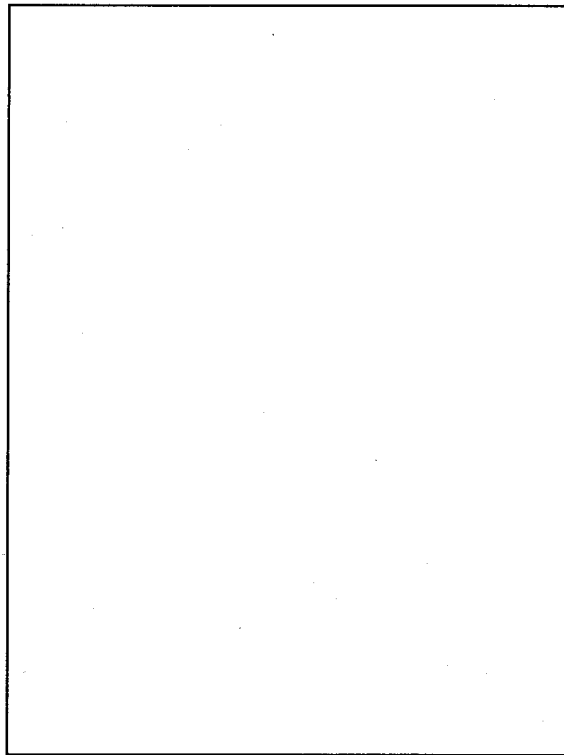


写真 23 1 mコーナ落下後静止状況

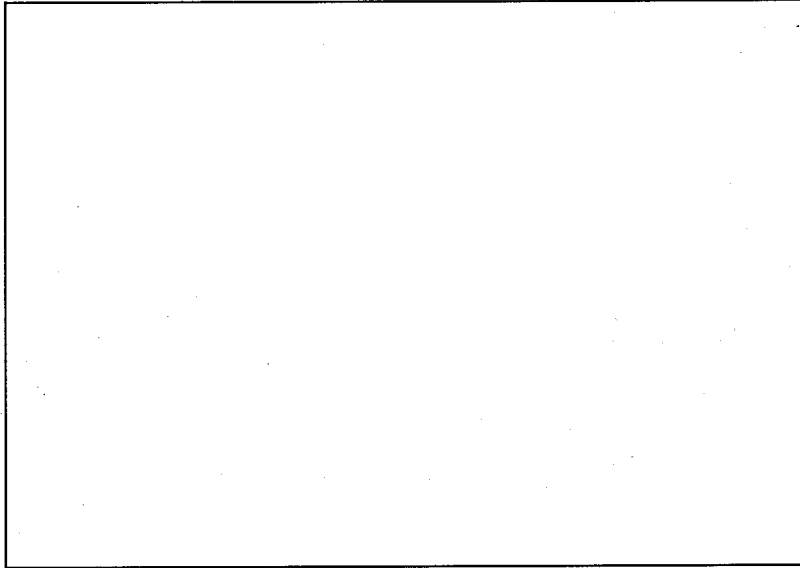


写真 24 コーナ落下後原型容器内部状況

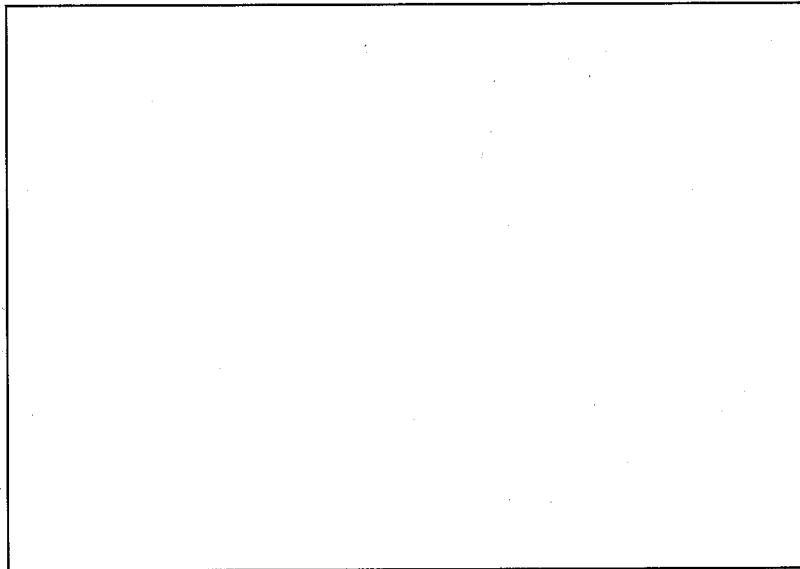


写真 25 コーナ落下後原型容器内部状況

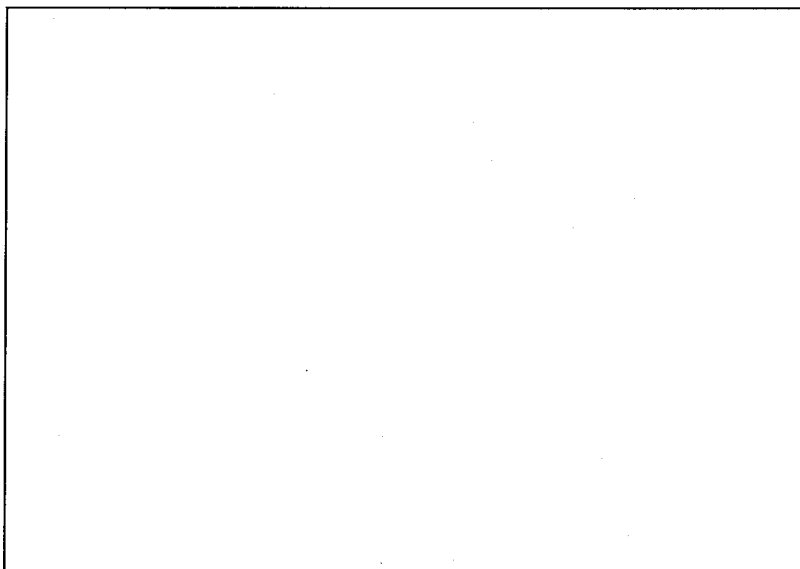


写真 26 コーナ落下後原型容器内部状況

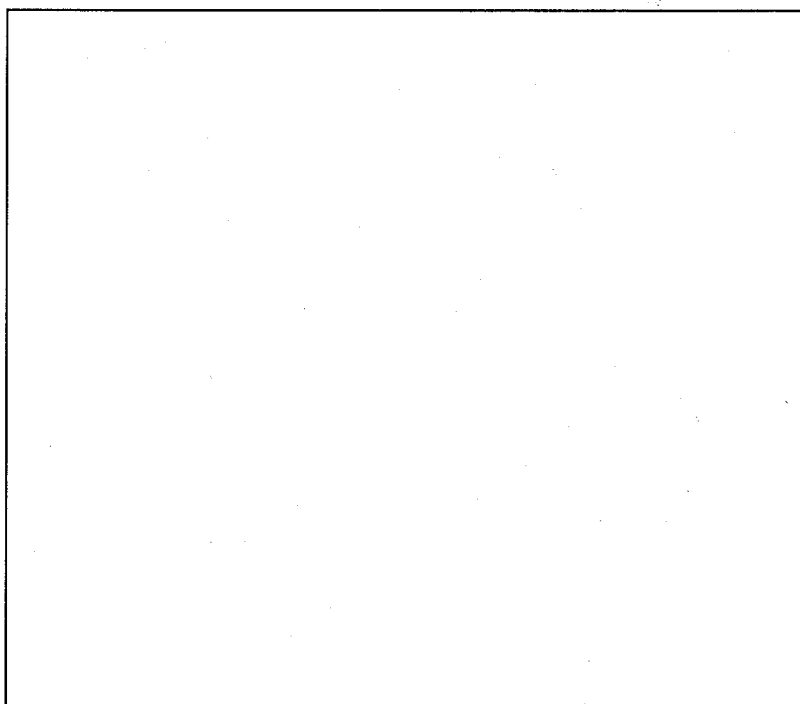


写真 27 9m傾斜落下状況

(トップ18.0° 方向下向)

6. 耐火試験

6.1 試験要領 (写真 28～写真 32 参照)

耐火試験は、強度試験後に原型容器を 800℃ の環境に 30 分間放置する試験である。本試験要領を (ロ) - 第 H. 31 図 に示す。

6.2 計測方法

耐火試験時の温度計測は、すべて CA 熱電対を使用した。耐火試験時の温度計測は、下記各点で行った。((ロ) - 第 H. 32 図 参照)

- (1) 原型容器本体外側
- (2) 原型容器本体内側
- (3) 原型容器内空間
- (4) Oリング部
- (5) 燃料集合体

なお、炉内温度は、原型容器近辺の雰囲気温度計測用熱電対により、制御記録した。

6.3 試験状況及び測定結果

試験日の早朝より炉内昇温を開始し、炉内温度は約 2.5 時間後に、壁温 950℃ に設定した。その温度で 2 時間程度保持し、炉内温度の均一化を図った。

試験手順として、①炉扉開、②炉台車引出し、③原型容器台車に設置、④台車引き込み、⑤炉扉閉などの作業時間に約 7 分かかり、炉内温度は 950℃ から 570℃ に降下した。

炉扉閉後、炉内の再昇温を行い、約 5 分間で 570℃ から 800℃ に昇温した。その後炉内雰囲気を 825℃ ± 20℃ に制御し、30 分間の耐火試験を実施した。

30 分後に炉扉を開いて台車と原型容器を引出し、台車の熱輻射を避けるために原型容器を吊上げて別の場所に放置し、自然放冷した。

各測定点の最高温度及び到達時間を以下に示す。

- | | | | |
|--------------|---|--|------------------------------------|
| (1) 原型容器本体外側 | — | | ℃ — 耐火試験終了直後 |
| (2) 原型容器本体内側 | — | | ℃ — 耐火試験終了後 <input type="text"/> 分 |
| (3) 原型容器内空間 | — | | ℃ — 耐火試験終了後 <input type="text"/> 分 |
| (4) Oリング部 | — | | ℃ — 耐火試験終了後 <input type="text"/> 分 |
| (5) 燃料集合体 | — | | ℃ — 耐火試験終了後 <input type="text"/> 分 |

以上の測定点の温度計測結果を (ロ) - 第 H. 33 図 ~ (ロ) - 第 H. 37 図 に示す。

6.4 試験終了後の状況

(a) 原型容器内部の状況

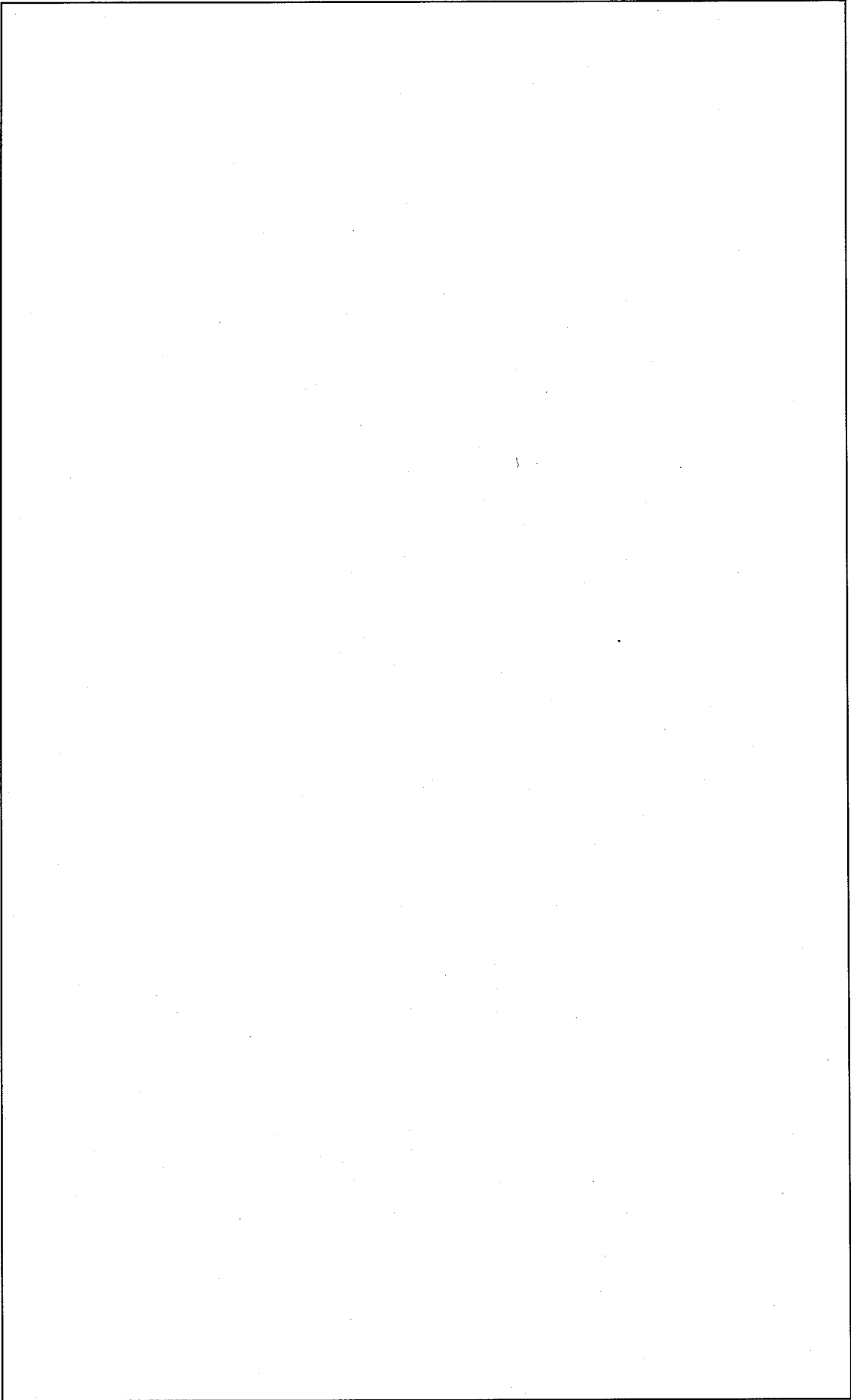
容器の内部は、からのタールと思われるもので、全体的に黒ずんでいた。また、

しかし、模擬燃料集合体を覆っていたカードボードは、タールにより黒ずんではいたが、燃えてはいなかった。

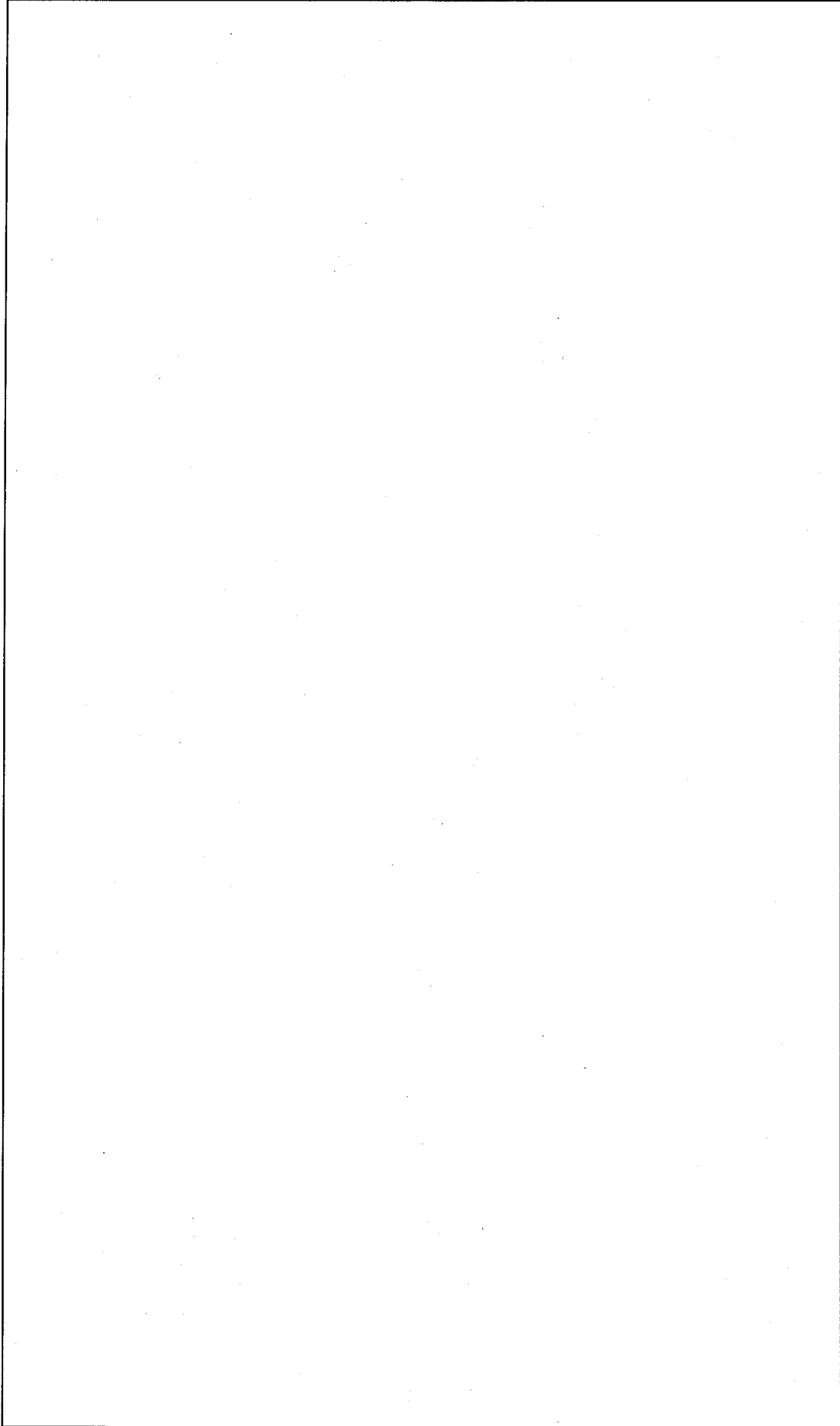
(b) の状況 (写真 33 参照)

外筒鋼板と内筒鋼板の間にはさまれているの厚さは、円筒部で約mm、
端板で約mmである。

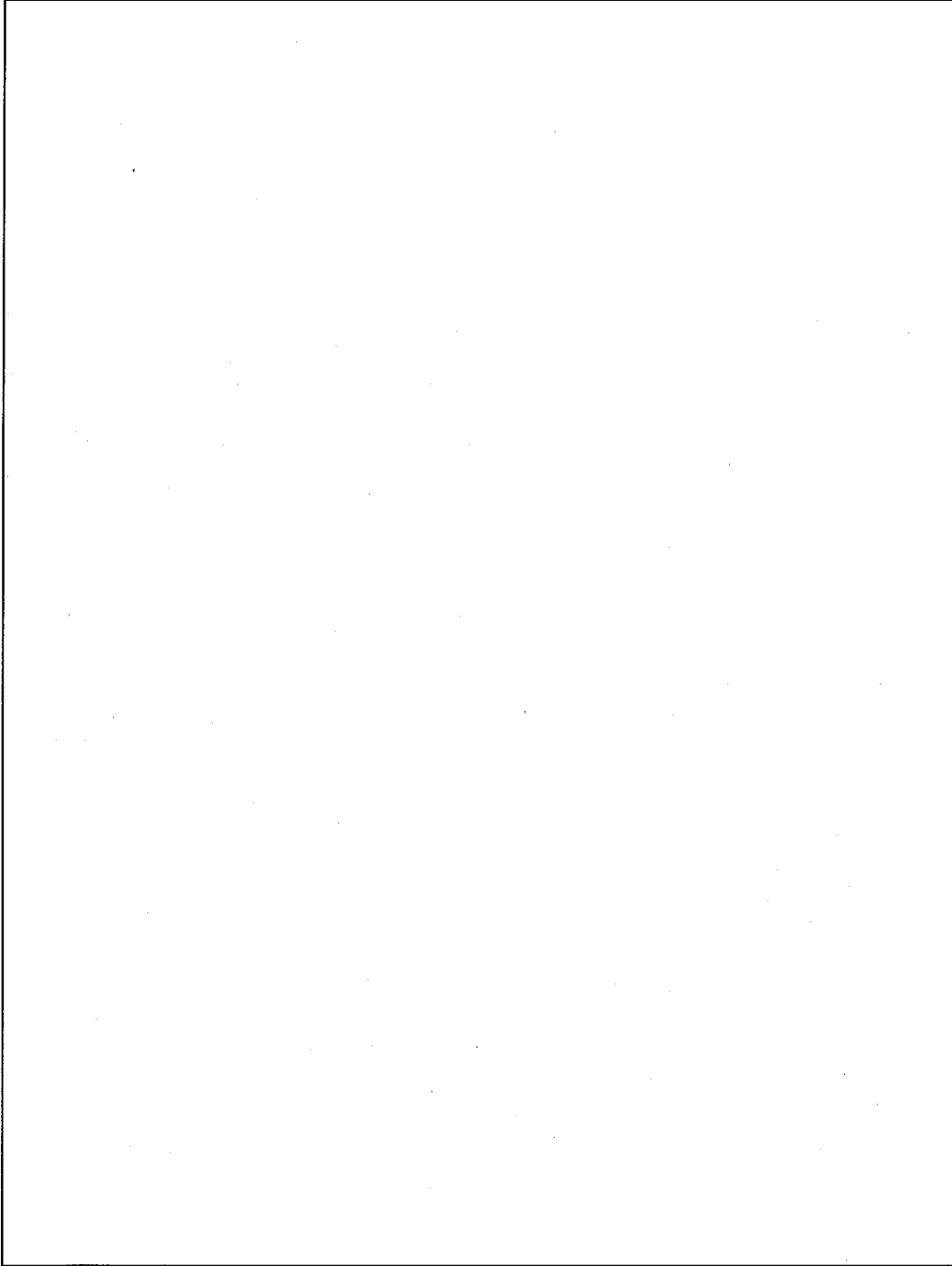
外筒に終われている部分の炭化深さはmm程度であった。また、溶融栓部分の炭化進行度は、外筒の部分とかわりなかった。



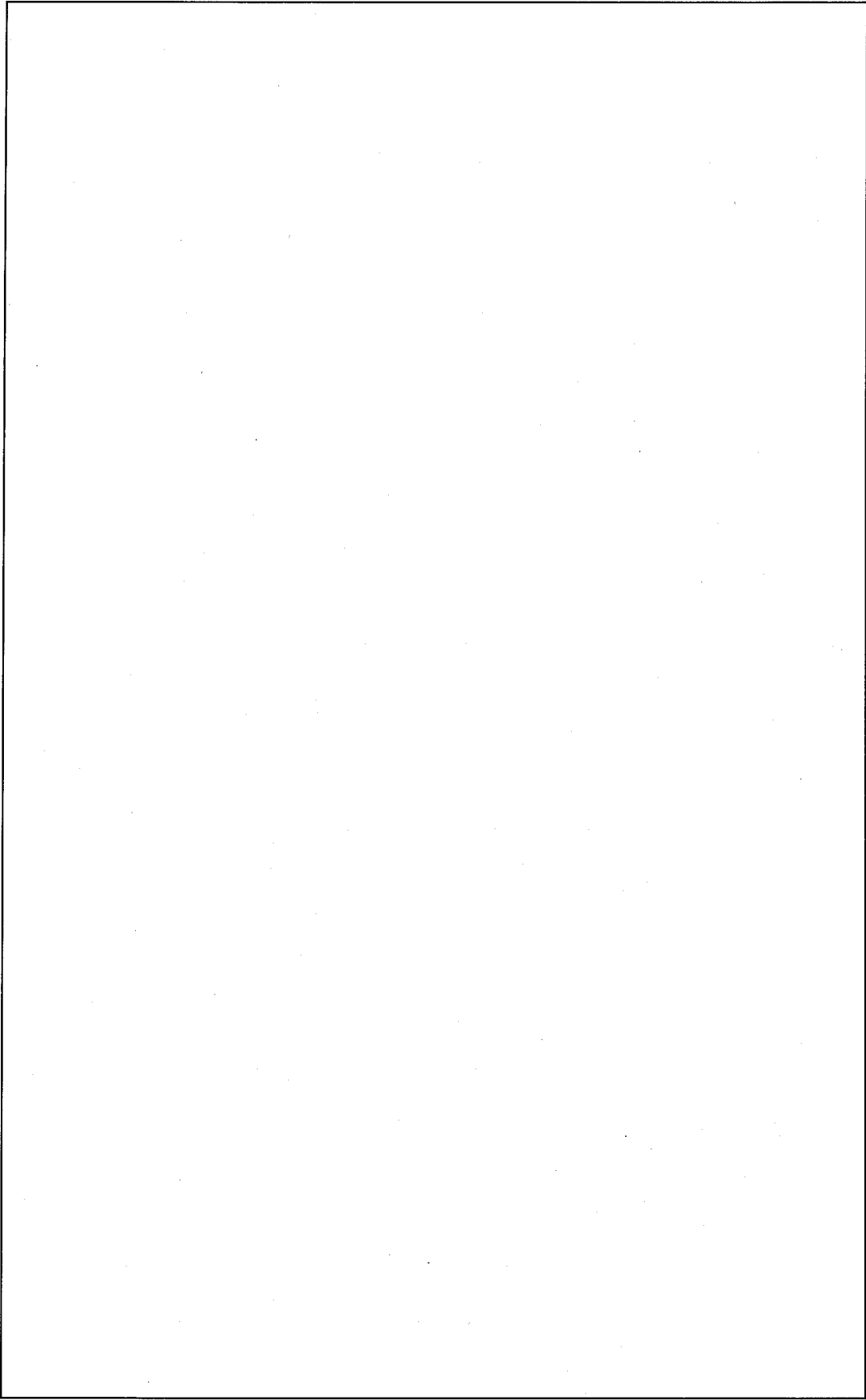
(口) - 第H.31 図 耐火試験要領



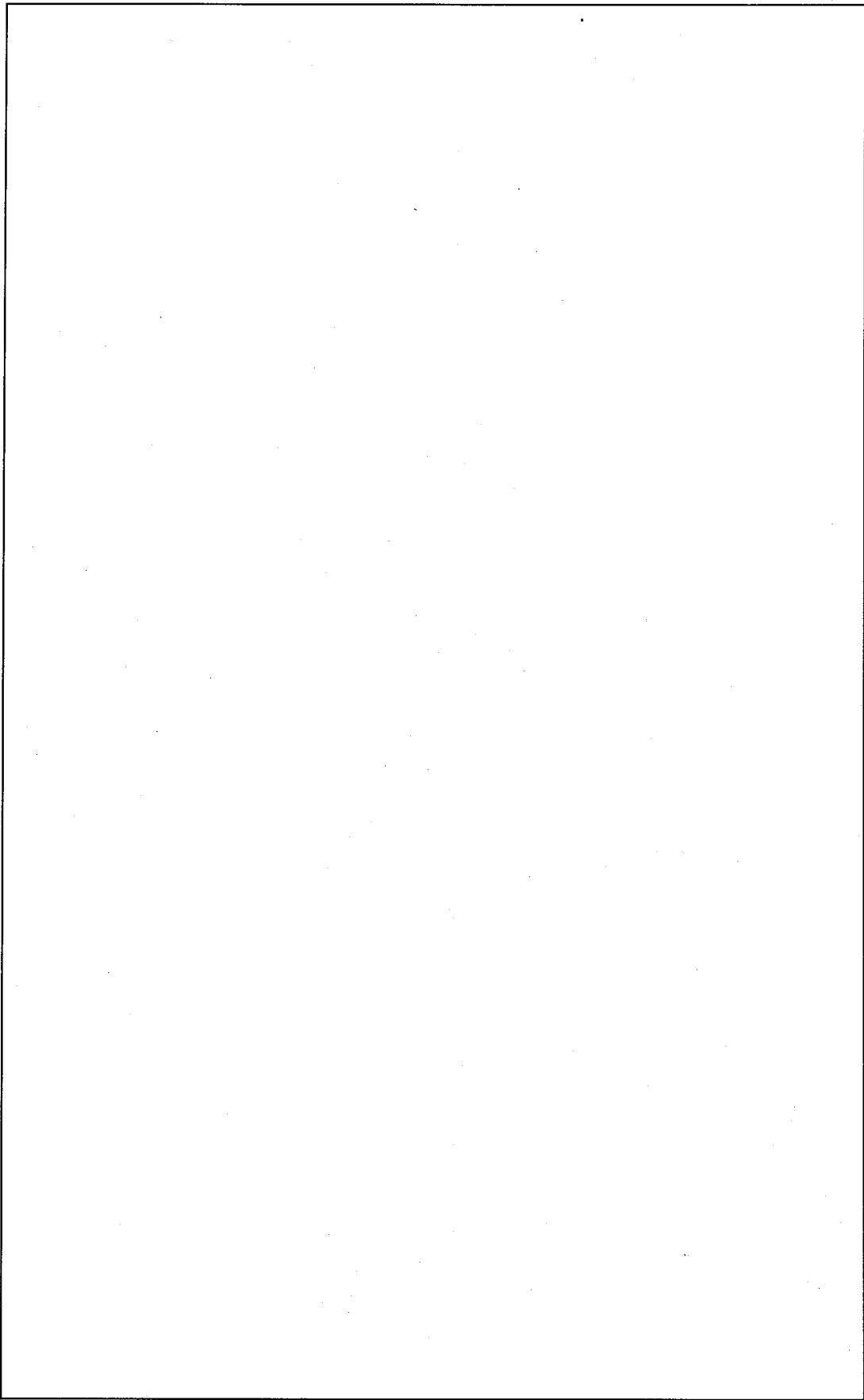
(口)一第H.32 図 耐火試験温度計測位置図



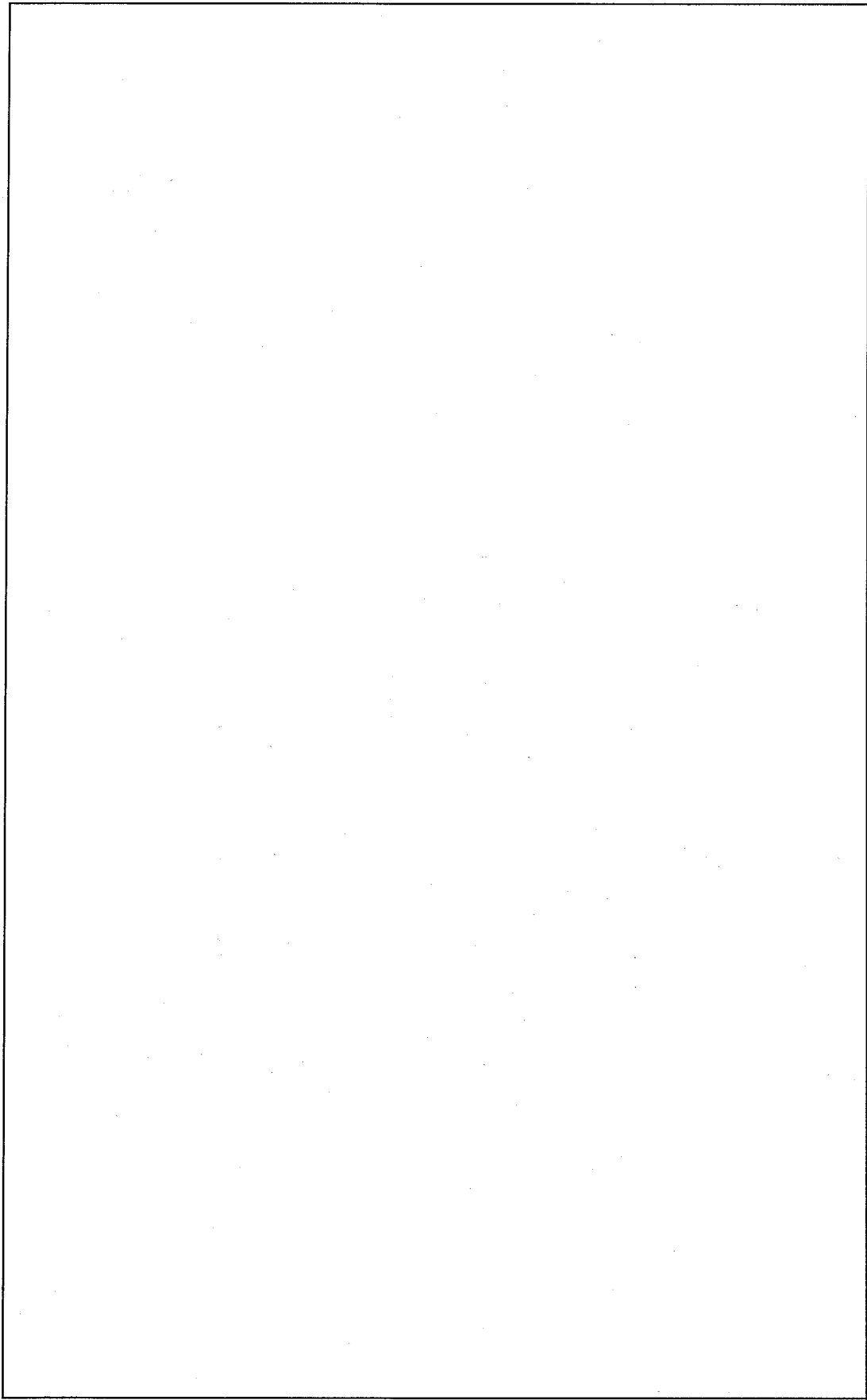
(口)－第H.33 図 耐火試験温度データ (原型容器本体外側)



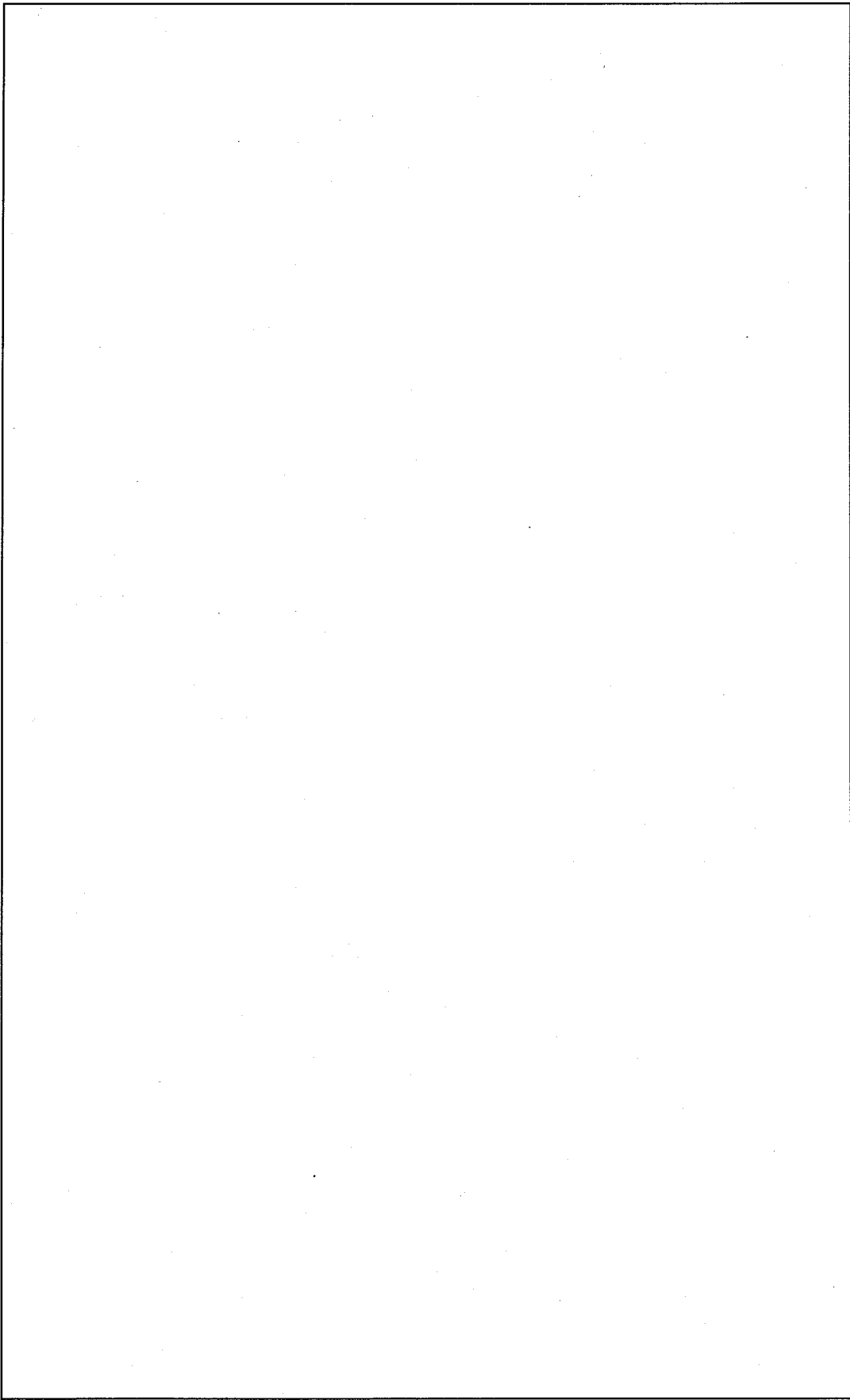
(口)－第H.34 図 耐火試験温度データ (原型容器本体内部側)



(口)－第H.35 図 耐火試験温度データ (原型容器内空間)



(ロ)一第H.36図 耐火試験温度データ (リング部)



(口) - 第H. 37 図 耐火試験温度データ (燃料集合体)

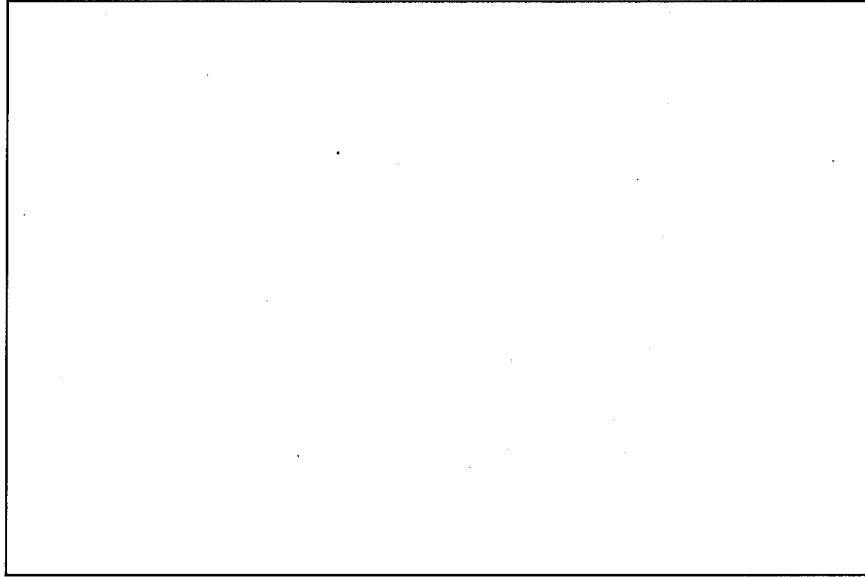


写真 28 炉内昇温完了後扉開

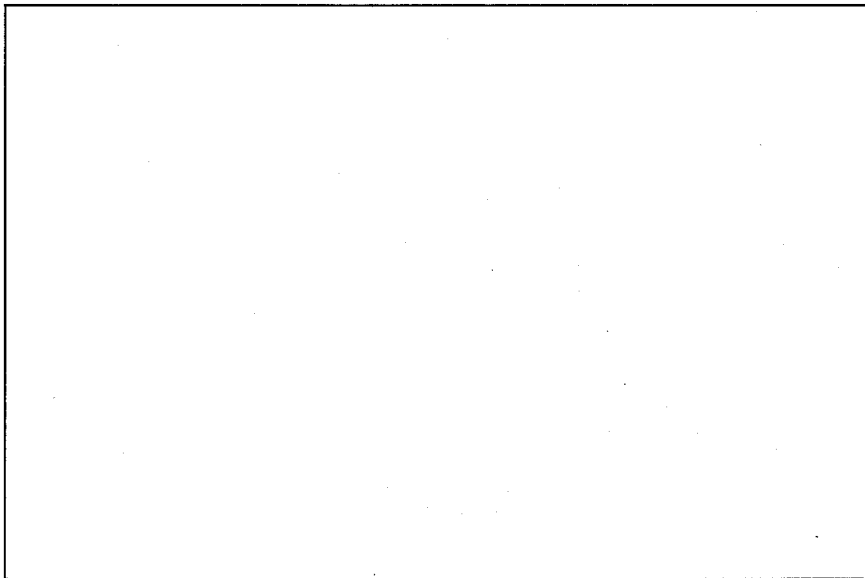


写真 29 台車上原型容器を設置

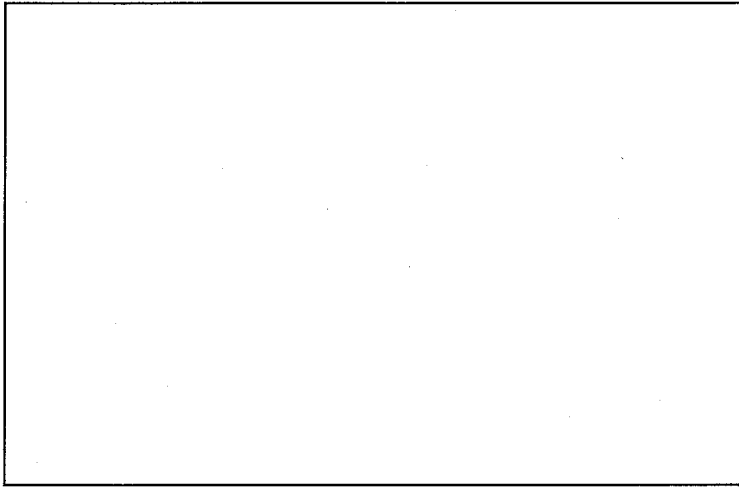


写真30 耐火試験終了後扉閉

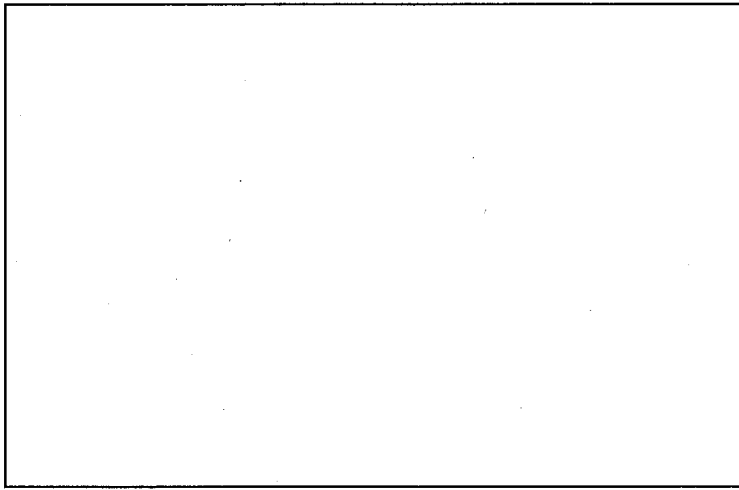


写真31 台車引出し終了

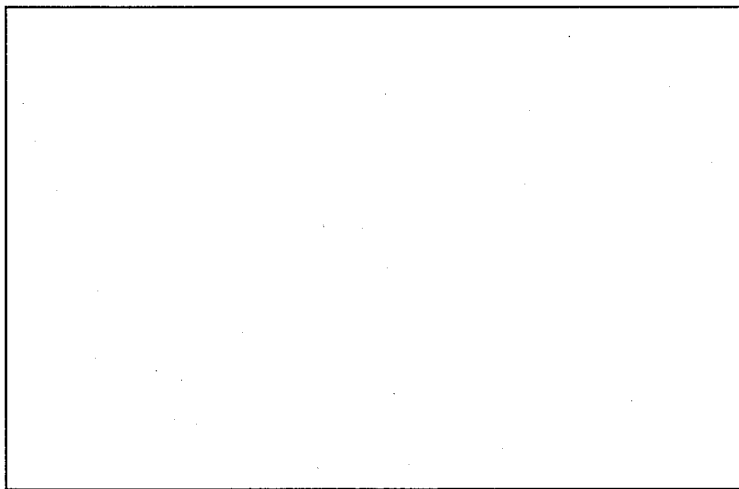


写真32 自然放冷状況

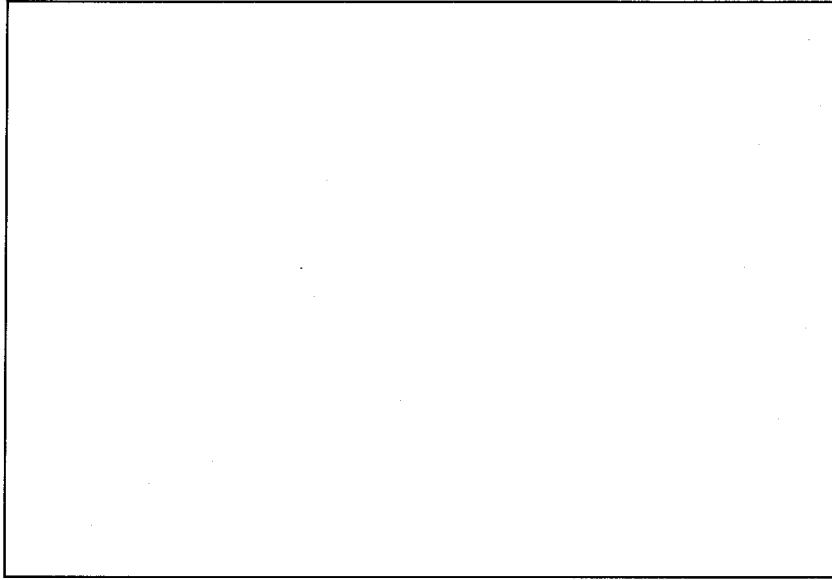


写真 33 の状況

7. 燃料集合体健全性確認試験

7.1 試験概要

MFC-1型輸送容器の原型容器試験（落下試験Ⅰ，落下試験Ⅱ，耐火試験）下に対しても密封境界である燃料棒が破損していないことを証明するため，落下試験用（#1）及び耐火試験用（#2）の原型容器に使用した模擬燃料棒に対してヘリウムリーク試験を実施した。その結果，漏洩量はバックグラウンドに近く，新燃料の場合の合格基準値をかなり下回っており，模擬燃料棒の健全性が証明された。

7.2 供試体

模擬燃料棒の仕様は，(ロ)－第H.6表に示す通りである。

(ロ)－第H.6表 模擬燃料棒仕様

	落下試験用（#1）	耐火試験用（#2）
(Ass'y) No.	DM-47	DM-48
(Ass'y) Type	15×15-12 フィート	同 左
被 覆 管	ジルカロイ-4	同 左
端 栓	ジルカロイ-4	同 左
ペ レ ッ ト		
ヘリウム充填圧力		
燃 料 棒 本 数	30 本	同 左

7.3 使用機器

- (1) ヘリウムリークディテクター：24-120B型（デュポン社製）

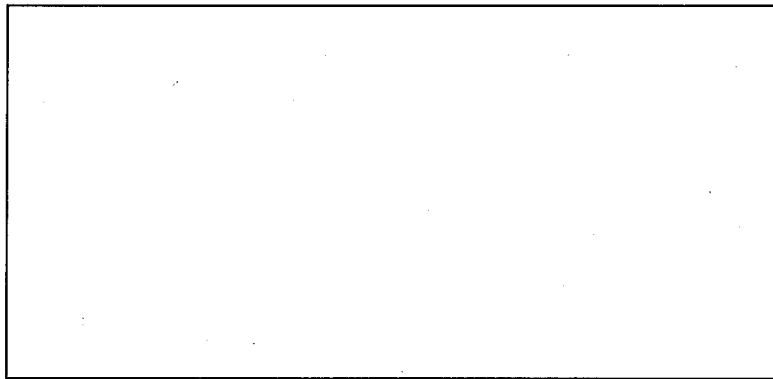
最高感度 $2 \times 10^{-10} \text{ atm} \cdot \text{cm}^3 / \text{s}$

- (2) 真空容器：φ260×L5,000 mm

7.4 試験方法

7.4.1 模擬燃料棒の取出し (写真 34～写真 36 参照)

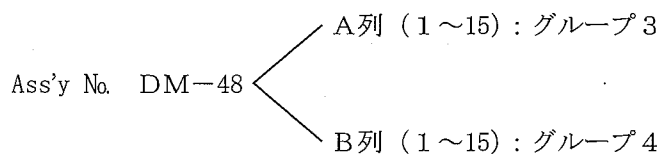
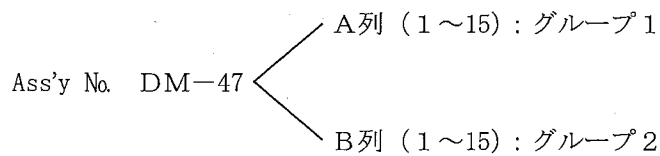
(ロ)－第H.38図に示すように、実証試験に使用した模擬燃料集合体から各々上部2列(A, B)各15本、計30本の模擬燃料棒を取出した。取出し方法は、金切りばさみ及びペンチを使用して、支持格子(グリッド)を切断して行った。取出し後、模擬燃料棒を定盤上で外観検査を目視で行い、異常のないことを確認した。



(ロ)－第H.38図 模擬燃料棒の取出し

7.4.2 ヘリウムリーク試験

ヘリウムリーク試験は模擬燃料棒を次の4グループに分け、各々チャンネルに入れて実施した。



7.5 試験結果

落下試験用、耐火試験用の両模擬燃料棒共(ロ)－第H.7表に示すようにリーク量は、新燃料の合計基準値 (atm・cm³/s) 以下であり、バックグラウンドとほぼ等しく、リークしていないことが確認された。

(ロ) - 第H. 7表 ヘリウムリーク試験結果

項 目		グループ1	グループ2	グループ3	グループ4
実 施 年 月 日		60. 2. 22	60. 2. 22	60. 2. 22	60. 2. 22
時 刻		10 : 00	10 : 00	11 : 20	11 : 20
温 度		21℃	21℃	21℃	21℃
標準ヘリウムリーク量 (atm・cm ³ /s)		2.83×10 ⁻⁸	2.83×10 ⁻⁸	2.83×10 ⁻⁸	2.83×10 ⁻⁸
測 定 器 レ ン ジ		5	5	5	5
標 準 リ ー ク 目 盛		32	32	32	32
バックグラウンド目盛		2	2	2	2
合 格 基 準 目 盛		10	10	10	10
合 格 基 準 値 (atm・cm ³ /s)		(1×10 ⁻⁸)	(1×10 ⁻⁸)	(1×10 ⁻⁸)	(1×10 ⁻⁸)
実 測 値	読 取 値				

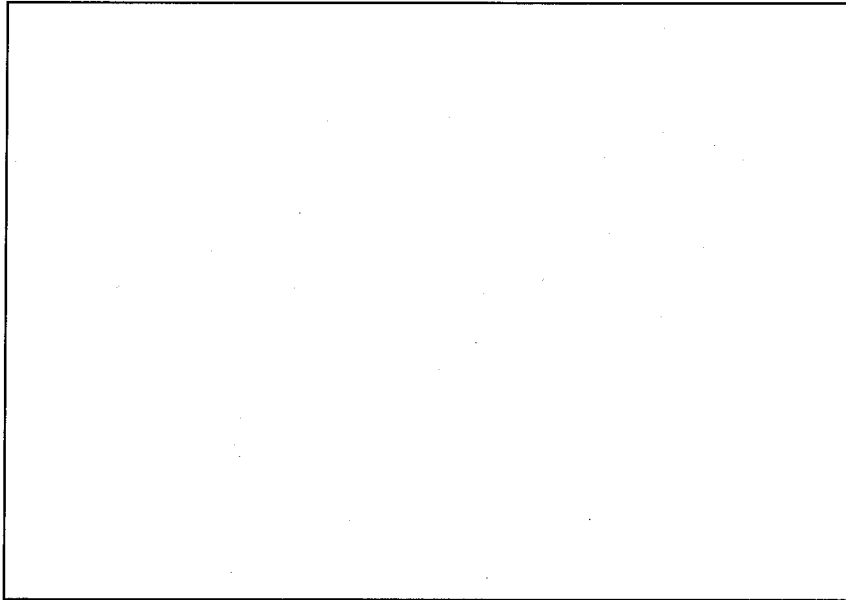


写真 34 模擬燃料集合体の取出し

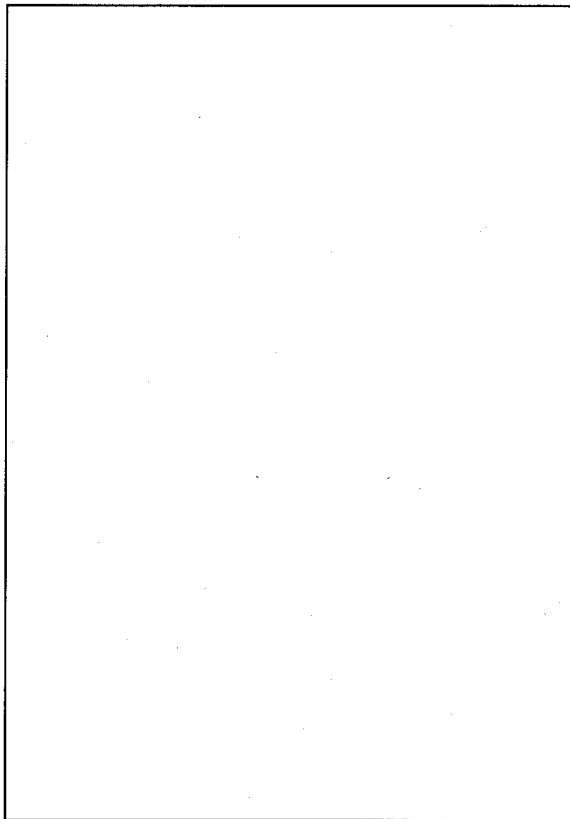


写真 35 模擬燃料棒の外観検査

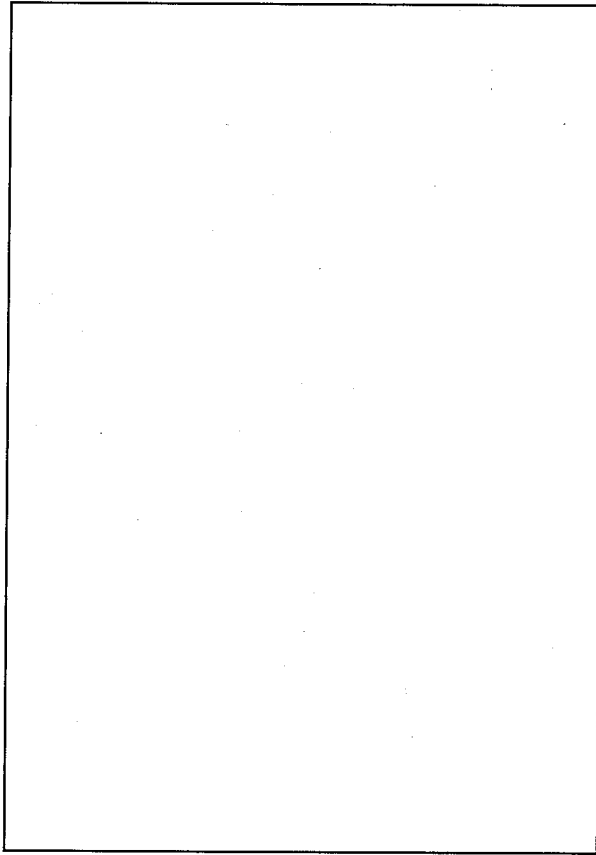


写真 36 模擬燃料棒の外観検査

8. 試験結果の評価

9 m落下試験, 1 m貫通試験の結果, 外殻を形成する上蓋, 下部容器の表面は変形したが, 模擬燃料集合体は, ほぼ正常な状態にあり, 密封境界である模擬燃料棒には, 多少の曲り, 長手方向へのずれがあるものの, 落下試験後に行った模擬燃料集合体ヘリウムリーク試験において, ヘリウムの漏洩はなく, 密封性の保たれていることを確認した。

また, 引続く耐火試験においても, 試験後に行った模擬燃料集合体ヘリウムリーク試験において, ヘリウムの漏洩はなく, 密封性の保たれていることを確認した。

今回行った原型容器試験により, 当社開発のMFC-1型輸送物が規則で要求されている事故時条件での安全性を十分保持し得ることが確認できた。

9. ボロンステンレス鋼を使用したスキン部分モデルの9 m落下試験

9.1 概 要

本試験は、ボロンステンレス鋼を使用してスキン部分モデルを使用し、9 m落下による破損の有無を確認するために行った。

9.2 落下試験要領

試験モデルは、実機クロスフレーム部分モデル<寸法： , 重量： > (概略図を(ロ)－第H. 39 図に示す。)を使用し、また、落下高さ、落下姿勢は実証試験同様(落下姿勢概略図(ロ)－第H. 40 図, (ロ)－第H. 41 図, 写真－37 に示す。)とした。

重量模擬体は、燃料集合体単位重量(水平落下のみ：約 kg)とし、緩衝体※には木材を使用した。

9.3 試験結果概要

(ロ)－第H. 8表にスキン部分モデルの9 m落下試験結果を示す。

(ロ)－第H. 8表 スキン部分モデルの試験結果

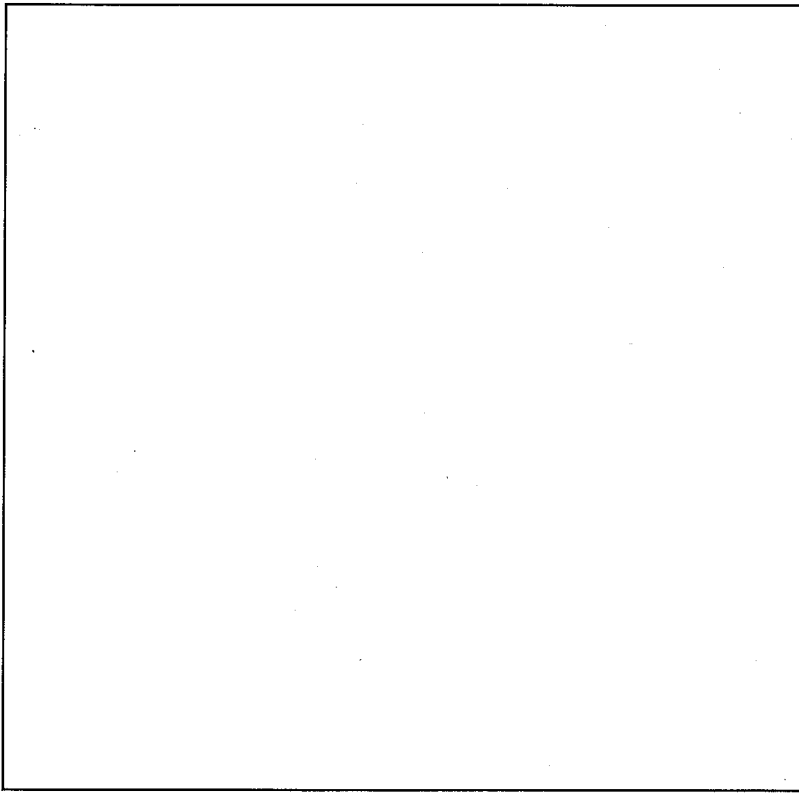
落下姿勢 \ 緩衝体	緩衝体	衝撃加速度 (× g)	スキン発生応力 (N/mm ²)
水 平 落 下	有	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	無		
垂 直 落 下	有		
	無		

注 落下試験後の状況を写真－38, 39に示す。

9.4 結 論

ボロンステンレス鋼を使用したスキン部分モデル落下試験では落下試験後に実施したPT検査の結果スキン及び溶接部に割れ等はなく、落下衝撃によって破損がないことが確認された。

※ 木材を落下台上に置き、その上に供試体を落下させた。



(口) - 第H.39 図 供試体概略図

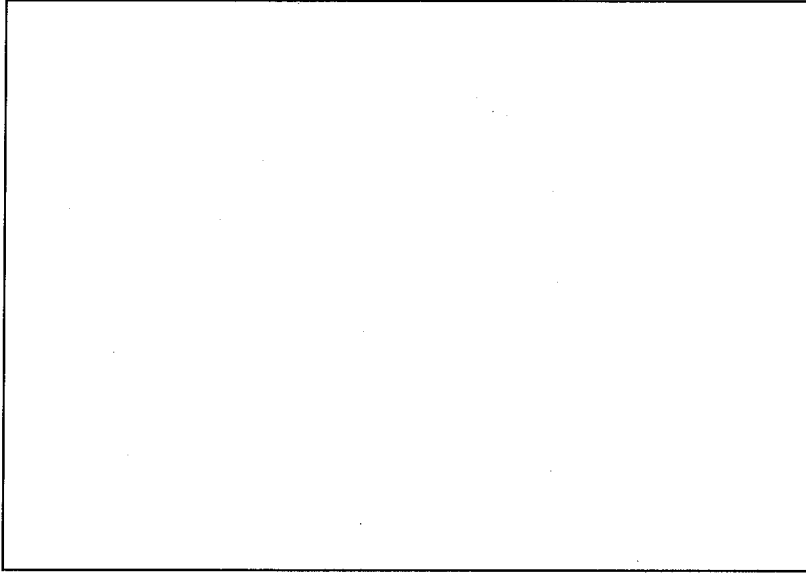
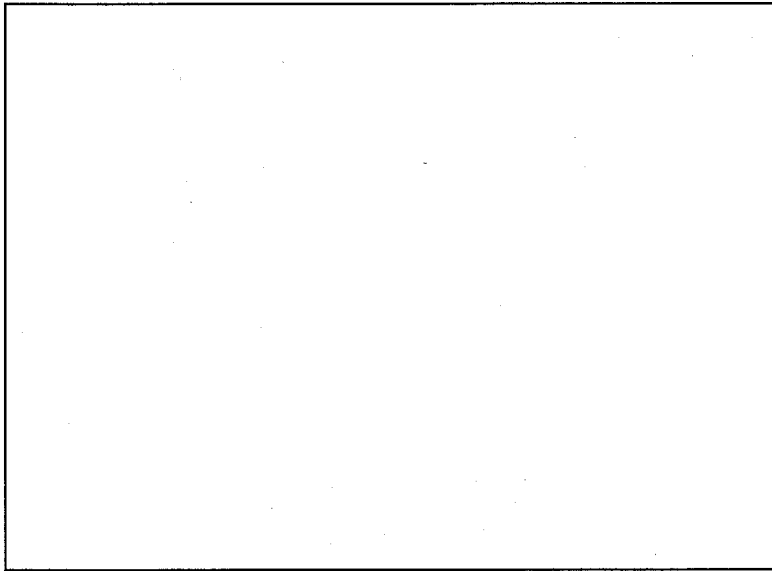


