

ITER 第一壁冷却配管及び配管蓋溶接試験装置の改造

Modification of Welding Test Equipment for ITER First Wall Cooling Pipe and Cap

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

ITER プロジェクト部 遠隔保守機器開発グループ

目次

1	一般仕様	1
1.1	件名	1
1.2	目的及び概要	1
1.3	契約範囲	1
1.4	作業実施場所	1
1.5	納入場所及び納入条件	1
1.6	納入物及び納期	2
1.7	提出図書	3
1.8	検査条件	4
1.9	支給品	4
1.10	貸与品	4
1.11	品質保証	5
1.11.1	一般事項	5
1.11.2	本件に係る品質保証	5
1.11.3	品質保証に関する情報の提供等	5
1.11.4	品質監査について	6
1.11.5	品質計画書（Quality Plan: QP）について	6
1.11.6	提出図書について	7
1.12	適用法規等	8
1.13	打合せ	8
1.14	知的財産権・技術情報の取り扱い・成果の公開	8
1.15	情報セキュリティの確保	9
1.16	グリーン購入法の推進	9
1.17	協議	9
2	BRHS の一般的要求事項	10
3	機器設計条件	10
4	技術仕様	10
4.1	ブラケット保守工程	11
4.2	作業内容の概要及び参考情報	17
4.2.1	WTE 仕様	18
4.2.2	配管溶接パラメータ	21
4.3	PWT 試作機の設計・製作	22
4.3.1	PWT 試作機の設計	22
4.3.2	PWT 試作機の製作	24
4.3.3	PWT 試作機の検査	24
4.4	PAT 試作機の改造	26
4.4.1	設計情報：PAT 試作機の仕様	26

4.4.2	PAT 試作機の改造設計	28
4.4.3	PAT 試作機の改造	28
4.5	WTE の改造	29
4.5.1	溶接試験架台の改造	29
4.5.2	制御装置の改造	32
4.6	PAT 試作機及び PWT 試作機の統合溶接試験	33
4.6.1	統合溶接試験	33
4.6.2	溶接ケーブル長が溶接品質に与える影響の評価試験	37
4.7	図書類の作成	37

別紙 1 イーター調達取決めに係る品質保証に関する特約条項

別紙 2 知的財産権特約条項

別紙 3 イーター実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項

別紙 4 本契約において遵守すべき「情報セキュリティの確保」に関する事項

別紙 5 ITER 第一壁及び遮蔽ブロックの遠隔保守ツール設計製作仕様

別紙 6 Quality Classification Determination (ITER_D_24VQES v5.2)

1 一般仕様

1.1 件名

ITER 第一壁冷却配管及び配管蓋溶接試験装置の改造

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、ITER 機構との間で締結した「遠隔保守システム調達取り決め」に基づき、ITER ブランケット遠隔保守システムの設計・製作を進めている。ブランケットモジュール（BM）を構成する第一壁（FW）を遮蔽ブロック（SB）に設置する際は、FW と SB の内部を通る 2 本の冷却配管及び配管蓋を遠隔操作により溶接する必要がある。その一環として、QST ではブランケット冷却配管の遠隔溶接に使用する TIG 溶接法（タングステニナートガス溶接法）を用いる溶接ツールの開発を実施している。

配管の溶接においては溶接品質の向上を目的として、溶接実施前に開先合わせツールと呼ばれるツールを用いて 2 本の配管の開先誤差を補正し、その状態で溶接を実施する。そのため、配管溶接ツールは開先合わせツールの内部に挿入して固定（統合）した状態で溶接を実行できることが要求される。その後、蓋サポートと呼ばれる FW 側の配管出口側に配管蓋を取り付け、溶接により接合する。

本件では、配管溶接ツール試作機の設計・製作、開先合わせツールの改造、冷却配管及び配管蓋溶接試験装置（溶接試験架台及び制御装置を含む）の改造を行い、開先合わせツール及び配管溶接ツールを統合した構成における配管溶接試験を実施し、ツール設計の妥当性を評価するものである。

1.3 契約範囲

本件では以下の作業を実施する。

- (1) 配管溶接ツール試作機の設計・製作
- (2) 開先合わせツール試作機の改造
- (3) 冷却配管及び配管蓋溶接試験装置の改造
- (4) 開先合わせツール試作機及び配管溶接ツール試作機の統合溶接試験
- (5) 図書類の作成

1.4 作業実施場所

受注者事業所内

1.5 納入場所及び納入条件

- (1) 納入物件
 - (a) 1.6 項に示す納入物：1 式
 - (b) 1.7 項に示す提出図書：1 式

(2) 納入場所

(a) 装置、物品類：QST 那珂フュージョン科学技術研究所 第一工学試験棟

(b) 図書類：QST 那珂フュージョン科学技術研究所 ITER 研究開発棟 R134 室

(3) 納入条件：持込渡し

(4) 確認方法：QST は、確認のために提出された図書（表 1～表 3 において「確認：要」の図書）を受理したときは、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」は、QST の確認後、書面にて回答するものとする。

1.6 納入物及び納期

(1) 納入物：表 1 及び表 2 のとおりとする。

- ・表 1 の図書類については、紙媒体(各 1 部)の他、電子ファイル(正式版の PDF ファイルに加え、Microsoft Word, Excel, Power Point ファイルなど編集可能な元ファイル)を CD などの記録媒体に格納して持込渡しにて提出すること。なお、使用言語は表内に示す言語欄に従うこととするが、日本語で作成する図書においても図表のキャプションは原則英語で表記すること。

(2) 納期：令和 10 年 3 月 22 日

表 1 納入物（図書類）

#	図書名	図書に記載すべき対象の項番と内容
1	3D CAD モデル	4.3.1 項：配管溶接ツール試作機の製作図 4.4.2 項：開先合わせツール試作機の改造図 4.5 項：冷却配管及び配管蓋溶接試験装置の改造図
2	製作報告書	4.3.2、4.3.3 項：配管溶接ツール試作機の改造及び検査結果 4.4.3 項：開先合わせツール試作機の改造結果 4.5.1 項：溶接試験架台の改造結果 4.5.2 項：制御装置に追加した機能の説明
3	溶接試験報告書	4.6.1 項：統合溶接試験結果 4.6.2 項：溶接ケーブル長が溶接品質に与える影響の評価試験結果

表 2 納入物（装置・物品類）

#	納入物名	数量
1	溶接後及び溶接を実施していない溶接用サンプル	一式
2	製作した配管溶接ツール試作機	一式
3	改造した開先合わせツール試作機	一式
4	改造した冷却配管及び配管蓋溶接試験装置	一式
5	作成した制御プログラムを保存した USB メモリなどの記録媒体	1 台

1.7 提出図書

受注者は、表 3 に示す図書を作成し提出すること。提出方法は、紙媒体(各 1 部を郵送)の他、電子ファイル(PDF ファイルをメール送付)を提出すること。なお、使用言語は表の言語欄に従うこととする。

表 3 提出図書

図書名	提出時期	言語	部数	確認
作業体制表及び工程表	契約後速やかに	日	1 部	要
Quality Plan	契約締結後速やかに	英	1 部	要
打合せ議事録	打合せ後 2 週間以内	日	1 部	要
WPS（溶接施工要領書）*	各溶接試験実施の 1 週間前まで	英	1 部	要
確認図*	各種製作、改造の実施前	日	1 部	要
提出図書に関わる 電子ファイルを納めた CD	納入時	-	1 式	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前 ※下請負等がある場合に QST 指定書式 にて提出のこと。	日	1 部	要

*：図書作成の対象となる作業は表 4 に示す。

表 4 WPS 及び確認図の対象作業

図書#	図書名	図書に記載すべき対象の項番と内容
1	WPS (溶接施工要領書)	4.3.3 項：配管溶接ツール試作機検査の WPS 4.6.1 項：統合溶接試験の WPS 4.6.2 項：溶接ケーブル長が溶接品質に与える影響の評価試験の WPS
2	確認図	4.3.1 項：配管溶接ツール試作機の製作図 4.4.2 項：開先合わせツール試作機の改造図 4.5.1 項：溶接試験架台の改造図

1.8 検査条件

1.6 項に示す納入物及び 1.7 項に示す提出図書がそれぞれ納入され、本仕様書に定める業務が実施されたこと及び 1.10 項に定める貸与品が返却されたことを QST が確認したときをもって検査合格とする。

1.9 支給品

(1) 品名（いずれも無償）

(a) 開先合わせツール試作機：1 台

(b) AC サーボモータ（多摩川精機）

- ・ TS4602N3011E200：1 台
- ・ TS4601N3012E200：1 台
- ・ TS4603N3017E200：1 台
- ・ TS4603N3019E200：2 台

(c) 溶接用サンプル（形状は 4.3.3.1 項及び 4.6.1.1 項を参照）

- ・ 配管サンプル FW 側：2 体
- ・ 配管サンプル SB 側：2 体
- ・ 実機模擬配管サンプル FW 側：10 体
- ・ 実機模擬配管サンプル SB 側：10 体

(2) 引渡場所・方法

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 第一工学試験棟にて引き渡し
（輸送業者は受注者で手配すること。

なお、同棟内の天井クレーンの操作は QST 担当者が担当する。）

1.10 貸与品

(1) 品名（いずれも無償）

(a) 装置・治具類

- ・ U 字配管治具：1 体
- ・ 溶接電源（ダイヘン DT300PII）：1 台

- ・酸素濃度計（YOKOGAWA OX102）：1 台
- ・冷却配管及び配管蓋溶接試験装置：1 台
- (b) 図書・データ
 - ・ 1. 11. 5 項及び 4 章の表 6 に示す適用図書：一式
- (2) 引渡場所・方法
 - (a) 装置・治具類：QST 那珂フュージョン科学技術研究所 第一工学試験棟にて引き渡し
 （輸送業者は受注者で手配すること。
 なお、同棟内の天井クレーンの操作は QST 担当者が担当する。）
 - (b) 図書・データ：QST 那珂フュージョン科学技術研究所 ITER 研究開発棟 R134 室
 にて手渡し又は郵送（着払い）、メール送付
- (3) 返却場所・方法
 - (a) QST 那珂フュージョン科学技術研究所 第一工学試験棟に持込渡し
 （同棟内の天井クレーンの操作は QST 担当者が担当する。）

1. 11 品質保証

1. 11. 1 一般事項

- (1) 受注者は、下記に示す項目を保証するよう適切な品質システムを遂行すること。
 - (a) 契約要求事項に実施内容が合致していること。
 - (b) 規格等に準拠していることを示す証拠が維持/保存されること。
- (2) 受注者の遂行する上記の品質システムは下記を満たすこと。
 - (a) 契約に基づき実施される設計等すべての行為を網羅するものであること。
 - (b) 作業の開始に際して、QST に提出する Quality Plan に記載されていること。
- (3) 受注者は、再委託先についても有効な品質システムを備えることを保証すること。
 再委託先業者がこれを満たさなかった場合、受注者は再委託先の施設などにおいて品質を確立/維持するために必要な全ての活動の責任を負うものとする。

1. 11. 2 本件に係る品質保証

品質保証については、「イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項」（別紙 1）に定められたとおりとする。

なお、本契約の設計対象機器の品質等級は「クラス 2（SR）」（別紙 6 参照）である。

1. 11. 3 品質保証に関する情報の提供等

- (1) 本仕様に関し、QST (ITER 機構含む) は、受注者に対し検討内容の進捗状況の報告依頼を書面にて通知することにより、受注者 (受注者の再委託先も含む) の施設などにおいて、作業の進捗状況確認及び試験検査に立ち会う権利を有するものとする。なお、上記を実施する日時については協議の上決定する。
- (2) 受注者 (受注者の再委託先も含む) は、QST (ITER 機構含む) に対し、その要求があった場合、本契約の適切な管理運営を証明するために必要な文章及びデータを提

供又は提示するものとする

1.11.4 品質監査について

- (1) QST は、本契約締結後 1 年以内に受注者における品質保証に係る監査を実施することがある。
- (2) 受注者が ISO9001 未承認の場合、QST の判断に基づき、契約締結後速やかに監査を実施することがある。
- (3) 契約締結後の当初監査から 14 カ月以内に再度監査を実施する。
- (4) 2 回目以降の監査では、対象分野を限定して実施する。
- (5) 受注者が品質に係る重要業務をアウトソースする場合は、必要に応じて当該業務のアウトソース先の業務の実施状況の確認を監査に含むことができることとする
- (6) 監査の時期及び実施する範囲は、監査を実施する少なくとも 14 営業日より前に受注者に通知されるものとする。

1.11.5 品質計画書 (Quality Plan: QP) について

受注者は、本仕様書による要求事項をどのように満足するかを示す Quality Plan を ITER 機構指定様式(QP Template for suppliers and subcontractors, ITER_D_2MLX45)を用いて、英語により作成し提出すること。

Quality Plan には以下の内容を含む。

- (1) 品質目標・適用範囲
- (2) 品質保証体制(資源配分、義務、責任、権限など)
- (3) 図書管理
- (4) 記録及びその管理方法
- (5) 変更管理
- (6) 逸脱管理
- (7) 不適合管理
- (8) 情報交換の方法

