

真空容器排気系マニホールドのベーキングヒーターの整備 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
トカマクシステム技術開発部 JT-60SA 本体開発グループ

第 1 章 一般仕様

1. 件名

真空容器排気系マニホールドのベーキングヒーターの整備

2. 目的

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。）は、JT-60SA のプラズマ加熱実験に向けて機器の整備を実施する。本件は、本体機器付帯機器整備の一環として、真空容器内を排気するための真空容器排気系に使用しているマニホールドにベーキング用ヒーター及びベーキングが可能な電源の整備を行うものである。

3. 契約範囲

本件の契約範囲を示す。

- (1) ベーキングヒーター及びヒーター用電源盤等の設計、製作
- (2) ベーキングヒーター及びヒーター用電源盤等の整備
- (3) ケーブルの敷設
- (4) 試験検査
- (5) 図書作成

4. 作業場所

QST 那珂フュージョン科学技術研究所（以下「那珂研」という）

- (1) JT-60 実験棟本体室（第 1 種管理区域）
- (2) JT-60 実験棟組立室（第 1 種管理区域）
- (3) JT-60 実験棟真空排気設備室（第 1 種管理区域）
- (4) JT-60 実験棟本体機器制御室（第 2 種管理区域）
- (5) JT-60 地下ダクト I（第 2 種管理区域）
- (6) 那珂研構内
- (7) 受注業者手配の工場等（製作他）

5. 作業期間

本作業における現地作業期間は、契約締結日から令和 8 年 3 月 24 日までとする。ただし、詳細な作業日については QST と協議の上、決定するものとする。

6. 納期

令和 8 年 3 月 24 日

7. 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所

茨城県那珂市向山 801-1

QST 那珂研

JT-60 実験棟本体室

(2) 納入条件

据え付け調整後渡し

8. 検査条件

第1章 11 項の貸与品が返却されたことの確認、第2章 3.2 項の仕様を満たす製作品の納品、第2章 3.項に定める作業内容の完了及び第2章 4 項に定める試験検査の合格をもって検査合格とする。

9. 提出図書

受注者は、下表に定める各種図書を提出すること。

No.	図書名	提出時期	部数	型式	確認
1	全体工程表	契約後速やかに	3 部	紙	要
2	体制表	契約後速やかに	1 部	紙	不要
3	再委託承諾願 (QST 指 定 様 式)	作業開始 2 週間前。 (業務の一部の再委託等がある場合の み)	1 部	紙	要
4	打合せ議事録	打合せ後速やかに	1 部	紙	要
5	確認図	製作開始前までに※1	3 部	紙	要
6	試験検査要領書	試験検査 1 カ月前までに※2	3 部	紙	要
7	完成図書※3	納入時	3 部	紙	不要
8	外国人来訪者票	様式は QST 様式とする 外国籍の者、又は日本国籍で非居住者の 者が入構する 2 週間前までに (QST 那珂研に入構する場合)	1 部	電子 データ	要
9	その他 QST が 必要とする書類	その都度 (詳細は別途協議)	必要 部数	紙	別途 指示

[※1] 初版の提出期限を指す。

下記の確認方法に則って図書の改訂を行い、受理完了を製作開始前までに完遂すること。

[※2] 初版の提出期限を指す。

下記の確認方法に則って図書の改訂を行い、受理完了を試験検査開始前までに完遂すること。

[※3] 完成図書の内容は、確認図 (外形、組立図等)、試験検査成績書等とする。

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所

JT-60 制御棟 304 号室 (トカマクシステム技術開発部 JT-60SA 本体開発グループ)

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

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、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正を指示しないときは、受理したものとする。ただし、再委託承諾願については、QST が確認後、書面で回答する。外国人来訪者票については、QST の確認後、入構可否を文書又は電子メールで通知する。

