

遮蔽水循環設備のポンプ仕様検討 仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所
トカマクシステム技術開発部 JT-60SA本体開発グループ

目 次

第一章 一般仕様	2
1. 件名	2
2. 目的	2
3. 業務範囲	2
4. 納期期限	2
5. 検査条件	2
6. 保証	2
7. 契約不適合責任	2
8. 提出図書	2
9. 貸与品	3
10. データの開示	3
11. 適用法規・規格・基準	3
11.1 技術基準	3
11.2 適用法令等	3
12. 機密保持	3
13. 管理事項	4
13.1 一般管理事項	4
13.2 自主管理事項	4
14. 安全管理	4
14.1 一般安全管理	4
14.2 放射線管理	4
15. 技術情報及び成果公開	4
15.1 技術情報の開示制限	4
15.2 成果の公開	4
16. 協議	4
17. グリーン購入法の推進	4
18. 軽微な変更	4
第二章 技術仕様	5
1. 設備概要	5
2. 作業内容	5
3. 計算条件	5
3.1 基本条件	5
3.2 全体構成	5
3.3 ①主循環系	6
3.4 ②注水・貯水系	7
3.5 配管・バルブ等	8
4. 参考情報	9
4.1 機器の搬入・組立てに関する参考情報	9
4.2 設備の拡張性に関する参考情報	9
4.3 運転モード：遮蔽水の充水操作	9
4.4 運転モード：遮蔽水循環運転(JT-60SA 運転)	9
4.5 運転モード：遮蔽水の貯水操作	10
4.6 運転モード：長期保管状態(ベーキング運転)	10
4.7 運転モード：設備建設後の初期運転時の操作	10
4.8 各運転モードの関係	10

第一章 一般仕様

1. 件名

遮蔽水循環設備のポンプ仕様検討

2. 目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「Q S T」という。）は、幅広いアプローチ活動の一環として実施されるサテライト・トカマク計画において、JT-60SA のプラズマ加熱実験運転に向けた遮蔽水循環設備の整備を実施する。本件は、遮蔽水循環設備の機器整備準備の一環として、遮蔽水循環設備のポンプの仕様検討及びそのために必要な圧損計算を実施するものである。

3. 業務範囲

本作業における作業範囲を示す。

- (1) 遮蔽水循環設備の圧損計算
- (2) 遮蔽水循環設備のポンプ仕様検討
- (3) 図書作成

4. 納期期限

令和 8 年 3 月 27 日(金)

5. 検査条件

本仕様書に定めるところに従って作業が実施され、第一章 8 項に示す提出図書の内容が第二章に定める技術仕様を満足していること並びに第一章 9 項に示す貸与品の返却を Q S T が確認した時をもって検査合格とする。

6. 保証

第二章 技術仕様に定める内容を満足することを保証すること。

7. 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

8. 提出図書

下表に示す提出図書を提出時期までに提出すること。

書類名	提出時期	部数	確認
工程表	契約後速やかに	3 部	要
社内体制表	契約後速やかに	3 部	要
圧損計算書	令和 7 年 12 月を目途に	電子データ 1 式	要
ポンプ仕様検討書	令和 7 年 12 月を目途に	電子データ 1 式	要
打合わせ議事録	打合せ後速やかに提出	電子データ 1 式	要
再委託承諾願 (Q S T 指定様式)	作業開始 2 週間前まで ※下請負等がある場合に提出。	1 部	要
外国人来訪者票 (Q S T 指定様式)	入構の 2 週間前まで ※外国籍の者又は日本国籍 で非居住の者の入構がある 場合に提出。	電子データ 1 式	要
その他	その都度（詳細は別途協議）		

(提出場所)

Q S T 那珂フュージョン科学技術研究所

トカマクシステム技術開発部 JT-60SA 本体開発グループ

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

Q S T は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。

ただし、「再委託承諾願」は、Q S T の確認後、書面にて回答するものとする。「外国人来訪者票」は Q S T の確認後、入構可否を電子メールで通知するものとする。

(提出方法)

提出媒体が「電子データ」となっている提出書類については、電子メール又は契約後に Q S T が提示するオンラインストレージにより、電子データを 1 式提出すること。