Quality Plan は、原則として受注者のみならず品質に係る重要業務を実施する下請業者を含む供給者が提出しなければならない。品質に係る重要業務については QST と受注者の協議の上決定する。契約締結後、速やかに QST に Quality Plan を提出し確認を受けること。ただし、下請業者の Quality Plan は、下請業者決定後 2 週間以内に QST へ提出し確認を受けること。

QST は、ITER 機構の了解を得るため、供給者の Quality Plan を ITER 機構に提出する。

Quality Plan を変更しようとする場合、Quality Plan を再提出し、再度 QST の確認を得ること。

詳細は、Requirements for Producing a Quality Plan (ITER_D_22MFMW v4.0) を参照すること。

1.11.6 提出図書について

(1) 提出図書の文書管理

文書管理は、受注者の品質マネジメントシステムに従うものであるが、それに加えて以下に定める文章番号及び電子版の送付方法に従うこと。

提出図書には、JADA 文書番号を付与するとともに文書番号を管理すること、文書番号の付け方及び送付方法は下記に従うこと。なお、PDF 形式の提出図書には、JADA の文書番号を表紙右上に記載すること。

(JADA 文書番号の例)

JADA 文書番号は「JADA-2316X-YYZZ3xxx-r」という様式である。

上述の「X」「YY」は契約締結後に QST から提示する。

「ZZ」は表 5 に示す分類記号（JADA 文書番号下線朱書き太字箇所）、「xxx」は通し番号、「r」は改訂記号である。

表 5 提出図書の分類記号（ZZ）

図書名	JADA 文書番号
Quality Plan（品質計画書）	JADA-2316X-YY <u>PL</u> 3xxx
工程表	JADA-2316X-YY <u>WS</u> 3xxx
打合せ議事録	JADA-2316X-YY <u>MI</u> 3xxx
各種報告書 （月間報告書等（設計、試作・製作、試験検査報告書は除く））	JADA-2316X-YY <u>PR</u> 3xxx
設計報告書	JADA-2316X-YY <u>DE</u> 3xxx
図面	JADA-2316X-YY <u>DW</u> 3xxx
逸脱許可	JADA-2316X-YY <u>DR</u> 3xxx
不適合の報告	JADA-2316X-YY <u>NR</u> 3xxx
全般的な資料	JADA-2316X-YY <u>GD</u> 3xxx
連絡票	JADA-2316X-YY <u>NO</u> 3xxx
報告書の技術的根拠となった技術資料、データ	JADA-2316X-YY <u>TS</u> 3xxx

JADA 文書番号を付与した図書の電子ファイル名は、JADA 文書番号「JADA-2316X-」から始めること。

(2) 提出図書の輸出管理

提出図書及び打合せ資料の ITER 機構への技術提供に関しては、受注者として必要な輸出管理を行い、QST から ITER 機構への図書及び資料の提供が遅滞なく行えるようにすること。

1.12 適用法規等

遠隔保守システムは、「機械指令 2006/42EC」に説明される条項に従うこととする。
なお、BRHS の構造要素は、以下に従って設計されるものとする。

- (1) EN 13001-1:2015 Cranes - General design - Part 1: General Principles and Requirements
- (2) EN 13001-2:2014 Cranes - General design - Part 2: Load actions
- (3) EN 13001-3-1:2012+A2:2018 Cranes - General design - Part 3-1: limit states and proof of competence of steel structures、あるいは国際的に認められた同等の規格・基準
- (4) 設計には上記(1)～(3)に示す EN 規格を適用すること。以下を含めた他の工業規格及び基準は、BRHS の設計や製作及び試験のガイドラインとして使用してもよい。
 - (a) Control system standards (IEC 204-1, 1992) Electrical equipment of industrial machines
 - (b) Safety (JIS B 8433: 2000, JIS B 8433-1: 2015, JIS B 8433-2: 2015)は、上記(a)と同等であるため代替して適用可能である。

1.13 打合せ

打合せの実施にあたっては、以下の要領に従うこと。

- (1) QST との打合せ
 - (a) 受注者は、原則として 1 カ月あたり 1 回以上の頻度で QST 担当者と打合せを実施すること。QST 那珂フュージョン科学技術研究所への来所による対面打合せ又はリモート打合せによる。
 - (b) アクションリストを作成し管理すること。打合せ前にアクションリストの改訂版を提出すること。
 - (c) 打合せにおいて、最新版の工程表を提出すること。
 - (d) 打合せ後 2 週間以内に受注者内で審査及び承認された議事録を提出し、QST の確認を受けること。
- (2) ITER 機構との打合せ
 - (a) QST は、ITER 機構と月に 1 回程度進捗会合を実施している。受注者は、進捗会合にリモート参加し、必要に応じて技術情報の説明を行うこと。
 - (b) 受注者は、打合せまでに実施した検討作業について、ITER 機構との協議に使用するための各種資料（英語）の作成を行うこと。なお、作成にあたっては QST 担当者と協議を行い、ヒアリング及び協議実施前に都度合意を得ること。
 - (c) 本会議の議事録作成は不要とする。

1.14 知的財産権・技術情報の取り扱い・成果の公開

- (1) 知的財産権等の取扱い

知的財産権の取扱いについては「知的財産権特約条項」（別紙 2）及び「イーター一実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項」（別紙 3）に定められたとおりとする。

(2) 技術情報の取り扱い

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受注者の保有する技術情報を了知する必要が生じた場合は、QST と受注者協議の上、決定するものとする。

(3) 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。

1.15 情報セキュリティの確保

情報セキュリティの確保については、『本契約において遵守すべき「情報セキュリティの確保」に関する事項』（別紙 4）に示すとおりとする。

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 BRHS の一般的要求事項

BRHS の一般的要求事項については、別紙 5 の 10 項（BRHS の系統要求）を参照すること。

3 機器設計条件

現設計におけるブランケット遠隔保守ツールに求められる固有の機器設計条件については、別紙 5 の 11 項（機器設計条件）を参照すること。

4 技術仕様

本項では技術仕様を記載する。

本件の実施に当たり適用すべき図書を表 6、略語を表 7 にそれぞれ示す。

表 6 適用図書

#	図書名	文書番号
1	IS-16-23-001 Interface between First Wall (PBS 16.FW) and Blanket Remote Handling System (PBS 23.01)	ITER_D_33PH3Y v6.3
2	Blanket modules dimensions and weight	ITER_D_35ZJNQ v11.0
3	FW&SB main geometry for RH	ITER_D_CANQ4W v3.1
4	ITER Vacuum Handbook	ITER_D_2EZ9UM v2.3
5	2D model - FW Cap system	ITER_D_W3VM4E v1.0
6	BKT MABA FLOW SEPARATOR	ITER_D_42ZA9K v1.0
7	3D CAD model - Blanket module (CMM)	DET-03305-P
8	ITER ブランケット冷却水配管の TIG 溶接における裏側保護ガスの影響評価試験装置の製作報告書	-
9	ITER ブランケット冷却水配管の TIG 溶接における裏側保護ガスの影響評価試験装置の取扱説明書	-
10	ITER ブランケット冷却水配管の TIG 溶接における裏側保護ガスの影響評価試験装置の 3D CAD データ	-
11	ITER 第一壁配管の溶接試験用配管開先合わせツール試作機の製作報告書	-
12	ITER 第一壁配管の溶接試験用配管開先合わせツール試作機の 3D CAD データ	-
13	ITER 第一壁配管開先合わせツール及び配管溶接ツール試験装置の改造設計報告書	-
14	ITER 第一壁配管開先合わせツール及び配管溶接ツール試験装置の改造設計 3D CAD データ	-

15	先端角度を変更した電極を用いたビードオンプレート溶接試験結果報告書	
----	-----------------------------------	--

表 7 略語一覧

略語	正式名称	日本語訳
AVC	Arc Voltage Control	アーク電圧制御
BM	Blanket Module	ブランケットモジュール
BRHS	Blanket Remote Handling System	ブランケット遠隔保守システム
CHT	Cap Handling Tool	蓋把持ツール
CWT	Cap Welding Tool	蓋溶接ツール
FW	First Wall	第一壁
PAT	Pipe Alignment Tool	(配管)開先合わせツール
PWT	Pipe Welding Tool	配管溶接ツール
SB	Shield Block	遮蔽ブロック
TMNP	Tool Manipulator	ツールマニピュレータ
VMNP	Vehicle Manipulator	ビークルマニピュレータ
VV	Vacuum Vessel	真空容器
WTE	(Pipe and Cap) Welding Test Equipment	冷却配管及び配管蓋溶接試験装置

4.1 ブランケット保守工程

本項では、本件で実施する配管溶接ツール試作機の設計・製作、開先合わせツールの改造、第一壁冷却配管及び配管蓋溶接試験装置の改造、開先合わせツールと配管溶接ツールの統合溶接試験に関係する ITER ブランケット保守工程について記載する。

ITER ブランケット真空容器 (VV) 内に配置されるブランケットモジュール (BM) は、図 1 に示す通り遮蔽ブロック (SB) 及び第一壁 (FW) から構成される。SB は VV 上に固定され、FW は SB 上に固定される。FW を SB 上に設置したタイミングでは、2 本の冷却配管 (FW 配管 (蓋サポート/Cap support) と SB 配管 (水流分離器/Flow separator)) の開先間 (図 2 の#2 の部位) には軸誤差 (ステップ) と並進誤差 (ギャップ) が存在する (図 4 (1) 参照)。このため、「開先合わせツール (PAT)」と呼ばれるツールを FW 側の配管導入孔から配管の内部に挿入し、配管の内側から応力を印加して配管の分岐部 (図 3, 「Branch part」参照) を弾性変形させることにより、開先誤差を補正する (開先位置を合わせる) 作業を行う (図 3 (2) 参照)。その状態で「配管溶接ツール (PWT)」と呼ばれるツールを PAT の中に挿入・固定し、配管開先誤差を補正した状態を維持したまま、配管を内側から TIG 溶接により接合する (図 5 (3) 参照)。

上記の配管溶接の完了後、「蓋把持ツール (CHT)」と呼ばれるツールで配管蓋 (Cap) を FW 側配管 (蓋サポート) の出口に取り付け (図 5 (4) 参照)、「蓋溶接ツール (CWT)」と呼ばれるツールにより配管蓋と蓋サポートを TIG 溶接により接合する (図 2 の#1 の部位及び図 5 (5) 参照)。

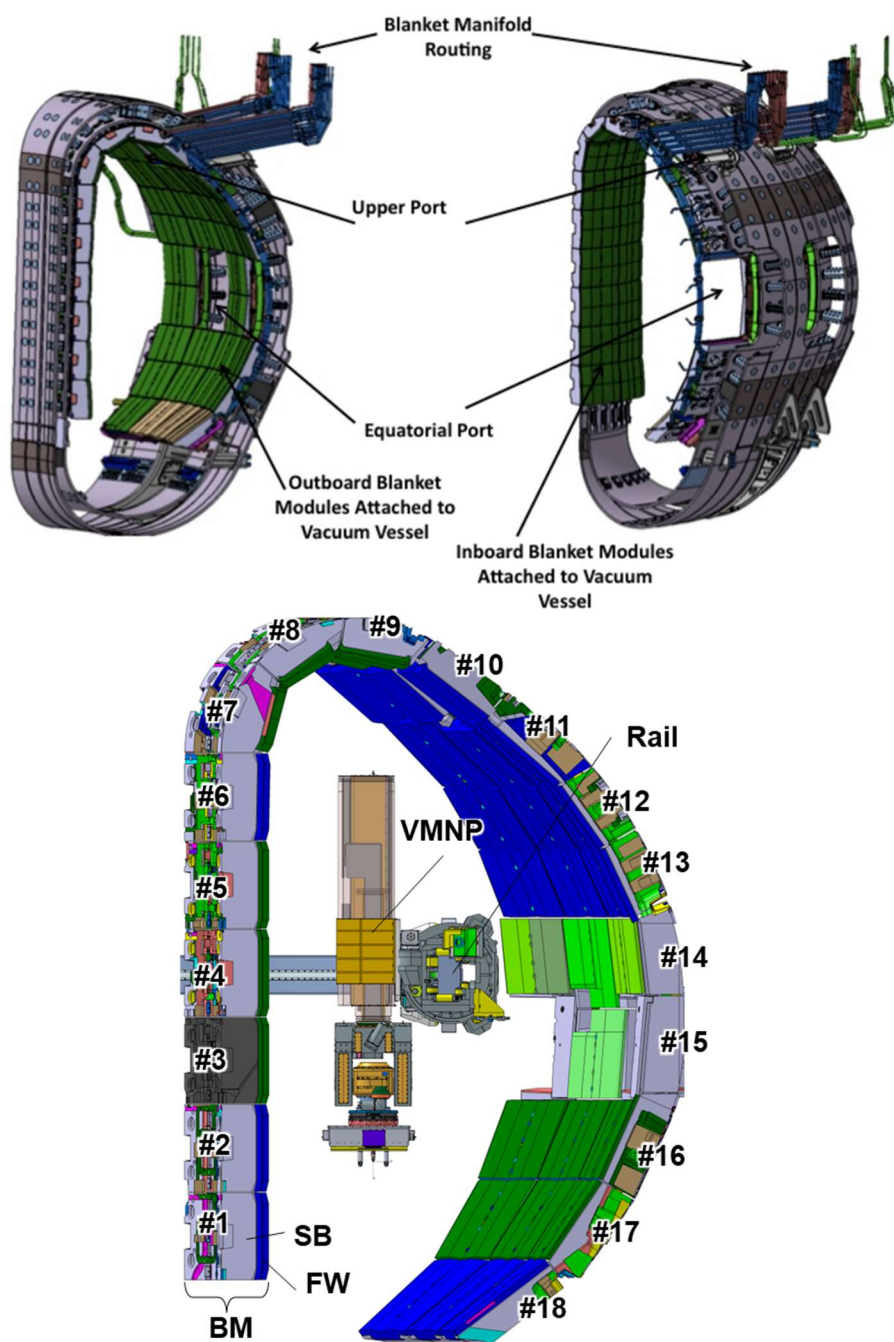


図 1 VV 内 BM 構成及び断面図

Blanket Module (BM)

