

再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋における固化セル内の漏えいについて（概要）

1. 発生事象

平成21年10月22日1時55分頃、高レベル廃液を供給する配管の閉止フランジ下に設置しているトレイの定期点検¹において、トレイ内に液だまりがあることを発見（液量は約20mLと推定）

1：本年1月に発生した固化セルにおける高レベル廃液の漏えい事象の再発防止対策として、漏えいが発生した際の発見を速やかに行うことを目的として1日1回点検することとしたもの
固化セル内で実施していた遠隔操作状況を録画した映像から、10月21日23時43分に、閉止フランジ部から液が滴下したことが確認された。

液の滴下が確認される前には洗浄作業²の準備に使用していたパワーマニピュレータに取付けられている補助ホイスチェーンが閉止フランジ把持部に接触している状況が確認された。

2：本年1月に発生した固化セルにおける高レベル廃液の漏えいにより、漏えいが発生した閉止フランジ直下の配管やガラス溶融炉に電気を供給するための設備等に高レベル廃液が付着していることから、それを水により洗浄し除去するための作業

トレイ内の液を分析したところ、高レベル廃液の主要核種の放射性物質濃度及び高レベル廃液の成分であるナトリウムの濃度は、供給槽A内の高レベル廃液の分析値と同程度であった。

トレイの真上に設置された閉止フランジ部に繋がる配管（南側配管）及び隣接する配管（北側配管）の内部における残液の有無を調査したところ、それぞれ配管内から約135mL、約375mLの液体が回収され、回収された液を分析したところ、高レベル廃液の主要核種の放射性物質濃度及び高レベル廃液の成分であるナトリウムの濃度は、供給槽A内の高レベル廃液の分析値と同程度であった。

