

## (ロ) 章D 遮蔽解析

### D.1 概要

遮蔽解析は、本輸送容器が外運搬規則及び外運搬告示に基づいて BM 型輸送物に係る技術上の基準に適合することを示すために行った。

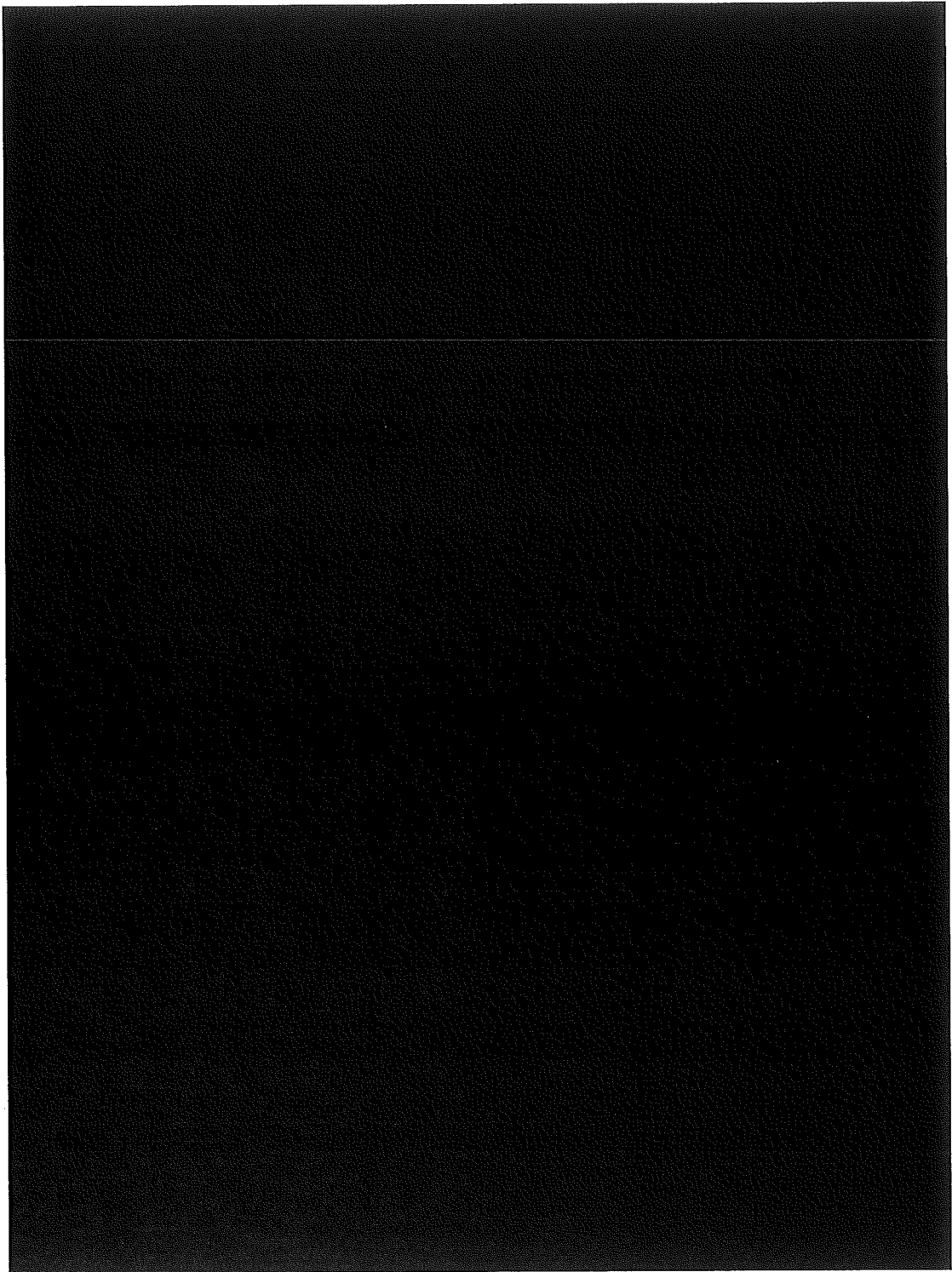
本輸送容器は主に格納容器により放射線遮蔽を行う。格納容器の材質は(ロ)―第 D.1 図に示すようにステンレス鋼であり、上部蓋は鉛を鑄込んだステンレス鋼板である。したがって、本輸送容器の主なガンマ線遮蔽材はステンレス鋼と鉛であり、中性子遮蔽材はステンレス鋼である。

格納容器には上部蓋に巻上用ワイヤ貫通孔及び底部にシャッタードアの間隙部がある。貫通孔及び間隙部の構造は放射線の漏えいが少なくなるように設計されている。

遮蔽解析は、本容器が外運搬規則及び外運搬告示に規定された条件を満たすことを示すために行われた。

(ロ) 章 A.5 及び (ロ) 章 A.6 に述べたように、本容器は一般の試験条件下及び特別の試験条件下においても、遮蔽性能を阻害するような損傷は生じない設計である。

ガンマ線遮蔽計算には点減衰核積分法に基づく QAD コード<sup>(1)</sup>を用い、中性子遮蔽計算には 1 次元輸送コード ANISN<sup>(2)</sup>を用いた。



(口) - 第 D.1 図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 型 輸送容器の遮蔽構成  
(輸送試料収納時)

## D.2 線源仕様

本容器に収納する放射性物質は、(イ)章Dで述べたとおり、主としてJMTRにおいて種々の条件で照射された試料である。各々の試料の線源強度の計算に用いた条件を(ロ)―第D.1表に示す。

(ロ)―第D.1表に示した熱中性子束は、(イ)―第3表に示す仕様の熱中性子束に炉内中性子束分布を考慮したものである。

(ロ)―第D.1表に示す線源条件に基づいて本輸送容器に収納する各種試料のガンマ線源強度及び中性子源強度を求めた。線源強度の計算は収納物F1からF16については、JMTRの運転サイクル ( ██████████ ) を1サイクルとする) に合わせてORIGEN<sup>(3)</sup>コードを用いて行った。各収納物の線源強度を(ロ)―第D.2表に示す。

遮蔽体系は、以下の2通りに分類される。

- ① 密封容器を用いる場合 (収納物F1からF10 (F4、F6、F8 除く) )
- ② 密封容器と密封内容器を用いる場合 (収納物F12からF16 (F13 除く) )

①②に対応している収納物F1から収納物F16については、(ロ)―第D.2表(その1)に示すように、線量当量率への寄与の大きいエネルギー3組のガンマ線源強度は全収納物中で収納物F2が最も大きい。一方、中性子源強度が全収納物中で最大となるのは収納物F14である。

(ロ)章D.6の(1)に示す最大線量当量率を与える収納物についての検討の結果、基準値に対する余裕が少ない表面から1mの距離におけるガンマ線と中性子の合計線量当量率は、収納物F14の方が収納物F2より大きくなるので、遮蔽計算は収納物F14に対して行った。なお、ガンマ線源強度が最大となる収納物F2を収納した場合の線量当量率の計算結果を(ロ)章D.6の(2)に示す。

#### D.2.1 ガンマ線源

中性子束が一定の場所で試料を照射する場合、核分裂生成物によるガンマ線源強度は、半減期の異なる核分裂生成物が混在することから、照射時間が最長のものが必ずしも最大になるとは限らない。しかし、単位線源強度当りの線量当量率への寄与が最大となる第3組のガンマ線の主な発生源である<sup>60</sup>Coは、半減期が約5.3年と長いので、照射時間が長いほど線源強度も増加する。

したがってガンマ線源強度としてサイクル末期のものを用いた。

各収納物のエネルギー毎のガンマ線源強度を(ロ)-第D.2表に示す。

収納物F1からF16について、ORIGENコードでは12組のエネルギーのガンマ線源強度を計算するが、3.5 MeV以上のエネルギー範囲に相当する第9組から第12組の線源強度は無視できる程度なので記載していない。



(ロ) - 第D.1表 線源条件 (その1) (収納物 F1 から F7)

収納物番号	F1	F2	F3	F5	F7
照射物の重量(g)					
U					
<sup>235</sup> U					
<sup>238</sup> U					
Th					
Pu					
<sup>238</sup> Pu					
<sup>239</sup> Pu					
<sup>241</sup> Pu					
O					
C					
Si					
Ni					
Fe					
Cr					
Co					
Nb					
Zr					
A0					
Mg					
Mo					
照射条件					
熱中性子束 *(n/cm <sup>2</sup> ・s)	7.92×10 <sup>13</sup>	2.64×10 <sup>14</sup>	2.64×10 <sup>14</sup>	1.32×10 <sup>14</sup>	1.32×10 <sup>13</sup>
最大照射サイクル数**					
最大照射期間(日)					
冷却期間 (日)					


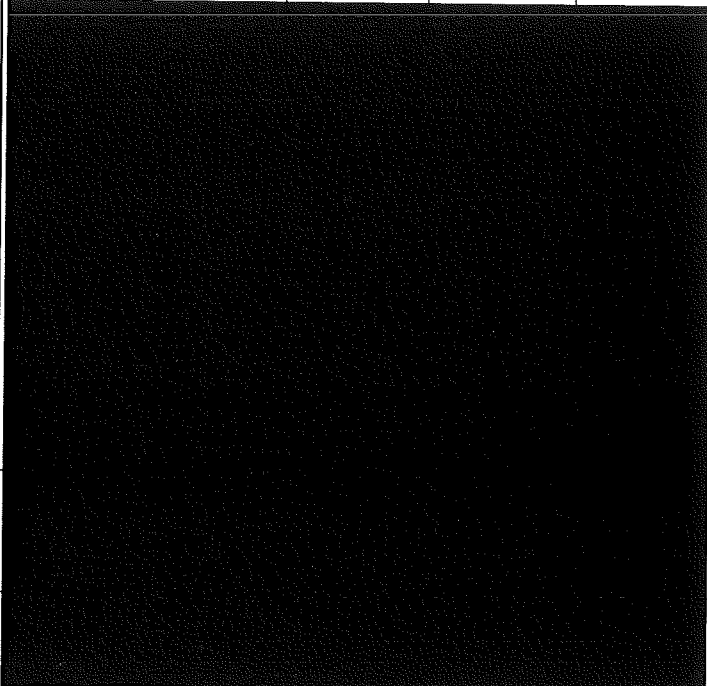
\* 炉内中性子束分布を考慮し、平均熱中性子束((イ) - 第3表) に 1.32 倍にした値  
 \*\* J M T R の標準的な運転サイクルは、XXXXXXXXXX を 1 サイクルとする。  
 注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(ロ) - 第 D.1 表 線源条件 (その 2) (収納物 F9 から F16)

収納物番号	F9	F10	F12	F14	F15	F16
照射物の重量 (g)						
U						
<sup>235</sup> U						
<sup>238</sup> U						
Th						
Pu						
<sup>238</sup> Pu						
<sup>239</sup> Pu						
<sup>241</sup> Pu						
O						
C						
Si						
Ni						
Fe						
Cr						
Co						
Nb						
Zr						
Al						
Mg						
Mo						
照射条件						
熱中性子束 * (n/cm <sup>2</sup> ·s)	-	1.32 × 10 <sup>14</sup>	2.63 × 10 <sup>14</sup>	1.32 × 10 <sup>14</sup>	1.06 × 10 <sup>14</sup>	1.06 × 10 <sup>14</sup>
最大照射サイクル数**	燃焼度					
最大照射期間 (日)						
MWD/MTU						
冷却期間 (日)						

\* 炉内中性子束分布を考慮し、平均熱中性子束((イ) - 第 3 表) に 1.32 倍にした値  
 \*\* J M T R の標準的な運転サイクルは、XXXXXXXXXX を 1 サイクルとする。  
 注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(口) - 第D.2表 線源強度 (その1) (収納物F1からF7)

収納物番号		F1	F2	F3	F5	F7
ガンマ線源強度 (photons/s)						
エネルギー 組数	平均エネルギー (Mev)					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
中性子源強度 (neutrons/s)						
放射能の量 (TBq)						

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(ロ) - 第D.2表 線源強度 (その2) (収納物F9からF16)

収納物番号		F9	F10	F12	F14	F15	F16
ガンマ線源強度 (photons/s)							
エネルギー 組数	平均エネルギー (Mev)						
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
中性子源強度 (neutrons/s)							
放射能の量 (TBq)							

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

### D.2.2 中性子源

ウラン及びプルトニウムの照射により中性子源となる超ウラン核種が生成される。

これらの核種から中性子が発生する反応は自発核分裂及び ( $\alpha$ , n) 反応である。

ORIGEN コードにより計算した収納物 F1 から F16 の中性子源強度を(口) - 第 D.2 表に示す。

核分裂性物質を含む容器は未臨界増倍系である。この未臨界増倍系における全中性子源強度は 1 次中性子源強度を  $N_0$ 、中性子増倍率を  $K_{eff}$  とすると  $N_0 / (1 - K_{eff})$  で求められる。本容器に収納される核分裂性物質の量は臨界質量より少なく、臨界解析によれば  $K_{eff}$  は 0.172 となり 0.2 を超すことはない。

中性子源強度は、収納物 F1 から F16 の中では、(口) - 第 D.2 表 (その 1) から (口) - 第 D.2 表 (その 2) に示すように、F14 が  $\blacksquare$  n/s と最大となるので遮蔽計算は安全側に  $K_{eff}$  を 0.2 と仮定し、F14 についての ORIGEN コードによる計算結果を 1.25 倍  $\left( = \frac{1}{1-0.2} \right)$  した  $\blacksquare$  (n/s)  $\left( = \frac{\blacksquare}{1-0.2} \right)$  を用いた。

上記の中性子源強度のうち、大部分は  $^{242}\text{Cm}$  と  $^{244}\text{Cm}$  の自発核分裂によるものである。これらの核分裂スペクトルは  $^{235}\text{U}$  の核分裂スペクトルとほぼ等しいので、線源のエネルギースペクトルを  $^{235}\text{U}$  の核分裂スペクトルと仮定した。これを(口) - 第 D.3 表に示す。

(ロ)－第 D.3 表 中性子線源スペクトル

エネルギー組数	上限エネルギー (eV)	スペクトル (注)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

(注) 上記スペクトルは、CRANBERGの式を用いて計算した。

## D.3 モデル仕様

### D.3.1 解析モデル

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) の遮蔽計算では、(ロ)一第 D.1 図に基づいて①半径方向、②上部方向及び③下部方向のモデルにより線量当量率を求めた。線源は照射試料を均質化している。密封容器を用いる場合、密封容器は遮蔽体として考慮した。また、試料容器、試料スペースを用いる場合、これらは遮蔽体として無視した。

なお、巻上装置は遮蔽体としては無視した。

ステンレス鋼の密度は■■■■であるが、安全側に密度■■■■の鉄とした。

通常輸送時のモデルとしては、上部及び底部緩衝体の遮蔽能力を無視し、空間的な厚み分の距離のみ考慮した。一般の試験条件のモデルとしては 0.3 m 落下時の上部及び底部緩衝体の変形量分を考慮し、通常輸送時モデルより内側の評価点とした。

また、特別の試験条件のモデルとしては、安全側に緩衝体を無視した。

#### (1) ガンマ線

ガンマ線の遮蔽計算には QAD コードを用いた。

##### 1) 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く)

###### ①半径方向の計算モデル

収納物 F14 の半径方向の実際形状断面図と QAD 計算モデルを(ロ)一第 D.2 (a)図に示す。線源(照射試料)は直径■■■■cm、長さ■■■■cmの円筒で近似し、照射試料の半径方向の偏りを考慮して、密封容器側に■■■■cm移動した位置に置いた。密封容器の胴部は厚さ■■■■cmであるが安全側に■■■■cmとして密封容器の厚さに加算した。一般の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算と同一の輸送物表面、また特別の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算点と同一の表面より 1 m の距離である。

###### ②上部方向の計算モデル

収納物 F14 の上部方向の実際形状断面図と QAD 計算用モデルを(ロ)一

第 D.2 (b) 図に示す。

線源の大きさは半径方向モデルと同一であり、試料スペーサまたは密封容器を用いる場合であっても、照射試料の試料スペーサ及び密封容器を無視し、線源は密封容器上部に接しているものとした。

一般の試験条件下では、蓋部垂直落下時の変形量 ■■■ mm を考慮し、通常輸送時の計算点より ■■■ mm だけ内側を評価点とした。

鉛の中の貫通孔はステンレス鋼のパイプを無視し、直径 ■■■ cm の円筒形ボイドとした。ただし、斜めのパイプは QAD ではモデル化しなかった。貫通孔からのガンマ線の漏えいはパイプを 45° 方向に設けているためわずかであり、パイプ出口での直線ガンマ線とストリーミングの合計線量当量率は試料真上の蓋表面に比べて十分小さい。

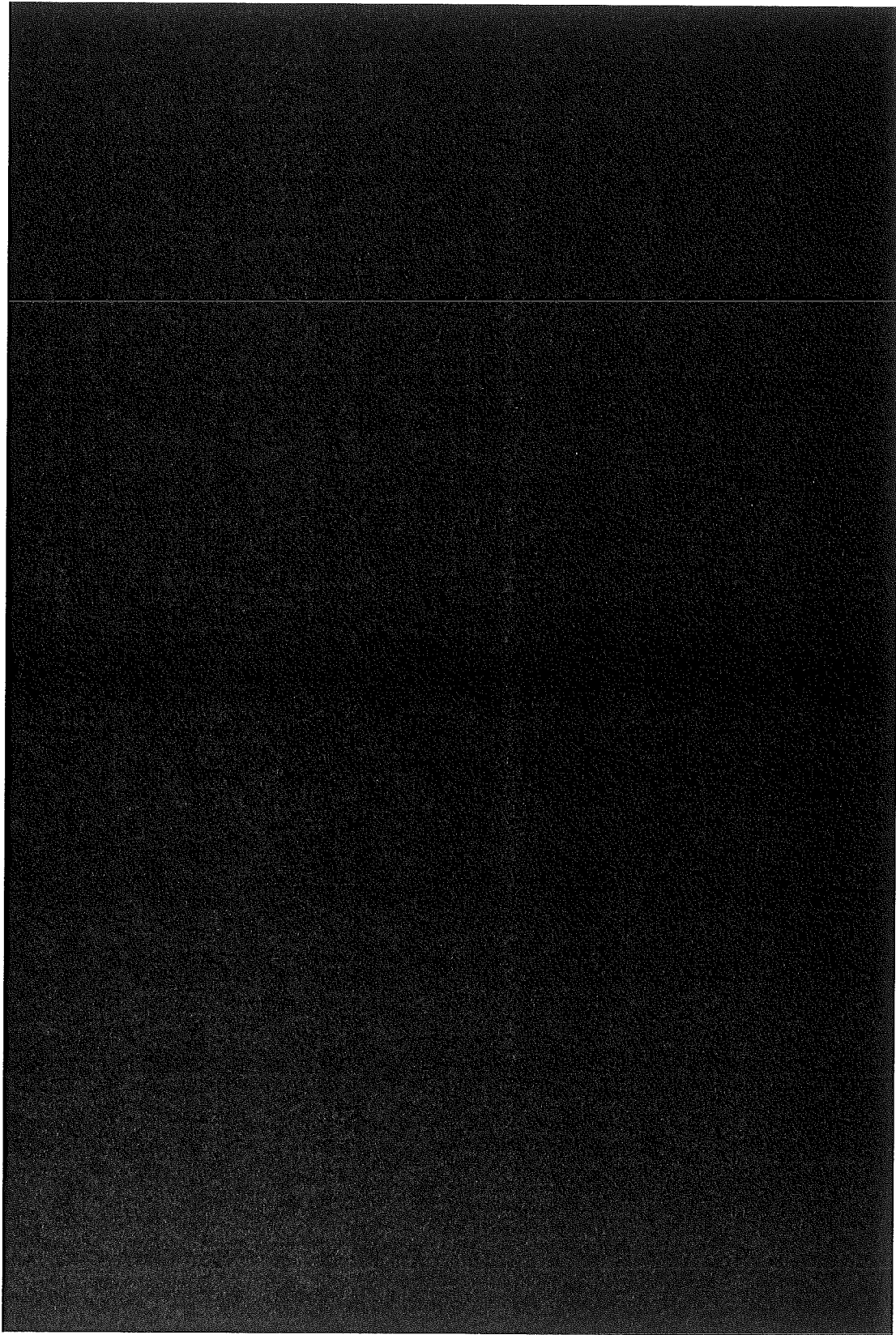
### ③ 下部方向の計算モデル

収納物 F14 の下部方向の実際形状断面図と QAD 計算用モデルを (ロ) - 第 D.2 (c) 図に示す。

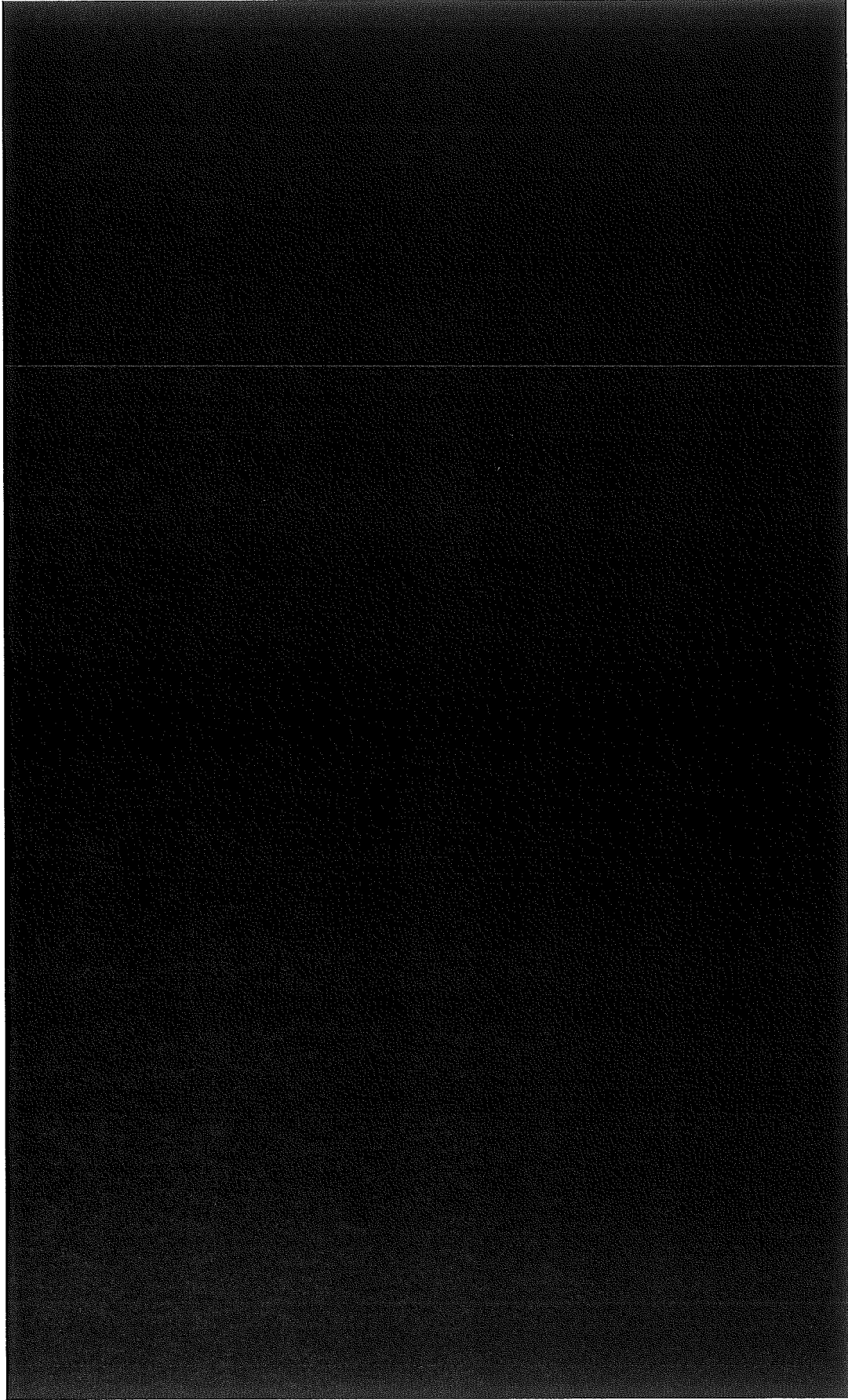
線源の大きさは半径方向モデルと同一であり、試料スペーサまたは密封容器を用いる場合であっても、照射試料の試料スペーサ及び密封容器を無視し、線源は密封容器下部に接しているものとした。

一般の試験条件下では、底部垂直落下時の変形量 ■■■ mm を考慮し通常輸送時の計算点より ■■■ mm だけ内側を評価点とした。

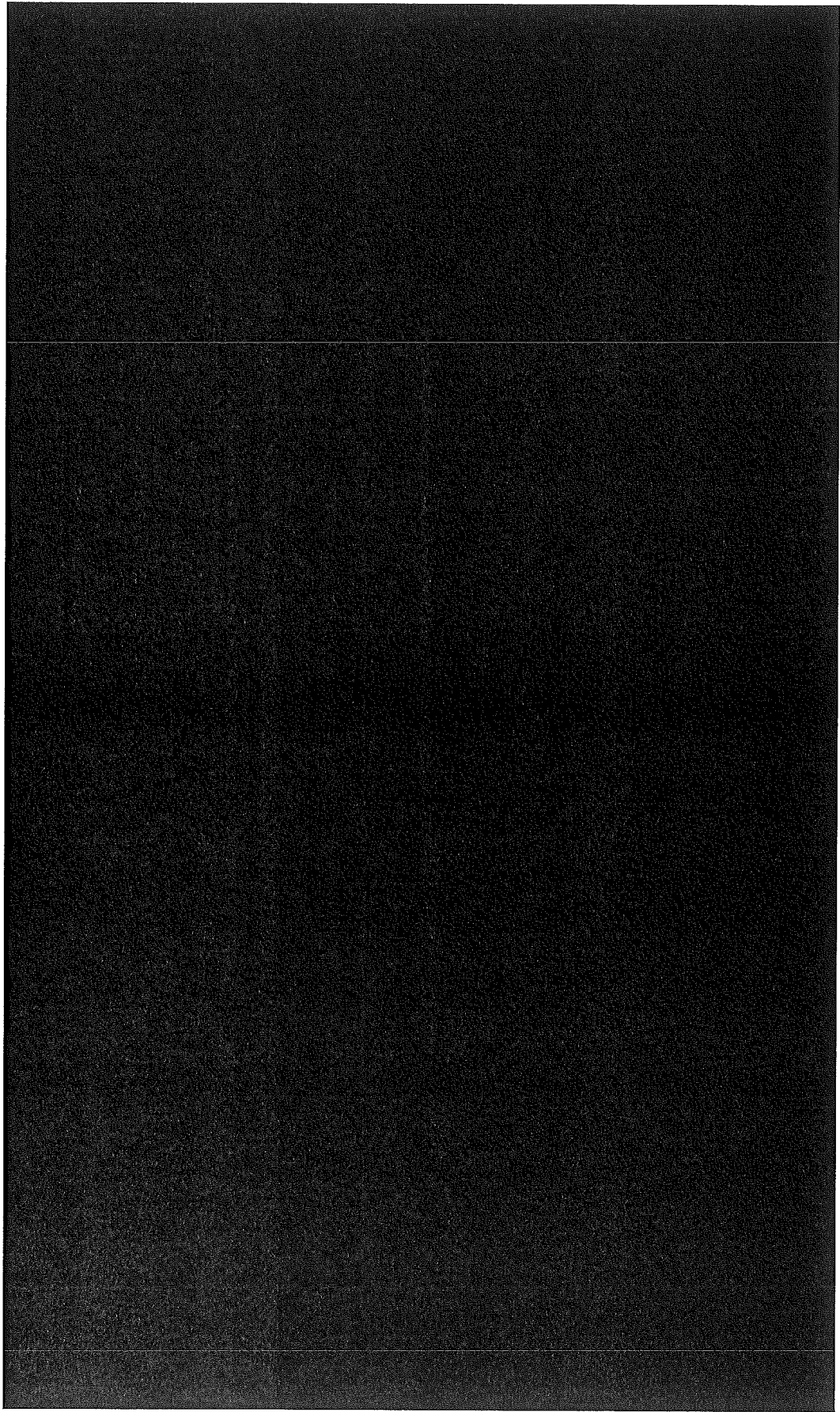




(口)一第D.2 (a) 図 半径方向 QAD 計算用モデル (収納物 FI4)



(ロ)一第D.2(b)図 上部方向 QAD 計算用モデル (収納物 F14)



(ロ)一第D.2 (c)図 下部方向 QAD 計算用モデル (収納物 F 14)

## (2) 中性子

中性子遮蔽計算には1次元輸送コードANISNを用いた。

### 1) 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く)

#### ①半径方向の計算モデル

収納物 F14 の、中性子遮蔽計算における、半径方向の ANISN モデルを(ロ)－第 D.3 (a) 図に示す。半径方向は1次元円筒モデルで計算した。1次元円筒モデルによる中性子束分布の計算においては、軸方向線源長さを有限とし、線源の長さは実際には■■■ cm であるところを安全側に■■■ cm として軸方向での中性子束分布のバックリング(湾曲)による効果を考慮した。また、照射試料の半径方向の偏りを考慮して、線源は■■■ cm 密封内容器側に移動した位置で評価した。

一般の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算点と同一の輸送物表面、また特別の試験条件下に対応する計算点は通常輸送時の計算点と同一の表面より1 m の距離である。

#### ②上部方向の計算モデル

収納物 F14 の上部方向の ANISN モデルを(ロ)－第 D.3 (b) 図に示す。

上部方向は1次元球モデルで近似した。線源は照射試料と同体積の球で置き換えた。

線源の位置は、試料スペーサまたは密封内容器を用いる場合であっても、照射試料の試料スペーサ及び密封内容器を無視し、また、密封容器上部の空間は無視して、線源を上部蓋の鉛遮蔽体の下にあるとした。

一般の試験条件下では、蓋部垂直落下時の変形量■■■ mmを考慮し通常輸送時の計算点より■■■ mmだけ内側を評価点とした。

上部蓋には■■■ cmの鉛遮蔽があるが、貫通孔が蓋に垂直に貫通する部分については、鉛はすべて無視し、遮蔽上有効な鉛の厚さを■■■ cmであるとし、他は空気置き換えた。

#### ③底部方向の中性子線量当量率

底部方向の中性子線量当量率については、遮蔽体厚さ及び距離との関係から側部及び上部方向より小さくなるので、上部方向の線量当量率とする。

なお、一般の試験条件下における線量当量率は、底部垂直落下時の変形量は ■■■ mmと頭部垂直落下時の変形量 ■■■ mmより小さいので通常輸送時に対する線量当量率の増加率が上部方向を上まわることはない。



(口) - 第 D. 3 (a) 図 半径方向 ANISN 計算用モデル (収納物 F14)



(口) - 第 D. 3 (b) 図 上部方向 ANISN 計算用モデル (収納物 F14)

D.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、収納物 F14 のガンマ線の遮蔽計算に用いた各物質の密度を(ロ)ー第 D.4 表に、中性子遮蔽計算に用いた原子個数密度を(ロ)ー第 D.5 表に示す。

(ロ)ー第 D.4 表 ガンマ線遮蔽計算に用いた物質の密度 (収納物 F14)

(単位: g/cm<sup>3</sup>)

	照射試料	ステンレス鋼	鉛
C		7.8	11.3
Al			
Cr			
Fe			
Ni			
Pb			
U			
Pu			

(ロ)ー第 D.5 表 中性子遮蔽計算に用いた物質の原子個数密度 (収納物 F14)

(単位:  $\times 10^{24}$  atoms/cm<sup>3</sup>)

	照射試料	ステンレス鋼	鉛	空気			
C				4.01 $\times 10^{-5}$			
N							
O							1.00 $\times 10^{-5}$
Al							
Cr							
Fe							
Ni							
Pb							
<sup>235</sup> U							
<sup>238</sup> U							
<sup>239</sup> Pu							
<sup>240</sup> Pu							

## D.4 遮蔽評価

### D.4.1 基本手法

#### D.4.1.1 ガンマ線遮蔽計算

ガンマ線遮蔽計算は点減衰核積分法に基づく、QAD コードを用いて行った。本コードは点状核よりのガンマ線の減衰を GP（幾何級数）近似式によるビルドアップ係数を用いて求めるものである。ガンマ線減衰計算にはビルドアップ係数を使う点減衰核積分法が一般的に用いられており、QAD コードは使用済核燃料輸送容器の遮蔽計算に実績を持っている。

収納物 F1 から F16（F4、F6、F8、F11、F13 除く）のうち、遮蔽計算を実施した収納物 F14 の計算上のエネルギー組分けはガンマ線強度計算の結果に合わせて 8 組とした。各組の平均エネルギーと計算に用いた質量吸収係数を(ロ)－第 D.6 表に示す。

このデータは NISTIR5632-NIST (5) に基づいている。

ガンマ線のビルドアップ係数として鉄に対する値を使用した。鉄のビルドアップ係数は鉛のビルドアップ係数より大きいので、鉛の遮蔽効果の大きい上部方向の計算にも鉄のビルドアップ係数を用いることは安全側である。

ビルドアップ係数は GP 近似式 (6) によるデータを引用した。これを(ロ)－第 D.7 表に示す。

空気カーマ率のデータとして ICRP 勧告 (Pub. 74) の値を引用した。これを(ロ)－第 D.8 表に示す。

ここで、空気カーマ率から 1 cm 線量当量率への変換を QAD コードを用いて行うために(ロ)－第 D.9 表に示す換算係数 (7) 及び 1 cm 線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値を用いた。



