

## 今後の損傷進展に対する対応

温度計保護管の損傷の進展に対しては、日常点検の一環として、加圧設備の巡視点検を行い、圧縮空気の圧力及び空気流量を1日1回以上（運用上は毎直確認を計画）記録することで、圧力維持の監視や流量の変化（トレンド）による損傷状況を把握することとする。

データの取得により、確認する項目は以下の通り。

- ・加圧圧力が 60 kPa 以上の設定された圧力であること
- ・加圧設備の圧縮空気流量及びその変動

空気流量の増加が確認された以降については、空気流量によって進展を確認する。

なお、空気流量が設置予定の流量計の測定範囲下限（0.5 L/h[normal]）未満の場合は流量が測定できないことから、定期的な圧力降下測定により微小な開口部の発生がないか確認する。

## (1) 損傷部での加圧空気の流れ

## ① トンネル腐食の形成

成分偏析等の高い過不動態腐食感受性を持つ部位が優先的に腐食<sup>1)</sup>し、図1に示すように粒界腐食/脱粒として進展し、先端部の粒界侵食部が貫通し、トンネル状の貫通孔が形成される。

- 1) 木内 清、再処理プラント材料の硝酸溶液中の腐食問題と防止対策、日本原子力学会誌、Vol. 31, No. 2(1989)

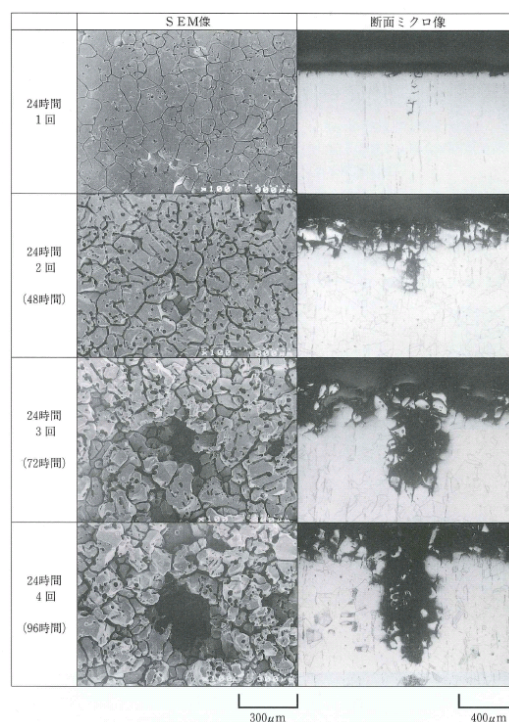


図1 トンネル腐食進展の様子

出典：大太平洋金属、再処理施設用高純度ステンレス鋼の耐食性について、  
大太平洋金属技報 No. 1(1997)

② トンネル腐食の進展

貫通孔は、図2に示すように、粒界侵食部が貫通した後も、欠陥内部に溶液がある状態では貫通孔の保護管内側（以下、「先端部」という。）で、粒界腐食が進展し開口が拡大する。さらに腐食が進展し粒界腐食が拡大するか、脱粒が生じるなどし、加圧している空気の圧力が開口部の毛細管現象により生じる圧力を上回ると、図2の③に示すとおり空気が流れ始める。この時点から損傷部位の液体は空気と置換され、損傷部に溜まっていた廃液は外側に押し出され、腐食の進展は遅くなるかほぼ停止すると考えられる。現状は図2の①か②の状態か、開口部が閉塞した状態にあるものと推測しており、空気の流れはないものと考えられるが、図2の③に移行した場合には、開口部に応じた流量で空気が濃縮缶側へ流れることとなる。

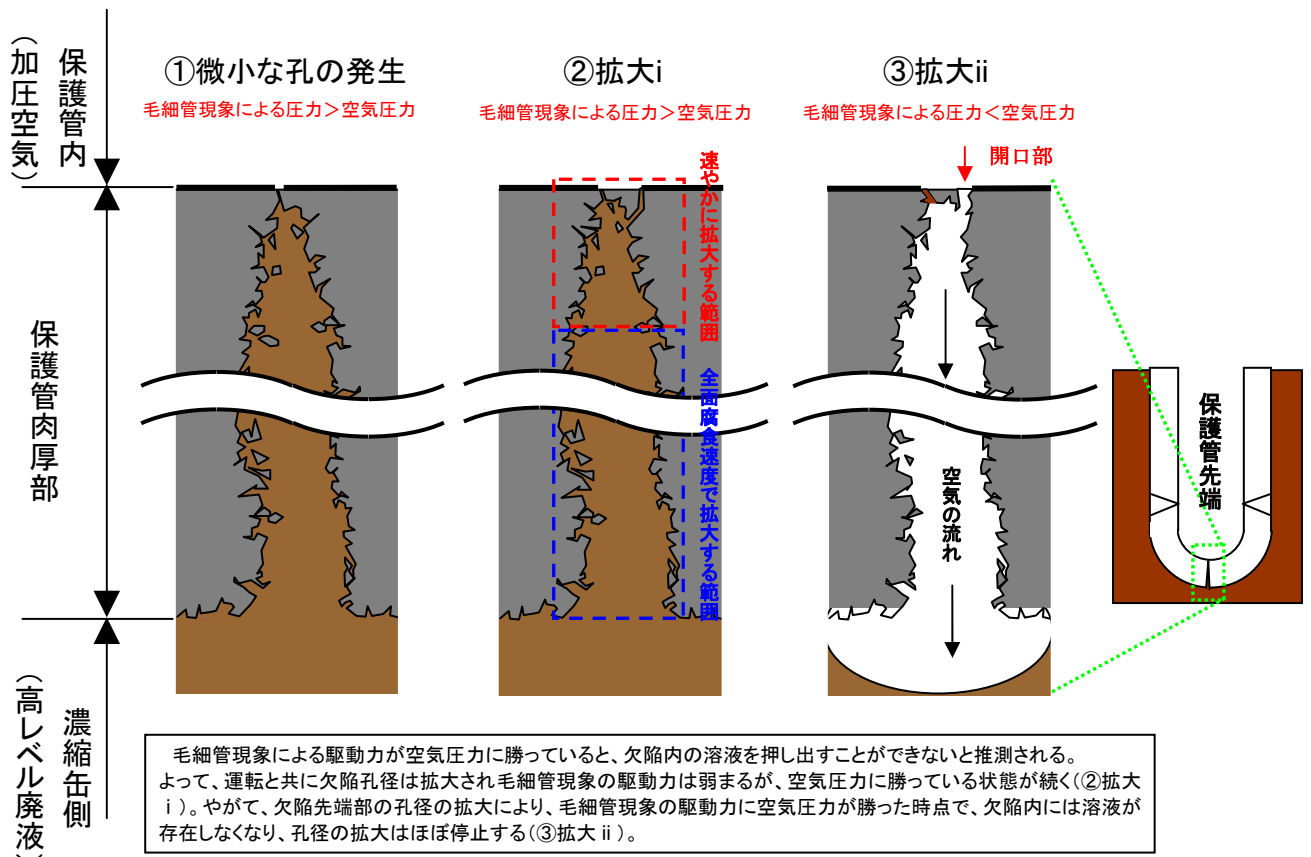


図2 トンネル腐食進展後の状況の推定

③ 開口に応じた空気流量

トンネル腐食による開口部の発生は、粒界腐食／脱粒によるものであるため、その大きさは結晶粒の大きさが一つの目安となる。(1)の②に示したとおり、開口の当初は粒界腐食の進展によって起こる微小なすき間から始まり、腐食が進展し粒界腐食の開口部が拡大し貫通孔となると考えている。

また、場合によっては結晶の脱粒で貫通孔となることも考えられる。その場合、図3に示すように当該材の結晶粒度試験結果から、その結晶粒は大きいもので100 $\mu$ m程度であるため、仮に幾つかの結晶が一度に脱落した場合でも、開口部は200 $\mu$ m程度と考えている。

いずれの場合においても、図2の③の状態になると、空気が流れ損傷部位の廃液が空気と置換されるため、腐食の進展が抑制される。そのため、損傷部位に表面張力等によってわずかに残った廃液等の存在があったとしても、腐食は遅くなるかほぼ停止すると考えられることから、流量変化はなくなると考える。

なお、開口部の大きさを200 $\mu$ mとした場合の推定流量は、約40 L/h[normal]程度と考えられる。

オーステナイト結晶粒度試験


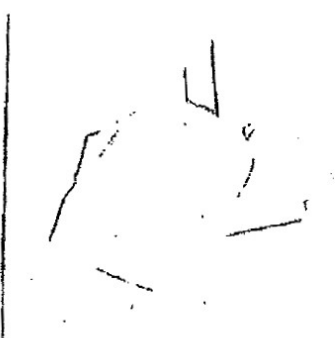
試験方法	試験方法の種類	腐食方法								測定倍率
JIS G0551(1977)	固溶化熱処理法	10%しょう酸溶液による電解腐食法								×100
判定基準	結晶粒度番号平均値 1以上。 全視野の結晶粒度番号のパラツキが3未満であること。									
試験片番号	視野数(6視野/ロット)	1	2	3	4	5	6	平均値		
LE520-68	測定結果 (Gs)	4.5	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.2		
合否判定	合格									
倍率 ×100 ※1		倍率 ×400 ※1								
										

図3 オーステナイト結晶粒度試験抜粋

※1 本図は縮小して示しているため、図中の倍率は本来の倍率を示すものではない

## (2) トンネル腐食の貫通部位数の増加による空気流量の変化

トンネル腐食の要因となる成分偏析等は、1箇所のみではなく複数箇所に生じるものである。

トンネル腐食の貫通部位が複数箇所に生じた場合、空気流量の変化はその数に応じた段階的なものとなる。具体的には、既に開口している箇所で(1)に示す流量の変化があったところから、さらに新たな開口により、大きさに応じた流量の変化が生じるものと考えている。

しかしながら、今後は濃縮缶の運転温度を約 50°C で管理する他、上限を 65°C とする等の対応をとること、さらには検討中である加熱時のジャケットの使用を停止することで腐食環境の緩和が期待でき、新たな貫通部位の発生は少ないものと考えている。

## (3) トンネル腐食以外の損傷発生による空気流量の変化

### ① トンネル腐食以外の腐食損傷の発生について

今回の事象を受けて、濃縮缶内溶液の温度管理により約 50°C での運転となることから、短期間で貫通に至るような全面腐食は発生しないと考えられる。

また、溶接部の腐食についても、当該保護管は鋭敏化の原因となる炭素量を極低減化した材料を用いており、65%硝酸腐食試験の結果においても、母材と同等の耐食性であることが示されていることから、溶接部が優先的に腐食し貫通に至ることはないと考えている。

### ② 熱影響部の腐食が発生したと仮定した場合の空気流量について

前述の通り、トンネル腐食以外の腐食損傷が発生することはないと考えているが、加圧方式による対策に最も影響のある、熱影響部が鋭敏化により腐食／貫通した場合を仮定し、空気流量がどのように増加するかを以下に考察した。

鋭敏化による腐食は母材の熱影響部が優先的に粒界腐食／脱粒する現象であるため、溶接線に沿って、図4に示す全面腐食と同様に薄肉となり貫通に至ると考えられる。よって、トンネル腐食のようなピンホールとは異なり、薄肉となったかなりの範囲が崩落することで開口が急激に拡大することが予想される。この拡大の大きさは、図4から推測すれば数 mm オーダーの大きなものであると考えられ、増加する加圧空気の流量はトンネル腐食の場合の挙動とは様相が異なり、1 mm 程度の開口部拡大で 1000 L/h[normal]程度の増加になると推定しており、その増加量には大きな差があり判別可能であると考えられる。

熱影響部の腐食の場合、トンネル腐食のように空気によって廃液が押し出されることにより腐食の進展が停止することはないと考えられる。従って、最終的には全周が腐食することで先端が脱落する可能性もある。

