

再処理施設アクティブ試験におけるガラス固化試験結果等に係る報告について（概要）

1. はじめに

- 2013年5月8日から26日にかけて実施したガラス溶融炉A系列のガラス固化試験（安定運転確認・性能確認）で得られた運転データ等の詳細評価を行った。
- 今回のA系列のガラス固化試験の評価結果を含め、これまで実施した事前確認試験およびガラス固化試験の評価結果を「再処理施設アクティブ試験におけるガラス固化試験結果等に係る報告」として取りまとめた。
- また、ガラス固化設備のアクティブ試験は、2007年11月4日に開始して以降、追加的な検討などを含めて試験を行っており、本報告書では、これらの経緯についてもあわせて取りまとめた。

2. ガラス溶融炉A系列におけるガラス固化試験の評価結果

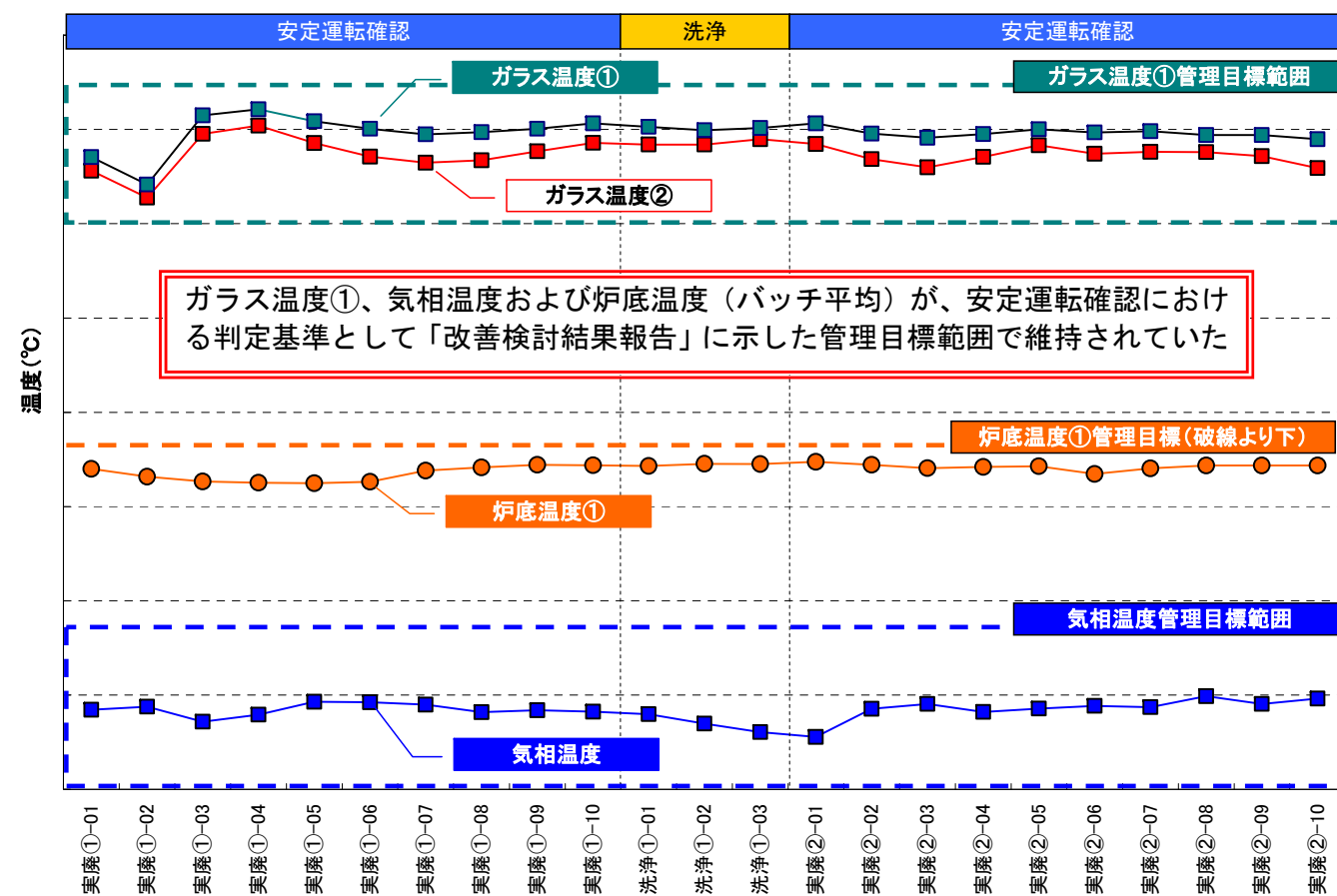
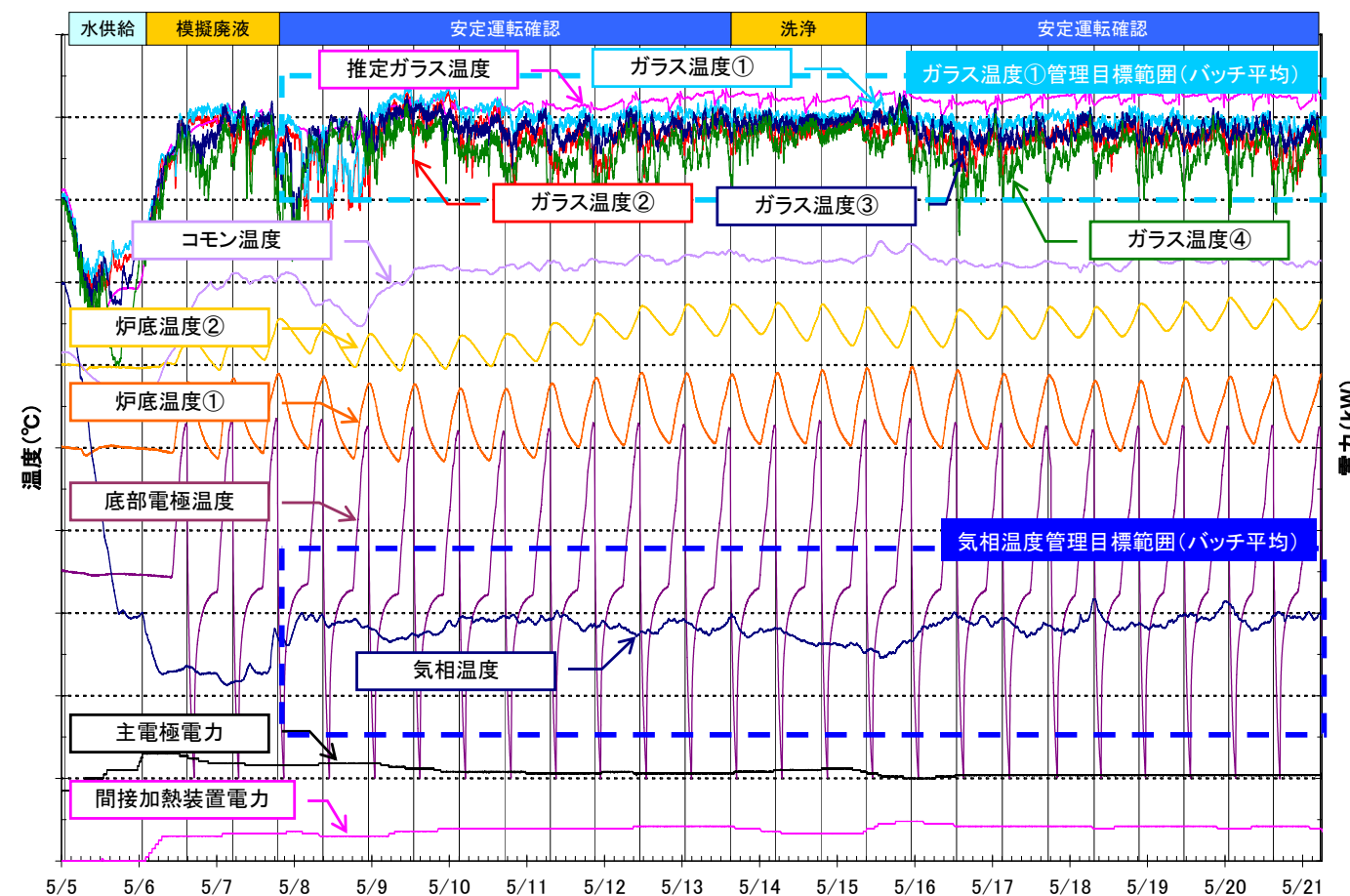
(1) ガラス固化試験結果概要