QAD コードにより求まる光子線束を用いて評価点での線量当量率H (Sv/h) は、次式で計算できる。

$$H = (K_a / \phi) \times \phi_0 \times B \times (A) \times (B)$$

ただし、 $(K_a / \phi)$  : 空気カーマ率

$\phi_0$  : 光子線束

B : 照射線量ビルドアップ係数

(A) : 空気カーマから 1 cm 線量当量への換算係数

(B) : 1 cm 線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値

以上のデータはガンマ線遮蔽計算コード QAD 一般に用いられているものである。

(口)-第D.6表 質量吸収係数 (収納物F14)

(単位: cm<sup>2</sup>/g)

エネルギー 組	平均 エネルギー	C	Al	Cr	Fe	Ni	Pb	U	Pu
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

(ロ) - 第D.7表 ガンマ線の照射線量ビルドアップ係数 (収納物F14)

GP近似式

$$B(E, X) = 1 + (B - 1) \frac{KX - 1}{K - 1}; K \neq 1 \text{ のとき}$$

$$= 1 + (B - 1)X \quad ; K = 1 \text{ のとき}$$

$$K(E, X) = c X^{a+d} \frac{\tanh\left(\frac{X}{Xk}\right) - \tanh(-2)}{1 - \tanh(-2)}$$

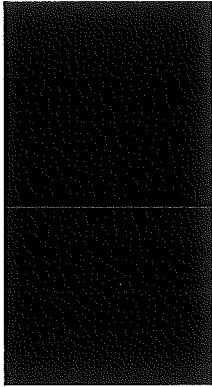
ただし E : エネルギー組数

X : 平均自由行程

B, c, a, Xk, d : 下表に示す。

E	B	c	a	Xk	d
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					


(口) - 第D.8表 空気カーマ率 (収納物F14)

エネルギー 組 数	空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}/\text{ガンマ線束}$ )
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

(ロ) - 第D. 9表 空気カーマから1 cm線量当量への換算係数及び

1 cm線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値 (鉄)

(収納物F14)

エネルギー組数	空気カーマから1 cm線量当量への換算係数 (Sv/Gy)	1 cm線量当量ビルドアップ係数と照射線量ビルドアップ係数の比の最大値
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

#### D.4.1.2 中性子遮蔽計算

中性子遮蔽計算は1次元輸送コードANISNを用いて行った。

ANISNコードは中性子の方向依存性をSn近似により、散乱の角度依存性をP<sub>0</sub>近似によりそれぞれ扱っている。本解析では、遮蔽計算でも十分な精度が得られるとされているP<sub>3</sub>S<sub>12</sub>近似を用いた。(Sn近似、P<sub>0</sub>近似及びP<sub>3</sub>S<sub>12</sub>近似については参考資料D.2 ANISNプログラムの説明を参照)

中性子の断面積として、DLC-23キャスクライブラリーのデータ(8)を使用した。

本ライブラリーは、ORNLによりENDF/B核データファイルを用いて使用済核燃料輸送容器の遮蔽計算用に作成されたもので、すでに多くの使用実績を持っている。このデータの中性子のエネルギー組数は22である。本ライブラリーの線量当量率変換係数はICRP(Pub. 74)の勧告値に基づいており、これを(ロ)-第D.10表に示す。

(ロ)-第D.10表 中性子線量当量率変換係数

エネルギー組数	上限エネルギー(eV)	線量当量率変換係数(μSv/h/中性子束)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

D.4.2 計算結果

本輸送物の遮蔽解析の結果を、収納物 F1 から F16 のうち収納物 F14 について(口)-第D.11-1表に示す。まとめを(口)-第D.11-2表に示す。

一般の試験条件下による輸送容器の変形に対して、輸送物各部の線量当量率の著しい増加はなく輸送物全体としての最大線量当量率は、一般の試験条件下における輸送容器の変形の影響を受けないことが判る。

(口)-第D.11-1表 最大線量当量率の要約 (収納物F14)

単位:  $\mu\text{Sv/h}$

	輸送物表面			表面より1 mの距離		
	側面	上部	下部	側面	上部	下部
通常輸送時						
ガンマ線 中性子						
合計	440.2	83.6	77.3	94.5	23.3	21.1
一般の試験条件下				/		
ガンマ線 中性子						
合計	440.2	85.2	78.8			
特別の試験条件下	/					
ガンマ線 中性子						
合計				94.5	35.5	32.4
外運搬規則及び 外運搬告示の基準						
通常輸送時	2000			100		
一般の試験条件下	2000			—		
特別の試験条件下	—			10000		

(ロ)－第D.11-2表 最大線量当量率の要約 (まとめ)

単位:  $\mu\text{Sv/h}$ 

	輸 送 物 表 面			表面より1 mの距離		
	側 面	上 部	下 部	側 面	上 部	下 部
通常輸送時						
F2 合 計	460.2	15.1	9.3	80.2	4.6	2.6
F14合 計	440.2	83.6	77.3	<u>94.5</u>	<u>23.3</u>	<u>21.1</u>
一般の試験条件下						
F2 合 計	460.2	15.3	9.5			
F14合 計	440.2	85.2	78.8			
特別の試験条件下						
F2 合 計				80.2	6.7	3.9
F14合 計				<u>94.5</u>	<u>35.5</u>	<u>32.4</u>
外運搬規則及び 外運搬告示の基準						
通常輸送時		2000			100	
一般の試験条件下		2000			—	
特別の試験条件下		—			10000	

(注) 下線は最大値を示す

## D.5 結果の要約及びその評価

遮蔽解析モデルの要約を(ロ)－第D.12表に示す。

計算から得られた最大線量当量率の要約は(ロ)－第D.11表に示すとおりであり、外運搬規則及び外運搬告示で定められた基準を満足している。



(ロ)－第D.12表 遮蔽解析モデルの要約 (収納物F14)

条 件		通常輸送時	一般の 試験条件	特別の 試験条件
項 目				
線	源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半径方向評価では線源の偏りを考慮して、密封容器側に移動しているものとした。</li> <li>・上部方向評価では密封容器上部に接しているものとした。</li> <li>・下部方向評価では密封容器下部に接しているものとした。</li> </ul>	同 左	同 左
遮 蔽 体	密封容器	・密封容器の厚さを遮蔽体として考慮。	同 左	同 左
	密封内容器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半径方向評価では密封内容器の厚さを密封容器の厚さに加算して遮蔽体として考慮。</li> <li>・上部方向評価及び下部方向評価では安全側に遮蔽体として考慮せず。</li> </ul>	同 左	同 左
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試料容器</li> <li>・試料スペーサ</li> <li>・巻上装置</li> </ul>	安全側に遮蔽体として考慮せず。	同 左	同 左
	緩衝体	遮蔽能力を無視して空間的厚み分の距離のみ考慮。	同 左 (評価点である容器表面位置を变形量分移動)	安全側に遮蔽体として考慮せず。

D.6 付属書類

- (1) D.6.1 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、  
最大線量当量率を与える収納物についての検討
- (2) D.6.2 収納物 F2 の線量当量率評価
- (3) D.6.3 参考文献

(1) D.6.1 収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、最大線量当量率を与える収納物についての検討

(a) 概要

本輸送容器に収納される収納物のうち、収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) まで 11 種類の各収納物は単独で輸送容器に収納するので混在することはない。収納物 F1 から F16 のうち、遮蔽解析の対象とした収納物は収納物 F14 の試料であり、ここではその理由を説明する。

(b) 線源強度及び線量当量率

(ロ) ー第 D.2 表に示すようにガンマ線源強度はガンマ線エネルギー組により最も大きな収納物が異なっているが、線量当量率への寄与の大きいエネルギー3組のガンマ線源強度は、収納物 F1 から F16 のうち、F2 が最も大きい。一方、中性子源強度が収納物 F1 から F16 のうちで最大となるのは F14 である。そこで、F2 及び F14 について遮蔽計算を行って線量当量率を求めた。その結果、ガンマ線と中性子の合計線量当量率は輸送物表面(側面)を除いて収納物 F14 が F2 より大きくなった。

また、上述のガンマ線遮蔽計算の結果から各評価位置での線量当量率へのエネルギー組毎の寄与率を求め、F2、F14 以外の各収納物のガンマ線エネルギースペクトルに寄与率を乗ずることにより、それぞれの収納物のガンマ線線量当量率を評価した。その結果、ガンマ線線量当量率は F2 が最大であることを確認した。

F2 は、F1、F3、F5、F7、F12 より中性子源強度も大きいので、これらの収納物を収納した場合の線量当量率が、F2 を収納した場合の線量当量率を超えることはない。したがって、これらの収納物を収納した場合のガンマ線と中性子の合計線量当量率が F14 を収納した場合の線量当量率を超えることはない。

残る F9、F10、F15 及び F16 については中性子源強度が最大の F14 よりガンマ線線量当量率も小さくなると評価されたので、これらの収納物を収納した場合の線量当量率が、F14 を収納した場合の線量当量率を超えることはない。

以上により、ガンマ線と中性子の合計線量当量率が最大となるのは、輸送物表面(側面)では F2、輸送物表面(上部、下部)及び表面より 1 m の距離(側面、上部、下部)では F14 を収納した場合であることを確認した。

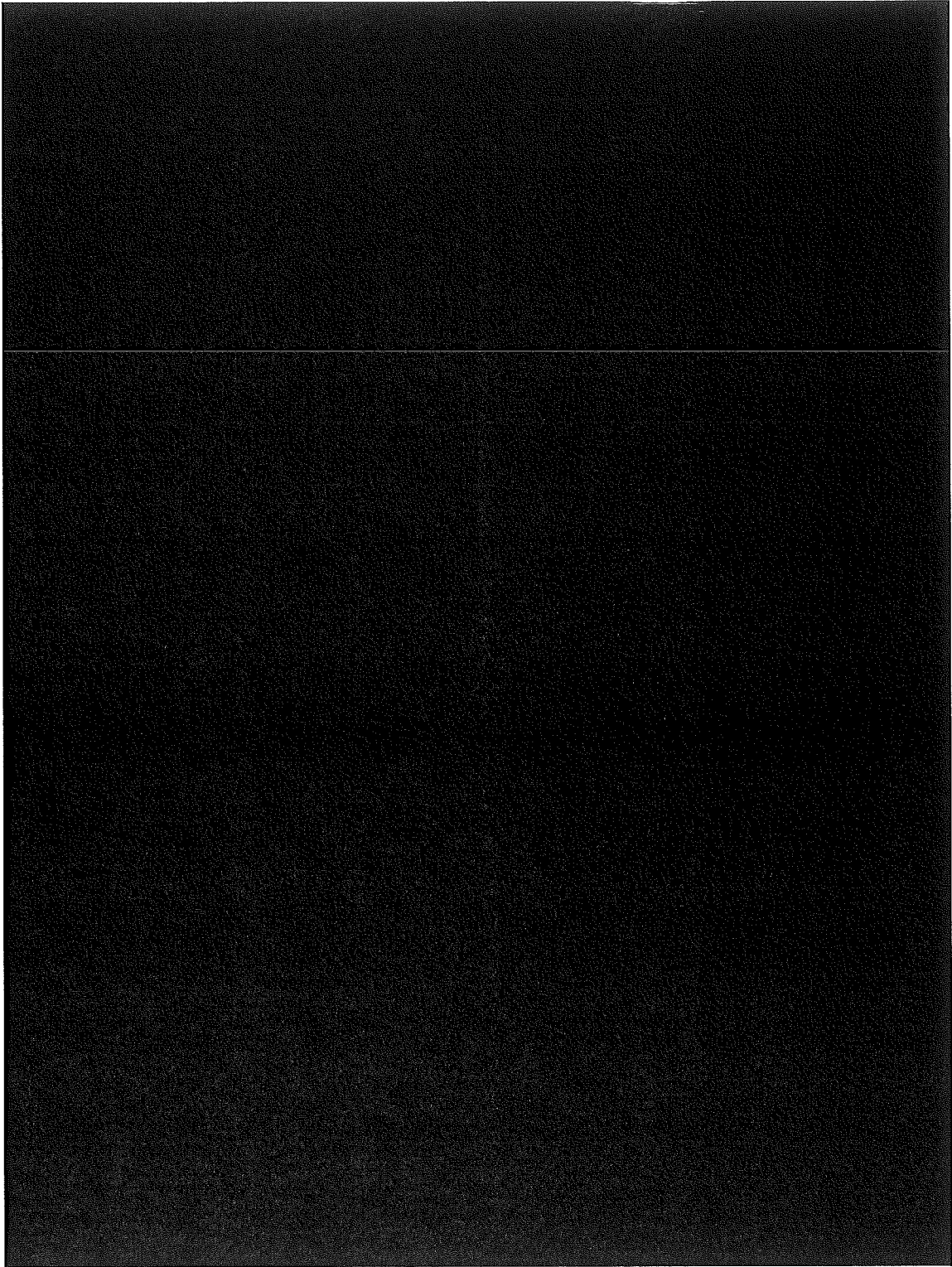
(c) サイクルの影響

中性子束が一定の場所で核燃料物質を照射した場合、核燃料物質の減損に比例して核分裂数が減少する。

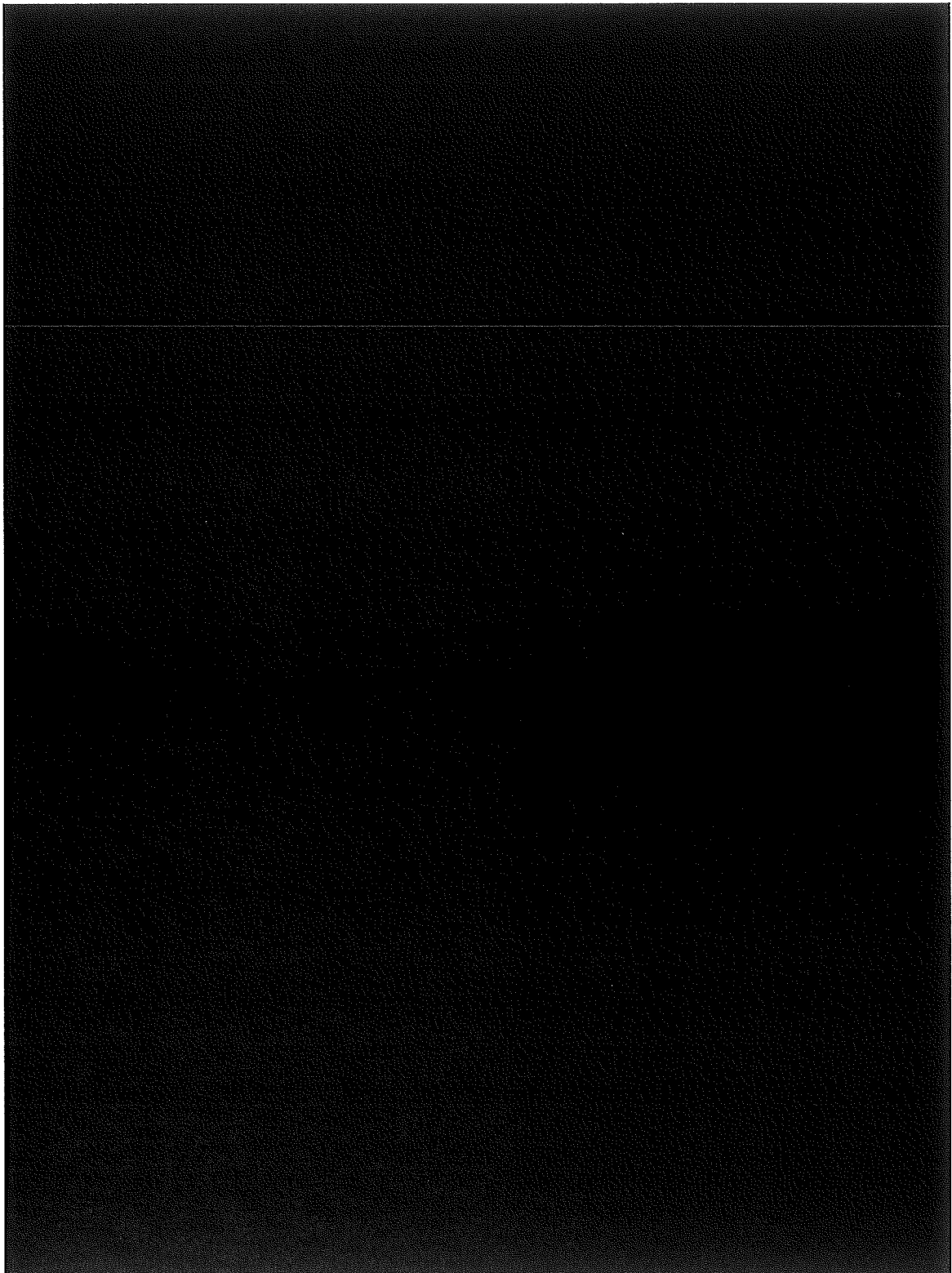
JMTRのように中性子束が高い場所で長時間照射を続けた場合には核燃料物質の減損は著しく、生成される核分裂生成物の量も比例して少なくなる。このような場合、半減期の短い核種では核分裂により新たに生成する量よりも崩壊により失われる量の方が多くなり、照射時間が長くなるに伴い核分裂生成物の蓄積量は減少する。ここで、ORIGEN コードによる計算結果から、F14 の照射に伴う各エネルギー組のガンマ線源強度の変化を(ロ)－第 D.4 図に示す。この図からわかるように、エネルギー3 組を除くエネルギー組のガンマ線源強度は照射サイクルが長くなるとすべて減少傾向にあるのに対し、エネルギー3 組のガンマ線源強度は増加傾向にある。これはエネルギー3 組の線源が核分裂生成物よりもむしろ試料カプセル中の  $^{60}\text{Co}$  の放射化によるものが大部分を占め、また  $^{60}\text{Co}$  の半減期は約 5.3 年と長いためである。遮蔽計算上最も大きな線量当量率を与えるのはこの第3組のガンマ線である。

同様に ORIGEN コードによる計算結果から、F14 の中性子源強度の照射サイクルに伴う変化を(ロ)－第 D.5 図に示す。

図に示すように、中性子源強度は照射に伴い著しく増加する。主要な中性子源となるのは  $^{244}\text{Cm}$  及び  $^{242}\text{Cm}$  の自発核分裂である。F2 のガンマ線源強度及び中性子源強度も同様の傾向となる。



(ロ) - 第 D. 4 図 照射サイクルに伴うガンマ線源強度の変化



(ロ) - 第 D. 5 図 照射サイクルに伴う 1 次中性子源強度の変化

(d) 線量当量率評価

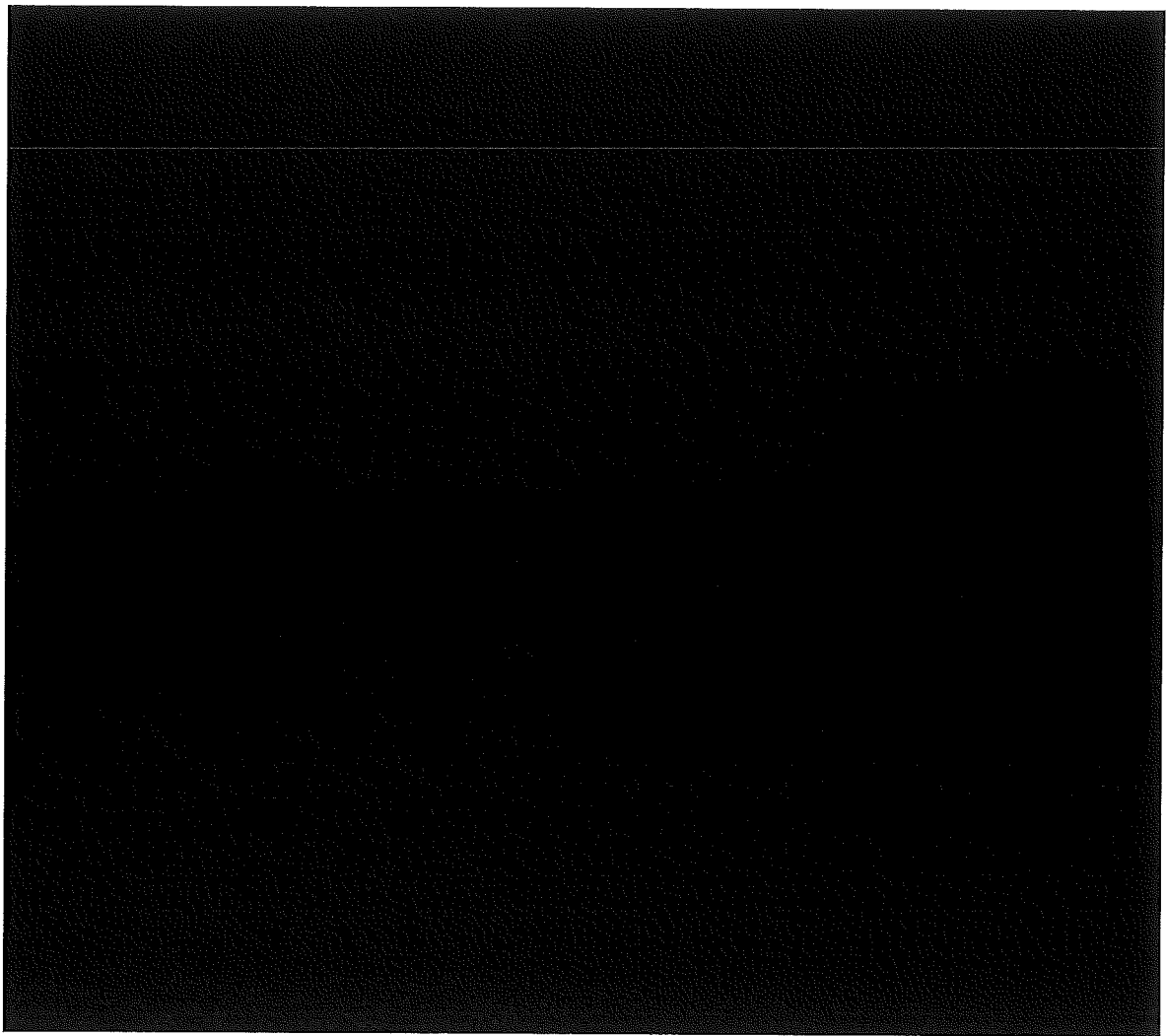
前項で述べたように、ガンマ線源強度がエネルギー組数によっては照射サイクル途中でピークを有するので、F2 及び F14 とも、線量当量率評価は照射サイクルごとに行い、サイクルに伴う変化を調べた。評価は、遮蔽解析上制限値に対して最も余裕の小さい輸送物側部の表面から 1 m の点で行った。解析コードはガンマ線が QAD、中性子が ANISN であり、解析条件等はすべて本文記載のとおりである。解析結果を(ロ)－第 D.6 図に示す。

F2 は相対的にガンマ線源の方が強く、大部分がエネルギー3 組の寄与であるので線量当量率はサイクルに伴って増加する傾向となる。また、F14 は相対的に中性子源の方が強いので、(ロ)－第 D.5 図に示した中性子源強度のサイクルに伴う変化の影響が大きく、線量当量率も照射サイクルに伴って増加する傾向にある。

(e) まとめ

以上から、収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、収納物としては収納物 F14 の試料が遮蔽解析上最も厳しく、また照射サイクルに伴ってその線量当量率は増加することがわかった。

したがって収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、F14 を遮蔽解析の対象とした。



(ロ) - 第D.6図 照射サイクルに伴う線量当量率の変化



## (2) D.6.2 収納物 F2 の線量当量率評価

### (a) 概要

収納物 F1 から F16 (F4、F6、F8、F11、F13 除く) のうち、遮蔽解析の対象とした収納物 F14 は、表面から 1 m の距離におけるガンマ線線量当量率と中性子線量当量率の合計が最大となる収納物である。

F14 の線量当量率の大部分は中性子によるものであるので、ガンマ線線量当量率だけに注目すれば F14 より高くなる収納物がある。したがって、ここではガンマ線線量当量率が収納物中最も強い収納物 F2 の線量当量率を評価した。

### (b) 線源強度

(ロ) 章 D.6 の (1) で示したように、F2 についてはガンマ線線量当量率がサイクルに伴って増加する傾向になるため最終サイクルでの線源強度を用いる。

中性子源強度は ORIGEN コードによる計算結果に、中性子増倍率を 0.2 として未臨界増加を考慮して求めた。

### (c) 線量当量率評価

遮蔽解析の結果を(ロ) - 第 D.13 表に示す。解析手法等は本文と同一である。この表に示すガンマ線線量当量率は収納物中最大のものである。

(ロ) - 第 D. 13 表 最大線量当量率の要約 (収納物 F2)

単位:  $\mu\text{Sv/h}$

	輸 送 物 表 面			表面より 1 m の距離		
	側 面	上 部	下 部	側 面	上 部	下 部
通常輸送時						
ガンマ線	[Redacted]					
中性子						
合 計	460.2	15.1	9.3	80.2	4.6	2.6
一般の試験条件下				[Redacted]		
ガンマ線	[Redacted]					
中性子	[Redacted]					
合 計	460.2	15.3	9.5			
特別の試験条件下	[Redacted]					
ガンマ線				[Redacted]		
中性子				[Redacted]		
合 計				80.2	6.7	3.9
外運搬規則及び 外運搬告示の基準						
通常輸送時	2000			100		
一般の試験条件下	2000			—		
特別の試験条件下	—			10000		

(3) D.6.3 参考文献

- (1) R. Malenfant, "QAD - A Series of point-kernel General Purpose Shielding Programs", LA-3573, April 1973
- (2) R.G. Soltetz and R.K. Disney, "Revised WANL ANISN Program Users Manual", WANL-TMI-1976, April 1969
- (3) M.J. Bell, "ORIGEN - The Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-4628, May 1973
- (4) A. G. Croff, "ORIGEN-2 A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-5621, July 1980
- (5) Hubbell J.H, and Seltzer S.M. "Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients from 1 KeV to 20MeV for Elements Z=1 to 92 and 48 Additional Substances of Domestic Interest", NISTIR 5632, National Institute of Standard and Technology (1995).
- (6) Harima Y., Sakamoto Y., Tanaka S. and Kawai M., "Validity of the Geometrical Progression Formula in Approximating Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng., 94, 24 (1986)
- (7) ICRP Publication 74, 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数, (社)日本アイソトープ協会
- (8) ORNLRSIC, "CASK - 40 Group Coupled Neutron and Gamma-ray Cross-section Data", DLC-23, Sept. 1973

(口) 章 E 臨 界 解 析

## (ロ) 章E 臨界解析

### E.1 概要

臨界解析は、本輸送容器が外運搬規則及び外運搬告示に基づいて核分裂性輸送物として、①輸送中、②孤立系、③核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下における孤立系、④核分裂性輸送物に係る特別の試験条件下における孤立系、⑤核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下における配列系及び⑥核分裂性輸送物に係る特別の試験条件下における配列系の技術上の基準に適合することを示すために行った。

(ロ) 章A.9に示すとおり核分裂性輸送物に係る一般の試験条件及び特別の試験条件下においては、緩衝体に変形が生じる。このため、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下における孤立系及び配列系の臨界解析モデルは、上部・底部緩衝体が存在しないものとし、格納容器外表面で完全反射を境界条件とした。孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下における孤立系の解析モデルは、それぞれの条件を包絡する孤立系臨界解析モデルとした。核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下における配列系の解析モデルは、それぞれの条件を包絡する配列系臨界解析モデルとした。また、輸送中の解析モデルは、上記の核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下による変形がない状態の輸送中臨界解析モデルとした。

したがって、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下においては上記の解析モデルの範囲では、臨界評価に影響する構造物の変形(くぼみ)は生じない。また、収納される核燃料物質等の状態にも変化がない。

臨界解析は、多群モンテカルロ法計算プログラムKENO<sup>(1)</sup>を用いて行った。その結果、輸送中の他、孤立系及び配列系のいずれの場合においても実効増倍率( $K_{eff}$ )は標準偏差( $\sigma$ )の3倍を加えても十分未臨界であるので核分裂性輸送物としての要件を満足する。

### E.2 解析対象

#### E.2.1 収納物

本容器は主にJMT Rで照射された燃料を収納するものである。収納物の仕様を(ロ)－第E.1表に示す。

本表中の核燃料物質の量はいずれも臨界質量以下である。

臨界解析は(ロ)－第E.1表に記載した収納物のうち核分裂性物質の重量が最大となる収

納物F1を収納した場合について行った。

## E.2.2 輸送容器

本輸送容器は、(イ)－第2図に示すように格納容器本体、巻上装置及び緩衝体で構成され、収納物は核燃料物質とこれを保持するための試料スペーサ及びそれを収納する密封容器により構成される。

本輸送容器は(ロ)章A.9に示すとおり核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件下においては緩衝体に変形が生じる。

## E.2.3 中性子吸収材

本輸送物では臨界防止のための中性子吸収材は用いていない。

## E.3 モデル仕様

### E.3.1 解析モデル

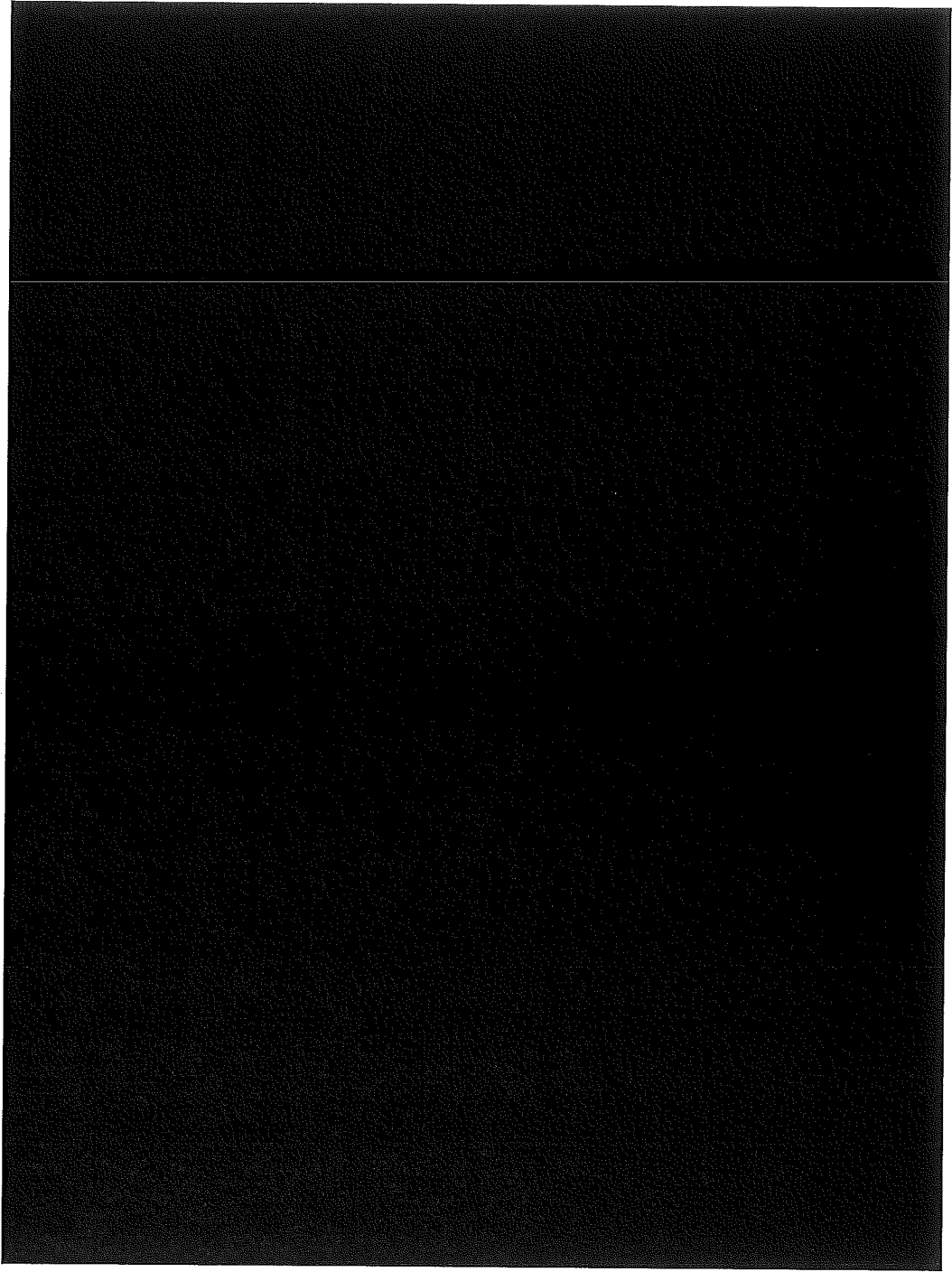
本容器に収納する核燃料物質はいずれも臨界質量を十分下まわっており輸送物が単独に存在する場合には未臨界に保たれる。本解析では、(ロ)章E.1に示すように輸送中、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下の孤立系及び配列系に対して共通して適用できるモデルとし、解析モデルの境界条件として完全反射を採用することにより、孤立系及び配列系の別に関係なく無限個の配列を想定したモデルとした。計算はKENOコードを用いて行った。臨界解析モデルを(ロ)－第E.1図に示す。

計算は格納容器外表面で完全反射として行った。これは輸送物を無限個配列した場合に対応している。また格納容器内のボイド部は密封容器内も含めて、すべて水で満たされているものとした。

### E.3.2 解析モデル各領域における原子個数密度

本解析で用いた輸送物の各領域の原子個数密度を(ロ)－第E.2表に示す。

輸送物の $K_{eff}$ を最も大きく評価するために、容器内の水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とし、燃料の温度は常温(20°C)とした。



(ロ) - 第E.1図 臨界計算モデル

(口) - 第E.1表 収納物の仕様

収納物番号	F1	F2	F3	F5	F7	F9	F10	F12	F14	F15	F16
核燃料物質	U	U	U	U, Th	Th	U	U	U	U, Pu	U, Pu	U, Pu
ウラン濃縮度 (%)											
プルトニウム富化度 (%)											
核分裂性プルトニウム富化度 (%)											
重量 (g)											
(照射前) U											
Th											
Pu											
核分裂性物質の重量 (g)											
(照射前)											
<sup>233</sup> U											
<sup>235</sup> U											
<sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu, <sup>241</sup> Pu											