10. 支給品

(1) 電気

本作業を行うに当たり必要とする場合に限り、QST の指定する場所から無償で支給する。

(2) 水

本作業を行うに当たり必要とする場合に限り、QST の指定する場所から無償で支給する。

11. 貸与品

以下を無償にて貸与する。具体的な返却方法は別途指示する。

(1) 設計図書、完成図

本件に関連する図書。

ただし、厳重な管理の下、取扱いに注意し、完了時には速やかに返却すること。また、契約目的以外に使用してはならないが、事前に QST の確認を得た場合はこの限りではない

(2) クレーン

本作業を実施するに当たり必要となる各建屋内に設置しているクレーン。ただし、使用前に所定の手続きを行い、必要な資格を有するものが操作すること。吊り具は受注者にて準備すること。各建屋に設置している天井クレーンの仕様は以下のとおり。

1) JT-60 実験棟本体室・組立室 : 250/70 ton、30/5 ton

2) その他 : 別途指示

(3) 管理区域用防護器材

第 1 種管理区域内作業に 2 週間以上連続して従事する作業従事者に対しては、第 1 種管理区域用作業衣、線量計を無償貸与する。

また、2 週間未満の作業従事者に対しては、第 1 種管理区域用作業衣、安全靴、ヘルメット、安全帯、及び線量計を無償貸与する。

(4) 資材置き場

本作業に必要な資材置き場は、可能な範囲において作業場所付近から無償貸与する。

(5) 放射化物・汚染物切断用工具

仮置き作業に当たり既設の放射化物の切断、加工を行う際に必要な電動工具の内、QST で保管されている電動工具は無償貸与する。ただし、消耗品については受注者が準備するものとする。

12. 品質管理

受注者は、本契約に係る全ての工程において十分な品質管理を行うこととする。

13. 適用法規・規格基準

本契約に係る全ての作業工程においては、以下の法規・規格基準等を適用又は準用して行うこと。

(1) 労働安全衛生法、労働基準法

(2) 日本産業規格(JIS)

(3) QST 内諸規程、規格、JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領

(4) その他関係する諸法令・規格・基準

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社員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。

15. 安全管理等

(1) 一般安全管理

- ① 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。また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災その他の事故防止に努めるものとする。
- ② 作業現場の安全衛生管理は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。
- ③ 受注者は、作業着手に先立ちQSTと安全について十分に打合せを行い、作業要領書を作成し、QSTの確認を得てから作業に着手すること。
- ④ 受注者は、作業現場の見やすい位置に作業責任者名及び連絡先等を表示すること。
- ⑤ 作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面にも十分に注意すること。
- ⑥ 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。
- ⑦ 受注者は、本作業に使用する機器・装置の中で地震等により安全を損なう恐れのあるものは、可能な限り転倒防止対策等を施すものとする。
- ⑧ 火気を使用する際には、事前に「火気使用届」の提出等の必要な手続きを行うものとする。作業は、付近に可燃物がないことを確認し、作業を実施するものとする。また、火気使用終了から最短 1 時間内は残り火を点検し、異常のないことを確認してから作業を終了すること。
- ⑨ 高所作業時は、作業員の転落や機器物品の落下防止をするための措置を施し、細心の注意を払って作業を行うものとする。
- ⑩ 受注者は、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。また、平常時においても、QSTが安全確保のために指示を行った場合は、それに従うものとする。

(2) 放射線管理

- ① 受注者が管理区域内で作業を行う場合は、QSTが定める放射線管理仕様書を遵守しなければならない。
- ② 放射線管理及び異常時の対策は、QSTの指示に従うこと。

(3) その他

- ① 受注者は、従事者に対して法令上の責任及び風紀の維持に関する責任を負うこと。
- ② 作業監督者は、QST担当者と常に密接に連絡を取りながら作業を進め、QSTが行う作業工程調整と協調すること。
- ③ 作業員は、放射線管理区域内作業の経験を有するか、又は事前に十分な教育を受けた者とする。
- ④ 受注者は、QSTが量子科学技術に関する研究・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。

