

ITER 第一壁遠隔保守用セントラルボルト締結ツールのプロト
タイプに関する設計及び製作

Design and Manufacture of Central Bolt Torquing Tool
Prototype for ITER First Wall Remote Handling

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 納期及び納入物	2
1.7 提出図書	3
1.8 検査条件	3
1.9 貸与品	3
1.10 品質保証	4
1.10.1 一般事項	4
1.10.2 本件に係る品質保証	4
1.10.3 品質保証に関する情報の提供等	4
1.10.4 品質監査について	5
1.10.5 品質計画書 (Quality Plan) について	5
1.10.6 提出図書について	6
1.11 適用法規等	7
1.12 打合せ	7
1.13 知的財産権・技術情報の取り扱い・成果の公開	7
1.14 情報セキュリティの確保	8
1.15 グリーン購入法の推進	8
1.16 協議	8
2. 機器設計条件	9
3. 技術仕様	9
3.1 略語	9
3.2 検討対象の BM 及びツールの保守プロセス	10
3.2.1 検討対象の BM 及び保守作業プロセス	10
3.2.2 CB の締結工程	13
3.2.3 仮第一壁 (Temporary First Wall, TFW) の構造	16
3.3 保守作業時に使用されるツール	18
3.4 設計仕様	19
3.4.1 適用図書	19
3.4.2 CBT の設計仕様	20
3.4.3 プロトタイプ BM 保守ツール設計全般の要求事項	23
3.5 CBT プロトタイプ及び制御装置、試験装置類の設計	34

3.5.1	CBT プロトタイプ的设计	34
3.5.2	CBT プロトタイプ用制御装置的设计	37
3.5.3	CB 締結試験架台的设计	38
3.6	CBT プロトタイプの製作及び計測機の調達	39
3.7	CBT プロトタイプの検証試験	40
3.8	図書類の作成	41

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 コンピュータプログラム作成等業務特約条項

1. 一般仕様

1.1 件名

ITER 第一壁遠隔保守用セントラルボルト締結ツールのプロトタイプに関する設計及び製作

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。）は、ITER 機構（以下「IO」という。）と締結した調達取決めに基づき、ITER ブランケット遠隔保守システム（Blanket Remote Handling System、以下「BRHS」という。）の設計及び製作を進めている。

BRHS は、核融合反応により高放射線環境となる真空容器（Vacuum Vessel、以下「VV」という。）内において、遠隔操作によりブランケットモジュール（Blanket Module、以下「BM」という。）の交換を行うものである。BM は、第一壁（First Wall、以下「FW」という。）と遮蔽ブロック（Shield Block、以下「SB」という。）で構成され、SB は VV に、FW は SB 上に固定される。SB を VV に固定する際には、SB 電気ストラップボルト及びフレキシブルボルトで締結し、FW を SB に固定する際には、FW 電気ストラップボルト及びセントラルボルト（Central Bolt、以下「CB」という。）で締結する。

本契約では、FW を SB に固定する際の主要なボルトである CB にトルクを印加して本締めするための CB 締結ツール（Central Bolt torquing Tool、以下「CBT」という。）のプロトタイプを設計及び製作し、検証試験を行う。

1.3 契約範囲

本件では、以下の作業を実施する。

- (1) CBT プロトタイプの設計
- (2) CBT プロトタイプの製作
- (3) CBT プロトタイプの検証試験
- (4) 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) 装置類：受注者事業所内

- (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 4 において「確認：要」の図書）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、受領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 納期及び納入物

受注者は、表 1～表 3 に示す納入物を各指定の納期までに納入すること。

提出方法は、紙媒体(各 1 部)の他、電子ファイル(正式版の PDF ファイルに加えて 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。

表 1 令和 8 年 3 月 23 日納期の納入物

納入物名	言語	部数	確認
Design Description	英	1 部	要
CAD Bill of Materials	英	1 部	要
CAD models	英	1 部	要
Assembly Drawings	英	1 部	要
納入物に関わる電子ファイルを納めた CD	-	1 式	不要

表 2 令和 9 年 3 月 22 日納期の納入物

納入物名	言語	部数	確認
Component Drawings	英	1 部	要
Structural Integrity Report	英	1 部	要
Cabling Diagram (CBD)	英	1 部	要
Detailed Wiring Diagram (WD)	英	1 部	要
Single Line Diagram 又は One Line Diagram	英	1 部	要
Design Compliance Matrix (DCM) or VCM	英	1 部	要
Factory Acceptance Test Plan (FATP)	英	1 部	要
納入物に関わる電子ファイルを納めた CD	-	1 式	不要

表 3 令和 10 年 3 月 21 日納期の納入物

納入物名	言語	部数	確認
Site Acceptance Test Plan (SATP)	英	1 部	要
Factory Acceptance Test Report (FATR)	英	1 部	不要
Equipment Operation and Maintenance Manual	英	1 部	要
Software User Manual (SUM)	英	1 部	要
Declaration of compliance	英	1 部	要
Release Note	英	1 部	要
納入物に関わる電子ファイルを納めた CD	-	1 式	不要
CBT プロトタイプ (レンチは本体への組み付け 1 本+予備 1 本)	-	1 台	不要
CBT プロトタイプ用制御装置	-	1 台	不要
CB 締結試験架台 (誤差調整用シム×一式、トルクメータ×1 台 含む)	-	1 台	不要

1.7 提出図書

受注者は、表 4 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 4 提出図書

納入物名	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
品質計画書 (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
月間報告書 (Monthly Report)	当月分の活動について 翌月 25 日以前の平日に	英	1 部	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

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と QST が認めたこと、及び 1.9 項(1)に定める貸与品が返却されたことをもって検査合格とする。

1.9 貸与品

(1) 品名 (いずれも無償)

- (a) 1. 10. 5 項及び 3. 4. 1 項に示す適用図書：1 式
 - (b) ブランケットモジュールの 3D CAD データ：1 式
 - (c) 保守ツール設計に関わる図書（JADA-23162-04DE3002）：1 式
 - (d) ツールチェンジャーの情報（可搬モーメント含む）：1 式
- (2) 引渡場所及び方法
- 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・メール送付・郵送（着払い）のいずれかによる。
- (3) 返却方法
1. 6 項の表 3 に定める最終納期までに、上記 (2) に示した引渡場所にて手渡し・メール送付・受注者負担による郵送のいずれかによる。

1. 10 品質保証

1. 10. 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. 10. 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、ブランケット遠隔保守ツール類の品質等級は「クラス 2（SR/NSR）」であるが、本契約のツール設計においては「クラス 3（NSR）」として扱う。

1. 10. 2. 1 CBT への品質要求

CBT プロトタイプへの品質要求項目は 3. 4. 1 項に示す適用図書[2]の 8. 1 項を参照すること。

1. 10. 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、その要求があつ

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

1.10.4 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。

1.10.5 品質計画書 (Quality Plan) 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させるかを示す 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。

1.10.6 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。

(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

(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。

1.11 適用法規等

遠隔保守システムは、「機械指令 2006/42EC」に記載される要件に従うこととする。
なお、BRHS の構造要素は CE マーキングを取得することが要求される。

1.12 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、作成に当たっては 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。

1.13 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。

1.14 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。

1.15 グリーン購入法の推進

- ・ 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。
- ・ 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。

1.16 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. 機器設計条件

現設計における CBT に求められる固有の機器設計条件については、別紙 5 を参照すること。

3. 技術仕様

受注者は、3.1～3.4項に示す内容を十分理解し3.5項以降に示す作業を実施すること。

3.1 略語

本件における略語を表 6 に示す。

表 6 略語一覧

略語	正式名称	日本語訳
15NDG	15ND Gripper	15ND 把持部
15NDTB	15ND Tool Base	15ND ツールベース
BAT	Blanket Assembly Transporter	ブランケット組立運搬機
BM	Blanket Module	ブランケットモジュール
BMTS	Blanket Module Transfer System	ブランケット運搬システム
BRHS	Blanket Remote Handling System	ブランケット遠隔保守システム
CB	Central Bolt	セントラルボルト
CBT	Central Bolt torquing Tool	セントラルボルト締結ツール
EE	End Effector	エンドエフェクタ
ESB	Electrical Strap Bolt	電気ストラップボルト
FBT	Flexible Bolt Torquing Tool	フレキシブルボルト締結ツール
FW	First Wall	第一壁
FWG	First Wall Gripper	第一壁把持機器
IVTC	In-Vessel Tower Crane	真空容器内搭形クレーン
PHS	Passive Holding System	受動把持機構
SB	Shield Block	遮蔽ブロック
SBG	Shield Block Gripper	遮蔽ブロック把持機器
SBTB	Shield Block Tool Base	遮蔽ブロックツールベース
TFW	Temporary First Wall	仮第一壁
TMNP	Tool Manipulator	ツールマニピュレータ
TPTS	Through Port Transfer System	直通ポート運搬システム
VMNP	Vehicle Manipulator	ビークルマニピュレータ
VV	Vacuum Vessel	真空容器

3.2 検討対象の BM 及びツールの保守プロセス

3.2.1 検討対象の BM 及び保守作業プロセス

本件で設計する遠隔保守用ツールの検討対象となる BM 及び各種保守プロセスを以下の通り記載する。

図 1 に示す通り BM は VV 内に配置され、SB 及び FW で構成されている。各 SB はフレキシブルカートリッジ及びキーという機械的な凹凸形状を介して VV に取り付けられ、各 FW は対応する SB 上に CB 及びキーを介して取り付けられる。

図 2 は、図 1 を Z 方向から見た VV 断面図であり、SB 及び FW の形状は、基本形状 18 種類に中性粒子ビームポート（NB Port：図 2 内参照）等の各種ポート周辺に存在する特殊形状のバリエーション（派生型）17 種類を加えた、計 35 種類が存在する（詳細は 3.4.1 項の適用図書#1 参照）。本件は全 FW のうち、3 種類の BM15ND タイプのモジュールを除いた FW を対象としてツール設計を実施する。

図 3 に FW 及び SB の断面構造図を示す。FW を SB に設置するプロセスでは、FWG と呼ばれるツールより FW を把持し、対象の SB 上に FW を設置して FWG が具備するレンチにより CB にトルクを印加して仮締めを行い、FW を SB 上に仮固定する。その後、CBT と呼ばれるツールにより CB に更に大きなトルクを印加することで本締めを行い、FW と SB に本固定する。その後、ESB と呼ばれる 2 本のボルトの締結、FW と SB 間を通る冷却配管と蓋の溶接を行うことで、FW の設置作業が完了する。本契約では CB の本締めを行うツールである CBT プロトタイプ的设计、製作及び評価試験を実施する。CBT を用いる保守作業の詳細な工程は 3.2.2 項に示す。

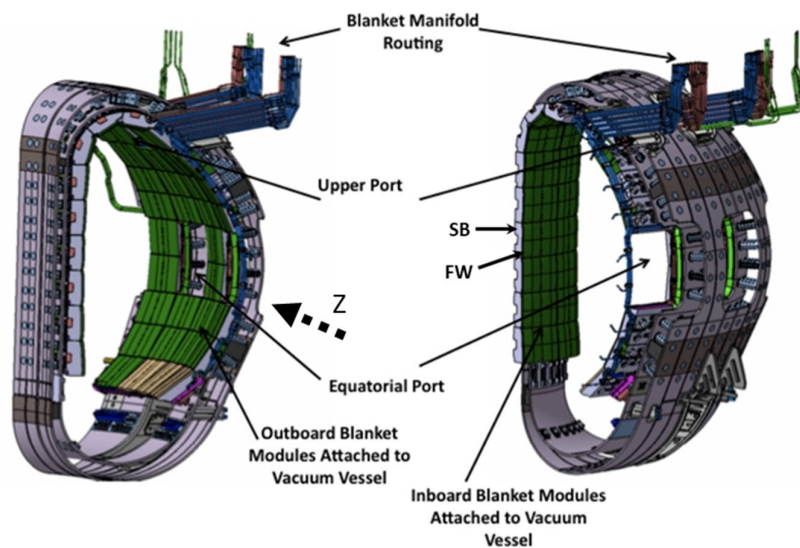


図 1 VV 内 BM 構成

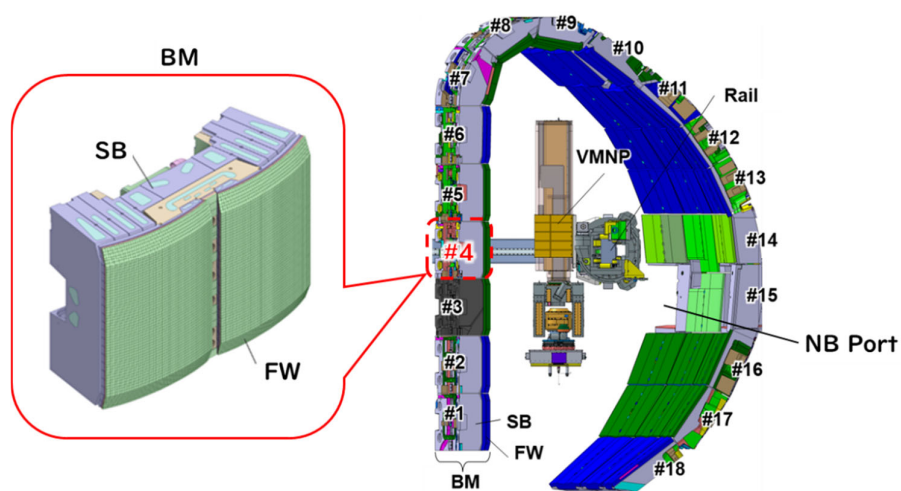


図 2 VV 断面図及び BM(SB+FW) #4 の外形

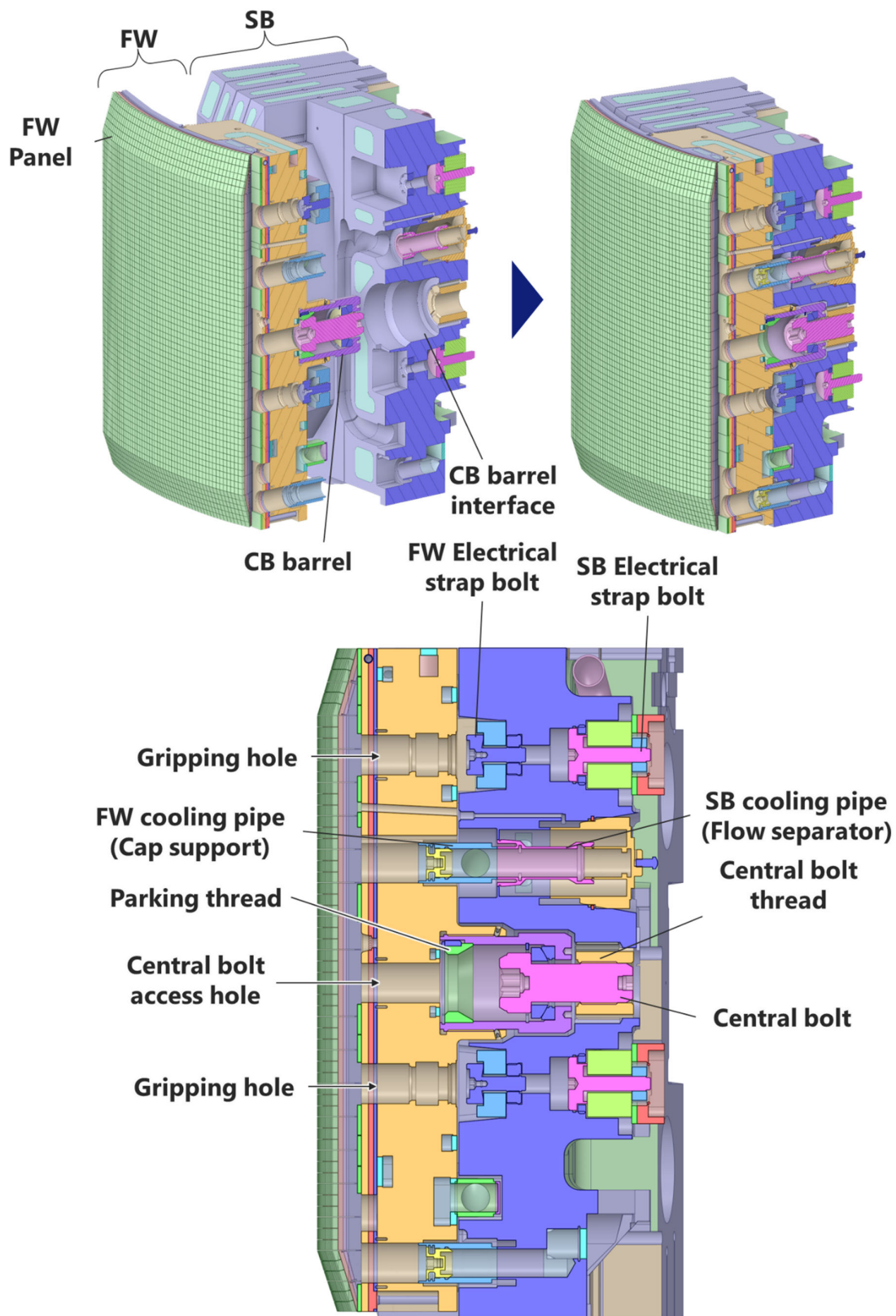


図 3 FW 及び SB 断面構造図

3.2.2 CBの締結工程

本項では、保守プロセスのひとつである FW 設置から CB 締結までの工程について、レンチの CB への嵌合と締結時のレンチ及びボルトの挙動を中心に詳述する(概念図は図 4 を参照。図中の番号は下記の工程番号と対応する)。本件で扱う CBT は下記(7)以降の作業に用いられる。

- (1) 大型マニピュレータ (3.4.3.4 項に示す通り、遠隔保守時は VMNP、初期組立時は BAT が該当) と FWG を接続する。接続はツールチェンジャーを介して行う。
- (2) FWG により FW を把持する。把持は FWG 側の把持爪 (図 5 に示すように、FW 把持穴内部に引っ掛けるためのフックを持つ構造) を FW 側の把持穴に挿入し、フックを開き (図 4 の上下 2 本の紺色部分)、FWG のパッドを FW 表面のパネルに押し付けることで行う。
- (3) FWG+FW を対象の SB の正面に移動させ、FW 側の CB barrel を SB 側の CB barrel interface に挿入する。
- (4) FWG に具備されたレンチ (図 4 の中央の黄色部分) を FW 側の待機用ねじ構造 (Parking thread) に固定された CB ソケット (TORX/ヘキサロビュラ・六角星形の意: 同図の中央のピンク部分) に嵌合させる。
- (5) レンチを回転させながら並進移動させることで、CB を SB 側のメインスレッドに締結する。この工程を「CB 仮締め」と呼ぶ。
- (6) FWG による FW 把持を解除し、FWG を FW から離す。
- (7) VMNP/BAT と FWG の接続を解除し、VMNP/BAT と CBT (レンチユニットを除く。3.4.2 項参照) を接続する。
- (8) CBT を FW の正面に移動させ、CBT の把持爪を FW の把持穴に挿入し、把持爪のフックを開く (図 4 の上下 2 本の緑色部分)。
- (9) CBT のパッドを FW パネルに対して押し付け、CBT を FW に固定する。
- (10) 遠隔保守時は、VMNP と CBT の接続を解除し、VMNP と TMNP (小型の双腕マニピュレータ) を接続する (初期組立時は、BAT により CBT を把持したままとする)。
- (11) TMNP/Zero G Arm でレンチユニットを把持し、レンチユニットを CBT に固定する。
- (12) レンチを伸ばし、CB ソケットに嵌合させる。
- (13) レンチを回転させ、FWG レンチよりも大きなトルクを CB に印加する。この工程を「CB 本締め」と呼ぶ。
- (14) 以降、工程(12)～(7)の手順を逆動作で行い、CBT を撤収する。

備考)

- (i) 上述の工程(8)において、遠隔保守用 CBT の把持爪はフックが開いて FW の把持穴に固定される一方、初期組立用 CBT の把持爪は FW への固定機能を有しないピン構造に置き換わるため、CBT は FW に固定されず BAT により把持されたままの状態、工程(9)～(13)の CB 本締め作業を実施する。

(ii) 上記の工程(9)において、初期組立用 CBT のパッドはモータによる昇降動作を行わず、バネにより上下移動する受動式を採用する。

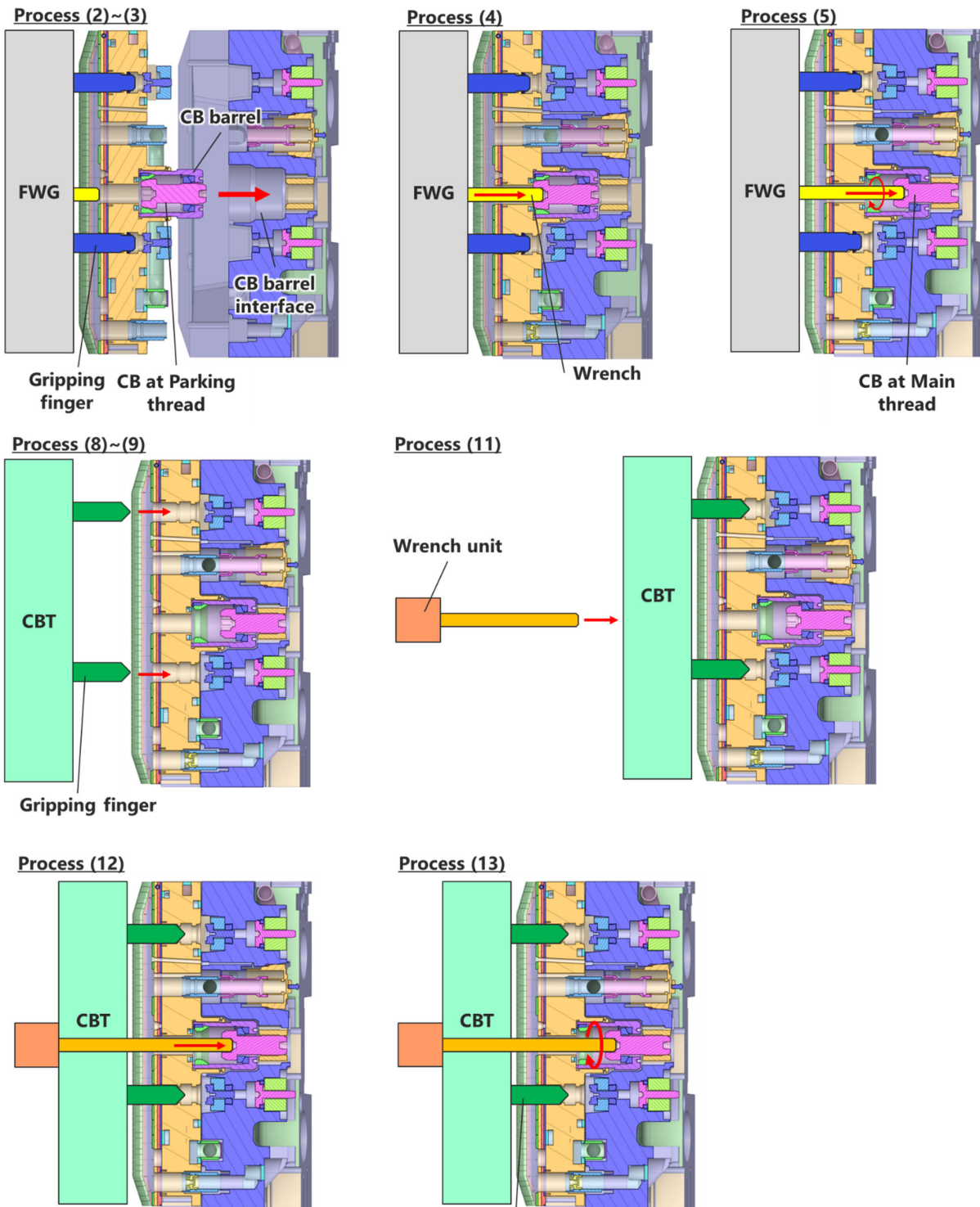


図 4 CB 締結手順

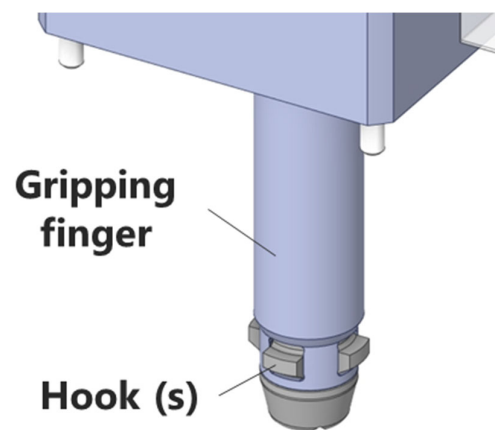


图 5 把持爪

3.2.3 仮第一壁 (Temporary First Wall, TFW) の構造

本件で設計する初期組立用 CBT プロトタイプ保守対象となる FW は、仮第一壁 (Temporary First Wall, TFW) と呼ばれるモジュールとなる。TFW は図 6 及び図 7 に示すように表面の形状が異なり、また、内部には冷却配管が存在しない簡易構造となる。セントラルボルト (CB) や把持穴 (Gripping interface, Gripping hole) の位置関係は通常の FW から変更はない。

*備考) TFW と同様に初期組立の対象となる SB は、TFW のような仮/簡易構造のものをを用いず、実機そのものを初期組立で取り付ける。

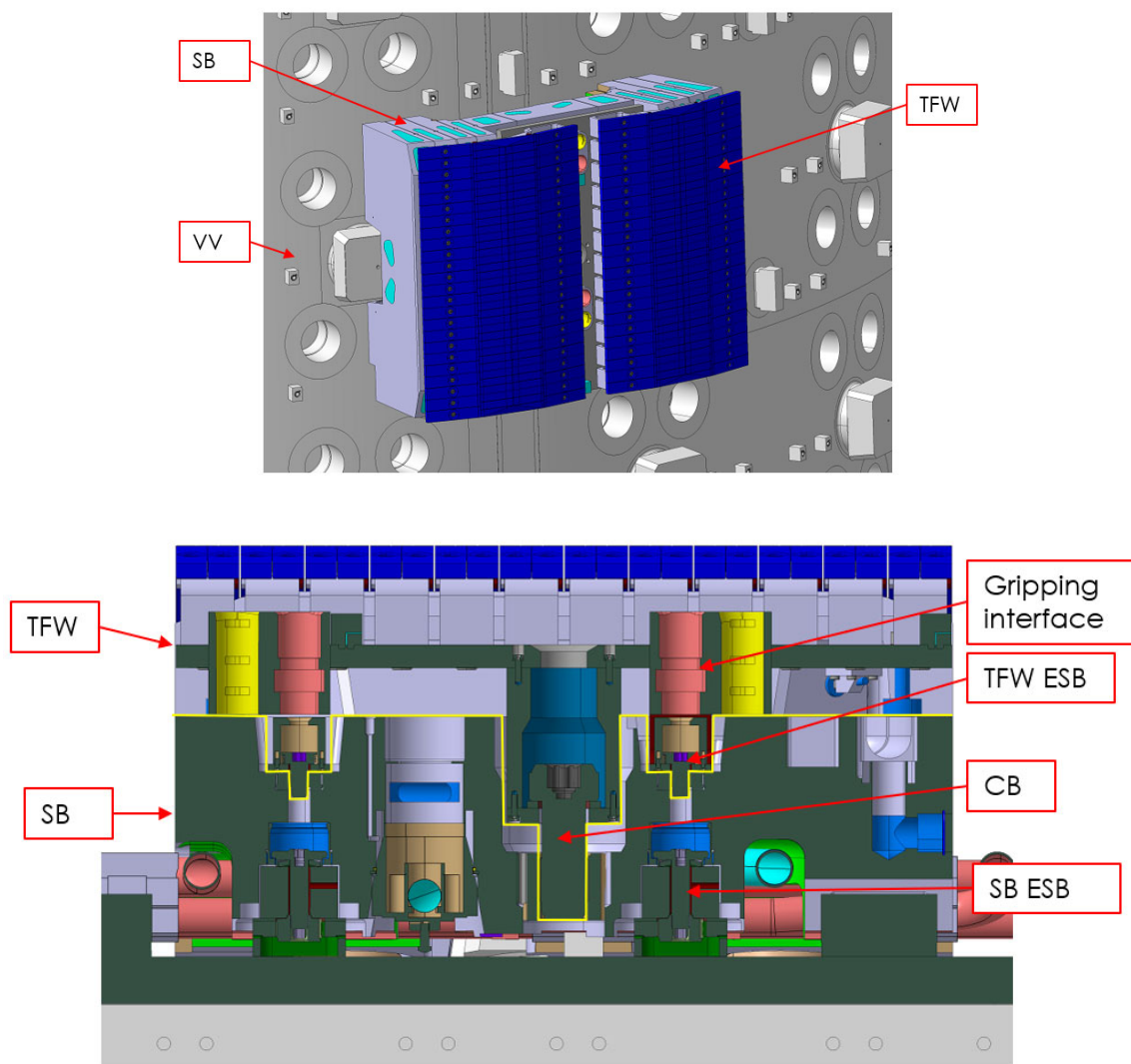


図 6 TFW 構造

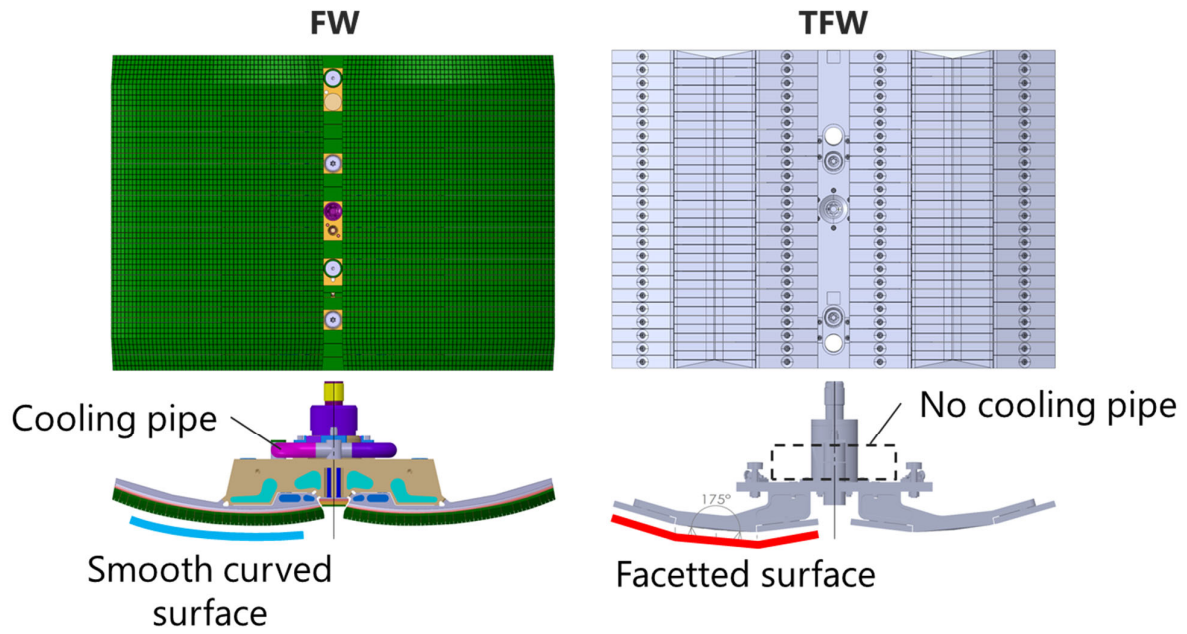


図 7 FW と TFW の構造比較

3.3 保守作業時に使用されるツール

保守作業時に使用される BM 保守ツールは、主に重量ツールと軽量ツールに大別され、保守プロセスは各ツールの作業内容や重量によって次のように異なる。

BM 交換時には、VV 内の放射線環境において、重量ツール（40kg 超）は大型マニピュレータである VMNP を用いて BM 上に固定され作業を行い、軽量ツール（40kg 以下）は、小型マニピュレータである TMNP を介して作業を行う。これらのマニピュレータは BRHS の一部である。

一方、BM の初期組立には、非放射線下の VV 内において作業員が BM 近傍にアクセスすることが可能である。このため、重量ツールはツールチェンジャーと呼ばれる把持機構を具備したブランケット組立運搬機（BAT）を用いて取り扱われる一方、軽量ツールは、ゼロ G アーム（ZERO G Arm/荷重補償装置）という重量を軽減する補助装置を用いて運搬され、IVTC に接続されたナセル（Nacelle）と呼ばれる作業用ゴンドラ上で作業員が作業を行う（詳細はエラー！ 参照元が見つかりません。項参照）。これらの BAT や補助装置の製作は本契約範囲外である。

本件の検討対象となる CBT は重量ツールに分類され、BM 交換時及び初期組立時の両プロセスにおいて FW を SB に固定する際に共通して必要となるツールである。本件ではブランケット初期組立時にも適用可能な CBT を扱う。

3.4 設計仕様

本項では、検討を実施するにあたり考慮すべき点を示す。受注者は、3.2 項に示す BM 保守プロセスを理解して CBT に関する設計検討を実施すること。

3.4.1 適用図書

CBT プロトタイプ設計に関して、表 7 に示す適用図書を参照すること。

表 7 FW 設計に関わる適用図書

#	図書名	図書番号
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	Technical Specification for Blanket First Assembly Tooling	ITER_D_2F6S75 v2.0
3	Blanket First Assembly Tooling Requirements	ITER_D_2F6UJT v2.0
4	Blanket modules dimensions and weight	ITER_D_35ZJNQ v16.1
5	FW & SB main geometry for RH	ITER_D_CANQ4W v3.1
6	2D model - FW central bolt	ITER_D_W263HM v1.0
7	FW central bolt to SB built up	ITER_D_THPUWB v2.4
8	Blanket Design Description Document	ITER_D_EBUDW3 v1.2
9	Design Description (Structural assessment report of Central Bolt torqueing Tool)	JADA-23162-03DE3003
10	検討報告書 (CBT 機器設計仕様書)	JADA-23162-05DE3003
11	3D CAD model - CBT#4	-
12	3D CAD model - Temporary FW #4 (TFW_S01_BM04_C01)	Part Code: AWPWNH
13	3D CAD model - Blanket module (CMM)	DET-03305-P

3.4.2 CBTの設計仕様

本項には、ブランケット遠隔保守用 CBT の設計仕様を示す。受注者はこの設計仕様を基に、3.5.1 項にてブランケット初期組立用 CBT プロトタイプの実装を実施すること。

(1) CBT の目的

- (a) CBT は FW 側の CB 導入孔 (CB access hole, FW に設けられた CB にアクセスするための穴) を介して、SB 側のメインスレッドに仮締めされた CB にレンチを挿入し、嵌合する機能を有する。
- (b) レンチを介して CB に高トルクを印加し、本締めを行う機能を有する。
- (c) 上記本締め作業中の反力を受けるためのインターフェースを提供する。

(2) CBT の機器構成 (概念設計: 図 8、図 9)

CBT は以下の機構及び構造を具備すること。

(a) レンチユニット (Wrench unit)

- ・ レンチ回転駆動機構とのインターフェース (本ユニットはレンチ回転駆動機構への固定と取外しが可能な構造)
- ・ 高トルク (定格 8.4 kNm $\pm$ 10%、最大 10 kNm) に耐える高降伏強度のマルエージング鋼製レンチ (図 10)
- ・ レンチを傾けるための球面座 (レンチとボルト間のずれを吸収するためのコンプライアンス機構の 1 つとして、レンチの根元に具備する)
- ・ レンチを CB ソケットに嵌合させるためのスプリング
- ・ TMNP 用把持ブロック (Gripping block)

(b) レンチ回転駆動機構 (Wrench rotation drive unit)

- ・ モータ+ハーモニックドライブ+平歯車によるトルク増幅機構 (最大 10 kNm)
- ・ レンチへのトルク伝達ソケット
- ・ トルク測定用のトルクメータ

(c) 反力受け構造: 把持爪 (Gripping finger)

- ・ FW 把持穴に挿入し、本締め時の反力を受けるためと CBT を FW に固定するための 2 本の円筒構造
- ・ 把持穴内部の段差部に押し当てるためのフック構造及びフックを開閉する機構
- ・ 把持爪の横方向位置を調整する機構

(d) パッド機構 (Pad mechanism)

- ・ FW 表面に押し当てるパッド構造
- ・ パッドを昇降させるための機構 (機構の動作はモータ駆動によるアクティブ方式とする)

(e) ベースプレート (Base plate)

- ・ 上記 (a)～(d) の構造を固定する構造体
- ・ VMNP 把持インターフェース: ツールチェンジャー・ツールサイド (Tool changer_ Tool side)
- ・ ロボットビジョン用のカメラ及び照明 ×2 台

- ・ VV 内搬入装置との接続インターフェース

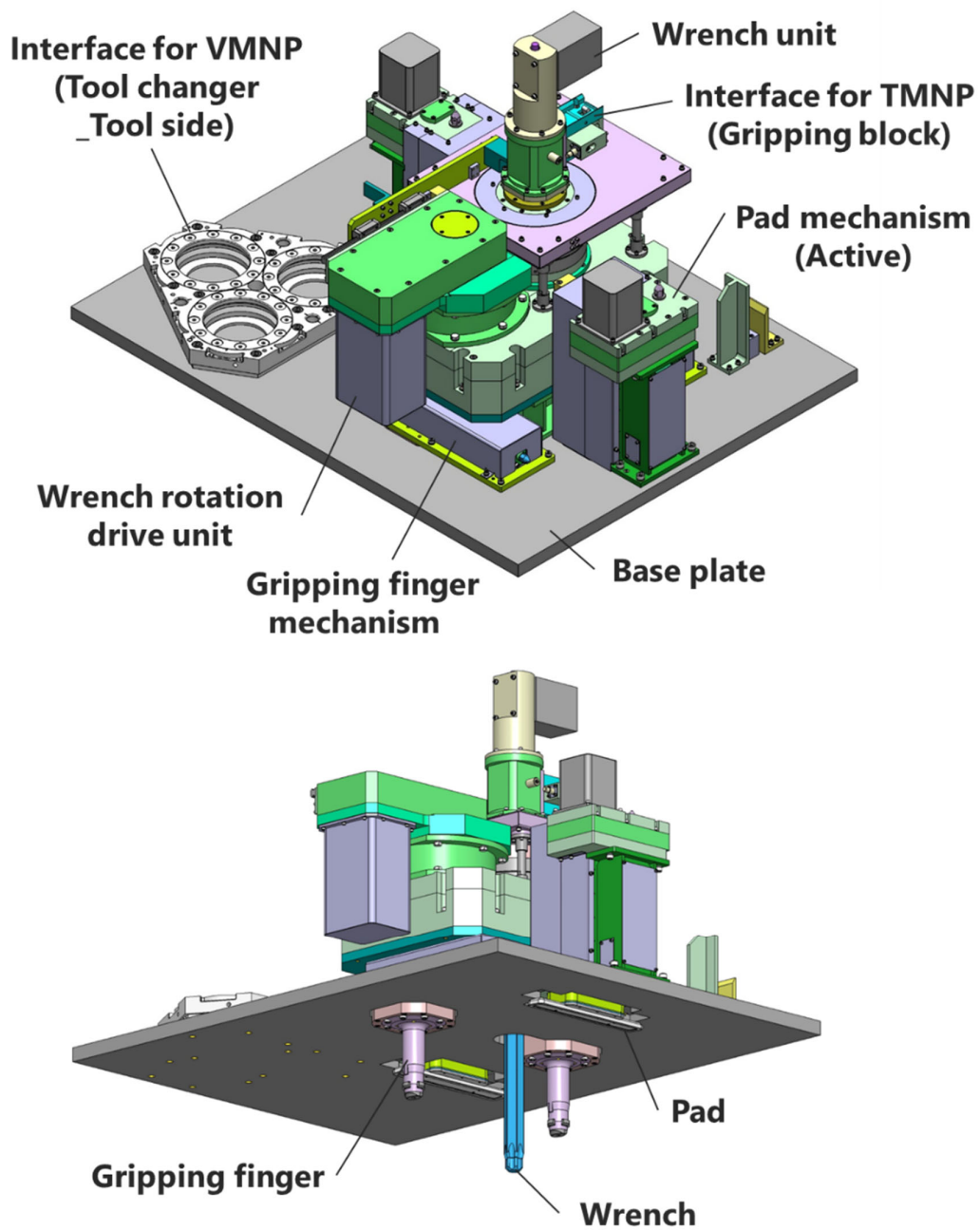


図 8 CBT の概念設計

3.4.3 プロトタイプBM保守ツール設計全般の要求事項

本項では、各種 BM 保守ツールのプロトタイプに適用される一般的な要求事項、BM 保守ツールのプロトタイプのうち保守対象物に直結するインターフェースを有するエンドエフェクタ（EE）全般に適用される要求事項、及び EE に大別される CBT に適用される要求事項を以下に記載する。

3.4.3.1 ツール全体及びエンドエフェクタ（EE）に適用される要求事項

ツール全体及び EE（CBT プロトタイプは EE に含まれるため、EE への要求も適用される）に適用される要求事項は 3.4.1 項に示す適用図書[3]の No. 1～14 を参照すること。

3.4.3.2 EE に適用される要求事項

EE に適用される要求事項は 3.4.1 項に示す適用図書[3]の No. 15～45 を参照すること。ただし、以下の要求は CBT プロトタイプには適用しない。

- No. 18～20, 27, 33, 36, 38～45

3.4.3.3 CBT プロトタイプに適用される要求事項

CBT プロトタイプに適用される要求事項は 3.4.1 項に示す適用図書[3]の No. 254～264 を参照すること。

また、レンチユニットに対しては No. 46～57 の要求を適用すること。

3.4.3.4 BAT

ブランケット初期組立において、重量ツールの装着先となる運搬機は、図 11 に示すブランケット組立運搬機 (Blanket Assembly Transporter, BAT) である。BAT の先端にはツールチェンジャーが具備されており、本件の検討対象である CBT を含めた EE 機器の装着が可能な構造となっている。

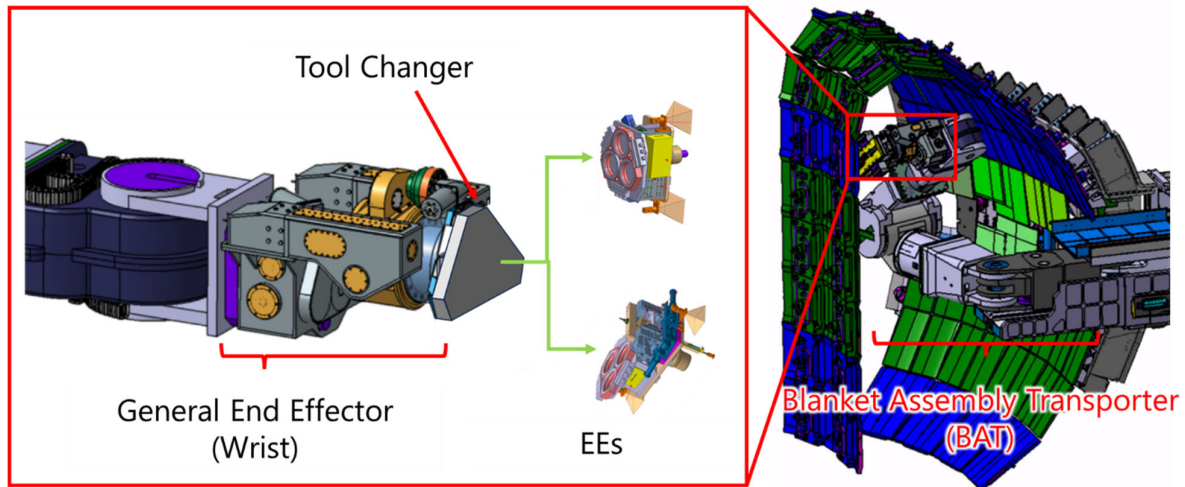


図 11 BAT の概略図

3.4.3.5 BMTS (Blanket Module Transfer System、ブランケット運搬システム)

BMTS は、BM 初期組立時に必要となる機器を TPTS (図 12) 経由で VV 内外に搬入出するための運搬システムで、運搬対象の機器は BMTS 上の収納板に固定・搭載される状態となる。機器のうち、重量ツール (40kg 超) は VV に搬入後、VV 内で BAT によって把持される設計仕様になっている。

このため、重量ツールは BAT に接続できるように、ツールチェンジャーを具備するものとする。

BAT が重量ツールをツールチェンジャー経由で把持する際は、作業者が傍にてツールの状態を確認しながら作業を実行する。

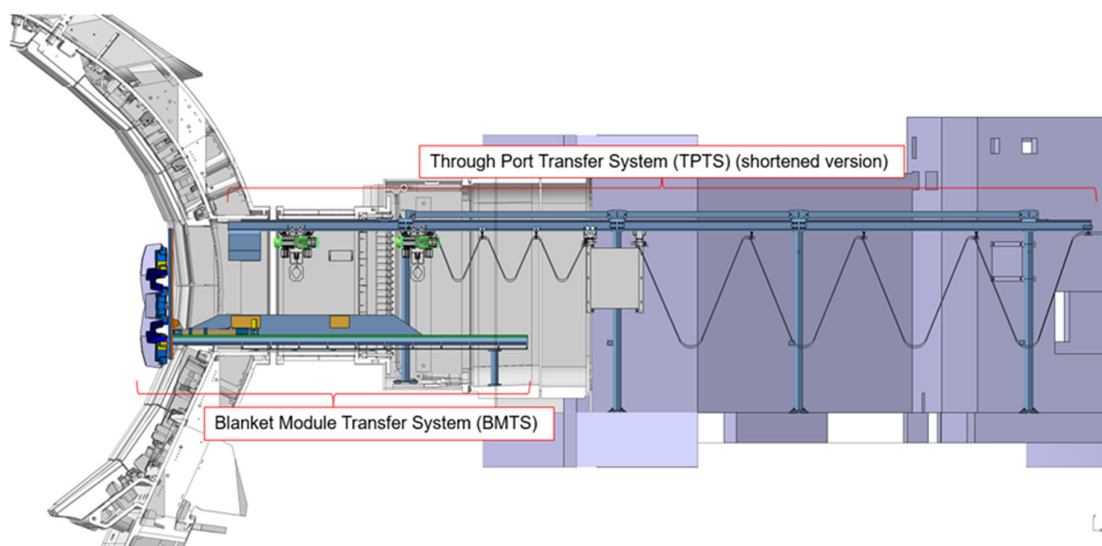


図 12 TPTS における BMTS の位置関係を示す鳥瞰図

3.4.3.6 BMTS 収納板の設計制約

BMTS の機器収納部分は、従来の箱型から板構造（長：2100mm×幅：1310mm×厚：30mm）へと設計変更されたが、搭載面の寸法に変更はない。各種ツールはこの収納板上にクランピングモジュール（固定治具）で搭載され、TPTS 経由で VV 内へ搬入される。収納板上に搭載されるツール類は、所定の外形寸法（長：2100mm×幅：1310mm×高：665mm）以内に収めるものとする。

BMTS 収納板の形状とツールの搭載例を図 13 に示す。

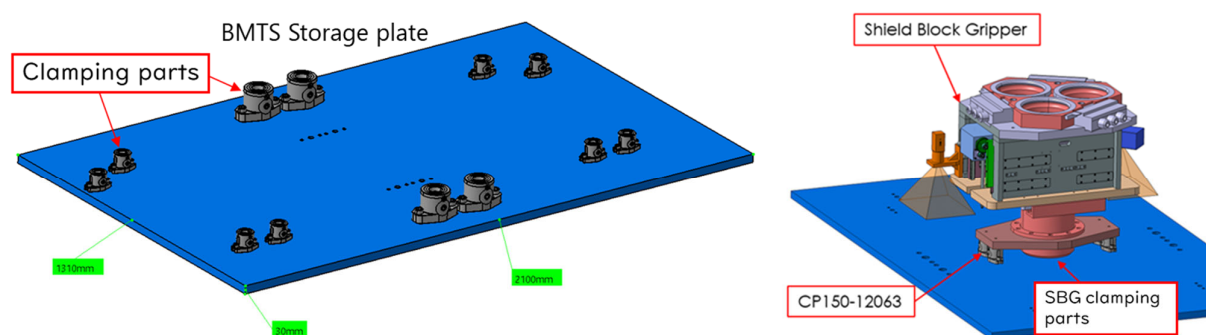


図 13 BMTS 収納板 (Storage plate)

3.4.3.7 IVTC (VV 内塔形クレーン) 及びナセル (Nacelle)

IVTC は昇降式のクレーン土台と伸縮型のアーム部からなり (図 14 左)、IVTC のアーム先端部に作業用ゴンドラであるナセル (Nacelle) を接続する構造となっている (図 14 右)。ナセル上で、作業員による VV 内でのツール搬送や設置等の保守作業を行うものとする。

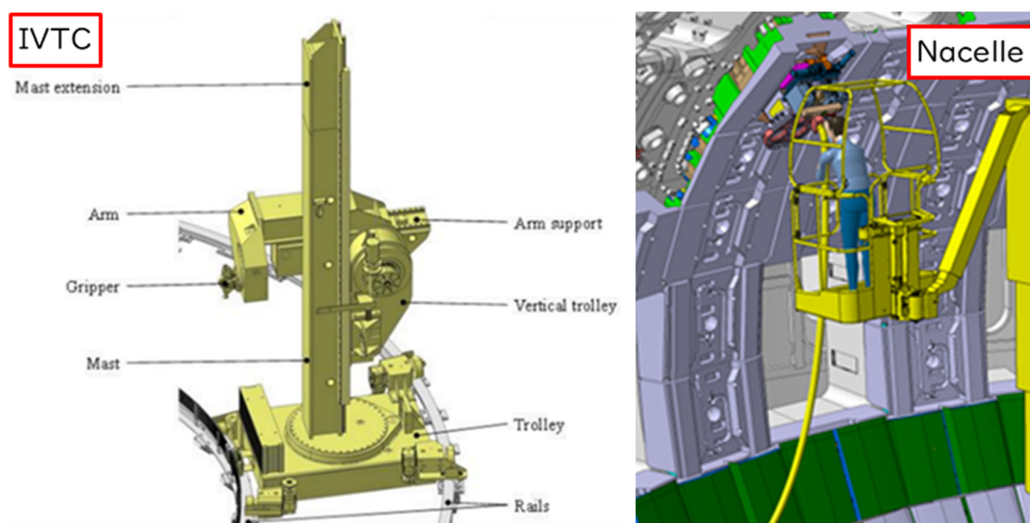


図 14 IVTC ナセル

3.4.3.8 ナセルツール収納部 (Nacelle tool storage)

ナセル上には、作業に使用する軽量ツールを収納するためのナセルツール収納部を設置するものとし、当該収納部は、作業時の取り出し易さや収納の安定性を考慮し、軽量ツールが確実に納まる設計となっている (図 15 参照)。

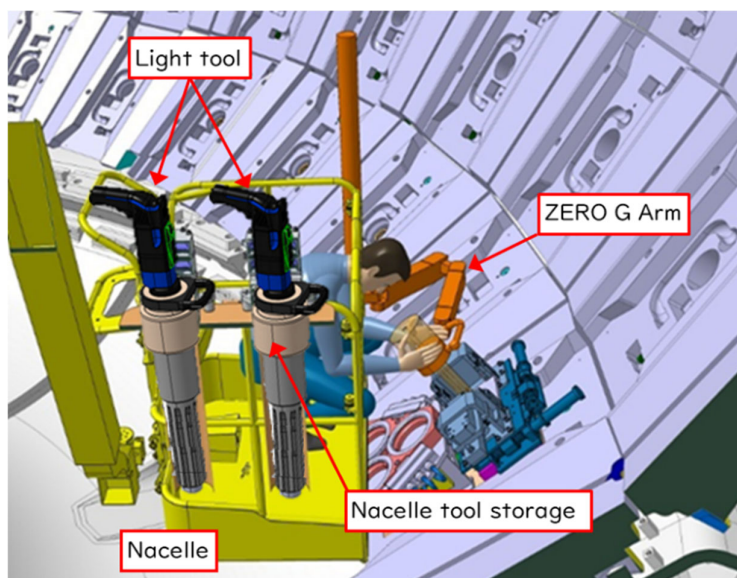


図 15 ナセル上のナセルツール収納部

3.4.3.9 ゼロ G アーム (ZERO G Arm)