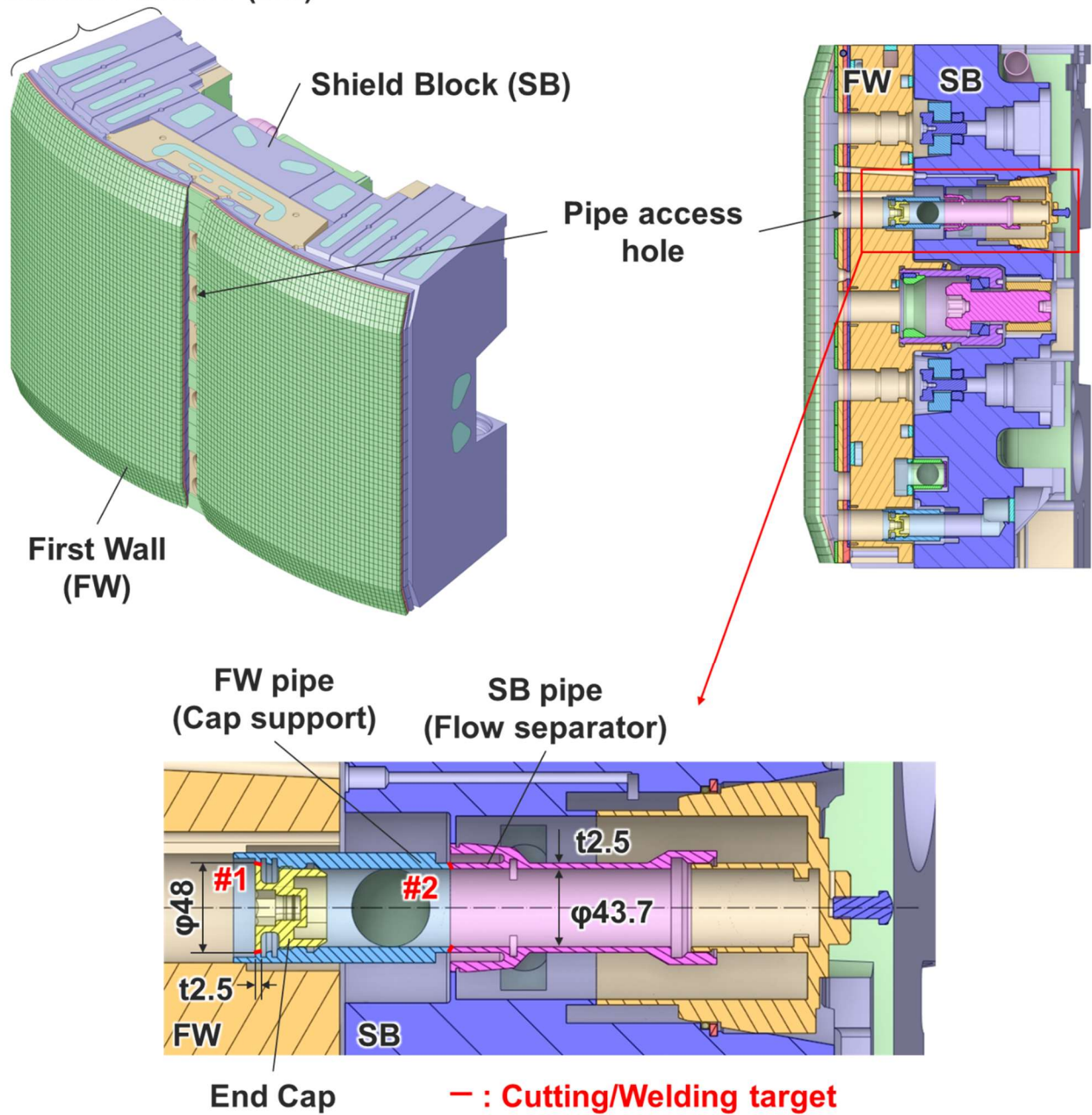


図 2 BM #4 外観及び配管溶接構造

備考) 配管蓋溶接は上図#1 の場所、配管溶接は上図#2 の場所をそれぞれ対象とする。配管の開先角度は垂直（最初の FW 設置及び配管溶接時）と 15 deg 傾き（FW 交換時又は配管溶接を失敗した場合の切断＋再溶接時）の 2 通りが存在する。

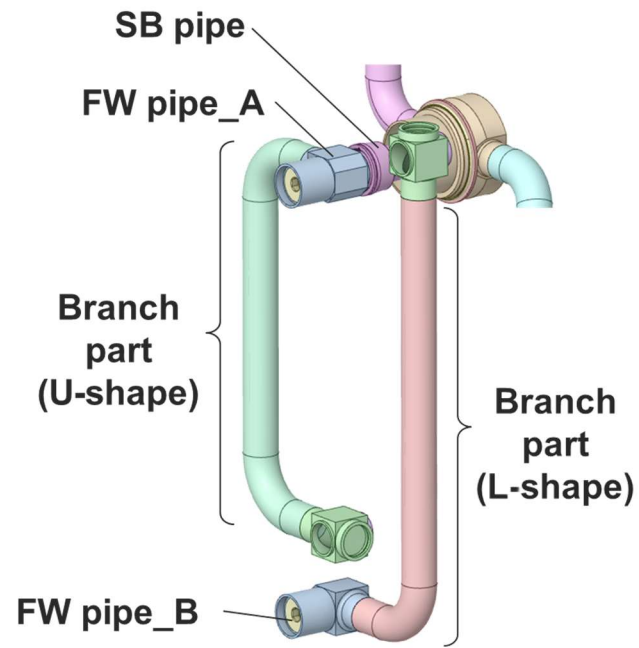
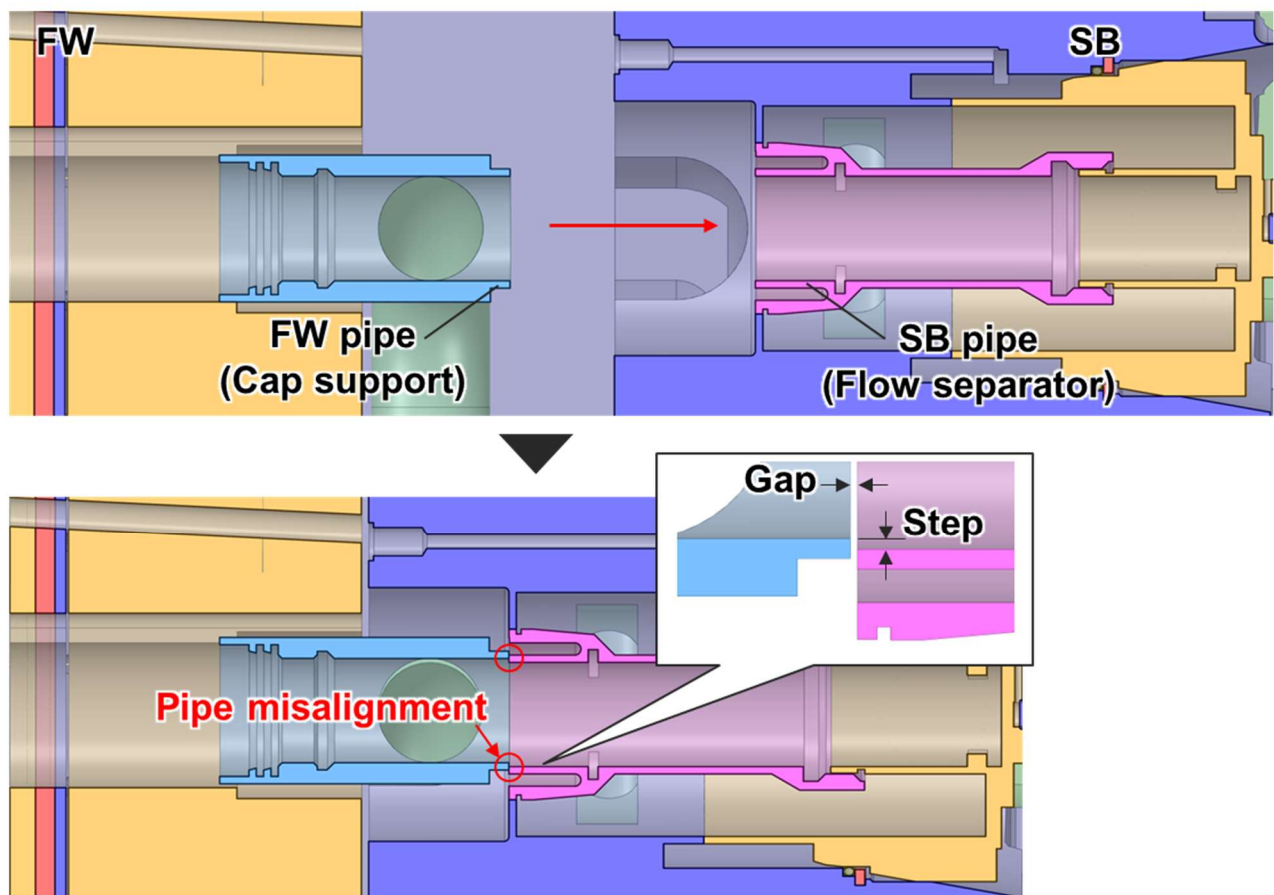


