

ITER 負イオン加速器開発試験用
耐電圧試験装置の移設作業
仕 様 書

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所
炉工学基盤研究開発部 NB 加熱開発グループ

1. 一般仕様

1.1 件名

ITER 負イオン加速器開発試験用耐電圧試験装置の移設作業

1.2 目的及び概要

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）では、国際協力によってフュージョンエネルギーが科学技術的に成立することを実証するために ITER の建設に向けた研究開発を実施しており、QST は ITER 国内機関として、中性粒子入射装置（NBI）用機器の調達を担当している。ITER NBI では、QST が調達する高電圧電源や高電圧ブッシング、負イオン加速器を組み合わせ、1MeV の高エネルギー負イオンビームを 3600 秒間にわたり安定に加速する必要がある。

これらの機器では、真空中で直流 1MV を保持する耐電圧性能が求められるが、真空放電の発生に関わる物理機構が未解明であるため実機を用いた耐電圧試験による技術開発や試験検査が必須である。そのため、QST ではこれらの高電圧機器を試験するための大型耐電圧試験装置を開発し、耐電圧性能改良に向けた技術開発及び確認試験を進めてきた。

本件は、この大型耐電圧試験装置を JT-60 実験準備棟 NBI 試験室から先進加熱開発棟試験棟に移設して、技術開発や確認試験の効率化を図るものであり、ITER 用高電圧機器の調達に資するものである。

1.3 作業内容

- | | |
|------------------------|-----|
| (1) 大型耐電圧試験装置の解体、移設、組立 | 1 式 |
| (2) 試験検査、提出図書の作成・提出 | 1 式 |

1.4 作業実施場所

QST 那珂フュージョン科学技術研究所(茨城県那珂市向山 801-1)

JT-60 実験準備棟 NBI 試験室(第 2 種放射線管理区域)、先進加熱開発棟試験棟

1.5 納期

令和 9 年 3 月 19 日(なお、作業日は QST と協議の上、契約締結日から納期までの間に設定すること。)

1.6 検査条件

1.3 項に示す作業内容が終了し、2.3 項に定める試験検査の合格及び 1.7 項に示す提出図書の内容確認をもって検査合格とする。

1.7 提出図書

図 書 名	提 出 時 期	部 数	確 認
作業工程表	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
作業体制表	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
緊急時連絡体制表	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
従事者名簿(有資格者記入)	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
外国人来訪者票(QST 指定様式)*1	QST 入構の 1 週間前	1 部	不要

作業要領書	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
放射線業務従事者手帳の写し*2	作業開始 2 週間前まで	1 部	不要
リスクアセスメント実施記録	作業開始 2 週間前まで	1 部	要
作業報告書	作業終了後速やかに	1 部	不要
作業日報	翌営業日	1 部	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前まで ※下請負等がある場合に提出のこと	1 部	要
打合せ議事録	打合せ後速やかに	1 部	要

*1 外国籍もしくは非居住者である日本国籍の作業者が QST に入構する場合は、QST 指定様式の「外国人来訪者票」を入構開始の 1 週間前までに提出すること。

*2 従事者の情報が分かるページ及び健康診断受診日が分かるページ

なお、提出図書は電子ファイルでの提出も可能とする。電子ファイルの型式は Microsoft Office または PDF とし、作業終了後速やかに電子メール等により提出すること。

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 炉工学基盤研究開発部 NB 加熱開発グループ

(確認方法)

QST は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに確認を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、確認したものとする。ただし、再委託承諾願については、QST 確認後、書面にて回答するものとする。

1.8 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

1.9 支給品

現地作業に必要な電力(AC1φ100V、AC3φ200V)及び作業用水を無償で支給する。

1.10 貸与品

- (1) 必要に応じて取扱説明書や図面類を貸与する。ただし貸与期間は作業完了までとし、第三者への開示、貸与を禁ずる。
- (2) 必要に応じて天井クレーン（無線式：主巻 50t、補巻 10t）・フォークリフト（マニュアル式：2.5t）を貸与する。使用する場合には、使用届及び運転日誌を提出すること。また使用するものは有資格者であること。
- (3) 必要に応じて遮蔽壁を移動するための治具を貸与する。
- (4) 必要に応じて仮設事務所用の土地を無償で貸与する。
- (5) 支給品及び貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が支給品及び貸与品の所在等の確認を求めた場合には、受注者はこれに協力するものとし、紛失等の異常時には速やかに報告することとする。

1.11 品質管理

本件に係る作業は、全ての工程において、以下の事項等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
- ・重要度分類
- ・監査

1.12 適用法規・規格基準

受注者は、作業を実施するに当たり、以下の法令、規格、基準等を適用又は準用して行うこと。

- ・ 労働基準法
- ・ 労働安全衛生法
- ・ 電気事業法
- ・ 放射線同位元素等規制法
- ・ 電気用品安全法
- ・ 電気工事士法
- ・ 日本産業規格（JIS）
- ・ 日本電気工業会標準規格（JEM）
- ・ 日本電気規格調査会標準規格（JEC）
- ・ 日本電気協会規格内線規定（JEAC-8001）
- ・ 電気設備技術基準
- ・ その他受注業務に関し、適用又は準用すべき全ての法令・規格・基準

1.13 特記事項

(1) 安全対策

- ・ 本契約に基づき、QST の施設において据付調整等の現場作業を行う場合、受注者は、作業員の安全管理に万全を期すとともに、発注者及び第三者に損害を与えないよう安全対策上必要な措置を講じること。
- ・ 作業内容及び作業安全について事前に QST と綿密な打合せを行い、特に作業の安全の確保に万全を期して作業を行うこと。また、作業期間中は現場責任者が常駐し、作業の監督、QST との連絡を行うとともに、作業員の風紀、火気の注意、安全衛生及び規律の保持に努めること。
- ・ 受注者は QST 内での現地作業遂行中に異常事態等が発生した場合、QST の指示に従い行動するものとする。
- ・ 作業計画に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、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。

(2) その他

- ・ 受注者は、QST が量子科学技術の研究開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的に求められていることを認識し、QST の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行し得る能力を有する者を従事させること。

- ・ 作業実施期間の決定に当たっては、QST と緊密な連絡を取り効率的に作業を行うことができるよう配慮すること。また、現地作業時間は原則として QST の就業時間に準じること。

1.14 機密保持

受注者は、本業務の実施に当たり、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 放射線管理

- (1) 受注者は、放射線管理区域内で作業を行う場合は、QST が定める那珂フュージョン科学技術研究所放射線障害予防規程及び那珂フュージョン科学技術研究所放射線取扱手引を遵守しなければならない。
- (2) 本作業を開始する前に、受注者側作業員は、QST が行う保安教育を受けること。ただし、放射線に関する知識は、受注者側で教育すること。
- (3) 放射線管理及び異常時の対策は、QST の指示に従うこと。

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) 本仕様に定める提出図書(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、QST と協議の上、その決定に従うものとする。