今回固化セル内における閉止フランジ部から漏えいした液は供給槽Aから移行した高レベル廃液であると判断した。

上記の状況から、固化セル内の漏えいについて以下の観点で原因究明等を行うこととした。

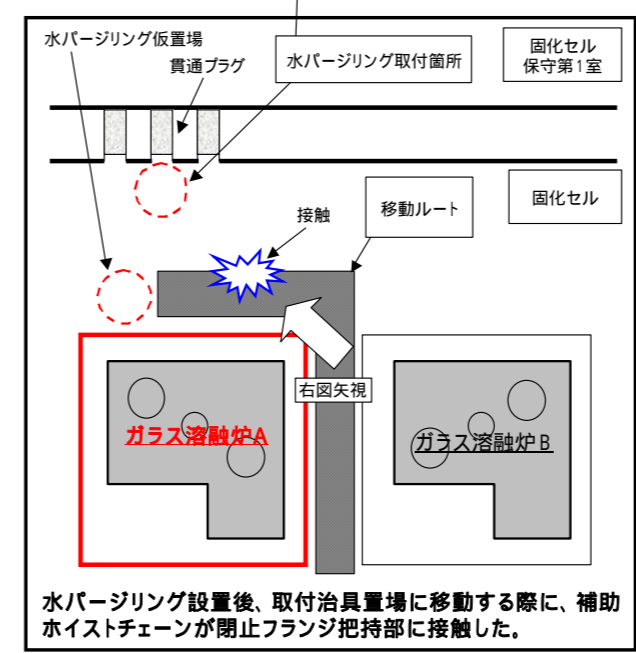
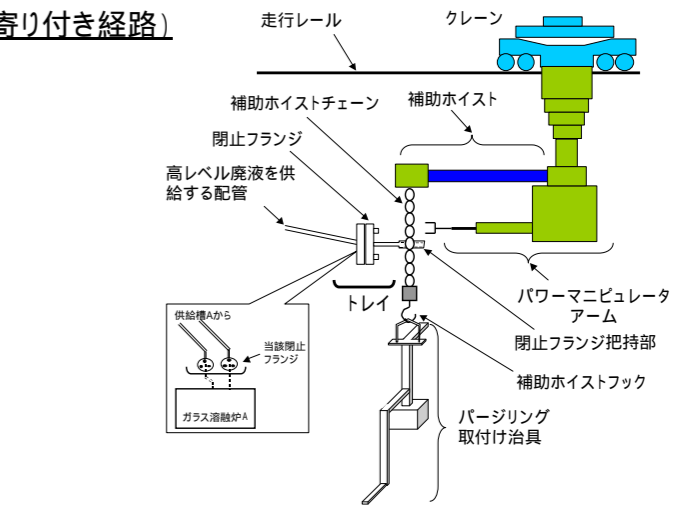
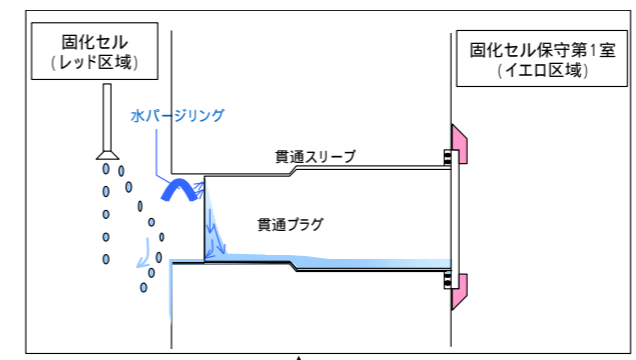
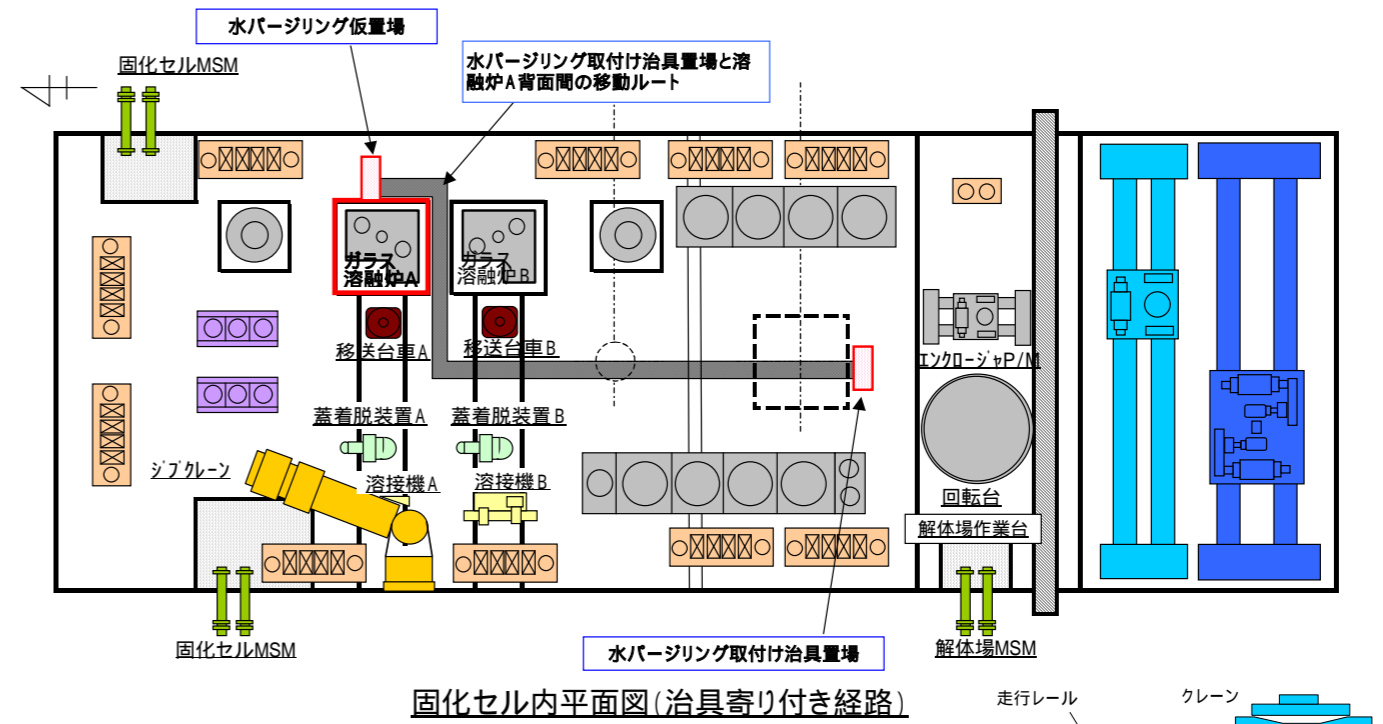
- ・ 補助ホイスチェーンが閉止フランジ把持部に接触したこと
- ・ 閉止フランジ把持部への接触時の負荷により閉止フランジ部から液が漏れたこと
- ・ 閉止フランジ部に液が滞留したこと