BAT で把持しない 40kg 以下の軽量ツールは、ゼロ G アームによりハンドリングされるものとする。ゼロ G アームは、重量物や工具の取り扱いを容易にするための装置であり、バランス機構やスプリングなどを用いて把持対象の重量を軽減し、作業者が負荷を感じることなく操作できるよう設計されるものとする（図 16 参照）。

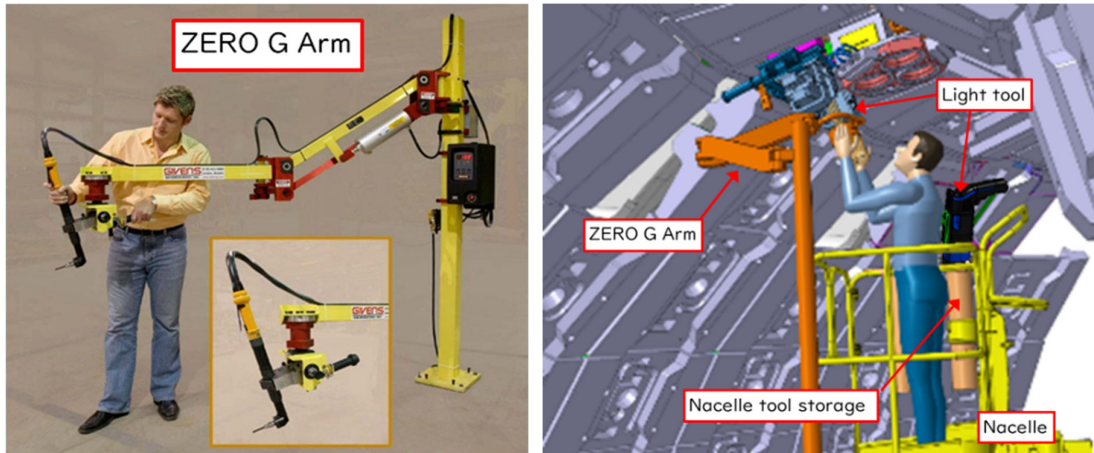


図 16 ゼロ G アームのナセル上における使用例

ゼロ G アームとのインターフェースは GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー：SHW125（図 17）とする。



図 17 小型ツールチェンジャー：SHW125

3.4.3.10 制御装置

制御装置の構成は、大きく上位制御系（High-Level Control System, 以下 HLCS）と下位制御系（Low-Level Control System, 以下 LLCS）に分類される。HLCS は、主に運転員とのインターフェースの役割を担い、操作監視に関わるヒューマンマシンインターフェース

(Human Machine Interface, 以下 HMI) 及びそれに付随するアプリケーションを有する。LLCS は制御対象機器との直接のインターフェースを有する制御装置であり、各種ドライバやコントローラー等が実装される。

各種ツールの制御系は、その運用タイミングによって、2つの制御系統の接続を有する。図 18 にその概略図を示す。各種ツールに関わる運用フェーズとして、EE が BAT に接続された状態で所望の位置まで移動する Transporter mode と、EE が BM に固定された後にツール等により各種作業を行う Skid mode が挙げられる。

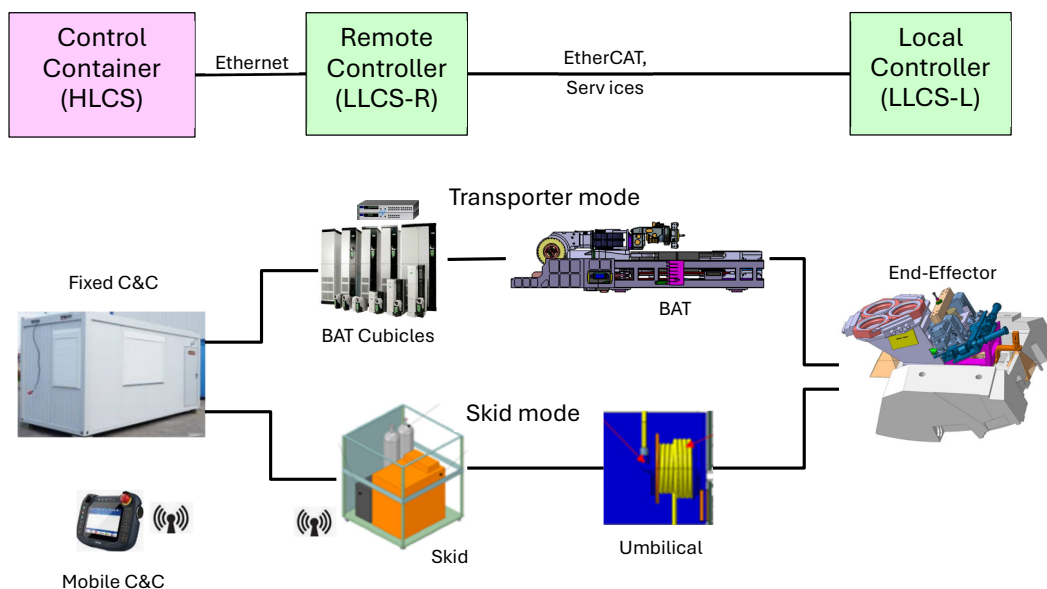


図 18 EE に接続される制御システム構成概要

Transporter mode の場合、BAT 内を経由するケーブル配線に厳しい制約がある。EE には最小限のケーブルが接続されるという前提で、Transporter mode における EE の設計と運用を検討する必要がある。Transporter mode 時、EE の主な取り合いは以下となる。

- EE のローカルコントローラー用の電源
- 通信 (EtherCAT)
- カメラネットワークリンク

Skid mode においては、EE が BM に固定された状態で EE とツールの運用を行う。Skid 及び複合ケーブルは、ツールの運用 (例: 溶接作業) に必要なユーティリティを提供する。

- EE のローカルコントローラー用の電源
- 通信 (EtherCAT)
- 圧縮空気
- 溶接ガス
- 溶接電力

Skid mode では、コントロールコンテナ (運転室) から有線、又はモバイルコントローラーにより無線での制御を可能にする。

モバイルコントローラーには、コントロールコンテナからの有線制御とモバイルコントローラーからの無線制御の切り替えを行うキースイッチを実装する。これにより、双方の制御指令の競合を回避することができる。

注意:EE には、BAT による EE の正確な位置決めのために必要なカメラが実装されている。これらのカメラは、BAT ビジョンシステムに直接インターフェースされる必要がある。(ツール用制御システムへの接続は不要)

High-Level Control System (HLCS)

ツールに関わる制御系は、以下の HLCS HMI を実装する。

- Command and Control (C&C) : EE/ツールを操作するための HMI。
 - コントロールコンテナ内の固定 PC の HMI (有線 Ethernet 接続)
 - ナセル上で使用するモバイルコントローラー HMI (無線 Ethernet 接続)

ツール制御システムは、仮想現実 HMI (本契約の範囲外) とインターフェースする。また、ツール制御システムの運用手順は、Operation Management System (本契約の範囲外) によって管理される機器全体の制御系に統合される。

Low-Level Control System (LLCS)

ツール制御系には、2 つの運用モードのためのリモートコントローラーがある。

- 制御盤筐体の実装するリモートコントローラー : BAT に取り付けられた EE の遠隔制御のための制御モジュール (Transporter mode)
- Skid に実装するリモートコントローラー : EE とツールの遠隔制御のための制御モジュール (Skid mode)

また、以下の EE は組み込みコントローラーを持つ。

- FWG : Transporter mode のみ
- CBT : Transporter mode のみ

ツール制御システムの主構成要素を図 19 に示す (グレーアウト箇所は対象外)。

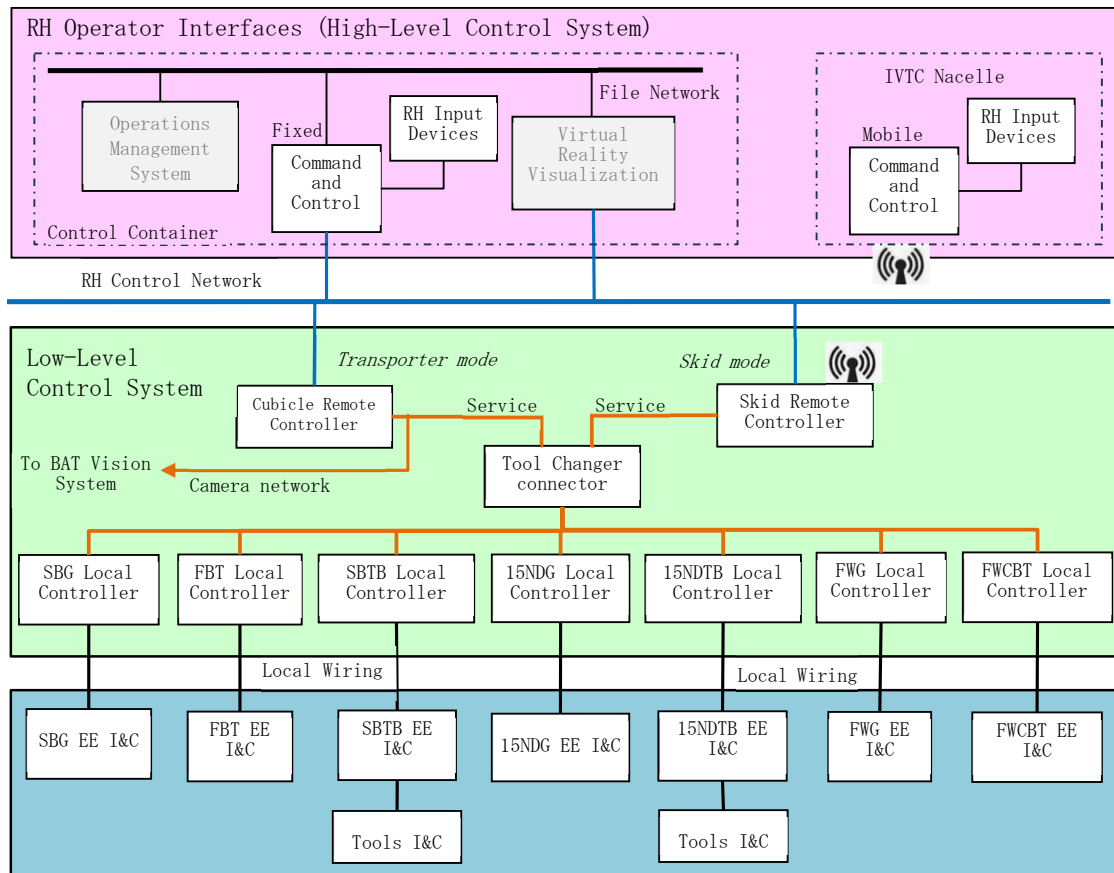


図 19 ツール制御システムの概略構成

Transporter mode

Transporter mode の場合、EE はツールチェンジャーを介して BAT の先端に取り付けられる。BAT を介して EE への電氣的な接続が成立し、EE のカメラは BAT ビジョンシステムに接続される。

Transporter mode における操作では、BAT と EE の順次操作が必要である。例えば以下のフロー等が想定される。

- BAT が BM に対してスタンドオフ位置に移動する。
- ビジョンシステムのフィードバックにより、BAT が EE を BM に合わせて配置し、接続する。
- EE が BM を把持する。
- EE が VV に対する BM の固定を解除する。
- BAT が BM の荷重を BAT に移すために移動する。
- BAT が BM を VV 壁から移動させる。

操作シーケンスは、正確に検証された順序で実行されなければならない。これは、BAT とツールの制御シーケンスを共通の再生ファイルに実装することによって確立される。

Skid mode

Skid mode では、EE が BM に固定された状態となる。この時ツールは、コントロールコンテナから遠隔で操作するか、IVTC ナセル内の作業員によってローカルに操作することが可能である。これを可能にするために、リモートコントローラーは無線通信をサポートする必要がある。この構成により、C&C HMI を、VV 内の IVTC ナセル内で運用されるモバイルコントローラー上で実行することができる。

C&C HMI

C&C GUI アプリケーションは、ツールシステムを操作するために必要となる。C&C は、Red Hat Enterprise Linux (CODAC で使用される最新バージョン) 上で動作可能となるように実装する。C&C は、コントロールコンテナ内の PC または VV 内で運用されるモバイルコントローラー上で実行可能となるように設計する。C&C は、運転員に対して、ツールシステムを操作するために以下の機能を提供する。

- ・ ステータスデータの表示
- ・ 操作コマンドを構築して送信するためのインターフェース
- ・ 事前に記録された操作シーケンスの実行

C&C (PC 実装及びモバイルコントローラー実装) は、IO が提供するプロトコル (Low-Level CIP API) により、下位制御系と通信を行う。コントローラーの各種通信データ (ステータスデータ、コマンド、アラーム、イベント) は、IO に提供する。

Transporter mode では、BAT と EE を制御するために、両者の機能が統合された単一の C&C GUI (図 20 参照) が必要となる。BAT C&C と EE 用 C&C の統合は IO により実施する。C&C HMI は、Structured Language フォーマットにより、BAT と EE の順次操作を含む事前プログラムされたシーケンスを実行する機能を有する。ツール操作の FAT で使用された C&C のソースコードは、ITER 運用チームに提供される。

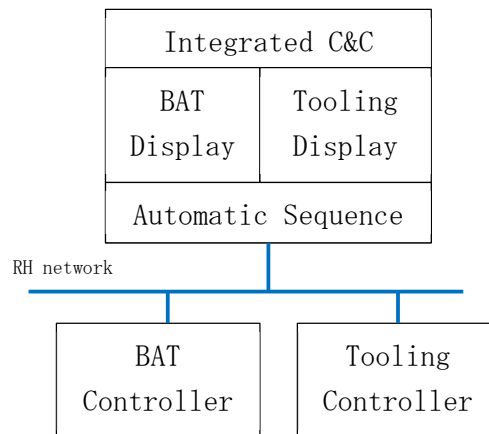


図 20 BAT 及び EE の C&C 統合の概略図

Skid mode では、BM に固定されたツールシステムを操作するために、C&C は堅牢なポータブルコントローラー上で操作指令を実行する必要がある。ポータブルコントローラーは、リモートコントローラーとの無線通信機能を有する。また、システムを安全な状態にトリップさせるための非常停止ボタンを実装する。(図 21 参照)

C&C はポータブルコントローラー上で実行され、EE 及びツールを操作するために必要な機能を提供する。C&C HMI は、人間工学を考慮して設計する必要がある、C&C レイアウトの設計は、開発ライフサイクルの適切な時期に ITER 運用チームとのレビューを行う。VV 内では作業員が手袋を着用してポータブルコントローラー操作することを考慮に入れて、C&C の設計を行う。



図 21 ポータブルコントローラー参考図

キュービクルリモートコントローラー

ツール制御システムには、BAT (Transporter mode) に取り付けられた EE を制御するためのキュービクルリモートコントローラーが含まれる。キュービクルリモートコントローラーの機能は以下の通りである。

- C&C HMI とのインターフェースを提供すること。
 - 定期的にステータスデータを HMI に送信すること。
 - HMI コマンドを処理すること。
- ツール用ステートマシンを実行すること。
 - ツールの全体的な機能（動作及びツールプロセス）を管理すること。
- EE に実装されるアクチュエータドライバとのインターフェースを提供すること。
 - EtherCAT を介して動作コマンドを送信し、センサーデータを監視すること。
- 非常停止回路を実装すること。
 - トリップ及びリセットが可能であること。
 - 外部保護システムによるトリップ用の I/O を提供すること。

キュービクルリモートコントローラーは、標準の CODAC キュービクルに設置できるように構築されるものとする。キュービクルリモートコントローラーは BAT キュービクルに取り付けられ、BAT キュービクルから AC 電源及び RH ネットワークへの接続を受けることを想定している。

スキッドリモートコントローラー

ツールシステムには、Skid mode 時、BM に取り付けられた EE 及びツールを制御するためのスキッドリモートコントローラーが含まれる。スキッドリモートコントローラーの機能は以下の通りである。

- C&C HMI とのインターフェースを提供すること。
 - 定期的にステータスデータを HMI に送信すること。
 - HMI コマンドを処理すること。
- ツール用ステートマシンを実行すること。
 - ツールの全体的な機能（動作及びツールプロセス）を管理すること。
- EE に実装されるアクチュエータドライバとのインターフェースを提供すること。
 - 動作コマンドを送信し、センサーデータを監視すること。
- 非常停止回路を実装すること。
 - トリップ及びリセットが可能であること。
 - 外部保護システムによるトリッピング用の I/O を提供すること。
- ツールのプロセスコントローラー（例：溶接コントローラー）とのインターフェースを提供すること。

スキッドリモートコントローラーは、C&C との有線イーサネット通信及び無線イーサネット通信の両方をサポートするものとする。スキッドリモートコントローラーは、キュービクルリモートコントローラーと同じハードウェアを利用するものとする。スキッドリモートコントローラーは、Skid に設置されるものとする。

Skid には、ツール特有のコントローラーが実装されるものとする。これらは COTS 製品であることを想定する。溶接ツールなどの場合、電力及び信号はツールチェンジャー及び EE 上のローカルコントローラーを経由せずに直接ツールに接続されることがある。

ローカルコントローラー

ローカルコントローラーは、各 EE に対応した構成とする。ローカルコントローラーは、特定の EE 及びツール（該当する場合）の動作を制御するものとする。ローカルコントローラーは、VoIP カメラとのインターフェースをサポートするものとする。イーサネットアップリンクは、BAT ビジョンシステムに接続されるものとする。EE アクチュエータドライバとの通信は EtherCAT を使用するものとする。ローカルコントローラーのコンポーネントは、各 EE の特性に依存するものとする。

3.5 CBT プロトタイプ及び制御装置、試験装置類の設計

本仕様書の 3.1～3.4 項、別紙 5 の 8.6 項（ボルト締結ツールの機能仕様）に示す要求項目を考慮し、3.5.1 項～3.5.3 項に示す設計作業を実施すること。

3.5.1 CBT プロトタイプの設計

3.4.2 項に示した CBT に対し、以下の構造及び機能の変更並びに追加を行うことで、CBT プロトタイプを設計すること。

(1) レンチユニット

(a) レンチユニットをレンチ回転駆動機構に固定するための構造を設けること。

- ・ 固定方法はエアクランプ（候補：NSE mikro 49-13）等のワンタッチで固定/解除できるものとする。
- ・ 全ての TFW 形状に対応するため、レンチユニットとレンチ回転駆動機構の間にレンチ長を調整するために挿入するシムを必要に応じて設計すること。
- ・ シムは刻印などにより対象バリエーションが容易に判別可能なこと。

(b) レンチユニットには Zero G Arm (3.4.3.9 項) で把持するためのインターフェースを具備すること。

- ・ インターフェースは GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー：SHW125 とする。
- ・ インターフェースはレンチユニットのロール軸を変えられるように、ツール中心軸に対する角度を変更できること。
- ・ 把持インターフェースの近くにレンチユニットの重心が来るようにすること。

(c) レンチと CB の嵌合状態を監視するための機能を設けること。

- ・ レンチが CB ソケットの奥まで挿入されたことを判断できることが必要（レンチの挿入が不十分の場合、CB ソケットの破損をもたらすため）。
- ・ 監視方法はセンサーによる遠隔監視限定ではなく、マーカーを作業員が肉眼で監視することでも可とする。

(d) レンチ先端には受動把持機構（Passive holding system, PHS）を具備すること（図 22）。

(e) レンチを傾けるための球面座は不要とする。

(f) レンチを CB ソケットに嵌合させるためのスプリングは不要とする。

(g) クレーンで吊り上げるためのアイボルト等のインターフェースを具備すること。

(2) レンチ回転駆動機構

(a) 3.4.2 項の設計を踏襲し、本項で設計する他の構造と取合う設計とすること。

(3) 反力受け構造

(a) 2 本の把持爪構造ではなく、2 本のピン構造とすること（把持爪を動作させる機構も削除すること）。

(b) レンチ～各ピン構造までの距離を手動により調整し、指定の位置にピンを固定できること。

- ・ 調整範囲は、保守対象の全 TFW 形状における CB から把持穴までの距離に合わせて設計すること。
- ・ CBT を上下反転したで TFW に設置できるよう、調整範囲は両側とも同じとすること。
- ・ 作業者によるピンの位置調整は、CBT の側面方向から実施できるようにすること（作業者が BAT やクレーンで把持した CBT の下に入らなくてもピン位置調整をできるようにすること）。
- ・ ピン調整位置の目印として、ピン付近に 1 mm 単位で位置を確認可能なこと。

(4) パッド機構

- (a) パッドを TFW に押し当てた際にパッドの前後方向の位置を自動調整できるように、シムとバネを用いた受動式パッド機構とすること（モータは使用しないこと）。
- (b) TFW 上の突起部を避けられるように、パッドは幅広にすること。

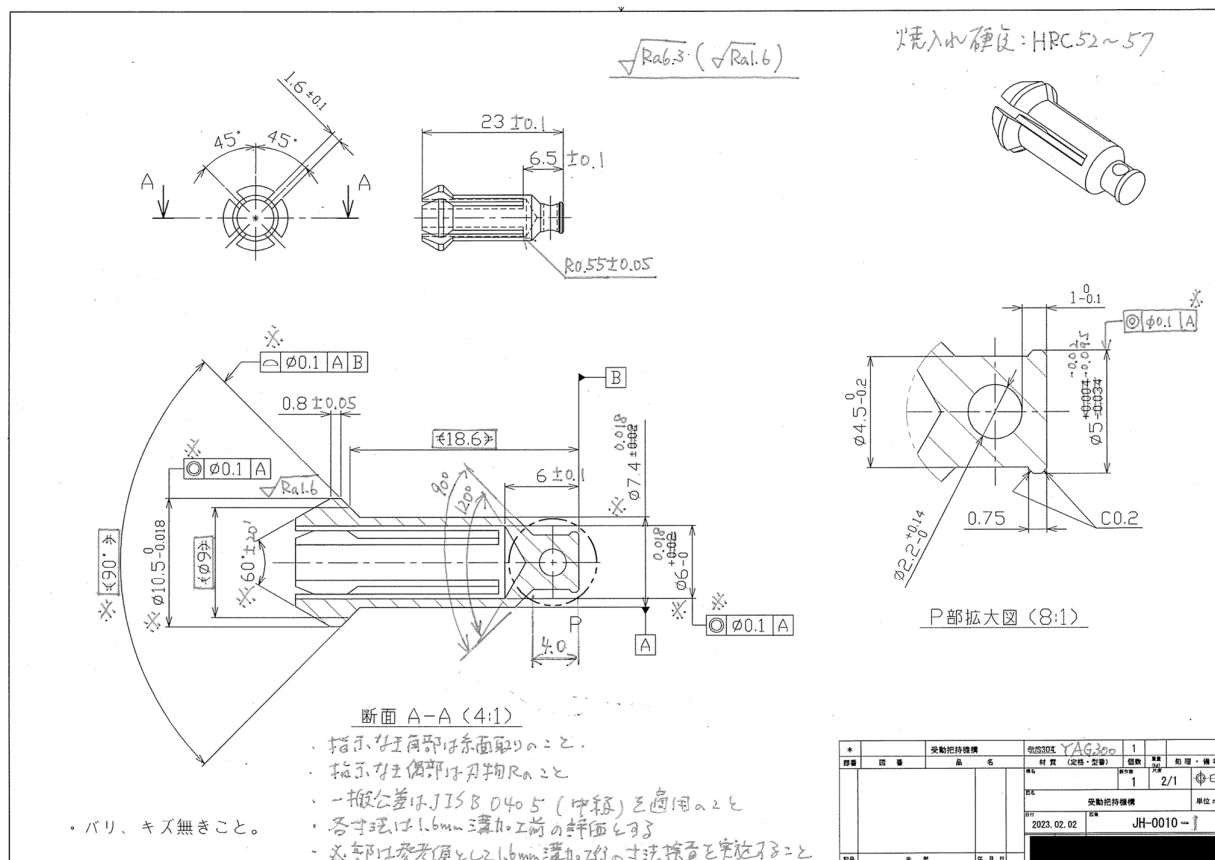
(5) エア源とのインターフェース及び流路

- (a) エアクランプにエアを供給するため、エア源とのインターフェースとエアクランプまでの流路を設けること。
- ・ 備考) エア源の設計は本契約に含まない。

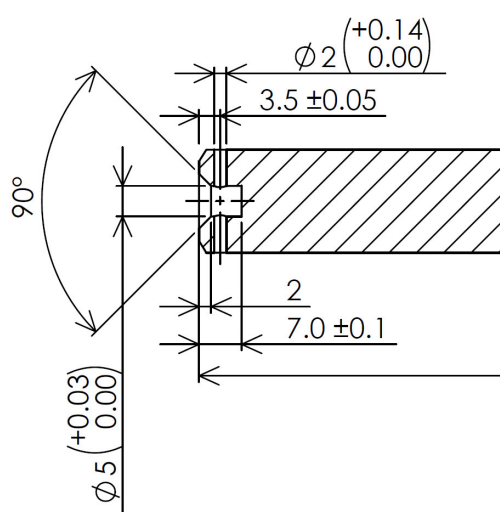
(6) ベースプレート

備考) CBT を上下反対に TFW に設置でき、左右いずれかの方向から作業員が各機器にアクセスできるよう、下記の機器配置を決定すること。

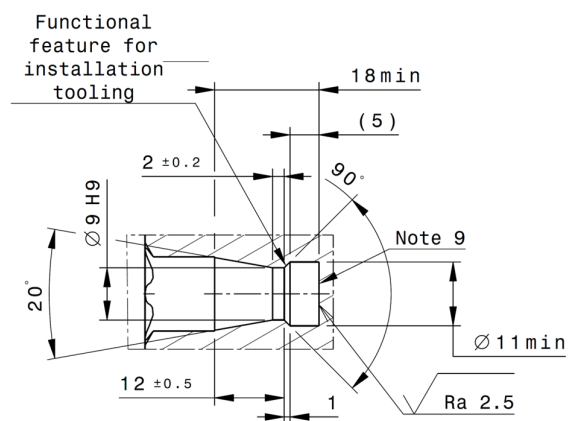
- (a) 前述したレンチ回転駆動機構、反力受け構造、及びパッド機構を固定するインターフェースを具備すること。
- (b) BAT による把持に用いるツールチェンジャー・ツールサイドを固定するため、必要なスペースとボルト穴を具備すること。
- (c) 組み込みコントローラー (Embedded controller) を具備すること。
- (d) BMTS 収納板 (3. 4. 3. 6 項) に接続するためのインターフェースを具備すること。
- (e) ロボットビジョン用に、TFW に対して垂直に配置される 2 台のカメラを両端に設置すること。
- (f) クレーンで吊り上げるためのアイボルト等のインターフェースを具備すること。



(a) PHS コレット



(b) レンチ側の PHS 固定インターフェース



(c) CB ソケット側の PHS 勘合インターフェース

図 22 PHS 構造図

3.5.2 CBTプロトタイプ用制御装置の設計

3.5.1 項で設計した CBT プロトタイプを動作させるための制御装置を設計すること。

(1) 制御対象

- (a) レンチ回転駆動機構
- (b) トルクメータ（トルク監視のみ）
- (c) レンチ（センサーによる嵌合状態及び位置監視を行う場合のみ）
- (d) カメラ及び照明 ×2 台
- (e) エアクランプ

(2) 装置構成

- (a) ローカルコントローラー
 - ・ CBT ベースプレート上に実装し、固定/取外しを可能とすること。
- (b) リモートコントローラー
 - ・ 設計対象は Transporter mode 用のみとする。
 - ・ CBT プロトタイプとしては、Transporter mode 用リモートコントローラーと、それに付随する電源装置等を 1 つの制御盤内に実装すること。
- (c) 制御コンテナ内からの操作監視を想定した機能を有する PC（C&C を実装）
 - ・ 当該 PC に実装する C&C について、ソースコードを提示すること。

(3) 要求機能

- (a) レンチのトルク制限値・回転方向・回転角度・回転速度を制御できること。
- (b) レンチに印加されるトルクをトルクメータにより監視できること。
- (c) 上述の動作ログデータを記録し、USB メモリなどの記録媒体に保存できること。
- (d) 制御盤内の PC に実装する C&C について、ソースコードを提示すること。

(4) 備考

- (a) 構成部品の耐放射線性仕様化は不要のこと。
- (b) 材質はアルミ合金、ステンレス鋼又は防錆処理した炭素鋼とし、極力軽量化すること。
- (c) 各種設計・製作にあたっては、以下の指令に適合すること。
 - ・ Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 2014/30/EU
 - ・ Low voltage Directive (LVD) 2014/35/EU
 - ・ Machinery Regulation 2023/1230/EU
 - ・ RoHS Directive 2011/65/EU
- (d) その他、受注者側検討により提案がある場合は、適宜協議の上決定とする。

3.5.3 CB締結試験架台の設計

CBT プロトタイプ of 工場受入試験 (FAT) を実施するための CB 締結試験架台を設計すること。以下と図 23 に試験架台の構成を示す。

- (1) 試験架台ベース (Test stand base)
 - (a) 以下のツール及び構造体を固定するためのインターフェースを具備すること。
 - ・ CBT プロトタイプ
 - ・ 模擬 FW
 - ・ トルクメータ
 - (b) CBT プロトタイプを固定するインターフェース部には、CBT プロトタイプを前後方向 (図 23 の左右方向) に移動させる機構 (Lateral moving mechanism) を具備すること。
 - ・ CBT プロトタイプと上記機構の接続は、BAT による把持位置を模擬すること。接続方法はツールチェンジャーを固定するためのボルト穴を利用すること (ツールチェンジャーを使用する必要はない)。
 - ・ CBT プロトタイプと上記機構の接続部が強固に接続されていると BAT による把持状態を模擬できないため (トルク印加時の反力により CBT が動かなくなる)、ベアリングなどを追加するなどして接続部が微動する設計とすること。
 - (c) クレーンで吊り上げるためのアイボルト等のインターフェースを具備すること。
 - (d) 床面にボルトで固定するための穴を具備すること。
 - (e) 試験時の姿勢は水平とする。
- (2) 模擬 FW 部 (Simulated FW)
 - (a) 把持穴構造を 2 か所模擬すること。
 - ・ 実際の FW 把持穴の内部構造 (突起及び段差) まで模擬する必要はない。
 - ・ 深さは反力受けピンを挿入する範囲で良い。
 - ・ 把持穴と CB 導入孔の位置関係は FW#4 を模擬すること。
 - (b) CB 導入孔構造を模擬すること。
 - (c) CBT のパッドを押し当てるための平面構造を具備すること。
 - (d) 試験架台ベースに固定するためのインターフェースを具備すること。
 - (e) クレーンで吊り上げるためのアイボルト等のインターフェースを具備すること。
- (3) CB ヘッド+トルクメータ
 - (a) 定格 10 kNm のトルクメータを選定すること。
 - (b) CB ヘッド (適用図書[6]) のソケット構造を模擬した構造をトルクメータに固定すること。
 - ・ 本部位の材質は実際の CB と同じ SS660 (JIS 規格における相当品: SUH660) の固溶化熱処理+時効処理品か、10 kNm のトルク印加でも損傷しない材質とすること。
 - (c) 試験架台ベースに固定するためのインターフェースを具備すること。
 - ・ トルクメータと試験架台ベース間にシムを入れることで、CBT レンチとの誤差

調整を行えるようにすること。

- 調整する誤差の範囲は軸誤差 ± 5 mm、角度誤差 ± 2 deg とする。

(d) クレーンで吊り上げるためのアイボルト等のインターフェースを具備すること。

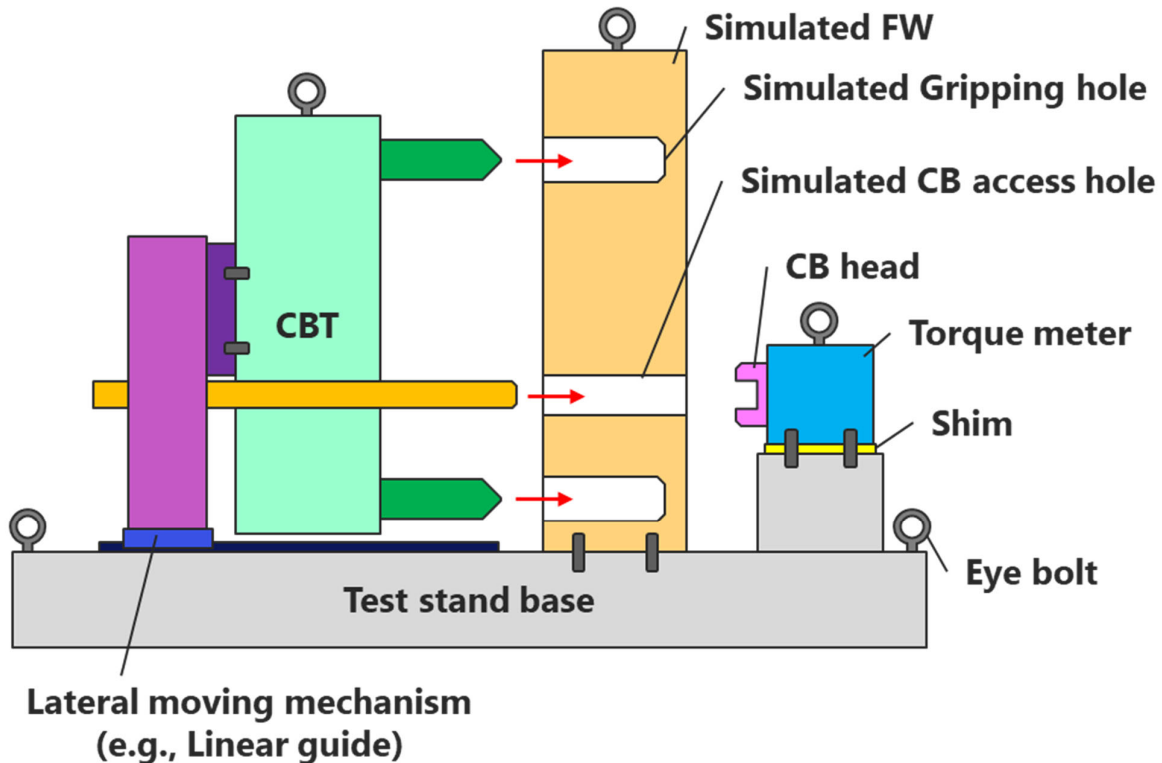


図 23 FAT 用 CB 締結試験架台

3.6 CBT プロトタイプ製作及び計測機の調達

3.5 項で設計した以下のツール及び試験架台を製作すること。製作着手前に、Assembly Drawing (1.5 項参照) を作成して QST の確認を得ること。

(1) CBT プロトタイプ : 1 台

(a) レンチユニットのレンチは 2 本製作すること (1 本はレンチユニットに組み付けて納品すること)。本部品材の材質のミルシート及び熱処理記録も提出すること。

(b) 全 FW 形状対応のためのシム一式も製作すること。

(2) CBT プロトタイプ用制御装置 : 1 台 (一式)

(3) CB 締結試験架台 : 一式

(a) CB ヘッドは 2 体製作すること。本部品材の材質のミルシート及び熱処理記録も提出すること。

(b) 誤差調整用シムも一式製作すること。

また、以下の計測機を調達し、納入すること。

- (1) トルクメータ：1 台

3.7 CBT プロトタイプの検証試験

本件で設計・製作した CBT プロトタイプ・制御装置・CB 締結試験架台を用い、以下に示す締結試験を行うこと。各試験に必要な時間を計測し、平均作業時間を算出すること。

試験実施前には、試験の実施手順、作業内容、結果（データ）の取得方法及び判定方法等に関する要領を定めた Factory Acceptance Test Plan (FATP) を作成して QST の確認を得ること。

試験実施の際は、QST 担当者及び ITER 機構担当者が立会う。また、試験実施後には、試験結果を Factory Acceptance Test Report (FATR) にとりまとめるとともに、実施中の機器の操作手順をまとめた Equipment Operation and Maintenance Manual を作成すること。

なお、ITER 現地サイトにて実施予定の同様の試験（本契約の対象外）にむけて、FATP の内容を基に Site Acceptance Test Plan (SATP) を作成すること。併せて、FBT プロトタイプ一式をサイトへ運搬する準備として、別途 QST から受注者に提供する様式に従い、Declaration of compliance 及び Release Note を提出し、QST の確認を得ること。

(1) CBT プロトタイプの設置

- (a) 模擬 FW に CBT プロトタイプのピン及びパッドを取合わせ、設計通りの設置が可能かを検証する。
- (b) CBT プロトタイプの向きを上下反転させた状態においても、模擬 FW に固定できることを確認する。

(2) レンチユニットの設置

- (a) レンチユニットを CBT プロトタイプに挿入し、設計通りの設置が可能かを検証する。

(3) レンチの挿入・嵌合

- (a) トルクメータと試験架台ベース間に誤差調整用シムを挿入し、任意の誤差を設定する。
- (b) レンチを CB ヘッドのソケットに向けて挿入し、嵌合することが可能か確認する。この作業を複数の誤差条件で実施する。

(4) CB 締結（トルク印加）

- (a) レンチ回転駆動機構によりレンチを回転させ、CB ヘッドに本締めトルクを印加する（定格 8.4 kNm、最大 10 kNm）。
- (b) 上記を連続 10 回実施する。
- (c) CBT 側のトルクメータと試験架台側のトルクメータの計測値を比較し、トルク値の誤差を確認する。差異が大きい場合は課題と改善案を整理し、FATR にまとめること。

3.8 図書類の作成

受注者は、3.5～3.7 項で実施した作業について、1.6 項及び 1.7 項に基づき納入物及び図書類一式を作成し、納入すること。

以上

イーター調達取決めに係る品質保証に関する特約条項

本契約については、契約一般条項によるほか、次の特約条項（以下「本特約条項」という。）による。

（定義）

- 第1条 本契約において「協定」とは、「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」をいう。
- 2 本契約において「イーター機構」とは、協定により設立された「イーター国際核融合エネルギー機構」をいう。
- 3 本契約において「加盟者」とは、協定の締約者をいう。
- 4 本契約において「国内機関」とは、各加盟者がイーター機構への貢献を行うに当たって、その実施機関として指定する法人をいう。
- 5 本契約において「フランス規制当局」とは、イーター建設地であるフランスの法令に基づき契約物品に関して規制、許認可を行う権限を有する団体をいう。

（品質保証活動）

- 第2条 乙は、本契約書及びこの契約書に附属する仕様書（以下「契約書等」という。）の要求事項に合致させるため本契約内容の品質を管理するものとする。

（品質保証プログラム）

- 第3条 乙は、本契約の履行に当たっては、乙の品質保証プログラムを適用する。このプログラムは、国の登録を受けた機関により認証されたもの（ISO9001-2015等）で、かつ、本特約条項に従って契約を履行することができるものとする。ただし、これによることができないときは、甲により承認を得た品質保証プログラムを適用することができる。

（品質重要度分類）

- 第4条 乙は、適切な製品品質を維持するため、安全性、信頼性、性能等の重要度に応じて甲が定める本契約内容の等級に従って管理を実施しなければならない。契約物品の等級及び等級に応じた要求事項は、仕様書に定める。

（疑義の処置）

- 第5条 乙は、本契約書等に定める要求事項に疑義又は困難がある場合には、作業を開始する前に甲に書面にて通知し、その指示に従わなければならない。

（逸脱許可）

- 第6条 乙は、契約物品について、契約書等に定める要求事項からの逸脱許可が必要と思わ

れる状況が生じた場合は、当該逸脱許可の申請を速やかに甲に提出するものとする。甲は、乙からの申請に基づき、当該逸脱許可の諾否について検討し、その結果を乙に通知するものとする。

(不適合の処理)

第7条 乙は、契約物品が契約書等の要求事項に適合しないとき又は適合しないことが見込まれるときは、遅滞なくその内容を甲に書面にて通知し、その指示に従わなければならない。

(重大不適合の処置)

第8条 乙は、重大不適合が発生した場合、直ちにその内容を甲に報告するとともに、プロジェクトへの影響を最小限に抑え、要求された品質を維持するため、その処置方法を検討し、速やかに甲に提案し、その承認を得なければならない。

(作業場所の通知)

第9条 乙は、本契約締結後、本契約の履行に必要なすべての作業場所を特定し、本契約に係る作業の着手前に、甲に書面にて通知するものとする。当該通知には、本契約の履行のために、乙が本契約の一部を履行させる下請負人の作業場所を含む。

(受注者監査)

第10条 甲は、乙に対して事前に通知することにより、乙の品質保証に係る受注者監査を実施できるものとする。

(立入り権)

第11条 乙は、本契約の履行状況を確認するため、甲、イーター機構、本契約の活動に関連する日本以外の加盟者の国内機関、フランス規制当局及びそれらから委託された第三者が、第9条に基づき特定した作業場所に立ち入る権利を有することに同意する。

2 前項に定める立入り権に基づく作業場所への立入りは、契約書等に定める中間検査等への立会い及び定期レビュー会合への参加の他、乙に対して事前に通知することにより、必要に応じて実施することができるものとする。

(文書へのアクセス)

第12条 乙は、甲の求めに応じ、本契約の適切な管理運営を証明するために必要な文書及びデータを提供するものとする。

(作業停止の権限)

第13条 甲は、乙が本契約の履行に当たって、契約書等の要求事項を満足できないことが認められる等、必要な場合は、乙に作業の停止を命じることができる。

2 乙は、甲から作業停止命令が発せられた場合には、可及的速やかに当該作業を停止し、甲の指示に従い要求事項を満足するよう必要な措置を講ずるものとする。

(下請負人に対する責任)

第 1 4 条 乙は、下請負人に対し、本契約の一部を履行させる場合、本特約条項に基づく乙の一切の義務を乙の責任において当該下請負人に遵守させるものとする。

(情報のイーター機構等への提供)

第 1 5 条 乙は、本契約の履行過程で甲に伝達された情報が、必要に応じてイーター機構及びフランス規制当局に提供される場合があることにあらかじめ同意するものとする。

以上

知的財産権特約条項

(知的財産権等の定義)

第1条 この特約条項において「知的財産権」とは、次の各号に掲げるものをいう。

- 一 特許法（昭和34年法律第121号）に規定する特許権、実用新案法（昭和34年法律第123号）に規定する実用新案権、意匠法（昭和34年法律第125号）に規定する意匠権、半導体集積回路の回路配置に関する法律（昭和60年法律第43号）に規定する回路配置利用権、種苗法（平成10年法律第83号）に規定する育成者権及び外国における上記各権利に相当する権利（以下総称して「産業財産権等」という。）
- 二 特許法に規定する特許を受ける権利、実用新案法に規定する実用新案登録を受ける権利、意匠法に規定する意匠登録を受ける権利、半導体集積回路の回路配置に関する法律に規定する回路配置利用権の設定の登録を受ける権利、種苗法に規定する品種登録を受ける地位及び外国における上記各権利に相当する権利
- 三 著作権法（昭和45年法律第48号）に規定する著作権（著作権法第21条から第28条までに規定する全ての権利を含む。）及び外国における著作権に相当する権利（以下総称して「著作権」という。）
- 四 前各号に掲げる権利の対象とならない技術情報のうち、秘匿することが可能なものであって、かつ、財産的価値のあるものの中から、甲乙協議の上、特に指定するもの（以下「ノウハウ」という。）を使用する権利

2 この特約条項において「発明等」とは、次の各号に掲げるものをいう。

- 一 特許権の対象となるものについてはその発明
- 二 実用新案権の対象となるものについてはその考案
- 三 意匠権、回路配置利用権及び著作権の対象となるものについてはその創作、育成者権の対象となるものについてはその育成並びにノウハウを使用する権利の対象となるものについてはその案出

3 この契約書において知的財産権の「実施」とは、特許法第2条第3項に定める行為、実用新案法第2条第3項に定める行為、意匠法第2条第2項に定める行為、半導体集積回路の回路配置に関する法律第2条第3項に定める行為、種苗法第2条第5項に定める行為、著作権法第21条から第28条までに規定する全ての権利に基づき著作物を利用する行為、種苗法第2条第5項に定める行為及びノウハウを使用する行為をいう。

(乙が単独で行った発明等の知的財産権の帰属)

第2条 甲は、本契約に関して、乙が単独で発明等行ったときは、乙が次の各号のいずれの規定も遵守することを書面にて甲に届け出た場合、当該発明等に係る知的財産権を乙から譲り受けないものとする。

- 一 乙は、本契約に係る発明等を行った場合には、次条の規定に基づいて遅滞なくその旨を甲に報告する。
- 二 乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。
- 三 乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を第三者に許諾する。
- 四 乙は、第三者に当該知的財産権の移転又は当該知的財産権についての専用実施権（仮専用実施権を含む。）若しくは専用利用権の設定その他日本国内において排他的に実施する権利の設定若しくは移転の承諾（以下「専用実施権等の設定等」という。）をするときは、合併又は分割により移転する場合及び次のイからハまでに規定する場合を除き、あらかじめ甲に届け出、甲の承認を受けなければならない。
 - イ 子会社（会社法（平成17年法律第86号）第2条第3号に規定する子会社をいう。以下同じ。）又は親会社（会社法第2条第4号に規定する親会社をいう。以下同じ。）に当該知的財産権の移転又は専用実施権等の設定等をする場合
 - ロ 承認TLO（大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（平成10年法律第52号）第4条第1項の承認を受けた者（同法第5条第1項の変更の承認を受けた者を含む。））又は認定TLO（同法第11条第1項の認定を受けた者）に当該知的財産権の移転又は専用実施権等の設定等をする場合
 - ハ 乙が技術研究組合である場合、乙がその組合員に当該知的財産権を移転又は専用実施権等の設定等をする場合
- 2 乙は、前項に規定する書面を提出しない場合、甲から請求を受けたときは当該知的財産権を甲に譲り渡さなければならない。
- 3 乙は、第1項に規定する書面を提出したにもかかわらず、同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、かつ、満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合において、甲から請求を受けたときは当該知的財産権を無償で甲に譲り渡さなければならない。

（知的財産権の報告）

- 第3条 前条に関して、乙は、本契約に係る産業財産権等の出願又は申請を行うときは、出願又は申請に際して提出すべき書類の写しを添えて、あらかじめ甲にその旨を通知しなければならない。
- 2 乙は、産業技術力強化法（平成12年法律第44号）第17条第1項に規定する特定研

究開発等成果に該当するもので、かつ、前項に係る国内の特許出願、実用新案登録出願、意匠登録出願を行う場合は、特許法施行規則（昭和35年通商産業省令第10号）、実用新案法施行規則（昭和35年通商産業省令第11号）及び意匠法施行規則（昭和35年通商産業省令第12号）等を参考にし、当該出願書類に国の委託事業に係る研究の成果による出願である旨を表示しなければならない。

- 3 乙は、第1項に係る産業財産権等の出願又は申請に関して設定の登録等を受けた場合には、設定の登録等の日から60日以内（ただし、外国にて設定の登録等を受けた場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。
- 4 乙は、本契約に係る産業財産権等を自ら実施したとき及び第三者にその実施を許諾したとき（ただし、第5条第4項に規定する場合を除く。）は、実施等した日から60日以内（ただし、外国にて実施等をした場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。
- 5 乙は、本契約に係る産業財産権等以外の知的財産権について、甲の求めに応じて、自己による実施及び第三者への実施許諾の状況を書面により甲に報告しなければならない。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の移転）

第4条 乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権を第三者に移転する場合（本契約の成果を刊行物として発表するために、当該刊行物を出版する者に著作権を移転する場合を除く。）には、第2条から第6条まで及び第12条の規定の適用に支障を与えないよう当該第三者に約させなければならない。

- 2 乙は、前項の移転を行う場合には、当該移転を行う前に、甲にその旨書面により通知し、あらかじめ甲の承認を受けなければならない。ただし、乙の合併又は分割により移転する場合及び第2条第1項第4号イからハまでに定める場合には、この限りでない。
- 3 乙は、第1項に規定する第三者が乙の子会社又は親会社（これらの会社が日本国外に存する場合に限る。）である場合には、同項の移転を行う前に、甲に事前連絡の上、必要に応じて甲乙間で調整を行うものとする。
- 4 乙は、第1項の移転を行ったときは、移転を行った日から60日以内（ただし、外国にて移転を行った場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。
- 5 乙が第1項の移転を行ったときは、当該知的財産権の移転を受けた者は、当該知的財産権について、第2条第1項各号及び第3項並びに第3条から第6条まで及び第12条の規定を遵守するものとする。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の実施許諾）

第5条 乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権について第三者に実施を許諾する場合には、第2条、本条及び第12条の規定の適用に支障を与えないよう当該第三者に約させなければならない。

- 2 乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権に関し、第三者に専用実施権等の設定等を行う場合には、当該設定等を行う前に、甲にその旨書面により通知し、あらかじめ甲の書面による承認を受けなければならない。ただし、乙の合併又は分割により移転する場合及び第2条第1項第4号イからハまでに定める場合は、この限りではない。
- 3 乙は、前項の第三者が乙の子会社又は親会社（これらの会社が日本国外に存する場合に限る。）である場合には、同項の専用実施権等の設定等を行う前に、甲に事前連絡のうえ、必要に応じて甲乙間で調整を行うものとする。
- 4 乙は、第2項の専用実施権等の設定等を行ったときは、設定等を行った日から60日以内（ただし、外国にて設定等を行った場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。
- 5 甲は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権を無償で自ら試験又は研究のために実施することができる。甲が 甲のために第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に再実施権を許諾する場合は、乙の承諾を得た上で許諾するものとし、その実施条件等は甲乙協議のうえ決定する。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の放棄）

第6条 乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、甲にその旨書面により通知しなければならない。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の帰属）

第7条 甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で発明等を行ったときは、当該発明等に係る知的財産権について共同出願契約を締結し、甲乙共同で出願又は申請するものとし、当該知的財産権は甲及び乙の共有とする。ただし、乙は、次の各号のいずれの規定も遵守することを書面にて甲に届け出なければならない。

- 一 乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。
- 二 乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を甲が指定する 第三者に許諾する。
- 2 前項の場合、出願又は申請のための費用は原則として、甲、乙の持分に比例して負担するものとする。
- 3 乙は、第1項に規定する書面を提出したにもかかわらず、同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、さらに満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合において、甲から請求を受けたときは当該知的財産権のうち乙が所有する部分が無償で甲に譲り渡さなければならない。

(甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の移転)

第8条 甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で行った発明等に係る共有の知的財産権のうち、自らが所有する部分を相手方以外の第三者に移転する場合には、当該移転を行う前に、その旨を相手方に書面により通知し、あらかじめ相手方の書面による同意を得なければならない。

(甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の実施許諾)

第9条 甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で行った発明等に係る共有の知的財産権について第三者に実施を許諾する場合には、その許諾の前に相手方に書面によりその旨通知し、あらかじめ相手方の書面による同意を得なければならない。

(甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の実施)

第10条 甲は、本契約に関して乙と共同で行った発明等に係る共有の知的財産権を試験又は研究以外の目的に実施しないものとする。ただし、甲は甲のために第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に実施許諾する場合は、無償にて当該第三者に実施許諾することができるものとする。