9. 貸与品

- (1) 現地調査が必要な場合等に、管理区域内に立ち入るための作業服等を無償で貸与する。貸与時期・場所は Q S T と協議を行い、決定に従うこととする。
- (2) 本作業に関する図書は貸与する。但し、厳重な管理の下取扱いに注意し、作業完了後、速やかに返却すること。また、契約目的以外に使用してはならない。

10. データの開示

本作業内で必要な範囲において、JT-60SA 設備に関する 3D-CAD データ (CATIA) ファイルを開示する。また、必要に応じて設計検討資料、建屋図面、既存電気設備、クレーン設備等の情報を開示する。

11. 適用法規・規格・基準

本作業を行うにあたり、仕様書及び図面等に特記なき限り、以下に示す規格及び基準を参考にするものとする。

11.1 技術基準

- ・電気設備に関する技術基準を定める省令 (電気設備技術基準)
- ・日本産業規格 (JIS) 及び関係規格
- ・特定電気用品
- ・特定以外の電気用品

11.2 適用法令等

- ・建築基準法、同施行令及び関係諸法規
- ・電気用品安全法
- ・労働安全衛生法、労働基準法
- ・那珂フュージョン科学技術研究所放射線障害予防規程
- ・Q S T 内諸規程、規格、JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領
- ・その他製作に係る法令

12. 機密保持

受注者は、本業務の実施に当たり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請け会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。

13. 管理事項

13.1 一般管理事項

- ・受注者は設計着手前に工程表等を作成し、Q S Tの確認を受けること。

13.2 自主管理事項

- ・受注者は製品の品質を確保するための一切の手段を自主管理すること。
- ・受注者は自主管理に必要な事項についての社内検査を行うこと。

14. 安全管理

14.1 一般安全管理

- ・異常事態等が発生した場合、Q S Tの指示に従い行動すること。
- ・平常時においても、Q S Tが安全確保のために指示を行った場合は、それに従うこと。

14.2 放射線管理

- ・管理区域内に立ち入る場合は、Q S Tが定める規定及び手引きを遵守すること。
- ・放射線の管理や異常時の対策等はQ S Tの指示に従うこと。

15. 技術情報及び成果公開

本契約に関して発生する技術情報及び成果公開の取扱いは以下によるものとする。

15.1 技術情報の開示制限

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

15.2 成果の公開

受注者は、本契約に基づく業務の内容及び成果について、発表若しくは公開し、又は特定の第三者に提供しようとするときは、あらかじめ書面によるQ S Tの承認を得ること。

16. 協議

- ・本仕様に記載されている、及び、記載されていない事項について疑義が生じた場合、Q S Tと協議のうえ、その決定に従うこと。
- ・受注者は、Q S Tの担当者と緊密な連絡をとりつつ設計計算を行うこと。設計計算過程において、Q S Tが経過報告を求めた場合には報告を行うこと。

17. グリーン購入法の推進

- ・本契約においてグリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進に関する法律）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、これを採用すること。
- ・本仕様に定める提出書類（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

18. 軽微な変更

設計計算過程において、設計変更する等の軽微なもの、又は、仕様書等に記載なき内容においては、Q S Tと協議し、受注者の責任において誠実に対応すること。また、Q S Tは、受注者との合意のもと、軽微な（工期、積算に影響がない）変更を行う場合がある。

第二章 技術仕様

1. 設備概要

JT-60SA 遮蔽水循環設備は、JT-60SA の運転によって発生する中性子を遮蔽することを目的とした設備であり、真空容器二重壁内に遮蔽水を一定温度で循環させる。設備導入時には遮蔽水として純水を使用するが、その後の運転計画の進行に伴って中性子放出量が上昇するため、将来的には遮蔽能力の高いホウ酸水を使用することを計画している。本仕様書では純水の使用のみを対象とする。

2. 作業内容

本仕様書に記載の設計条件又は協議のうえ変更した設計条件のもと、遮蔽水循環設備の圧損計算を行い、ポンプ仕様を検討すること。また、設計進捗にて協議した結果を反映すること。