16 技術情報及び成果公開

本契約に関して発生する技術情報及び成果公開の取扱いは以下によるものとする。

16.1 技術情報の開示制限

受注者は、本契約を実施することによって得た技術情報を第三者に開示しようとするときは、あらかじめ書面による QST の承認を得なければならないものとする。QST が、本契約に関しその目的を達成するために受注者の保有する技術情報を了知する必要がある場合は、QST と受注者との協議の上、受注者は当該技術情報を無償で QST に提供するものとする。

16.2 成果の公開

受注者は、本契約に基づく業務の内容及び成果について、発表若しくは公開し、又は特定の第三者に提供しようとするときは、あらかじめ書面による QST の承認を得なければならないものとする。

17 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。

18 協議

- (1) 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) 受注者は、製作、納入等において、軽微な（性能及び工期、積算に影響がない）変更を行う場合には、事前に QST と協議を行うこと。また、QST は、受注者との合意のもと、軽微な（工期、積算に影響がない）変更を行う場合がある。

第2章 技術仕様

1. 一般事項

本件では、真空容器排気系 C 系統マニホールドを 200℃ベーキングする機能を整備する。2.項に示す真空容器排気系の概要及び図面等、3.項に示す仕様並びに 4.項に示す試験検査内容を確認し、真空容器排気系の構造等や本件についてよく理解し、作業を実施すること。

2. 真空容器排気系の概要

真空容器排気系は、JT-60SA の真空容器を大気圧から超高真空まで真空排気する設備である。大気圧から高真空までの真空排気を効率的に実施するため、C 系統と D 系統の真空排気系統及びこれらを真空容器と接続するためのφ1500 mmのマニホールドから構成される。図-1 に真空容器排気系の概念図を示す。

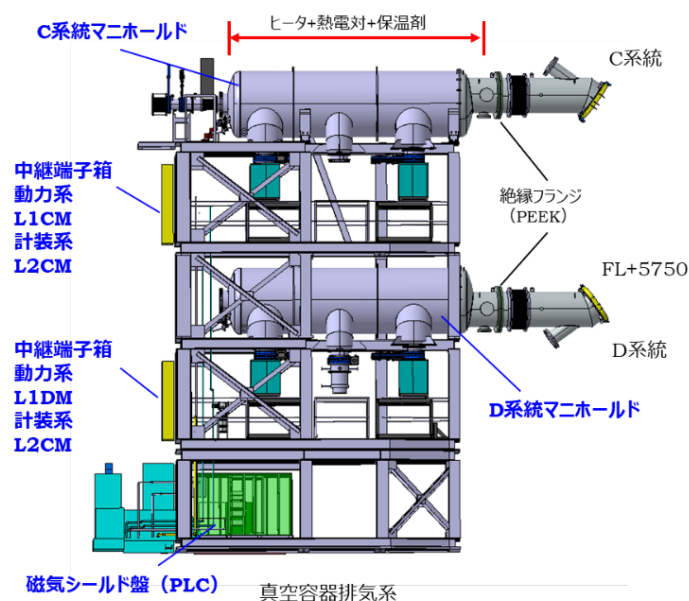


図-1 真空容器排気系概念図

3. 仕様

3.1 共通事項

- (1) 受注者は、第 1 章 10.項に示す支給品及び第 1 章 12.項に示す貸与品以外に本件で必要となる物品等を全て調達する。
- (2) 既設 C 系統及び D 系統のマニホールド、真空排気系架台は放射化物なので、溶接、穴あけ等の加工を行う場合には、放射線防護機材の着用、並びに飛散防止の養生を行うこと。
- (3) ベーキングヒーター、熱電対、保温材の設置及びケーブル敷設する際は、C 系統及び D 系統のマニホールド周辺に足場を組立て作業行うものとする。
- (4) 新規に敷設するケーブル類は、原則 IEEE-383 適合（垂直トレイ燃焼試験の合格）の難燃性ケーブルを使用すること。なお、専用ケーブルについては除く。

