

【公開版】

資料 2-5	令和 2 年 1 月 30 日
日本原燃株式会社	

六ヶ所再処理施設における  
新規制基準に対する適合性

第 28 条：重大事故等の拡大の防止等  
放射線分解により発生する水素による爆発への対処

8. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処

## 目次

- 8. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処
  - 8.1 水素爆発の発生防止対策
    - 8.1.1 水素爆発の発生防止対策の具体的内容
    - 8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評価
  - 8.2 水素爆発の拡大防止対策
    - 8.2.1 水素爆発の拡大防止対策の具体的内容
    - 8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価
  - 8.3 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及び資源
  - 8.4 参考文献

## 8. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処

### (1) 放射線分解により発生する水素による爆発の特徴

水素掃気機能の喪失による、放射線分解により発生する水素による爆発（以下8. では「水素爆発」という。）の発生が想定される水素掃気が必要な溶解液，抽出廃液，硝酸プルトニウム溶液，プルトニウム濃縮液及び高レベル廃液（以下，「高レベル廃液等」という。）を内包する貯槽及び缶（以下，「貯槽等」という。）は，高レベル廃液等の放射線分解により水素が発生するため，通常運転時には安全圧縮空気系により圧縮空気を供給することで水素掃気を行い，貯槽等内における水素爆発を防止している。

安全圧縮空気系は，貯槽等へ圧縮空気を供給する流路としての水素掃気配管・弁及び圧縮空気を製造する空気圧縮機で構成される。また，空気圧縮機は，その他再処理設備の附属施設の給水施設の冷却水設備の再処理設備本体用の安全冷却水系により冷却されている。

貯槽等，貯槽等を収納するセル及びセルを取り囲む建屋は，それぞれ塔槽類廃ガス処理設備，建屋換気設備のセルからの排気系（以下8. では「セル排気系」という。），建屋換気設備の建屋排気系（以下8. では「建屋排気系」という。）により換気され，建屋，セル，貯槽等の順に圧力が低くなるように設計されている。

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合には，水素爆発の発生を想定する貯槽等の気相部の水素濃度が上昇し，水素濃度に応じて燃焼，爆燃又は爆轟が発生するおそれがある。この際の圧力変動による飛沫に放射性物質が同伴して気相に放射性エアロゾルとして移行することで大気中への放射性物質の放出量が増大する。また，爆発の規模によっては，貯槽等や附属する配管等の破損が生じ，内包する放射性物質の漏えいに至るおそ



れがある。

水素濃度と発生圧力の特徴として、以下の3つにまとめられる。

1つ目は、水素濃度がドライ換算で4 v o 1 %から8 v o 1 %の空気混合気が着火した場合であり、水素燃焼という。燃焼に伴う火炎が上方または水平方向に伝播する部分燃焼が支配的であり、この際に発生する圧力は小さい。そのためエアロゾル状の放射性物質の気相への移行量は少なく排気系で除去できる。

2つ目は、水素濃度がドライ換算で8 v o 1 %から12 v o 1 %の空気混合気が着火し、水素爆発が発生した場合、火炎が上方または水平方向のみならず、全方向に伝播し、爆燃するようになり、この際に発生する圧力は初期圧力の2倍以上となる可能性がある。そのため、エアロゾル状の放射性物質の気相部への移行量は大きくなる。

3つ目は、水素濃度がドライ換算で12 v o 1 %を超えると、条件によっては爆燃から爆轟へ遷移が生じ、火炎の伝播速度が音速を超えて衝撃波が発生する。爆轟が生じた場合には、エアロゾル状の放射性物質が大量に気相部への移行することのみならず、衝撃波による貯槽、配管、その他機器等の損傷や波及的な影響も考えられる。

水素爆発の発生防止としては放射性物質の放出の観点で爆轟を生じさせないこと、再処理施設内における爆燃から爆轟へ遷移に関する知見が少ないこと、排気系統が爆燃から爆轟へ遷移を発生しやすい形状であることを踏まえると、爆燃する領域である水素濃度がドライ換算8 v o 1 %から12 v o 1 %に対して、この下限値であるドライ換算8 v o 1 %に抑えるということが重要である。

水素掃気機能の喪失による水素爆発は、5建屋、5機器グループ、合計51貯槽等で発生する。

水素爆発が発生した場合の爆発圧力は主に水素濃度に依存する。

水素の可燃限界濃度は約4 v o 1 % (乾燥状態) であるが、当該濃度の水素を燃焼させるために必要な着火エネルギーは約10,000m J のオーダーであり、水素-空気の化学量論比(水素濃度約30 v o 1 % (乾燥状態))の最小着火エネルギー0.02m J と比較して相当に大きな着火エネルギーを与えない限り着火することはない<sup>(1)</sup>。さらに、水素濃度4 v o 1 %の空気の燃焼温度は水素の発火温度である約580<sup>(2)</sup> °C と比較しても低いため、水素濃度4 v o 1 %の空気においては着火後の火炎は伝播し難い。水素濃度4 v o 1 % (乾燥状態) から8 v o 1 % (乾燥状態) の空気に着火した場合は、着火点から上方又は水平方向へ伝播する部分燃焼が支配的であり、水素の燃焼により発生する圧力は初期圧力の2倍以下であるため、その影響は小さい<sup>(3)</sup>。一方、水素濃度約8 v o 1 % (乾燥状態) の空気に着火した場合は、火炎が上方及び水平方向のみでなく、全方向に伝播する可能性があり、水素の燃焼により発生する圧力は初期圧力の2倍を超える可能性があることから、圧力上昇に伴う影響を考慮する必要がある。

水素濃度が高くなった場合、水素の燃焼波は、配管のような狭い空間において圧力波の反射による燃焼波の乱れ等により波面が加速し、爆轟に遷移する可能性がある。爆轟に遷移するか否かは、その燃焼環境に依存するが、水素濃度が約12 v o 1 % (乾燥状態) より爆轟に遷移する可能性があると考えられる。このため、爆轟に遷移するような可能性を排除することが重要である。

水素爆発を防止するための対策は、爆轟に至らせない水素濃度内、即ち8 v o 1 % (乾燥状態) から12 v o 1 % (乾燥状態) の範囲において対処できる必要がある。重大事故等の対処に必要な作業の時間余裕及び爆発時の影響の観点から検討すると、水素濃度8 v o 1 % (乾燥状態)

では、当該濃度に至るまでの時間が短くなり、対処の時間余裕という観点で厳しい想定となるが、再処理施設に設置される貯槽等の空間容積が小さい場合が多いため、貯槽等において発生する圧力は小さく、貯槽等の健全性は維持される。一方、水素濃度12 v o 1 %（乾燥状態）では、当該濃度に至るまでの時間は8 v o 1 %（乾燥状態）の場合と比較して1.5倍になり、対処が容易になる想定であるが、爆発時の構造物への影響を考えると、12 v o 1 %（乾燥状態）における爆発のほうが圧力が高く厳しく、一部の貯槽等において簡易的且つ厳しい結果を与える静的な計算では、健全性を維持できない可能性がある。

圧力上昇が大きくなるような水素爆発を発生させないという観点、貯槽等の健全性を維持する観点から、水素濃度8 v o 1 %の水素燃焼を防止するための対処の判断基準とすることが適切であると考えられる。

#### 【補足説明資料 8-1】

重大事故等の事象選定結果に示すとおり、水素爆発を想定する機器は、水素爆発に伴い、一般公衆へ著しい影響を及ぼす可能性のあるような内蔵放射エネルギーが多い貯槽等（以下8.では「重大事故の水素爆発を想定する機器」という。）と、爆発が発生しても容積の小ささ又は内蔵放射エネルギーの少なさにより機能喪失時の一般公衆への影響が平常時の被ばく影響と比べて十分小さい貯槽、パルスカラム及びミキサセトラ（以下8.では「水素爆発を想定しても重大事故とならない機器」という。）に分類される。

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、重大事故の水素爆発を想定する機器内の水素濃度が8 v o 1 %に達するまでの時間は、前処理建屋内の最短の

機器において約73時間、分離建屋の最短の機器において約2.9時間、精製建屋の最短の機器において約1.4時間、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の最短の機器において約7.1時間及び高レベル廃液ガラス固化建屋の最短の機器において約84時間である。

以上のとおり、再処理施設における水素爆発の特徴を踏まえると、重大事故の水素爆発を想定する機器内の水素濃度が、水素燃焼時においても機器へ影響を与えない8 v o 1 %（以下8.では「未然防止濃度」という。）に至る前に対策を講ずることが最も効果的であることから、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十八条及び第三十六条に規定される要求に対して、整備した重大事故等の対策を講ずる。

#### 【補足説明資料 8-2】

#### (2) 水素爆発への対処の基本方針

水素爆発への対処として、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十八条及び第三十六条に規定される要求を満足する水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策を整備する。

水素爆発の発生防止対策として、水素爆発の発生を未然に防止するため、喪失した水素掃気機能を代替する設備により、重大事故の水素爆発を想定する貯槽等の水素濃度が水素燃焼時においても貯槽等に影響を与えない8 v o 1 %に至る前に圧縮空気を供給し、水素濃度を可燃限界濃度未満とし、これを維持するための対策を整備する。

水素爆発の発生防止対策が機能しなかった場合には、重大事故の水素爆発を想定する機器内の水素濃度が上昇する可能性があるが、(1)放射線分解により発生する水素による爆発の特徴に記載したとおり、再処理施設における水素爆発の特徴を踏まえると、重大事故の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る前に対策を講ずることが

最も効果的である。

このため、水素爆発の拡大防止対策として、水素爆発が続けて生じるおそれがない状態を維持するため、発生防止対策とは別の系統から重大事故の水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を供給し、水素濃度を可燃限界濃度未満とし、これを維持するための対策を整備する。

また、水素爆発が発生すると、この際の圧力変動によって発生する飛沫に放射性物質が同伴して気相にエアロゾル状の放射性物質として移行する。これに伴い、大気中への放射性物質の放出量が増大するため、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、気相中へ移行した放射性物質をセルに導出する。この際、放射性物質の低減のため、高性能粒子フィルタを経由してセルに導出する。

さらに、セル排気系を代替する排気系により、放射性物質を低減した上で、主排気筒から大気中に放出する。

水素掃気機能の喪失による水素爆発を想定する機器を第8-1表に、各対策の概要図を第8-1図から第8-3図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を、下記a. 及びb. に示す。

a. 水素爆発の発生防止対策

「8.(1) 放射線分解により発生する水素による爆発の特徴」に示すとおり、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度以上になると、比較的高い爆発圧力が発生するおそれがある。このため、第8-1表に示す貯槽等のうち、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が短い建屋については、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットを常設重大事故等対処設備として設置する。

また、代替安全圧縮空気系の圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットからの圧縮空気を供給する弁類の故障を想定した場合に、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が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器については、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットと同一系統上の機器に近い位置に設置する異なる圧縮空気ユニット（以下8.では「予備圧縮空気ユニット」という。）から圧縮空気を供給することで、最も短い場合においても24時間の時間余裕を確保する。その上で、重大事故の水素爆発を想定する機器が未然防止濃度に到達する前に、以下の対策を実施する

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、未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が短いため、圧縮空気の供給を継続するが、b.に示す放射性物質の放出低減の措置を講じる。

放射性物質が同伴する空気からの被ばくは、呼吸保護具により十分低減可能であり、作業に支障はない。また、放射性物質が建屋から経路外放出することを想定しても、一般公衆への影響は平常時程度である。

その後、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管へ可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給し、第8-1表に示す貯槽等

で発生する水素を希釈する。

本対策は、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に到達する前までに対策の準備を完了させる。

【補足説明資料 8 - 3】

【補足説明資料 8 - 4】

【補足説明資料 8 - 5】

## b. 水素爆発の拡大防止対策

代替安全圧縮空気系の圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気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、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットと異なる系統に、速やかに接続できる圧縮空気供給源（以下8.では「手動圧縮空気ユニット」という。）を設置することで、最も短い場合においても24時間の時間余裕を確保する。

また、可搬型空気圧縮機の故障、圧縮空気の供給経路が構築できない状態により水素爆発の発生防止対策が機能せず、圧縮空気が供給できない場合には、発生防止対策の代替安全圧縮空気系の水素掃気配管及び機器圧縮空気供給配管とは異なる機器圧縮空気供給配管へ可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給し、第8－1表に示す重大事故の水素爆発を想定する機器内で発生する水素を希釈する。拡大防止対策の代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管は2系統以上とする。

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、第8－1表に示す貯槽等のうち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機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達する前に実施することから、水素燃焼による作業環境悪化の影響を受けずに実施できる。

水素爆発を想定しても重大事故とならない機器の一部は重大事故等対策が完了する際に可燃限界濃度を超過している可能性があるが、機器を接地することにより着火源を排除する設計としているため爆発は想定し難い。このため、水素爆発を想定しても重大事故とならない機器への対策は重大事故の水素爆発を想定する機器への対策の後に実施する。

外的事象の「地震」を起因とした場合、動的機器が全て機能喪失する



とともに、全交流動力電源も喪失し、塔槽類廃ガス処理設備の浄化機能及び排気機能が喪失する。従って、圧縮空気の供給により貯槽等に接続する塔槽類廃ガス処理設備内の圧力が上昇する場合には、代替塔槽類廃ガス処理設備の配管の流路を遮断し、放射性物質をセルに導出するための経路を構築することで、塔槽類廃ガス処理設備内の圧力を導出先セルに開放すると共に、放射性物質を導出先セルに導出する。

安全圧縮空気系の空気圧縮機が動作不能となり、水素掃気機能が喪失した場合には、その他再処理設備の附属施設の圧縮空気設備の安全圧縮空気系の水素掃気用の空気貯槽（以下8.では「空気貯槽（水素掃気用）」という。）から圧縮空気が自動的に供給され、水素爆発を想定する機器の気相部を介して同伴する放射性物質がセルを介して経路外放出する可能性がある。このため、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が十分長い前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋については、安全圧縮空気系からの空気の供給を遮断し、大気中への放射性物質の放出量を低減する。

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、貯槽等に接続する塔槽類廃ガス処理設備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、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、全ての建屋の塔槽類廃ガス処理設備から導出先セルに導出する経路を速やかに構築する。

放射性物質を導出先セルへ導出した後は、放射性物質の大気中への経

路外放出を防止するため、可搬型排風機を運転し、可搬型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。

本対策は、機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達する前までに対策の準備を完了させる。

【補足説明資料 8-5】

【補足説明資料 8-6】

## 8.1 水素爆発の発生防止対策

### 8.1.1 水素爆発の発生防止対策の具体的内容

発生防止対策として、圧縮空気設備の安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、可搬型空気圧縮機、可搬型一括供給用建屋外ホース、可搬型一括供給用建屋内ホース、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系を水素掃気配管、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。

貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が24時間以内の貯槽等においては、上記対策に先立ち、系統内の圧力が低下した場合、常設の圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット並びに予備圧縮空気ユニット（以下、「圧縮空気貯槽等」という。）から圧縮空気を自動供給することにより、水素掃気を実施する。

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、水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が24時間以内の貯槽等があることから、圧縮空気貯槽を分離建屋及び精製建屋に設置するとともに、圧縮空気ユニットをウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する。

圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットによる圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器は、圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットが有効に機能しなかった場合であっても、水素掃気用安全圧縮空気系の圧力が減少した場合に、圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットよりも貯槽等に近い位置から代替安全圧縮空気系の水素掃気配管に予備圧縮空気ユニットから自動で圧縮空気が供給される。

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、水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が24時間以内重大事故の水素爆発を想定する貯槽等があることから、予備圧縮空気ユニットを分離建屋、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。

圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットは、24時間後においても水素爆発を想定する機器の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる圧縮空気を供給できるものとする。この間に、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管に可搬型空気圧縮機を接続し、水素掃気機能を回復させる。

このため、可搬型空気圧縮機、可搬型一括供給用建屋外ホース、可搬型一括供給用建屋内ホース、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを可搬型重大事故対処設備として新たに整備する。圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット、予備圧縮空気ユニット及び圧縮空気供給系を常設重大事故等対処設備として新たに設置すると共に、水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管を常設重大事故対処設備として位置づける。

【補足説明資料 8－7】

【補足説明資料 8－8】

【補足説明資料 8－12】

前処理建屋の代替安全圧縮空気系の水素掃気配管に可搬型空気圧縮機を接続し、第 8－1 表の水素爆発を想定する機器に一括で圧縮空気を供給（以下8.1では「一括供給」という。）することにより、水素掃気機能を回復させる場合もある。

各建屋の対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第8.1.1－1図及び第8.1.1－2図に、対策の手順の概要を第8.1.1－3図及び第

8.1.1-4 図に、また、各建屋の対策における手順及び設備の関係を第8.1.1-1 表に、必要な要員及び作業項目を第8.1.1-5 図及び第8.1.1-6 図に示す。

a. 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の実施判断

安全圧縮空気系の空気圧縮機が多重故障し、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、空気圧縮機を冷却する安全冷却水系の冷却塔又は外部ループの冷却水循環ポンプが多重故障し、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、又は、外部電源が喪失し、第2非常用ディーゼル発電機を運転できない場合、又は、第2非常用ディーゼル発電機を運転できたにもかかわらず安全圧縮空気系の空気圧縮機の運転を継続できない場合は、重大事故等対策として以下のd. に移行する。

b. 圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給

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安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し、系統内の圧力が低下した場合は、圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットから第8-1 表に示す機器のうち分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を想定する機器へ自動で圧縮空気が供給される。

本対策において確認が必要な監視項目は圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットの圧力である。

c. 予備圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給

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安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し、さらに圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給機能に期待せず、系統内の圧力が低下した場合は、予備圧縮空気ユニットから第8-1 表に示す機器のうち分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置され

る圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器へ自動で圧縮空気が供給される。

本対策において確認が必要な監視項目は予備圧縮空気ユニットの圧力である。

d. 代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給

代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管に、建屋外の可搬型空気圧縮機を、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系により接続し、第8-1表に示す機器へ圧縮空気を供給する。圧縮空気を供給するための接続口をそれぞれ互いに異なる複数の場所に設置することにより、信頼性の向上を図る。

本対策の圧縮空気の供給は、可搬型排風機を起動した後に実施する。

設計基準を超える条件より厳しい条件としての外的事象の「火山」を要因として水素掃気機能が喪失することが考えられる場合には、降灰により可搬型空気圧縮機が機能喪失することを防止するため、あらかじめ可搬型空気圧縮機は各建屋内に配置する。

本対策において確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器に供給される圧縮空気の流量、圧縮空気供給圧力及び塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットにおける廃ガスの流量である。

e. 代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給による水素掃気機能維持の判断

第8-1表に示す機器に供給する圧縮空気の流量を、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管、可搬型個別供給用建屋内ホース又は可搬型建屋内ホースに接続する可搬型貯槽掃気圧縮空気流

量計により確認し、水素掃気機能が維持されていることを判断する。

水素掃気機能が維持されていることを判断するために確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器に供給される圧縮空気の流量である。

f. 可搬型水素濃度計の設置

水素濃度の測定対象の貯槽等の水素濃度を測定及び監視するため、可搬型水素濃度計を測定対象の貯槽等に接続している水素掃気配管及び計測制御系統施設の計測制御設備に設置する。

水素濃度の測定対象の貯槽等は、水素爆発が発生した場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量が多い貯槽等を候補とし、水素掃気機能の喪失直前の液位情報を基に選定する。また、貯槽等の水素濃度の測定は、上記d.の作業の後に実施する。

【補足説明資料8-9】

## 8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評価

### 8.1.2.1 有効性評価

#### (1) 代表事例

水素掃気機能の喪失による水素爆発の想定的前提となる外的事象の「地震」及び「火山」、内的事象の「動的機器の多重故障」及び「長時間の全交流動力電源の喪失」である。

これらの条件において、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失の範囲、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時の想定される作業環境の苛酷さを考慮すると、概ね「地震」を要因とした場合が厳しい結果を与えることから、外的事象の「地震」を代表として有効性評価を実施する。

「地震」を代表として有効性評価を実施するのは、水素爆発の拡大防止対策も同様である。

#### (2) 代表事例の選定理由

##### a. 安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失の範囲

水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生原因をフォールトツリー分析により明らかにする。安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失を頂上事象とした場合のフォールトツリーを第 8.1.2-1 図に示す。また、安全圧縮空気系の系統概要図を第 8.1.2-2 図に示す。

フォールトツリーにおいて明らかにしたとおり、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失は、「地震」において、空気圧縮機、冷却塔、外部ループの冷却水循環ポンプ、外部電源及び非常用ディーゼル発電機の動的機器の直接的な機能喪失及び全交流動力電源の喪失による間接的な機能喪失により発生する。



また、「火山」及び「長時間の全交流動力電源の喪失」では、全交流動力電源の喪失による間接的な機能喪失により、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し、「動的機器の多重故障」では、同一機能を有する動的機器のいずれか1種類の動的機器における直接的な機能喪失により水素掃気機能が喪失する。

以上より、機能喪失の範囲の観点では、「地震」を要因とした場合が、動的機器の機能喪失及び全交流動力電源の喪失が同時に発生し、機能喪失する機器が多く、その範囲も広い。

本観点の分析は、水素爆発の拡大防止対策でも同様である。

#### b. 重大事故等対策の種類

重大事故等対策は、空気圧縮機、冷却塔等の動的機器及び動的機器を起動させるために必要な電気設備等、多岐の設備故障に対応でき、かつ、複数の設備故障が発生した場合においても対処が可能となるような対策を選定している。

重大事故等対策がカバーする機能喪失の範囲は、第 8.1.2-1 図のフォールトツリーに示すとおりである。

整備した重大事故等対策が、「地震」を含む全ての機能喪失をカバーできており、重大事故等への対処の種類観点から、「地震」以外の要因に着目する必要性はない。

本観点の分析は、水素爆発の拡大防止対策でも同様である。

#### c. 重大事故等への対処時の環境条件の観点

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると、「地震」を要因とした場合には、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

る設計とした設備以外の設備の損傷及び動的機器の動的な機能の喪失が想定されることから、建屋内では、溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードが発生する可能性があり、また、全交流動力電源の喪失により換気空調が停止し、照明が喪失する。一方、建屋外では、不等沈下及び屋外構築物の倒壊による環境悪化が想定される。

「火山」を要因とした場合には、建屋内では、全交流動力電源の喪失に伴う換気空調の停止及び照明の喪失が発生するものの、「地震」の場合のように溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードの発生は想定されない。一方、建屋外では、降灰による環境悪化が想定される。

「長時間の全交流動力電源の喪失」及び「動的機器の多重故障」を条件とした場合には、「長時間の全交流動力電源の喪失」において建屋内の換気空調の停止及び照明の喪失が発生するものの、「地震」の場合のように溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードの発生は想定されず、また、「動的機器の多重故障」を条件とした場合には、建屋内の環境条件が有意に悪化することはない。また、これらを条件とした場合に、建屋外の環境条件が悪化することはない。

以上より、「地震」が建屋内外の作業環境を最も悪化させる可能性があるものの、建屋外の環境条件では、「地震」及び「火山」において想定される環境悪化要因の特徴が異なることを考慮し、これらの特徴の違いが重大事故等対策の有効性に与える影響を不確かさとして分析する。

本観点の分析は、水素爆発の拡大防止対策でも同様である。

### (3) 有効性評価の考え方

水素爆発の発生防止対策に係る有効性評価については、取り扱う溶液の水素発生G値等を用いた簡便な計算に基づき算出される未然防止濃

度に至るまでの時間よりも前に、水素爆発の発生防止対策の準備を完了させ、圧縮空気が供給できることを評価する。

また、圧縮空気の供給により貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至ることを防止でき、水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示して可燃限界濃度未満で平衡に達することについて確認するために、貯槽等内の水素濃度の推移を評価する。これらは、解析コードを用いずに評価する。

未然防止濃度に至るまでの時間算出の前提となる溶液量は、未然防止濃度に至るまでの時間を安全側に評価するため、平常運転時の最大の公称容量とし、水素発生量が多くなるように設定する。これに付随して機器の空間容量も小さくなることから、未然防止濃度に至るまでの時間は短くなるため厳しい条件である。また、硝酸濃度が低いほど、水素発生G値は大きくなる傾向を示すため、水素発生G値の決定に用いる硝酸濃度は遊離硝酸濃度とし、水素発生G値が高くなるように設定する。

また、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失する直前まで、安全圧縮空気系から第8-1表に示す機器への水素掃気流量は水素掃気流量低の警報設定値相当であったとし、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失から第8-1表に示す機器内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間は、冷却期間15年を基に算出した各機器の溶液の平常運転時の崩壊熱密度の最大値から算出する。

第8-1表の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<sup>(4)</sup><sup>(5)</sup>を踏まえ、当該貯槽の硝酸濃度と同じ硝酸溶液のG値の1/20とする。

重大事故の水素爆発を想定する機器が未然防止濃度に至るまでの時

間の主要評価条件を第8.1.2-1表から第8.1.2-5表に示す。

(4) 有効性評価の評価単位

水素掃気機能の喪失による水素爆発の有効性評価は、事故影響が他建屋へ及ぶことがないことを考慮し、未然防止濃度に至るまでの時間及び講ずる対処を建屋単位で整理するとともに、重大事故等対策毎に実施する。

有効性評価の評価単位の考え方は、水素爆発の拡大防止対策でも同様である。

(5) 機能喪失の条件

外的事象の「地震」を要因とした場合の安全機能の喪失の想定は、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した設備以外の設備は全て機能喪失するものとし、また、全ての動的機能の喪失を前提として、外部電源も含めた全ての電源喪失も想定していることから、更なる安全機能の喪失は想定しない。

機能喪失の条件の設定の考え方は、水素爆発の拡大防止対策でも同様である。

(6) 機器の条件

水素爆発の発生防止対策に使用する機器を第8.1.2-6表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。

a. 可搬型空気圧縮機

可搬型空気圧縮機は、大型及び小型を準備する。大型の可搬型空気圧縮機は、1台あたり、約450m<sup>3</sup>/h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代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管への圧縮空気の供給に使用する。1台を2建屋，他の1台を1建屋に割り当てることとし，水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給に2台を使用する。1台で前処理建屋，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圧縮空気の一括供給をする場合もある。

小型の可搬型空気圧縮機は，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管への圧縮空気の供給に1台を使用する。

可搬型空気圧縮機は，各建屋に対し必要な圧縮空気を供給できる設計としていることから，水素爆発を想定する機器への供給流量は，内包する高レベル廃液等からの水素発生量を踏まえて，以下に示す供給流量に調整し，当該設定値で供給する。また，「8.2 水素爆発の拡大防止対策」に示す機器への圧縮空気の供給は，同じ可搬型空気圧縮機を用いて実施する。

前処理建屋	2.8m <sup>3</sup> / h
分離建屋	8.8m <sup>3</sup> / h
精製建屋	3.8m <sup>3</sup> / h
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	0.91m <sup>3</sup> / h
高レベル廃液ガラス固化建屋	78m <sup>3</sup> / h

【補足説明資料 8 - 10】

#### b. 圧縮空気貯槽

圧縮空気貯槽は，分離建屋及び精製建屋に設置する。安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した後，代替安全圧縮空気系の水素掃気配管を経

由して分離建屋及び精製建屋の水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を自動で供給する。水素爆発を想定する機器を未然防止濃度未満に維持するために必要な圧縮空気を24時間以上供給できる設計としていることから、圧縮空気貯槽により分離建屋及び精製建屋の水素爆発を想定する機器の水素濃度が24時間は未然防止濃度未満であるとして、水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給の有効性を評価する。

#### c. 圧縮空気ユニット

圧縮空気ユニットは、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した後、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管を経由してウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を自動で供給する。水素爆発を想定する機器を未然防止濃度未満に維持するために必要な圧縮空気を24時間以上供給できる設計としていることから、圧縮空気ユニットによりウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を想定する機器の水素濃度が24時間は未然防止濃度未満であるとして、水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給の有効性を評価する。

#### d. 予備圧縮空気ユニット

予備圧縮空気ユニットは、安全圧縮空気系、圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットが機能喪失した後、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管を経由して分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置される圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットによる圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を自動で供給する。当該機器を未然防止濃度未満に維持するために必要な圧縮空気を24時間以上供給できる設計としていること

から、予備圧縮空気ユニットにより分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の重大事故の水素爆発を想定する機器の水素濃度が24時間は未然防止濃度未満であるとして、水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給の有効性を評価する。

e. 高レベル廃液等の核種組成，濃度，崩壊熱密度

「5.5.2.1 冷却期間」に記載したとおり，高レベル廃液等の核種組成，濃度，崩壊熱密度は，再処理する使用済燃料の冷却条件を15年とし，これを基に算出される放射性物質の核種組成を基準に，濃度及び崩壊熱密度の最大値を設定する。

f. 高レベル廃液等の保有量

「5.5.2.6 機器に内包する溶液，廃液，有機溶媒の液量」に記載したとおり，機器の高レベル廃液等の保有量は，公称容量とする。

(7) 操作の条件

水素爆発の発生防止対策である代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管への圧縮空気の供給は，圧縮空気貯槽等からの圧縮空気の供給が停止するまでの時間である 24 時間に対し，開始までの時間を最も要するウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において，安全圧縮空気系の機能喪失から 15 時間 40 分までに開始する。

貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が 24 時間以上の貯槽等においては，可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給は，未然防止濃度に至るまでの時間余裕が最も短い精製建屋において 26 時間に対し，7 時間 15 分で開始する。

水素爆発を未然に防止するための空気の供給の準備作業及び実施時に想定される作業環境を考慮した圧縮空気の供給に必要な作業と所要時間を、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び精製建屋を例として第 8.1.1-3 図から第 8.1.1-6 図に示す。また、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失から第 8-1 表に示す機器内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間を第 8.1.2-7 表、第 8.1.2-11 表、第 8.1.2-15 表、第 8.1.2-19 表及び第 8.1.2-23 表に示す。

【補足説明資料 8-7】

(8) 判断基準

水素爆発の発生防止対策の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

a. 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の準備に要する時間

第 8-1 表に示す機器が、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失してから未然防止濃度に到達するまでに圧縮空気を供給できること。

上記事項の確認にあたっては水素爆発を未然に防止するための圧縮空気の供給の準備に要する時間を有効性評価の評価項目として設定し、機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達する前に、圧縮空気の供給の準備を完了でき実施できること、水素爆発の発生防止対策の準備に必要な要員が確保されていること、可搬型空気圧縮機の運転に必要な燃料が確保されていることを確認する。

b. 機器内の水素濃度の推移

第 8-1 表に示す機器のうち重大事故の水素爆発を想定する機器に圧縮空気を供給することで、気相部の水素濃度が未然防止濃度に至らず



に可燃限界濃度以上の場合は低下傾向を示し、可燃限界濃度未満で平衡に達することで事態を収束できること。

上記事項の確認にあたっては、対策により水素濃度が可燃限界濃度未満になることを確認する。

c. 重大事故等対策に使用する設備の健全性

水素爆発の発生防止対策を実施する環境下において、重大事故等対策に使用する設備の健全性が維持されること。

上記事項の確認にあたっては、水素爆発の発生防止対策の実施時に想定される温度、圧力、放射線及びその他の環境条件と貯槽等が有する耐力を比較し、健全性が損なわれないことを確認する。

## 8.1.2.2 有効性評価の結果

### (1) 有効性評価の結果

a. 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の準備に要する時間

水素掃気機能が喪失した場合には、建屋内及び建屋外における圧縮空気の供給に必要な作業の完了を確認した上で、可搬型空気圧縮機による代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管への圧縮空気の供給を開始する。

可搬型空気圧縮機を使用した精製建屋の代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給は、水素掃気機能の喪失から8名にて7時間15分後に完了するため、水素掃気機能の喪失から未然防止濃度に到達するまでの時間である24時間以内に実施可能である。

## b. 機器内の水素濃度の推移

圧縮空気の供給開始時の機器内の水素濃度は、貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が 24 時間以内の貯槽等においては、圧縮空気貯槽等からの圧縮空気の自動供給による水素掃気を実施される。

また、貯槽等に対し、水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管を用いた、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。圧縮空気の供給を実施した時点において機器内水素濃度が 4 vol% を超える機器に対し、圧縮空気の供給を開始してから機器内の水素濃度が可燃限界濃度未満になるまでの時間を評価した。機器内の水素濃度が最も高くなる前処理建屋の計量前中間貯槽の場合、貯槽等内の水素濃度がドライ換算で約 4.4vol% まで上昇するが、未然防止濃度に至ることは無く、その後低下傾向を示すことから水素燃焼の発生を防止することができる。

また、低下傾向を示した貯槽内の水素濃度は、可燃限界濃度未満に移行し、その状態が維持される。これ以外の貯槽等においても、貯槽等内の水素濃度は未然防止濃度に至ることは無く、その後は、低下傾向を示し、可燃限界濃度未満に移行し、その状態が維持される。

以上の有効性評価結果を第 8.1.2-7 表から第 8.1.2-26 表に、対策実施後の水素濃度の推移を第 8.1.2-3 図から第 8.1.2-7 図に示す。

【補足説明資料 8-11】

## c. 重大事故等対策に使用する設備の健全性

水素爆発の発生防止対策を実施する環境条件として、機器内の水素濃度が上昇している状態を想定するが、圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は可

燃限界濃度未満であるため、水素の燃焼が生じることはなく、平常時と同等の環境である。このため、設備の健全性は維持される。

【補足説明資料 8-12】

(2) 不確かさの影響評価

a. 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

(a) 想定事象の違い

「動的機器の多重故障」を要因として安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、重大事故等への対処が必要な建屋、設備の範囲が限定される。当該有効性評価では、「地震」を要因として、安全圧縮空気系の水素掃気機能が5つの建屋で同時に発生することを前提に、各建屋で並行して作業した場合の対策の成立性を確認していることから、有効性評価の結果が変わることはない。

「火山」及び「長時間の全交流動力電源の喪失」を条件として安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、現場状況確認のための初動対応及びアクセスルート確保のための作業において、「地震」を要因とした場合と比較して、早い段階で重大事故等対策に着手できることから、実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

火山を想定した場合の準備作業及び実施時に想定される作業環境を考慮した圧縮空気の供給に必要な作業と所要時間を、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び精製建屋を例として第8.1.1-7図及び第8.1.1-8図に示す。

(b) 実際の水素発生量、空間容量及び空間における混合の観点

貯槽等が未然防止濃度に到達するまでの時間を算出するに当たって、貯槽等の水素発生量及び空間容量が必要となる。貯槽等の水素発生量に

については平常運転時の最大の崩壊熱密度，平常運転時の最大の公称容量及び水素発生量が多くなる溶液性状を基に算出し，空間容量については貯槽等が平常運転時の最大の溶液量を取り扱っているものとして設定している。

溶液の崩壊熱密度の平均値は，最大値に対して1.0倍から1.2倍程度の安全余裕を有している。

また，時間余裕の評価は，貯槽等の空間容量の8 v o 1 %相当の水素が発生するまでの時間としており，気相部における気体の混合を考慮したものではない。発生した水素が，貯槽等の空間部で完全混合し，体積一定における水素濃度推移を評価すると，貯槽等の空間容量及び水素発生量に依存するが，数%程度時間余裕が伸びる結果になる。

さらに，実際の運転時には，全ての貯槽等が公称容量を保有しているわけではなく，公称容量よりも少ない容量を保有している状態が想定されるが，この場合，溶液の崩壊熱は小さくなり，水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が延びることになる。

以上より，全ての貯槽等においてより長い時間となる可能性があるが，実施組織要員の操作に対しては余裕が生じる方向であることから，実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響は無視できる。

加えて，溶液性状については水素発生量が多くなる状態を設定しているものの，仮に貯槽等の水素濃度が上昇傾向を示した場合は，可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給流量を増加させることで対応できる。

【補足説明資料 8 - 13】

b. 操作条件の不確かさの影響

(a) 実施組織要員の操作

「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」、「操作の確実さ」及び「単一故障の想定」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮し、対処の制限時間である機器内の水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間に対して、重大事故等対策の実施に必要な準備作業を2時間前までに完了できるよう計画することで、これら要因による影響を低減している。

また、作業計画の整備は、作業項目ごとに余裕を確保して整備しており、必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから、実際の重大事故等への対処では、より早く作業を完了することができる。また、可搬型重大事故等対処設備の偶発的な単一故障を仮定した場合であっても、予備の可搬型重大事故等対処設備を2時間以内に設置することができることから、余裕として確保した2時間以内に重大事故等対策を再開することができる。

(b) 作業環境

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ついては、圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットにより機器に圧縮空気が供給される。機器を経由後の放射性物質を含む空気が漏れいすることによる汚染が考えられるが、防護具の装着により作業が可能であることから、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

また、「火山」を想定した場合であっても、建屋外における重大事故等対策に係る作業は、降灰予報を受けて作業に着手することから、降灰の影響を受けることはない。降灰発生後は、対策の維持に必要な燃料の運搬が継続して実施されるが、除灰作業を並行して実施することを前提に作業計画を整備しており、重大事故等対策を維持することが可能である。

### 8.1.2.3 同時発生又は連鎖

#### (1) 同時発生

複数の貯槽等で同時に水素爆発が発生することに対する重大事故等対策の有効性については、本章に記載したとおりである。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」にまとめる。

#### (2) 連鎖

水素爆発を未然に防止するための空気の供給は、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に至る前に実施する。

以上の発生防止対策を考慮した時の高レベル廃液等の状態及び高レベル廃液等の状態によって生じる事故時環境を明らかにし、高レベル廃液等の状態によって新たに連鎖して発生する重大事故の有無及び事故時環境が安全機能の喪失をもたらすことによって連鎖して発生する重大事故の有無を明らかにする。

#### a. 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

発生防止対策を考慮した時の高レベル廃液等の状態及び高レベル廃液等の状態によって生じる事故時環境は以下のとおりである。

#### (a) 高レベル廃液等の状態

水素爆発の発生を想定する機器に内包されている溶液は、溶解液，抽出廃液，プルトニウム溶液（24 g Pu / L），プルトニウム濃縮液（250 g Pu / L），高レベル濃縮廃液，一時貯留処理液（有機相含む）及び

高レベル混合廃液である。

水素爆発は、平常運転時に保有する溶液に対して、異なる溶液が混入して発生する事象ではなく、水素掃気機能の喪失により発生する事象であるため、溶液の性状が変化することはない。

水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、高レベル廃液等の温度変化は約1℃である。また、水素燃焼による溶液の崩壊熱に変化はなく、通常時の冷却能力及び機器からの放熱は溶液の崩壊熱に対して十分な余力を有しており、貯槽等内の溶液の温度は沸点に至らず、溶液が沸騰することはない。

(b) 環境条件

i. 温度

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、「(a) 高レベル廃液等の状態」に記載したとおり、水素燃焼を評価上見込んだ場合の貯槽等の温度上昇は最大でも約1℃である。

プルトニウム濃縮液 (250 g P u / L) : 約1℃

プルトニウム溶液 (24 g P u / L) : 約1℃

溶解液 : 約1℃

抽出廃液 : 約1℃

高レベル濃縮廃液 : 約1℃

一時貯留処理液 (有機相含む) : 約1℃

高レベル混合廃液 : 約1℃

ii. 圧力

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然

防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合の貯槽等の圧力上昇は、最大でも約 50 k P a 程度である。

### iii. 湿度

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合、湿度に変化が生じる可能性がある。

### iv. 放射線

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等内の放射性物質が増加することはなく、放射線量は平常運転時から変化することはない。

一方、貯槽等外に着目した場合には、高レベル廃液等に含まれる放射性物質が水素燃焼に伴い貯槽等外へ移行するため、貯槽等外の放射線量は上昇する。

### v. 物質（水素、蒸気、煤煙、放射性物質、その他）及びエネルギーの発生

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等の気相部の水素が燃焼するのみであり、臨界の発生は想定されないことから、新たな放射性物質の生成はない。

T B P 等を含む使用済みの有機溶媒は、平常運転時にいて、精製建屋一時貯留処理設備の第 2 一時貯留処理槽において、有意量を受け入れる場合があるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、想定される温度は初期温度を 50℃ とすれば約 51℃ であり、有機溶媒火災又は T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生は想定されないことから、



