

TVFにおける固化処理状況について

令和3年8月24日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)



1. 運転までのスケジュールと実績

- 概要 -

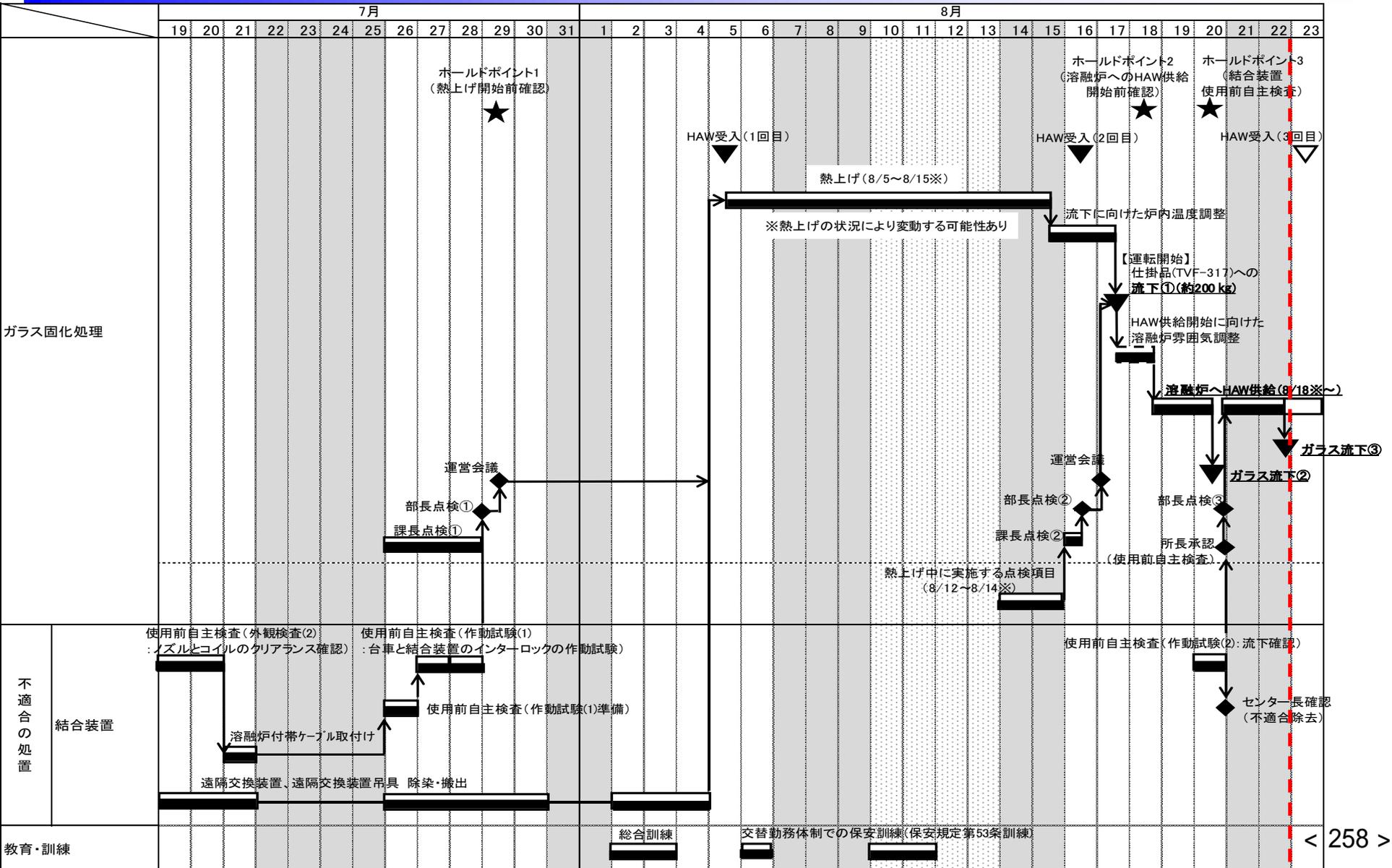
新結合装置と溶融炉の取合いフランジ部に生じた隙間からの空気の流入について、令和3年7月5日の再処理施設安全監視チーム会合で報告した通り、6月28日に新結合装置の取付再調整後の確認を行い、隙間がないこと、7月2日に交換前と同様の制御状況であることを確認したことから、熱上げに向け、以下の通り作業を進め、8月5日から熱上げを実施し、8月17日からガラス固化処理を開始した。

- 7月14日～16日にかけて、既設配管と新結合装置を取り合う遠隔継手（給電フィーダ側6本及び圧空配管側4本）を取付け、取り付け後の作動確認及び通水確認において、漏れのないことを確認した。
- 7月20日に、使用前自主検査（外観(2)：ノズルとコイルのクリアランス確認）を実施し、ノズルとコイルのクリアランスを確認したところ設計通りのクリアランス（設計10 mmに対し約9.7 mm）が確保できていることを確認した。
- 7月28日に、使用前自主検査（作動試験(1)：台車と結合装置のインターロック作動試験）を実施し、所定の負圧によりインターロックが作動することを確認した。これにより、熱上げ前までに計画していた点検及び検査は全て完了した。
- 8月5日に熱上げを開始し、熱上げ中に実施する作動確認（溶融炉オフガス配管の水洗浄、廃液供給配管の漏えい確認等）及び訓練（事故対処訓練）を8月15日までに完了した。その後、8月17日に前回製造途中（仕掛品）のガラス固化体の容器にガラス流下（運転開始）した。
- 8月18日にガラス溶融炉へガラス原料及び廃液の供給を開始し、8月20日のガラス流下（21-1CP：2本目）の際に使用前自主検査（作動試験(2)：流下確認）を実施した。



1. 運転までのスケジュールと実績

- スケジュール -





1. 運転までのスケジュールと実績

- ホールドポイント -

- 各ホールドポイントにおいて、ガラス固化部長等は保安規定第182条に基づき施設を点検し、異常のないことを確認する。
- ガラス固化部長は、各ホールドポイントでの確認結果を再処理廃止措置技術開発センター長、核燃料サイクル工学研究所長、役員へ報告する。

① ホールドポイント1: 溶融炉の熱上げ開始前確認

- ・施設の整備、作動確認、運転要領書の整備、教育・訓練、不適合除去が完了していること(熱上げ中に実施する作動確認、訓練を除く)。
- ・結合装置の使用前自主検査については、作動試験(1)(台車と結合装置のインターロック試験)迄の検査が終了していること。

② ホールドポイント2: 溶融炉へHAW供給開始前確認(運転開始)

- ・熱上げ中に実施する作動確認(溶融炉オフガス配管の水洗浄、廃液供給配管の漏えい確認)、訓練(事故対処訓練)が完了していること。

③ ホールドポイント3: 結合装置の使用前自主検査(作動試験(2))

- ・結合装置の使用前自主検査(作動試験(2): ガラス固化体1本分の流下の確認)が終了し、全ての使用前自主検査が完了したこと。
 - 核燃料サイクル工学研究所長の承認
- ・結合装置の全ての使用前自主検査の終了により、ガラス流下停止事象の不適合が除去できたことの再検証が完了したこと。
 - 再処理廃止措置技術開発センターの承認



運転操作訓練(各班毎に実施)

総合訓練の概要(8月3日)