2. 技術仕様

2.1 一般事項

- (1) 作業の実施については、QST 担当者と事前に打合せを行い、安全に作業が行えるよう協力すること。
- (2) 受注者は、本作業を行うに際して同一時期に行われる他の作業と協調を図り、工程調整に協力すること。
- (3) 本作業により移設する装置は合計重量 160 トンを超える重量機器であり、移動や組立時に十分注意して作業を実施し、装置の固定等は確実に実施すること。
- (4) 必要に応じて貸与する既存設備の図面や現地調査を参考に、作業を計画すること。
- (5) 機器・ケーブル等を取り外す場合は、組立時に混乱しないようタグ付けし、養生・端処理等を実施すること。
- (6) 真空部品を取り扱う場合は、専用の用具を着用し素手や汚れた手袋等では作業をしないこと。また取り外した真空部品やシール面の傷防止及び異物混入防止のため養生等を行うこと。組立時はアルコールにてシール面・O リングを洗浄してから組立し、シール面・O リング等に埃・水分・油分・ゴミ等がないか照明を当てて確認してから取り付けること。
- (7) 火気を使用する場合は、QST フォーマットの火気使用届を提出し許可を得て、しっかりと防災対策を実施してから作業すること。

2.2 詳細仕様

大型耐電圧試験装置は図 1 に示す NBI 試験室に設置しており、図 2 に示す鉛遮蔽体、真空容器、補機類で構成されている。鉛遮蔽体は鉛パネルと柱に分解・組立が可能な構造となっている。表 1 に示す大型耐電圧試験装置を解体し、先進加熱開発棟へ移動後に組立作業を行うこと。

(1) 大型耐電圧試験装置の解体

- JT-60 実験準備棟に設置してある大型耐電圧試験装置を解体すること。
- 設置場所は第 2 種管理区域内であり、周囲が既存設備や大扉に囲まれているため、事前に調査すること。既存設備と干渉がある場合は、QST 担当者と協議の上決定すること。
- 大型耐電圧試験装置、補機類、足場材を解体すること。
- 作業開始前に、装置が停電していることを確認すること。
- 各重量機器の支持、固定を確実にすること。
- 各真空機器のシール面にキズ、変形を生じさせないこと。
- 各真空機器の移動時はゴミやホコリの混入、オイル漏れ等がないよう注意すること。
- 移動時の重量や大きさを考慮して、適切な移動ルートを選択すること。

表 1 解体、移動、組立の対象機器

品名	員数、仕様等
真空容器	構造は図 3 参照のこと。 合計重量約 19 トンであり、内訳は下記のとおり。 ● 円筒型真空容器: 約 14.9 トン。 ● ベース: 約 3.7 トン。 真空容器とベースを脱着する場合は、真空容器底部のリブに注意すること。

鉛遮蔽構造体	構造は図 4 参照のこと。 合計重量は約 156トンであり、以下の部品から構成され、部品毎に分解が可能である。 ● 鉛遮蔽構造体用 H 鋼 (図 5 参照) 構造体の骨組みであり、H-200×200×8×12 の SS400 製 H 鋼で、長さ 8000mm の柱 16 式、5650mm の上部フレーム 4 式、5650mm の下部フレーム 4 式、952.5mm の梁 32 式である。 ● 鉛遮蔽構造体用サポート(図 6 参照) 構造体用 H 鋼を補強する SS400 製ブレス 12 式、ターンバックル 94 式である。 ● 鉛遮蔽構造体用ベースプレート(図 7 参照) 鉛遮蔽構造体の床面に設置する SS400 製ベースプレートであり、厚み 26mm ベースプレート 4 式、厚み 16mm ベースプレート 4 式である。 ● 鉛パネル(図 8 参照) 鉛を SS400 のパネルで挟んだ構造であり、厚さ 19.7mm の上部鉛パネル 48 式(1 枚当たり約 200kg)、厚さ 89mm の下部鉛パネル 63 式(1 枚当たり約 1.7トン)である。 ● 補助鉛(図 9 参照) 鉛を SS400 のケースに入れた構造であり、鉛パネルの隙間に装着するものである。厚さ 28mm の上部補助鉛 72 式、厚さ 93mm の下部補助鉛 63 式である。 ● 遮蔽扉(図 10 参照) 鉛遮蔽構造体の入口に利用する遮蔽扉 1 式である。扉ストッパーが付属する。
ベースプレート	構造は図 11 参照のこと。 各ベースプレートは溶接後にボルトにて固定されているので取り外して移動すること。取り外せない鉄板については受注者が新たに手配すること。 ● ベースプレート 4: 約 8.13×7.72×0.025m、3.0ton、4 分割:1 式。 ● ベースプレート 3: 約 6.23×6.23×0.025m、1.4ton、4 分割:1 式。 ● ベースプレート 2: 約 6.23×6.23×0.026m、0.7ton、4 分割:1 式。 ● ベースプレート 1: 約 6.03×6.03×0.016m、0.3ton、4 分割:1 式。
FRP 製プレート	構造は図 12 参照のこと。 各 FRP 製プレートを取り外して移動すること。 ● FRP 製プレート: 4.0×4.0×0.01m、12 分割:1 式。
補機類	真空排気系(図 13 参照)および電源ステージ(図 14 参照)から構成され、機器毎に分解が可能である。 ● VG300 真空 L 型配管:1 式。 ● VAT 製 300A ゲートバルブ 12150-JA24:1 式。 ● 大阪真空製ターボ分子ポンプ TG3300M:1 式。 ● ロータリーポンプ、大阪真空製 P450(KC-7501 オイルミストラップ付き):1 式。 ● 真空用フレキ配管、長さ 5m:2 式。 ● 真空排気系用制御盤、0.6×1.2×0.6m:1 式。 ● 電源ステージ:1 式 ● 冷却水循環装置:1 式
足場材	鉛遮蔽構造体の内外部に足場が設置してある。再利用するため、撤去後に移動し設置すること。落下防止対策である安全ネットも設置すること。

(2) 大型耐電圧試験装置の移動、組立

- 図 15 に示す先進加熱開発棟に移動し、表 2、図 16 に示す組立手順に沿って大型耐電圧試験装置を組み立てること。設置エリアは QST 担当者と協議の上決定すること。復旧の際、ボルト・ナット類、O リングなど可能な限り再利用し、不具合があるものは受注者が用意し交換すること。
- 本装置の組立後、図 13 に示す真空排気系を復旧すること。復旧の際、既設配管やケーブルを可能な限り再利用し、延長する必要がある場合は受注者が用意し組み立てること。電気、圧縮空気、冷却水の取り合い・接続は、QST 担当者と協議の上決定すること。
- 冷却水循環装置を復旧する際、L アングルを使用しコーキングで接着した防水堤を施工すること。また漏水した際に警報が上がるよう水分検知器を設置すること。施工エリアは QST 担当者と協議の上決定すること。