3.2 ベーキングヒーター及びヒーター用電源盤等の設計、製作

真空容器排気系 C 系統マニホールドを 200℃ベーキングを行うために必要なベーキングヒーター（熱電対、保温材を含む）、ヒーター用電源盤の設計、製作を行うこと。

3.2.1 ベーキングヒーター

C 系統マニホールドを 200℃ベーキングを行うために必要なベーキングヒーターを設計し、整備すること。

(1) ヒーター仕様

ヒーターは 200℃の自己温調タイプを使用したベーキング用マントルヒーター、またはシースヒーター等を使用すること。また、ヒーターの外表面には、保温材を設置すること。

① 対象設備

ヒーターを設置する真空容器排気系 C 系統マニホールドの概略仕様は下記のとおり。図-2 にヒーター取り付け対象のマニホールドの概略仕様、図-3 にマニホールドの設置状況を示す。

ア 寸法

・マニホールド（鏡板含む）

外径：1,518 mm、内径：1,500 mm、板厚：9 mm

イ 重量

・約 4,500kg

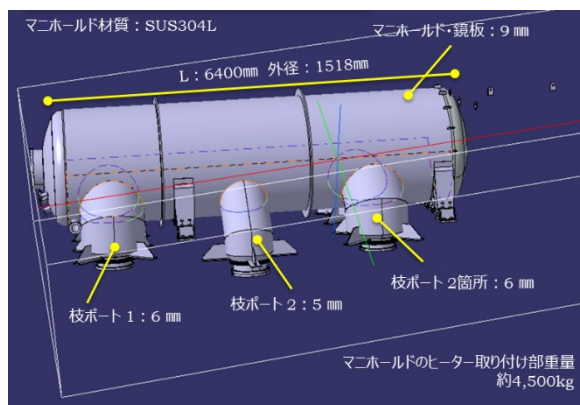


図-2 マニホールドの仕様概要

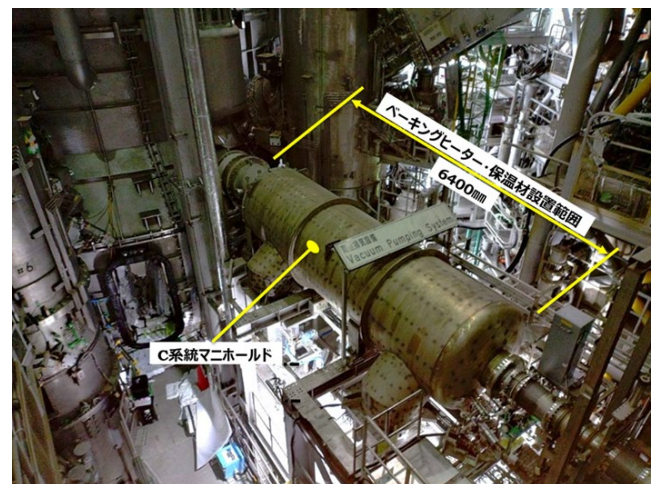


図-3 既設マニホールドの設置状況

② 電源

電源は、JT-60 地下ダクト I の真空排気常用系分電盤から給電する。電源回路は、三相 200V、遮断器（MCB）が 400AF、300AT の電源を使用する。給電は、ヒーター用電源盤を介して各ヒーターへ行うものとする。