受入槽等への直接給水(遅延対策①)(各班毎に実施)



事故対処訓練の概要(8月10日) < 260 >

【交替勤務(5班3交替:10名/班)で、各工程を24時間連続で運転】

・受入工程, 前処理工程

高放射性廃液を約1週間に1回の頻度で受入れ、分析結果に基づき組成、濃度を調整する。

・ガラス溶融工程

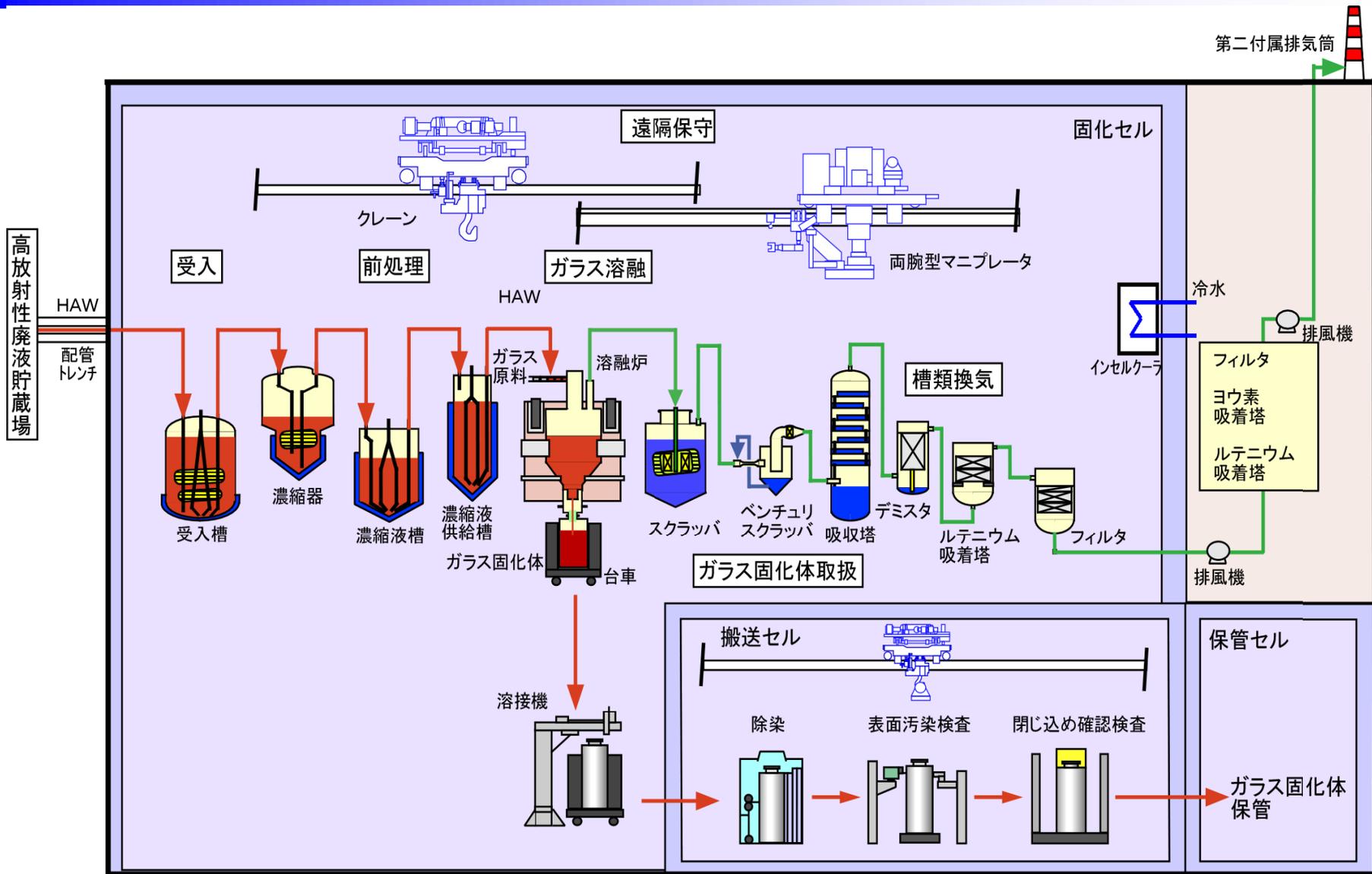
組成、濃度を調整した高放射性廃液及びガラス原料をガラス溶融炉に連続供給して約1100～1200度で溶融し、溶融したガラスを約2日に1回の頻度で、溶融炉下部に設置された流下ノズルよりガラス固化体容器に注入(約300 kgを約3時間で注入)する。

・ガラス固化体取扱工程

ガラスを注入したガラス固化体容器に蓋を溶接し、除染を行う。その後、ガラス固化体を搬送セルに移動して汚染検査等を行い、保管ピットに保管する(流下終了から保管まで約5日間)。

3. 固化処理の状況

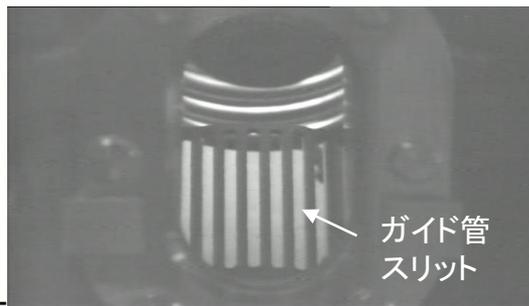
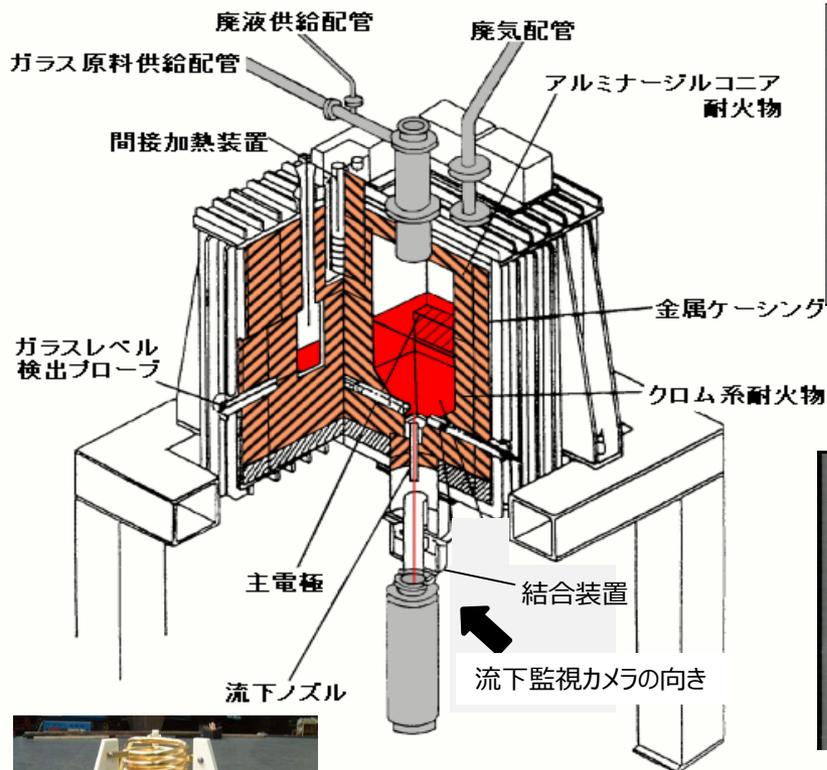
- ガラス固化プロセスの概要(2/2) -