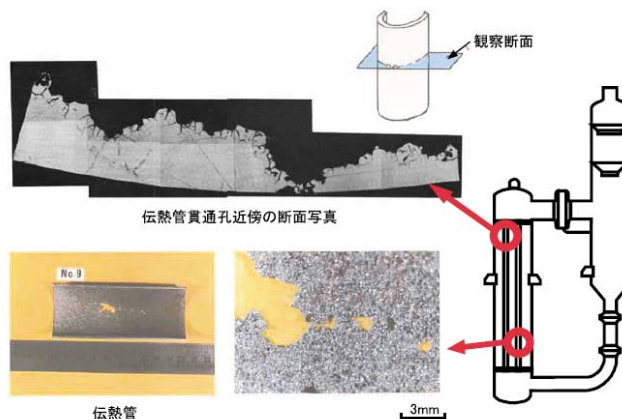


図4 東海再処理工場 第二世代酸回収蒸発缶の腐食概要

出典：楨 彰、東海再処理施設の腐食環境と機器の腐食速度、サイクル機構技報No.14 (2002)

### ③ 配管サポート部での損傷発生について

濃縮缶下部の温度上昇を考慮に入れた上で熱応力の解析を行った結果、いずれの場合も保護管における最大応力発生箇所は、先端サポート溶接部であり、その応力は約 15 MPa であった。これに保護管の先端サポート溶接部にかかる地震・対流等による応力約 5 MPa を組み合わせても、疲労限度 114 MPa より十分小さいため、その変形は弾性範囲に収まり、繰り返し疲労により損傷発生に至ることはないものと考えられる。(添付資料ー 2 4 参照)

### ④ その他の要因について

その他の要因としては地震が挙げられるものの、濃縮缶内の配管は地震時に発生する応力が許容値を十分下回る配管の支持間隔を設定し剛構造となるよう設計しており、濃縮缶内での地震による配管損傷は考えにくい。

想定される事象としては、濃縮缶外の保護管及びセル外の圧縮空気供給配管の破損・破断がある。しかしながら、その場合は地震直後に流量が急激に増加または減少する等明らかな変化が考えられるため、損傷との関係を容易に推定可能であり、圧力・流量の監視を十分に行うことで発生原因は推定できる。また、その場合は、可能であれば加圧が可能となるコンプレッサやポンベによる応急措置を実施するとともに、濃縮運転を終了し缶内液払出し・洗浄等の対応をとる。

#### (4) 今後の対応

損傷を発生させたと考えられるトンネル腐食とその他の腐食等による進展については、その変化を見ることである程度の判別が可能と考えることから、今後圧力や流量のトレンド管理を行い、どのような変化が生じるかといったデータを取り、変化状態を確認する。流量に変化があった場合は、損傷の進展の有無について評価を行い、その結果、目視可能なほどの進展があったと評価された場合には、保護管内部の観察等を行なう。

また、流量の増加に伴い、空気流量に応じて温度計指示値の低下が発生するため、今後の処理運転の実績を踏まえて、運用可能な温度補正等の方法及び適用範囲について検討する。

変化の様相が明らかに異なる場合(急激に流量が増加することを想定)には、トンネル腐食とは別の要因が考えられるため、保護管内部観察等により保護管内部の状態を調査・確認する。

以下に今後想定される流量ごとに実施する項目を検討した。

##### ①現状(流量無し～0.5 L/h[normal])

加圧圧力が維持されていること、及び変動の有無を確認する他、定期的に圧力降下測定を行うこととする。圧力降下量から排出流量を算定し、損傷の進展評価を行う。

##### ②流量確認後(約0.5 L/h[normal])

流量が確認された後は、損傷の進展把握として流量の増加傾向をトレンドにて確認する。なお、流量が増加した場合は、検討された温度補正方法等に従って対応する。

なお、当初設置の流量計測定範囲(0.5～5 L/h[normal])の上限に近づくか、超えた場合は、順次測定範囲の大きな流量計に交換する。

##### ③過大流量確認後

損傷の進展に伴い、損傷箇所が保護管底部に存在するゴミ等の影響を考慮しても、ビデオスコープ等で目視可能な状態と考えられる500 $\mu$ m程度の大きさと推定される流量に達した場合、及び明らかにトンネル腐食によるものと異なる状況が生じた場合には、内部状況を確認すると共に対応策を検討する。

なお、万が一熱影響部で腐食が発生していた場合等、急激に流量が増加した場合を想定しても、保護管内への廃液の浸入は防止でき、直ちに濃縮

運転を停止後、濃縮液払い出し・洗浄等を行う。そのうえで、原因究明及び対策を検討する。

(5) 今後の損傷の進展評価

(4) の③に示す内部状況の確認を行うためには、ビデオスコープ等で目視可能な開口に至っているかを概略評価する必要がある。そのため、添付資料-17の5.4に示す方法で開口の大きさを算定し、この結果を目安に保護管内部観察等の対応を図ることとする。

内部状況を観察する指標となる開口の大きさ  $500\mu\text{m}$  の算定については、添付資料-17の5.4に基づき行われるので、適切な時期に内部調査することが可能である。

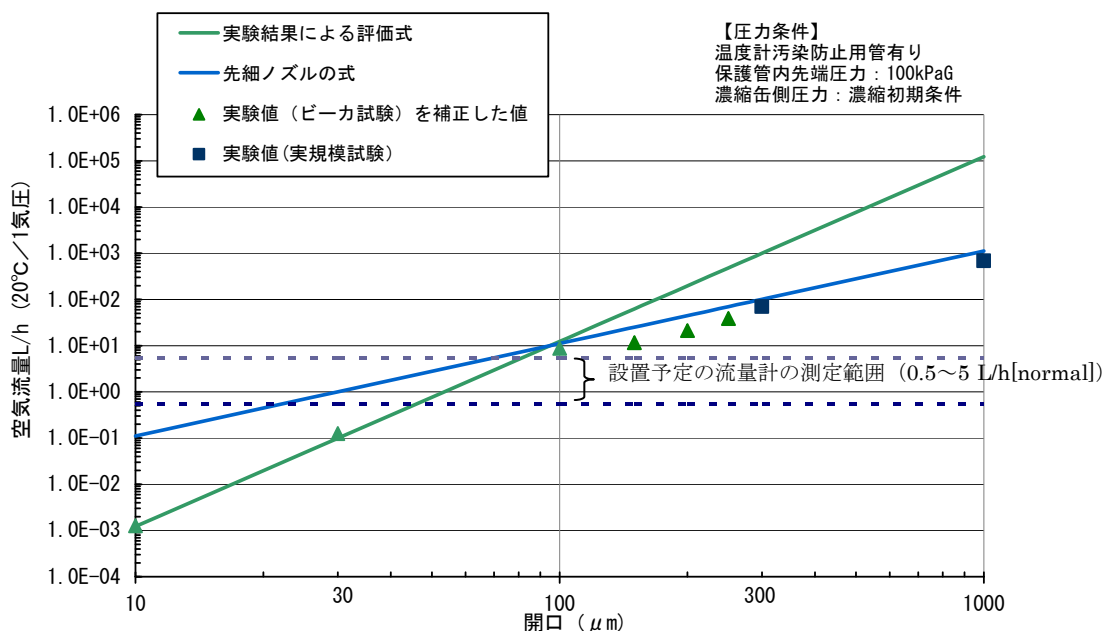


図5 開口と空気流量の関係



## 簡易的な加圧システムの概要と使用に伴う対応

### 1. 簡易的な加圧システムの位置付け、適用範囲

高レベル廃液濃縮缶の下部温度計保護管については、現在、加圧方式による復旧作業を進めているが、当該加圧設備の工事終了前に廃液の処理が必要となった場合は、工事期間中のバッファを確保するための措置として、温度計保護管に簡易的な加圧システムを接続し、処理運転を行うことを計画している。

### 2. 簡易的な加圧システムの概要

現在、恒久的な対応としている加圧システムは計装用圧縮空気（IA）を使用することとしているが、簡易的な加圧システムでの加圧は空気ポンベを使用することを計画している。

- ・ 保護管への加圧（圧縮空気の供給）は空気ポンベを使用する。
- ・ 温度計保護管への加圧状態を監視できるように圧力計を設置する。
- ・ 温度計保護管末端からの放射性気体廃棄物の漏えいに備え、先端部周辺にグリーンハウスを設置し、グリーンハウス内の空気はHEPA フィルタを介して、局所排風機により建屋換気系へ排気する。
- ・ グリーンハウスの汚染状況を監視するため、温度計保護管末端の近傍に可搬式のガンマモニタ、ダストモニタを設置する。

なお、処理運転を行う際は、上部、中部温度計については漏えいが確認されていないことから、簡易的な加圧システムを設置せずに、既設の遮蔽プラグを入れて温度計を復旧させる。

### 3. 簡易的な加圧システムを用いた廃液処理運転の実施方法

#### 3. 1 運転概要

簡易的な加圧システムを用いた運転の概要は以下の通り。

- ① 温度計保護管内の加圧開始
- ② 高レベル廃液濃縮缶の真空引き～加熱・処理運転（通常の運転手順に従う）
  - ※処理運転を行う。また、処理運転中は、現場の圧力計、空間線量モニタ、ダストモニタ、それぞれの指示値を確認する。
- ③ 高レベル廃液濃縮缶の加熱停止
- ④ 高レベル濃縮廃液の移送（移送先は高レベル廃液供給槽）
- ⑤ 濃縮缶内の洗浄（洗浄廃液についても高レベル廃液供給槽へ移送・貯留）



### 3. 2 運転中の温度監視

高レベル廃液濃縮缶の温度計(上部、中央部、下部に設置)には、今後新たにこれら3本の温度計指示値の平均温度を示す機能を追加し、この平均温度を監視対象とする計画である。一方、簡易的な加圧システムを用いた処理運転を行う際に、平均温度を示す温度監視機能が設置されていない場合は、個々の温度計指示値を監視し、55℃に達しないことを確認する。簡易的な加圧システムを用いた処理運転時は、運転期間が短いこと(3.4参照)、また、処理する高レベル廃液は抽出廃液を含まない主に分析廃液等であり、処理後の濃縮廃液は、通常運転時(設計値)と比較しても希薄であることから、今回下部温度計保護管内に高レベル廃液が浸入した原因である、底部に堆積する析出物の影響による下部温度の上昇はないと考えている。しかし、下部温度に限らず、いずれかの温度計指示値が55℃以上に達した場合については、今後の運転で考えている温度を低下させる措置を講じる。

### 3. 3 簡易的な加圧システムの監視

廃液処理運転時は現場にて以下項目を運転員が常時監視し、圧力低下や放射線モニタの上昇等が生じた場合に適切に対応する。

- ・ 圧力計及び、出口圧力計の指示値
- ・ ポンベの圧力計にてポンベ残圧の有意な減少がないこと
- ・ 局所排風機の運転状態に異常のないこと
- ・ 空間線量モニタ、ダストモニタに有意な上昇がないこと

