

水銀ターゲット容器19号機の製作

仕 様 書

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 目 次

### 1. 一般仕様

1. 1	件名	1
1. 2	目的	1
1. 3	契約範囲	1
1. 4	納期	1
1. 5	納入物品、納入場所及び納入条件	1
1. 6	検収条件	2
1. 7	保証	2
1. 8	提出図書	2
1. 9	支給品	3
1. 10	貸与品	3
1. 11	品質保証	4
1. 12	適用法規・規格基準	4
1. 13	産業財産権等	4
1. 14	機密保持	4
1. 15	安全管理	5
1. 16	グリーン購入法の推進	5
1. 17	協議	5
1. 18	その他	5

## 2. 技術仕様

2. 1	一般事項	6
2. 2	機器仕様	6
2. 3	塗装	1 9
2. 4	洗淨	1 9
2. 5	梱包、輸送	1 9
2. 6	試験・検査	2 3
2. 7	予備品	2 0
2. 8	添付書類	2 4
2. 9	特記事項	2 4

## 1. 一般仕様

### 1.1 件名

水銀ターゲット容器 19 号機の製作

### 1.2 目的

大強度陽子加速器施設（J-PARC）の物質・生命科学実験施設では、水銀ターゲット容器に高エネルギー陽子を入射し、高強度の中性子線を発生させている。この水銀ターゲット容器は極めて強い放射線場に曝されるので強い放射能を帯び、また使用材料であるステンレス鋼の材料特性が劣化することから定期的に交換する。水銀ターゲット容器は、水銀を内包した水銀容器が万が一破損した場合でも、水銀容器から漏えいした水銀を受け止めるために、水銀容器を保護容器で覆う構造を採用している。水銀容器には、陽子ビーム入射に伴って生じるキャビテーション損傷を抑制するために水銀中に気泡を注入しているが、その効果をより高めるために、既存容器より多くの微小気泡が容器先端に届くように最適化した微小気泡注入用バブラーを装着することが特徴である。本仕様書は、水銀ターゲット容器 19 号機の設計及び製作を行うための仕様を記載したものである。

### 1.3 契約範囲

#### 1.3.1 契約範囲内

- |            |     |
|------------|-----|
| (1) 詳細設計   | 1 式 |
| (2) 解析・評価  | 1 式 |
| (3) 製作     | 1 式 |
| (4) 工場試験検査 | 1 式 |
| (5) 梱包・輸送  | 1 式 |
| (6) 提出書類作成 | 1 式 |

#### 1.3.2 契約範囲外

1.3.1 記載の契約範囲内に記載なきもの

### 1.4 納期

令和 10 年 3 月 15 日

### 1.5 納入物品、納入場所及び納入条件

#### (1) 納入物品

水銀ターゲット容器 19 号機

1 基

#### (2) 納入場所

茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4

(3) 納入条件

車上渡し

1.6 検収条件

1.5 に示す納入場所に納入時に、員数検査、外観検査を行い、所定の員数どおりであり、外観に異常がないことを確認する。この員数検査と外観検査の合格、2.6 に定める試験・検査、1.8 に示す提出図書の確認、及び 1.10 に示す貸与品の返却をもって検収とする。

1.7 保証

2.2 に定める機器仕様を満足することを保証すること。

1.8 提出図書

	図書名	提出時期	数量	確認の有無
1	工程表	契約後速やかに	3 部	要確認
2	品質保証計画書	契約後速やかに	3 部	要確認
3	確認図	製作着手前	3 部	要確認
4	製作要領書	製作着手前まで	3 部	要確認
5	溶接施工要領書	溶接作業着手前まで	3 部	要確認
6	工場試験検査要領書	各検査日前まで	3 部	要確認
7	工場立会検査申請書	各検査日前まで	3 部	
8	工場試験検査成績書	各検査完了後	3 部	要確認
9	作業員の資格を示す文書	随時	3 部	
10	製作過程記録写真	各工程後	3 部	
11	打合せ議事録	打合せの都度（原則 1 週間以内）	3 部	要確認
12	委任又は下請負届*2	作業開始 2 週間前まで	1 式	
13	完成図書	納入時	3 部	
14	文書等を収めた電子媒体*3	納入時	1 式	
15	その他、必要な書類	随時	3 部	

\*1 解析・評価報告書の電子媒体を含む

\*2 下請負等がある場合に提出のこと。

\*3 CAD 図（2D 及び 3D）を含む。印刷したものをスキャンした PDF でなく、オリジナルの DWG 等、PDF ファイルまたは Word ファイルとする。

（提出場所）J-PARC センター 物質・生命科学ディビジョン 中性子源セクション

## 1.9 支給品

### (1) 品名及び数量

	品 名	個 数
1	ヘリウムベッセルシール機構 本体（シール材 1 個を含む）	1 式
2	ヘリウムベッセルシール機構加圧配管用コネクタ（3/8'）	1 個
3	バブリング配管用コネクタ（3/8'）	1 個
4	モニタリング配管用コネクタ（3/8'）	2 個
5	冷却水配管用コネクタ（2'）	2 個
6	水銀センサ	5 式
7	水銀センサ用シールプラグ	1 個
8	K 型シース熱電対	10 式
9	熱電対用シールプラグ	2 個
10	水銀センサ用ケーブルコネクタ	2 個
11	熱電対用ケーブルコネクタ	1 個
12	MI ケーブル	1 式
13	再帰性ミラー	1 枚
14	水銀配管着脱機構（シール材を含む）	1 式
15	ターゲットフランジ用シール材	1 個

### (2) 引渡場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 J-PARC センター HENDEL 棟大実験室

### (3) 引渡時期

契約締結後、製作工程に合わせて協議の上、決定する。

### (4) 引渡方法

車上渡し

### (5) その他

2.2.4 項に記載のとおり、受注者は、支給物品をすべて適切な方法で、水銀ターゲット容器本体に取り付けること。

## 1.10 貸与品

### (1) 品名及び数量

	品 名	数 量
1	水銀配管模擬試験体 （約 1.3 m×2.5 m×1.9 m、約 1700 kg、図 1(a)及び 2 参照）	1 式
2	ヘリウムベッセル模擬試験体 （約 1.5 m×3.3 m×2.6 m、約 4500 kg、図 1(b)及び 3 参照）	1 式

3	レーザードップラ振動計（小野測器製 LV-1720） （約 1800 mm×2200 mm×1500 mm、約 12 kg）	1 台
4	コネクタ位置確認用治具 （約 1000 mm×1000 mm×1000 mm、約 12 kg）	1 式
5	輸送用架台 （約 300 mm×400 mm×100 mm、約 700 kg）	1 台

(2) 引渡場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

J-PARC センター HENDEL 棟大実験室、物質・生命科学実験施設

(3) 引渡時期

契約締結後、製作工程に合わせて協議の上、決定する。

(4) 引渡方法

車上渡し

(5) その他

特になし

1.11 品質保証

本機器の製作に係る設計・製作等は、全ての工程において、以下の事項について十分な品質管理を行うこととする。

- ・管理体制
- ・設計管理
- ・外注管理
- ・材料管理
- ・工程管理
- ・試験・検査管理
- ・不適合管理
- ・記録の保管

1.12 適用法規・規格基準

- ・日本産業規格（JIS）
- ・日本溶接協会規格（WES）

1.13 産業財産権等

特になし

#### 1.14 機密保持

受注者は、本業務の実施にあたり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。

#### 1.15 安全管理

設計・製作に際し綿密かつ無理のない工程を組み、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。

#### 1.16 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様で定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

#### 1.17 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うものとする。

#### 1.18 その他

特になし

## 2. 技術仕様

### 2.1 一般事項

#### 従事者資格

- ・溶接作業（JIS 有資格者及び同等以上の有資格者）
- ・非破壊試験（JIS 有資格者及び同等以上の有資格者）
- ・その他

上記、資格及び経験を記述した書類を検査成績書に添付すること。

### 2.2 機器仕様

#### 2.2.1 水銀ターゲット容器の基本構造

水銀ターゲット容器（図4参照）は、ターゲット材である水銀を内包する水銀容器と、外部への水銀漏えい防止のために、水銀容器の外側を覆う保護容器から構成される。水銀容器と保護容器の間にはヘリウムガスを循環し、ヘリウムガス層への水銀漏えいを速やかに検知するために、ガス中の放射能を常時モニタリングできる構造としている。さらに、保護容器は冷却のための冷却水流路を備えた二重容器構造である。水銀ターゲット容器の構造図を図5～7に示す。水銀容器及び水銀配管内には、バブラー、整流板、圧損要素及び整流フィンがある。特に、バブラーは、流動水銀中にヘリウムの微小気泡を注入する部品であり、パルス陽子線入射時の圧力波を低減させる重要な部品である。ターゲットフランジ部の前面に取り付けられているヘリウムベッセルシール機構は施設側のヘリウムベッセルの気密を確保する機能を果たす。ターゲットフランジ部の後方には、水銀配管着脱機構が取り付けられ、側面には、多数の冷却水配管、ヘリウムガス配管及びセンサケーブル配管（図6参照）が取り付けられており、これらはターゲット台車のフランジに遠隔操作での取り付け・取り外しが可能な構造である。また、水銀容器及び接続部からの水銀漏れを検知するために、ヘリウムプレナム内及び水銀配管着脱機構下の2ヶ所に、水銀センサを設置している（図7参照）。

水銀ターゲット容器先端部の多重壁構造を図8に示す。水銀容器の先端部は、外壁内面でのキャビテーション損傷を抑制するために、内壁（厚さ5mm）を取り付けた二重壁構造（二重壁の間隔：2.0±0.25mm目標）とし、この領域に、速い流速（約4m/s）で水銀を流す構造としている。

#### 2.2.2 既存水銀ターゲット容器に関する情報の開示

本件の設計・製作に必要な情報（既存水銀ターゲット容器に関する図書又はその他の必要な書類）は、必要に応じて、受注者に開示する。

#### 2.2.3 水銀ターゲット容器の各部の仕様

##### A-0 水銀ターゲット容器全体

水銀ターゲット容器全体は、以下に記す要素機器(下記A-1～A-10)から主に構成される。本仕様内において設計・製作・組立作業を実施すること。また、A-2、5～A-10の機器は支給品であり、これらは本仕様書内において取り付け作業を行うこと。要素機器及び取付け物品の組立・取付け

等に必要な物品は、受注者が調達し、本仕様書に記載されている性能を満足する水銀ターゲット容器を完成させること。

- A-1 水銀容器
- A-2 バブラー（支給品）
- A-3 保護容器
- A-4 ターゲットフランジ
- A-5 水銀配管着脱機構（支給品）
- A-6 ヘリウムベッセルシール機構（支給品）
- A-7 配管コネクタ（支給品）
- A-8 センサ（支給品）
- A-9 ケーブルコネクタ（支給品）
- A-10 再帰性ミラー（支給品）

### (1) 材 料

材料は SUS316L 材とする。なお、以下に示す事項を考慮して、材料を選定すること。

- (a) 化学組成、熱処理条件（温度、時間、水冷却急冷）、材料強度（延性、強度）が鋼材検査証明書（ミルシート）に記載され、SUS316L の規格である JIS G 4304 等を満足していること。
- (b) 良好な溶接性を得るために材料元素成分比（図 9 の斜線の領域）を考慮すること。

### (2) 溶接

- (a) 溶接部は、完全溶け込み溶接を基本とし、溶接の裏波は、可能な限り直接、又は鏡やファイバースコープ等を用いて確認し、除去すること。除去が不可能であると判断される箇所については、裏波高さを抑えた溶接（最大 0.5 mm 程度）を適用すること。
- (b) 溶接熱による変形や残留応力を低減するために、溶接線の数が少なくなるように設計をするとともに、溶接変形が少なくなるように、溶接箇所に応じた溶接方法（開先形状、溶接手順や溶接条件、拘束治具など）を採用すること。
- (c) 溶接施工前に開先形状を開先確認記録に記載し、溶接施工した内容を溶接施工記録に記載すること。各記録は、検査成績書に添付すること。
- (d) 溶接部について、2.6.1 に示す検査を受注者がすべて行うこと。各容器及び配管の溶接部に対する浸透探傷試験については、全ての初層及び最終層に対して行うこと。もし、溶接不良が発生した場合、原子力機構と協議の上、受注者の責任において補修を実施し、記録に残すこと。

### (3) 製作精度

- (a) 全体組立後の寸法公差 : 水銀ターゲット容器完成時の外形寸法公差は-3.0 mm～+1.0 mm とする。

- (b) 水銀ターゲット容器中心軸の垂直度 : 2.0 mm (ターゲット台車取合フランジ面を基準とし、これに垂直でフランジ中心を通る軸芯から半径 2.0 mm の円筒内になければならない。)

#### A-1 水銀容器

##### (1) 仕様

- (a) 型式 : クロスフロー型水銀容器  
(b) 寸法 : 約 1110 mm (長さ) × 約 430 mm (幅) × 約 100 mm (高さ)  
(c) 重量 : 約 150 kg (ビームダンプを含む)  
(d) 設計圧力 : -0.1~0.5 MPaG (水銀)  
(e) 設計温度 : 200℃  
(f) 作動流体 : 水銀 (0.5 MPaG)  
(g) 雰囲気 : ヘリウムガス (-0.1~0.2 MPaG)  
(h) 表面改質処理

先端部 (内・外壁)、圧損要素、台形部

ボディコート製 Kolsterising (2×K33) 相当処理

相当処理条件

- ・処理温度 : 500 °C以下
- ・表面硬さ : H<sub>v</sub>1000 以上
- ・改質層厚さ : 33 μm 以上
- ・板厚方向の硬さ分布 : 表面から母材までなだらかに変化する硬さ分布を有すること。

##### (i) 取付け部品 (支給品 (④~⑥は除く))

- |   |     |
|---|-----|
| ① K型シース熱電対<br>(株)助川電気工業製 DB-003-388Rev.1(No.1)相当品 | 8本  |
| ② 熱電対用ケーブル<br>(助川電気工業製 MI ケーブル相当品)                | 16本 |
| ③ バブラー (A-2 参照のこと)                                | 2式  |
| ④ 圧損要素 (約 40 mm×80 mm×10 mm、Φ5 mm ×36 (9×4) 個*)   | 1個  |
| ⑤ 仕切り板  | 1個  |
| ⑥ 二重配管ベローズ  | 2個  |

\*バブラーの形状等の見直しにより、穴径及び数を変更する可能性あり。

##### (2) 材料

水銀ターゲット容器全体の (1) 材料に記載した材料。

##### (3) 設計・製作指針

- (a) 水銀容器の先端部は、外壁（3 mm）の内側に内壁（厚さ 5 mm）を取り付けた二重構造とし、その狭隘流路内側にも水銀が流動する構造である。内壁の取付けにおいて、溶接変形や残留応力が少ない溶接手法及び条件で完全溶け込み溶接を行い、溶接欠陥や未溶接部が無いこと。内壁取付け後のビーム窓部での狭隘流路幅は  $2.0 \pm 0.25$  mm を目標とする。
- (b) 水銀容器の上下部及び側胴部の板厚 8 mm 一定とする。
- (c) 台形部内部の水銀上流側には、水銀容器と一体構造の狭隘流路を形成することとし、流路幅は、 $3.0 \pm 0.5$  mm とする。
- (d) 水銀容器先端部内・外壁の水銀接触面において、ビーム中心近傍（水平方向範囲：約 150 mm（直線部）、垂直方向範囲：約 62 mm（R 形状部））はバフ研磨（最終研磨方向は垂直方向とすること）を実施して、表面粗さを Rz0.8 以下とし、その他の水銀容器先端表面は Rz6.3 以下とする。また、台形部内面（中央）は Rz6.3 以下、その他（平行部を含む）の内面：Ra6.3 以下とする。
- (e) 使用後の試験片の切り出し時に位置を同定するため、先端部外壁の外表面に、十字のケガキ（垂直方向の中心線、及び水平方向の中心線から 10 mm 上の部分に長さ約 150 mm）を入れ、先端部内壁の外表面に、水平のケガキ（水平方向の中心線から 10 mm 上の部分に長さ約 150 mm）を入れること。
- (f) 整流板は、ブロックからの削り出しによる一体構造とすること。
- (g) 水銀出口側配管に整流フィンを溶接で取り付けること。
- (h) 水銀ターゲット容器 18 号機では、150 mm×200 mm のビームダンプや冷却構造を設けていたが、ビームダンプ及び冷却構造のない構造とする。
- (i) 水銀容器外表面に熱電対を溶接で取り付けること。熱電対の仕様及び取付け指針は、A-8 を参照すること。
- (j) 熱電対とケーブルコネクタ（A-9）間を、熱電対用ケーブル（A-8）で繋ぐこと。
- (k) 水銀容器台形部の内部にバブラーを溶接で取り付けること（図 10 は参考図）。バブラーの仕様及び取付け指針は、A-2 を参照すること。
- (l) バブラー側への水銀流量配分を確保するために、水銀入口側流路の整流板に圧損要素を溶接で取り付けること。バブラーの形状等を考慮した形状について、原子力機構が提示する。
- (m) 仕切板は水銀容器と一体構造とすること。
- (n) 水銀容器後端に水銀配管（異形配管及び 150A Sch80 配管）を取り付けた後、水銀配管（150A Sch80 配管）の端部に二重配管ベローズを溶接で取り付けること。

## A-2 バブラー（支給品）

支給するバブラーの参考図を図 11 に示す。

### (1) 仕様

- (a) バブラーの型式 : 旋回流型バブラー（ $\phi 23 \times$ 約 60、 $\phi 29.5 \times$ 約 70 mm\*）
- (b) バブラーの個数 : 3 個×2 式 計 6 個
- (c) ガス供給配管径 :  $\phi 4$  mm（内径）
- (d) 設計圧力 : 0.5 MPaG

- (e) 設計温度 : 200 °C
  - (f) 作動流体 : 水銀、ヘリウムガス
  - (g) 生成気泡半径 : 100 μm 以下
  - (h) ヘリウム配管圧損 : 50 kPaG 以下 (ガスが 0.5 m<sup>3</sup>/h 流れている状態)
- 表面改質処理 : ボディコート製 Kolsterising (2×K33) 相当処理

相当処理条件

- ・処理温度 : 500 °C以下
- ・表面硬さ : Hv1000 以上
- ・改質層厚さ : 33 μm 以上
- ・板厚方向の硬さ分布 : 表面から母材までなだらかに変化する硬さ分布を有すること。