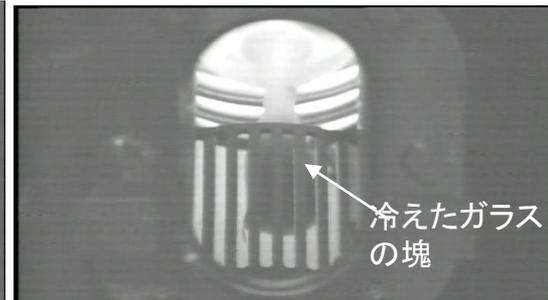
3. 固化処理の状況

- ガラス流下の概要 -

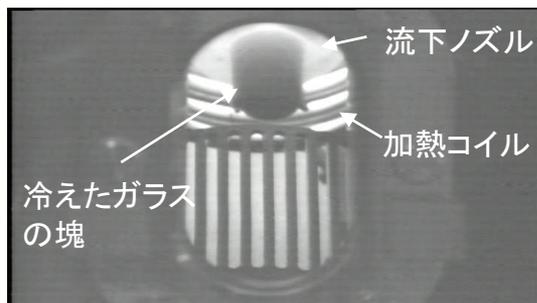
✓ 流下ノズルの加熱性や流下開始までの時間など、結合装置交換によるパラメータ変更の影響は無かった。



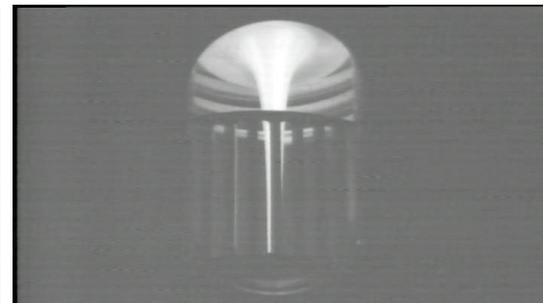
①流下開始前: 流下ノズル先端が冷えたガラスで栓をしている状況



③流下開始時: 流下ノズル先端が加熱されガラスが流れ出した状況



②流下開始前: 流下ノズル先端より冷えたガラスが抜き出されている状況



④流下中: 安定した流速でのガラス流下の状況

流下監視カメラによる流下の状況



結合装置
-高周波加熱コイル-

以降、参考。

- (1) 設計上想定した不具合事象への対策(インターロックリスト)、TVFの運転(16-1CP及び17-1CP)において発生した不具合事象の是正処置(要領書改訂、設備改造・更新等)を整理した。
- (2) 前回運転(19-1CP)で発生したガラス流下停止事象については、原因調査結果を踏まえ、加熱コイル径の拡大等の対策を講じた結合装置の製作・交換を行うとともに、予備品の手配や3号溶融炉への反映を進めている。
- (3) また、2004年(2号溶融炉の運転開始)以降の運転経験に基づく気がかり事象を抽出し、事象が発生した場合の復旧方法及び工程への影響を机上整理した。
- (4) さらに、結合装置の再調整等の事象を踏まえ、追加の不具合事象を抽出した。
- (5) 以上より、運転(21-1CP)の準備及び運転においても不具合が想定され、定められた手順に従い早期の復旧を目指す。以下に特に注意すべき主な不具合事象を整理した。
 - ・ 運転継続することにより起こる事象: 溶融炉内への白金族元素の堆積、ガラス原料送込み荷重の増大など
 - ・ TVF特有の機器の不具合事象: 両腕型マニピレータの作動不良、溶融炉の間接加熱装置熱電対の断線など
 - ・ 運転準備段階での不具合事象: 結合装置の遠隔継手の取り付け不良
- (6) 運転終了後の保守作業(定期事業者検査等)に要する期間を踏まえ、運転(21-1CP)は遅くとも12月中旬頃に終了する(60本製造の計画※)。

※進捗状況に応じて本数が変更となる可能性がある。

- 想定される不具合事象の抽出 -

(1) 遅延リスク評価
 設計上想定した不具合事象(インターロックリストから抽出)約525件に加え、TVFの運転(16-1CP及び17-1CP)の不具合事象[26件]を反映
 ○上記の不具合発生時の予備品への交換や代替策を整理した。