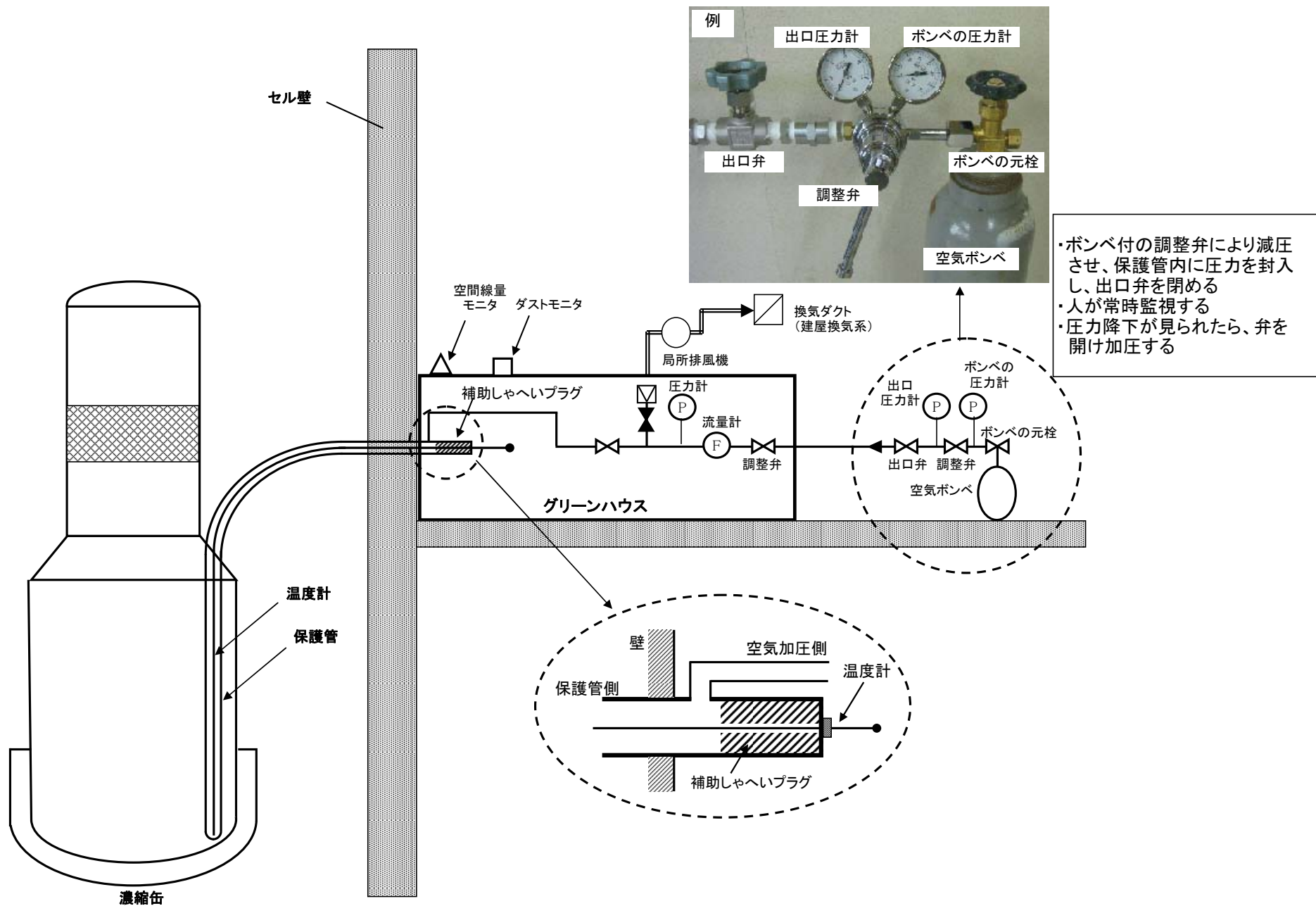
なお、放射線分解などによるNO<sub>x</sub>ガス等の発生等については、運転終了後に簡易的な加圧システムを取り外し、安全に内部の気体を処理する際にガスモニタ等で測定することを検討する。

### 3. 4 運転期間

運転期間については、仮に抽出廃液供給槽が満杯の状態を想定し、総量120 m<sup>3</sup>を2 m<sup>3</sup>/hにて処理する場合、加熱処理を行っている運転期間は約60時間(約2.5日)となり、液張りから濃縮缶内の洗浄終了までを見込んでも約1週間で処理が終了する。

### 3. 5 廃液処理を実施した場合の温度計保護管内の確認

簡易的な加圧システムを使用して処理運転を実施しなければならない場合、処理運転の前後で温度計保護管内をCCDカメラで観察し、状態変化の有無を確認する。



簡易的な加圧システムの概要図

## 腐食環境緩和のための対策

### 1. 濃縮缶下部の温度上昇の抑制

アクティブ試験において発生した濃縮缶下部の温度上昇は、濃縮缶下部における析出物の堆積が進んだことにより発生しやすくなっていたことから、先行施設でも実施している定期的な洗浄運転を行うことで析出物を除去し、下部温度が上昇するタイミングが早くなることを抑制する。

具体的には、濃縮缶に酸濃度の低い硝酸を供給し加熱及び払出しを行うことで、高酸濃度の環境下で発生した析出物を再溶解するとともに濃縮缶から払出す。なお、アクティブ試験第10バッチの濃縮廃液払出し後に洗浄運転を行い、洗浄操作が実施できることを確認している。

また、濃縮缶下部の堆積層への入熱量を減らすことを目的として、加熱運転中の加熱ジャケットの使用停止について検討中である。当該案を適用する場合、堆積層への入熱がなくなるとともに堆積層内での硝酸やFPの濃縮を抑制できることから堆積層における温度上昇を抑制することが可能と考える。また、濃縮缶底部の金属表面温度は堆積層の温度と同等となることから、腐食抑制の観点からも効果が期待できる。なお、この場合、処理速度を維持するため、使用する加熱コイルの本数を増やす対応をとる。

### 2. 濃縮缶の温度管理

#### (1) 濃縮缶温度を下げる操作

濃縮缶における3本の温度計の平均値が55℃以上に達した場合には温度を下げるための操作として以下を実施する。

##### ①減圧度を深くする操作

##### 【実施方法】

濃縮缶内は、図1に示すように、2台のスチームジェットにより濃縮缶気相部から廃ガスを排気することで減圧にすると共に、設定した圧力になるように排気したガスのリサイクル量を調整しながら缶内の圧力調整を実施している。

減圧度を深くする操作は、圧力制御の設定値の変更や排気したガスの流量を下げることにより実施する。

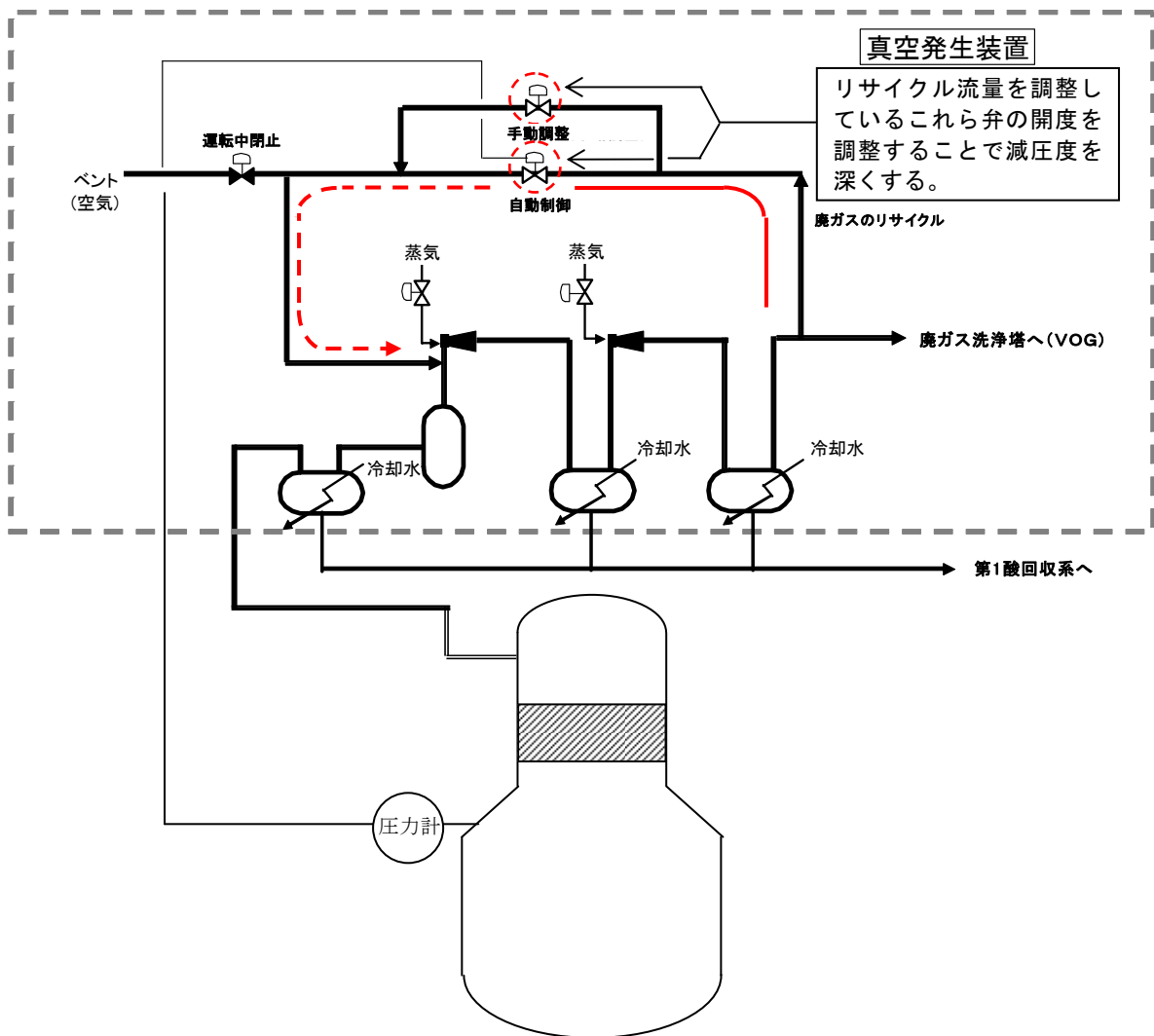


図1 高レベル廃液濃縮缶の減圧装置概要

【効果】

濃縮缶の減圧度を深くすることにより濃縮液の沸点を下げ温度を下げる。この際、濃縮缶の処理速度を下げることにより、減圧度をより深くし温度の引き下げ幅を大きくすることができる。

机上評価及びこれまでの運転実績を踏まえると、減圧度を深くする操作による温度引き下げ効果は以下のとおりと想定する。

高レベル廃液濃縮缶 処理量	圧力低下幅	温度低下幅
3 m <sup>3</sup> /h	0.1 kPa	約1℃
2.5 m <sup>3</sup> /h	1.0 kPa	約4℃
2.0 m <sup>3</sup> /h	1.8 kPa	約7℃

## ②減酸運転

### 【実施方法】

減酸運転は、図2に示すように、第1酸回収工程から発生する酸濃度の低い凝縮液を濃縮缶に供給しながら加熱することにより、濃縮液の酸濃度を下げる運転である。通常、濃縮運転終了後に濃縮液の酸濃度を下げる目的で実施する運転である。

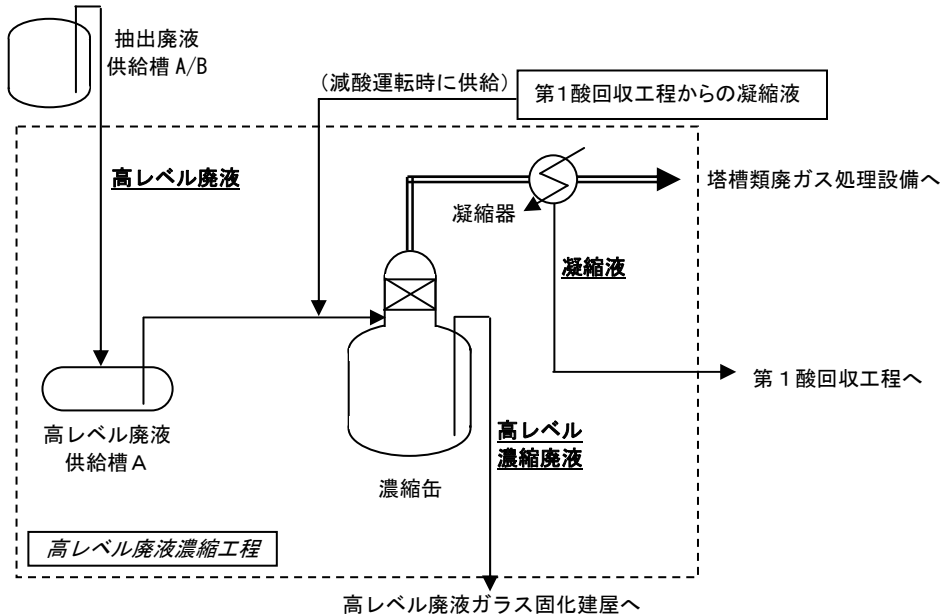


図2 濃縮缶での廃液処理に係る工程概要図

### 【効果】

減酸運転を行い濃縮液の酸濃度を下げることにより濃縮液の沸点が下がる。また、析出物である硝酸バリウム等は酸濃度の増加に伴い溶解度が減少するため、減酸運転を行って酸濃度が下がることにより再溶解する。これにより析出物が減少することから、濃縮缶下部の温度が低下する。

減酸運転による温度引き下げについてはアクティブ試験時に効果が確認されており、平均温度が55℃以下の条件で実施した減酸運転による温度の下げ幅は約3～約7℃であった(図3 参照)。