図 3 ブランケット冷却配管の構造

(1) FW installation



(2) Pipe alignment

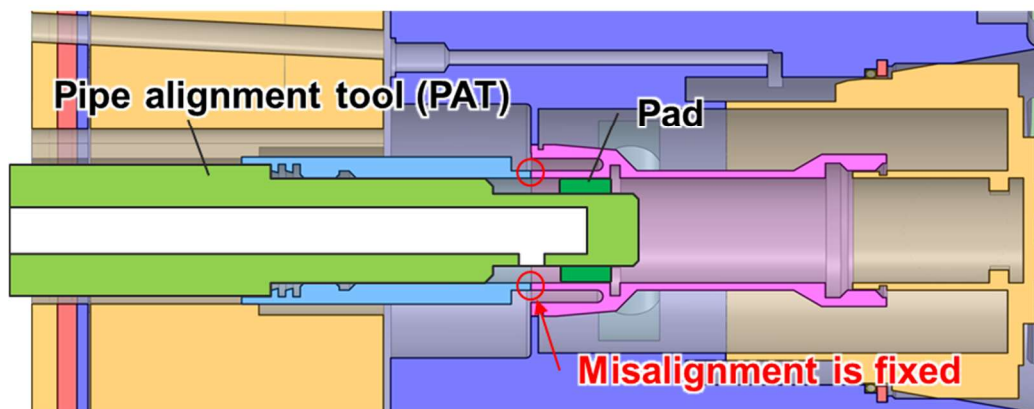


図 4 FW 配管及び配管蓋溶接工程模式図①

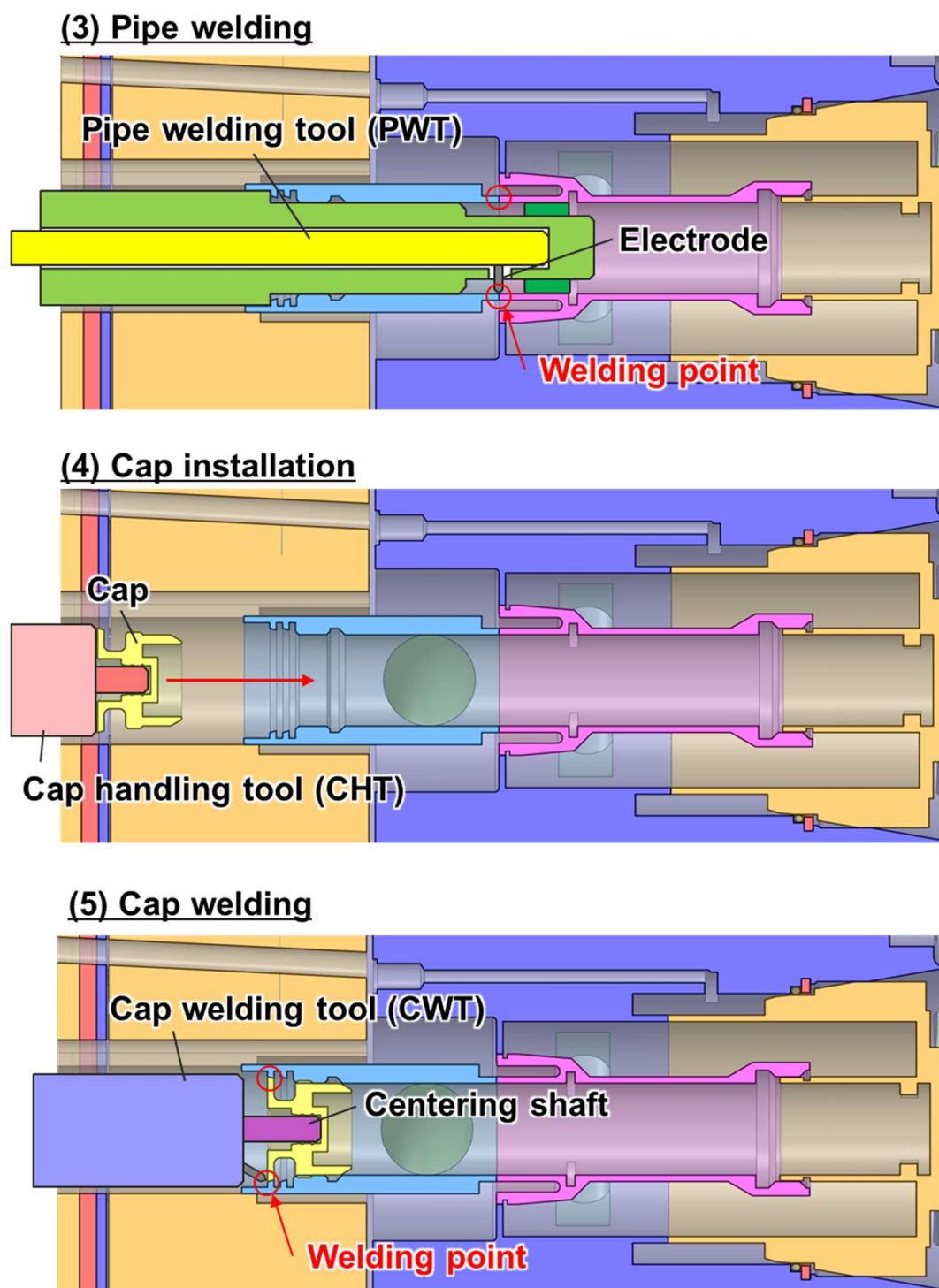


図 5 FW 配管及び配管蓋溶接工程模式図②

4.2 作業内容の概要及び参考情報

本項では、本件で実施する作業内容の概要を記載する。また、0～4.2.2 項に作業を実施する上で必要となる情報を記載する。さらに、本件で実施する作業と使用する装置及び溶接用サンプル等の関係を表 8 に示す。

- (1) PWT 試作機の設計・製作 (4.3 項参照)
 - ・ 配管開先合わせツール (PAT) 試作機 (1.9 項に示す支給品(1)(a)) に対し、内部に挿入して固定(統合)が可能な PWT 試作機を設計及び新規に製作すること。
 - ・ AVC 機構は PWT 側に具備する形とすること (PWT 試作機の構成機器の一部とする)。
 - ・ 製作した PWT 試作機単体の使用前検査を行うこと。
- (2) PAT 試作機の改造 (4.4 項参照)
 - ・ 上記(1)の作業と関連して、AVC 機構を固定するためのインターフェースを PAT 試作機に追加する改造を行うこと。
- (3) 冷却配管及び配管蓋溶接試験装置 (WTE) の改造 (4.5 項参照)
 - ・ WTE (1.10 項に示す貸与品(1)(a)に含む) に上記(2)の PAT 試作機を固定できる取合いと並進移動機構を追加すること。
 - ・ AVC 機構部を取り除くこと。
 - ・ 回転駆動機構を取り除くこと。
 - ・ 溶接チャンバーに固定した配管サンプルの開先誤差を調整し、計測する機能を追加すること。
 - ・ 制御装置に上記(2)の PAT 試作機及び(1)の PWT 試作機を制御する機能を追加すること。
- (4) PAT 試作機と PWT 試作機の統合溶接試験 (4.6 項参照)
 - ・ 上記(1)～(3)で製作/改造した機器を用いて、PAT 試作機と PWT 試作機を統合した構成における配管溶接試験を実施すること。

表 8 本件の作業と支給品/貸与品の関係

項番	試験/作業	試験/作業に使用する装置
4.3	PWT 試作機の設計・製作	- PAT 試作機 (備考: 構造確認用として) - 溶接電源 (1.10 項(1)(a)) - AC サーボモータ (1.9 項(1)(b)) - 溶接用サンプル (1.9 項(1)(c))
4.4	PAT 試作機の改造	- PAT 試作機
4.5	WTE の改造	- WTE
4.6	PAT 試作機及び PWT 試作機の統合溶接試験	- PWT 試作機 - PAT 試作機 - WTE - 溶接電源

		- 実機模擬配管サンプル（1.10 項 （1）（a））
--	--	--------------------------------

4.2.1 WTE仕様

1.10 項に示す貸与品の貸与時（改造前）における WTE の構成を図 6 及び以下に示す。

図 6 に記す旧型配管溶接ツール試作機は、本件で製作する物とは別のツールであり、かつ貸与品ではないことに留意すること。

（1） AVC 機構

- ・ アーク電圧を測定して、予め設定されている基準電圧（電流）と比較してアーク長（溶接トーチ先端の電極と溶接対象部までの距離）を調整することで品質の良い溶接を行うための機構。
- ・ 旧型配管溶接ツール試作機を固定するための取合いとツール並進移動機構に固定するための取合いを持つ。
- ・ 同ツールを中心軸回りに回転させる回転駆動機構を具備する。

（2） ツール並進移動機構

- ・ AVC 機構と旧型配管溶接ツール試作機を図 6 の左右方向に並進移動させるための機構。
- ・ AVC 機構を固定するための取合いと溶接試験架台に固定するための取合いを持つ。

（3） 溶接チャンバー

- ・ 溶接用の 2 本の配管サンプル（形状は図 13 参照）を固定するためのチャンバー（図 7 参照）。固定したサンプルの中に旧型配管溶接ツール試作機を挿入して、配管内壁側から溶接を実施する。
- ・ チャンバーの蓋を閉め、シールドガスを導入することで配管サンプル周辺の酸素濃度を調整する機能を持つ。
- ・ 溶接試験架台に固定するための取合いを持つ。

（4） 制御装置

- ・ 旧型配管溶接ツール試作機と AVC 機構を制御し、状態をモニタリングするための機器。制御はタッチパネルから行う。
- ・ 溶接試験架台に固定するための取合いを持つ。

（5） 溶接試験架台

- ・ 上記（1）～（4）に記す機器と旧型配管溶接ツール試作機を固定する取合いを持つ。

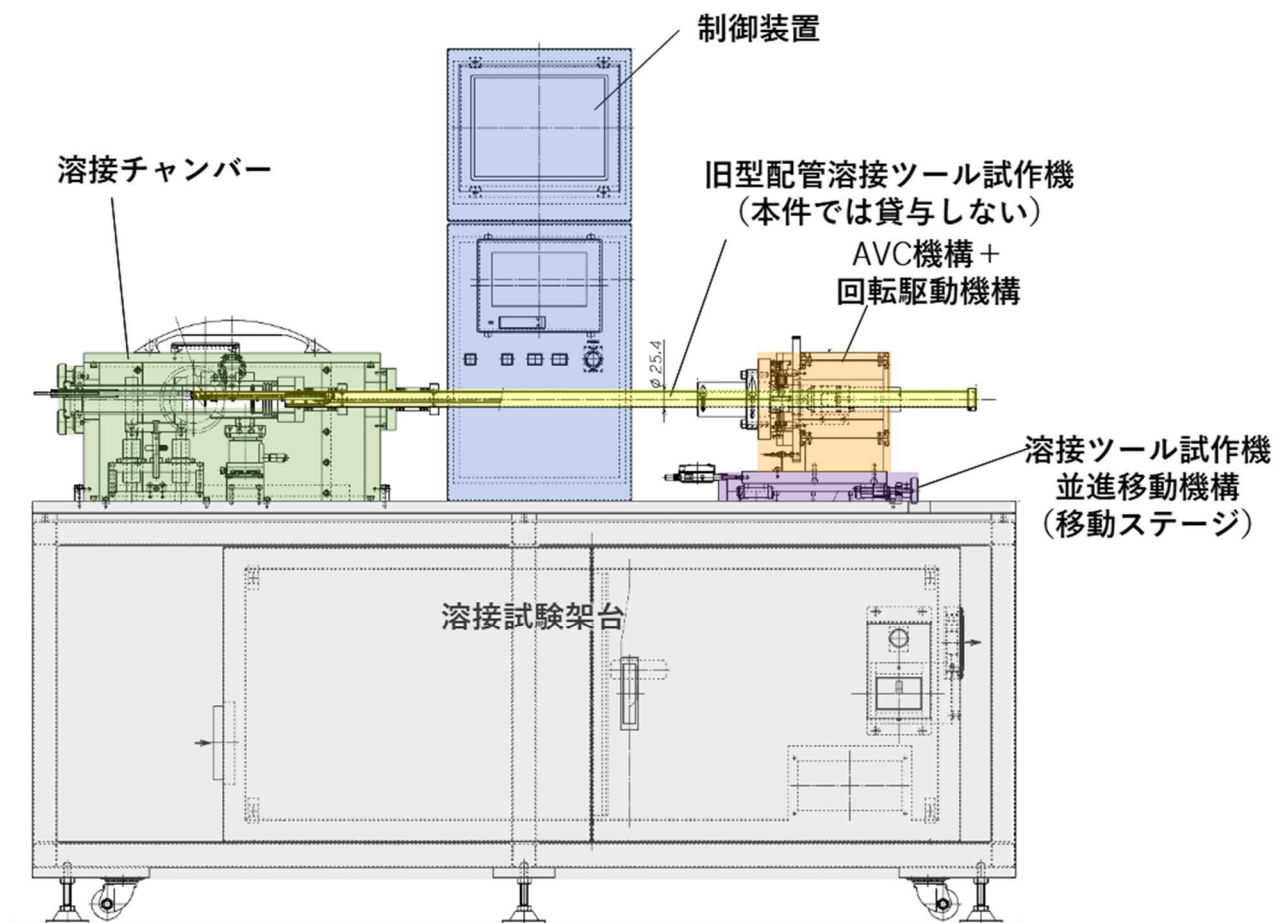
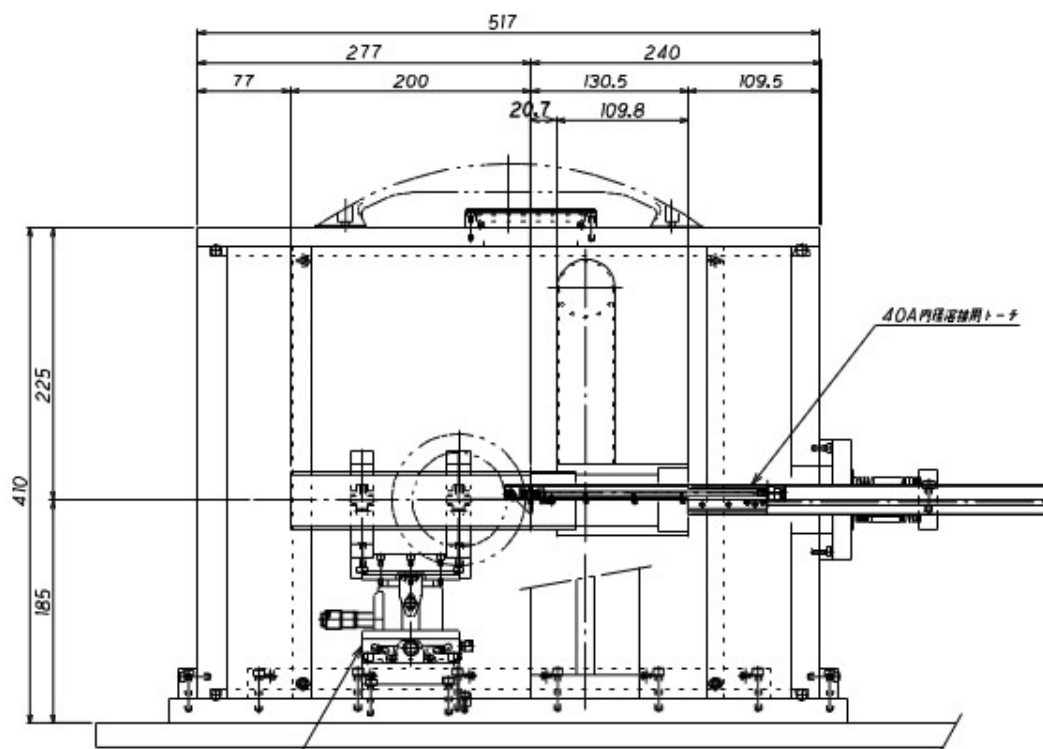
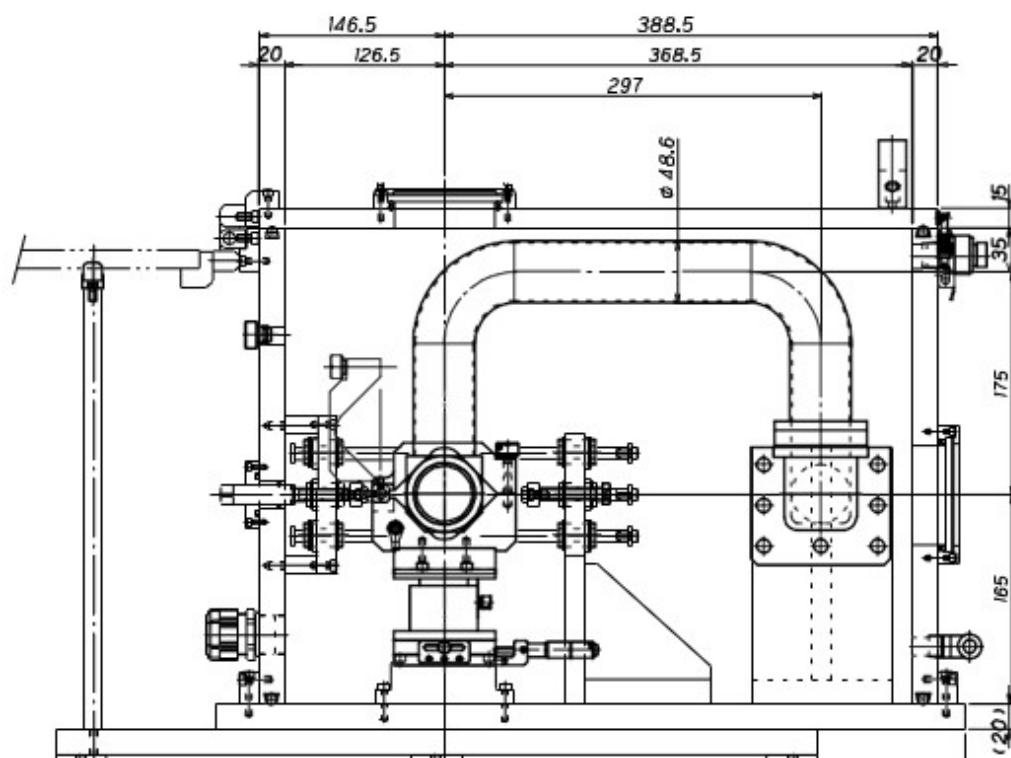