摘出不具合事象: 約550件

(2) 19-1CP以降に発生した不具合事象の反映
 不具合事象: 2件
 ・ガラス流下停止
 ・冷却塔コイルからの水漏れ

摘出不具合事象: 2件

摘出不具合事象: 23件

(3) 机上整理(運転経験に基づく気がかり事象などを含む)
 不具合事象等: 23件

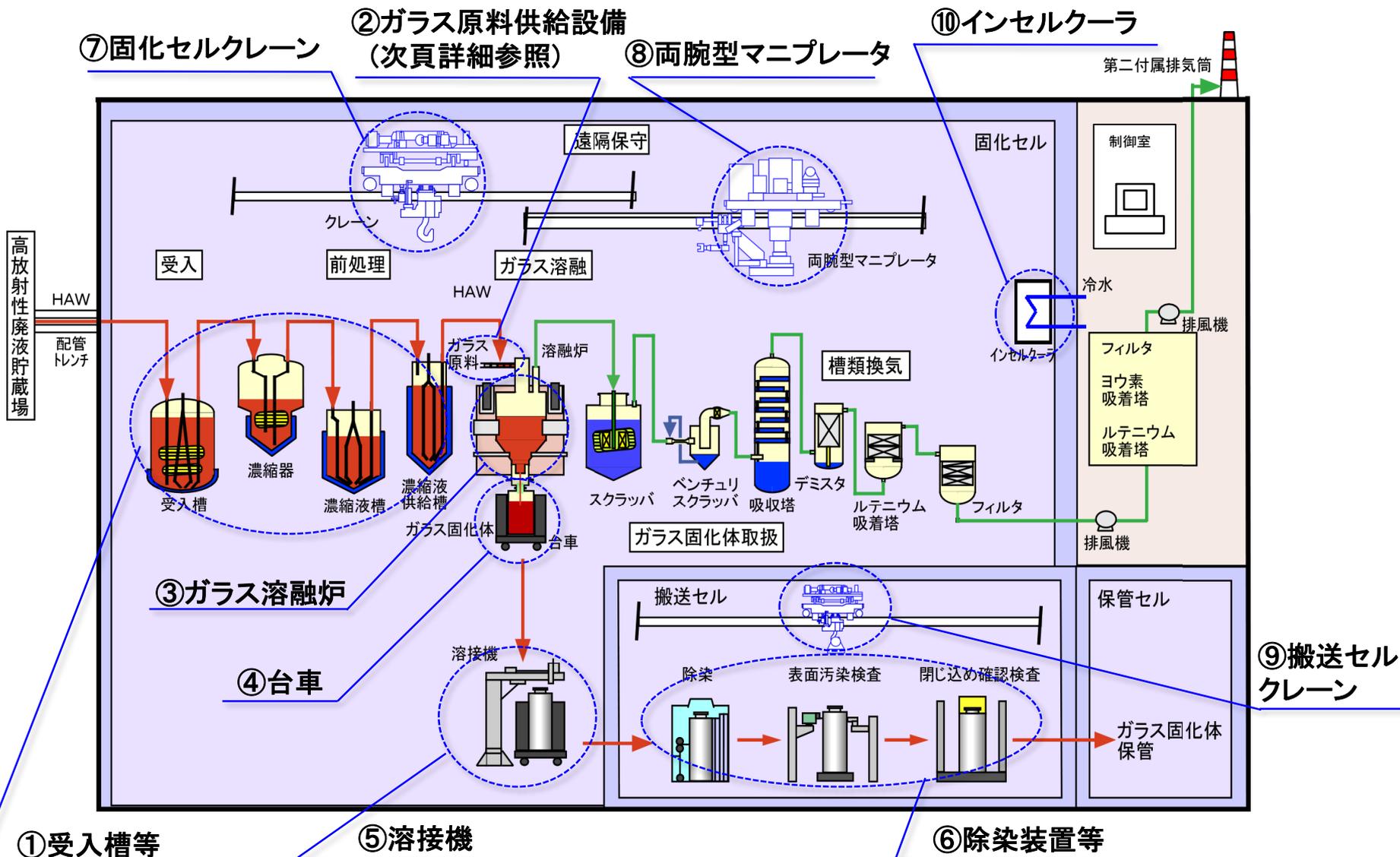
摘出不具合事象: 約570件

(4) 運転(21-1CP)の準備及び運転においても不具合が想定され、定められた手順に従い早期の復旧を目指す。以下に特に注意すべき主な不具合事象を示す。

(a) 運転継続することにより起こる事象 : 溶融炉内への白金族元素の堆積、ガラス原料送込み荷重の増大など(30件)

(b) TVF特有の機器の不具合事象 : 両腕型マニプレータの作動不良、溶融炉の間接加熱装置熱電対の断線など(9件)

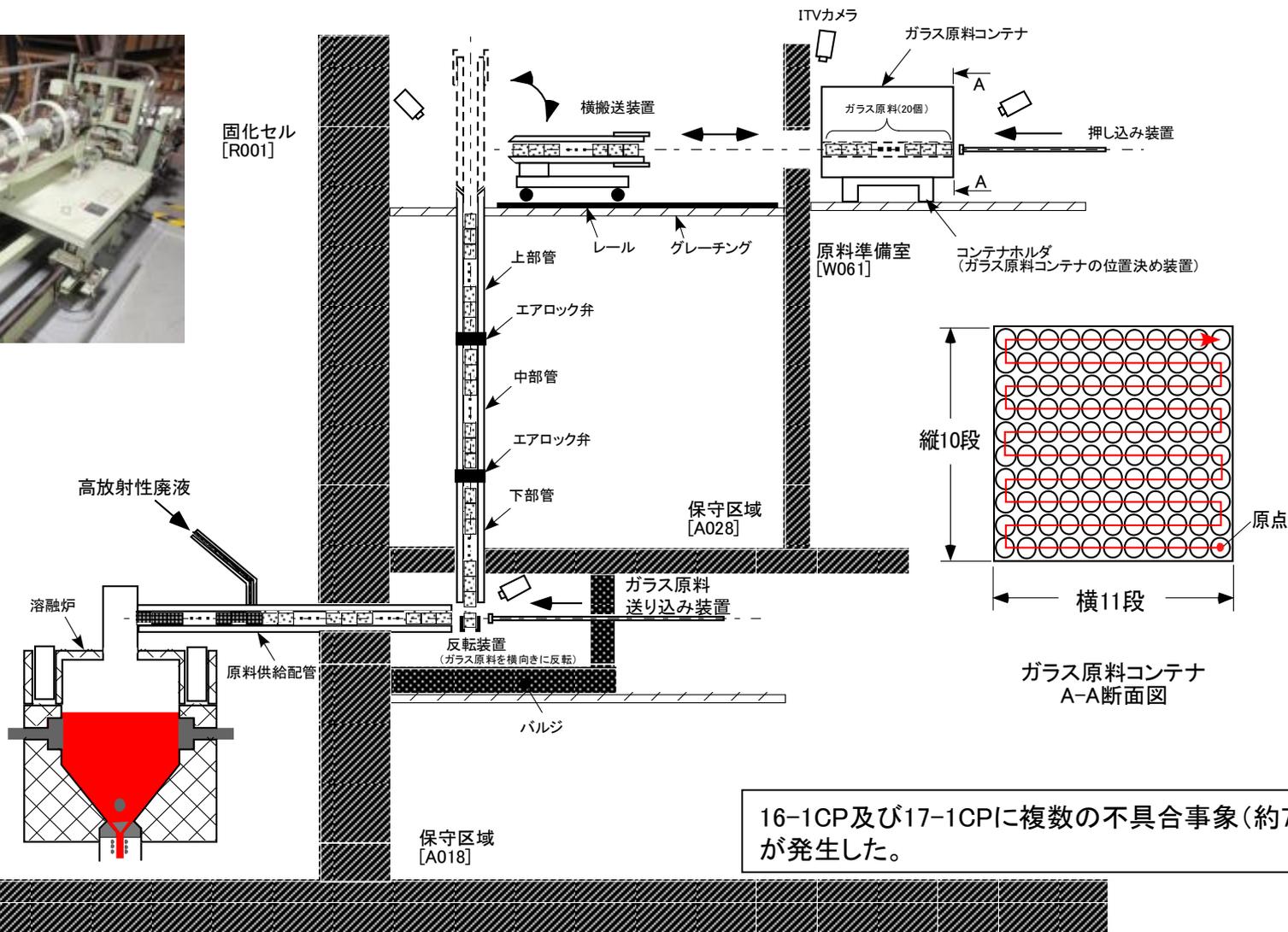
(c) 運転準備段階での事象 : 結合装置の遠隔継手の取付不良(1件)



ガラス固化処理工程概要図



横搬送装置写真



16-1CP及び17-1CPに複数の不具合事象(約7件)が発生した。

○運転中に想定される特に注意すべき主な不具合事象

設備機器	事象 (区分)	想定される要因	対策	復旧期間
①受入槽等	HAWのサンプリング不調 (a)	サンプリングニードルの閉塞	サンプリングニードルを予備品と交換する。	約1日
	パルセータ均圧弁等の開閉表示不良 (a)	均圧弁等のリミットスイッチの不具合	均圧弁等の開閉信号が正常に出力されないため、自動運転が不可となることから手動で運転を継続する。	約1時間
	水素希釈空気流量低下、液位計等の指示値の変動 (a)	析出物等による配管の閉塞	純水等を用いた閉塞解除操作を実施し、詰まりを除去する。	約2時間
②ガラス原料供給設備	ガラス原料横搬送装置の走行不良、倒立不良 (a)	横搬送装置の走行駆動用Vベルト、走行ローラーの劣化	Vベルト、走行ローラーを予備品と交換する。	約1日
	ガラス原料の送り込み荷重上昇 (a)	溶融炉へガラス原料及び廃液を供給する原料供給ノズルにおいて、ガラス粉塵の堆積等によるガラス原料送り込み抵抗の増加	ガラス原料送り込み荷重をモニタリングし、随時駆動部への注油する。	—
			ガラス原料及び廃液供給を一時停止し、原料供給ノズル内を水洗浄する。	約1時間
	ガラス原料コンテナ交換時のコンテナ蓋の開閉不良等 (a)	コンテナ蓋のガイドレールの歪みによるコンテナ蓋の開閉抵抗の増大等	コンテナ蓋のガイドレールの歪みを修正する。 または、歪みを生じたガラス原料コンテナを使用しない。	約1時間
	ガラス原料反転カップ起伏異常 (a)	欠けや割れたガラス原料が反転カップの駆動部への詰まり	反転カップ内の欠けや割れたガラス原料を取り除く。	約1時間
縦管下部原料検知異常 (a)	ガラス原料の引っかかりにより縦管中部から下部へ原料が落下しない	縦管のハンマリングにより、ガラス原料の引っかかりを解除する。	約1時間	