これらの反応により生成する煤煙及びその他の物質が発生することはない。

vi. 落下・転倒による荷重

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合において、溶液の温度上昇、圧力上昇が生じたとしても、想定される環境において機器の材質の強度が有意に低下することはない、機器が落下・転倒することはない。

vii. 腐食環境

水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、腐食環境は平常運転時から変化することはない。

b. 事故進展により自らの貯槽等において発生する重大事故

(a) 臨界事故

「a. 起因となる蒸発乾固の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、高レベル廃液等の温度上昇は最大でも約1℃であり、圧力上昇は最大でも約50 kPaである。プルトニウム濃縮液，プルトニウム溶液，溶解液及び一時貯留処理液を内包する貯槽等は，全濃度安全形状寸法管理により臨界事故の発生を防止しており，また，貯槽等の材質は，ステンレス鋼又はジルコニウムであり，想定される圧力，温度，放射線量等の環境条件においても貯槽等のバウンダリの健全性が維持され，全濃度安全形状寸法が維持されること，核的制限値を逸脱することがない。

以上より，臨界事故への連鎖は想定されない。

(b) 蒸発乾固

「a. 起因となる蒸発乾固の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり，水素燃焼を評価上考慮した場合においても，高レベル廃液等の温度変化は最大でも約1℃であり，高レベル廃液等が沸騰に至ることはない。

また，未然防止濃度で水素燃焼が発生した場合の圧力は，最大でも約50 kPaであり，想定される圧力，温度，放射線量等の環境条件によって安全冷却水系の配管が損傷することはない。

以上より，蒸発乾固への連鎖は想定されない。

(c) 有機溶媒等による火災又は爆発

「a. 起因となる蒸発乾固の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり，有意な量のTBP等を含む使用済みの有機溶媒が，高レベル廃液等の水素爆発が発生する貯槽等に混入することはない。

また，水素燃焼を評価上見込んだ場合においても，貯槽等のバウンダリは健全性を維持することから，TBP等があやまって混入することもないこと，有機溶媒が混入する可能性のある抽出廃液及び一時貯留処理液は，想定される温度は初期温度を50℃とすれば約51℃であり，n-ドデカンの引火点である74℃及びTBP等の錯体の急激な分解反応の発生温度である135℃に至らない。

以上より，有機溶媒火災又はTBP等の錯体の急激な分解反応への連鎖は想定されない。

(d) その他の放射性物質の漏えい

貯槽等及び貯槽等に接続する配管の材質は，ステンレス鋼であり，想定される圧力，温度，放射線量等の環境条件を踏まえても，これらのバウンダリの健全性が維持されることから，放射性物質の漏えいが発生することは想定されない。

c. 重大事故が発生した貯槽等以外への影響

貯槽等及び貯槽等に接続する配管の材質は、ステンレス鋼であり、想定される圧力、温度、放射線量等の環境条件によってこれらのバウンダリが喪失することはない、圧力、温度及び放射線以外の貯槽等内の環境条件が、貯槽等外へ及ぶことはない。

圧力、温度及び放射線の影響は、貯槽等外へ及ぶものの、水素燃焼に伴う貯槽等の構造材の温度変化は数℃であり、圧力は最大でも約50 kPaである。また、放射線は平常運転時と変わらず、これらの影響が十分な厚さを有するセルを超えてセル外へ及ぶことはない、また、セル内の安全機能を有する機器も、これらの環境条件で健全性を損なうことはない。

貯槽等に接続する配管を通じての貯槽等内の環境の伝播による安全機能への影響は次のとおりである。

(a) 安全冷却水系

未然防止濃度で水素燃焼が発生した場合の高レベル廃液等の温度上昇は、最大でも約1℃であり、圧力上昇は最大でも約50 kPaであることから、これらの環境条件で安全冷却水系の配管の健全性を損なうことはない。

以上より、水素爆発により安全冷却水系が機能喪失することはない。

(b) 塔槽類廃ガス処理設備等

貯槽等に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管を通じて、貯槽等内の環境が塔槽類廃ガス処理設備、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット（以下、「塔槽類廃ガス処理設備等」という。）に波及する。

未然防止濃度で水素燃焼が発生した場合の貯槽等の構造材の温度変化は数°Cであり、圧力上昇は最大でも約50 k P a であることから、これらの環境条件によって塔槽類廃ガス処理設備等のバウンダリが喪失することはない。

一方、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタは、水素燃焼による機能低下が想定されるものの、本現象は、水素爆発における想定条件そのものである。

以上より、水素爆発により塔槽類廃ガス処理設備等が機能喪失することはない。

#### (c) 放射性物質の放出経路（建屋換気設備等）

導出先セル及び導出先セル以降の排気経路の温度は、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する際に放熱により低下するため、平常時の温度と同程度である。

また、導出先セル及び導出先セル以降の排気経路の圧力は、可搬型排風機の運転により大気圧程度となり、平常時の圧力と同程度である。

以上より、水素爆発により放射性物質の放出経路（建屋換気設備）が機能喪失することはない。

#### d. 分析結果

水素爆発の発生が想定される5建屋、5機器グループ、49貯槽等の全てにおいて重大事故等が同時発生することを前提として評価を実施した。水素掃気機能が喪失し、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等のバウンダリの健全性が維持され、全濃度安全形状寸法が維持されること等、水素掃気機能の喪失による水素燃焼によって他の重大事故

等が連鎖して発生することがないことを確認した。

#### 8.1.2.4 判断基準への適合性の検討

水素爆発の発生を未然に防止することを目的として、可搬型空気圧縮機により圧縮空気を供給する手段を整備しており、この対策について、外的事象の「地震」を要因として有効性評価を行った。

可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給は、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に到達する前に圧縮空気の供給に係る準備作業を完了し、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管経由で貯槽等に圧縮空気を供給することで、貯槽等の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持し、水素爆発に至ることを防止している。

評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

また、「地震」とは異なる特徴を有する「火山」を要因とした場合に有効性評価へ与える影響を分析した。

「火山」を要因とした場合には、建屋外における水素爆発を未然に防止するための空気の供給の準備に要する時間に与える影響及び水素爆発を未然に防止するための空気の供給の維持に与える影響を分析し、降灰予報を受けて建屋外作業に着手すること及び除灰作業を織り込んだ作業計画を整備していることで、水素爆発を未然に防止するための空気の供給の有効性へ与える影響が排除されていることを確認した。

以上の有効性評価は、水素爆発の発生が想定される5建屋、5機器グループ、51貯槽等の全てにおいて重大事故等が同時発生することを前提として評価を実施し、上述のとおり重大事故等対策が有効であることを確認した。また、想定される事故時環境において、水素爆発の発生が想

定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することはなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

以上のことから、水素爆発を未然に防止するための空気の供給により水素爆発の発生を未然に防止できる。

以上より、「8.1.2.1 (8) 判断基準」を満足する。

## 8.2 水素爆発の拡大防止対策

### 8.2.1 水素爆発の拡大防止対策の具体的内容

#### 8.2.1.1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給

拡大防止対策として、発生防止対策である水素掃気配管，機器圧縮空気供給配管（除染用配管等）からの圧縮空気の供給が機能しなかった場合，可搬型空気圧縮機，可搬型個別供給用建屋外ホース，可搬型個別供給用建屋内ホース，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系を機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管，計測制御用配管等）に接続し，可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給による水素掃気を実施する。

貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度までに至る時間が24時間以内の貯槽等においては，手動圧縮空気ユニットを発生防止対策に用いる水素掃気配管，機器圧縮空気供給配管（除染用配管等）とは異なる機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管，計測制御用配管等）に接続し，圧縮空気による水素掃気を実施する。

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，水素濃度が未然防止濃度に至るまでの時間が24時間以内重大事故の水素爆発を想定する貯槽等があることから，手動圧縮空気ユニットを分離建屋，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。

圧縮空気貯槽，圧縮空気ユニット，予備圧縮空気ユニット及び手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給に伴い，水素爆発を想定する機器の気相部を介して同伴する放射性物質がセル又は部屋を介して経路外放出する可能性がある。このため，圧縮空気を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットへ導き，放出量を低減するための操作を可能な限り速やかに実施する。

代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給に期待できない場合には、上記の代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管に相当する耐震性を有する機器付配管を必要に応じて加工し、圧縮空気を供給する。

このため、可搬型空気圧縮機、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホースを可搬型重大事故対処設備として新たに整備する。手動圧縮空気ユニット及び圧縮空気供給系を常設重大事故等対処設備として新たに設置するとともに、機器圧縮空気供給配管（かくはん用配管、計測制御用配管等）を常設重大事故対処設備として位置づける。

各建屋の対策の概要を以下の a. から e. に示す。また、対策の系統概要図を第8.1.1-1図及び第8.1.1-2図に、各建屋の対策における手順及び設備の関係を第8.2.1-1表に、必要な要員及び作業項目を第8.2.1-1図及び第8.2.1-2図に示す。

【補足説明資料 8-12】

a. 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の実施判断

水素爆発の発生を防止するための空気の供給の実施にもかかわらず水素掃気機能が回復しなかった場合には、水素爆発の再発を防止するための空気の供給として以下の c. へ移行する。

b. 手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給

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安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合は、「8.1.1 a. 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の実施判断」を受け、第8-1表に示



す機器のうち分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置される圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が24時間

未満の重大事故の水素爆発を想定する機器へ速やかに手動圧縮空気ユニットを可搬型建屋内ホースにより接続し，圧縮空気を供給する。

圧縮空気の供給に用いる系統は貯槽等に内包する高レベル廃液等に浸っている系統を選択する。圧縮空気の供給を開始する前に当該系統への圧縮空気供給圧力の変動を確認し，系統が健全であること及び圧縮空気の供給が行われていることを確認する。

本対策において確認が必要な監視項目は手動圧縮空気ユニットを接続する系統の圧力変化である。

#### c. 代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給

代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管に，建屋外の可搬型空気圧縮機を，可搬型個別供給用建屋外ホース，可搬型個別供給用建屋内ホース，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系により接続し，第8－1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を供給する。また，作業部屋内の圧縮空気を供給するための接続口をそれぞれ互いに異なる複数の場所に設置することにより，信頼性の向上を図る。

本対策において確認が必要な監視項目は，第8－1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器に供給される圧縮空気の流量，圧力及びセル導出系統の廃ガス流量である。

#### d. 代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給による水素掃気機能維持の判断

第8－1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器に供給される圧縮空気の流量により貯槽等の水素を可燃限界濃度未満に希釈できる流

量に維持されていることを確認し、水素掃気機能が維持されていることを判断する。

水素掃気機能が維持されていることを判断するために確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器に供給される圧縮空気の流量である。

e. 可搬型水素濃度計の設置

水素濃度の測定対象の貯槽等の水素濃度を測定及び監視するため、可搬型水素濃度計を測定対象の貯槽等に接続している水素掃気配管及び計測制御系統施設の計測制御設備に設置する。

水素濃度の測定対象の貯槽等は、「8.1.1 水素爆発の発生防止対策の具体的内容」のf.と同様である。

貯槽等の水素濃度の測定は、上記c.の作業の後に実施する。

8.2.1.2 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

圧縮空気の供給により気相中に移行した放射性物質を導出先セルに導出するため、代替塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止することにより、塔槽類廃ガス処理設備の配管の流路を遮断し、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。

また、水素爆発が発生すると、この際の圧力変動によって発生する飛沫に放射性物質が同伴して気相にエアロゾル状の放射性物質として移行する。これに伴い、大気中への放射性物質の放出量が増大するため、塔槽類廃ガス処理設備の流路を遮断し、気相中へ移行した放射性物質をセルに導出する。

この際、セル排気系の排風機が機能喪失している場合、導出先セルの

圧力が上昇し、排気系統以外の場所から放射性物質を含む気体のリークが生じるおそれがあるが、水素爆発等に至る前であれば排気に含まれる放射性物質の濃度は平常運転時と同程度であり、セル導出前に高性能粒子フィルタで除去する。

セルへの放射性物質の導出後においては、セル排気系の高性能粒子フィルタは1段であることから、セル排気系を代替する排気系として、可搬型排風機、可搬型発電機、可搬型ダクト及び2段の可搬型フィルタを敷設し、主排気筒につながるように可搬型排風機、可搬型ダクト及び可搬型フィルタを接続し、可搬型ダクト及びセル排気系を接続した後、可搬型排風機を運転することで、放射性エアロゾルを可搬型フィルタの高性能粒子フィルタで除去しつつ主排気筒から大気中に放出する。

このため、可搬型排風機、可搬型発電機、可搬型ダクト及び可搬型フィルタを可搬型重大事故対処設備として新たに整備する。塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット及び塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット（フィルタ）を常設重大事故等対処設備として新たに設置するとともに、代替換気設備のダクト、主排気筒等を常設重大事故対処設備として位置づける。

各建屋の対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第8.1.1-1図及び第8.1.1-2図に、各建屋の対策における手順及び設備の関係を第8.2.1-2表に、必要な要員及び作業項目を第8.2.1-1図及び第8.2.1-2図に示す。

a. 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のための準備着手判断

水素爆発を未然に防止するための空気の供給の実施判断と同様である。  
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のための準備作業として以下の b. 及び c. へ移行する。

b. 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のための準備

前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋において，塔槽類廃ガス処理設備の排風機が停止している場合には，水素掃気用の圧縮空気の供給継続による大気中への放射性物質の放出を低減するため，水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を供給する水素掃気用安全圧縮空気系の手動弁を閉止する。

可搬型ダクトにより，建屋排気系，可搬型フィルタ及び可搬型排風機を接続し，可搬型排風機，各建屋の重大事故対処用母線及び可搬型発電機を可搬型電源ケーブルで接続する。また，建屋排気系のダンパを閉止する。

第8.2.1-3表に示す導出先セルの圧力を監視するため，第8.2.1-3表に示す導出先セルに可搬型導出先セル圧力計を設置する。

また，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，塔槽類廃ガス処理設備内の圧力を監視するため，塔槽類廃ガス処理設備に可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計を設置する。

c. 塔槽類廃ガス処理設備からセルに導くための作業の実施判断

塔槽類廃ガス処理設備の排風機が停止している場合には，水素掃気用の圧縮空気の供給継続により気相中へ移行する放射性物質を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導くための作業の実施を判断し，以下の e. へ移行する。

塔槽類廃ガス処理設備の排風機が運転状態を維持している場合には，水素掃気用の圧縮空気の供給継続により移行する放射性物質の大気中へ

の放出量を低減するため、塔槽類廃ガス処理設備の排風機の運転を継続し、第8-1表に示す機器に供給する圧縮空気の流量の監視を継続する。圧縮空気の流量の監視の結果、第8-1表に示すいずれかの貯槽等に供給する圧縮空気の流量が、貯槽等の水素を可燃限界濃度未満に希釈できる流量に満たない場合には、その貯槽等が設置されている建屋について、水素掃気用の圧縮空気の供給継続により移行する放射性物質を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導くための作業の実施を判断し、以下のe.へ移行する。

これらの実施を判断するために必要な監視項目は、第8-1表に示す機器に供給する圧縮空気の流量及び塔槽類廃ガス処理設備の排風機の運転状態である。

d. 代替塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁の閉止及び塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの開放

塔槽類廃ガス処理設備から第8.2.1-3表に示す導出先セルに放射性物質を導出するため、代替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と第8.2.1-3表に示す導出先セルを接続している塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの手動弁を開放する。

これにより、水素掃気用の圧縮空気に同伴する放射性物質が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て第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出される。また、圧縮空気の供給に伴い塔槽類廃ガス処理設備の配管内の内圧が上昇した場合、発生した放射性物質は、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て第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出される。

発生した放射性物質が、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て第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出されない場合は、

水封安全器を経由して第8.2.1－4表に示す水封安全器が設置されている  
導出先セルに導出される。

e. 可搬型排風機の起動の判断

可搬型排風機の運転準備が整い次第，可搬型排風機の起動を判断する。

f. 可搬型排風機の運転

可搬型排風機を運転することで，大気中への経路外放出を抑制し，セル内の圧力上昇を緩和しつつ，可搬型フィルタの高性能粒子フィルタにより放射性エアロゾルを除去し，主排気筒から大気中へ管理しながら放出する。また，可搬型フィルタ差圧計により，可搬型フィルタの差圧を監視する。

可搬型排風機の運転後，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィルタの差圧が上昇傾向を示した場合，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィルタを隔離し，バイパスラインへ切り替える。

これらの実施を判断するために必要な監視項目は，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィルタの差圧である。

g. 大気中への放射性物質の放出の状態監視

排気モニタリング設備により，主排気筒から大気中への放射性物質の放出状況を監視する。排気モニタリング設備が機能喪失した場合は，可搬型排気モニタリング設備により，主排気筒から大気中への放射性物質の放出状況を監視する。

### 8.2.2.3 同時発生又は連鎖

#### (1) 同時発生

複数の貯槽等で同時に水素掃気機能が喪失することに対する重大事故等対策の有効性については、本章に記載したとおりである。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」にまとめる。

#### (2) 連鎖

水素爆発の発生を防止するための空気の供給の実施にもかかわらず水素掃気機能が回復しなかった場合には、拡大防止対策として、水素爆発の再発を防止するための空気の供給を実施する。

水素爆発の再発を防止するための空気の供給は、貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に至る前に実施する。

以上の拡大防止対策を考慮した時の高レベル廃液等の状態及び高レベル廃液等の状態によって生じる事故時環境を明らかにし、高レベル廃液等の状態によって新たに連鎖して発生する重大事故の有無及び事故時環境が安全機能の喪失をもたらすことによって連鎖して発生する重大事故の有無を明らかにする。

#### a. 起因となる重大事故等の事象進展，事故規模の分析

拡大防止対策を考慮した時の高レベル廃液等の状態及び高レベル廃液等の状態によって生じる事故時環境は以下のとおりである。

#### (a) 高レベル廃液等の状態

水素爆発の発生を想定する機器に内包されている溶液は、溶解液、抽出廃液、プルトニウム溶液（24 g P u / L）、プルトニウム濃縮液（250 g P u / L）、高レベル濃縮廃液、一時貯留処理液（有機相含む）及び高レベル混合廃液である。

水素爆発は、平常運転時に保有する溶液に対して、異なる溶液が混入して発生する事象ではなく、水素掃気機能の喪失により発生する事象であるため、溶液の性状が変化することはない。

水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、高レベル廃液等の温度変化は約 1℃である。また、水素燃焼による溶液の崩壊熱に変化はなく、通常時の冷却能力及び機器からの放熱は溶液の崩壊熱に対して十分な余力を有しており、貯槽等内の溶液の温度は沸点に至らず、溶液が沸騰することはない。

## (b) 環境条件

### i. 温度

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、「(a) 高レベル廃液等の状態」に記載したとおり、水素燃焼を評価上見込んだ場合の貯槽等の温度上昇は最大でも約 1℃である。

プルトニウム濃縮液（250 g P u / L）：約 1℃

プルトニウム溶液（24 g P u / L）：約 1℃

溶解液：約 1℃

抽出廃液：約 1℃

高レベル濃縮廃液：約 1℃

一時貯留処理液（有機相含む）：約 1℃



高レベル混合廃液 : 約 1℃

ii. 圧力

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合の貯槽等の圧力上昇は、最大でも約 50 k P a 程度である。

iii. 湿度

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合、湿度に変化が生じる可能性がある。

iv. 放射線

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等内の放射性物質が増加することはない、放射線量は平常運転時から変化することはない。

一方、貯槽等外に着目した場合には、高レベル廃液等に含まれる放射性物質が水素燃焼に伴い貯槽等外へ移行するため、貯槽等外の放射線量は上昇する。

v. 物質（水素，蒸気，煤煙，放射性物質，その他）及びエネルギーの発生

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等の気相部の水素が燃焼するのみであり、臨界の発生は想定されないことから、新たな放射性物質の生成はない。

T B P 等を含む使用済みの有機溶媒は、平常運転時にいて、精製建屋一時貯留処理設備の第 2 一時貯留処理槽において、有意量を受

け入れる場合があるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、想定される温度は初期温度を 50℃とすれば約 51℃であり、有機溶媒火災又は T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生は想定されないことから、これらの反応により生成する煤煙及びその他の物質が発生することはない。

#### vi. 落下・転倒による荷重

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合において、溶液の温度上昇、圧力上昇が生じたとしても、想定される環境において機器の材質の強度が有意に低下することはない、機器が落下・転倒することはない。

#### vii. 腐食環境

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により水素濃度は未然防止濃度未満であるが、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、腐食環境は平常運転時から変化することはない。

### b. 事故進展により自らの貯槽等において発生する重大事故

#### (a) 臨界事故

「a. 起因となる蒸発乾固の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、高レベル廃液等の温度上昇は最大でも約 1℃であり、圧力上昇は最大でも約 50 k P a である。プルトニウム濃縮液，プルトニウム溶液，溶解液及び一時貯留処理液を内包する貯槽等は，全濃度安全形状寸法管理により臨界事故の発生を防止しており，また，貯槽等の材質は，ステンレス鋼又はジルコニウムであり，想定される圧力，温度，放射線量等の環境条

件においても貯槽等のバウンダリの健全性が維持され、全濃度安全形状寸法が維持されること、核的制限値を逸脱することがない。

以上より、臨界事故への連鎖は想定されない。

(b) 蒸発乾固

「a. 起因となる蒸発乾固の事象進展、事故規模の分析」に記載したとおり、水素燃焼を評価上見込んだ場合の高レベル廃液等の温度変化は最大でも約1℃であり、高レベル廃液等が沸騰に至ることはない。

また、未然防止濃度で水素燃焼が発生した場合の圧力は、最大でも約50kPaであり、想定される圧力、温度、放射線量等の環境条件によって安全冷却水系の配管が損傷することはない。

以上より、蒸発乾固への連鎖は想定されない。

(c) 有機溶媒等による火災又は爆発

「a. 起因となる蒸発乾固の事象進展、事故規模の分析」に記載したとおり、有意な量のTBP等を含む使用済みの有機溶媒が、高レベル廃液等の水素爆発を想定する貯槽等に混入することはない。

また、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等のバウンダリは健全性を維持することから、TBP等があやまって混入することもないこと、有機溶媒が混入する可能性のある抽出廃液及び一時貯留処理液は、想定される温度は初期温度を50℃とすれば約51℃であり、n-ドデカンの引火点である74℃及びTBP等の錯体の急激な分解反応の発生温度である135℃に至らない。

以上より、有機溶媒火災又はTBP等の錯体の急激な分解反応への連鎖は想定されない。

(d) その他の放射性物質の漏えい

貯槽等及び貯槽等に接続する配管の材質は、ステンレス鋼であり、想

定される圧力，温度，放射線量等の環境条件を踏まえても，これらのバウンダリの健全性が維持されることから，放射性物質の漏えいが発生することは想定されない。

c. 重大事故が発生した貯槽等以外への影響

貯槽等及び貯槽等に接続する配管の材質は，ステンレス鋼であり，想定される圧力，温度，放射線量等の環境条件によってこれらのバウンダリが喪失することはない。また，圧力，温度及び放射線以外の貯槽等内の環境条件が，貯槽等外へ及ぶことはない。

圧力，温度及び放射線の影響は，貯槽等外へ及ぶものの，水素燃焼に伴う貯槽等の構造材の温度変化は数℃であり，圧力は最大でも約50 kPaである。また，放射線は平常運転時と変わらず，これらの影響が十分な厚さを有するセルを超えてセル外へ及ぶことはない。また，セル内の安全機能を有する機器も，これらの環境条件で健全性を損なうことはない。

貯槽等に接続する配管を通じての貯槽等内の環境の伝播による安全機能への影響は次のとおりである。

(a) 安全冷却水系

未然防止濃度で水素燃焼が発生した場合の高レベル廃液等の温度上昇は，最大でも約1℃であり，圧力上昇は最大でも約50 kPaであることから，これらの環境条件で安全冷却水系の配管の健全性を損なうことはない。

以上より，水素燃焼により安全冷却水系が機能喪失することはない。

(b) 塔槽類廃ガス処理設備等

貯槽等に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管を通じて、貯槽等内の環境が塔槽類廃ガス処理設備、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット（以下、「塔槽類廃ガス処理設備等」という。）に波及する。

未然防止濃度で水素燃焼が発生した場合の貯槽等の構造材の温度変化は数℃であり、圧力上昇は最大でも約50 k P a であることから、これらの環境条件によって塔槽類廃ガス処理設備等のバウンダリが喪失することはない。

一方、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタは、水素燃焼による機能低下が想定されるものの、本現象は、水素爆発における想定条件そのものである。

以上より、水素燃焼により塔槽類廃ガス処理設備等が機能喪失することはない。

#### (c) 放射性物質の放出経路（建屋換気設備等）

導出先セル及び導出先セル以降の排気経路の温度は、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する際に放熱により低下するため、平常時の温度と同程度である。

また、導出先セル及び導出先セル以降の排気経路の圧力は、可搬型排風機の運転により大気圧程度となり、平常時の圧力と同程度である。

以上より、水素燃焼により放射性物質の放出経路（建屋換気設備）が機能喪失することはない。

#### d. 分析結果

水素爆発の発生が想定される5建屋、5機器グループ、49貯槽等の

全てにおいて重大事故等が同時発生することを前提として評価を実施した。水素掃気機能が喪失し、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、貯槽等のバウンダリの健全性が維持され、全濃度安全形状寸法が維持されること等、水素掃気機能の喪失による水素燃焼によって他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

#### 8.2.2.4 判断基準への適合性の検討

水素爆発の拡大防止対策として、水素爆発の再発を防止するための空気の供給、気相へ移行した放射性物質をセルへ導出する手段、セル及び高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルを除去する手段を整備しており、これらの対策について、外的事象の「地震」を要因として有効性評価を行った。

水素爆発の再発を防止するための空気の供給は、水素爆発を未然に防止するための空気の供給と同様、圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット、予備圧縮空気ユニット及び手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給により、実施組織要員の対処時間を確保し、2系統の代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給を行い、重大事故の水素爆発を想定する機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満にすることにより、水素爆発の事態の収束を図り、安定状態を維持できる。

空気貯槽等による圧縮空気の供給により、水素掃気機能喪失後に放射性物質を含む気体が一部経路外放出する可能性があるが、その放出量は平常時程度であることを確認した。しかし、可能な限り放出量を低減するために、未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が長い建屋においては、可能な限り速やかに圧縮空気の供給を停止し、放射性物質の移行を停止する措置を講じている。また、供給された圧縮空気を、高性能粒子フィルタを備えた塔槽類廃ガス処理設備からセルへ導出するユニットに導くため、可能な限り速やかに経路を構築し、圧縮空気の放出経路を切り替えて放射性物質の放出量を低減することとしている。

放射性物質をセルへ導出する手段、セル及び高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルを除去する手段は、水素爆発に伴い気相部へ移

行する放射性物質に対して各々十分な除染効率を確保し、大気中への放射性物質の放出量を可能な限り低減している。また、放射性物質のセルへの導出に係る準備作業及び可搬型フィルタ、可搬型排風機、可搬型ダクトを建屋換気設備に接続し、主排気筒から大気中へ放射性物質を管理放出するための準備作業を貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に到達する前で実行可能な限り早期に完了させ、これらを稼働させることで主排気筒から大気中への放射性物質の放出量を低減できる。仮に水素爆発を想定した場合の大気中へ放出される放射性物質の放出量と、水素爆発の再発を防止するための空気の供給により大気中へ放出される放射性物質の放出量の合計値（セシウム-137換算）は、5建屋合計で約  $3 \times 10^{-3}$  TBq である。

評価条件の不確かさについて確認した結果、実施組織要員の操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は無視できる又は小さいことを確認した。

また、「地震」とは異なる特徴を有する「火山」を要因とした場合に有効性評価へ与える影響を分析した。

「火山」を要因とした場合には、建屋外における水素爆発の拡大防止対策の準備に要する時間に与える影響及び水素爆発の拡大防止対策の維持に与える影響を分析し、降灰予報を受けて建屋外作業に着手すること及び除灰作業を織り込んだ作業計画を整備していることで、水素爆発の拡大防止対策の有効性へ与える影響が排除されていることを確認した。

以上の有効性評価は、水素爆発の発生が想定される5建屋、51貯槽等の全てにおいて重大事故等が同時発生することを前提として評価を実施し、上述のとおり重大事故等対策が有効であることを確認した。



また、想定される事故時環境において、水素爆発の発生が想定される機器に接続する安全機能を有する機器が、損傷又は機能劣化することではなく、他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

以上のことから、水素爆発を未然に防止するための空気の供給が機能しなかったとしても水素爆発の再発を防止するための空気の供給により水素爆発が発生するおそれがない状態を維持することができ、事態を収束させることができる。また、有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は妥当であると考えられ、大気中への異常な水準の放出を防止することができる。

以上より、「8.2.2.1 (5) 判断基準」を満足する。

### 8.3 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及び資源

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及び資源を以下に示す。

また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

#### (1) 必要な要員の評価

水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策において、外的事象の「地震」を要因とした場合、同時に作業する要員が最も多い時の要員数は、85名であり、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122名である。

「地震」とは異なる環境条件をもたらす可能性のある外的事象の「火山」を要因とした場合、同時に作業する要員が最も多い時の要員数は、85名であり、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122名である。

また、内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」及び「動的機器の多重故障」を要因とした場合は、「地震」を要因とした場合に想定される環境条件より悪化することが想定されず、対処内容にも違いがないことから、必要な要員は合計122名以内である。

以上より、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、最大でも122名となる。

#### (2) 必要な資源の評価

水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策に必要な燃料及び電源を以下に示す。

i. 燃料

水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策に使用する可搬型空気圧縮機は、7日間の対応を考慮すると、運転継続に以下の軽油が必要である。

容量約450m<sup>3</sup>/hの可搬型空気圧縮機は、3台による7日間の対応を考慮し、運転継続に約4.7m<sup>3</sup>の軽油が必要である。

容量約220m<sup>3</sup>/hの可搬型空気圧縮機は、1台による7日間の対応を考慮し、運転継続に約1.4m<sup>3</sup>の軽油が必要である。

全ての建屋の水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策の7日間の対応を考慮した場合、運転継続に必要な軽油については、合計約6m<sup>3</sup>の軽油が必要である。

また、水素爆発の拡大防止対策に使用する可搬型発電機は、7日間の対応を考慮すると、運転継続に合計約12m<sup>3</sup>の軽油が必要である。

前処理建屋	約2.5m <sup>3</sup>
分離建屋	約3.0m <sup>3</sup>
精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋	約3.0m <sup>3</sup>
高レベル廃液ガラス固化建屋	約3.0m <sup>3</sup>
全建屋合計	約12m <sup>3</sup>

以上より、全ての建屋の水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約18m<sup>3</sup>である。

軽油貯蔵タンクにて約400m<sup>3</sup>の軽油を保有しており、この使用が可能であることから、水素爆発の発生防止対策及び拡大防止対策について、7日間の継続が可能である。

【補足説明資料8-15】

### iii. 電源

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防止対策に必要な負荷として、重大事故等対処施設の可搬型排風機の約5.2 kVAであり、必要な給電容量は、可搬型排風機の起動時を考慮しても約39 kVA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防止対策に必要な負荷として、重大事故等対処施設の可搬型排風機の約5.2 kVAであり、必要な給電容量は、可搬型排風機の起動時を考慮しても約39 kVA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防止対策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重大事故等対処施設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。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、仮に可搬型排風機の同時起動時を考慮した場合、約78 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防止対策に必要な負荷として、重大事故等対処施設の可搬型排風機の約5.2 kVAであり、必要な給電容量は、可搬型排風機の起動時を考慮しても約39 kVA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 k V Aあり, 必要負荷に対しての電源供給が可能である。

【補足説明資料 8 - 15】

#### 8.4 参考文献

- (1) 産業安全技術協会. “水素混合ガスの安全性に関する研究 ( I )”. 研究開発成果検索・閲覧システム ( JOPSS ). 日本原子力研究開発機構.  
<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/PNC-TJ8655-96-001.pdf>, ( 参照 2016-10-23 ).
- (2) 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 ).
- (3) 柳生昭三, 松田東栄. 産業安全研究所研究報告 水素の爆発危険性についての研究 ( 第 2 報 ) 水素 - 空気混合物の爆発圧力. 労働省産業安全研究所, 1973-03, RIIS-RR-21-4.
- (4) 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.
- (5) HIROSHI 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) IAEA. Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency. 2000-08, IAEA-TECDOC-1162.

- (7) ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. Annals of the ICRP, ICRP Publication 72. 1996, vol. 26, no. 1.
- (8) 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
- (9) Science Applications International. Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. United States Nuclear Regulatory Commission, 1998-03, NUREG/CR-6410.
- (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. <https://confit.atlas.jp/guide/event/aesj2016s/proceedings/list>, (参照 2016-10-23).

第8-1表 水素爆発を想定する機器

建屋	施設名	設備名	機器名
前処理建屋	溶解施設	溶解設備	ハル洗浄槽 中間ポット 水バッファ槽
		清澄・計量設備	中継槽* 不溶解残渣回収槽 リサイクル槽 計量前中間貯槽* 計量・調整槽* 計量補助槽* 計量後中間貯槽*
分離建屋	分離施設	分離設備	溶解液中間貯槽* 溶解液供給槽* 抽出塔 第1洗浄塔 第2洗浄塔 T B P 洗浄塔 抽出廃液受槽* 抽出廃液中間貯槽* 抽出廃液供給槽*
		分配設備	プルトニウム分配塔 ウラン洗浄塔 プルトニウム洗浄器 プルトニウム溶液受槽* プルトニウム溶液中間貯槽*



(つづき)

建屋	施設名	設備名	機器名
分離建屋	分離施設	分離建屋一時貯留処理設備	第1一時貯留処理槽 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* 第5一時貯留処理槽 第6一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽 第8一時貯留処理槽 第9一時貯留処理槽 第10一時貯留処理槽
精製建屋	精製施設	プルトニウム精製設備	プルトニウム溶液供給槽* 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* プルトニウム濃縮缶* プルトニウム溶液一時貯槽* プルトニウム濃縮液受槽* プルトニウム濃縮液計量槽* プルトニウム濃縮液中間貯槽* プルトニウム濃縮液一時貯槽* リサイクル槽* 希釈槽*
		精製建屋一時貯留処理設備	第1一時貯留処理槽 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 第7一時貯留処理槽*

(つづき)

建屋	施設名	設備名	機器名
分離建屋	酸及び溶媒の回収施設	溶媒回収設備 溶媒再生系 分離・分配系	第1洗浄器
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	脱硝施設	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備	硝酸プルトニウム貯槽* 混合槽* 一時貯槽*
分離建屋	液体廃棄物の廃棄施設	高レベル廃液処理設備	高レベル廃液濃縮設備 高レベル廃液供給槽 高レベル廃液濃縮缶* 高レベル廃液貯蔵設備 高レベル濃縮廃液貯槽* 不溶解残渣廃液貯槽* 不溶解残渣廃液一時貯槽 高レベル濃縮廃液一時貯槽* 高レベル廃液共用貯槽*
高レベル廃液ガラス固化建屋			
高レベル廃液ガラス固化建屋	固体廃棄物の廃棄施設	高レベル廃液ガラス固化設備	高レベル廃液混合槽* 供給液槽* 供給槽*

注) \*印の機器は、重大事故の水素爆発を想定する機器である。

第 8.1.1-1 表 水素爆発を未然に防止するための空気の供給における手順及び設備の関係

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a.	水素爆発を未然に防止するための空気の供給の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全圧縮空気系の空気圧縮機が多重故障し、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、空気圧縮機を冷却する安全冷却水系の冷却塔又は外部ループの冷却水循環ポンプが多重故障し、安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合、又は、外部電源が喪失し、第2非常用ディーゼル発電機を運転できない場合、又は、第2非常用ディーゼル発電機を運転できたにもかかわらず安全圧縮空気系の空気圧縮機の運転を継続できない場合は、重大事故等対策として以下の d. に移行する。</li> </ul>	—	—	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
b.	圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し，系統内の圧力が低下した場合は，圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットから第8-1表に示す機器のうち分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を想定する機器へ自動で圧縮空気が供給される。</li> <li>・ 本対策において確認が必要な監視項目は圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットの圧力である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 圧縮空気貯槽</li> <li>・ 圧縮空気ユニット</li> <li>・ 各建屋の水素爆発対象機器</li> <li>・ 各建屋の水素掃気配管</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 可搬型圧縮空気貯槽圧力計</li> <li>・ 可搬型圧縮空気ユニット圧力計</li> </ul>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	予備圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し，さらに圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットからの圧縮空気機能に期待せず，系統内の圧力が低下した場合は，予備圧縮空気ユニットから第8-1表に示す機器のうち分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置される圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器へ自動で圧縮空気が供給される。</li> <li>・本対策において確認が必要な監視項目は予備圧縮空気ユニットの圧力である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予備圧縮空気ユニット</li> <li>・各建屋の水素爆発対象機器</li> <li>・各建屋の水素掃気配管</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型予備圧縮空気ユニット圧力計</li> </ul>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
d.	代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管に、建屋外の可搬型空気圧縮機を、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系により接続し、第8-1表に示す機器へ圧縮空気を供給する。圧縮空気を供給するための接続口をそれぞれ互いに異なる複数の場所に設置することにより、信頼性の向上を図る。</li> <li>本対策の圧縮空気の供給は、可搬型排風機を起動した後に実施する。設計基準を超える条件より厳しい条件としての外部事象の「火山」を条件として水素掃気機能が喪失することが考えられる場合には、降灰により可搬型空気圧縮機が機能喪失することを防止するため、あらかじめ可搬型空気圧縮機は各建屋内に配置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各建屋の水素掃気配管</li> <li>各建屋の機器圧縮空気供給配管</li> <li>圧縮空気供給系</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型空気圧縮機</li> <li>可搬型個別供給用建屋外ホース</li> <li>可搬型個別供給用建屋内ホース</li> <li>可搬型建屋外ホース</li> <li>可搬型建屋内ホース</li> </ul>	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
d.	代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>本対策において確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器に供給される圧縮空気の流量、圧縮空気供給圧力及び塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットにおける廃ガスの流量である。</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計</li> <li>可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計</li> <li>可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計</li> <li>可搬型セル導出ユニット流量計</li> </ul>
e.	代替安全圧縮空気系の水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給による水素掃気機能維持の判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>第8-1表に示す機器に供給する圧縮空気の流量を、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管、機器圧縮空気供給配管、可搬型個別供給用建屋内ホース又は可搬型建屋内ホースに接続する可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により確認し、水素掃気機能が維持されていることを判断する。</li> <li>水素掃気機能が維持されていることを判断するために確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器に供給される圧縮空気の流量である。</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計</li> </ul>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
f.	可搬型水素濃度計の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素濃度の測定対象の貯槽等の水素濃度を測定及び監視するため、可搬型水素濃度計を測定対象の貯槽等に接続している水素掃気配管及び計測制御系統施設の計測制御設備に設置する。</li> <li>水素濃度の測定対象の貯槽等は、水素爆発が発生した場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量が多い貯槽等を候補とし、水素掃気機能の喪失直前の液位情報を基に選定する。また、貯槽等の水素濃度の測定は、上記 d. の作業の後に実施する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素掃気配管（精製建屋）</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測制御設備</li> <li>可搬型水素濃度計</li> </ul>

※下線が引かれているものは新規設置設備



第 8.1.2-1 表 有効性評価に係る主要評価条件（前処理建屋）

建屋	機器名	水相						有機相						評価用 空間容 量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G 値			
				α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α	β γ		α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α	β γ		
													(Molecules /100 eV)	
前処理 建屋	ハル洗浄槽	0.020	0.0	1.2×10 <sup>1</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	1.4	0.45	—	—	—	—	—	0.038	
	水バッファ槽	■	0.0	6.2	1.4×10 <sup>1</sup>	1.4	0.45	—	—	—	—	—	0.69	
	中間ポット	■	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.060	
	中継槽	7.0	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	2.7	
	リサイクル槽	2.0	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.47	
	不溶解残渣回収槽	5.0	0.17	1.7×10 <sup>-2</sup>	3.3	0.86	0.24	—	—	—	—	—	2.4	
	計量前中間貯槽	25	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	7.8	
	計量・調整槽	25	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	7.8	
	計量後中間貯槽	25	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	7.8	
	計量補助槽	7.0	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	1.6	

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 8.1.2-2 表 有効性評価に係る主要評価条件（分離建屋）

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

■については商業機密の観点から公開できません。

第 8.1.2-3 表 有効性評価に係る主要評価条件（精製建屋）

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

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 8.1.2-4 表 有効性評価に係る主要評価条件（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）

