

b. 試験結果

最大発生圧力は0.64MPa程度であった。また、最大歪みは600 μ strain程度であり、塑性変形することは無かった。機器内のノズルの健全性は維持された。気密性確認試験及び歪みの測定結果から、機器の健全性を確認した。

(3) 補助油水分離槽

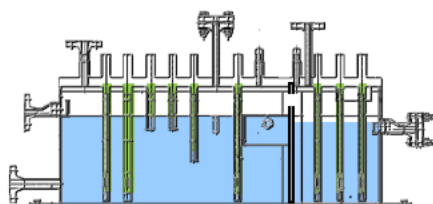
a. 試験概要

試験の概要を第4表に示す。また、容器の概要を第3図に示す。

第4表 試験の概要

対象	補助油水分離槽	
水素濃度	30vol%	
着火	方法	放電着火
	エネルギー	100mJ, 500mJ
液量	設計値*	
試験装置の開放/非開放	塔槽類廃ガス処理系の圧損を模擬した安全弁で開放	
試験回数	n=3	
取得データ	圧力、光、ひずみ、動画、水素濃度、湿度	
試験後の確認	残水素量、容器健全性、ファイバースコープによる内部構造物観察	

※空間容量が最小となる、時間余裕と同じ液位とする。



第3図 補助油水分離槽を模擬した容器

b. 試験結果

最大発生圧力は2.8MPa程度であった。また、最大歪みは1300 μ strain程度であり、塑性変形することは無かった。機器内のノズルの健全性は維持された。気密性確認試験及び歪みの測定結果から、機器の健全性を確認した。

3. 再処理施設の機器を対象とした水素爆発の試験及び解析

3.1 対象機器

水素爆発を想定する機器のうち、複数機器間の接続、塔槽類廃ガス処理設備の一部を含めて忠実に再現した容器に、水素濃度12vol%の空気を封入し水素爆発を発生させ圧力、ひずみ等を確認した。対象機器を第5表に示す。

第5表 試験及び解析の対象機器

機器名	選定理由	形状	着火方法
第1、2不溶解残渣廃液一時貯槽	オーバーフロー配管で水平に貯槽同士が接続する構造であり、ジェット着火による爆ごう遷移が起こりやすいと考えられるため。	円筒型	放電着火
Pu濃縮液受槽 リサイクル槽	環状型貯槽のうち、貯槽間の塔槽類廃ガス処理設備の配管の距離が最も短い組合せであるため。	環状型	放電着火
不溶解残渣回収槽、リサイクル槽	円筒型貯槽のうち、貯槽間の塔槽類廃ガス処理設備の配管の距離が最も短い組合せであるため。なお、途中に小型ポットを含み、燃焼に乱れが生じやすい構造である。	円筒型	放電着火

3.2 試験概要と結果

(1) 第1、2不溶解残渣廃液一時貯槽

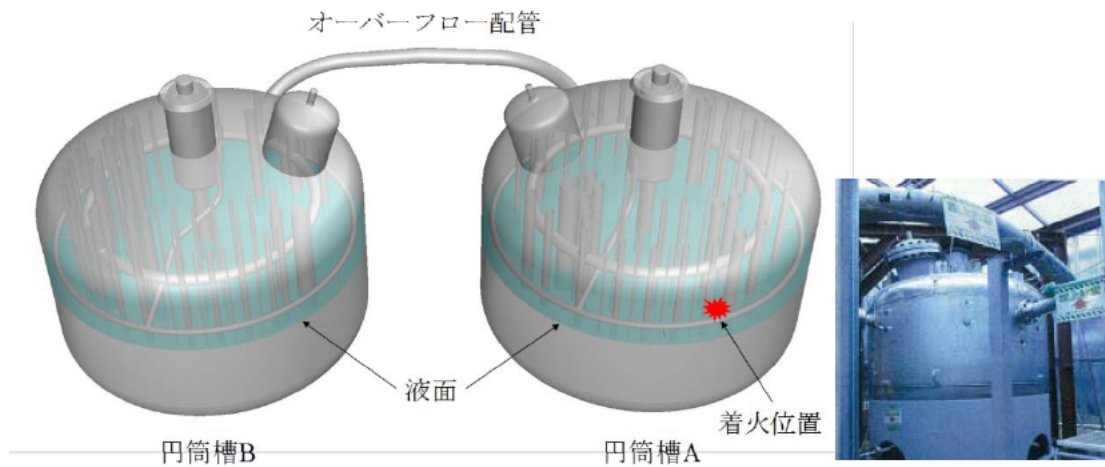
a. 試験概要

試験の概要を第6表に示す。また、容器の概要を第4図に示す。

第6表 試験の概要

対象	第1、2不溶解残渣廃液一時貯槽 (オーバーフロー配管で連結)	
水素濃度	12vol%	
着火	方法	放電着火
	エネルギー	100mJ, 500mJ
液量	設計値*	
試験装置の開放/ 非開放	密封系	
試験回数	n=3	
取得データ	圧力、光、ひずみ、動画、水素濃度、湿度	
試験後の確認	残水素量、容器健全性、ファイバースコープによる内部構造物観察	

※空間容量が最小となる、時間余裕と同じ液位とする。



第4図 第1、2不溶解残渣廃液一時貯槽のモデル

b. 試験結果

最大発生圧力は0.3MPa程度であった。また、最大歪みは400 μ strain程度であり、塑性変形することは無かった。機器内のノズルの健全性は維持された。気密性確認試験及び歪み

の測定結果から、機器の健全性を確認した。

(2) プルトニウム濃縮液受槽，リサイクル槽

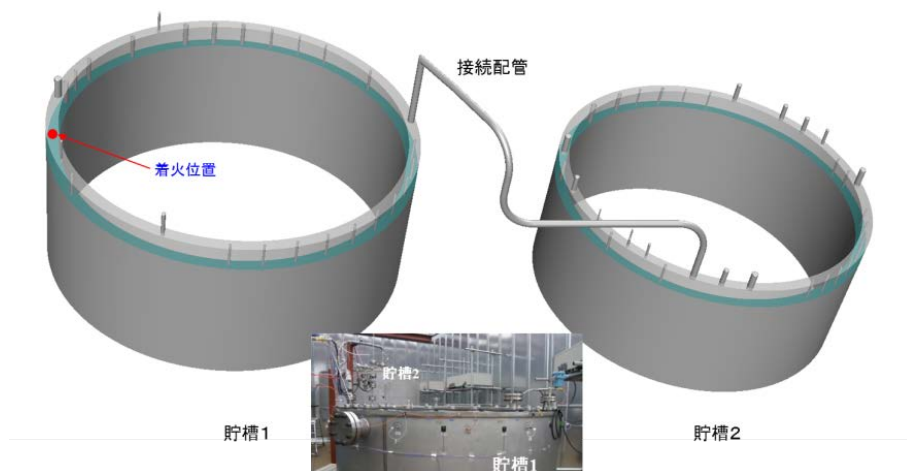
a. 試験概要

試験の概要を第7表に示す。また，容器の概要を第5図に示す。

第7表 試験の概要

対象	Pu濃縮液受槽、リサイクル槽	
水素濃度	12vol%	
着火	方法	放電着火
	エネルギー	100mJ, 500mJ
液量	設計値 [※]	
試験装置の開放/非開放	密封系	
試験回数	n=3	
取得データ	圧力、光、ひずみ、動画、水素濃度、湿度	
試験後の確認	残水素量、容器健全性、ファイバースコープによる内部構造物観察	

※空間容量が最小となる、時間余裕と同じ液位とする。



第5図 Pu濃縮液受槽、リサイクル槽のモデル

b. 試験結果

最大発生圧力は0.2MPa程度であった。また、最大歪みは100 μ strain程度であり、塑性変形することは無かった。機器内のノズルの健全性は維持された。気密性確認試験及び歪みの測定結果から、機器の健全性を確認した。

(3) 不溶解残渣回収槽，リサイクル槽

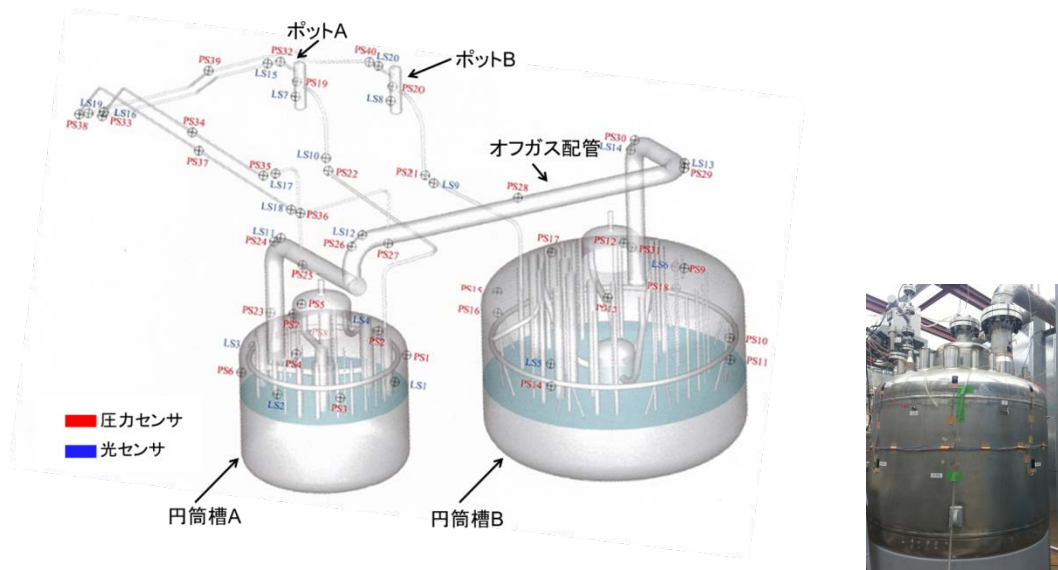
a. 試験概要

試験の概要を第8表に示す。また、容器の概要を第6図に示す。

第8表 試験の概要

対象	不溶解残渣回収槽、リサイクル槽	
水素濃度	12vol%	
着火	方法	放電着火
	エネルギー	100mJ, 500mJ
液量	設計値※	
試験装置の開放/非開放	密封系	
試験回数	n=3	
取得データ	圧力、光、ひずみ、動画、水素濃度、湿度	
試験後の確認	残水素量、容器健全性、ファイバースコープによる内部構造物観察	

※空間容量が最小となる、時間余裕と同じ液位とする。



第 6 図 不溶解残渣回収槽、リサイクル槽のモデル

b. 試験結果

最大発生圧力は0.5MPa程度であった。また、最大歪みは250 μ strain程度であり、塑性変形することは無かった。機器内のノズルの健全性は維持された。気密性確認試験及び歪みの測定結果から、機器の健全性を確認した。

2. 参考文献

- (1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構. “水素の有効利用ガイドブック”. 日本産業・医療ガス協会.
<http://www.jimga.or.jp/front/bin/ptlist.phtml?Category=7130>, (参照 2016-10-23).
- (2) S. B. Dorofeev. et al. Effect of scale on the onset of detonations. Shock Waves. 2000-05, vol. 10. issue. 2.

- (3) “Evaluation complémentaire de la sûreté des installations nucléaires de base, Site de La Hague”, AREVA Paris, Septembre 2011.

補足説明資料8－2（28条）

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素掃気機能の喪失による水素爆発への対処

1. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処概要

1.1 水素爆発の発生防止対策の概要

安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に対して、貯槽等内において水素爆発が発生することを未然に防止するため、可搬型空気圧縮機、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び建屋内空気中継配管を水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管（除染用配管等）に接続し、圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては、貯槽等内の気相部の水素濃度を未然防止濃度未満に維持するため、分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する圧縮空気自動供給系から圧縮空気を自動供給する。

圧縮空気自動供給系から未然防止濃度未満に維持するために十分な量の圧縮空気を供給する。水素発生量の不確かさを考慮しても未然防止濃度未満に維持するために十分な量の圧縮空気を供給する。

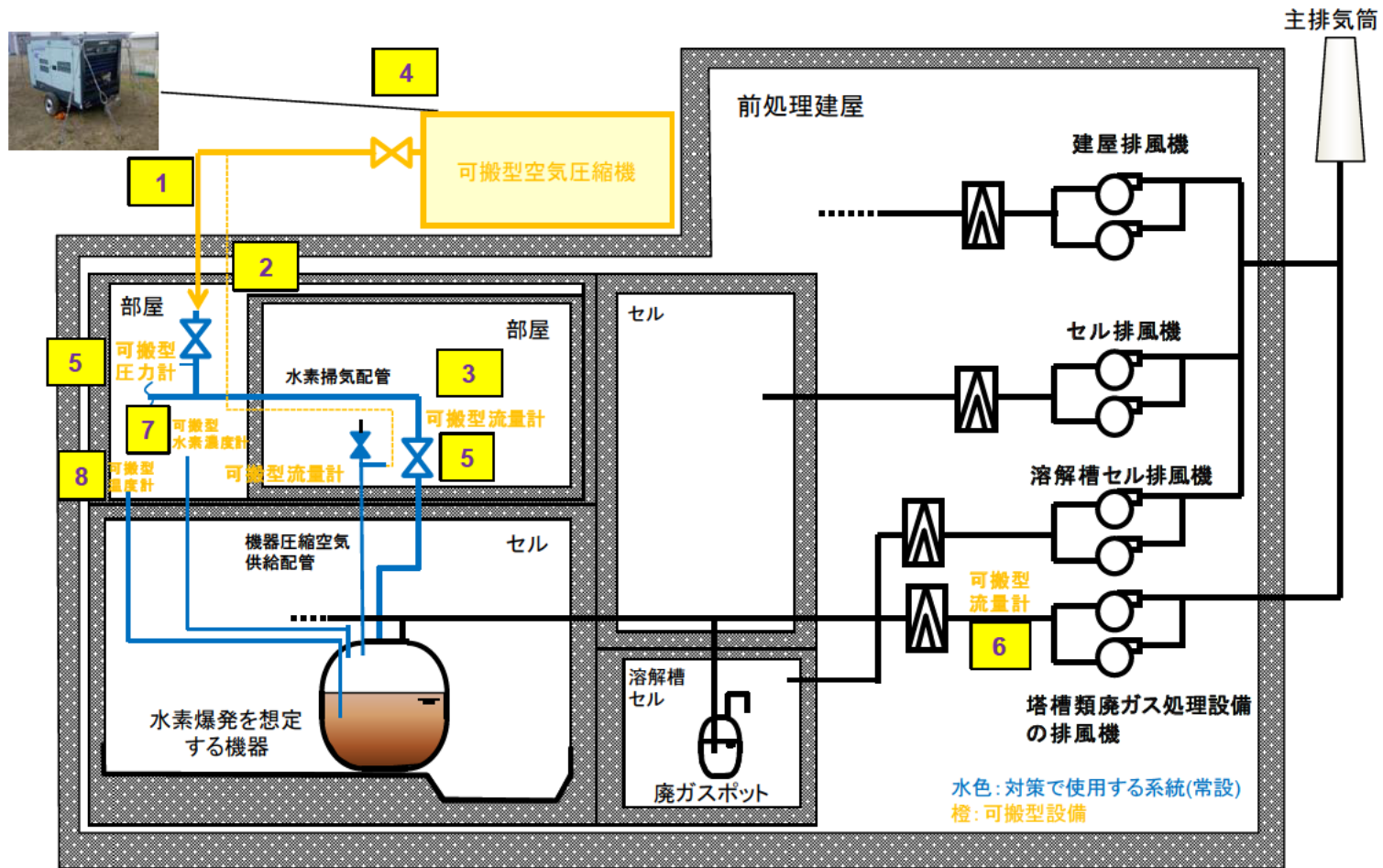
可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給は、設計掃気量相当とし、水素濃度の増加を見込んでも、貯槽等内の気相部の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持する。

また、水素濃度の推移を把握するために、可搬型水素濃度計を用いて水素濃度を所定の頻度（1時間 30分）で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し、喪失した水素掃気機能を代替する措置が講じられない場合、貯槽等内の気相部の水素濃度がドライ換算で8 v o 1 %に至るまでの最短の時間は、前処理建屋の貯槽等において約76時間、分離建屋の貯槽等において約7時間30分、精製建屋の貯槽等において約1時間20分、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の貯槽等において約7時間20分及び高レベル廃液ガラス固化建屋の貯槽等において約24時間である。

各建屋の対策の概要等を以下に示す。

【前処理建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. - 1 図 前処理建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図

1 ホース敷設(外回り)及び可搬型空気圧縮機準備

前処理建屋



ホース



【作業概要】

屋外の可搬型空気圧縮機から建屋入口近傍にある、圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設する。

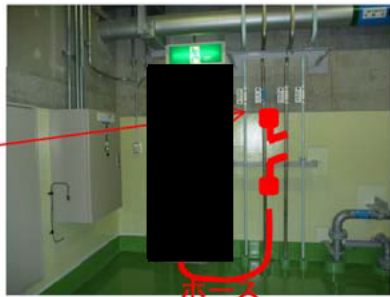
2 ホース敷設(建屋内)、可搬型水素掃気圧力計設置及び隔離

5 供給圧力確認、圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整

【作業概要】

屋内にホースを敷設し、可搬型圧力計を設置する。

ここに可搬型
圧力計を設置する



ホース

3 可搬型流量計設置

【作業概要】

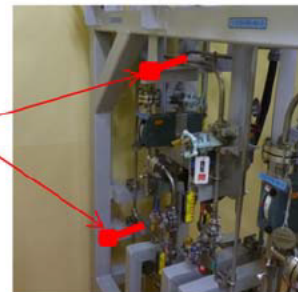
対象機器へ接続する、水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管へ可搬型の流量計を設置する。

5 供給圧力確認、圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、可搬型流量計の指示値を確認する。必要により流量を調整する。

ここに可搬型
流量計を設置する



4 可搬型空気圧縮機からの供給開始、供給圧力確認

【作業概要】

可搬型空気圧縮機により圧縮空気を供給し、水素掃気用安全圧縮空気系の圧力指示値を確認する。



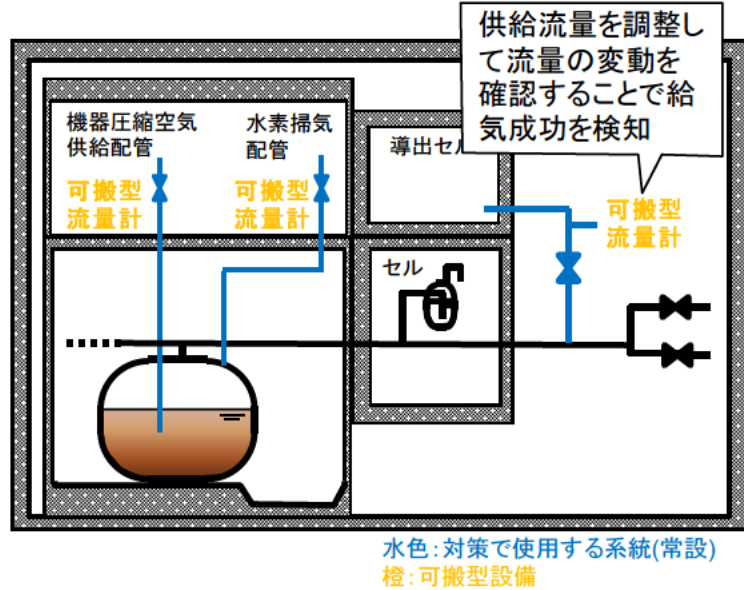
第 1. - 2 図 前処理建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 1)

■については核不拡散の観点から公開できません。

6 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の水素掃配管又は機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



7 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

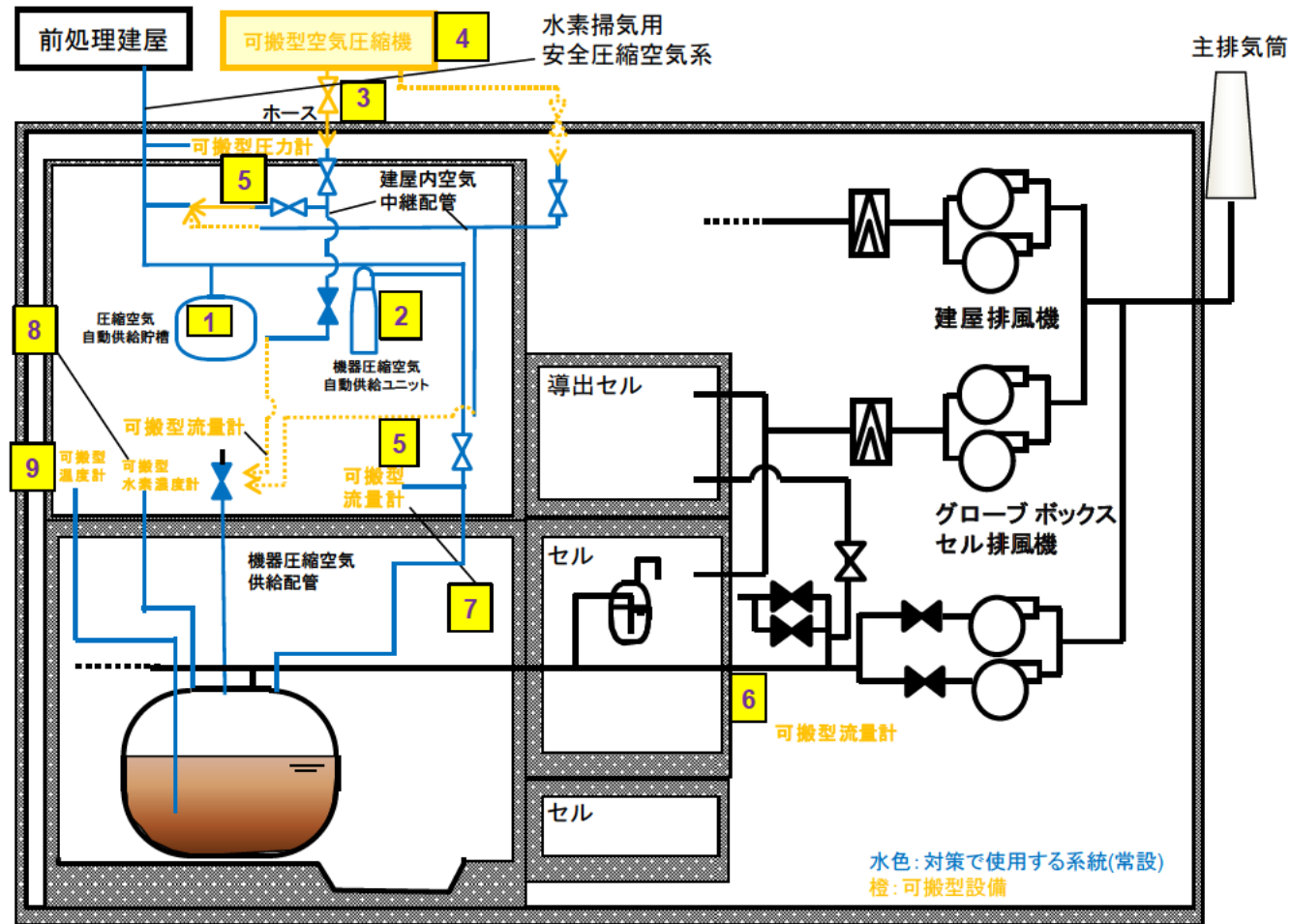
8 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

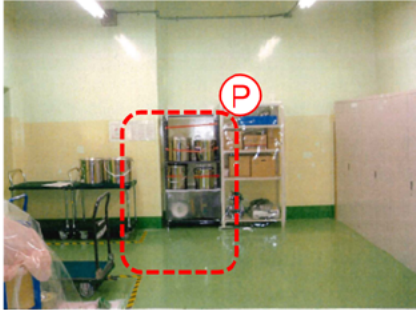
第 1. - 3 図 前処理建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 2)

【分離建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. - 4 図 分離建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図

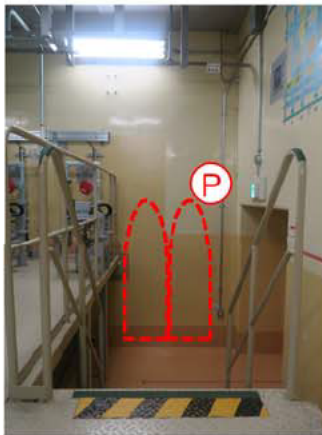
1 圧縮空気自動供給貯槽の指示値確認



圧縮空気自動供給貯槽設置予定部屋

【作業概要】
水素掃気用安全圧縮空気系の圧縮空気自動供給貯槽の圧力指示値が異常に減少していないことを確認する。

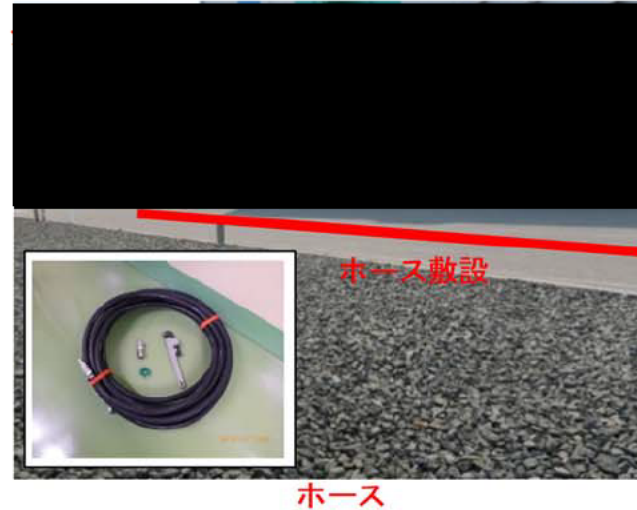
2 機器圧縮空気自動供給ユニットの指示値確認



【作業概要】
機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力指示値が異常に減少していないことを確認する。

3 ホース敷設(外回り)及び接続

【作業概要】
屋外の可搬型空気圧縮機から建屋入口近傍にある、圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設する。



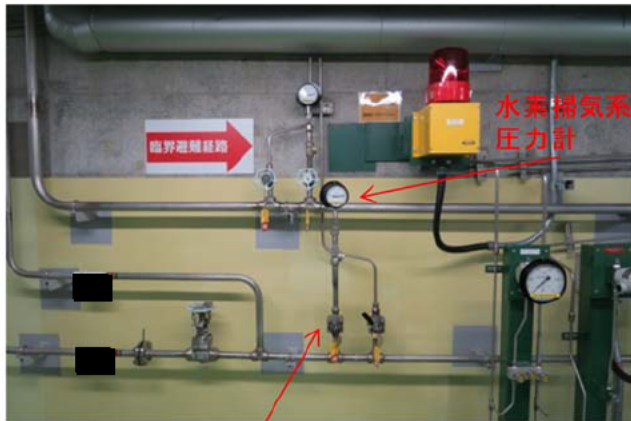
第 1. - 5 図 分離建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 1)

■ については核不拡散の観点から公開できません。

4 可搬型空気圧縮機からの供給開始、供給圧力確認

【作業概要】

可搬型空気圧縮機により圧縮空気を供給し、建屋内の水素掃気配管に可搬型の圧力計を設置し、指示値を確認する。



ここに可搬型圧力計を設置する

5 可搬型流量計設置

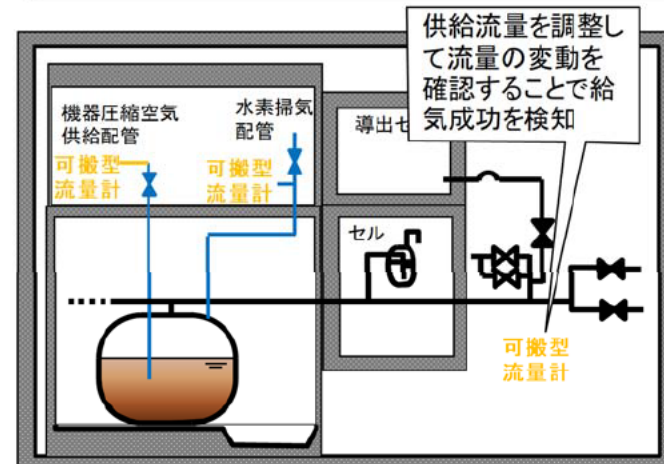
【作業概要】

対象機器へ接続する水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管へ、可搬型の流量計を設置する。

6 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色: 対策で使用する系統(常設)
橙: 可搬型設備

第 1. - 6 図 分離建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 2)

■ については商業機密の観点から公開できません。

7 圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整

【作業概要】

圧縮空気の供給に成功していることを確認した後、圧縮空気の供給を再開する。可搬型流量計の指示値を確認する。必要により流量を調整する。



8 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

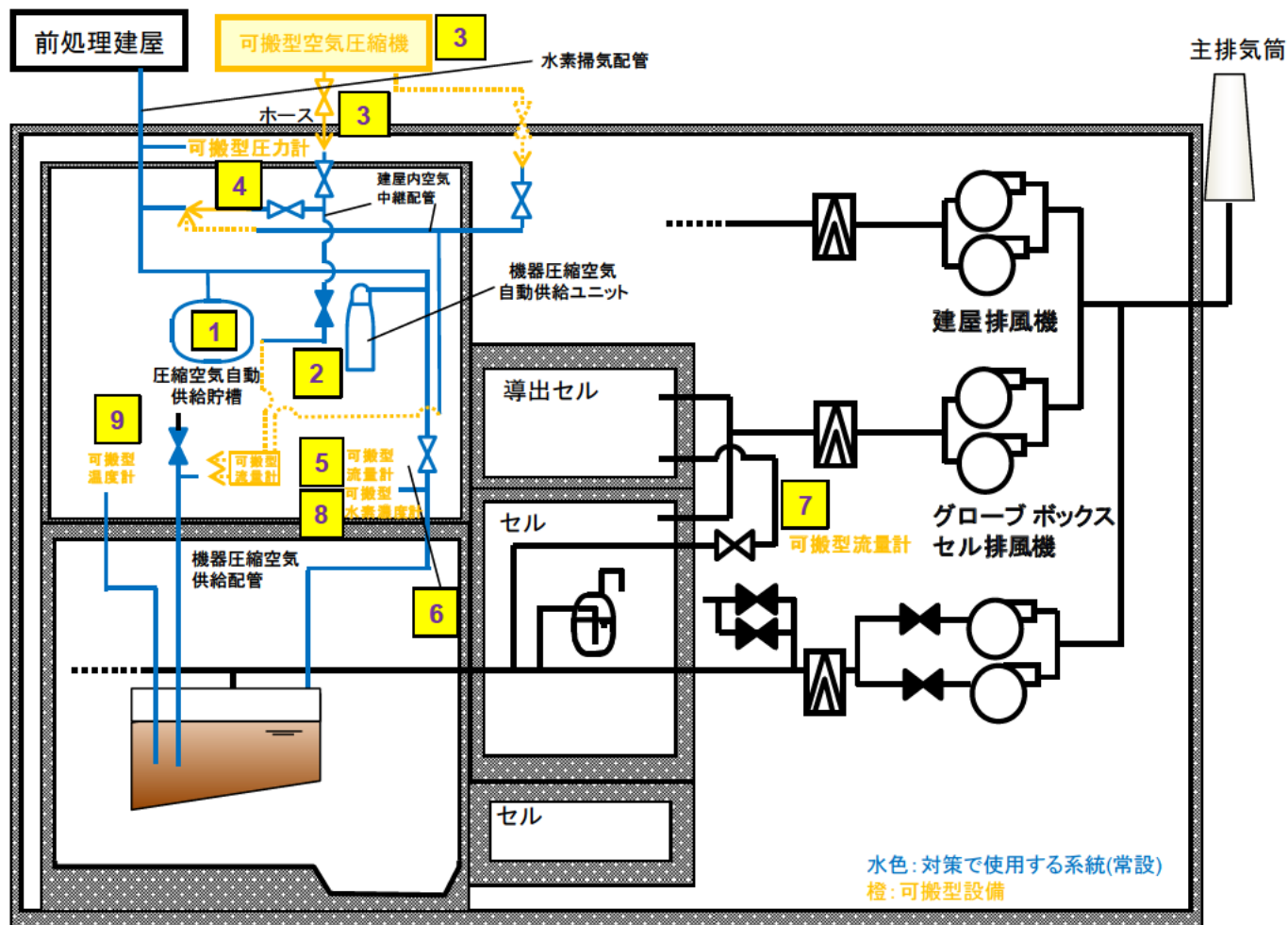
9 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第 1. - 7 図 分離建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 3)

【精製建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. - 8 図 精製建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図

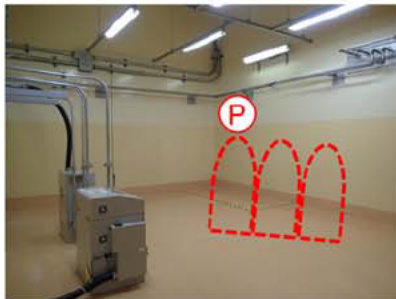
1 圧縮空気自動供給貯槽の指示値確認



【作業概要】
圧縮空気自動供給貯槽の圧力指示値が異常に減少していないことを確認する。

圧縮空気自動供給貯槽設置予定部屋

2 機器圧縮空気自動供給ユニットの指示値確認



【作業概要】
機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力指示値が異常に減少していないことを確認する。

3 可搬型空気圧縮機の起動、ホース敷設(外回り)及び接続

【作業概要】
屋外の可搬型空気圧縮機を起動し、可搬型空気圧縮機から建屋入口近傍にある、圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設、接続する。



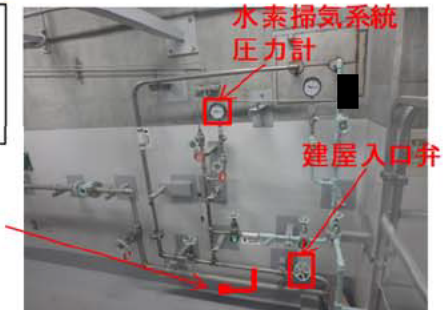
4 建屋入口弁隔離、圧力計設置

【作業概要】
前処理建屋からの水素掃気システムを建屋入口弁の操作によって隔離し、水素掃気システムへ圧力計を設置する。

4 圧縮空気供給開始、供給圧力確認

【作業概要】
可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給を開始し、供給後の圧力計の指示値を確認する。

ここに可搬型圧力計
を設置する



第 1. - 9 図 精製建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 1)

5 可搬型流量計設置

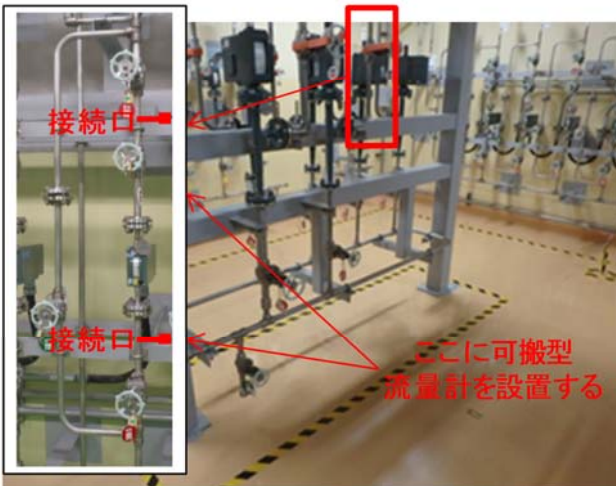
【作業概要】

対象機器へ接続する水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管へ、可搬型の流量計を設置する。

6 圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整

【作業概要】

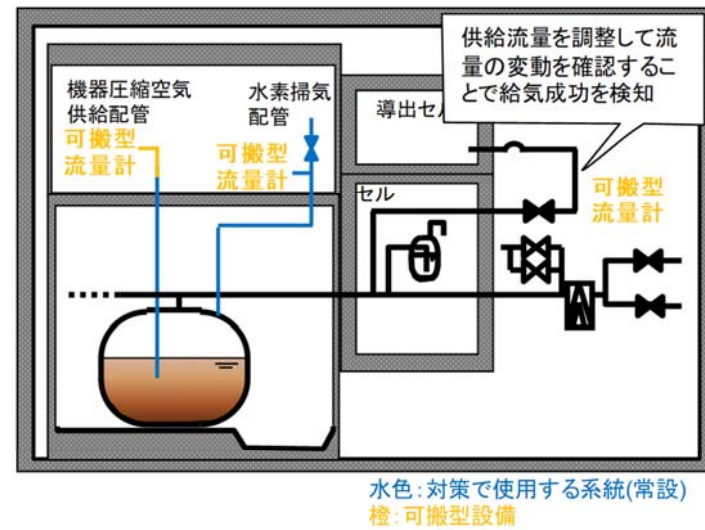
圧縮空気の供給に成功していることを確認した後、圧縮空気の供給を再開する。可搬型流量計の指示値を確認する。必要により流量を調整する。



7 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出口側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



第 1. - 10 図 精製建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 2)

8

水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

9

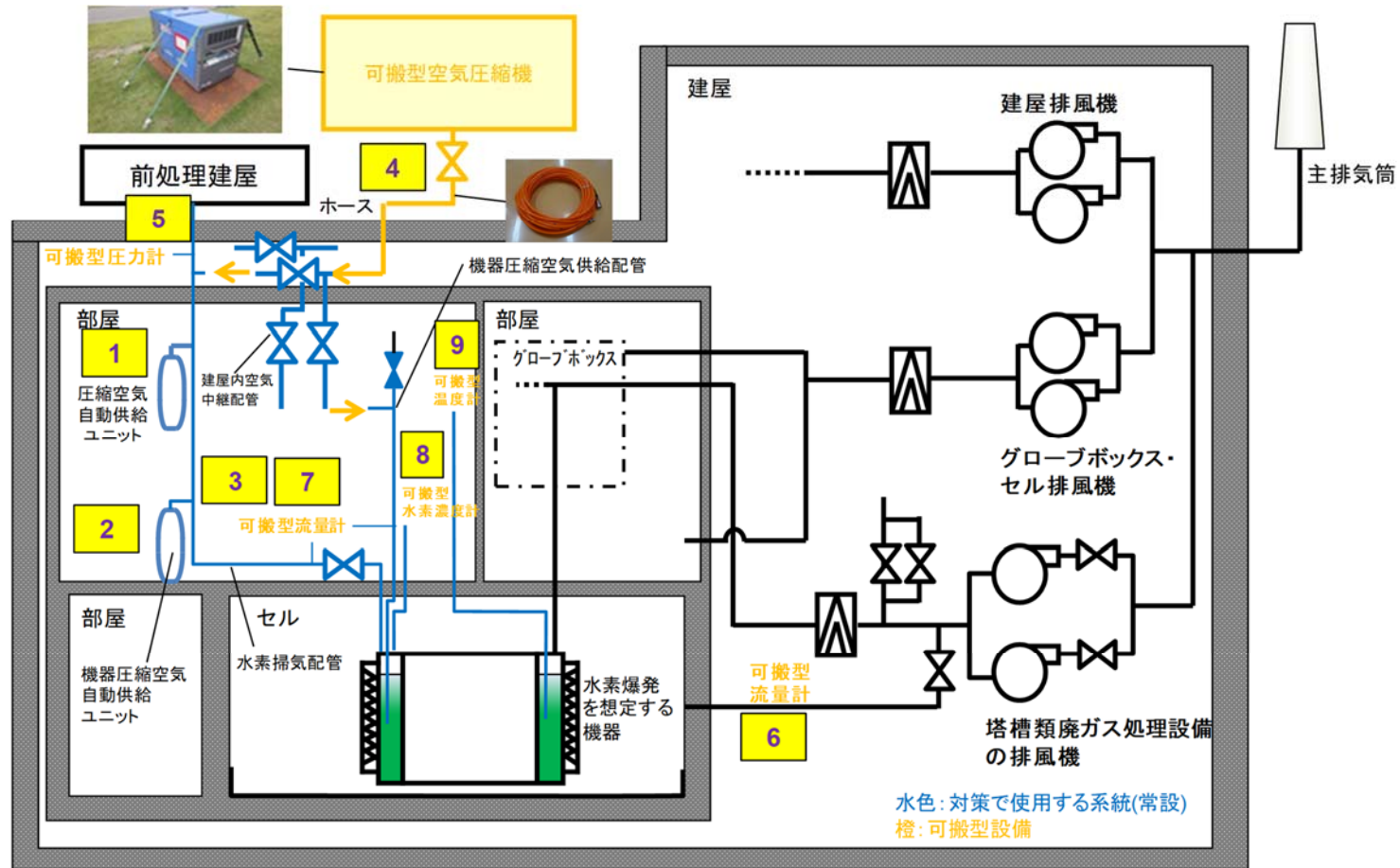
温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

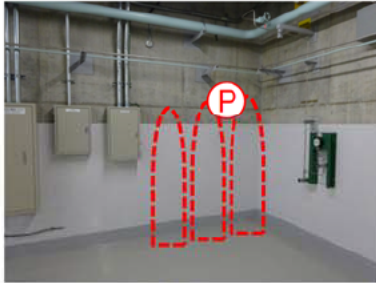
第 1. - 11 図 精製建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 3)

【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. -12 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図

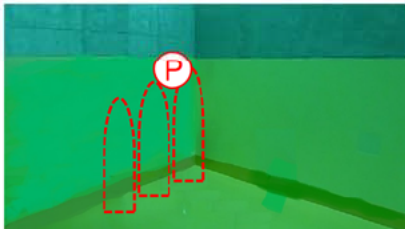
1 圧縮空気自動供給ユニットの指示値確認



圧縮空気自動供給ユニット予定部屋

【作業概要】
圧縮空気自動供給ユニットの圧力指示値が異常に減少していないことを確認する。

2 機器圧縮空気自動供給ユニットの指示値確認



【作業概要】
機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力指示値が異常に減少していないことを確認する。

3 可搬型流量計設置

【作業概要】
対象機器へ接続する系統へ、可搬型の流量計を設置する。

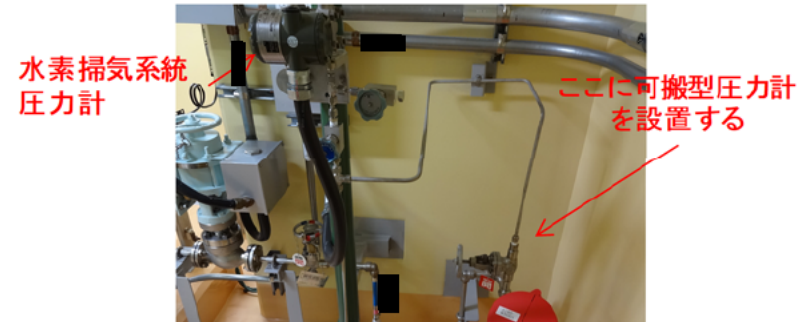
4 ホース敷設準備(外回り、接続及び圧力計設置)

5 可搬型空気圧縮機からの供給開始、供給圧力確認



【作業概要】
屋外の可搬型空気圧縮機から建屋入口近傍にある、水素掃気ラインの接続口までホースを敷設する。

【作業概要】
可搬型空気圧縮機により圧縮空気を供給し、建屋内の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管に可搬型の圧力計を設置し、指示値を確認する。

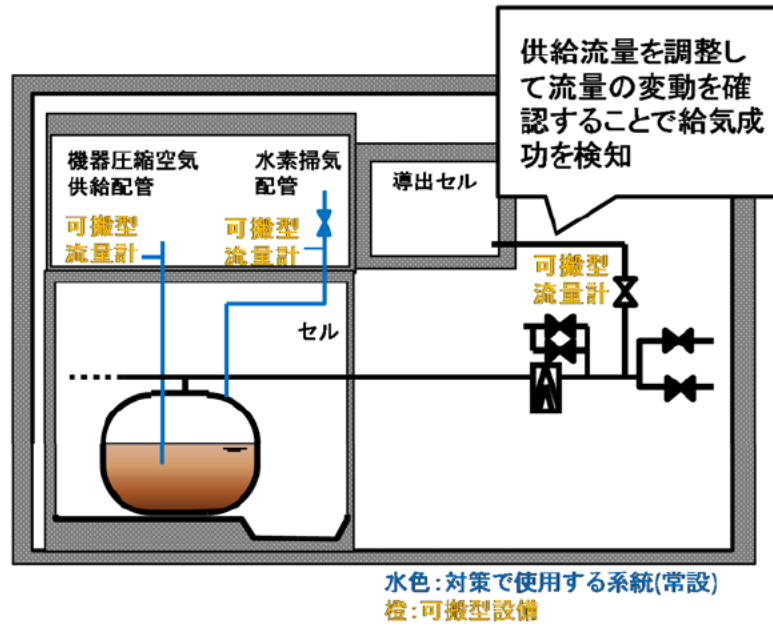


第 1. -13 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図 (その 1)

6 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の水素掃気用配管又は機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



7 圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整

【作業概要】

圧縮空気の供給に成功していることを確認した後、圧縮空気の供給を再開する。可搬型流量計の指示値を確認する。必要により流量を調整する。



第 1. -14 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 2)

8 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

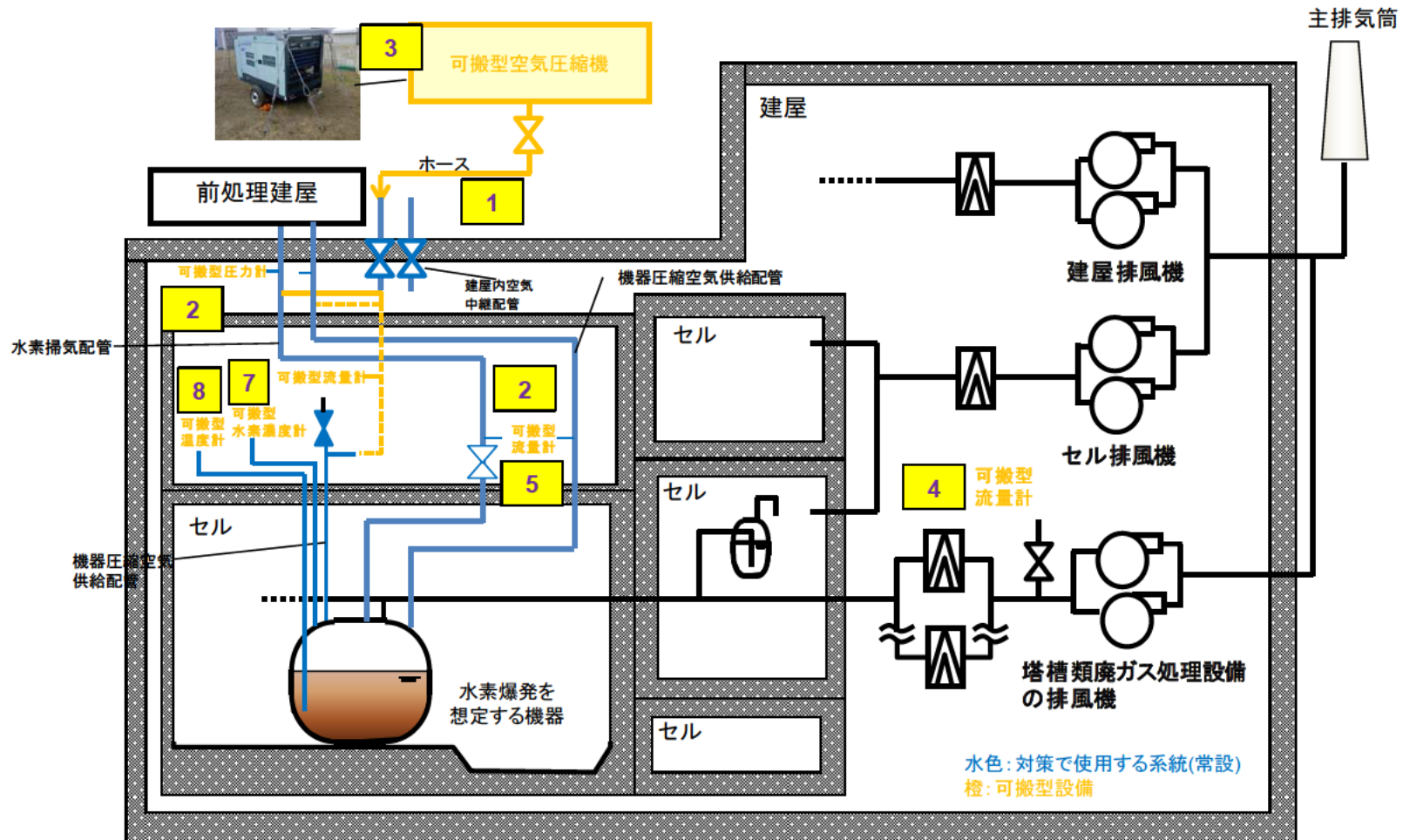
9 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第 1. -15 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 3)

【高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. - 16 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図

1 ホース敷設(外回り)及び接続



【作業概要】

屋外の可搬型空気圧縮機から建屋入口近傍にある、圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設する。また、圧縮空気を供給するためのシステムを確立するため、隔離等の操作を行う。

3 可搬型空気圧縮機からの供給開始

【作業概要】

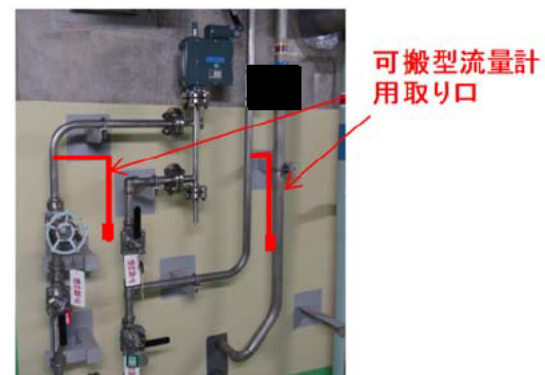
可搬型空気圧縮機により圧縮空気を供給する。



2 可搬型流量計設置、供給圧力確認

【作業概要】

対象機器へ接続する水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管に可搬型の流量計を設置する。また、水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管に可搬型の圧力計を設置し、指示値を確認する。



高レベル濃縮廃液貯槽への
水素掃気流量

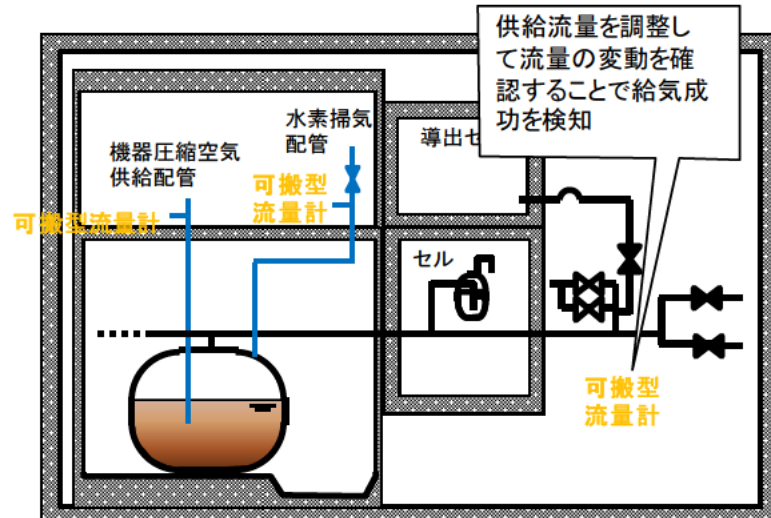
第 1. -17 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要（その 1）

■ については商業機密および核不拡散の観点から公開できません。

4 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の水素掃気用安全圧縮空気系、かくはん用安全圧縮空気系又は発生防止用圧縮空気供給系の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出口側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色: 対策で使用する系統(常設)
橙: 可搬型設備

5 圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整

【作業概要】

圧縮空気の供給に成功していることを確認した後、圧縮空気の供給を再開する。可搬型流量計の指示値を確認する。必要により流量を調整する。

6 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

7 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第 1. -18 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 2)

1.2 水素爆発の発生防止対策の信頼性

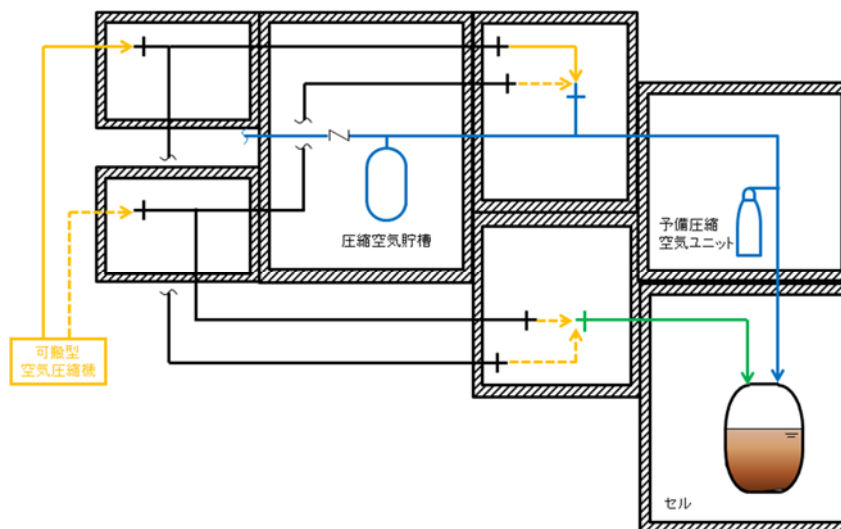
1.2.1 水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備の設計

水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、水素爆発後の状態におけるリスクの大きさを考慮し、さらに信頼性を高めるための設計としている。

- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備 ⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり2口の接続口を整備 ⇒ 空気の供給のための多様な空間を確保

○接続口の信頼性

水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する配管は、独立した系統に接続口を設け、複数の部屋で空気の供給ができるよう設計している。



第1. -19 図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の接続口概要図

1.2.2 水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備の有効性について

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

a. 温度

1) 常設重大事故等対処設備

水素爆発を未然に防止するための空気の供給は、水素爆発前に実施することから、その温度は通常時と同様程度であり、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 水素爆発を未然に防止するための空気の供給は、基本的に水素爆発前までに実施されることから、温度条件としては沸点以下が基本。

2) 可搬型重大事故等対処設備

可搬型重大事故等対処設備は、直接溶液と接することではなく、外部から供給される圧縮空気を通気するのみである。水素爆発を未然に防止するための空気の供給時の供給圧縮空気量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の温度が 55℃以下となる空気量で供給することから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース等は直接溶液と接することではなく、可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を通気するのみである。
- ✓ 可搬型ホース（エアホース）の耐熱温度 60℃に対し、水素爆発を未然に防止するための空気の供給時の供給圧縮空気量は、可搬型

空気圧縮機からの圧縮空気の温度が 55℃以下となる空気量で供給することから、想定される使用条件において有意な影響を与えることはない。

b. 圧力

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧が圧力条件として最も高いが、水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備は最高使用圧力以下の供給圧で圧縮空気を供給する運用とすることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 常設重大事故等対処設備の最高使用圧力が 0.98MP a であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧を 0.7MP a 以下とすることから、有意な影響はない
- ✓ 可搬型ホース（エアホース）の使用圧力が 1.6MP a 程度であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧を 0.7MP a 以下とすることから、有意な影響はない

c. 放射線

直接溶液と接する常設重大事故等対処設備における放射線影響は、平常運転時と同程度であり、直接放射線と接しない可搬型重大事故等対処設備における放射線影響は、セル外でを使用することからその影響は無視できることから、設備の機能を損なうことはない。

2. 水素爆発の拡大防止対策の概要

代替安全圧縮空気系の圧縮空気自動供給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給機能の喪失により圧縮空気が供給できない場合、圧縮空気自動供給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニットと異なる系統に、速やかに接続できる圧縮空気手動供給ユニットを設置することで、未然防止濃度未満を維持している期間中に、貯槽等へ圧縮空気を供給し、水素濃度を可燃限界濃度未満とする。

また、水素爆発の拡大防止対策は、水素爆発の発生防止対策と並行して準備に着手し、水素掃気機能の喪失により重大事故の水素爆発を想定する貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に到達する前に実施する。

さらに、水素爆発への対策に使用する常設重大事故等対処設備の配管以外に、貯槽等に接続している重大事故等対処施設の放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備の常設重大事故等対処設備の配管を始めとするその他の配管を活用した貯槽等への空気の供給手順書を整備することにより、貯槽等への空気の供給を確実なものとする。

また、貯槽等に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管の流路を遮断することにより、放射性物質をセルに導出し、セルへの導出経路及びセルにて放射性エアロゾルの沈着を図る。

また、水素掃気用の圧縮空気が継続して供給されることに伴い、貯槽等の気相部の放射性物質が圧縮空気により同伴され、水素爆発が発生した設備に接続する換気系統の配管に設置されている水封安全器からセル等へ移行した後、経路外放出する可能性がある。このため、気相中に移行した放射性物質の大気中への放出を可能な限り低減するため、放射線分解により発生する水素による爆発を想定する貯槽等内の水素濃度がドライ換算で8 v o 1 %に至る時間が長い建屋への圧縮空気の供給を停止

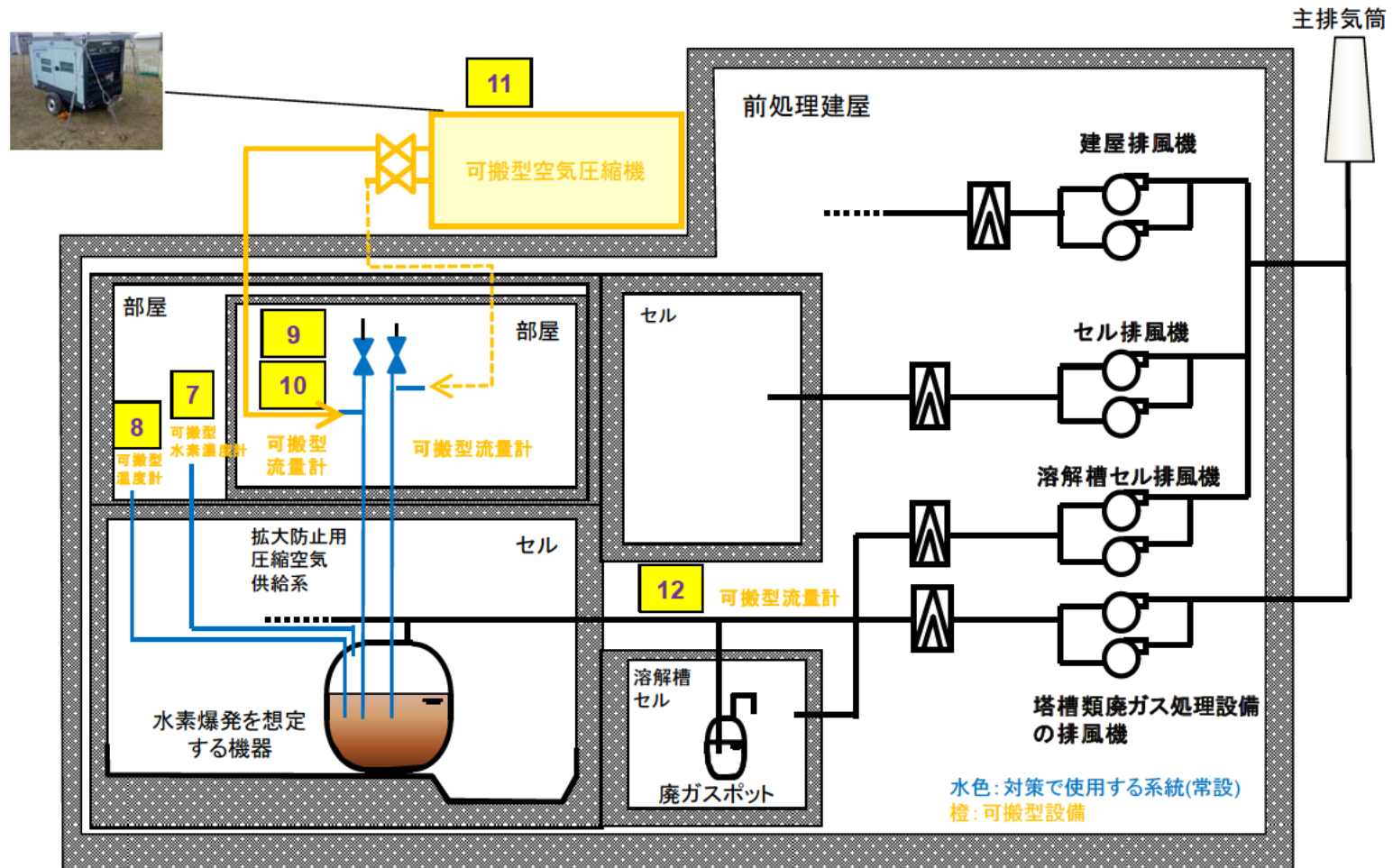
し、放射性物質の移行を停止するとともに、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの経路を速やかに構築する。

水素爆発が発生していない状態で貯槽等の気相部へ移行し、水素掃気の圧縮空気により同伴された放射性物質については、セルへの導出経路上に設置した高性能粒子フィルタにより放射性エアロゾルを除去する。

放射性物質の大気中への経路外放出を防止するため、排風機を運転し、高性能粒子フィルタにより放射性エアロゾルを除去することで大気中へ放出される放射性物質量を低減し、主排気筒から大気中へ管理しながら放出する。

