

# 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの設計

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1995年12月

エイ・ティ・エス株式会社

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

1995年12月

## 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの設計

堂本一成\* , 高橋三郎\*\* , 萩谷昇司\*\*  
加藤美都雄\*\*\* , 今井英之\*\*\*

### 要 旨

動力炉・核燃料開発事業団では、大洗工学センターにおける新型動力炉開発に係わる照射試験等の試験、研究業務で発生する $\alpha$ 固体廃棄物を日本原子力研究所大洗研究所の $\alpha$ 固体処理棟に運搬し、貯蔵のために気密容器に封入後、日本原子力研究所大洗研究所の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設に貯蔵している。

本高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクは、日本原子力研究所大洗研究所の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設に貯蔵中の廃棄物をさらに減容処理するための運搬及び各施設で発生する $\alpha$ 固体廃棄物の運搬を目的にした構内運搬キャスクである。

設計では、高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの構造の検討、各取扱施設でのキャスク取扱方法の検討等を行った。また、既存キャスクの収納物吊上げ能力アップのための検討を行うと共に本検討結果を新規キャスクの詳細な構造に反映した。

設計の結果、高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの主要目は以下の通りとなった。

(1) 型 別 : 動燃大洗「核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領」のB型相当  
(原研技術基準のII型)

(2) 寸 法

全 高 : 約 2184 mm (上・下部緩衝体を含む)

横 幅 : 約 1800 mm (緩衝体部)

縦 幅 : 約 2270 mm (緩衝体部)

本報告書は、エイ・ティ・エス株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号 : 07C2587

事業団担当部課室及び担当者 : 管理部 環境技術課 堂野前 寧

\* : エイ・ティ・エス株式会社 技術部

\*\* : エイ・ティ・エス株式会社 東海事務所 設計開発課

\*\*\* : ヨシザワL A株式会社 製造部

## (3) 重 量

① キャスク	最大	9,800 kg
(a) キャスク本体	最大	9,170 kg
(b) リフマ駆動装置	約	300 kg
(c) 上・下部緩衝体	約	330 kg
② 収納物 (S缶2個)	約	240 kg
③ 吊具	約	290 kg
④ 輸送架台	約	1,400 kg

## (4) 廃棄物缶収納量

- ① 収納個数 : 2個 (S缶またはG缶)
- ② 収納可能放射能量 :  $2.81 \times 10^{12}$  Bq/個 [7.6 Ci/個] (Co-60 換算)
- (運搬可能な発生済個数に対する割合 : S缶 85.8%、G缶 99.8%)

## (5) 使用リフマ : LEP-25形相当品

(S缶及びG缶の吸着板を約 $\phi 300 \times 15^t$  mmに変更する必要あり。)

また、既存キャスク (FMF-2キャスク) の収納物吊上げ能力アップの検討の結果、既存のキャスクでは減容個化処理後のS缶内側缶のPVCバッグアウト時に必要な吊上げ能力を確保できないことがわかった。

吊上げ能力を確保するためには、リフマ及びウォーム減速機を交換することが必要であることから、収納物昇降装置の交換または改造を行う必要があることがわかった。

吊上げ能力を確保するために必要な機器仕様を以下に示す。

- (1) 吊上げ用のリフマは、社内試験の結果、安全係数及び既存キャスクへの適合性からカネテック社製のLEP-25相当品が有利と考察できる。
- (2) 設計吊上げ荷重に必要なトルクは、既存キャスクのウォーム減速機では確保できないため、負荷トルク47.1kg-m以上の性能をもつウォーム減速機に交換する必要がある。

# 目 次

	頁
1. はじめに .....	1-1
2. 設計条件 .....	2-1
3. キャスク構造の検討 .....	3.1-1
3.1 キャスク設計適用条件の検討 .....	3.1-1
3.2 キャスク構造の検討 .....	3.2-1
3.2.1 キャスク本体 .....	3.2-2
3.2.2 受皿及び受皿駆動機構 .....	3.2-3
3.2.3 収納物昇降装置 .....	3.2-4
3.2.4 緩衝体 .....	3.2-5
3.3 基本的安全解析 .....	3.3.1-1
3.3.1 1.6 m落下解析 .....	3.3.1-1
3.3.2 しゃへい解析 .....	3.3.2-1
4. 各取扱施設でのキャスク取扱方法の検討 .....	4-1
4.1 各施設のポートまたは貯蔵孔上での取合い及び取扱い .....	4-1
4.2 各施設のクレーン揚程との取合い .....	4-18
4.3 輸送車両との取合い .....	4-18
5. 各取扱施設で必要な取扱機器の検討 .....	5-1
6. 既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討 .....	6-1
6.1 吊上げ能力確認試験 .....	6-1
6.1.1 リフマの仕様の相違点 .....	6-1
6.1.2 吊上げ能力確認試験 .....	6-1

	頁
6.2 既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討 .....	6-10
6.2.1 既存キャスクの吊上げ能力 .....	6-10
6.2.2 能力アップの検討 .....	6-13
6.3 新規キャスクへの反映 .....	6-18
7. キャスク開発スケジュール及び概算コストの検討 .....	7-1
8. まとめ .....	8-1

〈謝 辞〉

添付資料-1 : 参考文献

添付資料-2 : 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの構造図面集

添付資料-3 : リフマ吊上荷重試験

参考資料-1 : キャスク内受皿機構の検討

参考資料-2 : S缶偏荷重時の吊下げ傾き度測定試験

## 1. はじめに

動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター（以下「動燃大洗」という。）の各施設で発生する高レベル $\alpha$ 固体廃棄物は日本原子力研究所大洗研究所（以下「原研大洗」という。）の $\alpha$ 固体処理棟に運搬され、貯蔵のために気密容器に封入後、原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設に貯蔵されている。

現在動燃大洗で設計を行っている固体廃棄物処理技術開発施設（Large Equipment Dismantling Facility、以下「LEDF」という。）は、原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設の満杯対策の一貫として、原研大洗に貯蔵されている高レベル $\alpha$ 固体廃棄物の減容を行うことにより原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設の延命を図ることを目的としている。

LEDFの運開に伴い、現在の廃棄物の流れは、動燃大洗から原研大洗へのルートに加えて原研大洗から動燃大洗の流れが新たに加わることとなる。したがって、動燃大洗－原研大洗間の輸送頻度が増大することになり、廃棄物の物流計画は現在の輸送容器の数や、輸送車両、人員数では成立しないことがわかった。

そのため、動燃大洗－原研大洗間の輸送効率を更に上げる必要があることから、廃棄物缶を複数個収納できる新規キャスク（高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスク）の設計を行うものである。

この高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクについては、前年度に「設計調査」として廃棄物缶を複数個収納できる高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの設計仕様を提案した。設計調査の結果、本キャスクの重量制限条件として吊上時総重量で10t以下とする必要があり、この条件を満足し、廃棄物缶を複数個収納できるキャスクとして、

- ① S缶/G缶共用3個収納マガジン方式キャスク  
（収納可能な放射エネルギー概算値：Co-60換算 約12Ci/個×3個）
- ② S缶/G缶共用2個収納スライド方式キャスク  
（収納可能な放射エネルギー概算値：Co-60換算 約85Ci/個×2個）

の2種類のキャスクを提案した。

前年度の設計調査の課題として、収納放射エネルギーの決定及びキャスク運用計画（キャスクの取合条件、廃棄物運搬方法の具体化等）の決定を行うための詳細検討を行う必要が出たため、新規キャスクで運ばない廃棄物は既存キャスクで対応することとして、新規キャスクの基本構造の決定と既存キャスクの運用検討を本設計で行うこととした。

本設計では、高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクについて、キャスクの基本構造の具体化、落下解析及びしゃへい解析を行うとともに、収納物昇降装置、吊具等を含めた吊上げ時の重量制限

条件を満足するキャスク構造の検討及びこのキャスクに収納可能な放射エネルギーの検討を行った。高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクとしては、「設計調査」で提案された2種類のキャスクのうち、収納放射エネルギーの多いS缶/G缶共用2個収納スライド方式キャスクとすることとした。これは、L E D Fでの減容処理による放射エネルギーのアップを考慮し、可能な限り収納放射エネルギーの大きいキャスクとしておく必要性を考慮したものである。

また、既存キャスク（F M F - 2）の設計仕様等を調査し、吊上げ荷重を向上できるかどうかの検討及び吊上げ能力を向上するための方策について検討を行った。。

本報告書は、これらの設計結果を記述したものである。



## 2. 設計条件

本設計は以下の内容について実施した。

### 2.1 新規キャスクの設計

#### (1) 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの構造検討及び構造図の作成

本高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスク（以下、「新規キャスク」という。）について、以下の条件に基づいて構造を検討するとともに、構造図を作成する。

設計の要件として、高レベル $\alpha$ 固体廃棄物の仕様、輸送区間及び関係する適用法規等は以下に示すとおりとする。

##### ① 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物の仕様

新規キャスクに収納する高レベル $\alpha$ 固体廃棄物の主な仕様は以下に示すとおりとする。

また収納個数は2個とする。

密封缶に封入したもの	S缶 G缶	$\phi 400 \text{ mm} \times 470 \text{ mm L}$ $\phi 330 \text{ mm} \times 450 \text{ mm L}$
保護缶に封入したもの	FMF S缶 WDF S缶 MMF S 2缶 AGF S缶	$\phi 387 \text{ mm} \times 407 \text{ mm L}$ $\phi 385 \text{ mm} \times 416 \text{ mm L}$ $\phi 387 \text{ mm} \times 413 \text{ mm L}$ $\phi 348 \text{ mm} \times 408.4 \text{ mm L}$

なお、収納容器の状態は以下のとおりとする。

##### (a) 原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設から搬出するもの。

S缶及びG缶とも気密容器（密封缶）に収納した状態

##### (b) その他の施設から搬出するもの

S缶及びG缶とも鋼製2次容器（保護缶）に収納した状態

##### ② 新規キャスクの重量制限条件

新規キャスクに収納物を収納した状態で、吊上時総重量（吊具を含む）が10トン以下とする。なお、緩衝体は輸送車両上で取り付けることとし、本吊上総重量には含まないものとする。

##### ③ 新規キャスクの最大取扱放射能量

約 $3 \times 10^{12} \text{ Bq}$ （85Ci）／S缶1缶とする。ただし、本設計業務の中で行う新規キャスクの構造設計結果を基に見直すこととする。

④ 新規キャスクの収納物吊上げ能力

2.2 節の既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討結果を反映し、120kgの吊上げ能力を持たせるものとする。

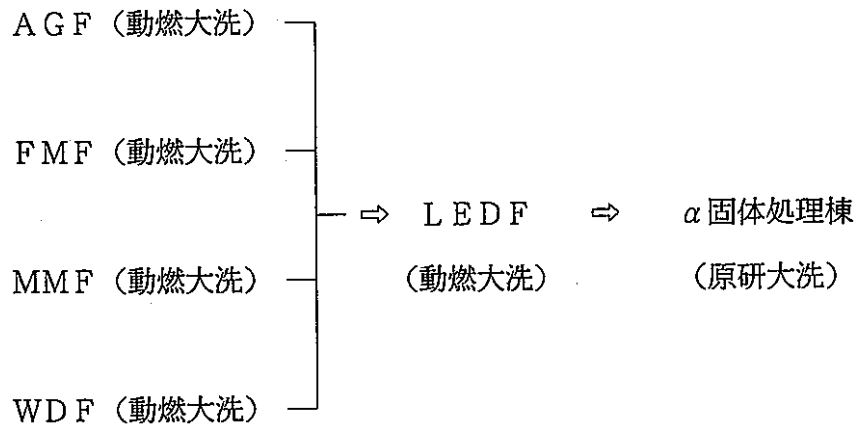
⑤ 運搬区間（構内輸送）

新規キャスクの運搬区間として予定している施設は以下のとおりとする。

(a) 主運搬区間

高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設（原研大洗） ⇔ LEDF（動燃大洗）

(b) その他の運搬区間



⑥ 安全解析

新規キャスクの構造を決めるために必要な項目（1.6m落下解析、しゃへい解析）についての基本的安全解析を行う。なお、落下解析は手計算により、しゃへい計算はQA D-CGGP2コードを使用して行う。

⑦ 適用法規等

(a) 適用法規

7. 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（法律第166号）
4. 試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（総理府令第83号）
9. 核燃料物質の使用等に関する規則（総理府令第84号）
1. 核燃料物質等の工場又は事業所内の運搬に関する措置等に係る技術的細目等を定める告示（科学技術庁告示第10号）

(b) 参考規則

7. 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則（総理府令第57号）
4. 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示（科学技術庁告示第11号）

(2) 各取扱施設での新規キャスク取扱方法の調査・検討

主運搬区間である原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設及びL E D Fにおいて、新規キャスクへの廃棄物缶の収納・取出し方法及び取扱フローを調査・検討する。

また、その他の運搬区間の各施設で使用する場合の取扱方法及び問題点等の検討を併せて行う。

(3) 各取扱施設に必要な取扱機器の調査・検討

上記 2.1-(2)項で検討した新規キャスクの各取扱施設での取扱方法に基づいて、各施設に必要な取扱機器についてまとめる。

2.2 既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討

現在動燃大洗にて高レベル $\alpha$ 固体廃棄物の運搬に使用しているキャスクの収納物昇降装置はリフティングマグネット方式であるが、このリフティングマグネットの吊上げ能力をアップさせるための改造について検討を行う。また、本結果を新規キャスクの構造設計に反映させる。

(1) 既存キャスクの仕様

名 称 : F M F - 2 キャスク

運搬対象 : S 缶、G 缶

吊上重量 : 8 0 kg

(2) 能力アップの目安

一缶当たりの廃棄物収納量が91kg程度になることから、容器重量を含めるとキャスクの吊上重量は120kg必要となる。

廃棄物収納量	91kg
容器重量(内側缶、保護缶)	29kg

---

計 120kg

2.3 キャスク開発スケジュール及び概算コストの検討

上記 2.1節の検討結果から、新規キャスクの開発スケジュール及び概算コストを検討・提案する。

### 3. キャスク構造の検討

本章では、3.1節で新規キャスクの構内運搬容器としての設計適用条件の検討、3.2節でキャスク構造の検討、3.3節で基本的安全解析について述べる。

#### 3.1 キャスク設計適用条件の検討

##### 3.1.1 設計方針

本キャスクは、高レベル $\alpha$ 固体廃棄物を主として動燃大洗の固体廃棄物処理技術開発施設（LEDF）と原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設の間で運搬するための所内運搬容器である。本キャスクの収納物である高レベル $\alpha$ 固体廃棄物は、動燃大洗の「核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領」の第4類の放射性物質に該当し、B型相当容器となる。また、原研の「放射性物質等事業所内運搬容器技術基準について（通達）」の第4類運搬物に該当し、II型運搬容器となる。

本キャスクは、周辺監視区域内の運搬にのみ供せられ、この場合、運搬は専用車両にて動燃大洗の「核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領」に従い、充分管理・監視された状態で行われるので事故の発生する可能性は少なく、また、対応措置、事故措置も迅速に行えるので事業所外運搬に比較して、その安全性が充分高いこと等により、第3.1-1表に示す適用条件の緩和もしくは除外を行うことが可能である。

キャスクの準拠すべき法令、規格及び基準等を以下に示す。

- (1) 核燃料物質の使用等に関する規則〔総理府令第84号〕
- (2) 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則〔総理府令第57号〕
- (3) 核燃料物質等の工場又は事業所の内における運搬に関する措置等に係る技術的細目等を定める告示〔科学技術庁告示第10号〕
- (4) 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示〔科学技術庁告示第11号〕
- (5) 動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター 核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領
- (6) 日本原子力研究所 放射性物質等事業所内運搬容器技術基準について（通達）

##### 3.1.2 適用条件についての緩和・除外理由

###### A. 一般の試験条件

###### ① 自由落下\*

特別の試験条件で評価する。

② 積み重ね試験\*)

本キャスクが重ねて置かれることはない。

③ 貫通試験\*)

- ・運搬は十分な監視のもとに行われる。
- ・運搬時には、交通規制を行うことにより、運搬経路に通行車両はなく、立体交差もなく、上からの落下物もない。

B. 特別の試験条件

本キャスクは、周辺監視区域内の運搬のみに供せられ、この場合の運搬は、「核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領」に従い、充分管理、監視された状態で行われるので、事故の起こる可能性は少なく、また、対応措置、事故措置も迅速に行えるので、以下に述べる理由により、適用条件を緩和もしくは除外する。

④ 落下試験Ⅰ（9 m落下）\*)

本キャスクの運搬は20 km/h以下で運搬するものとし、しかも、輸送時には交通規制を行うことにより運搬経路に通行車両はないことから、20 km/hに相当する高さである1.6m落下について評価する。

⑤ 落下試験Ⅱ（1 m貫通落下）\*)

本キャスクは、整備された舗装道路上を運搬されるので、特別の試験条件に規定されている突起物と類似したものはない。

⑥ 熱的試験\*)

本キャスクの運搬時には交通規制を行うことにより、運搬経路に通行車両はなく、火災発生の可能性はない。万一の場合、消火栓は適所に配置され、また、事業所防護措置の定めるところにより、防火活動、防護活動は迅速に行われる。

⑦ 浸漬試験\*)

本キャスクの運搬経路には、キャスクが水没するような場所はない。

\*) これらの試験条件に適合することを証明する方法としては、①計算による解析、②実物容器、原型容器又はサンプルによる試験、③縮尺模型による試験、④前記①～③の組み合わせが考えられるが、本キャスクは比較的計算による解析にのりやすい構造であることから計算による解析による方法でよいと考える。

### 3.1.3 原研「放射性物質等事業所内運搬容器技術基準」

本キャスクは、原研の「放射性物質等事業所内運搬容器技術基準」のⅡ型運搬容器となり、同技術基準のⅡ型運搬容器に係る設計条件は以下のとおりである。

〔第3条〕Ⅱ型運搬容器は、次の各号に掲げる基準に適合するものでなければならない。

- (1) 運搬容器に外接する直方体の各辺は10cm以上であること。
- (2) 容易に、かつ、安全に取り扱うことができること。
- (3) 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、破損等を生ずるおそれのないこと。
- (4) 容器表面に不要な突出物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること。
- (5) 材料相互の間及び材料と収納される放射性物質等の間で生ずる危険な物理作用又は化学反応の生ずるおそれがないこと。
- (6) 弁が誤って操作されないように措置が講じられていること。
- (7) 運搬容器の吊上げ用具の安全率は、降伏応力又は耐力に対して3以上とすること。
- (8) 容器表面の線量当量率が2 mSv/hを超えず、かつ、表面から1 m離れた位置における線量当量率が100  $\mu$ Sv/hを超えないこと。
- (9) 核分裂性物質の運搬容器は、運搬中いかなる状態においても臨界に達しないこと。
- (10) 運搬容器の密封性は、容器、内容器又は包装等で確保すること。

〔第4条〕設計条件を満足していることを確認するため、必要な試験を実施しなければならない。

2. Ⅱ型運搬容器の試験は一般の試験及び特別の試験とする。
3. 前項の試験は、次のいずれかの方法又はその組合わせにより実施しなければならない。
  - (1) 計算による解析
  - (2) 実物容器、原型容器又はサンプルによる試験
  - (3) 縮尺模型による試験
4. 一般の試験は、次の各号に掲げる条件によらなければならない。
  - (1) 供試物は、最大の破損を受けるように落下試験台上に落下させること。
  - (2) 供試物は、自由落下させ、落下距離は第1表のとおりとする。

第1表 一般の試験の落下距離

運搬容器重量 W (kg)	落下距離 (m)
$W < 5000$	1.2
$5000 \leq W < 10000$	0.9
$10000 \leq W < 15000$	0.6
$15000 \leq W$	0.3

5. 特別の試験は、次の各号に掲げる条件によらなければならない。

- (1) 供試物は、最大の破損を受けるように落下試験台上に落下させること。
- (2) 供試物は、自由落下させ、落下距離は1.6 mであること。

6. 前項に掲げる特別の試験において、第3表の判定基準を満足した場合には、一般の試験を省略することができる。

〔第5条〕

2. 一般の試験及び特別の試験後におけるII型運搬容器の線量当量率、表面密度、漏洩率及び臨界性は、第3表に掲げる値以下のもの及び判定基準を満足するものを合格とする。

第3表 II型運搬容器の判定基準

項目		一般の試験	特別の試験
容器の線 量当量率	表面	2 mSv/h	—
	1 m	—	10 mSv/h
表面密度		0.4 ( $\alpha$ )、4 ( $\beta$ , $\gamma$ ) Bq/cm <sup>2</sup>	—
漏洩率及び量		$< 1 \times 10^{-6} A_2$ Bq/h *2	$< A_2$ Bq/週 *4
表面温度		85 °C *3	—
臨界性 *1		いかなる場合でも未臨界であること。	

\*1 核分裂性物質の運搬容器の場合。この評価は、信頼性のある計算手法又はデータにより示されていること。

\*2 温度が-13°C~38°Cである環境に放置した状態とする。

\*3 温度が38°Cである環境に6時間放置したときの日陰における値とする。

\*4 温度が-13°C~38°Cである環境に6時間放置した状態とする。  
ただし、クリプトン-85については100TBqとする。

第 3.1-1表 キ ャ ス ク の 要 件

No.	要 件	適用：○ 免除：×	備 考
通常輸送条件において			
1	各辺 1 0 cm以上	○	
2	構成部品が- 4 0℃～7 0℃で亀裂破損の恐れなし	○	
3	周囲圧力 2 5 kPa で漏洩の恐れなし	○	
4	表面線量当量率が 2 mSv/h 以下	○	
5	1 m線量当量率が 1 0 0 μSv/h以下	○	
6	表面汚染密度がα：0.4 Bq/cm <sup>2</sup> 、非α：4 Bq/cm <sup>2</sup> 以下	○	
一般の試験条件において			
7	漏洩が 1 0 <sup>-6</sup> A <sub>2</sub> /h 以下	○	
8	表面線量当量率の著しい増加がなく基準値以下	○	
9	日陰で表面温度 8 5℃以下	○	
10	表面汚染密度がα：0.4 Bq/cm <sup>2</sup> 、非α：4 Bq/cm <sup>2</sup> 以下	○	
特別の試験条件において			
11	1 m線量当量率が 1 0 mSv/h 以下	○	
12	漏洩が A <sub>2</sub> /week以下	○	
13	最低使用温度から 3 8℃の周囲温度で亀裂破損の恐れなし	○	
一般の試験条件			
1	環境試験（3 8℃の環境に 1 週間野外放置）	○	
2	水の吹き付け試験（毎時 5 0 mmの雨量相当）	○	
3	自由落下	緩和（特別の試験条件で評価）	
4	積み重ね試験（自重の 5 倍又は 1 6 3 kPa ×垂直投影面積）	×	
特別の試験条件			
1	9 m自由落下（又は 5 0 0 kgの鋼板の 9 m落下）	緩和	1.6 m落下とする。
2	1 mの高さからの貫通棒上への落下	×	
3	8 0 0℃× 3 0分の耐火試験	×	
4	1 5 m浸漬試験	×	



### 3.2 キャスク構造の検討

#### (1) 目的及び条件

本キャスクは、高レベルα固体廃棄物を主とし、動燃大洗の固体廃棄物処理技術開発施設（LEDF）と原研大洗の高レベルα固体貯蔵施設の間での所内運搬を主目的とする。

#### ① 収納物の仕様

- (a) 収納個数 2個  
 (b) 収納物形状及び種類

密封缶に封入したもの	S 缶 G 缶	φ 400 mm×470 mm L φ 330 mm×450 mm L
保護缶に封入したもの	FMF S缶 WDF S缶 MMF S 2缶 AGF S缶	φ 387 mm×407 mm L φ 385 mm×416 mm L φ 387 mm×413 mm L φ 348 mm×408.4 mm L

詳細については第 3.2.1-1 図から第 3.2.1-3 図に示す。

- (c) 最大重量 120kg 以下

#### (2) 構造

本キャスクの外観及び構造を第 3.2.1-4 図及び第 3.2.1-5 図に示す。  
 本キャスクは、キャスク本体、受皿及び受皿駆動機構、収納物昇降装置、シャッター駆動装置、吊具で構成されており、輸送時には受皿駆動機構、シャッター駆動装置を外し、密封蓋、緩衝体を取付け、運搬車両上へ固定した専用架台へ専用吊具を用いて定位置へ載せ、固縛出来る構造とする。

#### (3) 重量

① キャスク	最大	9,800 kg
(a) キャスク本体	最大	9,170 kg
(b) リフマ駆動装置	約	300 kg
(c) 上・下部緩衝体	約	330 kg
② 収納物（S缶2個）	約	240 kg
③ 吊具	約	290 kg
④ 輸送架台	約	1,400 kg
⑤ 輸送物総重量（①+②）	最大	10,000 kg
⑥ 吊上時総重量（①(a)+①(b)+②+③）	最大	10,000 kg
⑦ 輸送時総重量（①+②+④）	約	11,440 kg
⑧ シャッター駆動装置（補助しゃへい体付）	約	600 kg
⑨ 受皿駆動装置	約	150 kg

### 3.2.1 キャスク本体

#### (1) 主要仕様

##### (a) 収納部寸法

幅 : 460mm  
高さ : 790mm  
長さ : 930mm

##### (b) 使用材料

外装 : SUS304  
内装 : SUS304  
シャッター部外装 : SUS304  
しゃへい材 : Pb (充填率97%)

#### (2) 構造

キャスク本体の外観・構造を第 3.2.1-6 図に示す。

キャスク本体の形状については

- ① 内部に廃棄物缶を2個収納する。
- ② 各施設の吊上げ能力調査より吊具を含めた吊り上げ総重量を10<sup>t</sup>以下にする。

上記2点の制限があることにより、キャスクへ収納できる放射エネルギーをできる限り多くとり収納部のあきスペースを縮小させるため楕円形状とする。

キャスク本体の構造は、ステンレス鋼材 (JIS G 4305) を使用した内外装からなる溶接構造の縦型楕円形の容器に鉛材 (JIS H 2105) を鋳込み充填したものである。

本体下部は、幅 530mm、長さ 815mm、高さ 174mmのシャッターを備えている。シャッターは、ステンレス鋼で外装され、鉛を充填されている。シャッター上面高さは、受皿とスライドさせるためキャスク本体の収納部底面高さと同レベルとなっていることとする。

シャッターの駆動は、取り外し可能な駆動装置を用いることとしキャスク本体と取合のある組付穴を取付ボルトにて固定し、手動回転ハンドルにより、駆動ネジ軸によりシャッターをスライドさせる。又、駆動装置には、シャッター開状態の時に生じるしゃへい欠損を補う為の補助しゃへい体を取付けることとする。

キャスク本体の下に設ける各施設と取合うポート口の径と形状は、各施設のポート径 (表4.3-1)及び形状が異なっている為、全ての施設を本キャスクのみで取合うことは不可能である。従って、基準となる施設を決め、その基準となる施設のポート口にキャスク本体下部のポート形状を合わせ、その他施設との取合は各施設毎に専用アダプターを設計・製作し本キャスクと取合うこととする。

ポート口のいんろうの径については、収納物の最大径であるS缶の外径がφ400であることから、φ400以上の施設を選定。そして、その中よりキャスク本体の内寸法に最も近いφ510の径である高レベルα固体貯蔵施設とする。

### 3.2.2 受皿及び受皿駆動機構

#### (1) 主要仕様

##### (a) 取扱物

密封缶に封入したもの : S缶, G缶

保護缶に封入したもの : S缶

##### (b) 取扱重量

120kg 以下

##### (c) 使用材料

受皿 : SUS304

車輪 : SUS304

ネジ軸 : SUS304

取付治具 : SUS304

#### (2) 構造

受皿の外観・構造については第 3.2.1-7 図に示す。

受皿は、S缶とG缶を共用で使用する場合G缶はS缶より外径が小さいことから、G缶の運搬に使用する時は、キャスク内の受皿内でG缶が移動しないようにする必要があり、構造及び重量の点から、受皿底面に段付を設け、段付き部の外周をピンでガイドする方式で、位置決め及び輸送時の固定とする。

受皿駆動機構は、受皿の底面にローラを設け、キャスク本体の側面に貫通したボールネジ等により駆動する機構とする。このボールネジ等の駆動軸は、継ぎ足し方式として、キャスクの運搬時には取り外せる構造とする。

輸送時には、駆動機構を取り外すことにより受皿が移動しないようストッパーを設けることとする。

尚、本機構を運用する上で、キャスク本体のシャッターは受皿をスライドするたびに開閉することとする。それは、本キャスクの重量制限の為、収納部の容積を大きくすることが出来ないことから、受皿をサポートするレール等の機構を設けることが出来ない為である。

### 3.2.3 取納物昇降装置

#### (1) 主要仕様

##### (a) 吊上げ能力

吊上げ荷重 : 最大 230 kg (吊上げ物重量 最大120kg)

揚程 : 10m

速度 : 約5m/min

##### (b) 使用材料

巻上げドラム : SUS304

歯車類 : SUS304

軸・ブラケット : SUS304

カバー : SUS304

一般購入品 : メーカー標準品

#### (2) 構造

本装置は、巻上げドラム、歯車、ケーブル、手動ハンドル、電動機、位置指示機構、リミットスイッチ、リフティングマグネット等の部品で構成されているリフティングマグネット式の巻上げ装置である。

構造はキャスク本体の上部にケーブル用の貫通穴を設け、上部に巻上げドラム等の駆動装置を配置し、キャスク本体の取納部内にケーブルによって、吊下げられたリフティングマグネットを配置する。

駆動装置は、電動と手動の切替が行え、手動による操作を無理なく行えるようにする。巻上げドラムは、ケーブルが重なり合わないような移動式とし、ケーブルの位置は一定でドラム自身がそれに合わせ移動するものとする。

リフティングマグネットは、廃棄物缶の吸着及び切り離しが確認出来るようリミットスイッチ等を設け、輸送時や停電の時等も廃棄物缶を吸着しているものとする。

### 3.2.4 緩衝体

#### (1) 主要寸法

##### (a) 落下解析

本キャスクは周辺監視区域内のみに使用される為、動燃「核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領」及び原研「放射線物質等事業内運搬容器技術基準」に従い、落下解析を行う。その値が十分満足されていることとする。

##### (b) 使用材料

外装 : SUS304

緩衝材 : バルサ材及び相当品

##### (c) 使用バルサ材特性

比重 (含水率 12 %) : 0.176 (kg/cm<sup>3</sup>)

圧縮比例限荷重 : 100 (kg/cm<sup>2</sup>)

曲げ比例限荷重 : 120 (kg/cm<sup>2</sup>)

引張強度 : 210 (kg/cm<sup>2</sup>)

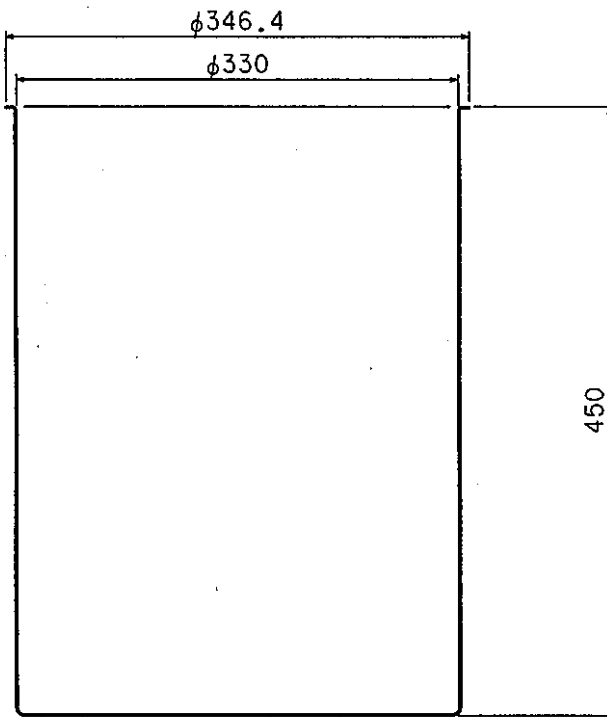
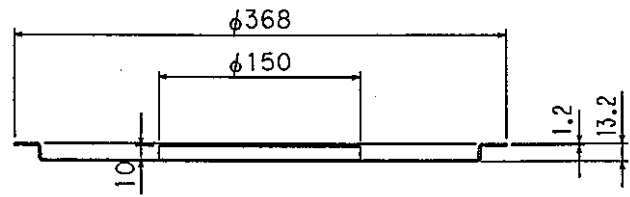
せん断強度 : 23 (kg/cm<sup>2</sup>)

#### (2) 構造

本緩衝体は、ステンレス鋼材 (JIS G 4305 SUS304) と使用した溶接構造による外装の中に緩衝材のバルサ材を重ね合わせたキャスク本体の同形の楕円形とする。

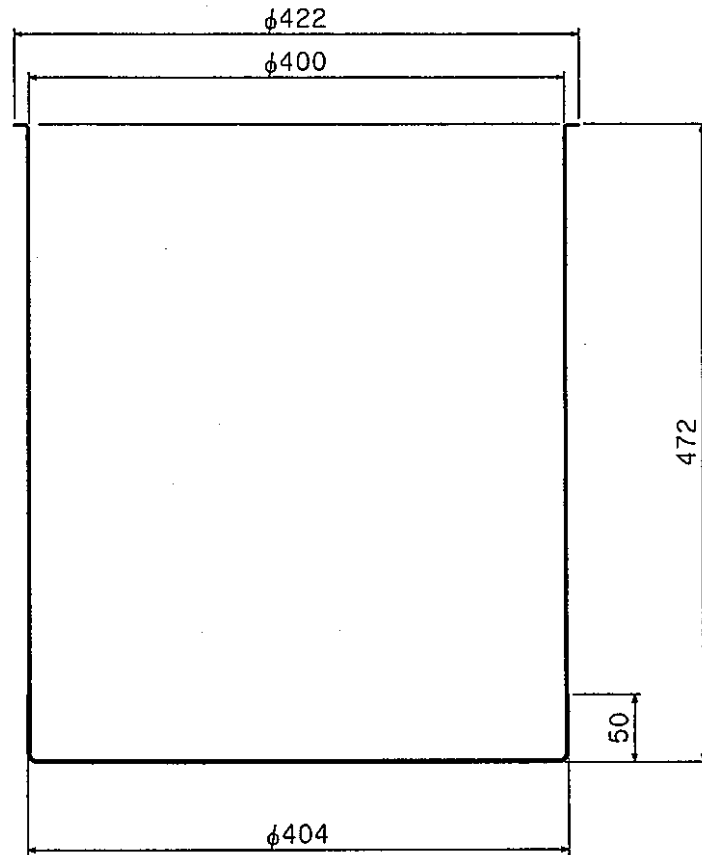
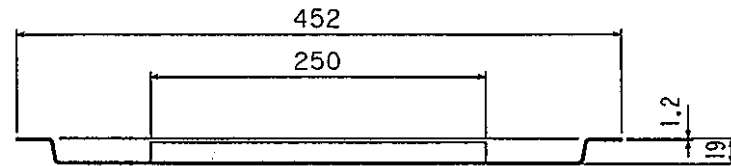
バルサ材の重ね合わせ方として、キャスク本体に取付時に木目方向が立ち目になるように重ね合わせるようにする。

耐衝撃性については、バルサ材が厚さ 200 mm で底面・上面に配置されている。又、横姿勢で落下した場合や緩衝体の固定を含め、側面に立ち上がりを 100 mm 設け、横姿勢での落下の衝撃や輸送時中の位置固定を行う等により、緩衝材の変形によって衝撃を吸収するようにし、直接キャスク本体等へ衝撃が加わらないようにする。



密封缶 (G缶用)

(重量: 8kg)

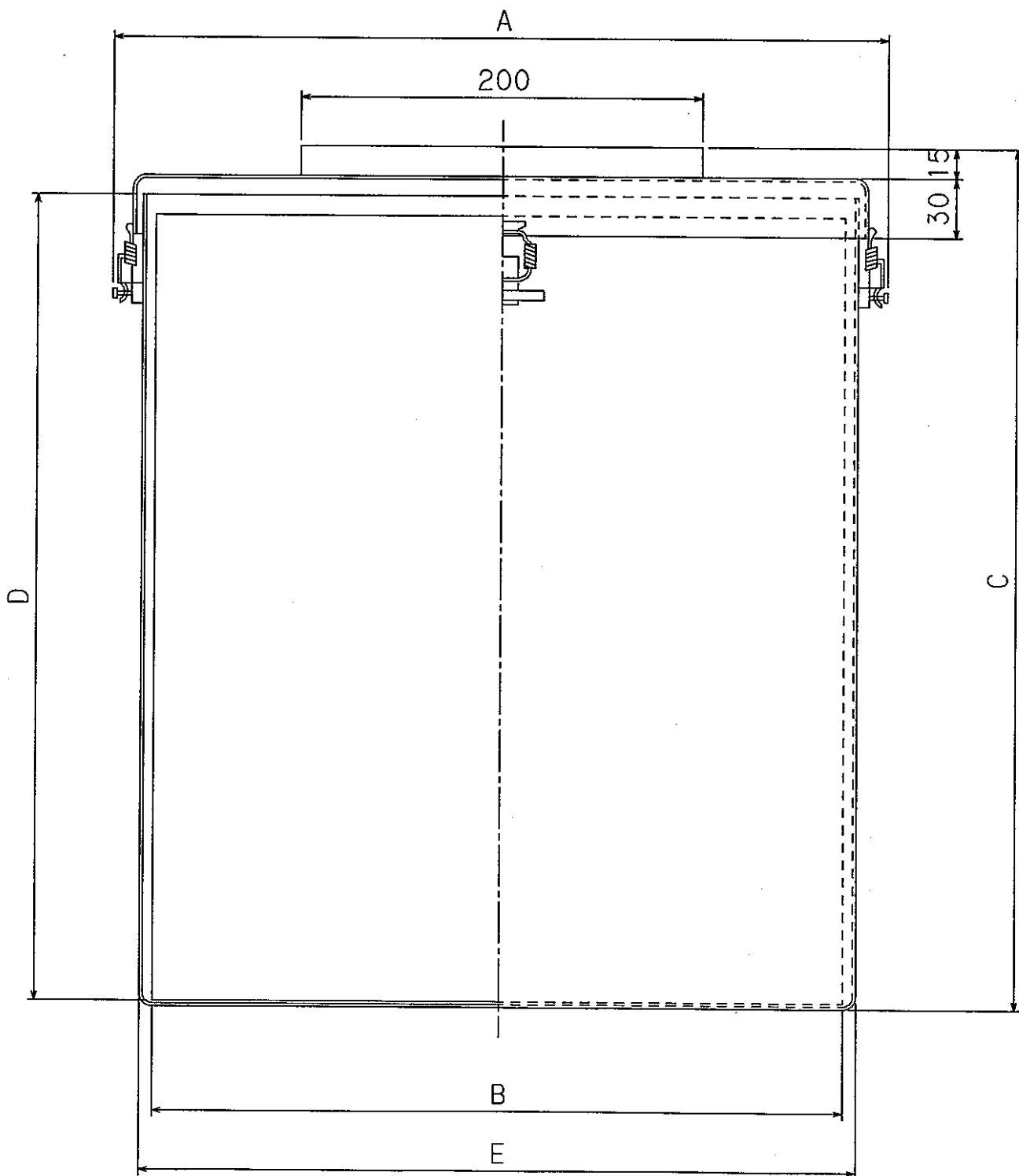


密封缶 (S缶用)

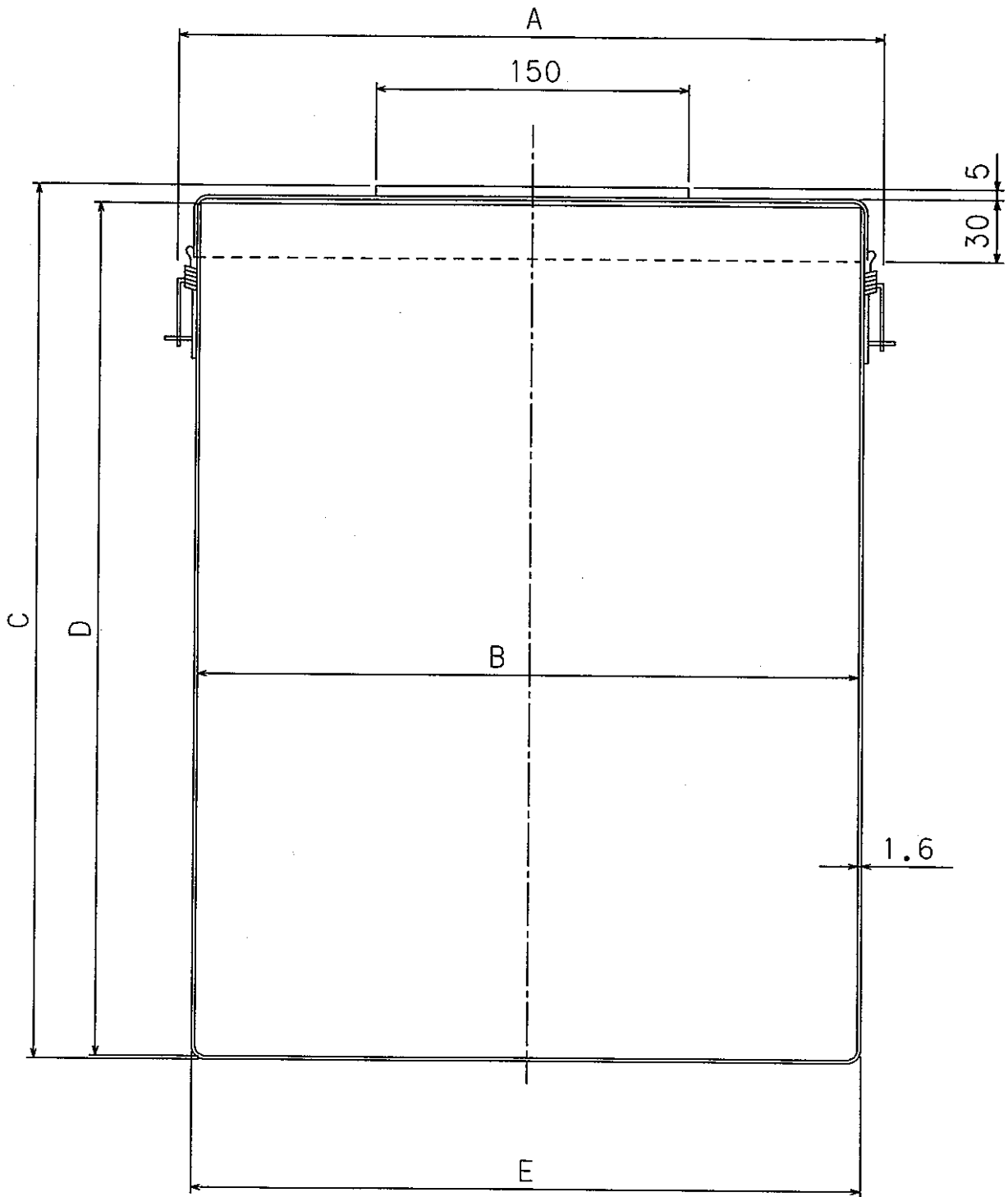
(重量: 15.5kg)

第3.2.1-1図 収納物

	A	B	C	D	E	重量(kg)
FMF S缶	387	344	435	407	357.2	18
WDF S缶	385	340	445	416	353.2	19.3
MMF S2缶	387	345	435	413	358.2	17.5
AGF S缶	348	315.8	423	408.4	319	9

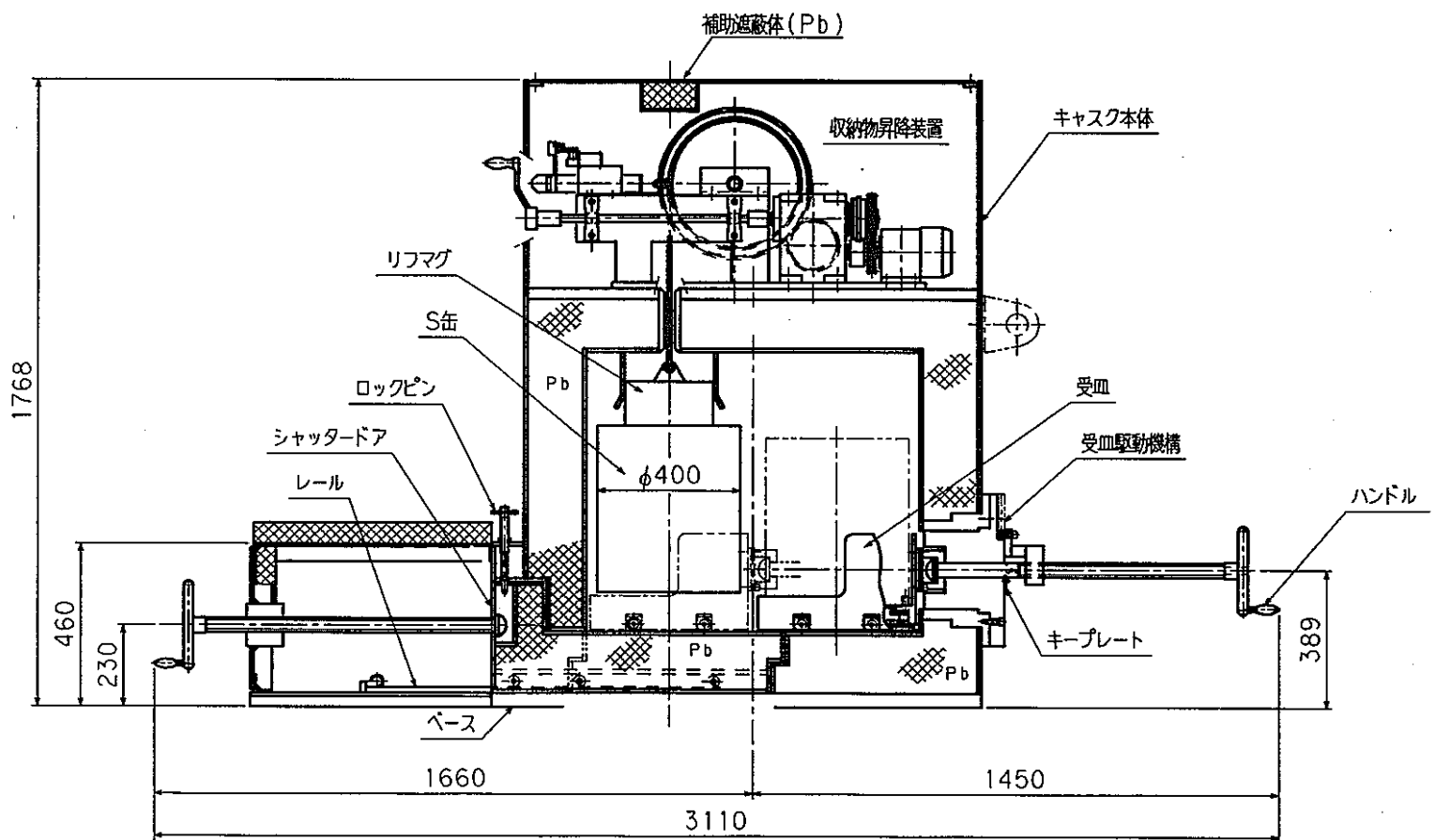
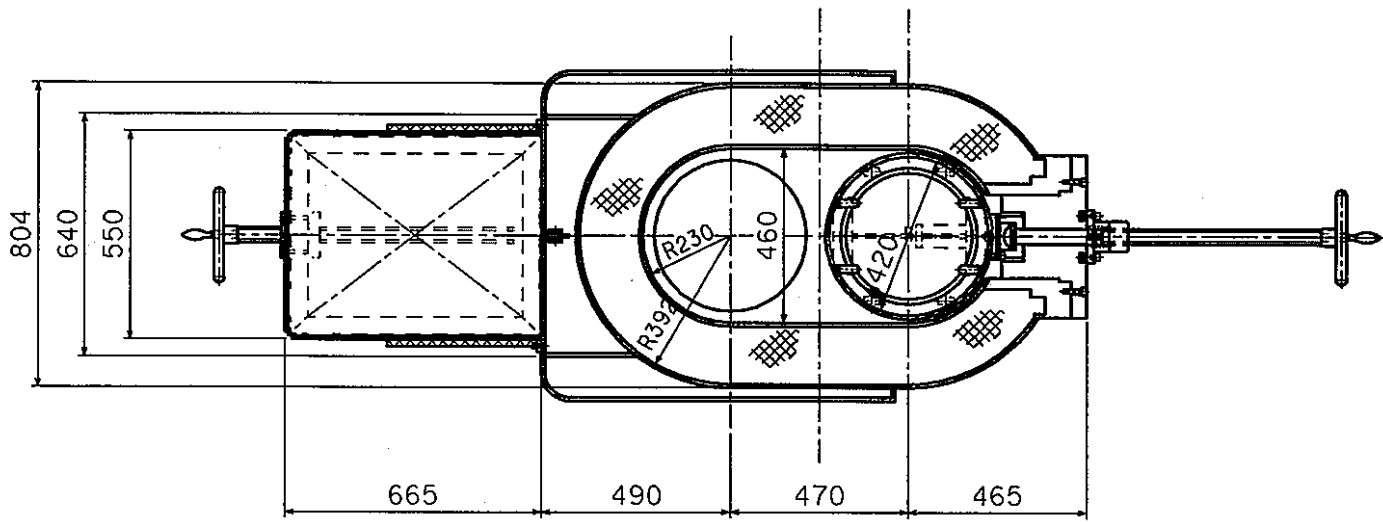


第3.2.1-2図 収納物

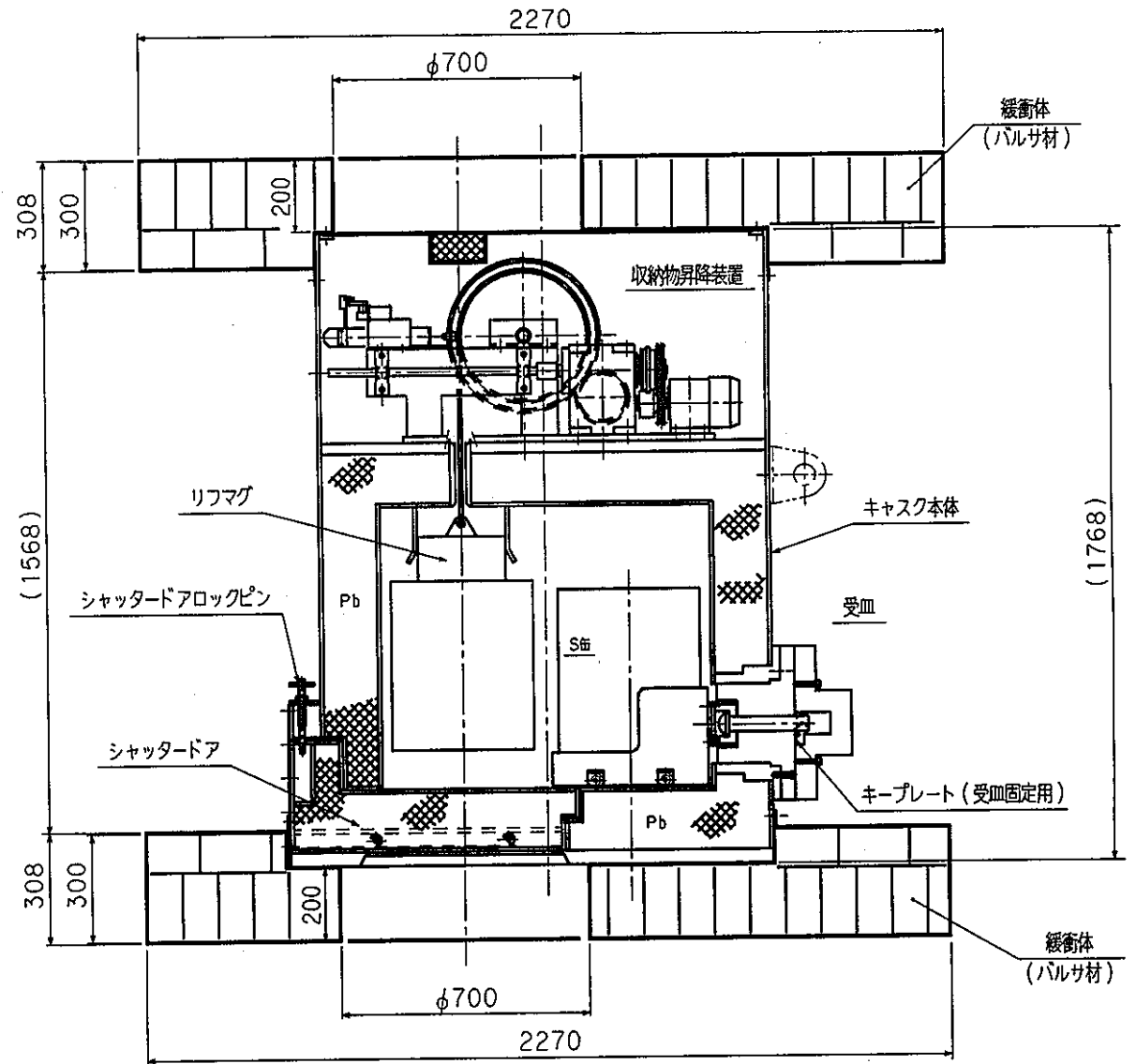
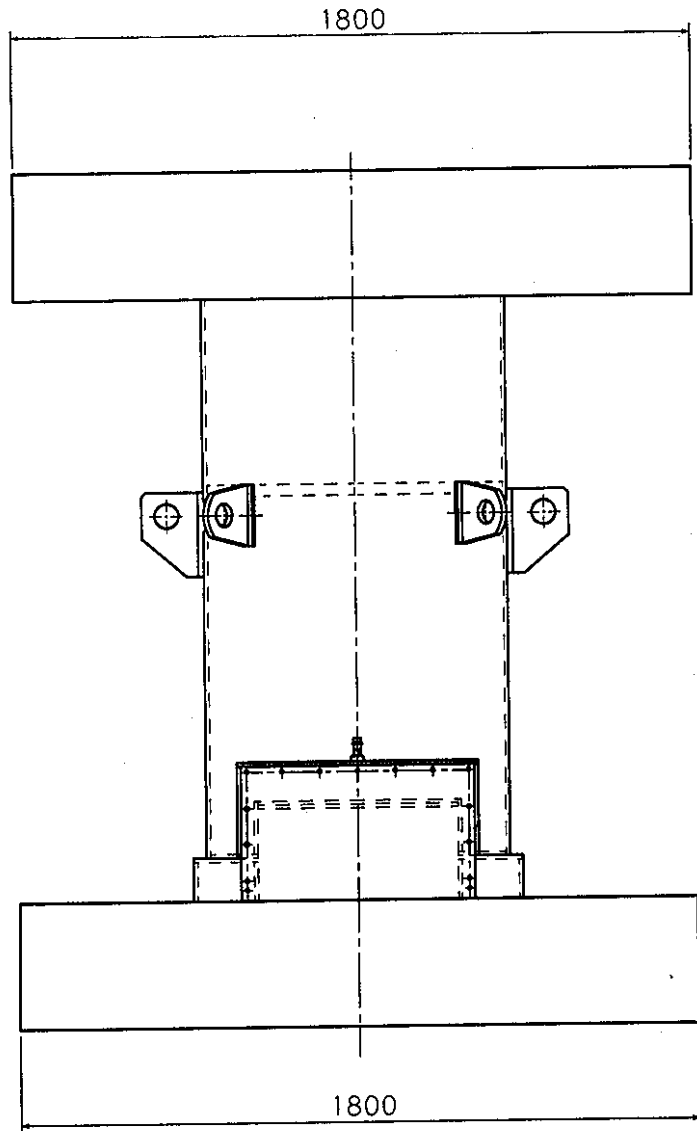


