

ITER 遮蔽ブロック初期組立用機器プロトタイプの製作

Manufacture of Prototypes for ITER Shield Block

Initial Assembly Equipment

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 I T E R 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	6
1.1	件名	6
1.2	目的及び概要	6
1.3	契約範囲	6
1.4	作業実施場所	7
1.5	納入物件及び納入条件	7
1.6	提出図書	12
1.7	検査条件	12
1.8	支給・貸与品	12
1.9	品質保証	13
1.9.1	一般事項	13
1.9.2	本件に係る品質保証	13
1.9.3	品質保証に関する情報の提供等	13
1.9.4	品質監査について	13
1.9.5	品質計画書 (Quality Plan) について	14
1.9.6	提出図書について	14
1.10	適用法規等	15
1.11	打合せ	16
1.12	知的財産権等・技術情報の取り扱い・成果の公開	17
1.13	情報セキュリティの確保	17
1.14	コンピュータプログラム	17
1.15	CFSI の発生防止と検知及び取扱い	17
1.16	グリーン購入法の推進	18
1.17	協議	19
2	技術仕様	20
2.1	略語	20
2.2	適用図書及び参考図書	22
2.3	検討対象となる BM 及びツールと作業プロセス	25
2.3.1	ブランケットモジュール仕様	25
2.3.2	TFW の構造	31
2.3.3	初期組立作業時に使用されるツール	32
2.3.4	SB 保守手順	32
2.3.4.1	SBG による SB の把持及びVVへの設置	32
2.3.4.2	15NDG による 15ND 系モジュールの把持及びVVへの設置	35
2.3.4.3	SBTB の設置	36
2.3.4.4	15NDTB の設置	38
2.3.4.5	15NDFBT による FB 締結	39

2.3.4.6 MC ツールによる MC の溶接及び切断	41
2.3.4.7 PFT による端面加工	46
2.3.4.8 BTSE の設置	49
2.4 設計仕様	50
2.4.1 SBG の設計仕様	50
2.4.2 15NDG の設計仕様	53
2.4.3 15NDFBT の設計仕様	56
2.4.4 15NDTB の設計仕様	58
2.4.5 SBTB の設計仕様	59
2.4.6 MCPT の設計仕様	62
2.4.7 MCAMT の設計仕様	64
2.4.8 MCWT の設計仕様	65
2.4.9 MCCT の設計仕様	67
2.4.10 PFT の設計仕様	69
2.4.11 BTSE の設計仕様	72
2.4.11.1 TSS の設計仕様	72
2.4.11.2 UHS の設計仕様	73
2.4.11.3 UTC の設計仕様	76
2.4.12 TSR の設計仕様	78
2.4.13 NTS の設計仕様	80
2.4.14 制御装置	81
2.4.15 プロトタイプ BM 保守ツール設計全般の要求事項	88
2.4.15.1 軽量ツール及び重量ツールに適用される要求事項	88
2.4.15.2 重量ツールに適用される要求事項	88
2.4.15.3 軽量ツールに適用される要求事項	88
2.4.15.4 SBG に適用される要求事項	88
2.4.15.5 15NDG に適用される要求事項	88
2.4.15.6 15NDTB に適用される要求事項	88
2.4.15.7 15NDFBT に適用される要求事項	88
2.4.15.8 MCPT に適用される要求事項	88
2.4.15.9 MCAMT に適用される要求事項	88
2.4.15.10 MCWT に適用される要求事項	88
2.4.15.11 MCCT に適用される要求事項	89
2.4.15.12 PFT に適用される要求事項	89
2.4.15.13 TSR に適用される要求事項	89
2.4.15.14 NTS に適用される要求事項	89
2.4.15.15 BTSE に適用される要求事項	89
2.4.16 SB 保守ツール運用に係る機器との取合い	90

2.4.16.1	BAT	90
2.4.16.2	BMTS	90
2.4.16.3	BMTS 収納板の設計制約	91
2.4.16.4	IVTC 及びナセル	92
2.4.16.5	ZERO G Arm	92
2.5	SB 保守ツールプロトタイプの設計	94
2.5.1	SBG プロトタイプ用制御装置及び試験用装置の設計	94
2.5.1.1	SBG プロトタイプ用制御装置及びソフトウェアの設計	94
2.5.1.2	SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップの設計	95
2.5.1.3	SBG プロトタイプ試験架台の設計	96
2.5.2	15NDG プロトタイプ及び制御装置及び試験装置の設計	98
2.5.2.1	15NDG プロトタイプの設計	98
2.5.2.2	15NDG プロトタイプ用制御装置及びソフトウェアの設計	98
2.5.2.3	15ND モックアップの設計	99
2.5.2.4	15NDG プロトタイプ試験架台の設計	100
2.5.3	15NDTB プロトタイプ及び制御装置の設計	102
2.5.3.1	15NDTB プロトタイプの設計	102
2.5.3.2	15NDTB 及び 15NDFBT プロトタイプ用制御装置の設計	102
2.5.4	15NDFBT プロトタイプ等の設計	104
2.5.4.1	15NDFBT プロトタイプの設計	104
2.5.4.2	15NDFB 締結試験用試験架台の設計	104
2.5.5	MC ツールプロトタイプの設計	106
2.5.5.1	MCPT プロトタイプの設計	106
2.5.5.2	MCAMT プロトタイプの設計	106
2.5.5.3	MCWT プロトタイプの設計	106
2.5.5.4	MCCT プロトタイプの設計	107
2.5.5.5	MC ツールプロトタイプ用制御装置の設計	107
2.5.5.6	MC 溶接及び切断試験用テストボックスの設計	109
2.5.5.7	MC 統合試験用試験架台の設計	111
2.5.6	BTSE プロトタイプの設計	114
2.5.6.1	TSS プロトタイプの設計	114
2.5.6.2	UHS プロトタイプの設計	114
2.5.6.3	UTC プロトタイプの設計	114
2.5.6.4	UTC プロトタイプ用固定架台の設計	114
2.5.7	TSR プロトタイプ及び制御装置及び試験装置の設計	114
2.5.7.1	TSR プロトタイプの設計	115
2.5.7.2	TSR プロトタイプ用制御装置及びソフトウェアの設計	115
2.5.7.3	TSR 工場試験用 TFW・SB モックアップの設計	115

2.5.7.4	TSR プロトタイプ用 TFW・SB モックアップ試験架台の設計	116
2.5.8	NTS プロトタイプ及び試験架台の設計	116
2.5.8.1	NTS プロトタイプの設計	116
2.5.8.2	NTS プロトタイプ用試験架台の設計	116
2.5.9	SBTB プロトタイプ用 SB モックアップの設計	117
2.5.9.1	SBTB プロトタイプ用 SB モックアップ(#4)の設計	117
2.5.9.2	SBTB プロトタイプ用 SB モックアップ(#7)の設計	118
2.5.10	SB 保守ツールプロトタイプの制御系統化設計	119
2.6	SB 保守ツールプロトタイプの強度計算	120
2.7	SB 保守ツールプロトタイプの適合性評価	120
2.8	SB 保守ツールプロトタイプの製作	120
2.8.1	SBG プロトタイプの製作	120
2.8.2	15NDG プロトタイプの製作	120
2.8.3	15NDTB プロトタイプの製作	120
2.8.4	15NDFBT プロトタイプの製作	120
2.8.5	MC ツールプロトタイプの製作	120
2.8.6	PFT プロトタイプの製作	120
2.8.7	BTSE プロトタイプの製作	120
2.8.8	TSR プロトタイプの製作	121
2.8.9	NTS プロトタイプの製作	121
2.8.10	SBTB プロトタイプ用モックアップの製作	121
2.8.11	SB 保守ツールプロトタイプの制御系統合に関わる機器製作	121
2.9	SB 保守ツールプロトタイプの工場受入試験	122
2.9.1	SBG プロトタイプの工場受入試験	122
2.9.1.1	単軸動作試験	122
2.9.1.2	把持及び SBESB 締結、解除試験	123
2.9.2	15NDG プロトタイプの工場受入試験	126
2.9.2.1	単軸動作試験	126
2.9.2.2	把持試験及び 15NDESB 締結及び解除試験	127
2.9.3	15NDFBT プロトタイプの工場受入試験	131
2.9.4	MC ツールプロトタイプの工場受入試験	132
2.9.4.1	単体構成における MC 溶接試験	132
2.9.4.2	MC 切断試験	132
2.9.4.3	MC 引込み及び TFU 位置調整試験	133
2.9.4.4	統合構成における MC 溶接試験	134
2.9.5	PFT プロトタイプの工場受入試験	136
2.9.5.1	PFT による断面加工試験	136
2.9.6	BTSE プロトタイプの工場受入試験	139

2.9.6.1	TSS プロトタイプの機能確認試験	139
2.9.6.2	UHS プロトタイプの機能確認試験	139
2.9.6.3	UTC プロトタイプの機能確認試験	140
2.9.6.4	BTSE プロトタイプ統合運用機能確認試験	140
2.9.7	TSR プロトタイプの工場受入試験	141
2.9.8	NTS プロトタイプの工場受入試験	142
2.9.9	制御系統合に関わる工場受入機能試験	142
2.10	図書類の作成	143

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 コンピュータプログラム作成等業務特約条項

別紙 6 Technical Specification for Blanket First Assembly Tooling
(ITER_D_2F6S75 v2.2)

別紙 7 Blanket First Assembly Tooling Requirements (ITER_D_2F6UJT v2.0)

1 一般仕様

1.1 件名

ITER 遮蔽ブロック初期組立用機器プロトタイプの製作

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。）及びブランケット初期組立用機器の開発を進めている。BRHS は、放射線環境下となる真空容器内（Vacuum Vessel、以下「VV」という。）において、遠隔操作による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。ブランケット初期組立用機器は、ITER 建設活動の一部として非放射線下における BM の据付作業に用いられる。

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。）から構成され、SB は VV 上に、FW は SB 上に固定される。SB を VV 上に取り付ける際には、SB を VV 上に設置して各種ボルトを締め付けた後、各種冷却水配管構造を溶接により接続することで、SB を VV に固定する。SB を VV から取り外す際には、各種冷却配管構造を切断して切り離し、各種ボルトを緩めることで SB と VV の接続を解除し、SB を搬出させる。また BM は上記の FW と SB から構成される基本形状の他に、ポロイダル 15 番の位置にある NB ポート近傍には FW と SB が一体となった特殊形状のモジュール（「15ND 系モジュール」と呼ぶ。）が存在する。基本形状の SB 用ツールに加えて、このモジュールの据付作業に用いる専用のツールが必要である。

本契約では、IO に納入する予定の SB の初期組立に用いる各種ツールプロトタイプ及び関連装置の設計、製作及び工場受入試験を実施する。

1.3 契約範囲

本件では、以下の作業を実施する。

- (1) SB ツールプロトタイプの設計
- (2) SB ツールプロトタイプの製作
- (3) SB ツールプロトタイプの工場受入試験
- (4) 図書類の作成

本件の対象となるツールを以下に示す。

- (a) SB 把持機構（SB Gripper、以下「SBG」という。）、
- (b) 15ND 系モジュール把持機構（15ND Gripper、以下「15NDG」という。）
- (c) 15ND 系モジュールツールベース（15ND Tool Base、以下「15NDTB」という。）
- (d) 15ND 系モジュールフレキシブルボルト締結ツール（15ND Flexible Bolt torquing Tool、以下「15NDFBT」という。）

- (e) 単軸コネクタ (Monoaxial Connector, 以下「MC」という。) 保守ツール 4 種類
 - MC 引込みツール (MC Pulling Tool, 以下「MCPT」という。)
 - MC 位置測定ツール (MC Alignment Measurement Tool, 以下「MCAMT」という。)
 - MC 溶接ツール (MC Welding Tool, 以下「MCWT」という。)
 - MC 切断ツール (MC Cutting Tool, 以下「MCCT」という。)
- (f) 配管端面加工ツール (Pipe Facing Tool, 以下「PFT」という。)
- (g) ブランケットツール向け支援装置群 (Blanket Tooling Supporting Equipment, 以下「BTSE」という。)
 - ツール用ユーティリティ供給装置 (Tooling Services Skid, 以下「TSS」という。)
 - ツール用ケーブル送給装置 (Umbilical Handling System, 以下「UHS」という。)
 - ツール用ケーブル仮留め具 (Umbilical Temporary Clamp, 以下「UTC」という。)
- (h) ツール収納ラック (Tool Storage Rack, 以下「TSR」という。)
- (i) ナセルツール収納部 (Nacelle Tool Storage, 以下「NTS」という。)

1.4 作業実施場所

受注者事業所内

1.5 納入物件及び納入条件

- (1) 納入物件
 - (a) 本項に示す納入物 : 1 式
 - (b) 1.6 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 2 及び表 14) において「確認 : 要」の図書) を受理したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、確認したものとする。ただし、「再委託承諾願」は、QST の確認後、書面にて回答するものとする。

■ 納期及び納入物

受注者は表 1～表 14 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9年3月23日納期の納入物（図書）

納入物名	言語	対象ツール及び関連装置 ^{*1}										数量	確認	
		SB 保守ツールプロトタイプ制御装置	NTS	TSR	BTSE (TSS, UHS, UTC)	PFT	MCCT	MCWT	MCAMT	MCPT	15NDG	15NDTB		
Design Description	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○ ^{*2} 1部 要
CAD Bill of Materials	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○ ^{*3} 1部 要
CAD models	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	- ^{*3} 1部 要
Assembly Drawings ^{*4}	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○ 1部 要
Component Drawings ^{*4}	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○ 1部 要
Analysis Model	英	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1部 要
Structural Integrity Report	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	- 1部 要
Cabling Diagram (CBD)	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○ 1部 要
Compliance Matrix (DCM 又は VCM)	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○ ^{*2} 1部 要
納入物に関わる電子ファイルを納めたCD	-	○ (全ツールの図書データを1枚のCDに格納すること)										1式	不要	

*1: ツール毎に○を付けた図書を作成すること。

*2: 各ツールに組み込まれるローカルコントローラに関する情報についても、まとめて記載すること。

*3: SB 保守ツールプロトタイプ制御装置について、Bill of Material は提出することとするとが、CAD model の提出は不要とする。

*4: 各ツールの図書には、組み込まれるローカルコントローラに関する情報も含むこと。

表 2 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物① (図書)

納入物名	言語	対象ツール及び関連装置*										確認				
		SB 保守ツールプロトタイプ制御装置	NTS	TSR	BTSE (TSS, UHS, UTC)	PFT	MCCT	MCWT	MCAMT	MCPT	15NDTB	15NDG	SBG	数量		
Detailed Wiring Diagram (WD)	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	1 部	要
Single Line Diagram 又は One Line Diagram	英	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	1 部	要
Factory Acceptance Test Plan (FATP)	英	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 部	要
Equipment Operation and Maintenance Manual	英	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 部	要
Factory Acceptance Test Report (FATR)	英	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 部	要
Declaration of Incorporation	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	-	○ (全ツールの図書データを 1 枚の CD に格納すること)										1 式	不要			

*: ツール毎に○を付けた図書を作成すること。

表 3 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物② (SBG プロトタイプ)

#	品名	数量
1	SBG プロトタイプ	1 台
2	SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップ	1 台
3	SBG プロトタイプ試験架台	1 台

表 4 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物③ (15NDG プロトタイプ)

#	品名	数量
1	15NDG プロトタイプ	1 台
2	15ND モックアップ	1 台
3	15NDG プロトタイプ試験架台	1 台

表 5 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物④ (15NDTB プロトタイプ)

#	品名	数量
1	15NDTB プロトタイプ	1 台

表 6 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑤ (15NDFBT プロトタイプ)

#	品名	数量
1	15NDFBT プロトタイプ	1 台
2	15NDFB 締結試験用試験架台	1 台

表 7 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑥ (MC ツールプロトタイプ)

#	品名	数量
1	MCPT プロトタイプ	1 台
2	MCAMT プロトタイプ	1 台
3	MCWT プロトタイプ	1 台
4	MCCT プロトタイプ	1 台
5	MC 溶接及び切断試験用テストボックス	1 台
6	MC 統合試験用試験架台	1 台

表 8 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑦ (PFT プロトタイプ)

#	品名	数量
1	PFT プロトタイプ	1 台
2	試験用架台	1 台
3	試験用模擬 CC サンプル	5 体
4	試験用模擬 MC サンプル	5 体

表 9 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑧ (BTSE プロトタイプ)

#	品名	数量
1	TSS プロトタイプ	1 台
2	UHS プロトタイプ	1 台
3	UTC プロトタイプ	1 式
4	UTC プロトタイプ用固定架台	1 式

表 10 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑨ (TSR プロトタイプ)

#	品名	数量
1	TSR プロトタイプ	1 台
2	TSR プロトタイプ用 TFW モックアップ(♯18)	1 台
3	TSR プロトタイプ用 SB モックアップ(♯18)	1 台
4	TSR プロトタイプ用 TFW モックアップ試験架台	1 台
5	TSR プロトタイプ用 SB モックアップ試験架台	1 台

表 11 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑩ (NTS プロトタイプ)

#	品名	数量
1	NTS プロトタイプ	1 台
2	NTS プロトタイプ用試験架台	1 台

表 12 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑪ (SB モックアップ)

#	品名	数量
1	SBTB 用 SB モックアップ(♯4)	1 台
2	SBTB 用 SB モックアップ(♯7)	1 台

表 13 令和 10 年 3 月 22 日納期の納入物⑫ (制御装置)

#	品名	数量
1	SB 保守ツールプロトタイプ制御装置 (Transporter mode 用リモートコントローラ 1 台、Skid mode 用リモートコントローラ 1 台、制御関連ケーブル一式、その他電源装置等関連制御機器を実装したもの)	1 台
2	FAT 用 C&C PC	1 台
3	ポータブルコントローラ	1 台
4	FAT 用 C&C PC に実装するソフトウェアのソースコード	1 式

1.6 提出図書

受注者は、表 14 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 14 提出図書

納入物名	提出時期	言語	部数	確認
作業体制表及び詳細工程表	契約締結後速やかに	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

1.7 検査条件

1.5 項に示す納入物及び 1.6 項に示す提出図書がそれぞれ納入又は提出され、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 1.8 項(2) 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。

1.8 支給・貸与品

(1) 支給品 (いずれも無償)

(a) MC 溶接用配管サンプル : 2 種×10 体

(b) MC 切断用配管サンプル : 10 体

(2) 貸与品 (いずれも無償)

(a) 1.9.5 項及び 0 項に示す適用図書 : 一式

(b) SB ツールベースプロトタイプ及び制御装置 : 一式

(c) MC 部モックアップ : 1 台

(3) 引渡場所及び方法

・ (1) (a)～(b) : QST 那珂フュージョン科学技術研究所 ITER 研究開発棟 R134 室
にて手渡し又は郵送 (着払い)

・ (2) (a) : メール送付又は郵送 (着払い)

・ (2) (b)～(c) : 受注者工場にて引き渡し

(4) 返却方法

納期までに、1.5 項(2) (b) に示した納入場所へ手渡し・メール送付・受注者負担による郵送のいずれかによる。

1.9 品質保証

1.9.1 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。

1.9.2 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、本契約の初期組立用機器においては「クラス 3 (NSR)」として扱う。

1.9.3 品質保証に関する情報の提供等

- (1) 本仕様に関し、QST(I0 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(I0 含む)に対し、その要求があった場合、本契約の適切な管理運営を証明するために必要な文章及びデータを提供又は提示するものとする。

1.9.4 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 か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としてする
- (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。

1.9.5 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 I0 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、I0 の了解を得るため、供給者の Quality Plan を I0 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、Requirement for Producing a Quality Plan (ITER_D_22MFMW v4.0) を参照すること。

1.9.6 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 15 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 15 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 PL 3xxx
工程表	JADA-2316X-YY WS 3xxx
打合せ議事録	JADA-2316X-YY MI 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 PR 3xxx
設計報告書	JADA-2316X-YY DE 3xxx
図面	JADA-2316X-YY DW 3xxx
逸脱許可	JADA-2316X-YY DR 3xxx
不適合の報告	JADA-2316X-YY NR 3xxx
全般的な資料	JADA-2316X-YY GD 3xxx
連絡票	JADA-2316X-YY NO 3xxx
報告書の技術的根拠となった技術資料、データ	JADA-2316X-YY TS 3xxx

(2) 提出図書の輸出管理

提出図書及び打合せ資料の I0 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 I0 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。

1.10 適用法規等

• 適用法規・規制

- 把持機構 (SBG、15NDG) は、プランケット組立搬送装置用の交換可能な装置として、フランス機械規則 2023/1230/EU、すなわち「昇降装置」に適用される。把持機器のプロトタイプは以下の要件に従うことが求められる。
 - 設計根拠の一部として強度評価において、ペイロードに対して 1.25 の安全係数を適用しなければならない。
 - FAT (工場受入試験) の一環として、把持機器に対しペイロードの 1.1 倍の荷重を、水平及び下向きそれぞれの方向で加え、静的荷重試験を実施し、その試験記録を提出すること。なお、荷重を模擬する場合、SB 形状を再現する必要はない。装置は永久変形又は明らかな欠陥を生じることなく、荷重試験に耐えなければならない。
 - 安全な取り扱い手順、点検及び試験手順、使用上の注意事項を明記した操作及び保守マニュアルを作成すること。
 - 製品が設計仕様に適合していることを確認するための適合宣言書又は認証書を提供すること。
- 初期組立ツール及びエンドエフェクタは、「部分完成品 (Partly completed machinery)」として以下の指令に準拠しなければならない。

- 電磁両立性 (EMC) 指令 2014/30/EU
- 低電圧指令 (LVD) 2014/35/EU
- 機械規則 2023/1230/EU
- RoHS 指令 2011/65/EU
- REACH は CE マーキングの直接的な要件ではないが、IO は輸入者として REACH の義務を満たす責任を有する。そのため、納入品（包装材料を含む）に SVHC（高懸念物質）が重量比 0.1%以上含まれている場合、QST に通知しなければならない。その通知は書面にて提供されなければならない。

規格及び基準

以下に、使用可能な設計規格の例を示す。ただし、機械規則への適合が確保されている限り、特定の設計規格を指定することは必須ではない。別の規格を適用する場合は、QST に提案し、承認を得ること。

- EN 13001-1/+A1:2009 クレーンー一般設計—第 1 部：一般原則及び要求事項
- EN 13001-2:2011 クレーンー一般設計—第 2 部：荷重作用
- EN 13001-3-1/+A1:2013 クレーンー一般設計—第 3-1 部：限界状態及び鋼構造の強度証明
- EN 13001-3-3 クレーンー一般設計—第 3-3 部：限界状態及び車輪／軌道接触部の強度証明

設計に適用される ITER 設計ハンドブックは以下のとおり：

- Electrical Design Handbook (EDH) (適用図書[40]～[45])
- Remote Handling Control System Design Handbook (適用図書[46])。ただし、以下のセクションは除外される。
 - 2.2 Standard parts
 - 2.5 RH Control Room
 - 2.6 Cubicle Rooms, Cabling Connectors
 - 2.10 Operation Viewpoints
 - 6 Hazard identification and risk assessment

1.11 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、原則として月に 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(及び MS project ファイル)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) IO との打合せ
- (a) QST は IO と月に 1 回程度進捗会合を実施している。受注者は、進捗会合にリモート参加し、必要に応じて技術情報の説明を行うこと。
 - (b) 受注者は、打合せまでに実施した検討作業について、IO 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。

1.12 知的財産権等・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「イータ一実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項」（別紙 3）に定められたとおりとする。

(2) 技術情報の取り扱い

- (a) 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。
- (b) 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。

1.13 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、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』に示すとおりとする。

1.14 コンピュータプログラム

本契約におけるコンピュータプログラムの取扱いについては、別紙 5「コンピュータプログラム作成等業務特約条項」に定められたとおりとする。

1.15 CFSI の発生防止と検知及び取扱い

受注者は、偽造品、不正品及び疑惑品（CFSI）について管理を行うこと。

- 偽造品とは、法的な権利又は権限を持たない複製品または代替品、又は、その材料、

性能、特性を、販売業者、供給業者、商社、製造業者によって、故意に虚偽の表示をさせたもの。

- 不正品とは、事実と異なるものが意図的に偽って表示された物品。
- 疑惑品とは、外観検査、試験、又はその他の情報により、確立された業界で受け入れられている仕様又は国内/国際規格に準拠していることが確認できない可能性がある兆候があるもの。

偽造品、不正品及び疑惑品 (CFSI) について予防、検出、処理するための対策を講じるものとする。

その際には以下の事項を考慮すること。

- (1) CFSI は、イータープロジェクトのために調達するすべての製品の全てのライフサイクル段階で検出できる。
- (2) CFSI は、イータープロジェクトに関与するすべての関係者によって検出できる。CFSI の検出には、予定外の検査、サンプルの独立した分析、証明書の検証などの適切な手段を用いる。

No	検出段階	検出場所	検出者
1	受注者文書の受領・レビュー	QST の施設	QST 要員
2	製作及び役務作業	QST の施設、受注者の工場等	QST 要員、受注者
3	検査及び試験作業	QST の施設、受注者の工場等	QST 要員、受注者
4	調達製品及び役務の検証	QST の施設、受注者の工場等	QST 要員
5	組立作業	QST の施設、受注者の工場等	QST 要員、受注者
6	受注者の品質管理	受注者の工場等	QST 要員
7	受注者監査	QST の施設、受注者の工場等	QST 要員
8	外部組織からの通知・警告	QST の施設、受注者の工場等	ASNRL、その他の外部組織、メディア

- (3) CFSI を検出した関係者は、直ちに QST に報告する。
- (4) 検出した CFSI ケースが特定/評価され、ITER プロジェクトへの影響が確認された場合、CFSI 発生元は、より詳細な調査(根本原因分析(RCA))を進め、さらなる是正措置及び予防措置を特定するため、重大 NCR を発行する。CFSI に関する NCR は、「Procedure for management of Nonconformities (22F53X)」に従って処理する。
- (5) CFSI 発生元が、進行中の QST との契約に関与しており、契約解除が ITER プロジェクトに重大な影響を与える場合、CFSI 発生元が信頼性を回復するため詳細なアクションプランを作成し、QST に提出する。

1.16 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.17 協議

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

2 技術仕様

受注者は、2.1～2.4 項に示す内容を十分理解し、2.5 項以降に示す作業を実施すること。

2.1 略語

本件における略語を表 16 に示す。

表 16 略語一覧

略語	正式名称	日本語訳
15NDESB	15ND Electrical Strap Bolt	15ND 電気ストラップボルト
15NDFBT	15ND Flexible Bolt torquing Tool	15ND フレキシブルボルト締結ツール
15NDG	15ND Gripper	15ND 把持機構
15NDTB	15ND Tool Base	15ND ツールベース
AVC	Arc Voltage Control	アーク電圧制御
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
BTSE	Blanket Tooling Supporting Equipment	ブランケットツール向け支援装置群
CB	Central Bolt	セントラルボルト
CC	Coaxial Connector	同軸コネクタ
CCCT	Coaxial Connector Cutting Tool	同軸コネクタ切断ツール
CCWT	Coaxial Connector Welding Tool	同軸コネクタ溶接ツール
C&C	Command and Control	コマンドアンドコントロール
EC	End Cap	(冷却水経路端の) 蓋
ECWT	End Cap Welding Tool	蓋溶接ツール
ECCT	End Cap Cutting Tool	蓋切断ツール
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
FAT	Factory Acceptance Test	工場受入試験
FB	Flexible Bolt	フレキシブルボルト
FBT	Flexible Bolt Tool	フレキシブルボルト締結ツール

FS	Flow Separator	水流分離器
FW	First Wall	第一壁
FWESB	First Wall Electrical Strap Bolt	第一壁電気ストラップボルト
HLCS	High-Level Control System	上位制御系
MHI	Human Machine Interface	ヒューマンマシンインターフェイス
IVTC	In-Vessel Tower Crane	真空容器内搭形クレーン
LLCS	Low-Level Control System	下位制御系
MC	Monoaxial Connector	単軸コネクタ
MCAMT	Monoaxial Connector Alignment Measurement Tool	単軸コネクタ位置測定ツール
MCCT	Monoaxial Connector Cutting Tool	単軸コネクタ切断ツール
MCPT	Monoaxial Connector Pulling Tool	単軸コネクタ引込みツール
MCWT	Monoaxial Connector Welding Tool	単軸コネクタ溶接ツール
NTS	Nacelle Tool Storage	ナセルツール収納部
PFT	Pipe Facing Tool	配管端面加工ツール
PHS	Passive Holding System	受動把持機構
PR	Pulling Rod	引込みロッド
SB	Shield Block	遮蔽ブロック
SBESB	Shield Block Electrical Strap Bolt	遮蔽ブロック電気ストラップボルト
SBG	Shield Block Gripper	遮蔽ブロック把持機構
SBTB	Shield Block Tool Base	遮蔽ブロックツールベース
TFU	Tool Fixing Unit	ツール固定部
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
TSR	Tool Storage Rack	ツール収納ラック
TSS	Tooling Services Skid	ツール用ユーティリティ供給装置
UHS	Umbilical Handling System	ツール用ケーブル送給装置
UTC	Umbilical Temporary Clamp	ツール用ケーブル仮留め具
VMNP	Vehicle Manipulator	ビークルマニピュレータ
VV	Vacuum Vessel	真空容器

2.2 適用図書及び参考図書

本件で適用すべき図書を表 17 に、参考にすべき図書を表 18 に示す。

表 17 適用図書

#	図書名	文書番号
1	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	JADA-23160TS0001-4
2	IS-16-23-002 Interface between Shield Block (PBS 16. SB) and Blanket Remote Handling System (PBS 23. 01)	ITER_D_33TYJV v5.1
3	Technical Specification for Blanket First Assembly Tooling	ITER_D_2F6S75 v2.2
4	Blanket First Assembly Tooling Requirements	ITER_D_2F6UJT v2.0
5	設計報告書 (Shield Block Tool Base)	JADA-23162-07DE3001
6	3D CAD MODEL - TOOL_BASE_07A	JADA-23162-07DW3014
7	3D CAD MODEL - TOOL_BASE_11B	JADA-23162-07DW3015
8	3D CAD model of SB	DET-03305-X
9	ITER Vacuum Handbook	ITER_D_2EZ9UM v2.5
10	ITER Vacuum Handbook Attachment 1 - Welding	ITER_D_2FMM4B v1.5
11	ITER 遮蔽ブロック遠隔保守ツールの予備設計 設計報告書	JADA-23162-04DE3002
12	ITER ブランケット配管端面加工ツールプロトタイプ設計書	TBD
13	ツールチェンジャーの設計仕様書	TBD
14	設計報告書 (Shield Block Gripper)	TBD
15	3D CAD MODEL - Shield Block Gripper	TBD
16	Blanket modules dimensions and weight	ITER_D_35ZJNQ v16.1
17	CAD model of Temporary FW	DET-03305-W
18	CAD model of SB15ND series	DET-08890
19	CAD model of SB14ND series and SB16NB series	DET-08054-A
20	CAD model of Tool Changer	DET-03305-U
21	CAD model of Storage Box	TBD
22	2D: Gripping hole and ESB wrench torque reaction interface of TFW	TBD
23	List of SB GAD Drawings	ITER_D_CKA4A3 v1.0
24	PA CN for PA 1.6. P1B. CN.01 for SB18 row unified water connector dimensions	ITER_D_ATWFX4 n/a
25	2D: Electrical strap interface to SB	ITER_D_UG4FBK v1.0

26	Electrical strap: BKT_ES_14LAYERS_SB	DRW Nr: 028123 --J
27	2D: Flexible interface to SB	ITER_D_UGC3KZ v1.0
28	FCB Inboard: BKT_FC_IB_BEFORE_CUST0	DRW Nr: 023426 --E
29	FCB Outboard: BKT_FC_IB_BEFORE_CUST0	DRW Nr: 037672 --B
30	2D: SB insert	ITER_D_UGCBHL v1.0
31	Coaxial and monoaxial: BKT_MABA_HYDRAULIC_CONNECTION	DRW Nr: 025795 --E
32	2D: Temporary FW	TBD
33	FW central bolt: BKT_FW_CENTRAL_BOLT	DRW Nr: 055948 --E
34	Cap system:	DRW Nr: 057740 --A DRW Nr: 074421
35	2D: Passive Holding System (PHS)	TBD
36	Selection and locational specification of cameras.	TBD
37	Interface information of Zero G Arm	TBD
38	Interface information of Nacelle	TBD
39	2D: BKT_MODULE_15_S03 (15ND series)	DRW Nr: 062819 --A
40	Electrical Design Handbook (EDH)	以下参照
41	EDH Part 1 Introduction	ITER_D_2F7HD2 v1.4
42	EDH Part 2 Terminology & Acronyms	ITER_D_2E8QVA v1.4
43	EDH Part 3 Codes & Standards	ITER_D_2E8DLM v1.3
44	EDH Part 4 Electromagnetic Compatibility (EMC)	ITER_D_4B523E v3.0
45	EDH Part 5 Earthing and Lightning Protection	ITER_D_4B7ZDG v3.0
46	Remote Handling Control System Design Handbook	ITER_D_2EGPEC v3.0

表 18 参考図書

#	図書名	文書番号
1	2D model - Coaxial and Monoaxial	ITER_D_VNVAFB v1.1
2	2D model - FW electrical strap 14 layers	ITER_D_W2AZVZ v1.0
3	2D model - SB#05 Type A	ITER_D_LYDJ28 v2.0
4	Blanket Design Description Document	ITER_D_EBUDW3 v1.2
5	2D model - FW central bolt	ITER_D_W263HM v1.0
6	3D CAD model of SB14ND series and SB16NB series	DET-08054-A
7	2D: SB insert	ITER_D_UGCBHL v1.0
8	Electrical strap to SB built-up	ITER_D_U4NRQU v2.0
9	Memorandum on blanket welding gas	ITER_D_UAMBY3 v1.0
10	2D model - Centering Pads to SB Interface	ITER_D_UFFXQK v2.0
11	2D: Electrical strap interface to SB	ITER_D_UG4FBK v1.0
12	2D: IMK pads interfaces to SB	ITER_D_UGBZ4X v1.0
13	2D: Electrical strap	ITER_D_VNV4AB v1.0
14	SB ES Tolerance Built-up	ITER_D_X86NTS v1.2
15	D2:C23TD64FJ Summarized results of the survey	ITER_D_XYSCCN v1.0
16	D3:C23TD64FJ Engineering design report on Gripping Adapters for normal SBs	ITER_D_YNNTBZ v1.1
17	2D: BKT_MODULE_15_S03 (15ND series)	DRW Nr:062819
18	AA04-1100 316 L(N)-IG Composition	ITER_D_22KCMF_v2.3

2.3 検討対象となる BM 及びツールと作業プロセス

2.3.1 ブランケットモジュール仕様

VV には赤道面ポート (Equatorial Port、以下「EP」という。) 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、テスト BM、電子・イオンサイクロトロン加熱 (ECH・ICH) 等の異なるシステムに割り当てられている (図 1 上)。不規則ポートには、中性粒子ビーム入射装置が割り当てられており、この領域の VV 及びポート開口部は複雑な形状になっている。

VV 内に配置される BM は、図 1～図 3 に示す通り SB 及び FW からなる二層構造になっている。SB は VV 上に固定され、FW は SB 上に固定される (FW 保守ツールは本契約の対象外とする)。

各 SB はフレキシブルカートリッジ及びキーを介して VV に取り合わせられ (図 4)、電気ストラップボルト (ESB) を締結後にフレキシブルボルト (FB、図 5) を締結することで、SB は VV 上に固定される。その後、VV に設置された同軸コネクタ (CC、図 6) 又は単軸コネクタ (MC、図 7) を SB 配管構造の開先 (SB stub、図 6・図 7 内参照) に溶接により接続した後、水流分離器 (FS) と SB を溶接して接続することで、冷却水流路を構築する。その後、FW を SB 上に固定する。

SB を VV から取り外す際は、FS と SB を切削により切り離して FS を取り除き、CC/MC と SB stub を切断により切り離す。その後、FB 及び ESB を緩めて SB と VV の接続を解除し、SB を VV から引き抜く作業を行う。SB の取り外し後、CC/MC の端面を垂直断面に加工する (新しい SB の SB stub と再溶接するために実施する)。

SB 及び FW は各 18 種類の基本形状で構成されている。また、中性粒子ビームポート (NB Port) などの各種ポート周辺には、18 種類の基本形状 BM とは細部が異なる形状の BM (「バリエント」と呼ぶ) がある他、単体構造の特殊形状モジュール (SB#15ND、SB#15NDA、SB#15NDB があり、これらをまとめて本仕様書内では「15ND 系モジュール」と呼ぶ。図 1 及び図 8 参照) が配置される構造となっている。15ND 系モジュールについても専用の保守ツールを用いて保守作業を行い、交換することが要求される。

本契約では、SB の初期組立に用いる各種ツール及び関連装置の内、下記に示す (SB ツール) プロトタイプの設計、製作及び工場受入試験を実施する。2.3.4 項に下記のツール及び関連装置に関係する SB 保守手順の詳細を示す。

- (1) SB 把持機構 (SB Gripper, 以下「SBG」という。)、
- (2) 15ND 系モジュール把持機構 (15ND Gripper, 以下「15NDG」という。)
- (3) 15ND 系モジュールツールベース (15ND Tool Base, 以下「15NDTB」という。)
- (4) 15ND 系モジュールフレキシブルボルト締結ツール (15ND Flexible Bolt torquing Tool, 以下「15NDFBT」という。)
- (5) 単軸コネクタ (Monoaxial Connector, 以下「MC」という。) 保守ツール 4 種類
 - (a) MC 引込みツール (MC Pulling Tool, 以下「MCPT」という。)
 - (b) MC 位置測定ツール (MC Alignment Measurement Tool, 以下「MCAMT」という。)
 - (c) MC 溶接ツール (MC Welding Tool, 以下「MCWT」という。)

- (d) MC 切断ツール (MC Cutting Tool, 以下「MCCT」という。)
- (6) 配管端面加工ツール (Pipe Facing Tool, 以下「PFT」という。)
- (7) ブランケットツール向け支援装置群 (Blanket Tooling Supporting Equipment, 以下「BTSE」という。)
 - (a) ツール用ユーティリティ供給装置 (Tooling Services Skid, 以下「TSS」という。)
 - (b) ツール用ケーブル送給装置 (Umbilical Handling System, 以下「UHS」という。)
 - (c) ツール用ケーブル仮留め具 (Umbilical Temporary Clamp, 以下「UTC」という。)
- (8) ツール収納ラック (Tool Storage Rack, 以下「TSR」という。) ※2.4.12 項参照
- (9) ナセルツール収納部 (Nacelle Tool Storage, 以下「NTS」という。) ※2.4.16.4 項参照

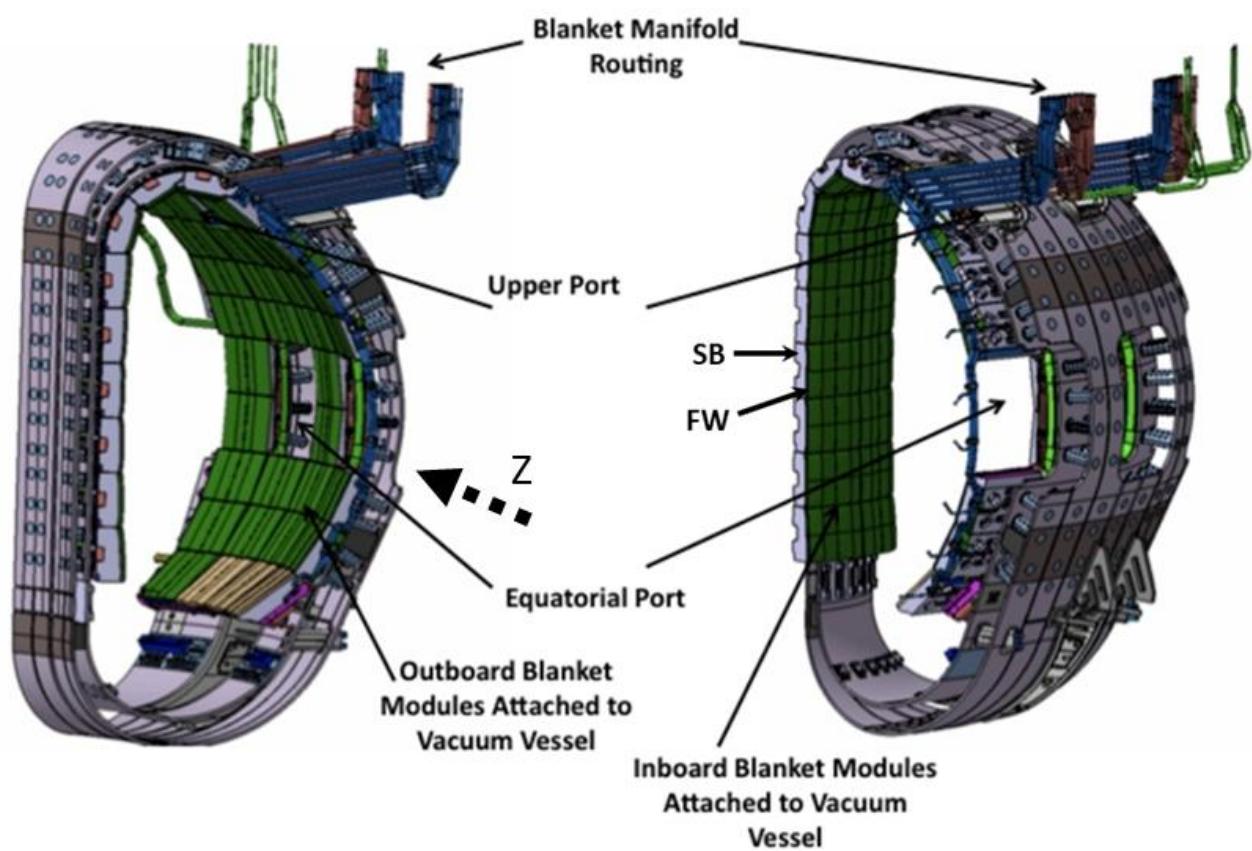
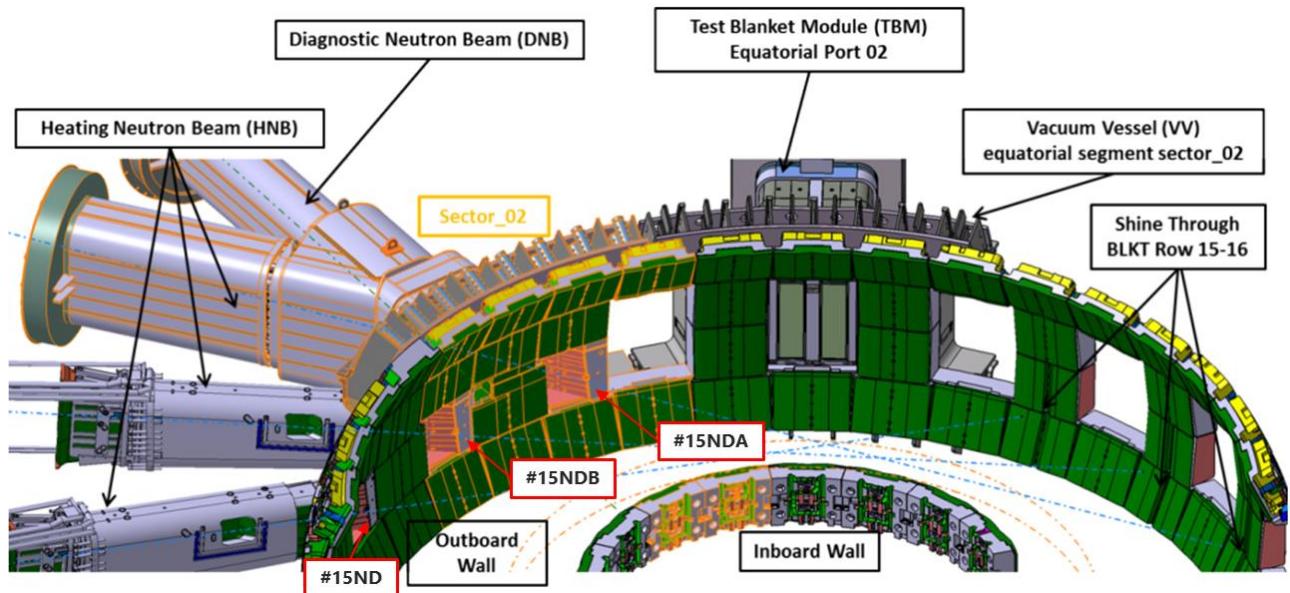