建屋	機器名	水相						有機相						評価用 空間容量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol/L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G 値			
				α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α	β γ		α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α	β γ		
						(Molecules / 100 eV)					(Molecules / 100 eV)			
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 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.33	
	混合槽	1.0	4.3	5.3×10 <sup>3</sup>	—	0.059	—	—	—	—	—	—	0.33	
	一時貯槽	1.0	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.33	

第 8.1.2-5 表 有効性評価に係る主要評価条件（高レベル廃液ガラス固化建屋）

建屋	機器名	水相						有機相						評価用 空間容量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol/L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G 値			
				α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α	β γ		α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α	β γ		
						(Molecules / 100 eV)					(Molecules / 100 eV)			
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 <sup>2</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	—	12
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	25	2.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	—	7.6
	不溶解残渣廃液一時貯槽	5.0	0.17	1.7×10 <sup>-2</sup>	3.3	0.86	0.24	—	—	—	—	—	—	3.8
	不溶解残渣廃液貯槽	70	0.090	7.5×10 <sup>-3</sup>	1.5	0.97	0.30	—	—	—	—	—	—	20
	高レベル廃液共用貯槽 (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	120	2.0	4.4×10 <sup>2</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	—	7.3
	高レベル廃液共用貯槽 (不溶解残渣廃液貯蔵時)	70	0.090	7.5×10 <sup>-3</sup>	1.5	0.97	0.30	—	—	—	—	—	—	57
	高レベル廃液混合槽	20	1.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	—	7.9
	供給液槽	5.0	1.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	—	3.3
	供給槽	2.0	1.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	—	1.1

第8.1.2-6表 水素爆発への対処に使用する設備

機器グループ	設備		発生防止対策	拡大防止対策	
	設備名称	構成する機器		水素爆発の再発を防止するための空気の供給	セルへの導出経路の構築及びセル排気系を代替する排気系による対応
前処理建屋 水素爆発	代替安全圧縮 空気系	水素掃気配管・弁[流路]	○	×	×
		可搬型空気圧縮機	○	○	×
		可搬型一括供給用建屋外ホース[流路]	×	×	×
		可搬型一括供給用建屋内ホース[流路]	×	×	×
		可搬型個別供給用建屋外ホース[流路]	○	○	×
		可搬型個別供給用建屋内ホース[流路]	○	○	×
	清澄・計量設 備	機器圧縮空気供給配管・弁[流路]	○	○	×
		中継槽	○	○	○
		中継槽(水素掃気配管)	○	×	×
		計量前中間貯槽	○	○	○
		計量前中間貯槽(水素掃気配管)	○	×	×
		計量後中間貯槽	○	○	○
		計量後中間貯槽(水素掃気配管)	○	×	×
		計量・調整槽	○	○	○
	前処理建屋 代替塔槽類廃 ガス処理設備	計量・調整槽(水素掃気配管)	○	×	×
		計量補助槽	○	○	○
		計量補助槽(水素掃気配管)	○	×	×
		配管・弁[流路]	×	×	○
		隔離弁	×	×	○
		廃ガス洗浄塔シール ポット	×	×	○
	前処理建屋 代替換気設備	塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出する ユニット	×	×	○
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出する ユニット(フィルタ)	×	×	○
		可搬型ダクト[流路]	×	×	○
		ダクト・ダンパ[流路]	×	×	○
		主排気筒へ排出するユニット	×	×	○
		可搬型フィルタ	×	×	○
	主排気筒	可搬型ダクト[流路]	×	×	○
		可搬型排風機	×	×	○
	代替所内電源 系統	主排気筒	×	×	○
		可搬型発電機	×	×	○
		重大事故対処用母線	×	×	○
	重大事故等対 処計装設備	軽油貯蔵タンク	○	○	○
		軽油用タンク ローリ	○	○	○
		可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計	○	○	×
		可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計	○	○	×
		可搬型セル導出ユニット流量計	○	○	×
可搬型水素濃度計		○	○	○	
可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計		×	×	○	
可搬型導出先セル圧力計		×	×	○	
可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	×	×	○		
可搬型フィルタ差圧計	×	×	○		

第8.1.2-6表 水素爆発への対処に使用する設備

(つづき)

機器 グループ	設備		発生防止対策	拡大防止対策	
	設備名称	構成する機器		水素爆発を未然に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
分離建屋 水素爆発	代替安全圧縮 空気系	水素掃気配管・弁[流路]	○	×	×
		可搬型空気圧縮機	○	○	×
		可搬型建屋外ホース[流路]	○	○	×
		可搬型建屋内ホース[流路]	○	○	×
		圧縮空気貯槽	○	×	×
		予備圧縮空気ユニット	○	×	×
		手動圧縮空気ユニット	×	○	×
		圧縮空気供給系[流路]	○	○	×
		機器圧縮空気供給配管・弁[流路]	○	○	×
	分離設備	溶解液中間貯槽	○	○	○
		溶解液中間貯槽(水素掃気配管)	○	×	×
		溶解液供給槽	○	○	○
		溶解液供給槽(水素掃気配管)	○	×	×
		抽出廃液受槽	○	○	○
		抽出廃液受槽(水素掃気配管)	○	×	×
		抽出廃液中間貯槽	○	○	○
		抽出廃液中間貯槽(水素掃気配管)	○	×	×
		抽出廃液供給槽	○	○	○
	分配設備	抽出廃液供給槽(水素掃気配管)	○	×	×
		プルトニウム溶液受槽	○	○	○
		プルトニウム溶液受槽(水素掃気配管)	○	×	×
		プルトニウム溶液中間貯槽	○	○	○
	分離建屋一時 貯留処理設備	プルトニウム溶液中間貯槽(水素掃気配管)	○	×	×
		第2一時貯留処理槽	○	○	○
		第2一時貯留処理槽(水素掃気配管)	○	×	×
		第3一時貯留処理槽	○	○	○
		第3一時貯留処理槽(水素掃気配管)	○	×	×
	高レベル廃液 濃縮系	第4一時貯留処理槽	○	○	○
		第4一時貯留処理槽(水素掃気配管)	○	×	×
	分離建屋 代替塔槽類廃 ガス処理設備	高レベル廃液濃縮缶	○	○	○
		高レベル廃液濃縮缶(水素掃気配管)	○	×	×
		配管・弁[流路]	×	×	○
		隔離弁	×	×	○
	分離建屋 代替換気設備	廃ガスリリーフポット	×	×	○
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出する ユニット	×	×	○
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出する ユニット(フィルタ)	×	×	○
	主排気筒	ダクト・ダンパ[流路]	×	×	○
		可搬型フィルタ	×	×	○
		可搬型ダクト[流路]	×	×	○
	代替所内電源 系統	可搬型排風機	×	×	○
		主排気筒	×	×	○
		可搬型発電機	×	×	○
		重大事故対処用母線	×	×	○
	重大事故等対 処計装設備	軽油貯蔵タンク	○	○	○
		軽油用タンクローリ	○	○	○
		可搬型圧縮空気貯槽圧力計	○	×	×
		可搬型予備圧縮空気ユニット圧力計	○	×	×
可搬型手動圧縮空気ユニット接続系統 圧力計		×	○	×	
可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計		○	○	×	
可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計		○	×	×	
可搬型セル導出ユニット流量計		○	○	×	
可搬型水素濃度計		○	○	○	
可搬型導出先セル圧力計		×	×	○	
可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	×	×	○		
可搬型フィルタ差圧計	×	×	○		

第8.1.2-6表 水素爆発への対処に使用する設備

(つづき)

機器 グループ	設備		発生防止対策	拡大防止対策	
	設備名称	構成する機器		水素爆発を未然に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
精製建屋 水素爆発	代替安全圧縮 空気系	水素掃気配管・弁〔流路〕	○	×	×
		可搬型空気圧縮機	○	○	×
		可搬型建屋外ホース〔流路〕	○	○	×
		可搬型建屋内ホース〔流路〕	○	○	×
		圧縮空気貯槽	○	×	×
		予備圧縮空気ユニット	○	×	×
		手動圧縮空気ユニット	×	○	×
		圧縮空気供給系〔流路〕	○	○	×
		機器圧縮空気供給配管・弁〔流路〕	○	○	×
		プルトニウム精 製設備	プルトニウム溶液供給槽	○	○
	プルトニウム溶液供給槽(水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム溶液受槽		○	○	○
	プルトニウム溶液受槽(水素掃気配管)		○	×	×
	油水分離槽		○	○	○
	油水分離槽(水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム濃縮缶供給槽		○	○	○
	プルトニウム濃縮缶供給槽(水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム溶液一時貯槽		○	○	○
	プルトニウム溶液一時貯槽(水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム濃縮缶		○	○	○
	プルトニウム濃縮缶(水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム濃縮液受槽		○	○	○
	プルトニウム濃縮液受槽(水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム濃縮液一時貯槽		○	○	○
	プルトニウム濃縮液一時貯槽 (水素掃気配管)		○	×	×
	プルトニウム濃縮液計量槽		○	○	○
	プルトニウム濃縮液計量槽(水素掃気配管)		○	×	×
	リサイクル槽		○	○	○
	リサイクル槽(水素掃気配管)		○	×	×
	希釈槽	○	○	○	
	希釈槽(水素掃気配管)	○	×	×	
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	○	○	○	
	プルトニウム濃縮液中間貯槽 (水素掃気配管)	○	×	×	
	精製建屋 一時 貯留処理設備	第2一時貯留処理槽	○	○	○
		第2一時貯留処理槽(水素掃気配管)	○	×	×
		第3一時貯留処理槽	○	○	○
		第3一時貯留処理槽(水素掃気配管)	○	×	×
		第7一時貯留処理槽	○	○	○
		第7一時貯留処理槽(水素掃気配管)	○	×	×
		配管・弁〔流路〕	×	×	○
精製建屋 代替塔槽類 廃ガス処理設備	隔離弁	×	×	○	
	廃ガスポット	×	×	○	
	塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)からセルに導出するユニット	×	×	○	
精製建屋 代替換気設備	塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)からセルに導出するユニット(フィルタ)	×	×	○	
	ダクト・ダンパ〔流路〕	×	×	○	
	可搬型フィルタ	×	×	○	
	可搬型ダクト〔流路〕	×	×	○	
主排気筒	可搬型排風機	×	×	○	
	主排気筒	×	×	○	
代替所内電源 系統	可搬型発電機	×	×	○	
	重大事故対処用母線	×	×	○	
	軽油貯蔵タンク	○	○	○	
	軽油用タンクローリ	○	○	○	
重大事故等対 処計装設備	可搬型圧縮空気貯槽圧力計	○	×	×	
	可搬型予備圧縮空気ユニット圧力計	○	×	×	
	可搬型手動圧縮空気ユニット接続系統 圧力計	×	○	×	
	可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計	○	○	×	
	可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計	○	×	×	
	可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計	×	○	×	
	可搬型セル導出ユニット流量計	○	○	×	
	可搬型水素濃度計	○	○	○	
	可搬型導出先セル圧力計	×	×	○	
	可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	×	×	○	
可搬型フィルタ差圧計	×	×	○		



第8.1.2-6表 水素爆発への対処に使用する設備

(つづき)

機器 グループ	設備		発生防止対策	拡大防止対策	
	設備名称	構成する機器		水素爆発の再発を防止するための空気の供給	セルへの導出経路の構築及びセル排気系を代替する排気系による対応
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 水素爆発	代替安全圧縮空気系	水素掃気配管・弁[流路]	○	×	×
		可搬型空気圧縮機	○	○	×
		可搬型建屋外ホース[流路]	○	○	×
		可搬型建屋内ホース[流路]	○	○	×
		圧縮空気ユニット	○	×	×
		予備圧縮空気ユニット	○	×	×
		手動圧縮空気ユニット	×	○	×
		圧縮空気供給系[流路]	○	○	×
		機器圧縮空気供給配管・弁[流路]	○	○	×
	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備 溶液系	硝酸プルトニウム貯槽	○	○	○
		硝酸プルトニウム貯槽(水素掃気配管)	○	×	×
		混合槽A	○	○	○
		混合槽A(水素掃気配管)	○	×	×
		混合槽B	○	○	○
		混合槽B(水素掃気配管)	○	×	×
		一時貯槽	○	○	○
	一時貯槽(水素掃気配管)	○	×	×	
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 代替塔槽類廃ガス処理設備	配管・弁[流路]	×	×	○
		隔離弁	×	×	○
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット	×	×	○
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット(フィルタ)	×	×	○
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 代替換気設備 主排気筒	ダクト・ダンパ[流路]	×	×	○
		可搬型フィルタ	×	×	○
		可搬型ダクト[流路]	×	×	○
		可搬型排風機	×	×	○
		主排気筒	×	×	○
	代替所内電源系統	可搬型発電機	×	×	○
		重大事故対処用母線	×	×	○
		軽油貯蔵タンク	○	○	○
	重大事故等対処計装設備	軽油用タンク ローリ	○	○	○
		可搬型圧縮空気ユニット圧力計	○	×	×
		可搬型予備圧縮空気ユニット圧力計	○	×	×
		可搬型手動圧縮空気ユニット接続系統圧力計	×	○	×
		可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計	○	○	×
		可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計	○	○	×
		可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計	×	○	×
		可搬型セル導出ユニット流量計	○	○	×
		可搬型水素濃度計	○	○	○
		可搬型導出先セル圧力計	×	×	○
		可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	×	×	○
		可搬型フィルタ差圧計	×	×	○

第8.1.2-6表 水素爆発への対処に使用する設備

(つづき)

機器 グループ	設備		発生防止対策	拡大防止対策	
	設備名称	構成する機器		水素爆発を未然に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
高レベル廃液ガラス固化建屋 水素爆発	代替安全圧縮空気系	水素掃気配管・弁[流路]	○	×	×
		可搬型空気圧縮機	○	○	×
		可搬型建屋外ホース[流路]	○	○	×
		可搬型建屋内ホース[流路]	○	○	×
		圧縮空気供給系[流路]	○	○	×
		機器圧縮空気供給配管・弁[流路]	○	○	×
	高レベル廃液ガラス固化設備	高レベル廃液混合槽	○	○	○
		高レベル廃液混合槽(水素掃気配管)	○	×	×
		供給液槽	○	○	○
		供給液槽(水素掃気配管)	○	×	×
	高レベル濃縮廃液貯蔵設備	高レベル濃縮廃液貯蔵槽	○	○	○
		高レベル濃縮廃液貯蔵槽(水素掃気配管)	○	×	×
	高レベル濃縮廃液貯蔵系	高レベル濃縮廃液一時貯蔵槽	○	○	○
		高レベル濃縮廃液一時貯蔵槽(水素掃気配管)	○	×	×
	高レベル濃縮廃液貯蔵設備 不溶解残渣廃液貯蔵系	不溶解残渣廃液貯蔵槽	○	○	○
		不溶解残渣廃液貯蔵槽(水素掃気配管)	○	×	×
		不溶解残渣廃液一時貯蔵槽貯蔵槽	○	○	○
		不溶解残渣廃液一時貯蔵槽貯蔵槽(水素掃気配管)	○	×	×
	高レベル濃縮廃液貯蔵設備 共用貯蔵系	高レベル廃液共用貯蔵槽	○	○	○
		高レベル廃液共用貯蔵槽(水素掃気配管)	○	×	×
高レベル廃液ガラス固化建屋 水素爆発	配管・弁[流路]		×	×	○
	隔離弁		×	×	○
	廃ガスシールポット		×	×	○
	塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット		×	×	○
	塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット(フィルタ)		×	×	○
高レベル廃液ガラス固化建屋 代替換気設備 主排気筒	ダクト・ダンパ[流路]		×	×	○
	可搬型フィルタ		×	×	○
	可搬型ダクト[流路]		×	×	○
	可搬型排風機		×	×	○
代替所内電源系統	主排気筒		×	×	○
	可搬型発電機		×	×	○
	重大事故対処用母線		×	×	○
	軽油貯蔵タンク		○	○	○
重大事故等対処計装設備	軽油用タンクローリ		○	○	○
	可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計		○	○	×
	可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計		○	○	×
	可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計		○	×	×
	可搬型セル導出ユニット流量計		○	○	×
	可搬型水素濃度計		○	○	○
	可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計		×	×	○
	可搬型導出先セル圧力計		×	×	○
	可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計		×	×	○
	可搬型フィルタ差圧計		×	×	○

第 8.1.2-7 表 前処理建屋における水素爆発への各対策に係る時間

機器 グループ	機器名	時間 余裕 ※ 1	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 めの空気の供給準 備完了時間※ 2	空気供給 開始時間 ※ 2	水素爆発の再発を 防止するための空 気の供給準備完了 時間※ 2	空気供給 開始時間 ※ 2	セル導出 準備完了 時間※ 2	可搬型排風機起 動準備完了時間 ※ 2	可搬型排風機起 動開始時間※ 2
前処理 建屋 水素爆発	中継槽	94 時間	36 時間 15 分	36 時間 35 分	38 時間 45 分	39 時間 5 分	2 時間 25 分	31 時間 45 分	32 時間 10 分
	計量前中間貯槽	73 時間							
	計量・調整槽	97 時間							
	計量後中間貯槽	97 時間							
	計量補助槽	75 時間							

※ 1 水素掃気機能の喪失から機器内の水素濃度が未然防止濃度に達するまでの時間

※ 2 水素掃気機能の喪失から時間

第 8.1.2－8 表 前処理建屋における水素爆発の各対策に係る要員

機器グループ	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]	放出低減対策に必要な要員数 [人]
前処理建屋 水素爆発	中継槽	42 (建屋内 14, 建屋外 9, 統括 19)	40 (建屋内 12, 建屋外 9, 統括 19)	50 (建屋内 22, 建屋外 9, 統括 19)
	計量前中間貯槽			
	計量・調整槽			
	計量後中間貯槽			
	計量補助槽			

第 8.1.2-9 表 前処理建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	可燃限界濃度未満に維持する ために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		沸騰を考慮した可燃限界濃度 未満に維持するために必要な 水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)	
				機器毎	建屋合計	機器毎	建屋合計	放出量 (C s -137 換算) [T B q]	建屋合計放出量 (C s -137 換算) [T B q]
ハル洗浄槽 *2	1.1E-05		1.1E-05	0.020	0.99	0.020	1.9	-*3	8E-05
水バッファ槽	6.3E-04		6.3E-04	0.020		0.020			
中継槽 *1 *2	2.2E-03	有	4.3E-03	0.053		0.11			
リサイクル槽 *2	6.1E-04	有	1.2E-03	0.020		0.031			
不溶解残渣回収槽 *2	3.4E-05		3.4E-05	0.020		0.020			
計量前中間貯槽 *1 *2	7.6E-03	有	1.5E-02	0.19		0.38			
計量・調整槽 *1	5.7E-03	有	1.2E-02	0.15		0.29			
計量後中間貯槽 *1	5.7E-03	有	1.2E-02	0.15		0.29			
計量補助槽 *1	1.6E-03	有	3.2E-03	0.040		0.080			
中間ポット *2	4.0E-05	有	7.9E-05	0.020		0.020			

\*1：重大事故の水素爆発を想定する機器

\*2：2基ある機器（水素発生量と水素掃気流量は1機器分を記載した。ただし、建屋合計においては2基であることを考慮済。）

\*3：重大事故の水素爆発を想定する機器ではないため、放出量を記載していない。

注）拡大防止における必要な水素掃気流量は本表と同じ。ただし、対象機器は、重大事故の水素爆発を想定する機器。

第 8.1.2-10 表 前処理建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果（水素濃度）

機器名	水素掃気流量 (沸騰を考慮した 可燃限界濃度未満 に維持するために 必要な水素掃気流 量×1.5) [m <sup>3</sup> /h]	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の平衡水素濃度 (v o 1%)
		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o 1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o 1%に低下する までの時間	可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o 1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o 1%に低下する までの時間	
中継槽	0.42	3.4	—	3.6	—	1.4
計量前中間貯槽	0.42	4.4	1 時間 45 分	4.6	2 時間 45 分	1.4
計量・調整槽	0.058	3.5	—	3.7	—	1.4
計量後中間貯槽	0.28	3.5	—	3.7	—	1.4
計量補助槽	0.23	4.0	—	4.3	1 時間 10 分	1.4

注) — 圧縮空気供給開始時間において機器内水素濃度は 4 v o 1%未満のため、時間の評価をしていない

第 8.1.2-11 表 分離建屋における水素爆発への各対策に係る時間

機器 グループ	機器名	時間 余裕 ※ 1	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 めの空気の供給準 備完了時間※ 2	空気供給 開始時間 ※ 2	水素爆発の再発を 防止するための空 気の供給準備完了 時間※ 2	空気供給 開始時間 ※ 2	セル導出 準備完了 時間※ 2	可搬型排風機起 動準備完了時間 ※ 2	可搬型排風機起 動開始時間※ 2
分離建屋 水素爆発	プルトニウム溶液受槽	24 時間	6 時間 25 分	6 時間 40 分	9 時間	9 時間 10 分	2 時間 30 分	5 時間 10 分	6 時間 10 分
	プルトニウム溶液中間貯槽	24 時間							
	第 2 一時貯留処理槽	24 時間							
	第 3 一時貯留処理槽	200 時間							
	第 4 一時貯留処理槽	240 時間							
	高レベル廃液濃縮缶	48 時間							
	溶解液中間貯槽	130 時間							
	溶解液供給槽	130 時間							
	抽出廃液受槽	170 時間							
	抽出廃液中間貯槽	110 時間							
	抽出廃液供給槽	160 時間							

※ 1 水素掃気機能の喪失から機器内の水素濃度が未然防止濃度に達するまでの時間

※ 2 水素掃気機能の喪失から時間

第 8.1.2-12 表 分離建屋における水素爆発の各対策に係る要員

機器グループ	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]	放出低減対策に必要な要員数 [人]	放出低減対策に必要な要員数 [人]
分離建屋 水素爆発	プルトニウム溶液受槽	40 (建屋内 12, 建屋外 9, 統括 19)	42 (建屋内 14, 建屋外 9, 統括 19)	42 (建屋内 14, 建屋外 9, 統括 19)	
	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				



第 8.1.2-13 表 分離建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果

機器毎	水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	沸騰の 有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	可燃限界濃度未満に維持するために必要 な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		沸騰を考慮した可燃限界濃度未満に維 持するために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)	
				機器毎	建屋合計	機器毎	建屋合計	放出量 (C s -137 換算) [T B q]	建屋合計放出量 (C s -137 換算) [T B q]
抽出塔	5.3E-03		5.3E-03	0.14		0.14		-*3	
第1洗浄塔	3.3E-03		3.3E-03	0.082		0.082		-*3	
第2洗浄塔	1.6E-03		1.6E-03	0.039		0.039		-*3	
T B P 洗浄塔	4.9E-03		4.9E-03	0.13		0.13		-*3	
プルトニウム分配塔	2.6E-03		2.6E-03	0.065		0.065		-*3	
ウラン洗浄塔	5.4E-04		5.4E-04	0.020		0.020		-*3	
プルトニウム洗浄器	2.1E-04		2.1E-04	0.020		0.020		-*3	
プルトニウム溶液受槽 * 1	1.2E-03		1.2E-03	0.029		0.029		2E-06	
プルトニウム溶液中間貯槽 * 1	1.2E-03		1.2E-03	0.028		0.029		2E-06	
第1一時貯留処理槽	6.8E-03	有	1.4E-02	0.17		0.34		-*3	
第2一時貯留処理槽 * 1	1.6E-03		1.6E-03	0.039		0.039		3E-06	
第3一時貯留処理槽 * 1	3.8E-03	有	7.6E-03	0.095		0.19		1E-05	
第4一時貯留処理槽 * 1	3.2E-03	有	6.4E-03	0.080		0.16		6E-06	
第5一時貯留処理槽	1.4E-03		1.4E-03	0.034	1.5	0.034	2.5	-*3	2E-04
第6一時貯留処理槽	1.1E-02	有	2.1E-02	0.26		0.52		-*3	
第7一時貯留処理槽	5.4E-04	有	1.1E-03	0.020		0.027		-*3	
第8一時貯留処理槽	3.0E-03	有	5.9E-03	0.074		0.15		-*3	
第9一時貯留処理槽	4.6E-03		4.6E-03	0.12		0.12		-*3	
第10一時貯留処理槽	3.7E-05		3.7E-05	0.020		0.020		-*3	
第1洗浄器	4.3E-05		4.3E-05	0.020		0.020		-*3	
高レベル廃液供給槽	1.2E-03	有	2.3E-03	0.029		0.057		-*3	
高レベル廃液濃縮缶 * 1	4.6E-02	有	9.2E-02	1.15		2.3		8E-05	
溶解液中間貯槽 * 1	5.7E-03	有	1.2E-02	0.15		0.29		2E-05	
溶解液供給槽 * 1	1.4E-03	有	2.8E-03	0.035		0.069		4E-06	
抽出廃液受槽 * 1	2.0E-03	有	3.9E-03	0.049		0.097		4E-06	
抽出廃液中間貯槽 * 1	2.6E-03	有	5.2E-03	0.065		0.13		6E-06	
抽出廃液供給槽 * 1 * 2	8.1E-03	有	1.7E-02	0.21		0.41		3E-05	

\* 1 : 重大事故の水素爆発を想定する機器

\* 2 : 2基ある機器（水素発生量と水素掃気流量は1機器分を記載した。ただし、建屋合計においては2基であることを考慮済。）

\* 3 : 重大事故の水素爆発を想定する機器ではないため、放出量を記載していない。

注) 拡大防止における必要な水素掃気流量は本表と同じ。ただし、対象機器は、重大事故の水素爆発を想定する機器。

第 8.1.2-14 表 分離建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果（水素濃度）

機器名	水素掃気流量 (沸騰を考慮した 可燃限界濃度未満 に維持するために 必要な水素掃気流 量×1.5) [m <sup>3</sup> /h]	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の平衡水素濃度 (v o l %)
		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o l %)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o l %に低下する までの時間	可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o l %)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o l %に低下する までの時間	
プルトニウム溶液受槽	0.42	1.9	—	5.1	1 時間 5 分	2.6
プルトニウム溶液中間貯槽	0.42	1.9	—	5.1	1 時間 5 分	2.6
第 2 一時貯留処理槽	0.058	2.5	—	6.1	1 時間 20 分	2.6
第 3 一時貯留処理槽	0.28	1.3	—	1.4	—	1.4
第 4 一時貯留処理槽	0.23	1.1	—	1.1	—	1.4
高レベル廃液濃縮缶	0.084	1.9	—	2.1	—	1.4
溶解液中間貯槽	3.4	1.3	—	1.4	—	1.4
溶解液供給槽	0.42	0.70	—	0.87	—	1.4
抽出廃液受槽	0.10	0.78	—	0.90	—	1.4
抽出廃液中間貯槽	0.14	1.1	—	1.2	—	1.4
抽出廃液供給槽	0.19	1.3	—	1.3	—	1.4

注) — 圧縮空気供給開始時間において機器内水素濃度は 4 v o l %未満のため、時間の評価をしていない

第 8.1.2-15 表 精製建屋における水素爆発への各対策に係る時間

機器 グループ	機器名	時間 余裕 ※ 1	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 めの空気の供給準 備完了時間※ 2	空気供給 開始時間 ※ 2	水素爆発の再発を 防止するための空 気の供給準備完了 時間※ 2	空気供給 開始時間 ※ 2	セル導出 準備完了 時間※ 2	可搬型排風機起 動準備完了時間 ※ 2	可搬型排風機起 動開始時間※ 2
精製建屋 水素爆発	プラトニウム溶液供給槽	45 時間	7 時間	7 時間 15 分	9 時間 30 分	9 時間 45 分	2 時間 25 分	5 時間 40 分	6 時間 40 分
	プラトニウム溶液受槽	45 時間							
	油水分離槽	45 時間							
	プラトニウム濃縮缶供給槽	24 時間							
	プラトニウム溶液一時貯槽	24 時間							
	プラトニウム濃縮缶	45 時間							
	プラトニウム濃縮液受槽	32 時間							
	プラトニウム濃縮液一時貯槽	30 時間							
	プラトニウム濃縮液計量槽	32 時間							
	リサイクル槽	32 時間							
	希釈槽	56 時間							
	プラトニウム濃縮液中間貯槽	32 時間							
	第 2 一時貯留処理槽	45 時間							
	第 3 一時貯留処理槽	33 時間							
	第 7 一時貯留処理槽	27 時間							

※ 1 水素掃気機能の喪失から機器内の水素濃度が未然防止濃度に達するまでの時間

※ 2 水素掃気機能の喪失から時間

第 8.1.2-16 表 精製建屋における水素爆発の各対策に係る要員

機器グループ	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]	放出低減対策に必要な要員数 [人]	放出低減対策に必要な要員数 [人]
精製建屋 水素爆発	プルトニウム溶液供給槽	40 (建屋内 12, 建屋外 9, 統括 19)	44 (建屋内 16, 建屋外 9, 統括 19)	52 (建屋内 24, 建屋外 9, 統括 19)	
	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					

第 8.1.2-17 表 精製建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	沸騰の有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	可燃限界濃度未満に維持するために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		沸騰を考慮した可燃限界濃度未満に維持するために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)	
				機器毎	建屋合計	機器毎	建屋合計	放出量 (C s -137 換算) [TBq]	建屋合計放出量 (C s -137 換 算) [TBq]
プルトニウム溶液供給槽*1	1.5E-03		1.5E-03	0.037		0.037		3E-06	3E-04
抽出塔	1.7E-03		1.7E-03	0.043		0.043		—*2	
核分裂生成物洗浄塔	1.4E-03		1.4E-03	0.034		0.034		—*2	
逆抽出塔	2.5E-03		2.5E-03	0.062		0.062		—*2	
ウラン洗浄塔	6.0E-04		6.0E-04	0.020		0.020		—*2	
補助油水分離槽	2.8E-04		2.8E-04	0.020		0.020		—*2	
TBP 洗浄器	1.9E-04		1.9E-04	0.020		0.020		—*2	
プルトニウム溶液受槽*1	1.4E-03	有	2.8E-03	0.035		0.0670		3E-06	
油水分離槽*1	1.4E-03	有	2.8E-03	0.035		0.070		3E-06	
プルトニウム濃縮缶供給槽*1	4.7E-03	有	9.3E-03	0.12		0.23		8E-06	
プルトニウム溶液一時貯槽*1	4.7E-03	有	9.3E-03	0.12		0.24		8E-06	
プルトニウム濃縮缶*1	7.1E-04		7.1E-04	0.020	1.5	0.020	2.5	5E-06	
プルトニウム濃縮液受槽*1	3.4E-03	有	6.7E-03	0.084		0.17		3E-05	
プルトニウム濃縮液一時貯槽*1	5.2E-03	有	1.1E-02	0.13		0.26		5E-05	
プルトニウム濃縮液計量槽*1	3.4E-03	有	6.7E-03	0.084		0.17		3E-05	
リサイクル槽*1	3.4E-03	有	6.8E-03	0.085		0.17		3E-05	
希釈槽*1	3.8E-03	有	7.7E-03	0.096		0.19		7E-05	
プルトニウム濃縮液中間貯槽*1	3.4E-03	有	6.8E-03	0.085		0.17		3E-05	
第1一時貯留処理槽	2.9E-03	有	5.7E-03	0.072		0.15		—*2	
第2一時貯留処理槽*1	1.3E-03	有	2.5E-03	0.031		0.062		4E-06	
第3一時貯留処理槽*1	2.4E-03	有	4.7E-03	0.059		0.12		4E-06	
第4一時貯留処理槽	1.7E-04		1.7E-04	0.020		0.020		—*2	
第7一時貯留処理槽*1	6.4E-03		6.4E-03	0.16		0.16		1E-05	

\*1：重大事故の水素爆発を想定する機器

\*2：重大事故の水素爆発を想定する機器ではないため、放出量を記載していない。

注) 拡大防止における必要な水素掃気流量は本表と同じ。ただし、対象機器は、重大事故の水素爆発を想定する機器。

第 8.1.2-18 表 精製建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果（水素濃度）

機器名	水素掃気流量 (沸騰を考慮した 可燃限界濃度未満 に維持するために 必要な水素掃気流 量×1.5) [m <sup>3</sup> /h]	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の平衡水素濃度 (v o l %)
		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o l %)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o l %に低下する までの時間	可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o l %)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o l %に低下する までの時間	
プルトニウム溶液供給槽	0.055	1.3	—	4.2	15分	2.6
プルトニウム溶液受槽	0.11	1.3	—	6.6	30分	1.4
油水分離槽	0.11	1.3	—	6.2	35分	1.4
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.35	3.0	—	7.3	25分	1.4
プルトニウム溶液一時貯槽	0.34	3.0	—	7.2	25分	1.4
プルトニウム濃縮缶	0.030	0.60	—	2.5	—	2.3
プルトニウム濃縮液受槽	0.26	2.2	—	7.2	25分	1.4
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.39	2.4	—	7.4	15分	1.4
プルトニウム濃縮液計量槽	0.26	2.2	—	7.3	25分	1.4
リサイクル槽	0.26	2.2	—	7.3	20分	1.4
希釈槽	0.29	1.2	—	7.4	20分	1.4
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.26	2.2	—	7.3	25分	1.4
第2一時貯留処理槽	0.093	1.2	—	5.7	35分	1.4
第3一時貯留処理槽	0.18	2.1	—	6.3	35分	1.4
第7一時貯留処理槽	0.24	2.7	—	3.3	—	2.6

注) — 圧縮空気供給開始時間において機器内水素濃度は 4 v o l %未満のため、時間の評価をしていない

第 8.1.2-19 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発への各対策に係る時間

機器 グループ	機器名	時間 余裕 ※1	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 めの空気の供給準 備完了時間※2	空気供給 開始時間 ※2	水素爆発の再発を 防止するための空 気の供給準備完了 時間※2	空気供給 開始時間 ※2	セル導出 準備完了 時間※2	可搬型排風機起 動準備完了時間 ※2	可搬型排風機起 動開始時間※2
ウラン・プ ルトニウ ム混合脱 硝建屋 水素爆発	硝酸プルトニウム貯槽 *1	24 時間	15 時間 20 分	15 時間 40 分	17 時間 40 分	18 時間	3 時間 10 分	14 時間	15 時間
	混合槽 *1 *2	33 時間							
	一時貯槽 *1	24 時間							

※1 水素掃気機能の喪失から機器内の水素濃度が未然防止濃度に達するまでの時間

※2 水素掃気機能の喪失から時間

第 8.1.2-20 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の各対策に係る要員

機器グループ	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]	放出低減対策に必要な要員数 [人]
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋 水素爆発	硝酸プルトニウム貯槽	38 (建屋内 10, 建屋外 9, 統括 19)	38 (建屋内 10, 建屋外 9, 統括 19)	52 (建屋内 24, 建屋外 9, 統括 19)
	混合槽			
	一時貯槽			



第 8.1.2-21 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	沸騰の有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	可燃限界濃度未満に維持するために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		沸騰を考慮した可燃限界濃度未満に維持するために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)	
				機器毎	建屋合計	機器毎	建屋合計	放出量 (C s -137 換算) (T B q)	建屋合計放出量 (C s -137 換算) (T B q)
硝酸プルトニウム貯槽*1	3.5E-03	有	6.9E-03	0.087	0.31	0.31	0.61	3E-05	7E-05
混合槽 *1 *2	2.7E-03	有	5.3E-03	0.066		0.31		4E-05	
一時貯槽*1	3.5E-03	有	6.9E-03	0.087		0.31		—*3	

\*1：重大事故の水素爆発を想定する機器

\*2：2基ある機器（水素発生量と水素掃気流量は1機器分を記載した。ただし、建屋合計においては2基であることを考慮済。）

\*3：平常運転時は空運用のため放出無し。

注）拡大防止における必要な水素掃気流量は本表と同じ。ただし、対象機器は、重大事故の水素爆発を想定する機器。

第 8.1.2-22 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果（水素濃度）

機器名	水素掃気流量 (沸騰を考慮した 可燃限界濃度未満 に維持するために 必要な水素掃気流 量×1.5) [m <sup>3</sup> /h]	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の平衡水素濃度 (v o 1%)
		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o 1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o 1%に低下する までの時間	可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o 1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o 1%に低下する までの時間	
硝酸プルトニウム貯槽	0.25	3.4	—	6.9	50 分	1.4
混合槽	0.19	2.6	—	6.4	55 分	1.4
一時貯槽	0.25	3.4	—	6.9	50 分	1.4

注) — 圧縮空気供給開始時間において機器内水素濃度は 4 v o 1%未満のため、時間の評価をしていない

第 8.1.2-23 表 高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発への各対策に係る時間

機器 グループ	機器名	時間 余裕 ※1	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 めの空気の供給準 備完了時間※2	空気供給 開始時間 ※2	水素爆発の再発を 防止するための空 気の供給準備完了 時間※2	空気供給 開始時間 ※2	セル導出 準備完了 時間※2	可搬型排風機起 動準備完了時間 ※2	可搬型排風機起 動開始時間※2
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋 水素爆発	高レベル濃縮廃液貯槽	84 時間	13 時間 55 分	14 時間 15 分	19 時間 30 分	19 時間 45 分	3 時間 10 分	11 時間 45 分	13 時間
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	210 時間							
	高レベル廃液混合槽	160 時間							
	供給液槽	280 時間							
	供給槽	230 時間							
	不溶解残渣廃液貯槽	6100 時間							

※1 水素掃気機能の喪失から機器内の水素濃度が未然防止濃度に達するまでの時間

※2 水素掃気機能の喪失から時間

第 8.1.2-24 表 高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発の各対策に係る要員

機器グループ	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]	放出低減対策に必要な要員数 [人]
高レベル廃液ガラス 固化建屋 水素爆発	高レベル濃縮廃液貯槽	56 (建屋内 28, 建屋外 9, 統括 19)	44 (建屋内 16, 建屋外 9, 統括 19)	56 (建屋内 28, 建屋外 9, 統括 19)
	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			
	供給槽			
不溶解残渣廃液貯槽				

第 8.1.2-25 表 高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果

機器名	水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	沸騰の有無	沸騰を考慮した 水素発生量 [m <sup>3</sup> /h]	可燃限界濃度未満に維持する ために必要な水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		沸騰を考慮した可燃限界濃度 未満に維持するために必要な 水素掃気流量 [m <sup>3</sup> /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)	
				機器毎	建屋合計	機器毎	建屋合計	放出量 (C s -137 換算) [T B q]	建屋合計放出量 (C s -137 換算) [T B q]
高レベル濃縮廃液貯槽 *1 *2	1.2E-02	有	4.9E-01	0.31	1.4	12	52	9E-04	2E-03
高レベル濃縮廃液一時貯槽 *1 *2	2.9E-03	有	1.2E-01	0.071		2.9		2E-04	
高レベル廃液混合槽 *1 *2	3.8E-03	有	1.5E-01	0.094		3.8		2E-04	
供給液槽 *1 *2	9.4E-04	有	3.8E-02	0.024		0.94		4E-05	
供給槽 *1 *2	3.8E-04	有	1.5E-02	0.020		0.38		2E-05	
不溶解残渣廃液一時貯槽 *2	3.4E-05		3.4E-05	0.020		0.020		—*4	
不溶解残渣廃液貯槽 *1 *2	2.7E-04		2.7E-04	0.020		0.020		5E-06	
高レベル廃液共用貯槽 *1	1.2E-02	有	4.9E-01	0.31		12		—*3	

\*1：重大事故の水素爆発を想定する機器

\*2：2基ある機器（水素発生量と水素掃気流量は1機器分を記載した。ただし、建屋合計においては2基であることを考慮済。）

\*3：平常運転時は空運用のため放出無し。

\*4：重大事故の水素爆発を想定する機器ではないため、放出量を記載していない。

注) 拡大防止における必要な水素掃気流量は本表と同じ。ただし、対象機器は、重大事故の水素爆発を想定する機器。

第 8.1.2-26 表 高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発への各対策に係る評価結果（水素濃度）