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。



(ロ)－第E.2表 解析モデルで用いられた各領域の原子個数密度

領 域	元 素	原子個数密度 ( $10^{24}$ 原子/cm <sup>3</sup> )
燃 料 領 域	<sup>235</sup> U	[Redacted]
	<sup>238</sup> U	
	C	
	O	
	Si	
	Ni	
	Fe	
	Cr	
	Co	
	Nb	
鉛	Pb	[Redacted]
鉄	Fe	[Redacted]
水	H	$6.69 \times 10^{-2}$
	O	$3.34 \times 10^{-2}$

#### E.4 未臨界評価

##### E.4.1 計算条件

###### (1) 収納物

(ロ) 章E.2.1で示した最大の核分裂性物質のFIを収納した輸送物を無限個配列した場合の実効増倍率(Keff)を求めた。解析上、容器の外側で完全反射すると仮定して、容器が無限個配列した場合を取扱っている。また、一般の試験条件及び特別の試験条件として、安全側に容器内に水が浸入していると仮定した。

###### (2) 輸送容器

本解析では、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下の孤立系及び配列系に対していずれの条件にも共通して安全側の評価を行うために孤立系及び配列系の条件では上部及び底部緩衝体は無視している。

###### (3) 中性子吸収材

本輸送容器には、特別な中性子吸収材は用いない。

#### E.4.2 核燃料輸送物への水の浸入等

(ロ) 章A. 構造解析で示したように、核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件下において本輸送物の密封装置は健全であり容器内に水が浸入することはないが本解析では水が浸入した場合の解析を行った。輸送物の相互の接近については無限個配列のモデルで解析している。

輸送物の水中又は雪中の浸漬については、その反射体効果により輸送物外に漏れた中性子の一部が再び輸送物内に戻ってくる場合を考慮した安全側のモデルである。

#### E.4.3 計算方法

臨界計算は多群モンテカルロ法に基づくKENOコードを用いて行った。核定数としてはKENOコードに内蔵されている16群のKnight-modified Hansen-Roachの中性子断面積のデータセットを用いた。

本データセットでは均質化した物質の等価な共鳴吸収の自己遮蔽効果を表わすパラメータであるポテンシャル散乱断面積( $\sigma_p$ )により $^{238}\text{U}$ のデータセットを分類している。

他の条件が同じならば $\sigma_p$ の値が小さいほど自己の遮蔽効果が大きく微視的共鳴吸収断面積が小さいため $K_{\text{eff}}$ が大きくなる。本解析では最も小さい $\sigma_p$ の値である $\sigma_p = \text{■}$ バーンの場合のデータセットを用いた。

#### E.4.4 計算結果

(ロ) 第E.3表に臨界計算の結果を示す。計算に用いた中性子履歴数は1000回である。

外運搬規則及び外運搬告示で求められる各条件での実効増倍率 ( $K_{\text{eff}}$ ) は、十分未臨界である。

(ロ) 第E.3表 臨界計算結果

	実効増倍率 ( $K_{\text{eff}}$ )	標準偏差 ( $\sigma$ )	$K_{\text{eff}} + 3\sigma$
収納物 F1 照射済酸化ウラン燃料	0.139	0.0108	0.172

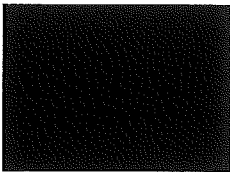

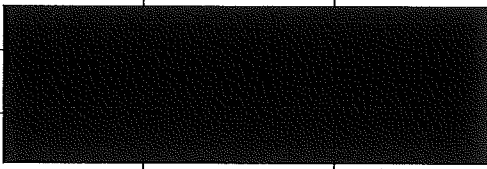
E.5 ベンチマーク試験

本解析で述べた計算方法、すなわちKENOコード及びKnight-modified Hansen-Roachの核データセットの正当性を証明する。

上述の証明を行う目的で、Yankee臨界実験<sup>(3)</sup>の3つの実験ケースを選び、それらについて実効増倍率 (Keff) を求めた。

Yankee臨界実験で用いられた燃料の仕様と、3ケースの各々の実験形状を(ロ)-第E.4表に示す。

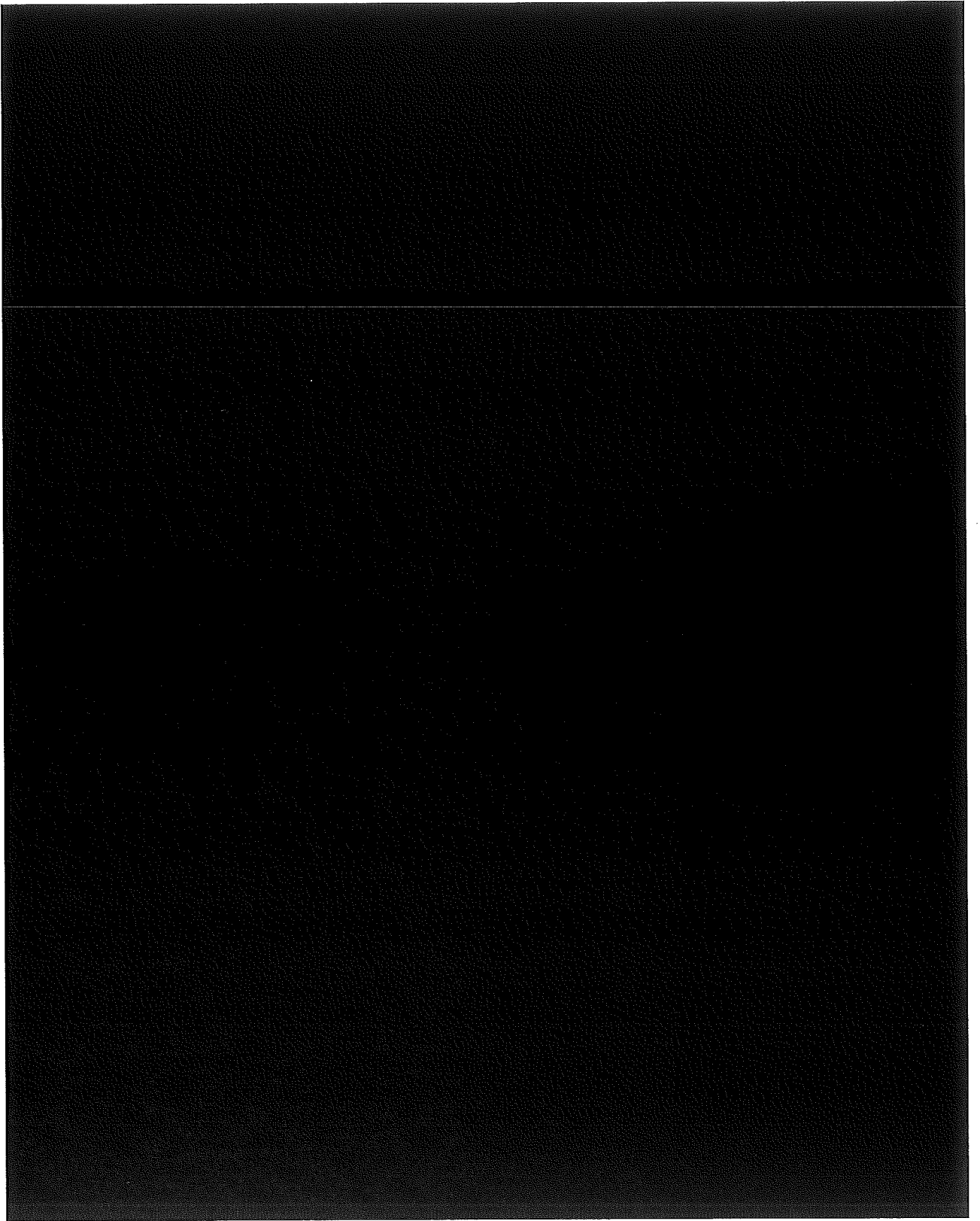
(ロ)-第E.4表 Yankee実験データ概要

I 燃料			
濃縮度			
形状			
ペレット外径			
ペレット密度			
有効長さ			
II 被覆材			
材料			
管内径			
管厚さ			
III 実験形状			
	ケースA	ケースB	ケースC
棒ピッチ (mm)			
燃料棒の数			
臨界半径 (cm)			

(1) ベンチマーク試験の詳細

(a) 計算モデル

Yankee臨界実験の解析のためKENO計算用モデルを、(ロ)-第E.2図に示す。炉心領域は円柱に近似し、均質化した。その外側に水の反射体を配置した。また燃料領域及び反射体領域の物質の原子個数密度を(ロ)-第E.5表に示す。



(ロ) - 第E.2図 ベンチマーク試験モデル図

(ロ) - 第E. 5表 Yankee臨界実験体系各領域の原子数密度

領域	元素	原子個数密度 (10 <sup>24</sup> 原子/cm <sup>3</sup> )		
		ケースA	ケースB	ケースC
炉心				
反射体	H	6.692 × 10 <sup>-2</sup>	6.692 × 10 <sup>-2</sup>	6.692 × 10 <sup>-2</sup>
	O	3.346 × 10 <sup>-2</sup>	3.346 × 10 <sup>-2</sup>	3.346 × 10 <sup>-2</sup>

(b) ポテンシャル散乱断面積  $\sigma_p$  の選択

本実験条件の  $\sigma_p$  の値は次のとおりである。

ケース	<sup>238</sup> Uの $\sigma_p$ (バーン)
A	
B	
C	

したがってYankee臨界実験の解析では各ケース毎に  $\sigma_p =$  XXXXXXXXXX バーン時の<sup>238</sup>Uのデータセットを用いた。

(2) ベンチマーク試験の結果

3つの臨界実験に対するKENOの結果は次に示すとおりである。

ケース	$K_{eff} \pm \sigma$
A	
B	
C	

これらの結果から、上記3ケースの平均 $K_{eff}$ は $K_{eff}=\text{■}$ である。一方、これら解析された体系はいずれも $K_{eff}=\text{■}$ になる体系であり、解析は約1%、 $K_{eff}$ を大きく計算している。したがって(ロ)章E.4.4で述べた計算結果は臨界防止上安全側の結果であると考えられる。

#### E.6 結果の要約及びその評価

(ロ)章A.9に示すとおり核分裂性輸送物に係る一般及び特別の試験条件下における輸送物には、緩衝体の変形はあるものの臨界評価に影響する構造物の変形は生じない。

本容器の臨界解析の検討は上・底部緩衝体を無視して輸送中、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下の孤立系及び配列系のいずれの条件にも共通して適用できるものであり、解析モデルの境界条件として完全反射を採用し、無限個の配列を想定しても臨界に達しないので、核分裂性輸送物としての要件を満足している。

E.7 付属書類

(1) E.7.1 最小臨界質量と収納物

(2) E.7.2 参考文献

(1) E.7.1 最小臨界質量と収納物

「核燃料の臨界安全」<sup>(2)</sup>によれば、<sup>235</sup>U及び<sup>239</sup>Puの臨界質量は(ロ)－第E.6表のように与えられる。この表は最適減速状態のもとで、いかなる形状でも臨界となりえない質量を与えたもので十分に安全性の余裕を含んだものである。

本容器に収納する<sup>235</sup>U及び<sup>239</sup>Pu<sup>(注)</sup>の重量は(ロ)－第E.7表に示すとおりであり、<sup>235</sup>Uが最大となる収納物F1でも最小臨界値の1/■以下である。また実際に燃料を収納した状態では、減速材がないこと及び照射により核分裂性物質が減少すること等により、実際の中性子増倍率はさらに小さくなる。Thの燃焼によって生ずる<sup>233</sup>Uは■ g 以下であり臨界上問題とはならない。

---

(注) Pu の同位体のうち核分裂性物質である <sup>241</sup>Pu も含む。



(ロ) - 第E.6表 臨 界 パ ラ メ ー タ

		<sup>235</sup> U		<sup>233</sup> U		<sup>239</sup> Pu		
		制限値 (勧告)	最 小 臨 界 値	制限値 (勧告)	最 小 臨 界 値	制限値 (勧告)	最 小 臨 界 値	
質 量 [ kg ]	溶液	0.35	0.82	0.25	0.59	0.22	0.51	
	金属	10.0	22.8	3.2	7.5	2.6 3.5	5.6 7.6	α相 δ相
無 限 円 筒 直 径 [ cm ]	溶液	12.7	13.8	9.4	11.2	10.7	12.4	
	金属	6.9	7.9	4.3	4.8	3.6 4.6	4.3 5.3	α相 δ相
無 限 平 板 厚 さ [ cm ]	溶液	3.8	4.3	2.0	3.0	2.3	3.3	
	金属	1.3	1.5	0.51	0.76	0.46 0.56	0.61 0.71	α相 δ相
液 体 の 体 積 [ ℓ ]		4.8	6.3	2.3	3.3	3.4	4.5	
水 溶 液 濃 度 [ g/ℓ ]		10.8	12.1	10.0	11.2	6.9	7.8	
<sup>235</sup> U 濃 縮 度 [ wt% ] (均質水素減速系)		0.95	1.0	—	—	—	—	

(ロ) - 第E.7表 収 納 物 の 核 分 裂 性 物 質 の 重 量 と 制 限 値 の 比 較

収 納 物 の 種 類	重 量 (kg)		制 限 値 (kg)
	<sup>235</sup> U	<sup>239</sup> Pu	
F1			<sup>235</sup> U : <sup>239</sup> Pu :
F2			
F3			
F5			
F7			
F9			
F10			
F12			
F14			
F15			
F16			

注) 収納物 F4、F6、F8、F11、F13、F17~F20 は欠番。

(2) E.7.2 参考文献

(1) G. E. Whitside and NF Cross, "KENO-A Multigroup Monte Criticality Program", CTC-5,  
Sep. 1969

(2) (財)原子力安全研究協会編

日本原子力学会・核燃料施設臨界安全研究専門委員会

"核燃料の臨界安全", 昭和59年12月

(3) 

(ロ) 章 F 核燃料輸送物の経年変化の考慮

(ロ) 章F 核燃料輸送物の経年変化の考慮

本章では、輸送容器の使用を予定する期間中における、輸送物の構成材料の経年変化について、(ロ) 章の安全解析で考慮する事項について示す。

F.1 考慮すべき経年変化の要因

本輸送物において、(ロ)一第F.1表のように想定される使用状況を踏まえ、輸送容器の構成材料に対して考慮すべき経年変化の要因としては、容器保管中、運搬開始前、運搬中及び運搬後における熱、放射線、化学的变化及び繰返応力が生じることによる疲労が考えられる。

本輸送物を使用する期間としては、製造後から60年、使用回数としては、年3回、1回の運搬当たり運搬に要する日数は2日とする。また、吊上装置（吊上用トラニオン、支持用トラニオン）による吊上予定回数（実際の使用を想定した回数）は、輸送1回当たり10回、輸送とは別に年10回を保守的に追加し、使用予定期間をとおしての吊上予定回数を以下のとおりとする。内圧による応力を考慮する密封装置（密封容器及び格納容器）については、保守的に輸送予想回数の180回を上回る200回の応力発生を考慮する。

- ・ 輸送容器使用期間 : 60年
- ・ 運搬回数 : 3回/年
- ・ 吊上回数 : 30回/年（3回運搬×10回/運搬回数）+10回/年

したがって、吊上予定回数=60×40=2400回とする。

(ロ)一第F.1表 使用を予定する期間中に想定される使用状況

状態	収納物	使用状況
保管中	無	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 輸送容器は、屋内保管とする。</li><li>・ 当該輸送容器の性能の維持を確認するために、核燃料輸送物設計変更承認申請書(別記-1)に記載の「(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法」に基づく定期自主検査を年1回以上実施する。</li></ul>
運搬開始前	有	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 輸送物は、収納物の梱包から運搬実施までの間、施設の管理区域内に屋内保管とする。保管期間は最長でも3ヶ月とする。</li><li>・ 輸送物の発送前には、「(ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法」に基づく発送前検査を実施する。</li></ul>
運搬中	有	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 輸送物は、運搬車両により運搬される。</li><li>・ 運搬中に想定される衝撃、振動に対し耐えうるように車両等に固縛し運搬を行う。</li><li>・ 運搬期間は、2日程度を予定する。</li></ul>
運搬後	無	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 運搬終了後、施設の管理区域内(屋内)にて、輸送容器の健全性確認のための外観検査を実施。</li><li>・ 輸送容器は、屋内保管とする。</li></ul>

F.2 安全解析における経年変化の考慮の必要性の評価

(ロ) 章F.1で示した経年変化の要因を踏まえ、輸送物の各構成材料について、使用予定期間中に想定される熱、放射線及び化学的变化について経年変化の考慮の必要性の評価をした。経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料を(ロ)－第F.2表に示す。また、疲労については、取扱時に荷重が負荷される吊上装置(吊上用トラニオン及び支持用トラニオン)並びに内圧変化による荷重が負荷される密封容器及び格納容器において評価を実施した。これらの評価結果を(ロ)－第F.3からF.5表に示す。

なお、Oリング及びシートガスケットは、運搬ごとに交換を行うため、収納物については運搬ごとで変わるため、経年変化について考慮しない。

(ロ)－第F.2表 経年変化を考慮する本輸送容器の構成部品及びその材料

輸送容器の構成部品		材料	
密封内容器	本体	ステンレス鋼	
	蓋		
	バルブ		
	カプラ		
	蓋ボルト保護カバー		
密封容器	本体	ステンレス鋼	
	蓋		
	蓋開閉装置カバー		
	吊具		
格納容器	吊上用カプラ	ステンレス鋼	鉛
	上部蓋		
	本体	ステンレス鋼	
	蓋ボルト		
	シャッタードア		
	開閉用ネジシャフト		
	シャッターカバー		
	巻上装置カバー		
トラニオン			
緩衝体	緩衝材		
	外板	ステンレス鋼	
試料容器	本体	ステンレス鋼	

以上より、本輸送容器において経年変化を考慮する材料は以下の3つである。

- ・ステンレス鋼：構造強度部材として用いられる。
- ・鉛：遮蔽部材として用いられる。
- ・XXXXXXXXXX (木材)：落下衝撃の緩和のための緩衝体として用いられる。

(1) ステンレス鋼

ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)-第 F.3 表に示す。

(ロ)-第 F.3 表 ステンレス鋼の経年変化の考慮の必要性の評価

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
ステンレス鋼 (SUS■■■■、 SUS■■■■)	熱	<p>本材料は、高温環境下に置くことによるクリープ等（変形）、高温脆化に伴う機械的特性の劣化が考えられるが、「(ロ)章 B.4.2」に示す熱解析の結果から、運搬中における密封容器内の最高温度は■■■■℃であり、クリープ等による変形を生じるおそれがある温度（425℃以上）<sup>(1)</sup>を下回る。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	放射線	<p>本材料は、中性子照射による組織変化（脆化等）に伴う機械的特性への影響が考えられるが、使用期間中の中性子強度の最大は、「(イ)-第 5 表」に示すとおり、収納物 F14 の■■■■ n/s である。そこから使用期間中の中性子照射量を評価すると■■■■ n/cm<sup>2</sup> となり、組織変化（脆化等）を生じるおそれがある照射量 10<sup>16</sup> n/cm<sup>2(1)</sup> を下回る。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	化学的変化	<p>本材料は、腐食に伴う材料の強度や脆化等の影響が考えられるが、ステンレス鋼は、表面に不動態膜を形成し、腐食しにくい材料である。また、大気中での腐食深さは、年間 1 μm (0.001 mm)<sup>(2)</sup>となっている。使用期間を 60 年と想定しているので、腐食深さは最大 0.06 mm と推定され、部材の厚さ（格納容器本体胴で■■■■ mm）に比べ無視し得る腐食量である。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	疲労	<p>(1) 吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）</p> <p>吊上装置（吊上用トラニオン及び支持用トラニオン）は、1 年で 40 回取り扱うものとし、使用期間中の想定吊上予定回数は 2400 回（輸送容器使用期間 60 年×吊上回数 40 回/年）となる。「(ロ)章 A.4.4」に示すとおり、吊上用トラニオンに発生する応力強さは■■■■ MPa であり、繰返ピーク応力はその 1/2 の■■■■ MPa とする。支持用トラニオンに発生する応力強さは■■■■ MPa であり、繰返ピーク応力はその 1/2 の■■■■ MPa とする。SUS■■■■ の応力疲労曲線図（S/N 線図）<sup>(3)</sup>より、使用回数 10000 回（保守的な想定）の疲労限度は、■■■■ MPa となり、繰返しピーク応力を包含している。また、使用回数 10000</p>

	<p>回は、想定される使用回数（2400回）を包含している。以上を踏まえ繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p> <p>(2) 密装置（密封容器及び格納容器）</p> <p>密装置（密封容器及び格納容器）は、1年で3回運搬するものとし、使用期間中の現実的な想定繰返回数は180回（輸送容器使用期間60年×運搬回数3回/年）となるが、保守的に200回の応力発生を考慮する。「(ロ)－第A.9表」に示すとおり、密装置に発生する最大応力は底部密封カバーボルトの■■■MPaである。輸送ごとにこの応力が荷重として負荷されるものとする。SUS■■■の応力疲労曲線図（S/N線図）<sup>(3)</sup>より、使用回数10000回（保守的な想定）の疲労限度は、■■■MPaとなる。そのため、使用回数10000回は、想定される使用回数（200回）を包含している。</p> <p>以上を踏まえ、繰返回数を保守的に設定し、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>
--	---

(2) 鉛（ステンレス鋼及び鉛：ステンレス鋼へ鋳込まれたもの）

鉛の経年変化の考慮の必要性について、(ロ)－第 F.4 表に示す。

(ロ)－第 F.4 表 鉛の経年変化の考慮の必要性の評価

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
鉛	熱	本材料の融点は、327.5℃ <sup>(4)</sup> である。「(ロ) 章 B.4.2」に示す熱解析の結果から、運搬中における密封容器内の最高温度は■■■■℃であり、溶融するおそれはない。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。
	放射線	本材料は、中性子吸収断面積が小さく <sup>(5)</sup> 、また耐放射線材料としても使用実績が十分豊富である。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。
	化学的変化	本材料は、空気中において安定的な酸化被膜を表面に形成し、下地の鉛を保護する <sup>(6)</sup> 。また、腐食（減肉）に伴う遮蔽能力の低下が考えられるが、本材料はステンレス鋼板に鋳込まれているため密閉空間にあることから外気と接触しない。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。



(3) (木材)

落下衝撃の緩和のための緩衝体として用いられる (木材) の経年変化の考慮の必要性について、(ロ) - 第 F. 5 表に示す。

(ロ) - 第 F. 5 表 (木材) の経年変化の考慮の必要性の評価 (1/2)

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
(木材)	熱	<p>本材料は、高温環境下に長期間置くことによる機械的特性（圧潰強度）の劣化が考えられる。</p> <p>「(ロ) - 第 B. 16 表」より、運搬中における緩衝体内部 ( ) の最高温度は、「(ロ) - 第 B. 5(d) 図」より °C である。</p> <p>輸送容器に係る業界（電力、製造メーカ、JAEA 等）の木材の熱的劣化に係る共通見解は以下のとおり<sup>(注)</sup>。</p> <p>① 木材は、高温環境下での熱による強度低下について、直接参照できる文献は乏しい状況である。</p> <p>② 使用済燃料等の輸送実績がある別の輸送容器の緩衝材(木材)の平均温度データは、40°C から 70°C 程度と評価された。</p> <p>③ 過去に使用済燃料の輸送に供された輸送容器から採取した木材試験片を基に、圧潰強度及び密度測定を実施した結果、木材のエネルギー吸収性能は健全であり、緩衝材の性能劣化は確認されなかった。</p> <p>④ 通常使用される条件においては、緩衝材の熱的劣化について技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p> <p>本輸送物についても上記の共通見解より、これまでの実績範囲で使用するのであれば熱的劣化について技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p> <p>なお、輸送に際しては、その都度、輸送容器の使用履歴を蓄積し、輸送前に、輸送容器の使用履歴、収納物の発熱量及び輸送時に想定される環境温度を踏まえ、緩衝体温度が、概ね実績のある温度の範囲内であることを確認した後に輸送を行う。</p>

(注) 参考資料：第 12 回輸送容器及び使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器に関する審査会合 (令和 4 年 4 月 25 日) 資料 1 別紙「緩衝材 (木材) の熱的劣化について」


(ロ)－第 F.5 表 ■■■■■ の経年変化の考慮の必要性の評価 (2/2)

構成材料	経年変化要因	経年変化の評価
■■■■■ (木材)	放射線	<p>本材料は、放射線照射による組織変化（脆化等）に伴う機械的特性への影響が考えられる。中性子強度が最大の収納物である F14 の輸送物表面における最大線量当量率は、「(ロ)－第 D.11-1 表」より、348.3 <math>\mu\text{Sv/h}</math> となる。また、ガンマ線強度が最大の収納物である F2 の輸送物表面における最大線量当量率は、「(ロ)－第 D.13 表」より、421.9 <math>\mu\text{Sv/h}</math> となる。使用期間中の照射量を計算すると、保守的に見積もっても中性子で ■■■ Gy、ガンマ線で ■■■ Gy であるため、組織変化（脆化等）を生じるおそれがある放射線照射量 3 MGy（中性子）<sup>(7)</sup>及び 0.1 MGy（ガンマ線）<sup>(8)</sup>を下回る。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>
	化学的变化	<p>本材料は、腐食に伴う材料の強度や脆化等の影響が考えられるが、緩衝体の被覆内（ステンレス鋼）の密閉空間にあり、外気と接触しないため、腐食が生じない。以上を踏まえ、経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。</p>

### F.3 安全解析における経年変化の考慮内容

(ロ) 章 F.2 に示したとおり、本輸送物に係る構成材料について、経年変化の考慮の必要性について評価を行った。使用を予定する期間中に想定される使用状況において、熱、放射線及び化学的变化の要因については、経年変化の影響を評価した結果、技術上の基準に適合していることを確認する上で、その影響は考慮する必要はないことを確認した。また、吊上装置（吊上用トランニオン及び支持用トランニオン）及び密封装置（密封容器及び格納容器）については、繰返応力が発生するため、疲労による経年変化を考慮する必要がある。使用期間中に想定される保守的な繰返回数数を考慮した上で吊上装置と密封装置に対し疲労を評価したところ、疲労破壊は起きないため、技術上の基準に適合していることへの影響はないことを確認した。

参考文献

- (1) 輸送物技術顧問会、「使用済燃料中間貯蔵に係る貯蔵後輸送の安全性確保方策について」(2010).
- (2) 日刊工業新聞社、「ステンレス鋼便覧」(1979).
- (3) 
- (4) 自然科学研究機構 国立天文台編、「理科年表 2019」、丸善出版 (2019) .
- (5) アイソトープ手帳 12 版 机上版 (2020) .
- (6) 日本鉛亜鉛需要研究協会、「鉛ハンドブック」(1992) .
- (7) Gilbert Gedeon, P.E., “Wood as An Engineering Materials: Mechanical Properties of Wood” Course No:S04-019.
- (8) 「材料」第 16 卷 第 169 号、「木材の化学加工」、後藤 輝男.

(ロ) 章G 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価

(ロ) 章G 外運搬規則及び外運搬告示に対する適合性の評価

本輸送物は(ロ)-第G.1表に示すように、外運搬規則及び外運搬告示で定める技術基準の該当項目を満足している。

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(1/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説明	申請書記載 対応項目	備考
第3条第1項 第1号	第3条	本輸送物は、BM型輸送物であるので 該当しない。		
第3条第1項 第2号	第4条	本輸送物は、BM型輸送物であるので 該当しない。		
第3条第1項 第3号	第4条 及び 別表第一	<p>本輸送物の収納物は、下記のとおり である。放射能が、収納物 F2 で最大の ■■■■ TBq (A<sub>2</sub> 値比が ■■■■ ) であるため、原子力規制委員会の定め る量 (A<sub>2</sub> 値) を超えることから、本輸送 物は BM 型輸送物に該当する。</p> <p>種類 : ウラン酸化物、トリウム酸 化物、ウラン・プルトニウム 炭化物、ウラン・プルトニウ ム窒化物、ウラン・プルトニ ウム酸化物</p> <p>重量 : ウラン ■■■■ g 以下 トリウム ■■■■ g 以下 プルトニウム ■■■■ g 以下</p> <p>ウラン濃縮度 : ■■■■ %以下 プルトニウム富化度 : ■■■■ %以下 核分裂性プルトニウム富化度: ■■■■ % 以下</p> <p>ウラン 235 量 : ■■■■ g 以下 核分裂性プルトニウム量 Pu (238, 239, 241) : ■■■■ g 以下</p> <p>冷却日数 : ■■■■ 日以上 放射能の量 : ■■■■ TBq 以下 発熱量 : 174.1 W 以下</p>	(イ)－D (ロ)－A. 10.4	
第3条第2項	第5条	本輸送物は、BM型輸送物であるので 該当しない。		
第3条第3項		輸送物の構成材料 (繰り返し使用す る収納物を含む) の経年変化を以下の とおり考慮した上で、第6条の技術上 の基準に適合していることを確認して	(イ)－D	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(2/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>いる。</p> <p>1. 本輸送物の使用予定期間は、製造後から 60 年である。使用回数は、年 3 回、1 回の運搬に当たり要する日数は 2 日とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・吊上装置（吊上用トラニオン、支持用トラニオン）による吊上予定回数については、60 年×40 回/年（3 回運搬×10 回/運搬回数）+保守的に 10 回/年）=2400 回の使用回数とする。</li> <li>・密封装置（密封容器及び格納容器）については、60 年×3 回運搬/年=180 回となるが、保守的に 200 回の使用回数とする。</li> </ul> <p>輸送物のうち繰り返し使用する構成部品（ステンレス鋼、鉛、<span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>）を対象に、技術上の基準に適合性を確認する上で考慮が必要となる経年変化に係り、その影響について評価した。</p> <p>2. 本輸送物の使用を予定する期間中に想定される使用状況において、考慮すべき経年変化の要因は、熱、放射線、化学的变化及び疲労となる。</p> <p>3. 経年変化の考慮の必要性及び考慮の方法について、以下のとおり評価した。</p> <p>（1）熱については、運搬中における熱解析の結果を基に、クリープ等（ステンレス鋼）、圧潰強度の低下（<span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>）、溶融（鉛）は発生しないことから、技術上の基準を確認するうえで、熱による経年変化の影響を考慮する必要はない。</p>	(ロ)－F	

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(3/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>■については、実輸送時における緩衝材の温度及び使用済燃料輸送実績のある輸送容器の木材の試験結果より、これまでの実績と同様の使用環境であれば、木材の熱的劣化は生じないと考えられる。</p> <p>(2) 放射線については、放射線照射による、組織変化(ステンレス鋼、■、鉛)が考えられるが、使用予定期間中の累積照射量から組織変化を生じるおそれがある照射量に比べて小さいことから技術上の基準を確認するうえで、放射線による経年変化の影響を考慮する必要はない。</p> <p>(3) 化学的变化については、腐食による、強度低下及び脆化(ステンレス鋼、■)が考えられるが、腐食量が部材厚さに比べ無視し得ること(ステンレス鋼)、外気と触れず腐食が生じないこと(■、鉛)等の理由から、技術上の基準を確認するうえで、化学的变化による経年変化の影響を考慮する必要はない。</p> <p>(4) 疲労については、吊上装置及び密封装置について繰返応力が発生することから経年変化の考慮が必要となる。いずれも、使用期間中の現実的に想定される使用回数よりも保守的な繰返回数を設定した上で、疲労を評価し、疲労破壊が生じないことを確認している。</p>		
第 4 条		本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。		
第 5 条		本輸送物は、BM 型輸送物であるので		



(ロ)ー第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(4/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説明	申請書記載 対応項目	備考
		該当しない。		
第 6 条第 1 号		<p>本輸送物は、以下に示すように容易に、かつ安全に取り扱うことができる。</p> <p>a. 輸送物は、本体にトラニオンがあり吊り上げ、吊り下しは専用吊具を用い、クレーンを使用して容易に行える。また、輸送物は専用の輸送架台を用いて車両又は船舶に強固に積付けられる等、安全に取り扱えるものである。</p> <p>b. 輸送物の吊上装置は負荷係数を 3 としており、急激な吊り上げに耐えられるものである。</p> <p>c. 輸送物にはトラニオンを除いて輸送物を吊り上げるおそれのある吊手はない。また、輸送物は専用吊具によって容易に、かつ、安全に取り扱うことができる。</p> <p>d. 輸送物の表面は滑らかに仕上げられており、雨水が溜らない構造となっている。また、密封内容器の弁は保護カバーで保護されており、密封内容器は密封容器内に納められる。</p> <p>本輸送物は、以下に示すように運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、き裂、破損等の生じるおそれはない。</p> <p>a. 収納物の発熱量が最大である 175 W (F2) のとき収納物の最高温度は ■℃であり、収納物が溶融することはなく、収納物の幾何学的形状、物理的状态が変化するこ</p>	<p>(ロ)ーA.4.4 (イ)ーC</p> <p>(イ)ーC (ロ)ーA.4.4</p> <p>(ロ)ーA.4.5</p> <p>(ロ)ーB.5.6</p>	<p>規則第 4 条第 1 号</p> <p>規則第 4 条第 2 号</p>

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(5/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>とはない。</p> <p>b. 密封装置の蓋は輸送時の振動等により緩まないよう締付装置あるいはボルトで強固に締め付けられており、輸送中内圧が上昇しても、開くことはない。</p> <p>また、密封内容物の密封境界には [ ] のリング、密封容器及び格納内容物の密封境界には [ ] あるいは [ ] のリング及び [ ] 製品のガスケットを設けており、密封を保っている。</p> <p>よって、振動及び内圧の変化による、き裂、破損等の生じるおそれはない。</p> <p>c. 輸送物の主要遮蔽材であるステンレス鋼、鉛の温度は上記の状態 [ ] でステンレス鋼は [ ]℃、鉛は [ ]℃であり、融点よりはるかに低いいため遮蔽能力が低下することはない。</p> <p>よって、温度の変化による、き裂、破損等の生じるおそれはない。</p> <p>d. 固縛装置は、輸送中発生する各方向加速度 2 g (垂直下方向については 3 g) に耐えるように設計され、また、本輸送物は低速度で運搬されるので共振することもなく振動等によりき裂、破損等の生じるおそれはない。</p> <p>よって、振動による、き裂、破損等の生じるおそれはない。</p>	<p>(イ) - C. 2. 4</p> <p>(ロ) - B. 5. 6 (ロ) - B. 6. 2. 4</p> <p>(ロ) - A. 4. 5 (ロ) - A. 4. 7</p>	

