

高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セルにおける高レベル廃液の滴下について

1. 事象概要

1月21日に、漏えい液受皿の液位計の計装配管詰まり除去作業の一環として高レベル廃液ガラス固化建屋の固化セルの漏えい液受皿集液ポット内に滞留していた液体の分析を行ったところ、放射能濃度が高いことを確認したため、固化セル内をITVカメラで確認した。同日18時35分頃（18時37分）に、高レベル廃液供給配管閉止フランジ（以下、「閉止フランジ①」という。）から、高レベル廃液が滴下していることを発見した。

遠隔操作にて閉止フランジのボルト増し締め作業を行い20時42分に滴下の停止を確認した。

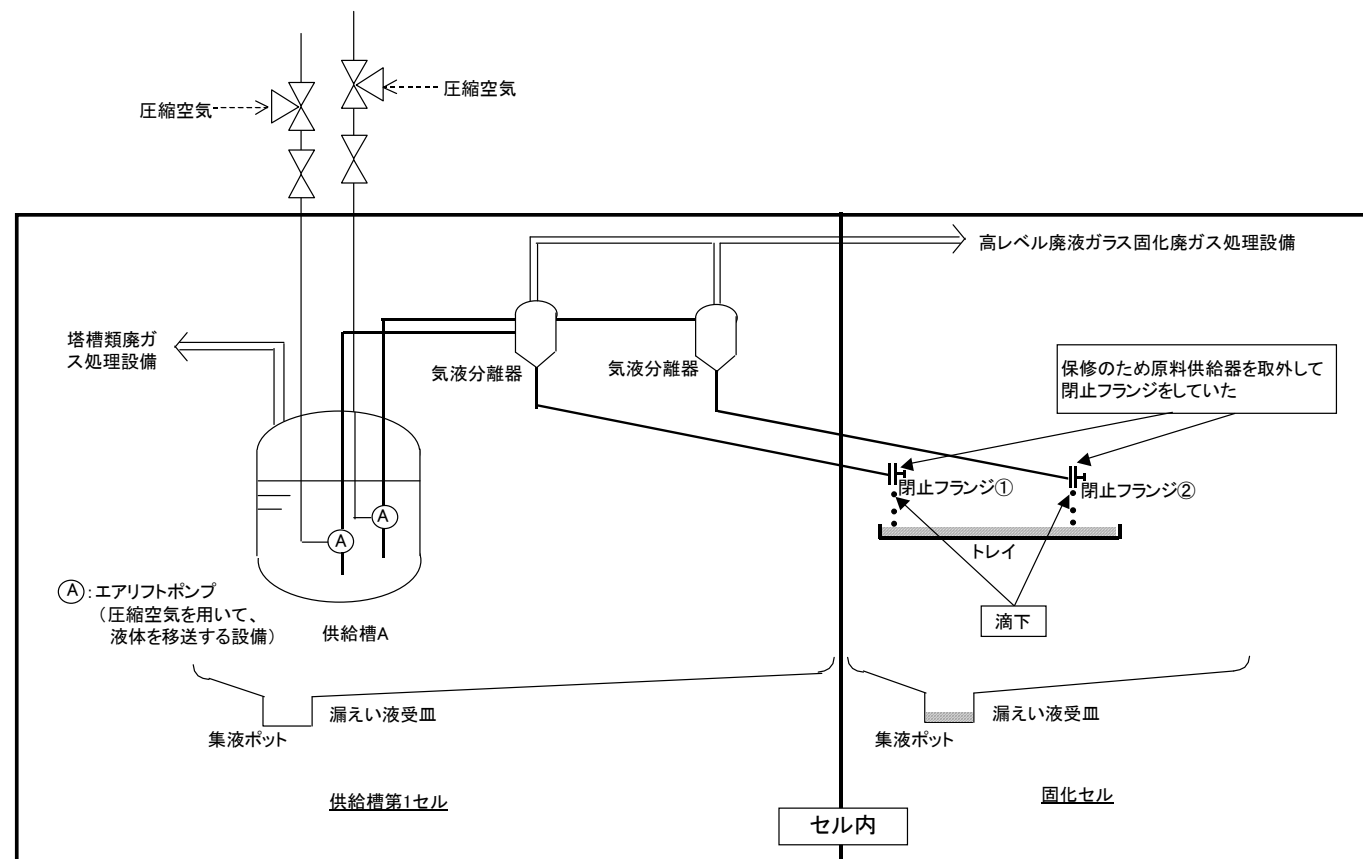
また、21時00分頃（20時53分）、同セル内のもう一方の高レベル廃液供給配管の閉止フランジ（以下、「閉止フランジ②」という。）から滴下していることが確認されたため、遠隔操作にてボルトの増し締め作業を実施し、21時52分に滴下の停止を確認した。