\*バブラーの形状等の見直しにより、寸法を変更する可能性あり。

(2) 材 料

水銀ターゲット容器全体の (1) 材料に記載した材料。

(3) 取付けの指針

- (a) 水銀容器台形部の内部にバブラーを溶接で取り付けることとし、原子力機構が提示する位置に設置すること。なお、図 10 は参考図である。
- (b) 水銀容器と保護容器の隙間 (設計値 : 3.0 mm) を確保するため、バブラーを取り付ける際、台形部の溶接変形を低減した取付け方法を採用すること。
- (c) バブラーにヘリウムガスを供給できるようにバブリング用ヘリウム配管を敷設・接続する。水銀容器内のヘリウム配管は、水銀の流れに伴う振動を抑えるために適宜水銀容器に固定すること。
- (d) バブラー及びガス供給経路が閉塞していないか確認するために、バブラー完成時、水銀容器完成時及び製作完成時に、圧損計測を行うこと (2.6.1(6)参照)。

A-3 保護容器

本部品は、水銀容器破損時の水銀の外部への漏えいを防止するために、水銀容器を覆う部品であり、本仕様内で、水銀容器外部に取り付けた仕切り板の前面に取り付けること。

(1) 仕 様

- (a) 型 式 : 水冷却二重容器
- (b) 寸 法 : 約 1020 mm (長さ) × 約 460 mm (幅) × 約 130 mm (高さ)
- (c) 板 厚 : 11 mm (冷却水流路・上下仕切り部 : 5 mm を含む)
- (d) 重 量 : 約 200 kg
- (e) 設計圧力 : -0.1~0.5 MPaG (冷却水流路)
- (f) 設計温度 : 150 °C
- (g) 作動流体 : 冷却水 (0.5 MPaG)

- |                        |                                       |                        |
|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| (h) 雰囲気                | : 内側 (水銀容器側)                          | -0.1~0.2 MPaG (ヘリウム)   |
|                        | 外側 (ヘリウムベッセル側)                        | -0.1 MPa~5 kPaG (ヘリウム) |
| (i) 取付け部品 (支給品)        |                                       |                        |
| ① 水銀センサ                |                                       | 2 式                    |
|                        | ((株)助川電気工業製 DD-014-583Rev.1)          |                        |
| ② 水銀センサ用ケーブル (アース線を含む) |                                       | 3 式                    |
|                        | (助川電気工業製 MI ケーブル相当品)                  |                        |
| ③ K 型シース熱電対            |                                       | 1 本                    |
|                        | ((株)助川電気工業製 DB-003-388Rev.1(No.1)相当品) |                        |
| ④ 熱電対用ケーブル             |                                       | 2 組                    |
|                        | (助川電気工業製 MI ケーブル相当品)                  |                        |
| ⑤ 再帰性ミラー (A-10 参照のこと)  |                                       | 1 枚                    |

## (2) 材 料

水銀ターゲット容器全体の (1) 材料に記載した材料。

## (3) 設計・製作・取付けの指針

- (a) 保護容器は、水銀容器とは仕切板より前方では接触しない構造 (無拘束型構造、図 4 参照) とし、水銀容器との隙間を 2.0 mm 以上 (設計値 : 3.0 mm) 確保すること。
- (b) 冷却水を下側の冷却水プレナムから流入して保護容器の下半部分を冷却した後、先端のビーム窓部で合流・折り返して上半部分を冷却しながら上側の冷却水プレナムに流す構造とする。
- (c) 保護容器の板厚は、11 mm (冷却水流路・リブ部 : 5 mm を含む) とし、内側保護容器及び外側保護容器の板厚は 3 mm 一定とする。
- (d) 保護容器は仕切りに溶接で取り付けること。
- (e) 水銀ターゲット容器組み上げ後の保護容器外形寸法公差は-3.0 mm~+1.0 mm とする。
- (f) 使用後の試験片切り出し時に位置を同定するため、先端部外壁及び内壁の外表面において、垂直方向の中心線及び水平中心から 10 mm 上の部分に長さ約 150 mm のケガキ線を入れること。
- (g) 仕切り板後方のヘリウムプレナム内に水銀センサを溶接で取り付けること。水銀センサの仕様及び取付け指針は、A-8 を参照すること。
- (h) 保護容器外表面に熱電対を溶接で取り付けること。熱電対の仕様及び取付け指針は、A-8 を参照すること。
- (i) 水銀センサ及び熱電対とケーブルコネクタ (A-9) 間を、それぞれ、水銀センサ用ケーブル及び熱電対用ケーブル (A-8) で繋ぐこと。
- (j) 保護容器台形部外表面に再帰性ミラーを溶接で取り付けること。再帰性ミラーの仕様及び取付け指針は、A-10 を参照すること。

#### A-4 ターゲットフランジ

本部品は、三重容器部（水銀容器+保護容器）に接続された各種配管及び補強板に溶接される部品であり、本仕様で取り付けること。本ターゲットフランジを介してターゲット台車前方のフランジにボルト固定される。

##### (1) 仕様

- (a) フランジ : 約 70 mm (厚さ) × 約 1170 mm (直径)
- (b) 重量 : 約 1000 kg
- (c) 設計圧力 : -0.1~0.5 MPaG (水銀配管、冷却水配管、バブリング用ヘリウム配管)  
: -0.1~0.2 MPaG (モニタリング用ヘリウムヘリウム)  
: -0.1~0.9 MPaG (ヘリウムベッセルシール機構加圧用ヘリウム配管)
- (d) 設計温度 : 150 °C
- (e) 取付け配管 : 水銀配管 (150A) 2 本  
: 冷却水配管 (50A) 2 本  
: バブリング用ヘリウム配管 (10A) 1 本  
: モニタリング用ヘリウム配管 (10A) 2 本  
: ヘリウムベッセルシール機構加圧用ヘリウム配管 (10A) 1 本  
: 水銀センサ用配管 2 本  
: 熱電対用配管 1 本
- (f) 締付けトルク : 200 N・m (ターゲットフランジボルト、冷却水配管コネクタ)  
: 80 N・m (ヘリウム配管コネクタ)
- (g) シール材 : 日本バルカー工業製トライパック V#3645 (特注品)
- (h) シール性能 :  $1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下 (許容ヘリウムリーク量)
- (i) 雰囲気 : 内側 (水銀配管着脱機構回り) ヘリウムガス (0.5 MPaG)  
外側ヘリウムベッセル側 ヘリウムガス (5 kPaG)  
ただし、ヘリウム置換時は-0.1 MPaG
- (j) 取り付け部品 (支給品)
  - ① 水銀センサ 3 式  
(株)助川電気工業製 DC-004-901Rev.1 相当品
  - ② 水銀センサ用ケーブル (アース線を含む) 4 式  
(助川電気工業製 MI ケーブル相当品)
  - ③ 水銀センサ用ケーブルコネクタ 2 個  
(MARUWA 製 NL-201-361 Rev.2)
  - ④ 熱電対用ケーブルコネクタ 1 個  
(MARUWA 製 NL-201-361 Rev.2)
  - ⑤ 冷却水配管コネクタ (50A オス側) 2 個  
(HilTap Fitting 製 2"-sch80 (HT415N-20-X3-A-3212))
  - ⑥ モニタリング用ヘリウム配管コネクタ (10A オス側) 2 個  
(HilTap Fitting 製 3/8"-sch80 (HT415N-03-X3-A-0494))

⑦	ヘリウムベッセルシール機構加圧用配管コネクタ (10A オス側) (HilTap Fitting 製 3/8"-sch80 (HT415N-03-X3-A-0494))	1 個
⑧	バブリング用ヘリウム配管コネクタ (10A オス側) (HilTap Fitting 製 3/8"-sch80 (HT415N-03-X3-A-3375))	1 個
⑨	ベローズ・シール・バルブ (Swagelok 製 SS-8BW-TW 相当品)	1 個
⑩	水銀配管着脱機構	1 式
⑪	ヘリウムベッセルシール機構	1 式
⑫	ターゲットフランジ用シール材 (株)日本バルカー工業製 メタルシール V3645 相当品)	1 個
⑬	M20 遠隔ボルト (ハードクロムメッキ (剥離防止用下処理を含む)) (コイルスプニング及び座金を含む)	30 本

## (2) 材 料

水銀ターゲット容器全体の (1) 材料に記載した材料。

## (3) 設計・製作・取付けの指針

- (a) 水銀ターゲット容器はターゲットフランジに設けたボルトでターゲット台車のフランジに固定される。
- (b) パワーマニピュレータを用いた遠隔操作によるボルトの締め／緩めを行うために、反力受け (50.0 mm×50.0 mm×22 mm) を溶接で取り付けること。
- (c) ターゲット台車 (位置決めピン) との取合いとなる穴の形状及び位置の製作精度は、穴径、穴位置ともに±0.10 mm の公差内にすること。
- (d) 水銀ターゲット容器を交換するための水銀ターゲット容器保管容器 (仕様範囲外) との取合いとなるピン形状及び位置の製作精度は公差 (ピン径 :  $\phi 36.0 \pm 0.1$  mm、ピン平行部長さ (位置決めピン座の前面基準) :  $35.0 \pm 0.3$  mm、ピン位置 : 設計値 (190.0、325.0、621.6、562.9)  $\pm 0.1$  mm) 内にすること。また、位置決めピン座 (4 個) の前面の平行度は、0.5 mm 以下とすること。
- (e) ターゲットフランジ後方に取り付ける水銀配管着脱機構下に、水銀センサを溶接で取り付けること。水銀センサの仕様及び取付け指針は、A-8 を参照すること。
- (f) 水銀センサケーブルコネクタ (A-9) 間を、水銀センサ用ケーブル (A-8) で繋ぐこと。
- (g) ターゲットフランジに、配管を取り付けた後、各種ケーブルコネクタ及び配管コネクタを溶接で取り付けること。コネクタの仕様及び取付け指針は、A-7 及び A-9 を参照すること。
- (h) コネクタ接続時に、10A 配管の曲げが抑えられるように、補強を入れること。
- (i) バブリング用ヘリウム配管と配管コネクタ間に、マニピュレータで開閉可能なベローズ・シール・バルブを溶接で取り付けること。

- (j) 水銀配管着脱機構をフランジ後方に溶接及びボルトにて取り付けること。水銀配管着脱機構の仕様及び取付け指針は、A-5を参照すること。
- (k) ターゲットフランジの前面に、ヘリウムベッセルシール機構を溶接で取り付けること。ヘリウムベッセルシール機構の仕様及び取付け指針は、A-6を参照すること。
- (l) ターゲットフランジの後面のシール面にはメタルシール用の溝を設け、水銀ターゲット容器の遠隔交換作業中にシール面から脱落しないように、ネジで、メタルシールを固定すること。

#### A-5 水銀配管着脱機構（支給品）

本部品（図 12 参照）は、ターゲット台車側水銀配管と接続するため、ターゲットフランジの後方に取り付ける部品である。本仕様で、設計・製作及び取付け調整を行うこと。

##### (1) 仕様

- (a) 型式 : 遠隔操作用配管リンク機構
- (b) 寸法 : 約 500 mm×700 mm×750 mm
- (c) 重量 : 約 160 kg
- (d) 設計圧力 : 0.5 MPaG（水銀）  
ただし、水銀充填時は-0.1 MPaG
- (e) 設計温度 : 150 °C
- (f) 水銀配管 : 150A
- (g) 締付けトルク : 200 N・m
- (h) 水銀配管シール性能 :  $1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下（許容ヘリウムリーク量）
- (i) 雰囲気 : ヘリウムガス（0.2 MPaG）  
ただし、水銀充填時は-0.1 MPaG

##### (j) 純鉄シール材：（図 13 参照）

内側ナイフエッジ用（入口配管と出口配管の 2 ヶ所に設置。2 個 1 組である。）

外径：φ 173.0±0.1 mm、内径：φ 145.0±0.1 mm、厚さ：3.00±0.05 mm

外側ナイフエッジ用（入口配管と出口配管の 2 ヶ所に設置。2 個 1 組である。）

外径：φ 185.0±0.1 mm、内径：φ 145.0±0.1 mm、厚さ：3.00±0.05 mm

掘り込み部：φ 162-φ 170 mm（掘り込み深さ：1 mm）

表面状態

表面の加工痕は、円周方向とし、半径方向の表面粗さは、Ra1.6 以下であること。

組成

Fe>99.5%、C<0.03%

硬さ

HBW<90（HV<100）

##### (2) 材料

フランジ部及び配管部：水銀ターゲット容器全体の（1）材料に記載した材料。

ナイフエッジ部：ステライト No.12

その他：SUS304 等の水銀で腐食しない材料であること

### (3) 取付けの指針

- (a) 水銀配管着脱機構の水銀配管部は、本体の水銀配管と溶接で取付け、溶接検査により、欠陥等が無いことを確認すること。水銀配管着脱機構のフランジ面は、ターゲットフランジ後面から 160.0 -0~+2 mm の位置にすること。
- (b) 水銀配管着脱機構の取付け台を本体にボルト固定する際、フランジの位置が寸法公差（水平方向及び垂直方向ともに、 $\pm 0.5$  mm）内になるように調整し、動作確認において、手動でスムーズに動作することを確認すること。
- (c) 駆動軸は、かじり防止のために、ハードクロムメッキ（銅メッキ等の下地処理を含む）を施すとともに、耐放射線性潤滑剤（MORESCO ハイグリース GK-1）を塗布すること。
- (d) リンクアームが  $30.0^\circ$  の時、ローラー間が 125.0 -0~+5.0 mm（フランジ中心を基準）になるように調整すること。
- (e) リンクアームとローラーアーム間の最大角度が、 $5.0 \pm 1.0^\circ$  になるように調整すること。
- (f) 内側、外側、どちらのナイフエッジを使用しても、水銀配管締結時のリンクアーム角度が  $1 \sim 2^\circ$  になるように、極限点拘束治具位置を調整すること。また、シール材へのナイフエッジ押し込み深さ（圧痕深さ）が、0.20~0.30 mm になるように、固定アーム長さを調整すること。
- (g) 試験後、ボルトのゆるみ防止のため、点付け溶接を行うこと。
- (h) ステライト製ナイフエッジは破損しやすいため取扱いには十分注意すること。
- (i) ナイフエッジだけでなく、ステライトのベースの部分において、浸透探傷検査及びヘリウム漏れ試験を行い、シール性能に有害となる溶接欠陥が無いことを確認すること。

### A-6 ヘリウムベッセルシール機構（支給品）

本部品（図 14）は、ヘリウムベッセルとホットセル雰囲気とを隔離するために、ターゲットフランジの前方に取り付ける部品である。本仕様で取り付けること。

#### (1) 仕様

- (a) 型式 : ヘリウム加圧ベローズ伸縮式シール機構  
(イーグル工業社製相当品)
- (b) 寸法 : 約 1030 mm（直径）×約 85 mm（幅）
- (c) 設計圧力 : 0.9 MPaG
- (d) 設計温度 : 150 °C
- (e) ベローズ伸縮長さ : 10 mm 以上
- (f) シール時最大押しつけ荷重 : 約 20 ton
- (g) シール性能 :  $5.0 \times 10^{-2}$  Pa・m<sup>3</sup>/s 以下（5 kPaG 加圧時）  
(許容ヘリウムリーク量)

(h) 雰囲気

ヘリウムベッセル側 : ヘリウムガス (5 kPaG)  
放射化機器取扱室側 : 空調空気 (大気圧)

(i) ヘリウム雰囲気シール材

型式 : ACTISEAL Eシール材 (イーグル工業株式会社製相当品)  
内径 : 約 900 mm  
表面処理 : 金コーティング

(2) 材 料

SUS316L

(3) 取付けの指針

- (a) ヘリウムベッセルシール機構をターゲットフランジの前面に溶接で取り付けること。  
(b) 溶接後、溶接部及びシール部の気密を確認すること。

A-7 配管コネクタ (支給品)

本部品 (図 15~17) は、ターゲットフランジ側面に取り付けた配管端部に取り付ける部品であり、既設のターゲット台車フレキ配管に遠隔で接続される。本仕様で取り付けること。

(1) 仕 様

- (a) 型 式 (オス側) : HilTap Fitting 製 2"-sch80 (HT415N-20-X3-A-3212) 2 個  
HilTap Fitting 製 3/8"-sch80 (HT415N-03-X3-A-0494) 3 個  
HilTap Fitting 製 3/8"-sch80 (HT415N-03-X3-A-3375) 1 個  
(b) 寸 法 : 約 $\phi 75 \times 59 \text{ mm}^3$  (2")  
約 $\phi 30 \times 32 \text{ mm}^3$  (3/8")

(2) 材 料

SUS316L (部品①~⑤)、SUS304 (部品⑥)、SUS302 (部品⑦)

(3) 取付けの指針

- (a) コネクタの位置及び角度が重要であることから、貸与するコネクタ位置確認用治具 (図 18) をターゲットフランジに取り付け (治具の位置決めピンをターゲットフランジの位置決め用穴に合わせて、M24 ボルトで固定)、コネクタ端面の中心位置とコネクタに取り付けた治具の端面の中心位置を計測し、図 19 に示す寸法公差及び角度公差内であることを確認する。  
(b) 本溶接後、配管コネクタの位置を確認するとともに、溶接部及びシール部の気密を確認すること。シール試験時の接続コネクタ (メス側) は、受注者が準備すること。

#### A-8 センサ（支給品）

本部品（図 20 及び 21）は、運転中の容器の状態監視に使用する部品である。本仕様で取り付けること。

##### (1) 水銀センサの仕様

- (a) 型式 : 通電式センサ（図 20 参照）  
センサケーブルが本体に触れない構造にすること
- (b) 寸法 : 200 mm 2 本  
430 mm 3 本
- (c) シールプラグ : MARUWA 製 : B-SEAL B タイプ 10P シール  
(NM-007-307 品番 1 R.1) 相当品 1 個

##### (2) 熱電対の仕様

- (a) 型式 : K 型シース熱電対（図 21 参照） 10 本
- (b) 寸法 : 500～1000 mm（シース）
- (c) シールプラグ : MARUWA 製 : B-SEAL B タイプ 10P シール  
(NM-007-307 品番 1 R.1) 相当品 2 個