第3.2.1-3図 収納物 (AGF.S缶)

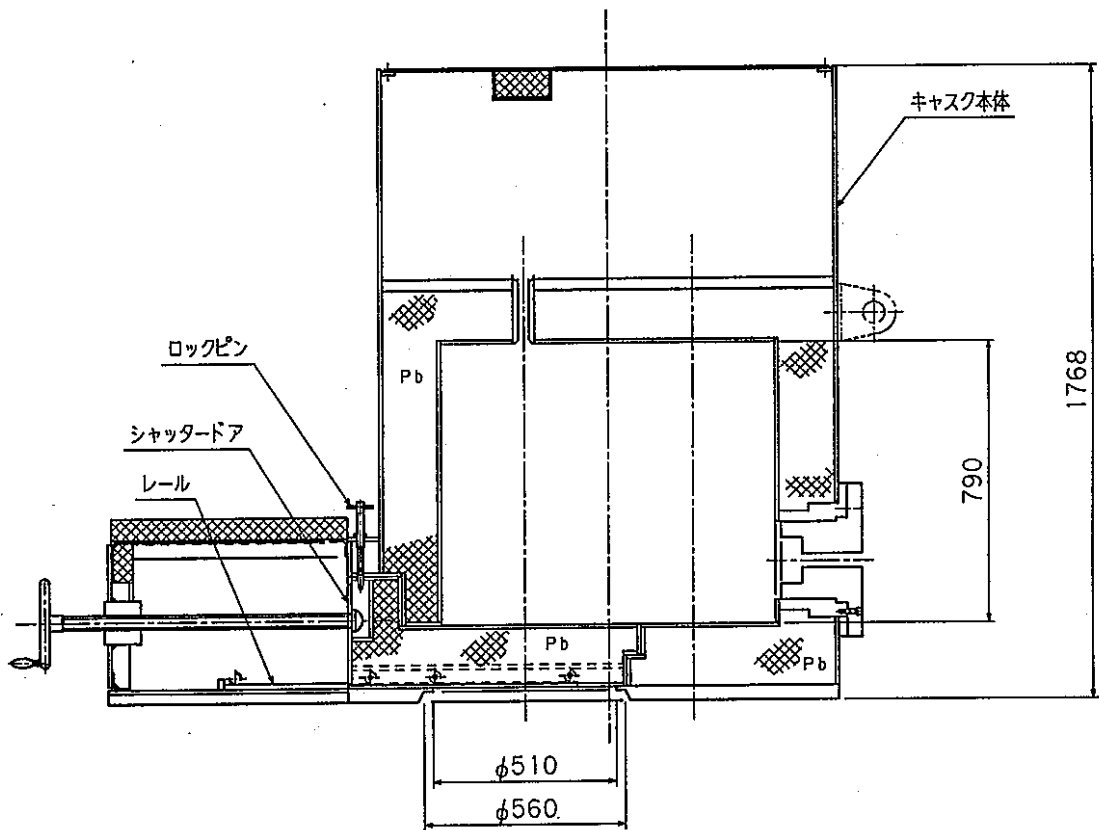
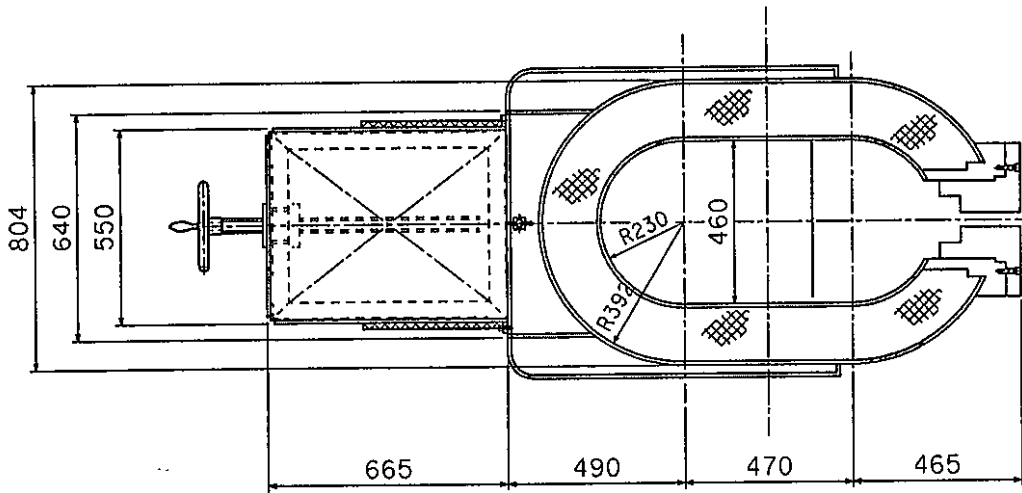




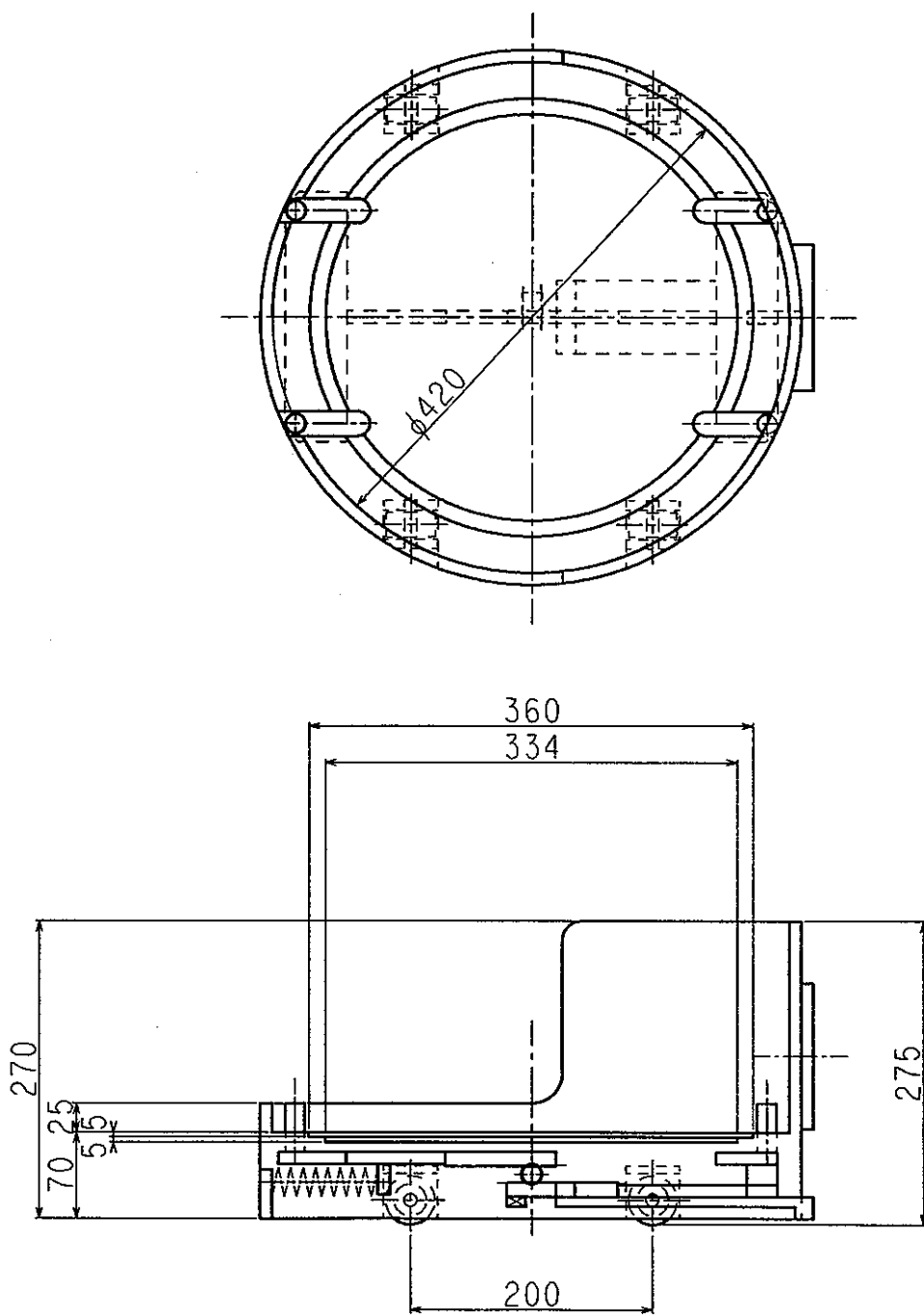
第3.2.1-4図 キャスク(収納物収納作業時)



第3.2.1-5図 キャスク(収納物輸送時)



第3,2.1-6図 キャスク本体



第3.2.1-7图 受皿

### 3.3 基本的安全解析

#### 3.3.1 1.6m 落下解析

本キャスクは、周辺監視区域内の運搬のみに使用されることから動燃事業団大洗工学センター「核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領」及び原研「放射性物質等事業内運搬容器技術基準」に従い、20 km/h 走行時の衝撃に相当する1.6 m からの高さから落下した場合について緩衝体が落下エネルギーを吸収した時の変形量を求め、その変形量が緩衝体の許容変形量以下であること。及びキャスク構造材の強度を確認する。

キャスクの落下方向は、次の3方向落下の状態を考慮する。

- (1) 垂直落下（キャスク底部、頭部からの落下）
- (2) 水平落下
- (3) コーナー落下（キャスク底部、頭部からの落下、落下点は  
キャスク重心を通る鉛直線上）

#### (1) 垂直落下

##### (1) キャスク底部からの落下

##### a. 緩衝体の変形量

1.6 m 落下エネルギーの吸収によって変形する緩衝体の厚さ  $t'$  は次式で表される。

$$t' = \frac{EK}{F} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$t'$  : 落下エネルギー吸収により変形する緩衝体厚

EK : 落下エネルギー

F : キャスクに働く衝撃力

$$EK = W \cdot H = 1,616,000 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$$

W : 輸送容器の総重量 = 10,100 (kg)

キャスク 9,800

収納物 240

---

合計 10,040

総重量は、10,100kg とする

H : 落下高さ = 1.6 (m) = 160 (cm)

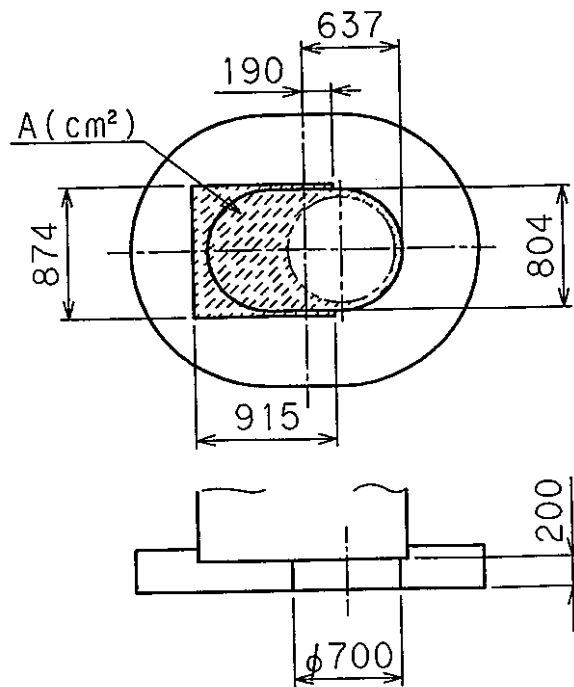
$$F = \sigma_r \cdot A = 713,600 \text{ (kg)}$$

※ 1

$\sigma_r$  : 緩衝体圧縮強さ = 100 (kg/cm<sup>2</sup>)

A : 緩衝体有効圧縮面積 = 7,136 (cm<sup>2</sup>)

※ 1 添付資料-1 : 参考文献を参照



第3, 3. 1-1 図 キャスク底部からの落下解析モデル

従って

$$t' = 2.27 \text{ (cm)}$$

となり、緩衝体の有効ストローク比  $\eta$  を

$$\eta = 0.800 \quad * 2$$

とすると、垂直落下時に必要な厚さ  $t$  は次のようになる。

$$t = \frac{t'}{\eta} = 2.84 \text{ (cm)}$$

緩衝体の厚さは  $T$  は

$$T = 20 \text{ (cm)}$$

であるから余裕率  $MF$  は

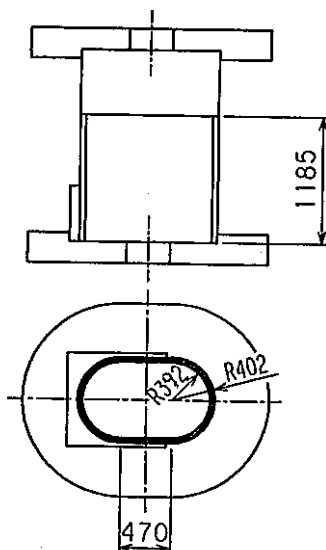
$$t = \frac{T}{MF} - 1 = 6.04$$

となり  $MF > 0$  であれば安全であるから落下エネルギーは全て吸収され、キャスクの健全性は保持される。また、キャスクに加わる衝撃加速度  $G$  は次式で求められる。

$$G = \frac{F}{W} = \frac{\sigma_s \cdot A}{W} = 70.66 \text{ (G)}$$

\* 2 添付資料-1 : 参考文献を参照

b. キャスク本体の強度



第3, 3. 1-2 図 キャスク本体の強度解析モデル

キャスクの垂直落下時、キャスク本体外筒にはその上部にある構造物（上部密封蓋、及び上部緩衝体）重量がGに相当した荷重として作用する。そこで上記荷重を外筒に対する座屈荷重として強度を解析する。

$$K = \frac{I}{A} \quad \text{※ 3} = 43.4 \text{ (cm)}$$

K : 最小回転半径

A : 断面積 = 343 (cm<sup>2</sup>)

I : 断面二次モーメント = 647932 (cm<sup>4</sup>)

$$\lambda = \frac{L}{K} \quad \text{※ 3} = 2.73$$

λ : 細長比

L : 外筒長さ = 118.5 (cm)

ここで、外筒の両端支持係数 m を

$$m = 4 \quad \text{※ 3}$$

とすると

$$90\sqrt{m} = 180$$

従って

$$\lambda < 90\sqrt{m}$$

となるので単純圧縮として解析する。

※ 3 添付資料-1 : 参考文献を参照

外筒に作用する圧縮荷重Pは

$$P = W \cdot G = 36036.6 \text{ (kg)}$$

W : 上部密封蓋 + 駆動装置  
(210 kg) (300 kg)

$$= 510 \text{ (kg)}$$

$$G = 70.66 \text{ (G)}$$

圧縮応力 $\sigma_P$ は

$$\sigma_P = \frac{P}{A} = 105 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

外筒材 (SUS304) の耐力 $\sigma_y$ は

$$\sigma_y = 2050 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

従って余裕率MFは

$$MF = \frac{\sigma_y}{\sigma_P} - 1 = 18.5$$

となり、充分安全である。



(ロ) キャスク頭部からの落下

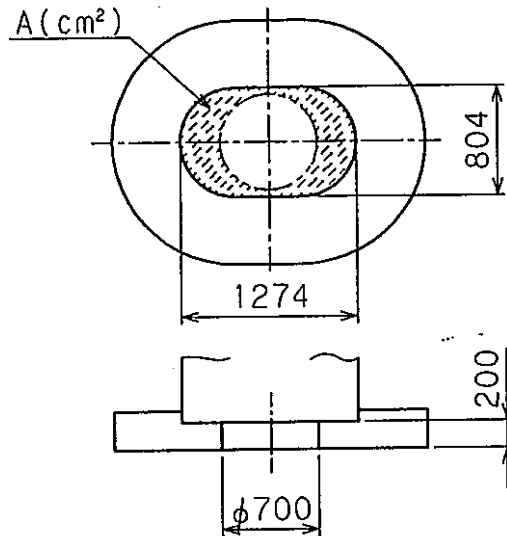
a. 緩衝体の変形量

(1)式において、キャスク容器に働く衝撃力Fは次式のようになる。

$$F = \sigma_f \cdot A$$

$$\sigma_f = 100 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$A = 5007 \text{ (cm}^2\text{)}$$



第3, 3. 1-3図 キャスク頭部から落下解析モデル

従って

$$F = 500700 \text{ (kg)}$$

よって

$$t' = \frac{EK}{F} = 3.23 \text{ (cm)}$$

$$EK = W \cdot H = 1,616,000 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$$

となり緩衝体の有効ストローク比 $\eta$ を

$$\eta = 0.800$$

とすると垂直落下時に必要な厚さ $t$ は次のようになる。

$$t = \frac{t'}{\eta} = 4.04 \text{ (cm)}$$

緩衝体の厚さ $T$ は

$$T = 20 \text{ (cm)}$$

であるから余裕率 $MF$ は

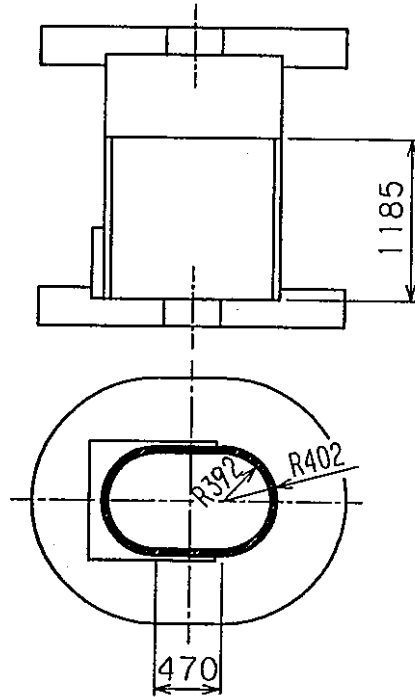
$$MF = \frac{T}{t} - 1 = 3.95$$

となり $MF > 0$ であれば安全であるから落下エネルギーは全て吸収され、キャスクの健全性は保持される。

また、キャスクに加わる衝撃加速度Gは次式で求められる。

$$G = \frac{F}{W} = \frac{\sigma_r \cdot A}{W} = 49.58 (G)$$

b. 駆動装置収納製缶部強度



第3, 3.1-4図 外筒部強度解析モデル

キャスクの垂直落下時、キャスク本体外筒部にはその上部にある構造物  
(キャスク全部) 重量がGに相当する荷重として作用する。

そこで上記荷重を座屈荷重として強度を解析する。

$$K = \sqrt{\frac{I}{A}} = 43.4 (cm)$$

K : 最小回転半径

A : 断面積 = 343 (cm<sup>2</sup>)

I : 断面二次モーメント

= 647932 (cm<sup>4</sup>)

$$\lambda = \frac{L}{K} = 2.73 \text{ (cm)}$$

$\lambda$  : 細長比

L : 外筒長さ = 118.5 (cm)

ここで外筒の両端支持係数  $m$  は

$$m = 4$$

とすると

$$90\sqrt{m} = 180$$

ここで

$$\lambda < 90\sqrt{m}$$

となるので単純圧縮として解析する。

製缶部に作用する圧縮荷重  $P$  は

$$P = W \cdot G = 500758 \text{ (kg)}$$

$$W = 10,100 \text{ (kg)}$$

$$G = 49.58 \text{ (G)}$$

圧縮応力  $\sigma_P$  は

$$\sigma_P = \frac{P}{A} = 1460 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

外筒材 (SUS304) の耐力  $\sigma_y$  は

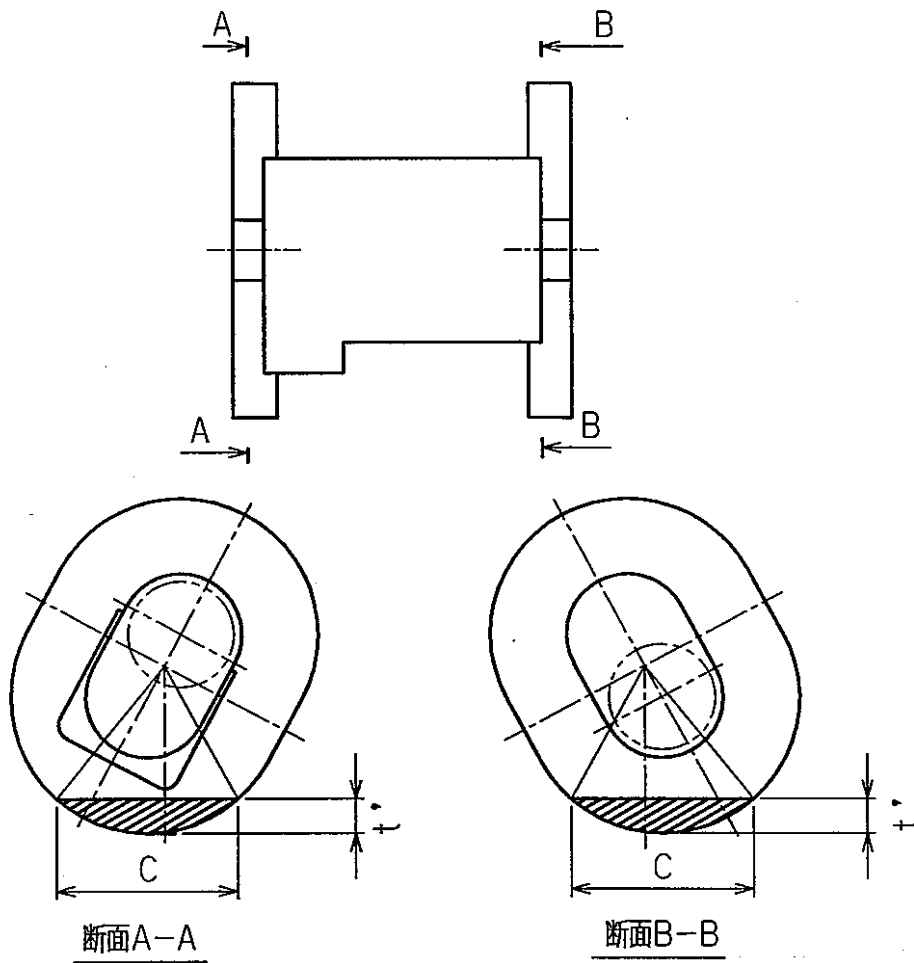
$$\sigma_y = 2050 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

従って余裕率  $MF$  は

$$MF = \frac{\sigma_y}{\sigma_P} - 1 = 0.40$$

となり充分安全である。

(2) 水平落下



第3, 3. 1-5 図 水平落下解析モデル

a. 緩衝体の変形量

水平落下の場合の解析第3, 3.1-5 図と仮定し、この場合の緩衝体の半径方向のつぶれによる吸収エネルギー  $E_a$  は次式のように表される。

$$E_a = L_a \cdot A \cdot \sigma_c$$

$L_a$  : キャスクと緩衝体接触部の軸方向長さ  
 $= 10.0 + 10.0 = 20.0$  (cm)

$A$  : つぶれ部分 (割円) の面積

$\sigma_c$  : 緩衝体圧縮強度 = 100 (kg/cm<sup>2</sup>)

また、吸収エネルギーは落下エネルギーに等しいから

$$E_a = W \cdot H = 1,616,000 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$$

従って

$$A = \frac{E_a}{L_a \cdot \sigma_r} = 800 \text{ (cm}^2\text{)}$$

ここでAと $\theta$ との関係は

$$A = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\theta - \sin \theta) \quad *4 \quad (\theta \text{ はラジアンで表す})$$

$$r = 90 \text{ (cm)}$$

$$\therefore \theta = 61.9^\circ$$

落下による緩衝体の半径方向の変形量 $t'$ は

$$t' = r \cdot \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right) = 12.9 \text{ (cm)}$$

となり、緩衝体の有効ストローク比 $\eta$ を

$$\eta = 0.800$$

とすると、水平落下時に必要な半径方向の厚さ $t$ は次のようになる。

$$t = \frac{t'}{\eta} = 16.2 \text{ (cm)}$$

$$C = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\theta}{2} = 92.6 \text{ (cm)}$$

緩衝体の厚さの少ない下部緩衝体の厚さ $T$ は

$$T = 24.3 \text{ (cm)}$$

であるから余裕率 $MF$ は

$$MF = \frac{T}{t} - 1 = 1.025$$

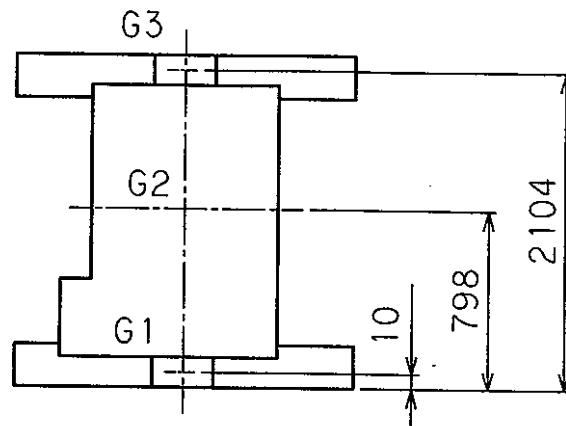
となり $MF > 0$ であるから充分安全であり落下エネルギーは全て吸収され、キャスクの健全性は保持される。

また、キャスクに加わる衝撃加速度 $G$ は次式のようになる。

$$G = \frac{F}{W} = \frac{C \cdot L_a \cdot \sigma_r}{W} = 18.52 \text{ (G)}$$

\*4 添付資料-1 : 参考文献を参照

- (3) コーナー落下  
 (4) キャスクの重心



第3, 3. 1-6図 キャスク重心解析モデル

$l$  : 重心高さ

$W$  : キャスク全重量

$l_1$  : 下部緩衝体重心高さ = 10 cm

$W_1$  : 下部緩衝体重量 = 165 kg

$l_2$  : キャスク重心高さ (収納缶含) = 79.8 cm

$W_2$  : キャスク重量 = 10,000 kg

$l_3$  : 上部緩衝体重心高さ = 210.4 cm

$W_3$  : 上部緩衝体重量 = 165 kg

$$l = \frac{l_1 \cdot W_1 + l_2 \cdot W_2 + l_3 \cdot W_3}{W} = 80.8 \text{ (cm)}$$

故にキャスクの重心位置は下端部から 80.8 cmの高さにある。

(ロ) キャスク底部からの落下

a. 緩衝体の変形量

コーナー落下時の緩衝体の吸収エネルギー  $E_a$  は、次式で表される。

解析モデルを第3.3.1-8 図に示す。

$$E_a = V_1 \cdot \sigma_f \quad \dots\dots\dots (2)$$

$E_a$  : 緩衝体の吸収エネルギー (kg・cm)

$V_1$  : 緩衝体の変形体積 (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_f$  : 緩衝体圧縮強度 = 100 (kg/cm<sup>2</sup>)

(2) 式より

$$V_1 = \frac{E_a}{\sigma_f} = \frac{W \cdot H}{\sigma_f} = 16,000 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$W$  : キャスク重量 = 10,000 (kg)

$H$  : 落下高さ = 160 (cm)

また、第3.3.1-7 図において緩衝体の変形部分 (ひずめ形) の体積  $V_2$  は、次式で表される。

$$V_2 = \frac{h_1}{3 \cdot b} \cdot a \cdot (3 \cdot r^2 - a^2) + 3 \cdot r^2 \cdot (b - r) \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \theta \quad \text{※ 5}$$

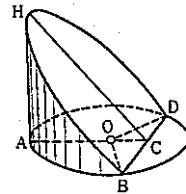
$$h_1 = A H$$

$$b = A C$$

$$a = B C = C D$$

$$\theta = \angle A O B$$

$$r = \text{緩衝体半径} = 90 \text{ (cm)}$$



第3.3.1-7 図 ひずめ形の体積

ここで

$$\frac{h_1}{b} = \tan \alpha \cong 1.33 \quad (\alpha = \angle A C H = 53.1)$$

$$a = r \cdot \sin \theta$$

$$b = r - r \cdot \cos \theta = r \cdot (1 - \cos \theta)$$

$$V_2 = \frac{h_1}{3 \cdot b} \cdot a \cdot (3 \cdot r^2 - a^2) + 3 \cdot r^2 \cdot (b - r) \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \theta$$

$$= 16,125 \text{ cm}^3$$

※ 5 添付資料-1 : 参考文献を参照

$V_1 = V_2$  が成立するから

代入法により  $\theta = \angle AOB = 38.7^\circ$

$$b = r \cdot (1 - \cos \theta) = 19.8 \text{ (cm)}$$

$$h_1 = b \cdot \tan \alpha = 26.4 \text{ (cm)}$$

$$h_2 = h_1 \cdot \cos \alpha = 15.9 \text{ (cm)}$$

$$h_3 = (H_2 - H_1) / \cos \alpha = 33.3 \text{ (cm)}$$

$$H_2 = 30 \text{ (cm)}$$

$$H_1 = 10 \text{ (cm)}$$

緩衝体の有効ストローク比  $\eta = 0.800$  とすると、必要緩衝体厚さ  $h$  は

$$h = \frac{h_2}{\eta} = 19.9 \text{ (cm)}$$

緩衝体厚さ  $h_3$  は

$$h_3 = 33.3 \text{ (cm)}$$

であるから、余裕率  $MF$  は

$$MF = \frac{h_3}{h} - 1 = 0.67$$

となり、 $MF > 0$  であるから充分安全であり落下エネルギーは全て吸収され、キャスクの健全性は保持される。

また、キャスクに加わる衝撃加速度  $G$  は次式で求められる。

$$G = \frac{F}{W} = \frac{\sigma_r \cdot A}{W} = 25.28 \text{ (G)}$$

$A$  : 楕円  $BHD$  の面積

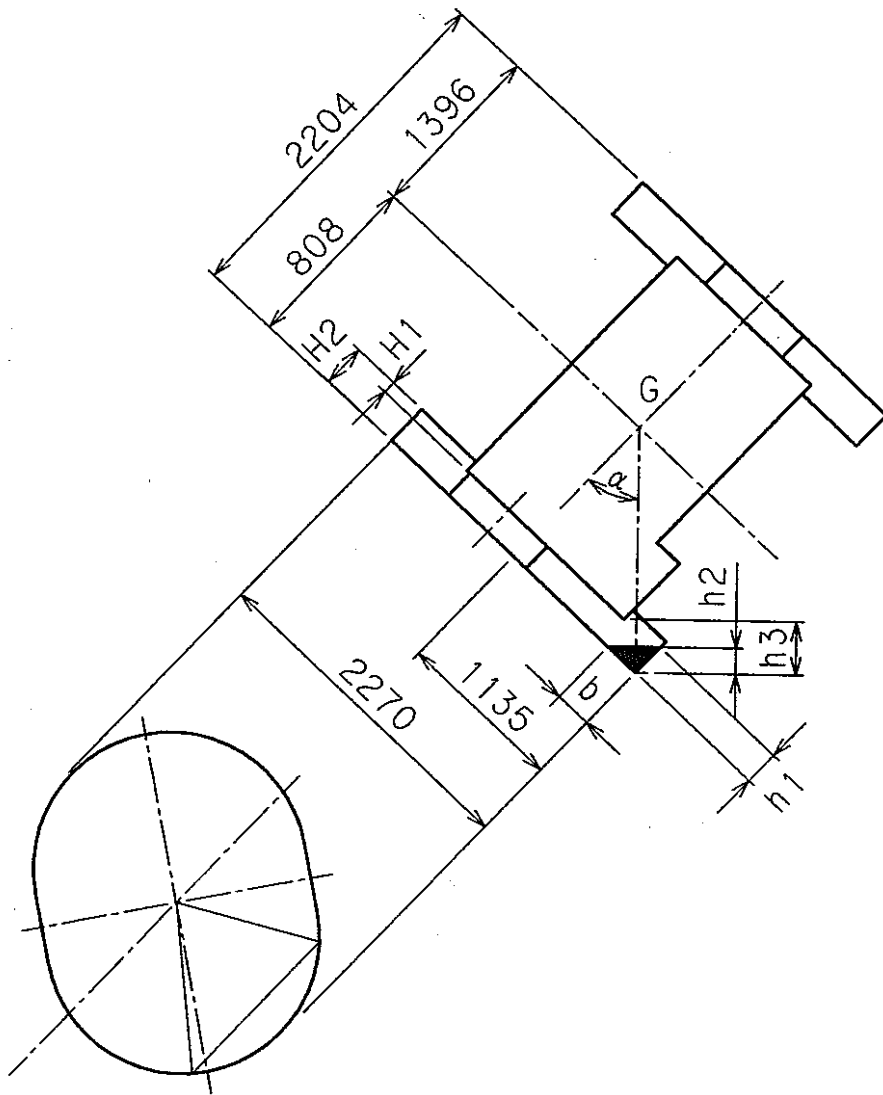
$$= \frac{a}{\cos \alpha} = 2528 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$a$  : 割円  $BAD$  の面積

$$a = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\theta' - \sin \theta') = 1518 \text{ (cm}^2\text{)}$$

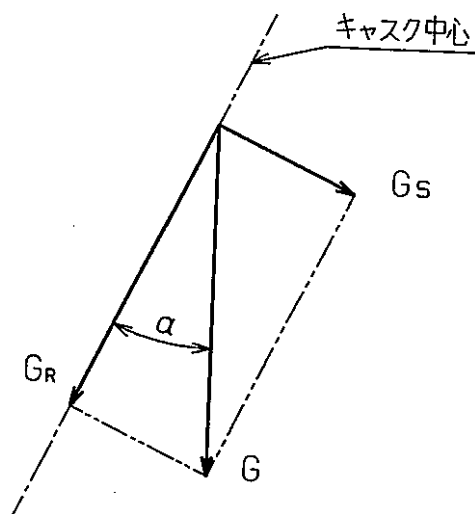
$$\theta' = 2 \cdot \theta = 77.4^\circ$$





第3, 3. 1-8図 コーナー落下解析モデル (A)

b. G 値の成分評価



第3, 3. 1-9図 G 値の成分評価解析モデル

本項に於けるG値をキャスク中心線方向と、同中心線と直角な方向の各成分に分けると、キャスク中心線方向のG値成分 $G_R$ は

$$G_R = G \cdot \cos \alpha = 15.18 (G)$$

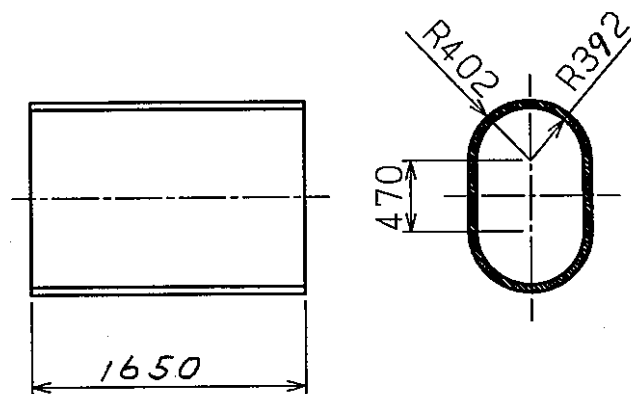
$$G : 25.28 (G)$$

$$\alpha : 53.1^\circ$$

また、キャスク中心線方向と直角な方向のG値成分 $G_S$ は

$$G_S = G \cdot \sin \alpha = 20.22 (G) \text{ となる。}$$

### C. キャスク本体曲げ強度



第3, 3. 1-10図 キャスク本体曲げ強度解析モデル

コーナー落下の際に発生する衝撃加速度G値のキャスク中心線と直角方向成分により、キャスク本体に生ずる最大曲げ応力 $\sigma_b$ は次式で表される。

$$\sigma_b = \sigma_{b1} + \sigma_{b2}$$

$$\sigma_{b1} = \frac{M_{1\max} \cdot G_s}{Z}$$

$$\sigma_{b2} = \frac{M_{2\max} \cdot G_s}{Z}$$

$\sigma_{b1}$  : キャスクの内、鉛部分の重量による最大曲げ応力

$\sigma_{b2}$  : キャスク本体の缶体自身の重量による最大曲げ応力

$M_{1\max} \cdot M_{2\max}$  : 各重量による最大曲げモーメント

$G_s$  : 衝撃加速度 = 20.22 (G)

Z : 断面係数

最大曲げモーメントは次式により求められる。

$$\begin{aligned} \text{※ 6} \\ M_{1\max} &= \frac{\omega_1 \ell^2}{8} = \frac{60.6 \times 165.0^2}{8} = 206229 \text{ (kgcm)} \end{aligned}$$

$$M_{2\max} = \frac{\omega_2 \ell^2}{8} = \frac{2.73 \times 165.0^2}{8} = 9291 \text{ (kgcm)}$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_1}{\ell} = 60.6 \text{ (kg/cm)}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_2}{\ell} = 2.73 \text{ (kg/cm)}$$

$$\omega_1 : \text{鉛部分重量} = 10,000 \text{ (kg)}$$

$$\omega_2 : \text{缶体自身重量} = 450 \text{ (kg)}$$

$$\ell : 165.0 \text{ (cm)}$$

断面係数  $Z$  は

$$Z = 8575 \text{ (cm}^3\text{)}$$

従って

$$\sigma_{b1} = 486.3 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{b2} = 22 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_b = \sigma_{b1} + \sigma_{b2} = 508.3 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

容器本体外筒缶体材 (SUS304) の耐力  $\sigma_y$  は

$$\sigma_y = 2050 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

従って余裕率  $MF$  は

$$MF = \frac{\sigma_y}{\sigma_b} - 1 = 3.03$$

となり、充分安全である。

※ 6 添付資料-1 : 参考文献を参照

(ロ) 容器頭部からの落下

a. 緩衝体の変形量

底部より落下した場合と同様に解析する。

$$\frac{h_1}{b} = \tan \alpha = 1.11 \quad (\alpha = 47.9^\circ)$$

$$r = 90 \text{ (cm)}$$

$$V_1 = 16,000 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{h_1 \cdot r^3}{3 \cdot b} \cdot \left( \sin \theta \cdot (3 - \sin^2 \theta - 3 \cdot \cos \theta \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \theta) \right) \\ &= 16123 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\theta = \angle AOB$$

$V_1 = V_2$  より

代入法により  $\theta = 40.2^\circ$

よって

$$b = r \cdot (1 - \cos \theta) = 21.3 \text{ (cm)}$$

$$h_1 = b \cdot \tan \alpha = 23.6 \text{ (cm)}$$

$$h_2 = h_1 \cdot \cos \alpha = 15.9 \text{ (cm)}$$

$$h_3 = (H_2 - H_1) / \cos \alpha = 29.8 \text{ (cm)}$$

$$H_2 = 30 \text{ (cm)}$$

$$H_1 = 10 \text{ (cm)}$$

緩衝体の有効ストローク比  $\eta = 0.800$  とすると、必要緩衝体厚さ  $h$  は

$$h = \frac{h_2}{\eta} = 19.9 \text{ (cm)}$$

緩衝体厚さ  $h_3$  は

$$h_3 = 29.8 \text{ (cm)}$$

であるから、余裕率  $MF$  は

$$MF = \frac{h_3}{h} - 1 = 0.49$$

となり、 $MF > 0$  であるから充分安全であり落下エネルギーは全て吸収され、キャスクの健全性は保持される。

また、キャスクに加わる衝撃加速度  $G$  は次式で求められる。

$$G = \frac{F}{W} = \frac{\sigma_r \cdot A}{W} = 40.76 \text{ (G)}$$

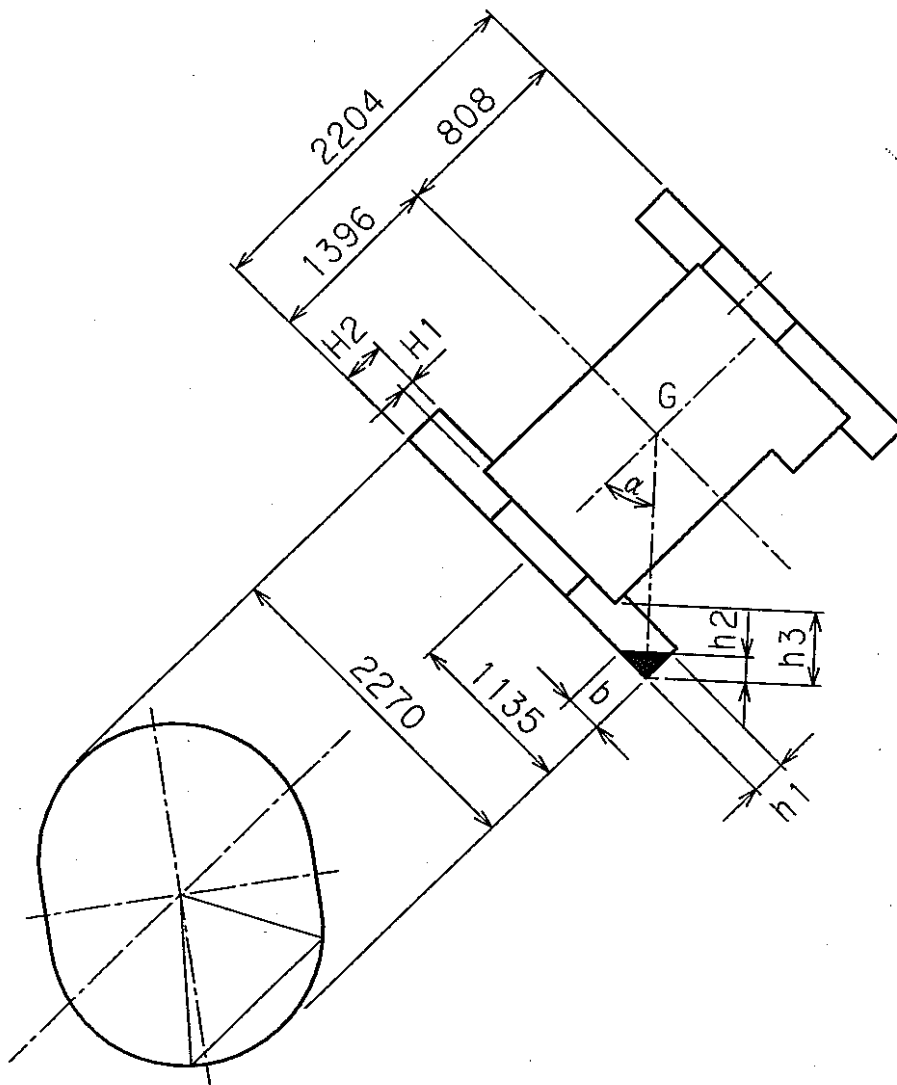
$A$  : 楕円  $BHD$  の面積

$$= \frac{a}{\cos \alpha} = 4076 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$a$  : 割円  $BAD$  の面積

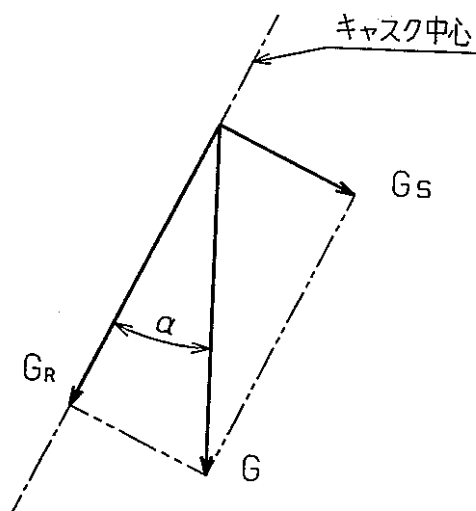
$$b = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\theta' - \sin \theta') = 2733 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\theta' = 2. \quad \theta = 95.8^\circ$$



第3, 3. 1-11 図 コーナー落下解析モデル (B)

b. G 値の成分評価



第3, 3. 1-12図 G 値の成分評価解析モデル

本項におけるG値をキャスク中心線方向と、同中心線と直角な方向の各成分に分けると、キャスク中心線方向のG値成分  $G_R$  は

$$G_R = G \cdot \cos \alpha = 27.4 \text{ (G)}$$

$$G = 40.76 \text{ (G)}$$

$$\alpha = 47.9$$

また、キャスク中心線方向と直角な方向のG値成分  $G_S$  は

$$G_S = G \cdot \sin \alpha = 30.3 \text{ (G)}$$

となる。



### 3.3.2 シャへい解析

#### (1) 輸送容器表面の線量当量率評価

輸送容器の構造検討を基に本輸送容器の表面に於ける線量当量率の評価及び収納缶に収納可能な放射エネルギーの検討を行なった。

シャへい計算のモデルとしては、第 3.3.2-1 図に示すように輸送容器の側部の鉛シャへい厚さを 152mm、上部及び下部鉛シャへい厚さをそれぞれ 139mm、153mm とし、鉛の充填率 97% を考慮したモデルとした。また、線源については、S 缶 1 個あたりの収納放射エネルギーが  $2.59 \times 10^{12} \sim 3.33 \times 10^{12} \text{Bq}$  [70 ~ 90Ci] (Co-60 換算：1.17 及び 1.33MeV のガンマ線を発生) の場合について計算を行うこととし、シャへい上最も厳しくなるように線源を配置 (第 3.3.2-1 図に示すように線源 A は輸送容器底部に接している状態、線源 B については受皿に乗っている状態) し、QAD-CGGP2 コードを使用して以下に示す各点での計算を行った。

線量当量率の計算位置は、第 3.3.2-1 図に示すように輸送容器の側部 (評価点：No.1~No.10) 及び上部 (評価点：No.11~No.16)、下部 (評価点：No.17~No.21) について、表面と表面から 1m の点における計算を行なった。

QAD-CGGP2 コードでは、離れた位置での線源を同時に取り扱えないため、S 缶 1 個が輸送容器の A の位置にある場合 (モデル A とする) と B の位置にある場合 (モデル B とする) について計算を行ない、各点に於ける線量当量率の合計を S 缶 2 個が輸送容器に収納された場合に於ける線量当量率とした。

本計算モデルによって行なった計算結果を第 3.3.2-1 表に示す。また、輸送容器の表面から 1 m の点において線量の最も高くなる位置を側部、上部及び下部についてそれぞれ第 3.3.2-2 図(1/3)、第 3.3.2-2 図(2/3)及び第 3.3.2-2 図(3/3)に示す。

これらの計算結果から、S 缶 2 個を本輸送容器に収納した場合、輸送容器の表面から 1 m での側部、上部、下部の各点において、最も線量当量率が高くなるのは下部表面から 1 m の点の位置で計算点 No.20 であることが明らかとなった。

以上の結果から、本輸送容器で表面から1mの位置での線量当量率が100  $\mu$  Sv/hr以下の条件を満足するためには、第3.3.2-2図(3/3)底部表面から1mの点に於ける線量当量率に示すように、S缶1個の収納放射エネルギーは約76Ci以下であることが必要である。

## (2)受皿駆動軸部のしゃへい評価

受皿駆動軸部については、構造上駆動軸と駆動軸が挿入される穴との隙間が生ずるためガンマ線のストリーミングを考慮する必要がある。本解析では受皿駆動機構部及び駆動軸にSUS304の材質を使用し、線源としては(1)の項で計算を行なった結果得られたS缶1個の最大収納可能放射エネルギー約 $2.81 \times 10^{12}$ Bq [76Ci] を収納した場合の受皿駆動軸部付近での線量当量率について、輸送時及び取扱時についてそれぞれ検討を行なった。

### (a)輸送時のしゃへい評価

輸送時の解析に用いたモデルを図3.3.2-3に示す。輸送時は受皿駆動軸部にカバーを付けて輸送するので、このカバー(SUS304)を付けた状態のモデルとした。受皿駆動軸外径は $\Phi 40$ mm軸穴径は $\Phi 41$ mmである。本解析では、線源の位置に対して受皿駆動軸部は線源B(S缶1個)側の位置にあり、線源が輸送容器のAの位置にある場合とBの位置にある場合とで各々の計算を行ないその合計を、受皿駆動軸部付近の線量当量率として計算を行なった。計算位置については第3.3.2-3図に示すように受皿駆動軸を中心として受皿駆動軸部表面及び表面から1mとし計算を行なった。計算の結果を第3.3.2-2表に示し、受皿駆動軸部付近(受皿駆動軸を中心とし)の表面及び表面から1mの点に置ける線量当量率の分布をそれぞれ第3.3.2-4図(1/2)及び第3.3.2-4図(2/2)に示す。

これらの計算結果から、受皿駆動軸部の表面の線量当量率を下げるための補助しゃへい体(カバー)が必要であり、計画したカバー(SUS304)の厚さで、受皿駆動軸部のカバー表面で約1000  $\mu$  Sv/hr程度に抑えられることがわかった。

## (b)取扱時のしゃへい評価

取扱時の解析に用いたモデルを第3.3.2-5図に示す。本解析では、取扱時に線源となるS缶1個が第3.3.2-5図に示すように受皿駆動装置により図の位置まで移動した時に、受皿駆動軸のねじが受皿駆動軸受の穴にすべて入り込むこととなり、穴径とねじの山及び谷の径の寸法差によりギャップが生じるため、ガンマ線がストリーミングにより漏出る可能性が最も高くなる。本モデルでは、第3.3.2-5図に示すように、軸ねじの谷径 $\Phi 35\text{mm}$ と駆動軸受の穴径 $\Phi 41\text{mm}$ との差を隙間としモデル化を行なった。また、第3.3.2-5図に示すようにストリーミングを防ぐため、回転ハンドル及び軸を取り囲むように鉛の補助しゃへい体（厚さ $50\text{mm}\sim 5\text{mm}$ ）を置き、取扱時のガンマ線による線量当量率を低くするための機構を設け、どの程度の厚さの補助しゃへい体を設ければ良いか検討を行なった。補助しゃへい体の鉛の厚さを3種類とし、第3.3.2-5図に示すように厚さを変えて受皿駆動軸部からのストリーミングが問題となる軸方向の補助しゃへい体表面の線量当量率の計算を行なった。これらの計算結果を第3.3.2-3表及び第3.3.2-6図に示す。

これらの計算結果から、ストリーミングによるガンマ線の漏れを防ぐための補助しゃへい体を設けることにより、取扱時の線量当量率を下げることが可能であり、この補助しゃへい体の厚さは鉛で $5\text{mm}$ 程度あれば良いことがわかった。本計算結果を基にして鉛しゃへい厚さと等価な材質の厚さを持つ補助しゃへい体（鉄で約 $10\text{mm}$ ）の概念図を第3.3.2-7図に示す。

### (3) 運搬可能な S 缶及び G 缶の比率の評価

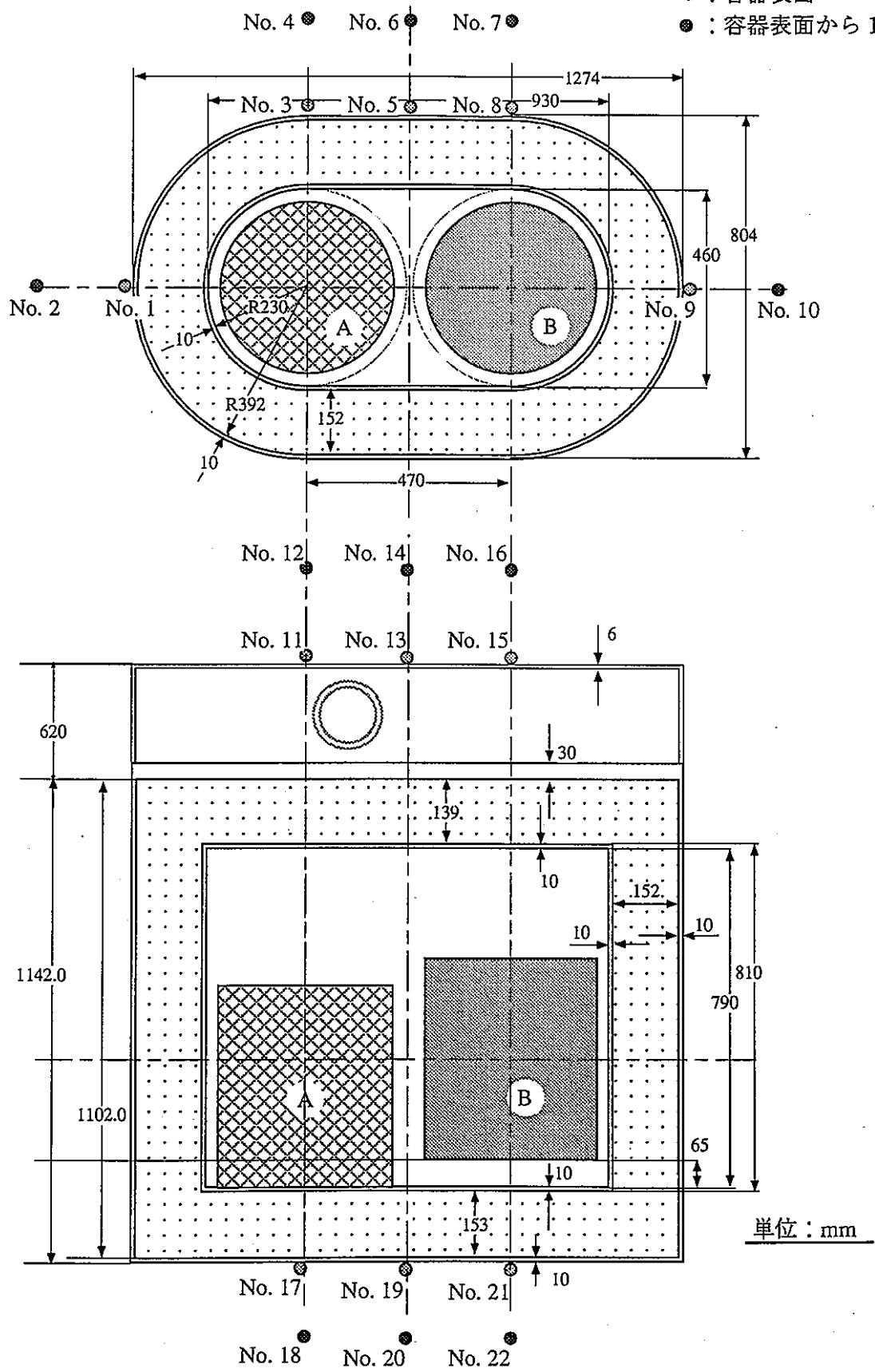
前記の計算結果から、線量当量率の最も高くなる下部表面から 1m の点に於ける線量当量率を  $100 \mu \text{ Sv/hr}$  以下とすると、S 缶 1 個に収納可能な放射能量は約  $2.81 \times 10^{13} \text{ Bq}$  [76Ci] 以下とする必要がある。

従って、LEDF 処理対象となる S 缶の発生済個数から運搬可能な S 缶の比率を評価すると、第 3.3.2-8 図に示すように、 $1.97 \times 10^{13} \text{ Bq}$  [53.3Ci] 以下の S 缶の発生済個数が 85.8% であるため、前回の設計調査時と同様に全 S 缶の発生済個数に対して 85.8% の S 缶が本キャスクで運搬可能となる。

また、G 缶についても同様に第 3.3.2-9 図に示すように、 $1.87 \times 10^{13} \text{ Bq}$  [50.6Ci] 以下の G 缶の発生済個数が全体の発生済個数の 99.8% であるため、本キャスクで運搬可能な G 缶は、LEDF 処理対象 G 缶の発生済個数全体の 99.8% となる。