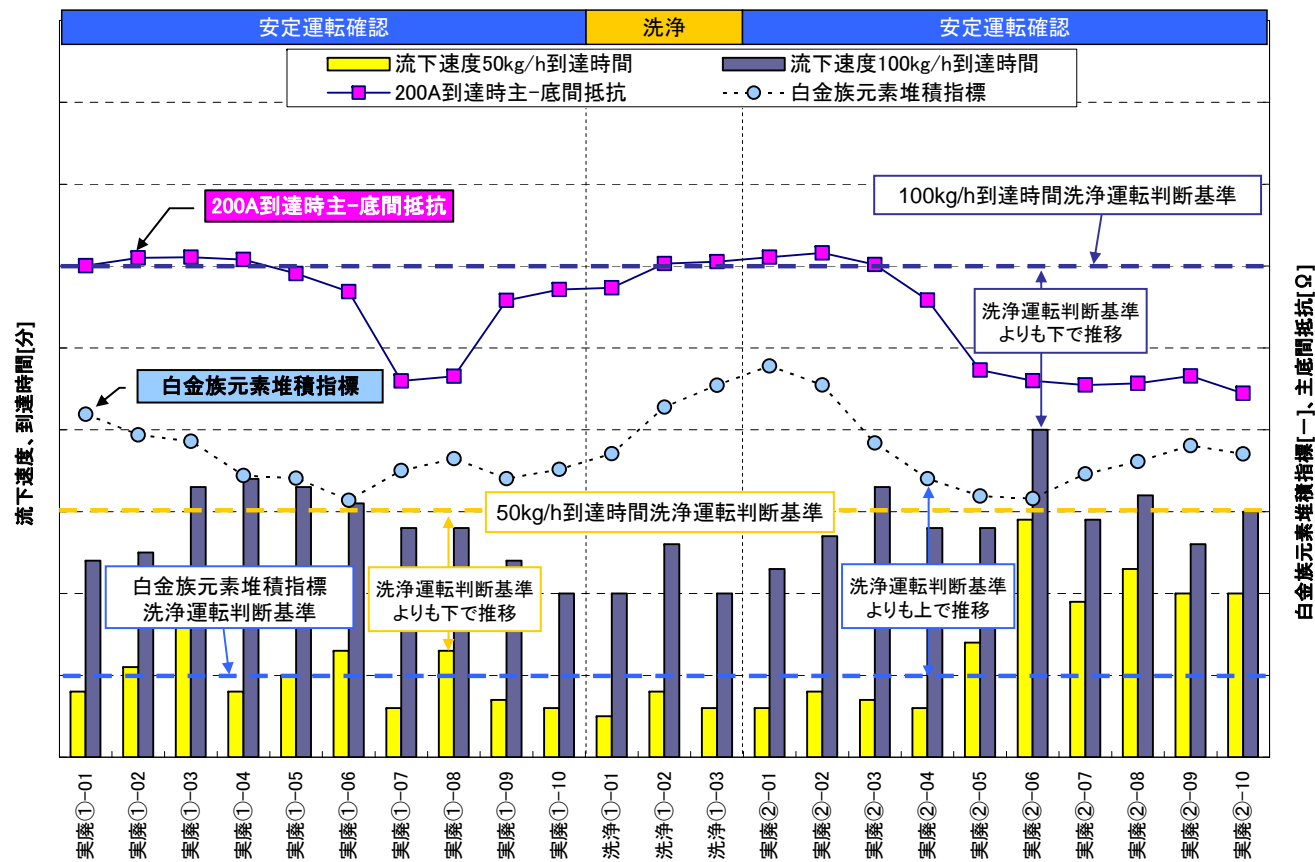
- 「ガラス溶融炉A系列のガラス固化試験」における確認項目および確認結果の概要を以下に示す。