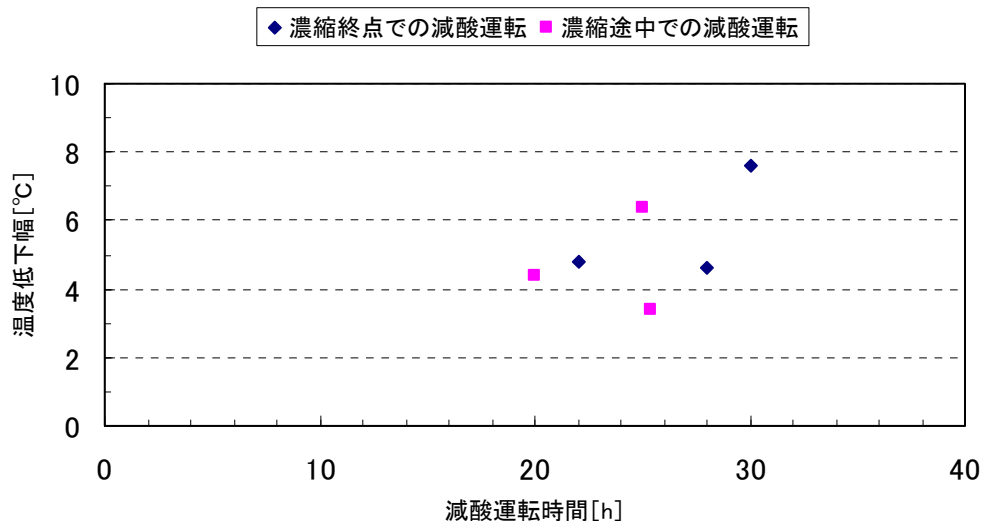


図3 減酸運転による濃縮缶下部の温度引き下げ効果

## (2) 温度上昇時の具体的対応

上記のとおり、温度上昇が発生した際は減圧度を深くする操作や減酸運転を行い温度を下げる。

このうち、減酸運転は第1酸回収工程から発生する酸濃度の低い凝縮液を濃縮缶に供給し加熱を行うことから廃液の処理が行えないが、この期間も上流工程からの廃液は発生する。廃液を貯留する貯槽の空き容量が減酸運転期間中に発生する廃液量よりも少ない場合は廃液を貯留できなくなるため、廃液の発生元である上流工程の停止等、工場全体の運転に影響を与える可能性がある。このため、温度状況に応じて減酸運転を開始できるよう、通常の濃縮運転時から運転調整により貯槽の空き容量を確保するよう運転管理を行う。

上記の空き容量管理を前提として、温度上昇が発生した際は以下の対応をとる。

### 1) 平均温度が55℃以上に達した場合の具体的対応

- ① 減圧度を深くする操作を行う。
- ② 上流工程から発生する廃液を貯留する貯槽の空き容量に応じて上流工程の処理量を調整し、廃液発生量を低減する。
- ③ 減酸運転を開始する。
- ④ 温度計指示値が55℃を下回った後、濃縮運転を再開する。

### 2) いずれかの温度計が65℃を超えた場合の具体的対応

- ① 廃液を受け入れる貯槽の空き容量を確認し、洗浄運転終了までの期間中に発生する廃液を貯留できるよう上流工程の処理量調整を行う。
- ② ①と並行して減酸運転を開始する。
- ③ 希釈等の操作を行った後、濃縮廃液を払い出す。

- ④ 払出しを実施した後に洗浄運転を実施する。

上述の5.5℃と6.5℃の設定根拠は以下のとおり。

**【5.5℃】**

- ・ 通常運転温度である約5.0℃を超えたことを示す5.5℃を管理温度とし、濃縮缶全体の温度を管理対象とすることから3本の温度計の平均値を使用。

**【6.5℃】**

- ・ 温度上昇による腐食影響や設計時に技術導入元から入手した濃縮缶の温度変動範囲（4.0℃～6.2℃）を考慮して設定。

また、アクティブ試験で下部温度が6.5℃以上となっていた第6から第10バッチを対象に、3本の温度計の平均値が当該バッチで最初に5.5℃に到達した際の上部・中部・下部温度を確認した結果、下表のとおり平均温度5.5℃到達時の下部温度は6.5℃未満であった。このため、下部温度が6.5℃に到達する前に平均温度が5.5℃になると考える。

バッチ	上部温度 (℃)	中部温度 (℃)	下部温度 (℃)	平均温度 (℃)
第6バッチ	56.2	54.4	54.3	55.0
第7バッチ	55	53	57.2	55.1
第8バッチ	53.4	51.7	60.2	55.1
第9バッチ	54.2	54	56.9	55.0
第10バッチ	53.9	53.9	57.2	55.0

なお、上記温度管理を行う際の下部温度の挙動については、以下のとおりと考える。

- ① 温度上昇時（温度計の平均温度が5.5℃以上に達した場合）  
減圧度の調整及び減酸運転により下部温度が低下する。
- ② 下部温度が6.5℃を超えた場合  
速やかに廃液の濃縮を終了し、濃縮液の払出しに向けた操作を開始する。この場合、減酸運転の開始により下部温度も低下を始めることから、下部温度を6.5℃以下に保つことができる。（図4 参照）



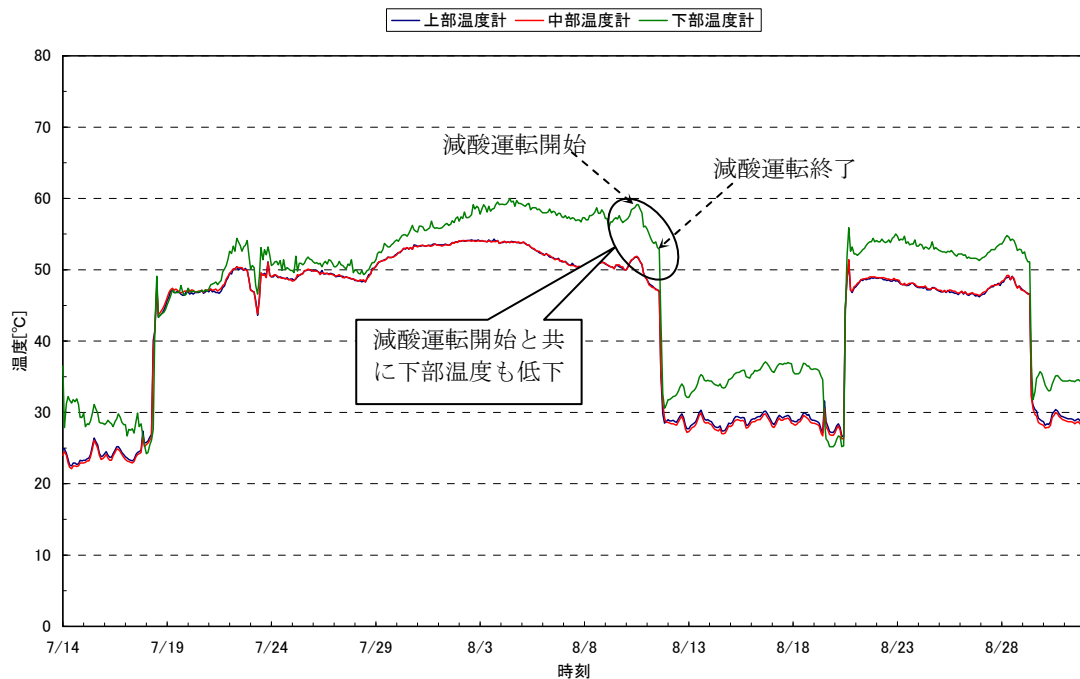


図4 アクティブ試験第10バッチにおける減酸運転時の温度の挙動

また、添付資料-29で示した堆積層で硝酸等の濃縮が進む可能性も踏まえた対策については、上述のように、今後の運転では腐食環境の緩和策としての温度管理により加熱運転時の濃縮缶内温度が65℃以下となるよう管理することに加えて、定期的な洗浄運転により析出物の蓄積防止を図ることとしている。よって、この対応で濃縮缶底部に多量の析出物が堆積する前に濃縮を停止することになるため、多量の堆積層形成が抑制できると考える。

このため、今後実施する温度上昇抑制策等により堆積層で濃縮が進むことについても対応可能と考える。

### 3. 温度上昇抑制策及び温度を下げる操作に伴う自工程、上・下流工程への影響

下部温度上昇抑制策及び温度上昇時の対応による、自工程、廃液発生元の工程及び濃縮廃液の移送先の高レベル廃液ガラス固化工程への影響について整理を行った。

#### (1) 減圧度の調整による影響

減圧度の調整は圧力調整のためにリサイクルしている廃ガス量を減らすことにより実施する。この際、VOG系へ流れる廃ガス量が増えるが、高レベル廃液濃縮工程の設計で想定した範囲内での増加であるため、VOG系への影響はない。

## (2) 減酸運転による影響

減酸運転中は上流工程から発生する廃液の処理ができず、廃液の貯留量や上流工程の運転に影響を与える可能性があるが、以下の対応をとることで影響を抑制できると考える。

- ・通常運転時から廃液保有量を一定量以下に保つ。
- ・減酸運転実施中は上流工程の処理量を調整することで廃液発生量を低減する。

また、温度低下を目的とした減酸運転について、年間の運転可能期間に基づき、1 バッチあたりの最長運転期間を評価することで実施可能回数を評価したところ、1 バッチあたり 2 回程度となった。この場合、上流工程で処理量の調整が必要な期間も限定的であることから、上流工程への影響は小さいと考える。

一方、貯留した廃液を処理するためには濃縮缶を高い処理速度で運転する必要があるが、温度低下のための減酸運転を 1 バッチあたり 2 回とする場合は、廃液発生量は過大とはならず、当該濃縮缶において設計上想定した範囲の処理速度で対応可能である。

## (3) 洗浄運転による影響

洗浄運転では、酸濃度の低い硝酸を濃縮缶に張り込んだ後に加熱し、洗浄廃液を下流工程である高レベル廃液ガラス固化建屋へ払い出す。この運転では廃液の濃縮を行わないため、払い出す廃液の F P 濃度は通常運転で発生する濃縮廃液と比べて大幅に低い。洗浄運転により発生する廃液は、高レベル廃液ガラス固化設備において、これまでモックアップ試験やアクティブ試験で運転確認を行ってきた廃液よりも F P 濃度が低いことから、ガラス固化設備の安定運転において仮焼層を安定させるために、廃液中の F P 濃度はある一定の濃度を確保するとしていることを踏まえると、下流工程での処理に支障をきたす可能性がある。

洗浄運転は定期的に行うことから、F P 濃度の低い洗浄廃液は定期的発生する。高レベル廃液ガラス固化設備では、F P 濃度が低いことから、洗浄廃液のみでの処理は行えないため、運転に支障が出る。

このため、現状の運転方法で設計上の濃縮終点まで廃液を濃縮し、5 バッチに 1 回の頻度で洗浄運転を行い、これらの廃液を混合した場合の濃縮廃液の F P 濃度について評価したところ、下流工程での廃液処理に支障が出ない範囲を維持できるとの結果となった。

ただし、アクティブ試験中の運転実績から、濃縮終点に到達する前に下部温度が 65℃に到達することも考えられる。このような場合に備え、温

度上昇抑制策に加えて、析出物の発生防止のための対策（濃縮倍率の低減及び濃縮廃液の減容等）について検討を行うこととする。

一方、洗浄運転を行うことにより高レベル廃液ガラス固化建屋に移送する廃液量に影響があるか評価したが、800トン／年での年間払出し量は約380m<sup>3</sup>であり、従来どおりの運転を行った場合から1割弱の増加となるが、下流工程の設計裕度内の増加であり、大きな影響はない。

なお、洗浄運転には約□日を要するため、洗浄運転を行う際には主な廃液発生元の運転を停止している必要がある。定期的な洗浄運転の場合、この点を考慮した運転計画とすることで上流工程への影響を抑えることができる。