各建屋の対策の概要等を以下に示す。

【前処理建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】

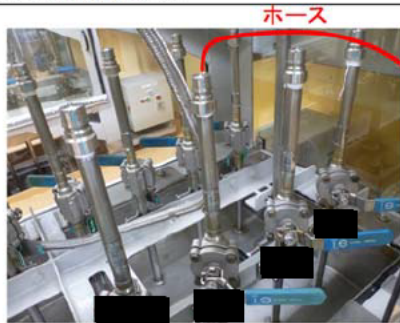


第 2. - 1 図 前処理建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

9 ホース接続

【作業概要】

屋外の可搬型空気圧縮機から、機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



10 可搬型流量計設置

11 供給開始・流量確認

【作業概要】

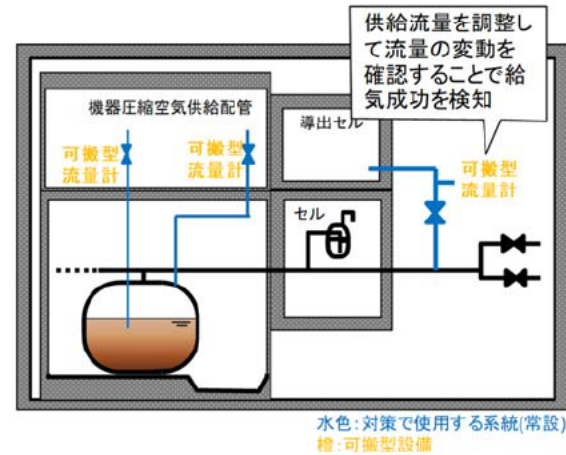
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



12 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出口側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



第 2. - 2 図 前処理建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 1)

■については商業機密の観点から公開できません。

7

水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

8

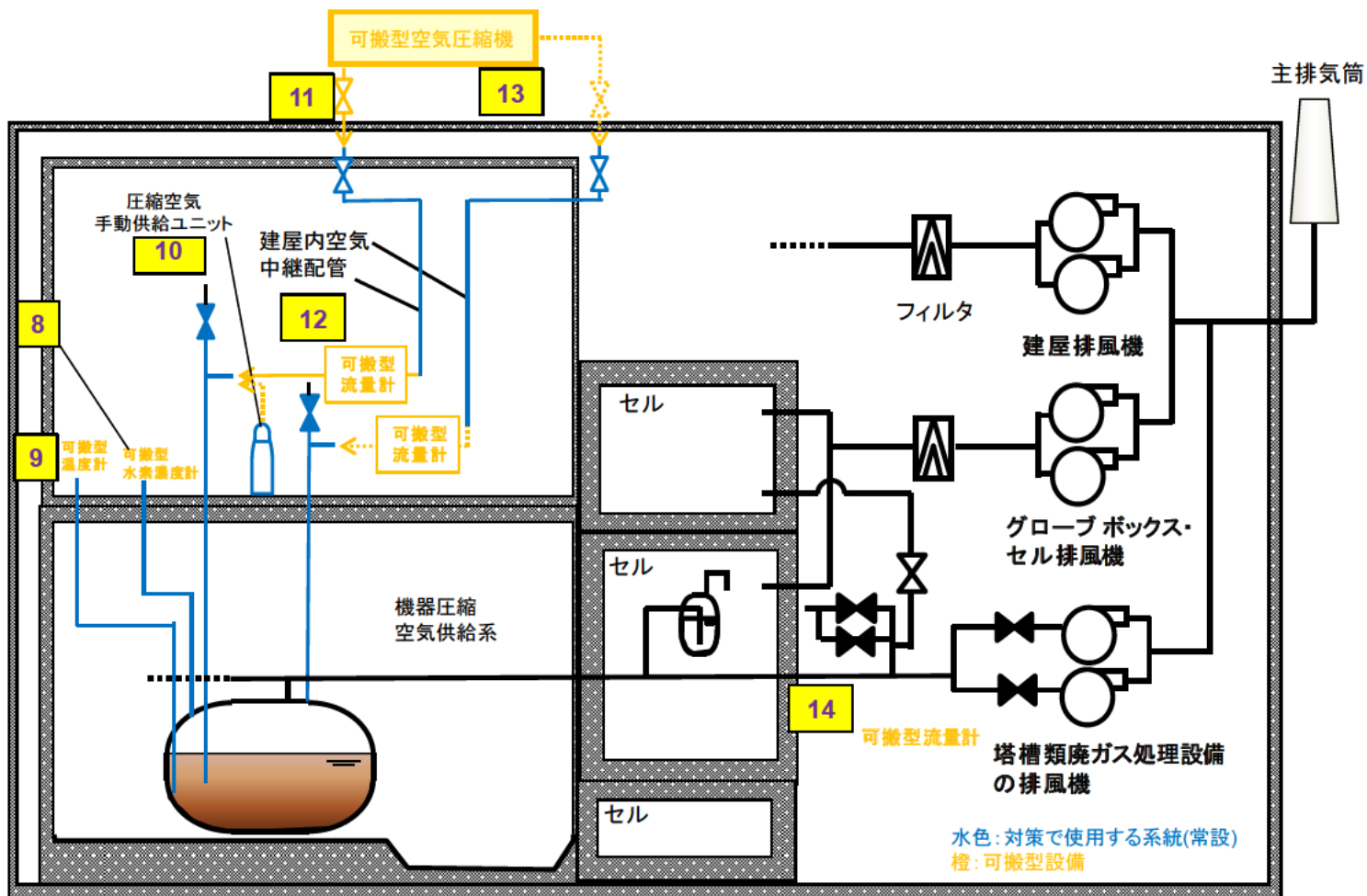
温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

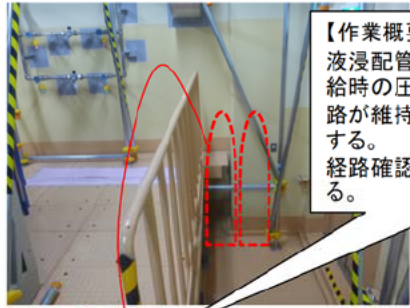
第 2. - 3 図 前処理建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【分離建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】

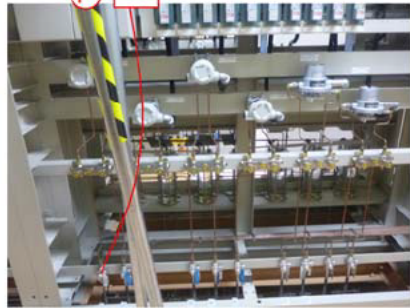


第 2. - 4 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

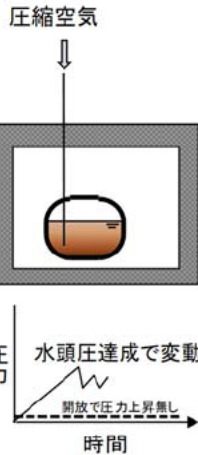
10 圧縮空気手動供給ユニットからの手動供給及び経路確認



【作業概要】
液浸配管を選択し、圧縮空気供給時の圧力変化から配管の経路が維持されていることを確認する。
経路確認後、圧縮空気を供給する。

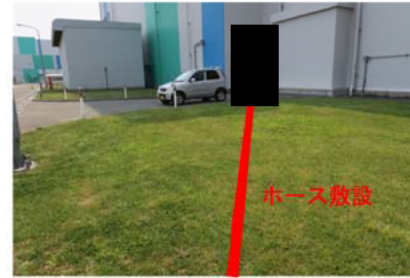


機器の液位が低く、配管が液浸しないような状態では、空間容量が大きくなることから対処のための時間余裕は確保される。



11 ホース接続

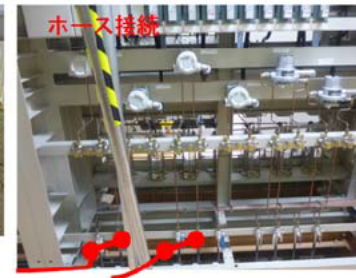
【作業概要】
屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



12 可搬型流量計設置

13 供給開始・流量確認

【作業概要】
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を接続し、指示値を確認する。



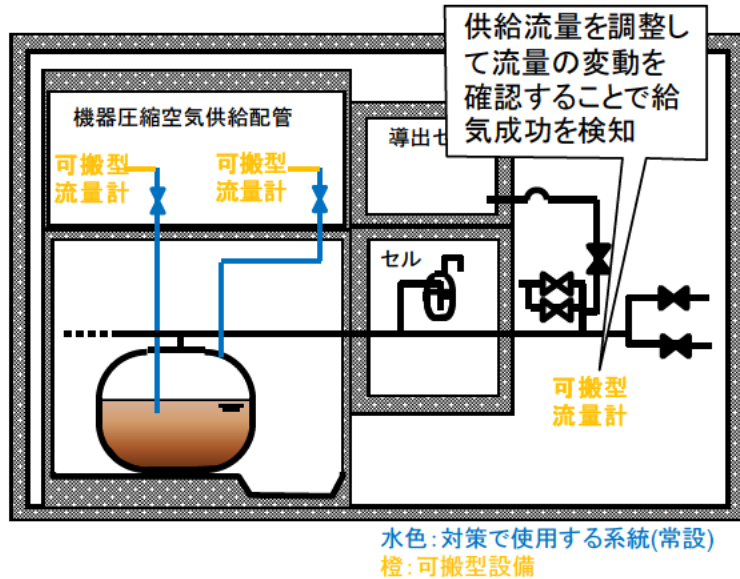
第 2. - 5 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 1)

14

圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



8

水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

9

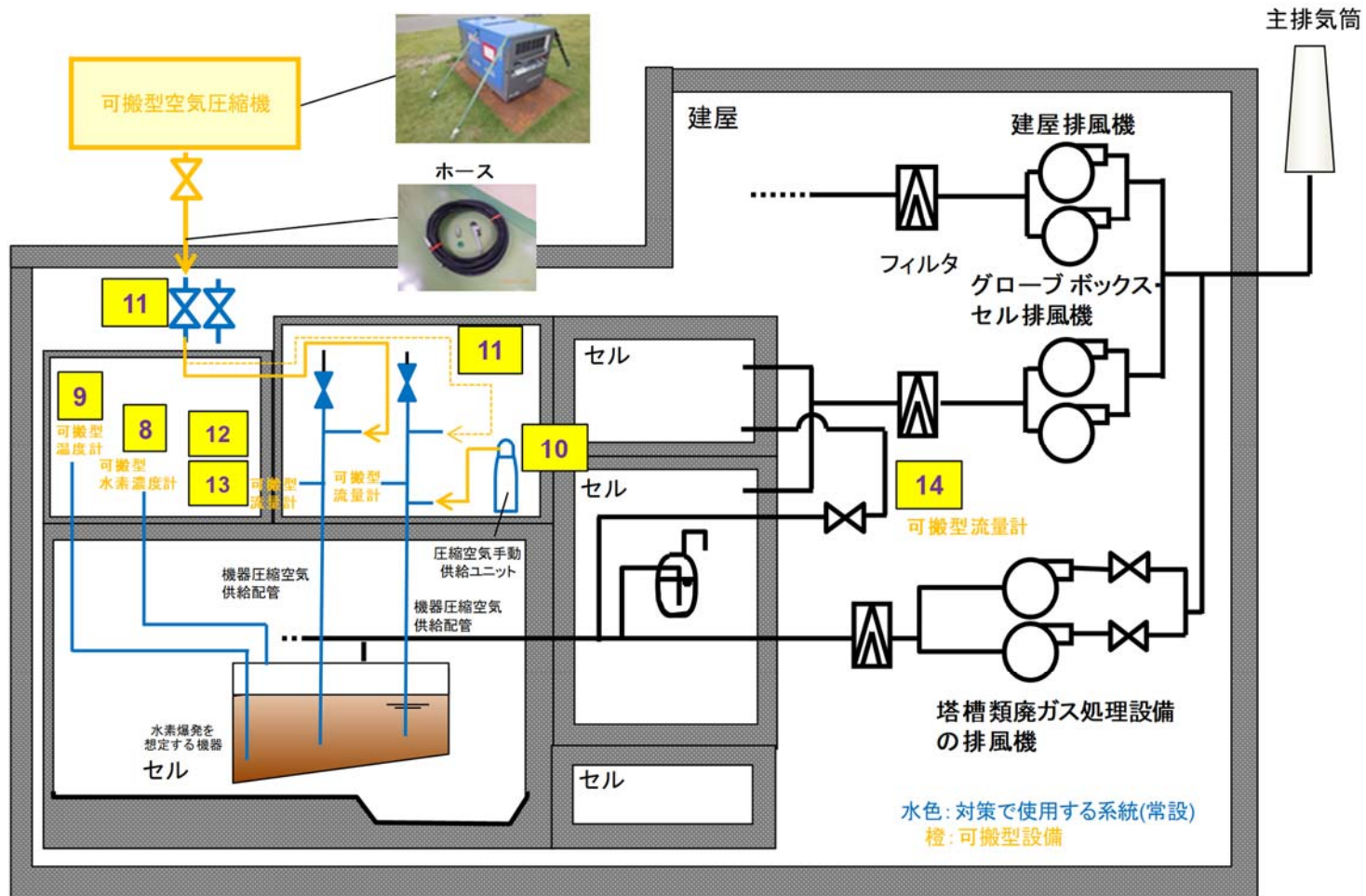
温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

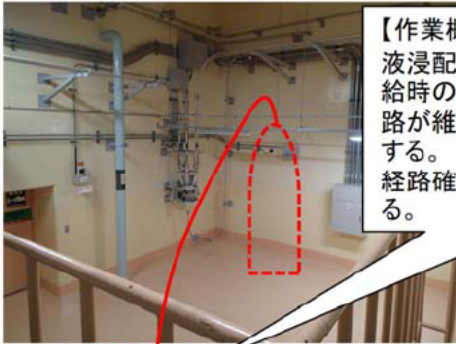
第 2. - 6 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【精製建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】

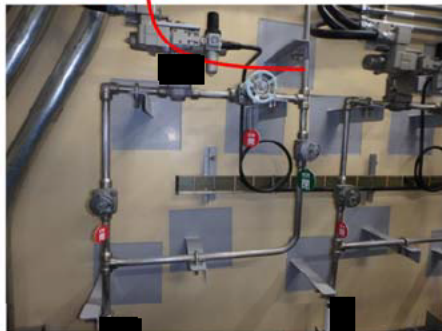


第 2. - 7 図 精製建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

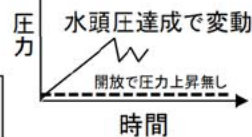
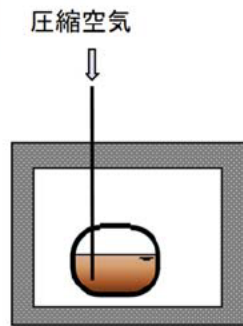
10 圧縮空気手動供給ユニットからの手動供給及び経路確認



【作業概要】
液浸配管を選択し、圧縮空気供給時の圧力変化から配管の経路が維持されていることを確認する。
経路確認後、圧縮空気を供給する。



機器の液位が低く、配管が液浸しないような状態では、空間容量が大きくなることから対処のための時間余裕は確保される。



11 ホース接続

【作業概要】
屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



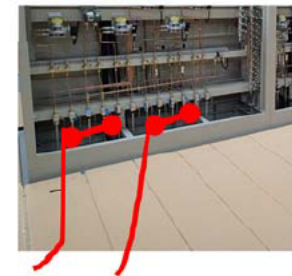
12 可搬型流量計設置

13 供給開始・流量確認

【作業概要】
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



ホース接続

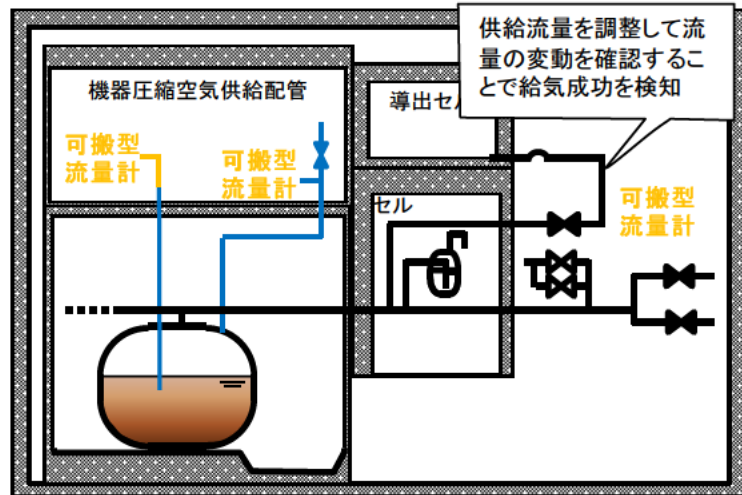


第 2. - 8 図 精製建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 1)

14 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色:対策で使用する系統(常設)
橙:可搬型設備

8 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

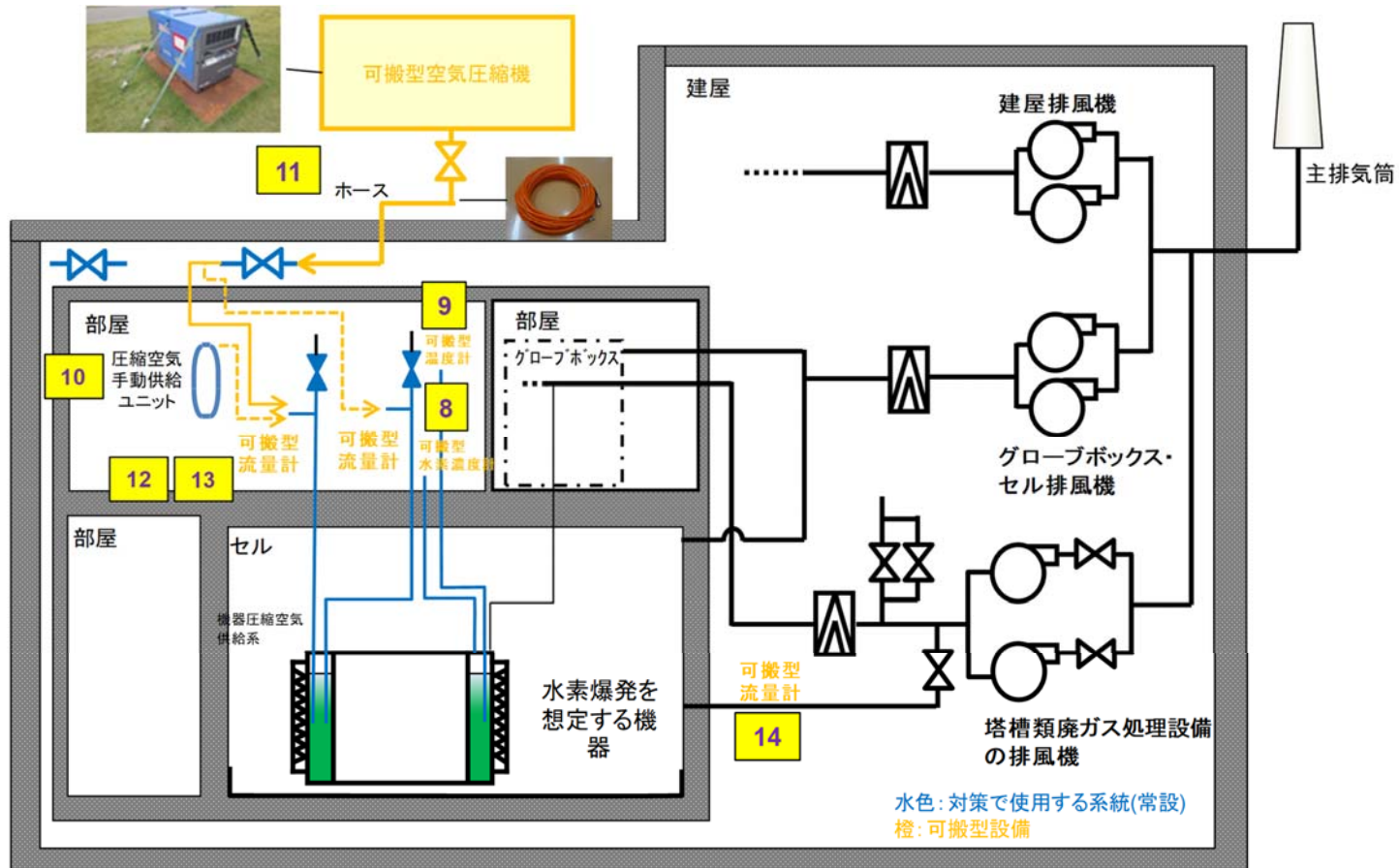
9 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第 2. - 9 図 精製建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第2. -10 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

10

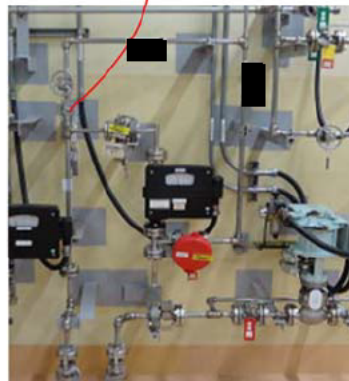
圧縮空気手動供給ユニットからの手動供給及び経路確認



【作業概要】

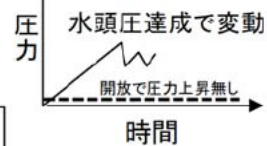
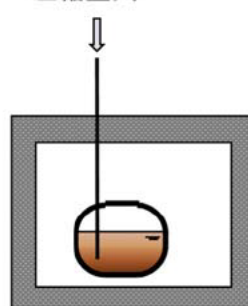
液浸配管を選択し、圧縮空気供給時の圧力変化から配管の経路が維持されていることを確認する。
経路確認後、圧縮空気を供給する。

P



機器の液位が低く、配管が液浸しないような状態では、空間容量が大きくなることから対処のための時間余裕は確保される。

圧縮空気



11

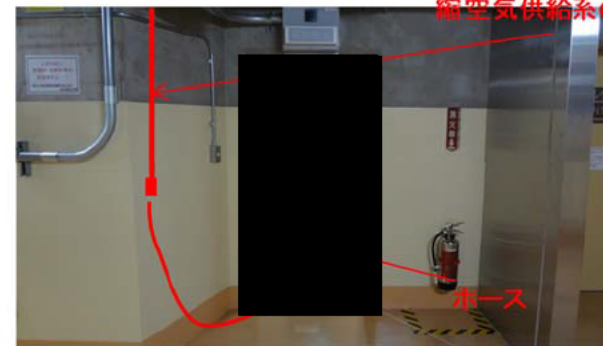
ホース接続

【作業概要】

屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から拡大防止用圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し接続する。

ウラン・プルトニウム
混合脱硝建屋

ホース

ウラン・プルトニウム混合
脱硝建屋の入口近傍に圧
縮空気供給系の接続口

ホース

第 2. -11 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 1)

■については商業機密および核不拡散の観点から公開できません。

12 可搬型流量計設置

13 供給開始・流量確認

【作業概要】

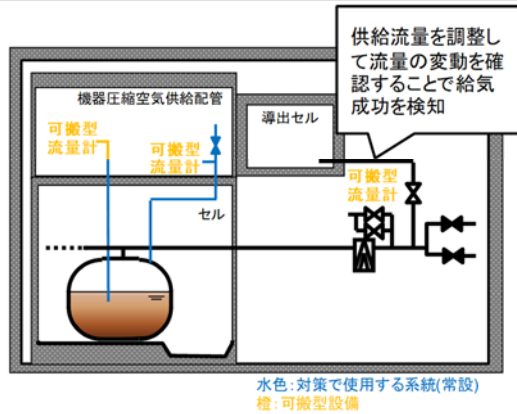
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



14 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



8 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

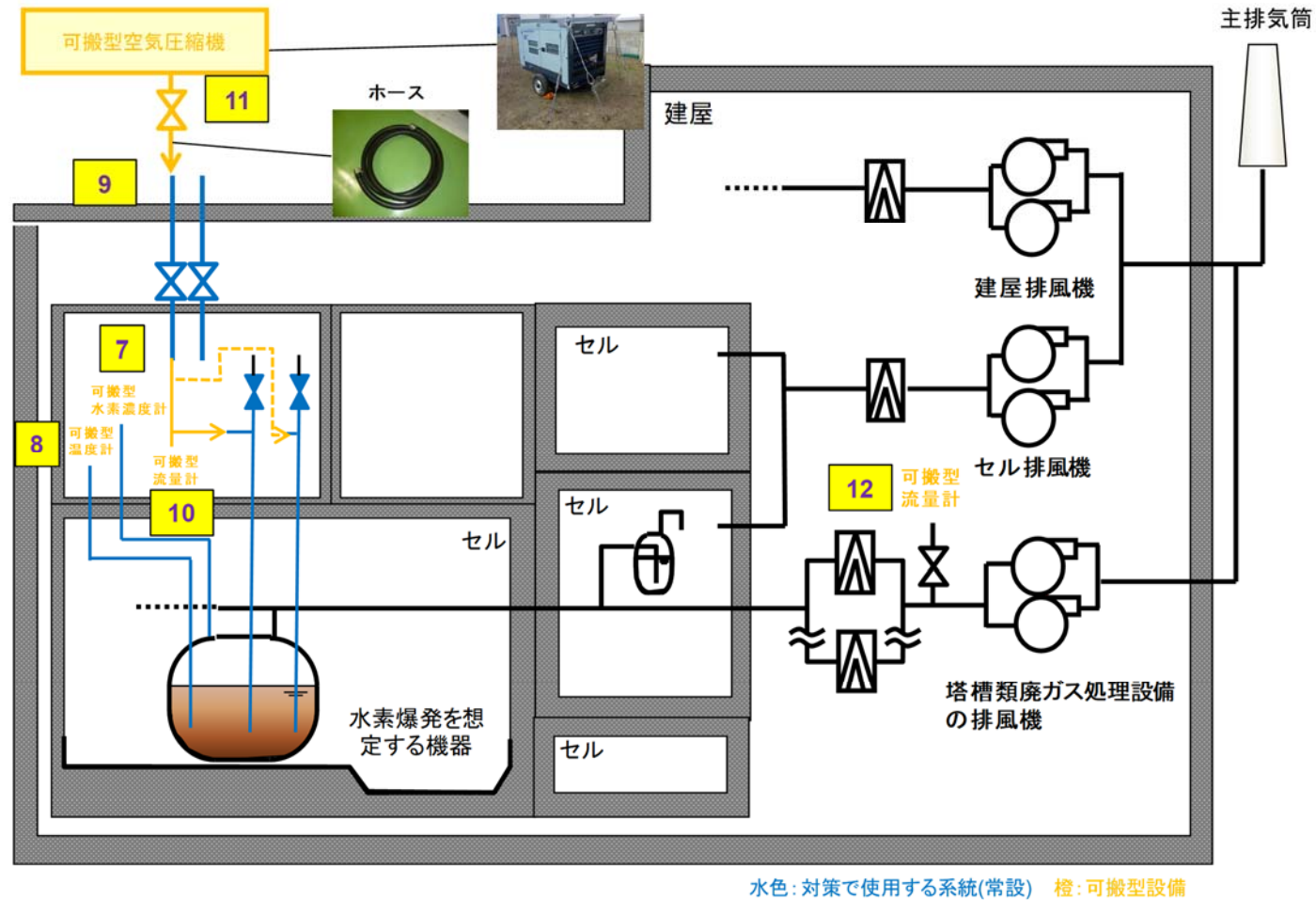
9 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第 2. -12 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第 2. - 13 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

9 ホース接続

【作業概要】

屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



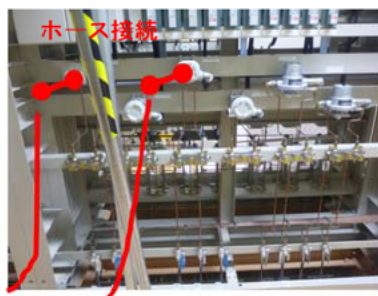
ホース

10 可搬型流量計設置

11 供給開始・流量確認

【作業概要】

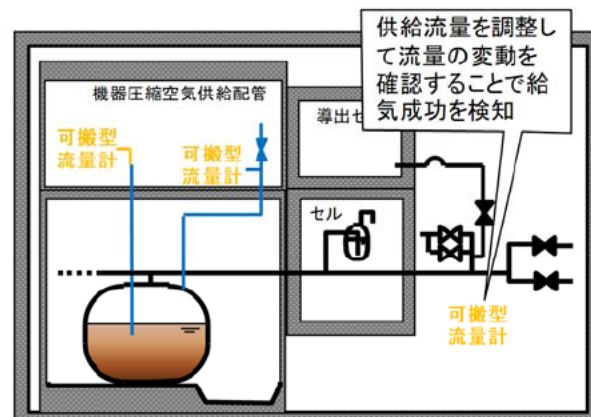
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



12 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知

【作業概要】

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色: 対策で使用する系統(常設)
橙: 可搬型設備

第 2. -14 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 1)

■については核不拡散の観点から公開できません。

6

水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)

【作業概要】

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

7

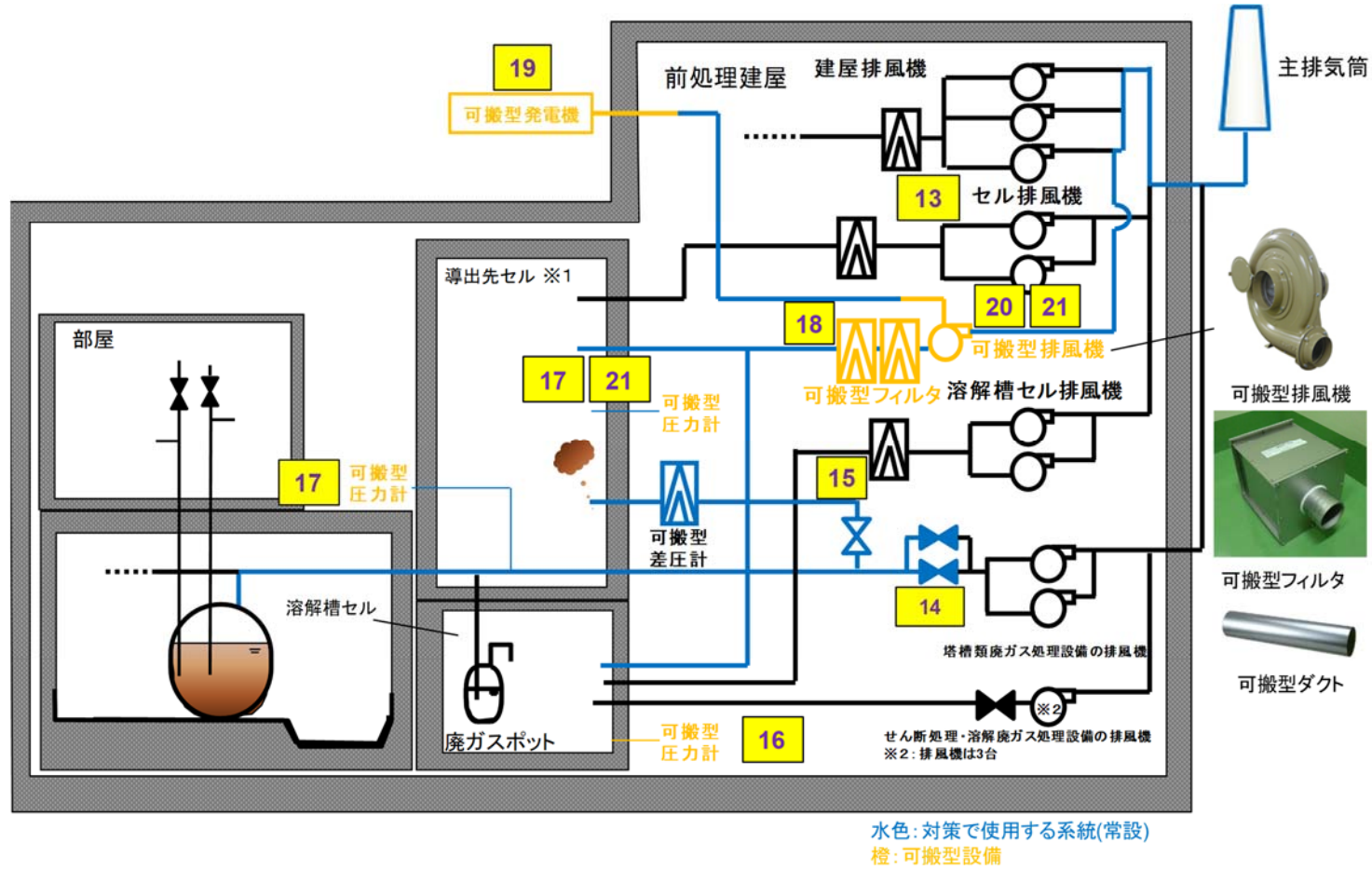
温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)

【作業概要】

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第 2. -15 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【前処理建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



第 2. - 16 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

13 建屋排風機及びセル排風機入口ダンパ閉止

15 溶解槽セル排気フィルタ入口ダンパ閉止



【作業概要】
水素爆発時の雰囲気セルへ閉じ込めるために、ダンパを閉止する。

16 溶解槽セル 可搬型圧力計設置

17 セル 可搬型圧力計設置、廃ガス洗浄塔入口圧力設置



【作業概要】
塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を導出したセルの圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。
水素爆発時の雰囲気セルへ閉じ込めるために、ダンパを閉止する。

14 隔離弁等の操作



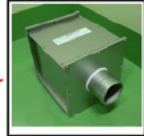
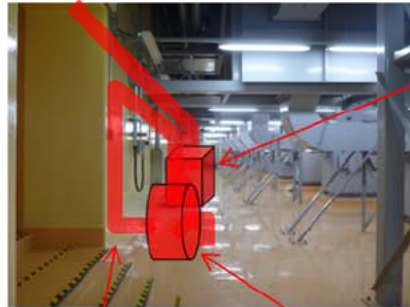
【作業概要】
前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気をセルへ導出する。
せん断処理・溶解廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、せん断機の隙間からせん断処理・溶解廃ガス処理設備内の雰囲気をセルへ導出する。

第 2. -17 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要（その 1）

■については商業機密の観点から公開できません。

18

可搬型ダクト、可搬型フィルタ設置、可搬型フィルタ差圧計設置、ケーブル敷設、可搬型排風機設置



可搬型フィルタ

【作業概要】
セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気ガスを排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。



可搬型ダクト



可搬型排風機

19

可搬型発電機起動

20

可搬型排風機起動準備

21

セル内圧力計確認、可搬型排風機起動



前処理建屋

ケーブル

可搬型発電機

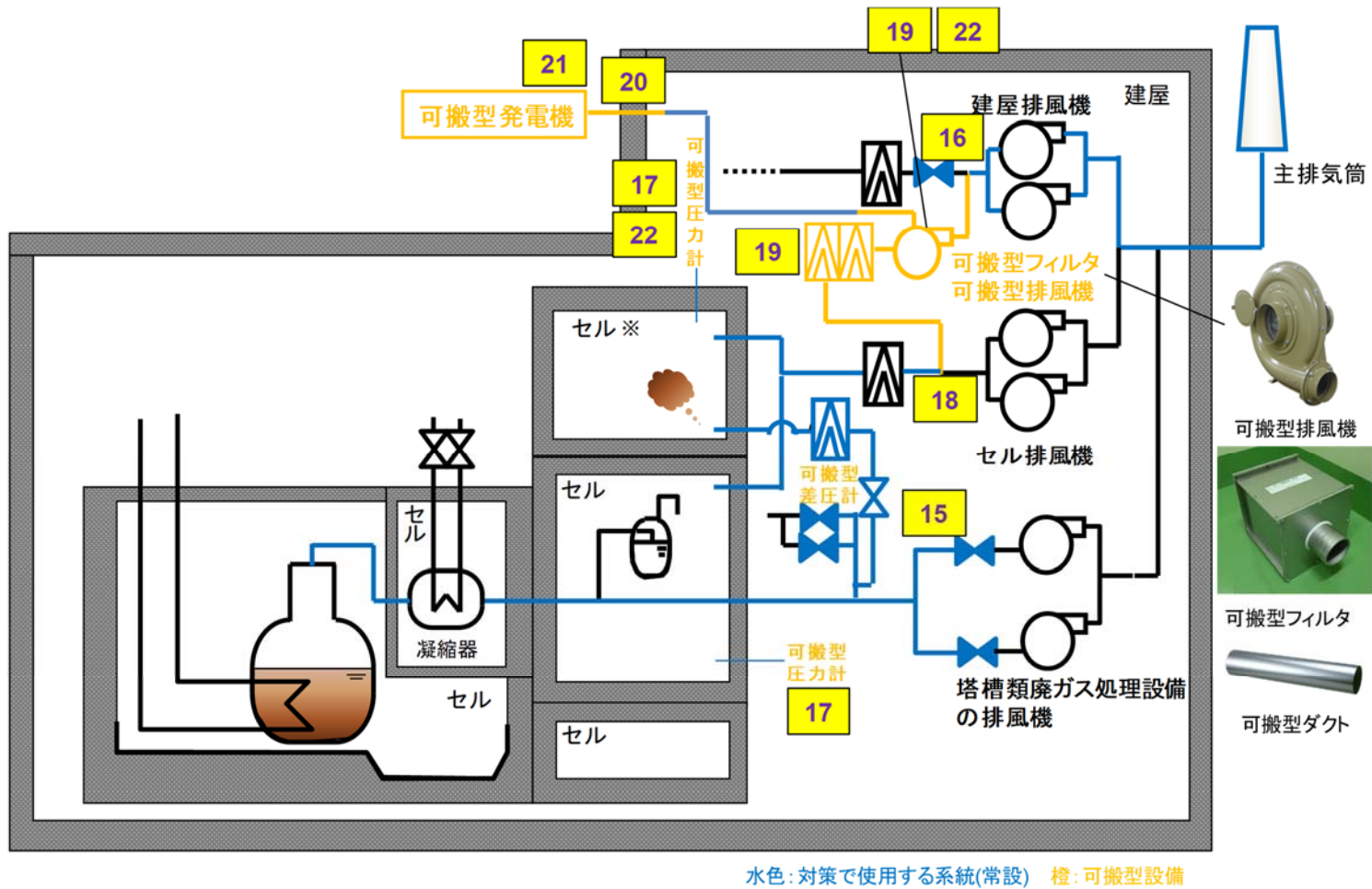


【作業概要】
可搬型排風機により前処理建屋換気設備のセル排気システムを排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型排風機を起動する。

第 2. - 18 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

■ については核不拡散の観点から公開できません。

【分離建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



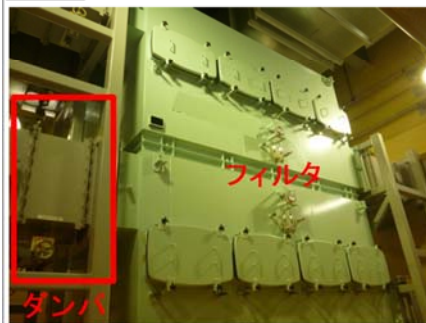
第 2. - 19 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

15 隔離弁の操作



【作業概要】
分離建屋塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、分離建屋塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、分離建屋塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気ガスをセルへ導出する。

16 ダンパ閉止



【作業概要】
セル換気系統から建屋換気系統をバイパスした際に、水素爆発時の雰囲気ガスをセル換気系で閉じ込めるために、建屋換気系統のダンパを閉止する。

17 導出先セル可搬型圧力計設置

【作業概要】
塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気ガスを導出したセルの圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。

第 2. -20 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

18 可搬型ダクト設置

19 可搬型排風機、可搬型フィルタ設置



【作業概要】

セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。



可搬型フィルタ



可搬型排風機



可搬型ダクト

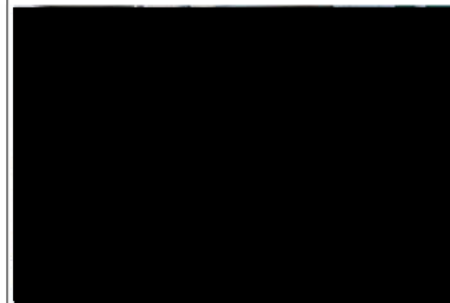


接続口

20 ケーブル敷設

21 可搬型発電機起動準備、可搬型排風機運転準備

22 セル内圧力計確認/可搬型排風機運転



ケーブル



可搬型発電機

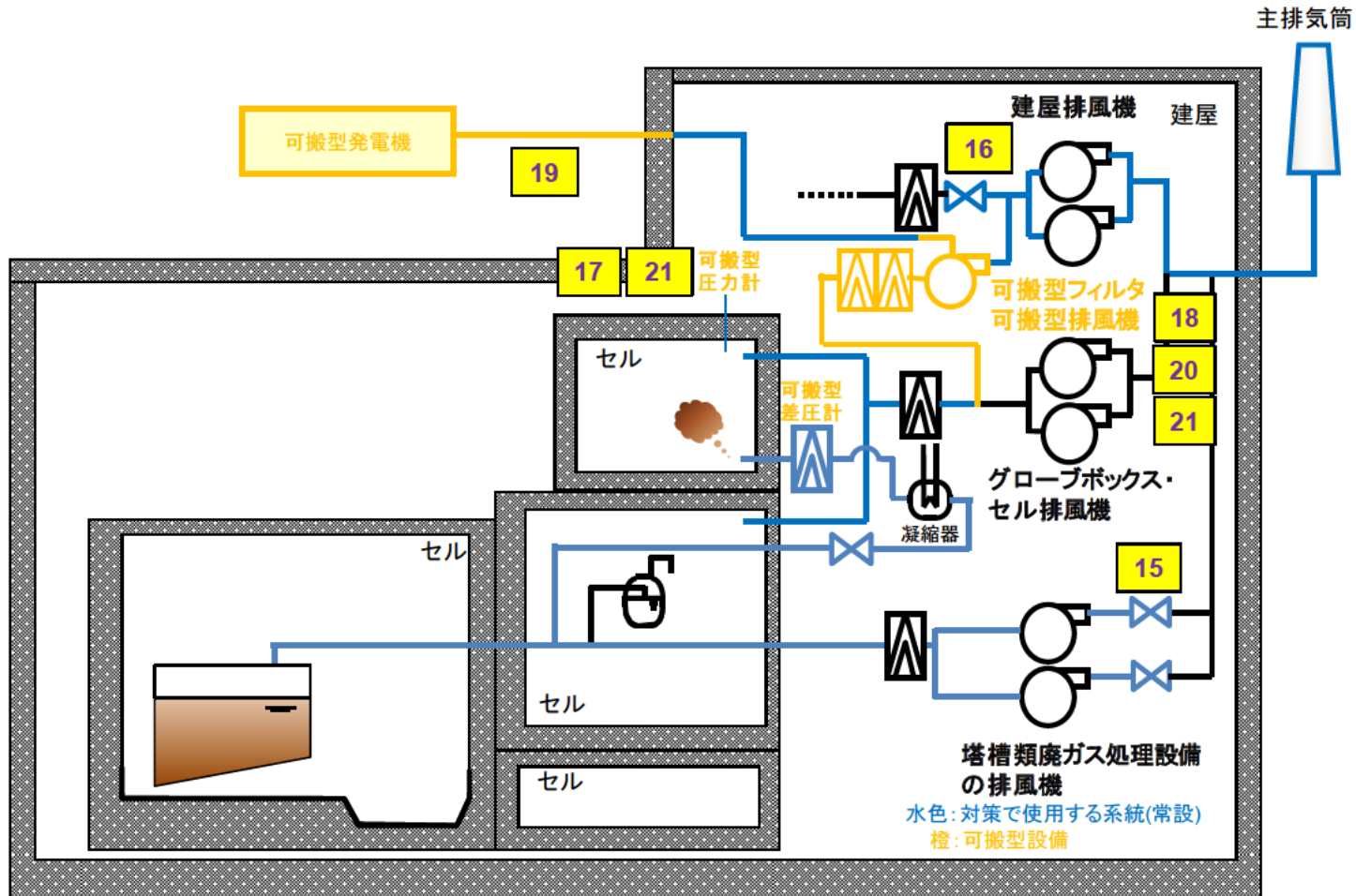
【作業概要】

可搬型排風機により分離建屋換気設備のセル換気システムを排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型排風機の運転準備をする。発生防止対策または拡大防止対策実施後、セル内圧力計による指示値の上昇を確認したら可搬型排風機を起動する。

第 2. -21 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

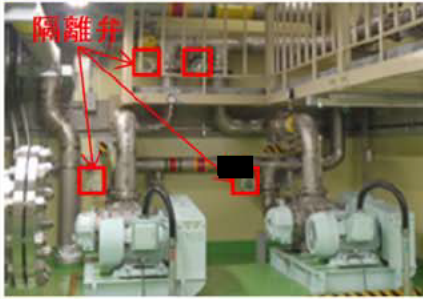
■については商業機密および核不拡散の観点から公開できません。

【精製建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



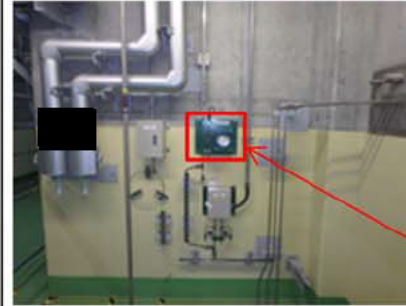
第 2. - 22 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

15 隔離弁の操作



【作業概要】
精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気気を精製建屋換気設備のセルからの排気系へ導出する。

17 セル内圧力計設置



【作業概要】
塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気気を導出したセルの圧力を監視するため、セル内圧力計を設置する。

セル内圧力計

16 ダンパ閉止



【作業概要】
水素爆発時の雰囲気気をセル換気系で閉じ込めるために、建屋換気系統及びセル換気系統のダンパを閉止する。

ダンパ

フィルタ

第 2. - 23 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

■については商業機密の観点から公開できません。

18 可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置

【作業概要】

保管エリアにある可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタを設置場所まで運搬し、セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続し、可搬型排風機に電源ケーブルを接続する。

19 ケーブル敷設及び接続、可搬型発電機起動

【作業概要】

可搬型排風機により精製建屋換気設備のセル換気システムを排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型発電機を起動する。



20 可搬型排風機起動準備

【作業概要】

精製建屋換気設備のセル換気システムを排気するため、可搬型排風機を起動準備する。

21 セル内圧力確認/可搬型排風機起動

【作業概要】

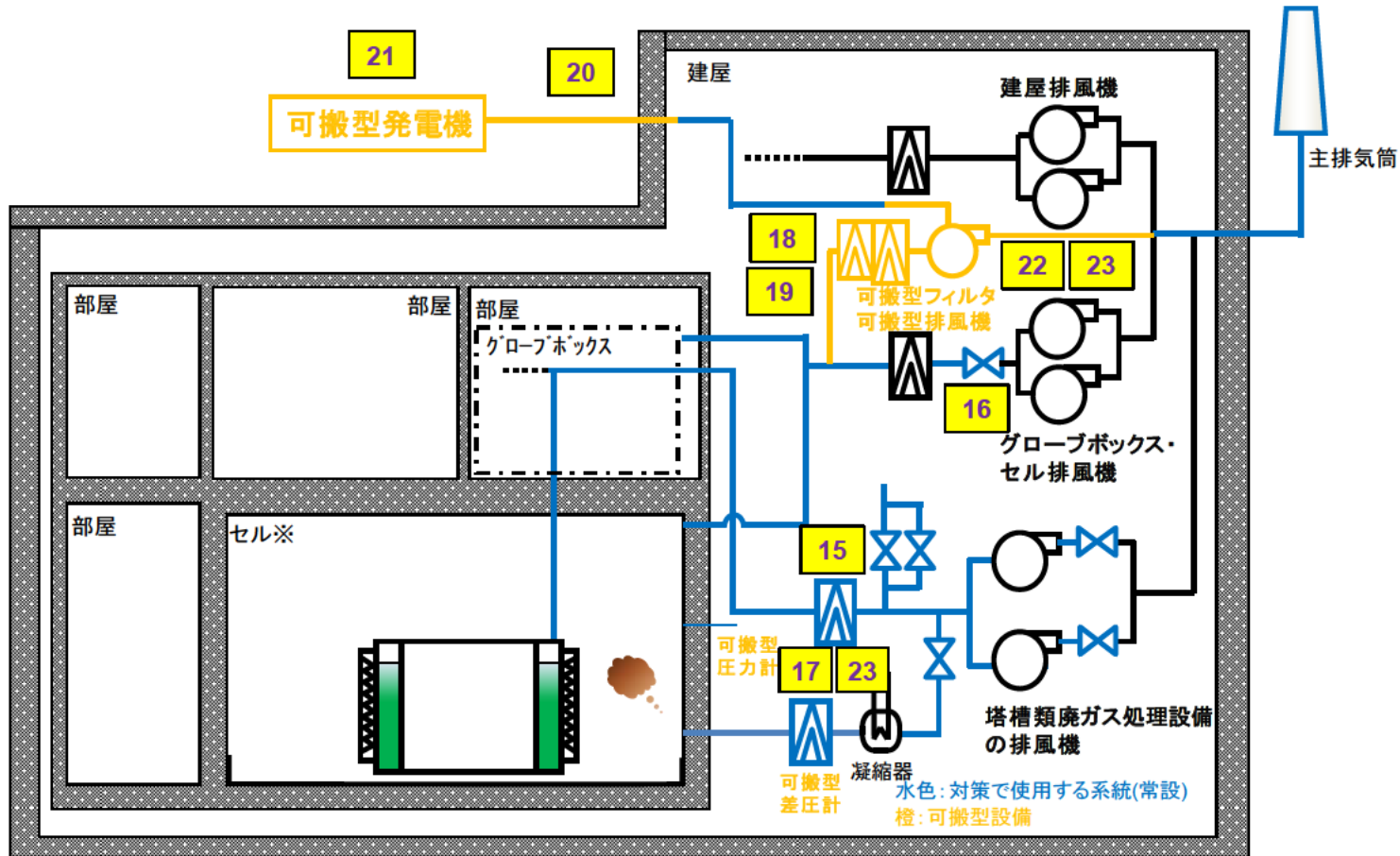
発生防止対策、拡大防止対策終了後、セル内圧力計によるセルの圧力を確認実施後、精製建屋換気設備のセル換気システムを排気するため、可搬型排風機を起動する。



第 2. -24 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

■については核不拡散の観点から公開できません。

【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



第 2. - 25 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

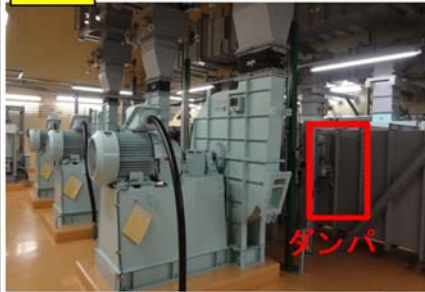
15 隔離弁の操作



【作業概要】

塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気気を建屋換気設備のセルからの排気系へ導出する。

16 ダンパ閉止



【作業概要】

セル換気系統から建屋換気系統をバイパスした際に、水素爆発時の雰囲気気をセル換気系で閉じ込めるために、建屋換気系統のダンパを閉止する。

17 セル内圧力計設置

【作業概要】

塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気気を導出したセルの圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。

第 2. -26 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

17 可搬型ダクト設置

18 可搬型排風機、可搬型フィルタ設置

【作業概要】
セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。

可搬型排風機 可搬型フィルタ 可搬型ダクト

19 ケーブル敷設

20 可搬型発電機起動

21 可搬型排風機起動準備

22 セル内圧力計確認/可搬型排風機起動

可搬型発電機

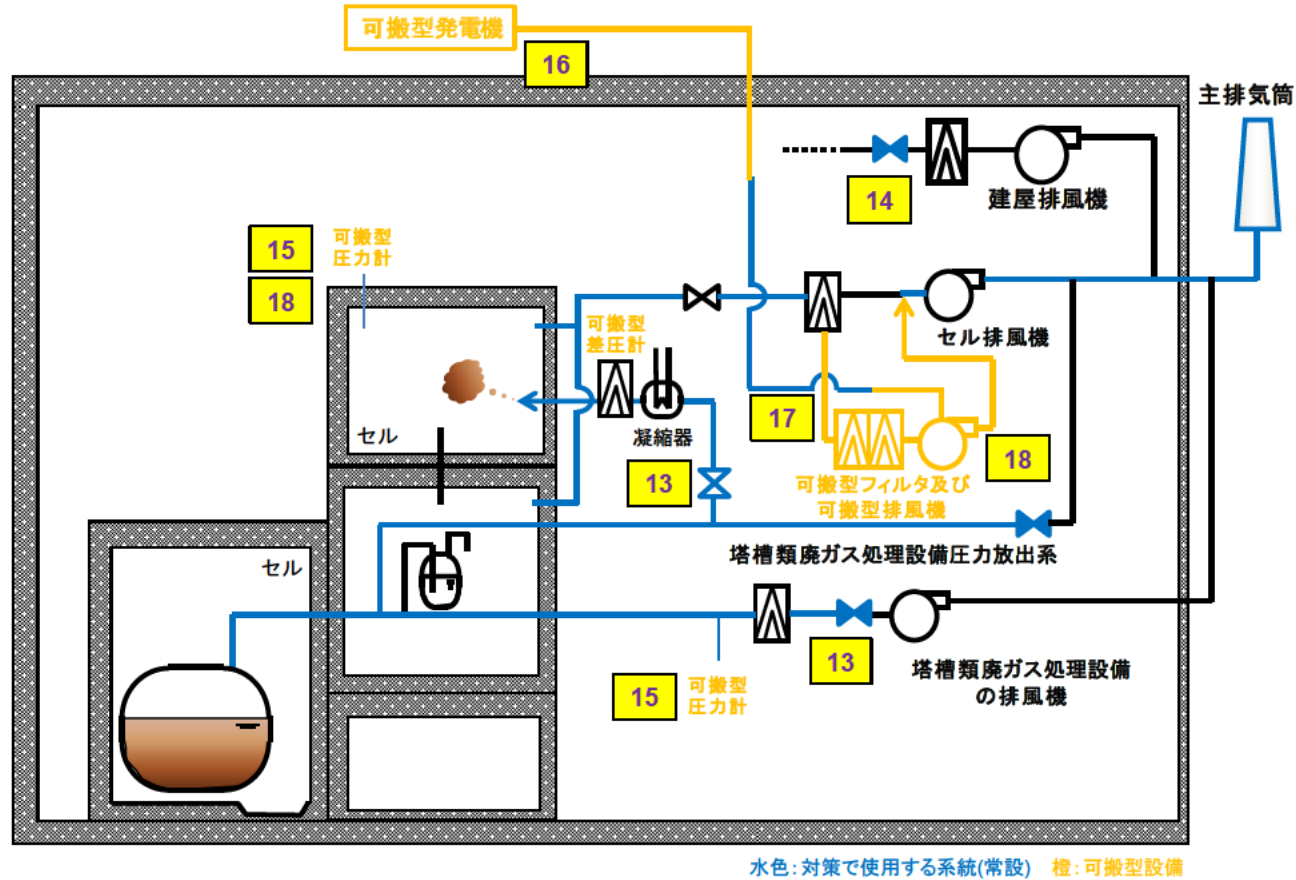
【作業概要】
可搬型排風機により換気設備のセル換気システムを排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型排風機の起動確認をする。
発生防止対策または拡大防止対策実施後、セル内圧力計による指示値の上昇を確認したら可搬型排風機を起動する。

第 2. -27 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

■については核不拡散の観点から公開できません。

【高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）

の概要】



第2. -28 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

13 隔離弁の操作



【作業概要】

高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気気をセルへ導出する。

15 セル内及び廃ガス洗浄塔入口圧力計設置

【作業概要】

塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気気を導出したセルの圧力及びセル導出時の圧力を監視するため、圧力計を設置する。

14 排気経路構築 (ダンパ閉止等)

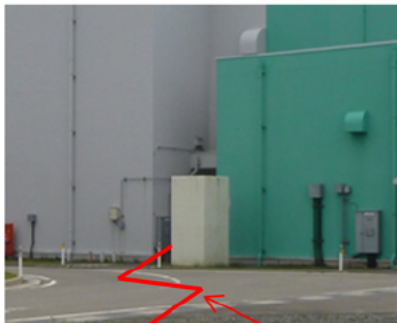


【作業概要】

廃ガス中に含まれる放射性物質を極力低減させて大気中へ放出するため、ダンパ閉止等により排気経路構築を行う。

第 2. -29 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

16 ケーブル敷設、可搬型発電機起動



【作業概要】
可搬型排風機を起動するため、
可搬型発電機からのケーブル
敷設等を行う。

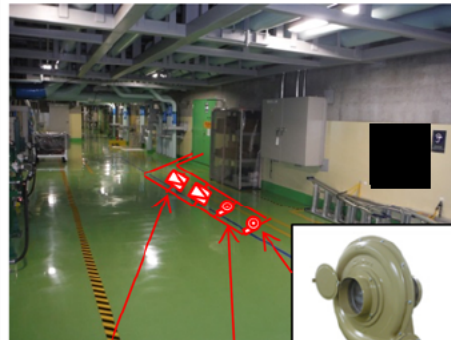


ケーブル

可搬型発電機

17 可搬型排風機、可搬型フィルタ、可搬型ダクト設置及び可搬型排風機起動準備

18 セル内圧力計確認/可搬型排風機起動



【作業概要】
可搬型排風機によりセルに導出され
た放射性物質等を排気するため、可
搬型フィルタ、可搬型排風機及び可
搬型ダクトを接続し、可搬型排風機
の起動準備をする。

発生防止対策または拡大防止対策
実施後、セル内圧力計による指示値
の上昇を確認したら可搬型排風機を
起動する。



可搬型排風機



可搬型フィルタ



可搬型ダクト

第 2. - 30 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

2. 1 水素爆発の拡大防止対策の信頼性

2.1.1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給

水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する系統は、位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備し、多重性を確保しており、1系統あたり1口を合計2口の接続口があるため、多様な空間を確保している。また、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

整備した水素爆発の再発を防止するための空気の供給系統が使用できない場合に備え、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対して工具を用いて接続口を作成する手順を整備する。

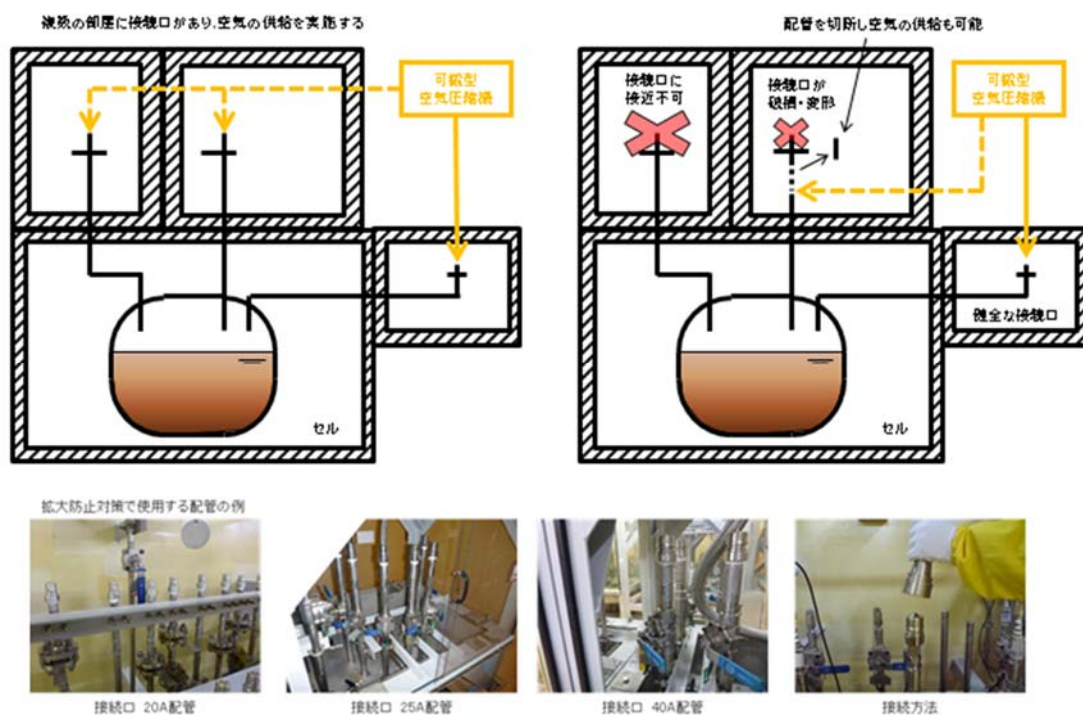
- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備 ⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり1口、合計2口の接続口を整備 ⇒ 空気の供給のための多様な空間を確保
- ✓ 整備した水素爆発の再発を防止するための空気の供給の系統が使用できない場合に備え、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対してパイプカッターを用いて接続口を作成する手順を整備する。 ⇒ 空気の供給のための多様な空間、手段を確保

○接続口の信頼性

水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する配管は、以下の写真のようなものを複数の部屋に複数本用意している。これらの配管が使用できない状況として、周囲の構築物が倒壊し、接続口へ接近できないことを想