○運転中に想定される特に注意すべき主な不具合事象

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
③ガラス溶融炉	溶融炉温度計の指示不良(a)	熱電対の断線	熱電対を予備品と交換する。	約1週間
			ガラス温度計(TI10.27)は、前回運転(17-1CP)後に予防保全の観点で交換した。	—
			その他予備品を保有していない熱電対等については、代替策(他の温度計による代替監視)により対応する。	—
	間接加熱装置の温度計指示不良(a)	熱電対の断線	1基の間接加熱装置に設置されている2本の熱電対のうち、2本とも断線した場合は運転を中断して、予備品と交換する。 なお、断線の原因となった熱電対の施工方法を見直した間接加熱装置の予備品を確保しており熱電対の断線の原因となった施工方法について、他の熱電対で同様の施工方法がないことも確認済み。	1か月
			1基の間接加熱装置に設置されている2本の熱電対のうち1本断線したとしても、他の熱電対で温度評価可能であり、運転を継続する。	—
	主電極冷却ユニットの作動不良(a)	電動機ユニットの故障	予備系の冷却ユニットに切替える。 また、電動機ユニットを予備品と交換する。	約5日
結合装置内圧上昇インターロック作動(流下ノズル加熱電源断)や流下時間の長期化(b)	結合装置の更新に伴う結合装置内圧力制御パラメータの調整が十分でない	結合装置の更新に伴い流下状況を確認しながら流下操作パラメータ(流下ノズル加熱電力、流下停止時の冷却エア流量、結合装置内圧力等)を調整しながら流下する。運転開始後の3本程度の流下までは、特に状況を注視しながら流下する。その後、運転状況に応じて随時調整する。	—	



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(3/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
③ガラス溶融炉	主電極間補正抵抗の低下(b)	白金族元素が主電極近傍まで堆積	<p>管理値である主電極間補正抵抗に加えて、補助電極間補正抵抗及び炉底低温運転への移行時間（堆積が進むと長期化）に着目し、約110本の固化体を製造した2007年までの運転実績と前回の運転（2019年7月）実績を比較した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主電極間補正抵抗：2007年までの運転の初期と同程度の値で推移している。 ・補助電極間補正抵抗：2007年までの運転の約50バッチ目に相当する値まで低下している。 ・炉底低温運転への移行時間：2007年までの運転の初期と同程度の値で推移している。 <p>以上から、補助電極間補正抵抗は、溶融炉の運転を停止し残留ガラス除去に移行する管理値ではないが、今回の運転本数や運転期間の見通しを得るため、以下の項目について傾向確認する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 補助電極間補正抵抗の低下傾向 （①のポイント）←運転開始後10バッチ程度 2. 炉底低温運転への移行時間 （②のポイント）←①以降10～20バッチ程度 	—
			主電極間補正抵抗が管理値に到達した場合は、溶融炉内のガラスをドレンアウトにより抜き出し、カレット洗浄を実施し、炉内残留ガラス除去作業後に運転を再開する。	約半年
		高放射性廃液の性状変化（酸化物濃度・Na濃度等）による原料供給速度やガラス温度の変動。	受入れた高放射性廃液のサンプリング、分析結果に応じて、濃縮器において濃縮、試薬を添加し、酸化物濃度、ナトリウム濃度を一定に調整する。	— < 271 >



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(4/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
③ガラス溶融炉	漏電によるガラス流下自動停止(b)	流下ノズルと加熱コイルの接触	<p>結合装置据付後に、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確認すること 通電確認試験により通電可能なことを運転開始前に実施することから、運転開始時には接触の可能性は無いと考えている。</p> <p>なお、運転中の接触による漏電発生については以下の対策を図り、早期の検知に努める。</p> <p>1. 加熱コイル給電系統にリークモニタを設置して漏れ電流発生の有無を継続的にモニタリングする。</p>	—
		想定よりも大きな流下ノズルの偏心により流下ノズルと加熱コイルが接触。	<p>炉内ガラスを全量抜き出すことが必要な場合(ドレンアウト)、流下ノズルと加熱コイルが接触しても漏電が発生しないよう、高周波加熱給電系統に絶縁トランスを設置する。</p> <p>予備品の材料手配に着手しており、流下ノズルと加熱コイルの位置を測定し、ノズル位置に応じた結合装置を製作して交換する。</p>	約半年
		流下ガラスの偏流により流下ガラスと加熱コイルが接触。	<p>加熱コイル周りにガラスが付着していないこと、流下経路に閉塞物がないことを確認し、再流下する。</p> <p>結合装置の更新に伴い流下状況を確認しながら流下操作パラメータを調整しながら流下する。運転開始後の3本程度の流下までは、特に状況を注視しながら流下する。</p>	1年
	廃気冷却管の閉塞(a)	<p>オフガス中のホウ素やナトリウムの析出(ホウ酸や硝酸ナトリウム)により、配管に閉塞事象が生じ、排気流量が低下する。</p>	<p>廃気冷却管を純水により付着物の洗浄を実施する。</p>	10時間程度
④台車	台車の故障(b)	<p>リミットスイッチの経年劣化により、所定の位置で停止しないため、周辺機器との衝突、溶融炉とのインターロック等不成立により運転不可。</p>	<p>ガラス固化体台車を一式更新する。</p> <p>・機器の設計は終了している。既設との取り合い部について3次元計測を行い、その結果を機器を製作に反映する。</p>	約1～1.5年 < 272 >



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(5/9) -

設備機器	事象	想定される要因	対策	復旧期間
⑤溶接機	XYスライダユニットの動作不良(b)	溶接電極を移動させるXYスライダユニットの故障	XYスライダユニットを予備品と交換する。	約1ヶ月
	仮付け溶接時の蓋の浮き上がり(a)	溶接電極と蓋の溶着	蓋の抑え等により、蓋の浮き上がりを修正し、再溶接する。	数時間
⑥除染装置等	除染装置内ホイスのガラス固化体吊具の動作不良(a)	ガラス固化体吊具の開閉機構の経年劣化（摩耗等）	ガラス固化体吊具を予備品と交換する。	約3週間
	ガラス固化体閉じ込め検査での汚染検出(a)	ラドントロン等による閉じ込め検査装置のサンプリング配管内汚染（2系統あるため1系統で対応可能）	空運転（加熱）により、サンプリング配管内を除染する。	約1日
		ガラス固化体の汚染	セル内入室し、水洗浄等によりサンプリング配管内を除染する。	約3週間
⑦固化セルクレーン	絶縁抵抗の低下(a)	6月～9月頃、外気（温度、湿度）の影響により、固化セル内の湿度が上昇し、固化セルクレーン（G51M100、M101）の各駆動系（主巻、走行、横行等）の絶縁抵抗が低下する。	照明の点灯による雰囲気温度の上昇、動作による駆動系の温度上昇などにより、絶縁抵抗の回復を図る。	1～2日
⑧両腕型マニプレータ	制御信号系の異常(b)	両腕型マニプレータスレーブアームの制御信号系に異常が生じスレーブアームが動作しない。	制御基板等を予備品と交換する。	約1週間
	テレスコチューブ/スレーブアームの動作不良(b)	駆動系、ポテンショメータ、コネクタ部の劣化または接触不良	駆動系等を予備品と交換する。	約1週間 < 273 >