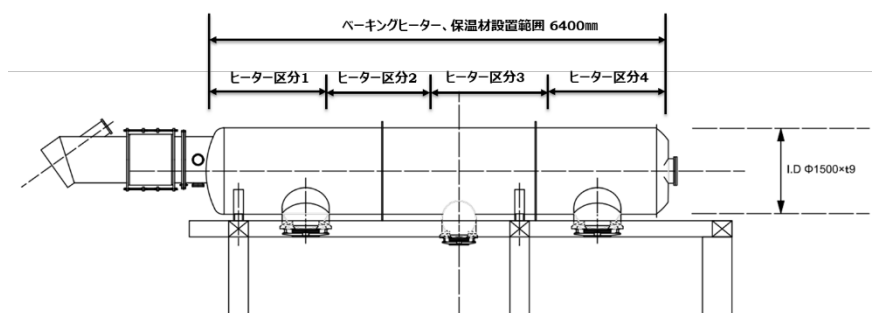


図-4 ヒーターの電源区分概要

③ 取付け方法

ヒーターには、JT-60SA の実験運転中に最大 50mT の高磁場に曝されるため、落下防止のため金属バンド等でマニホールドに固定すること。

3.2.2 保温材

各ヒーターには、マニホールドを保温するために保温材を取り付ける。

(1) 仕様

保温材表面温度は、マニホールドを 200℃ベーキング時に 60℃±15℃とする。

保温材の構造イメージを図-5 に示す。

厚み：50 mm

保温材材料

内装クロス（ヒーター側）	：セラミックファイバークロス
ブラケット	：セラミックファイバークロス
外挿クロス	：グラスファイバークロス
表面温度	：60℃±15℃