2. 補助ホイスチェーンが閉止フランジ把持部に接触したこと

2.1 調査

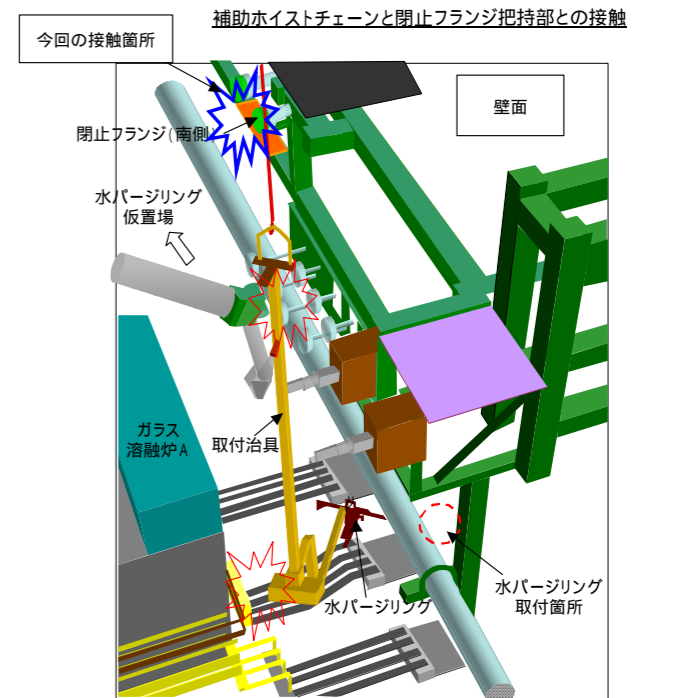
補助ホイスチェーンが閉止フランジ把持部に接触した際に行っていた作業は、洗浄作業に必要な治具（以下、「水パーズリング」という。）を設置するためのものであり、水パーズリング取付け治具をパワーマニピュレータに付属している補助ホイスチェーンで吊り（水パーズリング取付け治具、チェーンを含め約4m）その先に水パーズリングを付け、貫通プラグのセル側出口部（セル壁際）に水パーズリングを設置した後の戻り移動の際に発生した。