確認項目	確認結果概要
安定運転確認	<p>廃液供給10バッチ+洗浄3バッチ+廃液供給10バッチの運転を行い、ガラス温度、気相温度および炉底温度が管理目標範囲内であるとともに、洗浄運転が管理目標範囲内で安定した状態が維持できること</p>
性能確認	<p>5バッチの中で70L/h以上で運転できること</p> <p>計測を実施した1時間において、「性能確認」の判定基準である70L/h以上を満足する約76L/hの処理量で運転することができた</p>

(2) 「安定運転確認」の結果

- ガラス温度、気相温度および炉底温度が、管理目標範囲内であるとともに、洗浄運転に移行することなく、白金族元素が管理された運転が維持できており、試験は問題なく終了した。
- また、連続10バッチの運転の間に洗浄運転を行うことで、白金族元素の低減を図り、白金族元素の沈降、堆積を抑制する運転が実施できた。



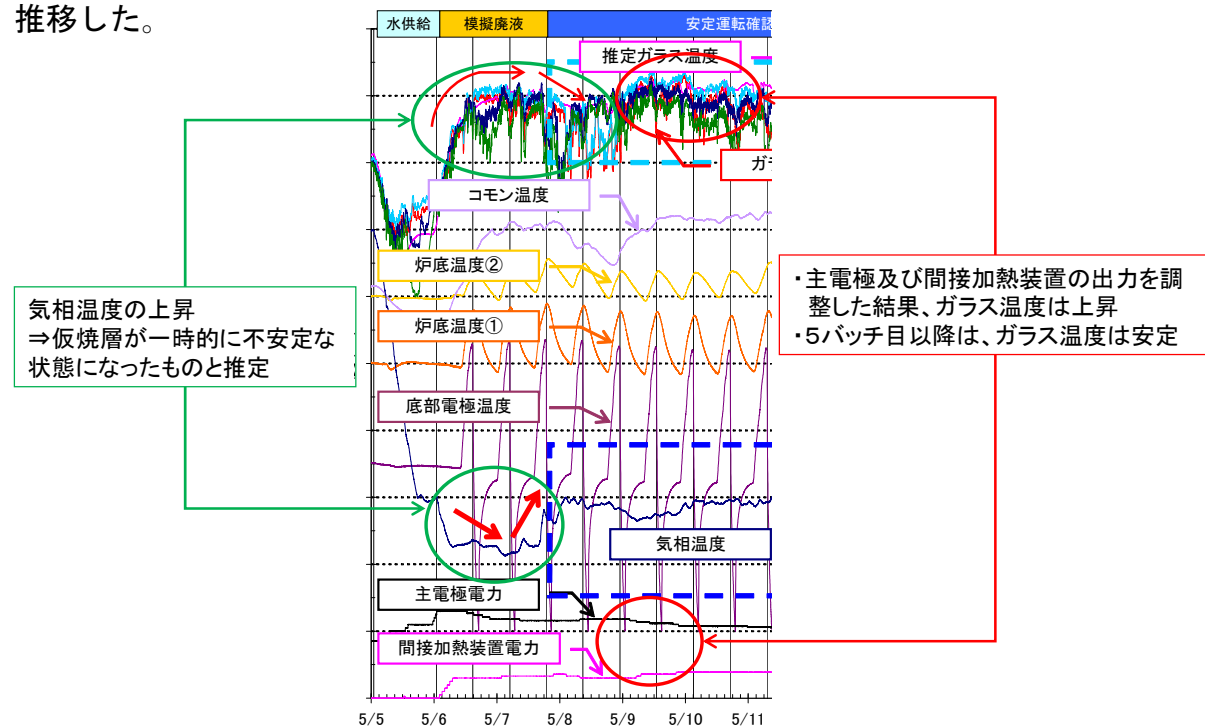


(3) 「安定運転確認」で得られた運転データ等に対する評価

「安定運転確認」は、判定基準を満足する結果が得られたが、今後のガラス熔融炉の運転をより良くするための改善点の抽出などの観点で、「安定運転確認」で得られた運転データ等に対する評価を行った。