線量当量率計算位置

- : 容器表面
- : 容器表面から 1 m



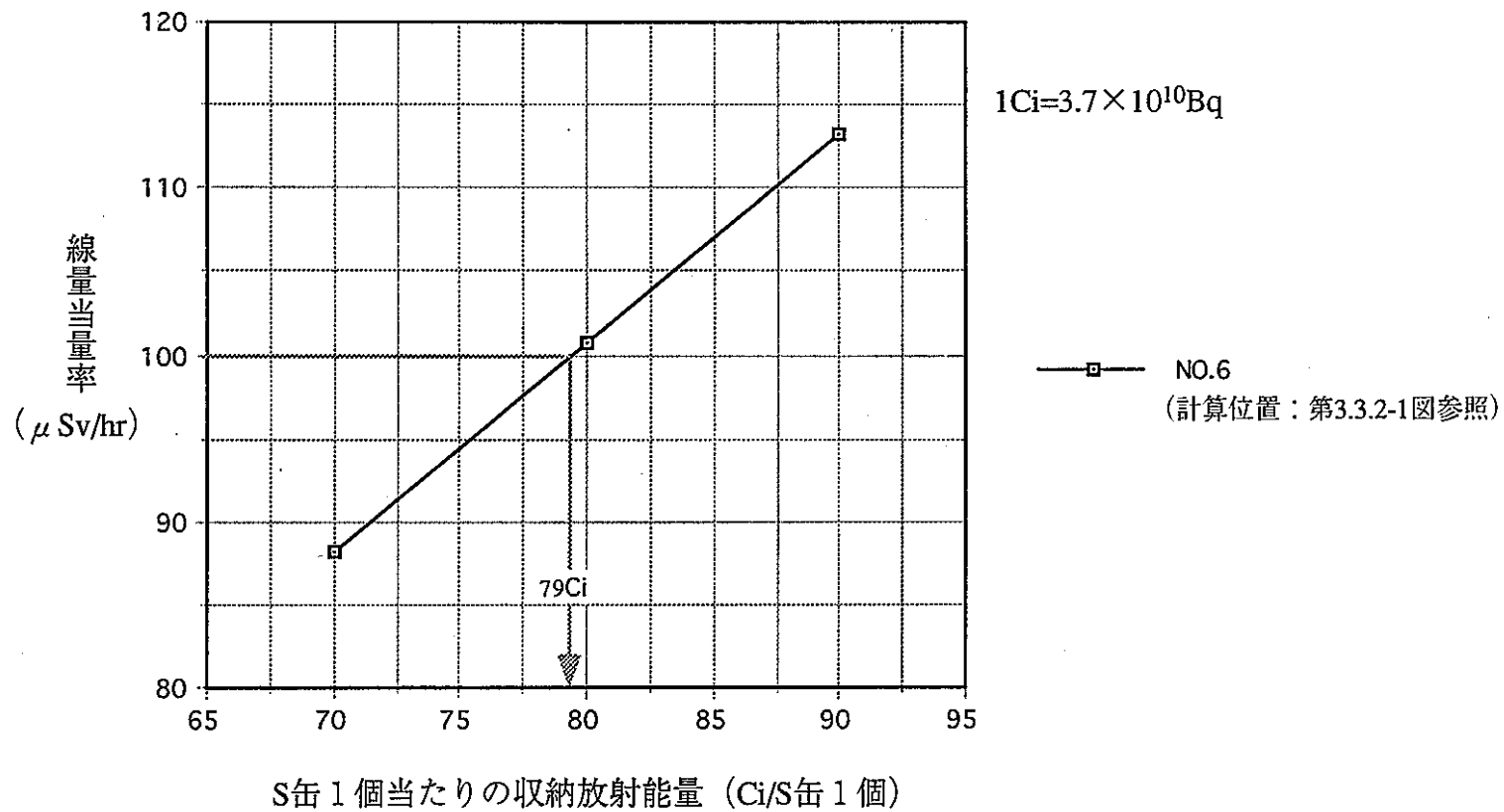
第3.3.2-1図 線量当量率計算モデル

(S缶Aを線源とした場合をモデルA：S缶Bを線源とした場合をモデルB)

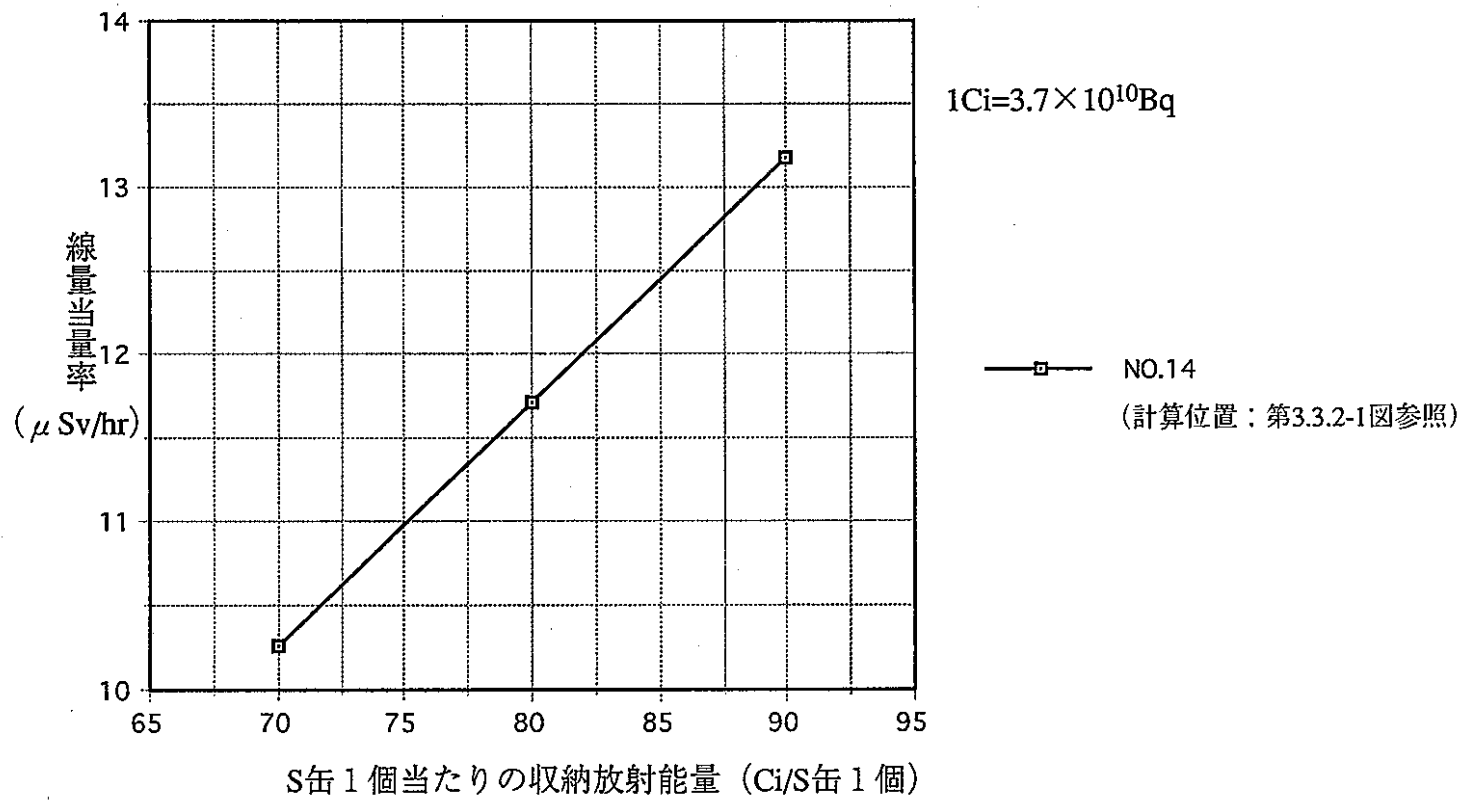
第3.3.2-1表 高レベルα 固体廃棄物輸送容器しゃへい計算結果

(単位: μSv/hr)

	detector No	S-缶1個 259×10 <sup>12</sup> Bq (70Ci) を2缶収納				S-缶1個 296×10 <sup>12</sup> Bq (80Ci) を2缶収納				S-缶1個 333×10 <sup>12</sup> Bq (90Ci) を2缶収納			
		モデルA	モデルB	表面	表面から1m	モデルA	モデルB	表面	表面から1m	モデルA	モデルB	表面	表面から1m
側部	1	128.00	284.00	412.00	—	146.30	324.60	470.90	—	164.50	365.10	529.60	—
	2	25.77	37.15	—	62.92	29.45	42.46	—	71.91	33.13	47.77	—	80.90
	3	6.87	313.30	320.17	—	7.85	358.00	365.85	—	8.83	402.80	411.63	—
	4	30.17	47.14	—	77.31	34.48	53.87	—	88.35	38.79	60.61	—	99.40
	5	119.30	115.30	234.60	—	136.30	131.80	268.10	—	153.40	148.30	301.70	—
	6	44.31	43.82	—	88.13	50.64	50.08	—	100.72	56.97	56.34	—	113.31
	7	322.40	6.62	329.02	—	368.40	7.57	375.97	—	414.50	8.51	423.01	—
	8	47.68	29.85	—	77.53	54.49	34.12	—	88.61	61.30	38.38	—	99.68
	9	292.20	124.90	417.10	—	334.00	142.80	476.80	—	375.70	160.60	536.30	—
	10	37.58	25.60	—	63.18	42.95	29.25	—	72.20	48.32	32.91	—	81.23
上部	11	26.14	51.31	77.45	—	29.88	58.64	88.52	—	33.61	65.97	99.58	—
	12	4.28	5.33	—	9.61	4.89	6.09	—	10.98	5.50	6.85	—	12.35
	13	46.31	42.82	89.13	—	52.93	48.94	101.87	—	59.54	55.06	114.60	—
	14	5.26	4.99	—	10.25	6.01	5.70	—	11.71	6.76	6.41	—	13.17
	15	56.51	25.42	81.93	—	64.58	29.06	93.64	—	72.66	32.69	105.35	—
	16	5.64	4.10	—	9.74	6.44	4.69	—	11.13	7.25	5.28	—	12.52
下部	17	12.38	383.30	395.68	—	14.15	438.10	452.25	—	15.92	492.80	508.72	—
	18	29.17	56.01	—	85.18	33.34	64.01	—	97.35	37.51	72.01	—	109.52
	19	138.60	140.50	279.10	—	158.40	160.60	319.00	—	178.30	180.60	358.90	—
	20	44.40	47.83	—	92.23	50.75	54.67	—	105.42	57.09	61.50	—	118.59
	21	336.50	8.74	345.24	—	384.60	9.99	394.59	—	432.70	11.24	443.94	—
	22	51.31	30.28	—	81.59	58.64	34.61	—	93.25	65.97	38.93	—	104.90

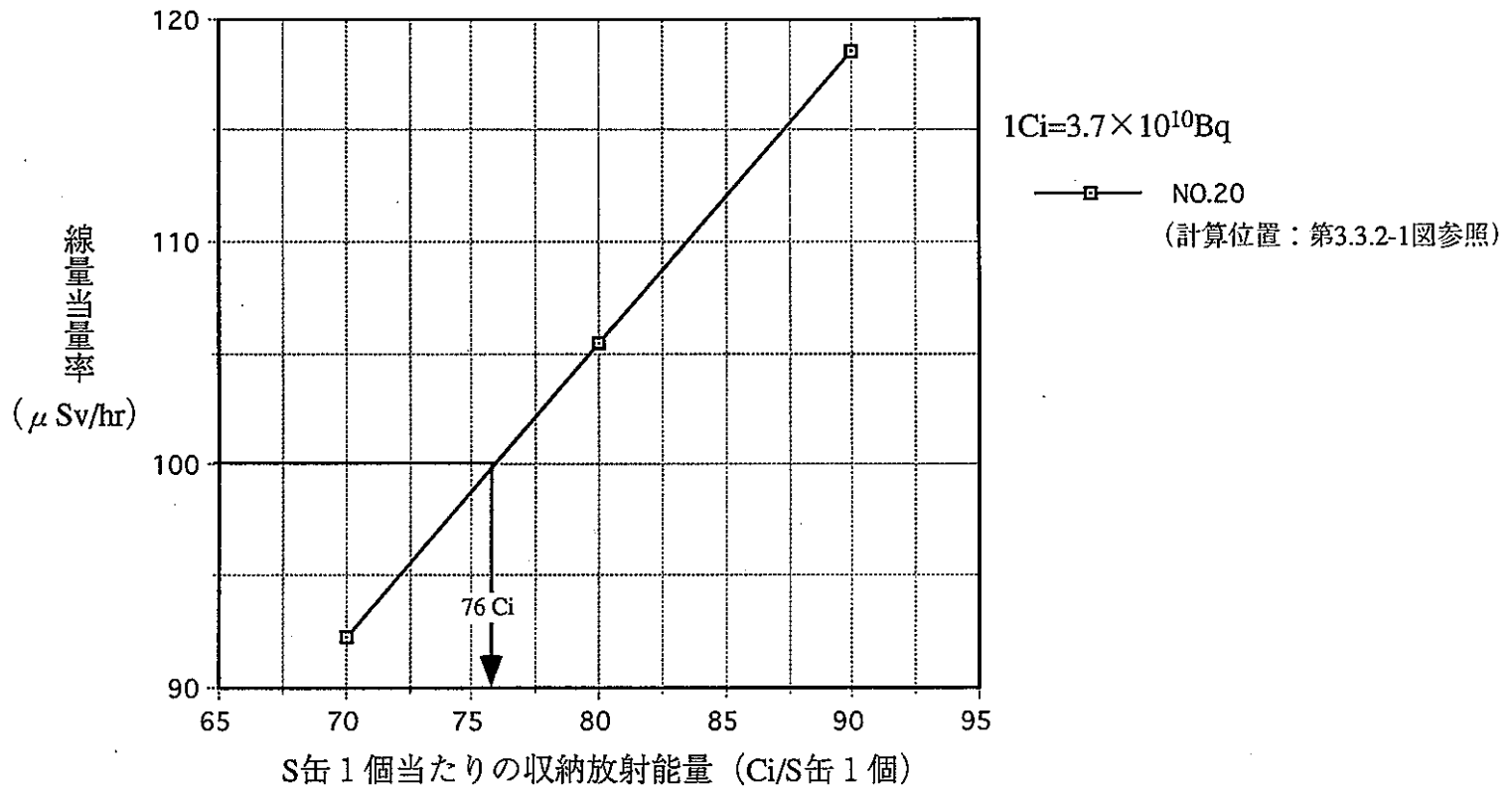


第3.3.2-2図 高レベルα固体廃棄物キャスクの線量当量率 (1/3)  
(キャスクにS缶2を収納した場合: 側部表面から1m)

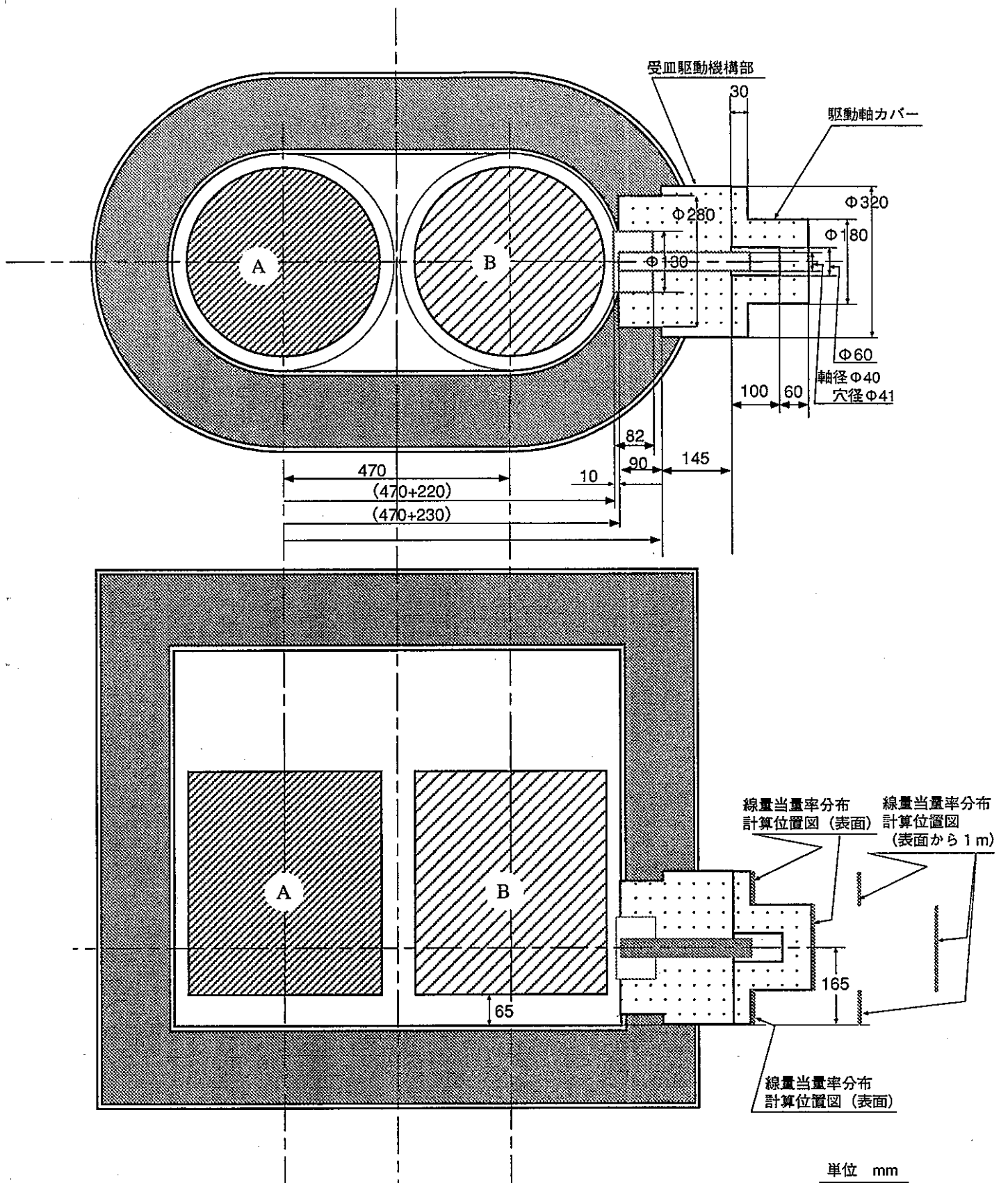


第3.3.2-2図 高レベルα固体廃棄物キャスクの線量当量率 (2/3)  
(キャスクにS缶2を収納した場合：上部表面から1m)





第3.3.2-2図 高レベルα固体廃棄物キャスクの線量当量率 (3/3)  
(キャスクにS缶2を収納した場合：下部表面から1m)

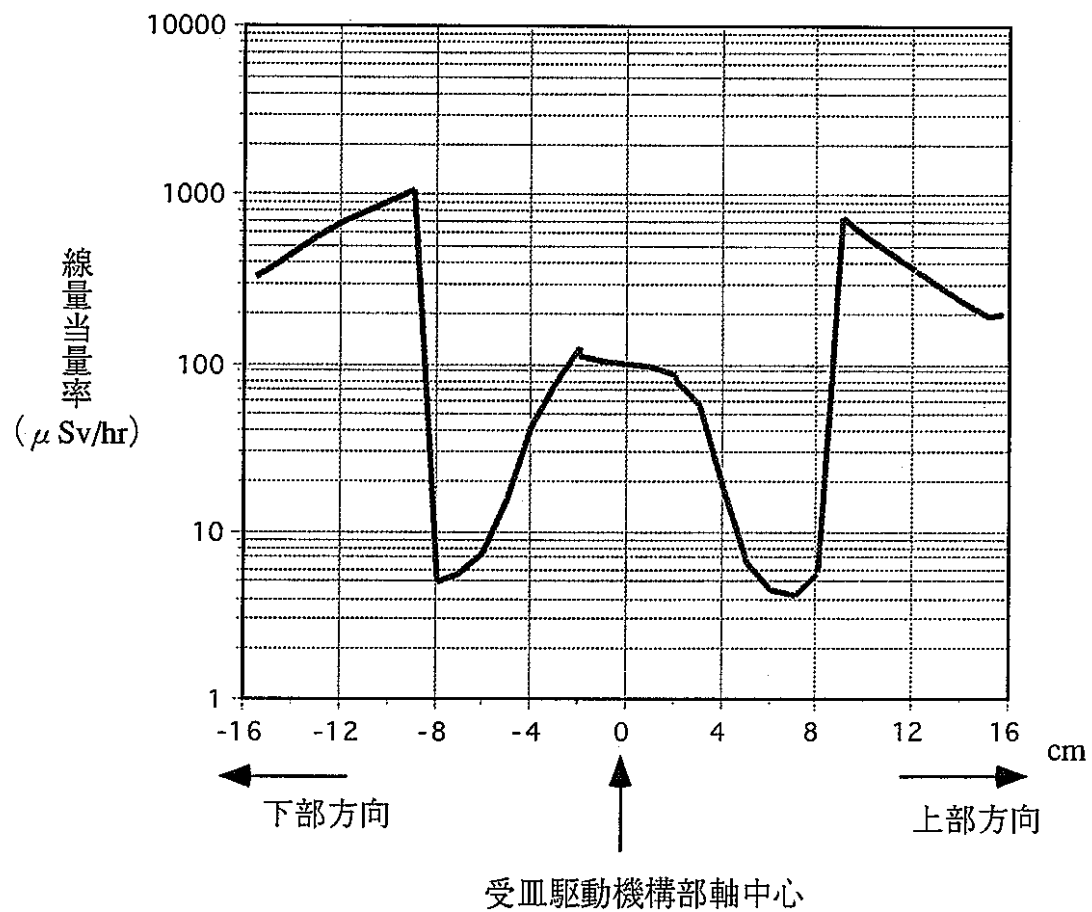


第3.3.2-3図 受皿駆動機構部 (輸送時) 線量当量率計算モデル

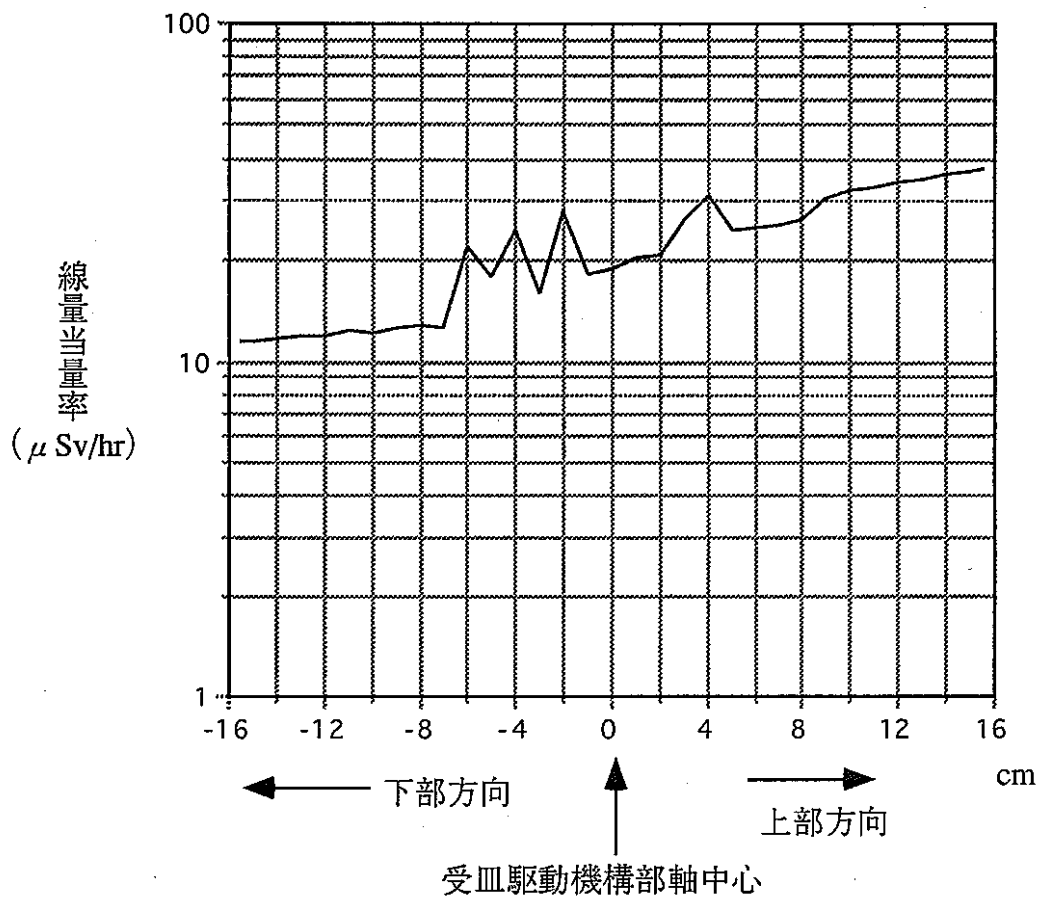
第3.3.2-2表 受皿駆動機構部（輸送時）線量当量率計算結果

駆動部軸中心 からの距離 (cm)	No.	表 面			表面から1m		
		モデル A	モデル B	合計	モデル A	モデル B	合計
-15.50	1	109.50	222.60	332.10	3.72	7.51	11.49
-15.00	2	129.20	246.00	375.20	3.64	7.66	11.55
-14.00	3	169.60	297.60	467.20	3.44	7.99	11.72
-13.00	4	214.10	358.10	572.20	3.56	8.19	11.83
-12.00	5	262.90	424.30	687.20	3.31	8.38	11.82
-11.00	6	315.50	498.80	814.30	3.28	8.77	12.32
-10.00	7	373.00	579.50	952.50	3.72	8.85	12.16
-9.00	8	435.80	660.60	1096.40	3.47	9.30	12.58
-8.00	9	2.32	2.73	5.05	3.99	9.02	12.74
-7.00	10	2.61	3.12	5.73	7.57	9.11	12.58
-6.00	11	3.54	4.23	7.76	5.33	17.93	21.92
-5.00	12	7.52	8.59	16.12	5.20	10.18	17.75
-4.00	13	20.37	22.90	43.27	13.16	19.09	24.42
-3.00	14	37.76	41.70	79.46	12.42	10.73	15.93
-2.03	15	61.56	64.79	126.35	6.25	15.36	28.52
-2.00	16	51.28	60.71	111.99	6.73	14.81	27.23
-1.00	17	47.01	60.31	107.32	7.43	11.96	18.21
0.00	18	43.81	59.54	103.35	7.55	12.31	19.04
1.00	19	39.95	57.23	97.18	7.53	12.84	20.27
2.00	20	37.71	49.65	87.36	10.63	13.11	20.66
2.03	21	32.03	49.37	81.40	11.28	13.13	20.66
3.00	22	19.96	39.56	59.52	9.30	15.66	26.29
4.00	22	2.77	16.00	18.77	9.74	19.86	31.14
5.00	23	1.75	4.93	6.67	9.93	15.30	24.60
6.00	24	1.59	3.04	4.64	10.30	15.10	24.84
7.00	25	1.49	2.79	4.28	11.74	15.62	25.55
8.00	26	1.78	3.88	5.66	12.48	15.92	26.22
9.00	27	173.00	543.30	716.30	12.73	18.89	30.63
10.00	28	103.90	462.00	565.90	13.27	19.71	32.19
11.00	29	62.01	382.40	444.41	13.82	20.16	32.89
12.00	30	44.72	311.70	356.42	14.30	20.64	33.91
13.00	21	37.55	246.10	283.65	14.99	21.17	34.99
14.00	32	32.60	195.30	227.90	15.21	21.68	35.98
15.00	33	28.98	161.70	190.68	22.12	21.91	36.90
15.50	34	32.39	162.80	195.19	22.51	22.12	37.33

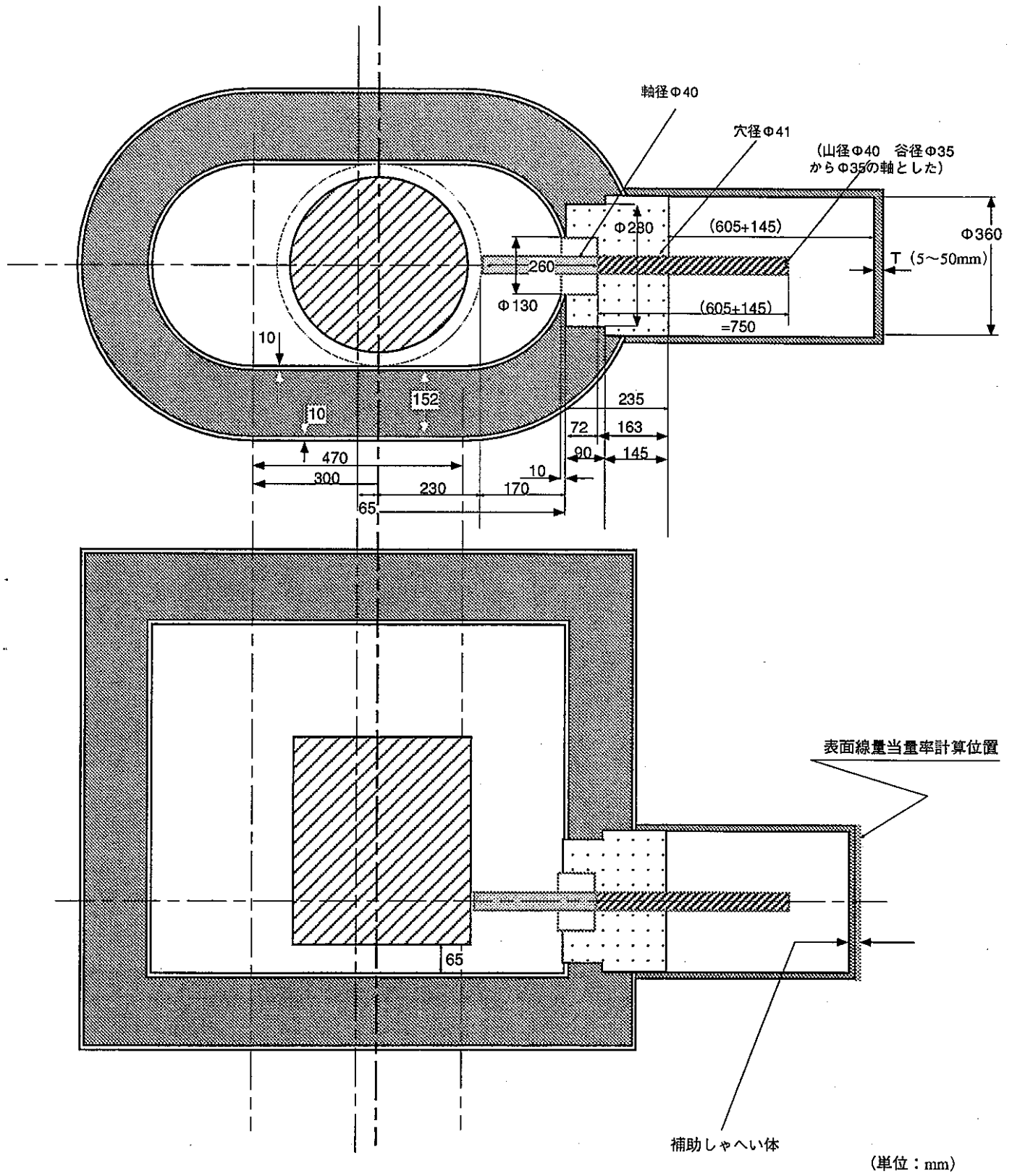
(単位  $\mu$  Sv/hr)



第3.3.2-4図 受皿駆動機構部付近の線量当量率分布 (輸送時) (1/2)  
(輸送容器表面)



第3.3.2-4図 受皿駆動機構部付近の線量当量率分布 (輸送時) (2/2)  
(輸送容器表面から1 m)

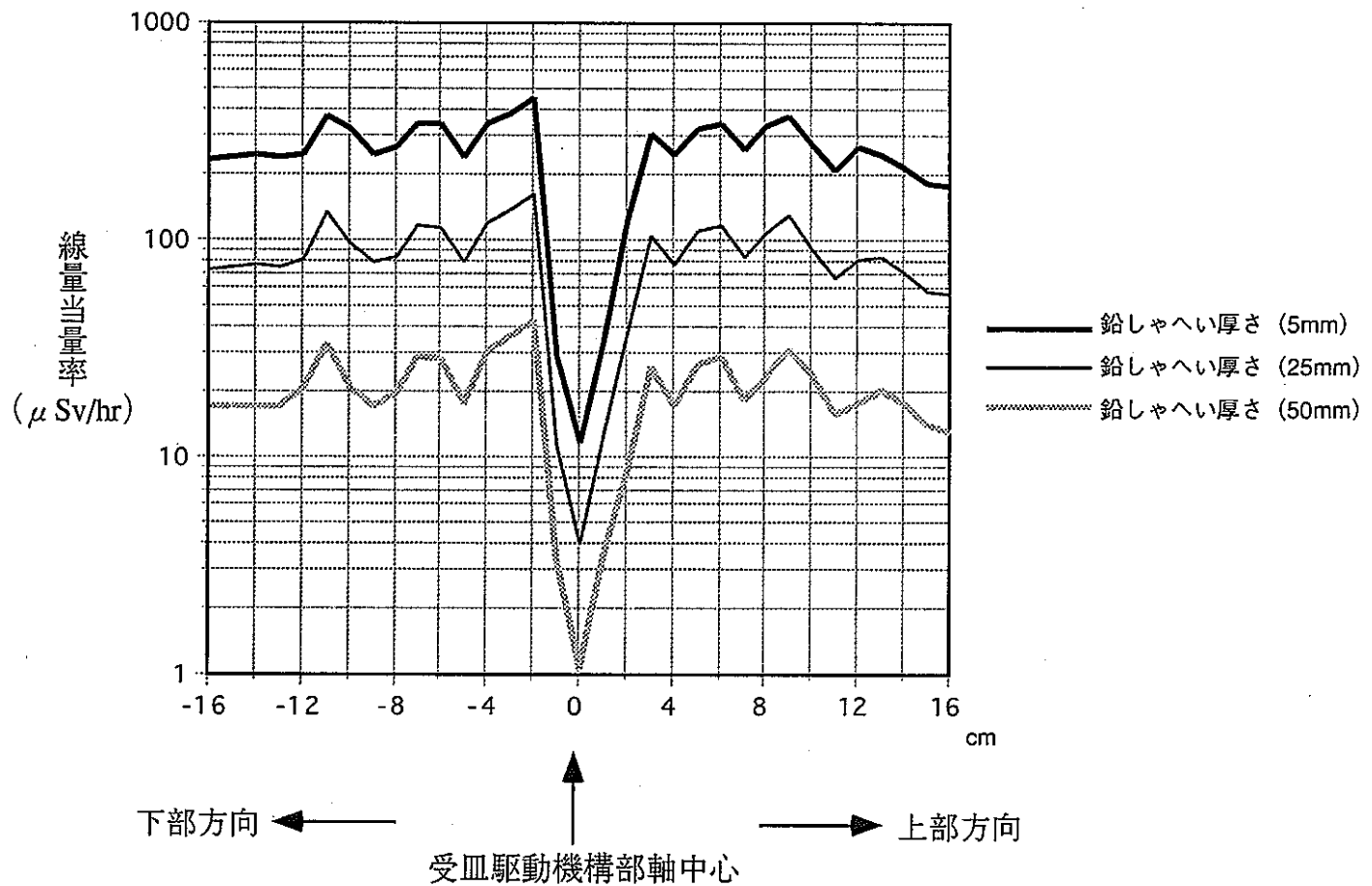


第3.3.2-5図 受皿駆動機構部（取扱時）シャヘイ計算モデル  
（輸送容器表面）

第3.3.2-3表 受皿駆動機構部（取扱時）線量当量率計算結果

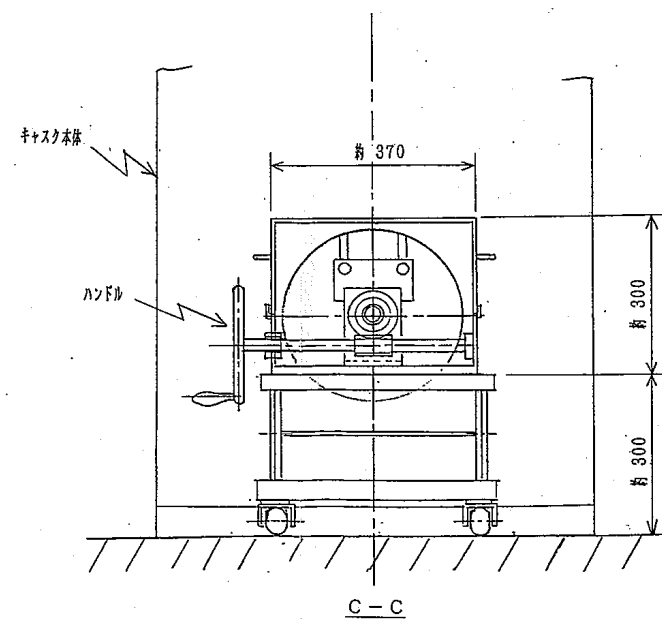
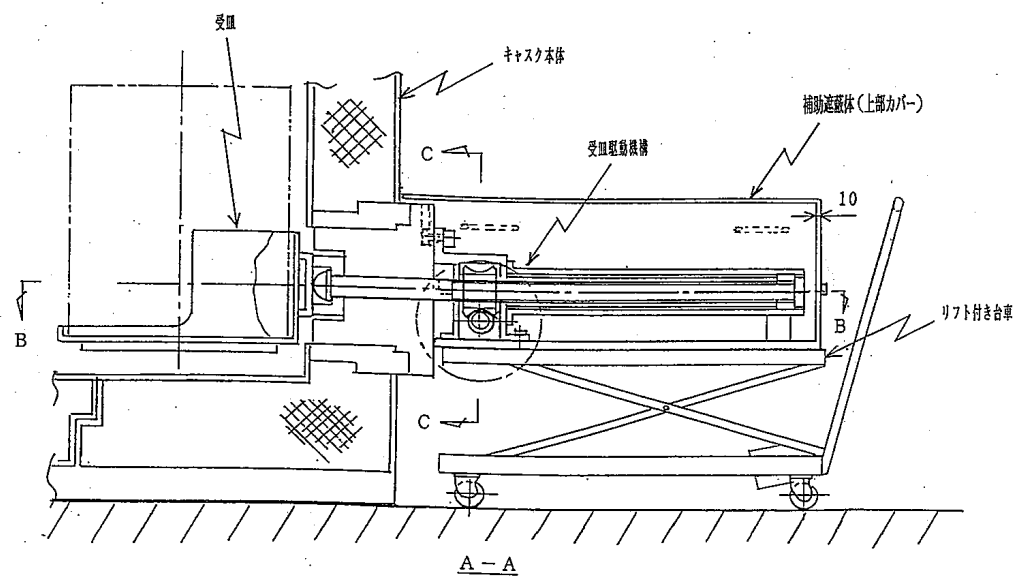
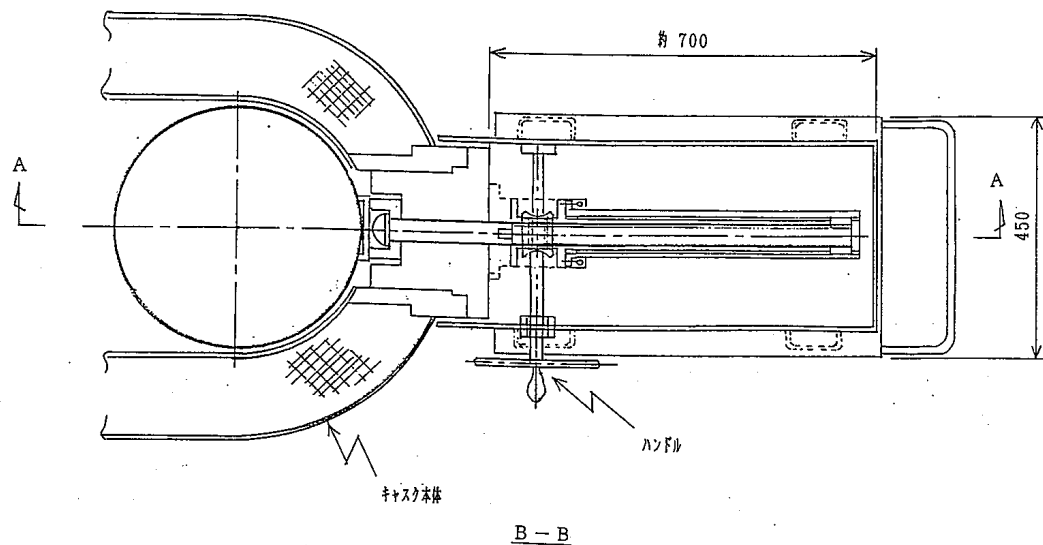
駆動部軸中心 からの距離 (cm)	No.	補助しゃへい体厚さ (mm)		
		5mm	25mm	50mm
-16.00	1	236.60	72.92	16.37
-15.00	2	239.20	74.57	17.39
-14.00	3	244.10	75.80	17.56
-13.00	4	253.00	77.77	17.43
-12.00	5	242.50	75.47	17.58
-11.00	6	249.60	83.00	21.29
-10.00	7	374.30	136.20	33.90
-9.00	8	326.20	98.30	21.41
-8.00	9	249.40	79.03	17.61
-7.00	10	272.00	85.25	20.01
-6.00	11	348.50	118.70	29.88
-5.00	12	345.40	116.40	28.49
-4.00	13	241.40	79.38	18.10
-3.00	14	344.70	121.60	31.17
-2.00	15	387.50	140.70	36.79
-1.00	16	460.80	166.60	43.10
0.00	17	29.21	11.54	3.38
1.00	18	11.82	3.98	1.09
2.00	19	35.25	12.92	3.55
3.00	20	126.00	38.13	8.62
4.00	21	314.50	106.70	26.27
5.00	22	247.00	78.36	17.58
6.00	23	325.50	111.00	27.26
7.00	24	346.40	118.30	29.33
8.00	25	264.00	83.56	18.37
9.00	26	342.40	108.90	23.48
10.00	27	382.20	131.10	31.93
11.00	28	276.20	91.97	24.06
12.00	29	211.90	67.02	15.96
13.00	30	272.30	82.65	18.09
14.00	31	250.10	83.95	20.37
15.00	32	214.50	71.37	18.02
16.00	33	184.00	58.55	14.23

(単位：μ Sv/hr)



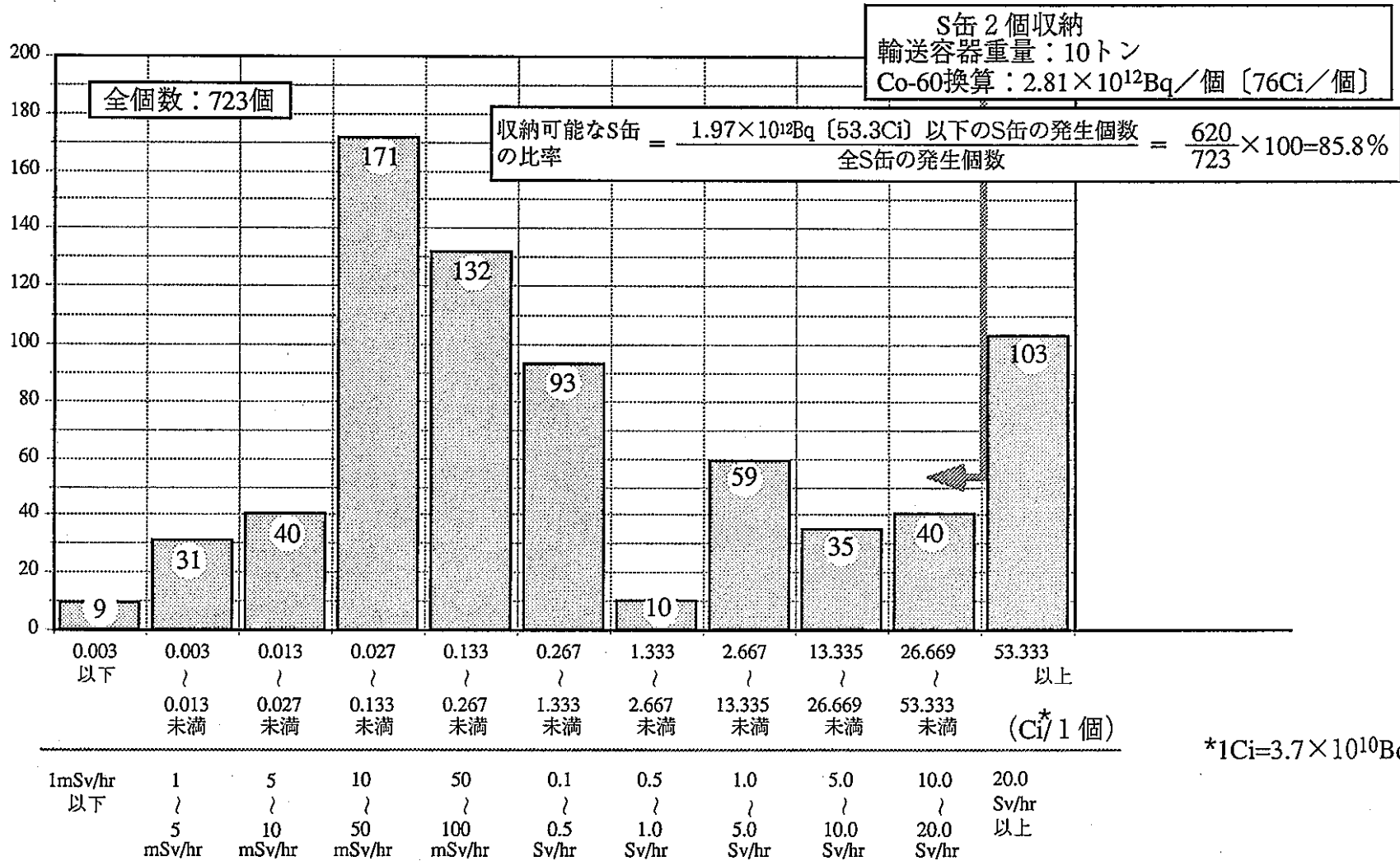
第3.3.2-6図 受皿駆動機構部付近の線量当量率分布 (取扱時)  
(輸送容器表面)





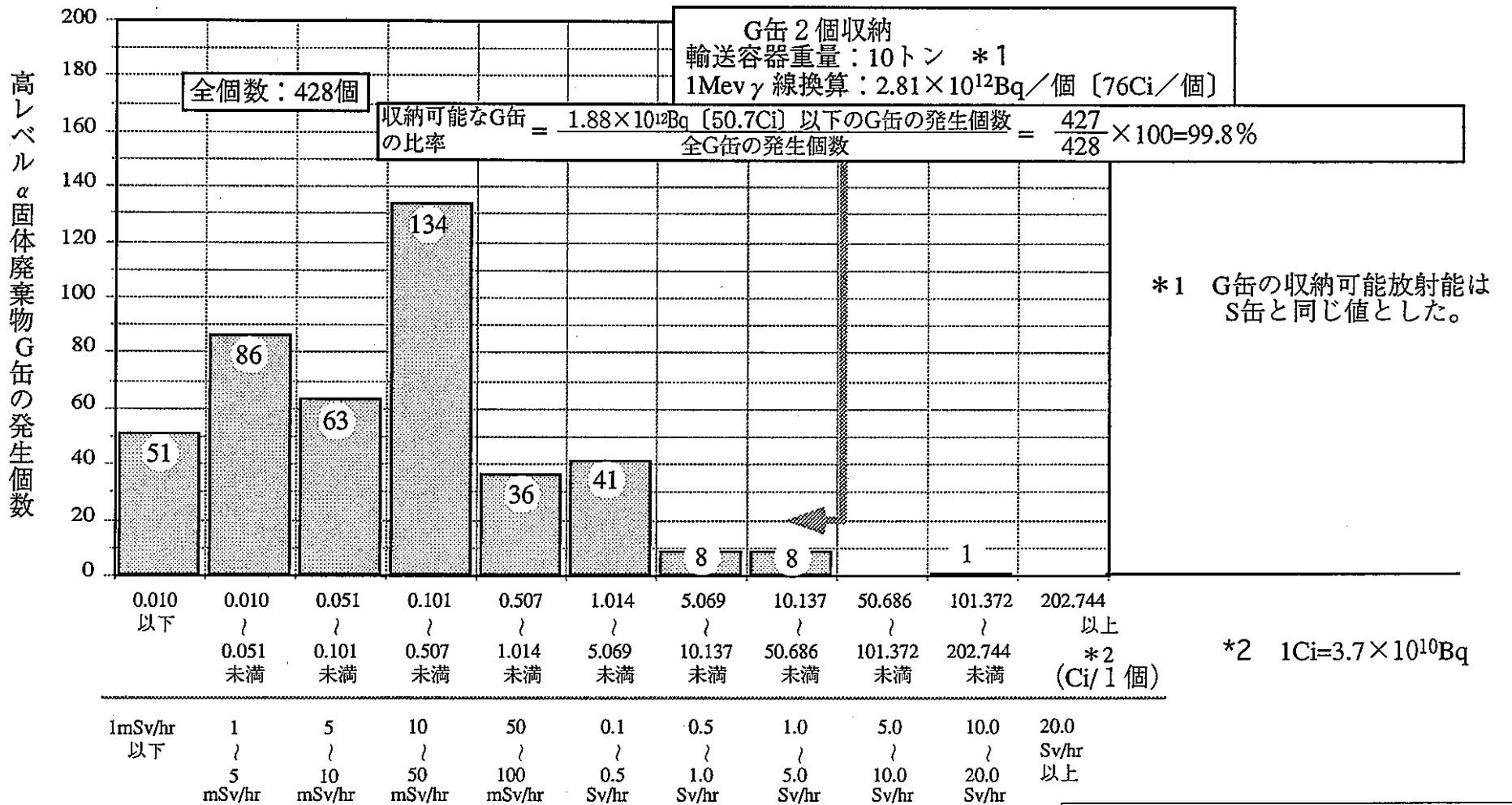
第3.3.2-7図 輸送容器取扱時の受皿駆動機構部補助しゃへい体概念図

高レベルα固体廃棄物S缶の発生個数



第3.3.2-8図 S缶の発生個数と放射能量

PNC DN9450 94-010 LEDF処理対象  
 廃棄物データ集 平成6年度版より評価した。



第3.3.2-9図 G缶の発生個数と放射能線量

PNC DN9450 94-010 LEDF処理対象  
 廃棄物データ集 平成6年度版より  
 評価した。

#### 4. 各取扱施設でのキャスク取扱方法の検討

##### 4.1 各施設のポートまたは貯蔵孔上での取合い及び取扱い

###### (1) 原研大洗高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設

高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設のS型孔上への設置状態を第4.1-1 図に示す。

高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設の貯蔵孔廻りは特に突起物等が無いので、他の機器等との取合いが問題になることはない。

本キャスクを用いて、S型貯蔵孔またはG型貯蔵孔からS缶またはG缶をキャスク内に収納する場合、貯蔵孔の内径、廃棄物缶の外径及びキャスクのリフティングマグネット（以下「リフマ」と略称する。）の外径の差により、リフマと廃棄物缶との偏芯吸着することが考えられる。この偏芯吸着は第4.1-2 図に示すように、S缶の場合に最大 125mm、G缶の場合に最大87mmになる可能性がある。しかし、リフマは貯蔵孔のほぼ中央に吊り下ろされると考えられ、実際上はこの偏芯吸着のズレ量は約30mm程度（貯蔵孔とS缶との径差： $(450-404)/2=23=30\text{mm}$ ）と考えられるが、この状態でキャスク内へ吊り上げられるとS缶またはG缶を受皿に収納することができない（受皿上部内径と廃棄物缶とのクリアランスは片側約10mm）可能性がある。この受皿への収納はキャスク内での盲作業であることも考慮すると、第4.1-1 図に示すように偏芯修正機構付アダプタを用いてリフマと廃棄物缶の偏芯吸着を修正した上でキャスク内へ吊り上げる必要がある。

貯蔵孔上へキャスクを設置する場合は、貯蔵孔上に、移動型ガンマゲート又は可搬型ガンマゲート、偏芯修正機構付アダプタ、S型孔アダプタの順に設置し、キャスクアダプタ上にキャスクを設置するが、本キャスクは装荷孔がキャスク中心から偏芯しているため、前述の機器を既存のものを使用する場合、第4.1-1 図に示すようにキャスク設置時に不安定な状態となる。しかし、キャスクを貯蔵孔上に設置する場合、キャスクは吊具を介してクレーンフックに仮吊りした状態で作業を行うので、キャスクの転倒の心配はないと考える。（見た目の不安定さを無くするためには、これらの機器を本キャスク専用のものを準備することになる。）

本キャスク底部の装荷孔用インロー形状は、本施設のS型孔アダプタの寸法・形状に合わせているので、S型貯蔵孔での取扱い時は専用のアダプタは不要である。

なお、G型貯蔵孔で取扱う場合は、S型孔アダプタに変えてG型孔アダプタを用いるが、このG型孔アダプタの上部インロー形状がS型孔アダプタと異なる場合は専用アダプタが必要となる。

床荷重は普通コンクリートの圧縮強度が $3000\text{ト}/\text{m}^2$ 以上あると考えられるため、本キャスク

の取扱いに問題はない。

高レベル $\alpha$  固体貯蔵施設でのキャスク取扱いフローを第4.1-3 図に示す。

## (2) 固体廃棄物処理技術開発施設 (LEDF)

LEDFは現在施設の設計を実施中であり、LEDFのキャスク取扱い設備については、本キャスクの設計に合わせた設備設計にすることとしている。

LEDFのセルのポートは、S缶以上の寸法のL缶も取扱うとかがえられ、ポート内径が本キャスク底部の装荷孔 ( $\phi 450\text{mm}$ ) よりも大きくなると考えられるので、本キャスクの底部のインロー形状との取合いのため、専用のキャスクアダプタを用いてキャスクを設置することになると考える。

LEDFでのキャスク取扱いフローを第4.1-4 図に示す。

## (3) 原研大洗 $\alpha$ 固体処理棟

$\alpha$  固体処理棟のポート上への設置状態を第4.1-5 図に示す。

本施設のポートは、ガンマゲートが床面上に設置されており、キャスク設置位置が床面から380mmの高さであり、ガンマゲートの大きさとキャスクの装荷孔が偏芯していることによりキャスクがガンマゲートから出っ張り、不安定な状態になる。しかし、4.1-(1)項で述べたようにキャスクはクレーンで仮吊りした状態で設置するので、キャスクの転倒の心配はないと考える。(見た目の不安定さを無くすにはガンマゲートから出っ張っている箇所に盤木等を処置することになる。)

本施設のガンマゲートのポート内径は $\phi 610\text{mm}$  であるため、本キャスク底部のインロー形状との取合いのため、専用のキャスクアダプタが必要である。

ガンマゲートの積載許容荷重は10トで問題ないと考ええる。

## (4) 固体廃棄物前処理施設 (WDF)

WDFのポート上への設置状態を第4.1-6 図に示す。

本ポート上にキャスクを設置する場合は、ガンマポートにゲートモニタを設置するが、既設のゲートモニタは外形が小さく、本キャスクを設置すると不安定な状態になる。しかし、前述のようにキャスクの転倒についてはキャスクをクレーンで仮吊りして設置するので心配はないと考える。(見た目の不安定さを無くすため及び後述するポート上の耐荷重をクリアするため

には、本キャスク専用のゲートモニタを準備することになる。)

本施設のポート内径及びゲートモニタ内径は $\phi 610\text{mm}$  であるため、キャスク底部のインロー形状との取合いのため、専用のキャスクアダプタが必要である。(前述した専用のゲートモニタを新設する場合は、専用ゲートモニタの上部形状を本キャスクに合わせてキャスクアダプタと兼用にすることも考えられる。)

ガンマゲートの開閉ハンドルが床面上に突出しているが、これを避けてキャスクを設置することは可能と思われる。

ポート上の耐荷重は $2.5\text{ト}/\text{m}^2$ であるが、本キャスクを既設のゲートモニタ上に設置する場合の荷重が約 $8.8\text{ト}/\text{m}^2$  ( $10\text{ト}/1.13\text{ m}^2$ ) となり耐荷重を超える。これをクリアするためには専用ゲートモニタとする必要があり、専用ゲートモニタの外形をガンマゲート開閉ハンドルに干渉しない寸法である $1.8 \times 1.8\text{ m}$  ( $3.24\text{ m}^2$ ) の場合、キャスクが約重量 $10\text{ト}$ なので荷重は約 $3.1\text{ト}/\text{m}^2$ となり耐荷重を超えるので、新規ゲートモニタの外形はガンマゲート開閉ハンドル方向を切り欠いた $4\text{ m}^2$ の面積のゲートモニタとする必要がある。