図 6 WTE 構成

備考) 溶接チャンバーは図 7 (溶接チェンバー) の形状に読み替えること。



(正面)



(左側面)

図 7 溶接チャンバー

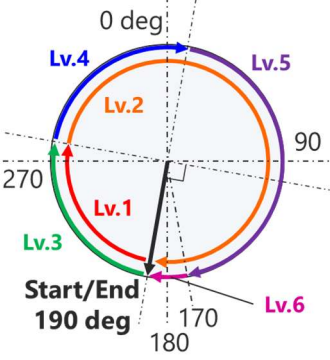
4.2.2 配管溶接パラメータ

以下に QST が実施した配管溶接において良好な溶接ビードを形成できた溶接パラメータを示す。本件の 4.3.3 項及び 4.6 項で実施する溶接試験のパラメータはこの情報を基に、QST 担当者と受注者で協議を行い、決定すること。

- (1) 配管サンプル仕様
 - (a) 材質：SUS316L
 - (b) 寸法：外径 $\phi 48.7 \times$ 肉厚 $t2.5 \text{ mm}$
- (2) 溶接条件
 - (a) 溶接ツール及びサンプルの姿勢：水平
 - (b) 溶接方向：配管内径側から溶接
 - (c) シールドガス：Ar 50%+He 50%の混合ガス
 - (d) 酸素濃度：配管外壁側及び内壁側共に 100 ppm 以下
 - (e) 配管開先誤差：軸誤差 0.05 mm 以下、並進誤差 0.05 mm 以下
- (3) 配管溶接パラメータ（レベル、電圧及び電流値、走査速度）：表 9

表 9 配管溶接パラメータ

Lv.	Position [deg]	Current [A]		Voltage [V]		Speed [mm/min]
		Peak	Base	Peak	Base	
1	190～280 (+90)	50	50	11.6	12	80
2	280～550 (+360)	90	35	11.6	12	80
3	550～640 (+450)	90	40	11.6	12	80
4	640～730 (+540)	90	35	11.6	12	80
5	730～890 (+700)	75	35	11.6	12	80
6	890～910 (+720)	50	50	11.6	12	80



(View from the SB side)

4.3 PWT 試作機の設計・製作

受注者は、4.3.1 項の記載に基づき、PAT 試作機（1.9 項(1)(a)参照）に統合可能な PWT 試作機を設計・製作すること。また、PWT 試作機の製作前には確認図を作成し、QST 担当者の確認を得ること。なお、PAT 試作機の仕様は 4.4.1 項を参照すること。

4.3.1 PWT試作機の設計

受注者は、下記の仕様を基に PWT 試作機を設計すること。契約後、QST からその時点における最新の PWT の設計情報を提示する。

(1) ツール構造図：図 8 参照

(2) 機能

- (a) PAT 試作機の内部に PWT 試作機を挿入し、統合する。
- (b) PAT 試作機が配管に応力を印加して開先合わせした状態で、PWT 試作機により配管を内側から TIG 溶接により仮止め（点付け）溶接する。
- (c) 仮止め溶接後、配管の本溶接（全周溶接）を実施する。

(3) 要求機能/構造

以下の機能及び構造を具備すること。

(a) 溶接トーチ

- ・ PAT 試作機の内部に挿入される PWT 試作機の外径は、 $\phi 27$ mm 未満とする。
- ・ トーチ内部にシールドガスの流路を設けること。裏ガスはこの流路とは別系統で導入するので、裏ガス用の流路は設けなくて良い。
- ・ タングステン電極（Tungsten electrode）の固定角度及び先端角度は「先端角度を変更した電極を用いたビードオンプレート溶接試験結果報告書」（適用図書 [15] 参照）を基に決定すること。

(b) AVC 機構

- ・ PWT 試作機に AVC 機構を具備すること。
- ・ 本 AVC 機構は、PWT 試作機を PAT 試作機と統合した状態で動作できること。
- ・ AVC 機構部には PAT 試作機とのインターフェースを具備すること。

(c) PAT 試作機とのインターフェース

- ・ PAT 試作機が配管開先誤差を補正中の状態で、同機内部に PWT 試作機を挿入し、AVC 機構部を介して機械的手法により固定できること。
- ・ PAT 試作機と独立して、PWT 試作機を同ツールの軸に対して前後及び上下方向に移動させることができること（前者はタングステン電極を配管開先の狙い位置に合わせることを想定し、後者は電極と配管内壁までの距離を微調整することを想定）。
- ・ PAT 試作機側のインターフェースは 4.4 項にて設計すること。

(d) 把持インターフェース

- ・ PWT 試作機をクレーンで吊り上げるためのインターフェース（アイボルトなど）を数か所追加すること

- ・ ツールマニピュレータ (TMNP) と呼ばれる小型マニピュレータにより把持するための把持ブロックを取り付けるためのインターフェースを確保すること。把持ブロックの仕様は契約後に受注者に提示する。
- (e) 溶接電源
 - ・ PWT に接続する溶接電源は、1.10 項の貸与品 (1) (a) のダイヘン DT300PII を使用すること。
- (4) その他の仕様
 - (a) 対象モジュール：BM#4（このモジュールの配管の開先部にアクセスし、溶接を実施できるツール長を満足すること。）
 - (b) 溶接対象の配管
 - ・ 外径：φ48.7 mm、板厚：2.5 mm、配管長：118.5 mm、開先形状：垂直又は 15 deg 傾いた I 字開先（配管切断ツールのスウェージカッター/ディスクカッターにより切断された開先）（図 9 参照）
 - ・ 材質：SUS316L
 - (c) 溶接時の配管開先の想定最大誤差量：ステップ 0.2 mm + ギャップ 0.2 mm
 - (d) 材質
 - ・ ツール本体の材質は、ステンレス鋼又はアルマイト処理したアルミ合金を基本とする。
 - ・ 樹脂材料を使用する場合はポリイミド又は PEEK を基本とする。
 - ・ ケーブル類は耐放射線性仕様でなくて良いが、難燃性のケーブルを選定すること。
 - ・ 上記以外の材質を使用する場合は QST の確認を得ること。
 - (e) ツール重量：40 kg 以下（又は TMNP により把持できること。別紙 5 参照）
 - (f) 潤滑
 - ・ 潤滑方法として、耐放射線性仕様でないグリースも使用可とする。ただし、グリースが外部に漏出しないようにシールを施すこと。また、グリースを注入する使用方法の場合は 2 重封じ込めを行うこと。
 - ・ シール不可の箇所は、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) などのドライ潤滑を適用すること。
- (5) 備考：PWT 試作機に使用する AC サーボモータは、支給品の多摩川精機製 AC サーボモータ (1.9 項支給品 (1) (b) 参照) を使用すること（制御装置の改造は 4.5.2 項にて実施）。