写真 37 供試体吊下状況



(口)－第H.40 図 落下姿勢概略図
(垂直落下)

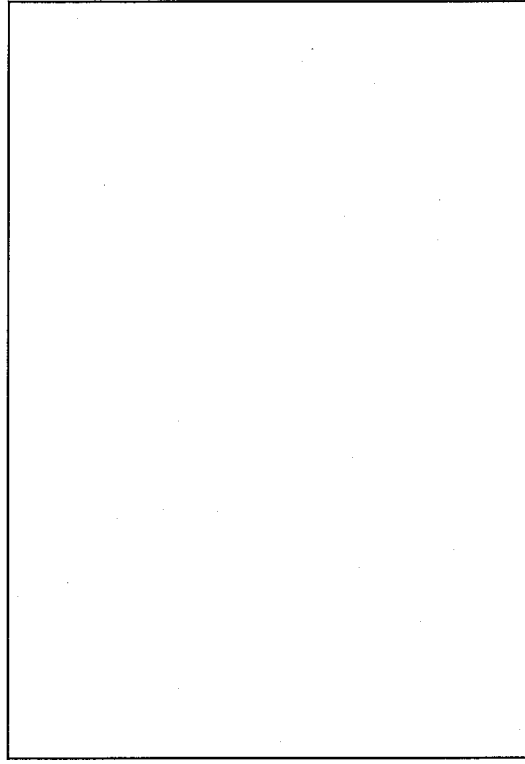
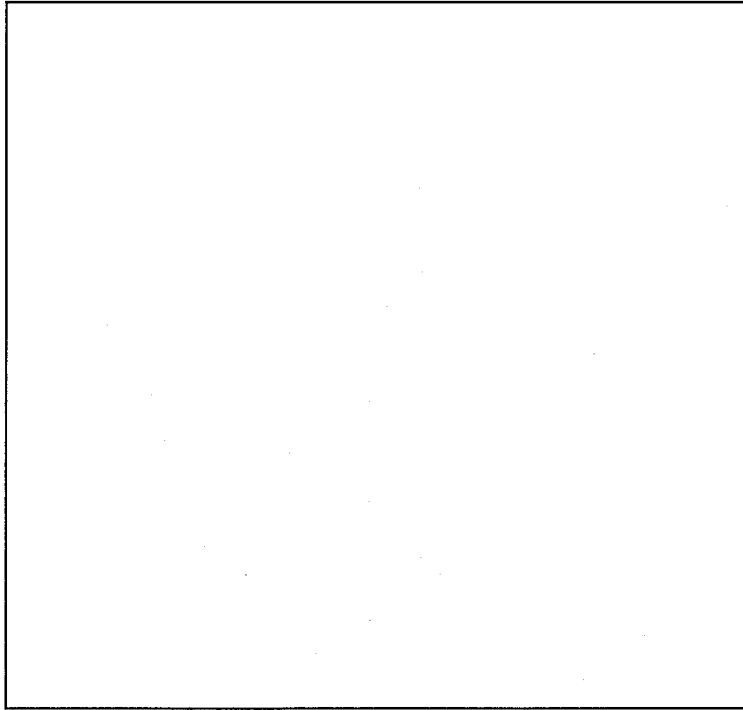


写真 38 落下試験後の状況
(PT検査後)



(口)－第H.41 図 落下姿勢概略図
(水平落下)

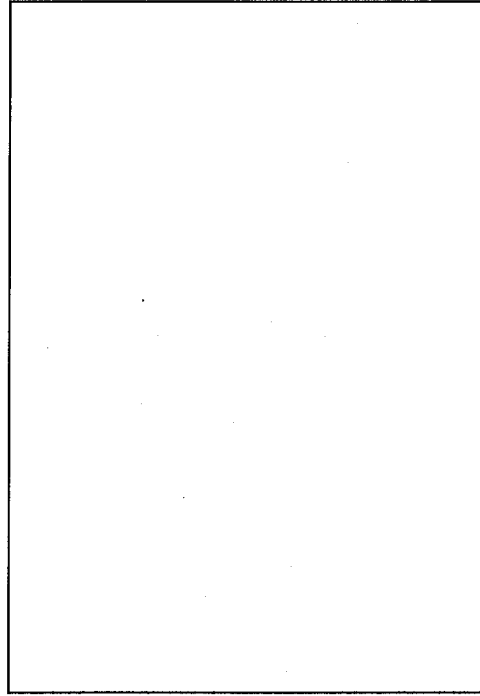


写真 39 落下試験後の状況
(PT検査後)

(ハ) 章

輸送容器の保守及び
核燃料輸送物の取扱い方法

ハ章A 核燃料輸送物の取扱い方法

(ハ)章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法

概 要

本章においては、輸送物の安全な輸送を実施するに当たり、輸送容器に収納物（燃料集合体）を装荷するための準備作業、装荷の方法ならびにその検査、輸送容器から収納物を取り出す場合の取出し方法ならびにそれらの検査について述べるとともに、輸送容器の試験・検査の方法、更にくり返して使用する輸送容器の保守条件等について記載する。燃料集合体装荷時フローを(ハ)－第A. 2図に示し、取出し時のフローを(ハ)－第A. 11図に示す。

(ハ)－A 核燃料輸送物の取扱い方法

A. 1 装荷方法

A. 1. 1 準備作業

輸送容器に収納物（以下燃料集合体という）を装荷するに先立ち、次の作業を実施する。

(1) 使用機器・治工具の点検

- (a) 天井走行クレーン [] の走行性、ブレーキ性能等を点検する。
- (b) [] について、有害な傷、割れ等がないか点検する。
- (c) []
[] がないか点検する。また [] については有害な傷、割れ等がないか点検する。
- (d) [] に有害な傷、割れ等がないか点検する。
- (e) その他、上蓋用枕木、ロープ、 [] について有害な傷、割れ等がないか点検する。

(2) 作業場所の清掃，整理

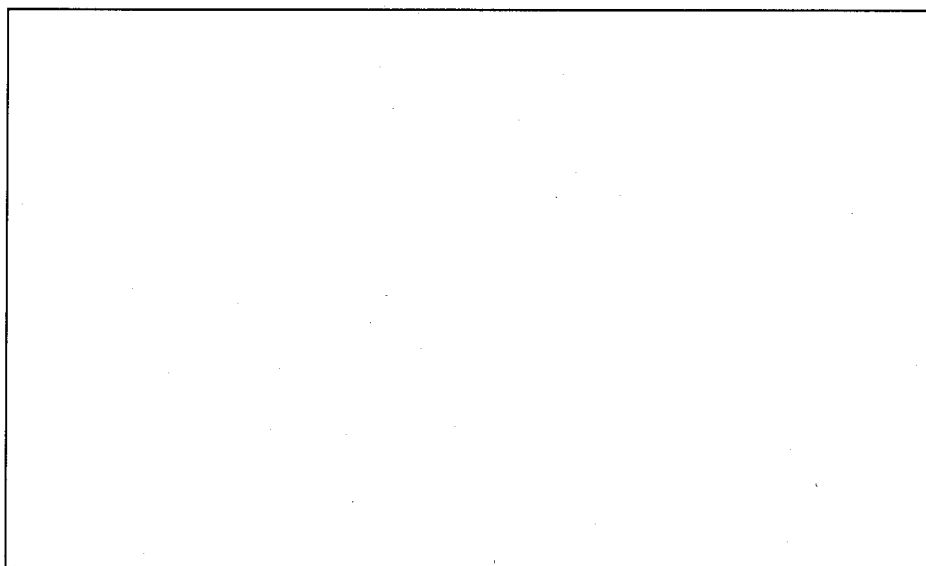
- (a) 場所の区画

(3) 装荷前準備作業

空輸送容器の準備 ((ハ)－第A. 1図参照)

- (a) 天井走行クレーン [] を組合せて取付ける。
- (b) [] の一端を [] に取付ける。

- (c) 天井走行クレーンのフックを少し上げて、の状態が正常か確認する。
- (d) 空輸送容器を作業場に運搬する。
- (e) 空輸送容器を静かに床面に降す。(床面は十分に水平なこと)
- (f) 天井走行クレーンのフックを下げる。天井走行クレーンはこの状態で止めておく。



(ハ)－第A. 1図 空輸送容器の準備

A. 1. 2 装荷の作業手順

輸送容器の上蓋をあげて燃料集合体を装荷するまでの作業手順は下記の通りである。

- (1) ((ハ)－第A. 3図, (ハ)－第A. 4図参照)
を取出し、所定の位置に固定する。
- (2) 上蓋の取外し
 - (a) 上蓋をのせる枕木を所定の場所に設置する。
 - (b) 輸送容器のの締付ボルトをを用いてゆるめる。
(ハ)－第A. 5図参照
 - (c) 輸送容器専用の吊り具を用いて上蓋をクレーンで吊上げ、枕木の上に置く。
- (3) ((ハ)－第A. 9図参照)
 - (a) に
を取付ける。

- (b) [] 天井走行クレーンのフックに掛ける。
- (c) []
- (d) []
- (e) []
[]
- (f) 上記の [] を取外す。
- (4) [] ((ハ) - 第A.10 図参照)
- (a) [] を用いて []
[] より取外す。
- (b) [] に取付けてある, []
[] を取付け, [] を取付ける。
- (c) 天井走行クレーンのフックに [] を掛ける。
- (d) 天井走行クレーンを []
[]
- (5) []
[] を取外す。
- [] を所定の位置に取付ける。((ハ) - 第A.10 図参照)
容器内部の清掃を行う。
- (6) 燃料集合体の収納
- (a) []
[] ((ハ) - 第A.10 図参照)
- (b) []
((ハ) - 第A.10 図参照)
- (c) クレーンに燃料集合体吊具を付け, カードボードに梱包された燃料集合体に装着する。
- (d) []
[]

(e) []

[]

(f) 燃料集合体より燃料集合体吊具をはずし、ポリ袋をガムテープで止める。

(g) 上記(a)～(f)の手順で2体目の燃料集合体を収納する。

(h) []

[]

(7) []

(a) クレーンに [] に

取付ける。

(b) [] より取外し、所定の位置に []

[]

(c) []

(d) []

(e) []

[]

(f) []

[]

(g) Oリングの確認をする。

(h) 品質管理課が上記一連の作業の結果を検査する。

(8) 上蓋の取付け

(a) []

(b) [] を用いて上蓋をかぶせる。

(c) 締付ボルトを [] 締付ける。((ハ)－第A. 5図, (ハ)－第

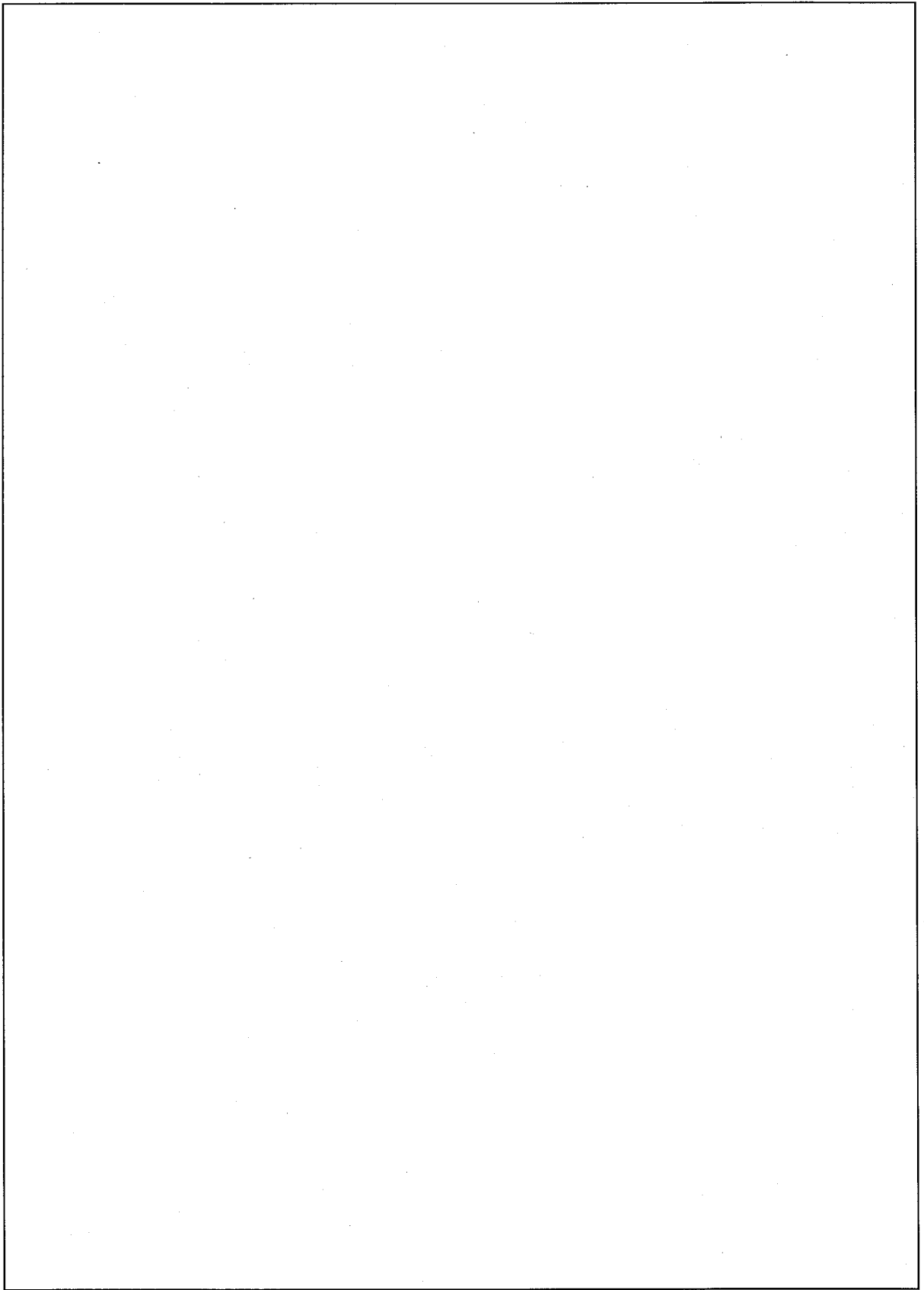
A. 6図参照)

(d) 品質管理課が上記(c)の締付け具合を確認する。

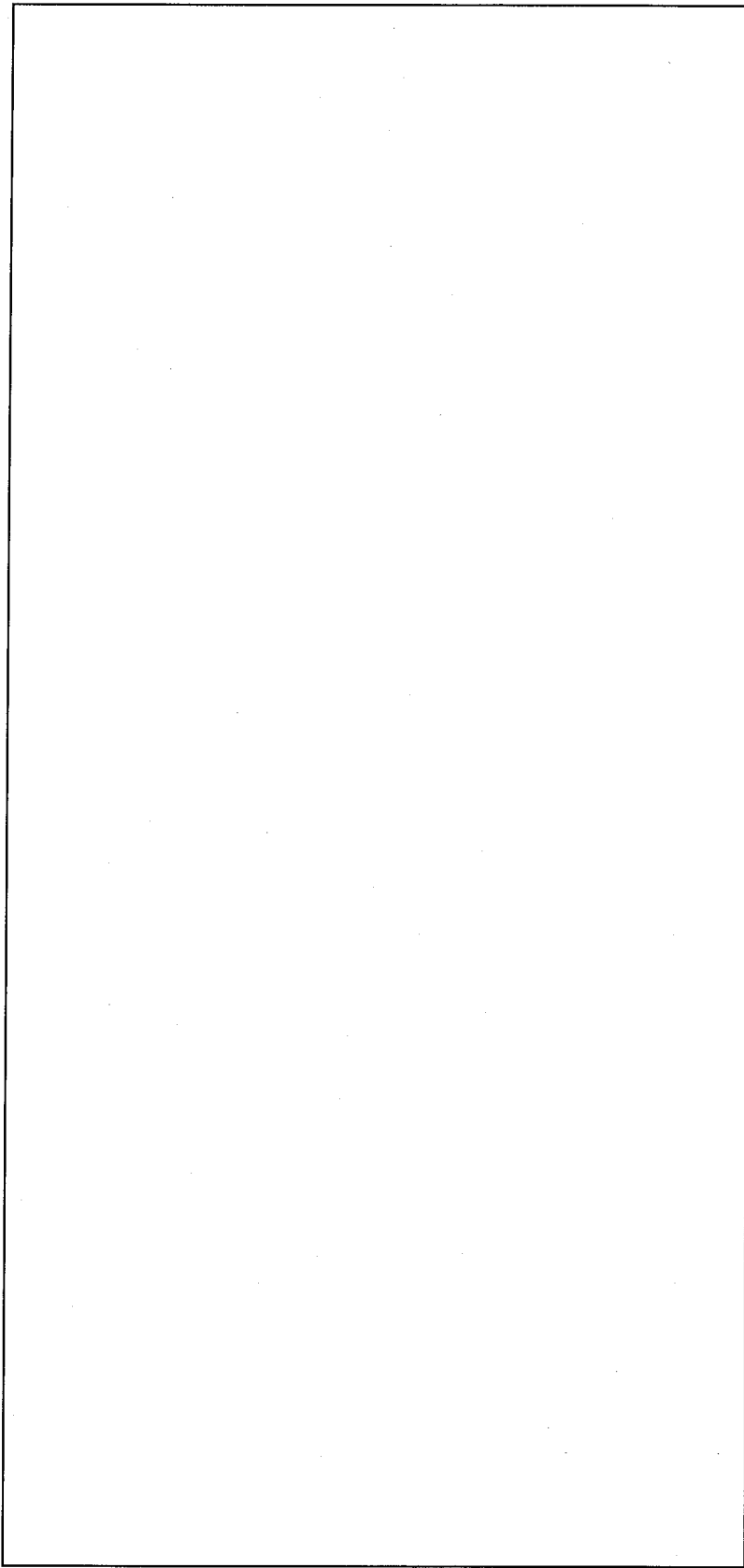
(e) []

(9) 線量当量率の測定

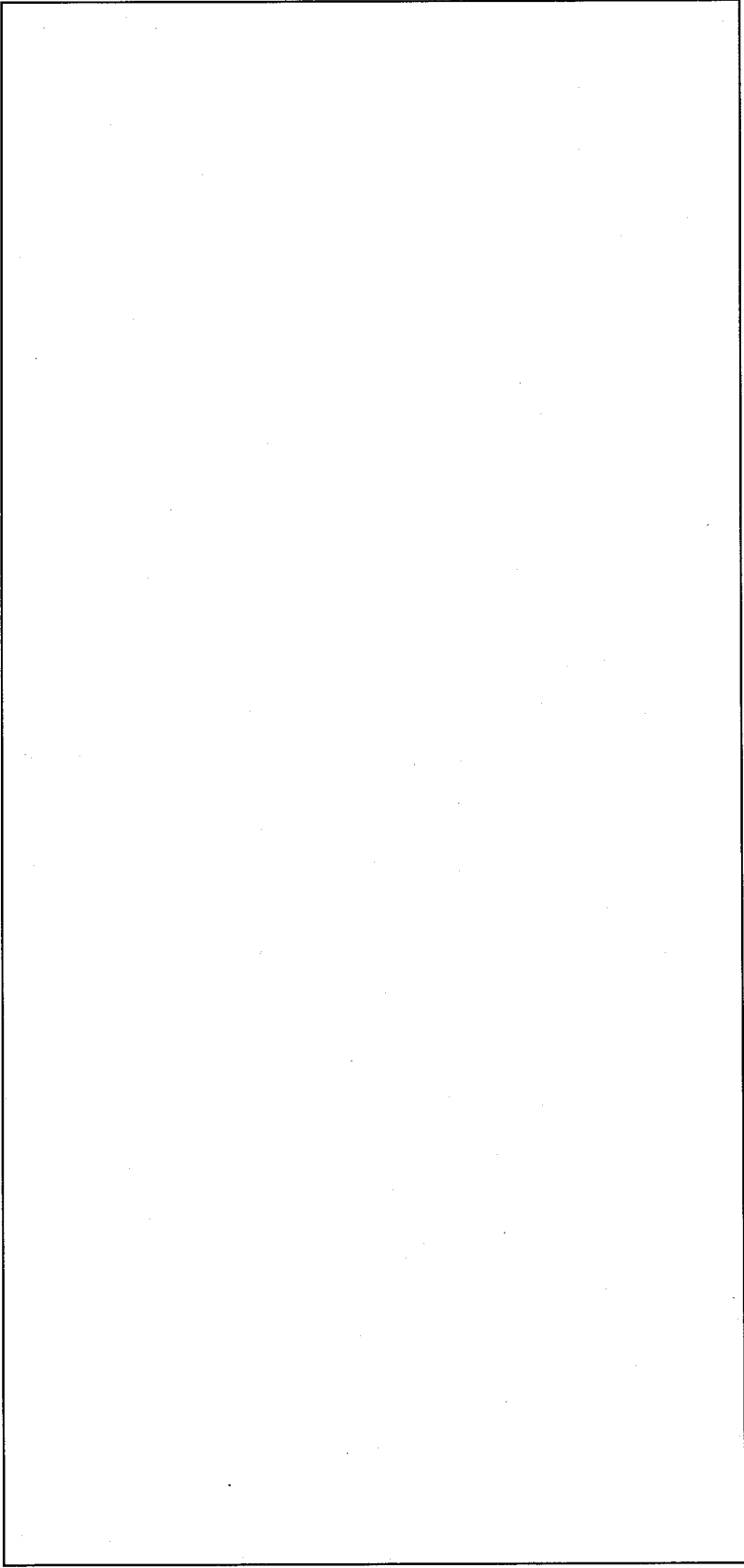
安全管理課がGMサーベイメーターを用いて輸送容器の表面ならびに表面から1mの各点における線量当量率を測定し、それぞれ2mSv毎時、0.1mSv毎時を超えないことを確認すると同時に測定結果を記録する。



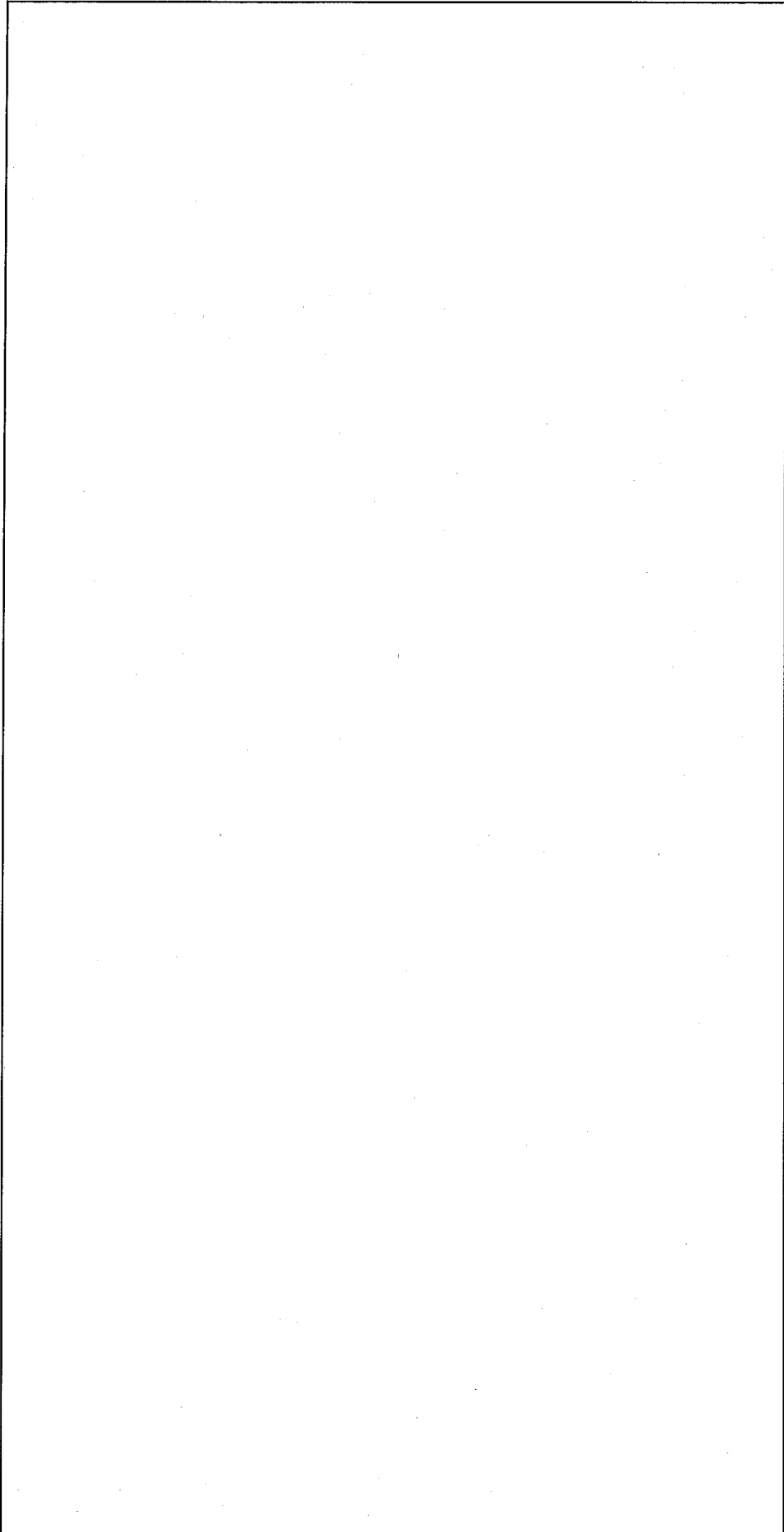
(ハ)－第A. 2図 燃料集合体装荷時のフロー



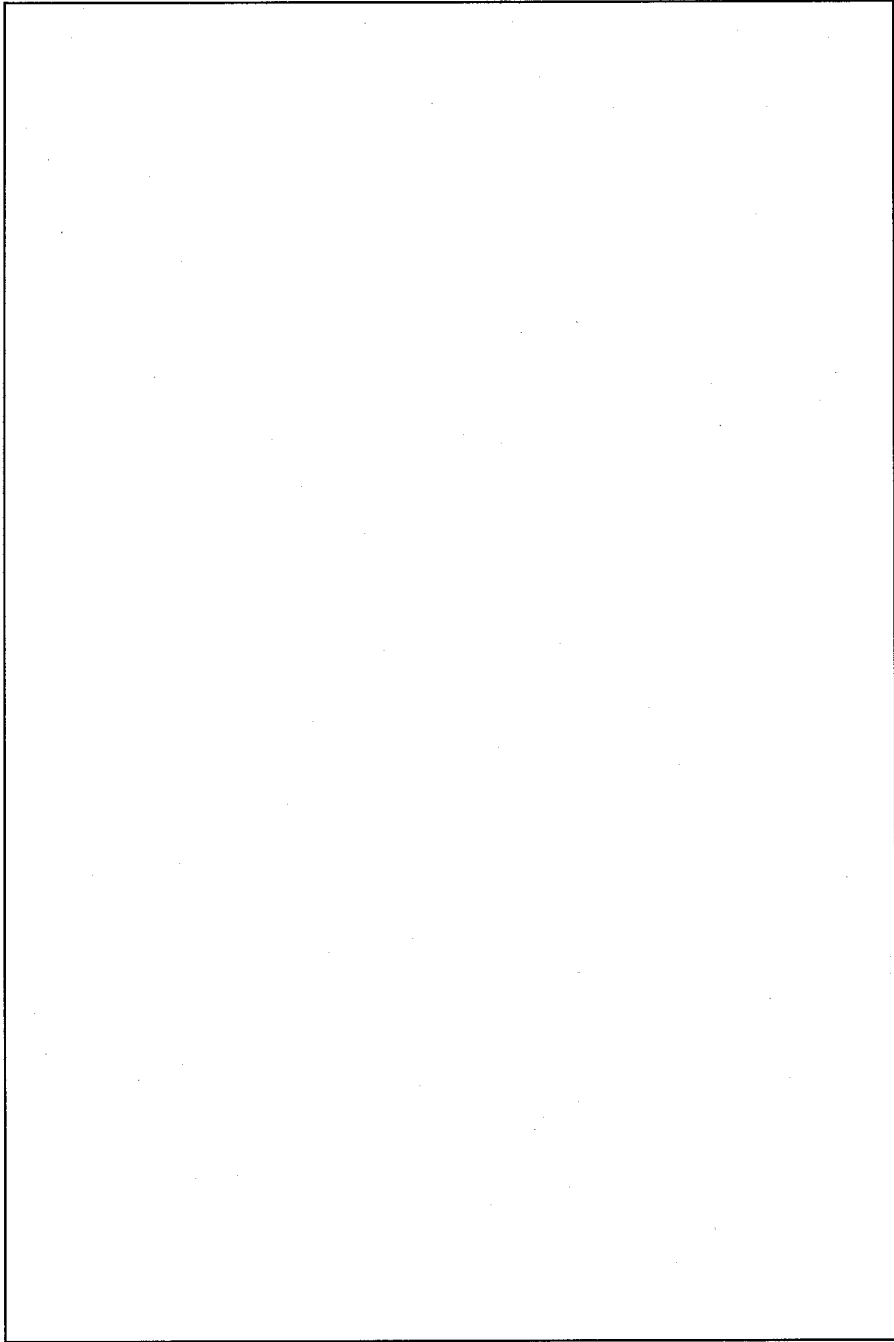
(ハ) 一第A. 3 図 補助脚使用状態 (タイプA)



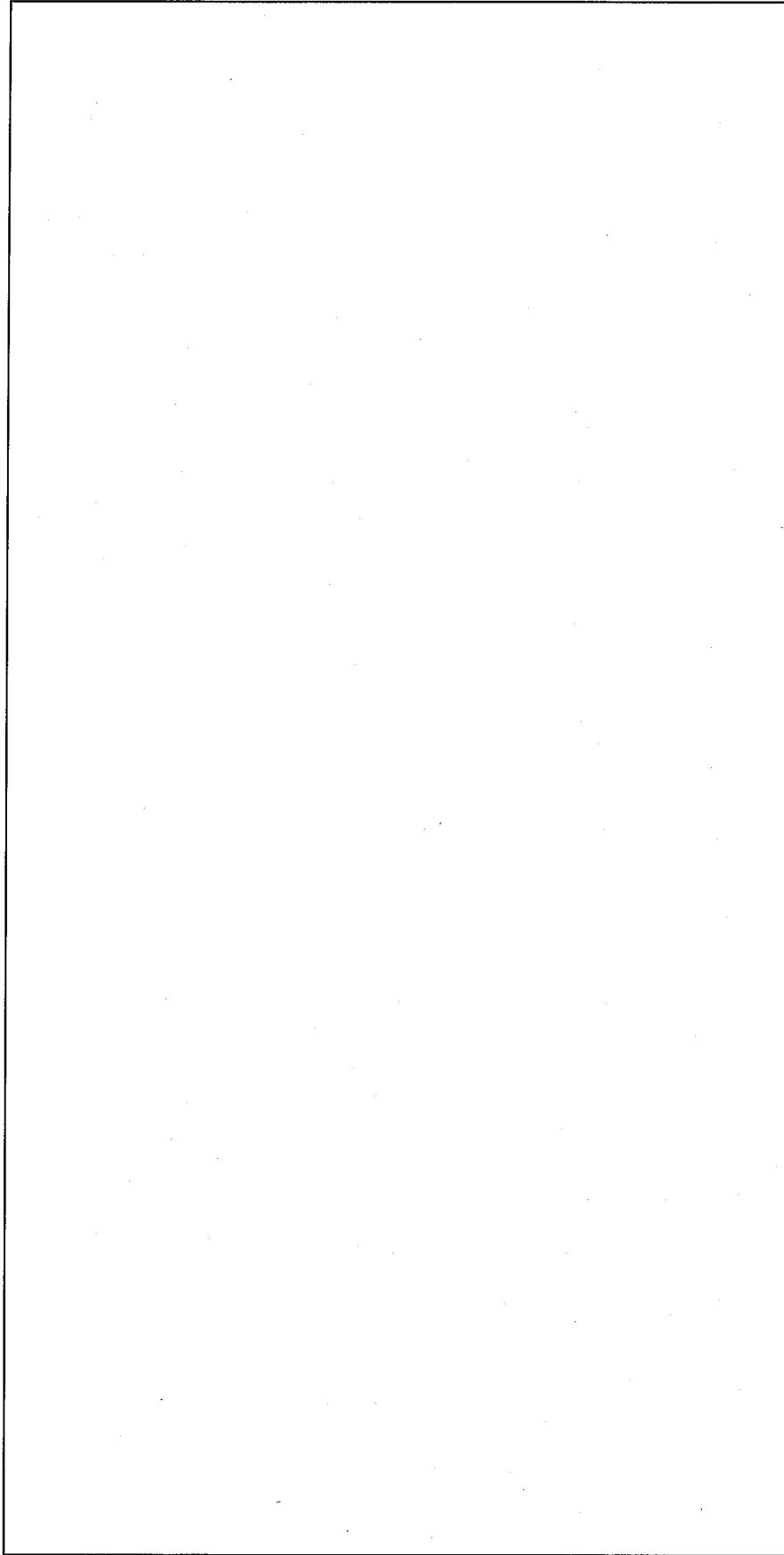
(ハ) - 第A. 4 図 補助脚使用状態 (タイプB)



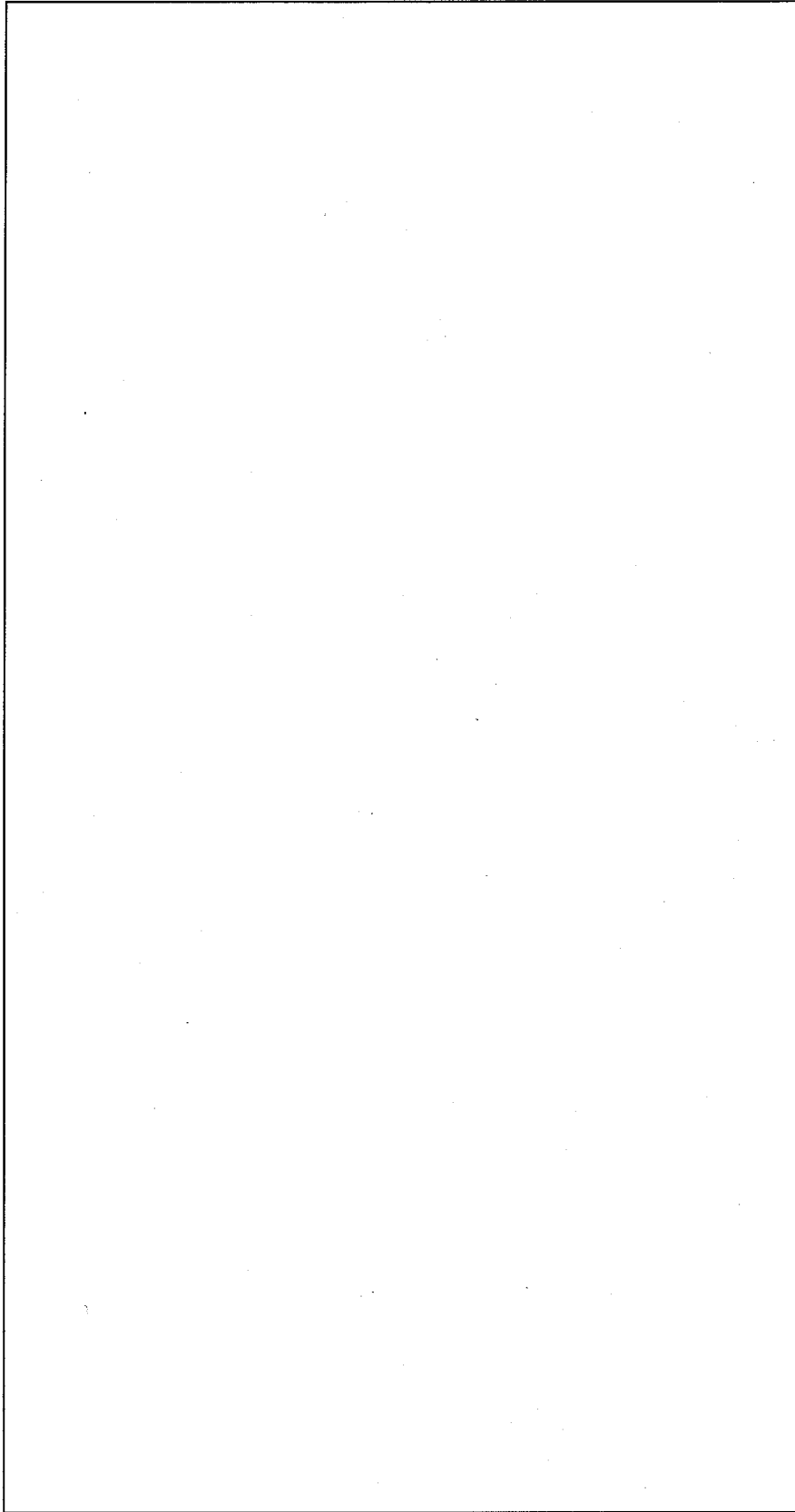
(ハ) - 第A. 5図 締付ボルト詳細図



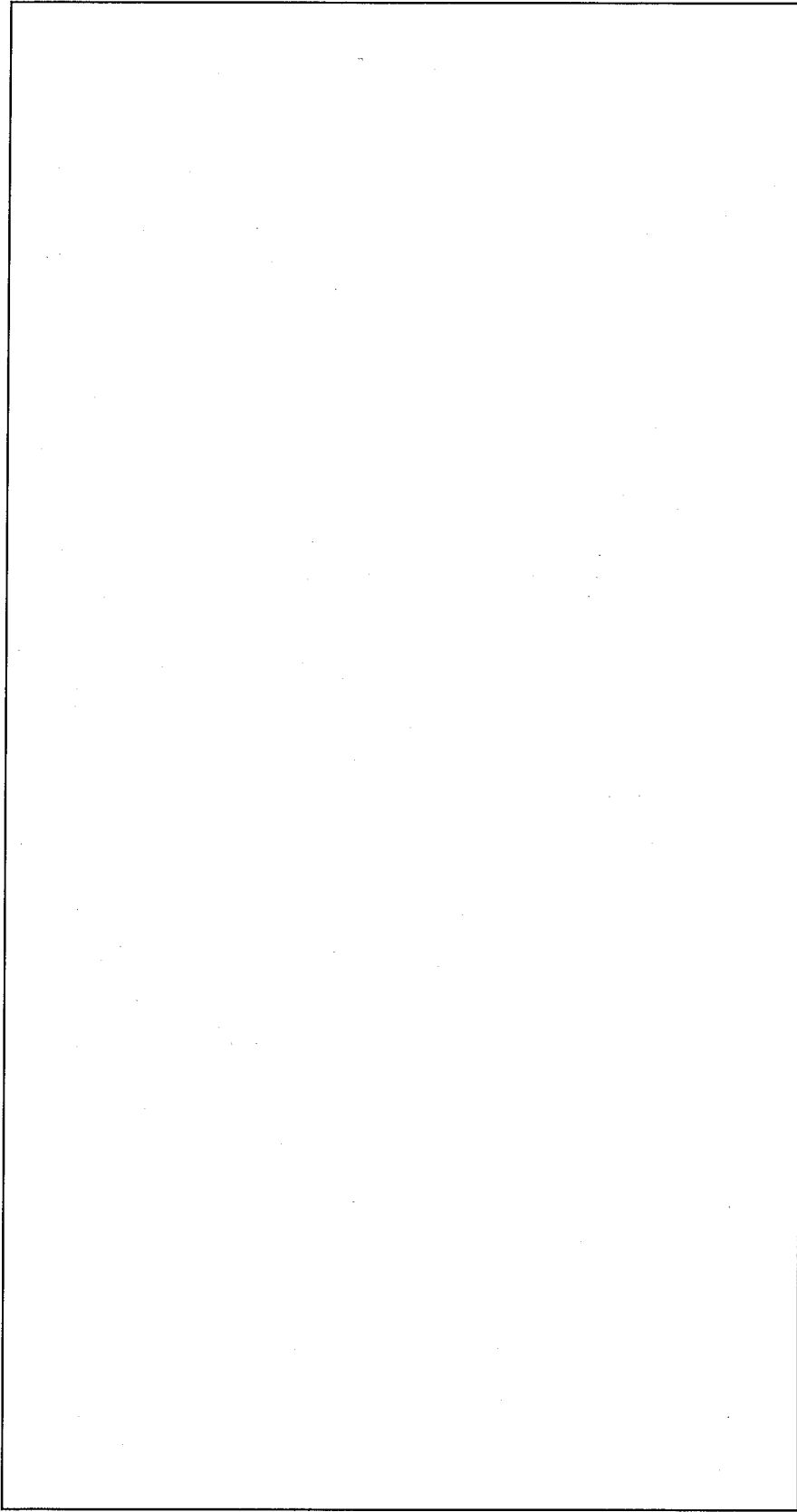
(ハ) - 第A. 6図 締付ボルト受



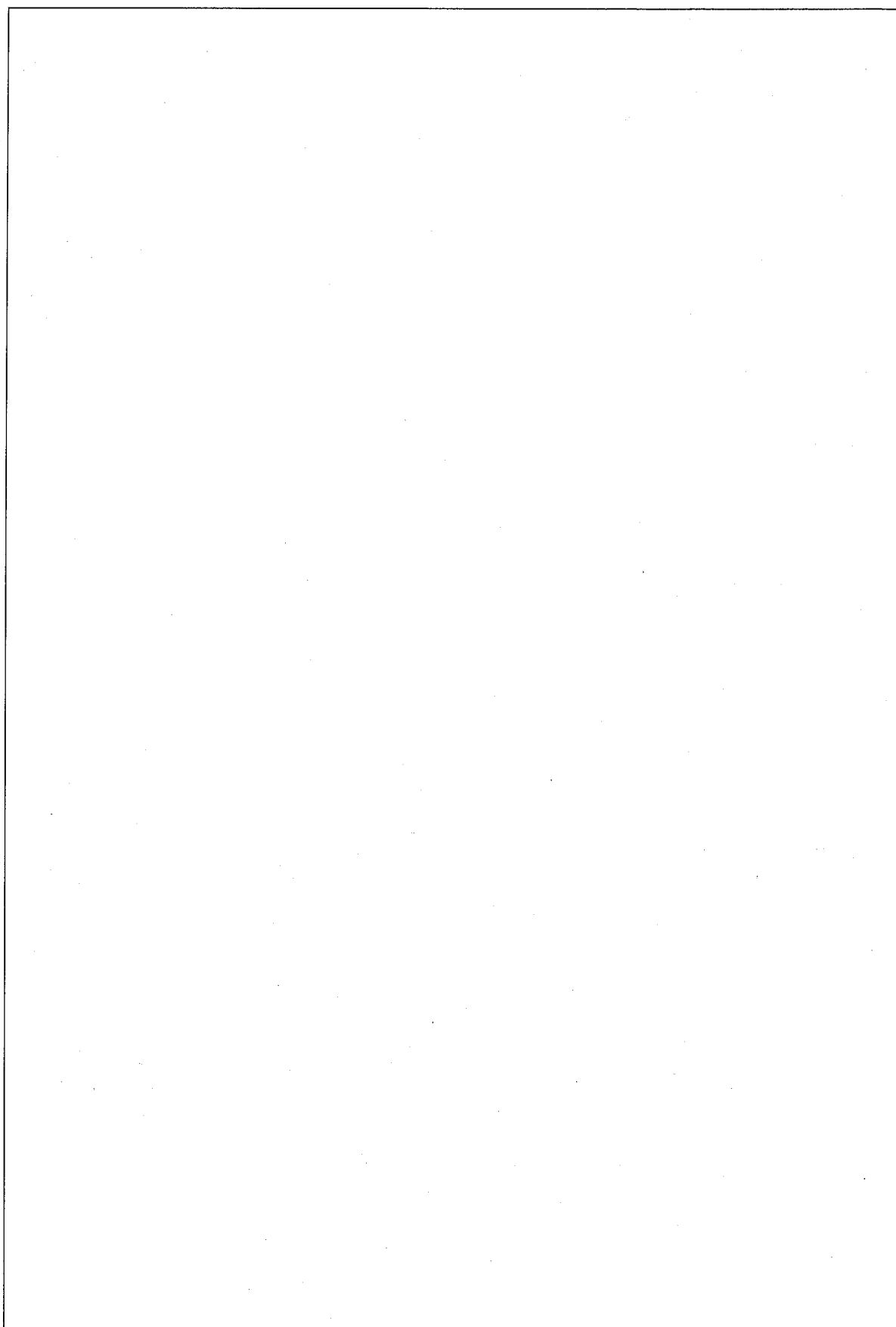
(ハ) - 第A. 7 図 輸送容器トップ端詳細図 (タイプA)



(ハ) - 第A. 8 図 輸送容器トップ端詳細図 (タイプB)



(ハ) 一第A. 9 図 ボトム端詳細図



(ハ) 一第A. 10 図 防振構造部の組立状態図

(10) 出荷

輸送物の積み込みまたは荷卸は、輸送物の安全性が損なわれないように十分注意し、輸送物の総重量に対して余裕のあるクレーン又はフォークリフトを用いて行う。

A. 2 核燃料輸送物の発送前検査

輸送物の発送の都度に行う試験検査要領を(ハ)－第A. 1表に示す。

(ハ)一第A.1表 輸送物発送前検査要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
外観検査	輸送物	収納物を収納した状態で、外観を目視により検査する。	有害な傷、割れ、変形等がないこと。
吊上検査	輸送物の吊上げ用具	輸送物の吊上げ前及び吊上げ後、吊上げブラケット及びその取付部について、外観を目視により検査する。	吊上げブラケット等に有害な割れ、変形等がないこと。
重量検査	輸送物	輸送物の総重量を検査する（空輸送容器の基準重量と収納物重量を合計することによって総重量とする）。	設計基準（ <input type="text"/> kg）以下であること。
表面密度検査	輸送物表面	スミヤ法により、輸送物表面の放射性物質の密度を測定する。	表面密度限度が以下の通りであること。 <ul style="list-style-type: none"> ・ α線を放出する放射性物質 $\leq 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ・ α線を放出しない放射性物質 $\leq 4\text{Bq}/\text{cm}^2$
線量当量率検査	輸送物	収納物を収納した状態で、輸送物表面及び表面より1m離れた位置でのγ線線量当量率をサーベイメータ等で検査する。	線量当量率が、表面で $2\text{mSv}/\text{h}$ 、1mの距離において $0.1\text{mSv}/\text{h}$ 以下であること。
未臨界検査	ボロンスレンス板	中性子吸収材である4枚のボロンスレンスの外観を目視により検査する。	有害な割れ、変形等がないこと。
収納物検査	収納物	収納物の外観、個数を検査する。 収納物の重量、濃縮度及び放射能量等を燃料集合体重量証明書等の書類により検査する。	外観に異常がなく、所定の数量であること。 設計条件を満足していること。 ^{232}U 、 ^{234}U 、 ^{236}U 、 ^{99}Tc が下記値を満足すること。*1 $^{232}\text{U} \leq$ <input type="text"/> $\mu\text{g}/\text{gU}$ $^{234}\text{U} \leq$ <input type="text"/> $\mu\text{g}/\text{g}^{235}\text{U}$ $^{236}\text{U} \leq$ <input type="text"/> $\mu\text{g}/\text{g}^{235}\text{U}$ $^{99}\text{Tc} \leq$ <input type="text"/> $\mu\text{g}/\text{gU}$

*1 分析結果の確認は、がに正しいが $\mu\text{g}/\text{gU}$ 未満の場合は ^{232}U 及び ^{99}Tc の分析結果の確認を省略できる。

A. 3 取出し方法

輸送容器の上蓋をあけて、燃料集合体を取り出すまでの作業手順は、下記の通りである。

(1) 輸送容器の据置

- (a) 輸送容器は管理区域内で荷降しされる。
- (b) 輸送容器を水平な床の上に置く。
- (c) 輸送容器の表面における放射線量率を測定する。
- (d) 開梱前に輸送中輸送容器に損傷がなかったかどうか外観検査を行う。

(2) 輸送容器の開梱

- (a)
- (b) (上記 A. 1. 2 の (1) と同様)。
- (c) 締付ボルトをゆるめ、上蓋を燃料集合体や防振構造部に当てないように持ち上げながら外す。

(3)

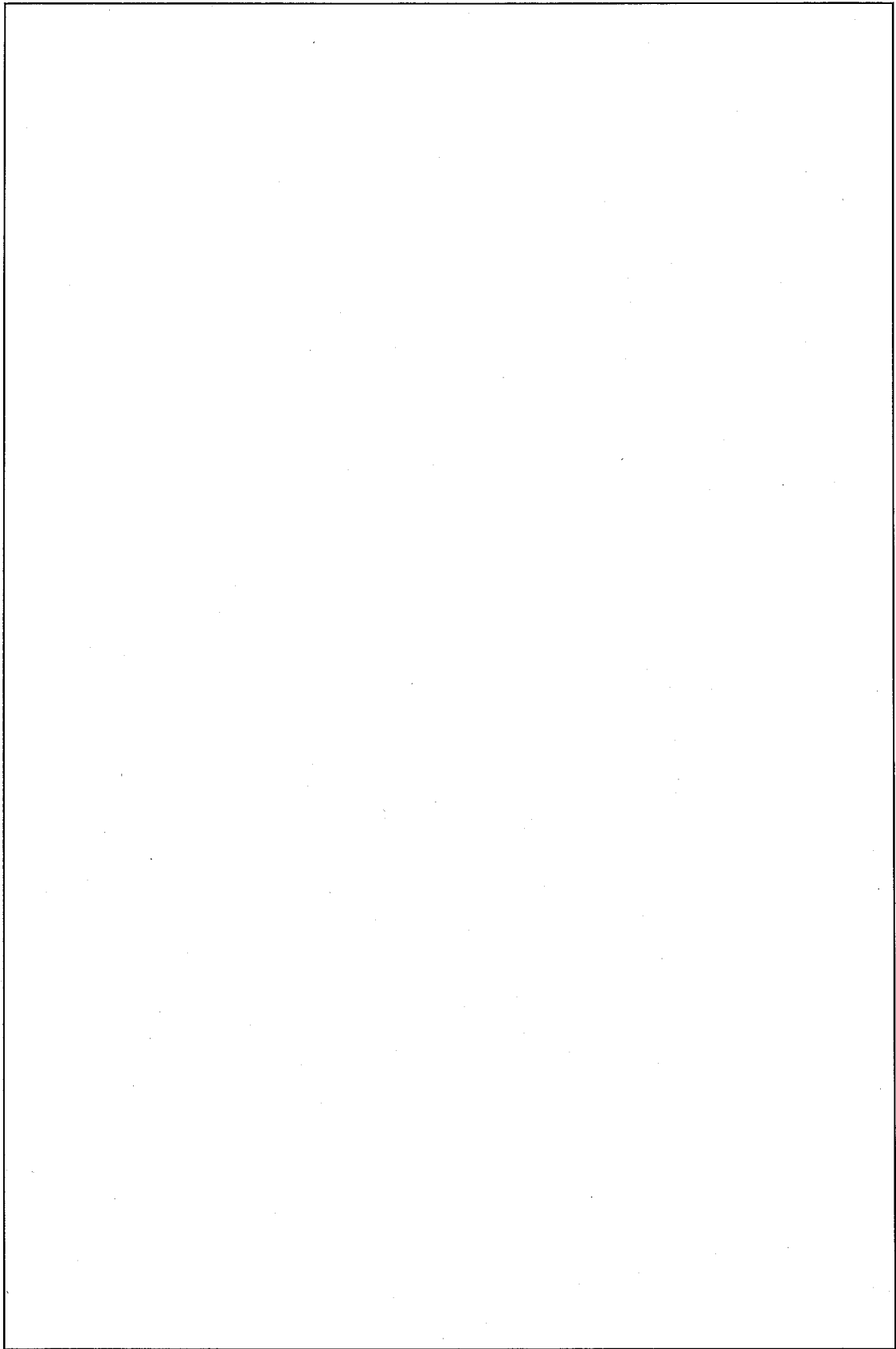
- (a)
- (b)
- (c) ((ハ) - 第 A. 10 図参照)
- (d) を所定の位置に取付ける。((ハ) - 第 A. 10 図参照)

(4) 集合体吊具の取付け

- (a) クレーンに集合体吊具を付け、 に装着固定する。

(5) 燃料集合体の取出し

- (a)
- (b) ((ハ) - 第 A. 10 図参照)
- (c) が燃料集合体取出しにじやまにならないことを確認する。
- (d) 取出す。
- (e) 燃料集合体のカードボードを取外し、輸送中燃料集合体に損傷が生じなかったかどうかの外観検査を行う。
- (f) もう一体の燃料集合体も上記 (a) ~ (e) までの作業を行う。



(ハ) - 第A. 11 図 燃料集合体取出し時のフロー

A. 4 空容器の準備

空容器は収納物（燃料集合体）の装荷時ならびに収納物の取出し後、品質管理課によって次の項目について検査される。

A. 4. 1 外観検査

- (1) 容器の外側の疵，塗装のはく離，枕木の割れのチェックならびに枕木と床面とのスキ間のチェック
- (2) 上蓋と下部容器のはめ合い部分となるフランジのネジレ，曲りの有無のチェックならびにOリングの摩耗，亀裂のチェック
- (3) 締付ボルトの磨耗，破損のチェック
- (4) ショックマウントの疵，伸びゆるみのチェック
- (5) ショック指示計の折れ，曲りのチェック

A. 4. 2 作動試験

- (1) 補助脚の作動，格納状態のチェック
- (2) クランピングフレームの作動確認
- (3) 支持格子用パッドの可動性の確認
- (4) クロスフレーム固定ボルト及びボールロックピンの作動確認
- (5) クロスバーの作動確認
- (6) クロスフレームの起立作動，固定確認
- (7) 支持ボルトストッパの作動確認
- (8) エアバルブの作動確認

八章B 保 守 条 件

(ハ)－B 保守条件

本容器を使用するにあたり、容器の仕様を長期にわたって保証するため、1年に1回以上（年間の使用回数が10回を超える場合は、使用回数10回毎に1回以上）(ハ)－第B.1表に示す定期検査を実施し、必要に応じて補修を行い健全性の保持に努める。

B.1 外観検査

定期検査における外観検査の検査要領を(ハ)－第B.1表に示す。

B.2 耐圧検査

実施しない。

B.3 気密漏えい検査

定期検査における気密漏えい検査の検査要領を(ハ)－第B.1表に示す。

B.4 遮蔽検査

当該輸送容器は核分裂物質であるが、低濃縮二酸化ウランペレットからなる燃料集合体の輸送用に設計・製作されたものであるため、特別な遮蔽設計は施されていないが、遮蔽能力に関しては、輸送前に収納物をいれた状態で、輸送物の線量当量率を測定している。

B.5 未臨界検査

定期検査における未臨界検査の検査要領を(ハ)－第B.1表に示す。

B.6 熱検査

該当せず。

B.7 吊上検査

当該輸送容器は、(ハ)－A.2に示す発送前検査において吊上検査を行う。

B.8 作動確認検査

定期検査における作動確認検査の検査要領を(ハ)－第B.1表に示す。

B.9 補助系の保守

該当せず。

B.10 密封装置の弁, ガスケット等の保守

本輸送容器には、密封装置としての構成部品はない。なお、当該輸送容器には、エアバルブとリリースバルブが設置されているが、これらの定期検査については、(ハ)－B.8の作動確認検査に示す。また、Oリングの定期検査については、(ハ)－B.1の外観検査に示す。また、Oリングは(ハ)－第B.2表に示す通り、劣化が確認された時点で交換する。

B.11 輸送容器の保管

輸送容器は、屋内で必ず上蓋を閉めて保管し、保管期間中の内部への湿分の浸入を防止する。やむを得ず輸送容器を屋外で保管する場合は、風雨や埃等に曝されないようシート等で処置する。また、保管中、使用中において、不注意による汚染又は汚染の拡大を防止するとともに、必要に応じて除染等の処置を行う。

B.12 記録の保管

製作時検査及び定期検査の結果は、容器登録の有効期間中これを記録、保管する。

B.13 その他

ショックマウントは(ハ)－第B.2表に示す通り、定期的に交換する。その他の補助的構成要素については、必要に応じて輸送物の輸送前に検査実施する。

(ハ) - 第B.1表 定期検査要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
外観検査	防振構造部及び上蓋 Oリング シヨックマウント シヨック指示計	外観を目視で検査する。 外観を目視で検査する。 外観を目視で検査する。 外観を目視で検査する。	有害な傷、割れ、変形等がないこと。 有害な摩耗、亀裂等がないこと。 有害な傷、伸び、ゆるみ等がないこと。 折れ、曲り等がないこと。
気密漏えい検査	外 殻 (上蓋及び下部容器)	輸送容器の内圧を 40kPa・G の空気圧で 10 時間保持し、圧力の降下を検査する。	10 時間保持後、輸送容器の内圧が 30kPa・G 以上であること。
作動確認検査	エアバルブ及びリリーフバルブ	エアバルブは治具による作動確認。 リリーフバルブはエアバルブより空気圧を加えて検査する。	エアバルブは正常に開閉すること。 リリーフバルブは輸送容器の内圧と外圧の差が最大 4.9 kPa で開くこと。
未臨界検査	ボロンスステレス	中性子吸収材である 4 枚のボロンスステレスの外観を目視により検査する。	有害な割れ、変形がないこと。

(ハ) - 第B.2表 交換頻度

交換対象	交換頻度	備考
Oリング	外観検査で劣化が確認された時	
シヨックマウント	13 年毎	

(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

本輸送物の安全設計，安全輸送に関する特記事項は以下のものとする。

1. 木材の取扱いについて

安全性向上の観点から，緩衝材として使用する木材の経年変化に関する知見の拡充の取り組みの一環として，容器の使用に際しては，都度，輸送容器の使用履歴を蓄積し，木材温度が概ね実績のある温度の範囲内となる環境温度で輸送を行う。

2. 技術基準が変更となった場合及び新たな技術的知見が得られた場合の対応について

外運搬規則等の改正に伴い本輸送物に係る技術上の基準が変更となった場合及び新たな技術的知見が得られた場合は，設計への影響を評価し，必要に応じて設計変更承認申請等の手続きを行う。

平成3年3月25日

三菱原子燃料(株)

MFC-1型輸送容器

傾斜落下時に於ける2次衝突について

1. はじめに

輸送容器の落下衝突解析の内、傾斜落下時に於けるリバウンドによる二次衝突について評価を行うものである。

2. 落下衝突によるエネルギー吸収割合

落下衝突後、輸送容器は図-1に示すように数回リバウンドと衝突を繰り返す。垂直落下、水平落下、コーナ落下の場合には2次衝突、3次衝突等は輸送容器の1次衝突部分とほとんど同一部分で生ずる。

しかし、落下角度の大きい傾斜落下では、図-1(c)に示すように1次衝突後、輸送容器重心まわりの回転慣性によって1次衝突時の重心の対面の部分が衝突することとなる。この場合1次衝突時に消費されるエネルギー E_{θ} は次式で表わされる。

$$E_{\theta} = r \cdot W \cdot H \dots \dots \dots (1.1)$$

$$r = 1 - \frac{\sin^2 \theta}{1 + \frac{I \cdot g}{W \cdot \ell^2}}$$

W : 輸送容器の重量 (kgf)

H : 輸送容器の落下高さ (mm)

ここで

I : 輸送容器の慣性モーメント (N・mm/s²)

$$I = \frac{W}{g} \cdot \left(\frac{r^2}{4} + \frac{L^2}{12} \right)$$

ℓ : 輸送容器の衝突点と重心の距離 (mm)

θ : 輸送容器の落下傾斜角度 (°)

g : 重力加速度 (mm/s²)

r : 輸送容器の外半径 (mm)

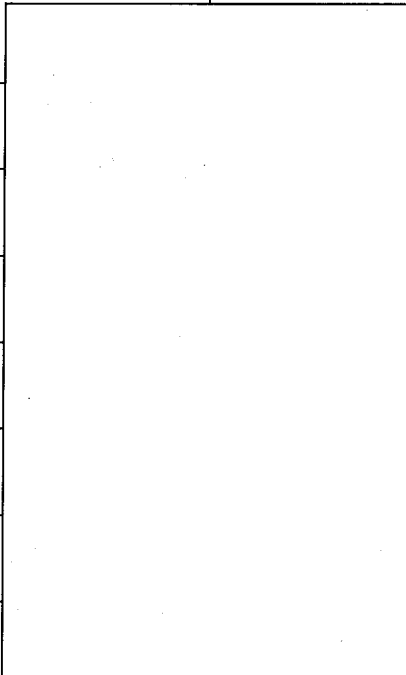

L : 輸送容器の全長 (mm)