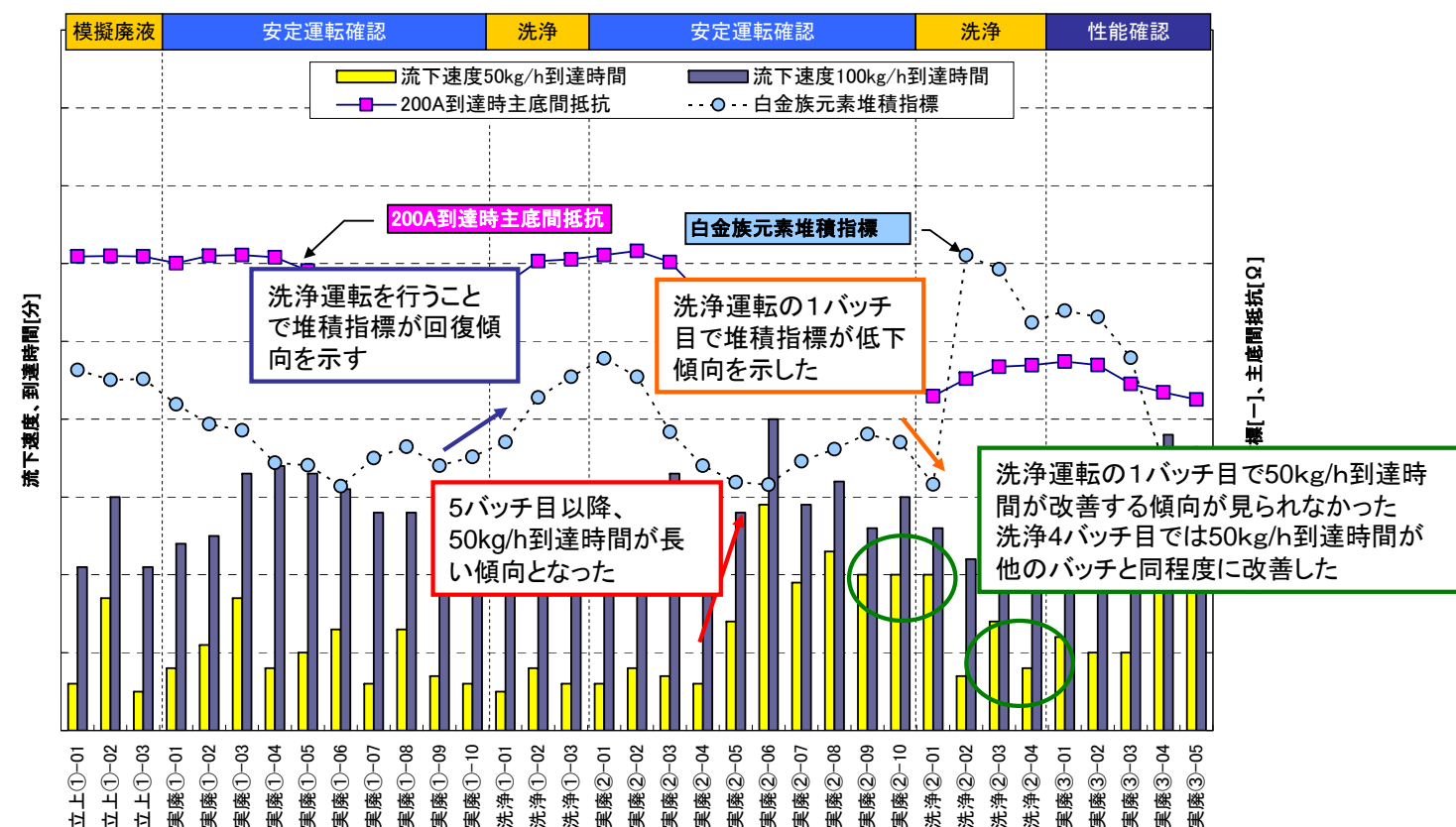
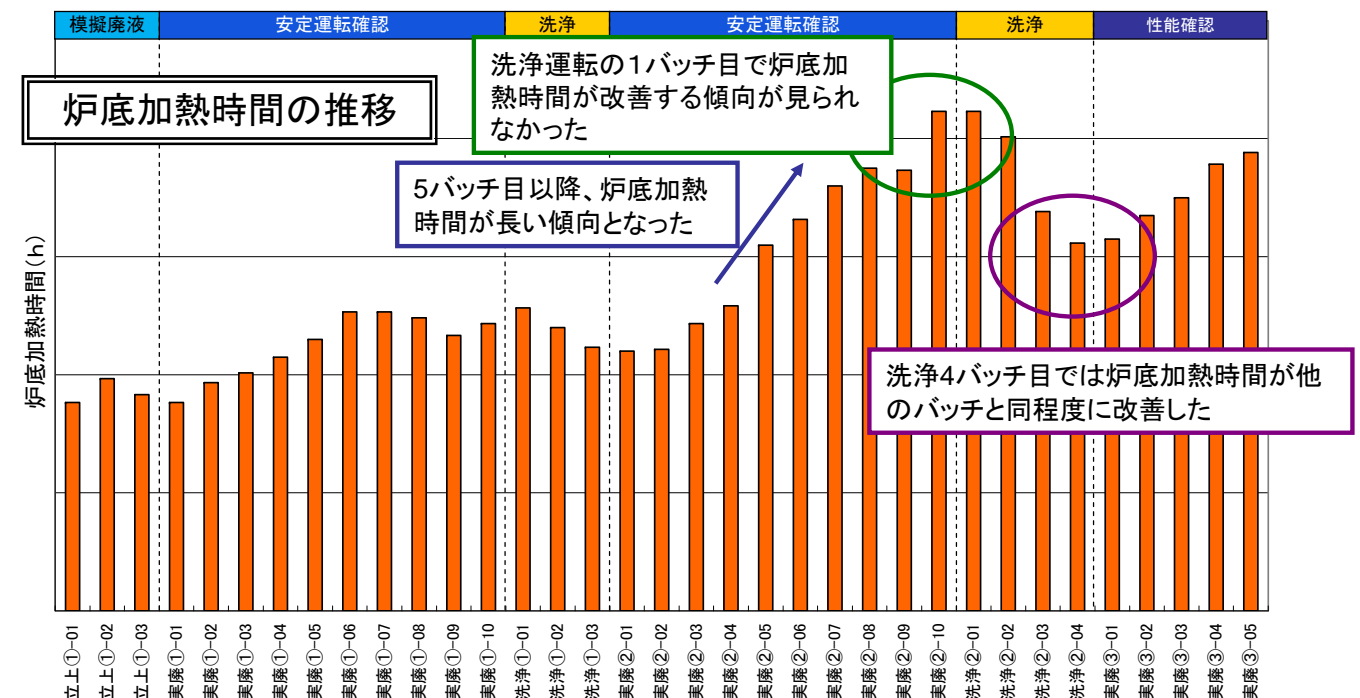
① 模擬廃液による仮焼層形成段階から実廃液供給への切り替え段階での温度推移