- ・本仕様書に記載の計算条件及び設備的要求に関する仕様を満足する機器選定・設計等が可能のように圧損計算を行うこと。
- ・仕様書に記載されたものと異なる系統構成(例えば充水ポンプ、排水ポンプ、膨張タンクなど)や仕様・操作方法の方が有効である場合は、Q S Tと協議の上、判断するものとする。

3. 計算条件

圧損計算・ポンプ仕様検討は、以下に示す遮蔽水循環設備の基本条件・概略システム構成(概略部品構成・員数・設置場所)を想定した鳥瞰図と系統図をもとにして行うこと。

3.1 基本条件

遮蔽水	:	純水(ホウ酸水は仕様外)		
遮蔽水総量	:	68 m ³ (内訳は以下のとおり)		
		真空容器二重壁内	:	53 m ³
		配管内	:	11 m ³
		循環時遮蔽水タンク内(合計)	:	4 m ³
遮蔽水循環流量	:	100 m ³ /h		
圧力	:	真空容器内で最大 0.3 MPa(gage)		
温度条件	:	真空容器入口で 50℃		
		最大使用温度 70℃(ただし、イオン交換樹脂塔では 60℃)		
ホウ酸水仕様(本件では検討範囲外)				
ホウ酸	:	¹⁰ B 95%濃縮ホウ酸		
最大ホウ酸水濃度	:	8.17 wt%(40℃飽和濃度)		