図 1 真空容器(VV)内の BM 構成

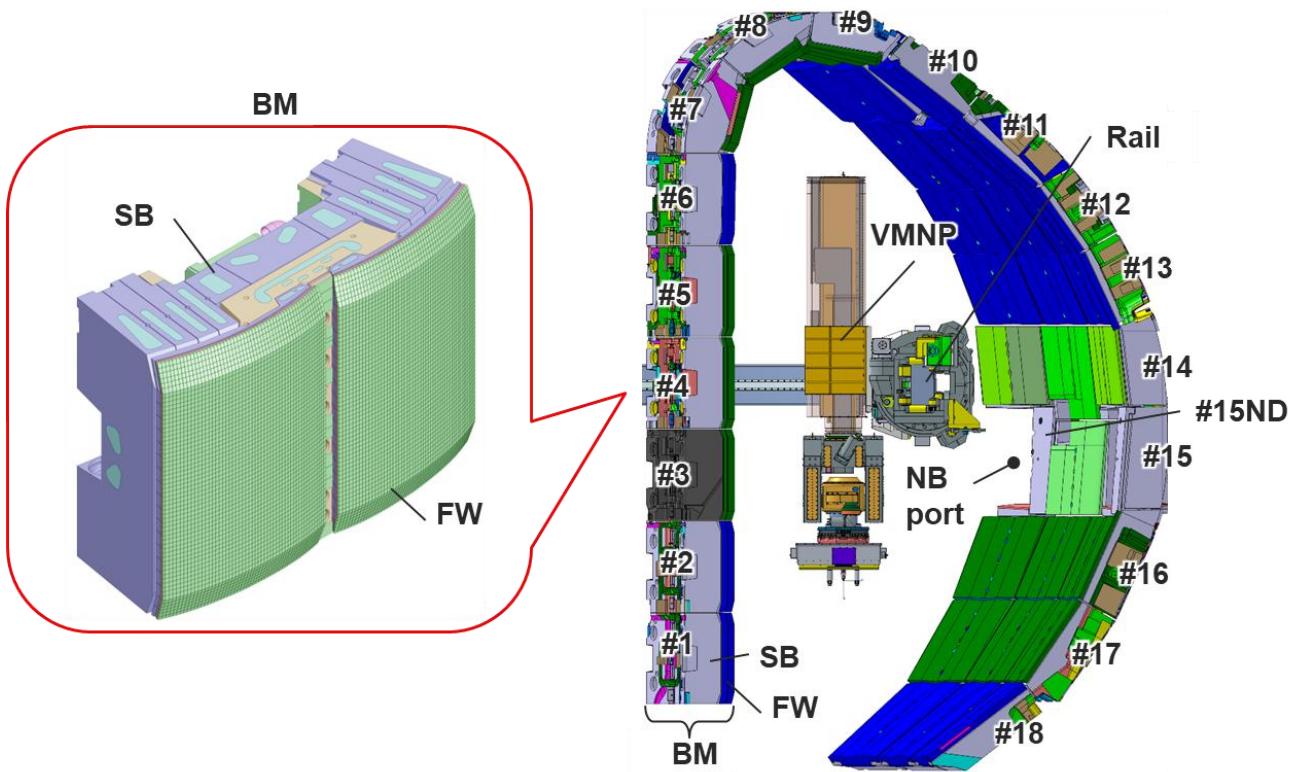


図 2 真空容器(VV)の断面図及びBM(SB+FW) #4 の外形

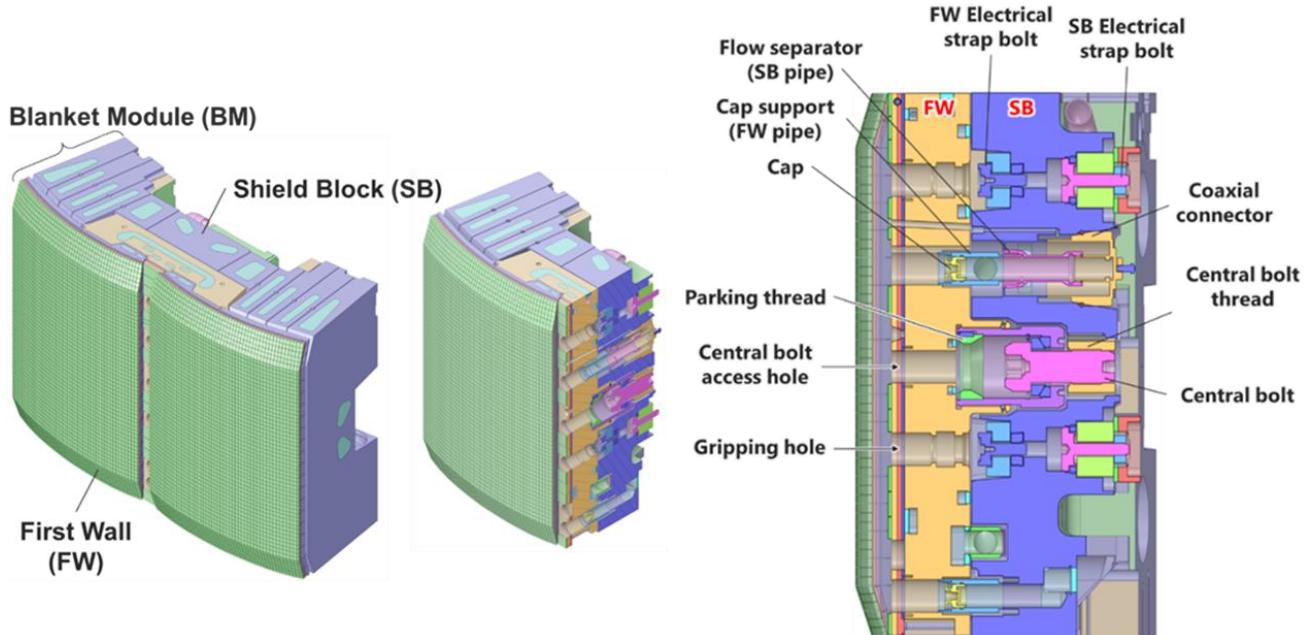


図 3 BM#4 構造断面図

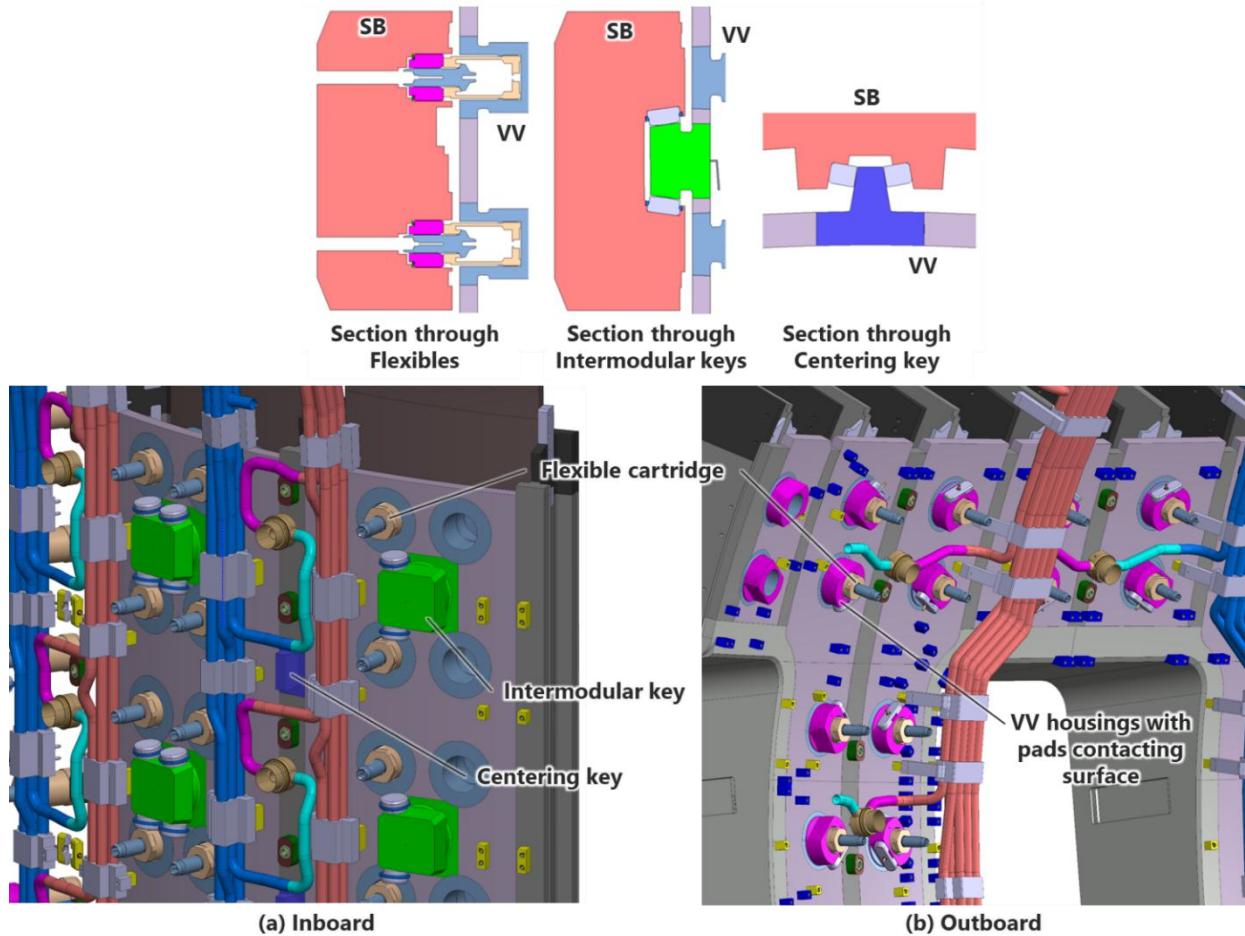


図 4 SB と VV の接続部構造

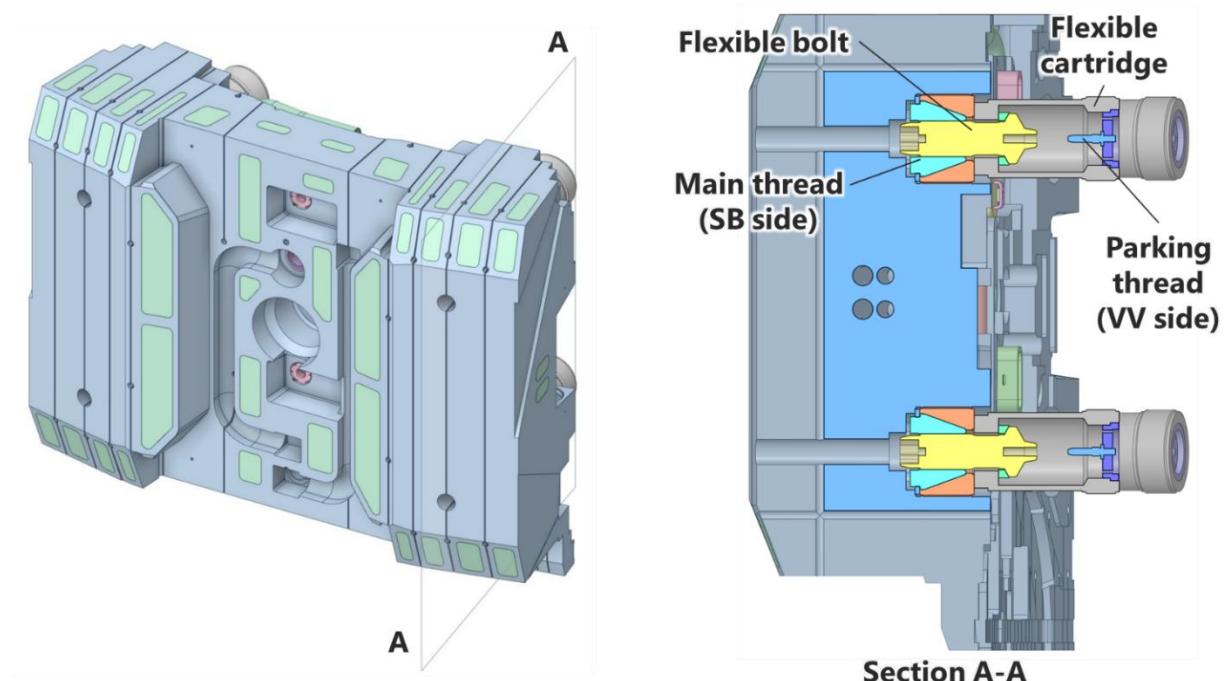


図 5 SB#4 の FB 部断面図

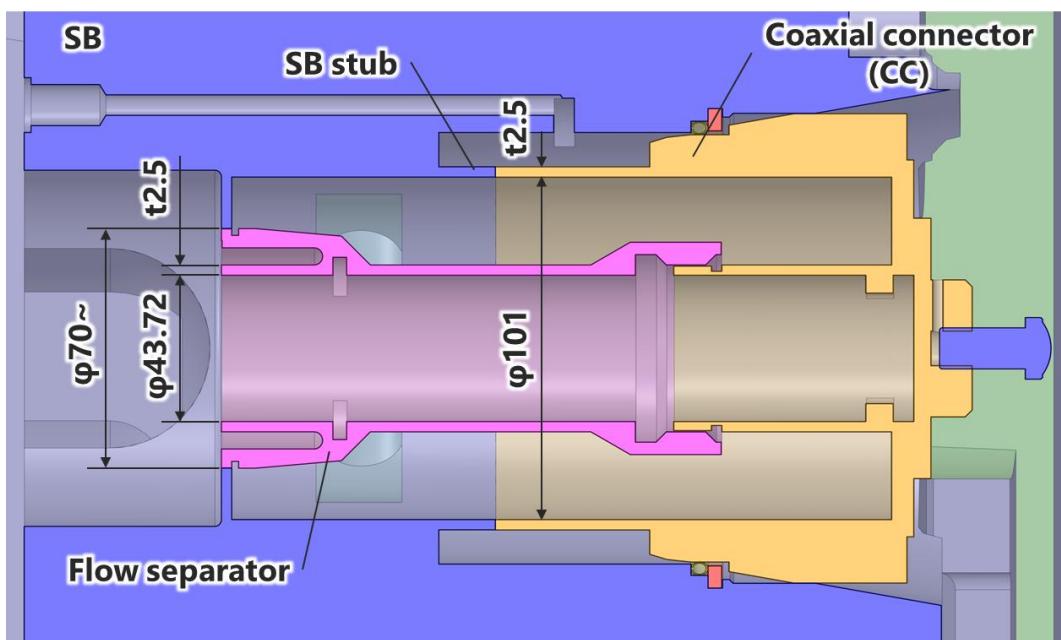


図 6 SB-VV 間の冷却水流路断面図 (CC)

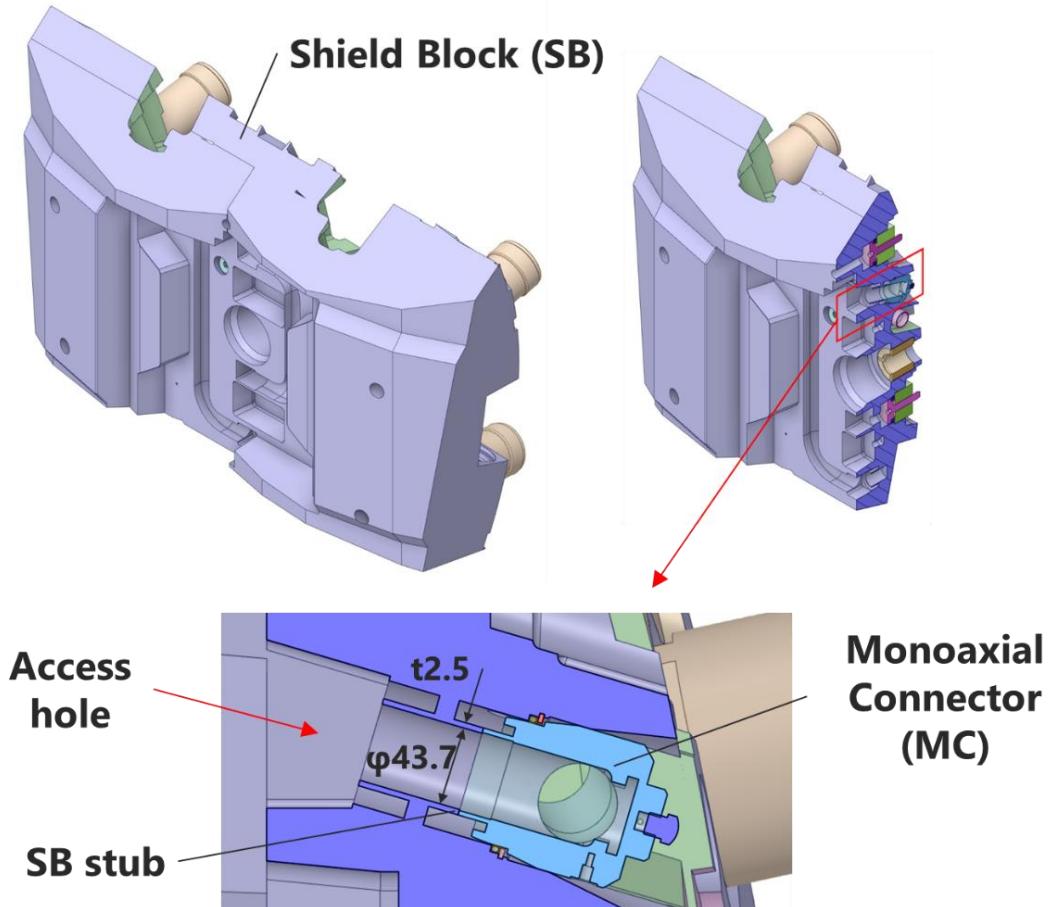


図 7 SB#8 構造断面図 (MC)

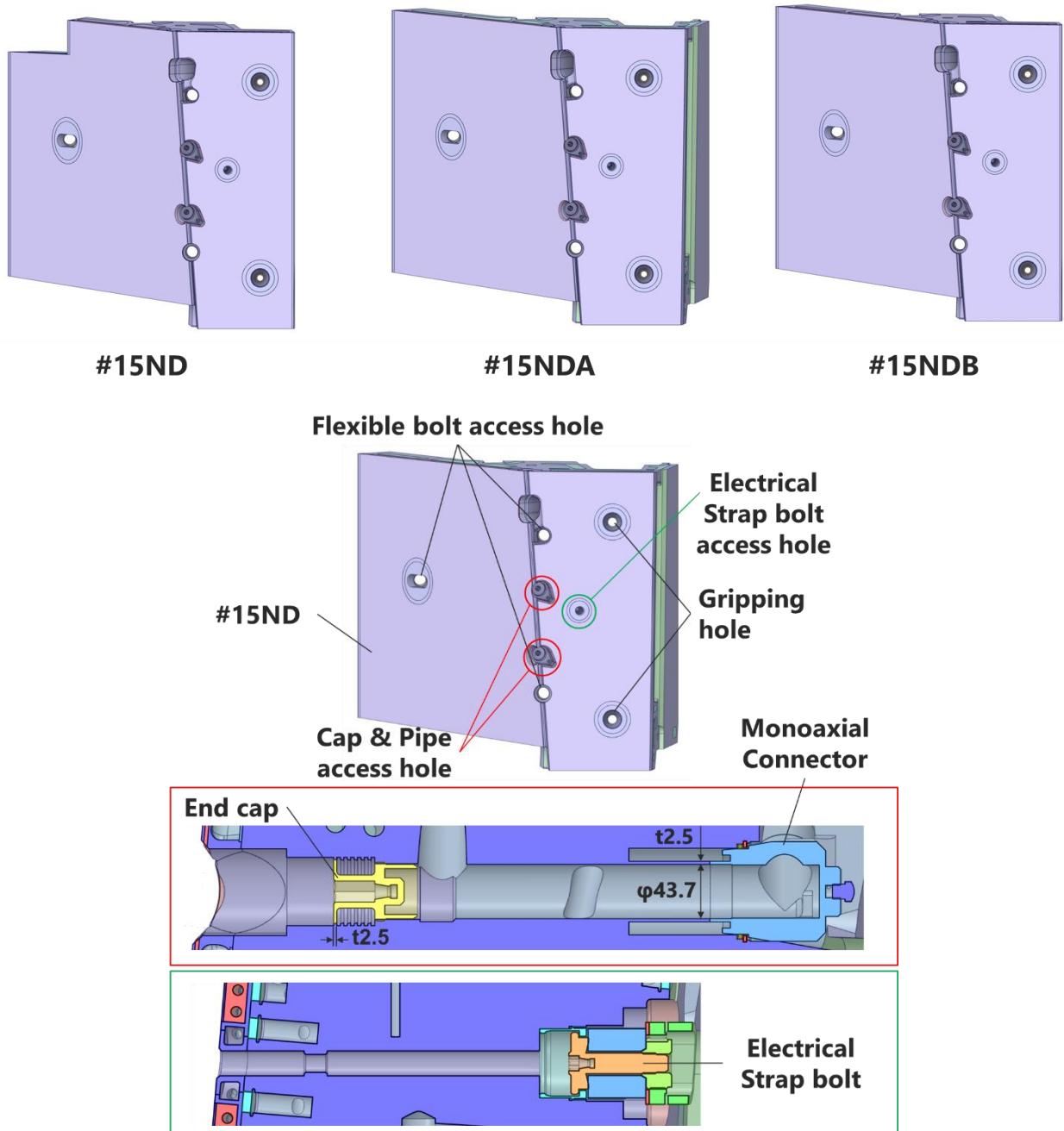


図 8 #15ND 系モジュール構造断面図

2.3.2 TFWの構造

初期組立における対象 FW は、仮第一壁 (Temporary First Wall : TFW) と呼ばれるモジュールである。TFW は図 9 に示すように表面構造が通常の FW と異なり、冷却配管を有しない。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 から変更がない。

*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/簡易構造のものを用いず、最終仕様の SB を初期組立において取り付ける。

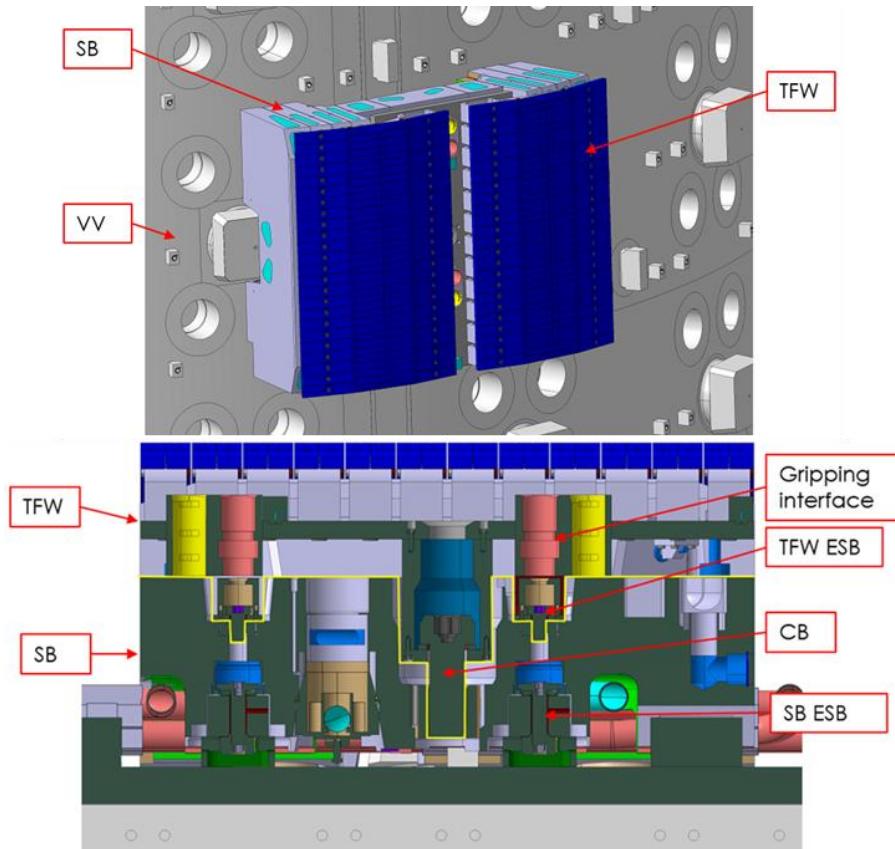


図 9 TFW 斜視図及び構造断面図

2.3.3 初期組立作業時に使用されるツール

BM 保守ツールは、下記に示すように主に重量ツールと軽量ツールに大別される。BM の初期組立時は非放射線環境下の VV 内で、作業員が近づいて作業を行うことができる。このため、初期組立用ツールは耐放射線性及び遠隔操作性を考慮する必要はない。

- (1) 重量ツール：BAT と呼ばれる運搬機を用いて把持する (2.4.16.1 項参照)。
- (2) 軽量ツール：ゼロ G アーム (Zero G Arm) という重量を軽減する補助装置を用いて把持し、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 (2.4.16.4 項参照)。

*上記の BAT や Zero G Arm の設計は本契約範囲外である。

2.3.4 SB保守手順

本項では、本件で設計・製作する SB 保守ツールと関係する SB 保守作業手順を詳述する。

2.3.4.1 SBG による SB の把持及び VV への設置

本項では、SBG による SB の把持から VV への設置までの手順を示す。

- (1) BAT 及び SBG の先端にあるツールチェンジャー (適用図書 [13] 参照。それぞれロボット側及びツール側) を接続する (図 10 に、ツールチェンジャー間を勘合し、エアを供給することで両者が固定される接続イメージを示す。ただし図は SBG の代

わりに FWG となっている)。

- (2) SBG を収納板 (2.4.16.3 項参照。SB を VV 内に搬入/VV 外へ搬出する際に固定するための機器) 上に SBESB にて固定されている SB に近づける。
- (3) SBG を SB 側の CB スレッドを介して、SB に接続する (図 11、ボルト締結やねじ山に対してクランプするなどの方法による)。
- (4) SBG 側の ESB レンチを SBESB のソケットに挿入・勘合し、SBESB と収納板の固定を解除する。
- (5) SB を VV 上の設置位置に近づける。
- (6) SB と VV の取り合い構造 (図 4 参照。VV 側の Flexible cartridge、Intermodular key、Centering key と SB 側の受け構造、パッドを介して取合わせる) を接続する。
- (7) SBG 側の ESB レンチを SBESB のソケットに挿入・勘合し、SBESB を VV 側のスレッドに締結する (SB は VV に仮固定された状態)。
- (8) SBG と SB の接続を解除し、SBG を SB から離す。この後、FBT を用いて SB 上の 4 か所の FB を締結することで、SB は VV に対し本固定される (FBT は本契約外)。

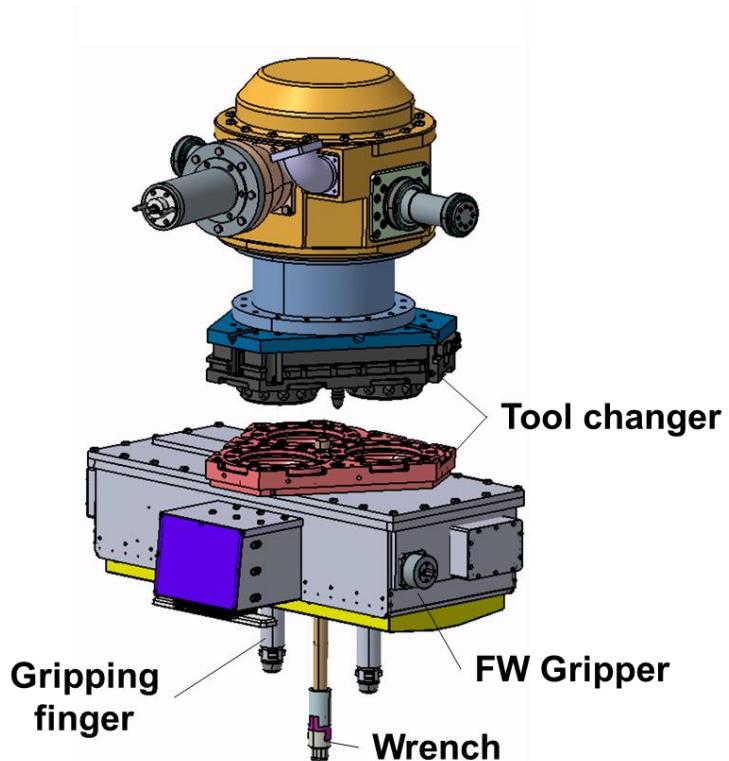


図 10 ツールチェンジャーの外観と接続イメージ (図は FW Gripper)

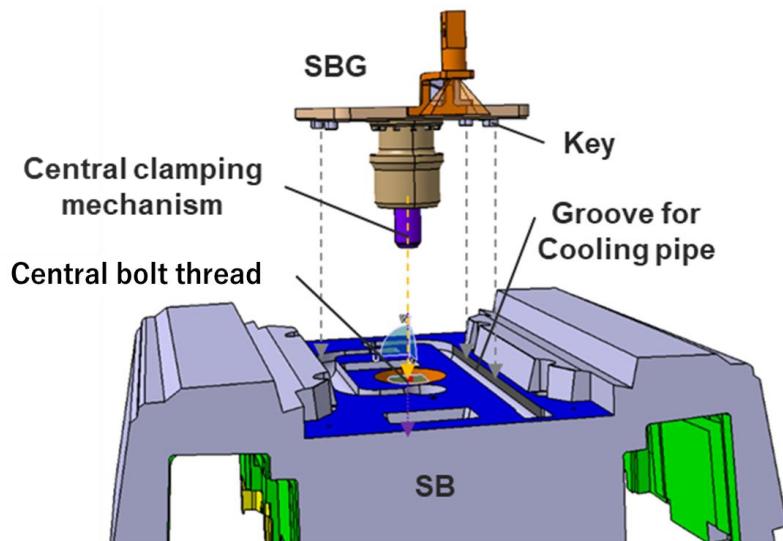


図 11 SBG と SB の接続概念図

2.3.4.2 15NDG による 15ND 系モジュールの把持及びVVへの設置

本項では、15NDG による 15ND 系モジュールの把持から VV への設置までの手順を示す。

- (1) BAT 及び 15NDG の先端にあるツールチェンジャー同士を接続する。
- (2) 15NDG を、収納板 (2.4.16.3 項参照。15ND 系モジュールを VV 内に搬入/VV 外へ搬出する際に固定するための機器) 上に 15NDESB で固定されている 15ND 系モジュールに近づける。
- (3) 15NDG 側の把持コーンを 15ND 系モジュール側の把持穴に挿入し、接続する (図 12、ボルト締結による接続)。
- (4) 15NDG 側の ESB 用レンチ及び駆動機構を用いて、15NDESB の収納板への固定を解除する。
- (5) 15ND 系モジュールを VV 上の設置位置に近づける。
- (6) 15ND 系モジュールと VV の取合い構造 (図 13 参照。VV 側の Stub Key 及び Groove 構造に対して、15ND 系モジュール側の対応するパッド構造を勘合し合う構造となっている) を接続する。
- (7) 15NDG 側の ESB 用レンチ及び駆動機構を用いて、15NDESB を VV 側のスレッドに締結する。これにより、15ND 系モジュールは VV に仮固定された状態となる。
- (8) 15NDG による 15ND 系モジュールの接続を解除し、15NDG を 15ND 系モジュールから離す。この後、15ND 系モジュール用の TB (15NDTB) 及び FBT (15NDFBT) を用いて 15ND 上の 3 か所の FB を締結することで、15ND 系モジュールは VV に対し本固定される。(FB 締結については 2.3.4.5 項参照)

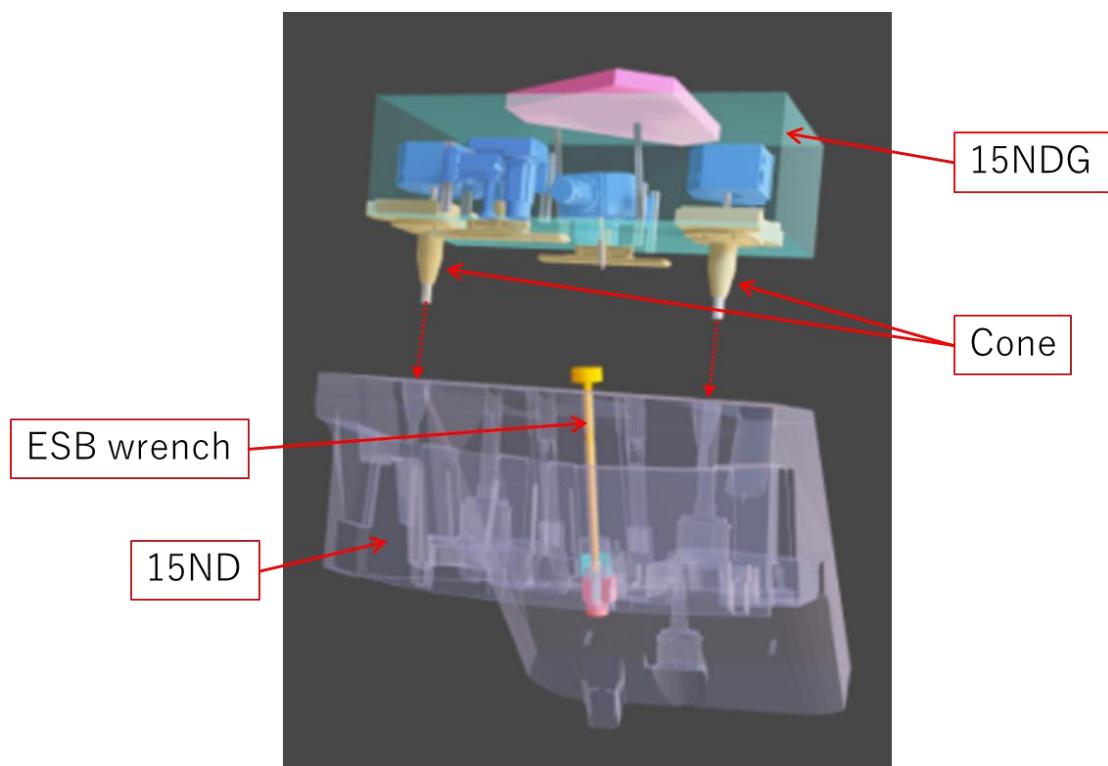


図 12 15NDG と 15ND 系モジュールの接続概念図

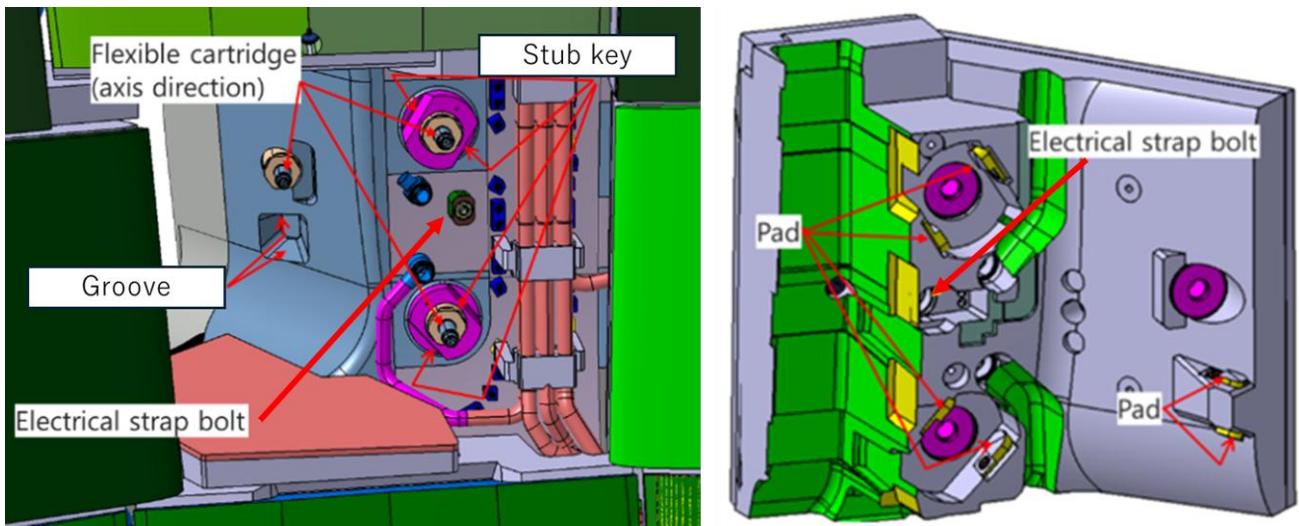


図 13 SB#15ND (右) と VV (左) の取合い構造

2.3.4.3 SBTB の設置

本項では、2.3.4.1 項において SBG により VV に固定された SB 上に SBTB を固定し (図 14)、SBTB のツール固定部の位置調整を行う際の手順を示す。

一方、SBTB を SB に設置する際は、両 SB 側に FW と連結するための CB スレッドがあるため、これを SBTB の設置に用いる手順となっている。

(1) SBTB の設置

- SBTB を VV 外で組み立て、BMTS (2.4.16.2 項) を介して VV 内に搬入する。
- BAT で SBTB を把持する。
- カメラによる監視を行いながら、SBTB を保守対象の SB に配置する。
- SB 側の CB スレッドを介して SBTB を SB に固定する。
- BAT と SBTB の接続を解除し、BAT を SBTB から離す。

(2) SBTB ツール固定部 (TFU) の粗位置調整

備考) 保守作業の対象となる VV 側のコネクタ形状は、SB によって CC 又は MC の 2 種類が存在するため、各コネクタに適合したツール (CC の場合は「CCWT」、MC の場合は「MCPT」を使用する。本項では「CCWT/MCPT」と併記する) を使い分ける必要がある (図 14 は CC と接続する SB を対象として作成した)。

- SB の形状毎に異なる CC/MC までの深さ及び角度を補正するため、TFU に適するシムを固定する。
- TFU を設計値の位置に調整する。
- Zero G Arm で CCWT/MCPT を把持し、SBTB の TFU に CCWT/MCPT を挿入・固定する。
- 軸調整機構 (XY 方向に TFU の位置を調整する機構。XY テーブルとも呼ぶ) で粗位置調整を行う (CC/MC 中心軸に対して上下左右方向を XY 方向とする)。

(3) TFU の精密位置調整

- (MC を保守する場合のみ) MCAMT を MCPT の内部に挿入し、固定する。
- CCWT/MCPT の軸方向の位置を調整し、CCWT/MCAMT の変位センサーと CC の開先部の

位置を合わせる。

- (c) CCWT/MCAMT/MCWT が具備する Z リニアガイド (CC/MC 中心軸に対して軸前後方向を Z 方向とする) と CCWT/MCPT (又は MCPT 内に挿入した MCAMT/MCWT) が具備する回転駆動機構を使用して変位センサーを移動させ、SB stub に対する誤差 (偏心量) を測定する。
 - (d) 軸調整機構で CCWT/MCPT (及び TFU) の位置を CC/MC の軸に対して精密に調整する。
- (4) 以降、各保守作業を実施する。

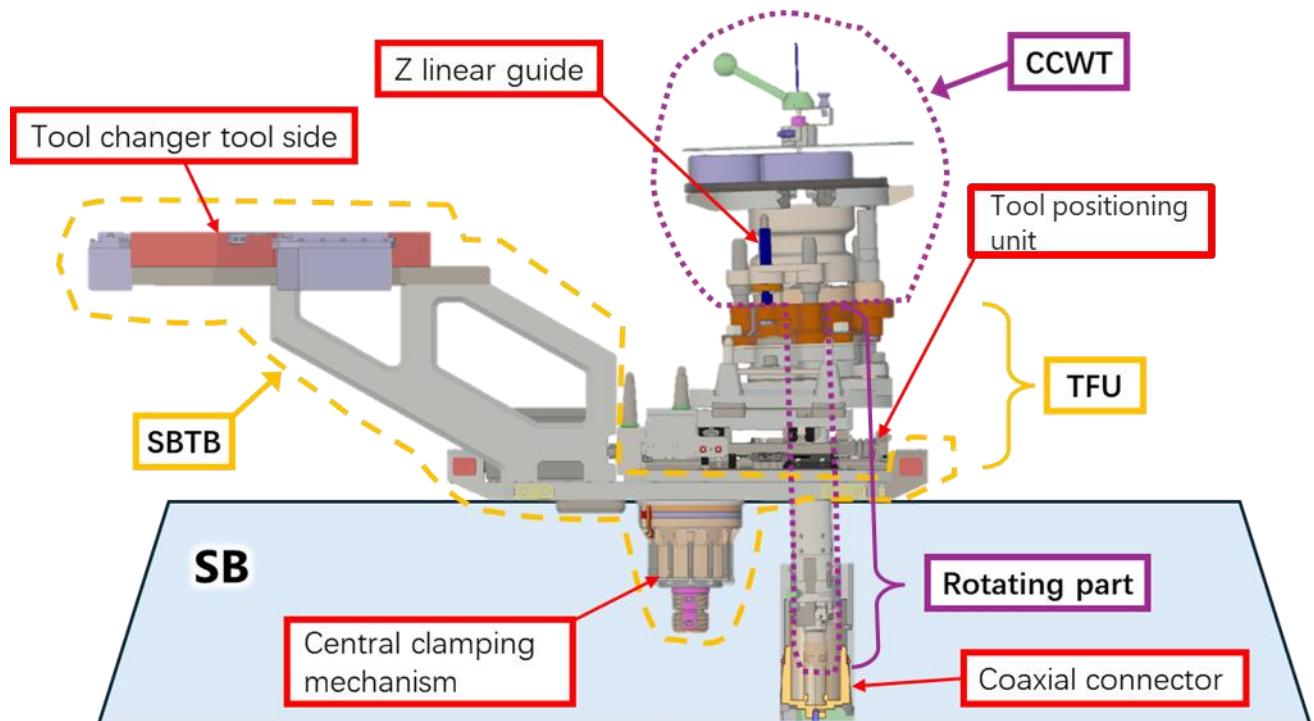


図 14 SBTB 設置概念図

2.3.4.4 15NDTB の設置

本項では、2.3.4.2 項において 15NDG により VV に仮固定された 15ND 系モジュールを対象とし、15NDTB の設置、FB 締結による 15ND 系モジュールの本固定、MCPT と MCAMT を用いた 15NDTB ツール固定部 (TFU) の位置調整までの手順を示す。

なお、保守作業の対象となる VV 側のコネクタは、15ND 系モジュールの場合は MC に限定される。また 15ND 系モジュールは単体構造のため、CB スレッドの代わりに把持穴を介して 15NDTB を固定する手順になっている。

(1) 15NDTB の設置

- (a) 15NDTB を VV 外で組み立て、BMTS (2.4.16.2 項) を介して VV 内に搬入する。
- (b) BAT で 15NDTB を把持する。
- (c) カメラによる監視を行いながら、15NDTB を保守対象の 15ND 系モジュールに配置する。
- (d) 15ND 系モジュール側の把持穴 (Gripping hole) 奥のスレッドを介して、15NDTB を 15ND 系モジュールに固定する。
- (e) BAT と 15NDTB の接続を解除し、BAT を 15NDTB から離す。

(2) FB の締結 (内容は 2.3.4.5 項を参照)

(3) TCU の粗位置調整

- (a) TCU を設計値の位置に調整する。
- (b) Zero G Arm で MCPT を把持し、15NDTB の TCU に MCPT を挿入・固定する。
- (c) 軸調整機構 (XY ステージ) で粗位置調整を行う (MC 中心軸に対して上下左右方向を XY 方向とする)。

(4) TCU の精密位置調整

- (a) MCPT の内部に MCAMT を挿入して固定する。
- (b) MCAMT の変位センサーと MC の開先部との位置を合わせる。
- (c) MCPT が具備する Z リニアガイド (MC 中心軸に対して軸前後方向を Z 方向とする) と MCAMT が具備する回転駆動機構を使用して変位センサーを移動させ、SB stub に対する誤差 (偏心量) を測定する。
- (d) 軸調整機構で TCU 及び MCPT の位置を MC の軸に対して精密に調整する。

(5) 以降、各保守作業を実施する (2.3.4.6 項に続く)。

2.3.4.5 15NDFBT による FB 締結

本項では 15ND 系モジュールを VV に本固定するため、15ND 系モジュール専用の FBT (15NDFBT) を用いて FB を締結する手順を示す。本手順は 2.3.4.4 項の手順(2)の詳細となる。

(1) 15NDFBT の設置

- (a) 15NDFBT を 15NDTB の取合い部に設置する。

(2) レンチの挿入・勘合 (図 15)

- (a) 15ND 系モジュール表面にある FB 導入孔 (FB access hole) から、15NDFBT のレンチを挿入する。

- (b) レンチの先端を VV 側の FB 待機スレッド構造 (FB parking thread) に締結された FB のソケットへ押し付ける。

- (c) 上記の状態でレンチを回転させる。レンチと FB ソケットの TORX 位相が合った時、レンチがソケット内に押し込まれ勘合する。

- (d) レンチ先端に具備された受動把持機構 (Passive Holding System, PHS) が、FB ソケットの奥の取合い部に勘合する。

(3) FB の締結 (図 16)

- (a) レンチを反時計回りに回転させながら手前方向 (反 FB 方向) に並進移動させ、FB の VV 側にある FB 待機用スレッド構造から FB を緩めて抜く。

- (b) FB を 15ND 系モジュールのメインスレッド構造である SB ナット (SB conical nut) に締結する。

- (c) レンチを FB ソケットから引き抜く。

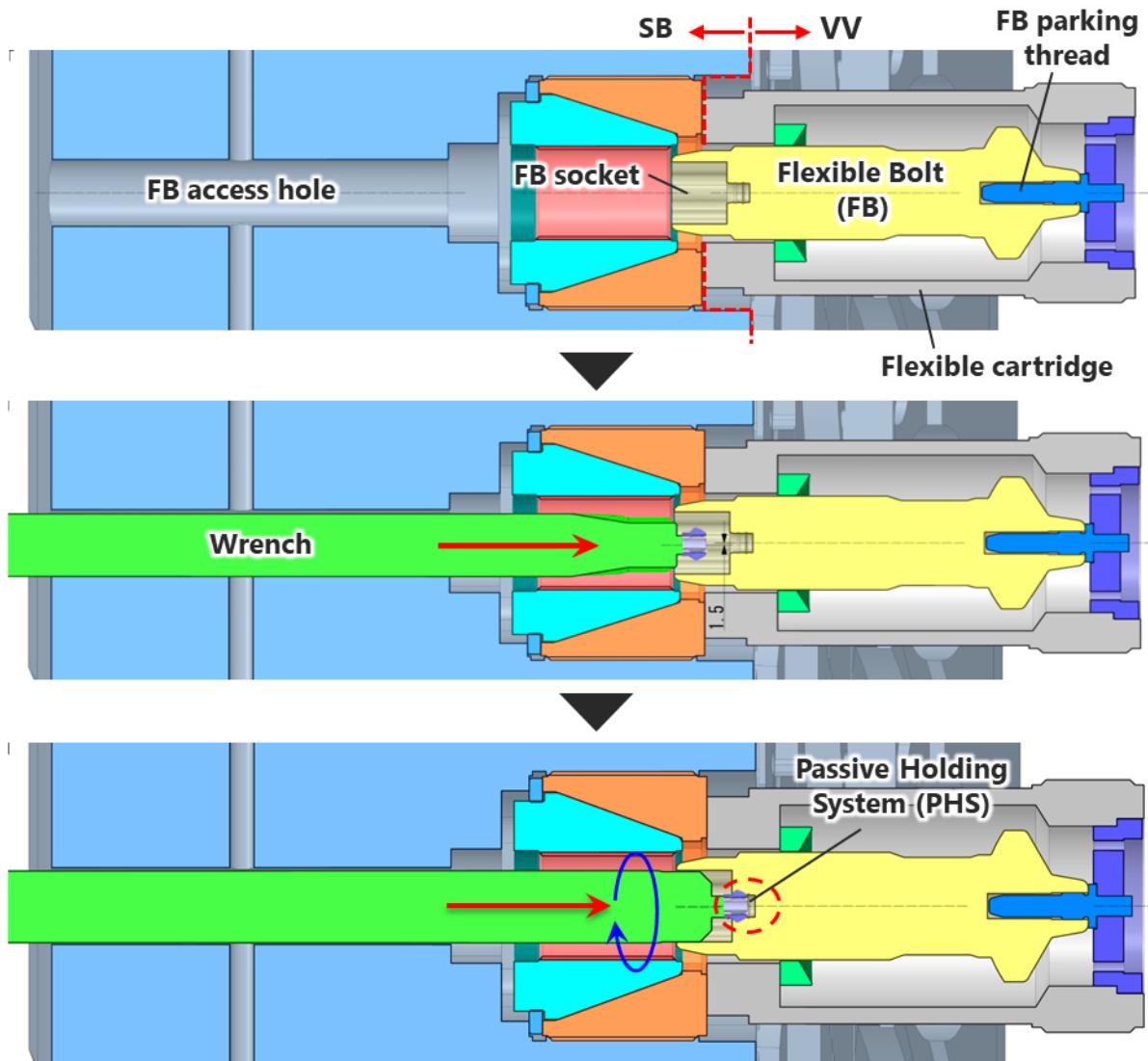


図 15 FB 締結工程①：レンチの挿入・勘合

(本図及び図 16 は SB における FB 締結工程を示す。15ND 系モジュールにおける FB 締結工程は図中の「SB」を「15ND 系モジュール」に読み替えること。)