また、洗浄運転の頻度や洗浄運転を行う際の運転方法については、今後の運転において最適な条件を評価していく。

## 類似機器での類似事象の発生防止に係る調査

## １．調査の考え方

「８．５ 推定原因」で述べている通り、今回の事象の直接的な原因は、想定した以上の濃縮缶下部温度の上昇と考えられ、腐食速度が増加するような厳しい腐食環境となったことにより、鍛鋼品であるキャップ部のトンネル腐食が発生したものと推定しており、これを踏まえ、類似事象の発生防止に係る調査を実施した。

また、当該保護管が損傷した直接的な原因ではないものの、設計時に腐食への影響の知見がなかったネプツニウムに対する腐食への考慮ができなかったことを受け、他の設備においてネプツニウムの影響による類似事象の発生の可能性についての調査を上記の調査と併せて実施した。

さらに、上記のように、腐食環境が厳しくなったことが確認されていることから、全面腐食の観点でもその影響を調査することとした。

以上を踏まえ、調査の対象範囲は、腐食環境とみなされる $0.2\text{mol/L}$ 以上の硝酸溶液に常時接液するステンレス鋼製の機器とした。

上記の対象機器に対して、想定以上の温度上昇と腐食成分としてのネプツニウムの影響度の観点で設計時の腐食速度への影響を評価し、トンネル腐食と全面腐食について、それぞれ予防処置を実施すべき対象かを判定する類似事象の発生防止に係る調査フローを作成した。(図１ 参照)

なお、ネプツニウム以外の元素については、使用済燃料中の含有量、分配係数及び腐食性を考慮して再検討したが、設計当時の考え方で考慮が不足していることはないことを確認している。

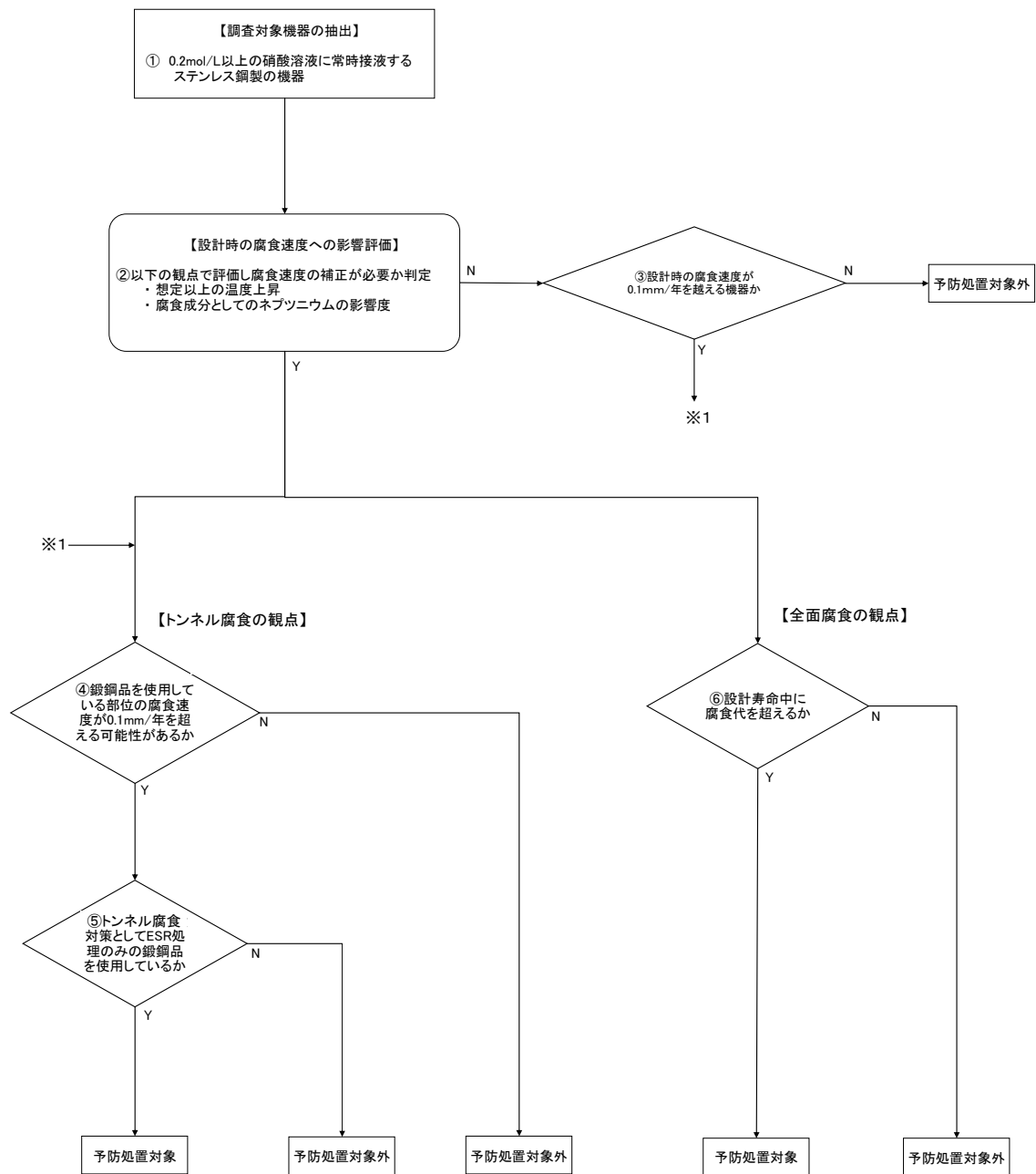


図1 類似事象の発生防止に係る調査フロー

調査フローのそれぞれの判定指標の考え方を以下に示す。

#### 【調査対象機器の抽出】

##### ① 0.2 mol/L以上の硝酸溶液に常時接液するステンレス鋼製の機器

再処理施設では、放射性物質を含む硝酸溶液を取り扱う系統及び機器の閉じ込め部材には、硝酸溶液に対して優れた耐食性を有し、豊富な使用実績のある304系・316系ステンレス鋼を使用している。また、常圧沸騰状態で2 mol/L以上の硝酸溶液を取り扱う場合には再処理施設用ジルコニウムを使用している。

再処理施設用ジルコニウムは純ジルコニウムであり、耐食性が極めて高いため、全面腐食が問題となることはなく、トンネル腐食の発生メカニズムである不純物・介在物等の偏析を生じることがない。また、0.2 mol/L未満の硝酸溶液では、沸点である100℃近辺まで温度が上昇したとしても、腐食速度が極めて小さいため、全面腐食が問題となることはなく、腐食速度の小ささからトンネル腐食が発生することもない。

そのため、腐食環境で使用される「0.2 mol/L以上の硝酸溶液に常時接液するステンレス鋼製の機器」を、予防処置を実施すべき対象かを判定するための調査対象とする。

#### 【設計時の腐食速度への影響評価】

##### ② 以下の観点で評価し腐食速度の補正が必要か判定

- ・ 想定以上の温度上昇
- ・ 腐食影響成分としてのネプツニウムの影響度

腐食環境の厳しさの指標として、温度の上昇要因とネプツニウムの影響を評価し、設計時の腐食速度への影響（腐食速度の補正の要否）を判定する。

##### ■ 想定以上の温度上昇

運転実績を確認し、設計時に想定した温度を超えている機器を抽出するとともに、今後の運転において想定温度を超える可能性がある機器を以下の観点で抽出した。

##### 1) 設計時に想定した温度を超えている機器の有無

アクティブ試験以降これまでの運転実績から、その期間の通常の運転における温度の最大値を抽出し、通常運転温度を超えているか評価する。

##### 2) 温度上昇を発生させる要因の有無

温度上昇が発生する要因としては、蒸気等により加熱を行っている機器に

については機器の加熱を行う加熱源の温度上昇、温度上昇を抑制又は防止するために冷却を行っている機器については冷却源の停止、また濃縮缶のような析出物を含めた沈殿物の堆積等が想定される。

- 3) 温度上昇の検知の可否及び検知した後に温度上昇を抑制する措置の可否  
 1) で温度上昇を発生させる要因があるとした機器については、温度上昇を発生させる状態を警報、工程監視等により検知することが可能かを調査する。また、温度上昇を発生させる状態を検知可能な機器については、検知した後に、温度上昇を発生させる要因を排除し、温度上昇を抑制する措置が実施することが可能であるかを調査する。

主要な温度上昇要因は以下の通り分類できるものとする。

温度上昇要因		温度上昇要因の 検知手段	検知時の措置 (措置を確実に実施する方法)
加熱源	加熱蒸気の温度上昇	警報	供給遮断 (インターロック)
	加熱温水の温度上昇	警報	供給遮断 (マニュアルに定める)
	電気ヒータの温度上昇	警報	供給遮断 (マニュアルに定める)
冷却機能	冷却水の循環停止	安全系	安全冷却水系のポンプ等の動的機器は多重化されており、異常時は以下を実施する。(保安規定に定めている) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転可能な機器への切り替え</li> <li>・ 異常が生じた機器を復旧する措置を開始し、バックアップがある状態を維持</li> </ul>
		一般系	工程監視 (温度、流量等) により異常検知 熱源の停止 (マニュアルに定める)
	冷水の循環流量低下	警報	流量の回復措置 (マニュアルに定める)
沈殿物	沈殿物の堆積	かくはん手段の停止による沈殿物の堆積	貯槽内の沈殿物をかくはんする空気は安全圧縮空気から供給されている。安全圧縮空気系の空気圧縮機は多重化されており、異常時は以下を実施する。(保安規定に定めている) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転可能な空気圧縮機に切り替え</li> <li>・ 異常が生じた空気圧縮機を復旧する措置を開始し、バックアップがある状態を維持</li> </ul>
			安全圧縮空気を貯槽内に供給するパルセータの異常時は以下のいずれかを実施すると共にパルセータの復旧する措置を実施。(社内規定に定めている) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ かくはん可能な槽への移送</li> <li>・ 手動パルセーション及び底部温度監視の実施</li> </ul>
	沈殿物の堆積	移送機器閉塞による沈殿物の堆積	工程監視 (移送経路の液位等) により異常検知 沈殿物排除手段の起動による堆積の防止 (マニュアルに定める)
	沈殿物排除手段がないところでの沈殿物の堆積	工程監視により異常検知	温度を下げる措置を開始 (マニュアルに定める)



温度上昇要因に対して、温度上昇が発生する要因を、警報もしくは工程監視により検知することがマニュアル類に規定されていること、また、検知した後に温度上昇要因を排除又は温度上昇を抑制する措置がインターロックにより行われる、もしくはマニュアル類に規定されその操作が手順化されていることを確認できれば、通常運転温度を超えて温度が高い期間が続くことはないと評価する。

なお、上記の検知と措置に関するマニュアル類は、調査時点で未整備でも、予防処置の一環として当該機器の運転開始までに整備する計画を確認することでマニュアルが既に規定されているものと同等と評価する。

#### ■ 腐食成分としてのネプツニウムの影響度

腐食加速成分（ネプツニウム）の主な流れは、抽出廃液の経路と分離、精製の製品の経路である。添付資料－23の図2に示す流れにある機器については、ネプツニウムの腐食影響が考えられるため、これらの機器を対象とし、今回の濃縮缶でのネプツニウムの影響を考慮し、設計当時に評価した以上にネプツニウムの腐食影響がある機器を抽出する。

上記の想定以上の温度上昇とネプツニウムの影響度を評価し、腐食速度の補正が必要な機器を判定する。

#### ③ 設計時の腐食速度0.1mm/年を超える機器か

設計時の腐食速度への影響がなく、腐食速度補正の必要がない場合でも、設計時の腐食速度が、トンネル腐食発生可能性の指標である0.1mm/年を超える機器（添付資料－26参照）については、トンネル腐食の観点で、鍛鋼品を使用している部位の詳細調査を実施する。

#### 【トンネル腐食の観点での評価】

#### ④ 鍛鋼品を使用している部位の腐食速度が0.1mm/年を超える可能性があるか

腐食速度の補正が必要ありと判定した機器に対して、トンネル腐食の観点で、鍛鋼品を使用している部位の腐食速度がトンネル腐食発生可能性の指標である0.1mm/年を超えているかを評価する。

また、「鍛鋼品を使用している部位」は、当該濃縮缶下部の温度上昇のように、温度が高い箇所が機器の一部分のようなケースでは、腐食速度も部位により異なるため、「部位」単位とした。