表 2 組立手順（参考）

品名	員数、仕様等
ベースプレートの設置	● 先進加熱開発棟試験棟の床耐荷重は 10 トン/m² であるため、ベースプレートを設置する前に、7 m×7 m = 49 m² 程度の領域に鉄板を引いて、床荷重の低減を図ること。 ● ベースプレートの固定に利用するアンカーボルトは SS400 製 M24 ボルトを 24 本以上とすること。 ● ベースプレート 4 は床面に配置し、鉄板と床面の隙間をモルタル等で埋めること。
真空容器の据付	● 真空容器ベースはアンカーボルトで床に固定すること。 ● 真空容器とベース間は、耐電圧試験時に電流測定を実施するために、ボルト接続部に厚さ 10mm 程度の FRP 製プレートを挟み、電氣的に絶縁すること。
H 鋼及びブレスの設置	● 組立中の H 鋼の転倒に注意すること。
ターンバックルの取付	● ターンバックルの調整は、QST 担当者と協議の上決定すること。
遮蔽扉の取付	● 遮蔽扉の取り付け位置は、QST 担当者と協議の上決定すること。
下部鉛パネルの取付	● 鉛パネルは可能な限り隙間なく取り付けること。
上部鉛パネルの取付	● 鉛パネルは可能な限り隙間なく取り付けること。
補助鉛の取付	● パネル同士の隙間を埋めるように取り付けること。
補機類の取付	● VG300 真空 L 型配管を取り付けること。 ● 300A ゲートバルブを取り付けること。 ● ターボ分子ポンプを取り付けること。 ● ローターポンプを取り付けること。 ● 真空用フレキ配管を取り付けること。 ● 真空排気系用制御盤を取り付けること。 ● 電源ステージを取り付けること。 ● 冷却水循環装置を取り付けること。
足場材の取付	● 鉛遮蔽構造体の内外部に足場および外部に安全ネットを取り付けること。