- A系列のガラス固化試験準備として行った仮焼層形成のための模擬廃液による運転において、最終バッチの後半に気相温度の上昇が見られた。これは、一時的に仮焼層が不安定な状態になったために見られたものと推定した。
- この影響により、実廃液供給に切り替えた後の1、2バッチ目のガラス温度が低めに推移したが、主電極および間接加熱装置の電力調整を行い、5バッチ目以降は、ガラス温度は安定して推移した。



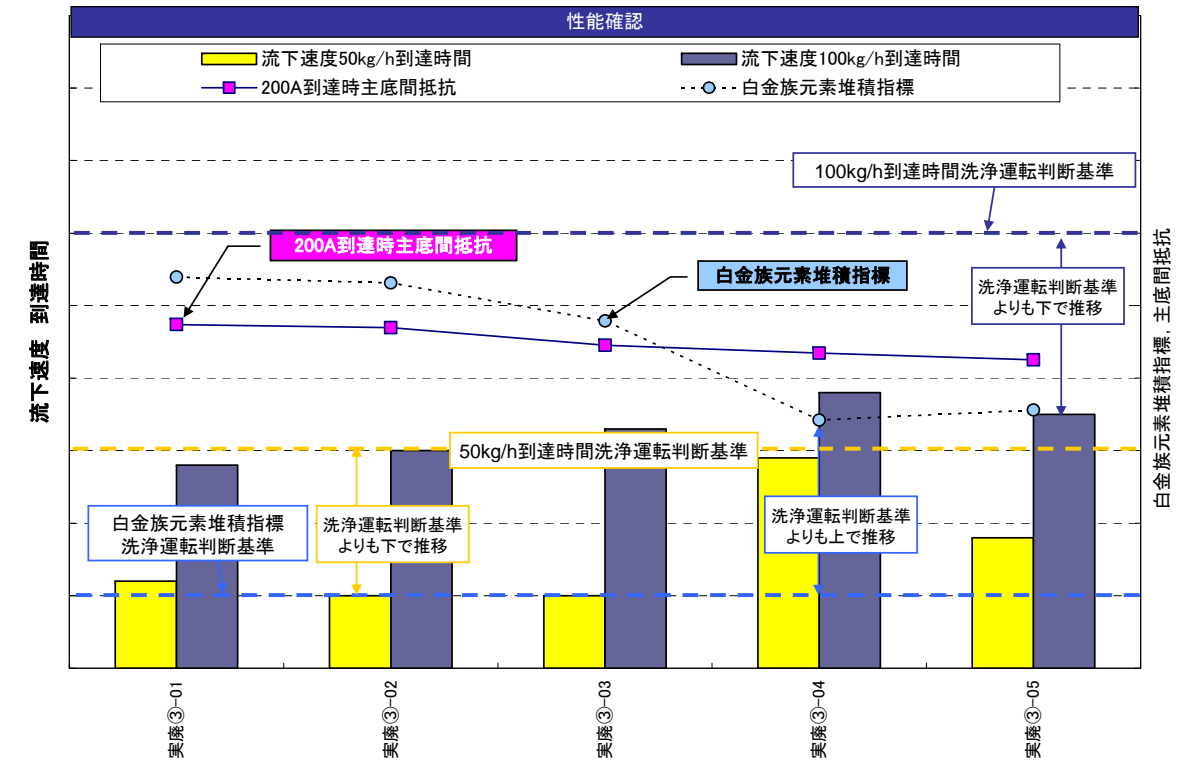
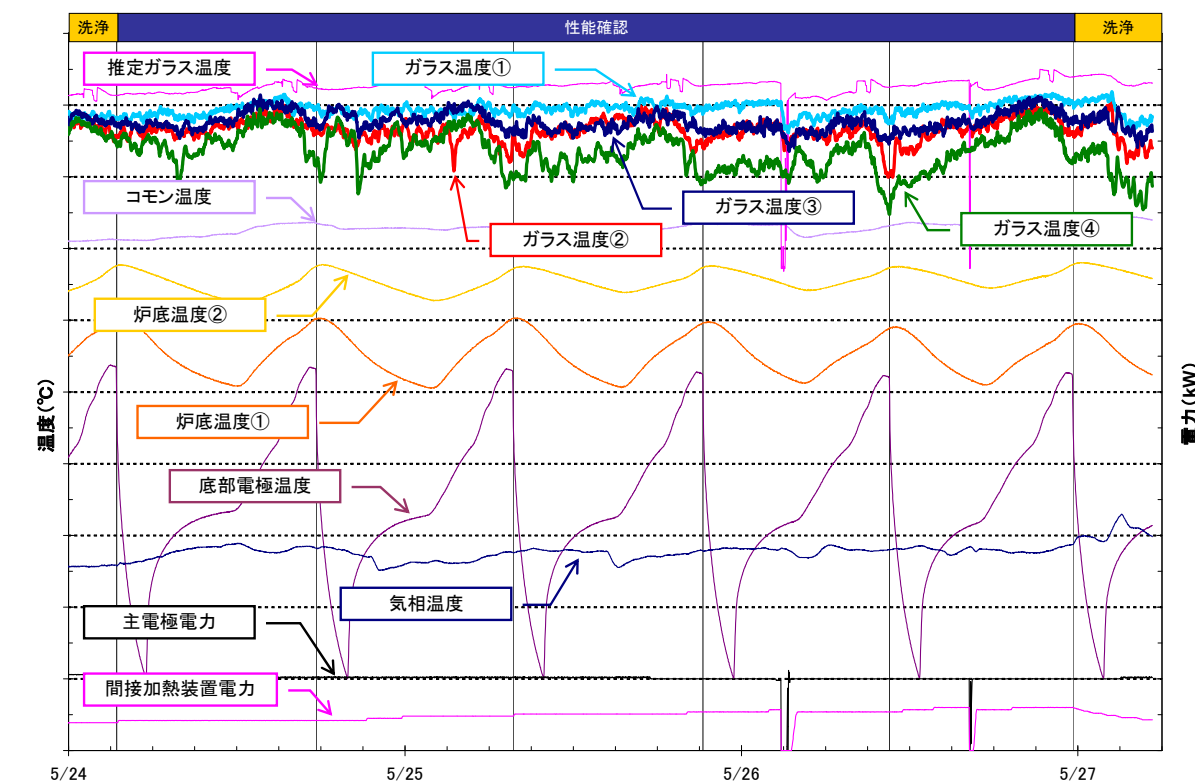
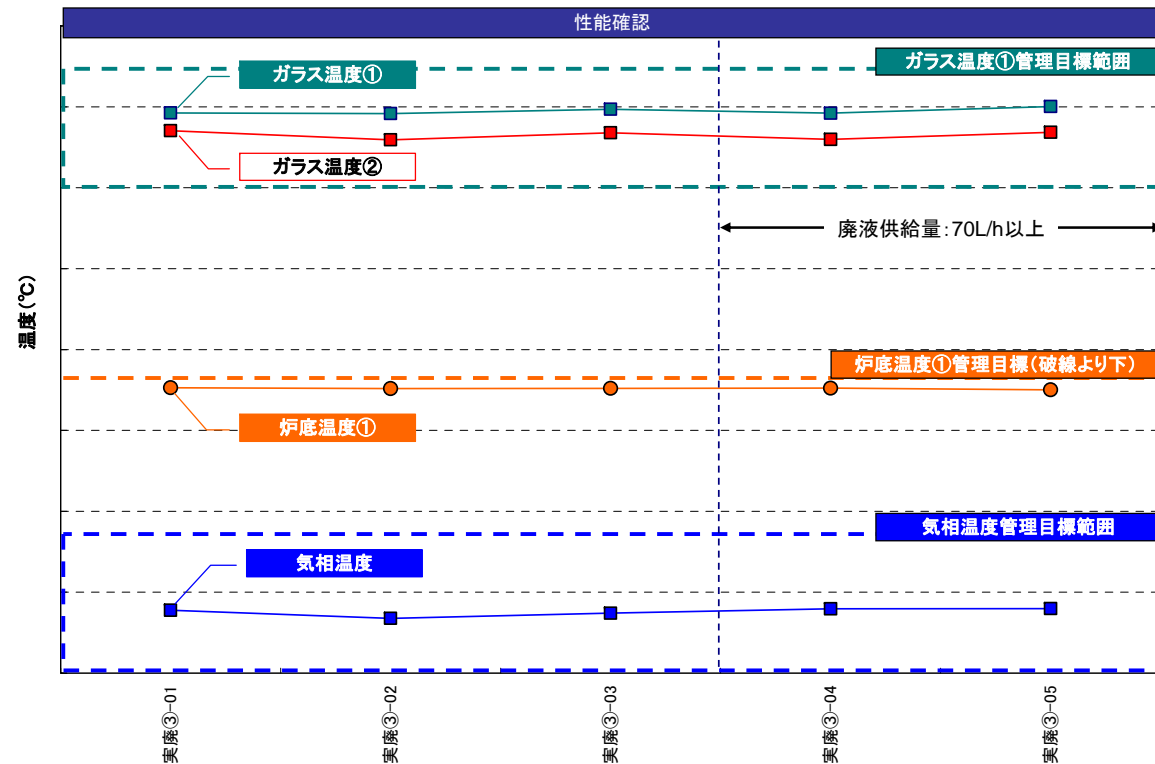
② 「安定運転確認」後半における高周波加熱切り替えの不具合