定されるが、複数の部屋に接続口があることから、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する可能である。

仮に全ての部屋で倒壊があり、接続口が変形・破損している場合でもパイプカッターで切断し、新たに接続口を作成することができる。



第2. -31 図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の接続口概要図

○配管切断実証訓練

R-SUS304ULC 80A SCH20S (外径 89.1mm 厚さ 4.0mm) 配管を切断するまでに要した時間は約 15 分程度である。水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する配管は 8A~40A 配管が多く、本実証訓練より作業量や作業時間は短縮できると考える。



第 2. - 32 図 配管切断実証訓練

2. 1. 2 水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する設備の有効性について

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

a. 温度

1) 常設重大事故等対処設備

可搬型重大事故等対処設備は、直接溶液と接することはなく、外部から供給される圧縮空気を通気するのみである。水素爆発の再発を防止するための空気の供給時の供給圧縮空気量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の温度が 55℃以下となる空気量で供給することから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース等は直接溶液と接することではなく、可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を通気するのみである。
- ✓ 可搬型ホース（エアホース）の耐熱温度 60℃に対し、水素爆発を未然に防止するための空気の供給時の供給圧縮空気量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の温度が 55℃以下となる空気量で供給することから、想定される使用条件において有意な影響を与えることはない。

b. 圧力

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧が圧力条件として最も高いが、水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備は最高使用圧力以下の供給圧で圧縮空気を供給する運用とすることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 常設重大事故等対処設備の最高使用圧力が 0.98MP a であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧を 0.7MP a 以下とすることから、有意な影響はない
- ✓ 可搬型ホース（エアホース）の使用圧力が 1.6MP a 程度であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧を 0.7MP a 以下とすることから、有意な影響はない

c. 放射線

直接溶液と接する常設重大事故等対処設備における放射線影響は、平常運転時と同程度であり、直接放射線と接しない可搬型重大事故等対処設備における放射線影響は、セル外でを使用することからその影響は無視できることから、設備の機能を損なうことはない。

2.3.1 セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に使用する設備の設計

セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮した際に機能維持する設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した設計としており、想定される使用環境において、期待する機能を発揮できる設計とする。

- ✓ 水素爆発が発生した場合に水素爆発が発生した設備に接続する塔槽類廃ガス処理設備の系統内が加圧状態に至る可能性がある場合には、塔槽類廃ガス処理設備に設置されている隔離弁を閉止し、流路を遮断する。
- ✓ 水素爆発が発生した場合に水素爆発が発生した設備に接続する塔槽類廃ガス処理設備の系統内が加圧状態に至った場合には、塔槽類廃ガス処理設備及びセルを接続するために新たに設置する常設重大事故等対処設備の塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットを開放する。これにより、放射性物質は当該ユニットを経由してセルに導出される。
- ✓ 仮に当該ユニットを経由して発生した放射性物質がセルに導出されない場合であっても、塔槽類廃ガス処理設備に設置された水封安全器からセルに導出される。(※ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を除く)
- ✓ 以上より、水素爆発により気相中へ移行した放射性物質をセルに導出することができる。

2.3.2 セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に用いる設備の有効性について

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

a. 温度

水素爆発の発生を想定する貯槽等が内包する溶液の温度は、水素爆発前に実施することから、その温度は通常時と同様程度であり、設備の機能を損なうことはない。

1) 常設重大事故等対処設備

- ✓ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応は、基本的に水素爆発前に実施されることから、温度条件としては各溶液の通常時と同様程度であることから、常設重大事故等対処設備である塔槽類廃ガス処理設備の配管、セル導出ユニット及び換気系統のダクトが有意な影響を受けることはない。

2) 可搬型重大事故等対処設備

- ✓ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応は、基本的に水素爆発前に実施されることから、温度条件としては各溶液の通常時と同様程度である。
- ✓ 新たに整備する可搬型重大事故等対処設備は、想定される温度条件において使用可能な設備を整備することから影響はない。

b. 圧力

水素爆発の発生を想定する貯槽等が内包する溶液の温度は、水素爆発前に実施することから、塔槽類廃ガス処理設備内の圧力上昇は、塔槽類廃ガス処理設備に設置されている水封安全器又は塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットを経由したセルへの導出により制限され、最大でも 300mmA q 程度である。また、セルへの導出以降は、可搬型排風機による排気により有意な圧力上昇はないことから、設備の機能を損なうことはない。

c. 放射線

水素爆発の発生を想定する貯槽等が内包する溶液の温度は、平常運転時と同程度であり、直接放射線と接しない可搬型重大事故等対処設備における放射線影響は、セル外でを使用することからその影響は無視できることから、設備の機能を損なうことはない。

3. 可搬型空気圧縮機の共用について

水素爆発の対処に使用する可搬型空気圧縮機は、大型及び小型を準備する。大型は1台当たり約 $440\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し、前処理建屋、分離建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の圧縮空気の供給を実施する場合には、1台を2建屋、他の1台を1建屋に割り当てることとし、圧縮空気の供給に2台を使用する。小型は1台当たり約 $220\text{m}^3/\text{h}$ の容量を有し、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気の供給に使用する。

第3. - 1表に示すとおり、各建屋で水素爆発の各対策に必要な圧縮空気の供給量を考慮したとしても可搬型空気圧縮機の容量（大型：約 $440\text{m}^3/\text{h}$ 、小型：約 $220\text{m}^3/\text{h}$ ）以下であるため、問題ない。また、故障等に備え外部保管エリアに十分な数のバックアップを保管している。

第3. - 1表 水素爆発への対処に使用する圧縮空気量

建屋	流量 (m^3/h)				
	AA	AB	AC	CA	KA
圧縮空気供給量	2.8	8.8	3.8	0.91	78
大型 (AA+AB, KA) 小型 (AC+CA)	12	—	4.8		78
大型 (AA+KA, AB) 小型 (AC+CA)	81	8.8	4.8		—
大型 (AB+KA, AA) 小型 (AC+CA)	2.8	87	4.8		—

4. 可搬型発電機の共用について

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷については、前処理建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

分離建屋可搬型発電機の電源負荷については、分離建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷については、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の約11 kVAであり、可搬型排風機1台運転中にもう1台の可搬型排風機の起動時を考慮すると約45 kVAの給電が必要である。

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷については、高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

各可搬型発電機（前処理建屋可搬型発電機、分離建屋可搬型発電機、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機、高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機）の供給容量は約80 kVAあり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については、代替セル排気系による対応で使用する可搬型発電機を共用している。機器

の起動については、起動の順番を決め、同時起動しないようにしているが、仮に精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の同時起動時を考慮した場合、約 78 k V A であり、2 建屋合わせても可搬型発電機の容量 (80 k V A) 以下である。

補足説明資料 8-3 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び
機器圧縮空気自動ユニットの動作原理について

1. 圧縮空気自動供給貯槽

分離建屋及び精製建屋には圧縮空気自動供給貯槽を設置し、水素掃気機能が喪失した場合に直ちに圧縮空気が供給される設計とする。圧縮空気自動供給貯槽の概要図を図1に示す。

圧縮空気自動供給貯槽には平常運転時に安全圧縮空気系からの約 0.7MPa の圧縮空気で蓄圧し、空気を蓄える。圧縮空気を供給する経路にはオリフィス又は減圧弁が設置され、安全圧縮空気系の圧力が低下した場合に、母管との差圧で圧縮空気が自動的に供給される。

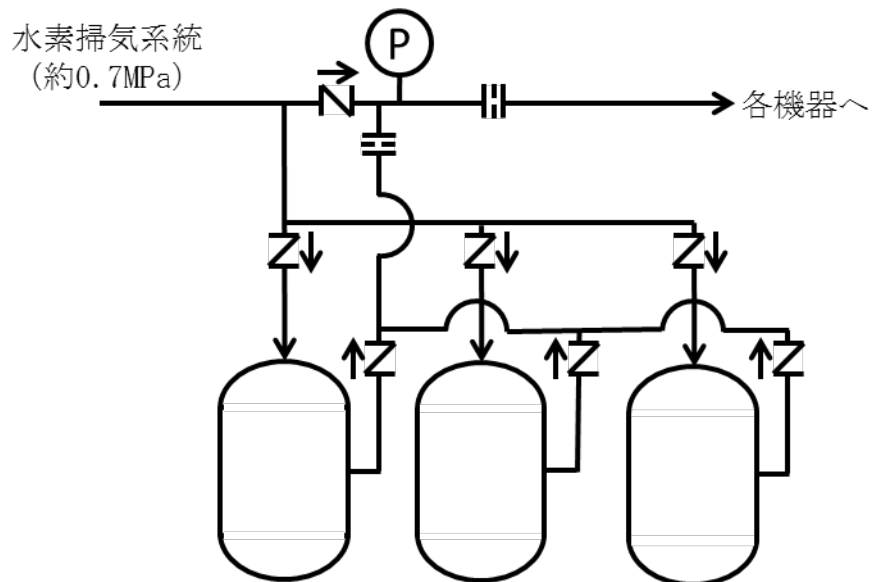


図1. 圧縮空気自動供給貯槽の概要図

2. 圧縮空気自動供給ユニット

ウラン・プルトニウム混合建屋には圧縮空気自動供給ユニットを設置し、水素掃気機能が喪失した場合に圧縮空気が供給される設計とする。圧縮空気自動供給ユニットの概要図を図2に示す。

圧縮空気自動供給ユニット及び安全圧縮空気系の間には、安全圧縮空気系からの圧縮空気により閉となるON-OFF弁を設置する。安全圧縮空気系の圧力が低下すると、ON-OFF弁が開放し、自動で空気を供給する。

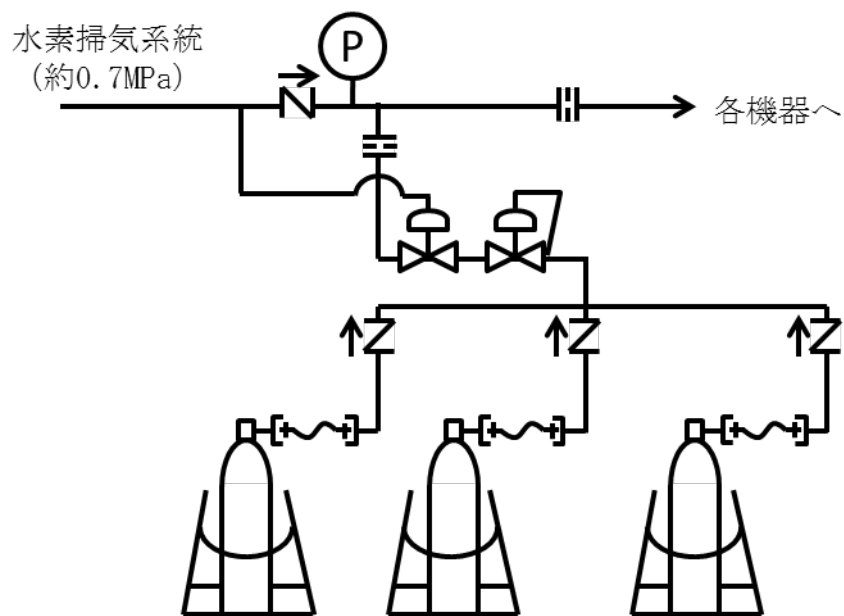


図2. 圧縮空気自動供給ユニットの概要図

3. 機器圧縮空気自動供給ユニット

機器圧縮空気自動供給ユニットは、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある水素爆発を想定する機器の水素掃気配管に設置する。機器圧縮空気自動供給ユニットの概要図を図3に示す。

機器圧縮空気自動供給ユニット及び水素掃気配管の間には、水素掃気配管からの圧縮空気により閉となるON-OFF弁を設置する。水素掃気配管の圧力が低下すると、ON-OFF弁が開放し、自動で空気を供給する。

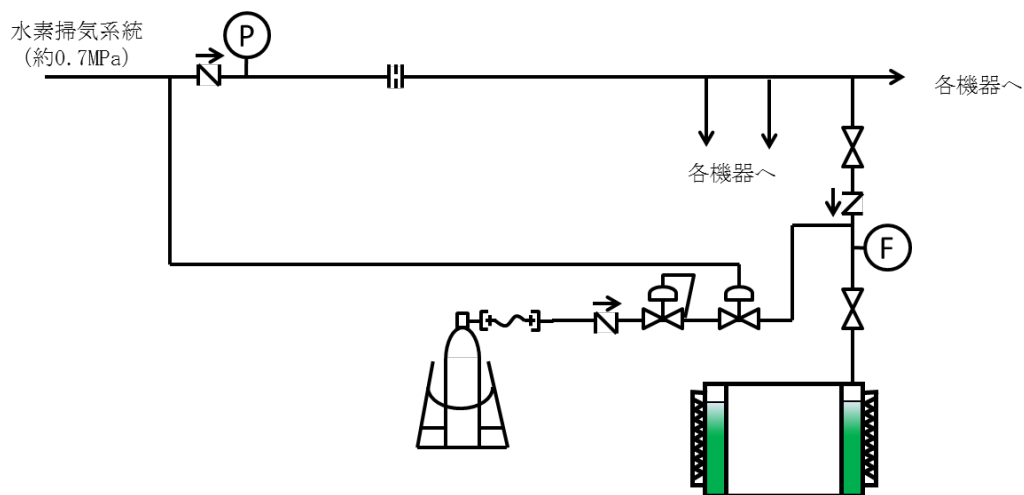


図3. 機器圧縮空気自動供給ユニットの概要図

4. 圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットの系統構成について

上記のとおり，圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットは水素掃気配管へ接続する。以下に，これらの系統構成の妥当性を示す。

図4に，例として，分離建屋及び精製建屋における圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットが接続する機器の一般的な系統構成を示す。

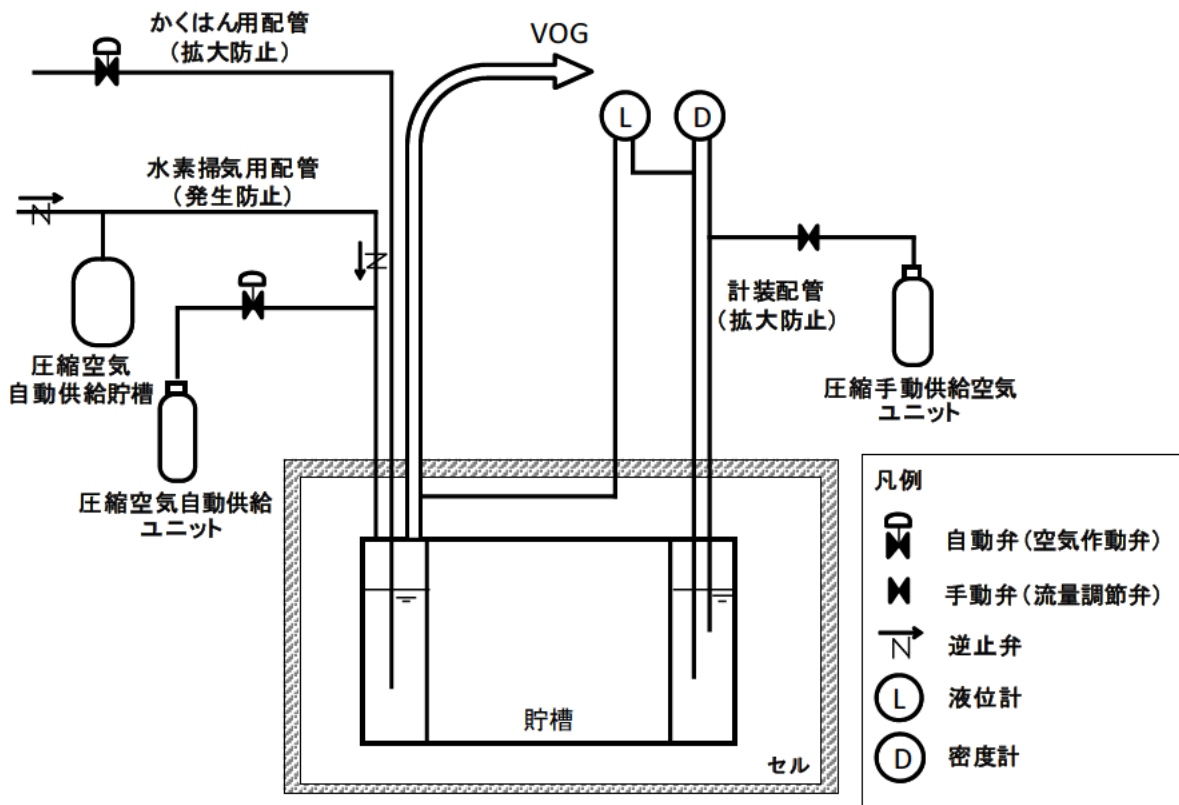


図4. 分離建屋及び精製建屋において圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットが接続する機器の一般的な系統構成

図4に示すように，分離建屋及び精製建屋において，圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットが接続する機器の気相部へ直接圧縮空気を供給可能な配管は水素掃気配管のみであり，その他の配管は液浸配管である。

なお、液位計の気相部の計装配管は塔槽類排ガス処理設備の配管に接続しており、圧縮空気を機器内の気相部へ直接供給することができない。

機器内の液位は運転により変動するため、液浸配管から圧縮空気を供給する場合は、その水頭圧により圧縮空気の流量が変動し、必要な水素掃気流量を確保するための流量調整が必要となる。このため、水素掃気機能の喪失時において、圧縮空気供給を人の操作に頼ることなく、自動で速やかに供給する必要がある圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットについては、溶液の水頭圧の影響を受けない機器内の気相部へ供給することが適切である。

なお、補足説明資料 8-11 にて後述する圧縮空気手動供給ユニットについては、液浸配管に圧縮空気を供給するが、人の操作により流量調整を実施するため、必要な水素掃気流量を確保することができる。

5. 圧縮空気自動供給貯槽、圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量について

5. 1 圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気流量について

水素掃気機能が喪失した場合、分離建屋及び精製建屋の圧縮空気自動供給貯槽から水素爆発を想定する機器への圧縮空気を自動で供給する。

圧縮空気自動供給貯槽は、時間と共に貯槽内の圧力が低下することから、供給される圧縮空気の流量も時間と共に低下する。このため、圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気流量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始までに、機器内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる設計とする。圧縮空気の供給流量は、補足説明資料 8-6 に示す水素発生 G 値の不確かさを考慮し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始時点で、未然防止濃度以下に維持するための流量の 2 倍以上の流量を確保できる設計とする。

圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気の供給継続時間の評価方法は以下のとおり。

圧縮空気自動供給貯槽から圧縮空気を供給する流路は、平常運転時に圧縮空気を供給する流路と大部分を共有している。このため、平常運転時の経路の抵抗を用いて水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量を供給するための圧縮空気自動供給貯槽の出口流量を求める。

水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量及び平常運転時の水素掃気用安全圧縮空気系からの圧縮空気流量の比率を下式により求める。

$$F_{ratio} = \frac{F_{8vol\%}}{F_{design}}$$

ここで、

F_{ratio} : 水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量及び平常運転時の水素掃気用安全圧縮空気系からの圧縮空気流量の比率 (—)

$F_{8vol\%}$: 水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量 (m³/h [normal])

F_{design} : 平常運転時の水素掃気用安全圧縮空気系からの圧縮空気流量 (m³/h [normal])

得られた比率に、平常運転時において水素爆発を想定する機器にそれぞれ供給されている圧縮空気の流量の建屋毎の和をかけることで、水素爆発を想

定する機器内の水素濃度を 8 v o 1 %以下に維持できる圧縮空気を供給するために必要な建屋入口での圧縮空気流量を求めることができる。

水素掃気機能が喪失した直後に、圧縮空気自動供給貯槽から供給される圧縮空気流量を初期圧縮空気流量とする。圧縮空気の供給に伴い圧縮空気自動供給貯槽の圧力が減少し、供給される空気流量も減少する。圧縮空気自動供給貯槽からの供給開始後 1 分毎の圧縮空気自動供給貯槽の圧力の減少は下式により求める。

$$\Delta P = P_0 \times \frac{F_{serve}}{60} \times \frac{1}{V} \times \frac{T + 273.15}{273.15}$$

ここで、

ΔP : 同一の空気流量で圧縮空気を 1 分間供給したときの圧力の減少量 (MP a)

P_0 : 初期圧力 (MP a), 0.1013 とした。

F_{serve} : 圧縮空気自動供給から供給される各建屋入口での圧縮空気流量 (m^3/h)

V : 圧縮空気自動供給貯槽の体積 (m^3)

T : 圧縮空気自動供給貯槽内の空気温度 ($^{\circ}C$)

水素掃気配管は、オリフィスにより減圧し、減圧後の圧力で各機器に必要な圧縮空気が流れる設計としている。オリフィスにおける空気の乱流流れを考慮し、流量と圧力の関係式である以下の式から、圧力減少に伴う空気供給流量の減少を求める。

$$F'_{serve} = F_{serve} \times \left(\frac{P_{header} - \Delta P}{P_{header}} \right)^{1/2}$$

ここで、

F'_{serve} : 圧縮空気自動供給貯槽から供給される減圧後の各建

屋入口での圧縮空気流量 (m^3/h)

P_{header} : 圧縮空気自動供給貯槽の圧力 (MPa)

圧縮空気自動供給貯槽から供給される減圧後の各建屋入口での圧縮空気流量が水素爆発を想定する機器内の水素濃度を 8 vol % 以下に維持できる圧縮空気を供給するために必要な建屋入口での圧縮空気流量を下回るまで圧力減少及び供給流量減少の評価を繰り返し、圧縮空気自動供給貯槽から水素爆発を想定する機器に圧縮空気の供給が継続される時間を求める。

5. 2 圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量について

水素掃気機能が喪失した場合、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給貯槽から水素爆発を想定する機器への圧縮空気を自動で供給する。また、分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する機器圧縮空気自動ユニットは、水素掃気配管の圧力が低下した場合に自動で圧縮空気を供給できる設計にすると共に、水素発生量の増加を考慮した場合に、十分な量の圧縮空気の供給継続ができるよう、手動で圧縮空気の供給を開始できる設計とする。

圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットは、減圧弁により圧縮空気供給圧力を機械的に調整し、圧縮空気供給流量を一定に維持する設計とする。

圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始までに、機器内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる設計とする。圧縮空気の供給流量は、補足説明資料 8-6 に示す水素発生 G 値の不確かさを考慮し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始時点で、未然防止濃度以下に維持する

ための流量の2倍以上の流量を確保できる設計とする。また、溶液の沸騰又はかくはん効果による水素発生量の増加を想定した場合、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給開始までに未然防止濃度に至る可能性のある機器に対しては、未然防止濃度以下に維持するための流量の10倍以上の流量を確保できる設計とする。

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・硝酸プルトニウム貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.086\text{m}^3/\text{h}$
- ・混合槽A： $0.033\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.066\text{m}^3/\text{h}$
- ・混合槽B： $0.033\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.066\text{m}^3/\text{h}$
- ・一時貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.086\text{m}^3/\text{h}$

合計： $0.31\text{m}^3/\text{h}$

<分離建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・プルトニウム溶液中間受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$

合計： $0.12\text{m}^3/\text{h}$

<精製建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・プルトニウム溶液供給槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・油水分離槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・プルトニウム濃縮缶供給槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.116\text{m}^3/\text{h}$

- ・ プルトニウム溶液一時貯槽 : $0.058\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.116\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液受槽 : $0.042\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液一時貯槽 : $0.065\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.65\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液計量槽 : $0.042\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ リサイクル槽 : $0.042\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液中間貯槽 : $0.042\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 希釈槽 : $0.048\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.096\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 第2一時貯留処理槽 : $0.02\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 第3一時貯留処理槽 : $0.029\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.058\text{m}^3/\text{h}$

合計 : $2.88\text{m}^3/\text{h}$

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・ 硝酸プルトニウム貯槽 : $0.043\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 混合槽A : $0.033\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 混合槽B : $0.033\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 一時貯槽 : $0.043\text{m}^3/\text{h} (8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$

合計 : $1.52\text{m}^3/\text{h}$

補足説明資料8-4 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素濃度計について

1. 水素濃度計の測定原理

水素掃気系統から圧縮空気が各機器に供給されていることは、各機器への水素掃気配管に設置する可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により確認する。また、セル導出ユニットに設置する可搬型セル導出ユニット流量計を用いて、供給した圧縮空気が水素爆発を想定する機器を經由して排出されることを確認する。さらに、代表機器の水素濃度を測定することで、水素濃度が上昇しないことを監視する。

機器内の水素濃度を測定するために用いる可搬型水素濃度計は、熱伝導式のものを用いる。熱伝導式の水素検出器は、第1図に示すとおり、白金線コイルにより加熱された検知素子にガスが接触すると、ガス固有の熱伝導率により熱放散の状態が変わり、検知素子の温度が変化する。この変化はガス濃度にほぼ比例することから、白金線の抵抗値の変化をブリッジ回路の偏差電圧として取り出し水素濃度を測定することができる。なお、機器内水素濃度の計測範囲0～25vol%において、計器仕様は最大±1.25vol%の誤差を生じる可能性があるが、この誤差があることを理解した上で、水素爆発を想定する機器内の水素濃度の推移、傾向（トレンド）を監視する。

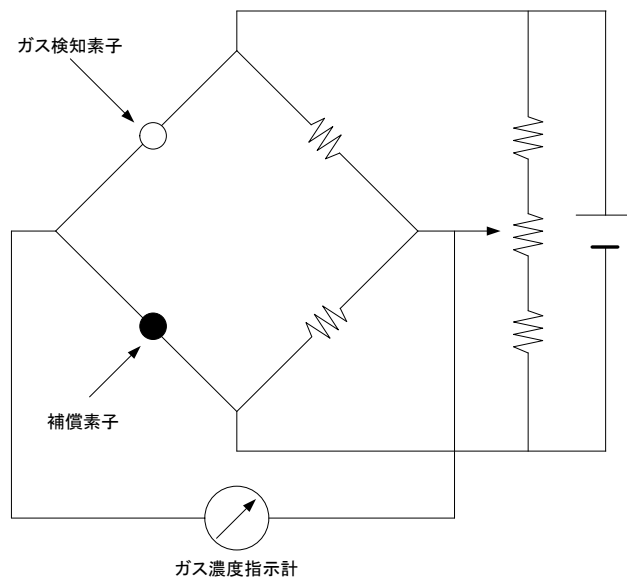


図 1 . 可搬型水素濃度計の測定原理の概要図

2. 可搬型水素濃度計の構成について

機器内の水素濃度の測定においては、以下の装置をユニット化した可搬型水素濃度計を用いて測定を行う。各装置及び配管は可能な限りステンレス鋼製とし、硝酸の影響を受け難いように設計する。

これにより使用する条件下において水素濃度測定への影響は十分小さい設計とする。

(1) 冷却器

自然空冷式のコイル型冷却器である。冷却器はサンプリングガスを可搬型水素濃度計入口において予め冷却することにより、機器から吸入する可能性のある水蒸気及び硝酸蒸気を除去することで、水素濃度計本体の検出器の劣化を防止する。

(2) 凝縮液回収容器

凝縮液回収容器は冷却器において発生した凝縮液を回収する容器である。凝縮液回収容器は凝縮液の液位をサイドグラスから目視できる設計とし、必要に応じて遮へい材を設置できる構成とする。凝縮水が蓄積した場合には、凝縮液を水素爆発を想定する機器内へ排出できる設計とする。

(3) 吸着剤カラム

吸着剤カラムはソーダ石灰により硝酸蒸気を吸着する機能を有する。これにより、水素濃度計本体の劣化を防止する。

(4) 真空ポンプ

真空ポンプは、水素濃度を測定する機器に設置される配管を介して、水素濃度の測定に必要なサンプリングガスを水素濃度計に導入する容量を有する。真空ポンプは防爆構造のポンプを採用し、必要に応じて

交換可能な設計とする。

(5) 水素濃度計

水素濃度計は、熱伝導式の汎用品を用いる。水素濃度計は防爆構造とし、ボルト操作等で容易に交換可能な設計とする。

(6) 電源装置及び指示計ユニット

電源装置は、バッテリー、DC/ACインバータ、充電器、AC/DCパワーサプライから構成され、外部電源からの給電無しで動作可能な設計とする。また、外部電源復旧後は、100Vの電源により充電及び動作可能な設計とする。指示計ユニットは水素濃度を容易に目視できるように設置する。

3. 可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟の可能性について

可搬型水素濃度計では、以下の理由から水素燃焼及び爆轟が生じないことを確認した。

機器内の水素濃度の測定は、水素爆発を想定する機器内に圧縮空気が供給されている状態に限定する。これにより、サンプリングガスは可燃限界濃度である4 v o 1 %を超えないことから、可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟は生じない。

4. 可搬型水素濃度計からの水素漏えい防止及び汚染拡大対策

可搬型水素濃度計を用いた水素爆発を想定する機器内の水素濃度の計測は、計測後のガスを水素爆発を想定する機器内又は塔槽類廃ガス処理設備に戻す構成となっており、外部に対して閉じた系とし、系外への漏えいが発生しないよう、ステンレス鋼チューブと構成機器をカップラで接続する。

よって、可搬型水素濃度計からの水素漏えい及び汚染拡大の可能性は低い。

補足説明資料 8-5 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素掃気に必要な空気流量の計算方法について

1. はじめに

水素爆発を想定する機器について、機器内の気相部の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量の評価方法を概説する。

2. 評価の方法

機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量を以下のとおり評価する。

水素発生速度を下式より求める。以下の式は、再処理施設の設計及び工事の方法の認可申請書における火災及び爆発の防止設計の水素発生量の評価式と同等である。

水相のみの場合、

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{aq} \times \left(Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + Q_{\beta\gamma, aq} \times G_{\beta\gamma, aq} \right)$$

ここで、

F_{H_2} : 水素発生速度 (m³/h [normal])

V_{aq} : 水相の液量 (m³)

$Q_{\alpha, aq}$: 機器内の水相の単位液量あたりの α 崩壊熱量 (W/m³)

$Q_{\beta\gamma, aq}$: 機器内の水相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量 (W/m³)

$G_{\alpha, aq}$: 水相での α 線の G 値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, aq}$: 水相での $\beta\gamma$ 線の G 値 (Molecules/100eV)

V)

有機相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{org} \times \left(Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + Q_{\beta\gamma, org} \times G_{\beta\gamma, org} \right)$$

ここで,

V_{org} : 有機相の液量 (m^3)

$Q_{\alpha, org}$: 機器内の有機相の単位液量あたりの α 崩壊熱量 (W/m^3)

$Q_{\beta\gamma, org}$: 機器内の有機相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量 (W/m^3)

$G_{\alpha, org}$: 有機相での α 線の G 値 ($Molecules/100eV$)

$G_{\beta\gamma, org}$: 有機相での $\beta\gamma$ 線の G 値 ($Molecules/100eV$)

水相及び有機相が混在する場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times \left\{ V_{aq} \times \left(Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, aq} \right) + V_{org} \times \left(Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, org} \right) \right\}$$

水素発生速度を用いて、以下の式より機器を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量を求める (水素発生速度の算出に用いる

水素発生G値の詳細については，補足説明資料8－6を参照)。

$$F = \frac{F_{H2}}{0.04}$$

ここで，

F：可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量

(m³/h [n o r m a l])

補足説明資料 8－6 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

設計条件としての水素発生G値について

1. はじめに

評価に設計条件として用いた水素発生G値について、設定根拠を整理する。

2. 評価に用いる水素発生G値

水素発生G値は、水、硝酸、有機溶媒等の溶液の種類により異なる。溶液毎の水素発生G値は、主に照射される放射線のエネルギーの違い、溶質、溶液濃度、かくはん状態の有無によって変化する。

重大事故の水素爆発を想定する機器において取り扱う溶液と、水素発生G値を設定するにあたり留意すべき事項を第1表にまとめた。水素発生G値の設定方針を2.1以降に示す。

第1表 水素発生G値に影響する項目

溶媒種類	主な溶質	放射線種類	濃度	その他
硝酸溶液	使用済燃料	α 線	1.5 から約 7mol/L	・かくはん，沸騰による気泡の発生
		β 線， γ 線		
	U，Pu	α 線		
	核分裂生成物	α 線		・かくはん，沸騰による気泡の発生 ・溶質の影響
β 線， γ 線				
ドデカン	Pu，TBP	α 線	—	・かくはん，沸騰による気泡の発生
		β 線， γ 線 ※	—	

※抽出等により核分裂生成物を含む硝酸溶液と接触する場合

2.1. 硝酸溶液

2.1.1. α 線

水相に α 線が照射されたの水素発生G値(以下「 G_{α} 」という。)は、

Sheppard の文献[1]に従う。

Sheppard の文献では、測定結果が第2表の通り整理されていることから、文献に記載されている G_{α} と硝酸濃度の関係に基づき内挿して G_{α} を求める。

第2表 G_{α} の硝酸濃度依存性

硝酸濃度 (mol/L)	G_{α} (/100eV)
1	0.28
2.4	0.13
4.2	0.059
6.6	0.057
8	0.024

2. 1. 2. $\beta\gamma$ 線

水相に存在する $\beta\gamma$ 線によるG値(以下「 $G_{\beta\gamma}$ 」)は Mahalman の文献[2]に従う。測定結果が第3表の通り整理されていることから、文献に記載されている $G_{\beta\gamma}$ と硝酸濃度の関係に基づき内挿して $G_{\beta\gamma}$ を求める。

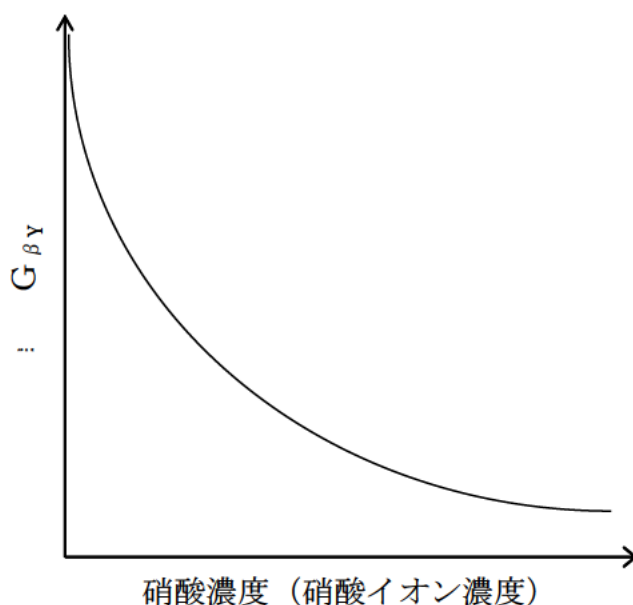
第3表 $G_{\beta\gamma}$ の硝酸濃度依存性

硝酸濃度 (mol/L)	$G_{\beta\gamma}$ (/100eV)
0.0012	0.43
0.0032	0.41
0.0079	0.37
0.031	0.34
0.15	0.25
0.31	0.19
0.51	0.15
0.8	0.11
1	0.091
2	0.053
3	0.042
4	0.035
6	0.02
8	0.018

また、Mahalman は $G_{\beta\gamma}$ の硝酸ナトリウム濃度依存性についても整理している（第4表参照）。 $G_{\beta\gamma}$ は第1図のように硝酸イオン濃度が高くなるほど指数関数的に低下する傾向を示すが、 $G_{\beta\gamma}$ の設定に当たっては平常運転時の遊離硝酸イオン濃度をもとに設定し、塩に含まれる硝酸イオンは考慮しない。

第4表 $G_{\beta\gamma}$ の硝酸ナトリウム濃度依存性

NaNO ₃ 濃度 (mol/L)	$G_{\beta\gamma}$ (/100eV)
0.0012	0.42
0.0032	0.39
0.0079	0.39
0.027	0.32
0.15	0.24
0.31	0.19
0.51	0.15
0.7	0.12
1	0.096
2	0.059
3	0.045
4	0.038
6	0.029
7	0.025



第1図 硝酸濃度と水素発生 $G_{\beta\gamma}$ の関係の概要図

2. 1. 3. 温度依存性

(1) α 線

水素発生量の温度依存性については、文献において報告がある。

Kuno らは、硝酸プルトニウム溶液からの α 線による見かけの水素発生G値を調査しており、25°Cと70°Cにおいて見かけの水素発生G値に温度依存性がないとしている（表5参照）[3]。水素の測定にあたっては、容器の外部に50Hzのバイブレータを取り付けて容器を振動させて水素を気相中へ追い出した上で測定を行っており、4回の繰り返し測定による見かけの水素発生G値の平均値と平均偏差を算出している。

第5表 水素発生に与える溶液温度の影響※1（参考文献[3]を基に作成）

G(H ₂) at 25°C	G(H ₂) at 70°C※2	G(H ₂) at 70°C※3
0.36±0.01	0.36±0.01	0.35±0.01

- ※1 Pu濃度 10.0 g/L, 硝酸濃度 0.6 M
Pu(VI)濃度は70°Cにおいて全Pu濃度の45%
G(H₂)は4回の繰り返し測定における平均値±平均偏差
- ※2 溶液の温度を70°Cに維持
- ※3 溶液の温度を70°Cから25°Cに冷却

Sheppard も、硝酸プルトニウム溶液からの α 線による見かけの水素発生G値を調査しており、10.5°C、25°C及び34°Cにおいて温度依存性がないことを報告している。水素の測定にあたっては、溶液のかくはんによる水素の追い出し操作は行っていないが、数十日の時間をかけて気相中へ移行した水素を測定しているものと推察される（第6表参照）[1]。

第6表 水素発生に与える溶液温度の影響（参考文献[1]を基に作成）

温度 (°C)	G(H ₂), 硝酸濃度 4 M
10.5°C	0.054
25.0°C	0.059
34.0°C	0.058

一方、中吉らは、硝酸溶液への γ 線照射による見かけの水素発生G値について、温度の上昇に伴い増加するという報告をしている（第2図参照）[4]。ただし、この見かけの水素発生G値については、溶液を静置した状態で気相部に自然放出される水素に関して整理した値である。また、中吉らは、 γ 線照射後に静置し、その後溶液をかくはんすることにより気相中へ移行する水素の量が増加することを報告している（第3図参照）[4]。

以上を踏まえると、放射線分解により発生する水素の温度依存性は極めて小さく、気相中へ移行する水素量から算出される見かけの水素発生G値は、溶液のかくはん状態に影響を受けるところが大きいと考えられる。

このため、水素発生量が増加する可能性のある溶液の状態としては、溶液のかくはん効果が顕著に現れる沸騰後と考えるが、安全側に、文献において見かけの水素発生G値が変わらないことが報告されている70°Cを超えた場合に、水素発生量の増加を考慮する。

(2) β γ 線

温度依存性について、 β 線又は γ 線の照射により確認された報告は、先述の中吉らの論文であるが、上述の考察のとおり溶液中に放射線分解により発生した水素が残存している可能性がある。このほかに、硝酸溶液に対して温度依存性を調査した報告はないと考えられる。このため、 β γ 線照射時の温度依存性について以下のとおり考察する。

α 線と β γ 線の違いは溶液に付与するエネルギーであり、エネルギーの違いによりP r i m a r y生成物の組成が変化する。この反応過程は 10^{-6} 秒オーダーである。このように極めて瞬間的な反応であるため、温度上昇による溶液の対流現象が放射線分解生成物の組成に与える影響は小さい

と考えられる。以上のことから、 $\beta\gamma$ 線についても、 α 線照射の場合の温度依存性と同じ取り扱いができると考える。

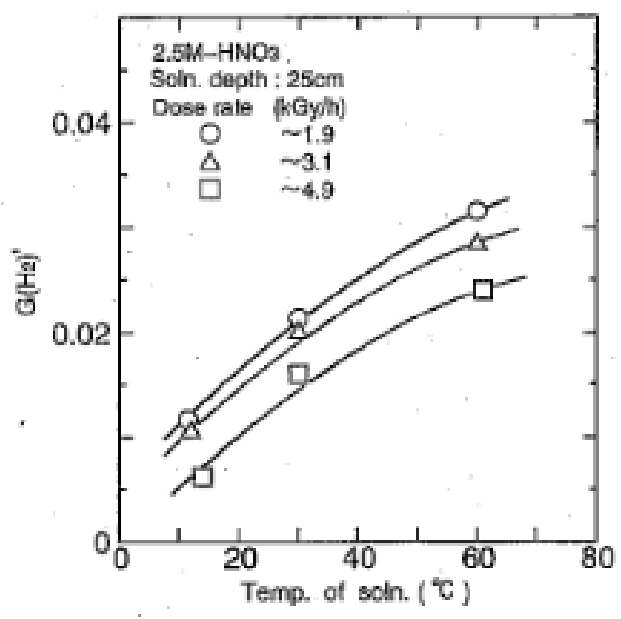


Fig. 7. Plots of $G(H_2)'$ against temperature of solution

第2図 水素発生に与える溶液温度の影響[4]

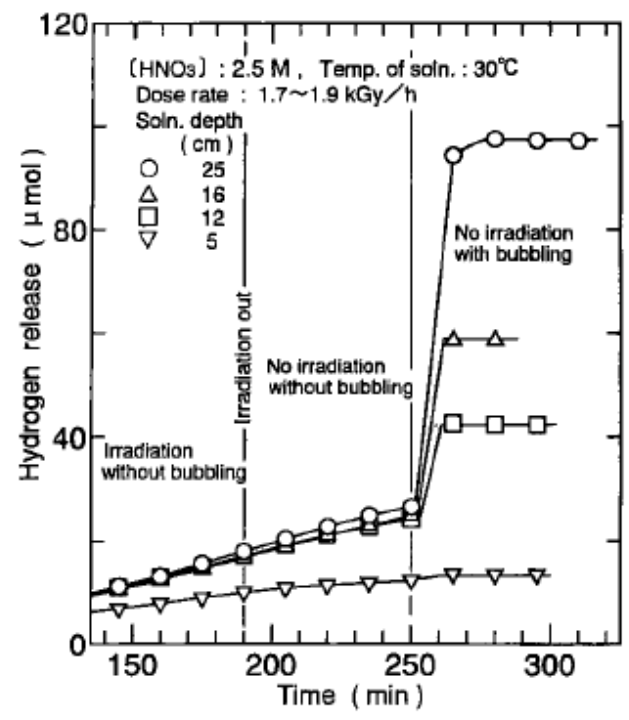


Fig. 3 Change in hydrogen release with time

第3図 水素放出に与えるかくはんの影響[4]

2. 1. 4. 溶液のかくはん及び沸騰時の水素発生G値

溶液のかくはん及び沸騰状態の水素発生G値への影響を考慮するため、2. 1. 3 (1) に記載のとおり、液浸配管を用いて機器に圧縮空気を供給する場合又は文献において見かけの水素発生G値が変わらないことが報告されている70℃を超えた場合に、非沸騰時のG値と比べて仮に5倍になるとして評価する。5倍とした根拠は第7表に示す試験結果である。試験の概要を付録に記載する。

根拠とした試験は γ 線を照射した結果である。沸騰時に見かけ上の水素発生G値が上昇するメカニズムは、沸騰により発生する気泡に生成した水素が移行し、気相へそのまま追い出されるからであること、先述のとおり線種の違いによる反応プロセスは 10^{-6} 秒と極めて速いことから、 α 線照射時におけるかくはん時及び沸騰時の水素発生G値への影響も同様と推察される。

このため、 G_{α} についても、かくはん時及び沸騰時の影響を考慮する場合は非沸騰時の G_{α} 値と比べて仮に5倍になるとして評価する。

第7表 γ 線照射試験における見かけの水素発生G値

試験溶液		②模擬高レベル廃液			③硝酸		
濃度	NO_3^- [mol/L]	3.4			2.1	7.4	
状態		静置	攪拌	沸騰	静置	沸騰	沸騰
G値		0.0015	0.0029	0.0063	0.024	0.082	0.026
静置に対する増加割合		1	1.94	4.2	1	3.42	-

2. 1. 5. 溶質の影響

高レベル濃縮廃液貯槽、高レベル濃縮廃液一時貯槽、高レベル廃液混合槽、供給液槽及び供給槽の溶液の水素発生G値については、東海再処理工場の高レベル廃液から発生する水素の測定実績[5], [6]を踏まえ、当該貯

槽の硝酸濃度と同じ硝酸溶液の水素発生G値の 1/20 としている。これは、溶質として金属イオンが含まれていることに由来すると考えられているが、沸騰時に本低減効果を考慮できるか否かについては、実液で確認された試験はない。このため、沸騰時には水素発生G値を 1/20 とせず、水素発生G値に 2. 1. 4において設定した5倍を乗じて評価を行うこととする。

2. 2. 有機溶媒

混合比率約 30%の T B P / n - ドデカンの水素発生G値は、Rig[7]及び Holland[8]の試験結果に基づき 3 と設定している。それぞれの試験の概要は以下のとおり。

Rig の試験では有機溶媒と硝酸を共存させて β 線及び γ 線照射し、有機溶媒単体の場合と比較して硝酸が共存した場合に水素発生G値が半分程度に低下することを報告している。

Holland の試験では、30% T B P / n - ドデカンに γ 線照射を行い、水素発生G値として 4 を得ている。

有機溶媒の放射線分解による水素発生の主要なメカニズムは、発生した水素ラジカルが有機溶媒の水素原子と結合するものであり、水素ラジカル同士の反応ではない。線種によるエネルギーの違いによる水素ラジカルの分布の違いは支配的にはならないことから、 α 線、 β γ 線ともに同じ水素発生G値を用いる。

2. 3. まとめ

上記の2. 1及び2. 2に基づき、評価に用いた水素発生G値を第8表に示す。

第8表 評価に用いる水素発生G値

	硝酸濃度 (mol/L)	G値			
		液浸配管を用いた圧縮空気の供給なし及び70°C以下		液浸配管を用いた圧縮空気の供給又は70°C超過 ^{※1}	
		α	$\beta \gamma$	α	$\beta \gamma$
		(Molecules/100eV)		(Molecules/100eV)	
硝酸溶液 (硝酸プルトニウム溶液)	1.5	0.23 ^[1]	— ^{※2}	1.2	— ^{※2}
	1.58	0.20 ^[1]	— ^{※2}	1.0	— ^{※2}
	1.75	0.19 ^[1]	— ^{※2}	0.95	— ^{※2}
	4.3	0.059 ^[1]	— ^{※2}	0.30	— ^{※2}
	7.0	0.048 ^[1]	— ^{※2}	0.24	— ^{※2}
硝酸溶液 (高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液)	1.0	0.014 ^[1]	0.0050 ^[2,5]	0.070 (1.4 ^{※3})	0.025 (0.5 ^{※3})
	2.0	0.0085 ^[1]	0.0030 ^[2,5]	0.043 (0.85 ^{※3})	0.015 (0.3 ^{※3})
硝酸溶液(その他)	1.5	0.23 ^[1]	0.065 ^[2]	1.2	0.33
	2.0	0.17 ^[1]	0.053 ^[2]	0.85	0.27
	2.6	0.12 ^[1]	0.045 ^[2]	0.60	0.23
	2.8	0.11 ^[1]	0.044 ^[2]	0.55	0.22
	3.0	0.11 ^[1]	0.042 ^[2]	0.55	0.21
有機溶媒(30%TBP+n-ドデカン)	—	3.0 ^[7,8]	— ^{※2}	15	— ^{※2}

※1 70°C超過のG値は70°C以下の5倍としている。

※2 プルトニウムが主であるため、 $\beta \gamma$ によるG値を用いていない。

※3 沸点超過後は、高レベル廃液の場合は1/20を考慮せずに、70°C以下のG値を5倍した値。

3. 参考文献

- [1] J. C. Sheppard, ALPHA RADIOLYSIS OF PLUTONIUM (IV)- NITRIC ACID SOLUTIONS, BNWL-751A, (1968).
- [2] H. A. Mahlman, THE OH YIELD IN THE ^{60}Co γ RADIOLYSIS OF HNO_3 , Journal of Chemical Physics, vol. 35, No. 3 (Sept, 1961).
- [3] Y. Kuno, T. Hina, J. Masui, "Radiolitically generated hydrogen and oxygen from plutonium nitrate solution," J. Nucl. Sci. Technol., 30, 919 (1993).
- [4] 中吉ら, 高レベル廃液からの放射線分解発生水素量の評価, (II) 静置状態の硝酸水溶液から放出される水素量の液深依存性, 日本原子力学会誌, Vol. 37, No. 12, (1995)
- [5] H. KINUHATA et al. THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : HYDROGEN CONCENTRATION IN THE VENTILATED TANK AIR. Nuclear Technology. 2015-02, vol. 189, no. 2.
- [6] HIROSHI KINUHATA et al. STUDY ON THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : COMPARISON BETWEEN ACTUAL AND SIMULATED SOLUTIONS. Nuclear Technology. 2015-11, vol. 192, no. 2.
- [7] T. Rigg et al., RADIATION EFFECT IN SOLVENT EXTRACTIONS PROCESS, Prog. Nucl. Energ. Series III, Process Chem. Vol. 2, p320 (1958)
- [8] J. P. Holland et al., THE RADIOLYSIS OF DODECANE-TRIBUTYLPHOSPHATE SOLUTIONS, Nuclear Instruments and Method 153, p589 (1978)

溶液温度が 70°C を超過した場合の水素発生 G 値を 5 倍とした根拠について

溶液の攪拌及び沸騰状態の G 値への影響を調査するため、純水、硝酸溶液及び模擬高レベル廃液を用いて、 γ 線照射試験を行った。

1. 攪拌状態における水素発生 G 値測定試験

図 1 に示す試験装置を用いて、高レベル模擬廃液、純水をエアスターラーで攪拌しつつ、 γ 線照射を行い、気相部に発生した水素量から見かけの水素発生 G 値を評価した。

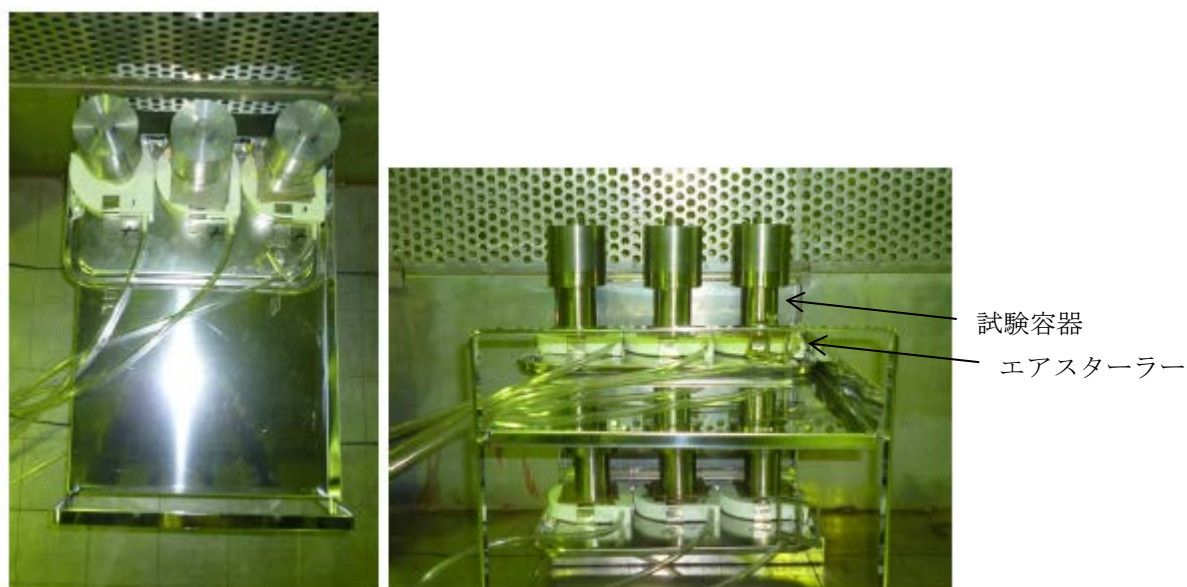


図 1. 攪拌状態における水素発生 G 値測定試験装置

2. 沸騰状態における見かけの水素発生 G 値測定試験

図 2 に示す試験装置を用いて、純水、高レベル模擬廃液、2 mol/L 硝酸、7 mol/L 硝酸を加熱し、沸騰状態の溶液に対して γ 線照射を実施した。

同様の溶液について、静置状態で照射試験を行い、非沸騰時と沸騰時で見かけの水素発生G値を比較した。

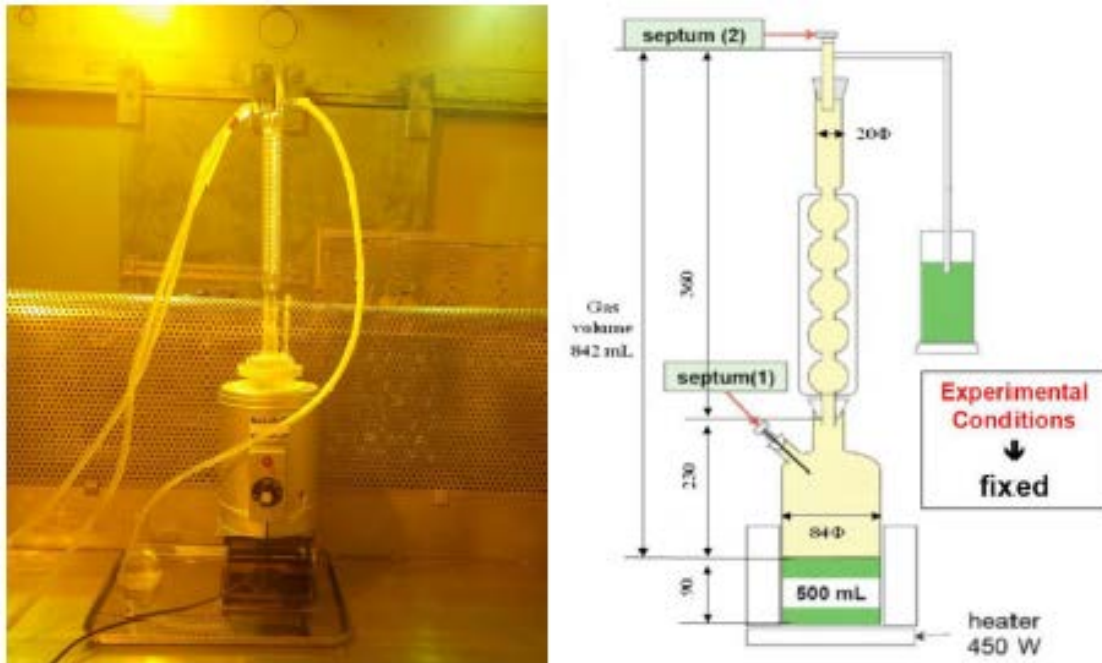


図 2. 沸騰状態における水素発生G値測定試験装置

3. 試験結果

試験結果の一覧を表 1 に示す。

水の場合で静置状態と沸騰状態の比は 2 倍以下となる。一方、模擬高レベル廃液の場合、静置状態と沸騰状態の比は 4.2 倍となる。また、硝酸溶液の場合、3.5 倍となっている。

表 1: γ 線照射試験における見かけの水素発生G値

試験溶液		①純水			②模擬高レベル廃液			③硝酸		
濃度	NO_3^- [mol/L]	—			3.4			2.1	7.4	
状態		静置	攪拌	沸騰	静置	攪拌	沸騰	静置	沸騰	沸騰
G 値		0.078	0.14	0.1	0.0015	0.0029	0.0063	0.024	0.082	0.026

評価に用いている水素発生G値は、非沸騰の値として、純水で 0.45、高レベル廃液で 0.006、2 mol/L の硝酸の場合で 0.053、7 mol/L の硝酸の場合

で 0.019 を用いている。評価に用いている水素発生G値を2倍することで、沸騰時のG値を包含できる。しかし、上述の静置状態と沸騰状態の比を勘案して、沸騰時のG値は静置状態の5倍として設定する。

補足説明資料 8-7 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

圧縮空気の 排気経路以外からの放出 に伴う被ばく線量

1. はじめに

全交流動力電源が喪失し、同時に安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合は、安全圧縮空気系の空気貯槽（水素掃気用）から圧縮空気が自動的に供給される。圧縮空気の供給によって機器内の液面から気相中に移行した放射性物質は各建屋の塔槽類廃ガス処理設備からセル又は部屋に放出される。このため、前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋においては圧縮空気の供給を停止するとともに、各建屋では放出経路を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットに切り替えることで、放射性エアロゾルを高性能粒子フィルタにより除去することにより、空気の放出に伴う大気中への放射性物質の放出量を最低限に留める。

分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においては、圧縮空気自動供給貯槽 及び 圧縮空気自動供給ユニット により空気の供給が継続するため、セルに導出するユニットの高性能粒子フィルタを介してセルに導出された空気の 排気経路以外の経路からの 放出は、可搬型排風機が起動するまでの間、継続することになる。

上述の状態について、一般公衆への被ばく線量を評価する。

2. 事象の推移及び放出経路の同定

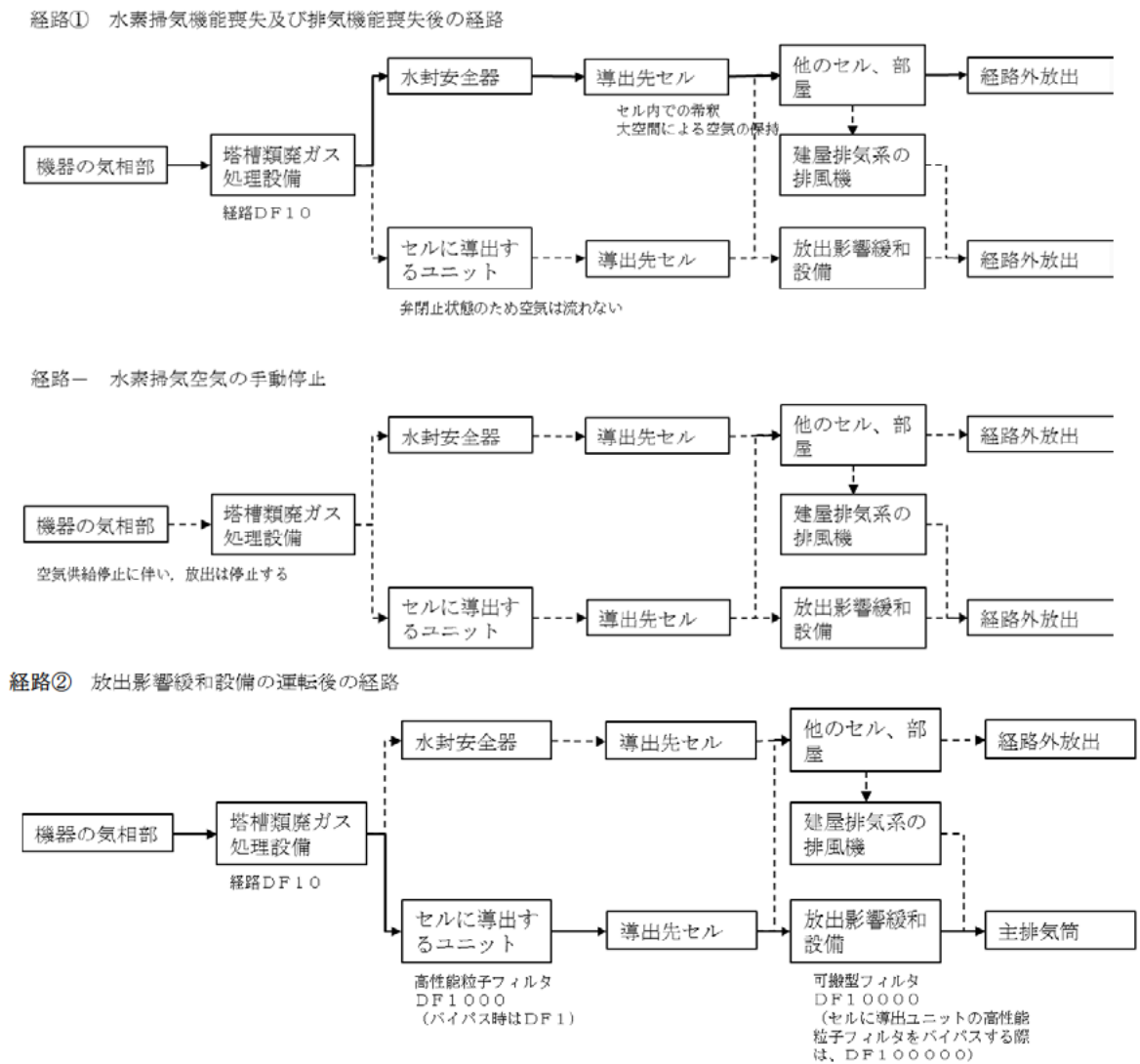
各建屋について、圧縮空気の放出の推移を整理する。

2.1 前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋

前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋に設置される機器は、機器

内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでに1日以上の時間余裕を有するという特徴がある。このため、放射性物質を含む圧縮空気の放出を防止するために、圧縮空気を停止し、圧縮空気の放出を停止した上で重大事故への対処が可能である。

したがって、放射性物質の放出による被ばく線量の対象となる経路は、第1図に示す経路①（以下、経路①-AA, KA）のみとなる。評価期間は、弁の手动閉止が可能な事故後45分となる。