2.3 試験・検査

受注者は、以下の各検査を行い、結果を作業報告書に記載すること。

(1) 員数検査

解体・組立した機器・部品の数が同じであることを確認すること。

(2) 外観検査

性能に支障をきたす傷・凹み等のないことを確認すること。

(3) 絶縁抵抗測定

真空容器対ベースあるいは接地間の絶縁抵抗測定(印加電圧 500V)を実施し、1000M Ω 以上であることを確認すること。

以上

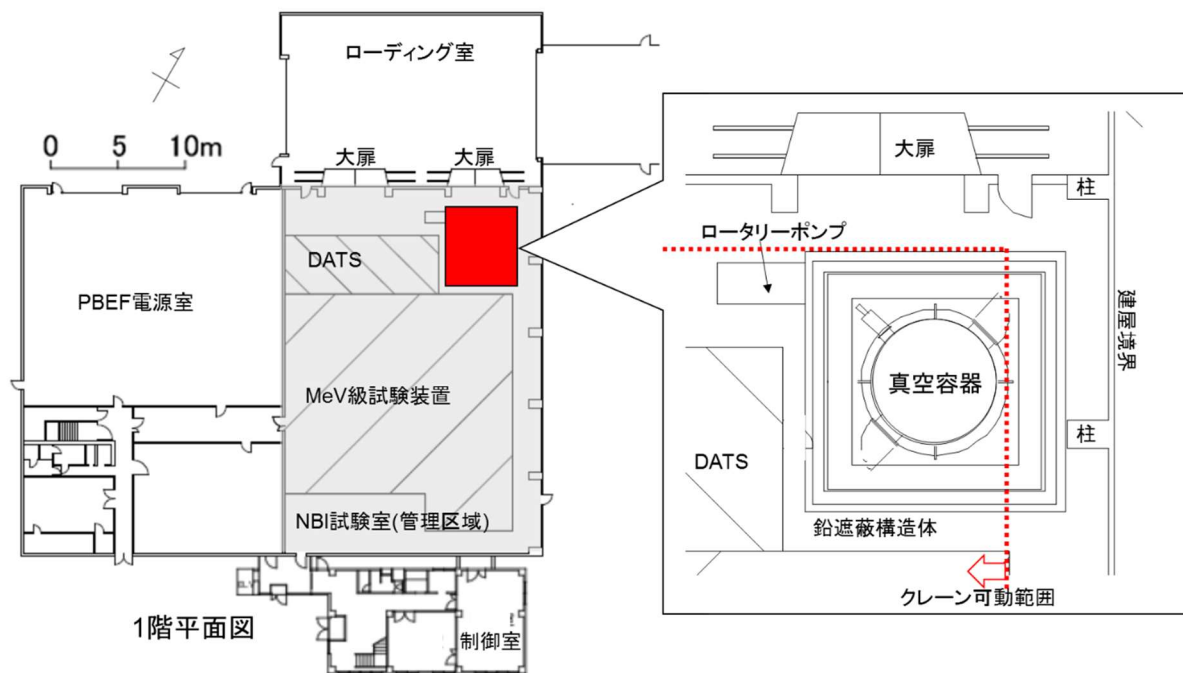