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(6/9) -

設備機器	事象	想定される要因	対策	復旧期間
⑨搬送セルクレーン	ガラス固化体吊具の爪の開閉不可 (b)	ガラス固化体吊具の開閉機構の経年劣化 (摩耗等)	予備品と交換する。 なお、動作回数により交換頻度を定めており、本CP内での動作不良の発生は低い。	約2週間
	停止位置異常 (a)	位置検出用リミットスイッチの作動不良	手動にて停止位置を確認しながら運転継続する。	約1時間
⑩インセルクーラ	ファンの不具合(a)	ベアリング等の消耗部品の経年劣化 ※運転中は10台中6台が運転する設計となっており、1台停止により、固化セル内の温調に直接影響することはない	ファンユニット（電動機+送風機）を予備品と交換する。	約2週間
⑪その他	M/Sマニプレータ伸縮動作不良(a)	固化セル内及び搬送セル内でのM/Sマニプレータのマスターアームまたはスレーブアームの動作不良 駆動用ワイヤの噛み込み等	マスターアームや駆動用ワイヤ等を予備品と交換する。	約1週間
	冷却塔散水ポンプの不具合(a)	ベアリング等の消耗部品の経年劣化	ポンプ一式を予備品と交換する。	約1日
	2次廃液処理系移送ポンプの異常(a)	シャフトスリーブやベアリング等の摺動部品の摩耗による過負荷 (予備機に自動で切り替わるため、蒸発缶の運転には直接影響しない。)	分解して摩耗した部品を交換する。	約1ヶ月 (溶融炉の運転を停止し、分解整備可能な運転状態に移行するまでに約3週間を要する。)
	水素希釈空気流量低下、液位計等の指示値の変動 (a)	水素希釈空気配管や計装導圧配管の閉塞	純水等を用いた閉塞解除操作により詰まりを除去する。	約2時間 < 274 >



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(7/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
⑪その他	パルセータ均圧弁等の開閉表示不良 (a)	均圧弁等のリミットスイッチの不具合	均圧弁等の開閉信号が正常に出力されないため、自動運転が不可となることから手動で運転を継続する。	約5時間
	工程制御装置のプログラムエラー (a)	設備更新後、ドレンアウトの実証確認が取れておらず、ドレンアウトのプログラムに不具合が生じ、ドレンアウトができない。	ドレンアウト中はメーカを常駐することにより、不具合に対して速やかに対応できる体制を構築する。	数時間
	ITVカメラの不具合(a)	制御基板や撮像管等の劣化	制御基板等を予備品と交換する。	約1週間
		ケーブルの劣化	ケーブルを予備品と交換する。	約1週間
	固化セル内での水漏れ(b) ※固化セル内のドリフトレイに設置している仮設計器によりドリフトレイの液位変化をモニタリングしており、警報発報前に検知可能	結合装置の遠隔継手からの冷却水の漏えい	給電フィーダダクトにのぞき窓が設置されており、遠隔継手からの漏えいの有無を確認する。 遠隔継手からの漏えいの場合、遠隔継手を予備品と交換する。	約1週間
		中放射性廃液貯槽のサンプリングポットからの漏えい	定期的にサンプリングポットへ廃液を循環させ、閉塞状況の確認を行っている。閉塞傾向が認められた場合は、純水等を用いた閉塞解除操作により詰まりを除去する。	数時間
		インセルクーラ、溶接機等固化セル内機器の冷却水配管からの漏えい	固化セル内ITVカメラで漏えい箇所を確認し、予備品等へ交換する。 インセルクーラは運転中は10台中6台が運転する設計となっており、1台停止により、固化セル内の温調に直接影響することはないことから当該漏えいした系統の隔離処置（閉）を行う。	約1週間



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(8/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
⑩その他	冷水設備ポンプ停止(a)	冷凍機制御系のリレー、電磁接触器等の接触不良	リレー等を予備品と交換する。 なお、過去の不適合の是正処置として定期的（1年・5年・10年周期）に制御系のリレーを交換している。	約1日
	圧空作動弁の動作不良 (a)	リミットスイッチの作動不良	予備品と交換する	約5時間
	ユーティリティ系配管からの水漏れ（蒸気漏れ含む）(a)	腐食等によるピンホールからの水漏れ	補修治具（金属パテ、クランプ等）などにより水漏れ箇所の止水処置を施す。	数時間
	建家及びセル換気系送排風機、冷却水ポンプ等の故障(a)	ベアリング等の摺動部品の摩耗による過負荷 (予備機に自動で切り替わるため、運転には直接影響しない。)	予備品（電動機含む）と交換する。	約1日
	工程監視盤演算器の故障(a)	不足停電時、ヒューズ切れやボタン電池切れによる交換時の静電気の発生	演算器を予備品に交換する	数時間



想定される不具合事象

【参考資料】

- 想定される不具合事象等の抽出(9/9) -

○運転準備段階で想定される不具合事象

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
ガラス溶融炉	結合装置の取り付け不良(c)	既設配管との新規配管接合部(ジャンパー管)の取り付け誤差。	既設結合装置の製作時の位置情報を反映した治具に合わせて製作管理し、既設ジャンパー管を用いる。	—
			既設のジャンパー管が取付かない(冷却水の漏れが発生する場合を含む)場合は、現在保有している予備のジャンパー管を位置調整して取付ける。	約1週間
			上記の対応でも取付かない場合は、既設配管との取り合いを3次元計測して、計測結果を反映した新規ジャンパー管を製作し交換する。	約3ヶ月
		既設との取り合い部や絶縁材貫通部の隙間等からのインリーク量が増加する(結合装置内圧上昇)。	流下操作パラメータ(流下ノズル加熱電力、流下停止時の冷却エア-流量、結合装置内圧力等)を調整する。	—

○その他設備機器の不具合以外の事象

事象	想定される要因	対策	復旧期間
運転員の新型コロナウイルス感染	運転員(5班3交替、1班10名体制)のコロナ感染により、運転体制を維持できず運転中断	機構の新型コロナウイルス感染症に関する対応ガイドラインに従って感染防止に努める。 運転員と日勤との接触を回避するため、休憩室、食事等の場所を分ける。 また、運転員(全員)は腕章を着用し、認識強化と日勤との識別を図る。	—
		10名/班(班長1名含む)を維持するため、出勤見合わせとなった運転員を日勤の代直要員(各担当約2名、全体で約20名)により補い、運転体制(5班3交替)を維持する。	—
		日勤の代直要員により運転体制(5班3交替)を維持できない場合は、出勤見合わせとなった運転員が、班長または各工程の代直員数を上回った場合は、4班3交替により運転が継続できるかどうか検討する。 なお、4班3交替は、労務管理上短期間(約1か月間以内)の対応となる。	—
		日勤の代直により運転体制(4班3交替)を維持できない場合一旦運転を中断する。	約2週間 < 277 >