2 乙が本契約に関して甲と共同で行った発明等に係る共有の知的財産権について自ら商業的实施をするときは、甲が自ら商業的实施をしないことに鑑み、乙の商業的实施の計画を勘案し、事前に実施料等について甲乙協議の上、別途実施契約を締結するものとする。

(甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の放棄)

第11条 甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で行った発明等に係る共有の知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、その旨を相手方に書面により通知し、あらかじめ相手方の書面による同意を得なければならない。

(著作権の帰属)

第12条 第2条第1項及び第7条第1項の規定にかかわらず、本契約の目的として作成され納入される著作物に係る著作権については、全て甲に帰属する。

2 乙は、前項に基づく甲及び甲が指定する 第三者による実施について、著作者人格権を行使しないものとする。また、乙は、当該著作物の著作者が乙以外の者であるときは、当該著作者が著作者人格権を行使しないように必要な措置を執るものとする。

3 乙は、本契約によって生じた著作物及びその二次的著作物の公表に際し、本契約による成果である旨を明示するものとする。

(合併等又は買収の場合の報告等)

第13条 乙は、合併若しくは分割し、又は第三者の子会社となった場合(乙の親会社に変更した場合を含む。第3項第1号において同じ。)は、甲に対しその旨速やかに報告し

なければならない。

2 前項の場合において、国の要請に基づき、国民経済の健全な発展に資する観点に照らし、本契約の成果が事業活動において効率的に活用されないおそれがあると甲が判断したときは、乙は、本契約に係る知的財産権を実施する権利を甲が指定する者に許諾しなければならない。

3 乙は、本契約に係る知的財産権を第三者に移転する場合、次の各号のいずれの規定も遵守することを当該移転先に約させなければならない。

一 合併若しくは分割し、又は第三者の子会社となった場合は、甲に対しその旨速やかに報告する。

二 前号の場合において、国の要請に基づき、国民経済の健全な発展に資する観点に照らし本業務の成果が事業活動において効率的に活用されないおそれがあると甲が判断したときは、本契約に係る知的財産権を実施する権利を甲が指定する者に許諾する。

三 移転を受けた知的財産権をさらに第三者に移転するときは、本項各号のいずれの規定も遵守することを当該移転先に約させる。

(秘密の保持)

第14条 甲及び乙は、第2条及び第7条の発明等の内容を出願公開等により内容が公開される日まで他に漏えいしてはならない。ただし、あらかじめ書面により出願又は申請を行った者の了解を得た場合はこの限りではない。

(委任・下請負)

第15条 乙は、本契約の全部又は一部を第三者に委任し、又は請け負わせた場合においては、当該第三者に対して、本特約条項の各規定を準用するものとし、乙はこのために必要な措置を講じなければならない。

2 乙は、前項の当該第三者が本特約条項に定める事項に違反した場合には、甲に対し全ての責任を負うものとする。

(協議)

第16条 第2条及び第7条の場合において、単独若しくは共同の区別又は共同の範囲等について疑義が生じたときは、甲乙協議して定めるものとする。

(有効期間)

第17条 本特約条項の有効期限は、本契約の締結の日から当該知的財産権の消滅する日までとする。

以上

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

本契約については、本契約一般条項によるほか、次の特約条項（以下「本特約条項」という。）による。

（定義）

第1条 本契約において「知的財産権」とは、次の各号に掲げるものをいう。

- （1） 特許法（昭和34年法律第121号）に規定する特許権又は特許を受ける権利
- （2） 実用新案法（昭和34年法律第123号）に規定する実用新案権又は実用新案登録を受ける権利
- （3） 意匠法（昭和34年法律第125号）に規定する意匠権又は意匠登録を受ける権利
- （4） 商標法（昭和34年法律第127号）に規定する商標権又は商標登録を受ける権利
- （5） 半導体集積回路の回路配置に関する法律（昭和60年法律第43号）に規定する回路配置利用権又は回路配置利用権の設定の登録を受ける権利
- （6） 種苗法（平成10年法律第83号）に規定する育成者権又は品種登録を受ける地位
- （7） 著作権法（昭和45年法律第48号）に規定するプログラムの著作物及びデータベースの著作物の著作権
- （8） 外国における、第1号から第7号に記載の各知的財産権に相当する権利
- （9） 不正競争防止法（平成5年法律第47号）に規定する営業秘密に関して法令により定められた権利又は法律上保護される利益に係る権利（以下「営業秘密」という。）

2 本契約において「情報」とは、法律による保護を受けることができるか否かを問わず、発明や発見の記述のみならず、公表されている資料、図書、意匠、計算書、報告書その他の文書、研究開発に関する記録された資料又は方法並びに発明及び発見に関する説明であって、前項に定義する知的財産権を除いたものをいう。

3 本契約において「発明等」とは、特許権の対象となるものについては発明、実用新案権の対象となるものについては考案、意匠権、商標権、回路配置利用権及びプログラム等の著作権の対象となるものについては創作、育成者権の対象となるものについては育成並びに営業秘密を使用する権利の対象となるものについては案出をいう。

4 本契約において「背景的な知的財産権」とは、本契約の締結前に取得され、開発され、若しくは創出された知的財産権又は本契約の範囲外において取得され、開発され、若しくは創出される知的財産権をいう。

5 本契約において「背景的な営業秘密」とは、背景的な知的財産権のうちの営業秘密をいう。

6 本契約において「生み出された知的財産権」とは、本契約の履行の過程で、乙が単独で又は甲と共同で取得し、開発し、又は創出した知的財産権をいう。

7 本契約において「協定」とは、「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」をいう。

8 本契約において「附属書」とは、協定の「情報及び知的財産に関する附属書」をいう。

9 本契約において「イーター機構」とは、協定により設立された「イーター国際核融合エネルギー機構」をいう。

10 本契約において「加盟者」とは、協定の締約者をいう。

11 本契約において「国内機関」とは、各加盟者がイーター機構への貢献を行うに当たって、

その実施機関として指定する法人をいう。

1 2 本契約において「団体」とは、国内機関又はイーター機構が協定の目的のために物品又は役務の提供に関する契約を締結する団体をいう。

1 3 本契約において「理事会」とは、協定第6条に定める「理事会」をいう。

1 4 本契約において「特許等」とは、特許、登録実用新案、登録意匠、登録商標、登録回路配置及び登録品種の総称をいう。

(情報の普及)

第2条 乙は、加盟者又は国内機関が、本契約の実施により直接に生じる情報（著作権の有無を問わない。）を非商業上の利用のため翻訳し、複製し、及び公に頒布する権利を有することに同意する。

2 乙は、前項により作成される著作権のある著作物の写しであって公に頒布されるすべてのものには、著作者が明示的に記名を拒否しない限り、著作者の氏名を明示することに同意する。

(発明等の報告)

第3条 乙は、本契約の履行の過程で発明等を創出した場合には（以下、かかる発明等を「本発明等」という。）、本発明の詳細とともに、速やかに甲に書面により報告するものとする。

2 乙は、甲が前項の本発明の詳細を含む報告をイーター機構及び加盟者に提供すること、並びに、甲が自ら実施する核融合の研究開発に関する活動のため必要とする場合において乙以外の日本の団体に提供することに、あらかじめ同意する。

(生み出された知的財産権の帰属等)

第4条 本発明等に係る知的財産権は、乙に帰属する。ただし、本発明等が甲乙共同で創出したものである場合、当該本発明等に係る知的財産権は甲及び乙の共有となる。

2 前項ただし書きの甲及び乙の共有に係る知的財産権について、甲及び乙は、知的財産権の持分、費用分担、その他必要な事項を協議の上、別途取決めを締結するものとする。

3 乙は、甲及び乙の共有に係る当該知的財産権を自ら又は乙が指定する者が実施する場合、甲及び乙の持分に応じてあらかじめ定める不実施補償料を甲に支払うものとする。

(発明等の取扱い)

第5条 乙は、本発明等に関し、(i)特許等の登録に必要な手続を行うか、(ii)営業秘密として管理するか、又は、(iii)(i)若しくは(ii)のいずれも行わないかという取扱いについて速やかに決定の上、甲に決定内容を書面により報告する。ただし、当該本発明等が甲乙共同で創出したものである場合、甲及び乙は、上記(i)ないし(iii)の取扱いについて別途協議の上決定する。

2 乙は、前項に基づく本発明等の取扱いに関する決定内容について、甲がイーター機構及び加盟者に提供すること、並びに甲が自ら実施する核融合の研究開発に関する活動のため必要とする場合において乙以外の日本の団体に提供することに、あらかじめ同意する。

3 乙は、乙が第1項の(iii)の取扱いをすることを決定した本発明等について、甲又はイーター機構の求めがあった場合は、当該本発明等の知的財産権を甲又はイーター機構に承継させるものとする。

（背景的な知的財産権の認定）

第6条 乙が本契約の履行の過程で利用する背景的な知的財産権は、甲及び乙が別途締結する覚書（以下「覚書」という。）に定める。覚書に定めのない知的財産権であって、本契約の履行の過程で利用されるものは、生み出された知的財産権とみなす。

2 乙は、覚書に掲げる知的財産権の内容に変更が生じたときは、速やかに当該変更内容を甲に書面により報告するものとする。

3 乙は、本契約締結後に本契約の履行の過程で利用すべき背景的な知的財産権の存在が判明したときは、速やかに、当該背景的な知的財産権が、本契約の範囲外において存在することを証明する具体的な証拠とともに、本契約締結前に報告できなかった正当な理由を甲に書面により報告するものとする。

4 甲は、前項の報告を受けた場合は、乙から提出された証拠及び理由の妥当性を検討の上、必要に応じて、甲乙協議の上、覚書の改訂を行うものとする。

5 乙は、本条に基づく報告について、甲がイーター機構及び加盟者に提供すること、並びに甲が自ら実施する核融合の研究開発に関する活動のため必要とする場合において乙以外の日本の団体に提供することに、あらかじめ同意する。

6 乙は、本契約の履行の過程で背景的な知的財産権を利用する場合は、必要な実施権又は利用権を確保し、甲並びに契約物品の提供を受けるイーター機構及び関連する他の加盟者が、支障なく当該物品を使用することができるようにしなければならない。甲並びにイーター機構及び関連する他の加盟者が当該背景的な知的財産権に関し、第三者から知的財産権侵害の苦情を受けた場合には、乙は自己の責任と費用でその苦情を防御又は解決し、当該苦情に起因する損失、損害又は経費のすべてを補償し、甲並びにイーター機構及び関連する他の加盟者に対して何らの損害も与えないものとする。

（背景的な知的財産権の帰属）

第7条 本契約は、背景的な知的財産権の帰属について何ら変更を生じさせるものではない。

（創出者への補償等）

第8条 乙は、乙の従業者又は役員（以下「従業者等」という。）が創出した本発明等に係る知的財産権を、適用法令に従い、乙の費用と責任において従業者等から承継するものとする。

（生み出された知的財産権の実施）

第9条 生み出された知的財産権の実施権の許諾（利用権の付与を含む。以下同じ。）については、次の各号による。

（1） 乙は、甲が自ら実施する研究開発に関する活動のために、平等及び無差別の原則に基づき、当該生み出された知的財産権の取消し不能な、非排他的な、かつ、無償の実施権を甲に許諾する。当該実施権は、甲が第三者に再実施を許諾する権利を伴う。

（2） 乙は、公的な支援を得た核融合の研究開発に関する計画のため、平等及び無差別の原則に基づき、当該生み出された知的財産権の取消し不能な、非排他的な、かつ、無償の実施権を加盟者及びイーター機構に許諾する。当該実施権は、イーター機構及び加盟者が第三

者（加盟者については、それぞれの領域内の第三者に限る。）に再実施を許諾する権利を伴う。

（３） 乙は、核融合の商業上の利用のため、平等及び無差別の原則に基づき、生み出された知的財産権の非排他的な実施権を加盟者に許諾する。当該実施権は、加盟者が第三者（それぞれの領域内の第三者に限る。）に再実施を許諾する権利を伴う。当該実施権の許諾に係る条件は、乙が第三者に対して当該生み出された知的財産権の実施権を許諾するときの条件よりも不利でないものとする。

（４） 乙は、生み出された知的財産権の核融合以外の分野における利用を可能にするため、加盟者、国内機関、団体及び第三者と商業上の取決めに締結することが奨励される。

２ 前項の生み出された知的財産権が甲と乙の共有に係るものである場合、甲と乙は、共同して同項に基づく実施権の許諾を行う。

３ 乙は、第１項に規定する実施権及び再実施を許諾する権利の許諾の記録を保持し、甲の求めに応じこれを甲に提供する。乙は、上記記録に変更がある場合は、各年の上半期については、７月１５日までに、下半期については翌年の１月１５日までに甲に報告書を提出する。

４ 乙は、甲が当該記録をイーター機構及び加盟者に提供すること、並びに甲が自ら実施する核融合の研究開発に関する活動のため必要とする場合において乙以外の日本の団体に提供することに、あらかじめ同意する。

５ 乙は、非加盟者の第三者に対し、生み出された知的財産権の実施権を許諾する場合には、理事会が全会一致で決定する規則に従うものとし、甲の事前の同意を得て行うものとする。当該第三者への実施権の許諾は、平和的目的のための使用に限り行うものとする。ただし、当該規則の決定までは、非加盟者の第三者に対する当該実施権の許諾は認めない。

６ 乙は、イーター機構又は加盟者に対して直接実施許諾できない理由があるときには、甲が第１項第２号及び第３号に基づきイーター機構又は加盟者に再実施を許諾するための権利を伴う、生み出された知的財産権の取消し不能な、非排他的な、かつ、無償の実施権を甲に許諾するものとする。

（背景的な知的財産権の実施）

第１０条 乙が契約物品その他仕様書に定める納入品に用いる背景的な知的財産権の実施権の許諾については、次の各号による。

（１） 乙は、当該背景的な知的財産権（ただし、背景的な営業秘密を含まない。）が次のいずれかの要件を満たすときは、甲が自ら実施する核融合の研究開発に関する活動のために、平等及び無差別の原則に基づき、当該背景的な知的財産権の取消し不能な、非排他的な、かつ、無償の実施権を甲に許諾する。当該実施権は、甲が研究機関及び高等教育機関に再実施を許諾する権利を伴う。

イ イーター施設を建設し、運転し、及び利用するために必要とされること又はイーター施設に関連する研究開発のための技術を用いるために必要とされること。

ロ イーター機構に提供される契約物品を保守し、又は修理するために必要とされること。

ハ 公的な調達に先立ち理事会が必要であると決定する場合において必要とされること。

（２） 乙は、当該背景的な知的財産権（ただし、背景的な営業秘密を含まない。）が次のいず

れかの要件を満たすときは、公的な支援を得た核融合の研究開発に関する計画のため、平等及び無差別の原則に基づき、当該背景的な知的財産権の取消し不能な、非排他的な、かつ、無償の実施権を加盟者及びイーター機構に許諾する。当該実施権は、イーター機構が再実施を許諾する権利並びに加盟者がそれぞれの領域内において研究機関及び高等教育機関に再実施を許諾する権利を伴う。

イ イーター施設を建設し、運転し、及び利用するために必要とされること又はイーター施設に関連する研究開発のための技術を用いるために必要とされること。

ロ イーター機構に提供される契約物品を保守し、又は修理するために必要とされること。

ハ 公的な調達に先立ち理事会が必要であると決定する場合において必要とされること。

- (3) 乙は、当該背景的な営業秘密が次のいずれかの要件を満たすときは、当該背景的な営業秘密（イーター施設の建設、運転、保守及び修理のための手引書又は訓練用教材を含む。）の取消し不能な、非排他的な、かつ、無償の利用権をイーター機構に付与する。当該利用権は、イーター機構が、協定の情報及び知的財産に関する附属書第4. 2. 3条（b）に基づき、その下請負人に再利用権を付与する権利及びフランス規制当局に当該背景的な営業秘密を伝達する権利を伴う。

イ イーター施設を建設し、運転し、及び利用するために必要とされること又はイーター施設に関連する研究開発のための技術を用いるために必要とされること。

ロ イーター機構に提供される契約物品を保守し、又は修理するために必要とされること。

ハ 公的な調達に先立ち理事会が必要であると決定する場合において必要とされること。

ニ イーター施設に対して規制当局が要請する安全、品質保証及び品質管理のために必要とされること。

- (4) 乙は、当該背景的な営業秘密が次のいずれかの要件を満たすときは、加盟者が公的な支援を得た核融合の研究開発に関する計画のため、金銭上の補償を伴う私的契約によって、当該背景的な営業秘密の商業上の利用権の付与又は当該背景的な営業秘密を用いた契約物品と同一の物品の提供を求めた場合には、当該契約締結のため最善の努力を払うこととする。当該利用権の付与又は物品の提供に係る条件は、乙が第三者に対して当該背景的な営業秘密の利用権を付与し、又は当該背景的な営業秘密を用いた同一の物品を提供するときの条件よりも不利でないものとする。当該利用権が付与される場合には、当該利用権は、利用権者が契約上の義務を履行しない場合にのみ取り消すことができる。

イ イーター施設を建設し、運転し、及び利用するために必要とされること又はイーター施設に関連する研究開発のための技術を用いるために必要とされること。

ロ イーター機構に提供される契約物品を保守し、又は修理するために必要とされること。

ハ 公的な調達に先立ち理事会が必要であると決定する場合において必要とされること。

- (5) 乙は、当該背景的な知的財産権について、加盟者が核融合の商業上の利用のため、当該背景的な知的財産権の実施権の許諾を受けること又は当該背景的な知的財産権を用いた契約物品と同一の物品の提供を求めた場合には、当該要求の実現のため最善の努力を払うこととする。当該背景的な知的財産権の実施権は、当該加盟者の領域内にある第三者による核融合の商業上の利用のために当該加盟者が再実施を許諾する権利を伴う。当該背景的な知的財産権の実施権の許諾に係る条件は、乙が第三者に対して当該背景的な知的財産権の実施権を

許諾するときの条件よりも不利でないものとする。当該背景的な知的財産権の実施権は、実施権者が契約上の義務を履行しない場合にのみ取り消すことができる。

- (6) 乙は、前号に定める目的以外の商業上の目的のため、加盟者から求めがあった場合は、当該背景的な知的財産権が次のいずれかの要件を満たすときは、当該背景的な知的財産権の実施権を許諾することが奨励される。乙が、当該背景的な知的財産権の実施権を当該加盟者に許諾する場合には、当該背景的な知的財産権の実施権は平等及び無差別の原則に基づき許諾されるものとする。

イ イーター施設を建設し、運転し、及び利用するために必要とされること又はイーター施設に関連する研究開発のための技術を用いるために必要とされること。

ロ イーター機構の提供される契約物品を保守し、又は修理するために必要とされること。

ハ 公的な調達に先立ち理事会が必要であると決定する場合において必要とされること。

- 2 前項の背景的な知的財産権が甲と乙の共有に係るものである場合、甲と乙は、共同して当該背景的な知的財産権の実施権の許諾を行う。
- 3 乙は、第1項に規定する実施権及び再実施を許諾する権利の許諾の記録を保持し、甲の求めに応じこれを甲に提供する。乙は、上記記録に変更がある場合は、各年の上半期については7月15日までに、下半期については翌年の1月15日までに甲に報告書を提出する。
- 4 乙は、甲が当該記録をイーター機構及び加盟者に提供すること、並びに甲が自ら実施する核融合の研究開発に関する活動のため必要とする場合において乙以外の日本の団体に提供することに、あらかじめ同意する。

(知的財産権の帰属の例外)

第11条 乙は、本契約の目的として作成される提出書類、プログラム及びデータベース等の納入品に係る著作権は、すべて甲に帰属することを認め、乙が著作権を有する場合（第8条に基づき従業者等から承継する場合を含む。）であっても、乙は、かかる著作権（著作権法第21条から第28条までに定める全ての権利を含み、日本国内における権利に限らない。）を甲に譲渡する。かかる譲渡の対価は、本契約書に定める請負の対価に含まれる。

- 2 前項の規定により著作権を乙から甲に譲渡する場合において、当該著作物を乙が自ら創作したときは、乙は、著作者人格権を行使しないものとし、当該著作物を乙以外の第三者が創作したときは、乙は、当該第三者に著作者人格権を行使しないように必要な措置を講じるものとする。

(下請負人に対する責任)

第12条 乙は、本契約一般条項の規定に従い、下請負人に対し本契約の一部を履行させる場合、本特約条項に基づく乙の一切の義務を乙の責任において当該下請負人に遵守させるものとする。

(有効期間)

第13条 本契約一般条項の定めにかかわらず、本特約条項の定めは協定の終了後又は日本国政府の協定からの脱退後も効力を有する。

(言語)

第14条 本特約条項に定める乙から甲への書面による報告は、和文だけでなく、英文でも提出することとし、両文書は等しく正文とする。

(疑義)

第15条 本特約条項の解釈又は適用に関して疑義が生じた場合、協定の規定が本特約条項に優先する。

『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』

- 1 受注者は、契約の履行に関し、情報システム（情報処理及び通信に関わるシステムであって、ハードウェア、ソフトウェア及びネットワーク並びに記録媒体で構成されるものをいう。）を利用する場合には、QSTの情報及び情報システムを保護するために、情報システムからの情報漏えい、コンピュータウィルスの侵入等の防止その他必要な措置を講じなければならない。
- 2 受注者は、次の各号に掲げる事項を遵守するほか、QSTの情報セキュリティ確保のために、QSTが必要な指示を行ったときは、その指示に従わなければならない。
 - (1) 受注者は、契約の業務に携わる者（以下「業務担当者」という。）を特定し、それ以外の者に作業をさせてはならない。
 - (2) 受注者は、契約に関して知り得た情報（QSTに引き渡すべきコンピュータプログラム著作物及び計算結果を含む。以下同じ。）を取り扱う情報システムについて、業務担当者以外が当該情報にアクセス可能とならないよう適切にアクセス制限を行うこと。
 - (3) 受注者は、契約に関して知り得た情報を取り扱う情報システムについて、ウィルス対策ツール及びファイアウォール機能の導入、セキュリティパッチの適用等適切な情報セキュリティ対策を実施すること。
 - (4) 受注者は、P2P ファイル交換ソフトウェア（Winny、WinMX、KaZaa、Share 等）及びSoftEther を導入した情報システムにおいて、契約に関して知り得た情報を取り扱ってはならない。
 - (5) 受注者は、QSTの承諾のない限り、契約に関して知り得た情報をQST又は受注者の情報システム以外の情報システム（業務担当者が所有するパソコン等）において取り扱ってはならない。
 - (6) 受注者は、委任をし、又は下請負をさせた場合は、当該委任又は下請負を受けた者の契約に関する行為について、QSTに対し全ての責任を負うとともに、当該委任又は下請負を受けた者に対して、情報セキュリティの確保について必要な措置を講ずるように努めなければならない。
 - (7) 受注者は、QSTが求めた場合には、情報セキュリティ対策の実施状況についての監査を受け入れ、これに協力すること。
 - (8) 受注者は、QSTの提供した情報並びに受注者及び委任又は下請負を受けた者が契約業務のために収集した情報について、災害、紛失、破壊、改ざん、き損、漏えい、コンピュータウィルスによる被害、不正な利用、不正アクセスその他の事故が発生、又は生ずるおそれのあることを知った場合は、直ちにQSTに報告し、QSTの指示に従うものとする。契約の終了後においても、同様とする。

なお、QSTの入札に参加する場合、又はQSTからの見積依頼を受ける場合にも、上記事項を遵守していただきます。

以上

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

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	緒言/Introduction.....	1
1.1	システムの目的.....	1
1.2	図書のスコープ.....	1
2	適用規格及び基準.....	1
2.1	設計及び製作に適用する規格及び基準.....	1
2.2	品質要求.....	2
2.3	適用図書.....	2
3	ITER ブランケット遠隔保守ツールの概要.....	11
3.1	ITER ブランケット遠隔保守ツールの基本運用手順.....	14
3.2	第一壁 (FW) 概要.....	14
3.3	遮蔽ブロック (SB) 概要.....	14
3.4	保守対象冷却水配管概要.....	15
3.5	保守対象ボルト概要.....	16
3.6	NB ポート周辺のブランケットモジュール概要.....	17
3.7	ブランケット遠隔保守機器概要.....	17
3.7.1	ツールマニピュレータ (TMNP).....	18
3.7.2	デクステラスマニピュレータ (DMNP).....	19
3.8	ツールオペレーション概要.....	19
4	第一壁交換時ツール運用手順.....	20
5	遮蔽ブロック交換時ツール運用手順.....	21
6	取合い条件.....	22
6.1	FW 取合.....	22
6.2	SB 取合.....	22
6.3	VV 取合.....	22
6.4	VMNP と重量ツール間の取合.....	22
6.5	Tool Manipulator 取合.....	22
6.6	DMNP 取合 (working).....	22
6.7	Module Tool Pallet Plate (MTPP) 取合.....	23
6.8	In-Cask Storage Rack (ICSR) 取合.....	23
6.9	He リーク試験装置取合.....	24
6.10	ホットセル取合.....	24
7	荷重条件の検討.....	25
8	第一壁及び遮蔽ブロック保守ツールの機能仕様.....	26
8.1	機器構成.....	26
8.2	ツールの機能による分類.....	28
8.3	ツールのハンドリング・固定・搬送に関する要求.....	29
8.3.1	ツールのハンドリングに関する要求仕様.....	29

8.3.2	ツールの FW 固定に関する要求仕様	31
8.3.3	ツールの SB 固定に関する要求仕様	32
8.3.4	ツールの Tool Base 固定に関する要求仕様	32
8.3.5	Tool Storage Rack への固定に関する機能仕様	32
8.3.6	Tool のホットセルでの取り扱いに関する機能仕様	32
8.4	ツールベースの機能仕様	33
8.4.1	FW Tool Base	33
8.4.2	SB Tool base	37
8.4.3	TFU 位置決めツール (Dummy tool)	39
8.5	ツールストレージラックの機能仕様	40
8.5.1	ツールストレージラックの共通仕様	41
8.5.2	FW Tool storage rack	41
8.5.3	SB Tool storage rack	42
8.6	ボルト締結ツールの機能仕様	43
8.6.1	ボルト締結ツールの共通仕様	43
8.6.2	ボルト締結ツールの仕様諸元	44
8.6.3	FW Central Bolt tool	46
8.6.4	FW Electrical Bolting tool	48
8.6.5	SB Flexible bolt tool	50
8.6.6	SB Electrical Strap Bolt tool	53
8.6.7	Extension wrench for SB ES Bolt	53
8.7	溶接ツールの機能仕様	55
8.7.1	溶接ツールの共通仕様	55
8.7.2	FW Pipe welding tool	59
8.7.3	FW Pipe alignment tool	61
8.7.4	FW Cap welding tool	63
8.7.5	SB flow separator welding tool	65
8.7.6	SB Coaxial connector welding tool	66
8.8	切断ツールの機能仕様	69
8.8.1	切断ツールの共通仕様	69
8.8.2	スウェージ切断ツールの共通仕様	70
8.8.3	ホールソー切断ツールの共通仕様	71
8.8.4	研削切断ツールの共通仕様	71
8.8.5	FW pipe cutting tool	72
8.8.6	FW Cap cutting tool	73
8.8.7	SB flow separator cutting tool	75
8.8.8	SB Coaxial connector cutting tool	76
8.9	外観検査ツールの機能仕様	78

8.9.1	外観検査ツールの共通仕様	78
8.9.2	VT ツールの対象箇所及び取合い	80
8.10	ハンドリングツールの機能仕様	80
8.10.1	ハンドリングツールの共通仕様	80
8.10.2	FW Cap handling tool	80
9	マニピュレータ群の仕様	82
9.1	Tool Manipulator	82
9.2	Dexterous Manipulator	84
10	BRHS の系統要求	87
10.1.1	設計要求仕様	88
10.1.2	安全要求	93
10.1.3	オペレーション及びメンテナンスに関する要求条件	94
10.1.4	品質に関する要求条件	96
10.1.5	適用規格及び基準	97
11	機器設計条件	99
11.1	強度評価基準	99
11.2	材料に関する設計条件	99
11.3	真空に関する要求条件（塗装に関する条件を含む）	100
11.4	ガンマ線の線量率に関する要求条件	100
11.5	フェイルセーフ設計	100
11.6	電気品に対する要求条件	100
11.7	電磁気に関する設計条件	100
11.8	アース・絶縁に関する要求条件	100
11.9	組み立て性	101
12	機器設計に関する参考情報	101
12.1	優先的に使用する部品	101
12.1.1	ケーブル/エアチューブ（暫定）	101
12.1.2	機内配線ケーブル	102
12.1.3	コネクタ	102
12.1.4	耐放射線性カメラ（撮像管）	102
12.1.5	耐放射線性カメラ（CMOS）	103
12.1.6	摺動部 2 重シール機構	104
12.1.7	オイルフリー総 S 膜ボール LM ガイド	104
12.1.8	総 S 膜ボールねじスプライン	104
12.1.9	AC サーボモータ	105
12.1.10	DC モータ	105
12.1.11	防錆薄膜	106
12.1.12	爪用の力センサ	106

12.2	参考適用部品	106
12.2.1	コネクタ（参考情報）	106
12.2.2	本体マニピュレータの材料（参考情報）	106
12.2.3	除染容易化用のカバー	107
13	資料作成に関する参考情報	107
13.1	設計記述図書 (Design Description, DD) における記載内容	107
13.2	Sub assembly drawing における記載内容	107
13.3	CAD モデル作成のルール	108
13.3.1	I0 に送付する CAD モデル	108
13.3.2	I0 に送付しない CAD モデル	108
13.4	資料作成における留意点	108
13.5	検査要領における留意点	108
13.6	その他参考資料	109

1 緒言/INTRODUCTION

1.1 系統の目的

イーター計画において、量子科学技術研究開発機構（以下「量研機構」という。）はブランケット遠隔保守システム(Blanket Remote Handling System、以下「BRHS」という)を調達する。BRHS は放射線環境下となる真空容器内において、遠隔操作によるブランケットの交換を行う。ブランケットモジュール交換の際には、第一壁（FW）と遮蔽ブロック（SB）を通る冷却配管の切断、再溶接やボルト締緩等の保守作業を遠隔操作により実施する。当該保守ツールはブランケット遠隔保守システムにより真空容器内に搬送され、マニピュレータにより炉内保守対象に設置し運用される。

1.2 図書のスコープ

本図書は、JADA がブランケットツールシステムを BRHS と統合するために、ツールの機器仕様と取合について示したものである。本図書は設計進捗に応じて改定する。

図書中の” TBD” (To be decided)は設計概念含め未決定を示す。

図書中の” 暫定” は、決定根拠が不明確等の理由により、暫定的に定めたものを示す。

2 適用規格及び基準

2.1 設計及び製作に適用する規格及び基準

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ものとする。

BRHS の構造要素は以下に従って設計されるものとする。

- ・ EN 13001-1:2015 Cranes – General design – Part 1: General Principles and Requirements
- ・ EN 13001-2:2021 Cranes – General design – Part 2: Load actions
- ・ 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。

適用規格は具体的には以下とする。

- ・ 設計には上記 EN 規格を適用する。
- ・ 材料調達、製作・検査には JIS 規格を適用して良い。ツールの製作に適用する規格については、RD48 を参考にし、SRD に定める諸要求及び次節の品質クラスを考慮し定めること。JIS 規格の適用に際しては、EN 規格との差異を説明し、同程度の品質を実現できることを量研機構に図書によって示すこと。

以下を含めた他の工業規格及び基準は、BRHS の設計、製作及び試験のガイドラインとして使用してもよい。

- ・ Control system standards (IEC 204-1, 1992) Electrical equipment of industrial machines
- ・ Safety (JIS B 8433: 2000, JIS B 8433-1: 2015, JIS B 8433-2: 2015)は上記のものと同等であるため、代替して適用可能である

2.2 品質要求

ブランケット遠隔保守ツール類は品質クラス 2 とする。品質クラスは参照図書 1.6、1.3 Classification of Systems, Structures and Components (SSCs)により規定される。

2.3 適用図書

受注者は以下に示す適用図書に基づいて本件の検討を実施すること。なお、本適用図書は ITER 機構にアカウントを申請して取得すれば参照可能である。

(1) 適用図書

参照 番号	タイトル	IDM 参照記号	適用 Ver.
1.1	Project Requirements (PR)	ITER_D_27ZRW8	6.2
1.2	Defined Requirements for PBS23.01 Blanket Remote Handling System	ITER_D_VBF5DK	1.2
1.3	Blanket RH System Load Specification	ITER_D_3XXRMB	6.1
1.4	ITER Vacuum Handbook	ITER_D_2EZ9UM	2.3
1.5	ITER Load Specifications	ITER_D_222QGL	6.0
1.6	SRD-23-01 (Blanket Remote Handling System) from DOORS	ITER_D_28B6W8	5.3
1.7	Integrated Logistics Support Requirements for PBS 23-01	ITER_D_3P4UPG	1.1
1.8	ITER Quality Assurance Program (QAP)	ITER_D_22K4QX	8.5

(2) 補完適用図書

参照 番号	タイトル	IDM 参照記号	適用 Ver.
2.1	Allowable values and limits in service level C and D for ITER mechanical components	ITER_D_3G3SYJ	3.1
2.2	Electrical Design Handbook (EDH)	以下参照	-
2.3	EDH Part 1 Introduction	ITER_D_2F7HD2	1.4
2.4	EDH Part 2 Terminology & Acronyms	ITER_D_2E8QVA	1.4
2.5	EDH Part 3 Codes & Standards	ITER_D_2E8DLM	1.3
2.6	EDH Part 4 Electromagnetic Compatibility (EMC)	ITER_D_4B523E	3.0
2.7	EDH Part 5 Earthing and Lightning Protection	ITER_D_4B7ZDG	3.0
2.8	Plant Control Design Handbook	ITER_D_27LH2V	7.0
2.9	Plant Control Design Handbook for Nuclear control systems	ITER_D_2YNEFU	4.1
2.10	Remote Handling Control System Design Handbook	ITER_D_2EGPEC	3.0

2.11	Annex A - Standard Terminology	ITER_D_2DX65K	2.1
2.12	Annex B - High-Level Control System Specification	ITER_D_4GTJJP	1.1
2.13	Annex C - Standard Control Model	ITER_D_4GUQ22	1.1
2.14	Annex D - Standard Interfacing	ITER_D_4GVQBJ	1.1
2.15	Annex E - Standard Parts	ITER_D_4H8SJC	2.0
2.16	RHCS Standard Requirements	ITER_D_3QB52K	1.1
2.17	Blanket RH System Safety Protection Requirements	ITER_D_3YGFBU	1.6
2.18	Blanket RH System Investment Protection Requirements	ITER_D_3Y77XZ	1.3
2.19	Design criteria and assessment method of ITER-BRHS equipment	ITER_D_SYBSHK	1.7
2.20	Review, Inspection & Test Requirements for PBS 23-01	ITER_D_3PEMNF	1.1
2.21	Procedure for Analyses and Calculations	ITER_D_22MAL7	6.6

(3) 取合文書

参照 番号	タイトル	IDM 参照記号	適用 Ver.
3.1	Vacuum Vessel	ITER_D_2FC64M	6.3
3.2	First Wall Interface Sheet	ITER_D_33PH3Y	6.3
3.3	Shield Block Interface Sheet	ITER_D_33TYJV	5.1
3.4	Design input for Feasibility Study - Blanket-BRHS interface	ITER_D_XZN38V	1.2
3.5	Feasibility Study Design Input - Cask-BRHS Interface	ITER_D_X29853	1.0
3.6	Interface Sheet 2301-2307-001 RH Operations	ITER_D_4B8QLN	2.6
3.7	Interface Sheet 2301-2307-003 Control Room	ITER_D_4BDYAG	2.4
3.8	Interface Sheet 2301-2307-004 Cubicle Rooms	ITER_D_4BE9X8	2.4
3.9	Interface Sheet 2301-2307-005 Communications	ITER_D_4B6MR9	2.4
3.10	Interface Sheet 2301-2307-008 Central Control	ITER_D_4BWM9E	2.3
3.11	Interface Sheet 2301-2307-009 Investment Protection	ITER_D_4BG37M	2.5
3.12	Interface Sheet 2301-2307-010 Safety Protection	ITER_D_4BX248	2.4
3.13	B#21 Hot Cell Complex - 2D Layout	ITER_D_3BBEVF	1.5
3.14	IS-23.01-23.06-004 In Vessel RH system	ITER_D_G7UL7B	2.6

	maintenance Process		
--	---------------------	--	--

(4) 第一壁取合文書

参照 番号	タイトル	IDM 参照記号	適用 Ver.
FW. AD1	ICD-16-23 Interface Control Document for Blanket System (PBS16) and Remote Handling (PBS23)	ITER_D_2WSDXY	6.0
FW. AD2	SRD-16-BS (Blanket System) from DOORS	ITER_D_28B2Q4	2.4
FW. AD3	SRD-23-01 (Blanket Remote Handling System) from DOORS	ITER_D_28B6W8	4.3
FW. AD4	Design Interface Control Procedure	ITER_D_28VNJG	3.8
FW. AD5	Standard Template for Interface Sheet	ITER_D_33RGW2	1.2
FW. RD1	Blanket modules dimensions and weight	ITER_D_35ZJNQ	11.0
FW. RD2	FW&SB main geometry for RH	ITER_D_CANQ4W	3.1
FW. RD3	Dose rate in specific locations along the equatorial port	ITER_D_WVH8DL	1.0
FW. RD4	Blanket Design Description Document (2013 FDR)	ITER_D_EBUDW3	1.1
FW. RD5	Design Description - PA 2.3.P1.JA.01 - Blanket RH System	ITER_D_9CQ2DW	5.2
FW. RD6	IC-CMAF BLKT Modules FW + Shield Blocks	ITER_D_PNKEV6	3.0
FW. RD7	2D model - FW central bolt	ITER_D_W263HM	1.0
FW. RD8	2D model - FW Cap system	ITER_D_W3VM4E	1.0
FW. RD9	IS-16-31-002 Leak Testing of Blanket System	ITER_D_DVV5DY	3.1
FW. RD10	FW Functional Tolerance Drawing	ITER_D_TEENH4	1.1
FW. RD11	SB Functional Tolerance Drawing	ITER_D_VEZUHX	1.0
FW. RD12	PBS 23.01 CDR presentation - 3.1 Conceptual design and compliance to requirements	ITER_D_46F7YT	1.1
FW. RD13	Blanket cut & reweld strategy	ITER_D_X26CSM	1.0
FW. RD14	2D model - FW Hydraulic connection	ITER_D_VS8SQZ	1.0
FW. RD15	2D model - FW electrical strap 14 layers	ITER_D_W2AZVZ	1.0
FW. RD16	FW central bolt to FW pipes built up	ITER_D_X2G8RG	1.2
FW. RD17	FW central bolt to SB built up	ITER_D_THPUWB	2.4

FW.RD18	FW ES Tool Access built up	ITER_D_X2TXST	1.3
FW.RD19	Thermomechanical Analysis Preliminary Report (pads to FW fingers)	ITER_D_XGUERL	1.0
FW.RD20	BMs for Kinematic Studies	ITER_D_UVD4F8	1.0
FW.RD21	Generic Appendix B1 (welding)	ITER_D_RV2495	1.0
FW.RD22	Final Report for Welding in the Heat Affected Zone	ITER_D_VMYPCH	1.1
FW.RD23	Low friction/Anti-seize Coating Specification for Blanket Applications	ITER_D_GKEM64	2.4
FW.RD24	Blanket FW remote Handling Compatibility Assessment	ITER_D_XT87FB	1.1
FW.RD25	Verification of the structural integrity of the RH gripping finger and of the interfacing BKT First Wall component	ITER_D_WLWB3J	1.0
FW.RD26	Material Approval Request: EPDM in contact with FW	ITER_D_XB5662	N/A
FW.RD27	Remote Handling Code of Practice	ITER_D_2E7BC5	1.2
FW.RD28	BKT MABA FLOW SEPARATOR	ITER_D_42ZA9K	1.0

(5) 遮蔽ブロック取合文書

参照 番号	タイトル	IDM 参照記号	適用 Ver.
SB.AD1	ICD between PBS 16 and PBS 23	ITER_D_2WSDXY	6.0
SB.AD2	SRD-16-BS (Blanket System) from DOORS	ITER_D_28B2Q4	2.4
SB.AD3	SRD-23-01 (Blanket Remote Handling System) from DOORS	ITER_D_28B6W8	4.3
SB.AD4	Design Interface Control Procedure	ITER_D_28VNJG	3.8
SB.AD5	IS-23-15-003 Interface sheet between BRHS and VV Equatorial Port	ITER_D_2FC64M	6.3
SB.RD1	Blanket modules dimensions and weight	ITER_D_35ZJNQ	11.0
SB.RD2	FW&SB main geometry for RH	ITER_D_CANQ4W	3.1
SB.RD3	Dose rate in specific locations along the equatorial port	ITER_D_WVH8DL	1.0
SB.RD4	Blanket SB Remote Handling Compatibility Assessment Report	ITER_D_XT8ZCE	1.0

SB.RD5	Flexible cartridge tolerance built up	ITER_D_X8D4RR	2.1
SB.RD6	Activation of Blanket Module	ITER_D_2DK3WQ	1.2
SB.RD7	Blanket Design Description Document	ITER_D_EBUDW3	1.1
SB.RD8	Design Description – PA 2.3.Pl. JA.01 – Blanket RH System	ITER_D_9CQ2DW	5.2
SB.RD9	Blanket Modules Dimensional Variation Model 3.0 Compliance Status Assessment	ITER_D_NPJYFW	1.0
SB.RD10	R&D for the blanket and remote handling interfaces in 2010–2011	ITER_D_FXWZLM	1.1
SB.RD11	Staged Approach Configuration – PBS Level 3	ITER_D_SNE6G8	3.3
SB.RD12	C23TD64FJ – Design Work for Shield Block Gripping Features of BRHS	ITER_D_VNCZVT	1.3
SB.RD13	Memorandum on blanket welding gas	ITER_D_UAMBY3	1.0
SB.RD14	2D: SB#05 type A	ITER_D_LYDJ28	2.0
SB.RD15	2D: Centering key pads interface to SB	ITER_D_UFFXQK	1.0
SB.RD16	2D: Electrical strap interface to SB	ITER_D_UG4FBK	1.0
SB.RD17	2D: Flexible interface to SB	ITER_D_UGC3KZ	1.0
SB.RD18	2D: IMK pads interfaces to SB	ITER_D_UGBZ4X	1.0
SB.RD19	2D: SB insert	ITER_D_UGCBHL	1.0
SB.RD20	2D: Electrical strap	ITER_D_VNV4AB	1.0
SB.RD21	2D: flexible Cartridge Inboard	ITER_D_T2ZX4A	2.0
SB.RD22	2D: flexible Cartridge Outboard	ITER_D_VVVAFR	1.0
SB.RD23	2D: flexible Cartridge BM#18	ITER_D_VVVGf8	1.0
SB.RD24	2D: coaxial and monoaxial	ITER_D_VNVAFB	1.1
SB.RD25	Status of the Leak testing of Blanket Module during assembly at ITER	ITER_D_QASBN7	5.0
SB.RD26	VV tolerance requirement (part1 = SB interface)	ITER_D_C82K4D	3.2
SB.RD27	IC-CMAF BLKT Modules FW + Shield Blocks	ITER_D_PNKEV6	3.0
SB.RD28	Final Report for Welding in the Heat Affected Zone	ITER_D_VMYPCH	1.1
SB.RD29	Generic Appendix B1	ITER_D_RV2495	1.0
SB.RD30	Global Structural Analysis Report during Blanket Module Handling Operation	ITER_D_Q5UY2E	2.1
SB.RD31	Removal of non-damaged SBs required for removing target SBs	ITER_D_WP53UY	1.0
SB.RD32	IS-16-31-002_Leak_Testing_of_Blanket_Sys	–	

SB.RD33	Low friction/Anti-seize Coating Specification for Blanket Applications	ITER_D_GKEM64	2.4
SB.RD34	BMs for Kinematic Studies	ITER_D_UVD4F8	1.0
SB.RD35	SB ES Tolerance built up	ITER_D_X86NTS	1.2
SB.RD36	Electrical strap to SB built up Material specification of SBs	ITER_D_U4NRQU	2.0

(6) その他参考図書（今後、適用図書または補完適用図書とする可能性がある）

参照 番号	タイトル	IDM 参照記号	適用 Ver.
RD1	Feasibility Study Deliverable - Operation Procedure	ITER_D_38KY23	1.0
RD2	Test report - FW pipe alignment tool prototypes	ITER_D_38K5LZ	1.0
RD3	Study on design options of FW tool base	ITER_D_2D6VG6	1.0
RD4	Concept study of the BRHS Dexterous Manipulator	ITER_D_2Z2WK7	1.0
RD5	ITER BRHS Double Containment Structure Performance Test Results and Subsequent Design Modification Proposals	ITER_D_WPT3V7	1.0
RD6	Feasibility Study Design Input - Material Selection Strategy	ITER_D_XJ22WL	1.1
RD7	Report of Procedure of In-Vessel Rail Deployment	ITER_D_YX77EY	1.0
RD8	Panel Report of the BRHS Remote Welding Method Selection Workshop	ITER_D_3GTGSC	1.0
RD9	Recommendation on modifications of FW gripping hole and FW gripping finger	ITER_D_XWL5RF	1.0
RD10	BICR First Wall Electrical Strap Bolt Parking	ITER_D_2VKM95	2.0
RD11	CONFIG_FW_gripping_point	ITER_D_38SXJG	1.1
RD12	IO cable catalogue	ITER_D_355QX2	6.10
RD13	Design report of Dexterous Manipulator	ITER_D_45N7NU	1.0
RD14	Design development plan of BRHS tooling for Blanket replacement	ITER_D_24DYRC	1.1
RD15	Final combined task report (C16TD168FJ)	ITER_D_PSLFUA	1.1
RD16	Final task report for "R&D for the blanket and remote handling interfaces in 2010-2011" (Task Number:C16TD154FJ) Subtask 5: End cap cutting	ITER_D_9XK6DG	1.0
RD17	CAD Manual 08 - Collaboration Processes	ITER_D_249WV4	2.5
RD18	STD_FW Electrical strap gripping feature	ITER_D_3XRE2E	1.1
RD19	Global Tokamak Seismic Analysis Report	ITER_D_33W3P4	2.1

RD20	Concept Study of TELBOT for BRHS DMNP (但し本文非開示。概要のみ QST から提示。)	ITER_D_3TMKFD	1.0
RD21	Design Review Procedure	ITER_D_2832CF	6.4
RD22	Procedure for the CAD Management Plan	ITER_D_2DWU2M	
RD23	Procedure for the Usage of the ITER CAD Manual	ITER_D_2F6FTX	1.1
RD24	Procedure for Analyses and Calculations	ITER_D_22MAL7	
RD25	Procedure for Identification and Controls of Items	ITER_D_U344WG	
RD26	Working Instruction for the Delivery Readiness Review	ITER_D_X3NEGB	2.0
RD27	Requirements for Producing a Quality Plan	ITER_D_22MFMW	
RD28	Procedure for Management of Deviation Request	ITER_D_22F53X	
RD29	Procedure for Management of Nonconformities	ITER_D_2LZJHB	
RD30	Quality Classification Determination	ITER_D_24VQES	
RD31	AXON cable drawing (Drawing No: A26636A1)	-	-
RD32	Test report - Durability test of Dry lubrication S-compound film linear motion bearing	ITER_D_4UNJ89	1.0
RD33	Feasibility Study Deliverable - Material List of Stage I machines	ITER_D_4AJG68	1.0
RD34	ITER System Design Process (SDP) Working Instruction	ITER_D_4CK4MT	3.3
RD35	2.3.P1.JA.01 Applicable documents list	ITER_D_57H2CQ	1.0
RD36	Design Description Document Annex-A Control System	JADA-23102-7DE3002-1	
RD37	Specification for adaptation of exchangeable gripper for BRHS	ITER_D_4ABLX4	1.0
RD38	RH Gripper and Interface Development Concept	ITER_D_66VA28	1.0
RD39	System Design for ITER First Wall Remote Handling Tool - Equipment Design Description	N21-D0163-00 (to be uploaded)	
RD40	Material list of Stage I machines	JADA-23102-7DE3009-1	
RD41	BRHS Material list	ITER_D_66VPNB	1.0
RD42	Test_plan_of_Passive_holding_system_for_BRHS	JADA-23163-03PL0001	
RD43	2D_Drawings_of_Passive_holding_system_for_BRHS	JADA-23163-03DW0001	
RD44	BKT_General Weld Thickness reduction	ITER_D_5EF4ME	1.1
RD45	Concept Design of Tool Manipulator for the	ITER_D_54PGSM	1.0

	Blanket RH System (但し本文非開示。概要のみ QST から提示。)		
RD46	Gamma-ray irradiation of Aluminum Bronze (JIS C6191) at 0.4 MGy	ITER_D_23J628	1.0
RD47	Irradiation test report of maraging steel surface treatment by gamma ray irradiation under relative humidity control	ITER_D_3TZXHU	1.0
RD48	Application of EN standards in design and manufacturing of Blanket Remote Handling System	ITER_D_UXYHFR	1.0
RD49	Feasibility Study Deliverable - Operation Procedure	ITER_D_38KY23	1.0
RD50	ITER 第一壁保守用耐放射線性内視鏡の予備検討 (Feasibility Study of Radiation tolerant bore scope for Maintenance of FW for ITER BRHS)	JADA-23163-04DE3001	
RD51	ITER 遠隔保守機器の耐放射線性評価試験用ボアスコープの製作 (Design and Manufacturing Report of prototype Borescope for visual inspection and monitoring for pipe welding of ITER BRHS)	JADA-23163-04MR3001	
RD52	Technical proposals to facilitate BRHS Design and Operations	ITER_D_37EYLB	1.2
RD53	VV Ventilation & Atmosphere in Mode-1 LTM of Phase-4 DT	ITER_D_VCUA5R	1.0
RD54	Design Description - PA 2.3.P1. JA.01 - Blanket RH System (DD v5.0 発行時点の tool の設計について参照するため)	ITER_D_9CQ2DW	5.0
RD55	ITER ブランケット遠隔保守機器用炉内保守ツールの設計合理化及びセントラルボルト締結ツール試験報告書	JADA-23163PR3001	
RD56	Design of flexible bolt tightening tool for ITER blanket - Design report		
RD57	ITER 遮蔽ブロックフレキシブルボルト締結試験装置の製作 確認図	JADA-23163-02DW3001-1	
RD58	配管及び配管蓋溶接ツール試作機設計報告書		
RD59	Test plan - Verification of welding tool prototypes for Blanket Remote welding		
RD60	ITER 第一壁冷却水配管用開先合わせ装置の小型化設		

	計 検討報告書		
RD61	Report - The design of pipe alignment tool and pipe cutting tool	JADA2316PR0022	
RD62	ITER 遮蔽ブロックコアキシャルコネクタ用 TIG 溶接試験装置の製作 報告書		
RD63	Test plan - FW Pipe cutting test		
RD64	ITER 第一壁エレクトリカルストラップボルト締結機構予備設計 報告書		
RD65	Test plan - FW Cap cutting test	JADA-2316PL0002	
RD66	Outline of the tooling operation for the FW replacement	JADA-2316PR0023	