図1 実験準備棟 NBI 試験室と大型耐電圧試験装置

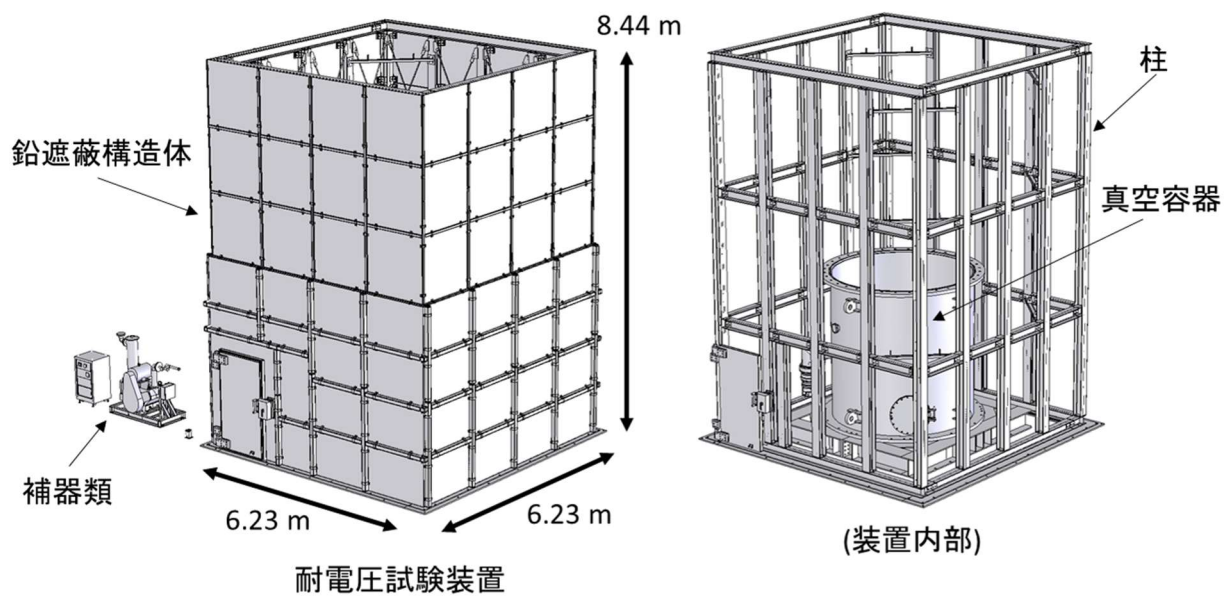


図2 耐電圧試験装置全体図

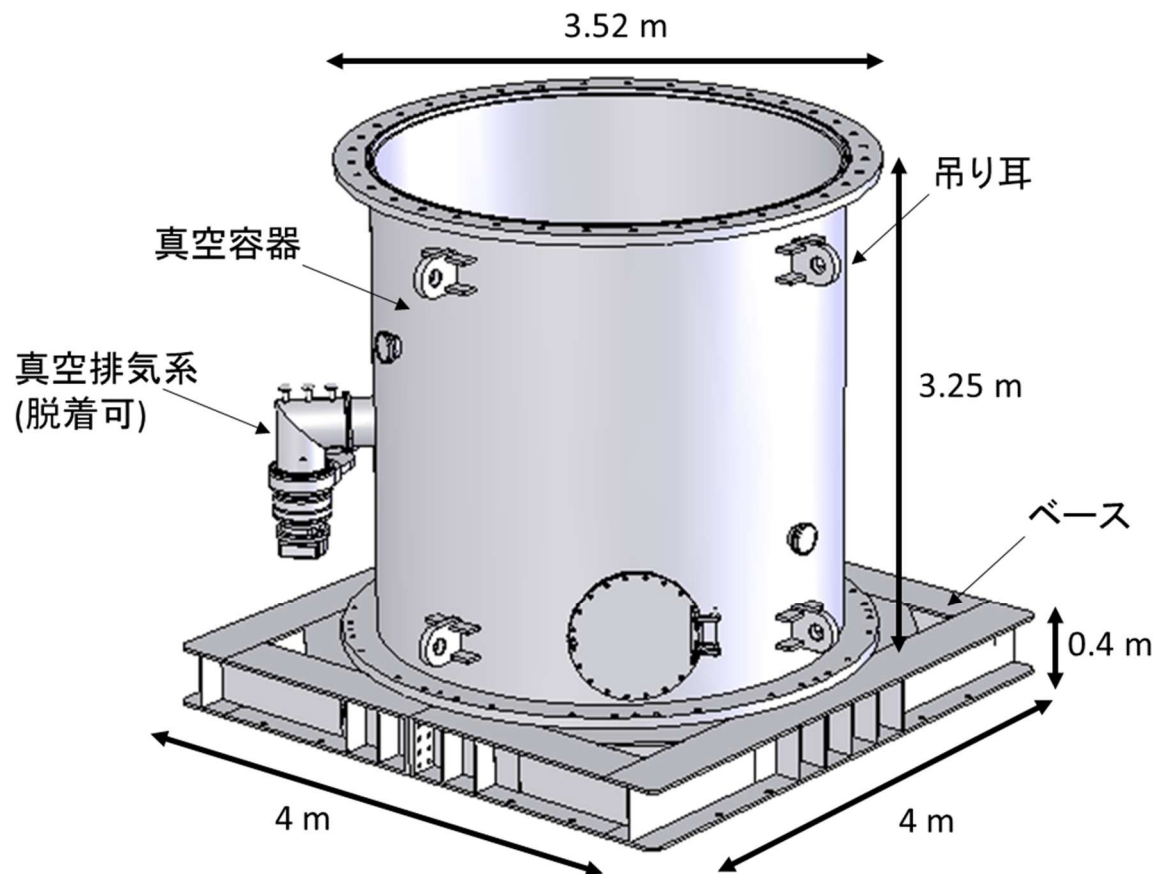


図3 真空容器外形図

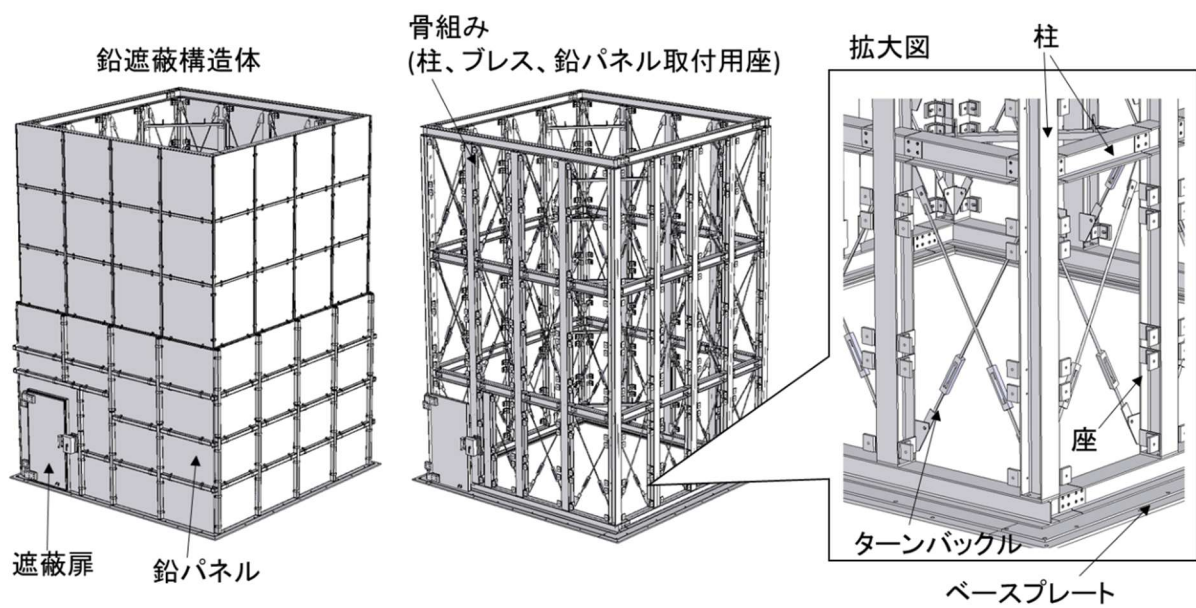


図4 鉛遮蔽構造体

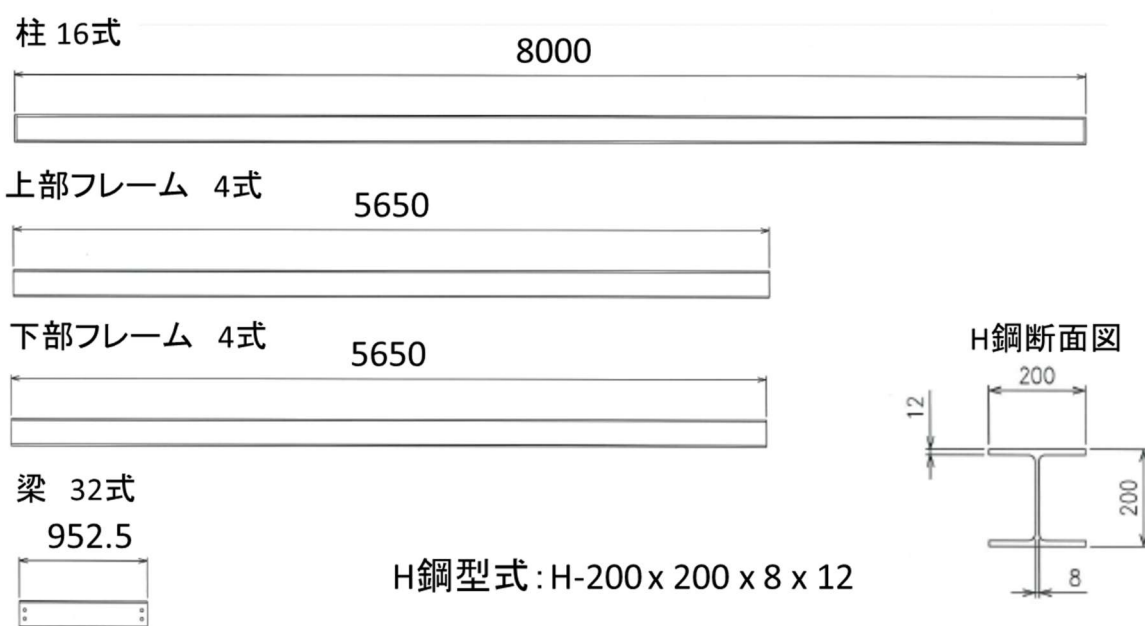


図 5 鉛遮蔽構造体用 H 鋼