なお、鍛鋼品以外の鋼材（板、管）を使用している部位については、トンネル腐食の進展の起点となる金属が引き延ばされる方向に直交な面が接液することがないため、対象外とした。

⑤ トンネル腐食対策としてE S R処理のみの鍛鋼品か

④により腐食速度が0.1mm/年を超えている部位として抽出された鍛鋼品について、鍛流線制御鍛鋼品を採用しているか、または鍛流線に直交な面へバタリング（肉盛溶接）を実施している場合は、トンネル腐食の発生防止に有効であるため、予防処置対象外とした。

【全面腐食の観点での評価】

⑥ 設計寿命中に腐食代を超えるか

全面腐食の観点で、補正した腐食速度で、設計寿命中に腐食代を超えることがあるか評価する。

2. 予防処置等に係る対応方法

調査結果により予防処置が必要と判定された機器等に対する予防処置に係る考え方を以下に示す。

- (1) トンネル腐食が生じる可能性があるとして判定された機器等については、その部位の温度を管理する措置を検討することとする。
- (2) 全面腐食の観点で腐食代以上の全面腐食が生じる可能性があるとして判定された機器等については、下表に示す減肉管理を実施することを検討している。

	基本的手法	左記手法が困難な場合
減肉管理手法	<ul style="list-style-type: none"><li>機器の中で全面腐食減肉量が最も大きくなる伝熱面（伝熱コイル、伝熱管等）に対して、機器の外部からアクセスできる非破壊試験装置を用いて直接的に肉厚を測定し、減肉進展評価を行う。（※1）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>該当する機器の入口と出口のFe分析を行い、溶出量から減肉進展評価を行う。もしくは</li><li>温度実績やネプツニウム濃度実績から腐食評価を行う。</li></ul>

（※1）現在、社団法人 日本機械学会において策定中の再処理設備 維持規格（案）では、全面腐食減肉を対象として、肉厚測定試験を実施することとしている。

### 3. 調査状況

「1. 調査の考え方」に示した①～⑥の評価については実施中であるが、現時点での調査状況を以下に示す。

- ・トンネル腐食の観点での評価において、鍛鋼品を使用している長期予備の伝熱コイル接続管台、ウラン濃縮缶（分離施設）の保護管キャップ、管台、管板については、ネプツニウムの影響により腐食速度が0.1 mm/年を超える可能性があるため、E S R 処理以外のトンネル腐食対策が施されているかを確認した。これらについては、鍛流線制御鍛鋼品の使用や鍛流線に直交な面へのバターリング（肉盛溶接）施工を確認した（図2 参照）。
- ・全面腐食の観点から、当該濃縮缶下部の温度上昇の影響により腐食速度の大きかった当該濃縮缶加熱ジャケット部の底面について、アクティブ試験期間中での腐食量は、腐食代の5 mmを超えていないことを確認した。今後は当該濃縮缶に対して、「9. 2 腐食環境緩和のための対策」に示したとおりの対策を行うため、大きな腐食は生じないものと見込まれる。

アクティブ試験期間において濃縮缶底部の温度は下部温度よりも高く、堆積層内で硝酸等の濃縮が生じていた可能性がある。この場合の腐食への影響について、堆積層内での廃液の濃縮状況が不明であるため、以下の仮定を含む条件を設定し評価した。

- 添付資料－29の評価結果では、下部温度と底部温度の差は9～15℃程度であり、温度が高い場合には差が小さくなる傾向があった。このため、底部温度については、保守的に温度が低い場合の差を採用し、下部温度より約15℃高いと仮定。
- 濃縮は段階的に進み、55℃～80℃の区間では酸濃度  mol/L、80℃以上の区間では保守的に共沸状態の酸濃度14.9 mol/Lと仮定。
- 酸化性イオンについては、濃縮終了後のネプツニウム濃度を基準として、酸濃度と同様の割合で濃縮が進むと仮定。濃縮終了後のネプツニウム濃度については、運転実績に基づき、1～5バッチは0.6 g/L、6～10バッチは1.4 g/Lと設定。
- 55℃以下であった期間については通常の運転状態であったと考えたが、廃液濃縮に伴う酸濃度及び酸化性イオンによる影響については、下部温度計指示値に15℃を足した値を評価に用いることにより、それらの影響も含めた評価とした。

腐食量については、下部温度が55℃以下の期間と、55℃から105℃までを5℃刻みで分けた各期間について、当該期間中の温度、酸濃度、ネプツニウム濃度

の上昇を表す係数を設計腐食速度（0.21 mm/年）にかけることで腐食速度を計算し、この値に期間毎の運転日数をかけ、各結果を積算することで算出した。

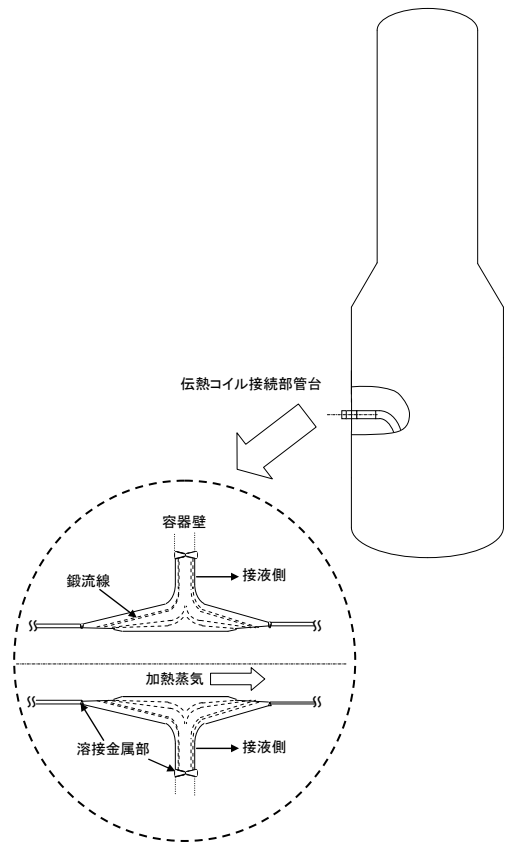
計算の結果、腐食量は約2.2 mmとなった。設計上の腐食代は保守的な評価に基づき5 mmと設定していたことから、下部温度上昇が生じた状況であっても腐食代の範囲内であった。

今後については、腐食環境緩和のための対策等により下部温度を65℃以下に管理するとともに、検討中である加熱時の加熱ジャケットの使用停止により堆積層への入熱がなくなることから、底部の温度条件も緩和され、腐食の抑制が図れると考える。

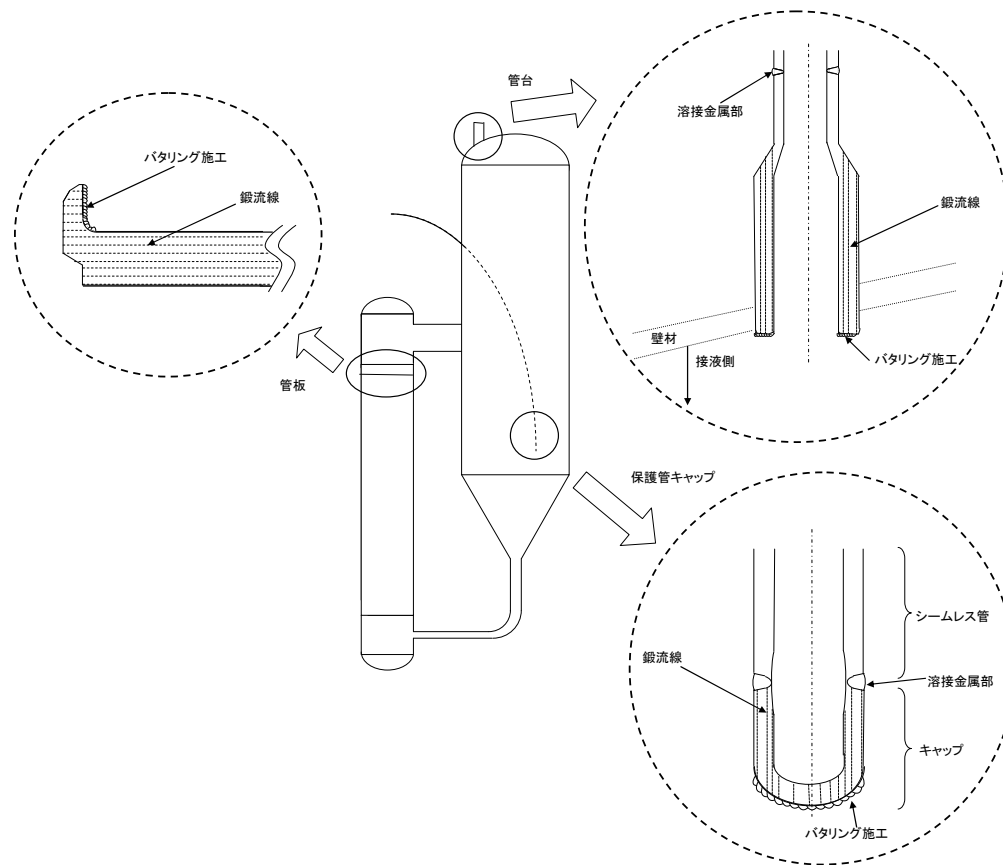
一方、保護管底部については構造上肉厚測定ができないことから、腐食評価については、溶液の組成や運転時間の管理に加え、堆積層内の温度等の状態を考慮した評価手法の検討を進める。

- ・設計時に考慮した以上のネプツニウムの影響があり、設計寿命中に、腐食代以上の全面腐食が生じる可能性がある機器として、長期予備、ウラン濃縮缶（分離施設）、第2酸回収蒸発缶が見込まれる。これらについては、減肉管理を検討することで対応を図ることとする。

なお、当該濃縮缶と同じ装置である長期予備については、「9.2 腐食環境緩和のための対策」に示したとおり腐食環境緩和の対策を実施するが、運転する際には、念のための対応として、長期予備はセル内に人が入って作業が実施できることを考慮し、二重管方式等の他の方策についてモックアップにより検証を実施した上で、対応を検討することとする。



鍛流線制御鍛鋼品



鍛流線に直交な面へのバタリング

図2 ESR処理以外のトンネル腐食対策

## トラブル時の通報連絡体制の点検について

## 1. 通報連絡遅れの概要

平成22年7月30日（金）に分離建屋の高レベル廃液濃縮缶の温度計交換作業において、現場の作業員が身体汚染する事象が発生した。事象発生直後、統括当直長が初動の対応を行い、その後、異常事象発生時に設置する六ヶ所対応会議<sup>\*1</sup>を立ち上げ発生事象の状況把握を行った。当初、状況把握を実施する中で、作業員に汚染が見つかったことから、作業員の除染及び放射性物質の内部取り込みの有無の確認を優先的に行った。その後、作業員に放射性物質の内部取り込みがなかったこと及び作業場所に管理基準値（ $\alpha$  : 0.4Bq/cm<sup>2</sup>、 $\beta$ （ $\gamma$ ） : 4Bq/cm<sup>2</sup>）を超える汚染が検出されたが、除染により管理基準値未満になったことから、汚染に関しては、C情報に該当すると六ヶ所対応会議で判断した。

この時点で、六ヶ所対応会議では、汚染の発生源については、種々の情報を得ていたが、温度計の付着物をサンプリングし、高レベル廃液濃縮缶内の液との核種組成比率の確認を行わないと高レベル廃液と特定できないと判断し、「高レベル廃液漏えいのおそれ」としてA情報発信しなかった。

平成22年8月2日（月）に汚染に関するC情報については、通報連絡ルールに基づき国及び県、村に情報発信した。その後、温度計の付着物のサンプリング以外で汚染の発生源について調査を進めた結果、同日六ヶ所対応会議で高レベル廃液濃縮缶内の保護管内へ高レベル廃液が漏えいしている可能性がある<sup>と判断し、「高レベル廃液漏えいのおそれ」としてA情報発信した。</sup>

このA情報発信のタイミングについて、国より通報が事象発生日より遅れたことに対して、通報連絡体制の点検を求められたものである。

※1 異常事象発生時、工場長を議長とし、副工場長、連絡責任者及び関連部門の部長等により組織される会議体であり、発生した事象の把握、事象の収束及び復旧活動等を統括して実施する。