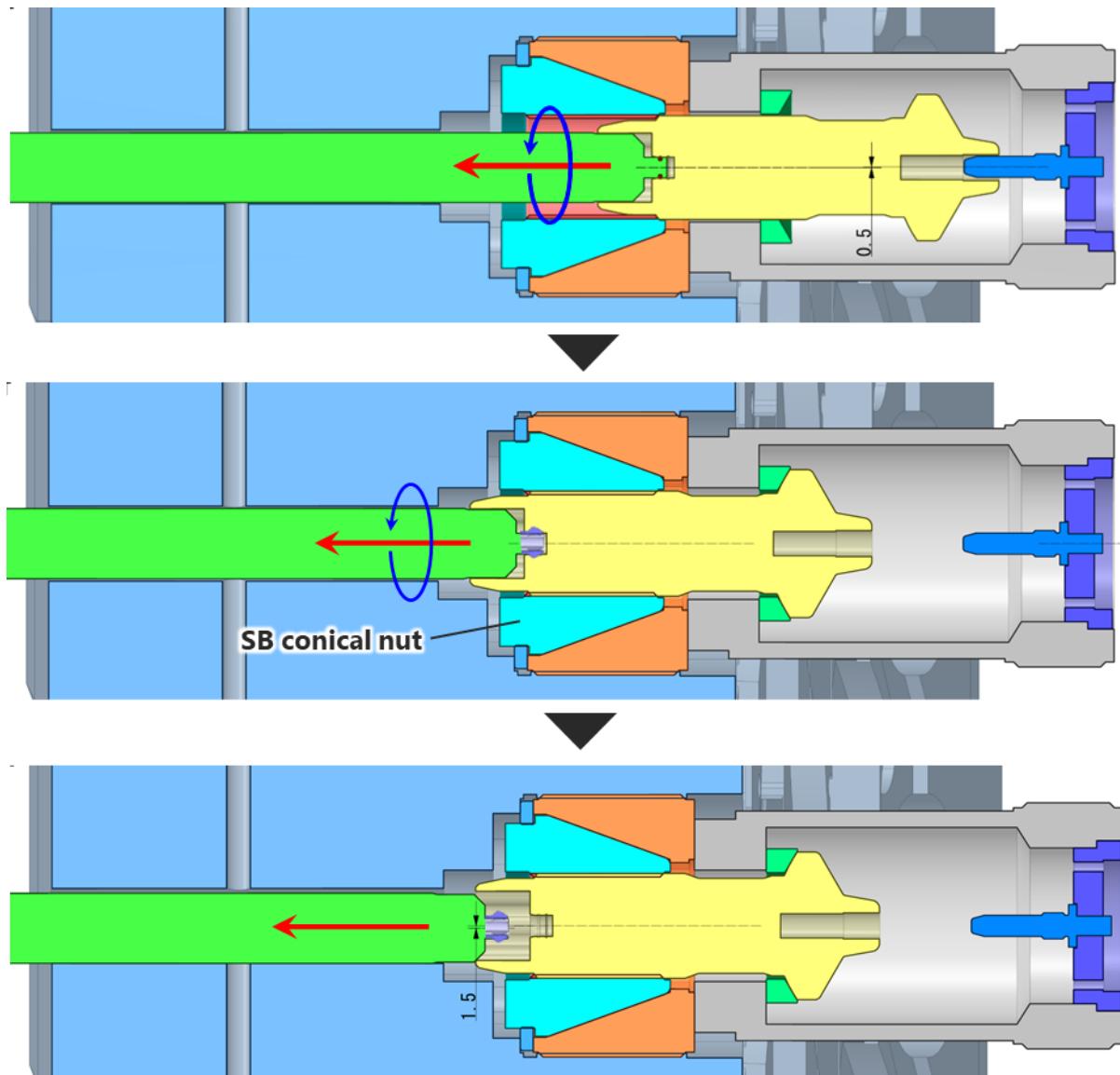


図 16 FB 締結工程②：FB の締結

2.3.4.6 MC ツールによる MC の溶接及び切断

本項では SB 又は 15ND 系モジュールを VV に設置後、ESB 及び FB を締結し固定した後、各種 MC ツールを用いて SB 側配管構造の開先 (SB stub) に VV 側の MC を接続及び切断する際の作業手順 (現状想定) を以下に記載する。なお、MC ツールによる作業に先立ち、対象となる SB に適合する TB を設置する必要がある。設置手順については、SBTB は 2.3.4.3 項、15NDTB は 2.3.4.4 項を参照すること。

- (1) TB の設置 (図 17)、MCPT 及び MCAMT の設置 (図 18)、並びに TFU の位置調整 (図 19)

* 2.3.4.3 項参照

- (2) MC の引込み (図 20)

- (a) 通常 20kN、最大 30kN の引込み力で引込みを実施し、SB 配管と MC の開先を合わせる。

- (b) MCAMT 及び MCPT を回転させ、SB 配管と MC 間の Gap (軸前後方向の並進誤差) /Step (軸誤差) 及び溶接実施位置を測定する。
- (3) 溶接の実施 (図 21)
- (a) MCAMT と MCPT の固定を解除し、MCAMT を MCPT から引き抜く。
 - (b) MCWT を MCPT に挿入して固定する。
 - (c) MCWT の電極と MC/SB stub の開先間にアークを発生させながら MCWT+MCPT を中心軸回りに回転させ、全周溶接を実施する。
 - (d) 溶接完了後に MCWT と MCPT の固定を解除し、MCWT を MCPT から引き抜く。
 - (e) MCPT による MC の引込みを解除する。
 - (f) SBTB のツール昇降機構を用いて MCPT を MC から引き抜き、MCPT を TB から取り外す。
- (4) 溶接状態の確認 (図 22)
- (a) MCVT (本件の対象外) を SBTB に設置する。
 - (b) SBTB のツール昇降機構を用いて MCVT を MC 内に挿入し、MCVT のカメラ (又はセンサー) により、溶接品質を確認する。
 - (c) SBTB のツール昇降機構を用いて MCVT を MC から引き抜き、MCVT を SBTB から取り外す。
- (5) 配管の切断 (図 23) 及び加工 *溶接不良発生時のみ実施する。
- (a) MCCT を SBTB に設置する。
 - (b) SBTB のツール昇降機構を用いて MCCT を MC 内に挿入し、MCCT に具備されるスウェージカッターナイフにより MC を切断する。
 - (c) SBTB のツール昇降機構を用いて MCCT を MC から引き抜き、MCCT を SBTB から取り外す。
 - (d) SBTB を SB から取り外す。
 - (e) SB を VV から取り外す。
 - (f) PFT により、切断した配管端面を加工する (2.3.4.7 項参照)。
 - (g) 新しい SB を VV に設置後、再度(3)から作業を再開する。

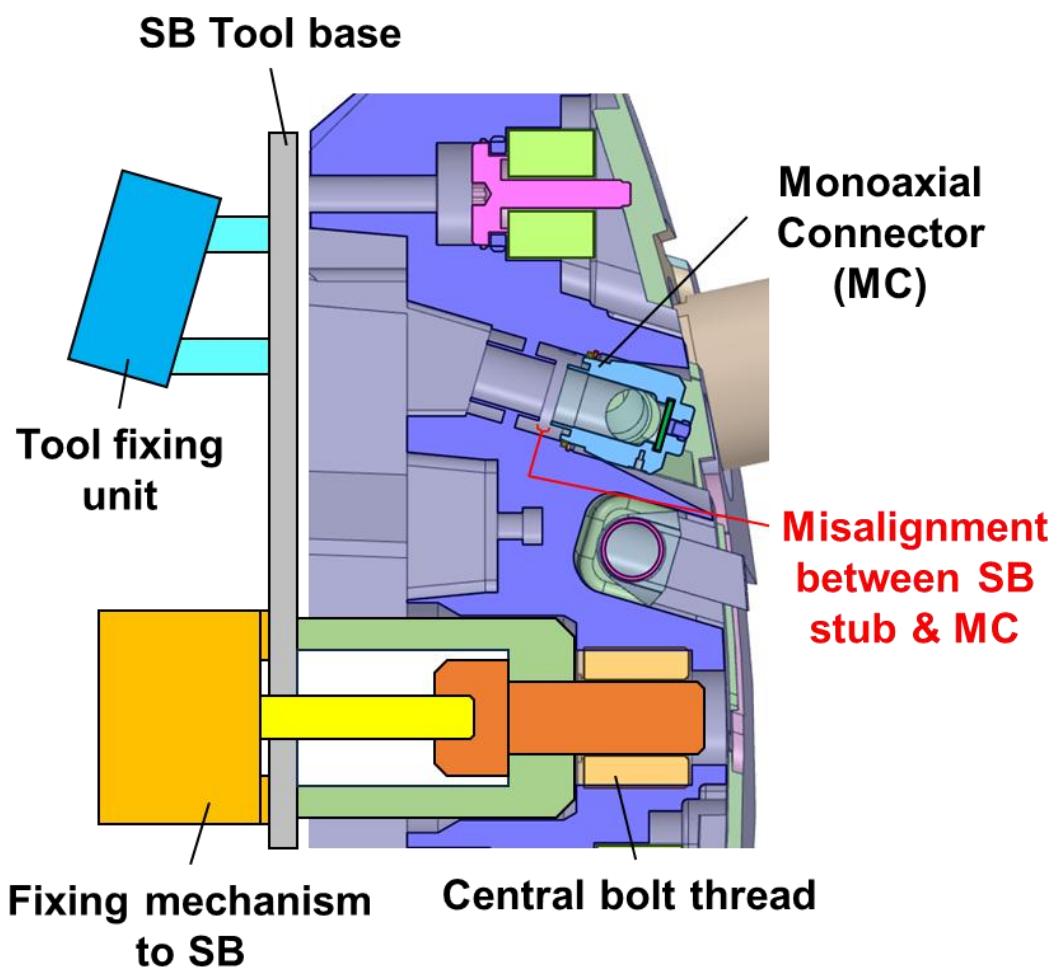


図 17 手順 1 : SBTB を SB に設置

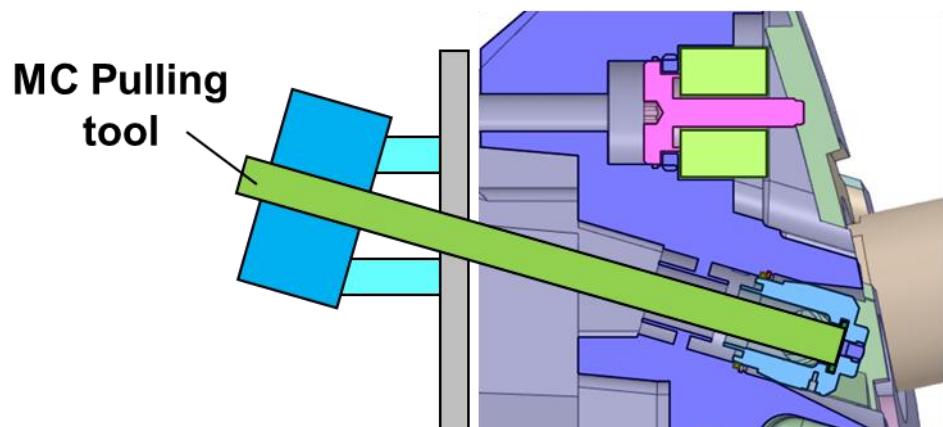


図 18 手順 2 : MCPT を SBTB に設置

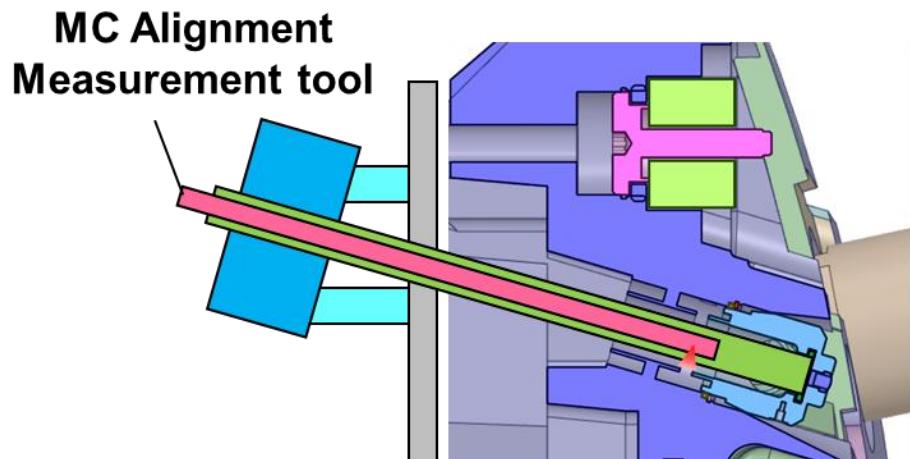


図 19 手順 4 : MCAMT を MCPT に挿入し、位置ずれの測定と中心位置出しを行う

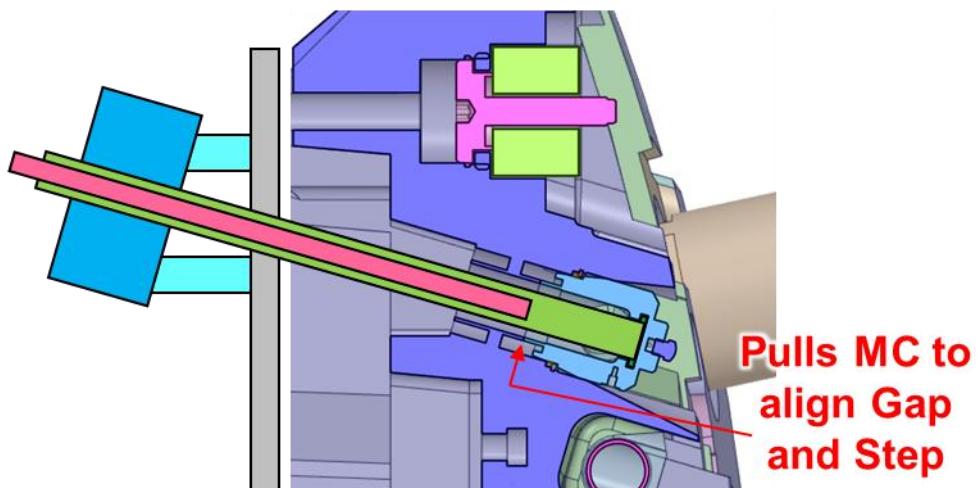


図 20 手順 5 : MCPT により MC を引込み、SB と MC の開先を合わせる

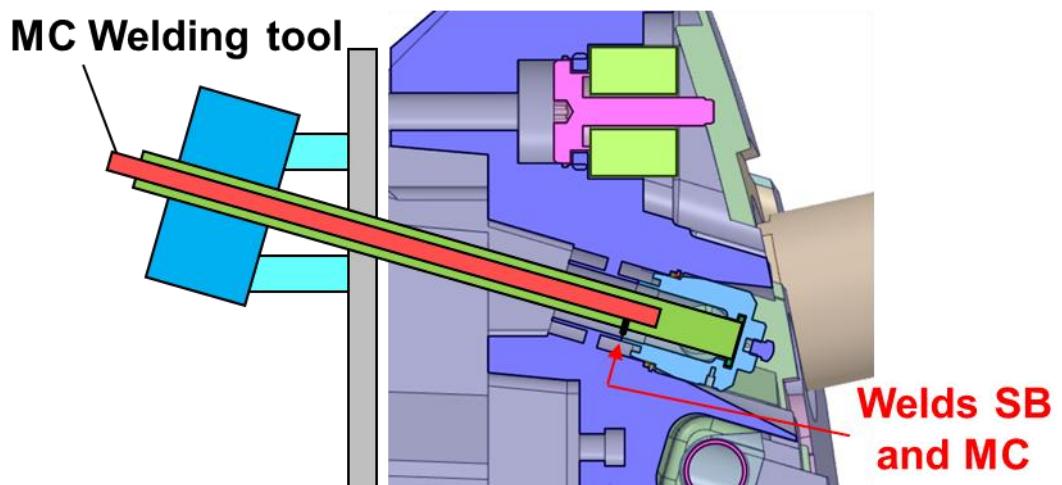


図 21 手順 6 : MCAMT を MCPT から引き抜き、MCWT を MCPT に挿入し、溶接を実施する

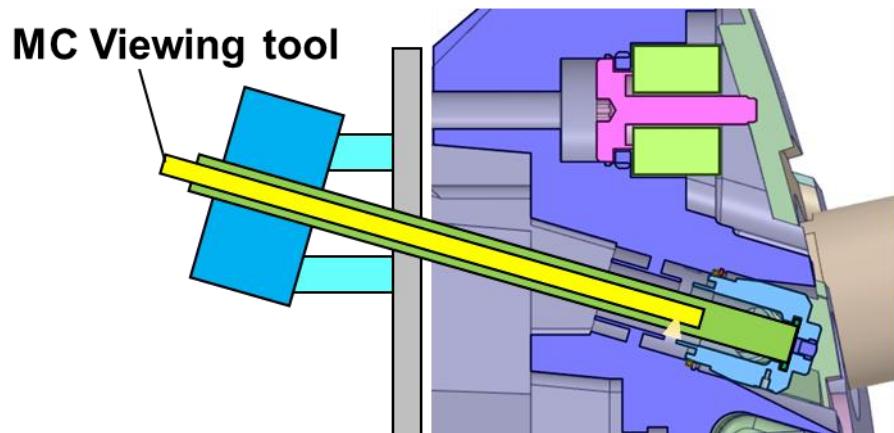


図 22 手順 7 : MCWT を MCPT から引き抜き、MCVT (本件対象外) を MCPT に挿入し、溶接品質を確認する

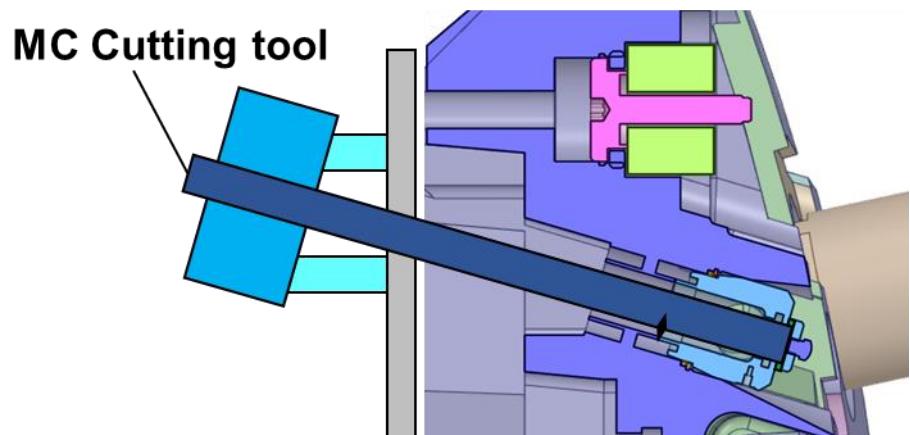


図 23 手順 8 (配管溶接不良時のみ) : MCCT を SBTB に設置し、MC を切断する

2.3.4.7 PFT による端面加工

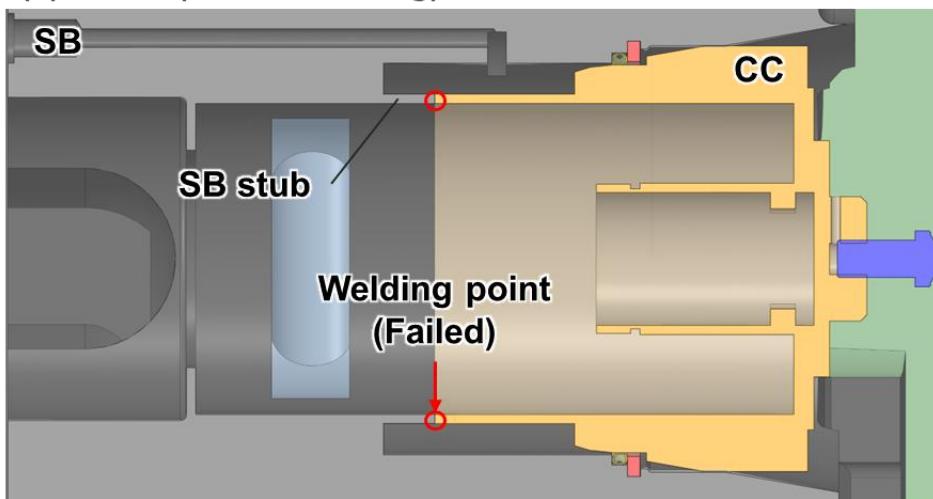
2.3.1 項及び 2.3.4.6 項に記載したとおり、SB stub 及び CC/MC 間の溶接に不良が発生した場合は、溶接部分を切断し、再溶接に向け VV 側の CC/MC 切断面に対して端面加工を実施する必要がある。この加工は、ナセル (2.4.16.4 参照) 上から作業員が PFT を用いて手作業にて切断面のバリ除去及び傾斜した端面の垂直加工を行う。

本項では、CC を例として溶接部の切断から CC 端面加工・再溶接までの一連の工程に関し概要を下記に記載する (図 24 及び図 25 参照。図中の番号は下記の工程番号と対応する)。なお、切断及び再溶接に必要となる SBTB の設置手順については、2.3.4.3 項を参照のこと。

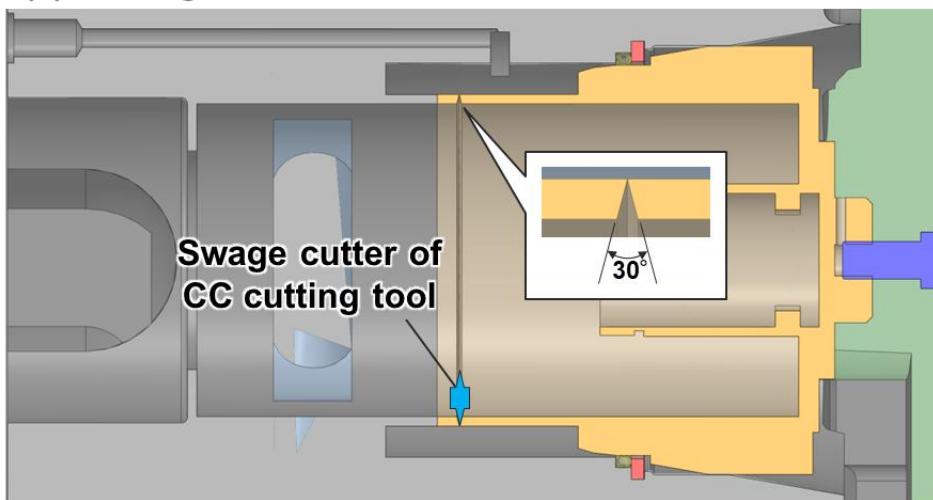
- (1) 溶接不良が生じた SB 上に SBTB を固定し、その上に CCCT を設置する。
- (2) SBTB のツール昇降機構を用いて CCCT を SB 配管から CC 内に挿入し、CCCT に具備されるスウェージカッター刃により CC 側と SB 側の溶接部を内径側から切断する CC を切断する。
- (3) SBTB のツール昇降機構を用いて CCCT を CC から引き抜き、CCCT を SBTB から取り外す。その後、SBTB を SB から取り外す。さらに、FBT を用いて SB と VV を接続する FB を緩め SBG で SB を保持し、ESB レンチを用いて SBESB を緩めて VV から SB を取り外す。
- (4) PFT 端面加工
 - (a) PFT を TSR (2.4.12 項参照) に搭載し、BMTS (2.4.16.2 項参照) を介して VV 内に搬入する。
 - (b) NTS (2.4.13 項参照) に PFT を移し替える。
 - (c) ナセル上で作業員が Zero G Arm (2.4.16.5 参照) で PFT を把持し、PFT の位置調整機能を用いて切削面が CC の軸に対して垂直になるように CC に接続し、切断端面 (15deg の傾斜) のバリ除去及び、傾いた端面を垂直に加工する。
 - (d) PFT を上記の(a)の逆手順により VV 外へ搬出する。
- (5) 新しい SB を SBG で把持して VV に設置し、各種ボルトを締結する。
- (6) (5)の SB 上に SBTB を固定し、その上に CCWT を設置した後、SB 配管から CC 内に挿入し、CC を引き込み、(4)にて垂直に加工した CC 端面を SB stub と突き合わせた後、両者を内径側から突合せ溶接する。

- 備考)
 - ・ CCCT 及び CCWT の設計製作は本契約の対象外である。
 - ・ MC の溶接及び切断手順については、2.3.4.6 項を参照すること。(4)の PFT 端面加工手順は CC/MC とも共通。

(1) Initial (Failed welding)



(2) Cutting the CC



(3) Removal of the SB

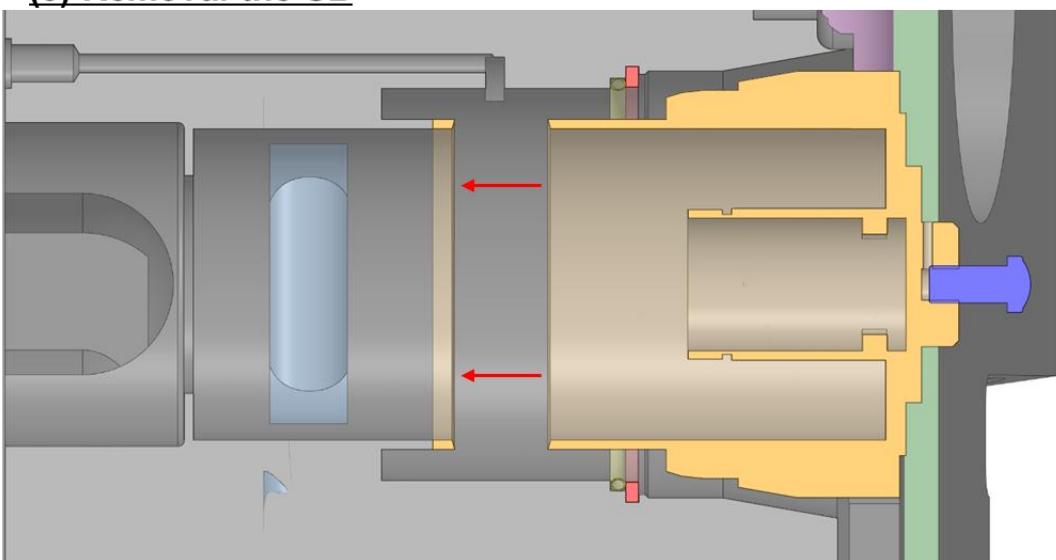
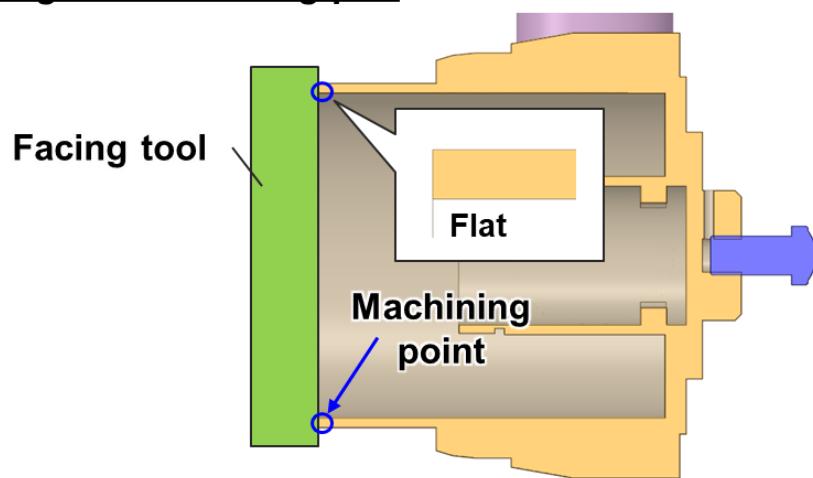
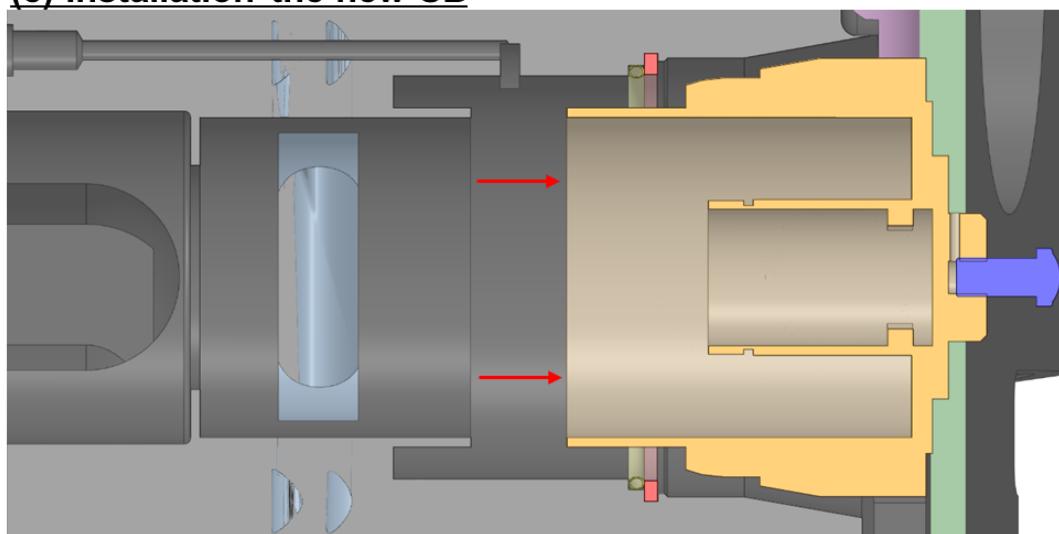


図 24 CC 切断、端面加工、再溶接工程①

(4) Facing the CC cutting part



(5) Installation the new SB



(6) Re-welding the CC

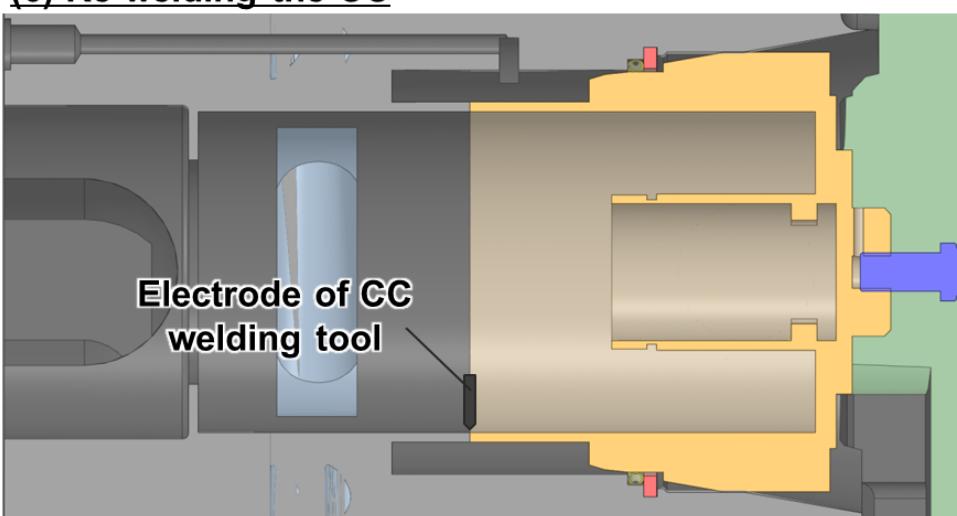


図 25 CC 切断、端面加工、再溶接工程②

2.3.4.8 BTSE の設置

VV 内の各種ツール及び関連装置の動作に必要となる電源、信号、ガス、圧縮空気などのユーティリティは、VV 外の建屋からポートを通るケーブルを経由して VV 内へ伝達・供給される仕組みとなっている。特に、大量のユーティリティの伝達媒体となるケーブルは、外部から滞りなく送給するため、ルーティング、送給、巻き取り等の手順を確立する必要がある。各種ツールによる作業を補助するためのユーティリティ供給装置 (TSS)、ケーブル送給装置 (UHS) 及びケーブル仮留め具 (UTC) からなる支援装置群を「BTSE」と呼ぶ。

図 26 に VV における BTSE 各装置が配置された概念図を示す。以下の手順により BTSE を設置し、ユーティリティの補助・供給を行う。

- (1) UHS の土台 (トロリ) を L1 Equatorial Port (以下「EP」という。) 内の所定位置に手動 (人力) で搬送し固定する。
- (2) TSS を EP 内所定位置に手動 (人力) で搬送し固定する。
- (3) TSS ケーブルコネクタを EP セル壁配電ボックスに接続する。
- (4) ケーブルで TSS と UHS を接続する。
- (5) VV 内の任意位置に UTC を設置する。
- (6) UHS からケーブルを送給する。
- (7) VV 内にケーブルを引込み、ケーブル先端に具備するコネクタをツール又は EE に接続する。
- (8) 余長があるケーブルは、VV 内の複数位置に設置した UTC に取付けて保持する。
- (9) 各種ユーティリティの補助を開始する。

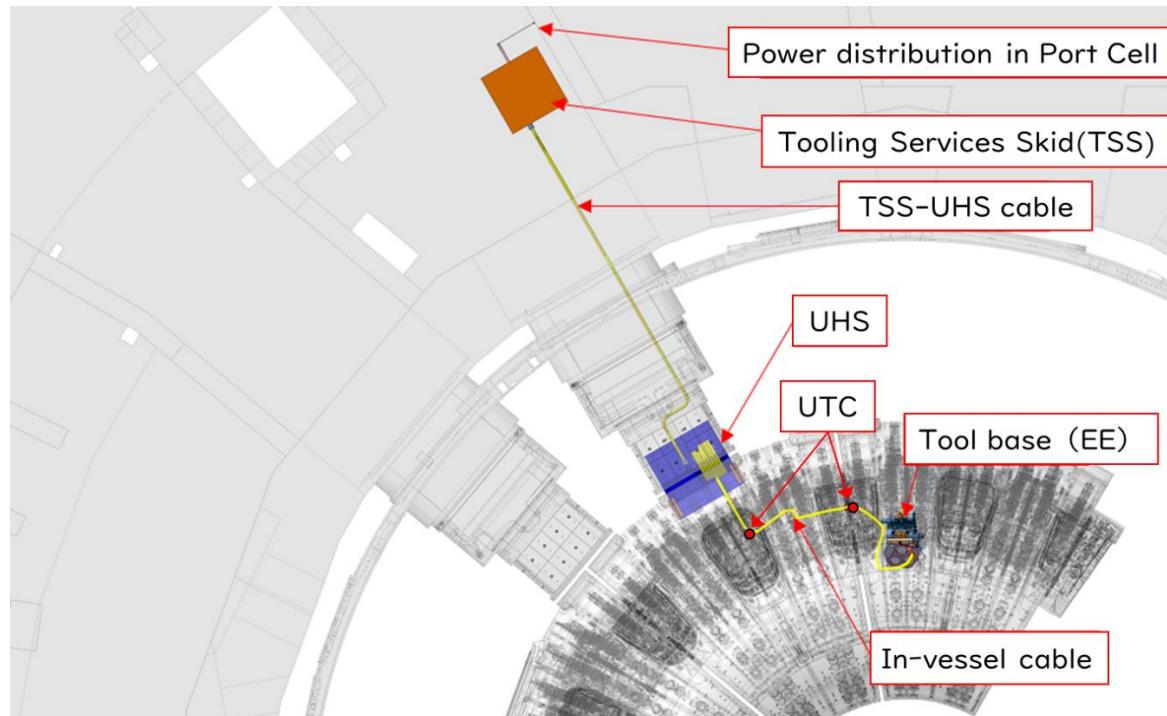


図 26 BTSE 各装置の位置関係図 (VV 上面視)

2.4 設計仕様

本項では、各種 SB ツールプロトタイプに関する設計検討を実施するにあたり考慮すべき点を示す。

2.4.1 SBGの設計仕様

SBG の設計情報を以下に示す。

- (1) ツール構造：図 27
- (2) 機能
 - (a) SBG は SB を把持する機能を有する。
 - (b) SBG は SB を把持した状態で VV 内を移動する機能を有する。
 - (c) SBG は SB を対象の VV に設置した後、SBESB を VV 側のスレッドに締結して仮固定する機能を有する (SB を VV から取り外す際は、SBESB を SB 側の待機用スレッド構造に締結する)。
- (3) 具備する機能及び構造
 - (a) 中央クランプ機構(図 27 内 Central Clamping Mechanism (以下同様))
 - ・ SB を把持 (図 28) するために、SBG と SB を接続する機構を具備する (図 29 に示すとおり、SB 側の CB スレッドを利用)。
 - (b) レンチユニット×2 台 (Wrench unit)
 - ・ レンチの材質は高い降伏強度を持つマルエージング鋼とする。
 - ・ レンチ昇降機構 (Linear guides for vertical movement) : モータ駆動によりレンチを軸方向に移動させ、SBESB ソケットに挿入する機構。
 - ・ レンチ位置調整機構 (Linear guides for translation) : モータ駆動によりレンチの軸を SB 形状毎に異なる SBESB 軸位置に対して合わせる機構。
 - ・ レンチ回転機構 : モータ駆動により SBESB に勘合したレンチにトルクを印加する機構。
 - (c) BAT の General EE (2.4.16.1 項) への接続用のツールチェンジャー (ツール側)
 - (d) カメラ (Camera) 及び照明
 - ・ SBG の位置決めのためのロボットビジョン用のカメラ 2 台及び、SB 上の位置合わせマーカー周辺を明るく照らすための照明。
 - (e) 組み込みコントローラ (Embedded Control cubicle)
 - ・ SBG 上の機構を動作させるための制御機能。
 - (f) キー (Key)
 - ・ SB 表面の配管溝などと取合させて、SBG の回転を制限する構造。
 - (g) パッド (Pad)
 - ・ SB 表面に押し当てて剛性接続を提供する構造 (SBTB と同様の構造)。
 - (h) ベースプレート (Base plate)
 - ・ 上記(c)～(g)の機器を固定するための構造体。

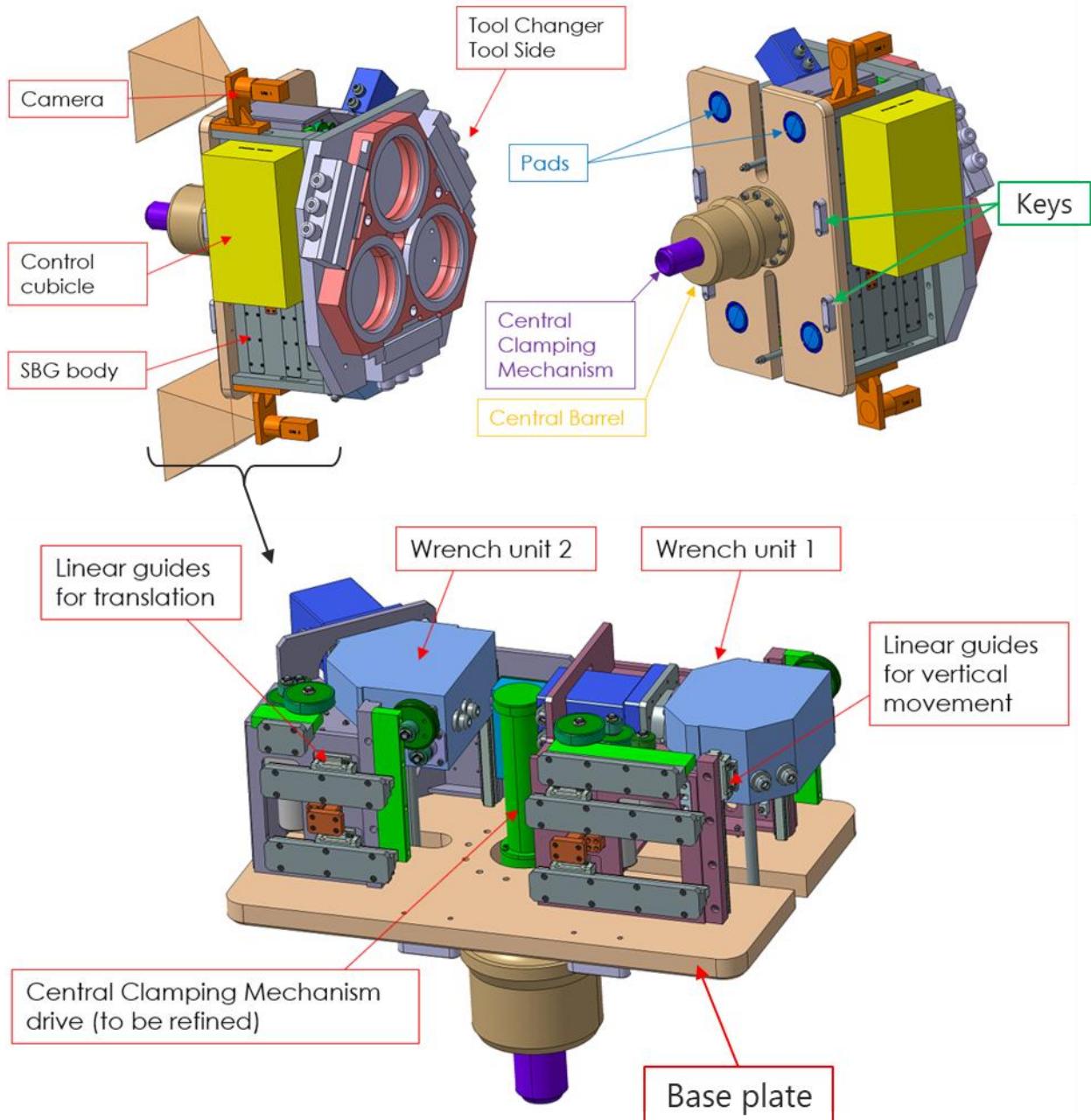


図 27 SBG の概念設計

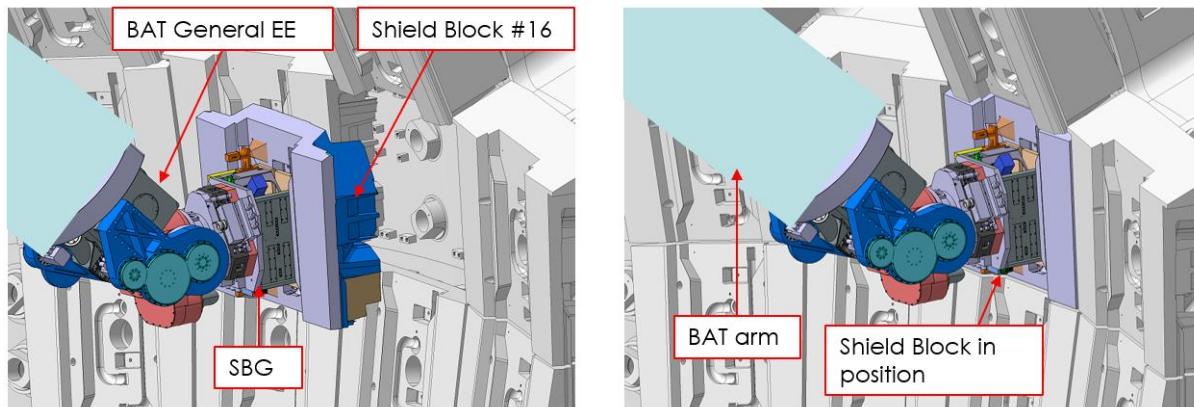


図 28 SBG による SB の把持概念

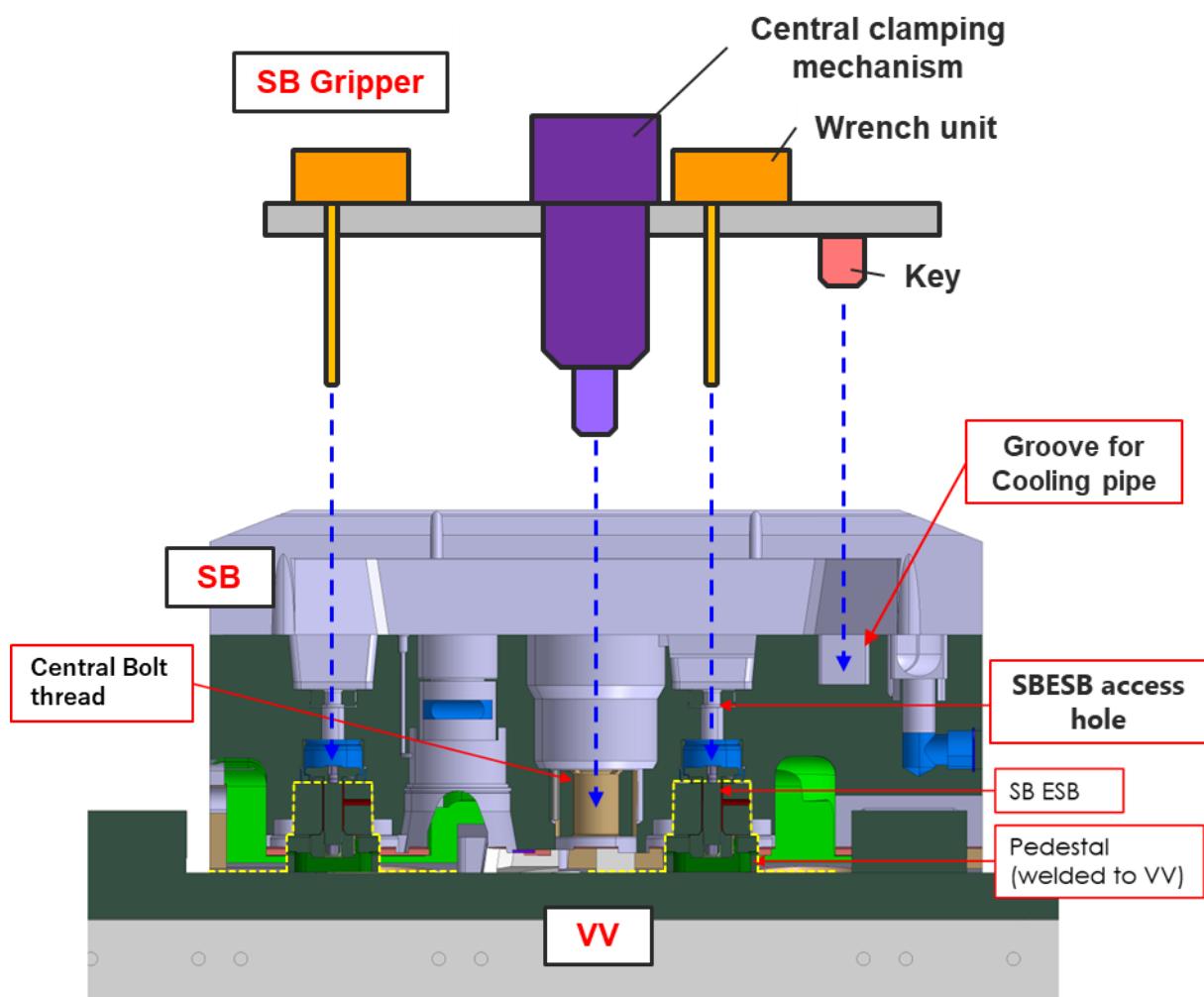


図 29 SBG と SB の取合い構造

2.4.2 15NDGの設計仕様

15NDG の設計情報を以下に示す。

(1) ツール構造：図 30

(2) 機能

- (a) 15NDG は、把持コーン及びボルトを具備し、それらを用いて 15ND 系モジュール及び 15NDG 間を固定し把持する機能を有する。
- (b) 15NDG は、15ND 系モジュールを把持した状態で VV 内を移動する機能を有する。
- (c) 15NDG は、15NDESB 用レンチ及び駆動機構を具備し、15ND 系モジュールを対象の VV に設置した後、15NDESB を VV 側のスレッドに締結して仮固定する機能を有する。
- (d) 把持コーン及び 15NDESB 締結レンチはコンプライアンス機構などの調整機構を有する。