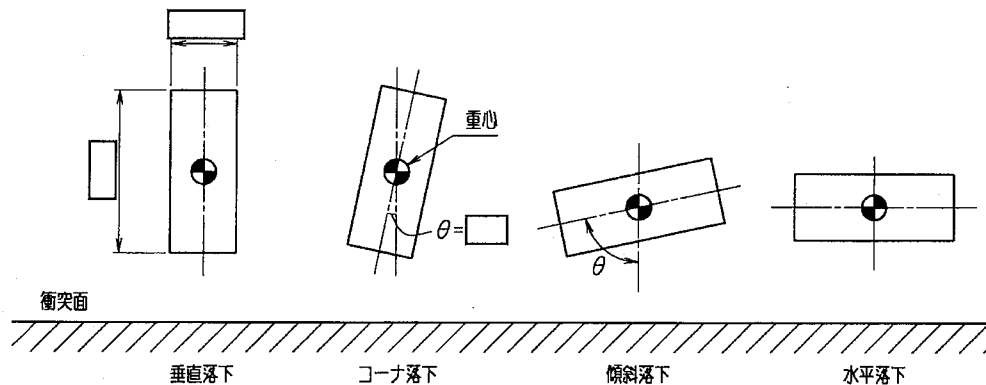
次に1次衝突及び2次衝突によって消費されるエネルギーを r_1 及び r_2 とすると全落下エネルギーは r_t は次式によって表わされる。

$$r_t = W \cdot H = r_1 + r_2 \dots\dots\dots (1.2)$$

輸送容器の落下時の各角度に於ける1次衝突及び2次衝突によって消費エネルギー比率を表-1に示す。

表-1 落下時に於ける消費エネルギー比率

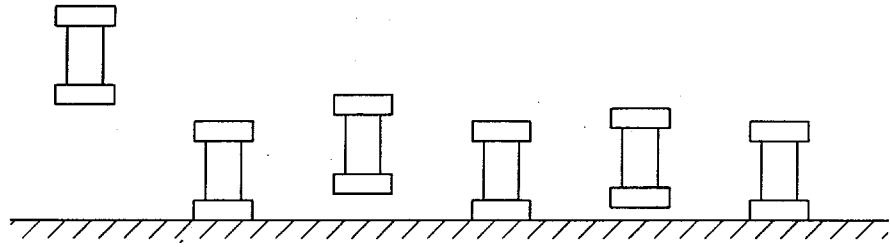
落下角度 (°)	消費エネルギー r_t		落下姿勢	備 考
	1次衝突 r_1	2次衝突 r_2		
0°			垂直落下	
			コーナ落下	() 内は計算上の消費エネルギー比率
15°			傾斜落下	
30°			— // —	
45°			— // —	
60°			— // —	
75°			傾斜落下	
90°			水平落下	*1 1次衝突消費エネルギー比率



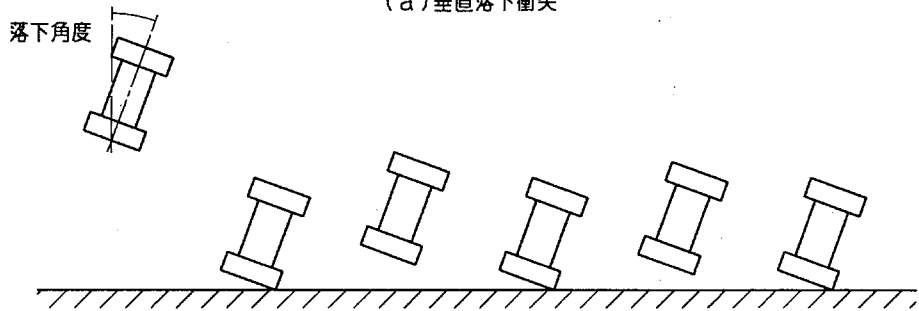
3. あとがき

落下角度の大きい傾斜落下では落下衝突時、輸送容器重心まわりの回転慣性によって表-1に示す通り、1次衝突及び2次衝突時の消費エネルギーは全落下エネルギーよりも小さいものとなる。

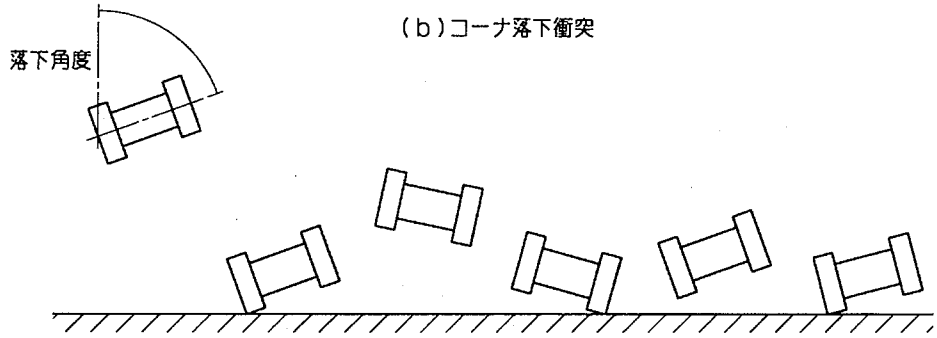
故に、全落下エネルギーが安全側に1次衝突のみで消費されるとして垂直落下、コーナ落下及び水平落下で評価することは安全側の評価となる。



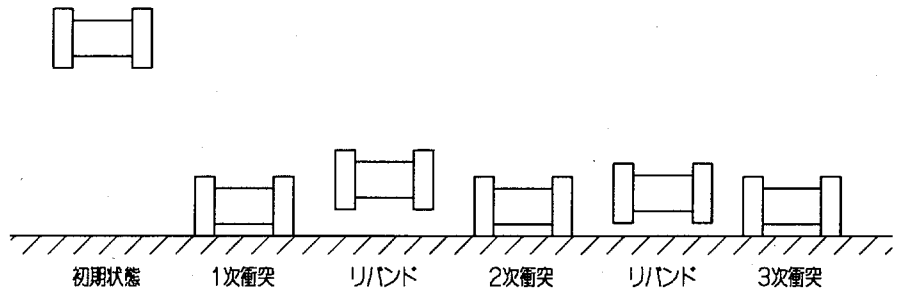
(a) 垂直落下衝突



(b) コーナ落下衝突



(c) 傾斜落下衝突



(d) 水平落下衝突

図一 落下衝突による衝突とリバウンド

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，遮へい，臨界の各解析及びそれらにより決定される寸法等，構造を満足するように，参考A.「輸送容器の製作法」に従って製作し，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」に説明する各種検査により確認する。

A. 輸送容器の製作法

A. 1 概 要

本輸送容器は，主として外殻，防振構造部及び補助的機材から構成される。

外殻は，上蓋及び下部容器から構成され，防振構造部は，クロスフレーム，ショックマウントフレーム及びクランピングフレーム等から構成される。

A. 1. 1 輸送容器の全体構成及び構造

輸送容器の全体構成及び構成図の一覧表を参一第A. 1表に示す。

参一第A. 1表 詳細図一覧表

No.	図面名称	概要
参一第A. 1図 参一第A. 2図	全体組立図 (タイプA) 全体組立図 (タイプB)	参一第A. 4図～参一第A. 20図の組立状態を示したもの。
参一第A. 3図	輸送容器全体製作工程	輸送容器全体の製作手順及び方法の概要を示したもの。
参一第A. 4図 参一第A. 5図	防振構造部組立図 (タイプA) 防振構造部組立図 (タイプB)	参一第A. 9図～参一第A. 17図の組立状態を示したもの。
参一第A. 6図	上蓋	詳細を図示したもの。
参一第A. 7図	下部容器 (タイプA)	
参一第A. 8図	下部容器 (タイプB)	
参一第A. 9図	ショックマウントフレーム	
参一第A. 10図	クロスフレーム (タイプA)	
参一第A. 11図	クロスフレーム (タイプB)	
参一第A. 12図	トップ端 (タイプA)	
参一第A. 13図	トップ端 (タイプB)	
参一第A. 14図	ボトムサポート	
参一第A. 15図 参一第A. 16図	クランピングフレーム (タイプA) クランピングフレーム (タイプB)	
参一第A. 17図	ショックマウント取付け, 取外し要領図	取付け要領を図示したもの。
参一第A. 18図 参一第A. 19図	エアバルブ, 湿度計 (タイプA) エアバルブ, 湿度計 (タイプB)	形状及び取付け場所を図示したもの。
参一第A. 20図	リリースバルブ	

A. 1. 2 製作方法及び手順の概要

燃料装荷時の輸送容器の全体組立図を参一第A. 1図及び参一第A. 2図に示す。この輸送容器の製作手順の概略フローを参一第A. 3図に示す。

以下に参一第A. 3図に従い、輸送容器の製作方法を説明する。

(1) 外殻の製作法

外殻は、参一第A. 6図に示す上蓋及び参一第A. 7図及び参一第A. 8図に示す下部容器で構成される。

(a) 上 蓋

購入した [] 等の寸法、仕様に誤りのないことを確認する。

(イ) [] を所定の寸法に切断後、 []
[] を製作する。

(ロ) [] を所定の寸法に切断及び [] を行った後、 []
[] する。

(ハ) []
[]

(ニ) []

(ホ) [] を所定の寸法に切断後、 [] を行い、 []
[] 完了後の容器に [] する。

(ヘ) [] し、上蓋が完成する。

(b) 下部容器

購入した [] 等の寸法、仕様に誤りのないことを確認する。

(イ) [] を所定の寸法に切断後、 []
[] する。

(ロ) [] を所定の寸法に切断後、 []
[] を製作し、 [] する。

(ハ) [] を所定の寸法に切断及び [] を行った後、 []
[] する。

(ニ) []
[]

(ホ) []

(ヘ) [] を所定の寸法に切断後、 [] を行い、 []
[] 完了後の容器に [] する。

(ト) [] を取付けて下部容器が完成する。

(2) 防振構造部の製作法

防振構造部は、参一第A. 9 図に示すショックマウントフレーム及び参一第A. 10 図及び参一第A. 11 図に示すクロスフレームを主構成材とし、これに、参一第A. 12 図及び参一第A. 13 図に示すトップ端、参一第A. 14 図に示すボトムサポート、参一第A. 15 図及び参一第A. 16 図に示すクランピングフレーム及び支持格子用パッド等が付属する。参一第A. 4 図及び参一第A. 5 図に防振構造部の組立状態図を示す。

(a) ショックマウントフレーム

購入した 等の寸法、仕様に誤りのないことを確認し、所定の寸法に切断、 をした後 し、 をしてショックマウントフレームとする。

(b) クロスフレーム

購入した 等の寸法、仕様に誤りのないことを確認し、所定の寸法に切断、 を行い し、再度 を行った後、
 クロスフレームとする。

(c) トップ端

購入した 等の寸法、仕様に誤りのないことを確認し、所定の寸法に切断後、 し、 を行い、
 にてクロスフレームに組立てる。

(d) ボトムサポート

購入した 等の寸法、仕様に誤りのないことを確認し、所定の寸法に切断後、 をし、 を行いボトムサポートとする。

(e) クランピングフレーム

購入した の寸法、仕様に誤りのないことを確認し、所定の寸法に切断後、 を行って、その他の部品と組立て、クランピングフレームとする。

(f) 支持格子用パッド

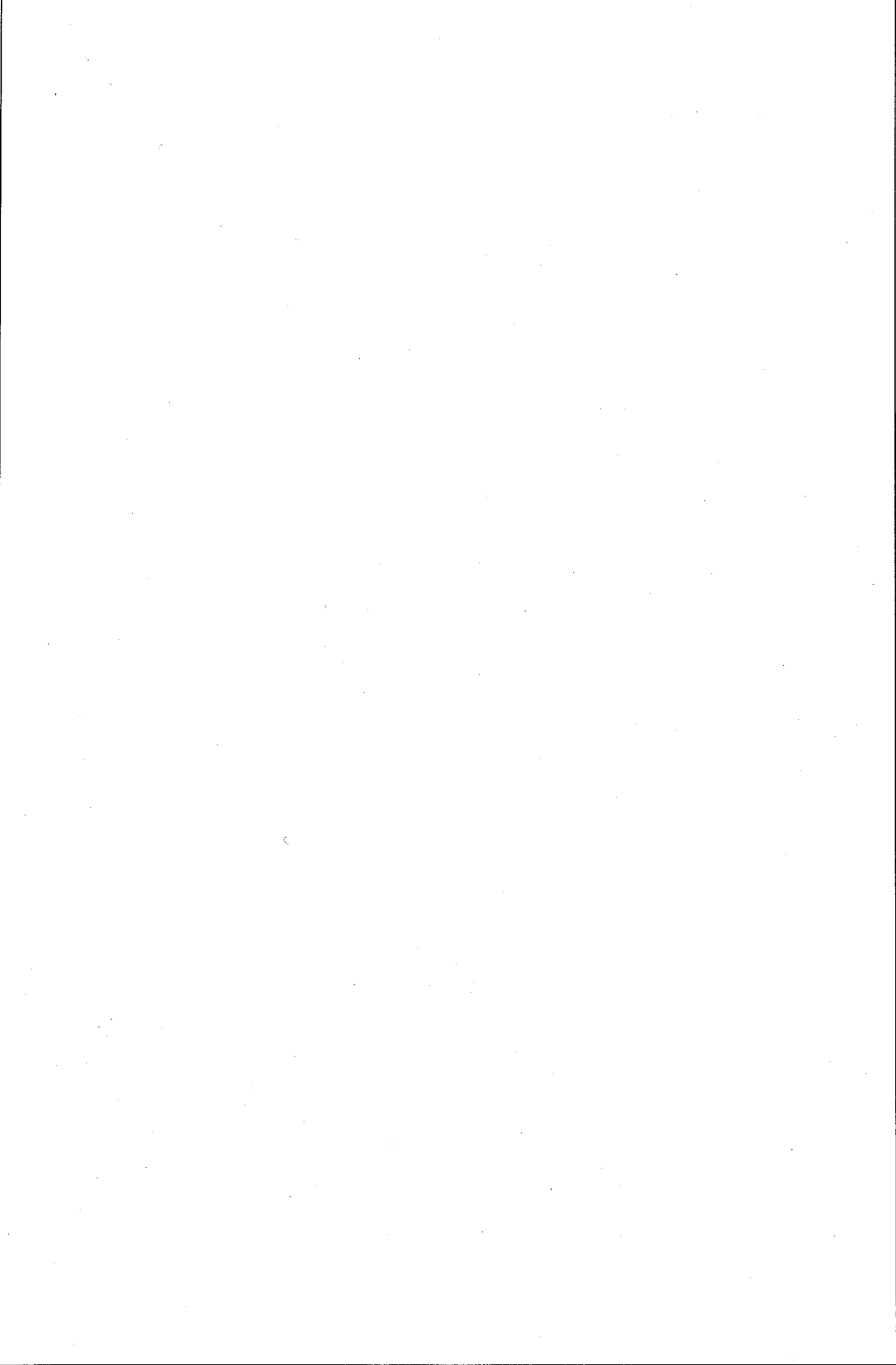
の寸法、仕様に誤りのないことを確認し、 を行った後に
 支持格子用パッドとする。

参一第A. 1 図 全体組立図 (タイプA)

参一第A. 2図 全体組立図 (タイプB)

参一第A. 3 图 输送机整体制作工程

参一A-7



参-第A. 4 図 防振構造部組立図 (タイプA)

参一第A. 5 図 防振構造部組立図 (タイプB)

参-第A. 6 图 上 盖

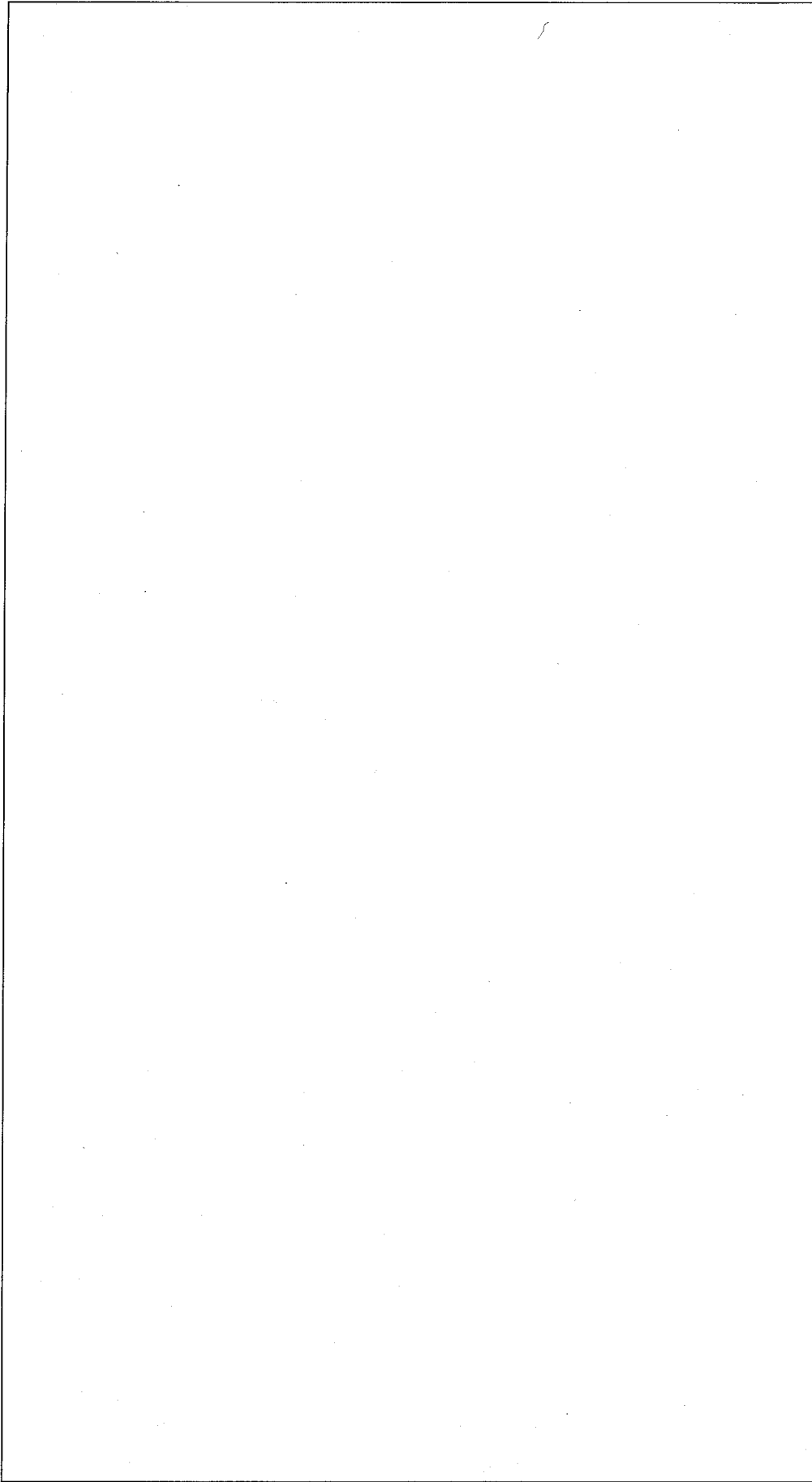
参-A-10

参-第A. 7 図 下部 容器 (タイプA)

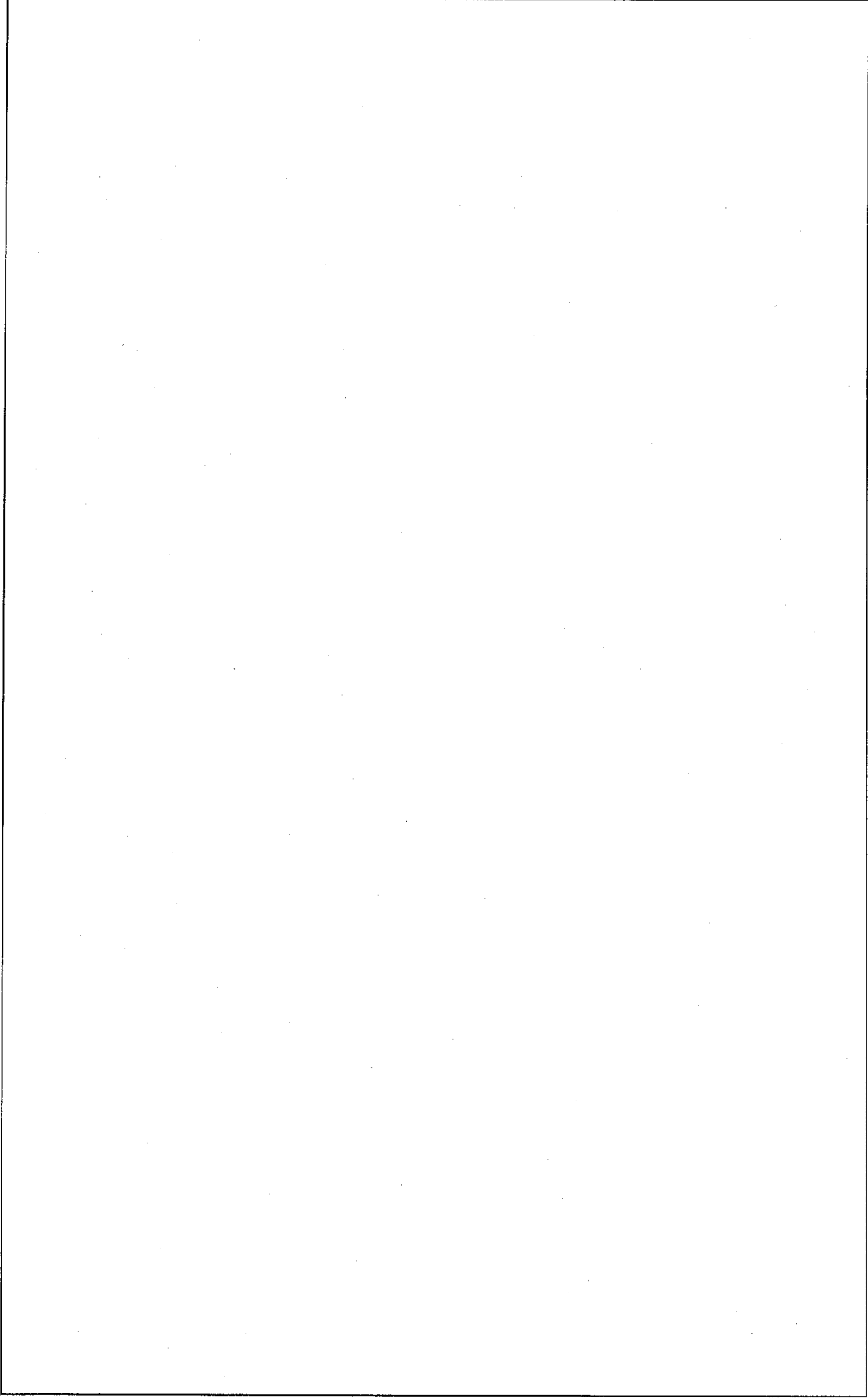
参-A-11

参-第A. 8图 下部容器 (タイプB)

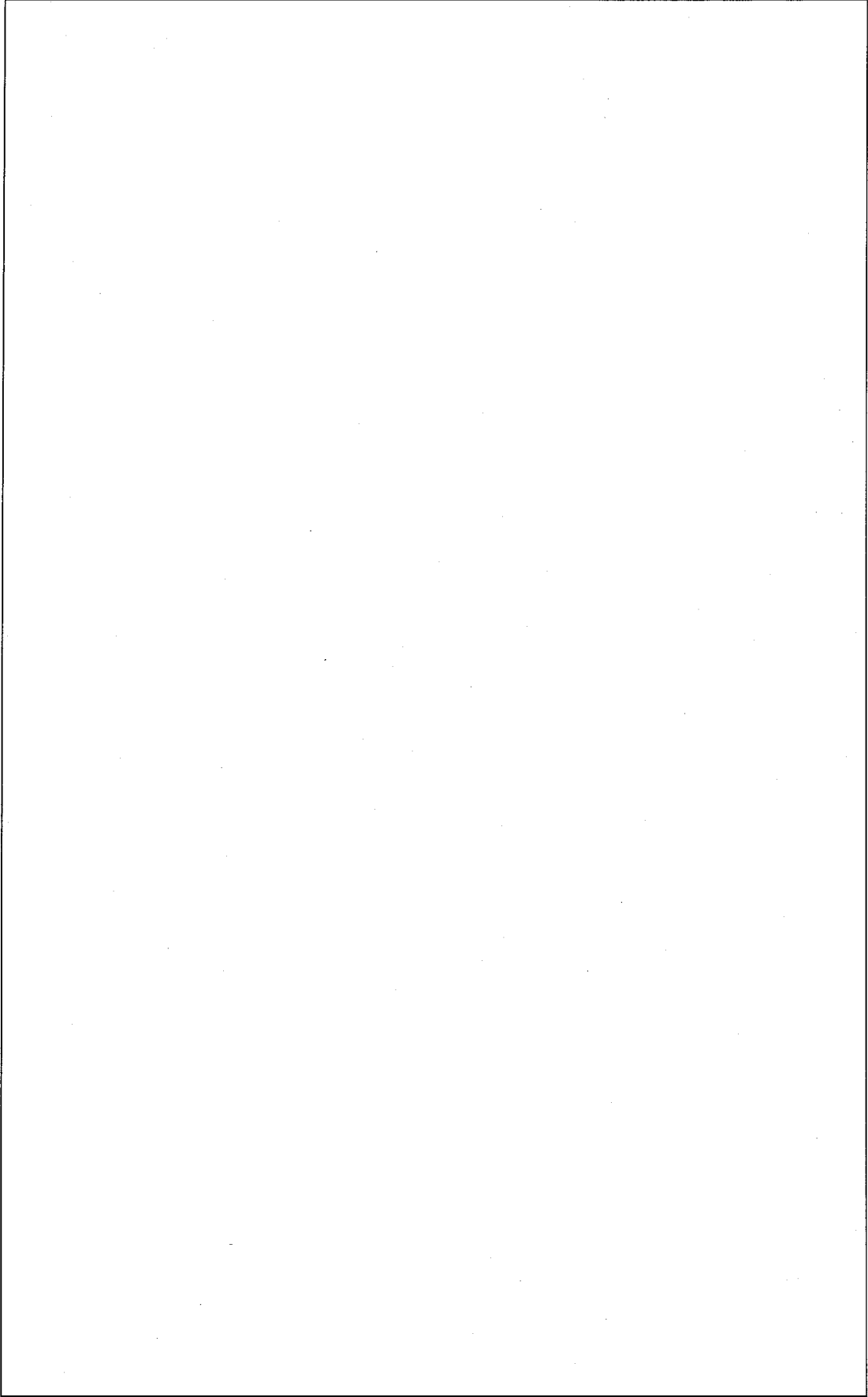
参-A-12



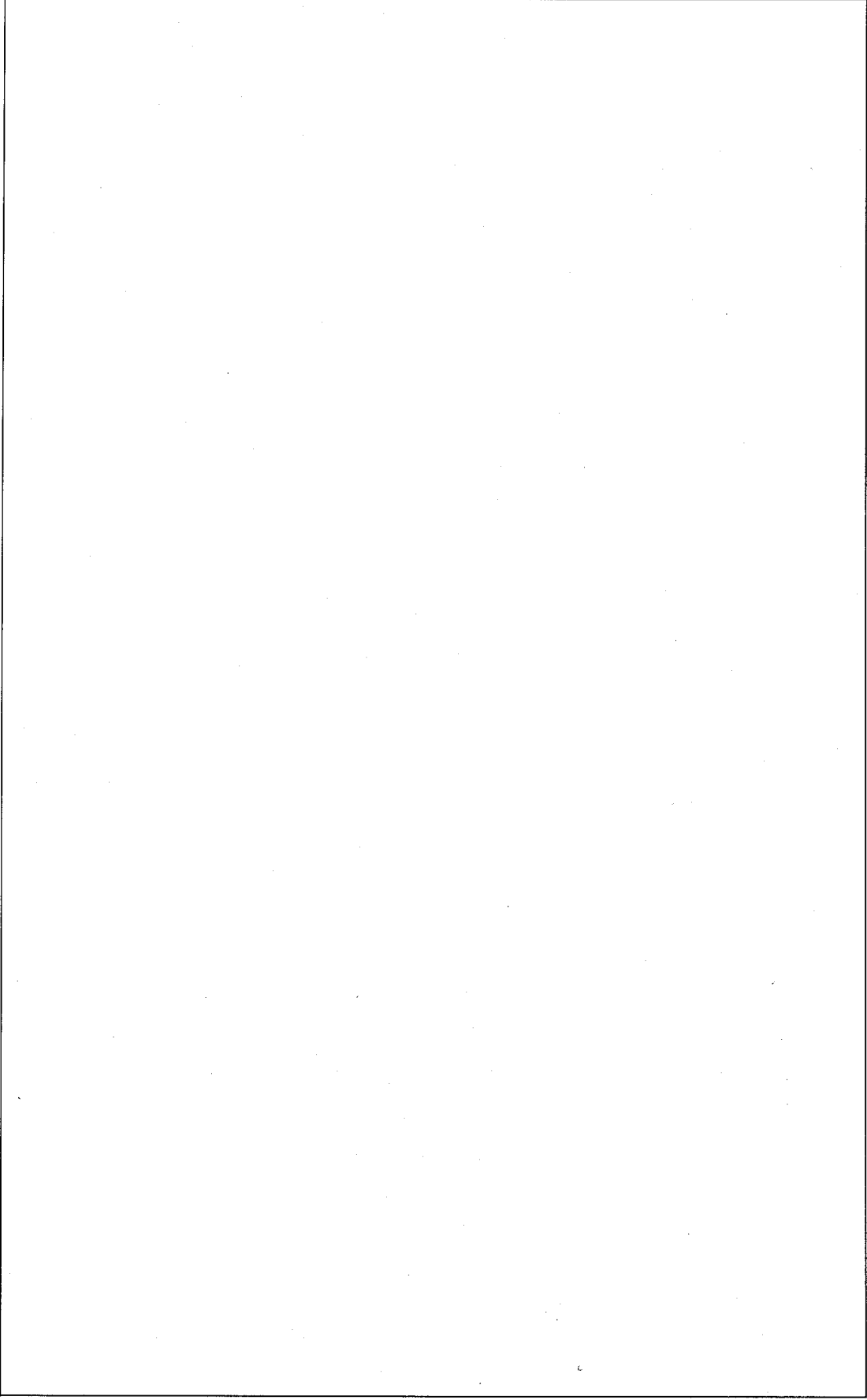
参一第A.9図 ショックマウントフレーム



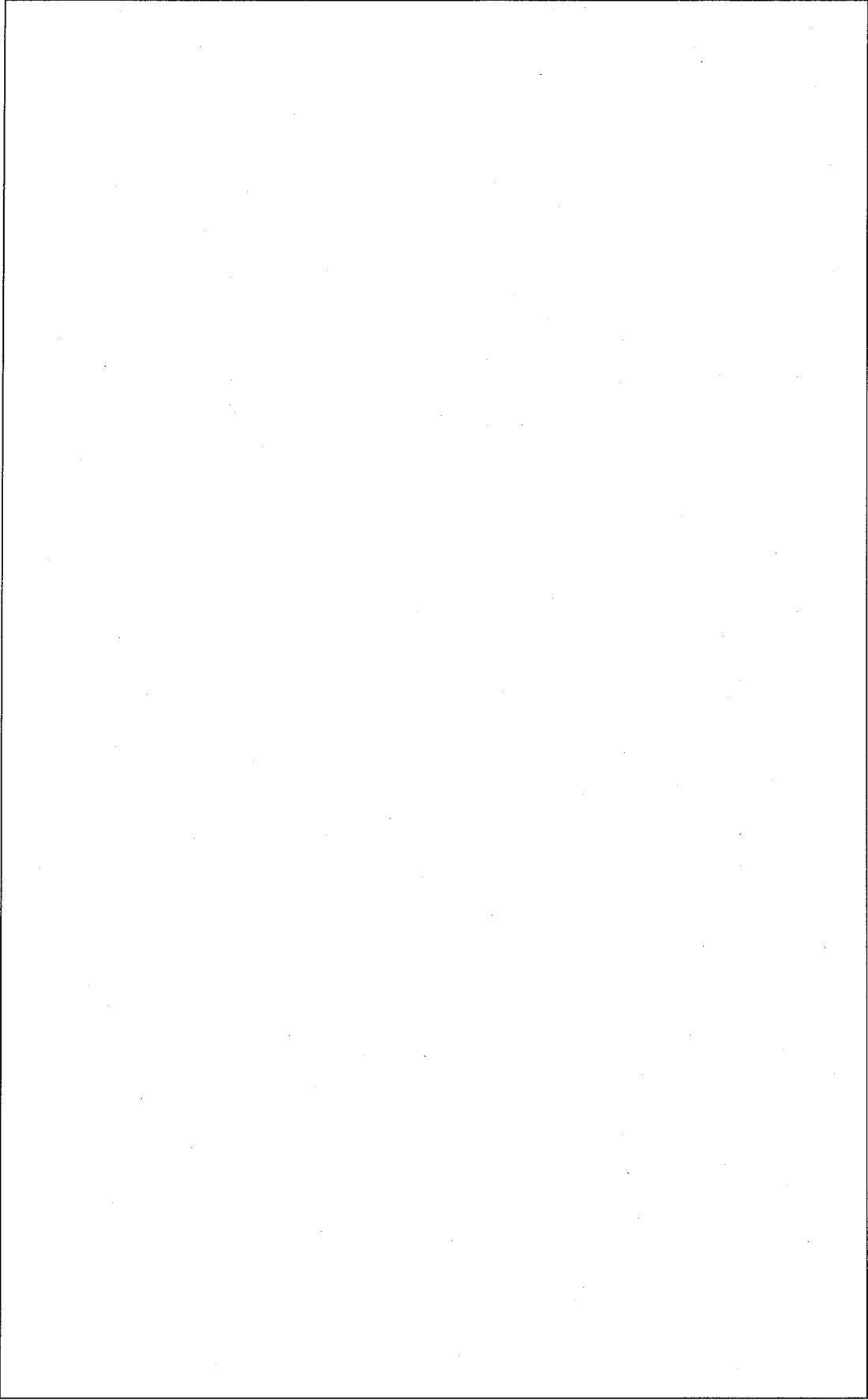
参-第A. 10 図 クロスフレーム (タイプA)



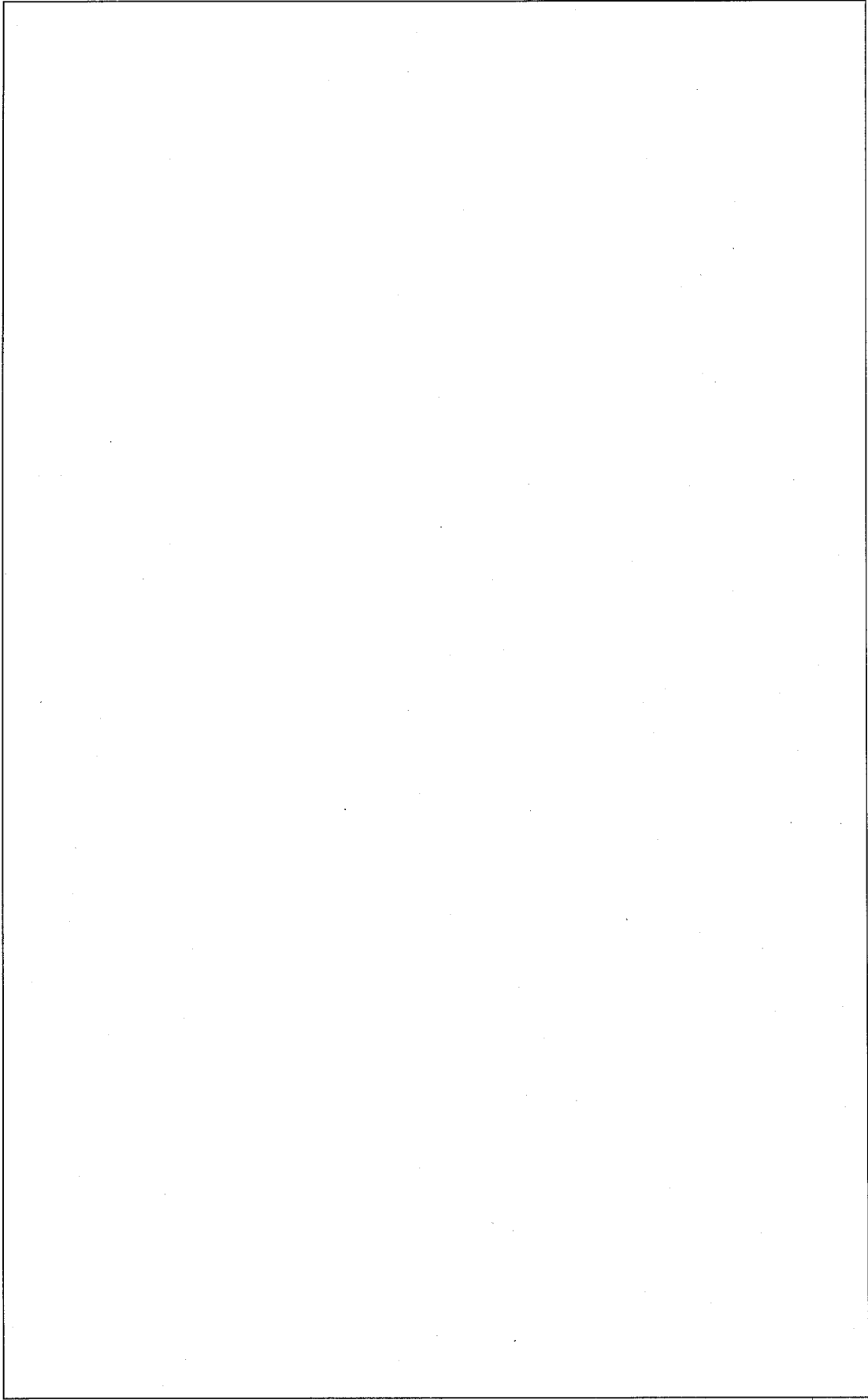
参-第A. 11図 クロスフレーム (タイプB)



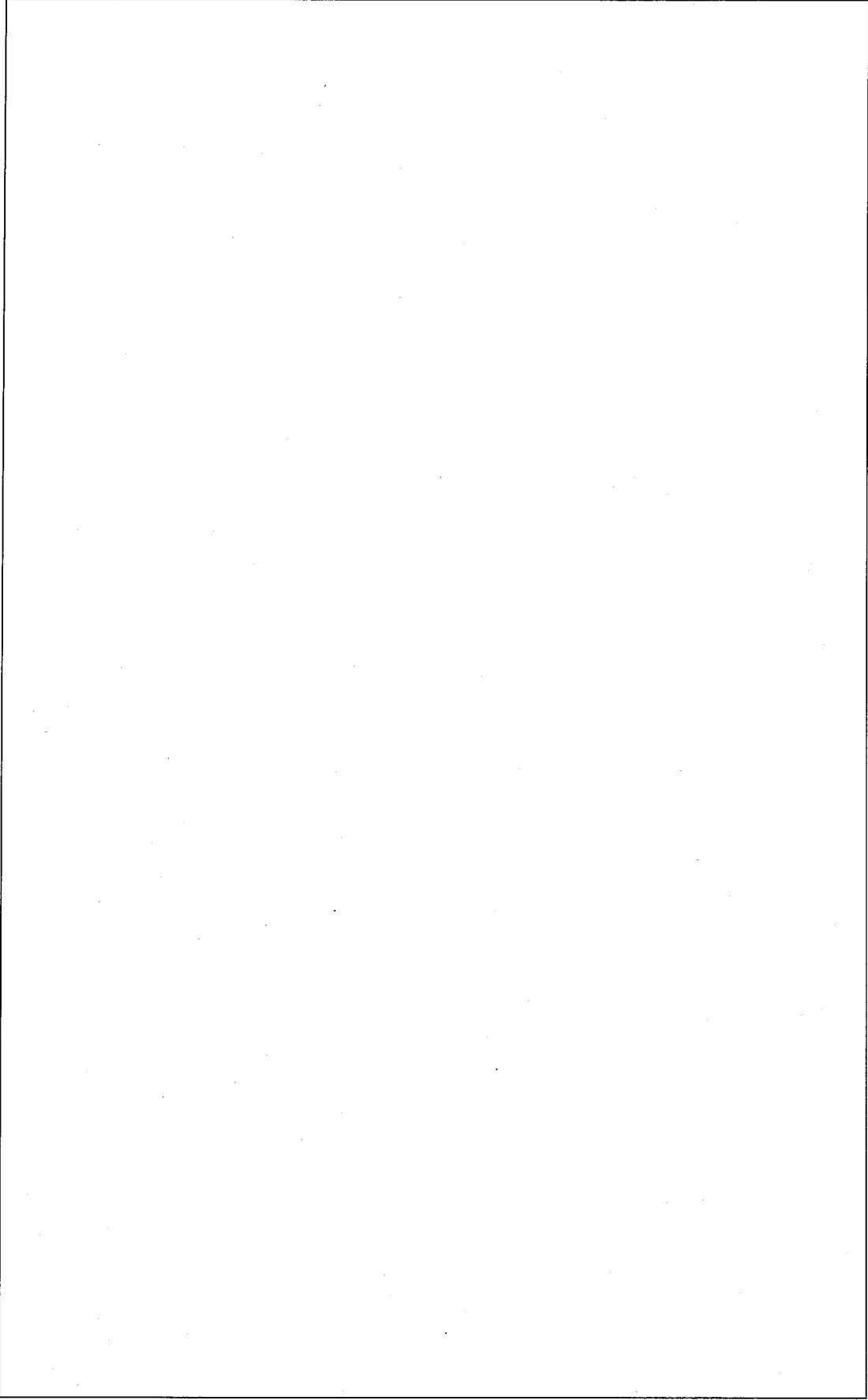
参一第A. 12 図 トップ端 (タイプA)



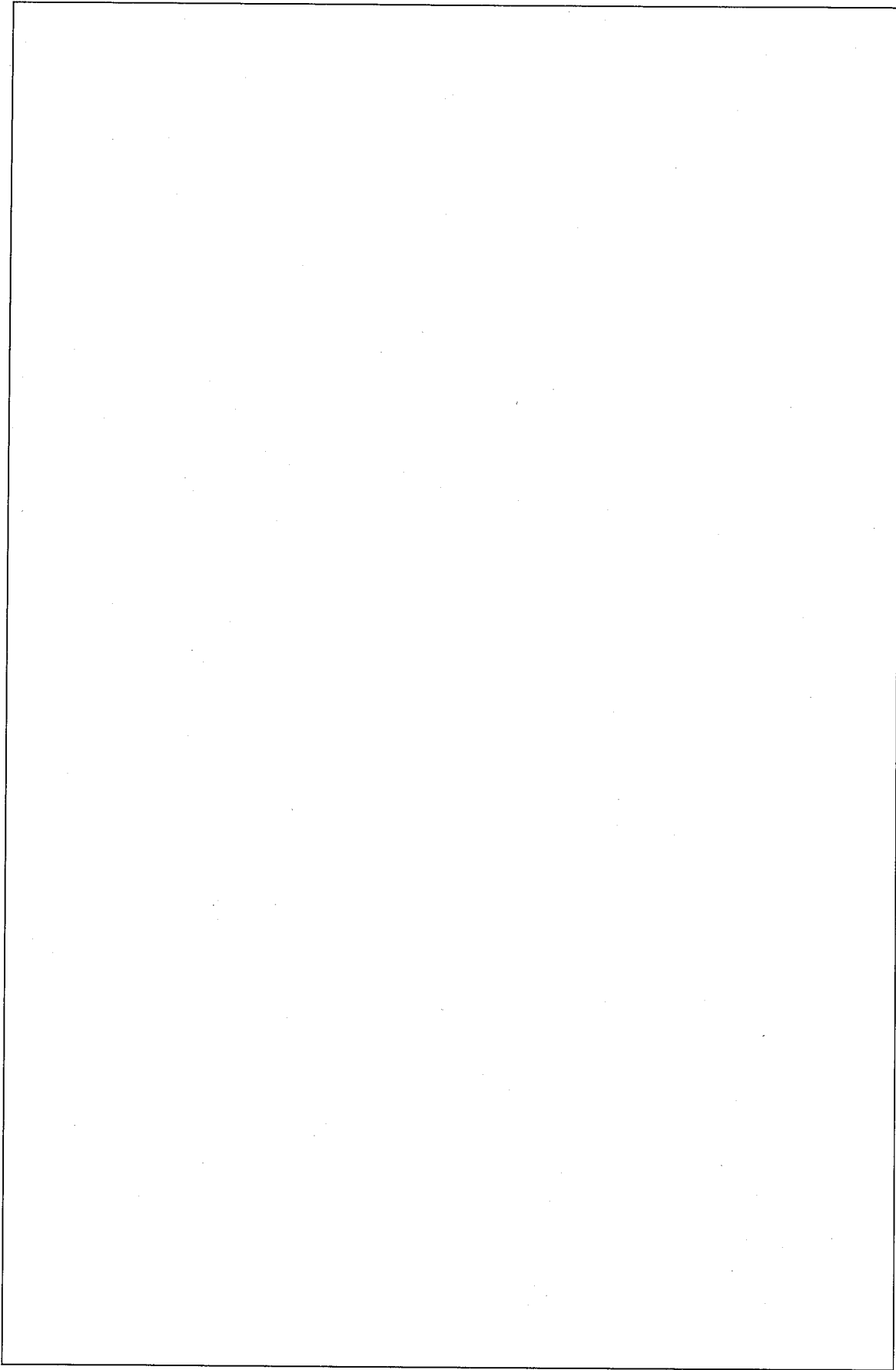
参一第A. 13 図 トップ端 (タイプB)



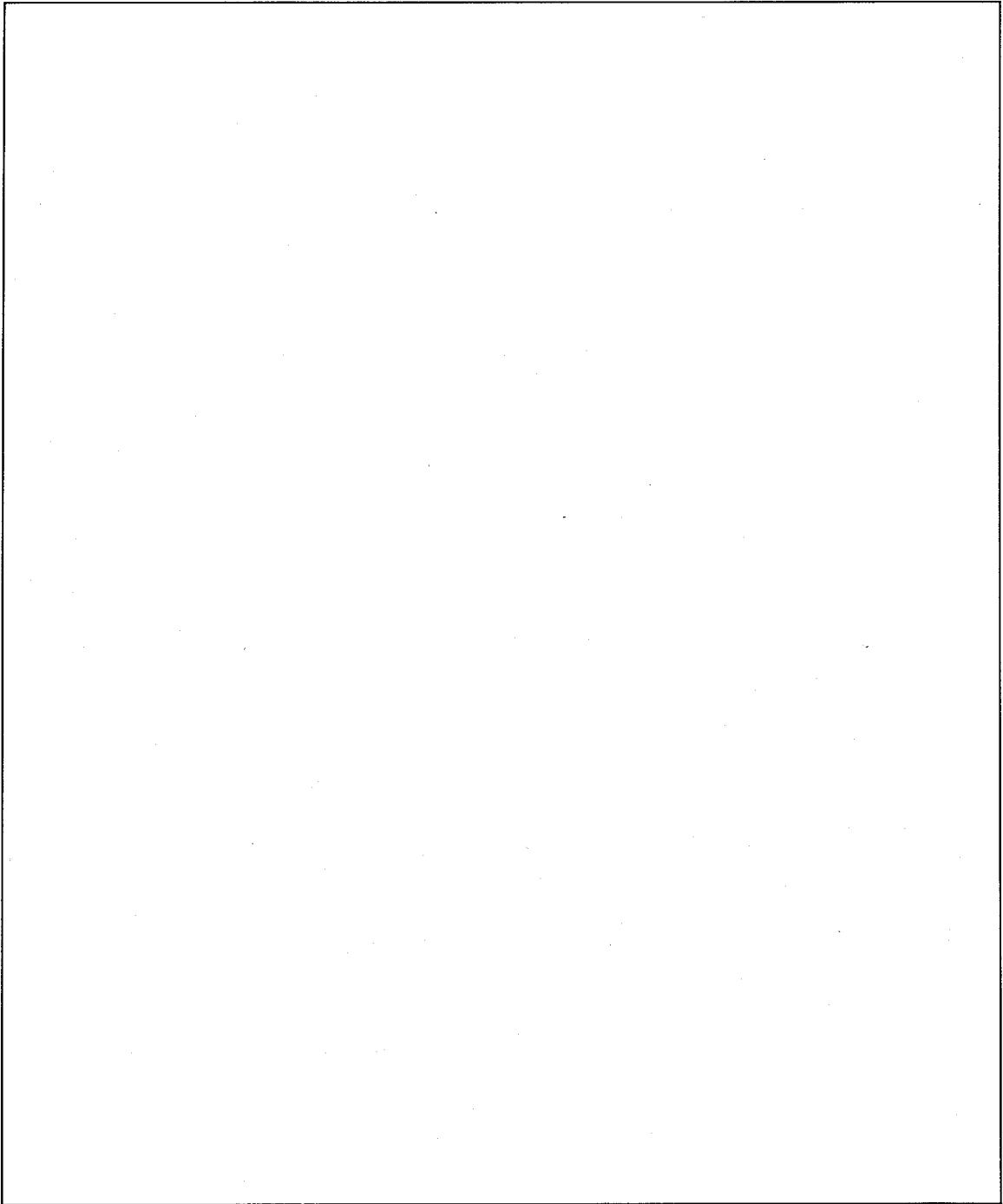
参一第A. 14 図 ボト△サボート



参一第A、15 図 クランピングフレーム (タイプA)



参一第A. 16図 クランピングフレーム (タイプB)



参-第A.17図 ショックマウント取付け, 取外し要領図

参一第A.18 図 エアバルブ, 湿度計 (タイプA)

参一第A.19図 エアバルブ，湿度計（タイプB）

参一第A.20図 リリーフバルブ

A. 2 材料の説明

A. 2. 1 板材料

(1)

を使用する。

化学成分及び機械的性質を参一第A. 2表に示す。

参一第A. 2表 の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分	
<input type="text"/>	
機 械 的 性 質	
引張強さ	<input type="text"/>
降 伏 点	

上表は、設計上要求される機械的性質を満足する。

(2)

を使用する。

化学成分及び機械的性質を参一第A. 3表に示す。

参一第A. 3表 の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分	
機 械 的 性 質	
引張強さ	
降 伏 点	
伸 び	
硬 さ (H _B)	

上表は、設計上要求される機械的性質を満足する。

(3) ボロンステンレス鋼板

クロスフレームのスキンには、中性子吸収板として、ボロンステンレス鋼板を使用する。

化学成分及び機械的性質を参一第A. 4表に示す。

参一第A. 4表 ボロンステンレス鋼板の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分	
機 械 的 性 質	
引張強さ	
降 伏 点	

上表は、設計上要求される機械的性質を満足する。

(4)

を使用する。

化学成分及び機械的性質を参一第A. 5表に示す。

参一第A. 5表 の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分	
機 械 的 性 質	
引張強さ	
降 伏 点	

上表は、設計上要求される機械的性質を満足する。

A. 2. 2 管 材 類

該当なし。

A. 2. 3 鍛造品, ボルト・ナット類

(1) 鍛造品, 該当せず。

(2)

を使用する。

化学成分及び機械的性質を参一第A. 6表に示す。

参一第A. 6表 の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分	
機 械 的 性 質	
引張強さ	<input type="text"/>
降 伏 点	

上表は, 設計上要求される機械的性質を満足する。

A. 2. 4 溶接用電極, 棒, 線類

本輸送物容器製作に使用する溶接方法は, 被覆アーク溶接, ティグ溶接及びミグ溶接を使用する。

被覆アークの溶接用の被覆アーク溶接棒は,
の被覆アーク溶接棒心線を被覆した の軟
鋼用被覆アーク溶接棒を使用する。ミグ溶接用の溶接棒は の軟鋼用の
炭酸ガスミグ溶接棒を使用する。

ティグ溶接用鋼ワイヤには、の溶接用軟鋼ワイヤ及びの溶接用ステンレスワイヤを使用する。

参一第A. 7表に軟鋼用被覆アーク溶接棒の化学成分と機械的性質を示し、参一第A. 8表に溶接用軟鋼ワイヤの化学成分及び参一第A. 9表に、溶接用ステンレスワイヤの化学成分を示す。

参一第A. 7表 被覆アーク溶接棒 の心線の
化学成分と溶着金属の機械的性質

		規格	
		<input type="text"/>	
溶着金属の機械的性質	引張強さ	<input type="text"/>	
	降伏点		
心線の化学成分	<input type="text"/>		

心線は、現在わが国においてほとんどが使用されており、使用実績から考えて問題はない。

参一第A. 8表 溶接用軟鋼ワイヤ の化学成分

規格 成分	<input type="text"/>

参一第A. 9表 溶接用ステンレスワイヤ の化学成分

規格 成分	<input type="text"/>

A. 2. 5 特殊材料

(1)

緩衝体には、を使用する。

その仕様を参一第A. 10表に示す。

参一第A. 10表 の仕様

項目	物性値
密度	<input type="text"/>
含水率	<input type="text"/>

(2) 熔融栓

耐火時に、緩衝体の燃焼ガスを逃がすため

の熔融栓を使用する。その化学成分と機械的性質を参一第A. 11表に示す。

参一第A. 11表 の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分	
<input type="text"/>	比重 <input type="text"/>
機 械 的 性 質	
固相線温度 約 <input type="text"/> °C	
液相線温度 約 <input type="text"/> °C	

(3) ショックマウント

燃料集合体に対する衝撃を吸収するために、下部容器とショックマウントフレームの間に取付けるものであり、を使用する。

型 式 : 片フランジタイプ

静的せん断ばね定数 : N/mm

(4) Oリング

上蓋と下部容器のフランジ面に取付け、シールするもので材料は、を使用する。

硬 度 :

(5) クッション

燃料集合体を収納する時に保護するためのものであり、
をクロスフレームに貼付けて使用する。

その他、クランピングフレームの支持格子用パッド、トップ端のノズル用パッド及び制御棒用パッドに使用する。

硬 度 :

(6) カードボード

燃料集合体の輸送から保管にわたり燃料集合体を梱包しておくものである。

(7) リリーフバルブ

内圧調整用のバルブで、最大4.9 kPa・Gで作動するように設定する。

(8) エアバルブ

輸送容器の密封性検査のために使用するバルブである。

(9) 湿度計

エアバルブの近くの位置に取付け、乾燥剤の効能を調べる。

(10) 枕 木

枕木は、輸送容器の緩衝材として、下部容器に取付ける。

A. 2. 6 ミルシート

ミルシートを必要とする材料については、ミルシートと材料を照合の上、ミルシートに記載された適用規格及び各項目に誤りのないことを確認する。

なお、ミルシートの記載内容を参一第A.12表に示す。

参-第A.12表 ミルシート記載内容

材料・部品	記 載 内 容
鉄 鋼 材 料	製造者または略号
	ミルシートの発行日
	ミルシート番号
	仕様または適用規格
	材料の種類または略号
	チャージ番号またはロット番号
	寸法, 重量
	化学成分
	機械試験結果
	必要に応じて熱処理条件
その他, 要求された事項	
ゴ ム	硬度を指定
緩 衝 材	比重, 含水率
リリーフバルブ	形式または型番, 作動圧, 閉鎖圧, 使用流体
エ ア バ ル ブ	形式または型番, 最高使用圧力, 使用流体
湿 度 計	形式または型番, 湿度表示範囲
ショックマウント	形式または型番, バネ定数

A. 2. 7 材料の欠陥部の修理

A. 2. 7. 1

鋼板の表面に有害な欠陥がある場合, の規程により, 次の条件のもとで欠陥の除去または補修を行う。

(1)

a.

b.

(2)

a.