第1図 前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の放出経路

現実的には、45 分の間に供給される圧縮空気量は 250m³程度（概略ではあるが、空気貯槽容量 35m³に圧力比 0.7MPa/0.1MPa を乗じると 245m³となる）であり、建屋の体積は十万 m³オーダーであることを考慮すると、ほとんどの空気は建屋内に留まると想定される。

可搬型排風機が起動すると、代替換気設備の代替セル排気系の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路②-AA, KA）

2.2 分離建屋及び精製建屋

分離建屋及び精製建屋に設置される機器は、機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が短いため、圧縮空気自動供給貯槽を水素掃気系統に設けることにより、水素掃気機能喪失後でも自動的に圧縮空気が供給される設計とすることで時間余裕 を延長しているという特徴がある。

このため、水素掃気機能喪失後に圧縮空気を停止すると、機器内における水素爆発が発生する可能性があるため、圧縮空気の供給を継続することから、2.1 と同じ経路①（経路①-AB, AC）が想定される。

その後、圧縮空気に同伴する放射性物質量を低減するために、高性能粒子フィルタを設けたセルに導出するユニットに放出経路を切り替える。セルに導出するユニットを介してセルへ放出された放射性物質は、可搬型排風機が起動する前は 排気経路以外の経路から 放出する。（経路②-AB, AC）

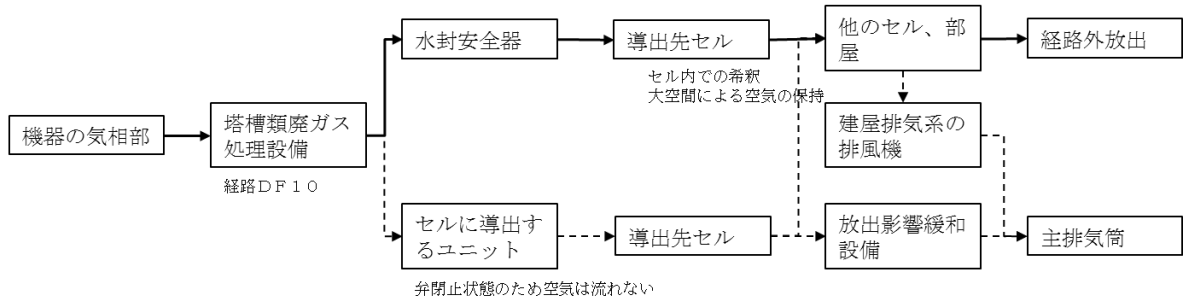
可搬型排風機が起動すると、代替換気設備の代替セル排気系の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路③-AB, AC）

以上の放出経路をまとめて 第2図 に示す。

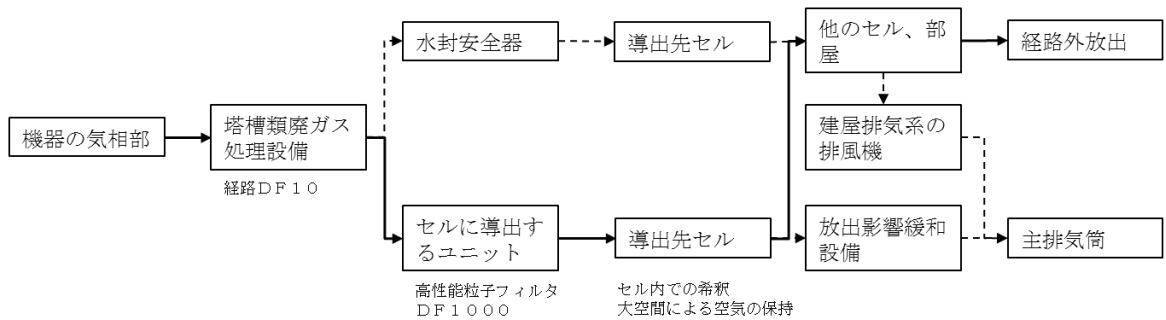
現実的には、圧縮空気自動供給貯槽の圧縮空気量は分離建屋で 120m³程度（概略ではあるが、圧縮空気自動供給貯槽の容量 16m³に圧力比

0.7MPa/0.1MPa を乗じると 112m³となる), 精製建屋で 140m³程度であり, 建屋の体積は十万 m³オーダーであることを考慮すると, ほとんどの空気は建屋内に留まると想定される。この場合, 建屋内の空気は 代替換気設備の代替セル排気系 の可搬型排風機が起動した後に緩やかに排風機側に引き込まれ, 可搬型フィルタを介して主排気筒放出するものと想定される。

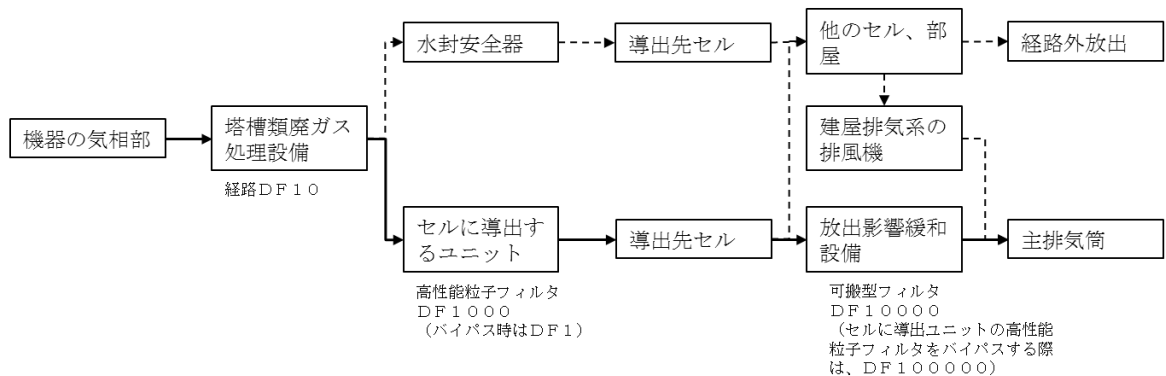
経路① 水素掃気機能喪失及び排気機能喪失後の経路



経路② セルに導出するユニット解放後の経路



経路③ 放出影響緩和設備の運転後の経路



第2図 分離建屋及び精製建屋の放出経路

2.3 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置される機器は、分離建屋及び精製建屋に設置される機器と同様、機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が短いため、圧縮空気自動供給ユニットを水素掃気系統上に設けることにより、水素掃気機能喪失後でも自動的に圧縮空気が供給される設計とすることで時間余裕を1日以上に延長しているという特徴がある。また、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋には水封安全器が無い、かつ、塔槽類廃ガス処理設備の排風機がルーツブローアではなく排風機の停止時に構造的に閉塞しないという特徴を有する。このため、主な放出経路は、塔槽類廃ガス処理設備の排風機前に存在する排風機の流量を調整するためのインリーク経路から部屋への放出である。インリーク経路は電源喪失時にフェイルオープンとなるため、大部分の空気はインリーク経路から放出されると考えられる。

また、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においても、水素掃気機能喪失後に圧縮空気を停止すると、機器内における水素爆発が発生する可能性があるため、圧縮空気の供給を継続することから、圧縮空気は塔槽類廃ガス処理設備から部屋へ放出され 排気経路以外の経路から 放出する（経路①-CA）。

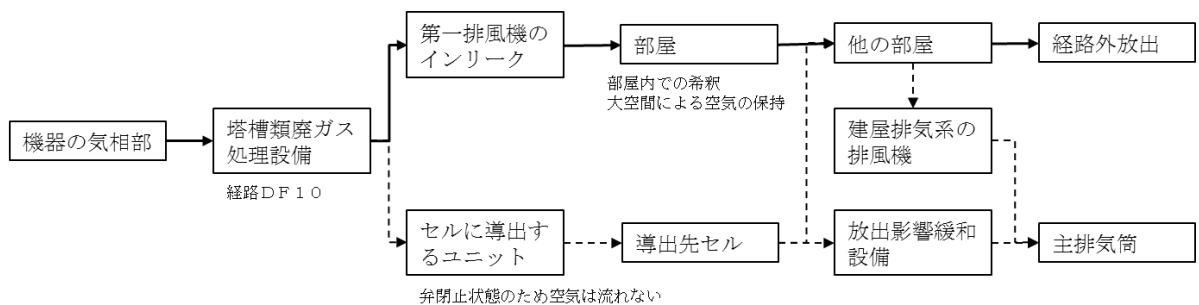
その後、圧縮空気に同伴する放射性物質量を低減するために、高性能粒子フィルタを設けたセルに導出するユニットに放出経路を切り替える。セルに導出するユニットを介してセルへ放出された放射性物質は、可搬型排風機が起動する前は 排気経路以外の経路から 放出する（経路②-CA）。

可搬型排風機が起動すると、代替換気設備の代替セル排気系の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路③-CA）

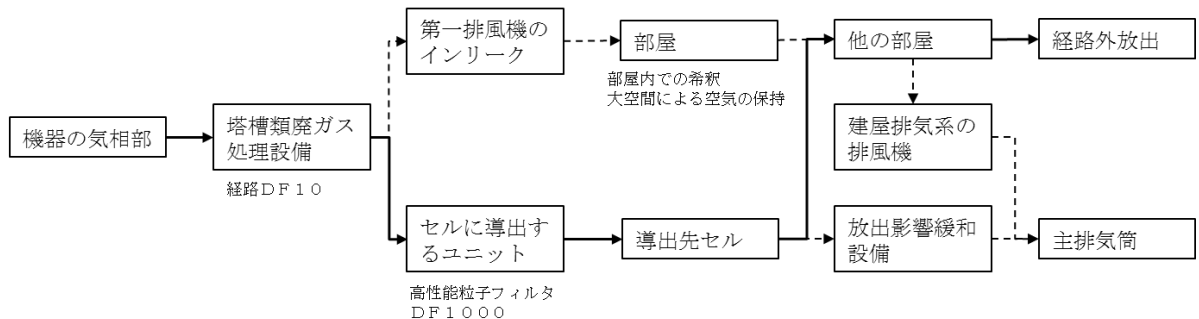
以上の放出経路をまとめて 第3図 に示す。

現実的には、圧縮空気ユニットの圧縮空気量は 20m^3 程度（概略ではあるが、ポンペ3本分の容量 0.14m^3 に圧力比 $14\text{MPa}/0.1\text{MPa}$ を乗じると 19.6m^3 となる）であり、建屋の体積は十万 m^3 オーダーであることを考慮すると、ほとんどの空気は建屋内に留まると想定される。この場合、建屋内の空気は 代替換気設備の代替セル排気系 の可搬型排風機が起動した後に緩やかに排風機側に引き込まれ、可搬型フィルタを介して主排気筒放出するものと想定される。

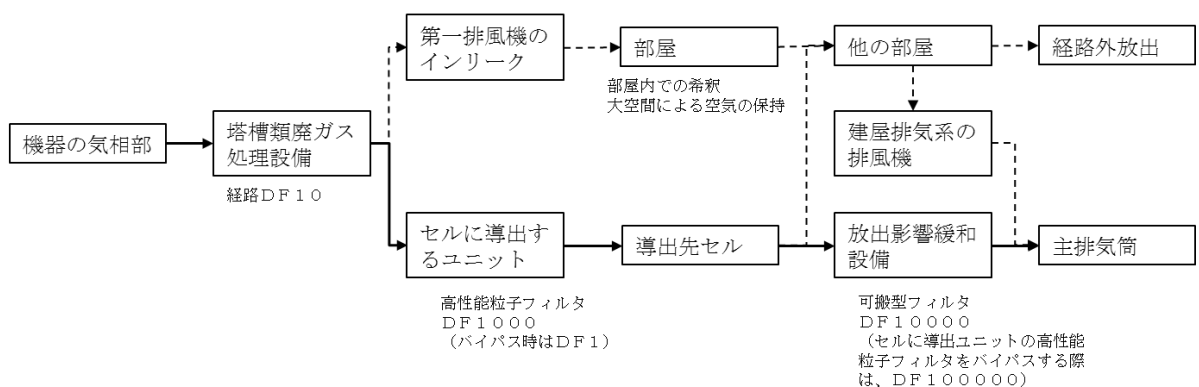
経路① 水素掃気機能喪失及び排気機能喪失後の経路



経路② セルに導出するユニット解放後の経路



経路③ 放出影響緩和設備の運転後の経路



第3図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の放出経路

3. 評価方法

3.1 基本方針

各経路について敷地境界における最大個人線量を評価する。

これらの被ばく線量値を比較し、被ばく線量評価結果が大きな経路を、圧縮空気供給時の各建屋の代表線量とする。

3.2 具体的評価手法

事故により生じたエネルギーによって放射性物質が気相へ移行する割合や、設備により除染される割合及び人間が呼吸しうる粒径の割合などをファクターとして考慮することによって放射性物質の放出量を簡易的に評価する手法、5因子⁽¹⁾法を参考として放射性物質放出量を評価する。以下に計算式を示す。

$$ST_i = MAR_i \times DR \times ARF_i \div DFi \quad (1)$$

$$MAR_i = C_i \times M$$

ここで、

ST_i :核種グループ i の放射性物質放出量(Bq)

MAR_i :対象機器等における核種グループ i の放射性物質質量 (Bq)

DR :MARのうち、各事象で影響を受ける割合(-)

ARF_i :核種グループ i の放射性物質の気相への移行割合(-)

DF_i :核種グループ i の放出経路における除染係数(-)

C_i : 溶液組成の核種グループ i の濃度(Bq/m³)

M : 溶液量(m³)

核種グループは、事故時に支配的になる核種として、Zr/Nb, Ru/Rh, Cs/Ba, Ce/Pr, Sr/Y, その他FP, Pu(α), Am/Cm(α), U(α)及びNp(α)を設定した。

放射性物質吸入による敷地境界外の実効線量DI(Sv)は、放射性物質放出量に相対濃度、呼吸率及び実効線量換算係数を乗じて求める。以下に計算式を示す。

$$D_i = \sum_i H_i \cdot B \cdot \chi / Q \cdot ST_i \quad (2)$$

ここで、

H:実効線量換算係数(Sv/Bq)

B:呼吸率(m³/s)

χ / Q :相対濃度(s/m³)

4. 評価条件

4.1. MARの設定

評価対象機器に内包する溶液中の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 45,000MWd / t・UPR, 照射前燃料濃縮度 4.5wt%, 比出力 38MW / t・UPR, 冷却期間 15年を基に算出した平常運転時の最大値とする。MARは、上記の放射性物質の濃度に基づき機器ごとに設定する。

4.2 DRの設定

DRは事故時に発生するストレスにより放射性物質の放出に寄与する割合であり、気相部の水素爆発では溶液表面部分のみの影響であると想定される。このため、DRは1を下回ると考えられるが、厳しい結果を与える設定とし

てDR=1(機器内または対象となる場所に存在する放射性物質の全数が事象に寄与)と設定する。

4.3 ARFの設定

圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する場合の放射性物質の割合は圧縮空気1m³当たり10mg(1×10⁻⁵kg/m³)とし、ARFは本値に応じて機器ごとに設定する。

$$ARF_i = \frac{1 \times 10^{-5} \times Q_i \times T}{V_i \rho_i} \quad (3)$$

ここで、

Q_i:機器iに供給される圧縮空気流量(m³/h)

T:評価時間(h)

V_i:機器i内の溶液量(m³)

ρ_i:機器i内の溶液の密度(kg/m³)

ARFの算出に用いたパラメータを表1に示す。

4.4 DFの設定

4.4.1 排気経路以外の経路からの放出の場合

排気経路以外の経路からの放出の場合は、気相部に移行した放射性物質は水封安全器を介してセルに放出された後、複数のセル又は部屋を介して屋外に到達する。排気経路以外の経路からの放出は、放出経路が構築されるまでの時間に限定されることから、放射性物質が屋外に到達するまでの最短経路上のセル又は部屋の体積による希釈を考慮するとともに、セル又は部屋間の

壁のDF10を考慮して、放出パスの総合的な除染係数（DF_gとする）を計算する。DF_gは以下の式より計算する。計算に用いたパラメータを表2に示す。

$$DF_{g,j} = \prod_i \left(V_{cell,i} \cdot \frac{1}{V_{leak,j}} \cdot DF_{i \rightarrow i+1} \right) \quad (4)$$

ここで、

DF_{g,j}：機器jの総合的な除染係数

V_{leak,j} (m³)：機器jから爆発により膨張し、放出する気体の体積。爆燃を想定している。

V_{cell,i} (m³)：通過セルiの体積

V_{gas,j} (m³)：機器jの気相部体積

DF_{i→i+1}：通過セルiから次の通過セルi+1間の除染係数。壁一枚につき10とする⁽²⁾。

4.4.2 主排気筒放出の場合

圧縮空気を供給することにより平常時の流量を超えることは無いため、高性能粒子フィルタの劣化は考慮しない。以下の通り除染係数を設定し、放出経路上に存在する機器を組み合わせることで経路ごとに除染係数を定める。

セルへ導出するユニットの高性能粒子フィルタ：10³

可搬型フィルタ（セルへ導出するユニットの高性能粒子フィルタをバイパスしている場合）：10⁵

可搬型フィルタ（セルへ導出するユニットの高性能粒子フィルタをバイパスしていない場合）： 10^4

塔槽類廃ガス処理設備の配管：10

高性能粒子フィルタへ至る前の配管の曲り及び機器による除染を考慮して、除染係数 10 を期待する。これは、水素爆発時であっても配管の曲り 1 つで除染係数 10 程度の効果があることが報告されていることに基づく⁽³⁾。

表1. A R Fの算出に用いたパラメータ

建屋 ※	機器	掃気流量 (m ³ /h)	液量 (m ³)	密度 (k g /m ³)	A R F (/h)
AA	ハル洗浄槽	2	0.2	1000	1.0E-07
AA	水バッファ槽	0.5	5	1000	1.0E-09
AA	中継槽	0.5	7	1410	5.1E-10
AA	リサイクル槽	0.5	2	1410	1.8E-09
AA	不溶解残渣回収槽	5	5	976	1.1E-08
AA	計量前中間貯槽	1.1	25	1410	3.2E-10
AA	計量・調整槽	0.9	25	1410	2.6E-10
AA	計量後中間貯槽	0.9	25	1410	2.6E-10
AA	計量補助槽	0.5	7	1410	5.1E-10
AA	中間ポット	0.5	■	1400	2.8E-08
AB	抽出塔	0.8	■	824	1.5E-08
AB	第1洗浄塔	0.5	■	824	8.8E-09
AB	第2洗浄塔	0.5	■	824	4.4E-09
AB	T B P洗浄塔	0.9	■	824	2.0E-08
AB	プルトニウム分配塔	0.5	■	760	5.2E-09
AB	ウラン洗浄塔	0.5	■	824	5.0E-08
AB	プルトニウム洗浄器	0.5	■	824	3.5E-09
AB	プルトニウム溶液受槽	0.5	3	1010	2.4E-09
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	0.5	3	1100	2.2E-09
AB	第1一時貯留処理槽	1	■	824	1.5E-08
AB	第2一時貯留処理槽	0.5	3	760	3.1E-09
AB	第3一時貯留処理槽	0.6	20	1073	2.4E-10
AB	第4一時貯留処理槽	0.5	20	1073	2.4E-10
AB	第5一時貯留処理槽	0.5	3	1100	2.2E-09
AB	第6一時貯留処理槽	1.6	■	824	8.90E-08
AB	第7一時貯留処理槽	0.5	■	1073	2.4E-09
AB	第8一時貯留処理槽	0.5	■	824	5.4E-09
AB	第9一時貯留処理槽	0.65	10	1100	4.6E-10
AB	第10一時貯留処理槽	0.5	■	824	1.1E-09
AB	第1洗浄器	0.5	■	824	1.1E-09
AB	高レベル廃液供給槽	0.5	20	1050	2.4E-10
AB	高レベル廃液濃縮缶	6.5	22	1460	1.8E-09
AB	溶解液中間貯槽	0.9	25	1410	2.3E-10
AB	溶解液供給槽	0.5	6	1410	6.0E-10
AB	抽出廃液受槽	0.5	15	1073	3.2E-10
AB	抽出廃液中間貯槽	0.5	20	1073	2.4E-10
AB	抽出廃液供給槽	1.2	60	1073	1.8E-10
AC	プルトニウム溶液供給槽	0.5	■	1100	1.2E-09
AC	抽出塔	0.5	■	824	3.6E-08
AC	核分裂生成物洗浄塔	0.5	■	824	4.7E-08
AC	逆抽出塔	0.5	■	824	5.1E-08
AC	ウラン洗浄塔	0.5	■	824	1.9E-07
AC	補助油水分離槽	0.5	■	1150	5.6E-08
AC	T B P洗浄器	0.5	■	1150	8.7E-08
AC	プルトニウム溶液受槽	0.5	■	1080	5.2E-09
AC	油水分離槽	0.5	■	1080	5.2E-09

■については商業機密の観点から公開できません。

建屋 ※	機器	掃気流量 (m ³ /h)	液量 (m ³)	密度 (k g /m ³)	A R F (/h)
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	0.8	■	1080	2.2E-09
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	0.8	■	1080	2.2E-09
AC	プルトニウム濃縮缶	0.5	■	1700	1.5E-08
AC	プルトニウム濃縮液受槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1	1.5	1620	4.2E-09
AC	プルトニウム濃縮液計量槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	リサイクル槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	希釈槽	1.6	■	1620	4.1E-09
AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	第1一時貯留処理槽	0.5	■	824	1.4E-08
AC	第2一時貯留処理槽	0.5	■	824	1.3E-08
AC	第3一時貯留処理槽	0.5	■	1080	1.6E-09
AC	第4一時貯留処理槽	0.5	■	1200	2.4E-09
AC	第7一時貯留処理槽	0.8	■	1080	4.6E-10
CA	硝酸プルトニウム貯槽	1	1	1580	6.4E-09
CA	混合槽	1	1	1570	6.4E-09
CA	一時貯槽	1	1	1580	6.4E-09
KA	高レベル濃縮廃液貯槽	32	120	1300	2.1E-09
KA	高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.3	25	1300	2.3E-09
KA	高レベル廃液混合槽	10	20	1300	3.9E-09
KA	供給液槽	3	5	1300	4.7E-09
KA	供給槽	1	2	1300	3.9E-09
KA	不溶解残渣廃液一時貯槽	4.5	5	976	9.3E-09
KA	不溶解残渣廃液貯槽	27	70	976	4.0E-09
KA	高レベル廃液共用貯槽	32	120	1300	2.1E-09

※A A : 前処理建屋, A B : 分離建屋, A C : 精製建屋, C A : ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, K A : 高レベル廃液ガラス固化建屋

■については商業機密の観点から公開できません。

表 2. DF_g の算出に用いたパラメータ

(水封安全器経由の場合)

建屋 ※ 1	塔槽類 廃ガス 処理設 備 経 路 DF (-)	セル・室による希積							建屋/ セル壁 DF (-)	DF _g (-)
		V _{leak} (m ³)	V _{cell1} (m ³)	V _{cell2} (m ³)	V _{cell3} (m ³)	V _{cell4} (m ³)	V _{cell5} (m ³)	DF (-)		
AA	10	17	1239	1071	1981	—	—	5×10 ⁵	100	5×10 ⁸
AB	10	<u>78</u>	161	110	4277	—	—	<u>20</u>	100	2×10 ⁵
AC	10	37	129	119	6097	—	—	<u>70</u>	100	7×10 ⁵
CA※ 2	10	<u>26</u>	1183	1127	—	—	—	<u>200</u>	10	2×10 ⁵
KA	10	152	254	1801	902	2746	<u>487</u>	<u>700</u>	<u>100000</u>	7×10 ⁸

(セル導出ユニット経由の場合)

建屋 ※ 1	塔槽類 廃ガス 処理設 備 経 路 DF (-)	セル導 出ユニ ット (-)	セル・室による希積					DF (-)	建屋/ セル壁 DF (-)	DF _g (-)
			V _{leak} (m ³)	V _{cell1} (m ³)	V _{cell2} (m ³)	V _{cell3} (m ³)	V _{cell4} (m ³)			
AB	10	1000	<u>73</u>	2832	4547	—	—	<u>2000</u>	10	<u>2×10⁸</u>
AC	10	1000	<u>62</u>	6486	6097	—	—	10000	10	1×10 ⁹
CA	10	1000	<u>18</u>	115	1183	—	—	<u>400</u>	10	<u>4×10⁷</u>

※ 1 AA:前処理建屋、AB:分離建屋、AC:精製建屋、CA:ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、KA:高レベル廃液ガラス固化建屋

※ 2 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においては、塔槽類廃ガス処理設備のインリーク経由

4.6 実効線量換算係数

実効線量換算係数は ICRP Pub 72⁽⁴⁾ から核種毎の係数を調査し設定した。実効線量換算係数を表 3 に示す。

表 3 実効線量換算係数

核種グループ	呼吸摂取実効線量換算係数 (Sv/Bq)
Zr/Nb	1.7×10^{-8}
Ru/Rh	3.3×10^{-8}
Cs/Ba	2.4×10^{-9}
Ce/Pr	2.6×10^{-8}
Sr/Y	8.1×10^{-8}
その他 FP	2.9×10^{-8}
Pu	3.5×10^{-6}
Am/Cm	3.6×10^{-5}
U	5.1×10^{-6}
Np	4.2×10^{-7}

4.7 相対濃度及び呼吸率

相対濃度は「再処理施設の設計基準事象選⁽⁵⁾定」に記載の値を用いた(表 4 参照)。呼吸率は再処理事業指定申請書に記載の $3.33 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ とした。

表 4 相対濃度一覧

放出点	$\chi/Q (\text{s}/\text{m}^3)$
主排気筒	1.2×10^{-6}
前処理建屋	9.5×10^{-5}
分離建屋	9.3×10^{-5}
精製建屋	7.7×10^{-5}
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	7.8×10^{-5}
高レベル廃液ガラス固化建屋	1.1×10^{-4}

5. 評価結果

評価結果を表 5 に示す。各建屋で支配的となる放出経路は初期の 排気経路 以外の経路からの放出であるが、平常時の年間の被ばく線量 $22 \mu\text{Sv}$ を下回ることを確認した。

表5 被ばく線量評価結果

建屋	経路名	除染係数	放出量 (TBq)	被ばく線量 (mSv)
AA, KA	経路①-AA, KA	表2の水封安全器経由の場合の値	AA: 6×10^{-13} KA: 4×10^{-11}	AA: 3×10^{-11} KA: 2×10^{-9}
AA, KA	経路②-AA, KA	1×10^8	AA: $1 \times 10^{-10} \times 3$ KA: $9 \times 10^{-9} \times 3$	AA: $7 \times 10^{-11} \times 3$ KA: $5 \times 10^{-9} \times 3$
AB, AC	経路①-AB, AC	表2の水封安全器経由の場合の値	AB: 4×10^{-8} AC: 4×10^{-8}	AB: 2×10^{-6} AC: 2×10^{-6}
AB, AC	経路②-AB, AC	表2のセル導出ユニット経由の場合の値	AB: 3×10^{-11} AC: 5×10^{-11}	AB: 1×10^{-9} AC: 3×10^{-9}
AB, AC	経路③-AB, AC	1×10^8	AB: $5 \times 10^{-10} \times 3$ AC: $3 \times 10^{-9} \times 3$	AB: $3 \times 10^{-10} \times 3$ AC: $3 \times 10^{-9} \times 3$
CA	経路①-CA	表2水封安全器経由の場合の値	5×10^{-8}	3×10^{-6}
CA	経路②-CA	表2のセル導出ユニット経由の場合の値	6×10^{-10}	3×10^{-8}
CA	経路③-CA	1×10^8	$2 \times 10^{-9} \times 3$	$5 \times 10^{-9} \times 3$

※1：最初の1時間は平常時流量、その後、3時間10分経過までは8 vol% 維持流量で評価した。

※2：セル導出ユニットのフィルタを経由していることを想定。

※3：1日当たりの値

6. 参考文献

- (1) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998.
- (2) Elizabeth M. Flew, B.A.J. Lister, “Assessment of the potential release of radioactivity from installations at AERE,” *HARWELL. Implications for Emergency Planning*, IAEA-SM-119/7, p653, 1969.
- (3) 小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03.
<https://confit.atlas.jp/guide/event/aesj2016s/proceedings/list>, (参照 2016-10-23).
- (4) ICRP publication 72: Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients, ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1) (1995)
- (5) 再処理施設の設計基準事象の選定(J/M-1004 改 7)、日本原燃(株)、三菱重工業(株)(平成 3 年 4 月)

補足説明資料8－8（28条）

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給による
水素濃度の推移について

1. はじめに

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失すると、水素爆発を想定する機器の水素濃度が上昇し始める。水素濃度の上昇速度は、機器に貯蔵する溶液性状、崩壊熱量及び機器の空間容積に依存する。水素爆発未然防止濃度（8 v o 1 %）到達までの 時間余裕が短い 機器に対して、圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット，機器圧縮空気自動供給ユニット及び圧縮空気手動供給ユニットにより，圧縮空気を供給している間に可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給する。

本対策を実施した場合の，機器内の水素濃度の推移について以下に示す。

2. 評価方法

(1) 条件

評価条件の一覧を第 1 表に示す。

①対象機器

水素爆発を想定する機器すべてについて水素濃度の推移を評価する。

②初期水素濃度

補足説明資料 8 - 5 に示す計算方法で評価した水素発生速度及び水素掃気用安全圧縮空気流量及び水素発生速度から評価した値を用いる。

③空気の供給流量

i) 発生防止対策実施時の評価

発生防止対策実施時の評価においては、圧縮空気自動供給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニット、機器圧縮空気自動供給ユニット、可搬型空気圧縮機からの空気の供給を考慮する。

圧縮空気自動供給貯槽からの空気の供給流量は、補足説明資料 8-3 の 5.1 に示す評価方法と同様に、圧力の減少に伴う流量の変化を逐次計算することにより決定する。また、空気の供給タイミングは $t = 0$ とする。

圧縮空気自動供給ユニットからの空気の供給流量は補足説明資料 8-3 の 5.2 に示す流量とする。また、空気の供給タイミングは $t = 0$ とする。

圧縮空気自動供給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニットから、機器圧縮空気自動供給ユニットへの切替えタイミングはタイムチャートに基づく時間とし、切換え後は機器圧縮空気自動供給ユニットから補足説明資料 8-3 の 5.2 に示す流量の空気が供給されるとする。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給のタイミングは、タイムチャートに基づく時間とし、通常運転時の流量の空気が供給されるとする。

ii) 拡大防止対策実施時の評価

拡大防止対策実施時の評価においては、圧縮空気手動供給ユニット、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給を考慮する。

手動圧縮空気ユニットからの空気の供給タイミングはタイムチャートに基づく時間とし、手動圧縮空気ユニットから補足説明資料 8-3 の 5.2 に示す流量が供給されるとする。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給のタイミングは、タイムチャートに基づく時間とし、通常運転時の流量の空気が供給されるとする。

④空間容量

未然防止濃度に到達するまでの時間を評価する際に用いた空間容量を用いる。

⑤水素発生速度

初期の水素発生速度は、補足説明資料 8-5 と同様に評価した値を用いる。 液温が 70℃ に到達した場合又は液浸配管から空気を供給する場合には、初期の水素発生速度に対し水素発生速度を 5 倍とする。 高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液を取り扱う貯槽については、沸点（102℃）到達以降は初期の水素発生速度に対し水素発生速度を 100 倍とする。）

(2) 評価方法

水素濃度の推移は以下の方法で評価する。

△t 分後における機器内の水素量 $m_{H_2 t_0 + \Delta t}$ を評価する。

$$\underline{Q_{H_2 t_0 + \Delta t} = Q_{H_2 t_0} + Q_{H_2 in} - Q_{H_2 out}}$$

ここで、

$$\underline{Q_{H_2 t_0} : \text{初期水素量 (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{= \text{初期水素濃度} \times \text{空間容量}}$$

$$\underline{Q_{H_2 in} : \Delta t \text{ 分間に発生した水素量 (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{= F_{H_2} / 60 \times \Delta t \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{F_{H_2} : \text{水素発生量速度 (m}^3\text{/h)}}$$

$$\underline{Q_{H_2 out} : \Delta t \text{ 分間で機器から出る水素量 (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{= C_0 \times (F_{H_2} + F_{air}) / 60 \times \Delta t}$$

$$\underline{C_0 : \text{初期水素濃度 (-)}}$$

$$\underline{F_{air} : \text{空気の供給流量 (m}^3\text{/h)}}$$

(Δt 分間において、発生した水素及び供給した空気により、機器外に水素が押し出されると想定)

同様に、さらに Δt 分後の機器内の水素量 $Q_{H_2 t_0 + \Delta t + \Delta t}$ を評価し、必要な回数を繰り返すことにより、機器内の水素濃度の推移を評価する。

第1表 主な評価条件

建屋	機器名称	機器気相部 体積 (m ³)	水素発生 速度 F _{H₂} (初期値) (m ³ /h)	発生速度 F _{H₂} (70℃に到達後又は 液浸配管からの空気 の供給時) (m ³ /h)	空気供給流量 F _{air} (可搬型空気圧縮 機) (m ³ /h)	空気供給流量 F _{air} (機器圧縮空気自動 供給ユニット, 手動 圧縮空気ユニット) (m ³ /h)
前処理 建屋	中継槽 A	2.7	2.2E-03	1.1E-02	0.50	—
	中継槽 B	2.7	2.2E-03	1.1E-02	0.50	—
	計量前中間貯槽 A	7.8	7.6E-03	3.8E-02	1.1	—
	計量前中間貯槽 B	7.8	7.6E-03	3.8E-02	1.1	—
	計量・調整槽	7.8	5.7E-03	2.9E-02	0.90	—
	計量後中間貯槽	7.8	5.7E-03	2.9E-02	0.90	—
	計量補助槽	1.6	1.6E-03	8.0E-03	0.50	—
分離建屋	プルトニウム溶液受槽	0.15	1.2E-03	5.8E-03	0.50	0.040
	プルトニウム溶液中間貯槽	0.15	1.2E-03	5.8E-03	0.50	0.040
	第2一時貯留処理槽	0.15	1.6E-03	7.8E-03	0.50	0.040
	第3一時貯留処理槽	11	3.8E-03	1.9E-02	0.60	—
	第4一時貯留処理槽	11	3.2E-03	1.6E-02	0.50	—
	高レベル廃液濃縮缶 A	31	4.6E-02	2.3E-01	6.5	—
	溶解液中間貯槽	11	5.7E-03	2.9E-02	0.90	—
	溶解液供給槽	2.3	1.4E-03	6.9E-03	0.50	—
	抽出廃液受槽	4.4	2.0E-03	9.7E-03	0.50	—
	抽出廃液中間貯槽	4.1	2.6E-03	1.3E-02	0.50	—
	抽出廃液供給槽 A	18	8.1E-03	4.1E-02	1.2	—
	抽出廃液供給槽 B	18	8.1E-03	4.1E-02	1.2	—

(つづき)

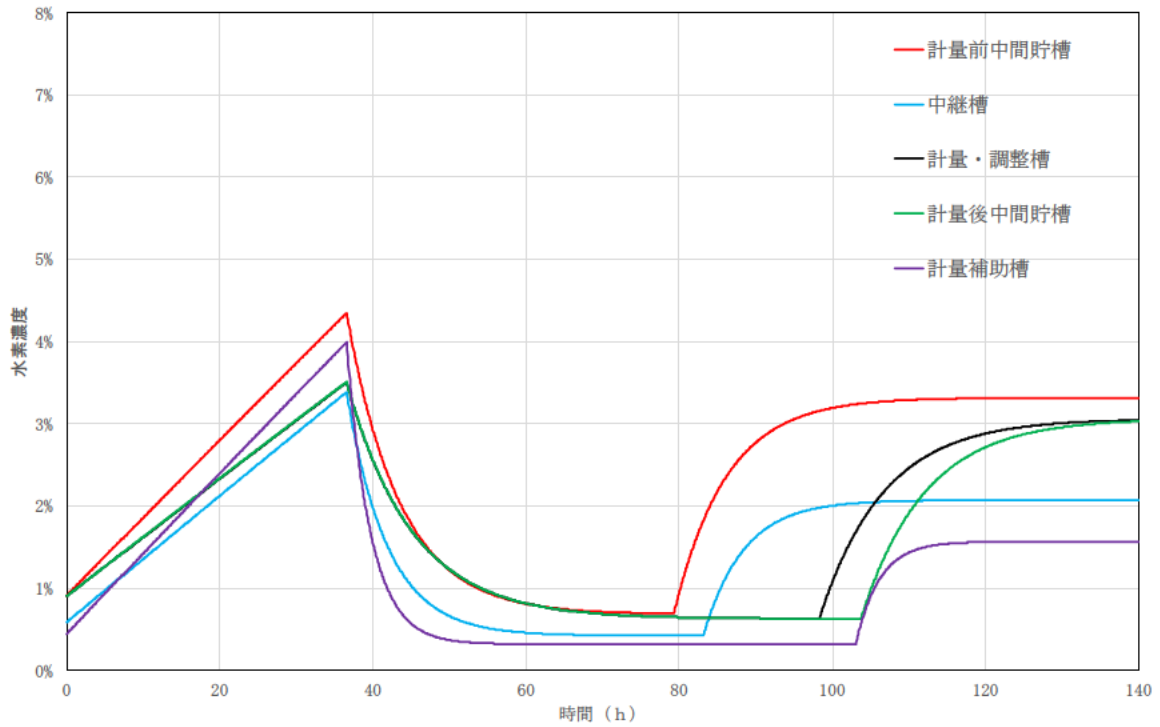
建屋	機器名称	機器気相部 体積 (m ³)	水素発生 速度 F _{H2} (初期値) (m ³ /h)	発生速度 F _{H2} (70°Cに到達後又は 液浸配管からの空気 の供給時) (m ³ /h)	空気供給流量 F _{air} (可搬型空気圧縮 機) (m ³ /h)	空気供給流量 F _{air} (機器圧縮空気自動供 給ユニット, 手動圧縮 空気ユニット) (m ³ /h)
精製建屋	プルトニウム溶液供給槽	0.26	1.5E-03	7.4E-03	0.50	0.040
	プルトニウム溶液受槽	0.088	1.4E-03	7.0E-03	0.50	0.040
	油水分離槽	0.11	1.4E-03	7.0E-03	0.50	0.040
	プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	4.7E-03	2.3E-02	0.80	0.12
	プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	4.7E-03	2.4E-02	0.80	0.12
	プルトニウム濃縮缶	0.24	7.1E-04	3.6E-03	0.50	—
	プルトニウム濃縮液受槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	5.2E-03	2.6E-02	0.80	0.65
	プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	リサイクル槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	希釈槽	0.11	3.9E-03	1.9E-02	1.6	0.096
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	第2一時貯留処理槽	0.12	1.3E-03	6.2E-03	0.50	0.040
	第3一時貯留処理槽	0.18	2.4E-03	1.2E-02	0.50	0.058
第7一時貯留処理槽	2.8	6.5E-03	3.2E-02	0.80	—	
ウラン・ プルトニ ウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	0.33	3.5E-03	1.8E-02	1	0.43
	混合槽 A	0.33	2.7E-03	1.3E-02	1	0.33
	混合槽 B	0.33	2.7E-03	1.3E-02	1	0.33
	一時貯槽	0.33	3.5E-03	1.8E-02	1	0.43

(つづき)

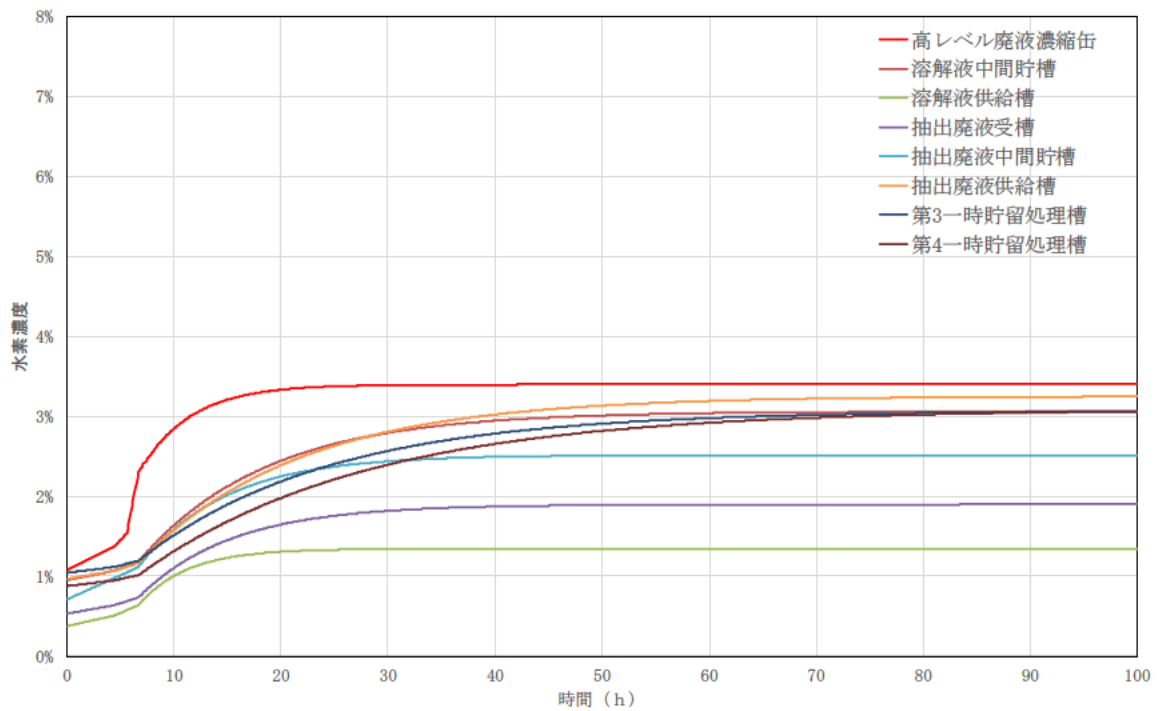
建屋	機器名称	機器気相部 体積 (m ³)	水素発生 速度 F _{H₂} (初期値) (m ³ /h)	沸騰時水素 発生速度 F _{H₂} (70°Cに到達後又は 液浸配管からの空気 の供給時) (m ³ /h)	発生速度 F _{H₂} (沸点 (102°C) 到 達以降) (m ³ /h)	空気供給流量 F _{air} (可搬型空気圧縮 機) (m ³ /h)	空気供給流量 F _{air} (機器圧縮空 気自動供給ユ ニット, 手動 圧縮空気ユニ ット) (m ³ /h)
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	1.2E-02	6.1E-02	1.2E+00	32	—
	第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	1.2E-02	6.1E-02	1.2E+00	32	—
	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	2.9E-03	1.5E-02	2.9E-01	7.3	—
	第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	2.9E-03	1.5E-02	2.9E-01	7.3	—
	高レベル廃液混合槽A	7.9	3.8E-03	1.9E-02	3.8E-01	10	—
	高レベル廃液混合槽B	7.9	3.8E-03	1.9E-02	3.8E-01	10	—
	供給液槽A	3.3	9.4E-04	4.7E-03	9.4E-02	3	—
	供給液槽B	3.3	9.4E-04	4.7E-03	9.4E-02	3	—
	供給槽A	1.1	3.8E-04	3.8E-04	3.8E-02	1	—
	供給槽B	1.1	3.8E-04	1.9E-03	3.8E-02	1	—

3. 評価結果

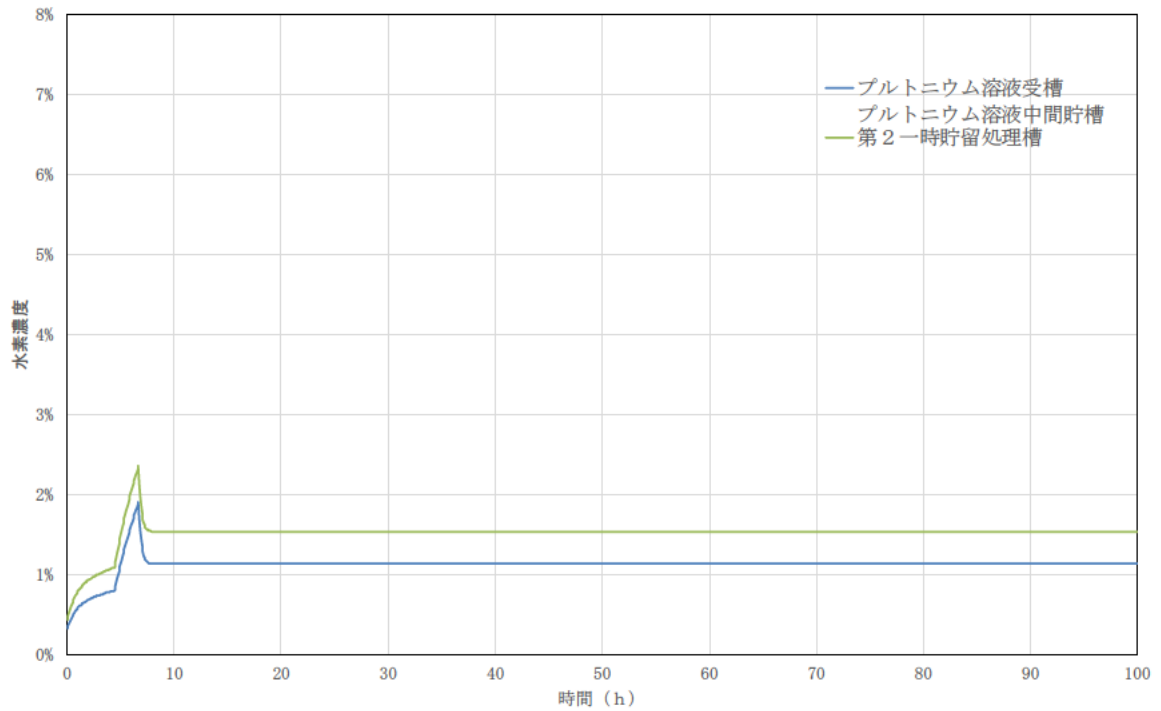
機器内水素濃度の推移について評価結果を図1から図14に示す。



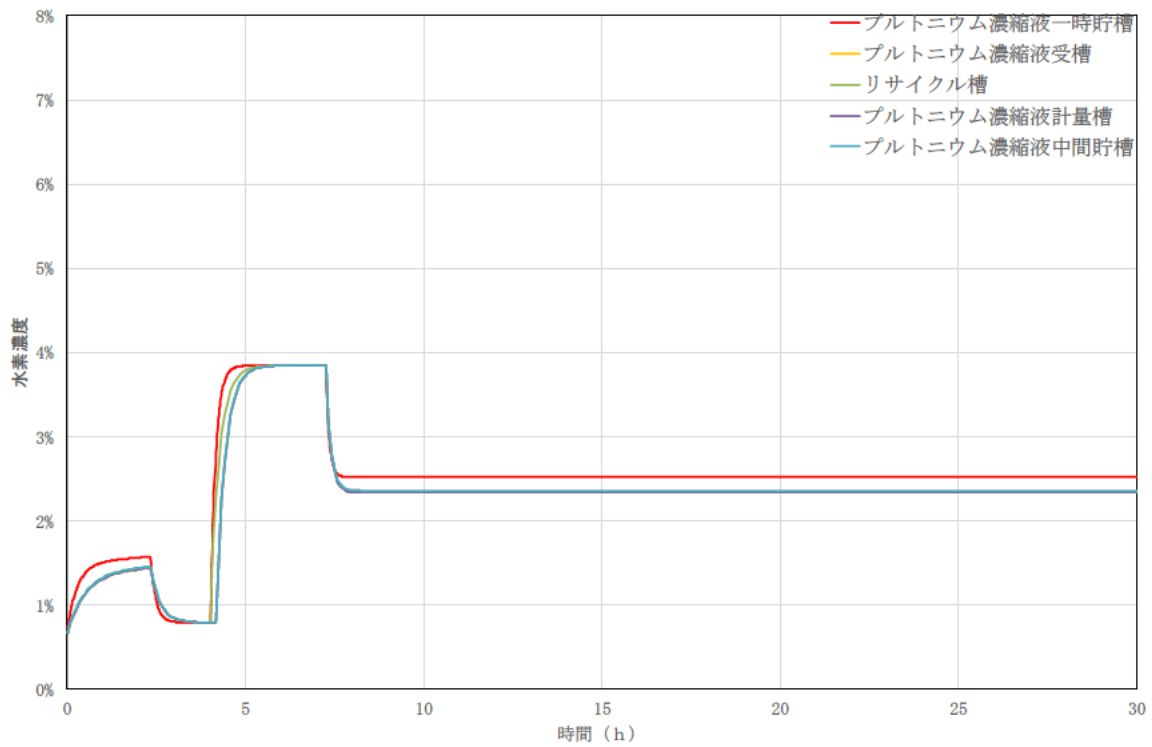
第1図 前処理建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）



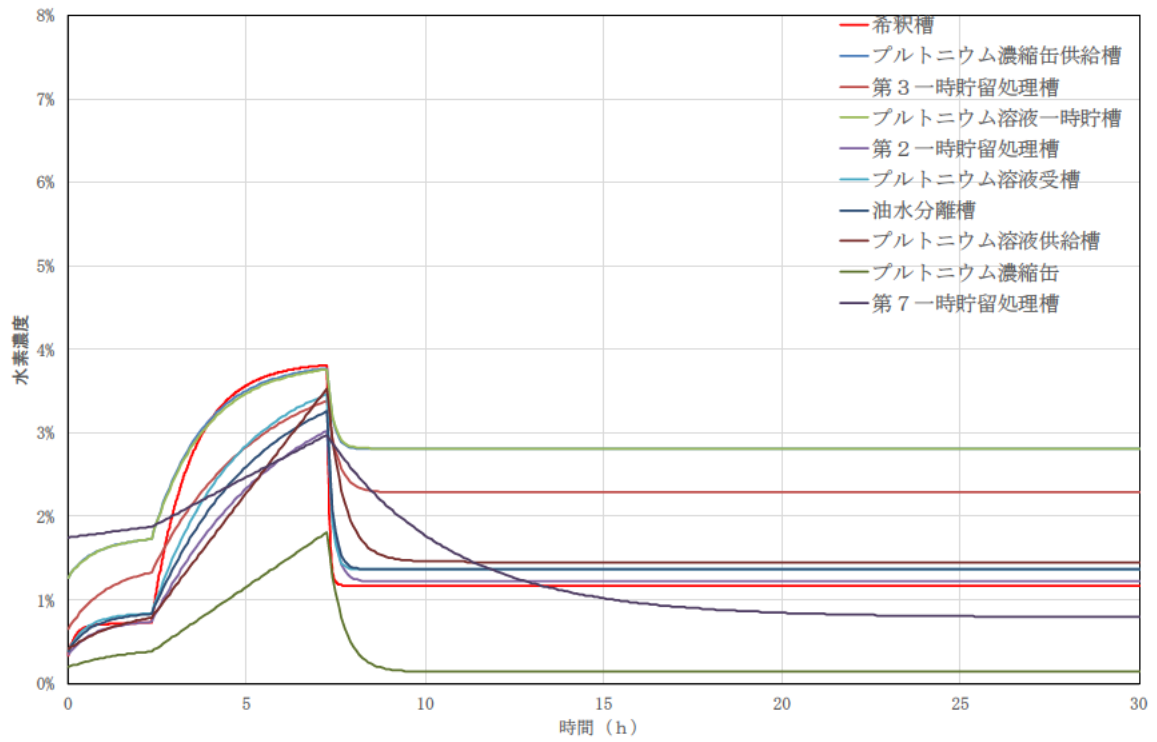
第2図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（1 / 2）



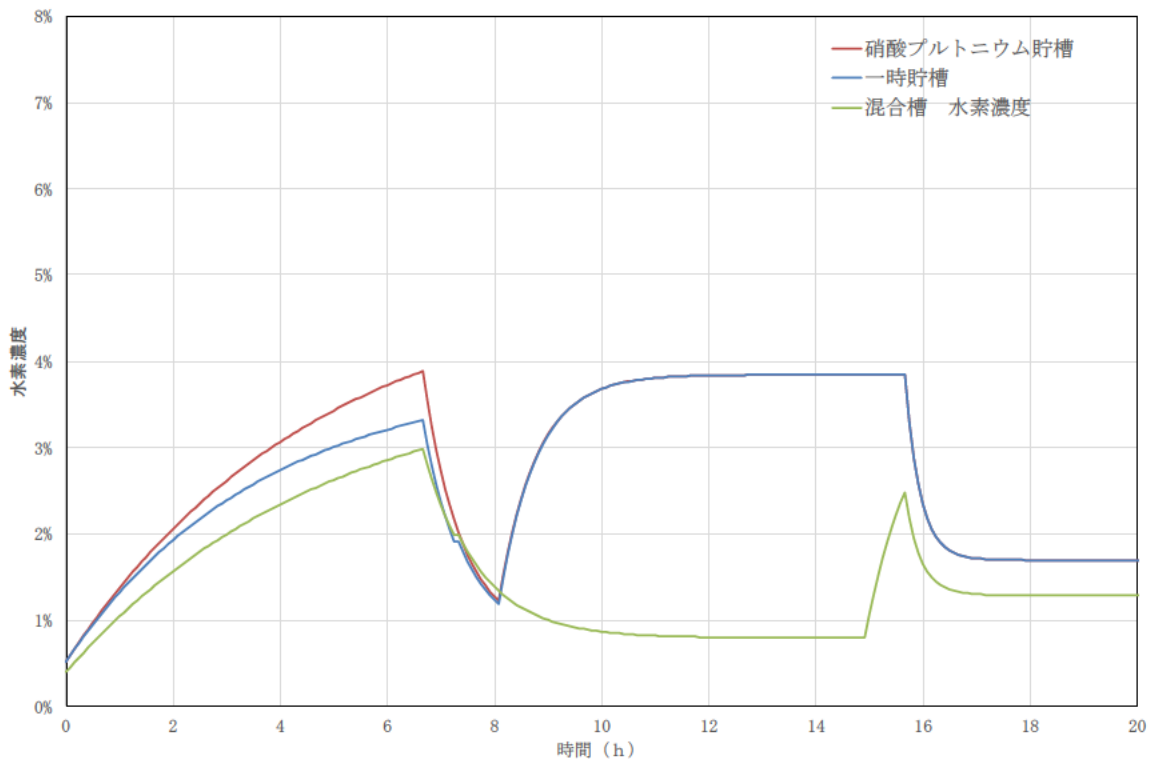
第3図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（2 / 2）



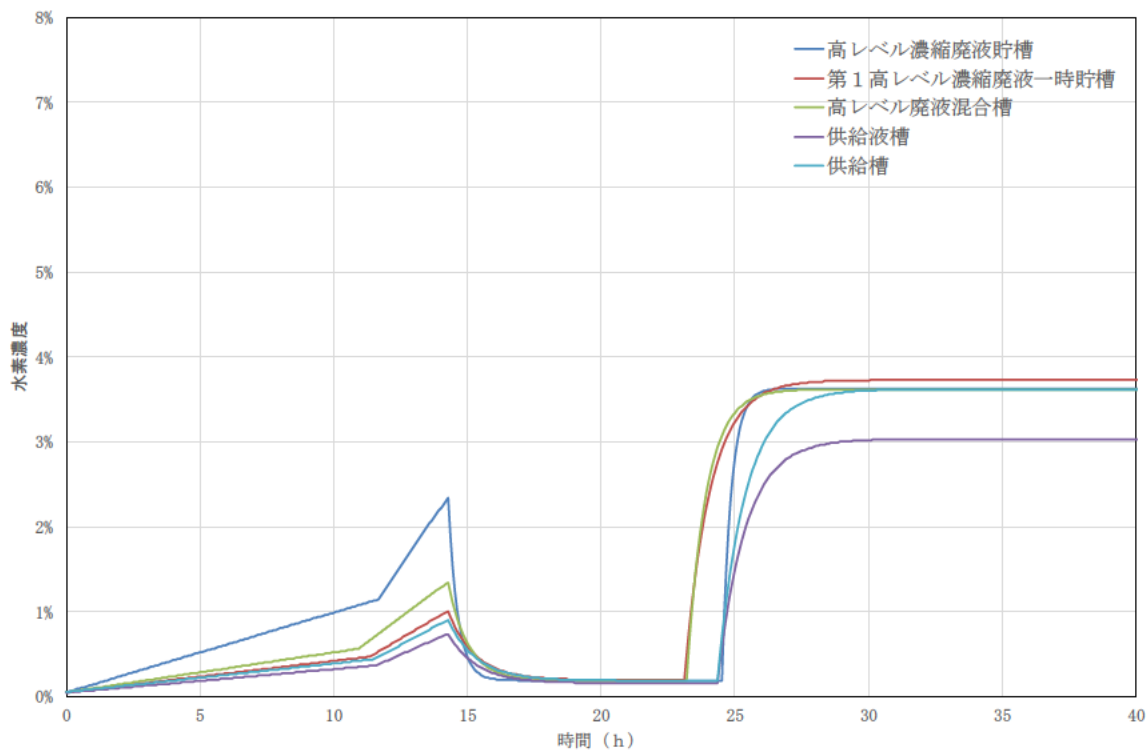
第4図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（1 / 2）



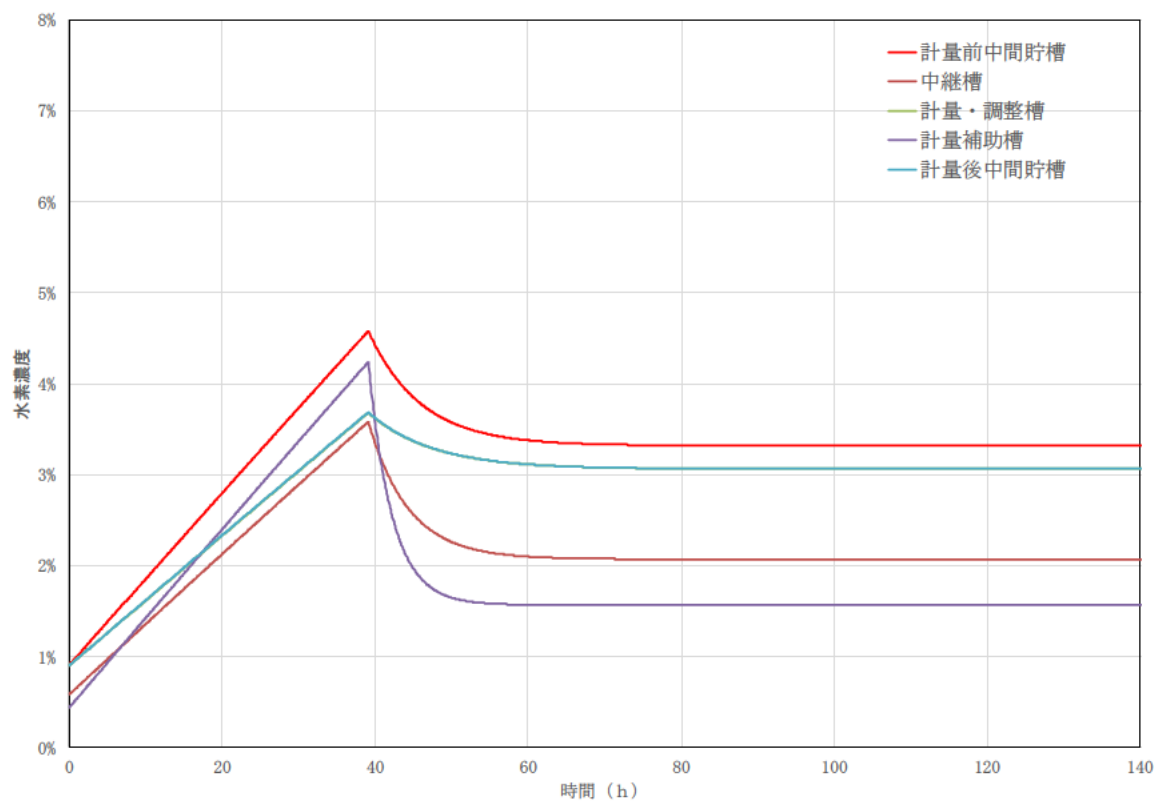
第5図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（2／2）