(3) 具備する機能及び構造

(a) 把持コーン (Cones) 及びボルト × 2 台

- 15ND 系モジュールを把持 (図 31) するために、15NDG と 15ND 系モジュールを接続する機構 (図 32 に示すとおり 15ND 系モジュール側の把持穴を利用する)。
- 把持コーン及びボルトのうち 1 つは固定され、もう片方は両把持コーン間の距離を微調整することにより完全な接続ができるように、軸方向及び半径方向に微小な可動域を有するフローティング機能。

(b) 把持コーンボルトユニット (Cones + Bolt driving mechanism) × 2 台

- 把持コーンボルト昇降機構：モータ駆動又はコンプライアンス機構等によりボルトを軸方向に移動可能な機構。
- 把持コーンボルト締結機構：モータ駆動により把持コーン内に配置したボルトにトルクを印加する機構。

(c) 15NDESB 用レンチユニット (ESB wrench + Bolt driving mechanism)

- レンチの材質は高い降伏強度を持つマルエージング鋼とする。
- レンチ昇降機構：モータ駆動等によりレンチを軸方向に移動させ、15NDESB ソケットに挿入する機構。
- レンチ回転機構：モータ駆動により 15NDESB に勘合したレンチにトルクを印加する機構。
- 15NDESB へのアクセスの確保と 15NDG の寸法制約 (2.4.15.1 項) との両立が困難な場合は、継ぎレンチ構造を適用する。

(d) BAT の General EE (2.4.16.1 項) への接続用のツールチェンジャー (Tool changer)

(e) カメラ (Camera) 及び照明

- 15NDG の位置決めのためのロボットビジョン用のカメラ 2 台及び、15ND 上の位置合わせマーカー周辺を照らすための照明。

(f) 組み込みコントローラ (Embedded Control cubicle)

- 15NDG 上の機構を動作させるための制御機能。
- (g) パッド (Pad)
- 15ND 系モジュール表面に押し当てて剛性接続を提供する構造 (15NDTB と同様の構造)。
- (h) ベースプレート (Base plate)
- 上記 (a) ~ (g) の機器を固定するための構造体。

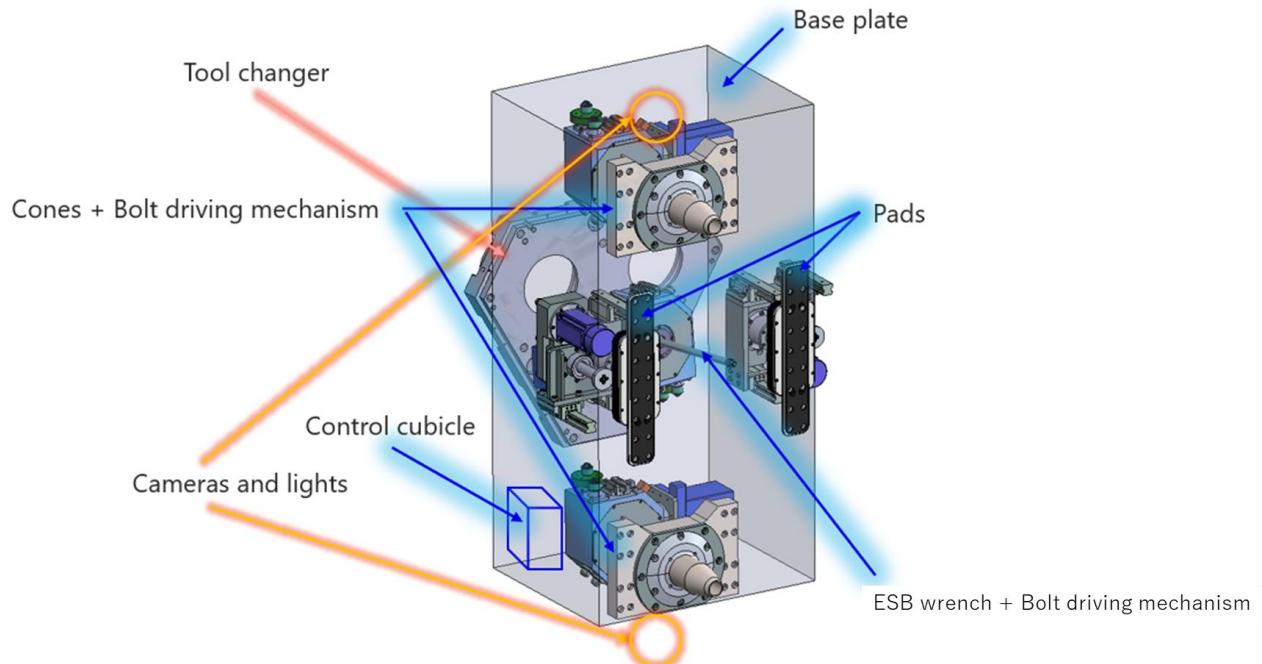


図 30 15NDG の概念設計

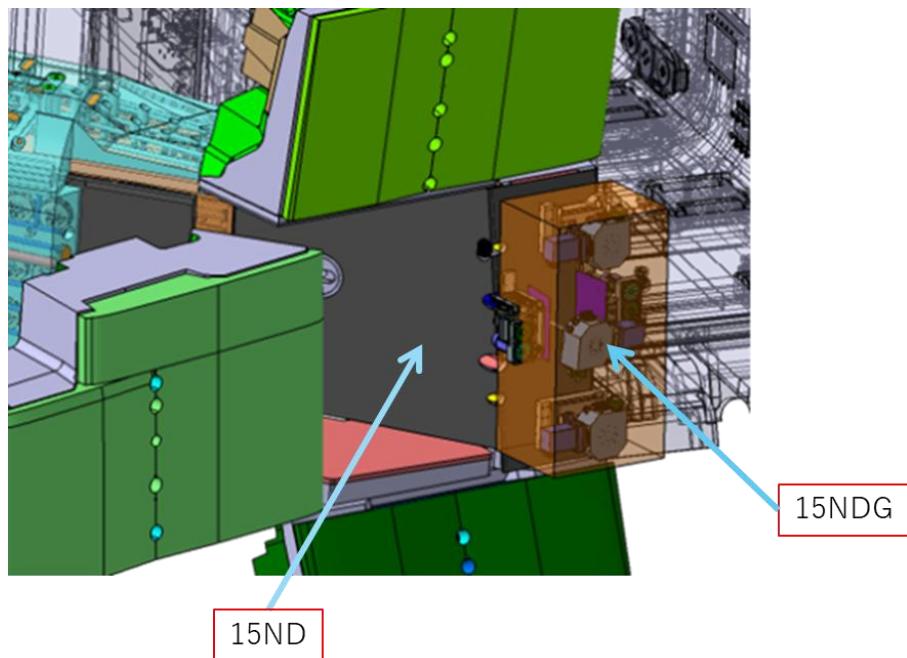


図 31 15NDG による 15ND 系モジュールの把持概念

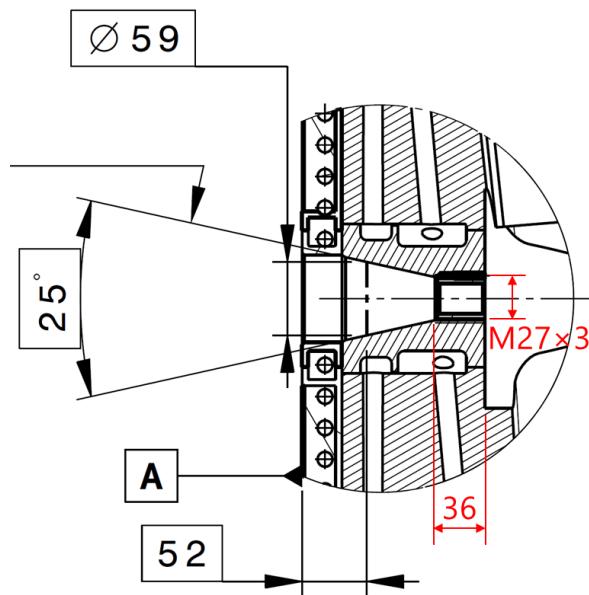


図 32 15ND 系モジュールの把持穴構造

2.4.3 15NDFBTの設計仕様

15NDFBT の設計仕様を以下に示す。

備考) 本 15NDFBT は 15ND 系モジュール側に仮締めされた FB を本締めするためのツールであり、VV 側の待機用スレッド構造から 15ND 系モジュール側のメインスレッド間に FB を移動させて仮締めする作業は別ツール（手動式の仮締めレンチ。本件の仕様外）にて実施する。

- (1) ツール構造：図 33（参考として、15ND 系モジュール以外の SB 用の FBT の構造を示す。ただし 15NDFBT にはレンチ位置調整アーム（Wrench positioning arm）は不要のため、トルクマルチプライヤーとレンチ部のみを参照すること。）
- (2) 機能
 - (a) 15NDTB に固定する機能を有する。
 - (b) FB 導入孔からレンチを挿入し、15ND 系モジュール側に仮締めされた FB のソケットにレンチを勘合させる機能を有する。
 - (c) FB ソケットに勘合したレンチにトルクを印加することで、FB の緩め及び本締めを行う機能を有する。
- (3) 具備する機能及び構造
 - (a) レンチ（本締め用）
 - 15ND 系モジュールの FB にアクセス可能な長さで、FB ソケットに勘合可能なヘッド形状のレンチ。
 - レンチ材質は高トルク（定格 8.4 kNm±10%、最大 10 kNm）に耐える高降伏強度のマルエージング鋼とする。
 - レンチの勘合状態を監視するセンサー又はマーカー（目視による確認を想定）。
 - (b) トルク増幅機構（Torque application system）
 - モータ+ハーモニックドライブ+トルク増幅器によるトルク増幅機構（最大 10 kNm）
 - トルク増幅器は GEDORE DVV-100ZRS（Gear ratio 1:28.5）相当品を採用する。
 - レンチへのトルク伝達ソケット。
 - 最終段におけるトルク測定用のトルク計測器。
 - (c) 15NDTB との取合い
 - 15NDFBT を固定するための取合い。
 - 本取合いにより、15NDFBT の FB 導入孔に対する位置合わせの補助と、3 か所の FB を本締めする際の反力受けを提供する。
 - (d) 把持取合い
 - Zero G Arm と 15NDFBT を接続するための取合いとして、GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー：SHW125 を具備する（2.4.16.5 項）。

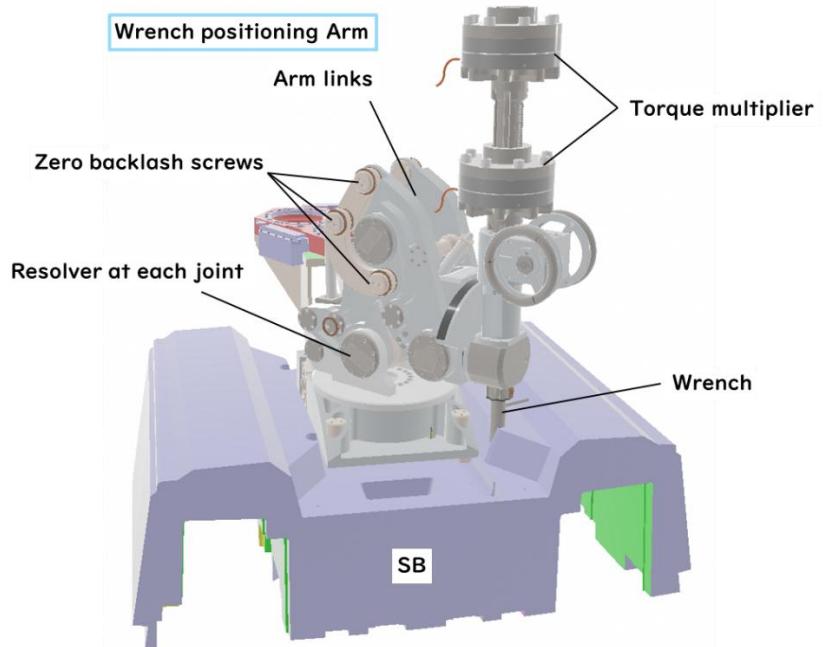


図 33 参考：SB 用 FBT の構造

2.4.4 15NDTBの設計仕様

15NDTB の設計情報を以下に示す。

- (1) ツール構造：契約時点での 15NDTB の設計は無いため、同様の機能を有する SBTB の構造を図 34 に示す。
- (2) 機能
 - (a) 15NDTB は 15ND 系モジュール上に固定する機能を有する。
 - (b) 15NDTB は下記のツールを固定する機能を有する（詳細は適用図書[3]を参照）。
 - MC 及び冷却水経路端の蓋 (End cap, 以下「EC」という。) を保守するツール： MCPT、MCAMT、MCWT、MCCT、ECWT、ECCT
 - FBT を本締めするツール：15NDFBT
 - (c) 15NDTB は固定したツールと SB 側の保守対象部の位置合わせ、保守作業中の反力受け、電力やシールドガスなどの供給、ツールの制御を行う。
- (3) 具備する機能及び構造
 - (a) 15ND 系モジュールへの固定機構（本機構は 15NDG と同様の構造とする）
 - 把持コーン：2 本の把持コーンにより、15NDTB を 15ND 系モジュールの把持穴 (Gripping hole, 図 32) に接続し、固定する構造。把持コーン及びボルトのうち 1 つは固定され、もう片方は両把持コーン間の距離を微調整することにより完全な接続ができるように、軸方向と半径方向にわずかな遊びを許容するフローティング機能。
 - パッド：15ND 系モジュール表面に押し当てて剛性接続を提供する構造。
 - (b) ツール固定部 (TFU)
 - 本項(2) (b) に記載したツールの内、MC 及び EC を保守するツールを固定する機能。
 - ツール軸の上下左右方向の位置合わせのための軸調整機構 (XY テーブル)。
 - シムを TFU とベースプレート間に挿入することにより、TFU の角度を調整する機能。
 - (c) 15NDFBT との取合い
 - 15NDFBT を固定するための取合い。
 - 本取合いにより、15NDFBT の FB 導入孔に対する位置合わせの補助と、3 か所の FB を本締めする際の反力受けを提供する。
 - (d) 把持取合い
 - BAT General EE と 15NDTB を接続するための取合いとして、ツールチェンジャー（ツール側）を具備する。
 - (e) カメラ及び照明 ×2 台 (Camera)
 - 15NDTB の位置決めのためのロボットビジョン用カメラ 2 台及び照明。
 - (f) 組み込みコントローラ (Embedded Controller)
 - 15NDTB 及び 15NDFBT を動作させるためのコントローラ。
 - (g) 掃除機固定取合い

- EC の切断時に、切粉回収を行う掃除機を固定するための取合い。
- (h) ベースプレート
- 上記の機構を設置する構造体。

2.4.5 SBTBの設計仕様

本件において、SBTB の設計・製作は対象外であるが、参考情報として SBTB の設計情報を以下に示す。詳細は適用図書[5], [11]を参照。

- (1) 構造：図 34
- (2) 機能
 - (a) SBTB は SB 上に固定する機能を有する。
 - (b) SBTB は、軽量ツールを固定する機能を有する。
 - (c) SBTB は、固定したツールと SB 側の保守対象部の位置合わせ、保守作業中の反力受け、電力やシールドガスなどの供給、ツールの制御を行う。
- (3) 具備する機能及び構造
 - (a) SB への固定機構 (Fixing interface for SB/Clamping system)
 - SBG と同様に、SB 側の CB スレッド (図 3、図 35) を介して SBTB を SB に固定するための機構を有する。
 - (b) 把持取合い (Gripping interface)
 - BAT General EE への接続用のツールチェンジャー (ツール側) を固定するための取合いを有する。
 - (c) キー (Key)
 - SB 表面の配管溝などと取合わせて、SBTB の回転を制限する構造を有する。
 - (d) パッド (Pad)
 - SB 表面に押し当てて剛性接続を提供する構造を有する。
 - (e) ツール固定部 (TFU)
 - 軽量ツールを固定する機能を有する。
 - 軸調整機構 (Tool positioning unit) により、TFU の位置を SB に対して調整する。
 - シムモジュール(Shim module)をベースプレートと TFU の間に装着することで、SB 側の保守対象部までの距離と角度を調整する。
 - SBTB の位置決めのためのロボットビジョン用に 2 台のカメラを有する。
 - (f) ベースプレート (Base plate)
 - 上記の機構・構造、組み込みコントローラ (Embedded Controller)、掃除機固定取合い及び 2 台のカメラを固定する構造部位を有する。

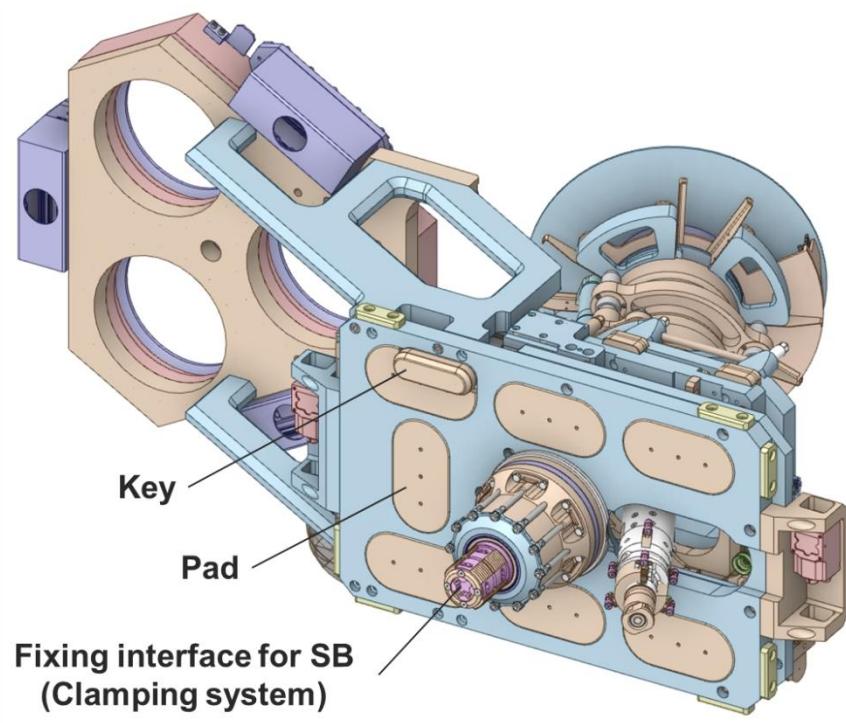
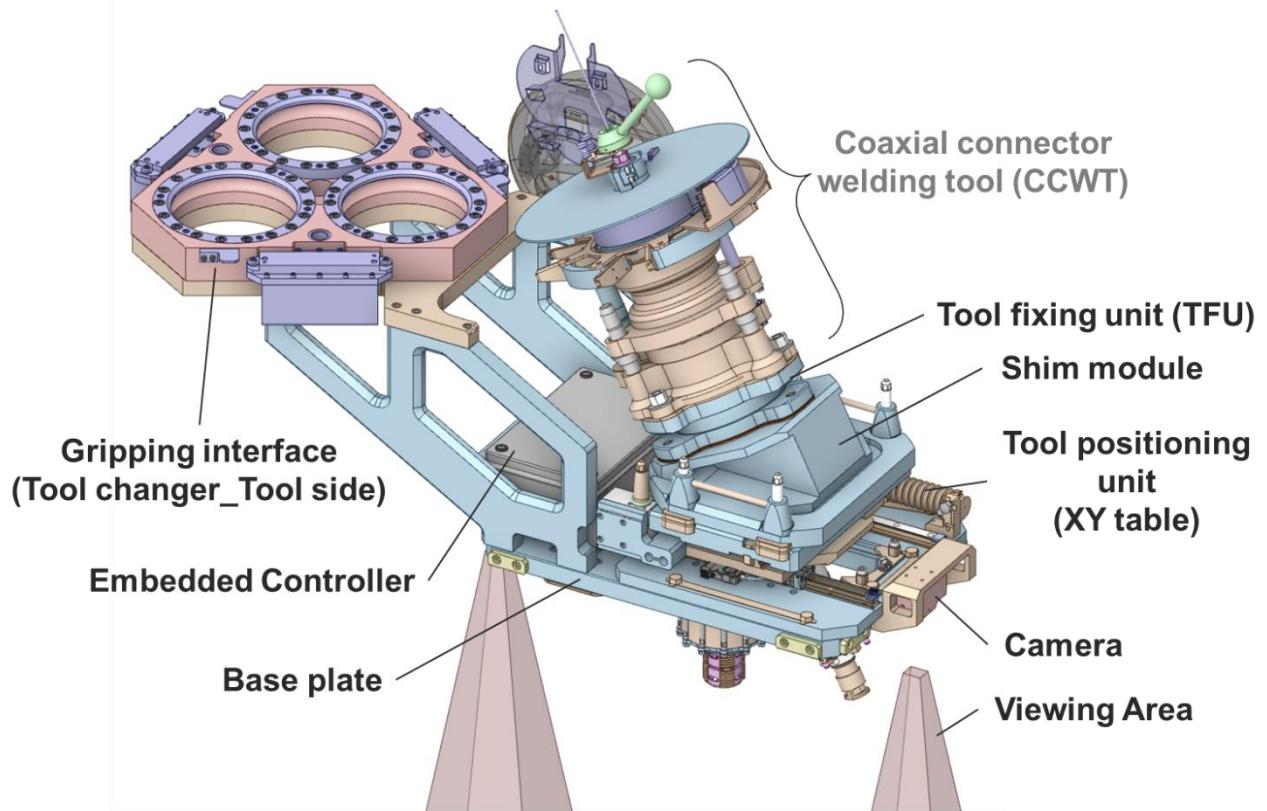


図 34 SBTB 構造図

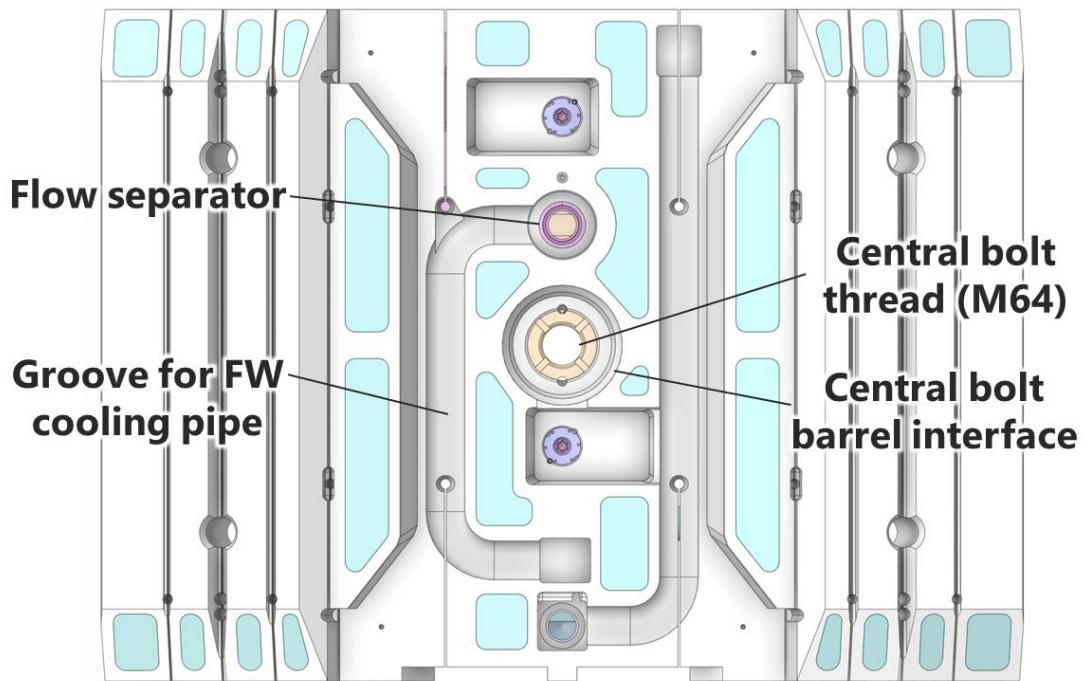


図 35 SB 正面図と取合い構造

2.4.6 MCPTの設計仕様

MCPT の設計情報を以下に示す。

備考) MCPT は、SB#8 など的一部の SB 及び 15ND 系モジュールに接続する VV 側構造の MC に対して保守を行う。可読性を考慮して下記は SB について記載するが、15ND 系モジュールの場合は下記の「SB」を「15ND 系モジュール」に読み替えること。

(1) ツール構造：図 36

(2) 機能

- (a) SBTB のツール固定部 (TFU) に固定する機能を有する。
- (b) MC を SB 側に引込むことで、MC と SB stub の開先を合わせる機能を有する。
- (c) 内部に MCAMT 及び MCWT を挿入する空間と固定のための取合いを有する。
- (d) MC を引込んでいる状態で、MCWT による溶接作業を実行するための機能を有する。

(3) 具備する機能及び構造

(a) ツール本体

- MCWT と MCAMT を内部に挿入でき、これらのツールを固定するための取合い構造。
- MCPT 本体と MCAMT/MCWT は機械的に供廻り可能な構造。
- MCAMT による SB とツール間の同軸、SB と MC 間の Gap/Step 及び開先位置を確認することに加え、MCWT による溶接を行うための覗き穴構造。

(b) ロッキング機構 (Locking mechanism)

- MC 内径底部にあるバヨネット部を把持するための取合い (Lock engagement key)。
- 上記取合いは軸回りに回転する機能を有する。回転は長尺レンチにより実行される。
- ロッキング機構と MCPT 本体は独立して回転できる構造。
- ロッキング機構は過回転防止を目的とした機械的ストッパー構造。

(c) 引込み駆動機構

- ロッキング機構により MC 内径底部にあるバヨネット部を把持した状態で、MC を SB 側に引込むための動力を供給する機能。
- MC の引込み力は最大 30kN。目標とする MC 及び SB stub 間の開先誤差量は Gap 0.2 mm 以下、Step 0.2 mm 以下とする。

(d) 昇降機構

- Z リニアガイドにより、ツールを中心軸の前後方向に移動させる機能。
- 本機構は MCPT、MCAMT 又は MCWT のいずれかのツールに具備される。

(e) TB との取合い

- 保守対象 SB に固定された、各ツールの位置決めと反力受けを行う TB との取合い。

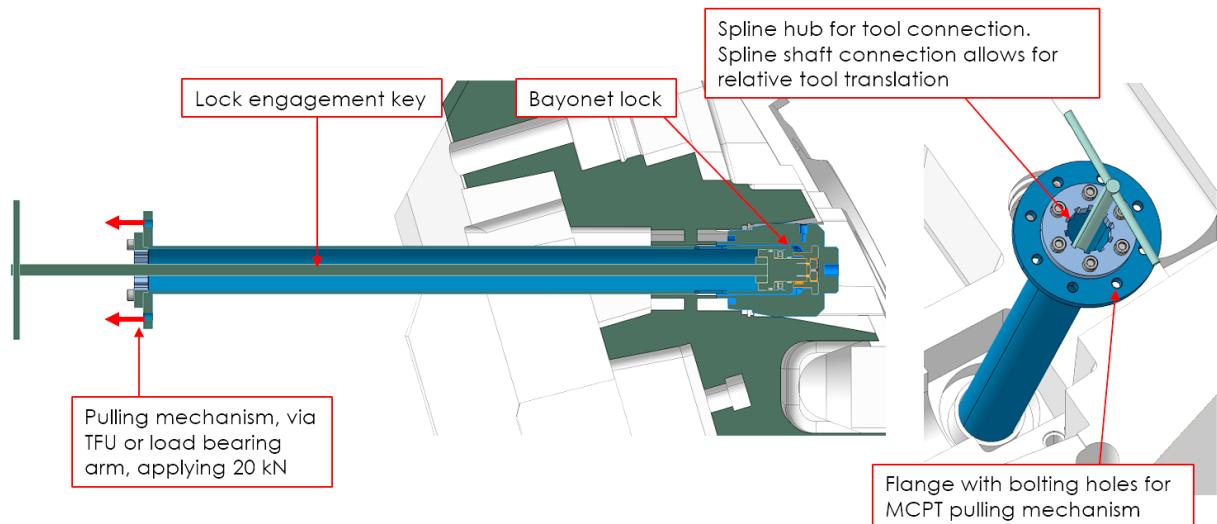
(f) Zero G Arm との取合い

- Zero G Arm とツールを接続するための取合いとして、GRIP GmbH

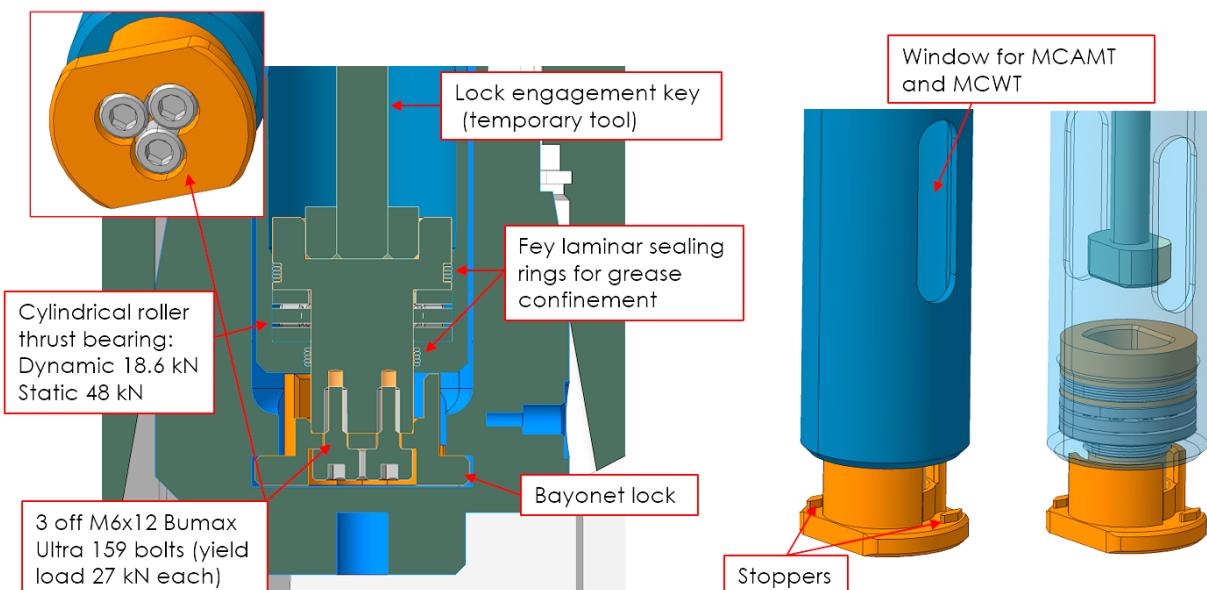
Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー : SHW125 を具備する

(2.4.16.5 項)。

- MCPT のロール軸を変えられるように、Zero G Arm との取合いはツール中心軸に對する角度を変更して固定できる。



(a) MCPT 全体図



(b) ロッキング機構部の取合い

図 36 MCPT 構造図 (構想)

2.4.7 MCAMTの設計仕様

MCAMT の設計情報を以下に示す。

備考) MCAMT は、SB 及び 15ND 系モジュールに接続する VV 側構造の MC に対して保守を行う。可読性を考慮して下記は SB について記載するが、15ND 系モジュールの場合は下記の「SB」を「15ND 系モジュール」に読み替えること。

(1) ツール構造：図 37

(2) 機能

(a) MCPT に具備する覗き穴を介し、TB のツール固定部 SB 配管中心との同軸度、MC 及び SB stub 開先間の Gap/Step 及び溶接位置を測定する機能を有する。

(b) MCPT の内部に挿入し、固定するための取合いを有する。

(3) 具備する機能及び構造

(a) 測定機構部

- ・ レーザセンサー式を具備し、ツール及び MC 間の軸誤差量の計測、並びに MC 及び SB stub 間の開先誤差量の計測を実施する。
- ・ レーザセンサーによる出力結果をツール外部に送信するケーブルをツール内部に有する。

(b) 回転機構

- ・ ツールを回転させるための駆動部。
- ・ ツールは 360° 以上回転可能な構造。

(c) 前後移動機構

- ・ ツールを (MCPT 内で) 前後方向に移動させるための駆動部。

(d) 昇降機構

- ・ Z リニアガイドにより、ツールを中心軸の前後方向に移動させる機能。
- ・ 本機構は MCPT、MCAMT 又は MCWT のいずれかのツールに具備される。

(e) MCPT との取合い

- ・ MCAMT は MCPT の内部に挿入し、固定するための取合い。
- ・ MCPT 及び MCAMT が併回り可能な構造。

(f) Zero G Arm との取合い

- ・ Zero G Arm とツールを接続するための取合いとして、GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー：SHW125 を具備する (2.4.16.5 項)。
- ・ MCAMT のロール軸を変えられるように、Zero G Arm との取合いはツール中心軸に対する角度を変更して固定できる。

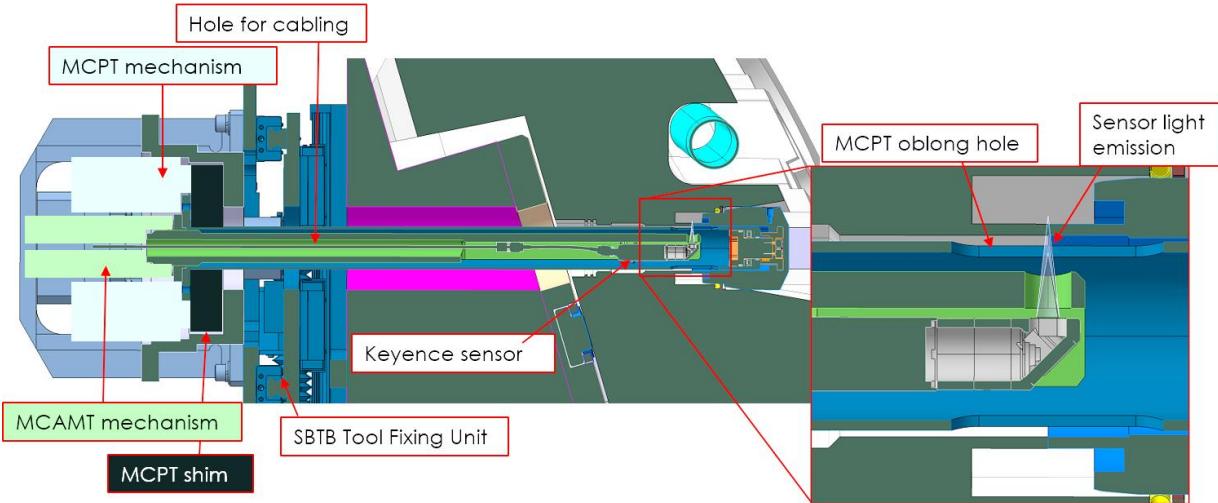


図 37 MCAMT 構造図（構想）

2.4.8 MCWTの設計仕様

MCWT の設計情報を以下に示す。

備考) MCWT は、SB 及び 15ND 系モジュールに接続する VV 側構造の MC に対して保守を行う。可読性を考慮して下記は SB について記載するが、15ND 系モジュールの場合は下記の「SB」を「15ND 系モジュール」に読み替えること。

(1) ツール構造：図 38

(2) 機能

(a) MCPT の内部に挿入し、固定するための取合いを有する。

(b) MCPT による MC 引込み作業を実行中に、MC 及び SB stub を内径側から TIG 溶接により接続する機能を有する。

(3) 具備する機能及び構造

(a) 溶接機能部

- TIG 溶接を実施するための電極。
- 電極は 360° 以上回転可能な構造を有する。
- 電極先端は交換可能な構造を有する。
- 溶接品質を安定させるための不活性ガス（シールドガス）を導入する流路。
- 上記の不活性ガスを溶接対象部付近に導入するための排出孔。
- 参考情報：バックシールドガス（MC 及び SB stub の外径側に導入するガスを指す）は図 39 に示すガス導入孔から溶接対象部の反溶接トーチ側に導入される。
- 外部電源から電極に電流を供給するためのケーブルをツール内部に有する。

(b) アーク電圧制御 (Arc Voltage Control, AVC) 機構

- 溶接対象部に対し自動で電極位置を制御し溶接品質を安定させる機構を有する。

(c) トーチ回転機構

- ツール（電極）を MC 中心軸に対し回転する構造を有する。

(d) 昇降機構

- Z リニアガイドにより、ツールを中心軸の前後方向に移動させる機能を有する。
 - 本機構は MCPT、MCAMT 又は MCWT のいずれかのツールに具備される。
- (e) MCPT との取合い
- MCPT 内部に MCWT を挿入できる構造を有する。
 - MCPT と MCWT は併回り可能な構造を有する。
- (f) Zero G Arm との取合い
- Zero G Arm とツールを接続するための取合いとして、GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー：SHW125 を具備する (2.4.16.5 項)。
 - MCWT のロール軸を変えられるように、Zero G Arm との取合いはツール中心軸に對する角度を変更して固定できる。

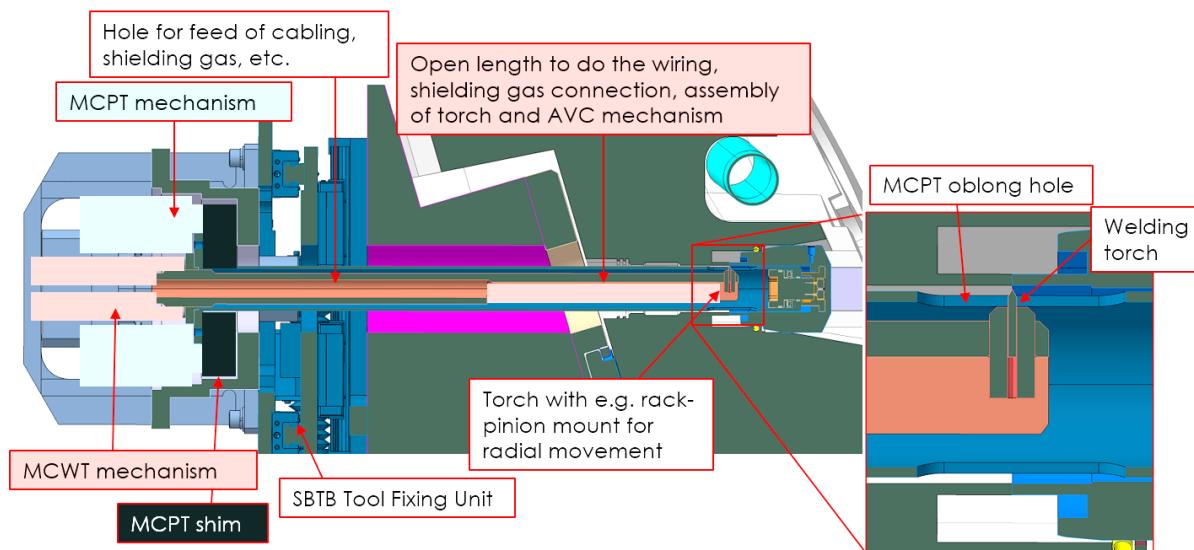


図 38 MCWT 構造図 (構想)

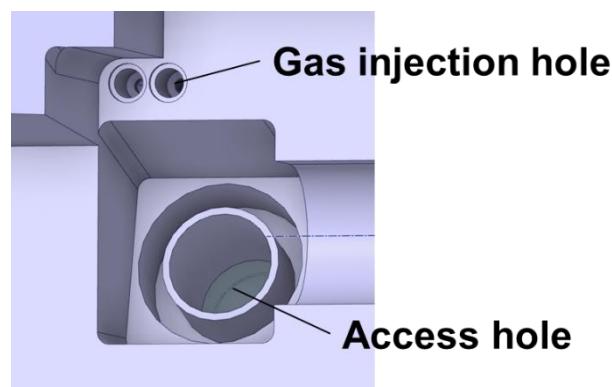


図 39 SB#8 のガス導入孔

2.4.9 MCCTの設計仕様

MCCT の設計情報を以下に示す。

備考) MCCT は、SB 及び 15ND 系モジュールに接続する VV 側構造の MC に対して保守を行う。可読性を考慮して下記は SB について記載するが、15ND 系モジュールの場合は下記の「SB」を「15ND 系モジュール」に読み替えること。

(1) ツール構造 (概念図) : 図 40

(2) 機能

- (a) SBTB のツール固定部 (TFU) に固定する機能を有する。
- (b) MC 内部の構造を利用して、MCCT 及び MC の軸合わせを行う機能を有する。
- (c) MC を内側から切断する機能を有する。

(3) 具備する機能及び構造

(a) 切断実施部 (Functions for cutting)

- ・ 切断実施部にスウェージカッター刃を有する。
- ・ スウェージカッター刃は交換可能な構造を有する。
- ・ 参考情報 : MC 内の切断位置を 1 回目の溶接位置から最大 14mm (7mm ずつ) オフセットし切断する可能性がある (図 41)。
- ・ スウェージカッター刃で MC を切断する際の位置及び加工負荷を監視する機能を有する。

(b) ツール軸合わせ機構 (Centering part)

- ・ MC 及びツールのセンタリングを行う構造を設けること。
- ・ センタリング用構造は、パッド、ローラー又はスウェージカッター刃による方法とし、径方向に移動可能な機構を有する (駆動方法はモータ駆動又はエア駆動とする)。
- ・ センタリング時は MC 配管内壁のみを軸合わせ対象とする。
- ・ スウェージカッター自身をセンタリング機構として使用しない場合、センタリング部はスウェージカッター刃の回転動作に対して独立して動作可能な構造を有する。

(c) カッター刃送り機構 (Feeding unit)

- ・ スウェージカッター刃を MC 内壁方向に向かって拡張して押付ける機能、及び収納する機能を有する。

(d) カッター刃回転機構 (Rotation unit)

- ・ スウェージカッター刃を軸回りに回転させるための機能を有する。

(e) TB との取合い部 (Interface for Tool base)

- ・ 保守作業用 TB との取合い部を有し、TB に固定される。

(f) Zero G Arm との取合い部 (Interface for Zero G Arm)

- ・ Zero G Arm とツールを接続するための取合いとして、GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー : SHW125 を具備する (2.4.16.5 項)。

- MCCT のロール軸を変えられるように、Zero G Arm との取合いはツール中心軸に對する角度を変更して固定できる。

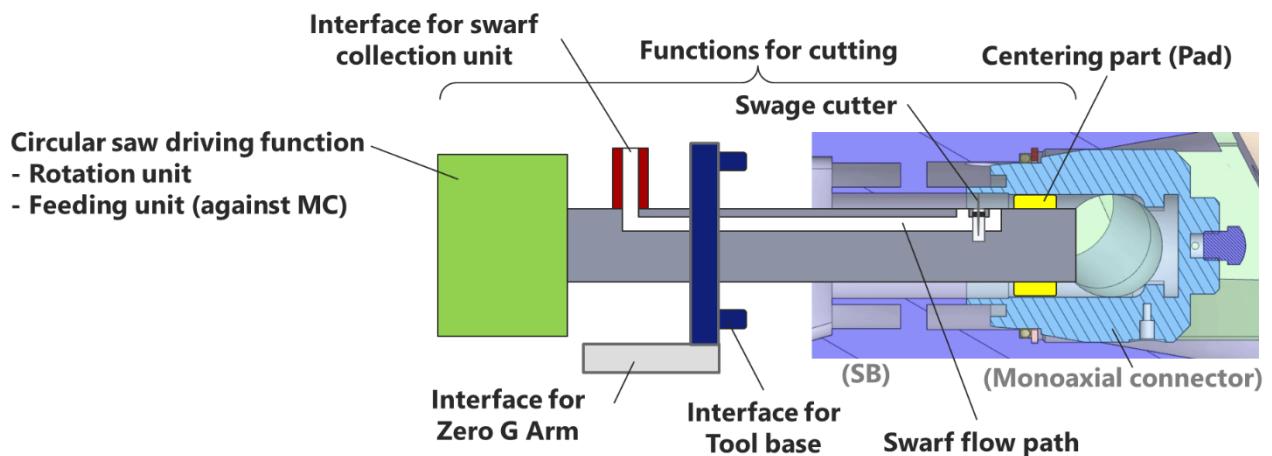


図 40 MCCT 概念図

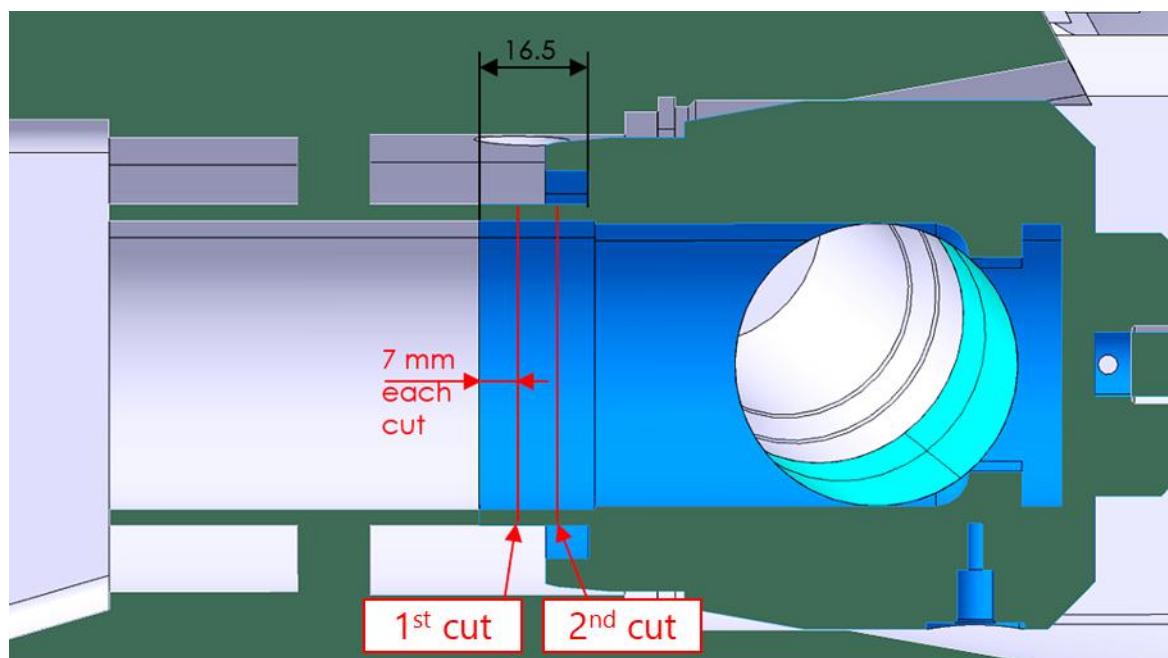


図 41 MC 切断における切断対象箇所

2.4.10 PFTの設計仕様

PFTの設計情報を以下に示す。本契約ではPFTの設計は行わず、契約後に提示する設計図書（適用図書[12]）を基に2.8.6項で製作を実施する。

(1) ツール構造：図42

(2) 機能

- (a) PFTはCC及びMCの切断後の端面を、CC及びMCの軸に対し垂直な断面に加工機能を有する。
- (b) 切削ヘッドを交換することで、1台のPFTでCC及びMC両方の配管端面を加工できる。
- (c) PFTはCC及びMCと軸合わせする機能を有する。