- b. [Redacted]
- c. [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

A. 2. 7. 2 形 鋼

形鋼の表面に有害な欠陥がある場合は、[Redacted]の規定により、次の条件のもとで欠陥の除去または補修を行う。

- (1) [Redacted]
 - a. [Redacted]
 - b. [Redacted]
- (2) [Redacted]
 - a. [Redacted]
 - [Redacted]
 - b. [Redacted]
 - [Redacted]
 - [Redacted]
 - c. [Redacted]
 - d. [Redacted]
 - e. [Redacted]
 - [Redacted]
 - [Redacted]

A. 2. 8 材料の切断

材料の切断は、その種類により以下に示す機械を使用する。

- 丸棒，角棒：アングルカッタ，ノコ盤，ガス切断機
- 板（薄板）：シャーリング
- 木 材：ノコ盤

なお，ガス切断機を用いた場合は，熱影響部を取除くために，その部分をグラインダまたは機械加工で除去する。

A. 2. 9 材料の成型

本輸送容器の加工で成型で行う工程は、である。

の成型は、にかけて成型する。

の成型は、により成型する。

A. 3 溶 接

A. 3. 1 溶接方法及び材料

溶接材料の組合せ溶接方法は次に示す通りである。

(被覆アーク溶接, ティグ溶接, ミグ溶接)

(ティグ溶接)

A. 3. 2 溶接機の管理及び作業員資格

交流アーク溶接機, 直流アーク溶接機等は, 毎回1回以上定期的に点検する。

点検は, 溶接機チェックリストに基づいて実施し, その主な点検項目は次の通りである。

- 絶縁抵抗値
- タップ切替装置の接点, 動作の状態
- アースの接触, 断線
- キャブタイヤケーブルの被覆の状態
- ホルダの具合
- ケーブルコネクタの具合
- 接地クランプの破損などの状態
- 溶接トーチの破損などの状態
- 電流計の較正
- その他

定期点検以外に, 溶接機に不具合が生じたり, 長期にわたって工場内以外で使用したあとなどにも, 定期点検に準じて実施する。

また, 点検時には電気回路などの塵埃を除去し, 点検後は溶接機チェックリストに記録して保管する。

手溶接の作業には, J I S, 経済産業省, 厚生労働省または高圧ガスの規定に基づき次に掲げるそれぞれに定める事項の組合せが異なるごとに, 資格認定された者が従事する。

(イ) 溶接方法

被覆アーク溶接, ティグ溶接, ミグ溶接その他の区分

(ロ) 試験材及び溶接姿勢

試験材は厚さで区分し, 溶接姿勢は下向, 立向, 横向, 上向で区分する。

A. 3. 3 溶接の主要事項に関する説明

a) 最高許容温度

電流及びアーク電圧による制御を行う。直接, 温度による制御はしない。

b) 開先等の主要寸法, 形状

開先等の主要寸法, 形状を参一第A. 13 表に示す。

c) 溶接表面の洗浄

洗浄は, 溶接に有害な影響を及ぼす溶接表面の油脂分等を溶接前に除去し, 異物の混入による溶接欠陥の発生を防止することが主目的である。

同方法には, グラインダまたはワイヤブラシを使用する機械的方法とアセトン及びエチルアルコール等を使用する化学的洗浄法とがあり, 本輸送容器の製作には, 2つの方法を単独あるいは, 併用するものとする。

d) 溶接後の溶接位置の許容範囲

溶接後の溶接位置の溶接状態は,

に示す通りである。

e) 溶接部の仕上げ

一般に, 溶接部は非破壊検査の可能な程度に仕上げる。但し, 他の部品との取合があるなど, 特に仕上げが要求される場合は, その要求に応じてグラインダ仕上げ, 機械加工仕上げ等を実施する。

A. 3. 4 溶接欠陥の修理

目視検査, 液体浸透探傷検査等で発見された溶接部の欠陥である溶込み不良, アンダーカット, ピンホール, スラッグの巻込み, クラック等は, 欠陥の存在箇所をグラインダで除去し, 本溶接と同一の条件で補修溶接を行い, 本溶接と同様の検査を実施する。

A. 3. 5 溶接後の熱処理

本輸送容器には、溶接部の熱処理工程はない。

参一第A.13表 容器溶接部仕様 (1/2)

容器主要溶接部	溶 接 法	溶接要領	材 質	溶接部寸法・開先形状

参一第A.13表 容器溶接部仕様 (2/2)

容器主要溶接部	溶 接 法	溶接要領	材 質	溶接部寸法・開先形状

A. 3. 6 特殊溶接

本溶接容器には、特殊溶接の指定箇所はない。

A. 3. 7 溶接の品質保証計画・その他

溶接施工法、溶接士の資格、溶接用材料の管理などは、品質保証を確立するため、製造者にて社内基準を設け、これを履行する。

品質保証システムの概要を参一第A. 21 図に示す。

A. 4 シャへい体の製作法

本輸送容器は、シャへい体を使用していない。

A. 4. 1 鉛シャへい体の鑄込み

該当せず。

A. 4. 2 ウランシャへい材の製作法

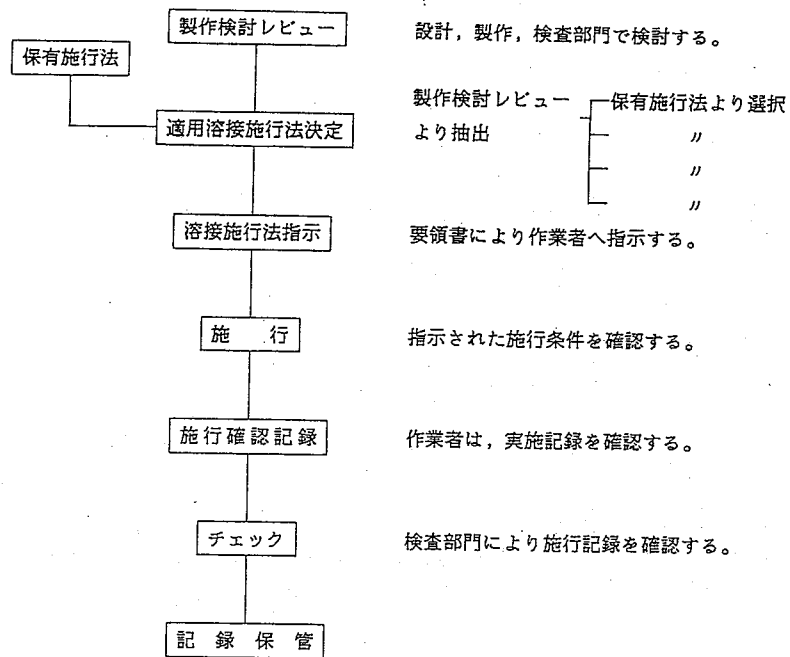
該当せず。

A. 4. 3 その他のシャへい材料の製作法

該当せず。

A. 5 弁等付属機器の製作法

弁は購入品である。但しエアバルブ、湿度計は参一第A. 18 図及び参一第A. 19 図、そしてリリースバルブは参一第A. 20 図に示すように取付ける。



参一第A.21図 品質保証システムの概要

A.6 組立等その他の製作法

A.6.1 防振構造部の組立

(1) クロスフレームに部品組込み

(a) クロスフレームに []

(b) []
 []
 []

(c) []
 []

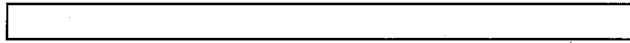
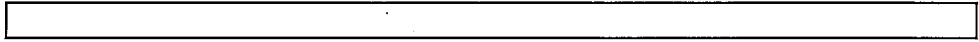
(2) ショックマウントとクロスフレームの組立

(a) []
 []

(b) []
 [] ことにより防振構造部が完成する。

(3) 防振構造部の下部容器への取付け

(a)



ショックマウントは両端面フランジタイプとなっているためボルト固定に支障は生じない。(参-第A.17 図参照)

B. 試験・検査方法等

輸送容器の製作中及び製作完了後、(ロ)章で述べられる各解析と、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。

(1) 製作時及び完成時の検査要領

参一第B.1表(1)～(2)に製作時及び完成時の検査要領を示す。

但し、しゃへい性能検査、伝熱検査は下記の理由により省略する。

(a) しゃへい性能検査

本収納物は、二酸化ウランペレットであり、輸送物外表面より1 m離れた位置における放射線量当量率は最大約 mSv/h 以下と小さい。

また、特別なしゃへい体を有していないので、本検査は省略する。

(b) 伝熱検査

本収納物は、二酸化ウランペレットであり、発熱量は小さい。

また、本輸送容器は特別な冷却装置を備えていないので、本検査は省略する。

(2) 最初の使用前の試験検査

参一第B.2表に最初の使用前の検査要領を示す。

以下、各試験・検査の方法等について記述する。

参一第B.1表(1) 輸送容器製作時及び完成時検査要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
材料検査	防振構造部及び外殻の材料	鋼材は、ミルシートで材料の種類、ロット番号、寸法、重量、化学成分、機械試験結果等を照合チェックし、その他の購入部品については、メーカーの添付書類等により確認する。	鋼材は、JIS規格を満足していること。 また、鋼材、以外は設計条件を満足していること。
寸法検査	シヨックマウントフレーム、クロスフレーム、上蓋、下部容器等の主要寸法(長さ、幅、高さ、板厚等)	主要寸法を計測器(ノギス、巻尺等)を用いて検査する。	所定の公差内にあること。
溶接検査	上蓋、下部容器、ブラケット等の主要溶接部分	(1) 開先寸法検査 (2) 目視検査 (3) 液体浸透探傷検査	(1) 所定の公差内にあること。 (2) 割れ、アンダーカット、オーバーラップ等の有害な欠陥がないこと。 (3) <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 5px 0;"></div>
外観検査	上蓋及び下部容器	外観を目視で検査する。但し、塗装する部分については、塗装前に実施する。	塗装前の上蓋、下部容器に、有害な傷、汚れ等がないこと。
耐圧検査	省略		

参一第B.1表(2) 輸送容器製作時及び完成時検査要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
気密漏えい検査	外殻(上蓋及び下部容器)	輸送容器の外筒内を40kPa・Gの空気圧で10時間保持し、圧力の降下を検査する。	10時間保持後、輸送容器の内圧が30kPa・G以上であること。
しゃへい性能検査	省略		
しゃへい寸法検査	省略		
伝熱検査	省略		
吊上荷重検査	省略		
重量検査	完成した輸送容器	完成した輸送容器(防振構造部及び外殻)の重量を、計量器を用いて検査する。	設計条件〔 <input type="text"/> kg以下〕を満足していること。
未臨界検査	中性子吸収材である4枚のボロンステンレス	材質をミルシートにより確認し、寸法を検査する。	材質がJIS規格を満足し、かつ所定の寸法(厚さ: <input type="text"/> mm以上)であること。
作動確認検査	エアバルブ及びリリーフバルブ	エアバルブは治具による作動確認,リリーフバルブはエアバルブより空気圧を加え検査する。	エアバルブは正常に作動すること。リリーフバルブは、輸送容器内の内圧と外圧の差が最大49kPa・Gのときに開くこと。
取扱検査	完成した輸送容器	防振構造部に収納物を装着し、各機器の脱着を実施し、その取扱いを検査する。	一連の取扱いに支障がないこと。

参一第B.2表 輸送容器の最初の使用前検査要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
外観検査	防振構造部(ショックマウン トフレーム, クロスフレーム 等)及び外殻(上蓋及び下部 容器等)	外観を目視で検査する。	有害な傷, 割れ, 変形, 汚れ等がないこと。
気密漏えい検査	外殻(上蓋及び下部容器)及 びOリング	上蓋及び下部容器の周辺の外観を, 目視によ り検査する。	有害な傷, 割れ, 変形等がないこと。

B.1 材料検査

材料検査は、材料の受入れ時に実施する。

材料検査は、購入仕様書に基づいてミルシートと材料を照合し、材質、寸法、機械的強度等がミルシートにおいて仕様を満足していることを確認する。

B.2 寸法検査

寸法検査は、製作中の中間検査、製作完了時の最終検査で実施する。

(1) 中間検査

半成品となった時点で実施するもので、製作図の主要寸法に対して寸法検査を行う。

判定基準は、特に要求される部分については図中に公差を特記するが、一般の無指定部分については以下に示す通りである。

製缶加工による製品の無記号公差を参一第B.3表に示す。

参一第B.3表 製缶加工による製品の無記号公差

単位：mm

呼び寸法	公差
0.5 以上 120 以下	以内
120 を超え 315 以下	以内
315 を超え 1,000 以下	以内
1,000 を超え 2,000 以下	以内
2,000 を超え 4,000 以下	以内
4,000 を超え 8,000 以下	以内

機械加工による製品の無記号公差を参一第B.4表に示す。

参一第B.4表 機械加工による製品の無記号公差

単位：mm

呼び寸法	公差	
0.5以上 6以下	±0.1	以内
6を超え 30以下		以内
30を超え 120以下		以内
120を超え 315以下		以内
315を超え 1,000以下		以内
1,000を超え 2,000以下		以内
2,000を超え 4,000以下		以内
4,000を超え 8,000以下		以内

(2) 最終検査

完成品となった時点で、組立図の主要寸法に対して寸法検査を行う。

判定基準は、中間検査のものと同様である。

B.3 溶接検査

溶接検査は製作中の中間検査の時に実施する。

検査内容、検査方法、判定基準について、以下に説明する。

(1) 開先寸法検査

開先検査は、開先形状、ルート間隔、板の食い違いの3点について実施する。

判定基準は、所定の公差内にあることをもって、合格とする。

(2) 目視検査

組立溶接を行い、内側となって見えなくなる部分を除く溶接線に対して実施する。

輸送上、有害な欠陥がないことをもって、合格とする。

(3) 液体浸透探傷検査

上蓋、下部容器及びブラケット等の主要な部分について実施する。

- 錆、スパッタ、スラグ、スケール等を除去し、エアゾール式またはハケ塗り方式で浸透液を塗布する。

- 20分程度放置し、洗浄液を浸した布で注意深く拭いて浸透液を除去する。
- 5分程度放置して乾燥させ、現像液をスプレーで吹き付ける。

以上の作業の後、目視で観察し、次の各号に適合するときはこれを合格とする。

(イ)	
(ロ)	
(ハ)	
(ニ)	

B.4 外観検査

製作完了後、外部については、次の項目について検査を行う。

- (1) 標記場所、表記内容、塗装色は製作図面通りとする。
- (2) 容器の疵及び塗装不良の有無。
- (3) 枕木（材木）の割れのひどいものの有無。

内部については、次の項目について検査を行う。

- (1) リングの疵、割れの有無。
- (2) 清浄度（サビ、ショットまたはグリッドが無いこと）。
- (3) ショック指示計が曲がっていないこと。

B.5 耐圧検査

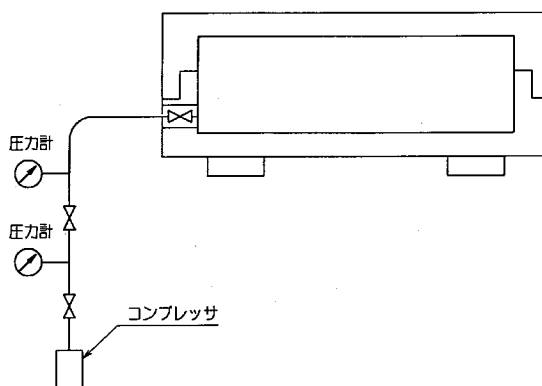
該当せず。

B.6 気密漏えい検査

外殻組立完了後気密漏えい検査を実施し、輸送容器本体の気密性能を確認する。

- (1) 検査方法及び判定基準
 - (a) 外 殻

外殻組立完了後、内筒内を40kPa・Gにて加圧する。気密漏えい検査概要図を参一第B.1図に示す。



参一第B.1図 外殻組立完成時気密漏えい検査概要

エアバルブに加圧配管を接続し、エアにて40kPa・Gまで加圧し、10時間保持した後、30kPa・G以上であることを確認する。また、目視により外観に異常がないことを確認する。

B.7 シャへい性能検査

該当せず。

B.8 シャへい寸法検査

本収納物は、二酸化ウランペレットであり、その線源強度は小さく、本輸送容器は特別なシャへい体を有していないので、本検査は省略する。

B.9 伝熱検査

本収納物は、二酸化ウランペレットであり、発熱量は小さい。

また、本輸送容器は特別な冷却装置を備えていないので、本検査は省略する。

B.10 吊上荷重検査

該当せず。

B.11 重量検査

完成輸送容器の重量を検査する。

設計値である kg以下をもって合格とする。

B.12 未臨界検査

中性子吸収材である4枚のボロンステンレス鋼板の材質・寸法について検査する。材質は、ミルシートにより確認し、寸法が本輸送物の臨界解析上の寸法（厚さ：mm以上）であることをもって合格とする。

B.13 作動確認検査

本検査に該当する部品は、エアバルブとリリーフバルブである。

エアバルブは輸送容器の外側から治具を使って正常に作動することを確認し、リリーフバルブはエアバルブから空気圧を加え、輸送容器内の内圧と外圧の差が最大4.9 kPa・Gに達したときに正常に開くことをもって合格とする。

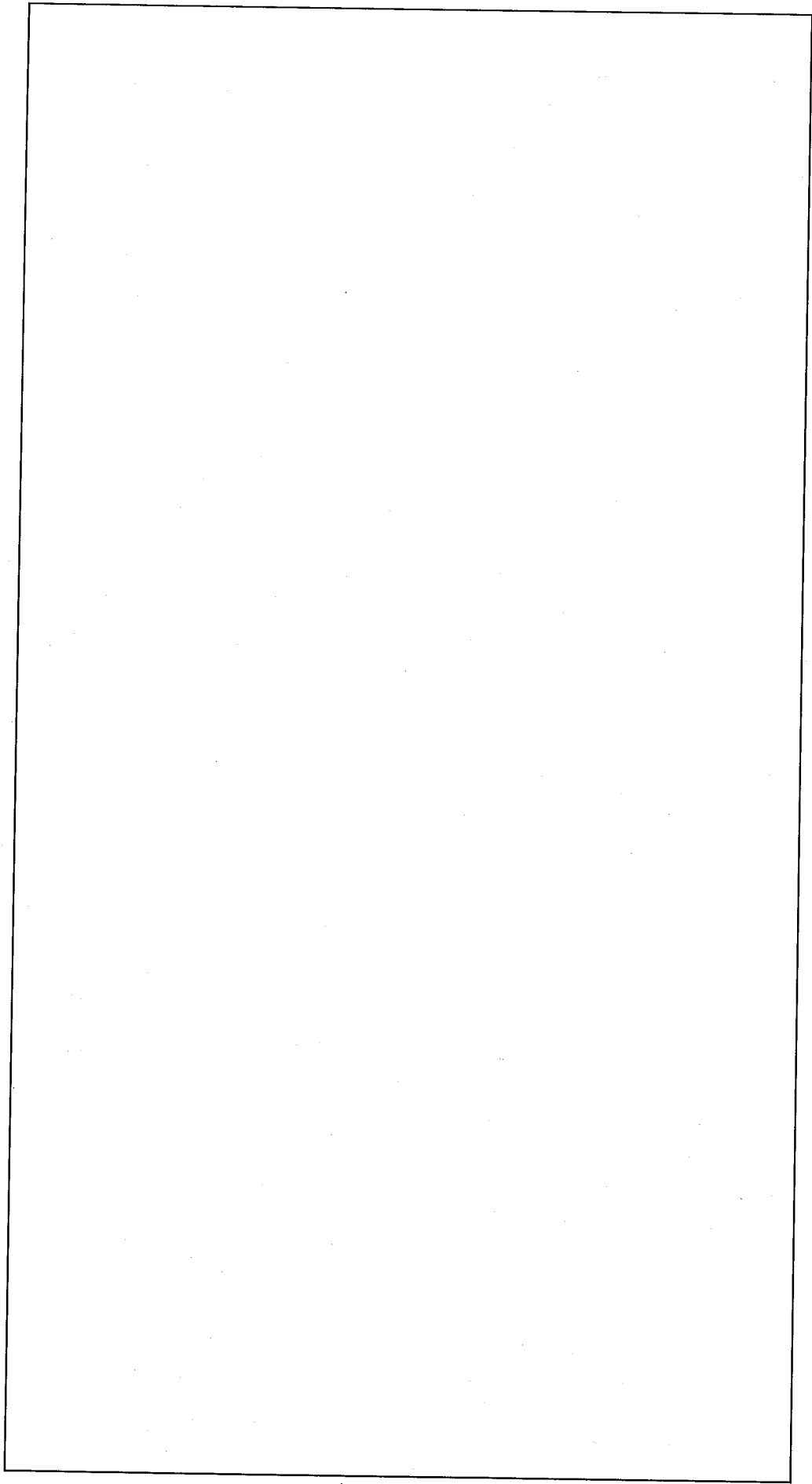
B.14 取扱検査

収納物である燃料集合体を収納する防振構造部の平面度、直角度が製作図面の指示通りであることを測定により確認し、防振構造部の起立機能、燃料集合体を防振構造部に固定するためのクランピングフレーム、支持格子用パッド、クロスバー等の固定機能ならびに輸送容器の
の締付機能が、全て正常であることを実際に操作して確認する。一連の取扱いが支障なく行えることをもって合格とする。

C. 容器の製作スケジュール

容器の製作スケジュールを参-第C.1表に示す。

参-第C.1表 容器製作スケジュール



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

(イ)章 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

(イ)－A 品質マネジメントシステム

三菱原子燃料㈱（以下「MNF」という）は、顧客の要求事項、法令の技術上の基準等に適合することを確実にするための手段としてISO9001（2015年版）に基づく品質マネジメントシステムを確立し、維持する。

A. 1 品質マニュアル

(1) 品質マニュアル

品質マニュアルは、ISO9001（2015年版）の要求事項を文書化した第1階層の文書であり、品質方針及び品質目標を明確にするとともに輸送容器に係る調達・設計・製作・使用（「取扱い」を含む）・保守等までの各段階で必要な品質保証活動の実施基準を明確にしたものである。

社長が定めた品質方針を受け、安全・品質保証部が品質マニュアルの作成、改訂、発行等の管理を行う。

(2) 品質保証計画

安全・品質保証部及び関連部門は、輸送容器が顧客の要求、法令の技術上の基準、核燃料輸送物設計承認申請書の設計仕様、容器承認申請書の製作方法等に適合することを確実にするために、品質マニュアルに基づき、又、適宜次の事項を考慮して輸送容器の設計、製作、調達、使用（「取扱い」を含む）、保守等に関する品質保証計画を確立し、文書化する。なお、安全・品質保証部、製造部、調達室、総務部及び輸送・サービス部等の発行する要領書等は本品質保証計画を構成する。

- ① 関係する各部門は、輸送容器の設計、製作、調達、使用、保守等の管理に関し、部門内の責任体制を明確にする。また、輸送・サービス部は必要に応じ、輸送容器の設計、製作、使用、保守等の業務の一部について、適切な品質マネジメントシステムを有する専門会社から役務の提供を受け、合理的な業務の遂行を図る。
- ② 輸送・サービス部は、輸送容器の製作、保守に関し、業務の適切な段階で、適切な検証を行うため、あらかじめ輸送容器の製作及び性能維持に係る検査要領書を策定し実施する。また、輸送・サービス部は、輸送容器の製造者（以下「容器製造者」という）等が作成する検査要領書に基づき検査を実施させる場合には、当該検査に係るMNFの要求事項を容器製造者等に提示し、容器製造者等が作成する検査要領書にMNFの要求事項が適切に反映されていることを審査、承認し、これに従い容器製造者等が検査を実施していることを確認する。

- ③ 各部門は、品質保証計画に従った、効果的な要領書（要領書、手順書及び指示書）を作成し、これらに従い品質保証活動を遂行する。要領書等で規定する範囲及び内容の詳しさは、業務の複雑さ、業務の遂行方法及び業務を遂行する作業者の技能及び訓練の度合いにより決定する。
- ④ 安全・品質保証部は、輸送容器の設計、製作、調達、使用、保守等に係る品質に影響を与える品質記録を明確にし、品質記録の作成及び保管の要領を明確にする。

(3) 品質方針及び品質目標

① 品質方針

社長は次のとおり製品品質方針を定める。

<製品品質方針>

三菱原子燃料株式会社（MNF）は、MHIグループの一員として、企業理念、経営方針及び社員行動指針に基づき、MNF、グループ会社及び協力会社のメンバー全員が事業の重要性を理解のもと、一丸となって安全を最優先に、品質の向上を図り、企業責任を果たして日本の原子力産業に貢献し、顧客のみならず社会全体から信頼されるよう業務を確実に推進します。

(1) 安全最優先

一人ひとりが原子力安全に及ぼす製品の影響を正しく理解し、ルールへの遵守の徹底と高い品質の実現に向けた品質管理、積極的な不適合未然防止、技術伝承に取り組むことにより、原子力安全を最優先させる文化を醸成します。

(2) 継続的改善

世界最高レベルの品質を確保するため、品質マネジメントシステムを継続的に改善するとともに、社会の変化に迅速・柔軟に対応し、持続的成長を実現するため、革新的な発想で新たなプロセスを創造します。

(3) 顧客価値創造

社会の動向及びお客様の意向を的確に把握の上、三菱グループの原子燃料会社としてその期待を超える、安全性と信頼性の高い製品・サービスを提供するとともに新たな価値を創造する。さらに、納期・品質を守り、原子力エネルギーの安定供給に貢献することで、社会からの信頼を高めるとともに、お客様の満足の向上を目指します。

また、社長は、上記製品品質方針達成を確実にするため、担当役員を管理責任者とし、必要な資源を配するとともに、品質マネジメントシステムを具体的に展開する。

② 品質目標

関係する各部門長は、品質方針を達成するため達成度が評価可能な品質目標を設

定するとともに、設定した品質目標に対して品質マネジメントシステムの継続的改善のためのプロセスとして、達成状況を評価し、管理責任者の承認を受ける。

(4) マネジメントレビュー

社長は、品質マネジメントシステムが品質方針、品質目標を満足し、効果的に運用されていることを確認するために、定期的に製品品質マネジメントレビュー会議を開催し、品質マネジメントシステムの見直しを行う。

マネジメントレビューは、下記のような項目について行う。

- ① 内部監査及び外部監査の結果
- ② 顧客からのフィードバック
- ③ プロセスの成果を含む実施状況及び製品の適合性及び品質傾向
- ④ 不適合及び是正処置の状況
- ⑤ 安全文化を醸成するための活動の実施状況
- ⑥ 前回までのマネジメントレビューの結果に対するフォローアップ事項
- ⑦ 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
- ⑧ その他

A. 2 文書管理

(1) 文書及びデータの管理範囲

輸送容器の品質に係る文書及びデータに適用する。

対象とする文書は、品質マニュアルを含め契約仕様書、図面、発注仕様書、品質保証計画書、作業要領書、検査要領書等をいい、JIS等公的規格の外部文書も含む。

(2) 文書及びデータの承認及び発行

- ① 文書及びデータは、発行に先立ち各部門において権限のある者（部門長が検討、承認を任せたる者）がその適切性について検討、承認を行う。

なお、輸送容器の構造が変更され使用又は作業に影響する場合は、発注仕様書等について関連部門のレビューを受ける。

- ② 文書の最新版の状態を、台帳等により管理し、次のことを確実にを行う。
 - (a) 適切な文書・版の利用
 - (b) 無効及び/又は廃止文書の処分
 - (c) 保持する廃止文書の適切な識別

(3) 文書及びデータの変更

- ① 変更によって影響を受ける範囲の洗い出し
 - (a) 輸送容器の製作仕様に関する文書を体系化する。
 - (b) 上位の文書に変更があった場合、その変更が下位の文書に確実に反映される

ように、上記文書体系に基づき順次影響の有無を確認する。確認の結果、輸送容器の製作仕様に影響の恐れがある場合は、輸送容器の所有者（以下「容器所有者」という）又は容器製造者に対して変更を通知し、影響の有無の確認を指示する。

② 変更の実施

- (a) 変更の影響が「有」となった文書は、リストアップし改訂版発行をフォローする。
 - (b) 文書データの変更は、発行時と同様の手続きに従って実施する。
 - (c) 関係部門は、確認者及び承認者に対し根拠となる裏付け情報を提示し、変更を実施する。また、変更の内容を文書中又は添付文書で明確にする。
 - (d) 変更を要する文書について、下流側文書が順次必要に応じて改訂、発行されるよう速やかに改訂版を発行する。
- なお、輸送容器の製作仕様に影響がある場合は、容器所有者又は容器製造者に対して該当文書の改訂及び改訂版の提示を指示する。

A. 3 品質記録の管理

(1) 品質記録の種類

各部門は下記の代表を参考に管理すべき記録の範囲を明確にする。

- ・マネジメントレビューの記録
- ・品質文書（品質保証計画、標準書、要領書等）
- ・契約内容レビューの記録
- ・発注仕様書、図面等
- ・検査記録（製作時検査、定期自主検査、発送前検査）
- ・監査記録（内部、調達先）
- ・不適合報告書及び是正処置報告
- ・教育・訓練記録

(2) 品質記録の保管

- ① 品質記録は読み易く、保管中の劣化、損傷及び紛失防止に適した環境で保管する。
- ② 品質記録は容易に検索できる状態で維持する。
- ③ 品質記録の保管期間を明確に定める。

(3) 品質記録の廃棄処分

各担当部門は、保管期間の過ぎた品質記録を処分する。品質記録については、焼却またはシュレッダー等で切断して廃棄する。

(イ)－B 申請者の責任

輸送容器の設計、製作、調達、保守等の業務に関する品質保証体制を(イ)－第1図に示す。MNFの責任の下に輸送容器の製作について、供給能力を有すると評価した容器製造者に容器所有者を経由、又は直接発注する。輸送容器の保守、維持管理の一部等については、必要に応じ、供給能力を有する輸送容器の保守管理会社等に業務委託する。

MNFの品質保証組織を(イ)－第2図に示す。また、MNFにおける各部門の業務及び責任を以下に示す。各部門の活動における最終的責任者は部長とする。

(1) 社長

社長は、次の事項について責任と権限を有する。

- ① 顧客の要求事項を満足する品質を確保するために、品質保証に係る各職制の責任と権限を明確にした組織を確立するとともに、予算、人、設備等の経営資源を適切に配置すること。
- ② 品質方針を設定し文書化すること。
- ③ 管理責任者を任命し、品質保証活動に対する責任と権限を与える。

(2) 管理責任者（担当役員）

管理責任者は、社長より命を受けた担当役員であり、他の責任と関係なく、次の事項について責任と権限を有する。

- ① 品質保証計画を確立し推進する。
- ② 以下の5項目を含む品質に関する総括的な責任を有するとともに、品質保証計画が有効且つ効果的であることを評価する。改善が必要な場合には適切な行動を起こす。
 - (a) 製品、プロセス及び品質マネジメントシステムに関する不適合の発生を防止する行動を起こすこと。
 - (b) 製品、プロセス及び品質マネジメントシステムに関する問題を明確にし記録すること。
 - (c) 所定の方法により解決策を開始、勧告又は提供すること。
 - (d) 解決策の実施を検証すること。
 - (e) 不適合を是正するまで、当該品の次の工程への払出しをホールドすること。
- ③ 上記①、②の実施状況及び改善の必要性の有無を社長に報告する。
- ④ 組織全体に対して顧客要求事項を達成する重要性について認識を高めるよう、それぞれの組織を指導する。

(3) 安全・品質保証部

安全・品質保証部は、組織上他の部門から独立し、次の責任及び権限を有する。

- ① 品質マネジメントシステムの立案と推進
- ② 内部品質監査の実施及び是正処置の指示
- ③ 輸送容器調達先の評価の取りまとめ及び認定
- ④ 輸送容器調達先に対する品質監査の実施及び是正処置の指示
- ⑤ 不適合報告書の承認、必要に応じ作業の停止指示並びに是正処置及び予防処置の承認
- ⑥ 教育・訓練の実施
- ⑦ 製品梱包及び現地確認検査並びに六ふっ化ウランシリンダの洗浄・リテスト（5年定期自主検査）及び蒸発・保管工程（以下「使用段階」という）で見つけられた輸送容器の不具合事項の報告及び是正処置の承認
- ⑧ 調達管理における記録の確認等

(4) 輸送・サービス部

輸送・サービス部は、次の責任及び権限を有する。

- ① 輸送容器に係る許認可申請業務
- ② 核燃料輸送物の発送前検査(役務調達を含む)及び運搬に関する確認申請
- ③ 容器の受入及び有効期限管理
- ④ 輸送容器の維持管理(役務調達を含む)
- ⑤ 不適合報告書作成並びに是正処置及び予防処置の検討
- ⑥ 教育・訓練の実施
- ⑦ 使用段階における輸送容器の管理（製造部による管理を除く）
- ⑧ 設計に係る契約内容の確認
- ⑨ 輸送容器調達先の技術的能力の評価
- ⑩ 輸送容器の設計に係る発注仕様書等の作成
- ⑪ 輸送容器の設計に係る図面、解析書等設計文書の審査、承認
- ⑫ 輸送容器に係る許認可申請添付書類等の作成
- ⑬ 輸送容器の製作に係る設計要件及び品質要件の作成又は発注仕様書等の作成
- ⑭ 製作用承認申請図書(製作用図面、検査要領書等)の承認
- ⑮ 輸送容器の製作に係る検査
- ⑯ 輸送容器の構成部品に係る発注仕様書等の作成及び検査の実施

(5) 製造部

製造部は、次の責任及び権限を有する。

- ① 六ふっ化ウランシリンダの洗浄
- ② 六ふっ化ウランシリンダのリテスト（5年定期自主検査）
- ③ 使用段階（原料貯蔵・蒸発工程）における六ふっ化ウランシリンダの管理

④ 使用段階（製品梱包）における輸送容器の管理

(6) 総務部

総務部は、次の責任及び権限を有する。

- ① 教育・訓練計画の管理、運営
- ② 要員の管理

(7) 調達室

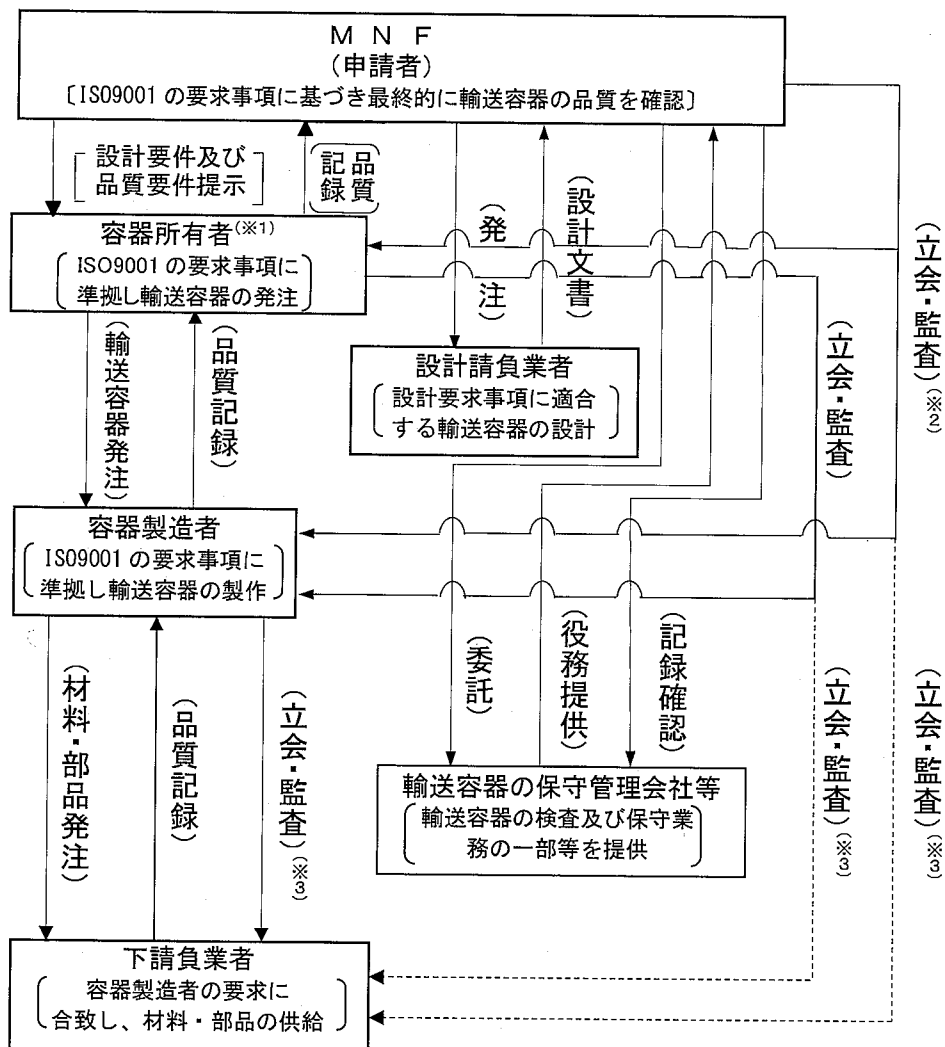
調達室は、次の責任と権限を有する。

- ① 契約の締結
- ② 輸送容器及びその構成部品の設計、製作及び調達に係る発注
- ③ 輸送容器の使用及び保守に係る発注

(8) 企画・改革推進室

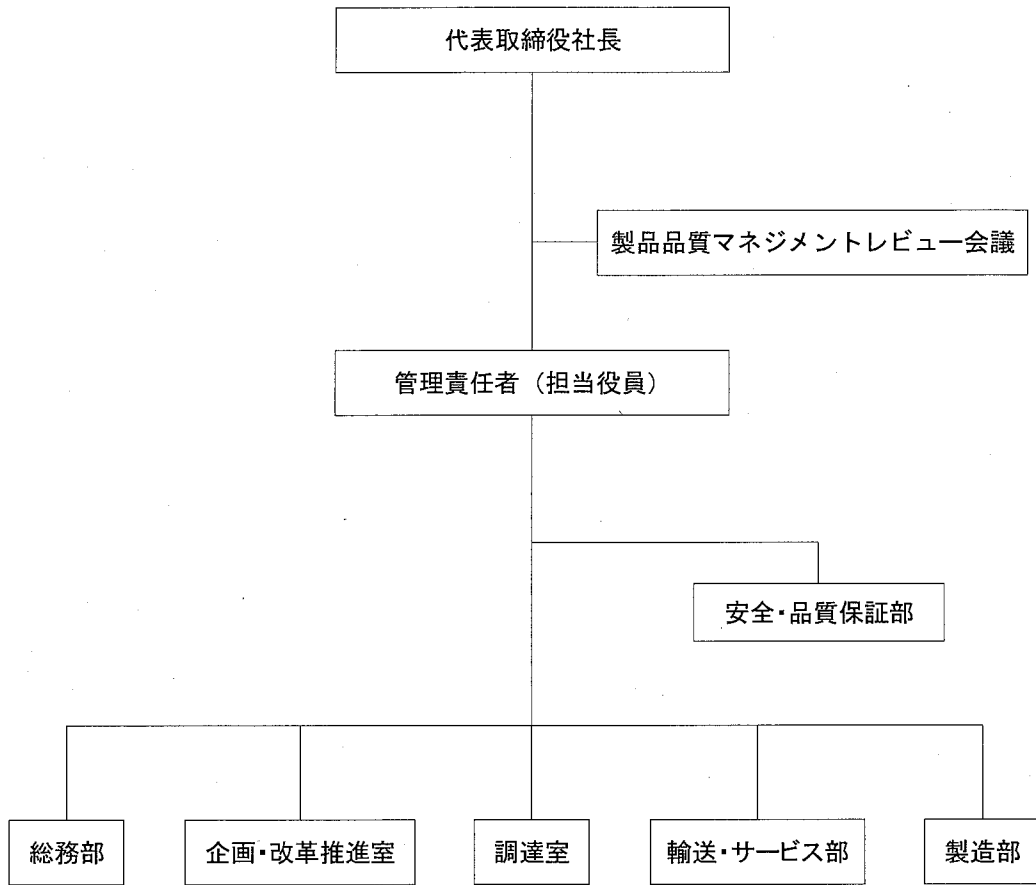
企画・改革推進室は、次の責任と権限を有する。

- ① 輸送容器への顧客要求事項の確認



- (※1) MNFが輸送容器を直接発注する場合は、図の容器所有者の欄は除く。
- (※2) 輸送容器を新規製作する場合に限る。
- (※3) 必要に応じ実施。

(イ) 第1図 輸送容器の設計、製作、調達、保守等の品質体制



(イ) 第2図 MNFの輸送容器の品質に関連する組織

(イ)－C 教育・訓練

輸送容器関連で品質に影響する業務に従事する者に対し必要な教育・訓練を行う。
なお、容器製造者等についても、同様に教育・訓練が行われることを確認する。

(1) 実施要領

輸送容器の品質に影響を与える業務に従事する者に対し教育・訓練を下記のとおり実施する。

- ① 教育・訓練を行うために計画を立てる。
- ② 教育・訓練を実施し記録を維持する。
- ③ 容器製造者に対し、品質保証計画に基づき実施するよう要求し、実施させる。

(イ)－D 設計管理

輸送容器の設計が設計要求事項に適合することを確実にするため、次の事項を実施する。

D. 1 社外委託に係る設計管理

(1) 設計管理

- ① 輸送・サービス部は、輸送容器の設計請負業者に発注する際に、顧客の要求事項、法令の技術上の基準、性能・機能上の要求事項等を踏まえた設計仕様を発注仕様書に明記し、輸送容器の設計請負業者に提示する。
- ② 輸送・サービス部は、新設計・新技術又は特殊材料を採用する場合には、設計要求事項を輸送容器の設計請負業者に十分理解させるため、必要に応じ輸送容器の設計請負業者及び材料メーカーとの間で、安全性と仕様の関連、仕様決定の背景等についての情報交換を行う。
- ③ 輸送・サービス部は、輸送容器の設計請負業者が作成する設計文書（図面、計算書、解析書等）に設計要求事項が適切に反映されていることを審査する。

(2) 設計検証

輸送・サービス部は、上記設計結果に基づき、新設計・新技術又は特殊材料を採用する場合には、必要に応じ実証試験、代替計算等により設計検証が行われていることを審査する。

(3) 設計変更

輸送・サービス部は、設計仕様を変更する場合、変更の内容を文書により輸送容器の設計請負業者に提示する。

輸送・サービス部は設計仕様の変更に伴い輸送容器の設計請負業者に設計を変更させる場合、又は輸送容器の設計請負業者が自ら設計変更を行う場合、輸送容器の設計請負業者が作成する設計文書（図面、計算書、解析書等）に要求事項が適切に反映されていることを審査する。また、輸送・サービス部は、関係する組織に設計変更に関する内容を文書により伝達する。

D. 2 社内での設計に係る設計管理

(1) 設計の計画

設計計画については核燃料物質等長期輸送計画を基に輸送容器の設計要求事項をまとめ輸送容器の設計を行う。

(2) 設計へのインプット

輸送容器に求められる要求事項の内容を確認する。輸送・サービス部は設計を行うに当たり輸送容器に求められる要求事項の確認結果に基づき、文書化した設計前提条件及び適用される法令・規則並びにその他の要求事項を含んだ設計インプット情報を文書化し、要求事項が適切であることの確認を行う。適用可能な場合は、以前の類似した設計から得られた情報を基にレビューしてインプットとする。インプット情報は記録する。

(3) 設計者からのアウトプット

輸送容器設計のアウトプット（仕様書、図面、試験検査要領書等）は、輸送容器に求められる安全性、輸送方法とのインターフェイス及び適用される法令・規則並びに安全解析書等の要求事項を満足するものであること。これらは輸送・サービス部が承認する。更に、アウトプット情報には、設計要求事項、合否判定基準、製作、取扱い、検査に関する特性も盛り込む。

(4) 設計のレビュー

輸送容器設計のアウトプットが要求事項を満足しているかどうかを確認する。レビューの結果、発見した問題を明確にして必要な処置を行う。レビューにおいては、関係する担当者（設計者）の他に、必要に応じて他の業務担当者を置く。

(5) 設計の検証

輸送・サービス部は、輸送容器設計者からのアウトプットが輸送容器設計へのインプットで与えられている要求事項を満たしていることの検証を行う。検証の結果は記録する。

(6) 設計の妥当性確認

輸送・サービス部は、指定された用途又は意図された用途に応じた要求事項を満たし得ることを確実にするために設計の妥当性確認を行う。妥当性の確認結果は記録する。

(7) 設計の変更管理

① 設計変更管理

輸送・サービス部は、設計変更内容を明確にし、文書化し、内容をレビューする。

輸送・サービス部は、設計変更内容が調達先へ影響を与える場合、関係者に文書で通知し、周知する。

② 仕様変更の管理

輸送・サービス部は、輸送容器製作段階で仕様変更を行う場合、他への影響を考慮するとともに変更内容を明確にして、計画書の見直し、レビュー、検証及び妥当性の確認を行う。仕様変更内容は記録する。

(イ)－E 輸送容器の製造発注

輸送容器が顧客の要求事項、法令に定める技術上の基準、核燃料輸送物設計承認申請書の設計仕様及び容器承認申請書の製作方法等の要求事項に適合することを確実にするために、次の事項を実施する。

1. 容器製造者の評価

製作に関する能力については、安全・品質保証部の責任において必要に応じて次の事項を考慮して評価する。

- ① 輸送容器の製作に関する技術及び要員並びに製作設備
- ② 容器所有者及び容器製造者の品質方針、品質保証計画及びこれらの実施状況
- ③ 輸送容器又は類似のものに関する供給実績
- ④ 輸送容器又は類似のものに関する使用実績及び品質に関する記録
- ⑤ 試作品、サンプル等の評価（類似品がない場合）

2. 容器製造者への品質マネジメントシステム要求事項

輸送・サービス部は、容器所有者又は容器製造者への製作発注に当たって、輸送・サービス部の責任において必要に応じ、次の要求事項について、仕様書等の文書で明確に指示し、実施させるようにする。

- ① 容器所有者又は容器製造者の業務範囲
- ② 設計、製作、検査、適用法令等の技術的要求事項
- ③ 品質保証計画書の提出に関する事項
- ④ 品質監査、検査等のための容器製造者への立入りに関する事項
- ⑤ 文書の提出並びに記録の保管に関する事項
- ⑥ 容器製造者が、MNF の製作発注する製品について品質管理を実施するための組織、手順等を規定する品質管理計画を策定し、実施すること。品質管理計画は、「輸送容器の製作の方法に係る品質マネジメント指針」（「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に係る核燃料輸送物設計承認及び容器承認等に関する申請手続ガイド」の別添（令和 2 年 2 月 26 日「原規規発第 2002264 号」にて制定、令和 2 年 11 月 18 日「原規規発第 2011188 号」にて改正）の「Ⅲ 容器製造者による品質マネジメントの内容」に適合するものであること。
容器製造者が輸送容器の一部の製作を下請負契約者に発注する場合は、容器製造者の品質管理計画には、下請負契約者に対する品質マネジメントシステム要求事

項を含むこと。

- ⑦ MNF 及び規制当局の職員が、容器所有者、容器製造者及びその下請負契約者先等において、輸送容器の製作時の検査や品質管理状態の確認を行うことができること。
- ⑧ 容器所有者が行う容器製造者の選定に係る基準について MNF が審査し、承認できるように措置すること。
又は、容器製造者及び下請負契約者の選定基準について MNF が審査及び承認し、選定状況等も確認できるように措置すること。
- ⑨ 輸送容器の製作に携わる事業者間の責任関係を契約等により明確にするための措置を講じること。
- ⑩ MNF が示す安全上重要な材料仕様値等について、容器所有者、容器製造者及びその下請負契約者にその数値の意味と重要性を十分理解させるための措置を講じること。
- ⑪ 輸送容器の製作に当たって、安全上の重要度が高く特殊な材料を採用する場合は、あらかじめ製作に係る施工、分析及び検査方法について、輸送容器の製作に携わる各事業者間における情報交換や技術的検討が十分行われるための措置を講じること。
- ⑫ 輸送容器の製作が複数の事業者にまたがる工程では、作業指示や納期などの取り決めを明確にし、緊密な連携を図るための措置を講じること。
- ⑬ 輸送容器の製作において、不適合が発生して、手直し等を行う場合は、MNF に文書で通知し、取扱いの指示を受けるように処置すること。
また、再発を防止するために、是正処置及び予防処置の手順を定め、維持すること。
- ⑭ 容器製造者の特殊工程に関しては、工程条件等を手順に定めること。また、製作のプロセスにおいて重要な変更があった場合、容器製造者及び下請負契約者等の調達先の変更があった場合は、MNF に速やかに報告し、承認を受けるように措置すること。
- ⑮ 容器所有者及び容器製造者が下請負契約者に対して、次の事項を行うように措置すること。
 - (a) 下請負を行う能力の評価を行うこと。
 - (b) MNF が容器所有者及び容器製造者に対して要求した事項を下請負契約者に指示し、実施させること。
 - (c) 容器所有者が容器製造者及び下請負契約者に対して、及び容器製造者が下請

負契約者に対して MNF の要求事項が満足されていることを品質監査及び検査により検証すること。

ただし、下請負契約者が次の場合は、この限りでない。

- (a) 容器承認の検査項目と関係がないと認められる下請負である場合
- (b) 容器製造者等が立会検査を行うことにより、直接管理する場合
- (c) JIS 等の公的規格や公的資格制度により製作が行われる場合であって、差支えないと認められる場合
- (d) 検査の確認項目が簡易なものや汎用品であって、受入れ時の検収で十分と認められる場合

なお、輸送容器の全部又は一部が既に製作された輸送容器を調達する場合は、安全・品質保証部は、当該輸送容器の容器製造者が「輸送容器の製作の方法に係る品質マネジメント指針」（「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に係る核燃料輸送物設計承認及び容器承認等に関する申請手続ガイド」の別添（令和 2 年 2 月 26 日「原規規発第 2002264 号」にて制定、令和 2 年 11 月 18 日「原規規発第 2011188 号」にて改正）の「Ⅲ 容器製造者による品質マネジメントの内容」に適合、又は、これと同等の品質マネジメントシステム (ISO9001 等) を有していることを記録等により確認する。

3. 輸送容器の製作に係る検査及び品質監査による検証

輸送容器が調達要求事項に適合していることを検証するために、次の事項を実施する。

- (1) 安全・品質保証部は、品質保証計画書で提示された仕組みの実施状況の確認を目的に次のように品質監査を行う。

- ・実施時期：最初のロットの完成検査ができるようになった時点及び前回の監査から 3 年以上経過して製作する場合。
- ・監査項目：工程管理、識別管理、検査・試験に関連した管理項目、下請負契約者に対する管理、不適合品の管理、是正処置及び予防処置、統計的手法等製作に直接関連する項目について
- ・実施要領：検査計画を監査通知として被監査組織に連絡
監査は、要確認事項をリストアップしたチェックシートに基づいて実施

品質監査に当たっては、品質監査要領及び品質監査計画を策定し、これに従い実施す

る。

また、容器製造者の下請負契約者への品質監査状況を把握し、安全・品質保証部の責任において必要に応じ下請負契約者に対し直接品質監査を行う。

- (2) 輸送・サービス部は、輸送容器の検査に当たって、安全上の重要性等を考慮しつつ、公的規格、公的資格制度の有無及び特殊工程条件、容器所有者、容器製造者及び下請負契約者の品質管理の状況等を勘案して、実施要領等の文書を作成し、立会確認及び記録確認を行う。

なお、輸送容器の全部又は一部が既に製作された輸送容器を調達する場合は、当該容器が適切に製作されたものであることを検証するため、安全・品質保証部及び輸送・サービス部は製作当時の品質活動状況及び検査結果に関する記録等の確認を行う他、必要に応じ輸送容器に対する追加検査又は再検査を行う。

(イ)－F 取扱い及び保守

F. 1 維持管理

- (1) 輸送・サービス部は、該当する輸送物安全解析書 (SAR) の記載事項を含む要件を明確にした要領書を作成し、要領書に基づいて輸送容器の定期検査及び保守を行う。このうち輸送容器の維持管理に係わる定期検査及び保守役務の一部については、必要に応じ供給能力を有する輸送容器の保守管理会社に業務委託する。
- (2) 定期自主検査及び保守の結果は所定の期間保管する。
- (3) 社外に輸送容器に係わる定期検査及び保守役務の一部を委託した場合、輸送・サービス部は委託先から提出された輸送容器の定期検査及び保守点検記録を確認することにより委託先の実施状況を検証する。
- (4) 輸送容器の定期自主検査及び保守において不適合品が発見された場合は、不適合品の管理並びに是正処置及び予防処置に従って必要な措置を行う。
- (5) 安全・品質保証部は、輸送・サービス部に対し定期的に内部監査を行い、輸送容器の維持管理の実施状況を確認する。

F. 2 発送前検査

- (1) 輸送・サービス部は、輸送に先立ち、要件を明確にした要領に従い、輸送物の発送前検査を行う。また、官庁等による発地等での立会又は安全確認が実施される場合は、輸送・サービス部はこれを受検する。
- (2) 輸送・サービス部は、輸送に先立ち、車両運搬確認申請を行う。申請に際しては、使用する輸送容器が承認容器であること並びに定められた定期自主検査に合格していることを確認する。但し、承認容器を用いない輸送の場合は、車両運搬確認申請書の記載内容に一致した容器であることを確認する。
- (3) 発送前検査結果は所定の期間保管する。
- (4) 発送前検査において不適合が発見された場合は、不適合品の管理並びに是正処置及び予防処置に従って必要な措置を行う。

(イ)－G 測定、分析及び改善

G. 1 内部品質監査

内部品質監査は、MNF の業務のうち、輸送容器関連の品質に影響を及ぼす業務活動に対して、品質保証活動の実施状況とその妥当性について検証するために行う。

内部品質監査は以下のとおり行う。

- ① 安全・品質保証部は、品質保証活動の状況及び重要性に基づいて、内部監査を計画する。なお、監査員は、監査に関する要領に従い資格を認定された者から指名される。
- ② 内部監査は、品質に関する活動を行っている部門に対し、原則として年1回実施する。

G. 2 不適合品の管理

(1) 不適合品の処置手順

輸送容器の製作段階で不適合品が発生した場合は、以下の手順に従い不適合品の誤用防止を図る。

- ① 輸送・サービス部は、調達先に詳細を文書で報告させる。
- ② 輸送・サービス部は、報告者と連絡を取り合い、発生事象を確認する。
- ③ 輸送・サービス部は、安全・品質保証部及び関係部門とともに調達先からの報告内容の検討、評価を行い、処置を決定し調達先に文書で指示する。
- ④ 輸送・サービス部は、輸送容器について修理又は手直しをした場合は、必要に応じて立会検査又は記録確認を行う。

(2) 不適合品の保留

不適合品に対しては、不適合品の識別表示を取り付けるか又は物理的に隔離する。

(3) 処置の実施及び保留の解除

不適合品に対しては、処置の実施後不適合品の識別表示を解除する前に、再検査を行う。

(4) 処置報告

輸送・サービス部は、調達先に対し、次の処置報告を指示する。

- ① 処置内容の確認及び社内関係部門（品質保証担当部門を含む）への報告
- ② 不適合品処置報告書の MNF への提出

なお、調達先より提出された不適合品処置報告書は、輸送・サービス部経由で安全・品質保証部へ提出する。

G. 3 不適合及び予防処置

(1) 是正処置

是正事項は以下の手順で実施する。

- ① 調達先による不適合の原因の調査、再発防止対策の立案、MNF への報告並びに MNF による妥当性確認
 - (a) MNF は、調達先からの報告内容の検討・確認を行い、原因究明・再発防止対策等の検討を指示する。
 - (b) MNF は、調達先からの再発防止対策の報告内容を検討、評価するとともに、必要に応じ具体的な再発防止対策等の実施を指示する。
- ② 調達先による再発防止対策の実施、MNF への報告並びに MNF による妥当性確認

(2) 予防処置

安全・品質保証部は、立会検査、外部品質監査結果、内部品質監査結果及び不適合報告の情報等から不適合の潜在的原因を検出し、輸送・サービス部を通して調達先に予防処置を指示する。社内における場合は、当該部門に予防処置の実施を指示する。

添付

核燃料輸送物設計変更承認申請に係る
変更前後表

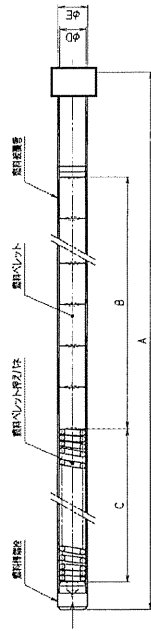
変更前	変更後	備考
<p>(12) 輸送形態</p> <p>(a) 輸送方法 陸上輸送の場合にはトラック輸送とし、海上輸送の場合は貨物船を使用する。</p> <p>(b) 積載方法 トラック輸送の場合にはその積載個数は1台につき2個を並列に積載し、船舶の場合には、1区画に50を輸送指数で除した個数以下を並列または2段積みで積載する。</p> <p>(13) 冷却方式 自然空気の冷却</p> <p>(イ) - A - 3</p>	<p>(12) 輸送形態</p> <p>(a) 輸送方法 陸上輸送の場合にはトラック輸送とし、海上輸送の場合は貨物船を使用する。</p> <p>(b) 積載方法 トラック輸送の場合にはその積載個数は1台につき2個を並列に積載し、船舶の場合には、1区画に50を輸送指数で除した個数以下を並列または2段積みで積載する。</p> <p>(13) 冷却方式 自然空気の冷却</p> <p>(14) 輸送中に予想される周囲の温度の範囲 20℃から38℃</p> <p>(15) 使用予定年数 60年</p> <p>(16) 輸送容器の使用予定回数 360回</p> <p>(イ) - A - 3</p>	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため。</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ)‑B 輸送物の種類</p> <p>(1) 輸送物の型別としての要件</p> <p>(a) 本輸送容器に収納される核燃料物質等の濃縮度は5wt%以下であり、放射能の値であるA₁値が制限なしであることより、A型輸送物の要件に該当する。</p> <p>(2) 核分裂性輸送物としての要件</p> <p>(a) 本輸送物は、濃縮度5wt%以下の二酸化ウラン燃料で、ウラン235を1.5g以上収納することより核分裂性輸送物に該当する。</p> <p>従って、本輸送物は「A型核分裂性輸送物」である。</p> <p>(イ)‑B‑1</p>	<p>(イ)‑B 核燃料輸送物の種類</p> <p>(1) 輸送物の型別としての要件</p> <p>(a) 本輸送容器に収納される核燃料物質濃縮度は5%以下の未照射ウランである。未照射ウラン濃縮度2%以下のウランのA₁値制限なしであり、A型輸送物の要件に該当する。</p> <p>(2) 核分裂性輸送物としての要件</p> <p>(a) 本輸送物の放射能は、最大[]濃縮度5wt%以下の二酸化ウラン燃料であり、当該輸送物に核分裂性核種として最大で[]の放射能が含まれる。核分裂性輸送物に該当する。</p> <p>従って、本輸送物は「A型核分裂性輸送物」である。</p> <p>(イ)‑B‑1</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前



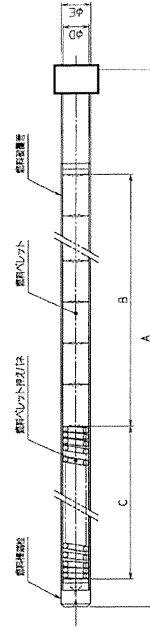
(イ) - C - 25

型 式	現行仕様			高燃焼試験仕様						
	A	B	C	φD	φE	A	B	C	φD	φE
14×14 10 Z1-1	2207	約 3048	約	9.48	10.72	—	—	—	—	—
14×14 12 Z1-1	3850	約 3842	約	9.48	10.72	3806	約 3842	約	9.48	10.72
15×15 12 Z1-1	3856	約 3842	約	9.48	10.72	3866	約 3842	約	9.48	10.72
17×17 12 Z1-1	3852	約 3848	約	8.36	9.5	3856	約 3848	約	8.36	9.5
17×17 12 Z1-1 (改良タイプ)	—	—	—	—	—	3863	約 3848	約	8.36	9.5

単位:mm

(イ) - 第 C. 21 図 密 封 規 格

変更後



(イ) - C - 25

型 式	現行仕様			高燃焼試験仕様						
	A	B	C	φD	φE	A	B	C	φD	φE
14×14 10 Z1-1	3207	約 3048	約	9.48	10.72	—	—	—	—	—
14×14 12 Z1-1	3855	約 3842	約	9.48	10.72	3866	約 3842	約	9.48	10.72
15×15 12 Z1-1	3859	約 3842	約	9.48	10.72	3866	約 3842	約	9.48	10.72
17×17 12 Z1-1	3852	約 3848	約	8.36	9.5	3856	約 3848	約	8.36	9.5
17×17 12 Z1-1 (改良タイプ)	—	—	—	—	—	3863	約 3848	約	8.36	9.5

単位:mm

(イ) - 第 C. 21 図 密 封 規 格

備考

記載を適正化するため

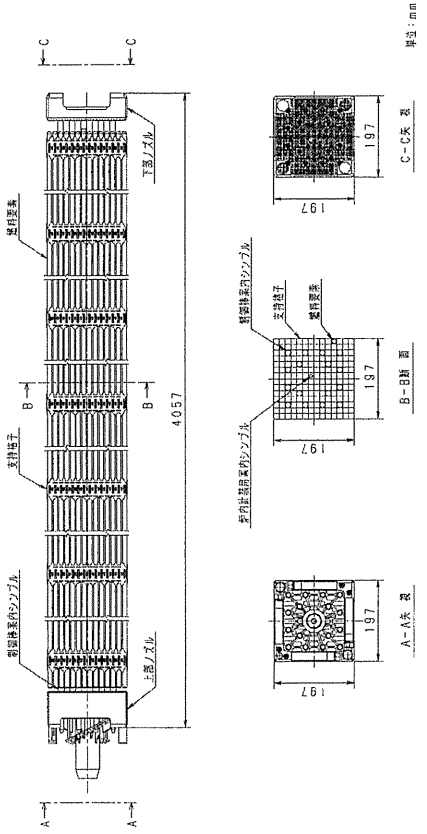
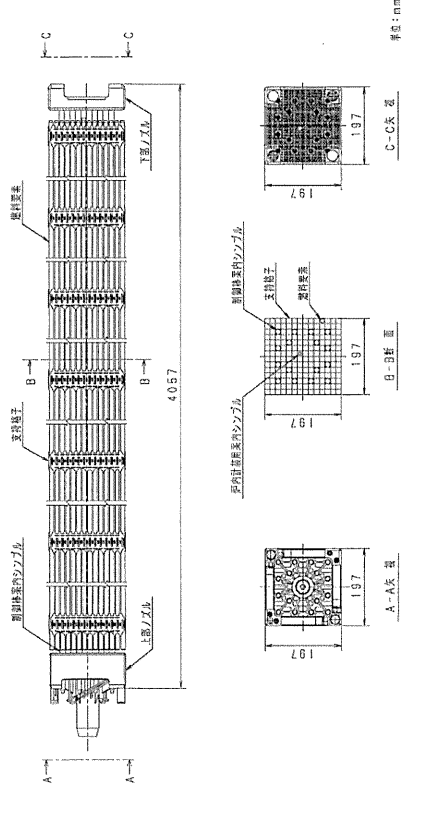
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する

変更前	変更後	備考
<p>(イ)-D-4</p> <p>200:1</p> <p>(イ)-第D.1図 墨田集合体(14×14, 107ドット)</p>	<p>(イ)-D-4</p> <p>(イ)-第D.1図 墨田集合体(14×14, 107ドット)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) - D - 5</p> <p>単位：mm</p> <p>(イ) - 第D. 2 図 燃料集合体 (114×14, 127 本)</p>	<p>(イ) - D - 5</p> <p>単位：mm</p> <p>(イ) - 第D. 2 図 燃料集合体 (114×14, 127 本)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ)-D-6</p> <p>単位: mm</p>	 <p>(イ)-D-6</p> <p>単位: mm</p>	<p>記載を適正化するため</p>
<p>(イ)-第D.2 a 図 燃料集合体 (14×14, 12アイト) (高燃度燃料)</p> <p>(イ)-第D.2 a 図 燃料集合体 (14×14, 12アイト) (高燃度燃料)</p>		

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ)-D-7</p> <p>単位：mm</p> <p>(イ)-第D.3図 燃料集合体 (1.5×1.5, 1.27フィート)</p>	<p>(イ)-D-7</p> <p>単位：mm</p> <p>(イ)-第D.3図 燃料集合体 (1.5×1.5, 1.27フィート)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ)-D-8</p> <p>単位：mm</p> <p>A-A断面 213</p> <p>B-B断面 214</p> <p>C-C断面 214</p> <p>燃料要素 支持格子 上部ノズル 下部ノズル 4057</p>	<p>(イ)-D-8</p> <p>単位：mm</p> <p>A-A断面 214</p> <p>B-B断面 214</p> <p>C-C断面 214</p> <p>燃料要素 支持格子 上部ノズル 下部ノズル 4057</p>	<p>記載を適正化するため</p>

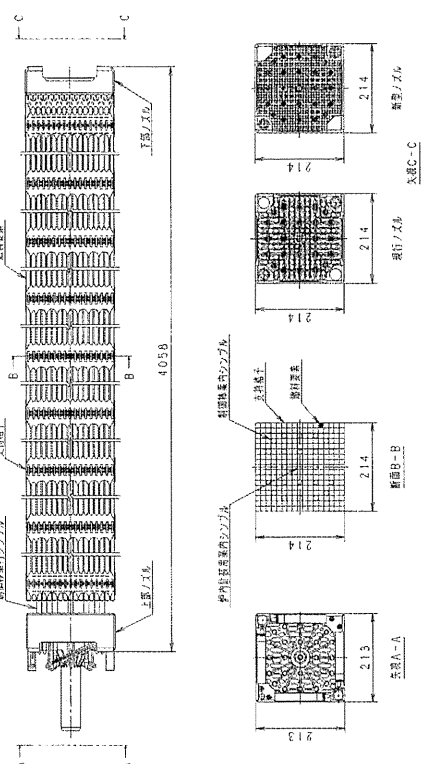
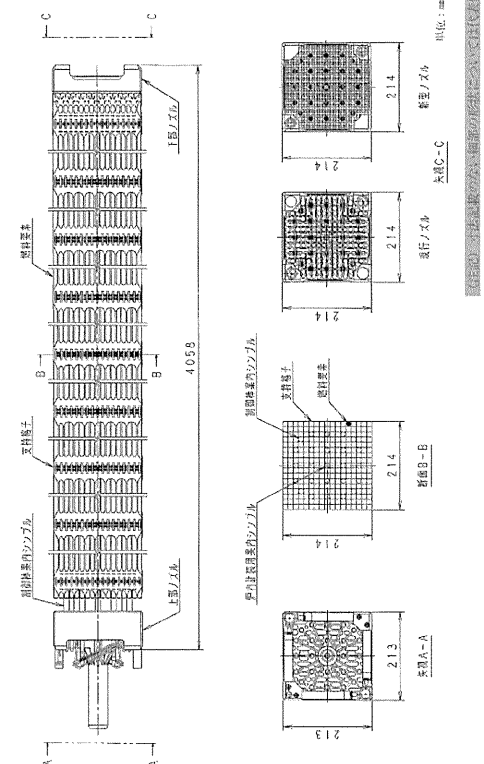
(イ)-第D-3*図 燃料集合体 (15×15、12フィート) (高熱強度燃料)