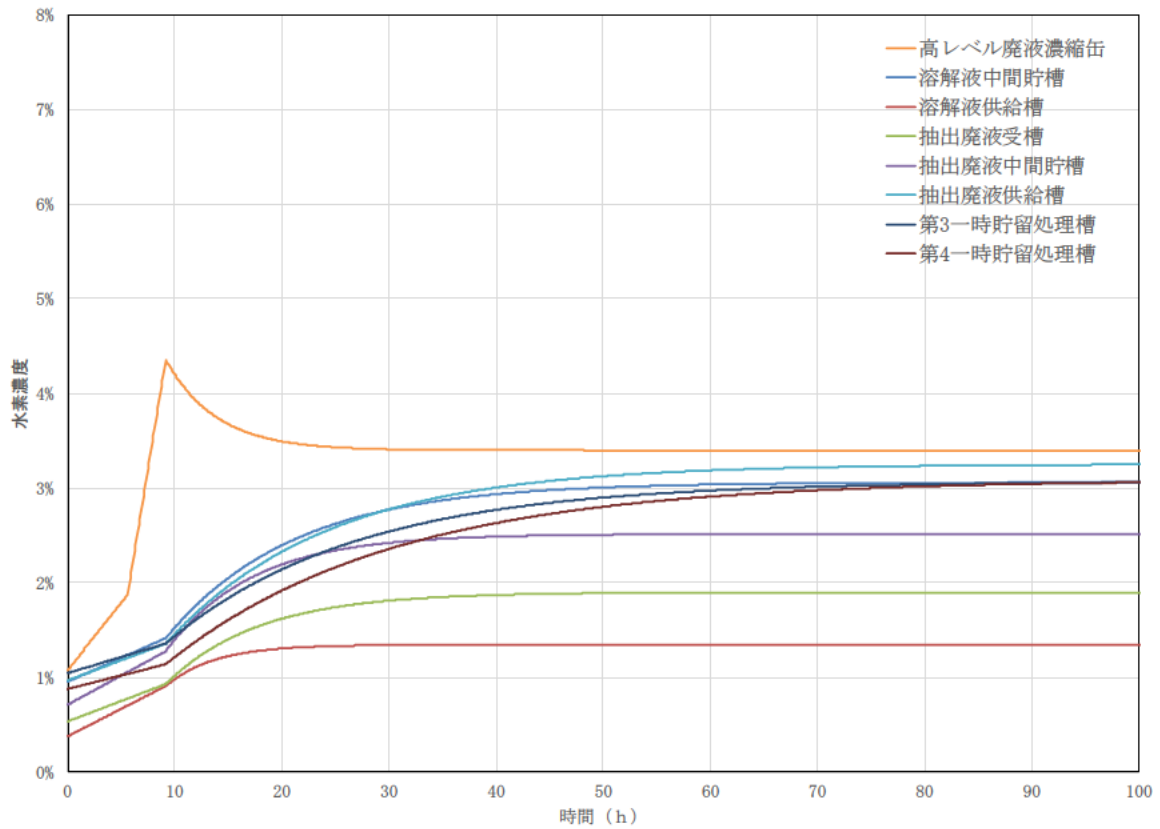
第6図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）



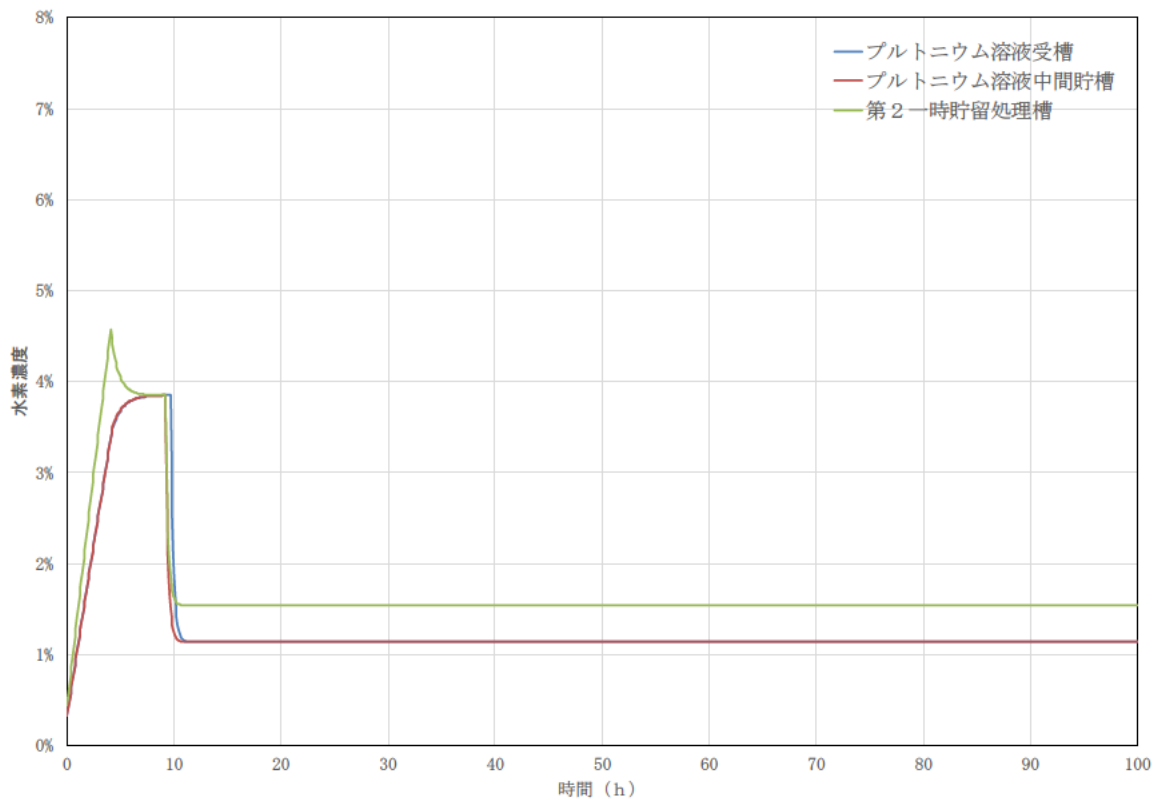
第7図 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器に関する水素濃度推移
(発生防止対策)



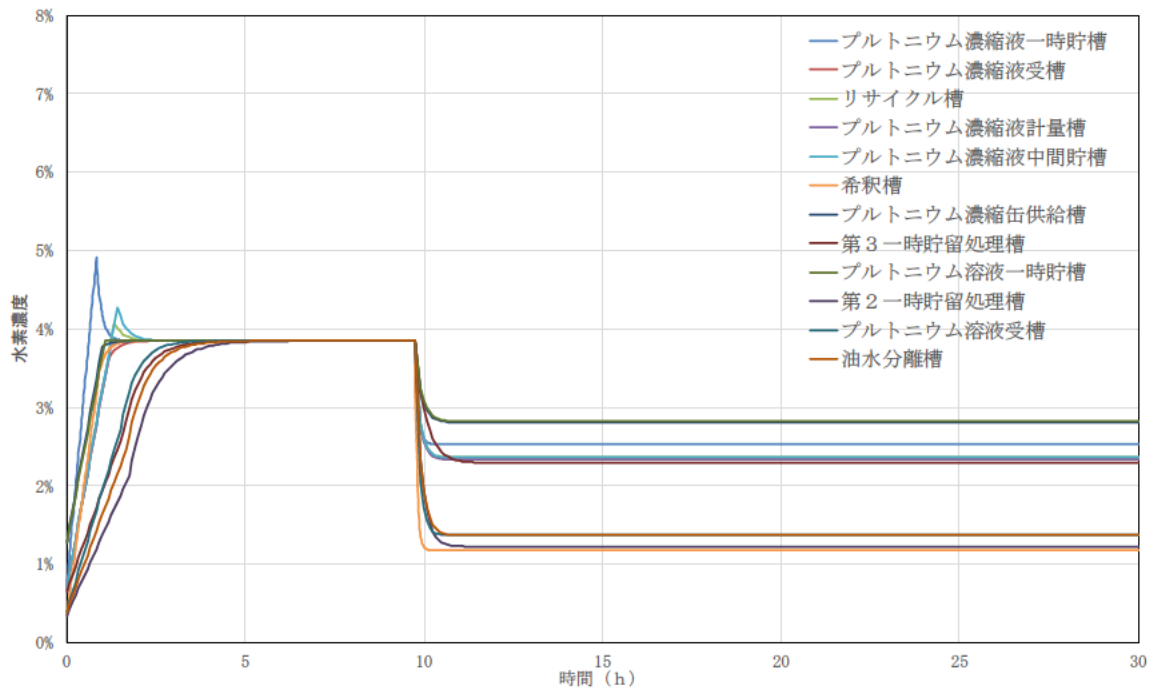
第8図 前処理建屋の機器に関する水素濃度推移 (拡大防止対策)



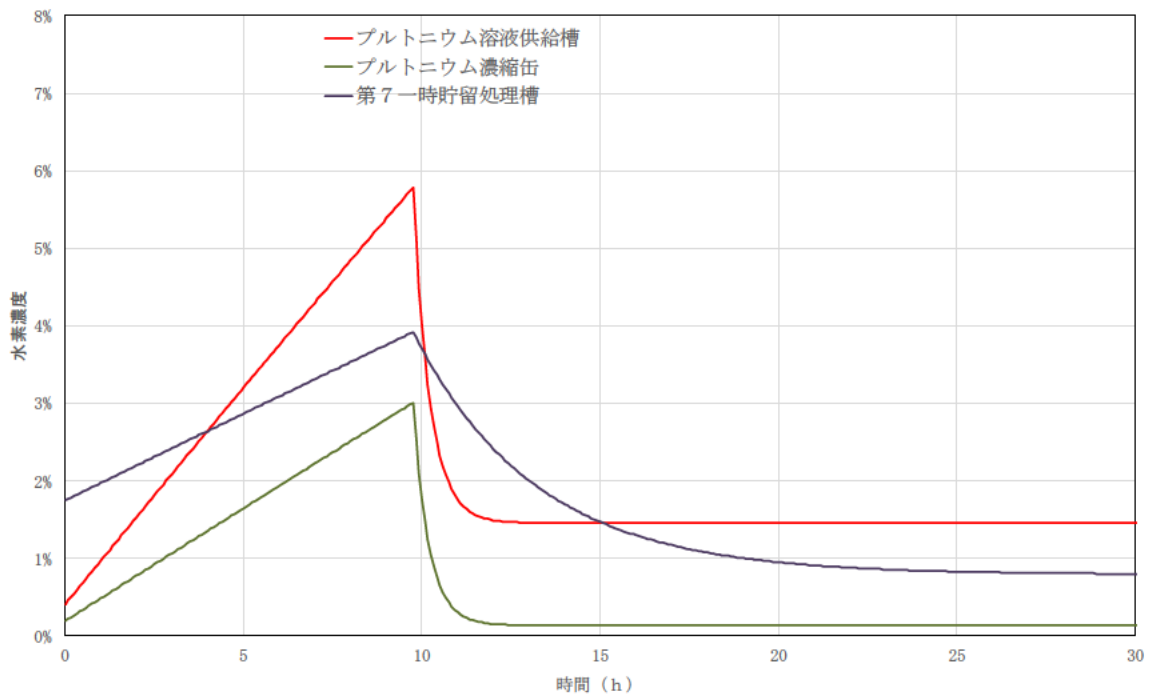
第9図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（1 / 2）



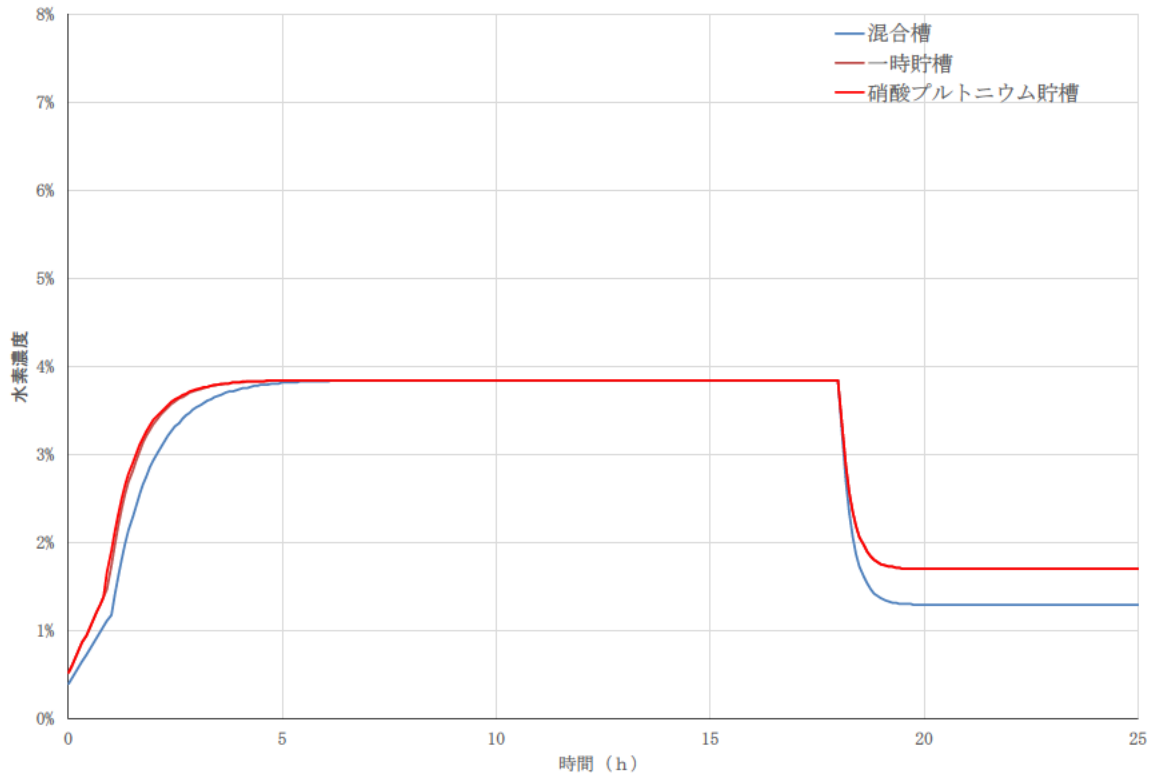
第10図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（2 / 2）



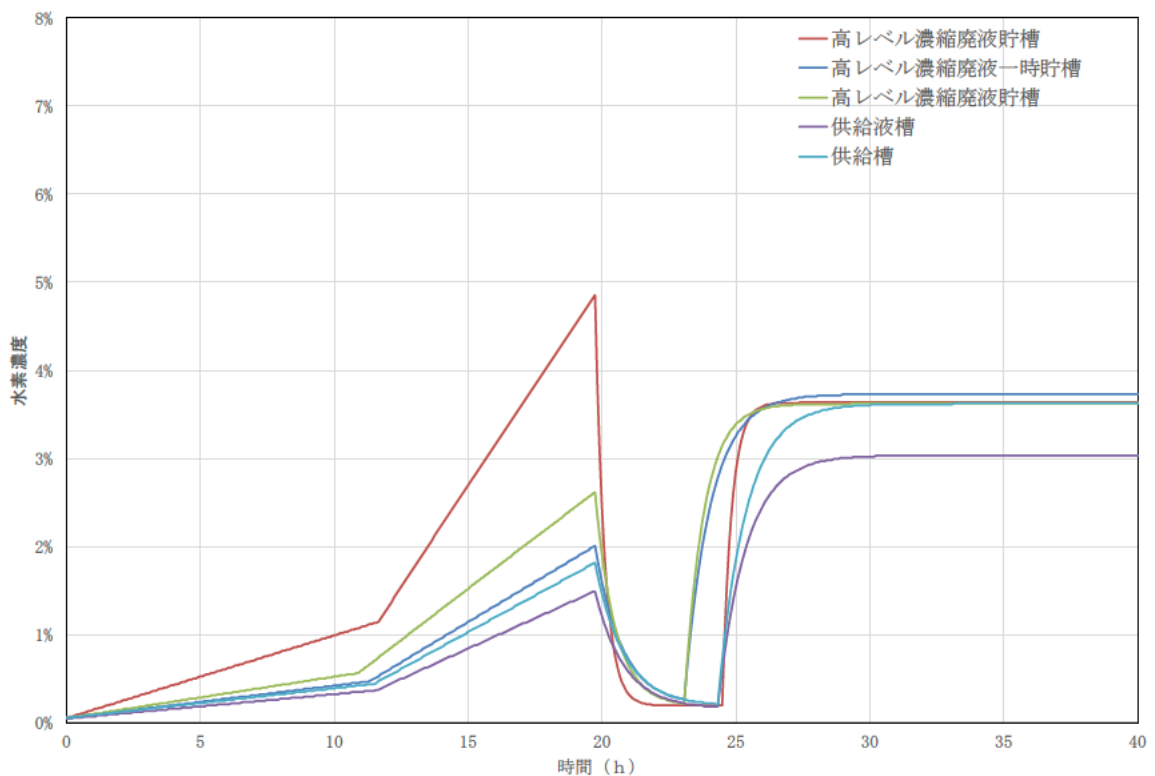
第 11 図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（1 / 2）



第 12 図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（2 / 2）



第 13 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器に関する水素濃度推移
(拡大防止対策)



第 14 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器に関する水素濃度推移
(拡大防止対策)

補足説明資料8-9（28条）

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

未然防止濃度に到達するまでの許容空白時間の
計算方法の有する安全余裕について

1. はじめに

圧縮空気貯槽や圧縮空気貯槽からの圧縮空気の供給がない場合の機器内水素濃度が未然防止濃度（8 v o 1 %）に到達するまでの許容空白時間は、機器の溶液量，溶液の崩壊熱密度及び水素のG値から決まる水素発生速度，水素発生速度と水素掃気機能喪失前の水素掃気用安全圧縮空気流量から決まる初期水素濃度並びに機器の空間容量から評価している。

2. 未然防止濃度に到達するまでの時間余裕の評価

水素掃気機能が喪失したのち，貯槽等内の水素濃度の推移を以下の方法で評価することにより，未然防止濃度に到達するまでの時間余裕を評価する。

また，評価条件を表 1 に示す。

Δt 分後における機器内の水素量 $Q_{H_2 t 0 + \Delta t}$ は

$$\underline{Q_{H_2 t 0} + Q_{H_2 in} - Q_{H_2 out}}$$

ここで，

$Q_{H_2 t 0}$: 初期水素量 (m^3)

詳細は※ 1 参照

$Q_{H_2 in}$: Δt 分間に発生した水素量 (m^3)

$$\underline{= F_{H_2} / 60 \times \Delta t \text{ (} m^3 \text{)}}$$

F_{H_2} : 水素発生量速度 (m^3/h)

水素掃気機能喪失が単独で発生した場合に
ついては， F_{H_2} は一定とする。

初期の水素発生速度の詳細は※2参照
冷却機能喪失との重畳を想定する際には、
70℃到達後はF_{H2}を5倍にする。更に、高
レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液を
取り扱う貯槽については、沸点（102℃）到
達以降はF_{H2}を100倍にする。

$$\underline{Q_{H2out} : \Delta t \text{ 分間で機器から出る水素量 (m}^3\text{)}} \\ = C_0 \times F_{H2} / 60 \times \Delta t$$

C₀ : 初期水素濃度 (-)

詳細は※1

(Δt分間において、発生した水素により、機器外に
水素が押し出されると想定)

同様に、さらにΔt分後の機器内の水素量Q_{H2t0+Δt+Δt}を評価し、
必要な回数を繰り返すことにより、機器内の水素量の変化を評価する。

※1 初期水素濃度C₀及び初期水素量Q_{H2t0}

初期の水素発生速度を用いて、気相部の初期水素濃度を下式より求める。

$$C_0 = \frac{F_{H_2}}{F_{H_2} + F_{air}} \times 100$$

ここで、

F_{air} : 水素掃気用安全圧縮空気流量 (m³/h [normal])

また、初期水素量は初期水素濃度を用いて、下式より求める。

$$\underline{Q_{H2t0} = V \times C_0}$$

V : 気相部の空間容量 (m³)

※2 水素発生速度

水素発生速度は下式より求める。

水相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{aq} \times (Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + Q_{\beta\gamma, aq} \times G_{\beta\gamma, aq})$$

ここで,

F_{H_2} : 水素発生速度 (m^3/h [normal])

V_{aq} : 水相の液量 (m^3)

$Q_{\alpha, aq}$: 機器内の水相の単位液量あたりの α 崩壊熱量 (W/m^3)

$Q_{\beta\gamma, aq}$: 機器内の水相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量
(W/m^3)

$G_{\alpha, aq}$: 水相での α 線のG値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, aq}$: 水相での $\beta\gamma$ 線のG値 (Molecules/100eV)

有機相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{org} \times (Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + Q_{\beta\gamma, org} \times G_{\beta\gamma, org})$$

ここで,

V_{org} : 有機相の液量 (m^3)

$Q_{\alpha, org}$: 機器内の有機相の単位液量あたりの α 崩壊熱量
(W/m^3)

$Q_{\beta\gamma, org}$: 機器内の有機相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量 (W/m^3)

$G_{\alpha, org}$: 有機相での α 線のG値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, org}$: 有機相での $\beta\gamma$ 線のG値
(Molecules/100eV)

水相及び有機相が混在する場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times \{V_{aq} \times (Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} +$$

$$\frac{V_{\text{aq}} \times Q_{\beta\gamma, \text{aq}} + V_{\text{org}} \times Q_{\beta\gamma, \text{org}}}{V_{\text{aq}} + V_{\text{org}}} \times G_{\beta\gamma, \text{aq}}) +$$

$$V_{\text{org}} \times (Q_{\alpha, \text{org}} \times G_{\alpha, \text{org}} +$$

$$\frac{V_{\text{aq}} \times Q_{\beta\gamma, \text{aq}} + V_{\text{org}} \times Q_{\beta\gamma, \text{org}}}{V_{\text{aq}} + V_{\text{org}}} \times G_{\beta\gamma, \text{org}})) \}$$

表1 放射線分解により発生する水素による爆発の未然防止濃度到達時間の評価条件

建屋	機器名	水相						有機相						水素掃気用安全 圧縮空気流量 (m ³ /h [normal])	評価用 空間 容量 (m ³)
		液量 (m ³)	NO ₃ ⁻ 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G値		液量 (m ³)	崩壊熱密度		G値				
				α (W/m ³)	βγ (W/m ³)	α βγ (Molecules /100eV)	βγ (W/m ³)		α βγ (Molecules /100eV)	α (W/m ³)	βγ (W/m ³)	α βγ (Molecules /100eV)			
前処 理建 屋	ハル洗浄槽	0.020	0.0	1.2×10 ¹	1.1×10 ²	1.4	0.45	—	—	—	—	—	0.12	0.038	
	水バッファ槽	5.0	0.0	6.2	1.4×10 ¹	1.4	0.45	—	—	—	—	—	0.36	0.69	
	中間ポット	■	3.0	1.7×10 ²	4.4×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.37	0.060	
	中継槽	7.0	3.0	1.7×10 ²	4.4×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	2.7	
	リサイクル槽	2.0	3.0	1.7×10 ²	4.4×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	0.47	
	不溶解残渣回収槽	5.0	0.17	1.7×10 ⁻²	3.3	0.86	0.24	—	—	—	—	—	3.6	2.4	
	計量前中間貯槽	25	3.0	1.7×10 ²	4.4×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.83	7.8	
	計量・調整槽	25	3.0	1.2×10 ²	3.5×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.63	7.8	
	計量後中間貯槽	25	3.0	1.2×10 ²	3.5×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.63	7.8	
	計量補助槽	7.0	3.0	1.2×10 ²	3.5×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	1.6	

■ については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

建屋	機器名	水相						有機相						水素掃気用安全 圧縮空気流量 (m ³ /h [normal])	評価用 空間 容量 (m ³)
		液量 (m ³)	NO ₃ ⁻ 濃度 (mol/L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m ³)	崩壊熱密度		G 値				
				α (W/m ³)	βγ (W/m ³)	α (Molecules /100eV)	βγ (Molecules /100eV)		α (W/m ³)	βγ (W/m ³)	α (Molecules /100eV)	βγ (Molecules /100eV)			
													α		
分離 建屋	抽出塔	■	3.0	7.9×10 ¹	3.2×10 ²	0.11	0.042	■	3.8×10 ¹	1.8×10 ¹	3.0	3.0	0.50	0.22	
	第1洗浄塔	■	3.0	2.9×10 ¹	8.6×10 ¹	0.11	0.042	■	3.8×10 ¹	1.8×10 ¹	3.0	3.0	0.36	0.22	
	第2洗浄塔	■	4.2	1.1×10 ¹	1.1	0.059	0.034	■	3.1×10 ¹	3.5×10 ⁻¹	3.0	3.0	0.36	0.22	
	TBP洗浄塔	■	2.8	4.1×10 ¹	3.2×10 ²	0.11	0.044	■	—	2.2	—	7.0	0.68	0.058	
	溶解液中間貯槽	25	3.0	1.2×10 ²	3.5×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.59	11	
	溶解液供給槽	6.0	3.0	1.2×10 ²	3.5×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	2.3	
	抽出廃液受槽	15	2.8	4.1×10 ¹	2.5×10 ²	0.11	0.044	—	—	—	—	—	0.36	4.4	
	抽出廃液中間貯槽	20	2.8	4.1×10 ¹	2.5×10 ²	0.11	0.044	—	—	—	—	—	0.36	4.1	
	抽出廃液供給槽	60	2.6	4.1×10 ¹	2.5×10 ²	0.12	0.045	—	—	—	—	—	0.83	18	
	プルトニウム分配塔	■	1.5	2.9×10 ²	5.2×10 ⁻¹	0.22	0.065	■	3.5×10 ¹	1.7×10 ⁻¹	3.0	3.0	0.36	0.29	
	ウラン洗浄塔	■	1.5	2.9×10 ²	5.2×10 ⁻¹	0.22	0.065	■	8.1×10 ¹	1.4×10 ⁻¹	3.0	3.0	0.36	0.049	
	プルトニウム洗浄器	■	0.5	3.8	4.6×10 ⁻¹	0.63	0.16	■	3.5	1.6×10 ⁻¹	3.0	3.0	0.36	1.1	
	プルトニウム溶液受槽	3.0	1.7	2.4×10 ²	—	0.19	—	—	—	—	—	—	0.36	0.15	
	プルトニウム溶液中間貯槽	3.0	1.7	2.4×10 ²	—	0.19	—	—	—	—	—	—	0.36	0.15	
	第1一時貯留処理槽	■	3.0	7.9×10 ¹	3.2×10 ²	0.11	0.042	■	3.8×10 ¹	1.8×10 ¹	3.0	3.0	0.50	0.15	
	第2一時貯留処理槽	3.0	1.5	2.9×10 ²	5.2×10 ⁻¹	0.22	0.065	—	—	—	—	—	0.36	0.15	
	第3一時貯留処理槽	20	3.0	8.9×10 ¹	3.2×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	11	
	第4一時貯留処理槽	20	2.8	4.9×10 ¹	3.2×10 ²	0.11	0.044	—	—	—	—	—	0.36	11	
	第5一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	3.0	4.3×10 ⁻¹	1.8×10 ¹	3.0	3.0	0.36	0.15	
	第6一時貯留処理槽	■	2.8	2.0×10 ²	1.3×10 ³	0.11	0.044	■	2.6	7.1×10 ¹	3.0	3.0	1.1	1.0	
	第7一時貯留処理槽	■	3.0	8.9×10 ¹	3.2×10 ²	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	0.020	
	第8一時貯留処理槽	■	1.5	2.9×10 ²	5.2×10 ⁻¹	0.22	0.065	■	3.5×10 ¹	1.7×10 ⁻¹	3.0	3.0	0.36	0.070	
	第9一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	10	4.3×10 ⁻¹	1.8×10 ¹	3.0	3.0	0.36	3.6	
	第10一時貯留処理槽	■	0.15	1.2×10 ⁻²	3.8×10 ⁻¹	0.89	0.30	■	1.4×10 ⁻²	3.5×10 ⁻²	3.0	3.0	0.36	3.6	
	第1洗浄器	■	0.15	—	5.3×10 ⁻¹	—	0.30	■	—	2.9×10 ⁻²	—	3.0	0.36	1.9	
	高レベル廃液供給槽	20	2.6	1.7×10 ¹	1.1×10 ²	0.12	0.046	—	—	—	—	—	3.8	4.5	
	高レベル廃液濃縮缶	22	2.0	5.0×10 ²	3.2×10 ³	0.17	0.053	—	—	—	—	—	4.2	31	

■については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

建屋	機器名	水相						有機相						水素掃気用安全 圧縮空気流量 (m ³ /h [normal])	評価用 空間 容量 (m ³)
		液量 (m ³)	NO ₃ ⁻ 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G値		液量 (m ³)	崩壊熱密度		G値				
				α (W/m ³)	βγ (W/ m ³)	α (Molecules /100eV)	βγ		α (W/m ³)	βγ (W/ m ³)	α (Molecules /100eV)	βγ			
													(Molecules /100eV)		
精製 建屋	プルトニウム溶液供給槽	■	1.7	2.4×10 ²	—	0.19	—	—	—	—	—	—	0.36	0.26	
	抽出塔	■	4.3	1.8×10 ²	—	0.060	—	■	3.9×10 ²	—	3.0	—	0.36	0.019	
	核分裂生成物洗浄塔	■	1.0	9.0×10 ¹	—	0.43	—	■	3.9×10 ²	—	3.0	—	0.36	0.019	
	逆抽出塔	■	0.27	9.3×10 ²	—	0.77	—	■	4.2×10 ²	—	3.0	—	0.36	0.019	
	ウラン洗浄塔	■	0.91	9.3×10 ²	—	0.46	—	■	4.4×10 ²	—	3.0	—	0.36	0.0016	
	補助油水分離槽	■	0.91	9.3×10 ²	—	0.46	—	—	—	—	—	—	0.040	0.0076	
	TBP洗浄器	■	0.91	9.3×10 ²	—	0.46	—	■	3.5	—	7.0	—	0.36	0.059	
	プルトニウム溶液受槽	■	1.5	9.3×10 ²	—	0.20	—	—	—	—	—	—	0.36	0.088	
	油水分離槽	■	1.5	9.3×10 ²	—	0.20	—	—	—	—	—	—	0.36	0.11	
	プルトニウム濃縮缶供給槽	3.0	1.5	9.3×10 ²	—	0.20	—	—	—	—	—	—	0.36	0.18	
	プルトニウム溶液一時貯槽	3.0	1.5	9.3×10 ²	—	0.20	—	—	—	—	—	—	0.36	0.19	
	プルトニウム濃縮缶	■	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.36	0.24	
	プルトニウム濃縮液受槽	■	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1.5	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.72	0.10	
	プルトニウム濃縮液計量槽	■	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	リサイクル槽	■	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	希釈槽	2.5	1.5	9.3×10 ²	—	0.20	—	—	—	—	—	—	1.1	0.11	
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	■	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	第1一時貯留処理槽	■	1.5	4.3×10 ¹	—	0.23	—	■	2.5×10 ²	—	3.0	—	0.36	0.12	
	第2一時貯留処理槽	■	1.5	4.1×10 ²	—	0.23	—	■	3.7×10 ¹	—	3.0	—	0.36	0.12	
第3一時貯留処理槽	3.0	1.5	4.1×10 ²	—	0.23	—	—	—	—	—	—	0.36	0.18		
第4一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	■	3.7	—	3.0	—	0.36	0.13		
第7一時貯留処理槽	■	1.5	3.3×10 ²	—	0.23	—	—	—	—	—	—	0.36	2.8		

■については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

建屋	機器名	水相						有機相						水素掃気用安全 圧縮空気流量 (m ³ /h [normal])	評価用 空間容 量 (m ³)
		液量 (m ³)	NO ₃ ⁻ 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m ³)	崩壊熱密度		G 値				
				α (W/m ³)	β γ (W/m ³)	α (Molecules /100eV)	β γ		α (W/m ³)	β γ (W/m ³)	α (Molecules /100eV)	β γ			
ウラン・ プルトニ ウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	1.0	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.66	0.33	
	混合槽	1.0	4.3	5.3×10 ³	—	0.059	—	—	—	—	—	—	0.66	0.33	
	一時貯槽	1.0	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.66	0.33	
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	高レベル濃縮廃液貯槽	120	2.0	4.4×10 ²	2.8×10 ³	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	25	12	
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	25	2.0	5.0×10 ²	3.2×10 ³	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	5.7	7.6	
	高レベル廃液混合槽	20	0.17	5.0×10 ²	3.2×10 ³	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	7.7	7.9	
	供給液槽	5.0	0.090	5.0×10 ²	3.2×10 ³	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	2.1	3.3	
	供給槽	2.0	2.0	5.0×10 ²	3.2×10 ³	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	0.73	1.1	
	不溶解残渣廃液一時貯槽	5.0	0.090	1.7×10 ⁻²	3.3	0.86	0.24	—	—	—	—	—	3.5	3.8	
	不溶解残渣廃液貯槽	70	1.0	7.5×10 ⁻³	1.5	0.97	0.30	—	—	—	—	—	21	20	
	高レベル廃液共用貯槽 (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	120	1.0	4.4×10 ²	2.8×10 ³	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	25	7.3	
高レベル廃液共用貯槽 (不溶解残渣廃液貯蔵時)	70	1.0	7.5×10 ⁻³	1.5	0.97	0.30	—	—	—	—	—	25	57		

3. 各種パラメータの安全余裕について

(1) 溶液量及び空間容量

未然防止濃度に到達するまでの許容空白時間の評価に用いた機器の溶液量は平常運転時の最大の溶液量としている。平常運転時は最大の溶液量とは限らず、平常運転時に対し水素発生量を大きくし、空間容量を小さくするため、通常の運転時と比べ未然防止濃度に到達するまでの許容空白時間を短くする想定である。(ただし、平常運転時において最大の溶液量で取り扱う機器については、液量設定による安全余裕がとれない場合がある。)

参考に機器の液量が最大の溶液量に対し 80%にした場合の未然防止濃度に到達する時間余裕の評価例を表 2 に示す。

表 2 未然防止濃度到達時間の比較 (溶液量 100%と 80%)

建屋	機器	冷却喪失重量 8 vol 到達時間 (h)	
		液量 100%	液量 80%
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	7.4	9.4
	混合槽	10	15
高レベル廃液ガラス固化建屋	高レベル濃縮廃液貯槽	24	26
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	24	27
	高レベル廃液混合槽	24	25
	供給液槽	26	28
	供給槽	26	—*

※ 供給槽は平常運転時において最大の溶液量で取り扱う機器であるため、80%での時間余裕は評価しない。

(2) 水素掃気用安全圧縮空気流量

許容空白時間の評価に用いた水素掃気機能喪失前の水素掃気用安全圧縮空気流量は、警報設定値を元に設定しており、平常運転時の水素掃気流量より小さい値である。水素掃気用安全圧縮空気流量が小さいほど初期水素濃度が大きくなるため、許容空白時間を短くする想定である。

ただし、表 3 に示すとおり、警報設定値を元に設定した流量に基づく未

未然防止濃度に到達する時間と平常運転時の流量に基づく未然防止濃度に到達する時間に有意な差はない。

表 3 未然防止濃度到達時間の比較（水素掃気用安全圧縮空気流量を警報設定値に基づく流量とした場合と平常運転時の流量とした場合の比較）

建屋	機器	時間余裕	
		警報設定値に基づく流量の場合	平常運転時の流量の場合
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	7 時間 20 分	7 時間 30 分
	混合槽	10 時間	10 時間
高レベル廃液ガラス固化建屋	高レベル濃縮廃液貯槽	24 時間	24 時間
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	24 時間	24 時間
	高レベル廃液混合槽	24 時間	24 時間
	供給液槽	26 時間	26 時間
	供給槽	26 時間	26 時間

(3) 冷却機能喪失との重畳の有無

未然防止濃度到達に関する許容空白時間は冷却機能喪失を想定して設定している。これは水素発生量が大きくなるため、許容空白時間を短くする想定である。

水素掃気機能の喪失が単独で発生した場合との比較を表 4 に示す。また、可搬型空気圧縮機稼働開始時間、圧縮空気手動供給ユニットからの空気供給時間、可搬型空気圧縮機稼働時の水素濃度及び圧縮空気手動供給ユニット稼働時の水素濃度も併せて示す。

表 4 未然防止濃度到達時間の比較（水素掃気機能喪失単独と冷却機能喪失との重畳）

建屋	機器名称	水素単独 8vol%到達時 間	冷却喪失重 畳 8vol%到達 時間	可搬型空気 圧縮機稼動 開始時間 (拡大防止対 策 2 時間遅 れ)	可搬型空気 圧縮機稼動 時の水素濃 度(拡大防止 実施時)	ポンベ設置 対象機器に ○	圧縮空気手 動供給ユニ ットからの 空気供給時 間	圧縮空気手 動供給ユニ ット稼動時 の水素濃度
		[h]	[h]	[h]	[vol%]	[-]	[h]	[vol%]
前 処 理 建 屋	中継槽 A	99	86	41.1	3.6			
	中継槽 B	99	86	41.1	3.6			
	計量前中間貯槽 A	76	76	41.1	4.6			
	計量前中間貯槽 B	76	76	41.1	4.6			
	計量・調整槽	101	99	41.1	3.7			
	計量後中間貯槽	101	99	41.1	3.7			
	計量補助槽	79	79	41.1	4.3			
分 離 建 屋	プルトニウム溶液受槽	10	10	11.2	3.9	○	4.2	3.5
	プルトニウム溶液中間貯槽	10	10	11.2	3.9	○	4.3	3.6
	第 2 一時貯留処理槽	7.5	7.5	11.2	3.9	○	4.1	4.7
	第 3 一時貯留処理槽	210	148	11.2	1.4			
	第 4 一時貯留処理槽	257	158	11.2	1.2			
	高レベル廃液濃縮缶 A	50	14	11.2	2.4			
	溶解液中間貯槽	144	108	11.2	1.5			
	溶解液供給槽	136	108	11.2	0.91			
	抽出廃液受槽	179	142	11.2	0.93			
	抽出廃液中間貯槽	122	122	11.2	1.3			
	抽出廃液供給槽 A	171	140	11.2	1.4			
	抽出廃液供給槽 B	171	140	11.2	1.4			

(つづき)

建屋	機器名称	水素単独 8vol%到達時 間	冷却喪失重 量 8vol%到達 時間	可搬型空気 圧縮機稼動 開始時間 (拡大防止対 策 2 時間遅 れ)	可搬型空気 圧縮機稼動 時の水素濃 度(拡大防止 実施時)	ポンベ設置 対象機器に ○	圧縮空気手 動供給ユニ ットからの 空気供給時 間	圧縮空気手 動供給ユニ ット稼動時 の水素濃度
		[h]	[h]	[h]	[vol%]	[-]	[h]	[vol%]
精製 建屋	プルトニウム溶液供給槽	13	13	11.8	5.8			
	プルトニウム溶液受槽	5	5	11.8	3.9	○	1.5	2.7
	油水分離槽	6.25	6.25	11.8	3.9	○	1.7	2.6
	プルトニウム濃縮缶供給槽	2.7	2.7	11.8	3.9	○	1.0	3.8
	プルトニウム溶液一時貯槽	2.8	2.8	11.8	3.9	○	1.1	4.1
	プルトニウム濃縮缶	27	27	11.8	3			
	プルトニウム濃縮液受槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.2	3.9
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1.4	1.4	11.8	3.9	○	0.8	4.9
	プルトニウム濃縮液計量槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.3	4.1
	リサイクル槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.3	4.1
	希釈槽	2.2	2.2	11.8	3.9	○	0.9	3.5
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.4	4.3
	第 2 一時貯留処理槽	7.7	7.7	11.8	3.9	○	1.8	2.2
	第 3 一時貯留処理槽	5.8	5.8	11.8	3.9	○	1.6	2.8
第 7 一時貯留処理槽	28	28	11.8	4				
ウラン・ プルトニ ウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	179	142	11.2	0.93	○	0.8	1.4
	混合槽 A	122	122	11.2	1.3	○	1.0	1.2
	混合槽 B	171	140	11.2	1.4	○	1.1	1.3
	一時貯槽	171	140	11.2	1.4	○		

建屋	機器名称	水素単独 8vol%到達時 間	冷却喪失重 量 8vol%到達 時間	可搬型空気 圧縮機稼動 開始時間 (拡大防止対 策 2 時間遅 れ)	可搬型空気 圧縮機稼動 時の水素濃 度(拡大防止 実施時)	ポンベ設置 対象機器に ○	圧縮空気手 動供給ユニ ットからの 空気供給時 間	圧縮空気手 動供給ユニ ット稼動時 の水素濃度
		[h]	[h]	[h]	[vol%]	[-]	[h]	[vol%]
高 レ ベ ル 廃 液 ガ ラ ス 固 化 建 屋	第 1 高レベル濃縮廃液貯槽	87	24	21.8	1.9			
	第 2 高レベル濃縮廃液貯槽	87	24	21.8	1.9			
	第 1 高レベル濃縮廃液一時貯槽	220	24	21.8	0.78			
	第 2 高レベル濃縮廃液一時貯槽	220	24	21.8	0.78			
	高レベル廃液混合槽 A	170	24	21.8	0.98			
	高レベル廃液混合槽 B	170	24	21.8	0.98			
	供給液槽 A	290	26	21.8	0.6			
	供給液槽 B	290	26	21.8	0.6			
	供給槽 A	240	26	21.8	0.72			
	供給槽 B	240	26	21.8	0.72			
高レベル廃液共用貯槽 (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	空運用	空運用	21.8	空運用				

補足説明資料 8-10 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

事故環境における重大事故等対処施設の機能維持

1. はじめに

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を有効に発揮できることを説明する。

2. 水素爆発未然防止設備

(1) 常設重大事故等対処設備（圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット，機器圧縮空気自動供給ユニット，建屋内空気中継配管，水素掃気配管・弁，機器圧縮空気供給配管・弁，「放射線分解により発生する水素による爆発」の発生を想定する対象機器）

a. 温度

水素爆発の発生防止対策は水素爆発前に実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

b. 圧力

重大事故等対処設備に供給される圧縮空気の圧力は重大事故等対処設備の使用圧力に対して小さいこと、または

重大事故等対処設備に供給される圧縮空気の圧力※を必要に応じて減圧し、供給することから、設備の機能を損なうことはない。

※圧縮空気自動供給貯槽及び可搬型空気圧縮機：約 0.69MPa

圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニット：
約 14MPa

c. 放射線

水素爆発の発生防止対策は、水素爆発発生前に実施することから、その放射線環境は平常時と同じであり、設備の機能を損なうことはない。

(2) 可搬型重大事故等対処設備（可搬型空気圧縮機，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース）

a. 温度

可搬型個別供給用建屋外ホース等は可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を送気するのみである。

発生防止対策は、水素爆発前に実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

b. 圧力

可搬型個別供給用建屋外ホース等は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力（約 0.69MPa 程度）を必要に応じて減圧し、供給することから有意な影響はない。

c. 放射線

水素爆発の発生防止対策は、水素爆発発生前に実施することから、その放射線環境は平常時と同じであり、設備の機能を損なうことはない。

3. 水素爆発拡大防止設備

- (1) 常設重大事故等対処設備（圧縮空気手動供給ユニット，建屋内空気中継配管，機器圧縮空気供給配管・弁，「放射線分解により発生する水素による爆発」の発生を想定する対象機器）

a. 温度

水素爆発の拡大防止対策は水素爆発前に実施されることから、水素爆発の影響を受けることはなく、温度条件は平常時と同じであるため、設備の機能を損なうことはない。また、仮に水素爆発が発生した場合でも、水素爆発による温度の上昇は一時的なものであることから、設備の機能を損なうことはない。

b. 圧力

圧縮空気を供給するための常設重大事故等対処設備の配管は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力（約 0.69MPa 程度）を必要に応じて減圧し、供給することから有意な影響はない。

仮に水素爆発が発生した場合でも、建屋外に配備する重大事故等対処設備は水素爆発の影響を受けることはないこと、水素爆発の発生を想定する機器の近傍に設置される重大事故等対処設備は水素爆発の影響を受ける可能性があるが、水素爆発が発生した場合の爆発圧力に対して十分な強度を有することから、設備の機能を損なうことはない*。

* 爆発の圧力が太めの配管の内側から加わった場合
耐圧は下式*¹より約 29MPa となる。

$$P = \frac{2tS\eta}{D_o - 0.8t}$$

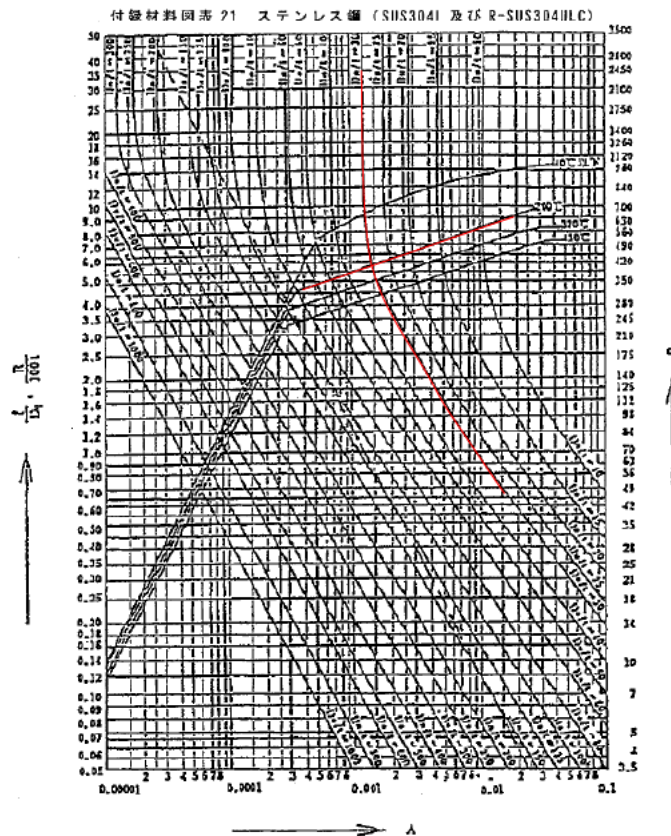
D_o : 外径 (mm) = 114.3mm

- η : 継手効率 = 1.0
- S : 許容引張応力 (MPa) = 404.1MPa
(SUS304 の引張り強さの 0.9 倍)
- t : 厚さ (mm) = 4.0mm

爆発の圧力が配管の外側から加わった場合
耐圧は下式*1より約 19MPa となる。

$$t = \frac{3PeD_0}{4B}$$

- t : 管の計算上必要な厚さ (mm) = 4.0mm
- D₀ : 管の外径 = 114.3mm
- Pe : 外面に受ける最高の圧力 (MPa)
- B : 付録材料図表 21 から求めた値 = 420



仮に水素爆発が起こったとしても圧力はせいぜい数 MPa であるため、拡大防止用圧縮空気供給系が使用できなくなることはない。

* 1 「再処理設備規格 設計規格(2010年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

c. 放射線

水素爆発により気相中へ移行する放射性物質からの放射線に曝されるが、材質又は設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

(2) 可搬型重大事故等対処設備（可搬型空気圧縮機，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース）

a. 温度

可搬型個別供給用建屋外ホース等は、可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を送気するのみである。

拡大防止対策は、水素爆発開始までに実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

可搬型空気圧縮機は、建屋外に配備するため、仮に水素爆発が起こったとしても、セル内の機器の爆発による影響を受けない。

b. 圧力

可搬型個別供給用建屋外ホース等の使用圧力が 1 MPa 程度であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力(約 0.69MPa 程度)はそれよりも小さいことから、有意な影響はない。

可搬型空気圧縮機は、建屋外に配備するため、仮に水素爆発が起こったとしても、セル内の機器の爆発による影響を受けない。

4. 代替換気設備のセル導出設備

- (1) 常設及び可搬型重大事故等対処設備（配管・弁，ダクト・ダンパ，隔離弁，水封安全器，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット，前処理建屋の可搬型ダクト）

a. 温度

異常な水準の放出防止対策（セル導出）は，水素爆発前に実施されるため，温度条件としては蒸発乾固時における各溶液の沸点程度（100℃を上回る程度）であることから，常設重大事故等対処設備である代替換気設備の配管・弁，ダクト・ダンパ，隔離弁，水封安全器，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットが有意な影響を受けることはなく，また，可搬型重大事故等対処設備である前処理建屋の可搬型ダクトについても，想定される使用温度において有意な影響はない。

仮に水素爆発が起こった場合，瞬間的に気体の温度は上昇するが，貯槽温度を有意に上昇させる熱量ではなく数度の温度上昇に留まること，過渡的な現象であることから有意な影響はない

b. 圧力

仮に水素爆発が起こった場合，セル導出設備の配管・弁，ダクト・ダンパ，水封安全器，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット内の圧力上昇の可能性はあるが，十分な強度を持つことから，有意な影響はない*。

隔離弁については，耐圧性能が水素濃度8vol%の爆発による圧力上昇を上回るため，経路維持可能であり有意な影響はない（補足8-15）。

*爆発の圧力が太めの配管の内側から加わった場合

耐圧は下式⁽¹⁾より約16MPaとなる。

$$P = \frac{2tS\eta}{D_o - 0.8t}$$

D_o : 外径 (mm) = 812.8mm

η : 継手効率 = 1.0

S : 許容引張応力 (MPa) = 336.6MPa

(100°CのR-SUS304ULCの引張り強さの0.9倍)

t : 厚さ (mm) = 20mm

c. 放射線

水素爆発により気相中へ移行する放射性物質からの放射線に曝されるが、材質又は設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

5. 代替換気設備のセル導出設備の代替セル排気系

(1) 常設重大事故等対処設備 (ダクト・ダンパ, 前処理建屋の主排気筒へ排出するユニット)

a. 温度

異常な水準の放出防止対策は、水素爆発前に実施されるため、温度条件としては蒸発乾固の各溶液の沸点程度 (100°Cを上回る程度) であることから、常設重大事故等対処設備である代替セル排気系のダクト・ダンパ及び前処理建屋の主排気筒へ排出するユニットが有意な影響を受けることはない。

仮に水素爆発が起こった場合においては、導出先のセルの容積により発生圧力は緩和されることから、温度上昇は僅かであり代替セル排気系のダクト・ダンパ及び前処理建屋の主排気筒へ排出するユニットが有意な影響を受けることはない。

b. 圧力

異常な水準の放出防止対策は、水素爆発前に実施されるため、有意な圧力上昇はないと考えられるが、万一水素爆発により逆止ダンパから放射性物質が漏えいしたとしても、可搬型排風機を起動することにより管理しながら放出することが可能である。

6. 結果

2. ～ 5. より、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、重大事故等対処施設は機能を有効に発揮する。

以上

補足説明資料 8-11 (28条)
8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

圧縮空気手動供給ユニットの信頼性について

1. はじめに

水素掃気機能の喪失により重大事故の水素爆発を想定する貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの許容空白が短い分離建屋，精製建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については，圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットを常設重大事故等対処設備として設置するが，これらの機能喪失により圧縮空気が供給できない場合を想定し，圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットを接続する水素掃気配管とは異なる配管に，手動で速やかに接続できる圧縮空気手動供給ユニットを設置することで，可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給開始までに貯槽等内の水素濃度が未然防止に至ることを防止する。

本書では，圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給に係る信頼性について説明する。

2. 圧縮空気手動供給ユニットの設備概要

分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する圧縮空気手動供給ユニットの概要図を図1に示す。

分離建屋の圧縮空気手動供給ユニットは，空気容量約 10m³ [normal]，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

精製建屋の圧縮空気手動供給ユニットは，空気容量約 62m³ [normal]，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニットは、空気容量約 31m³ [normal]，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

圧縮空気を供給する際は，接続ホースを機器圧縮空気供給配管へコネクタにより接続し，手動弁を開操作することにより，容易に接続及び圧縮空気の供給が可能である。

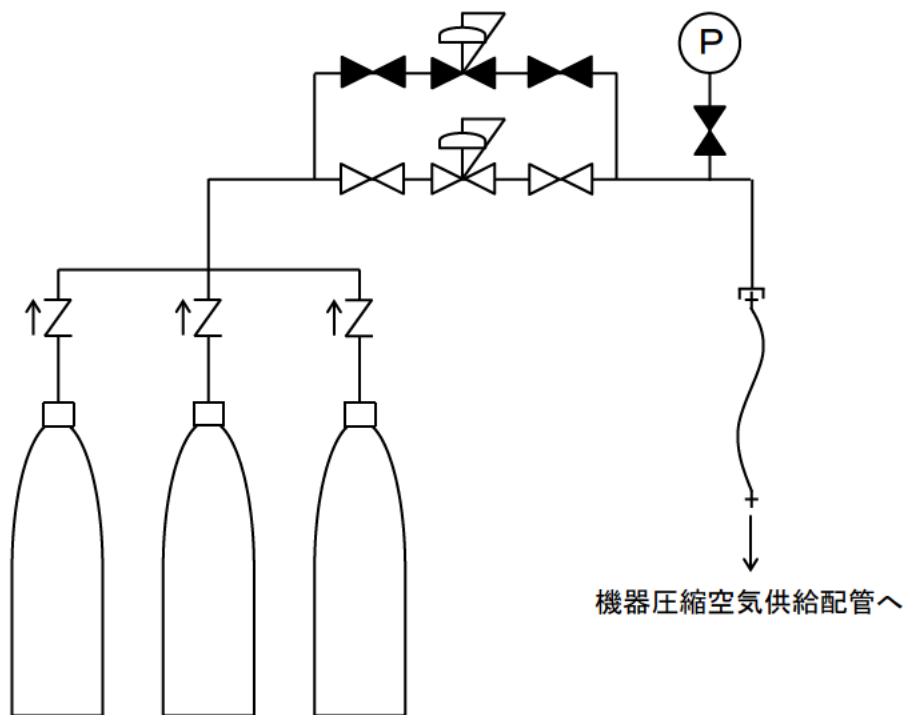


図 1. 圧縮空気手動供給ユニットの概要図

3. 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給に要する時間について

圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給に要する時間は、訓練実績により、2名/班で、1箇所あたり約5分で接続及び弁操作が実施できることを確認している。このため、事象発生後の待機時間15分及び建屋内への移動時間30分を考慮すると、圧縮空気自動供給貯槽及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給がない場合の許容空白時間が1時間20分と最も短い精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽に対し、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給は、50分で完了することが可能である。

また、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給に係る要員は、4名/班としており、訓練時の2倍の要員数としている。

さらに、水素掃気機能喪失時には、前処理建屋に設置している安全圧縮空気系の空気貯槽から水素掃気用の圧縮空気の供給が継続される設計としており、試験実績より、機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な圧縮空気を約30分間供給可能であることを確認している。このため、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給時には、未然防止濃度に至るまでの時間が延長される可能性がある。

4. 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気流量について

水素掃気機能が喪失した場合、分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニットから、液浸配管を用いて貯槽等に圧縮空気を手動で供給する。圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給時は、液浸配管から圧縮空気を供給するため、補足説明資料8-6に示したとおり、溶液のはかくはん効果により水素発生量が増加する可能性がある。可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給時は、

水素発生量の増加を考慮し、設計掃気流量相当の圧縮空気流量にて供給するが、水素発生量の増加を想定した場合、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始までに未然防止濃度に至る可能性がある貯槽等については、圧縮空気手動供給ユニットから十分な量の圧縮空気として、未然防止濃度以下に維持するための流量の10倍以上の流量を確保できる設計とする。

圧縮空気手動供給ユニットは、減圧弁により圧縮空気供給圧力を機械的に調整し、圧縮空気供給流量を一定に維持する設計とする。

<分離建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

- ・ プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム溶液中間受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$

合計： $0.6\text{m}^3/\text{h}$

<精製建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

- ・ プルトニウム溶液供給槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 油水分離槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮缶供給槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.58\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム溶液一時貯槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.58\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液受槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液一時貯槽： $0.065\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.65\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液計量槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ リサイクル槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量) $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$

- ・ プルトニウム濃縮液中間貯槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
 - ・ 希釈槽： $0.048\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.48\text{m}^3/\text{h}$
 - ・ 第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
 - ・ 第3一時貯留処理槽： $0.029\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.29\text{m}^3/\text{h}$
- 合計： $5.06\text{m}^3/\text{h}$

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

- ・ 硝酸プルトニウム貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$
 - ・ 混合槽A： $0.033\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
 - ・ 混合槽B： $0.033\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
 - ・ 一時貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$
- 合計： $1.52\text{m}^3/\text{h}$

補足説明資料 8-12 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

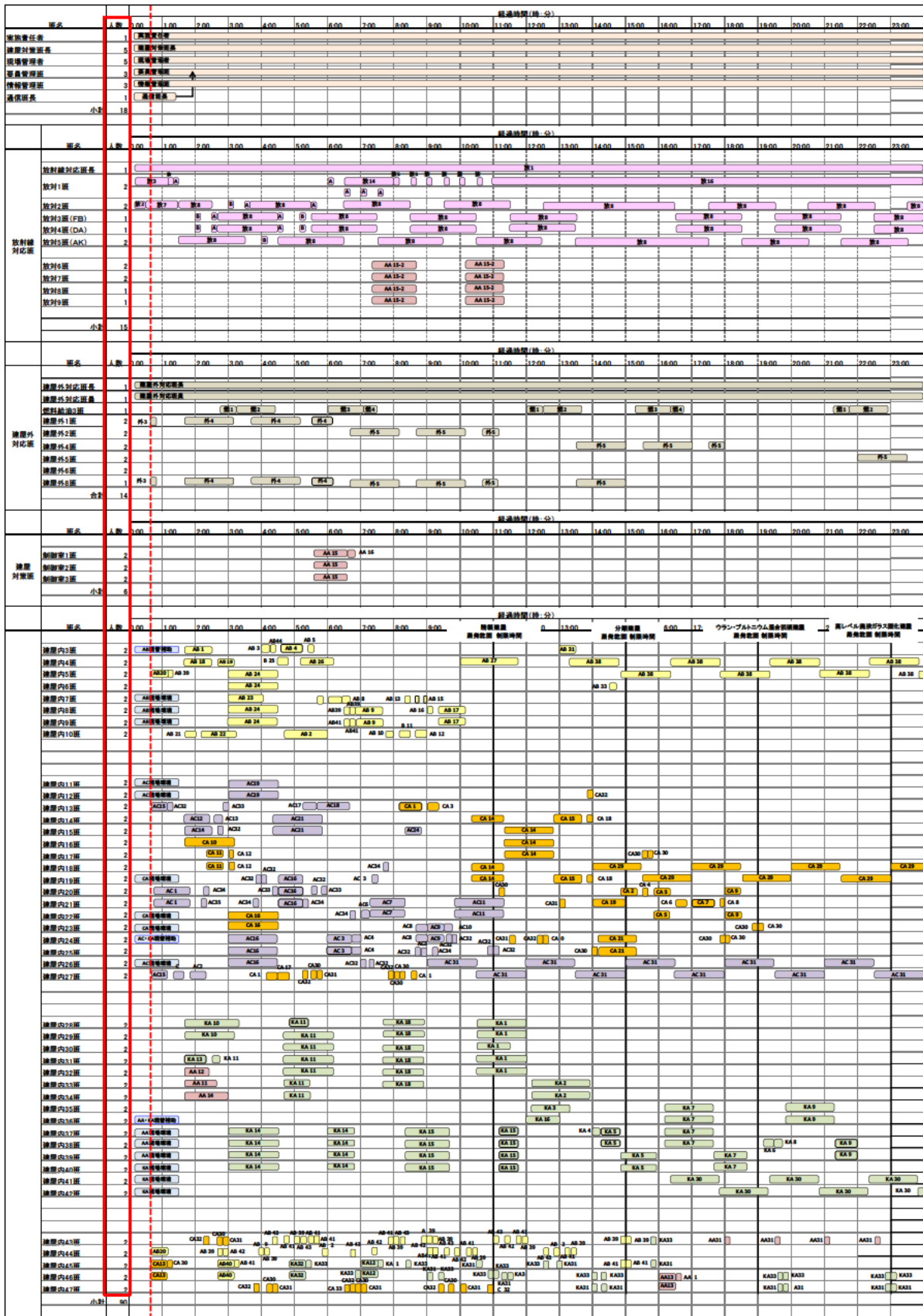
要員及び資源等の評価

1. 必要な要員及び資源の算出方法

1.1 必要な要員の算出方法（合計要員数の算出）

水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策に必要な要員は、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋における作業に係る要員（建屋対策班）、建屋外における作業に係る要員（建屋外対応班）及び実施責任者等を合算した要員とし、同一時間軸で最大となる要員を算出する。必要な要員の評価方法を第 1.1-1 図に示す。

第 1.1-1 図より、待機している要員も含めた場合の水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策に必要な要員は 143 人である。



水素爆発への対処に関与している要員数

第 1.1-1 図 合計要員数の算出方法

1.2 必要な要員の算出方法（各対策に必要な要員数の算出）

水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策の各対策に必要な要員数は、建屋毎に算出し、各対策に必要な要員数を、実施責任者等、建屋外対応班及び建屋対策班の要員を合算することにより算出する。

実施責任者等、建屋外対応班及び建屋対策班の要員数は、タイムチャートより算出する。以下に算出手順を示す。対応するイメージを第1図から第3図に示す。

- A) 対応手段とタイムチャートの関係を第 1.2-1 表のとおり定義している（本表の作業内容は、精製建屋を主な例としている）。本表に基づき、対象となる建屋のタイムチャートから、該当する行を抽出する。
- B) 該当する作業項目に当たる班番号及び班の数を整理する。同じ班番号の班員は重複でカウントしない。このため、対応に必要な班の数、班の構成人数を整理する。
- C) 整理した班及び構成人数から、対処に必要な人数を計算する。
- D) 計算した結果を、操作の成立性に必要な要員数とする。
- E) 第 1.2-1 表で定義した制限時間に該当する行の時間を、完了時間とする。
- F) 同様の手順を、すべての対策について実施する。