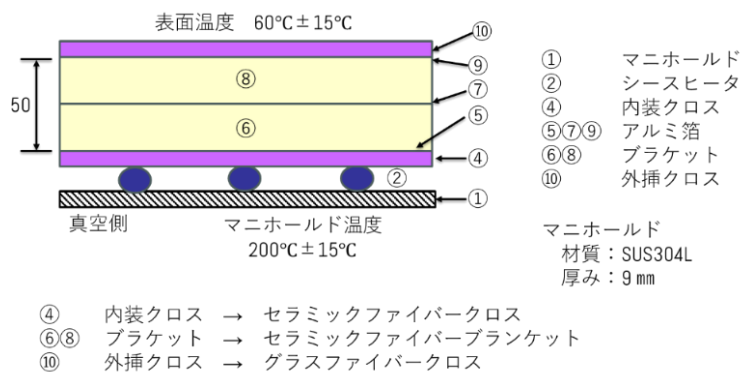


図-5 保温材構造イメージ

(2) 取付け方法

保温材は、金属ベルトや固定治具により落下しないように固定できる構図とする。

3.2.3 熱電対の仕様

ベーキング温度（ヒーター温度）を監視、制御するための熱電対を整備する。

(1) 仕様

K タイプシース型熱電対

素線の種類	：K（CA）
階級	：JIS クラス 2（0.75 級）
温接点	：非接地形
端子形状	：端子内蔵型
員数	：ヒーター設置区分毎

(2) 設置位置

ヒーターの制御分割ごとに各 1 本設置する。詳細な設置個所については、別途 QST と打合せを行い決定する。

3.2.4 ヒーター用電源盤

ヒーターへの給電、及び給電を ON/OFF することでベーキングの温度を制御するヒーター用電源盤の設計、整備する。図-6 に制御系の概念図を示す。

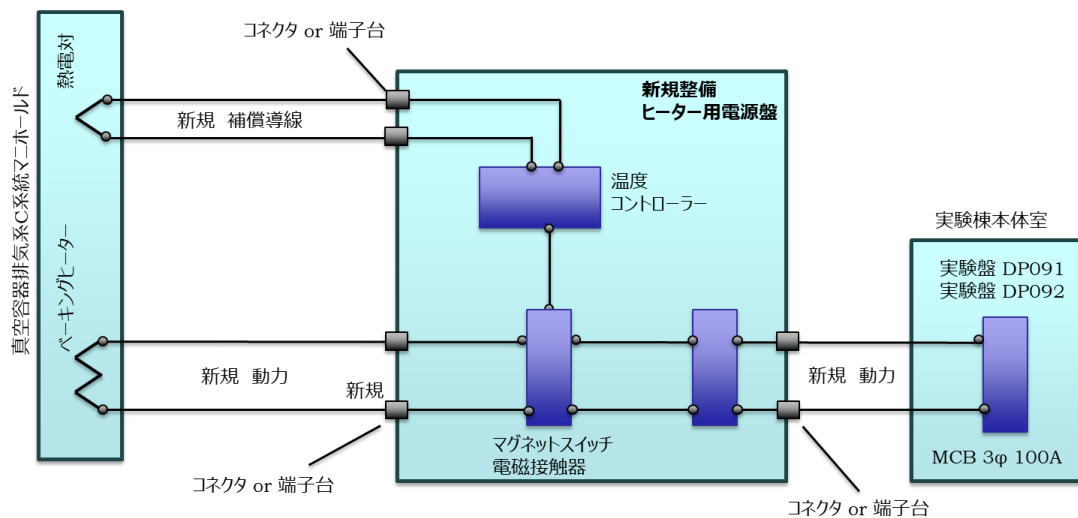


図-6 制御系の概念図

(1) 仕様

- ・ヒーター用電源盤は、JT-60 地下ダクト I に整備する。
- ・ヒーター電源盤への給電は、JT-60 地下ダクト I の真空排気常用系分電盤から給電する。電源回路は、三相 200V、遮断器（MCB）が 400AF、300AT を使用する。
- ・ヒーターへの給電系統は、4 分割にすることを基本とする。各区分には、漏電遮断器、マグネットスイッチ（電磁開閉器）及び温度調整器など制御に必要な機器を設置し、ヒーターの過昇温防止と温度制御を行えるものとする。温度制御は、温度調整器の設定温度に対してマグネットスイッチを ON/OFF することで制御することとする。また、過昇温の設定値を超える温度を超えた場合には、対応する系統のヒーター電源が自動 OFF できるものとする。
- ・ヒーター用電源盤は自立型とし、単体でキャスターにより移動、アジャスターにより固定できる構造とする。
- ・ケーブル類の接続は、コネクタ、又は端子台で行うものとする。

3.3 ベーキングヒーター及びヒーター用電源盤等の整備

(1) ヒーター等の設置

- ・3.2 項で製作したヒーター、熱電対及び保温材を真空容器排気系 C 系統マニホールドに金属バンド等により固定すること。
- ・ヒーター等の設置場所は高所となるので足場等を設置し安全を確保した後、作業を行うこと。

(2) ヒーター用電源の設置

- ・ヒーター用電源盤を JT-60 地下ダクト I にエレベータ等から搬入し、アンカーボルトより床に固定すること。概略の設置場所を図-7（3.4 項）に示す。

(3) 共通事項

- ・既設真空排気設備架台、C 系統マニホールド等は、放射化物に該当するので、溶接、加工する場合には、放射線防護保護具の着用（半面マスク等）及び養生を行うものとする。詳細は QST と協議し、決定するものとする。
- ・JT-60 実験棟本体室、組立室他の第 1 種管理区域内に持ち込んだ全ての物品は、QST の汚染検査を

受検し、許可を受けた後に搬出すること。

3.4 ケーブルの敷設

マニホールドの 200℃ベーキングを行うに当たり、必要な動力ケーブル、制御用ケーブル、計装用ケーブル等ベーキングに必要なケーブルを敷設すること。

(1) 共通事項

① ケーブル仕様

ケーブルは専用ケーブルを除き、高難燃性ケーブル IEEE std.383（垂直トレイ燃焼試験）の合格品とする。

② ケーブルの線種

- ・動力用ケーブル : 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル (CV)
- ・制御用ケーブル : 制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル (CVV) 又はシールド付 (CVV-S)
- ・計装用ケーブル : 制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル (CVV) 又はシールド付 (CVV-S)
- ・熱電対用補償導線 : ビニル絶縁ビニルシース補償導線