##### (3) 材料

SUS316L（水銀センサのワイヤー部）

SUS316（熱電対のシース部）

##### (4) MI ケーブル（支給品外）

真空用 MI ケーブル（助川電気工業製、DD-037-561）相当品

- (a) シース外径 :  $\phi$  1.0 mm
- (b) 素線外径 : 約  $\phi$  0.33 mm
- (c) 芯数 : 1 芯
- (d) シース材質 : SUS316
- (e) 絶縁材 : MgO
- (f) 耐熱温度 : 350℃
- (g) セラミック端子材質 : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/コバール
- (h) セラミック端子寸法 :  $\phi$  1.6 mm-長さ 8 mm（取合い部）
- (i) 素線材質&長さ

No.	センサ	素線材質	長さ*	本数	接続場所
1	水銀センサ用	銅	1650 mm	6 本	ヘリウムプレナム-フランジ
2		銅	730 mm	2 本	水銀配管着脱機構下-フランジ
3		銅	1000 mm	6 本	水銀配管着脱機構下-フランジ
4	熱電対用	クロメル	1500 mm	5 本	ヘリウムプレナム-フランジ

5		クロメル	1650 mm	5 本	外側保護容器-フランジ
6		アルメル	1500 mm	5 本	ヘリウムプレナム-フランジ
7		アルメル	1650 mm	5 本	外側保護容器-フランジ

\*配線の引き回し等を考慮して、長さを見直すこと。

#### (5) 取付けの指針

- (a) 長さ 200 mm の水銀センサ 2 本を、仕切り板後方のヘリウムプレナム内に設置すること。また、長さ 430 mm の水銀センサ 3 本を、水銀配管着脱機構下に高さが各々異なるように設置すること。(図 7 参照)。
- (b) 図 21 に示す熱電対は、溶接用チップ付き熱電対である。熱電対の取付けは、点付け溶接で行うこととし、圧力波に起因する振動で脱落することないようにしっかりと取り付けること。
- (c) 水銀容器外面への取付けは、4 カ所 (1 カ所につき 2 本ずつ) を予定している (既存の水銀容器では、水銀容器先端から 60.0 mm の上下面 2 ヶ所、290.6 mm の上面 1 ヶ所及び 902.8 mm の上面 1 ヶ所である)。
- (d) 保護容器外面への取付けは、1 カ所 (1 カ所につき 2 本ずつ) を予定している。(既存の保護容器では、保護容器先端から 502.0 mm の上面 1 ヶ所である)。
- (e) 水銀センサ及び熱電対とケーブルコネクタ (A-9) 間を MI ケーブルで繋ぐこと。なお、ヘリウムプレナムの気密性が必要であることから、ヘリウムプレナムでの接続は、ヘリウムプレナムに取り付けるシールプラグを通して行うこと。
- (f) センサと MI ケーブルの接続部は、絶縁材で覆うこと。MI ケーブルは、適宜固定したり、カバー等で覆ったりすること。
- (g) センサの取付けに必要な物品は、受注者が調達・取付けを行い、性能を確保すること。
- (h) 熱電対及び MI 接続時及び接続後、導通あるいは絶縁状態を確認するだけでなく、極性、接続位置及び温度変動挙動を確認すること。

#### A-9 ケーブルコネクタ (支給品)

本部品 (図 22) は、ターゲットフランジ側面から出した配管に取り付ける部品であり、既設のターゲット台車ケーブルに遠隔で接続される。本仕様で取り付けること。

##### (1) 仕様

- (a) 型式 : MARUWA 製 NL-201-361 Rev.2 3 個
- (b) 外形 : 約φ40×90 mm
- (c) ピン数 : 14 本
- (d) 圧力 : 0.5 MPaG

##### (2) 材料 (図 22 参照)

- ①アルミナセラミック、②Fe-Ni、③④Fe-Ni-Co、⑤SUS316L、⑥SUS304、⑦SUSY308L、

## ⑧SUS304

### (3) 取付けの指針

- (a) 貸与する水銀配管模擬試験体の位置確認ピンに合うように、溶接で取り付けること。
- (b) 溶接後、配管コネクタの位置を確認するとともに、溶接部の気密及び導通・動作を確認すること。

### A-10 再帰性ミラー（支給品）

本部品（図 23）は、保護容器上面に点付け溶接で取り付ける部品であり、レーザー振動計測システムを用いて、運転中の容器の振動を計測するために使用される。本仕様で取り付けること。

#### (1) 仕 様

- (a) 型 式 : レトリフレクタ型再帰性ミラー（管造形工業製相当品）
- (b) 反射部材料 : 金（24K）（11×16×0.5 mm<sup>3</sup>）
- (c) ベース材料 : SUS316L（25×30×1.0 mm<sup>3</sup>）
- (d) 反射部領域 : 10.0×15.0 mm
- (e) 使用レーザー波長 : 632.8 nm
- (f) 反射率 : 40 % 以上
- (g) 干渉強度 : 6.0 V 以上（LV-1720 の干渉強度電圧出力）

#### (2) 取付けの指針

- (a) 入熱量の少ない溶接方法で、点付けの TIG 溶接（8箇所）を行うこと。点付け作業における再帰性ミラーの温度上昇を防ぐために、40℃以下になったことを確認してから、次の点付けを行うこと。
- (b) 再帰性ミラー上面の反射部領域は、非常に重要な部位であるため、十分注意して取り扱い、保護容器上面への取付け後は、埃等の汚れやキズ等が使えないように、再帰性ミラーをカバー等で保護すること。汚れやキズ等により、再帰性ミラーの性能が低下した場合、原子力機構に報告し、受注者が新規再帰性ミラーを調達すること。

## 2.3 塗 装

塗装を行う必要はない。

## 2.4 洗 浄

製作時の油、塵、切り粉、焼け、グラインダ粉などは除去し、清浄度の維持に努めること。

## 2.5 梱包、輸送

受注者は、搬入作業において、以下に示す管理・作業を行うものとする。

- (a) 梱 包

製作物品及び貸与品の輸送にあたり、汚染や破損の無いように梱包すること。厚手の養生材（ブルーシート等）で梱包した場合、輸送完了後、受注者が養生材を処分すること。

(b) 輸 送

受注者は、製作物品及び貸与品を納入場所まで陸送または海上輸送により輸送すること。

(c) 輸送具

受注者は、製品の輸送に必要な吊り具、固定、治具等をすべて準備し、輸送を行う。

## 2.6 試験検査

機器に対して工場試験検査として以下の検査を行う。なお、以下の工場試験検査を実施するにあたり、事前に工場試験検査要領書を作成し提出するものとする。工場試験検査に必要な物品は、受注者が用意すること。

- (1) 外観検査
- (2) 員数検査
- (3) 材料検査
- (4) 寸法検査
- (5) 溶接部及び近傍母材部の非破壊検査
- (6) バブリング配管の圧損検査
- (7) 気密検査（溶接部）
- (8) 気密検査（シール部）
- (9) 耐圧検査
- (10) センサ類の導通・動作試験
- (11) 水銀配管着脱機構の動作確認試験
- (12) 再帰性ミラーの反射率検査
- (13) ターゲット台車取合部確認試験

水銀ターゲット容器は多重容器構造であることから、少なくとも、以下の製作段階において、工場立会試験検査を行う。

	検査時期	検査項目
1	水銀容器先端部品加工後	(1), (2), (3), (4)
2	バブラー溶接組立て後	(1), (2), (3), (4), (5), (6)
3	水銀容器先端部溶接組立て後	(1), (2), (4), (5)
4	水銀容器溶接組立て後	(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10)
5	内側保護容器溶接組立て後	(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10)

6	水銀配管着脱機構仮組後	(1), (2), (3), (4), (5), (11)
7	水銀ターゲット容器溶接組立て後	(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13)

上記の試験項目の具体的な内容を以下に示す。

#### (1) 外観検査

- (a) 構成品（材料を含む）の外観に有害な欠陥、傷、汚れなどのないことを確認する。
- (b) 組立図の設計寸法（幅、長さ、厚さなど）との相違がないことを確認する。
- (c) 全ての溶接部に、割れ、有害なアンダーカットが無いこと、止端部がなだらかな形状であることを確認する。直接目視確認できない箇所については、鏡やファイバースコープ等を用いて確認すること。

#### (2) 員数検査

構成品の員数が確認図の部品リストと合致することを確認する。

#### (3) 材料検査

水銀、冷却水及びヘリウムガスが流れる部分の材料については、素材メーカー提出のミルシートを用い、材料組成、強度特性及び熱処理条件が JIS G 4304 を満たしていることを確認する。

#### (4) 寸法検査

寸法検査は、各部の仕様（2.2）及び確認図に記載している寸法公差を満足していることを確認する。また、本仕様書及び確認図に記載していない部分の公差は、JIS B 0405（精級、中級）に示されている公差を基本的に採用するが、高い精度が必要ないと考えられる箇所については、原子力機構との確認により、粗級も可とする場合がある。

水銀容器先端部の表面粗さについて、レプリカを採取し、その表面粗さが仕様を満たしていることを確認する。採取したレプリカは、検査記録に添付すること。

#### (5) 溶接部及び近傍母材部の非破壊検査

各容器及び配管の溶接部について、基本的に全ての初層及び最終層に対して、浸透探傷検査を行い、溶接部表面に有害な傷、割れ、欠陥が認められないことを確認する。なお、薬剤は、低ハロゲン・低イオンタイプを用いること。また、検査終了後、薬剤を確実に除去すること。

また、各容器の全溶接部及び近傍の母材部について、原則として浸透探傷試験の他に、放射線透過試験を行い、構造解析で評価した応力分布に基づき 1 MW 運転でもき裂が進展し破損に至るような有害な欠陥が無いことを確認すること。受け入れ可能な傷（ブローホールやタングステン巻き込み）の寸法について、原子力機構が、板厚と応力を考慮した値を提示する。傷が確認された場合、速やかに、原子力機構に報告し、傷の位置での板厚及びその位置での応力（構造解析結果参照のこと）から、受注者は有害な欠陥であるかどうか検討し、補修の必要性を原子力機構と

協議すること。補修が必要と判断された場合は、欠陥を除去後に補修溶接を実施し、再検査をして問題ないことを確認すること。なお、補修記録を検査記録に添付すること。

なお、検査記録に、開先確認記録及び溶接施工記録を添付すること。

#### (6) バブリング配管の圧損検査

バブリング配管に、圧力計ーバルブー流量計ー窒素ポンペを接続し、窒素ポンペからバブラーを通して、水銀容器内に窒素ガスを流す。バルブの開度を調整して、圧力値が 1～10 kPa (1 kPa 刻み) の時の流量をグラフにプロットし、窒素ガスが 0.50 m<sup>3</sup>/h 流れている状態で、圧損が 50.0 kPaG 以下であることを確認する。

#### (7) 気密検査 (溶接部)

ヘリウムガスで、設計圧力以上 (水銀系統 (バブリング用ヘリウムガス系統を含む) : 0.5 MPaG 以上、モニタリング用ヘリウムガス系統 : 0.2 MPaG 以上、冷却水系統 : 0.5 MPaG 以上、ヘリウムベッセルシール機構加圧用ヘリウムガス系統 : 0.90 MPaG 以上、ヘリウムチャンバ系統 : 0.2 MPaG 以上、ヘリウムベッセル系統 : 5 kPaG 以上) まで加圧し、溶接部に対するヘリウム漏れ試験 (スニファー法) を行い、溶接部からの漏れが無いこと (許容ヘリウムリーク量 :  $1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下) を確認する。

#### (8) 気密検査 (シール部)

ヘリウムガスで、設計圧力以上 (水銀系統 (バブリング用ヘリウムガス系統を含む) : 0.5 MPaG 以上、モニタリング用ヘリウムガス系統 : 0.2 MPaG 以上、冷却水系統 : 0.5 MPaG 以上、ヘリウムベッセルシール機構加圧用ヘリウムガス系統 : 0.90 MPaG 以上、ヘリウムチャンバ系統 : 0.2 MPaG 以上、ヘリウムベッセル系統 : 5 kPaG 以上) まで加圧し、水銀配管着脱機構シール部 (2 箇所)、バブリング配管用コネクタシール部 (1 箇所)、モニタリング配管用コネクタシール部 (2 箇所)、冷却水配管用コネクタシール部 (2 箇所)、ヘリウムベッセルシール機構加圧配管用コネクタシール部 (1 箇所)、ターゲットフランジシール部 (1 箇所) 及びヘリウムベッセルシール機構シール部 (1 箇所) に対するヘリウム漏れ試験 (スニファー法) を行い、ヘリウムリーク量が、 $1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下 (ただし、冷却水配管コネクタ :  $1.0 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下、ヘリウムベッセルシール機構シール部 :  $1.0 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下とする) であることを確認する。

#### (9) 耐圧検査

各系統内を、適切なガスを用いて、設計圧力の 1.25 倍以上 (水銀系統 (バブリング用ヘリウムガス系統を含む) : 0.625 MPaG 以上、モニタリング用ヘリウムガス系統 : 0.25 MPaG 以上、冷却水系統 : 0.625 MPaG 以上、ヘリウムベッセルシール機構加圧用ヘリウムガス系統 : 1.125 MPaG 以上、ヘリウムチャンバ系統 : 0.25 MPaG 以上、ヘリウムベッセル系統 : 6.25 kPaG 以上) まで加圧した後、20 分間、圧力の低下がなく、有害な変形がないことを確認する。

#### (10) センサ類の導通・動作試験

センサ類の導通または絶縁を確認する。熱電対の表示値において、通常時は室温を示し、熱負荷時は温度上昇することを確認する。なお、熱電対の検査は、水銀容器への設置後（保護容器取り付け前）、保護容器取り付け後及び完成検査時に行う。水銀センサの検査は、ヘリウムプレナムへの設置後（ヘリウムプレナムを仕切り板に取り付ける前）、ヘリウムプレナムを仕切り板に取り付けた後及び完成検査時に行う。

#### (11) 水銀配管着脱機構の動作確認試験

水銀ターゲット容器を水銀配管模擬試験体に取り付けた後、水銀配管着脱機構の駆動軸を回転させ、支障なくフランジの接続および解放ができることを確認する。締結時のリンクアーム角度が1～2°で、シール材への圧痕深さが0.20～0.30 mmであることを確認する。

#### (12) 再帰性ミラーの反射率検査

水銀ターゲット容器を立て起こし、4.0 m以上離れた位置から、レーザードップラ振動計（小野測器製LV-1720：貸与品）のレーザーを出射し、計測器の干渉強度が設計値（6.0 V）以上であることを確認する。立て起こしに必要な物品の準備及び作業は、受注者が実施すること。レーザードップラ振動計の操作は、原子力機構が行うこととし、受注者は、検査結果を記録し、工場検査成績書に入れること。

#### (13) ターゲット台車取合部確認試験

水銀ターゲット容器と水銀配管模擬試験体のフランジ面を接触させ、30本の遠隔ボルトを軽く手締めできることを確認する。また、ケーブルコネクタに、位置確認ピンが所定の位置まで負荷なく挿入されることを確認する。

工場試験検査における立会区分を以下に示す。

◎：原子力機構立会、○：受注者実施、●：記録確認

検査項目	受注者	原子力機構
(1) 外観検査	○	◎
(2) 員数検査	○	◎
(3) 材料検査	●	●
(4) 寸法検査	○	●
(5) 溶接部及び近傍母材部の非破壊検査	○	●
(6) バブリング配管の圧損検査	○	◎
(7) 気密検査（溶接部）	○	◎
(8) 気密検査（シール部）	○	◎

(9) 耐圧検査	○	◎
(10) センサ類の導通・動作試験	○	◎
(11) 水銀配管着脱機構の動作確認試験	○	◎
(12) 再帰性ミラーの反射率検査	○	◎
(13) ターゲット台車取合部確認試験	○	◎

## 2.7 予備品

特になし

## 2.8 添付書類

参考図（図 1～23）

## 2.9 特記事項

- (1) 製作着手は、原則として確認図書が返却された後に行うものとする。
- (2) 詳細設計において、現設計より合理的、且つ、必要な仕様条件及び取合条件を満たすと認められる新規の方式が提案された場合は、原子力機構の承認を得た上で設計の変更を可能とする。
- (3) 受注者が発注仕様書の内容を変更したい場合、又は内容を変更した方が良いと考える場合には、その理由と変更の内容を確認図又は文書にて申し出ること。変更を確認した場合、原子力機構は仕様書の変更手配を行うものとする。変更手配は変更部分を記載した変更仕様書又は確認図によるものとする。
- (4) 受注者は機器の使用目的及び仕様を仕様書に基づき完全に正しく理解しなければならない。したがって、万一仕様書の解釈に疑義があるときは、速やかに申し出て製作着手前にこれを明らかにしておかねばならない。この手続きを怠ったために生じた一切の不都合は受注者の責任とし、無償で交換するか又は改造するものとする。
- (5) 機器の設計製作に関し、仕様書の内容に不備がある場合には、受注者は直ちにその旨を申し出なければならない。それを怠ったり受注者が独自の判断で仕様を決定したりして製作したために起きた不都合は受注者の責任とし、無償で交換するか又は改造するものとする。
- (6) 原子力機構からの文書又は口頭による質問事項に対しては速やかに回答するものとする。回答は文書によることを原則とするが、急を要する場合には口頭でも良いものとする。ただし、口頭により回答した場合は一週間以内に必ず文書にて提出し、承認を得るものとする。文書の提出がない場合は回答に対する原子力機構の解釈を有効とする。