(7) 参考 CAD モデル

参照 番号	タイトル	対象 BM, ファイル形式	適用 Ver.
CAD. RD1	Configuration Management Model of FW, SB, and VV	3D:stp 2D:dwg, pdf	DET-03305-J
CAD. RD2	3D model of Detailed Model of FW and SB	#4, 6:x_t #10:stp	DET-04670, DET-04727
CAD. RD3	2D drawing of Detailed Model of FW and SB	#10FW:dwg, pdf	DET-04670
CAD. RD4	VMNP_EE	3D:x_t	
CAD. RD5	in CASK_RFA+TELBOT_ASM_20201027	3D:stp	
CAD. RD6	TELBOT 標準把持ブロック	3D:stp 2D:pdf	
CAD. RD7	ES bolt 穴の形状	-	
CAD. RD8	Tool base 3 タイプコンセプト CAD	3D:x_t	
CAD. RD9	MTPP 3D CAD showing the available space	3D:x_t	
CAD. RD10	FW Gripper	3D:stp	

3 ITER ブランケット遠隔保守ツールの概要

ブランケットモジュール(BM)は遮蔽壁(SB)および第一壁(FW)から構成される(図1)。SBは真空容器に固定され、FWはSB上に固定される。各BMはフレキシブルカートリッジおよびキーを介して真空容器に取り付けられている(図2)。ポロイダル方向に18個に分割され、図3に示すように番号付けされている。冷却水(3 MPa, 70°C)は、SBの後ろまたは側方で真空容器から支持されたマニホールドによってBMに供給され、ブランケットから最大736 MWの熱を除去するように設計されている。冷却水は、コアキシャルコネクタと分岐管を介してSBに供給される。分岐管は、運転中の真空容器とマニホールドの熱膨張に対応するための十分な柔軟性を提供する。各BMは真空容器と電氣的に接続するためのエレクトリカルストラップ(ES)を有する。

冷却水は、真空容器から支持された分岐管によってSBに供給され、SBからFWに供給される。分岐管は、運転中の真空容器と分岐管の熱膨張の差に対応するための十分な柔軟性を有する。FWとSB間の冷却配管は、FW損傷時等を実施するFW交換の際には遠隔施工により切断・溶接する必要がある。SBはVVにフレキシブルボルト及びSBエレクトリカルストラップボルトにより固定する。FWはSBにセントラルボルトおよびFWエレクトリカルストラップボルトにより固定する。

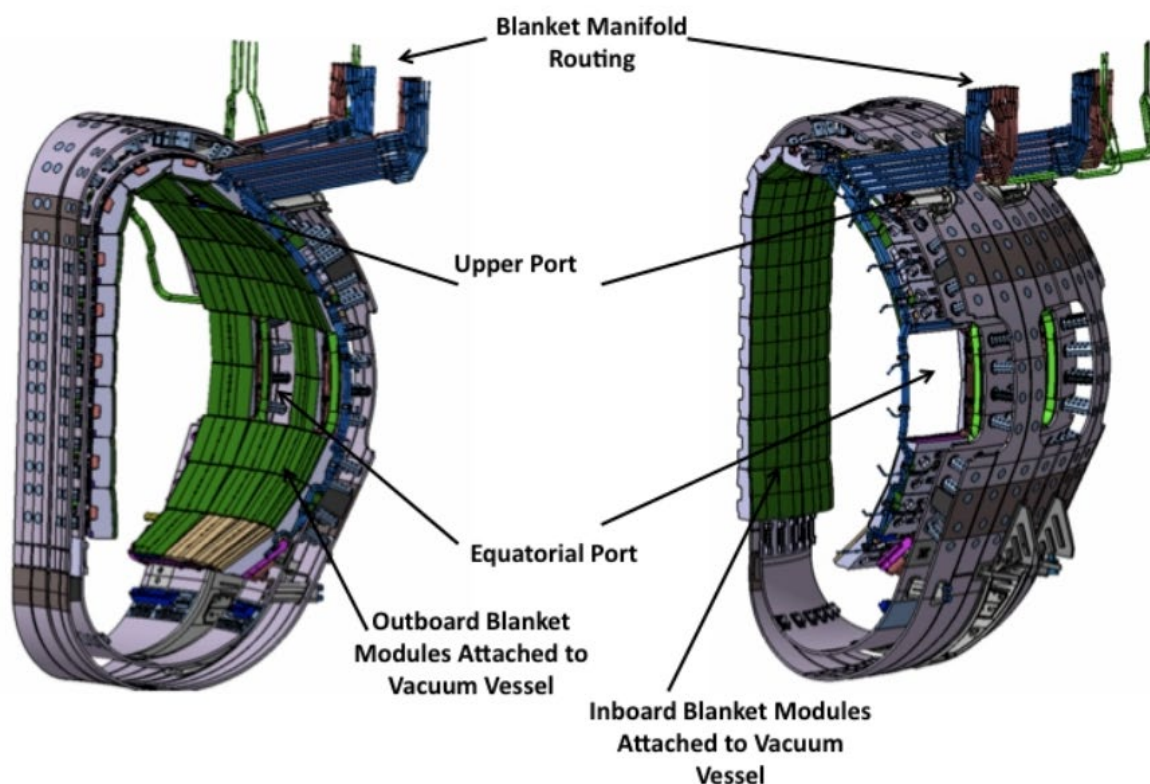


図1 ITER 真空容器断面図

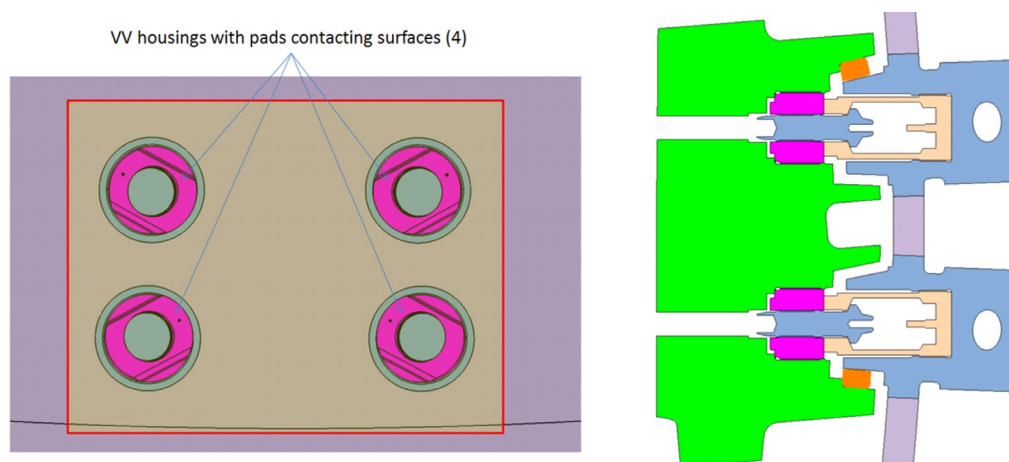
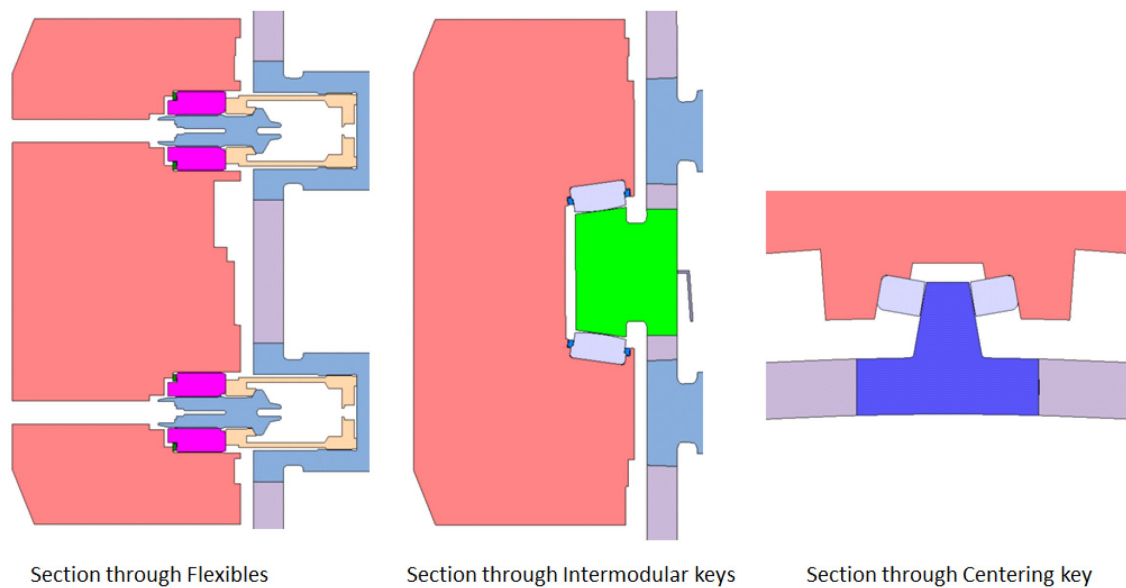
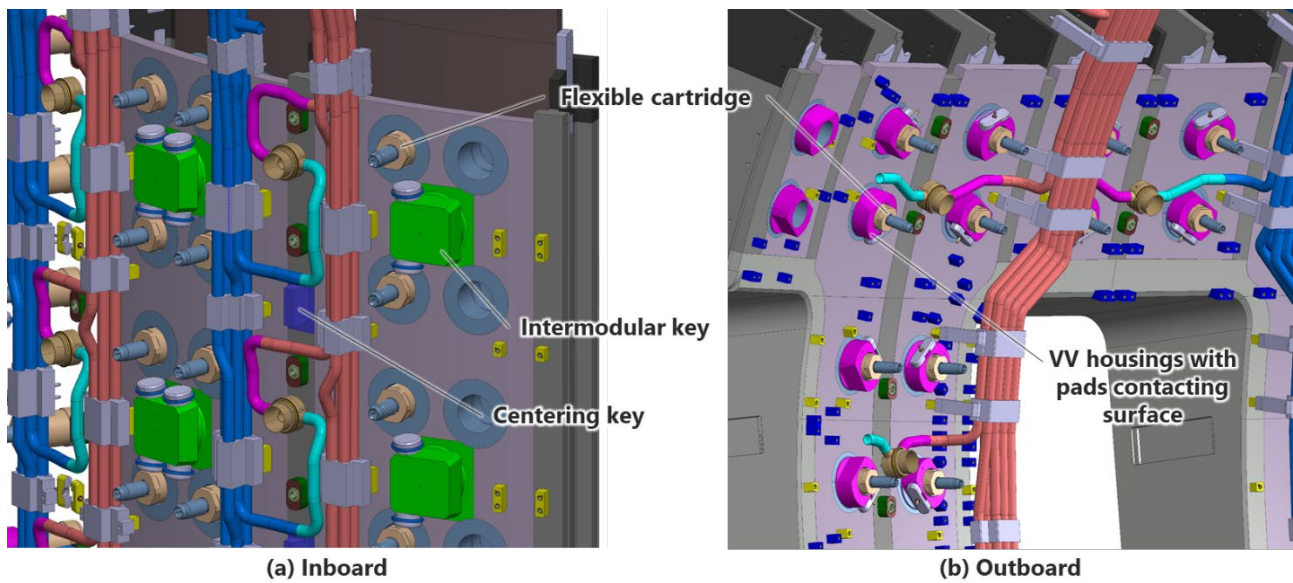


図 2 VV と SB のインターフェース

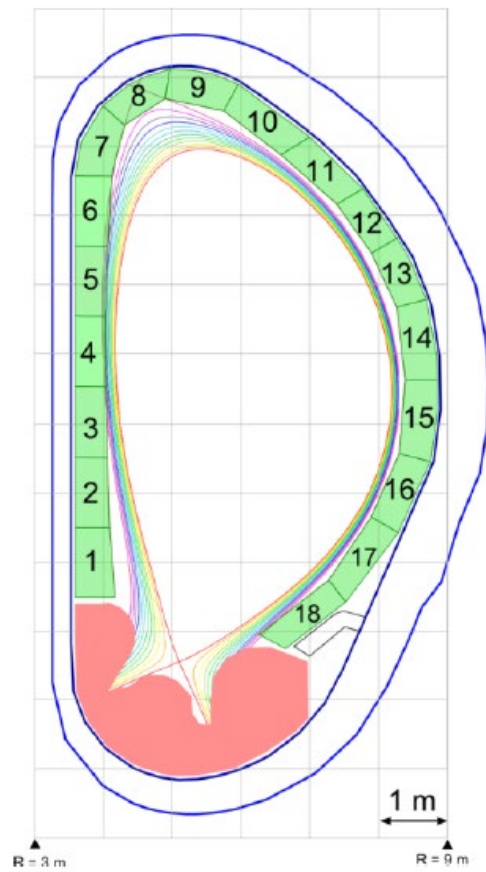


図 3 ブランケットのポロイダル番号 (Row #)

3.1 ITER ブランケット遠隔保守ツールの基本運用手順

FW 及び SB 保守の基本運用手順を下図に示す。

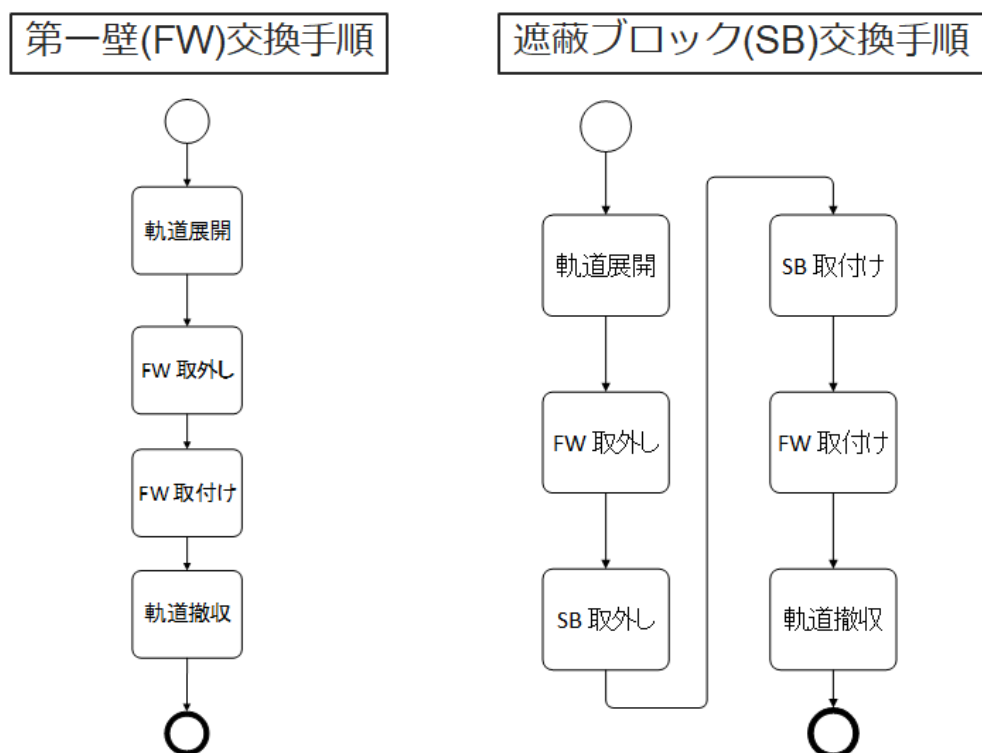


図 4 ITER 第一壁および遮蔽ブロック交換の基本運用手順

3.2 第一壁 (FW) 概要

FW は ITER の第一の熱遮熱壁である。FW の主な役割は、プラズマの熱と粒子束から他のトカマク構造物（真空容器、磁場コイル）を保護することである。FW は、プラズマとトカマク構造物の間に適切な境界を提供する受動的な構成要素であり、ブランケットの一部として

- (i) プラズマへの影響を最小限に抑える（壁から浸食された材料によるプラズマ汚染の観点から、プラズマの非正常事象の発生を防ぐ）
- (ii) 荷重に対し十分な強度を有するとともに適切な荷重伝達を担う（FW へのホットプラズマの接触に際し FW の劣化が無く、電磁的荷重はその荷重区分に応じて耐える）

ことが必要である。

3.3 遮蔽ブロック (SB) 概要

SB の主な機能は、核遮蔽と FW パネルに冷却水を供給することである。シールドブロックは、真空容器内に設置された全てのコンポーネント（特に容器内コイルや診断装置）とのインターフェースを収容するために必要である。中性子遮蔽に関して、鋼と水の比率は約 85/15 に最適化されている。この比率は、SB 内のポロイダル冷却チャンネルの数とサイズを最適化することで達成された。また、支持システム及び真空容器の構造負荷に対する電磁負荷の影響を低減するために、SB に深いスリットを多数加工した。

3.4 保守対象冷却水配管概要

ブランケット冷却水配管の遠隔保守（切断/溶接）対象部は以下の4箇所である。真空容器にSBおよびFWを設置する際の各部位の切断は(1)から(4)の順に、溶接は(4)から(1)の順に施工する。FWのみを交換する場合は(1)及び(2)のみを対象とする。

(1) キャップとFW冷却水配管キャップサポート

- (a) 切断/溶接部形状：溶接部径 ϕ 48mm（切断時は ϕ 50 mm）、肉厚2.5 mmの円盤（適用図書FW. ED8 及び RD44）
 - ・キャップを溶接する部位（リップ）はキャップサポート1体につき2箇所有り、1箇所目の溶接にて溶接欠陥が生じるなど溶接失敗の際に2箇所目を溶接する。
 - ・第一壁表面側からアクセスする。
- (b) 開先形状：15 deg 傾いたI形
- (c) 溶接部材質：SS316L（ISO 10216-5 但し、鍛造材からの削り出しのため硫黄(S)含有量は下限に近くなる可能性がある点を溶接性検証に当たって留意が必要。）

(2) FW冷却水配管とフローセパレータ

- (a) 切断/溶接部形状：外径 ϕ 48.72 mm、肉厚2.5 mmの配管（適用図書FW. RD14）
 - ・第一壁表面側から切断/溶接ツールを挿入し、内側から切断/溶接を実施する。
 - ・溶接の際は事前に開先合わせツールにより、配管開先の誤差を補正する。溶接ツールは開先合わせツールの内部に挿入し、開先合わせをしている状態で溶接する。
 - ・本部位の切断/溶接はキャップが無い状態で実施する。
- (b) 開先形状：15 deg 傾いたI形（スウェージカッターによる切断後の再溶接）
- (c) 溶接部材質：3.4. (1) (c)と同様。

(3) フローセパレータとSB

- (a) 切断/溶接部形状：肉厚2.5 mmの円盤、溶接部径は切断及び再溶接に伴い下記の寸法に拡大する（適用図書3.3）。
 - ・再溶接1回目： ϕ 73 mm
 - ・再溶接2回目： ϕ 76 mm
 - ・本部位の溶接はFW、キャップ及び冷却水配管が無い状態で実施する。
- (b) 開先形状：傾きなしのI形（ホールソー切断後の再溶接）
- (c) 溶接部材質：3.4. (1) (c)と同様。

(4) コアキシャルコネクタとSB

- (a) 切断/溶接部形状：内径 ϕ 100 mm、肉厚2.5 mmの円筒（適用図書SB. RD24）
 - ・本部位の溶接はFW、キャップ、冷却水配管及びフローセパレータが無い状態で実施する。
- (b) 開先形状：15 deg 傾いたI形（スウェージカッターによる切断後の再溶接）
- (c) 溶接部材質：3.4. (1) (c)と同様。

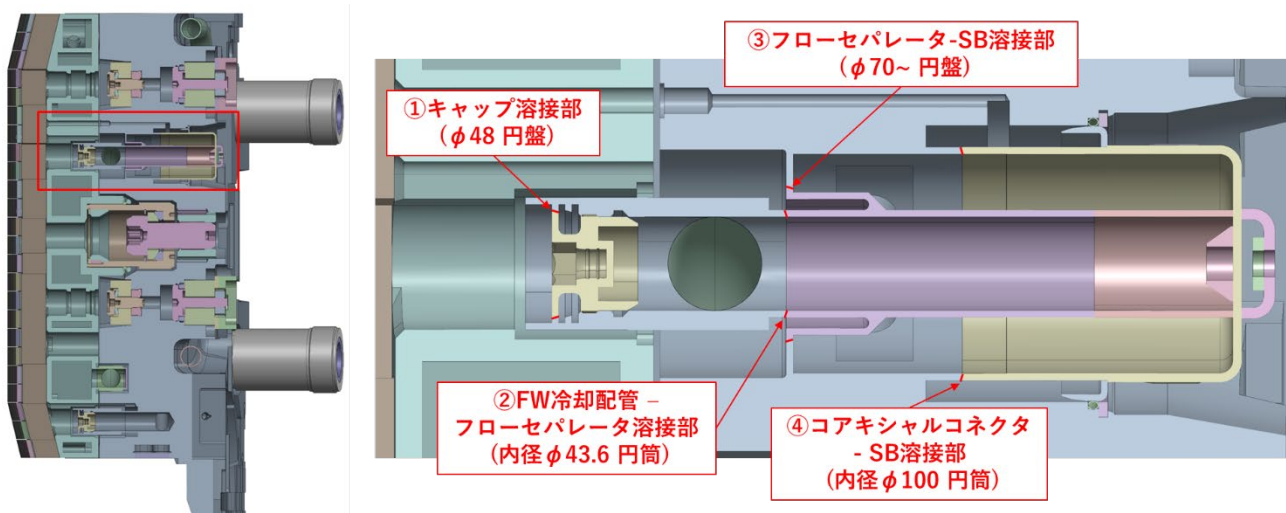


図 5 保守対象冷却水配管部断面図

3.5 保守対象ボルト概要

FW を SB に固定する際にはセントラルボルト及び FW ES ボルトを締結し、SB を真空容器 (VV) に固定する際には SB ES ボルトとフレキシブルボルトを締結する。詳細については、8.6.2 の諸元表を参照のこと。

(1) セントラルボルト (CB)

CB は FW と SB の主な固定を目的として使用されるボルトである

(a) 適用図面 : FW. RD7

(b) 締結トルク

- ・ 仮締め (FW を SB に設置する時に印加するトルク) : 750 Nm $\pm$ 10%
- ・ 本締め : 8.4 kNm $\pm$ 10%

(2) FW ES ボルト (FW ESB)

FW ESB は FW 把持穴の奥に位置し、FW と SB の電氣的接続を提供する。CB の仮締め後に締結される。(暫定)

(a) 適用図面 : FW. RD15

(b) 締結トルク : 480 Nm $\pm$ 10%

(3) SB ES ボルト (SB ESB)

SB ESB は SB と VV の電氣的接続を提供する。SB を VV に設置する際に SB グリッパにより締結され、一時的な SB の固定として使用される。

(a) 適用図面 : SB. RD16, 20

(b) 締結トルク : 480 Nm $\pm$ 10%

(4) フレキシブルボルト (FB)

FB は SB と VV の主な固定として使用されるボルトである。

(a) 適用図面 : SB. RD17, 21, 22, 23

(b) 締結トルク : 8.4 kNm $\pm$ 10%

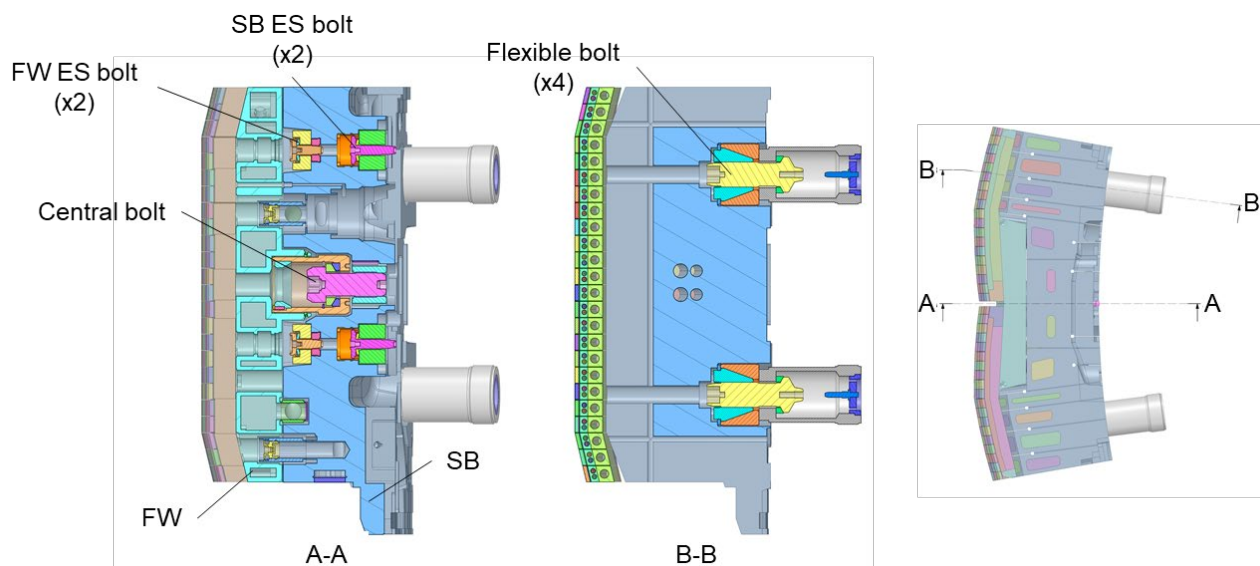


図 6 保守対象ボルト

3.6 NB ポート周辺のブランケットモジュール概要

ITER 真空容器には赤道面ポートが 18 個ある(正規ポート 14 個、不規則ポート 4 個)。すべての正規ポートは同寸法で、プラズマ計測、TBM、ECH 及び ICH 等異なるシステムに割り当てられている。中性粒子加熱(HNB)システムの形状が VV 形状及び BM のセグメンテーションに影響を与える。不規則な形状を有する BM は真空容器セクター 2, 3, 4 に配置されている。その結果、この領域のすべての BM は、その取り付けおよび幾何学的形状に複雑さを有することになる。(適用図書 FW. RD4 2. 2. 3. 2 項)

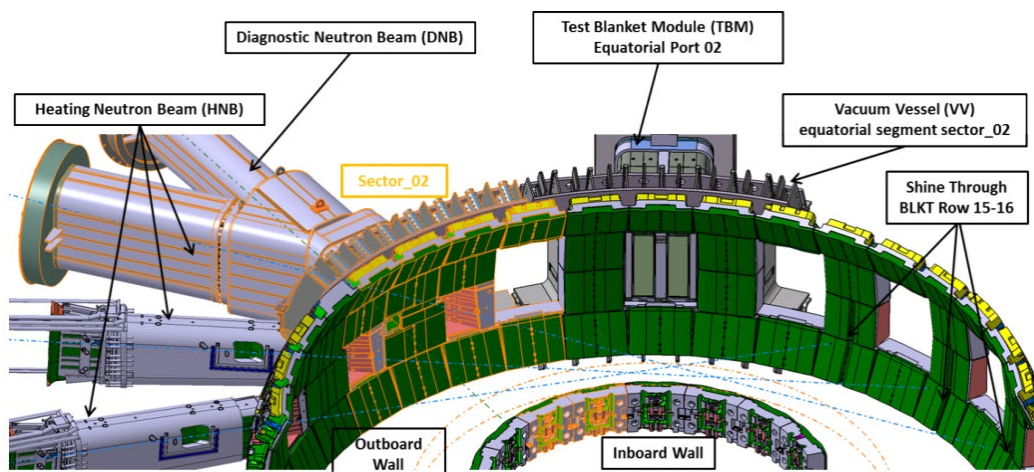


図 7 HNB ポート周辺の BM 配置

3.7 ブランケット遠隔保守機器概要

真空容器内に設置された第一壁・遮蔽ブロック全域にアクセスして保守を行う手法として、ITER ブランケット遠隔保守装置は真空容器内に円弧状の軌道を展開し、軌道上にビークルマニピュレータ (VM) を走行する構成を持つ (図 8)。VM はポロイダル面内全てのブランケットにアクセス可能で

あり、真空容器内全てのブランケットの取付け・取外しを行う。また、小型機器の把持用マニピュレータとして VM の他にツールマニピュレータ (TMNP) 及びデクステラスマニピュレータ (DMNP) を用いる (図 9)。

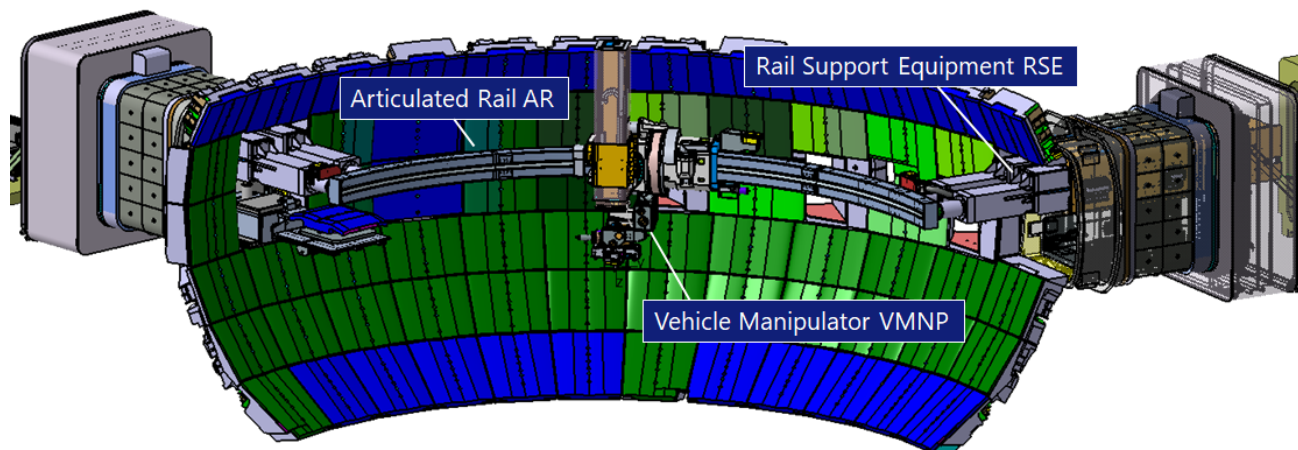


図 8 ITER ブランケット遠隔保守機器概要

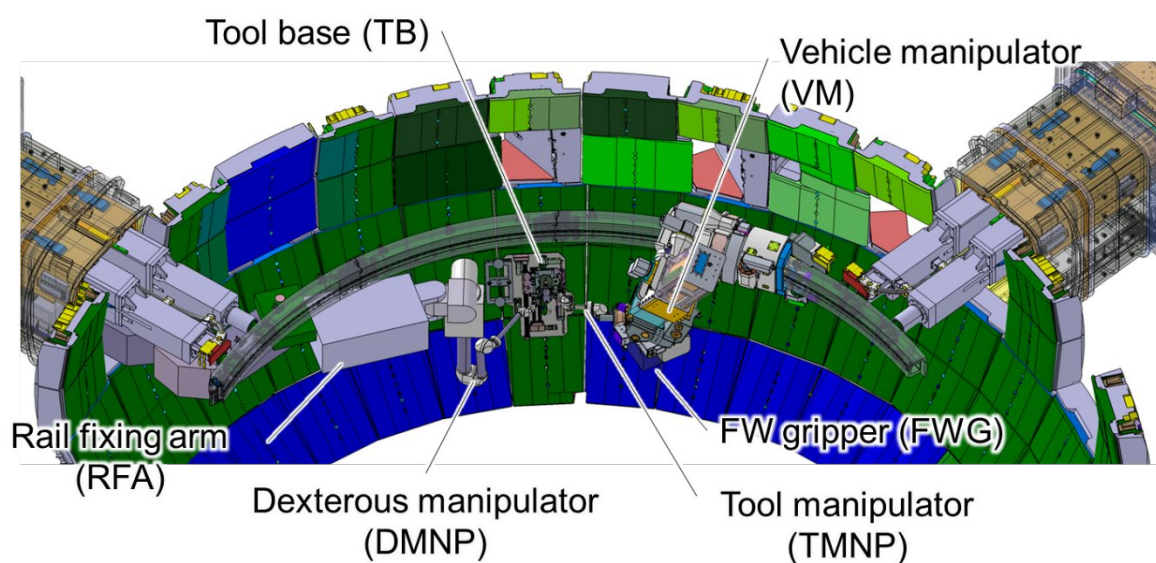
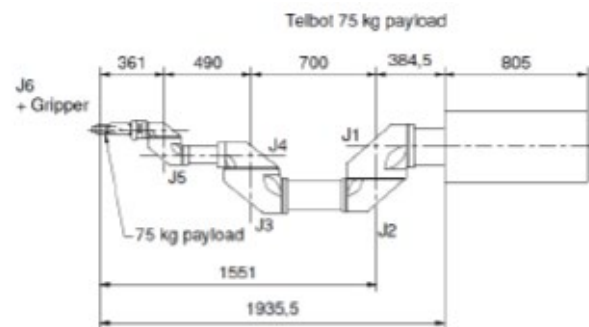
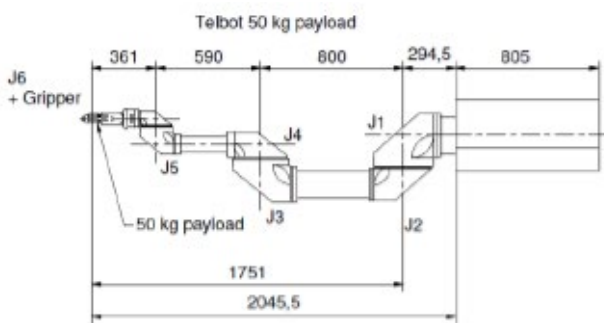
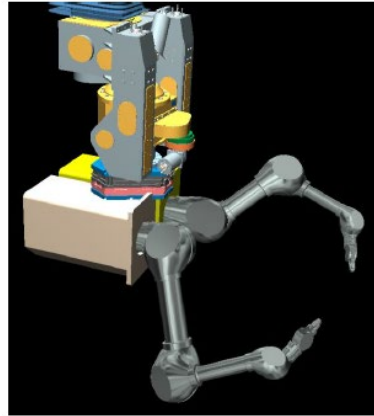
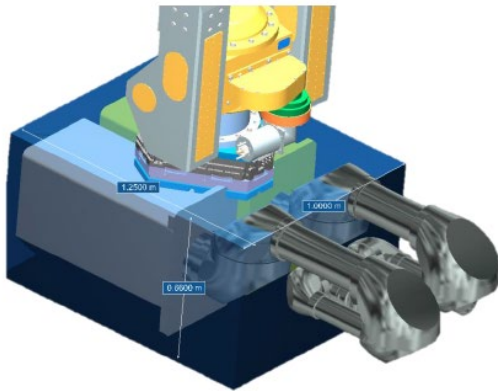


図 9 遠隔保守時の機器構成

3.7.1 ツールマニピュレータ (TMNP)

TMNP は VM にツールチェンジャ取合いを介して接続される双腕マニピュレータで、主に軽量ツール (40 kg 以下) のハンドリングを行う (下図)。この構成は、40 kg のツールをハンドリング可能な 2 本のマニピュレータから成る。把持に用いるグリッパの検討は RD38 に示す “Generic RH gripper” に基づいて行う。



3.7.2 デクステラスマニピュレータ (DMNP)

DMNP はポートから RFA を介して展開される 7 軸の軽荷重用マニピュレータで、主にツールへの給電/ガス導入に用いるユーティリティケーブル及びコネクタのハンドリング、カメラによる監視、真空容器内で故障したツールのレスキュー作業及び TMNP の作業補助に使用する。(参照図書 RD20)

3.8 ツールオペレーション概要

FW ツールベースは第一壁冷却水配管の保守作業に先立ち第一壁表面に設置され、水配管の切断・溶接用各種ツールに共通の取り扱いを提供する (図 10)。

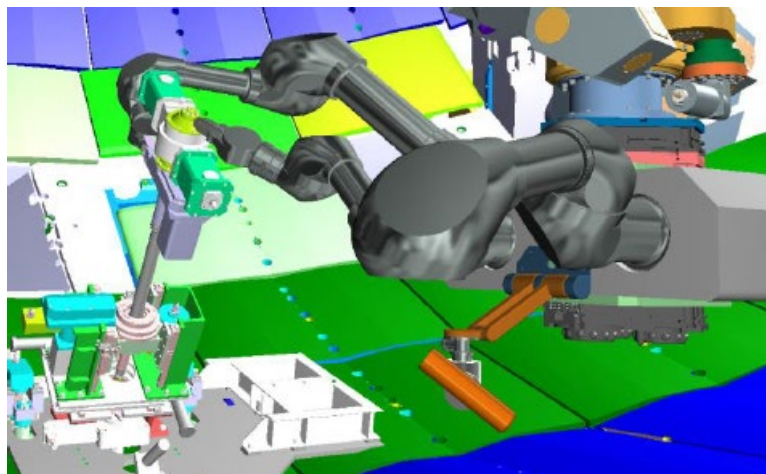


図 10 TMNP による冷却水配管ツールのハンドリング概念

4 第一壁交換時ツール運用手順

第一壁交換時に実施するツール運用手順を図 11 及び図 12 に記す。詳細は RD49 を参照のこと。

補足：ツールベースでセントラルボルト締結時の反力を受けられる場合には、手順見直しの可能性がある。(ESBT の搬入手順を後の改訂で追加することとする。)

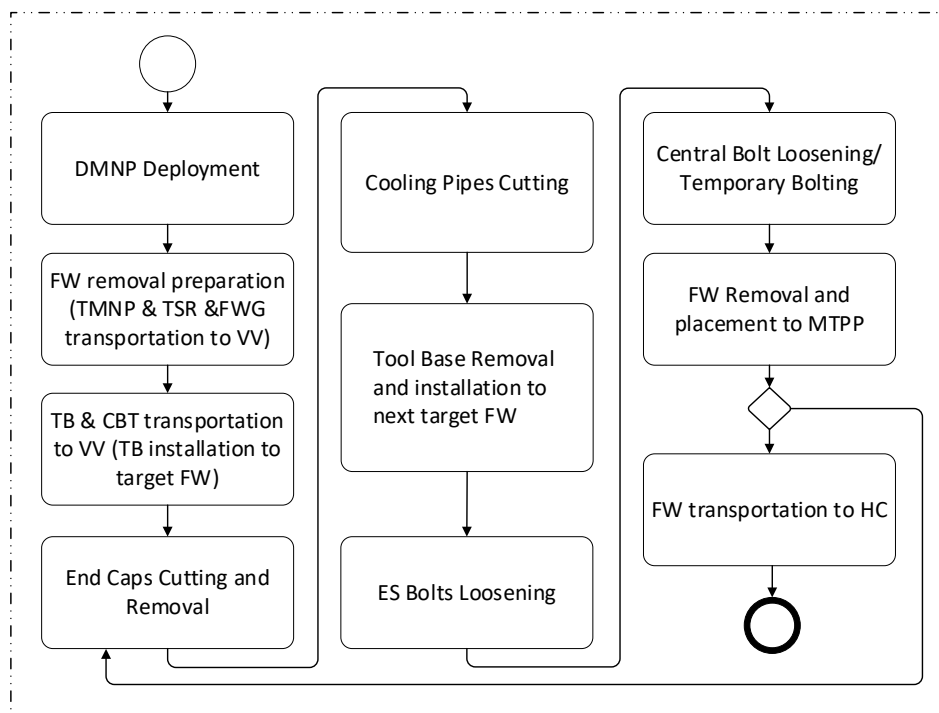


図 11 第一壁取外し時のツール作業手順

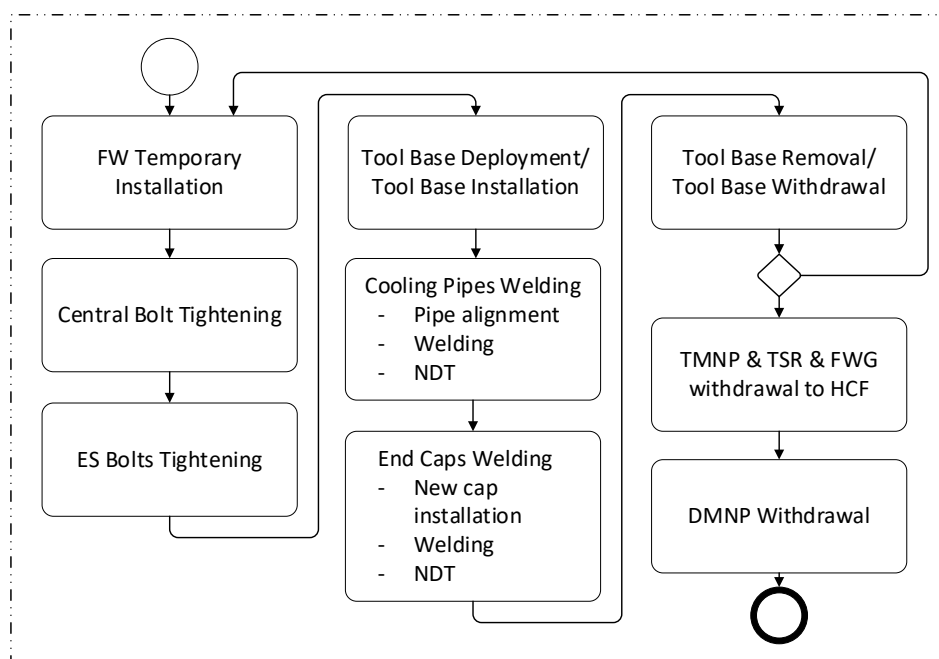


図 12 第一壁取付け時のツール作業手順

5 遮蔽ブロック交換時ツール運用手順

遮蔽ブロック交換時に実施するツール作業手順を図 13、図 14 に記す。

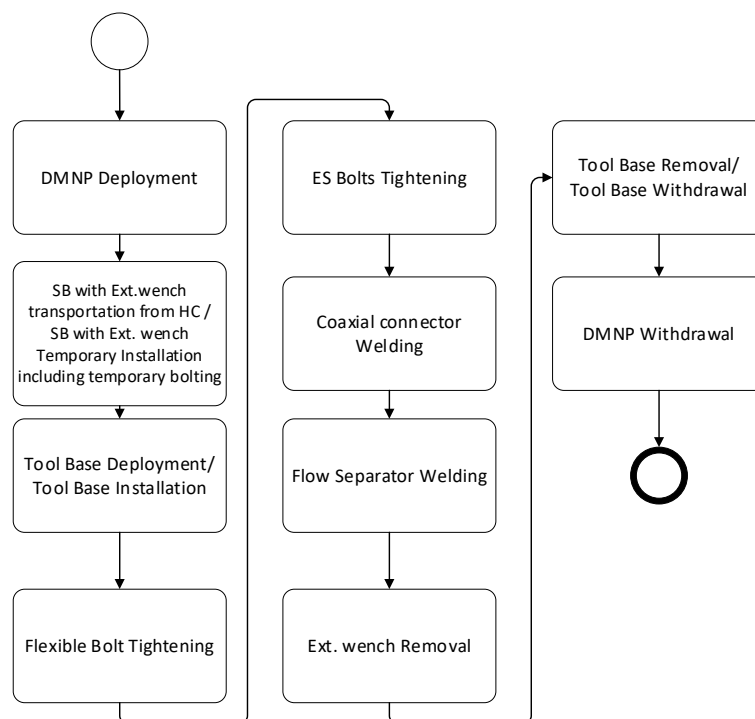


図 13 遮蔽ブロック取り付け時のツール作業手順

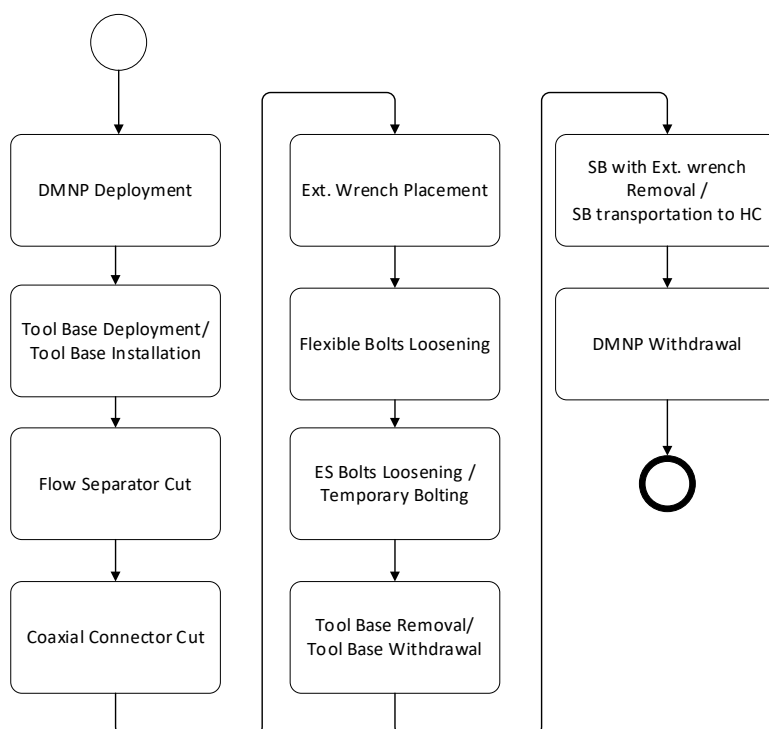


図 14 遮蔽ブロック取外し時のツール作業手順

6 取合い条件

ツールに関する主要な取合い条件を示す。

6.1 FW 取合

インターフェースシート(参照番号 3. 2)及び関連図書(参照番号 3. 4)を参照すること。以下に特記事項を示す

- ・FW の全バリエーション情報（参照 FW. RD2）に対応可能な設計とすること。
- ・重量:FW は最大 1ton とする

6.2 SB 取合

インターフェースシート(参照番号 3. 3)及び関連図書(参照番号 3. 4)を参照すること。以下に特記事項を示す

- ・SB の全バリエーション（参照 FW. RD2）に対応可能な設計とすること。
- ・重量:SB は最大 4ton とする

6.3 VV 取合

インターフェースシート(参照番号 3. 1)を参照すること。

6.4 VMNP と重量ツール間の取合

Tool changer をハンドツール（重量ツール）と VMNP 間の取合として用いる。取合条件の詳細は 8. 3. 1. 1 項を参照。

6.5 Tool Manipulator 取合

Tool Manipulator (TMNP)は VMNP 先端に接続される双腕マニピュレータであり、ツール類のハンドリングを主に行う。TMNP により把持するツール（軽量ツール）と TMNP の取合条件は 8. 3. 1. 2 項を参照。TMNP の仕様については 9. 1 項も参照すること。

6.6 DMNP 取合 (working)

DMNP は炉内の監視、ケーブルハンドリングやレスキューなど軽作業物のハンドリングを行う多関節マニピュレータである。Dexterous Manipulator (DMNP) の概念設計については RD13 を、仕様については 9. 2 項を参照すること。

DMNP による把持を想定するコンポーネントについては、RH generic gripping interface (RD38)による把持取合いを設けること。

以下の DMNP とツールの取合いに関する要求事項に関する実装方針は今後の検討で詳細化するものとする。

- ・把持物の脱落防止機能を有すること(テザーによる脱落防止案)
- ・ケーブルハンドリングに関する要求
- ・ユーティリティ取合(暫定ユーティリティ情報 RDXX(追而記載))

6.7 Module Tool Pallet Plate (MTPP) 取合

真空容器内へのツール類の搬送はMTPPにより行う(図 15、CAD モデル: CAD. RD9)。MTPP はFW/SB 及びツールベースやツールラックを搭載する。キャスクへの収納時には MTPP を In-Cask Storage Rack (ICSR) に搭載する。MTPP は IPT に接続され、ポートから VV 内に搬入する。

MTPP に搭載するための機器寸法は ICSR (6.8 項) に制約される。ICSR に搭載可能であれば MTPP に搭載可能とする。

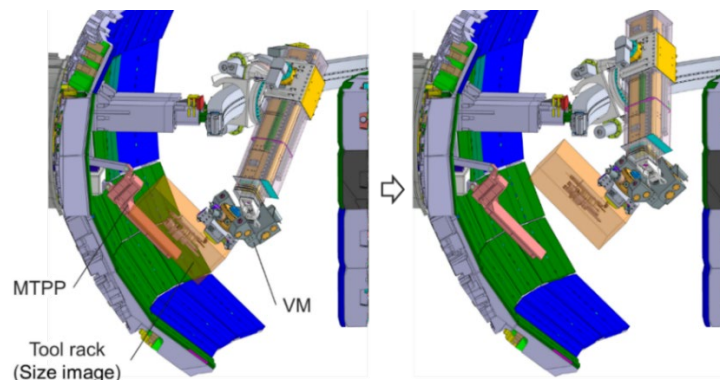


図 15 MTPP による VV 内へのツール搬送

6.8 In-Cask Storage Rack (ICSR) 取合

ICSR に搭載可能な機器の寸法を図 16 に示す。図 16(上)の緑色及び青色の領域を利用可能とする(黄色の領域は原則不可とする)。L の長さはリフタの位置によって下記のように異なる。

- (1) リフタ 1: 図 16(下)赤枠の領域を L として使用可能。ただし、Cable handling equipment (CHE) が存在する場合はリフタ 1 に MTPP が搭載されていると MTPP 搭載物と CHE が干渉するため、先行してリフタ 1 上の MTPP を IPT に受け渡す手順とする(逆に IPT 上の MTPP をリフタに戻す際はリフタ 3→リフタ 2→リフタ 1 の順に受け渡す必要がある)。
- (2) リフタ 2: 図 16 青枠の領域(1720 mm、SB #15 の幅+25 mm 相当)を L として使用可能。
- (3) リフタ 3: リフタ 2 と同様の領域を使用可能。ただし、リフタ 2 に MTPP を搭載しない場合はリフタ 1 と同等の領域を使用可能(確認中)。

備考: ICSR 非搭載の場合、黄色の領域(154×340 mm、角部に C35)の空間を使用可能。

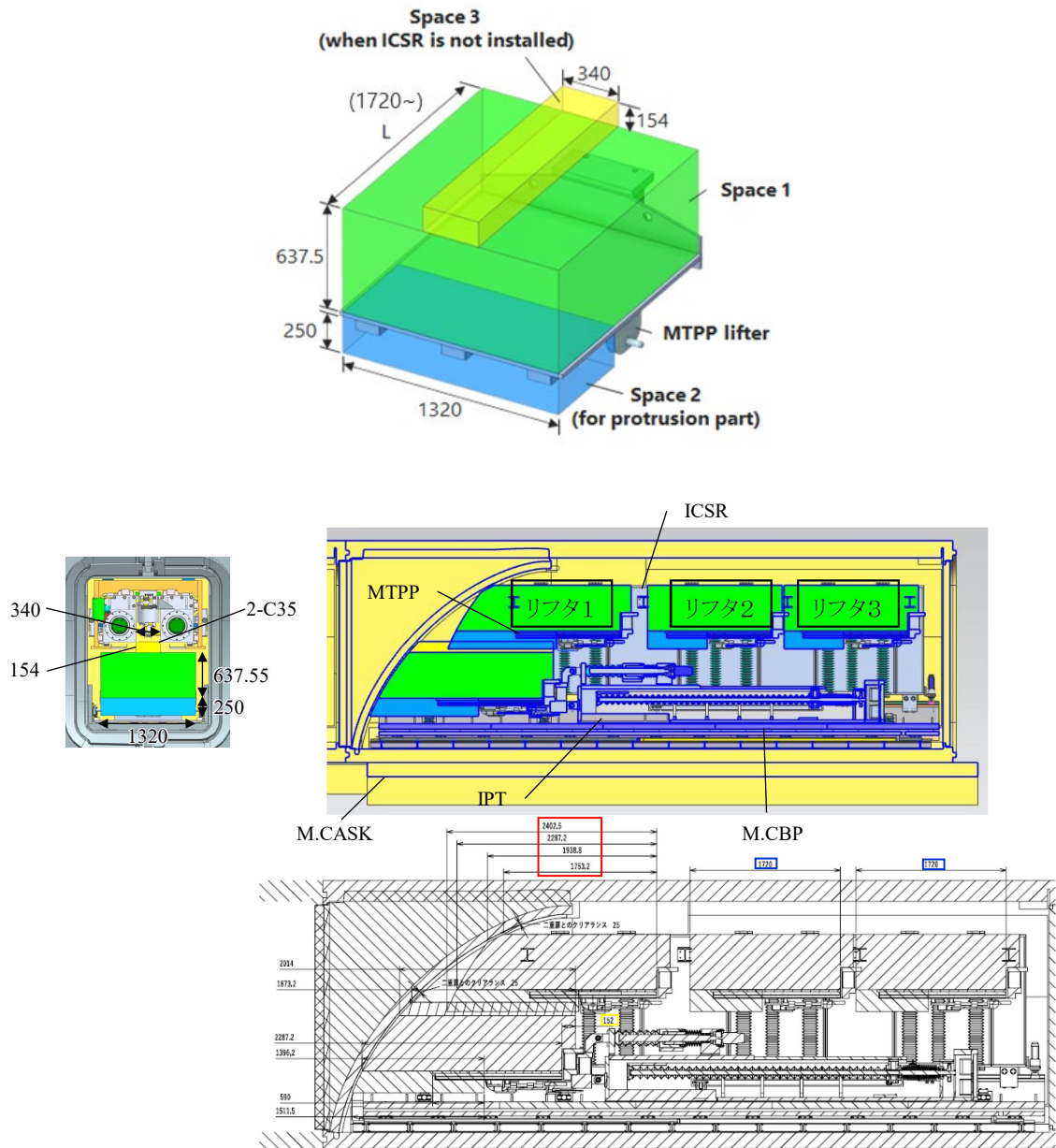


図 16 ICSR 上での MTPP に搭載可能な空間 (from ECS-A4-000221 Rev.1)