固化セル内の漏えい液受皿集液ポット内の溶液（約16L）については、23時10分頃に回収した。

なお、本事象に伴う放射性物質による環境及び人への影響はなかった。

2. 時系列

| | |
|---------|---|
| 2008年 | |
| 12月16日 | 高レベル廃液供給配管のフランジ部に閉止フランジを取付け |
| 2009年 | |
| 1月9日 | |
| 16時00分頃 | 供給槽Aの液位低下が開始 |
| 1月15日 | |
| 9時52分 | 高レベル濃縮廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力Aの計器点検作業に伴い、計器測定を停止したところ、高レベル廃液濃縮廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力A高及び高警報が発報 |
| 9時53分 | 不溶解残渣廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力Aの計器点検作業に伴い、計器測定を停止したところ、不溶解残渣廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力A高警報及び高レベル廃液ガラス固化建屋内シールポット、攪拌機の軸封水液位低が発報 |
| 11時45分頃 | 固化セル漏えい液受皿液位B（集液ポットの液位）が上昇を開始 |
| 1月17日 | |
| 19時04分 | 固化セル漏えい液受皿液位A高注意報発報、回復を繰り返した。 |
| ～19時15分 | |
| 19時34分 | ITVカメラで漏えい液受皿の状況を確認し、高警報発報液位まで達していないことを確認 |
| 1月18日 | |
| | 固化セル漏えい液受皿液位B高注意報発報、回復を繰り返した。 |
| 1月19日 | |
| 14時31分 | 空気及び水による導圧配管の詰まり除去作業を実施し、詰まりが復旧したことをガラス固化課員へ報告 |
| 1月21日 | |
| 3時47分頃 | 固化セル漏えい液受皿集液ポット内に滞留している液体のサンプリングを実施 |
| 14時30分頃 | 固化セル漏えい液受皿に滞留している液体の分析結果を確認 |
| 15時24分 | 固化セル漏えい液受皿液位A高高警報発報 |
| 18時35分頃 | 固化セルパワーオペレータITVカメラで廃液供給配管の閉止フランジ部の漏えい確認用のトレイを確認したところ、トレイ上が満水状態になっていることを確認 |
| 18時37分 | 閉止フランジ部からのトレイ上に液体が滴下していることを確認（10秒に1滴） |
| 20時42分 | 閉止フランジボルト増し締め完了後のフランジ部の滴下監視を実施し、滴下が停止したことを確認 |
| 20時53分 | トレイ観察時、もう一方の閉止フランジ部からの滴下を確認（1分に1滴） |
| 21時52分 | もう一方の閉止フランジボルト増し締め完了後のフランジ部の滴下監視を実施し、滴下が停止したことを確認 |
| 23時10分頃 | 漏えい液受皿集液ポット内の液体の回収を実施 |
| 3時49分 | 供給槽Aのエアリフトパーズ流量が通常より高い約65L/hであることを確認し、約65L/hから約20L/hへ変更 他の供給槽のエアリフトのパーズ流量が約20L/hであることを確認 |



滴下箇所概要図

3. 調査結果

○供給槽 A の液量変動の調査

供給槽 A の液量のデータを調査した結果、1月9日16:00頃から1月21日までの液量変動量から推定される廃液減少量は140L程度であった。なお、当該貯槽の液量指示値は常に変動していることから、液量の減少に気付いたのは1月12日であった。

○圧力バランスの変動の調査

1月15日に塔槽類廃ガス処理設備の設備点検中に系統内の負圧が通常より深くなる事象が発生し、その復旧作業の一環として、塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くし、その後負圧を通常状態に復旧した。