以下に、分離建屋及び精製建屋の各対策に必要な要員数の算出例を示す。

第 1.2-1 表(1) 対応手段とタイムチャートの対応

対応手段		タイムチャート上の作業内容 (枠付き作業が対策の完了時間)	タイムチャート上の作業班
事象毎に統一して積算	— (実施責任者)	— (外的事象について、対策に必要な共通的な要員として、指揮者、指揮者のサポート、対策を成立させるために必要な放射線対応班、情報管理班等を積むことで統一する。)	実施責任者 建屋対策班長 現場管理者 要員管理班 情報管理班 通信班長 建屋外対応班長 放射線対応班長 放射線対応班
	— (建屋外対応班)	— (外的事象について、対策を成立させるために必要な屋外の作業に係る要員を積むことで統一する。)	建屋外対応班 燃料給油班 建屋外班員
対策毎に要員を積算	水素爆発を未然に防止するための空気の供給 (○建屋)	発生防止対策の作業内容のうち、以下を除いた作業内容 ・現場環境確認 完了時間とする操作： <u>可搬型空気圧縮機からの供給開始</u>	建屋内班員
	水素爆発を未然に防止するための空気の供給 (○建屋、機器圧縮空気自動供給ユニットへの切替え)	・ <u>圧縮空気自動供給貯槽圧力確認、弁操作</u>	建屋内班員
	水素爆発を未然に防止するための空気の供給 (○○建屋、圧縮空気自動供給貯槽及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給がない貯槽等の場合)	発生防止対策の作業内容のうち、以下を除いた作業内容 ・現場環境確認 ・圧縮空気自動供給貯槽圧力確認、弁操作 ・圧縮空気自動供給ユニット圧力確認、弁操作 完了時間とする操作： <u>可搬型空気圧縮機からの供給開始</u>	建屋内班員
	水素爆発の再発を防止するための空気の供給 (前処理、高レベル廃液ガラス固化建屋)	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測 ・可搬型建屋外ホース接続及び可搬型建屋内ホース接続 ・可搬型建屋内ホース敷設、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計設置 ・ <u>可搬型空気圧縮機からの供給開始</u> ・セル導出ユニット流量計設置 ・貯槽掃気流量確認、貯槽掃気流量調整、セル導出ユニット流量確認 ・可搬型水素濃度計設置 ・水素濃度測定 ・計器監視	建屋内班員
	水素爆発の再発を防止するための空気の供給 (○建屋、圧縮空気手動供給ユニットからの供給開始)	・ <u>圧縮空気手動供給ユニットからの供給</u>	建屋内班員

第 1.2-1 表(2) 対応手段とタイムチャートの対応

	対応手段	タイムチャート上の作業内容	タイムチャート上の作業班
対策毎に要員を積算	水素爆発の再発を防止するための空気の供給 (〇〇建屋、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 圧縮空気手動供給ユニット圧力確認 ・ 可搬型建屋内ホース接続（建屋入口） ・ 可搬型建屋内ホース接続，可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計設置 ・ 可搬型空気圧縮機からの供給開始，かくはん系統圧縮空気圧力確認 ・ かくはん系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気流量確認，貯槽掃気流量調整，セル導出ユニット流量確認 ・ 可搬型水素濃度計設置 ・ 水素濃度測定 ・ 可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測 ・ 貯槽溶液温度計測 ・ 計器監視 	建屋内班員
	セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応 (〇〇建屋のセルへの導出経路の構築の操作)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隔離弁の操作，可搬型セル導出ユニット流量系設置 ・ ダンパ閉止 ・ 可搬型導出先セル圧力計設置 ・ 計器監視 <p>完了時間：計器監視以外で最も遅い時間</p>	建屋内班員
	セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応 (〇〇建屋の代替セル排気系による対応の操作)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 可搬型ダクト，可搬型排風機，可搬型フィルタの設置 ・ 可搬型排風機起動準備 ・ 導出先セル圧力確認、可搬型排風機起動 ・ 可搬型電源ケーブル敷設 ・ 計器監視 	建屋内班員

(分離建屋の例)

第 1.2-2 表 分離建屋の水素爆発の各対策に係る要員

建屋	機器名	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策
		水素爆発を未然に防止するための空気の供給に必要な要員数 [人]	水素爆発の再発を防止するための空気の供給に必要な要員数 [人]	セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に必要な要員数 [人]
分離建屋	プルトニウム溶液受槽	65 (実施責任者等※28, 建屋外対応班 13, 建屋対策班 24)	65 (実施責任者等※28, 建屋外対応班 13, 建屋対策班 24)	51 (実施責任者等※28, 建屋外対応班 13, 建屋対策班 14)
	プルトニウム溶液中間貯槽			
	第2一時貯留処理槽			
	第3一時貯留処理槽			
	第4一時貯留処理槽			
	高レベル廃液濃縮缶			
	溶解液中間貯槽			
	溶解液供給槽			
	抽出廃液受槽			
	抽出廃液中間貯槽			
	抽出廃液供給槽			

※実施責任者等：実施責任者、建屋対策班長、現場管理者、建屋外対応班長、要員管理班、情報管理班、通信班長及び放射線対応班

分離建屋の「水素爆発を未然に防止するための空気の供給」に係る要員数について、実施責任者等の要員数の算出方法を第 1.2-1 図に、建屋外対応班の要員数の算出方法を第 1.2-2 図に、建屋対策班の要員数の算出方法を第 1.2-3 図にそれぞれ示す。

上記の建屋対策班、建屋外対応班及び実施責任者等の要員数を合算することにより、分離建屋の「水素爆発を未然に防止するための空気の供給」に係る要員数 65 人を算出する。

作業番号	作業班	要員数	所要時間※ (時:分)	0:00 1:00	
				0:00	1:00
-	-	1	-		
-	-	5	-		
-	-	5	-		
-	-	3	-		
-	-	3	-		
-	-	1	1:15		
-	-	1	-		
放	1	1	-		

作業番号	作業内容	作業班	要員数	所要時間※ (時:分)	0:00 1:00	
					0:00	1:00
放	2	放対2班	2	0:20	放対2班	放7
放	3	放対1班	2	1:00	放対1班	
放	4	放対1班, 放対2班 放対3班, 放対4班 放対5班	8	2:10	放6	放対1班
放	5	放対1班, 放対2班 放対3班, 放対4班 放対5班	8	3:10	放10	放対1班
放	7	放対2班, 放対3班 放対4班, 放対5班	6	1:00	放2, 3, 4	放
放	8	放対2班, 放対3班 放対4班, 放対5班	6	-	放4, 5	放7
放	14	放対1班	2	1:30		
放	16	放対1班	2	-		

※: 各作業内容の実施に必要な

手順A)の作業: 該当する行を抽出する。

手順B)の作業: 班番号、班の数の整理。(第1.2-3表)

手順C)の作業: タイムチャートから対策に係る実施責任者等の要員数を計算する。

- ・実施責任者, 建屋対策班長, 現場管理者, 要員管理班, 情報管理班, 通信班長, 建屋外対応班長, 放射線対応班長 ⇒ 20人
- ・放射線対応 1班~5班 ⇒ 8人

⇒実施責任者等 合計 28人

第1.2-1図 建屋対策班の要員数の算出方法 (分離建屋の例)

第 1.2-3 表 班番号、班の数の整理

作業班	要員数
実施責任者	1
建屋対策班長	5
現場管理者	5
要員管理班	3
情報管理班	3
通信班長	1
建屋外対応班長	1
放射線対応班長	1
放対 1 班	2
放対 2 班	2
放対 3 班	2
放対 4 班	1
放対 5 班	1
合計	28

作業番号	作業内容	作業班	要員数	所要時間※ (時:分)	0:00
					1
-	-	建屋外対応班員	1	-	
燃	1	燃料給油3班	1	-	
燃	2	燃料給油3班	1	-	
燃	3	燃料給油3班	1	-	
燃	4	燃料給油3班	1	-	
外	3	建屋外1班, 建屋外8班	3	0:10	建屋外1, 8
外	4	建屋外1班, 建屋外8班	3	3:40	外3 (建屋)
外	5	建屋外2班, 建屋外4班 建屋外5班, 建屋外6班 建屋外8班	9	-	外17-1 (

※: 各作業内容の実施

手順A)の作業: 該当する行を抽出する。

手順B)の作業: 班番号、班の数の整理。(下表参照)

手順C)の作業: タイムチャートから対策に係る建屋外対応班の要員数を読み取る。

- ・ 建屋外班員: 1人
- ・ 燃料給油班3班: 1人
- ・ 建屋外1班, 2班, 4班, 5班, 6班, 8班 (8班のみ1人, その他の班は2人): 11人

⇒ 建屋外対応班 合計 13人

作業班	要員数
建屋外対応班員	1
燃料給油3班	1
建屋外1班	2
建屋外2班	2
建屋外4班	2
建屋外5班	2
建屋外6班	2
建屋外8班	1
合計	13

第 1.2-2 図 建屋外対応班の要員数の算出方法 (分離建屋の例)

作業番号	作業内容	作業班	要員数	所要時間※ (時：分)	0:00		1:	
-	・現場環境確認（屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置）	建屋内7班, 建屋内8班 建屋内9班	6	1:20			建屋内7, 8	
AB 27	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽等温度測定	建屋内4班	2	1:45				
AB 31	・貯槽等温度計測	建屋内3班	2	0:30				
AB 33	・貯槽等温度測定	建屋内6班	2	0:15				
AB 1	・可搬型建屋外ホース敷設, 接続	建屋内3班	2	0:50			AB 現管補助	
AB 2	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内10班	2	1:20			AB22	
AB 4	・可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内3班	2	0:40				
AB 5	・可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内3班	2	0:10				
AB 6	・可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内7班	2	0:10				
AB 7	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内7班	2	0:25				
AB 8	・可搬型空気圧縮機からの供給開始, 水素掃気系統圧縮空気の圧力確認	建屋内7班	2	0:15				
AB 9	・水素掃気系統圧縮空気の圧力及び貯槽掃気流量確認, 貯槽掃気圧縮空気流量調整, セル導出ユニット流量確認	建屋内8班, 建屋内9班	4	0:50				
AB 42	・圧縮空気自動供給貯槽又は機器圧縮空気自動供給ユニット圧力確認	建屋内43班, 建屋内44班	4	1:20			CA3: (拡大防止)	
AB 44	・圧縮空気自動供給貯槽圧力確認, 弁操作	建屋内3班	2	0:10			AB3	
AB 20	・可搬型水素濃度計設置1	建屋内5班, 建屋内44班	4	0:30			建屋内5, 44班 	
AB 39	・貯槽等水素濃度測定1	建屋内5班, 建屋内8班 建屋内43班, 建屋内44班	8	2:30			建屋内6班 (拡大防止)	
AB 40	・可搬型水素濃度計設置2	建屋内45班, 建屋内46班	4	0:30			CA13 (建1) (拡大防止) 放G CA30 (建1) (拡大防止) 放G	
AB 41	・貯槽等水素濃度測定2	建屋内9班, 建屋内43班 建屋内44班, 建屋内45班	8	2:20				
AB 38	・計器監視（水素掃気系統圧縮空気の圧力, 貯槽掃気圧縮空気流量, 貯槽等水素濃度, 貯槽等温度） ・可搬型発電機及び可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内4班, 建屋内5班	4	-				

※：各作業内容の実施に

手順A)の作業：該当する行を抽出する。

手順B)の作業：班番号、班の数の整理。(第1.2-4表参照)

手順C)の作業：タイムチャートから対策に係る建屋対策班の要員数を読み取る。この際、現場環境確認の要員は、建屋対策班に含めない。

- ・建屋内3班, 4班, 5班, 6班, 7班, 8班, 9班, 10班, 43班, 44班, 45班, 46班
(各班2人) ⇒ **建屋対策班 合計24人**

第1.2-3図 建屋対策班の要員数の算出方法 (分離建屋の例)

第 1.2-4 表 班番号、班の数の整理

作業内容	作業班	人数	重複 削除	人数
・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽等温度測定	建屋内 4 班	2	4 班	2
・貯槽等温度計測	建屋内 3 班	2	3 班	2
・貯槽等温度測定	建屋内 6 班	2	6 班	2
・可搬型建屋外ホース敷設, 接続	建屋内 3 班	2		
・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内 10 班	2	10 班	2
・可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内 3 班	2		
・可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内 3 班	2		
・可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内 7 班	2	7 班	2
・可搬型空気圧縮機起動	建屋内 7 班	2		
・可搬型空気圧縮機からの供給開始, 水素掃気系統圧縮空気の圧力確認	建屋内 7 班	2		
・水素掃気系統圧縮空気の圧力及び貯槽掃気流量確認, 貯槽掃気圧縮空気流量調整, セル導出ユニット流量確認	建屋内 8 班, 建屋内 9 班	4	8, 9 班	4
・圧縮空気自動供給貯槽又は機器圧縮空気自動供給ユニット圧力確認	建屋内 43 班, 建屋内 44 班	4	43, 44 班	4
・圧縮空気自動供給貯槽圧力確認, 弁操作	建屋内 3 班	2		
・可搬型水素濃度計設置 1	建屋内 5 班, 建屋内 44 班	4	5 班	2
・貯槽等水素濃度測定 1	建屋内 5 班, 建屋内 8 班 建屋内 43 班, 建屋内 44 班	8		
・可搬型水素濃度計設置 2	建屋内 45 班, 建屋内 46 班	4	45, 46 班	4
・貯槽等水素濃度測定 2	建屋内 9 班, 建屋内 43 班 建屋内 44 班, 建屋内 45 班	8		
・計器監視 (水素掃気系統圧縮空気の圧力, 貯槽掃気圧縮空気流量, 貯槽等水素濃度, 貯槽等温度) ・可搬型発電機及び可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内 4 班, 建屋内 5 班	4		
合計				24

作業番号	作業内容	作業班	要員数	所要時間※ (時:分)	0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00											
					Gantt chart showing task duration and dependencies across a 9-hour timeline.											
-	・現場環境確認（屋内のアクセスルートの確認及び可換型通話装置の設置）	建屋内7班, 建屋内8班 建屋内9班	6	1:20	建屋内7, 8, 9班 → AB23 (建屋内7班), AB24 (建屋内8, 9班) (特大防止 (放出防止)) (特大防止 (放出防止))											
AB 27	・可換型貯槽温度計設置及び貯槽等温度測定	建屋内4班	2	1:45	AB受皿 (蒸気乾固発生防止) →											
AB 31	・貯槽等温度計測	建屋内3班	2	0:30	AB32											
AB 33	・貯槽等温度測定	建屋内6班	2	0:15												
AB 1	・可換型建屋外ホース敷設, 接続	建屋内3班	2	0:50	AB 観音補助 → 建屋内3班 → AB3 (水素爆発特大防止)											
AB 2	・可換型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可換型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内10班	2	1:20	AB22 (特大防止 (放出防止)) → 建屋内10班 → AB10 (水素爆発特大防止)											
AB 4	・可換型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内3班	2	0:40	AB44 → 建屋内3班											
AB 5	・可換型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内3班	2	0:10	AB受皿 (蒸気乾固発生防止)											
AB 6	・可換型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内7班	2	0:10	AB23 (特大防止 (放出防止)) → 建屋内7班											
AB 7	・可換型空気圧縮機起動	建屋内7班	2	0:25	完了時間-6時間40分											
AB 8	・可換型空気圧縮機からの供給開始, 水素掃気系統圧縮空気の圧力確認	建屋内7班	2	0:15	AB13 (水素爆発特大防止)											

第 1.2-5 図 手順 E) 完了時間の読み取り

(精製建屋の例) 説明は分離建屋と同様なので、解説は簡略化する。

第 1.2-5 表 精製建屋の水素爆発の各対策に係る要員

建屋	機器名	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策	
		水素爆発を未然に防止するための空気の供給に必要な要員数【人】	水素爆発の再発を防止するための空気の供給に必要な要員数【人】	セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に必要な要員数【人】	
精製建屋	プルトニウム溶液供給槽	63 (実施責任者等※28、 13、建屋対策班 22) ① ② ③	67 (実施責任者等※28、建屋外対応班 13、建屋対策班 26)	65 (実施責任者等※28、建屋外対応班 13、建屋対策班 24)	
	プルトニウム溶液受槽				
	油水分離槽				
	プルトニウム濃縮缶供給槽				
	プルトニウム溶液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮缶				
	プルトニウム濃縮液受槽				
	プルトニウム濃縮液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮液計量槽				
	リサイクル槽				
	希釈槽				
	プルトニウム濃縮液中間貯槽				
	第 2 一時貯留処理槽				
	第 3 一時貯留処理槽				
第 7 一時貯留処理槽					

※実施責任者等：実施責任者、建屋対策班長、現場管理者、建屋外対応班長、要員管理班、情報管理班、通信班長及び放射線対応班

精製建屋の「水素爆発を未然に防止するための空気の供給」に係る要員数について、建屋対策班の要員数の算出方法を第 1.2-4 図に示す。実施責任者等及び建屋外対応班は、各建屋共通の要員であるため、算出方法は分離建屋の例の第 1.2-1 図及び第 1.2-2 図にて示したものと同様である。

上記の建屋対策班、建屋外対応班及び実施責任者等の要員数を合算することにより、精製建屋の「水素爆発を未然に防止するための空気の供給」に係る要員数 63 人を算出する。

作業番号	作業内容	作業班	要員数	所要時間※ (時：分)	0:00	
					1	
-	・現場環境確認（屋内のアクセスルートの確認及び可搬型通話装置の設置）	建屋内11班, 建屋内12班 建屋内26班	6	1:20	建屋内11,	
AC 2	・可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内27班	2	0:30		
AC 3	・可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計設置	建屋内24班, 建屋内25班	4	0:45		
AC 4	・可搬型建屋内ホース接続 ③	建屋内24班, 建屋内25班	4	0:15		
AC 5	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内27班	2	0:20	建屋内2	
AC 6	・可搬型空気圧縮機からの供給開始, 水素掃気用圧縮空気の圧力確認	建屋内22班	2	0:15	AC15	(拡大防止)
AC 7	・水素掃気系統圧縮空気の圧力及び貯槽掃気圧縮空気流量確認, 貯槽掃気圧縮空気流量調整, セル導出ユニット流量確認	建屋内21班, 建屋内22班	4	1:05		
AC 33	・圧縮空気自動供給貯槽又は機器圧縮空気自動供給ユニット圧力確認	建屋内13班, 建屋内19班 建屋内20班, 建屋内25班	8	0:50	(拡大防	止) AC34
AC 35	・圧縮空気自動供給貯槽圧力確認, 弁操作	建屋内21班	2	0:10	AC	(水素掃気)
AC 15	・可搬型水素濃度計設置	建屋内13班, 建屋内27班	4	0:30	建屋内13,	
AC 32	・貯槽等水素濃度測定	建屋内13班, 建屋内15班 建屋内19班, 建屋内20班 建屋内24班, 建屋内25班 建屋内26班	14	2:00	(拡大防	止)
AC 21	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽等温度計測	建屋内14班, 建屋内15班	4	1:30	AC13 (建屋内1	AC22 (建屋内1
AC 24	・貯槽等温度計測	建屋内15班	2	0:30		
AC 31	・計器監視（水素掃気系統圧縮空気の圧力, 貯槽掃気圧縮空気流量, 貯槽等水素濃度, 貯槽等温度） ・可搬型発電機及び可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内26班, 建屋内27班	4	-		

※：各作業内容の実施

タイムチャートから対策に係る建屋対策班の要員数を読み取る。この際、現場環境確認の要員は、建屋対策班に含めない。

・建屋内 13 班, 14 班, 15 班, 19 班, 20 班, 21 班, 22 班, 24 班, 25 班, 26 班, 27 班 (各班 2 人)

⇒建屋対策班 合計 22 人

第 1.2-4 図 建屋対策班の要員数の算出方法 (精製建屋の例)

1.3 必要な燃料の算出方法

水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策で必要な燃料は、機器の1時間あたりの燃料消費量と燃料を必要とする機器の使用開始から対応時間7日間（168時間）までの時間の差（使用時間）の積である。

水素爆発への対処で燃料（軽油）を必要とする設備としては、可搬型空気圧縮機、可搬型発電機及び軽油用タンクローリ、運搬車及びホイールローダがある。

1時間あたりの燃料消費量を第1.2-1表に示す。

第1.3-1表 各機器の1時間あたりの燃料消費量

機器名	台数	1時間あたりの燃料消費量 (m ³ /h)
可搬型空気圧縮機 (前処理建屋, 分離建屋 及び高レベル廃液ガラス 固化建屋)	3	0.01
可搬型空気圧縮機 (精製建屋及びウラン・ プルトニウム混合脱硝建 屋)	1	0.008
可搬型発電機	4	0.018
軽油用タンクローリ	1	0.002
運搬車	7	0.005
ホイールローダ	3	0.02

必要な燃料の量については、可搬型空気圧縮機及び可搬型発電機を共用する対策、建屋の中で、最も使用量が多くなるように算出する。(共用している中で使用開始が最も早いものをもとに必要な燃料の量を算出)

1.3.1 可搬型空気圧縮機

可搬型空気圧縮機は、水素爆発の発生防止対策の水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備の代替安全圧縮空気系への圧縮空気の供給及び拡大防止対策の水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する設備の代替安全圧縮空気系への圧縮空気の供給に使用する。

前処理建屋で1台、分離建屋で1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台、高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。

外的事象の「地震」又は「火山」の想定によらず、必要な燃料の量は変わらない。

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」又は「火山」想定）	合計
可搬型空気圧縮機 4台起動 前処理建屋 10L/h（燃料消費率）×132h（運転時間）=1.4m ³ 分離建屋 10L/h（燃料消費率）×162h（運転時間）=1.7m ³ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 8L/h（燃料消費率）×166.7h（運転時間）=1.4m ³ 高レベル廃液ガラス固化建屋 10L/h（燃料消費率）×157.5h（運転時間）=1.6m ³	7日間の軽油消費量 約5.9m ³

1.3.2 可搬型発電機

可搬型発電機は、水素爆発の拡大防止対策の可搬型排風機の運転に使用する。

前処理建屋で1台、分離建屋で1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台、高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。

開始時間は可搬型発電機の起動からとする。

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」又は「火山」想定）	合計
可搬型発電機（18L/h） 4台起動 前処理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 154.2\text{（運転時間）} = 2.8\text{m}^3$ 分離建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.2\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.5\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 165\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 12m^3

1.3.3 軽油用タンクローリ，運搬車及びホイールローダ

軽油用タンクローリ，運搬車及びホイールローダは，燃料及び可搬型重大事故等対処設備の運搬及び設置並びにアクセスルートの整備に使用する。

外的事象の「地震」及び「火山」の想定時に必要な燃料の量をそれぞれ下表に示す。

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」想定）	合計
運搬等に必要な車両等 軽油用タンクローリ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.34\text{m}^3$ ホイールローダ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 3.4\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 3.9m^3

必要燃料算出過程（外的事象の「火山」想定）	合計
運搬等に必要車両等 軽油用タンクローリ $2\text{L/h (燃料消費率)} \times 168\text{h (運転時間)} \times 1\text{台} = 0.34\text{m}^3$ 運搬車 $5\text{L/h (燃料消費率)} \times 1.4\text{h (運転時間)} \times 6\text{台} = 0.060\text{m}^3$ $5\text{L/h (燃料消費率)} \times 0.75\text{h (運転時間)} \times 1\text{台} = 0.0038\text{m}^3$ ホイールローダ $20\text{L/h (燃料消費率)} \times 168\text{h (運転時間)} \times 1\text{台} = 3.4\text{m}^3$ $20\text{L/h (燃料消費率)} \times 4\text{h (運転時間)} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$ $20\text{L/h (燃料消費率)} \times 4\text{h (運転時間)} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 3.9m^3

1.4 必要な電源の算出方法

可搬型発電機については、水素爆発の拡大防止対策のセル排気系を代替する排気系を構築するための設備での可搬型排風機の運転に使用する。建屋間の共用については、精製建屋とウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のみ共用している。

1.4.1 前処理建屋可搬型発電機

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である前処理建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の750%）を踏まえ容量を7.5倍とし、 $5.2\text{kVA/台} \times 1\text{台} \times 7.5 = 39\text{kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても39kVAであることから、可搬型発電機の容量である約80kVAを超えることなく給電可能である。

(単位はkVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
合計 (起動時は最高値を記載)				5.2	39
評価			80kVA以下		

1.4.2 分離建屋可搬型発電機

分離建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である分離建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5kW以下の電動機については、全負荷電流の75%）を踏まえ容量を7.5倍とし、 $5.2\text{kVA}/\text{台} \times 1\text{台} \times 7.5 = 39\text{kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても39kVAであることから、可搬型発電機の容量である約80kVAを超えることなく給電可能である。

(単位はkVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
合計 (起動時は最高値を記載)				5.2	39
評価			80kVA以下		

1.4.3 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機（精製建屋と共用）

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型排風機の起動時容量については、電動機の

起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の75%）を踏まえ容量を7.5倍とし、 $5.2 \text{ kVA} / \text{台} \times 1 \text{ 台} \times 7.5 = 39 \text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の1台運転中で、さらに1台が起動する場合は、約45 kVAであることから、可搬型発電機の容量である約80 kVAを超えることなく給電可能である。

（単位はkVA）

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機（精製建屋）	1	5.2	5.2	39
2	可搬型排風機（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）	1	5.2	10.4	44.2
合 計 （起動時は最高値を記載）				10.4	44.2
評 価			80 kVA以下		

1.4.4 高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の75%）を踏まえ容量を7.5倍とし、 $5.2 \text{ kVA} / \text{台} \times 1 \text{ 台} \times 7.5 = 39 \text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても39 kVAであることから、可搬型発電機の容量である約80 kVAを超えることなく給電可能である。

(単位はkVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
合 計 (起動時は最高値を記載)				5.2	39
評 価			80 kVA以下		

補足説明資料 8-13 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

セル導出設備の隔離弁の爆発時健全性について

1. 水素濃度の想定について

水素爆発の発生防止対策や拡大防止対策は、機器内水素濃度が 8 v o 1 % に到達するまでに実施する。水素濃度が 8 v o 1 % ~ 12 v o 1 % では爆燃となるが、セル導出設備の健全性を評価するため、最も厳しい条件である機器内の水素濃度が 12 v o 1 % での爆発が起こることを想定する。

2. 爆発時の圧力上昇について

密閉状態で爆発が起こった場合の圧力上昇を以下にしめす。⁽¹⁾
 12 v o 1 % における爆発圧力は、初期圧力の約 4 倍となる (第 1 図参照)。爆発後の圧力は、AICC (Adiabatic Isochoric Complete Combustion, 断熱等積完全燃焼) に基づくと、初期圧力の約 5 倍になる。これらを踏まえて、初期圧力は大気圧 (=0.1013MP a) であるため、爆発時の圧力は $0.1013MP a \times 5 = 0.5065$ より約 0.5MP a とする。

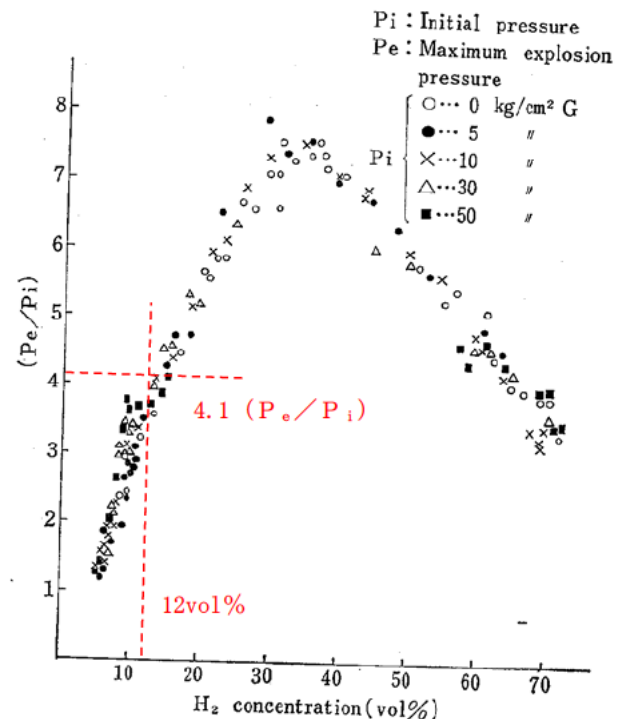


Fig.2 Ratio of explosion pressure to initial pressure and hydrogen concentration. (爆発圧力比と水素濃度の関係)

第 1 図 水素濃度と圧力比の関係

3. 隔離弁の健全性について

隔離弁の耐圧性能を以下に示す。

分類	前処理建屋	分離建屋	精製建屋	U・Pu 混合 脱硝建屋	高レベル 廃液 ガラス固化 建屋
耐圧性能 (MPa)	2.3/3.0	2.0	1.5	1.5	2.9
隔離弁 種類	バタフライ弁 /ニードル弁	バタフライ弁	バタフライ弁	ゲート弁	バタフライ弁

各建屋の隔離弁の耐圧性能は、0.5MPaより十分大きいことから、隔離弁の健全性は維持される。

4. 参考文献

- (1) 柳生，松田：“水素の爆発危険性についての研究（第2報）”，
産業安全研究所報告，RIIS-PR-21-4（1973）

補足説明資料 8-14 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

可搬型フィルタの健全性について

(1) 方法

各建屋において未然防止濃度に到達するまでの時間が最も短い水素爆発を想定する機器が未然防止濃度に到達するまでの時間において、建屋内の機器から発生した水素の全量が爆発することを想定する。水素爆発によって生じたエネルギーは全て導出先のセル及び連結するセルの温度上昇に使われると仮定し、爆発前後の気体のエンタルピの収支計算を行って爆発後の温度を評価する。爆発前の水素のエンタルピについてはわずかであるため考慮しない。また窒素は酸素より、同一の温度に対して内部エネルギーが小さいので、爆発後の温度は高めに算出されることから、酸素の内部エネルギーは窒素の内部エネルギーに置き換えて評価する。

$$E_{O_2 1} + E_{N_2 1} = E_{O_2 2} + E_{N_2 2} + E_{H_2O 2} + E_D$$

ここで、

$E_{O_2 1}$: 水素爆発発生前の酸素のエンタルピ (k J)

$E_{N_2 1}$: 水素爆発発生前の窒素のエンタルピ (k J)

$E_{O_2 2}$: 水素爆発発生後の酸素のエンタルピ (k J)

$E_{N_2 2}$: 水素爆発発生後の窒素のエンタルピ (k J)

$E_{H_2O 2}$: 水素爆発発生後の蒸気のエンタルピ (k J)

E_D : 爆発 (燃焼) による生成エンタルピ (k J)

ただし、

$$E = \frac{V}{V_N} \times H(T)$$

ここで、

E:エンタルピー (kJ)

V:ガス体積 (m³)

V_N:標準モル体積 (m³/mol)

H(T):比エンタルピー (kJ/mol)

爆発後の圧力については、状態方程式から求める。

$$P = P_0 \times \frac{T}{T_0}$$

ここで、

P₀:初期圧力 (101.3 kPa)

T:爆発後の温度 (K)

T₀:初期温度 (323K)

爆発後の温度T及び圧力上昇P - P₀を評価し、可搬型フィルタの健全性が維持される差圧及び温度と比較することにより、可搬型フィルタの健全性を確認する。

(2) 可搬型フィルタの健全性の評価条件

水素量は、水素爆発を想定する機器内の溶液性状に依存して変化する。このため、水素掃気機能のみ喪失した場合、冷却機能喪失が重畳した場合の2通りを比較し、水素発生量が多くなる条件をインプットとする。

(i) 水素掃気機能のみが喪失した場合

各建屋において、水素爆発を想定する機器内の水素濃度が未然防止濃度に至った時点での水素発生量合計を求める。結果を以下に示す。

前処理建屋	: <u>3.0m³</u>
分離建屋	: <u>2.2m³</u>
精製建屋	: <u>0.15m³</u>
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	: <u>0.07m³</u>
高レベル廃液ガラス固化建屋	: <u>4.7m³</u>

(ii) 冷却機能の喪失が重畳した場合

各建屋において、水素爆発を想定する機器内の水素濃度が未然防止濃度に至った時点での水素発生量合計を求める。このとき、溶液の温度変化を考慮し、溶液温度が 70°Cを超えた時点で水素発生量を 5 倍とする。結果を以下に示す。

前処理建屋	: <u>3.0m³</u>
分離建屋	: <u>2.2m³</u>
精製建屋	: <u>0.15m³</u>
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	: <u>0.07m³</u>
高レベル廃液ガラス固化建屋	: <u>4.7m³</u>

(iii) 評価に用いる水素量

上記の(i)及び(ii)の検討結果から、(ii)を採用する。

(3) 評価結果

可搬型フィルタの健全性が維持される温度は 200°C未満，可搬型フィルタの健全性が維持される差圧は 9.8 k P a 未満である。

以下に示すとおり，各建屋における爆発後のセル内温度は 200°C未満であり，圧力上昇は 9.8 k P a 未満である。このため，可搬型フィルタの健全性は維持される。

前処理建屋：セル内温度 53°C，圧力上昇 0.87 k P a

分離建屋：セル内温度 51°C，圧力上昇 0.23 k P a

精製建屋：セル内温度 50°C，圧力上昇 0.016 k P a

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

：セル内温度 55°C，圧力上昇 1.4 k P a

高レベル廃液ガラス固化建屋

：セル内温度 66°C，圧力上昇 4.8 k P a

補足説明資料 8-15 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

5 因子法において採用した値の適用性について

1. はじめに

放出量評価において、文献から値を引用して評価に適用している。文献における試験の実施条件、適用範囲を確認し、文献引用の適用性について確認した。

2. 評価に用いた値と引用文献の関係について

対策成功時の放出量評価においては、第1表の値を使用している。

第1表 対策成功時の放出量評価において採用した値

分類	項目	採用した値	引用元、参考元
MAR	重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質質量	放射性物質質量の最大値	—
DR	貯槽に保有される放射性物質質量のうち事故の影響を受ける割合	1	—
ARF	圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合	圧縮空気 1 m ³ 当たり 10 mg	F. J. Herrmann, et. al., Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps, Proceedings of the 16 th DOE Nuclear air cleaning conference held in San Diego, California, 20-23 October 1980.
DF	放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数	10	小林卓志ほか．“再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2”．日本原子力学会 2016年春の年会，日本原子力学会，2016-03．
DF	高性能粒子フィルタの除染係数	10 ³ /フィルタ 1 段	尾崎誠，金川昭．高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（I）DOPエアロゾルの捕集性能．日本原子力学会誌．1985，vol. 27，no. 7．

重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量は、六ヶ所再処理施設の設計で決めるべきものであるため、文献を引用していない。なお、貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合については、圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合の設定「圧縮空気 1 m³ 当たり 10mg」の中で既に考慮されているため 1 とした。R F は放出後の放射性物質の粒径分布の情報がないため、放出量を多くする想定として 1 と設定した。

水素爆発時の放出量評価においては、下表の値を使用している。

第 2 表 水素爆発時の放出量評価において採用した値

分類	項目	採用した値	引用元、参考元
M A R	重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量	放射性物質量の最大値	—
D R	貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合	1	—
A R F	水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合	1×10^{-4}	Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998. 他
D F	放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数	10	小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査 (5) 環状容器試験 その 2”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03.
D F	大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準	9.3kPa	尾崎他、「高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験, (VII), 圧力変化試験」、日本原子力学会誌、Vol. 30, No. 4, 1988 年

爆発の影響を受けるのは液面付近の溶液に限られると考えられるが、事故の影響を受ける割合に関する情報がないことから放出量を多くする想定として貯槽に保有される放射性物質量の全量が影響を受けるものとした。

3. 文献引用の妥当性について

(1) 圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

試験条件と実機の条件を第3表に示す。試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。

第3表 圧縮空気の供給に係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 ^[1]	実機条件	考察
設備	再処理工場の第1抽出サイクル(第1図①参照)	再処理工場	試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。
内包液	実液	実液	試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。
掃気流量	150 m ³ / h ~ 3000 m ³ / h (第1図②参照)	数~数十 m ³ / h (建屋により異なる)	実機条件よりも試験条件の掃気流量が多いことから、エアロゾル濃度についてもより厳しい結果を与える試験条件の10 mg / m ³ としている。(②参照)

Table II Contribution of Stirring, Transferring, Scavenging Processes and Pulse Air to the Total Quantity of Off-Gas from Vessels in the 1st Extraction Cycle ^①

Aerosol Sources	Air m ³ /h	Aerosol Loading (mg/m ³ air)
Stirring Air	440 - 3000	10
Transfer Air (Airlift)	160 - 200	10
Pulse Air	600	0,1
Scavenging Air	150	0,1 - 1

第1図 圧縮空気の供給に係る文献の該当部分^[1]

(2) 水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

水素爆発による気相への移行率を直接測定した例は少ないため、緩やかに加圧したあと急激に減圧させた場合の気相への移行を参考に設定した。根拠となる試験はNUREG/CR-3093に記されている。

爆発の場合には急激な圧力上昇とその後の減圧に伴う気泡の発生により放射性物質が気相へ移行する。一方、緩やかに加圧した試験は、加圧されたガスが爆発に比べてより多く液に溶存し、爆発に比べ多くの気泡が生じることから、文献は爆発より厳しい条件となる。文献による気相への移行率 $4 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-4}$ に対し爆発による移行率は小さい値をとると考えられる。

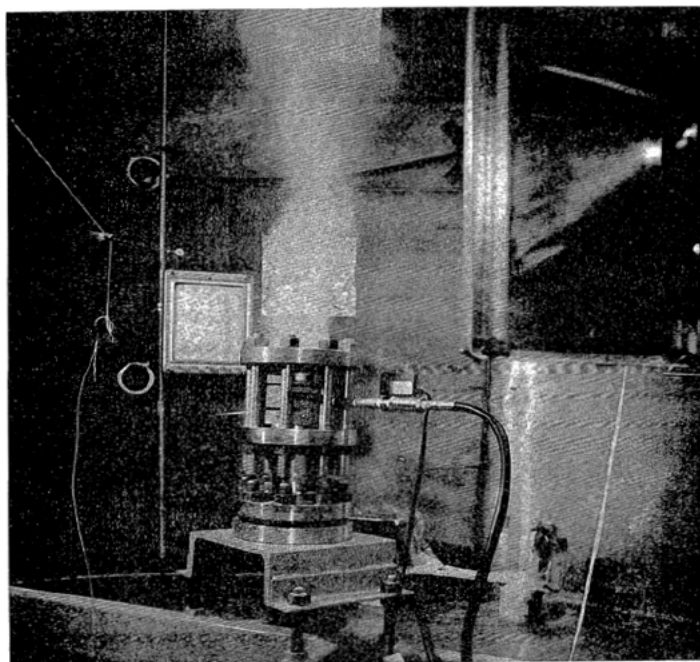
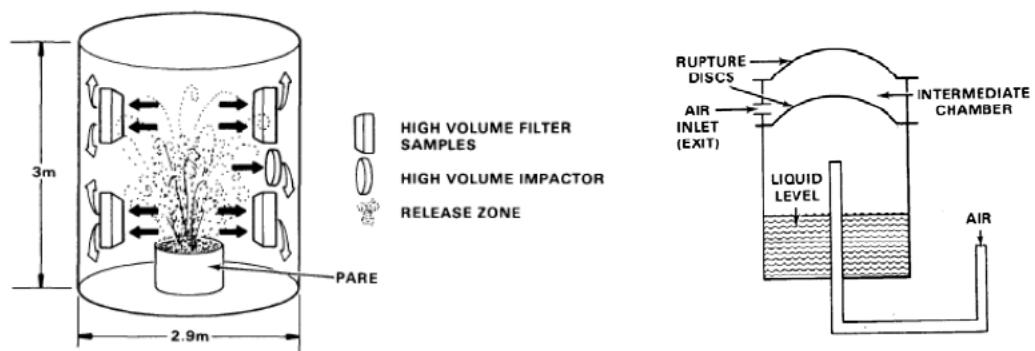
したがって、当該文献は適用できる。

【NUREG/CR-3093 の試験概要】

- ▶ 硝酸ウラニル溶液を含む容器内に空気を封入・加圧し、容器を開放した際に容器外に放出される溶液を回収し、移行率を算出した。

$$\text{移行率} = \frac{\text{気相へ移行した溶質量}}{\text{容器に投入した初期溶質量}}$$

- ▶ 溶液量、溶液組成は明らかであるが、試験容器の具体的なサイズは不明である。
- ▶ 試験時の圧力は明らかではあるが、加圧した時間は不明であり、緩やかな加圧と想定される。
- ▶ 一方、ラプチャーディスク破損時の放出挙動は第2図の通りであり、容器上部が開放していると考えられる。



NUREG/CR-3093 より引用

第 2 図 水素爆発に伴う移行に係る文献の該当部分^[1]

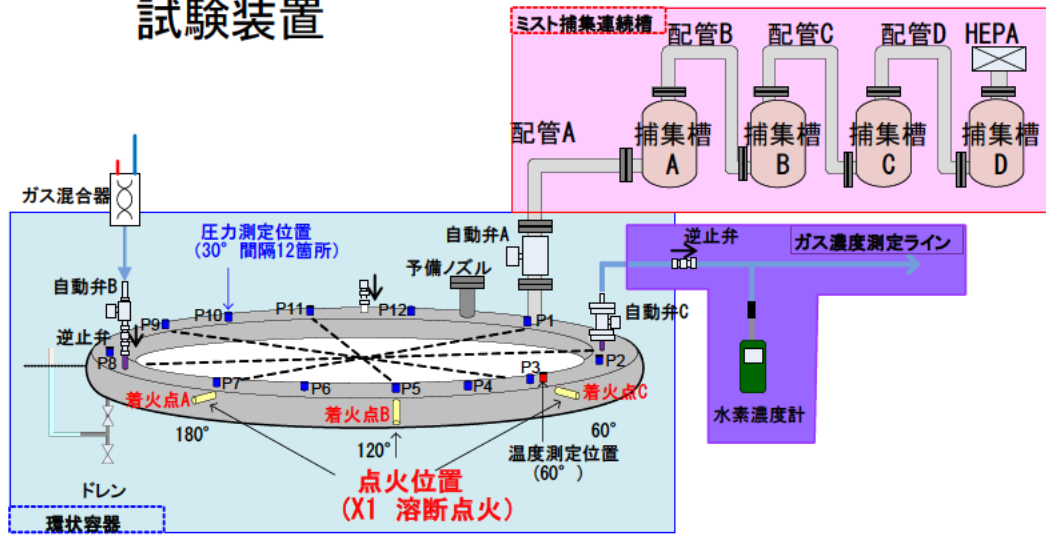
(3) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除去効率について

試験条件と実機の条件を第4表に示す。試験から得られた配管曲り部の除染係数は、より複雑かつ配管の長い実機条件と比較して厳しい結果を与えると考えられ、除染係数10は適用可能である

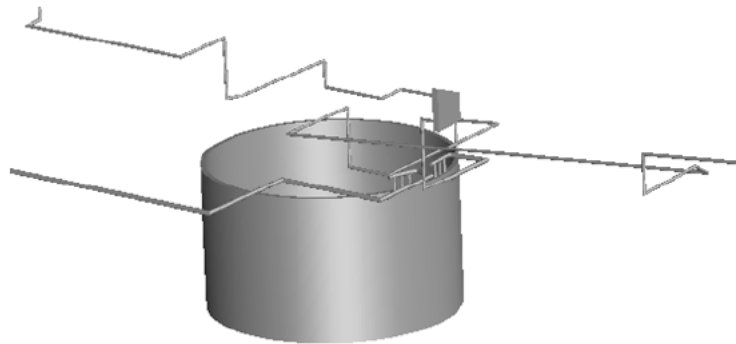
第4表 沈着に係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 [3]	実機条件	考察
容器のサイズ	直径約3.8mの円環形状 (第3図参照)	水素爆発を想定する機器により様々	発生圧力が高いのは、壁面の圧力波の反射により火炎が加速しやすい円環形状の場合であり、飛沫が飛びやすい条件であり適用できると考える。
配管長さ	1m～2m	数十m	試験条件の方が曲り箇所が極めて少なく、除染係数としては厳しい結果となると考えられるため適用できる。(第3図、第4図参照)
爆発時圧力	3.5MPa	0.7～2.9MPa (水素濃度30vol%における着火側機器の圧力)	試験の最大圧力は実機を想定して実施した試験結果である0.7～2.9MPaを包含しており、適用できると判断した。

試験装置



第3図 沈着に係る試験装置^[3]



第4図 貯槽と配管の例

(4) 高性能粒子フィルタの除染係数について(対策成功時)

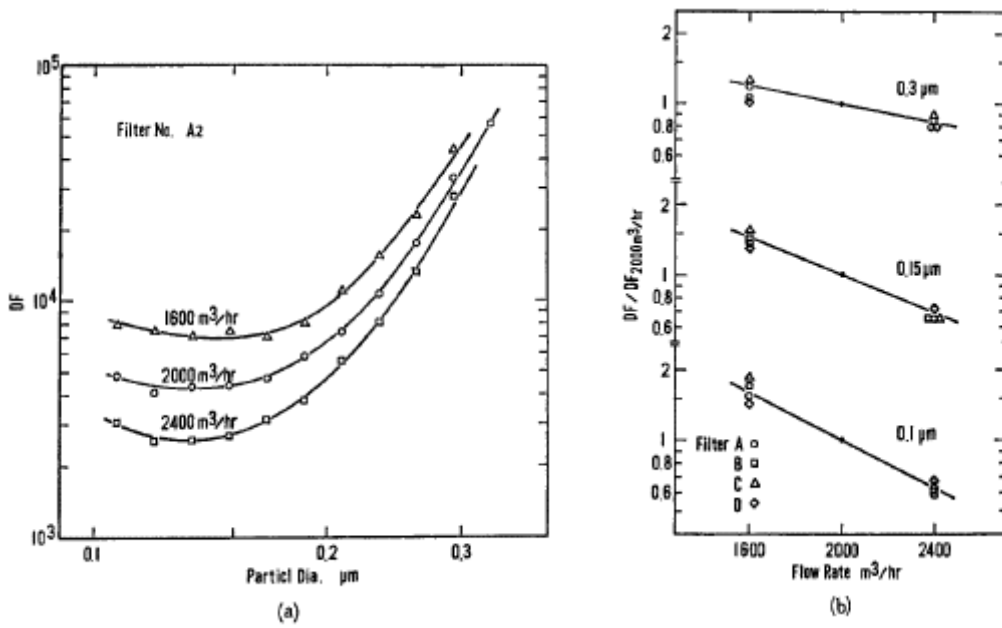
試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機（可搬型フィルタ）の条件を第5表に示す。試験で用いられたフィルタと実機（可搬型フィルタ）の仕様は同様であり適用できる。

第5表 高性能粒子フィルタに係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 [4]	実機条件 (可搬型フィルタ)	考察
ろ材	グラスファイバー	グラスファイバー	同一の素材であり適用可能である。
サイズ	幅-高さ-奥行き： 610-610-292(mm)	幅-高さ-奥行き： 610-610-約300(mm)	同様のサイズであり適用可能である。 (実機奥行きは構造図に記載ないため構造図から推測)
耐熱温度 (℃)	200	180 (連続使用最高温度)	実機条件の温度に比べて、試験条件の耐熱温度が高いことから適用可能である。
定格風量 (m^3/h)	定格風量： 2,000	約 2,500	風量が異なる場合でも所定の除染効率を期待できることから適用可能である。(①参照)
試験温度 (℃)	25～45	50～100℃程度	試験に用いられているフィルタの最高使用温度を下回ることから適用可能である。
粒径	0.024～ 0.750 μm で試験	エアロゾルの径は事象により異なるが、 μm オーダーと想定	試験より 0.13 μm 近辺で最も除染係数が低くなるが、この場合でも 10^3 に余裕があること、実機条件のエアロゾル径は 0.13 μm より大きいと想定されることから、適用可能と考える。(②参照)

① 風量と除染係数の関係

第5図に示す通り，さまざまな風量、粒径において $DF10^3$ を維持できる。



第 5 図 風量と除染係数の関係 [4]

② 粒径と除染係数の関係

第 6 図に示す通り、さまざまな粒径において $DF10^3$ を維持できる。

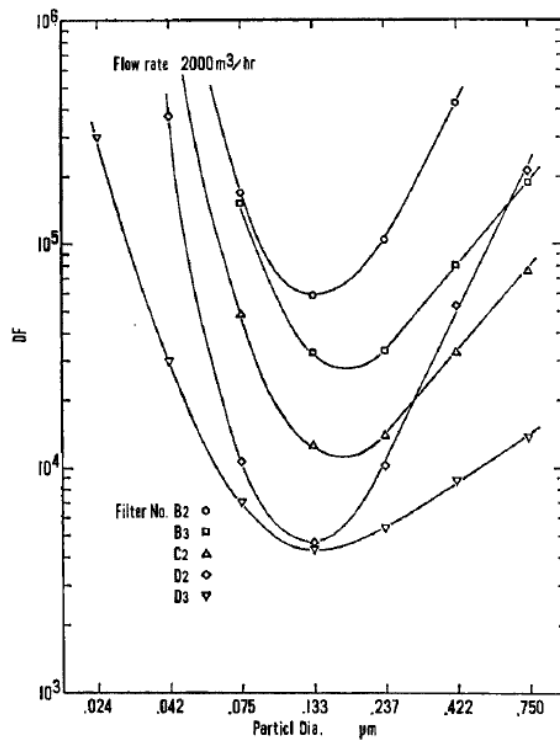


Fig. 3 Decontamination factor of HEPA filters measured by CNC/DB system

第 6 図 粒径と除染係数の関係 [4]

(5) 大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準

試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機（可搬型フィルタ）のフィルタサイズは同様である。水素爆発時の差圧上昇は試験範囲を超える可能性があるが、試験では差圧上昇速度が低いほどリークが発生する差圧が小さくなる傾向があり、差圧上昇速度が低い場合のフィルタリーク発生差圧を採用することは厳しい結果となることから、適用可能である。

第6表 大風量負荷時のフィルタの健全性に係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 ^[5]	実機条件 (可搬型 フィルタ)	考察
フィルタサイズ	幅-高さ-奥行き： 610-610-292(mm) (第7図の①参照)	幅-高さ-奥行き： 610-610-約300(mm)	同様のサイズであり適用可能である。 (実機奥行きは構造図に記載ないため構造図から推測)
差圧上昇速度	1kPa/s～ 50kPa/s	水素爆発 想定時： 数 kPa/s～ 数十 kPa/s	差圧上昇速度が速いほどフィルタが破損する圧力が上昇する傾向を有すること、水素爆発時の差圧上昇は試験範囲を超える可能性があるが、差圧上昇速度が低い場合のフィルタリーク発生差圧を採用することは厳しい結果となる(第7図の②参照)ことから、適用可能である。

Table1 Specification of test filters

	Tested Filter (PNC)	HEPA Filter (JIS Z 4812)
Size (mm)	610*610*292	610*610*292
Frame material	Steel	Plywood
Filter medium	Glass fiber paper	Glass fiber paper
Separators	Stainless steel	Aluminum
Sealants	Silicon rubber	Polyurethane
Gasket material	Neoprene	Neoprene
Capacity (m ³ /h)	2000	1860
Resistance to air flow (mAq)	≤30	≤25
DOP smoke penetration (%)	≤0.02	≤0.03
Resistance to heated air (t)	200	~100
Resistance to pressure (mAq)	250	250

①

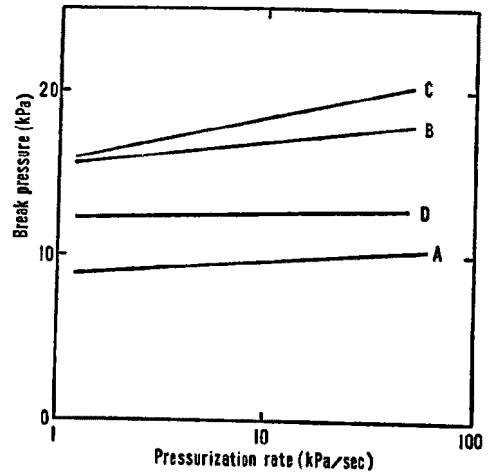


Fig. 4 Pressure at structural limits vs. pressurization rate of HEPA filters

② (差圧上昇速度が低いほどリーク発生差圧が小さくなる傾向がある。)

第7図 大風量負荷時のフィルタの健全性に係る文献の該当部分^[5]

4. 参考文献

- [1] F. J. Herrmann, E. Lang, J. Furrer, E. Henrich “Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps” ,16th DOE Nuclear Air Cleaning Conference, San Diego, California, 20-23 October 1980
- [2] S. L. Sutter . Aerosols Generated by Releases of Pressurized Powders and Solutions in Static Air. United States Nuclear Regulatory Commission, 1983, NUREG-3093.
- [3] 小林卓志ほか.“再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2” . 日本原子力学会2016年春の年会，日本原子力学会，2016-03.
- [4] 尾崎誠, 金川昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（I）DOPエアロゾルの捕集性能. 日本原子力学会誌. 1985, vol. 27, no. 7.
- [5] 尾崎ほか，「高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（VII），圧力変化試験」、日本原子力学会誌、Vol. 30, No. 4, 1988年

補足説明資料 8-16 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素燃焼時の大気中への放射性物質の放出量

(セシウム-137 換算) の詳細

- (1) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う前処理建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137 換算)
- a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う前処理建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質質量(以下「MAR」という。)、MARのうち事故の影響を受ける割合(以下「DR」という。)、機器の気相に移行する割合(以下「ARF」という。)、大気中への放出経路における除染係数(以下「DF」という。)及び肺に吸収されうるような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合(以下「RF」という。)を用いて、五因子法を基に以下の計算式により算出する。また、大気中への放射性物質の放出量の算出の流れを第1図に示す。

大気中への放射性物質の放出量

$$= \text{MAR} \times \text{DR} \times \text{ARF} \div \text{DF} \times \text{RF}$$

なお、RFは評価の結果が厳しくなるよう1と設定する。

- b. MAR

MARは、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000 \text{ MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、照射前燃料濃縮度 $4.5 \text{ wt} \%$ 、比出力 $38 \text{ MW} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、冷却期間15年を基に算出した内蔵放射能に、使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮して平常運転時の最大値を

算出し設定する。

使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を第1表に、水素爆発の発生が想定される前処理建屋の機器の内蔵放射能を第2表に示す。

c. DR

DRはARFの測定試験結果から分離することは困難である。よって、より厳しい結果を与えるように1と設定する。

d. ARF

ARFは 1×10^{-4} とする。

e. DF

大気中への放射性物質の放出経路上の高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルの除去効率は、悪化する因子がないことを踏まえ、99.999%とする。また、大気中への放射性物質の放出経路上の構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、10とする。ただし、前処理建屋の溶解施設の溶解設備のハル洗浄槽については、気体廃棄物の廃棄施設の塔槽類廃ガス処理設備の前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備が直接機器に接続する構造ではないことから、大気中への放射性物質の放出経路上の構造物への放射性エアロゾルの沈着は考慮しない。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第3表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、IAEA-TECDOC-1162⁽¹⁾に記載の、地表沈着した核種からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくを考慮した50年間の実効線量への換算係数及び吸入核種の化学形態を線量告示に適合させるた

めに、プルトニウム等の一部の核種について、IAEA-TECDOC-1162⁽¹⁾に記載の吸入摂取換算係数をICRP Publication 72⁽²⁾の吸入摂取換算係数で補正するために設定する「吸入核種の化学形態に係る補正係数」を用いて、以下の計算式により算出する。

$$\begin{aligned} & \text{セシウム-137 換算係数} \\ & = (\text{ある核種の } CF_4 \text{ 換算係数}) / (\text{セシウム-137 } CF_4 \text{ 換算係数}) \\ & \quad \times (\text{吸入核種の化学形態に係る補正係数}) \end{aligned}$$

主要な核種のセシウム-137 換算係数を第4表に示す。

h. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、「f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第5表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第6表に示す。

(2) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う分離建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う分離建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定される分離建屋の機器の内蔵放射能を第7表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第8表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、「(1) g. セシウム-137 換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、「f. 大

気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第 9 表に，大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第 10 表に示す。

(3) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定される精製建屋の機器の内蔵放射能を第11表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第12表に示す。

g. セシウム-137換算係数

放射性物質のセシウム-137換算係数は、「(1) g. セシウム-137換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)

大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)は、「f. 大

気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第 13 表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第 14 表に示す。

(4) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定されるウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器の内蔵放射能を第 15 表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第 16 表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、「(1) g. セシウム-137 換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、「f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第 17 表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第 18 表に示す。

(5) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う高レベル廃液ガラス固化建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137 換算)

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う高レベル廃液ガラス固化建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定される高レベル廃液ガラス固化建屋の機器の内蔵放射能を第19表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第20表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、「(1) g. セシウム-137 換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量 (セシウム-137 換算)

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、「f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程を第21表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を第22表に示す。

(6) 異常な水準の放出防止対策の有効性評価における不確かさの考慮

水素掃気機能喪失事故の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出に用いた評価項目は第2図に示される不確かさを有する。各評価項目には上振れ及び下振れの不確かさが存在するものの、評価項目を総合すると、有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は安全余裕を有する。

また、水素爆発の発生防止又は拡大防止対策が成功した場合における大気中への放射性物質の放出量の算出に用いた評価項目の不確かさについて、第3図に示す。想定に対し各評価項目は下振れの不確かさが存在し、有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は安全余裕を有する。

第1表 使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ	使用済燃料中の放射能		燃料仕様の変動に係る補正係数
	燃料条件(補正)		
	$(Bq/t \cdot U_{Pr})$		
Ru/Rh	$1.6 \times 10^{12} \text{ ※2}$		1.7
その他FP ^{※1}	1.3×10^{16}		1.1
Pu	α	1.7×10^{14}	2.0
	β	2.9×10^{15}	
Am/Cm	1.8×10^{14}		2.7

※1 その他FPとは、核分裂生成物のうち、Kr-85、I-129及びRu/Rhを除いたものを示す。

※2 Ru及びRhの合算値を示す。

第2表 前処理建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	中継槽 (7.0m ³)	計量前 中間貯槽 (25m ³)	計量・調整槽 (25m ³)	計量後 中間貯槽 (25m ³)	計量 補助槽 (7.0m ³)
Zr/Nb	3.0E+11	1.1E+12	1.1E+12	1.1E+12	3.0E+11
Ru/Rh	5.1E+12	1.4E+13	1.4E+13	1.4E+13	3.8E+12
Cs/Ba	1.5E+16	5.3E+16	5.3E+16	5.3E+16	1.5E+16
Ce/Pr	3.4E+11	1.2E+12	1.2E+12	1.2E+12	3.3E+11
Sr/Y	1.1E+16	3.9E+16	3.9E+16	3.9E+16	1.1E+16
その他FP	7.5E+14	2.6E+15	2.6E+15	2.6E+15	7.3E+14
Pu	1.2E+16	4.1E+16	4.1E+16	4.1E+16	1.2E+16
Am/Cm	9.4E+14	3.3E+15	3.3E+15	3.3E+15	9.3E+14
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Np	1.9E+12	6.6E+12	6.6E+12	6.6E+12	1.9E+12

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第3表 前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	中継槽 (7.0m ³)	計量前 中間貯槽 (25m ³)	計量・調整槽 (25m ³)	計量後 中間貯槽 (25m ³)	計量補助槽 (7.0m ³)
Zr/Nb	3.0E+11	1.1E+12	1.1E+12	1.1E+12	3.0E+11
Ru/Rh	5.1E+12	1.4E+13	1.4E+13	1.4E+13	3.8E+12
Cs/Ba	1.5E+16	5.3E+16	5.3E+16	5.3E+16	1.5E+16
Ce/Pr	3.4E+11	1.2E+12	1.2E+12	1.2E+12	3.3E+11
Sr/Y	1.1E+16	3.9E+16	3.9E+16	3.9E+16	1.1E+16
その他FP	7.5E+14	2.6E+15	2.6E+15	2.6E+15	7.3E+14
Pu	1.2E+16	4.1E+16	4.1E+16	4.1E+16	1.2E+16
Am/Cm	9.4E+14	3.3E+15	3.3E+15	3.3E+15	9.3E+14
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Np	1.9E+12	6.6E+12	6.6E+12	6.6E+12	1.9E+12
	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×
基数	2	2	1	1	1

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第4表 主要な核種のセシウム-137 換算係数

	IAEA-TECDO C-1162の CF ₄ 換算係数 [A]	IAEA-TECDO C-1162のCF ₄ 換算係数(Cs137の 値) [B]	吸入核種の化学形 態 に係る補正係数 [C]	Cs137換算係数 ※1 [D] = [A] / [B] × [C]
	(mSv/(kBq・m ⁻²))	(mSv/(kBq・m ⁻²))	(-)	(-)
Sr90	2.1E-02	1.3E-01	1.0	0.16
Ru106	4.8E-03	1.3E-01		0.037
Cs134	5.1E-02	1.3E-01		0.39
Cs137	1.3E-01	1.3E-01		1.0
Ce144	1.4E-03	1.3E-01		0.011
Eu154	1.3E-01	1.3E-01		1.0
Pu238	6.6E+00	1.3E-01	0.41	21
Pu239	8.5E+00	1.3E-01	0.42	27
Pu240	8.4E+00	1.3E-01	0.42	27
Pu241	1.9E-01	1.3E-01	0.39	0.56
Am241	6.7E+00	1.3E-01	0.45	23
Cm242	5.9E-02	1.3E-01	0.88	0.40
Cm244	2.8E+00	1.3E-01	0.47	10