6.9 He リーク試験装置取合

当該装置は ITER 機構設計製作所掌である。追而、量研機構から当該装置の取合い条件を提示する。

6.10 ホットセル取合

ホットセル建屋のレイアウトを図書 3.13 に、ホットセルにおける遠隔保守プロセスを 3.14 に示す。ホットセルにおけるツール取扱いの条件はこれらの図書に基づくものとする。但し、ホットセル建屋の設計進捗により条件が更新される可能性がある。

暫定仕様を 8.3.6 に示す。

7 荷重条件の検討

ツールに印加される地震荷重については、VMNP 把持時などの地震解析を QST もしくは VMNP 製作サプライヤにより実施し、ツール製作サプライヤに提示するものとする。

(1) ツールベース・ツールラック等 Blanket に固定する機器の固定機構への荷重条件(破断が真空容器への重量物落下につながるもの)

- ・ 通常運転
 - 荷重値に対し EN13001 の定める安全係数 1.48 を乗じた荷重に対し塑性変形が無いこと
- ・ SL-1 (100 年に一度)
 - ブランケット固定時の真空容器 Zero Period Acceleration (ZPA、Table 8.2 of RD19 (参照番号 1.3 から参照されている))に基づき、SL-1 は SL-2 荷重の 1/3 で評価して良いと定められていることから、 $13.9 \text{ m/s}^2 \times \text{安全率 } 1.22 = 17.0 \text{ m/s}^2$ の荷重印加後に機器を真空容器内から回収できること。
- ・ SL-2 (1 万年に一度)
 - ブランケット固定時の真空容器 ZPA (Table 8.2 of RD19)に基づき、VV_K における $27.8 \text{ m/s}^2 \times 1.5 = 41.7 \text{ m/s}^2$ で機器の落下に至らないこと。

(2) それ以外の機器(機器の落下をリード等により防止できるもの)

- ・ 通常運転
 - 荷重値に対し EN13001 の定める安全係数 1.48 を乗じた荷重に対し塑性変形が無いこと
- ・ SL-1/SL-2
 - 上記の荷重条件(SL-1: 17.0 m/s^2 , SL-2: 41.7 m/s^2) の印加に対し、各部の影響評価を実施すること。評価手法は等価静的荷重を用いた公式による設計計算を基本とする。評価の結果機器の脱落リスクがあれば、当該機器にテザーを適用するなどの脱落防止策を施すこと。

具体的評価方法について、追而。

8 第一壁及び遮蔽ブロック保守ツールの機能仕様

8.1 機器構成

FW ツール及び SB ツールリストを以下に示す(参照番号 RD14)。量研機構の所掌外(ITER 機構所掌)の機器も含む。前記の通り、VM により把持するツールを「重量ツール(Heavy tool)」、TMNP 取合 (TMNP で把持するツールを「軽量ツール」と呼ぶ。

表 1 FW 保守ツール

No.	Tool name	Abbreviation	Weight Classification	Note
FWT01	Central Bolt torquing tool	CBT	Heavy	*1
FWT02	FW ES Bolt torquing tool	(FW) ESBT	Heavy	*1
FWT03	FW tool base	(FW) TB	Heavy	
FWT04	FW tool storage rack	(FW) TSR	Heavy	*2
FWT05	End Cap cutting tool	Cap CT	Light	*3
FWT06	End Cap handling tool	Cap HT	Light	
FWT07	End Cap welding tool	Cap WT	Light	
FWT08	End Cap viewing tool	Cap VT	Light	
FWT09	End Cap He leak test tool	Cap LT	Light	*4
FWT10	Pipe cutting tool	Pipe CT	Light	
FWT11	Pipe alignment tool	Pipe AT	Light	*5
FWT12	Pipe welding tool	Pipe WT	Light	
FWT13	Pipe viewing tool	Pipe VT	Light	
FWT14	Pipe He leak test tool	Pipe LT	Light	*4
FWT15	FW weld Non-Destructive Testing tool	(FW) NDT tool	Light	*6
FWT16	FW Weld cleaning tool	(FW) WCT	Light	*6
FWT17	FW Bolt rescue tool by drilling	(FW) BRT	Light	*6
FWT18	FW Diagnostics handling tool	(FW) DHT	Light	*6

表 2 SB 保守ツール

No.	Tool name	Abbreviation	Weight Classification	Note
SBT01	Flexible cartridge strength bolt torquing tool	FBT	Heavy	*1
SBT02	SB ES bolt torquing tool	(SB) ESBT	Light	*1
SBT03	SB tool base	(SB) TB	Heavy	

SBT04	SB tool storage rack	(SB) TSR	Heavy	*2
SBT05	Flow Separator cutting tool	FS CT	Light	*3
SBT06	Flow Separator handling tool	FS HT	Light	
SBT07	Flow Separator welding tool	FS WT	Light	*7
SBT08	Flow Separator viewing tool	FS VT	Light	
SBT09	Flow Separator He leak test tool	FS LT	Light	*4
SBT10	Coaxial Connector cutting tool	CC CT	Light	
SBT11	Coaxial Connector pulling tool	CC PT	Light	
SBT12	Coaxial Connector welding tool	CC WT	Light	
SBT13	Coaxial Connector viewing tool	CC VT	Light	
SBT14	Coaxial Connector He leak test tool	CC LT	Light	*4
SBT15	Monoaxial Connector tools	MC tools	Light	*8
SBT16	SB weld Non-Destructive Testing tool	(SB) NDT tool	Light	*6
SBT17	SB Weld cleaning tool	(SB) WCT	Light	*6
SBT18	SB Bolt rescue tool by drilling	(SB) BRT	Light	*6
SBT19	SB Diagnostics handling tool	(SB) DHT	Light	*6
SBT20	SB guiding/FW protection panels	(SB) PP	Light	*9

*1: Necessity of torque output tester is TBD. Extension wrench for SB ESB is currently “missing item”

*2: It will include storage of end caps and flow separators (design TBD)

*3: Swarf collection tool is included

*4: PBS 23.01 provides only a handling tool for LT

*5: Pipe alignment tool is technical baseline. JADA considers it is not a PA baseline.

*6: NDT tool, Bolt rescue tool, Weld cleaning tool, and Diagnostics handling tools are not Baseline items.

*7: Feasibility of rewelding of the as-cut surface of Flow Separator by hole-saw cutter is not verified

*8: IO-CT Blanket is supposed to design the monoaxial connector such that the tools for CC can accommodate MC.

*9: Not baselined at this point.

表 3 補助機器

Tool No.	Tool name	Abbreviation	Note
AS01	Dexterous Manipulator	DMNP	
AS02	Tool MNP	TMNP	
AS03	In-Vessel camera (mobile camera)	-	incl. lighting
AS04	Inspection camera	-	incl. lighting
AS05	In-Cask Storage Rack	ICSR	
AS06	Module Tool Pallet Plate (MTPP) and In Port Transporter	MTPP IPT	

8.2 ツールの機能による分類

- ツールベース及びツールラック
 - FW Tool base
 - SB Tool base
 - FW Tool Storage Rack
 - SB Tool Storage Rack
- ボルト締結
 - FW Central Bolt Tool
 - SB Flexible Bolt Tool
 - FW ES Bolt Tool
 - SB ES Bolt Tool
- 切断/溶接/目視検査
 - FW Pipe Cutting/Welding/VT Tool
 - FW Pipe Alignment Tool
 - FW Cap Cutting/Welding/VT Tool
 - SB Coaxial Connector Cutting/Welding/VT Tool
 - SB Flow Separator Cutting/Welding/VT Tool
- 非破壊検査ツール (TBD)
 - NDT Tool
 - He Leak Testing Tool
- ハンドリングツール
 - FW Cap handling tool
 - SB Flow Separator handling tool

8.3 ツールのハンドリング・固定・搬送に関する要求

以下の要求事項を本項にまとめる。

- ツールのハンドリングに関する要求事項
- 真空容器においてツールを各所に固定する際の要求事項
- ツールの搬送に関する要求事項

8.3.1 ツールのハンドリングに関する要求仕様

8.3.1.1 Heavy tool のハンドリングに関する要求仕様

- (1) Heavy Tool は VM で把持するための取合いを具備すること。
 - (a) VM と重量ツールの把持取合いは Tool changer ATI QC1510 をベースに ITER 機構が開発するツールチェンジャにより行う。VM で把持するツールには Tool changer ATI QC1510 の Tool side を具備すること。ただし、ITER 機構による設進捗に伴い今後改訂するものとする。
- (2) 重量ツールにはテザーなど、Tool changer 以外の機械的落下防止機構は不要とする。
- (3) 重量ツールの重さは 1.0 トン以下とする。
- (4) 重量ツールの重心は、把持点と CoG の距離：375 mm 以内とする。
 - (a) 参照：Components Technical Specification – PA 2.3.P1.JA.01 – Blanket RH System , ITER_D_9CVZYE v5.1 Page 70 of 175
 - (b) 把持点と CoG の距離が 375mm を超える場合にも、重量ツールにより VM に印加されるモーメントが 3.75kNm 以下であれば許容できる可能性がある。設計の過程で把持点と CoG の距離が 375mm を超過する可能性が生じた場合には、扱いは協議により決定する。
- (5) 重量ツールの寸法は、寸法制約の特に厳しい軌道付近の BM（#4、#14）の保守における空間制約条件以下とする（図 17）。
 - (a) 寸法制約の特に厳しい軌道付近の BM（#4、#14）の保守における空間制約を考慮すること。重量ツールについて、把持部をポロイダル方向又はトロイダル方向にオフセットすることが必要である。（但し EE adaptation を受けて拡大される見込み）

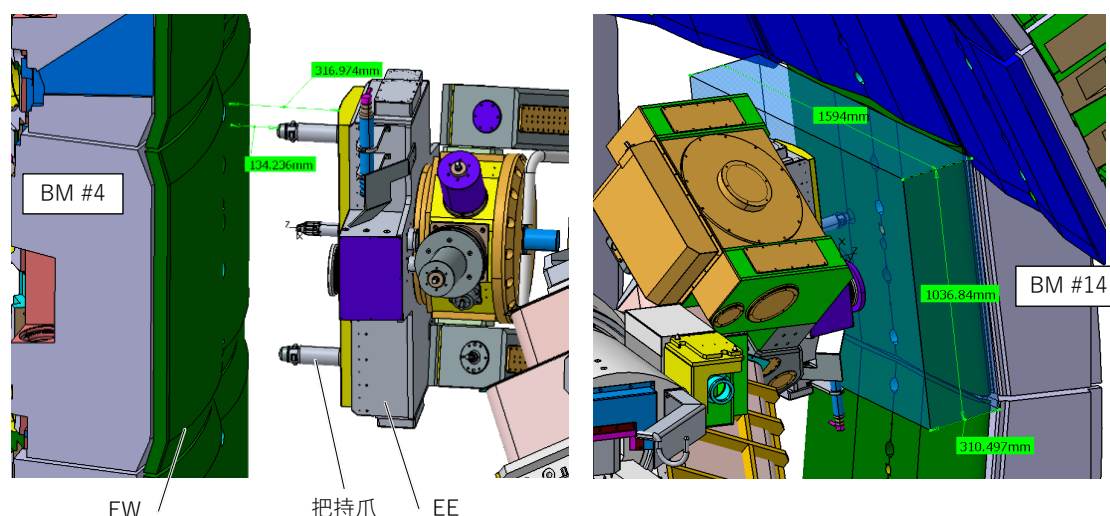
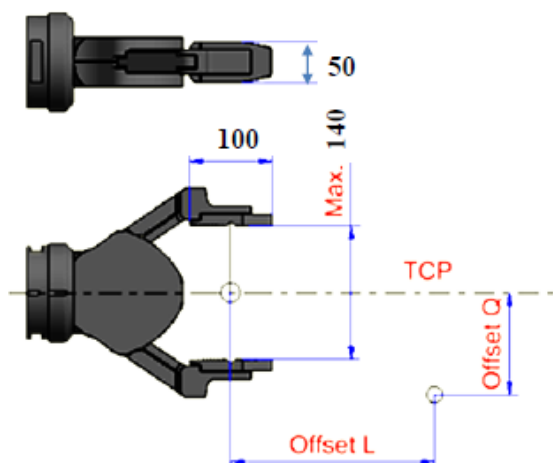


図 17 軌道付近の BM と EE アクセス時の空間寸法 (RD3)

8.3.1.2 Light tool のハンドリングに関する要求仕様

- (1) Light Tool は TMNP で把持するための取合いを具備すること。
 - (a) TMNP と軽量ツールの把持取合いは RH generic gripping interface (RD37) とする。
- (2) 軽量ツールには追加の落下防止機構を持たせること。
 - (a) TMNP とツールをテザーで繋ぐ方法。
- (3) 軽量ツールの重量は 40 kg 以下とする。
- (4) 軽量ツールの重心は、可能な限り把持点と CoG の距離:100 mm 以内とする。ただし、重量 TELBOT の可搬重量とオフセットの値の値により、以下の図を参考に拡大しても良い。



TELBOT 50kg

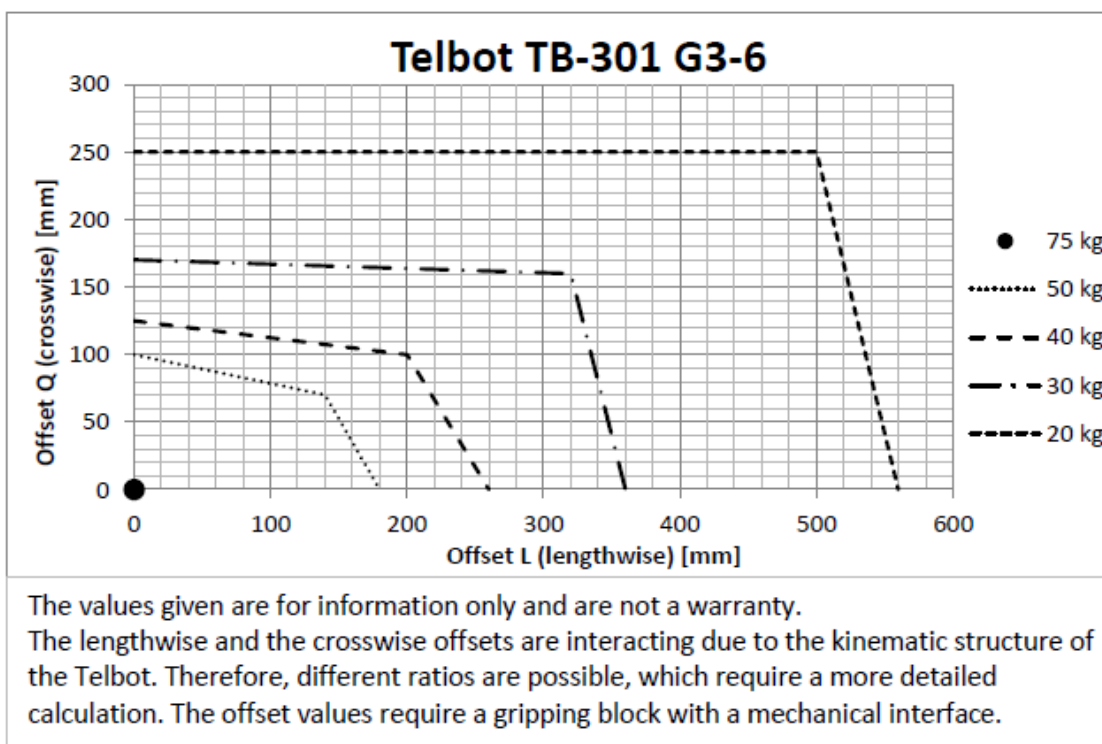
Payload [kg]	Offset $\pm Q$ [mm]	Offset L [mm]
50	70	140
40	100	200
30	160	320
20	250	500
10	500	1000

TELBOT 75kg

Payload [kg]	Offset $\pm Q$ [mm]	Offset L [mm]
75	0	0
40	100	200
30	160	320
20	250	500
10	500	1000

* In case the tool has vibration, the payload is reduced by 40%.

Standard Duty factor of arm is 60%.



8.3.2 ツールのFW固定に関する要求仕様

(1) FW に固定するツールは以下とする。

- FWTB
- CBT (TB で反力を行ける場合にはこの限りではない)
- FWESBT
- TSR

(2) FW に固定するツールには FW との取合い構造を具備すること。

(a) 把持爪×2 本：開閉可能なフックを具備し、FW 把持穴内部の段差部に取合う構造とする。

(b) パッド×2 台：昇降可能な構造とし、FW 表面タイルに押し付ける構造とする。(FW. RD26 に示す耐放射線性 EPDM の仕様が ITER 機構により承認されている。)

8.3.3 ツールのSB固定に関する要求仕様

(1) SB に固定するツールは以下とする。

- SB TB
- SB FBT
- SB ESBT

8.3.4 ツールのTool Base固定に関する要求仕様

TB に固定する軽量ツールへの要求は以下の通りとする。

(1) TB に固定するための取合い構造を具備すること。

(a) 軽量ツール先端には、Tool を TB に挿入する際の軸合わせのためのガイド構造を設けること。

(b) ツールを固定する機構は TMNP によるツール把持を止めた際に動作する仮固定機構と、別途 2 本目の TMNP など動作させる本固定機構の 2 種類を具備すること。

(2) 軽量ツールの寸法は以下とする。

(a) ツール外径：TB に固定でき、かつ BM のアクセスホールと保守対象部の冷却配管内部に干渉なく通過可能な寸法とすること。

- ・ツールの段差部や溶接ツールのタングステン電極などの突起物を TB、BM アクセスホールに接触させないこと。

(b) ツール全長：全 BM について、要求される保守作業が実行できる長さとする。BM の寸法については図面：DET-03305J を参照。

8.3.5 Tool Storage Rack への固定に関する機能仕様

軽量ツールへの要求は以下の通りとする。

(1) TSR に固定するための取合い構造を具備すること。

(a) 軽量ツール先端に TB への軸合わせのためのガイド構造を設けること。

(b) ツールを固定する機構は TMNP によるツール把持を止めた際に動作する仮固定機構と、別途 2 本目の TMNP など動作させる本固定機構の 2 種類を具備すること。

8.3.6 Toolのホットセルでの取り扱いに関する機能仕様

ツールの調整、部品交換、保管を HCF で行うための取合い条件について示す。(暫定)

- HC 取扱い可能なボルトサイズ
 - ・RH 作業：最小 M8、最大値はなし
 - － captive で、出来れば pop-up が望ましい (FW. RD27 Fig. 7.9 を参照)
 - ・ハンズオン作業：最小 M4、最大値はなし

- 重量ツールへの要求

(1) 重量ツールは HCF パレットとの取合い構造を設けること。

- (a) アイボルトなどの吊り構造
- (b) ボルト固定用の穴

- 軽量ツールへの要求

(1) 重さ 5 kg を超える又はグローブボックス（寸法：TBD）に入らない軽量ツールは HCF パレット（TBD）との取合い構造を設けること。

- (a) アイボルトなどの吊り構造
- (b) ボルト固定用の穴

8.4 ツールベースの機能仕様

FW 用ツールベース及び SB 用ツールベースの機能仕様を記載する。

8.4.1 FW Tool Base

以下に FW ツールベース（FW Tool Base, FWTB）の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) 配管/ボルトへの各種ツール位置決め及び反力支持
- (b) FWTB のカスタマイズにより BM のバリエーションに対応
- (c) 電力供給(TBD)
- (d) 各種ツールの昇降

(2) 構成(案：Type δ)

図 18 に FWTB の構成図を示す。

- (a) ベースユニット
- (b) Gripping Finger (GF, 把持爪)ユニット
- (c) パッド押しつけユニット
- (d) Tool changer 把持取り合い
- (e) アダプターフレーム
- (f) Tool fixing unit (TFU, ツール固定ユニット)

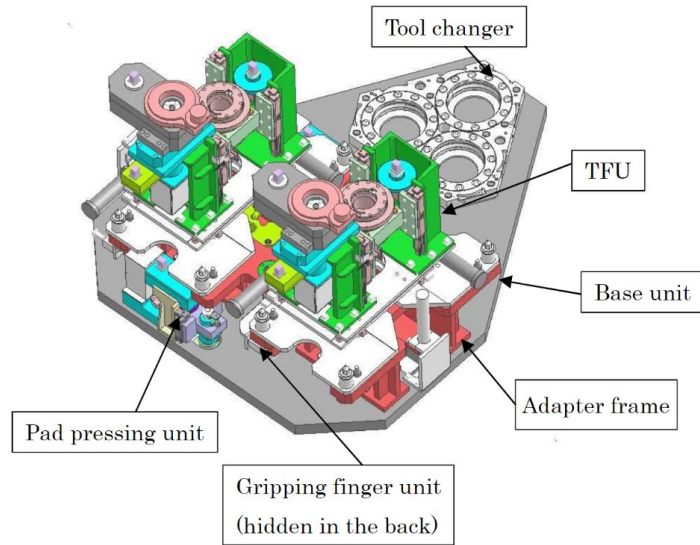


図 18 FW ツールベース構成図 (type δ)

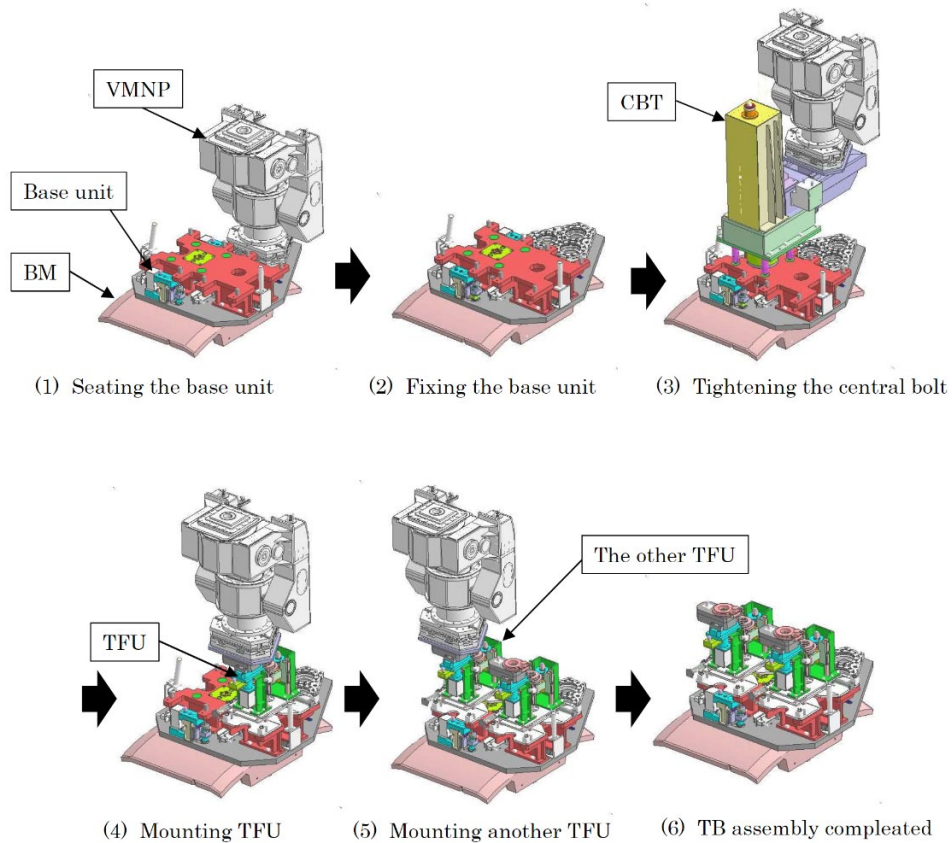


図 19 FWTB の設置フロー (type δ)

(3) 機能仕様

(a) ベースユニット

- ・ FW への取り付け機構を駆動するための給電コネクタを設けること。
- ・ ベースユニットは、セントラルボルト締結ツール使用時の反力を受けるための構造を有すること。

・

(b) GF ユニット

- ・ FW への取り合いのため、FW グリッパと同様にフック開閉駆動を 2 本の把持爪を有すること。
- ・ FW への把持爪挿入時の力覚センサを有すること
- ・ FW への爪挿入時の視覚的検出用のマーカーを有すること。DMNP の手先カメラによる検出も候補とする(詳細追而)

(c) パッド押しつけユニット

- ・ FW への取り合いのため、FW グリッパと同様に昇降駆動機構を持つ 2 組のパッド押しつけユニットを有すること。

(d) アダプターフレーム

- ・ アダプターフレームは、TFU 固定のための取り合いを有すること。
- ・ アダプターフレームは、CBT 固定のための取り合いを有すること。
- ・ アダプターフレームは、CBT からの反力をベースユニットへ伝達できる構造を有すること。
- ・ TFU を固定するための取り合いを有すること。
- ・ 駆動軸によりもしくはホットセルでのハンズオン調整により可能な限り FW の全バリエーションに対応可能を目指す。ポロイダル頂上及び軌道レール付近など、寸法制約が厳しい FW についてはツールベースの専用化の可能だが、可能な限りパターン数を削減すること。
- ・ 収納スペース低減のため、ツールベースの本体部は共用可能であることが望ましい。
- ・ FW への固定機能は DMNP により(例: トングによるビット回転)駆動機構を要せずに有効化できること。

(e) TFU

- ・ 切断ツールや溶接ツールなど各種ツールを固定し、落下防止機能を備えること。
- ・ 固定機能は駆動機構を要しないパッシブな構造により有効化できるものと、モータ又は DMNP によるビット回転で駆動し、本固定とする機構の 2 通り設けること。
- ・ ツールの昇降、回転、微調整を行う駆動軸を設けること。駆動方法はモータ駆動又は DMNP によるビット回転で行う。
- ・ モータ駆動の場合も緊急時にレスキューするためのビット構造を設けること。
- ・ 給電のためコネクタを具備すること。
- ・ DMNP によりコネクタにアクセス可能であること (位置の条件検討要)。
- ・ DMNP から供給されたユーティリティのツールへの供給取り合いを有すること。(給電、ガス導入)
- ・ VMNP によるハンドリングのための取り合いを有すること。
- ・ アダプターフレームへの固定取り合いを有すること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
FW 形状のバリエーション	右記のバリエーションを参照のこと	FW. RD2
最大ツール長さ	800 mm (暫定)	
昇降軸ストローク	105 mm	N20-D0174-00_ITER 第一壁遠隔保守用ツールベースへの 力覚センサ及び監視カメラの統合設計 - 検討報告書
昇降軸推力	7.7 kN	同上
ツール微調整軸ストローク	±25 mm	同上
ツール微調整軸推力	2.2 kN	同上
必要コンプライアンス量	±2 deg	同上
材料	右記を参照に、ステンレス鋼材料を選定すること	10.2 項 RD6

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
FW 固定取合い	把持爪、パッドにより FW に固定 (8.3.2 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) FW ツールベース検討報告書 (2020) : 適用図書 RD54
- (b) FW ツールベース Delta type 報告書 (2021) : 適用図書 RD39, § 5.1 (図 20)
- (c) FW Tool Base 設計オプションの検討: RD3

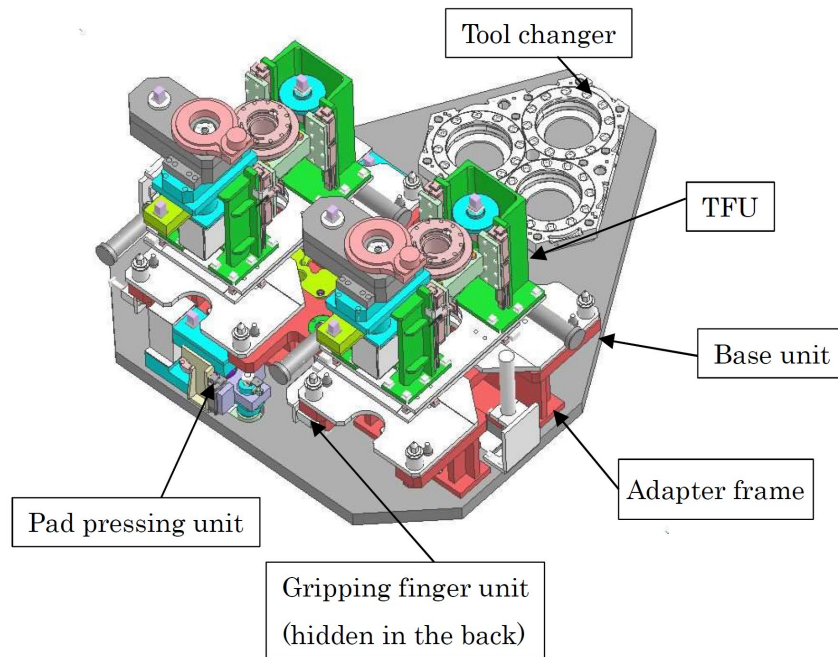


図 20 FW ツールベース構造図 (Type δ)

8.4.2 SB Tool base

以下に SB ツールベース (SB Tool Base, SBTB) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) 配管/ボルトへの各種ツール位置決め及び反力支持を行う
- (b) SBTB のカスタマイズにより BM のバリエーションに対応する
- (c) 電力供給 (TBD)
 - ・ SB Tool base 経由で Tool への給電を行うか
 - ・ Tool に直接給電するか
- (d) 各種ツールに対して昇降軸を提供する。

(2) 構成(暫定案)

- (a) アダプタープレート
- (b) 中間プレート
- (c) 配管ツールプレート
- (d) ES ボルト締結ツールプレート
- (e) フレキシブルボルト締結ツールプレート

(3) 機能仕様

- (a) アダプタープレートはボルト締結及び解除作業時の反力を伝達するため、SB の X 溝キーへの取り付け機構及びロック機構を有すること。
- (b) また、SB バリエーションに対応したバリエーションを有すること。SB バリエーションについては下記の仕様表に記載の資料を参照のこと。
- (c) アダプタープレートは、IVT によるハンドリングのための Tool changer 取り付けを有すること。また、重量は IVT の可搬重量以下とすること。

- (d) アダプタープレートに対して中間プレートが取り合うための機構を、それぞれのプレートが有すること。
- (e) 中間プレートは、IVT によるハンドリングまたは DMNP によるハンドリングのための取り合いを有すること。
- (f) 中間プレートと配管ツールプレートは、互いに取り合うための機構を有すること。
- (g) 配管ツールプレート
 - ・配管ツールプレートは、配管切断ツール、配管溶接ツール、配管溶接品質検査ツール保持のための取り合いを有すること。
 - ・配管ツールプレートは、各種ツールの位置調整のための昇降軸を有すること。
 - ・配管ツールプレートは、各種ツールへの電力供給能力及び取り合いを有すること。(暫定)
 - ・切断ツールや溶接ツールなど各種ツールを固定し、落下防止機能を備えること。
 - ・固定機能は駆動機構を要しないパッシブな構造により有効化できるものと、モータ又は DMNP によるビット回転で駆動し、本固定とする機構の 2 通り設けること。
 - ・モータ駆動の場合も緊急時にレスキューするためのビット構造を設けること。
 - ・DMNP によりコネクタにアクセス可能であること (位置の条件検討要)。
 - ・DMNP から供給されたユーティリティのツールへの供給取り合いを有すること。(給電、ガス導入)
 - ・VMNP によるハンドリングのための取り合いを有すること。
 - ・アダプタープレートへの固定取り合いを有すること。
- (h) 中間プレートと、ES ボルト締結ツールプレート及びフレキシブルボルト締結ツールプレート間の取り合い部は、印加トルクの反力を受けられる構造とすること。
- (i) ES ボルト締結ツールプレート及びフレキシブルボルト締結ツールプレートは、レンチ位置調整のための昇降軸を有すること。
- (j) SB tool base を構成する各プレートは、MTPP への固定及び搬送のための取り合いを有すること。
- (k) SB tool base を構成する各プレートは、MTPP 及び IPT によって、真空容器まで搬送できること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
アダプタープレートが取り合う SB 形状のバリエーション	右記のバリエーションを 参照のこと	FW. RD2
Tool changer 仕様	右記を参照	RD37
重量	1 ton 以下	FW 最大重量(1ton) 以下で あること
配管ツールプレートに必要な 昇降軸ストローク	未定	

ES ボルト締結ツールプレートに必要な昇降軸ストローク	未定	
フレキシブルボルト締結ツールプレートに必要な昇降軸ストローク	未定	
配管ツールプレートの電力供給仕様	未定	
材料	右記を参照に、ステンレス鋼材料を選定すること	10.2 項 RD6

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
SB 固定取合い	CB 構造、キーパッドにより SB に固定

(6) 補足情報(参考図書含む)

(a) 特になし

8.4.3 TFU 位置決めツール (Dummy tool)

以下に TFU 位置決めツール (Dummy tool) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) Tool base に Dummy tool を設置して Tool base の水平軸を調整し、TFU の位置を FW 側配管または SB 側配管に合わせる。

(2) 構成(案)

- (a) Dummy tool の概念を図 21 に示す。構成は現状未定。

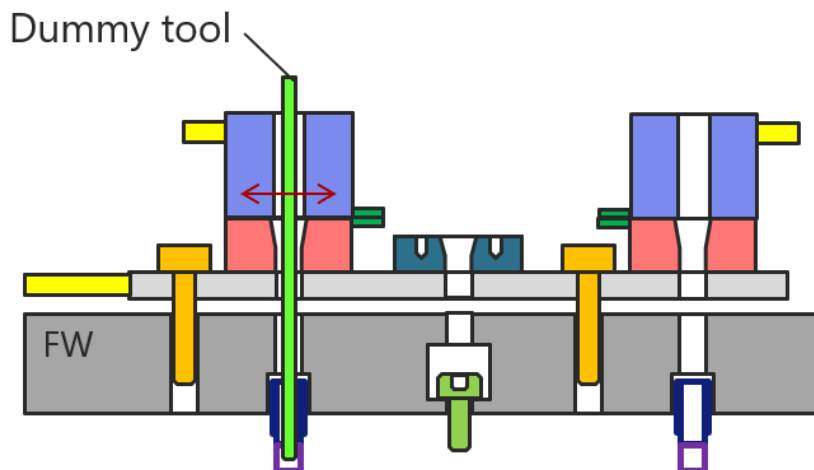


図 21 Dummy tool 概念

(3) 機能仕様

(a) Dummy tool の芯と SB 側配管の位置ずれを検出する

(4) 仕様諸元表 (2022 年度の検討に基づき改定する)

項目	仕様	出典(根拠)
位置合わせ精度	並進 0.2mm	暫定
	角度 TFU の球面座により吸収	暫定
材料	右記を参照に、ステンレス鋼材料を選定すること	10.2 項 RD6

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

(a) 特になし

8.5 ツールストレージラックの機能仕様

ツールストレージラックの機能仕様を記載する。

8.5.1 ツールストレージラックの共通仕様

特になし。

8.5.2 FW Tool storage rack

以下にFW ツールストレージラック (FW Tool storage rack, FW TSR) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW 保守用の軽量ツール及び配管蓋など小型部品を積み込み固定する。
- (b) MTPP 上に固定して搬送され、VMNP により把持しFW#18 上に仮置きする。
- (c) FW #18 上に設置して炉内にツールを仮置きする機器。

(2) 構成(案)

- (a) ツール積載部
- (b) ツール固定機構
- (c) 把持インターフェース (Tool changer_tool side)
- (d) FW #18 への固定インターフェース (把持爪 2 本+パッド 2 台)

(3) 機能仕様

- (a) TSR は下記のツールと部品を積載できること。
 - ・ FW 除去 : Cap CT、Cap HT、Pipe CT、Cap VT、Pipe VT (5 台) + 切断後の配管蓋
 - ・ FW 設置 : Pipe AT、Pipe WT、Cap HT、Cap WT、Pipe VT、Cap VT (6 台) + 交換用の配管蓋
 - ・ ただし多数のツールが収納可能であることが望ましい。
- (b) TSR はツールの落下防止用の固定機構を具備すること。固定機構は TMNP によるツール把持を止めた際に動作する仮固定機構と、別途 2 本目の TMNP などで動作させる本固定機構の 2 種類を具備すること。
- (c) ツールを TSR に挿入する際のガイド構造を具備すること。
- (d) TSR は VM 用の把持インターフェースを具備すること。
- (e) TSR は FW #18 上に固定するためのインターフェースを具備すること。
- (f) TSR は MTPP に固定するためのインターフェースを具備すること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
寸法	1066×1720×H600 mm 以下	ECS-A4-000221_r1 (MTPP に積載できること) BM CAD: DET-03305 (FW #18 に固定できること)
重量	1 トン以下	VM の可搬重量
積載ツール数	● 第一壁の取り外し作業に必要なツールを一度に積載できること ● 第一壁の取り付け作業	暫定

	に必要なツールを一度に積載できること	
積載する蓋の数量	6 個以上	3 枚の FW 交換に必要な分として暫定的に定めた。

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
FW 固定取合い	把持爪、パッドにより FW に固定 (8.3.2 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

(a) 特になし

8.5.3 SB Tool storage rack

以下に SB ツールストレージラック (SB Tool Storage rack, SB TSR) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) SB 保守用の軽量ツール及び配管蓋など小型部品を積み込み固定する。
- (b) MTPP 上に固定して搬送され、VMNP により把持し FW#18 上に仮置きする。
- (c) FW #18 上に設置して炉内にツールを仮置きする機器。

(2) 構成(案)

- (a) ツール積載部
- (b) ツール固定機構
- (c) 把持インターフェース (Tool changer_tool side)
- (d) FW #18 への固定インターフェース (把持爪 2 本+パッド 2 台)

(3) 機能仕様

- (a) 追而作成

(4) 仕様諸元表：追而作成

項目	仕様	出典(根拠)
寸法	1066 × 1336 × H600 mm 以下	ECS-A4-000221_r1 (MTPP に積載できること) BM CAD: DET-03305 (FW #18 に固定できること)
重量	1 トン以下	VM の可搬重量

積載ツール数	● 遮蔽ブロックの取り外し作業に必要なツールを一度に積載できること ● 遮蔽ブロックの取り付け作業に必要なツールを一度に積載できること	暫定
フローセパレータ積載可能数	3 個	3 個の SB 交換に必要な個数
材料	右記を参照に、ステンレス鋼材料を選定すること	10.2 項 RD6

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
SB 固定取合い	CB 構造、キーパッドにより SB に固定 (TBD)

(6) 補足情報(参考図書含む)

(a) 特になし

8.6 ボルト締結ツールの機能仕様

8.6.1 ボルト締結ツールの共通仕様

以下に全てのボルト締結ツールに共通して要求される仕様を示す。

(1) 機能仕様

(a) ボルト締結

- ・ 締結ツールはアクセスホールを通してレンチキーをボルトソケットに挿入、勘合できること。
- ・ 締結ツールは既定のトルクでボルトを締結できること。
- ・ 締結ツールはレンチとボルト間の誤差を吸収するコンプライアンス機構を具備すること。

- (b) ボルト緩め
 - ・ 締結ツールはレンチの回転方向を変更できること。
 - ・ ボルト締結後、締結ツールはレンチにかかったトルクを解放できること。
 - ・ 締結ツールはレンチキーをボルトソケットから抜くことができること。
 - ・ (CB 以外の締結ツールに適用) ボルトの緩め工程において、締結ツールはボルトをパーキング位置に締結できること。
- (c) 反力受け
 - ・ 締結ツールは遠隔操作により把持爪スパンを調整可能なトルク反力受け構造を具備すること。
- (d) 監視
 - ・ 締結ツールはボルトの締結状態を監視できること。
 - ・ 締結ツールはレンチキーがボルトソケットに勘合していることを監視できること。カメラによる監視でなくセンサによる位置確認を想定する。
 - ・ 締結ツールはレンチの位置を監視できること。
 - ・ 締結ツールはモータトルクを監視できること(トルクメータを具備する場合にも別途値を取得する)。
- (e) 制御、精度
 - ・ 制御ソフト上から締結ツールのモータトルクを制限できること。
 - ・ 締結トルク値は 10 サイクル以上の再現性を持つこと(トルクメータを具備する場合にはトルクメータを定期的に校正することにより代替可能。)
 - ・ 締結トルクの精度は既定の締結トルク値の±10%以下とする。
- (f) BM バリエーションへの対応
 - ・ 締結ツールのレンチは各種ボルトのアクセスホールを通して、ボルトソケットに勘合できること。
 - ・ 締結ツールはレンチの昇降機構を具備すること。昇降機構は全てのタイプの FW 及び SB ボルトにアクセス可能な範囲とする。
- (g) 保守
 - ・ レンチはホットセルでの遠隔作業により交換可能であること。
 - ・ レンチ先端部のみを交換可能とする場合、接続部は締結トルクの伝達経路とならないこと。
- (h) 材料
 - ・ 10.2 項及び RD6 を参照

8.6.2 ボルト締結ツールの仕様諸元

補足：FW CBT の TB による反力受けは検討実施予定。把持爪の根本部の径を楕円形状にして強度を稼ぐなどの対策が必要になる可能性がある。

表 4 各ボルト締結ツールの仕様諸言表

	FW CBT	FW ESBT	SB FBT	SB ESBT
Tightening torque [Nm]	8.4k $\pm$ 10% (33PH3Y, to be uploaded in v6.4, § 7.3)	480 $\pm$ 10% (33PH3Y v6.3, § 7.4)	8.4k $\pm$ 10% (33TYJV v5.1, § 7.4)	480 $\pm$ 10% (33TYJV v5.1, § 7.3)
Temporary tightening torque [Nm]	137 (暫定)	None	TBD	120
Bolt socket size (TORX)	ϕ 43 mm (W263HM v1.0)	T80 (W2AZVZ v1.0)	Inboard: ϕ 43 mm (T2ZX4A v2.0) Outboard: ϕ 34 mm (VVVAFR v1.0)	T80 (VNV4AB v1.0)
Main thread size	M64 $\times$ 4	M24 $\times$ 3	Inboard: M64 $\times$ 4 Outboard: M52	M24 (VNV4AB v1.0)
Bolt material	SS660	SS660	SS660 (ref: TBC)	SS660
Compliance, Axial [mm]/ Angular [deg]	2.0 mm/1.0deg (THPUWB v2.4)	2.5 mm/1.5 deg (X2TXST v1.3)	2.5 mm/1.5 deg (X8D4RR v2.1)	2.5 mm/1.0 deg (X86NTS v1.2)
Access hole diameter [mm]	ϕ 59H9 (TEENH4 v1.1)	ϕ 50H9 (33PH3Y v6.3)	ϕ 46 $\pm$ 0.2 (UGC3KZ v1.0)	M24 $\times$ 3 (FW ESB thread), ϕ 29 (33TYJV v5.1)
Necessity of re-parking, Parking thread size	No M90 $\times$ 4	Yes M56 $\times$ 2	Yes M16	Yes M72 $\times$ 2
Torque reaction feature	FW Gripping holes	Vehicle Manipulator	SB X keys	SB pipe grooves (TBC)
Configuration (initial torque)	Embedded in FWG	None	None	Embedded in SBG
Configuration (final torque)	Handled by VMNP	Handled by VMNP	Handled by VMNP	TBD
Gripping feature of bolt	None	Passive holding system (Ref. to be issued)	Passive holding system (Ref. to be issued)	Passive holding system (Ref. to be issued)
Necessity of wrench extension	No	No	No	Yes

feature				
---------	--	--	--	--

8.6.3 FW Central Bolt tool

以下に FW セントラルボルト締結ツール (FW Central Bolt tool, CBT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) 仮締め状態の FW セントラルボルト (CB) を高トルクで本締めする。
- (b) 本締め状態の CB を緩めた後、脱落しないよう仮締めトルクを印加する。

(2) 構成(案)：図 22 (CBT を一体型とする案とモジュラー化する案の 2 通りを検討中)

- (a) レンチへのトルク入力、増幅機構
 - ・トルク入力は AC サーボモータにより行う。
 - ・トルクの増幅はハーモニックドライブ等減速機と平歯車を併用する想定。
- (b) レンチの昇降機構
- (c) レンチのコンプライアンス機構
- (d) VMNP 用の把持インターフェース (Tool changer _ tool side)
- (e) 反力受け機構
 - ・把持爪構造 ×2
 - ・パッド構造 ×2

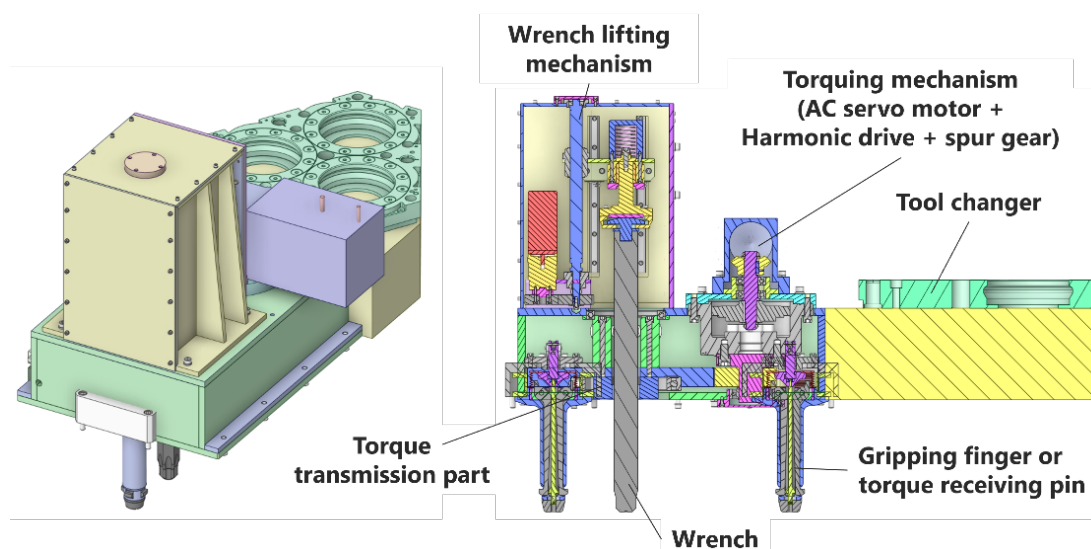
(3) 機能仕様

- (a) CBT は既定のトルクで CB を締結できること。
- (b) CBT のレンチは図番 TSKKG7 (ITER_D_W263HM) の CB に適合すること。
- (c) CBT のレンチには、レンチと CB 間の位置誤差を吸収するコンプライアンス機構を具備すること。
- (d) CBT は内部に統合されたトルクメータを備え、レンチに印加されているトルクを計測できること。GUI(Graphical User Interface)上で横軸モータ角度、縦軸レンチへの印加トルクをリアルタイムで表示できること。

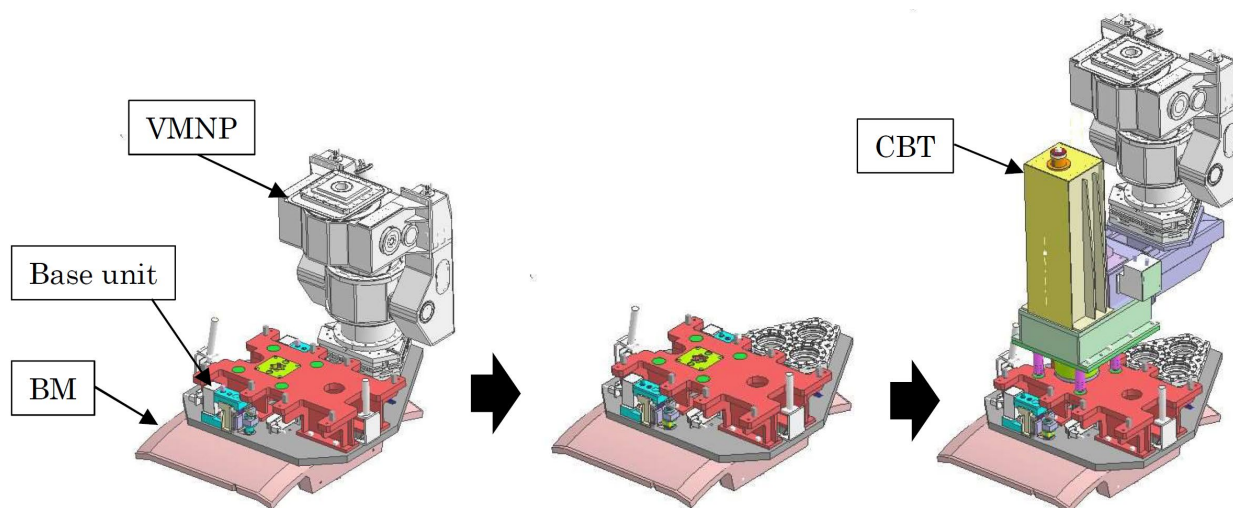
(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
締結トルク [Nm]	本締め: 8.4k ±10% 仮締め: 480 ±10% (暫定)	ITER_D_33PH3Y, to be uploaded in v6.4
昇降軸の推力	200 N 以上	
昇降軸の動作範囲	385 mm 以上	CAD. RD1 (DET-03305-J)
ボルトソケット寸法 (トルクス)	φ 43 mm	ITER_D_W263HM v1.0
メインスレッド寸法	M64×4	ITER_D_W263HM v1.0
コンプライアンス量 軸ずれ [mm]/傾き [deg]	2.0/1.0	ITER_D_THPUWB v2.4 余裕分含む

アクセスホール内径	φ 59H9 mm	ITER_D_TEENH4 v1.1
パーキングスレッド寸法	M90×4	ITER_D_W263HM v1.0
材料	右記を参照に、ステンレス鋼材料を選定すること	10.2 項 RD6



(a) Proposal 1



(b) Proposal 2: Modularized type

図 22 CBT 構成案

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation

	で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
FW 固定取合い	把持爪、パッドにより FW に固定 (8.3.2 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) ITER ブランケット遠隔保守機器用炉内保守ツールの設計合理化及びセントラルボルト締結ツール試験報告書 (2017) : RD55
- (b) Design of flexible bolt tightening tool for ITER blanket - Design report (2019) : RD56
- (c) JADA-23163-02DW3001-1 ITER 遮蔽ブロックフレキシブルボルト締結試験装置の製作 確認図 (2021) : RD57
- (d) System Design for ITER First Wall Remote Handling Tool - Equipment Design Description (2021) : RD39