(3) 具備する機能及び構造

(COTS品の端面加工機を選定し、必要な機能を追加)

(a) 切削ヘッド (Machining section)

- ・ 切断後の15degの傾きとバリが生じたCC及びMCの配管端面を、垂直に加工する切削ヘッドを有する。
- 端面加工する面はスウェージカッターナイフをCC/MC内壁方向に拡張して切断した状態のため、15degの傾斜があり、バリ（0.1mm程度を想定）が残った状態となる。
- ・ CC及びMCの寸法及び材質は以下とする。
- CCの寸法：内径φ101mm、肉厚2.5mm（図43参照）
- MCの寸法：内径φ43.72mm、肉厚2.5mm（図44参照）
- 材質：SUS316L(N)-IG

(b) 回転駆動機構 (Rotary Drive unit)

- ・ 切削ヘッドを軸回りに回転させる機構を有する。

(c) 切削ヘッド前進リミット機構 (Forward limit unit)

- ・ 切削量（前進距離）を制御するためのリミット機構（構造）として、ストップバーを有する。

(d) 切削ヘッドとCC/MCの位置調整機構 (Positioning unit)

- ・ 加工した配管端面を傾きの無い垂直断面にするため、切削ヘッドとCC/MCの軸合わせを行う機構又は構造を有する。
- ・ 軸合わせには以下の構造を利用する。

- CCの外径（φ106mm）又は内径構造（φ101mm）
- CC内部奥の配管構造（内径φ43.72mm×肉厚2.5mm）
- MCの外径（φ48.72mm）又は内径構造（φ43.72mm）

(e) ツール収納ラック (TSR) 及びナセルツール収納部 (NTS)との取合い

- ・ PFTはVV内へのツール搬入に使用するTSR、及びVV内でツールを仮置きするNTSに接続するための取合いを具備する。
- ・ 詳細な取合い構造は契約後に提示する。

(f) 作業者用把持取合い

- 作業者が PFT を把持及び位置調整するための取合い（ハンドルや取っ手）を具備する。

(g) 部品の落下防止対策

- 取り外し可能な部品には、落下防止のための対策（例えば、テザークリップを取り付ける機能）を施す。
- ボルト（COTS 品に元々ついていたものを除く）についても、落下防止のための対策（例：Loctite、SpiraLock、NordLock、ワイヤー等）を施す。

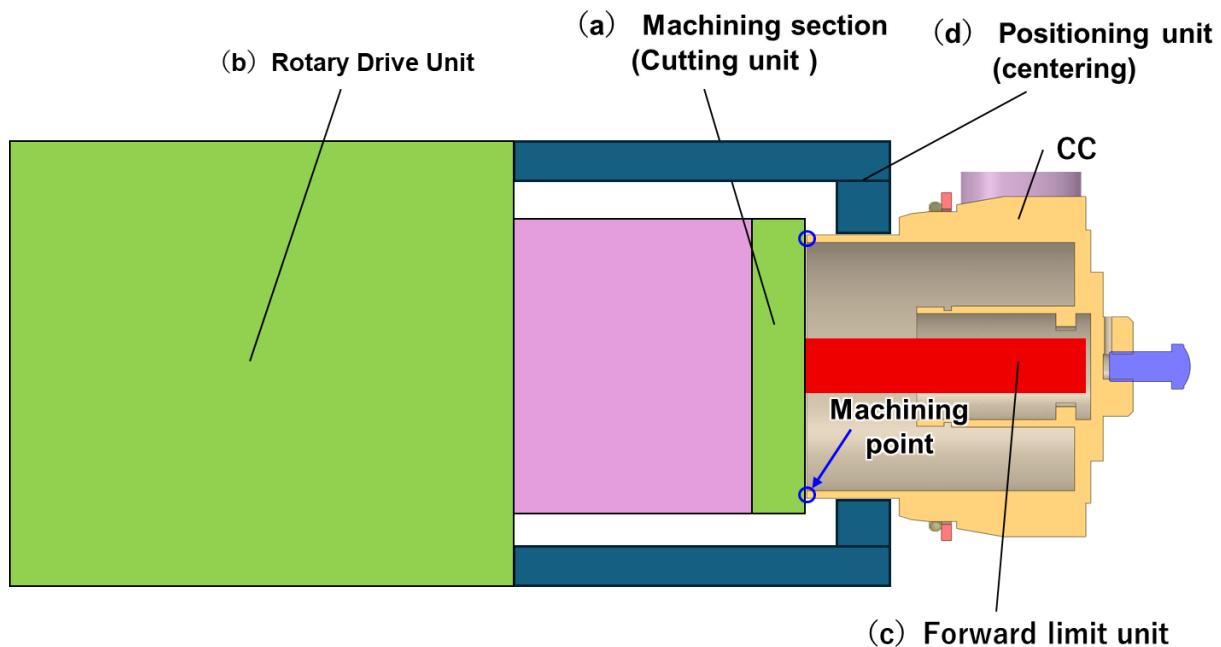


図 42 PFT 概念図

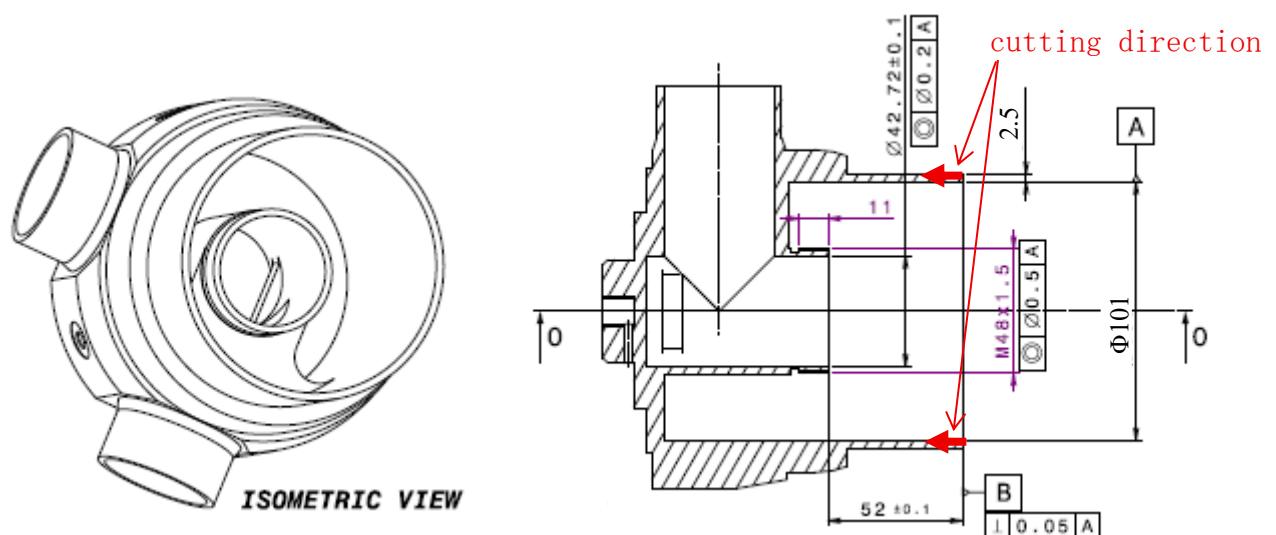
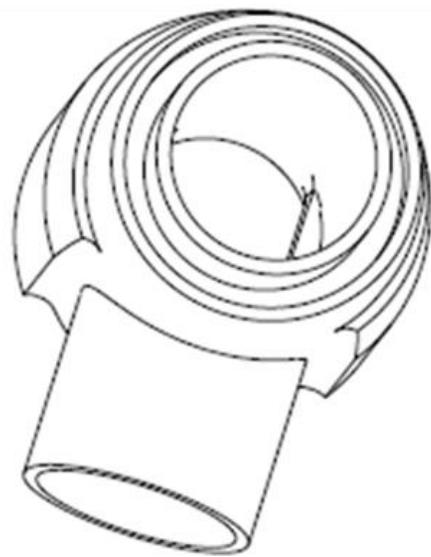


図 43 CC 構造図



ISOMETRIC VIEW

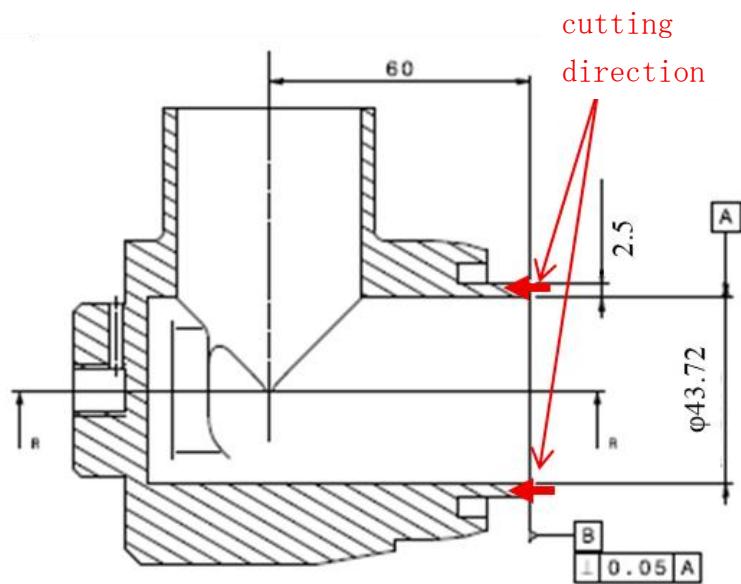


図 44 MC 構造図

2.4.11 BTSEの設計仕様

BTSE を構成する機器群の設計情報を以下に示す。

(1) 機器構成 :

- (a) TSS (Tooling Services Skid、2.4.11.1 項参照)
 - ・ ユーティリティを建屋側から UHS へ供給する。
- (b) UHS (Umbilical Handling System、2.4.11.2 項参照)
 - ・ ケーブルの送給・巻き取りを行い、下流のツール又は EE へ供給する。
- (c) UTC (Umbilical Temporary Clamp、2.4.11.3 項参照)
 - ・ VV 内にてケーブルを固定し、垂れ下がりや干渉を防止する。

(2) 構成部品 : 極力 COTS 品を選定する。

2.4.11.1 TSS の設計仕様

TSS の設計情報を以下に示す。

(1) 装置構造 : 図 45

(2) 機能 :

- (a) VV 内でのツール操作に必要なユーティリティ (TIG 溶接用電源、シールドガス、圧縮空気、EE の組み込みコントローラへの電源供給など) を補助する。
- (b) TSS にはブレーキ付きの車輪が装備されており、持ち上げ装置を必要とせずにポートセルまで人力で移動することができる。

(3) 機器構成 :

- (a) TIG 溶接電源ユニット
 - ・ ガス漏れ検知装置を具備する。
 - ・ QST より別途提示する溶接条件を元に対応可能なユニットとする。
- (b) シールドガスボンベ
 - ・ ガスボンベはアルゴン、ヘリウムの 2 種を 1 本ずつ格納する。
 - ・ ボンベの固定方法は交換時の作業性を考慮する。
- (c) シールドガスマキサ
 - ・ Ar/He 混合比の可変機構を具備する。
- (d) エアコンプレッサ
 - ・ 要求圧力は 0.6MPa 以上、流量は 400L/min. 以上をツール or EE 側の挿入口部において確保している。
 - ・ 圧縮空気の水抜き構造 (ドレン、フィルタ) を具備する。また、凝水は VV 内に排出しない構造である。
 - ・ エアタンク及びエアドライヤを具備し、空気圧は制御室で監視する。
 - また、別途 TSS 上でも監視 (表示はアナログまたは電子) が可能である。

(4) 設置条件 :

- (a) EP 内セル壁のジャンクションボックスそばに設置される。
- (b) EP 内接続要件 :

- 図 46 に青地の丸で示した、ジャンクションボックスに備わる 2 つの電源ソケット（以下の 2 つ口にコネクタを直接差し込み、電源の確保ができる。
- 400 V 三相 63 A (1 口)
- 230 V 単相 16/32 A (1 口)

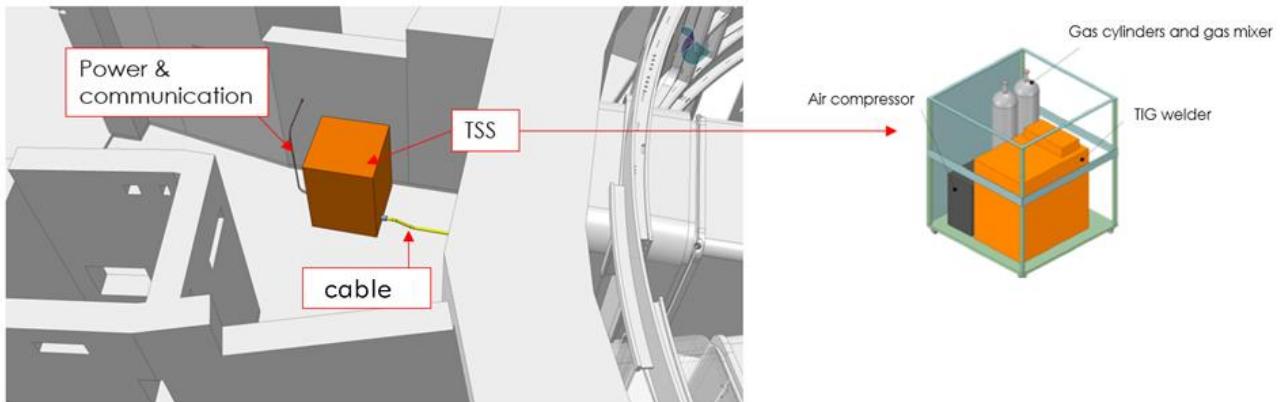


図 45 EP 内における TSS 設置位置と TSS 内部の機器構成

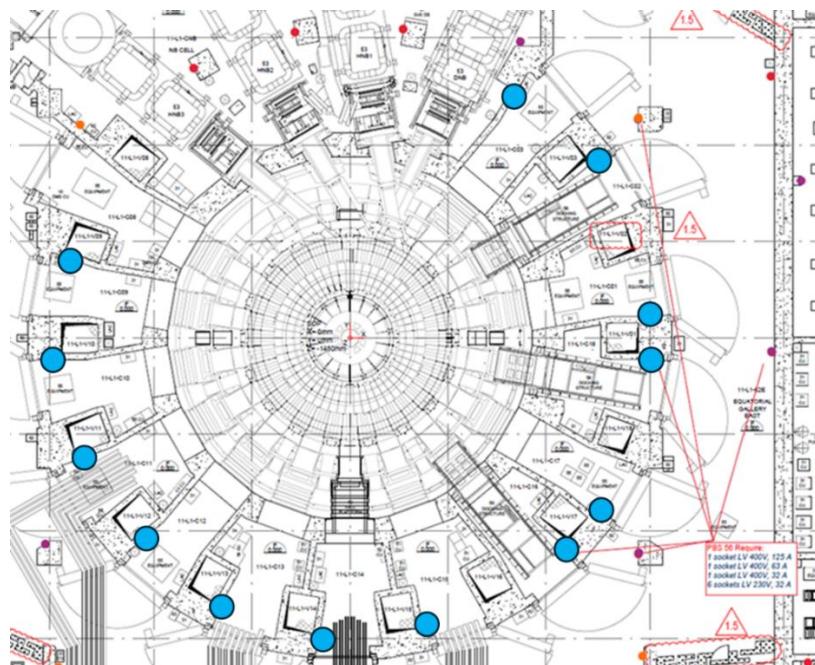


図 46 各ポートにおける保守作業用ジャンクションボックスの配置図 (青地の丸)

2.4.11.2 UHS の設計仕様

UHS の設計情報を以下に示す。

(1) 装置構造：図 47

(2) 機能：

- UHS は TSS からツール又は EE へと接続されるケーブルを、適切に保持・送給する機構であり、VV 内でのルーティング及び保持を担う。

(3) 機器構成 :

(a) UHS トロリ :

- ・ 人力によりケーブル設置の微調整を行うことができる。
- ・ EP 壁面に対する固定キーを具備する。
- ・ EP 内に入る寸法サイズである。
- ・ UHS トロリは、EP 内に UHS トロリを設置した場合でも、作業員が EP 内を通過するスペースが確保できる寸法に収める。

(b) UHS コイル (ケーブルドラム) :

- ・ UHS コイルのケーブル送り出し及び巻き戻しの送給作業は手動で行う。
- ・ UHS コイルに内蔵のケーブル長は 30m とする。
- ・ ケーブルは作業に必要な芯数 (電源・伝送・ガス等) を 1 本に束ねる。
- ・ スリップリングではなく、UHS コイルと共に回転する固定コネクタを具備する。
- ・ 必要量を手動で送り出した後、UHS コイルをブレーキで固定する。
- ・ ケーブル側のコネクタは 90deg の角度が設定されており、UHS コイルの回転方向に対し任意の方向で接続可能である。
- ・ TSS から UHS コイルに接続する分のケーブルは、作業者が工具・装置を用いずに人力で引き込める (図 48 参照)。

(c) 搬送構造 : (図 49 参照)

- ・ EP 内外においてクレーン等で本装置を吊り下げるためのアイボルト、又はジャッキアップ等で下方から持ち上げられる搬送構造を具備する。

(4) 設置条件 :

- (a) EP 内に設置できる。
- (b) TPTS 経由での搬入後、EP 側壁ポケットに手動操作によるキーで固定できる (図 47 右図中 “Key” 参照)。

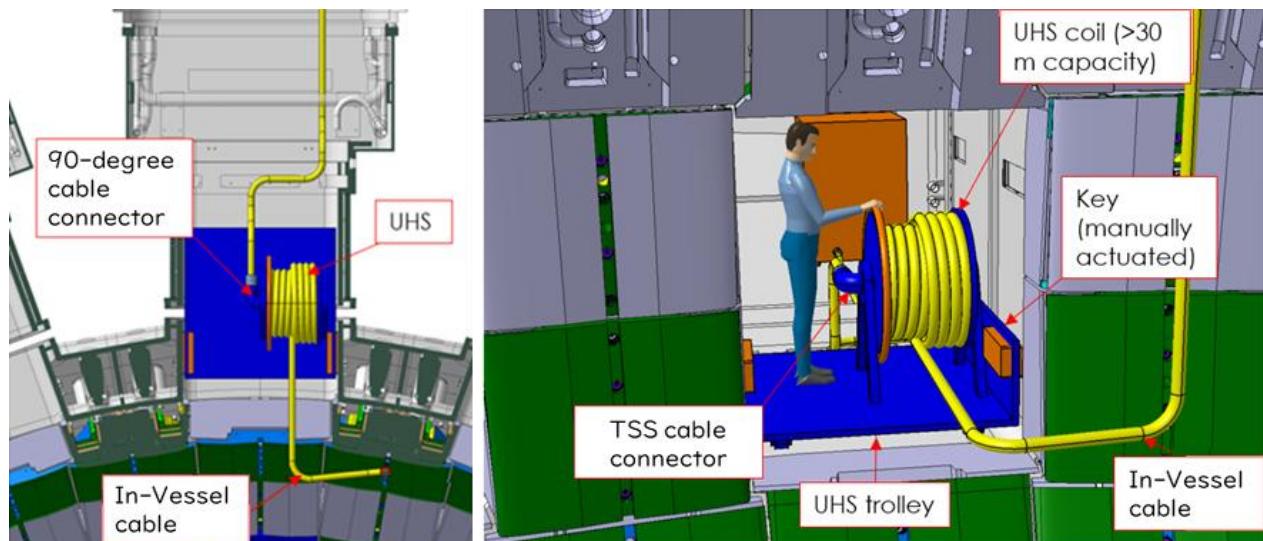


図 47 EP 内における UHS の設置イメージ

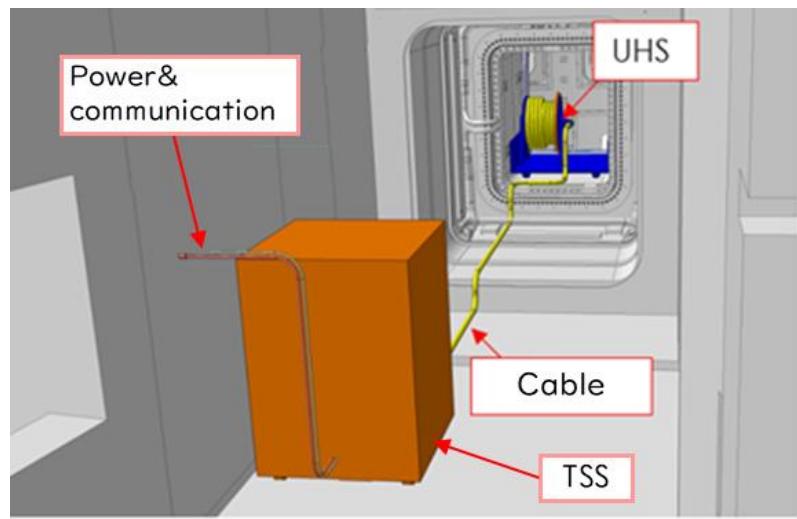


図 48 TSS から UHS のケーブル敷設イメージ

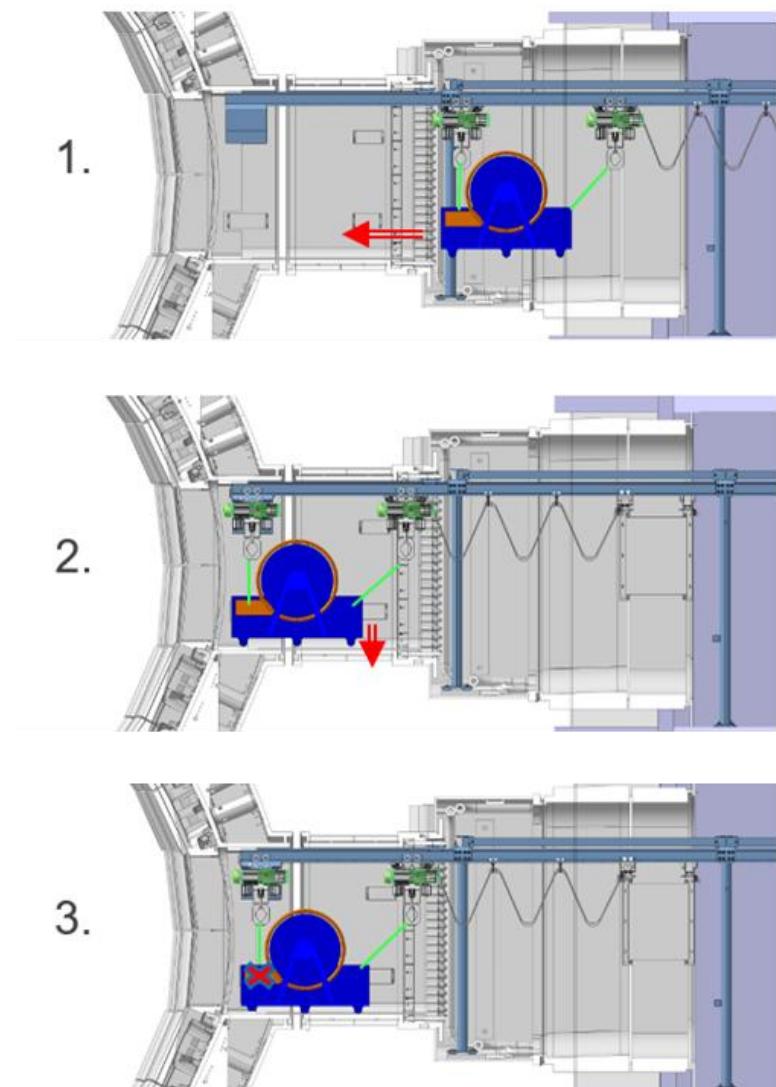


図 49 TPTS 内における UHS の搬送及び設置手順概要（側面視）

2.4.11.3 UTC の設計仕様

UTC の設計情報を以下に示す。

(1) 装置構造：図 50

(2) 機能：

UTC は VV 内においてケーブルを複数箇所で仮固定（保持）するための留め具であり、ケーブル垂みの防止と所定位置への配置を確保する役割を有する。

(3) 機器構成：

(a) 固定部：

- BM 側 (VV、SB、TFW) の M24 スレッドを利用し手動にて設置・固定できる。
- レスキュー要件として、M24 スレッド固着時に締緩可能な構造とする（例：スレッド付きリフティングピン構造を使用するなど）
- M24 スレッドに低摩擦コーティングを施し、可能な限り保護する必要がある。

(b) スナップホルダ：

- UTC 先端のスナップホルダでケーブルを保持できる。
- スナップホルダの向きを簡単に変更し固定できる。

(c) UTC 脱落防止：

- 脱着作業時の落下防止にテザーを具備する（一時的なもので可）。

(d) その他：

- UTC 単体は人が片手で把持保持できる重量とする。

(4) 設置条件：図 51、図 52

(a) VV 及び SB 又は TFW の M24 スレッド部：

- 現時点では TFW の設計には M24 スレッドは存在しないが、ベースプレートの設計に機能として追加される予定である。

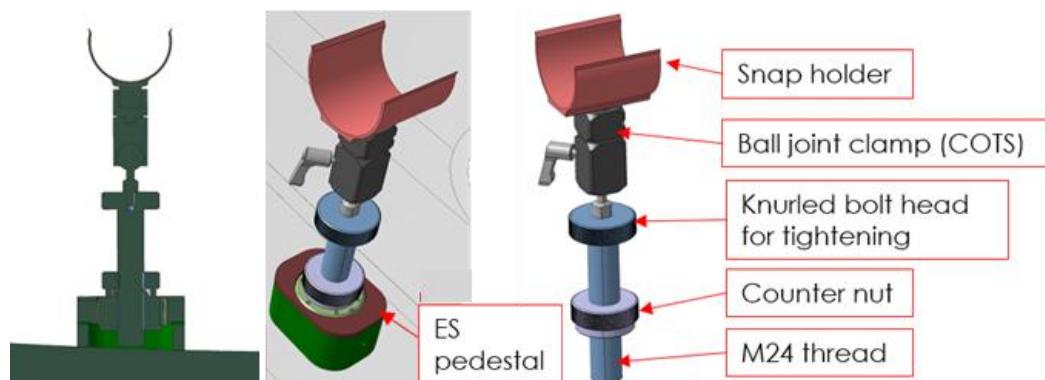


図 50 UTC 装置構造

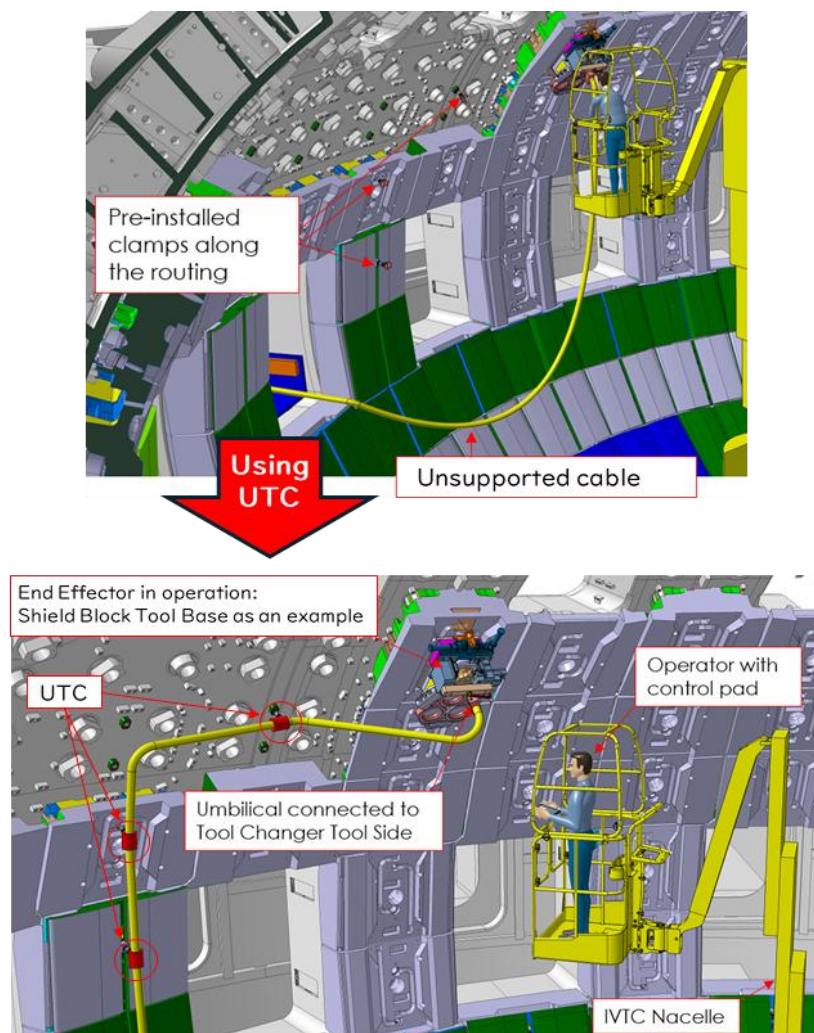


図 51 UTC によるケーブルの保持及び取り回し機能

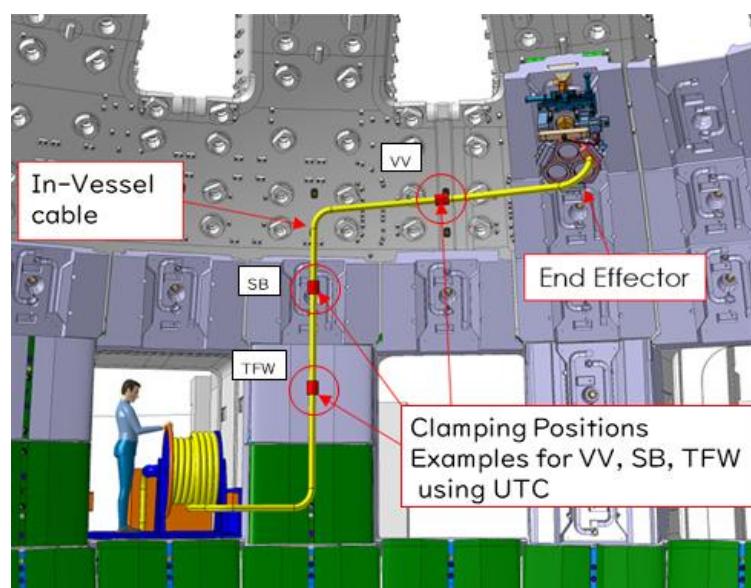


図 52 UTC 設置対象物に異なるクランピング位置

2.4.12 TSRの設計仕様

TSR は、VV 内に搬入された各種ツールを使用前に仮置きするための収納容器である。TSR の設計情報を以下に示す。

(1) ツール構造：図 53

(2) 機能

(a) TSR は各種ツールを収納可能な構造を有する。

- ・収納部はツールの取り出しやすさと収納状態の安定性を考慮した形状とする。

(b) TSR は VV 内の SB 及び TFW 上に設置する取合いを有する。

- ・ツール類の落下に際した安全確保のため、VV 内底部に位置する BM#18 (図 2 参照) 上に TSR を固定する。

(3) 機器構成

(a) ツール収納部

- ・最低 4 台のツールを TSR に収納することが可能である。

- ・以下に示す 11 種類のツールに対応した取合いを有する。

- 適用ツール : MCPT、MCAMT、MCWT、MCCT、CCWT、CCCT、PFT、FSWT、FSCT、ESBT、CBT 用レンチ

- ・ツール形状に適合するプレートに交換することにより、複数のツールを TSR に固定することを可能とする。

- ・収納したツールの脱落を防止するため固定機構を具備する。

- ・ツール同士の接触を防止するカバーを具備する。

- ・ツールは BM#18 上に固定された TSR に収納され、BM#18 の角度に沿った配置となっており、ナセルに取り付けられた Zero G Arm からのアクセス・着脱が容易となる構造を有する。

(b) ツールチェンジャー

- ・BAT と接続できる取合いを有する。

(c) 組み込みコントローラ

- ・カメラ用コントローラを有する。

- ・TFW 及び SB への固定機構を駆動するためのコントローラを有する。

(d) BM (TFW 又は SB) への固定機構 (図 54)

- ・TFW への固定機構

- TFW 内に具備する把持爪固定部に対し、TSR を固定するための把持爪機構を有する。

- TFW に TSR を固定した際に、TSR の姿勢を安定させるためのパッド構造を有する。

- ・SB への固定機構

- SB 内に具備する CB 締結用スレッドに対し、TSR を固定するための中央固定機構を有する。

- SB に TSR を固定した際に、TSR の姿勢を安定させるためのパッド構造を有する。

- SB 冷却水配管用溝に対し勘合する、回り止めキーを有する。
 - TFW への固定機構と SB への固定機構は交換可能な構造を有する。
- (e) カメラ及び照明
- TFW 及び SB の位置を確認するためのカメラと照明を 2 式有する。

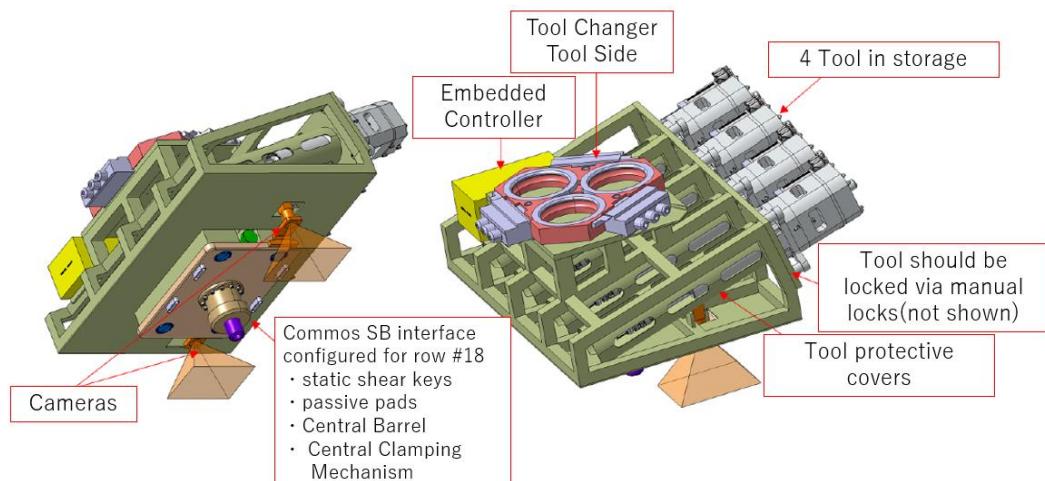


図 53 TSR の概念図

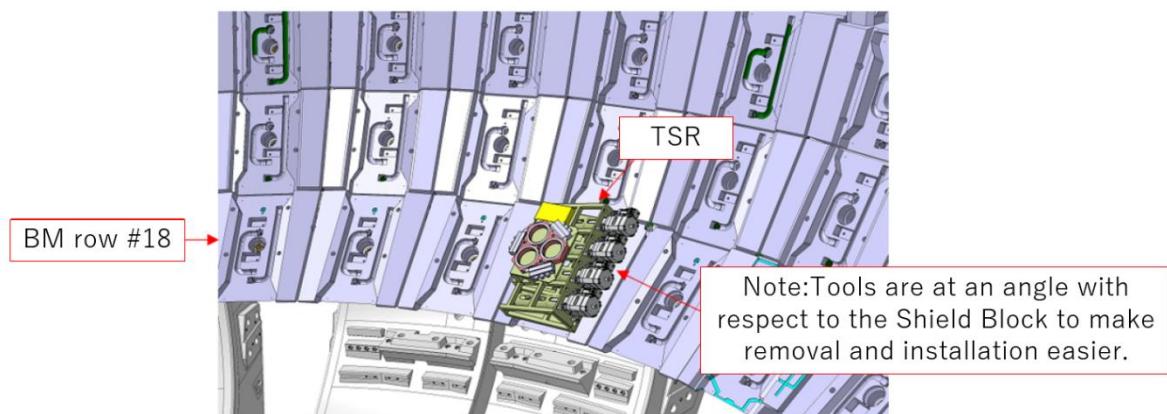


図 54 TSR を BM#18 に取り付けた際の概念図

2.4.13 NTSの設計仕様

NTS は、VV 内で作業員がナセルと呼ばれる作業用ゴンドラに乗り（2.4.16.4 項参照）、保守作業を行う際、使用する各種ツールを収納する容器である。NTS の設計情報を以下に示す。

(1) 装置構造：図 55

(2) 機能

- (a) NTS はナセル横に設置され、軽量ツールを収納する構造を有する。
- (b) 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て設計される。
- (c) NTS の重量上限は 15kg とする。

(3) 機器構成

(a) ツール収納部

- 以下に示す 10 種類のツールを固定するための共通の取合いを有する。一度に取り付け可能なツールは 2 台とする。
- 適用ツール：MCPT、MCAMT、MCWT、MCCT、CCWT、CCCT、FSWT、FSCT、ESBT、PFT、CBT 用レンチ。
- ツール収納部には、ツール同士の接触を防止するカバーを具備する。
- ナセルに具備する Zero G Arm からツールにアクセス可能な構造を有する。Zero G Arm でツールを垂直方向に下降させることにより、ツール収納部の保護カバー内へ収納する。
- 収納したツールの脱落を防止するための固定機構を具備する。

(b) ナセルへの固定機構

- NTS をナセルに固定するための固定機構を具備する。

(4) その他の仕様

(a) 材質はステンレス又はアルミニウムとする。

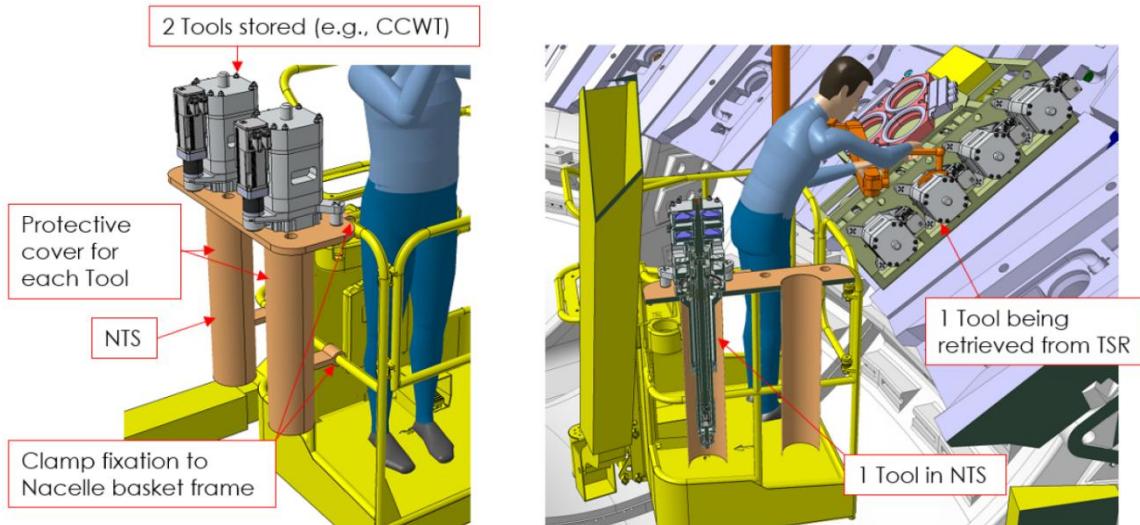


図 55 NTS の概念図

2.4.14 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」という。) と下位制御系 (Low-Level Control System, 以下「LLCS」という。) に分類される。HLCS は、主に運転員との取合いの役割を担い、操作監視に関わるヒューマンマシンインターフェイス (Human Machine Interface, 以下「HMI」という。) 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取合いを有する制御装置であり、各種ドライバやコントローラ等が実装される。

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 56 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。

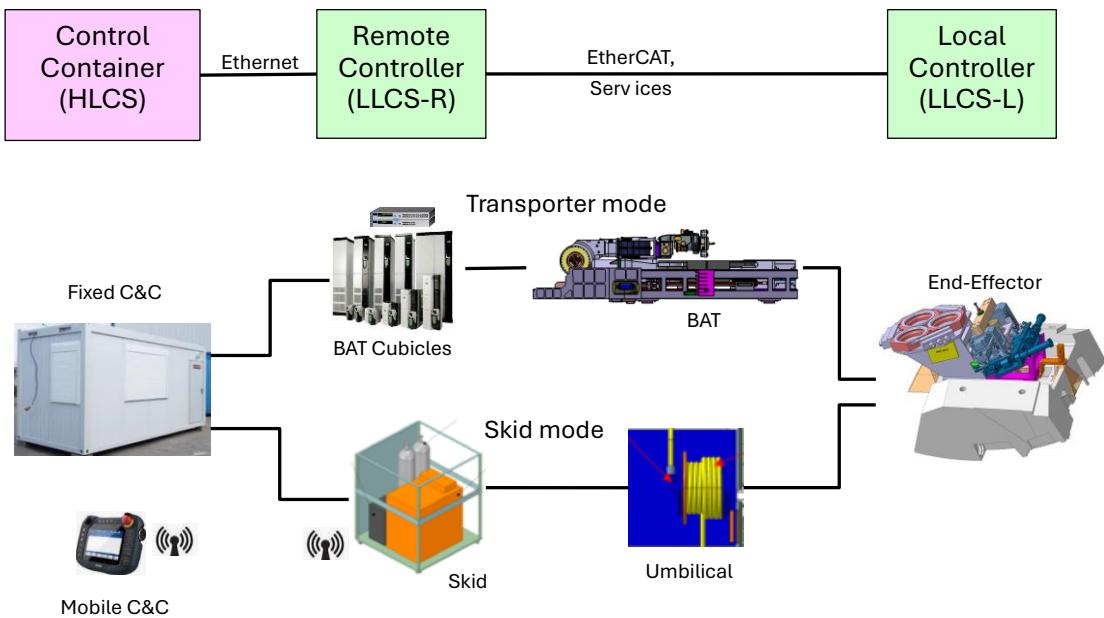


図 56 EE に接続される制御システム構成概要

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取合いされる必要がある。（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 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) と取合う。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がある。

- 制御盤筐体に実装するリモートコントローラ : 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 : 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 は各オンボードローカルコントローラを持つ。

- SBG : Transporter mode のみ
- FBT : Transporter mode 及び Skid mode
- SBTB : Transporter mode 及び Skid mode
- 15NDG : Transporter mode のみ
- 15NDTB : Transporter mode 及び Skid mode
- FWG : Transporter mode のみ
- FWCBT : Transporter mode のみ

ツール制御システムの主構成要素を図 57 に示す。(グレーアウト箇所は対象外)

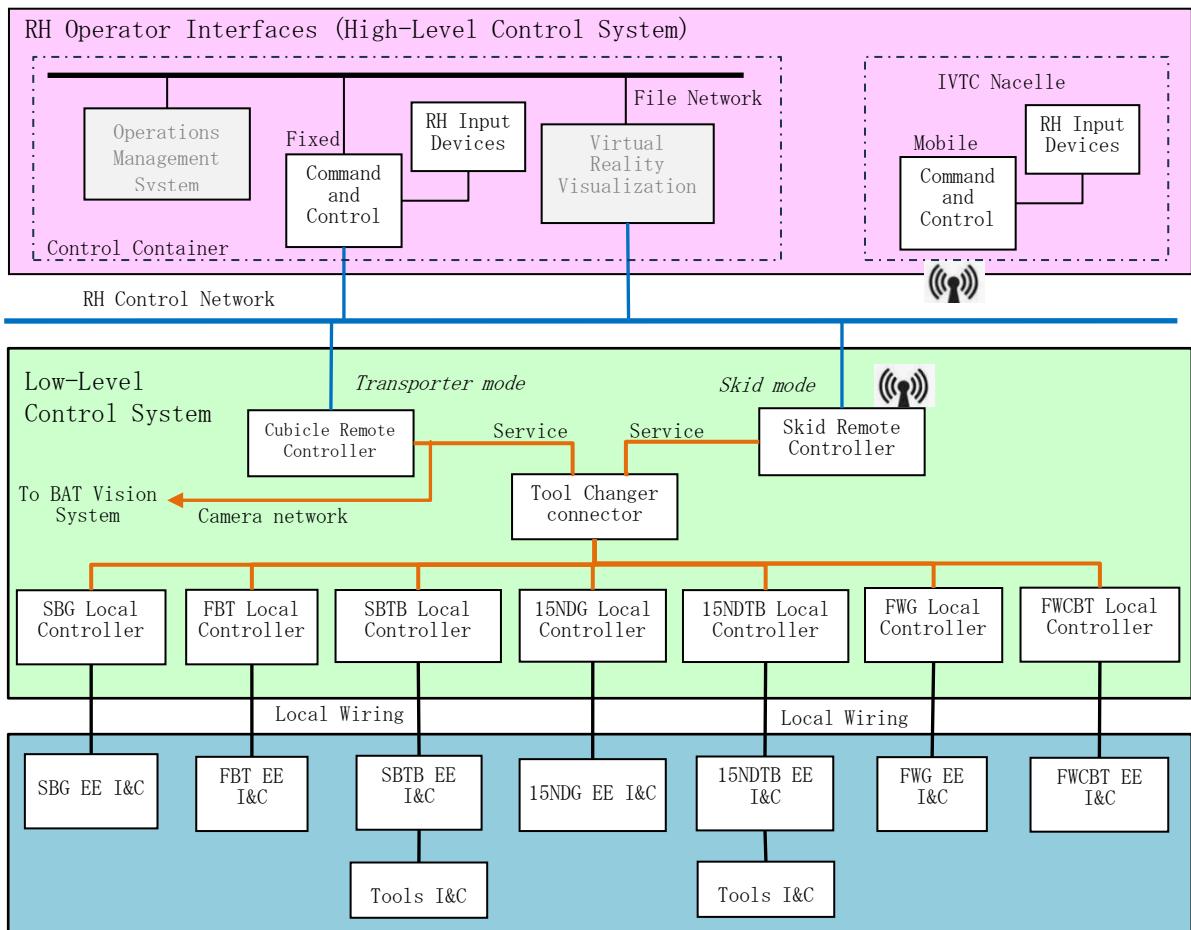


図 57 ツール制御システムの概略構成

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 への電気的な接続が成立し、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取扱い
- ・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 58 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。