#### (5) 照射燃料試験施設 (AGF)

AGFの $\beta-\gamma$ ポート上への設置状態を第4.1-7 (1)、(2)図に示す。

ガンマゲート開閉ハンドルがポートセンターから $775\text{mm}$ の位置に突出しているので、キャスクのシャッタードア開閉方向をこのハンドルを避けて設置する必要がある。

このガンマゲートはセル天井床面から突出しているため、必要に応じて後述のキャスクアダプタをこの突出量に合わせてキャスク設置時の安定を確保する必要がある。

本 $\beta-\gamma$ ポートの内径は $\phi 400\text{mm}$  であるため、キャスク底部のインロー形状との取合いのため専用のキャスクアダプタが必要である。

また、ポート上耐荷重が $1\text{ト}/\text{m}^2$ であり、これをクリアするためには専用キャスクアダプタの寸法を約 $10\text{m}^2$  (約 $1.4 \times 7\text{m}$ ) と大きなものにする必要がある。(ただし、現状はFMF 8トキャスクを使用している。)

#### (6) 照射材料試験施設 (MMF) (MMF-2側)

MMFの $\alpha$ ポート孔上への設置状態を第4.1-8 (1)、(2)図に示す。

ガンマゲート開閉ハンドルがポートセンターから $880\text{mm}$ の位置に突出しているので、キャスクのシャッタードア開閉方向をこのハンドルを避けて設置する必要がある。

本 $\alpha$ ポート孔の内径は $\phi 400\text{mm}$ であるため、本キャスク底部のインロー形状との取合いのため専用のキャスクアダプタが必要である。

また、ポート上の耐荷重が $3\text{ト}/\text{m}^2$ であり、これをクリアするためには $1.6 \times 2.1\text{m}$ 程度の専用キャスクアダプタとする必要がある。

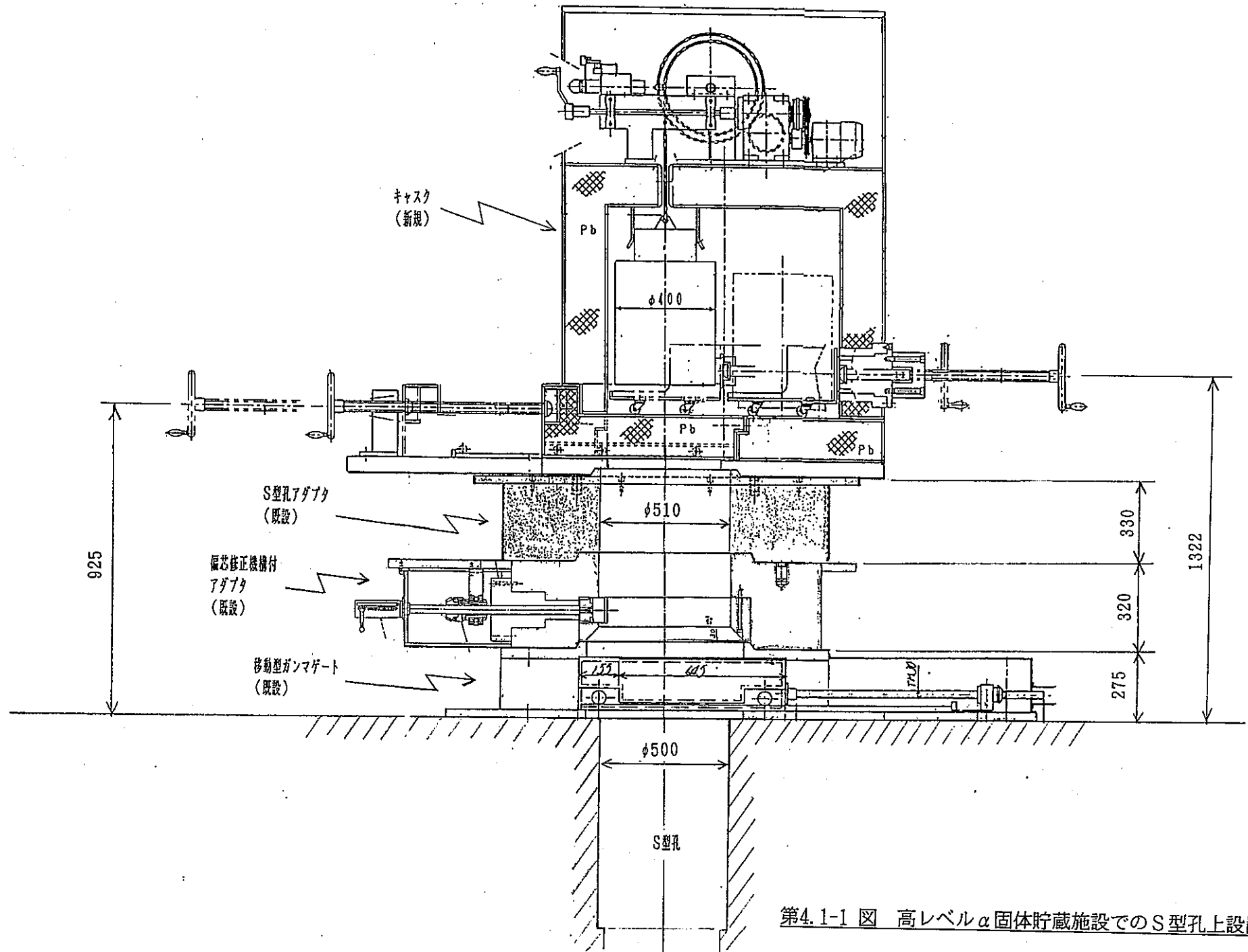
#### (7) 照射燃料集合体試験施設 (FMF)

FMFのS缶搬出ポート上への設置状態を第4.1-9 図に示す。

ガンマゲート開閉ハンドルがポートセンターから $840\text{mm}$ 程度の位置に突出しているので、キャスクのシャッタードア開閉方向をこのハンドルを避けて設置する必要がある。

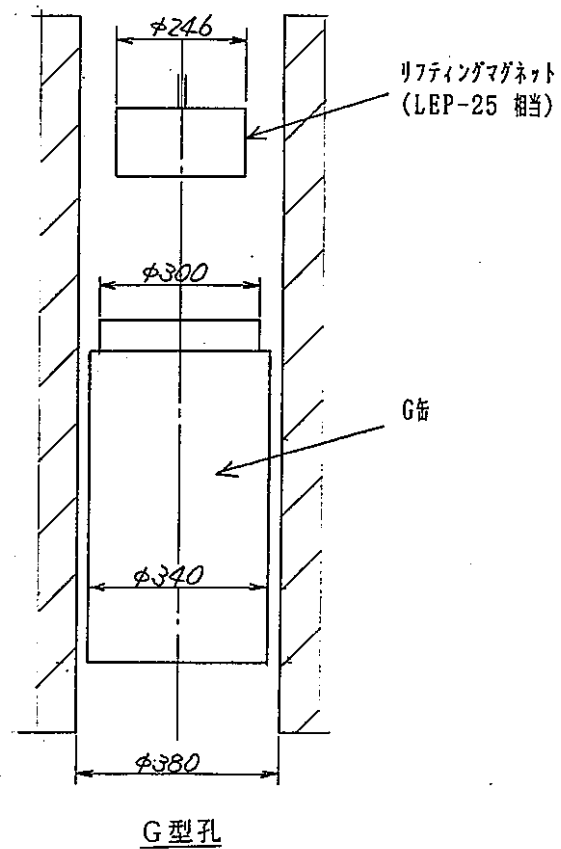
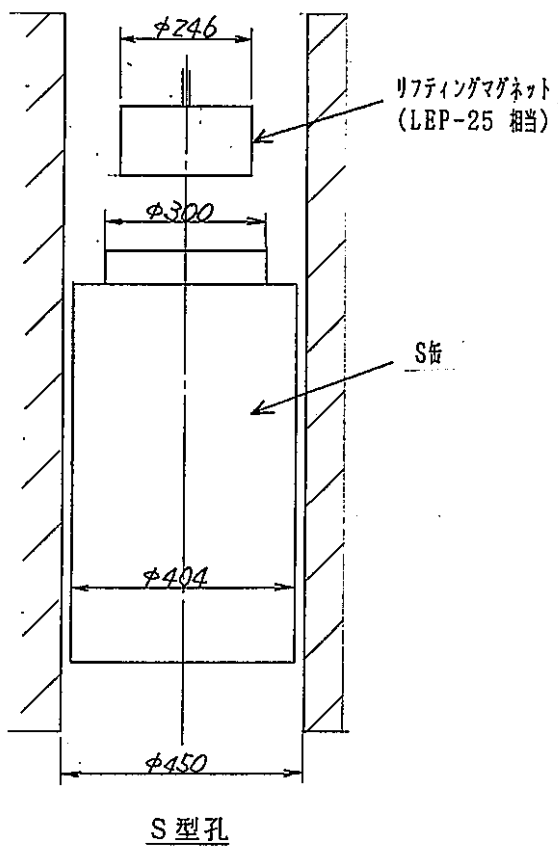
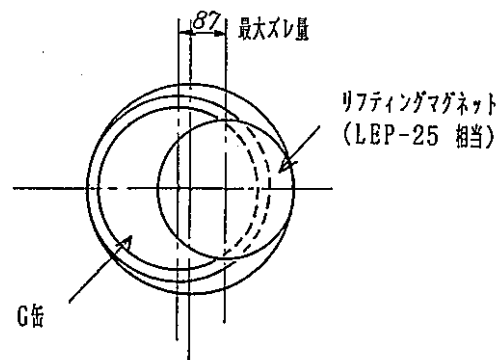
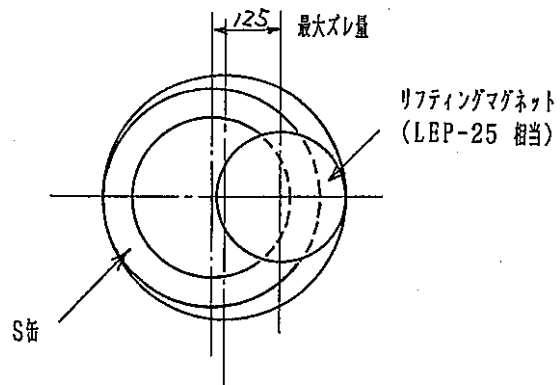
本S缶搬出ポートの内径は $\phi 400\text{mm}$ であるため、本キャスク底部のインロー形状との取合いのため専用のキャスクアダプタが必要である。

また、ポート上の耐荷重が $4.8\text{ト}/\text{m}^2$ であり、これをクリアするためには $1 \times 2.1\text{m}$ 程度の専用キャスクアダプタが必要である。このアダプタの下面は、ガンマゲート上板取付け用のボルト頭を避けるように溝加工等を施す必要がある。



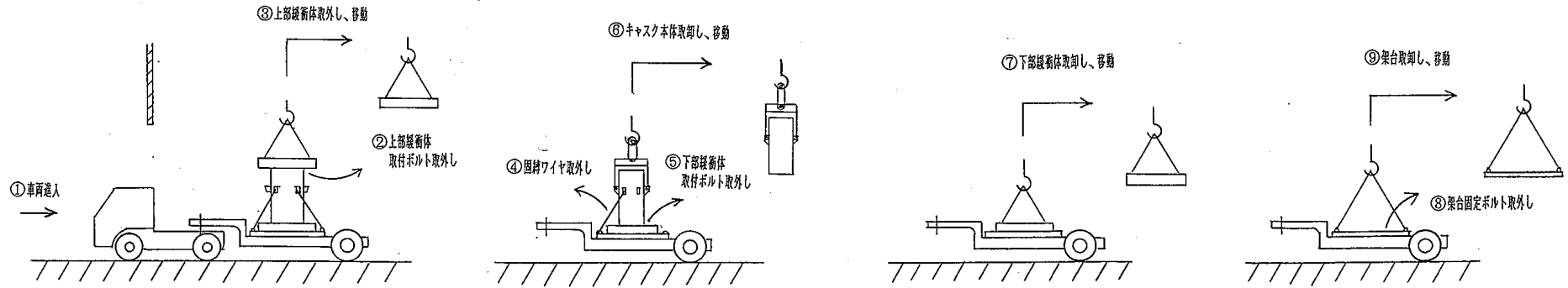
第4.1-1 図 高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設でのS型孔上設置状態



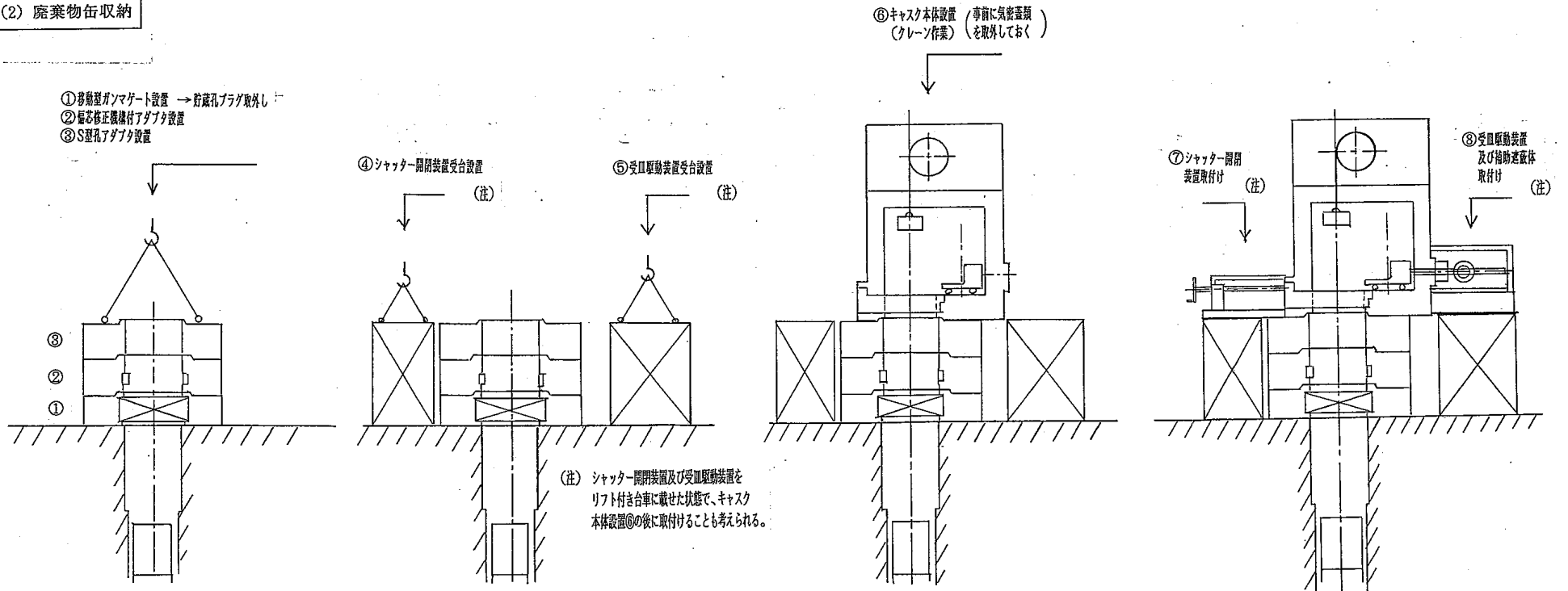


第4.1-2 図 貯蔵孔内での最大偏芯吸着

(1) キャスク搬入



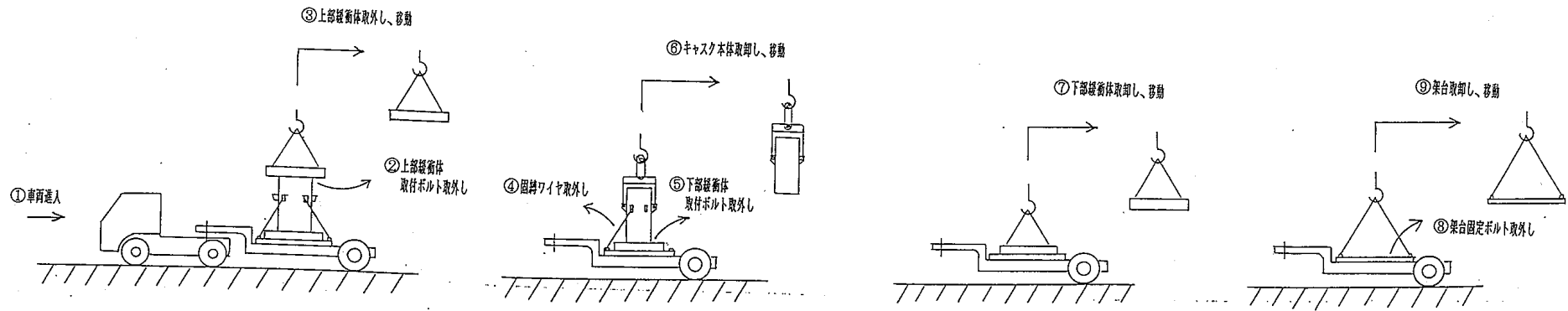
(2) 廃棄物缶収納



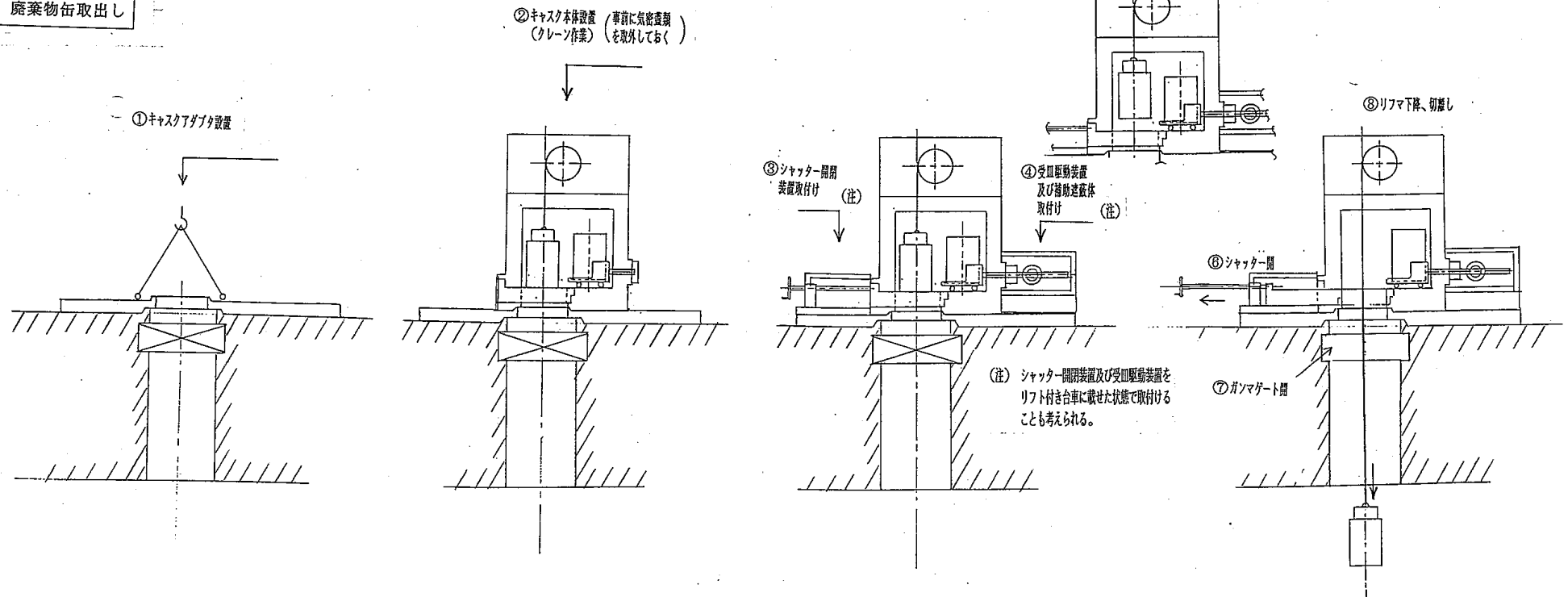
第4.1-3 図 高レベルα固体貯蔵施設でのキャスク取扱フロー (1/2)



(1) キャスク搬入

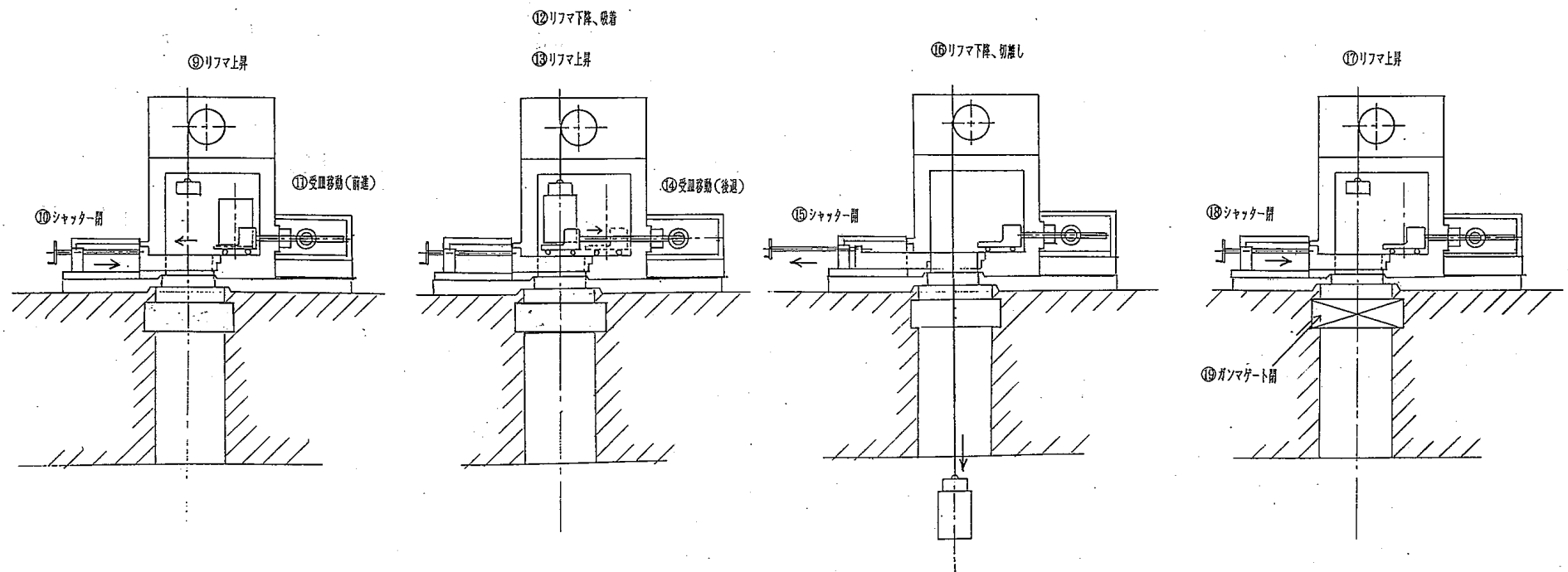


(2) 廃棄物缶取出し

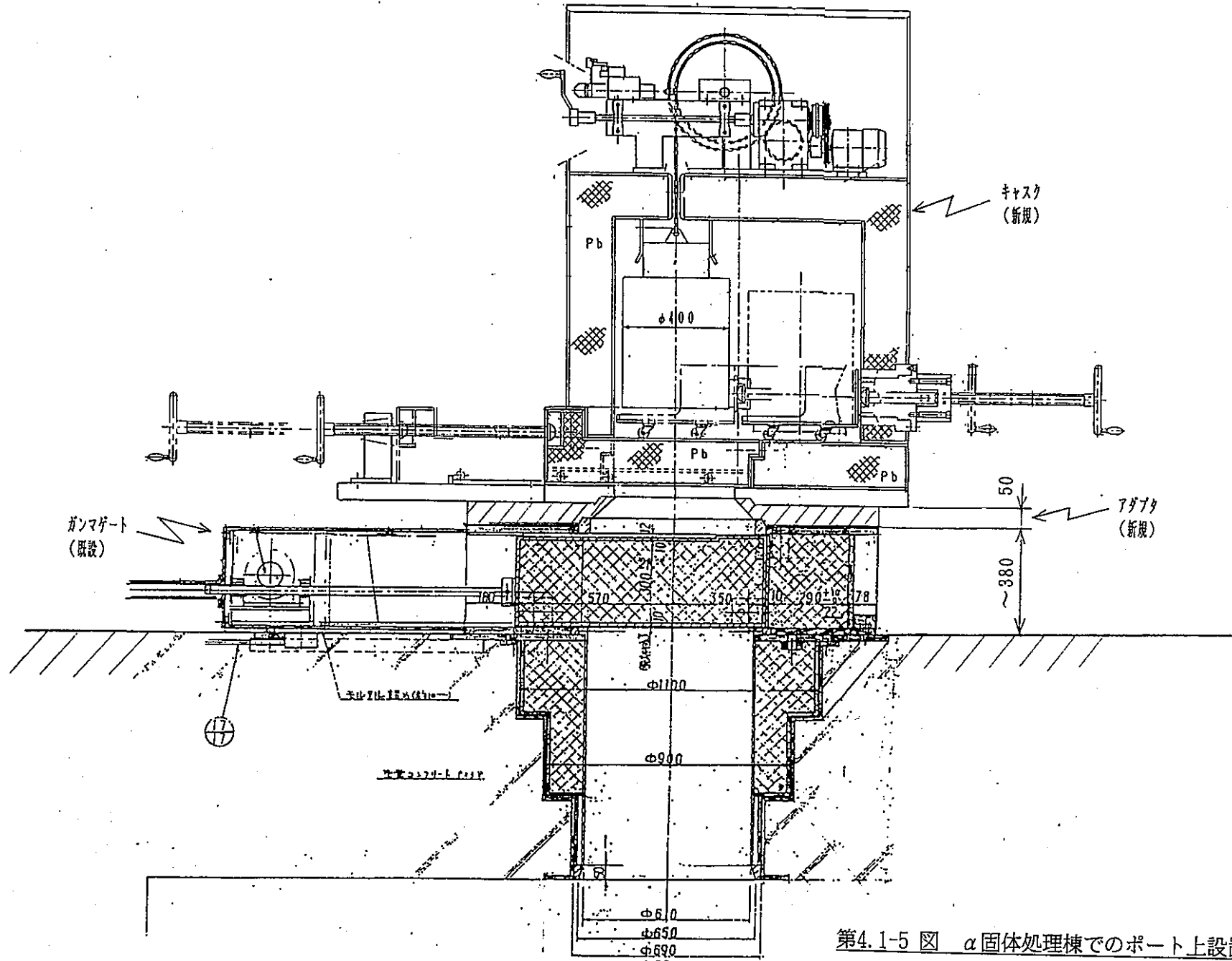


第4.1-4 図 LEDFでのキャスク取扱フロー (1/2)

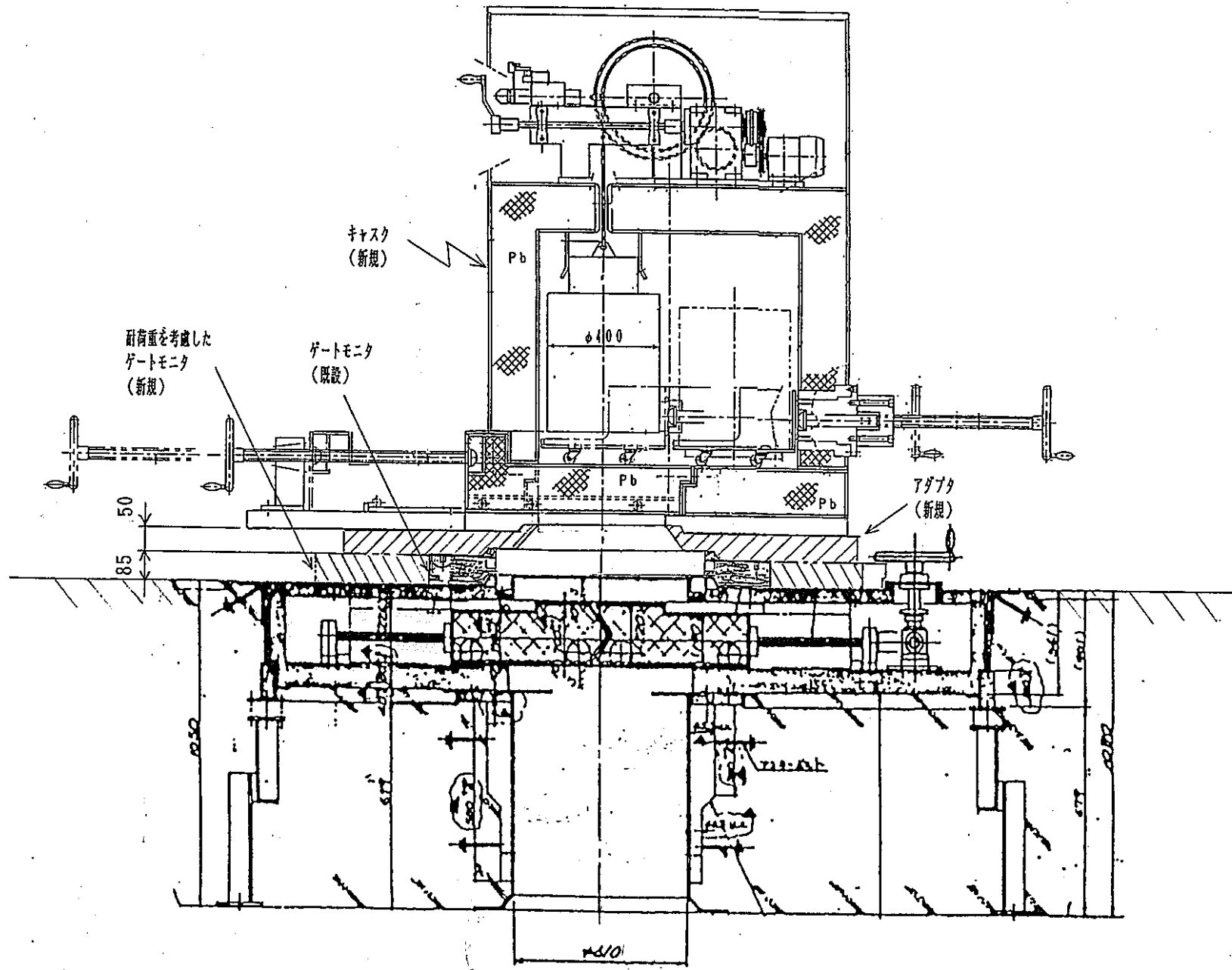
(2) つづき



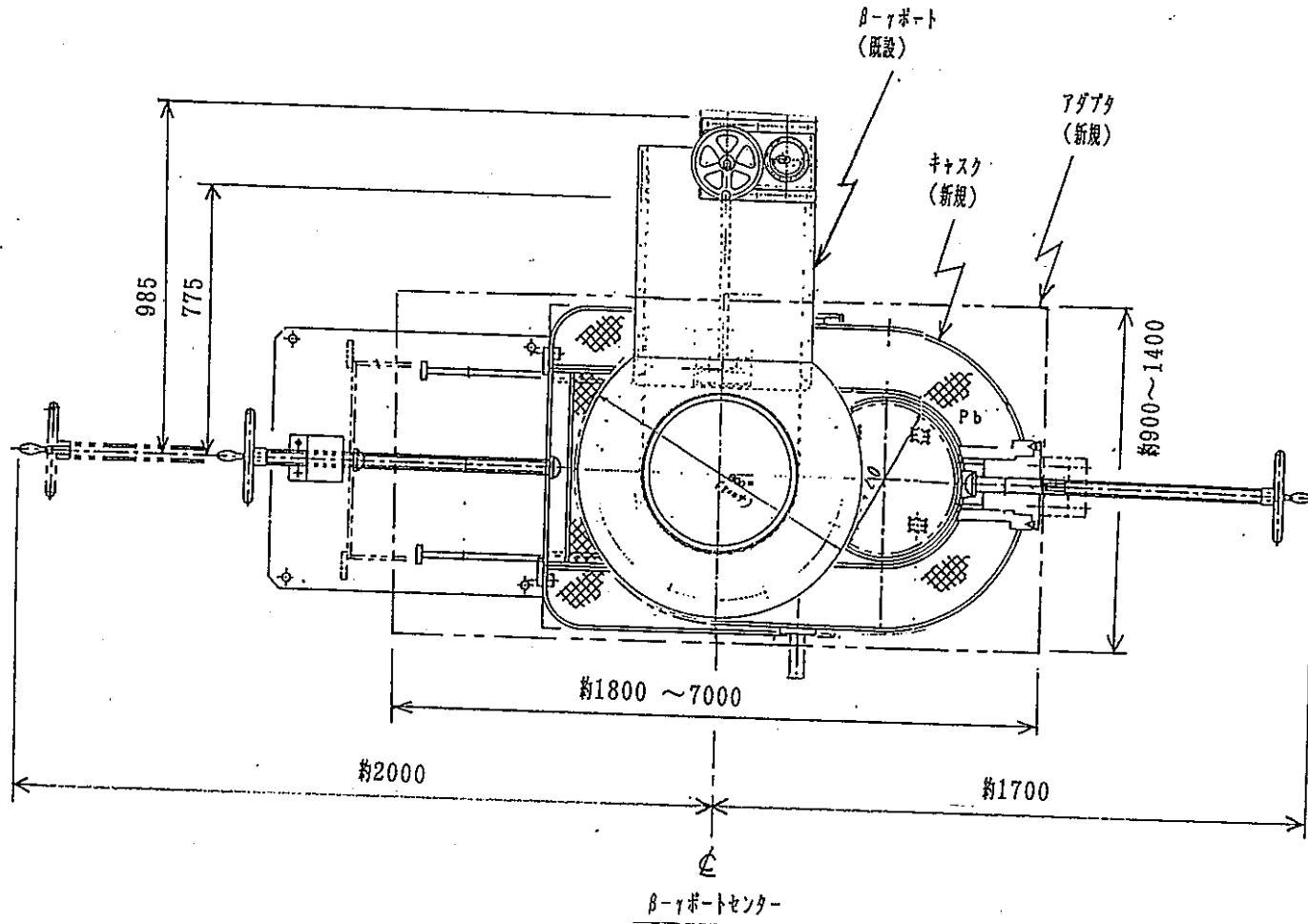
第4.1-4 図 LEDFでのキャスク取扱フロー (2/2)



第4.1-5 図 a 固体処理棟でのポート上設置状態

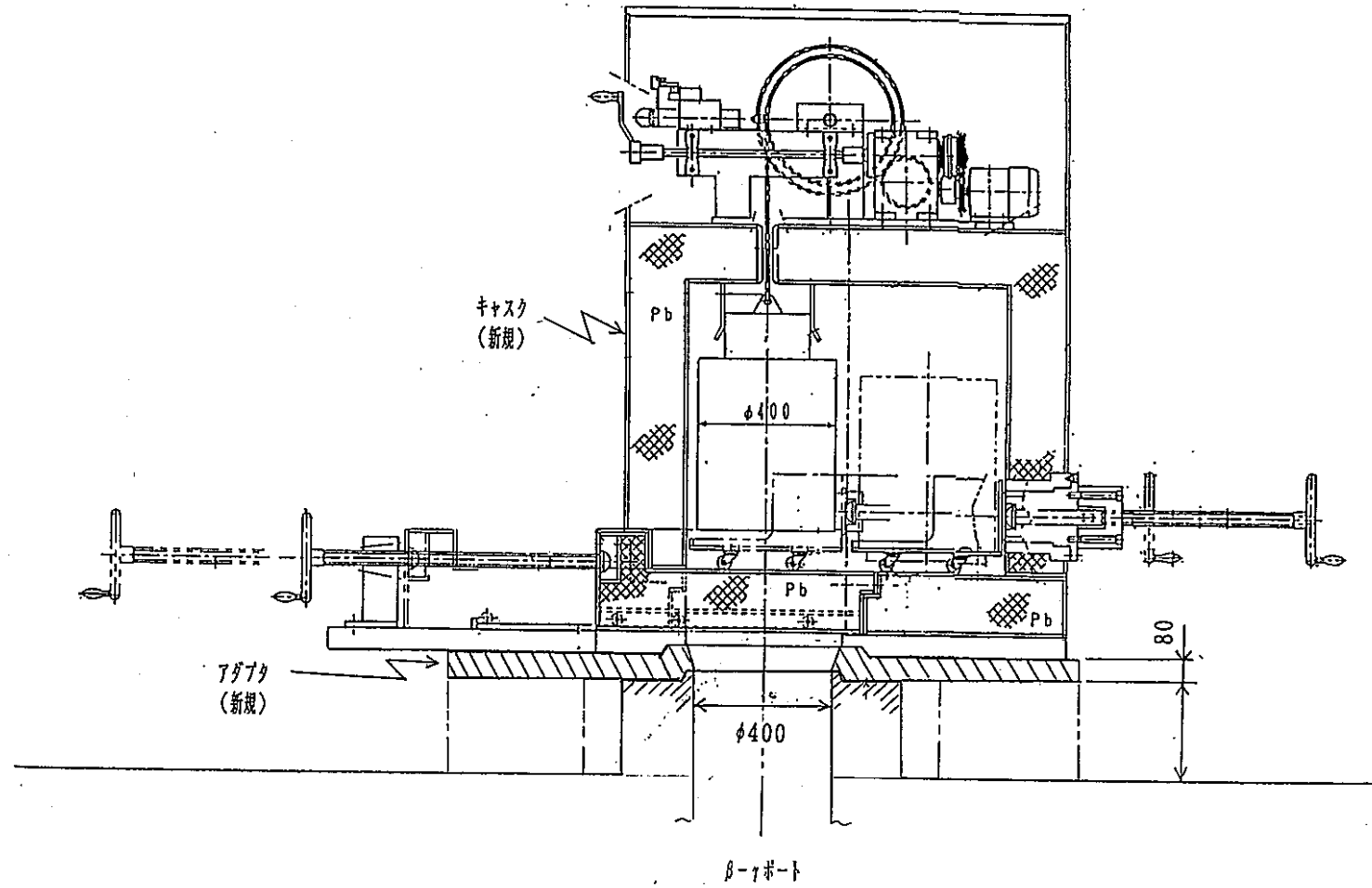


第4.1-6 図 WDFでのポート上設置状態

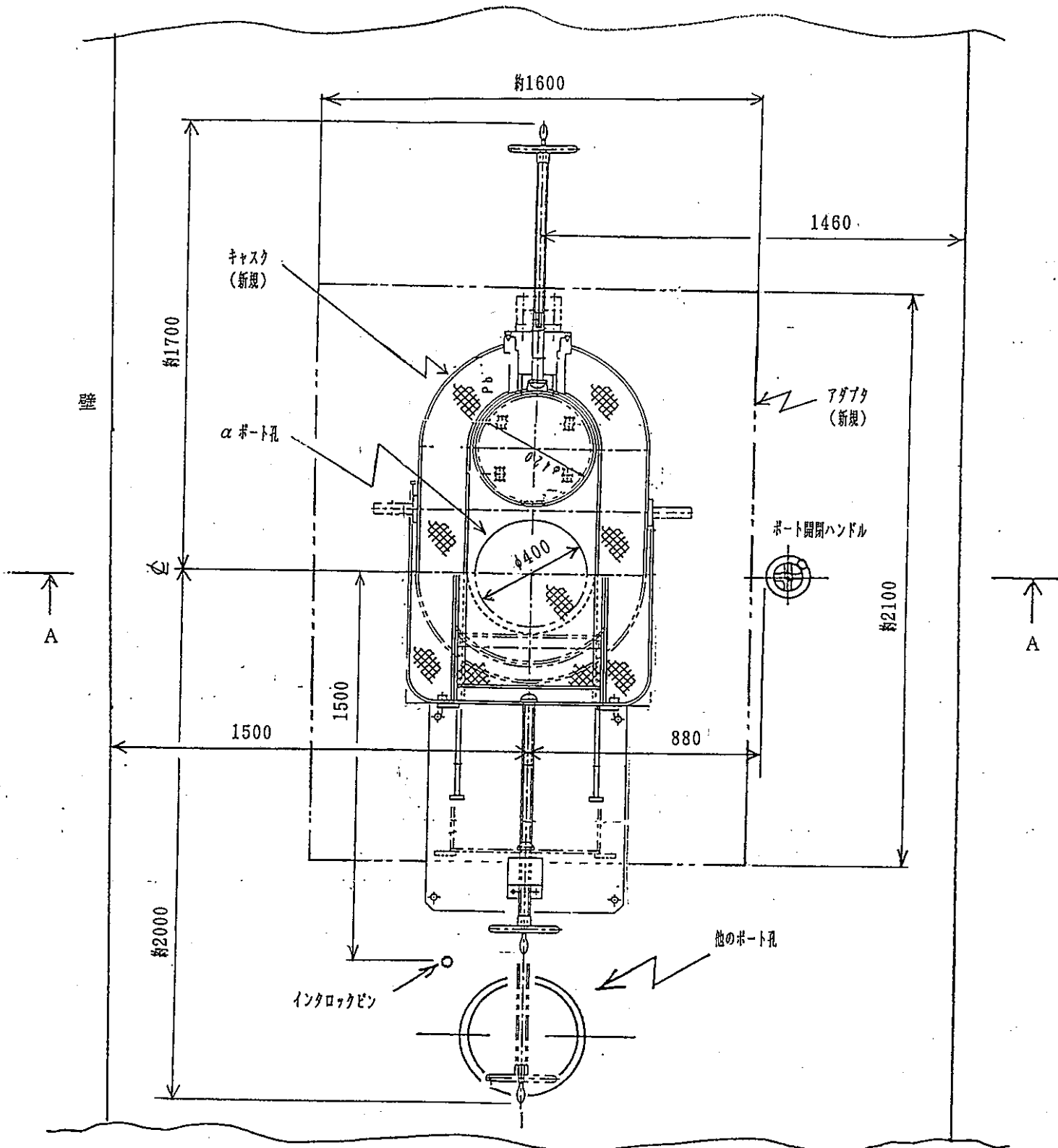


第4.1-7 図 AGFでのポート上設置状態 (1/2)

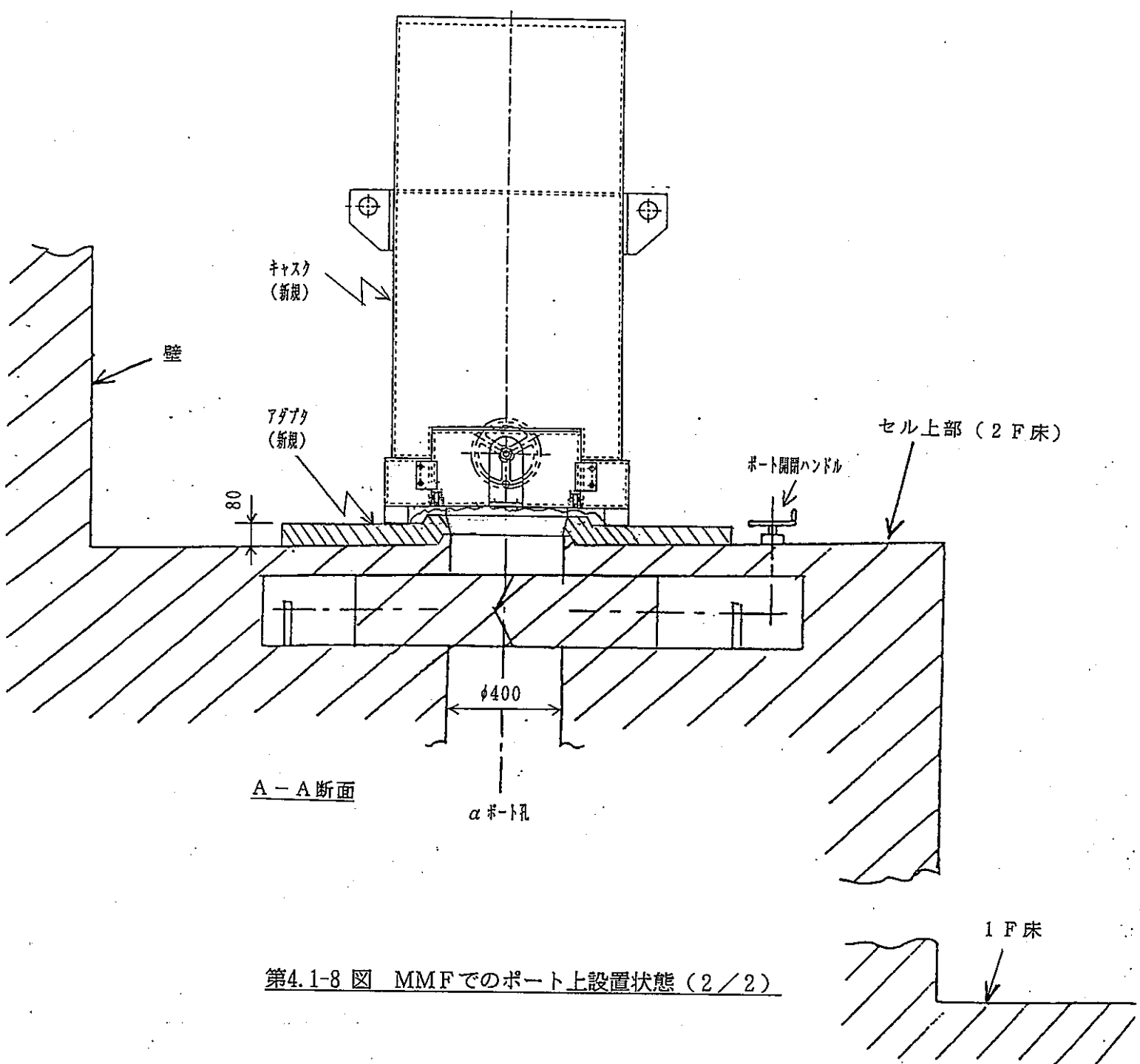




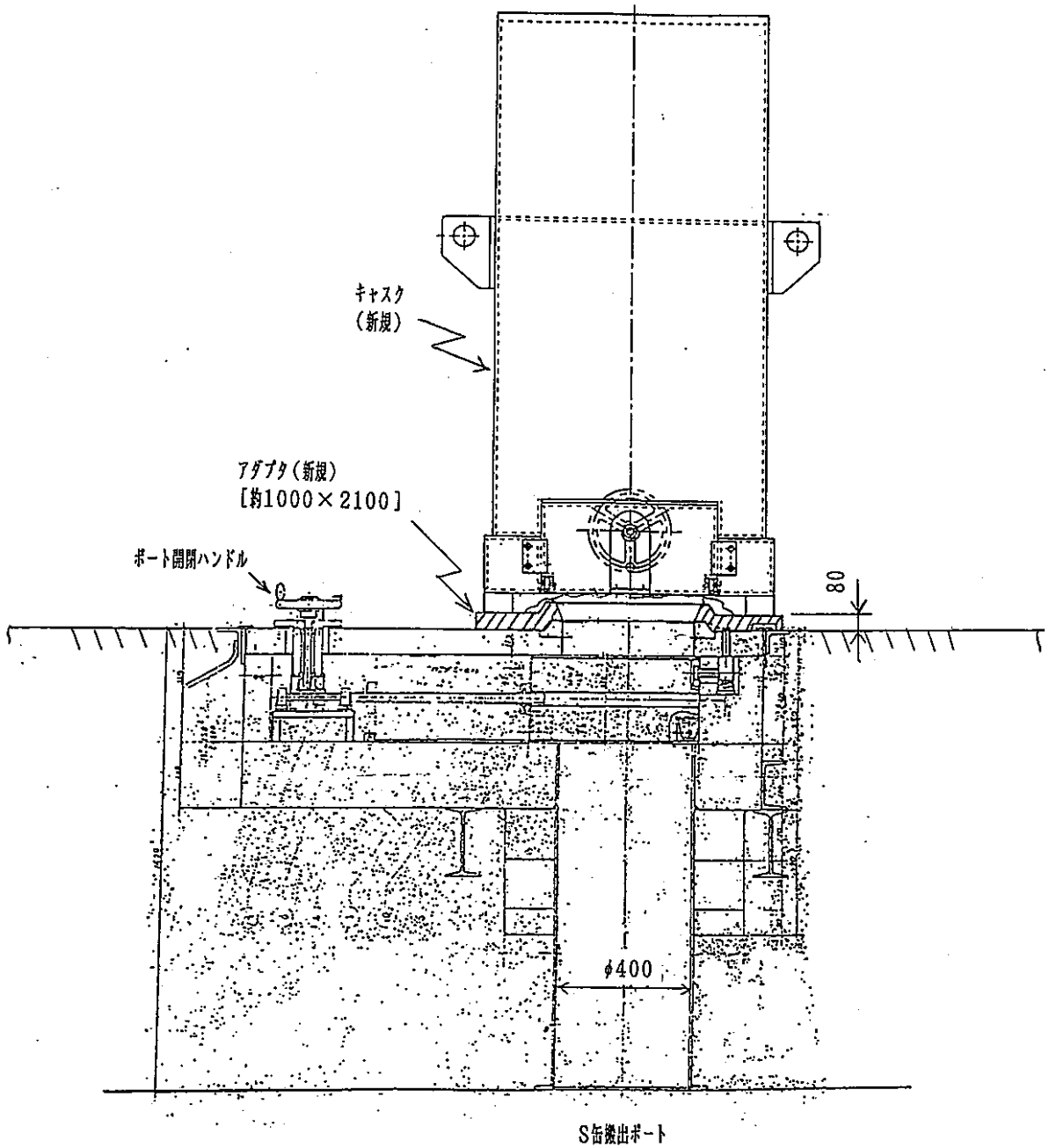
第4.1-7 図 AGFでのポート上設置状態 (2/2)



第4.1-8 図 MMFでのポート上設置状態 (1/2)



第4.1-8 図 MMFでのポート上設置状態 (2/2)



第4.1-9 図 FMFでのポート上設置状態

#### 4.2 各施設のクレーン揚程との取合い

本キャスクを取扱う場合の各施設のクレーン揚程との取合いのうち、輸送車両上での取合いを第4.2-1 図に示す。輸送車両からキャスクを吊り上げる場合、原研の高レベル $\alpha$  固体貯蔵施設以外の施設は全てローディングドックのフロアよりセルが高くなっており、セルの高さは最低でも3 m (AGF) 以上あるので、次に検討するポート上での取合いに問題がなければローディングドックにある車両上のキャスクの取扱いが問題になることはない。

また、各施設のポートまたは貯蔵孔上での取合いを第4.2-2 図に示す。

第4.2-1 図及び第4.2-2 図に示すように、本キャスク用として計画した吊具を用いた各施設でのキャスク取扱いにおいて、各施設のクレーン揚程は十分キャスクの吊り代を確保でき、取扱いが可能である。

#### 4.3 運搬車両との取合い

本キャスクに収納物を収納し、上・下部緩衝体及び輸送架台を含めて車両に積載する時の総重量は約11.5トンをあり、動燃大洗で既に所有している12トントレーラに積載可能な重量である。

キャスク本体（収納物を含む） : 約 9,710 kg

〔	キャスク本体	: 約 9,170 kg	〕
	リフマ駆動装置	: 約 300 kg	
	収納物	: 約 240 kg	

上部緩衝体 : 約 165 kg

下部緩衝体 : 約 165 kg

輸送架台 : 約 1,400 kg

---

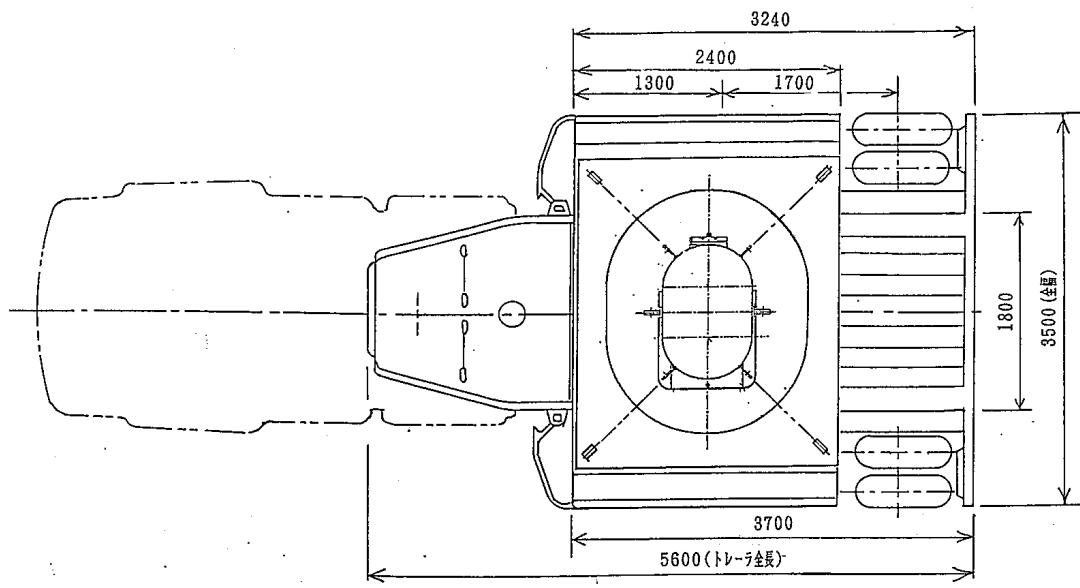
輸送総重量 約11,440 kg

本キャスクの12トントレーラへの積載状態図を第4.3-1 図に示す。同図に示すように、本キャスクは12トントレーラへの積載が可能な寸法である。ただし、輸送架台とトレーラの固縛位置については、輸送架台の詳細設計時に取合いを確認する必要がある。

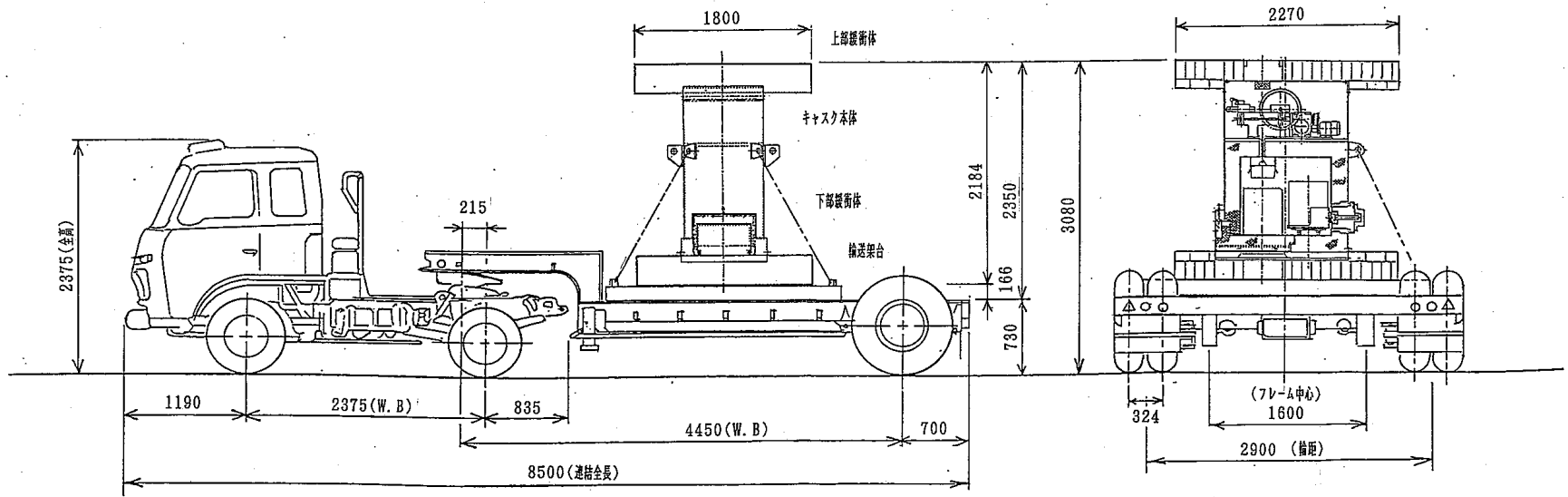
12トントレーラに積載時の全高と各施設の入口シャッター開口高さとの取合いについてまとめて第4.3-1 表に示すが、各施設ともシャッター部の通過は可能である。