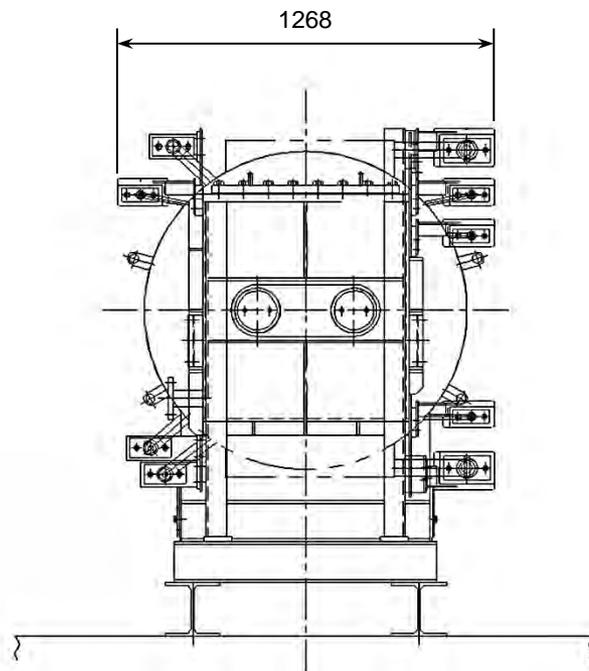
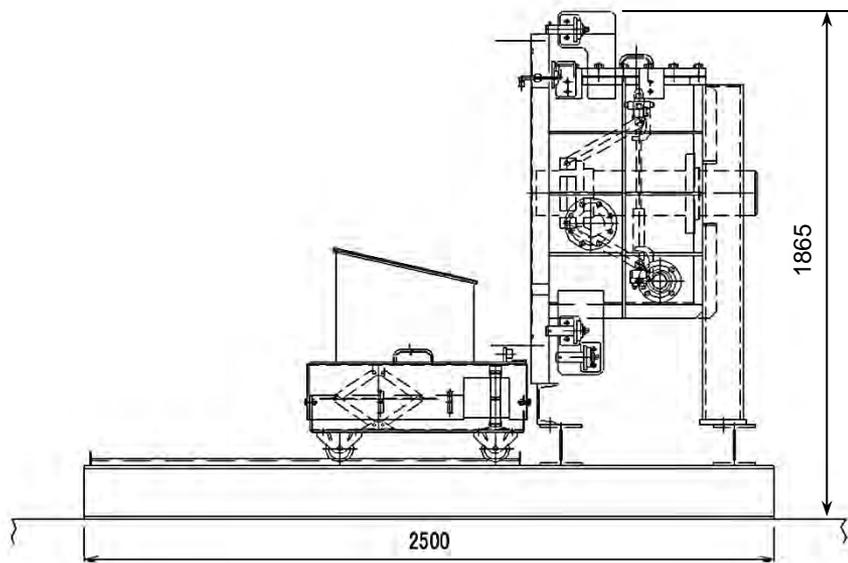


(a) 水銀配管模擬試験体



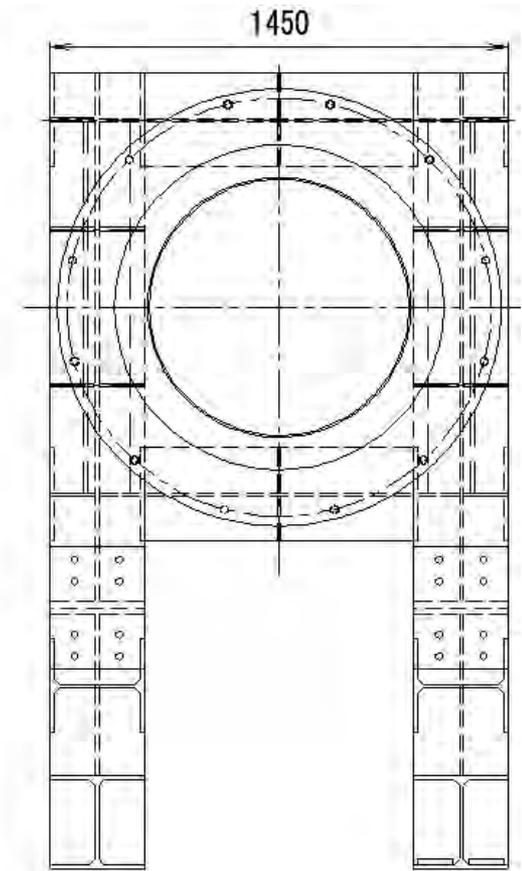
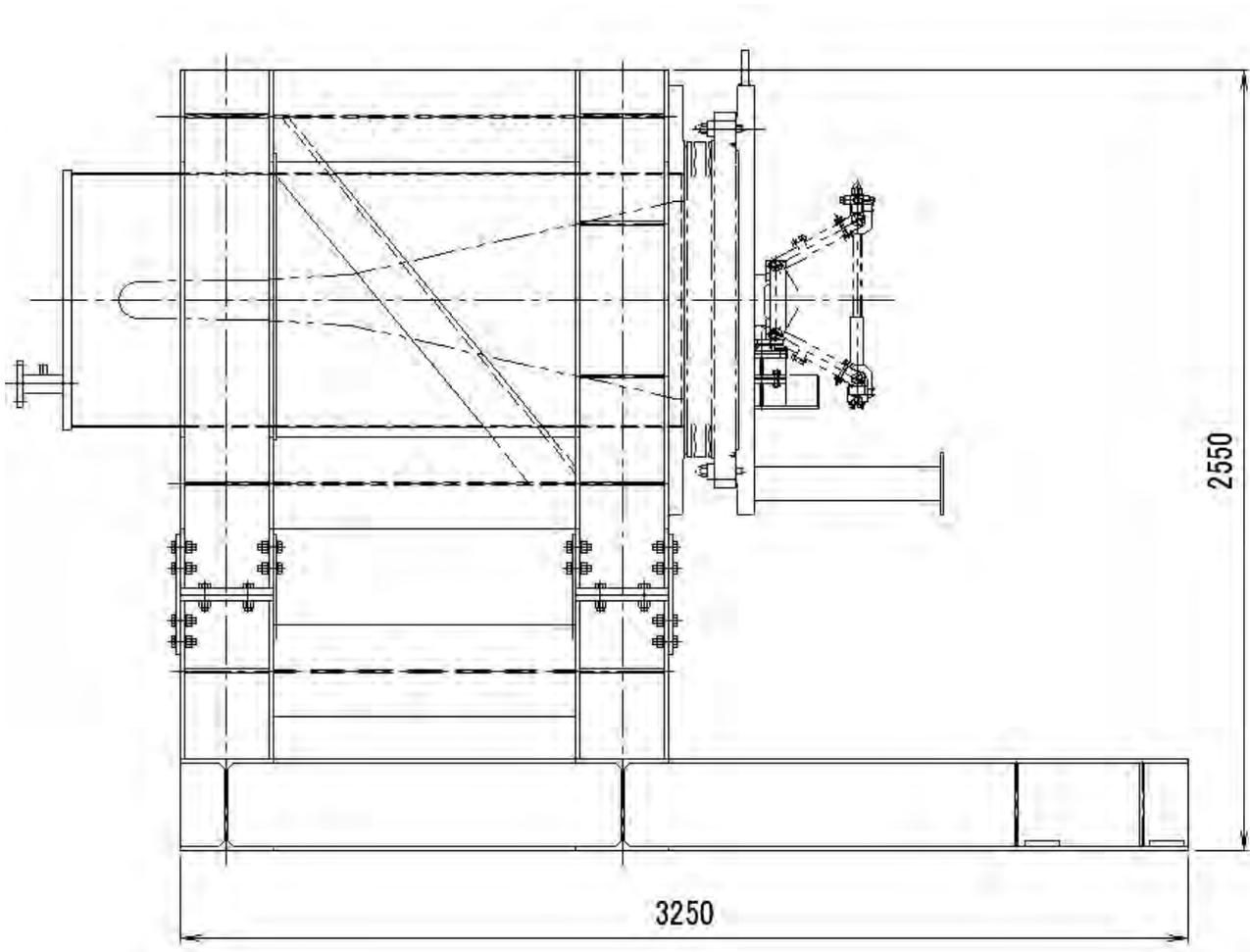
(b) ヘリウムベッセル模擬試験体

図1. 工場試験時の水銀ターゲット容器及び模擬試験体の写真



単位:mm

図2. 水銀配管模擬試験体の構造図



単位:mm

図3. ヘリウムベッセル模擬試験体の構造図

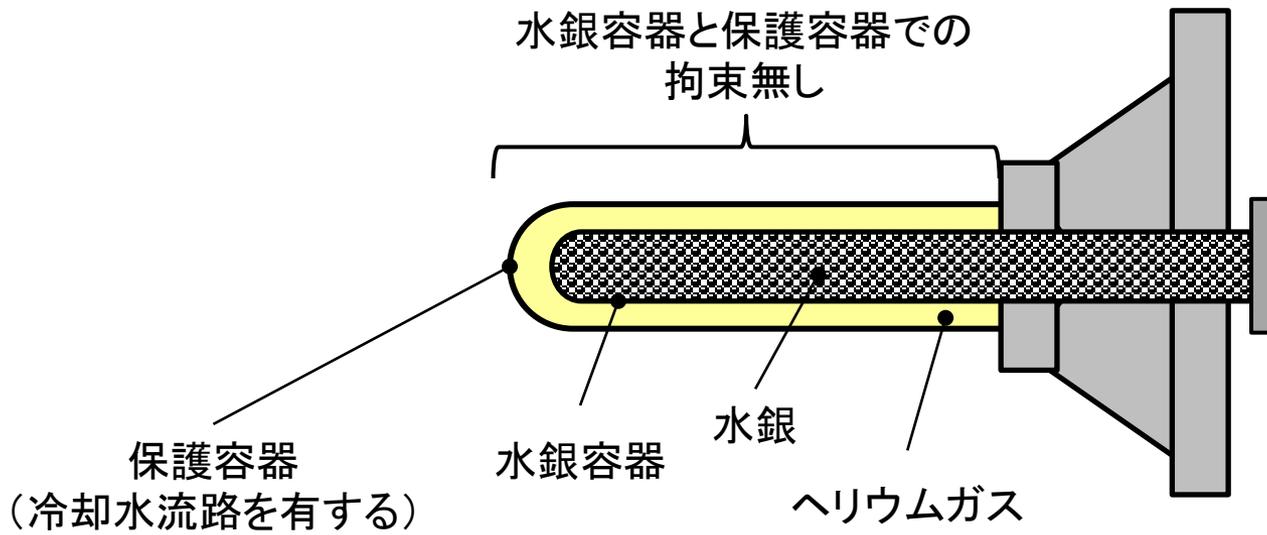


図4. 水銀ターゲット容器の概念図

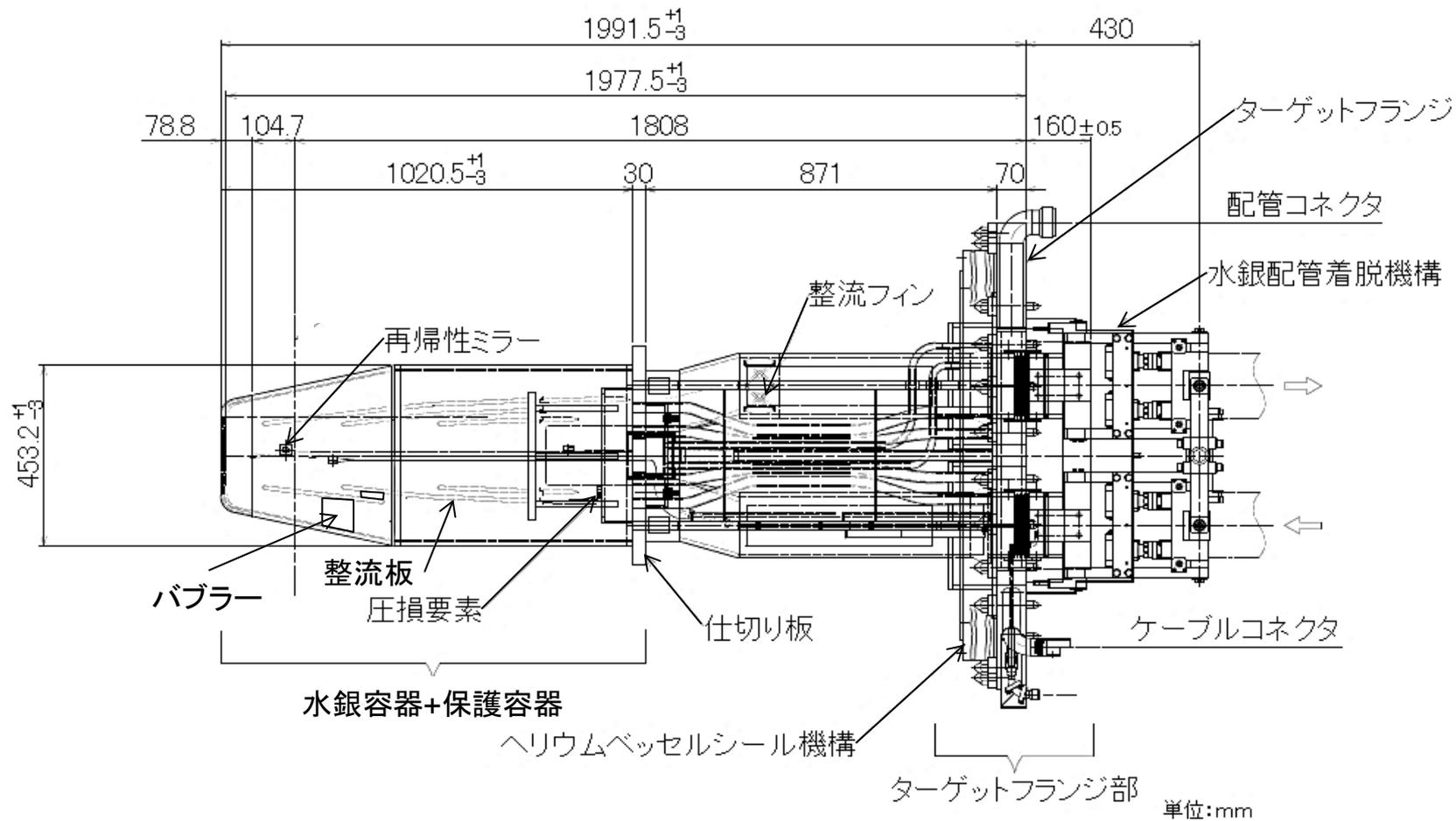


図5. 水銀ターゲット容器の構造図(1/3)

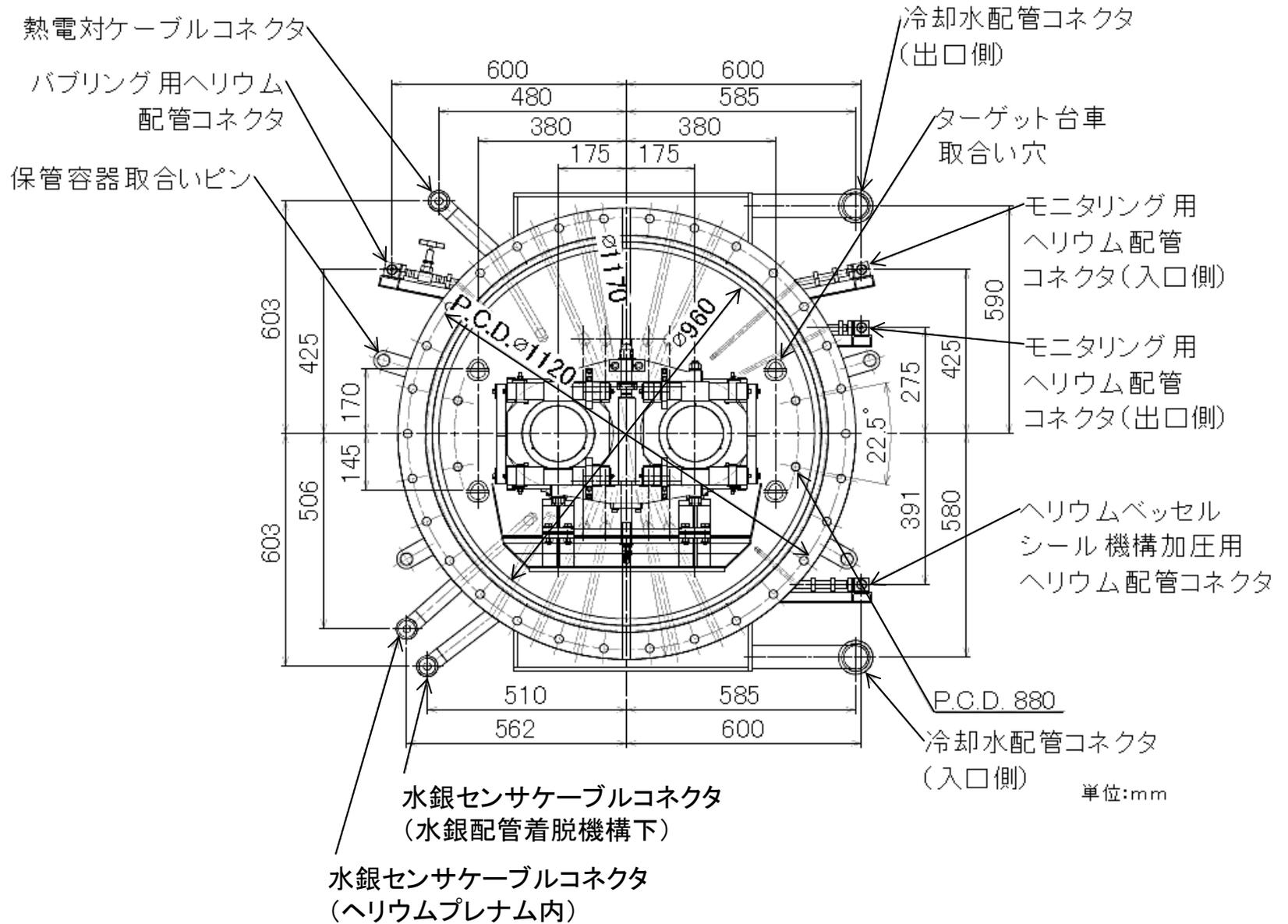


図6. 水銀ターゲット容器の構造図(2/3)