(ロ)ー第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(6/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>輸送物表面には、吊上装置であるトラニオン、取扱用吊具以外には不要な突起物がなく、また、輸送物表面は滑らかに仕上げており、除染は容易である。</p>	(イ)ーC	規則第4条第3号
		<p>本輸送物には、ステンレス鋼、鉛、<span style="background-color: black; color: black;">          </span>等<span style="background-color: black; color: black;">          </span>等の材料が使われているが、各々の材料相互の間及び収納物との間では、危険な物理的又は化学的反應を生じるおそれはない。</p> <p>1. 運搬中に予想される温度の範囲において構成部品同士の熱膨張による干渉はないことから、材料相互の接触によるき裂、破損等を生じるおそれはない。</p> <p>2. 本輸送物は冷却水を用いないタイプであり、凍結に起因する破損を生じるおそれはない。</p> <p>3. 鉛、緩衝材 (<span style="background-color: black; color: black;">          </span>) は、ステンレス鋼に密封されており、材料相互で電氣的及び化学的に反應(腐食)が生じない。また、<span style="background-color: black; color: black;">          </span>及び<span style="background-color: black; color: black;">          </span>のOリングについても金属材料と接触しても電氣的及び化学的に反應を生じるおそれはない。</p>	(ロ)ーA. 4. 1	規則第4条第4号
		<p>密封内容物の弁は、保護カバーで覆われており、密封内容物は、密封容器に納められるので、誤って操作されることはない。</p>	(ロ)ーA. 4. 3	規則第4条第5号
	第9条	<p>本輸送物の表面の放射性物質の密度は、発送前に表面密度限度以下である</p>	(ハ)ーA	規則第4条第8号

(ロ) - 第 G. 1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(7/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<p>ことを確認した上で、発送される。 アルファ線を放出する放射性物質 : 0.4 (Bq/cm<sup>2</sup>) アルファ線を放出しない放射性物質 : 4 (Bq/cm<sup>2</sup>)</p> <p>本輸送物には所定のもの以外が収納 されていないことを確認した上で蓋を するので、本輸送物の安全性を損なう おそれのあるものを収納することはない。</p> <p>本輸送容器の仕様は外径約 2 m、長 さ約 3.7 m の円筒型容器であり、外接 する直方体の各辺は 10 cm 以上である。</p> <p>本輸送物は、以下に示すように、み だりに開封されないように、かつ、開 封された場合に開封されたことが明ら かになるように、容易に破れないシー ルのはり付け等の措置が講じられ、基 準を満足している。</p> <p>a. 密封装置の蓋は締付装置あるい はボルトで強固に締め付けられて いる。したがって輸送中にボルト が緩むことなく、また、みだりに 開放されることはない。</p> <p>b. 本輸送物の収納物は密封容器に 封入された後、更に格納容器に封 入される。また、収納物の種類に よっては、密封容器本体内に更に 密封容器を設ける。</p>	<p>(ハ) - A</p> <p>(イ) - C</p> <p>(ロ) - A. 4. 3</p> <p>(ロ) - A. 4. 3</p>	<p>規則第 4 条第 10 号</p> <p>規則第 5 条第 2 号</p> <p>規則第 5 条第 3 号</p>

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(8/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
		<div data-bbox="644 412 1054 584" style="background-color: black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p>本輸送物の構成部品の最低使用可能温度は-40℃以下であるため、最低使用温度-40℃においてもき裂、破損等は生じない。なお、本輸送物は外気温-20℃以上で輸送される。</p> <p>また、構成部品の最高使用可能温度は、70℃以上であるため、最高使用温度70℃においてもき裂、破損等は生じない。なお、本輸送物は外気温38℃以下で輸送される。</p> <p>したがって-40℃から70℃の温度の範囲において、構成部品にき裂、破損等が生じるおそれはない。</p> <p>本輸送物の密封装置（密封内容器、密封容器、格納容器）は、一般の試験条件下において絶対圧力として、それぞれ最大 <span style="background-color: black; color: black;">■■■■</span> MPa, <span style="background-color: black; color: black;">■■■■</span> MPa, <span style="background-color: black; color: black;">■■■■</span> MPa の圧力が生ずる。一方これらの容器に対する耐圧強度計算は、安全側に外気圧を0 kPaとして行われており、健全性が確認されている。</p> <p>したがって、外気圧60kPaを包含していることから、放射能の漏えいはない。</p> <p>本輸送容器には液体状の核燃料物質等を収納しない。</p>	<p>(ロ) - A. 4. 2</p> <p>(ロ) - B. 3</p> <p>(ロ) - A. 4. 6</p>	<p>規則第5条第4号</p> <p>規則第5条第5号</p> <p>規則第5条第6号 ロ</p>

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(9/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考														
		本輸送物は最大放射エネルギーの収納物 (F2) を収納して、輸送物の最大表面線量当量率は 0.4602 mSv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。	(ロ)－D. 6.2	規則第 5 条第 7 号														
		本輸送物は最大放射エネルギーの収納物 (F14) を収納しても、輸送物の表面から 1 m の距離における最大線量当量率 94.5 μSv/h であり、基準値の 100 μSv/h を超えることはない。	(ロ)－D. 4.2	規則第 5 条第 8 号														
第 6 条第 2 号	第 14 条	BM 型輸送物に係る一般の試験条件																
	別記第 4 第 1 号	本輸送物は、周囲温度 38℃ 及び下表の太陽放射熱を 1 日につき 12 時間負荷して 1 週間後の温度を評価している。	(ロ)－B. 4.1.1															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">表面の形状及び位置</th> <th>放射熱 (W/m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">水平に輸送される平面</td> <td>下向きの表面</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>上向きの表面</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td colspan="2">垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td colspan="2">その他の表面</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>	表面の形状及び位置		放射熱 (W/m <sup>2</sup> )	水平に輸送される平面	下向きの表面	なし	上向きの表面	800	垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200	その他の表面		400		
表面の形状及び位置		放射熱 (W/m <sup>2</sup> )																
水平に輸送される平面	下向きの表面	なし																
	上向きの表面	800																
垂直に輸送される表面及び水平に輸送されない下向きの表面		200																
その他の表面		400																
	別記第 4 第 2 号	以下のとおり別記第 3 第 1 号の条件の下において評価している。																
	別記第 3 第 1 号イ	一般の試験条件 イ. 水の吹付試験 本輸送物の表面は平滑なステンレス鋼であり、水切りは極めてよく、本試験の実施によっても異常は生じない。	(ロ)－A. 5.2															

(ロ)ー第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(10/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 2 号 イ	第 13 条 別記第 3 第 1 号ロ (1)	<p>ロ. イの条件の下に置いた後、次の条件の下に置く。</p> <p>(1) 自由落下</p> <p>本輸送物の重量は 17 トンであり落下高さは 0.3 m であり、落下時に輸送物は最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナーの各姿勢での最大変形量について解析している。最大変形量は底部コーナー落下における ■ mm であるが、輸送物の健全性を損なうようなことはない。</p> <p>落下時の衝撃力については、より厳しい特別の試験条件(落下試験 I) に対して評価し、輸送物の健全性が確保されることを確認しており、本試験の実施によっても健全性を損なうことはない。</p>	(ロ)ーA. 5. 3	
	別記第 3 第 1 号ロ (3)	<p>(3) 積み重ね試験</p> <p>自重の5倍に相当する荷重は <math>8.34 \times 10^5</math> N であり、投影面積に <math>1.3 \times 10^{-2}</math> MPa を乗じた荷重は <math>5.88 \times 10^4</math> N であり、自重の5倍に相当する荷重の方が大きいので、これで解析している。</p> <p>解析は輸送物の垂直方向の圧縮強度及び水平方向の圧縮強度について行っており、本試験の実施によっても健全性を損なうことはない。</p>	(ロ)ーA. 5. 4	
	別記第 3	(4) 貫通試験		

(ロ)一第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(11/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 2 号 ロ	第 1 号ロ (4)	貫通試験は重量 6 kg、直径 3.2 cm の棒を輸送物の最も弱い部分に 1 m の高さから落下させたとしている。試験棒は軟鋼として衝撃荷重は輸送物が受け持つものとして解析しており、本試験の実施によっても健全性を損なうことはない。	(ロ)－A. 5.5	規則第 5 条第 9 号 ロ
	第 15 条	一般の試験条件下では、本輸送物の最大線量当量率となる表面 (F2) は、変形の影響を受けないので表面における最大線量当量率の著しい増加はない。また、本輸送物は最大放射エネルギーの収納物を収納しても、輸送物の最大表面線量当量率は 0.4602 mSv/h であり、基準値の 2 mSv/h を超えることはない。	(ロ)－D. 6.2	
		本輸送物は一般の試験条件下においても密封性が低下することなく、放射性物質の漏えい率と基準値 $A_2 \times 10^{-6}$ との比率は [ ] で、1 より小さく基準値の $A_2 \times 10^{-6}$ Bq/h を超えることはない。	(ロ)－C. 3.1	
第 6 条第 2 号 ハ		本輸送物は専用積載として運搬するが、最大崩壊熱量 175 W (F2) を収納し一般の試験条件下に置いた場合でも、輸送中人が容易に接近し得る部分の温度は、日陰において [ ] °C であり、基準値の温度 85°C を超えることはない。	(ロ)－B. 4.6	



(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(12/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 2 号 二		本輸送物は一般の試験条件下に置いた後でも密封性が低下することなく、輸送物の表面の放射性物質の密度が表面密度限度を超えることはない。また、発送前検査において表面密度が表面密度限度を下回ることを確認することから、表面密度限度を超えることはない。	(ロ)－C.3.1	
第 6 条第 3 号	第 16 条	BM 型輸送物に係る特別の試験条件		
	別記第 5 第 1 号イ	イ. 落下試験 I 本輸送物は最大損傷を受けるよう、垂直、水平及びコーナー方向に剛体平面である落下試験台上に 9 m 高さから落下するとして解析している。	(ロ)－A.6.1	
	別記第 5 第 1 号ロ	ロ. 落下試験 II i 本輸送物は最大損傷を受けるよう、垂直（蓋・底部）、水平方向に軟鋼棒が重心を直撃するよう落下試験台上に 1 m の高さから落下するとして解析している。 ii 落下試験台の上面は滑らかな水平面であり、軟鋼丸棒は直径 15 cm として解析している。 iii 軟鋼棒は落下試験台上に垂直に固定されているとして解析している。 iv 軟鋼丸棒の長さは、輸送物に最大の破損を引き起こすように十分長いものとして解析し	(ロ)－A.6.2	

(ロ)－第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(13/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 3 号 イ	別記第 5 第 2 号イ 及びロ	<p>ている。</p> <p>熱的試験</p> <p>i 本輸送物は、火災による入熱量を大きく評価するように落下試験 I, II の落下順序に影響を受けないように解析している。</p> <p>ii 本輸送物は0.9の火炎放射率をもつ800℃の熱放射条件に30分間さらされるとして解析している。輸送物の表面の放出率（熱吸収率）は0.8として解析している。</p> <p>iii 耐火試験中は対流熱及び放射熱も考慮して計算している。</p> <p>iv 本輸送物は加熱停止後38℃の条件下で別記 第4第1号に定める放射熱を負荷し、温度が全て下がり始めるまで計算している。</p> <p>v 本輸送物の緩衝体の██████はステンレス鋼で覆われており、燃焼することはない。</p>	<p>(ロ)－A. 6</p> <p>(ロ)－A. 6. 3</p> <p>(ロ)－B. 1</p> <p>(ロ)－B. 1</p> <p>(ロ)－B. 1</p> <p>(ロ)－B. 5. 2</p>	
	別記第 5 第 3 号	<p>浸漬試験（15 m）</p> <p>本輸送物は、██████ MPaの内圧に対する強度を解析で確認しているので0.15 MPaの外水圧に対しても十分な強度を有する。</p>	<p>(ロ)－A. 6. 4</p>	
		<p>本輸送物は特別の試験条件下に置いた場合、緩衝体に変形が生じる。しかし、緩衝体はモデルから除いて</p>	<p>(ロ)－D. 4</p>	

(ロ)ー第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(14/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 6 条第 3 号 ロ	第 17 条	<p>おり、その場合でも輸送物の表面から 1 m 離れた位置での最大線量当量率は 0.0945 mSv/h であり、基準値の 10 mSv/h を超えることはない。</p> <p>本輸送物は特別の試験条件下に置いた場合、緩衝体に変形が生じるが、密封装置は健全であり、耐火試験を経た後も密封性は保持できる。この場合、放射性物質の漏えい率と基準値 <math>A_2</math> との比率は [ ] で 1 より小さく基準値 <math>A_2</math> Bq/Week を超えることはない。</p>	(ロ)ーC.4	
第 6 条第 4 号		<p>第 6 条第 1 号 (第 5 条第 4 号) の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、運搬中に予想される温度 (-20°C~38°C) において、輸送容器構成部品にき裂、破損等は生じない。</p>	(ロ)ーA.4.2	
第 6 条第 5 号	第 18 条 別記第 6	<p>浸漬試験 (200 m)</p> <p>本輸送物の収納物の最大放射能量は、F9 のであり <math>A_2</math> 値比 [ ] となる。</p> <p>よって、<math>A_2</math> 値の 10 万倍を超えることはないので該当しない。</p>	(ロ)ーA.7 (ロ)ー A.10.4	
第 7 条		<p>本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。</p>		
第 8 条		<p>本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。</p>		
第 9 条		<p>本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。</p>		
第 10 条		<p>本輸送物は、BM 型輸送物であるので該当しない。</p>		
第 11 条	第 10 条	<p>本輸送物に含まれる <math>^{235}\text{U}</math> 量は最大 [ ] g、Pu(238, 239, 241) 量は最大 [ ] g</p>	(イ)ーD (ロ)ーE.2.1	

(ロ) - 第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(15/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説明	申請書記載 対応項目	備考
		<p>■ g であるので臨界安全質量以下であり、無限個任意配列においても未臨界である。</p> <p>核分裂性物質に係る核燃料輸送物の一般の試験条件及び特別の試験条件における技術上の基準は、次のとおりである。</p>	(ロ) - E.5	
	<p>第 24 条 別記第 11 第 1 号 第 2 号 第 3 号 第 3 号</p>	<p>一般の試験条件 次に示す試験を連続して行う。</p> <p>① 水の吹付試験 ② 自由落下試験 ③ 積み重ね試験 ④ 貫通試験</p>	(ロ) - A.9.1	
	<p>第 26 条 別記第 12 第 1 号イ ロ (1) ロ (2) ハ ニ</p>	<p>特別の試験条件 次に示す試験を連続して行う。</p> <p>① 上記一般の試験条件 ② 落下試験 I ③ 落下試験 II ④ 耐火試験 ⑤ 0.9 m 浸漬試験</p>	(ロ) - A.9.2	
第 11 条第 1 号 イ		<p>本輸送物は、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下においても以下の要件を満足している。</p> <p>本輸送物は、構造解析の結果、構造部に 10 cm 立方を包含するようなくぼみを生じることはない。</p>	(ロ) - E.1 (ロ) - A.9.1	
第 11 条第 1 号 ロ		<p>本輸送物の外寸法は、外径約 2.0 m、長さ約 3.7 m の円筒型容器であり、緩衝体の変形量を考慮しても、外接する直方体の各辺が 10 cm 未満となることはない。</p>	(イ) - C (ロ) - A.9.1	

(ロ)ー第 G.1 表 外運搬規則及び外運搬告示に定める技術基準への適合性の評価  
(16/16)

外運搬規則 の項目	外運搬告示 の項目	説 明	申請書記載 対応項目	備 考
第 11 条第 2 号 イ ロ ハ ニ ホ		<p>本輸送物は、構造・熱解析等の結果から容器本体及び収納物は落下試験等においても破損することなく、臨界に影響を与えるような物理的・化学変化はない。</p> <p>臨界解析では、容器内は全て水で満たされるとし、1.0 g/cm<sup>3</sup>の水密度とし、収納物の温度は常温(20℃)とした。また、収納物は容器中央に配置した。解析モデルとしては、上・底部緩衝体が存在しない安全側のモデルで周囲が完全反射条件で評価している。</p> <p>以上のモデルは、輸送中、孤立系、核分裂性輸送物に係る一般の試験条件下及び特別の試験条件下における孤立系及び配列系に共通して適用できる安全側のモデルであり、解析の結果、実効増倍率は0.172で未臨界である。</p> <p>したがって、規則第 11 条第 2 号のイ、ロ、ハ、ニ及びホのいずれの場合にも臨界に達しない。</p>	(ロ)ーE. 2. 2 (ロ)ーE. 3. 1 (ロ)ーE. 4. 1 (ロ)ーE. 4. 2 (ロ)ーE. 4. 4 (ロ)ーE. 5	
第 11 条第 3 号		<p>第 6 条第 1 号 (第 5 条第 4 号) の技術上の基準に対する適合性において説明のとおり、運搬中に予想される温度(-20℃～38℃)において、輸送容器構成部品にき裂、破損等は生じない。</p>	(ロ)ーA. 9 (ロ)ーA. 4. 2	

## (ハ) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱方法







(ハ)一第A.1表 輸送物発送前検査要領

No.	検査項目	検査方法	合格基準	備考
1	外觀検査	輸送前に収納物を装填した状態で輸送物の外觀を目視で検査する。	輸送物の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	
2	気密漏えい検査	密封内容器シール部、密封容器蓋シール部及び格納容器に対し、真空法又は加圧法（空気又は窒素ガス）にて、漏えい検査を行い、漏えい率を確認する。	漏えい率が下記の値を超えないこと。 （真空法による検査） ・密封内容器 : $1.0 \times 10^{-4}$ std·cm <sup>3</sup> /s （加圧法による検査） ・密封容器 : $6.94 \times 10^{-3}$ std·cm <sup>3</sup> /s ・格納容器 : $6.5$ std·cm <sup>3</sup> /s	
3	吊上検査	輸送物を吊り上げた後の状態において、外觀を目視で検査する。	上部トラニオン部に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	重量計算により確認する。
4	重量検査	容器重量と収納物重量の合計により、重量検査を行う。	申請書の（イ）章.5に記載した重量（17.0トン）を超えないこと。	
5	線量当量率検査	輸送前に収納物を装填した状態でガンマ線線量当量率及び中性子線量当量率をサーベイメーター等で検査する。	最大線量当量率（ガンマ線と中性子線の合計）が輸送物表面において2 mSv/h、輸送物表面から1 m の距離において100 μSv/h 以下であること。	
6	温度測定検査	輸送前に収納物を装填した状態で、輸送物の表面の温度測定を行い、設計条件を満たしているか否かを検査する。	日陰において人が容易に近づくことができず輸送物の表面で85℃を超えないこと。	
7	表面密度検査	スマリア法により輸送物の表面密度を検査する。	アルファ線を放出する放射線物質にあつては0.4 Bq/cm <sup>2</sup> 以下、アルファ線を放出しない放射性物質にあつては4 Bq/cm <sup>2</sup> 以下であること。	
8	収納物検査	① 収納物の外觀、数量を検査する。 ② 収納物については、運転記録等により放射線の量、冷却日数等についても確認する。	① 収納物の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないこと。また、収納物の数量が（イ）一第2表に記載の収納体数以下であること。 ② 放射線の量、冷却日数等が、（イ）一第1表に記載の条件を満足すること。	
9	未臨界検査	収納物の検査記録により照合検査する。	ウラン重量及びプルトニウム重量が（イ）一第1表に記載の重量以下であること。	
10	圧力測定検査	気密漏えい検査が終了し、容器内の真空又は加圧を解放した後に、真空計又は圧力計により容器の内圧を検査する。	容器の内圧について、真空計又は圧力計の指示値が0であること。	

(ハ) 章B 保守条件

核燃料輸送物の発送前検査及び定期自主検査によって判明した損耗部品並びに損傷又は欠陥箇所は、交換又は損傷、欠陥の程度に応じて修理する。

定期自主検査は(ハ)―第B.1表に示す検査項目を行い、輸送容器の性能維持を確認する。頻度は1年1回以上（年間の使用回数が10回を超える場合にあっては、使用回数10回ごとに1回以上）で実施するものとする。

B.1 外観検査

外観検査は目視により発送前検査及び1年1回以上の定期自主検査で行い、容器の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないことを確認する。

B.2 耐圧検査

耐圧検査は、外観検査で異常がなければ耐圧検査は省略する。

なお、外観検査で異常があった場合には、下記の要領で耐圧検査を実施し、密封容器、密封容器及び格納容器に異常な変形又は異常な圧力降下がないことを確認する。

部 品 名 称	最 高 使 用 圧 力 (MPa G)	検 査 要 領 気圧検査 (MPa G)
密 封 内 容 器	0.157	0.196 (1.25倍)
密 封 容 器	0.177	0.221 (1.25倍)
格 納 容 器	0.118	0.148 (1.25倍)

保持時間：0.5時間以上

加圧媒体：空気又は窒素ガス

注) 最高使用圧力は、(参考)B.5 耐圧検査参照

B.3 気密漏えい検査

気密漏えい検査は密封容器、密封容器及び格納容器ともに発送前検査、定期自主検査で実施し密封シール部の漏えいが基準値以下であることを確認する。

B.3.1 密封内容物の真空法による気密漏えい検査要領

- (1) 容器内を $1.07 \times 10^{-4}$  MPa (0.8 Torr)以下まで真空引きする。
- (2) 圧力変換器で圧力上昇率を計測する(分解能 $1.33 \times 10^{-7}$  MPa ( $1 \times 10^{-3}$  Torr)以上)。

### B.3.2 密封容器及び格納容器の加圧法による気密漏えい検査要領

- (1) 空気又は窒素ガスで0.16 MPa Gまで昇圧する。
- (2) 昇圧後30分間放置
- (3) 精密圧力計で圧力低下率を計測する（読み最小目盛  $10^{-3}$  MPa）。

### B.4 遮蔽検査

発送前検査の線量当量率検査記録により、遮蔽能力の劣化がないことを確認する。

### B.5 未臨界検査

本輸送容器に収納する試料は、最小臨界量を十分下回るものであり、発送前検査においては、収納物の仕様の照合確認を行うが、保守については、輸送容器に臨界防止のため中性子吸収材を使用していないため、該当しない。

### B.6 熱検査

発送前検査の温度測定検査記録により、輸送中人が容易に近づくことができる表面の最高温度が85℃を超えないことを確認する。

### B.7 吊上検査

容器を吊り上げた後の状態において、目視にて上部トラニオン部に割れ、異常な傷、変形等がないことを確認する。

### B.8 作動確認検査

バルブ、蓋開閉装置及び巻上装置並びにシャッタードアが正常に作動するか否かを検査し、操作性に異常のないことを確認する。

### B.9 補助系の保守

本件に関しては、特別な補助系を必要とせず、補助系は備えていない。

### B.10 密封装置の弁、ガスケット等の保守

弁付カプラ、ガスケット、ボルト等については、輸送物の発送前検査及び定期自主検査によって、判明した損傷又は欠陥箇所は、その程度に応じて修理又は交換を行う。  
弁付カプラ、ガスケット、ボルトの部品の交換期間は(ハ)－第B.2表に示す。

#### B.11 輸送容器の保管

輸送容器本体は、ホットラボ建家内の指定位置に縦置き保管し、また輸送容器架台及び緩衝体は、輸送容器架台格納庫に施錠して保管し、1年に1回以上定期自主検査を行う。

#### B.12 記録の保管

製作時検査記録、定期自主検査記録については、本輸送容器の承認の有効期間中、これを保管する。

#### B.13 その他

該当なし。

(ハ)一第B.1表 定期自主検査の項目、検査方法、合格基準及び検査期間

No.	検査項目	検査方法	合格基準	備考
1	外觀検査	輸送容器の外觀を目視で検査する。	輸送容器の表面状態に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	1年間に1回
2	気密漏えい検査	密封容器蓋シール部、密封容器蓋シール部及び格納容器に対し、真空法及び加圧法（空気又は窒素ガス）にて、漏えい検査を行い、漏えい率を確認する。	漏えい率が下記の値を超えないこと。 (真空法による検査) ・密封容器 : $1.0 \times 10^{-4}$ stdcm <sup>3</sup> /s (加圧法による検査) ・密封容器 : $6.94 \times 10^{-3}$ stdcm <sup>3</sup> /s ・格納容器 : $6.5$ stdcm <sup>3</sup> /s	1年間に1回
3	吊上検査	空容器を吊り上げた後の状態において、外觀を目視で検査する。	上部トラネオン部に割れ、異常な傷、変形等がないこと。	1年間に1回
4	未臨界検査	該当しない。		
5	作動確認検査	密封容器バルブ、密封容器蓋閉装置、格納容器巻上装置及びシヤッタードアが正常に作動するか否かを検査する。	操作性に異常のないこと。	1年間に1回

(ハ)一第B.2表 部品交換期間

部品名	交換期間	備考
弁付カプラー 密封容器、密封容器 及び格納容器本体取付用	5年間に1回	交換する。ただし、良品 <sup>(注)</sup> は再使用する。
ガスケット	運搬の都度	交換する。
ボルト	1年間に1回	交換する。ただし、良品 <sup>(注)</sup> は再使用する。

(注) 外觀検査及び気密漏えい検査に合格した場合、良品とする。

(二) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項

## (二) 章 安全設計及び安全輸送に関する特記事項

緩衝体として使用する■■■■■（木材）については、輸送に際しては、都度、輸送容器の使用履歴を蓄積し、輸送前に、輸送容器の使用履歴、収納物の発熱量及び輸送時に想定される環境温度を踏まえ、緩衝体温度が、概ね実績のある温度の範囲内であることを確認した後に輸送を行う。

参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明



参考 輸送容器の製作の方法の概要に関する説明

輸送容器は、(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」に述べられた構造、熱、密封、遮蔽、臨界の各解析及びそれらにより決定される寸法、構造を満足するように、参考A「輸送容器の製作法」にしたがって製作し、それらが上記各設計条件を満足していることを、参考B「試験、検査方法等」に説明する各種試験・検査により確認する。

また、設計製作及び試験検査の一貫性を確保するため、「輸送容器に係る品質管理の方法等(設計に係るものに限る。)」に関する説明書」に基づき品質管理を実施する。

参考A 輸送容器の製作法

A.1 概要

製作容器は(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」を満足するように以下に述べる製作手順図及び製作図にしたがい製作する。

以下、製作手順図及び製作図の構成、製作手順の概要について述べる。

A.1.1 製作手順図及び製作図

輸送容器の製作手順図及び製作図の構成及びそれらの概要について述べる。

No.	図 面 名 称	概 要
(参考)-第A.1図	JMHL-78Y15T輸送容器 全体製作手順	輸送容器全体の製作手順及び方法の概要を図示したもの
(参考)-第A.2図	JMHL-78Y15T輸送容器 全体組立図	以下の第A.4図から第A.16図の組立状態を図示したもの
(参考)-第A.3図	JMHL-78Y15T輸送容器 本体主要部製作手順図	本体主要部の製作手順図及び方法の詳細を図示したもの
(参考)-第A.4図	JMHL-78Y15T輸送容器 密封内容器	詳細寸法・材質を図示したもの
(参考)-第A.5図	JMHL-78Y15T輸送容器 密封容器	
(参考)-第A.6図	JMHL-78Y15T輸送容器 格納容器	

No.	図 面 名 称	概 要
(参考)－第A.7図	JMHL－78Y15T 輸送容器 密封内容器、溶接継手番号及び継手形状図	溶接継手位置、開先形状及び溶接法詳細を図示したもの
(参考)－第A.8図	JMHL－78Y15T 輸送容器 密封容器 溶接継手番号及び継手形状図	
(参考)－第A.9図	JMHL－78Y15T 輸送容器 格納容器 溶接継手番号及び継手形状図	
(参考)－第A.10図	JMHL－78Y15T 輸送容器 上部 緩衝体	詳細寸法及び材質を図示したもの
(参考)－第A.11図	JMHL－78Y15T 輸送容器 底部 緩衝体	
(参考)－第A.12図	JMHL－78Y15T 輸送容器 試料スぺーサ (A)	
(参考)－第A.13図	JMHL－78Y15T 輸送容器 試料スぺーサ (B)	
(参考)－第A.14図	JMHL－78Y15T 輸送容器 試料容器 (A1)	
(参考)－第A.15図	JMHL－78Y15T 輸送容器 試料容器 (A2)	
(参考)－第A.16図	JMHL－78Y15T 輸送容器 試料容器 (C)	

### A.1.2 略記号の説明

以下のA.1.3及びA.6で用いられる略記号について説明する。

略記号	説明	備考
RI	受取検査	
PT	液体浸透探傷検査	
RT	放射線透過検査	
UT	超音波探傷検査	
DT	寸法検査	
TA	気圧検査	
He	ヘリウムリークテスト	

### A.1.3 製作方法及び手順の概要

輸送容器は、(参考)－第A.1図に示す全体製作手順により製作される。

以下、(参考)－第A.1図にしたがい、製作方法及び製作手順の概要について述べる。

#### (1) 密封内容器

密封内容器

##### (1-1) 本体

###### 1 0 1 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

###### 1 0 2 部材加工

胴の開先加工を行う。

###### 1 0 3 組立・溶接

胴とフランジ及び底部との組み立て・溶接を行った後、R T・P Tにより溶接の健全性を確認する。

###### 1 0 4 機械加工

フランジ及び底部の機械加工施行、加工後D Tにてチェックする。

###### 1 0 5 He、空気漏えい検査、T A

He、空気漏えい検査及びT Aを行い、Oリング部及び溶接部より漏えいのないこと、また容器が強度上問題のないことを確認する。

#### (2) 密封容器

密封容器

##### (2-1) 本体

###### 2 0 1 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

###### 2 0 2 部材加工

胴の開先加工を行う。

###### 2 0 3 組立・溶接

胴と上部及び下部フランジとの組み立て・溶接を行った後、R T・P Tにより溶接の健全性を確認する。

204 機械加工

上部鍛造品の機械加工施工、加工後DTにてチェックする。

205 He・TA

He及びTAを行い、Oリング部及び溶接部より漏えいのないこと、また容器が強度上問題のないことを確認する。

(3) 格納容器

3-1 本 体

301 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

302 組立・溶接

本体と巻上装置カバーとの組み立て・溶接を行う。溶接後PTにより溶接の健全性を確認、DTにより寸法をチェックする。

303 組立・溶接

本体とトラニオン及びシャッターカバーとの組み立て・溶接を行う。  
溶接後PTにより溶接の健全性を、DTにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

304 機械加工

巻上装置及びシャッターカバーのパッキン面、蓋取付穴等の機械加工施工、加工後DTにてチェックする。

305 組 立

別途製作済みのシャッタードアを本体に取り付ける。

306 組 立

336にて製作済みの3-3上部蓋の取り付けを行う。

307 組 立

別途製作済みの底部密封カバー、カプラ、巻上装置等を本体に取り付ける。

308 TA、空気漏えい検査

TA及び空気漏えい検査にて、格納容器の溶接部及びシャフト貫通部等について、漏えい量が許容値以下であること、また、容器が強度上問題のないことを確認する。

### 309 重量検査

本体及び各構成部品の重量計測を行う。

### 310 吊上荷重検査

吊上用トラニオンにて、本体を吊り上げ、強度上問題ないことを確認する。

### 311 取扱検査

④～⑧にて製作済みの構成部品と本体が支障なく組み立てられることを確認する。

## 3-2 巻上装置カバー

### 321 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

### 322 部材加工

鋼板の開先加工及び曲げ加工を行う。

### 323 組立・溶接

鋼板リングの長手継手の組み立て・溶接を行う。溶接後 P T により溶接の健全性を、D T により寸法が公差内に入っていることを確認する。

## 3-3 上部蓋

### 331 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

### 332 部材加工

鋼板の開先加工及び曲げ加工を行う。

### 333 組立・溶接

上部蓋外板の縦継手の溶接、フランジとの組み立て・溶接を行う。

溶接後 P T により溶接の健全性を確認、D T により寸法をチェックする。

### 334 鉛 鑄 込

上部蓋外板部に鉛を鑄込む。

### 335 組立・溶接

上部蓋外板と盲板を取付溶接、溶接後 P T により溶接の健全性を確認する。

### 336 機械加工

フランジ面（シール面）及びボルト穴の機械加工施工、加工後 D T にてチェックする。

(4) 上部緩衝体及び(5) 底部緩衝体

受取検査に合格した素材を規定寸法に切断、開先加工及び曲げ加工した後、溶接・組み立てを行い、被覆部を製作する。検査合格後、別途成形された■■■■■を順次挿入し、■■■■■  
■■■■■充填状態確認検査を行った後盲板を溶接して完成する。

(6) 試料スペーサ (A) (B)

受取検査に合格した素材を規定寸法に切断、開先加工及び曲げ加工した後、順次組み立て・溶接する。

溶接後 P T により溶接の健全性を確認し D T により寸法をチェックする。

(7) 試料容器

(7-1) 試料容器 (A 1) (A 2)