また、12トントレーラに積載時におけるクレーン揚程との取合いについては前4.2 項で述べたように各施設ともクレーン揚程は十分である。(第4.2-1 図参照)





使用車両  
 トラクタ : ニッサンディーゼルCM90 (改)  
 トレーラ : トーヨーTE8B (12トトレーラ)



第4.3-1 図 高レベルα固体廃棄物キャスクの12トトレーラ積載図

表4.3-1 キャスク取扱施設の寸法・重量制限と高レベルα固体廃棄物キャスクとの比較

施設等			高レベルα固体貯蔵施設		α固体処理棟	LEDF	WDF	AGF	MMF	FMF	制限寸法・重量のまとめ		高レベルα固体廃棄物キャスクの寸法・重量
項目	シャッター		4.0 m		4.3 m		5.5 m	4.7 m	4.8 m	6.5 m	4.0 m	使用車両の幅	3.5 m (注-3)
	開口寸法		4.0 m		3.5 m		6.3 m	3.6 m	4.3 m	6.5 m	3.5 m	車両積載時の全高	3.08m (注-3)
ローディングエリア	トラック		約 6.0 m		4.7 m		6.4 m	4.7 m	5.0 m	7.5 m	4.7 m	使用車両の幅	3.5 m (注-3)
	ロック寸法		7.5 m		8.6 m		18.0 m	8.4 m	16.5 m	18.5 m	7.5 m	使用車両の長さ	8.5m (注-3), (注-4)
ハッチ等の開口寸法	縦		(ハッチ無し)		(ハッチ無し)	全て制限無し	3.0 m	3.0 m	3.0 m	3.0 m	3.0 m	キャスク外形寸法	キャスク本体 約1.2 × 1.6 m
	横		(ハッチ無し)		(ハッチ無し)		3.0 m	3.0 m	2.8 m	3.0 m	2.8 m		緩衝体 約1.8 × 2.3 m
使用可能車両 (積載重量)			12ト、11ト、3.25ト		12ト、11ト、3.25ト		12ト、11ト、3.25ト	12ト、3.25ト	12ト、11ト、3.25ト	12ト、11ト、3.25ト	12ト	キャスク重量 (車両積載時)	積載時総重量 11.44ト (輸送架台を含む)
移送の寸法	幅		トラックロックより直接 収納・取出し場所にアクセスするので障害物等無し		同左	(施設をキャスク設計に合わせる)	2.4 m	幅はサービスエリア上で問題無し	幅はサービスエリア上で問題無し	幅はサービスエリア上で問題無し	2.4 m	キャスク寸法 (幅)	約1.2 × 1.6 m
	高さ (クレーン揚程)		6.5 m		3.07 m (ガンマゲート上)		5.4 m	5.6 m	4.0 m	4.9 m	3.07m (ガンマゲート上)	キャスク移送時吊り揚程	2.717 m (吊具を含む)
キャスク置場	寸法	縦	(キャスク置場無し)		(キャスク置場無し)		2.8 m	サービスエリア上で寸法・荷重での問題は無し	サービスエリア上で寸法・荷重での問題は無し	2.0 m	2.0 m	キャスク寸法 (幅)	キャスク本体 約1.2 × 1.6 m
		横	(キャスク置場無し)		(キャスク置場無し)		2.0 m			2.0 m			
床耐荷重			普通コンクリートの圧縮強度 : 3000ト/m <sup>2</sup>		—		2.5ト/m <sup>2</sup>			4.8ト/m <sup>2</sup>	2.5 ト/m <sup>2</sup>	キャスク重量	キャスク自身 約11ト/m <sup>2</sup> (必要置き台面積 : 4m <sup>2</sup> )
収納・取出し場所			S 缶の場合 (移動型ガンマゲート及びS型孔用アダプタ使用)	G 缶の場合 (可搬型ガンマゲート及びG型孔用アダプタ使用)	ガンマゲート		α 搬出入セル (ゲートモニタ及びキャスクアダプタ (FW-S用) 使用)	β-γ 搬出入ポート	α 搬出入ポート	S 缶搬出ポート	/		
	ガンマポート等寸法	孔径	φ 510 mm	φ 435 mm	φ 610 mm		φ 600 mm	φ 400 mm	φ 400 mm	φ 400 mm	—	装置孔径	φ 450 mm (アダプタを使用する)
		上部寸法	1270 mm □ (S型孔用アダプタ)	1100 mm □ (G型孔用アダプタ)	1500 mm □		φ 1200 mm	φ 800 mm	1760 mm □	1300 mm □	φ 800 mm	キャスク底部外形寸法	約 874 × 1362 mm (注-5)
	床耐荷重			普通コンクリートの圧縮強度 : 3000ト/m <sup>2</sup>		10ト/m <sup>2</sup> ガンマゲートの積載荷重		2.5ト/m <sup>2</sup>	1.0ト/m <sup>2</sup> (注-1)	10 ト/m <sup>2</sup> 3 ト/m <sup>2</sup>	4.8ト/m <sup>2</sup>	2.5 ト/m <sup>2</sup> (注-2)	キャスク重量
貯蔵孔深さ 又はセル高さ			3.25 m	3.5 m	5 m		6.55 m	3 m	4 m	7 m	7 m	巻上装置の揚程	10 m
クレーン定格荷重 (キャスク移送用)			10 ト		10 ト		15.5 ト	20 ト	20 ト	25 ト	10ト	キャスク重量 (吊り上げ時)	吊り上げ時総重量 最大 10 ト (吊具を含み、上・下緩衝体を除く)

注 1) 現状はFMF 8 トキャスクを使用している。

2) AGF を除く。

3) 12トトレラを使用。

4) 高レベルα固体貯蔵施設ではローディングエリア入口のシャッターを開放したままでトレラ上でのキャスク取扱作業を行う。

5) キャスクがガンマゲートやアダプタからはみ出るが、キャスクはクレーンで仮吊りした状態で作業を行うので転倒等の心配はない。



## 5. 各取扱施設で必要な取扱機器の検討

本章では、各取扱施設でキャスクを取扱う場合にどんな機器が必要であるか検討する。  
又、輸送容器として運搬する場合に、運搬車両との取合いで、必要な治具等についても検討する。

検討した結果は、表 5 - 1 に示す。

- : 既設
- ◎ : 新設(専用)
- : 新設(共用)

表5-1 キャスク取扱施設での必要機器、治具類

施設 必要機器	高レベルα固体貯蔵施設	L E D F	α 固体処理棟	W D F	A G F	M M F (MMF-2側)	F M F
ガンマゲート	●						
	移動型		床面上に設置済	天井躯体内に設置済	同じ	同じ	同じ
偏心修正機構付 アダプタ	●						
S型孔アダプタ	●						
ポートアダプタ			◎	◎	◎	◎	◎
ゲートモニタ				◎ 必要に応じて新設			
受皿駆動機構 取扱台	○	○	○	○	○	○	○
輸送架台 (12t トレー用)	○	○	○	○	○	○	○
専用吊具 (キャスク用)	○	○	○	○	○	○	○
シャッター 駆動機構 取扱台	○	○	○	○	○	○	○
治具			ガンマゲートから出る部分 に盤木等が必要				
備考	本施設のS型孔アダプタに 本キャスクの底部のイン ロー部を合わせるのでキャ スクアダプタは必要ない。	本施設のポート内径が φ450mm と異なる場合は、 キャスクアダプタが必要と なる。		新設ゲートモニタは、 キャスクアダプタと兼用 しても良い。	ポートアダプタは約9m <sup>2</sup> (約1.4×6.5m)の大きさ が必要と思われる。	ポートアダプタは約3m <sup>2</sup> (1.6×1.9m)の大きさが必要。	ポートアダプタは約1.9m <sup>2</sup> (1×1.9m)の大きさが必要 で、下面にボルト逃げ用の 溝が必要。

## 6. 既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討

本章では、6.1 節で吊上げ能力確認試験の結果を記載し、6.2 節で既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討、6.3 節で吊上げ能力確認試験の結果と、既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討の結果を反映し、6.3 節で新規キャスクへの反映について述べる。

### 6.1 吊上げ能力確認試験

吊上げ能力の確認は、現在動燃事業団大洗工学センターで、高レベルα固体廃棄物の運搬に使用しているFMF-2キャスクのリフティングマグネット（リフマLEP-S87852）及びそれより一廻り大きいリフマ（LEP-25）の試験を行う。

又参考資料としてLEP-35リフマの試験も行う。

#### 6.1.1 リフマの仕様の相違点

リフマの仕様の相違点を第6-1表に示す。

第6-1表 リフマの仕様の相違点

型 式	LEP-S87852 (LEP-20相当)		LEP-25		LEP-35	
吊 上 能 力 (kg)	80kg (15mm鋼板)		350kg (50mm鋼板)		700kg (50mm鋼板)	
吸 着 力 (kg)	300kg (15mm鋼板)		1400kg (50mm鋼板)		2800kg (50mm鋼板)	
寸 法 (mm)	外 径	高 さ	外 径	高 さ	外 径	高 さ
	φ175	125 <sup>H</sup>	φ246	125 <sup>H</sup>	φ354	150 <sup>H</sup>

製造メーカー

カネテック株式会社 東京支店  
東京都千代田区内神田町2-15-4 (司ビル)  
TEL (03) 3252-2543

#### 6.1.2 吊上げ能力確認試験

既存キャスク（FMF-2キャスク）の収納用品吊上げ能力アップの検討及び新規キャスクの収納物昇降装置の設計に反映するための新規リフマ吊上荷重試験の一環として実施したLEP-25及びLEP-35リフマの吊上荷重試験結果を以下に示す。

LEP-25リフマの吊上荷重試験は、必要吊上能力を確保するための現実的な新規リフマ〔LEP-25〕を使用し、リフマメーカーのデータ（「吸着板厚さと吸着力の関係」及び「ギャップと吸着力の関係」）が、本キャスクのワーク（使用方法）の場合の吸着板厚さやPVCバッグ介在時（ギャップ効果）の吸着力評価に利用可能か否かを確認することを目的として実施した。試験結果を第6-2表及び6-3表に示す。

この結果を、リフマメーカーのデータである「吸着板厚さと吸着力の関係」及び「ギャップと吸着力の関係」のグラフに記入して6-1図及び6-2図に示す。

又、LEP-35の吊り上げ荷重試験結果は、参考資料として第6-5表及び第6-6に示す。

第6-2表、第6-3表、第6-5表及び第6-6表に示すように、今回の実験結果は、リフマメーカーの吸着力に比べ高めの値となっているが、「吸着板厚さと吸着力の関係」及び「ギャップと吸着力の関係」ともその傾向は良く合っている。

今回のLEP-25の実験結果とリフマメーカーのデータとの比は、次のとおりであった。

「吸着板厚さと吸着力の関係」

「ギャップと吸着力の関係」

板厚	実験結果/メーカーデータ	ギャップ	実験結果/メーカーデータ
15 mm	1.29	0.0 mm	1.08
20 mm	1.30	0.3 mm	1.11
30 mm	1.21	0.6 mm	1.16
50 mm	1.13	0.9 mm	1.13

[考察]

上記の結果から、本キャスクにLEP-25リフマを使用する場合には、試験の結果はメーカーデータよりも、上まわっており十分利用可能と考える。

LEP-25リフマの試験の結果から、吸着板厚さ15mmでPVCバッグ(厚さ0.3mm)1枚介在した場合の吊上能力(吸着力)を評価すると以下のとおりである。

板厚15mm時でギャップ0.3mm時の吸着力は、937.4 kg

となり、必要な吊上能力(S缶内側缶PVCバッグアウト時重量)120 kgに対して安全係数は

$$937.4 / 120 \approx 7.8$$

安全係数は、7.8でありメーカーの推奨する安全率4倍を充分上廻っておりLEP-25相当のリフマを使用すれば良いことが確認された。

尚、試験の要領、手順等については、添付資料-2:リフマ吊上荷重試験に示す。

最後にG缶相当のφ150吸着板の吸着力を確認する為、LEP-25リフマの吸着面にφ300×15tの吸着板を吸着させ、その面にφ150の吸着板を吸着させ吸着力の測定をした。試験結果を第6-4表に示す。

[考察]

上記の結果から、LEP-25相当のリフマを使用して、密封缶(G缶用)を吸着すると吸着面が小さいのでリフマ磁界から外れてしまい、磁界を帯びた所まで吸着板が25mm程ずれ吸着する。但し、吸着板を1枚介在しているためリフマ本来の吸着力が発揮出来ないことを確認した。

吸着厚さ	15 mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]			
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量	43.4 8.1 31.1 2	1,321.4 937.4 646.6 465			
1	介在無し	1,416	1,424	1,368	1,418	1,404	1,406				合計重量	84.6	
2	1枚介在	1,068	1,024	1,002	992	1,024	1,022						
3	2枚介在	728	730	728	734	736	731.2						
4	3枚介在	554	554	548	544	548	549.6						

吸着厚さ	20 mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]			
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量	43.4 11.0 31.1 2	1,539.7 956.5 620.5 446.5			
1	介在無し	1,638	1,628	1,672	1,594	1,604	1,627.2				合計重量	87.5	
2	1枚介在	1,046	1,006	1,066	1,052	1,050	1,044						
3	2枚介在	692	706	722	726	694	708						
4	3枚介在	554	526	538	514	538	534						

第6-2表 LEP-25リフマ吊上げ試験記録 (1/3)

吸着厚さ	30 mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量  合計重量	43.4 16.7 31.1 2 91.2	1,589.6 930.4 566.4 390.4
1	介在無し	1,700	1,676	1,692	1,656	1,680	1,680.8			
2	1枚介在	1,026	998	1,002	1,040	1,042	1,021.6			
3	2枚介在	654	660	676	642	656	657.6			
4	3枚介在	538	474	484	446	466	481.6			

吸着厚さ	50 mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量  合計重量	43.4 27.0 31.1 2 103.5	1,543.3 932.9 626.1 439.7
1	介在無し	1,604	1,676	1,644	1,686	1,624	1,646.8			
2	1枚介在	1,058	1,062	1,008	1,004	1,050	1,036.4			
3	2枚介在	700	734	740	744	730	729.6			
4	3枚介在	548	562	544	528	534	543.2			

第6-3表 LEP-25リフマ吊上げ試験記録 (2/3)

吸着厚さ	6mm+10mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重計下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]	
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15+6 mm)重量	43.4 6		
1	介在無し	67	86	72	62	67	70.8			合計重量	49.4

リフマにφ350×6tを吸着させ、さらにφ150×10tを吸着させた試験結果である。

第6-4表 LEP-25リフマ吊上げ試験記録 (3/3)

吸着厚さ	15 mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]						
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量	99.4 12.1 31.1 2	2,955.8 2,267.0 1,723.0 1,391.8						
1	介在無し	3,150	2,942	3,148	3,154	3,108	3,100.4				合計重量	144.6				
2	1枚介在	2,444	2,376	2,408	2,400	2,430	2,411.6									
3	2枚介在	1,824	1,892	1,836	1,914	1,872	1,867.6									
4	3枚介在	1,384	1,578	1,534	1,632	1,554	1,536.4									

吸着厚さ	20 mm	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]						
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量	99.4 16.1 31.1 2	3,754.2 2,768.2 2,015.8 1,589.8						
1	介在無し	3,966	3,916	3,880	3,852	3,900	3,902.8				合計重量	148.6				
2	1枚介在	2,868	2,952	2,972	2,952	2,840	2,916.8									
3	2枚介在	2,150	2,148	2,172	2,172	2,180	2,164.4									
4	3枚介在	1,706	1,754	1,744	1,728	1,760	1,738.4									

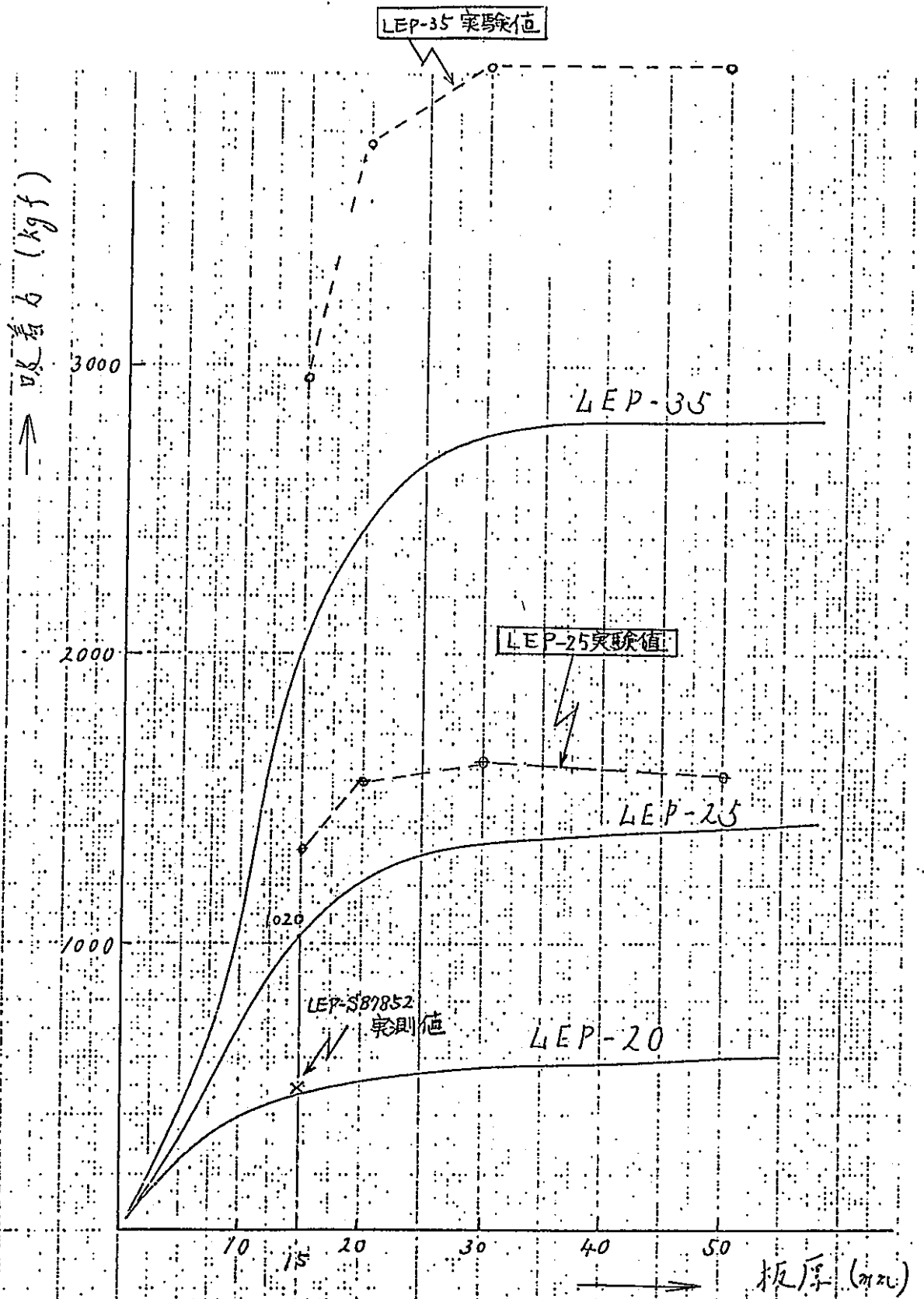
第6-5表 LEP-35吊上げ試験記録 (1/2)



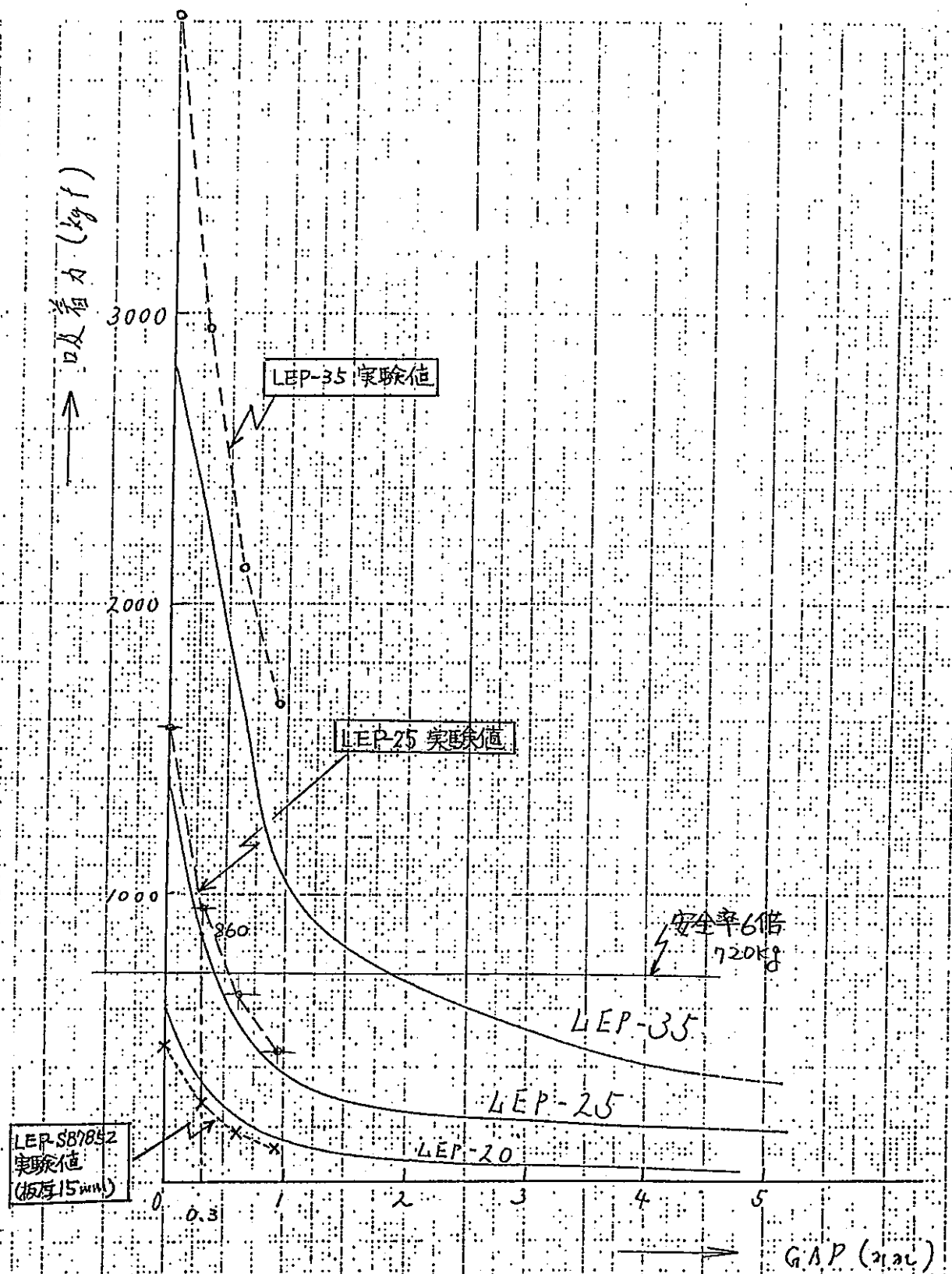
吸着厚さ	30 mm									
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均			
1	介在無し	4,066	4,248	4,212	4,222	4,180	4,185.6	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量	99.4 23.9 31.1 2	4,209.2
2	1枚介在	3,056	3,046	3,076	3,020	2,980	3,035.6			2,879.2
3	2枚介在	2,316	2,302	2,314	2,302	2,218	2,290.4			2,134.0
4	3枚介在	1,758	1,832	1,820	1,816	1,738	1,792.8	合計重量	156.4	1,636.4

吸着厚さ	50 mm									
ケースNo.	PVCバッグ 介在条件	荷重 (吸着板が外れた時の荷重) [kg]						荷重下部重量 (kg)		実荷重 [Kg]
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	平均			
1	介在無し	4,200	4,180	4,204	4,134	4,212	4,186.0	リフマ重量+シャックル重量 吸着板 (15 mm)重量 模擬缶重量 アイボルト重量	99.4 39.1 31.1 2	4,014.4
2	1枚介在	3,112	3,150	3,080	3,088	3,094	3,104.8			2,933.2
3	2枚介在	2,240	2,322	2,296	2,262	2,346	2,293.2			2,121.6
4	3枚介在	1,822	1,838	1,808	1,808	1,806	1,816.4	合計重量	171.6	1,644.8

第6-6表 LEP-35吊上げ試験記録 (2/2)



第6-1図 吸着板厚さと吸着力の関係



第6-2図 キヤップと吸着力の関係

## 6.2 既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討

現在、動燃事業団殿大洗工学センターで高レベルα固体廃棄物用に使用している既存キャスクのうち収納物昇降装置の吊上げ能力をアップさせる為、収納物昇降装置に使用している機器及び部品について吊上重量を増加させた場合、改造の可否を検討する。

又は、本結果を新規キャスクの構造設計に反映させる。

### 6.2.1 既存キャスクの吊上能力

既存キャスクの吊上能力について確認する。

#### (1) モータの出力トルク

使用モータは、単相400 Wであり

$$P = \frac{T \cdot N}{974} \text{より}$$

$$\therefore T = P \cdot 974 / N$$

$$= 0.4 \times 974 / 1440 = 0.27 \text{ kg-m}$$

モータの出力トルクは、0.27 kg m である。

T : 出力トルク (kg-m)

P : 定格出力 (kw)

0.4 kw

N : 回転数 (rpm)

1,440 rpm

#### (2) 吊り上げ重量

① 吊り上げ物重量	70 kg 以下
② リフティングマグネット 重量	約 25 kg
③ ケーブル重量	約 3.4 kg (340kg/kmより)
④ ドラム重量	約 50 kg
	<hr/>
	合計 145.4 kg

既存キャスクの吊り上げ重量は約150kg である。

#### (3) 巻き上げドラム径

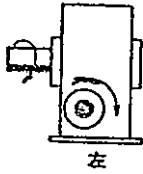
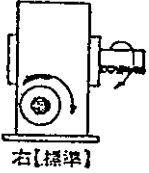
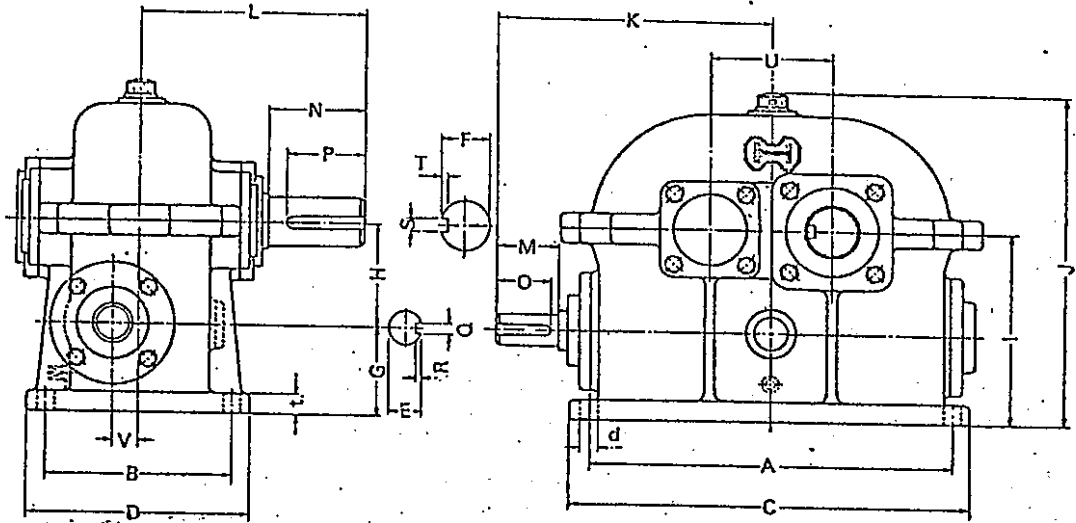
φ 365

#### (4) ウォーム減速機容量

入力軸 0.4 kw ~0.75 kw (カタログ値参考)

出力軸 42.1 kg-m (カタログ値参考)

WS  
TYPE

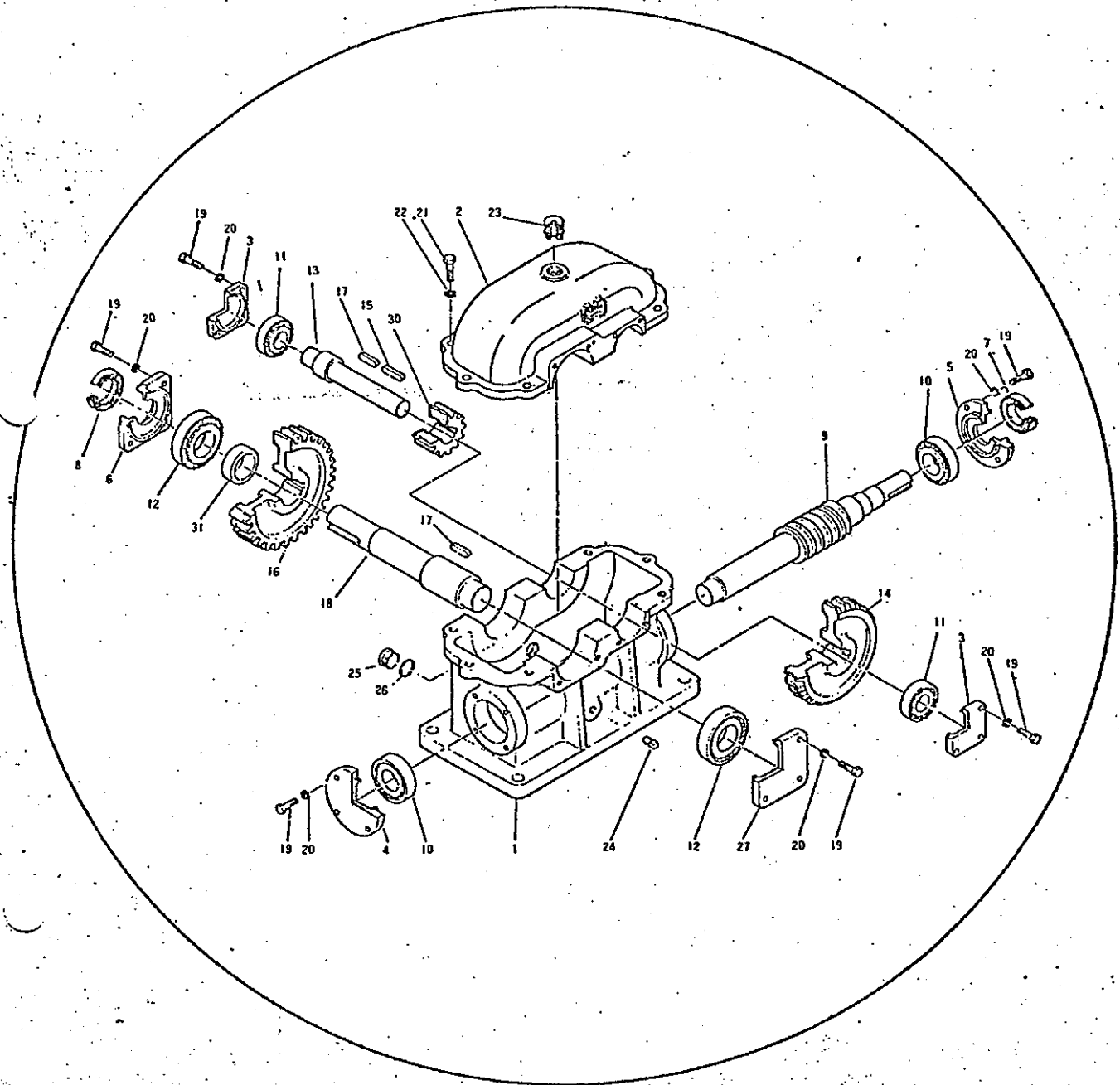


型 番	減 速 比	取付ベース				出力軸								入力軸								出 力 軸 径 (kg)	重 量 (kg)	入 力 功 率 (kW)	才 定 イ ル 量 (t)					
		A	B	C	D	F	N	P	S	T	E	M	O	Q	R	G	H	I	J	K	L						U	V	d	t
S 78	60, 90, 100, 120	260	125	300	155	35	70	50	10	4.5	20	45	40	7	4	75	78	153	251	204	165	88	175	14	16	42.1	31	0.4 0.75	1.0	現状
	60, 90, 100, 120	295	150	325	180	40	80	60	10	4.5	25	50	45	7	4	75	85	160	271	222	185	99	215	14	16	63	40	0.75 1.5	1.7	能加70
S 92	60, 90, 100, 120	330	132	360	162	45	90	70	12	4.5	25	50	45	7	4	80	92	172	303	240	195	120	17	18	20	90	50	1.5 2.2	2.5	
S 102	60, 90, 100, 120	270	200	330	240	50	100	80	12	4.5	28	60	50	7	4	70	102	172	316	260	218	120	25.5	18	22	123	70	2.2 3.7	3.5	

標準減速比は太字

はせがわ 減速機

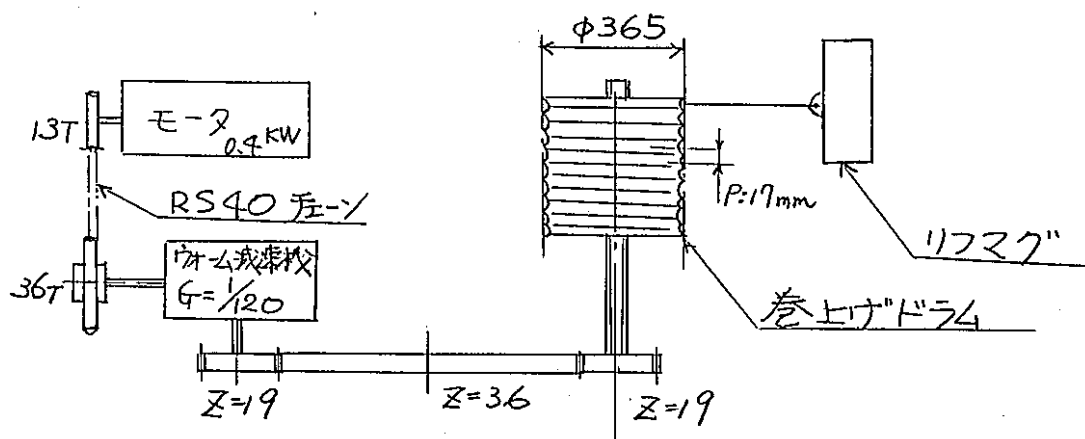
WS  
TYPE



WS型/部品名称リスト

No	部 品 名	材 質	個 数	No	部 品 名	材 質	個 数
1	ケーシング (本体)	FC20(又はFCDS0)	1	16	出力軸平歯車	FC20(又はFCDA5)	1
2	ケーシングカバー (本体別)	FC20(又はFCDS0)	1	17	中間軸キー	SK7	1
3	中間軸エンドカバー	FC20	1	18	出力軸	S45C(又はSCM)	1
4	入力軸エンドカバー	FC20	1	19	ボルト	SS41B	24
5	入力軸シールドカバー	FC20	1	20	スプリングワッシャー	SWP	24
6	出力軸シールドカバー	FC20	1	21	ボルト	SS41B	6
7	オイルシール (入力軸用) P J型		1	22	スプリングワッシャー	SWP	6
8	オイルシール (出力軸用) P J型		1	23	オイルキャップ (フリーザー)		1
9	ウォーム軸	S45C (又はSCM)	1	24	ドレンプラグ	FC20	2
10	入力軸ターボローラベアリング		2	25	油漏計		1
11	中間軸ボールベアリング		2	26	油漏計用パッキング	透気ゴム	1
12	出力軸ボールベアリング		2	27	出力軸エンドカバー	FC20	1
13	中間軸 (No30ピニオン付)	S45C(又はSCM)	1	30	ピニオンギヤー	S45C	1
14	ウォームホイール (又はZAM)	ALBC	1	31	スペーサー	FC20	1
15	中間軸用キー	SK7	1				

(5) 駆動伝達方法 (原理図)



6.2.2 能力アップの検討

吊上げ重量を120 kgにアップした場合、既存キャスクの下記の機器部品について使用可能であるか検討する。

- モーター 0.4 kw
- ドラム軸  $\phi 35$  mm (S45C)
- トルクリミッター TL-250-1 (ツバキ)
- ウォーム減速機 S-78-120-右 (ハセガワ)
- リフティングマグネット LEP-S87852 (カネテック)
- ケーブル クロプルンキャブタイケーブル  $6 \times 1.25$  mm<sup>2</sup> (日立電線)

(1) 設計吊上荷重

① 吊り上げ物重量	120 kg
② リフティングマグネット 重量	25 kg
③ ケーブル重量	3.4 kg
④ ドラム重量	50 kg
合計 198.4 kg	

設計吊上荷重は 200 kg とする。

(2) モーター容量の確認

- ① 巻き上げドラムの必要トルク……… $T_1$

$$T_1 = W \cdot D / 2$$

$$= 200 \times 365 / 2 = 36500 \text{ kgmm}$$

$$\approx 36.5 \text{ kg m}$$

W : 吊上荷重 = 230 kg  
D : ドラム径 = 365 mm

② ドラムスライドによるトルク……… $T_2$

$$\begin{aligned} T_2 &= W \cdot p / 2\pi \times \eta \\ &= 200 \times 1.7 / 2\pi \times 0.472 \\ &= 114.65 \text{ kg-cm} \approx 1.2 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$p$  : ネジのピッチ = 17 mm  
 $\eta$  : ネジの効率

ここで ネジ効率 ……………  $\eta$  は

a) ネジ山の角度による摩擦係数 ……………  $\mu^1$

$$\begin{aligned} \mu^1 &= \mu / \cos \beta / 2 \\ &= 0.15 / \cos 30^\circ / 2 = 0.1552 \\ &\approx 0.156 \end{aligned}$$

$\mu$  : 摩擦係数 = 0.15

$\beta$  : ネジ山角度 =  $30^\circ$

b) 摩擦角 ……………  $\phi$

$$\begin{aligned} \tan \phi &= \mu^1 = 0.156 \\ \phi &= \tan^{-1} 0.156 \\ &= 8.866 \\ &\approx 8.87^\circ \end{aligned}$$

c) ネジのピッチ角 ……………  $\theta$

$$\begin{aligned} \tan \theta &= p / \pi \cdot d_e \\ &= 17 / \pi \cdot 37 = 0.1462 \approx 0.146 \\ \theta &= 8.306 \approx 8.31^\circ \end{aligned}$$

$p$  : ネジのピッチ = 17 mm

$d_e$  : ネジ有効径 = 37 mm

(引かけ高さ 8 mm と仮定)

$$\begin{aligned} \therefore \eta &= \tan \theta / \tan (\theta + \phi) = \tan 8.31^\circ / \tan (8.31^\circ + 8.87^\circ) \\ &= 0.4724 \approx 0.472 \end{aligned}$$

③ ドラム軸の必要トルク………  $T_3$

$$\begin{aligned} T_3 &= T_1 + T_2 \\ &= 36.5 \text{ kg} + 1.2 \text{ kg-m} \\ &= 37.7 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

④ モーター軸の必要トルク………  $T_4$

$$\begin{aligned} T_4 &= T_3 / N \times \eta_a \\ &= 37.7 / 120 \times 36 / 13 \times 0.9^2 \times 0.7 \\ &= 0.185 \approx 0.20 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$N$  : モーター軸までの減速比

ウォーム減速比 1/120

チェーン部 36/13

$\eta_a$  : モーター軸まで効率

歯車2ヶ所 0.9<sup>2</sup>

ウォームギヤ 0.7

∴ モーター軸必要トルク      モーター出力トルク  
 0.20 kg <      0.27 kg-m となり

モーターの容量は既存モーターで充分である。



(3) ドラム取付軸の強度の確認

① ドラム取付軸の曲げ応力

ドラム取付軸に係わる曲げモーメント…… M

$$M = W \cdot \ell_x / 4$$

$\ell_x$  : ドラム取付軸取付スパン

$$= 200 \times 55 / 4 = 2750 \text{ kg-cm}$$

550 mm

ドラム取付軸と断面係数 ……  $Z_x$  は

$$Z_x = d a^3 \pi / 32$$

da : ドラム取付軸径

$$= 3.5^3 \pi / 32 \doteq 4.2 \text{ cm}^3$$

$\phi 35 \text{ mm}$

ゆえに曲げ応力 ……  $\sigma_b$  は

$$\sigma_b = M / Z_x$$

$$= 2750 / 4.2 = 654.8 \text{ kg/cm}^2$$

② ドラム取付軸のせん断応力

ドラム取付軸に係わるねじりモーメント……  $M'$

$$M' = W' \cdot \ell$$

$\ell$  : ドラム半径 = 182.5 mm

$$= 200 \times 18.25 = 3650 \text{ kg-cm}$$

ドラム取付軸に係わるせん断応力……  $\tau$

$$\tau = M' / Z_x$$

$$= 3650 / 4.2$$

$$\doteq 869 \text{ kg/cm}^2$$

③ 評価

ドラム取付軸に係わる曲げ応力

許容曲げ応力 (S45C)

$$654.8 \text{ kg/cm}^2$$

<

$$2,333 \text{ kg/cm}^2$$

ドラム取付軸に係わるせん断応力

せん断応力 (S45C)

$$869 \text{ kg/cm}^2$$

<

$$1,347 \text{ kg/cm}^2$$

ドラム軸の強度は、既存軸で充分である。

(4) トルクリミッターの確認

トルクリミッター部にかかるトルク……… $T_5$

$$T_5 = T_4 / N_x$$

$N_x$  : モータ軸とトルクリミッター部の

$$= 0.20 / (13/36) = 0.553$$

減速比 13/36

$$\approx 0.56 \text{ kg-m}$$

既存トルクリミッター型式 : TL250-1 (弱バネ)

現状のトルク範囲 ( 0.3 kgm ~ 0.4 kgm )

既存トルクリミッターの調整ナットを締め付けを増し、

0.6 kgm ~ 0.7 kgm まで調整することで使用可である。

(5) ウォーム減速機の確認

ウォーム減速機出力軸に係わるトルク……… $T_6$

$N_g$  : ウォーム減速機の

$$T_6 = T_5 / N_g \times \eta_a$$

減速比 1/120

$$= 0.56 / 1/120 \times 0.7 = 47.1 \text{ kg-m}$$

$\eta_a$  : 減速機の効率 = 0.7

∴ウォーム減速機の許容出力トルクと比較すると

負荷トルク

許容トルク

$$47.1 \text{ kg-m} > 42.1 \text{ kg-m} \text{ となり}$$

許容トルクを上まわっているため、交換する必要がある。

能力アップの検討結果  
 検討結果

検 討 事 項	検 討 結 果
(1) モータの容量 既存モータ 0.4kw	使 用 可 (必要トルク 0.20kgm<モータ出力トルク 0.27kgm)
(2) ドラム軸の強度 $\phi 35 \text{ mm}$	使 用 可 (許容応力以内)
(3) トルクリミッターの許容トルク TL-250-1 (ツバキ)	使 用 可 (調整ナットの締付けをする)
(4) ウォーム減速機の許容トルク S-78-120-右 (ハセガワ)	交換を要する。 (出力軸トルク不足)
(5) リフティングマグネットの吊上能力 LEP-S87852 (カネテック)	リフマの吊上能力は、70 kg であるのでLEP-25相当品に交換を要する。但し、既存のG缶密封缶についてはLEP-25に交換しても吸着面積が $\phi 150 \text{ mm}$ と小さいので吊上げることが出来ない。リフマの交換を必要とする。 AGFのS缶用保護缶については蓋の吸着板を250 ~ 200mm $\phi$ に交換することにより吊り上げ可。
(6) ケーブルの許容張力 クロロブレンキャブタイヤケーブル (2種) $6 \times 1.25 \text{ mm}^2$	使 用 可 負荷 : 180 kg < 最大許容張力 200kg
(7) S缶 (WDF) の吸着面 約 $\phi 400 \text{ mm} \times 470 \text{ mm}$ 吸着面 $\phi 200 \times 15 \text{ t}$	吸着面を $\phi 300 \times 15 \text{ t}$ に改造する必要がある。
(8) G缶の吸着面 約 $\phi 330 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$ 吸着面 $\phi 150 \times 10 \text{ t}$	吸着面を $\phi 300 \times 15 \text{ t}$ に改造する必要がある。



(2) 改造案

- ① ウォーム減速機は、同一メーカー（ハセガワ）の型番S-88-120-右に交換する事により、減速機の出力軸トルクは、63 kgm となり負荷トルクの 47.1 kgm を満足するが、既存キャスクの昇降装置のベースの配置では、減速機は添付型録の通り一廻り大きくなるので、既存の配置では、改造が困難である。

既存キャスクの能力アップは、減速機のみが使用限度を越えており詳細設計時、減速機を一廻り大きくし、モータ、ギヤー等の配置変えをするか、他のメーカーの小型の減速機を選定する事により現在の昇降装置が収納されているキャスク本体のケーシングはそのまま改造できる可能性がある。この配置変更を含む改造設計は、製作設計の一環で改造工事（製作）の中で実施するものとする。

- ② リフティングマグネットLEP-25の外径は、標準サイズで $\phi 246$  になるので廃棄物缶の吸着面との取合を考慮すると出来るだけ外径は小さくする事が望ましい。

## 7. キャスク開発スケジュール及び概算コストの検討

本設計で検討した高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクは、キャスク本体に受皿を組込み、受皿駆動機構を設ける必要があること及びキャスク本体が楕円形状であることから、リフティングマグネットを用いた通常のキャスクに比べて構造が多少複雑になるが、これは設計でカバーでき、特に開発試験や確証試験を実施する必要はないものと考えられる。本キャスクの概念構造は基本的な安全解析を行い決定し、各取扱施設での取扱い方法及び必要な取扱い機器についても検討した。また、本設計において課題となった事項については、詳細設計段階で対応が可能と考える。従って、本キャスクの今後の開発スケジュールとしては、第7-1表に示すように、以下のステップを進めることを提案する。

### (1) 詳細設計及び安全解析

- ① キャスクの詳細構造の検討及び詳細構造図の作成
- ② 輸送物の安全解析及び安全解析書（設工認資料）の作成
- ③ キャスク取扱付属機器の詳細構造の検討及び詳細構造図の作成

### (2) 許認可

- ① 構内運搬キャスク（施設付属の機器）として施設の設工認等許認可手続き

### (3) 製作

- ① キャスク及び取扱付属機器の製作・検査・納入

また、各ステップ毎の概算コストについて検討した結果も第7-1表に示す。

第7-1表 高レベルα固体廃棄物キャスクの開発スケジュール(案)

項 目		開発年数			備 考
		1	2	3	
詳細設計 及び 安全解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 輸送容器の詳細構造図</li> <li>・ 輸送物の安全解析書(設工認資料作成)</li> <li>・ 取扱機器の詳細構造図</li> </ul>				
許 認 可	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設工認</li> <li>所内「炉安審」審査</li> <li>動燃安全部審査</li> <li>施設の設工認申請</li> <li>科技厅審査</li> <li>施設の検査申請、検査</li> </ul>				
製 作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 輸送キャスク及び取扱機器の製作・検査・納入</li> </ul>				
概 算 コ ス ト		約 60 百万円	約 136 百万円 (注)		合計 約 196 百万円

(注) ・ 製作基数は1基分である。  
 ・ 取扱機器(ポートアダプタ、吊具、輸送架台、その他取扱治具)一式を含む。  
 ・ 内訳

キャスク	一式	約 115 百万円
取扱機器	一式	約 21 百万円
〔内訳〕		
・ アダプタ類	(約 2 百万円 × 6 種類)	約 12 百万円
・ 吊具	1 基	約 1 百万円
・ 輸送架台	1 基	約 1 百万円
・ シャッター駆動部取扱台	1 台	約 2 百万円
・ 受皿駆動部取扱台	1 台	約 2 百万円
・ その他取扱治具	一式	約 3 百万円

## 8. まとめ

本設計で実施した高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの構造、取扱方法等の検討及び既存キャスクの収納物吊上げ能力アップの検討の内容を以下に記す。

- (1) 新規キャスクの設計を開始するにあたって、構内運搬容器としての技術基準について、原研大洗の「放射性物質等事業所内運搬容器技術基準について（通達）」及び運搬時の管理、事故等の対応措置、事故措置等から検討を行い、設計適用条件をまとめた。
- (2) 新規キャスクの構造について、前年度実施した「設計調査」のS缶/G缶供用2個収納スライド方式キャスクの概念構造に基づいて、以下の手順で検討を行い、キャスク基本構造・寸法を決定した。
  - ① 本キャスクは、S缶を2個収納し、吊上時総重量を10ト以下とする必要がある。また、キャスクのしゃへい厚さはこの重量制限の範囲内で可能な限り厚くする必要がある。このため、先ずリフマ駆動装置（収納物昇降装置）、キャスク内受皿及び吊具について、軽量となることに留意して構造設計を行い、これらの必要重量を算定した。
  - ② 上記①で求めた重量を10トから差し引いた重量がキャスク本体に残された上限重量であり、しゃへい材である鉛の鑄込み、缶体の製作公差等を考慮のうえ、製作後の最大重量が前述の重量を超えないように鉛しゃへい厚さを設定して、キャスク本体の構造設計を行った。
  - ③ 上記(1)の設計適用条件に基づき、1.6 m落下解析を行って、必要な緩衝材厚さ等を評価して緩衝体の構造設計を行った。
  - ④ 上記(2)～②のキャスク本体の構造設計により設定された本キャスクが保証できる鉛しゃへい厚さ及びキャスク構造に基づき、本キャスクに収納可能な放射エネルギー（Co-60 換算）を評価するためのしゃへい解析をQAD-CGGP2コードを用いて行った。
  - ⑤ 上記①～④の結果、新規キャスクの主要目は次のとおりとなった。

- ・ 型 別 : B型相当（原研技術基準のII型）
- ・ 寸 法
  - 全 高 : 約 2184 mm（上・下部緩衝体を含む）
  - 横 幅 : 約 1800 mm（緩衝体部）
  - 縦 幅 : 約 2270 mm（緩衝体部）



・ 重 量

イ) キャスク	最大	9,800 kg
(a) キャスク本体	最大	9,170 kg
(b) リフマ駆動装置	約	300 kg
(c) 上・下部緩衝体	約	330 kg
ロ) 収納物 (S缶2個)	約	240 kg
ハ) 吊具	約	290 kg
ニ) 輸送架台	約	1,400 kg
ホ) 輸送物総重量 [(イ)+(ロ)]	最大	10,040 kg
ヘ) 吊上時総重量 [(イ)(a)+(イ)(b)+(ロ)+(ハ)]	最大	10,000 kg
ト) 輸送時総重量 [(イ)+(ロ)+(ニ)]	約	11,440 kg

・ 廃棄物缶収納量

- イ) 収納個数 : 2個 (S缶またはG缶)  
ロ) 収納可能放射能量 :  $2.81 \times 10^{12}$  Bq/個 [7.6 Ci/個] (Co-60 換算)  
(運搬可能な発生済個数に対する割合 : S缶 85.8%、G缶 99.8%)

・ 使用リフマ : LEP-25形相当品

[原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設からLEDFにG缶密封缶を運搬する場合はリフマ (LEP-25形相当品) をG缶用のリフマに交換する必要がある。また、LEDFから原研大洗の $\alpha$ 固体処理棟にS缶用保護缶を運搬する場合は、保護缶の蓋を施設内で吸着板寸法約 $\phi 300 \times 15^t$  mmのものに交換する必要がある。(4)-③参照]

⑥ なお、今回の設計段階においては、キャスク詳細構造に関し以下の事項について考慮及び検討のうえ構造設計に反映することとする。

- (a) キャスク内の受皿構造については、外径寸法の異なる缶を収納しセンタリングできるようにするため、バネラック方式の構造を提案したが、本構造の詳細設計においては、その機能の信頼性、設計の妥当性等を確認するため、モックアップ試験を実施して設計に反映する。
- (b) リフマ駆動装置のケーブルドラムの構造について、ケーブルの乱巻き防止のため、ケーブルドラムの溝を深くする。また、トルクリミッターを付けて自動停止するようにする。
- (c) リフマの巻き上げ過ぎを防止するため、マグネット位置表示を見やすい物にする。

- (d) リフマの切り離しを円滑に行うため、安定化電源の設置等を考慮する。
- (e) 廃棄物自体の偏荷重に対する対策を考慮する。
- (3) 上記(2)で設計した新規キャスクについて、各取扱施設における取合い及び取扱方法並びに運搬車両との取合いについて検討を行い、各施設とも問題なく取扱えることを確認した。また、本キャスクを取扱う場合に必要な取扱機器についてまとめた。運搬車両は動燃事業団殿所有の12トトレーラが使用可能である。
- (4) 上記(2)－⑤で示したように、新規キャスクで運搬可能な放射エネルギーはS缶で $2.81 \times 10^{12}$  Bq/個〔7.6 Ci/個〕(Co-60換算)であり、この放射エネルギーを超える廃棄物缶は既存キャスク(FMF-2キャスク)で運搬する必要がある。この場合、LEDFで減容化処理を行うとS缶内側缶の重量が約101.5kgとなり、特にPVCバッグアウト時はFMF-2キャスクの吊上荷重80kgを超えることになる。このためFMF-2キャスクの収納物吊上げ能力向上の検討を以下の手順で行った。
- ① FMF-2キャスクのリフマ(LEP-S87852形)について、S缶内側缶の吸着板とリフマの間のPVCバッグ介在条件を変えて、吸着力の測定を行った。
- その結果、PVCバッグ1枚介在の場合は、リフマメーカー推奨値の安全係数(吸着力/吊上荷重)を4以上とすると、必要吊上荷重に対して吸着力不足であり、リフマの能力を上げる必要があることがわかった。
- ② 必要吸着力を確保できるリフマはLEP-25形であり、このリフマの吸着力測定を行い、必要吊上荷重に対して6倍以上の吸着力を確保できることを確認した。
- ③ このLEP-25形リフマの外形は $\phi 246$ mmであるが、既に発生済みのG缶の吸着板外径が $\phi 150$ mmであるため、この場合について吸着力の測定を行った。その結果、 $\phi 150$ mmの吸着板ではLEP-25形リフマの永久磁石の吸着範囲を外れてしまい、中心には吸着しないこと、及びリフマと吸着板の間に外径の大きな鉄板を介した場合は必要吸着力が得られないことがわかった。
- このため、原研大洗の高レベル $\alpha$ 固体貯蔵施設からLEDFにG缶密封缶を運搬する場合はリフマ(LEP-25形相当品)をG缶用のリフマに交換する必要がある。また、LEDFから原研大洗の $\alpha$ 固体処理棟にS缶用保護缶を運搬する場合は、保護缶の蓋を施設内で吸着板寸法約 $\phi 300 \times 15^t$  mmのものに交換する必要がある。