(イ)-第D-3*図 燃料集合体 (15×15、12フィート) (高熱強度燃料)

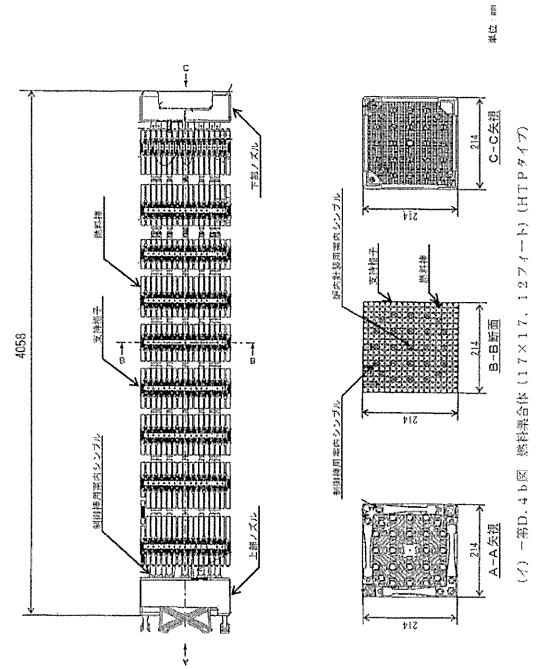
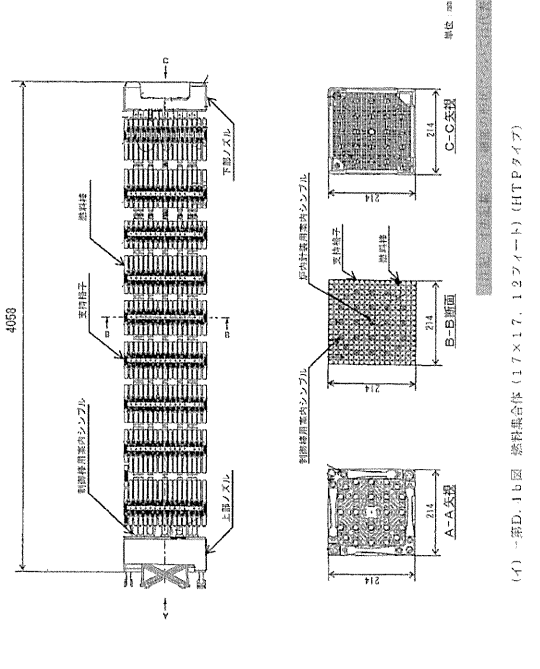
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p data-bbox="392 478 537 1165">(イ) - D - 9</p> <p data-bbox="840 454 862 502">単位：mm</p>	<p data-bbox="1153 478 1299 1165">(イ) - D - 9</p> <p data-bbox="1556 438 1579 486">単位：mm</p>	<p data-bbox="1758 335 1971 359">記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ)-D-10</p>	 <p>(イ)-D-10</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>4058</p> <p>214</p> <p>束線束下シールド</p> <p>燃料棒</p> <p>束線束</p> <p>燃料棒上シールド</p> <p>束線束上シールド</p> <p>束線束下シールド</p> <p>燃料棒</p> <p>束線束</p> <p>束線束下シールド</p> <p>燃料棒下シールド</p> <p>燃料棒上シールド</p> <p>束線束上シールド</p> <p>束線束下シールド</p> <p>A-A 断面</p> <p>B-B 断面</p> <p>C-C 断面</p> <p>単位 mm</p> <p>(イ)-D-11</p> <p>(イ) - 第D. 4 b 図 燃料棒束体 (1.7 x 1.7, 1.2 フィート) (HTPタイプ)</p>	 <p>4063</p> <p>214</p> <p>束線束下シールド</p> <p>燃料棒</p> <p>束線束</p> <p>燃料棒上シールド</p> <p>束線束上シールド</p> <p>束線束下シールド</p> <p>燃料棒</p> <p>束線束</p> <p>束線束下シールド</p> <p>燃料棒下シールド</p> <p>燃料棒上シールド</p> <p>束線束上シールド</p> <p>束線束下シールド</p> <p>A-A 断面</p> <p>B-B 断面</p> <p>C-C 断面</p> <p>単位 mm</p> <p>(イ)-D-11</p> <p>(イ) - 第D. 1 b 図 燃料棒束体 (1.7 x 1.7, 1.2 フィート) (HTPタイプ)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) 第D.5図 インサート、ミキシングベーン詳細図</p> <p>(イ)-D-13</p>	<p>(イ) 第D.5図 インサート、ミキシングベーン詳細図</p> <p>(イ)-D-13</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) - D - 14</p>	<p>(イ) - D - 14</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) - D - 15</p>	<p>(イ) - D - 15</p>	<p>記載を適正化するため</p>

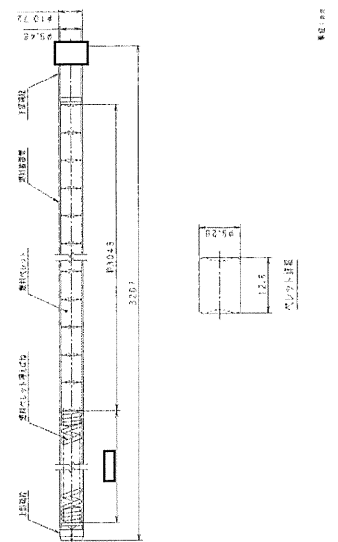
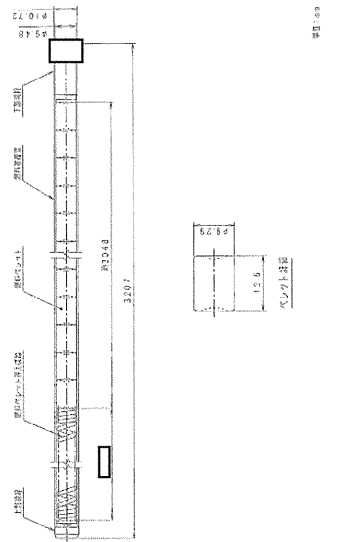
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) 第D.8図 スケルトン組立(15×15, 12フィート)</p> <p>単位: mm</p>	<p>(イ) 第D.8図 スケルトン組立(15×15, 12フィート)</p> <p>単位: mm</p>	<p>記載を適正化するため</p>

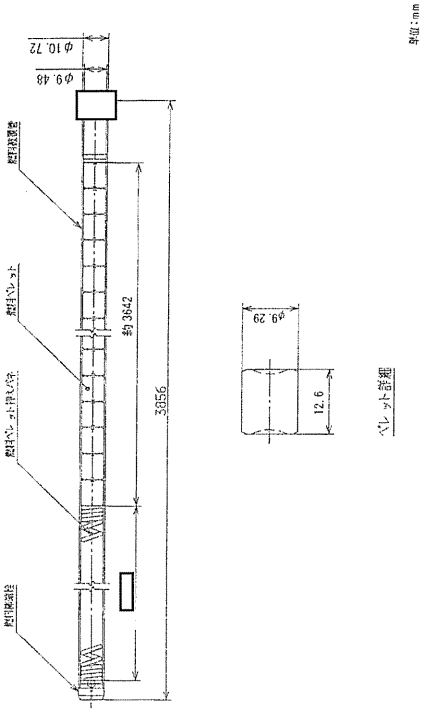
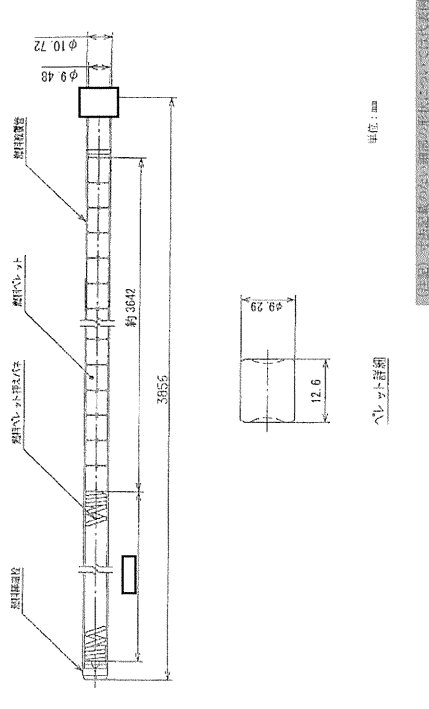
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) - D - 17</p>	<p>(イ) - D - 17</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ)-D-18</p> <p>(イ)-第D.10図 燃料要素構造図(14×14, 107イート)</p>	 <p>(イ)-D-18</p> <p>(イ)-第D.10図 燃料要素構造図(14×14, 107イート)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - D - 19</p> <p>単位: mm</p> <p>燃料噴射器</p> <p>燃料ノズル付シース</p> <p>燃料ノズル</p> <p>燃料噴射器</p> <p>約 3642</p> <p>3056</p> <p>φ9.48</p> <p>φ10.72</p> <p>49.29</p> <p>12.6</p> <p>燃料ノズル径</p> <p>(イ) - 第D.11図 燃料噴射器構造図 (14×14 & 15×15, 127ノット)</p>	 <p>(イ) - D - 19</p> <p>単位: mm</p> <p>燃料噴射器</p> <p>燃料ノズル付シース</p> <p>燃料ノズル</p> <p>燃料噴射器</p> <p>約 3642</p> <p>3056</p> <p>φ9.48</p> <p>φ10.72</p> <p>49.29</p> <p>12.6</p> <p>燃料ノズル径</p> <p>燃料ノズル付シースの径を縮小した状態</p> <p>(イ) - 第D.11図 燃料噴射器構造図 (14×14 & 15×15, 127ノット)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

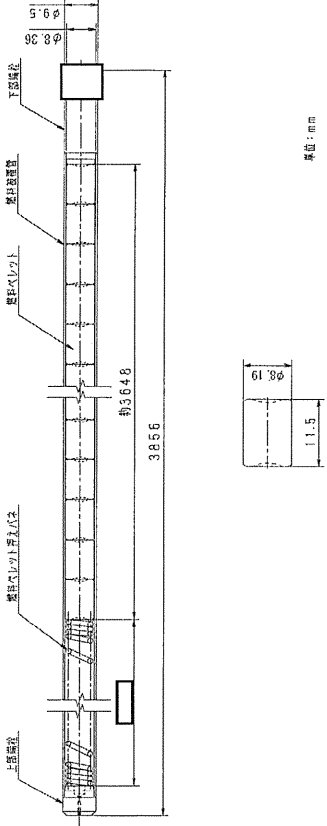
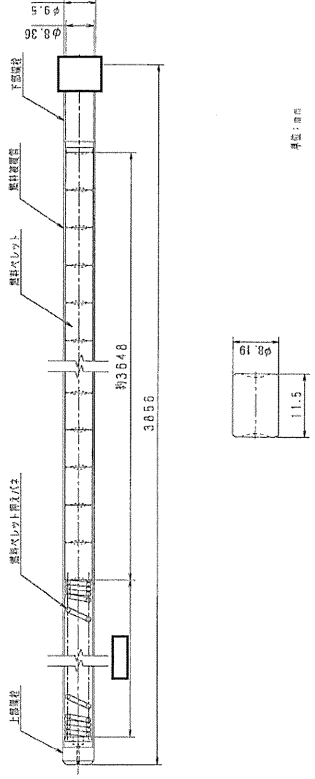
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ) - D - 20</p> <p>(イ) - 第D.11a図 燃料束構造図 (14×14 & 15×15、1.2フィート) (高燃度燃料)</p>	<p>(イ) - D - 20</p> <p>(イ) - 第D.11a図 燃料束構造図 (14×14 & 15×15、1.2フィート) (高燃度燃料)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

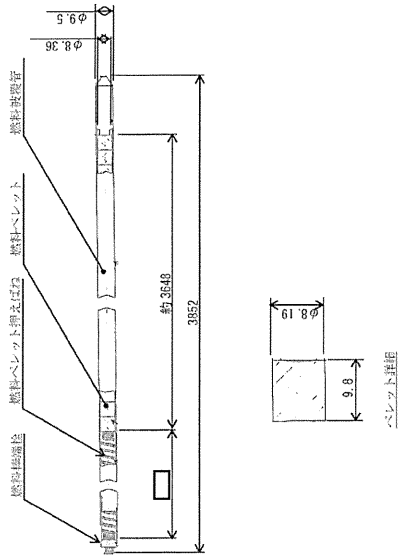
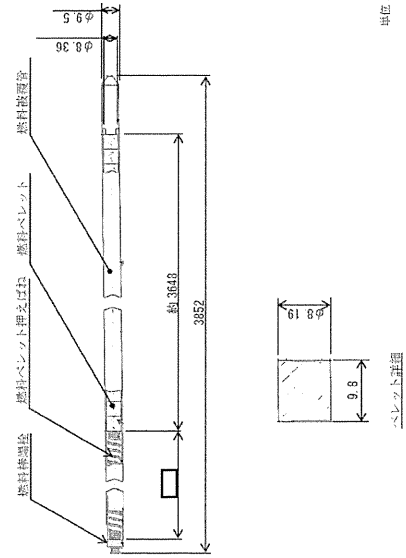
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<div data-bbox="336 542 828 1356"> <p>(イ) - D - 21</p> </div>	<div data-bbox="1052 510 1612 1356"> <p>(イ) - D - 21</p> </div>	<div data-bbox="1758 319 1982 367"> <p>記載を適正化するため</p> </div>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - D - 22</p>	 <p>(イ) - D - 22</p>	<p>記載を適正化するため</p>
<p>(イ) - 第D.12a 図 燃料噴射管部図 (1.7×1.7, 1.2フィート) (高燃速燃器用)</p>	<p>(イ) - 第D.12a 図 燃料噴射管部図 (1.7×1.7, 1.2フィート) (高燃速燃器用)</p>	

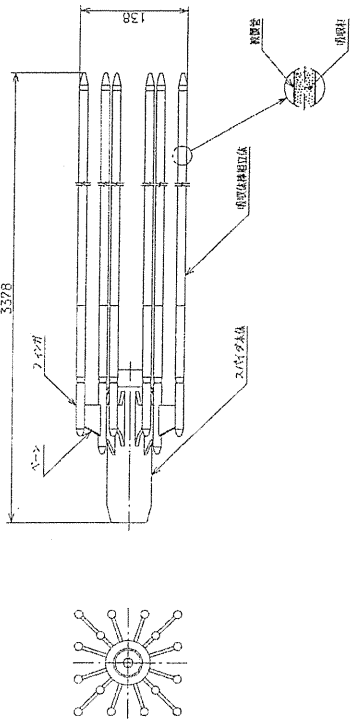
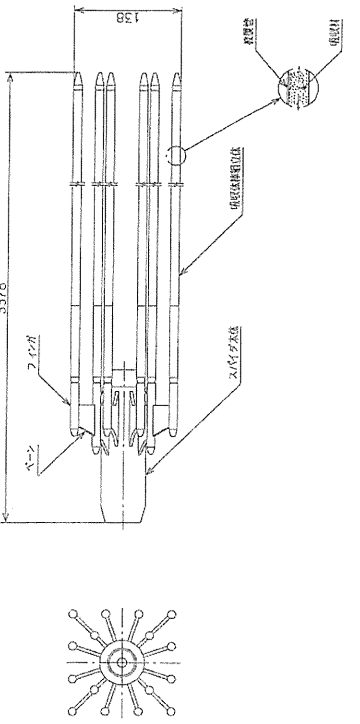
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ)-D-23</p>	 <p>(イ)-D-23</p>	<p>記載を適正化するため</p>

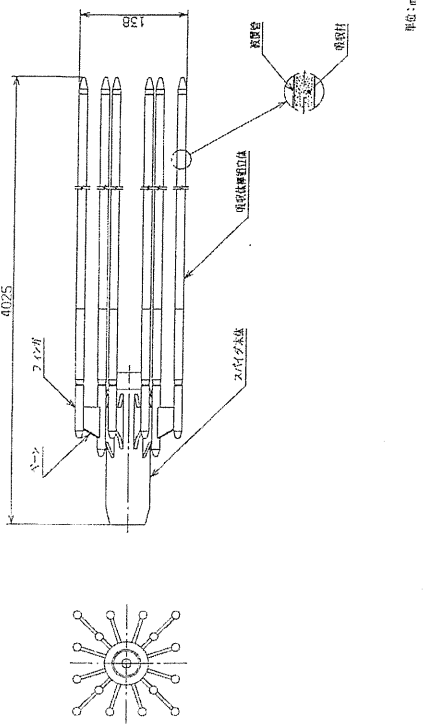
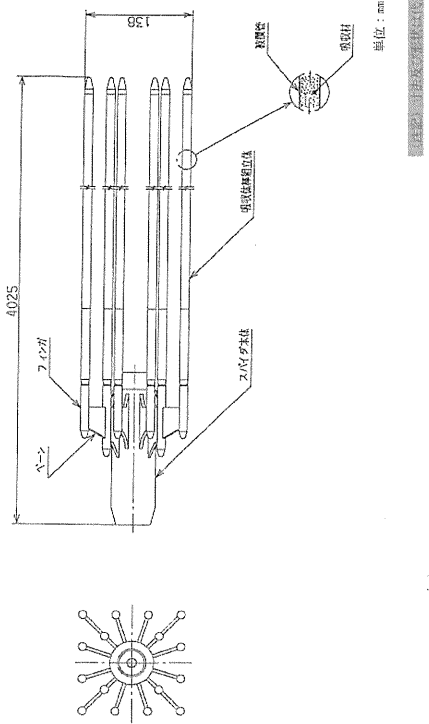
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(イ)-D-24</p> <p>(イ)-第D.12c図 燃料蒸気構造図(17×17, 12フィート) (高燃焼試験機 改良タイプ)</p>	<p>(イ)-D-24</p> <p>(イ)-第D.12c図 燃料蒸気構造図(17×17, 12フィート) (高燃焼試験機 改良タイプ)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

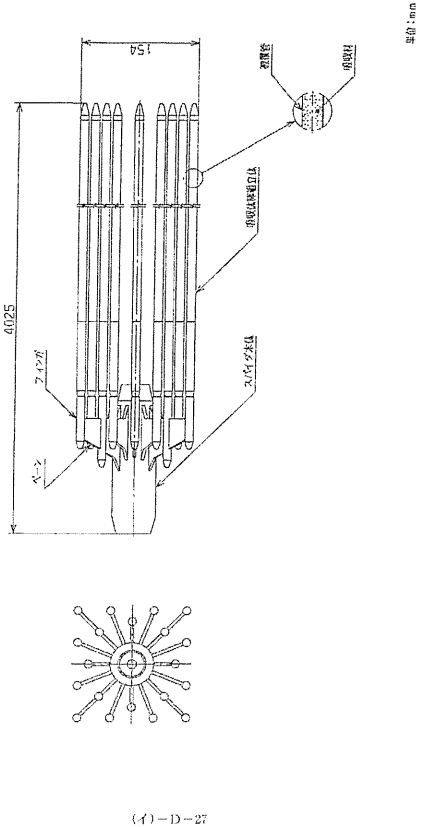
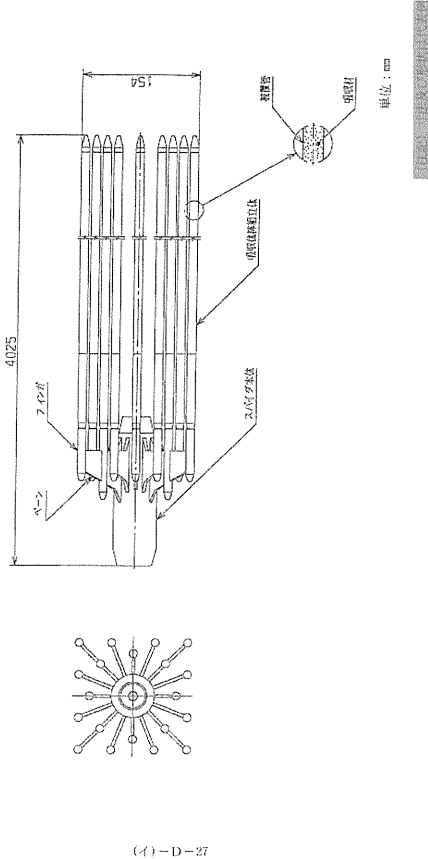
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - D - 25</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.13 図 非核燃料中心構成品類図(副燃棒クラスダ) (14×14, 10フィート)</p>	 <p>(イ) - 第D.13 図 非核燃料中心構成品類図(副燃棒クラスダ) (14×14, 10フィート)</p> <p>単位: mm</p>	<p>記載を適正化するため</p>

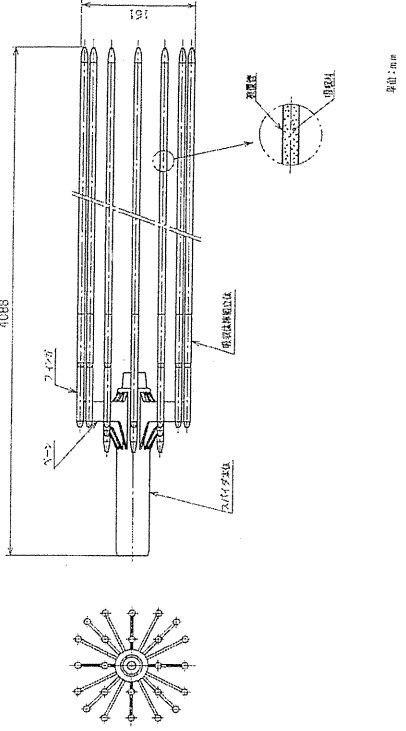
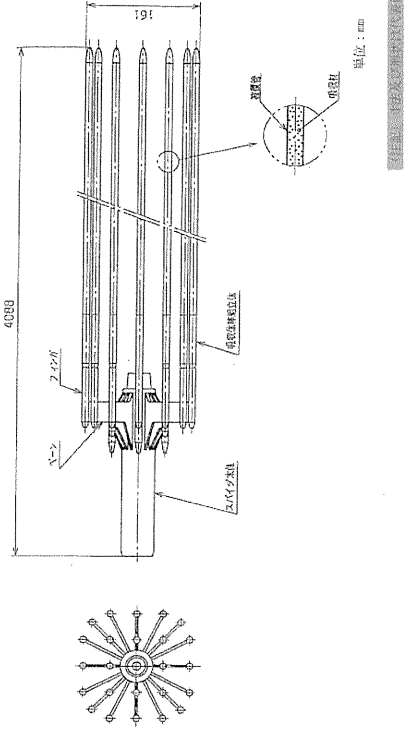
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ)-D-26</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ)一章D.14図 非円筒形コア構成多層線図(前図棒グラフ)(14×14、12ファイバ)</p>	 <p>(イ)-D-26</p> <p>単位: μm</p> <p>(イ)一章D.14図 非円筒形コア構成多層線図(前図棒グラフ)(14×14、12ファイバ)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

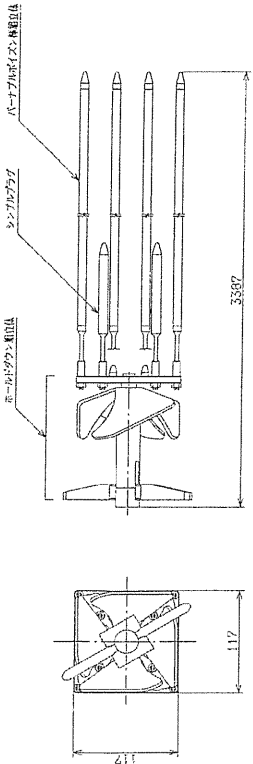
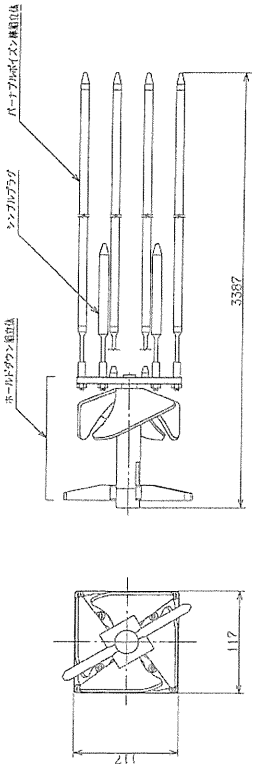
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - D - 27</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.15回 非接触型中心線伝送装置(調停クスタタ) (1.6×1.6, 1.2フィート)</p>	 <p>(イ) - D - 27</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.15回 非接触型中心線伝送装置(調停クスタタ) (1.5×1.5, 1.2フィート)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

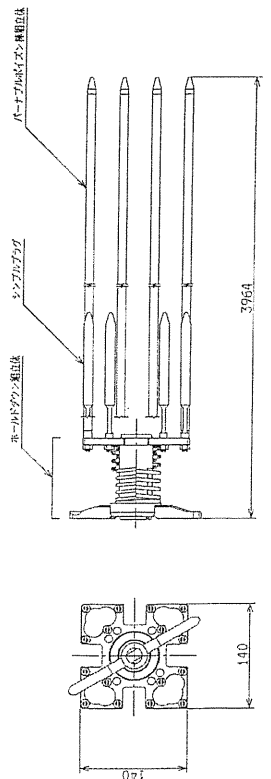
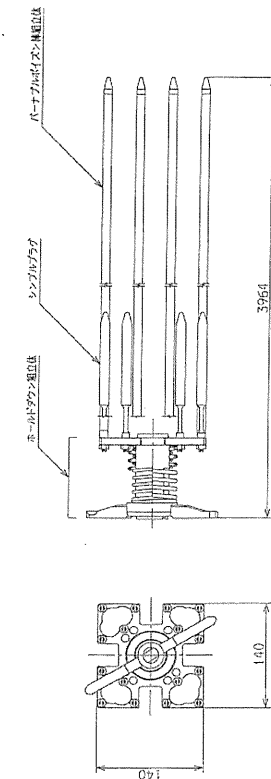
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p data-bbox="862 526 896 1077">(イ) - 第D.16回 非線形材料中心構成品群断面(同測径クラスタ) (17×17, 12ファイバー)</p>	 <p data-bbox="1612 526 1646 1077">(イ) - 第D.16回 非線形材料中心構成品群断面(同測径クラスタ) (17×17, 12ファイバー)</p>	<p data-bbox="1758 335 1971 367">記載を適正化するため</p>

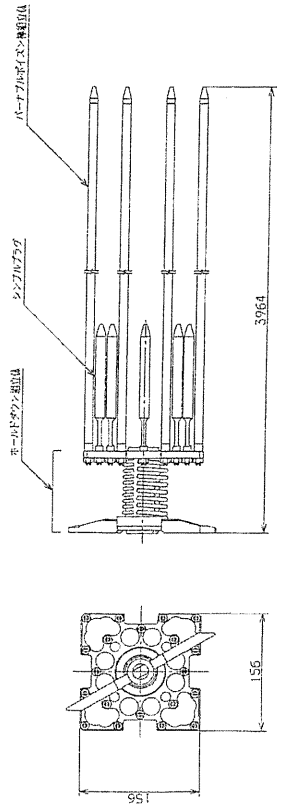
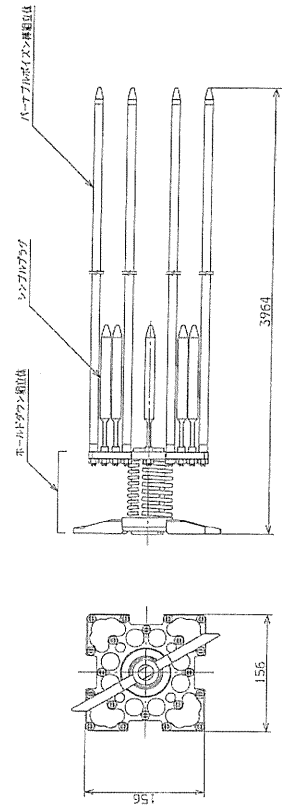
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - 部D.17 図 非接触型中心検成器取付図(ハーナブルステンレス製) (14×14, 107インチ)</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - D - 29</p>	 <p>(イ) - 部D.17 図 非接触型中心検成器取付図(ハーナブルステンレス製) (14×14, 107インチ)</p> <p>単位: m</p> <p>(イ) - D - 29</p>	<p>記載を適正化するため</p>

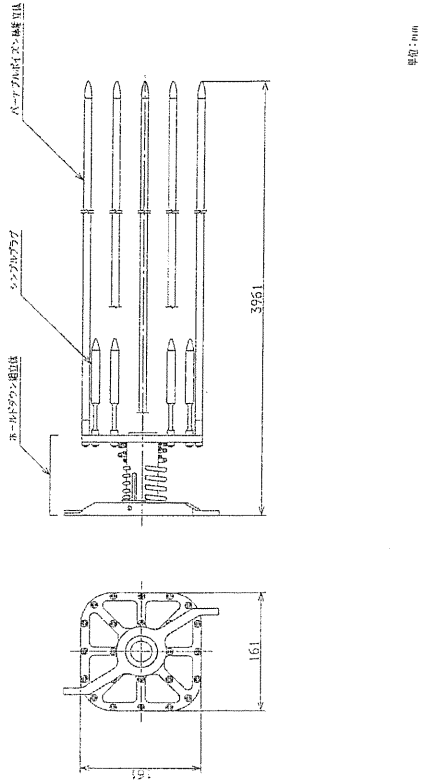
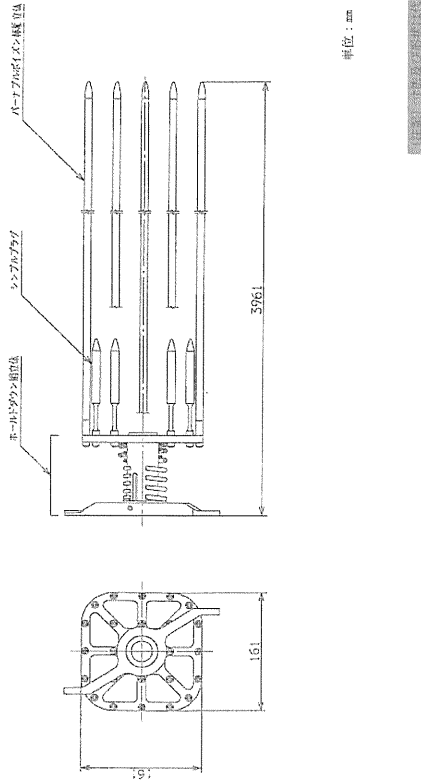
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - D - 30</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.18図 非燃燃料中心燃成品質試験器(ハーパーアルホイスンアセンブリ) (1.4 × 1.4, 1.2フィート)</p>	 <p>(イ) - D - 30</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.18図 非燃燃料中心燃成品質試験器(ハーパーアルホイスンアセンブリ) (1.4 × 1.4, 1.2フィート)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p style="text-align: center;">(イ)-D-31</p> <p style="text-align: center;">単位：mm</p> <p style="text-align: center;">(イ) 第D.10回 非線形材料中心構成品構造図(ハーブアルミニウム基板センサ) (15×15、12ワイヤ)</p>	 <p style="text-align: center;">(イ)-D-31</p> <p style="text-align: center;">単位：mm</p> <p style="text-align: center;">(イ) 第D.10回 非線形材料中心構成品構造図(ハーブアルミニウム基板センサ) (15×15、12ワイヤ)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(イ) - D - 32</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.20 図 非接触型中心導成品質検査器(ケーブルホルダ用) (17×17, 12ピン)</p>	 <p>(イ) - D - 32</p> <p>単位: mm</p> <p>(イ) - 第D.20 図 非接触型中心導成品質検査器(ケーブルホルダ用) (17×17, 12ピン)</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(ロ)章 核燃料輸送物の安全解析</p> <p>本輸送物が、A型核分裂性輸送物の設計条件である以下の、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第5条及び第11条の規定を満足することを解析にて評価する。</p> <p>(1) A型輸送物に係る基準</p> <p>(a) A型輸送物の通常輸送時</p> <p>(イ) 容易にかつ安全に取り扱うことができること。</p> <p>(ロ) 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、破損等の生じおそれの無いこと。</p> <p>(ハ) 表面に不要な突起物が無く、かつ表面の汚染の除去が容易であること。</p> <p>(ニ) 材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じおそれの無いこと。</p> <p>(ホ) 弁が誤って操作されないような措置が講じられていること。</p> <p>(ヘ) 表面の放射性物質の密度が下記を超えないこと。</p> <p style="padding-left: 2em;">α放射性物質 : 0.4 Bq/cm²</p> <p style="padding-left: 2em;">β γ放射性物質 : 4 Bq/cm²</p> <p>(ヘ) 外接する直方体の各辺が1.0 cm以上であること。</p> <p>(ロ) みだりに開封されないようにかつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように容易に破れないシールの貼り付け等の措置が講じられていること。</p> <p>(1) 構成部品は-4.0℃～7.0℃までの温度範囲においてき裂、破損等の生じおそれのないこと。ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。</p> <p>(3) 周囲の圧力を6.0 kPaとした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。</p> <p>(6) 表面における線量当量率が2 mSv/hを超えないこと。</p> <p>(7) 表面からの1 m離れた位置に於ける線量当量率が1.0 μSv/hを超えないこと。</p> <p>(9) 核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品(核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る)以外のものが収納されていないこと。</p> <p>(b) A型輸送物の一般の試験条件</p> <p>下記(ロ)項の一般の試験条件の下に置くこととした場合に、(イ)項の要件を満足すること。</p> <p style="text-align: center;">(ロ)-1</p>	<p>(ロ)章 核燃料輸送物の安全解析</p> <p>本輸送物が、<u>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第5条の核燃料輸送物の設計条件を考慮した上で</u>、A型核分裂性輸送物の設計条件である以下の<u>第5条及び第11条</u>の規定を満足することを解析にて評価する。</p> <p>(1) A型輸送物に係る基準</p> <p>(a) A型輸送物の通常輸送時</p> <p>(イ) 容易にかつ安全に取り扱うことができること。</p> <p>(ロ) 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、破損等の生じおそれの無いこと。</p> <p>(ハ) 表面に不要な突起物が無く、かつ表面の汚染の除去が容易であること。</p> <p>(ニ) 材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じおそれの無いこと。</p> <p>(ホ) 弁が誤って操作されないような措置が講じられていること。</p> <p>(ヘ) 表面の放射性物質の密度が下記を超えないこと。</p> <p style="padding-left: 2em;">α放射性物質 : 0.4 Bq/cm²</p> <p style="padding-left: 2em;">β γ放射性物質 : 4 Bq/cm²</p> <p>(ヘ) 外接する直方体の各辺が1.0 cm以上であること。</p> <p>(イ) みだりに開封されないようにかつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように容易に破れないシールの貼り付け等の措置が講じられていること。</p> <p>(ロ) 構成部品は-4.0℃～7.0℃までの温度範囲においてき裂、破損等の生じおそれのないこと。ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。</p> <p>(3) 周囲の圧力を6.0 kPaとした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。</p> <p>(6) 表面における線量当量率が2 mSv/hを超えないこと。</p> <p>(7) 表面からの1 m離れた位置に於ける線量当量率が1.0 μSv/hを超えないこと。</p> <p>(9) 核燃料物質等の使用等に必要書類その他の物品(核燃料輸送物の安全性を損なうおそれのないものに限る)以外のものが収納されていないこと。</p> <p>(b) A型輸送物の一般の試験条件</p> <p>下記(ロ)項の一般の試験条件の下に置くこととした場合に、(イ)項の要件を満足すること。</p> <p style="text-align: center;">(ロ)-1</p>	<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

要素 仕様	解所項目 正力高 振動	参照図	材質	温度	設計条件			規格 種別	設計点		適用式または要素	規格基準	備考
					設計 種別	安全 係数	引張応力		応力	応力			
通称 標準 仕様	熱的試験 応力計算 (1) 外 力 (2) ドーナツ プレート (3) 燃料棒破 覆層 (4) 燃料棒密 接部 水噴霧	-	-	73℃	ΔP=0.05MPa	1	引張応力	$\sigma_t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t}$	10Hz以上	S _y , σ _t	D=内径 t=肉厚	f=周波数 a ₁ =第1次のモード係数 E=弾性係数 (N/mm ²) =輸送容器長さ =単位長さ当り の重量 I=断面2次モーメント	
				73℃	振動	1	共振	$f = \frac{a_1 \cdot \sqrt{E \cdot I \cdot S}}{2 \cdot L \cdot \sqrt{W \cdot l^3}}$					
				73℃	内圧	1	引張応力	$\sigma_t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t}$	S _y				
				73℃	内圧	1	組合せ応 力	平板のたわみ式	S _y				
				73℃	内圧	1	組合せ応 力	平板の円筒の式	S _m				
73℃	内圧	1	組合せ応 力	平板の円筒の式	S _m	規格番号1.0 (X)規格番号を付けてい るため							
	水噴霧	-	-	73℃	水噴霧	1	吸水 水切り	水性 水切り					

変更前

要素 仕様	解所項目 正力高 振動	参照図	材質	温度	設計条件			規格 種別	設計点		適用式または要素	規格基準	備考
					設計 種別	安全 係数	引張応力		応力	応力			
通称 標準 仕様	熱的試験 応力計算 (1) 外 力 (2) ドーナツ プレート (3) 燃料棒破 覆層 (4) 燃料棒密 接部 水噴霧	-	-	73℃	ΔP=0.05MPa	1	引張応力	$\sigma_t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t}$	10Hz以上	S _y , σ _t	D=内径 t=肉厚	f=周波数 a ₁ =第1次のモード係数 E=弾性係数 (N/mm ²) =輸送容器長さ =単位長さ当り の重量 I=断面2次モーメント	
				73℃	振動	1	共振	$f = \frac{a_1 \cdot \sqrt{E \cdot I \cdot S}}{2 \cdot L \cdot \sqrt{W \cdot l^3}}$					
				73℃	内圧	1	引張応力	$\sigma_t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t}$	S _y				
				73℃	内圧	1	組合せ応 力	平板のたわみ式	S _y				
				73℃	内圧	1	組合せ応 力	平板の円筒の式	S _m				
73℃	内圧	1	組合せ応 力	平板の円筒の式	S _m	規格番号1.0 (X)規格番号を付けてい るため							
	水噴霧	-	-	73℃	水噴霧	1	吸水 水切り	水性 水切り					

変更後

記載を適正化するため

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>A. 4. 4 吊上装置</p> <p>本輸送物の吊上装置の構造は(ロ)―第A. 6 図に示す通りであり、その名称をブラケットという。ブラケットは、<input type="text"/>に溶接され、吊具取付部は鋼板を組合せ<input type="text"/>mmの厚さにして、その部分に穴を開けたものである。</p> <p>ブラケットは輸送物を機械的手段により、安全に取換える構造になっており、急激な吊上げに対しても耐えるよう輸送物の総重量の3倍の荷重がかかった時でも十分な構造となっている。</p> <p>ブラケットの下記の部材について解析し、強度を検討する。尚、評価は最も厳しい条件である輸送物重量が最大になるよう1.7×1.7型燃料(非核燃料炉心構成品を含む場合)の重量で行う。</p> <p>(1) 吊上装置</p> <p>(a) ブラケット孔部(せん断応力)</p> <p>(b) ブラケット溶接部(曲げ応力+膨張力)</p> <p>(c) 外筒(曲げ応力+せん断応力)</p> <p>(2) 締付ボルト</p> <p>(a) 締付ボルト(引張応力+せん断応力)</p> <p>(b) クロスピン(曲げ応力+せん断応力)</p> <p>この時、解析負荷荷重は以下のようにする、 解析負荷荷重(W_s)は吊上最大重量の3倍とする。</p> $W_s = m \times 3 \times g$ <p>W_s : 解析負荷荷重(N)</p> <p>m : 輸送物最大重量 <input type="text"/> (kg)</p> $W_s = \text{} \times 3 \times 9.81$ $= \text{} \text{ (N)}$ <p>本輸送物の吊上時作用する荷重(P)は、ブラケット<input type="text"/>ヶ所を使用するので、ブラケット1個の負担する荷重(P)は、解析負荷荷重(W_s)の1/<input type="text"/>である。</p> $P = \frac{W_s}{N}$ <p>P : 荷 重 (N)</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 28</p>	<p>A. 4. 4 吊上装置</p> <p>本輸送物の吊上装置の構造は(ロ)―第A. 6 図に示す通りであり、その名称をブラケットという。ブラケットは、<input type="text"/>に溶接され、吊具取付部は鋼板を組合せ<input type="text"/>mmの厚さにして、その部分に穴を開けたものである。</p> <p>ブラケットは輸送物を機械的手段により、安全に取換える構造になっており、急激な吊上げに対しても耐えるよう輸送物の総重量の3倍の荷重がかかった時でも十分な構造となっている。</p> <p>ブラケットの下記の部材について解析し、強度を検討する。尚、評価は最も厳しい条件である輸送物重量が最大になるよう1.7×1.7型燃料(非核燃料炉心構成品を含む場合)の重量で行う。また、構造荷重についてはA.10.9項にて規定のない場合を除く。</p> <p>(1) 吊上装置</p> <p>(a) ブラケット孔部(せん断応力)</p> <p>(b) ブラケット溶接部(曲げ応力+膨張力)</p> <p>(c) 外筒(曲げ応力+せん断応力)</p> <p>(2) 締付ボルト</p> <p>(a) 締付ボルト(引張応力+せん断応力)</p> <p>(b) クロスピン(曲げ応力+せん断応力)</p> <p>この時、解析負荷荷重は以下のようにする、 解析負荷荷重(W_s)は吊上最大重量の3倍とする。</p> $W_s = m \times 3 \times g$ <p>W_s : 解析負荷荷重(N)</p> <p>m : 輸送物最大重量 <input type="text"/> (kg)</p> $W_s = \text{} \times 3 \times 9.81$ $= \text{} \text{ (N)}$ <p>本輸送物の吊上時作用する荷重(P)は、ブラケット<input type="text"/>ヶ所を使用するので、ブラケット1個の負担する荷重(P)は、解析負荷荷重(W_s)の1/<input type="text"/>である。</p> $P = \frac{W_s}{N}$ <p>P : 荷 重 (N)</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 28</p>	<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
$\sigma = \frac{1}{2} \left(\sigma_c + \sqrt{\sigma_c^2 + 4\tau^2} \right)$ $= \frac{1}{2} \left(\text{ } \right)$ $= \text{ } \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>クロスピン () の設計降伏強さ $S_y = \text{ } \text{ N/mm}^2$ を用いる。従って、余裕率 M_s は</p> $M_s = \frac{\text{ }}{\text{ }} - 1$ $= \text{ }$ <p>M_s が正であり、クロスピンは健全性を損なわれない。</p> <p>A. 4. 5 固縛装置</p> <p>本輸送容器には、容器を締付けるための固縛装置が付随していないので本項は該当せず。</p> <p>A. 4. 6 圧 力</p> <p>外気圧が極端に低下した場合を考慮して、外気圧が 6 0 kPa まで低下したときの本輸送物に及ぼす影響について検討する。</p> <p>外気圧が 6 0 kPa まで低下したとき、容器に</p> $(19.0 + 191) - 60 = 60 \text{ kPa}$ <p>の内圧が作用することになる。この時、容器に整備している内圧調整用リリーフバルブ（最大 4 9 kPa・G にて開）が作動するため容器内に 4 9 kPa の差圧が作用することになる。</p> <p>応力評価については A. 5. 1. 3 「応力計算」項において、容器に作用する内圧を 5 0 kPa・G として解析し、その健全性を確認しているため、本項での解析は省略する。</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 53</p>	$\sigma = \frac{1}{2} \left(\sigma_c + \sqrt{\sigma_c^2 + 4\tau^2} \right)$ $= \frac{1}{2} \left(\text{ } \right)$ $= \text{ } \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>クロスピン () の設計降伏強さ $S_y = \text{ } \text{ N/mm}^2$ を用いる。従って、余裕率 M_s は</p> $M_s = \frac{\text{ }}{\text{ }} - 1$ $= \text{ }$ <p>M_s が正であり、クロスピンは健全性を損なわれない。</p> <p>A. 4. 5 固縛装置</p> <p>本輸送容器には、容器を締付けるための固縛装置が付随していないので本項は該当せず。</p> <p>A. 4. 6 圧 力</p> <p>外気圧が極端に低下した場合を考慮して、外気圧が 6 0 kPa まで低下したときの本輸送物に及ぼす影響について検討する。</p> <p>外気圧が 6 0 kPa まで低下したとき、容器に</p> $(19.0 + 191) - 60 = 60 \text{ kPa}$ <p>の内圧が作用することになる。この時、容器に整備している内圧調整用リリーフバルブ（最大 4 9 kPa・G にて開）が作動するため容器内に 4 9 kPa の差圧 【凍結中に予想される最高温度の変動（-20℃～-38℃）を考慮した場合にも同じ】 が作用することになる。</p> <p>応力評価については A. 5. 1. 3 「応力計算」項において、容器に作用する内圧を 5 0 kPa・G として解析し、その健全性を確認しているため、本項での解析は省略する。【A.10.3.1項において凍結温度 -20℃から凍結温度 -38℃になった場合及び凍結温度 -38℃から凍結温度 -20℃になった場合の健全性を確認している】</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 53</p>	<p>記載を適正化するため 知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前

A. 4. 7 振 動

一般の条件時に積載車輛の荷台で受ける振動数域は、0～1.0 Hz^[1]の範囲であるので、輸送物の固有振動数を求め、共振しないことを示す。

輸送物は、トラックの荷台に [] で固定されているので、輸送物を(ロ)―第A.14図に示すように支持―支持はりとして解析する。固有振動数 f (Hz) を次式より求める。

$$f = \frac{a_1}{2\pi} \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{w \cdot \ell^3}}$$

a₁ : 第1次モード係数=15.8
(ロ)―第A.13図を用いて

$$\alpha = \frac{a \cdot \ell}{\ell} = []$$

E : 弾性係数=[] (N/mm²)

ℓ : 輸送容器全長=[] (mm)

aℓ : 支点よりの張出し長さ=[] (mm)

w : 単位長さ当りの重量 (N/mm)

$$w = \frac{m \cdot g}{\ell} = \frac{[] \times 9.81}{[]}$$

= [] (N/mm)

g : 重力加速度=9.81×10² (mm/s²)

m : 輸送物重量=[] (kg)

I : 輸送容器の断面2次モーメント

$$I = \frac{\pi}{64} (D_1^4 - D_2^4)$$

$$= \frac{\pi}{64} ([]^4 - []^4)$$

= [] mm⁴

D₁ : 外径の外径=[] (mm)

D₂ : 外径の内径=[] (mm)

従って、以下の値となる。

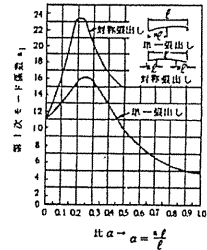
$$f = \frac{15.8}{2\pi} \sqrt{\frac{[] \times [] \times 9.81 \times 10^2}{[] \times []}}$$

= [] (Hz)

この固有振動数 69.9 Hz は、積載車輛より受ける振動数域 0～1.0 Hz の範囲外である。

よって、共振することはない。

(ロ)―A-54



(ロ)―第A.13図 第1次モード係数

変更後

A. 4. 7 振 動

一般の条件時に積載車輛の荷台で受ける振動数域は、0～1.0 Hz^[1]の範囲であるので、輸送物の固有振動数を求め、共振しないことを示す。

輸送物は、トラックの荷台に [] で固定されているので、輸送物を(ロ)―第A.14図に示すように支持―支持はりとして解析する。固有振動数 f (Hz) を次式より求める。

$$f = \frac{a_1}{2\pi} \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{w \cdot \ell^3}}$$

a₁ : 第1次モード係数=15.8
(ロ)―第A.13図を用いて

$$\alpha = \frac{a \cdot \ell}{\ell} = []$$

E : 弾性係数=[] (N/mm²)

ℓ : 輸送容器全長=[] (mm)

aℓ : 支点よりの張出し長さ=[] (mm)

w : 単位長さ当りの重量 (N/mm)

$$w = \frac{m \cdot g}{\ell} = \frac{[] \times 9.81}{[]}$$

= [] (N/mm)

g : 重力加速度=9.81×10² (mm/s²)

m : 輸送物重量=[] (kg)

I : 輸送容器の断面2次モーメント

$$I = \frac{\pi}{64} (D_1^4 - D_2^4)$$

$$= \frac{\pi}{64} ([]^4 - []^4)$$

= [] mm⁴

D₁ : 外径の外径=[] (mm)

D₂ : 外径の内径=[] (mm)

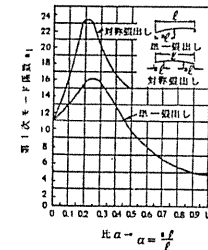
従って、以下の値となる。

$$f = \frac{15.8}{2\pi} \sqrt{\frac{[] \times [] \times 9.81 \times 10^2}{[] \times []}}$$

= [] (Hz)

[]

(ロ)―A-54



(ロ)―第A.13図 第1次モード係数

知見の更新を図るため

変更前	変更後	備考
<div data-bbox="376 486 846 1136" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="405 1225 833 1273" data-label="Caption"> <p>(ロ) 第A.14図 輸送物の固縛状況及び輸送物の固有振動数解析モデル (ロ) - A - 55</p> </div>	<div data-bbox="1115 383 1657 574" data-label="Text"> <p>このとき、振動数は <input type="checkbox"/> となり、保持的に減衰を考慮しない場合の固有振動値 <input type="checkbox"/> (注(ロ)10.11参照)となる。輸送中積載車両に発生する加速度は 3G 以下であり、保持的に振動を <input type="checkbox"/> 倍としても輸送容器に負荷される加速度は 3G 以下である。一般の試験条件に於ける落下試験(A.6.3)に於いて負荷される加速度は、水平落下時 <input type="checkbox"/> 垂直落下時 <input type="checkbox"/> 以下であり、この加速度に比べ輸送中積載車両に発生する振動による加速度は十分小さく、輸送物が角変位を被損することはない。</p> <p>(注) 振動車の最大変位振幅に外力が断片的に加わった場合の最大変位振幅との比</p> </div> <div data-bbox="1164 609 1617 1161" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1160 1169 1590 1273" data-label="Caption"> <p>(ロ) - 第A.14図 輸送物の固縛状況及び輸送物の固有振動数解析モデル (ロ) - A - 55</p> </div>	<div data-bbox="1742 331 1960 363" data-label="Text"> <p>知見の更新を図るため</p> </div>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>A. 5. 1. 2 熱膨張 防振構造部は外殻に懸架されており、本輸送物で熱膨張により拘束されるおそれのあるものはない。したがって、熱膨張により熱応力の発生はない。</p> <p>A. 5. 1. 3 応力計算 一般の試験条件下における容器及び燃料棒の内圧上昇により生じる各部の応力について検討する、</p> <p>(1) 外筒 容器外筒が内圧を受ける時に、外筒に生ずる引張応力 (σ_s) を次式より求める、</p> $\sigma_s = \frac{P D}{2 t}$ <p>P : 容器の最大内圧 0.05 (MPa) D : 容器の最大内径 [] (mm) t : 容器肉厚 [] (mm)</p> <p>数値を代入して</p> $\sigma_s = \frac{0.05 \cdot []}{2 \cdot []}$ $= [] \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>容器本体 ([]) の設計降伏強さは $S_y = [] \text{ N/mm}^2$ である。従って、余裕率 M_s は溶接効率 (= 0.6) を考慮して次のようになる、</p> $M_s = \frac{[] \cdot 0.6}{[]} - 1$ $= []$ <p>余裕率が正であるので容器胴部は内圧力により、健全性が損なわれることはない。</p> <p>(2) ドームプレート 容器が内圧を受ける時、ドームプレートには垂に伴う曲げ応力 (σ_b) と面内力による膜応力 (σ_m) が生じるので、この時の合成応力 (σ) を次式により求める。ここでは、容器ドームプレートのフランジ部を無視した安全側のモデルで検討する、</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 57</p>	<p>A. 5. 1. 2 熱膨張 防振構造部は外殻に懸架されており、本輸送物で熱膨張により拘束されるおそれのあるものはない。したがって、熱膨張により熱応力の発生はない。</p> <p>A. 5. 1. 3 応力計算 一般の試験条件下における容器及び燃料棒の内圧上昇により生じる各部の応力について検討する、注記：膜応力についてはA.10.9項にて影響のないことを確認している。</p> <p>(1) 外筒 容器外筒が内圧を受ける時に、外筒に生ずる引張応力 (σ_s) を次式より求める、</p> $\sigma_s = \frac{P D}{2 t}$ <p>P : 容器の最大内圧 0.05 (MPa) D : 容器の最大内径 [] (mm) t : 容器肉厚 [] (mm)</p> <p>数値を代入して</p> $\sigma_s = \frac{0.05 \cdot []}{2 \cdot []}$ $= [] \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>容器本体 ([]) の設計降伏強さは $S_y = [] \text{ N/mm}^2$ である。従って、余裕率 M_s は溶接効率 (= 0.6) を考慮して次のようになる、</p> $M_s = \frac{[] \cdot 0.6}{[]} - 1$ $= []$ <p>余裕率が正であるので容器胴部は内圧力により、健全性が損なわれることはない。</p> <p>(2) ドームプレート 容器が内圧を受ける時、ドームプレートには垂に伴う曲げ応力 (σ_b) と面内力による膜応力 (σ_m) が生じるので、この時の合成応力 (σ) を次式により求める。ここでは、容器ドームプレートのフランジ部を無視した安全側のモデルで検討する、</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 57</p>	<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>













章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																																												
<p style="text-align: center;">(ロ) 第A.19表 内圧力により被覆管に生ずる応力 (単位: N/mm²)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">記号</th> <th colspan="4">(単位: N/mm²)</th> </tr> <tr> <th>14×14 10フィート</th> <th>14×14 12フィート</th> <th>15×15 12フィート</th> <th>17×17 12フィート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">圧力区分</td> <td rowspan="3">現行燃料</td> <td>σ_s</td> <td colspan="3" rowspan="6" style="width: 200px; height: 100px;"></td> </tr> <tr> <td>σ_r</td> </tr> <tr> <td>σ_t</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">高燃焼度燃料</td> <td>σ_s</td> </tr> <tr> <td>σ_r</td> </tr> <tr> <td>σ_t</td> </tr> </tbody> </table> <p>(イ) 燃料棒</p> <p>燃料棒で一次一般応力 P_{10} は条件の最も厳しい 1.7 × 1.7 型燃料集合体で次のようになる。</p> <p>現行燃料の被覆管に対して、</p> $P_{10} = \text{Max} [\sigma_s, \sigma_r]$ $= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>ここで、被覆管の設計応力強さ S_{10} は $S_{10} = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ であるから、余裕率 M_{10} は次のようになる。</p> $M_{10} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$ $= \boxed{}$ <p>同様に、高燃焼度燃料の被覆管に対しては、現行燃料の被覆管より一次一般応力 P_{10} が小さいことは明らかである。</p> <p>よって、余裕率は正であり、被覆管が内圧力によって健全性を損なわれることはない。</p> <p>また、端栓と被覆管の溶接部は R T 検査を行うため、継手効率は 1 となる。よって、被覆管と全く同じ基準が適用できる。また、内圧力によって発生する応力は被覆管と同一である。</p> <p>それゆえ、被覆管同様、端栓と被覆管の溶接部も内圧力によって健全性が損なわれることはない。</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 61</p>	記号		(単位: N/mm ²)				14×14 10フィート	14×14 12フィート	15×15 12フィート	17×17 12フィート	圧力区分	現行燃料	σ_s				σ_r	σ_t	高燃焼度燃料	σ_s	σ_r	σ_t	<p style="text-align: center;">(ロ) 第A.19表 内圧力により被覆管に生ずる応力 (単位: N/mm²)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">記号</th> <th colspan="4">(単位: N/mm²)</th> </tr> <tr> <th>14×14 10フィート</th> <th>14×14 12フィート</th> <th>15×15 12フィート</th> <th>17×17 12フィート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">圧力区分</td> <td rowspan="3">現行燃料</td> <td>σ_s</td> <td colspan="3" rowspan="6" style="width: 200px; height: 100px;"></td> </tr> <tr> <td>σ_r</td> </tr> <tr> <td>σ_t</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">高燃焼度燃料</td> <td>σ_s</td> </tr> <tr> <td>σ_r</td> </tr> <tr> <td>σ_t</td> </tr> </tbody> </table> <p>(イ) 燃料棒</p> <p>燃料棒で一次一般応力 P_{10} は条件の最も厳しい 1.7 × 1.7 型燃料集合体で次のようになる。</p> <p>現行燃料の被覆管に対して、</p> $P_{10} = \text{Max} [\sigma_s, \sigma_r]$ $= \boxed{} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>ここで、被覆管の設計応力強さ S_{10} は $S_{10} = \boxed{} \text{ N/mm}^2$ であるから、余裕率 M_{10} は次のようになる。</p> $M_{10} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} - 1$ $= \boxed{}$ <p>同様に、高燃焼度燃料の被覆管に対しては、現行燃料の被覆管より一次一般応力 P_{10} が小さいことは明らかである。</p> <p>よって、余裕率は正であり、被覆管が内圧力によって健全性を損なわれることはない。</p> <p>また、端栓と被覆管の溶接部はサンプルによる強度試験により母材と同等級以上の強度であることが確認されている他、非破壊検査により溶接部の健全性が確認されている。従って、端栓と被覆管の溶接部に対しても被覆管と同一強度基準が適用できる。また、内圧力によって発生する応力は被覆管と同一である。そのため、被覆管同様、端栓と被覆管の溶接部も内圧力によって健全性が損なわれることはない。</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 61</p>	記号		(単位: N/mm ²)				14×14 10フィート	14×14 12フィート	15×15 12フィート	17×17 12フィート	圧力区分	現行燃料	σ_s				σ_r	σ_t	高燃焼度燃料	σ_s	σ_r	σ_t	<p style="text-align: center;">記載を適正化するため</p>
記号			(単位: N/mm ²)																																											
		14×14 10フィート	14×14 12フィート	15×15 12フィート	17×17 12フィート																																									
圧力区分	現行燃料	σ_s																																												
		σ_r																																												
		σ_t																																												
	高燃焼度燃料	σ_s																																												
		σ_r																																												
		σ_t																																												
記号		(単位: N/mm ²)																																												
		14×14 10フィート	14×14 12フィート	15×15 12フィート	17×17 12フィート																																									
圧力区分	現行燃料	σ_s																																												
		σ_r																																												
		σ_t																																												
	高燃焼度燃料	σ_s																																												
		σ_r																																												
		σ_t																																												

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1099 384 1684 1038" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>A.10.9 疲労評価</p> <p>技術基準への適合性を評価する上で、経年変化要因として疲労の影響について評価する。</p> <p>(1)吊り上げ装置</p> <p>吊り上げ装置の疲労評価について、応力集中を考慮し繰返しピーク応力強さによる許容繰返し回数と使用計画回数を比較して評価を行う。繰返しピーク応力強さ（Sp）は次式にて与えられる。</p> $S_p = \frac{S}{2} \cdot k_f \cdot \frac{E_0}{E}$ <p>S：応力強さ（N/mm²） k_f：疲労強度減少係数 E₀：設計疲労線図¹⁾に示される基本弾性係数=2.07×10⁹（N/mm²） E：最高温度（80℃）での弾性係数 <input type="text"/>（N/mm²） <input type="text"/>（N/mm²）</p> <p>ここでの応力強さSは実際に作用する荷重をベースとし、<input type="text"/>より想定される負荷係数 <input type="text"/>を用いて算出する。応力強さSの算出方法はA.4.4項と同様である。許容繰返し回数N_cは設計建設規格²⁾中に示される設計疲労線図により算出する。評価対象部位について、クロスピンは定期交換を行うため、それ以外のブラケット、外筒、締付ボルトを評価対象とする。</p> <p>評価条件及び評価結果を(ロ)＝第A.43表に示す。ここで、吊り上げ装置の使用計画回数は6000回（F.1項参照）であり、許容繰返し回数を十分下回っている。従って、吊り上げ装置の疲労強度は十分である。</p> </div>	<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考															
	<p style="text-align: center;">(ロ) - 第A.43表 吊り上げ装置に対する疲労評価結果</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>応力強さ S (N/mm²)</th> <th>疲労強度 減少係数 kf</th> <th>縦弾性係数 E (N/mm²)</th> <th>繰返しピーク 応力強さ Sp (N/mm²)</th> <th>許容繰返数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ブラケット孔部 </td> <td colspan="5" rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Empty Table]</td> </tr> <tr> <td>ブラケット 溶接部 </td> </tr> <tr> <td>外筒 </td> </tr> <tr> <td>締め付けボルト </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(ロ) - A - 154</p>		応力強さ S (N/mm ²)	疲労強度 減少係数 kf	縦弾性係数 E (N/mm ²)	繰返しピーク 応力強さ Sp (N/mm ²)	許容繰返数	ブラケット孔部 	[Empty Table]					ブラケット 溶接部 	外筒 	締め付けボルト 	<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>
	応力強さ S (N/mm ²)	疲労強度 減少係数 kf	縦弾性係数 E (N/mm ²)	繰返しピーク 応力強さ Sp (N/mm ²)	許容繰返数												
ブラケット孔部 	[Empty Table]																
ブラケット 溶接部 																	
外筒 																	
締め付けボルト 																	