8.6.4 FW Electrical Bolting tool

以下に FW ES ボルト締結ツール (FW Electrical Bolting tool, FW ESBT)の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW の ES ボルトの仮締め及び本締めを行う
- (b) VMNP により把持し、FW には固定しない。

(2) 構成(案)

- (a) レンチユニット (2 つもしくは 1 つ)
- (b) パッドユニット (不要な場合は省略して良い)
- (c) ツールチェンジャ取合い
- (d) ベースプレート

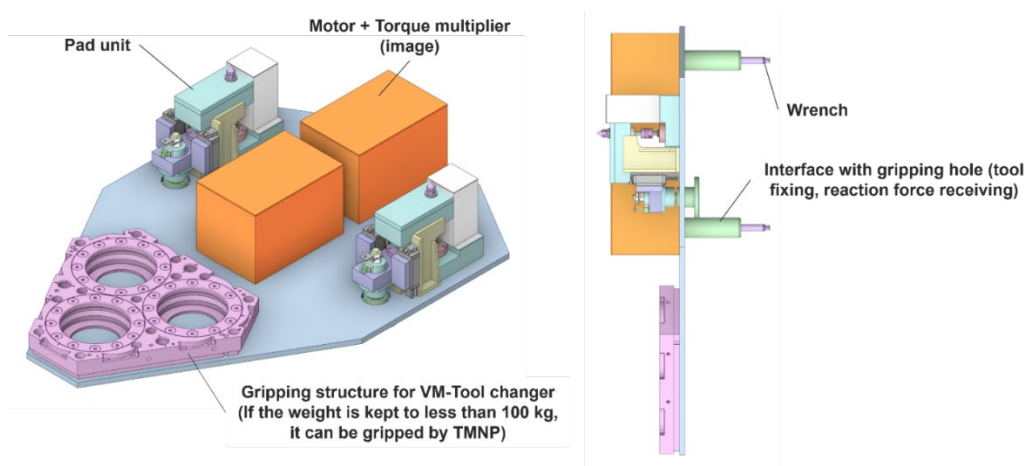


図 FW ESBT 構成案

(3) 機能仕様

- (a) FW ES ボルトの締緩を行う。

- (b) FW 側パーキング位置にある ES ボルトのソケットにレンチを嵌合できること
- ただし、ガイド及び保持を行う Passive holding system 設計は IO 所掌
- (c) SB 側に締結された FW ES ボルトを緩め、FW 側のパーキング位置に締めつけること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
定格トルク	480Nm +10%	FW IS [1623-001i107-R]
昇降軸の推力	200N 以上	Passive holding system (RD42)
ボルト位置ずれ量	2.36 mm & 1.42 deg. (Parking 位置の ES bolt と SB 側 Insert の誤差)	FW IS [1623-001i112-R]
レンチ形状	Torx T80	
FW 表面からボルト表面の距離	右記を参照	FW.RD2 (FW 表面から ボルトの位置は FW によって異なるた め、バリエーション への対応が必要となる)
FW ベリリウムガイド形状	右記を参照	RD11

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリ ングに関する取合い (8.3.6 項)
FW 固定取合い	把持爪、パッドにより FW に固定 (8.3.2 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) ES bolt 図面 : (FW.RD15)
- (b) ES bolt test rig (R&D by IO)
- (c) Conf: FW ESBT の構成変更
- <https://blanketrhs.atlassian.net/wiki/spaces/BTD/pages/262012946/FW+ESBT?at10rigin=eyJpIjojOGNlNGMyNTQ1MjRkNGU3MGFjMjQxM2I2ZGE5NjBhYTUjLCJwIjojYyJ9>
- (d) ITER 第一壁エレクトリカルストラップボルト締結機構予備設計 報告書 (2020) : RD64

8.6.5 SB Flexible bolt tool

以下に SB フレキシブルボルト締結ツール (SB Flexible bolt tool, FBT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) 1 台の SB につき 4 か所の FB を高トルクで締結するツール。
- (b) SB 取り外し時に、SB 側に締結された FB を緩めた後、VV 側のボルトリテーナに締結するツール (図 23)。

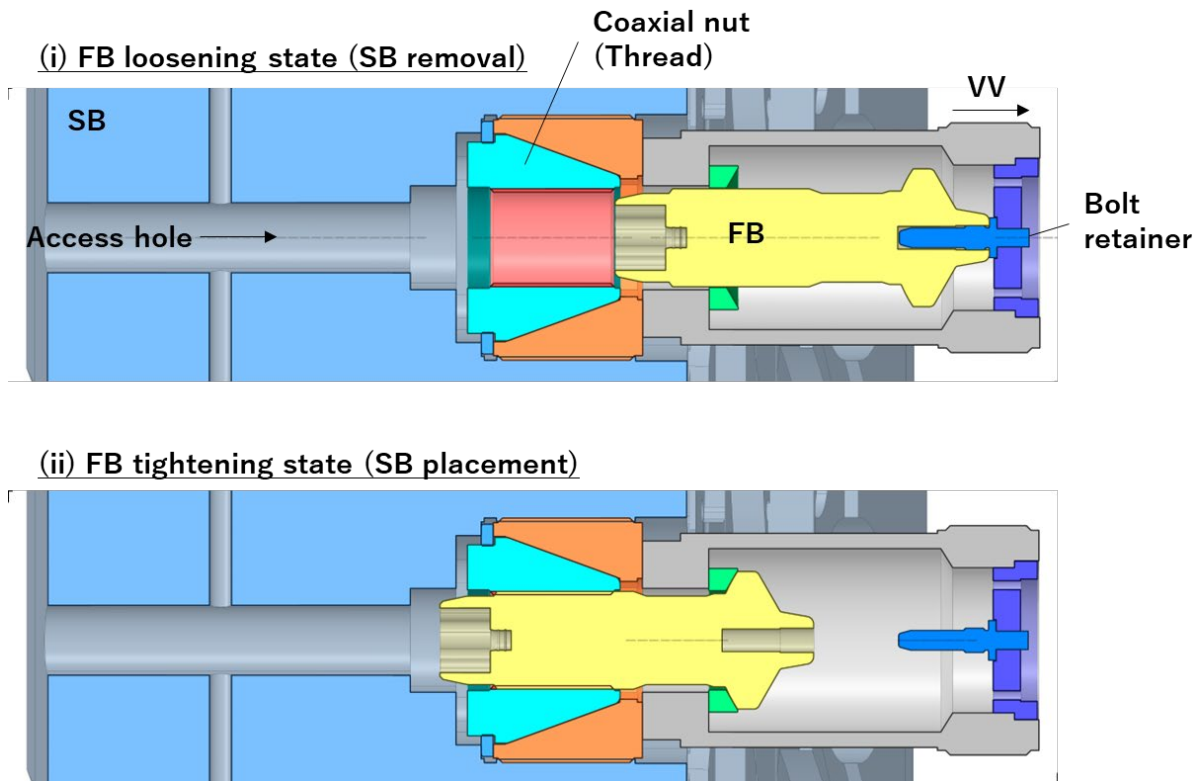


図 23 FB 締結状態 模式図

(2) 構成(案) : 図 24 参照。締結ツール部と SB に固定するツールベース部から構成される。

(a) 締結ツール

(i) レンチへのトルク入力、増幅機構

- トルク入力は AC サーボモータにより行う。
- トルクの増幅はハーモニックドライブ減速機と平歯車を併用する。

(ii) レンチの昇降機構

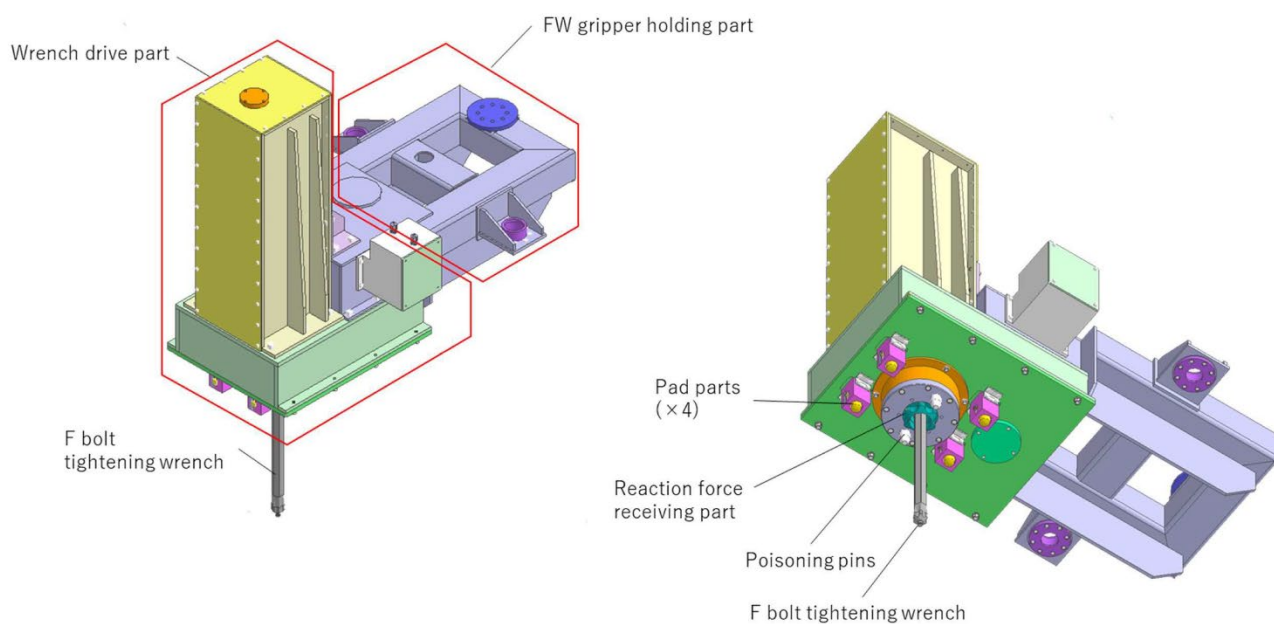
(iii) レンチのコンプライアンス機構

(iv) VMNP 用の把持インターフェース (Tool changer _ tool side)

(v) ベースプレートとのインターフェース

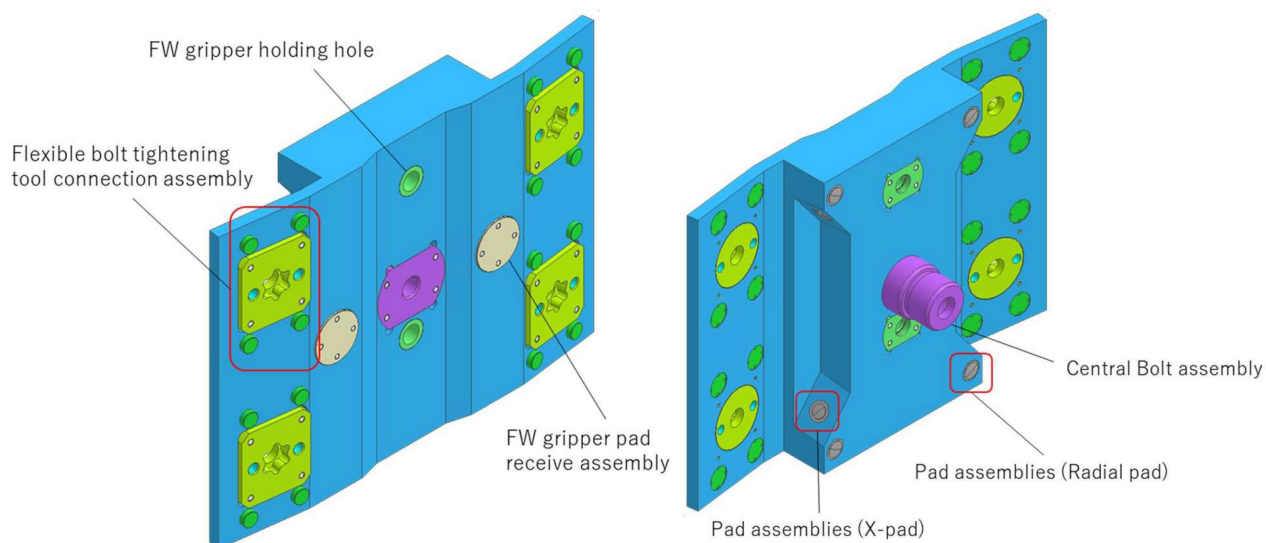
- 粗位置合わせ用のピン ×2
- トルクス型の突起 : ベースプレート側のトルクス溝に挿入する。締結ツールはベースプレートに完全に固定せず、VMNP で把持した状態で締結作業を実施する想定。

- (b) ベースプレート（可能なら SB ツールベースと共有とする）
- (i) SB 固定用インターフェース
- FW の CB、CB シリンダー構造を模擬し、SB のメインスレッドに締結して固定
 - SB の X キーとの取り合いパッド
- (ii) 締結ツールとのインターフェース
- 粗位置合わせ用のピンを挿入する穴 ×2
 - トルクス側の溝
- (iii) VMNP 用の把持インターフェース (Tool changer _ tool side)



(a) FB tightening tool

(把持インターフェースは FW Gripper のモデル)



(b) FB tool base

図 24 FB 締結ツールの構造図

(3) 機能仕様

- (a) FBT は既定のトルクで SB1 台につき 4 か所の FB を締結できること。
- (b) FBT のレンチは Onboard (SB #1~9) 及び Outboard (SB #10~18) の FB に対応できること。
 - ・ Inboard: 図番 6Q2QV3 (ITER_D_T2ZX4A v2.0)
 - ・ Outboard: 図番 RL73AC (ITER_D_VVVAFR v1.0)
- (c) FBT のレンチには、レンチと FB 間の誤差を吸収するコンプライアンス機構を具備すること。
- (d) FBT は締結ツール本体とベースプレートから構成し、全バリエーションの SB に対応できること。
- (e) FBT のレンチは FB ソケットに挿入した際に、FB の落下を防止する構造を設けること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
締結トルク [Nm]	本締め: 8.4k ±10% 仮締め: 480 ±10% (暫定)	ITER_D_33TYJV v5.1
昇降軸の推力	200 N 以上	
昇降軸の動作範囲	570 mm 以上	
ボルトソケット寸法 (トルクス)	Inboard: $\phi 43$ mm Outboard: $\phi 34$ mm	Inboard: ITER_D_T2ZX4A v2.0 Outboard: ITER_D_VVVAFR v1.0
メインスレッド寸法	M64×4	同上
コンプライアンス量 軸ずれ [mm]/傾き [deg]	2.5/1.5	ITER_D_X8D4RR v2.1
アクセスホール内径	$\phi 46 \pm 0.2$ mm	ITER_D_UGC3KZ v1.0
パーキングスレッド寸法	M16	
ボルトの落下防止構造	Passive holding system	

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリ

	ングに関する取合い (8.3.6 項)
SB 固定取合い	CB 構造、キーパッドにより SB に固定 (TBD)

(6) 取合い補足情報(参考図書含む)

- (a) Design of flexible bolt tightening tool for ITER blanket - Design report : RD56
- (b) JADA-23163-02DW3001-1 ITER 遮蔽ブロックフレキシブルボルト締結試験装置の製作 確認図 : RD57

8.6.6 SB Electrical Strap Bolt tool

以下に SB ES ボルト締結ツール (SB ES bolt tool, SB ESBT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) 遮蔽ブロックの ES ボルトを締結する。

(2) 構成(案)

- (a) 未定

(3) 機能仕様

- (a) 迫而

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
締結トルク [Nm]	本締め: 480 $\pm$ 10% 仮締め: 120 $\pm$ 10% (暫定)	ITER_D_33TYJV v5.1
昇降軸の推力	未定	

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
SB 固定取合い	CB 構造、キーパッドにより SB に固定 (TBD)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) 特になし

8.6.7 Extension wrench for SB ES Bolt

以下に SB ES ボルト延長レンチ (Extension Wrench) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) ES ボルトが SB 表面から深い位置にある SB(図 x)に対して、延長レンチを事前に設置することで、ボルト締結装置のレンチ昇降ストロークを低減する。
 - (b) EW によりボルトを把持することで、ES ボルトの parking thread への固定を可能にする。
- (2) 構成(案)
- (a) ES ボルト側取り合い部
 - ・ トルクス
 - ・ Passive holding system
 - (b) シャフト部
 - ・ メインシャフト
 - ・ 抜け止め用ネジ部
 - (c) ボルトツール/SB グリッパ側取り合い部
 - ・ マニピュレータによる把持部
 - ・ トルク印加 IF

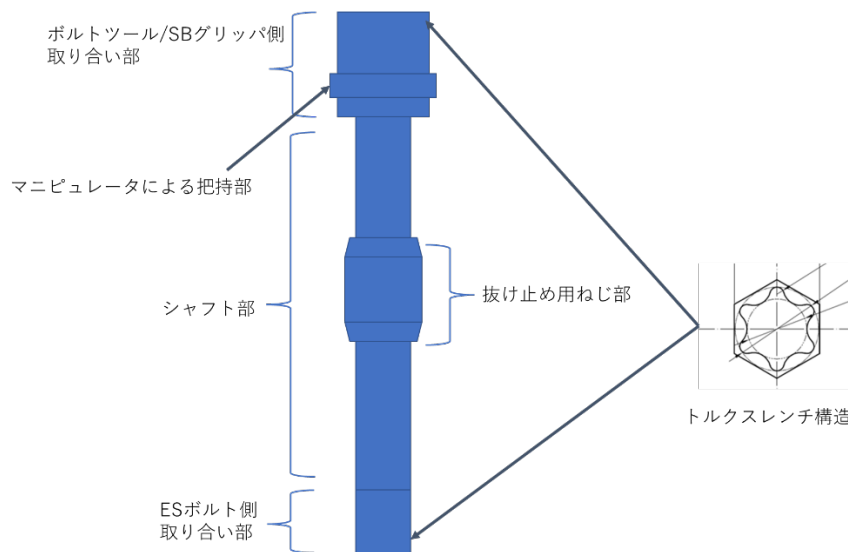


図 25 Extension wrench 構成(案)

- (3) 機能仕様
- (a) シャフト部は、SB の ES ボルトアクセスホールの深さのバリエーションに基づき、下記の仕様表に示す範囲に対応可能であること。
 - (b) シャフト径は、SB 側に加工されている M24 の抜け止め用インサート内径以下とすること。
 - (c) ES ボルト側取り合い部は、ES ボルトを保持するための Passive holding system との取り合いを持たせること。Extension wrench- ES ボルト間のボルト保持力は下記の仕様表に示す。

- (d) ES ボルト取り合い部は、トルクスレンチ構造を有し、下記の仕様表に示す締結トルクを強度的に印加可能な構造であること
- (e) ボルトツール/SB グリッパ側取り合い部は、下記の仕様表に示す締結トルクを強度的に印加可能な構造であること

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
ボルト保持力 (Ext. wrench - ES bolt)	200N 以上	
ボルト保持力 (Bolting tool/SBG - Ext. wrench)	60 - 80 N (暫定)	
印加トルク	480 Nm	
メインシャフト部の径	16.75 mm (暫定)	
抜け止め構造のネジ M ナンバ	M24 x pitch 3	
材料	未定	
表面処理	未定	

(5) 取合い

項目	仕様
VM による把持及び移動に関する取合い	Tool changer による (8.3.1.1 項) VM による把持及び移動時の取合いは EE adaptation で再検討 (6.4 項)
ホットセル取合い	吊り具固定用の取合いなどホットセルでのハンドリングに関する取合い (8.3.6 項)
SB 固定取合い	TBD

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) 特になし

8.7 溶接ツールの機能仕様

8.7.1 溶接ツールの共通仕様

以下に全ての溶接ツールに共通して要求される仕様を示す。

(1) 機能仕様

(a) 溶接仕様

- ・ 溶接方法は TIG 溶接とする。
- ・ 溶接ツールは連続したパスで全周溶接を実行できること。
- ・ 溶接ツールはプラズマ側から溶接部にアクセスすること。

- ・ 入熱量（目標値）：5 kJ/cm 以下
 - ・ ピーク電流値（目標値）：180 A 以下
 - ・ 溶接方法：ノンフィラー溶接
 - ・ 連続施工数（目標値）：30 回
 - ・ 溶接ツールは AVC 機構を使用して溶接の開始、溶接部との距離制御を行うこと。
 - ・ 溶接ツールは仮付け機能を有すること。
 - ・ 溶接ツールは溶接時に発生するヒュームを捕集する機能を具備する必要はない(参照：xx)。
- (b) ツールの冷却
- ・ ツールの冷却方法は空冷とする。
- (c) 溶接部への冷却ガス導入
- ・ ツールには冷却ガスを溶接部に導入するための経路を設けること。
 - ・ ツールへの冷却ガス供給は遠隔脱着コネクタにより行う。
 - ・ シールドガス：量・組成共に制限なし
- (d) 監視
- ・ 溶接ツールは溶接作業中のモータトルクを監視すること。（異常検出のため）
 - ・ 溶接ツールは軸方向のツール位置を監視すること。
 - ・ 溶接ツールは溶接実施前に、視覚的に溶接部の誤差を確認できる機能を具備すること。
（Viewing tool との取り合いを設ける。補足：視覚的な誤差確認が難しい場合には、他の手法を検討する可能性がある）
 - ・ 溶接ツールは溶接後の状態（接続状態、欠陥の有無）を監視すること。
- (e) 制御
- ・ 溶接ツールは事前に溶接パラメータを設定（WPS を基にする）、及び必要に応じて HMI で設定を変更できること。
 - ・ 溶接ツールは電極を正しい溶接位置に位置合わせできること。
- (f) 絶縁
- ・ 溶接ツールは不要なアーク放電を防ぐために必要な絶縁をすること。
 - ・ 溶接ツールは溶接対象又は他の FW 部位との接地インターフェースを提供すること。
 - ・ 溶接ツールの設計において、局所的な熱源、電気アーク、スパークの発生源を特定し、粉塵燃焼の発生を防止するための対策を講じること。
- (g) 規格への準拠
- ・ 溶接プロセスは以下の ISO 規格に準拠すること。
 - ・ EN ISO 15609-1, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials: Welding procedure specification Part 1: Arc welding
 - ・ EN ISO 15614-1, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys (ISO 15614-1:2003)
 - ・ EN ISO 15614-11, Specification and qualification of welding procedures for

metallic materials – Welding procedure test – Part 11: Electron and laser beam welding or to equivalent internationally recognized standards.

(h) BM バリエーション対応

- ・溶接ツールは、全種類の FW 又は SB 表面から溶接位置までの距離に対応できること。
- ・上記距離は再溶接による溶接位置の移動も含む。

(i) 材料

- ・10.2 項及び RD6 を参照

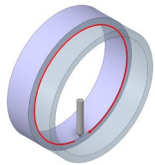
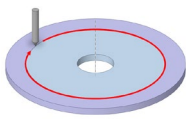
(j) 電極固着に対する対応

- ・トーチを強引に引き抜くことにより対応する。その際にツールおよび配管が損傷する可能性がある。過剰な荷重が配管にかかることを避けるため、トーチ内に一定荷重で破断することを想定したメカニカルフューズが具備されることが望ましい。

(2) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
電極	(暫定) WELD Craft 直径 ϕ 2.4mm レアアース配合タングステン 先端角度: 60°	2020 年度試作 径選定: 使用電流域にて安定した放電と耐久性のバランス 材料: 連続使用による消耗が少ないため
溶接電流値	Max 180 A	同上
入熱	5 kJ/cm 以下	Test report
シールドガス	Ar+He 15L/min	Test report (暫定)
バックシールドガス	Ar 5L/min (但し実機 TBD)	Test report (暫定)
溶接速度	100mm/min 以上	同上 + margin
ワークディスタンスストローク	20 mm	同上
ストローク速度	10 mm/sec	同上

	Pipe WT	Cap WT	CC WT	FS WT
Welding target	Connection between FW pipe and SB flow separator	Connection between cap and cap support	Connection between coaxial connector (pipe) and SB	Connection between flow separator outside edge and SB

Welding target dimension [mm]	$\phi 48.7^{+0.1}_{-0.1} \times t2.5 \pm 0.1$ (W3VM4E v1.0, 42ZA9K v1.0,) * Thickness to be revised in next ver.	$\phi 48 \pm 0.1 \times t2.5 \pm 0.1$ (W3VM4E v1.0) * Thickness to be revised in next ver.	$\phi 100^{+0.1}_{-0.1} \times t2.5 \pm 0.1$ (VNVAFB v1.1) * Thickness to be revised in next ver.	$\phi 70 \sim 76 \pm 0.1 \times t2.5 \pm 0.1$ (42ZA9K v1.0) * Thickness to be revised in next ver.
Welding technique	In-bore welding 	Circumferential welding 	In-bore welding	Circumferential welding
Groove misalignment [mm]	Gap: 0.25 Step: 0.25	—	Gap: 0.25 Step: 0.25	—
Access hole diameter [mm]	$\phi 60 +0/-0.5$ (33PH3Y v6.3)	$\phi 60 +0/-0.5$ (33PH3Y v6.3)	$\phi 70 \sim 76$ (33TYJV v5.1)	—
Re-welding after cutting	Necessary	Unnecessary	Necessary	Necessary
電極の狙い位置と角度				
Back shield gas	Necessary (see section 8.7.1.1)	TBD	Necessary (see section 8.7.1.1)	TBD

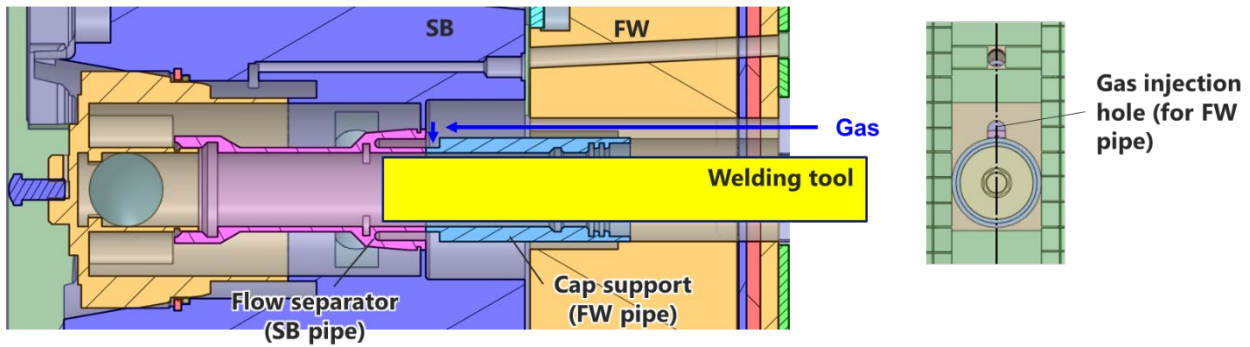
8.7.1.1 バックシールドガス（裏ガス）の導入

溶接時、溶接ツールから導入するシールドガスに加えて反溶接ツール側からもシールドガス（裏ガス）を導入して溶接部近傍の酸素濃度を低減することが望ましい。実装方針は現状未定。

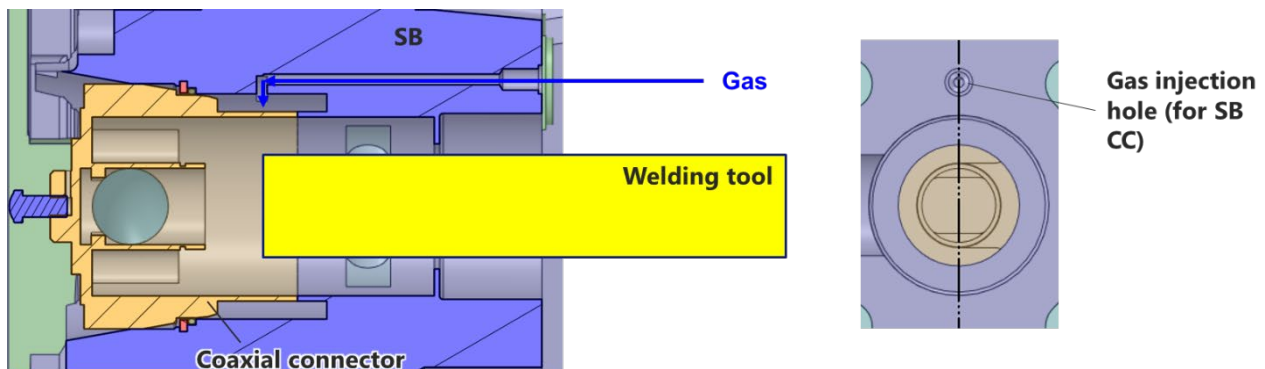
(1) 裏ガス導入方法：TBD（

- (a) FW 冷却水配管溶接 (Pipe WT)：図 26 (a)
- (b) FW 冷却水配管蓋溶接 (Cap WT)：導入未定 (PBS23.01 による導入は困難。導入不可の可能性あり)
- (c) SB コアキシャルコネクタ溶接 (CC WT)：図 26 (b)
- (d) SB フローセパレータ溶接 (FS WT)：導入未定 (PBS23.01 による導入は困難。導入不可の可能性あり)

(2) 裏ガス導入部酸素濃度：TBD



(a) FW 冷却水配管溶接



(b) SB コアキシャルコネクタ溶接

図 26 裏ガス導入経路

8.7.2 FW Pipe welding tool

以下に FW 冷却水配管溶接ツール (FW pipe welding tool, Pipe WT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW の冷却水配管を内側から TIG 溶接する。

(2) 構成(案) (図 27)

- (a) トーチ
- (b) AVC 機構部
- (c) 溶接電源 (ギャラリーに配置)
- (d) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)
- (e) TB/TSR 固定用インターフェース
- (f) Pipe Alignment Tool (Pipe AT) とのインターフェース

- ・ 内部に Pipe WT を挿入できる空間 (Pipe AT による配管開先合わせ作業中に溶接が可能なこと。)
- ・ Pipe WT を Pipe AT に固定できる構造

(3) 機能仕様

- (a) 開先合わせツールの内部に挿入し、開先合わせ後に内径 $\phi 42.72 \text{ mm}$ (開先角度 15 deg) の配管を内側から突き合わせ溶接できること。
- ・ 開先合わせツールに挿入する範囲のツール外径は $\phi 27 \text{ mm}$ 未満とする。

- ・ 開先合わせツールに固定可能な取り付け構造を持たせる。
 - ・ 開先合わせツールと独立して、溶接トーチをツールの軸方向前後に移動及び電極と配管内壁までの距離を微調整できること。
- (b) Pipe WT は、Pipe CT のスウェージカッター刃により切断された配管（SB 側）と新規 FW の配管を溶接すること。
- (c) トーチ内部に冷却ガスの流路を設けること。裏側防護ガスはこの流路とは別系統で導入する。
- (d) 観察機構：溶接対象部のミスアライメント確認及びツール位置合わせ用の光学系を組み込むこと（補足：視覚的な誤差確認が難しい場合には、他の手法を検討する可能性がある）。
- ・ ギャップ及び軸ずれが各 0.25mm 以下であることを確認できることを目標とする。
 - ・ トーチの位置合わせについては軸方向の位置ずれが 0.25mm 以下であることを確認する精度を有する。
- (e) TMNP で把持するための取り付け構造を持つこと。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
対象配管	共通諸元表を参照	
配管開先の想定最大誤差	軸ずれ 0.2 mm + ギャップ 0.3 mm	
開先形状	15 度傾いた I 字開先	
形状	φ 27mm 以下（開先合わせツール挿入部）	
回転速度	配管溶接ツールの溶接速度に対し 50% のマージンを見込む	暫定

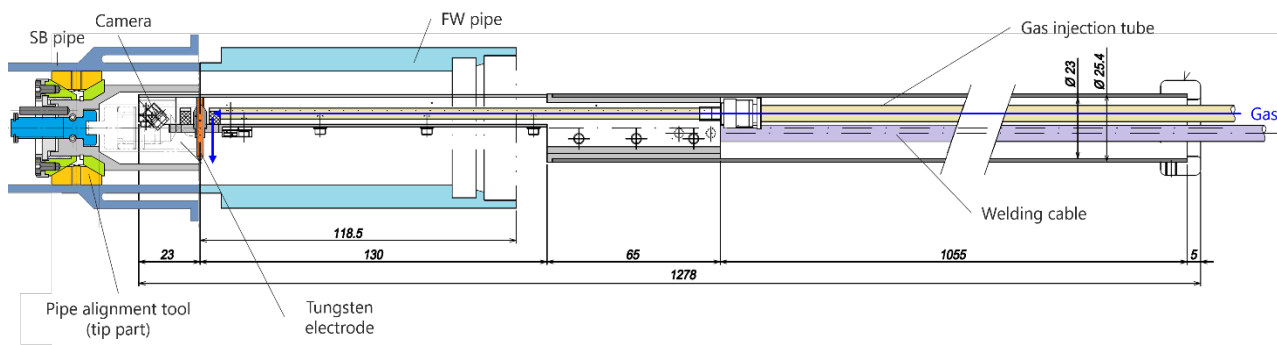


図 27 配管 TIG 溶接ツール（トーチ部）構造図

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)

関する取合い	
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
Pipe AT 固定取合い	TBD (8.7.3 項)

(6) 備考：Pipe WT の機能分割について

- (a) Pipe WT と Pipe AT の統合に関して、Pipe WT を仮付け溶接用のツールと本溶接用のツールの 2 台に分ける可能性がある。
- (b) 仮付け用のツールのみ Pipe AT に統合して、配管開先合わせ中に仮付け溶接する。
- (c) 本溶接用のツールは単体で配管の溶接を行う。溶接機能に加えて配管とツール軸を合わせる構造 (Pipe AT の開先合わせ機構を踏襲) を具備する。

(7) 補足情報(参考図書含む)

- (a) 配管及び配管蓋溶接ツール試作機図面：RD58
- (b) Test plan - Verification of welding tool prototypes for Blanket Remote welding：RD59

8.7.3 FW Pipe alignment tool

以下に FW 冷却水配管開先合わせツール (FW Pipe alignment tool, Pipe AT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW 冷却水配管内側からクランプし溶接開先の位置誤差を低減する。
- (b) 内部に溶接ツールを配置する空間を有し、クランプしたままで溶接(仮付けもしくは全周貫通)する。

(2) 構成(案)

- (a) 配管開先誤差を補正する機構
 - (i) Cap support pushing part (配管開先ギャップ＝軸方向の隙間修正用)
 - (ii) Pad clamp unit (配管開先ステップ＝軸ずれ修正用)
- (b) ツール回転駆動軸
- (c) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)
- (d) TB/TSR 固定用インターフェース
- (e) Pipe welding tool (Pipe WT) とのインターフェース
 - ・ 内部に Pipe WT を挿入できる空間 (Pipe AT による配管開先合わせ作業中に溶接が可能なこと。)
 - ・ Pipe WT を Pipe AT に固定できる構造

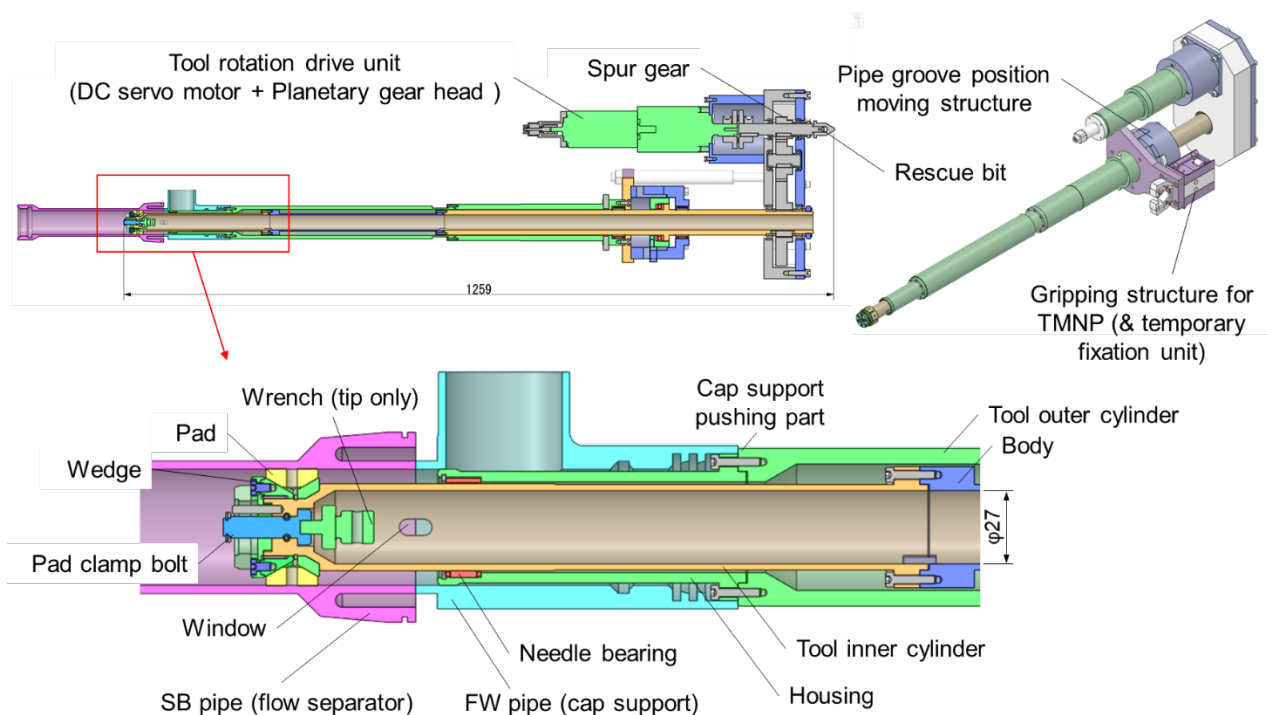


図 28 配管開先合わせツール構造図

(3) 機能仕様

- (a) Pipe AT は配管開先のギャップを補正する機能 (cap support pushing part) を具備すること。
 - ・ギャップの補正は Cap support を SB 側に押し込むことで行う。
 - ・押し込み動作は TB のツール昇降機構を利用可能。
- (b) Pipe AT は配管開先のステップを補正する機能を具備すること。
 - ・ステップの補正は配管の内面に Pipe AT を挿入し、内側からパッドをツール内壁に押し当てることで補正する。
 - ・パッドの拡張は、Pipe AT 内部にレンチを挿入し、pad clamp bolt を回転させることで動作させる構造 (TBD)。
 - ・Pad clamp bolt は落下防止用の抜け止め (ハードストップ) が必要。電動と手動を問わず、駆動部のハードストップは運用時に印可される荷重を考慮して十分な強度を有するよう設計し、駆動部の逸走時に部品が脱落しないものとする。
- (c) Pipe AT は FW 交換回数増加に伴う配管開先位置の移動に対応できること。
 - ・FW 交換数 1 回につき、開先位置は SB 側に 12 mm 移動する。
 - ・各開先位置に対応する複数の Pipe AT を準備することで可とする。
- (d) Pipe AT はモータ制御によりツール及び Pipe WT を軸回りに回転させる駆動機構を具備すること。
 - ・Pad は拡張後に配管に押し当てたまま回転させない構造とする。
 - ・Pipe WT は Pipe AT と一緒に回転させること。

- (e) Pipe ATはPipe WTとのインターフェースを具備すること。
- (i) Pipe AT内部にPipe WTを納入する空間（内径φ27 mm以上）を設けること。
- (ii) Pipe ATにPipe WTのタングステン電極が通る窓を設けること。
- (iii) Pipe WTをPipe ATに固定する構造を設けること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
対象配管	外径 φ 48.6mm 板厚 2.5mm SUS316L 配管	
開先誤差の最大値	ギャップ: 1.65 mm ステップ: 0.2 mm	適用図書 FW, RD16
補正後の開先誤差の目標値	ギャップ: 0.2 mm 以下 ステップ: 0.2 mm 以下	適用図書 3.2 (暫定) + マージン
ツール回転の要求トルク	Max 136.4 Nm	適用図書 RD2
開先ギャップ補正時の推力	7 kN	同上
Pad の配管への押し付けトルク	2.7 kN (Pad 1 個あたり)	同上
FW 交換に伴う開先位置の移動量	SB 側に 12 mm/交換 1 回	同上

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) Test report - FW pipe alignment tool prototypes : RD2
- (b) ITER 第一壁冷却水配管用開先合わせ装置の小型化設計 検討報告書 : RD60
- (c) JADA2316PR0022_Report - The design of pipe alignment tool and pipe cutting tool : RD61

8.7.4 FW Cap welding tool

以下に FW 冷却水配管蓋溶接ツール (FW Cap welding tool, Cap WT)の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW の冷却水配管キャップとキャップサポートの接続部を真空容器側から TIG 溶接する。

(2) 構成(案) (図 27)

- (a) トーチ
- (b) AVC 機構部
- (c) 溶接電源（ギャラリーに配置）
- (d) TMNP 用把持インターフェース（把持ブロック）
- (e) TB/TSR 固定用インターフェース

(3) 機能仕様

- (a) Cap WT は電極を cap と Cap support 接続部に当てた状態でツールを軸周りに回転することで、cap 溶接を実施すること。
- (b) Cap WT はツール先端に芯合わせシャフトを具備し、cap 中央の穴を利用して軸を合わせた状態で cap 溶接を実施すること。
- (c) Cap WT は cap support のリップ 1 段目での溶接が失敗した場合に、Cap CT による cap 切断後にリップ 2 段目での cap 溶接が実施できること。
- (d) Cap WT は Cap 溶接前に Cap と Cap support 部の締結状態を確認すること。
- (e) 観察機構：溶接対象部のミスアライメント確認、ツール位置合わせ用の光学系を組み込むこと。
- (f) トーチ内部に冷却ガスの流路を設けること。裏側防護ガスは導入不可の可能性あり。
- (g) TMNP で把持するための取り合い構造を持つこと。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
対象キャップ	溶接径 ϕ 48mm 板厚 2.5mm SUS316L	適用図書 FW. RD8
開先形状	15 度傾いた I 字開先	

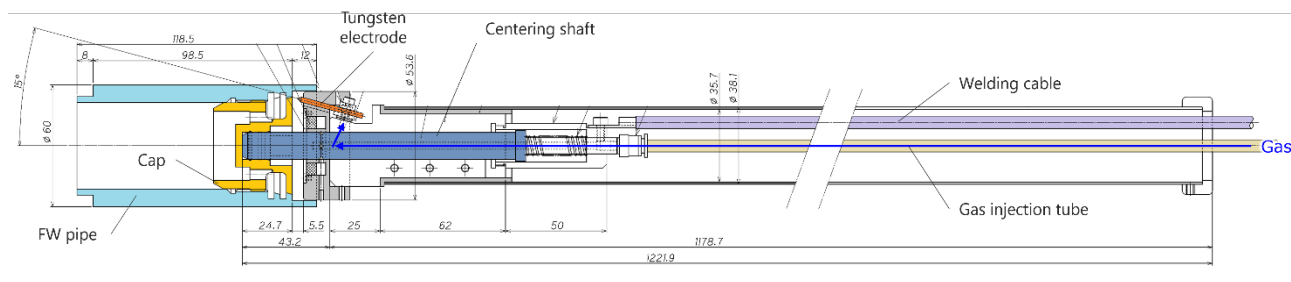


図 29 配管キャップ溶接ツール（トーチ部）構造図

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)

TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)
----------	---------------

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) 配管及び配管蓋溶接ツール試作機図面：RD58
- (b) Test plan - Verification of welding tool prototypes for Blanket Remote welding : RD59

8.7.5 SB flow separator welding tool

以下に SB フローセパレータ溶接ツール (SB flow separator welding tool, FS WT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) SB flow separator (FS) と SB を溶接する。

(2) 構成(案)

- (a) トーチ
- (b) AVC 機構部
- (c) 溶接電源 (ギャラリーに配置)
- (d) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)
- (e) TB/TSR 固定用インターフェース機能仕様

(3) 機能仕様

- (a) FS WT はツールを軸回りに回転させる駆動機構を有し、Cap WT と同様の方法で FW と SB を溶接すること。
- (b) FS WT はツール先端に FS と軸合わせする構造を具備すること。
 - ・軸合わせには FS 配管の内壁を利用する。
 - ・外径 $\phi 43.6$ mm の円柱構造。
- (c) トーチ内部に冷却ガスの流路を設けること。裏側防護ガスは導入不可の可能性あり。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
対象円盤部	溶接径 ・ $\phi 70$ mm を基本とする。 ・溶接を失敗した場合、ホールソーで切断してから再溶接を行う。再溶接回数の増加に伴い、溶接径は 3 mm ずつ増加する。 板厚：2.5mm 材質：SUS316L	FW. RD28
開先形状	15 度傾いた I 字開先	
補正後の開先誤差の目標値	ギャップ：0.25 mm 以下 ステップ：0.25 mm 以下	

--	--	--

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) Test plan - Verification of welding tool prototypes for Blanket Remote welding : RD59

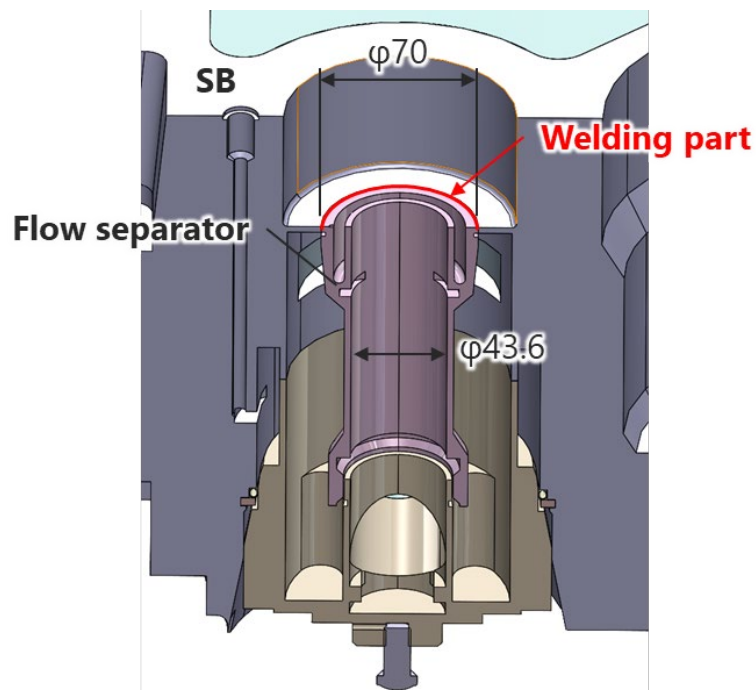


図 30 FS - SB 溶接部形状

8.7.6 SB Coaxial connector welding tool

以下に SB コアキシャルコネクタ溶接ツール (SB Coaxial connector welding tool, CC WT) の機能仕様を示す。

- (1) 目的(概念)
 - (a) CC と SB を溶接する。
- (2) 構成(案)
 - (a) トーチ

- (b) AVC 機構部
- (c) 溶接電源（ギャラリーに配置）
- (d) TMNP 用把持インターフェース（把持ブロック）
- (e) SB TB/TSR 固定用インターフェース

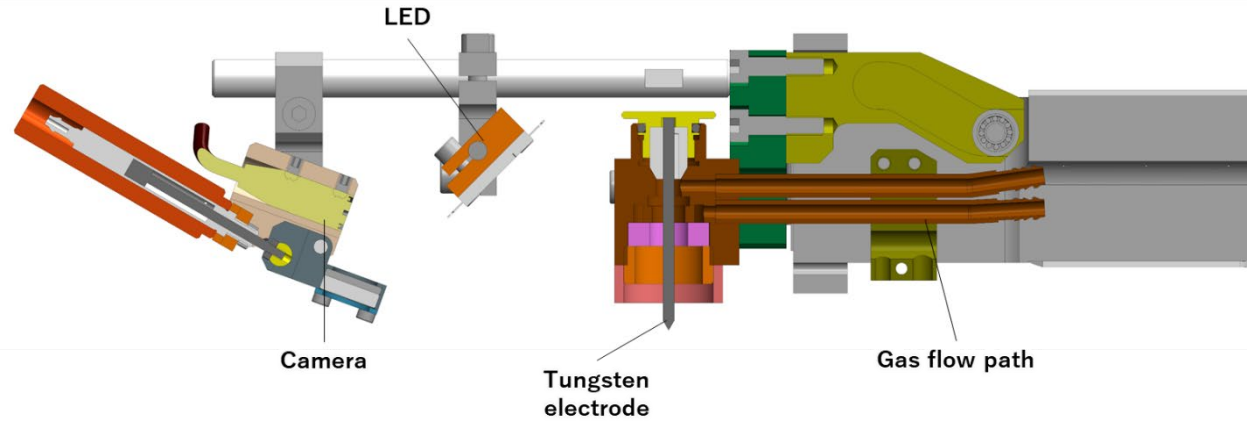


図 31 CC 溶接ツール構造図（実機ではカメラは内視鏡を内部に統合する）

- (3) 機能仕様
 - (a) CC WT は SB 開口部を通り、CC 配管を溶接できること。
 - ・ CC 配管内径は SB 開口部より小径のため、CC WT は電極位置を CC 配管内壁に向けて移動させる機構を具備すること。
 - ・ CC WT と CC 配管を軸合わせする機構/構造を具備すること。
 - ・ CC WT は CC 配管を内径側から溶接できること。
 - (b) 溶接対象部のミスアライメント確認及びツール位置合わせ用の光学系を組み込むこと。
 - ・ ギャップ及び軸ずれが各 0.25mm 以下であることを確認できることを目標とする。
 - ・ トーチの位置合わせについては軸方向の位置ずれが 0.25mm 以下であることを確認する精度を有する。
 - (c) TMNP で把持するための取り合い構造を持つこと。
 - (d) トーチ内部に冷却ガスの流路を設けること。裏側防護ガスはこの流路とは別系統で導入する。

(4) 仕様緒言表

項目	仕様	出典(根拠)
CC 配管	内径 φ 100 × 肉厚 2.5 mm (図 32) SUS316L	
SB 開口部内径	Min φ 70 mm	
開先形状	15 度傾いた I 字開先	

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) ITER 遮蔽ブロックコアキシャルコネクタ用 TIG 溶接試験装置の製作 報告書 (2021) : RD62
- (b) Test plan - Verification of welding tool prototypes for Blanket Remote welding : RD59

*備考：SB - Monoaxial connector (モノアキシャルコネクタ)の溶接は、FW Pipe WT を流用できるように ITER 機構が当該部設計を行う。