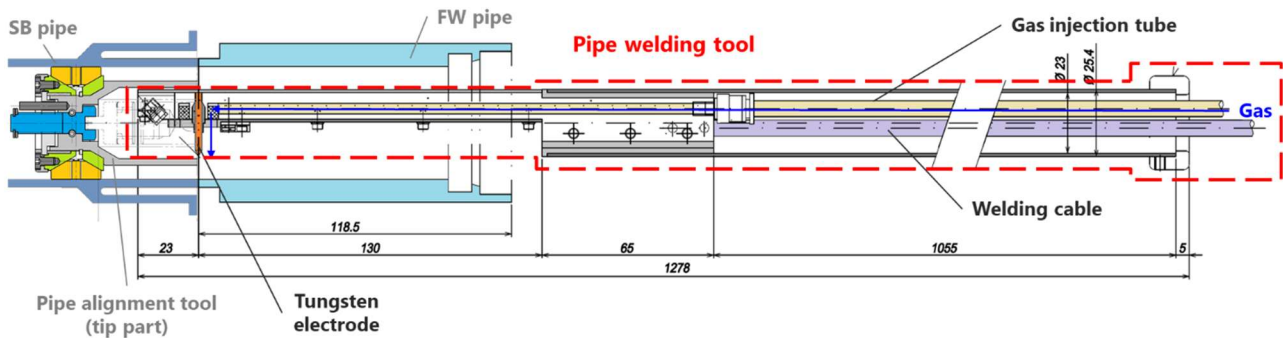


図 8 開発中の PWT 設計

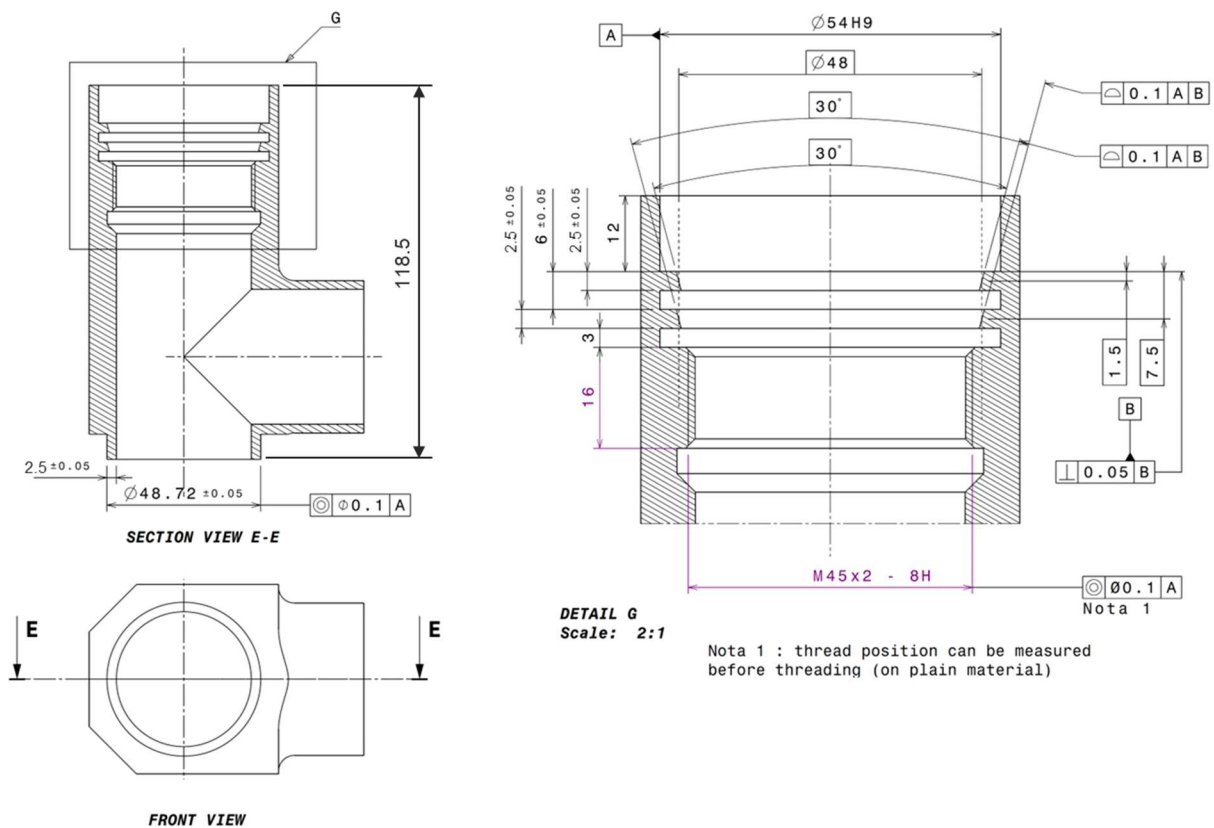


図 9 FW 配管構造図

備考) 上図左上の下端部が SB 配管と突合せて溶接を行う部位となる。

4.3.2 PWT試作機の製作

受注者は、4.3.1 項で設計した PWT 試作機を以下の数量分製作すること。

- ・PWT 試作機本体：1 台

4.3.3 PWT試作機の検査

受注者は、製作した PWT 試作機の使用前検査及び単体の溶接検査として以下を行うこと。結果は製作報告書に記載すること。

- (1) 外観検査
- (2) 員数検査
- (3) 寸法検査
- (4) 配線検査
- (5) 絶縁抵抗検査
- (6) インターロック検査
- (7) PWT 試作機単体の構成における溶接検査
 - (a) PWT 試作機単体で（PAT 試作機と統合せずに）1～2 回程度の配管溶接を行えることを確認する。この試験では、溶接欠陥の有無は問わない。
 - (b) 使用する溶接用サンプル：4.3.3.1 項参照

4.3.3.1 PWT 試作機の検査用配管サンプル

- (1) 配管サンプル仕様
 - (a) 材質：SUS316L
 - (b) サンプル形状：図 10
 - ・ サンプル肉厚： 2.5 ± 0.1 mm（溶接対象部から 20 mm の範囲までに適用される）
 - ・ 開先形状： 15 ± 0.5 deg
 - (c) 数量：各 2 体

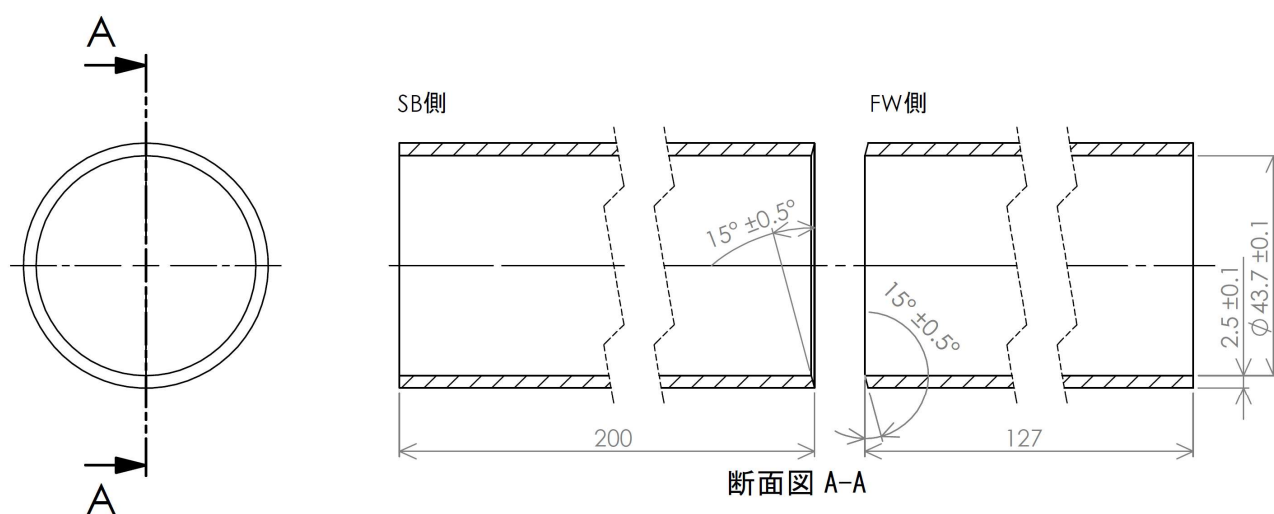


図 10 配管サンプル

4.4 PAT 試作機の改造

PAT 試作機（1.9 項の支給品(1) (a) 参照）に対し、4.3 項で製作した PWT 試作機を固定（統合）するために必要なインターフェースを追加する改造設計を行い、改造を実施すること。ただし、PAT 試作機の改造前に確認図を作成し、QST 担当者の確認を得てから行うこと。

4.4.1 設計情報：PAT 試作機の仕様

本項では、支給時（改造前）における PAT 試作機について記載する。詳細な設計情報は契約後に受注者に提示する。なお、下記（3）の具備する機能及び構造のうち、*印は支給時の PAT 試作機は非具備のため、4.4.2 項にて追加する機能及び構造を示す。

(1) ツール構造図：図 11 参照

(2) 機能

- (a) FW 側配管内側からアクセスし、配管に応力を印加して移動/弾性変形させることにより、配管の開先誤差を補正する。
- (b) PAT 試作機内部に PWT 試作機を配置する空間を有し、配管の開先誤差を補正した状態で、PWT 試作機による配管の仮止め溶接及び本溶接を実施する。

(3) 具備する機能及び構造

(a) 配管開先ギャップ（並進誤差）を補正する機構

- ・ 蓋サポート押し付け部（Cap support pushing part）を蓋サポート（FW 配管の段になった構造）に当てて押し込むことで、ギャップの補正を行う。
- ・ 押し込み動作はツールベース（配管保守ツールを固定し、配管保守ツールと配管の位置合わせや作業時の反力受けなどを行うための重量ツールを指す）のツール昇降機構を利用する。本件では、並進移動させるための機構は WTE の一部である溶接試験架台に具備される。

(b) 配管開先ステップ（軸誤差）を補正する機構

- ・ パッド拡張機構（Pad clamping mechanism）により、PAT 試作機先端に円周上に配置したパッド（Pad）を拡張し、FW 側配管を SB 側配管と同軸に移動させることでステップを補正する。
- ・ パッドの拡張は、PAT 試作機内部に専用のレンチ（PAT 試作機と一緒に支給する）を挿入し、先端のボルト（Pad clamping bolt）を回転させることで動作させる。

(c) ツール回転駆動軸（Tool rotation drive unit）

- ・ モータ制御により PAT 試作機（及び PWT 試作機）を軸回りに回転させる駆動機構を具備する。
- ・ パッドは拡張後に配管に押し当てたまま回転に追従しない構造。

(d) PWT 試作機とのインターフェース*（Interface for Pipe welding tool）

- ・ 内部に PWT 試作機を挿入できる空間（ $\phi 27$ mm）を持つ。
- ・ PAT 試作機による配管開先合わせ作業中に、PWT 試作機による溶接可能な構造。
- ・ PWT 試作機を PAT 試作機に機械的手法により固定できる構造を具備。
- ・ タングステン電極が通る窓（Window）を具備。

- AVC 機構
- (e) 観察ツールとのインターフェース
 - 配管開先付近の観察を行うため、観察ツール（外径 $\phi 6 \sim 8$ mm の硬性鏡を想定）の挿入及び固定が可能なインターフェース。
- (f) 把持インターフェース*
- (g) ツールベース固定用インターフェース（Interface for Tool base）
- (4) その他の仕様
 - (a) 対象ブラケットモジュール：BM#4（このモジュールの配管の開先部にアクセスし、開先合わせを実施できるツール長を満足すること）
 - (b) 開先合わせ対象の配管
 - 外径： $\phi 48.7$ mm、板厚：2.5 mm、配管長：118.5 mm、開先形状：垂直又は 15 deg 傾いた I 字開先（配管切断ツールのスウェージカッター/ディスクカッターにより切断された開先）（図 9 参照）
 - 材質：SUS316L
 - (c) 開先合わせ前の想定誤差量：ステップ 1.65 mm 以下 + ギャップ 0.2 mm 以下
 - (d) 開先合わせ後の目標誤差量：ステップ 0.2 mm 以下 + ギャップ 0.2 mm 以下
 - (e) ツール重量：40 kg 以下（又は TMNP により把持できること。別紙 5 参照）
 - (f) ツール回転の要求トルク：Max 136.4 Nm
 - (g) 開先ギャップ補正時の推力：7 kN（想定値）
 - (h) パッドの配管への押し付け力：2.7 kN（パッド 1 個あたりの想定値）
 - (i) FW 交換に伴う開先位置の移動量：SB 側に最大 24mm/交換 2 回（12 mm/交換 1 回 当り）
 - (j) 材質
 - ツール本体の材質は、ステンレス鋼又はアルマイト処理したアルミ合金を基本とする。
 - 樹脂材料を使用する場合はポリイミド又は PEEK を基本とする。
 - ケーブル類は耐放射線性仕様でなくて良いが、難燃性のケーブルを選定すること。
 - 上記以外の材質を使用する場合は QST に確認を取ること。
 - (k) 潤滑
 - 潤滑方法として、耐放射線性仕様でないグリースも使用可とする。ただし、グリースが外部に漏出しないようにシールを施すこと。また、グリースを注入する使用方法の場合は 2 重封じ込めを行うこと。
 - シール不可の箇所はダイヤモンドライクカーボン（DLC）などのドライ潤滑を適用すること。

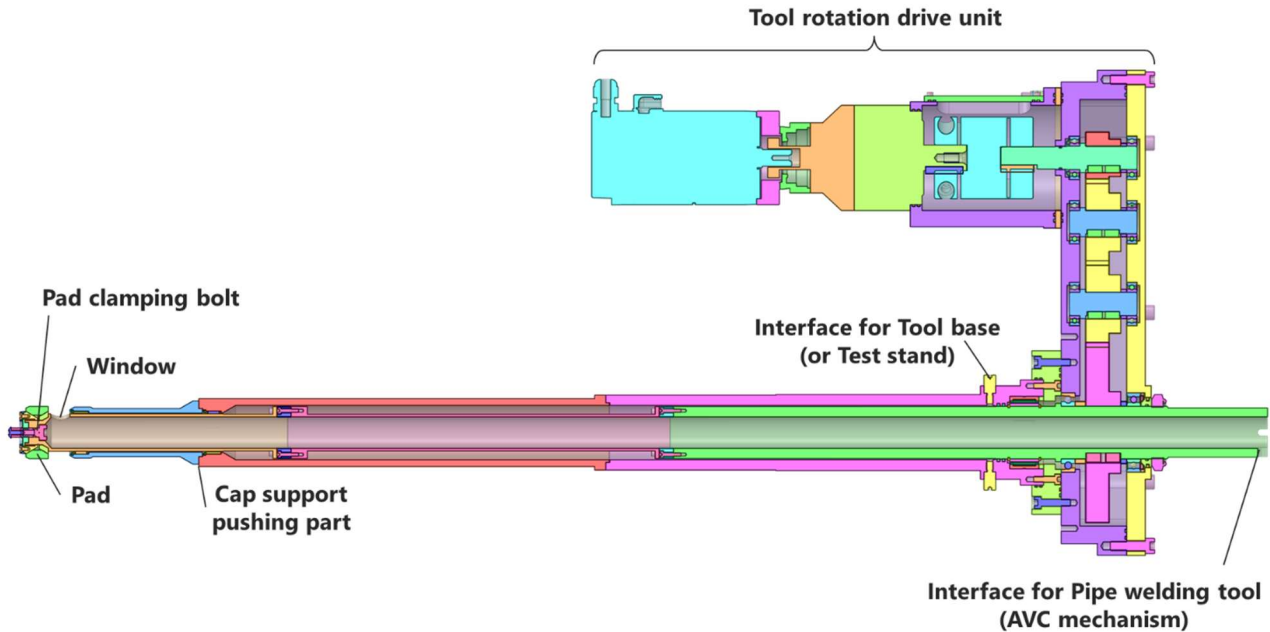


図 11 PAT 試作機（支給時の構造）

4.4.2 PAT試作機の改造設計

受注者は、4.4.1 項に示す PAT 試作機に対し、以下の機能を追加するための改造設計を行うこと。

- (1) PWT 試作機（AVC 機構）を固定するためのインターフェース
- (2) PAT 試作機をクレーンで吊り上げるためのインターフェース（アイボルトなど）
- (3) TMNP により把持するための把持ブロックを取り付けるためのインターフェース（把持ブロックの仕様は契約後に提示する。）