3.2 全体構成

遮蔽水循環設備は、大別して①主循環系 ②注水・貯水系の 2 系統で構成される。それぞれの役割と主要機器について以下に示す。

なお、将来的なホウ酸水使用の際には③ホウ酸濃度調整系等のホウ酸水対応が加わるが、本仕様書においては対象外とする。

想定している本設備の鳥瞰図と系統図を図 3.2-1 及び図 3.2-2 に示す。

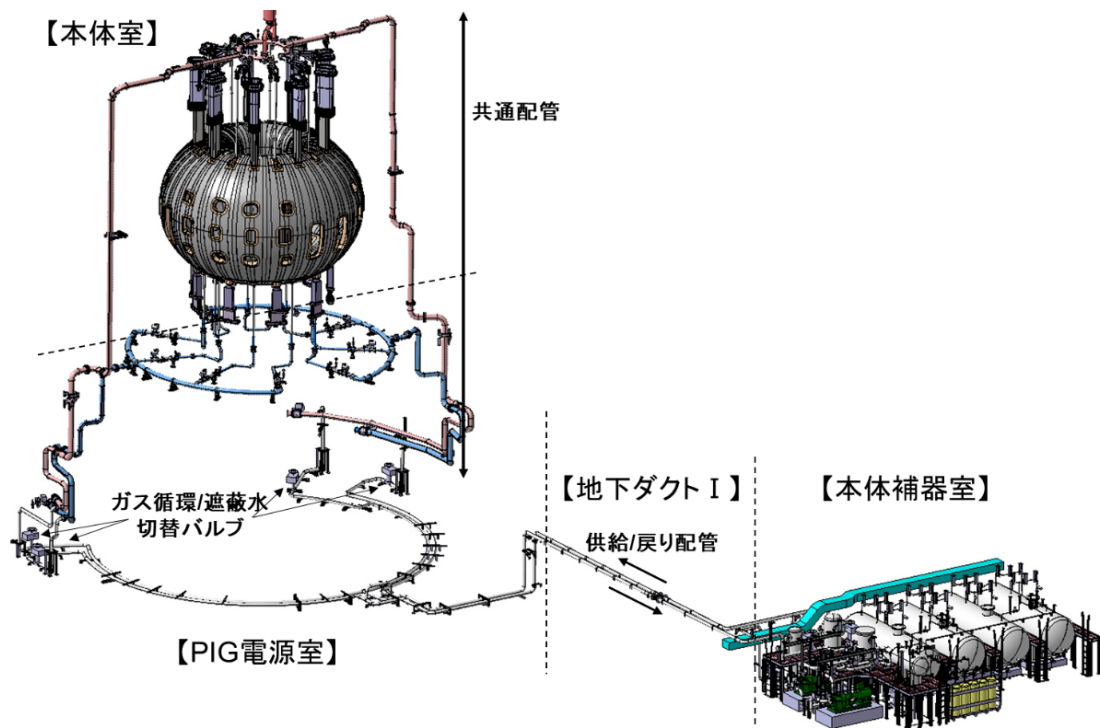


図 3.2-1 遮蔽水循環設備の全体鳥瞰図

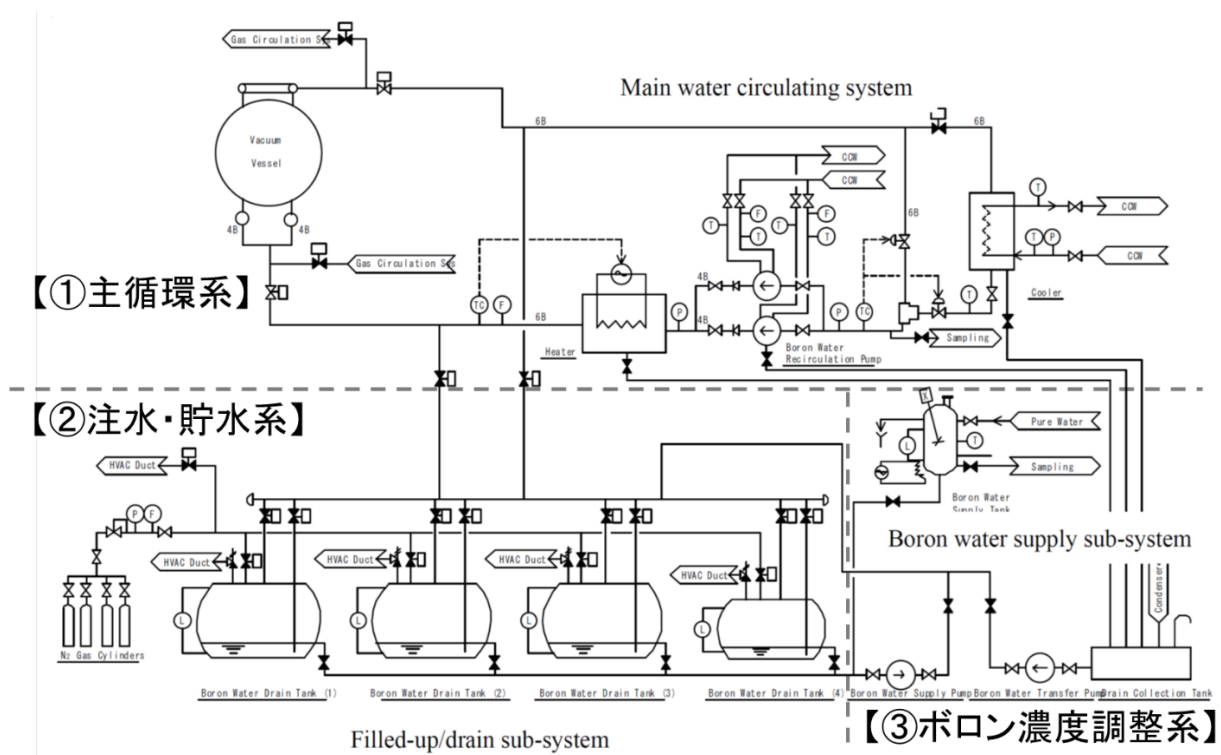


図 3.2-2 遮蔽水循環設備の系統図

3.3 ①主循環系

〔機器概要〕

主循環系は、主に JT-60SA 運転中に使用する系であり、系内に遮蔽水が満たされた状態で循環運転を行う。循環ポンプで送り出された遮蔽水は真空容器への供給配管に巻きつけた配管ヒートトレース等で加熱・温度調整されて、真空容器に接続されている共通配管に到達する。真空容器から本体補器室へ戻ってきた遮蔽水は、イオン交換樹脂塔によって水質管理される。陰イオン交換樹脂は主に塩素の除去を目的とし、陽イオン交換樹脂は配管や真空容器壁から溶出される金属イオンの除去を目的として設置される。また、イオン交換樹脂の流出等の不純物