## 2. 事実関係の調査結果

通報連絡遅れに至った経緯について、出来事流れ図（事実関係を業務の順に整理したもの）を作成し、通報連絡遅れに対して次の5項目の問題点が抽出された。（図－1 出来事流れ図 参照）

この問題点のうち、問題点①は事象発生直後の初動対応に係るもの、問

題点②～⑤は、六ヶ所対応会議の対応に係るものである。

- 問題点① 高レベル廃液濃縮缶の温度を計測している温度計の先端に汚染があると連絡を受けたにも係らず「高レベル廃液の漏えいのおそれ」としてA情報を発信しなかった。
- 問題点② 高レベル廃液の主要な核種成分であるセシウムを作業員A（現場監督者）の管理服及び綿手袋から検出したにも係らず「高レベル廃液の漏えいのおそれ」としてA情報を発信しなかった。
- 問題点③ 温度計からのサンプリングに時間を要する状況において、それまでに得られた情報から総合的に判断して「高レベル廃液の漏えいのおそれ」としてA情報を発信しなかった。
- 問題点④ 本来汚染が発生しないグリーン区域において高いレベルの汚染が確認されたことから、法令上の基準値（ $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ）を超えるおそれがあることが考えられたが、A情報として発信しなかった。
- 問題点⑤ 当日の事象把握活動において、六ヶ所対応会議として必要な情報が把握できていなかった。

### 3. 要因分析

2項で抽出した5つの問題点について、要因分析図に基づいて要因分析を行った。（図－2 要因分析図 参照）

トラブル時に通報連絡の必要な異常事象とは、異常・非常時対策規程で定める異常事象（A事象、B事象及びC事象に該当するもの<sup>\*2</sup>）及びおそれのある事象等であり、異常事象の区分に応じて、再処理事業部 異常・非常時対策要領等に基づきトラブル時の通報連絡を実施している。また、再処理事業部 異常・非常時対策要領において、各事象毎に国等へ通報連絡するタイミングを定めている。

通報連絡は、異常事象が発生した場合、初期判断者である統括当直長が事象の区分（A、B、C情報）を判断し、連絡責任者により国等へ通報連絡を行う。その後、異常事象発生時に設置する六ヶ所対応会議を立ち上げ発生した事象の把握、事象の収束及び復旧活動等を行う。

なお、本事象においては、統括当直長が初期判断を行う前に六ヶ所対応会議が立ち上がったため、事象の区分判断は六ヶ所対応会議で実施した。

（図－3 事象発生から通報連絡までの流れ 参照）

今回、原子力安全・保安院から通報遅れの口頭厳重注意を受けたのは、「高レベル廃液漏えいのおそれ」と判断して通報連絡（A情報発信）したタイミングが、事象発生から3日後になったことによるものである。

以下に通報連絡が遅れたことに関する要因（原因）を示す。



## ※2 A事象

法令報告事象、安全協定に基づく報告事象及び社会的影響が出るおそれのある事象等で、情報入手後、国及び県、村へ直ちに通報連絡すべきもの（以下、「A情報」という。）

### B事象

事象の進展又は状況の変化によっては、A事象となるおそれのあるものや重要な事象等で、情報入手後、国及び県、村へ速やかに通報連絡すべきもの（以下、「B情報」という。）

### C事象

施設の運転管理情報（プラント情報）及び所内パトロール等によって発見した事象で留意すべきものや注意が必要なもの、軽度の汚染・被ばく等通常とは異なる事象、その他特に通報が必要と思われる事象で、情報入手後、国及び県、村へ通報連絡すべきもの（以下、「C情報」という。）

## （1）問題点①、②の要因

- ① 温度計保護管内に高レベル廃液が漏れて、漏れた高レベル廃液が温度計に付着し、その温度計の抜き出し作業により、セル外が汚染する事象は初めてで事象として想定していなかった。（a）
- ② 高レベル廃液を取り扱う固化セルにおいては、高レベル廃液の漏えいのおそれとしてA情報を発信するタイミング（例えば、固化セル内のトレイに出所不明の液溜りを発見した場合等）をルール化していたが、固化セル以外の場合はA情報として発信するタイミングをルール化していなかった。（b）
- ③ 法令報告対象のおそれがある（判断が難しい）事象はA情報として発信するという意識が不足していた。（c）

## （2）問題点③の要因

- ① サンプルング等で結果を判断するのに時間を要する場合は、高レベル廃液の漏えいのおそれとして発信すべきであったが、トラブル情報を早く発信するという意識が不足していた。（d）

## （3）問題点④の要因

- ① 本来汚染が発生しない場所（グリーン区域）に高いレベルの汚染が確認された場合は、使用済燃料等が漏えいし、法令上の基準値（ $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ ）を超える可能性を考えて、対応する意識が不足していた。（e）
- ② 汚染密度の測定は汚染の判断フローで対応し、漏えいした放射エネルギーの測

定は漏えいの判断フローで対応することとなっていたため、速やかに、放射エネルギーによる漏えいのおそれとする考えに至らなかった。(f)

#### (4) 問題点⑤の要因

- ① 高レベル廃液の漏えい事象が発生した日に別のトラブル事象（高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターにおける検査室系換気設備の停止について：B情報）が発生していたが、同時に独立して2つの六ヶ所対応会議を行う体制が不十分であった。（連絡責任者と対応会議の進行を行う司会者が同一人物であり、また他のトラブル事象の通報連絡責任者でもあった。）(g)

#### 4. 再発防止対策

要因分析結果に基づき、高レベル廃液の漏えいに関する各問題点に対する再発防止対策を以下に示す。

- ① 高レベル廃液の漏えいのおそれとしてA情報を発信するタイミングを異常時対応マニュアルにルール化する。(要因b、cに対する対策)
- ② サンプル等で結果を判断するのに時間を要する場合は、トラブルのおそれとして発信することを異常時対応マニュアルに明確化する。(要因dに対する対策)
- ③ トラブル事例集に本事象及び類似事象を追加する。(要因a、b、cに対する対策)
- ④ 汚染に関する社内の判断フローに、放射エネルギー（放射能の総量）に係る判断を追加し、ルール化する(要因e、fに対する対策)
- ⑤ 今回改正したルール及び追加したトラブル事例集について周知する(要因a、b、c、d、e、fに対する対策)
- ⑥ トラブル対応の体制強化を図る。(要因gに対する対策)

また、通報連絡においてトラブルのおそれとして判断が難しい事象を事象発生後、遅滞なく初期判断者（現状は統括当直長）が判断し、情報発信するために、上記の対策に加えて高レベル廃液の漏えい以外の事象に対しても分かり易く迷わない判断フローの見直し及び、通報連絡に対する意識向上を図るための取組み等を品質保証活動の中で今後継続的に実施していくこととする。

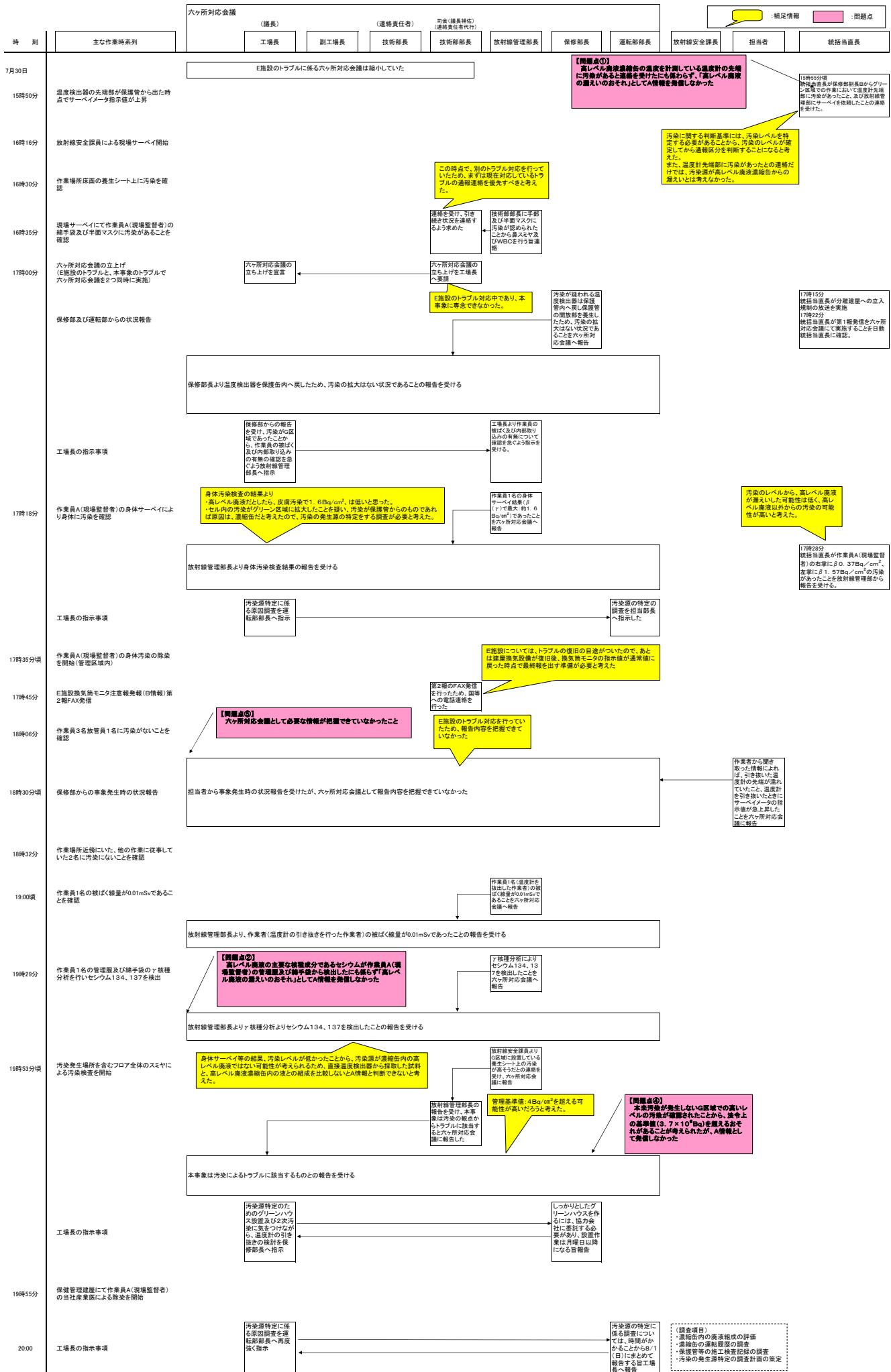


図-1 通報遅れに係る出来事流れ図(1/2)