4.4.3 PAT試作機の改造

受注者は、4.4.2 項で設計した内容に基づき、PAT 試作機の改造を実施すること。改造後の使用前検査は 4.6.1 項の試験作業を代替とすることを可とする。

4.5 WTE の改造

WTE の一部である溶接試験架台と制御装置は、PAT 試作機と PWT 試作機を統合した状態で統合溶接試験を実施するための改造が必要である。

受注者は、適用図書[9]を参照して 4.5.1 項及び 4.5.2 項に記載する改造作業を実施すること。

4.5.1 溶接試験架台の改造

図 6 に示した溶接試験架台に対し、下記に示す機能を追加又は変更するための改造を行うこと。図 12 に改造前後のイメージ図を示す。

(1) AVC 機構部の変更

- (a) 貸与時の AVC 機構部に対し、改造後の AVC 機構は PWT に、回転駆動機構は PAT に具備される仕様に従い（4.3.1 項(3) (b) 及び 4.4.1 項(3) (c) 参照）、AVC 機構部を溶接試験架台から取り除くこと。

(2) PAT 固定インターフェースの追加

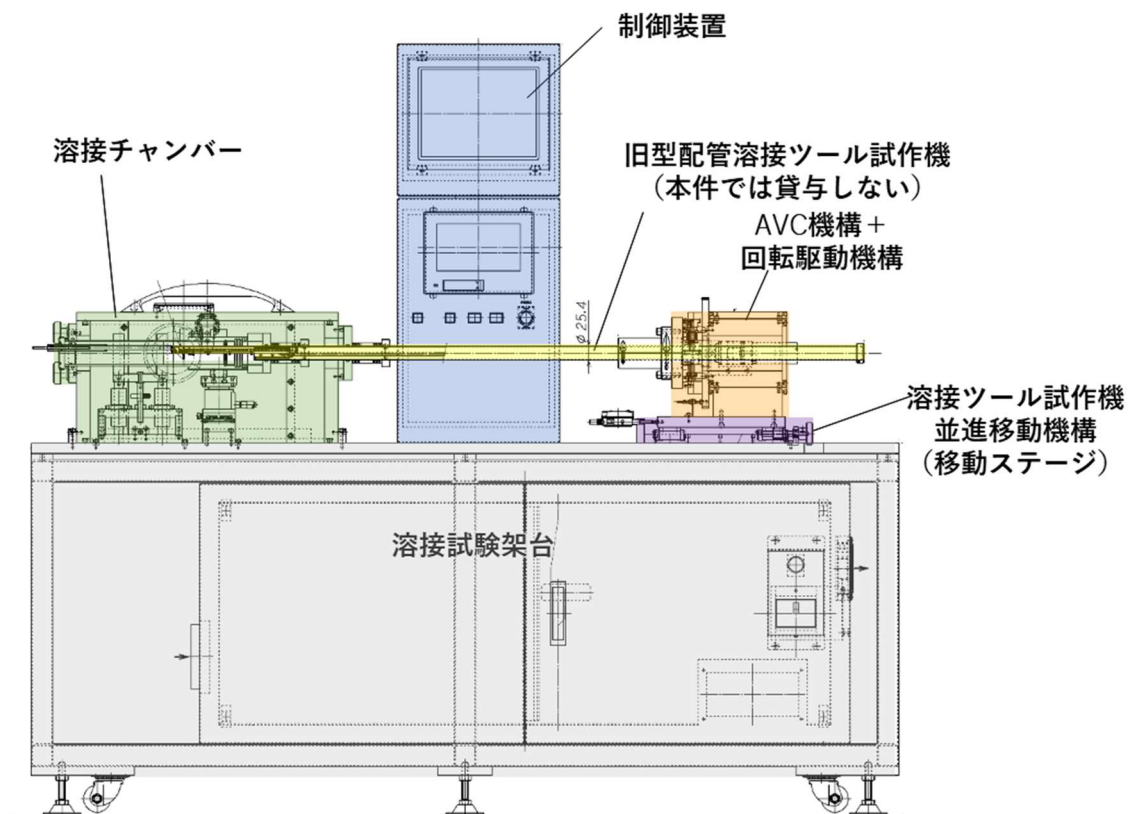
- (a) PAT を溶接試験架台に固定するためのインターフェースを追加すること。
- (b) ただし、改造を実施後でも旧型配管溶接ツール試作機を固定できるように、PAT 固定インターフェースは変更前の AVC 機構部と可逆的に交換できる構造とすること。

(3) PAT 並進移動機構の追加

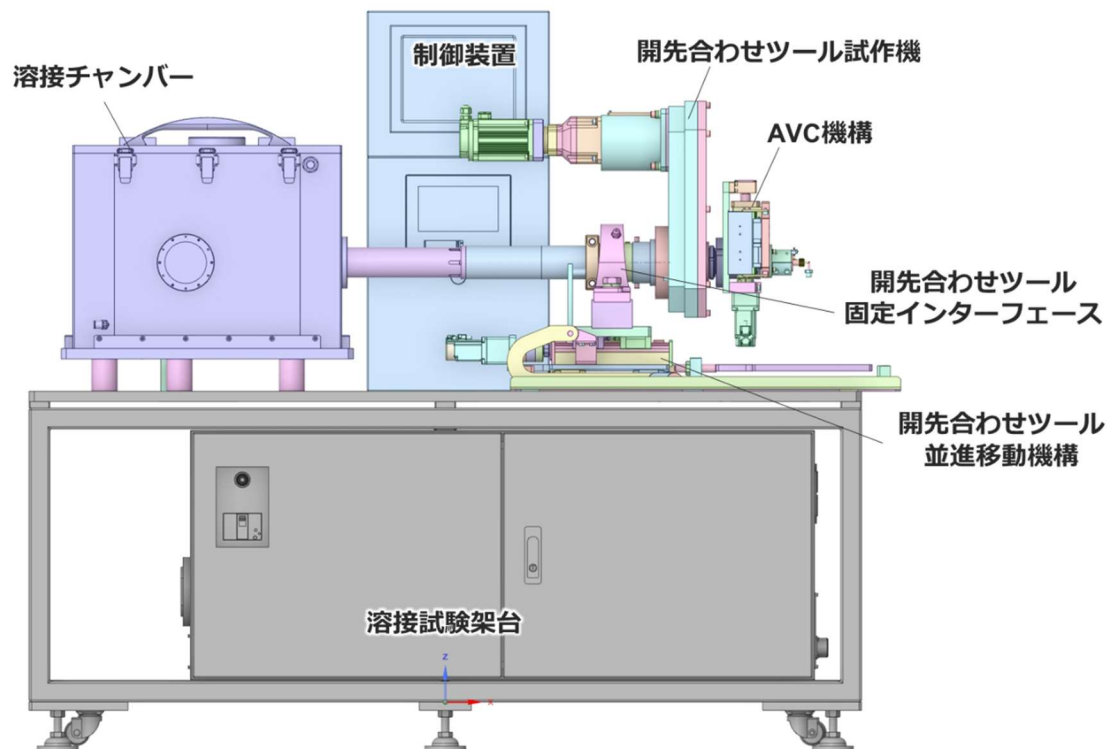
- (a) PAT を軸（PAT 及び配管サンプルの中心軸）に対して前後方向に移動させる機構を追加すること。
- (b) 並進移動機構は PAT 試作機を FW 側配管の蓋サポート部に最大 7 kN の推力で押し当てる性能を有し、かつ機構が損傷しない強度を有すること。

(4) 配管サンプルの開先誤差調整・計測機能の追加

- (a) 溶接チャンバー（図 7 参照）の配管サンプル（図 13 参照）の固定部に対し、FW 配管と SB 配管間に任意の誤差を設定する機能を追加すること。
- (b) 設定した誤差を計測する方法を検討し、一般的な計測機器の他に必要な構造がある場合は溶接試験架台への追加を行うこと。
- (c) PWT の電極と配管開先の位置関係を計測する機能を追加すること。



(a) 貸与時の WTE (再掲)



(b) 改造後の WTE (イメージ)

図 12 溶接試験架台の改造図

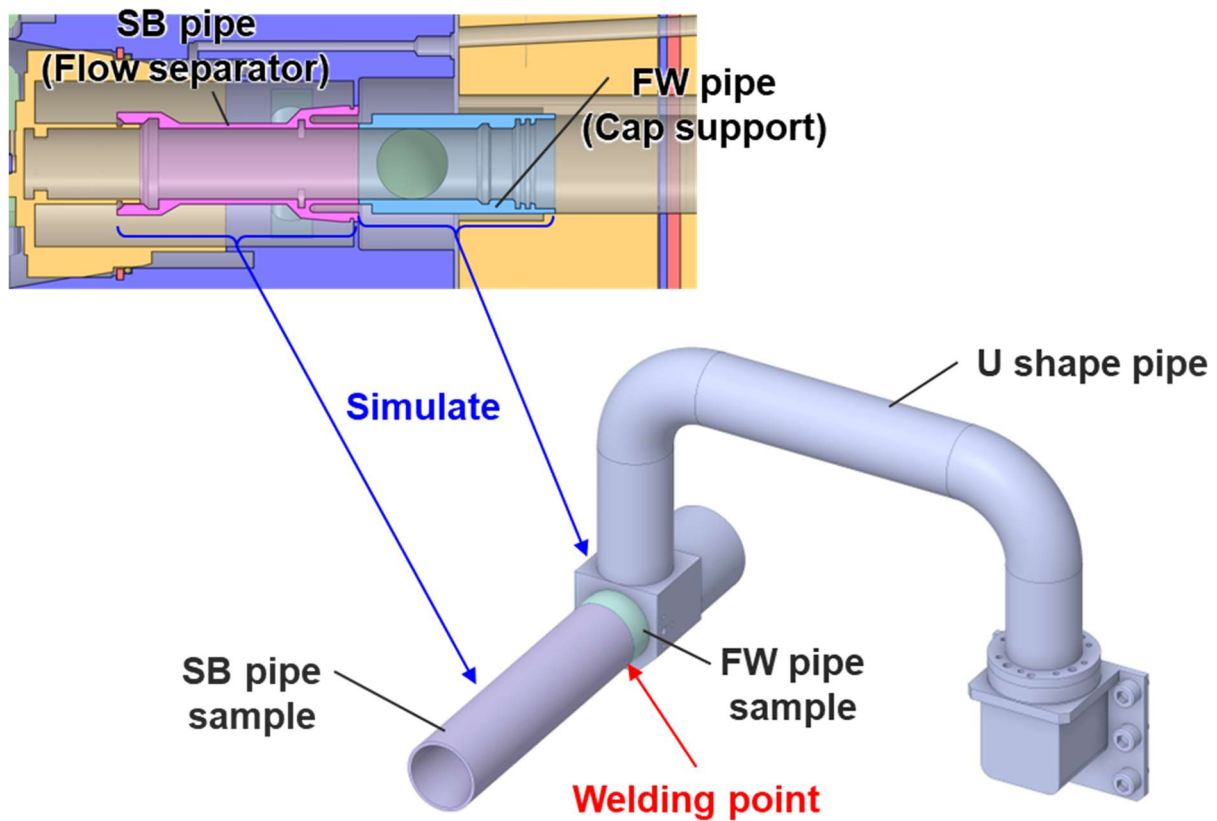


図 13 配管サンプル

備考) 本サンプルは、SB 配管サンプルと U 字配管に固定された FW 配管サンプルから構成される。FW 配管サンプルは交換式（図中水色の部位）となっており、溶接の対象は FW 配管サンプルと SB 配管サンプルのみとする（図 15 及び図 16 参照）。

4.5.2 制御装置の改造

PAT 及び PWT 両試作機を統合した状態で動作させるため、下記の機能を制御装置に追加すること。納品の際は制御プログラムを USB メモリなどの記録媒体に保存するとともに、制御装置内のソフトウェアの書き換えを行うこと。

- (1) PAT の制御
 - (a) 回転動作（速度、回転角度、回転方向）
 - (b) 軸方向への前後移動（速度、移動量、移動方向）
- (2) PWT の制御
 - (a) 溶接動作（溶接電圧及び電流値、溶接速度（=PAT 試作機の回転速度）、AVC 機構）
 - (b) 上進振り分け溶接機能の追加（図 14 参照：溶接を配管の下側から上側に向かって 2 回に分けて行う方法）
- (3) 2 台のツール試作機を統合した状態における制御
 - (a) PAT の回転動作と PWT の溶接動作の同期運転