を除去するために、循環経路上にフィルタを設ける。イオン交換樹脂や循環ポンプ等での過熱防止のため、必要に応じて冷却器を設ける。

ポンプへのエア流入や圧力変動の防止のため、ポンプ入口側に圧力調整槽を設け、ミニマムフローラインの確保にも使用する。圧力調整槽の圧力制御は、窒素ガス導入による加圧と電磁弁操作による降圧によって行う。循環系の最上部となる真空容器上の上部共通架台上には膨張タンクを設置し、温度による遮蔽水の体積変化の吸収やエア抜き等に使用される。また、膨張タンクに設置する液位計によって、循環系に遮蔽水が満たされていることを判定する。

[機器仕様]

機器	員数	仕様等
循環ポンプ	2	1 基は予備 110 m ³ /h (ミニマムフロー10 m ³ /h) 材質: SUS304
圧力調整槽	1	容積: 1.2 m ³ 材質: SUS304 圧力調整範囲: 大気圧~0.3MPa 窒素ボンベまたは圧空にて圧力調整
陽イオン交換塔	1	陽イオン交換樹脂: ダイアイオン SKN-1 相当品 除去対象: Fe, Co, Cr 等 7700g/year 浄化目標: 数十 ppb 程度
陰イオン交換塔	1	陰イオン交換樹脂: ダイアイオン SAN-1 相当品 除去対象: Cl 浄化目標: 150 ppb 以下
フィルタ	1	定格流量: 100 m ³ /h 粒子除去率: 25μm, 95% 型式: 焼結金属フィルタ
ヒータ		配管ヒートトレース
冷却器	1	
膨張タンク	1	

3.4 ②注水・貯水系

[機器概要]

注水・貯水系は、循環系内への遮蔽水の注入や循環系内から遮蔽水を移送するために使用される系である。

注水時は、貯蔵タンク内の遮蔽水を充水ポンプまたは窒素ガスボンベによる圧送によって循環系内に送る。主循環系への注入口は、本体補器室内の往路と復路の両方に接続し、任意に選択操作できるようにする。または循環ポンプ入口側に送ることで、循環ポンプを用いての注水を可能にする。注水に際しては、地下ダクトやPIG電源室、本体室に適宜設置するエア抜き弁や、膨張タンクから排気することによってエア溜まりを防止する。

貯蔵タンクへの遮蔽水移送の際は、注入の場合と同じ経路で重力に従って貯蔵タンクへ遮蔽水が移動する。経路中で最も低位置となるPIG電源室の配管では、遮蔽水が抜けきらずに残ってしまうため、排水ポンプを用いて貯蔵タンクへ送る。移送後も循環系内に残る水分については、ガス循環設備からガスを循環させて既設のデミスターによって回収することで乾燥させる。

遮蔽水はJT-60SA運転中に発生する放射線によって放射能を有するようになるため、基本的には排水せずに再利用することを想定している。また、貯蔵タンク周辺には漏水の流出を防ぐための処置として、堰を設けることとする。

貯蔵タンクは、温度管理のために加熱装置及び攪拌機能を有するものとする。また、将来的に粉末状のホウ酸を混合するための投入口フランジを設けることとする。このフランジの仕様に

については、Q S Tが別途指定する。

[機器仕様]		
機器	員数	仕様等
貯蔵タンク	4	容量：18 m ³ (17 m ³ +5%裕度) 材質：ステンレス鋼 最高使用圧力：0.3MPa(gage) 最高使用温度：70℃ 過熱ヒータ・攪拌機能付き
充水ポンプ	1	または窒素ガスポンプによる圧送
移送ポンプ	1	

3.5 配管・バルブ等

[機器概要]

遮蔽水循環設備の主要な機器は JT-60 実験棟地下の本体補器室に設置される。遮蔽水を循環するための配管経路は、本体補器室から地下ダクトを経由して PIG 電源室に入り、PIG 電源室に既設されているガス循環設備との共通配管取合いフランジまで敷設される。

配管等の最高使用圧力は、真空容器二重壁内と同様に 0.3 MPa(gage)とする。ベーキングガスが接する部分は高温ガスによって加熱されるため、最高使用温度を 230℃と設定する。この高温部の該当範囲は、共通配管から遮蔽水切替弁までの間とする。配管等を支える適切なサポートを設置する。また、本体補器室から PIG 電源室に敷設する配管については、50℃に保つために配管ヒートトレースを設置し、その外側に断熱材を取り付ける。それ以外の配管には断熱材のみ取り付ける。