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																	
	<p>(2)内圧に対する疲労評価</p> <p>環境温度の変化により内圧が作用する外筒及びドームプレートに対する疲労評価を行う。評価式及び評価方法は前述(1)で用いた式と同一であり、応力強さ(S)はA.5.1.3項に示す発生応力である。</p> <p>発生評価条件及び評価結果を(ロ)―第A.44表に示す。ここで、応力発生回数は12000回(F.1項参照)であり、許容繰り返し回数を十分下回っている。従って、内圧に対する疲労強度は十分である。</p> <p>(ロ)―第A.44表 内圧に対する疲労評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1075 635 1664 890"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th>応力強さ S</th> <th>疲労強度</th> <th>弾性係数</th> <th>繰返しヒーク</th> <th rowspan="2">許容繰返数</th> </tr> <tr> <th>(N/mm²)</th> <th>減少係数 kf</th> <th>E (N/mm²)</th> <th>応力強さ Sp (N/mm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外筒 引張応力 <input type="checkbox"/></td> <td colspan="5" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Empty Box]</td> </tr> <tr> <td>ドームプレート 合成応力 <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>(ロ)―A-155</p>	評価部位	応力強さ S	疲労強度	弾性係数	繰返しヒーク	許容繰返数	(N/mm ²)	減少係数 kf	E (N/mm ²)	応力強さ Sp (N/mm ²)	外筒 引張応力 <input type="checkbox"/>	[Empty Box]					ドームプレート 合成応力 <input type="checkbox"/>	<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>
評価部位	応力強さ S		疲労強度	弾性係数	繰返しヒーク	許容繰返数													
	(N/mm ²)	減少係数 kf	E (N/mm ²)	応力強さ Sp (N/mm ²)															
外筒 引張応力 <input type="checkbox"/>	[Empty Box]																		
ドームプレート 合成応力 <input type="checkbox"/>																			

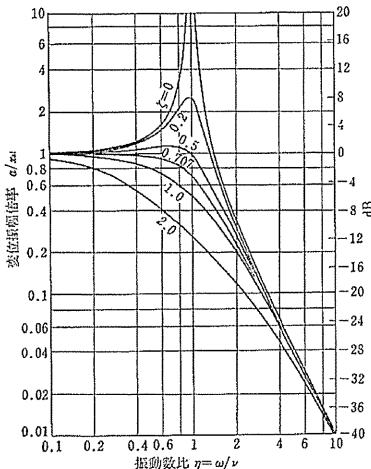
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>A.10.10 運輸中に予想される温度及び内圧の変化に対する健全性について</p> <p>(1) 外圧評価</p> <p>最高温度環境で輸送物の蓋閉めを行った後に最低温度環境におかれた場合の外圧評価を行う。なお、外圧変化に対して影響を受ける部位として燃料棒と外筒が挙げられるが、燃料棒は正圧に加圧しており、たとえ最低温度環境で封入作業が行われたとしても正圧は維持されるため、評価対象外とする。</p> <p>以下、外筒に対する評価を実施する。ここで、蓋締め作業の環境温度としては周囲温度の最大値 38℃を想定し、その後周囲温度が-20℃まで降下することを想定する。温度低下した場合、輸送物外表面に以下の外圧P_1が作用する。</p> $P_1 = P_o - P_o \times T_1 / T_o$ <p>P_1 : -20℃での外圧 (MPa) P_o : 大気圧=0.101 (MPa) T_1 : 最低温度=273-20 (K) T_o : 周囲温度の最大値=273+38 (K)</p> $P_1 = 0.101 - 0.101 \times 253 / 311$ $= 0.0189 \text{ (MPa)}$ <p>許容外圧P_2は以下の式で求められる。</p> $P_2 = 4 B t / 3 D_o$ <p>B : 設計仕様規格⁽¹⁾より求まる値=□ t : 上蓋外筒の板厚=□(mm) D_o : 上蓋外筒の外径=□(mm)</p> $P_2 = 4 \cdot \square \cdot \square / (3 \cdot \square)$ $= \square$ </div> <p style="text-align: center;">(コ) - A -156</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1111 379 1677 651" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>従って、余裕率M_sは以下の通り計算される。</p> $M_s = \frac{\square}{0.0189 - 1}$ $= \square$ <p>余裕率が正であるので、外圧が作用しても上蓋外筒が破断することはない。</p> <p>(2) 内圧評価</p> <p>一般の試験条件下での最低温度 20℃から最高温度 73℃に上昇した場合でも、容器に装備している内圧調整用リリーフバルブが作動するため、容器内に作用する圧力(差圧 4.9 kPa)は変わらない。そのため、評価は省略する。</p> </div> <p data-bbox="1339 1254 1429 1270" style="text-align: center;">(コ) - A - 157</p>	<p data-bbox="1760 336 1966 357">知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<p data-bbox="1131 384 1366 403">A.10.11 力による強制振動の共振曲線</p> <p data-bbox="1155 413 1659 459">A.4.7項の補足として変位振幅倍率の設定に用いる力による強制振動の共振曲線の図を(ロ)-第A.73図に示す。</p>  <p data-bbox="1240 1031 1523 1050">(ロ)-第A.73図 力による強制振動の共振曲線</p> <p data-bbox="1205 1086 1554 1106">出典：岡枝正善著、「実用 機械振動学」, 理工学社, (1984)</p> <p data-bbox="1339 1251 1429 1270">(ロ)-A-158</p>	<p data-bbox="1756 336 1962 355">知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<p data-bbox="1137 384 1496 400">A.10.12 ショックマウントの機械的性質の変化が及ぼす影響</p> <p data-bbox="1149 413 1666 459">技術基準への適合性を評価する上で、経年変化要因としてショックマウントの硬化の影響について評価する。</p> <p data-bbox="1149 472 1666 572">ショックマウントの経年劣化に伴うばね定数の変化について(ロ)一第A.74図及び(ロ)一第A.75図に示す。(ロ)一第A.74図及び(ロ)一第A.75図に示すとおり、ショックマウントを10年以上使用すると初期値に対してばね定数が、引張方向で最大約□%程度、せん断方向で最大約□%程度硬化する。</p> <div data-bbox="1144 585 1615 858" style="border: 1px solid black; width: 210px; height: 171px; margin: 10px auto;"></div> <p data-bbox="1160 863 1621 879">(ロ)一第A.74図 経年劣化に伴うショックマウントのばね定数変化 (引張方向)</p> <div data-bbox="1144 922 1624 1195" style="border: 1px solid black; width: 214px; height: 171px; margin: 10px auto;"></div> <p data-bbox="1160 1200 1637 1216">(ロ)一第A.75図 経年劣化に伴うショックマウントのばね定数変化 (せん断方向)</p> <p data-bbox="1352 1254 1435 1270">(ロ)一A-159</p>	<p data-bbox="1767 336 2085 405">法令改正内容に従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考												
	<p>ここで、ショックマウントのばね定数が変化した場合の落下解析への影響評価を実施する。A. 19. 5項に示す解析条件下で、ショックマウントのばね定数変化を考慮し、「S HOCK」コードを使用して収納物や容器本体に生ずる加速度、変形量等を算出する。</p> <p>解析に使用するばね定数は、(ロ)－第A. 38 表に示す値に対して引張方向には□倍、せん断方向には□倍とする。落下ケースは評価結果が最も厳しい水平落下を選択する。</p> <p>(ロ)－第A. 45 表に解析に使用したショックマウントのばね定数を示す。</p> <p>(ロ)－第A. 45 表 影響評価解析に使用したショックマウントのばね定数</p> <table border="1" data-bbox="1160 635 1644 721"> <tr> <td>姿勢</td> <td>0°下向水平落下</td> <td>90°下向水平落下</td> <td>180°下向水平落下</td> </tr> <tr> <td>ばね</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(d)</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table> <p>評価結果を(ロ)－第A. 46 表に示す。ここで、(ロ)－第A. 32 表で示される特別の試験条件での評価結果の中で最も厳しい部位は燃料被覆管であるため、燃料被覆管に対して下記のとおり影響評価をする。</p> <p>(ロ)－第A. 46 表に示すとおり、防振構造部に作用する最大加速度は□(G)であるため、評価加速度を□(G)としてA. 9. 2と同じ評価方法で燃料被覆管を評価する。</p> <p>評価した結果、燃料被覆管に発生する応力は□(MPa)となる。燃料被覆管の評価応力は□(N/mm²)であるため、余裕率M_Sは次のようになる。</p> $M_S = \frac{\square}{\square} - 1$ $= \square$ <p>M_Sは正であり、燃料被覆管の健全性が損なわれることはない。</p> <p>従って、経年劣化によりショックマウントが硬化しても構造健全性に問題はない。</p> <p>(ロ)－A-160</p>	姿勢	0°下向水平落下	90°下向水平落下	180°下向水平落下	ばね				(d)				<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>
姿勢	0°下向水平落下	90°下向水平落下	180°下向水平落下											
ばね														
(d)														

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																																			
	<p style="text-align: center;">(ロ) - 第A.16表 ショックマウントの硬化を考慮した落下解析結果</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">対象</th> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="3">姿勢落下</th> </tr> <tr> <th>0°方向 向水平落下</th> <th>90°方向 向水平落下</th> <th>180°方向 向水平落下</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">ショックマウント 標準劣化後</td> <td rowspan="3">1.2 m 下</td> <td>加速度 ($\times g$)</td> <td>外</td> <td>破</td> <td></td> </tr> <tr> <td>防振構造部</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>変形 量 (mm)</td> <td>外</td> <td>破</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">9 m 下 注3</td> <td>加速度 ($\times g$)</td> <td>外</td> <td>破</td> <td></td> </tr> <tr> <td>防振構造部</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>変形 量 (mm)</td> <td>外</td> <td>破</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注1 防振構造部の変形量は防振構造部の移動により外殻内面に衝突した時の外殻の変形量を示している。</p> <p>注2 防振構造部の変形量0mmは防振構造部と外殻とが衝突しないことを意味する。</p> <p>注3 (1) 1.2m落下の変形を考慮し、9m落下を評価している。</p> <p>(2) 変形量()内は健全時からの総変形量を示している。</p>	対象	項目	姿勢落下			0°方向 向水平落下	90°方向 向水平落下	180°方向 向水平落下	ショックマウント 標準劣化後	1.2 m 下	加速度 ($\times g$)	外	破		防振構造部				変形 量 (mm)	外	破		9 m 下 注3	加速度 ($\times g$)	外	破		防振構造部				変形 量 (mm)	外	破		<p>法令改正内容に従った記載に変更するため</p>
対象	項目			姿勢落下																																	
		0°方向 向水平落下	90°方向 向水平落下	180°方向 向水平落下																																	
ショックマウント 標準劣化後	1.2 m 下	加速度 ($\times g$)	外	破																																	
		防振構造部																																			
		変形 量 (mm)	外	破																																	
	9 m 下 注3	加速度 ($\times g$)	外	破																																	
		防振構造部																																			
		変形 量 (mm)	外	破																																	

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前

型 式	現行燃料棒			高燃焼燃料棒			φE	φD	φE
	A	B	C	A	B	C			
14×14 1071-ト	3207	約 3048	約 948	—	—	—	—	—	—
14×14 1271-ト	3356	約 3642	約 948	3656	約 3642	約 948	10.72	9.48	10.72
15×15 1271-ト	3656	約 3642	約 948	3656	約 3642	約 948	10.72	9.48	10.72
17×17 1271-ト	3652	約 3648	約 836	3656	約 3648	約 836	9.5	8.36	9.5
17×17 1271-ト (改良タイプ)	—	—	—	3653	約 3648	約 836	—	—	8.36

(ロ) - C - 5

(ロ) - 第 C. 1 図 密封境界 (燃料棒) と密封境界区

変更後

型 式	現行燃料棒			高燃焼燃料棒			φE	φD	φE
	A	B	C	A	B	C			
14×14 1071-ト	3207	約 3048	約 948	—	—	—	—	—	—
14×14 1271-ト	3656	約 3642	約 948	3656	約 3642	約 948	10.72	9.48	10.72
15×15 1271-ト	3656	約 3642	約 948	3656	約 3642	約 948	10.72	9.48	10.72
17×17 1271-ト	3652	約 3648	約 836	3656	約 3648	約 836	9.5	8.36	9.5
17×17 1271-ト (改良タイプ)	—	—	—	3653	約 3648	約 836	—	—	8.36

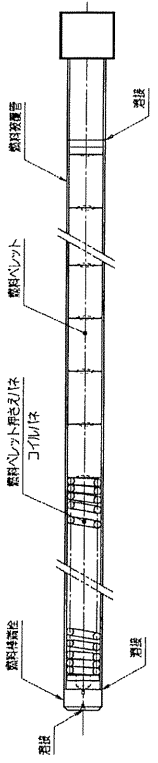
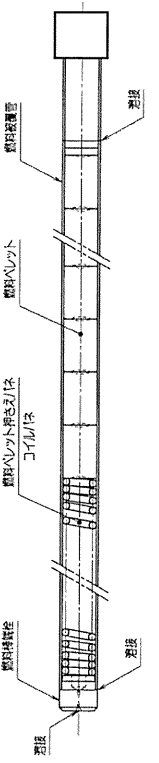
(ロ) - C - 5

(ロ) - 第 C. 1 図 密封境界 (燃料棒) と密封境界区

備考

記載を適正化するため

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>(ロ) - C - 6</p>	 <p>(ロ) - C - 6</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(ロ)－E 臨界解析</p> <p>E.1 概 要</p> <p>本核分裂性輸送物に係る未臨界性の評価については、以下に示す①～⑥のいずれの条件においても臨界に達しないことを評価することとなっている。</p> <p>① 通常輸送時 ② 輸送物を孤立系の条件に置く場合 ③ 一般の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合 ④ 特別の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合 ⑤ 一般の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合 ⑥ 特別の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合</p> <p>本輸送物は、臨界評価上、輸送物への浸水がある方が、浸水が無い場合よりも厳しい条件となる。本評価では、規則上の輸送物への水の浸入の有無に関わらず、上記の全ての条件において輸送物への浸水があると仮定し、その場合において最も安全側のモデルとなる特別の試験条件下の配列系に置く場合で代表し、未臨界性を確認している。</p> <p>ベンチマーク試験は、本解析で用いた計算方法及び核データを用い、 行われた臨界実験の評価を行い、当該方法及び核データが妥当である旨、確認している。</p> <p>また、収納物である二酸化ウラン燃料の燃料濃縮度は5.0wt%以下であることから、この燃料を輸送容器内に収納した場合の未臨界性評価においては、燃料濃縮度5.0wt%を設定している。</p> <p>E.2 解析対象</p> <p>E.2.1 取 納 物</p> <p>1つの輸送容器には、新燃料集合体2体が収納される。これらの新燃料集合体は、構造物によって mm以内には近づかないようにされている。燃料集合体の諸元を(ロ)－第E.1表に示している。燃料濃縮度は、安全側の評価をするため5.0wt%とした。</p> <p>また、燃料には初期の反応度を抑制するために可燃性毒物(バーナブルポイズン)が含まれることもあるが、本解析においては安全側の評価を行うためにこれを無視した。</p> <p>E.2.2 輸送容器</p> <p>本輸送容器には、2体の新燃料集合体(1.4×1.4型、1.5×1.5型、1.7×1.7型)が収納される。</p> <p>この新燃料集合体は、構造物によって mm以内(ロ)－第E.1(図参照))には近づかない (ロ)－E-1</p>	<p>(ロ)－E 臨界解析</p> <p>E.1 概 要</p> <p>本核分裂性輸送物に係る未臨界性の評価については、以下に示す①～⑥のいずれの条件においても臨界に達しないことを評価することとなっている。</p> <p>① 通常輸送時 ② 輸送物を孤立系の条件に置く場合 ③ 一般の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合 ④ 特別の試験条件の下に置いた輸送物を孤立系の条件に置く場合 ⑤ 一般の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合 ⑥ 特別の試験条件の下に置いた輸送物を配列系の条件に置く場合</p> <p>本輸送物は、臨界評価上、輸送物への浸水がある方が、浸水が無い場合よりも厳しい条件となる。本評価では、規則上の輸送物への水の浸入の有無に関わらず、上記の全ての条件において輸送物への浸水があると仮定し、その場合において最も安全側のモデルとなる特別の試験条件下の配列系に置く場合で代表し、未臨界性を確認している。</p> <p>ベンチマーク試験は、本解析で用いた計算方法及び核データを用い、 行われた臨界実験の評価を行い、当該方法及び核データが妥当である旨、確認している。</p> <p>また、収納物である二酸化ウラン燃料の燃料濃縮度は5.0wt%以下であることから、この燃料を輸送容器内に収納した場合の未臨界性評価においては、燃料濃縮度5.0wt%を設定している。</p> <p>E.2 解析対象</p> <p>E.2.1 取 納 物</p> <p>1つの輸送容器には、新燃料集合体2体が収納される 燃料集合体の諸元を(ロ)－第E.1表に示している。燃料濃縮度は、安全側の評価をするため5.0wt%とした。</p> <p>また、燃料には初期の反応度を抑制するために可燃性毒物(バーナブルポイズン)が含まれることもあるが、本解析においては安全側の評価を行うためにこれを無視した。</p> <p>E.2.2 輸送容器</p> <p>本輸送容器には、2体の新燃料集合体(1.4×1.4型、1.5×1.5型、1.7×1.7型)が収納される </p> <p>(1) 構造解析の通常輸送時並びに一般の試験条件(ロ)－第A.17(図)及び特別の試験条件(ロ)－第A.42(図) 通常輸送時及び一 (ロ)－E-1</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>ようになっている。</p> <p>(1) 構造解析の通常輸送時並びに一般の試験条件（(ロ)一第A.17 図）及び特別の試験条件（(ロ)一第A.42 図）より燃料集合体の容器表面までの距離を整理すると(ロ)一第E.2表のようになる。この表より明らかのように、通常輸送時及び一般の試験条件は、特別の試験条件を課した場合よりも変形量は小さいため、特別の試験条件での損傷状態で代表させ評価を行うことは十分安全側である。</p> <p>(2) 特別の試験条件下においては、輸送容器が変形して集合体間隔が通常輸送時よりも近づくことを考える必要がある。実際には起こり得ないが、孤立系より厳しい状態として変形した輸送容器が向き合い、この状態で無限個接している状態を仮定する。更に完全に水没し、容器内にも水が流入すると仮定した。ただし、燃料棒の健全性が維持されるので、燃料棒へ水が流入しないと仮定した。</p> <p>E.2.3 中性子吸収材</p> <p>中性子吸収材としては、輸送容器内の2体の燃料集合体の間に2枚のボロステンレス銅板 [] を配置している。この中性子吸収材は構造物によって固定されており、特別の試験条件下においても喪失することはない。また、遮蔽解析で述べられているように中性子源としては無視し得る程度であるので、ボロステンレス銅の中性子吸収能力の減衰はないとしてよい。その他、外筒も中性子吸収作用を有している。</p> <p>E.3 モデル仕様</p> <p>E.3.1 解析モデル</p> <p>解析モデルは安全側の評価となるよう以下の条件を考慮した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・(ロ)一第E.1 図のように容器内および燃料棒間が水で満たされているモデルとする。ただし、A.9.2.5 に示されているように特別の試験条件下においても燃料棒は強度を保ち、その密封性は維持されるので、燃料棒内部への浸水はないものとする。 ・輸送物の損傷に関しては、通常輸送時及び一般の試験条件時の輸送物の各燃料集合体の間隔が特別の試験条件下の輸送物に比較し十分大きい。特別の試験条件下の損傷を考慮する。 ・孤立系においては輸送物が一個であるため、輸送容器間の中性子相互干渉はないが、配列系においては中性子相互干渉があるため、配列系の評価で代表させる。 ・配列系においては、(ロ)一第E.1 図のように変形した輸送物が向き合い、この状態で無限個接している状態を想定する。 <p>(ロ)一E-2</p>	<p>一般の試験条件は、特別の試験条件を課した場合よりも変形量は小さいため、特別の試験条件での損傷状態で代表させ評価を行うことは十分安全側である。</p> <p>(2) 特別の試験条件下においては、輸送容器が変形して集合体間隔が通常輸送時よりも近づくことを考える必要がある。実際には起こり得ないが、孤立系より厳しい状態として変形した輸送容器が向き合い、この状態で無限個接している状態を仮定する。更に完全に水没し、容器内にも水が流入すると仮定した。ただし、燃料棒の健全性が維持されるので、燃料棒へ水が流入しないと仮定した。</p> <p>E.2.3 中性子吸収材</p> <p>中性子吸収材としては、輸送容器内の2体の燃料集合体の間に2枚のボロステンレス銅板 [] を配置している。この中性子吸収材は構造物によって固定されており、特別の試験条件下においても喪失することはない。また、遮蔽解析で述べられているように中性子源としては無視し得る程度であるので、ボロステンレス銅の中性子吸収能力の減衰はないとしてよい。</p> <p>E.3 モデル仕様</p> <p>E.3.1 解析モデル</p> <p>解析モデルは安全側の評価となるよう以下の条件を考慮した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性子の減衰が考慮されるよう(ロ)一第E.1 図(ロ)一第E.2 図のように容器内および燃料棒間が水で満たされているモデルとする。ただし、A.9.2.5 に示されているように特別の試験条件下においても燃料棒は強度を保ち、その密封性は維持されるので、燃料棒内部への浸水はないものとする。 ・輸送物の損傷に関しては、通常輸送時及び一般の試験条件時の輸送物の各燃料集合体の間隔が特別の試験条件下の輸送物に比較し十分大きい。特別の試験条件下の損傷を考慮する。 ・孤立系においては輸送物が一個であるため、輸送容器間の中性子相互干渉はないが、配列系においては中性子相互干渉があるため、配列系の評価で代表させる。 ・配列系においては、変形した輸送物が向き合い、この状態で無限個接している状態を想定する。 ・境界条件は、(ロ)一第E.1 図(ロ)一第E.2 図に示すすべての境界において、完全反射であり、この仮定により無限個の輸送物が配列していることを模倣する [] <p>[] 接する輸送物間の中性子相互干渉が大きくなるように、輸送物と輸送物の空間部分に []</p> <p>(ロ)一E-2</p>	<p>知見の更新を図るため 記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>・境界条件は、(ロ)一第E.1図に示すすべての境界において、完全反射であり、この仮定により無限長の輸送物が配列していることを仮定する。また、構造材のうち、ボロンステンレス鋼〔<input type="checkbox"/>〕及び容器外筒鋼板の吸収効果を考慮に入れている。</p> <p>・収納する燃料集合体は1.4×1.4型、1.5×1.5型、1.7×1.7型であるので、それぞれの燃料集合体について解析を行う。燃料集合体の断面図を(ロ)一第E.2図、(ロ)一第E.3図、(ロ)一第E.4図に示す。</p> <p>以上の条件を考慮した解析モデルを下図に示す。</p> <div data-bbox="488 603 801 805" style="border: 1px solid black; width: 140px; height: 127px; margin: 10px auto;"></div> <p>E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 臨界計算に用いた各領域における原子個数密度を(ロ)一第E.3表に示す。燃料の濃縮度は、燃料集合体については5.0wt%である。 また、周囲の水の密度は1.0g/cm³とした。</p> <p>E.4 未臨界評価</p> <p>E.4.1 計算条件</p> <p>(1) 収納物 (ロ)一第E.4表に示す濃縮ウラン5.0wt%燃料で評価している。</p> <p>(2) 輸送容器 臨界評価上の燃料集合体表面より、輸送容器表面までの距離を(ロ)一第E.2表に示す。特別の試験条件下で解析評価を行うことは十分安全側であり、かつ、実際には起こり得ない(ロ)一第E.1図に示す形状で評価している。</p> <p>(3) 中性子吸収材 臨界評価上、輸送容器内の2体の燃料集合体の間に2枚のボロンステンレス鋼板〔<input type="checkbox"/>〕</p> <p style="text-align: center;">(ロ)一E-3</p>	<p>〔<input type="checkbox"/>〕の吸収効果を考慮に入れている〔<input type="checkbox"/>〕 〔<input type="checkbox"/>〕及び容器外筒鋼板の吸収効果を考慮に入れている〔<input type="checkbox"/>〕 〔<input type="checkbox"/>〕及び容器外筒鋼板の吸収効果を考慮に入れている〔<input type="checkbox"/>〕 〔<input type="checkbox"/>〕及び容器外筒鋼板の吸収効果を考慮に入れている〔<input type="checkbox"/>〕 〔<input type="checkbox"/>〕及び容器外筒鋼板の吸収効果を考慮に入れている〔<input type="checkbox"/>〕</p> <p>・収納する燃料集合体は1.4×1.4型、1.5×1.5型、1.7×1.7型であるので、それぞれの燃料集合体について解析を行う。燃料集合体の断面図を(ロ)一第E.3図、(ロ)一第E.4図、(ロ)一第E.5図に示す。</p> <div data-bbox="1153 625 1704 655" style="border: 1px solid black; width: 246px; height: 19px; margin: 10px auto;"></div> <p>E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度 臨界計算に用いた各領域における原子個数密度を(ロ)一第E.2表、(ロ)一第E.3表に示す。燃料の濃縮度は、燃料集合体については5.0wt%である。 また、周囲の水の密度は1.0g/cm³とした。</p> <p>E.4 未臨界評価</p> <p>E.4.1 計算条件</p> <p>(1) 収納物 (ロ)一第E.4表に示す濃縮ウラン5.0wt%燃料で評価している。燃料集合体の種類は(ロ)一第E.4表に示す通りである。</p> <p>(2) 輸送容器 特別の試験条件下で解析評価を行うことは十分安全側であり、かつ、実際には起こり得ない(ロ)一第E.1図、(ロ)一第E.2図に示す形状で評価している。(ロ)一第E.1図、(ロ)一第E.2図に示す通り、燃料集合体は固定するウラン、プルトニウム、ウラン-235、ウラン-238が用いられる。</p> <p>(3) 中性子吸収材 臨界評価上、輸送容器内の2体の燃料集合体の間に2枚のボロンステンレス鋼板〔<input type="checkbox"/>〕が配置され、この中性子吸収材は構造物によって固定されており、特別の試験条件下においても喪失することはないため、中性子吸収材として評価している。</p> <p style="text-align: center;">(ロ)一E-3</p>	<p>知見の更新を図るため 記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>□ が配置され、この中性子吸収材は構造物によって固定されており、特別の試験条件下においても喪失することはないため、中性子吸収材として評価している。</p> <p>E.4.2 輸送物への水の浸入等 特別の試験条件下においては、輸送物の配列変化、接点を想定し、臨界解析上厳しくなる水の浸入を仮定し、実効増倍率の計算を行っている。 水の密度は 1.0 g/cm^3 という最も実効増倍率を高く与える密度を用いている。</p> <p>E.4.3 計算方法 臨界計算は SCALE⁽¹⁾ を用いて行った。SCALE は米国オークリッジ国立研究所で開発されたコードシステムであり、多群モンテカルロ計算コード KENO-V.a⁽²⁾ を中心として臨界解析に必要なコードが取められている。 本臨界解析では、格データライブラリとして SCALE 内蔵の ENDF/B-V 238 群中性子断面積データ⁽³⁾ セットを用い、^{235}U、^{238}U に対しては BONAMI⁽⁴⁾ により Bondarenko の方法により共鳴吸収の処理を行い KENO-V.a に入力している。計算の流れを (ロ) 第 E.5 図に示す。</p> <p>E.4.4 計算結果 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第 11 条に示される特別の試験条件下に置くこととした場合、(ロ) 表 A.9.1 に示すように、輸送容器の変形は下図に示す如く、臨界評価体系外（損傷状態を考慮した輸送物の表面）の外容器の変形である。また、本臨界の評価体系は下図に示す通り、断面方向では輸送物表面が燃料集合体に最も近接する状態を考慮し、軸方向は無限長としている。次に本臨界の評価において水の浸入を仮定して実効増倍率の計算を行っている。</p> <div data-bbox="481 1061 795 1252" style="border: 1px solid black; width: 140px; height: 120px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">(ロ) 表 E-4</p>	<p>E.4.2 輸送物への水の浸入等 特別の試験条件下においては、輸送物の配列変化、接点を想定し、臨界解析上厳しくなる水の浸入を仮定し、実効増倍率の計算を行っている。 水の密度は 1.0 g/cm^3 という最も実効増倍率を高く与える密度を用いている。</p> <p>E.4.3 計算方法 臨界計算は、米国オークリッジ国立研究所、原子力関連評議会評価用シミュレーションコード SCALE (Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation) を用いた。中性子実効増倍率の計算には、KENO-V.1 コードを用いた。核データライブラリは ENDF/B-V.1 と基づく連続エネルギー断面積データを用いた。計算の流れを (ロ) 第 E.5 図に示す。</p> <p>E.4.4 計算結果 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第 11 条に示される特別の試験条件下に置くこととした場合、(ロ) 表 A.9.1 に示すように、輸送容器の変形は (ロ) 表 E.1 図に示す如く、容器変形の変形である。また、本臨界の評価体系は軸方向は無制限とし、本臨界の評価において水の浸入を仮定して実効増倍率の計算を行っている。</p> <div data-bbox="1131 853 1680 885" style="border: 1px solid black; width: 245px; height: 20px; margin: 10px auto;"></div> <p>次に核分裂性輸送物に係る本臨界性の評価を以下の点について着目する。</p> <p>(1) 孤立系及び配列系 (2) 通常輸送時、一般の試験条件及び特別の試験条件 安全側の評価となるよう、上記の全ての条件において輸送物への浸水を想定する。この場合、配列系においては輸送物表面に溜った中性子は隣接する輸送物との中性子相互干渉が生ずるが、孤立系においては輸送物 1 体の側面に 2.0 cm の厚さの水による反射を考慮しているのみであり、隣接する輸送物との中性子相互干渉がないため、臨界評価上は配列系が厳しい。</p> <p>また、通常輸送時及び一般の試験条件下より特別の試験条件下の方が集合体間距離が小さく、集合体間の中性子相互干渉効果が大きい。通常輸送時及び一般の試験条件下より特別の試験条件下の方が臨界評価上厳しい状態となる。</p> <p>故に特別の試験条件下に置いた輸送物の無限配列体系が最も厳しい状態となるため、特別の試験条件下の配列系で本臨界性を評価している。</p> <p>特別の試験条件下の配列系における実効増倍率の計算結果は (ロ) 表 E.4 表に示す通りである。</p> <p style="text-align: center;">(ロ) 表 E-4</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前		変更後		備考
(ロ) 一帯E.1表 各種材料集合体の諸元				
取納物タイプ		諸元		
項目		14×14 10Ft	15×15 12Ft	17×17 12Ft
格子	子			
材料棒本数		179	204	204
最大呼び径(φ)	(wt%)	5.0	5.0	5.0
ウラン重量 (UO ₂ kg/体)				
燃料棒材料		ジルコニウム合金	ジルコニウム合金	ジルコニウム合金
燃料棒外径 (mm)		10.72	10.72	9.50
UO ₂ ペレット外径 (mm)		9.29	9.29	8.19
格子間隔 (mm)		14.12	14.12	12.69
燃料部分有効長さ (mm)		約3,656	約3,660	約3,660
燃料集合体断面寸法 (mm)		197×197	197×197	214×214
(ロ) 一帯E.1表 各種材料集合体の諸元				
取納物タイプ		諸元		
項目		14×14	15×15	17×17
格子	子			
材料棒本数		179	204	204
最大呼び径(φ)	(wt%)	5.0	5.0	5.0
ウラン重量 (UO ₂ kg/体)				
燃料棒材料		ジルコニウム合金	ジルコニウム合金	ジルコニウム合金
燃料棒外径 (mm)		10.72	10.72	9.50
UO ₂ ペレット外径 (mm)		9.29	9.29	8.19
格子間隔 (mm)		14.12	14.30	12.69
燃料部分有効長さ (mm)		約3,660	約3,660	約3,660
燃料集合体断面寸法 (mm)		197×197	214×214	214×214
(ロ) E 5				
記載を適正化するため				

(ロ) E 6

(ロ) E 5

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考											
<p style="text-align: center;">(中)-第E.2表 燃料集合体の容器表面までの距離 (単位: mm)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 25%;">通常輸送時</th> <th style="width: 25%;">一般の試験条件</th> <th style="width: 35%;">特別の試験条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料集合体の容器表面までの距離</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Empty Box]</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Empty Box]</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Empty Box]</td> </tr> <tr> <td>輸送容器の変形量</td> </tr> <tr> <td>燃料集合体の落下方向の移動量</td> </tr> <tr> <td>燃料集合体から容器表面までの最近接距離</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">(中)-E-7</p>		通常輸送時	一般の試験条件	特別の試験条件	燃料集合体の容器表面までの距離	[Empty Box]	[Empty Box]	[Empty Box]	輸送容器の変形量	燃料集合体の落下方向の移動量	燃料集合体から容器表面までの最近接距離	<div style="border: 1px solid black; width: 80%; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	<p>知見の更新を図るため</p>
	通常輸送時	一般の試験条件	特別の試験条件										
燃料集合体の容器表面までの距離	[Empty Box]	[Empty Box]	[Empty Box]										
輸送容器の変形量													
燃料集合体の落下方向の移動量													
燃料集合体から容器表面までの最近接距離													

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																																																																										
<p style="text-align: center;">(ロ)一第E.3表 各領域の原子個数密度 (個/cm³、10²⁴単位)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>物質</th> <th>元素</th> <th>個数密度</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">二酸化ウラン</td> <td>¹³⁵U</td> <td rowspan="10" style="text-align: center;">[Redacted]</td> <td rowspan="3">²³⁵U濃縮度 5.0wt%</td> </tr> <tr> <td>²³⁵U</td> </tr> <tr> <td>²³⁸U</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">ジルコニウム合金</td> <td>Zr</td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Hf</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">外筒鋼板</td> <td>Fe</td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> </tr> <tr> <td>P</td> </tr> <tr> <td>S</td> </tr> <tr> <td>Si</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">ボロンステルステンレス鋼板</td> <td>B</td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> </tr> <tr> <td>P</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">水</td> <td>H</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1.0 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>O</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(ロ)一E-8</p>	物質	元素	個数密度	備考	二酸化ウラン	¹³⁵ U	[Redacted]	²³⁵ U濃縮度 5.0wt%	²³⁵ U	²³⁸ U	ジルコニウム合金	Zr		Hf	Ni	Fe	C	外筒鋼板	Fe		C	Mn	P	S	Si	ボロンステルステンレス鋼板	B		Fe	C	Mn	Ni	P	水	H	1.0 g/cm ³	O	<p style="text-align: center;">(ロ)一第E.2表 各領域の原子個数密度 (個/cm³、10²⁴単位)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>物質</th> <th>元素</th> <th>個数密度</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">二酸化ウラン</td> <td>¹³⁵U</td> <td rowspan="10" style="text-align: center;">[Redacted]</td> <td rowspan="3">²³⁵U濃縮度 5.0wt%</td> </tr> <tr> <td>²³⁵U</td> </tr> <tr> <td>²³⁸U</td> </tr> <tr> <td>ジルコニウム合金</td> <td>Zr</td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>Hf</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">外筒鋼板</td> <td>Fe</td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> </tr> <tr> <td>P</td> </tr> <tr> <td>S</td> </tr> <tr> <td>Si</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">ボロンステルステンレス鋼板</td> <td>B</td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> </tr> <tr> <td>P</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">水</td> <td>H</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1.0 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>O</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(ロ)一E-6</p> <p style="font-size: small;">表の注は、ジルコニウム合金(ジルコイニ)であるが、純度は純度100%と仮定して扱った。また、鋼の合金成分(Fe、Ni、Mn、P、S、Si)は原子個数密度がジルコイニより大きい。また、この取扱いは標準的である。</p>	物質	元素	個数密度	備考	二酸化ウラン	¹³⁵ U	[Redacted]	²³⁵ U濃縮度 5.0wt%	²³⁵ U	²³⁸ U	ジルコニウム合金	Zr		Hf	Ni	Fe	C	外筒鋼板	Fe		C	Mn	P	S	Si	ボロンステルステンレス鋼板	B		Fe	C	Mn	Ni	P	水	H	1.0 g/cm ³	O	<p style="text-align: center;">知見の更新を図るため</p>
物質	元素	個数密度	備考																																																																									
二酸化ウラン	¹³⁵ U	[Redacted]	²³⁵ U濃縮度 5.0wt%																																																																									
	²³⁵ U																																																																											
	²³⁸ U																																																																											
ジルコニウム合金	Zr																																																																											
	Hf																																																																											
	Ni																																																																											
	Fe																																																																											
	C																																																																											
外筒鋼板	Fe																																																																											
	C																																																																											
	Mn																																																																											
	P																																																																											
	S																																																																											
	Si																																																																											
ボロンステルステンレス鋼板	B																																																																											
	Fe																																																																											
	C																																																																											
	Mn																																																																											
	Ni																																																																											
	P																																																																											
水	H	1.0 g/cm ³																																																																										
	O																																																																											
物質	元素	個数密度	備考																																																																									
二酸化ウラン	¹³⁵ U	[Redacted]	²³⁵ U濃縮度 5.0wt%																																																																									
	²³⁵ U																																																																											
	²³⁸ U																																																																											
ジルコニウム合金	Zr																																																																											
Hf																																																																												
Ni																																																																												
Fe																																																																												
C																																																																												
外筒鋼板	Fe																																																																											
	C																																																																											
	Mn																																																																											
	P																																																																											
	S																																																																											
	Si																																																																											
ボロンステルステンレス鋼板	B																																																																											
	Fe																																																																											
	C																																																																											
	Mn																																																																											
	Ni																																																																											
	P																																																																											
水	H	1.0 g/cm ³																																																																										
	O																																																																											

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																										
	<p style="text-align: center;">(ロ)一第E.3表 各領域の原子個数密度 (個/cm³, 10²⁴単位)</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>物質</th> <th>元素</th> <th>個数密度</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ポリエチレン 分子式: (C₂H₄)_n</td> <td>H C</td> <td rowspan="10" style="width: 100px;"></td> <td rowspan="10" style="width: 100px;"></td> </tr> <tr> <td>セルロース 分子式 (C₆H₁₀O₅)_n</td> <td>H C O</td> </tr> <tr> <td></td> <td>H C</td> </tr> <tr> <td></td> <td>N C F</td> </tr> <tr> <td></td> <td>F</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(ロ) - E - 7</p>	物質	元素	個数密度	備考	ポリエチレン 分子式: (C ₂ H ₄) _n	H C			セルロース 分子式 (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	H C O		H C		N C F		F											<p>知見の更新を図るため</p>
物質	元素	個数密度	備考																									
ポリエチレン 分子式: (C ₂ H ₄) _n	H C																											
セルロース 分子式 (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	H C O																											
	H C																											
	N C F																											
	F																											

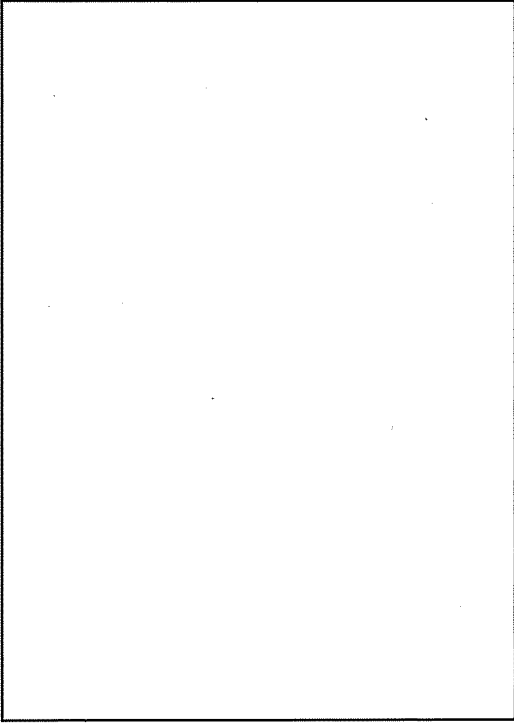
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前		変更後		備考
(ロ) 第 E. 4 表 臨界層条件と貯留容量				
燃料集合体 型	14×14 型	15×15 型	17×17 型	
容器割数	無限個	同左	同左	
燃料諸元	燃焼度: 5.0at% 断面寸法: 197mm×197mm 新しい諸元は、 (ロ) 第 E. 1 表を参照 2体/容器	燃焼度: 5.0at% 断面寸法: 214mm×214mm 新しい諸元は、 (ロ) 第 E. 1 表を参照 2体/容器	同左	
構造材	ボロンステンレス鋼板 容器外筒鋼板	同左	同左	
計算条件	1 側の容器の完全減速時で計 算、各方向それぞれ容器を無限 個並列	同左	同左	
結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(ロ) E. 9				
(ロ) 第 E. 4 表 臨界層条件と貯留容量				
燃料集合体 型	14×14 型	15×15 型	17×17 型	
容器割数	無限個	同左	同左	
燃料諸元	燃焼度: 5.0at% 断面寸法: 197mm×197mm 新しい諸元は、 (ロ) 第 E. 1 表を参照 2体/容器	燃焼度: 5.0at% 断面寸法: 214mm×214mm 新しい諸元は、 (ロ) 第 E. 1 表を参照 2体/容器	同左	
構造材	ボロンステンレス鋼板 ステンレス鋼板 鋼板 鋼板 容器外筒鋼板	同左	同左	
計算条件	1 側の容器の完全減速時で計 算、各方向それぞれ容器を無限 個並列	同左	同左	
結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(ロ) E. 8				
				知見の更新を図るため

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<div data-bbox="367 379 920 1034" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="497 1056 788 1077" data-label="Caption"> <p>(ロ) - 第E.1図 特別の試験条件下の計算形状</p> </div> <div data-bbox="595 1252 685 1273" data-label="Text"> <p>(ロ) - E-10</p> </div>	<div data-bbox="1093 379 1646 1125" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1169 1141 1612 1161" data-label="Caption"> <p>(ロ) - 第E.1図 特別の試験条件下の計算形状 特別の試験条件下の計算形状</p> </div> <div data-bbox="1348 1252 1438 1273" data-label="Text"> <p>(ロ) - E-9</p> </div>	<div data-bbox="1756 327 1966 347" data-label="Text"> <p>知見の更新を図るため</p> </div>


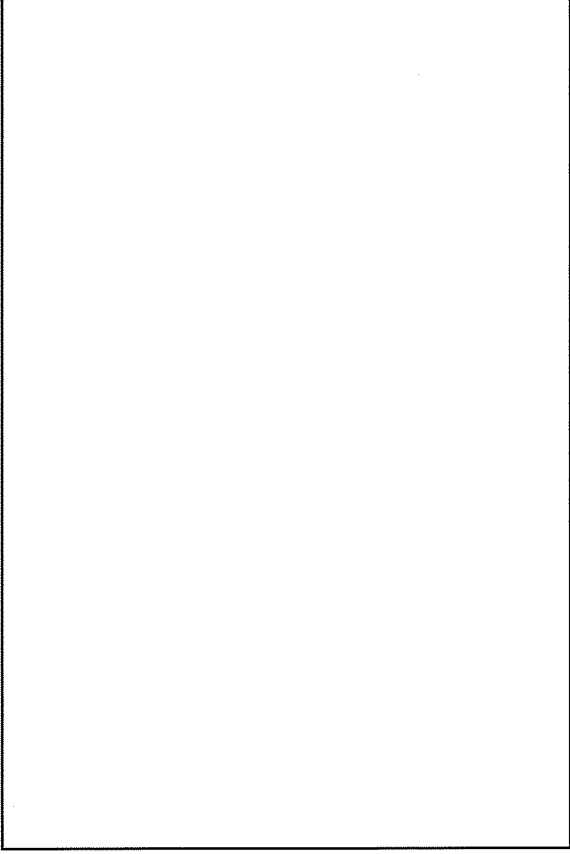
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1093 373 1648 1177" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 0 auto;">  <p data-bbox="1218 1145 1568 1165" style="text-align: center;">(ロ) 一第E. 2図 特別の試験条件下の計算形状(縦断面図)</p> </div> <p data-bbox="1352 1257 1433 1276" style="text-align: center;">(ロ) 一E-10</p>	<p data-bbox="1765 325 1966 351">知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<div data-bbox="533 400 748 783" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[SCALE ENDF/B-V 238群中性子断面値データ] --> B[BOXAMI (共輪処理)] B --> C[KENO-V.a (臨界計算)] </pre> </div> <p data-bbox="539 930 748 948">(ロ) - 第E.5図 臨界計算の流れ</p> <p data-bbox="600 1257 683 1275">(ロ) - E-14</p>	<div data-bbox="1093 371 1693 1054" data-label="Diagram"> <pre> graph TD subgraph Inputs I1[燃料集合体 仕 種] I2[種 類 幅 度] I3[輸 送 物 仕 様 材 質 燃料集合体取納体数] I4[輸 送 物 臨界解条件] I5[内部実密度 燃料集合体取納配置 輸送物配列] end I1 --> J[SCALE コードシステム] I2 --> J I3 --> J I4 --> J I5 --> J J --> K[中性子断面値 ライブラリ] J --> L[ENDF/B-VIに基づく 連続エネルギー 断面値ライブラリ] K --> M[解 析 モデル] L --> M M --> N[臨界解析モデル] N --> O[臨 界 解 析] O --> P[臨界解析コード(KENO-VI)] P --> Q[評 価 項 目] Q --> R[中性子実効増倍率] R --> S[評 価] S --> T[中性子実効増倍率0.95以下] </pre> </div> <p data-bbox="1294 1118 1503 1136">(ロ) - 第E.6図 臨界計算の流れ</p> <p data-bbox="1355 1257 1438 1275">(ロ) - E-14</p>	<p data-bbox="1765 328 1973 346">知見の更新を図るため</p>

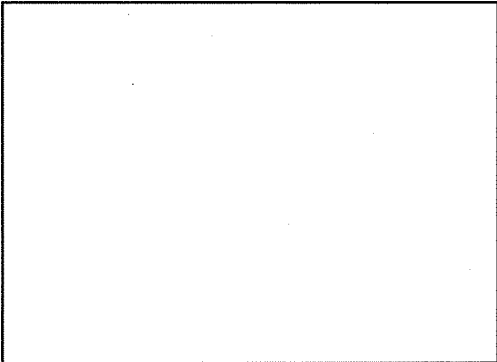
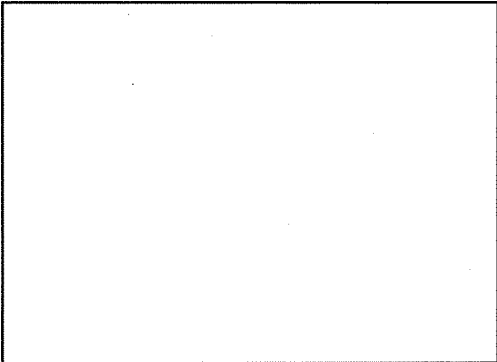
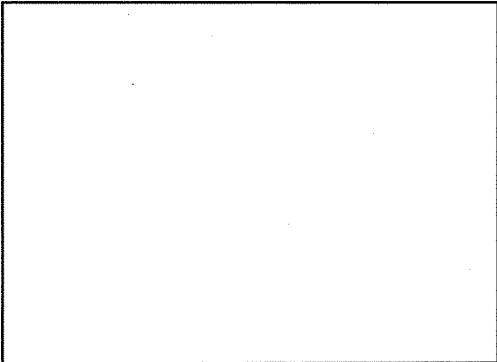
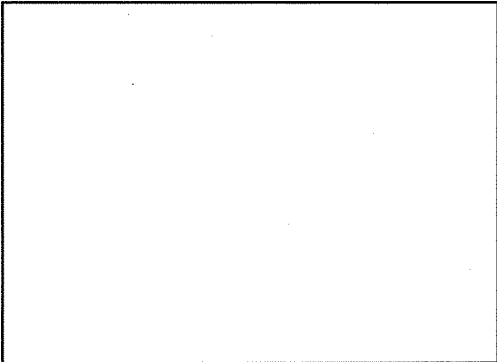
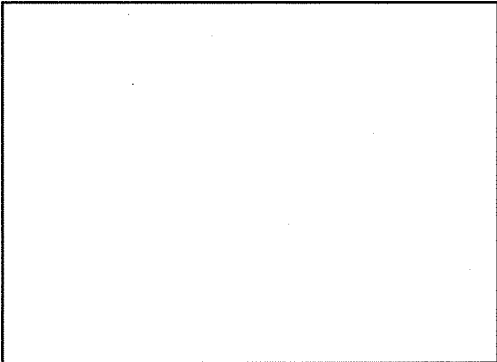
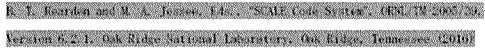
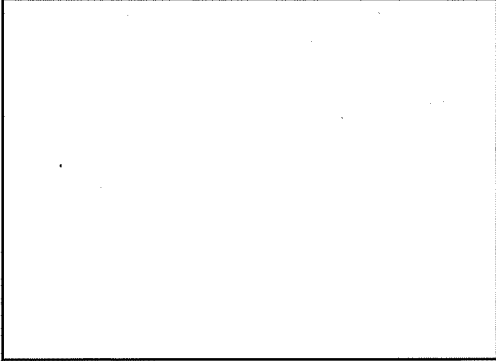
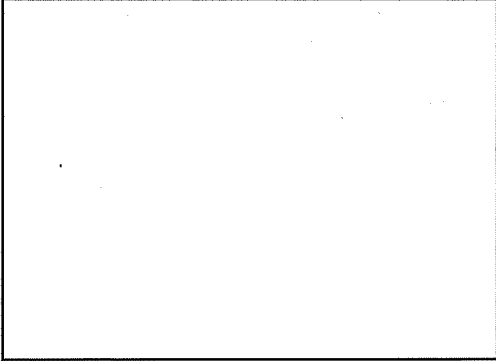
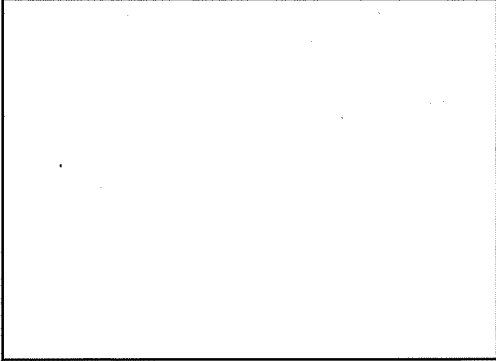
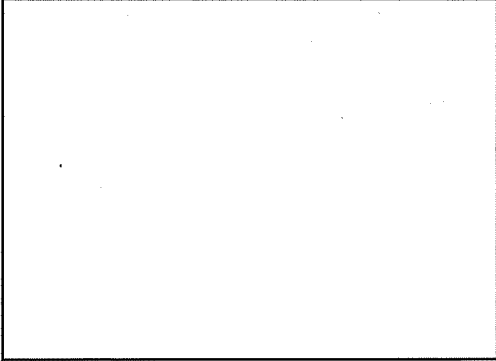
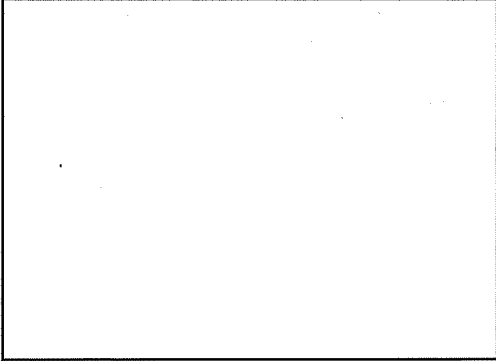
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p data-bbox="443 379 837 399">(ロ) - 第 E. 6 表 臨界実験に用いられた材料の密度と原子個数密度</p>  <p data-bbox="600 1257 680 1276">(ロ) - E-17</p>	<p data-bbox="1196 379 1590 399">(ロ) - 第 E. 6 表 臨界実験に用いられた材料の密度と原子個数密度</p>  <p data-bbox="1359 1257 1440 1276">(ロ) - E-17</p>	<p data-bbox="1765 328 1966 347">知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																
<p data-bbox="517 379 757 399">(ロ) - 第E. 7表 臨界実験解析の結果</p> <table border="1" data-bbox="528 403 757 520"> <thead> <tr> <th data-bbox="528 403 622 422">ケース</th> <th data-bbox="622 403 757 422">K_{crit} ± σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="528 422 622 459">□</td> <td data-bbox="622 422 757 459">0.995 ± 0.001</td> </tr> <tr> <td data-bbox="528 459 622 496">□</td> <td data-bbox="622 459 757 496">0.993 ± 0.001</td> </tr> <tr> <td data-bbox="528 496 622 520">□</td> <td data-bbox="622 496 757 520">0.998 ± 0.001</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="600 1257 680 1273">(ロ) - E - 15</p>	ケース	K _{crit} ± σ	□	0.995 ± 0.001	□	0.993 ± 0.001	□	0.998 ± 0.001	<p data-bbox="1274 379 1514 399">(ロ) - 第E. 7表 臨界実験解析の結果</p> <table border="1" data-bbox="1285 403 1514 520"> <thead> <tr> <th data-bbox="1285 403 1379 422">ケース</th> <th data-bbox="1379 403 1514 422">K_{crit} ± σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1285 422 1379 459">□</td> <td data-bbox="1379 422 1514 459">0.9945 ± 0.00029</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1285 459 1379 496">□</td> <td data-bbox="1379 459 1514 496">0.9953 ± 0.00047</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1285 496 1379 520">□</td> <td data-bbox="1379 496 1514 520">0.9947 ± 0.00038</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1357 1257 1438 1273">(ロ) - E - 16</p>	ケース	K _{crit} ± σ	□	0.9945 ± 0.00029	□	0.9953 ± 0.00047	□	0.9947 ± 0.00038	<p data-bbox="1760 328 1962 347">知見の更新を図るため</p>
ケース	K _{crit} ± σ																	
□	0.995 ± 0.001																	
□	0.993 ± 0.001																	
□	0.998 ± 0.001																	
ケース	K _{crit} ± σ																	
□	0.9945 ± 0.00029																	
□	0.9953 ± 0.00047																	
□	0.9947 ± 0.00038																	

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>E.7 付録書項</p> <p>E.7.1 参考文献</p> <p>[1] "SCALE: A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation," NUREG/CR-0200, Rev. 6 (ORNL/NUREG/CSD-2/R6), Vols. I, II, and III (1999).</p> <p>[2] L.M.Petrie and N.F.Landers, "KENO V.a: AN IMPROVED MONTE CARLO CRITICALITY PROGRAM WITH SUPER GROUPING," NUREG/CR-0200, Rev. 6, Vol. 2, Sec. F11 (ORNL/NUREG/CSD-2/R6) (1998).</p> <p>[3] W.C.Jordan and S.M.Bowman, "SCALE CROSS-SECTION LIBRARIES," NUREG/CR-0200, Rev. 6, Vol. 3, Sec. M1 (ORNL/NUREG/CSD-2/V3/R6) (1998).</p> <p>[4] M.N.Greene, "BOYAMI: RESONANCE SELF-SHIELDING BY THE BONDARENKO METHOD," NUREG/CR-0260, Rev. 6, Vol. 2, Sec. F1 (ORNL/NUREG/CSD-2/V2/R6) (1998).</p> <p>[5] </p> <p>[6] </p> <p>[7] </p> <p>[8] </p> <p>[9] </p> <p>[10] J.T.Thomas, Ed. "Nuclear Safety Guide TID-7016 Rev.2" NUREG/CR-0995 (1978)</p> <p>(注) - E - 22</p>	<p>E.7 付録書項</p> <p>E.7.1 参考文献</p> <p>[1]  Version 6.2.1, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee (2010)</p> <p>[2] </p> <p>[3] </p> <p>[4] </p> <p>[5] </p> <p>[6] </p> <p>(注) - E - 22</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>E.7.2 KENO-V.0 コード</p> <p>KENO-V.0 は米国オークリッジ国立研究所で開発された多群モンテカルロ法に基づく計算コードであり、濃縮な体系の中性子増倍率の計算を行うことができる。</p> <p>本コードでは中性子飛程履歴において中性子の確率的な重みが吸収率に応じて減少してゆくものとして取り扱われる。中性子の消滅は、中性子の重みがある値以下になった時、ロシアンルーレットにより決定される。中生子の実効増倍係数 k_{eff} は次式により計算される。</p> $k_{eff} = \frac{\sum_{i,j} \sum_{l} W T_{ij} \nu \Sigma_f}{\sum_{i,j} W T_{ij} \Sigma_t}$ <p>ただし、</p> <ul style="list-style-type: none"> NPB : 1回のバッチで発生する中生子数 NCOLL : 中生子の衝突回数 WT_{ij} : 核分裂が起こったとき中生子の持っていた重み W_{0j} : 発生中生子が持っていた重み ν : 1回の核分裂で発生する中生子数 Σ_f : 巨視的核分裂断面積 Σ_t : 巨視的全断面積 <p>(ロ) - E - 23</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	ロ章 F 核燃料輸送物の経年変化の考慮	法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1102 384 1666 1198" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>(ロ)ーF、核燃料輸送物の経年変化の考慮</p> <p>F.1 考慮すべき経年変化要因</p> <p>本章では、本輸送物について使用を予定する期間中に想定される使用状況及びそれに伴う経年変化について考慮する。本輸送容器の使用予定期間は60年程度であり、輸送頻度は年6回程度で使用期間を通しての輸送予定回数は計360回、また1回の輸送期間(運搬)は通常数日から1ヶ月程度である。</p> <p>本輸送物の使用期間中に想定される経年変化の要因としては、容器保管中や使用中における温度変化(熱)、収納物から発生する放射線、腐食等の化学変化及び繰り返し応力が生じることによる疲労が考えられる。そこで、これらの経年変化を生じさせる要因について、本輸送容器の構成部品に関して評価を実施する。</p> <p>熱、放射線、化学変化の評価においては、使用予定より保守的な条件として60年の連続使用を考慮する。また、疲労の評価において、吊上げ部を有する容器本体については使用計画回数を保守的に以下のとおりとする。</p> <p>使用計画回数：輸送容器使用期間×輸送回数×吊り上げ回数</p> <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送容器使用期間：60年 ・輸送回数：6回/年 ・吊り上げ回数：15回/輸送(輸送物の標準的な取扱いとして想定される吊り上げ回数に、保守・点検等を含め設定) <p>上記を踏まえて、評価は使用計画回数=60×6×15=5400回を包絡する6000回で行った。</p> <p>その他の部位については内圧による応力を考慮して、応力発生回数を保守的に以下のとおりとする。</p> <p>応力発生回数：輸送容器使用期間×輸送回数×輸送期間</p> <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送期間：30日/回(数日から1ヶ月程度を保守側に設定) </div> <p style="text-align: center;">(ロ)ーF-1</p>	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1115 379 1682 464" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>上記を踏まえ、評価は応力発生回数=60×6×30=10800回を包絡する12000回で行った。</p> </div> <div data-bbox="1352 1257 1429 1278" style="text-align: center; margin-top: 200px;"> <p>(ロ)－F－2</p> </div>	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																	
	<p data-bbox="1104 391 1435 408">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 data-bbox="1104 421 1648 469">経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品として、安全機能を担う構成部品とその使用材料を下記に示す。</p> <table border="1" data-bbox="1120 507 1639 877"> <thead> <tr> <th>輸送容器の構成部品</th> <th>材料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>クロスフレーム (スキン)</td> <td>ボロステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>上蓋 (外筒、ドームプレート、内筒、フランジ、ブラケット、締付ボルト)</td> <td rowspan="4">炭素鋼、合金鋼</td> </tr> <tr> <td>下部容器 (外筒、ドームプレート、内筒、フランジ、ショックマウント取付板、リップ)</td> </tr> <tr> <td>ショックマウントフレーム (サイドレール、クロスチューブ)</td> </tr> <tr> <td>クロスフレーム (トップフレーム、ボトムフレーム、クロスチューブ、ユニバーチャネル)</td> </tr> <tr> <td>クロスフレーム (クランピングフレーム、支持格子用パッド、支持格子押さボルト、ジャッキスクリュー、固定棒、ボトムサポート、アタスル)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ショックマウント</td> <td>ゴム</td> </tr> <tr> <td>クロスフレーム (クッション)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>緩衝材</td> <td>木材</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1104 887 1648 935">クロスピンについては定期的に新しいものと取替えるため、またリングについては輸送容器の安全性能を担保していないことから、経年変化考慮の対象外である。</p> <p data-bbox="1104 979 1648 1027">以上より、輸送容器において経年変化の考慮の必要性を評価する材料は下記の5つである。</p> <ul data-bbox="1137 1040 1473 1152" style="list-style-type: none"> ・ボロステンレス鋼 ・炭素鋼、合金鋼 ・ゴム ・木材 <p data-bbox="1104 1161 1648 1209">以下に、各材料の経年変化の考慮の必要性について、熱、放射線、化学変化及び疲労の観点から示す。</p> <p data-bbox="1344 1257 1422 1275">(ロ)F-3</p>	輸送容器の構成部品	材料	クロスフレーム (スキン)	ボロステンレス鋼	上蓋 (外筒、ドームプレート、内筒、フランジ、ブラケット、締付ボルト)	炭素鋼、合金鋼	下部容器 (外筒、ドームプレート、内筒、フランジ、ショックマウント取付板、リップ)	ショックマウントフレーム (サイドレール、クロスチューブ)	クロスフレーム (トップフレーム、ボトムフレーム、クロスチューブ、ユニバーチャネル)	クロスフレーム (クランピングフレーム、支持格子用パッド、支持格子押さボルト、ジャッキスクリュー、固定棒、ボトムサポート、アタスル)		ショックマウント	ゴム	クロスフレーム (クッション)		緩衝材	木材	<p data-bbox="1758 331 2083 403">法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
輸送容器の構成部品	材料																		
クロスフレーム (スキン)	ボロステンレス鋼																		
上蓋 (外筒、ドームプレート、内筒、フランジ、ブラケット、締付ボルト)	炭素鋼、合金鋼																		
下部容器 (外筒、ドームプレート、内筒、フランジ、ショックマウント取付板、リップ)																			
ショックマウントフレーム (サイドレール、クロスチューブ)																			
クロスフレーム (トップフレーム、ボトムフレーム、クロスチューブ、ユニバーチャネル)																			
クロスフレーム (クランピングフレーム、支持格子用パッド、支持格子押さボルト、ジャッキスクリュー、固定棒、ボトムサポート、アタスル)																			
ショックマウント	ゴム																		
クロスフレーム (クッション)																			
緩衝材	木材																		