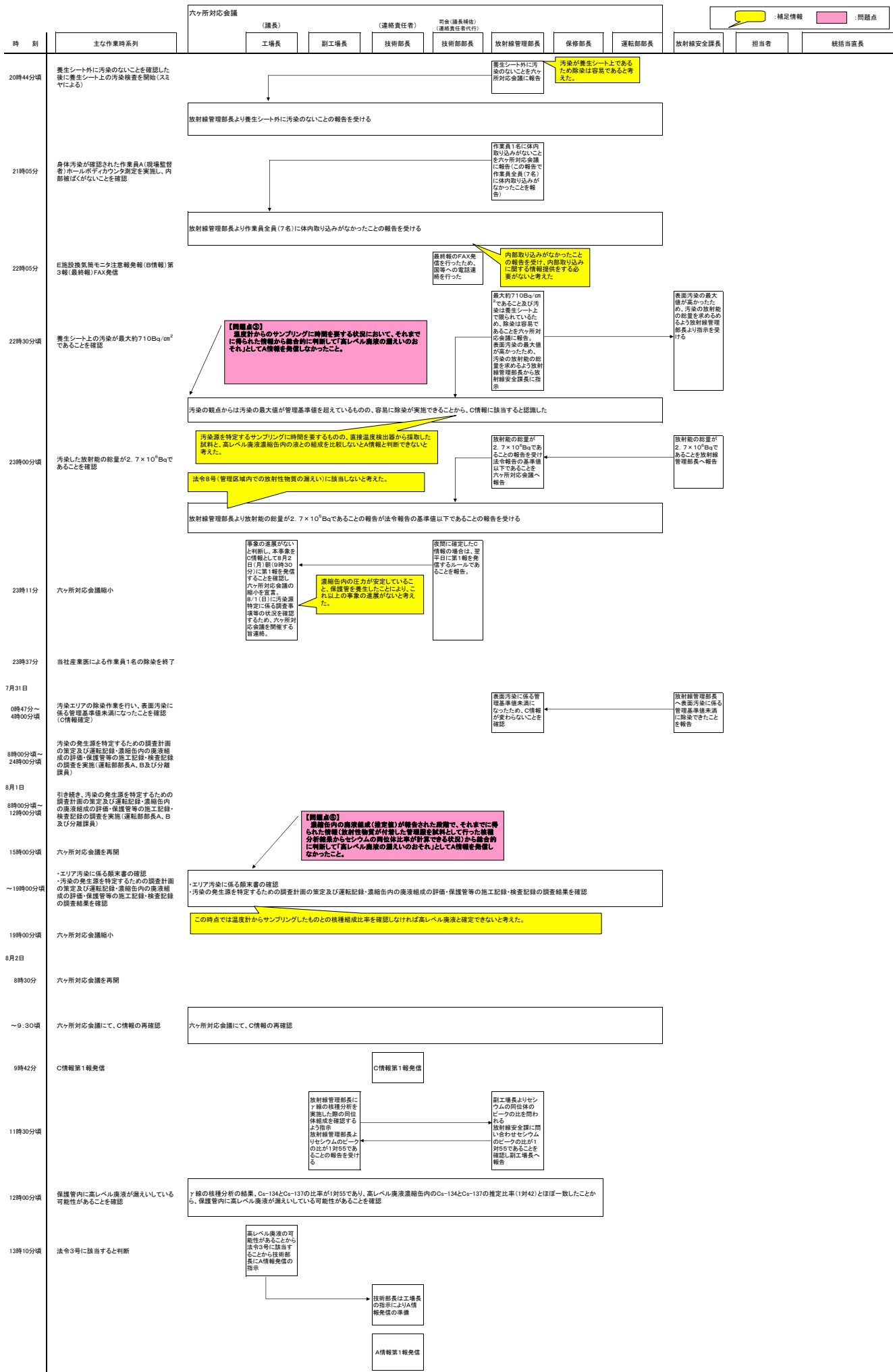


図-1 通報遅れに係る出来事流れ図(2/2)

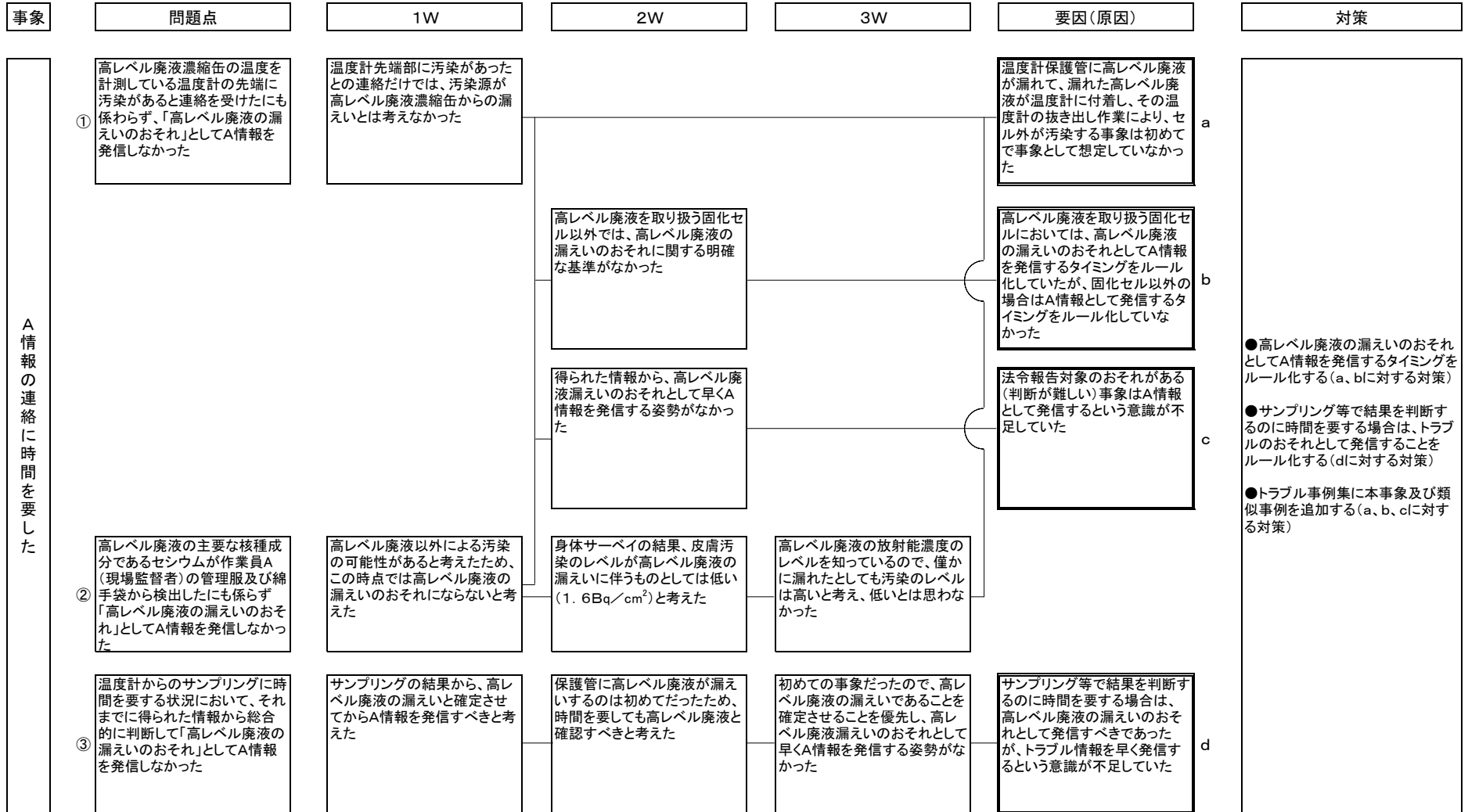


図-2 要因分析図(1/2)

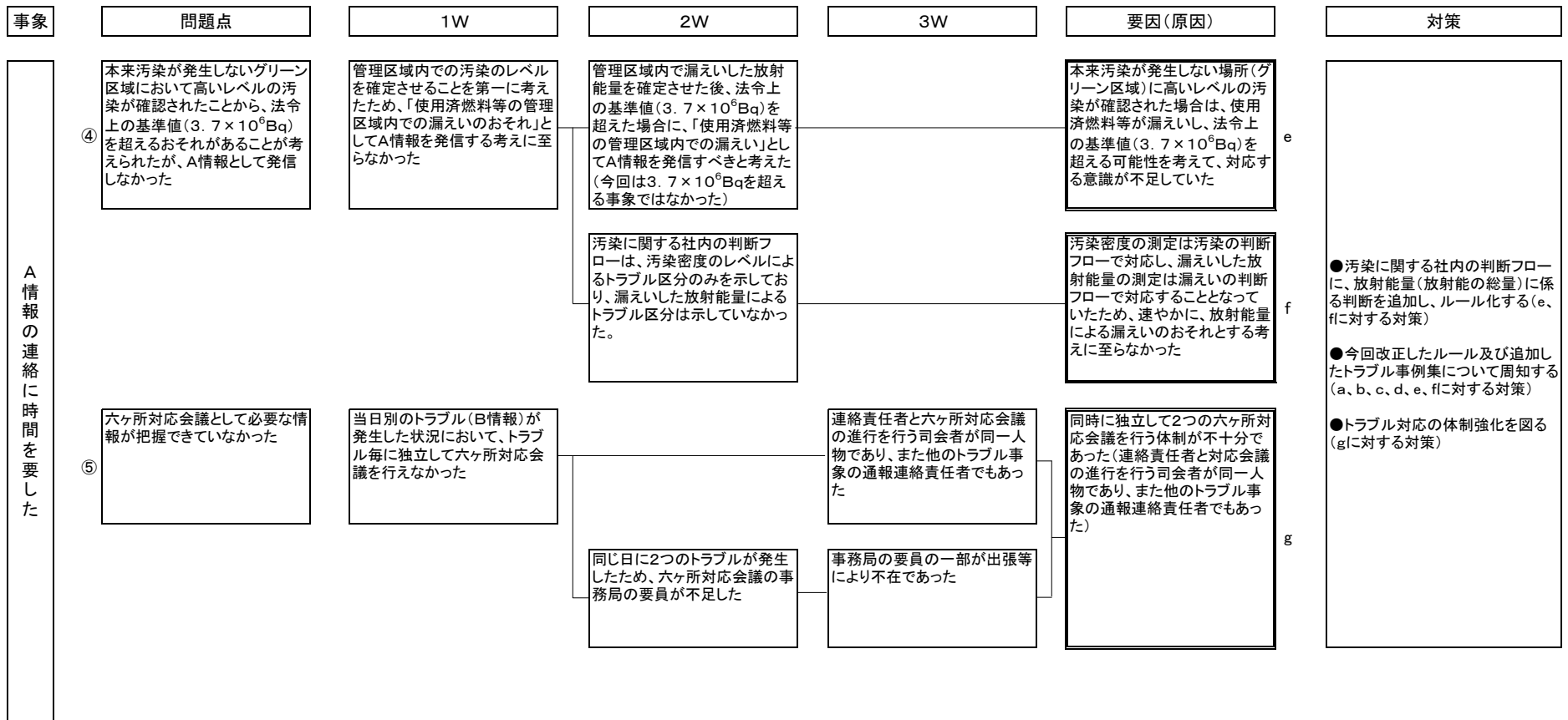
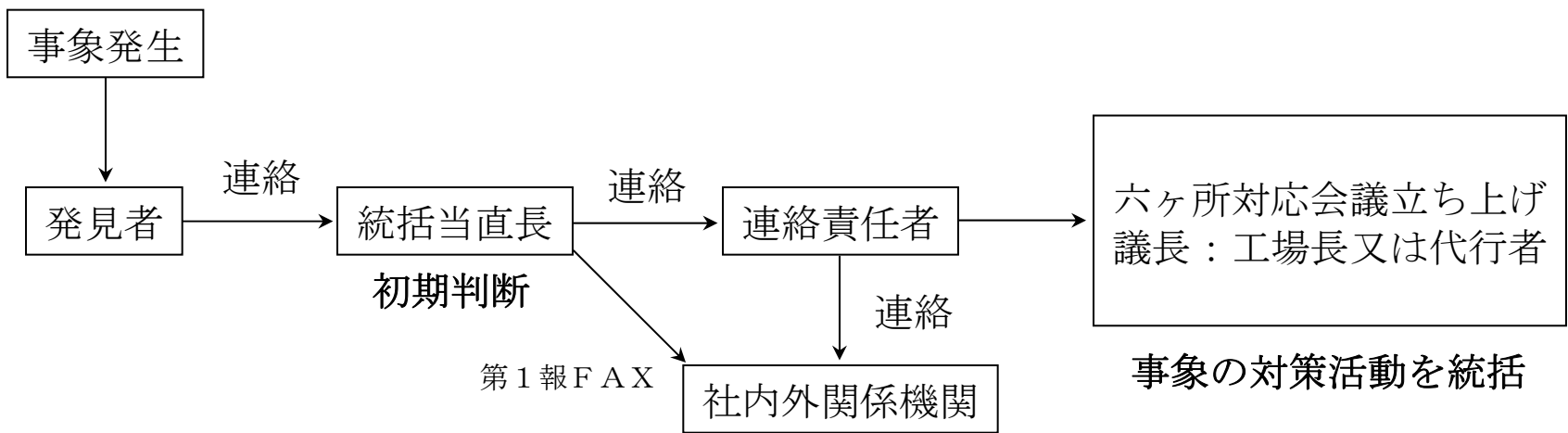


図-2 要因分析図(2/2)



注) 今回は統括当直長が初期判断としてA情報を発信しない状態で、六ヶ所対応会議が立ち上がったため、六ヶ所対応会議にてA情報を発信した。

図－3 事象発生から通報連絡までの流れ