配管や機器中でのエアリー溜まりを防ぐため、経路上の適切な箇所にエアリー抜き弁を設置する。エアリー抜き弁の出口側は床ドレン等に排出されるように配置する。

また、ウォーターハンマーによる衝撃防止のため、必要に応じて落水防止弁を本体室復路の垂直配管部分に追加設置する。この設置のためには、既設配管の切断・加工が必要となる。

[機器仕様]		
機器	員数	仕様等
配管	4	材質：SUS304L または SUS316L ヒートトレース設置範囲：本体補器室から PIG 電源室 断熱材：配管は断熱材で覆うこと 最高使用圧力：循環ポンプ出口部 0.6 MPa(gage)、 上記以外 0.3MPa(gage) 最高使用温度：ベーキングガスが接する部分 230℃ 上記以外 70℃
エアリー抜き弁	必要数	材質：ステンレス鋼 SUS 又は SCS
落水防止弁	必要数	
電動弁	必要数	
手動弁	必要数	
逆止弁	必要数	
減圧弁	必要数	

4. 参考情報

設備の参考情報として、機器の搬入・組立て・設備の拡張性・運転モードの概要を示す。

4.1 機器の搬入・組立てに関する参考情報

機器の主な設置場所と搬入経路について、以下に示す。

- ・本体補器室及び地下ダクト

本体補器室への搬入は本体補器室に設置されているシャッター(横 3m×高さ 3m)により行う。地下 1 階にあるシャッターの外側は吹き抜けとなっており、天井クレーン(定格加重 2.8 トン)が備え付けられている。吹き抜け部分の幅は 5m である。

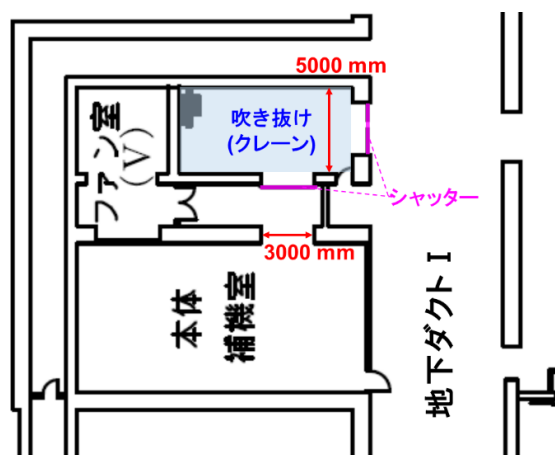


図 4.1-1 本体補器室及び地下ダクトの搬入シャッター配置

これらの搬入条件より、横置き貯蔵タンクを外部で製造して搬入する場合は、その長さは 5m より短いものに制限される。貯蔵タンクをはじめとした、本体補器室に設置する機器の設計はこの搬入制限を満たすこと。または、分割製作したものを搬入して本体補器室内で溶接製造する場合は、作業スペースの制限を考慮した作業の実現性の根拠を示すこと。

地下ダクトへ搬入するシャッターは本体補器室シャッターの隣に位置しておりそのサイズも同等であるため、同様の方法で搬入する。

- ・本体室及び PIG 電源室

重量物は、組立室(本体室の隣)の搬入口ハッチ(約 2.5m×約 4.0m)を開放して、天井クレーンにて地下のガス冷却機器室(PIG 電源室の隣)に搬入することが可能である。しかし、他の作業との干渉を調整する必要があるため、可能なものは JT-60 実験棟エレベータ(W2.2×D2.6m×H2.7m、3,000kg)から搬入する。