- ④ FMF-2 キャスクの吊上げ能力を向上させ必要吊上荷重を得るようになるには、リフマをLEP-25形相当品に交換し、ウォーム減速機を出力軸トルクの大きいものに交換する必要があることがわかった。しかし、出力軸トルクの大きいウォーム減速機は外形寸法が現在のウォーム減速機より大きくなり、現在のウォーム減速機が設置されているスペースには設置できないので、昇降装置の改造時に既存の昇降装置筐体内の機器全体の配置変更を行い、キャスクの外形を変更せずに昇降装置全体を交換する等の対策が必要であることがわかった。
- ⑤ 前述のリフマ吊上げ能力の検討結果を新規キャスクの設計に反映した。

- (5) 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクは、今後、「詳細設計」（安全解析を含む）を行ってキャスクの設計を確定し、許認可（施設の設工認関係）の後、「製作」を行う工程で、詳細設計から製作完了まで3年の開発スケジュール（案）を提案する。

〈 謝 辞 〉

本設計業務を遂行するにあたり、ご指導いただいた動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター環境技術課 加藤徳義氏、菅谷敏克氏、堂野前寧氏はじめ関係各位に感謝の意を表します。

# 添 付 資 料

添付資料-1 参考文献

添付資料-2 高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの構造図面集

添付資料-3 リフマ吊り上げ荷重試験

添付資料 - 1

参 考 文 献

## 参考文献

- ※ 1. メーカー : 新田ベニア工業株式会社  
表 1 バルサと発泡プラスチックの強度特性より
- ※ 2. JAERI-memo. 7823  
「周辺監視区域内核燃料物質等運搬容器技術基準」  
日本原子力研究所
- ※ 3. 基礎 機械設計 (初級編)  
第 7 章 機械力学Ⅱ P 59 ~ P 61
- ※ 4, 5 機械工学便覧 改訂 6 版  
第 6 章 面積および体積 2 - 23
- ※ 6. 機械工学大意 新訂版 東京電機大学編  
第 2 章 曲げ 表 2 - 1

添付資料 - 2

高レベル $\alpha$ 固体廃棄物キャスクの構造図面集

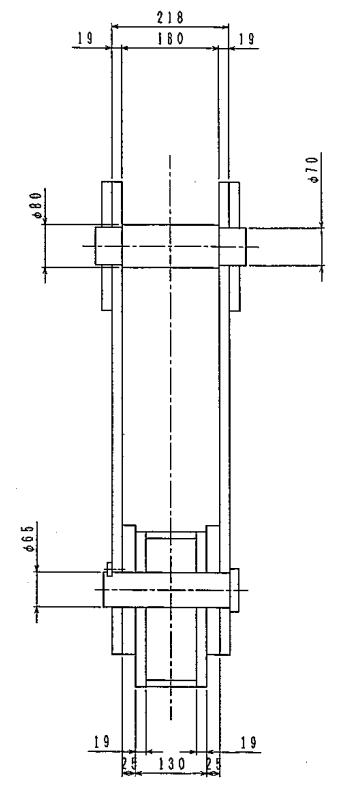
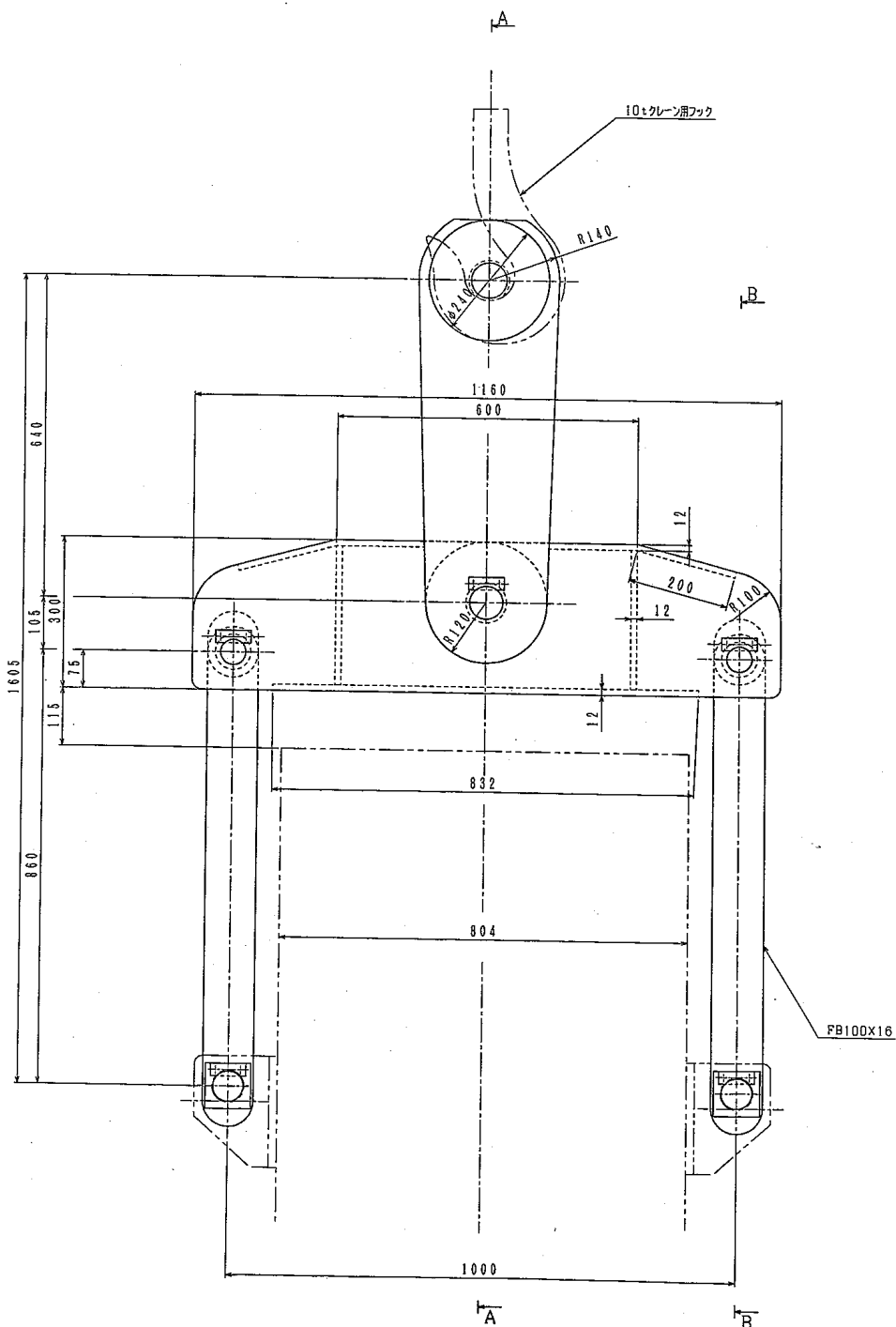


1. 全体組立図 TR7-95020-01 …… 添付-2-1
2. 収納物昇降装置 TR7-95020-02 …… 添付-2-2
3. キャスク吊具 TR7-95020-03 …… 添付-2-3
4. 輸送容器姿図 TR7-95020-04 …… 添付-2-4

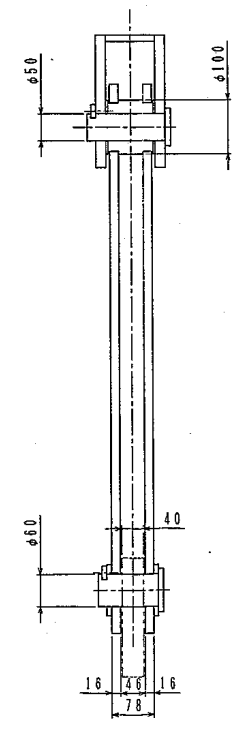




図面番号	品名	材質	仕様	標準	備考



A-A断面

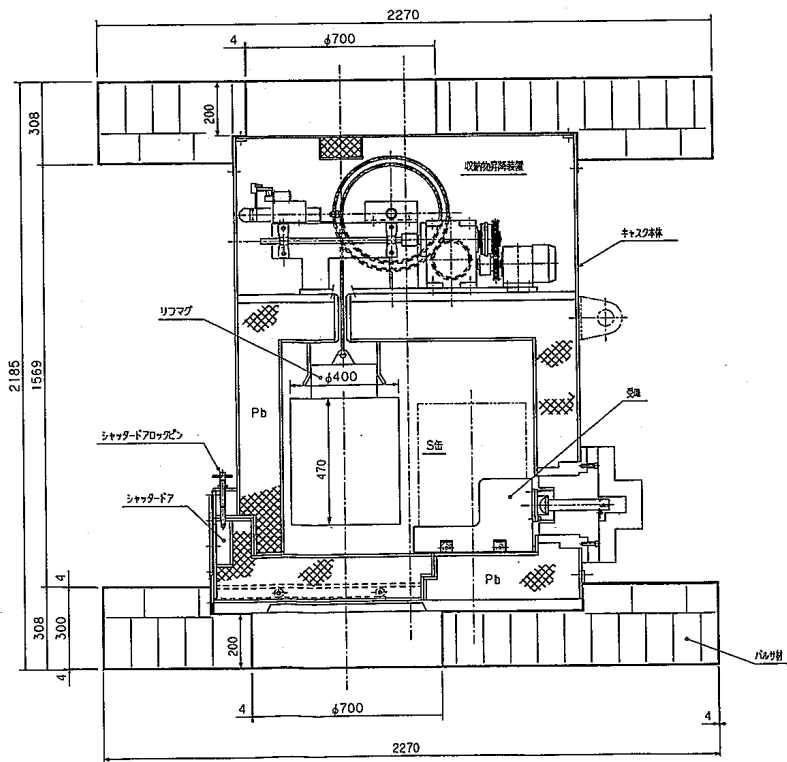
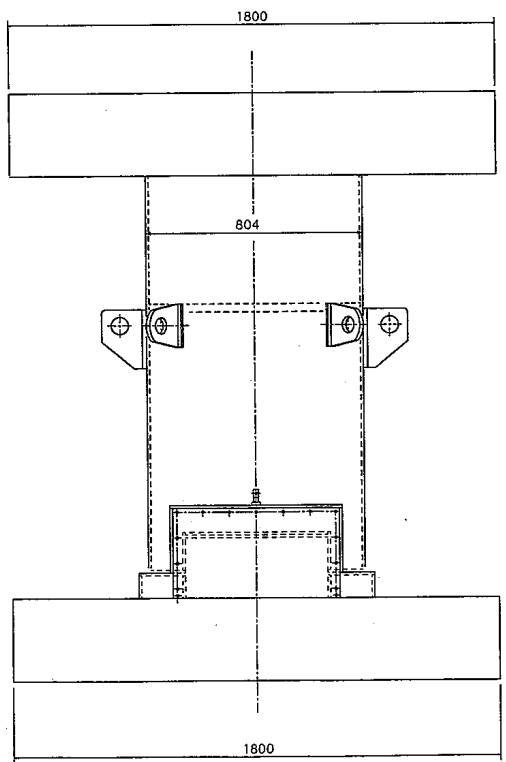
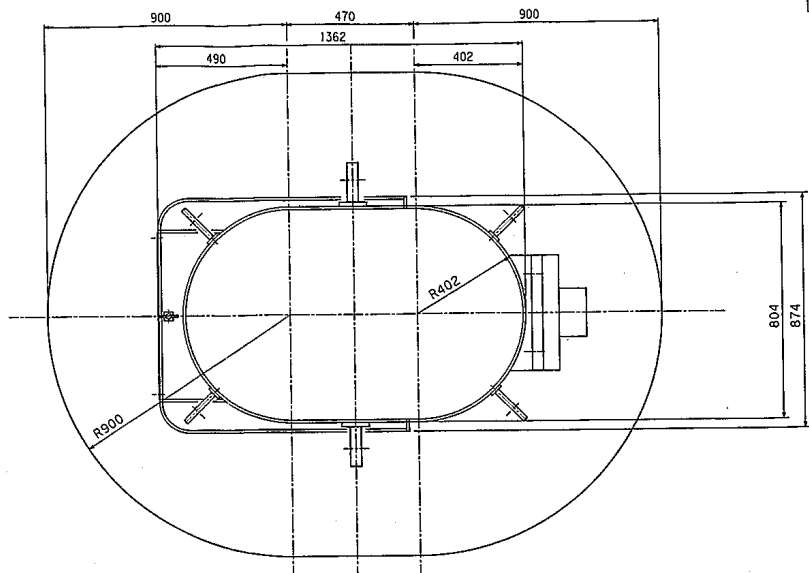


B-B断面

エイ・ティ・エス株式会社	訂正	記	事	日付	担当	承認	Y&S/DIA	図面番号	TR7-95020-03	訂正	0
--------------	----	---	---	----	----	----	---------	------	--------------	----	---

工番	051-5188	基型	1式	名称	動力炉、核燃料開発事業団 殿	
承認	加藤	尺度	1/5		大洗工学センター	
担当	今井	日付	95-11-30		高レベルα固体廃棄物キ+スク	
製図	栗田	第3角法			キ+スク吊具	
					図面番号	TR7-95020-03

G		H	
総数	品番	品名	仕様



重量内訳

キヤスク	9170kg
S缶(2個)	240kg
駆動装置	300kg
接衝体(合計)	330kg

工番	051-5188	巻数	1式	名称	動力炉、核燃料処理専用機 殼	
承認	知 系	尺度	1/10		大洗工務センター	
担当	今 井	日付	'95-11-30		高レベル放射性廃棄物キヤスク	
製図	梨田	第3角法			輸送物格没題	
					図面番号	TR7-95020-04
					訂正	0

エイ・ティ・エス株式会社

添付資料 - 3

リフマ吊り上げ荷重試験

1. FMF-2のリフマ吊上げ能力確認試験 ..... 添付-3-1

2. LEP-25 リフマ吊上荷重試験 ..... 添付-3-8

3. LEP-35 リフマ吊上荷重試験 ..... 添付-3-24

## 1. FMF-2のリフマ吊上げ能力確認試験

### (1) 目的・概要

既存キャスク（FMF-2キャスク）の収納物吊上げ能力アップの検討及びキャスクの収納物昇降装置の設計に反映することを目的として、FMF-2キャスクのリフマ吊上げ能力を確認する試験を行う。

### (2) 試験実施場所

動燃大洗 WDF施設内（サービスエリアB）

### (3) 試験実施日

平成7年9月27日（水）～28日（木）

9月27日：作業前打合せ

試験台等の搬入

試験場所へのセット

リフマ固定力確認の荷重テスト

作業後打合せ（9月28日の作業手順等）

9月28日：作業前打合せ

準備（キャスク準備、リフマ取出し・放管確認、リフマ固定）

衝撃確認（バネ秤、デジタル荷重計）

試験の実施（チェーンブロックとデジタル荷重計を使用）

試験内容及び試験結果は後述する。

後片付け

試験後打合せ

### (4) 試験準備品

- ① FMF-2キャスク（制御盤含む）（動燃大洗）
- ② キャスク載せ架台（動燃大洗）
- ③ 試験用台（模擬S缶内側缶、チェーンブロック、荷重計含む）（エイ・ティ・エス）
- ④ PVCバッグ（動燃大洗）
- ⑤ 工具一式



(5) 試験要領

FMF-2 キャスクのリフマを試験用台に固定し、リフマと模擬S缶内側缶を吸着させ、荷重計を介してチェーンブロックにより模擬S缶内側缶を引っ張る。この時、リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間にPVCバッグが介在しない場合とPVCバッグが介在する場合について吸着が外れる時の荷重を荷重計で確認する。

(試験要領図を添付3-1図に示す。)

この試験結果から、PVCバッグが介在した場合の吊上げ可能重量について、安全余裕を考慮のうえ評価する。

試験は、リフマと模擬S缶内側缶の吸着面との間のPVCバッグの介在条件を次の5ケースについて実施する。

- ① PVCバッグの介在無し (ギャップ 0 mm)
- ② PVCバッグ1枚介在 (ギャップ 0.3 mm)
- ③ PVCバッグ2枚介在 (ギャップ 0.6 mm)
- ④ PVCバッグ3枚介在 (ギャップ 0.9 mm)
- ⑤ PVCバッグ皺よせ状態で介在

(6) 試験手順

上記試験の手順を以下に示す。

① 試験準備

- (a) 試験用台をWDFサービスエリアBに搬入し、試験用台をサービスエリア床のボルト穴を利用して固定・設置する。
- (b) FMF-2 キャスク、キャスク載せ架台、PVCバッグ等を準備する。

② 試験状態へのセット

- (a) キャスク載せ架台をサービスエリアBに設置した試験用台の近くに置く。
- (b) FMF-2 キャスクをクレーンにより吊り、キャスク載せ架台に載せる。この時、キャスクはクレーンにかけた状態にしておく。
- (c) キャスクに制御盤を接続し、キャスク内からリフマを下降させてキャスクの外へ引き出す。
- (d) リフマを横にして試験用台のリフマ固定台に固定する。
- (e) リフマと模擬S缶内側缶の吸着面に適宜PVCバッグを介して、吸着させる。
- (f) 模擬S缶内側缶の底面側に荷重計を介してチェーンブロックをセットする。

(添付3-1図参照)

### ③ 試験

- (a) チェーンブロックにより模擬S缶内側缶を引っ張りながら荷重計の目盛りを目視で確認する。
- (b) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。
- (c) P V Cバッグの介在条件を変えて、上記②-(e) ~③-(b) を繰り返す。

### (7) 試験結果

はじめに模擬S缶内側缶により、デジタル荷重計を試験台の荷重計載せ台にのせてデータをとったが、P V Cバッグ無しでの吸着力が設計値よりも小さかった。これは、試験台の荷重計載せ台をバネ秤に合わせて製作したため、デジタル荷重計を載せるとチェーンブロックでの引き芯がズレていたためであることが判った。

このため、デジタル荷重計を載せ台から外して引き芯を調整した状態でも、試験データをとった。

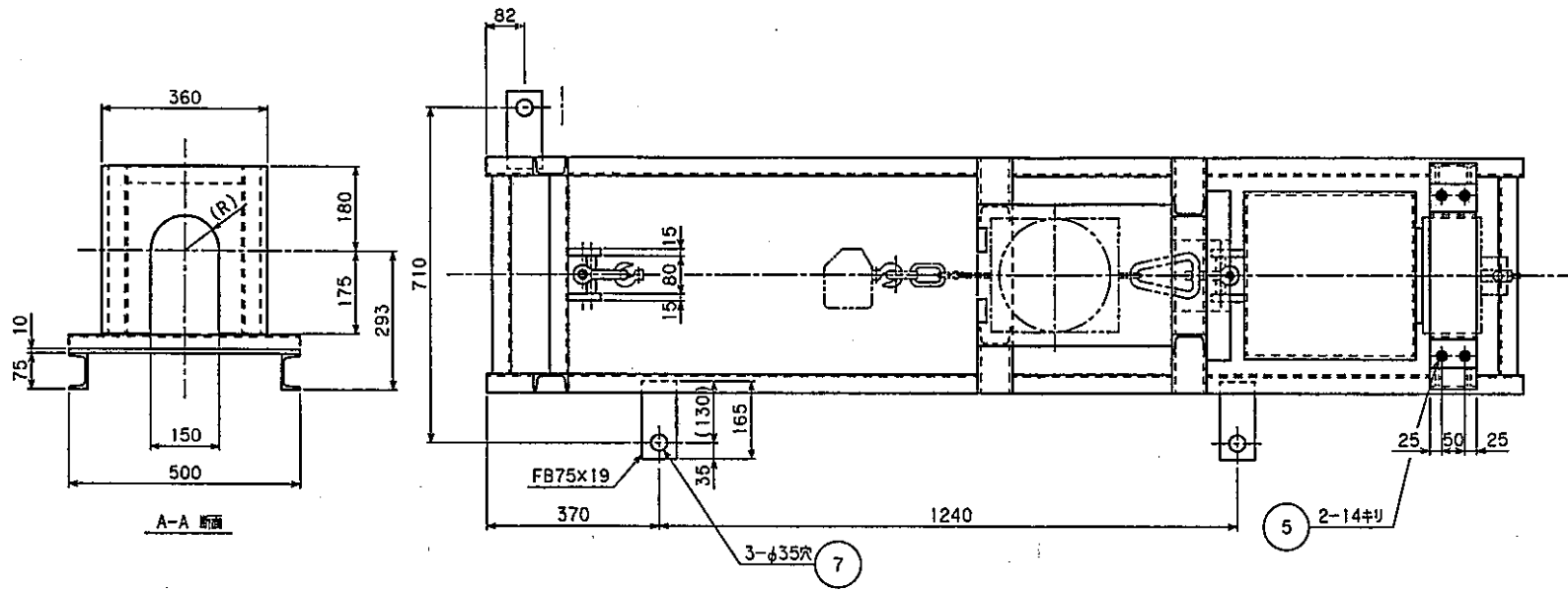
さらに、動燃大洗にて準備いただいた実物のS缶内側缶を用いたデータもとった。

試験結果を次葉に示す。

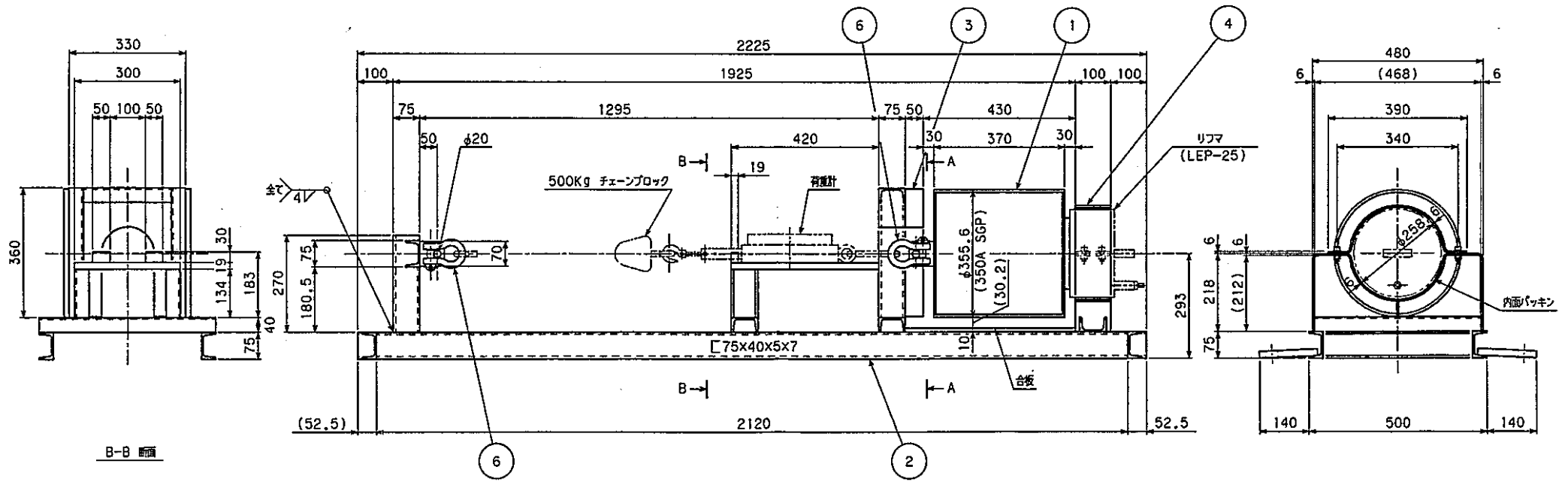
### (8) 考察

試験の結果、実物のS缶内側缶でP V Cバッグ1枚介在した場合の平均吸着力は、約270kgであり、安全係数を3とすると吊上能力(荷重)は約90kgとなり、現状のままでは吊上荷重を目標の120kgとすることはできないことが判った。

このため、FMF-2キャスクの吊上能力アップの検討が必要であり、その方策の1つとして、吸着板の厚さを増やすことも考えられる。今後実施する新規リフマの試験内容は、この方策もふくめて改造案を検討できるように確認項目を見直す必要がある。



添付-3-4



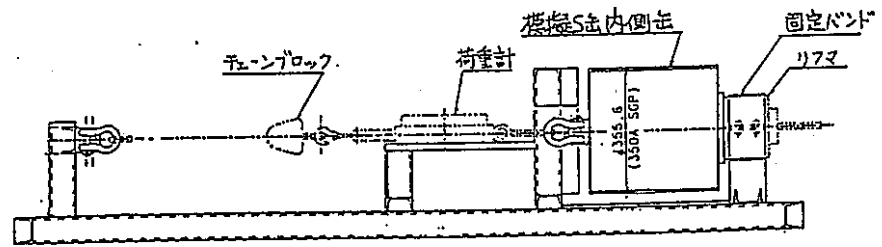
添付3-1図 FMF-2リフマ吊上試験要領図

## FMF-2キャスクのリフマ吊上能力確認試験記録 (その1)

試験日	平成7年9月28日(木)	試験場所	動燃事業団大洗工学センター WDFサービスエリア内	
供試リフマ仕様 (FMF-2キャスク用)	型式	LEP-S87852 (寸法: φ175 × 125 H) (製造番号 8311086)		
	吸着力	t 15mm鋼板にて300kg以上		
吸着物(模擬S 缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板寸法	φ200 × 15t mm		

1. 試験要領
- 1) リフマを試験治具のリフマ固定台に横に固定する。(下図参照)
  - 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックで引っ張る。
  - 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

デジタル荷重計が  
台の上に乗っていて、  
引き芯がズレて  
いた状態



2. 試験結果 [使用荷重計 : デジタル荷重計 57N-5 A4915]

ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) (kg)					
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目	
1	PVCバッグ介在無し	308	304	290	300	318	
2	PVCバッグ1枚介在	206	202	192	188	216	194
3	PVCバッグ2枚介在	138	156	136	146	128	
4	PVCバッグ3枚介在	108	100	102	102	100	112
5	(注1) PVCバッグ皺寄せ介在	90	102	128	122	104	
予備							

(注1) PVCバッグ1枚で、吸着面の中央部に1筋の皺を寄せて吸着させる。

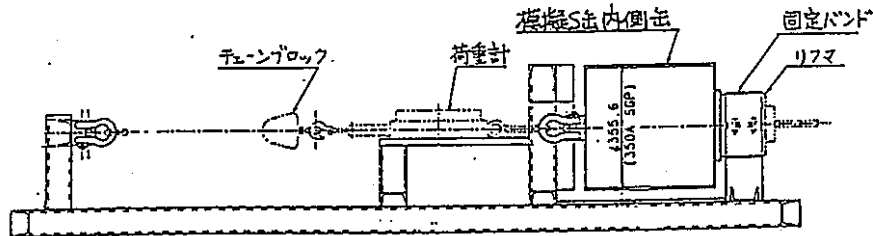
試験結果 確認者		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワLA株式会社
		高橋 三郎	加藤 美都雄

FMF-2キャスクのリフマ吊上能力確認試験記録 (その2)

試験日	平成7年9月28日 (木)		試験場所	動燃事業団大洗工学センター WDFサービスエリア内	
供試リフマ仕様 (FMF-2キャスク用)	型式	LEP-S87852 (寸法: $\phi 175 \times 125$ H) (製造番号 2311026)			
	吸着力	t 15mm鋼板にて300kg以上			
吸着物 (模擬S 缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ	
	吸着板寸法	$\phi 200 \times 15$ t mm			

1. 試験要領
- 1) リフマを試験治具のリフマ固定台に横に固定する。(下図参照)
  - 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックで引っ張る。
  - 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

引き芯  
調整後



2. 試験結果

[使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915]

ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重 (吸着が外れた時の荷重) (kg)				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	448	426	434	450	448
2	PVCバッグ1枚介在	270	254	254	240	246
3	PVCバッグ2枚介在	158	142	146	152	140
4	PVCバッグ3枚介在	112	108	108	112	96
5	(注1) PVCバッグ皺寄せ介在	124	78	112	94	84
予備	0.3mm PVCバッグ 1枚介在	288	274	256	260	250

(注1) PVCバッグ1枚で、吸着面の中央部に1筋の皺を寄せて吸着させる。

試験結果 確認者	エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワLA株式会社
	高橋 三郎	加藤 美都雄

S缶内側缶(実物)使用

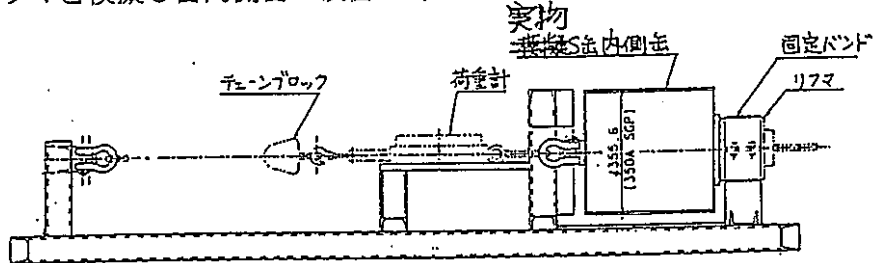
FMF-2キャスクのリフマ吊上能力確認試験記録(その3)

試験日	平成7年9月28日(木)	試験場所	動燃事業団大洗工学センター WDFサービスエリア内
供試リフマ仕様 (FMF-2キャスク用)	型式	LEP-S87852 (寸法: φ175 × 125 H) (製造番号 6311086)	
	吸着力	t 15mm鋼板にて300kg以上	
吸着物(模擬S缶内側缶) 実物	吸着板材質	SS400	吸着面介在物 PVCバッグ
	吸着板寸法	φ200 × 15t mm	

1. 試験要領

- リフマを試験治具のリフマ固定台に横に固定する。(下図参照)
- リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックで引っ張る。
- リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

引芯調整後



2. 試験結果

(使用荷重計 : デジタル荷重計 STN-5 A4915 )

ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	526	486	498	490	482
2	PVCバッグ1枚介在	266	266	274	270	278
3	PVCバッグ2枚介在	176	168	168	172	152
4	PVCバッグ3枚介在	126	122	116	124	130
5	(注1) PVCバッグ皺寄せ介在	実施せず				
予備						

(注1) PVCバッグ1枚で、吸着面の中央部に1筋の皺を寄せて吸着させる。

試験結果 確認者	エイ・ティ・エス株式会社 高橋 三郎	ヨシザワLA株式会社 加藤 美都雄
-------------	-----------------------	----------------------

1. FMF-2 リフマ吊上げ能力確認試験

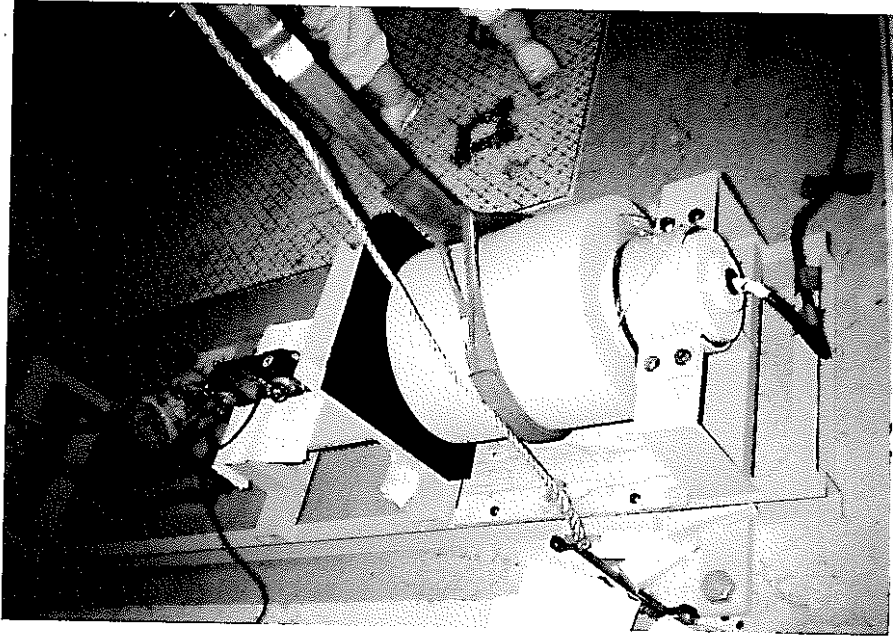


写真-1 LEP-S87852

吸着板 15 mm

模擬試験容器

PVC 介在無し

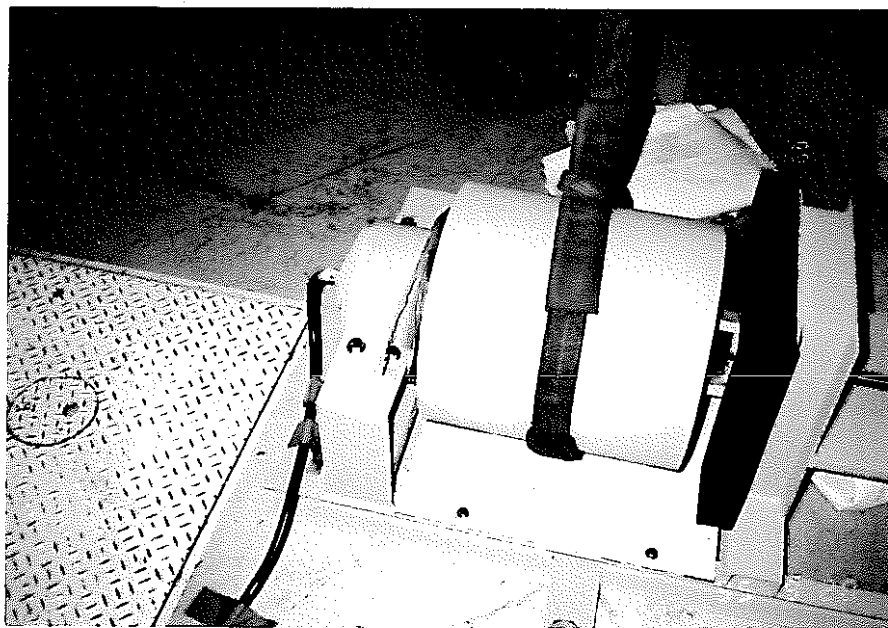


写真-2 LEP-S87852

吸着板 15 mm

模擬試験容器

PVC 介在

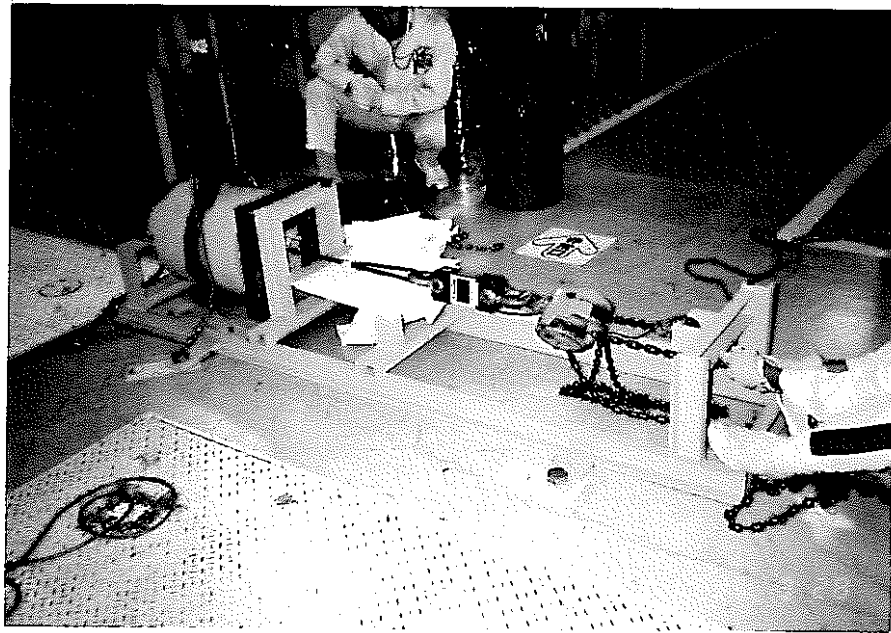


写真-3 LEP-S87852

吸着板 15 mm

模擬試験容器

PVC 介在無し

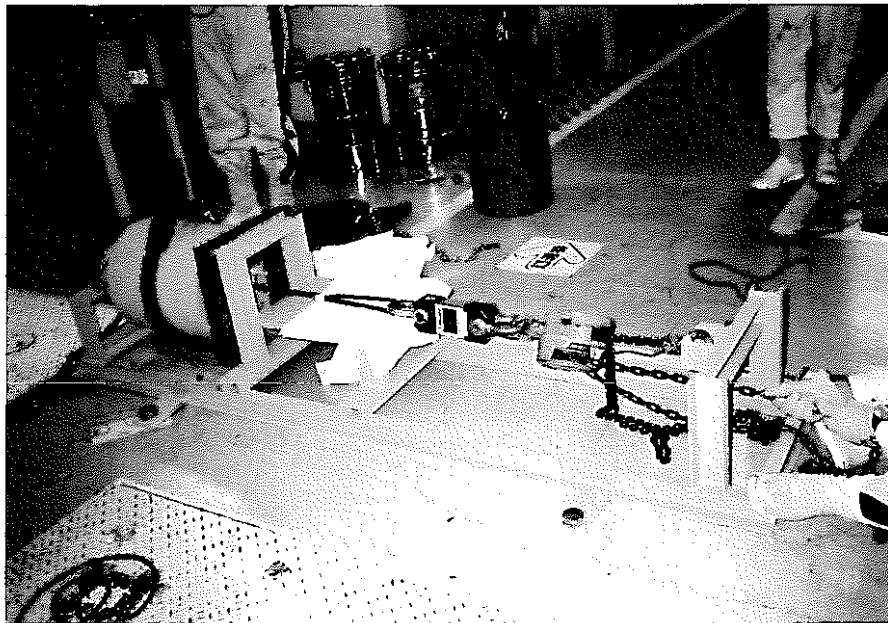


写真-4 LEP-S87852

吸着板 15 mm

模擬試験容器

PVC 介在



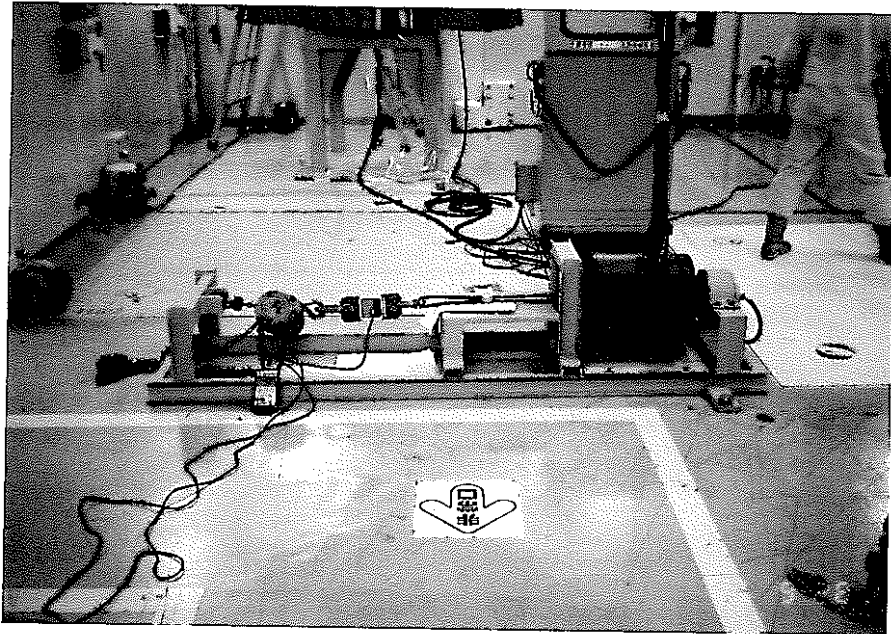


写真-5 LEP-S87852

吸着板 15 mm

実物 S 缶内側缶

PVC 介在無し

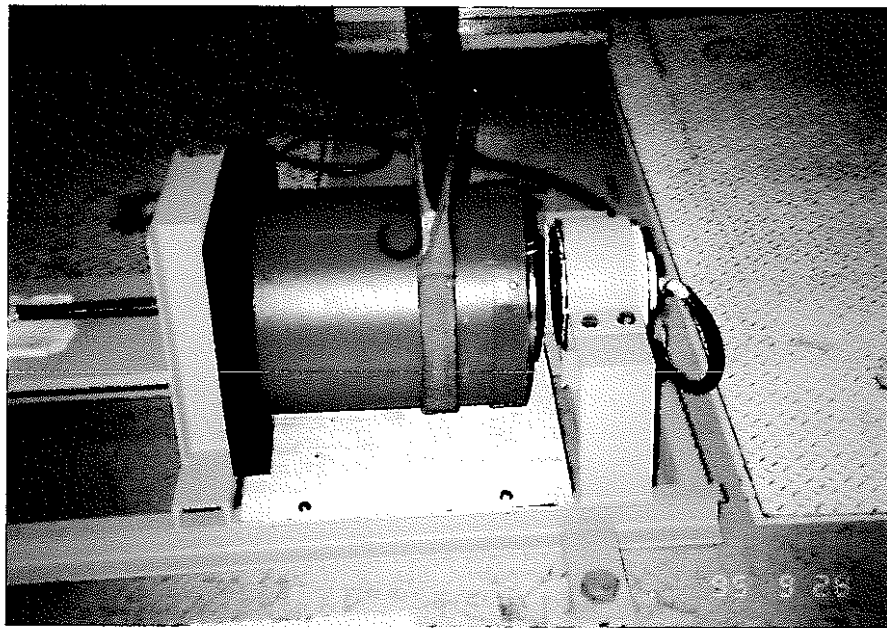


写真-6 LEP-S87852

吸着板 15 mm

実物 S 缶内側缶

PVC 介在

## 2. LEP-25 リフマ吊上荷重試験

### (1) 目的・概要

既存キャスク（FMF-2キャスク）の収納物吊上げ能力アップの検討及び新規キャスクの収納物昇降装置の設計に反映することを目的として、必要吊上げ能力を確保するための現実的に一番近い新規リフマ（LEP-25）の吊上荷重試験を実施する。

### (2) 試験実施場所

ヨシザワLA株式会社

千葉県柏市新十余二17-1

### (3) 試験実施日

平成7年12月13日（水）

┌	12/9~12/11	試験架台の取付け、試験準備
	12/12	確認テスト
	12/13	吊上荷重試験

### (4) 試験準備品

- ① 新規リフマ（LEP-25，制御器含む）
- ② 試験用架台
  - (a) 垂直荷重試験用（チェーンブロック，荷重計含む）
  - (b) 水平荷重試験用（チェーンブロック，荷重計含む）
- ③ 模擬S缶内側缶（吸着板を含む）
- ④ PVCバッグ
- ⑤ 工具一式

(5) 試験要領

[5.1] 垂直荷重試験

① 目的

必要吊上げ能力を確保するのに一番現実的な新規リフマ（LEP-25）について以下のデータを得る。

- (a) 吸着板の厚さと吸着力の関係
- (b) PVCバッグ介在（リフマと吸着板とのギャップ）と吸着力の関係

② 試験供試体等

- (a) リフマ型番 : LEP-25
- (b) 試験容器 : 本体蓋板厚を実機に合わせ、吸着板の厚さを変えたものを交換できるようにした模擬S缶内側缶
- (c) 試験方法 : 垂直荷重試験架台を用いた試験

③ 試験要領

試験用架台にチェーンブロック（3ト）用を吊下げ、その下に荷重計（5ト用デジタル荷重計）を介して新規リフマ（LEP-25）を吊下げる。

模擬S缶内側缶は、試験板に取付けた固定具に取付ける。

吊下げたリフマに模擬S缶内側缶を吸着させ、チェーンブロックを巻上げて吸着された模擬S缶内側缶に引っ張り荷重を負荷させ、吸着が外れる荷重を荷重計で確認する。

（試験要領図を添付3-2図に示す。）

この時、リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間にPVCバッグが介在しない場合とPVCバッグが介在する場合（介在枚数パラメータ）について、吸着板の厚さが違う場合（厚さをパラメータ）について吸着が外れる荷重を荷重計で確認する。

S缶内側缶については、強度上、引張荷重が制限されるので、模擬S缶内側缶（但し、吸着板の下の蓋部は実機S缶内側缶の蓋と同じ板厚）で実施することとする。

試験は、吸着板厚さ及びPVCバッグの介在（ギャップ）について以下に記す各組み合わせで16ケース、偏芯条件で4ケース実施する。（添付3-3図に示す）

〈1〉吸着板の厚さ

- (a) 15 mm
- (b) 20 mm
- (c) 30 mm
- (d) 50 mm

〈2〉PVCバッグ介在（リフマと吸着板とのギャップ）

- (a) PVCバッグ介在無し（ギャップ 0 mm）
- (b) 1枚介在（ギャップ 0.3 mm）
- (c) 2枚介在（ギャップ 0.6 mm）
- (d) 3枚介在（ギャップ 0.9 mm）

これらの測定データをリフマメーカーのデータ（「吸着板厚さと吸着力の関係」及び「ギャップと吸着力の関係」）と比較して一致の程度を確認する。

〈3〉偏心吊上げ

リフマと模擬S缶内側缶との引っ張り芯を約45 mm（リフマの端部を模擬S缶内側缶の端部まで偏心させて吸着したズレ量）ズラしてセットし、

吸着板厚さ : 15 mm、50 mm

PVCバッグ介在 : 無し、1枚介在

の各組み合わせケースのみ実施

④ 試験手順

上記試験の手順を以下に示す。

〈1〉試験準備

- (a) リフマ（シャックルを含む）の重量を測定する。
- (b) 模擬S缶内側缶の重量を各吸着板の厚さ毎に測定する。
- (c) 試験用架台をセットする。
- (d) リフマに荷重計を取り付ける。
- (e) チェーンブロックにより荷重計を介したリフマを吊り下げる。
- (f) 固定具に模擬S缶内側缶を取り付ける。
- (g) PVCバッグを準備する。

〈2〉試験状態へのセット

- (a) 模擬S缶内側缶が垂直状態になるように角材等のスペーサを下に入れる。
- (b) チェーンブロックにより吸着できる位置までリフマを吊り下げる。
- (c) リフマと吸着板との偏心条件及びPVCバッグの介在条件を適宜変えて吸着させる。

〈3〉試験

- (a) チェーンブロックを巻き上げて荷重をかけながら荷重計の目盛りを目視で確認する。
- (b) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。
- (c) 上記〈1〉— (a)～〈3〉— (b)を5回繰り返す。

- (d) P V Cバッグの介在条件を変えて、上記〈2〉－ (a)～〈3〉－ (c)を5回繰り返す。
- (e) 模擬S缶内側缶の吸着板の厚さを変えて、上記〈2〉－ (a)～〈3〉－ (d)を繰り返す。
- (f) リフマと模擬S缶内側缶（吸着板）との引っ張り芯ズラした偏心吊上げ条件にて上記〈2〉－ (a)～〈3〉－ (d)を行う。

#### 〈4〉試験結果の考察

上記の荷重測定地（5回測定の平均値）からリフマ及び模擬S缶内側缶の重量を差し引いて、各条件での吸着力を求める。

(a) P V Cバッグ介在無しの条件での「吸着板の厚さと吸着力の関係」

(b) 吸着板の厚さ50mmの条件での「ギャップと吸着力の関係」

を整理し、リフマメーカーのデータとの一致の程度を確認するとともに、偏心吊上げ時の吸着力の低下の有無等を確認する。

#### [5.2] 水平荷重試験

##### ① 目的

F M F - 2キャスクのリフマ（L E P - S 8 7 8 5 2）を用いた荷重試験は横置きで水平荷重をかけた試験を実施したので、この横置きの場合（水平荷重試験）と縦型（垂直荷重試験）の場合の荷重試験結果（吸着力）の相違を確認し、F M F - 2キャスクのリフマ（L E P - S 8 7 8 5 2）を用いた荷重試験（水平荷重試験）のデータの信頼性を評価する。

##### ② 試験供試体

(a) リフマ型番 : L E P - 2 5

(b) 試験容器 : 本体蓋板厚を実機に合わせ、吸着板の厚さは15mmの模擬S缶内側缶

(c) 試験方法 : 水平荷重試験台を用いた試験

##### ③ 試験要領

新規リフマ（L E P - 2 5）を水平荷重試験台に固定し、リフマと模擬S缶内側缶を吸着させ、荷重計を介してチェーンブロックにより模擬S缶内側缶を引っ張る。この時、リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間にP V Cバッグが介在する場合とP V Cバッグが介在しない場合について吸着が外れる時の荷重を荷重計で確認する。（試験要領図を添付3-4図に示す。）

試験は、P V Cバッグの介在条件を以下の4ケースについて実施する。

〈1〉吸着板の厚さ

- (a) 15 mm

〈2〉PVCバッグ介在（リフマと吸着板とのギャップ）

- (a) PVCバッグ介在無し（ギャップ 0 mm）  
(b) 1枚介在（ギャップ 0.3 mm）  
(c) 2枚介在（ギャップ 0.6 mm）  
(d) 3枚介在（ギャップ 0.9 mm）

これらの測定データを、垂直荷重試験の吸着板15 mmの時のデータ（吸着力）と比較評価する。

④ 試験手順

上記試験の手順を以下に示す。

〈1〉試験準備

- (a) 水平荷重試験用台を工場内の鋼板上に固定・設置する。  
(b) 模擬S缶内側缶の重量を測定する。  
(c) 模擬S缶内側缶、PVCバッグ等を準備する。

〈2〉試験状態へのセット

- (a) リフマを横にして試験用台のリフマ固定台に固定する。  
(b) リフマと模擬S缶内側缶の吸着面に適宜PVCバッグを介して吸着させる。  
(c) 模擬S缶内側缶の底面側に荷重計を介してチェーンブロックをセットする。

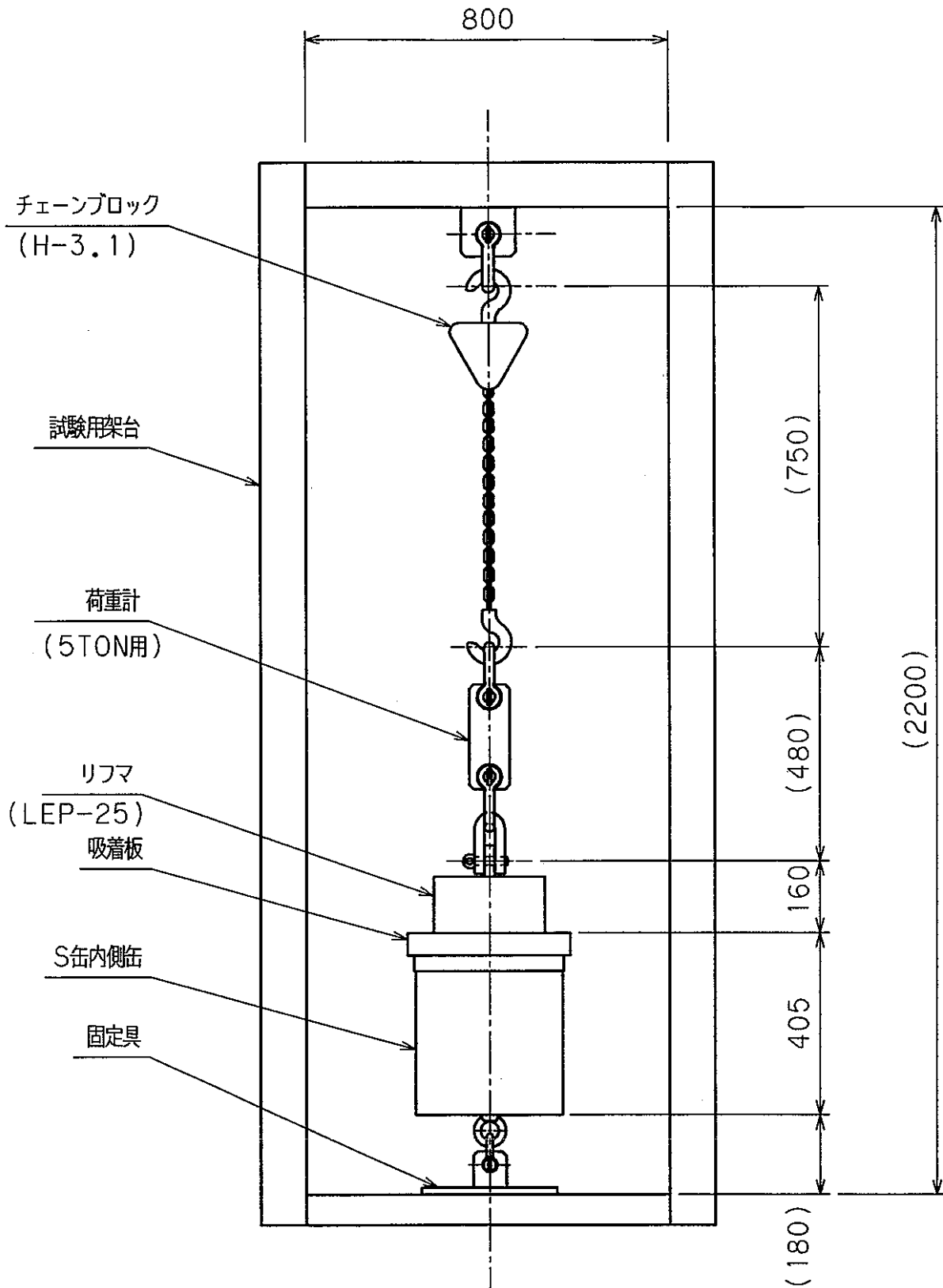
〈3〉試験

- (a) チェーンブロックにより模擬S缶内側缶を引っ張りながら荷重計の目盛りを目視で確認する。  
(b) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。  
(c) PVCバッグの介在条件を変えて、上記〈2〉— (b)～〈3〉— (b)を繰り返す。