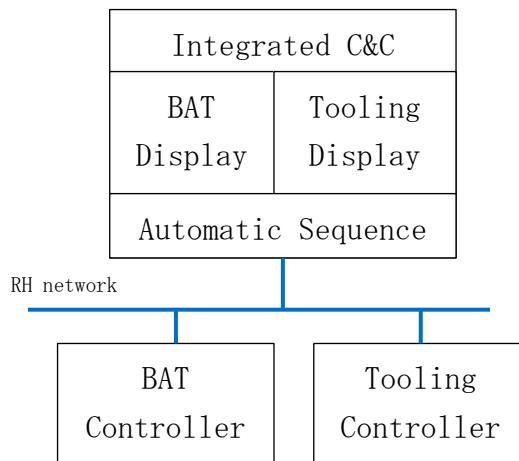


図 58 BAT 及び EE の C&C 統合の概略図

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は、リモートコントローラ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 59 参照）。

C&C はポータブルコントローラ上で実行され、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り、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操作することを考慮に入れて、C&C の設計を行う。



図 59 ポータブルコントローラ参考図

キュービクルリモートコントローラ

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が含まれる。キュービクルリモートコントローラの機能は以下の通りである。

- C&C HMI との取合いを提供すること。
 - 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取合いを提供すること。
 - 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 電源および 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

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が含まれる。スキッドリモートコントローラの機能は以下の通りである。

- C&C HMI との取合いを提供すること。
 - 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（動作およびツールプロセス）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取合いを提供すること。
 - 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。
 - トリップおよ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（例：溶接コントローラ）との取合いを提供すること。

スキッドリモートコントローラは、C&C との有線イーサネット通信およ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は、キュービックリモートコントローラ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および EE 上のローカルコントローラ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

ローカルコントローラは、各 EE に対応した構成とする。ローカルコントローラは、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は、VoIP カメラとの取合い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のコンポーネントは、各 EE の特性に依存するものとする。

2.4.15 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要求事項を以下に記載する。

2.4.15.1 軽量ツール及び重量ツールに適用される要求事項

軽量ツール（適用図書[4]における「All tools」）及び重量ツール（適用図書[4]における「All EEs」）に共通して適用される要求事項は適用図書[4]の No. 1～14 を参照すること。ただし、ある要求において指定される機能を有しないツールに対しては、その要求は適用しない（例：No. 14 は溶接に関する要求のため、溶接ツール以外には適用外）。

2.4.15.2 重量ツールに適用される要求事項

重量ツールに適用される要求事項は適用図書[4]の No. 15～45 を参照すること。ただし、ある要求において指定される機能を有しない重量ツールに対しては、その要求は適用しない。

2.4.15.3 軽量ツールに適用される要求事項

軽量ツールに適用される要求事項は適用図書[4]の No. 46～69 を参照すること。ただし、ある要求において指定される機能を有しない軽量ツールに対しては、その要求は適用しない。

2.4.15.4 SBG に適用される要求事項

SBG に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 70～82 を参照すること。

2.4.15.5 15NDG に適用される要求事項

15NDG に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 219～230 を参照すること。

2.4.15.6 15NDTB に適用される要求事項

15NDTB に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 231～243 を参照すること。

2.4.15.7 15NDFBT に適用される要求事項

15NDFBT に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 86, 87, 89～96 を参照すること。

2.4.15.8 MCPT に適用される要求事項

MCPT に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 150～162 を参照すること。

2.4.15.9 MCAMT に適用される要求事項

MCAMT に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 163～169 を参照すること。

2.4.15.10 MCWT に適用される要求事項

MCWT に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 170～180 を参照すること。

2.4.15.11 MCCT に適用される要求事項

MCCT に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 181～191 を参照すること。

2.4.15.12 PFT に適用される要求事項

PFT に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 149 と 191 を参照すること。

2.4.15.13 TSR に適用される要求事項

TSR に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 265～273 を参照すること。

2.4.15.14 NTS に適用される要求事項

NTS に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 274～279 を参照すること。

2.4.15.15 BTSE に適用される要求事項

BTSE に適用される要求事項は適用図書[4]の No. 280～285 を参照すること。

2.4.16 SB保守ツール運用に係る機器との取合い

本項では、BM の初期組立時に用いられる関連機器として BAT (Blanket Assembly Transporter : ブランケット組立運搬機)、BMTS (Blanket Module Transfer System、ブランケット運搬システム)、BMTS 収納板 (Storage plate)、IVTC (VV 内塔形クレーン)、ナセル (Nacelle) 及び Zero G Arm の概要について記載する。なお、これらは本契約の対象外のため、以下は参考情報である。

2.4.16.1 BAT

ブランケット初期組立において、重量ツール (SBG、SBTB、15NDG、15NDTB、TSR 等) の装着先となる運搬機は、図 60 に示す 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、重量ツール (EE 機器) の装着が可能な構造となっている。

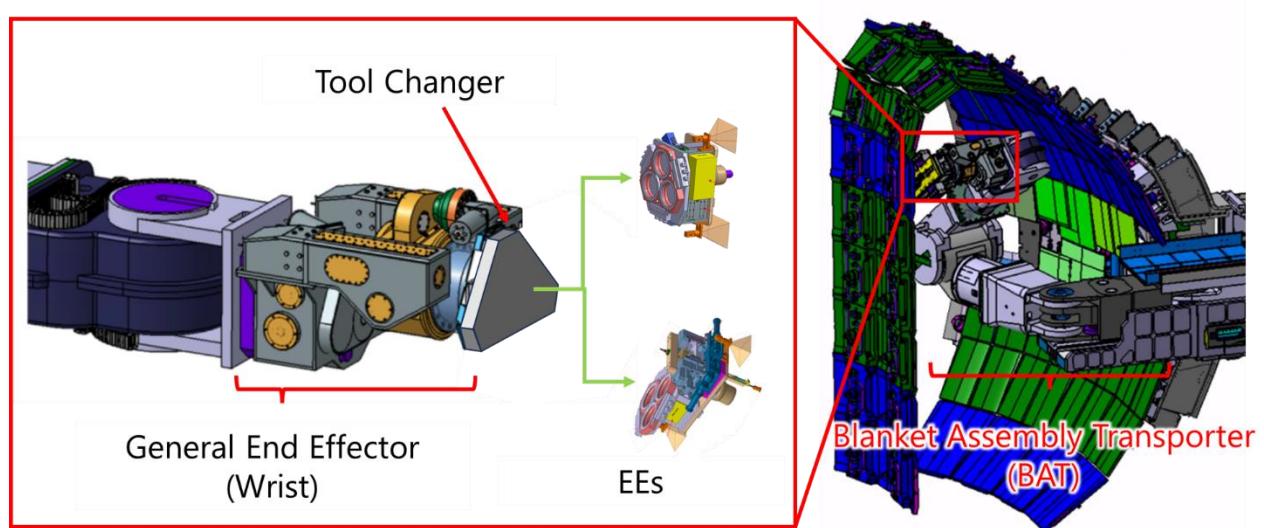


図 60 BAT の概略図

2.4.16.2 BMTS

BMTS は、BM 初期組立時に必要となる機器を TPTS (直通ポート運搬システム : 図 61) 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こと。

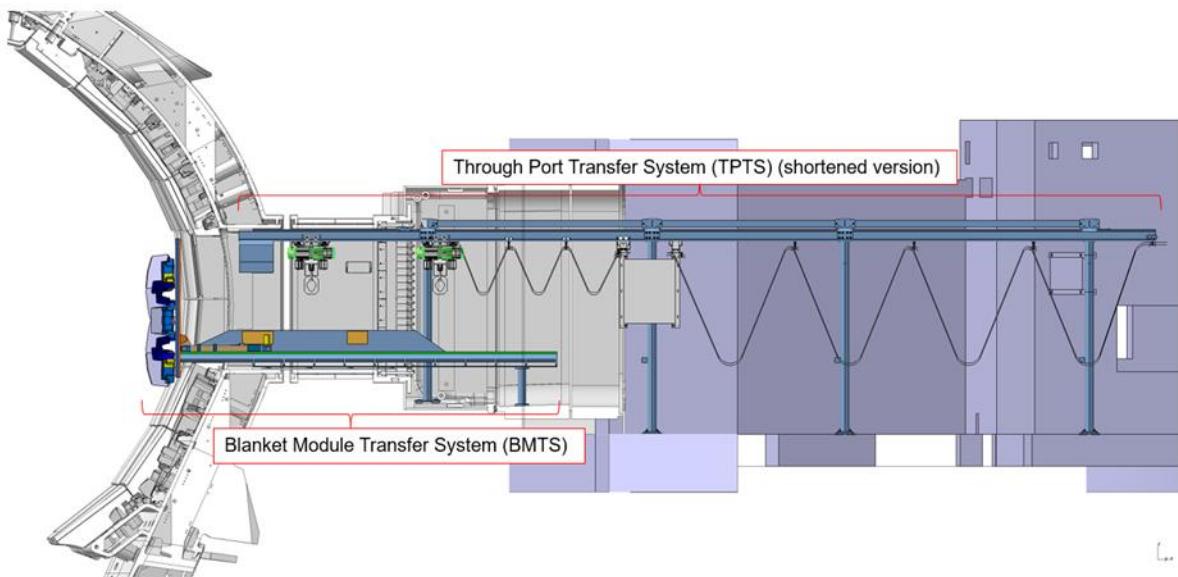


図 61 TPTS における BMTS の位置関係の図（側面視）

2.4.16.3 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（長さ：2100mm×幅：1310mm×厚さ：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、ポートから 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 62 に示す。

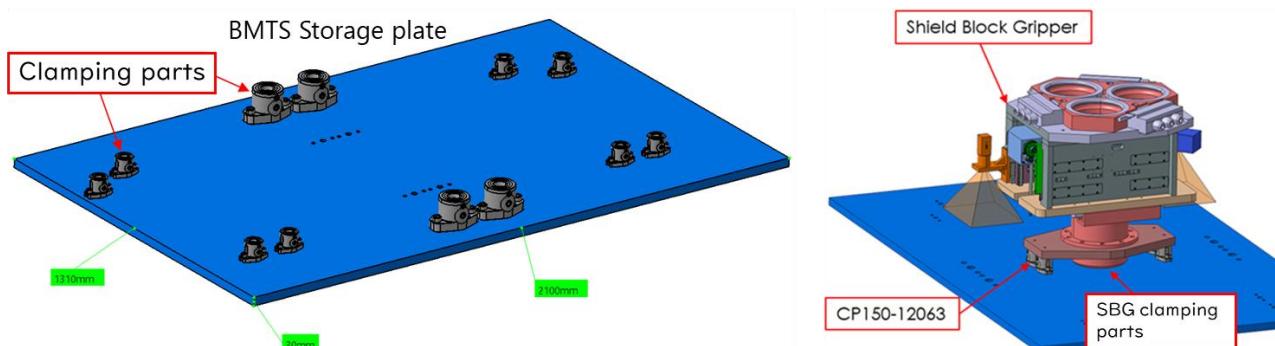


図 62 BMTS 収納板

2.4.16.4 IVTC 及びナセル

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 63 左)、IVTC のアーム先端部に作業用ゴンドラであるナセルを接続する構造となっている (図 63 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。

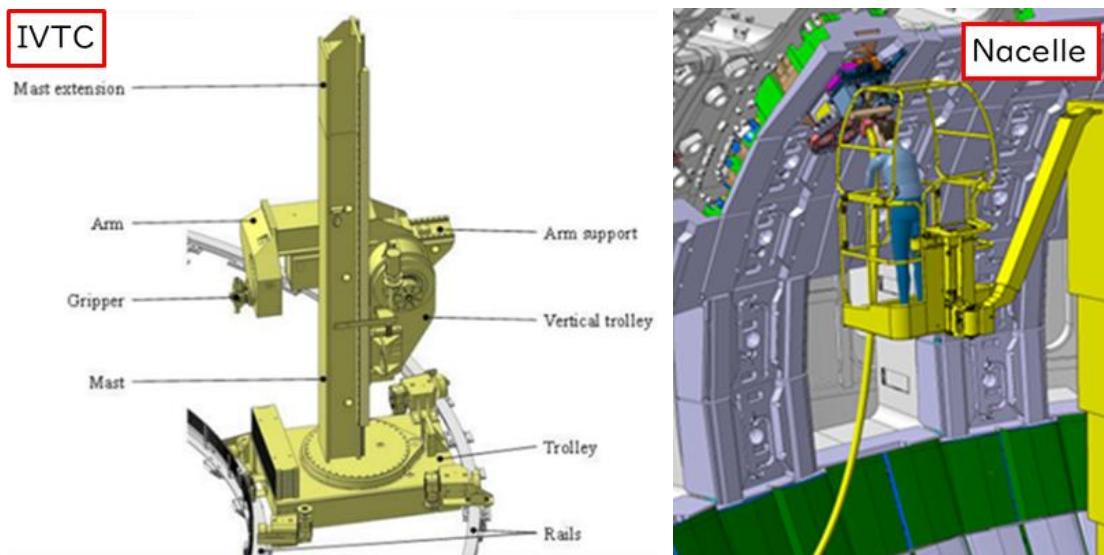


図 63 IVTC 及びナセル

2.4.16.5 ZERO G Arm

BAT で把持しない 40kg 以下の軽量ツールは、Zero G Arm によりハンドリングされるものとする。Zero G Arm 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、作業員が負荷を感じることなく操作できるよう設計される (図 64 参照)。

Zero G Arm との取合いは GRIP GmbH Handhabungstechnik 社の小型ツールチェンジャー : SHW125 (図 65) とする。

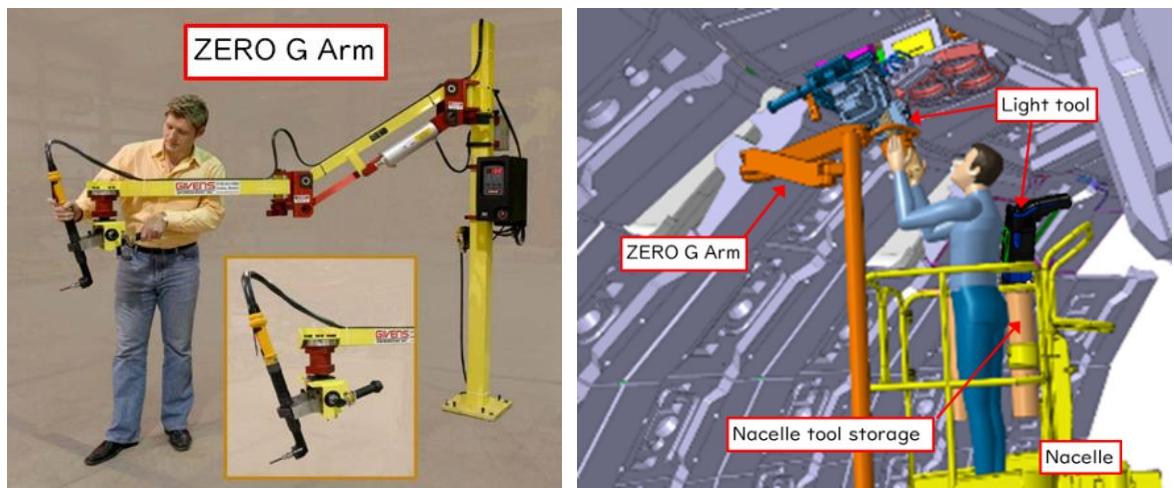


図 64 Zero G Arm のナセル上における使用例



図 65 小型ツールチェンジャー：SHW125

2.5 SB 保守ツールプロトタイプの設計

受注者は 2.5.1～2.5.9 項に示す作業を行い、各 SB 保守ツールプロトタイプ及び関連装置を設計すること。また、各 SB 保守ツールプロトタイプ用の制御装置については、2.5.10 項で機能的・物理的に統合を行うことを考慮して設計すること。

2.5.1 SBG プロトタイプ用制御装置及び試験用装置の設計

受注者は 2.1～2.4 項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.1.1～2.5.1.3 項に示す作業を実施し、SBG プロトタイプ用制御装置及び試験用装置類の設計を実施すること。なお、SBG プロトタイプ本体の設計については適用図書[14]及び適用図書[15]を参照すること。

2.5.1.1 SBG プロトタイプ用制御装置及びソフトウェアの設計

2.3.4.1 項、2.4.1 項及び 2.4.14 項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、SBG プロトタイプを動作させるための制御装置及びソフトウェアの設計を実施すること。また、本検討による改訂内容を適用図書[14]の設計報告書及び適用図書[15]の CAD モデルに反映すること。

(1) 制御対象

- (a) 中央クランプ機構（動作+固定状態の監視）
- (b) レンチユニット×2 台
 - ・ レンチ昇降機構（動作+位置監視）
 - ・ レンチ位置調整機構（動作+位置監視）
 - ・ レンチ回転機構（動作+トルク監視）
- (c) カメラ及び照明×2 台

(2) 装置構成

- (a) 本項におけるリモートコントローラの設計対象は、Transporter mode 用のみとする。
- (b) SBG プロトタイプとしては、Transporter mode 用リモートコントローラと、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) Transporter mode 用リモートコントローラは、全プロトタイプ制御用として 1 台設置することとする。

(3) 要求機能

- (a) SB への SBG の固定状態を監視できること。
- (b) レンチ昇降機構とレンチ位置調整機構について、レンチの位置を監視できること。
- (c) レンチ回転機構：レンチの回転方向及び印加したトルクを監視できること。
- (d) カメラで観察した映像を監視できること。
- (e) 上記の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。

2.5.1.2 SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップの設計

0 項に示す適用図書[2][8]及び 2.3 項、2.4.1 項を基に、下記の仕様を満たす SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップを設計すること。

(1) SBG との取り合い部の模擬 :

(a) SBG との取り合い部として、SB#04 を対象とした下記の構造（図 66 赤枠部）を模擬すること。

- CB バレル取合い及び CB スレッド (M64)。
- FWESB スレッド (M24)
- SBESB (SB モックアップに内蔵)
- SBESB 待機用スレッド (M72)
- SBESB スレッド (SB モックアップに対して着脱可能にすること。M24)
- パイプ用溝 (キー溝)。

(b) SBG と接続後、SBG のレンチが FWESB スレッドに挿入及び SBESB に勘合した状態を監視するため、ファイバースコープ等を近傍までアクセスさせるための構造（孔や溝等）を設けること。

(c) それ以外の外形形状については、QST の承認を得た上で省略可能とする。

(2) 重量の模擬 :

(a) 試験荷重に対する安全係数 1.25、SB の最大重量 4 トンを考慮し、最大 5 トンの重量を模擬できること。

(b) 上記の重量模擬について、試験時のハンドリング性を考慮した上で、着脱式の錘またはクレーン等による荷重模擬方法を検討すること。

(3) 材料 :

(a) SBG との取り合い部は、SS316L を基本とする。

(b) その他の箇所については、防錆処理した炭素鋼等を用いてよい。

(4) 搬送治具 :

(a) クレーンによる搬送を考慮しアイボルトなどを具備すること。

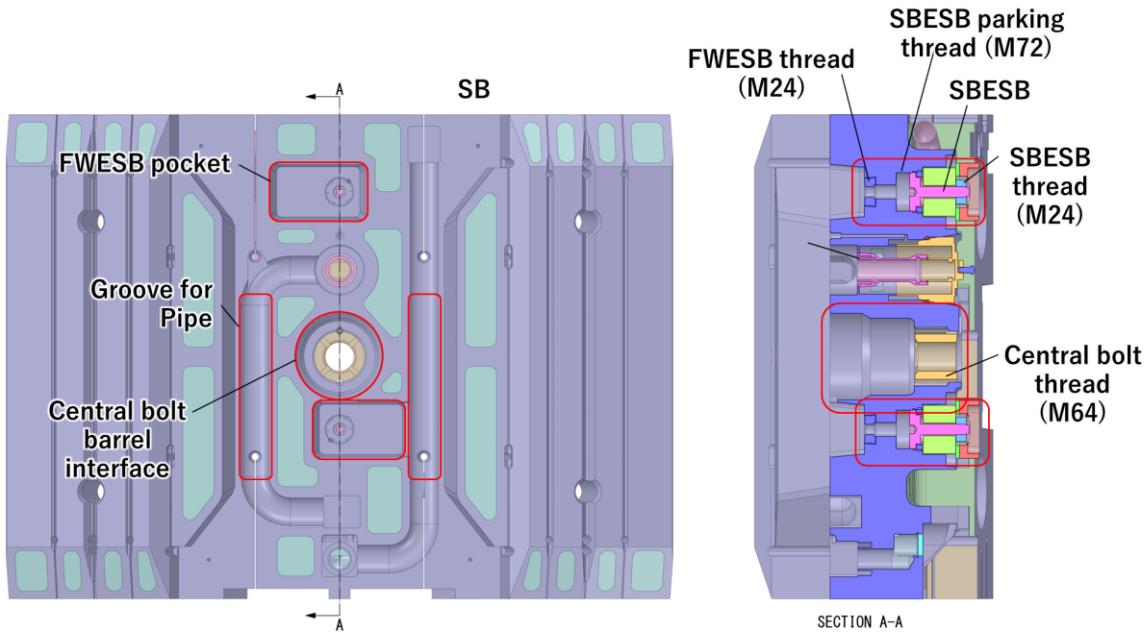


図 66 SB モックアップで模擬すべき部位（赤枠部）

2.5.1.3 SBG プロトタイプ試験架台の設計

下記の仕様を満たす試験架台を設計すること。図 67 に試験架台構造及び姿勢の概念図を示す。ただし、図 67 の概念図とは異なる構成の代替案も可とする。

(1) 固定取合い :

- (a) 床面と試験架台を固定するための取合いを設けること。また、必要に応じて転倒防止錐を搭載する等、転倒しない構造にすること。

(2) 試験用機器の固定及び固定姿勢の変更 :

- (a) SBG プロトタイプを試験架台に固定するための固定構造を設けること。ただし、ツールチェンジャー構造を模擬する必要はない。
- (b) SBG プロトタイプ及び SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップの勘合作業を考慮し、作業が円滑かつ容易に行えるよう配慮した設計とすること。必要に応じて SB モックアップ用の架台を製作しても良い。
- (c) 水平姿勢及び垂直姿勢で把持試験が可能な固定構造を有すること。姿勢ごとに個別の架台を適用することも可とする。把持試験の内容については 2.9.1.2 項を参照すること。

(3) 搬送構造 :

- (a) 試験架台下面にリフター爪が挿入可能な空間を設けるなどし、リフターで搬送するための構造を有すること。
- (b) クレーンによる搬送を考慮しアイボルトなどを具備すること。

(4) 備考 :

- (a) 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。

(b) 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。

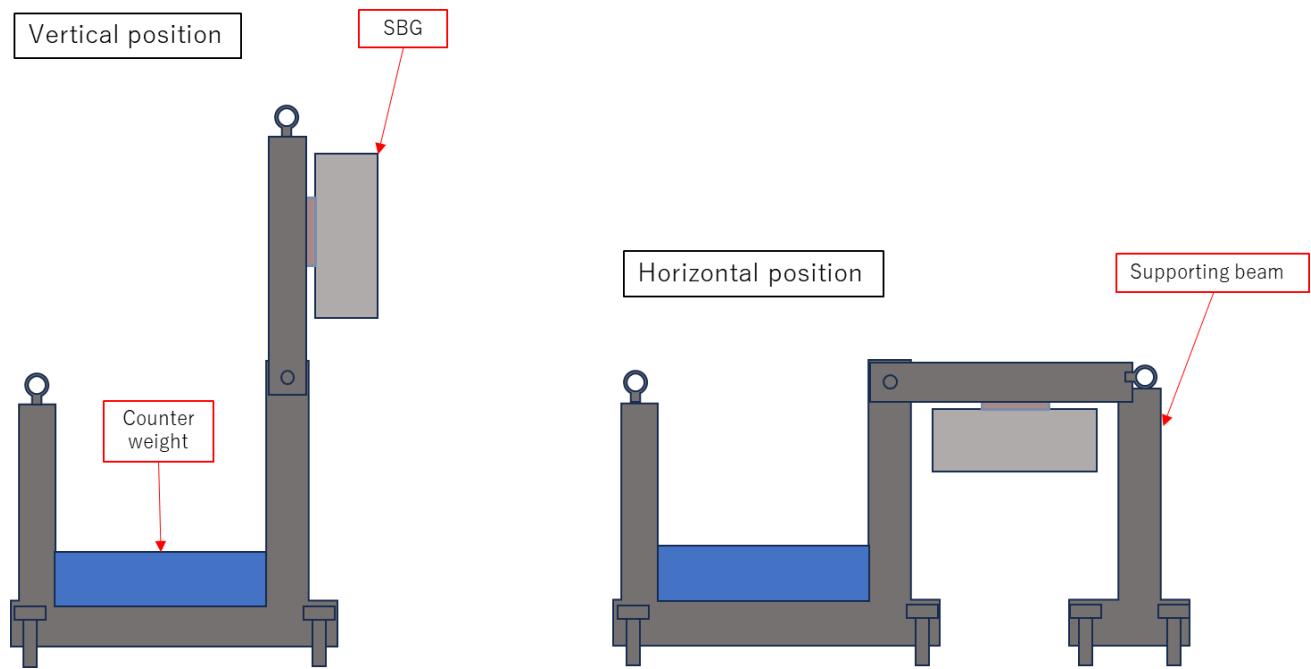


図 67 試験架台構造及び姿勢の概念図（左：垂直姿勢、右：平行姿勢）

2.5.2 15NDGプロトタイプ及び制御装置及び試験装置の設計

受注者は本仕様書の2.1～2.4項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.2.1～2.5.2.4項に示す作業を実施し、15NDGプロトタイプ及び制御装置、並びに工場受入試験(FAT)に使用する試験用装置類の設計を実施すること。

2.5.2.1 15NDGプロトタイプの設計

本仕様書の2.3.2項、2.3.4.2項、2.4.2項、2.4.14項及び2.4.16項に示す要求事項を考慮し、15NDGプロトタイプを設計すること。

2.5.2.2 15NDGプロトタイプ用制御装置及びソフトウェアの設計

本仕様書の2.3.2項、2.3.4.2項、2.4.2項、2.4.14項及び2.4.16項に示す要求事項を考慮し、15NDGプロトタイプを動作させるための制御装置及びソフトウェアを設計すること。

(1) 制御対象

(a) 把持コーンボルトユニット（動作+固定状態の監視）

- 把持コーン内ボルト用レンチ×2台
- レンチ昇降機構（動作+位置監視）
- レンチ回転機構（動作+トルク監視）

(b) ESB用レンチユニット×1台

- レンチ昇降機構（動作+位置監視）
- レンチ回転機構（動作+トルク監視）

(c) カメラ及び照明×2台

(2) 装置構成

(a) 本項におけるリモートコントローラの設計対象は、Transporter mode用のみとする。

(b) 15NDGプロトタイプとしては、Transporter mode用リモートコントローラと、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) Transporter mode用リモートコントローラは、全プロトタイプ制御用として1台設置することとする。

(3) 要求機能

(a) 15ND系モジュールへの15NDGの固定状態を監視できること。

(b) 把持コーンボルト用レンチ昇降機構：レンチの位置を監視できること。

(c) 把持コーンボルト用レンチ回転機構：レンチの回転方向及び印加したトルクを監視できること。

(d) ESB用レンチ昇降機構：レンチの位置を監視できること。

(e) ESB用レンチ回転機構：レンチの回転方向及び印加したトルクを監視できること。

(f) カメラで観察した映像を監視できること。

(g) 上記の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。

2.5.2.3 15ND モックアップの設計

本仕様書の 2.3.2 項、2.3.4.2 項、2.4.2 項、2.4.14 項、2.4.16 項に示す要求事項を考慮し、15ND 系モジュールの構造を模擬した 15ND モックアップを設計すること。

(1) 15NDG との取り合い部の模擬 :

- (a) 15NDG との取り合い部として図 68 に示す 15ND 系モジュールの構造のうち、下記を模擬すること。
 - 15ND 系モジュール表面 (15NDG のパッドで剛性接続される領域)
 - 15NDESB
 - ESB 導入孔を含む周辺構造
 - 15NDG 把持コーンを挿入する把持穴及びコーン締結ボルト用スレッド
- (b) 15NDG と接続後、15NDG のレンチの導入孔への挿入及び 15NDESB への勘合状態を監視するために、ファイバースコープ等を近傍までアクセスさせるための構造 (孔や溝等) を設けること。
- (c) それ以外の外形形状については、QST の承認を得た上で省略可能とする。

(2) 重量の模擬 :

- (a) 試験荷重に対する動的係数 1.25、15ND 系モジュールの最大重量 2.8 トンを考慮し、錘の着脱によって 3.5 トンの重量をそれぞれ模擬できること。
- (b) 上記の重量模擬について、試験時のハンドリング性を考慮した上で、着脱式の錘またはクレーン等による荷重模擬方法を検討すること。
- (c) 15ND 系モジュールの重量を模擬する際は、実際の 15ND 系モジュールの重心を模擬すること。 (重心情報参照先 : 適用図書[18])

(3) 材料 :

- (a) 15NDG との取り合い部は、SS316L を基本とする。
- (b) その他の箇所については、防錆処理した炭素鋼等を用いてよい。

(4) 搬送治具 :

- (a) クレーンによる搬送を考慮しアイボルトなどを具備すること。

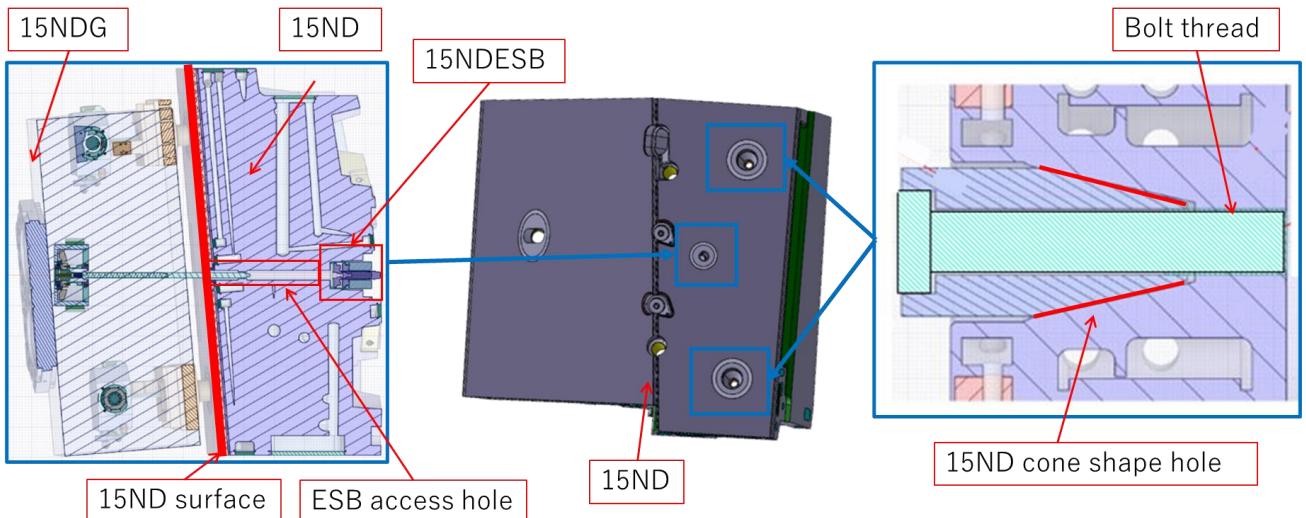


図 68 15ND モックアップ (中央) の模擬すべき部位(左 : ESB 締結部、右 : コーン把持穴)

2.5.2.4 15NDG プロトタイプ試験架台の設計

本仕様書の 2.3.2 項、2.3.4.2 項、2.4.2 項、2.4.14 項、2.4.16 項に示す要求事項を考慮し、下記の仕様を満たす試験架台を設計すること。図 69 に主案とする試験架台構造及び姿勢の概念図を示す。ただし、図 69 の概念図とは異なる構成の代替案も可とする。

- (1) 床面と試験架台を固定するための取合いを設けること。
- (2) 15NDG プロトタイプの固定及び固定姿勢の変更
 - (a) 15NDG プロトタイプ又は 15ND モックアップを試験架台に固定するための固定構造を設けること。
 - (b) 15NDG プロトタイプ及び 15ND モックアップの勘合作業を考慮し、作業が円滑かつ容易に行えるよう配慮した設計とすること。
 - (c) 以下の姿勢において把持状態を再現する試験が可能な固定構造を有すること。姿勢毎に個別の架台を適用することも可とする。
 - ・ 水平姿勢 (図 69 の右端)
 - ・ 垂直姿勢 (図 69 の左端)
 - 垂直姿勢においては、15NDG の把持コーン及び 15ND モックアップの把持穴の配置が重力方向に対して平行又は垂直となる 2 方向で行うこと (図 70)。
 - ・ 傾斜姿勢 (図 69 の中央)
 - 把持コーンへのモーメント入力が最大となる姿勢 (角度) とし、QST が把持角度及び重力に対するコーンの配置角度情報を別途指定する。
 - 本姿勢は 2 通りとする。
- (3) 搬送構造 :
 - (a) 試験架台下面にリフター爪が插入可能な空間を設けるなどし、リフターで搬送するための構造を有すること。
- (4) 備考 :

- (a) 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。
- (b) 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。

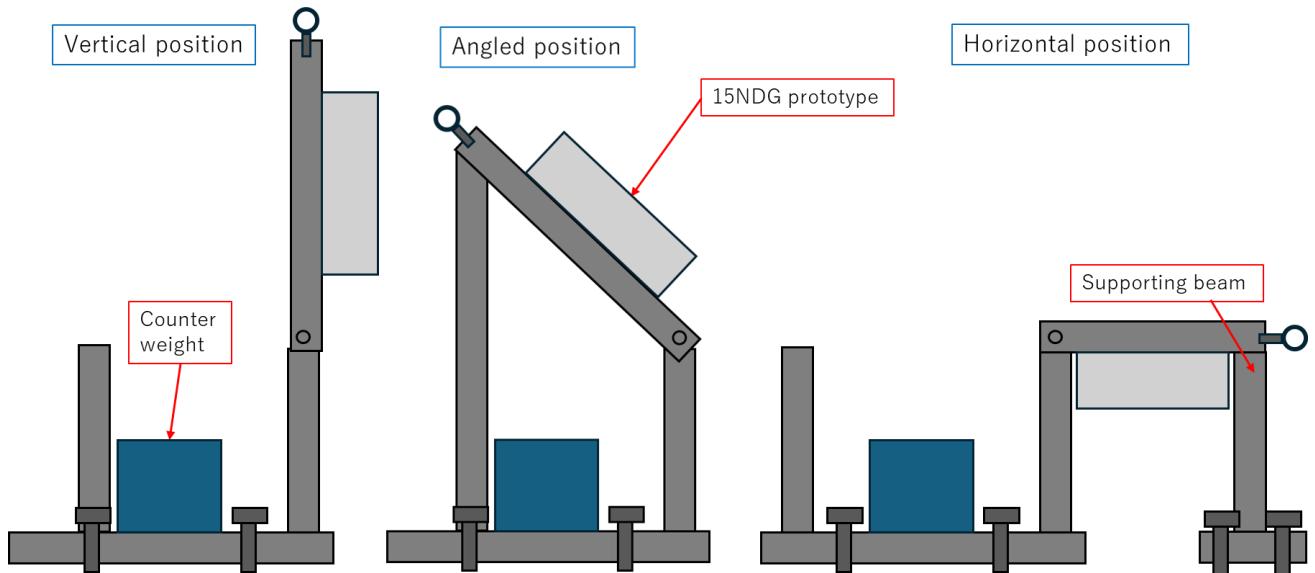


図 69 15NDG プロトタイプ用試験架台構造及び姿勢の概念図
(左 : 垂直姿勢、中央 : QST 指定の傾斜姿勢、右 : 平行姿勢)

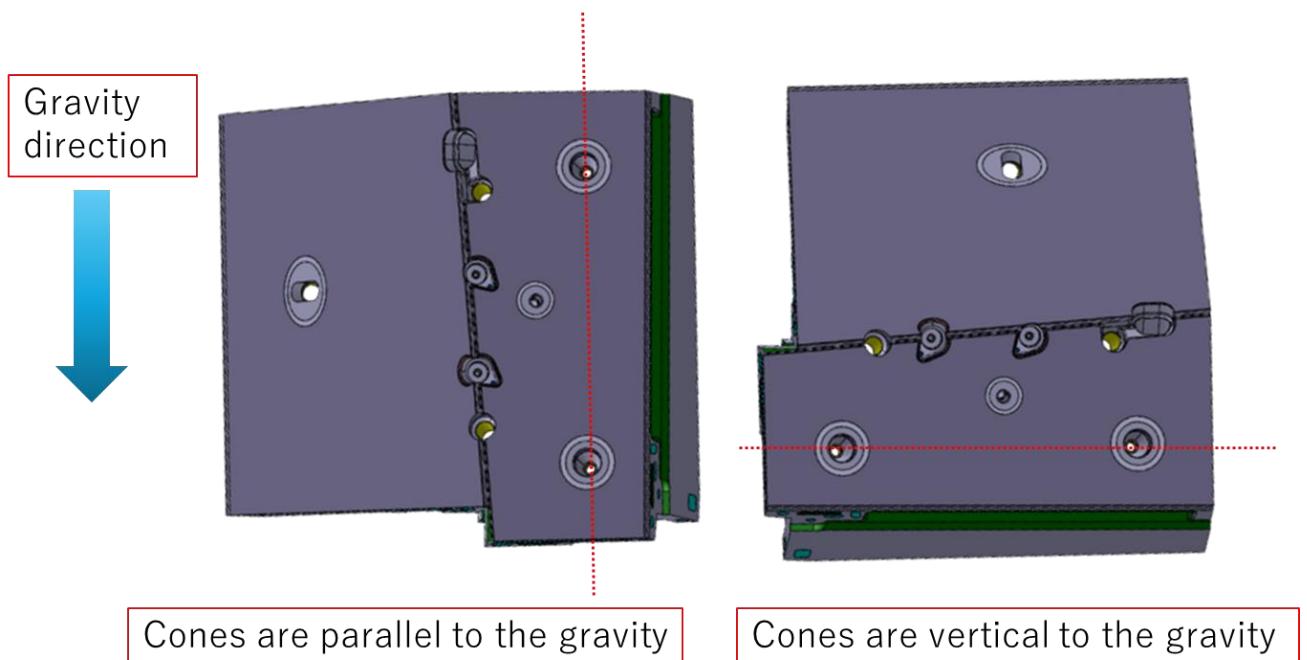


図 70 重力に対する Cone の並び方の概念図
(左 : 重力に対して平行、右 : 重力に対して垂直)

2.5.3 15NDTBプロトタイプ及び制御装置の設計

受注者は本仕様書の2.1項～2.4項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.3.1～2.5.3.2項に示す作業を実施し、15NDTBプロトタイプ及び制御装置を設計すること。

2.5.3.1 15NDTBプロトタイプの設計

受注者は前述の要求仕様を満足する15NDTBプロトタイプの設計を実施すること。

2.5.3.2 15NDTB及び15NDFBTプロトタイプ用制御装置の設計

受注者は2.5.3.1項で設計した15NDTBプロトタイプ及び2.5.4.1項で設計する15NDFBT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。2.4.14項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、以下に示す制御装置への要求を満たす設計を実施すること。

(1) 制御対象

(a) 15NDTB

- ・ツール固定部の軸調整機構（位置監視）
- ・ツール固定部のZリニアガイド（位置監視）
- ・15ND系モジュールへの固定機構（動作+固定状態の監視）
- ・カメラ及び照明 ×2台

(b) 15NDFBT

- ・トルク増幅機構
- ・トルクメータ（トルク監視のみ）
- ・レンチ（センサーによる勘合状態及び位置監視を行う場合のみ）

(2) 装置構成

- 本項におけるリモートコントローラの設計対象は、Transporter mode用及びSkid mode用に個別デバイスとして設計すること。
- 15NDTBプロトタイプとしては、Transporter mode用リモートコントローラ、Skid mode用リモートコントローラ、又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。
- Transporter mode用リモートコントローラは、全プロトタイプ制御用として1台設置することとする。
- Skid mode用リモートコントローラは、全プロトタイプ制御用として1台設置することとする。

(3) 要求機能

- TFUと15ND系モジュール側配管構造の軸合わせ機構について、TFU及びツールの位置を監視できること。
- ツール固定部の軸調整機構変位センサーの測定値に基づいて、誤差量を作業員に明確に指示できること。
- 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。
- 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。

- (e) カメラで観察した映像を監視できること。
- (f) 上記の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。

2.5.4 15NDFBTプロトタイプ等の設計

受注者は本仕様書の2.1項～2.4項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.4.1～2.5.4.2項に示す作業を実施し、15NDFBTプロトタイプ及び試験架台を設計すること。

2.5.4.1 15NDFBTプロトタイプの設計

受注者は、前述の要求仕様を満足する15NDFBTプロトタイプの設計を実施すること。

2.5.4.2 15NDFB締結試験用試験架台の設計

受注者は15NDFB締結試験を実施するための試験架台を設計すること。図71に試験架台構造の概念図を示す。

(1) 具備すべき機能及び要求仕様

(a) 15NDTB固定用取合い

- 15ND系モジュールの把持穴部を模擬した構造。
- パッドとキーを受けるための構造。

(b) FB導入孔

- 15ND系モジュールのFB導入孔を模擬した孔構造。
- FB導入孔は、上記(a)に示した15ND系モジュールの把持穴部との位置関係を模擬すること。

(c) FBソケット構造

- 15NDFBTのレンチを勘合させるため、FBのソケット及びPHS取合いを模擬した構造体。
- 本構造は、トルクメータに固定できる取合いを具備すること。
- ボルトとしてのFB構造及び締結対象のスレッド構造は模擬不要。

(d) トルクメータ

- FB締結時のトルクを計測するため、定格10kNm以上のトルクメータを具備すること。
- トルクメータはFB導入孔と同軸になるよう、ベースプレート上に固定すること。また、シムを挿入することによりトルクメータの固定位置及び角度を変更し、FBTのレンチとFBソケット間に誤差を複数条件で設定できるようにすること。最大誤差量は軸誤差2.3mm、角度誤差1.3degとする。

(e) ベースプレート

- 上記(a), (b), (d)の構造を固定すること。
- クレーンで吊り上げるためのアイボルト等の取合いを具備すること。

(2) その他の設計条件

- 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。
- 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

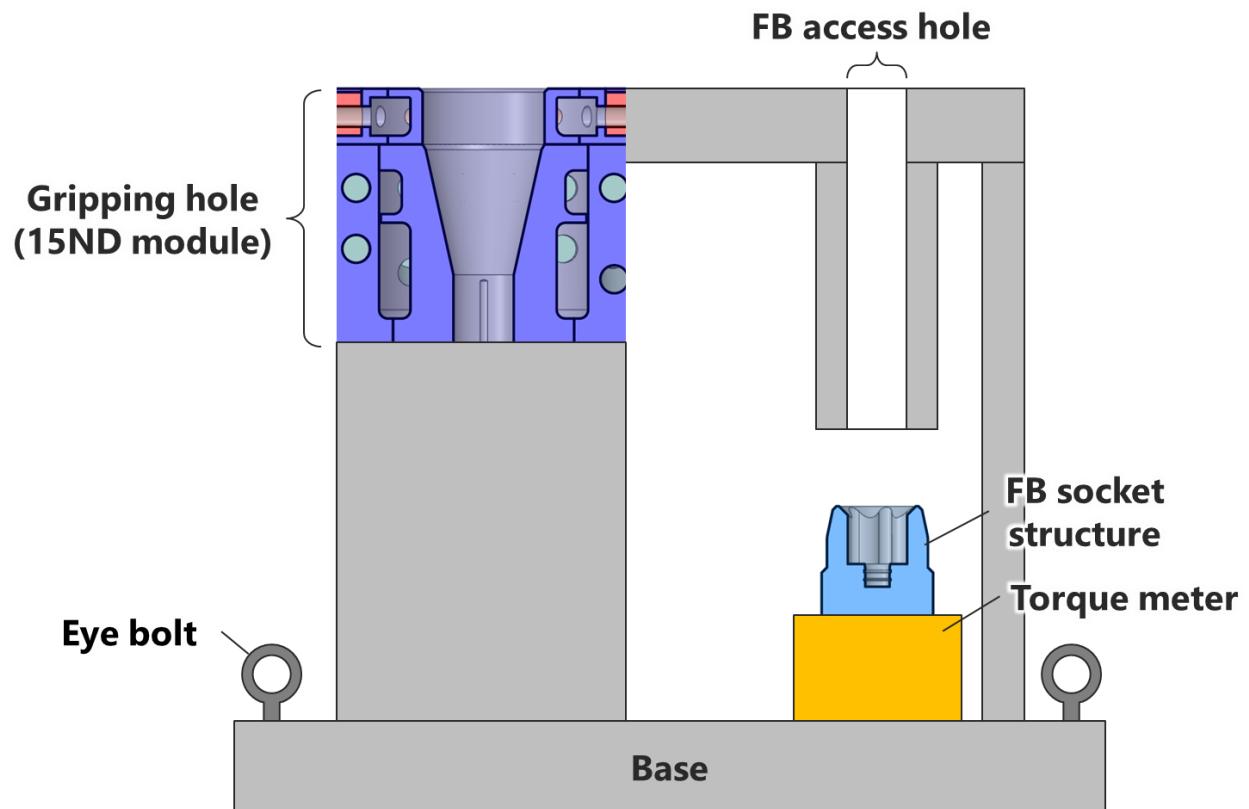


図 71 15NDFB 締結試験用試験架台の構造概念図

2.5.5 MCツールプロトタイプの設計

受注者は本仕様書の 2.1～2.4 項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.5.1～2.5.5.7 項に示す作業を実施し、4 種類の MC ツールプロトタイプ、制御装置及び試験装置を設計すること。

2.5.5.1 MCPT プロトタイプの設計

受注者は、以下の実施内容に基づき MCPT プロトタイプの設計を実施すること。

(1) MCPT プロトタイプの設計

- (a) 7 種類の設計対象 SB (SB#8、SB#18、SB#18ANU、SB#18E、SB#15ND、SB#15NDA、SB#15NDB) に 1 台の MCPT プロトタイプで対応可能とするために、SB 表面から MC までの距離が最長となるバリアントに対しツール設計を行うこと。
- (b) 設計したツールを用いて、残りのバリアントにシムなどで対応可能であることを確認すること。

(2) SBTB の構造検討

- (a) QST より貸与する SBTB プロトタイプの CAD モデル (適用図書[6], [7]) を用い、 SBTB プロトタイプに MCPT プロトタイプを固定でき、MC の引込み作業が実施可能となるよう SBTB の構造検討を行うこと。
- (b) SBTB プロトタイプ構造を変更する際、別途 QST が指定する既存の保守ツールに関して SBTB プロトタイプとの取合い及び作業性を確保すること。