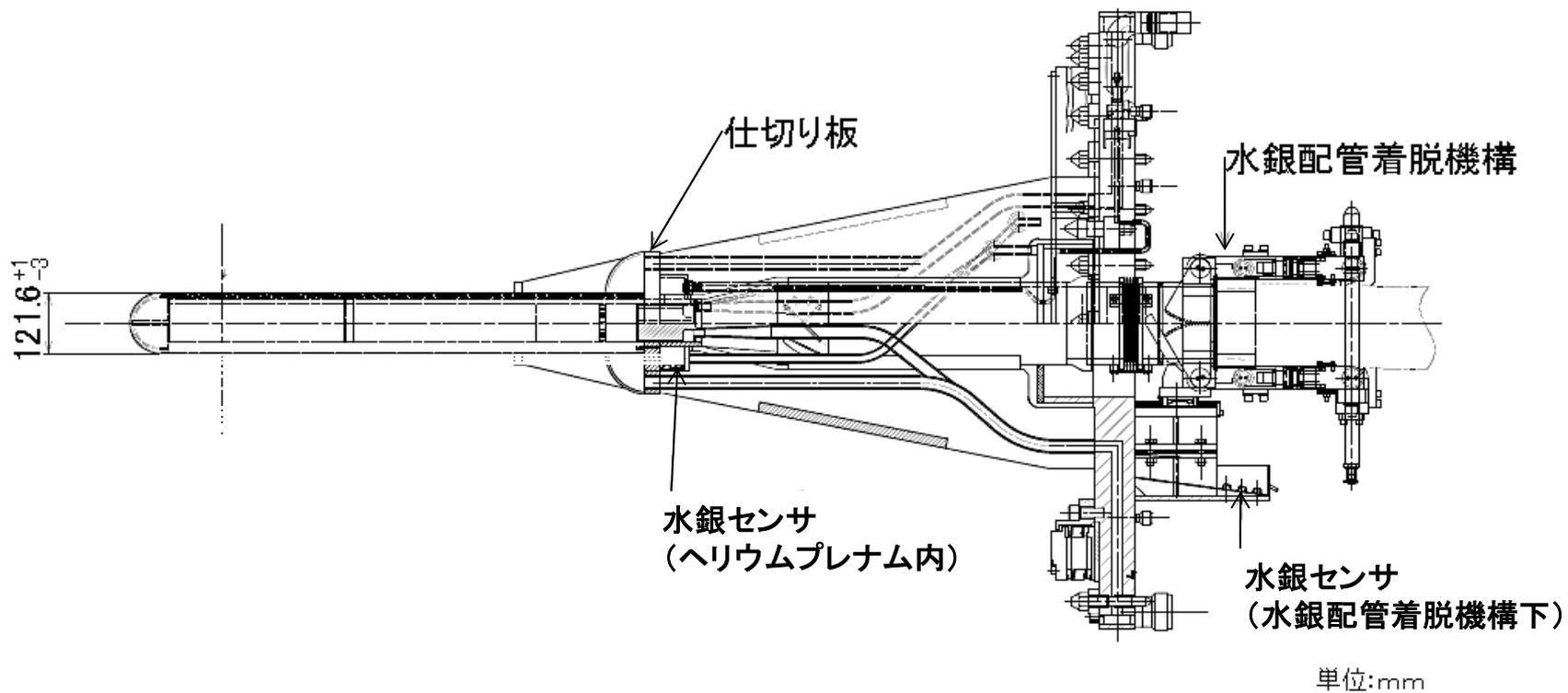


図7. 水銀ターゲット容器の構造図(3/3)

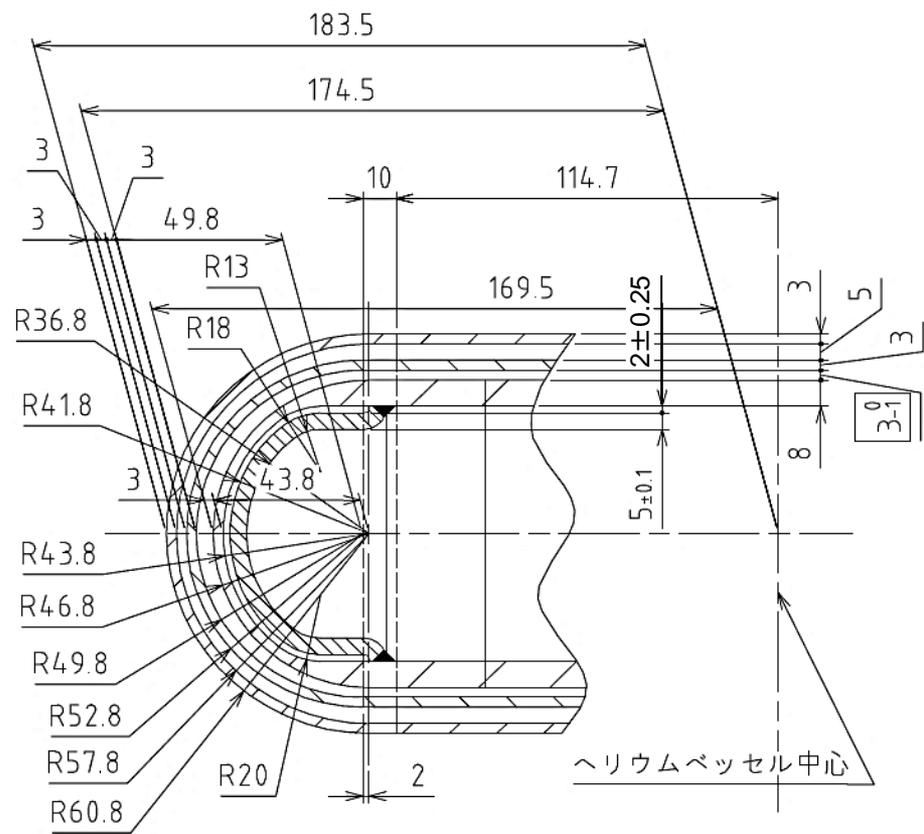
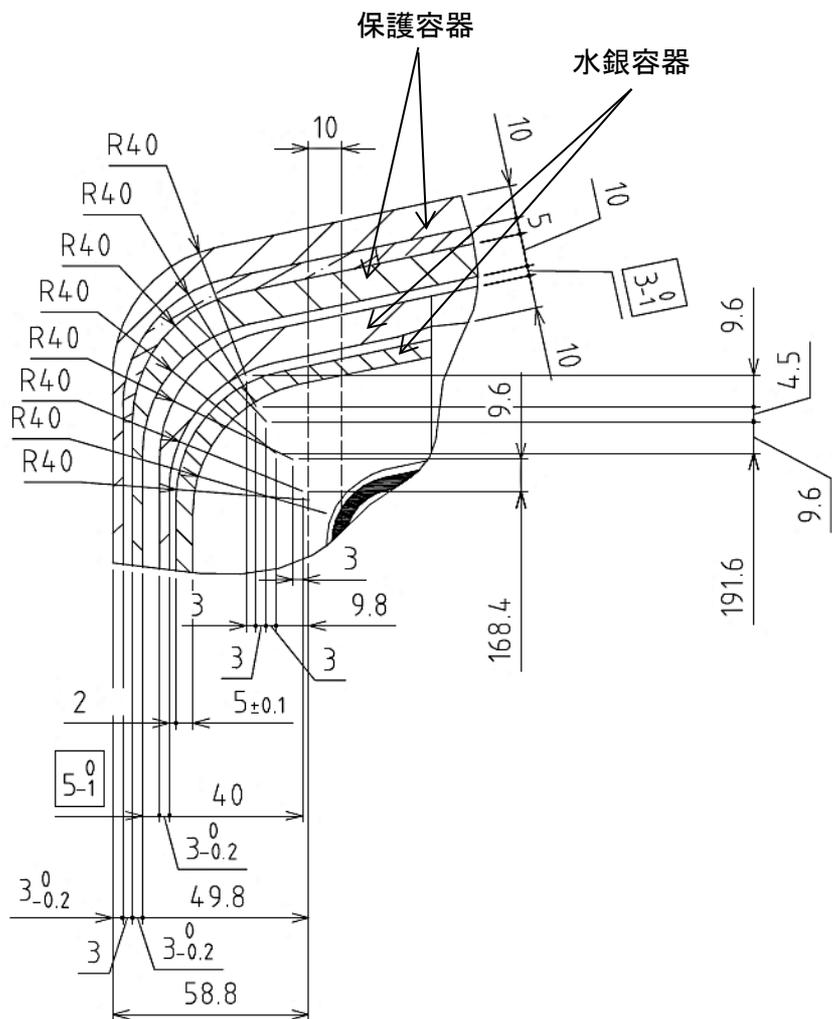
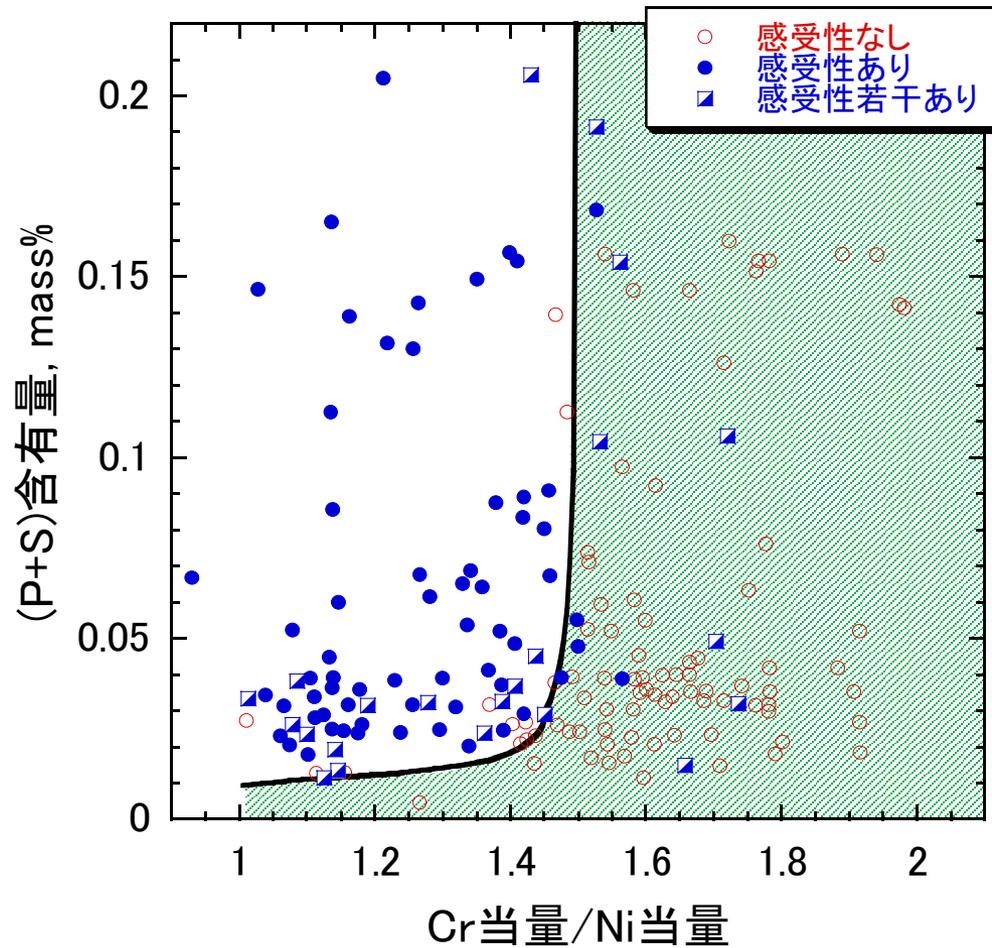


図8. 水銀ターゲット容器先端部の多重壁構造

単位:mm



$$Cr_{eq} = Cr + 1.37Mo + 1.5Si + 2Nb + 3Ti$$

$$Ni_{eq} = Ni + 0.31Mn + 22C + 14.2N + Cu$$

出典

V.P.Kujanpaa, N.Suutala, T.Takalo and T.Moisio  
Welding Research International, 9-2(1979), p.55

図9. ステンレス鋼溶接金属の高温割れに及ぼす(P+S)量及びCr当量/Ni当量の影響

ヘリウムベッセル 中心

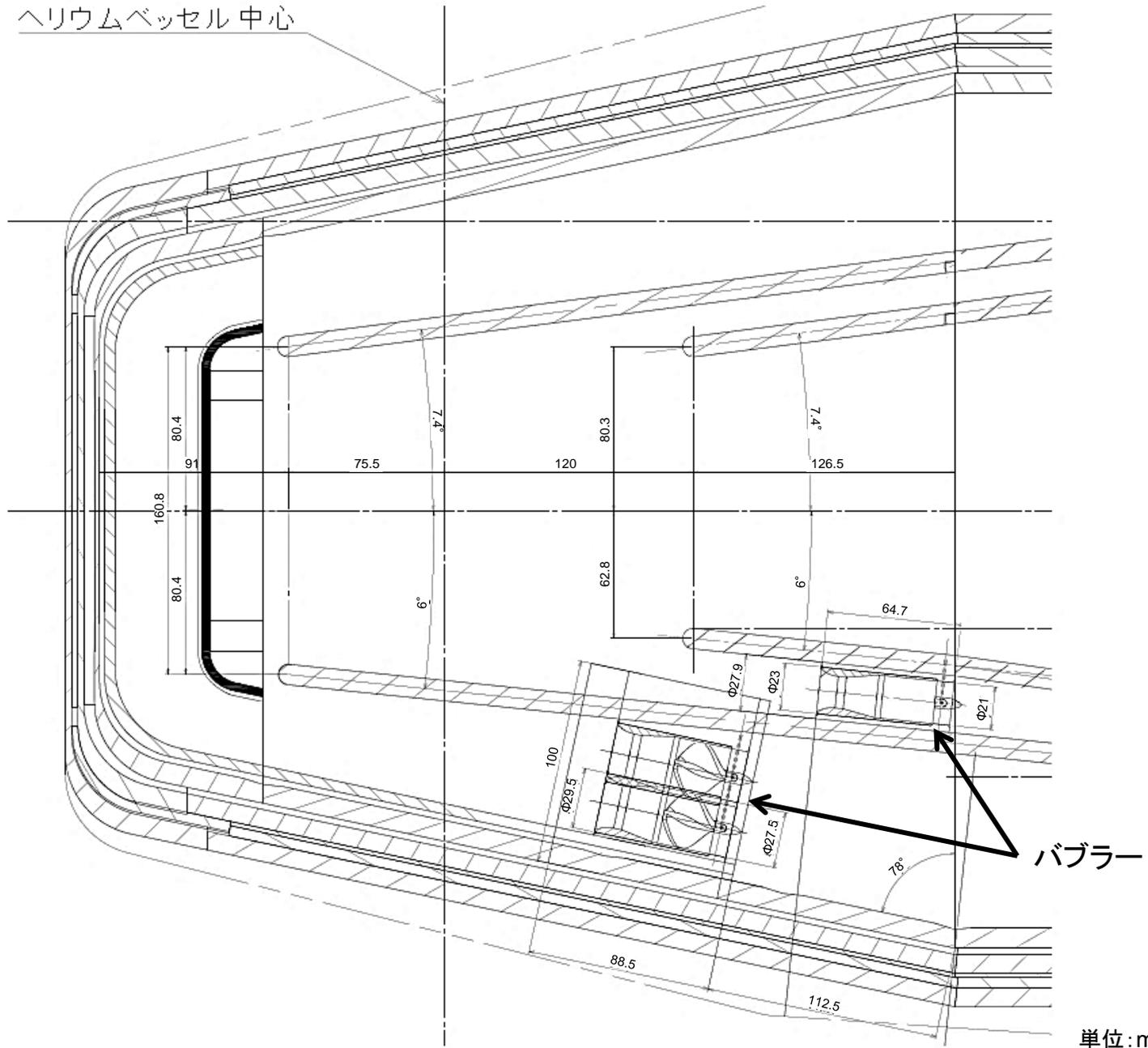
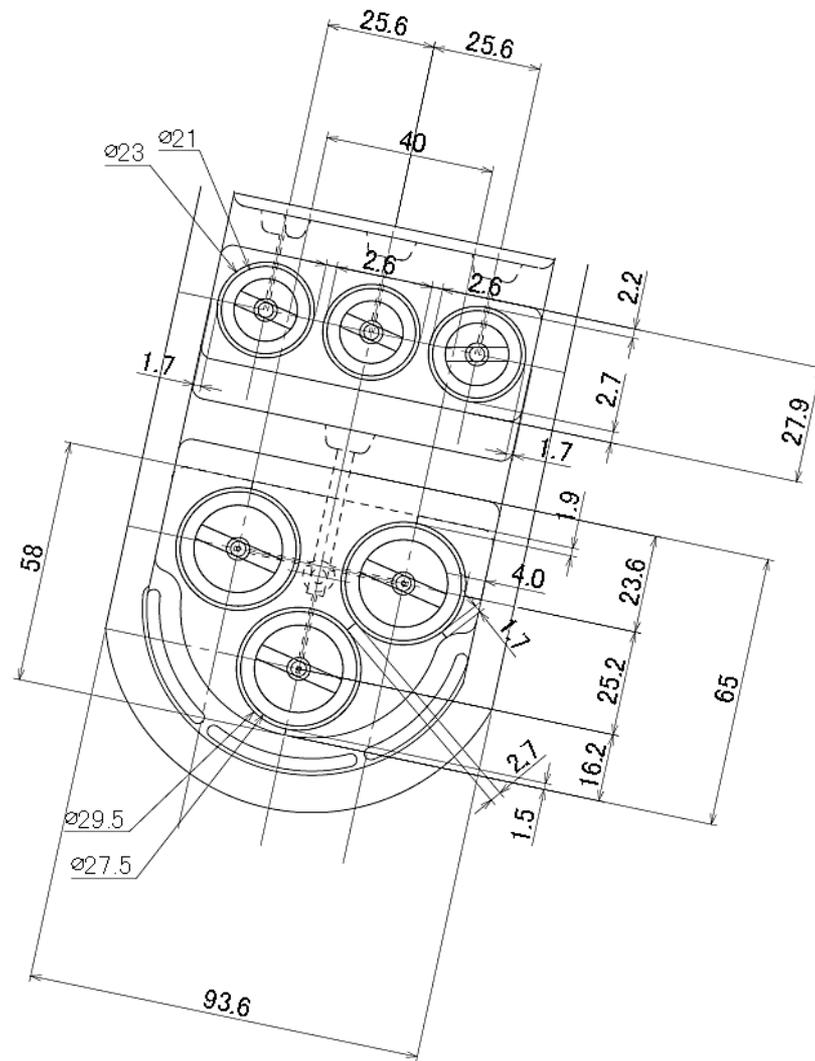


図10. バブラーの取付け位置(参考図)



単位:mm

図11. バブラーの構造(参考図、計画案)