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考														
	<p>(D)ボロステンレス鋼</p> <p>ボロステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)二第F.1表に示す。</p> <p>(ロ)一第F.1表 ボロステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性 (1/2)</p> <table border="1" data-bbox="1064 502 1668 1157"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th>経年変化の考慮の必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">ボロステンレス鋼</td> <td>熱</td> <td>使用期間中に想定されるボロステンレス鋼の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度はステンレス鋼の融点(K)の三分の一である280℃であり、運転中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮にボロステンレス鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td>収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による材料の脆化等の経年劣化の影響は受けない。また、含有されるボロンの量は有意に低下しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td>化学</td> <td>ボロステンレス鋼は材料の表面に不動酸膜を形成することから腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で、腐食が確認された場合は補修又は交換する。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> </tbody> </table> <p>(ロ)一F-4</p>	材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性	ボロステンレス鋼	熱	使用期間中に想定されるボロステンレス鋼の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度はステンレス鋼の融点(K)の三分の一である280℃であり、運転中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮にボロステンレス鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による材料の脆化等の経年劣化の影響は受けない。また、含有されるボロンの量は有意に低下しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	化学	ボロステンレス鋼は材料の表面に不動酸膜を形成することから腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で、腐食が確認された場合は補修又は交換する。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性													
ボロステンレス鋼	熱	使用期間中に想定されるボロステンレス鋼の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度はステンレス鋼の融点(K)の三分の一である280℃であり、運転中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮にボロステンレス鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し													
	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による材料の脆化等の経年劣化の影響は受けない。また、含有されるボロンの量は有意に低下しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し													
	化学	ボロステンレス鋼は材料の表面に不動酸膜を形成することから腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で、腐食が確認された場合は補修又は交換する。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し													

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考								
	<p style="text-align: center;">(ロ) ー 第 F.1 表 ボロステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性 (3/2)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th data-bbox="1070 411 1144 475">材料</th> <th data-bbox="1144 411 1211 475">経年変化 要因</th> <th data-bbox="1211 411 1585 475">経年変化の考慮の 必要性の検討</th> <th data-bbox="1585 411 1659 475">経年変化 の考慮の 必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1070 475 1144 571">ボロステン レス 鋼</td> <td data-bbox="1144 475 1211 571">疲労</td> <td data-bbox="1211 475 1585 571">構造部材として用いられていないため発生応力のごく小さい。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td data-bbox="1585 475 1659 571">無し</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(ロ)ー F-5</p>	材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の 必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性	ボロステン レス 鋼	疲労	構造部材として用いられていないため発生応力のごく小さい。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の 必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性							
ボロステン レス 鋼	疲労	構造部材として用いられていないため発生応力のごく小さい。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し							

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																
	<p>(2)炭素鋼・合金鋼</p> <p>炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)一第F.2表に示す。</p> <p>(ロ)一第F.2表 炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性 (1/2)</p> <table border="1" data-bbox="1064 502 1680 1157"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th>経年変化の考慮の必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炭素鋼・合金鋼</td> <td>熱</td> <td>使用期間中に想定される炭素鋼・合金鋼の温度範囲である-20℃から73℃(ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度は低合金鋼の融点(K)の三分の一である300℃であり、運転中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮に炭素鋼・合金鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、使用期間に想定される温度範囲においては組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>放射線</td> <td>収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>化学</td> <td>炭素鋼は防錆処置として塗装を施し、ボルトに用いる炭素鋼と合金鋼には防錆潤滑剤を塗布して使用していることから、腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で異常が確認された場合には補修又は交換する。さらに、発進前検査で外観に異常がないことを確認している。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> </tbody> </table> <p>(ロ)一F-6</p>	材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性	炭素鋼・合金鋼	熱	使用期間中に想定される炭素鋼・合金鋼の温度範囲である-20℃から73℃(ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度は低合金鋼の融点(K)の三分の一である300℃であり、運転中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮に炭素鋼・合金鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、使用期間に想定される温度範囲においては組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し		放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し		化学	炭素鋼は防錆処置として塗装を施し、ボルトに用いる炭素鋼と合金鋼には防錆潤滑剤を塗布して使用していることから、腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で異常が確認された場合には補修又は交換する。さらに、発進前検査で外観に異常がないことを確認している。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性															
炭素鋼・合金鋼	熱	使用期間中に想定される炭素鋼・合金鋼の温度範囲である-20℃から73℃(ロ)B.4.2参照)までを考慮する。クリープの影響を受ける温度は低合金鋼の融点(K)の三分の一である300℃であり、運転中に予想される最高温度(73℃)と比較して十分に高いことから、仮に炭素鋼・合金鋼を使用期間中、継続して上記温度環境下に置いた場合でも、使用期間に想定される温度範囲においては組織変化、クリープ、割れ等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し															
	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、中性子線源は無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し															
	化学	炭素鋼は防錆処置として塗装を施し、ボルトに用いる炭素鋼と合金鋼には防錆潤滑剤を塗布して使用していることから、腐食は発生しにくい。また、定期自主検査の外観検査で異常が確認された場合には補修又は交換する。さらに、発進前検査で外観に異常がないことを確認している。このため、使用期間内に腐食等の経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し															

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考								
	<div data-bbox="1064 379 1675 715" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">(ロ) 一 第 F.2 表 炭素鋼・合金鋼の経年変化の考慮の必要性 (2/2)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">材料</th> <th style="width: 10%;">経年変化 要因</th> <th style="width: 70%;">経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th style="width: 10%;">経年変化 の考慮の 必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炭素鋼・ 合金鋼</td> <td>疲労</td> <td>外筒やブラケットにおいて、吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により繰り返し応力が発生するため、経年変化についての考慮が必要となる。 吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により外筒やブラケットに発生する応力の繰り返し回数を、F.1で示したとおり保守側に設定した使用回数に基づいて疲労評価を行う ((ロ)A.10.9 参照)。</td> <td>有り</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">(ロ) - F-7</p>	材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性	炭素鋼・ 合金鋼	疲労	外筒やブラケットにおいて、吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により繰り返し応力が発生するため、経年変化についての考慮が必要となる。 吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により外筒やブラケットに発生する応力の繰り返し回数を、F.1で示したとおり保守側に設定した使用回数に基づいて疲労評価を行う ((ロ)A.10.9 参照)。	有り	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性							
炭素鋼・ 合金鋼	疲労	外筒やブラケットにおいて、吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により繰り返し応力が発生するため、経年変化についての考慮が必要となる。 吊上げ荷重や温度変化による内外圧力差により外筒やブラケットに発生する応力の繰り返し回数を、F.1で示したとおり保守側に設定した使用回数に基づいて疲労評価を行う ((ロ)A.10.9 参照)。	有り							

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																
	<p>(3) ゴム []</p> <p>ゴム [] の経年変化の考慮の必要性について、(ロ) 一第F.3表に示す。</p> <p>(ロ) 一第F.3表 ゴム [] の経年変化の考慮の必要性(1/2)</p> <table border="1" data-bbox="1057 550 1662 1236"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th>経年変化の考慮の必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム []</td> <td>熱</td> <td>使用期間中に想定されるゴム [] の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。運転中に予想される温度はA.4.2に示す使用可能温度範囲であり熱劣化は生じないが、熱影響により応力緩和が生じ防振機構部の保持位置が低くなることが想定されることから、臨界・遮蔽上の安全機能への有意な影響がないことを確認している。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>放射線</td> <td>収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>化学</td> <td>金属材料と異なり腐食等は発生しないが、空気中に含まれるオゾン等により酸化¹⁾し、若干硬化することが予想される。そのため落下評価においてショックマウント [] ゴム)の硬化が衝撃荷重評価に影響する可能性がある。クッション材 [] ゴム)は燃料集合体のあて衛防止目的であるため、若干の硬化が生じても機能に影響しない。以上のことから、落下評価に対するショックマウントの硬化影響を考慮する必要があり、その影響を確認する。(ロ)A.10.12参照。</td> <td>有り</td> </tr> </tbody> </table> <p>(ロ) F-8</p>	材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性	ゴム []	熱	使用期間中に想定されるゴム [] の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。運転中に予想される温度はA.4.2に示す使用可能温度範囲であり熱劣化は生じないが、熱影響により応力緩和が生じ防振機構部の保持位置が低くなることが想定されることから、臨界・遮蔽上の安全機能への有意な影響がないことを確認している。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し		放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し		化学	金属材料と異なり腐食等は発生しないが、空気中に含まれるオゾン等により酸化 ¹⁾ し、若干硬化することが予想される。そのため落下評価においてショックマウント [] ゴム)の硬化が衝撃荷重評価に影響する可能性がある。クッション材 [] ゴム)は燃料集合体のあて衛防止目的であるため、若干の硬化が生じても機能に影響しない。以上のことから、落下評価に対するショックマウントの硬化影響を考慮する必要があり、その影響を確認する。(ロ)A.10.12参照。	有り	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性															
ゴム []	熱	使用期間中に想定されるゴム [] の温度範囲である-20℃から73℃((ロ)B.4.2参照)までを考慮する。運転中に予想される温度はA.4.2に示す使用可能温度範囲であり熱劣化は生じないが、熱影響により応力緩和が生じ防振機構部の保持位置が低くなることが想定されることから、臨界・遮蔽上の安全機能への有意な影響がないことを確認している。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し															
	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し															
	化学	金属材料と異なり腐食等は発生しないが、空気中に含まれるオゾン等により酸化 ¹⁾ し、若干硬化することが予想される。そのため落下評価においてショックマウント [] ゴム)の硬化が衝撃荷重評価に影響する可能性がある。クッション材 [] ゴム)は燃料集合体のあて衛防止目的であるため、若干の硬化が生じても機能に影響しない。以上のことから、落下評価に対するショックマウントの硬化影響を考慮する必要があり、その影響を確認する。(ロ)A.10.12参照。	有り															

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考								
	<div data-bbox="1061 379 1675 734" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">(ロ) - 第 F.3 表 ゴム () の経年変化の考慮 の必要性 (2/2)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">材料</th> <th style="width: 10%;">経年変化 要因</th> <th style="width: 60%;">経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th style="width: 20%;">経年変化 の考慮の 必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム <input type="checkbox"/></td> <td>疲労</td> <td>定期的な点検により劣化状況を確認するとともに交換すること で維持しているので、疲労による経年変化を防止する。以 上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の 考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">(ロ) - F-9</p>	材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性	ゴム <input type="checkbox"/>	疲労	定期的な点検により劣化状況を確認するとともに交換すること で維持しているので、疲労による経年変化を防止する。以 上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の 考慮は必要ない。	無し	<p>法令改正内容及び申請手続ガイド に従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化 要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化 の考慮の 必要性							
ゴム <input type="checkbox"/>	疲労	定期的な点検により劣化状況を確認するとともに交換すること で維持しているので、疲労による経年変化を防止する。以 上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の 考慮は必要ない。	無し							

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考								
	<p>(4) 木材 木材の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)ー第F.4表に示す。</p> <p>(ロ)ー第F.4表 木材の経年変化の考慮の必要性 (1/2)</p> <table border="1" data-bbox="1059 504 1659 1011"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th>経年変化の考慮の必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>木材 (<input type="checkbox"/>)</td> <td>熱</td> <td>使用期間中に想定される木材の温度範囲は、熱解析で算出した容器の温度と同等の 73℃((ロ)B.4.2 参照)までを考慮する。高温環境下では熱による強度低下が考えられ、木材温度が 200℃に達すると木材の熱分解が進む^(注)との文献が確認できたものの、直接参照できる文献は乏しい状況にある。一方で、緩衝材として木材が広く使用されていることを踏まえ、現在国内事業者が使用又は使用予定の輸送容器について、これまでの実輸送時の条件をもとに取納物による設計上の最大入熱を考慮した輸送容器の緩衝材の平均温度を評価した結果、約 40～70℃程度であること、使用済燃料輸送実績のある輸送容器を廃棄する際に採取した木材の圧潰強度及び密度測定の結果、木材の衝撃吸収性能は健全であり性能劣化はなかった^(注)こと、また本輸送物の取納物が発熱しないことから、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。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> </tbody> </table> <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」</p> <p>(ロ)ーF-10</p>	材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性	木材 (<input type="checkbox"/>)	熱	使用期間中に想定される木材の温度範囲は、熱解析で算出した容器の温度と同等の 73℃((ロ)B.4.2 参照)までを考慮する。高温環境下では熱による強度低下が考えられ、木材温度が 200℃に達すると木材の熱分解が進む ^(注) との文献が確認できたものの、直接参照できる文献は乏しい状況にある。一方で、緩衝材として木材が広く使用されていることを踏まえ、現在国内事業者が使用又は使用予定の輸送容器について、これまでの実輸送時の条件をもとに取納物による設計上の最大入熱を考慮した輸送容器の緩衝材の平均温度を評価した結果、約 40～70℃程度であること、使用済燃料輸送実績のある輸送容器を廃棄する際に採取した木材の圧潰強度及び密度測定の結果、木材の衝撃吸収性能は健全であり性能劣化はなかった ^(注) こと、また本輸送物の取納物が発熱しないことから、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。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性							
木材 (<input type="checkbox"/>)	熱	使用期間中に想定される木材の温度範囲は、熱解析で算出した容器の温度と同等の 73℃((ロ)B.4.2 参照)までを考慮する。高温環境下では熱による強度低下が考えられ、木材温度が 200℃に達すると木材の熱分解が進む ^(注) との文献が確認できたものの、直接参照できる文献は乏しい状況にある。一方で、緩衝材として木材が広く使用されていることを踏まえ、現在国内事業者が使用又は使用予定の輸送容器について、これまでの実輸送時の条件をもとに取納物による設計上の最大入熱を考慮した輸送容器の緩衝材の平均温度を評価した結果、約 40～70℃程度であること、使用済燃料輸送実績のある輸送容器を廃棄する際に採取した木材の圧潰強度及び密度測定の結果、木材の衝撃吸収性能は健全であり性能劣化はなかった ^(注) こと、また本輸送物の取納物が発熱しないことから、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。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し							

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考														
	<p style="text-align: center;">(ロ) ー 第 F.4 表 木材の経年変化の考慮の必要性 (2/2)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>経年変化要因</th> <th>経年変化の考慮の必要性の検討</th> <th>経年変化の考慮の必要性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">木材</td> <td>放射線</td> <td>収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td>化学</td> <td>緩衝材の充填空間は炭素鋼製の外筒や内筒等に覆われた閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐朽による経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> <tr> <td>疲労</td> <td>木材の使用箇所には、内外圧差や取扱いに起因する応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。</td> <td>無し</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(ロ)ー F-11</p>	材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性	木材	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	化学	緩衝材の充填空間は炭素鋼製の外筒や内筒等に覆われた閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐朽による経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	疲労	木材の使用箇所には、内外圧差や取扱いに起因する応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
材料	経年変化要因	経年変化の考慮の必要性の検討	経年変化の考慮の必要性													
木材	放射線	収納物は新燃料で人が接近可能な程度の放射線強度であり、ガンマ線源は小さく、中性子線源も無視しうることから照射による経年劣化の影響は受けない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し													
	化学	緩衝材の充填空間は炭素鋼製の外筒や内筒等に覆われた閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐朽による経年変化の影響は受けない。 以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し													
	疲労	木材の使用箇所には、内外圧差や取扱いに起因する応力が生じないため、疲労による経年変化は発生しない。以上のことから技術基準への適合性を評価する上で経年変化の考慮は必要ない。	無し													

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1093 360 1675 906" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>F.3 安全解析における経年変化の考慮内容</p> <p>前節に示した通り、本輸送物に係る安全機能を担う構成部品の材料を対象に、経年変化の考慮の必要性について評価を行った。</p> <p>ステンレス鋼、炭素鋼・合金鋼、木材については、技術基準への適合性を評価する上で使用期間中の経年変化を考慮する必要がないことを確認した。</p> <p>炭素鋼・合金鋼については熱、放射線、化学変化において、またゴムについては定期交換を踏まえ、熱、放射線、疲労において、技術基準への適合性を評価する上で使用期間中の経年変化を考慮する必要がないことを確認した。</p> <p>炭素鋼製の外筒や合金鋼製のボルトについては、吊り上げや内外圧力差によって繰り返し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最も厳しい応力条件、かつ、保守的な繰り返し回数を考慮した上で吊り上げと内外圧力差による疲労を評価したところ、使用期間において疲労破壊は発生せず、輸送物が規則に定める技術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。</p> <p>ショックマウントに使用する ゴムについては、空気中に含まれるオゾン等により酸化し若干硬化する経年変化を考慮する必要がある。ショックマウントの硬化影響を考慮した上で、衝撃加速度を評価した結果、最も余裕率の小さい燃料被覆管においても構造健全性は維持され、輸送物が規則に定める技術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。</p> </div> <p style="text-align: center;">(ロ)－F－12</p>	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1077 363 1686 523" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>参考文献</p> <p>(1) 大武義人, 「ゴム・プラスチック材料のトラブルと対策－劣化と材料選択－」, 日刊工業新聞社, (2010).</p> <p>(2) 岡野健, 祖父江信夫, 「木材科学ハンドブック」, 朝倉書店, (2006).</p> </div> <p data-bbox="1339 1257 1429 1278">(ロ) - F - 13</p>	<p data-bbox="1765 331 2085 405">法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(ロ) - F 規則及び告示に対する適合性の評価</p> <p>本輸送物の設計が規則及び告示に定める技術基準に対し適合していることの評価を別表に示す。</p> <p>(ロ) - F - 1</p>	<p>(ロ) - G 外運規則及び外運船告示に対する適合性の評価</p> <p>本輸送物の設計が「<u>積荷(貨物)等の工機又は作業所の外における運搬に関する規則</u>」(以下「<u>外運規則</u>」)第3条、第5条及び第7条に該当する技術上の基準及び「<u>積荷(貨物)等の工機又は作業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る項目等を定める告示</u>」(以下「<u>外運船告示</u>」)に定める技術基準に対し適合していることの評価を別表に示す。</p> <p>(ロ) - G - 1</p>	<p>記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																																																																																																																																																	
	<div data-bbox="1093 359 1630 1244" data-label="Table"> <p> 附 記 知事 申請書類類及び申請書類の提出に係る取扱いの趣旨 申請書類類及び申請書類の提出に係る取扱いの趣旨 </p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1099 1166 1122 1241">申請の項目</th> <th data-bbox="1099 1091 1122 1161">告示の項目</th> <th data-bbox="1099 879 1122 1082">章</th> <th data-bbox="1099 783 1122 874">説 明</th> <th data-bbox="1099 359 1122 778">申請書の提出に係る取扱い</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1122 1166 1144 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1122 1091 1144 1161"></td> <td data-bbox="1122 879 1144 1082"></td> <td data-bbox="1122 783 1144 874"></td> <td data-bbox="1122 359 1144 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1144 1166 1167 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1144 1091 1167 1161"></td> <td data-bbox="1144 879 1167 1082"></td> <td data-bbox="1144 783 1167 874"></td> <td data-bbox="1144 359 1167 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1167 1166 1189 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1167 1091 1189 1161"></td> <td data-bbox="1167 879 1189 1082"></td> <td data-bbox="1167 783 1189 874"></td> <td data-bbox="1167 359 1189 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1189 1166 1211 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1189 1091 1211 1161"></td> <td data-bbox="1189 879 1211 1082"></td> <td data-bbox="1189 783 1211 874"></td> <td data-bbox="1189 359 1211 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1211 1166 1234 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1211 1091 1234 1161"></td> <td data-bbox="1211 879 1234 1082"></td> <td data-bbox="1211 783 1234 874"></td> <td data-bbox="1211 359 1234 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1234 1166 1256 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1234 1091 1256 1161"></td> <td data-bbox="1234 879 1256 1082"></td> <td data-bbox="1234 783 1256 874"></td> <td data-bbox="1234 359 1256 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1256 1166 1279 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1256 1091 1279 1161"></td> <td data-bbox="1256 879 1279 1082"></td> <td data-bbox="1256 783 1279 874"></td> <td data-bbox="1256 359 1279 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1279 1166 1301 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1279 1091 1301 1161"></td> <td data-bbox="1279 879 1301 1082"></td> <td data-bbox="1279 783 1301 874"></td> <td data-bbox="1279 359 1301 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1301 1166 1323 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1301 1091 1323 1161"></td> <td data-bbox="1301 879 1323 1082"></td> <td data-bbox="1301 783 1323 874"></td> <td data-bbox="1301 359 1323 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1323 1166 1346 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1323 1091 1346 1161"></td> <td data-bbox="1323 879 1346 1082"></td> <td data-bbox="1323 783 1346 874"></td> <td data-bbox="1323 359 1346 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1346 1166 1368 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1346 1091 1368 1161"></td> <td data-bbox="1346 879 1368 1082"></td> <td data-bbox="1346 783 1368 874"></td> <td data-bbox="1346 359 1368 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1368 1166 1391 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1368 1091 1391 1161"></td> <td data-bbox="1368 879 1391 1082"></td> <td data-bbox="1368 783 1391 874"></td> <td data-bbox="1368 359 1391 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1391 1166 1413 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1391 1091 1413 1161"></td> <td data-bbox="1391 879 1413 1082"></td> <td data-bbox="1391 783 1413 874"></td> <td data-bbox="1391 359 1413 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1413 1166 1435 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1413 1091 1435 1161"></td> <td data-bbox="1413 879 1435 1082"></td> <td data-bbox="1413 783 1435 874"></td> <td data-bbox="1413 359 1435 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1435 1166 1458 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1435 1091 1458 1161"></td> <td data-bbox="1435 879 1458 1082"></td> <td data-bbox="1435 783 1458 874"></td> <td data-bbox="1435 359 1458 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1458 1166 1480 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1458 1091 1480 1161"></td> <td data-bbox="1458 879 1480 1082"></td> <td data-bbox="1458 783 1480 874"></td> <td data-bbox="1458 359 1480 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1480 1166 1503 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1480 1091 1503 1161"></td> <td data-bbox="1480 879 1503 1082"></td> <td data-bbox="1480 783 1503 874"></td> <td data-bbox="1480 359 1503 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1503 1166 1525 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1503 1091 1525 1161"></td> <td data-bbox="1503 879 1525 1082"></td> <td data-bbox="1503 783 1525 874"></td> <td data-bbox="1503 359 1525 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1525 1166 1547 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1525 1091 1547 1161"></td> <td data-bbox="1525 879 1547 1082"></td> <td data-bbox="1525 783 1547 874"></td> <td data-bbox="1525 359 1547 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1547 1166 1570 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1547 1091 1570 1161"></td> <td data-bbox="1547 879 1570 1082"></td> <td data-bbox="1547 783 1570 874"></td> <td data-bbox="1547 359 1570 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1570 1166 1592 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1570 1091 1592 1161"></td> <td data-bbox="1570 879 1592 1082"></td> <td data-bbox="1570 783 1592 874"></td> <td data-bbox="1570 359 1592 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1592 1166 1615 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1592 1091 1615 1161"></td> <td data-bbox="1592 879 1615 1082"></td> <td data-bbox="1592 783 1615 874"></td> <td data-bbox="1592 359 1615 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1615 1166 1637 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1615 1091 1637 1161"></td> <td data-bbox="1615 879 1637 1082"></td> <td data-bbox="1615 783 1637 874"></td> <td data-bbox="1615 359 1637 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1637 1166 1659 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1637 1091 1659 1161"></td> <td data-bbox="1637 879 1659 1082"></td> <td data-bbox="1637 783 1659 874"></td> <td data-bbox="1637 359 1659 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1659 1166 1682 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1659 1091 1682 1161"></td> <td data-bbox="1659 879 1682 1082"></td> <td data-bbox="1659 783 1682 874"></td> <td data-bbox="1659 359 1682 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1682 1166 1704 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1682 1091 1704 1161"></td> <td data-bbox="1682 879 1704 1082"></td> <td data-bbox="1682 783 1704 874"></td> <td data-bbox="1682 359 1704 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1704 1166 1727 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1704 1091 1727 1161"></td> <td data-bbox="1704 879 1727 1082"></td> <td data-bbox="1704 783 1727 874"></td> <td data-bbox="1704 359 1727 778"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1727 1166 1749 1241">申請書の提出</td> <td data-bbox="1727 1091 1749 1161"></td> <td data-bbox="1727 879 1749 1082"></td> <td data-bbox="1727 783 1749 874"></td> <td data-bbox="1727 359 1749 778"></td> </tr> </tbody> </table> </div>	申請の項目	告示の項目	章	説 明	申請書の提出に係る取扱い	申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					申請書の提出					<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>
申請の項目	告示の項目	章	説 明	申請書の提出に係る取扱い																																																																																																																																															
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			
申請書の提出																																																																																																																																																			

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																																																																													
	<div data-bbox="1064 359 1624 1252" data-label="Table"> <p>資料 有機体を用いた有機体の構造の調査</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>内容</th> <th>図</th> <th>表</th> <th>脚</th> <th>参考文献</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第1章 第1節 第1号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 1 第1章 第1節 第1号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第2号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 2 第1章 第1節 第2号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第3号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 3 第1章 第1節 第3号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第4号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 4 第1章 第1節 第4号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第5号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 5 第1章 第1節 第5号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第6号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 6 第1章 第1節 第6号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第7号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 7 第1章 第1節 第7号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第8号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 8 第1章 第1節 第8号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第9号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 9 第1章 第1節 第9号</td> </tr> <tr> <td>第1章 第1節 第10号</td> <td>有機体の構造の調査</td> <td></td> <td></td> <td>有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。</td> <td></td> <td>図 10 第1章 第1節 第10号</td> </tr> </tbody> </table> </div>	項目	内容	図	表	脚	参考文献	備考	第1章 第1節 第1号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 1 第1章 第1節 第1号	第1章 第1節 第2号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 2 第1章 第1節 第2号	第1章 第1節 第3号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 3 第1章 第1節 第3号	第1章 第1節 第4号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 4 第1章 第1節 第4号	第1章 第1節 第5号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 5 第1章 第1節 第5号	第1章 第1節 第6号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 6 第1章 第1節 第6号	第1章 第1節 第7号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 7 第1章 第1節 第7号	第1章 第1節 第8号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 8 第1章 第1節 第8号	第1章 第1節 第9号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 9 第1章 第1節 第9号	第1章 第1節 第10号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 10 第1章 第1節 第10号	<p>記載を適正化するため</p>
項目	内容	図	表	脚	参考文献	備考																																																																									
第1章 第1節 第1号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 1 第1章 第1節 第1号																																																																									
第1章 第1節 第2号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 2 第1章 第1節 第2号																																																																									
第1章 第1節 第3号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 3 第1章 第1節 第3号																																																																									
第1章 第1節 第4号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 4 第1章 第1節 第4号																																																																									
第1章 第1節 第5号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 5 第1章 第1節 第5号																																																																									
第1章 第1節 第6号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 6 第1章 第1節 第6号																																																																									
第1章 第1節 第7号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 7 第1章 第1節 第7号																																																																									
第1章 第1節 第8号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 8 第1章 第1節 第8号																																																																									
第1章 第1節 第9号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 9 第1章 第1節 第9号																																																																									
第1章 第1節 第10号	有機体の構造の調査			有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。有機体の構造の調査は、有機体の構造の調査を目的として行われる。		図 10 第1章 第1節 第10号																																																																									

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前		変更後		備考
<p>別添1 別添2の等子に定める社員募集への適合性の評価 A 選別の形態・職種の関係性等に関する適合性の評価</p>	<p>別添1 別添2の等子に定める社員募集への適合性の評価 A 選別の形態・職種の関係性等に関する適合性の評価</p>	<p>別添1 別添2の等子に定める社員募集への適合性の評価 A 選別の形態・職種の関係性等に関する適合性の評価</p>	<p>別添1 別添2の等子に定める社員募集への適合性の評価 A 選別の形態・職種の関係性等に関する適合性の評価</p>	<p>記載を適正化するため</p>
<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>
<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>	<p>別添1の項目 第1号 第2号 第3号 第4号 第5号 第6号 第7号 第8号 第9号 第10号 第11号 第12号 第13号 第14号 第15号</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考																		
	<p style="text-align: center;">報告書 労働時間短縮及び労働生産性向上に関する技術開発事業の進捗状況の報告書</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">変更前</th> <th style="width: 50%;">変更後</th> <th style="width: 25%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>第1章 概要</p> <p>第1章 概要</p> </td> <td> <p>第1章 概要</p> <p>第1章 概要</p> </td> <td>01 A.1.2</td> </tr> <tr> <td> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p> </td> <td> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p> </td> <td>01 B.5</td> </tr> <tr> <td> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p> </td> <td> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p> </td> <td>01 C.1 01 C.1.2</td> </tr> <tr> <td> <p>第4章 今後の取組</p> <p>第4章 今後の取組</p> </td> <td> <p>第4章 今後の取組</p> <p>第4章 今後の取組</p> </td> <td>01 D.5</td> </tr> <tr> <td> <p>第5章 付録</p> <p>第5章 付録</p> </td> <td> <p>第5章 付録</p> <p>第5章 付録</p> </td> <td>01 A.1.2</td> </tr> </tbody> </table>	変更前	変更後	備考	<p>第1章 概要</p> <p>第1章 概要</p>	<p>第1章 概要</p> <p>第1章 概要</p>	01 A.1.2	<p>第2章 労働時間短縮の取組</p> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p>	<p>第2章 労働時間短縮の取組</p> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p>	01 B.5	<p>第3章 労働生産性向上の取組</p> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p>	<p>第3章 労働生産性向上の取組</p> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p>	01 C.1 01 C.1.2	<p>第4章 今後の取組</p> <p>第4章 今後の取組</p>	<p>第4章 今後の取組</p> <p>第4章 今後の取組</p>	01 D.5	<p>第5章 付録</p> <p>第5章 付録</p>	<p>第5章 付録</p> <p>第5章 付録</p>	01 A.1.2	<p>記載を適正化するため</p>
変更前	変更後	備考																		
<p>第1章 概要</p> <p>第1章 概要</p>	<p>第1章 概要</p> <p>第1章 概要</p>	01 A.1.2																		
<p>第2章 労働時間短縮の取組</p> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p>	<p>第2章 労働時間短縮の取組</p> <p>第2章 労働時間短縮の取組</p>	01 B.5																		
<p>第3章 労働生産性向上の取組</p> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p>	<p>第3章 労働生産性向上の取組</p> <p>第3章 労働生産性向上の取組</p>	01 C.1 01 C.1.2																		
<p>第4章 今後の取組</p> <p>第4章 今後の取組</p>	<p>第4章 今後の取組</p> <p>第4章 今後の取組</p>	01 D.5																		
<p>第5章 付録</p> <p>第5章 付録</p>	<p>第5章 付録</p> <p>第5章 付録</p>	01 A.1.2																		

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前		変更後		備考
<p>図面の項目 第3章 第10号</p>	<p>表 この図表が、5000kPa程度の圧力にあっては、1.5mmの高さから、最大の圧縮ひずみが生ずる高さとなること。</p>	<p>注 16. 本試験体の質量は□に示されており、5,000kPa程度の圧力により、1.5mmの自由膨らみ下の圧縮ひずみは下の表の値となる。圧縮ひずみは、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p> <p>注 17. 圧力荷重の増大に伴い、試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号 第1号 □(1)</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号</p>
<p>図面の項目 第3章 第10号</p>	<p>表 この図表が、5000kPa程度の圧力にあっては、1.5mmの高さから、最大の圧縮ひずみが生ずる高さとなること。</p>	<p>注 17. 圧力荷重の増大に伴い、試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p> <p>注 18. 試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号 第1号 □(1)</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前		変更後		備考
<p>図面の項目 第3章 第10号</p>	<p>表 この図表が、5000kPa程度の圧力にあっては、1.5mmの高さから、最大の圧縮ひずみが生ずる高さとなること。</p>	<p>注 17. 圧力荷重の増大に伴い、試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p> <p>注 18. 試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号 第1号 □(1)</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号</p>
<p>図面の項目 第3章 第10号</p>	<p>表 この図表が、5000kPa程度の圧力にあっては、1.5mmの高さから、最大の圧縮ひずみが生ずる高さとなること。</p>	<p>注 17. 圧力荷重の増大に伴い、試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p> <p>注 18. 試験体の質量は□に示されており、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。試験体の質量は、試験体の質量と圧縮ひずみの比として算出される。</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号 第1号 □(1)</p>	<p>図表の項目 第3章 第10号</p>

記載を適正化するため

変更前	変更後	備考																																										
<p style="text-align: center;">別表 印刷物の表示に準じて印刷された印刷物の種類 に基いて印刷物の見直しを行う印刷物の取扱</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>印刷物の種類</th> <th>表示の項目</th> <th>要 素</th> <th>説 明</th> <th>印刷物の種類</th> <th>別表の項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>別表第三号第一号イ</td> <td>第23条第一号イ</td> <td>欄下の標記物中のほか印刷物の取扱いに規定しないものの、50mm以上の距離に相当する長さを一連続的に付与すること。</td> <td>1. 本標記物は、巻頭裏面か以下に掲載された印刷物と同様、フリートを伴って付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 2. 本標記物は印刷物の取扱いに規定しない。また、取扱いに規定されている場合、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 3. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 4. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>別表第三号第一号イ</td> </tr> <tr> <td>別表第三号第一号ロ</td> <td>同上</td> <td>その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>5. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>別表第三号第一号ロ</td> </tr> <tr> <td>別表第三号第一号ハ</td> <td>同上</td> <td>その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>6. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>別表第三号第一号ハ</td> </tr> </tbody> </table>	印刷物の種類	表示の項目	要 素	説 明	印刷物の種類	別表の項目	別表第三号第一号イ	第23条第一号イ	欄下の標記物中のほか印刷物の取扱いに規定しないものの、50mm以上の距離に相当する長さを一連続的に付与すること。	1. 本標記物は、巻頭裏面か以下に掲載された印刷物と同様、フリートを伴って付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 2. 本標記物は印刷物の取扱いに規定しない。また、取扱いに規定されている場合、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 3. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 4. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号イ	別表第三号第一号ロ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	5. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ロ	別表第三号第一号ハ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	6. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ハ	<p style="text-align: center;">別表 印刷物の表示に準じて印刷された印刷物の種類 に基いて印刷物の見直しを行う印刷物の取扱</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>印刷物の種類</th> <th>表示の項目</th> <th>要 素</th> <th>説 明</th> <th>印刷物の種類</th> <th>別表の項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>別表第三号第一号イ</td> <td>第23条第一号イ</td> <td>欄下の標記物中のほか印刷物の取扱いに規定しないものの、50mm以上の距離に相当する長さを一連続的に付与すること。</td> <td>1. 本標記物は、巻頭裏面か以下に掲載された印刷物と同様、フリートを伴って付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 2. 本標記物は印刷物の取扱いに規定しない。また、取扱いに規定されている場合、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 3. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 4. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>別表第三号第一号イ</td> </tr> <tr> <td>別表第三号第一号ロ</td> <td>同上</td> <td>その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>5. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>別表第三号第一号ロ</td> </tr> <tr> <td>別表第三号第一号ハ</td> <td>同上</td> <td>その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>6. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。</td> <td>別表第三号第一号ハ</td> </tr> </tbody> </table>	印刷物の種類	表示の項目	要 素	説 明	印刷物の種類	別表の項目	別表第三号第一号イ	第23条第一号イ	欄下の標記物中のほか印刷物の取扱いに規定しないものの、50mm以上の距離に相当する長さを一連続的に付与すること。	1. 本標記物は、巻頭裏面か以下に掲載された印刷物と同様、フリートを伴って付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 2. 本標記物は印刷物の取扱いに規定しない。また、取扱いに規定されている場合、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 3. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 4. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号イ	別表第三号第一号ロ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	5. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ロ	別表第三号第一号ハ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	6. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ハ	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため 記載を適正化するため</p>
印刷物の種類	表示の項目	要 素	説 明	印刷物の種類	別表の項目																																							
別表第三号第一号イ	第23条第一号イ	欄下の標記物中のほか印刷物の取扱いに規定しないものの、50mm以上の距離に相当する長さを一連続的に付与すること。	1. 本標記物は、巻頭裏面か以下に掲載された印刷物と同様、フリートを伴って付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 2. 本標記物は印刷物の取扱いに規定しない。また、取扱いに規定されている場合、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 3. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 4. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号イ																																								
別表第三号第一号ロ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	5. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ロ																																								
別表第三号第一号ハ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	6. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ハ																																								
印刷物の種類	表示の項目	要 素	説 明	印刷物の種類	別表の項目																																							
別表第三号第一号イ	第23条第一号イ	欄下の標記物中のほか印刷物の取扱いに規定しないものの、50mm以上の距離に相当する長さを一連続的に付与すること。	1. 本標記物は、巻頭裏面か以下に掲載された印刷物と同様、フリートを伴って付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 2. 本標記物は印刷物の取扱いに規定しない。また、取扱いに規定されている場合、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 3. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。 4. 本標記物の取扱いに規定しているのは、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号イ																																								
別表第三号第一号ロ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	5. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ロ																																								
別表第三号第一号ハ	同上	その取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	6. 印刷物の取扱いに規定する印刷物のほか、50mm以上の距離に相当する長さで一連続的に付与することにより印刷物の取扱いに規定しない。	別表第三号第一号ハ																																								

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考												
	<p style="text-align: center;">表 9 有線型固定無線機（無線機）による無線電波の電磁界評価 （電磁界評価試験の試験方法）</p> <table border="1" data-bbox="1093 360 1653 1248"> <thead> <tr> <th data-bbox="1093 360 1151 783">項目</th> <th data-bbox="1093 783 1151 1093">図</th> <th data-bbox="1093 1093 1151 1248">表</th> <th data-bbox="1093 360 1151 783">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1151 360 1211 783"> 測定日時 第1号 第1号 </td> <td data-bbox="1151 783 1211 1093"> 図 1 </td> <td data-bbox="1151 1093 1211 1248"> 表 9 </td> <td data-bbox="1151 360 1211 783"> 測定日時 第1号 第1号 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1211 360 1272 783"> 測定場所 第1号 第1号 </td> <td data-bbox="1211 783 1272 1093"> 図 2 </td> <td data-bbox="1211 1093 1272 1248"> 表 9 </td> <td data-bbox="1211 360 1272 783"> 測定場所 第1号 第1号 </td> </tr> </tbody> </table>	項目	図	表	備考	測定日時 第1号 第1号	図 1	表 9	測定日時 第1号 第1号	測定場所 第1号 第1号	図 2	表 9	測定場所 第1号 第1号	<p>記載を適正化するため</p>
項目	図	表	備考											
測定日時 第1号 第1号	図 1	表 9	測定日時 第1号 第1号											
測定場所 第1号 第1号	図 2	表 9	測定場所 第1号 第1号											

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前		変更後		備考
<p>第1章 第2号 へ加える</p>	<p>表裏両面 第1号 第1号(1)</p>	<p>7. 着上及び着下(2cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(2cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>8. 着上及び着下(1cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(1cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>9. 水着(水着用) 水着用</p> <p>10. 水着(水着用) 水着用</p>	<p>19) 4. 9. 2. 1 20) 4. 9. 2. 2 21) 4. 9. 2. 3 22) 4. 9. 2. 4</p>	<p>記載を適正化するため</p>
<p>第2章 第1号(2)</p>	<p>表裏両面 第1号(2)</p>	<p>7. 着上及び着下(2cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(2cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>8. 着上及び着下(1cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(1cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>9. 水着(水着用) 水着用</p> <p>10. 水着(水着用) 水着用</p>	<p>19) 4. 9. 2. 1 20) 4. 9. 2. 2 21) 4. 9. 2. 3 22) 4. 9. 2. 4</p>	
<p>第2章 第1号(2)</p>	<p>表裏両面 第1号(2)</p>	<p>7. 着上及び着下(2cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(2cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>8. 着上及び着下(1cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(1cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>9. 水着(水着用) 水着用</p> <p>10. 水着(水着用) 水着用</p>	<p>19) 4. 9. 2. 1 20) 4. 9. 2. 2 21) 4. 9. 2. 3 22) 4. 9. 2. 4</p>	
<p>第2章 第1号(2)</p>	<p>表裏両面 第1号(2)</p>	<p>7. 着上及び着下(2cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(2cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>8. 着上及び着下(1cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(1cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>9. 水着(水着用) 水着用</p> <p>10. 水着(水着用) 水着用</p>	<p>19) 4. 9. 2. 1 20) 4. 9. 2. 2 21) 4. 9. 2. 3 22) 4. 9. 2. 4</p>	
<p>第2章 第1号(2)</p>	<p>表裏両面 第1号(2)</p>	<p>7. 着上及び着下(2cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(2cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>8. 着上及び着下(1cm着下) 着上とは、着下を除く着下着(上着)と総称し、下記のとおりとなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 着上及び着下(1cm着下) ② 水着(水着用) 水着用 ③ 水着(水着用) 水着用 ④ 水着(水着用) 水着用 ⑤ 水着(水着用) 水着用 <p>9. 水着(水着用) 水着用</p> <p>10. 水着(水着用) 水着用</p>	<p>19) 4. 9. 2. 1 20) 4. 9. 2. 2 21) 4. 9. 2. 3 22) 4. 9. 2. 4</p>	

(10) - P - 0

(10) - 5 - 10

変更前		変更後		備考
<p>第1章 第2章 第3章</p>	<p>第1章の項目 第2章 第3章</p>	<p>第1章の項目 第2章 第3章</p>	<p>第1章の項目 第2章 第3章</p>	<p>知見の更新を図るため 記載を適正化するため</p>
<p>第1章 第2章 第3章</p>	<p>第1章の項目 第2章 第3章</p>	<p>第1章の項目 第2章 第3章</p>	<p>第1章の項目 第2章 第3章</p>	<p>知見の更新を図るため 記載を適正化するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>1. 概 要</p> <p>本試験は、MFC-1型輸送容器の開発に当り、取納物の健全性及び輸送容器の健全性を確認することを目的とし、原型容器2基を使用して、下記試験を実施したものである。</p> <p>(1) 強度試験（落下試験Ⅰ、落下試験Ⅱ）</p> <p>(2) 耐火試験</p> <p>(3) 燃料集合体健全性確認試験</p> <p>2. 試 験 項 目</p> <p>本試験で実施した試験項目を以下に示す。</p> <p>(1) 落下試験Ⅰ（9m落下）</p> <p>(a) 垂直落下</p> <p>(b) 水平落下</p> <p>(c) コーナ落下</p> <p>(2) 落下試験Ⅱ（1m落下）</p> <p>(a) 垂直落下</p> <p>(b) 水平落下</p> <p>(c) コーナ落下</p> <p>(3) 耐火試験</p> <p>・炉内試験－方法Ⅱ（800℃の環境に30分間放置）</p> <p>(4) 燃料集合体健全性確認試験</p> <p>・Heガス漏洩有無の確認</p> <p>3. 実施場所及び実施日程</p> <p>(1) 実施場所</p> <p>(a) 強度試験</p> <p>兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1-1 三菱重工株式会社 高砂研究所</p> <p>(b) 耐火試験</p> <p>兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1-1 三菱重工株式会社 神戸造船所</p> <p>(注)－G－1</p>	<p>1. 概 要</p> <p>本試験は、MFC-1型輸送容器の開発に当り、取納物の健全性及び輸送容器の健全性を確認することを目的とし、原型容器2基を使用して、下記試験を実施したものである。</p> <p>(1) 強度試験（落下試験Ⅰ、落下試験Ⅱ）</p> <p>(2) 耐火試験</p> <p>(3) 燃料集合体健全性確認試験</p> <p>2. 試 験 項 目</p> <p>本試験で実施した試験項目を以下に示す。</p> <p>(1) 落下試験Ⅰ（9m落下）</p> <p>(a) 垂直落下</p> <p>(b) 水平落下</p> <p>(c) 燃料集合体</p> <p>(d) コーナ落下</p> <p>(2) 落下試験Ⅱ（1m落下）</p> <p>(a) 垂直落下</p> <p>(b) 水平落下</p> <p>(c) コーナ落下</p> <p>(3) 耐火試験</p> <p>・炉内試験－方法Ⅱ（800℃の環境に30分間放置）</p> <p>(4) 燃料集合体健全性確認試験</p> <p>・Heガス漏洩有無の確認</p> <p>3. 実施場所及び実施日程</p> <p>(1) 実施場所</p> <p>(a) 強度試験</p> <p>兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1-1 三菱重工株式会社 高砂研究所</p> <p>(b) 耐火試験</p> <p>兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1-1 三菱重工株式会社 神戸造船所</p> <p>(注)－H－1</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(1)～(16)は、新 型 管 理 試 験 手 続 取組方法</p> <p>(17)～(19)は、</p>	<p>(1)～(16)は、新 型 管 理 試 験 手 続 取組方法</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

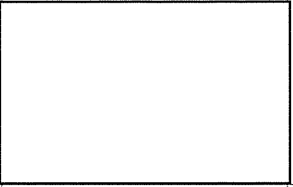
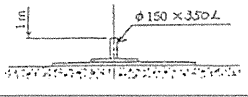
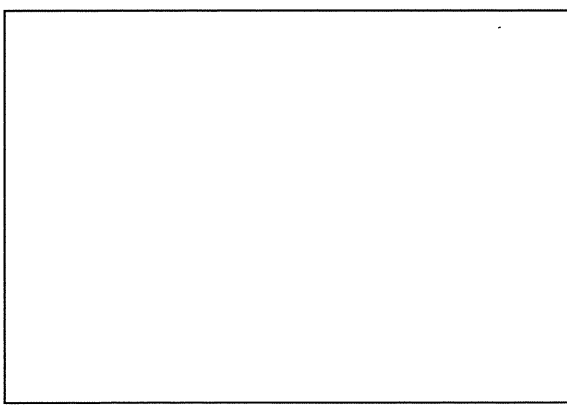
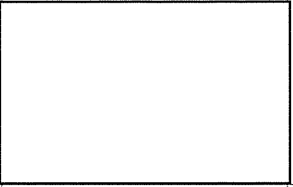
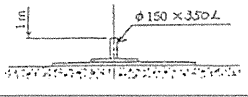
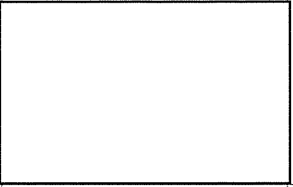
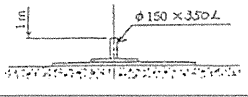
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>5. 強度試験</p> <p>5.1 試験要領</p> <p>(1) 9m落下試験（強度試験Ⅰ）</p> <p>9m落下試験は、破損しない剛な床の上に9mの高さから輸送物が最大の破損を受けるように落下させる試験である。この9m落下試験要領を(ロ)－第G.10図に示す。</p> <p>垂直、水平及びコーナの姿勢で試験を行った。ここでコーナ落下姿勢とは、輸送物コーナとキャスク重心とが鉛直線となる姿勢である。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験Ⅱ）</p> <p>1m貫通試験は、床面上に固定された直径150mm、長さ350mmの貫通棒上に、輸送物を1mの高さから落下させる試験である。</p> <p>垂直、水平及びコーナの姿勢で試験を行った。本試験要領を(ロ)－第G.11図に示す。</p> <div data-bbox="327 762 943 1169" style="border: 1px solid black; height: 255px; width: 275px; margin: 20px auto;"></div> <p style="text-align: center;">(ロ)－第G.10図 落下試験要領図（9m落下試験）</p> <p style="text-align: center;">(ロ)－G-21</p>	<p>5. 強度試験</p> <p>5.1 試験要領</p> <p>(1) 9m落下試験（強度試験Ⅰ）</p> <p>9m落下試験は、破損しない剛な床の上に9mの高さから輸送物が最大の破損を受けるように落下させる試験である。この9m落下試験要領を(ロ)－第H.10図に示す。</p> <p>垂直、水平（修正）及びコーナの姿勢で試験を行った。ここでコーナ落下姿勢とは、輸送物コーナとキャスク重心とが鉛直線となる姿勢である。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験Ⅱ）</p> <p>1m貫通試験は、床面上に固定された直径150mm、長さ350mmの貫通棒上に、輸送物を1mの高さから落下させる試験である。</p> <p>垂直、水平（修正）及びコーナの姿勢で試験を行った。本試験要領を(ロ)－第H.11図に示す。</p> <div data-bbox="1084 762 1700 1169" style="border: 1px solid black; height: 255px; width: 275px; margin: 20px auto;"></div> <p style="text-align: center;">(ロ)－第H.10図 落下試験要領図（9m落下試験）</p> <p style="text-align: center;">(ロ)－H-21</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<div data-bbox="465 359 846 614" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="504 630 801 646">(ロ)ー第G.11図 落下姿勢の概要 (1m自由落下試験)</p> <p data-bbox="360 663 499 679">5.2 落下姿勢の調整</p> <p data-bbox="371 692 761 708">(1) 垂直落下（#1号機、ボトム下向）：TEST1、TEST2</p> <p data-bbox="405 719 913 766">下部容器の枕木取付部の内側（トップ側）にアイブレードを2枚取付け、上蓋側は [] を利用して吊上げワイヤを取付け、垂直落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="405 775 831 791">(ロ)ー第G.12図に落下姿勢の概要を、写真6に容器の吊上げ状況を示す。</p> <p data-bbox="371 804 770 820">(2) 水平落下（#2号機、0°方向下向）：TEST3、TEST4</p> <p data-bbox="394 831 913 877">下部容器の枕木取付部の内側にアイブレードを4枚取付け、吊上げワイヤにより水平落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="405 887 831 903">(ロ)ー第G.13図に落下姿勢の概要を、写真7に容器の吊上げ状況を示す。</p> <p data-bbox="371 916 824 932">(3) コーナ落下（#1号機、トップ0°方向下向）：TEST5、TEST6</p> <p data-bbox="394 943 913 1021">下部容器の枕木取付部の内側（ボトム側）及び上蓋には、 [] にアイブレードをそれぞれ2枚ずつ取付け、吊上げワイヤにより、コーナ落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="405 1031 887 1046">(ロ)ー第G.14図に落下姿勢の概要を、写真8に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。</p> <p data-bbox="371 1059 797 1075">(4) 水平落下（#1号機、180°方向下向）：TEST7、TEST8</p> <p data-bbox="394 1086 913 1133">上蓋側 [] を利用して吊上げワイヤにより、水平落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="405 1142 887 1158">(ロ)ー第G.15図に落下姿勢の概要を、写真9に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。</p> <p data-bbox="593 1251 672 1267">(ロ)ーG-22</p>	<div data-bbox="1236 359 1617 614" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="1261 630 1559 646">(ロ)ー第H.11図 落下姿勢の概要 (1m自由落下試験)</p> <p data-bbox="1117 663 1256 679">5.2 落下姿勢の調整</p> <p data-bbox="1128 692 1518 708">(1) 垂直落下（#1号機、ボトム下向）：TEST1、TEST2</p> <p data-bbox="1162 719 1671 766">下部容器の枕木取付部の内側（トップ側）にアイブレードを2枚取付け、上蓋側は [] を利用して吊上げワイヤを取付け、垂直落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="1162 775 1588 791">(ロ)ー第H.12図に落下姿勢の概要を、写真6に容器の吊上げ状況を示す。</p> <p data-bbox="1128 804 1527 820">(2) 水平落下（#2号機、0°方向下向）：TEST3、TEST4</p> <p data-bbox="1151 831 1671 877">下部容器の枕木取付部の内側にアイブレードを4枚取付け、吊上げワイヤにより水平落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="1162 887 1588 903">(ロ)ー第H.13図に落下姿勢の概要を、写真7に容器の吊上げ状況を示す。</p> <p data-bbox="1128 916 1581 932">(3) コーナ落下（#1号機、トップ0°方向下向）：TEST5、TEST6</p> <p data-bbox="1151 943 1671 1021">下部容器の枕木取付部の内側（ボトム側）及び上蓋には、 [] にアイブレードをそれぞれ2枚ずつ取付け、吊上げワイヤにより、コーナ落下姿勢の調整を行った。</p> <p data-bbox="1162 1031 1644 1046">(ロ)ー第H.14図に落下姿勢の概要を、写真8に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。</p> <p data-bbox="1128 1059 1581 1075">(4) 傾斜落下（#1号機、75°/180°方向下向）：TEST7、TEST8</p> <p data-bbox="1151 1086 1671 1133">上蓋側 [] を利用して吊上げワイヤにより、傾斜落下姿勢（傾斜角は55°）の調整を行った。</p> <p data-bbox="1162 1142 1644 1158">(ロ)ー第H.15図に落下姿勢の概要を、写真9に容器の吊上げ状況をそれぞれ示す。</p> <p data-bbox="1350 1251 1429 1267">(ロ)ーH-22</p>	<p data-bbox="1760 331 1966 355">知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考												
	<div data-bbox="1081 363 1668 710" data-label="Table"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>供試体No.</th> <th colspan="2">落下姿勢</th> <th>テストNo.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>9 m傾斜 落下 (トップ180° 方向下向)</td> <td></td> <td>TEST 7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 m傾斜 落下</td> <td></td> <td>TEST 8</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1288 715 1496 735">図H-15 落下姿勢の図解</p> </div> <div data-bbox="1081 746 1668 1189" data-label="Diagram">  <p data-bbox="1171 1166 1283 1185">(9 m傾斜落下)</p> <p data-bbox="1451 1166 1563 1185">(1 m傾斜落下)</p> <p data-bbox="1305 1198 1462 1217">図H-16 容器の吊上げ状態</p> </div> <p data-bbox="1339 1249 1417 1268">(ロ)-H-27</p>	供試体No.	落下姿勢		テストNo.	I	9 m傾斜 落下 (トップ180° 方向下向)		TEST 7		1 m傾斜 落下		TEST 8	<p data-bbox="1749 331 1955 355">知見の更新を図るため</p>
供試体No.	落下姿勢		テストNo.											
I	9 m傾斜 落下 (トップ180° 方向下向)		TEST 7											
	1 m傾斜 落下		TEST 8											

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(i) 原型容器衝突部は、容器軸傾斜角度□°と同一傾斜角度の変形が生じ、変形量は約□mmであった。また、外筒銅板及び端板溶接には、割れ等は生じていなかった。</p> <p>(ii) 補付ボルトには、破損は生じなかった。</p> <p>(iii) フランジ部のすきまは、最大□mm程度であった。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験II）：TEST6（写真22参照）</p> <p>(a) 落下状況</p> <p>9m落下試験後、落下台上に容器転倒防止棒を取付け、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器のトップ0°方向のコーナ部が当るように1m貫通試験を行った。</p> <p>(b) 原型容器の状態</p> <p>原型容器の衝突部には、約□mmの変形が生じたのみで、外筒銅板及び端板にはき裂は生じなかった。</p> <p>(3) 原型容器内部の状態（写真23、写真24、写真25参照）</p> <p>(a) 模擬燃料集合体トップ端には、一部塑性変形による曲がりが生じたが、ジャッキスクリューによる固縛機能は損なわれていなかった。</p> <p>(b) 落下試験後に実施したHeリーク試験により、模擬燃料棒に割れが生じていないことを確認した。</p> <p>(c) 模擬燃料棒がトップノズルから飛び出すような現象は見られなかった。</p> <p>5.4.4 水平落下（180°方向下向）</p> <p>(1) 9m落下試験（強度試験I）：TEST7</p> <p>(a) 落下状況</p> <p>原型容器は、180°方向下向にはほぼ水平に落下したが、衝突後、約□mmの反発運動を示した。</p> <p>(b) 原型容器の状態</p> <p>原型容器の脚は変形したが、脚取付部の溶接部には割れ、き裂は生じなかった。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験II）：TEST8</p> <p>(a) 落下状況</p> <p>9m落下試験後、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器の中心部が当るように1m貫通試験を行った。</p> <p>(b) 原型容器の状態</p> <p>貫通棒衝突部には約□mmの変形が生じたのみで、外筒銅板にはき裂は生じなかった。</p> <p>(ロ) - G - 34</p>	<p>(i) 原型容器衝突部は、容器軸傾斜角度□°と同一傾斜角度の変形が生じ、変形量は約□mmであった。また、外筒銅板及び端板溶接には、割れ等は生じていなかった。</p> <p>(ii) 補付ボルトには、破損は生じなかった。</p> <p>(iii) フランジ部のすきまは、最大□mm程度であった。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験II）：TEST6（写真23参照）</p> <p>(a) 落下状況</p> <p>9m落下試験後、落下台上に容器転倒防止棒を取付け、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器のトップ0°方向のコーナ部が当るように1m貫通試験を行った。</p> <p>(b) 原型容器の状態</p> <p>原型容器の衝突部には、約□mmの変形が生じたのみで、外筒銅板及び端板にはき裂は生じなかった。</p> <p>(3) 原型容器内部の状態（写真24、写真25、写真26参照）</p> <p>(a) 模擬燃料集合体トップ端には、一部塑性変形による曲がりが生じたが、ジャッキスクリューによる固縛機能は損なわれていなかった。</p> <p>(b) 落下試験後に実施したHeリーク試験により、模擬燃料棒に割れが生じていないことを確認した。</p> <p>(c) 模擬燃料棒がトップノズルから飛び出すような現象は見られなかった。</p> <p>5.4.4.1 傾斜落下（180°方向下向）</p> <p>(1) 9m落下試験（強度試験I）：TEST7</p> <p>(a) 落下状況</p> <p>原型容器は、トップ傾180°方向を下向きに水平に対して25°傾斜するよう落下させた。衝突後、衝突部が約□mmの反発運動を示した後、再び落下した。その後、トップ傾□mmの反発運動を示した。</p> <p>(b) 原型容器の状態</p> <p>端板部コーナが約□mm変形した。また、原型容器の柱木に破損が生じたことはなかった。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験II）：TEST8</p> <p>(a) 落下状況</p> <p>9m落下試験後、直径150mm×長さ350mmの貫通棒上に容器のトップ0°方向にコーナ部が当るように水平に対して25°傾斜して1m貫通試験を行った。</p> <p>(ロ) - H - 35</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<p>(b) 原型容器の状態 貫通棒衝突部には約 <input type="text"/> mmの変形が生じたのみで、他に変化はなかった。</p> <p>5.4.5 水平落下（180°方向下向）</p> <p>(1) 9m落下試験（強度試験Ⅰ）：TEST9</p> <p>(a) 落下状況 原型容器は、180°方向下向にほぼ水平に落下したが、衝突後、約 <input type="text"/> mmの反発挙動を示した。</p> <p>(b) 原型容器の状態 原型容器の脚は変形したが、脚取付部の溶接部には割れ、き裂は生じなかった。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験Ⅱ）：TEST10</p> <p>(a) 落下状況 9m落下試験後、直径150mm・長さ350mmの貫通棒上に容器の中心部が当るように1m貫通試験を行った。</p> <p>(b) 原型容器の状態 貫通棒衝突部には約 <input type="text"/> mmの変形が生じたのみで、外筒鋼板にはき裂は生じなかった。</p> <p>5.4.6 水平落下（90°方向下向）</p> <p>(1) 9m落下試験（強度試験Ⅰ）：TEST11</p> <p>(a) 落下状況 原型容器は90°方向下向にほぼ水平に落下したが、衝突後、トップ側で約 <input type="text"/> mm、ボトム側で約 <input type="text"/> mmの反発高さを示した。</p> <p>(b) 原型容器の状態 衝突面には、変形が生じるが、外筒鋼板及びフランジ部にはき裂は生じなかった。</p> <p>(2) 1m貫通試験（強度試験Ⅱ）：TEST12</p> <p>(a) 落下状況 9m落下試験後、直径150mm・長さ350mmの貫通棒上に、容器の軸方向中心部が当るように1m貫通試験を行った。</p> <p>(b) 原型容器の状態 貫通棒衝突部には約 <input type="text"/> mmの変形が生じたのみで、外筒鋼板及びフランジ部にはき裂は生じなかった。</p> <p style="text-align: center;">(ロ) - 11 - 36</p>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<div data-bbox="1111 434 1648 975" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1102 1050 1641 1091" data-label="Caption"> <p>(ロ) 第H.25図 傾斜落下試験 (9 m, 1 m・トップ180° 方向下面) 容器本体 (外部) 変形測定結果 (T.E.S.T.7, T.E.S.T.8)</p> </div> <div data-bbox="1335 1251 1413 1267" data-label="Text"> <p>(ロ) - H - 41</p> </div>	<p>知見の更新を図るため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

(ロ) 一第G. 5表 測定結果の概要

試験機 No.	試験 No.	試験内容	試験値		衝撃加速度 (N/g)		容器変形量 (mm)		燃料棒中央部 応力 (N/mm ²)
			落下姿勢	落下高さ	外 殻	防振構造部 (クロスアーム)	外 部	内 部	
1号機	1	垂直落下 (ボトム方向)	9 m落下	1 m貫通	外 殻	防振構造部	外 部	内 部	
	2								
2号機	3	水平落下 (90°方向下向)	9 m落下	1 m貫通	外 殻	防振構造部	外 部	内 部	
	4								
1号機	5	コーナー落下 (トップの方向下向)	9 m落下	1 m貫通	外 殻	防振構造部	外 部	内 部	
	6								