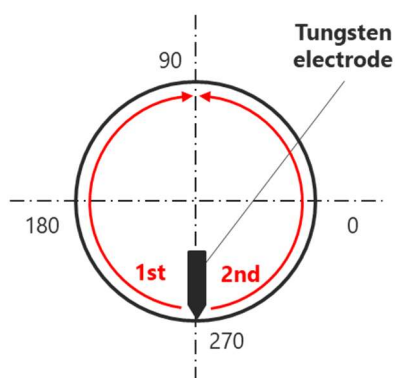


図 14 上進振り分け溶接模式図

4.6 PAT 試作機及び PWT 試作機の統合溶接試験

受注者は、4.3 項で製作した PWT 試作機、4.4 項で改造した PAT 試作機、4.5 項で改造した WTE を用いて、PAT 試作機及び PWT 試作機を統合した構成における溶接試験を実施すること。

また、溶接試験の実施前には WPS（溶接施工要領書）を作成し、QST 担当者の確認を得ること。

4.6.1 統合溶接試験

以下の手順にて統合溶接試験を実施すること。

試験条件を表 10、品質評価試験の項目及び評価方法を表 11 にそれぞれ示す。

- (1) 4.6.1.1 項に示す実機模擬配管サンプル（以下「配管サンプル」という。）の溶接対象部周辺を脱脂洗浄する。
- (2) 溶接試験架台の溶接チャンバー内に配管サンプルを設置し、FW 側の配管サンプルと SB 側の配管サンプルの開先間に誤差を設定する。
 - ・ 誤差量は表 10 の条件を狙って設定すること。
 - ・ 誤差の設定後に 4.5.1 項(4)で追加した方法で開先部の上下左右を計測し、誤差量が目標値以下であることを確認すること。
 - ・ ただし、計測箇所にアクセスできない場合は開先部の片側をそれぞれ計測することでも可とする（例：上と右側を計測し、下と左側は計測しないなど）。
- (3) 溶接試験架台に PAT 試作機を設置し、PAT 試作機先端を配管サンプル内に挿入する。
 - ・ 備考）誤差条件#1～2 では下記(4)～(6)の手順は省略する。
- (4) PAT 試作機先端のパッドを開いてステップを補正する。
- (5) PAT 試作機の蓋サポート押し付け部を U 字配管治具の端面に当てて押し込み、ギャップを補正する（この時の推力を計測する）。
 - ・ 備考）上記(4)と(5)の順番を入れ替えた手順における開先合わせの補正試験も実施し、補正力の差異を確認すること。
- (6) FW 側配管サンプルと SB 側配管サンプルの開先間の誤差量を計測する。
 - ・ (2)と同様の方法で誤差量を計測すること。
 - ・ 誤差量が目標値を超過する場合は、QST 担当者と試験手順及び条件について協議すること。
- (7) PWT 試作機を PAT 試作機に挿入・固定する。
- (8) 配管の仮止め溶接を行う。仮止め点数は協議の上決定とする。
- (9) FW 側配管サンプルと SB 側配管サンプルの開先間の誤差量を計測する。
- (10) 溶接チャンバー内にバックシールドガス（Ar 50% + He 50%の混合ガス）を導入し、配管サンプル外径側の酸素濃度が指定の値になるまで待機する。
- (11) 同軸シールドガスを導入しながら配管の本溶接（全周溶接）を行う。

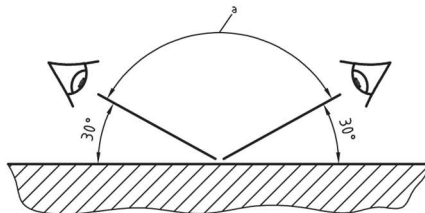
(12) 溶接した配管サンプルを溶接試験架台から取り外し、表 11 に示す条件で外観観察（VT）と浸透探傷試験（PT）を行う。

- ・ この品質評価試験は、専門の分析業者に委託することは求めない。
- ・ 溶接サンプルには番号と溶接時の位置（向き）を記入して管理すること。
- ・ VT 及び PT の記録は、上記の番号と位置が分かるようにサンプルを撮影し、撮影した画像の未加工データを納品すること。
- ・ 溶接用サンプルは全て納入すること（1.6 項に示す表 2 中の#1 参照）。

表 10 溶接試験条件（合計試験回数：8 回）

条件#	補正前の配管開先間の誤差量[mm]		補正後の配管開先間の誤差量（目標値）[mm]		配管サンプル外径側の酸素濃度 [ppm]
	ギャップ	ステップ	ギャップ	ステップ	
1	≤ 0.05	≤ 0.05	－	－	≤ 100
2	≤ 0.05	≤ 0.05	－	－	1,000
3	0.2	1.65	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 100
4	0.2	1.65	≤ 0.2	≤ 0.2	1,000
5	条件#1～4 を実施後に、QST 担当者との協議の上で条件を決定すること。				
6					
7					
8					

表 11 品質評価試験項目及び評価方法

評価#	項目	仕様
1	VT 方法及び条件	(1) 試験表面の明るさ：350 lx 以上（推奨 500 lx）＊溶接ビードの性状が明瞭に分かること。 (2) 観察距離：サンプル表面から 600 mm 以内、30 deg 以上の角度から観察、撮影する。  (3) 観察方向：溶接ビード外面を 4 方向（0, 90, 180, 270 deg）から観察すること。
2	PT 方法及び条件	(1) PT 手法：スプレー法 (2) 浸透液、現像剤：JIS Z 2343-2 適合品であること。 (3) 観察方法：条件#4 と共通とする。

4.6.1.1 実機模擬配管サンプル

(1) 実機模擬配管サンプル仕様

(a) 材質：SUS316L

(b) サンプル形状：図 15 に示すように FW 側配管サンプルと SB 側配管サンプルから構成される。

- ・ サンプル肉厚： 2.5 ± 0.1 mm（溶接対象部から 20 mm の範囲までに適用される）

- ・ 開先形状： 15 ± 0.5 deg

(c) 製作数：各 10 体

(2) 備考：FW 側配管サンプルは U 字配管治具（1.10 項の貸与品(a)に含まれる）に組み付けて使用する（図 16 の水色の部品が FW 側配管サンプルを示す）。

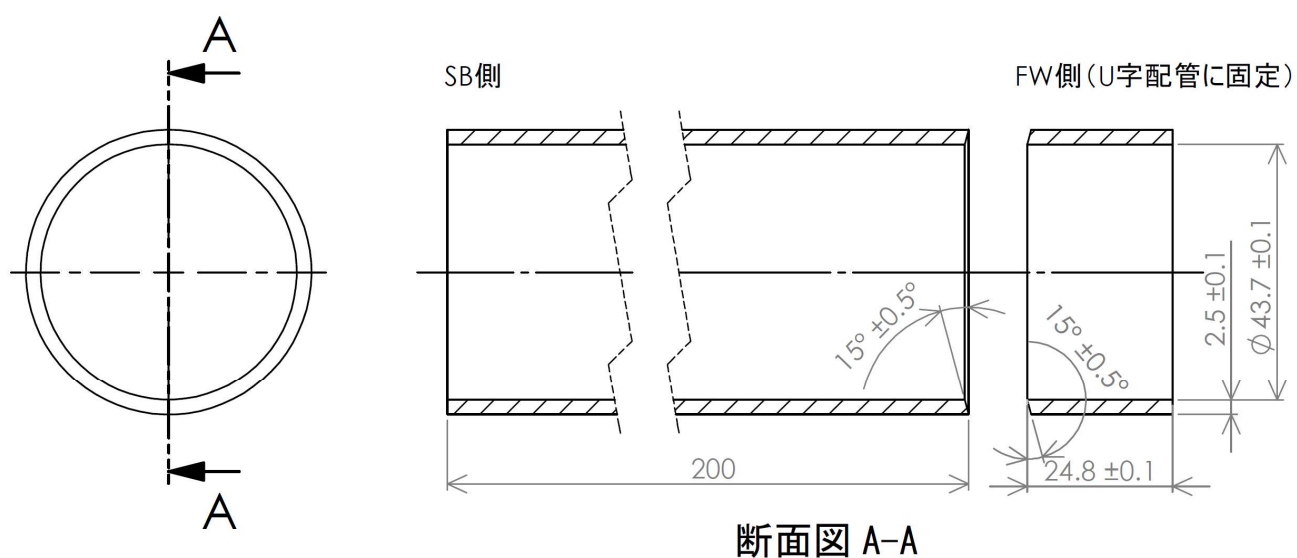
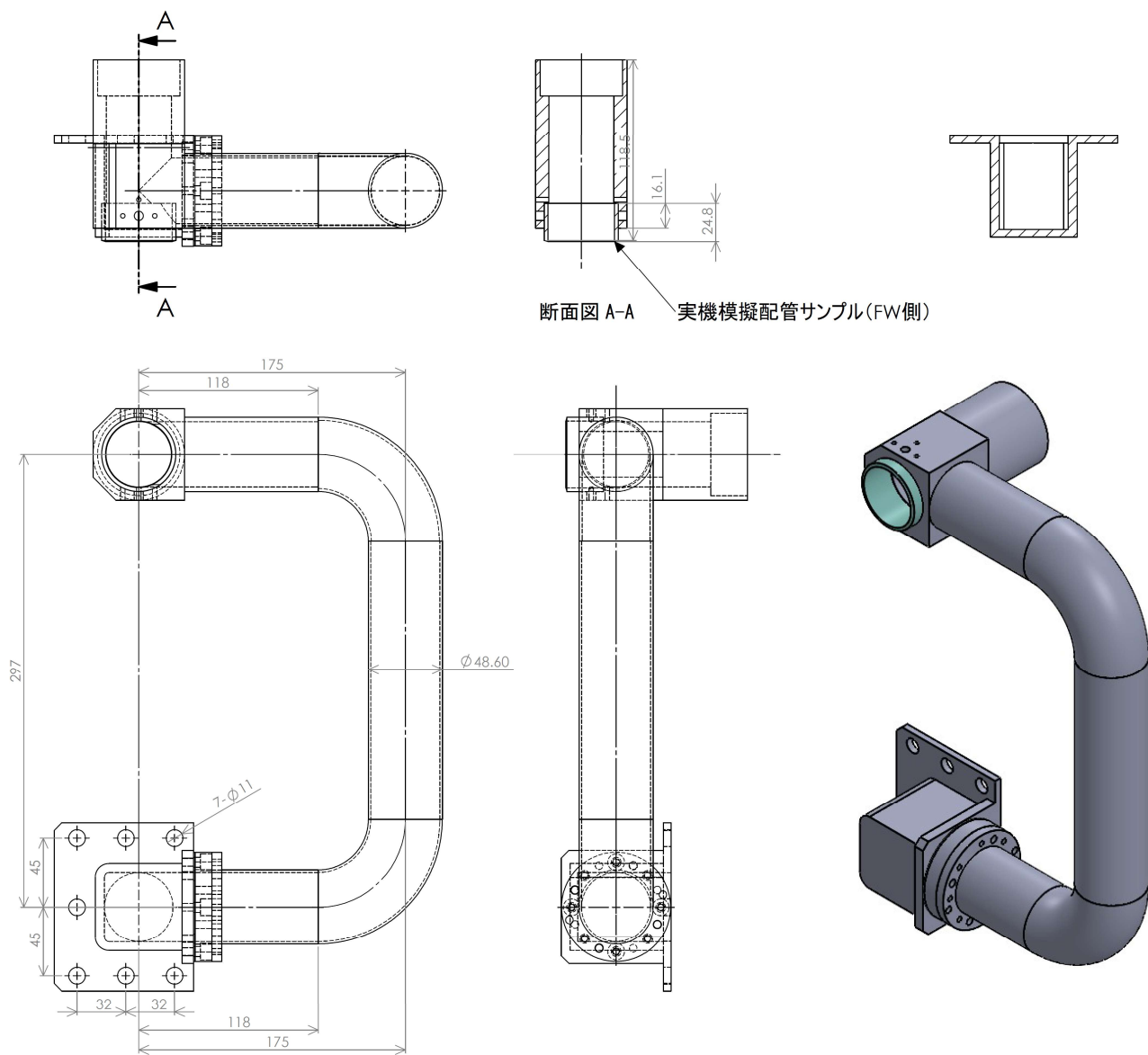


図 15 実機模擬配管サンプル



4.6.2 溶接ケーブル長が溶接品質に与える影響の評価試験

受注者は、溶接電源と PWT 試作機を接続するケーブル長を延長し、4.6.1 項と同様の手順にて統合溶接試験を実施し、溶接品質の差異を確認すること。品質評価試験の項目及び評価方法を表 11、溶接試験条件を表 12 にそれぞれ示す。

備考) 延長するケーブルは長さ 70 m、コア径 22sq とし、受注者が手配すること

表 12 溶接試験条件（合計試験回数：2 回）

条件#	補正前の配管開先間の誤差量[mm]		補正後の配管開先間の誤差量（目標値）[mm]		配管サンプル外径側の酸素濃度 [ppm]
	ギャップ	ステップ	ギャップ	ステップ	
1	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤100
2	0.2	1.65	≤0.2	≤0.2	≤100

* 上記の条件は 4.6.1 項で実施した試験の結果を見て、変更することも可とする。

4.7 図書類の作成

本件で実施した作業に関して、1.6 項及び 1.7 項に示す図書類を作成すること。

以上