当該操作を行っていた遠隔操作員を含む遠隔操作員全員等に聞き取り調査を行った。



水パーズリング設置後、取付け治具置場に移動する際に、補助ホイスチェーンが閉止フランジ把持部に接触した。

ガラス溶融炉周辺拡大図



水パーズリング設置作業イメージ

※：作業前の検証段階で、取付け治具とセル内機器との干渉注意箇所として挙げられていた箇所

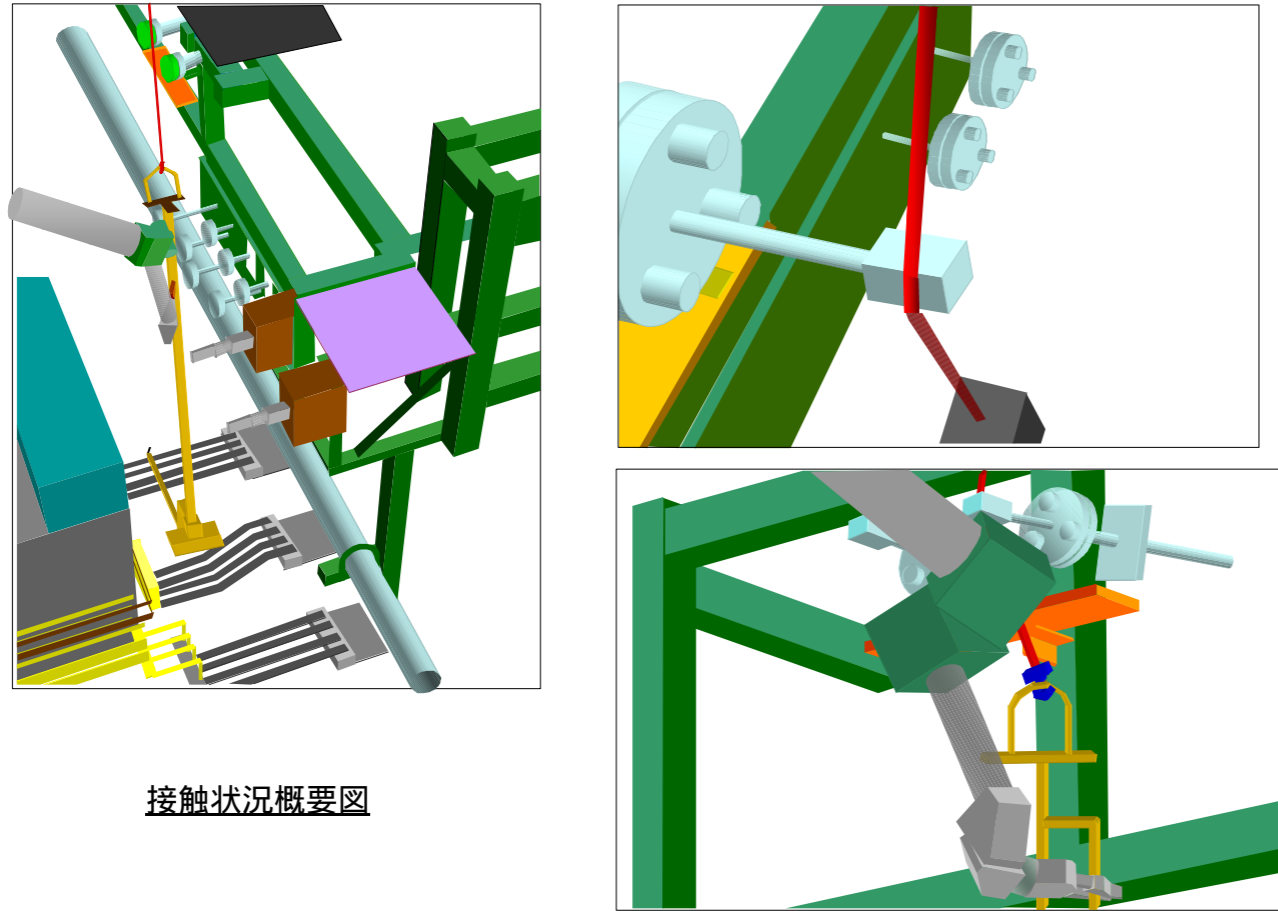
水パーズリング設置作業概要

2.2 原因

補助ホイストチェーンの閉止フランジ把持部への接触は、

- ・水パージリング取付け後の移動において、機器付近で一旦停止し、周囲の位置関係を再確認するという行為を行わず、継続して作業を行っていたこと
- ・水パージリング取付け治具を旋回する作業を行った後の移動のように、パワーマニピュレータの位置ずれなどにより機器との接触の可能性が高いポイントを注意ポイントとして挙げる事が事前検討不足により出来なかったこと

により発生したものと推定した。



接触状況概要図

2.3 再発防止対策

補助ホイストチェーンが閉止フランジ把持部に接触したことに対する対策として、以下を実施する。

- ・注意ポイント（移動の際に干渉する可能性が高い狭隘箇所等）における遠隔操作の際には、機器に接近する前に動作を一旦停止（ホールドポイントを設定）し、周囲の状況の再確認を行う。
- ・事前検討において、水パージリング取付け治具を旋回する作業を行った後の移動のように、パワーマニピュレータの位置ずれなどにより機器との接触の可能性が高いポイントについては注意ポイントとして挙げる事とする。
- ・上記対策について、遠隔保守のマニュアルに明記する。