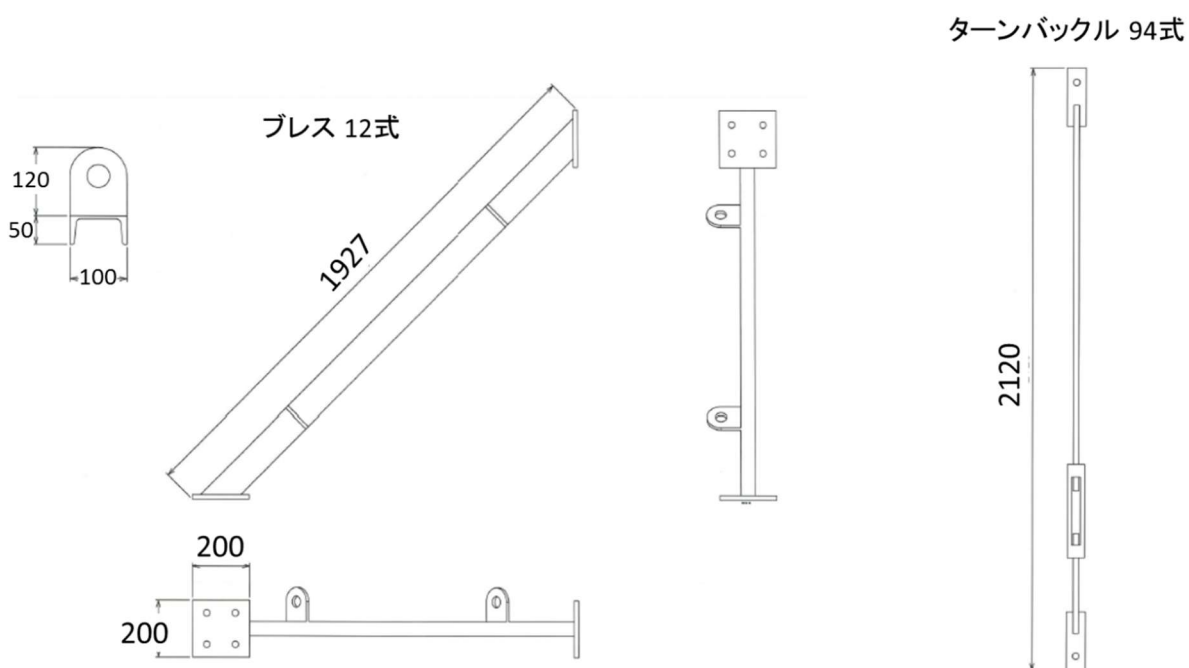
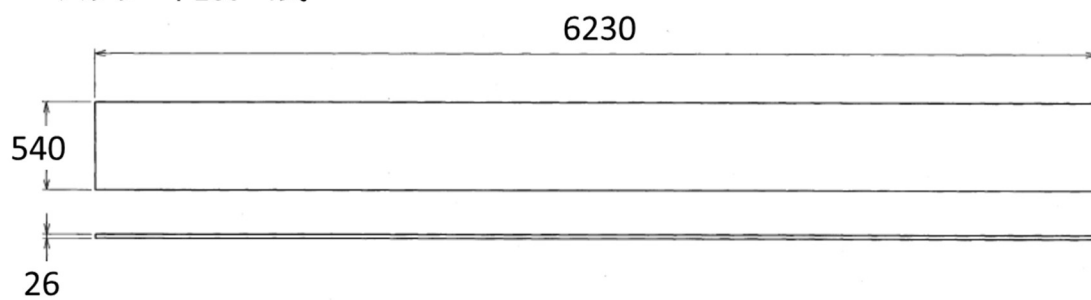


図 6 鉛遮蔽構造体用サポート

ベースプレート26t 4式



ベースプレート16t 4式

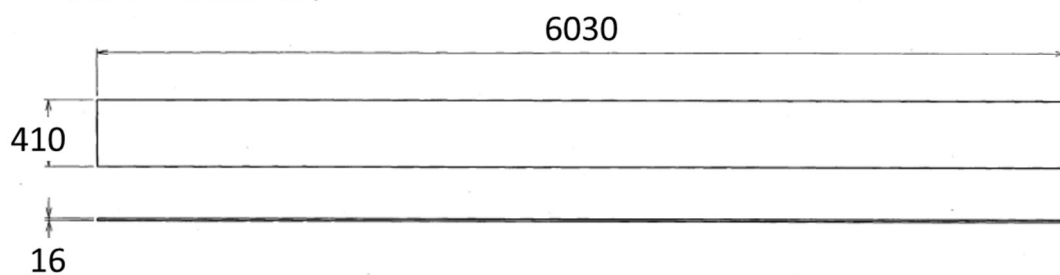
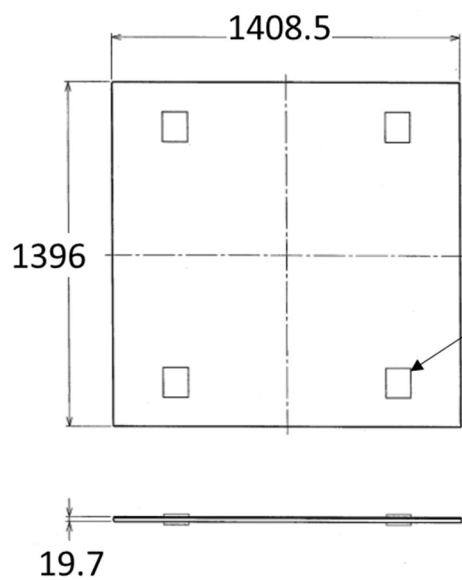
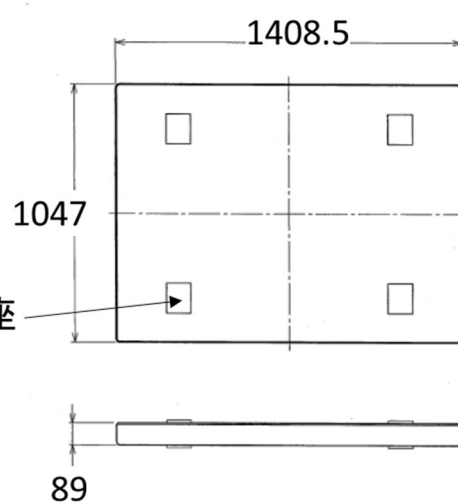