受取検査に合格した素材を規定寸法に切断及び曲げ加工した後、順次組み立て・溶接する。

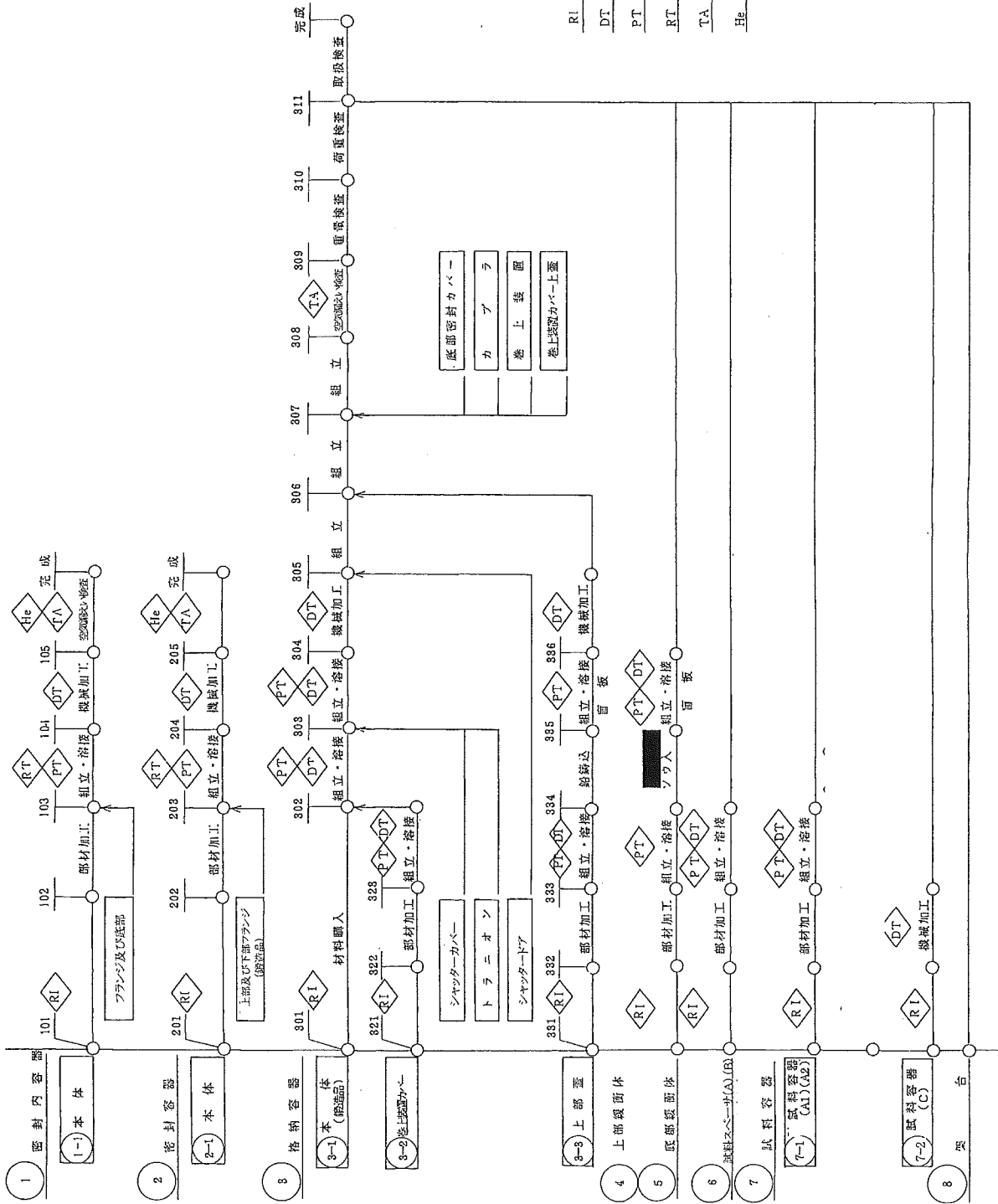
溶接後 P T により溶接の健全性を確認し D T により寸法をチェックする。

(7-2) 試料容器 (C)

受取検査に合格した素材を規定寸法に機械加工する。加工後 D T により寸法をチェックする。

(8) 架 台

型鋼及び鋼板を溶接して組み立て製作する。



(参考)一第A.1図 JMHLL-78Y15T輸送容器 全体製作手順図



## A.2 材料の説明

### A.2.1 板材類

輸送容器に使用する板材類は、(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」に述べられた設計条件により、(参考)一表A.1に示す規格の材料を使用し、規格で規定された試験検査項目を実施することにより、(参考)一表A.2に示されている材料諸特性が得られていることを確認する。(参考B.1参照)

主な材料は[ ]ステンレス鋼であり、輸送容器使用条件下における材料の腐食の問題はない。

また、切断、穴あけ、曲げ、溶接等の製作方法は、[ ]ステンレス鋼に対して従来から使用されている一般的な方法(参考A.2.8、A.2.9及びA.3参照)を使用し各材料の特性を損なうような特殊な加工法は使用しない。

### A.2.2 管材類

材料の適用規格を、(参考)一表A.1に示す。材料の諸特性の確認方法、腐食性、加工性については、上記A.2.1 板材類に同じ。

### A.2.3 鍛造品、ボルト・ナット類

材料の適用規格を、(参考)一表A.1に示す。材料の諸特性の確認方法、腐食性については、上記A.2.1 板材類に同じ。ボルト材は、[ ]ステンレス鋼であり、輸送容器使用条件下における材料の腐食の問題はない。


### A.2.4 溶接用電極・棒・線類

輸送容器に使用する材料に対し、健全な溶接を得るために(参考)一表A.3に示す規格の溶接材料を使用する。各材料は適用規格にて規定された試験検査項目を実施することにより、母材と同等以上の諸特性が得られていることを確認する。ガスタングステンアーク溶接の非消耗電極にはトリウム入りタングステンを使用する。


### A.2.5 特殊材料

前記一般材料の他に、(ロ)章「核燃料輸送物の安全解析」の熱、遮蔽及び臨界の各解析で述べられた輸送容器の特性を満足するため、(参考)一表A.4に示す特殊材料を使用する。材料諸特性の確認方法については上記A.2.1 板材類に同じ。

(1) ガンマ線遮蔽材

ガンマ線遮蔽材として、または相当品の鉛を使用する。この鉛は格納容器の上部蓋に鑄込まれる。

(2) 緩衝材

緩衝材として上部及び底部緩衝体内部にを充填する。

A.2.6 ミルシート

(ロ) 章「核燃料輸送物の安全解析」に述べられた設計条件を満足させるため、次に示す(参考)一表A.1、A.2、A.3に示す各適用規格の材料を使用する。

各適用規格で要求される材料の諸特性を(参考)一表A.2に示す。

製造された材料がこれらの諸特性を満足していることを、参考B.1に述べる試験検査により確認し、その結果をミルシートに記載する。材料受入時には、各材料とミルシートの記載事項を比較照合し、規定通りの材料であることを確認する。

A.2.7 材料の欠陥部の修理

各材料の製造過程及び加工中に発生した板傷等の小欠陥はグラインダーにてなめらかに仕上げ液体浸透探傷検査により検査する。ただし、補修後の板厚が規格板厚に足りない場合には、溶接にて肉盛補修し、グラインダーにより面一に仕上げた後、液体浸透探傷検査により検査する。

A.2.8 材料の切断

材料の切断及び開先加工はプラズマ切断等の溶融切断またはシャーリング、機械加工、グラインダー等の機械的方法により実施する。

溶融切断による場合は、切断後グラインダー、機械加工等の機械的手段により切断端面の仕上げ加工を実施する。

A.2.9 材料の成型

胴板の曲げ加工は冷間にてベンディングローラーを使用して行い、パイプの曲げ加工はパイプベンダーを使用して行う。

円錐曲げは、冷間にてプレス加工により行う。

(参考)-表A.1 材料適用規格

使用部分	材 質	適用規格	材料区分
1. 密封内容器			
胴	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3459	管 材
フ ラ ン ジ	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3214 またはJIS G 4303	鍛 造 材 または棒材
底 板	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3214 またはJIS G 4303	鍛 造 材 または棒材
蓋	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4303	棒 材
蓋 ボ ル ト	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4303	棒 材
ボ ス	ステンレス鋼(SUS [ ])	メ ー カ ー 標 準	棒 材
バ ル ブ	ステンレス鋼	メ ー カ ー 標 準	
カ プ ラ	ステンレス鋼	メ ー カ ー 標 準	
オ リ ン グ	[ ]	J I S G 4303	
吊 金 具	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4304	棒 材
保 護 カ バ ー	ステンレス鋼(SUS [ ])	及 び J I S G 4303	板 材 及び棒材
2. 密封容器			
胴	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3459	管 材
下 部 フ ラ ン ジ 部	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3214	鍛 造 材
上 部 フ ラ ン ジ 部	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3214	鍛 造 材
蓋	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4304	板 材
蓋 開 閉 装 置	炭素鋼	メ ー カ ー 標 準	
蓋 開 閉 装 置 カ バ ー	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4304	板 材
吊 金 具	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4304	板 材
吊 上 げ 用 カ プ ラ	ステンレス鋼(SUS [ ])	メ ー カ ー 標 準	
カ プ ラ	ステンレス鋼(SUS [ ])	メ ー カ ー 標 準	
オ リ ン グ	[ ]	メ ー カ ー 標 準	
試 料 受 け 皿	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4305	板 材
3. 格 納 容 器			
本 体	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 3214	鍛 造 材
上 部 蓋 フ ラ ン ジ 部	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4304	板 材
上 部 蓋 外 板	ステンレス鋼(SUS [ ])	J I S G 4304	板 材
上 部 蓋 遮 蔽 体	[ ] 相当品		鉛

使用部分	材 質	適用規格	材料区分
シャッタードア	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 3214	鍛 造 材
シャッタードア	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4303	棒 材
開閉用ネジシャフト			
シャッターカバー	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4304	板 材
底部密封カバー	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4304	板 材
トラニオン	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 3214	鍛 造 材
ガスケット		メーカー標準	
グランドパッキン		メーカー標準	
オリング		メーカー標準	
ボルト	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4303	棒 材
4. 巻上装置			
電動モータ		メーカー標準	
歯車式減速機		メーカー標準	
巻取ドラム	ステンレス鋼(SUS )	メーカー標準	
巻上用ワイヤ	ステンレス鋼(SUS )	メーカー標準	
操作盤		メーカー標準	
手動操作装置		メーカー標準	
電気計装部品		メーカー標準	
巻上装置カバー	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4304	板 材
ボルト	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4303	棒 材
		熱処理：H1150	
オリング		メーカー標準	
吊上げ用カプラ	ステンレス鋼(SUS )	メーカー標準	
5. 緩衝体			
緩衝材		メーカー標準	
被覆板	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4304	板 材
6. 試料スペーサ	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4304	板 材
(A) (B)			
7. 試料容器	ステンレス鋼(SUS )	J I S G 4304, 4305	板 材
(A1) (A2) (C)		及び	及び
		J I S G 4303	棒 材
8. 架台	炭 素 鋼	J I S G 3101	板 材

(参考)一表A.2 材料特性

区分	適用規格	材料	引張強さ (min) MPa	降伏応力 (min) MPa	伸び (min) %	絞り (min) %	硬度 HB	化学成分 %								備考
								C max	Mn max	P max	S max	Si max	Cr	Ni	Mo max	
一般使用材料	JIS G 4304 G 4305															板 材
	JIS G 3214															鍛造材
	JIS G 3459															管 材
	JIS G 3101															板 材
	JIS G 4303															棒 材
	JIS G 4303															棒 材
	JIS G 4303															棒材、ボルト材
	JIS H 4000															板 材
	JIS Z 3221															
	JIS Z 3221															
特殊材料																鉛 材

(注) \*印数値は板厚、試験片形状により若干異なる。詳細は各適用規格によるものとする。

(参考) - 表A.3 溶接材料

溶 接 法	材 質	適 用 規 格
[Redacted]	ステンレス鋼 (SUS [Redacted])	JISZ [Redacted]
	ステンレス鋼 (SUS [Redacted])	JISZ [Redacted]
	ステンレス鋼 (SUS [Redacted])	JISZ [Redacted]

(参考) - 表A.4 特殊材料

使 用 目 的	材 料 名	適 用 規 格	備 考
ガンマ線遮蔽材	鉛	[Redacted]	
緩 衝 材	[Redacted]	メーカー標準	密度 [Redacted] kg/m <sup>3</sup> " "

### A.3 溶接

#### A.3.1 溶接方法及び材料

- (1) 密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は、  
ASME Sec IXにしたがって実施した溶接施工法確認試験に合格した施工法により実施する。  
密封内容器、密封容器及び格納容器以外の溶接は、製造業者の社内標準にしたがって実施する。
- (2) 密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED] のいずれか、またはその組合せにより実施する。
- (3) 密封内容器、密封容器及び格納容器に使用する施工法の詳細を、(参考)一表A.5に示す。

#### A.3.2 溶接機の管理及び作業員資格

- (1) 溶接機は1年を越えない期間毎に検査を実施し、溶接作業には検査有効期間内の溶接機のみ使用する。
- (2) 密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は、  
ASME Sec IXにしたがって実施した溶接士技量認定試験に合格した溶接士のみが従事する。

#### A.3.3 溶接の主要事項に関する説明

- (1) 突合せ溶接部の余盛り高さは、参考B.3.2に規定される値以下とする。
- (2) ステンレス鋼溶接時の層間温度は、最大200℃とする。
- (3) 溶接完了後、溶接部は容器完成までのいずれかの時点で酸洗し、汚れ、異物等を除去する。酸洗後は清浄に保持する。
- (4) 密封内容器を(参考)一第A.4図、密封容器を(参考)一第A.5図、格納容器を(参考)一第A.6図に示し、各継手番号位置及び開先形状を(参考)一第A.7図、(参考)一第A.8図及び(参考)一第A.9図に示す。

(参考)一表A.5 施工法一覧表

溶接法	施工法 No.	姿勢	溶接材料		電流 (A)	電圧 (V)	極性	予熱温度 (°C)	層間温度 (°C)	シールドガス流量 (ℓ/min)	バックシールド (ℓ/min)	P W H T	備考
			銘柄	棒径									



#### A.3.4 溶接欠陥の修理

検査の結果、割れ、ピンホール、ブローホール、スラグの巻込み等の欠陥が発見され不合格と判定された溶接部は、「輸送容器に係る品質管理の方法等（設計に係るものに限る。）に関する説明書」に基づき実施される品質管理における不適合品の管理と改善にしたがって処置する。補修方法は、グラインダー、機械加工等の機械的方法またはアークエアーガウンジングにより欠陥部を除去し、溶接補修する。密封内容器、密封容器及び格納容器の補修溶接は技量認定された溶接士により、溶接施工法確認試験に合格した施工法にて実施する。補修後は再検査を実施し合否を確認する。

#### A.3.5 溶接後の熱処理

該当なし

#### A.3.6 特殊溶接

該当なし

#### A.3.7 溶接の品質保証計画、その他

密封内容器、密封容器及び格納容器の溶接は  
A S M E Sec IX にしたがって実施した溶認試験に合格した施工法で溶接士技量認定試験に合格した溶接士が実施する。

本溶接時には、溶接部位、施工法ナンバー、作業日時、溶接士名等を記録し、溶接作業及び溶接士の管理に使用する。

#### A.4 遮蔽体の製作法

##### A.4.1 ガンマ線遮蔽体（鉛）の製作法

鉛遮蔽材の鑄込（格納容器上部蓋に適用）は以下のように行う。

- 1) 蓋外溶接完了後、外板の空及び満水重量を計測する。
- 2) 外板を100～200℃程度に予熱する。
- 3) 350℃～400℃に溶融した鉛を外板に鑄込む。鑄込作業中十分な攪拌を行い、内部ボイド等が発生しないようにする。
- 4) 鉛固化後重量計測を行い、上記1)項の重量計測結果により、鉛充填率を確認する。

##### A.5 弁等の付属機器の製作法

Oリング、カップラ等の付属機器はメーカー標準品を購入する。

##### A.6 組立等その他の製作法

(参考)－第A.4図に示す密封内容器、(参考)－第A.5図に示す密封容器及び(参考)－第A.6図に示す格納容器の製作法、手順、組み立て等につき、(参考)－第A.3図の製作手順図に基づいて詳細に記述する。

#### A.6.1 密封内容器の製作

(参考)－第A.4図にしたがい、(参考)－第A.3図の製作手順のNo.101～No.105により製作する。

##### 101 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

##### 102-1 部材加工

パイプの野書及び切断を行う。

##### 102-2 機械加工

パイプの周継手及び開先加工を行う。

##### 103-1 組立・溶接

パイプにフランジ及び底部を取り付け、継手No.C-1及びC-2の周溶接を行う。

##### 103-2 R T

上記継手No.C-1及びC-2のR Tを行う。

##### 103-3 P T

上記継手No.C-1及びC-2のP Tを行う。

##### 104-1 機械加工

フランジ及び底部の機械加工を行う。

##### 104-2 D T

D Tにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

##### 105-1 組立

蓋の取り付けを行う。

##### 105-2 H e

H eを行い密封内容器溶接部より漏えいのないことを確認する。

##### 105-3 空気漏えい検査

空気漏えい検査を行い、密封内容器リング部より漏えいのないことを確認する。

##### 105-4 T A

T Aを行い、耐圧強度上問題のないことを確認する。

## A.6.2 密封容器の製作

(参考)－第A.5図にしたがい、(参考)－第A.3図製作手順のNo.201～No.205により製作する。

201 R I

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

202-1 部材加工

パイプの野書、切断を行う。

202-2 機械加工

パイプの周継手開先加工を行う。

203-1 組立溶接

パイプと上・下部鍛造品を取り付け、継手No.C-1及びC-2の周溶接を行う。

203-2 R T

上記継手No.C-1及びC-2のR Tを行う。

203-3 P T

上記継手No.C-1及びC-2のP Tを行う。

204-1 機械加工

上記鍛造品のフランジ面の機械加工を行う。

204-2 D T

D Tにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

205-1 組立

蓋の取り付けを行う。

205-2 H e

H eを行い密封容器Oリング部及び溶接部より漏えいのないことを確認する。

205-3 T A

T Aを行い耐圧強度上問題のないことを確認する。

### A.6.3 格納容器の製作

#### (1) 本体

(参考)－第A.6図にしたがい、(参考)－第A.3図製作手順のNo.301～No.304により製作する。

##### 301 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

##### 302-1 組立溶接

本体と巻上装置カバーを取付け、継手No.C-1の溶接を行う。

##### 302-2 PT

上記継手No.C-1のPTを行う。

##### 303-1 組立溶接

本体とシャッターカバー及びトラニオンを取付け、継手No.C-2、C-3及びC-4の溶接を行う。

##### 303-2 PT・DT

上記継手No.C-2、C-3、C-4のPTを行い、DTにより寸法公差内に入っていることを確認する。

##### 304-1 機械加工

本体各部の機械加工を行う。

##### 304-2 DT

DTにより寸法が公差内に入っていることを確認する。

#### (2) 上部蓋

(参考)－第A.6図にしたがい、(参考)－第A.3図製作手順のNo.331～No.336により製作する。

##### 331 RI

受取検査にて健全な材料が誤りなく購入されていることを確認する。

##### 332 部材加工

鋼板の罫書、切断、開先加工及び曲げ加工を行う。

##### 333-1 組立溶接

上部蓋外板の縦継手の組み立て、溶接を行う。

3 3 3 - 2 P T ・ D T

上記縦継手の P T を行い、D T により寸法公差内に入っていることを確認する。

3 3 3 - 3 組立溶接

上部蓋外板と上部蓋フランジを取り付け、溶接を行う。

3 3 3 - 4 P T

上記溶接部の P T を行う。

3 3 4 鉛 鋳 込

上部蓋外板部に鉛を鋳込む。また、鋳込み前後に重量計測を行い、鉛充填率を確認する。

3 3 5 - 1 組立・溶接

上部蓋外板と盲板を取り付け、溶接を行う。

3 3 5 - 2 P T ・ D T

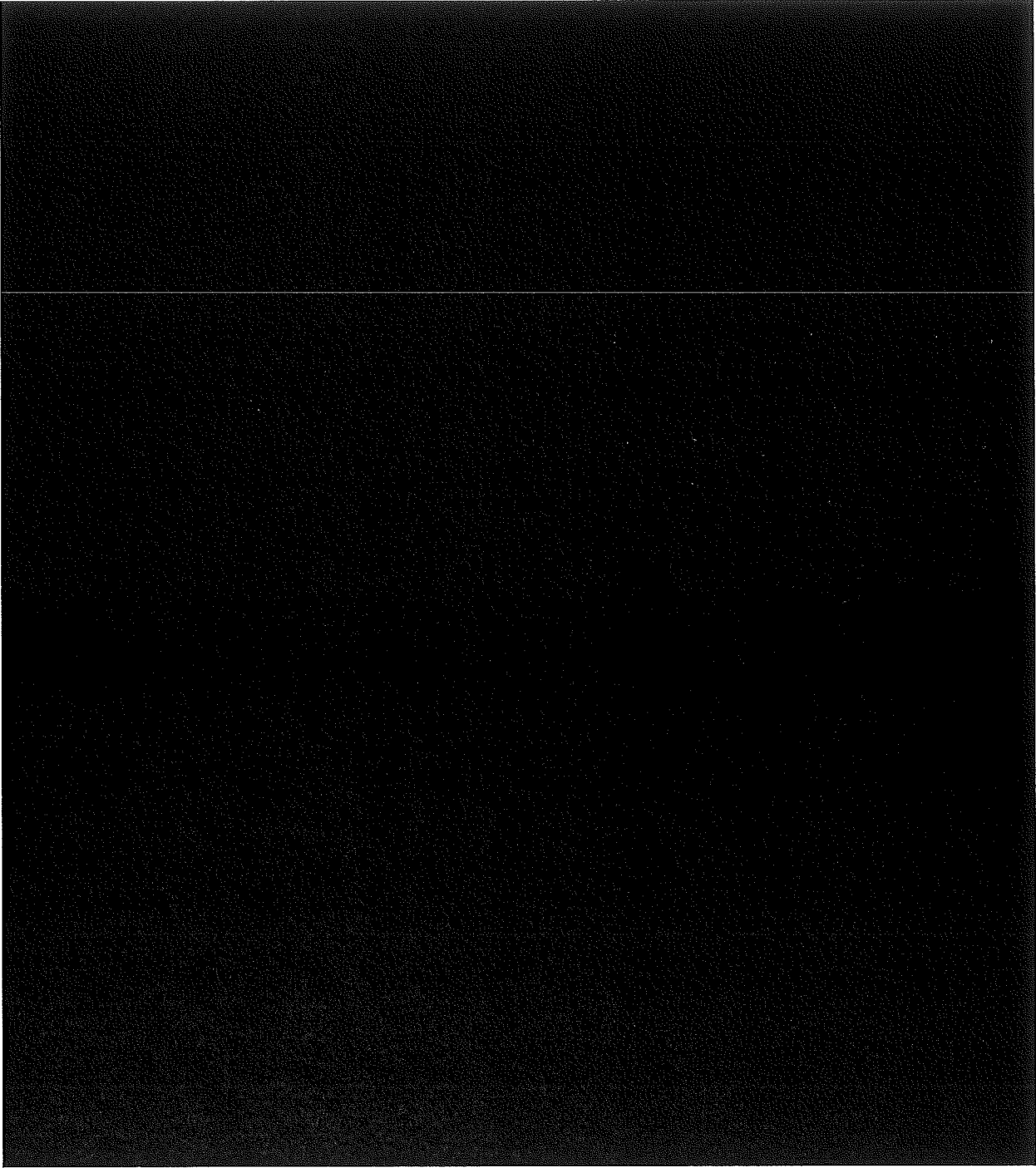
上記縦継手の P T を行い、D T により寸法公差内に入っていることを確認する。

3 3 6 - 1 機械加工

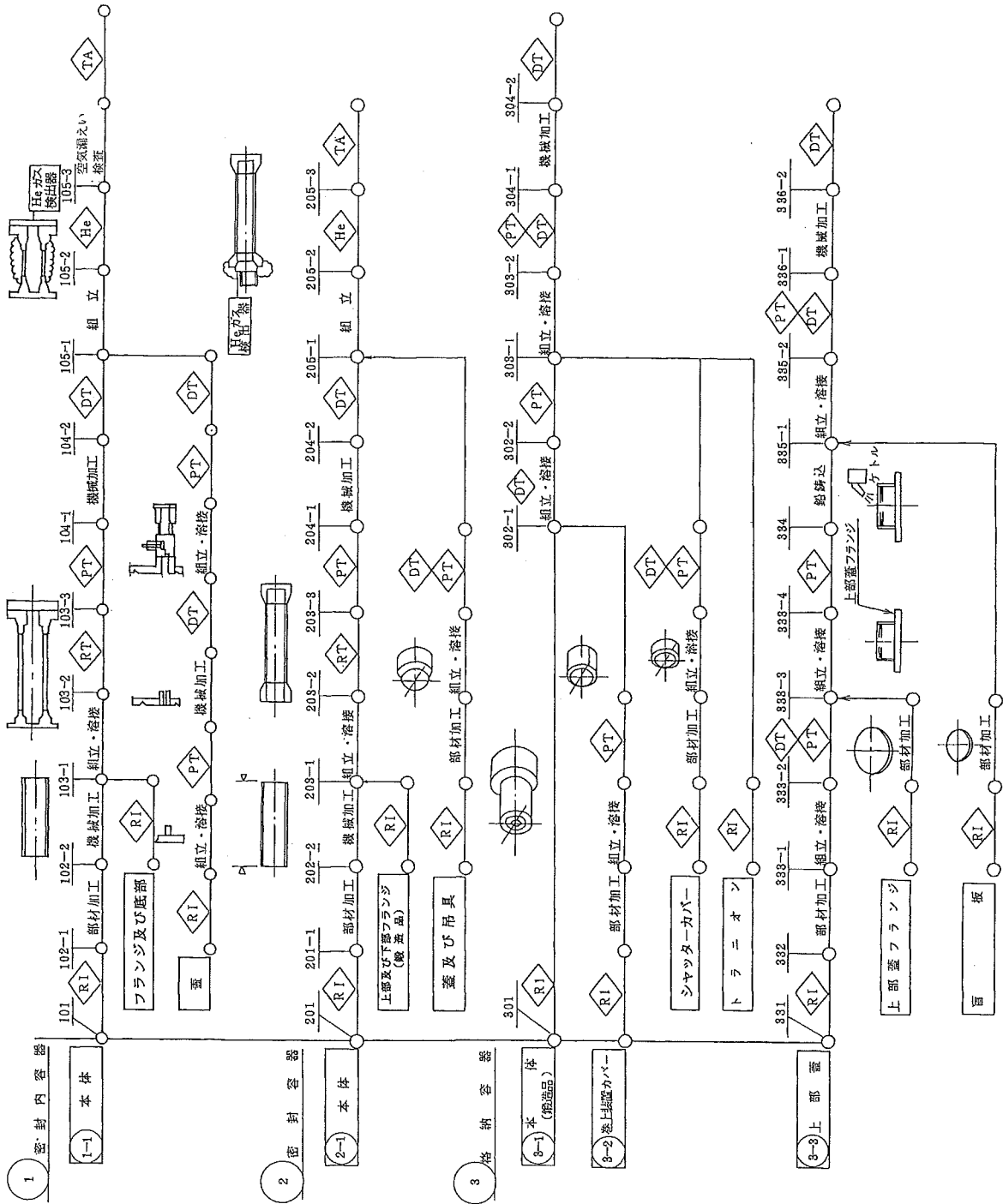
フランジ面及びボルト穴の機械加工を行う。

3 3 6 - 2 D T

D T により、寸法が公差内に入っていることを確認する。



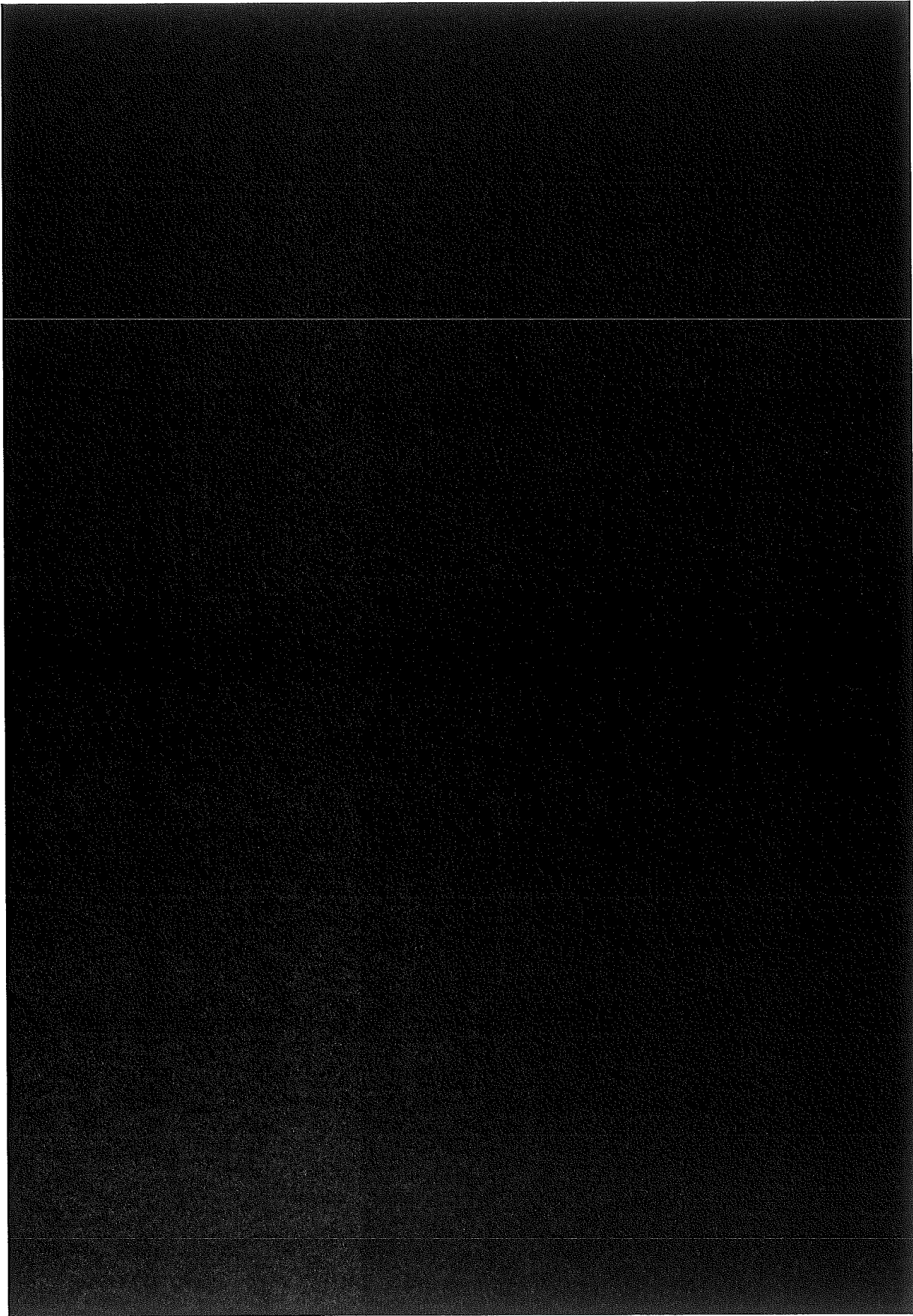
(参考)-第A.2图 JMHLL-78Y15T 输送机 全体组立图



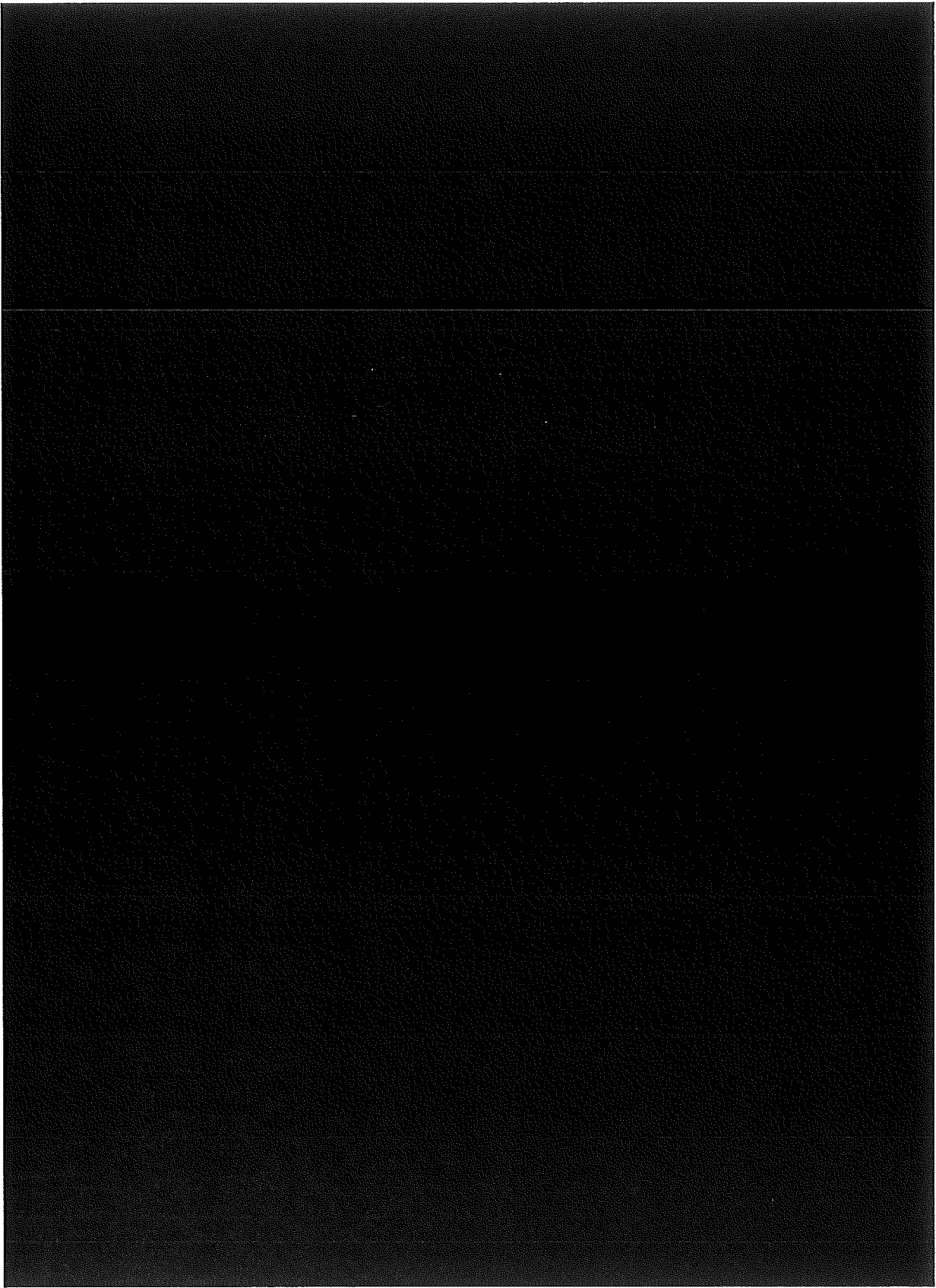
RI	受取検査
DT	寸法検査
PT	液体浸透探傷検査
RT	放射線透過検査
TA	気圧試験
He	ヘリウムリークテスト