機器名	水素掃気流量 (沸騰を考慮した 可燃限界濃度未満 に維持するために 必要な水素掃気流 量×1.5) [m <sup>3</sup> /h]	水素爆発の発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の平衡水素濃度 (v o l %)
		可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o l %)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o l %に低下する までの時間 [h]	可搬型空気圧縮機か らの圧縮空気供給時 の機器内の水素濃度 (v o l %)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が 4 v o l %に低下する までの時間 [h]	
高レベル濃縮廃液貯槽	18	1.4	—	1.9	—	0.067
高レベル濃縮廃液一時貯槽	4.3	0.58	—	0.78	—	0.067
高レベル廃液混合槽	5.7	0.72	—	0.98	—	0.067
供給液槽	1.4	0.44	—	0.59	—	0.067
供給槽	0.57	0.53	—	0.72	—	0.067
不溶解残渣廃液貯槽	0.030	0.020	—	0.027	—	0.88

注) — 圧縮空気供給開始時間において機器内水素濃度は 4 v o l %未満のため、時間の評価をしていない

第 8.2.1-1 表 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の手順及び設備の関係

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備※	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
a.	水素爆発の再発を防止するための空気の供給の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素爆発の発生を防止するための空気の供給の実施にもかかわらず水素掃気機能が回復しなかった場合には、水素爆発の再発を防止するための空気の供給として以下の c. へ移行する。</li> </ul>	—	—	—
b.	手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>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安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し、系統内の圧力が低下した場合は、「8.1.1 a. 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の実施判断」を受け、第 8-1 表に示す機器のうち分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置される圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が 24 時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器へ速やかに手動圧縮空気ユニットを可搬型建屋内ホースにより接続し、圧縮空気を供給する。</li> <li>圧縮空気の供給に用いる系統は貯槽等に内包する高レベル廃液等に浸っている系統を選択する。圧縮空気の供給を開始する前に当該系統への圧縮空気供給圧力の変動を確認し、系統が健全であること及び圧縮空気の供給が行われていることを確認する。</li> <li>本体策において確認が必要な監視項目は手動圧縮空気ユニットを接続する系統の圧力変化である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>手動圧縮空気ユニット</li> <li>各建屋の水素爆発対象機器</li> <li>機器圧縮空気供給配管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型建屋内ホース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>手動圧縮空気ユニット接続系統 圧力計</li> </ul>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管からの圧縮空気の供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>代替安全圧縮空気系の機器圧縮空気供給配管に、建屋外の可搬型空気圧縮機を、可搬型個別供給用建屋外ホース、可搬型個別供給用建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、可搬型建屋内ホース及び圧縮空気供給系により接続し、第8-1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を供給する。また、作業部屋内の圧縮空気を供給するための接続口をそれぞれ互いに異なる複数の場所に設置することにより、信頼性の向上を図る。</li> <li>本対策において確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器に供給される圧縮空気の流量、圧力及びセル導出系統の廃ガス流量である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各建屋の機器圧縮空気供給配管</li> <li>圧縮空気供給系</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型空気圧縮機</li> <li>可搬型個別供給用建屋外ホース</li> <li>可搬型個別供給用建屋内ホース</li> <li>可搬型建屋外ホース</li> <li>可搬型建屋内ホース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計</li> <li>可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計</li> <li>可搬型セル導出ユニット流量計</li> </ul>



(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対 処設備※	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
d.	代替安全圧縮 空気系の機器 圧縮空気供給 配管からの圧 縮空気の供給 による水素掃 気機能維持の 判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>第8-1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器に供給される圧縮空気の流量により貯槽等の水素を可燃限界濃度未満に希釈できる流量に維持されていることを確認し、水素掃気機能が維持されていることを判断する。</li> <li>水素掃気機能が維持されていることを判断するために確認が必要な監視項目は、第8-1表に示す機器の重大事故の水素爆発を想定する機器に供給される圧縮空気の流量である。</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型貯槽掃気 圧縮空気流量計</li> </ul>
e.	可搬型水素濃 度計の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素濃度の測定対象の貯槽等の水素濃度を測定及び監視するため、可搬型水素濃度計を測定対象の貯槽等に接続している水素掃気配管及び計測制御系統施設の計測制御設備に設置する。</li> <li>水素濃度の測定対象の貯槽等は、「8.1.1 水素爆発の発生防止対策の具体的内容」のf.と同様である。</li> <li>貯槽等の水素濃度の測定は、上記c.の作業の後に実施する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素掃気配管(精製建屋)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測制御設備</li> <li>可搬型水素濃度計</li> </ul>

※下線が引かれているものは新規設置設備

第 8.2.1－2 表 放出低減対策の手順及び設備の関係

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対 処設備※	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
a.	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のための準備着手判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素爆発を未然に防止するための空気の供給の実施判断と同様である。</li> <li>・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のための準備作業として以下の b. 及び c. へ移行する。</li> </ul>	—	—	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
b.	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のための準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋において，塔槽類廃ガス処理設備の排風機が停止している場合には，水素掃気用の圧縮空気の供給継続による大気中への放射性物質の放出を低減するため，水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を供給する水素掃気用安全圧縮空気系の手動弁を閉止する。</li> <li>可搬型ダクトにより，建屋排気系，可搬型フィルタ及び可搬型排風機を接続し，可搬型排風機，各建屋の重大事故対処用母線及び可搬型発電機を可搬型電源ケーブルで接続する。また，建屋排気系のダンプを閉止する。</li> <li>第8.2.1－3表に示す導出先セルの圧力を監視するため，第8.2.1－3表に示す導出先セルに可搬型導出先セル圧力計を設置する。</li> <li>また，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，塔槽類廃ガス処理設備に可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計を設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主排気筒へ排出するユニット</li> <li>各建屋の代替塔槽類廃ガス処理設備の配管</li> <li>各建屋の重大事故対処用母線</li> <li>各建屋の代替換気設備のダクト</li> <li>各建屋の水素爆発対象機器</li> <li>水素掃気用安全圧縮空気系の手動弁（前処理建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型ダクト</li> <li>可搬型フィルタ</li> <li>可搬型排風機</li> <li>可搬型発電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測制御設備</li> <li>可搬型導出先セル圧力計</li> <li>可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計</li> <li>可搬型フィルタ差圧計</li> </ul>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対 処設備※	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
c.	塔槽類廃ガス処理設備からセルに導くための作業の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>塔槽類廃ガス処理設備の排風機が停止している場合には、水素掃気用の圧縮空気の供給継続により気相中へ移行する放射性物質を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導くための作業の実施を判断し、以下のe.へ移行する。</li> <li>塔槽類廃ガス処理設備の排風機が運転状態を維持している場合には、水素掃気用の圧縮空気の供給継続により移行する放射性物質の大気中への放出量を低減するため、塔槽類廃ガス処理設備の排風機の運転を継続し、第8-1表に示す機器に供給する圧縮空気の流量の監視を継続する。圧縮空気の流量の監視の結果、第8-1表に示すいずれかの貯槽等に供給する圧縮空気の流量が、貯槽等の水素を可燃限界濃度未満に希釈できる流量に満たない場合には、その貯槽等が設置されている建屋について、水素掃気用の圧縮空気の供給継続により移行する放射性物質を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導くための作業の実施を判断し、以下のe.へ移行する。</li> <li>これらの実施を判断するために必要な監視項目は、第8-1表に示す機器に供給する圧縮空気の流量及び塔槽類廃ガス処理設備の排風機の運転状態である。</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測制御設備</li> <li>可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計</li> </ul>

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対 処設備※	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備
d.	代替塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁の閉止及び塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの開放	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塔槽類廃ガス処理設備から第8.2.1-3表に示す導出先セルに放射性物質を導出するため、代替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と第8.2.1-3表に示す導出先セルを接続している塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの手動弁及び塔槽類廃ガス処理設備の手動弁を開放する。</li> <li>・これにより、水素掃気用の圧縮空気に同伴する放射性物質が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て第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出される。また、圧縮空気の供給に伴い塔槽類廃ガス処理設備の配管内の内圧が上昇した場合、発生した放射性物質は、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て第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出される。</li> <li>・発生した放射性物質が、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て第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出されない場合は、水封安全器を経由して第8.2.1-4表に示す水封安全器が設置されている導出先セルに導出される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各建屋の塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット</li> <li>・各建屋の塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット(フィルタ)</li> <li>・各建屋の代替塔槽類廃ガス処理設備の配管</li> <li>・各建屋の代替塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁</li> <li>・各建屋の安全水封器</li> </ul>	—	—
e.	可搬型排風機の起動の判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型排風機の運転準備が整い次第、可搬型排風機の起動を判断する。</li> </ul>	—	—	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備※	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
f.	可搬型排風機の運転	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型排風機を運転することで、大気中への経路外放出を抑制し、セル内の圧力上昇を緩和しつつ、可搬型フィルタの高性能粒子フィルタにより放射性エアロゾルを除去し、主排気筒から大気中へ管理しながら放出する。また、可搬型フィルタ差圧計により、可搬型フィルタの差圧を監視する。</li> <li>可搬型排風機の運転後、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィルタの差圧が上昇傾向を示した場合、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィルタを隔離し、バイパスラインへ切り替える。</li> <li>これらの実施を判断するために必要な監視項目は、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィルタの差圧である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各建屋の代替換気設備のダクト</li> <li>各建屋の重大事故対処用母線</li> <li>主排気筒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型ダクト</li> <li>可搬型フィルタ</li> <li>可搬型排風機</li> <li>可搬型発電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型フィルタ差圧計</li> <li>可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計</li> </ul>
g.	大気中への放射性物質の放出の状態監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>排気モニタリング設備により、主排気筒から大気中への放射性物質の放出状況を監視する。排気モニタリング設備が機能喪失した場合は、可搬型排気モニタリング設備により、主排気筒から大気中への放射性物質の放出状況を監視する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各建屋の代替換気設備のダクト</li> <li>主排気筒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型排気モニタリング設備</li> </ul>	—

※下線が引かれているものは新規設置設備

第 8.2.1—3 表 導出先セル

建屋	導出先セル
前処理建屋	放射性配管分岐第 1 セル
分離建屋	放射性配管分岐第 1 セル
精製建屋	放射性配管分岐第 1 セル
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セル
高レベル廃液ガラス固化建屋	放射性配管分岐セル

第 8. 2. 1—4 表 安全水封器が設置されている導出先セル

建屋	導出先セル
前処理建屋 (廃ガス洗浄塔シール ポット)	溶解槽 A セル
分離建屋 (廃ガス リリーフ ポ ット)	塔槽類廃ガス洗浄塔セル
精製建屋 (廃ガス ポット)	プルトニウム系塔槽類廃ガス 洗浄塔セル
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 (高レベル濃縮廃液廃 ガス処理系の廃ガス シ ール ポット)	塔槽類廃ガス処理第 1 セル

※安全水封器なし



第8.2.2-1表 放射性物質の放出量（前処理建屋）

核種	放出量(Bq)
Sr-90	$1 \times 10^7$
Cs-137	$2 \times 10^7$
Eu-154	$6 \times 10^5$
Pu-238	$9 \times 10^5$
Pu-239	$9 \times 10^4$
Pu-240	$2 \times 10^5$
Pu-241	$2 \times 10^7$
Am-241	$1 \times 10^6$
Cm-244	$7 \times 10^5$

第8.2.2-2表 放射性物質の放出量（分離建屋）

核種	放出量 (Bq)
Sr-90	$3 \times 10^7$
Cs-137	$4 \times 10^7$
Eu-154	$3 \times 10^6$
Pu-238	$6 \times 10^5$
Pu-239	$6 \times 10^4$
Pu-240	$9 \times 10^4$
Pu-241	$2 \times 10^7$
Am-241	$3 \times 10^6$
Cm-244	$2 \times 10^6$

第8.2.2-3表 放射性物質の放出量（精製建屋）

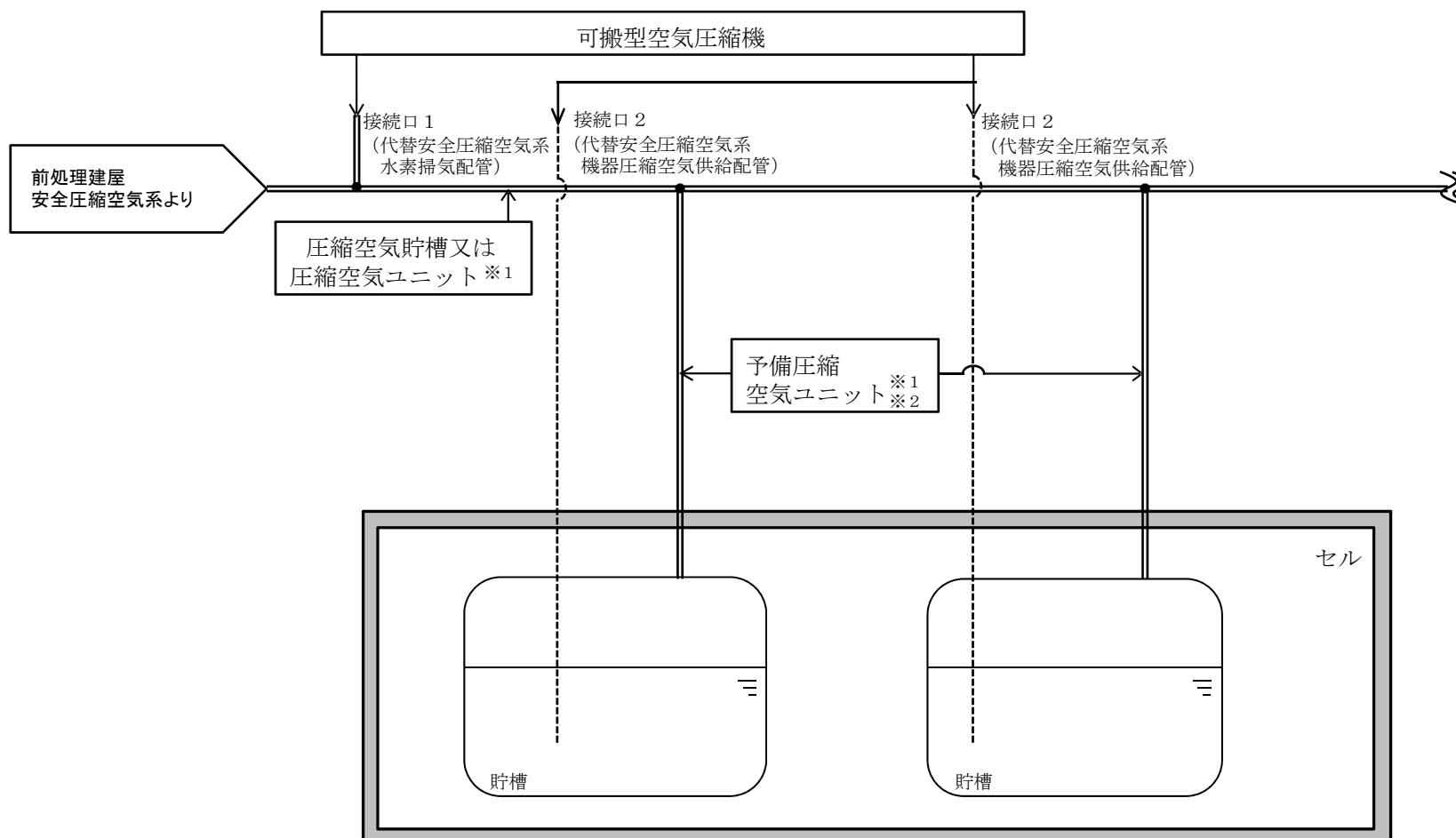
核 種	放出量(B q)
P u - 238	$7 \times 10^6$
P u - 239	$7 \times 10^5$
P u - 240	$1 \times 10^6$
P u - 241	$2 \times 10^8$

第8.2.2-4表 放射性物質の放出量（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）

核 種	放出量(B q)
P u - 238	$2 \times 10^6$
P u - 239	$2 \times 10^5$
P u - 240	$3 \times 10^5$
P u - 241	$4 \times 10^7$
A m - 241	$4 \times 10^4$

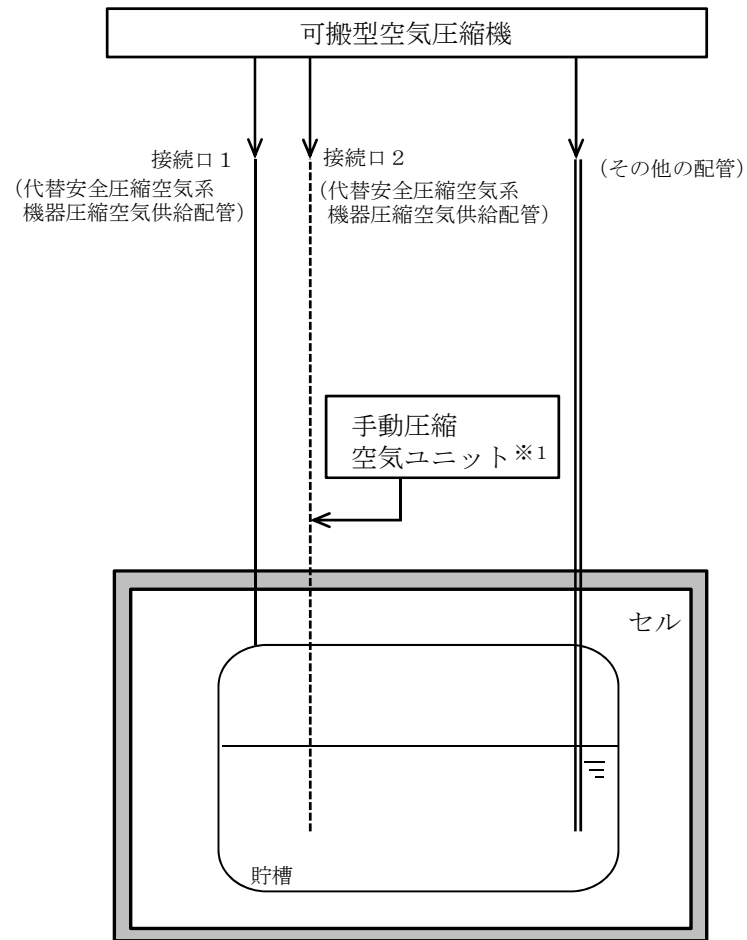
第8.2.2-5表 放射性物質の放出量（高レベル廃液ガラス固化建屋）

核種	放出量(Bq)
Sr-90	$3 \times 10^8$
Cs-137	$4 \times 10^8$
Eu-154	$3 \times 10^7$
Am-241	$3 \times 10^7$
Am-243	$3 \times 10^5$
Cm-243	$2 \times 10^5$
Cm-244	$2 \times 10^7$



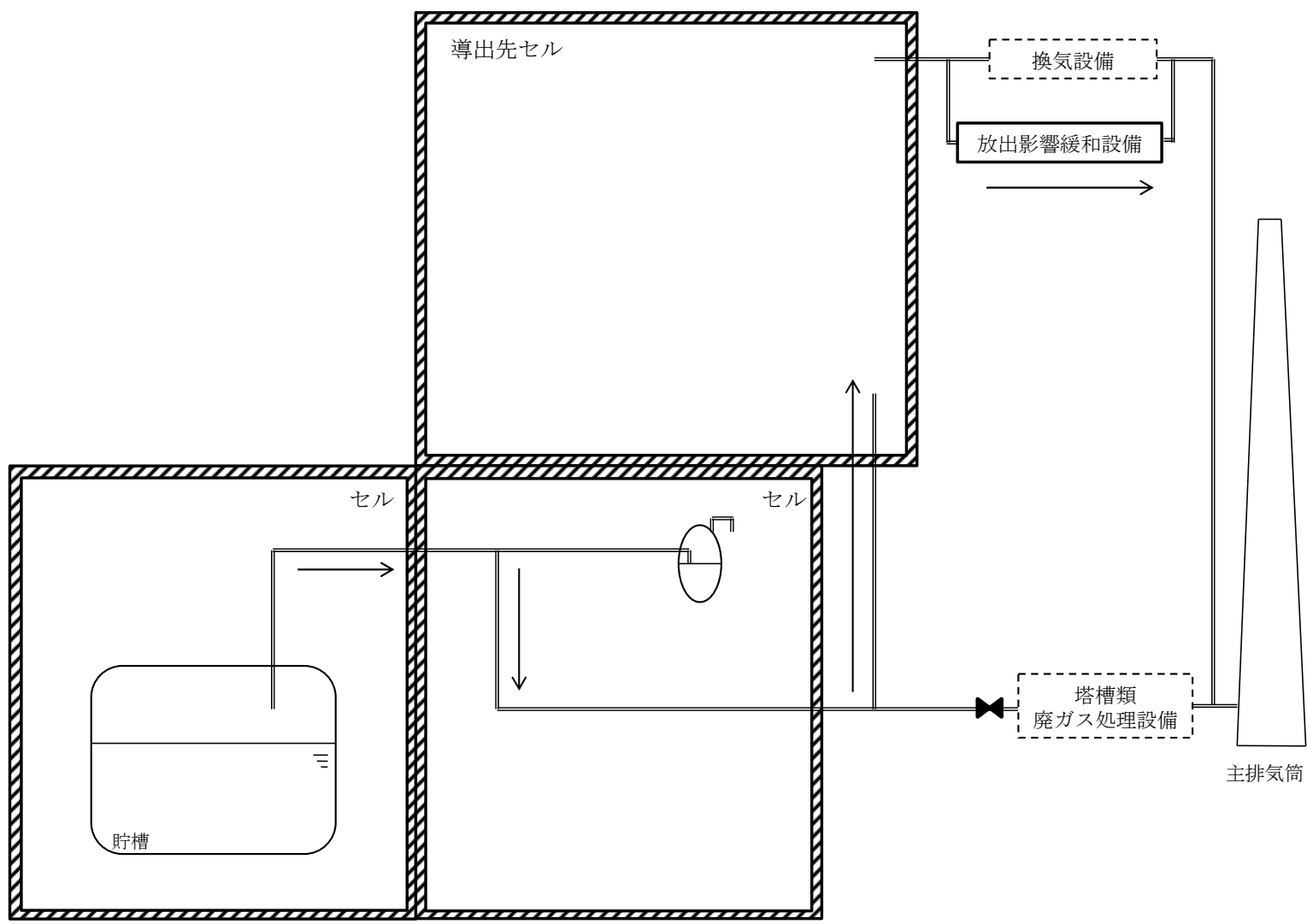
- ※1 分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置
- ※2 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットを期待しない場合の時間余裕が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器に設置

第8-1図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の概要図



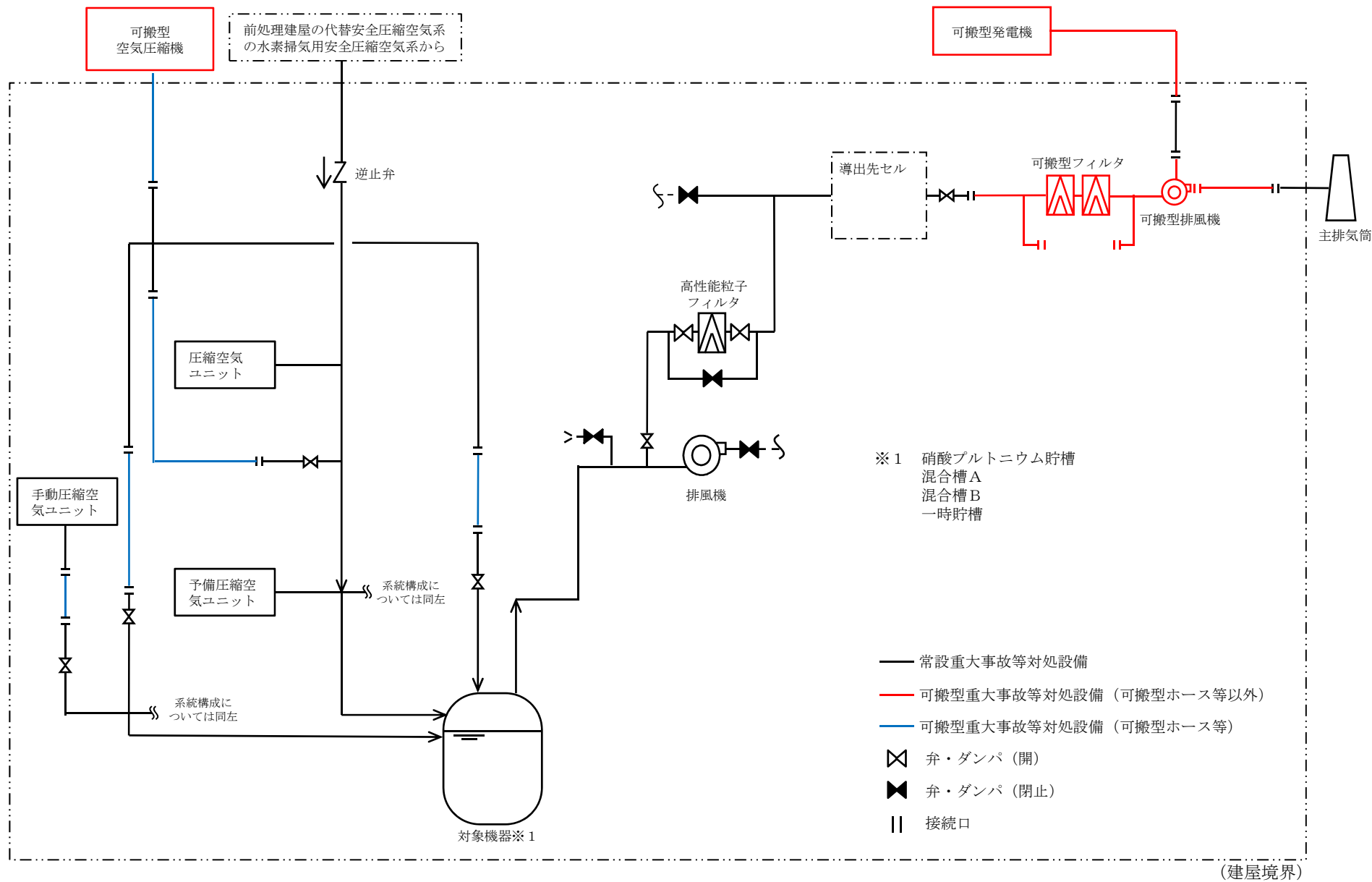
- ※1
- ・ 分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置
  - ・ 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットを期待しない場合の時間余裕が24時間未満の重大事故の水素爆発を想定する機器に設置
  - ・ 空気ボンベ及びホースを用いて，手動で弁を操作することにより圧縮空気を供給する設備

第8-2図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の概要図

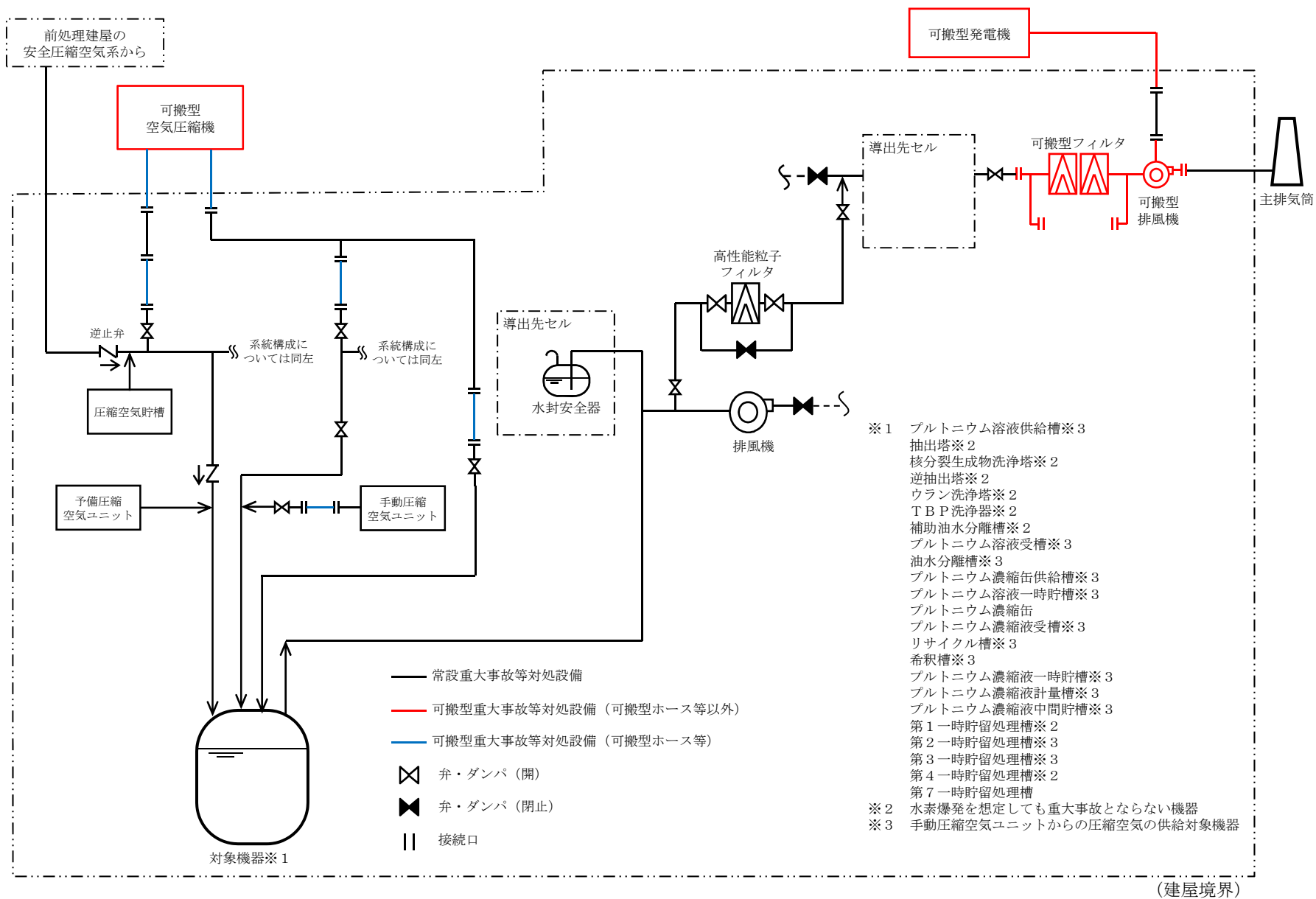


第 8-3 図 放出低減対策の概要図

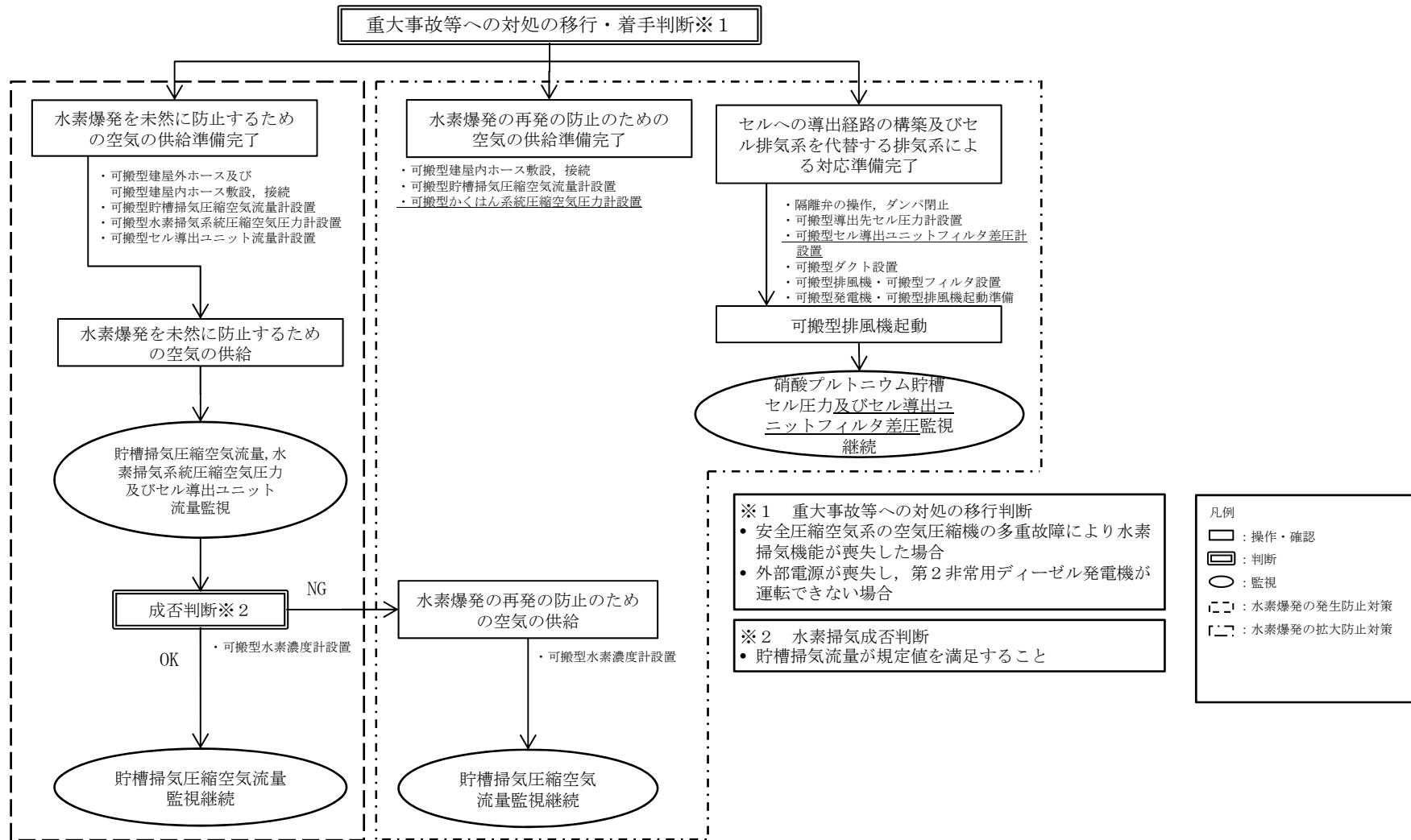




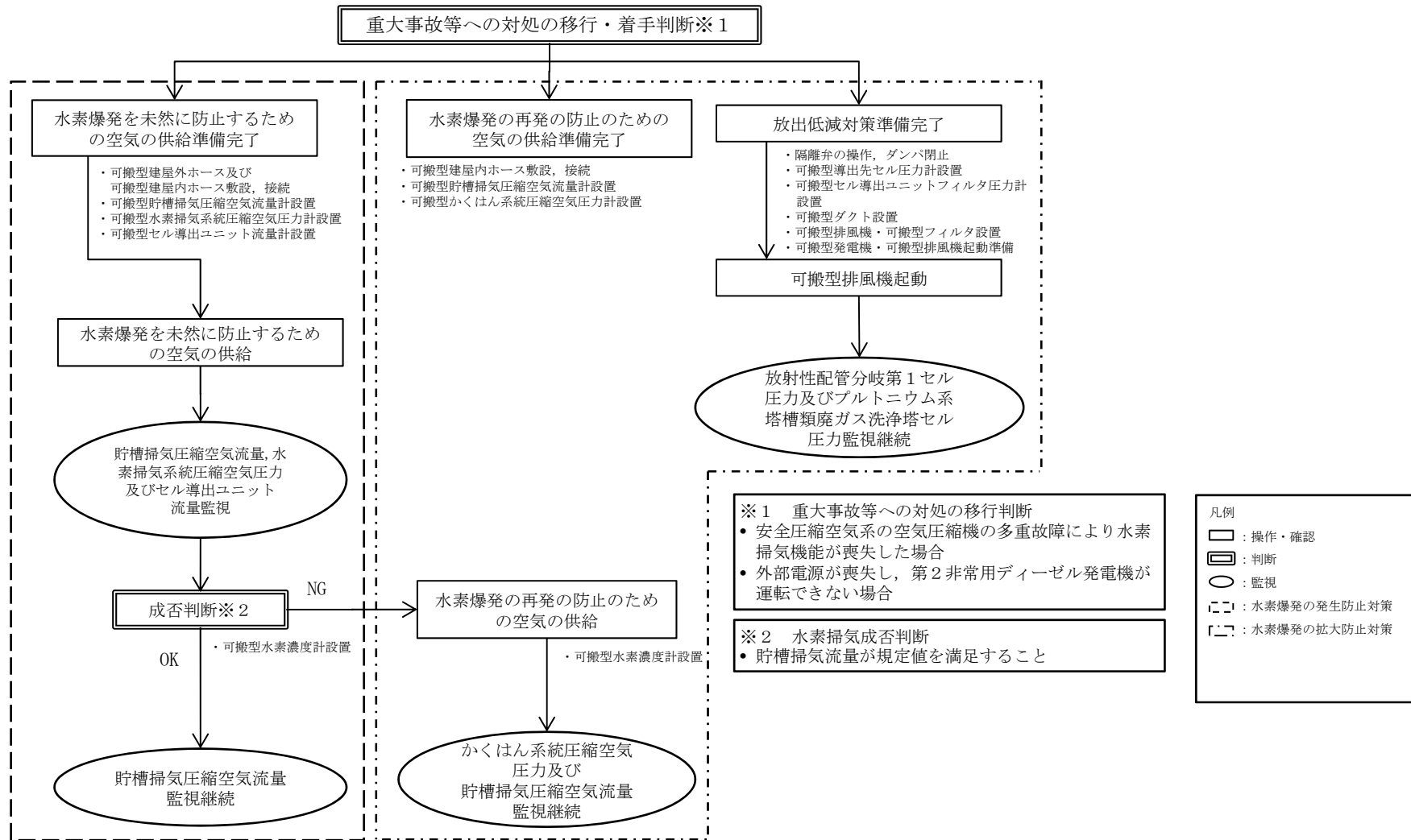
第8.1.1-1 図 水素掃気機能の喪失による水素爆発に対処するための処置の系統概要図  
(ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)



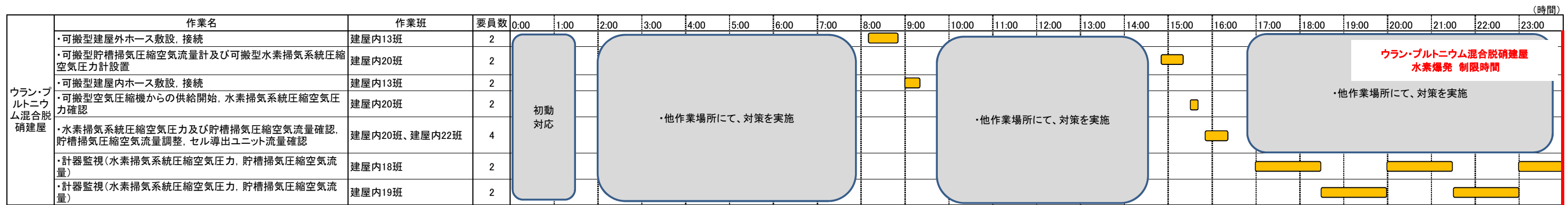
第8.1.1-2図 水素掃気機能の喪失による水素爆発に対処するための処置の系統概要図 (精製建屋)



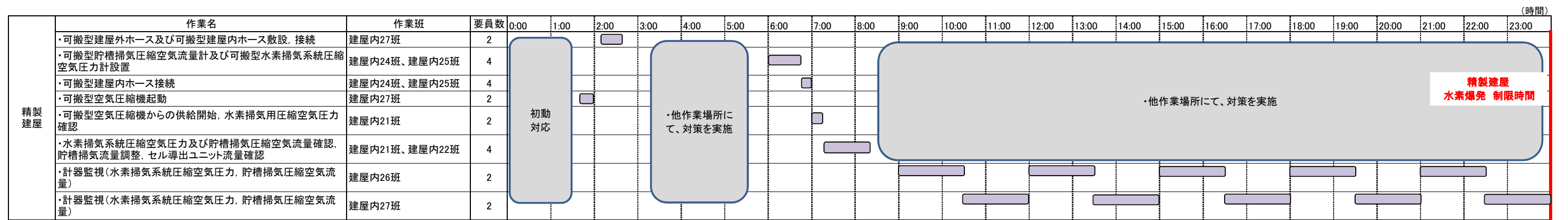
第8.1.1-3図 水素掃気機能の喪失による水素爆発に対処するための手順の概要  
(ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)