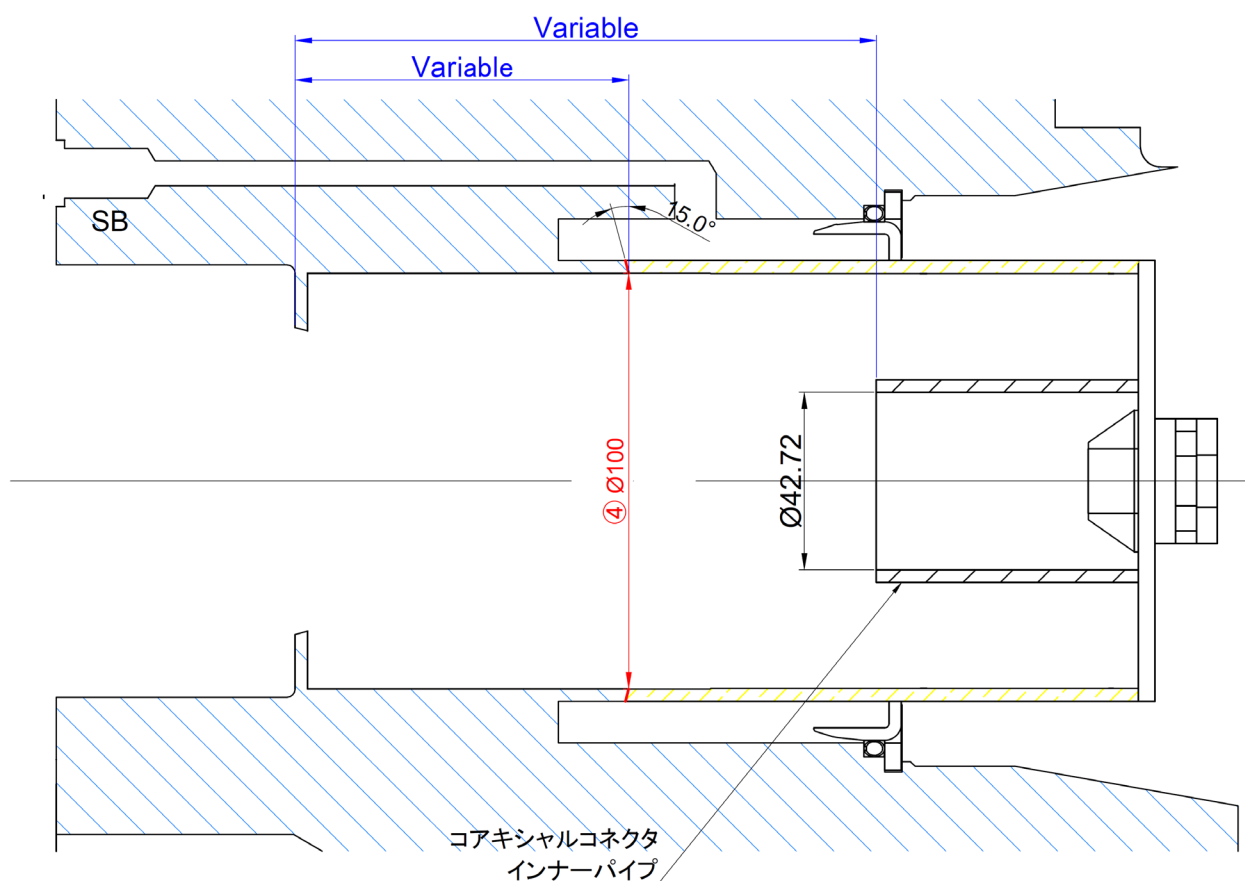


図 32 CC 溶接部寸法

8.8 切断ツールの機能仕様

8.8.1 切断ツールの共通仕様

以下に全ての切断ツールに共通して要求される仕様を示す。

(1) 機能仕様

(a) 切断仕様

- ・ 切断ツールは FW と SB を接続する配管を機械的又は熱的に切断すること。
- ・ 切断ツールは、切断面が再溶接に適した表面粗さ及び精度となるように切断すること。
- ・ 切断ツールは 1 回の動作で切断作業を実行すること。

(b) 位置調整

- ・ 切断ツールは切断/再溶接に伴う位置変化に対応すること。
 - － 配管軸方向へのツール位置調整は TB のツール昇降軸を利用可能。
- ・ 切断ツールは切断対象の配管やキャップなどと軸合わせする機能を具備すること。

(c) 監視

- ・ 切断前後の配管内部の観察を行うこと。切断ツールとは別の VT 専用ツールを用いて良い。
- ・ 切断ツールは FW 表面から切断位置までの距離を監視すること。
- ・ 切断ツールは、ツールの軸方向の現在位置を監視すること。
- ・ 切断ツールはモータの出力トルクを監視すること。
- ・ 切断ツールの制御ソフトウェアにより、ツールのモータトルクとカッター刃の半径方向の位置（送り量）のリミットを設定できること。
- ・ 切削ツールの制御（送り量、回転速度、トルクなど）は、RH 制御室から行うこと。

(d) 制御

- ・ RH 制御室から遠隔操作により、切断ツールの電源を入れること。
- ・ 切断ツールは 1 回のコマンド入力で切断作業を完了できること。
- ・ 切断ツールはツール先端が配管端に接触することを避けるためのハードリミットを具備すること。

(e) 切粉回収：切粉が発生する切断方法を使用する場合に適用する（8.8.2～8.8.4 項参照）

- ・ 切粉回収が必要な切断ツールは、バキュームクリーナーのホースとのインターフェース（スイベルジョイント）を設けること。
- ・ 発生する切粉の内、90%以上を回収すること。
- ・ 備考：切粉形状の仕様については追而提示する。

(f) 刃の交換、耐久性

- ・ 切断ツールはカッター刃を HCF にて交換可能な設計とする。
- ・ カッター刃は、交換後に 6 回（TBD）の切断を実施できる耐久性を持つこと。

(g) 材料

- ・ 10.2 項及び RD6 を参照

(2) 仕様諸元表

	PCT	CCT	CCCT	FSCT
Cutting target	Connection between FW pipe and SB flow separator	Connection between cap and cap support	Connection between coaxial connector (pipe) and SB	Connection between flow separator outside edge and SB
Cutting target dimension [mm]	$\phi 48.60 \times t2.5$ (W3VM4E v1.0, 42ZA9K v1.0) * Thickness to be revised in next ver.	$\phi 50 \sim 52 \times t2.5$ (W3VM4E v1.0) * Thickness to be revised in next ver.	$\phi 100ID \times t2.5$ (VNVAFB v1.1) * Thickness to be revised in next ver.	$\phi 73 \sim 76 \times t2.5$ Diameter: ± 0.05 Concentricity: $\phi 0.1$ (42ZA9K v1.0) * Thickness to be revised in next ver.
Cutting blade (proposal)	Swage cutter	Hole saw	Swage cutter	Hole saw
Swarf collection	Unnecessary (If cutting method generates swarf, it is necessary)	Necessary	Unnecessary (If cutting method generates swarf, it is necessary)	Necessary
Cutter feeding force [N]	6,690	1,372	TBD	TBD
Cutter rotation torque [Nm]	30.1	49	TBD	TBD

8.8.2 スウェージ切断ツールの共通仕様

(1) 機能仕様

(a) カッター刃とのインターフェース

- ・切断ツール用スウェージカッター刃：藤原産業、PSB-5 を用いる
- ・固定穴径： $\phi 4.8 \text{ mm}$

(b) 切断方法

- ・切断ツールは配管内側からスウェージカッター刃を当てて、配管を切断すること。

(c) 駆動軸

- ・カッター刃の送り軸（フィード）

- (d) 切粉回收：不要

8.8.3 ホールソー一切断ツールの共通仕様

(1) 機能仕様

- (a) カッター刃とのインターフェース
 - ・切断ツールは図 33 のホールソー刃を固定するインターフェースを具備すること。
 - ・固定部ねじ径：M45×2.0
- (b) 切断方法
 - ・切断ツールはホールソー刃を切断する箇所に押し当てて、切断すること。
- (c) 駆動軸
 - ・カッター刃の回転軸
 - ・カッター刃の送り軸（押し付け）：TB のツール昇降軸を利用可
- (d) 切粉回収：要

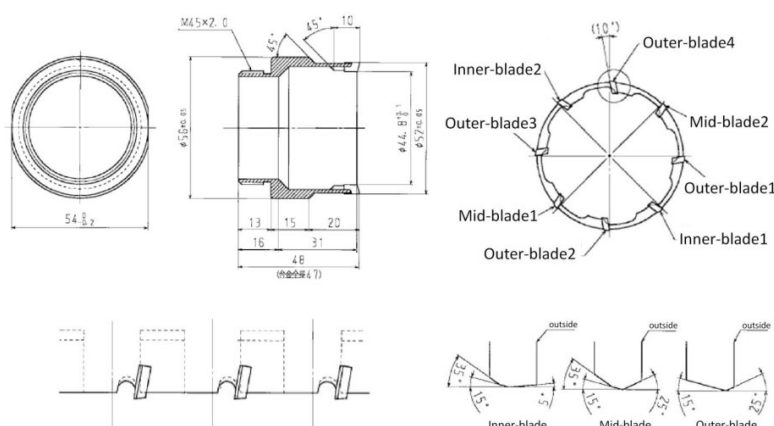


図 33 ホールソー刃図面

8.8.4 研削切断ツールの共通仕様

(1) 備考

- (a) 本項は研削（グラインディング）による切断を行うツールに関する仕様にする場合に適用する。現状、研削切断ツールはホールソー切断ツールへのバックアップとして評価試験を実施中である。

(2) 機能仕様

- (a) 各カッター刃の共通仕様（8.8.2、8.8.3 項）を合わせて適用する。
- (b) カッター刃はツール本体の軸回り回転に追従すること（ツールと独立して空回りしないこと）。
- (c) 切粉回収：要

8.8.5 FW pipe cutting tool

以下に FW 配管切断ツール (FW pipe cutting tool, Pipe CT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW 配管と SB 配管 (Flow separator) の接続部を内側から切断する。

(2) 構成(案) (構成図：図 34)

(a) 軸合わせ駆動機構

- ・パッド構造
- ・パッド拡張機構

(b) カッター刃駆動機構

- ・カッター刃固定部
- ・カッター刃送り機構

(c) ツール回転駆動機構

(d) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)

(e) TB/TSR 固定用インターフェース

(3) 機能仕様

- (a) Pipe CT はプラズマ側からアクセスし、配管を内側から切断すること。

- (b) Pipe CT は配管の溶接/再切断に対応可能とする。

- ・溶接ビード幅を 6mm と仮定し、溶接ビードにカッターが接触しなければ切断/再溶接可能として良い。

- (c) 誤差がある状態で溶接された FW 配管と SB 配管を切断する場合、Pipe CT は切断後の配管位置がずれた場合でも、ツールを配管から引き抜けること。ずれ量は配管溶接ツールにおける開先想定誤差を用いる。

- (d) Pipe CT の先端は、カッター刃から 70 mm 以下の距離にあること (要協議)。

- (e) Pipe AT との統合または同様の開先合わせ機構を具備すること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
切断方式	スウェージカッター	
対象配管	外径 ϕ 48.6mm 板厚 2.5mm SUS316L 配管	
カッター刃押し付け推力	6.7 kN (TBD)	RD16
ツール回転トルク	30.1 Nm (TBD)	RD16
FW 交換に伴う開先位置の移動量	SB 側に 12 mm/交換 1 回	同上

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足

- (a) Final task report for "R&D for the blanket and remote handling interfaces in 2010-2011" (Task Number:C16TD154FJ) Subtask 5: End cap cutting : RD16
- (b) JADA2316PR0022_Report - The design of pipe alignment tool and pipe cutting tool : RD61
- (c) Test plan - FW Pipe cutting test : RD63

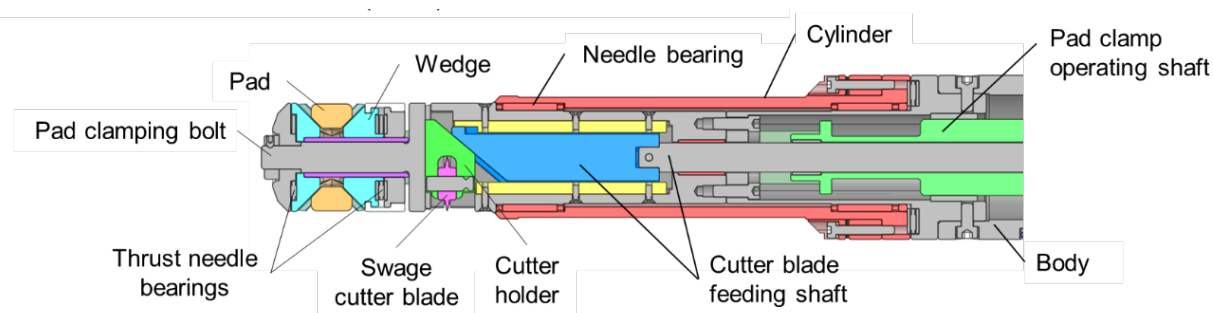


図 34 FW 配管切断ツール構造図

8.8.6 FW Cap cutting tool

以下に FW 配管蓋切断ツール (FW Cap cutting tool, Cap CT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW 冷却配管 Cap support 部に固定された Cap を切断する (リップ 1 段目及び 2 段目に対応)。
- (b) Cap 切断時の切粉を回収する。

(2) 構成(案) : 図 35

- (a) 軸合わせ構造
 - ・ Cap 中央の把持穴を利用する。
 - ・ 軸合わせ構造はカッター刃と独立させ、回転に追従しないこと。
- (b) カッター刃駆動機構
 - ・ カッター刃固定部
 - ・ カッター刃送り機構 (TB の昇降軸を利用するか、別途駆動軸を設けること)
- (c) ツール回転駆動機構

- (d) 切粉回収経路
- (e) バキュームクリーナーのホースとのインターフェース
- (f) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)
- (g) TB/TSR 固定用インターフェース

(3) 機能仕様

- (a) Cap CT はプラズマ側からアクセスし、リップ 1 段目及び 2 段目に固定された Cap を切断すること。
- (b) Cap CT の先端に芯合わせシャフトを具備し、ツールと Cap の軸を合わせた状態で切断を行う。
- (c) Cap CT は切断中に発生する切粉を回収すること。
 - ・ ツール内部に切粉回収経路を設けること。
 - ・ バキュームクリーナーのホースとのインターフェースを具備すること。
 - ・ スイベルジョイントなどにより切断による回転部とホース接続部の縁切りを行い、切断作業中にホースが絡まらない対策を行うこと。
- (d) Cap CT はツールの着座状態を監視できること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
切断方法	ホールソー (図 33)	
ホールソー刃の切断径	① $\phi 52 \text{ mm}$ (リップ 1 段目) ② $\phi 50 \text{ mm}$ (リップ 2 段目)	
切断する Cap の材質	SUS316L	Cap 図面
切断する Cap の肉厚	2.5 mm	FW IS?
切粉回収率の目標値	90%以上	FW IS
ホールソー刃回転トルク×速度	$\geq 50 \text{ Nm} \times 150 \text{ rpm}$ (暫定)	RD 15
ホールソー刃推力×速度	$\geq 700 \text{ N} \times 20 \text{ m/min}$ (暫定)	同上

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) JADA-2316PL0002_Test plan - FW Cap cutting test : RD65

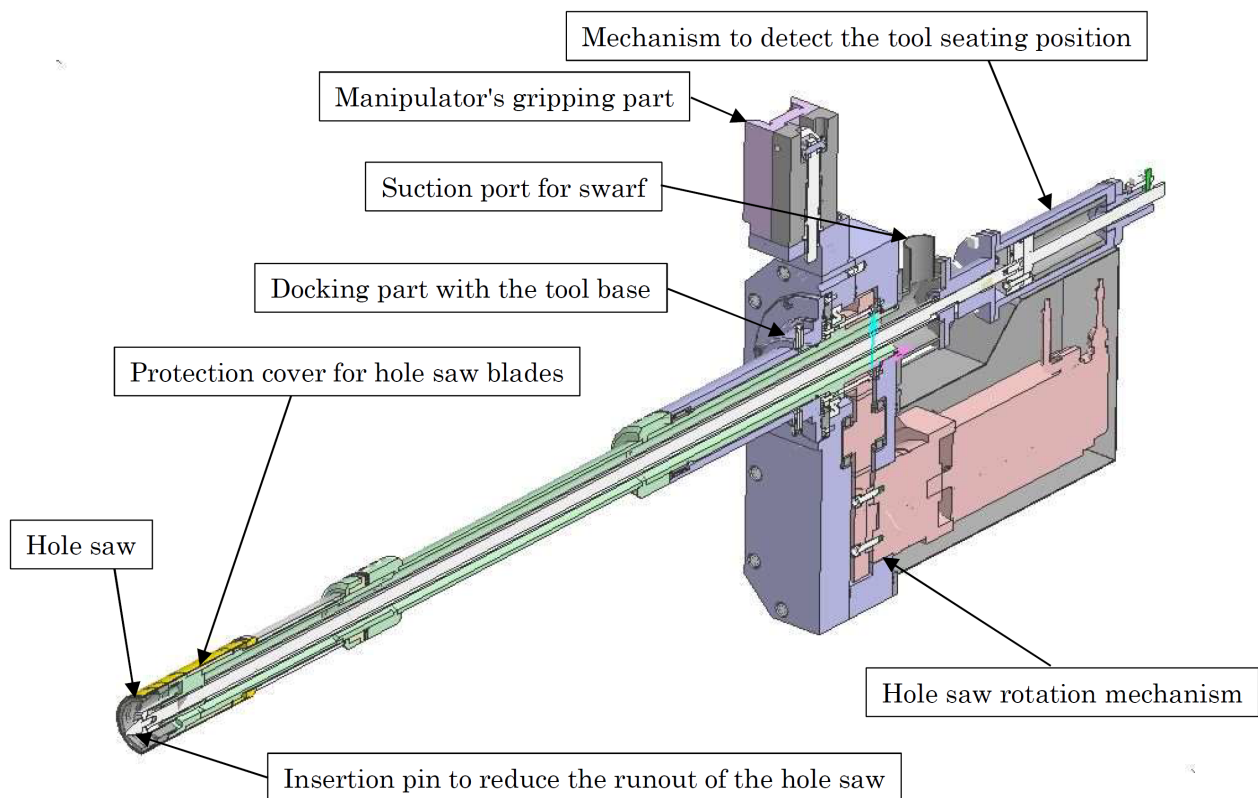


図 35 FW cap cutting tool の構造図

8.8.7 SB flow separator cutting tool

以下に SB フローセパレータ切断ツール (SB flow separator cutting tool, FS CT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FS と SB の接続部を切断する。
- (b) Cap 切断時の切粉を回収する。

(2) 構成(案)

- (a) 軸合わせ構造
 - ・ FS 配管内径側を利用する。
 - ・ 軸合わせ構造はカッター刃と独立させ、回転に追従しないこと。
- (b) カッター刃駆動機構
 - ・ カッター刃固定部
 - ・ カッター刃送り機構 (TB の昇降軸を利用するか、別途駆動軸を設けること)
- (c) ツール回転駆動機構
- (d) 切粉回収経路
- (e) バキュームクリーナーのホースとのインターフェース
- (f) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)
- (g) TB/TSR 固定用インターフェース

(3) 機能仕様

- (a) FS CT はプラズマ側からアクセスし、FS と SB の接続部を切断すること。
- (b) FS CT の先端に芯合わせシャフトを具備し、ツールと FS の軸を合わせた状態で切断を行う。
- (c) FS CT は切断中に発生する切粉を回収すること。
 - ・ ツール内部に切粉回収経路を設けること。
 - ・ バキュームクリーナーのホースとのインターフェースを具備すること。
 - ・ スイベルジョイントなどにより切断による回転部とホース接続部の縁切りを行い、切断作業中にホースが絡まらない対策を行うこと。
- (d) FS CT はツールの着座状態を遠隔で監視すること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
切断方法	ホールソー	
ホールソー刃の切断径	① $\phi 73 \text{ mm}$ (SB 交換時) ② $\phi 76 \text{ mm}$ (1 回目の SB 交換に失敗した場合。TBD)	FW. RD28
切断する FS-SB の材質	SUS316L	FW. RD28
切断する FS-SB の肉厚	2.5 mm	FW IS?
切粉回収率の目標値	90%以上	FW IS
ホールソー刃回転トルク×速度	$\geq 50 \text{ Nm} \times 150 \text{ rpm}$ (暫定)	Cap 切断の仕様を仮定 RD 15
ホールソー刃推力×速度	$\geq 700 \text{ N} \times 20 \text{ m/min}$ (暫定)	同上

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) 特になし

8.8.8 SB Coaxial connector cutting tool

以下に SB コアキシャルコネクタ切断ツール (SB Coaxial connector welding tool, CC CT) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) CC と SB の接続部を内側から切断する。

(2) 構成(案)(構成図：図 34)

(a) 軸合わせ駆動機構

- ・パッド構造
- ・パッド拡張機構

(b) カッター刃駆動機構

- ・カッター刃固定部
- ・カッター刃送り機構

(c) ツール回転駆動機構

(d) TMNP 用把持インターフェース (把持ブロック)

(e) TB/TSR 固定用インターフェース

(3) 機能仕様

- (a) CC CT はプラズマ側からアクセスし、CC と SB の接続部を内側から切断すること。
- (b) CC CT は $\phi 70 \sim 76$ mm の SB 開口部を通り、内径 $\phi 100$ mm の CC 配管を切断できること。
- ・カッター刃の送り量が Pipe CT より多くなる点を考慮すること。
 - ・ツールと CC の軸合わせには、CC inner pipe も利用可能。
- (c) CC CT は配管の溶接/再切断に対応可能とする。
- ・溶接ビード幅を 6mm と仮定し、溶接ビードにカッターが接触しなければ切断/再溶接可能として良い。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
切断方式	スウェージカッター	
対象配管	内径 $\phi 100$ mm 板厚 2.5mm SUS316L 配管	SB. RD24
アクセスホール内径 (SB 開口部)	$\phi 70 \sim 76$ mm	FW. RD28
カッター刃押し付け推力	6.7 kN (TBD)	Pipe 切断の仕様を仮定 RD16
ツール回転トルク	30.1 Nm (TBD)	RD16

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)

ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)

(6) 補足情報(参考図書含む)

(a) RD54 Figure 9.10-26 に CC CT の概念図が記載されている (図 36)。

- ・ くさび角および摩擦係数の関係について IO 村上氏のメモがある。

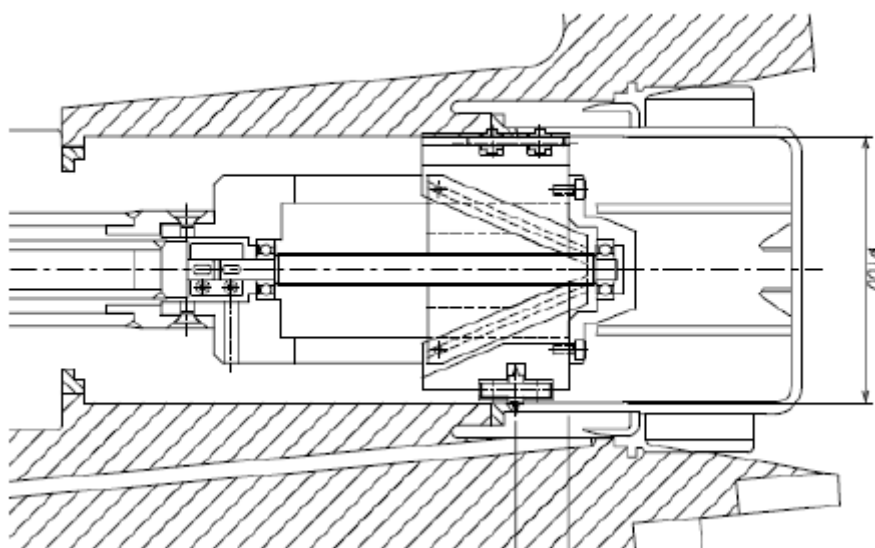


図 36 CC CT 概念図

8.9 外観検査ツールの機能仕様

8.9.1 外観検査ツールの共通仕様

以下に FW 観察ツール (FW visual inspection tool, VT tool) の機能仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) FW 配管の溶接前及び溶接後の配管接続部の検査を行う
- (b) 溶接中の検査が可能であると望ましいが必須ではない。

(2) 構成(案) : 図 37、図 38

- (a) 先端光学系
- (b) 中継レンズユニット
- (c) カメラ接続部

(3) 機能仕様

- (a) 配管開先溶接部のギャップを観察し、0.1mm 以下か否か識別できること。
- (b) 材料
 - ・ 10.2 項及び RD6 を参照

- (c) DMNP で把持されるための取り付け構造を持たせる。
- (d) 開先合わせツール（配管溶接ツール）との取り付け構造を持たせ、開先合わせ/溶接の観察を行う。本ツールは溶接トーチに統合して使用するものとする（暫定）。
- (e) 放射線管理区域外に置いたカメラの制御器と真空容器内の耐放射線性カメラをケーブルで接続し、カメラから内視鏡を延ばす構成とする（図 37）。
- (f) 耐放射線性カメラは Mirion 社の R93 とする（以下撮像管部分について示す）。但し、耐放性 CMOS カメラを検討している。
- ・ タイプ：撮像管 2/3 inch (Calnicon)
 - ・ 撮像管サイズ：φ18×L100 mm
 - ・ 感光部サイズ：φ11mm（映像化領域は、φ11mm 全域からφ11mm に内接する 4:3 の長方形領域までコントローラで調節可能）
 - ・ 解像度：650TV 本
 - ・ 受光感度：情報なし（白色光を仮定する）
 - ・ F 値：9mm(標準)/6mm, 25mm (option)から選定すること。
 - ・ 必要最低照度：16Lx
 - ・ 取合い：C マウント

(g) 追而記載

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
観察範囲	φ6 mm 以上	
解像度	0.1mm 以下	
追而記載		

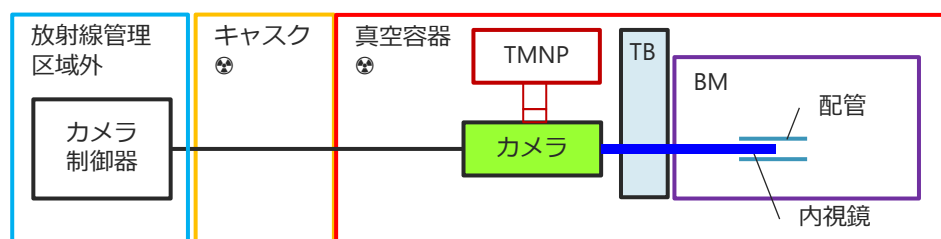


図 37 配管観察ツールの機器構成案

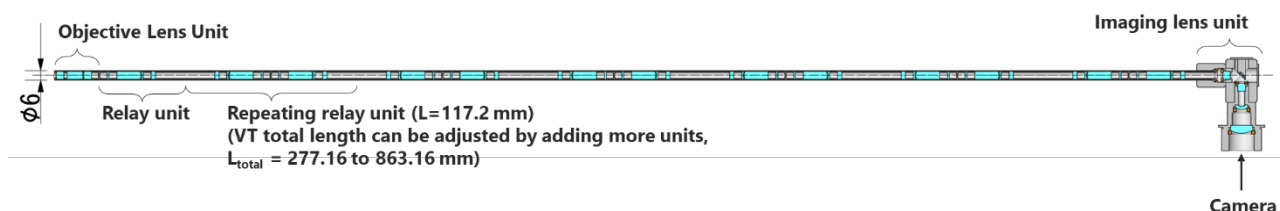


図 38 内視鏡構造図

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)
他ツールとの取合い	取合い方法：TBD 対象：各種 WT、各種 CT、Pipe AT (TBD)

(6) 補足情報

- (a) JADA-23163-04DE3001_ITER 第一壁保守用耐放射線性内視鏡の予備検討 報告書：RD50
- (b) JADA-23163-04MR3001_ITER 遠隔保守機器の耐放射線性評価試験用ボアスコープの製作：RD51

8.9.2 VT ツールの対象箇所及び取合い

VT ツールによる以下に示す箇所を対象とする。

- (1) 対象箇所：3.4 項参照
- (2) ツールに統合する場合のインターフェース
 - (a) TBD。
 - ・ VT ツールをツール内部に VT/内視鏡を挿入するスペース（ $\phi 6$ ）が必要。
 - ・ ツール後端及び VT/内視鏡に取合い構造を具備する。

8.10 ハンドリングツールの機能仕様

8.10.1 ハンドリングツールの共通仕様

落下防止に関する要求など、追而記載

8.10.2 FW Cap handling tool

以下に FW 配管蓋把持ツール（FW Cap handling tool, Cap HT）の機能仕様を示す。

- (1) 目的(概念)
 - (a) 第一壁の蓋を Tool Storage Rack から把持し、第一壁の配管に設置する。
 - (b) 第一壁の配管への設置時にはネジで固定する
- (2) 構成(案)
 - (a) 未定
- (3) 機能仕様
 - (a) ツールには配管蓋（適用図書[FW.RD8]）の把持＋落下防止機能を具備すること。把持構造はPassive holding systemを適用する（図 39（暫定）。ITER 機構で検討中）。
 - ・ 構造：把持ツール側のレンチ先端に Sleeve を呼ばれるフックを設け、蓋のソケットに Sleeve と取り合う溝を設ける。レンチを蓋のソケットに挿入すると Sleeve が溝に引っ

掛かり、蓋がレンチに固定される。

- ・ 挿抜に必要な力：120～160 N とする (IO 提示による)。
 - ・ 蓋をキャップサポートに締結するトルク：10 Nm (TBD)
 - ・ 蓋の寸法は必要に応じて見直し可とする。
- (b) 配管蓋と蓋固定部（キャップサポート部）はねじ締結により仮固定されている。ねじを締結するための駆動機構（回転と並進）を持たせること。締結に必要なトルクは 10 Nm とする。
- (c) 蓋の把持、固定状態を判定する機能を持たせること。

(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
落下防止機構の挿抜に必要な力	120～160 N	
キャップサポートへの固定時の締結トルク	10 Nm	

(5) 取合い

項目	仕様
TMNP による把持及び移動に関する取合い	RH generic gripping interface (8.3.1.2 項参照)
ホットセル取合い	アイボルトなどの吊り構造、ボルト固定用の穴 (8.3.6 項)
TB 固定取合い	TBD (8.3.4 項)
他ツールとの取合い	取合い方法：TBD 対象：各種 WT、各種 CT、Pipe AT (TBD)， 但し独立 VT ツールとする可能性がある。

(6) 補足情報(参考図書含む)

- (a) 特になし

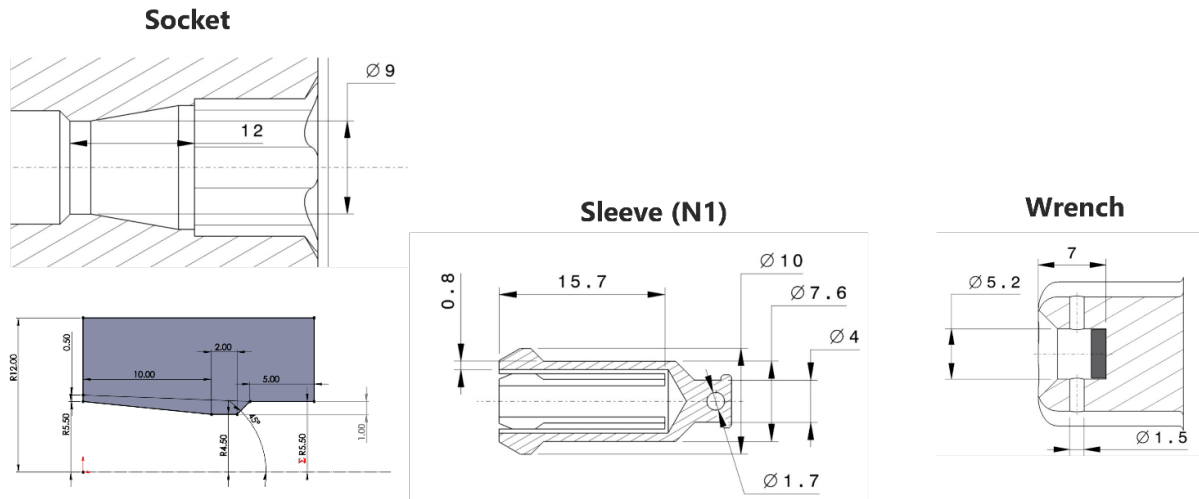


図 39 Passive holding system

9 マニピュレータ群の仕様

9.1 Tool Manipulator

以下に TMNP の仕様を示す。

- (1) 目的(概念)
 - (a) 双腕マニピュレータにより、軽量ツール等のハンドリングを行う。
 - (b) TMNP は VM にツールチェンジャ取合いを介して接続される。
- (2) 構成
 - (a) 胴体部および 2 本のアームを有する
 - (b) 胴体部のツールチェンジャ取合いにより VM 先端に接続される(3.7 項を参照))
- (3) 機能仕様
 - (a) すべての FW 表面にアクセス可能であること。
 - (b) 炉内のツールハンドリングを実施できること。作業はピックアンドプレースを基本とする。
 - (c) TMNP のカメラにより、自身の作業を監視できること。
 - (d) 単一の電気故障に対し真空容器外への撤収が可能であること。自力復旧が可能であることが望ましいが、VMNP など他の系統構成機器による撤収は。
 - (e) MTPP 上に搭載可能であること（取合い追而決定）
- (4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
駆動機構	電気式	
制御方式	位置制御ベースのカフ ィードバック制御	
位置センサ	レゾルバによる。但し センサレスも可とす	

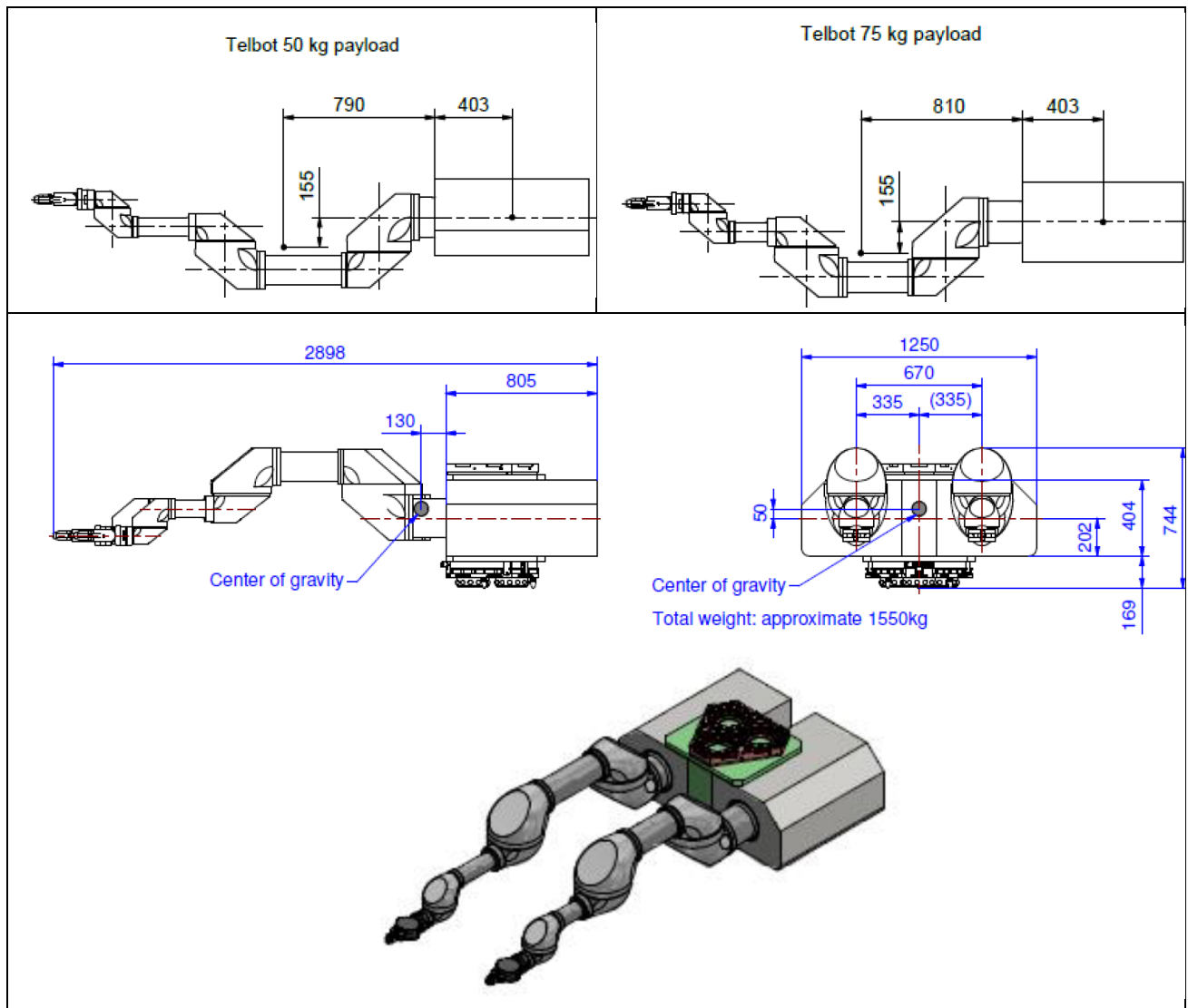
	る。	
力覚検出	モータ負荷電流または 力センサ	
材質	アルミニウム及びステ ンレス鋼	
耐放射線性	2MGy	
操作デバイス	Haption, CUI およびジ ョイスティック制御	
繰り返し位置決め精度	+/- 0.2mm	
可搬重量 [kg]	Arm 1 : 50 Arm 2 : 75	
リストトルク	重心 オフ セ ャ ッ ト が 100mm において 40kg	
アーム長、重心位置	表 5	
自由度	6 軸 + グリ ッ プ	
グリッパ寸法、モーメント	適用図書 RD20 参照	
グリッパ把持力 [N]	800 (TBC)	
各軸可動範囲	全 FW にアクセス可能で あれば問わないが、無 限回転であることが望 ましい。	

(5) 補足

(a) TELBOT をマニピュレータアームとして採用した場合の概念設計を RD45 に示す。

表 5 TMNP 寸法図

Arm 1 (50 kg 可搬)	Arm 2 (75 kg 可搬)
Dimension	Dimension
Center of gravity	Center of gravity



9.2 Dexterous Manipulator

以下に DMNP の仕様を示す。

(1) 目的(概念)

- (a) ツールユーティリティケーブル及びコネクタのハンドリング、カメラによる炉内監視、レスキュー作業および TMNP の補助を行う。
- (b) DMNP は RH ポート下部から真空容器内に展開する。

(2) 構成(案)

- (a) RFA の先端に付いたパンチルトメカニズムにマニピュレータを接続する (3.7 項を参照)

(3) 機能仕様

- (a) すべての FW 表面にアクセス可能であること。4 つの RH ポートから導入可能であることを前提とする。ただしアーム長は作業性が確保される範囲で長い方が望ましい。
- (b) 炉内で行う軽量物ハンドリング作業を実施できること。作業はピックアッププレースを基本とする。

- (c) DMNP のカメラにより、自身の作業を監視できること。
- (d) 単一の電気故障に対し真空容器外への撤収が可能であること。自力復旧が可能であることは望ましいが、VMNP など他の系統構成機器により撤収を行ってよい。

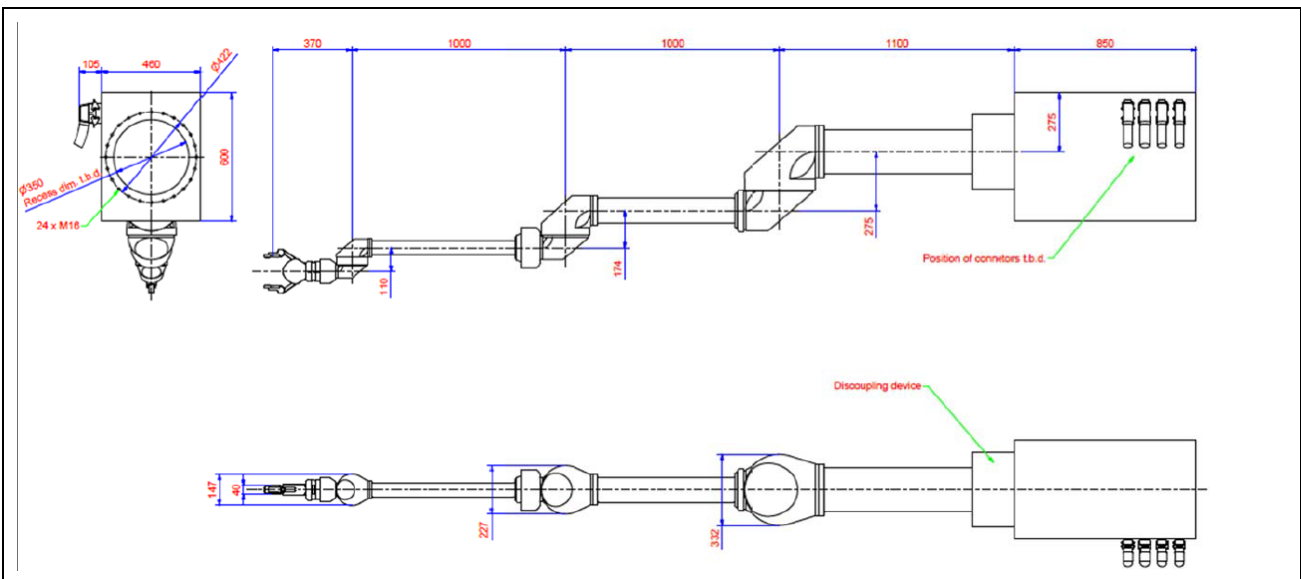
(4) 仕様諸元表

項目	仕様	出典(根拠)
駆動機構	電気式	
制御方式	位置制御ベースのフィードバック制御	
位置センサ	レゾルバによる。但しセンサレスも可とする。	
力覚検出	モータ負荷電流または力センサ	
材質	アルミニウム及びステンレス鋼	
耐放射線性	2MGy	
操作デバイス	Haption, CUI およびジョイスティック制御	
繰り返し位置決め精度	+/- 0.2mm	
可搬重量	40kg	
リストトルク	重心オフセットが100mm において 30kg	
アーム長	表 6、図 40	
重心位置、グリップ寸法	図 41	
グリップ把持力 [N]	800	
自由度	7 軸+グリップ	
各軸可動範囲	全FWにアクセス可能であれば問わないが、無限回転であることが望ましい。	

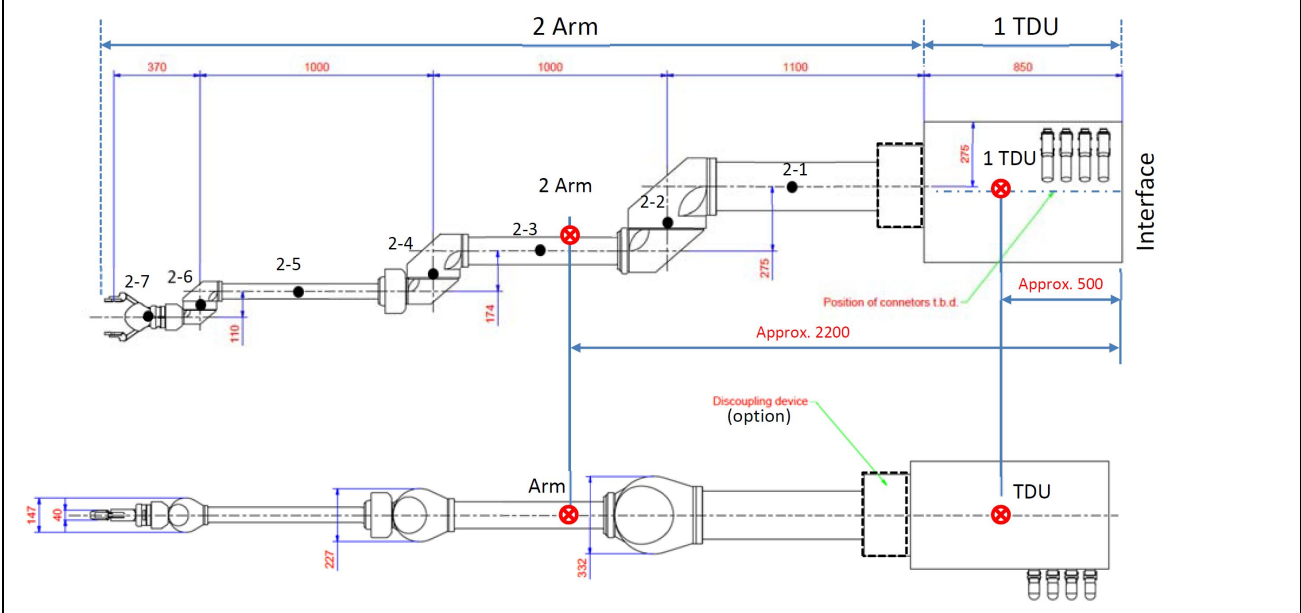
(5) 補足情報

- (a) TELBOT をマニピュレータアームとして採用した場合の概念設計を RD20 に示す

表 6 DMNP 寸法図



Center of gravity



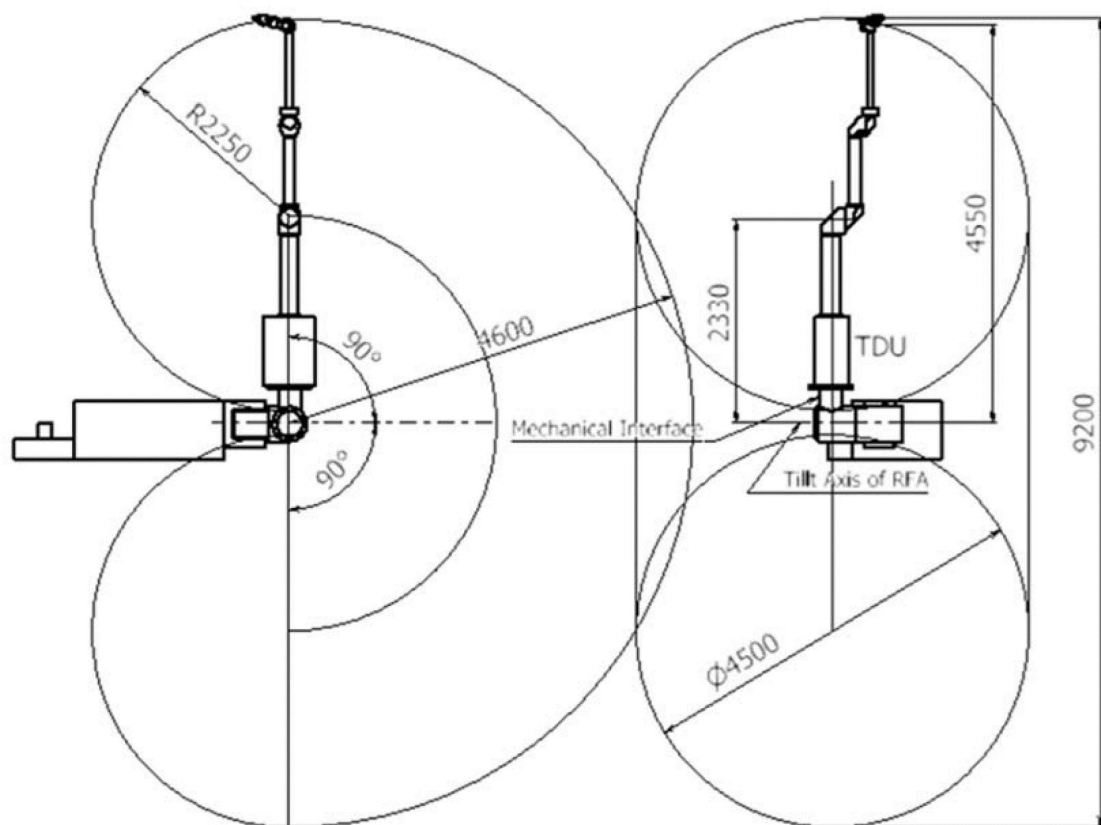


図 40 DMNP 動作範囲図

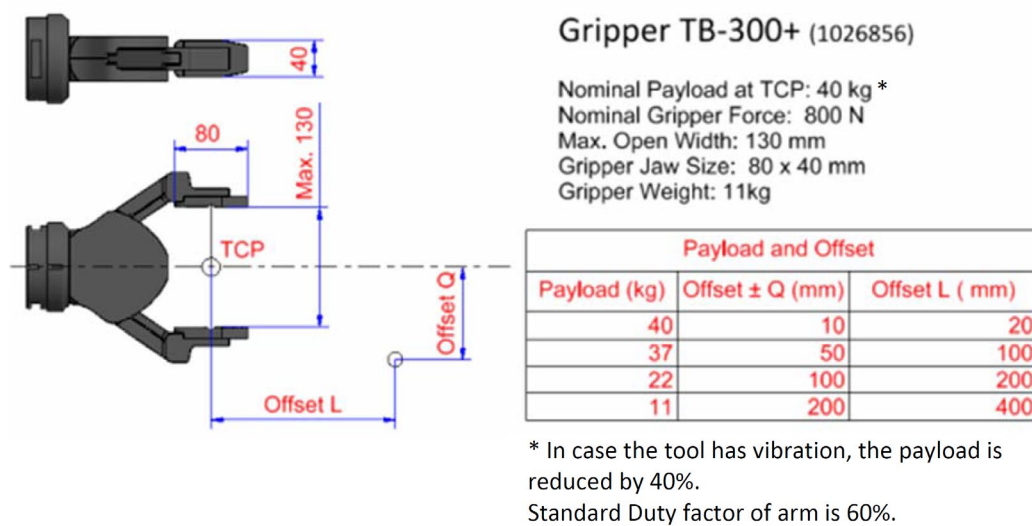


図 41 DMNP gripper (TELBOT TB-300+)

10 BRHS の系統要求

BRHS の一般的要求事項については、2.1.6 項に示す適用図書 1.6 を参照すること。参考として以下にその抄訳を示すが、適用図書を正とすること。

10.1.1 設計要求仕様

(1) ブランケット保守プロセス

背景情報として、ブランケットモジュールは最大 1 トンの第一壁 (FW)、最大 4 トンの遮蔽ブロック (SB) の 2 つの構成要素に分割される。FW の交換は、Be 装甲浸食のため、ITER の運転開始おおよそ 10 年後と予測される。

FW のいくつかの構成部品は、故障等の要因で、より頻繁に交換する可能性があるが、これは定期交換ではない。BRHS は、FW 交換作業の遠隔保守 (RH) 等級 1 の構成要素に定義される ITER 管理プロセス全てに従って、設計し開発されるものとする。RH 等級は ITER ライフサイクルにおける交換事象発生確率により定められる分類であり、等級 1 の確率が最も高い。BRHS は、RH 互換性評価要領に従って、各作業が以下の RH 等級に該当するとして開発されるものとする。

(a) RH 等級 1 FW 交換作業

(b) RH 等級 2 SB 及び NBDL タイルの交換作業

交換されたモジュールはホットセルに搬送され、修理や廃棄されるものとする。

(2) アクセス

BRHS は、RH ポートの赤道部分を通して真空容器内に搬出入されるものとする。BRHS は、RH 搬送キャスクにて搬送可能なユニット内での組立もしくは部品の組み立てが可能であるものとする。BRHS は真空容器内で全てのブランケットモジュールに到達可能であるものとする。

10.1.1.1 システム仕様要求

BRHS 及びツール類は、量研機構が指定した仕様の耐放射線性構成要素（モータ、センサ、潤滑剤、ケーブル）から構成される。

10.1.1.2 構造要求条件

構造材料の許容応力は以下の設計規則に従って定めるものとする。

- (1) カテゴリー 1 の事象：BRHS に関連する EN 13001-2:2014 に定義される「定期的な」及び「不定期的な」荷重に関連する設計規則を適用する。
- (2) カテゴリー 2 の事象：BRHS に関係する EN 13001-2:2014 に定義される「例外的な」荷重に関連する設計規則を適用する。
- (3) カテゴリー 3 及び 4 の事象：ITER_D_3G3SYJ に定義される Service Level D に関連する設計規則を適用する。

購買品（モーター、ギアボックス及びベアリング等）には、工業規格 (e. g. カタログにおける設計基準) に従って設計限界を設定するものとする。

10.1.1.3 機構に関する要求条件

荷重条件は、「Blanket Remote Handling System- Load Specification」(適用図書 1.3) に定義し、設計仕様として用いるものとする。

ブランケットモジュールの可搬重量は、4.0 トンまでとする。

10.1.1.4 地震に関する要求条件

BRHS の設計過程は、設計地震動(SL-1)に対する結果の荷重値を考慮に入れるものとする。BRHS の設計過程には、歴史的最大地震動(SMHV)及び限界地震動(SL-2)の最中に結果として起こる潜在的な損傷/システムの不具合を含むものとする。そのような耐震事象の結果は、ミサイル効果（部品の脱落を伴わない、地震時の振動による接触は含まない）をもたらすことはないものであり、PIC 機器（SIC 機器）の安全機能遂行を阻んではならないものとする。BRHS は、たとえ真空容器からの除去がその装置の一部又は全体の破壊をもたらすものであっても、信頼できる方法による真空容器からの除去が SMHV または SL-2 によって不可能になってはならないものとする。

10.1.1.5 電気品に対する要求条件

BRHS は、BRHS のシステム制御装置を通して電力供給される。

BRHS は、いかなる運転段階においても瞬間電力供給が 100 kVA を超えてはならない。BRHS は、ITER 低圧等級 4 の通常荷電源から供給を受けるものとする。無停電電源に関する BRHS からの要求事項は、BRHS 自身によって満たされるものとする。電気機器は全て適切な EU 基準もしくは同等の基準（本契約では適切な EU 基準・規格（EU Standard(EMC) 2004/108/EC など）もしくは JIS 規格）に従う。

10.1.1.6 アース・絶縁に関する要求条件

BRHS 制御装置は、EDH Part 5 Earthing and Lightning Protection（適用図書 2.7）に示されるように設置・絶縁要求事項に従うものとする。センサ信号は、個別に電磁遮蔽されたツイストペアケーブル及びケーブル全体として電磁遮蔽されるものとする。電力配線は電磁遮蔽するものとする。電磁遮蔽体は制御キュービクル部にのみ接地するものとする。信号及び電動配線はできる限り別々に離しておくものとする。信号ケーブルにおいて接続していない遮蔽体は地面から絶縁するものとする。遮蔽が共通のもの、もしくは保護する芯から分離されている場合には、保護されていない部分の長さは、ノイズピックアップを最小限にするためにできるだけ短くしなければならない。

10.1.1.7 計装制御に関する要求条件

BRHS は、システム装置及びツール類を遠隔制御するため、制御計装（I&C）キュービクルによって制御される。制御計装（I&C）キュービクルは ITER インフラと統合するものとし、特定の保守タスクを遂行するための上位系運転機能を提供するものとする。

制御計装（I&C）キュービクルは、特定の運転及び試験シナリオを支持するために必要な数量が提供されるものとする。制御計装ハードウェア及びソフトウェアは、Remote Handling Control System Design Handbook（遠隔保守制御システム設計ハンドブック）（適用図書 2.10）によって定められたガイドライン及び基準を順守するものとする。

BRHS の制御計装（I&C）装置は以下の基本運転モードを提供する。

- ・ I&C 装置はオペレータ監視下での自動オペレーションシーケンスを実行する機能性を提供する。
- ・ I&C 装置は、適切な入力機器を用いて作動について直接オペレータ制御の機能を提供する。

I&C 装置は、運転指令が正確に実行され、予想可能な環境及び機器の逸脱に対してロバストであることを保証するためにクローズドループ運転制御を提供する。I&C 装置は、運転中機器性能が正常な範囲内になるかどうかを継続的に監視する機能を含むものとする。BRHS は、停電後も再校正の必要無く電源投入が可能なものとする。

ブランケットモジュール (BM) の位置決めにおいて最も厳しい箇所は、真空容器に取り付けられたポロイダルキーと、それに対応した BM の切り欠き部分とのはめあいである。これらの部品のギャップは、プラズマディスラプション及びハロー電流によって起こる電磁力を支持するために $\pm 0.25\text{mm}$ 以内であることが要求される。BM は、キー挿入の前にトロイダル、ポロイダル及び放射位置に対し誤差 $\pm 5\text{mm}$ 未満になるよう、遠隔保守装置及び目標位置の間の相対的位置測定によって位置決めするものとする。エンドエフェクタ及び目標位置の間の相対的角度誤差は、トロイダル・ポロイダル軸周りの回転で ± 5 度未満、放射方向の回転で ± 1 度未満とする。遠隔による計測は非接触センサを用いて粗位置決めを行い、小さな溝などのガイド構造を用いて詳細位置決めを行うものとする。BM の誤差 $\pm 0.25\text{mm}$ 以内の正確な最終位置決めは、これらのガイドを用いて達成するものとする。BM は最終的にボルト締結力によって位置決めされるものとする。冷却配管接続及び電気ストラップ支持は、最終的にボルト締結動作によって位置決めするものとする。

10.1.1.8 計算機ハードウェア及びソフトウェアに関する要求条件

BRHS には、遠隔操作制御室から遠隔操作をして必要な保守作業を遂行するのに必要なオペレータインターフェース (ハードウェア及びソフトウェア) を供給するものとする。オペレータインターフェース (ハードウェア及びソフトウェア) は、Remote Handling Control System Design Handbook (遠隔操作制御システム設計ハンドブック) (適用図書 2.10) に決められたガイドライン及び基準を考慮するものとする。

マニピュレータ機器を用いての BM の取り外し及び取り付け及び支持装置 (ツール類、表示、搬送装置) の操作は、遠隔保守制御システム設計ハンドブックに定義される遠隔保守制御室から遂行されるものとする。ブランケット遠隔保守オペレータインターフェースは、SRD-23-01 (Blanket Remote Handling System) from D00RS (遠隔保守制御システム基準要求事項) (適用図書 2.1.6) を満たすものとする。

10.1.1.9 空調に関する要求条件

真空容器外の BRHS の機械的構成要素もしくは機器類及び制御装置は、温度範囲 12°C から 35°C 及び最大相対湿度 70% の空気条件下で運転するよう設計するものとする。

10.1.1.10 真空に関する要求条件

真空容器内 RH システムの建設に関連する材料は、真空品質清浄状態に適合したものとする。しかし、BRHS については、VQC (真空品質クラス) は N/A とする。

潜在的に剥がれる可能性のある塗料もしくは表面コーティングは、許容しないものとする。アルミニウム合金の構成要素は、陽極酸化処理するものとする。

ギアボックス及び内部ベアリング組立は適切な潤滑剤で潤滑してもよいが、グリースの二重閉じ

込めを実施するものとする。油は使用しないものとする。それができない場合、或いは、潤滑剤の喪失をもたらす構成要素の損傷の可能性がある場合には、二硫化モリブデン等のドライ潤滑を使用するものとする。

10.1.1.11 温度管理に関する要求条件

BRHS の設計環境温度は以下とする。

- (1) 機構装置：20℃～50℃

ただし、BM に接する部分は最大 80℃とする。

相対湿度：25% (at 35℃)

- (2) 制御装置：10℃～30℃

Remote Handling Control System Design Handbook (適用図書 2.10) の Cubicle Room 条件による。

遠隔操作システムの制御装置は、温度が設計許容値を超えないような温度管理のため、強制空冷を用いることとする。

個々の制御計装キュービクルは、過加熱を監視することができるように温度測定装置を有するものとする。個々の制御計装盤は、もしキュービクル温度が設計許容値を超えたときにはシャットダウンすること。溶接/切削ツールはオペレーションに必要な水、或いはガスによる冷却装置を具備すること。

直接接触温度が 60℃を超える遠隔装置システム及びツール類は、作業者に対する温度的な危険を回避する手段を行うこと。

保管条件 (from SRD 62-21 Hot Cell Facility Building (ITER_D_2FQHX7 v2.2))

In rooms where there is no human occupation the temperature shall be maintained in the range 12°C to 35°C with relative humidity below 60% [6221s895] (human access area: 22°C + 5°C and relative humidity below 55%).