(参考)一第A.3図 IMHLL-78Y15T輸送容器 本体主要部製作手順図



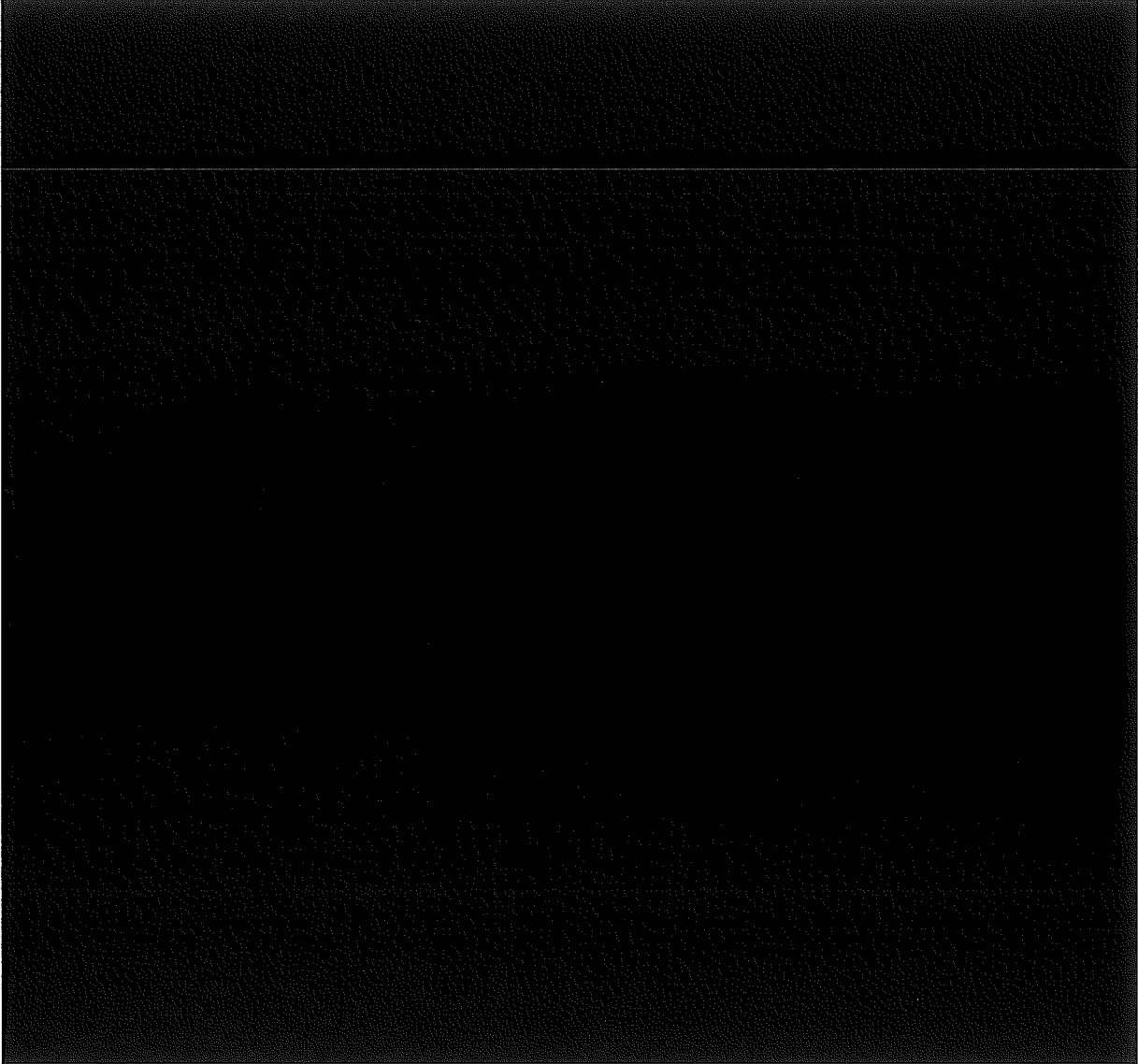


(参考)一第A.4图 JMHLL-78Y15T输送机 密封内容器



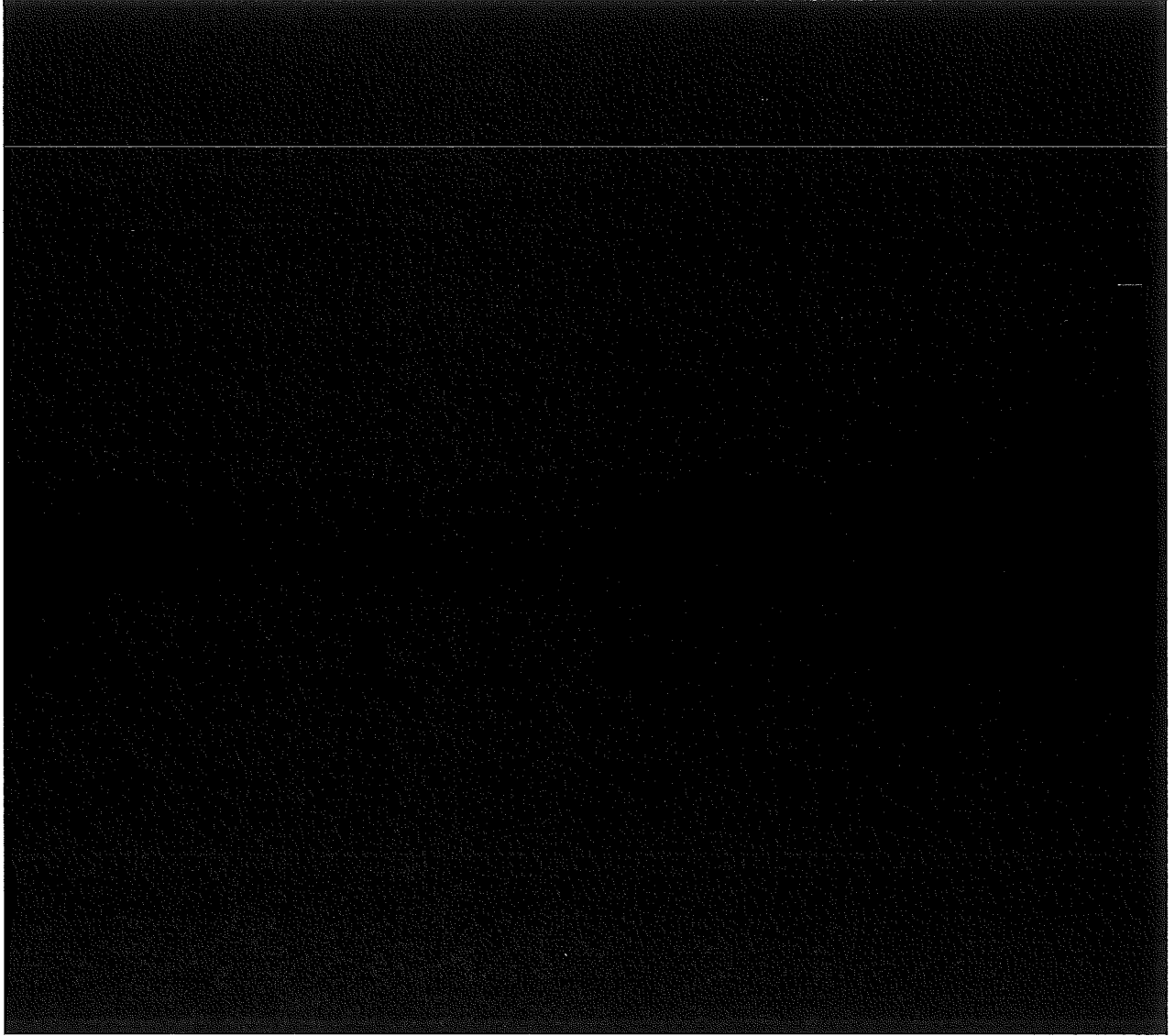
(参考)-第A.5图 JMHLL-78Y1.5T輸送容器 密封容器

(参考)一第A.6图 JMHLL-78Y1.5T输送机 格纳容器



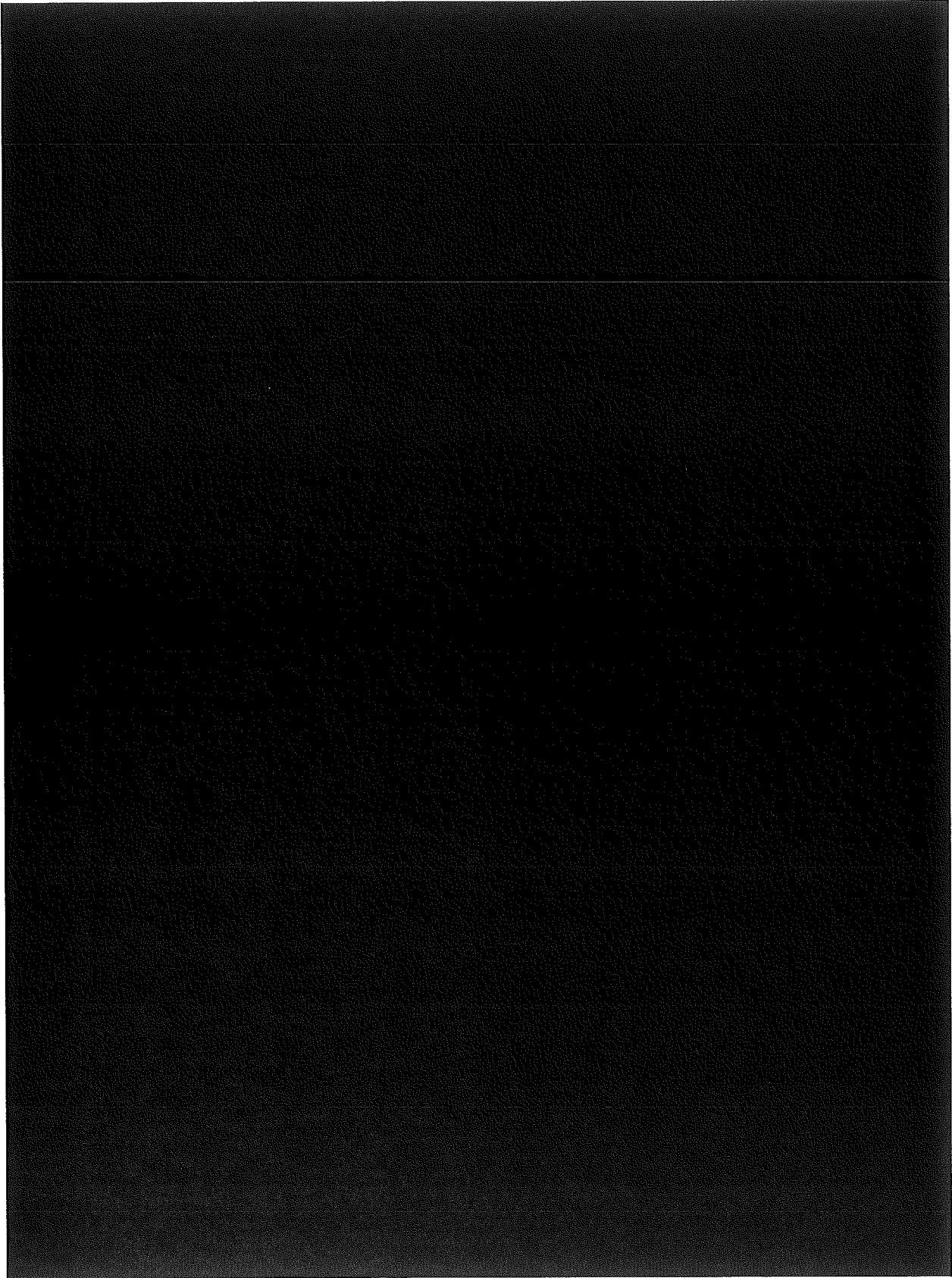
(参考) - 第A.7図 JMHL-78Y15T 輸送容器

密封内容器 溶接継手番号及び継手形状図

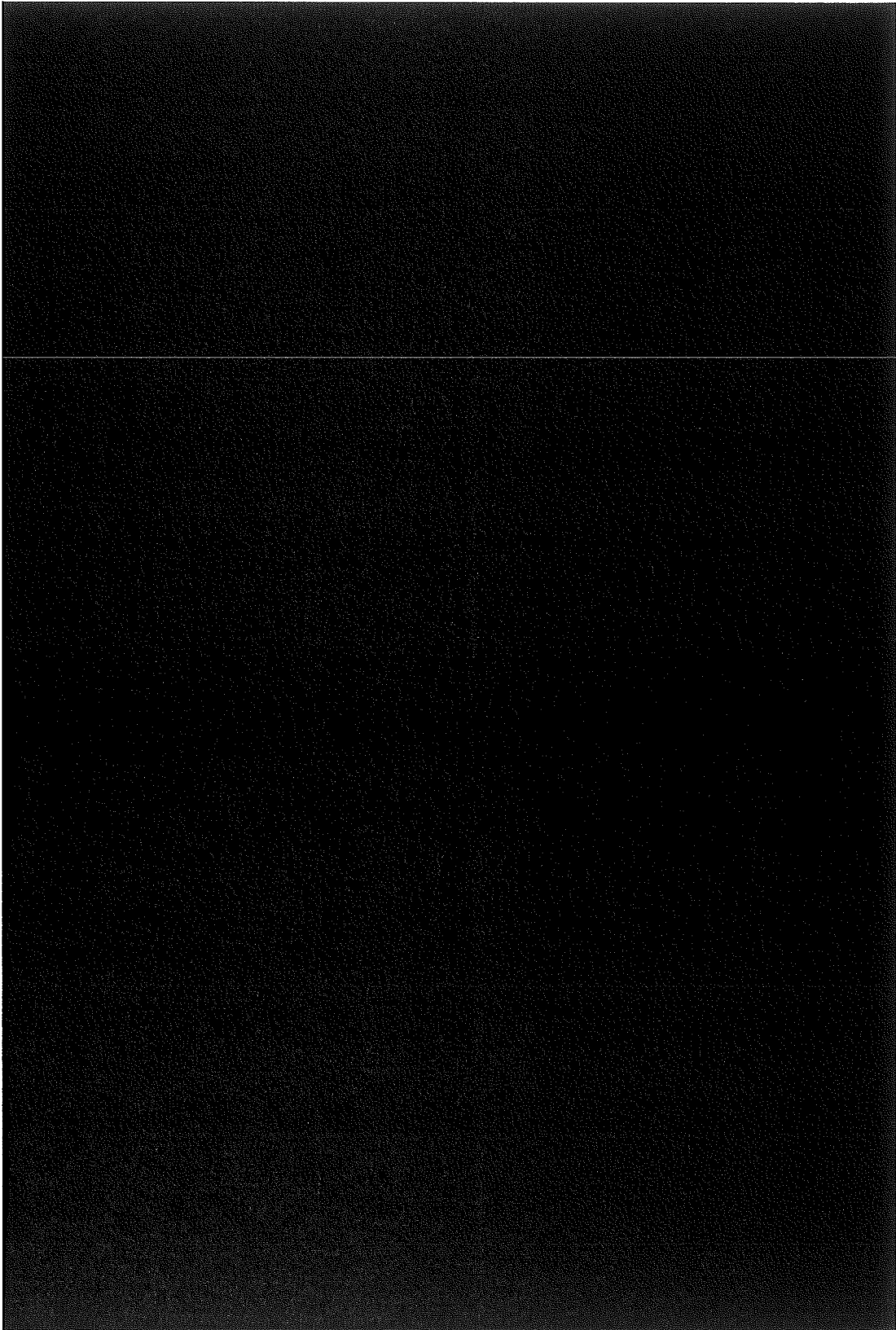


(参考) - 第A. 8図 JMHL-78Y15T 輸送容器

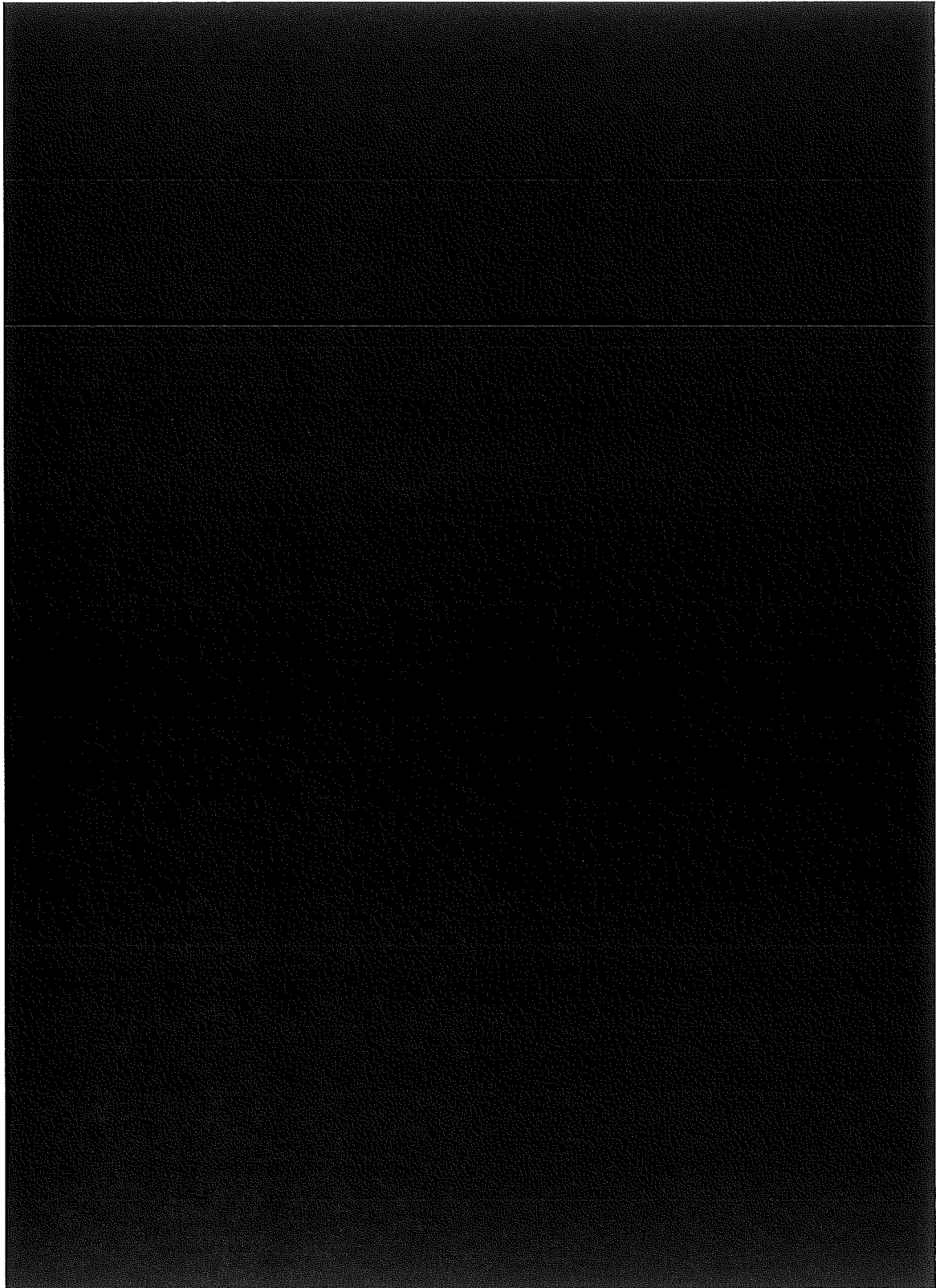
密封容器 溶接継手番号及び継手形状図



(参考)一第A.9图 JMHL-78Y15T 输送机 格纳容器格纳输送机番号及び継手形状图

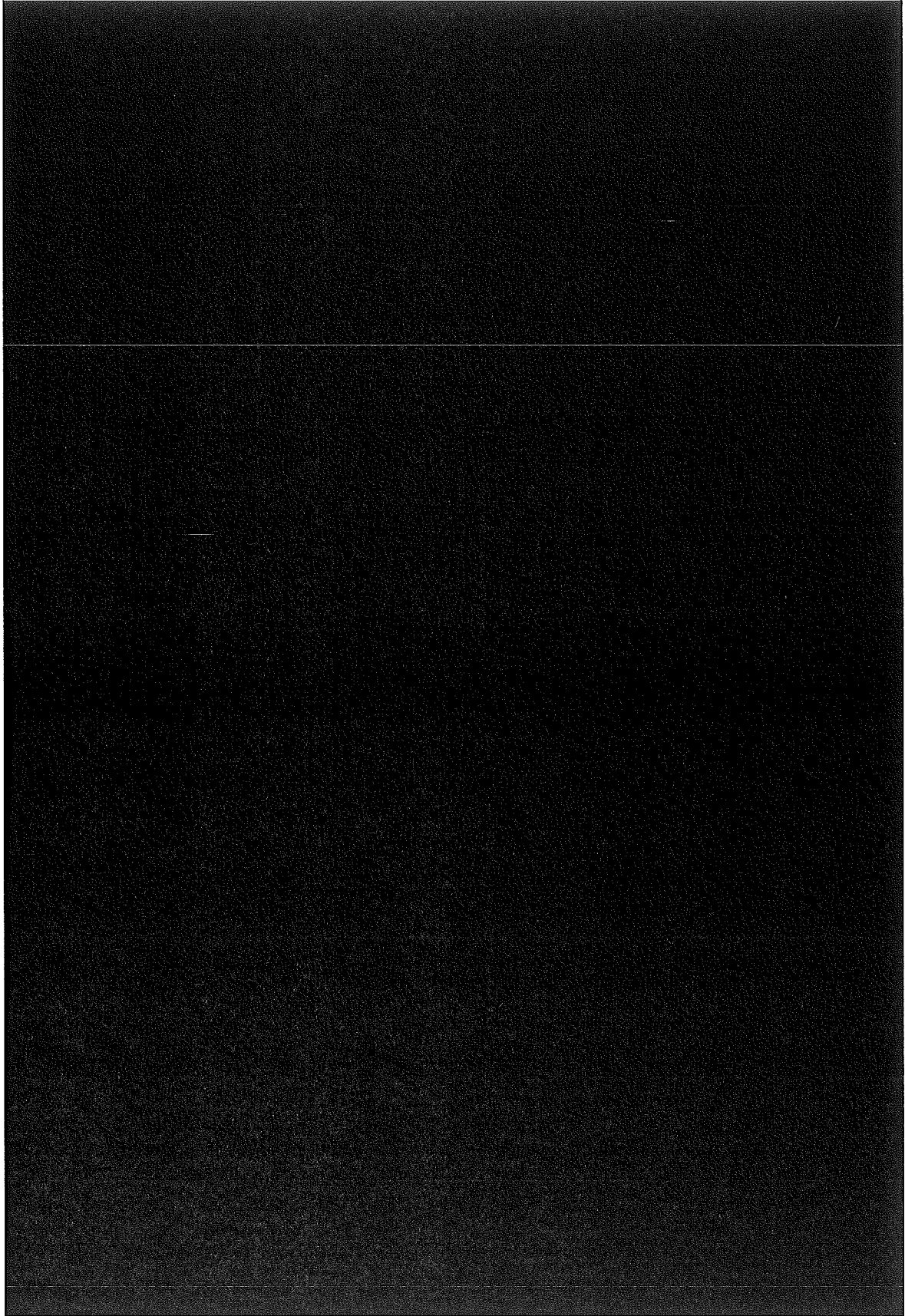


(参考)-第A.10図 JMHL-78Y15T輸送容器 上部緩衝体

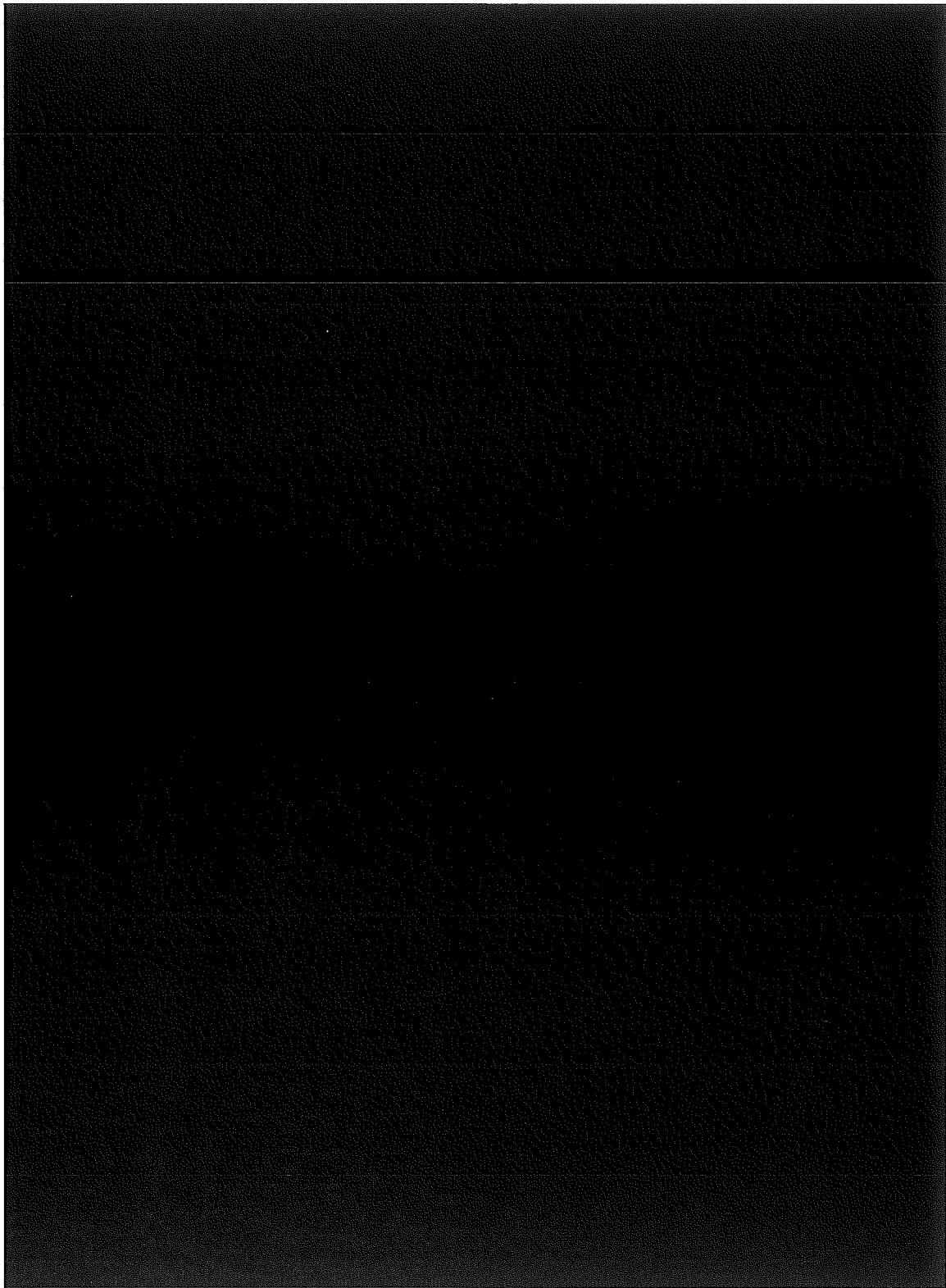


(参考)-第A.11図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 底部緩衝体

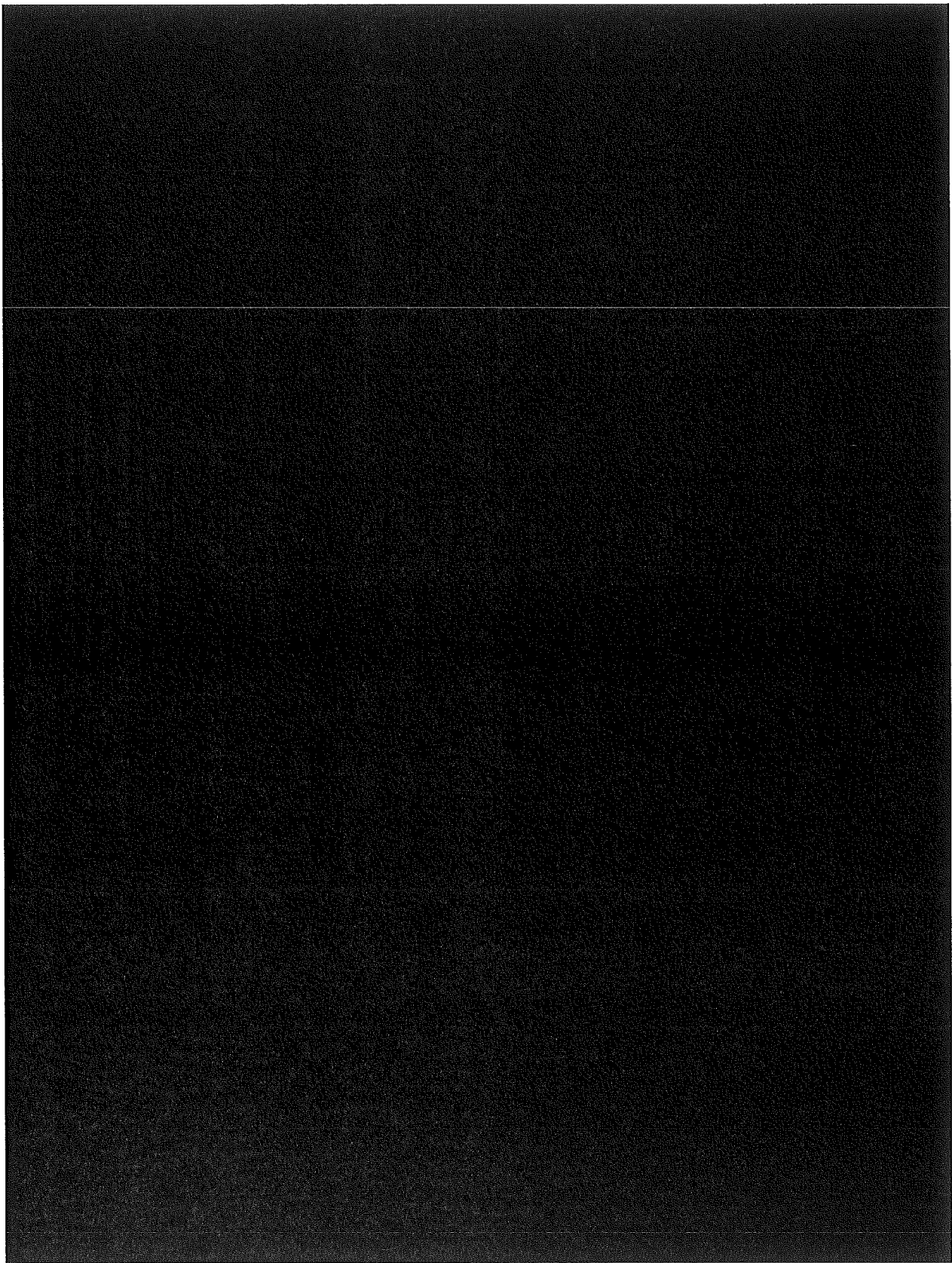




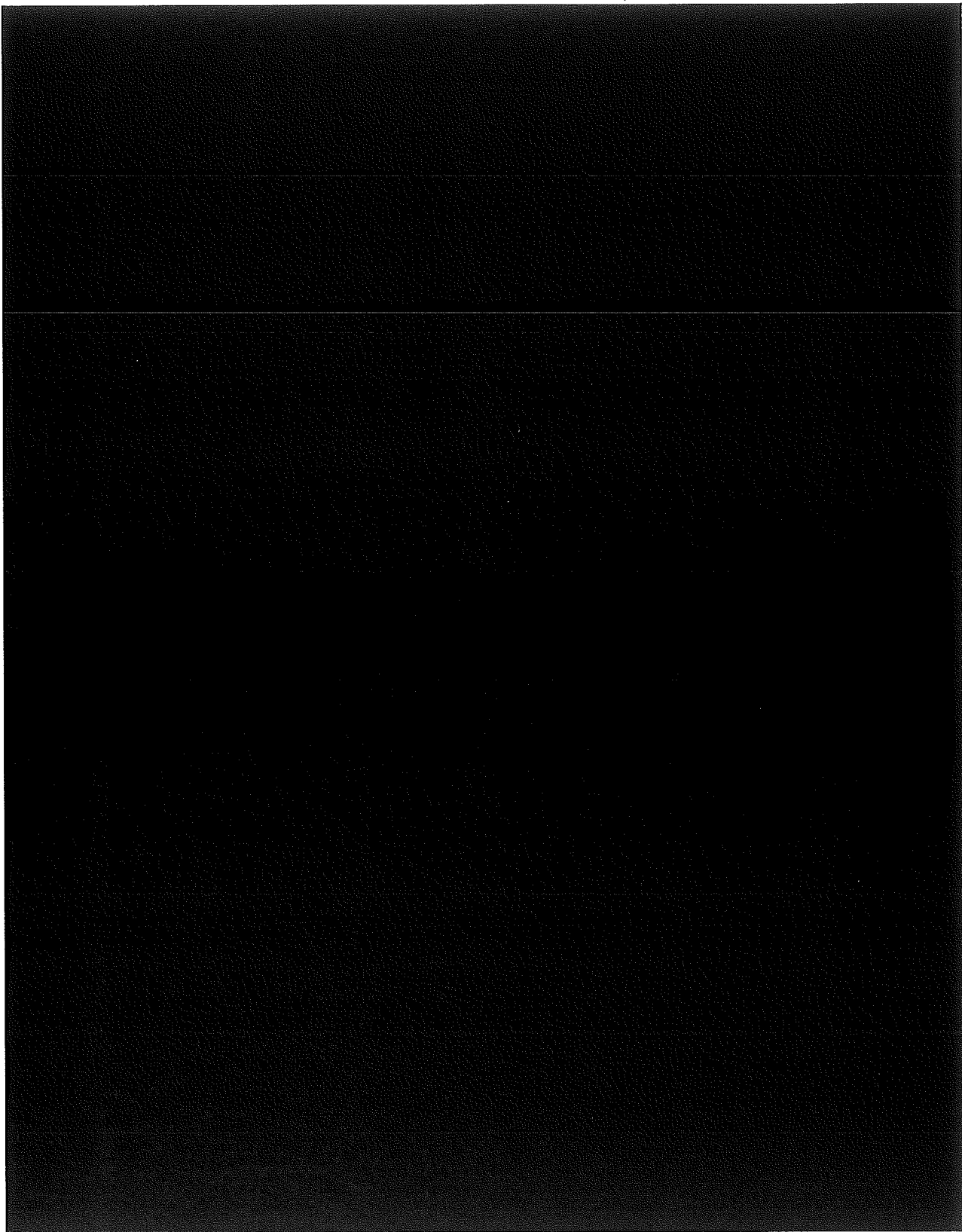
(参考)一第A.12図 JMHLL-78Y15T輸送容器 試験スペーサ(A)