この際、固化セルの漏えい液受皿の液位上昇を確認したが、警報設定値未満であった。また、漏えい液受皿の液位上昇の原因はシール水の流入であると考えていた。

○漏えい液受皿の液位変動

1月15日、塔槽類廃ガス処理設備の設備点検中に系統内の負圧が通常より深くなる事象が発生した際に固化セルの漏えい液受皿の液位上昇が確認された。

○供給槽 A に関連する設備

エアリフトのパージ空気流量を確認した結果、通常の流量よりも大きく、供給槽 A 内の廃液が移送される可能性があることが分かった。

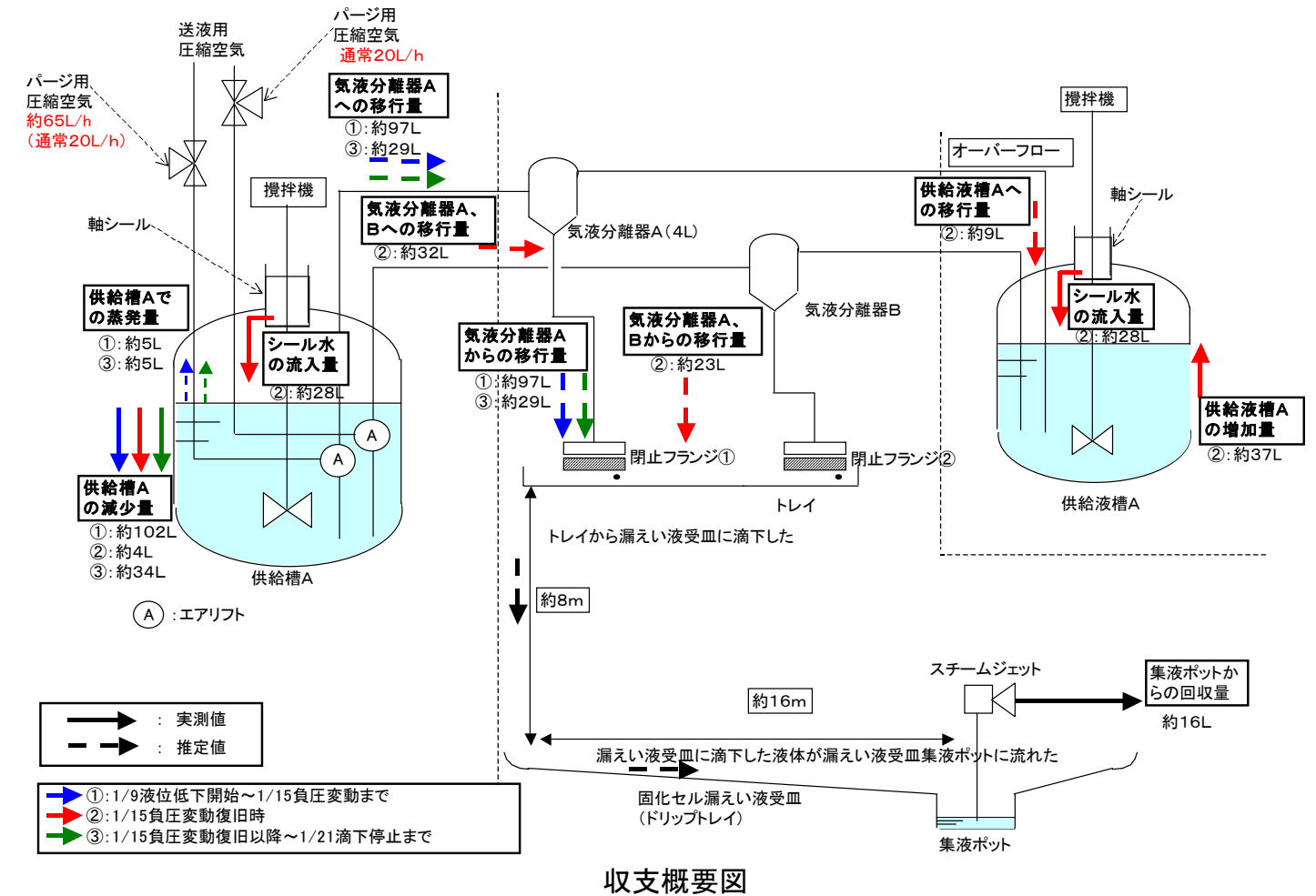
パージ空気の流量が通常よりも大きくなった原因について調査した結果、当該調整弁の周辺に振動を与える要因となる設備がないこと、有意な異物がないこと、供給槽 A の液量減少が発生した日と同じ日に流量計近傍で作業を実施していた作業員がいたことなどが確認された。

○分析結果の評価

漏えい液受皿内の廃液の分析値と供給槽 A の上流設備である高レベル廃液混合槽 A の廃液の分析結果を比較したところ、セシウムの放射能濃度などが約4倍であった。

4. 滴下量の評価

調査により確認された供給槽 A の液量変動、負圧変動等の各事象発生の時期等から高レベル廃液が閉止フランジ①及び②に移送された量を評価した結果は約150Lであり、最大でこの量が閉止フランジ①及び②からセル内に滴下したものと考えられる。