- 「安定運転確認」後半10バッチの4バッチ目の流下終了後に高周波加熱切り替えの不具合が発生し、通常は流下停止後に自動的に行なわれる底部電極の冷却開始が若干遅れた。この影響で、5バッチ目以降の主電極-底部電極間通電による炉底加熱時間が長くなる傾向が見られるとともに、流下性の指標である流下速度50kg/h到達時間が長くなる傾向が見られた。
- 「安定運転確認」後の洗浄運転の1バッチ目も上記傾向が継続していたことから、白金族元素を管理された状態で運転する観点から、洗浄運転を4バッチ実施し、炉底加熱時間および流下速度50kg/h到達時間を他のバッチと同程度にすることができた。



(4) 「性能確認」の結果

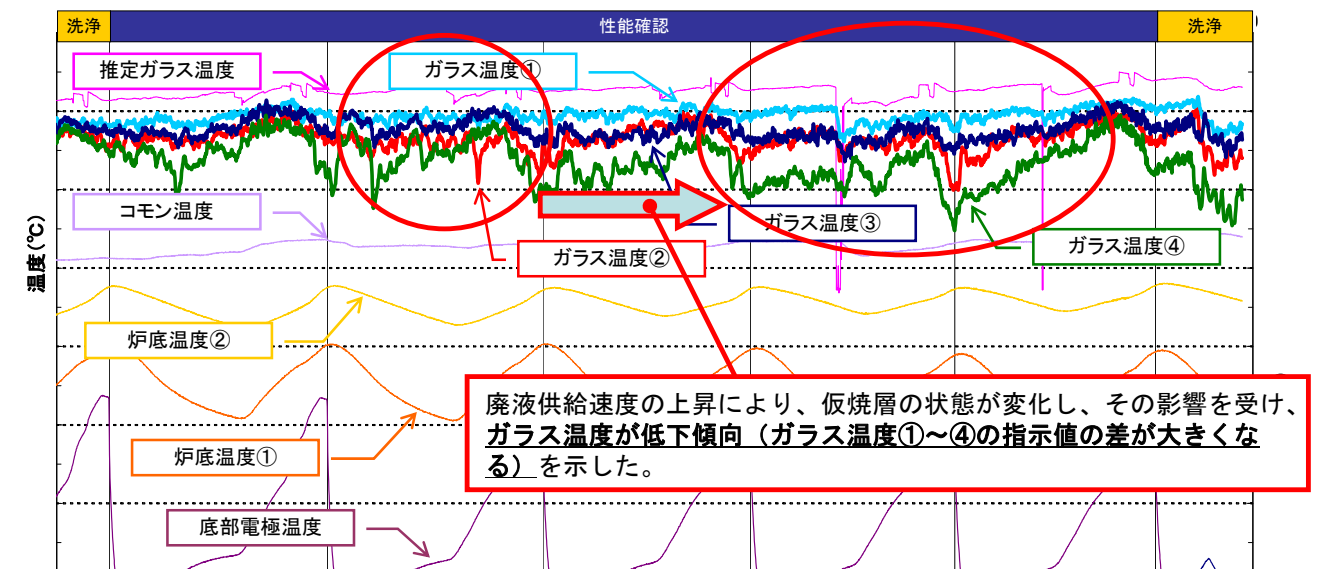
- ガラス溶融炉B系列と同様に段階的に廃液供給流量を上げ、4バッチ目、5バッチ目で判定基準である70L/h以上を満足するよう廃液供給流量を設定し運転を行った。
- その結果、計測を実施した1時間において約76L/hの処理量で運転することができた。
- その間、判断基準ではないものの、ガラス温度、気相温度および炉底温度は安定運転の管理目標範囲を維持した状態であるとともに、白金族元素堆積指標、流下性の指標が洗浄運転への移行判断基準に達することなく運転ができた。
- また、「性能確認」を行う上で必要な条件として設定したガラス溶融炉内の液位が通常運転の範囲内であること、ガラス溶融炉内の負圧変動が通常範囲内であることについても確認した。