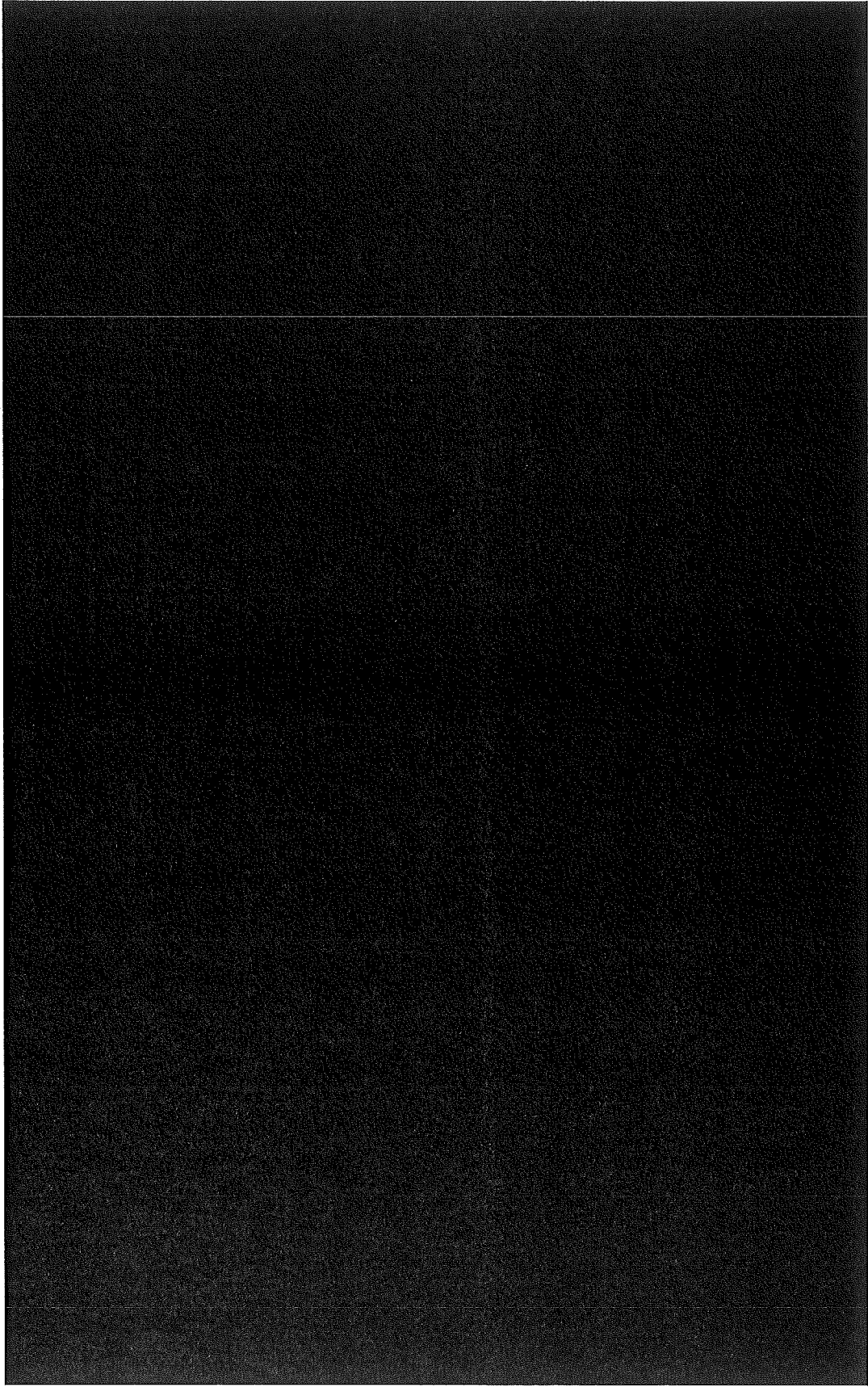
(参考)一第A.13図 JMHL-78Y1.5T輸送容器 試料スペース(B)



(参考)-第A.14図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 試料容器(A 1)



(参考)-第A.15図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 試料容器(A 2)



(参考) - 第A.16図 J M H L - 7 8 Y 1 5 T 輸送容器 試料容器 (C)

## 参考B 試験、検査方法等

輸送容器の製作中及び製作完了後、(ロ)章で述べられた各解析と、その要求値を満たすように製造されていることを確認するために、(参考)一表B.1に示す試験検査を実施する。

以下各試験検査の方法等につき記述する。

### B.1 材料検査

主要な材料はミルシートより規格に示す所定の性能を満足していることを確認する。輸送容器主要部材は、材料規格標準検査に一部追加検査を加えた(参考)一表B.2にしたがい、材料メーカー検査員立会のもとに、材料メーカーにて試験検査を行う。

### B.2 寸法検査

測定は、適切に管理されている巻尺、ノギス、マイクロメーター及びその他計測治具を用いて検査を行う。

輸送容器本体主要部の寸法については(参考)一第A.2図及び(参考)一第A.4図から16図により図示された公差内にあること。図示なき場合は下記無記号寸法公差表によって判定する。ただし、内径または外径については、各断面における最大と最小の差が図示寸法の1%以内であること。

製缶無記号公差 (単位=mm)		
呼び寸法の区分		公差
0 以上	250 以下	±2
250 をこえ	500 //	±3
500 //	1000 //	±4
1000 //	2000 //	±5
2000 //	4000 //	±6
4000 //	8000 //	±7
8000 //	16000 //	±8

削り加工無記号公差 (単位=mm)		
呼び寸法の区分		公差
1 以上	4 以下	±0.1
4 をこえ	16 //	±0.2
16 //	63 //	±0.3
63 //	250 //	±0.5
250 //	500 //	±0.65
500 //	1000 //	±0.8
1000 //	2000 //	±1.2
2000 //	4000 //	±2.0
4000 をこえる		±3.0

(参考) 表B.1 試験検査項目一覧表

実施区分：○…… 実施項目

項目	機械名	A. 密封内容器(注)		B. 密封容器		C. 格納容器 (蓋も含む)		D. 輸送容器完成		E. 上部緩衝体 底 部		F. 試料スペーサ(注)		G. 試料容器	
		実施区分	立会区分	備 考	実施区分	立会区分	備 考	実施区分	立会区分	備 考	実施区分	立会区分	備 考	実施区分	立会区分
1. 構造	① 材料検査 a. 組成元素	○			○								○		
	b. 引張強度	○			○								○		
	c. 剪断強度														
	d. 降伏点	○			○								○		
	e. 板厚	○			○								○		
2. 熱	② 寸法	○		製品完成時	○				○				○		製品完成時
	③ 耐圧検査 a. 気圧試験	○			○										
	④ 重量検査	○			○								○		
	⑤ 性能検査 a. 取扱検査								○						
	① 熱 検 査														
3. 密封	① 溶接検査 a. 仮付検査	○			○										
	b. 溶接部PT* (物層または裏ハンリ部)	○			○										
	c. 溶接部PT (最終 層)	○			○								○		
	d. 溶接施工法承認試験、溶接士技量試験	○			○										
	e. 溶接部RT**	○		フィルム チェック	○										フィルム チェック
1. ③・a. に同じ															
② 気圧試験															
③ 気密漏えい検査 a. ヘリウムリークテスト	○		製品完成時	○											製品完成時
b. 空気漏えい検査	○														○

(注) 補助スペーサ含む

\* P T ……液体透過探傷検査

\*\* R T ……放射線透過検査

\*\* U T ……超音波探傷検査

(参考) 一表B.1 試験検査項目一覧表 (つづき)

機 械 名	A. 密 封 内 容 器			B. 密 封 容 器			C. 格 納 容 器 (蓋も含む)			D. 輸 送 容 器 完 成			E. 上 部 緩 衝 体			F. 試 料 ス ペ ー サ			G. 試 料 容 器					
	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考	実 施 区 分	立 会 区 分	備 考			
4. 遮 蔽	ガンマ線遮蔽 ① 材 料 検 査 a. 鉛 比 重																							
	b. ステンレス製造品 UT***								本体のみ															
	② 鉛遮蔽体検査 充填率検査								蓋のみ															
	③ 寸法検査								1. ②に同じ															
輸送容器の発送前																								

実際の収納物を装荷した状態で容器本体からの線量当量率の計測を行い、ガンマ線、中性子線等を含めた全線量当量率を検査する。



(参考) 表B.2 材料試験検査項目一覧表

No.	名称	使用材質	試験検査項目								備考			
			化学分析	引張試験	硬度試験	外観寸法検査	偏平試験	水圧試験	曲げ試験	超音波探傷検査		含水率計測 圧電計測 応力計測		
1.	密封内容器													
1.1	胴	SUS	○	○		○	○	○						
1.2	フランジ及び底部	SUS または SUS	○	○	○	○	○	○						
2.	密封容器													
2.1	胴	SUS	○	○		○	○	○						
2.2	上部及び下部フランジ	SUS	○	○	○	○	○	○						
3.	格納容器													
3.1	本体	SUS	○	○	○	○	○	○				*○		
3.2	シャッタードア及びビトラニオン	SUS	○	○	○	○	○	○						
3.3	巻上装置カバー、シャッターカーカバー、 底部密封カバー	SUS	○	○	○	○	○	○						
3.4	上部蓋遮蔽体	または相当品	○											
3.5	シャッタードア開閉用ネジシャフト	SUS	○	○	○	○	○	○						
3.6	ボルト	SUS 及び SUS	○	○	○	○	○	○						
4.	上部及び底部緩衝体													
4.1	緩衝材													○
4.2	被覆板	SUS	○	○	○	○	○	○						
5.	試料スベーサ (A) (B)	SUS	○	○	○	○	○	○						
6.	試料容器 (A1) (A2) (C)	SUS	○	○	○	○	○	○						
7.	台		○	○	○	○	○	○				○		

(注) \*印は追加検査項目を示す。

### B.3 溶接検査

輸送容器製作中、溶接の健全性を確認するため、(参考) 一表B.3にしたがい各部分の溶接検査を行う。

要領及び判定基準を下記に示す。

#### B.3.1 仮付検査

1) 開先の形状は図示通り加工され、開先及びその付近には塗料、油分、錆等のないことを確認する。

2) 開先寸法の許容値（仮付状態において）

- (a) 開先角度  $\pm 5^\circ$
- (b) ルート間隔  $\pm 1 \text{ mm}$
- (c) 板のくい違い

板厚 (単位=mm)	継手の方向 (単位=mm)	
	長手継手	周継手
～ 12.7 以下	0.25 t 以下	0.25 t 以下
12.7 をこえ 19.1 以下	3.2 "	0.25 "
19.1 をこえ 38.1 以下	3.2 "	4.8 "
38.1 をこえ 50.8 以下	3.2 "	0.125 "
50.8 をこえ ～	0.063 t または 9.5 の いずれか小さい方	0.125 t または 19.1 の いずれか小さい方

t : 継手の板厚 (板厚の異なる場合は薄い方)

#### B.3.2 溶接及び溶接外観検査

- 1) 溶接前に溶接条件、溶接棒の種類、溶接士の資格を確認する。
- 2) 裏ハツリをした場合は溶込み不良部が完全に除去されていることを確認する。
- 3) 溶接完了後、目視により外観検査を行い、割れ、アンダーカット、オーバーラップ等の有害な傷がないこと。

割れ	アンダーカット	オーバーラップ
ないこと	深さ 0.5 mm 以下	0.5 mm 以下

(参考) 一表B.3 溶接検査項目一覧表

部品名称及び試験検査項目一覧表	試験検査要領記載項目	備 考
1. 密封内容器		本体円周突合せ 継手のみに適用
1.1 仮付検査	B.3.1	
1.2 液体浸透探傷検査(初層及び最終層)	B.3.3	
1.3 放射線透過検査	B.3.4	
1.4 溶接外観検査	B.3.2	
2. 密封容器		本体円周突合せ 継手のみに適用
2.1 仮付検査	B.3.1	
2.2 液体浸透探傷検査(初層及び最終層)	B.3.3	
2.3 放射線透過検査	B.3.4	
2.4 溶接外観検査	B.3.2	
3. 格納容器		
3.1 仮付検査	B.3.1	
3.2 突合せ溶接部液体浸透探傷検査 (初層または裏ハツリ部、最終層)	B.3.3	
3.3 隅肉または角溶接部液体浸透探傷 検査(最終層)	B.3.3	
3.4 溶接外観検査	B.3.2	
4. 上部及び底部緩衝体		
4.1 溶接部液体浸透探傷検査(最終層)	B.3.3	
4.2 溶接外観検査	B.3.2	
5. 試料スペーサ、補助スペーサ及び試料容器		
5.1 溶接部液体浸透探傷検査(最終層)	B.3.3	
5.2 溶接外観検査	B.3.2	

#### 4) 突合せ溶接部余盛の高さ

放射線検査を施工する継手の余盛高さは下記によること。

板 厚 (単位=mm)	余盛高さ (単位=mm)
～ 25.4 以下	2.4 以下
25.4をこえ 50.8 以下	3.2 以下
50.8をこえ 76.2 以下	4.0 以下
76.2をこえ 101.6 以下	5.6 以下

#### B.3.3 液体浸透探傷検査

(参考) 一表B.3に指示する個所に適用する。

施工要領詳細は JIS Z 2343による。

判定基準は通商産業省令第62号に準拠して下記条件を満足すること。

- ① 割れによる浸透指示模様がないこと。
- ② 長さ1 mmを超える線状浸透指示模様がないこと。
- ③ 長さ4 mmを超える円形状浸透指示模様がないこと。
- ④ 4個以上の円形状浸透指示模様が直線状に並んでいる場合は、隣接する浸透指示模様  
の間の距離が1.5 mmを超えること。
- ⑤ 面積が3750 mm<sup>2</sup>の長方形(短辺の長さは、25 mm以上とする。)内に円形状浸透指示  
模様が10個以上含まれないこと。ただし、長さが1.5 mm以下の浸透指示模様は算定  
することを要しない。

#### B.3.4 放射線透過検査

(参考) 一表B.3に指示する個所に適用する。

施工要領詳細は JIS Z 3106による。

判定基準は通商産業省令第62号に準拠して下記条件を満足すること。

- ① 日本産業規格 JIS Z 3104(1995)「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の附属書4「透  
過写真によるきずの像の分類方法」の1類であること。
- ② 第1種及び第4種の傷がある場合には、それぞれの傷の隣接する他の第1種及び第  
4種の傷との間の距離が25 mm未満の場合にあっては、それぞれの傷の最大径が母材

の厚さの 0.2 倍 (3.2 mm を超える場合は、3.2 mm)、隣接する他の第 1 種の傷との間の距離が 25 mm 以上の場合にあつては、それぞれの傷の最大径が母材の厚さの 0.3 倍 (6.4 mm を超える場合は、6.4 mm) の値を超えないこと。この場合において、①において傷点数として算定しない傷については、傷とみなさない。

③ 母材の厚さの 12 倍の長さの範囲内で、隣接する第 2 種の傷の間の距離が長い方の第 2 種の傷の長さの 6 倍未満であり、かつ、これらが連続して直線上に並んでいるときにおけるこれらの長さの合計が母材の厚さを超えないこと。

#### B.4 外 観 検 査

全部品について目視により下記項目の検査を行う。

- (1) 形状が図示通りであることを確認する。
- (2) 外観上の傷、切削部の返り等、不手際な部分のないこと。
- (3) 仕上面の状態の確認。
- (4) 腐食等のないこと。

## B.5 耐圧検査

輸送容器製作中及び製作後（参考）一表B.4にしたがい、密封内容器、密封容器及び格納容器の耐圧検査を行う。

試験は気圧試験とし、圧力は最高使用圧力の1.25倍として漏れないことを確認する。

（参考）一表B.4 製作中耐圧検査一覧表

部品名称	最高使用圧力 (MPa G)	検査要領	備考
		気圧試験	
1. 密封内容器	0.157	○ (1.25倍)	
2. 密封容器	0.177	○ (1.25倍)	
3. 格納容器	0.118	○ (1.25倍)	

備考) 密封内容器、密封容器及び格納容器の最高使用圧力は、          MPa G、  
          MPa G 及び           MPa Gであるが耐圧検査時の最高使用圧力は、  
安全側に上記の値を用いた。

## B.6 気密漏えい検査

### B.6.1 密封内容器蓋取付部の空気漏えい検査

密封内容器完成後蓋取付部の空気漏えい検査を行い、漏えい率が(ロ)－第C.3表に示す最大漏えい率以下であることを確認する。

試験要領は密封内容器を真空引きした後、系内を密閉放置し、系内の圧力上昇率を計測することにより、漏えい率を計測する。

合格基準は漏えい率が $1.0 \times 10^{-4}$  std cm<sup>3</sup>/s 以下であること。

### B.6.2 密封内容器、密封容器ヘリウムリークテスト

密封内容器、密封容器製作中、本体溶接部のヘリウムリークテストを行い、漏えいのないことを確認する。

試験要領は本体を真空引きし、溶接部をビニールバッグ等で覆囲してヘリウムガスを覆囲部に充填する真空覆囲法、もしくはヘリウムガスを被試験体の溶接部に直接吹きつける真空吹付法により行い、試験箇所1箇所当りの漏えい率が $1 \times 10^{-6}$  std cm<sup>3</sup>/s 以下であることを確認する。

### B.6.3 密封容器蓋取付部のヘリウムリークテスト

密封容器完成後、本体と蓋取付部の2本のガスケットのヘリウムリークテストを行い、漏えいのないことを確認する。

試験要領は2本のガスケット間を真空引きしガスケット部をビニールバッグで覆囲して、ヘリウムガスを内筒及び覆囲部に充填する真空覆囲法により行い、漏えい率が $1 \times 10^{-6}$  std cm<sup>3</sup>/s 以下であることを確認する。

### B.6.4 格納容器の空気漏えい検査

格納容器完成後、空気漏えい検査を行い、漏えい率が(ロ)－表C.5に示す最大漏えい率以下であることを確認する。

試験要領は格納容器を空気または窒素ガスで加圧した後系内を密閉放置し、系内の圧力降下率を計測することにより、漏えい率を計測する。

合格基準は漏えい率が $6.5$  std cm<sup>3</sup>/s 以下であること。

## B.7 遮蔽性能検査

### B.7.1 ガンマ線遮蔽性能検査

B.8で示される検査で、ガンマ線遮蔽性能を満足していることが確認できるため、<sup>60</sup>Co等の線源を装填して検査は行わない。

## B.8 遮蔽寸法検査

### 1) 格納容器本体

格納容器本体はステンレス鋼鍛造品で製作されており、材料検査の一部としての超音波探傷検査により、有害な内部欠陥のないこと及び寸法検査により図面公差内にあることを確認する。

### 2) 格納容器蓋

製作中、鉛鑄込前後の蓋の重量計測を行い、鉛の充填率が95 %以上あることを確認する。

## B.9 伝熱検査

(ロ)章Bに示すように一般の試験条件下の最大崩壊熱量が175 Wと微小であるため、熱的平衡に達するまでに長時間を要し、温度計測が不可能に近いこと及び解析結果が基準値を大巾に下廻っていることより、(ロ)章Bに示す解析のみで十分安全性が確認できる。このため伝熱検査を行わない。

## B.10 吊上荷重検査

輸送容器本体付トラニオンについて吊上荷重検査を行い、輸送容器通常輸送時の吊り上げ重量の2倍以上の荷重に耐えうることを確認する。

試験は油圧シリンダー等を用いて行う。試験後トラニオン溶接部近傍を液体浸透探傷検査にてチェックし、異常のないことを確認する。

## B.11 重量検査

各機器の製品重量を確認する。輸送容器の全体総重量は各機器の合計とする。基準値は輸送物総重量の17.0 トン以下であること。



#### B.12 未臨界検査

本輸送容器に収納する試料は最小臨界量を十分下回っており、(ロ)章Eに示す解析で十分安全性が確認できる。また臨界防止のための中性子吸収材も使用せず、幾何学的配置も考慮していないので検査は行わない。

#### B.13 作動確認検査

密封内容物のバルブ、密封容器蓋開閉駆動装置、格納容器シャッター装置及び巻上装置が正常に作動することを個別に確認する。

#### B.14 取扱検査

下記の作動手順にしたがい輸送容器の取扱いが支障なく行えることを確認する。

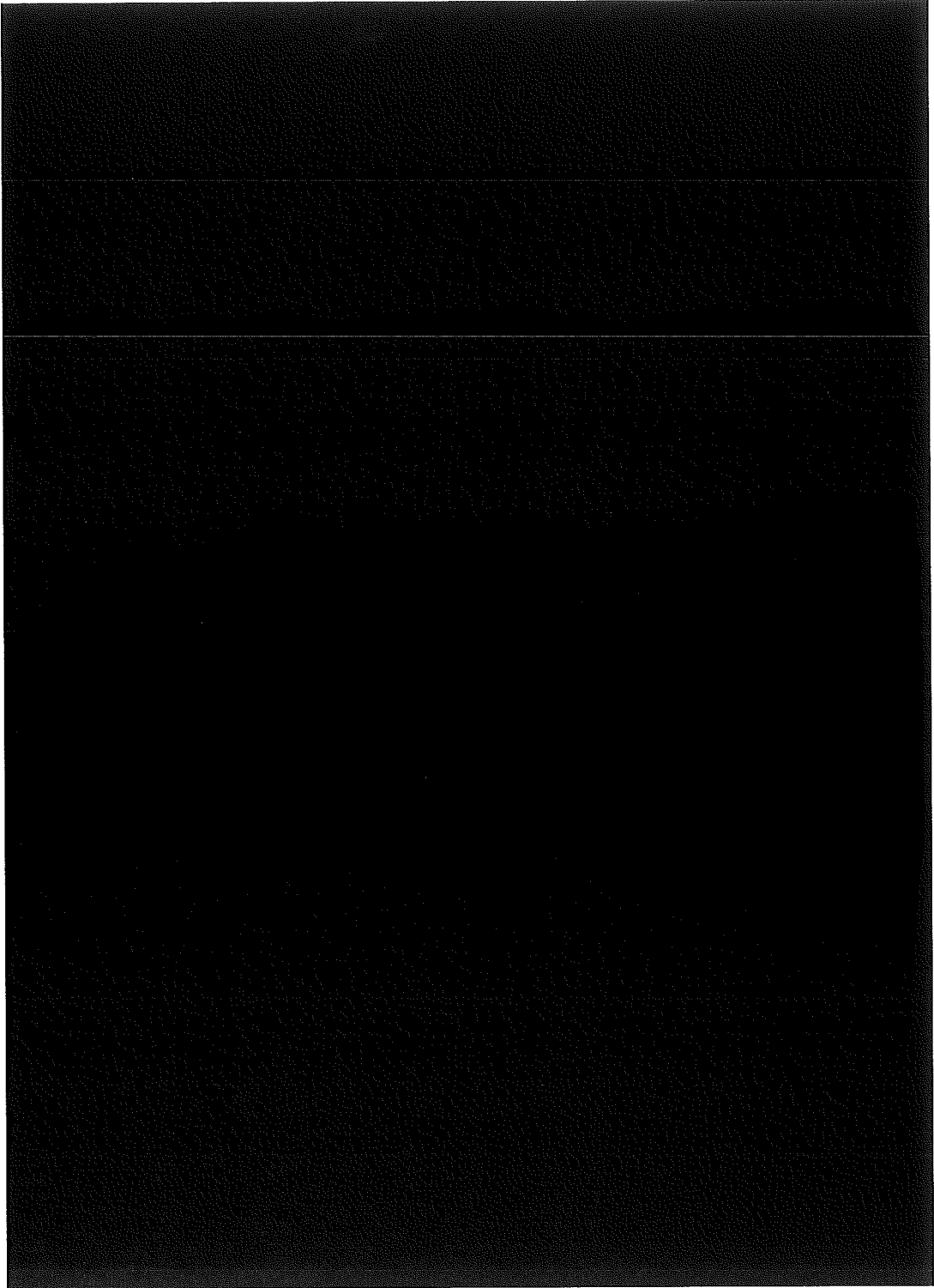
- ① 輸送容器の吊り上げ及び吊り下げ
- ② 格納容器底部密封カバーの取り付け及び取り外し
- ③ 格納容器シャッタードアの開閉
- ④ 巻上装置による密封容器の吊り上げ及び吊り下げ
- ⑤ 密封容器蓋の開閉 (マニプレータによる操作を模擬)
- ⑥ 密封容器内の試料スペーサ及び試料容器の取扱い (マニプレータによる操作を模擬)
- ⑦ 密封内容物の開閉 (マニプレータによる操作を模擬)


#### B.15 その他の特殊検査

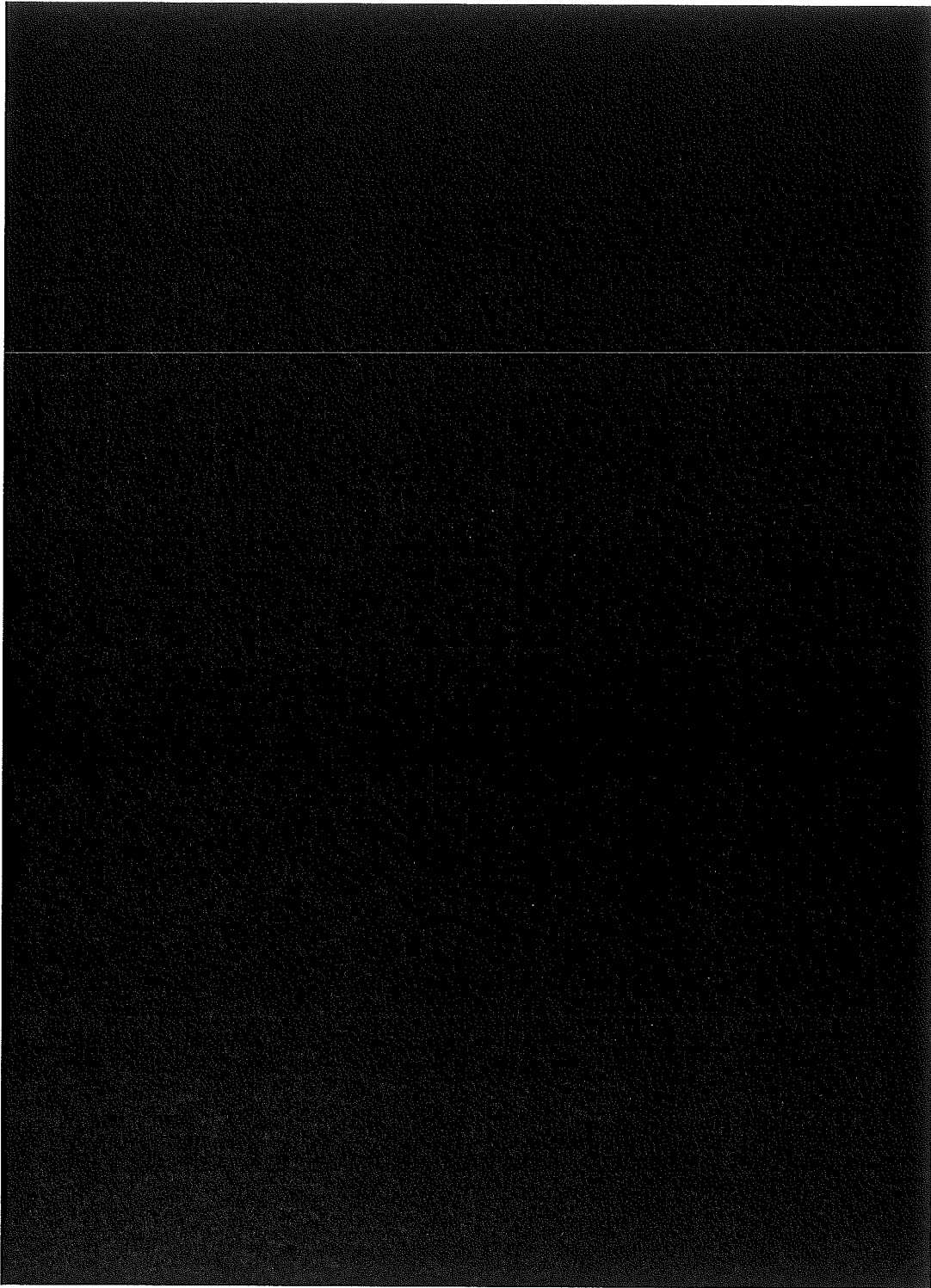
##### B.15.1 ████████の充填状態確認検査


緩衝体製作中、██████の充填後に目視により██████の充填状態確認検査を行い、██████が規定通り充填されていることを確認する。判定基準は下記による。

- (1) 充填された██████は(参考)一第B.1図及び(参考)一第B.2図に示す充填状態を満足していること。
- (2) 充填後被覆プレート等の溶接による熱影響を受ける部分はグラスウール等の耐熱材で保護されていること。



(参考) - 第B.1図 上部緩衝体  充填状態確認図



(参考) - 第B.2図 底部緩衝体  充填状態確認図

## B.16 完成時検査

輸送容器は完成時に(参考) 一表B.5に示す完成時検査を行う。

(参考) 一表B.5 完成時検査の項目、検査方法及び合格基準

No.	検査項目	検査方法	合格基準	備考
1	材料検査	容器に用いられた材料をミルシート等により照合検査する。	申請書の参考B.1による。	
2	寸法検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.2による。	
3	溶接検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.3による。	
4	外観検査	輸送容器の外観を目視で検査する。	申請書の参考B.4による。	
5	耐圧検査	輸送容器の製作中及び完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.5による。	
6	気密漏えい検査	輸送容器完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.6による。	
7	吊上荷重検査	輸送容器完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.10による。	
8	取扱検査	輸送容器完成時の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.14による。	
9	重量検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.11による。	
10	伝熱検査	最大崩壊熱量が 175 W と微小なので、温度計測が不可能に近く、(ロ)章Bに示す解析のみで十分安全性が確認できるので伝熱検査は施行しない。		
11	未臨界検査	輸送容器には臨界防止のために中性子吸収材を使用せず、また幾何学的配置も考慮していないので未臨界検査は施行しない。		
12	作動確認検査	密封内容器バルブ、密封容器蓋開閉装置、格納容器巻上装置及びシャッターが正常に作動するか否かを検査する。	申請書の参考B.13による。	
13	遮蔽寸法検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.8による。	
14	遮蔽性能検査	輸送容器製作中の検査記録により照合検査する。	申請書の参考B.7による。	

参考C 輸送容器の製作スケジュール

輸送容器の製作スケジュールを(参考)－第C.1図に示す。

項目	時間(月)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
計 画												
材 料 手 配	材料検査											
密 封 内 容 器	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">本体製作</td> <td style="width:50%;">組立検査</td> </tr> </table>										本体製作	組立検査
本体製作	組立検査											
密 封 容 器	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">本体製作</td> <td style="width:50%;">組立検査</td> </tr> </table>										本体製作	組立検査
本体製作	組立検査											
格 納 容 器	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">本体製作</td> <td style="width:50%;">組立 検査</td> </tr> </table>										本体製作	組立 検査
本体製作	組立 検査											
上 部 及 び 底 部 緩 衝 体	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">外板及び 加工</td> <td style="width:50%;">組立 検査</td> </tr> </table>										外板及び 加工	組立 検査
外板及び 加工	組立 検査											
試 料 ス ペ ー サ (A) (B)	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">本体製作</td> <td style="width:50%;">検査</td> </tr> </table>										本体製作	検査
本体製作	検査											
試 料 容 器 (A1) (A2) (C)	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">本体製作</td> <td style="width:50%;">検査</td> </tr> </table>										本体製作	検査
本体製作	検査											
架 台	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">本体製作</td> <td style="width:50%;">検査</td> </tr> </table>										本体製作	検査
本体製作	検査											
容 器 全 体 立 組	<table border="0" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:50%;">組立</td> <td style="width:50%;">完成時 検査</td> </tr> </table>										組立	完成時 検査
組立	完成時 検査											