【炉底低温運転について (1/2)】

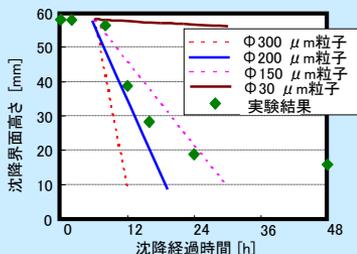
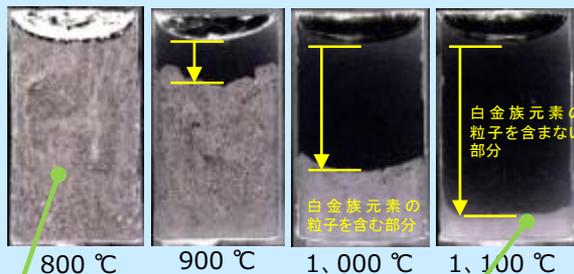
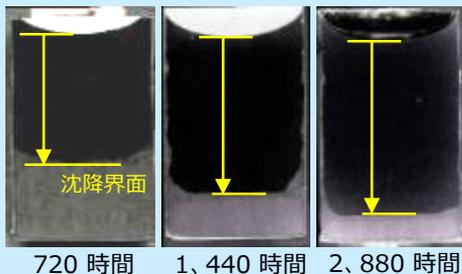
白金族元素の特徴と溶融ガラス物性への影響

- ① ホウケイ酸ガラスに対して溶けにくく、密度が高い (RuO_2 : 7 g/cm^3 、ガラス: $2.5 \sim \text{g/cm}^3$)
⇒析出した白金族元素は酸化物もしくは金属粒子として沈降・堆積する
- ② ガラス中の白金族元素粒子の割合が高まると比抵抗が低くなる。
⇒堆積ガラスは、溶融ガラスより電流が流れやすい
- ③ ガラス中の白金族元素粒子の割合が高まると、粘度が高くなる。
⇒堆積ガラスは、流れにくく抜き出しがし難い

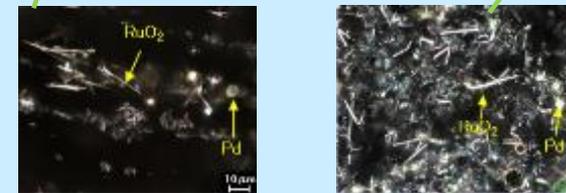
模擬ガラス中の白金族元素の観察

白金族元素の粒子を含むガラスを溶融した状態で保持すると、時間とともに粒子が沈降する。また、温度が高いほど粒子の沈降が速い。

- 保持時間が長いほど白金族元素粒子は沈降する
- 温度が高いほど白金族粒子は沈降しやすい



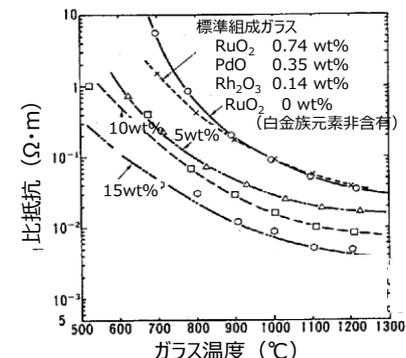
炉底部に沈降する白金族粒子サイズは 150~200 μm と推定



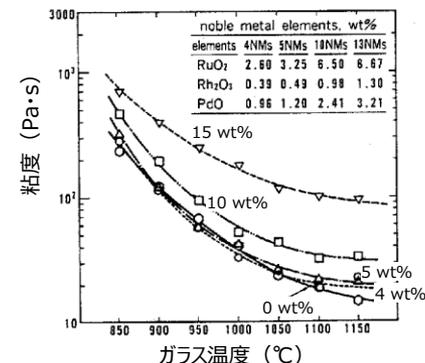
- 「溶融ガラス」は白金族粒子が分散。
- 底部の「堆積ガラス」は、 RuO_2 の針状粒子が絡みあっている。

① 白金族元素のガラス溶解度

酸化物	溶解度(wt%)	ガラス中の濃度(wt%)
RuO_2	<0.1	0.74
PdO	<0.05	0.35
Rh_2O_3	<0.05	0.14

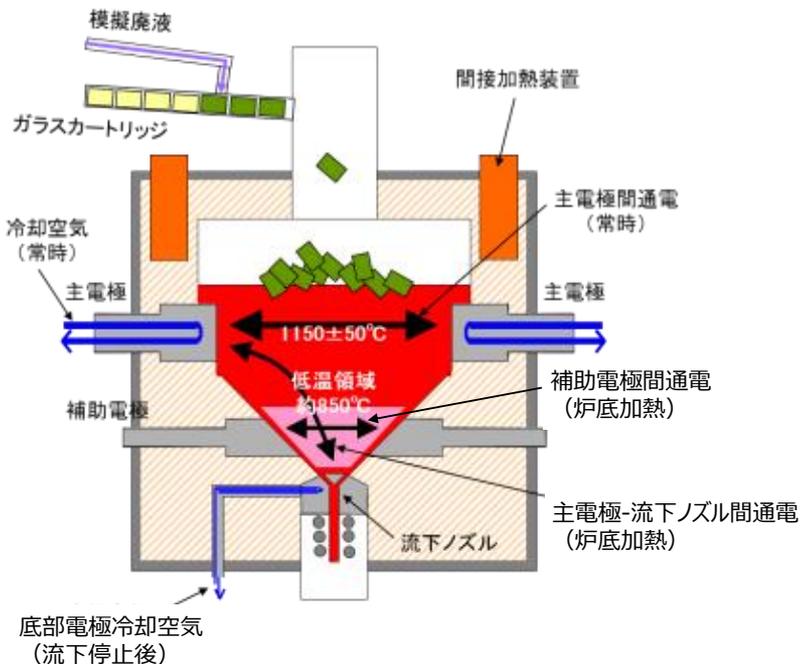


② 白金族元素含有ガラス温度と比抵抗 (RuO_2 の依存性)