10.1.1.12 電磁気に関する要求条件

全ての電気機器は、電磁適合性に関する EU 規格に従うものとする。

10.1.1.13 放射線遮蔽に関する要求条件

要求事項無し。

10.1.1.14 化学物質に関する要求条件

要求事項無し。

10.1.1.15 材料に関する要求条件

材料は真空容器環境に適応可能であるものとし、容器内汚染を引き起こさないものとする。材料の選択は、トリチウムの摂取の軽減及び除染の容易性を考慮するものとする。

ハロゲン化した材料（例えば絶縁体）は、トリチウム除去システムの及ぶ区域内では禁止するものとする。例外については、ITER 機構のトリチウムシステム担当責任者及び安全担当責任者が承認しなければならない。

10.1.1.16 製造に関する要求条件

MIPs（製作検査計画書）及び関連する製作、検査、品質要領は、「ITER 品質計画書」の要求に適合した製作受注者の品質計画書を遵守するものとする。

製作品の品質を制御するために重要で、かつ特殊な工程を含む重大な品質管理活動及び品質が製作手順、作業者の技量、もしくは両方に大きく依存する重大な品質管理活動については、「製作検査計画書の作成及び実施」に対する要求事項に従った MIPs（製作検査計画書）に記録するものとする。溶接手順要領及び溶接機は、製作受注者の社内で承認された QA プログラムに沿った適切な基準に従うものであること。

10.1.1.17 建設に関する要求条件

要求事項無し。

10.1.1.18 組立に関する要求条件

現地組立方法については、製作設計レビューまでに決定し、量研機構を通じて ITER 機構の承認を得るものとする。

10.1.1.19 据付設置に関する要求条件

BRHS は RH Test Stand 及びホットセル区域内で、クレーン或いはパレット操作が可能なような備えがあること。搬送キャスクでの BRHS の統合に向けて、その作業要領は MRR に先立って承認されるものとする。BRHS は、統合試運転の開始に先立ち、搬送キャスクに統合するものとする。

BRHS は、システムインターフェースに定義されているように、ITER インフラ（RH 制御室、キュービクル室、電力、ケーブルトレイ、通信ネットワーク）と統合するよう設計するものとする。ITER サイトにおける支持物、モックアップ及びキュービクルの設置の要領書は製作設計レビューまでに量研機構を通じて ITER 機構の承認を得るものとする。また、その要領書は、必要かつ特別な予防措置を取るいかなる特定の保守機器及びツールをリストに含むものとする。

10.1.1.20 試験検査に関する要求条件

レビュー、検査及び保守への詳細な要求事項は、設計の進展中発展させるものとする。サイト受容試験（SAT）への要求事項は、工場試験（FAT）の結果を考慮に入れて更新するものとする。Blanket RH System Safety Protection Requirements（ブランケット遠隔保守システム（PBS 2301）に対する安全保護要求）適用図書 2.17）、Blanket RH System Investment Protection Requirements（財産保護要求）（適用図書 2.18）に定義されるハザード回避及び低減アクションは、試験検査計画に統合され、それぞれ異なる段階の試験検査にも反映されるものとする。

10.1.1.21 廃棄に関する要求条件

廃棄に関する要領書は、廃棄物の材料トレースおよび、被曝・部品の汚染歴を含めて作成されるものとする。

10.1.1.22 その他

要求事項無し。

10.1.2 安全要求

10.1.2.1 安全設計基準

BRHS は ITER 機構(以下「IO」という。)によって原子力安全関連機器 (Safety Relevant for nuclear safety, SR) として区分される。労働安全リスクは、システム設計において考慮に入れるものとする。

BRHS は、初期ハザード解析の結果として同定された、Blanket RH System Safety Protection Requirements (PBS 2301 のための安全保護要求に記録する安全保護要求事項)(適用図書 2.17)を満たすように設計されるものとする。ハザード解析の結果としての安全保護対策は設計に取り入れるものとする。

BRHS は、運転、故意でない作動、不具合もしくは損傷によりミサイル効果にならないこと及び安全重要等級 (PIC)の装置の安全機能を阻害しないようにすること。

10.1.2.2 安全性限界

BRHS の設計段階において見出されたいかなる安全性限界は製作設計において全て同定するものとする。

10.1.2.3 監視に関する要求条件

BRHS 設計のいかなる安全関連構成要素も、IO 要求事項に従って製作状況が監視されるものとする。

10.1.2.4 安全系に係る計装

BRHS の安全関連の計装は、IO 要求事項に従って設計に反映されるものとする。

10.1.2.5 安全系に係る試験検査

安全関連構成要素が要求通りに機能することを保証する試験検査を実施すること。

10.1.2.6 労働安全

BRHS は、初期危険解析の結果として同定され、かつ PBS2301 に対する安全保護要求事項に記載される労働安全/通常安全の安全保護要求事項を満足するものとする。

10.1.2.7 安全系の信頼性要求

BRHS は、PIC 機器である真空容器やキャスクがその安全機能果たす際に阻害しないものとする。

10.1.2.8 その他の安全要求

要求事項無し。

10.1.3 オペレーション及びメンテナンスに関する要求条件

10.1.3.1 オペレーション

(1) オペレーション条件

BRHS は Blanket Remote Handling System- Load Specification (ブランケット遠隔保守システム荷重仕様書) (適用図書 1.3) で定義するカテゴリ I または II の事象が起こっていても、運転が要求され、また関連する環境条件に適するよう設計するものとする。BRHS は、ブランケット遠隔保守の期間中、絶対気圧 1 バールの下で運転するものとする。

BRHS はブランケット遠隔保守の期間中、1 mT までの残留磁場環境で運転するものとする。

(2) メイン制御室の要求事項

BRHS は遠隔保守制御室から運転するものとする。BRHS は、主制御室から監視し調整するものとする総合的な遠隔保守システムの一部を構成する。

10.1.3.2 保守

BRHS の保守要求事項は、プロジェクト要求事項及び IRMS ライフサイクル管理要領に定義されるように ITER 保守運転シナリオを順守するものとする。BRHS は、日常点検を不要とする設計にするものとする。

所定の必要な保守は、440 個の FW を最大 24 か月で実施できることを RAMI 解析によって示すこと。所定の保守は、定期点検や作業前点検による小規模な調整、較正、構成要素 (部品) の交換を含む。

短期保守は ALARA アプローチを考慮に入れるものとする。

BRHS の長期保守は、大規模な交換、総点検/改修、装置の修理、機能改善に必要なものである。BM 定期交換期間中に必要な BRHS 長期保守は、ITER 機器有効性要求事項を満たすものとする。

ブランケット遠隔保守は ITER 長期保守フェーズの開始時に利用可能でなければならない。長期保守要求事項リストは、製作設計レビューまでに RAMI 解析により定義し、それらの要求事項は、正当化されるものとする。長期保守要領は FAT の期間中に明らかにするものとする。

10.1.3.3 保守計画

包括的保守計画書は詳細設計の期間中に検討し、最終設計レビューにまでに実機製作の受注者が量研機構を通じて IO の承認を受けるものとする。

保守計画書には必要な保守運転の本質 (予防手段もしくは是正処置)、頻度、推定持続時間、運転者に必要な資格、特殊ツール、保守運転後の装置の再認定に必要な試験を含むものとする。

保守要領は BRHS に必要とされる調整運転及び較正運転用に作成するものとする。

保守計画は、部品/構成要素の予想される信頼性、放射線を含む周辺条件、運転持続時間、BRHS の必要なライフサイクルを考慮に入れて、保守評価の結果に基づくものとする。

定期交換を必要とする部品は、予防保全要領の対象とする。他の部品は是正保守要領の対象とする。

保守要領は全て、FAT もしくは SAT の期間中にシミュレートした作業条件において承認されるものとする。

保守計画は、所要ライフサイクルにわたり BRHS の持続運転を保証するのに必要な予備部品のリストを含むものとする。

予備部品（構成要素）のリストは、使用可能性要求事項と一致するものとする。

440 個のモジュール交換を実施するための十分な耐放性がない部品は、迅速な交換のためにスケジュール（最大 24 か月）を考慮した設計となるようにする。また、そのためには ALARA アプローチを考慮に入れるものとする。

保守計画はプロジェクト ALARA 計画書及び遠隔保守線量において、プロジェクト ALARA と一致するものとする。

保守に対する要求事項は、最終設計の「保守評価」を通して定義し、保守計画に記載し、量研機構を通じて IO が確認するものとする。

保守運転後の再認定試験に必要な要求事項は、Review, Inspection & Test Requirements for PBS 23-01 (ITER_D_3PEMNF) (適用図書 2. 20) に定義される。

詳細な装置再認証の要求事項は、保守運転機能の一つの機能として、保守計画の一部として検討される。

遠隔保守システム及びツール類は、構成要素の交換作業の計画を最適化するために、受けた線量を測定する機器及び技術を含む。

汚染された遠隔保守システムの直接保守は、保健物理学上の提案に従って実施されるものとする。必要ならば、圧縮スーツの使用によるベリリウム及びトリチウムリスクの軽減を含む。

(1) スペア

必要な予備部品は、RAMI 解析及び信頼性目標に準拠して保守評価及び保守計画とともに特定されるものとする。

(2) 保守手順

遠隔運転、遠隔レスキュー、遠隔除染、検査、保守及び再承認に必要な要領は、最終設計レビューに先立って作成され、量研機構を通じて IO により承認されるものとする。この要領は FAT 及び SAT における認定試験の対象とする。この要領は、BRHS 運転用に提供されるものとする。

(3) 保守訓練

BRHS の保守従事者は、安全かつ効率的なブランクett遠隔保守機器の保守要領に基づき訓練され、資格を得ているものとする。訓練計画は最終設計レビューまでに定義し、量研機構を通じて IO の承認を受けるものとする。

(4) 特殊ツール及び試験装置

現地にて BRHS の保守に必要な、いかなる特殊ツール及び試験装置も、ITER 機構に提供するものとする。（製作手段、設置手段、試験及び調整手段として納品された項目に付加されるであろう）いかなる装置も十分に正当化されるものとする。

BRHS の FAT 及び SAT に必要な、いかなるモックアップも、ITER 機構に提供するものとする。昇降治具(e.g. 天井クレーン)とは別に、遠隔保守システムの保守は標準携帯作業ツールを用いて遂行するものとする。梱包、運転、保管及び搬送に必要な特別な装置/機器は、要求事項の範囲内のものである。実機製作の受注者は、いかなる梱包装置に対しても保護の程度を宣言す

るものとする。保護の程度は、ITER 機構の定義する環境条件に基づいて同定されるものとする。

(5) 施設に対する要求事項

ホットセル外で試験及び保守する必要がある装置の施設要求事項（例えば特性区分、安全もしくはユーティリティ）は、最終設計レビューまでに同定されるものとする。

10.1.3.4 遠隔操作

遠隔保守システムは、遠隔保守レスキュー装置及びレスキュー方法と矛盾の無いレスキュー特性を有するよう設計するものとする。対象事象は単軸故障のみとする。

10.1.3.5 ホットセル及び廃棄物管理に対する要求事項

(1) BRHS の除染

遠隔保守システム及び構成要素は、ホットセル内で敏速に除染され、直接手動で行う保守区域内で保守されるか、もしくはホットセル建屋の RH 試験台で保守されるように設計するものとする。ブランケット遠隔保守システムはホットセル施設除染室内で遠隔除染するよう設計するものとする。スケジュールの要求事項を満たすシステム能力を評価するため、FAT の最中除染に必要な時間を確認するものとする。

(2) 廃棄物管理に対する要求事項

BRHS は、放射性廃棄物量、とりわけ機器の廃止措置(Decommissioning)を含む作業中に排出される B タイプ放射性廃棄物の量の最小化を図るよう設計するものとする。潜在的な B タイプの放射性廃棄物全てのリストは、最終設計レビューまでに同定されるものとする。

BRHS は A タイプ放射性廃棄物もしくは TFA 放射性廃棄物のどちらかとして廃棄を最適化するよう設計するものとする。

BRHS は、排出される放射性廃棄物の量及びタイプの観点からプロジェクトの ALARA 法を順守するよう設計するものとする。使用済ゲートルは TFA 放射性廃棄物とみなす。

(3) 統合ロジスティック支援

統合ロジスティック支援に対する BRHS 要求事項は、「Integrated Logistics Support Requirements for PBS 23-01 (適用図書 1.7)」に定義される。ブランケット遠隔保守システム ILS 詳細要求事項図書は、最終設計レビューにて ILS 計画書を提供するための設計過程を通して更新するものとする。

10.1.4 品質に関する要求条件

品質に影響を与える項目及び業務は全て、「ITER Quality Assurance Program」(ITER 品質保証計画書) v8.5 (ITER_D_22K4QX) (適用図書 1.8) を順守するものとする。

荷重伝達部品、即ちビークル／マニピュレータ、軌道、軌道支持装置の部品については、これらの作業に関連する品質管理は、労働安全として QC-1 とみなす。その他の部品については QC-2 とする。

実機製作の受注者は、ITER 品質保証計画書をどのように実施するかを明らかにする品質計画書を提出し、量研機構の承認を得ること。

10.1.5 適用規格及び基準

10.1.5.1 設計基準

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ものとする。BRHS の構造要素は以下に従って設計されるものとする。

- EN 13001-1:2015, Cranes – General design – Part 1: General Principles and Requirements
- EN 13001-2:2014, Cranes – General design – Part 2: Load actions
- 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。

適用規格は具体的には以下とする。

- 設計には上記 EN 規格を適用する。
- 材料調達、製作・検査には JIS 規格を適用する。

JIS 規格の適用に際しては、EN 規格との差異を説明し、同程度の品質を実現できることを量研機構に示すこと。

以下を含めた他の工業規格及び基準は、BRHS の設計、製作及び試験のガイドラインとして使用してもよい。

- Control system standards (IEC 204-1, 1992) Electrical equipment of industrial machines
- Safety (JIS B 8433: 2000, JIS B 8433-1: 2015, JIS B 8433-2: 2015)は上記の IEC 204-1, 1992 と代替して適用可能である。

10.1.5.2 性能試験基準

配管溶接に用いる溶接手順及びツール類は以下に従って認定されるものとする。

- EN ISO 15609-1, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials: Welding procedure specification Part 1: Arc welding
- EN ISO 15614-1, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys (ISO 15614-1:2003)

あるいは国際的に認められた同等の規格・基準。

認定手続きは、ITER が容認可能な独立検査機関によって証明されなければならない。

配管溶接に係わる溶接士及び溶接オペレータは以下に従って資格を得るものとする。

- EN 287-1:2004, Qualification test of welders – Fusion welding Part 1: Steels
- EN 1418:1998, Welding personnel – Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials

あるいは国際的に認められた同等の規格・基準。

非破壊試験及び受入基準の参照基準は、必要に応じて、EN 970（目視検査）、EN 1435（放射線検査）、EN 1714（超音波試験）、EN 571-1（透過探傷試験）、EN 473（非破壊試験-NDT 要員の資格要

件及び認定) もしくは国際的に認定されている同等の基準に従うものとする。

配管溶接の欠陥溶接受入基準は、EN ISO 5817 2007, Quality Levels for Imperfections Quality Class B に適合するか、或いは必要に応じて国際的な承認基準に同等のものに従うものとする。

11 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を以下に示す。

11.1 強度評価基準

設計結果の評価として、参照番号 2.19 Design criteria and assessment method of ITER-BRHS equipment ITER_D_SYBSHK を適用すること。本図書に完全に則って設計する必要は無いが、その場合には、別途 Design criteria を定め、承認を得ること。ツール構造に関しては落下防止対策を講じることにより、以下の要求の一部を緩和できる可能性があるが、要求緩和に当たっては正当性を記載した図書の承認に基づくものとする。

購買品（モーター、ギアボックス及びベアリング等）には、工業規格に従って設計限界を設定するものとする。

補足：本図書は、ビークルマニピュレータの設計に適用しており、本図書は既に承認されていることから後戻り作業防止に有効である。

11.2 材料に関する設計条件

材料に関する原則的条件を以下に示す。

- 真空容器環境に適応可能で容器内汚染を引き起こさないものとする。
- ハロゲン化物を含有する材料（例えばフッ素樹脂や塩化ビニル樹脂）は原則禁止するものとする。これは、火災等でハロゲン化物が燃焼した際に、トリチウム除去装置の触媒に損傷を与えることを回避するためである。
- RoHS 規制にて規制される材料を使用しないこと。例外については、ITER 機構のトリチウムシステム担当責任者及び安全担当責任者の承認を得ること。
- 材料の選択は、トリチウムの摂取の軽減及び除染の容易性を考慮するものとする。（要求表面粗さは TBD）
- 真空容器のガンマ線及び湿度による腐食促進により、腐食しないこと。

ビークルマニピュレータにおける材料検討条件として参照番号 RD6（Feasibility Study Design Input - Material Selection Strategy）を適用すること。本図書は、ビークルマニピュレータの設計に適用しており、本図書は既に承認されていることから後戻り作業防止に有効である。本図書に完全に則って設計する必要は無いが、その場合には、別途材料選定基準を定め、承認を得ること。

以下に補足を示す。

- SUS304 の使用は可能だが、特に問題なく SUS316 の使用が可能な部位においては SUS316 を優先して使用する。
- 黄銅(C6191)は腐食を生じる可能性がある(参考：RD46)ため、使用を避けることとし、設計上黄銅を検討する際は量研と協議すること。

- 強度的にマルエージング鋼の使用が不可避である部位においては、低温黒色クロムメッキなどの防錆皮膜を施工すること。（参考：RD47）また、マルエージング鋼使用部位は、防錆皮膜を施した場合でも腐食の可能性があるため、ホットセルの遠隔マニピュレータによる交換を考慮した設計とすること。

11.3 真空中に関する要求条件（塗装に関する条件を含む）

真空容器内 RH システムの建設に関連する材料は、真空品質清浄状態に適合したものとする。しかし、BRHS については、VQC（真空品質クラス）は N/A とする。

潜在的に剥がれる可能性のある塗料もしくは表面コーティングは、許容しないものとする。アルミニウム合金の構成要素は、陽極酸化処理するものとする。

ギアボックス及び内部ベアリング組立は適切な潤滑剤で潤滑してもよいが、グリースの二重閉じ込めを実施するものとする。油は使用しないものとする。

それができない場合、或いは、潤滑剤の喪失をもたらす構成要素の損傷の可能性がある場合には、二硫化モリブデン等のドライ潤滑を使用するものとする。

11.4 ガンマ線の線量率に関する要求条件

真空容器内に導入されたツールは、特に遮蔽等を実施しない限り、500Gy/hr のガンマ線照射を受けるものとする。ツールの積算線量の耐久目標値としては 1MGy とする。但し高い方が望ましい。

11.5 フェイルセーフ設計

部品の把持機能に対して、フェイルセーフ機構を持つこと。

11.6 電気品に対する要求条件

BRHS は、BRHS のシステム制御装置を通して電力供給される。また、ブランケット保守ツールは BRHS 本体装置を通じて電力等、ユーティリティが供給される。

BRHS は、いかなる運転段階においても瞬間電力供給が 100 kVA を超えてはならない。BRHS は、ITER 低圧等級 4 の通常荷電源から供給を受けるものとする。電気機器は全て適切な EU 基準もしくは同等の基準（本契約では適切な EU 基準・規格（EU Standard(EMC) 2004/108/EC など）もしくは JIS 規格）に従い、CE マーキングを取得すること。

11.7 電磁気に関する設計条件

全ての電気機器は、EDH Part 4 Electromagnetic Compatibility (EMC)（参照番号 2.6）で特定する、電磁適合性に関する EU 規格に従うものとする。

11.8 アース・絶縁に関する要求条件

BRHS 制御装置は、EDH Part 5 Earthing and Lightning Protection（参照番号 2.7）に示されるように設置・絶縁要求事項に従うものとする。センサ信号は、個別に電磁遮蔽されたツイストペアケーブル及びケーブル全体として電磁遮蔽されるものとする。電力配線は電磁遮蔽するものとする。

電磁遮蔽体は制御キュービクル部にのみ接地するものとする。信号及び電動配線はできる限り別々に離しておくものとする。信号ケーブルにおいて接続していない遮蔽体は地面から絶縁するものとする。遮蔽が共通のもの、もしくは保護する芯から分離されている場合には、保護されていない部分の長さは、ノイズピックアップを最小限にするためにできるだけ短くしなければならない。

11.9 組み立て性

現場またはホットセルで機器の組み換えが必要な場合には、容易に組み換えができる構造とする。

12 機器設計に関する参考情報

12.1 優先的に使用する部品

耐放射線性が要求される部品として、標準的な物については以下のリストに示す。本表については購入時の部品供給メーカーへの提示仕様を QST から支給する。

表 7 耐放射線仕様機器（改訂追而）

Table 9.2.1-1 List of radiation-proof components

Packages	Parts	Accumulative Acceptable Dose	Notes	Manufacturers
#1	AC servo motor	8MGy	COTS"BNR II Series" +improved lubricant: MORESCO High Grease GK-1 isolator : Polyimide	WACO GIKEN
	Halogen-free cable	3.2MGy	R&D item isolator : PEEK sheath: Flame retardant cross-linked Polyolefin	Hitachi Cable, Ltd
		Confirmation test necessity	isolator : Polyimide sheath: EPDM thermal shrinkage tube (NISHI-TUBE NPN)	WACO GIKEN
		Confirmation test necessity	isolator : PEEK series material sheath: Polyurethane	NIHON MARUKO INTERNATIONALGROUP.
	Multi-core connector	4.2MGy Manufacturer Confirmation necessity	COTS "PBT Ultradur B 4450" COTS lemo connector	BASF lemo
	O-ring(NBR) ※Material test	3MGy (Irradiation ongoing to Improved product)	R&D item Radical scavenger, Oil-resistant prescription mold O-ring and plan leak test	HAYAKAWA RUBBER CO.LTD
	O-ring(Urethane) ※Material test	2MGy(Irradiation ongoing)	R&D item Radioactive decay -type rubber, Radical scavenger mold O-ring and plan leak test	HAYAKAWA RUBBER CO.LTD
	O-ring(PEEK) ※Material test	2MGy	R&D item mold O-ring and plan leak test	SAKURA SEAL Co.,Ltd.
	Limit switch	1MGy(Irradiation ongoing) Manufacturer Confirmation necessity	COTS"GN-C0169" +improved lubricant not used isolator : PEEK Magnetic sensor (Magnetic limit switch)	Metrol MACOME CORPORATION
	Bellows	Irradiating	R&D item Urethane resin	NABEL Co.,Ltd.
	Strain gauge	20MGy (JAERI Tech 99-003)	COTS"KFU-5-120-C1"	Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd.
	Grease	10MGy(Catalog value)	COTS"MORESCO High Grease GK-1" Base oil: Polyphenylether series Thickener: Bentonite	MORESCO Corporation
	Anti-rust coating	(Irradiated upto 1MGy)	Ni plate	any
		(Irradiated upto 1MGy)	DLC	any
		(Irradiated upto 1MGy)	DLC	any
	Dry Lubricant	(Irradiated upto 1MGy)	The S Film: Including Molybdenum Disulphide	THK CO., LTD.
#2	Multi-core composite cable sheath	3.6MGy	R&D item Radiation resistant flame resisting polyethylene Chlorosulfonated	SWCC SHOWA HOLDING CO., LTD.
	Slip ring			Kyoeidenki denki
#3	Image fiber	1MGy		Fujikura Ltd.
	Laser welding fiber, lens	3MGy		Fujikura Ltd.
	Camera	2MGy(Catalog value)	COTS Diacont "STS-40M" Mirion Technologies "R93 MK3"	

12.1.1 ケーブル/エアチューブ（暫定）

以下図書を参照し、” Radiation and Fire Resistant Tubing” で選定とする。I0 cable catalogue (355QX2 v6.10) (current) ([ITER_D_355QX2](#))

溶接トーチ用ケーブル（暫定、適用図書[RD31]）を以下に示す。

- ・ メーカー：AXON

- ・ 図面番号 : A26636A1
- ・ 導体
 - 材質 : スズめっき銅
 - コア径 : $\phi 9.27$ mm (40 sq)
- ・ 外径 : $\phi 12.2$ mm ・ 曲げ半径 : 試験により検証。暫定で 10D として 122mm とする。
- ・ 耐放射線性 : 3MGy (メーカーデータ)

12.1.2 機内配線ケーブル

VMNP 内の機内配線ケーブルとして、耐放性・難燃性・ノンハロゲン等の要求を考慮し、AXON 社の以下の特注ケーブルを候補としている(暫定)。

CABLE COMPOSITION

1- 2*XT2237 TPC

Conductor

Material: Tin plated copper
Construction: AWG22 or 37x0.114 mm nom.
Diameter: 0.78 mm nom.
Area: 0.38 sqmm nom.
Resistance: 5.08 Ohms/100m nom.

Insulation

Material: extruded Poliax
Diameter: 1.10 mm nom.
Colour: black

2- 4*XT1861 TPC

Conductor

Material: Tin plated copper
Construction: AWG18 or 61x0.142 mm nom.
Diameter: 1.24 mm nom.
Area: 0.97 sqmm nom.
Resistance: 2.05 Ohms/100m nom.

Insulation

Material: extruded Poliax
Diameter: 1.80 mm nom.
Colour: black

3- Fillers for roundness

4- Separating tape

Material: polyimide

5- TPC drain

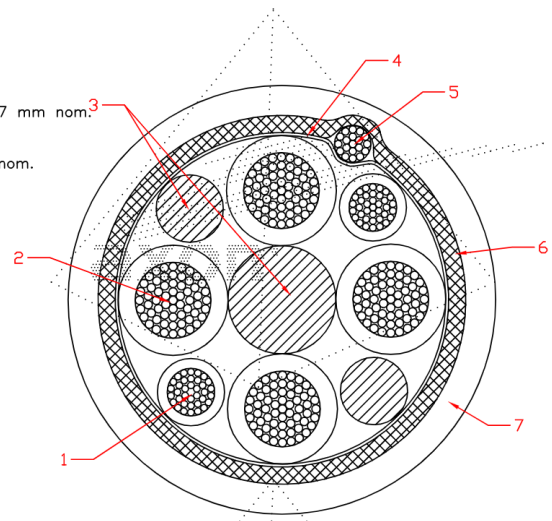
Material: Tin plated copper
Construction: AWG24 or 19x0.127 mm nom.
Diameter: 0.597 mm nom.
Area: 0.241 sqmm nom.
Resistance: 7.58 Ohms/100m nom.

6- Braided shield

Material: Tin plated copper
Surface covering >85%

7- Outer jacket

Material: extruded Poliax
Colour: black



12.1.3 コネクタ

ツールに適用する遠隔脱着コネクタは以下を候補とする。FW 冷却配管切断ツール及び溶接ツールに必要な給電及びガスユーティリティを満足する選定案を「JADA-2310PR0255」に示す。この暫定案を参考に遠隔脱着コネクタを検討すること（試験は未実施。今後挿抜試験実施予定）。

(1) 候補 1

- (a) メーカー : ODU
- (b) 品名 : ODU-MAC connector

(2) 候補 2

- (a) メーカー : Staubli
- (b) 品名 : CombiTac uniq connector

12.1.4 耐放射線性カメラ(撮像管)

耐放射線性カメラは以下の適用を前提とする。

- ・ メーカー : MIRION

- ・ 型番：R93 Mk3
- ・ ケーブル芯数：同軸 23 芯+シールド（各芯の断面 TBD mm²）
- ・ 参考 URL1
https://www.cornestech.co.jp/tech/wp-content/uploads/sites/2/2017/02/r93_oct2014.pdf
- ・ 参考 URL2
<https://www.cornestech.co.jp/tech/products/cat/cameras/#lv01>

12.1.5 耐放射線性カメラ (CMOS)

ツールに用いる耐放射線性 CMOS カメラとして以下を適用するものとする。

- ・ メーカー：マッハコーポレーション
- ・ 型番：
- ・ ケーブル芯数：
- ・ 参考 URL：

耐放性カメラの設計条件（暫定）

項目	仕様
耐放射線性	2MGy 以上
画素数	720 (H) x 720 (V) 画素以上
画素寸法	12 μm (H) x 12 μm (V)
撮像素子寸法	□7.68mm (対角 10.8mm)
シャッタースピード	0.1ms～65ms（可変）とする
出力ビデオ信号	アナログビデオ信号とする
信号出力方式	CU における信号出力方式は暫定 Ethernet とする。（信号方式は協議により Coaxpress に変更の可能性もある）
外形寸法	以下の 2 通りの筐体形状を設計する ・ Φ34mm x 80mm 程度の円筒形状（暫定） ・ □50 x 30 mm 程度のコンデジ形状
カメラヘッド-CCU 間ケーブル長	50m
材料条件	SUS304 もしくは 316 の削り出しとする （オーステナイト系ステンレス）
防塵・防水	IP6X とし防水等級は協議により決定
環境条件	下記の環境条件にて使用できること。 ・ 気温：50 度以下 ・ 湿度：35℃において相対湿度 25% ・ 線量率：ガンマ線 500Gy/h ・ 磁場：1mT 以下

12.1.6 摺動部2重シール機構

BRHS 本体マニピュレータではニロスリング及びラビリンスシールを用いる計画であり、これらを使用が推量される。ビークルマニピュレータの設計に適用されるダブルシール構造を RD5 に示す。

12.1.7 オイルフリー総S膜ボールLMガイド

注) LM ガイドの転動ボールへのコーティングは S 膜から C 膜 (DLC コーティング) に変更予定。追而本記載を修正する。ツール設計においては、THK 社の LM ガイドを仮選定すること。

オイルフリー総 S 膜ボール、総ステンレス仕様の LM ガイドを以下に示す。ただし、ツール設計においては当該部のベローズ (ジャバラ) などによる 2 重シール方式を検討すること。

・ 報告書 : 適用図書 [RD32]

・ メーカー : THK

・ 走行寿命データ : 図 42

(1) 型番 : HSR65RV1CSFE+970LPF

(a) 基本動定格荷重 C : 168 kN

(b) 基本静定格荷重 C_0 : 198 kN

(出典 : ITER_BRHS S 膜試験報告書 M3V-2016-000209)

(2) 型番 : SR15V

(a) 基本動定格荷重 C : 11.7 kN

(b) 基本静定格荷重 C_0 : (確認中)

(3) 型番 : HSR55

(a) 基本動定格荷重 C : 88.5 kN

(b) 基本静定格荷重 C_0 : (確認中)

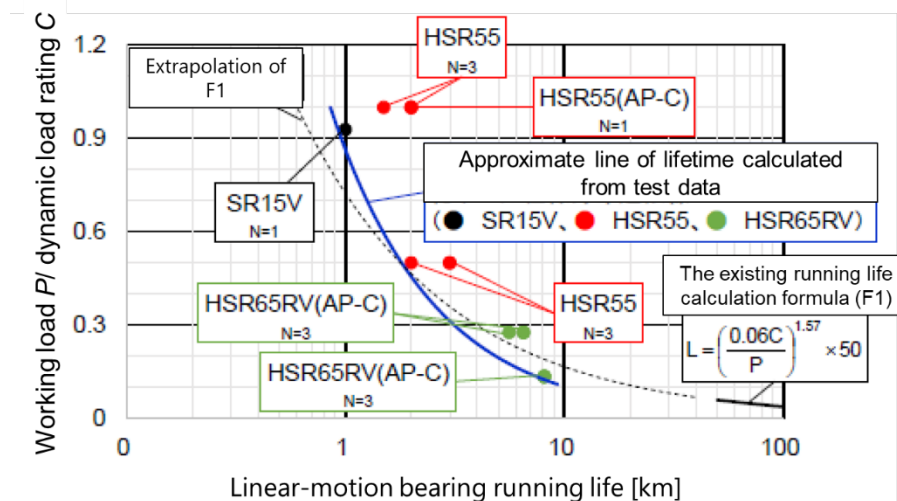


図 42 オイルフリー総 S 膜ボール LM ガイドの走行寿命

12.1.8 総S膜ボールねじスプライン

注) ボールねじスプラインの転動ボールへのコーティングは S 膜から C 膜 (DLC コーティング) に変更予定。追而本記載を修正する。ツール設計においては、THK 社のボールねじスプラインを仮選定

すること。

当該品は大型のため小型品への C0/C1 外挿式もしくは個別の検証試験を要する。ただし、ツール設計においては当該部のベローズ（ジャバラ）などによる 2 重シール方式を検討すること。

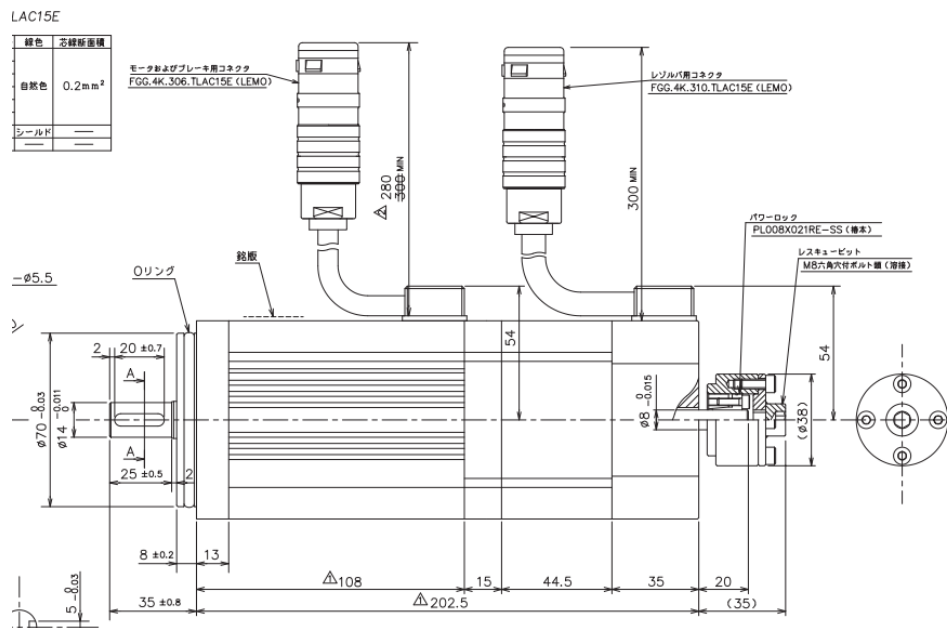
- ・メーカー:THK
- ・型番: NS4040ASFM+LF40CSFMS+587LC5FM
- ・基本動定格荷重 C : 21.5 kN
- ・基本静定格荷重 C_0 : 36.8 kN
- ・トルク容量 : (追而)

(出典 : NS4040ASFM+LF40CSFMS+587LC5FM 納入仕様図, 図番 : 363915C0D000)

12.1.9 ACサーボモータ

下記に示すモータは参照番号[2.19] Design criteria and assessment method of ITER-BRHS equipment ([ITER_D_SYBSHK](#))および Irradiation test plan for AC servo motors (ITER_D_Y9TEWU v1.0)に記載されているものである。軸は後方に貫通しており、モータ故障時は後方から軸を強制回転することでリカバリ動作が可能である (図 43)。BNRII のカタログ寸法と L, LL 寸法は同一とし、レスキュービットは 35mm 後方に突き出す形状となる。

- ・メーカー : ワコー技研
- ・型番 : BNR II series、B シリーズ



12.1.10 DCモータ

今後照射試験を予定 (未実施)。

12.1.11 防錆薄膜

レイデント工業のレイデント処理 LSL(BL)を候補としている（評価中）。

12.1.12 爪用の力センサ

力センサ及び組み込んだ把持爪のモデルを下図に示す。

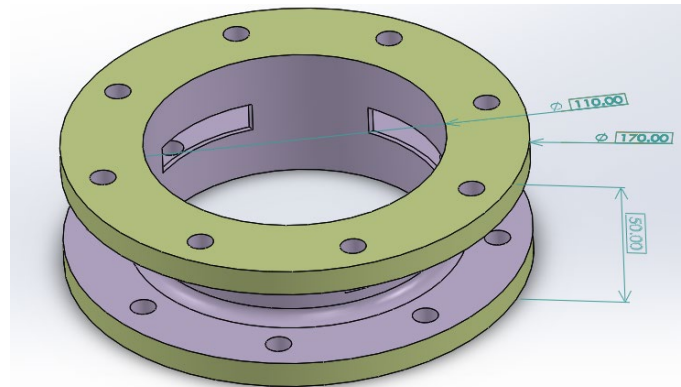


図 44 把持爪用力センサ

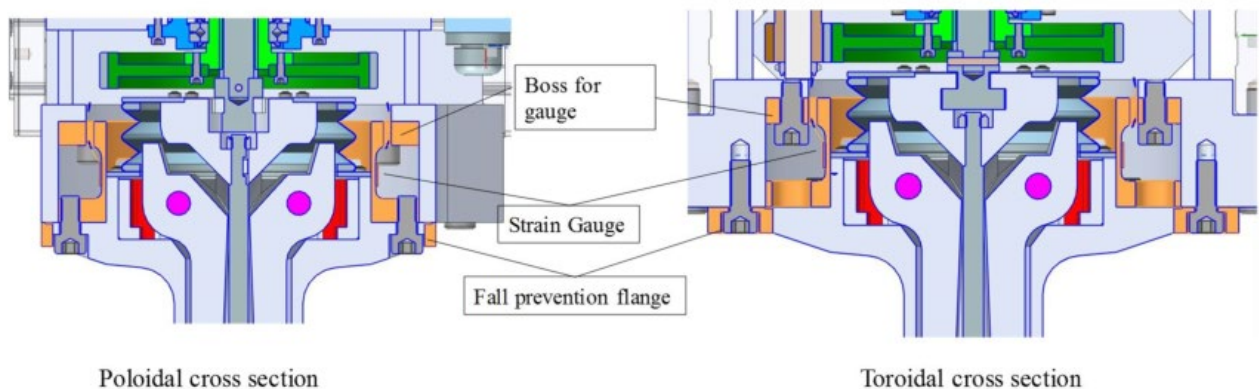


図 45 把持爪内部構造図

12.2 参考適用部品

12.2.1 コネクタ（参考情報）

IVT の Tractor にて適用を検討しているコネクタについて以下に示す。

- ・メーカー：ODU のモジュラー型コネクタはケーブル芯数やエア等にも対応している。
- ・参考資料：JADA-23102-6DE3002_Conceptual design report of Tractor
- ・参考 URL：<https://www.odu.co.jp/products/modular-connectors/>

ただし、芯数が増えるとコネクタの結合、分離に要する荷重が大きくなり、ビークルマニピュレータを前提として先行試作例では 1kN の荷重が必要であった結果がある（図書 xx）

- ・日本代理店：コーンズテクノロジー社

12.2.2 本体マニピュレータの材料（参考情報）

IVT に適用される材料リストを RD33 に示す。

12.2.3 除染容易化用のカバー

除染を容易にするため、以下のようなカバーの適用は有効である。(株式会社 神戸機材 ロボットシールド)



13 資料作成に関する参考情報

13.1 設計記述図書(Design Description, DD)における記載内容

以下の項目を含むことが望ましい。Design Review における機器説明資料においても同様。

- (1) Functional description of the subsystem
 - (a) 機器の 3D アイソメ図を含むこと。
- (2) Subsystem view with main composing subsystems identified (annotations)
 - (a) Overall Size and Weight
- (3) Subsystem view in its work context with interfacing equipment in representative configurations
- (4) Cable management
- (5) Recovery interfaces
- (6) Identified gaps/issues if any
- (7) Main planned developments

13.2 Sub assembly drawing における記載内容

以下の情報を含むこと。

- (1) 部品番号・名称・材質
- (2) 最外形寸法
- (3) 重量および重心位置
- (4) 主要機能寸法および取合い寸法

- (5) 装置の取り得る代表的な構成。煩雑になる場合を除き、重ね書きせずに示すこと。

13.3 CAD モデル作成のルール

13.3.1 IOに送付するCADモデル

Multi-CAD の方法(RD17 の § 8.1.5)により送付することとする。受注者の作業範囲は以下となる。

- (a)受注者 CAD 環境における 3 次元モデルの作成
- (b)左記モデルの STEP ファイルへの変換
- (c)左記 STEP ファイルの CATIA モデルへの変換
- (d)左記 CATIA モデルを ITER 仕様へ適用させる作業
- (e)変更履歴の管理及びリスト化
- (f)新規に定義した略語リストの作成

モデルの各パーツ名及びアセンブリ名は英語で作成し、機能毎にツリー分割を行うこと。

13.3.2 IOに送付しないCADモデル

CAD モデルのバージョン管理のため、CAD モデルを量研機構に送付する際はエンジニアリングシートを添付し、図番などを介して報告書と紐づけて管理できるようにすること。モデルの各パーツ名及びアセンブリ名は英語で作成し、機能毎にツリー分割を行うこと。

CAD モデルのファイル形式は以下とする。

- ・ 2D : dwg, dxf
- ・ 3D : Parasolid 形式 (x_t / xmt_txt), stp

13.4 資料作成における留意点

- 資料のスコープ(取扱い範囲)及び目的を明確にすること。
- 技術報告書には、検討の背景、結論及び判断根拠を明記した「概要(Summary)」を設けること。文書の前半が望ましい。
- 「結論」の章には検討における結論と根拠の骨子を、要すれば報告書の当該箇所を参照して明確に記載すること。
- 各検討において、検討結果のみではなく検討プロセス及び根拠を明確に記載すること。
- 過去の検討及び参照資料との関連を明確にすること。
- 事前に資料のアウトラインについて量研機構と協議し、合意に基づいて作成すること。
- 英文の報告書においては、国際機関に提示することを考慮し、必要に応じて英文校閲を受けるなどして英文の品質を確保したものを提出すること。
- 図表の位置は本文でその図表に言及した直後が望ましい。

13.5 検査要領における留意点

- 計測器名称を記載すること
- 図面に計測寸法を記載したもの(手書きのスクラン)を検査結果に添付すること。

13.6 その他参考資料

現時点で特になし。

コンピュータプログラム作成等業務特約条項

（目的物）

第1条 この契約の目的物は、次の各号の一又は二以上の組み合わせに該当するコンピュータプログラムの著作物（データ、データベース、マニュアル及びドキュメンテーションを含む。以下同じ。）及び当該コンピュータプログラムによる計算結果であって、仕様書に定める範囲のものとする。

- 一 コンピュータプログラム（コンピュータプログラムの設計を含む。）著作物
- 二 甲が提供するコンピュータプログラムの著作物により得られた計算結果
- 三 乙が所有するコンピュータプログラムの著作物及びこれにより得られた計算結果

（権利の帰属等）

第2条 この契約により作成された目的物（第1条各号に掲げるものをいう。以下同じ。）に係る著作権その他この目的物の使用、収益及び処分（複製、翻訳、翻案、変更、譲渡・貸与及び二次的著作物の利用を含む。）に関する一切の権利は甲に帰属するものとする。ただし、本契約遂行のために使用するプログラム等のうち、本契約締結以前から、乙が所有するものについては、その著作権は乙に帰属するものとする。

2 乙は、この契約により作成された目的物について、甲又は甲の指定する者に対して著作者人格権を行使しないものとする。

（氏名の表示の制限）

第3条 乙は、第1条に規定する著作物に著作者氏名を表示しないものとする。

（第三者の権利の保護）

第4条 乙は、この業務の実施に関し第三者（著作者を含む。）の著作権その他の権利を侵害することのないよう必要な措置を自らの責任において講じなければならない。

（技術情報）

第5条 甲が、この業務の実施に関し、乙の保有する技術情報を知る必要が生じた場合には、乙は、この契約の業務に必要な範囲内において当該技術情報を甲に無償で提供しなければならない。

2 甲は、乙からの書面による事前の同意を得た場合を除き、前項により知り得た技術情報を第三者に提供しないものとする。

（プログラム開発に必要な技術情報）

第6条 甲は、仕様書に定めるところにより、乙がこの業務の実施に必要な計算コードその他必要な技術情報を乙に使用させることがある。

（公表）

第 7 条 乙は、目的物を甲に引き渡す前に、これを第三者に公表してはならない。

- 2 乙は、この契約により得られた成果について発表し、若しくは公開し、又は第三者に提供しようとするとき、及びこの業務の実施によって知り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甲の承認を得なければならない。

以上