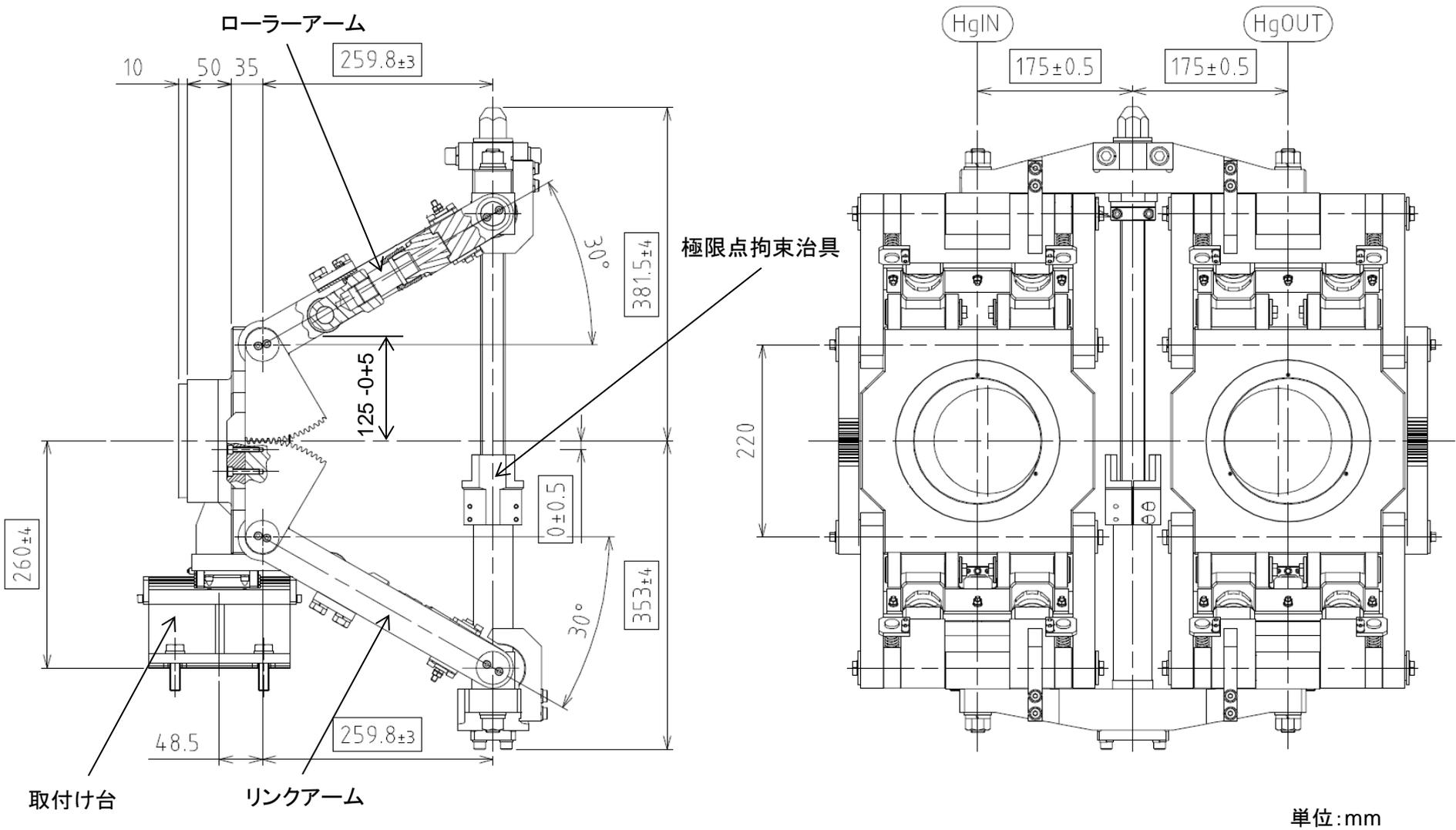
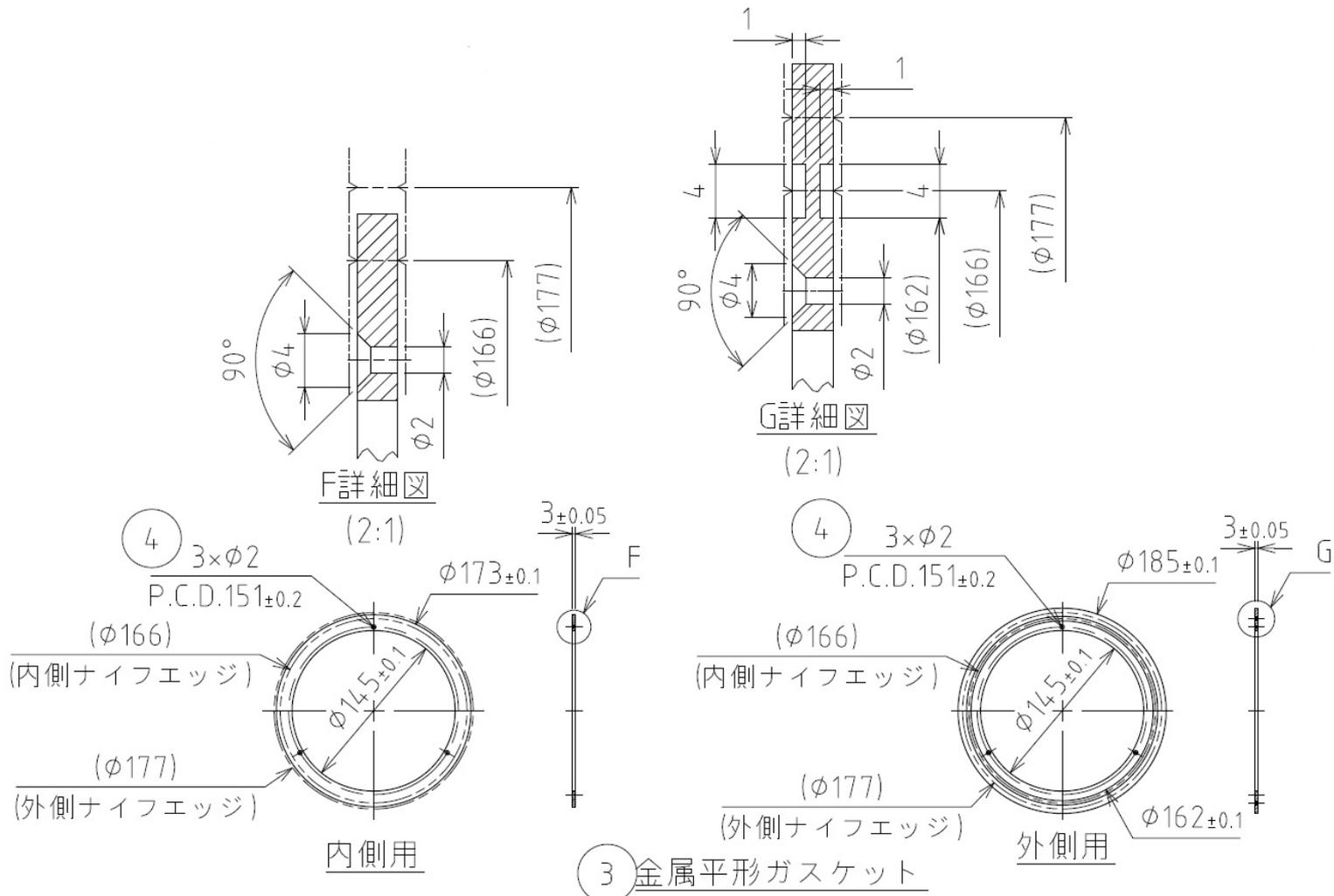
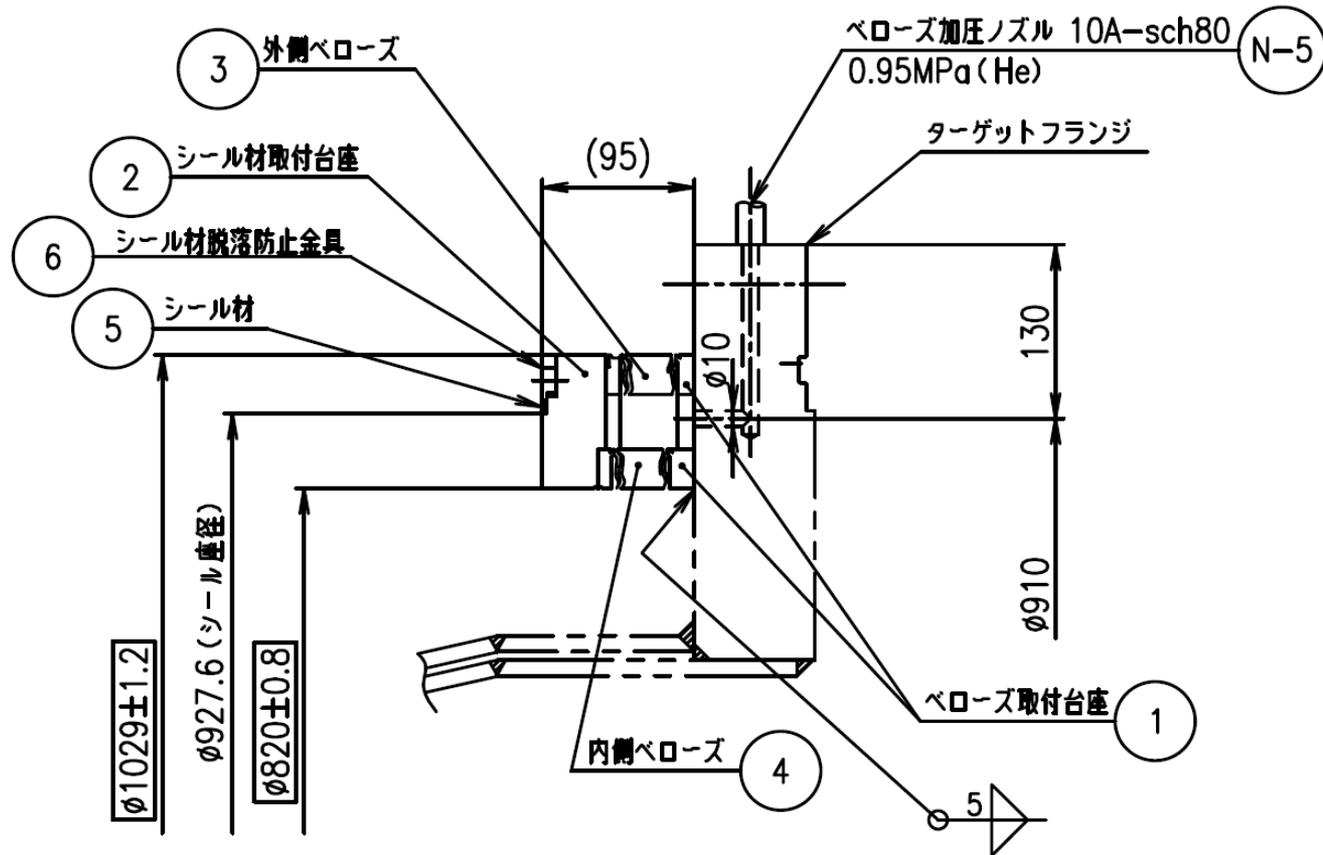


図12. 水銀配管着脱機構の構造図  
 (ターゲットフランジ後方に取り付ける。図5及び7参照)



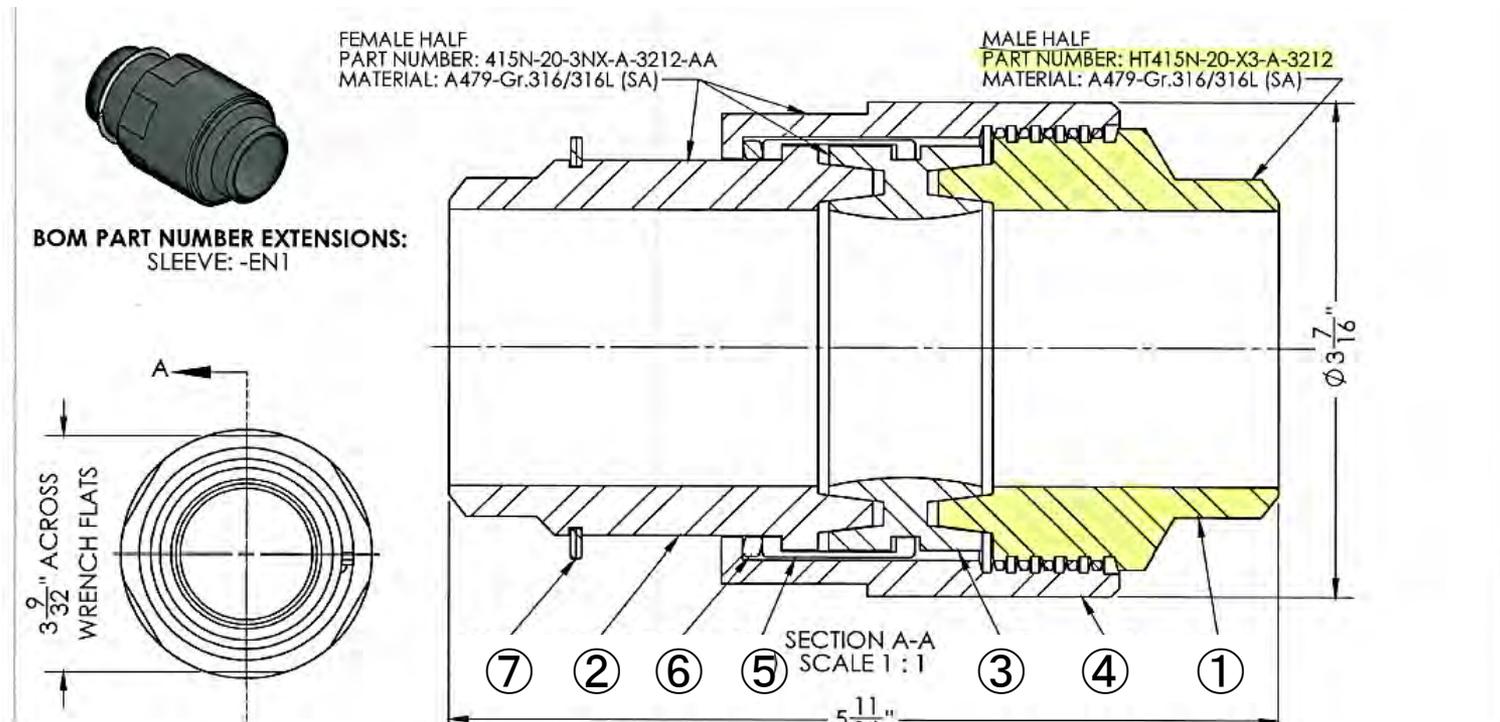
単位:mm

図13. 水銀配管着脱機構用シール材の構造図



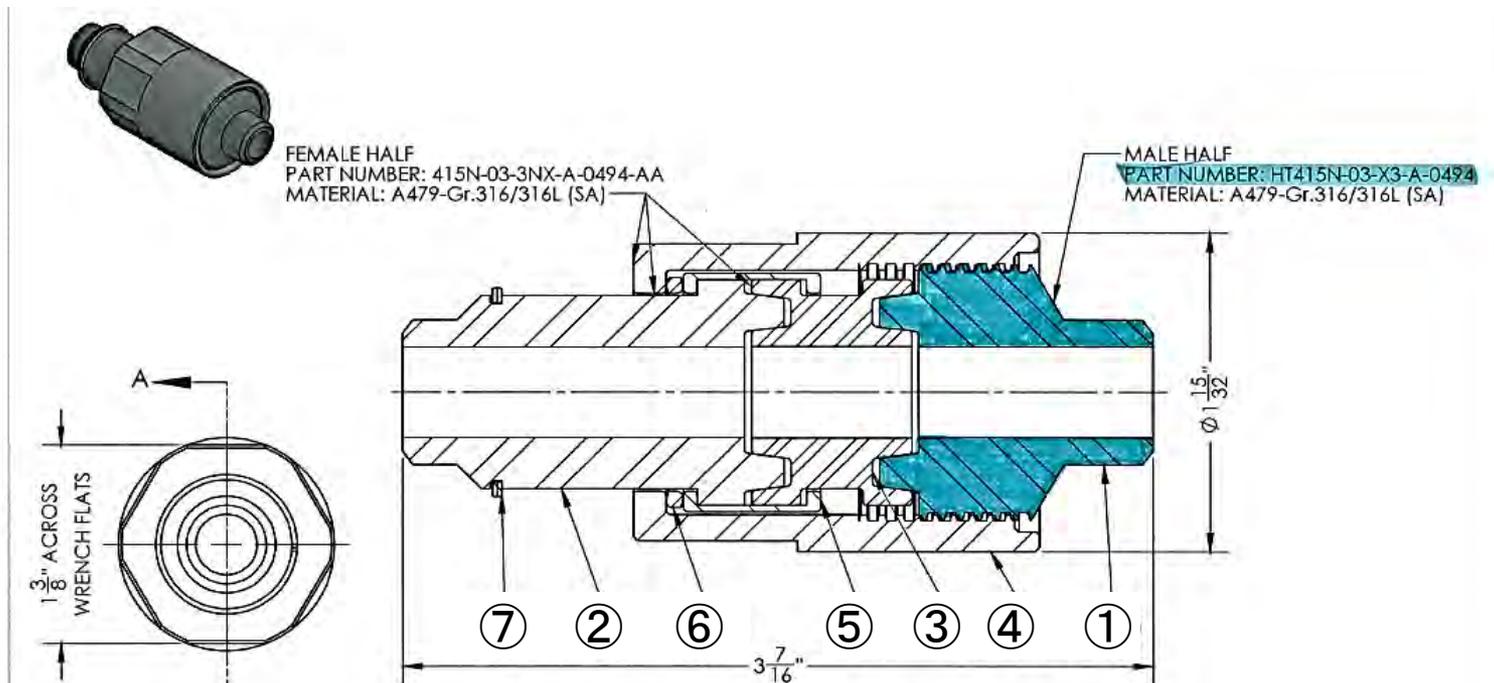
単位:mm

図14. ヘリウムベッセルシール機構の構造図  
(ターゲットフランジ前方に取り付ける。図5参照)