(参考)－第C.1図 容器の製作スケジュール

# J M H L－7 8 Y 1 5 T型核燃料輸送物

輸送容器に係る品質管理の方法等

(設計に係るものに限る。)に関する説明書

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 輸送容器に係る品質管理の方法等（設計に係るものに限る。）に関する説明書

本品質マネジメントの基本方針は、JIS Q 9001(2008)「品質マネジメントシステム」を参考に品質マネジメント活動の要求事項を定めたものである。

### A. 品質マネジメントシステム

#### A.1 一般要求事項

- (1) 大洗研究所長（以下「所長」という。）は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント計画を確立し、実施し、かつ、維持する。また、この品質マネジメント計画はマネジメントレビューをとおして、継続的に改善する。
- (2) 所長及び材料試験炉部長（以下「部長」という。）は、次の事項を実施する。
  - ① 品質マネジメント計画のために必要な業務及びそれらの組織への適用を「B.4 責任及び権限」にて明確にする。
  - ② 業務の運用と管理が効果的であることを「B.5 マネジメントレビュー」及び「G.2.1 内部監査」で確認する。
  - ③ 業務の運用及び管理のために必要な資源を「C.1 資源の運用管理」で確実にする。
  - ④ 業務の監視及び測定を行い、計画どおりの結果が得られるように、かつ、継続的改善のために必要な処置が講じられることを「G. 測定、分析及び改善」で確実にする。
- (3) 所長、部長及び担当課長（以下「課長」という。）は、原子力安全に影響を与える業務の調達（設計、製作、保守作業、輸送等の業務の外部委託）については、「E.1 調達管理」の項に従って管理する。

#### A.2 文書化に関する要求事項

##### A.2.1 一般

所長又は部長は、次の品質マネジメント計画に係る文書を規定する。

- (1) 品質方針及び品質目標
- (2) 品質マネジメント計画
- (3) 本基本方針が要求する以下の管理及び処置に関する文書
  - ① 文書管理



- ② 記録の管理
- ③ 内部監査
- ④ 不適合管理
- ⑤ 是正処置
- ⑥ 未然防止処置

(4) 当該部署における輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る業務の効果的な計画、運用及び管理を確実にするために、上記(1)～(3)の文書に加え、当該部署が必要とする文書

(5) 本基本方針が要求する記録

#### A.2.2 基本方針の策定

所長は、本基本方針を策定し、必要に応じて見直し、維持する。

#### A.2.3 文書管理

(1) 所長及び部長は、品質マネジメント計画で必要とされる文書について、次に示す事項を含めた管理の手順を定める。

- ① 発行前に、適切かどうかの観点から文書の妥当性をレビューし、承認する。
- ② 文書は定期的に改訂の必要性についてレビューする。また、必要に応じて改訂する場合は、文書作成時と同様の手続で承認する。
- ③ 文書の妥当性のレビュー及び見直しを行う場合は、対象となる実施部署の従業員等を参加させる。
- ④ 文書の変更内容の識別及び最新の改訂版の識別を確実にする。
- ⑤ 該当する文書の最新の改訂版又は適切な版が、必要なときに、必要なところで使用可能な状態にあることを確実にする。
- ⑥ 文書は、読みやすくかつ容易に識別可能な状態であることを確実にする。
- ⑦ 品質マネジメントシステムの計画及び運用のために組織が必要と決定した外部からの文書を明確にし、その配付が管理されていることを確実にする。
- ⑧ 廃止文書が誤って使用されないようにする。また、これらを何らかの目的で保持する場合には、適切に識別し、管理する。

- ⑨ 文書の改訂時等の必要ときに文書作成時に使用した根拠等が確認できるようにする。
- (2) 所長、品質担当副所長、内部監査責任者、部長及び課長は、前項に基づき、文書の管理を実施する。

#### A.3 記録の管理

- (1) 所長及び部長は、要求事項への適合及び品質マネジメント計画の効果的運用の証拠を示すために、次の事項を含めた記録の管理の手順を定める。
  - ① 記録の作成（記録には、電子的媒体を含む。）
  - ② 記録の取扱い（記録の外部への提出、外部からの受領を含む。）
  - ③ 記録の識別、保管、保護、検索の手順、保管期間及び廃棄
- (2) 所長、品質担当副所長、内部監査責任者、部長及び課長は、前項に基づき記録の管理を実施する。

## B. 申請者の責任

### B.1 経営者の関与

所長は、品質マネジメント計画を構築し、実施し、その有効性を継続的に改善していることを実証するために、次の事項を行う。

- ① 関係法令・規制要求事項を遵守することを組織内に周知する。
- ② 品質方針を設定する。
- ③ マネジメントレビューを実施する。
- ④ 必要な資源を提供する。
- ⑤ 従業員等が、健全な安全文化を育成し、維持する取り組みに参画できる環境を整える。
- ⑥ 保安活動に関して、担当する業務について理解して遂行し、当該業務に責任を持つことを従業員等に認識させる。
- ⑦ 全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにする。

### B.2 品質方針

所長は、本基本方針に基づく業務の実施に際して、輸送容器及び輸送の特徴を加味して、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質方針を定め、従業員等に周知する。「品質方針」には、次の事項を含める。

- ① 輸送容器及び輸送の安全性及び信頼性を確保すること。
- ② 関連する法令、基準、許可又は認可された事項、安全協定等を遵守すること。
- ③ 品質マネジメント計画の継続的改善を行うこと。

なお、品質方針は、大洗研究所原子炉施設等品質マネジメント計画書に基づいて策定する品質方針の適用を可能とする。

### B.3 品質目標

- (1) 所長は、毎年度品質目標を設定する。
- (2) 「品質目標」の設定に当たっては、以下の事項に留意する。
  - ① 「品質方針」との整合がとれていること。

② 達成度が評価可能な目標とする。

③ 業務に対する要求事項を満たすために必要なものがあれば含めること。

(3) 所長は、部長に「品質目標」の展開を実施するよう指示する。

なお、品質目標は、大洗研究所原子炉施設等品質マネジメント計画書に基づいて策定する品質目標を適用可能とする。

#### B.4 責任及び権限

##### B.4.1 責任及び権限

###### (1) 体制

本基本方針に係る業務を実施する品質マネジメント組織は、(別記-2) - 第 B.1 図による。

###### (2) 責任及び権限

次に掲げる者は、それぞれに記載する事項に責任と権限を有する。

###### ① 所長

大洗研究所において実施される輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント活動を統括し、推進する。

###### ② センター長

所長が行う大洗研究所における品質マネジメント活動を補佐する。

###### ③ 部長

材料試験炉部における輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント活動を統括し、推進する。

###### ④ 課長

課長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る品質マネジメント活動を行う。

###### (3) 大洗研究所品質保証推進委員会

大洗研究所における品質マネジメント活動の推進及び品質マネジメント上重要な事項並びに所長からの諮問事項について審議を行う。

###### (4) 大洗研究所使用施設等安全審査委員会

核燃料物質使用施設等（施行令第 41 条非該当施設を含む。）の保安上重要な事項に

関する所長の諮問事項の審議を行う。

#### B.4.2 品質担当副所長

(1) 所長は、本品質マネジメント計画書に基づく品質マネジメントに関する業務の責任者として品質担当副所長を指名する。

(2) 品質担当副所長は、与えられている他の責任と関わりなく、次に示す責任及び権限を持つ。

- ① 品質マネジメントシステムに必要なプロセスの確立、実施及び維持を確実にする。
- ② 品質マネジメントシステムの実施状況及び改善の必要性について、所長に報告する。
- ③ 従業員等に対して、原子力の安全についての認識を高める。
- ④ 関係法令を遵守する。

#### B.5 マネジメントレビュー

(1) 所長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る業務に関して、品質マネジメント計画が適切かつ有効に機能していることを評価、確認するため、年1回以上、マネジメントレビューを実施する。

(2) 所長は、マネジメントレビューを実施するため、品質担当副所長に次の事項を報告させる。

- ① 内部監査の結果
- ② 組織の外部の者の意見
- ③ プロセスの成果を含む実施状況
- ④ 品質目標の達成状況
- ⑤ 事業者検査、自主検査等の結果
- ⑥ 健全な安全文化の育成及び維持の状況
- ⑦ 関係法令の遵守状況
- ⑧ 是正処置及び未然防止処置の状況
- ⑨ 前回までのマネジメントレビューの結果に対する処置状況のフォローアップ
- ⑩ 品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更
- ⑪ 品質マネジメントシステムの改善のための提案

⑫ 資源の妥当性

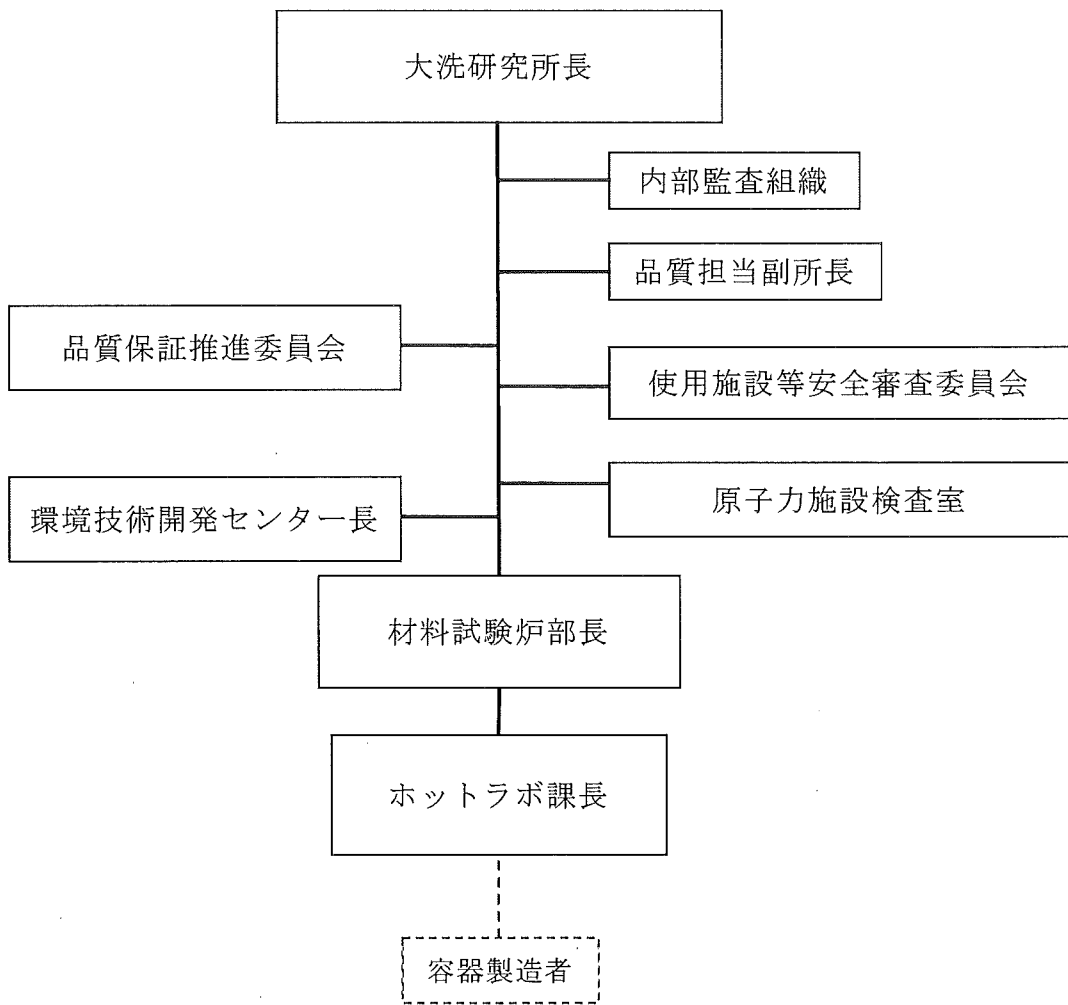
(3) 所長は、マネジメントレビューの結果から、次の事項に関する決定及び処置を行う。

① 本品質マネジメント計画書、規程等の有効性の改善

② 業務の計画及び実施に関連する保安活動の改善

③ 資源の必要性

(4) 所長は、品質担当副所長を通じて、上記(3)の処置について部長へ改善を指示し、その結果を確認する。



別記－2 第B.1図 輸送容器及び輸送に係る品質マネジメント組織

C. 教育・訓練

C.1 資源の運用管理

C.1.1 資源の提供

所長及び部長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に必要な資機材、要員、費用等の対策を講ずる。

C.1.2 力量、認識及び教育・訓練

- (1) 部長又は課長は、業務に従事する要員に必要な力量を明確にする。
- (2) 部長又は課長は、必要な教育、訓練、技能及び経験を判断の根拠として当該業務を実施できる力量を有する者を充てる。
- (3) 部長及び課長は、必要な力量がもてるように、従業員等への教育・訓練、OJT等を行う。
- (4) 部長及び課長は、実施した教育・訓練等の有効性を評価する。
- (5) 教育・訓練実績や技能及び経験に係る記録は維持する。



## D. 設計管理

### D.1 業務の計画

- (1) 部長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に係る業務を的確に行うために、品質要求事項の分類、重要性を明確にした輸送方法、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守方法、工程表、検査基準等から成る業務の計画を定める。
- (2) 部長は、業務の計画を定めるに当たって、次の事項を考慮する。
  - ① 輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に関し、要求される品質を満足するために必要な管理手段、工程、運搬機器、検査装置、備品、資源及び力量を明確にし、確保すること。
  - ② 輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に関し、検査手順及び適用文書の相互の整合を図ること。
  - ③ 品質管理、検査の技法は、新しい測定方法の開発も含めて、必要に応じて更新すること。
  - ④ 現在の技術水準を超えた能力の測定を必要とする場合、その測定に関する要求事項及び開発計画を明確にすること。
  - ⑤ 実現化の適当な段階における検証及び妥当性確認の方法を明確にすること。
  - ⑥ 外観検査等における主観的な要素を含めて、全ての特徴及び要求事項に対する合否判定基準を明確にすること。
  - ⑦ 記録を明確にし、作成すること。
- (3) 所長、部長及び課長は、官庁検査、許認可申請、ヒアリング及び打合せ時に監督官庁とのコミュニケーションを図る。また、安全協定に基づく地元自治体とのコミュニケーションを図る。

### D.2 設計・開発

部長は、輸送容器の設計・開発の管理要領の手順を定め、次の事項を管理する。

#### D.2.1 設計・開発の計画

課長は、設計・開発業務の実施に当たり、次に掲げる事項を含む設計・開発の計画を策定し、設計・開発を行う者（従業員等及び受注者）に対して明確に示す。

- ① 適用される法令、規格、基準等、設計・開発条件等の設計・開発の要求事項及びその

審査、承認等の責任者並びに必要な設計解析、設計・開発の検証等を設計・開発文書として明確化すること。

- ② 輸送容器の機能上重要な構成品及びそれらに適用される工法の選定、妥当性等に関する評価の手順を定め、評価を行うこと。
- ③ 法令で定める許可又は認可申請等を要する事項及びその他輸送容器の安全性を確保する上で重要な事項については、必要に応じ、大洗研究所が定める委員会等において、評価の方法、安全性等について審査を受けること。
- ④ 設計・開発の要求事項からの変更（逸脱を含む）が生じた場合、適切な処置方法を選定し、文書化し、承認するための手順を定めること。
- ⑤ 設計・開発業務に従事する者は、適切な経験や知識を有する者を割り当てるとともに、必要な情報と手段が入手できるようにすること。
- ⑥ 設計・開発文書は、原設計者以外の者が評価できるようにすること。

#### D.2.2 設計・開発の取合い

課長は、組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の設計・開発の取合い及び連絡について、次に掲げる事項を明確にし、部長の承認を得るとともに、適切に管理する。

##### (1) 組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の取合い

- ① 設計・開発を実施する組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の設計・開発の取合いに関する責任の明確化
- ② 設計・開発の取合いに関する設計・開発文書の作成、審査、承認、発行、配付及び改訂の方法並びに責任組織の明確化

##### (2) 組織間又は大洗研究所外の組織（あるいは外部の機関）との間の連絡

- ① 設計・開発情報の連絡について、情報の位置付け、検討、承認等の方法の明確化
- ② 設計・開発を行う組織と、調達、製作、使用、保守それぞれの段階に関係する組織（あるいは外部の機関）との間の設計・開発の取合いの明確化

#### D.2.3 設計・開発へのインプット

- (1) 課長は、適用される法令、規格、基準等による要求事項、許認可申請書等の基本的設

計・開発条件及び許認可での審議事項の反映、品質マネジメント計画上の要求事項等、設計・開発を進める上での要求事項を明確にする。

また、課長は、設計・開発を行う者（従業員等及び受注者）に対して、これらの設計・開発の要求事項を明確に示し、設計・開発に反映させる。

- (2) 課長は、設計・開発の要求事項が適切であることを確認する。適用すべき規格等、確立されたものがない場合には、課長が立案し、部長の承認を得る。
- (3) 課長は、設計・開発の要求事項の明確化に際し、不適切なデータの使用を防止するため、審査及び承認の方法を文書で明らかにし、実行する。

#### D.2.4 設計・開発からのアウトプット

課長は、設計・開発のアウトプットについて次に掲げる事項を必要条件とし、それを図面、仕様書、報告書、チェックシート等で明確にする。

- ① 適用される法令等を含む設計・開発の要求事項に適合していること。
- ② 合格基準が明確であり、かつ、それに基づいて判断されていること。
- ③ 輸送容器の安全性、信頼性及び適切に機能するために重要な設計・開発上の特性を明確にしておくこと。

#### D.2.5 設計・開発の審査

- (1) 部長は、設計・開発の適切な段階において、設計・開発の要求事項が確実に反映されていることを使用施設等安全審査委員会で確認を受ける。
- (2) 設計・開発の審査は、関係する部署の代表者だけでなく、他部署の専門家等、審査能力を有する者により行い、審査結果を記録する。

#### D.2.6 設計・開発の検証及び妥当性確認

部長は、設計・開発の適切な段階において、設計・開発の要求事項が満たされていることを確認するため、次に掲げる事項を考慮して管理の方法を文書に定め、これに従って、部長又は課長は、設計・開発の検証及び妥当性確認を行うとともに、それを記録する。

- (1) 設計・開発の検証の方法

① 設計・開発審査、代替計算、実証試験、過去の類似設計との比較等一つ以上の設計・開発の検証を適宜、実施すること。

② 設計・開発の検証は原設計者以外の者が実施すること。

(2) 代替計算

原設計と同様に設計・開発の要求事項及び計算コードの適切さ等を確認すること。

(3) 実証試験

検証試験、性能の試験等は、輸送容器の構造材料及び構造体系、環境条件等を考慮して実施すること。

(4) 過去の類似設計・開発との比較

比較対象物の設計・開発の要求事項、構造体系や計算コード等との比較を行い、設計・開発の妥当性を確認すること。

D.2.7 設計・開発の管理

課長は、設計・開発の変更を行う場合、変更理由、変更箇所、変更内容、変更による影響の有無、変更経緯等を文書化するとともに、次に掲げる事項を考慮する。

(1) 設計・開発の変更の実施

① 設計・開発の変更は、原設計に適用された方法と同じ設計・開発の管理の方法で実施する。

② 設計・開発の変更による影響とその妥当性を評価する。

(2) 設計・開発の変更の伝達

設計・開発の変更に係る情報は、「D.2.2 設計・開発の取合い」の定めるところに従い、関係する組織へ文書により伝達する。

## E. 輸送容器の製造発注

### E.1 調達管理

#### E.1.1 調達プロセス

(1) 所長は、適切な製品又は役務（以下「製品等」という。）を調達するため、大洗研究所における調達管理の手順を定める。

なお、市場で規格化されている汎用品及び消耗品（以下「汎用品」という。）のうち、事務用品、事務用パソコン等の原子力の安全に影響を及ぼさないものの調達については適用除外とする。

(2) 供給者及び調達製品に対する管理の方式と程度は、調達製品が輸送容器並びに輸送の安全性及び機能に及ぼす影響に応じて定める。

(3) 所長は、供給者が課長の要求事項に従って調達する製品等の供給能力を有することを判断する根拠として、供給者を評価及び再評価する基準を定める。課長は、これに基づき供給者を評価する。

(4) 課長は、評価の結果の記録及び必要な処置があれば、それを記録として維持する。

#### E.1.2 調達要求事項

(1) 課長は、調達する製品等に関する要求事項を引合仕様書で明確にし、必要な場合には、次の事項のうち該当するものを含める。

① 製品、手順、プロセス及び設備の承認に関する要求事項

② 要員の適格性確認に関する要求事項

③ 品質マネジメント計画に関する要求事項（輸送容器の製作に係る品質マネジメント指針について（平成20・06・10原院第1号 平成20年6月20日）

Ⅲ 容器製造者による品質マネジメントの内容）

(2) 課長は、引合仕様書を発行する前に、調達要求事項が妥当であることを確認する。

#### E.1.3 調達製品の検証

課長は、調達する製品等が、規定した調達要求事項を満たしていることを確実に

するために、必要な検査又はその他の活動の方法を引合仕様書に定め、検証を実施する。

なお、調達先で検証を実施する場合には、その検証の要領及びリリース（出荷許可）の方法を引合仕様書で明確にする。

## E.2 製作管理

### E.2.1 一般

課長は、輸送容器の製作に当たり、安全性及び信頼性を確保するため、要求事項を明確にし、適切に管理する。

- (1) 適用される法令、規格、基準等の要求事項を明確にする。
- (2) 製作の管理に係る職務分担を決め、担当者を指名するなど製作管理組織を明確にする。
- (3) 受注者に製作管理要領書を提出させ、必要に応じて部長の承認を得た上管理する。また、必要に応じて関係者、関係部署に周知し、製作に係る適合品質の確認に努める。
- (4) 受注者からの製作管理要領書について次に掲げる事項を明確にする。
  - ① 法令等の要求事項の明確化
  - ② 管理に必要な規程類、要領書、指示書等の承認及び審査並びに作業指示等責任者の明確化
  - ③ 要求される品質に直接影響を及ぼす工程及びその工程での管理項目並びに作業員の技量、資格等の明確化

### E.2.2 工程管理

課長は、輸送容器の製作に関する基本工程を作成し、受注者に対してその工程を明確に示すとともに、実施工程を提出させる。受注者から提出された製作・検査に係る工程を確認し、実施状況を把握するとともに、必要に応じて基本工程の見直し又は契約変更を検討する。

### E.2.3 特殊工程の認定

課長は、事後の輸送容器の検査では所定の品質が十分検証できないような工程を特殊工程と認定し、受注者に特殊工程に係る作業員の能力、作業方法等を含む要領書を提出させ確認することにより、適切に管理する。

#### E.2.4 新工法の管理

課長は、輸送容器の製作を新工法により実施する場合は、あらかじめその工法の妥当性を適切な方法により確認する。

#### E.2.5 製作検証

課長は、輸送容器が法令、規格・基準、設計文書等の要求事項に適合していることを確認するために、次の事項を実施する。

- (1) 受注者に対し必要に応じて監査を実施する。また、受注者による下請負契約者への監査状況を把握し、必要に応じて受注者及び下請負契約者の合意を得て、下請負契約者に対して直接監査を行う。
- (2) 輸送容器、構成品の検査に当たって、安全上の重要性などを考慮し、立会確認及び記録確認を行う。

なお、輸送容器、構成品の検査に係る事項については「G.2.3 検査及び試験」による。

### E.3 識別及びトレーサビリティ

#### E.3.1 輸送容器及び運搬機器の識別並びにトレーサビリティ

課長は、適正な輸送容器及び運搬機器を使用するため、また、輸送容器及び運搬機器が不適合であった場合には、必要に応じてその履歴を追跡可能とするため、輸送における識別に関して、次に掲げる事項を含む管理を行う。

なお、課長は、受注者がこれらの管理を行う場合は、受注者に管理の要領を提出させ、必要に応じ部長の承認を得た上で管理を行う。

- (1) 輸送容器及び運搬機器に固有の識別をし、記録と照合できること。
- (2) 識別は、適切な番号又は記号を可能な限り輸送容器、運搬機器上に表示すること。

(3) 識別表示に当たっては、以下の事項を満足させること。

- ① 明確で他と区別しやすいこと。
- ② 消えにくいこと。
- ③ 品質に影響を及ぼさないこと。

(4) 輸送容器、運搬機器を輸送許認可、輸送物の作製、輸送物の荷役、輸送前の検査及び輸送の各プロセスにおいて一時的に保管する場合は、次に掲げる事項に留意すること。

- ① 輸送容器、運搬機器の識別の維持
- ② 関係者以外の立入制限

#### E.3.2 輸送容器の設計、製作、取扱い及び保管に係る計算コード、構成品の識別及びトレーサビリティ

課長は、適正な計算コード及び構成品を使用するため、また、計算コード又は構成品が不適合であった場合には、必要に応じてその履歴を追跡可能とするため、輸送容器の設計、製作、取扱い及び保守の各段階における識別に関して、次に掲げる事項を含む管理を行う。

なお、課長は、受注者がこれらの管理を行う場合は、受注者に管理の要領を提出させ、必要に応じ部長の承認を得た上で管理を行う。

- (1) 計算コード、個々の構成品又はロットに固有の識別をし、記録と照合できること。
- (2) 識別は、適切な番号又は記号を可能な限り構成品上に表示すること。
- (3) 識別表示に当たっては、以下の事項を満足させること。
  - ① 明確で他と区別しやすいこと。
  - ② 消えにくいこと。
  - ③ 品質に影響を及ぼさないこと。
- (4) 構成品を輸送容器の製作、取扱い及び保守の間保管する場合は、識別の維持に留意すること。
- (5) 構成品上の識別が困難な場合、又はそのみでは誤用のおそれがある場合は、受払いや置き場所を区分する等により確実に識別できるようにすること。



#### E.4 調達製品の保存

課長は、調達製品の検収後、受入から据付け、使用までの間、製品を適合した状態のまま保存する。この保存には、必要に応じて識別、取扱い、包装、保管及び保護を含める。保存は、取替品、予備品にも適用する。

#### E.5 監視機器及び測定機器の管理

- (1) 部長は、試験及び検査に使用する監視機器及び測定機器の精度を確保するため管理の手順を定める。
- (2) 課長は、前項の管理手順に基づき点検・校正、保守を行う。また、測定値の正当性を保証しなければならない測定機器は、次の事項を満たすようにする。
  - ① 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。
  - ② 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する。
  - ③ 校正の状態が明確にできる識別をする。
  - ④ 測定した結果が無効になるような操作ができないようにする。
  - ⑤ 取扱い、保守及び保管において、損傷及び劣化しないように保護する。
- (3) 測定機器が要求事項に適合していないことが判明した場合は、それまでに測定した結果の妥当性を評価し、記録する。また、測定機器及び影響を受けた業務に対して、適切な処置を行う。
- (4) 測定機器の校正及び検証の結果（トレーサビリティの証明書を含む。）については、記録の管理の手順に従い、記録として維持する。

## F. 取扱い及び保守

### F.1 取扱管理

部長は、取扱い時の輸送容器の誤操作及び損傷を防止するために、次に掲げる事項を含む取扱い管理の方法を文書に定め、適切に管理する。

また、課長は、取扱いを行う者（従業員等又は受注者）に対して、取扱いを行う上での要求事項を明確に示し、輸送容器の誤操作及び損傷防止に反映させる。

- (1) 取扱装置の点検並びに取扱い時の誤操作及び損傷防止対策
- (2) 輸送容器の取扱い条件
- (3) 保管施設からの輸送容器の搬出入条件及び方法
- (4) 設備管理責任者

### F.2 保守及び保管管理

(1) 部長は、輸送容器の要求事項への適合性を維持するために、保守管理の方法を文書に定め、適切に管理する。

(2) 部長は、輸送容器の要求事項への適合性を維持するために、次に掲げる事項を含む保管管理の方法を文書に定め、適切に管理する。

- ① 保管中の損傷防止対策
- ② 環境条件等を考慮した保管方法及び保管区域の設定
- ③ 保管中の点検
- ④ 設備管理責任者

## G. 測定、分析及び改善

### G.1 一般

所長、部長及び課長は、次の事項のために必要となる監視、測定及び改善のプロセスを計画し、実施する。

- (1) 業務に対する要求事項の適合性を実証する。
- (2) 品質マネジメント計画の適合性を確実にする。
- (3) 品質マネジメント計画の有効性を継続的に改善する。

これには、統計的手法を含め、適用可能な方法及びその使用の程度を考慮する。

### G.2 監視及び測定

#### G.2.1 内部監査

- (1) 所長は、品質マネジメント計画の次の事項が満たされているか否かを確認するため、当該年度における輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送に関して内部監査を実施する。

① 品質マネジメント計画が、「D.1 業務の計画」に適合しているか、本基本方針の要求事項に適合しているか。

② 品質マネジメント計画が効果的に運用・維持されているか。

- (2) 所長は、監査の対象となるプロセス、重要性及びこれまでの監査結果を考慮して次の事項を規定した内部監査プログラムを策定する。

① 監査の基準、範囲及び方法

② 監査員の選定及び監査の実施においては客観性及び公平性を確保する。また、監査員は自らの業務は監査しない。

- (3) 所長は、監査の計画及び実施、結果の報告、記録の維持に関する責任並びに要求事項を規定した手順を作成する。

- (4) 所長は、発見された不適合及びその原因を除去するために、監査を受けた部長に文書をもって是正を指示し、とられた処置の検証及び検証結果の報告を求める。フォローアップには、とられた処置の検証及び検証結果の報告を含める。

### G.2.2 プロセスの監視及び測定

- (1) 所長、部長及び課長は、品質マネジメント計画のプロセスを適切な方法で監視し、適宜、測定する。
- (2) 計画どおりの結果が達成できない場合には、その影響の程度に応じて適宜、修正及び是正処置をとる。

### G.2.3 検査及び試験

所長は、原子炉等規制法に基づき事業者が行う事業者検査を行う場合の検査体制（独立検査組織）を整備し、事業者検査責任者を指名する。また、所長又は自主検査及び試験を行う部長は、輸送容器の製作、保守及び調達製品の要求事項が満たされていることを検証するための検査及び試験の管理要領を定め、次の事項を管理する。

- (1) 事業者検査責任者、部長及び課長は、輸送容器の製作、保守及び調達製品の要求事項が満たされていることを検証するために、個別業務の計画(D.1 参照)に従って、適切な段階で事業者検査、自主検査等を実施する。
- (2) 検査及び試験の合否判定基準への適合の証拠となる事業者検査、自主検査等の結果に係る記録を作成し、管理する（A.3 参照）。
- (3) 記録には、リリース（次工程への引き渡し）を正式に許可した人を明記する。
- (4) 個別業務の計画で決めた検査及び試験が支障なく完了するまでは、当該輸送容器を使用しない。ただし、当該の権限を持つ者が、個別業務の計画に定める手順により承認する場合は、この限りではない。
- (5) 事業者検査責任者は、保安活動の重要度に応じて、事業者検査の中立性及び信頼性が損なわれないよう検査する要員の独立性を確保する。また、部長及び課長は、自主検査等の検査及び試験要員の独立性について、これを準用する。

### G.3 不適合管理

- (1) 所長は、次の事項を含む不適合管理の手順を定める。
  - ① 輸送容器及び輸送の安全性及び信頼性を確保するための要求事項に適合しない状況が放置されることを防ぐために、それらを識別すること。
  - ② 不適合の処理に関する管理及びそれに関する責任と権限

- (2) 部長及び課長は、次のいずれかの方法で不適合を処置する。
  - ① 発見された不適合を除去するための処置をとる。
  - ② 不適合事項又は不適合物品について本来の意図された使用又は適用ができな  
いような処置（識別表示、隔離、廃棄）をとる。
- (3) 部長は、不適合の性質の記録及び処置の記録を維持する。
- (4) 部長は、不適合に修正を施した場合の要求事項への適合性実証のための再検証・  
再検査を行う。
- (5) 部長及び課長は、製品等あるいは業務のプロセスで外部への引き渡し後又は業  
務の実施後に不適合が検出された場合、その不適合による影響又は起こり得る  
影響に対して、適切な処置を講ずる。

#### G.4 是正処置等

- (1) 所長は、次に掲げる事項について、是正処置の管理の手順を定める。
  - ① 不適合等のレビュー及び分析
  - ② 不適合等の原因（関連する要因を含む。）の特定
  - ③ 類似の不適合等の有無又は当該不適合等が発生する可能性の明確化
  - ④ 必要な処置の決定及び実施
  - ⑤ 処置の結果の記録
  - ⑥ 是正処置の有効性のレビュー
- (2) 部長及び課長は、不適合が発見された場合、速やかに不適合の原因を究明し、  
再発を防止するための是正処置を行う。
- (3) 部長及び課長は、是正処置を行う場合は是正処置の管理の手順に従って、適切  
に行う。その際、発見された不適合のもつ影響に見合った是正処置とする。
- (4) 是正処置の状況は、マネジメントレビューのインプット情報とする。
- (5) 所長は、他部署の参考になると思われる不適合については、品質担当副所長に  
当該の不適合に関する情報（是正処置情報を含む。）を整理させ、核不拡散・核  
セキュリティ総合支援センター長及び安全・核セキュリティ統括本部安全管理  
部長へ提出する。

#### G.5 未然防止処置

- (1) 所長は、次に掲げる事項について、未然防止処置の管理の手順を定める。
  - ① 起こり得る不適合及びその原因の特定
  - ② 不適合の発生を未然に防止するための処置の必要性の評価
  - ③ 必要な処置の決定及び実施
  - ④ 処置の結果の記録
  - ⑤ 未然防止処置の有効性のレビュー
- (2) 部長及び課長は、輸送容器の設計、製作、取扱い、保守及び輸送の実施によって得られた知見及び他から得られた知見（トラブル事例）の活用を含め、起こり得る不適合が発生することを未然に防止する。
- (3) 部長及び課長は、未然防止処置の管理の手順に従って、適切な未然防止処置を行う。
- (4) 未然防止処置の結果は、マネジメントレビューのインプット情報とする。

なお、「品質マネジメントシステム」を見直した場合は、見直し後の内容に従う。