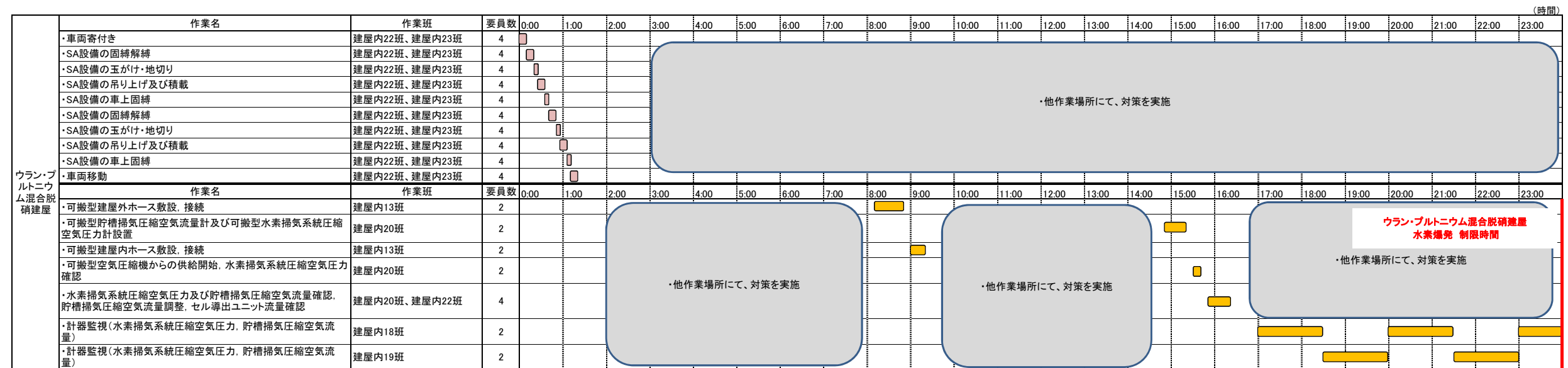
第8.1.1-4図 水素掃気機能の喪失による水素爆発に対処するための手順の概要（精製建屋）



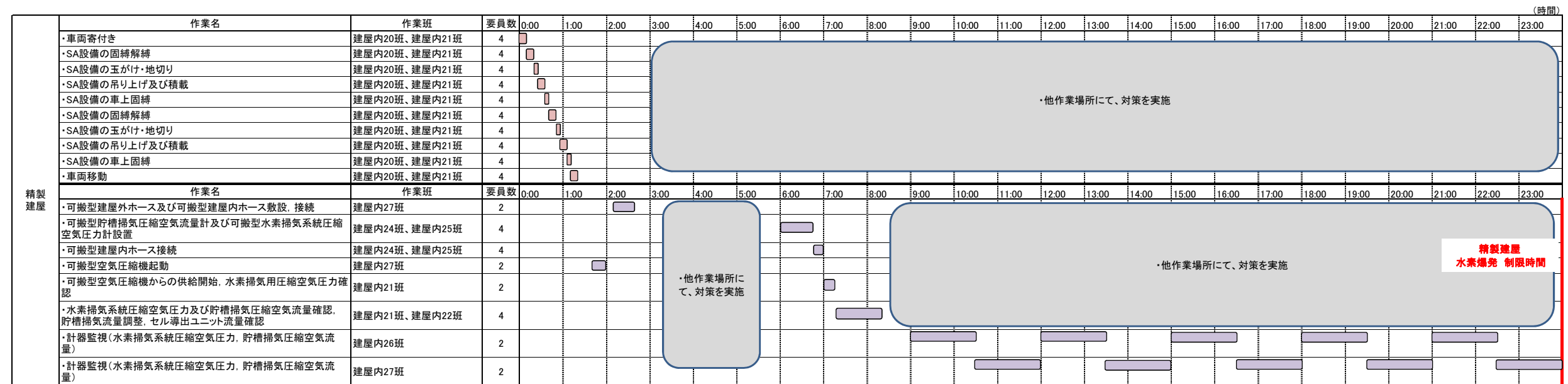
第8.1.1-5図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発を未然に防止するための空気の供給に必要な要員及び作業項目



第8.1.1-6図 精製建屋における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及び作業項目



第8.1.1-7図 火山を想定した場合のウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における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及び作業項目



第8.1.1-8図 火山を想定した場合の精製建屋における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及び作業項目



## 水素爆発の発生防止対策に関するフォールトツリー

前処理建屋水素爆発

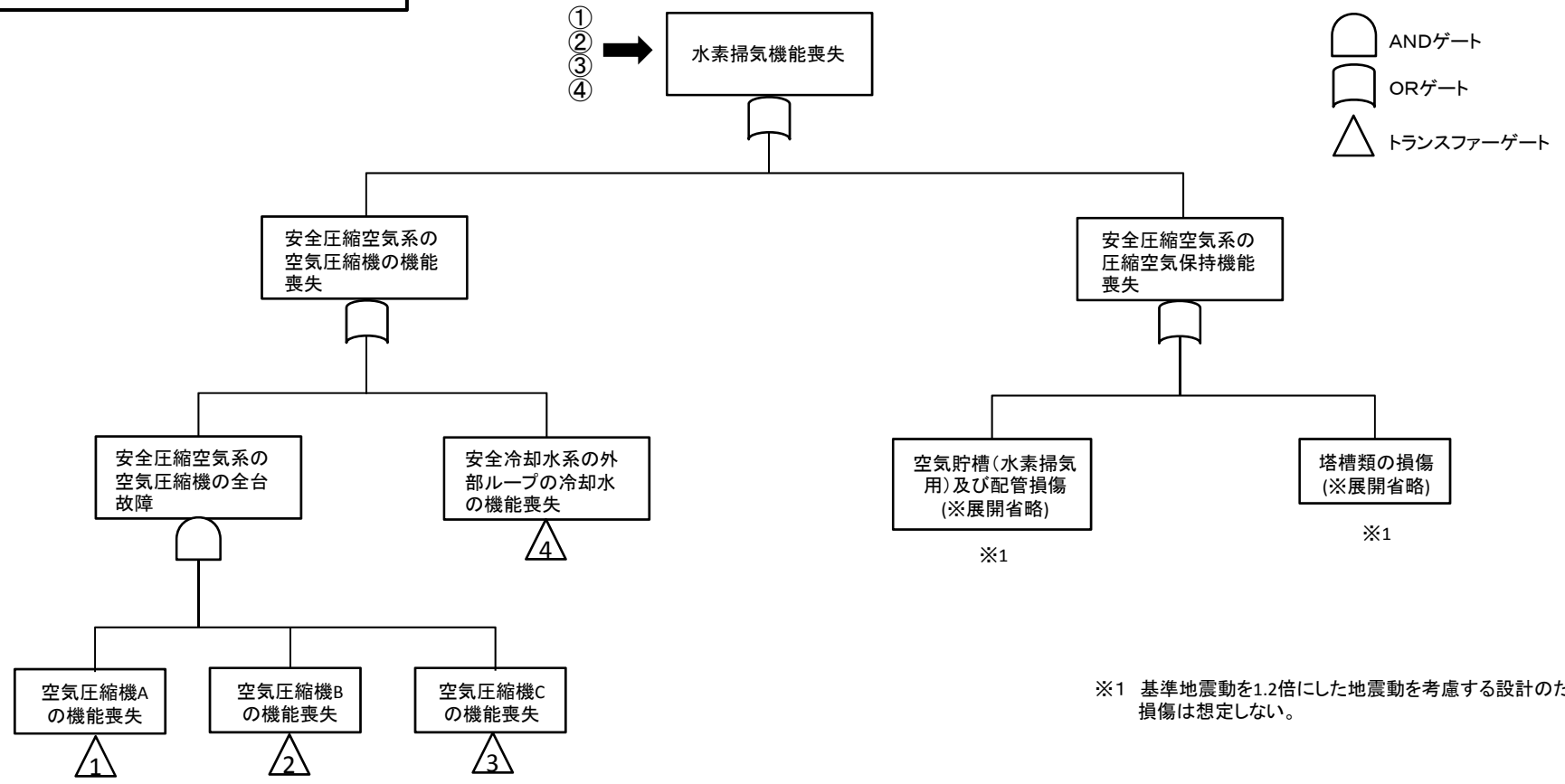
分離建屋水素爆発

精製建屋水素爆発

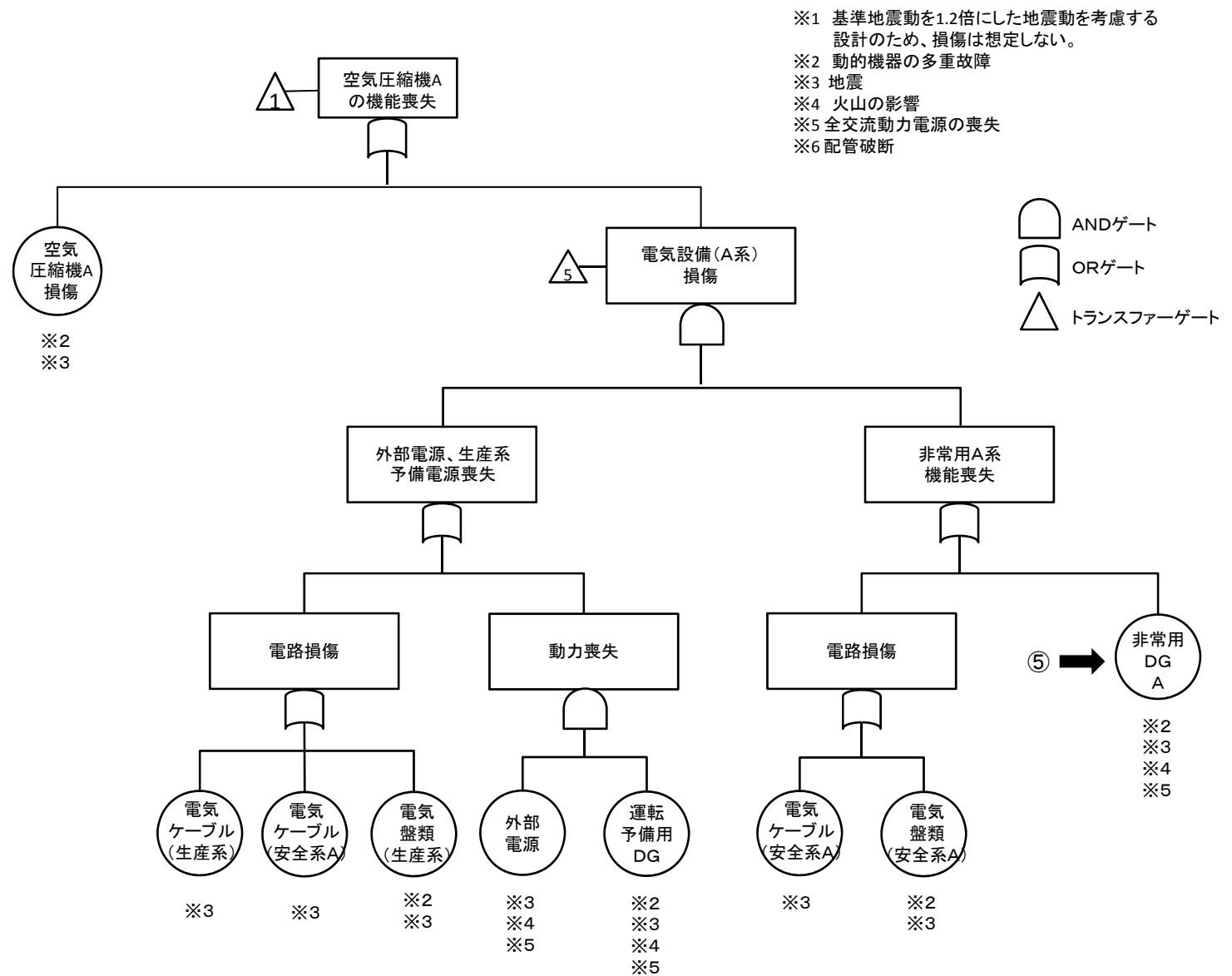
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋水素爆発

高レベル廃液ガラス固化建屋水素爆発

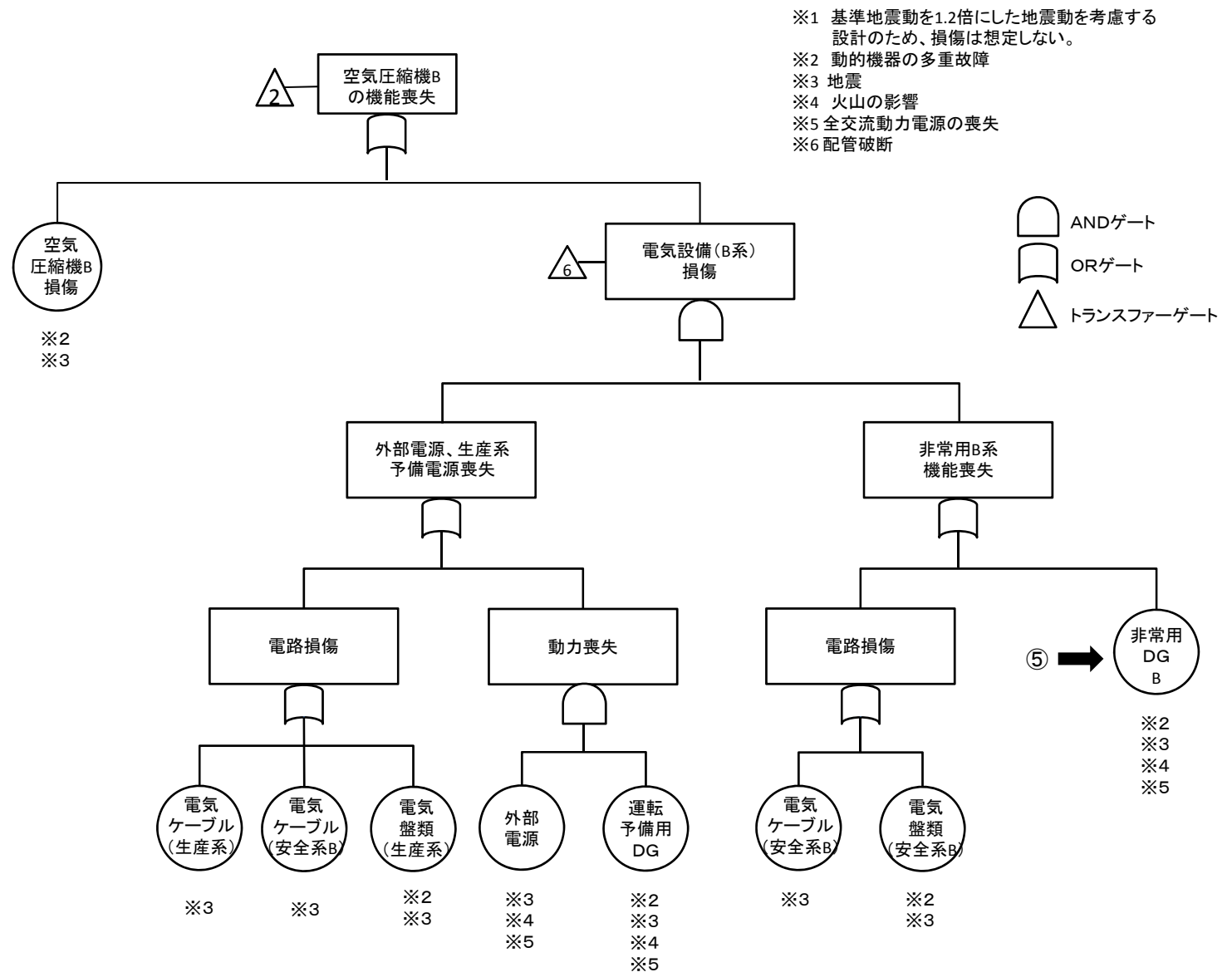
- 水素爆発の発生防止対策
- ① 圧縮空気貯槽/ユニット
  - ② 予備圧縮空気ユニット
  - ③ 一括供給
  - ④ 個別供給
  - ⑤ 電源車



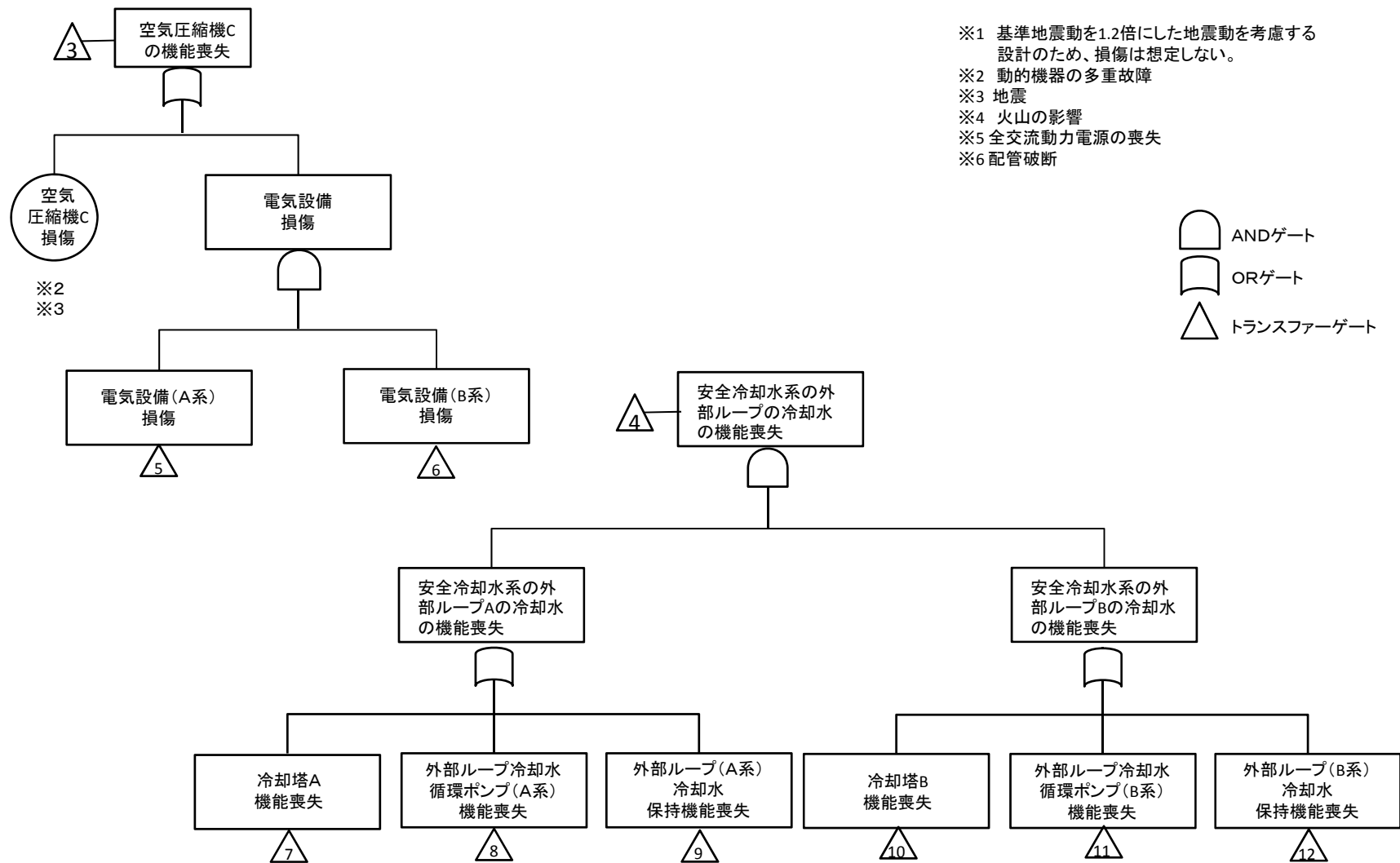
第8.1.2-1図 フォールトツリー(その2)



第8.1.2-1図 フォールトツリー(その3)

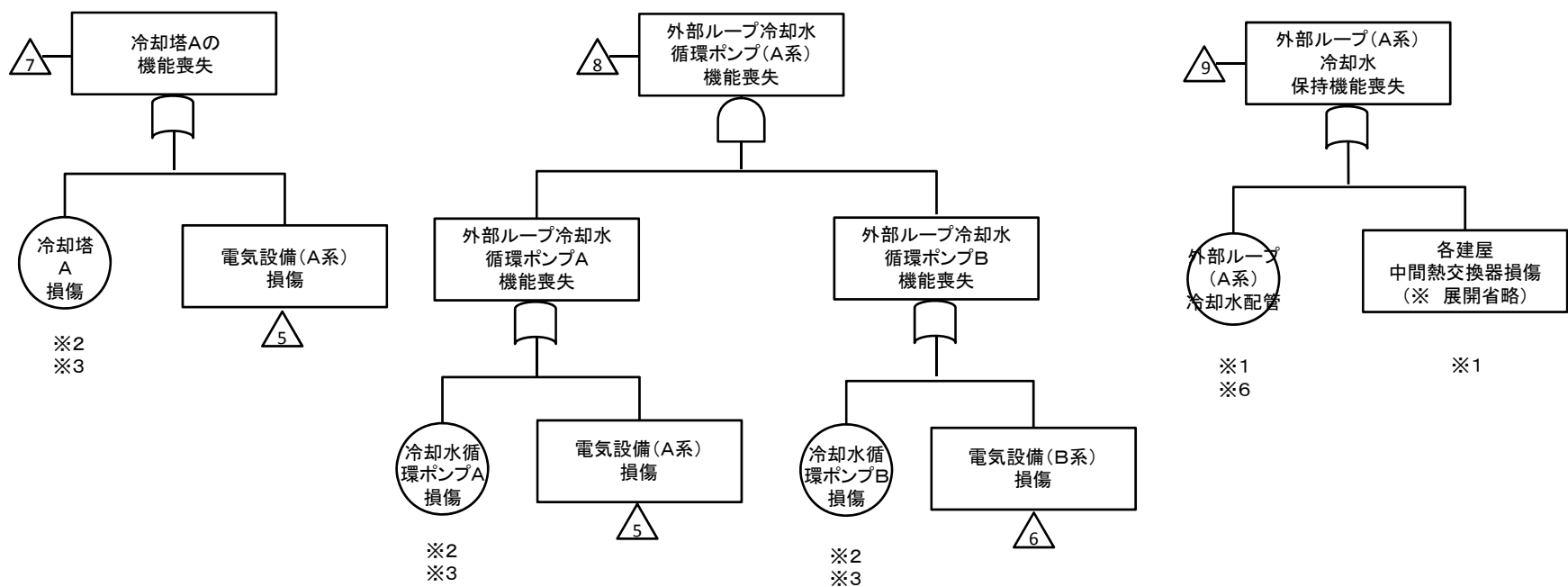


第8.1.2-1図 フォールトツリー(その4)



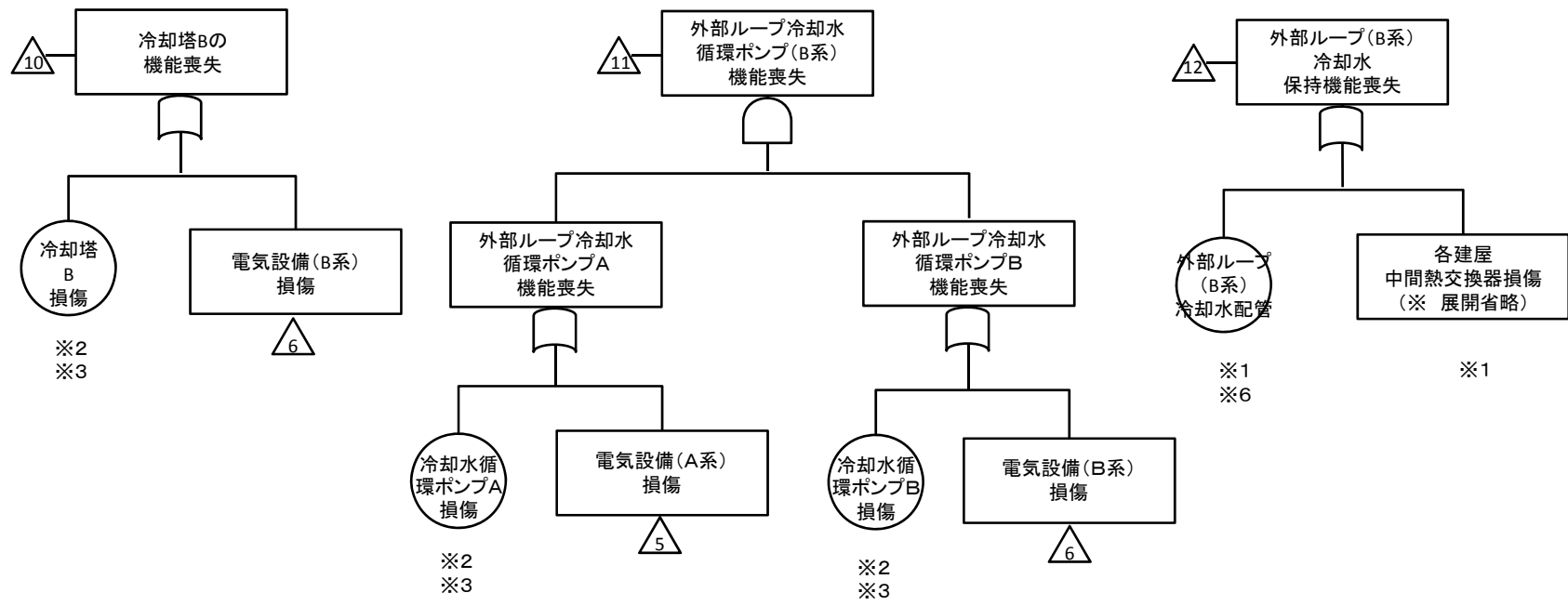
第8.1.2-1図 フォールトツリー(その5)

- ※1 基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計のため、損傷は想定しない。
- ※2 動的機器の多重故障
- ※3 地震
- ※4 火山の影響
- ※5 全交流動力電源の喪失
- ※6 配管破断



第8.1.2-1図 フォールトツリー(その6)

- ※1 基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計のため、損傷は想定しない。
- ※2 動的機器の多重故障
- ※3 地震
- ※4 火山の影響
- ※5 全交流動力電源の喪失
- ※6 配管破断



第8.1.2-1図 フォールトツリー(その7)

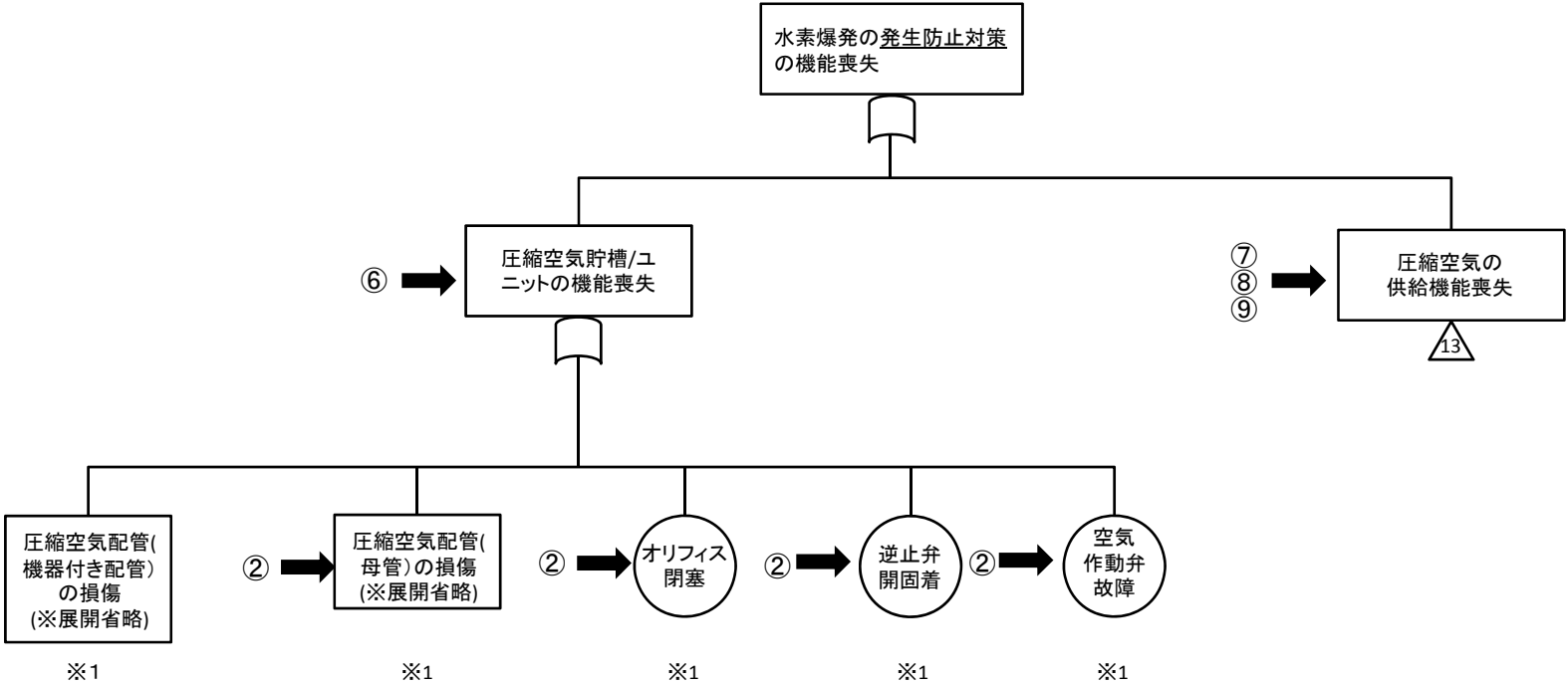
# 水素爆発の拡大防止対策に関するフォールトツリー

第8.1.2-1図 フォールトツリー(その8)



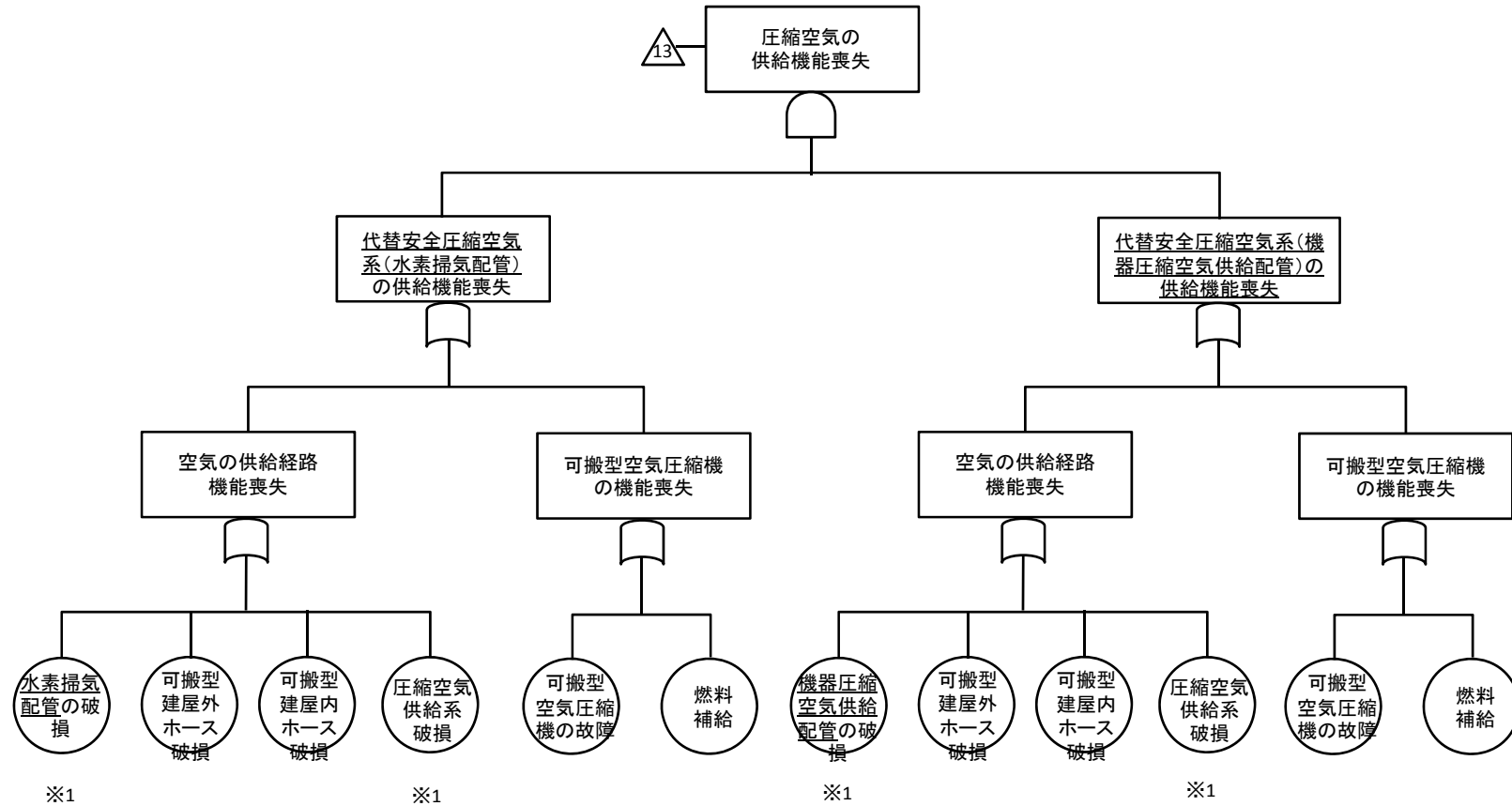
- 水素爆発の拡大防止対策
- ⑥ 手動圧縮空気ユニット
  - ⑦ 機器圧縮空気供給配管を用いた圧縮空気の供給
  - ⑧ 放射性物質のセルへの導出
  - ⑨ 可搬型フィルタ及び可搬型排風機による放射性物質の除去

※1 基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計のため、損傷は想定しない。

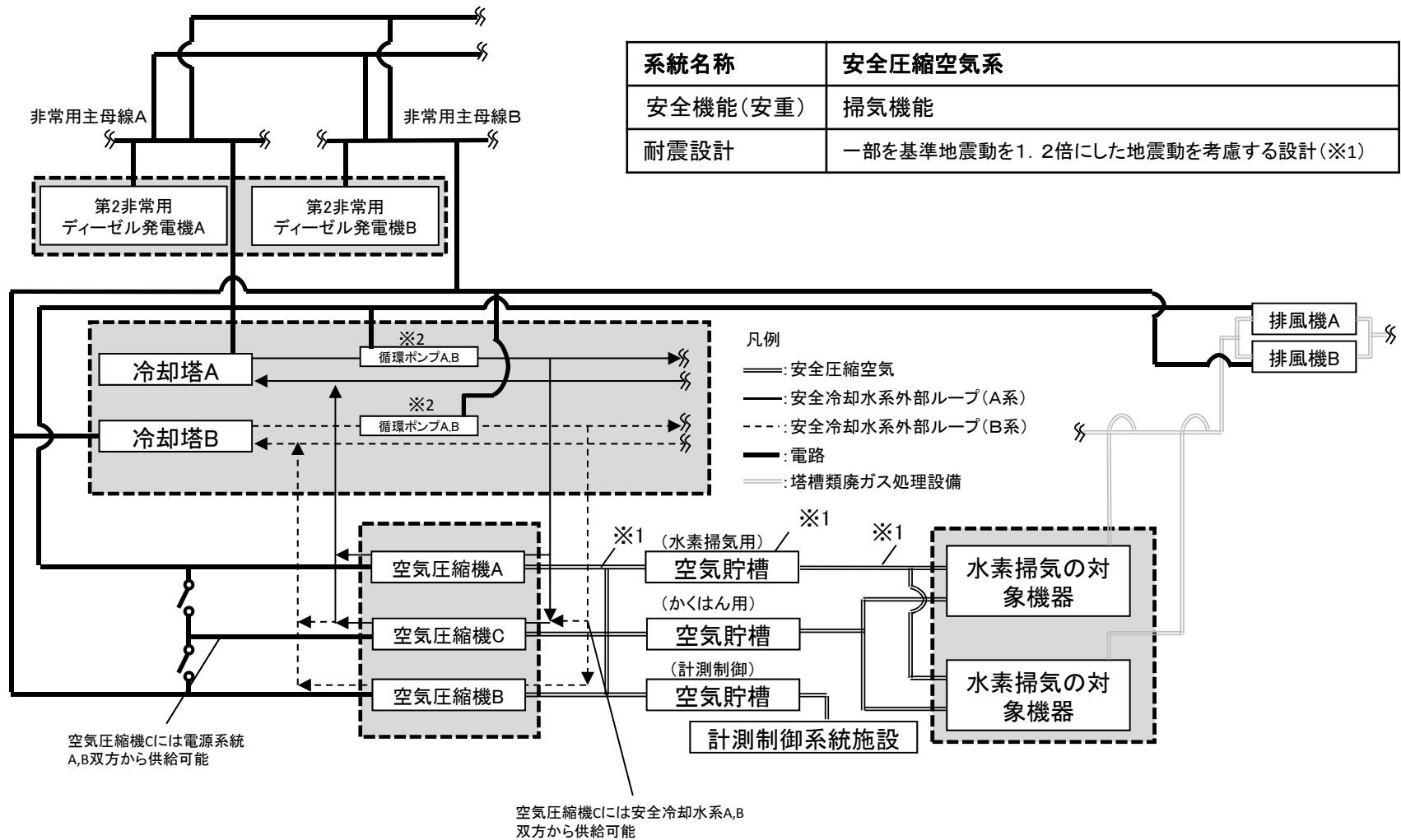


第8.1.2-1図 フォールトツリー(その9)

※1 基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計のため、損傷は想定しない。

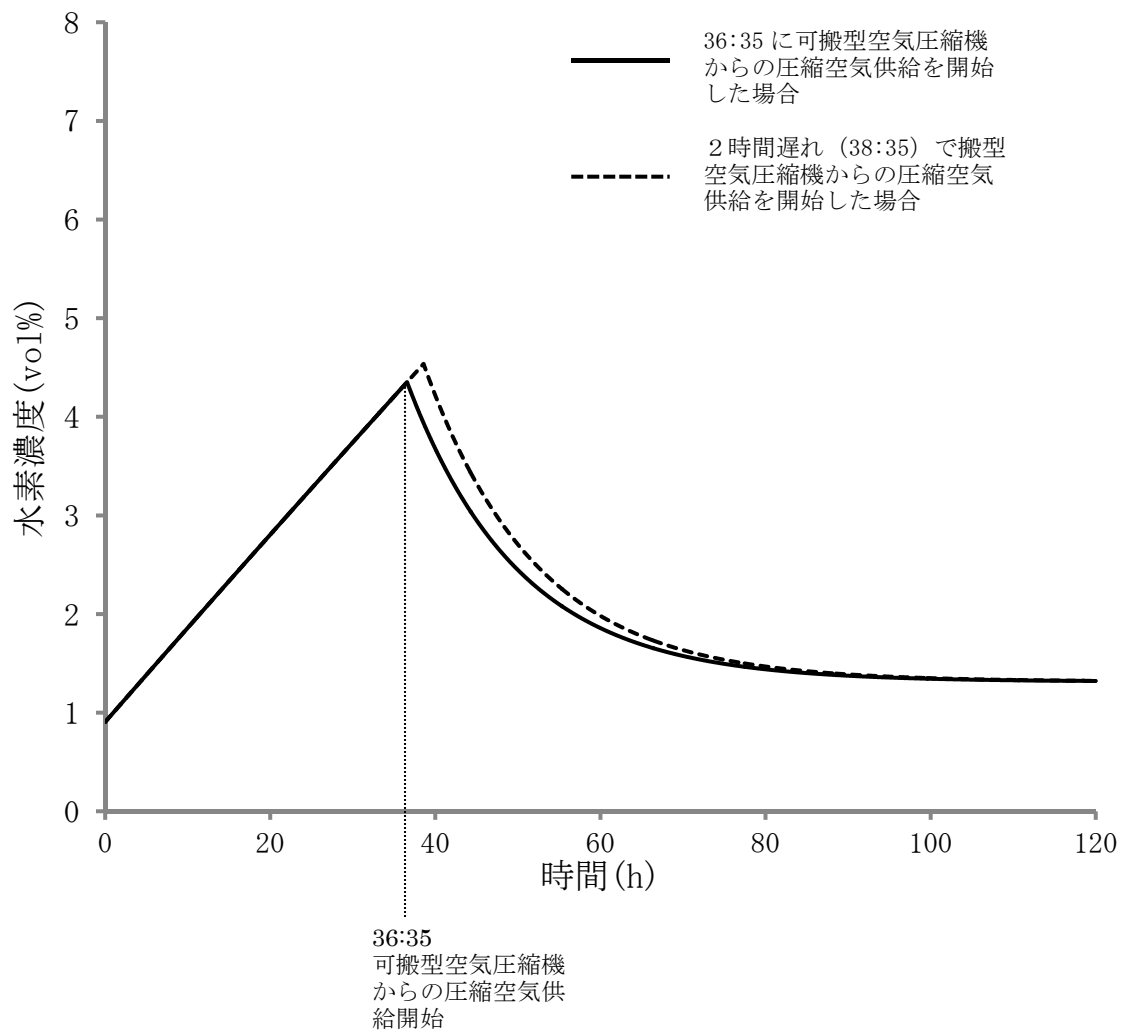


第8.1.2-1図 フォールトツリー(その10)