(5) 「性能確認」で得られた運転データ等に対する評価

「性能確認」は、判定基準を満足する結果が得られたが、今後のガラス溶融炉の運転をより良くするための改善点の抽出などの観点で、「性能確認」で得られた運転データ等に対する評価を行った。

- ◆ 「性能確認」における白金族元素堆積指標、ガラス温度の推移
- 「性能確認」の4、5バッチ目では、判定基準である70L/h以上を満足するよう、廃液供給流量を通常よりも高めに設定し運転を行った。
- この際、仮焼層形成状態が変化し、その結果、白金族元素堆積指標およびガラス温度が低下傾向（ガラス温度①～④の指示値の差が大きくなる）を示した。
- 主電極等の電力調整を行うことで安定運転の管理目標範囲内で運転管理はできているが、上記の状況から、最大処理能力での運転は仮焼層への影響が大きいため、今後の作業段階において、安定運転の観点では、通常の処理量で安定的に運転を継続して行うことがガラス溶融炉の運転管理としては重要であると評価した。

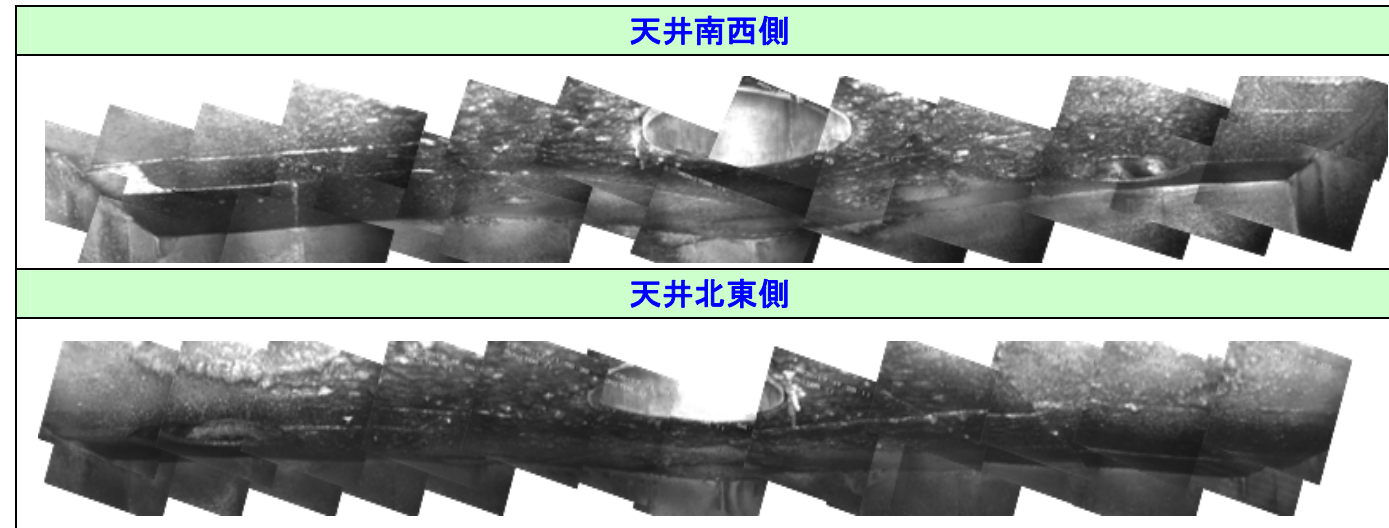
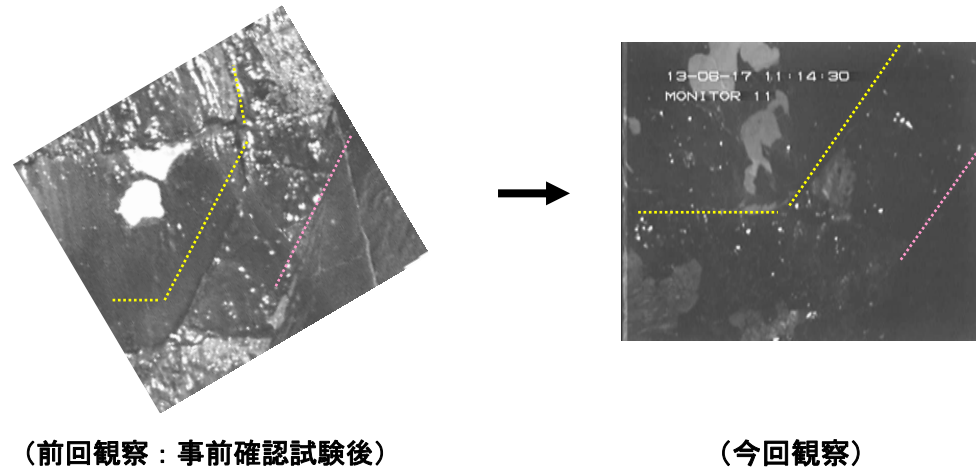