2.5.5.2 MCAMT プロトタイプの設計

受注者は、以下の実施内容に基づき MCAMT プロトタイプの設計を実施すること。

(1) MCAMT プロトタイプの設計

- (a) 7 種類の設計対象 SB (SB#8、SB#18、SB#18ANU、SB#18E、SB#15ND、SB#15NDA、SB#15NDB) に 1 台の MCAMT プロトタイプで対応可能とするために、SB 表面から MC までの距離が最長となるバリアントに対しツール設計を行うこと。
- (b) 設計したツールを用いて、残りのバリアントにシムなどで対応可能であることを確認すること。

2.5.5.3 MCWT プロトタイプの設計

受注者は、以下の実施内容に基づき保守作業用 MCWT の概念設計を実施すること。

(1) MCWT プロトタイプの設計

- (a) 7 種類の設計対象 SB (SB#8、SB#18、SB#18ANU、SB#18E、SB#15ND、SB#15NDA、SB#15NDB) に 1 台の MCWT プロトタイプで対応可能とするために、SB 表面から MC までの距離が最長となるバリアントに対しツール設計を行うこと。
- (b) 設計したツールを用いて、残りのバリアントにシムなどで対応可能であることを確認すること。

2.5.5.4 MCCT プロトタイプの設計

受注者は、以下の実施内容に基づき MCCT プロトタイプの設計を実施すること。

(1) MCCT プロトタイプの設計

- (a) 7 種類の設計対象 SB (SB#8、SB#18、SB#18ANU、SB#18E、SB#15ND、SB#15NDA、SB#15NDB) に 1 台の MCCT プロトタイプで対応可能とするために、SB 表面から MC までの距離が最長となるバリエントに対しツール設計をおこなうこと。
- (b) 設計したツールを用いて残りのバリエントにシムなどで対応可能であることを確認すること。

(2) SBTB プロトタイプの構造検討

- (a) 別途 QST より貸与する SBTB プロトタイプの CAD モデルを用い、SBTB プロトタイプに MCCT プロトタイプを固定でき、切断作業が実施可能となるよう SBTB プロトタイプの構造検討を行うこと。
- (b) SBTB プロトタイプ構造を変更する際、別途 QST が指定する既存の保守ツールについて SBTB プロトタイプとの取合い及び作業性を確保すること。

2.5.5.5 MC ツールプロトタイプ用制御装置の設計

受注者は、2.5.5.1～2.5.5.4 項で設計した 4 種類の MC ツール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。2.4.14 項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、以下に示す制御装置への要求を満たす設計を実施すること。

(1) 制御対象

- (a) MCPT プロトタイプ
 - MC 引込み機構部 (引込み力)
 - TB 固定用のエアクランプ
 - 昇降機構 (MCPT プロトタイプに具備する場合)
- (b) MCAMT プロトタイプ
 - レーザセンサー
 - 回転機構
 - 前後移動機構
 - 昇降機構 (MCAMT プロトタイプに具備する場合)
- (c) MCWT プロトタイプ
 - 溶接トーチ
 - AVC 機構
 - トーチ回転機構
 - 昇降機構 (MCWT プロトタイプに具備する場合)
- (d) MCCT プロトタイプ
 - ツール軸合わせ機構
 - カッター刃送り機構
 - カッター刃回転機構

- TB 固定用のエアクランプ[¶]

(2) 装置構成

- (a) 本項におけるリモートコントローラの設計対象は、Skid mode で使用するリモートコントローラとする。
- (b) MCPT プロトタイプとしては、Skid mode 用リモートコントローラと、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) Skid mode 用リモートコントローラは、全プロトタイプ制御用として 1 台設置することとする。

(3) 要求機能

- (a) 共通
 - 制御/動作データを記録し、USB メモリなどの記録媒体に保存できること。
- (b) MCPT プロトタイプ
 - MC 引込み機構による MC 引込み力を監視し、データを記録できること。
 - SBTB プロトタイプの TFU が具備するエアクランプのクランプ状態を制御及び監視できること。
- (c) MCAMT プロトタイプ
 - レーザセンサーによる計測値を基に SBTB プロトタイプの TFU と MC との位置関係を算出し、位置合わせのために必要な移動量を出力できること。
 - レーザセンサーによる計測値を基に MC と SB stub 間の Gap/Step 量を算出できること。
 - ツールの回転動作を制御できること（回転方向、回転速度、回転角度等）。
 - ツールの前後移動動作を制御できること（移動方向、移動速度、移動量等）。
 - MCPT プロトタイプへの固定部が具備するエアクランプのクランプ状態を制御及び監視できること。
- (d) MCWT プロトタイプ
 - 溶接トーチ及び AVC 機構、トーチ回転機構のパラメータ（回転速度、位置、溶接電流・電圧、ガス流量等）を任意に設定して動作可能なこと。
 - MCPT プロトタイプへの固定部が具備するエアクランプのクランプ状態を制御及び監視できること。
- (e) MCCT プロトタイプ
 - ツール軸合わせ機構のパッド（又はクランプ）の開閉動作（開閉量、開閉速度、トルク制限値等）を制御できること。
 - カッターナイフ送り機構の刃の拡張/収納動作（刃の移動方向、移動量、移動速度、トルク制限値等）を制御できること。
 - カッターナイフ回転機構の回転動作（回転速度、回転方向、トルク制限値等）を制御できること。
 - カッターナイフ送り機構及びカッターナイフ回転機構は同期制御を行うこと。
 - SBTB プロトタイプの TFU が具備するエアクランプのクランプ状態を制御及び監

視できること。

2.5.5.6 MC溶接及び切断試験用テストボックスの設計

受注者は本項及び2.5.5.7項にて、MCツールプロトタイプのFATを実施するための試験装置を設計すること。本項では、MCWTプロトタイプ単体を用いたMC溶接試験及びMCCTによるMC切断試験を実施するためのテストボックスを設計する。

(1) 具備すべき機能及び要求仕様

(a) ツール固定用取合い

- MCWTプロトタイプ及びMCCTプロトタイプを固定するための取合い。
- 取合い構造は、SBTBプロトタイプ又は15NDTBプロトタイプのTFU構造を模擬するか、MCWTプロトタイプを固定できる構造であるなら他の構造も可とする。

(b) 配管サンプル固定用取合い

- MC溶接用配管サンプル(図72)及びMC切断用配管サンプル(図73)(1.8項(1)に示す支給品(a)及び(b))を固定するための取合い。
- 固定した配管サンプルの位置を調整するための機構(XYステージ等)。

(c) 密閉チャンバー(図74)

- 溶接用配管サンプル周辺を覆い、密閉できる箱構造のチャンバーを具備すること。
- チャンバーは作業員の手により開閉できる構造とすること。
- チャンバーには、内部の様子を観察するためのガラス又は溶接時の熱により損傷/変形しない樹脂製の窓を設けること。
- チャンバーには、バックシールドガスを導入及び排出するための継ぎ手又は孔を設けること。
- チャンバーにはチャンバー内部の酸素濃度を計測するための酸素濃度計のプローブを挿入するための孔を設けること。

(d) 酸素濃度計

- 密閉チャンバーに設けたプローブ用孔に挿入可能なプローブを具備し、100ppm以下の酸素濃度を計測できる製品を受注者が選定すること。

(e) ベース

- 上記の構造を設置できるベースを設計すること。
- 各種MCツールプロトタイプを水平に設置した姿勢で試験が実施できること。
- ベースにはクレーンで吊り上げる際に使用するアイボルト等の取合いを設けること。

(2) その他の設計条件

(a) 材質：

- 構造材は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。

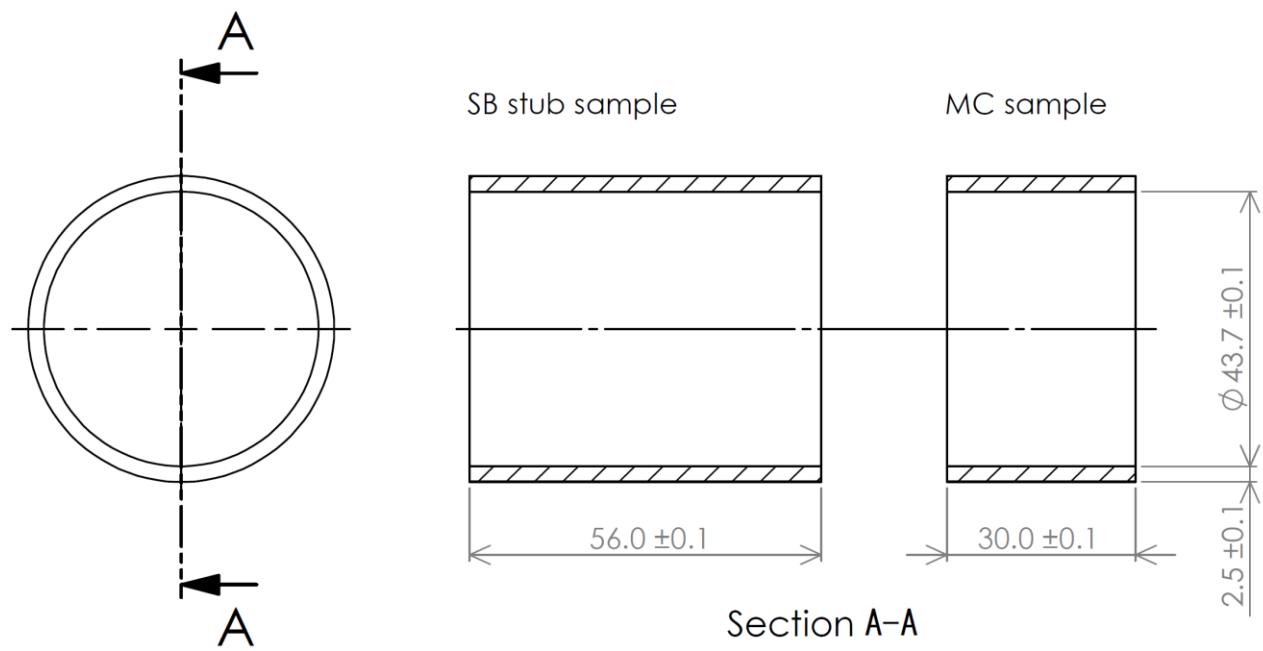


図 72 溶接用配管サンプル

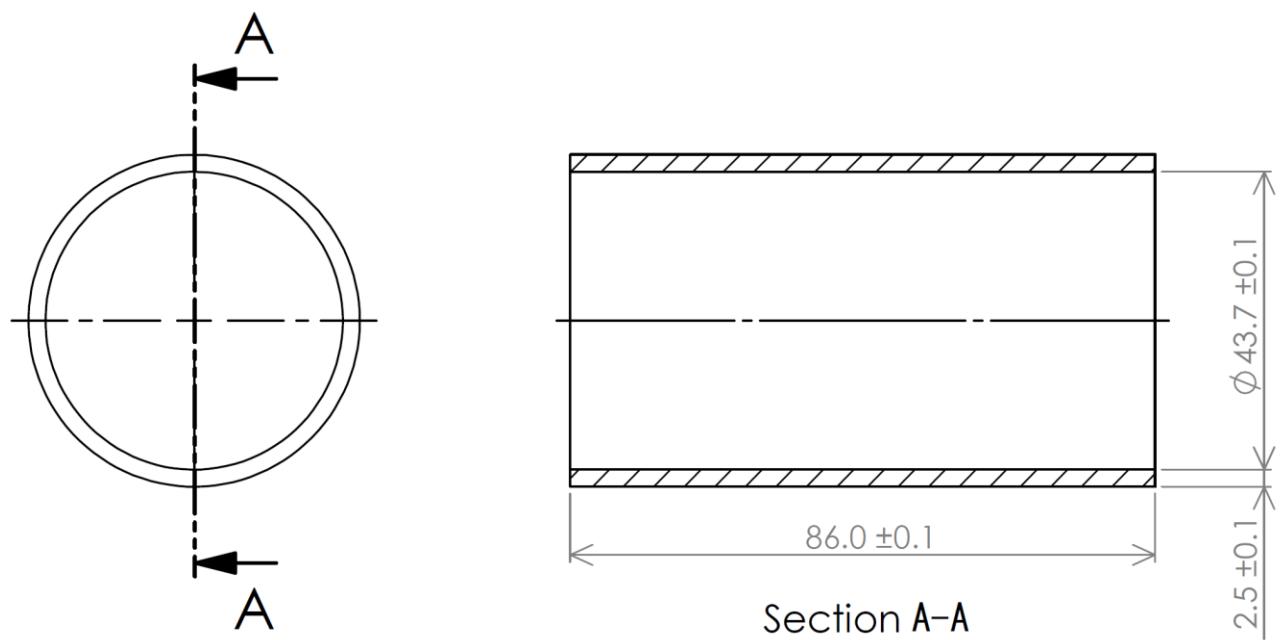


図 73 切断用配管サンプル

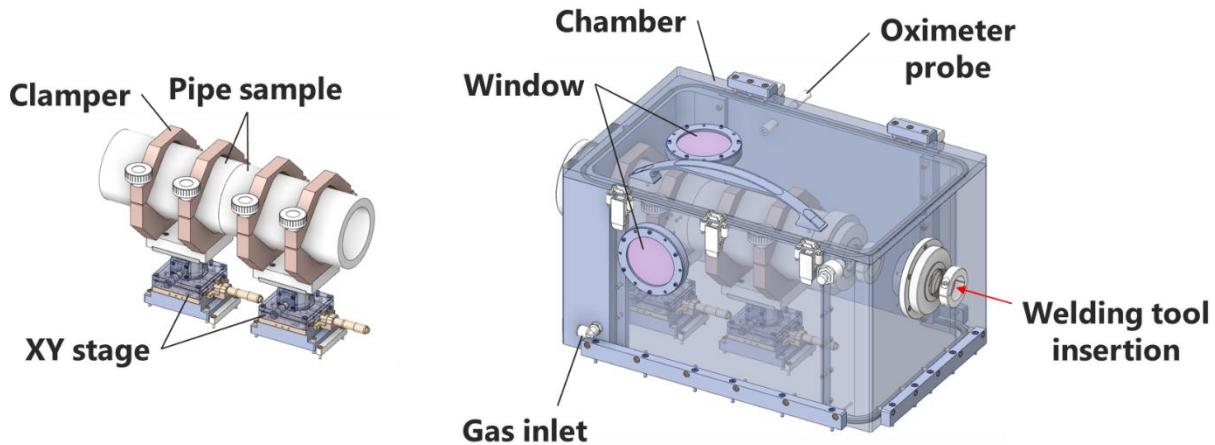


図 74 密閉チャンバー構造案

2.5.5.7 MC 統合試験用試験架台の設計

本項では、MCPT、MCAMT、MCWT を統合した構成による MC 引込み及び溶接試験を実施するための試験架台を設計する。

(1) 具備すべき機能及び要求仕様：図 75

(a) ベース

- MC 部モックアップ (1.8 項(2)に示す貸与品(d) : 図 75 の下部の構造体) を固定する取合いを具備すること。MC 部モックアップは、以下の機能及び構造を具備する (詳細な構造は契約後に提示する。参考として、CC 部モックアップの構造を図 76 に示す)。
- MC 周辺部及び MC と接続される分岐配管部を模擬した構造体
- SBTB を固定するための取合い (CB メインスレッドとその周辺構造)
- 15NDTB を固定するための取合い (把持穴構造と把持穴奥のスレッド構造, 図 77)
- 各種 MC ツールプロトタイプを垂直下向きに設置した姿勢で試験が実施できること。
- ベースにはクレーンで吊り上げる際に使用するアイボルト等の取合いを設けること。

(2) その他の設計条件

(a) 材質：

- 構造材は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。

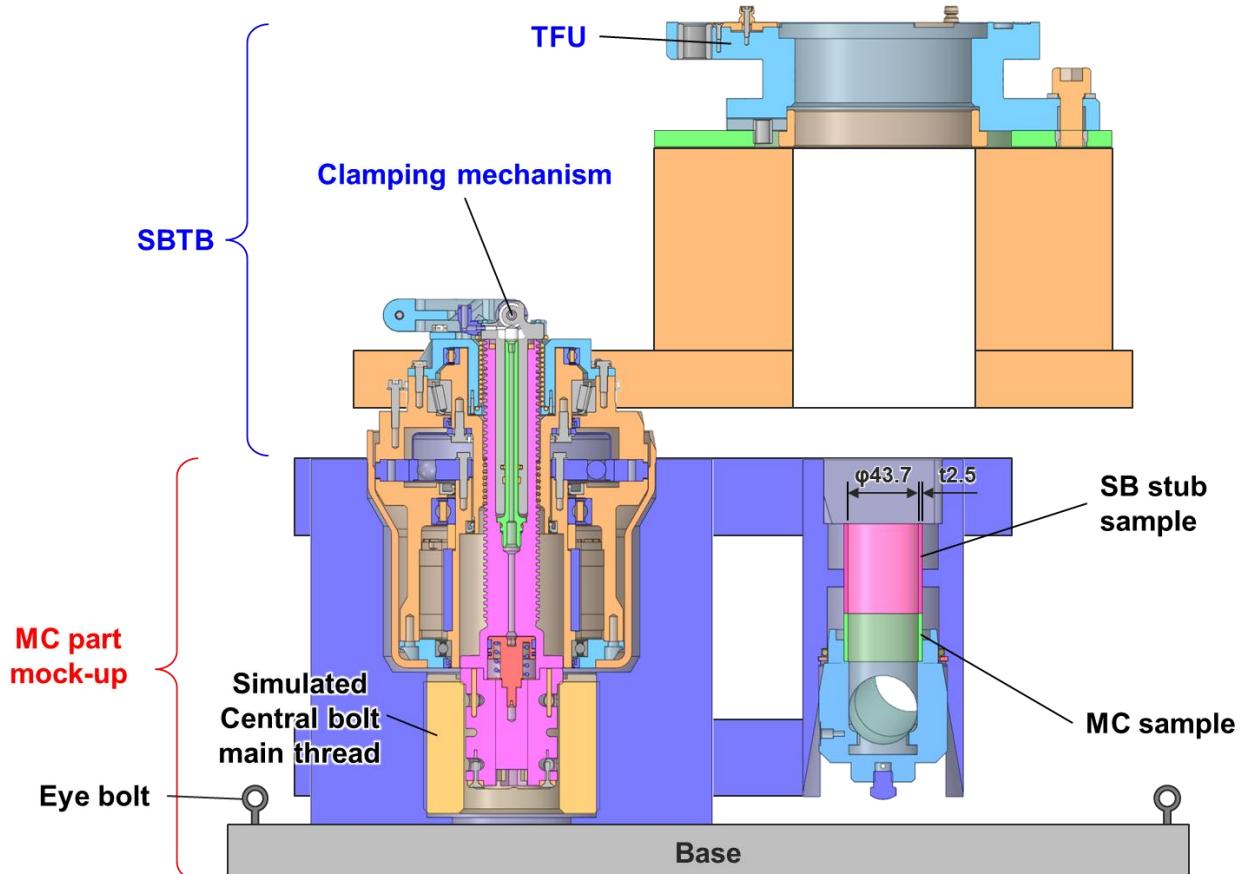


図 75 MC 統合試験架台概念図（図は SBTB を設置した場合）

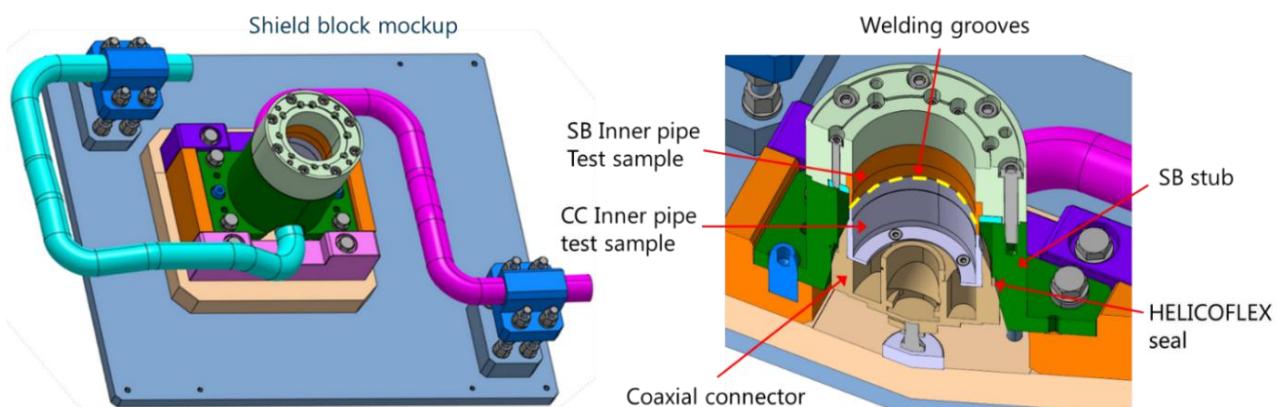


図 76 参考：CC 溶接試験用 CC 部モックアップ

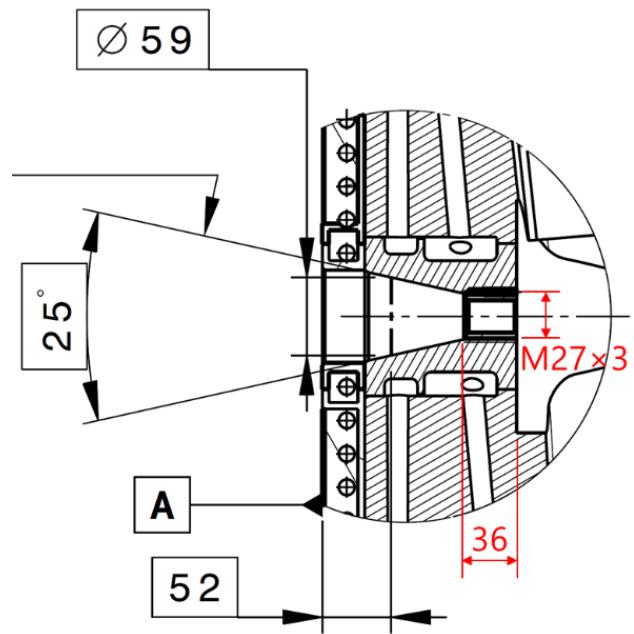


図 77 15ND 系モジュール把持穴構造

2.5.6 BTSEプロトタイプの設計

受注者は2.1～2.4項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.6.1～2.5.6.3項に示す作業を実施し、BTSEを構成する各機器（TSS, UHS, UTC）をそれぞれ設計すること。

2.5.6.1 TSSプロトタイプの設計

受注者は2.4.11.1項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、TSSプロトタイプを設計すること。

2.5.6.2 UHSプロトタイプの設計

受注者は2.4.11.2項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、UHSプロトタイプを設計すること。

2.5.6.3 UTCプロトタイプの設計

受注者は2.4.11.3項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、UTCプロトタイプを設計すること。

2.5.6.4 UTCプロトタイプ用固定架台の設計

受注者は2.4.11.3項に示した設計仕様及び設計情報を基に、UTCプロトタイプのFATに使用する固定架台を設計すること。

(1) BM構造模擬パネル

- (a) BM(TFW#4)の構造、寸法を模擬すること。
- (b) 模擬するTFWは全て#4とし、M24スレッド構造を設けること。
- (c) M24スレッドに低摩擦コーティングを施し、可能な限り保護すること。
- (d) パネルにはインデックスを設けること。
- (e) 固定されたUTCにケーブルの荷重が作用しても、パネル及びM24スレッド部にたわみ・変形無きこと。

(2) 模擬パネル設置台

- (a) UTC固定高さレンジ：一番下のパネルの底辺が床面から1000mmの高さとなるよう支持柱の長さを設計すること(FAT作業性を考慮)。
- (b) 固定架台本体はBMを1パネルとし、パネルを4x4で固定及び着脱できるフレーム構造の架台であること。
- (c) 縦一列(直線)配置、横一列(直線)配置、L字配置、クランク配置など、UTCの固定配置換えができること。
- (d) 模擬パネル群を垂直に対し、±15～60degに傾けられる機能を具備すること。

2.5.7 TSRプロトタイプ及び制御装置及び試験装置の設計

受注者は本仕様書の2.1項～2.4項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.7.1～2.5.7.4項に示す作業を実施し、TSRプロトタイプ、TSRプロトタイプ用制御装置及び試験装置を設計すること。

2.5.7.1 TSR プロトタイプの設計

受注者は、2.4.12 項に示した設計仕様を考慮し TSR プロトタイプを設計すること。なお、 TSR に収納する CCWT、CCCT、PFT、FSWT、FSCT、ESBT、CBT 用レンチについては、QST から別途提示するツール情報を基に TSR プロトタイプの設計に反映すること。

2.5.7.2 TSR プロトタイプ用制御装置及びソフトウェアの設計

受注者は 2.4.12 項、2.4.14 項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、TSR プロトタイプを動作させるための制御装置及びソフトウェアを設計すること。

(1) 制御対象

- (a) 中央クランプ機構（動作+固定状態の監視）
- (b) カメラ×2 台

(2) 装置構成

- (a) 本項におけるリモートコントローラの設計対象は、Transporter mode 用のみとする。
- (b) TSR プロトタイプとしては、Transporter mode 用リモートコントローラと、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) Transporter mode 用リモートコントローラは、全プロトタイプ制御用として 1 台設置することとする。

(3) 要求機能

- (a) TFW/SB への TSR の固定状態を監視できること。
- (b) カメラで観察した映像を監視できること。
- (c) 上記の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。

2.5.7.3 TSR 工場試験用 TFW・SB モックアップの設計

受注者は、下記の仕様を満たす TSR プロトタイプ用 TFW モックアップ及び SB モックアップを設計すること。TFW 及び SB に関する情報は別途、QST から提示する。

(1) 模擬対象

- (a) TFW#18：各種ツールが搭載された TSR が固定される。
- (b) SB#18：各種ツールが搭載された TSR が固定される。

(2) 具備すべき構造及び機能

- (a) TSR との取合い部
 - TFW : 把持穴
 - SB : M64 セントラルボルトスレッド、冷却水回路
- (b) クレーンの吊り具であるアイボルトなどの構造
- (c) 2.5.7.4 項に記載する試験架台との取り合い

(3) 材質

- (a) 把持取合い周辺は、SS316L を基本し、適用材質については QST と協議の上決定すること。
- (b) その他の箇所は、防錆処理した炭素鋼等を用いてよい。

2.5.7.4 TSR プロトタイプ用 TFW・SB モックアップ試験架台の設計

受注者は、下記の仕様を満たす TSR プロトタイプ用 TFW/SB モックアップの試験架台を設計すること。

- (1) 床面と試験架台を固定するための取合いを設けること。
- (2) TFW/SB モックアップの固定及び固定姿勢の変更
 - (a) TFW/SB モックアップを試験架台に固定するための固定構造を設けること。
 - (b) 試験架台上の TFW/SB モックアップ姿勢は、VV 内実機環境を模擬すること。
- (3) 搬送構造
 - (a) 試験架台下面にリフター爪が挿入可能な空間を設けるなどし、リフターで搬送するための構造を有すること。
- (4) 備考
 - (a) 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。
 - (b) 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。

2.5.8 NTS プロトタイプ及び試験架台の設計

受注者は本仕様書の 2.1 項～2.4 項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.8.1 項及び 2.5.8.2 項に示す作業を実施し、NTS プロトタイプ及び NTS プロトタイプ用試験架台を設計すること。

2.5.8.1 NTS プロトタイプの設計

受注者は、2.4.13 項に示した設計仕様を考慮し NTS プロトタイプを設計すること。NTS に収納する CCWT、CCCT、FSWT、FSCT、ESBT、CBT 用レンチについては、QST から別途提示するツール情報を基に NTS の設計に反映すること。

2.5.8.2 NTS プロトタイプ用試験架台の設計

受注者は、下記の仕様を満たす NTS プロトタイプ用試験架台を設計すること

- (1) 模擬対象
 - (a) 図 55 中のナセルフレームと同一径のパイプを模擬した構成とする。
- (2) 具備すべき構造及び機能
 - (a) NTS プロトタイプが具備する固定機構により固定可能のこと。
 - (b) 耐荷重は 95kg 以上とする。
- (3) 材質

- (a) 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。
- (b) 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。

2.5.9 SBTBプロトタイプ用SBモックアップの設計

受注者は本仕様書の2.1項～2.4項に示した設計仕様及び設計情報を考慮し、2.5.9.1項及び2.5.9.2項に示す作業を実施し、2種類のSBモックアップを設計すること。SBに関する情報は別途QSTから提示する。

2.5.9.1 SBTBプロトタイプ用SBモックアップ(#4)の設計

受注者は、2.4.5項、2.4.15項に示した設計仕様を考慮し SBTBプロトタイプ用SBモックアップ(#4)を設計すること。

(1) 模擬対象のSB

- (a) #4: CBスレッドとCCの傾きがゼロとなるSB。VVの赤道上に配置される。

(2) 具備すべき構造及び機能

- (a) SBTB(1.8項(2)に示す貸与品(c)に含まれる)との取合い部(図78にキャプションを入れた部位を模擬すること。ただし、FSはCCのインナーパイプから着脱可能とし、FSとSB間は溶接による接合を行わないこと。)
- (b) CCとの取合い部(図78にキャプションを入れた部位を模擬すること。)
- (c) クレーンの吊り具であるアイボルトなどの構造

(3) 材質

- (a) 把持取合い周辺は、SS316Lを基本し、適用材質はQSTと協議の上決定する。
- (b) 他の箇所は、防錆処理した炭素鋼等を用いてよい。

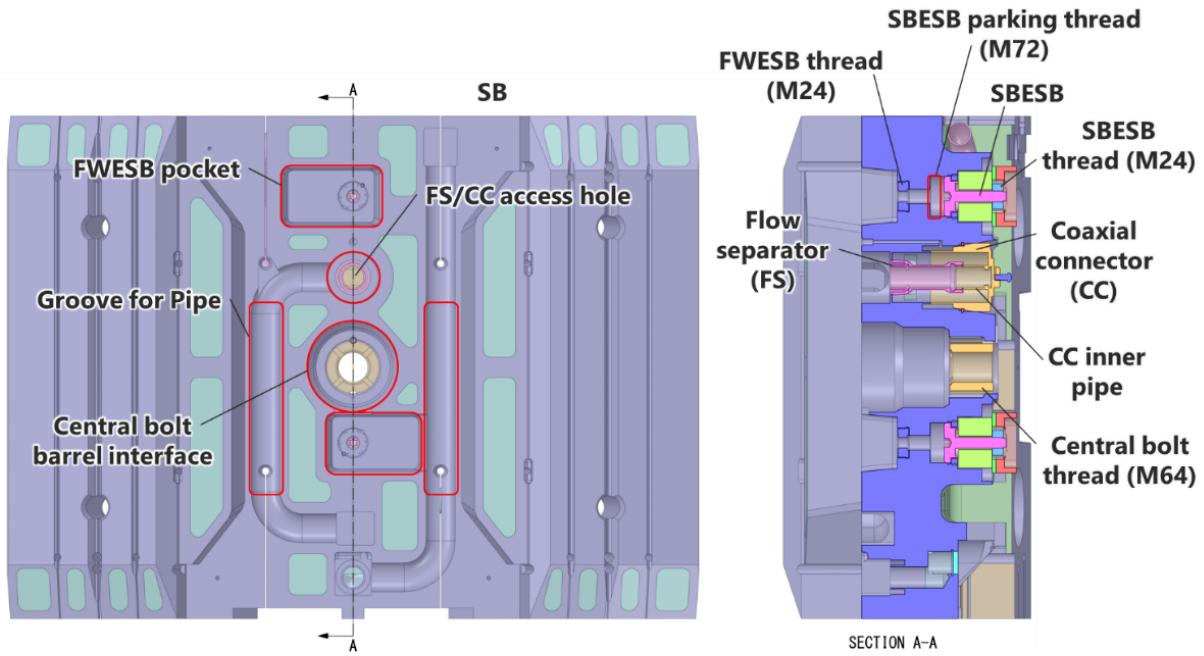


図 78 SBTB プロトタイプ用 SB モックアップが模擬すべき部位

2.5.9.2 SBTB プロトタイプ用 SB モックアップ(#7)の設計

受注者は、2.4.5 項、2.4.15 項に示した設計仕様を考慮し SBTB プロトタイプ用 SB モックアップ(#7)を設計すること。

(1) 模擬対象の SB

(a) #7 : CB スレッドと CC の傾きが最大 (26.8 deg) となる SB。

(2) 具備すべき構造及び機能

(a) SBTB (1.8 項(2)に示す貸与品(c)に含まれる) との取合い部 (図 78 にキャップションを入れた部位を模擬すること。ただし、FS は CC のインナーパイプから着脱可能とし、FS と SB 間は溶接による接合を行わないこと。)

(b) クレーンの吊り具であるアイボルトなどの構造

(3) 材質

(a) 把持取合い周辺は、SS316L を基本し、適用材質は QST と協議の上決定する。

(b) その他の箇所は、防錆処理した炭素鋼等を用いてよい。

2.5.10 SB保守ツールプロトタイプの制御系統合化設計

受注者は、SB保守ツールプロトタイプの制御系を統合するため、SBTB、FBT、CCWT、CCCT、FSCT、FSWTと、本件で設計・製作するツールプロトタイプの制御装置との間で、機能的・物理的な統合を達成するための設計を行うこと（統合した制御装置を「SB保守ツールプロトタイプ制御装置」と呼ぶ）。なお、これらツールの詳細な設計情報は適用図書として契約後に提示する。制御系統合化設計にあたっては、以下を満足するよう設計を実施すること。

(1) 統合の基本方針

- (a) 本件で設計・製作する制御システムにより、SBTB、FBT、CCWT、CCCT、FSCT、FSWTの操作監視を可能とすること。
- (b) 上位制御系について、全てのSB保守ツールプロトタイプの操作監視用としての機能を、ポータブルコントローラ1台、FAT用C&C PC1台に実装するよう設計すること。
- (c) 下位制御系について、全てのSB保守ツールプロトタイプは、Transporter mode用としてリモートコントローラ1台、Skid mode用としてリモートコントローラ1台となる制御構成にて設計すること。
- (d) 統合に伴いSBTB、FBT、CCWT、CCCT、FSCT、FSWTの制御装置に改造が必要となる場合は、その範囲と方法を明確にし、QSTの承認を得てから改造設計に着手すること。

(2) 具備すべき取合い

- (a) 電気的取合い
 - ・電源及び信号に関する取合い（コネクタ、ケーブル等）は、本件で設計・製作する制御システムの仕様に準拠すること。
- (b) ソフトウェア・データ取合い
 - ・本件で設計・製作する制御システムを基準として、通信プロトコル、及びデータフォーマットの互換性を確保すること。統合に伴い取合いの変換が必要となる場合は、その対応方針についてQSTと協議の上、設計方針を決定すること。

(3) 備考

- (a) その他、機器構成等について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。

2.6 SB 保守ツールプロトタイプの強度計算

受注者は、本件で設計した SB 保守ツールプロトタイプに対し、強度計算（机上計算のみで可。解析は不要）を実施し、結果を「Structural Integrity Report」に記載すること（表 1 参照）。検討対象は、各種ツールプロトタイプを保守作業に使用した際に負荷がかかる部位とする。

2.7 SB 保守ツールプロトタイプの適合性評価

受注者は、本件で設計した SB 保守ツールプロトタイプに対し、適用図書[4]に記載された要求への対応状況を評価し、結果を「Compliance Matrix」に記載すること（表 1 参照）。不適合と判定した項目については、適合させるための必要な対策を検討し QST と協議すること。

2.8 SB 保守ツールプロトタイプの製作

受注者は本件で設計したツールや関連装置類を 1.5 項に示す仕様にて製作すること。製作着手前に、Assembly Drawing を作成して QST の確認を得ること（表 1 参照）。

外部に露出する部品・筐体（切断に用いるブレードを含む）については、試験前及び出荷前に、洗浄を実施すること。

2.8.1 SBGプロトタイプの製作

表 3 に示す品目、数量にて、SBG プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.2 15NDGプロトタイプの製作

表 4 に示す品目、数量にて、15NDG プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.3 15NDTBプロトタイプの製作

表 5 に示す品目、数量にて、15NDTB プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.4 15NDFBTプロトタイプの製作

表 6 に示す品目、数量にて、15NDFBT プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.5 MCツールプロトタイプの製作

表 7 に示す品目、数量にて、MC ツールプロトタイプ一式を製作すること。

2.8.6 PFTプロトタイプの製作

表 8 に示す品目、数量にて、適用図書[12]を元に PFT プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.7 BTSEプロトタイプの製作

表 9 に示す品目、数量にて、BTSE 各機器のプロトタイプ一式を製作すること。

2.8.8 TSRプロトタイプの製作

表 10 に示す品目、数量にて、TSR プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.9 NTSプロトタイプの製作

表 11 に示す品目、数量にて、NTS プロトタイプ一式を製作すること。

2.8.10 SBTBプロトタイプ用モックアップの製作

2.5.9 項に記載する仕様及び表 12 に示す品目、数量にて、SB モックアップを製作すること。

2.8.11 SB保守ツールプロトタイプの制御系統合に関わる機器製作

2.5.10 項に記載する仕様及び表 13 に示す品目、数量にて、SB 保守ツールプロトタイプの制御系統合に関わる機器製作を行うこと。

2.9 SB 保守ツールプロトタイプの工場受入試験

2.8 項で製作した各種 SB 保守ツールプロトタイプ、制御装置、試験装置と QST から支給又は貸与する物品（1.8 項参照）を使用して、工場受入試験（FAT）を実施すること。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。記録/評価すべき項目は以下に示す。

試験実施の際は QST 及び I0 メンバーの立ち合いを想定すること。また、各試験における各工程の作業時間を計測し、報告書に記録すること。

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（表 2 参照）。

各種 SB 保守ツール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、Release Note 及び Declaration of Incorporation を提出し、QST の確認を得ること。

2.9.1 SBG プロトタイプの工場受入試験

2.9.1.1 項及び 2.9.1.2 項に示す手順にて SBG による SB 把持機構に関する試験を実施すること。

2.9.1.1 単軸動作試験

下記に基づいて SBG プロトタイプが具備する各駆動系の単軸動作に関する検証試験を行うこと。

(1) 目的：

(a) 製作した SBG プロトタイプの駆動系が正常に動作するかを確認する。

(2) 使用するツール及び試験装置

(a) SBG プロトタイプ

(b) SBG プロトタイプ制御装置

(3) 試験手順：

(a) 下記に示すユニットの駆動部を単軸動作させる。

・ 中央クランプ機構

・ レンチユニット（レンチ昇降機構、レンチ位置調整機構、レンチ回転機構）

(4) 計測項目：

(a) 目視での動作の確認

(b) 各駆動系の負荷の確認

(5) 確認項目：

(a) 無負荷状態での動作異常がないことを確認すること。

(b) 試験結果を基に課題とその対策案を整理すること。

(6) 記録項目

- (a) カメラ監視映像
- (b) 中央クランプ機構の動作ログ
- (c) レンチユニットの動作ログ

その他、受注者側検討により提案がある場合は、適宜協議を行うこと。

2.9.1.2 把持及びSBESB 締結、解除試験

下記に基づいて、SBG プロトタイプによる SB 把持試験、レンチによる SBESB 締結及び解除試験を行うこと。

(1) 目的 :

- (a) SBG プロトタイプが SB の荷重を模擬した SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップ（以下本項においては「SB モックアップ」という。）を、指定した姿勢にて把持することが可能であるかを検証する。
- (b) SBG プロトタイプが SB モックアップを把持した状態にて、SBG プロトタイプのレンチが SB モックアップの SBESB に勘合でき、SBESB の締結及び解除が可能であるかを検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) SBG プロトタイプ
- (b) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置
- (c) SBG プロトタイプ試験用 SB モックアップ
- (d) SBG プロトタイプ試験架台

(3) 試験手順 : (2.5.1.3 項、図 67 に描く試験架台の概念を基に、試験手順のイメージを図 79、図 80、図 81 に示す)

- (a) SBG プロトタイプを試験架台に固定する。
- (b) SB モックアップを SBG プロトタイプと勘合できる位置に持ち上げる（別架台への固定、クレーンで吊り上げる等）。
- (c) SBG プロトタイプと SB モックアップを近づけ、目視で中央クランプ機構及びキーの挿入を行う。
- (d) 中央クランプ機構を駆動し、SBG プロトタイプと SB モックアップを固定する。
- (e) SB モックアップへの錘追加又はクレーンによる吊り上げ等により SB の荷重を模擬する。
- (f) SBG プロトタイプにより SB モックアップを把持する姿勢へ変更する。対象姿勢は、中央クランプ機構が床面に対して水平となる姿勢及び垂直となる姿勢。
- (g) SBG プロトタイプのレンチ昇降機構を駆動し、レンチを SB モックアップの SBESB ソケットに勘合する。
- (h) レンチ回転機構を駆動し、SBESB の締結及び解除動作を行う。

(4) 計測項目 :

- (a) 下記について挿抜可否の確認

- ・ 中央クランプ機構（目視）
- ・ キー（目視）
- ・ レンチ（ファイバースコープ等による目視）

(b) 中央クランプ機構のモータ電流の計測

(c) レンチ駆動機構のモータ電流の計測

(d) レンチ締結機構のモータ電流の計測

(5) 確認項目：

- (a) 再現性の評価（10回程度）
- (b) SBG プロトタイプのレンチによって、SBESB の規定トルク（2.4.15.4 項参照）での締結、及び解除が可能であることを確認すること。
- (c) 試験後の SBG プロトタイプ各部及び SB モックアップの損傷有無を確認すること。
 - ・ 損傷が確認された場合は、その正確な位置及び範囲を記録し、損傷の形態や影響を整理の上、試験結果としてまとめること。
- (d) 負荷が定格の 40%未満又は 80%以上となる場合は、設計上適切な余裕度を確保する観点から、課題として改善案を記載すること。
- (e) 試験結果を基に課題とその対策案を整理すること。

(6) 記録項目

- (a) カメラ監視映像
- (b) 中央クランプ機構の動作ログ
- (c) レンチユニットの動作ログ

その他、受注者側検討により提案がある場合は、適宜協議を行うこと。

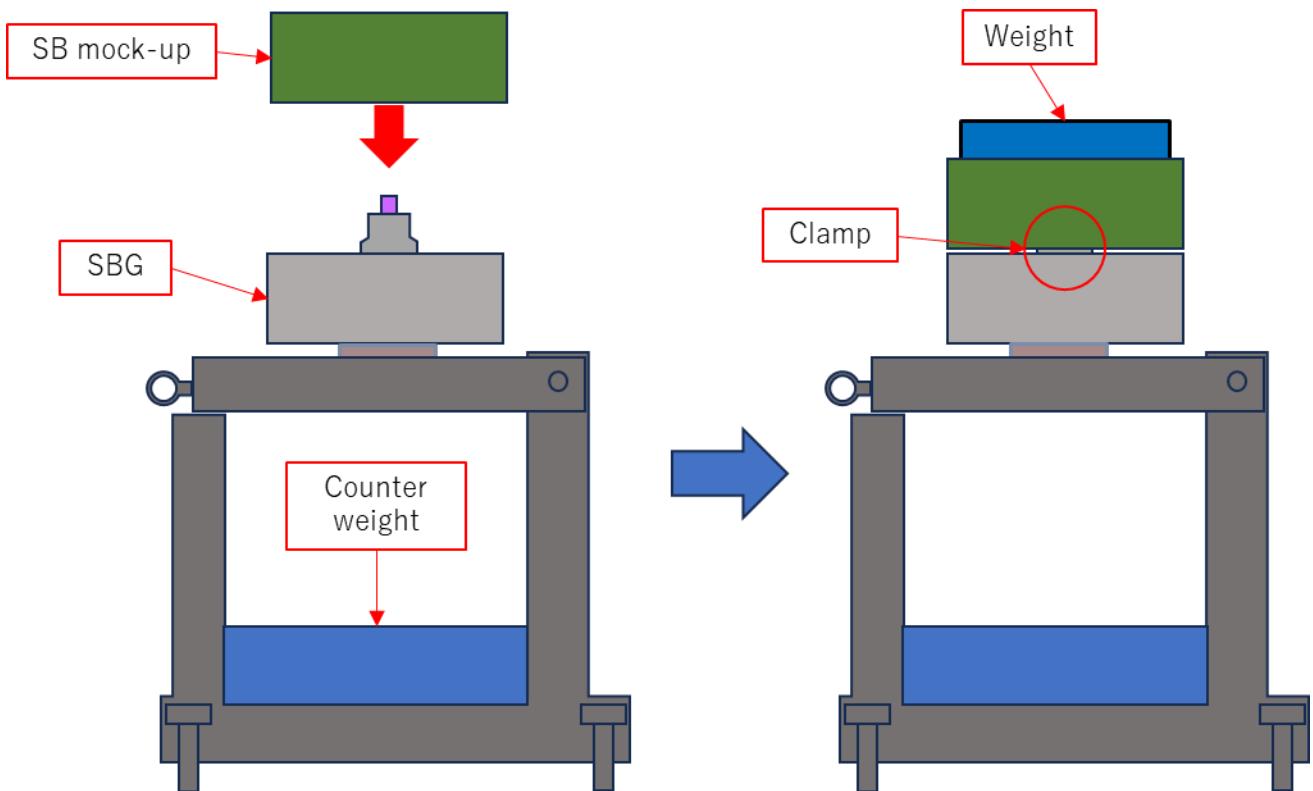


図 79 (3)試験手順(a)～(e)のイメージ

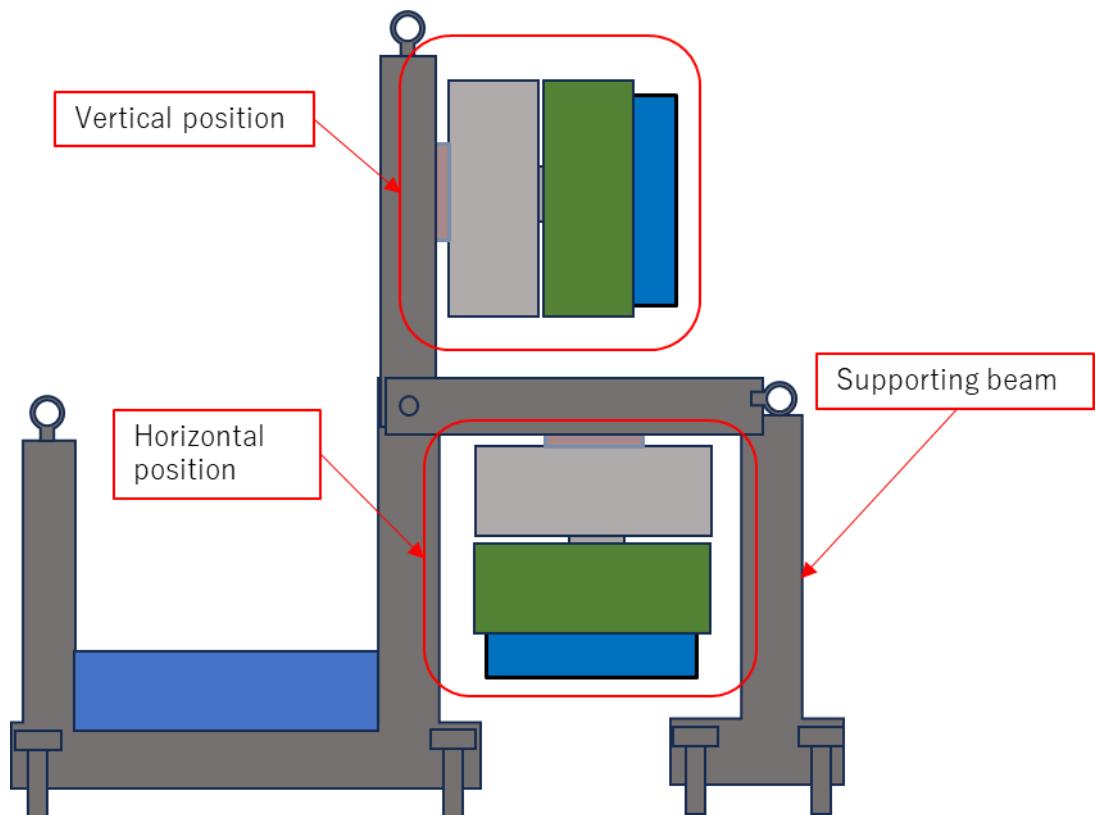


図 80 (3)試験手順(f)の把持姿勢のイメージ

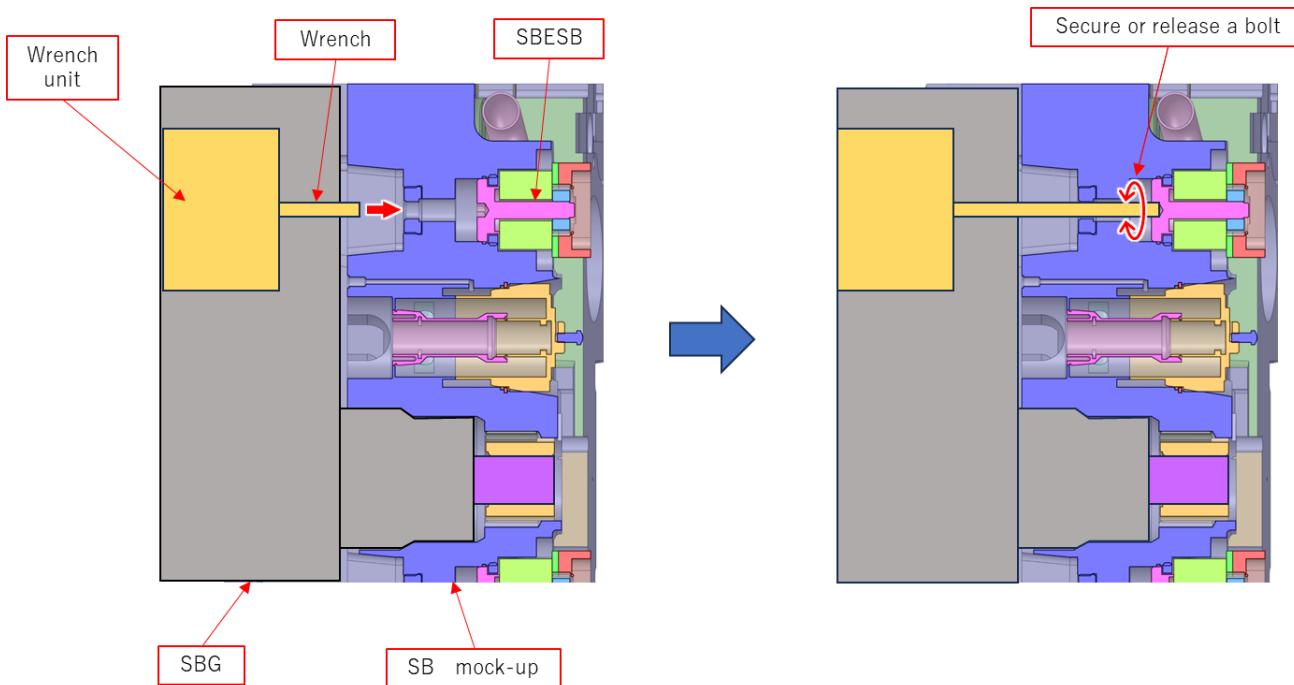


図 81 (3) 試験手順(g) (h) の SBESB の締結及び解除イメージ

2.9.2 15NDGプロトタイプの工場受入試験

2.9.2.1 項及び2.9.2.2 項に示す手順にて 15NDG による 15ND 把持に関する FAT を実施すること。

2.9.2.1 単軸動作試験

下記に基づいて 15NDG プロトタイプが具備する各駆動系の単軸動作試験を行うこと。

(1) 目的 :