5. 事象発生時の推定原因

(1) 閉止フランジに廃液が移送されたことに対する推定原因

- 閉止フランジ①に廃液が移送された原因は、供給槽 A のエアリフトのパージ空気流量が、通常よりも大きい流量になっていたことにより廃液が気液分離器を経由して閉止フランジまで送られたことであると推定される。
- エアリフトのパージ空気流量が通常の値よりも大きくなっていた原因としては、圧縮空気供給配管内に詰まっていた異物が偶発的に除去されたことや作業員が偶然接触したことなどが考えられるものの、原因の特定には至らなかった。
- 閉止フランジ②に廃液が移送された原因は、塔槽類廃ガス処理設備で過負圧事象が発生した際にシール水が流入したこと及び塔槽類廃ガス処理設備で発生した過負圧事象の復旧作業として塔槽類廃ガス処理設備の系統内圧力が回復したことにより、供給槽 A の液面が低下し、それによりエアリフト配管内を液体が上がる現象が生じたことであると推定される。

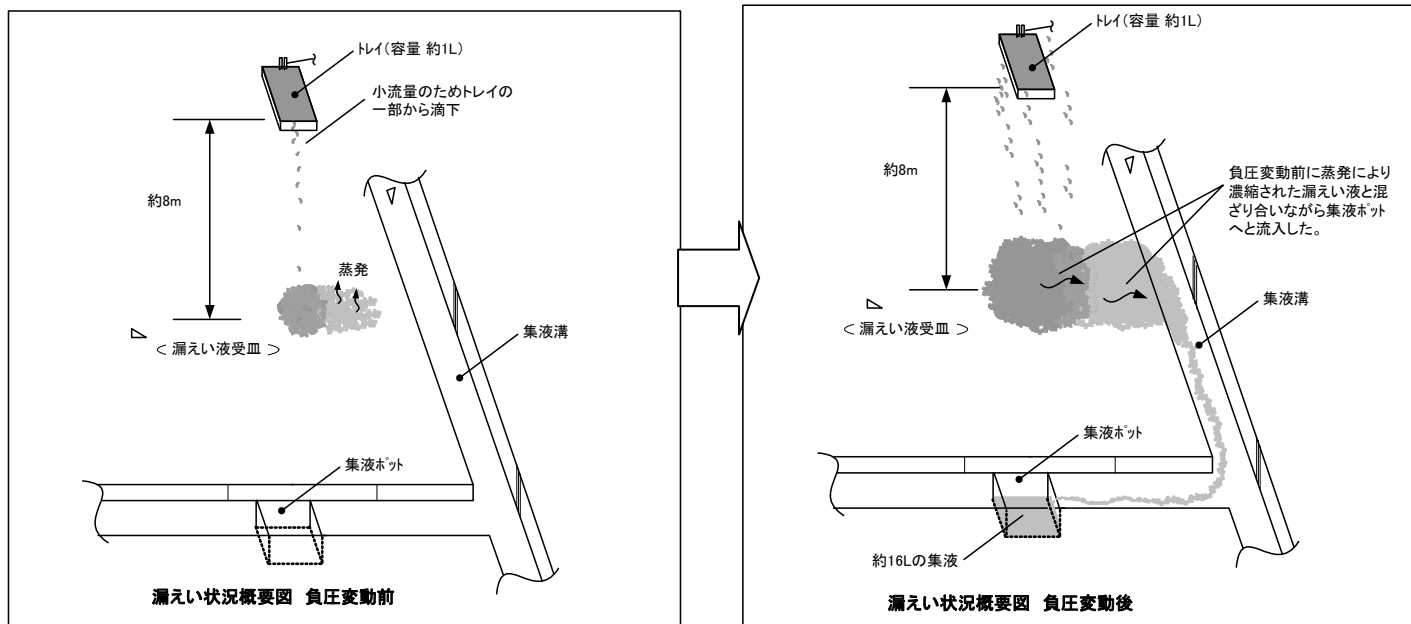
(2) 閉止フランジから廃液が滴下したことに対する推定原因

- 閉止フランジは、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備と固化セル換気設備との雰囲気を縁切りすることを目的として設置したものであり、閉じ込め機能を期待して設置したのではない。このため、閉止フランジを取付ける際の考え方として廃液の移行が無いことを前提としていたため、金属製のガスケットを再使用したことから、閉止フランジ部のシール機能が確保できなかったものであると推定される。