注：放射平衡核種の子孫核種の寄与は、親核種を含む。

	IAEA-TECDO C-1162の吸入 摂取換算係数 [a]	ICRP Publication n.72の吸入摂取 換算係数(化学形態を考慮) [b]	吸入核種の化学形態に係る補正係数 [c] = [b] / [a]
	(Sv/Bq)	(Sv/Bq)	(-)
Pu238	1.13E-04 ※2	4.6E-05	0.41
Pu239	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
Pu240	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
Pu241	2.33E-06 ※2	9.0E-07	0.39
Am241	9.33E-05	4.2E-05	0.45
Cm242	5.93E-06	5.2E-06	0.88
Cm244	5.73E-05	2.7E-05	0.47

※1：地表沈着した核種からの外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくの50年間の実効線量を用いてセシウム-137放出量に換算する係数。

※2：化学形態としてキレートを想定。

第5表 前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	(単位：Bq)					(単位：-)
	中継槽 (7.0m ³ ×2)	計量前 中間貯槽 (25m ³ ×2)	計量・調整槽 (25m ³)	計量後 中間貯槽 (25m ³)	計量補助槽 (7.0m ³)	Cs137 換算係数
Zr/Nb	6.0E+01	2.1E+02	1.1E+02	1.1E+02	3.0E+01	2.5E-02
Ru/Rh	1.1E+03	2.7E+03	1.4E+03	1.4E+03	3.8E+02	1.9E-02
Cs/Ba	3.0E+06	1.1E+07	5.3E+06	5.3E+06	1.5E+06	5.2E-01
Ce/Pr	6.7E+01	2.4E+02	1.2E+02	1.2E+02	3.3E+01	5.4E-03
Sr/Y	2.2E+06	7.7E+06	3.9E+06	3.9E+06	1.1E+06	8.1E-02
その他FP	1.5E+05	5.2E+05	2.6E+05	2.6E+05	7.3E+04	4.9E-01
Pu	2.4E+06	8.2E+06	4.1E+06	4.1E+06	1.2E+06	1.8E+00
Am/Cm	1.9E+05	6.6E+05	3.3E+05	3.3E+05	9.3E+04	1.8E+01
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.4E+00
Np	3.8E+02	1.4E+03	6.6E+02	6.6E+02	1.9E+02	3.5E-01

×

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第6表 前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

(単位：Bq)

元素 グループ	中継槽 (7.0m ³ × 2)	計量前 中間貯槽 (25m ³ × 2)	計量・調整槽 (25m ³)	計量後 中間貯槽 (25m ³)	計量補助槽 (7.0m ³)
Zr/Nb	1.5E+00	5.1E+00	2.6E+00	2.6E+00	7.1E-01
Ru/Rh	1.9E+01	5.0E+01	2.5E+01	2.5E+01	6.9E+00
Cs/Ba	1.6E+06	5.5E+06	2.7E+06	2.7E+06	7.6E+05
Ce/Pr	3.6E-01	1.3E+00	6.3E-01	6.3E-01	1.8E-01
Sr/Y	1.8E+05	6.2E+05	3.1E+05	3.1E+05	8.7E+04
その他FP	7.3E+04	2.6E+05	1.3E+05	1.3E+05	3.6E+04
Pu	4.1E+06	1.5E+07	7.2E+06	7.2E+06	2.1E+06
Am/Cm	3.4E+06	1.2E+07	5.9E+06	5.9E+06	1.7E+06
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Np	1.3E+02	4.5E+02	2.3E+02	2.3E+02	6.3E+01
小計	9.2E+06	3.3E+07	1.7E+07	1.7E+07	4.6E+06
合計	7.9E+07				

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第7表 分離建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液受槽 (3.0m ³)	プルトニウム 溶液中間貯槽 (3.0m ³)	第2一時貯留 処理槽 (3.0m ³)	第3一時貯留 処理槽 (20m ³)	第4一時貯留 処理槽 (20m ³)	高レベル 廃液濃縮缶 (22m ³)	溶解液 中間貯槽 (25m ³)	溶解液供給槽 (6.0m ³)	抽出廃液受槽 (15m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E+11	6.0E+11	8.7E+12	1.1E+12	2.6E+11	4.5E+11
Ru/Rh	3.1E+08	3.1E+08	4.3E+08	7.3E+12	7.7E+12	1.6E+14	1.4E+13	3.3E+12	5.8E+12
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.9E+16	3.1E+16	4.6E+17	5.3E+16	1.3E+16	2.3E+16
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.4E+11	6.8E+11	9.8E+12	1.2E+12	2.9E+11	5.1E+11
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E+16	2.3E+16	3.2E+17	3.9E+16	9.3E+15	1.7E+16
その他FP	5.7E+09	5.7E+09	8.1E+09	1.4E+15	1.5E+15	3.1E+16	2.6E+15	6.2E+14	1.2E+15
Pu	1.1E+16	1.1E+16	1.3E+16	2.4E+16	1.1E+16	8.7E+14	4.1E+16	9.8E+15	6.3E+12
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+15	8.9E+14	2.8E+16	3.3E+15	8.0E+14	1.5E+15
U	4.8E+07	4.8E+07	5.8E+07	5.8E+11	2.7E+11	0.0E+00	1.0E+12	2.4E+11	1.7E+07
Np	2.9E+11	2.9E+11	3.4E+11	3.8E+12	1.8E+12	0.0E+00	6.6E+12	1.6E+12	4.7E+11

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m ³)	抽出廃液 供給槽 (60m ³)
Zr/Nb	6.0E+11	1.2E+12
Ru/Rh	7.7E+12	2.1E+13
Cs/Ba	3.1E+16	6.2E+16
Ce/Pr	6.8E+11	1.4E+12
Sr/Y	2.3E+16	4.3E+16
その他FP	1.5E+15	4.1E+15
Pu	8.3E+12	1.3E+14
Am/Cm	1.9E+15	4.1E+15
U	2.3E+07	0.0E+00
Np	6.3E+11	0.0E+00

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

第8表 分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液受槽 (3.0m ³)	プルトニウム 溶液中間貯槽 (3.0m ³)	第2一時 貯留処理槽 (3.0m ³)	第3一時 貯留処理槽 (20m ³)	第4一時 貯留処理槽 (20m ³)	高レベル廃液濃 縮缶 (22m ³)	溶解液 中間貯槽 (25m ³)	溶解液 供給槽 (6.0m ³)	抽出廃液 受槽 (15m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E+11	6.0E+11	8.7E+12	1.1E+12	2.6E+11	4.5E+11
Ru/Rh	3.1E+08	3.1E+08	4.3E+08	7.3E+12	7.7E+12	1.6E+14	1.4E+13	3.3E+12	5.8E+12
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.9E+16	3.1E+16	4.6E+17	5.3E+16	1.3E+16	2.3E+16
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.4E+11	6.8E+11	9.8E+12	1.2E+12	2.9E+11	5.1E+11
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E+16	2.3E+16	3.2E+17	3.9E+16	9.3E+15	1.7E+16
その他FP	5.7E+09	5.7E+09	8.1E+09	1.4E+15	1.5E+15	3.1E+16	2.6E+15	6.2E+14	1.2E+15
Pu	1.1E+16	1.1E+16	1.3E+16	2.4E+16	1.1E+16	8.7E+14	4.1E+16	9.8E+15	6.3E+12
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+15	8.9E+14	2.8E+16	3.3E+15	8.0E+14	1.5E+15
U	4.8E+07	4.8E+07	5.8E+07	5.8E+11	2.7E+11	0.0E+00	1.0E+12	2.4E+11	1.7E+07
Np	2.9E+11	2.9E+11	3.4E+11	3.8E+12	1.8E+12	0.0E+00	6.6E+12	1.6E+12	4.7E+11
	×	×	×	×	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×	×	×	×	×
基数	1	1	1	1	1	1	1	1	1

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m ³)	抽出廃液 供給槽 (60m ³)
Zr/Nb	6.0E+11	1.2E+12
Ru/Rh	7.7E+12	2.1E+13
Cs/Ba	3.1E+16	6.2E+16
Ce/Pr	6.8E+11	1.4E+12
Sr/Y	2.3E+16	4.3E+16
その他FP	1.5E+15	4.1E+15
Pu	8.3E+12	1.3E+14
Am/Cm	1.9E+15	4.1E+15
U	2.3E+07	0.0E+00
Np	6.3E+11	0.0E+00
	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06
	×	×
基数	1	2

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

第9表 分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程

(単位：Bq)

(単位：-)

元素 グループ	プルトニウム 溶液受槽 (3.0m ³)	プルトニウム 溶液 中間貯槽 (3.0m ³)	第2一時 貯留処理槽 (3.0m ³)	第3一時 貯留処理槽 (20m ³)	第4一時 貯留処理槽 (20m ³)	高レベル廃液 濃縮缶 (22m ³)	溶解液 中間貯槽 (25m ³)	溶解液 供給槽 (6.0m ³)	抽出廃液 受槽 (15m ³)	Cs137 換算係数
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E+01	6.0E+01	8.7E+02	1.1E+02	2.6E+01	4.5E+01	2.5E-02
Ru/Rh	3.1E-02	3.1E-02	4.3E-02	7.3E+02	7.7E+02	1.6E+04	1.4E+03	3.3E+02	5.8E+02	1.9E-02
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.9E+06	3.1E+06	4.6E+07	5.3E+06	1.3E+06	2.3E+06	5.2E-01
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.4E+01	6.8E+01	9.8E+02	1.2E+02	2.9E+01	5.1E+01	5.4E-03
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E+06	2.3E+06	3.2E+07	3.9E+06	9.3E+05	1.7E+06	8.1E-02
その他FP	5.7E-01	5.7E-01	8.1E-01	1.4E+05	1.5E+05	3.1E+06	2.6E+05	6.2E+04	1.2E+05	4.9E-01
Pu	1.1E+06	1.1E+06	1.3E+06	2.4E+06	1.1E+06	8.7E+04	4.1E+06	9.8E+05	6.3E+02	1.8E+00
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+05	8.9E+04	2.8E+06	3.3E+05	8.0E+04	1.5E+05	1.8E+01
U	4.8E-03	4.8E-03	5.8E-03	5.8E+01	2.7E+01	0.0E+00	1.0E+02	2.4E+01	1.7E-03	7.4E+00
Np	2.9E+01	2.9E+01	3.4E+01	3.8E+02	1.8E+02	0.0E+00	6.6E+02	1.6E+02	4.7E+01	3.5E-01

×

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：Bq)

(単位：－)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m ³)	抽出廃液 供給槽 (60m ³)	Cs137 換算係数
Zr/Nb	6.0E+01	2.4E+02	2.5E-02
Ru/Rh	7.7E+02	4.2E+03	1.9E-02
Cs/Ba	3.1E+06	1.3E+07	5.2E-01
Ce/Pr	6.8E+01	2.7E+02	5.4E-03
Sr/Y	2.3E+06	8.6E+06	8.1E-02
その他FP	1.5E+05	8.2E+05	4.9E-01
Pu	8.3E+02	2.5E+04	1.8E+00
Am/Cm	1.9E+05	8.1E+05	1.8E+01
U	2.3E-03	0.0E+00	7.4E+00
Np	6.3E+01	0.0E+00	3.5E-01

×

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

第10表 分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

（単位：Bq）

元素 グループ	プルトニウム 溶液受槽 (3.0m ³)	プルトニウム 溶液中間貯槽 (3.0m ³)	第2一時 貯留処理槽 (3.0m ³)	第3一時 貯留処理槽 (20m ³)	第4一時 貯留処理槽 (20m ³)	高レベル廃液濃 縮缶 (22m ³)	溶解液 中間貯槽 (25m ³)	溶解液供給槽 (6.0m ³)	抽出廃液受槽 (15m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.4E+00	1.5E+00	2.1E+01	2.6E+00	6.1E-01	1.1E+00
Ru/Rh	5.6E-04	5.6E-04	7.9E-04	1.4E+01	1.5E+01	2.9E+02	2.5E+01	6.0E+00	1.1E+01
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E+06	1.6E+06	2.4E+07	2.7E+06	6.5E+05	1.2E+06
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.5E-01	3.6E-01	5.3E+00	6.3E-01	1.6E-01	2.7E-01
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.7E+05	1.8E+05	2.6E+06	3.1E+05	7.5E+04	1.4E+05
その他FP	2.8E-01	2.8E-01	4.0E-01	6.9E+04	7.2E+04	1.5E+06	1.3E+05	3.0E+04	5.4E+04
Pu	1.9E+06	1.9E+06	2.3E+06	4.2E+06	2.0E+06	1.6E+05	7.2E+06	1.8E+06	1.1E+03
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.4E+06	1.6E+06	5.0E+07	5.9E+06	1.5E+06	2.6E+06
U	3.5E-02	3.5E-02	4.3E-02	4.3E+02	2.0E+02	0.0E+00	7.4E+02	1.8E+02	1.3E-02
Np	9.6E+00	9.6E+00	1.2E+01	1.3E+02	6.0E+01	0.0E+00	2.3E+02	5.4E+01	1.6E+01
小計	1.9E+06	1.9E+06	2.3E+06	9.3E+06	5.3E+06	7.8E+07	1.7E+07	3.9E+06	3.9E+06

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m ³)	抽出廃液 供給槽 (60m ³ ×2)
Zr/Nb	1.5E+00	5.6E+00
Ru/Rh	1.5E+01	7.7E+01
Cs/Ba	1.6E+06	6.4E+06
Ce/Pr	3.6E-01	1.4E+00
Sr/Y	1.8E+05	6.9E+05
その他FP	7.2E+04	4.0E+05
Pu	1.5E+03	4.4E+04
Am/Cm	3.4E+06	1.5E+07
U	1.7E-02	0.0E+00
Np	2.2E+01	0.0E+00
小計	5.2E+06	2.2E+07
合計	1.6E+08	

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

第 11 表 精製建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液供給槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 溶液受槽 (\blacksquare m ³)	油水分離槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮缶供給槽 (3.0 m ³)	プルトニウム 溶液一時貯槽 (3.0 m ³)	プルトニウム 濃縮缶 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液受槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液一時貯槽 (1.5 m ³)	プルトニウム 濃縮液計量槽 (\blacksquare m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	4.2E+08	3.1E+06	3.1E+06	1.1E+07	1.1E+07	5.9E+06	3.6E+07	5.5E+07	3.6E+07
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	7.8E+09	5.7E+07	5.7E+07	1.9E+08	1.9E+08	1.1E+08	6.6E+08	1.1E+09	6.6E+08
Pu	1.5E+16	1.4E+16	1.4E+16	4.4E+16	4.4E+16	2.5E+16	1.6E+17	2.4E+17	1.6E+17
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	6.5E+07	7.4E+06	7.4E+06	2.5E+07	2.5E+07	1.4E+07	8.5E+07	1.4E+08	8.5E+07
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

\blacksquare については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	リサイクル槽 ($\blacksquare \text{ m}^3$)	希釈槽 (2.5 m^3)	プルトニウム 濃縮液中間貯槽 ($\blacksquare \text{ m}^3$)	第2一時 貯留処理槽 ($\blacksquare \text{ m}^3 /$ $\blacksquare \text{ m}^3$)	第3一時 貯留処理槽 (3.0 m^3)	第7一時 貯留処理槽 ($\blacksquare \text{ m}^3$)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	3.6E+07	8.9E+07	3.6E+07	5.4E+06	2.2E+08	6.3E+08
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	6.7E+08	1.7E+09	6.7E+08	1.0E+08	4.1E+09	1.2E+10
Pu	1.6E+17	3.9E+17	1.6E+17	1.8E+16	2.0E+16	5.2E+16
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	8.6E+07	2.2E+08	8.6E+07	2.4E+07	1.1E+07	0.0E+00
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第12表 精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液供給槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 溶液受槽 (\blacksquare m ³)	油水分離槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮缶供給槽 (3.0 m ³)	プルトニウム 溶液一時貯槽 (3.0 m ³)	プルトニウム 濃縮缶 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液受槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液一時貯槽 (1.5 m ³)	プルトニウム 濃縮液計量槽 (\blacksquare m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	4.2E+08	3.1E+06	3.1E+06	1.1E+07	1.1E+07	5.9E+06	3.6E+07	5.5E+07	3.6E+07
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	7.8E+09	5.7E+07	5.7E+07	1.9E+08	1.9E+08	1.1E+08	6.6E+08	1.1E+09	6.6E+08
Pu	1.5E+16	1.4E+16	1.4E+16	4.4E+16	4.4E+16	2.5E+16	1.6E+17	2.4E+17	1.6E+17
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	6.5E+07	7.4E+06	7.4E+06	2.5E+07	2.5E+07	1.4E+07	8.5E+07	1.4E+08	8.5E+07
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	×	×	×	×	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×	×	×	×	×
基数	1	1	1	1	1	1	1	1	1

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

\blacksquare については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	リサイクル槽 (\blacksquare m ³)	希釈槽 (2.5 m ³)	プルトニウム 濃縮液中間貯槽 (\blacksquare m ³)	第2一時 貯留処理槽 (\blacksquare m ³ / \blacksquare m ³)	第3一時 貯留処理槽 (3.0 m ³)	第7一時 貯留処理槽 (\blacksquare m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	3.6E+07	8.9E+07	3.6E+07	5.4E+06	2.2E+08	6.3E+08
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	6.7E+08	1.7E+09	6.7E+08	1.0E+08	4.1E+09	1.2E+10
Pu	1.6E+17	3.9E+17	1.6E+17	1.8E+16	2.0E+16	5.2E+16
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	8.6E+07	2.2E+08	8.6E+07	2.4E+07	1.1E+07	0.0E+00
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	×	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×	×
基数	1	1	1	1	1	1

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

\blacksquare については商業機密の観点から公開できません。

第13表 精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

(単位：Bq)

(単位：-)

元素 グループ	プルトニウム 溶液供給槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 溶液受槽 (\blacksquare m ³)	油水分離槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮缶供給槽 (3.0m ³)	プルトニウム 溶液一時貯槽 (3.0m ³)	プルトニウム 濃縮缶 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液受槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液 一時貯槽 (1.5m ³)	プルトニウム 濃縮液計量槽 (\blacksquare m ³)	Cs137 換算係数
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-02
Ru/Rh	4.2E-02	3.1E-04	3.1E-04	1.1E-03	1.1E-03	5.9E-04	3.6E-03	5.5E-03	3.6E-03	1.9E-02
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.2E-01
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.4E-03
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E-02
その他FP	7.8E-01	5.7E-03	5.7E-03	1.9E-02	1.9E-02	1.1E-02	6.6E-02	1.1E-01	6.6E-02	4.9E-01
Pu	1.5E+06	1.4E+06	1.4E+06	4.4E+06	4.4E+06	2.5E+06	1.6E+07	2.4E+07	1.6E+07	1.8E+00
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.8E+01
U	6.5E-03	7.4E-04	7.4E-04	2.5E-03	2.5E-03	1.4E-03	8.5E-03	1.4E-02	8.5E-03	7.4E+00
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.5E-01

×

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

\blacksquare については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：Bq)

(単位：－)

元素 グループ	リサイクル槽 [] m ³)	希釈槽 (2.5m ³)	プルトニウム 濃縮液 中間貯槽 [] m ³)	第2一時 貯留処理槽 [] m ³ / [] m ³)	第3一時 貯留処理槽 (3.0m ³)	第7一時 貯留処理槽 [] m ³)	Cs137 換算係数
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-02
Ru/Rh	3.6E-03	8.9E-03	3.6E-03	5.4E-04	2.2E-02	6.3E-02	1.9E-02
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.2E-01
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.4E-03
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E-02
その他FP	6.7E-02	1.7E-01	6.7E-02	1.0E-02	4.1E-01	1.2E+00	4.9E-01
Pu	1.6E+07	3.9E+07	1.6E+07	1.8E+06	2.0E+06	5.2E+06	1.8E+00
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.8E+01
U	8.6E-03	2.2E-02	8.6E-03	2.4E-03	1.1E-03	0.0E+00	7.4E+00
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.5E-01

×

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

[] については商業機密の観点から公開できません。

第14表 精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液供給槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 溶液受槽 (\blacksquare m ³)	油水分離槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮缶供給槽 (3.0m ³)	プルトニウム 溶液一時貯槽 (3.0m ³)	プルトニウム 濃縮缶 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液受槽 (\blacksquare m ³)	プルトニウム 濃縮液一時貯槽 (1.5m ³)	プルトニウム 濃縮液計量槽 (\blacksquare m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	7.7E-04	5.7E-06	5.7E-06	1.9E-05	1.9E-05	1.1E-05	6.5E-05	1.0E-04	6.5E-05
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	3.8E-01	2.8E-03	2.8E-03	9.3E-03	9.3E-03	5.3E-03	3.2E-02	5.0E-02	3.2E-02
Pu	2.6E+06	2.4E+06	2.4E+06	7.7E+06	7.8E+06	4.4E+06	2.7E+07	4.2E+07	2.7E+07
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	4.8E-02	5.4E-03	5.4E-03	1.8E-02	1.9E-02	1.1E-02	6.3E-02	9.7E-02	6.3E-02
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
小計	2.6E+06	2.4E+06	2.3E+06	7.7E+06	7.8E+06	4.4E+06	2.7E+07	4.2E+07	2.7E+07

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

\blacksquare については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	リサイクル槽 (\blacksquare m ³)	希釈槽 (2.5 m ³)	プルトニウム 濃縮液中間貯槽 (\blacksquare m ³)	第2一時 貯留処理槽 (\blacksquare m ³ / \blacksquare m ³)	第3一時 貯留処理槽 (3.0 m ³)	第7一時 貯留処理槽 (\blacksquare m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	6.6E-05	1.7E-04	6.6E-05	9.9E-06	4.0E-04	1.2E-03
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	3.3E-02	8.1E-02	3.3E-02	4.9E-03	2.0E-01	5.7E-01
Pu	2.7E+07	6.8E+07	2.7E+07	3.2E+06	3.4E+06	9.1E+06
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	6.3E-02	1.6E-01	6.3E-02	1.8E-02	8.0E-03	0.0E+00
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
小計	2.7E+07	6.8E+07	2.7E+07	3.2E+06	3.4E+06	9.1E+06
合計	2.6E+08					

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

\blacksquare については商業機密の観点から公開できません。

第 15 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m ³)	混合槽 (1.0m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	2.1E+06	1.3E+06
Cs/Ba	4.1E+08	2.5E+08
Ce/Pr	8.5E+04	5.3E+04
Sr/Y	5.0E+08	3.1E+08
その他FP	6.4E+09	4.0E+09
Pu	1.6E+17	9.6E+16
Am241	1.6E+14	9.4E+13
U	8.8E+07	2.6E+10
Np	0.0E+00	4.4E+08

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第 16 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m ³)	混合槽 (1.0m ³)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	2.1E+06	1.3E+06
Cs/Ba	4.1E+08	2.5E+08
Ce/Pr	8.5E+04	5.3E+04
Sr/Y	5.0E+08	3.1E+08
その他FP	6.4E+09	4.0E+09
Pu	1.6E+17	9.6E+16
Am241	1.6E+14	9.4E+13
U	8.8E+07	2.6E+10
Np	0.0E+00	4.4E+08
	×	×
ARF	1.00E-04	1.00E-04
	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06
	×	×
基数	1	2

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第17表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	(単位：Bq)		Cs137 換算係数
	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m ³)	混合槽 (1.0m ³ ×2)	
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-02
Ru/Rh	2.1E-04	2.6E-04	1.9E-02
Cs/Ba	4.1E-02	5.0E-02	5.2E-01
Ce/Pr	8.5E-06	1.1E-05	5.4E-03
Sr/Y	5.0E-02	6.1E-02	8.1E-02
その他FP	6.4E-01	7.9E-01	4.9E-01
Pu	1.6E+07	2.0E+07	1.8E+00
Am241	1.6E+04	1.9E+04	2.4E+01
U	8.8E-03	5.2E+00	7.4E+00
Np	0.0E+00	8.8E-02	3.5E-01

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第 18 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

(単位：Bq)

元素 グループ	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m ³)	混合槽 (1.0m ³ ×2)
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	3.9E-06	4.8E-06
Cs/Ba	2.1E-02	2.6E-02
Ce/Pr	4.6E-08	5.7E-08
Sr/Y	4.0E-03	5.0E-03
その他FP	3.1E-01	3.9E-01
Pu	2.8E+07	3.4E+07
Am241	3.6E+05	4.4E+05
U	6.5E-02	3.8E+01
Np	0.0E+00	3.0E-02
小計	2.8E+07	3.5E+07
合計	6.2E+07	

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第 19 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	高レベル濃縮 廃液貯槽 (120m ³)	高レベル濃縮 廃液一時貯槽 (25m ³)	高レベル廃液 混合槽 (20m ³)	供給液槽 (5.0m ³)	供給槽 (2.0m ³)
Zr/Nb	4.7E+13	9.8E+12	7.9E+12	2.0E+12	7.9E+11
Ru/Rh	8.5E+14	1.8E+14	1.5E+14	3.6E+13	1.5E+13
Cs/Ba	2.5E+18	5.3E+17	4.2E+17	1.1E+17	4.2E+16
Ce/Pr	5.3E+13	1.1E+13	8.9E+12	2.3E+12	8.9E+11
Sr/Y	1.8E+18	3.6E+17	2.9E+17	7.2E+16	2.9E+16
その他FP	1.7E+17	3.6E+16	2.9E+16	7.1E+15	2.9E+15
Pu	4.7E+15	9.8E+14	7.9E+14	2.0E+14	7.9E+13
Am/Cm	1.6E+17	3.2E+16	2.6E+16	6.3E+15	2.6E+15
U	4.9E+10	1.1E+10	8.1E+09	2.1E+09	8.1E+08
Np	3.1E+14	6.3E+13	5.1E+13	1.3E+13	5.1E+12

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第 20 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	高レベル濃縮 廃液貯槽 (120m ³)	高レベル濃縮 廃液一時貯槽 (25m ³)	高レベル廃液 混合槽 (20m ³)	供給液槽 (5.0m ³)	供給槽 (2.0m ³)
Zr/Nb	4.7E+13	9.8E+12	7.9E+12	2.0E+12	7.9E+11
Ru/Rh	8.5E+14	1.8E+14	1.5E+14	3.6E+13	1.5E+13
Cs/Ba	2.5E+18	5.3E+17	4.2E+17	1.1E+17	4.2E+16
Ce/Pr	5.3E+13	1.1E+13	8.9E+12	2.3E+12	8.9E+11
Sr/Y	1.8E+18	3.6E+17	2.9E+17	7.2E+16	2.9E+16
その他FP	1.7E+17	3.6E+16	2.9E+16	7.1E+15	2.9E+15
Pu	4.7E+15	9.8E+14	7.9E+14	2.0E+14	7.9E+13
Am/Cm	1.6E+17	3.2E+16	2.6E+16	6.3E+15	2.6E+15
U	4.9E+10	1.1E+10	8.1E+09	2.1E+09	8.1E+08
Np	3.1E+14	6.3E+13	5.1E+13	1.3E+13	5.1E+12
	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×
基数	2	2	2	2	2

※ 1 : 1 年間で機器内水素濃度が 8 v o l % に到達せず、爆発による放射性物質の気相への移行がないため、移行率を 0 とした。
機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第 21 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程

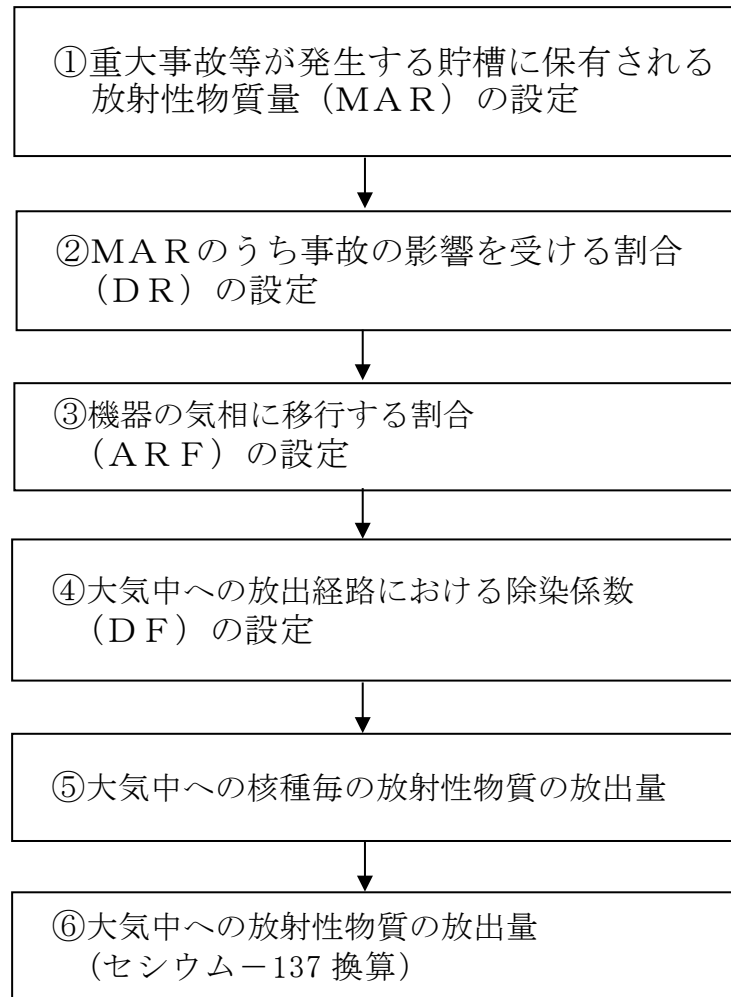
元素 グループ	(単位：Bq)					(単位：-)
	高レベル 濃縮廃液貯槽 (120m ³ × 2)	高レベル 濃縮廃液 一時貯槽 (25m ³ × 2)	高レベル 廃液混合槽 (20m ³ × 2)	供給液槽 (5.0m ³ × 2)	供給槽 (2.0m ³ × 2)	Cs137 換算係数
Zr/Nb	9.4E+03	2.0E+03	1.6E+03	4.0E+02	1.6E+02	2.5E-02
Ru/Rh	1.7E+05	3.6E+04	2.9E+04	7.1E+03	2.9E+03	1.9E-02
Cs/Ba	5.0E+08	1.1E+08	8.4E+07	2.1E+07	8.4E+06	5.2E-01
Ce/Pr	1.1E+04	2.3E+03	1.8E+03	4.5E+02	1.8E+02	5.4E-03
Sr/Y	3.5E+08	7.2E+07	5.8E+07	1.5E+07	5.8E+06	8.1E-02
その他FP	3.4E+07	7.1E+06	5.7E+06	1.5E+06	5.7E+05	4.9E-01
Pu	9.4E+05	2.0E+05	1.6E+05	3.9E+04	1.6E+04	1.8E+00
Am/Cm	3.1E+07	6.3E+06	5.1E+06	1.3E+06	5.1E+05	1.8E+01
U	9.8E+00	2.1E+00	1.7E+00	4.1E-01	1.7E-01	7.4E+00
Np	6.1E+04	1.3E+04	1.0E+04	2.6E+03	1.0E+03	3.5E-01

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

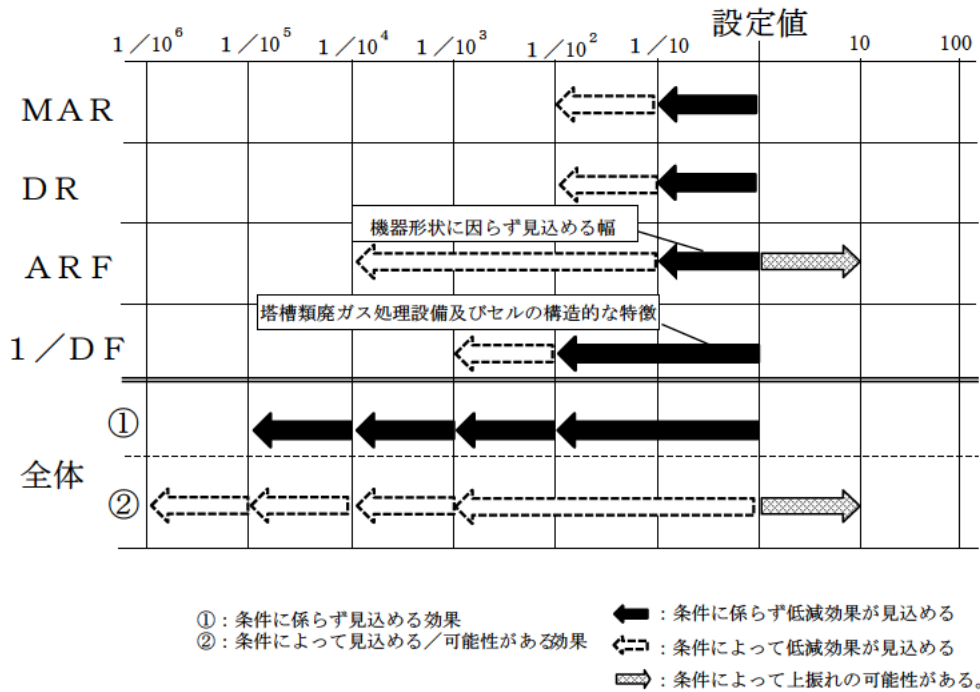
第 22 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）
 （単位：Bq）

元素 グループ	高レベル 濃縮廃液貯槽 (120m ³ × 2)	高レベル 濃縮廃液 一時貯槽 (25m ³ × 2)	高レベル 廃液混合槽 (20m ³ × 2)	供給液槽 (5.0m ³ × 2)	供給槽 (2.0m ³ × 2)
Zr/Nb	2.3E+02	4.8E+01	3.8E+01	9.5E+00	3.8E+00
Ru/Rh	3.2E+03	6.5E+02	5.2E+02	1.3E+02	5.2E+01
Cs/Ba	2.6E+08	5.4E+07	4.3E+07	1.1E+07	4.3E+06
Ce/Pr	5.7E+01	1.2E+01	9.5E+00	2.4E+00	9.5E-01
Sr/Y	2.8E+07	5.9E+06	4.7E+06	1.2E+06	4.7E+05
その他FP	1.7E+07	3.5E+06	2.8E+06	6.9E+05	2.8E+05
Pu	1.7E+06	3.5E+05	2.8E+05	6.9E+04	2.8E+04
Am/Cm	5.4E+08	1.2E+08	9.0E+07	2.3E+07	9.0E+06
U	7.2E+01	1.5E+01	1.2E+01	3.0E+00	1.2E+00
Np	2.1E+04	4.3E+03	3.5E+03	8.6E+02	3.5E+02
小計	8.4E+08	1.8E+08	1.4E+08	3.5E+07	1.4E+07
合計	1.3E+09				

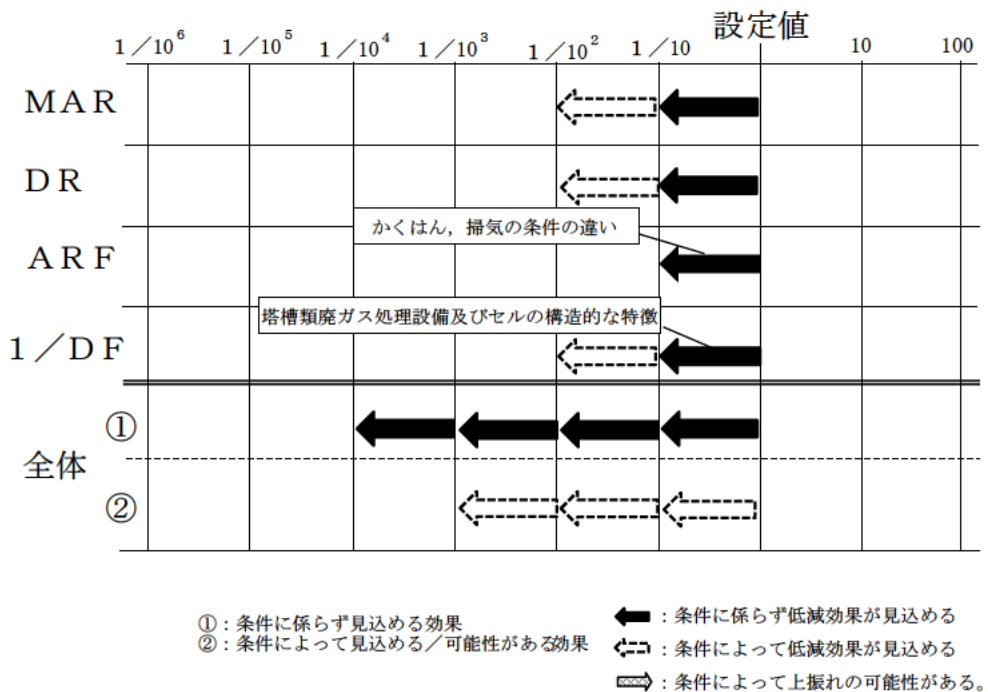
機器名の後の括弧は水相の液量を示す。



第1図 大気中への放射性物質の放出量の算出の流れ



第2図 放射線分解により発生する水素による爆発の放出量評価における各パラメータの変動幅（水素爆発を想定した場合）



第3図 放射線分解により発生する水素による爆発の放出量評価における各パラメータの変動幅（発生防止対策又は拡大防止対策が成功した場合）

補足説明資料 8-17 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素爆発発生時の機器の健全性について

1. 評価に用いる式

評価に用いる計算式を第 1 表 (1) 及び第 1 表 (2) に示す。

第 1 表 (1) 評価に用いる計算式

No.	形状	許容圧力の計算式*	記号の説明
1	容器の管台 (内面に圧力を受ける管)	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_o - 0.8t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D _o : 管台の外径 (mm)
2	熱交換器の管 (外面に圧力を受ける管)	$P = \frac{4tB\alpha}{300D_o}$	t : 板厚(mm) B: 構造等に関する設計方針別図第4から別第21までにより求めた値(-) α : 重力加速度(m/s ²) D _o : 管の外径 (mm)
3	円筒形の胴	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D _i : 胴の内径 (mm)
4	円すい形鏡板	$P = \frac{2t\cos\theta S_a\eta}{D_i + 1.2t\cos\theta}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D _i : 円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径 (mm) θ : 円すいの頂角の2分の1(°)
5	容器の平板 (環状型槽、パルスカラム)	$P = \frac{t^2 S_a}{d^2 CZ}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) d: 直径または最小スパン(mm) C: 平板の取り付け方法によって定まる定数 Z: 平板の形状により定まる定数で、次の式により計算。ただし、その値が2.5を超える場合は、2.5とする。 $Z = 3.4 - \frac{2.4d}{D}$ D: 最小スパンに直角に測った最大スパン(mm)

※ 「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」

又は「再処理設備規格 設計規格(2010年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

第 1 表 (2) 評価に用いる計算式

No.	形状	許容圧力の計算式※1	記号の説明
6	平板※2	$P = \frac{S_a}{2.25ZC} \left(\frac{t}{d}\right)^2$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) d : 直径または最小スパン(mm) C : 取り付け方法によって定まる定数 Z : 形状により定まる定数
7	さら形鏡板	$P = \frac{2tS_a\eta}{RW + 0.2t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) R : 鏡板の中央部における内面の半径 (mm) W : さら形鏡板の形状による係数 (-)
8	半だ円形鏡板	$P = \text{MIN} \left(\frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}, \frac{2tS_a\eta}{KD_{IL} + 0.2t} \right)$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) D _i : 胴の内径 (mm) D _{IL} : 鏡板の内面における長径 (mm) K : 半だ円鏡板の形状による係数 (-)
9	さら形フランジ部	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) D _i : 胴の内径 (mm)

※ 1 「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」又は「再処理設備規格 設計規格 (2010 年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

※ 2 平板の取り付け方により計算式は変化するが、ここでは高レベル濃縮廃液貯槽に用いられた例を示す。

2. 評価結果

前処理建屋の機器の耐圧計算結果の例を第2表に示す。

第2表 各機器の耐圧計算結果例

機器名	許容圧力 ^{※1} (MPa)	発生圧力 ^{※2} (MPa)	判定
中継槽 A	■	0.5	○
中継槽 B	■	0.5	○
計量前中間貯槽 A	■	0.5	○
計量前中間貯槽 B	■	0.5	○

※1：最も弱い部位の結果を記載している。

※2：0.5は水素濃度12vol%未満に対応。

■については商業機密の観点から公開できません。

補足説明資料 8-18 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素爆発が機器内の溶液性状に与える影響について

1. はじめに

水素爆発が水素爆発を想定する機器内で発生した場合に、爆発により溶液性状に影響を与え、他の事象に連鎖するか否かを考察する。

2. 水素爆発の発生防止対策が機能しない場合

起因事象発生後、水素爆発の発生防止対策が失敗し、水素爆発の拡大防止対策が成功した場合を検討する。

実際、水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策を未然防止濃度（水素濃度8vol%）到達前に実施するため、機器内に水素は蓄積しない。また、機器内に着火源は存在しないため、仮に水素が蓄積したとしても、水素爆発は発生しない。

ここでは、連鎖の有無の確認の観点で、8vol%で1度爆発が発生した場合を想定する。

2.1 連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータ

連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータを以下に事故毎に示す。また、爆発時のエネルギーが溶液に与える影響を第1表に示す。

① 臨界事故

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合の

温度上昇を評価し、溶液中の核燃料物質の濃度が未臨界濃度を超えるかどうか確認する。また、水素爆発により機器の形状に影響を与えるかを確認する。

② 蒸発乾固

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合の温度上昇を評価し、溶液が沸騰し、乾燥・固化に至るか確認する。

③ 溶媒火災

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

④ T B P 等の錯体の急激な分解反応

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

⑤ その他

水素爆発事象としての事象推移から健在化する可能性のある①から④以外の事象を考察する。

第1表 水素濃度8 v o 1 %の爆発時のエネルギーが溶液に与える影響

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部 容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
中継槽A	2.7	2.4	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
中継槽B	2.7	2.4	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽A	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽B	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量後中間貯槽	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量・調整槽	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量補助槽	1.6	1.4	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液中間貯槽	11.1	9.7	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液供給槽	2.3	2.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液受槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液中間貯槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液中間貯槽	4.1	3.6	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽A	18	16.3	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽B	18	16.3	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第2一時貯留処理槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第3一時貯留処理槽	11	9.5	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第4一時貯留処理槽	11	9.5	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液濃縮缶	31	27.6	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

(つづき)

水素爆発を想定する機器	起 因 事 象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨 界	蒸 発 乾 固	溶 媒 火 災	T B P	燃 料 損 傷 ／ 漏 え い	そ の 他
	気相部 容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質 の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
AC第2一時貯留処理槽	0.12	0.11	有意な変動なし	1°C未満	1°C未満	1°C未満	-※2	-
AC第3一時貯留処理槽	0.18	0.16	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AC第7一時貯留処理槽	2.8	2.5	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液供給槽	0.26	0.23	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ACプルトニウム溶液受槽	0.088	0.08	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
油水分離槽	0.11	0.10	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶	0.24	0.21	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	0.16	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	0.17	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液受槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
リサイクル槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
希釈槽	0.11	0.10	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	0.09	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
硝酸プルトニウム貯槽	0.33	0.29	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽A	0.33	0.29	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽B	0.33	0.29	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
一時貯槽	0.33	0.29	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

(つづき)

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部 容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質 の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	11.1	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	11.1	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	6.6	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	6.6	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
高レベル廃液混合槽 A	7.9	6.9	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
高レベル廃液混合槽 B	7.9	6.9	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
供給液槽 A	3.3	3.0	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
供給液槽 B	3.3	3.0	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
供給槽 A	1.1	0.97	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-
供給槽 B	1.1	0.97	有意な変動なし	1 °C未満	-※ 1	-※ 1	-※ 2	-

※ 1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※ 2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

2.2 連鎖の検討結果

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため、臨界が発生することはない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③ 水素爆発⇒有機溶媒火災

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（74℃到達）である。

有機溶媒火災の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

④ 水素爆発⇒T B P等の錯体の急激な分解反応

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（135℃到達）である。

TBP等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは最大でも数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

3. 水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が機能しない場合

起因事象発生後、水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が失敗し、放射性物質のセルへの導出、セル及び高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルの除去に関する対処が成功した場合を検討する。

実際、水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止を未然防止濃度（水素濃度8vol%）到達前に実施するため、機器内に水素は蓄積しない。また、機器内に着火源は存在しないため、仮に水素が蓄積したとしても、水素爆発は発生しない。

事象の拡大の観点から水素濃度30vol%(空気との化学量論組成)の爆発を想定する。

3.1 連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータ

連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータを以下に事故毎に示す。また、爆発時のエネルギーが溶液に与える影響を第2表に示す。

① 臨界事故

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合の温度上昇を評価し、溶液中の核燃料物質の濃度が未臨界濃度を超えるかどうか確認する。また、水素爆発により機器の形状に影響を与えるかを確認する。

② 蒸発乾固

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合の

温度上昇を評価し、溶液が沸騰し、乾燥・固化に至るか確認する。

③ 溶媒火災

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

④ T B P 等の錯体の急激な分解反応

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

⑤ その他

水素爆発事象としての事象推移から健在化する可能性のある①から④以外の事象を考察する。

第2表 水素濃度30 v o 1 %の爆発時のエネルギーが溶液に与える影響

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部 容積[m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質の濃 度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
中継槽A	2.7	8.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
中継槽B	2.7	8.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽A	7.8	26	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽B	7.8	26	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量後中間貯槽	7.8	26	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量・調整槽	7.8	26	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量補助槽	1.6	5.2	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液中間貯槽	11.1	37	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液供給槽	2.3	7.6	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液受槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液中間貯槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液中間貯槽	4.1	14	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽A	18	61	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽B	18	61	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第2一時貯留処理槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第3一時貯留処理槽	11	36	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第4一時貯留処理槽	11	36	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液濃縮缶	31	110	有意な変動なし	1°C程度	-※1	-※1	-※2	-

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

(つづき)

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質 の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]		
AC第2一時貯留処理槽	0.12	0.39	有意な変動なし	1°C未満	1°C未満	1°C未満	-※2	-
AC第3一時貯留処理槽	0.18	0.59	有意な変動なし	1°C未満	1°C未満	1°C未満	-※2	-
AC第7一時貯留処理槽	2.8	9.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液供給槽	0.26	0.85	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ACプルトニウム溶液受槽	0.088	0.29	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
油水分離槽	0.11	0.36	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶	0.24	0.78	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	0.59	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	0.62	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液受槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
リサイクル槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
希釈槽	0.11	0.36	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	0.33	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
硝酸プルトニウム貯槽	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽A	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽B	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
一時貯槽	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

(つづき)

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質 の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	42	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	42	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	25	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	25	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液混合槽 A	7.9	26	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液混合槽 B	7.9	26	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
供給液槽 A	3.3	11	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
供給液槽 B	3.3	11	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
供給槽 A	1.1	3.6	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
供給槽 B	1.1	3.6	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

3.3 連鎖の検討結果

水素爆発の発生が想定される重要度高の機器に内包する溶液は大きく以下の6種類に整理される。

- ① 高レベル濃縮廃液
- ② Pu濃縮液
- ③ 溶解液
- ④ Pu溶液
- ⑤ 抽出廃液
- ⑥ 一時貯留処理液（有機相含む）

これらのうち、崩壊熱が大きく事象進展が比較的早い溶液は「Pu濃縮液」である。また、放射エネルギーが多く、事故時の影響が比較的大きい溶液は「高レベル濃縮廃液」である。発生が想定される事象は以下の第3表のとおりである。全溶液の事象進展及び事象発生の可能性についての分析を次頁以降に示す。

第3表 発生が想定される事象

	臨界	乾固	火災	TBP	その他	
					貯槽損傷	セル, 建屋への水素漏えい※
高レベル濃縮廃液	—	○	—	—	○	○ 各建屋の水封安全器設置セルにて
プルトニウム濃縮液	○	○	—	—	○	
溶解液	○	○	—	—	○	
硝酸プルトニウム溶液	○	○	—	—	○	
抽出廃液	—	—	—	—	○	
一時貯留処理液（有機相含む）	○	○	○	—	○	

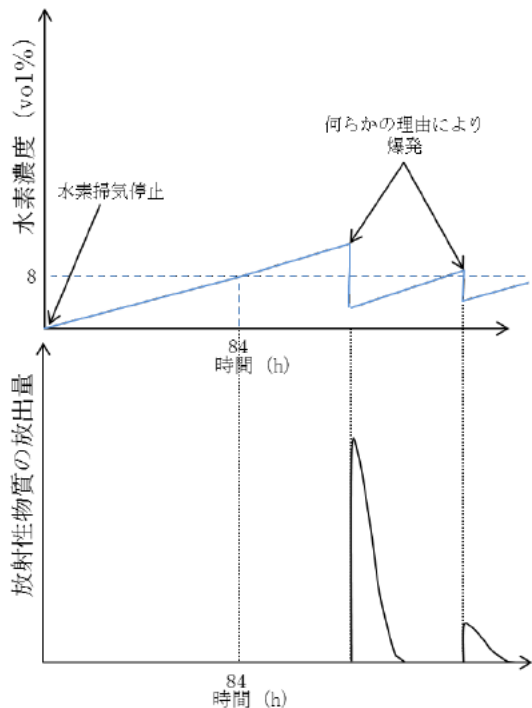
※長期にわたり、機器内から発生する水素を拡散させた場合、水封安全器を介して水素がセル内および建屋内に漏えいする可能

性がある。連鎖とは観点異なるが、想定される事象としてその他の事象に整理する。

3.3.1 高レベル濃縮廃液について

高レベル濃縮廃液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第1図に示す。また、連鎖の検討結果を以下に示す。

高レベル廃液ガラス固化建屋 高レベル濃縮廃液貯槽の例



状態	発生可能性がある事象			
	臨界	乾固	火災	貯槽損傷
-	-※1	-※2	-※3	-※4

- ※1 有意量の核分裂性物質を含まないことから、臨界は想定されない。
- ※2 水素の燃焼に伴うエネルギーが全て溶液に与えられたとしても、温度上昇は僅かであるため、蒸発乾固は想定されない。
- ※3 有意量の有機溶媒は含まれないため、火災は想定されない。

第1図 高レベル濃縮廃液に関する事象推移

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、核分裂性の物質を含まれないことから、臨界に進展しない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは最大でも200MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③ 水素爆発⇒有機溶媒火災

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（74℃到達）である。

有機溶媒火災の誘発の観点では、有意量の有機溶媒は含まれないことから、火災に進展しない。

④ 水素爆発⇒T B P等の錯体の急激な分解反応

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（135℃到達）である。

T B P等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは最大でも200MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

⑤ 水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は、水素爆発により発生する圧力波による機器構造物の変形、破断である。

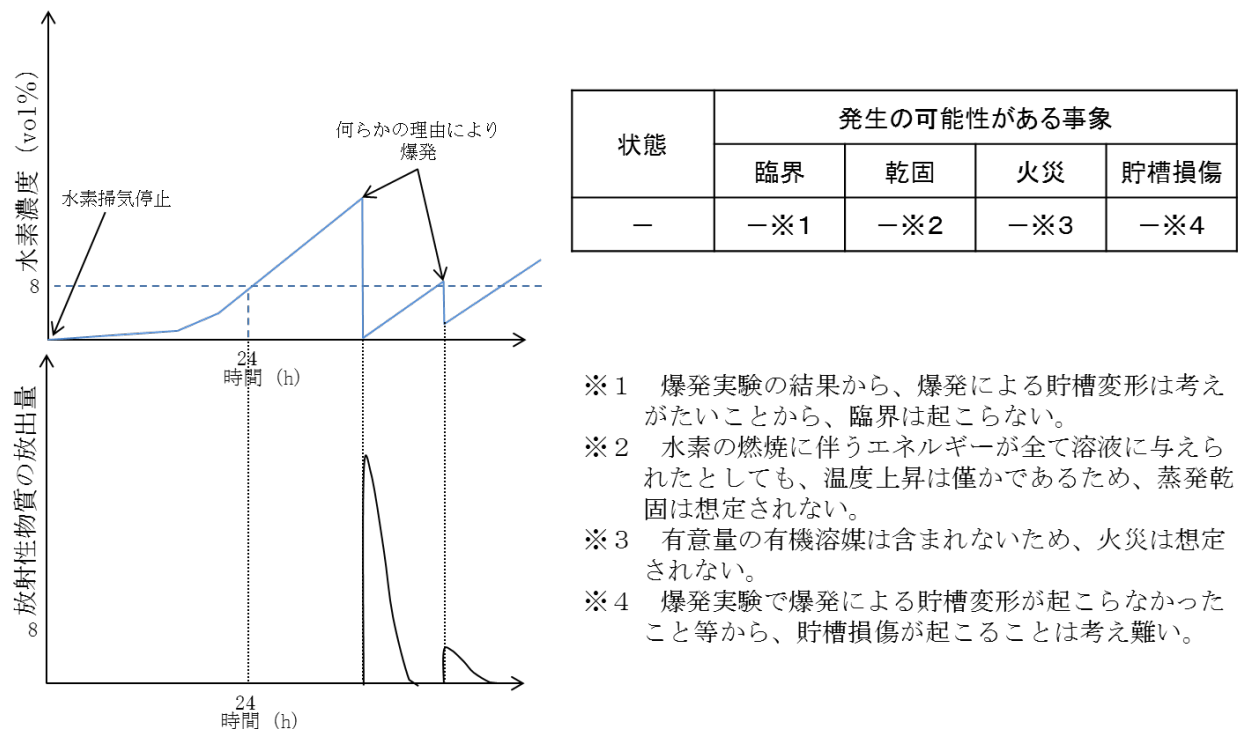
万一、水素爆発が発生した場合、機器内の圧力は0.7MPa

程度と想定され、機器の健全性は維持されると考えられる。

3.3.2 プルトニウム濃縮液について

プルトニウム濃縮液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第2図に示す。また、連鎖の検討結果を以下に示す。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 硝酸プルトニウム貯槽の例



第2図 プルトニウム濃縮液に関する事象推移

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため、臨界が

発生することはない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③ 水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は、水素爆発により発生する圧力波による機器構造物の変形、破断である。

水素爆発の誘発の観点では、水素爆発により発生する圧力は1～2MPa程度であるが、試験結果から機器の健全性は維持できる。

3.3.3 溶解液

溶解液を内蔵する機器からの連鎖については、以下の理由からプルトニウム濃縮液に包含される。

- ① 連鎖で想定される事象が同様（臨界，乾固，貯槽損傷）であること
- ② 水素濃度が溶解液を貯蔵する機器で30vol%に達するまでには、約130時間を要することから、事象が健在化しがたいこと
- ③ 爆発が発生したとしても、臨界，乾固，貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

3.3.4 硝酸プルトニウム溶液について

硝酸プルトニウム溶液を内蔵する機器からの連鎖については、以下の理由からプルトニウム濃縮液に包含される。

- ① 連鎖で想定される事象が同様（臨界，乾固，貯槽損傷）であること
- ② 爆発が発生したとしても，臨界，乾固，貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

3.3.4 抽出廃液について

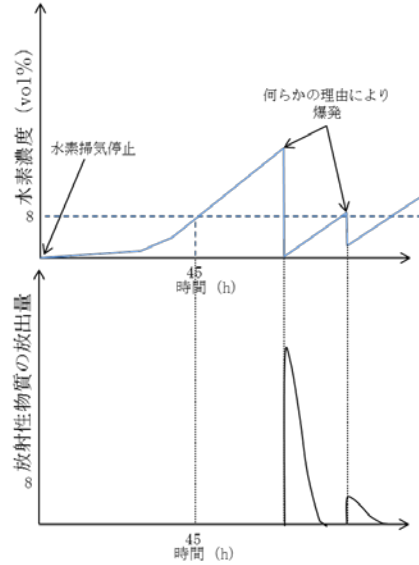
抽出廃液を内蔵する機器からの連鎖については、以下の理由から高レベル濃縮廃液に包含される。

- ① 連鎖で想定される事象が同様（乾固，貯槽損傷）であること
- ② 水素濃度が抽出廃液を貯蔵する機器で30vol%に達するまでには、210時間以上を要することから，事象が健在化しがたいこと
- ③ 爆発が発生したとしても，乾固，貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

3.3.3 一時貯留処理溶液について

プルトニウム濃縮液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第3図に示す。また，連鎖の検討結果を以下に示す。

精製建屋 第2一時貯留処理槽の例



状態	発生可能性がある事象			
	臨界	乾固	火災	貯槽損傷
—	—※1	—※2	—※3	—※4

- ※1 爆発実験の結果から、爆発による貯槽変形は考えがたいことから、臨界は起こらない。
- ※2 水素の燃焼に伴うエネルギーが全て溶液に与えられたとしても、温度上昇は僅かであるため、蒸発乾固は想定されない。
- ※3 有機溶媒が含まれることがあるが、水素の燃焼エネルギーにより溶媒自体が引火点以上に加熱されることはなく、火災は発生しない。
- ※4 爆発実験で爆発による貯槽変形が起こらなかったことから、貯槽損傷が起こることは考え難い。

第3図 一時貯留処理溶液に関する事象推移

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため、臨界が発生することはない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

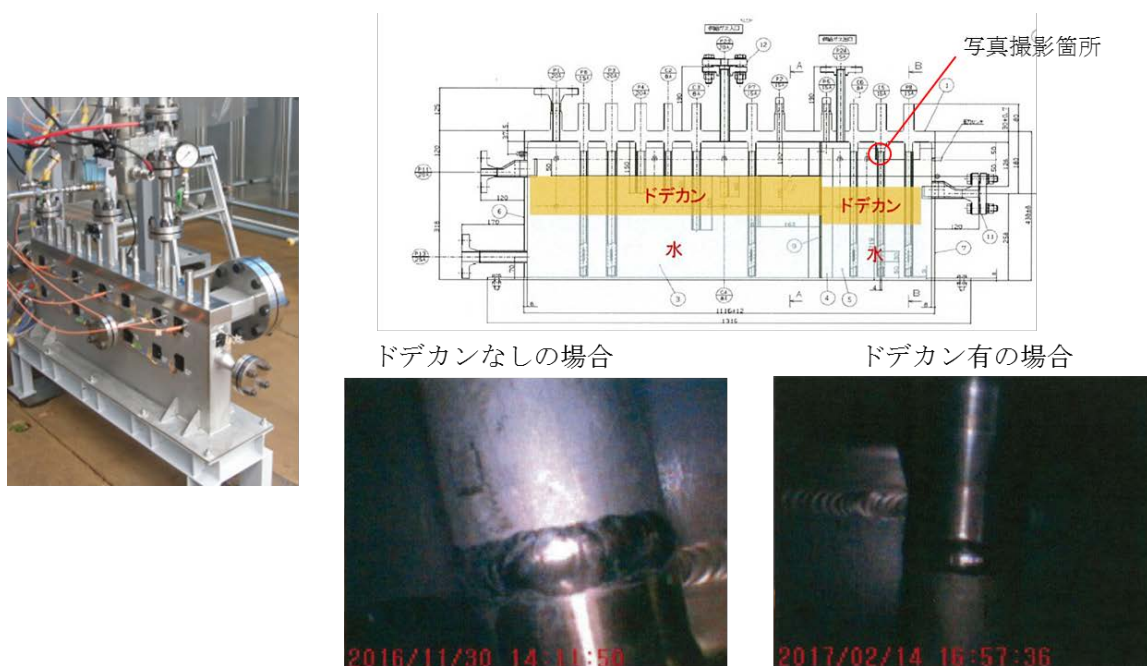
蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③ 水素爆発⇒有機溶媒火災

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（74℃到達）である。

有機溶媒火災の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

また、板型貯槽に水、ドデカン及び30%水素を封入して水素爆発させる試験を実施したが、爆発後の内部は、金属光沢が認められた。（第4図参照）このため、ドデカンの継続的な燃焼は起こらなかったと考えられる。



第4図 有機溶媒を内蔵する板型貯槽の水素爆発試験結果

④ 水素爆発⇒T B P等の錯体の急激な分解反応

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（135℃到達）である。

T B P等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では、水素

爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

⑤ 水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は、水素爆発により発生する圧力波による機器構造物の変形、破断である。

水素爆発の誘発の観点では、水素爆発により発生する圧力は1～2MPa程度であるが、試験結果から機器の健全性は維持できる。

3.3.4 セル内及び建屋内への水素の漏えい

水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が失敗していることを想定する。

長期にわたり、機器内から発生する水素を拡散させた場合であり、セル導出ユニットの開放操作を行わない場合、水封安全器を介して水素がセル内および建屋内に漏えいする可能性がある。連鎖とは観点が異なるが、想定される事象としてその他の事象に整理する。