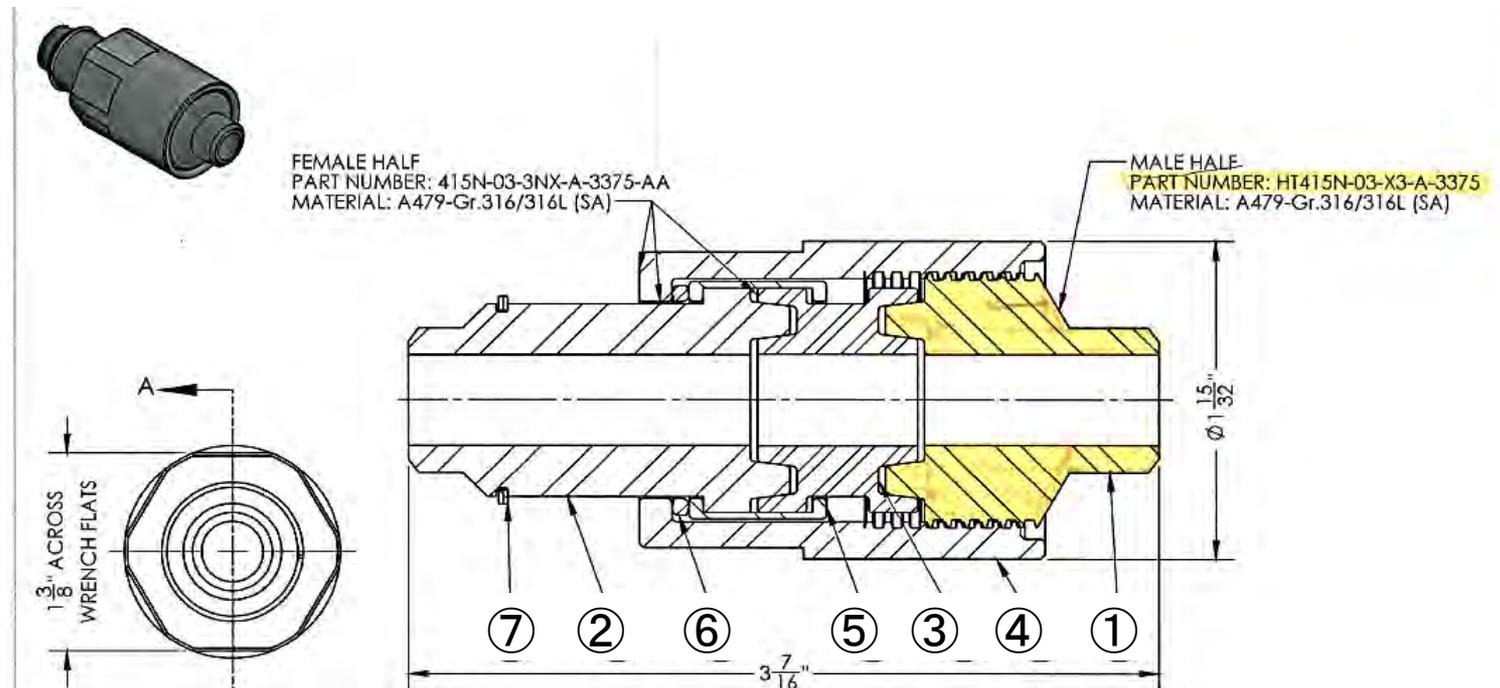
単位: inch

図15. 冷却水配管コネクタ(2インチ)の参考図  
(ターゲットフランジ側面の配管に取り付ける。図6参照)



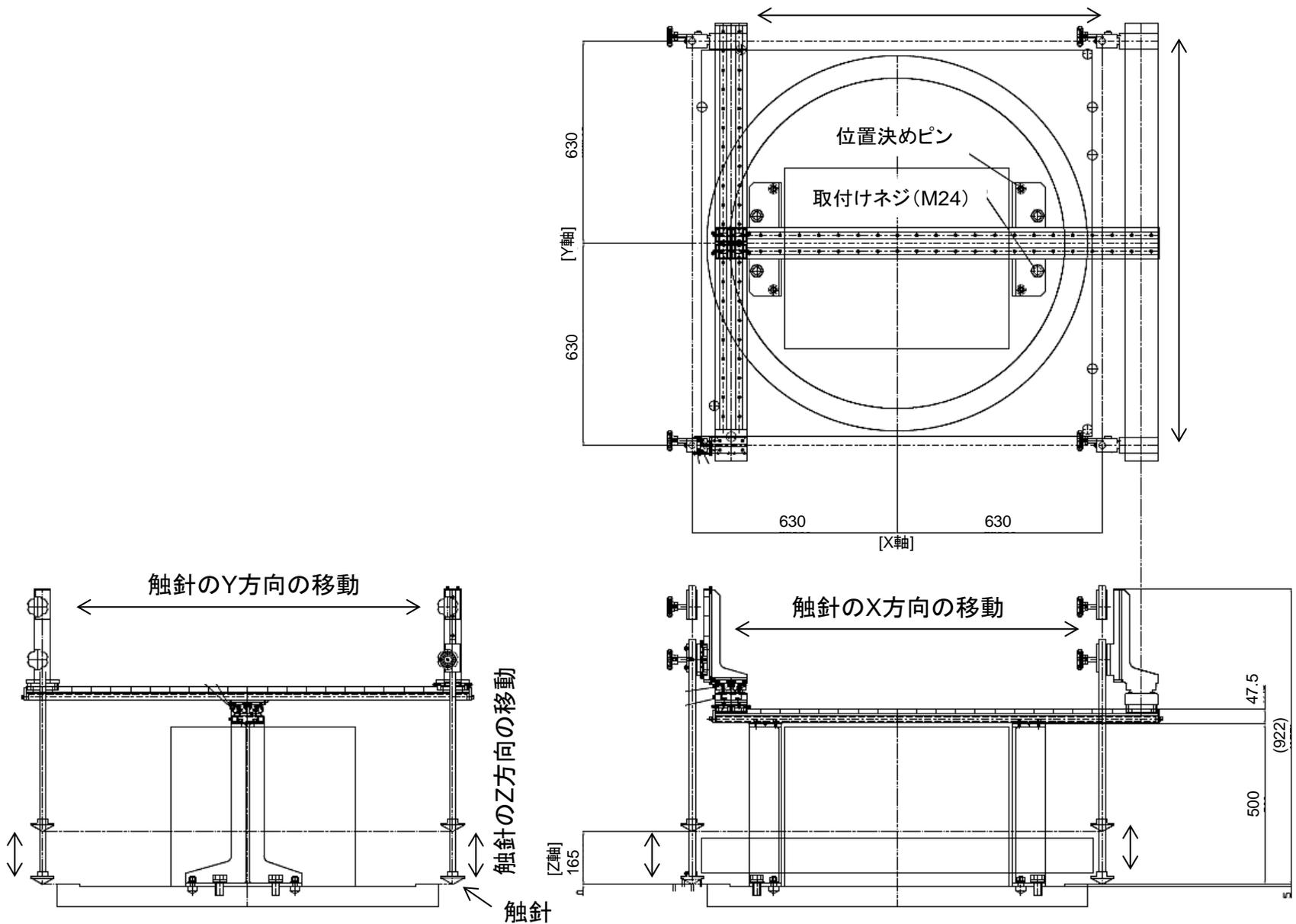
単位: inch

図16. モニタリング用・ヘリウムベッセルシール機構加圧用配管コネクタ(3/8インチ)の参考図  
(ターゲットフランジ側面の配管に取り付ける。図6参照)



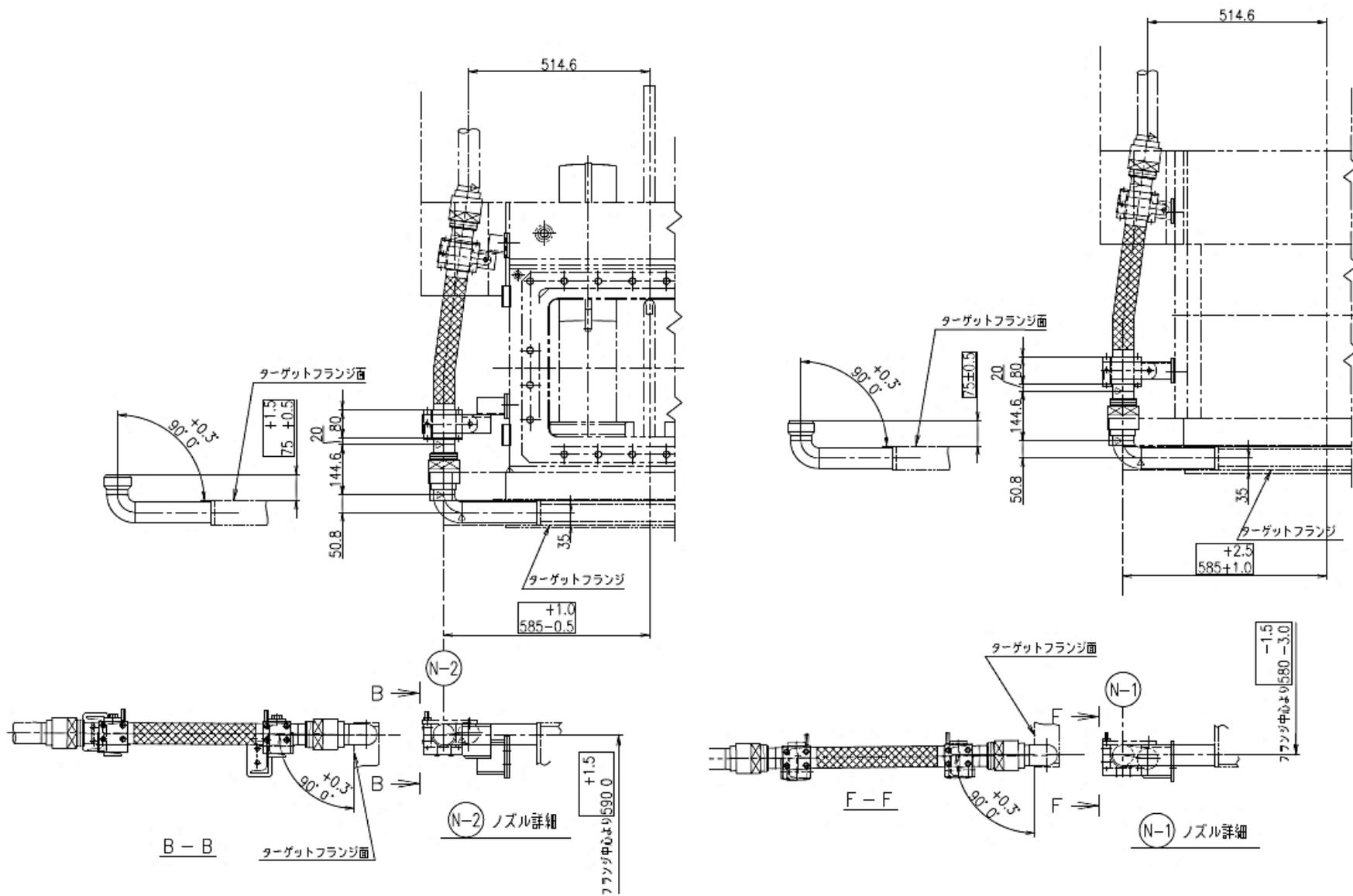
単位: inch

図17. バブリング用配管コネクタ(3/8インチ、逆ネジ)の参考図  
(ターゲットフランジ側面の配管に取り付ける)



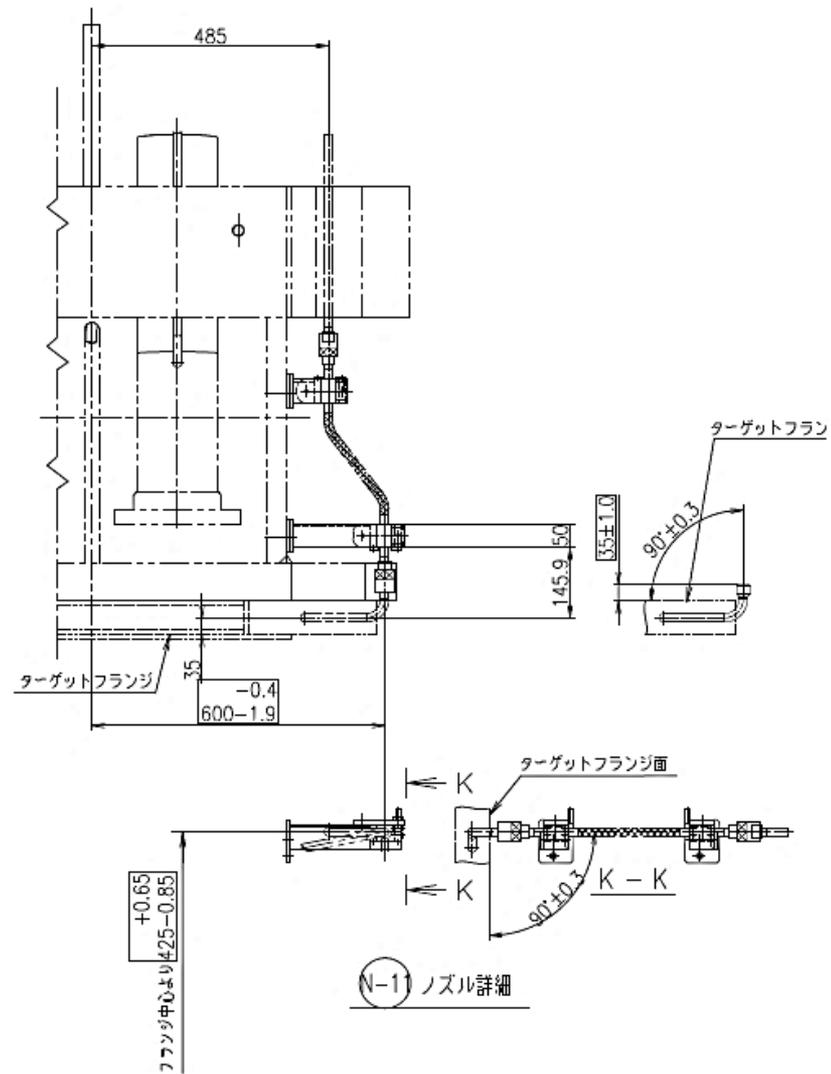
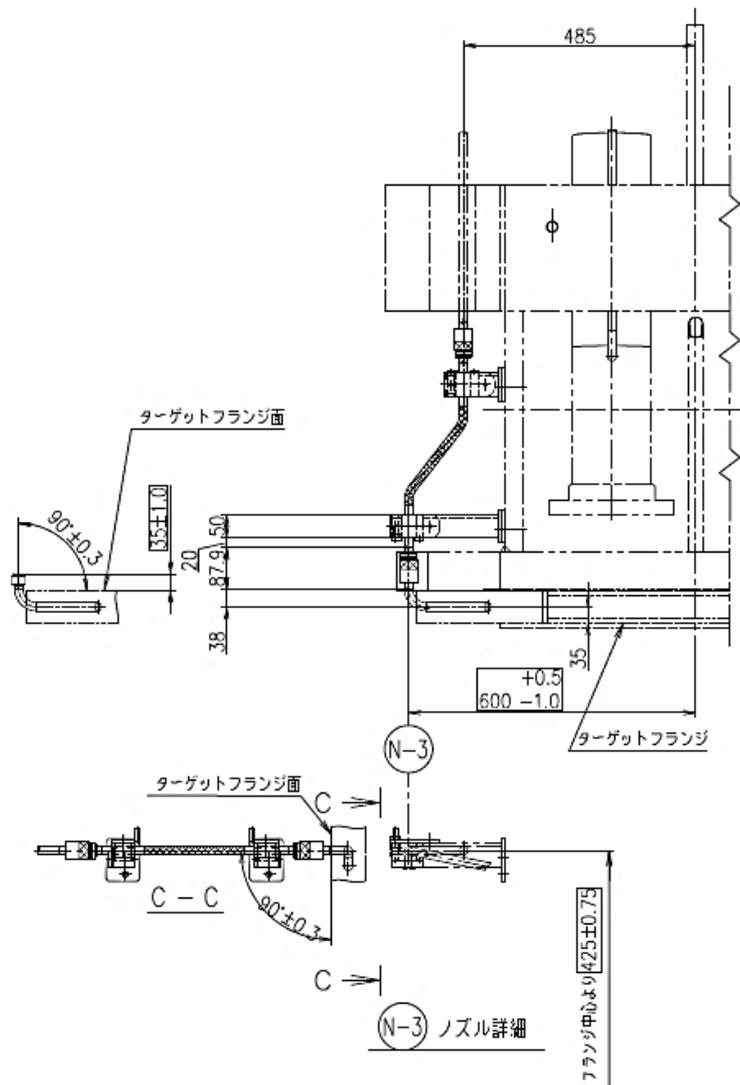
単位:mm

図18. 配管コネクタ位置確認用治具  
(配管コネクタ位置を確認するためにターゲットフランジに取り付ける)