図 7 鉛遮蔽構造体用ベースプレート

上部鉛パネル 48式



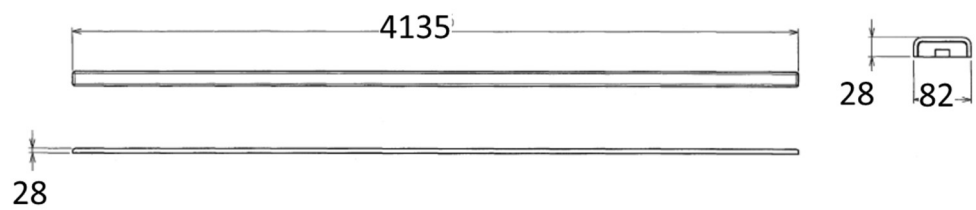
下部鉛パネル 63式



取付用座

図 8 鉛パネル

上部補助鉛 72式



下部補助鉛 63式

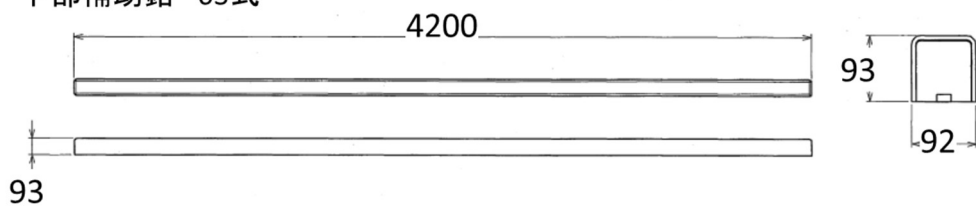


図 9 補助鉛

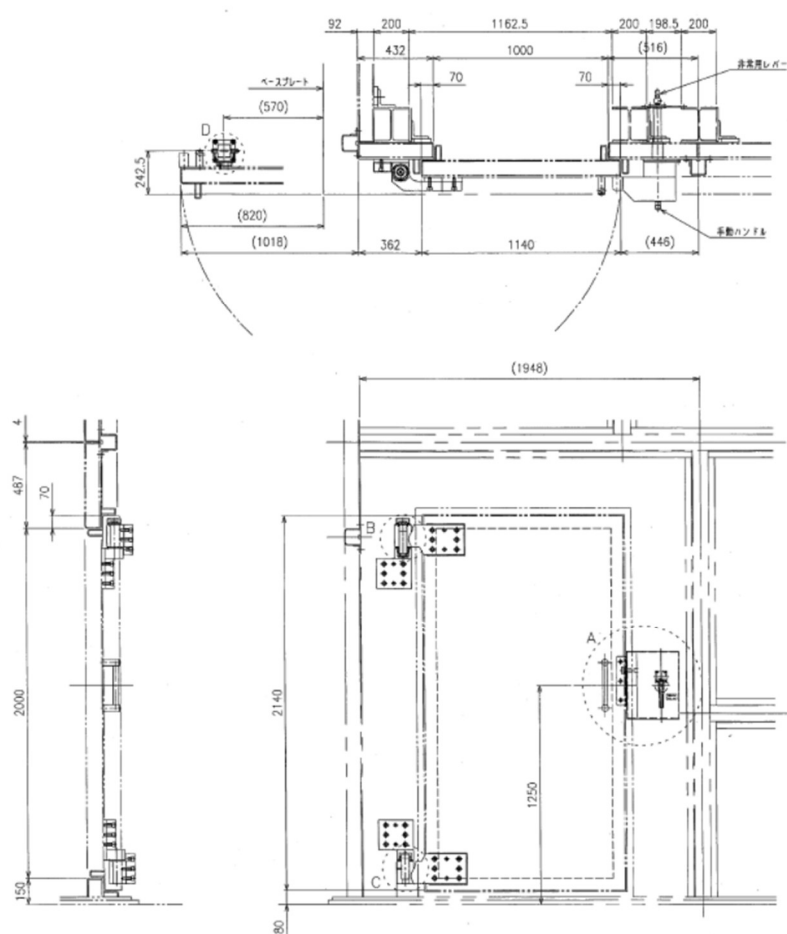


図 10 遮蔽扉

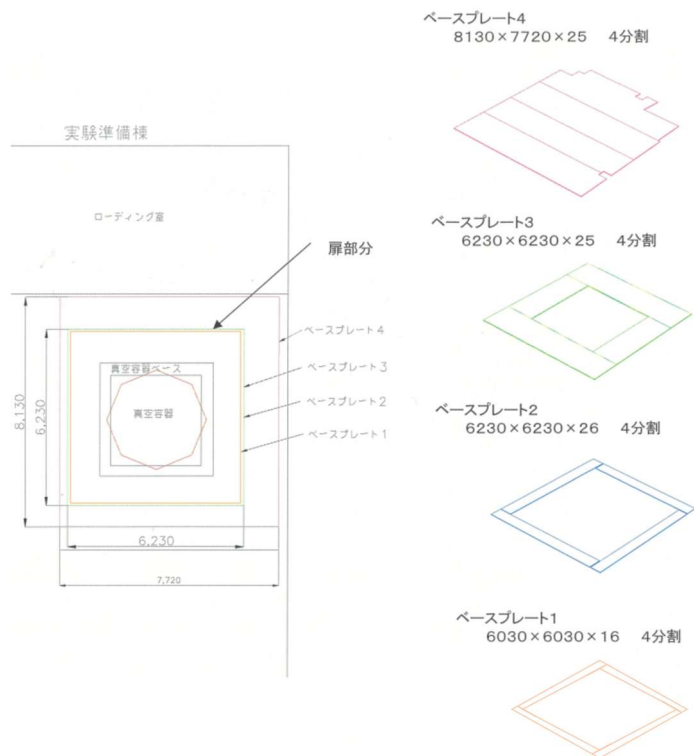


図 11 ベースプレート図

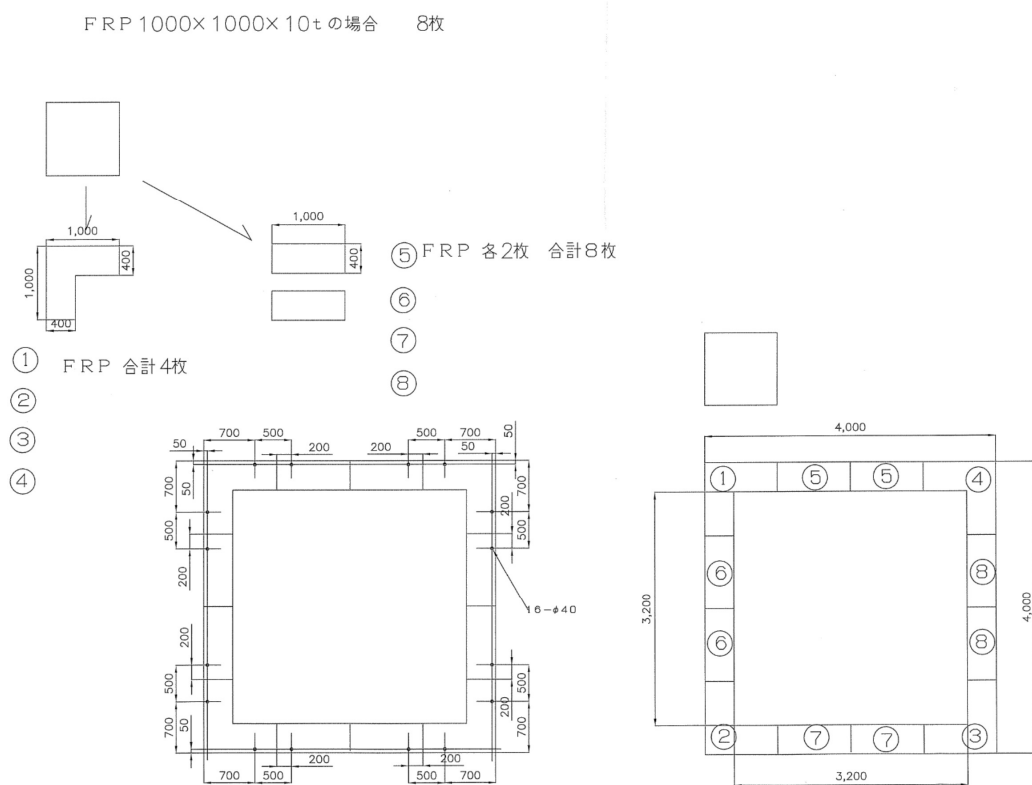
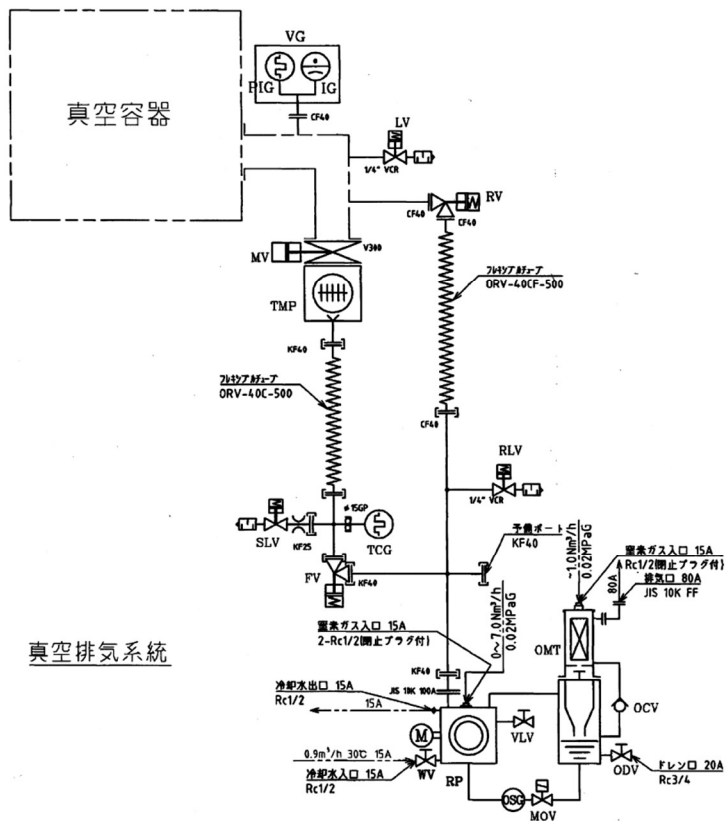


図 12 FRP 製プレート図



TMP	ターボ分子ポンプ	大阪真空	1	TGkine3304MVAB-B60
RP	ロータリーポンプ	大阪真空	1	P450
M	電動機		1	全形外周型内装 11kW 4P AC200V 50Hz 3φ
OMT	オイルミストトラップ	大阪真空	1	KC-7501
OCV	遮断弁		1	15A
MOV	油用電磁弁	CKD	1	AB41-03-7-03E
OSG	オイルガス		1	GFS. 10A
VLV	手動式リークバルブ		1	LV-3/8. 10A
ODV	グローブバルブ		1	20A
WV	グローブバルブ		1	15A
MV	300A型圧作動式ゲートバルブ	VAT	1	12150-JA24
RV	40A型圧作動式バルブ	SMC	1	XMA-40C-M98A
FV	40A型圧作動式バルブ	SMC	1	XLA-40-M98A
LV	エフアベレバルブ	Swagelok	1	SS-BNV51-2C
SLV	空圧作動式加圧バルブ	大阪真空	1	VDB25C-NC
RLV	空圧作動式リークバルブ	Swagelok	1	SS-4BK-V51-1C
VG	クリスタルインゼーグ	1	1	M-336MX-SP/C70
	真空計表示器	1	1	M-601GC
TCG	ターボ分子ポンプ	1	1	TG-550C(φ15)
	真空計表示器	1	1	M-012M