3. 閉止フランジ部から液が漏れたこと

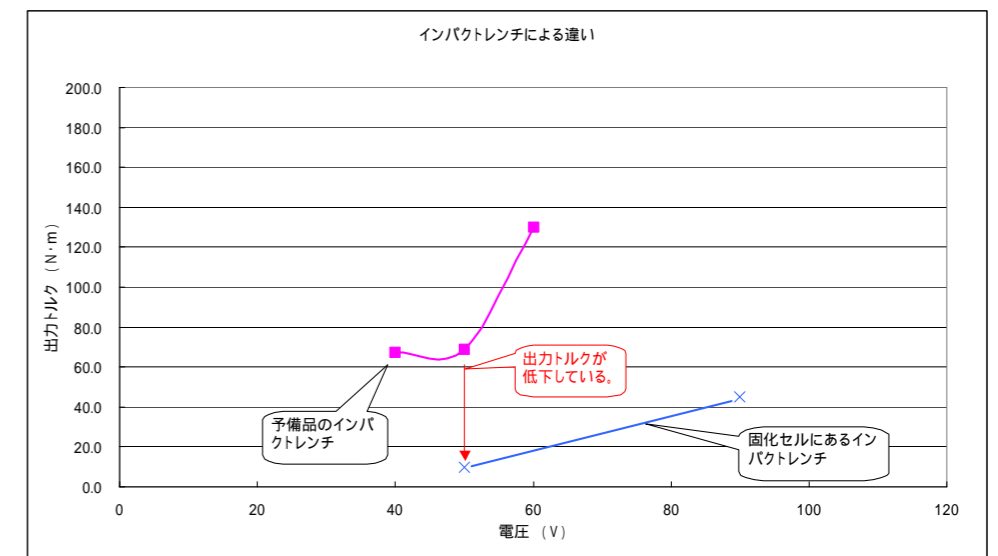
3.1 調査

液が漏れた閉止フランジ部（南側閉止フランジ）及び隣接する閉止フランジ部（北側閉止フランジ）の閉止フランジ、金属ガスケットの調査並びに、閉止フランジの取付け状況や閉止フランジ取付け時に使用したインパクトレンチの性能確認を行った。

調査の結果から、

- ・インパクトレンチの締め付けトルクが低下していること
- ・インパクトレンチの締め付けトルク性能等が管理されていなかったこと
- ・インパクトレンチの締め付けトルクの低下はモータ内部のコイル部に硝酸（漏えいした高レベル廃液の硝酸）の影響で腐食等による異常が発生したことによるものと考えられること

また、配管の許容応力と閉止フランジ把持部の許容応力とでは閉止フランジ把持部の許容応力の方が小さいなどから、配管の健全性に影響を及ぼすほどの荷重が発生していないことが確認された。

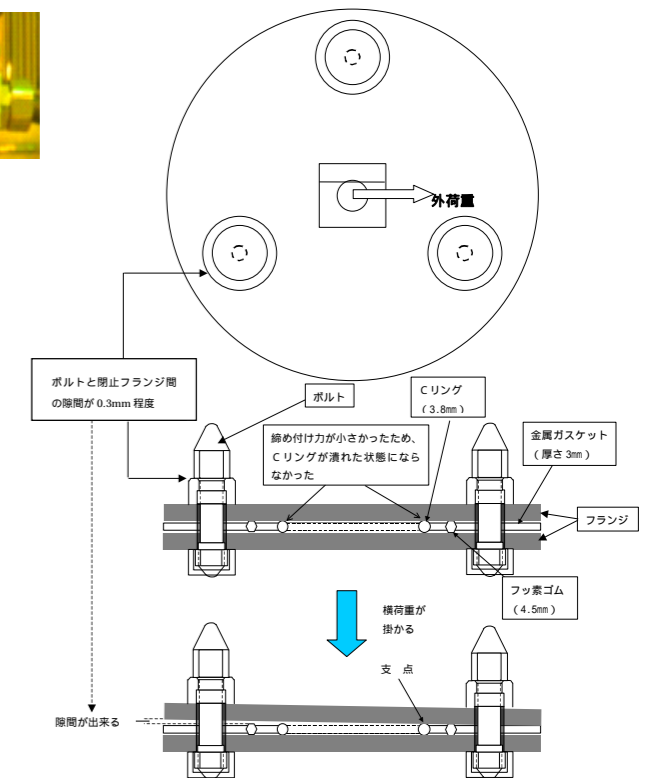


当該インパクトレンチ



締め付けトルクが低下したインパクトレンチを遠隔操作により水平方向の姿勢で使用した場合、ボルトの締め付け力がばらつき、締め付け力が非常に低くなる事が確認された。

締め付け力が非常に低い状態の閉止フランジに対し、補助ホイストチェーンが接触した際に閉止フランジ把持部に掛かった荷重を与えると閉止フランジと金属ガスケットの間に隙間ができる事が確認された。



外荷重による隙間発生の評価

3.2 原因

- 補助ホイストチェーンが閉止フランジ把持部に接触した際の液の漏えいは、
 - ・硝酸の影響等により締め付けトルクが低下したインパクトレンチを使用して閉止フランジのボルトを締め付けたため、十分締め付けられていなかったこと
 - ・インパクトレンチの締め付けトルク及び使用実績に関するデータが管理されていなかったことにより発生したものと推定した。