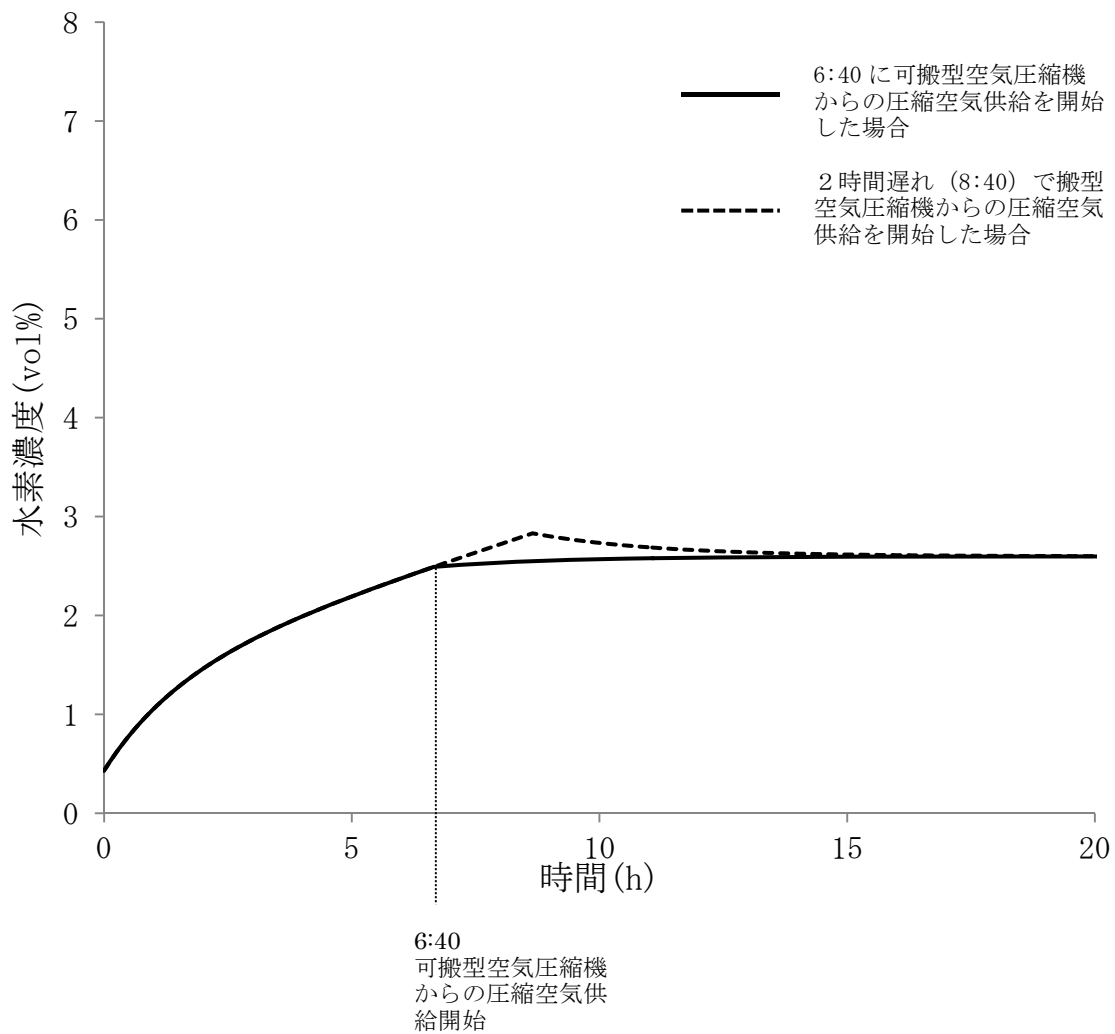


※2: 各々のシステムの冷却水ポンプA, Bは、それぞれ非常用電源A, Bから受電している。(例えば、安全冷却水A系の循環ポンプAは非常用母線Aから、循環ポンプBは非常用母線Bから受電)

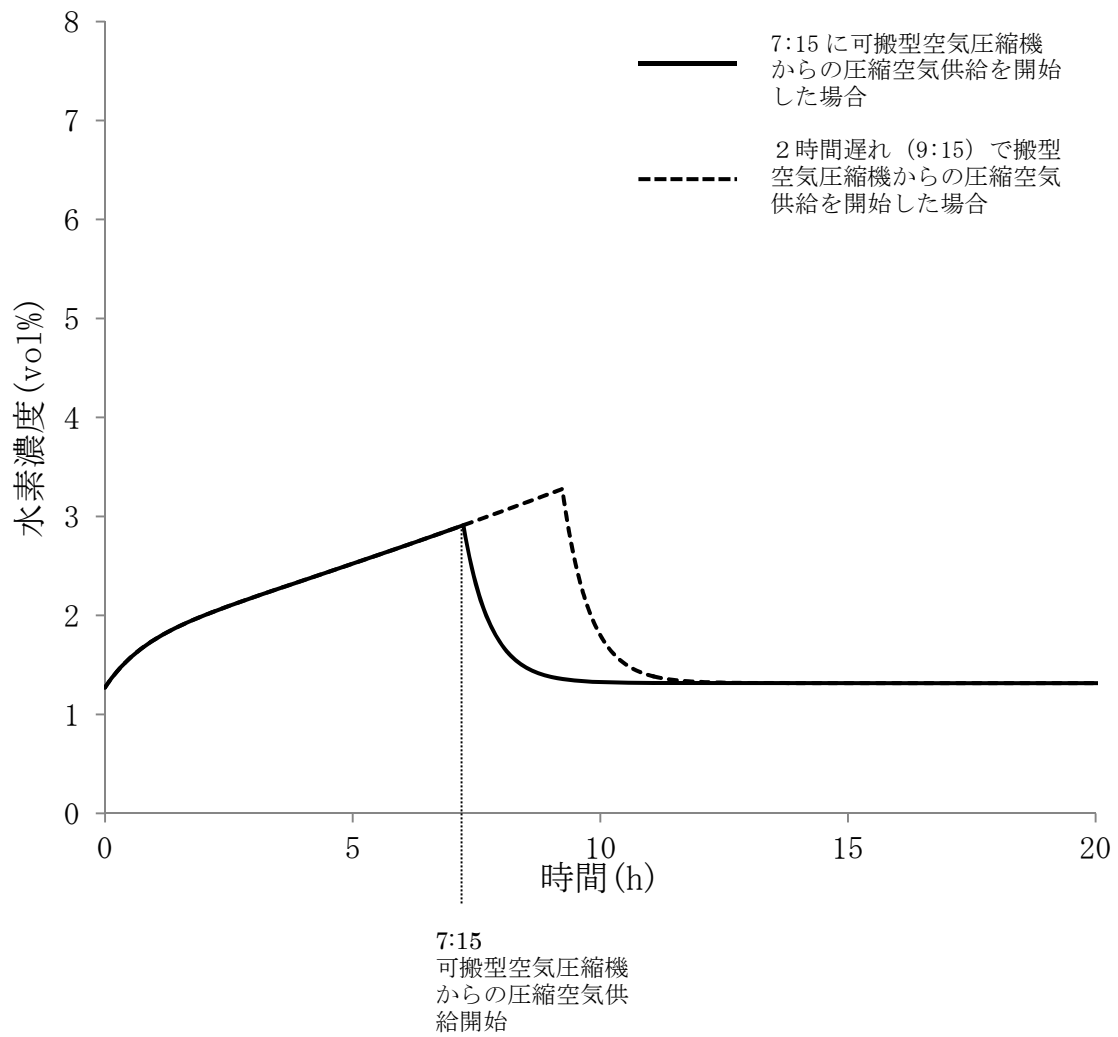
第8.1.2-2図 安全圧縮空気系の系統概要図



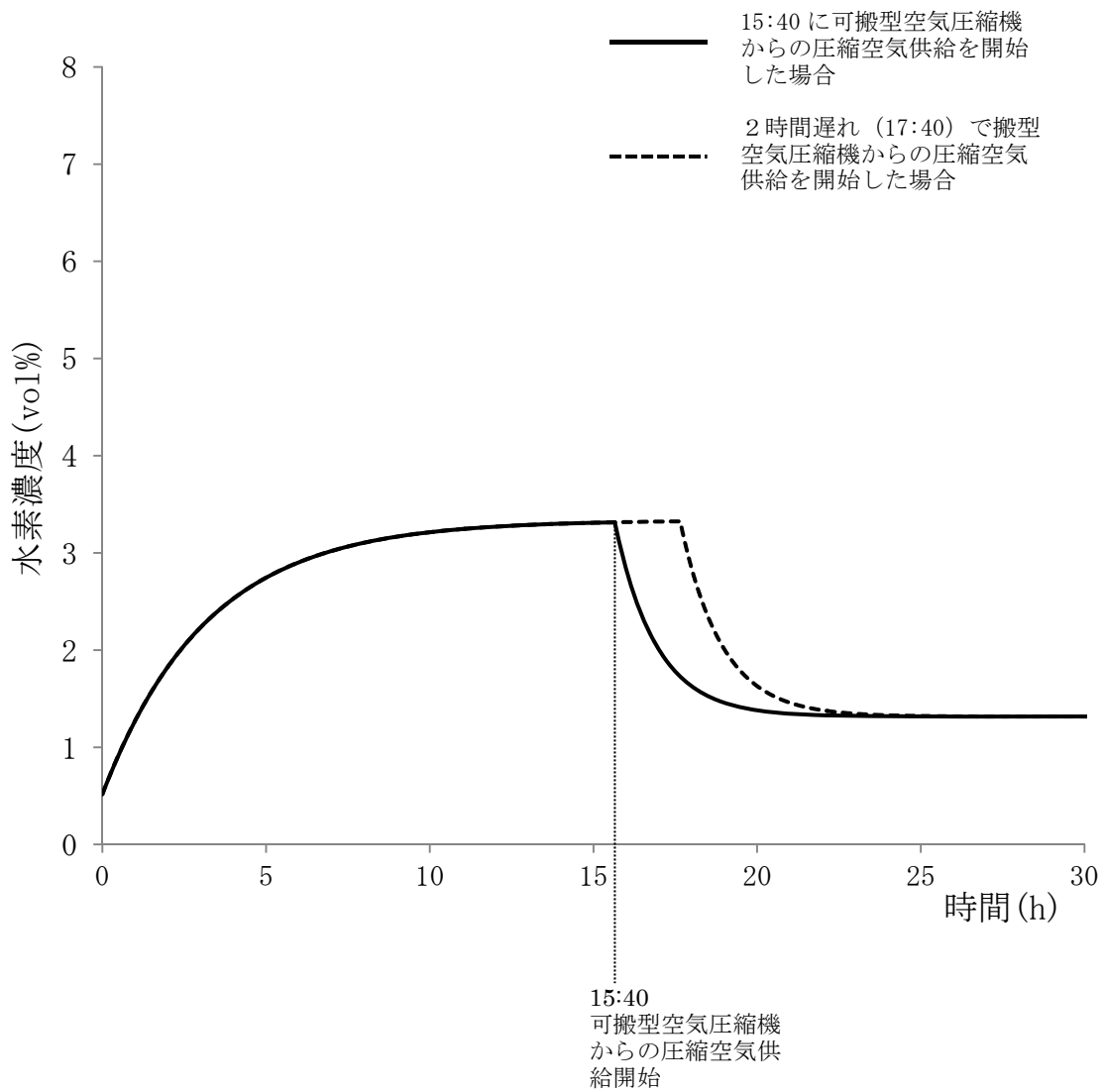
第8.1.2-3図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給実施時の計量前中間貯槽の水素濃度の傾向（前処理建屋）



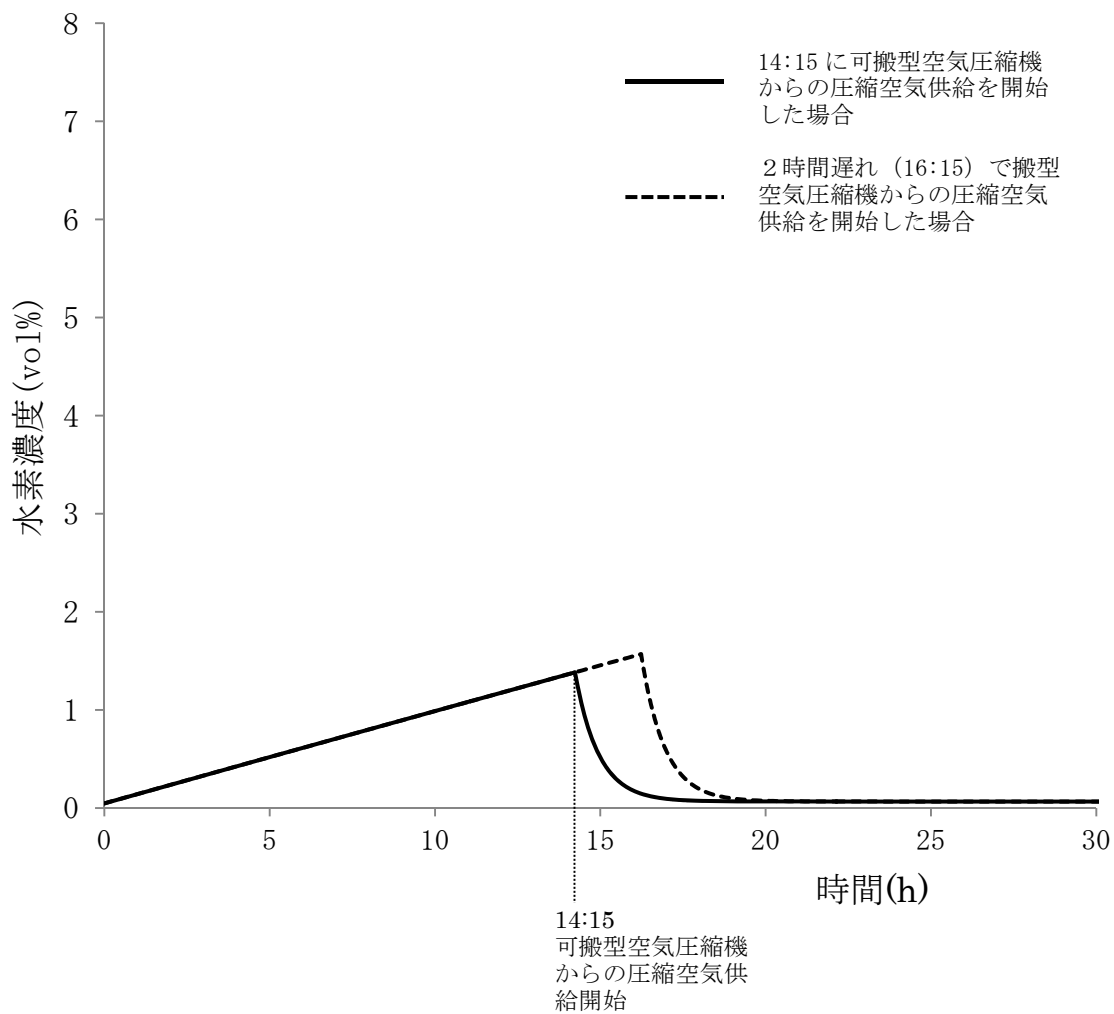
第8.1.2-4 図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給実施時の第2一時貯留処理槽の水素濃度の傾向 (分離建屋)



第8.1.2-5 図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給実施時のプルトニウム濃縮缶供給槽の水素濃度の傾向（精製建屋）

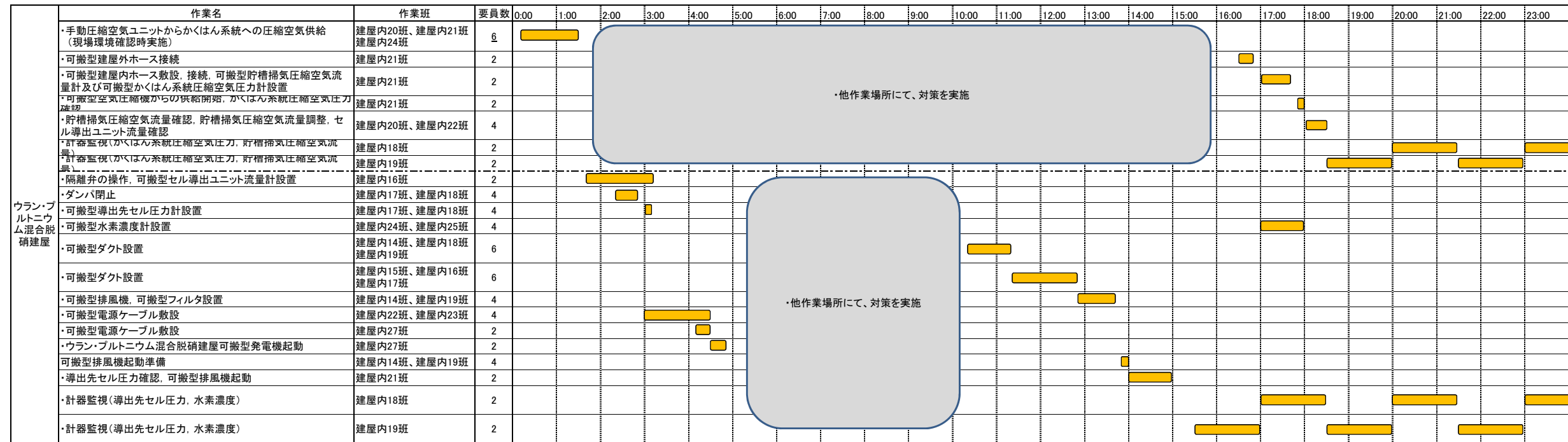


第8.1.2-6 図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給実施時の硝酸プルトニウム貯槽の水素濃度の傾向（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）



第8.1.2-7図 水素爆発を未然に防止するための空気の供給実施時の高レベル濃縮廃液貯槽の水素濃度の傾向（高レベル廃液ガラス固化建屋）





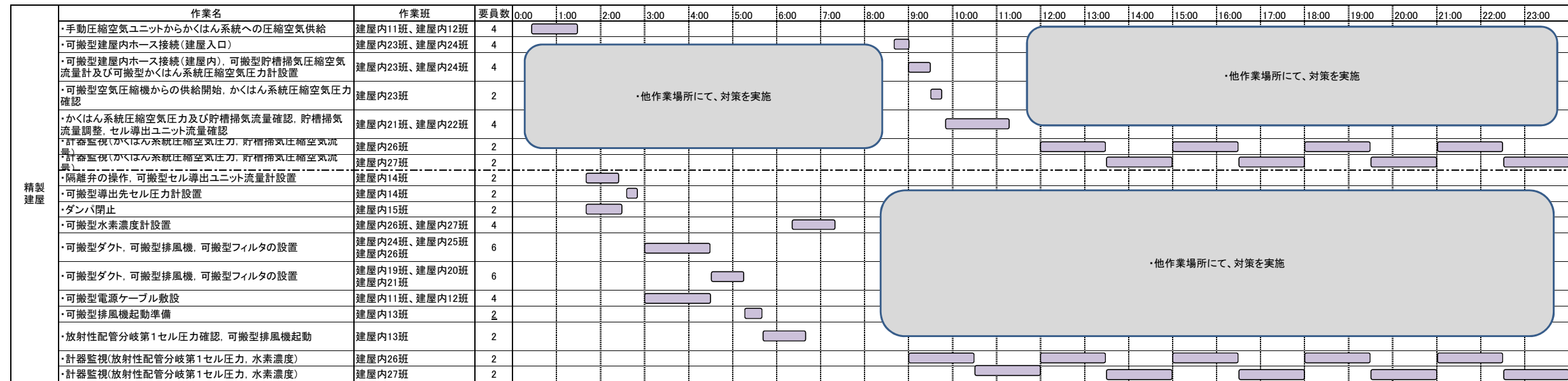
第8.2.1-1図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の再発を防止するための空気の供給及び放出低減対策に必要な要員及び作業項目

作業名	作業班	要員数	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00		
			Gantt chart showing task durations and resource allocation across a 24-hour period.																									
・手動圧縮空気ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給 (現場環境確認時実施)	建屋内20班、建屋内21班 建屋内24班	6	[Task duration bar]																									
・可搬型建屋外ホース接続	建屋内21班	2	[Task duration bar]																									
・可搬型建屋内ホース敷設、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	建屋内21班	2	[Task duration bar]																									
・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	建屋内21班	2	[Task duration bar]																									
・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20班、建屋内22班	4	[Task duration bar]																									
・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内18班	2	[Task duration bar]																									
・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内19班	2	[Task duration bar]																									
・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内16班	2	[Task duration bar]																									
・ダンパ閉止	建屋内17班、建屋内18班	4	[Task duration bar]																									
・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内17班、建屋内18班	4	[Task duration bar]																									
・可搬型水素濃度計設置	建屋内24班、建屋内25班	4	[Task duration bar]																									
・可搬型ダクト設置	建屋内14班、建屋内18班 建屋内19班	6	[Task duration bar]																									
・可搬型ダクト設置	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班	6	[Task duration bar]																									
・可搬型排風機、可搬型フィルタ設置	建屋内14班、建屋内19班	4	[Task duration bar]																									
・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内22班、建屋内23班	4	[Task duration bar]																									
・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内27班	2	[Task duration bar]																									
・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機起動	建屋内27班	2	[Task duration bar]																									
可搬型排風機起動準備	建屋内14班、建屋内19班	4	[Task duration bar]																									
・導出先セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内21班	2	[Task duration bar]																									
・計器監視(導出先セル圧力、水素濃度)	建屋内18班	2	[Task duration bar]																									
・計器監視(導出先セル圧力、水素濃度)	建屋内19班	2	[Task duration bar]																									

第8.2.1-1図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の再発を防止するための空気の供給及び放出低減対策に必要な要員及び作業項目

			(時間)																										
作業名		作業班	要員数	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00		
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	・手動圧縮空気ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給 (現場環境確認時実施)	建屋内20班、建屋内21班 建屋内24班	6																										
	・可搬型建屋外ホース接続	建屋内21班	2																										
	・可搬型建屋内ホース敷設、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	建屋内21班	2																										
	・可搬型圧縮機からの供給開始、かくはん系統圧縮空気圧力確認	建屋内21班	2																										
	・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20班、建屋内22班	4																										
	・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内18班	2																										
	・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内19班	2																										
	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内16班	2																										
	・ダンパ閉止	建屋内17班、建屋内18班	4																										
	・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内17班、建屋内18班	4																										
	・可搬型水素濃度計設置	建屋内24班、建屋内25班	4																										
	・可搬型ダクト設置	建屋内14班、建屋内18班 建屋内19班	6																										
	・可搬型ダクト設置	建屋内15班、建屋内16班 建屋内17班	6																										
	・可搬型排風機、可搬型フィルタ設置	建屋内14班、建屋内19班	4																										
	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内22班、建屋内23班	4																										
	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内27班	2																										
	・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機起動	建屋内27班	2																										
	可搬型排風機起動準備	建屋内14班、建屋内19班	4																										
	・導出先セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内21班	2																										
	・計器監視(導出先セル圧力、水素濃度)	建屋内18班	2																										
・計器監視(導出先セル圧力、水素濃度)	建屋内19班	2																											

第8.2.1-1図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の再発を防止するための空気の供給及び放出低減対策に必要な要員及び作業項目



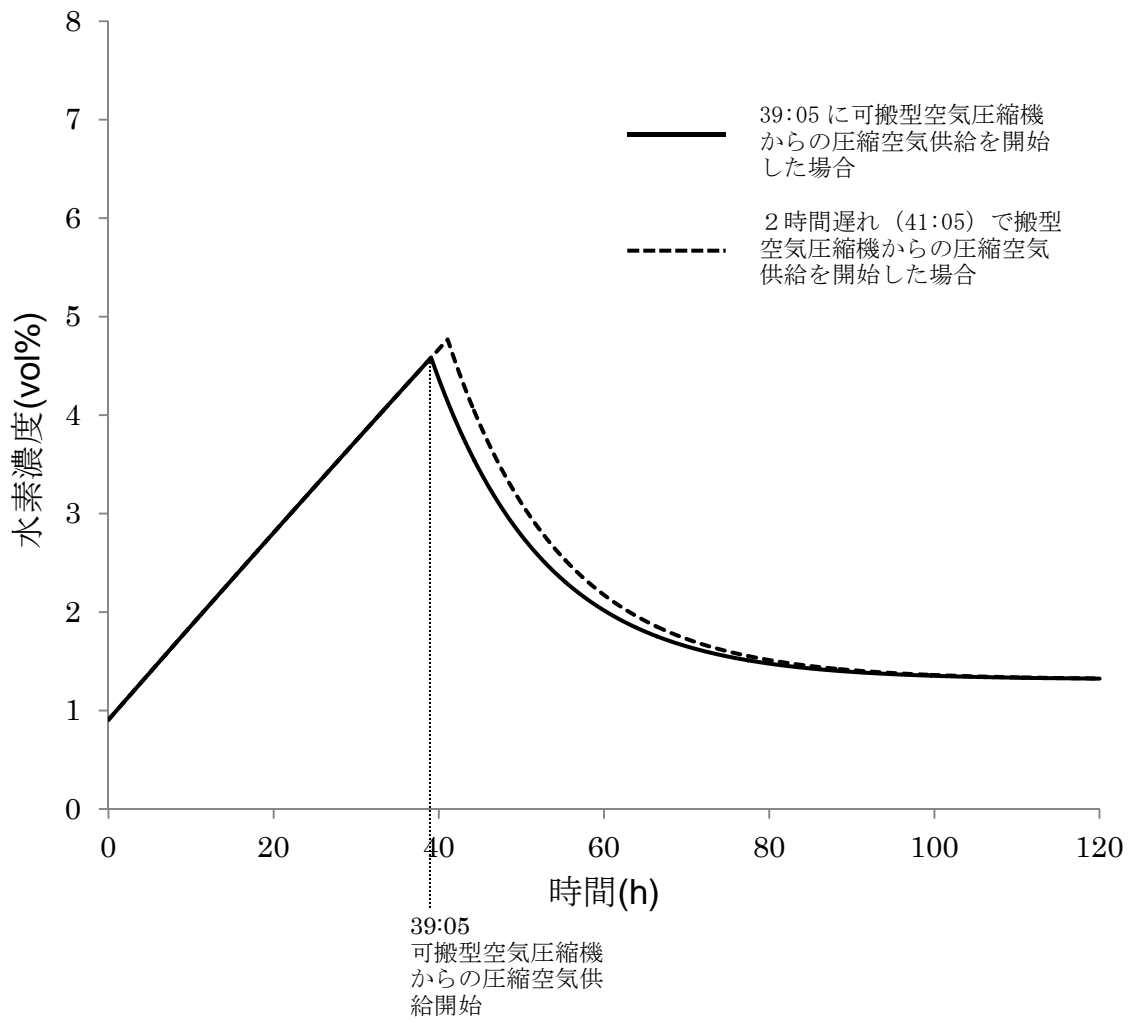
第8.2.1-2図 精製建屋における水素爆発の再発を防止するための空気の供給及び放出低減対策に必要な要員及び作業項目

作業名	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00		
・手動圧縮空気ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給	建屋内11班、建屋内12班	4																										
・可搬型建屋内ホース接続(建屋入口)	建屋内23班、建屋内24班	4																										
・可搬型建屋内ホース接続(建屋内)、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	建屋内23班、建屋内24班	4	・他作業場所にて、対策を実施																									
・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	建屋内23班	2																										
・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	建屋内21班、建屋内22班	4	・他作業場所にて、対策を実施																									
・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内26班	2																										
・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内27班	2																										
・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内14班	2																										
・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内14班	2																										
・ダンパ閉止	建屋内15班	2	・他作業場所にて、対策を実施																									
・可搬型水素濃度計設置	建屋内26班、建屋内27班	4																										
・可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内24班、建屋内25班 建屋内26班	6	・他作業場所にて、対策を実施																									
・可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内19班、建屋内20班 建屋内21班	6																										
・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内11班、建屋内12班	4																										
・可搬型排風機起動準備	建屋内13班	2																										
・放射性配管分岐第1セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内13班	2																										
・計器監視(放射性配管分岐第1セル圧力、水素濃度)	建屋内26班	2																										
・計器監視(放射性配管分岐第1セル圧力、水素濃度)	建屋内27班	2																										

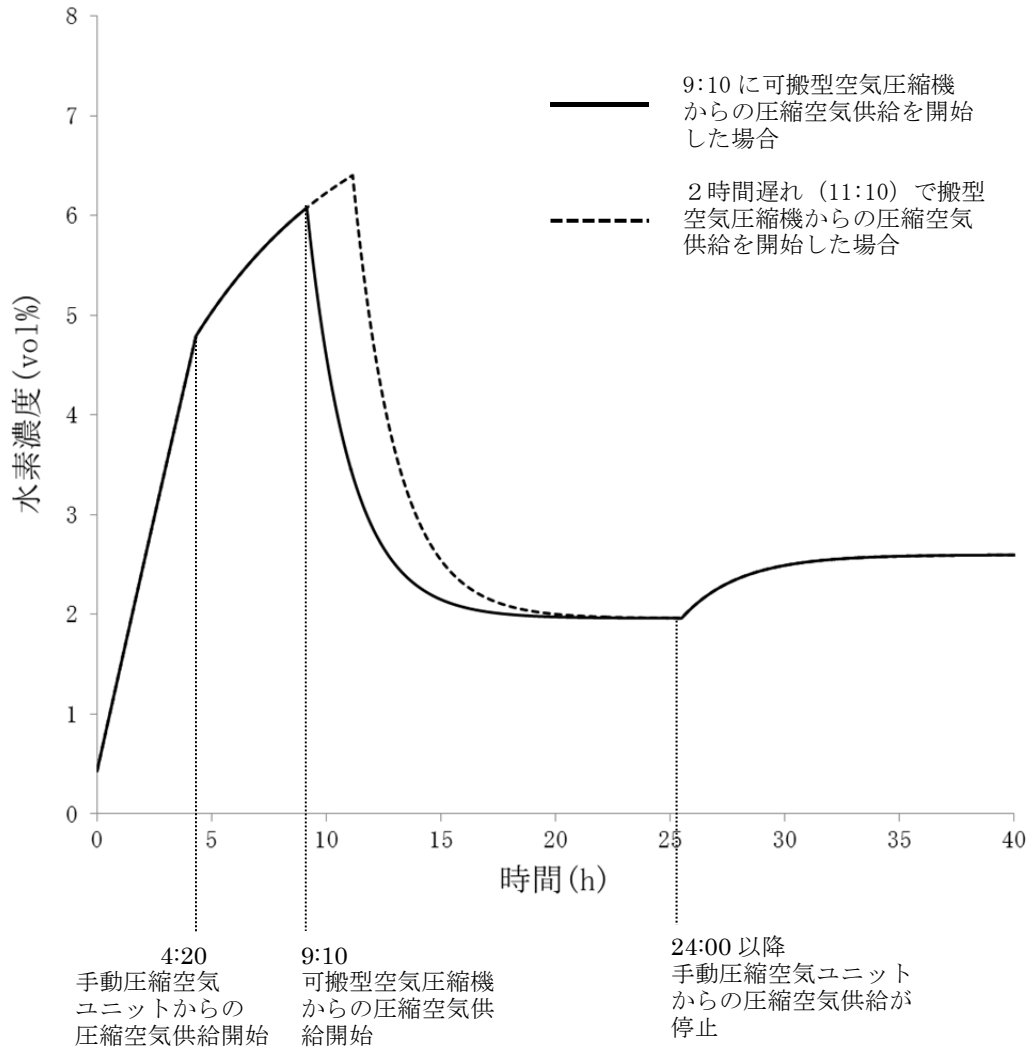
第8.2.1-2図 精製建屋における水素爆発の再発を防止するための空気の供給及び放出低減対策に必要な要員及び作業項目

		(時間)																										
作業名		作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00	
精製 建屋	・手動圧縮空気ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給	建屋内11班、建屋内12班	4																									
	・可搬型建屋内ホース接続(建屋入口)	建屋内23班、建屋内24班	4																									
	・可搬型建屋内ホース接続(建屋内)、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	建屋内23班、建屋内24班	4																									
	・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	建屋内23班	2																									
	・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	建屋内21班、建屋内22班	4																									
	・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内26班	2																									
	・計器監視(かくはん系統圧縮空気圧力、貯槽掃気圧縮空気流量)	建屋内27班	2																									
	・隔離弁の操作、可搬型セル導出ユニット流量計設置	建屋内14班	2																									
	・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内14班	2																									
	・ダンパ閉止	建屋内15班	2																									
	・可搬型水素濃度計設置	建屋内26班、建屋内27班	4																									
	・可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内24班、建屋内25班 建屋内26班	6																									
	・可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置	建屋内19班、建屋内20班 建屋内21班	6																									
	・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内11班、建屋内12班	4																									
	・可搬型排風機起動準備	建屋内13班	2																									
	・放射性配管分岐第1セル圧力確認、可搬型排風機起動	建屋内13班	2																									
	・計器監視(放射性配管分岐第1セル圧力、水素濃度)	建屋内26班	2																									
	・計器監視(放射性配管分岐第1セル圧力、水素濃度)	建屋内27班	2																									

第8.2.1-2図 精製建屋における水素爆発の再発を防止するための空気の供給及び放出低減対策に必要な要員及び作業項目

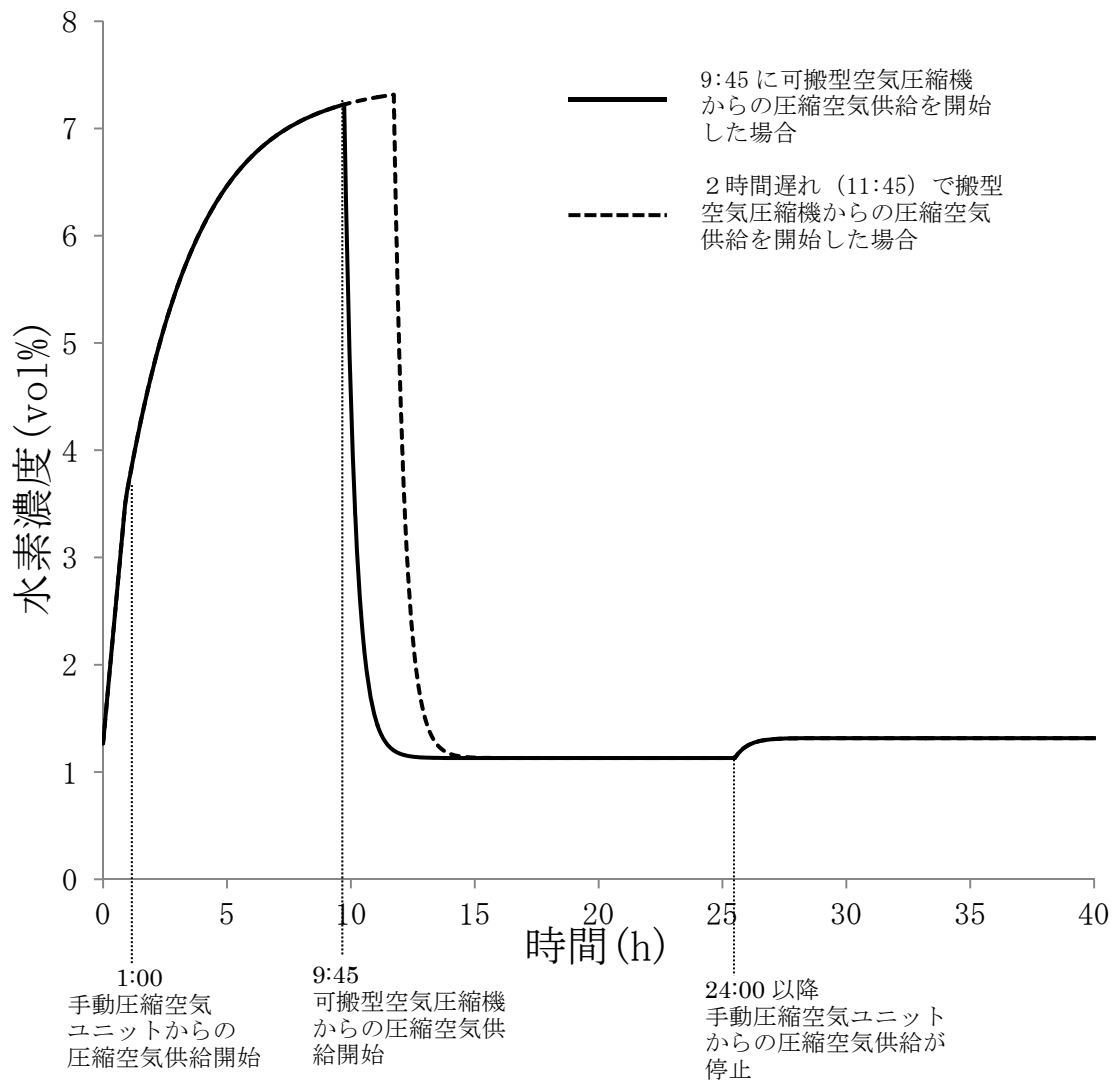


第8.2.2-1 図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給実施時の計量前中間貯槽の水素濃度の傾向（前処理建屋）

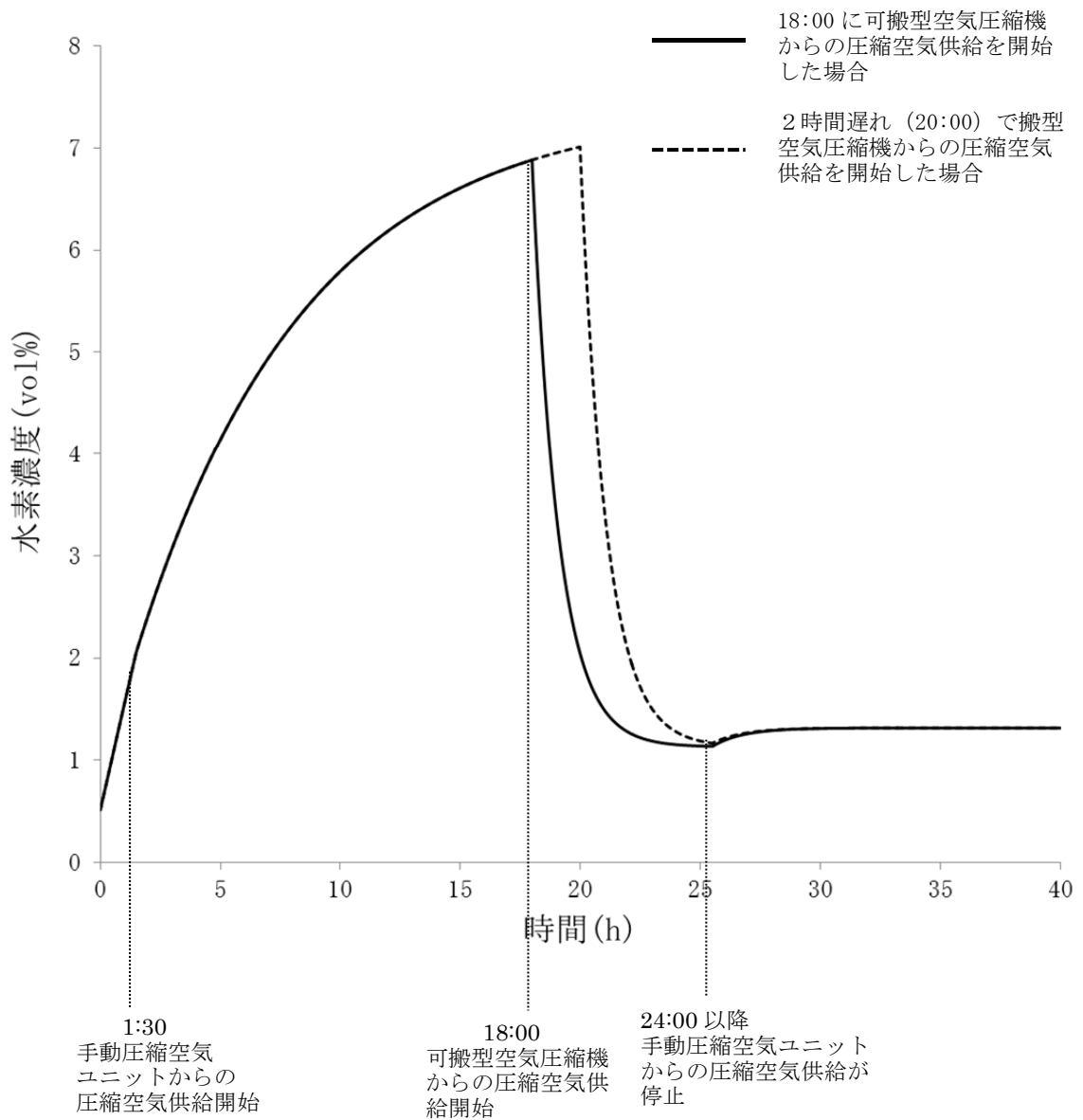


第8.2.2-2図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給実施時の第2一時貯留処理槽の水素濃度の傾向 (分離建屋)