4.2 設備の拡張性に関する参考情報

- ・ホウ酸濃度調整系への取合い：調整機器を増設するための配管フランジを設置予定。
- ・計装：膨張タンク等にはホウ酸濃度計追加のための取合い部を設置予定。

4.3 運転モード：遮蔽水の充水操作

- ・操作概要：貯蔵タンクから循環系内へ充水する
- ・運転条件：2 時間程度で充水できること、適切な箇所でエア抜きが可能な機構とすること
- ・プロセス概要：
 - (1)循環系内に窒素又は空気がある状態から、貯蔵タンク内の遮蔽水を循環系内へ充水する。
 - (2)充水に伴い、貯蔵タンク気層部には空気が流入する。
 - (3)充水中は、膨張タンクや経路上のエア抜き弁から手動でエア抜きを行う。

4.4 運転モード：遮蔽水循環運転(JT-60SA 運転)

- ・操作概要：真空容器二重壁に遮蔽水を循環させ、JT-60SA 運転に対応する。

- ・運転条件：流量 100 m³/h、真空容器入口 約 50℃
- ・プロセス概要：
 - (1)膨張タンク液位計で循環系内が遮蔽水で満たされたことを確認した後、循環ポンプを起動して 100 m³/h の流量で遮蔽水を循環させる。
 - (2)循環している遮蔽水は配管ヒートトレースによって、真空容器入口で約 50℃となるように加温される。配管ヒートトレースの出力は温度計の測定値に応じて制御される。
 - (3)循環している遮蔽水はイオン交換樹脂塔により水質管理を行う。

4.5 運転モード：遮蔽水の貯水操作

- ・操作概要：循環系内から貯蔵タンクへ遮蔽水を移送する
- ・運転条件：循環系内の水分を除去するための機構を有すること
- ・プロセス概要：
 - (1)循環系内の遮蔽水を、移送ポンプを用いて貯蔵タンクへ移送する。
最低限抜き出すべき範囲は PIG 電源室のガス循環/遮蔽水切替バルブまでとする。
 - (2)移送に伴って、循環系内へは膨張タンク等から空気を導入する。
 - (3)移送後の系内の残水は、ガス循環設備からの窒素循環で乾燥させる。

4.6 運転モード：長期保管状態(ベーキング運転)

- ・操作概要：貯蔵タンクにて遮蔽水を保管する
- ・運転条件：循環系内は上記 4.5 貯水操作が終了していること

4.7 運転モード：設備建設後の初期運転時の操作

- ・建設後の水洗：フラッシングやクリーニングを実施する。
- ・遮蔽水の調達：設備建設後等に系外から貯蔵タンクへ給水を実施する。
- ・最小ループ循環：本体補器室から真空容器へ向かうバルブを閉じたまま、本体補器室内のみで循環し、最小ループでの水質管理を実施する。

4.8 各運転モードの関係

上記の運転モードの関係を図 4.8-1 に示す。ガスベーキング運転は遮蔽水が保管状態の時に、JT-60SA 運転は遮蔽水循環運転モードの時にそれぞれ実施される。

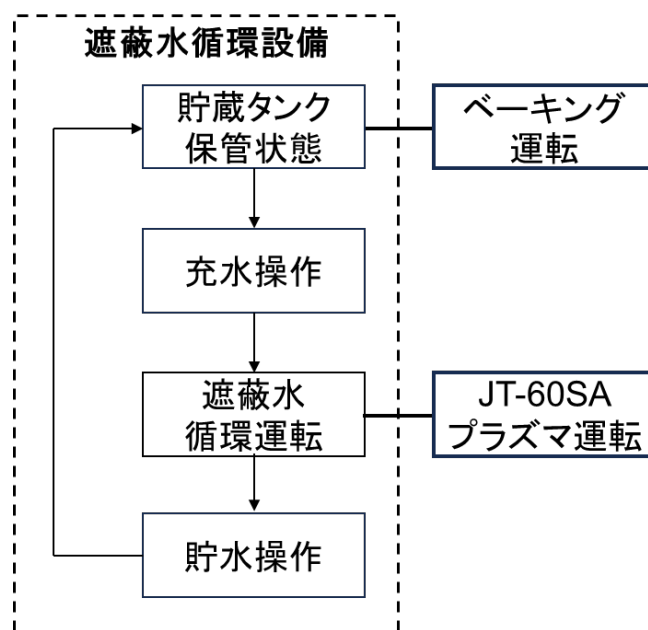


図 4.8-1 運転モード間の関係

以 上