① セル内水素爆発

水封安全器を介してセル内に放出された水素が蓄積し、セル内水素爆発に至るか確認する。

② 建屋内水素爆発

セルから漏えいした水素が建屋内に蓄積し、建屋内水素爆発に至るか確認する。

検討結果を以下に示す。

(1) セル内水素爆発

着目する現象は、水封安全器設置セルへ放出された水素による爆発である。

セル内水素爆発の誘発の観点では、セル内の水素濃度の上昇は、以下に示す通り緩慢である。このため、水素濃度が可燃限界濃度に到達する前に、換気設備の復旧対応等を行うことが可能であることから、セル内水素爆発が発生する可能性は極めて小さいと考えられる。

第4表 セル内の水素濃度が4 vol%に至る時間

建屋	4vol%までの時間余裕 (日)
前処理建屋の水封安全器設置セル	60
分離建屋の水封安全器設置セル	2
精製建屋の水封安全器設置セル	3
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	—※
高レベル廃液ガラス固化建屋 の水封安全器設置セル	89

※水封安全器がないこと、塔槽類廃ガス処理設備の排風機は遠心式であり間隙を有することから、水素はセル等に放出されずに主排気筒側に拡散する。

(2) 建屋内水素爆発

着目する現象は、建屋内に漏えいした水素濃度の上昇である。

建屋内水素爆発の誘発の観点では、建屋内に漏えいした水素が蓄積する場所を特定することは困難であるが、ここでは

各建屋の水封安全器設置セルの給気ダクト接続部屋に水素が漏えいすることを想定して、部屋内の水素濃度が可燃限界濃度である4vol%に達するまでの時間を評価した。結果を結果を第5表に示す。

時間余裕が1日程度の建屋もあるが、扉の開放により十分な時間余裕の確保が可能である。

この間に換気設備の復旧対応等を行うことが可能であることから、建屋内水素爆発が発生する可能性は極めて小さいと考えられる。

第5表 建屋内の水素濃度が4vol%に至る時間

建屋	4vol%までの時間余裕 (日) (括弧内の数値は、 扉開放時)
前処理建屋	52
分離建屋	1 (48)
精製建屋	3 (180)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	—※
高レベル廃液ガラス固化建屋	37

※水封安全器がないこと、塔槽類廃ガス処理設備の排風機は遠心式であり間隙を有することから、水素はセル等に放出されずに主排気筒側に拡散する。

4. まとめ

水素爆発の水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策に失敗した場合、他事象への連鎖は無いが、セル及び建屋への水素の漏えいが否定できない。ただし、水素爆発の発生防止対

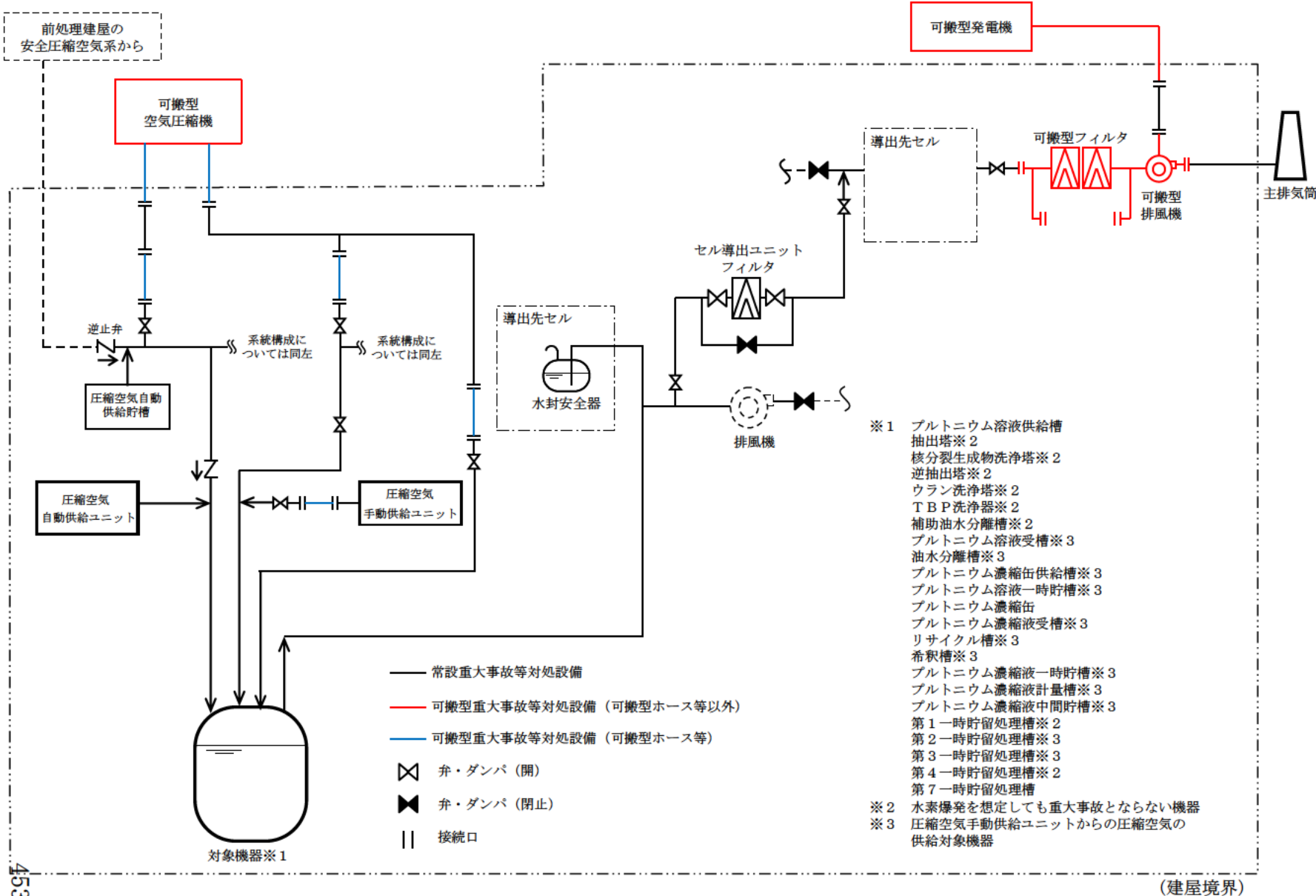
策に使用する系統は、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、さらに信頼性を高めるための設計としているため、発生防止対策が失敗する可能性は低い。

また、水素爆発の拡大防止対策に使用する系統は、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、さらに信頼性を高めるための設計としているため、水素爆発の拡大防止対策が失敗する可能性は低い。

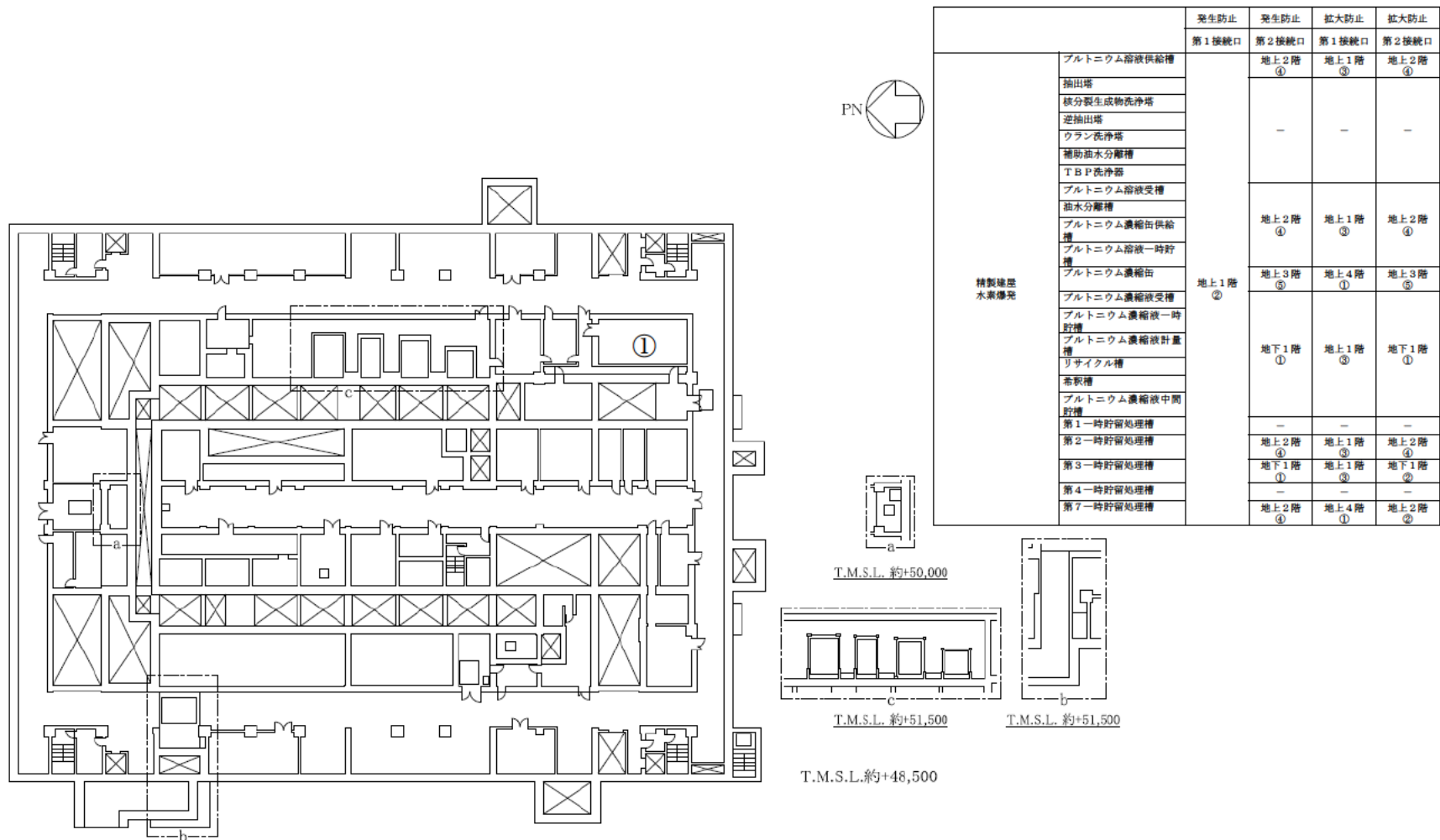
水素掃気機能喪失の継続により、セル及び建屋への水素の漏えいが発生する可能性は低い。万一、セル及び建屋への水素の漏えいが発生したとしても、扉の開放や換気機能の復旧により対処が可能である。

補足説明資料 8-19 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

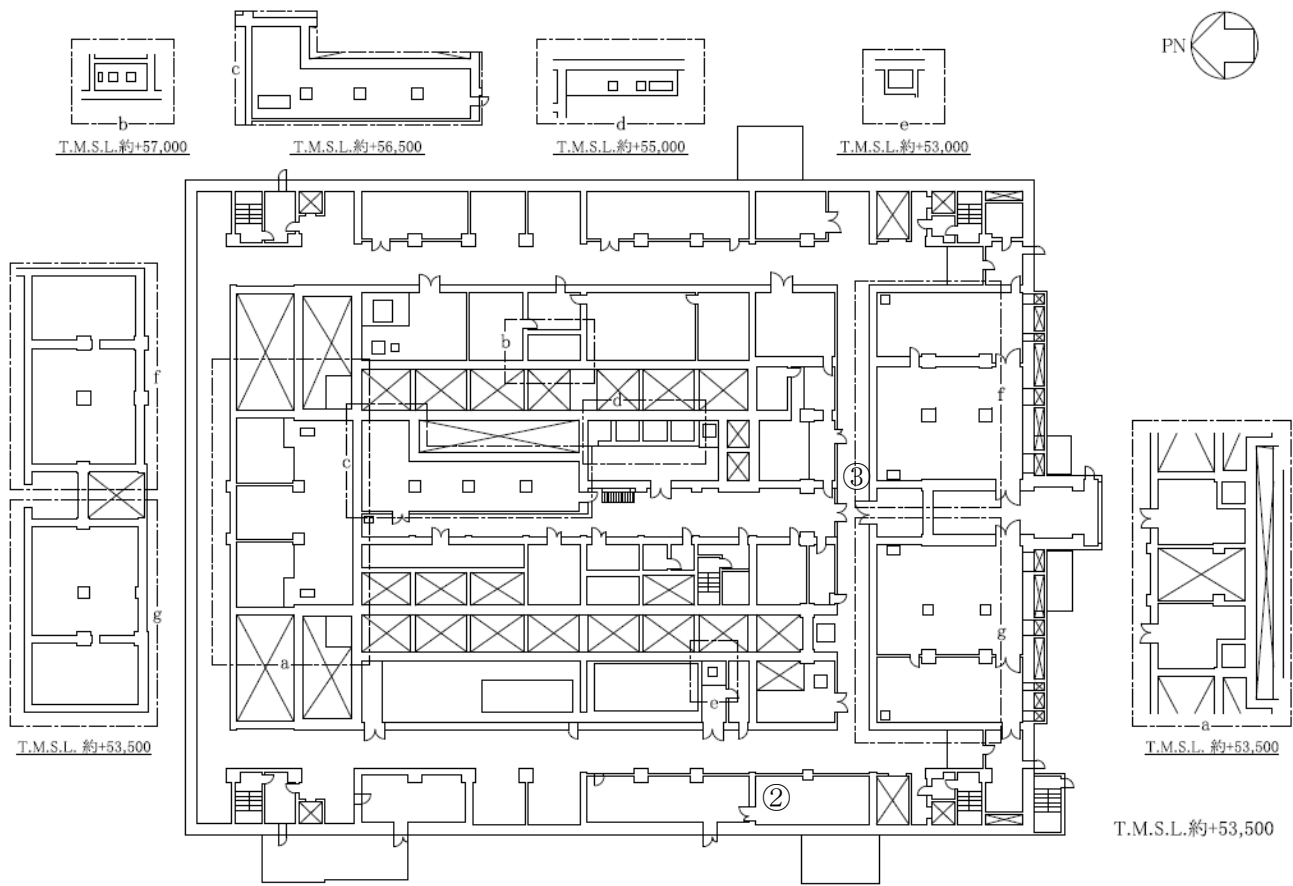


第1図 精製建屋の放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備の系統概要図



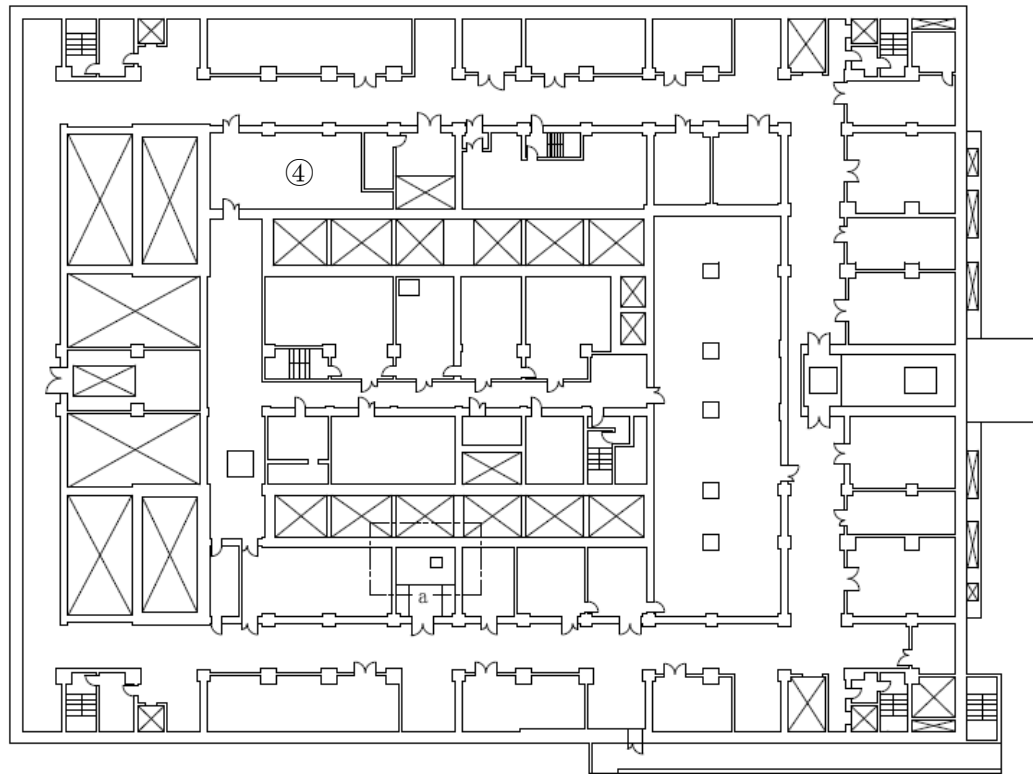
第2図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地下1階）

補 8-19-2

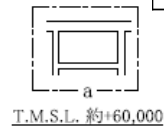


		発生防止	発生防止	拡大防止	拡大防止
		第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口
精製建屋 水素爆発	地上1階 ②	ブルトニウム溶液供給槽	地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
		抽出塔	-	-	-
		核分裂生成物洗浄塔	-	-	-
		逆抽出塔	-	-	-
		ウラン洗浄塔	-	-	-
		補助油水分離槽	-	-	-
		TBP洗浄器	-	-	-
		ブルトニウム溶液受槽	-	-	-
		油水分離槽	地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
		ブルトニウム濃縮液供給槽	-	-	-
		ブルトニウム溶液一時貯槽	-	-	-
		ブルトニウム濃縮缶	地上3階 ⑤	地上4階 ①	地上3階 ⑤
		ブルトニウム濃縮液受槽	-	-	-
		ブルトニウム濃縮液一時貯槽	-	-	-
		ブルトニウム濃縮液計量槽	地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①
		リサイクル槽	-	-	-
		希釈槽	-	-	-
ブルトニウム濃縮液中間貯槽	-	-	-		
第1一時貯留処理槽	-	-	-		
第2一時貯留処理槽	地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④		
第3一時貯留処理槽	地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ②		
第4一時貯留処理槽	-	-	-		
第7一時貯留処理槽	地上2階 ④	地上4階 ①	地上2階 ②		

第3図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上1階）

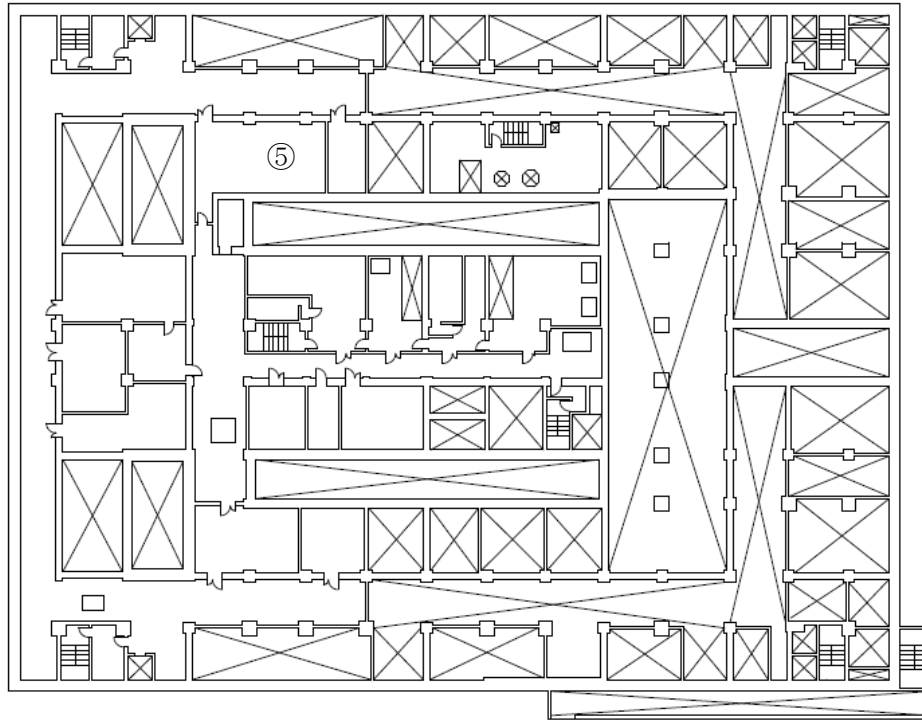


		発生防止	発生防止	拡大防止	拡大防止
		第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口
精製建屋 水素爆発	プルトニウム溶液供給槽	地上1階 ②	地上2階 ④	地上1階 ⑤	地上2階 ④
	抽出塔				
	核分裂生成物洗浄塔				
	逆抽出塔				
	ウラン洗浄塔		-	-	-
	補助油水分離槽				
	TBP洗浄器				
	プルトニウム溶液受槽				
	油水分離槽				
	プルトニウム濃縮缶供給槽		地上2階 ④	地上1階 ⑤	地上2階 ④
	プルトニウム溶液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮缶				
	プルトニウム濃縮液受槽		地上3階 ⑥	地上4階 ①	地上3階 ⑤
	プルトニウム濃縮液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮液計量槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①
	リサイクル槽				
	希釈槽				
	プルトニウム濃縮液中間貯槽				
	第1一時貯留処理槽		-	-	-
	第2一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
第3一時貯留処理槽	地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ②		
第4一時貯留処理槽	-	-	-		
第7一時貯留処理槽	地上2階 ④	地上4階 ①	地上2階 ②		



T.M.S.L. 約+60,500

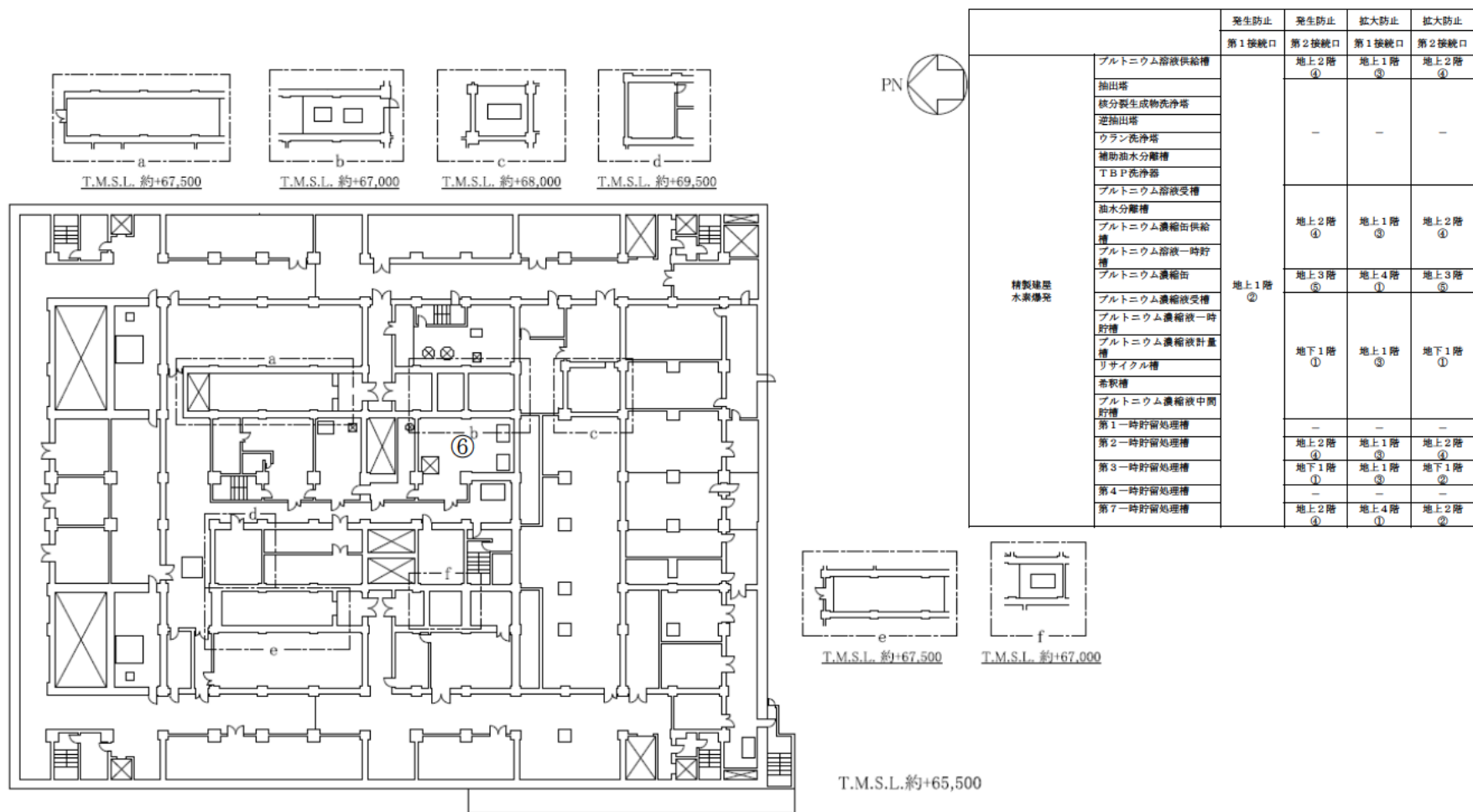
第4図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上2階）



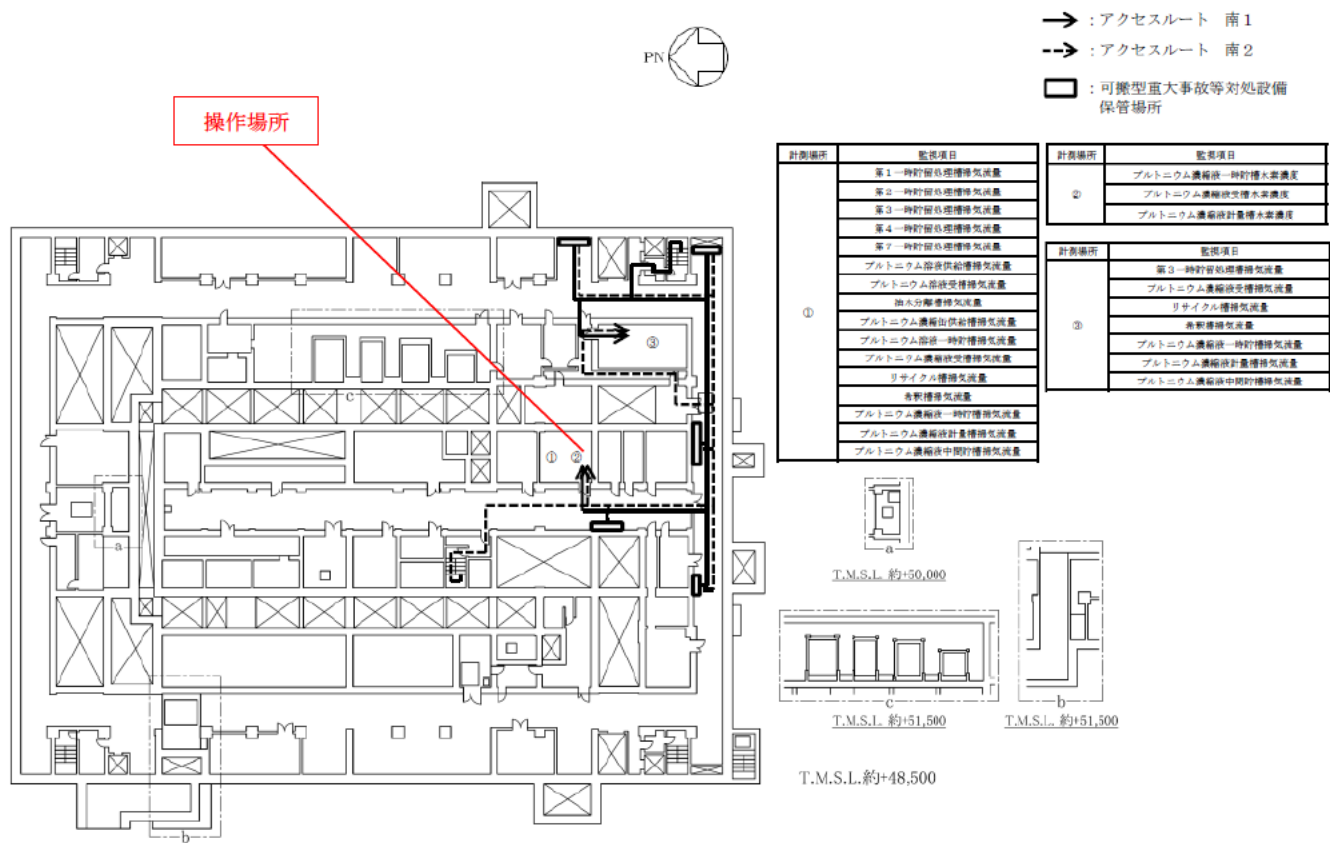
		発生防止 第1接続口	発生防止 第2接続口	拡大防止 第1接続口	拡大防止 第2接続口
精製建屋 水素爆発	プルトニウム溶液供給槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	抽出塔				
	核分裂生成物洗浄塔				
	逆抽出塔				
	ウラン洗浄塔				
	補助油水分離槽				
	T B P 洗浄器				
	プルトニウム溶液受槽				
	油水分離槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	プルトニウム濃縮缶供給槽				
	プルトニウム溶液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮缶	地上1階 ②	地上3階 ⑤	地上4階 ①	地上3階 ⑤
	プルトニウム濃縮液受槽				
	プルトニウム濃縮液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮液計量槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①
	リサイクル槽				
	希釈槽				
	プルトニウム濃縮液中間貯槽				
	第1一時貯留処理槽				
	第2一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
第3一時貯留処理槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ②	
第4一時貯留処理槽					
第7一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上4階 ①	地上2階 ②	

T.M.S.L.約+64,000

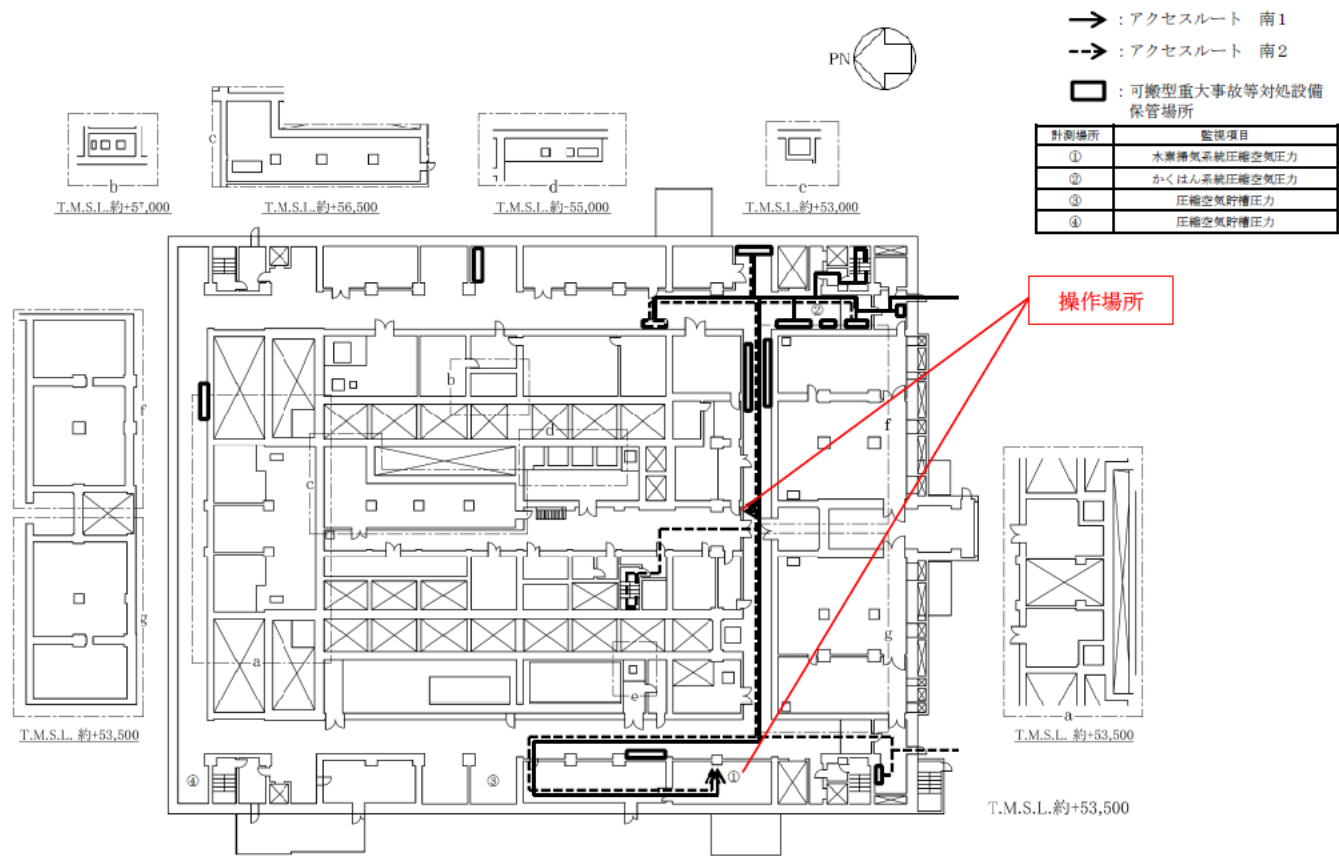
第5図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上3階）



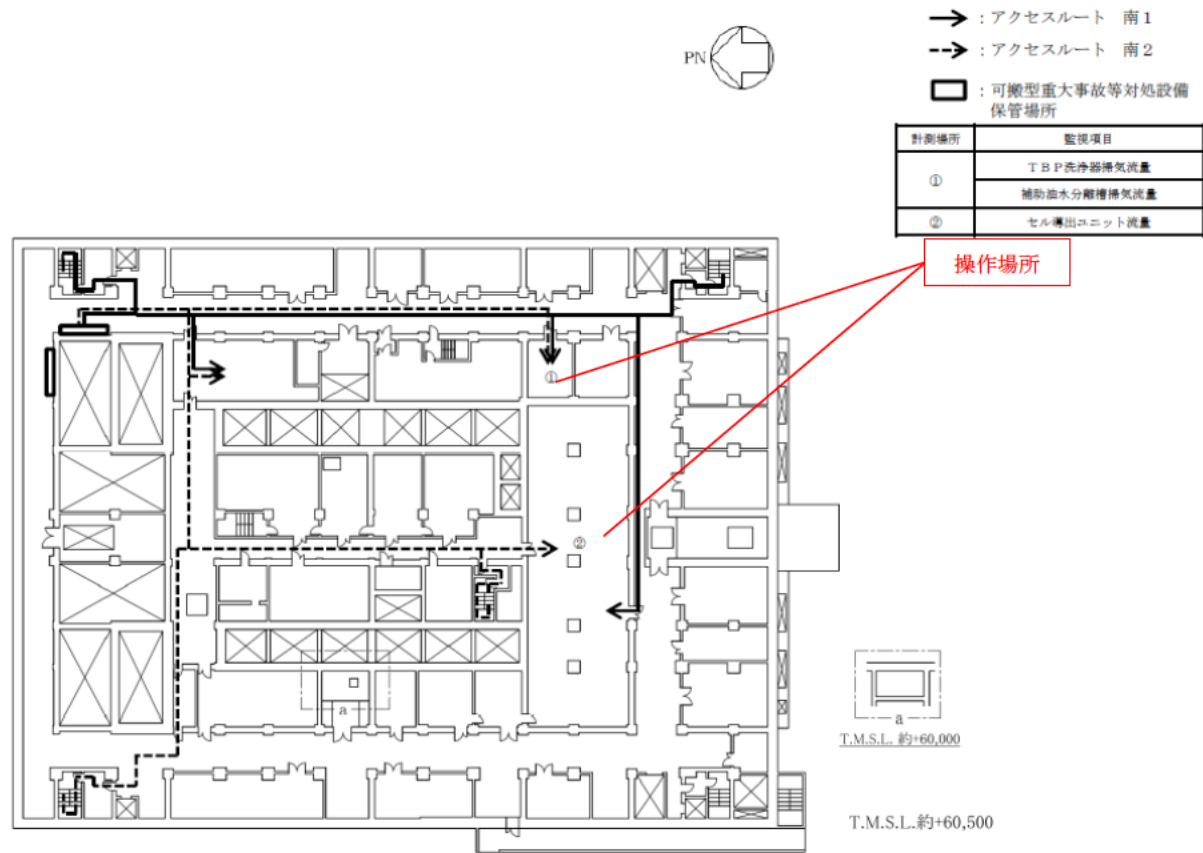
第6図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上4階）



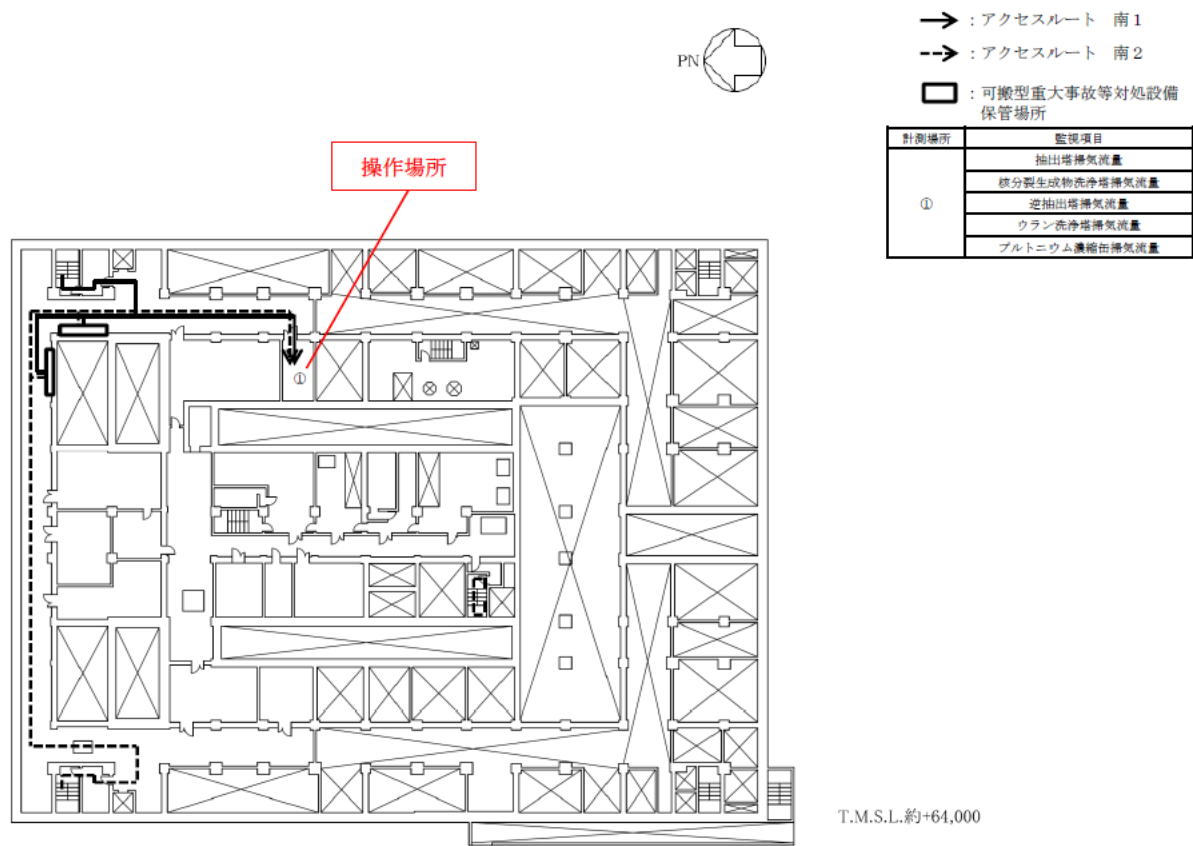
第7図「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地下1階)



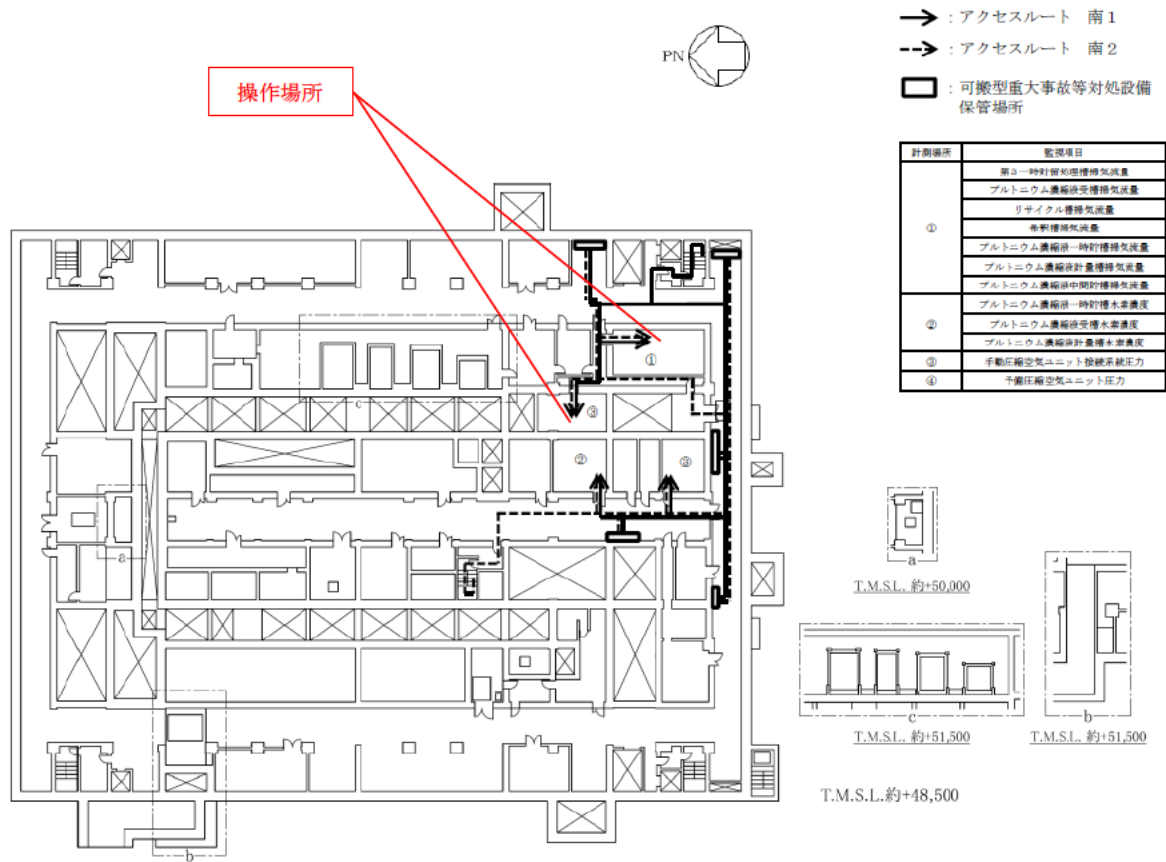
第8図「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上1階)



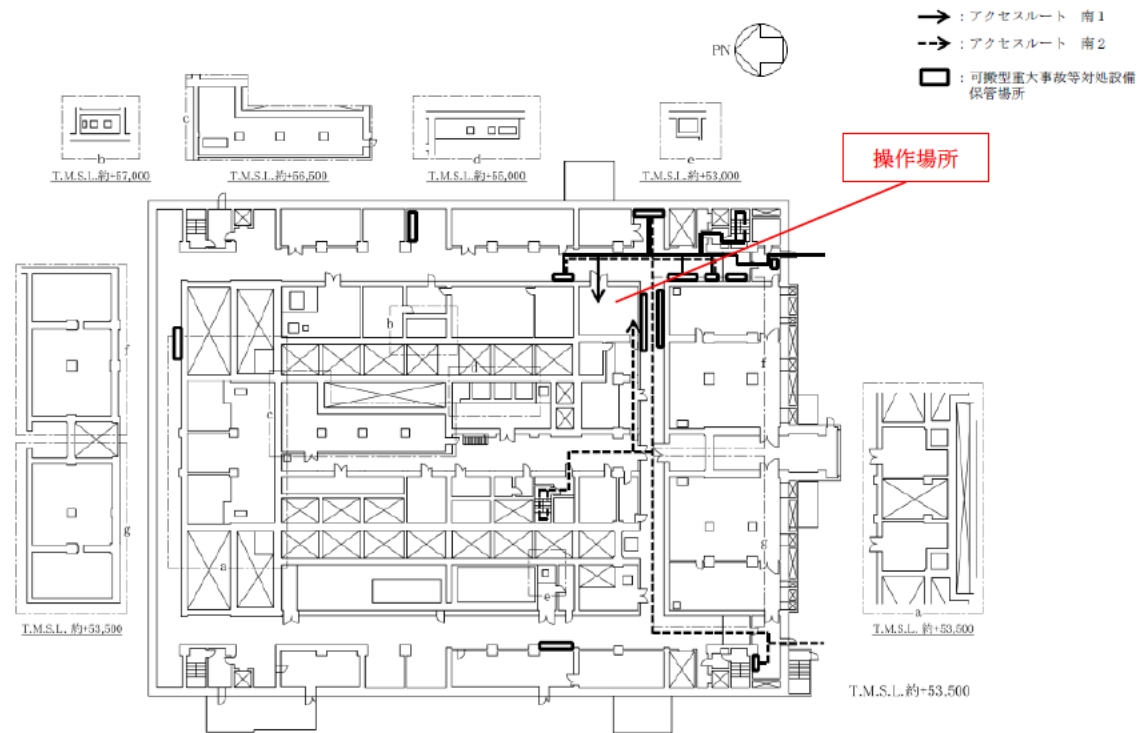
第9図「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上2階)



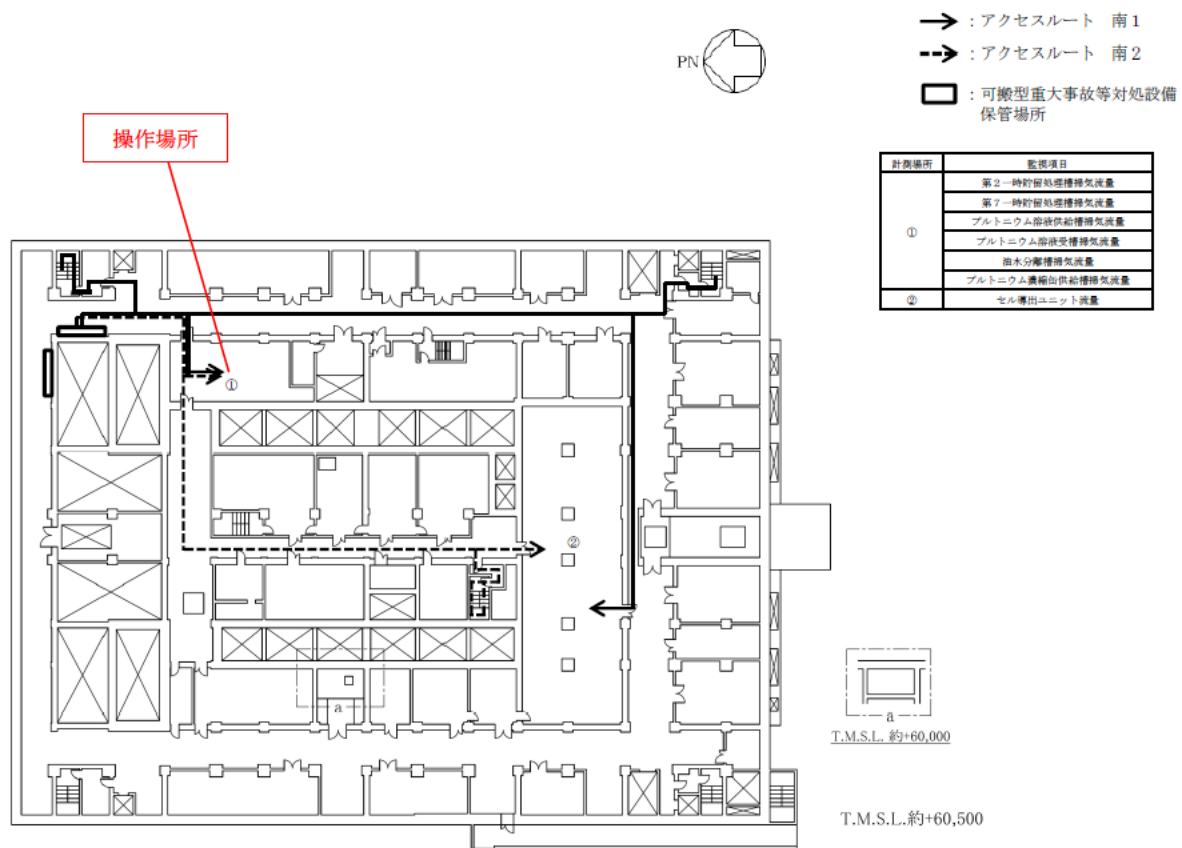
第10図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上3階)



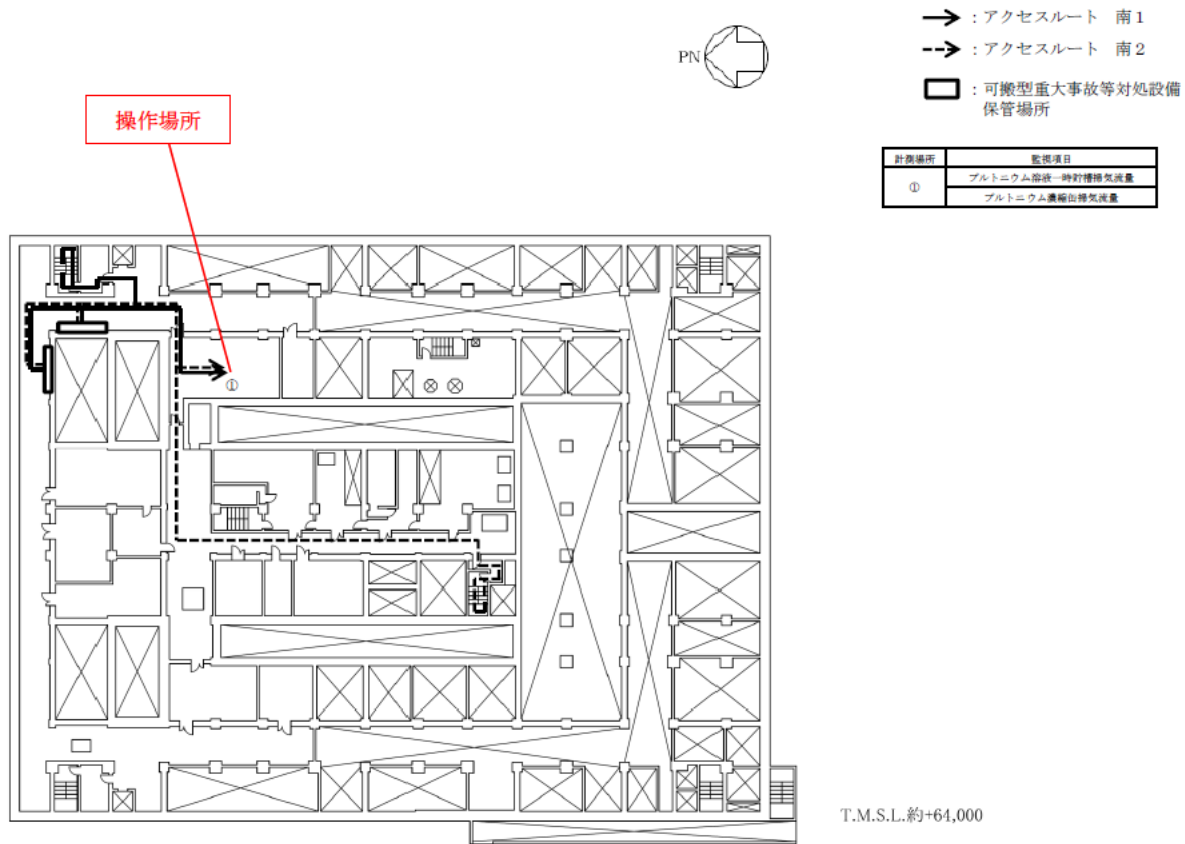
第 11 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地下 1 階)



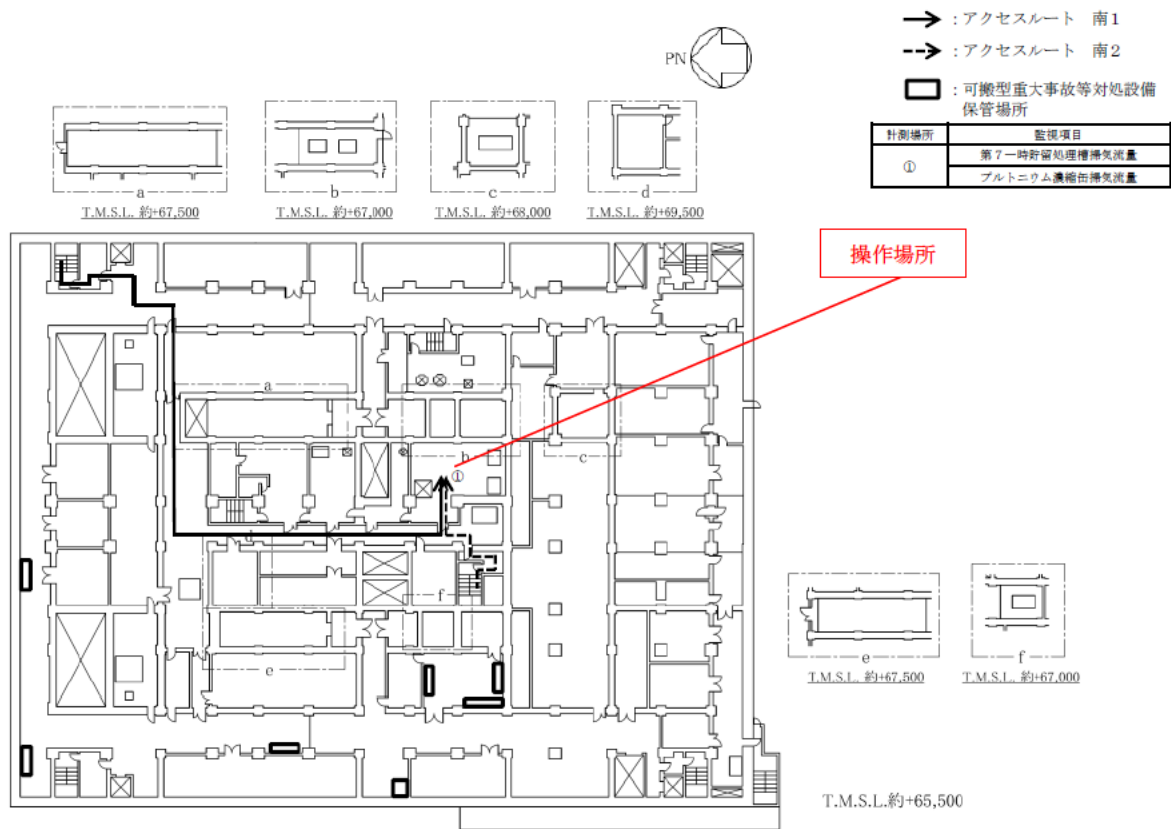
第 12 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)



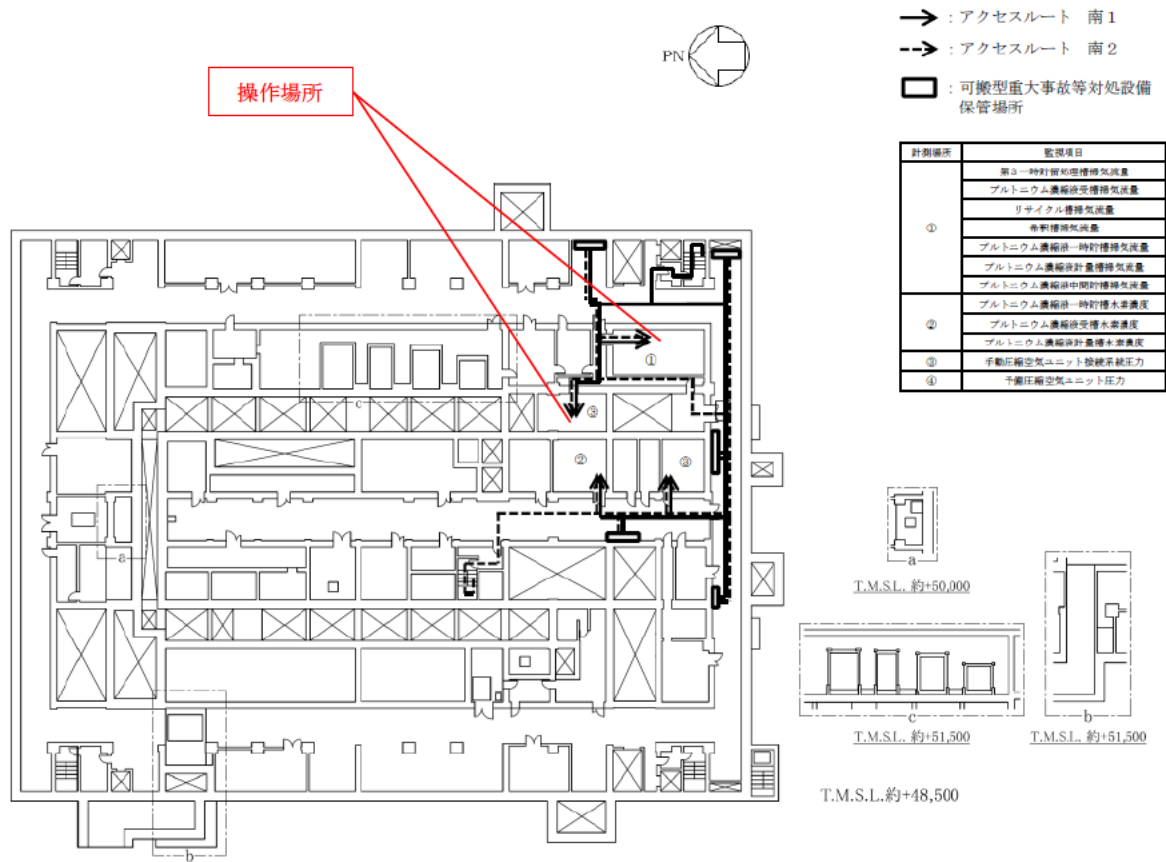
第 13 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 2 階)



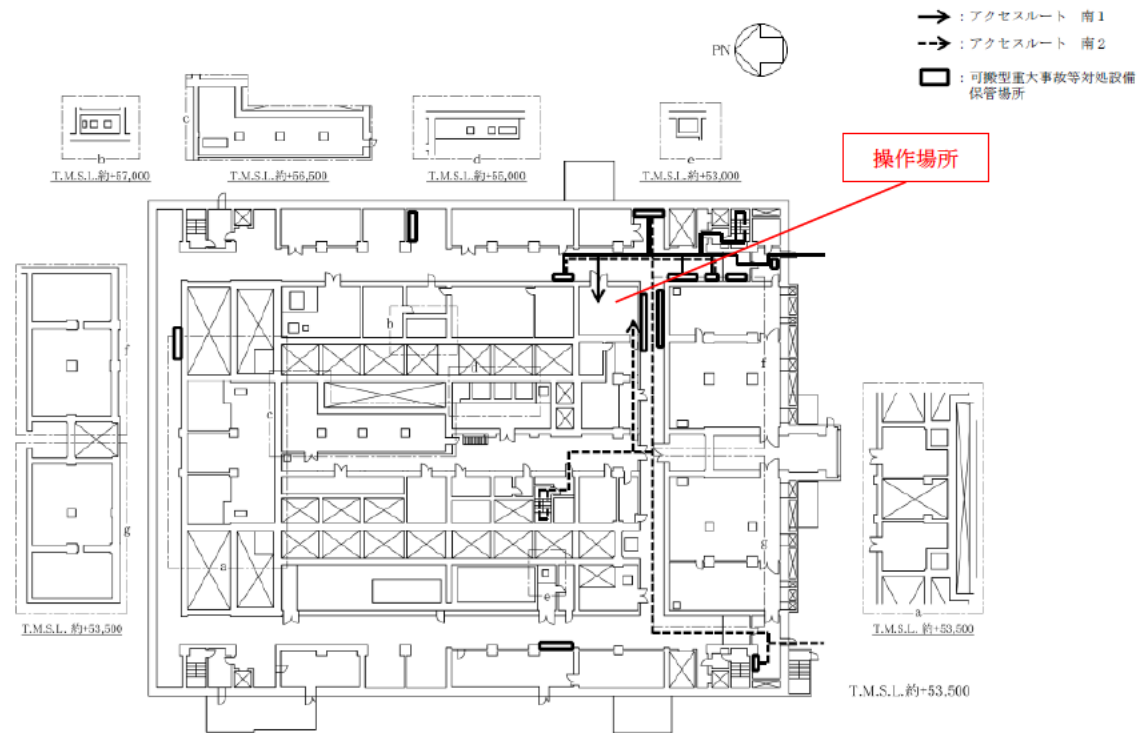
第 14 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 3 階)



第 15 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 4 階)



第 16 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地下 1 階)



第 17 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)