(a) 製作した 15NDG プロトタイプの駆動系が正常に動作するかを確認する。

(2) 使用するツール及び試験装置

(a) 15NDG プロトタイプ

(b) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置

(3) 試験手順 :

(a) 下記ユニットの駆動部を単軸動作させる。

- 把持コーンボルトユニット（把持コーンボルト昇降機構（モータ駆動の場合）、把持コーンボルト締結機構）

- ESB 用レンチユニット（レンチ昇降機構、レンチ回転機構）

(4) 計測項目 :

(a) 目視での動作の確認

(b) 各駆動系の負荷の確認

(5) 確認項目 :

(a) 無負荷状態での動作異常がないことを確認すること。

(b) 試験結果を基に課題とその対策案を整理すること。

(6) 記録項目

- (a) カメラ監視映像
- (b) 把持コーンボルトユニットの動作ログ
- (c) ESB レンチの動作ログ
- (d) 試験前後の写真(15NDG, 15ND)
 - ・ 全体写真
 - ・ 15NDG 把持コーン拡大写真(根本と先端)
 - ・ 15NDG の ESB レンチ拡大写真
 - ・ 15ND モックアップ把持穴部拡大写真
 - ・ 15ND モックアップ ESB 穴部拡大写真

その他、受注者側検討により提案がある場合は、適宜協議を行うこと。

2.9.2.2 把持試験及び15NDESB 締結及び解除試験

下記に基づいて、15NDG プロトタイプによる 15ND 把持試験、レンチによる 15NDESB 締結及び解除試験を行うこと。

(1) 目的 :

- (a) 15NDG プロトタイプが 15ND の荷重を模擬した 15NDG プロトタイプ試験用 15ND モックアップ(以下本項においては「15ND モックアップ」という。)を、指定した姿勢にて把持することが可能であるかを検証する。
- (b) 15NDG プロトタイプが 15ND モックアップを把持した状態にて、15NDG プロトタイプのレンチが 15ND モックアップの 15NDESB に勘合でき、15NDESB の締結及び解除が可能であるかを検証する。
- (c) 15NDG プロトタイプが把持コーンボルトユニットを 15ND モックアップに挿入後、把持コーン内ボルト用レンチでコーン内ボルトの締結及び解除が可能であるかを検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) 15NDG プロトタイプ
- (b) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置
- (c) 15ND モックアップ
- (d) 15NDG プロトタイプ試験架台

(3) 試験手順 : (2.5.2.4 項、図 69 に描く試験架台の概念を基に、試験手順のイメージを図 82、図 83、図 84 に示す。)

- (a) 15ND プロトタイプ又は 15ND モックアップを試験架台に固定する。
- (b) 15NDG プロトタイプと 15ND モックアップを近づけ、目視で把持コーンの挿入を行う。継ぎレンチを採用の場合、継ぎレンチはモックアップ側に事前に設置するものとする。
- (c) 把持コーン内ボルト用レンチを駆動し、15NDG プロトタイプと 15ND モックアップ

プ間を固定する。

- (d) 15ND モックアップへの錘追加又はクレーンによる吊り上げ等により 15ND の荷重を模擬する。
- (e) 15NDG プロトタイプによる 15ND モックアップの把持姿勢を変更する。対象姿勢は次の 3 姿勢。
 - ・ 把持コーンが床面に対して水平姿勢(1 方向)
 - ・ 垂直姿勢(縦横 2 方向)
 - ・ 傾斜姿勢(2 方向)。
- (f) 15NDG プロトタイプのレンチを 15ND モックアップの ESB に勘合し、締結及び解除動作を行う。
- (g) 把持コーン内ボルト用レンチを駆動し、15NDG プロトタイプと 15ND モックアップ間の締結を解除する。

(4) 計測項目 :

- (a) 下記について挿抜可否の確認
 - ・ 把持コーン (目視)
 - ・ ESB 用レンチ (ファイバースコープ等による目視)
- (b) 把持コーンボルト昇降機構のモータ電流の計測(モータ駆動を採用の場合)
- (c) 把持コーンボルト締結機構のモータ電流の計測
- (d) ESB レンチ昇降機構のモータ電流の計測
- (e) ESB レンチ回転機構のモータ電流の計測

(5) 確認項目 :

- (a) 再現性の評価 (10 回程度)
- (b) 把持コーンボルトユニットによって、把持コーン内ボルトの設計定格トルク (2.5.2.1 項で検討) での締結、及び解除が可能であることを確認すること。
- (c) 15NDG プロトタイプの ESB 用レンチによって、15NDESB の規定トルク (2.4.15.5 項参照) での締結、及び解除が可能であることを確認すること。
- (d) 試験後の 15NDG プロトタイプ各部及び 15ND モックアップの損傷有無を確認すること。
 - ・ 損傷が確認された場合は、その正確な位置及び範囲を記録し、損傷の形態や影響を整理の上、試験結果としてまとめること。
- (e) 負荷が定格の 40%未満又は 80%以上となる場合は、設計上適切な余裕度を確保する観点から、課題として改善案を記載すること。
- (f) 試験結果を基に課題とその対策案を整理すること。

(6) 記録項目

- (a) カメラ監視映像
- (b) 把持コーンボルトユニットの動作ログ
- (c) ESB レンチの動作ログ
- (d) 試験前後の写真(15NDG, 15ND)

- ・ 全体写真
- ・ 15NDG 把持コーン拡大写真(根本と先端)
- ・ 15NDG の ESB レンチ拡大写真
- ・ 15ND モックアップ把持穴部拡大写真
- ・ 15ND モックアップ ESB 穴部拡大写真

その他、受注者側検討により提案がある場合は、適宜協議を行うこと。

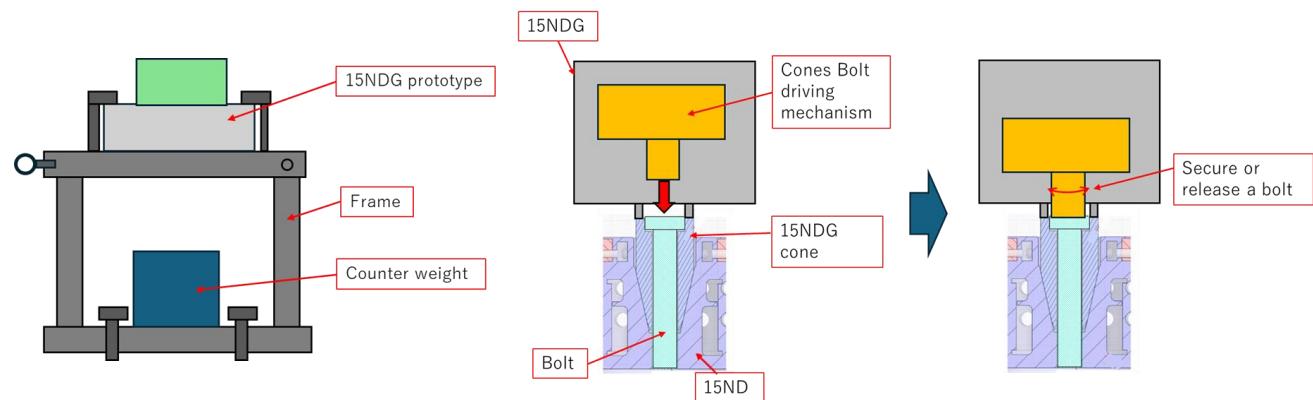


図 82 手順(a)～(c)のイメージ

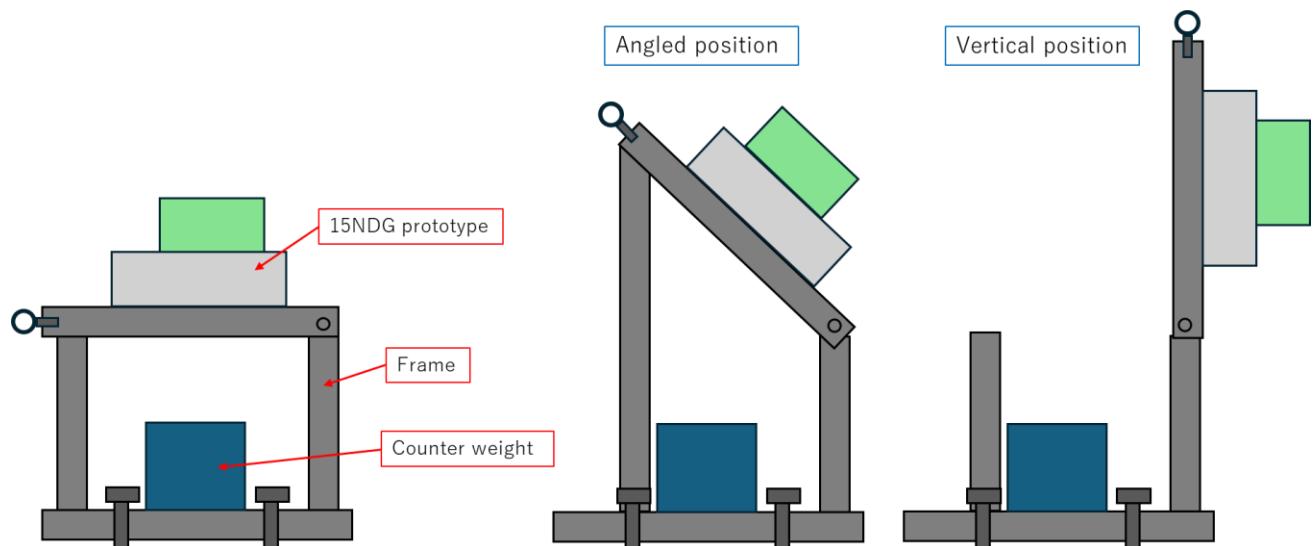


図 83 手順(d)のイメージ
(左：水平姿勢、中央：傾斜姿勢、右：垂直姿勢)

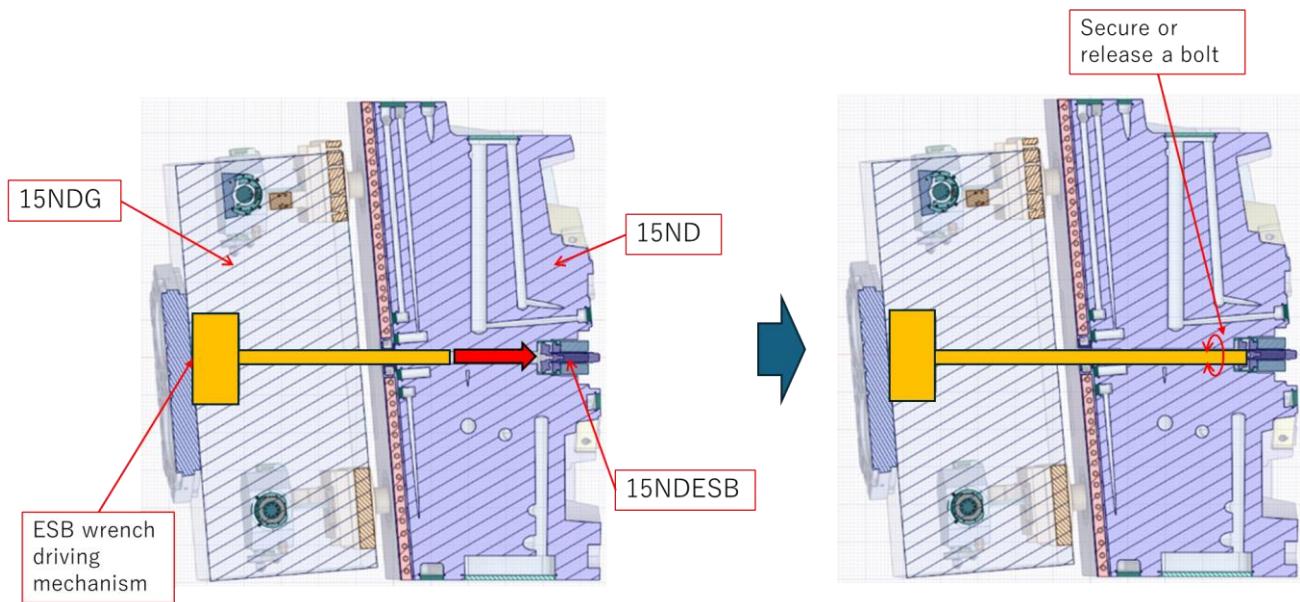


図 84 手順(f)のイメージ

2.9.3 15NDFBTプロトタイプの工場受入試験

本件で製作した 15NDFBT プロトタイプを用いて、FAT を実施すること。なお、15NDTB は本項で 15NDFBT との組み合わせ試験を実施する他、2.9.4 項で MC ツールとの組み合わせ試験を実施する。

(1) 試験目的

(a) 15NDFBT を 15NDTB と組み合わせた構成で、FB 締結が可能であるかを検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

(a) 15NDFBT プロトタイプ

(b) 15NDFB 締結試験用試験架台

(c) 15NDTB プロトタイプ

(d) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置

(3) 試験手順及び計測項目

(a) 試験架台に 15NDTB プロトタイプを固定する。

(b) 15NDTB プロトタイプに 15NDFBT プロトタイプを固定する。

(c) 15NDFBT プロトタイプのレンチを FB ソケットに勘合させる。

・ この際、レンチと FB ソケット間の誤差は複数条件設定する。

(d) レンチにトルクを印加し、FB ソケットに接続されたトルクメータにより締結トルク値を計測する。

・ 印加するトルク値は最低 8.4 kNm かつ最大 8.4 kNm+5% とする。

(e) レンチからトルクを除荷し、レンチを FB ソケットから引き抜く。

(f) レンチ先端及び FB ソケットを観察・撮影し、傷や圧痕、変形なども有無を確認し、記録する。

(g) 上記 (d)～(f) の作業を 1 セットとして 10 セット分繰り返し、再現性を確認する。

(4) その他確認項目

(a) 各試験手順における作業時間を計測すること。

(b) 試験全体の結果を基に、抽出された課題とその対策案を整理すること。

(c) その他、受注者による提案がある場合は、適宜協議を行うこと。

2.9.4 MCツールプロトタイプの工場受入試験

本件で製作した各種 MC ツールプロトタイプ、制御装置、試験装置を使用して、2.3.4.6 項に記載した手順も参考に MC 保守に関わる FAT を実施すること。

2.9.4.1 単体構成における MC 溶接試験

(1) 試験目的

- (a) MCWT プロトタイプ単体 (MCPT プロトタイプに MCWT プロトタイプを挿入して固定しない構成) で、MC と SB stub を内側から溶接できるか検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) MCWT プロトタイプ
- (b) MC 溶接及び切断試験用テストボックス
- (c) MC 溶接用配管サンプル (1.8 項(1)に示す支給品(a))
- (d) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置

(3) 試験手順及び計測項目

- (a) 溶接用配管サンプルをテストボックスに固定する。
- (b) MCWT プロトタイプをツール固定用取合いに設置する。
- (c) バックシールドガスを導入し、配管サンプルの外径側酸素濃度を目標値以下に設定する。
- (d) 溶接用配管サンプルを内側から溶接する。
- (e) 溶接後、配管サンプルを試験装置から取り外し、以下の評価試験を実施する。溶接欠陥の基準は、適用図書[9], [10]を参照のこと。
 - ・ 外観観察 (Visual testing, VT) : JIS Z 3090 又は ISO 17637 に準拠し、サンプル全数を対象とする。
 - ・ 浸透探傷試験 (Penetrant testing, PT) : JIS Z 2343-1 又は ISO 3452-1 に準拠し、サンプル全数を対象とする。
 - ・ デジタル放射線透過試験 (Digital radiographic testing, D-RT) : JIS Z 3110 又は ISO 17636-2 に準拠し、サンプルの内 2 本を対象とする。
 - ・ 断面ミクロ/マクロ検査 (Macroscopic and microscopic examination of welds) : ISO 17639 に準拠し、サンプルの内 2 本を対象とする。

2.9.4.2 MC 切断試験

(1) 試験目的

- (a) MCCT プロトタイプにより MC を内側から切断できるか検証する。
- (b) 1 体のスウェージカッター刃により、MC を何回切断できるか検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) MCCT プロトタイプ
- (b) MC 溶接及び切断試験用テストボックス
- (c) MC 切断用配管サンプル (1.8 項(1)に示す支給品(b))

- (d) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置
- (3) 試験手順及び計測項目
- (a) 切断用配管サンプルをテストボックスに固定する。
 - (b) MCCT プロトタイプをツール固定用取合いに設置し、MC 内に挿入して位置合わせを行う。
 - (c) MCCT プロトタイプのスウェージカッター刃を拡張しながらツールを軸回りに回転させることで、MC を内側から切断する（実施回数：10 回）。
 - ・ただし、切削油や水は使用しないこと。
 - (d) 切断後、切断した配管サンプルを試験装置から取り外す。
 - (e) 以下の評価試験を実施する。
 - ・切断面の外観観察（バリや予期しない傷の有無等）
 - ・切断面における寸法計測（切断前からの変形量を求める）
 - ・スウェージカッター刃の外観観察（欠け等の損傷の有無）

2.9.4.3 MC 引込み及び TFU 位置調整試験

- (1) 試験目的
- (a) MCPT プロトタイプにより、MC 引込み動作の確認及び最大 30kN の引込み力が達成可能であるかを検証する。
 - (b) MCAMT プロトタイプにより、SBTB プロトタイプの TFU と MC の位置合わせが可能であるかを検証する。
 - (c) MCAMT プロトタイプにより、MC と SB stub 間の開先合わせ誤差量の計測が可能であるかを検証する。
- (2) 使用するツール及び試験装置
- (a) MCPT プロトタイプ
 - (b) MCAMT プロトタイプ
 - (c) MC 統合試験用試験架台
 - (d) MC 部モックアップ（1.8 項(2)に示す貸与品(d)）
 - (e) MC 溶接用配管サンプル（1.8 項(1)に示す支給品(a)）
 - (f) SBTB プロトタイプ（1.8 項(2)に示す貸与品(c)）
 - (g) 15NDTB プロトタイプ
 - (h) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置
- (3) 試験手順及び計測項目
- (a) MC 部モックアップ及び MC 溶接用配管サンプルを試験架台に固定する。
 - (b) MCPT プロトタイプ及び MCAMT プロトタイプを SBTB プロトタイプ/15NDTB プロトタイプ（両方の構成で試験すること）に設置し、MC 内に挿入する。
 - (c) MCAMT プロトタイプのレーザセンサーで MC 溶接用配管サンプルをスキャンし、サンプルと MCAMT プロトタイプの軸誤差量を測定する。
 - (d) TFU の XY テーブルを移動させて、MCPT プロトタイプ及び MCAMT プロトタイプの位

置を調整する。

- (e) 再度 MCAMT プロトタイプのレーザセンサーでサンプルをスキャンし、軸誤差量が規定位置以下になっていることを確認する。
- (f) MCAMT プロトタイプのレーザセンサーによるスキャンを実施し、サンプル間の開先誤差量を測定する。
- (g) MCPT プロトタイプにより MC の引込みを行い、最大 30kN の引込み力を確保できているか評価する（実施回数：3 回×TB 2 種類=計 6 回）。
 - ・ CC の金属シール(HELICOFLEX シール)を組み込まずに引込みを実施すること。
- (h) MC 引込み後、MCAMT プロトタイプのレーザセンサーによるスキャンを実施し、開先誤差の変化量を測定・確認する。
- (i) 引込みを解除した後、MCPT プロトタイプ及び MCAMT プロトタイプの外観観察を実施し、傷や圧痕や塑性変形の有無を確認する。

2.9.4.4 統合構成における MC 溶接試験

(1) 試験目的

- (a) MCPT プロトタイプにより MC を引き込んだ状態（応力を印加した状態）で、MCWT を MCPT に挿入して固定できることを確認する。
- (b) 上記の構成にて MC と SB stub を内側から溶接できるか検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) MCPT プロトタイプ
- (b) MCAMT プロトタイプ
- (c) MCWT プロトタイプ
- (d) MC 統合試験用試験架台
 - ・ MC 部モックアップ (1.8 項(2)に示す貸与品(d))
 - ・ MC 溶接用配管サンプル (1.8 項(1)に示す支給品(a))
- (e) SBTB プロトタイプ及び制御装置 (1.8 項(2)に示す貸与品(c))
- (f) 15NDTB プロトタイプ
- (g) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置

(3) 試験手順及び計測項目

- (a) 2.9.4.3 項(3) (a)～(h)の手順にて、MC 引込みを実行する。
- (b) MCAMT プロトタイプを MCPT プロトタイプから取り外す。
- (c) MCWT プロトタイプを SBTB プロトタイプ/15NDTB プロトタイプ（両方の構成で試験すること）に設置し、MC 内に挿入して位置合わせする。
- (d) バックシールドガスを導入し、MC 溶接用配管サンプルの外径側酸素濃度を目標値以下に設定する。
- (e) MC 溶接用配管サンプルを内側から溶接する。
- (f) 溶接後のサンプルを試験装置から取り外し、以下の評価試験を実施する。溶接欠陥の基準は、適用図書[9], [10]を参照のこと。

- ・外観観察 (Visual testing, VT) : JIS Z 3090 又は ISO 17637 に準拠し、サンプル全数を対象とする。
- ・浸透探傷試験 (Penetrant testing, PT) : JIS Z 2343-1 又は ISO 3452-1 に準拠し、サンプル全数を対象とする。
- ・デジタル放射線透過試験 (Digital radiographic testing, D-RT) : JIS Z 3110 又は ISO 17636-2 に準拠し、サンプルの内 2 本を対象とする。
- ・断面ミクロ/マクロ検査 (Macroscopic and microscopic examination of welds) : ISO 17639 に準拠に準拠し、サンプルの内 2 本を対象とする。

2.9.5 PFTプロトタイプの工場受入試験

受注者は 2.8.6 項にて製作された PFT プロトタイプについて、2.9.5.1 項の試験手順に従い、所定の機能と性能を満たすことを確認すること。

2.9.5.1 PFT による断面加工試験

(1) 試験目的 :

- (a) 2.8.6 項で製作した PFT プロトタイプにおいて、切断後の 15deg の傾きとバリが生じた CC 及び MC の配管端面を、垂直に加工が可能であるかを検証する。

(2) 使用するツール及び試験装置

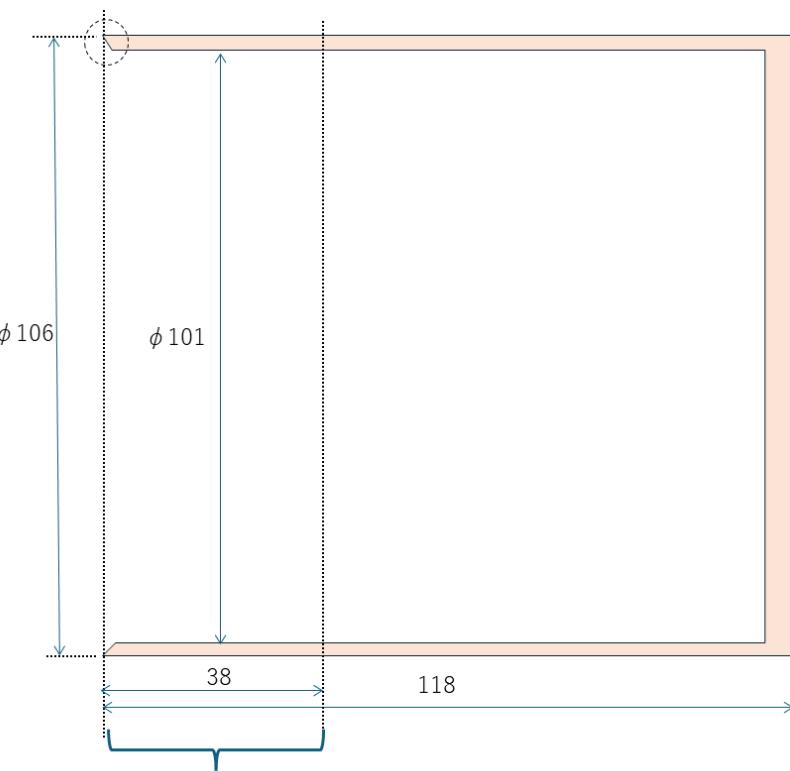
- (a) PFT プロトタイプ
- (b) 試験架台
- (c) 試験用模擬 CC サンプル
- (d) 試験用模擬 MC サンプル

(3) 実施項目 :

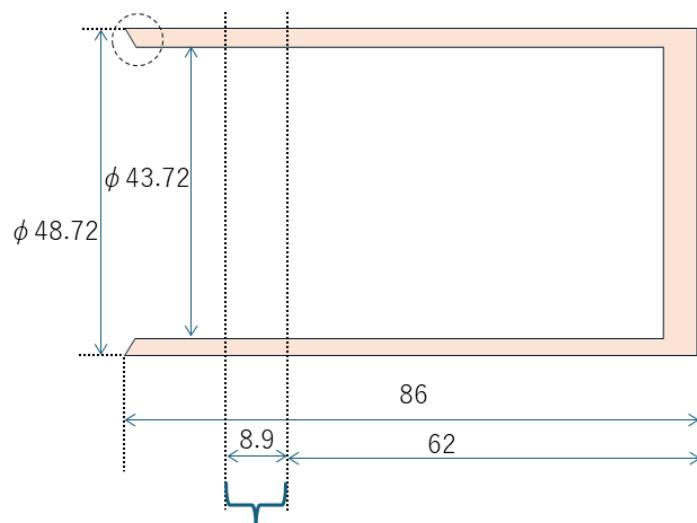
以下に示す端面加工（切削）試験を行うこと。

- (a) PFT プロトタイプの位置調整機能にて、試験用模擬 CC サンプル（又は試験用模擬 MC サンプル）と PFT の位置決めを行った後（図 85 参照）、試験用模擬 CC サンプル（又は試験用模擬 MC サンプル）の端面加工（切削）試験を実施すること。
(図 86、図 87 参照)
 - 試験回数：各最大 5 回
- (b) 模擬サンプルについて加工前後における径寸法、真円度に加え、加工後の平面度及び直角度、加工面の表面粗さを評価すること。径寸法の変形は極力小さい方が望ましく、変形ゼロを目標として行うこと。
- (c) 切断時に発生する切粉の発生量及びサイズを評価すること。また発生する切粉の模擬 CC/MC サンプル内/外への落下状況及び回収性を評価すること。
- (d) PFT プロトタイプの回転速度等各条件において組合せ試験を実施し、最適な加工条件を検討すること。
- (e) PFT プロトタイプについて、加工時のモニタリング、加工後の状態（バッテリ消費量、刃の消耗具合、切粉の飛散状況）を確認し、想定内であることを確認し、課題がある場合は改善案を FATR に記載すること。
- (f) 試験結果を基に課題とその対策案を整理すること。

その他、受注者側検討により提案がある場合は、都度協議の上決定することとする。



(a) CC モックアップ



(b) MC モックアップ
図 85 位置調整機能取付範囲

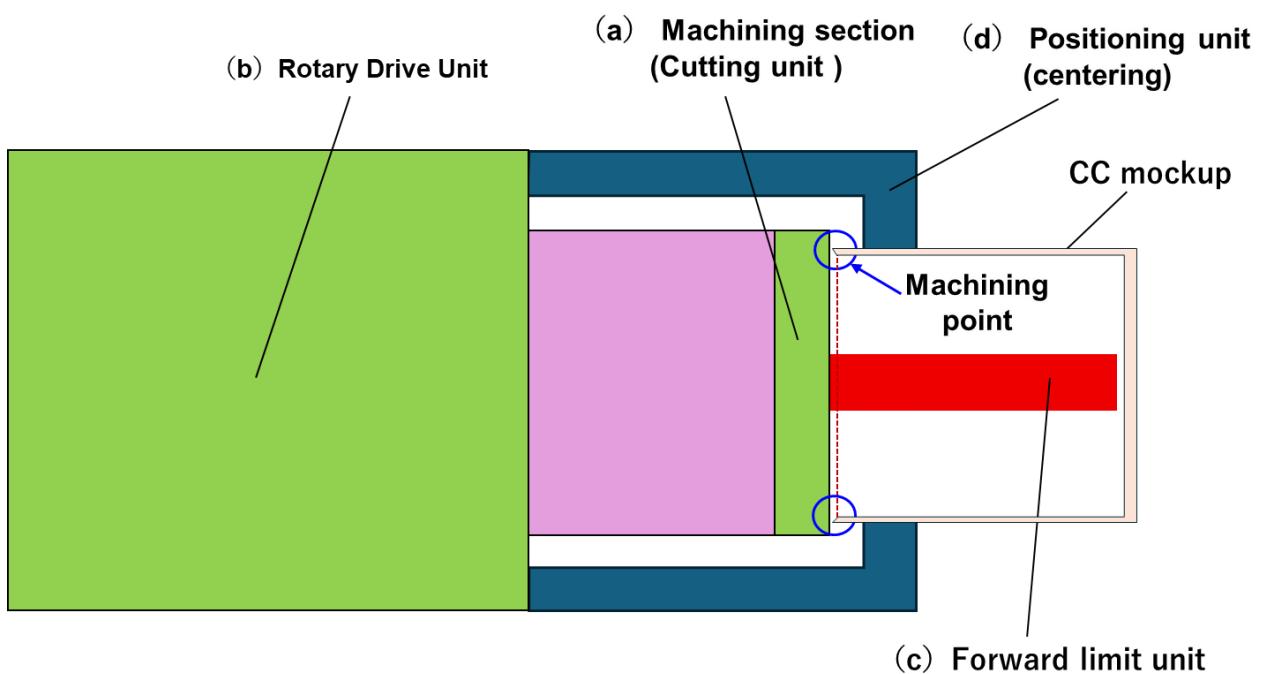


図 86 CC モックアップ端面加工試験イメージ

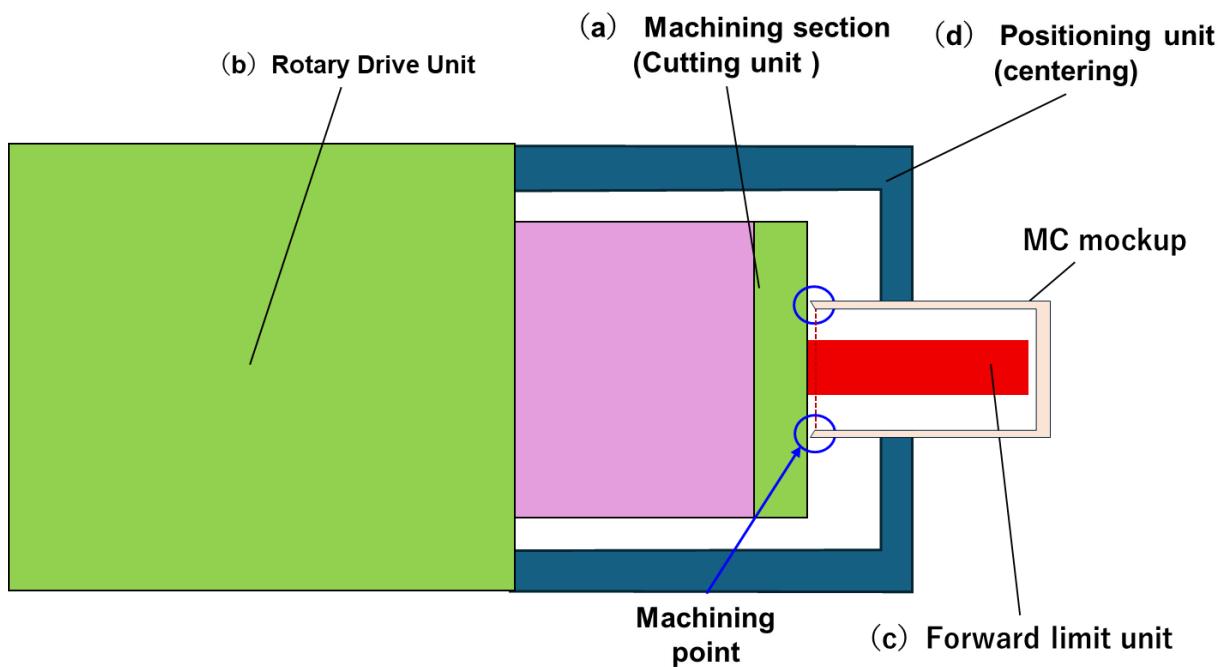


図 87 MC モックアップ端面加工試験イメージ

2.9.6 BTSEプロトタイプの工場受入試験

2.8.7 項にて製作された BTSE プロトタイプ構成機器について、2.9.6.1 項～2.9.6.3 項の試験手順に従い、各機器が所定の機能及び性能を満足することを確認すること。

併せて、BTSE として統合された状態を想定した運用試験（2.9.6.4 項）を実施し、統合システムとしての整合性を確認すること。

2.9.6.1 TSS プロトタイプの機能確認試験

(1) 試験目的：

- (a) TSS プロトタイプが、VV 内に設置された遠隔保守ツール（例：溶接ツール）へ必要なユーティリティ（TIG 溶接電源、シールドガス、圧縮空気など）を安定的に供給可能であることを評価確認する。
- (b) TSS プロトタイプから供給するユーティリティが UHS・UTC を介してツールに伝達する構成を模擬し、設計仕様に基づく単体機能を満足していることを確認する。

(2) 使用するツール及び試験装置：

- (a) TSS プロトタイプ

(3) 確認項目：

- (a) 組立及び初期動作
- (b) EP 内移動を想定した搬送性
- (c) EP 内壁ジャンクションボックスを模擬した接続・電源取得性能
- (d) 各構成機器の通電及び漏電
- (e) 溶接電源の出力能力及び異常時保護機能
- (f) Ar/He シールドガスの混合比可変機能、流量及びガス漏れの有無
- (g) 圧縮空気の供給能力（水分除去、圧力・流量の安定性）
- (h) 無線ルータによる HMI との通信確立（ナセル内想定）
- (i) 作業者視点から評価する操作性・保守性・据付性

2.9.6.2 UHS プロトタイプの機能確認試験

(1) 試験目的：

- (a) UHS プロトタイプが、TSS により VV 外から供給されるケーブルを VV 内へ安全かつ確実に送給・保持できること、及び VV 内でのルーティングが操作性・安全性を満足することを確認する。
- (b) UHS プロトタイプが TSS と接続した状態で、ケーブルの供給・保持が円滑に行えるかを確認し、UHS プロトタイプが定められた仕様に従って単体機能を満足することを確認する。

(2) 使用するツール及び試験装置：

- (a) TSS プロトタイプ
- (b) UHS プロトタイプ

(3) 確認項目 :

- (a) 組立及び初期動作
- (b) 吊り具を用いた搬送・吊り下げ操作の安全性
- (c) トロリの EP 内での設置性 (人力による位置微調整、固定キー動作)
- (d) コネクタの任意角度による接続の可否
- (e) ケーブルコイル (ドラム) のブレーキ固定性能
- (f) ケーブル 30m の手動巻出し・巻き戻し機能
- (g) 作業者視点から評価する操作性・保守性・据付性

2.9.6.3 UTC プロトタイプの機能確認試験

(1) 試験目的 :

- (a) UTC プロトタイプが、VV 内においてケーブルを安全に仮固定し、垂れ下がりや他構造物との干渉を防止できる性能を有することを確認する。
- (b) UTC プロトタイプの設置作業が容易であること、又 UTC が脱落や固着を防止できる構造であることを確認する。
- (c) UTC プロトタイプが、TSS・UHS から供給されるケーブルを保持・固定する構成を模擬し、設計仕様に基づいた単体機能を満足していることを確認する。

(2) 使用するツール及び試験装置 :

- (a) UHS プロトタイプ
- (b) UTC プロトタイプ
- (c) UTC プロトタイプ用固定架台

(3) 確認項目 :

- (a) 組立及び初期動作
- (b) テザー等による落下防止機構の実装及び機能
- (c) M24 スレッドへの手動設置・固定作業の実施性
- (d) スナップホルダによるケーブル保持・角度調整機構及び、ケーブルの自重による UTC のたわみ・変形
- (e) Outboard の壁面 R (曲率半径) 値を模擬した UTC を介すケーブルの取り回し性及び、VV 内での取り回し性
- (f) EE に問題なく接続できる取り回しの確保
- (g) 一般工具を用いた締結及び締緩作業 (レスキュー対応) が可能であること
- (h) 作業者視点から評価する操作性・保守性・据付性

2.9.6.4 BTSE プロトタイプ統合運用機能確認試験

(1) 試験目的 :

- (a) 各機器の実運用を想定した条件下で統合検証を実施し、BTSE プロトタイプ全体としての運用性及び機能的整合性を確認すること。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) TSS プロトタイプ
- (b) UHS プロトタイプ
- (c) UTC プロトタイプ
- (d) UTC プロトタイプ用固定架台

(3) 確認項目 :

- (a) 各機器間における設置制限及び運用条件に基づく構造的制約が、物理的干渉・機能的干渉を引き起こさず、且つ不具合が発生しないこと。
- (b) 各機器を統合・連動させた状態において、機能干渉や不具合が発生しないこと。

2.9.7 TSRプロトタイプの工場受入試験

(1) 試験目的 :

- (a) 2.8.8 項にて製作した TSR プロトタイプ一式を用いて、TSR プロトタイプの TFW モックアップ及び SB モックアップに対する固定性、固定時の安定性を評価すること。
- (b) TSR プロトタイプ内にツールを挿抜する際のツールの挿抜性及び安定性を評価すること。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) TSR プロトタイプ
- (b) TSR プロトタイプ用 TFW モックアップ(♯18)
- (c) TSR プロトタイプ用 SB モックアップ(♯18)
- (d) TSR プロトタイプ用 TFW モックアップ試験架台
- (e) TSR プロトタイプ用 SB モックアップ試験架台
- (f) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置

(3) 確認項目

- (a) 設置対象への TSR の固定性及び安定性
 - ・ TSR プロトタイプの TFW モックアップへの固定可否
 - ・ TSR プロトタイプの SB モックアップへの固定可否。
- (b) TSR プロトタイプへのツール挿抜時の作業性及び安定性について、以下の点を確認する。
 - ・ TSR プロトタイプに 4 台のツールを挿入可能であること(試験対象のツールは QST と受注者の協議により決定する)
 - ・ ツールの挿抜におけるツールへの損傷有無
 - ・ ツール間の干渉有無
 - ・ ツール収納時の変形有無
 - ・ TSR のツール固定機構によりツールを固定できるか
 - ・ 収納したツールの取り出しやすさや収納の安定性

2.9.8 NTSプロトタイプの工場受入試験

(1) 試験目的 :

- (a) 2.8.9 項にて製作した NTS プロトタイプ内にツールを挿抜する際のツールの作業性及び安定性を評価する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) NTS プロトタイプ

(3) 確認項目

- (a) 設置対象に対する NTS プロトタイプの固定性及び安定性の確認

- NTS をナセルフレームに使用するパイプと同一径の模擬パイプに固定する際の接続性及び安定性を評価すること。

- (b) NTS へのツール挿抜時の作業性及び安定性確認について以下の点を確認する。

- NTS に 2 本のツールを挿入可能のこと。
- ツールの挿抜におけるツールへの損傷有無。
- ツール間の干渉有無。
- ツール収納時の変形有無。
- ツール固定機構によりツールを固定できること。
- 収納したツールの取り出しやすさや収納の安定性。

2.9.9 制御系統合に関わる工場受入機能試験

(1) 試験目的 :

- (a) 運転モードに応じた単一のリモートコントローラを介し、単一のポータブルコントローラ又は FAT 用 C&C PC から、複数の SB 保守ツールプロトタイプの切り替えを伴う操作監視が可能であることを試験する。

(2) 使用するツール及び試験装置

- (a) SB 保守ツールプロトタイプ制御装置

- (b) FAT 用 C&C PC

- (c) ポータブルコントローラ

- (d) 制御装置が関係する SB 保守ツールプロトタイプ (試験対象のツールは QST と受注者の協議により決定する)

(3) 確認項目

- (a) ポータブルコントローラによる統合操作の確認

- ポータブルコントローラに実装される C&C を介して、Skid mode での運用が想定される複数の SB 保守ツールプロトタイプの電気的な接続を切り替えながら、その操作監視が Skid mode 用リモートコントローラを介して実行可能であることを確認する。

- 本試験環境には、原則として SB 保守ツールプロトタイプの実機を使用する。
- 実機による試験が難しい SB 保守ツールプロトタイプについては、QST との協議の上、機器の入出力信号を模擬した模擬環境にて試験を実施する。

- (b) FAT 用 C&C PC による統合操作の確認

- FAT 用 C&C PC により、Transporter mode での運用が想定される複数の SB 保守ツールプロトタイプの電気的な接続を切り替えながら、その操作監視が Transporter mode 用リモートコントローラを介して実行可能であることを確認する。
- FAT 用 C&C PC により、Skid mode での運用が想定される複数の SB 保守ツールプロトタイプの電気的な接続を切り替えながら、その操作監視が Skid mode 用リモートコントローラを介して実行可能であることを確認する。
- 本試験環境には、原則として SB 保守ツールプロトタイプの実機を使用する。
- 実機による試験が難しい SB 保守ツールプロトタイプについては、QST との協議の上、機器の入出力を模擬した模擬環境にて試験を実施する。

(c) 操作対象切り替え機能の検証

- ポータブルコントローラ及びFAT 用 C&C PC の HMI を通じて、ツールの電気的な接続の切り替えに伴い、その切り替えが適切に実施・機能することを確認する。

(d) 操作指令が競合しないことの確認及びキースイッチによる権限切り替え確認

- C&C の機能を備えた端末として、ポータブルコントローラ及びFAT 用 C&C PC が存在するため、操作指令について排他制御が行われる。これらの制御権切り替えは、ポータブルコントローラに実装されるキースイッチにて実行されるため、キースイッチの状態に応じて、ポータブルコントローラまたはFAT 用 C&C PC のどちらかのみで操作指令が入力できることを確認する。

(e) シーケンス実行能力の検証

- ポータブルコントローラ及びFAT 用 C&C PC の HMI を通じて、事前に準備された操作シーケンスを実行する機能 を有することを確認する。

(f) 共通機能の確認

- 個々のツール固有の動作確認の他、制御装置として共通の基本機能が仕様通りに動作することを確認する。例えば、ポータブルコントローラの非常停止ボタン押下時の動作確認や、制御装置における状態監視機能の確認等を実施する。

2.10 図書類の作成

受注者は、2.5～2.8 項にて実施した設計・製作作業及び 2.9 項の試験結果について、1.5 項及び 1.6 項に基づく納入物及び図書一式を製作・作成し納入すること。

以上