**：測定せず

*：知進方向の崩壊度及び変位に換算したため

(ロ) 1-G-43

(ロ) 一第H. 5表 測定結果の概要

試験機 No.	試験 No.	試験内容	試験値		衝撃加速度 (N/g)		容器変形量 (mm)		燃料棒中央部 応力 (N/mm ²)
			落下姿勢	落下高さ	外 殻	防振構造部 (クロスアーム)	外 部	内 部	
1号機	1	垂直落下 (ボトム方向)	9 m落下	1 m貫通	外 殻	防振構造部	外 部	内 部	
	2								
2号機	3	水平落下 (90°方向下向)	9 m落下	1 m貫通	外 殻	防振構造部	外 部	内 部	
	4								
1号機	5	コーナー落下 (トップの方向下向)	9 m落下	1 m貫通	外 殻	防振構造部	外 部	内 部	
	6								

**：測定せず

*：知進方向の加減度及び変位に換算したため

***：本表方向の衝撃度及び変位に換算したため

(ロ) 1-H-43

備考

知見の更新を図るため

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<div data-bbox="356 397 855 700" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="495 703 736 724" data-label="Caption"> <p>写真 25 コーナ落下後原型容器内部状況</p> </div> <div data-bbox="575 1251 663 1272" data-label="Text"> <p>(ロ) - G - 51</p> </div>	<div data-bbox="1133 397 1635 700" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1249 703 1491 724" data-label="Caption"> <p>写真 26 コーナ落下後原型容器内部状況</p> </div> <div data-bbox="1128 764 1648 1102" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1290 1114 1451 1134" data-label="Caption"> <p>写真 27 コーナ落下後原型容器内部状況</p> </div> <div data-bbox="1290 1142 1458 1163" data-label="Caption"> <p>写真 28 コーナ落下後原型容器内部状況</p> </div> <div data-bbox="1330 1251 1417 1272" data-label="Text"> <p>(ロ) - H - 52</p> </div>	<div data-bbox="1731 333 1957 359" data-label="Text"> <p>知見の更新を図るため</p> </div>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>B.9 補助系の保守 該当せず。</p> <p>B.10 密封装置の弁、ガスケット等の保守 本輸送容器には、密封装置としての構成部品はない。なお、当該輸送容器には、エアバルブとリリーフバルブが設置されているが、これらの定期検査については、(ニ)－B.8の作動確認検査に示す。また、Oリングの定期検査については、(ニ)－B.11の外観検査に示す。</p> <p>B.11 輸送容器の保管 輸送容器は、屋内で必ず上蓋を閉めて保管し、保管期間中の内部への湿分の浸入を防止する。やむを得ず輸送容器を屋外で保管する場合は、風雨や埃等に曝されないようシート等で処置する。また、保管中、使用中において、不注意による汚染又は汚染の拡大を防止するとともに、必要に応じて除染等の処置を行う。</p> <p>B.12 記録の保管 製作時検査及び定期検査の結果は、容器登録の有効期間中これを記録、保管する。</p> <p>B.13 その他 その他の補助的構成要素については、必要に応じて輸送物の輸送前に検査実施する。</p> <p>(ニ)－B－2</p>	<p>B.9 補助系の保守 該当せず。</p> <p>B.10 密封装置の弁、ガスケット等の保守 本輸送容器には、密封装置としての構成部品はない。なお、当該輸送容器には、エアバルブとリリーフバルブが設置されているが、これらの定期検査については、(ハ)－B.8の作動確認検査に示す。また、Oリングの定期検査については、(ハ)－D.1の外観検査に示す。また、Oリングは(ハ)－B.11.2.2.2に示す通り、劣化が確認された時点で交換する。</p> <p>B.11 輸送容器の保管 輸送容器は、屋内で必ず上蓋を閉めて保管し、保管期間中の内部への湿分の浸入を防止する。やむを得ず輸送容器を屋外で保管する場合は、風雨や埃等に曝されないようシート等で処置する。また、保管中、使用中において、不注意による汚染又は汚染の拡大を防止するとともに、必要に応じて除染等の処置を行う。</p> <p>B.12 記録の保管 製作時検査及び定期検査の結果は、容器登録の有効期間中これを記録、保管する。</p> <p>B.13 その他 また、Oリングは(ハ)－B.11.2.2.2に示す通り、定期的に交換する。その他の補助的構成要素については、必要に応じて輸送物の輸送前に検査実施する。</p> <p>(ハ)－B－2</p>	<p>法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

(ニ)一節B.1 変更箇所要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
外觀検査	防振構造部及び上蓋 Oリング ショックマウント ショック指針	外観を肉眼で検査する。 外観を肉眼で検査する。 外観を肉眼で検査する。 外観を肉眼で検査する。	有害な傷、割れ、変形等がないこと。 有害な腐蝕、変形等がないこと。 有害な傷、割れ、ゆるみ等がないこと。 折れ、曲り等がないこと。
気密漏えい検査	外蓋 (上蓋及び下部容器)	輸送容器の内圧を40kPaでの空気圧で10時間保持し、圧力の低下を検査する。	10時間経過後、輸送容器の内圧が30kPa以上であること。
作動確認検査	エアバルブ及びリリーフバルブ	エアバルブは毎昇による作動確認。 リリーフバルブはエアバルブより空気を漏らして検査する。	エアバルブは正常に開閉すること。 リリーフバルブは輸送容器の内圧と外圧の差が最大4.9kPaで開くこと。
米穀界検査	ボロンステレンス	中体字吸取材である4枚のボロンステレンスの外観を肉眼により検査する。	有害な腐蝕、変形がないこと。

(ニ) - D - 3

変更前

変更後

(ハ)一節B.1 変更箇所要領

検査項目	検査対象	検査方法	合格基準
外觀検査	防振構造部及び上蓋 Oリング ショックマウント ショック指針	外観を肉眼で検査する。 外観を肉眼で検査する。 外観を肉眼で検査する。 外観を肉眼で検査する。	有害な傷、割れ、変形等がないこと。 有害な腐蝕、変形等がないこと。 有害な傷、割れ、ゆるみ等がないこと。 折れ、曲り等がないこと。
気密漏えい検査	外蓋 (上蓋及び下部容器)	輸送容器の内圧を40kPaでの空気圧で10時間保持し、圧力の低下を検査する。	10時間経過後、輸送容器の内圧が30kPa以上であること。
作動確認検査	エアバルブ及びリリーフバルブ	エアバルブは毎昇による作動確認。 リリーフバルブはエアバルブより空気を漏らして検査する。	エアバルブは正常に開閉すること。 リリーフバルブは輸送容器の内圧と外圧の差が最大4.9kPaで開くこと。
米穀界検査	ボロンステレンス	中体字吸取材である4枚のボロンステレンスの外観を肉眼により検査する。	有害な腐蝕、変形がないこと。

(ハ) - D - 3

(ヘ)一節B.2 変更箇所要領

検査対象	交換頻度	備考
Oリング	外観検査で劣化が確認された時	
ショックマウント	13年毎	

備考

法令改正内容及び申請手続ガイドに従った記載に変更するため

変更前	変更後	備考
<p>(ホ)章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項</p> <p>該当する特記事項はない。</p> <p>(ホ) - 1</p>	<p>(ニ)章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項</p> <p>本輸送物の安全設計、安全輸送に関する特記事項は以下のものとする。</p> <p>1. 木材の取扱いについて</p> <p>安全性向上の観点から、親衛材として使用する木材の経年変化に関する知見の拡充の 取り組みの一環として、容器の使用に際しては、湿度、輸送容器の使用履歴を監視し、 木材湿度が概ね実績のある湿度の範囲内となる湿度で輸送を行う。</p> <p>2. 技術基準が変更となった場合及び新たな技術的知見が得られた場合の対応について</p> <p>外連検規則等の改正に伴い、本輸送物に係る技術上の基準が変更となった場合及び新た な技術的知見が得られた場合は、設計への影響を評価し、必要に応じて設計変更承認申 請等の手続きを行う。</p> <p>(ニ) - 1</p>	<p>法令改正内容及び申請手続ガイド に従った記載に変更するため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(ハ)章 品質マネジメントの基本方針</p> <p>A 品質マネジメントシステム</p> <p>三菱原子燃料株式会社（以下「MNF」という）は、顧客の要求事項、法令の技術上の基準等に適合することを確実にするための手段としてISO9001（2008年版）に基づく品質マネジメントシステムを確立し、維持する。</p> <p>A. 1 品質マニュアル</p> <p>(1) 品質マニュアル</p> <p>品質マニュアルは、ISO9001（2008年版）の要求事項を文書化した第1階層の文書であり、品質方針及び品質目標を明確にするとともに輸送容器に係る調達・設計・製作・使用（「取扱い」を含む）・保守等までの各段階で必要な品質保証活動の実施基準を明確にしたものである。</p> <p>社長が定めた品質方針を受け、品質保証部が品質マニュアルの作成、改訂、発行等の管理を行う。</p> <p>(2) 品質保証計画</p> <p>品質保証部及び関連部門は、輸送容器が顧客の要求、法令の技術上の基準、設計承認申請書の設計仕様、容器承認申請書の製作方法等に適合することを確実にするために、品質マニュアルに基づき、又、適宜次の事項を考慮して輸送容器の設計、製作、調達、使用（「取扱い」を含む）、保守等に関する品質保証計画を確立し、文書化する。なお、品質保証部、製造部、調達室、生産管理師、総務部及び輸送・サービス部の発行する要領書等は本品質保証計画を構成する。</p> <p>① 関係する各部門は、輸送容器の設計、製作、調達、使用、保守等の管理に関し、部門内の責任体制を明確にする。また、輸送・サービス部は必要に応じ、輸送容器の設計、製作、使用、保守等の業務の一部について、適切な品質マネジメントシステムを有する専門会社から役務の提供を受け、合理的な業務の遂行を図る。</p> <p>② 輸送・サービス部は、輸送容器の製造、保守に関し、業務の適切な段階で、適切な検証を行うため、あらかじめ輸送容器の製造及び性能維持に係る検査要領書を策定し、輸送容器製造者等に提示する。また、輸送・サービス部は輸送容器製造者等が作成する検査要領書にMNFの要求事項が適切に反映されていることを審査、承認し、これに従い輸送容器製造者が検査を実施していることを確認する。なお、MNF以外の輸送容器所有者から輸送容器製造者に発注する場合は、MNF検査要領書にて輸送容器製造者にMNFの要求事項を提示する。</p> <p>(ハ)-1</p>	<p>(イ)章 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</p> <p>(イ)-A 品質マネジメントシステム</p> <p>三菱原子燃料株式会社（以下「MNF」という）は、顧客の要求事項、法令の技術上の基準等に適合することを確実にするための手段としてISO9001（2015年版）に基づく品質マネジメントシステムを確立し、維持する。</p> <p>A. 1 品質マニュアル</p> <p>(1) 品質マニュアル</p> <p>品質マニュアルは、ISO9001（2015年版）の要求事項を文書化した第1階層の文書であり、品質方針及び品質目標を明確にするとともに輸送容器に係る調達・設計・製作・使用（「取扱い」を含む）・保守等までの各段階で必要な品質保証活動の実施基準を明確にしたものである。</p> <p>社長が定めた品質方針を受け、品質保証部が品質マニュアルの作成、改訂、発行等の管理を行う。</p> <p>(2) 品質保証計画</p> <p>品質保証部及び関連部門は、輸送容器が顧客の要求、法令の技術上の基準、燃料設計承認申請書の設計仕様、燃料容器承認申請書の製作方法等に適合することを確実にするために、品質マニュアルに基づき、又、適宜次の事項を考慮して輸送容器の設計、製作、調達、使用（「取扱い」を含む）、保守等に関する品質保証計画を確立し、文書化する。なお、品質保証部、製造部、調達室、総務部及び輸送・サービス部の発行する要領書等は本品質保証計画を構成する。</p> <p>① 関係する各部門は、輸送容器の設計、製作、調達、使用、保守等の管理に関し、部門内の責任体制を明確にする。また、輸送・サービス部は必要に応じ、輸送容器の設計、製作、使用、保守等の業務の一部について、適切な品質マネジメントシステムを有する専門会社から役務の提供を受け、合理的な業務の遂行を図る。</p> <p>② 輸送・サービス部は、輸送容器の製造、保守に関し、業務の適切な段階で、適切な検証を行うため、あらかじめ輸送容器の製造及び性能維持に係る検査要領書を策定し提示する。また、輸送・サービス部は、輸送容器の製造者（以下「容器製造者」という）が作成する検査要領書に基づき検査を実施している場合には、容器製造者等が作成する検査要領書にMNFの要求事項が適切に反映されていることを審査、承認し、これに従い容器製造者が検査を実施していることを確認する。</p> <p>(イ)-1</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>③ 輸送・サービス部は、上記(2)の検査要領書に、合否判定基準を記載する。</p> <p>④ 各部門は、品質保証計画に従った、効果的な要領書（要領書、手順書及び指示書）を作成し、これらに従い品質保証活動を遂行する。要領書等で規定する範囲及び内容の詳しさは、業務の複雑さ、業務の遂行方法及び業務を遂行する作業者の技能及び訓練の度合いにより決定する。</p> <p>⑤ 品質保証部は、輸送容器の設計、製作、調達、使用、保守等に係る品質に影響を与える品質記録を明確にし、品質記録の作成及び保管の要領を明確にする。</p> <p>(3) 製品品質方針及び品質目標</p> <p>① 品質方針 社長は次のとおり製品品質方針を定める。</p> <div data-bbox="362 711 882 1002" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><製品品質方針> 三菱原子燃料株式会社(MNF)は、企業理念及び社員行動指針に基づき、MNF、グループ会社及び協力会社の全ての社員が、品質の向上を図り、企業責任を果たし、社会に貢献するよう、以下の方針に従い、業務を確実に推進します。</p> <p>(1)お客様と社会のニーズ及び期待に応える高い品質・安全性の実現に向け、徹底した品質管理、不適合の未然防止に注力する。</p> <p>(2)開発・設計・調達・製造・営業・輸送・サービスなどの一貫した事業展開のメリットを活かし、グループ会社、協力会社を含め、製品品質のさらなる向上に努める。</p> <p>(3)品質マネジメントシステムの高度化とグローバルな要求を満足する標準化を一層推進し、国内のみならず世界の原子力に貢献する。</p> </div> <p>また、社長は上記製品品質方針達成を確実にするため、担当役員を管理責任者とし、必要な資源を配するとともに、品質マネジメントシステムを具体的に展開する。</p> <p>② 品質目標 関係する各部門長は、品質方針を達成するため達成度が評価可能な品質目標を設定するとともに、設定した品質目標に対して品質マネジメントシステムの継続的改善のための一プロセスとして、達成状況を評価し、管理責任者の承認を受ける。</p> <p style="text-align: center;">(ハ)-2</p>	<p>③ 各部門は、品質保証計画に従った、効果的な要領書（要領書、手順書及び指示書）を作成し、これらに従い品質保証活動を遂行する。要領書等で規定する範囲及び内容の詳しさは、業務の複雑さ、業務の遂行方法及び業務を遂行する作業者の技能及び訓練の度合いにより決定する。</p> <p>④ 品質保証部は、輸送容器の設計、製作、調達、使用、保守等に係る品質に影響を与える品質記録を明確にし、品質記録の作成及び保管の要領を明確にする。</p> <p>(3) 品質方針及び品質目標</p> <p>① 品質方針 社長は次のとおり製品品質方針を定める。</p> <div data-bbox="1128 660 1630 1110" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><製品品質方針> 三菱原子燃料株式会社(MNF)は、企業理念及び社員行動指針に基づき、MNF、グループ会社及び協力会社の全ての社員が、品質の向上を図り、企業責任を果たし、社会に貢献するよう、以下の方針に従い、業務を確実に推進します。</p> <p>(1) 品質管理 お客様と社会のニーズ及び期待に応える高い品質・安全性の実現に向け、徹底した品質管理、不適合の未然防止に注力する。</p> <p>(2) 開発・設計 開発・設計・調達・製造・営業・輸送・サービスなどの一貫した事業展開のメリットを活かし、グループ会社、協力会社を含め、製品品質のさらなる向上に努める。</p> <p>(3) 品質マネジメントシステムの高度化とグローバルな要求を満足する標準化を一層推進し、国内のみならず世界の原子力に貢献する。</p> </div> <p>また、社長は、上記製品品質方針達成を確実にするため、担当役員を管理責任者とし、必要な資源を配するとともに、品質マネジメントシステムを具体的に展開する。</p> <p>② 品質目標 関係する各部門長は、品質方針を達成するため達成度が評価可能な品質目標を設定するとともに、設定した品質目標に対して品質マネジメントシステムの継続的改善のための一プロセスとして、達成状況を評価し、管理責任者の承認を受ける。</p> <p style="text-align: center;">(イ)-2</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(4) マネジメントレビュー</p> <p>社長は、品質マネジメントシステムが品質方針、品質目標を満足し、効果的に運用されていることを確認するために、定期的に製品品質マネジメントレビュー会議を開催し、品質マネジメントシステムの見直しを行う。</p> <p>マネジメントレビューは、下記のような項目について行う。</p> <p>① 内部品質監査の結果</p> <p>② 顧客等外部監査の結果</p> <p>③ 予防処置及び是正処置の状況</p> <p>④ 製品の適合性及び品質傾向</p> <p>⑤ 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</p> <p>⑥ 前回までのマネジメントレビューの結果に対するフォローアップ事項</p> <p>⑦ その他</p> <p>A. 2 文書及びデータの管理</p> <p>(1) 文書及びデータの管理範囲</p> <p>輸送容器の品質に係る文書及びデータに適用する。</p> <p>対象とする文書は、品質マニュアルを含め契約仕様書、図面、発注仕様書、品質保証計画書、作業要領書、検査要領書等をいい、JIS 等公的規格の外部文書も含む。</p> <p>(2) 文書及びデータの承認及び発行</p> <p>① 文書及びデータは、発行に先立ち各部門において権限のある者（部門長が検討、承認を任せた者）がその適切性について検討、承認を行う。</p> <p>なお、輸送容器の構造が変更され使用又は作業に影響する場合は、発注仕様書等について関連部門のレビューを受ける。</p> <p>② 文書の最新版の状態を、台帳等により管理し、次のことを確実にを行う。</p> <p>(a) 適切な文書・版の利用</p> <p>(b) 無効及び/又は廃止文書の処分</p> <p>(c) 保持する廃止文書の適切な識別</p> <p>(3) 文書及びデータの変更</p> <p>① 変更によって影響を受ける範囲の洗い出し</p> <p>② 輸送容器の製造仕様に関する文書を体系化する。</p> <p>③ 上位の文書に変更があった場合、その変更が下位の文書に確実に反映されるように、上記文書体系に基づき順次影響の有無を確認する。輸送容器製造者に対しては変更を通知し、影響の有無の確認を指示する。</p> <p>(ハ)-3</p>	<p>定するとともに、設定した品質目標に対して品質マネジメントシステムの継続的改善のためのプロセスとして、達成状況を評価し、管理責任者の承認を受ける。</p> <p>(4) マネジメントレビュー</p> <p>社長は、品質マネジメントシステムが品質方針、品質目標を満足し、効果的に運用されていることを確認するために、定期的に製品品質マネジメントレビュー会議を開催し、品質マネジメントシステムの見直しを行う。</p> <p>マネジメントレビューは、下記のような項目について行う。</p> <p>① 内部品質及び外部監査の結果</p> <p>② 顧客等外部監査の結果</p> <p>③ 製品の適合性及び品質傾向</p> <p>④ 予防処置及び是正処置の状況</p> <p>⑤ 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</p> <p>⑥ 前回までのマネジメントレビューの結果に対するフォローアップ事項</p> <p>⑦ その他</p> <p>A. 2 文書管理</p> <p>(1) 文書及びデータの管理範囲</p> <p>輸送容器の品質に係る文書及びデータに適用する。</p> <p>対象とする文書は、品質マニュアルを含め契約仕様書、図面、発注仕様書、品質保証計画書、作業要領書、検査要領書等をいい、JIS 等公的規格の外部文書も含む。</p> <p>(2) 文書及びデータの承認及び発行</p> <p>① 文書及びデータは、発行に先立ち各部門において権限のある者（部門長が検討、承認を任せた者）がその適切性について検討、承認を行う。</p> <p>なお、輸送容器の構造が変更され使用又は作業に影響する場合は、発注仕様書等について関連部門のレビューを受ける。</p> <p>② 文書の最新版の状態を、台帳等により管理し、次のことを確実にを行う。</p> <p>(a) 適切な文書・版の利用</p> <p>(b) 無効及び/又は廃止文書の処分</p> <p>(c) 保持する廃止文書の適切な識別</p> <p>(3) 文書及びデータの更新</p> <p>① 変更によって影響を受ける範囲の洗い出し</p> <p>(a) 輸送容器の製作仕様に関する文書を体系化する。</p> <p>(b) 上位の文書に変更があった場合、その変更が下位の文書に確実に反映される</p> <p>(イ)-3</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(4) 文書及びデータの変更の実施</p> <p>① 変更の影響が「有」となった文書は、リストアップし改訂版発行をフォローする。</p> <p>② 文書データの変更は、発行時と同様の手続きに従って実施する。</p> <p>③ 関係部門は、確認者及び承認者に対し根拠となる裏付け情報を提示し、変更を実施する。また、変更の内容を文書中又は添付文書で明確にする。</p> <p>④ 変更を要する文書について、下流側文書が順次必要に応じて改訂、発行されるよう速やかに改訂版を発行する。</p> <p>なお、輸送容器製造者に対しては該当文書の改訂及び改訂版の提示を指示する。</p> <p>A. 3 品質記録の管理</p> <p>(1) 品質記録の種類</p> <p>各部門は下記の代表を参考に管理すべき記録の範囲を明確にする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マネジメントレビューの記録 ・品質文書（品質保証計画、標準書、要領書等） ・契約内容レビューの記録 ・発注仕様書、図面等 ・検査記録（製作時検査、定期自主検査、発送前検査） ・監査記録（内部、調達先） ・不適合報告書及び是正処置報告 ・教育・訓練記録 <p>(2) 品質記録の保管</p> <p>① 品質記録は読み易く、保管中の劣化、損傷及び紛失防止に適した環境で保管する。</p> <p>② 品質記録は容易に検索できる状態で維持する。</p> <p>③ 品質記録の保管期間を明確に定める。</p> <p>(3) 品質記録の廃棄処分</p> <p>各担当部門は、保管期間の過ぎた品質記録を処分する。品質記録については、焼却またはシュレッダー等で切断して廃棄する。</p> <p style="text-align: center;">(ハ)-4</p>	<p>ように、上記文書体系に基づき順次影響の有無を確認する。記録の構築、輸送容器の製作仕様に影響がある場合は、輸送容器の所有者（以下「容器所有者」といいます）に輸送容器製造者に対して変更を通知し、影響の有無の確認を指示する。</p> <p>② 変更の実施</p> <p>(a) 変更の影響が「有」となった文書は、リストアップし改訂版発行をフォローする。</p> <p>(b) 文書データの変更は、発行時と同様の手続きに従って実施する。</p> <p>(c) 関係部門は、確認者及び承認者に対し根拠となる裏付け情報を提示し、変更を実施する。また、変更の内容を文書中又は添付文書で明確にする。</p> <p>(d) 変更を要する文書について、下流側文書が順次必要に応じて改訂、発行されるよう速やかに改訂版を発行する。</p> <p>なお、輸送容器の製作仕様に影響がある場合は、容器所有者に輸送容器製造者に対して該当文書の改訂及び改訂版の提示を指示する。</p> <p>A. 3 品質記録の管理</p> <p>(1) 品質記録の種類</p> <p>各部門は下記の代表を参考に管理すべき記録の範囲を明確にする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マネジメントレビューの記録 ・品質文書（品質保証計画、標準書、要領書等） ・契約内容レビューの記録 ・発注仕様書、図面等 ・検査記録（製作時検査、定期自主検査、発送前検査） ・監査記録（内部、調達先） ・不適合報告書及び是正処置報告 ・教育・訓練記録 <p>(2) 品質記録の保管</p> <p>① 品質記録は読み易く、保管中の劣化、損傷及び紛失防止に適した環境で保管する。</p> <p>② 品質記録は容易に検索できる状態で維持する。</p> <p>③ 品質記録の保管期間を明確に定める。</p> <p>(3) 品質記録の廃棄処分</p> <p>各担当部門は、保管期間の過ぎた品質記録を処分する。品質記録については、焼却またはシュレッダー等で切断して廃棄する。</p> <p style="text-align: center;">(イ)-4</p>	<p>当社の品質マネジメントシステム の最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>B 申請者の責任</p> <p>輸送容器の設計、製作、使用、保守等の業務に関する品質保証体制を第1図に示す。MNFの責任の下に輸送容器の製造について、供給能力を有すると評価した輸送容器製造者に輸送容器所有者を經由、又は直接発注する。輸送容器の保守、維持管理の一部についてはMNF ロジスティックス(特) (以下、MNPLという)に業務委託する。MNFの品質保証組織を第2図に示す。また、MNFにおける各部門の業務及び責任を以下に示す。各部門の活動における最終的責任者は部長とする。</p> <p>(1) 社長</p> <p>社長は、次の事項について責任と権限を有する。</p> <p>① 顧客の要求事項を満足する品質を確保するために、品質保証に係る各職制の責任と権限を明確にした組織を確立するとともに、予算、人、設備等の経営資源を適切に配置すること。</p> <p>② 品質方針を設定し文書化すること。</p> <p>③ 管理責任者を任命し、品質保証活動に対する責任と権限を与える。</p> <p>(2) 管理責任者 (担当役員)</p> <p>管理責任者は、社長より命を受けた担当役員であり、他の責任と関係なく、次の事項について責任と権限を有する。</p> <p>① 品質保証計画を確立し推進する。</p> <p>② 以下の5項目を含む品質に関する総合的な責任を有するとともに、品質保証計画が有効且つ効果的であることを評価する。改善が必要な場合には適切な行動を起こす。</p> <p>(i) 製品、プロセス及び品質マネジメントシステムに関する不適合の発生を防止する行動を起こすこと。</p> <p>(ii) 製品、プロセス及び品質マネジメントシステムに関する問題を明確にし記録すること。</p> <p>(iii) 所定の方法により解決策を開始、勧告又は提供すること。</p> <p>(iv) 解決策の実施を検証すること。</p> <p>(v) 不適合を是正するまで、当該品の次工程への払出しをホールドすること。</p> <p>③ 上記①、②の実施状況及び改善の必要性の有無を社長に報告する。</p> <p>④ 組織全体に対して顧客要求事項を達成する重要性について認識を高めるよう、それぞれの組織を指導する。</p> <p>(3) 品質保証部</p> <p>品質保証部は、組織上他の部門から独立し、次の責任及び権限を有する。</p> <p>(ハ)-5</p>	<p>(イ)-B 申請者の責任</p> <p>輸送容器の設計、製作、調製、保守等の業務に関する品質保証体制を(イ)-第1図に示す。MNFの責任の下に輸送容器の製作について、供給能力を有すると評価した容器製造者に容器所有者を經由、又は直接発注する。輸送容器の保守、維持管理の一部については、製造施設、供給能力を有する輸送容器の保守管理会社等に業務委託する。MNFの品質保証組織を(イ)-第2図に示す。また、MNFにおける各部門の業務及び責任を以下に示す。各部門の活動における最終的責任者は部長とする。</p> <p>(1) 社長</p> <p>社長は、次の事項について責任と権限を有する。</p> <p>① 顧客の要求事項を満足する品質を確保するために、品質保証に係る各職制の責任と権限を明確にした組織を確立するとともに、予算、人、設備等の経営資源を適切に配置すること。</p> <p>② 品質方針を設定し文書化すること。</p> <p>③ 管理責任者を任命し、品質保証活動に対する責任と権限を与える。</p> <p>(2) 管理責任者 (担当役員)</p> <p>管理責任者は、社長より命を受けた担当役員であり、他の責任と関係なく、次の事項について責任と権限を有する。</p> <p>① 品質保証計画を確立し推進する。</p> <p>② 以下の5項目を含む品質に関する総合的な責任を有するとともに、品質保証計画が有効且つ効果的であることを評価する。改善が必要な場合には適切な行動を起こす。</p> <p>(a) 製品、プロセス及び品質マネジメントシステムに関する不適合の発生を防止する行動を起こすこと。</p> <p>(b) 製品、プロセス及び品質マネジメントシステムに関する問題を明確にし記録すること。</p> <p>(c) 所定の方法により解決策を開始、勧告又は提供すること。</p> <p>(d) 解決策の実施を検証すること。</p> <p>(e) 不適合を是正するまで、当該品の次の工程への払出しをホールドすること。</p> <p>③ 上記①、②の実施状況及び改善の必要性の有無を社長に報告する。</p> <p>④ 組織全体に対して顧客要求事項を達成する重要性について認識を高めるよう、それぞれの組織を指導する。</p> <p>(3) 製造品質保証部</p> <p>製造品質保証部は、組織上他の部門から独立し、次の責任及び権限を有する。</p> <p>(イ)-5</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>① 品質マネジメントシステムの立案と推進</p> <p>② 内部品質監査の実施及び是正処置の指示</p> <p>③ 輸送容器製造者等の評価（品質関係）</p> <p>④ 輸送容器製造者等に対する品質監査の実施及び是正処置の指示</p> <p>⑤ MNFLに対する品質監査の実施及び是正処置の指示</p> <p>⑥ 不適合報告書の承認、必要に応じて作業の停止指示並びに是正処置及び予防処置の承認</p> <p>⑦ 教育・訓練の実施</p> <p>⑧ 製品梱包及び現地確認検査並びにシリンダの洗浄・リテスト及び蒸発・保管工程（以下「使用段階」という）で見つけられた輸送容器の不具合事項の報告及び是正処置の承認</p> <p>(4) 輸送・サービス部 輸送・サービス部は、次の責任及び権限を有する。</p> <p>① MNFLへの業務委託</p> <p>② 輸送容器に係る許認可申請業務</p> <p>③ 六ふっ化ウラン輸送物の安全確認受検及び核燃料輸送物の発送前検査（ただし、海外UPGは検査機関に委託）</p> <p>④ 容器の受入及び有効期限管理</p> <p>⑤ 輸送容器の設計に係る発注仕様書等の作成</p> <p>⑥ 輸送容器の設計に係る図面、解析書等設計文書の審査、承認</p> <p>⑦ 輸送容器の製作に係る設計要件及び品質要件の作成又は発注仕様書等の作成</p> <p>⑧ 製作用承認申請図書（製作用図面、検査要領書等）の承認</p> <p>⑨ 輸送容器の製作に係る検査</p> <p>⑩ 輸送容器に係る許認可申請添付書類等の作成</p> <p>⑪ 輸送容器の維持管理</p> <p>⑫ 不適合報告書作成並びに是正処置及び予防処置の検討</p> <p>⑬ 教育・訓練の実施</p> <p>⑭ 設計に係る契約内容の確認</p> <p>(5) 製造部 製造部は、次の責任及び権限を有する。</p> <p>① 六ふっ化ウランシリンダの洗浄</p> <p>② 六ふっ化ウランシリンダ5年定期検査（以下「リテスト」という）</p> <p>③ 使用段階（原形貯蔵・蒸発工程）における六ふっ化ウランシリンダの管理</p> <p>④ 使用段階（Ass'y 梱包）における輸送容器の管理</p> <p style="text-align: center;">(ハ)-6</p>	<p>① 品質マネジメントシステムの立案と推進</p> <p>② 内部品質監査の実施及び是正処置の指示</p> <p>③ 輸送容器製造者の評価（品質関係）<u>（蒸発工程及び品質関係）</u></p> <p>④ 輸送容器製造者等に対する品質監査の実施及び是正処置の指示</p> <p>⑤ 不適合報告書の承認、必要に応じて作業の停止指示並びに是正処置及び予防処置の承認</p> <p>⑥ 教育・訓練の実施</p> <p>⑦ 製品梱包及び現地確認検査並びに<u>（蒸発工程及び品質関係）</u>シリンダの洗浄・リテスト<u>（蒸発工程及び品質関係）</u>及び蒸発・保管工程（以下「使用段階」という）で見つけられた輸送容器の不具合事項の報告及び是正処置の承認</p> <p>⑧ 輸送管理に係る記録の確認等</p> <p>(4) 輸送・サービス部 輸送・サービス部は、次の責任及び権限を有する。</p> <p>① 輸送容器に係る許認可申請業務</p> <p>② 核燃料輸送物の発送前検査（<u>放射線測定を含む</u>）及び運搬に関する確認業務</p> <p>③ 容器の受入及び有効期限管理</p> <p>④ 輸送容器の維持管理（<u>放射線測定を含む</u>）</p> <p>⑤ 不適合報告書作成並びに是正処置及び予防処置の検討</p> <p>⑥ 教育・訓練の実施</p> <p>⑦ 使用段階における輸送容器の管理（<u>蒸発工程による管理を除く</u>）</p> <p>⑧ 設計に係る契約内容の確認</p> <p>⑨ 輸送容器製造者の技術能力の評価</p> <p>⑩ 輸送容器の設計に係る発注仕様書等の作成</p> <p>⑪ 輸送容器の設計に係る図面、解析書等設計文書の審査、承認</p> <p>⑫ 輸送容器に係る許認可申請添付書類等の作成</p> <p>⑬ 輸送容器の製作に係る設計要件及び品質要件の作成又は発注仕様書等の作成</p> <p>⑭ 製作用承認申請図書（製作用図面、検査要領書等）の承認</p> <p>⑮ 輸送容器の製作に係る検査</p> <p>⑯ 輸送容器の構成部品に係る発注仕様書等の作成及び検査の実施</p> <p>(5) 製造部 製造部は、次の責任及び権限を有する。</p> <p>① 六ふっ化ウランシリンダの洗浄</p> <p>② 六ふっ化ウランシリンダの<u>（蒸発工程）</u>（<u>5年定期自主検査</u>）</p> <p>③ 使用段階（原形貯蔵・蒸発工程）における六ふっ化ウランシリンダの管理</p> <p style="text-align: center;">(イ)-6</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

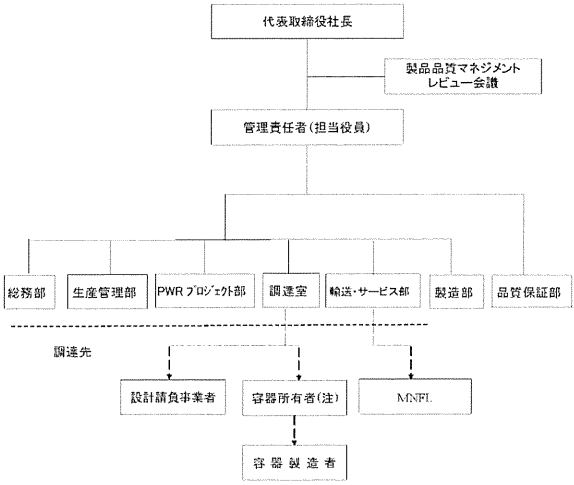
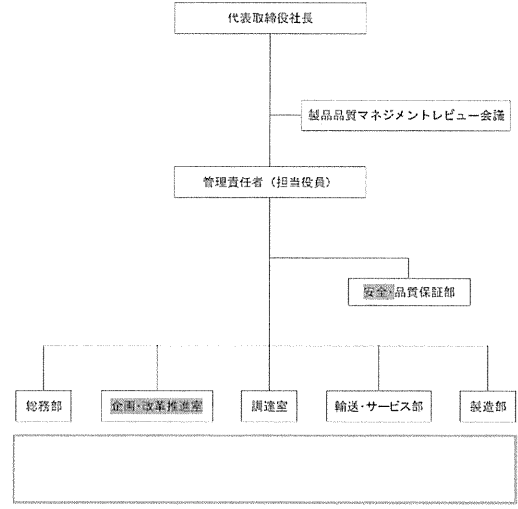
章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>⑤ 購入シリンダバルブ及びプラグの受入検査</p> <p>(6) 総務部 総務部は、次の責任及び権限を有する。 ① 教育・訓練計画の管理、運営 ② 要員の整理</p> <p>(7) 調達室 調達室は、次の責任と権限を有する。 ① 契約の締結 ② 輸送容器の設計、製作及び調達並びに使用に係る発注 ③ シリンダバルブ及びプラグの購入</p> <p>(8) 生産管理部 生産管理部は、次の責任と権限を有する。 ① 輸送容器の設計先の評価及び認定 ② 輸送容器の調達先の評価及び認定</p> <p>(9) PWRプロジェクト部 PWRプロジェクト部は、次の責任と権限を有する。 ① 輸送容器への顧客要求事項の確認</p> <p>(ハ)-7</p>	<p>④ 使用段階（<u>調達の</u>）における輸送容器の管理</p> <p>(6) 総務部 総務部は、次の責任及び権限を有する。 ① 教育・訓練計画の管理、運営 ② 要員の管理</p> <p>(7) 調達室 調達室は、次の責任と権限を有する。 ① 契約の締結 ② 輸送容器<u>及びその構成部品</u>の設計、製作及び調<u>達</u>に係る発注 ③ <u>輸送容器の使用及び保守に係る発注</u></p> <p>(8) <u>企画・改善推進課</u> <u>企画・改善推進課</u>は、次の責任と権限を有する。 ① 輸送容器への顧客要求事項の確認</p> <p>(イ)-7</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>(注) M N F が輸送容器を直接発注する場合は、図の容器所有者の欄は除く。</p> <p>(ハ) ー第1図 輸送容器の設計、製作、調達、保守等の品質体制</p> <p>(ハ)ー8</p>	<p>(注1) M N F が輸送容器を直接発注する場合は、図の容器所有者の欄は除く。 (注2) 輸送容器を新規製作する場合に限る。 (注3) 必要に応じ実施</p> <p>(イ) ー第1図 輸送容器の設計、製作、調達、保守等の品質体制</p> <p>(イ)ー8</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
 <p>代表取締役社長</p> <p>製品品質マネジメントレビュー会議</p> <p>管理責任者(担当役員)</p> <p>総務部 生産管理部 PWRプロジェクト部 調達室 輸送・サービス部 製造部 品質保証部</p> <p>調達先</p> <p>設計請負事業者 容器所有者(注) MNP</p> <p>容器製造者</p> <p>(注1) MNPが輸送容器を直接容器製造者に発注する場合は、この間を除外。</p> <p>(ハ) - 第2回 MNPの輸送容器の品質に関する組織</p> <p>(ハ)-8</p>	 <p>代表取締役社長</p> <p>製品品質マネジメントレビュー会議</p> <p>管理責任者(担当役員)</p> <p>安全品質保証部</p> <p>総務部 企画・改革推進室 調達室 輸送・サービス部 製造部</p> <p>(イ) - 第2回 MNPの輸送容器の品質に関する組織</p> <p>(イ)-9</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>E 輸送容器の製造業法</p> <p>輸送容器が顧客の要求事項、法令に定める技術上の基準、設計承認申請書の設計仕様及び容器承認申請書の製作方法等の要求事項に適合することを確実にするために、次の事項を実施する。</p> <p>E. 1 容器製造者の品質管理の措置状況</p> <p>輸送容器が調達要求事項に適合していることを検証するために、次の事項を実施する。</p> <p>(1) 品質保証部は、品質保証計画書で提示された仕組みの実施状況の確認を目的に次のように品質監査を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施時期：最初のロットの完成検査ができるようになった時点及び前回の監査から3年以上経過して製造する場合。 ・監査項目：工程管理、識別管理、検査・試験に関連した管理項目、下請負契約者に対する管理、不適合品の管理、是正処置及び予防処置、統計的手法等製造に直接関連する項目について ・実施要領：検査計画を監査通知として被監査組織に連絡 監査は、要確認事項をリストアップしたチェックシートに基づいて実施 <p>品質監査に当たっては、品質監査要領及び品質監査計画を策定し、これに従って実施する。</p> <p>また、輸送容器製造者の下請負契約者への品質監査状況を把握し、品質保証部の責任において必要に応じて下請負契約者に対し直接品質監査を行う。</p> <p>(2) 輸送・サービス部は、輸送容器の検査に当たって、安全上の重要性等を考慮しつつ、公的規格、公的資格制度の有無及び特殊工程条件、輸送容器所有者、輸送容器製造者及び下請負契約者の品質管理の状況等を勘案して、実施要領等の文書を作成し、立会確認、記録確認を行う。</p> <p>(3) 品質保証部は、品質監査に当たって品質監査要領書に従って実施する。</p> <p>なお、輸送・サービス部は容器所有者又は容器製造者への製造業法に当たって、次の要求事項について仕様書等文書（以下「発注仕様書」という）で明確に指示し実施させるようにする。</p> <p>(1) 輸送容器所有者又は輸送容器製造者への品質マネジメントシステム要求事項</p> <p>輸送・サービス部は、輸送容器所有者又は輸送容器製造者への製造業法に当たって、輸送部の責任において必要に応じて、次の要求事項について、仕様書等の文書で明確に指示し、実施させるようにする。</p>	<p>(イ)－E 輸送容器の製造業法</p> <p>輸送容器が顧客の要求事項、法令に定める技術上の基準、<u>標榜物輸送用設計承認申請書の設計仕様及び容器承認申請書の製作方法等の要求事項に適合することを確実にするために、次の事項を実施する。</u></p> <p><u>3. 容器製造者の詳細</u></p> <p>製作に関する能力については、<u>完全</u>品質保証部の責任において必要に応じて次の事項を考慮して評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 輸送容器の製作に関する技術及び要員並びに製作設備 ② 容器所有者及び容器製造者の品質方針、品質保証計画及びこれらの実施状況 ③ 輸送容器又は類似のものに関する供給実績 ④ 輸送容器又は類似のものに関する使用実績及び品質に関する記録 ⑤ 試作品、サンプル等の評価（類似品がない場合） <p><u>4. 容器製造者への品質マネジメントシステム要求事項</u></p> <p>輸送・サービス部は、容器所有者又は容器製造者への製作業法に当たって、輸送・サービス部の責任において必要に応じて、次の要求事項について、仕様書等の文書で明確に指示し、実施させるようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 容器所有者又は容器製造者の業務範囲 ② 設計、製作、検査、適用法令等の技術的・要求事項 ③ 品質保証計画書の提出に関する事項 ④ 品質監査、検査等のための容器製造者への立入りに関する事項 ⑤ 文書の提出並びに記録の保管に関する事項 ⑥ 容器製造者が、MNF の製作業法する製品について品質管理を実施するための組織、手順等を規定する品質管理計画を策定し、実施すること。品質管理計画は、<u>標榜物輸送の製作の方法に係る品質マネジメント方針</u>（<u>核燃料物質等の工場又は事業場の外に於ける運搬に係る核燃料輸送物設計承認及び容器承認等に関する申請手続ガイド</u>）の別冊（<u>発注2年2月28日</u>）<u>所収規程第2009254号</u>）及び<u>別冊（発注2年11月18日</u>）<u>所収規程第2011188号</u>）にて<u>改正</u>の「III 容器製造者による品質マネジメントの内容」に適合するものであること。 <p>容器製造者が輸送容器の一部の製作を下請負契約者に発注する場合は、容器製造者の品質管理計画には、下請負契約者に対する品質<u>マネジメントシステム</u>要求事項</p>	<p>当社の品質マネジメントシステム の最新の状況を反映させるため</p>
(ハ)－14	(イ)－14	

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>① 輸送容器所有者又は輸送容器製造者の業務範囲</p> <p>② 設計、製作、検査、適用法令等の技術的要求事項</p> <p>③ 品質保証計画書の提出に関する事項</p> <p>④ 品質監査、検査等のための輸送容器製造者への立入りに関する事項</p> <p>⑤ 文書の提出並びに記録の保管に関する事項</p> <p>⑥ 輸送容器製造者が、MNF の製造発注する製品について品質管理を実施するための組織、手順等を規定する品質保証計画を策定し、実施すること。品質管理計画は、「輸送容器の製作の方法に係る品質マネジメント方針について」(平成 20 年 6 月 20 日付「平成 20・06・10 原院 1 号」別添)の「Ⅲ 容器製造者による品質マネジメントの内容」に適合するものであること。 輸送容器製造者が輸送容器の一部の製造を下請負契約者に発注する場合は、輸送容器製造者の品質管理計画には、下請負契約者に対する品質保証要求事項を含むこと。</p> <p>⑦ MNF 及び規制当局の職員が、輸送容器所有者、輸送容器製造者及びその下請負契約者先等において、輸送容器の製造時の検査や品質管理状態の確認を行うことができること。</p> <p>⑧ 輸送容器所有者が行う輸送容器製造者の選定に係る基準について MNF が審査し、承認できるように措置すること。 又は、輸送容器製造者及び下請負契約者の選定基準について MNF が審査及び承認し、選定状況等も確認できるように措置すること。</p> <p>⑨ 輸送容器の製造に携わる事業者間の責任関係を契約等により明確にするための措置を講じること。</p> <p>⑩ MNF が示す安全上重要な材料仕様等について、輸送容器所有者、輸送容器製造者及びその下請負契約者にその数値の意味と重要性を十分理解させるための措置を講じること。</p> <p>⑪ 輸送容器の製造に当たって、安全上の重要度が高く特殊な材料を採用する場合は、予め製造に係る加工・分析・検査方法について、輸送容器の製造に携わる各事業者間における情報交換や技術的検討が十分行われるための措置を講じること。</p> <p style="text-align: center;">(ハ)-15</p>	<p>項を含むこと。</p> <p>① MNF 及び規制当局の職員が、容器所有者、容器製造者及びその下請負契約者先等において、輸送容器の製作時の検査や品質管理状態の確認を行うことができること。</p> <p>② 容器所有者が行う容器製造者の選定に係る基準について MNF が審査し、承認できるように措置すること。 又は、容器製造者及び下請負契約者の選定基準について MNF が審査及び承認し、選定状況等も確認できるように措置すること。</p> <p>③ 輸送容器の製作に携わる事業者間の責任関係を契約等により明確にするための措置を講じること。</p> <p>④ MNF が示す安全上重要な材料仕様等について、容器所有者、容器製造者及びその下請負契約者にその数値の意味と重要性を十分理解させるための措置を講じること。</p> <p>⑤ 輸送容器の製作に当たって、安全上の重要度が高く特殊な材料を採用する場合は、あらかじめ製作に係る加工・分析及び検査方法について、輸送容器の製作に携わる各事業者間における情報交換や技術的検討が十分行われるための措置を講じること。</p> <p>⑥ 輸送容器の製作が徹底的な事業者にまたがる工程では、作業指示や納期などの取り決めを明確にし、緊密な連携を図るための措置を講じること。</p> <p>⑦ 輸送容器の製作において、不適合が発生して、手直し等を行う場合は、MNF に文書で通知し、取扱いの指示を受けるように処置すること。 また、再発を防止するために、是正処置及び予防処置の手順を定め、維持すること。</p> <p>⑧ 容器製造者の特殊工程に関しては、工程条件等を手順に定めること。また、製作のプロセスにおいて重要な変更があった場合、容器製造者及び下請負契約者等の調整先の要があった場合は、MNF に速やかに報告し、承認を受けるように措置すること。</p> <p>⑨ 容器所有者及び容器製造者が下請負契約者に対して、次の事項を行うように措置すること。 (a) 下請負を行う能力の検証を行うこと。 (b) MNF が容器所有者及び容器製造者に対して要求した事項を下請負契約者に指示し、実施させること。 (c) 容器所有者が容器製造者及び下請負契約者に対して、及び容器製造者が下請</p> <p style="text-align: center;">(イ)-15</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>④ 輸送容器の製造が複数の事業者にまたがる工程では、作業指示や納期などの取り決めを明確にし、緊密な連携を図るための措置を講ずること。</p> <p>⑤ 輸送容器の製造において、不適合が発生して、手直し等を行う場合は、MNF に文書で通知し、取扱いの指示を受けるように処置すること。 また、再発を防止するために、是正処置及び予防処置の手順を定め、維持すること。</p> <p>⑥ 輸送容器製造者の特殊工程に関しては、工程条件等を手順に定めること。また、製造のプロセスにおいて重要な変更があった場合、輸送容器製造者及び下請負契約者等の調達先の変更があった場合は、MNF に速やかに報告し、承認を受けるように措置すること。</p> <p>⑦ 輸送容器所有者及び輸送容器製造者が下請負契約者に対して、次の事項を行うように措置すること。</p> <p>(a) 下請負を行う能力の評価を行うこと。</p> <p>(b) MNF が輸送容器所有者及び輸送容器製造者に対して要求した事項を下請負契約者に指示し、実施させること。</p> <p>(c) 輸送容器所有者が輸送容器製造者及び下請負契約者に対して、及び輸送容器製造者が下請負契約者に対して MNF の要求事項が満足されていることを品質監査及び検査により検証すること。</p> <p>ただし、下請負契約者が次の場合は、この限りでない。</p> <p>(a) 輸送容器承認の検査項目と関係がないと認められる下請負である場合</p> <p>(b) 輸送容器製造者等が立会検査を行うことにより、直接管理する場合</p> <p>(c) JIS 等の公的規格や公的資格制度により製造が行われる場合であって、差支えないと認められる場合</p> <p>(d) 検査の確認項目が簡易なものや汎用品であって、受入れ時の検取で十分と認められる場合</p> <p>E. 2 容器供給者選定基準</p> <p>製造に関する能力については、品質保証部の責任において必要に応じて次の事項を考慮して評価する。</p> <p>① 輸送容器の製造に関する技術・要員及び製造設備</p> <p>② 輸送容器所有者及び輸送容器製造者の品質方針、品質保証計画及びそれらの実施状況</p> <p>(ハ)-16</p>	<p>負契約者に対して MNF の要求事項が満足されていることを品質監査及び検査により検証すること。</p> <p>ただし、下請負契約者が次の場合は、この限りでない。</p> <p>(a) 容器承認の検査項目と関係がないと認められる下請負である場合</p> <p>(b) 容器製造者等が立会検査を行うことにより、直接管理する場合</p> <p>(c) JIS 等の公的規格や公的資格制度により製作が行われる場合であって、差支えないと認められる場合</p> <p>(d) 検査の確認項目が簡易なものや汎用品であって、受入れ時の検取で十分と認められる場合</p> <p>なお、輸送容器の全部又は一部が既に製作された輸送容器を調達する場合は、<u>品質保証部は、当該輸送容器の容器製造者及び輸送容器の製作の方法に係る品質管理計画と指針（特殊材料買受の工場又は事業所の外における運搬に係る特殊材料輸送検査計画及び容器管理等に関する申請手続ガイド）の別添（令和2年2月29日）（原規規通第90029号）並びに（特定）令和2年11月15日（原規規通第201188号）（特定）（記）の「III 容器製造者による品質マネジメントの内容」に適合し、これら両者の品質マネジメントシステム（ISO9001等）を有していることを記録等により確認する。</u></p> <p>③ 輸送容器の製作に係る検査及び品質監査による検証</p> <p>輸送容器が調達要求事項に適合していることを検証するために、次の事項を実施する。</p> <p>(1) <u>品質保証部は、品質保証計画書で提示された任組みの実施状況の確認を目的に次のように品質監査を行う。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施時期：最初のロットの完成検査ができるようになった時点及び前回の検査から3年以上経過して製作する場合。 ・監査項目：工程管理、識別管理、検査・試験に関連した管理項目、下請負契約者に対する管理、不適合品の管理、是正処置及び予防処置、統計的手法等製作に直接関連する項目について ・実施要領：検査計画を監査通知として被監査組織に連絡 監査は、要確認事項をリストアップしたチェックシートに基づいて実施 <p>品質監査に当たっては、品質監査要領及び品質監査計画を策定し、これに従い実施す</p> <p>(イ)-16</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>③ 輸送容器又は類似のものに関する供給実績</p> <p>④ 輸送容器又は類似のものに関する使用実績及び品質に関する記録</p> <p>⑤ 試作品、サンプル等の評価（類似品がない場合）</p> <p>E. 3 検査</p> <p>(1) 検査</p> <p>① 輸送・サービス部は、輸送容器の製造に係る検査計画及び検査要領書を作成し、輸送容器所有者又は輸送容器製造者に提示し、MNF の要求通り輸送容器が製造されていることを立会検査、記録確認等により検証する。</p> <p>② 輸送・サービス部は、輸送容器所有者又は輸送容器製造者から提出される検査要領書を審査、承認する。特殊材料については、輸送容器製造者の下請負契約者の行う検査に関する要領書を審査・承認し、必要に応じてMNF が立会検査、記録確認（必要な場合元データの確認を含む）を行うことができる内容であることを確認する。</p> <p>③ 輸送・サービス部は、承認した検査要領書に従って検査記録確認（必要な場合元データの確認）等を行いMNF の要求事項を満足していることを確認する。</p> <p>④ 輸送・サービス部は、輸送容器の受入検査を実施する。受入検査の一環として、容器承認申請書添付「当該容器の製作に関する説明書」の(ロ)・N 取扱検査を実施する。</p> <p>⑤ 輸送・サービス部は、輸送容器が検査に合格していることの証拠となる記録を保管する。</p> <p>⑥ 輸送・サービス部は、規制当局による立会検査が実施される場合これを受検する。</p> <p>(2) 検査、測定及び試験装置の管理</p> <p>(1) 管理手順</p> <p>(a) 輸送・サービス部は、輸送容器の受入検査で測定項目及び必要な精度を明らかにし、検査機器等を選定、使用する。</p> <p>(b) 品質保証部は、所定の間隔毎又は使用前に検査機器等を校正する。校正は</p> <p>(ハ)-17</p>	<p>る。</p> <p>また、容器製造者の下請負契約者への品質監査状況を把握し、品質保証部の責任において必要に応じて下請負契約者に対し直接品質監査を行う。</p> <p>(2) 輸送・サービス部は、輸送容器の検査に当たって、安全上の重要性等を考慮しつつ、公的規格、公的資格制度の有無及び特殊工程条件、容器所有者、容器製造者及び下請負契約者の品質管理の状況等を勘案して、実施要領等の文書を作成し、立会確認及び記録確認を行う。</p> <p>また、輸送容器の全部又は一部が既に製作された輸送容器を調べる場合が、当該容器が適切に製作されたものであることを検証するため、安全と品質保証部及び輸送・サービス部は製作当時の品質活動状況及び検査結果に関する記録の確認を行う。必要に応じて輸送容器に対する追加検査又は再検査を行う。</p> <p>(イ)-17</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
<p>F 取扱い及び保守</p> <p>F. 1 維持管理</p> <p>(1) 輸送・サービス部は、該当する輸送物安全解析書 (SAR) の記載事項を含む要件を明確にした要領書を作成し、要領書に基づいて輸送容器の定期検査及び保守を行う。このうち輸送容器の維持管理に係わる定期検査及び保守業務の一部については、あらかじめ供給能力を有することを評価した MNPL に対し輸送・サービス部より業務委託する。</p> <p>(2) 定期自主検査及び保守の結果は所定の期間保管する。</p> <p>(3) 輸送・サービス部は MNPL から提出された輸送容器の定期検査及び保守点検記録を確認することにより MNPL の実施状況を検証するとともに、品質保証部は MNPL に対し定期的に品質監査を行い実施状況を確認する</p> <p>(4) 輸送容器の定期自主検査及び保守において不適合品が発見された場合は、不適合品の管理並びに是正処置及び予防処置に従って必要な措置を行う。</p> <p>(5) 品質保証部は、内部監査において輸送容器の保守管理を含んで計画し、実施する。</p> <p>F. 2 発送前検査</p> <p>(1) 当該核燃料輸送物の発送前検査に関して、官庁等の発地での立会又は検証が実施される場合は、輸送・サービス部は要件を明確にした要領書に基づいて受検する。</p> <p>(2) 輸送・サービス部は、輸送に先立ち、車両運搬確認申請を行う。その際、使用する輸送容器が承認容器であること又は承認容器と同一仕様であること並びに定められた定期自主検査に合格していることを検証する。</p> <p>(3) 発送前検査結果は所定の期間保管する。</p> <p>(4) 発送前検査において不適合が発見された場合は、不適合品の管理並びに是正処置及び予防処置に従って必要な措置を行う。</p> <p>(ハ)-21</p>	<p>(イ)-F 取扱い及び保守</p> <p>F. 1 維持管理</p> <p>(1) 輸送・サービス部は、該当する輸送物安全解析書 (SAR) の記載事項を含む要件を明確にした要領書を作成し、要領書に基づいて輸送容器の定期検査及び保守を行う。このうち輸送容器の維持管理に係わる定期検査及び保守業務の一部については、<u>要領書</u>供給能力を有する輸送容器の保守管理業務委託する。</p> <p>(2) 定期自主検査及び保守の結果は所定の期間保管する。</p> <p>(3) <u>社外に輸送容器に係る定期検査及び保守業務の一部を委託した場合</u>、輸送・サービス部は<u>委託先</u>から提出された輸送容器の定期検査及び保守点検記録を確認することにより<u>委託先</u>の実施状況を検証する。</p> <p>(4) 輸送容器の定期自主検査及び保守において不適合品が発見された場合は、不適合品の管理並びに是正処置及び予防処置に従って必要な措置を行う。</p> <p>(5) <u>安全品質保証部は、輸送・サービス部に対し定期的に内部監査を行い、輸送容器の維持管理の実施状況を確認する。</u></p> <p>F. 2 発送前検査</p> <p>(1) <u>輸送・サービス部は、輸送に先立ち、要件を明確にした要領書に基づいて輸送物の発送前検査を行う。また、官庁等</u>の発地等での立会又は<u>安全確認</u>が実施される場合は、輸送・サービス部は<u>委託先</u>を受検する。</p> <p>(2) 輸送・サービス部は、輸送に先立ち、車両運搬確認申請を行う。申請に際しては、使用する輸送容器が承認容器であること<u>並びに</u>定められた定期自主検査に合格していることを検証する。<u>但し承認容器を用いない輸送の場合は、車両運搬確認申請書の記載内容に従って容器であることを先確認する。</u></p> <p>(3) 発送前検査結果は所定の期間保管する。</p> <p>(4) 発送前検査において不適合が発見された場合は、不適合品の管理並びに是正処置及び予防処置に従って必要な措置を行う。</p> <p>(イ)-18</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<p>(イ) G 測定、分析及び改善</p> <p>G ① 内部品質管理</p> <p>内部品質管理は、NMPの業務のりち、輸送等関連の品質に影響を及ぼす業務活動に対して、品質保証活動の実施状況と他の業務性について検証するために行なう。</p> <p>内部品質検査は以下のとおり行なう。</p> <p>① 安全・品質保証部は、品質保証活動の状況及び重要性に基づいて、内部監査計画策定・実施、監査員選定・監査に関する要領に従い資格を認定された者が実施する。</p> <p>② 内部監査は、品質に関する活動を行っている部門に対し、原則として年1回実施する。</p> <p>G ② 不適合品の管理</p> <p>(ウ) 不適合品の処置手順</p> <p>輸送倉庫の製作過程で不適合品が発生した場合は、以下の手順に従い不適合品の取用防止を図る。</p> <p>① 輸送・サービス部は、調達先と詳細を文書で報告する。</p> <p>② 輸送・サービス部は、乗客と連絡を取り合い、発生事象を確認する。</p> <p>③ 輸送・サービス部は、安全・品質保証部及び関係部門に対して調達先からの報告内容の精査・詳細を行い、処置を決定し調達先に文書で指示する。</p> <p>④ 輸送・サービス部は、輸送倉庫について修理又は手直しを、発生者は、必要に応じて立寄検査又は記録確認を行う。</p> <p>(エ) 不適合品の検出</p> <p>不適合品に対しては、不適合品の検出表示を取り付けるが又は物理的に隔離する。</p> <p>(オ) 処置の実施及び検出の取消</p> <p>不適合品に対しては、処置の実施後不適合品の検出表示を解除する前に、再検査を行う。</p> <p>(カ) 処置報告</p> <p>輸送・サービス部は、調達先に対し、次の処置報告を指示する。</p> <p>① 処置内容の確認及び社内関係部門・品質保証担当部門を含む。の報告</p> <p>② 不適合品処置報告書(NMP)への提出</p> <p>なお、調達先より提出された不適合品処置報告書は、輸送・サービス部経由で安全・品質保証部へ提出する。</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。

変更前	変更後	備考
	<p>① 不適合及び予防措置</p> <p>① 是正処置 是正事項は以下の手順で実施する。</p> <p>① 調達先による不適合の原因の調査、再発防止対策の立案、MNEへの報告並びにMNEによる要領性確認</p> <p>② MNEは、調達先からの報告内容の検討・確認を行い、原因説明、再発防止対策等の検討を指示する。</p> <p>③ MNEは、調達先からの再発防止対策の報告内容を検討・評価することにより、必要に応じ、具体的な再発防止対策の実施を指示する。</p> <p>④ 調達先による再発防止対策の実施、MNEへの報告並びにMNEによる要領性確認</p> <p>② 予防措置 調達先が品質保証部法、立会検査、外部品質監査結果、内部品質監査結果及び不適合報告の把握等から不適合の潜在的な原因を抽出し、輸送・加工プロセスを通じて調達先に予防措置を指示する。社内で行われる場合は、当該部門に予防措置の実施を指示する。</p>	<p>当社の品質マネジメントシステムの最新の状況を反映させるため</p>

章立て及び章番号の見直し及びこれに伴う図及び表の番号の見直し、ガイドに従った用語や語句の見直し、句読点や漢字変換の適正化についての対比表は省略する。