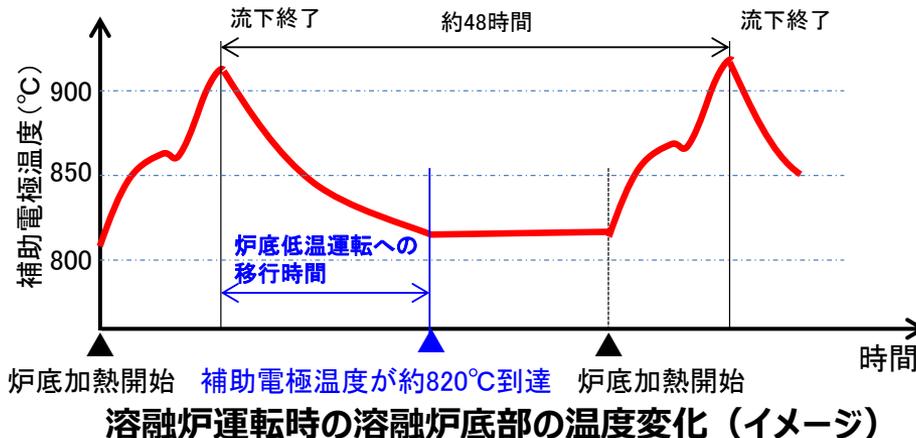


③ 白金族元素含有ガラス温度と粘性

【炉底低温運転について (2/2)】



原理：溶融炉底部のガラス温度を低温に維持することで、ガラスの粘性を増加させ、白金族元素粒子の沈降を抑制する



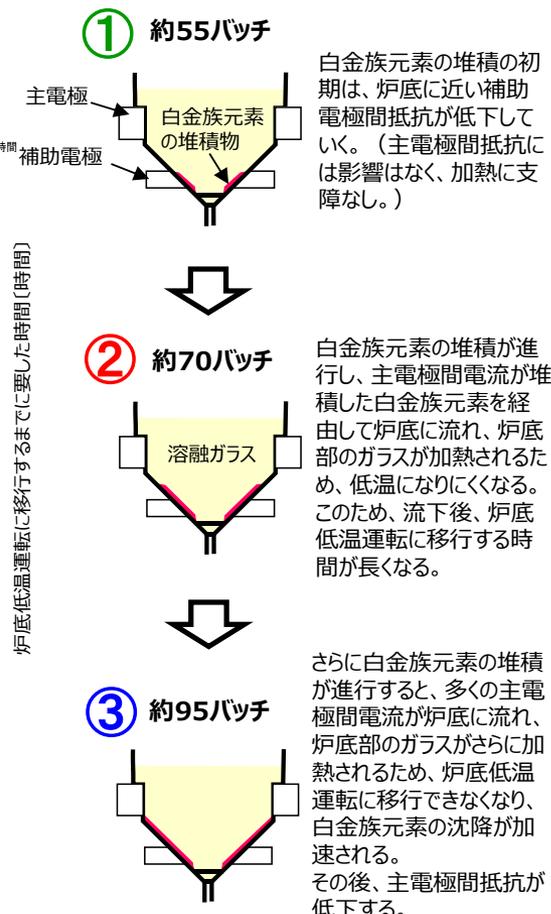
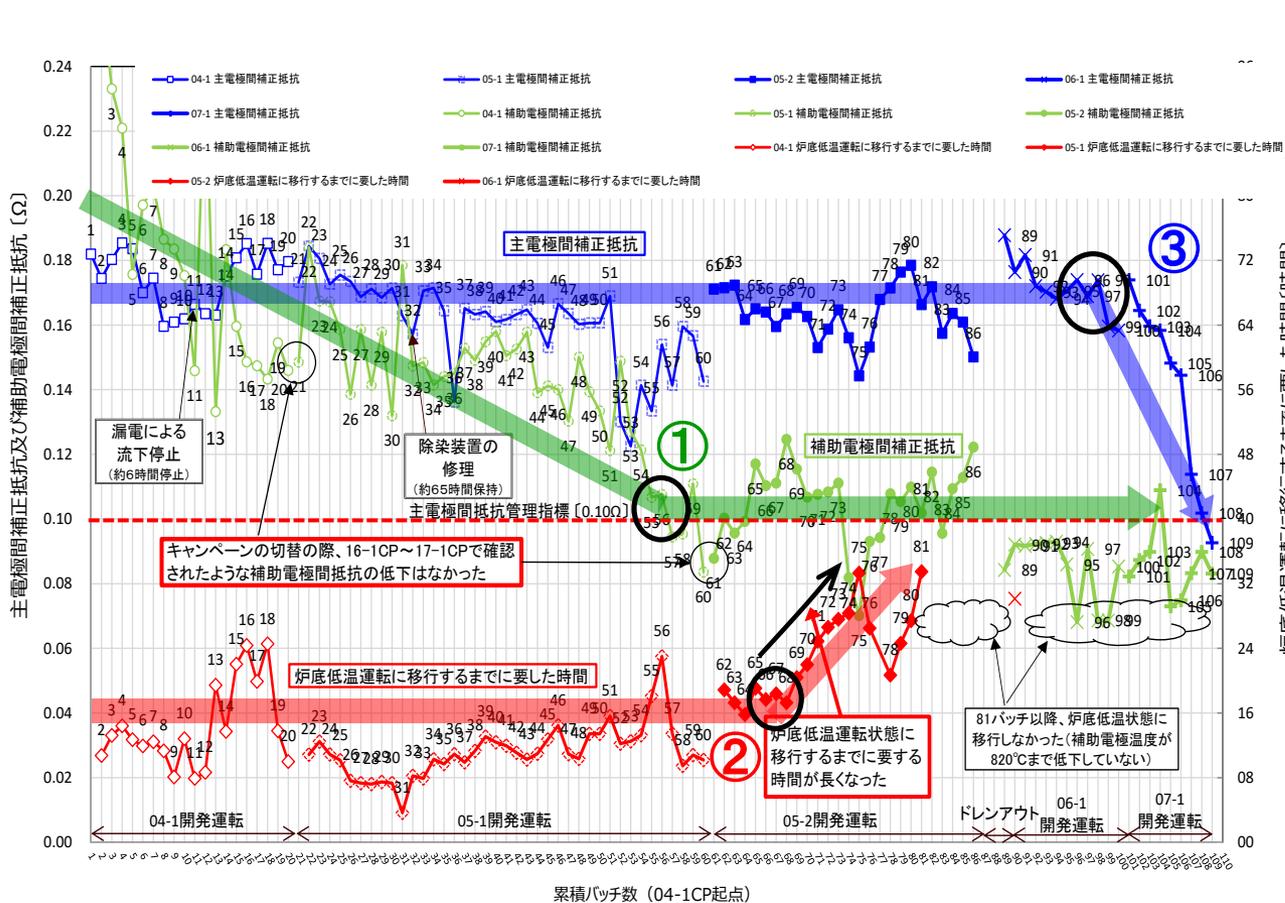
運転管理及び操作

- 主電極通電によりガラス温度 $1150^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ に保ち、同時に補助電極間電流を調節することで、炉底部のガラス温度を約 850°C とするために、補助電極温度を約 820°C に管理する。
- 流下にあたり、炉底加熱により炉底部の温度を上げる必要がある。また、流下中は、高温のガラスが炉底部に流れ込み温度が高くなる。
- 流下終了後、速やかに炉底低温状態に移行させるために、主電極-流下ノズル間の通電を止めるとともに、底部電極に冷却空気を流して、炉底部の温度を下げる運転操作を行う。

【電極間補正抵抗及び炉底低温運転への移行時間の推移 (2007年までの運転実績)】

TVF溶融炉は運転継続に伴い、白金族元素が徐々に炉底部に堆積する。
白金族元素堆積に係る運転パラメータは、ガラス固化体製造に伴い以下のように推移。

➤ TVF2号溶融炉における2007年までの実績(炉内整備まで：ガラス固化体110本製造)



主電極間補正抵抗及び補助電極間補正抵抗とバッチ開始時から炉底低温運転*1に移行するまでに要した時間の推移

*1: 補助電極温度(T10.5)が820℃まで放冷されたタイミング

【2007年までの運転 (04-1~07-1CP) と前回運転 (19-1CP) の運転データの比較】