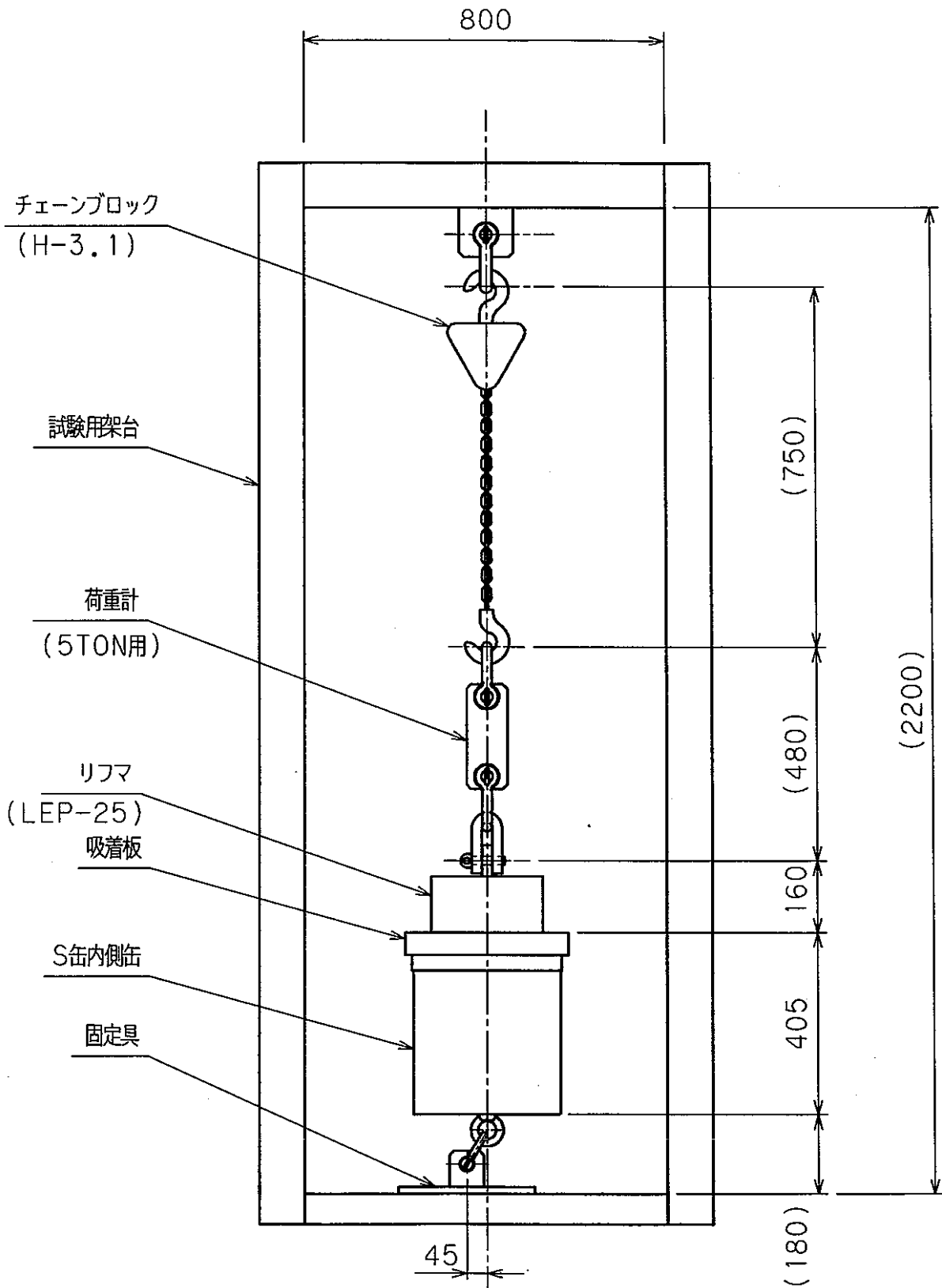
〈4〉試験結果の考察

上記の荷重測定値（5回測定の平均値）から各条件での吸着力を求める。

垂直荷重試験の吸着板厚さ15 mmの時の試験結果と比較評価する。

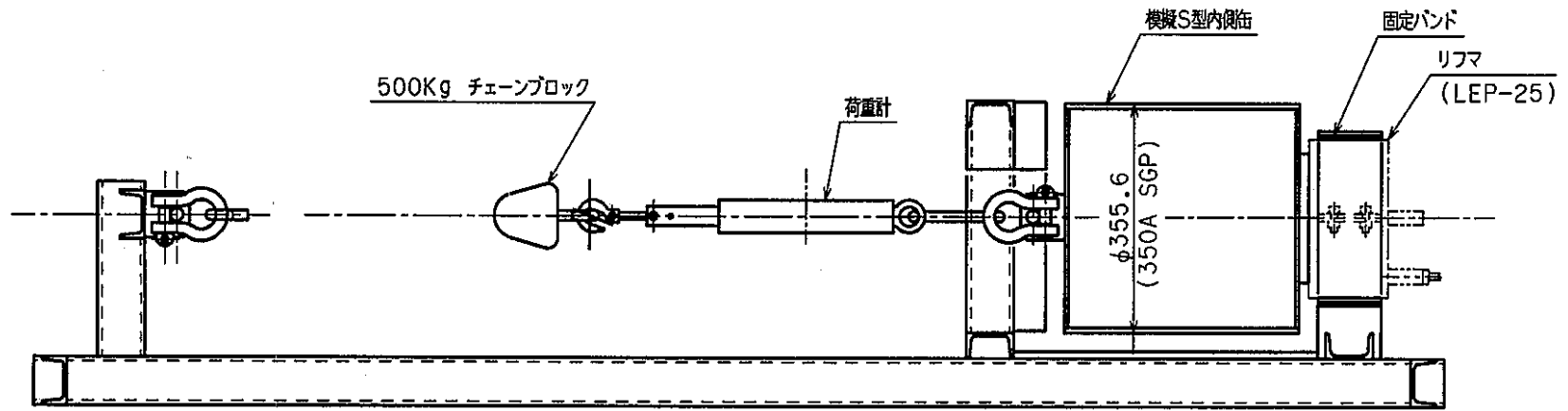


添付3-2図 LEP-25吊上試験(垂直荷重)要領図



添付3-3図 LEP-25吊上試験(垂直荷重・偏芯)要領図



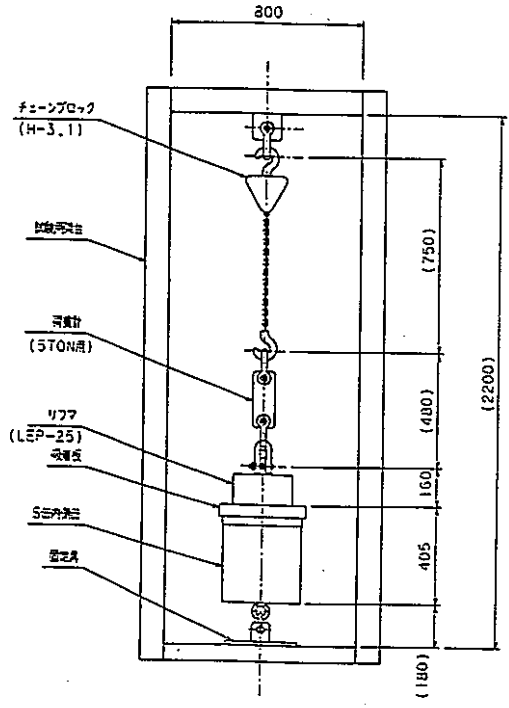


添付3-4図 LEP-25吊上試験(水平荷重)要領図

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録〔垂直荷重試験〕

試験日	平成7年12月13日(水)		試験場所	ヨシザワL A株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125$ H) 製造番号 9511001		
	吸着力	50mm鋼板にて1400kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	1.5mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

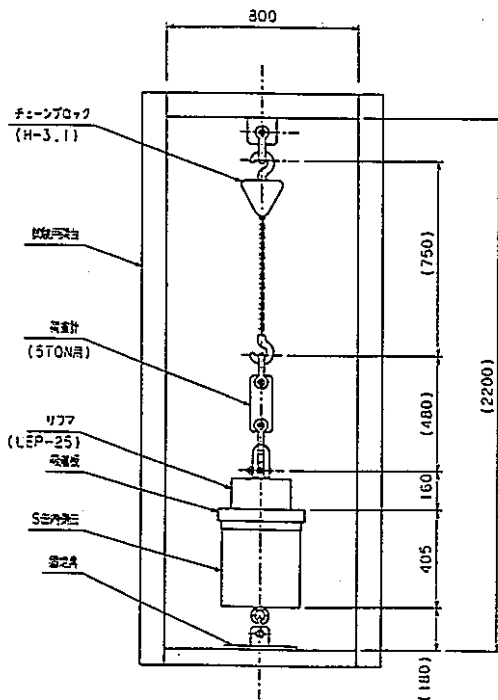
吸着板厚さ	1.5mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1446	1424	1368	1418	1404
2	PVCバッグ1枚介在	1068	1024	1002	992	1024
3	PVCバッグ2枚介在	728	730	728	734	736
4	PVCバッグ3枚介在	554	554	548	544	548

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワL A株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [垂直荷重試験]

試験日	平成7年12月13日(水)	試験場所	ヨシザワL A株式会社	
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125H$ ) 製造番号 9511001		
	吸着力	50mm鋼板にて1400kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	20mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

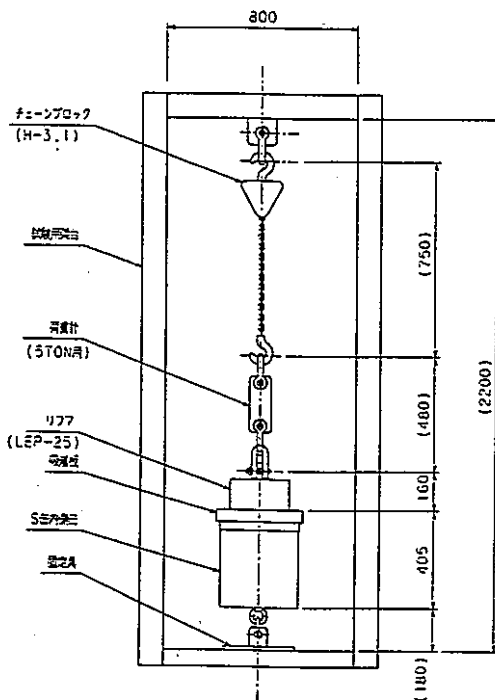
吸着板厚さ	20mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1638	1628	1672	1594	1604
2	PVCバッグ1枚介在	1046	1006	1066	1052	1050
3	PVCバッグ2枚介在	692	706	722	726	694
4	PVCバッグ3枚介在	554	526	538	514	538

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワL A株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [垂直荷重試験]

試験日	平成7年12月13日(水)		試験場所	ヨシザワLA株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: φ246×125H) 製造番号 9511001		
	吸着力	50mm鋼板にて1400kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	φ300	試験板厚	30mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

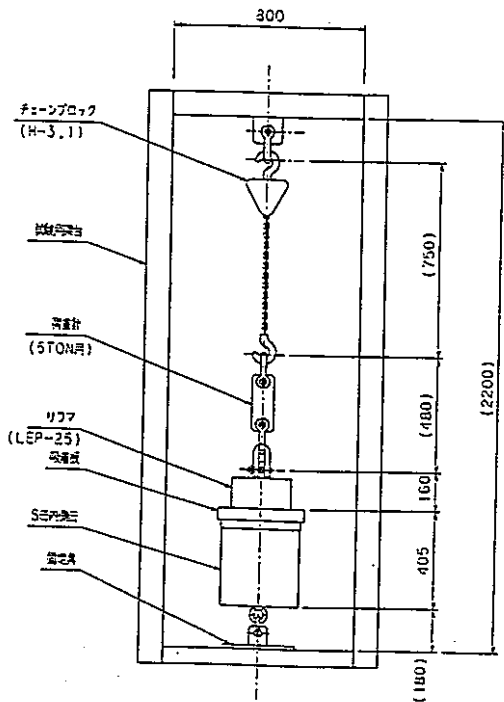
吸着板厚さ	30mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1700	1676	1692	1656	1680
2	PVCバッグ1枚介在	1026	998	1002	1040	1042
3	PVCバッグ2枚介在	654	660	676	642	656
4	PVCバッグ3枚介在	538	474	484	446	466

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワLA株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [垂直荷重試験]

試験日	平成7年12月13日(水)		試験場所	ヨシザワL A株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125H$ ) 製造番号 9511001		
	吸着力	50mm鋼板にて1400kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	15mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

※偏心45mm

2. 試験結果

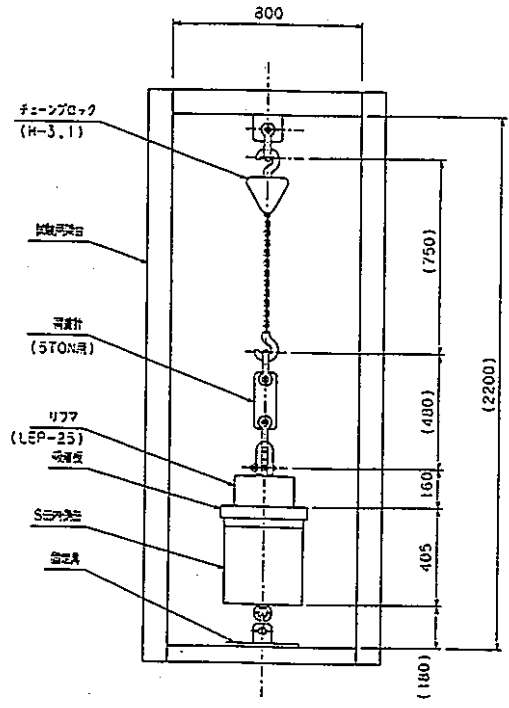
吸着板厚さ	15mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1184	1196	1168	1164	1148
2	PVCバッグ1枚介在	860	848	870	870	842
3	外周合せ	1394	1348	1390	1358	1378
4						

試験結果	エイ・ティ・エス株式会社		ヨシザワL A株式会社
確認者	高橋 三郎		加藤 美都雄

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [垂直荷重試験]

試験日	平成 7 年 12 月 13 日 (水)		試験場所	ヨシザワ L A 株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125 H$ ) 製造番号 9511001		
	吸着力	50mm鋼板にて1400kg以上		
吸着物 (模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	50mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

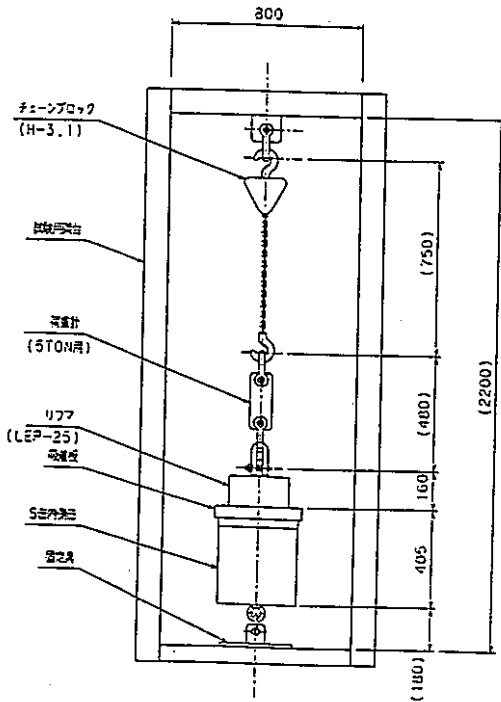
吸着板厚さ	50mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重 (吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1604	1676	1644	1686	1624
2	PVCバッグ1枚介在	1058	1062	1008	1004	1050
3	PVCバッグ2枚介在	700	734	740	744	730
4	PVCバッグ3枚介在	548	562	544	528	534

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワ L A 株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [垂直荷重試験]

試験日	平成 7 年 12 月 13 日 (水)		試験場所	ヨシザワ L A 株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125 H$ ) 製造番号 9511001		
	吸着力	50mm鋼板にて1400kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	50mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

※偏心45mm

2. 試験結果

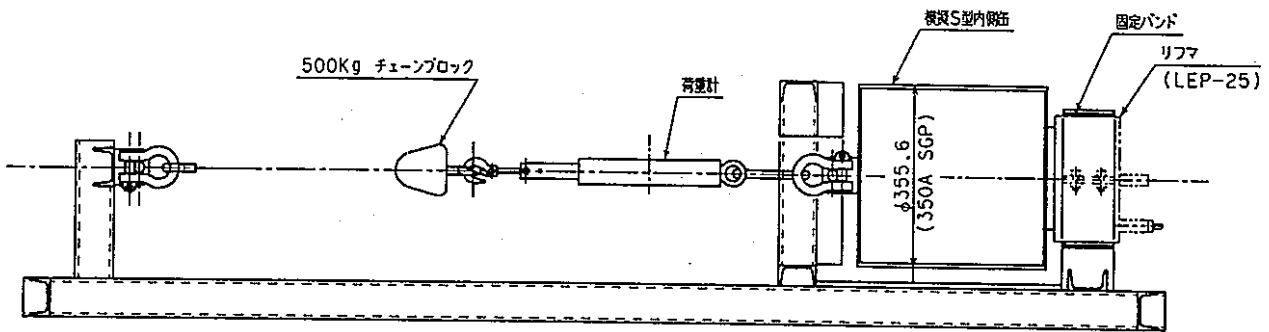
吸着板厚さ	50mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1326	1302	1282	1286	1282
2	PVCバッグ1枚介在	970	962	934	958	959
3	外周合せ	1554	1499	1504	1548	1522
4						

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワ L A 株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [水平荷重試験]

試験日	平成7年12月13日(水)		試験場所	ヨシザワLA株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125H$ )		
	吸着力	50mm 鋼板にて1400kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	15mm

1. 試験要領
- 1) リフマを試験治具のリフマ固定台に横に固定する。(下図参照)
  - 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックで引っ張る。
  - 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。



2. 試験結果

吸着板厚さ	15mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	1430	1390	1460	1364	1346
2	PVCバッグ1枚介在	748	718	730	782	714
3	PVCバッグ2枚介在	440	462	474	484	462
4	PVCバッグ3枚介在	308	294	294	290	278

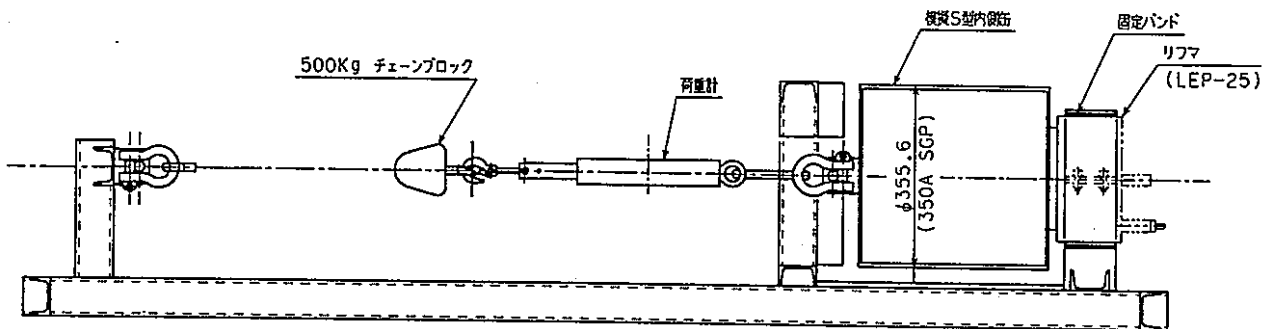
試験結果	エイ・ティ・エス株式会社		ヨシザワLA株式会社
確認者	高橋 三郎		加藤 美都雄



LEP-25 リフマ吊上荷重試験記録 [水平荷重試験]

試験日	平成 7 年 12 月 13 日 (水)		試験場所	ヨシザワ L A 株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125$ H)		
	吸着力	50mm 鋼板にて 1400kg 以上		
吸着物 (模擬 S 缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVC バッグ
	吸着板外径	$\phi 300$	試験板厚	50mm

1. 試験要領
- 1) リフマを試験治具のリフマ固定台に横に固定する。(下図参照)
  - 2) リフマと模擬 S 缶内側缶の吸着板との間に適宜 PVC バッグを介在して吸着させ、模擬 S 缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックで引っ張る。
  - 3) リフマと模擬 S 缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。



2. 試験結果

吸着板厚さ	50mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVC バッグ介在条件	荷重 (吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVC バッグ介在無し	1398	1334	1356	1384	1392
2	PVC バッグ1枚介在	804	822	788	788	802
3	PVC バッグ2枚介在	480	506	510	464	482
4	PVC バッグ3枚介在	280	308	300	324	300

試験結果	エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワ L A 株式会社
確認者	高橋 三郎	加藤 美都雄



## 2. LEP-25 リフマ吊上荷重試験

### (1) 垂直荷重試験

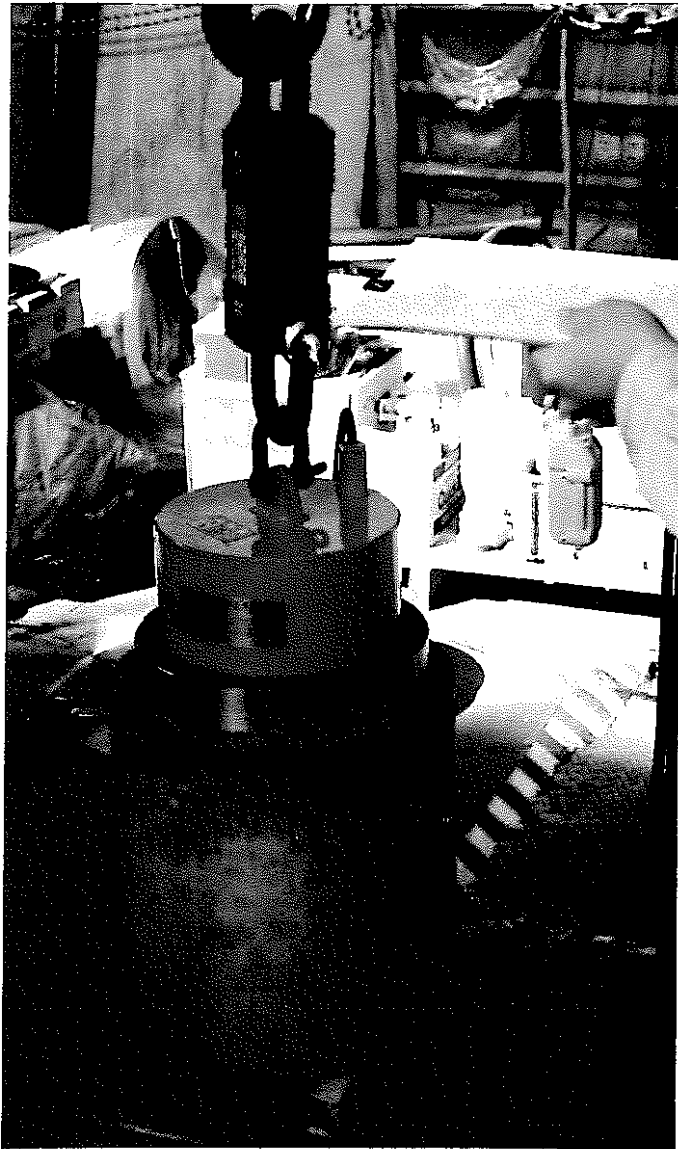


写真-7 LEP-25  
吸着板 50 mm  
PVC 介在無し  
模擬試験容器

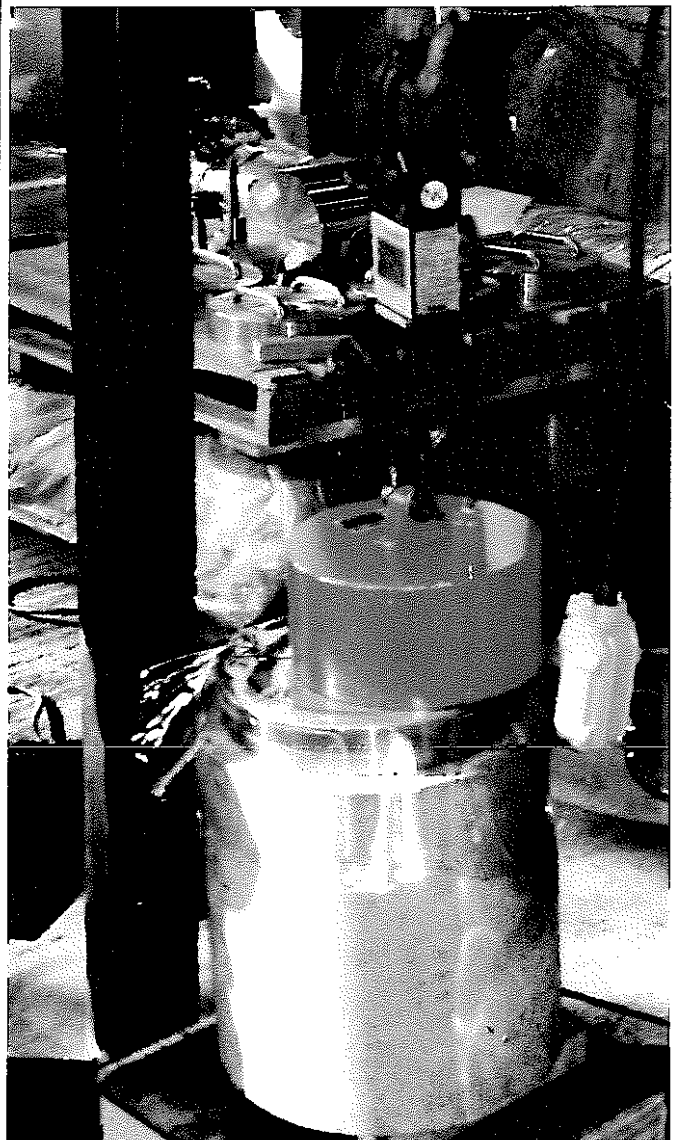


写真-8 LEP-25  
吸着板 50 mm  
PVC 介在1枚  
模擬試験容器

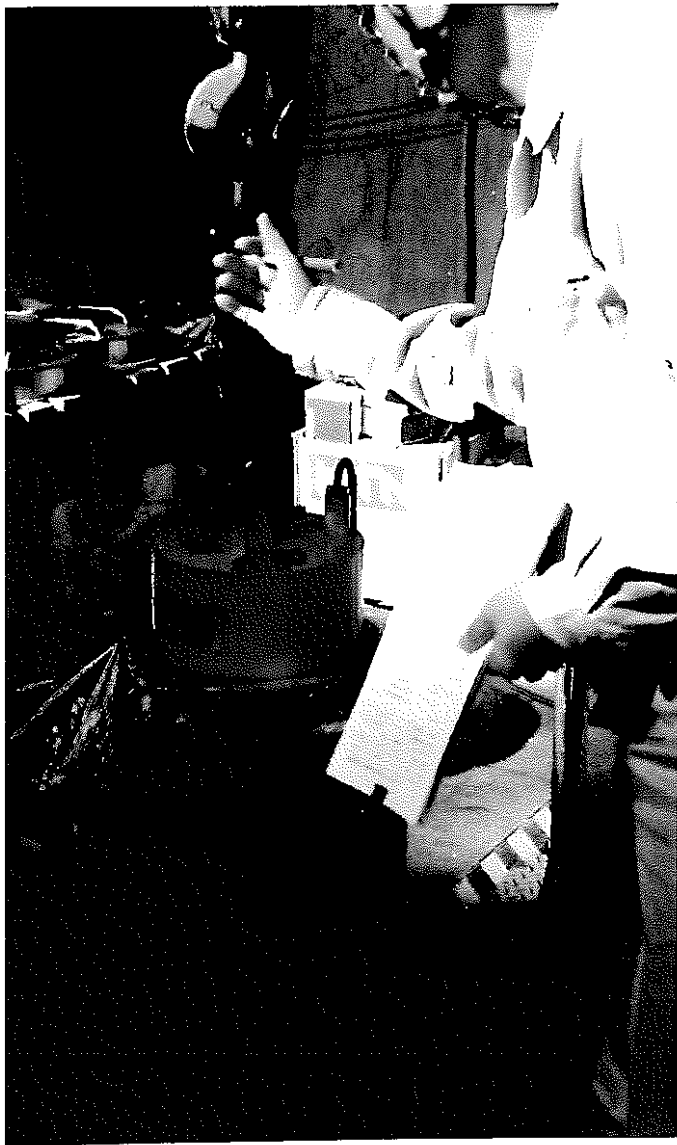


写真-9 LEP-25  
吸着板 50 mm  
PVC 介在2枚  
模擬試験容器

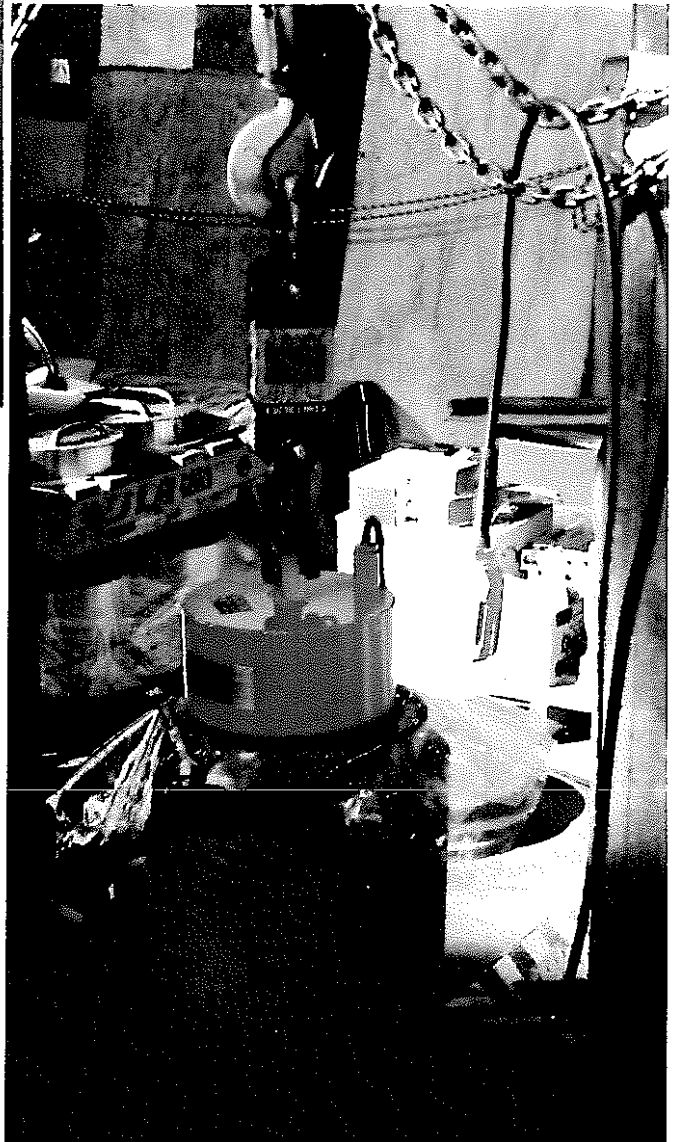


写真-10 LEP-25  
吸着板 50 mm  
PVC 介在3枚  
模擬試験容器

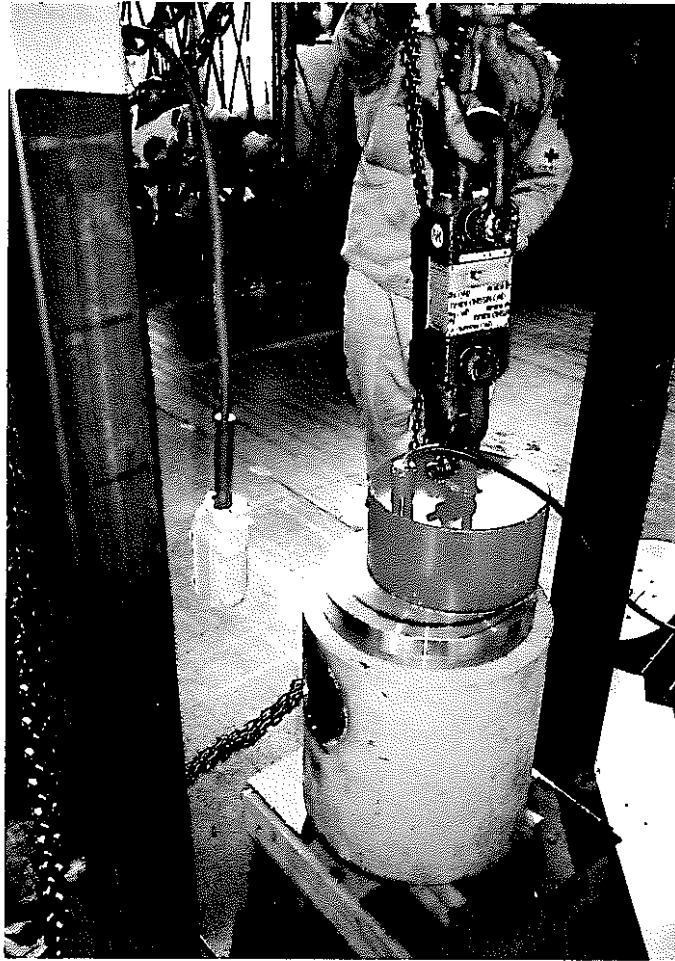


写真-11 LEP-25  
吸着板 50 mm  
偏心条件  
模擬試験容器

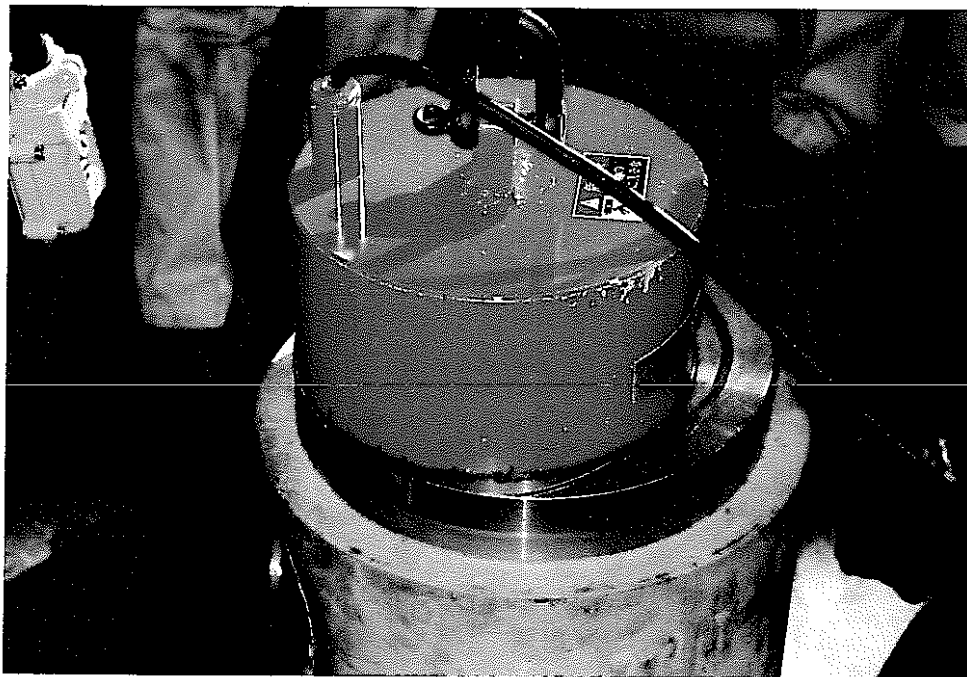


写真-12 LEP-25  
吸着板 50 mm  
偏心条件  
模擬試験容器

LEP-25 リフマ吊上荷重試験

(2) 水平荷重試験

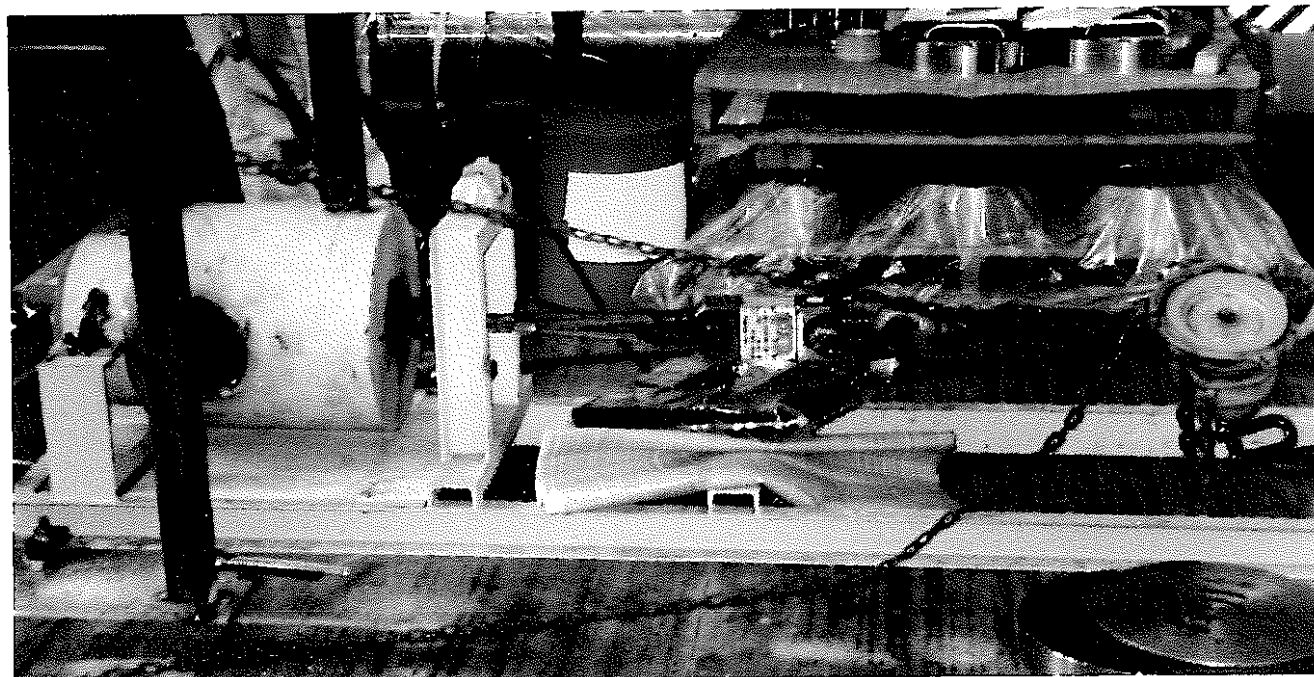


写真-13 LEP-25

吸着板 20 mm

模擬試験容器

PVC 介在無し

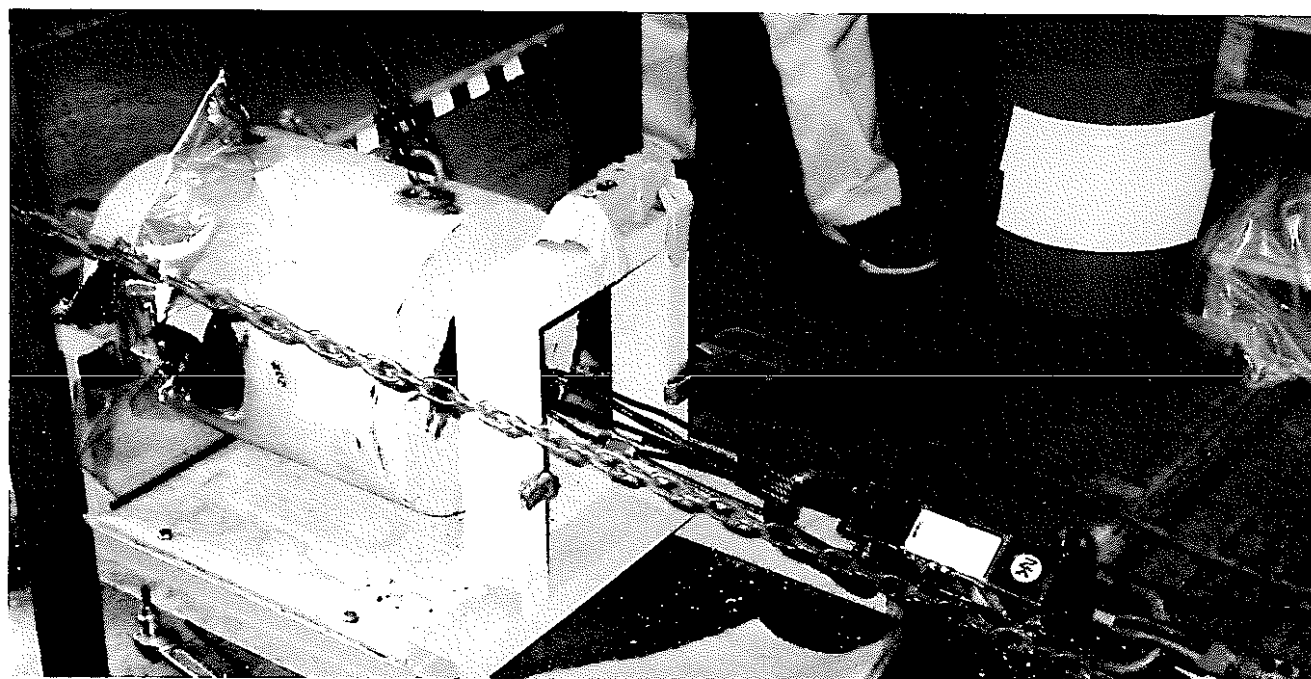


写真-14 LEP-25

吸着板 20 mm

模擬試験容器

PVC 介在1枚

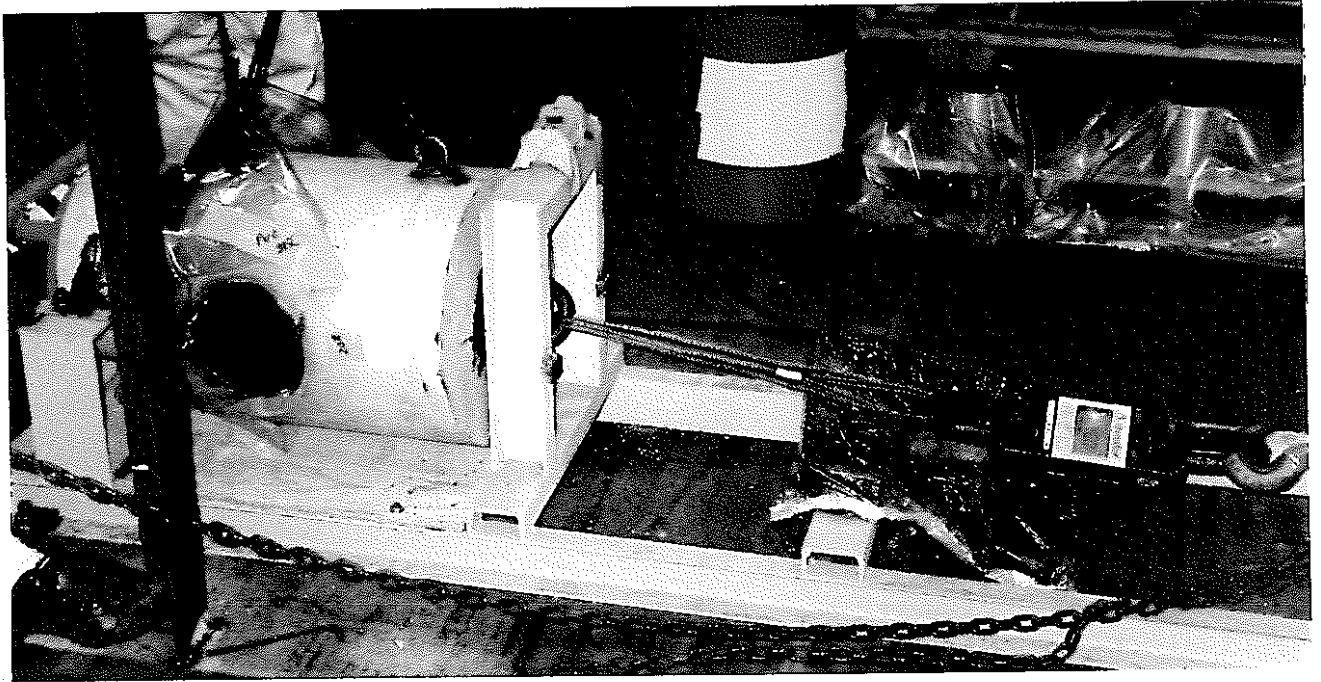


写真-15 LEP-25  
吸着板 20 mm  
模擬試験容器

PVC 介在2枚

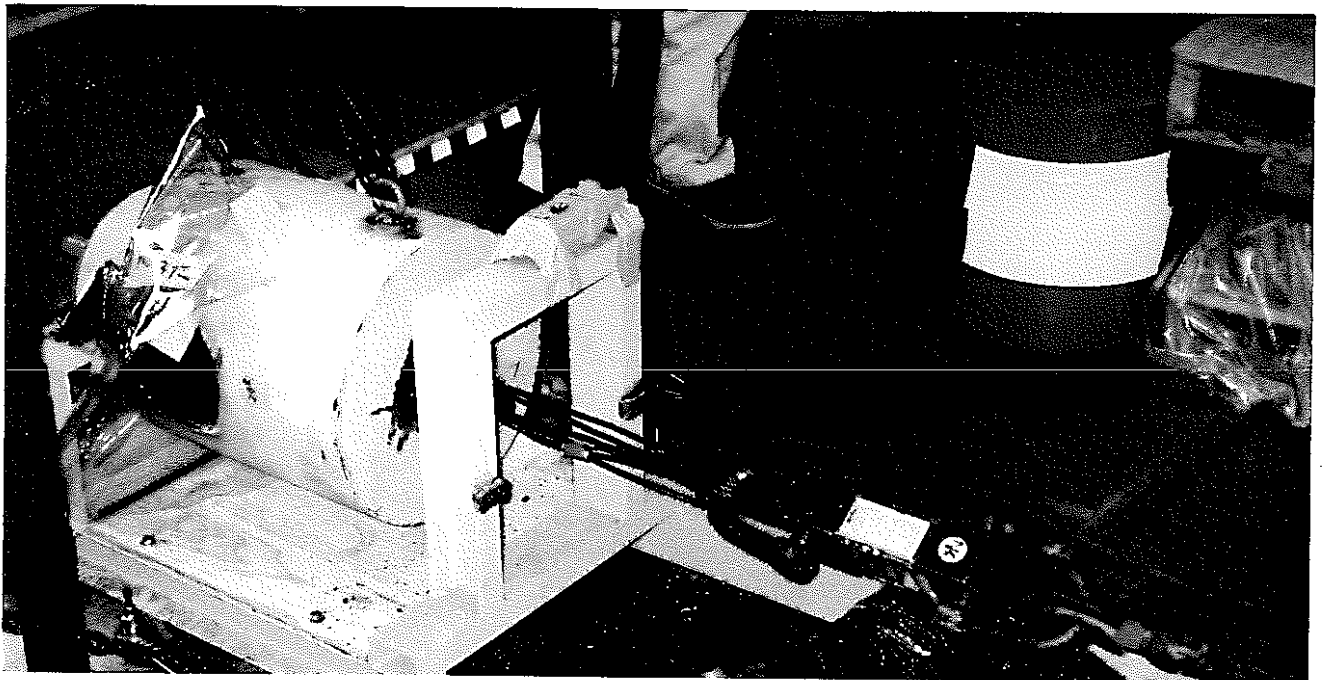


写真-16 LEP-25  
吸着板 20 mm  
模擬試験容器

PVC 介在3枚

### 3. LEP-35 リフマ吊上荷重試験

#### (1) 目的・概要

既存キャスク（FMF-2キャスク）の収納物吊上げ能力アップの検討及び新規キャスクの収納物昇降装置の設計に反映するため、新規リフマ吊上げ能力を確認する試験を行うが、必要吊上能力を確保するためリフマメーカーのデータ（吸着板厚さと吸着力の関係及びギャップと吸着力の関係）が、本キャスクのワーク（使用方法）の場合の吸着板厚さやPVCバッグ介在時（ギャップ効果）の吸着力評価に利用可能か否かを確認することを目的として、LEP-35リフマによる吊上荷重試験を実施する。

#### (2) 試験実施場所

ヨシザワLA株式会社

千葉県柏市新十余二17-1

#### (3) 試験実施日

平成7年10月27日（水）

┌	10/25	試験架台の取付け、試験準備
	10/26	確認テスト
	12/27	吊上荷重試験

#### (4) 試験準備品

- ① 新規リフマ（LEP-35，制御器含む）
- ② 試験用架台（チェーンブロック，荷重計等含む）
- ③ 模擬S缶内側缶（吸着板を含む）
- ④ PVCバッグ（動燃大洗既貸与品）
- ⑤ 工具一式

#### (5) 試験要領

試験用架台にチェーンブロック（3トン用）を吊下げ、その下に荷重計（5トン用デジタル荷重計）を介して新規リフマ（LEP-35）を吊下げる。

模擬S缶内側缶は、試験板上に取付けた固定具に取りり付ける。

吊下げたリフマに模擬S缶内側缶を吸着させ、チェーンブロックを巻き上げて吸着されたS缶内側缶に引っ張り荷重を負荷させ、吸着が外れる荷重を荷重計で確認する。（試験要領図を添付3-5図に示す。）



この時、リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間にPVCバッグが介在しない場合とPVCバッグが介在する場合（介在枚数パラメータ）について、吸着板の厚さが違う場合（厚さをパラメータ）及び偏心吊上げの場合について吸着が外れる荷重を荷重計で確認する。

S缶内側缶については、強度上、引張荷重が制限されるので模擬S缶内側缶で実施することとする。

試験は、偏心吊上げ、吸着板厚さ及びPVCバッグの介在（ギャップ）について、以下に記す各組み合わせで実施する。

① 偏心吊上げ

(a) 偏心無し

(b) 偏心吊上げ（リフマの端部を吸着板の端部まで偏心させて吸着）： 参考データ

吸着板厚さ：15mm、50mm

PVCバッグ介在：無し、1枚介在

の組み合わせケースのみ実施

② 吸着板厚さ

(a) 15mm

(b) 20mm

(c) 30mm

(d) 50mm

③ PVCバッグ介在（リフマと吸着板とのギャップ）

(a) PVCバッグ介在無し（ギャップ 0mm）

(b) 1枚介在（ギャップ 0.3mm）

(c) 2枚介在（ギャップ 0.6mm）

(d) 3枚介在（ギャップ 0.9mm）

これらの測定データをリフマメーカーのデータ（「吸着板厚さと吸着力の関係」及び「ギャップと吸着力の関係」）と比較して一致の程度を確認する。

(6) 試験手順

上記試験の手順を以下に示す。

① 試験準備

(a) リフマ（シャックルを含む）の重量を測定する。

(b) 模擬S缶内側缶の重量を各吸着板の厚さ毎に測定する。

(c) 試験用架台をセットする。

(d) リフマに荷重計を取り付ける。

(e) チェーンブロックにより荷重計を介したリフマを吊り下げる。

- (f) 固定具に模擬S缶内側缶を取り付ける。
- (g) PVCバッグを準備する。

## ② 試験状態へのセット

- (a) 模擬S缶内側缶が水平状態になるように角材等のスペーサを下に入れる。
- (b) チェーンブロックにより吸着できる位置までリフマを吊り下げる。
- (c) リフマと吸着板との偏心条件及びPVCバッグの介在条件を適宜変えて吸着させる。

## ③ 試験

- (a) チェーンブロックを巻き上げて荷重をかけながら荷重計の目盛りを目視で確認する。
- (b) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。
- (c) 上記②-(a)～③-(b)を5回繰り返す。
- (d) PVCバッグの介在条件を変えて、上記②-(a)～③-(c)を繰り返す。
- (e) リフマと吸着板との偏心条件を変えて、上記②-(a)～③-(d)を行う。

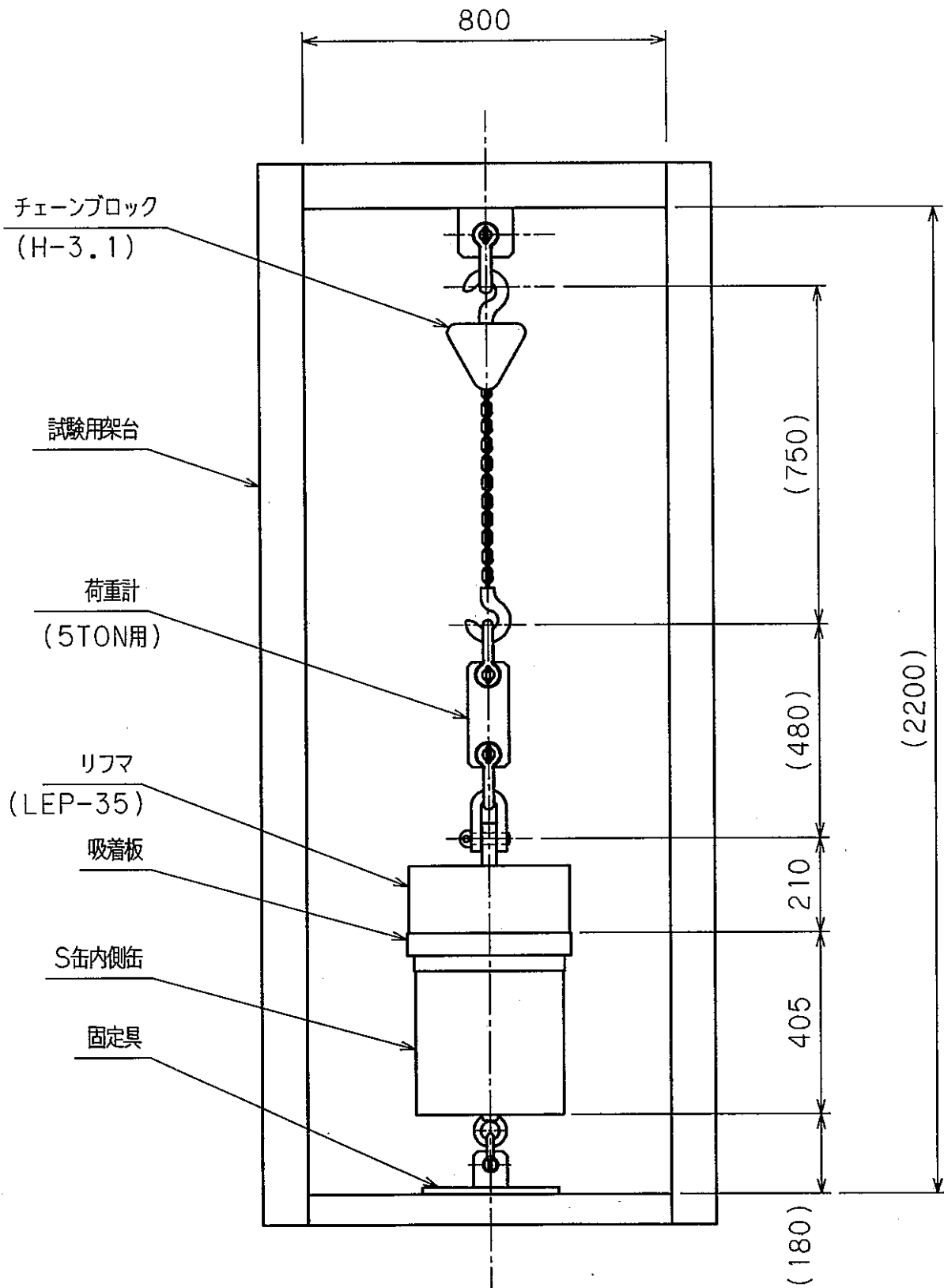
(偏心吸着の場合は、吸着板厚さ15mm及び50mmについて、PVCバッグ無し及び1枚介在の場合のみ測定する。)

- (f) 模擬S缶内側缶の吸着板の厚さを変えて、上記②-(a)～③-(d)を繰り返す。

## ④ 試験結果の考察

- 〈1〉上記の荷重測定値(5回測定の平均値)からリフマ及び模擬S缶内側缶の重量を差し引いて、各条件での吸着力を求める。
- 〈2〉リフマと吸着板との偏心無しのデータについて、
  - (a) PVCバッグ介在無しの条件での「吸着板の厚さと吸着力の関係」
  - (b) 吸着板の厚さ50mmの条件での「ギャップと吸着力の関係」を整理し、リフマメーカーのデータとの一致の程度を確認する。

以上

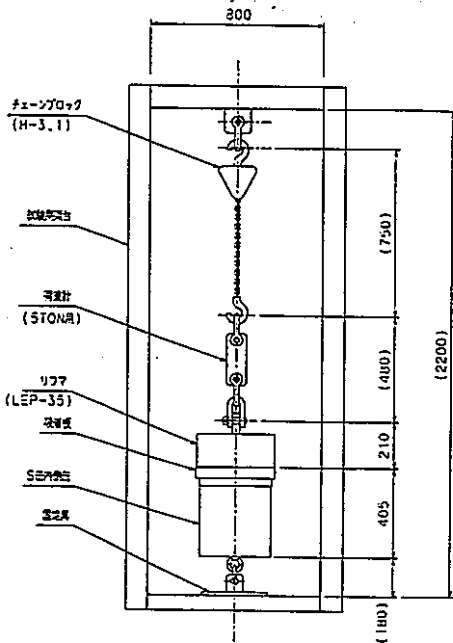


添付3-5図 LEP-35吊上試験要領図

LEP-35 リフマ吊上荷重試験記録

試験日	平成7年10月27日(金)		試験場所	ヨシザワLA株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-35用)	型式	LEP-35 (寸法: φ354×150H) 製造番号 9510151		
	吸着力	50mm 鋼板にて2800kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	φ360	試験板厚	15mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