3.3 再発防止対策

- 補助ホイストチェーンが閉止フランジ把持部に接触した際に液体が漏えいしたことに対する対策として以下を実施する。
 - ・ボルト締め付け力が低下したインパクトレンチを新規品に交換するとともに、今後の作業管理として保守作業（設備点検等）の開始前と終了後に締め付けトルクを確認する。
 - ・インパクトレンチの使用実績に関するデータの管理・蓄積を行うとともに、今後、蓄積したデータを基にインパクトレンチの適切な交換時期について検討していく。上記対策について、遠隔保守のマニュアルに明記する。

4. 閉止フランジ部に液が滞留したこと

4.1 調査

- 本年1月の高レベル廃液漏えいの原因であるエアリフトパージ用圧縮空気の流量変動、塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動（過負圧事象）の発生について調査を行い、供給槽A内の液が揚液されるほど大きな変動が発生していないことを確認した。
- 供給槽A内から高レベル廃液が移送された可能性として、本年1月の高レベル廃液漏えいの原因以外に考えられるものとして、「供給槽Aで蒸発した水分の気液分離器での凝縮」、「エアリフトパージ用圧縮空気による配管内でのミストの発生」及び「供給槽A内の廃液の発泡」について調査を行い、以下のことが確認された。
 - ・供給槽Aで蒸発した水分の気液分離器での凝縮については、高レベル廃液相当の放射性物質濃度の液が閉止フランジ部に移行する可能性は低い
 - ・エアリフトパージ用圧縮空気による配管内のミストの発生量はごく僅かで本事象への寄与は小さい
 - ・供給槽A内で発生した泡の膜がエアリフトパージ用圧縮空気により閉止フランジ部に移行することにより、廃液が移行した可能性がある
- 供給槽A以外から液が移動した可能性について、「気液分離器のシール水の流入」、「配管内等に前回の洗浄水が排出されずに残留」について調査を行い、以下のことを確認した。
 - ・高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の負圧変動により、シール水が気液分離器に流入した可能性があるが、その液量が少ないこと、および非放射性的な液であることから本事象への寄与は小さい
 - ・弁のリークにより配管内等に残留していた水の移動については可能性が低い
 - ・前回の漏えい後実施した配管内等の洗浄が十分でなかったため、配管内に放射能濃度の高い液が少量残留していた可能性がある

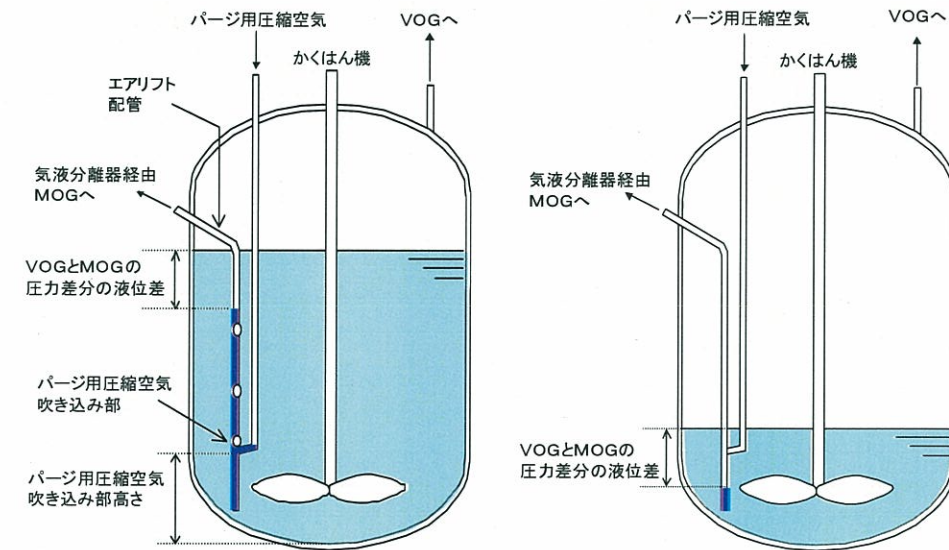
4.2 原因

- 供給槽A内の高レベル廃液を含む液が閉止フランジ部に滞留したことは、
 - ・供給槽A内の高レベル廃液がエアリフトパージ用圧縮空気によりエアリフト配管内で発泡し、供給槽A内の廃液を含む泡の膜がエアリフトパージ用圧縮空気を駆動源として気液分離器に達し、閉止フランジ部に移行した
 - ・前回の漏えい後に配管内等の洗浄が十分でなかったため、配管内に放射能濃度の高い液が少量残留し、閉止フランジ取付け後に閉止フランジ部に移行し滞留したことにより発生したものと推定した。