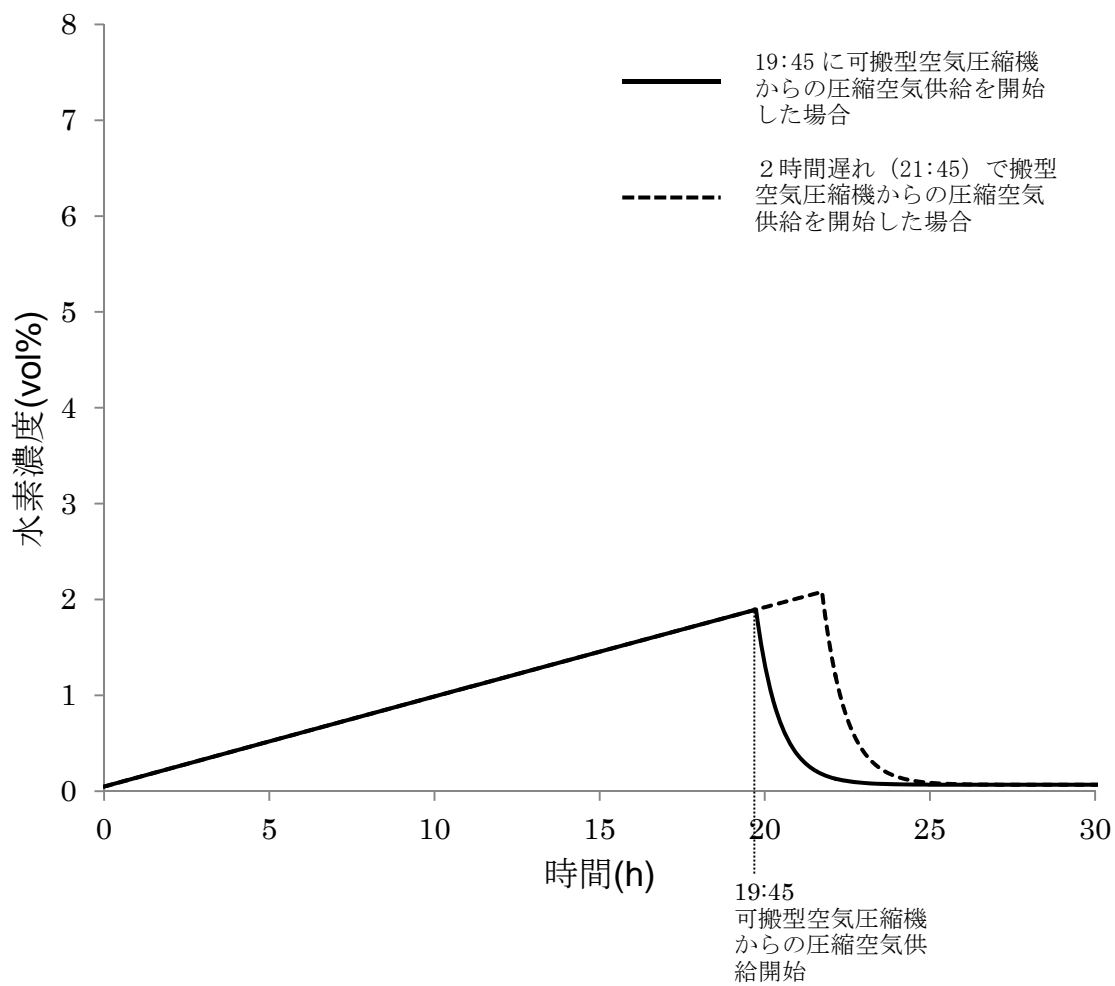




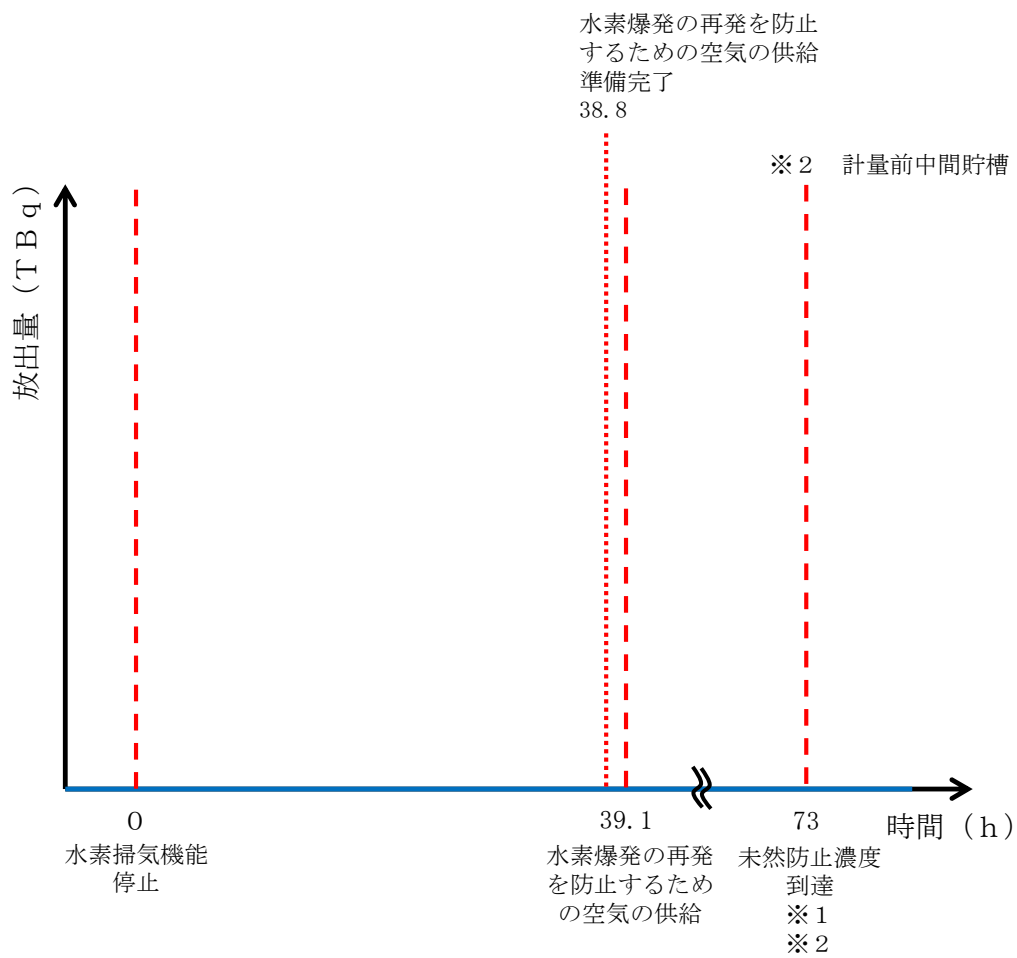
第8.2.2-3図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給実施時のプルトニウム濃縮缶供給槽の水素濃度の傾向 (精製建屋)



第8.1.2-6 図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給実施時の硝酸プルトニウム貯槽の水素濃度の傾向（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）

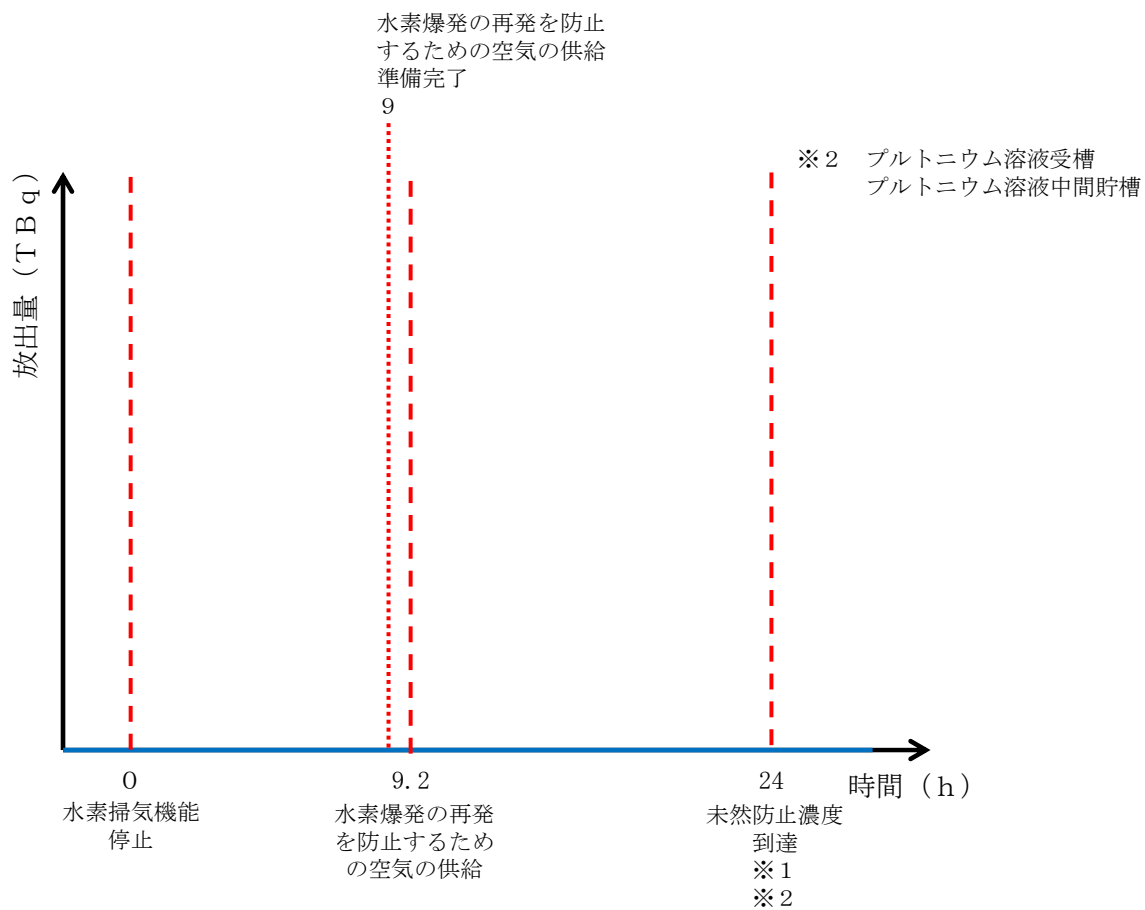


第8.2.2-5 図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給実施時の高レベル濃縮廃液貯槽の水素濃度の傾向（高レベル廃液ガラス固化建屋）



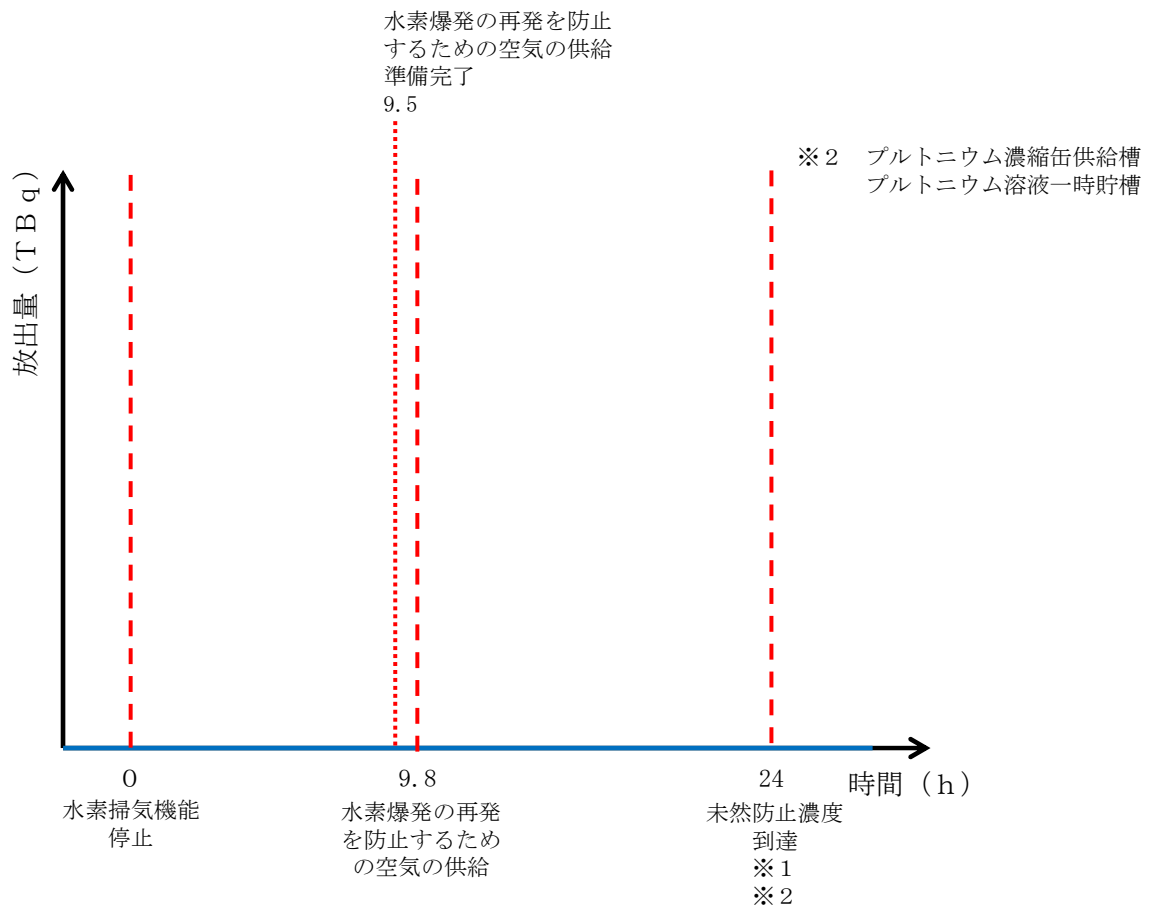
※1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給により事態の収束を図るため、水素爆発には至らない。

第8.2.2-6図 放出低減対策実施時の前処理建屋からの放出の傾向



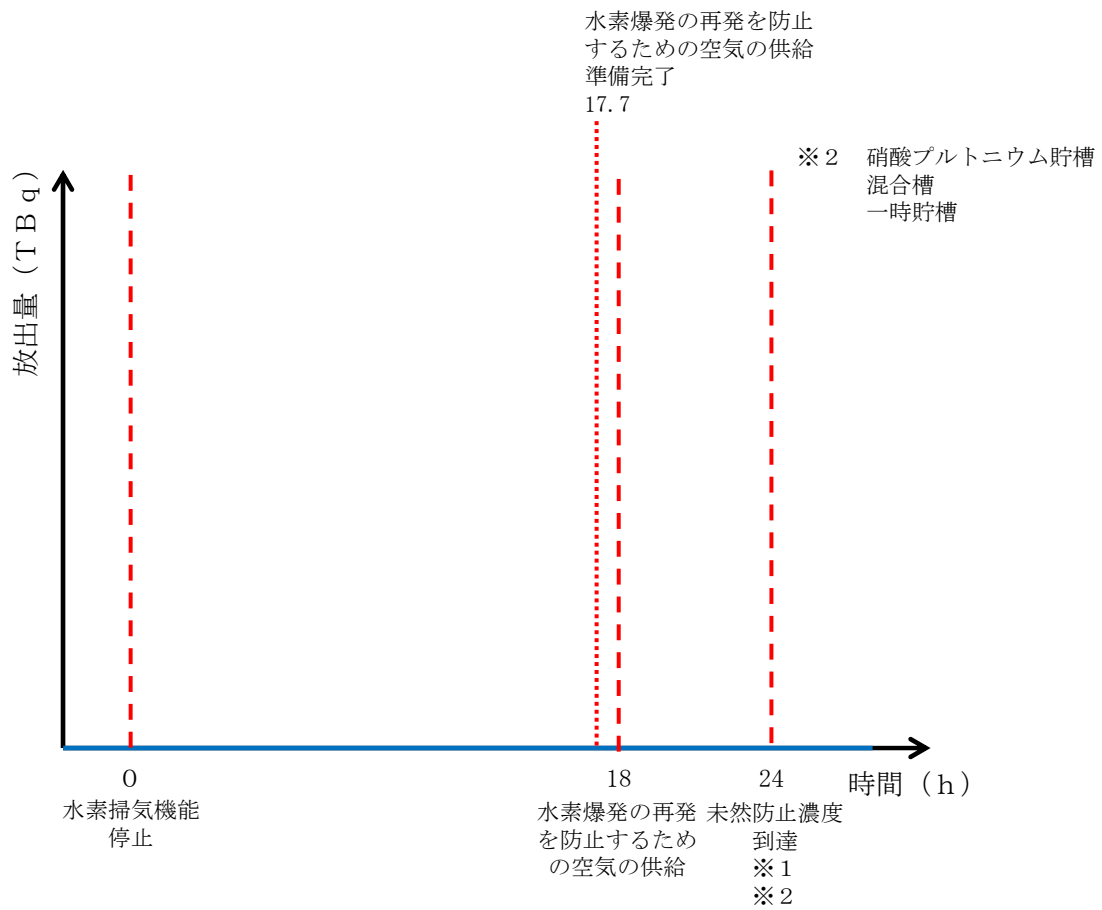
※1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給により事態の収束を図るため、水素爆発には至らない。

第8.2.2-7図 放出低減対策実施時の分離建屋からの放出の傾向



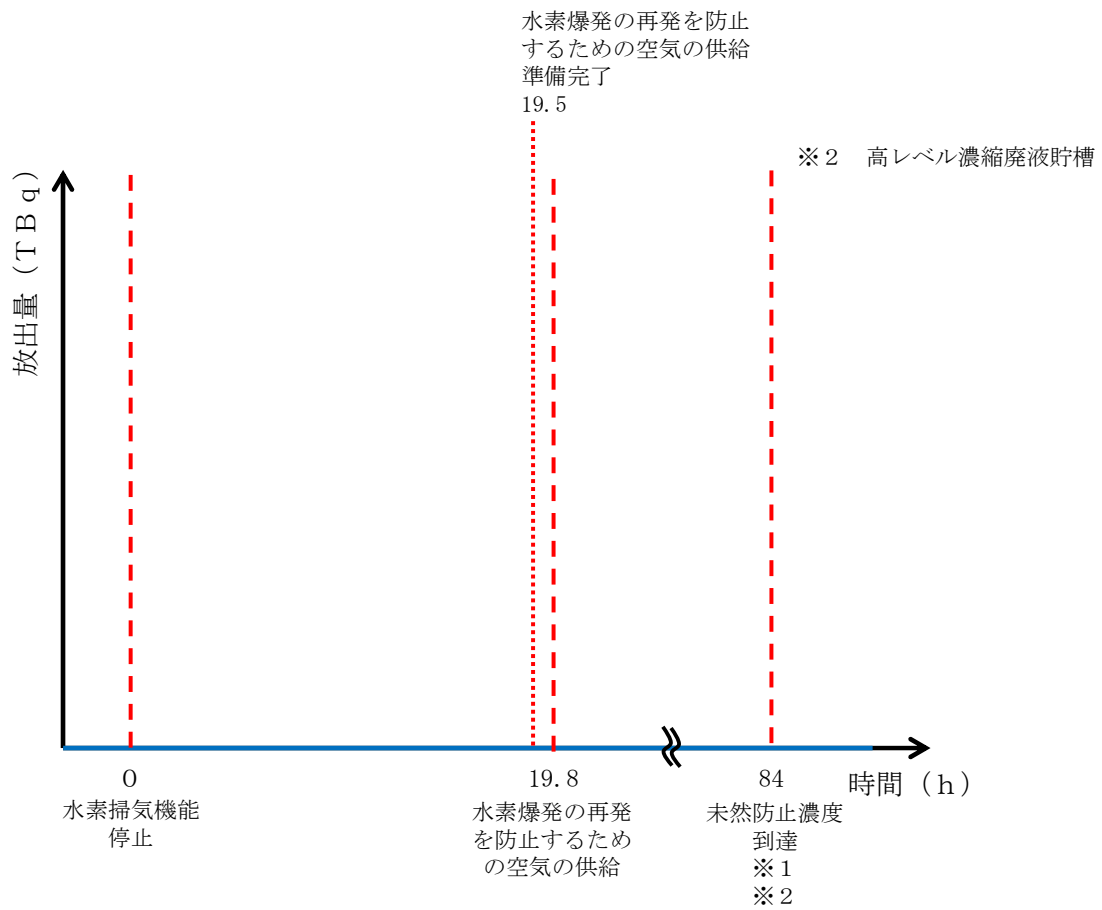
※1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給により事態の収束を図るため、水素爆発には至らない。

第8.2.2-8図 放出低減対策実施時の精製建屋からの放出の傾向



※1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給により事態の収束を図るため、水素爆発には至らない。

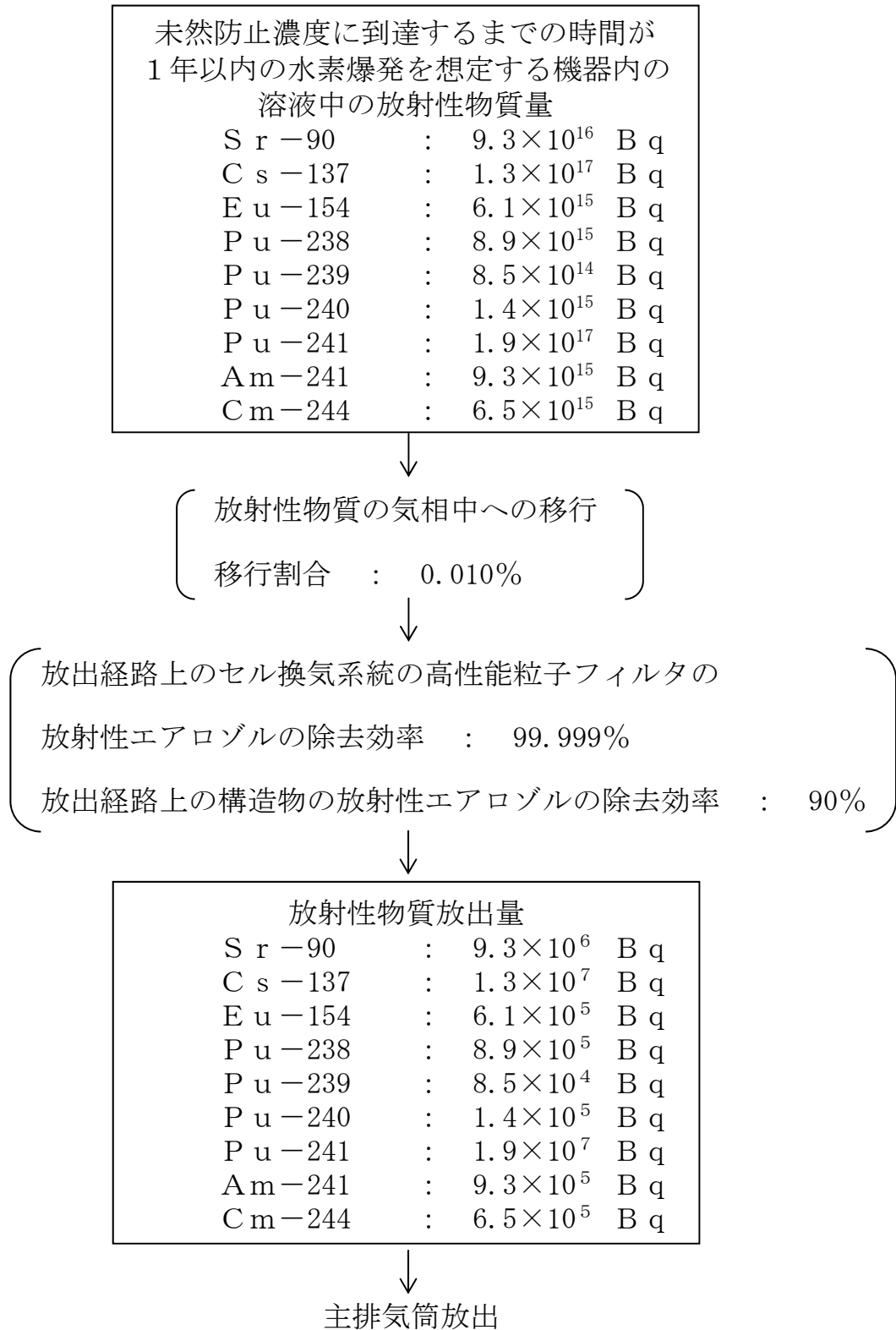
第8.2.2-9図 放出低減対策実施時のウラン・プルトニウム混合脱硝建屋からの放出の傾向



※1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給により事態の収束を図るため、水素爆発には至らない。

第8.2.2-10図 放出低減対策実施時の高レベル廃液ガラス固化建屋からの放出の傾向





第8.2.2-11図 放射性物質の大気放出過程（前処理建屋）

未然防止濃度に到達するまでの時間が  
1年以内の水素爆発を想定する機器内の溶  
液中の放射性物質質量

S r -90	:	$2.7 \times 10^{17}$	B q
C s -137	:	$3.9 \times 10^{17}$	B q
E u -154	:	$2.3 \times 10^{16}$	B q
P u -238	:	$5.4 \times 10^{15}$	B q
P u -239	:	$5.2 \times 10^{14}$	B q
P u -240	:	$8.2 \times 10^{14}$	B q
P u -241	:	$1.2 \times 10^{17}$	B q
A m -241	:	$2.7 \times 10^{16}$	B q
C m -244	:	$1.9 \times 10^{16}$	B q



放射性物質の気相中への移行  
移行割合 : 0.010%



放出経路上のセル換気系統の高性能粒子フィルタの  
放射性エアロゾルの除去効率 : 99.999%  
放出経路上の構造物の放射性エアロゾルの除去効率 : 90%



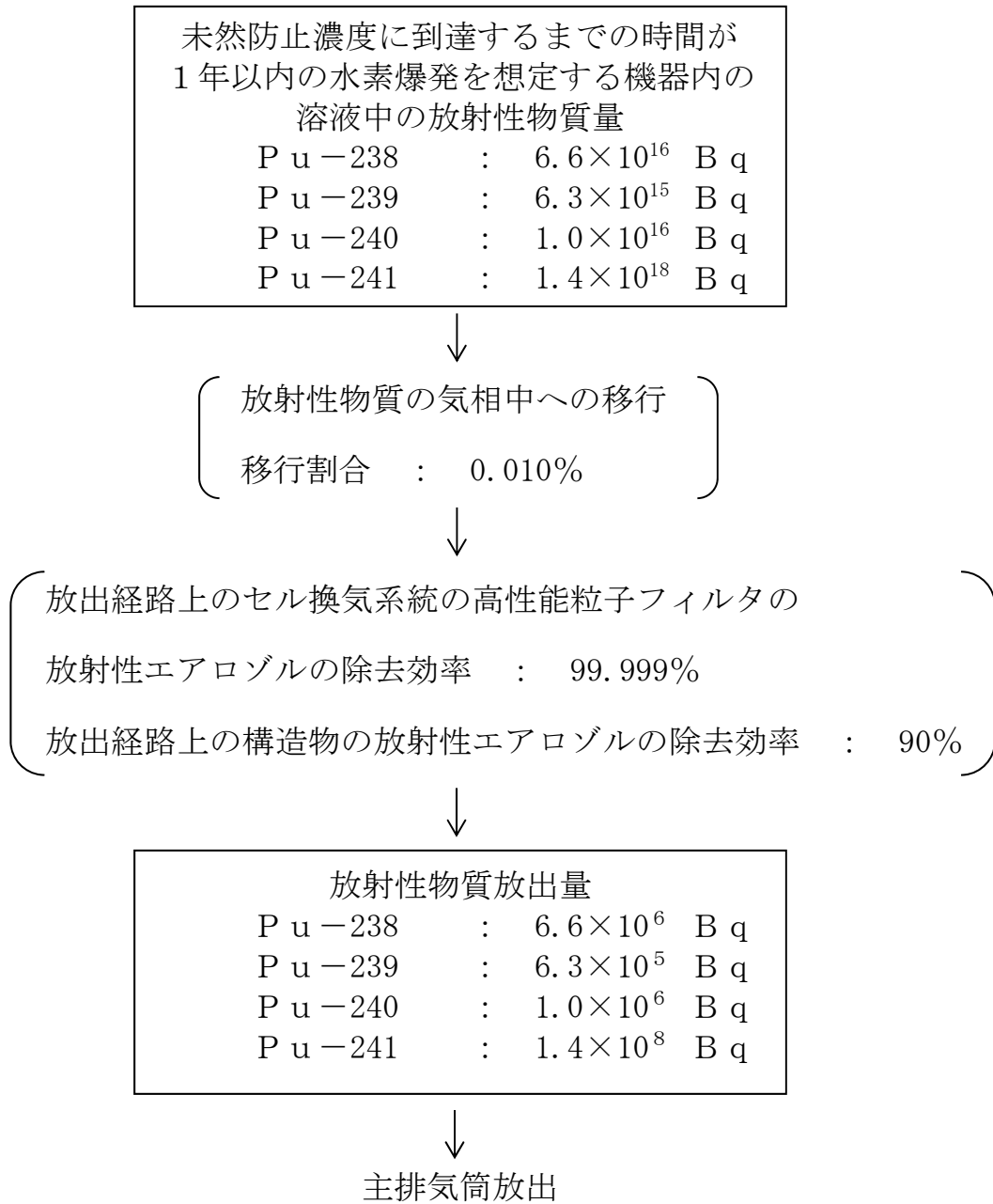
放射性物質放出量

S r -90	:	$2.7 \times 10^7$	B q
C s -137	:	$3.9 \times 10^7$	B q
E u -154	:	$2.3 \times 10^6$	B q
P u -238	:	$5.4 \times 10^5$	B q
P u -239	:	$5.2 \times 10^4$	B q
P u -240	:	$8.2 \times 10^4$	B q
P u -241	:	$1.2 \times 10^7$	B q
A m -241	:	$2.7 \times 10^6$	B q
C m -244	:	$1.9 \times 10^6$	B q

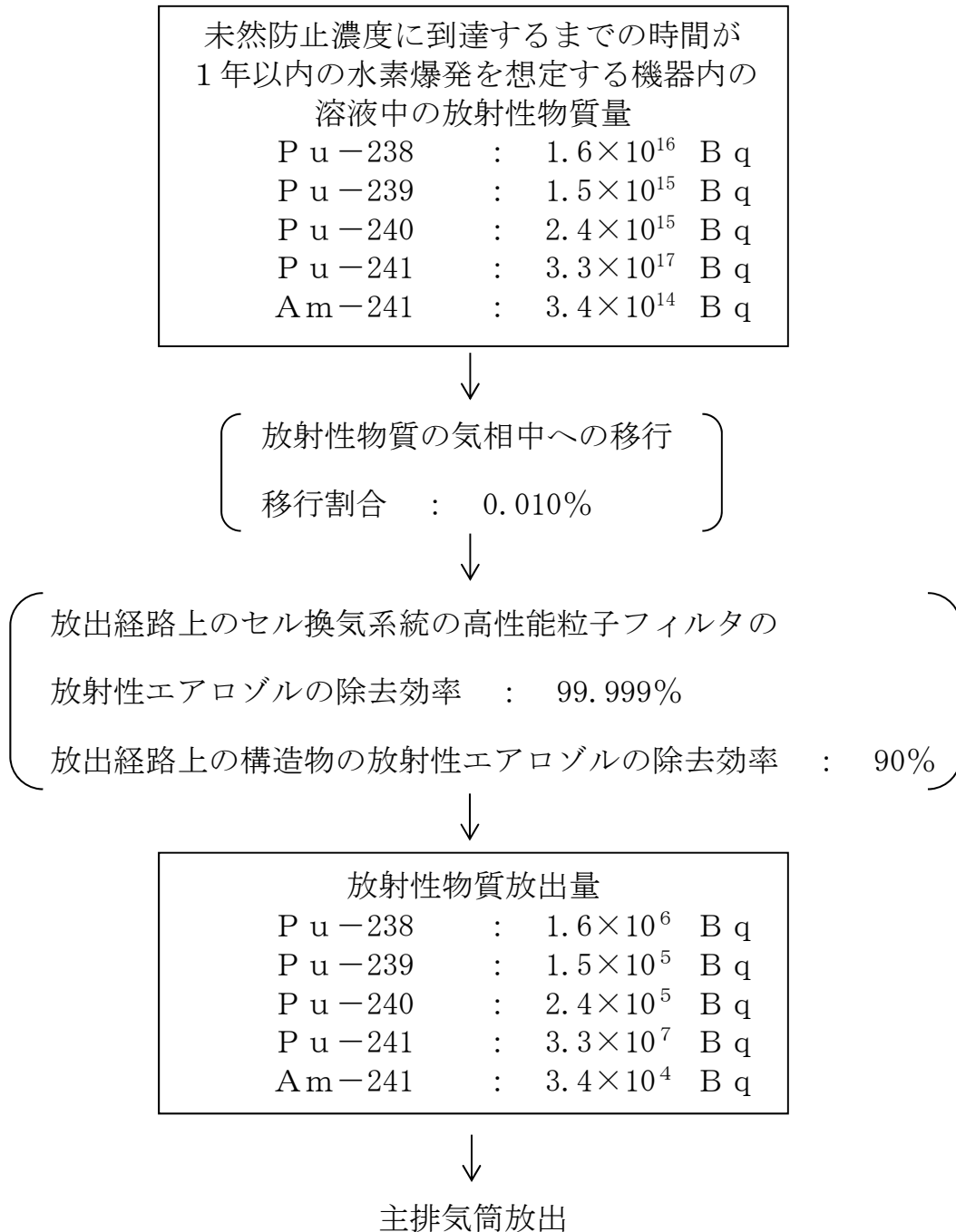


主排気筒放出

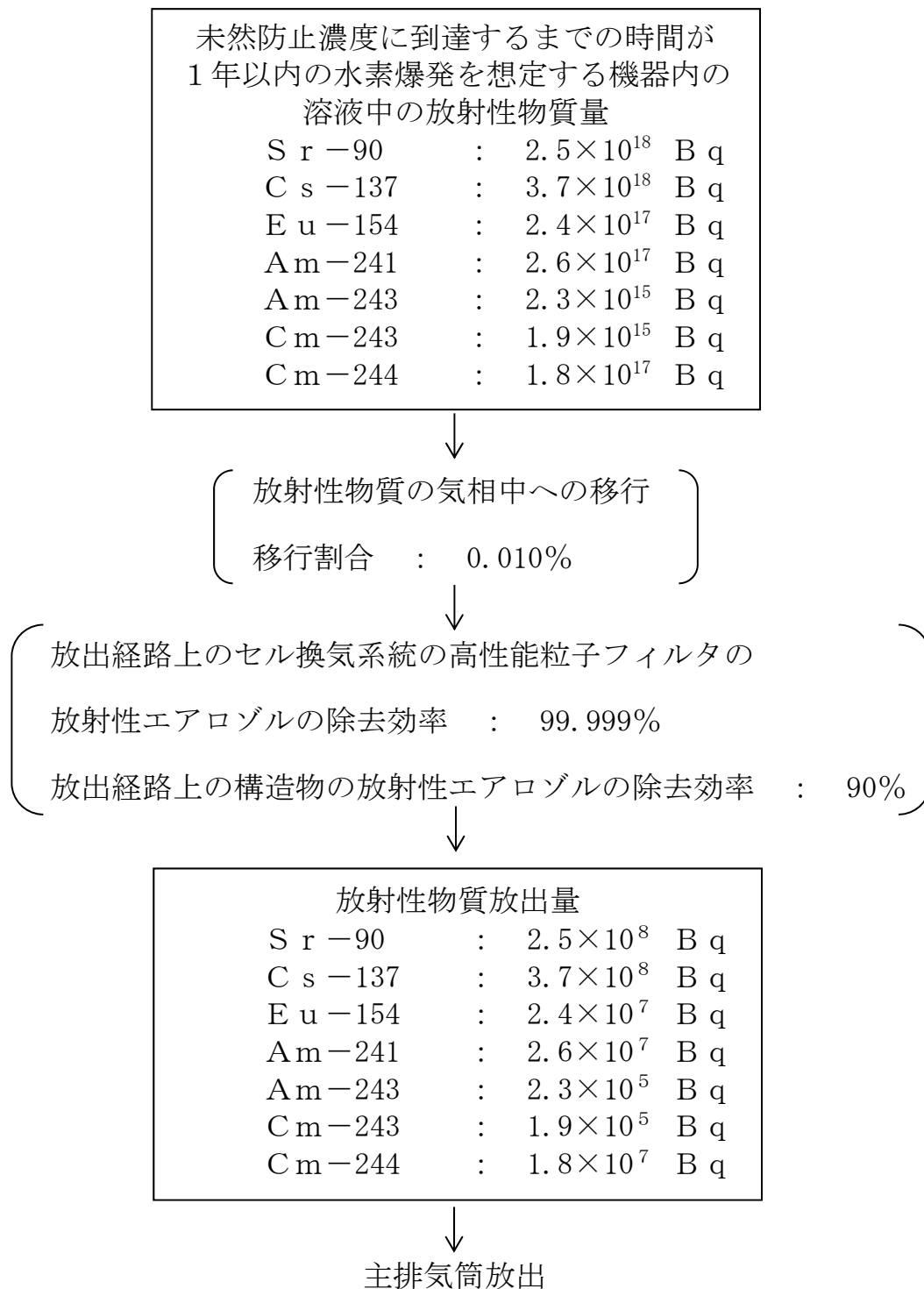
第8.2.2-12図 放射性物質の大気放出過程 (分離建屋)



第8.2.2-13図 放射性物質の大気放出過程（精製建屋）



第8.2.2-14図 放射性物質の大気放出過程（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）



第8.2.2-15図 放射性物質の大気放出過程（高レベル廃液ガラス固化建屋）

再処理施設 補足説明資料リスト

第28条: 重大事故等の拡大防止(8. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処)

資料No.	再処理施設 補足説明資料 名称	備考
補足説明資料8-1	水素爆発発生時の燃焼挙動について	
補足説明資料8-2	機能喪失時の一般公衆への被ばく影響評価方法	
補足説明資料8-3	圧縮空気の経路外放出に伴う被ばく線量	
補足説明資料8-4	空気漏えい時の作業環境	
補足説明資料8-5	水素掃気機能の喪失による水素爆発への対処	
補足説明資料8-6	水素爆発時の塔槽類廃ガス処理設備のフィルタの健全性について	
補足説明資料8-7	未然防止濃度に到達するまでの時間余裕の評価方法	
補足説明資料8-8	圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットと予備圧縮空気ユニットの動作原理について	
補足説明資料8-9	水素濃度計について	
補足説明資料8-10	水素掃気に必要な空気流量の計算方法について	
補足説明資料8-11	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	
補足説明資料8-12	事故環境における重大事故等対処施設の機能維持	
補足説明資料8-13	時間余裕計算方法の有する安全余裕について	
補足説明資料8-14	手動圧縮空気ユニットの信頼性について	
補足説明資料8-15	要員及び資源等の評価	
補足説明資料8-16	塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁の爆発時健全性について	
補足説明資料8-17	可搬型フィルタの健全性について	
補足説明資料8-18	5因子法において採用した値の適用性について	

再処理施設 補足説明資料リスト

第28条: 重大事故等の拡大防止(8. 放射線分解により発生する水素による爆発への対処)