③ ケーブルの最小サイズ

新規敷設するケーブルの原則として最小サイズは、下記のとおり。

- ・制御用ケーブル : 断面積 2.0mm² 以上
- ・計装用ケーブル : 断面積 1.25mm² 以上
- ・熱電対用補償導線 : 断面積 1.3mm² 以上

④ ケーブル長

目安の長さを各ケーブルの仕様に示しているが、敷設に当たり現地を確認の上で敷設する。

⑤ 表示

各配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

(2) 動力用ケーブル

動力用ケーブルの配線ルートの概略を図-7 に示す。

① C 系統・D 系統動力系 (L1CM) とベーキング温度制御盤間の敷設 (200V 系)

本体室の C 系統動力系 (L1CM) から JT-60 地下ダクト I に新規に設置するヒーター電源盤まで動力用ケーブルを敷設すること。ルートは、L1CM から真空排気設備室の EP2B 中継端子盤 (L21) を介してヒーター電源盤までとする。なお、L1CM から真空排気設備室の EP2B 中継端子盤 (L21) は既設ケーブルを使用すること。ケーブル長は、約 30m。

② C 系統動力系 (L1CM) と EP2B 端子中継盤 (L21) の接続先

1186LP3B の接続先は下記のとおり。

C 系統の予定接続端子一覧

配線分割区分	ヒーター番号	線番	L1CM 端子番号	L21 端子番号	サイズ
配線分割 1	H101C	J4527M1	TB20-1,2	TB20-1,2	38SQ
配線分割 2	H201C	J4527M2	TB20-3,4	TB20-3,4	38SQ
配線分割 3	H301C	J4527M3	TB20-5,6	TB20-5,6	38SQ
配線分割 4	H401C	J4528M1	TB20-8,7	TB20-8,7	60SQ