6. 今回の事象において推定されるメカニズム

高レベル廃液の滴下及び漏えい液受皿集液ポットの液位上昇が発生したメカニズムを以下のよう
に推定した。

- エアリフトに汚染拡大防止のために供給しているエアリフトのパージ空気流量の増加が発生した
ことにより、供給槽Aから気液分離器まで廃液が到達し、供給槽Aの液位が減少し始めた。
- 気液分離器に到達した廃液は、重力により閉止フランジ①まで到達し、閉止フランジの間隙か
らトレイに滴下し始めた。供給槽Aの液量の減少速度から、滴下量は約12mL/分程度である
と推定される。約1.5時間後には、トレイから直下の漏えい液受皿への滴下が始まったもの
と推定される。
- トレイから滴下した廃液は、約8m下の漏えい液受皿上に滴下するが、時間当たりの滴下量が小
さいことから漏えい液受皿上で蒸発し、漏えい液受皿集液ポットに到達しない状況が続いた。
- 塔槽類廃ガス処理設備において、過負圧事象が発生し、その復旧作業として、塔槽類廃ガス処
理設備の負圧を浅くした。これにより供給槽Aの液面が低下し、浸液率が上昇し、エアリフト
による液の移送量は多くなった。その結果として、閉止フランジ①からの廃液の滴下速度が増
加(約92mL/分)した。この際、漏えい液受皿集液ポットに廃液が到達した。
- このとき、以前から漏えい液受皿に滴下し、蒸発により濃縮されていた溶液の一部と混ざり合
いながら集液ポットに流入したため、セシウムの放射能濃度等が約4倍になったものと推定さ
れる。
- 過負圧事象の復旧作業が終了した後、塔槽類廃ガス処理設備の負圧を初期状態に復旧した。こ
のため、供給槽Aからのエアリフトによる廃液の移送が従前の状態に戻り、閉止フランジ①の
隙間からの時間当たりの滴下量が小さくなったことから、漏えい液受皿上で蒸発し、漏えい液
受皿集液ポットに到達しない状況となった。



7. 再発防止対策

- (1) エアリフトのパージ空気流量の変動防止
 - ・流量計調節弁への近接防止を行うとともに偶然接触した場合などに簡単に調節弁が動かない
ように調節弁の養生を行う。また、恒久対策として、計画的に定格流量以上流れにくい構造と
する。
- (2) 閉止フランジの取付け方法の見直し
 - ・セル内の廃液等の系統に設置する閉止フランジの取付け作業を行う際には、万一の場合を考
え閉止フランジに廃液が移行することを考慮した取付け方法に見直しを行う。また、セル内の
廃液等の系統に設置するフランジ部に設置されているトレイの状態を定期的に点検するこ
とを手順化する。
- (3) その他の対策
 - ・高レベル濃縮廃液、不溶解残渣廃液、プルトニウム濃縮液を内包する貯槽等については、現
状実施している定期的な液量の記録に加え、監視制御盤におけるトレンドにより長期的な変動
監視を行うことをルール化する。
 - ・高レベル濃縮廃液、不溶解残渣廃液、プルトニウム濃縮液を内包する貯槽等からの漏えい拡
大防止用の漏えい液受皿について、液位上昇に関連する槽液量等のパラメータを抽出すると
ともに、液位上昇が確認された際に関連するパラメータの評価及び監視を行うことを手順化する。
 - ・エアリフトのパージ空気量計を巡視点検の対象とし、適正なパージ空気量を確認する。

上記対策の実施に併せて、安全上重要な警報が発報した場合には、関係者により関連する運
転データを総合的に評価を行うための体制の整備を図ることとする。

これらに加え、安全上重要な漏えい液受皿の液位高警報発報時に、その発報が計装配管の詰
まりによる発報と考えられる場合であっても、ITVカメラによる目視確認等による代替手段
を講じる場合を除き、漏えい液受皿の液体を分析・移送することを手順書に追加する。

8. ガラス溶融炉の点検作業について

ガラス溶融炉の熱上げ作業を実施するにあたり、以下の処置を実施する。

- ・再発防止対策のうち恒久対策以外の対策
- ・高レベル廃液供給配管中に滞留している廃液の回収
- ・トレイの清掃

9. 今後の対応について

ガラス溶融炉の保守作業に際し配管の取外しを行うなどの非正常作業に伴う高レベル廃液の
滴下という看過してはならない事象の発生に鑑み、今後も継続して組織要因等について品質保
証上の改善を図っていく。