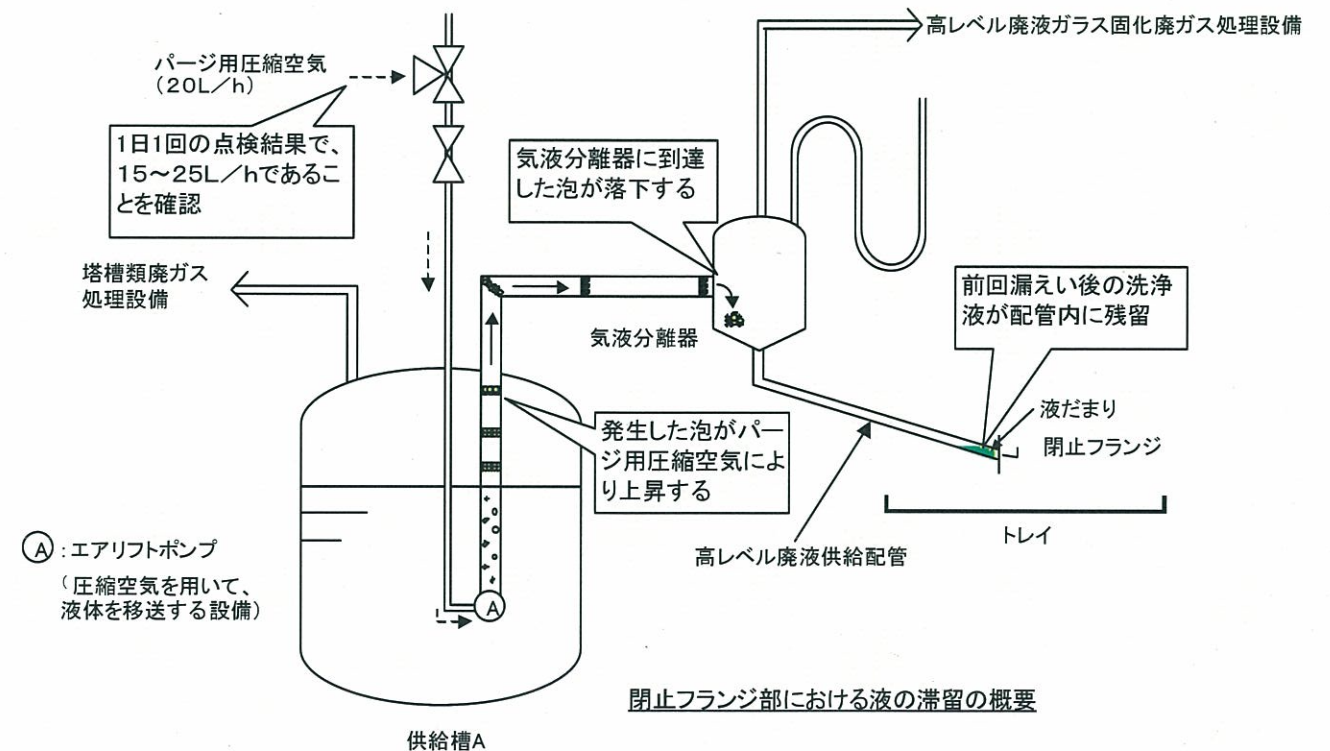
4.3 再発防止対策

- 供給槽A内の高レベル廃液を含む液体が閉止フランジ部に滞留したことに対する対策として以下を実施する。
 - ・エアリフトパージ用圧縮空気の流量を低下させる（5 L/h程度）とともに、設備点検等設備を長期停止し高レベル廃液供給配管に閉止フランジを設置する場合には、エアリフトパージ用圧縮空気吹き込み部に溶液が接触しないよう、供給槽の液位を下げることで、その旨を運転管理のマニュアルに明記する。
 - なお、エアリフトパージ用圧縮空気流量を低下させるために、流量計を交換するとともに流量制限オリフィスを追加設置する。
 - ・配管内に液が滞留している可能性を考慮し、閉止フランジを取り外す場合は、今後も継続して液を受ける措置を講じることとし、その旨を遠隔保守のマニュアルに明記する。

以上



供給槽の液位低下（対策）の概要図



閉止フランジ部における液の滞留の概要