③ 真空排気常用系分電盤とベーキング温度制御盤間の敷設（200V 系）

JT-60 地下ダクトⅠの真空排気常用系分電盤（1186DP1）から新規に設置するヒーター電源盤まで動力用ケーブルを敷設すること。ケーブル長は、約 30m。

1186DP1 の接続先は、予備 MCB8（3P 400AF 300AT）の 2 次側端子とする。

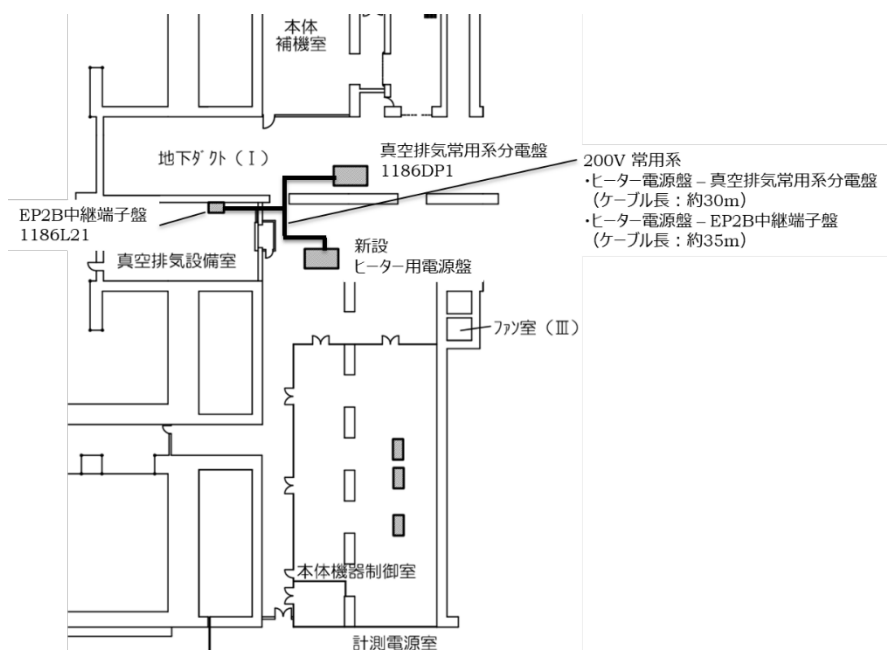


図-7 動力用ケーブルの配線ルートの概略

(3) 熱電対用補償導線

① 本体室の C 系統計装系（L2CM）から本体機器制御室真空排気 CD 系統ベーキング制御盤（1186 LP3B）を經由して新規に設置するヒーター電源盤まで熱電対用補償導線を敷設する。なお、C 系統計装系（L2CM）から本体機器制御室真空排気 CD 系統ベーキング制御盤（1186 LP3B）間は既設ケーブルを使用すること。

② 本体機器制御室真空排気 CD 系統ベーキング制御盤（1186 LP3B）を經由して新規に設置するヒーター電源盤に敷設するケーブルは 4 本で、ケーブル長は約 55m/本である。図-8 に熱電対用補償導線の概略配線ルートを示す。

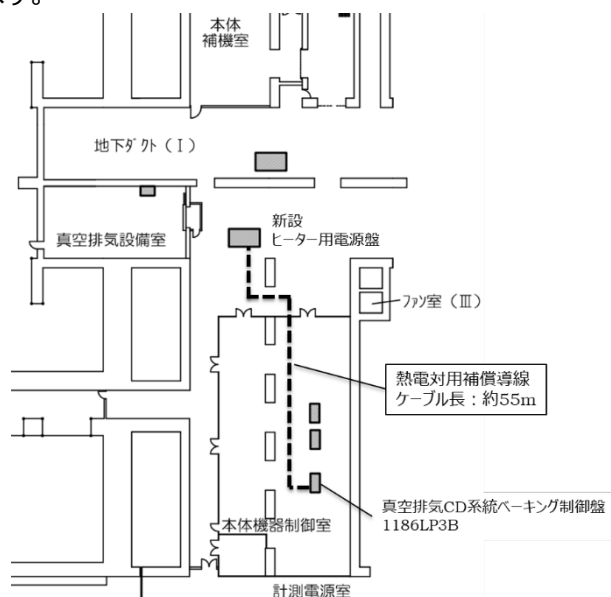


図-8 熱電対用補償導線の概略配線ルート

- ③ 真空排気 CD 系統ベーキング制御盤（1186 LP3B）の接続先
熱電対用補償導線の 1186LP3B の接続先は下記のとおり。

C 系統の予定接続端子一覧

配線分割区分	機器番号	線番	端子番号
分割 1	TE101C	J4405H1	TB70-1,2
分割 2	TE102C	J4405H1	TB70-3,4
分割 3	TE103C	J4405H1	TB70-5,6
分割 4	TE104C	J4405H1	TB70-7,8

4. 試験検査

受注者は、確認済みの試験検査要領書に従い、下表に示す試験検査を実施すること。
また、その結果を試験検査成績書にまとめ、提出すること。

項目	方法	判定基準
外観検査	目視	機能を害する変形、傷又は汚れがない。
員数検査	目視	仕様書等のとおりである。
ヒーター抵抗値測定	テスターによる測定	測定値があること
絶縁抵抗試験	絶縁抵抗計による測定	DC500V メガーにおいてヒーターと GND 間の測定を行い、0.2 MΩ以上であること。
導通検査	テスターによる接続されている端子間の導通を確認	端子間に導通があること
昇温確認	各ヒーターに通電	温度調整器で温度が上昇することを確認 ※到達温度の確認はなし
動作試験	各ヒーターを ON/OFF	各ヒーターの ON/OFF 操作が行えること
温度制御確認	温度調整器の設定温度を変更し、接点を動作させる	各ヒーターにおいて、設定温度以上になった際に、電源が自動で OFF となること。

以 上