図 13 真空排気系統図

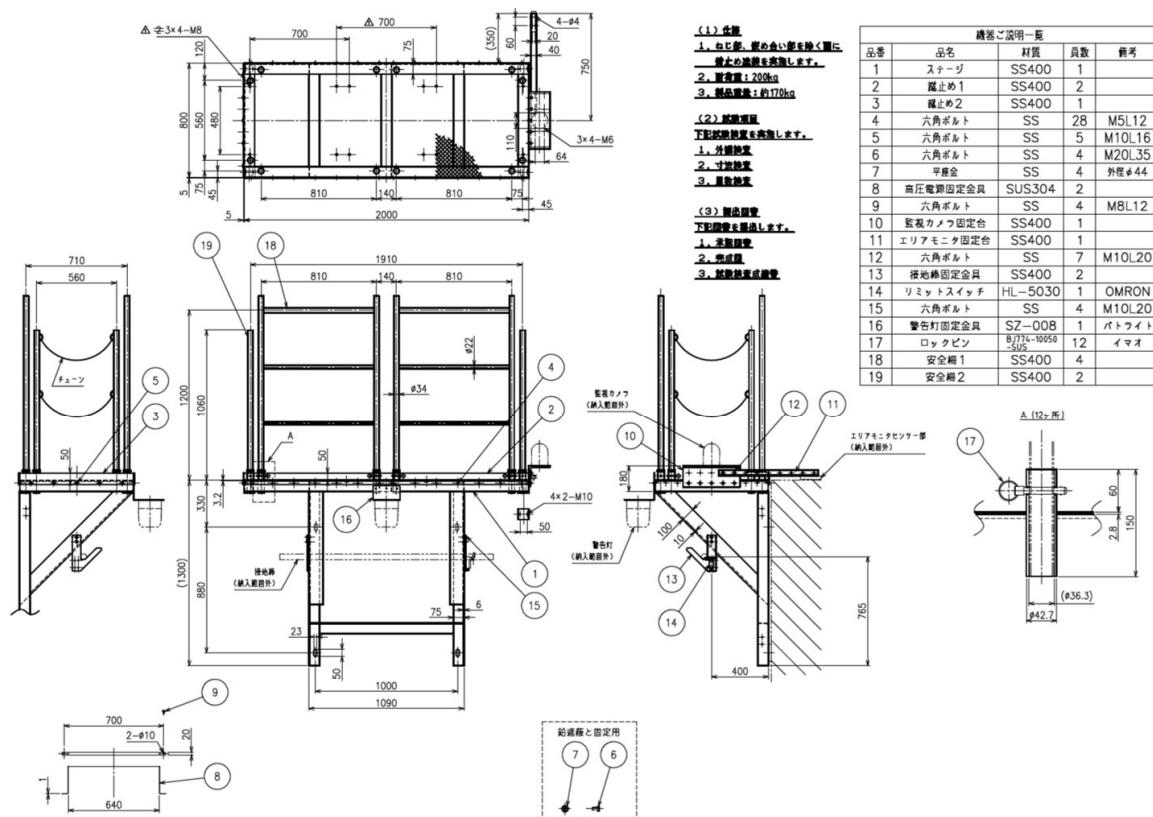


図 14 電源ステージ

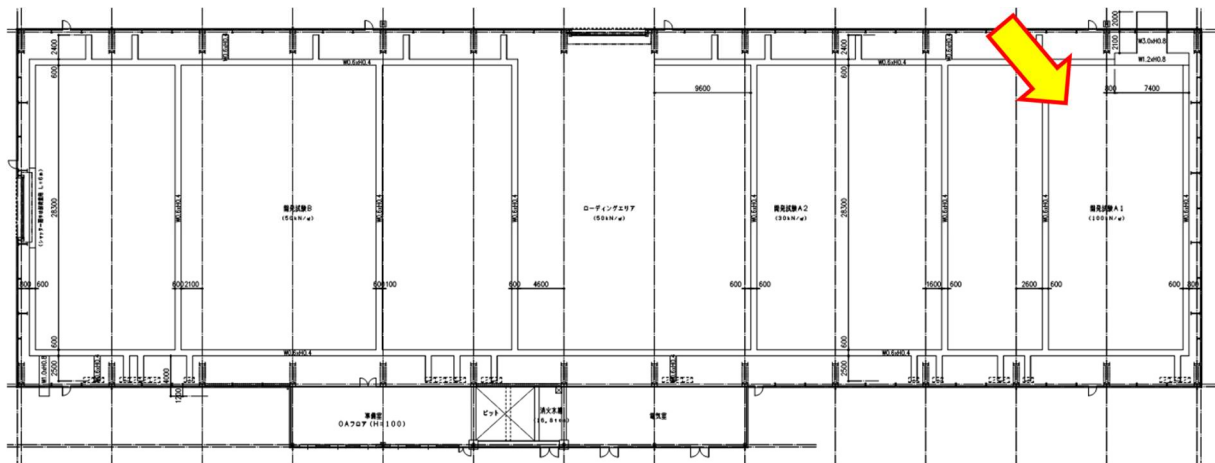


図 15 大型耐電圧試験装置設置場所

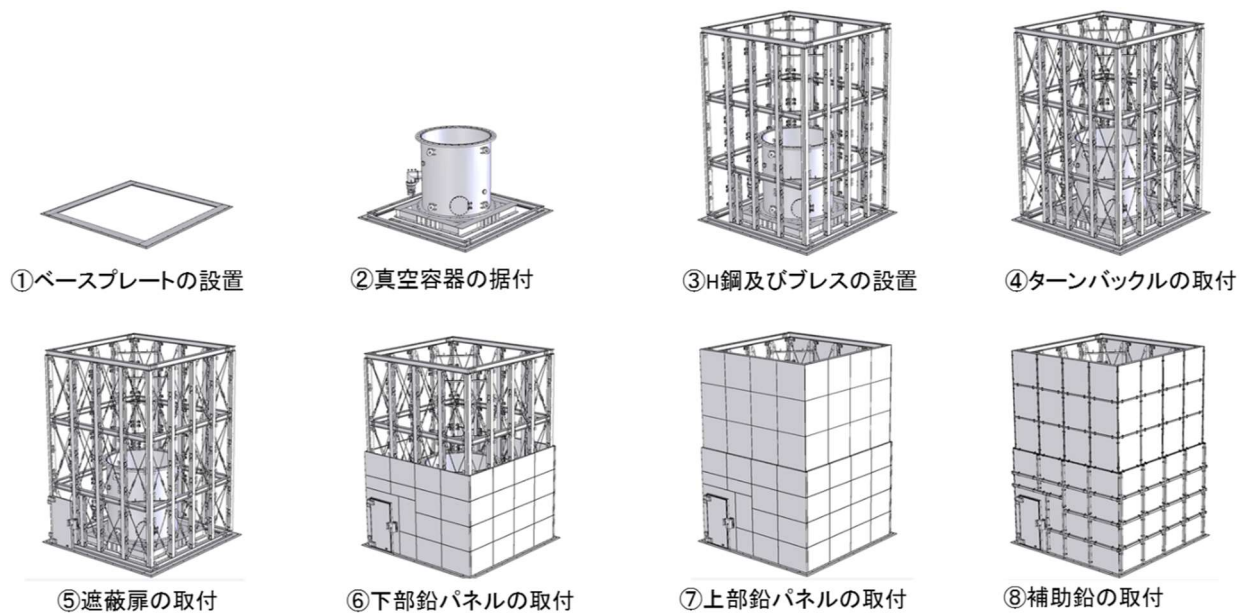


図 16 組立手順（案）