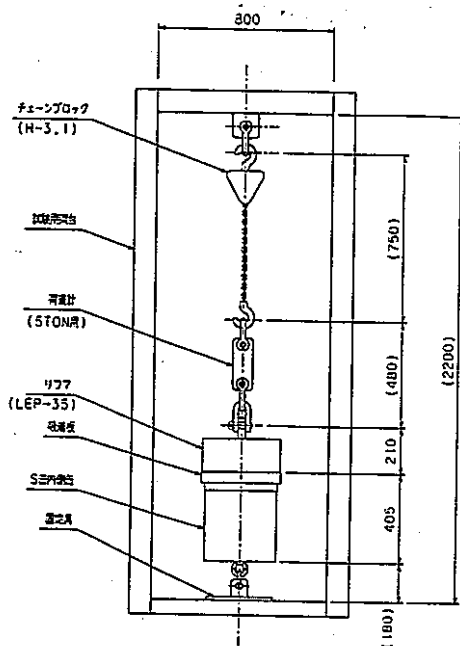
吸着板厚さ	15mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	3150	2942	3148	3154	3108
2	PVCバッグ1枚介在	2444	2376	2408	2400	2430
3	PVCバッグ2枚介在	1824	1892	1836	1914	1872
4	PVCバッグ3枚介在	1384	1578	1534	1632	1554

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワLA株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

LEP-35 リフマ吊上荷重試験記録

試験日	平成7年10月27日(金)		試験場所	ヨシザワL A株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-35用)	型式	LEP-35 (寸法: φ354×150H) 製造番号 9510151		
	吸着力	50mm 鋼板にて2800kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	φ360	試験板厚	20mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

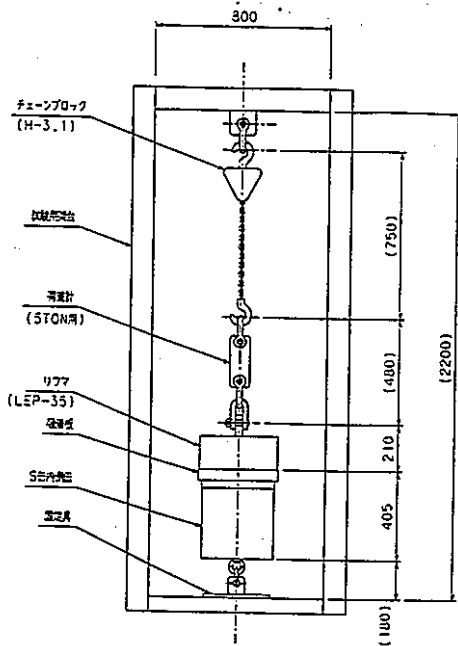
吸着板厚さ	20mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	3966	3916	3880	3852	3900
2	PVCバッグ1枚介在	2868	2952	2972	2952	2840
3	PVCバッグ2枚介在	2150	2148	2172	2172	2180
4	PVCバッグ3枚介在	1706	1754	1744	1728	1760

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワL A株式会社
確認者		高橋 三部	加藤 美都雄

LEP-35 リフマ吊上荷重試験記録

試験日	平成7年10月27日(金)		試験場所	ヨシザワLA株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-35用)	型式	LEP-35 (寸法: φ354×150H) 製造番号 9510151		
	吸着力	50mm 鋼板にて2800kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	φ360	試験板厚	30mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

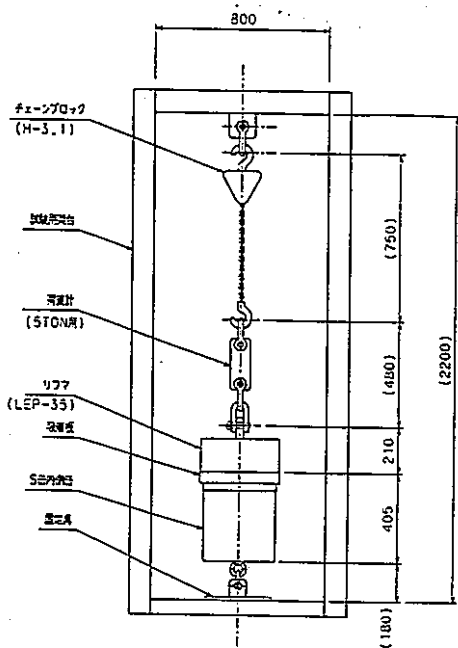
吸着板厚さ	30mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	4066	4248	4212	4222	4180
2	PVCバッグ1枚介在	3056	3046	3076	3020	2980
3	PVCバッグ2枚介在	2316	2302	2314	2302	2218
4	PVCバッグ3枚介在	1758	1832	1820	1816	1738

試験結果	エイ・ティ・エス株式会社		ヨシザワLA株式会社
確認者	高橋 三郎		加藤 美都雄

LEP-35 リフマ吊上荷重試験記録

試験日	平成7年10月27日(金)		試験場所	ヨシザワLA株式会社
供試リフマ仕様 (LEP-35用)	型式	LEP-35 (寸法: $\phi 354 \times 150H$ ) 製造番号 9510151		
	吸着力	50mm 鋼板にて2800kg以上		
吸着物(模擬 S缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物	PVCバッグ
	吸着板外径	$\phi 360$	試験板厚	50mm

1. 試験要領



- 1) リフマを試験用架台に荷重計を介してチェーンブロックを吊下げる。(左図参照)
- 2) リフマと模擬S缶内側缶の吸着板との間に適宜PVCバッグを介在して吸着させ、模擬S缶内側缶の反対側を荷重計を介して、チェーンブロックを巻上げる。
- 3) リフマと模擬S缶内側缶の吸着が外れた時の荷重計の読み値を記録する。

2. 試験結果

吸着板厚さ	50mm	使用荷重計 : デジタル荷重計 5TN-5 A4915				
ケース No.	PVCバッグ介在条件	荷重(吸着が外れた時の荷重) [kg]				
		第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
1	PVCバッグ介在無し	4200	4180	4204	4134	4212
2	PVCバッグ1枚介在	3112	3150	3080	3088	3094
3	PVCバッグ2枚介在	2240	2322	2296	2262	2346
4	PVCバッグ3枚介在	1822	1838	1808	1808	1806

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワLA株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

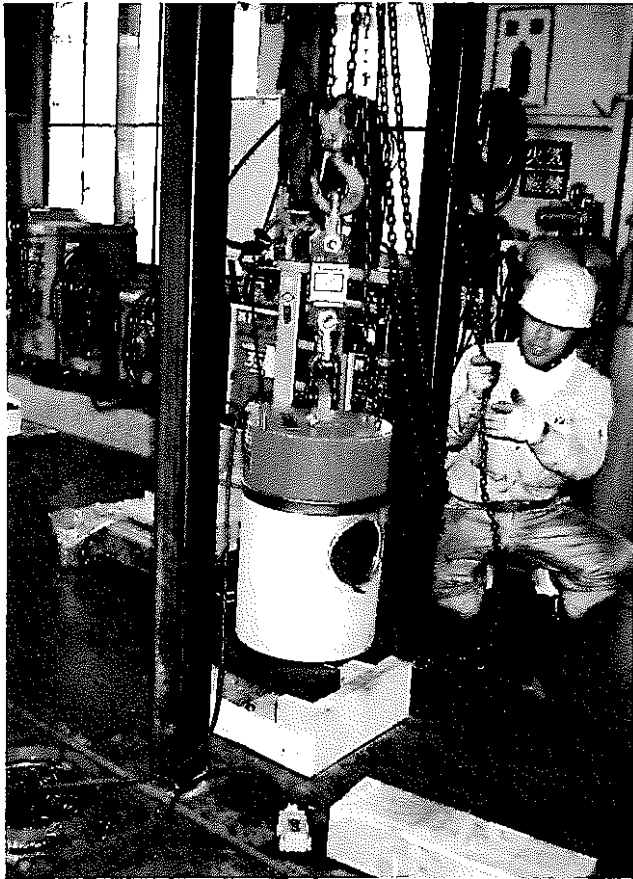


写真-17  
LEP-35  
吸着板 15 mm PVC介在無し  
模擬試験容器

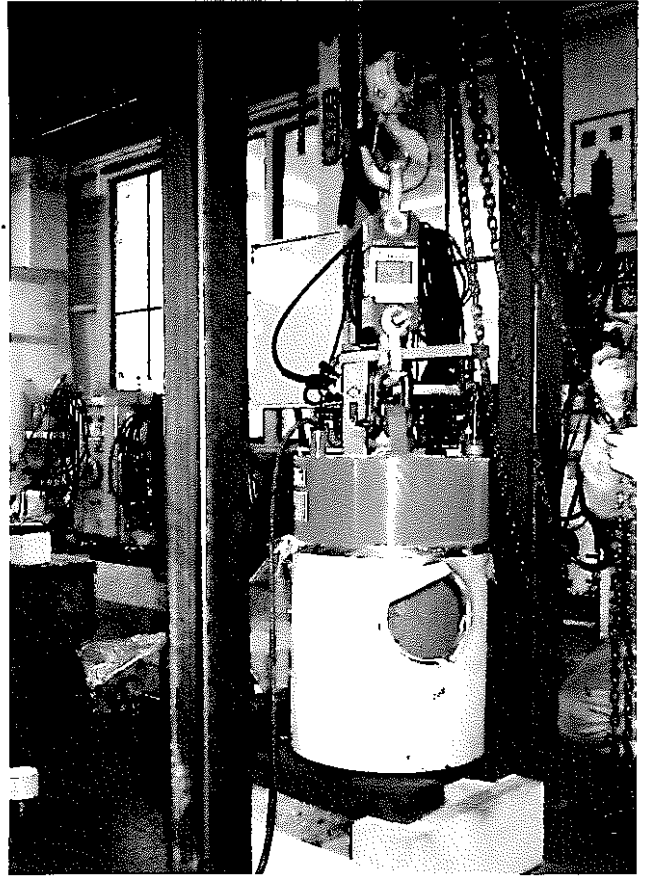


写真-18  
LEP-35  
吸着板 15 mm PVC介在1枚  
模擬試験容器

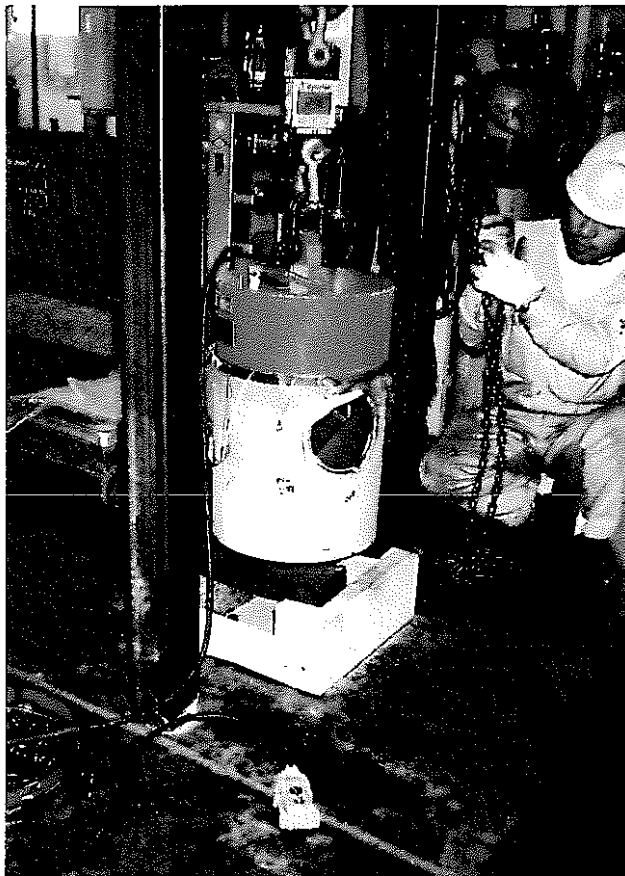


写真-19  
LEP-35  
吸着板 15 mm PVC介在2枚  
模擬試験容器

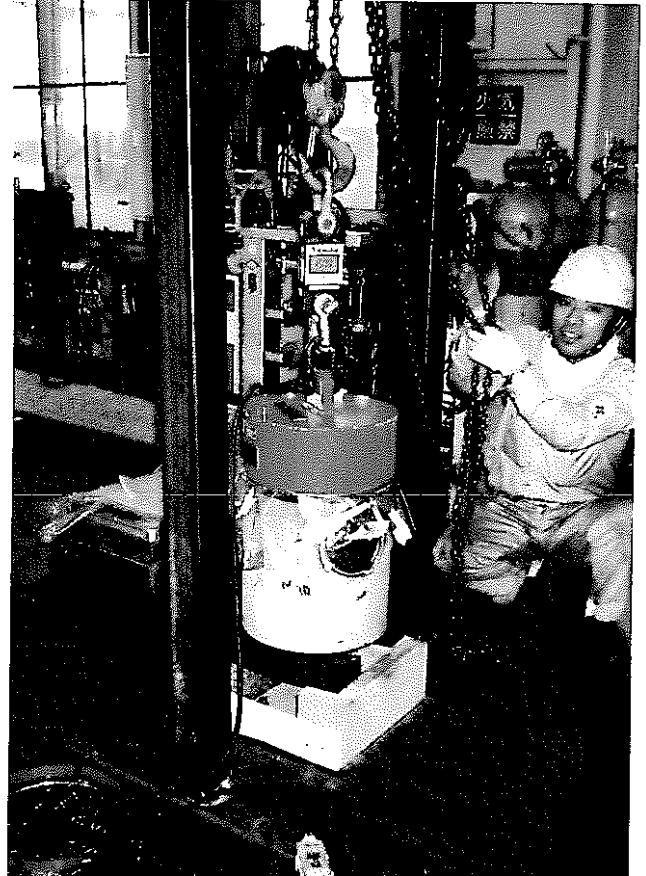


写真-20  
LEP-35  
吸着板 15 mm PVC介在3枚  
添付-3-41 模擬試験容器



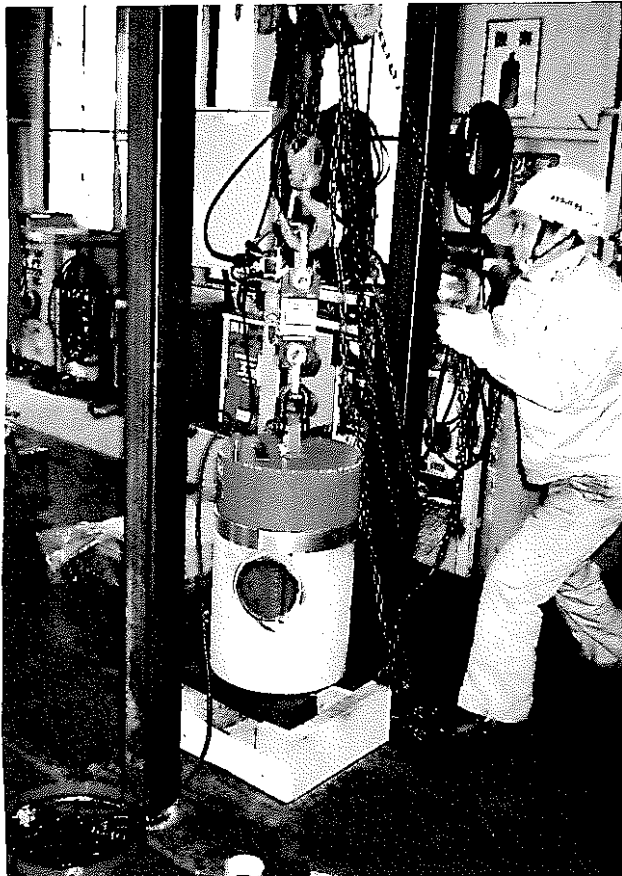


写真-21  
LEP-35  
吸着板 50 mm PVC介在無し  
模擬試験容器

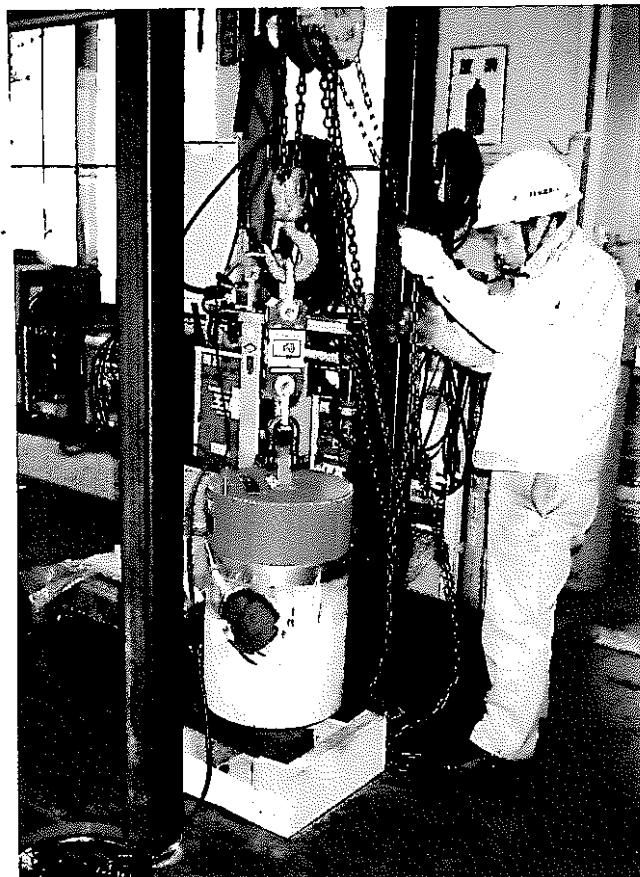


写真-22  
LEP-35  
吸着板 50 mm PVC介在1枚  
模擬試験容器

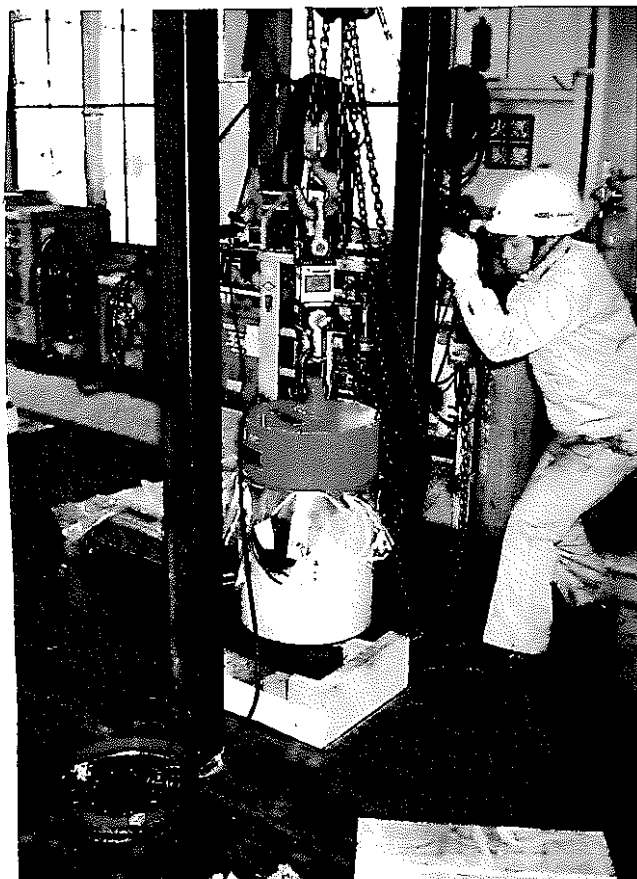


写真-23  
LEP-35  
吸着板 50 mm PVC介在2枚  
模擬試験容器

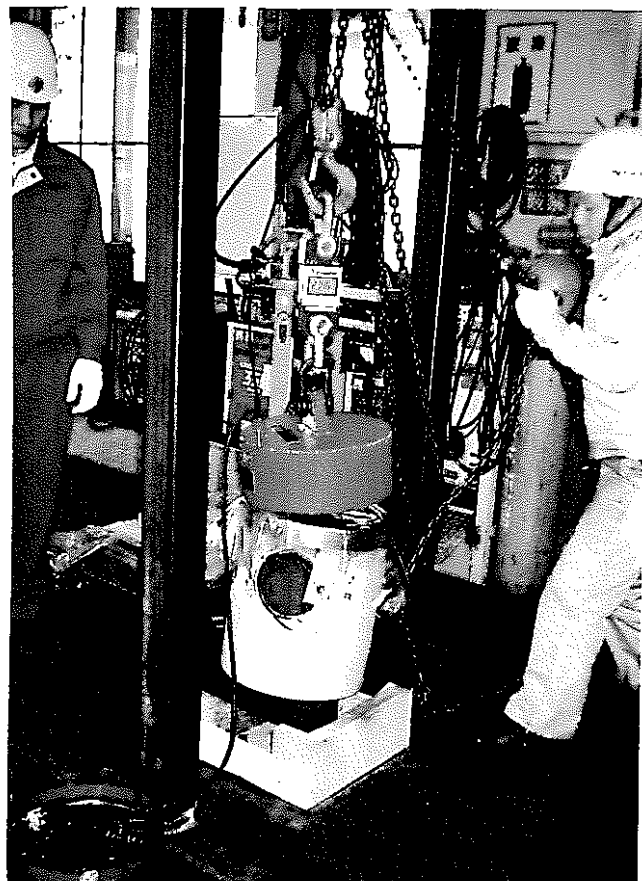


写真-24  
LEP-35  
吸着板 50 mm PVC介在3枚  
添付-3-42 模擬試験容器

# 参 考 資 料

参考資料-1 キャスク内受皿機構の検討

参考資料-2 S缶偏荷重時の吊下げ傾き度測定試験

参考資料 - 1

キャスク内受皿機構の検討

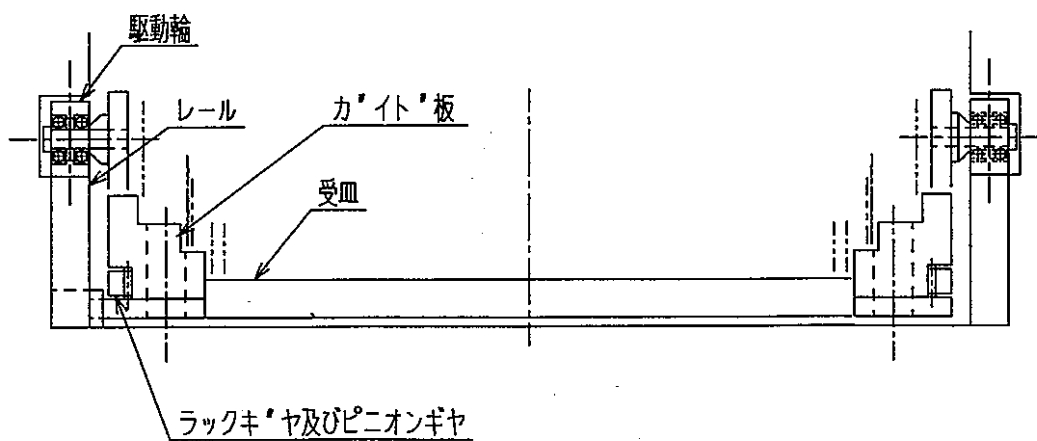
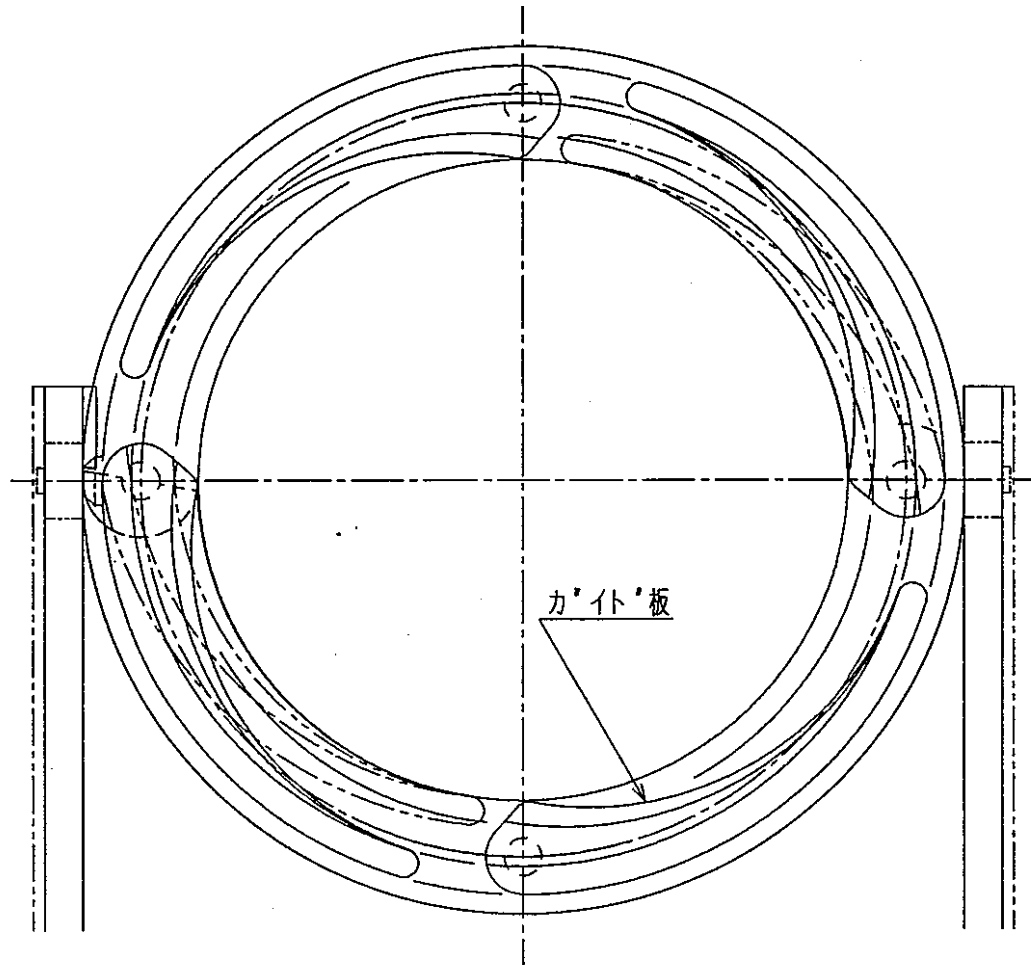
## 1. キャスク内受け皿機構の検討

キャスク受け皿の検討は、次頁の表の通り、3方式について検討し、本報告書では3項のバネによるセンタリング機構を採用することとした。

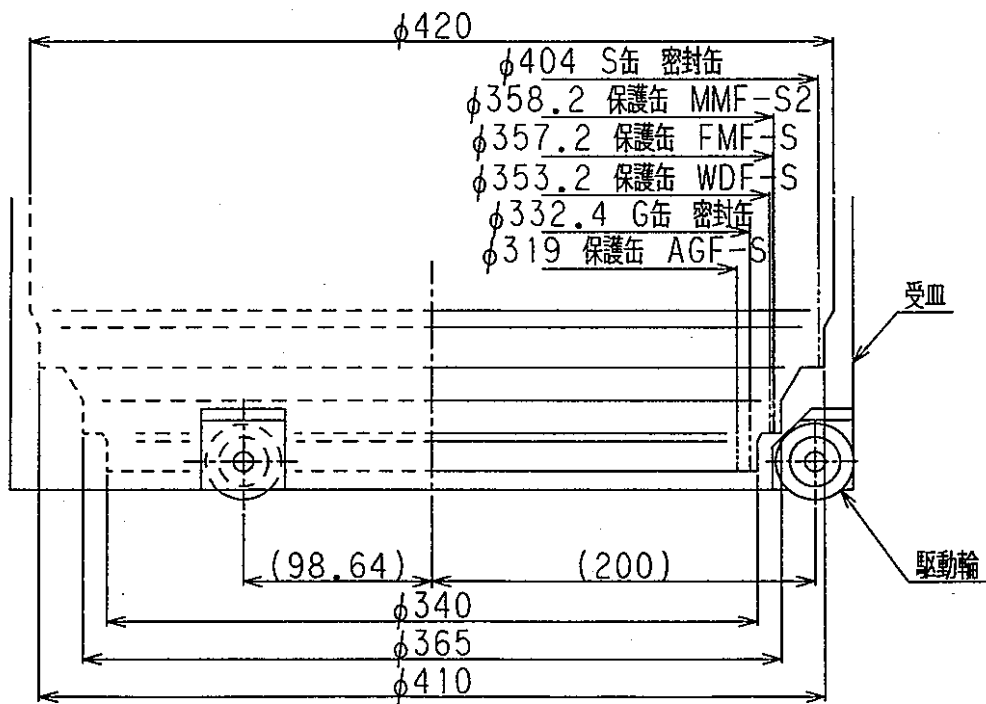
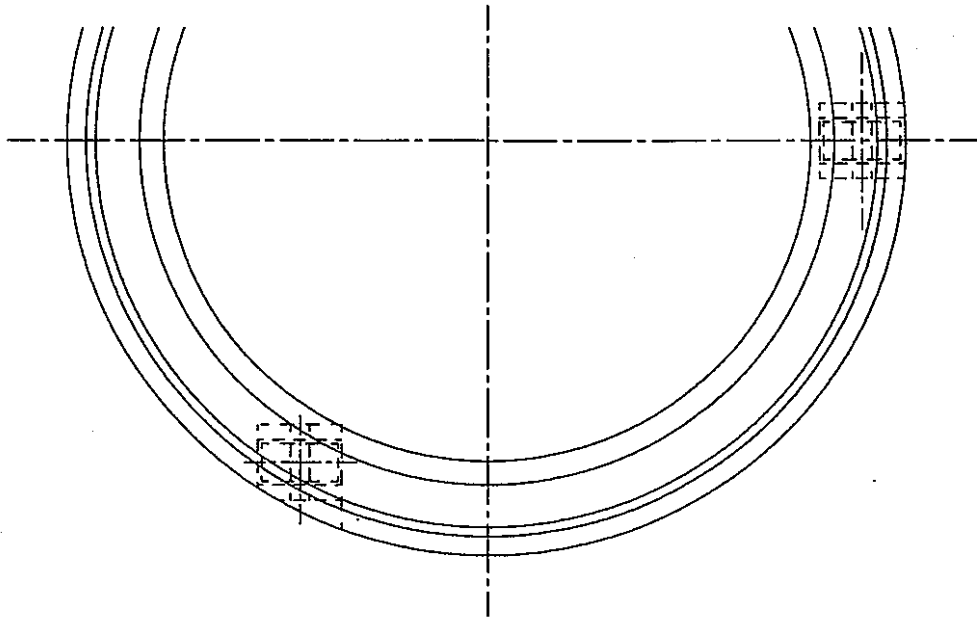
但し、この方式は詳細設計時に、バネの引張力の確認、缶の押し付け力がどの程度必要であるかモックアップ試験等により確認が必要である。

キャスク内受け皿機構の検討

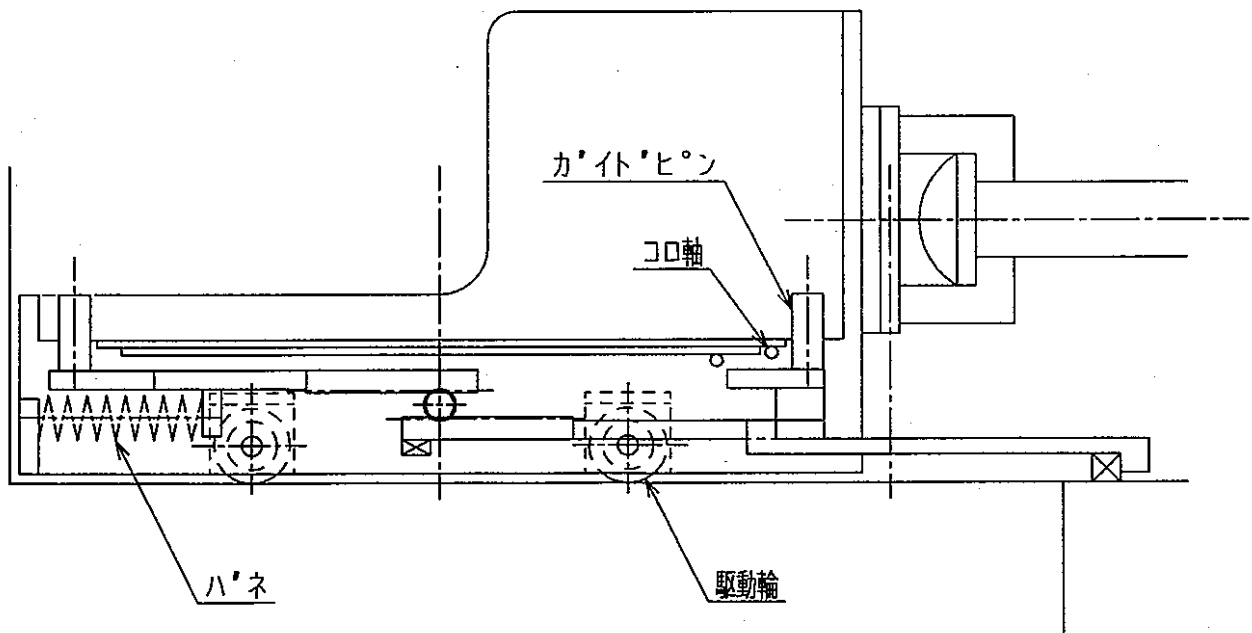
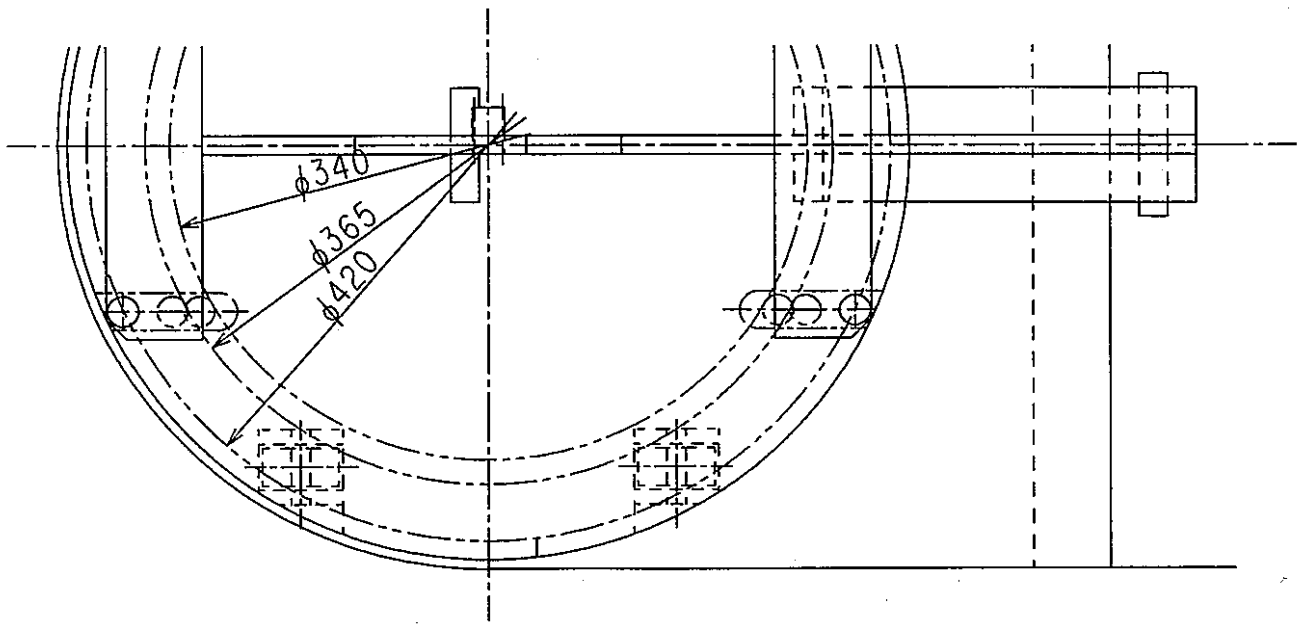
方 式	構 造 説 明	検 討 結 果		採用
		長 所	短 所	
1. ラック機構によるセンタリング機構	<p>1) キャスク本体下部に駆動用のレールを取付け、その上を駆動輪を設けた受皿を走行させる。受皿に取付けたピニオンギヤとレール側に固定したラックギヤによりセンタリングする。</p> <p>2) 受皿の前進によりガイド板は広がり受皿を後退することによりガイド板はS缶密封缶、S缶保護缶及びG缶密封缶に合わせ縮まりガイドする構造である。</p> <p>3) 概略の構造を付録-1-1図に示す。</p>	<p>1) S缶又はG缶が偏心して吊った場合ギヤとラック機構によるガイド板で偏心調整が可能である。</p> <p>2) レール上を駆動軸が走行するので、缶がぶれたり、外れることがない。</p>	<p>1) S缶又は、G缶をキャスク本体下部から収納する為、キャスク本体下部開孔部を塞がずにキャスク内面の限られた場所にレールを取付ける必要がある。本キャスクの内面は重量軽減の為、内径が小さいので取付けが困難である。又、キャスク本体下部内面の側部にレールを設けると鉛しゃへい層を削って設ける事になり、その分外側に鉛しゃへい層が増えてキャスク重量が制限を超えてしまう。</p>	不
2. 受皿にテーパ一段付構造によるセンタリング機構	<p>1) 受皿下部に駆動輪を設け、キャスク内下面上を駆動させる。受皿取合面は、S缶密封缶、S缶保護缶及びG缶密封缶の径に合わせて、3段階の段差を設け、缶が入りやすい様にそれぞれの段にテーパ加工を施してある。</p> <p>2) 概略の構造を付録-1-2図に示す。</p>	<p>1) 受皿内のスペースで缶の取合調整が出来るので、取付場所スペースが小さくできる。</p>	<p>1) S缶又は、G缶が段付の途中で引っ掛かる可能性がある。 S缶又は、G缶を偏心して吊った場合偏心調整が出来ないので規定位置に入らない可能性がある。</p>	不
3. バネによるセンタリング機構	<p>1) 受皿下部に駆動輪を設け、キャスク内下面上を駆動させる。受皿取合面は4本のピンでガイドし、ピンは常にバネによって内側に押し付けられる構造である。受皿の前進によりピンの位置が広がる機構を設けS缶密封缶、S缶保護缶及びG缶密封缶を受皿面に設置した後受皿を後退させるとピンは、バネにより内側に押し付けられて缶の径に応じて缶側面に当たりガイドしてセンタリングされる。尚、受皿面には缶の径に合わせて3段階の段差を設けてありセンタリングされた缶が位置決めされる。缶下面の当り面は滑りやすく、位置決めしやすい様にコロ軸を設けてある。</p> <p>2) 概略の構造を付録-1-3図に示す。</p>	<p>1) S缶又は、G缶が偏心して吊った場合、ガイド用のピンの押し付ける力と缶下面の当り面に設置したコロ軸受けで偏心調整が可能である。</p> <p>2) 常に缶側面を押し付けているので、倒れにくい構造である。</p>	<p>1) なし 但し、バネの引張力の調整、缶の押し付け力の調整が必要でありモックアップ試験による確認が必要と考える。</p>	採用



付録-1-1図 ラック機構によるセンタリング機構



付録-1-2図 受皿にテーパ一段付構造によるセンタリング機構



付録-1-3図 バネによるセンタリング機構



参考資料 - 2

## S 缶偏荷重時の吊下げ傾き度測定試験

## 2. S缶偏荷重時の吊下げ傾き度測定試験

### (1) 目的

高レベルの固体廃棄物キャスクの設計に際し、収納物のS缶をキャスク内に収納する場合、固体廃棄物がS缶内部に片寄って収納された場合、リフマに吊り下げられたS缶がどのくらい傾くかを確認し、キャスクの構造設計に反映することを目的として吊下げ試験を行う。

### (2) 試験実施場所

ヨシザワ L A 株式会社  
千葉県柏市新十倉二丁目17-1

### (3) 試験準備品

- ① 新規リフマ (LEP-25、制御器含む)
- ② S缶内側缶 (吸着板を含む)
- ③ クレーン、ワイヤ、シャックル類
- ④ 重鎮 (120 kg)
- ⑤ 角度計
- ⑥ 工具一式

### (4) 試験要領

工場設置のクレーンにワイヤ、シャックル等を介して新規リフマ (LEP-25) を吊り下げる。

S缶内側缶内には、重量 120kgの重鎮 (鉛製) を缶内側の端に入れる。  
吊り下げたリフマにS缶の内側缶を吸着させ、S缶内側缶の傾き度合を確認する。

### (5) 試験手順

上記試験手順を以下に示す。

#### ① 試験準備

- (a) クレーンにリフマを吊り下げる。
- (b) S缶内側缶内部の端に重鎮を入れ、蓋を閉める。

#### ② 試験

- (a) クレーンを下げ、リフマにS缶内側缶を吸着させる。
- (b) 傾き度合を角度計により測定し、読み値を記録する。
- (c) 上記②-(a) ~ (b) を5回繰り返す。

#### ③ 試験結果の考察

- (a) 上記測定値 (5回測定の平均値) から平均の角度を求める。
- (b) 上記角度により、本設計によるキャスク本体の下部構造に対応するか評価する。

## (6) 試験結果

試験は、S缶内側缶内に重鎮（120kg）を入れ、リフマが吸着板の中心にくるように吸着させ吊下げ、傾き度について測定した。

傾き角度は、最大で7°を示した。

試験結果を次葉に示す。

## (7) 考察

試験の結果、固体廃棄物が片寄って収納された場合は最大で7°傾くことが判かった。

傾き角度を7°とした場合、リフマによって吊り上げられているS缶内側缶は約65mm片寄ることになる。キャスク内に収納する場合、必要な開孔部は最少でも530mm（S缶半径200mm + 片寄寸法65mm×2倍）必要となる。

現状の設計では、収納部の開孔寸法は、 $\phi 450$ mmであり収納することは不可能である。

その為、リフマ（ $\phi 246$ ）を傾いた側の吸着板の端とリフマの端を合わせた状態（すなわち、 $(300-246)/2 = 27$ mm偏心させて吸着）で吊上げて傾き角度を測定した結果、この場合でも傾き角度は3°となった。このように、傾き調整のために意識的に偏心吊上げしても3°の傾き角度となり、この時のリフマ吊り中心とS缶の端との距離が約255mm（ $200 + 27 + 540 \times \tan 3^\circ$ ）となり現状の設計のキャスク収納部の開孔寸法（ $\phi 450$ ）に引っかかってしまうことになる。

現状のキャスク収納部の開孔寸法（ $\phi 450$ ）に引っかからないようにするためには、

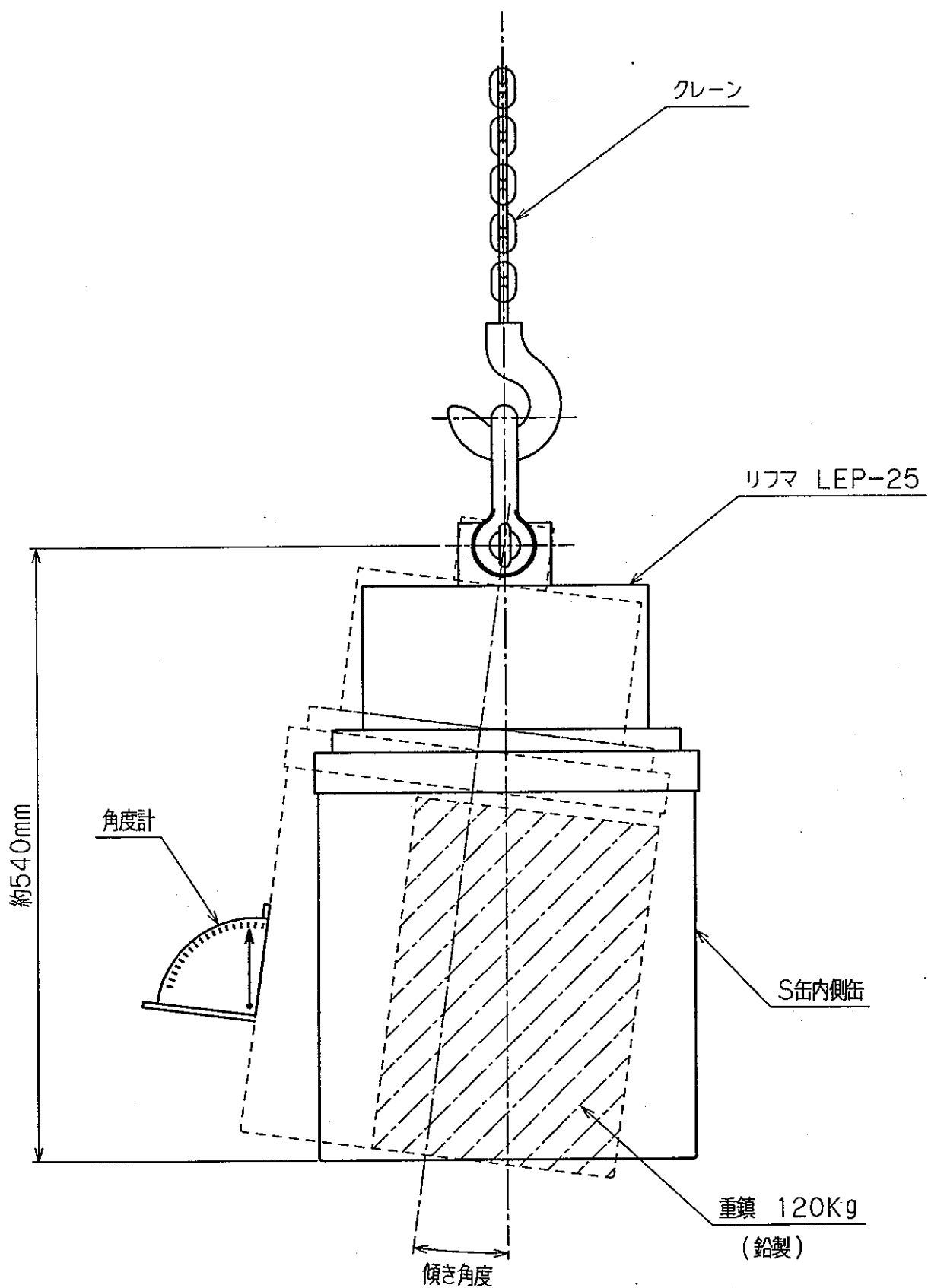
- ① リフマをS缶の中心に吸着させて吊上げた時のS缶の傾き角度が2°以下（ $\tan^{-1}(20 \div 540)$ ）とする。
- ② 意識的に偏心吸着させて吊上げた時のS缶の傾きをなくすようにした時でも、偏心量は20mm以下で傾き角度が0°となるようにする。

ことを運用上の制限条件とする必要がある。

このことから、次設計（詳細設計）では、キャスクの開孔部の口径をできるだけ大きくする。

（現キャスク内半径はR230であるため、開孔部の口径は最大 $\phi 460$ mmまで大きくできる）

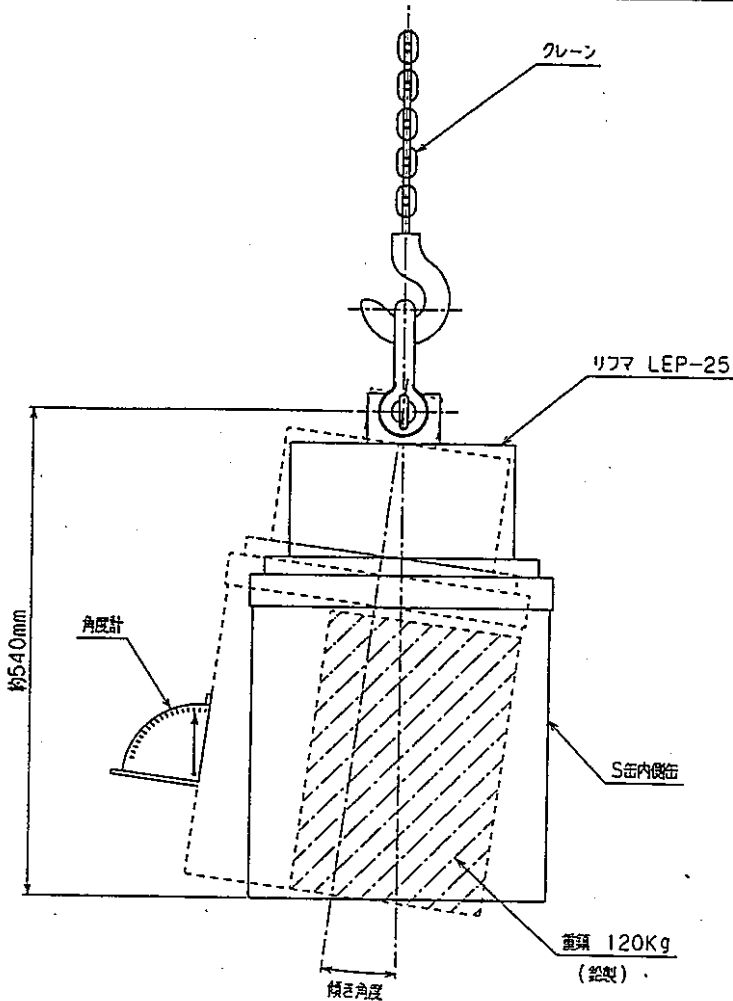
ことを考慮する必要がある。



付録2-1図 S缶偏荷重時の吊下げ傾き度合測定試験

S 缶偏荷重時の吊上げ傾き度測定試験

試験場所	ヨシザワ L A 株式会社		
供試リフマ仕様 (LEP-25)	型 式	LEP-25 (寸法: $\phi 246 \times 125$ H)	
	吸着力	50 mm 鋼板にて 2800 kg 以上	
吸着物 (S 缶内側缶)	吸着板材質	SS400	吸着面介在物 なし
	吸着板外径	$\phi 300 \times 15$ t mm	試験板厚



1. 試験要領

- (a) クレーンを下げ、リフマに S 缶内側缶を吸着させる。
- (b) 傾き度合を角度計により測定し、読み値を記録する。

2. 試験結果

	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
傾き角度	7.0°	6.5°	7.0°	7.0°	7.0°

試験結果		エイ・ティ・エス株式会社	ヨシザワ L A 株式会社
確認者		高橋 三郎	加藤 美都雄

S缶偏荷重時の吊下げ  
傾き度測定試験



写真-1  
LEP-25  
測定試験前S缶内側缶  
内部 重鎮(121kg)

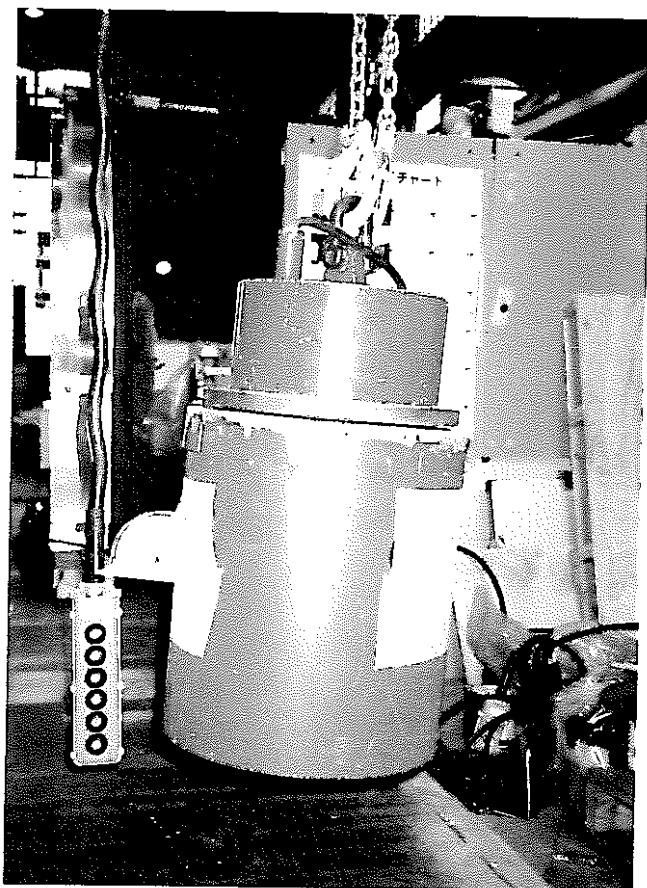


写真-2  
LEP-25  
S缶内側缶 傾き7°



写真-3  
LEP-25  
S缶内側缶 傾き7°

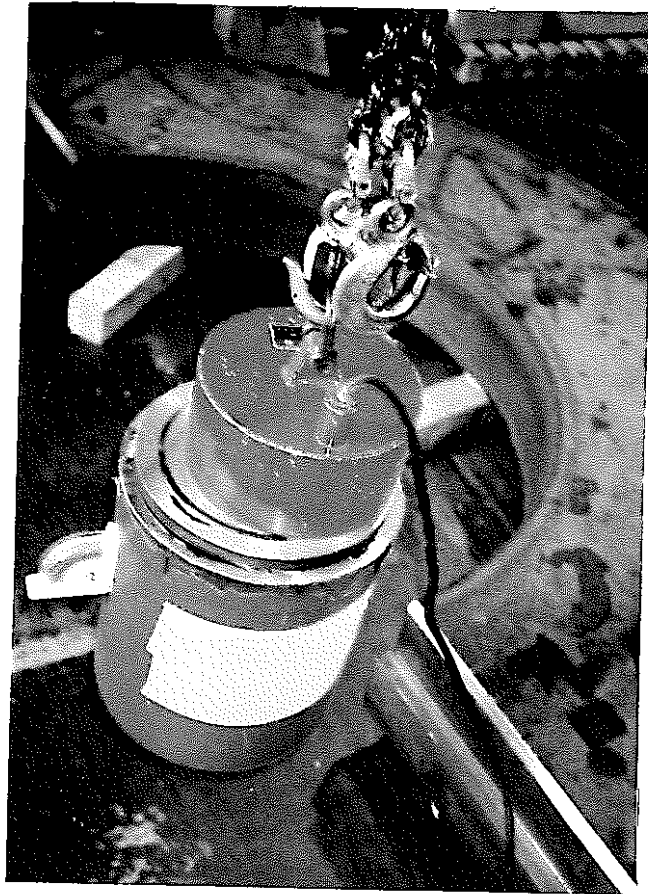


写真-4  
LEP-25  
傾き調整の為  
偏心吊り

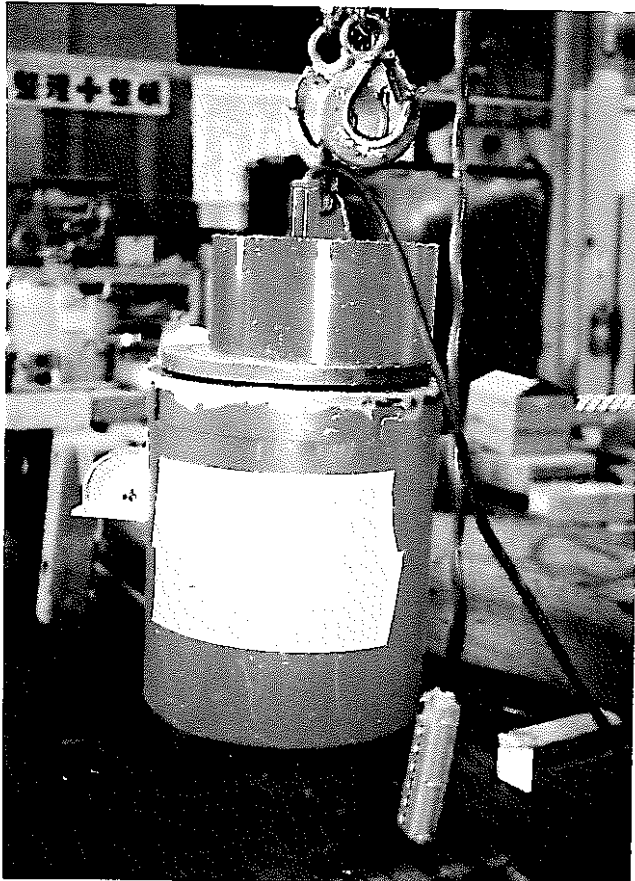


写真-5  
LEP-25



写真-6  
LEP-25  
傾き調整後 傾き3°