廃液供給速度の上昇により、仮焼層の状態が変化し、その影響を受け、ガラス温度が低下傾向（ガラス温度①～④の指示値の差が大きくなる）を示した。

- なお、4、5バッチ目にガラス溶融炉の電力盤の不具合があったが、警報対応手順に従い、復旧（ガラス溶融炉の通電およびガラス原料・廃液供給を再開）を確認するとともに、ガラス溶融炉の運転状態に問題がないことを確認している。

3. 炉内観察結果

- レンガの割れ、欠けの状況および炉内残留ガラスの状況について確認した結果、天井レンガや接液レンガに大きな欠損、剥離は確認されなかった。これまでと同様、若干の割れ・欠けの進展が確認されたが、割れの進展は減少傾向を示しており、新たな割れは発生しにくくなっていると考えられる。炉底部の残留ガラス重量は約37kgであった。



4. 「改善検討結果報告※」に示した改善の効果に対する評価

※「再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋 ガラス溶融炉運転方法の改善検討結果について」（2010年7月15日報告（同年8月23日および11月1日改正））

「改善検討結果報告」では、「ガラス温度等の安定状態を維持した運転」、「白金族元素の管理された状態での運転」を実現するために以下の改善を行うことを計画し、それを踏まえて実施したガラス固化試験では、目標とする安定運転の確認を達成することができた。

(1) ガラス温度等の安定状態を維持した運転

① ガラス温度測定点の追加

- ◆ 当初、ガラス溶融炉に設置していたガラス温度計に、より深い位置に温度測定点を追加設置
⇒ガラス温度指示値が仮焼層の影響を受けにくくなった。
- ◆ 「性能確認」において廃液供給量を増加させた際に、仮焼層が成長すると当初設置していたガラス温度②は仮焼層の影響を受け、指示値が低くなる傾向が見られたが、追加設置したガラス温度①は仮焼層の影響を受けにくく、ガラス温度が低くなる傾向は見られなかった。
⇒これにより、不溶解残渣廃液を含む高レベル廃液を用いて運転を行った以降と同様な仮焼層の状態変化が生じた場合でもガラス温度を適切に把握することができ、ガラス温度上昇等による白金族の炉底部への急激な沈降を防げたと考える。

② ガラス温度計の追加設置

- ◆ 当初ガラス溶融炉に設置していたガラス温度計とは別の位置に新たに温度計③④を追加設置
⇒仮焼層の局所的な現象（ホットスポット等）による一時的なガラス温度等の変動か、実際に仮焼層の状態が変化しガラス温度等が変動しているかの違いを把握することができるようになった。
⇒これにより、仮焼層の局所的な現象（ホットスポット等）による一時的なガラス温度等の変動に対して主電極電力、間接加熱出力の調整を行いガラス温度等のバランスを維持することができたと考える。



仮焼層のホットスポットが温度計位置にくると温度が変化するため、これまではその温度変化を見て電力調整していた
⇒温度計が1点を計測している場合、仮焼層の状態が変化すると想定し電力調整を行ってしまうが、水平方向に複数点を計測している場合、ホットスポットの影響と分かるため電力調整は実施しない。

(2) 白金族元素の管理された状態での運転

① 模擬廃液による洗浄運転への洗浄運転方法の変更

- ◆ 洗浄運転の方法を、模擬ガラスビーズを用いる方法から模擬廃液とガラスビーズを用いる方法に変更
⇒洗浄運転初期のバッチで流下性が低下することが無くなった。
- ◆ 模擬廃液とガラスビーズを用いる洗浄運転の方法の場合には、洗浄運転時にも仮焼層が維持されるため、仮焼層に含まれている白金族元素が炉底部に沈降、堆積することがなく、徐々に流下により抜き出すことが可能である。
⇒炉内の白金族元素のバランスを維持した状態で炉内の白金族を抜き出すことが可能となったと考える。

②定期的な洗浄運転の実施

- ◆ これまでのアクティブ試験では、炉底部に白金族元素が沈降、堆積した兆候が確認された場合に回復運転として洗浄運転を行っていたが、この場合、徐々に炉内の白金族保有量が増加した状態で白金族元素が炉底部に急激に沈降、堆積すると洗浄運転による回復が困難な状況になることがあった。
- ◆ 洗浄運転を定期的の実施することで炉内白金族元素の保有量を増やさないように制御ができるため、回復が困難な状況に至ることを防ぐことができると考える。
⇒これは、白金族元素を管理した状態で運転を行う安定運転の一助となる。

5. まとめ

- 旧原子力安全・保安院から指示された「安定運転確認」については、ガラス固化試験において確認できた。
- ガラス固化試験が終了したことにより、ガラス溶融炉の処理能力に係る使用前検査の前に実施する必要がある試験項目がすべて終了した。
- また、ガラス溶融炉の試験等を通じて、安定運転の管理範囲内での運転を行うための手順や管理方法を整理するとともに、ガラス溶融炉等で発生することが想定される事象とそれに対する対応方法を想定事象対応手順などに整理することで、安定運転を確実に実施するための体制を構築した。
- さらに、KMO C試験等を通じて運転員の技術力を向上させ、安定運転の管理範囲内での運転が実施できる体制作りを行った。これらは、ガラス固化試験で安定運転が確認できたことに加え、アクティブ試験の成果と考える。

以上