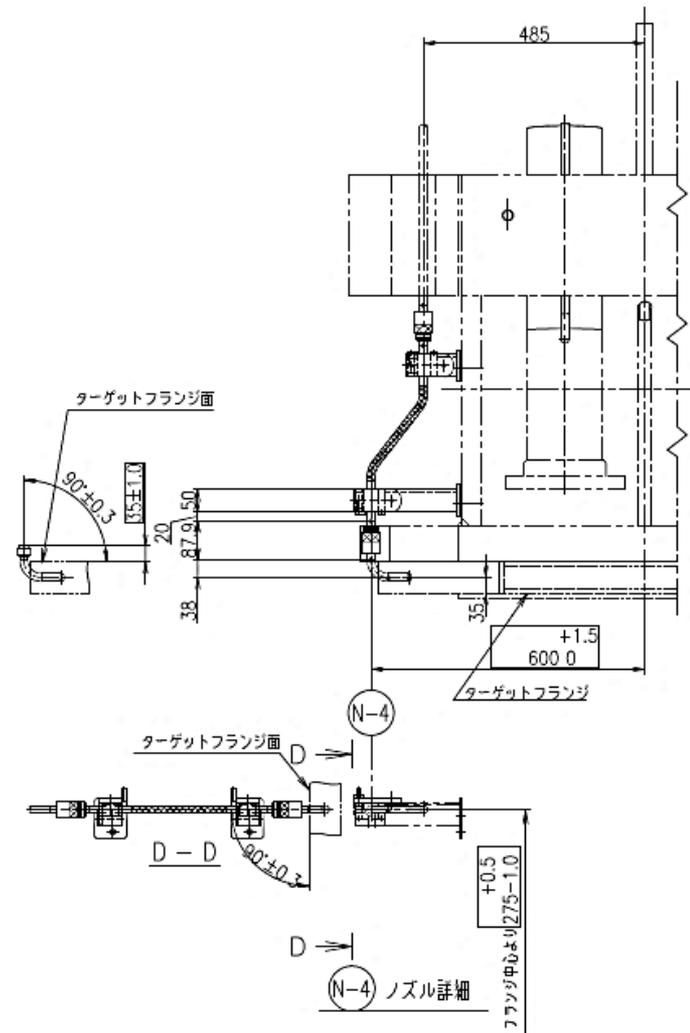
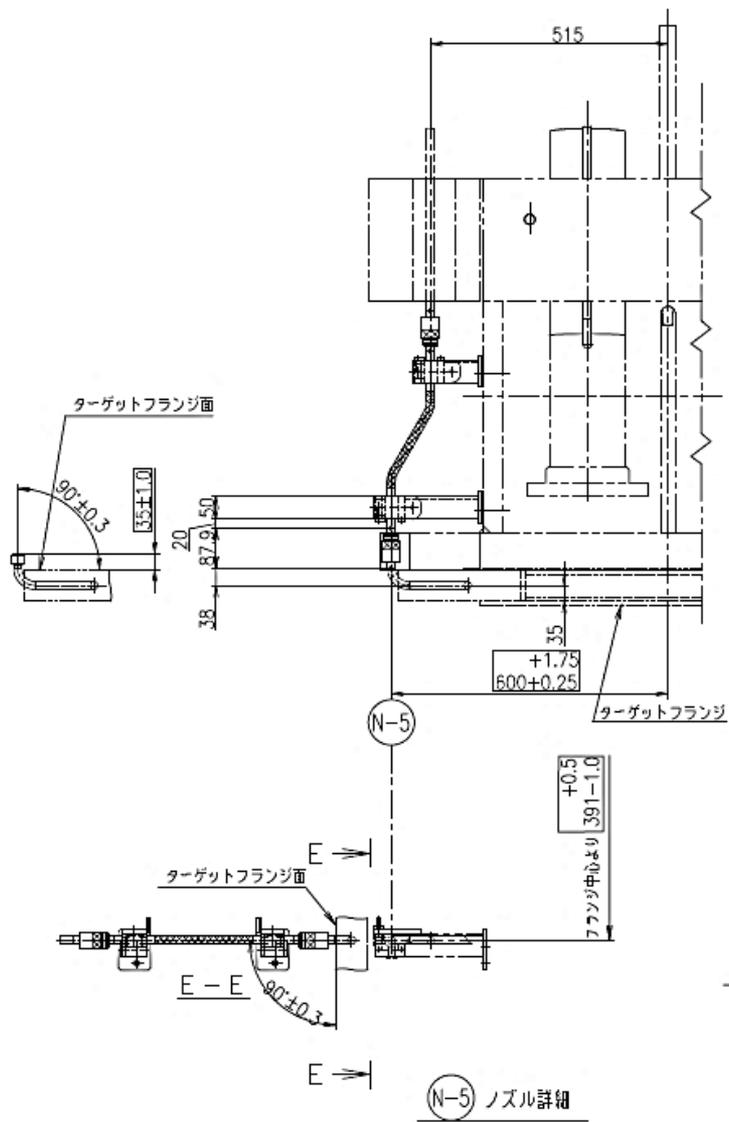
単位: mm

図19. 配管コネクタの位置及び角度 (1/3)



単位: mm

図19. 配管コネクタの位置及び角度 (2/3)



単位: mm

図19. 配管コネクタの位置及び角度 (3/3)

## 水銀センサ

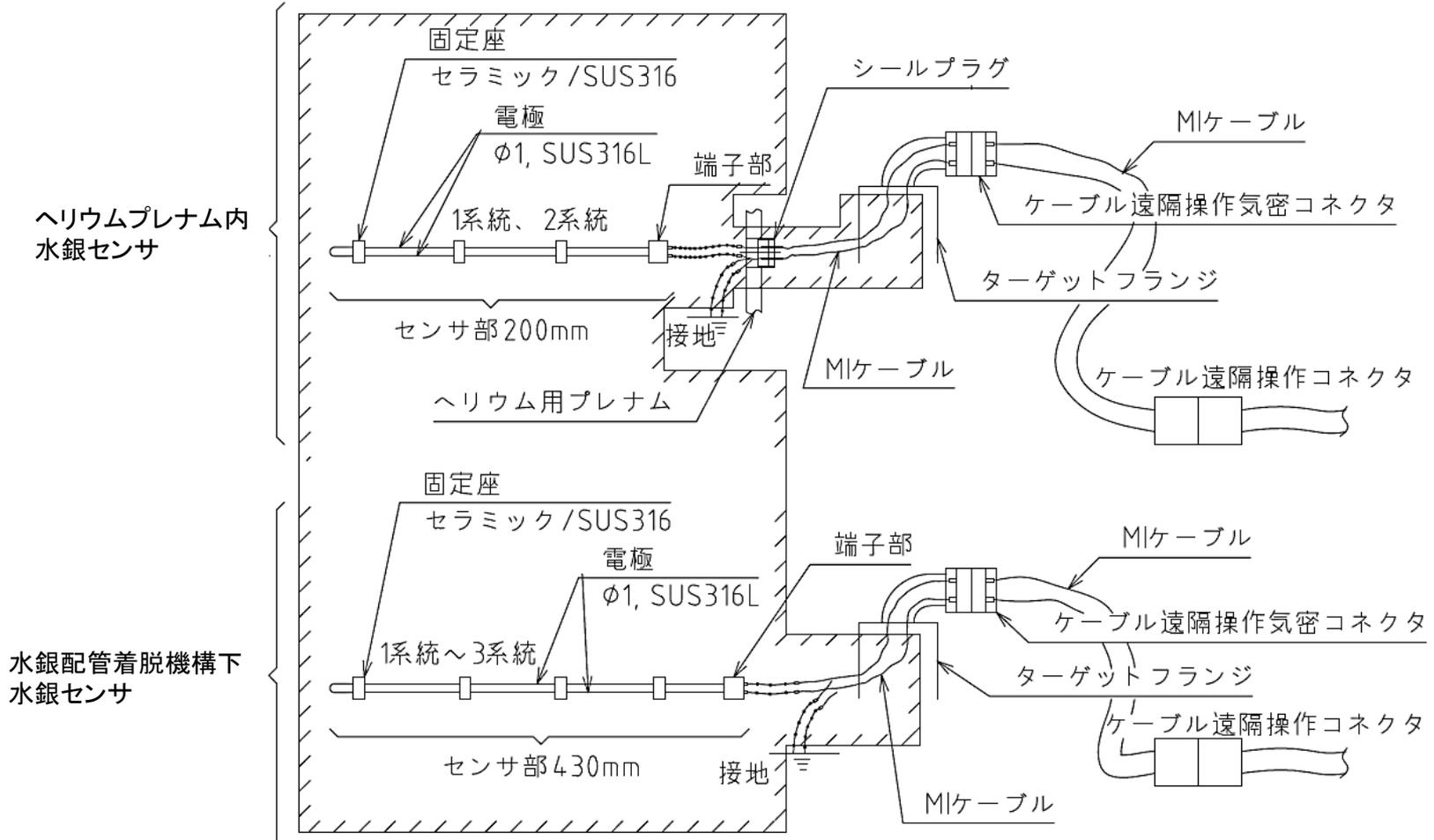
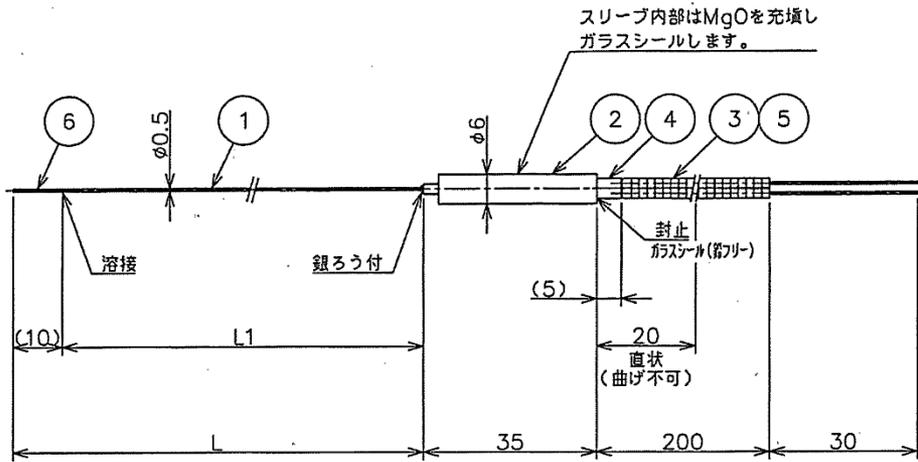
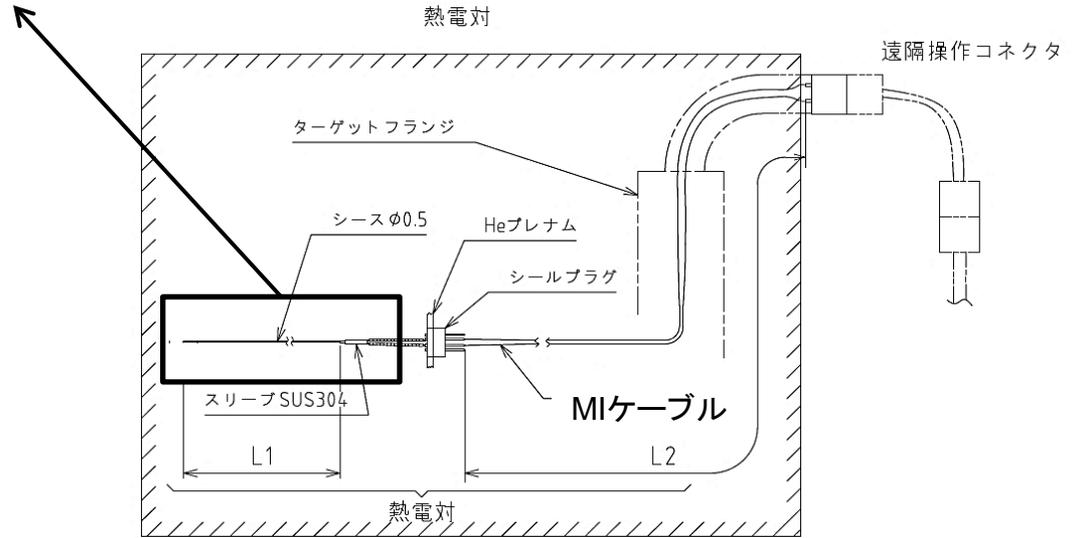


図20. 水銀センサの参考図

(ヘリウムプレナム内及び水銀配管着脱機構下に取り付ける。図7参照)

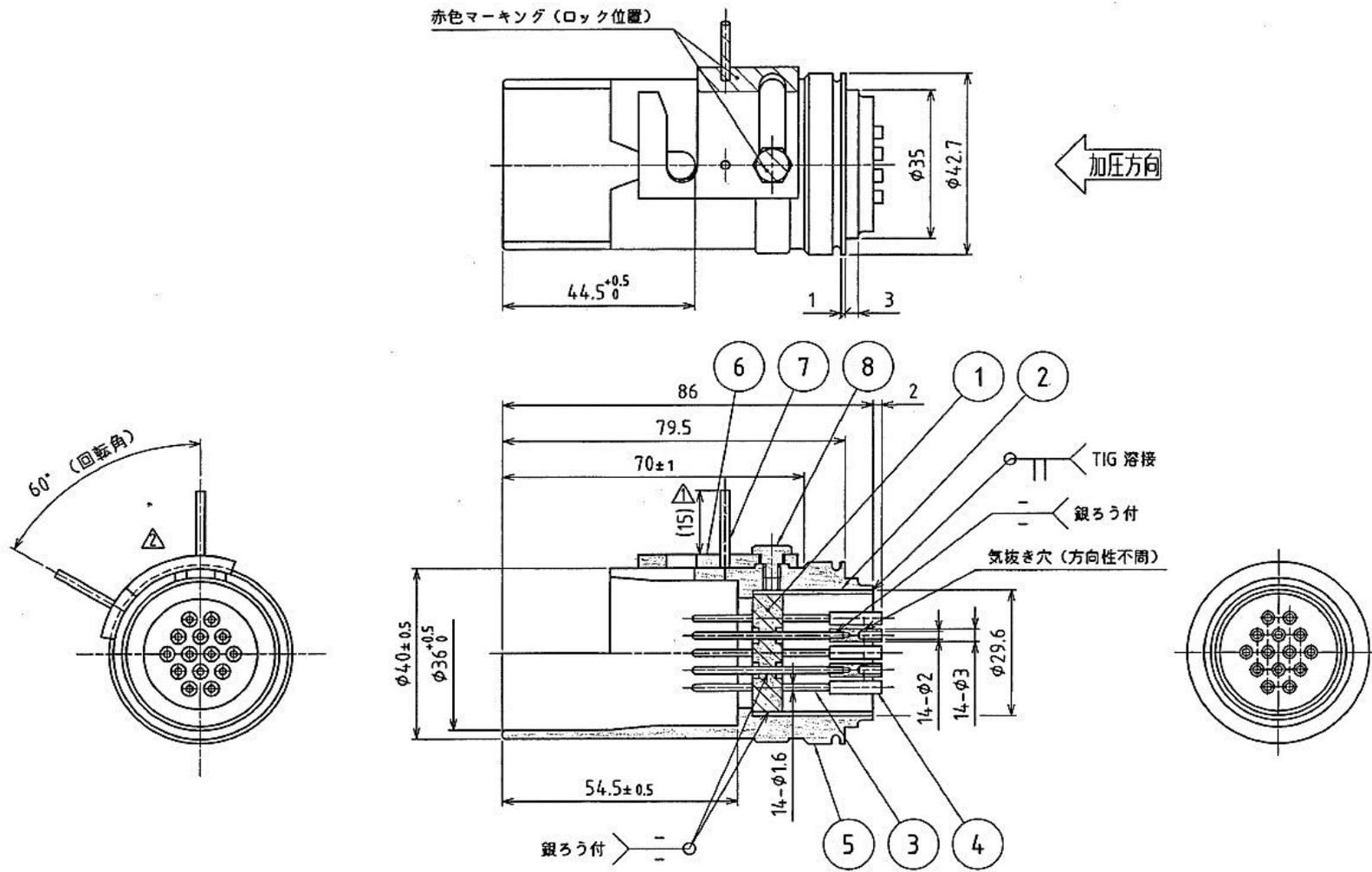


品番	部品名	材質	備考
1	ニプロックス熱電対	SUS316L	Φ0.5
2	スリーブ	SUS304	
3	熱電対線	クロメル・アルメル	Φ0.5
4	2つ穴碍子	ムライト	Φ0.4/Φ1.0×2穴
5	数珠碍子	アルミナ	RG-1、φ2/Φ0.75×1穴
6	先端チップ	WELTIG316L	



単位:mm

図21. 熱電対の参考図  
(水銀容器及び保護容器に取り付ける)



単位:mm

図22. 熱電対ケーブルコネクタ・水銀センサケーブルコネクタの参考図  
(ターゲットフランジ側面の配管に取り付ける。図7参照)

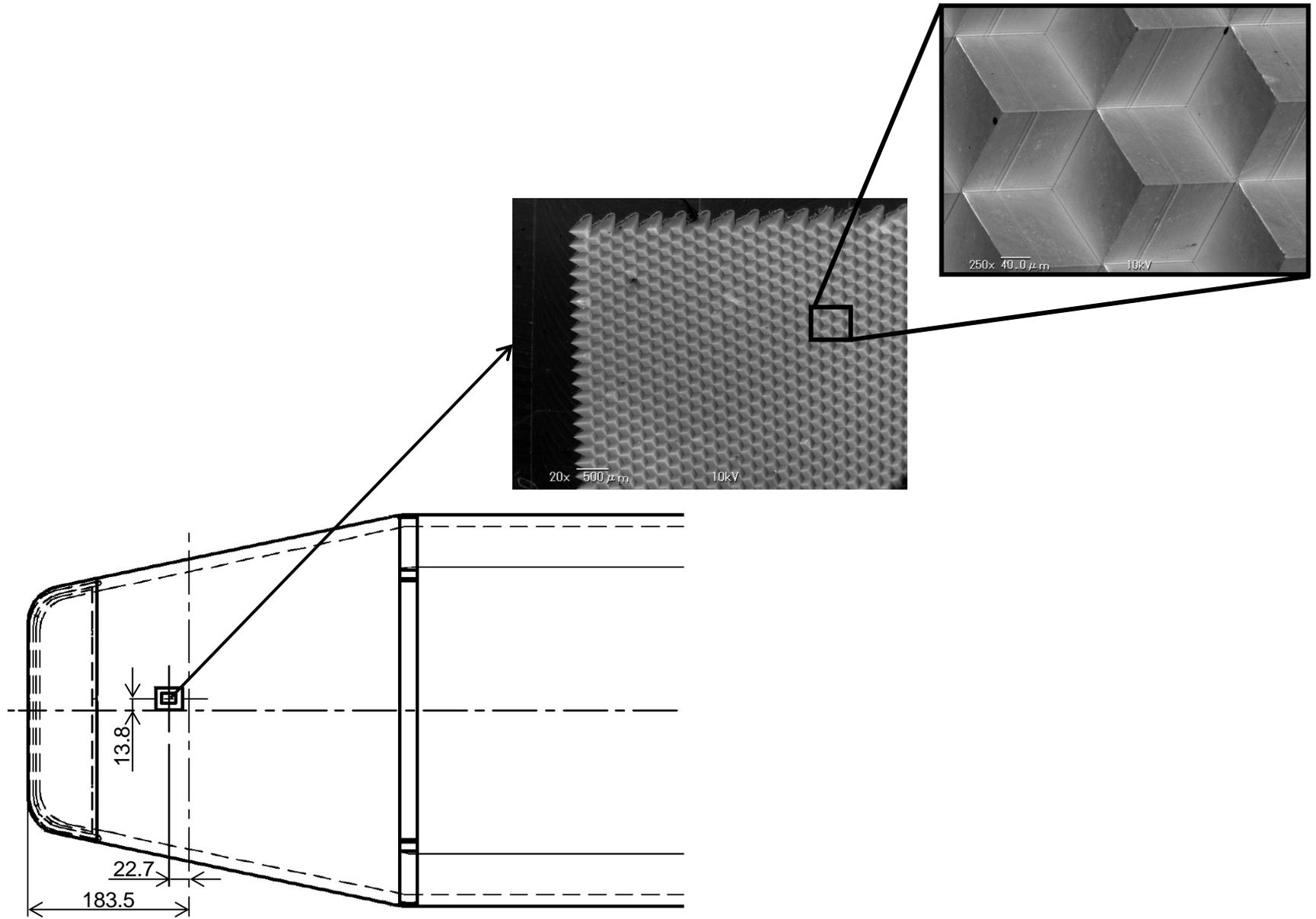


図23. 再帰性ミラーの反射部表面の写真  
(保護容器上面に取り付ける)