資料No.	再処理施設 補足説明資料 名称	備考
補足説明資料8-19	水素爆発発生時の機器の健全性について	
補足説明資料8-20	水素爆発が機器内の溶液性状に与える影響について	
補足説明資料8-21	水素爆発の図一覧(系統概要図、アクセスルート、建屋内ホース等、敷設ルート図、溢水/化学薬品/火災ハザードマップ)	

補足説明資料 8-1 (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



## 水素爆発発生時の燃焼挙動について

## 1. 文献において報告されている内容

火炎の伝播速度が音速を超える爆ごうについては、強力な爆ごう波で直接起爆したときに得られた爆ごう範囲は水素濃度 12 v o 1 % から 70 v o 1 % であるとされている<sup>(1)</sup>。また、無限大管径における水素の爆ごう範囲は 11 v o 1 % から 71 v o 1 % であるとされている<sup>(1)</sup>。矩形管路の片端又は両端を閉鎖した実験装置において障害物を矩形管路内に設置し、乾燥状態の水素濃度 12.5 v o 1 % の空気に着火する爆発試験を実施したところ、爆ごうが発生したとされている<sup>(2)</sup>。一方、同一体系で水蒸気を含有した水素濃度 15 v o 1 % の空気においては、爆ごうが発生しなかったとされている<sup>(2)</sup>。

仏国の A R E V A のストレス テスト報告書においては、水素爆発を想定する機器内の空間容量が 200 L を下回る場合は、機器の健全性に影響を与えないことが示されている<sup>(3)</sup>。

## 2. 空間容積 200 L の容器の爆発試験

## 2.1 対象機器

仏国の A R E V A における検討結果の妥当性を確認するために空間容積が 200 L 未満の機器について以下の機器について、水素爆発試験を実施した。対象機器を第 1 表に示す。

第 1 表 対象機器一覧

機器名	選定理由	形状	着火方法
円筒型貯槽	ラ・アーク再処理工場の取扱妥当性を確認するため	円筒型	溶断着火
TBP洗浄塔	パルスカラムのうち、径が大きく最も爆ごうに遷移しやすい構造であるため	パルス カラム型	放電着火
補助油水分離槽	唯一板型機器であるため	板型	放電着火

## 2.2 試験概要と結果

### (1) 円筒型貯槽

#### a. 試験概要

試験の概要を第 2 表に示す。

#### b. 試験結果

爆発前後の機器の写真を第 1 図に示す。歪みを観察するための変形確認用の線に 1~2mm 程度の変化が見られたのみであり、有意な塑性変形は観察されなかった。また、気密性確認試験により、機器の健全性を確認した。

以上の結果より、AREVA の評価の妥当性を実験的に確認した。60L の水素による閉じ込め機能への影響はないことから

水素60L分のエネルギーは容器が吸収できると考えられる。

第2表 試験の概要

対象	円筒型貯槽 (220L, 300L。容器厚さは3mmとした。) なお、容積は200Lに余裕を見込んだ値とした。	
混合気水素濃度	30vol% (水素量は66Lとなり、AREVAの試験条件を包含する)	
着火	方法	溶断着火
	エネルギー	-
液量	0 (220L容器の場合) 80L (300L容器の場合)	
試験装置の開放/非開放	密封系の貯槽	
試験回数	n=1	
取得データ	容器変形確認、動画、水素濃度、表面温度	
試験後の確認	残水素量、容器健全性	



爆発前 (300 L 容器)      →      爆発後 (300 L 容器)

第1図 試験前後の容器の写真

(2) T B P 洗 浄 塔

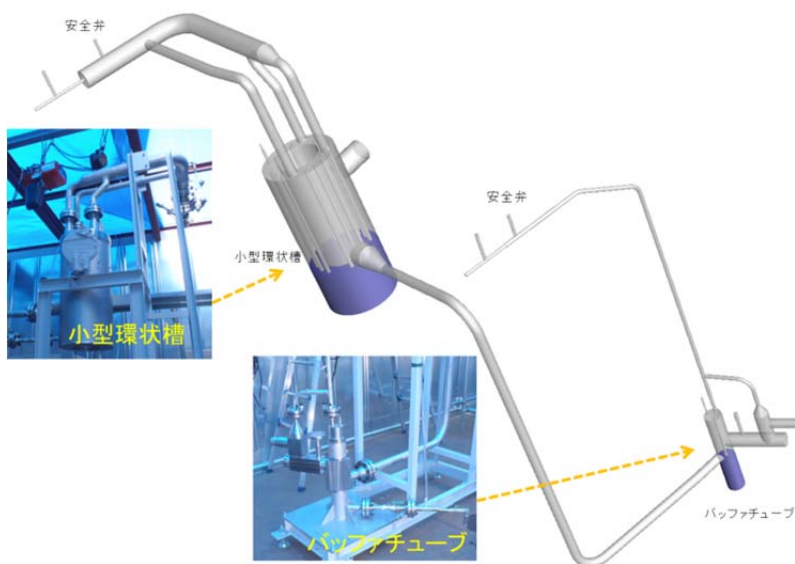
a . 試 験 概 要

試 験 の 概 要 を 第 3 表 に 示 す 。 ま た ， 容 器 の 概 要 を 第 2 図 に 示 す 。

第 3 表 試 験 の 概 要

対 象	TBP洗 浄 塔	
水 素 濃 度	30vol%	
着 火	方 法	放 電 着 火
	エ ネ ル ギ	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 2 図 T B P 洗 浄 塔 を 模 擬 し た 容 器

補 8-1-4

## 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  $\mu$  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

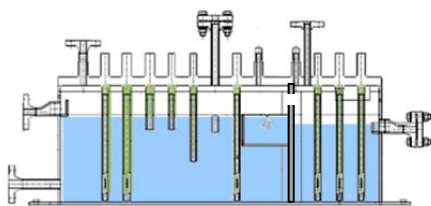
#### a. 試験概要

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

補8-1-5

## 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  $\mu$  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

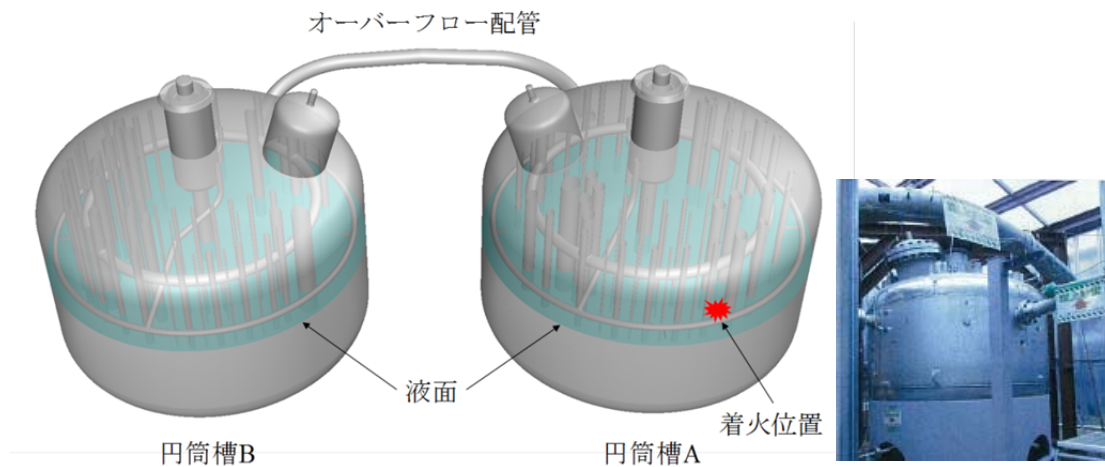
##### a. 試験概要

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 $\mu$  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

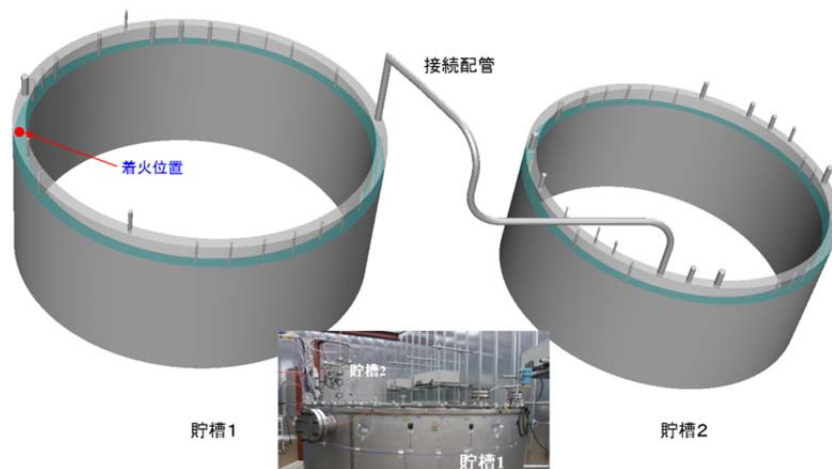
a. 試験概要

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  $\mu$  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

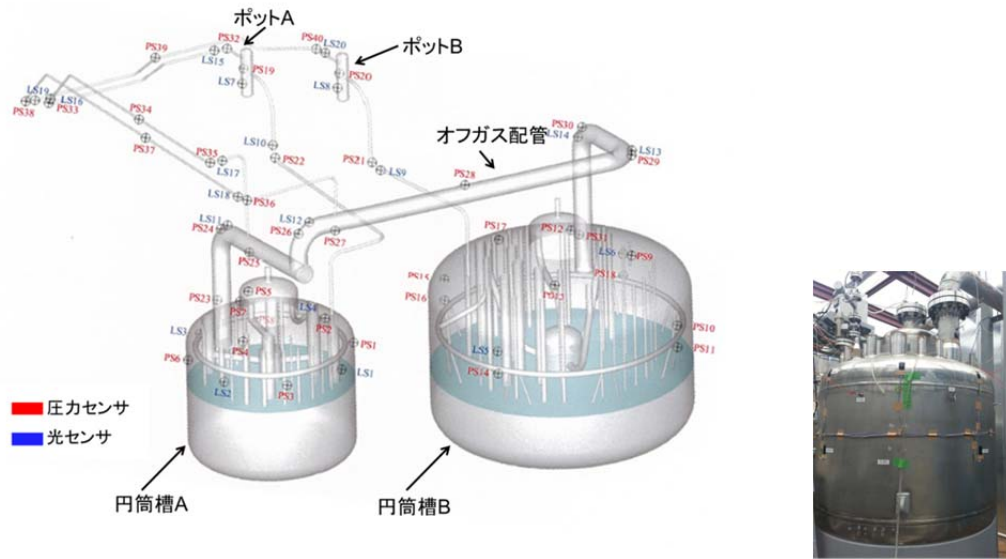
#### a. 試験概要

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  $\mu$  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

## 機能喪失時の一般公衆への被ばく影響評価方法

## 1. はじめに

重大事故の事象選定において、設計上定める条件より厳しい条件により安全機能が喪失したとしても、機能喪失時の一般公衆への被ばく影響が平常時と同程度であるため、設計基準として整理する事象を「×3」として整理した。本資料では、機能喪失時の一般公衆への被ばく影響評価方法について説明する。

## 2. 判断基準

「3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定 補足説明資料3-6」に示すとおり、機器毎に一回の水素爆発を想定し評価した被ばく線量に対して $1 \mu\text{Sv}$ を判定基準とする。

## 3. 評価方法

## 3.1 基本方針

塔槽類廃ガス処理設備の排風機及び換気設備の建屋排気系が機能しない場合に想定される経路外放出時の敷地境界における最大個人線量を評価する。

## 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<sup>(1)</sup>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。

$$ST_i = MAR_i \times DR_i \times ARF_i \times \frac{1}{DF_i} \times RF \quad (1)$$

$$MAR_i = C_i \times M$$

ここで、

ST<sub>i</sub> :核種グループ i の放射性物質放出量(Bq)

MAR<sub>i</sub> :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<sub>i</sub> :核種グループ i の放射性物質の気相への移行割合(-)

DF<sub>i</sub> :核種グループ i の放出経路における除染係数(-)

C<sub>i</sub> : 溶液組成の核種グループ i の濃度(Bq/m<sup>3</sup>)

M: 溶液量(m<sup>3</sup>)

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(m<sup>3</sup>/s)

χ/Q:相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

## 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  $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$ 、照射前燃料濃縮度 4.5 wt%，比出力  $38\text{MW} / \text{t} \cdot \text{U}_{\text{Pr}}$ 、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  $\text{DR} = 1$  (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

水素爆発時のARFは実験値に基づき、より厳しい結果を与えるように  $1 \times 10^{-4}$  と設定する。

実験値によれば、機器の形状の影響を受けないARFの幅は  $1 \times 10^{-5}$  から  $6.0 \times 10^{-4}$  程度と考えられる。

また、NUREG/CR-6410<sup>(1)</sup>における実験では、圧力開放条件を模擬しているものの水素爆発を模擬しているものではなく、ARFの上限とした  $6.0 \times 10^{-4}$  が取得された実験は、3.5MPaの圧力を穏やかに印加した後に破裂板を用いて急激に減圧したときの移行率である。さらに、水素爆発の条



件に近いと思われる条件である、印加圧力を 0.35MPa としたときの A R F は  $4.0 \times 10^{-5}$  であることから、A R F が  $6.0 \times 10^{-4}$  まで増加する可能性は低い。

上記を踏まえ、水素爆発の A R F は  $1 \times 10^{-5}$  から  $6.0 \times 10^{-4}$  の間であり、水素濃度 8 v o 1 % から 3 0 v o 1 % の発生圧力を包含可能な値として、 $1 \times 10^{-4}$  とする。

#### 4.5 除染係数 (D F) の設定

経路外放出の場合は、爆発により気相部に移行した放射性物質は、機器に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管を通過し水封安全器に達する。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。

このため、除染係数は以下に示す項目から建屋毎に設定する。設定した除染係数を表 1 に示す。

本評価では、対策等の時間変化の概念がないことから、セル及び室における放射性物質の希釈効果は考慮しない。

##### (1) 塔槽類廃ガス処理設備の経路

水素爆発時における放射性物質移行率の調査において、塔槽類廃ガス処理設備の配管を模擬した配管の曲り部 1 ヶ所だけで 9 割程度の沈着効果があること踏まえ、機器に接続する塔槽類廃ガス処理設備の配管の<sup>(2)</sup>構造上の特徴として曲りを考慮し、除染係数を 10 とする。

##### (2) 水封安全器の除染係数

爆発に伴う体積膨張により、一時的に水封安全器より気体が放出されることが考えられるが、水封の復元に伴い一次閉じ込めは維持される。

爆発に伴う膨張に伴い放出される体積は、接続する廃ガス処理設備及び機器の体積と比較して小さいこと、また、廃ガス洗浄塔及びデミスタにおける除染に期待できること、水中貯蔵の一次閉じ込めに対して除染係数を考慮できることを踏まえ、塔槽類廃ガス処理設備を経由し水封安全器を介してセルに放出される部分について、除染係数 10 を設定する。ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については、水封安全器を設置していないことから、本除染係数は考慮しない。

### (3) 壁の除染係数

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壁を除染係数として考慮する。厳しい結果を与えるように、各建屋内のセル間又はセルおよび部屋間の壁の枚数を、一律2枚分として100を考慮する。また、建屋と屋外の境界の壁について10を設定する。<sup>(3)</sup>

表1 設定した除染係数

建屋	除染係数
前処理建屋	$1 \times 10^5$
分離建屋	$1 \times 10^5$
精製建屋	$1 \times 10^5$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	$1 \times 10^4$
高レベル廃液ガラス固化建屋	$1 \times 10^5$

### 4.6 R F の設定

R F は吸入摂取に寄与する割合であり、エアロゾル等の形態で浮遊する放射性物質の径に依存するパラメータである。事故時の放射性物質の径に関するデータはほとんどなく、定量的に設定することは困難であることから、ここでは安全側に R F = 1 (すべての粒子が吸入され被ばくに寄与する) と設定する。

#### 4.7 実効線量換算係数

実効線量換算係数は ICRP Pub 72<sup>(4)</sup> 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 2 に示す。

表 2 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	$1.7 \times 10^{-8}$
Ru/Rh	$3.3 \times 10^{-8}$
Cs/Ba	$2.4 \times 10^{-9}$
Ce/Pr	$2.6 \times 10^{-8}$
Sr/Y	$8.1 \times 10^{-8}$
その他 FP	$2.9 \times 10^{-8}$
Pu	$3.5 \times 10^{-6}$
Am/Cm	$3.6 \times 10^{-5}$
U	$5.1 \times 10^{-6}$
Np	$4.2 \times 10^{-7}$

#### 4.8 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定」<sup>(5)</sup> に記載の値を用いた(表 3 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 3 相対濃度一覧

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

### 5. 評価結果

評価結果を表 4 に示す。判定基準を上回る機器は 51 機器であった。また、判定基準未満の機器の被ばく線量の合計は  $6 \mu \text{Sv}$  であり、十分小さいこと

を確認した。

表4 被ばく線量評価結果

建屋※1	機器名称	被ばく線量 ( $\mu$ Sv)	判定基準 ( $1\mu$ Sv)を 上回る機器
AA	ハル洗浄槽 A(内側)	6E-03	
AA	ハル洗浄槽 B(内側)	6E-03	
AA	水バッファ槽	5E-02	
AA	中継槽 A	3	超
AA	中継槽 B	3	超
AA	リサイクル槽 A	2E-01	
AA	リサイクル槽 B	2E-01	
AA	不溶解残渣回収槽 A	3E-01	
AA	不溶解残渣回収槽 B	3E-01	
AA	計量前中間貯槽 A	9	超
AA	計量前中間貯槽 B	9	超
AA	計量・調整槽	9	超
AA	計量後中間貯槽	9	超
AA	計量補助槽	3	超
AA	中間ポット A	5E-02	
AA	中間ポット B	5E-02	
AB	抽出塔	3E-01	
AB	第1洗浄塔	2E-01	
AB	第2洗浄塔	2E-01	
AB	T B P 洗浄塔	4E-02	
AB	プルトニウム分配塔	3E-01	
AB	ウラン洗浄塔	2E-01	
AB	プルトニウム洗浄器	2E-02	
AB	プルトニウム溶液受槽	2	超
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	2	超
AB	第1一時貯留処理槽	3E-01	
AB	第2一時貯留処理槽	2	超
AB	第3一時貯留処理槽	5	超
AB	第4一時貯留処理槽	3	超
AB	第5一時貯留処理槽	4E-03	
AB	第6一時貯留処理槽	7E-02	
AB	第7一時貯留処理槽	7E-01	
AB	第8一時貯留処理槽	5E-01	
AB	第9一時貯留処理槽	2E-02	
AB	第10一時貯留処理槽	4E-05	
AB	第1洗浄器	5E-05	
AB	高レベル廃液供給槽 A	9E-01	
AB	高レベル廃液濃縮缶 A	40	超
AB	溶解液中間貯槽	9	超
AB	溶解液供給槽	2	超
AB	抽出廃液受槽	2	超
AB	抽出廃液中間貯槽	3	超
AB	抽出廃液供給槽 A	5	超
AB	抽出廃液供給槽 B	5	超
AC	プルトニウム溶液供給槽	2	超

建屋※1	機器名称	被ばく線量 ( $\mu$ Sv)	判定基準 ( $1\mu$ Sv)を 上回る機器
AC	抽出塔	2E-01	
AC	核分裂生成物洗浄塔	9E-02	
AC	逆抽出塔	4E-01	
AC	ウラン洗浄塔	2E-01	
AC	補助油水分離槽	1E-01	
AC	T B P 洗浄器	2E-01	
AC	プルトニウム溶液受槽	2	超
AC	油水分離槽	2	超
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	4	超
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	4	超
AC	プルトニウム濃縮缶	3	超
AC	プルトニウム濃縮液受槽	20	超
AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽	20	超
AC	プルトニウム濃縮液計量槽	20	超
AC	リサイクル槽	20	超
AC	希釈槽	40	超
AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽	20	超
AC	第1一時貯留処理槽	5E-01	
AC	第2一時貯留処理槽	2	超
AC	第3一時貯留処理槽	2	超
AC	第4一時貯留処理槽	1E-02	
AC	第7一時貯留処理槽	5	超
CA	硝酸プルトニウム貯槽	200	超
CA	混合槽A	90	超
CA	混合槽B	90	超
CA	一時貯槽	200	超
KA	第1高レベル濃縮廃液貯槽	200	超
KA	第2高レベル濃縮廃液貯槽	20	超
KA	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	50	超
KA	第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	50	超
KA	高レベル廃液混合槽A	40	超
KA	高レベル廃液混合槽B	40	超
KA	供給液槽A	9	超
KA	供給液槽B	9	超
KA	供給槽A	4	超
KA	供給槽B	4	超
KA	第1不溶解残渣廃液一時貯槽	0	※2
KA	第2不溶解残渣廃液一時貯槽	0	※2
KA	第1不溶解残渣廃液貯槽	2	超
KA	第2不溶解残渣廃液貯槽	2	超
KA	高レベル廃液共用貯槽(高レベル濃縮 廃液貯蔵時)	200	超

※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 未然防止濃度(8 v o 1%)に達する時間が1年以上のため線量評価をしていない。

## 6. 参考文献

- (1) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998.
- (2) 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).
- (3) 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.
- (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 8-3 (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



## 圧縮空気の経路外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、圧縮空気貯槽及び圧縮空気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経路外放出は、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、図1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。

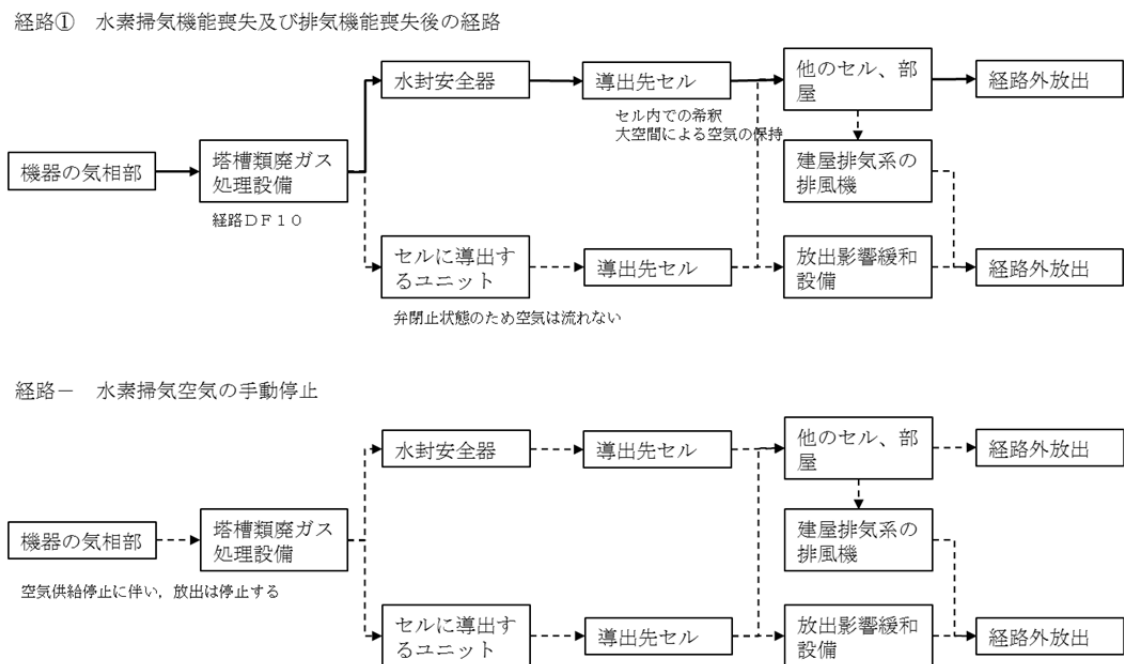


図1. 前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の放出経路

現実的には、45分間に供給される圧縮空気量は $250\text{m}^3$ 程度（概略ではあるが、空気貯槽容量 $35\text{m}^3$ に圧力比 $0.7\text{MPa}/0.1\text{MPa}$ を乗じると $245\text{m}^3$ となる）であり、建屋の体積は $10^5\text{m}^3$ 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、建屋内の空気は放出緩和設備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②-AA, KAと呼ぶ）。

## 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、圧縮空気貯槽を安全圧縮空気系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。

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。

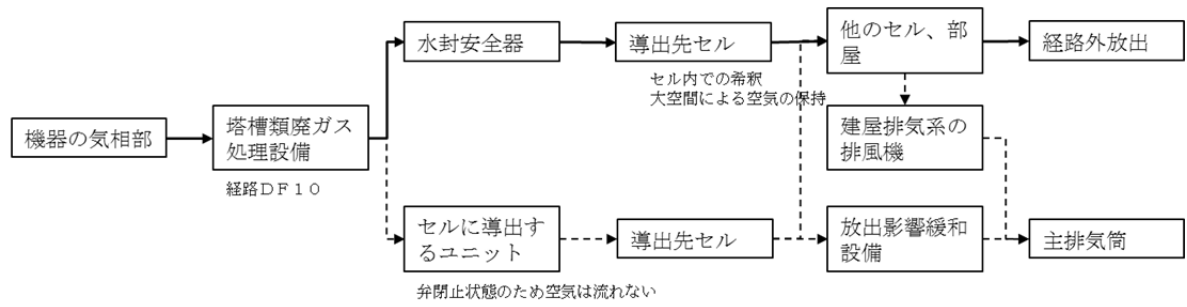
その後、圧縮空気に同伴する放射性物質量を低減するために、高性能粒子フィルタを設けたセルに導出するユニットに放出経路を切り替える。セルに導出するユニットを介してセルへ放出された放射性物質は、可搬型排風機が起動する前は経路外放出する。（経路②-AB, AC）

可搬型排風機が起動すると、放出影響緩和設備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）

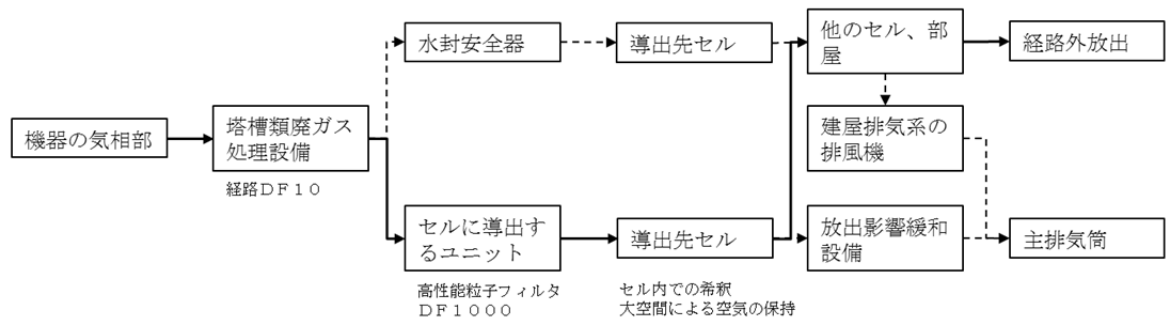
以上の放出経路をまとめて図2に示す。

現実的には、圧縮空気貯槽の圧縮空気量は分離建屋で120m<sup>3</sup>程度（概略ではあるが、空気貯槽容量16m<sup>3</sup>に圧力比0.7MPa/0.1MPaを乗じると112m<sup>3</sup>となる）、精製建屋で140m<sup>3</sup>程度であり、建屋の体積は十万m<sup>3</sup>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、建屋内の空気は放出影響緩和設備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 セルに導入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

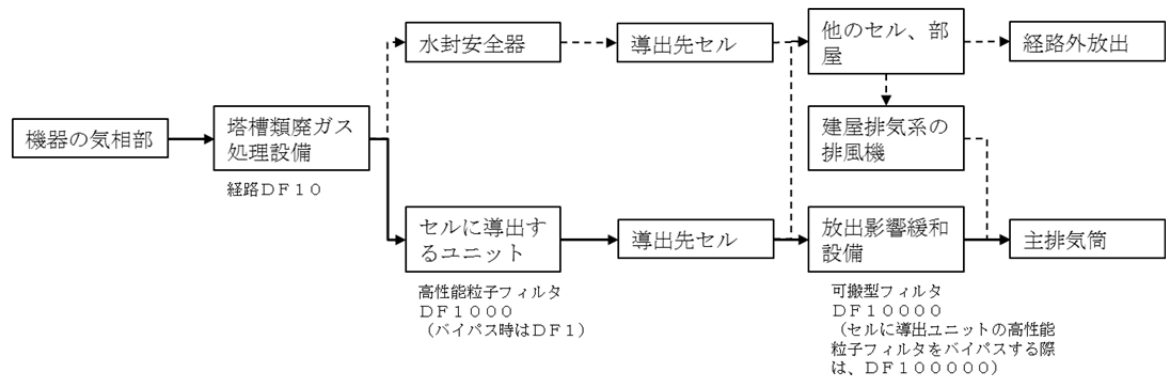


図 2. 分離建屋及び精製建屋の放出経路

## 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経路外放出する（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経路外放出する（経路②-CA）。

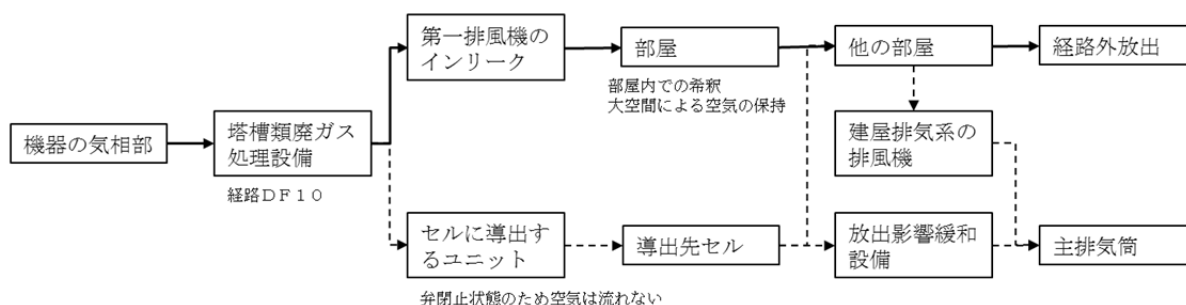
可搬型排風機が起動すると、放出影響緩和設備の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路③-CA）

以上の放出経路をまとめて図3に示す。

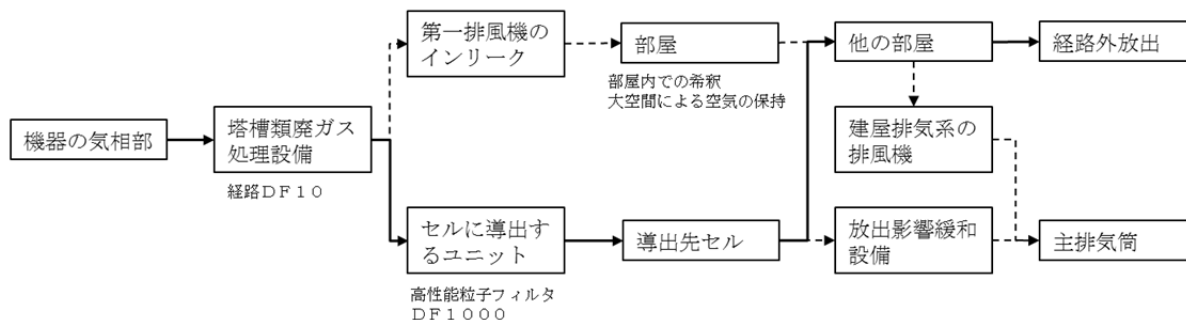
現実的には、圧縮空気ユニットの圧縮空気量は20m<sup>3</sup>程度（概略ではある

が、ポンベ3本分の容量  $0.14\text{m}^3$  に圧力比  $14\text{MPa}/0.1\text{MPa}$  を乗じると  $19.6\text{m}^3$  となる) であり、建屋の体積は十万  $\text{m}^3$  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、建屋内の空気は放出影響緩和設備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

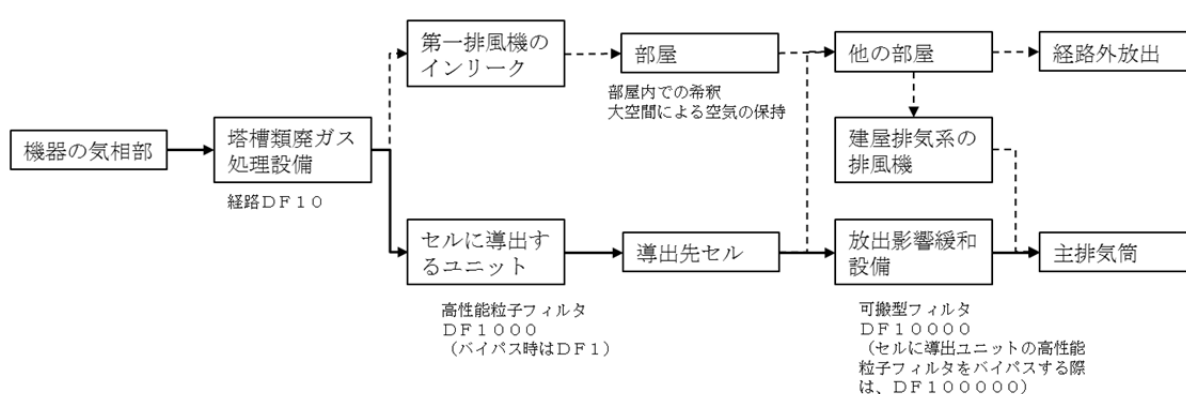


図3. ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の放出経路

### 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<sup>(1)</sup>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。

$$STi = MARi \times DR \times ARFi \div DFi \quad (1)$$

$$MARi = Ci \times M$$

ここで、

STi : 核種グループ i の放射性物質放出量 (Bq)

MARi : 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 (-)

ARFi : 核種グループ i の放射性物質の気相への移行割合 (-)

DFi : 核種グループ i の放出経路における除染係数 (-)

Ci : 溶液組成の核種グループ i の濃度 (Bq/m<sup>3</sup>)

M: 溶液量 (m<sup>3</sup>)

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( $\alpha$ ), Am/Cm( $\alpha$ ), U( $\alpha$ )及びNp( $\alpha$ )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(m<sup>3</sup>/s)

$\chi / Q$ :相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

#### 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1m<sup>3</sup>当たり10mg(1×10<sup>-5</sup>kg/m<sup>3</sup>)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<sub>i</sub>:機器iに供給される圧縮空気流量(m<sup>3</sup>/h)

T:評価時間(h)

V<sub>i</sub>:機器i内の溶液量(m<sup>3</sup>)

ρ<sub>i</sub>:機器i内の溶液の密度(kg/m<sup>3</sup>)

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 経路外放出の場合

経路外放出の場合は、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。経路外放出は、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

$V_{leak,j}$  ( $m^3$ )：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。

$V_{cell,i}$  ( $m^3$ )：通過セル i の体積

$V_{gas,j}$  ( $m^3$ )：機器 j の気相部体積

$DF_{i \rightarrow i+1}$ ：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<sup>(2)</sup>とする。

#### 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て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：10<sup>3</sup>

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）：10<sup>5</sup>

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<sup>(3)</sup>。

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 <sup>3</sup> /h)	液量 (m <sup>3</sup> )	密度 (k g /m <sup>3</sup> )	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	■	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	2.3	■	824	1.5E-08
AB	第1洗浄塔	1.4	■	824	8.8E-09
AB	第2洗浄塔	0.7	■	824	4.4E-09
AB	T B P 洗浄塔	2.1	■	824	2.0E-08
AB	プルトニウム分配塔	1.1	■	760	5.2E-09
AB	ウラン洗浄塔	0.7	■	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	0.7	3	1010	2.4E-09
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	0.7	3	1100	2.2E-09
AB	第1一時貯留処理槽	2.9	■	824	1.5E-08
AB	第2一時貯留処理槽	0.7	3	760	3.1E-09
AB	第3一時貯留処理槽	0.5	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	0.7	3	1100	2.2E-09
AB	第6一時貯留処理槽	4.4	■	824	8.90E-08
AB	第7一時貯留処理槽	0.7	■	1073	2.4E-09
AB	第8一時貯留処理槽	1.3	■	824	5.4E-09
AB	第9一時貯留処理槽	0.5	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	5.7	22	1460	1.8E-09
AB	溶解液中間貯槽	0.8	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	1.1	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

補-8-3-12

建屋 ※	機器	掃気流量 (m <sup>3</sup> /h)	液量 (m <sup>3</sup> )	密度 (kg /m <sup>3</sup> )	ARF (/h)
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	0.7	■	1080	2.2E-09
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	0.7	■	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	0.5	■	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

※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

■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 ※	$V_{leak}$ ( $m^3$ )	$V_{cell1}$ ( $m^3$ )	$V_{cell2}$ ( $m^3$ )	$V_{cell3}$ ( $m^3$ )	$V_{cell4}$ ( $m^3$ )	$1/DF_g$ (-)
AA	17	1239	1071	1981	—	<u>1.7E-09</u>
AB	162	161	110	4277	—	<u>1.6E-05</u>
AC	36	129	119	6097	—	<u>1.3E-06</u>
CA	8.3	1183	1127	—	—	<u>5.1E-07</u>
KA	152	254	1801	902	2746	<u>1.4E-09</u>

(セル導出ユニット経由の場合)

建屋 ※	$V_{leak}$ ( $m^3$ )	$V_{cell1}$ ( $m^3$ )	$V_{cell2}$ ( $m^3$ )	$V_{cell3}$ ( $m^3$ )	$V_{cell4}$ ( $m^3$ )	$1/DF_g$ (-)
AB	103	2832	4547	—	—	8.1E-09
AC	60	6486	6097	—	—	8.9E-10
CA	4.6	115	1183	—	—	1.5E-09

※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

#### 4.6 実効線量換算係数

実効線量換算係数は ICRP Pub 72<sup>(4)</sup> 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	$1.7 \times 10^{-8}$
Ru/Rh	$3.3 \times 10^{-8}$
Cs/Ba	$2.4 \times 10^{-9}$
Ce/Pr	$2.6 \times 10^{-8}$
Sr/Y	$8.1 \times 10^{-8}$
その他 FP	$2.9 \times 10^{-8}$
Pu	$3.5 \times 10^{-6}$
Am/Cm	$3.6 \times 10^{-5}$
U	$5.1 \times 10^{-6}$
Np	$4.2 \times 10^{-7}$

#### 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定」<sup>(5)</sup> 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	$1.2 \times 10^{-6}$
前処理建屋	$9.5 \times 10^{-5}$
分離建屋	$9.3 \times 10^{-5}$
精製建屋	$7.7 \times 10^{-5}$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	$7.8 \times 10^{-5}$
高レベル廃液ガラス固化建屋	$1.1 \times 10^{-4}$

### 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経路外放出であるが、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	評価時間	除染係数	被ばく線量 (mSv)
AA, KA	経路①-AA, KA	45分 (0.75h)	表2に示す	AA:3E-11 KA:2E-09
AA, KA	経路②-AA, KA	1年	1E+6 <sup>※2</sup>	平常時と同等
AB, AC	経路①-AB, AC	AB:3時間10分 AC:2時間30分	表2に示す値	AB:5E-6 AC:2E-6
AB, AC	経路②-AB, AC	AB:3時間 AC:4時間10分	表2の値× 1E+3	AB:2E-09 AC:2E-09
AB, AC	経路③-AB, AC	1年	1E+6 <sup>※2</sup>	平常時と同等
CA	経路①-CA	3時間10分 <sup>※1</sup>	表2に示す値	2E-7
CA	経路②-CA	15時間	表2の値× 1E+3	5E-10
CA	経路③-CA	1年	1E+6 <sup>※2</sup>	平常時と同等

※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バイパスしていることを想定。



## 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 8-4 (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

## 空気漏えい時の作業環境

## 1. はじめに

重大事故時に対処に当たる要員の作業環境を評価するため、発生防止対策又は拡大防止対策成功時において、供給した空気が部屋へ漏えいした場合の事象発生建屋内の要員の外部被ばくの線量率を算出する。

## 2. 評価対象となる建屋及び作業部屋

評価対象の建屋は、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットにより継続的に空気が供給される分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とする。評価対象の部屋は、セル導出先のセルに隣接する部屋とする。

## 3. 評価方法

## 3.1 内部被ばく

内部被ばくについては、重大事故等の対処時に酸素呼吸器を装備していることから被ばく経路に考慮しない。

## 3.2 外部被ばく

外部被ばくの線量率は、サブマージョン計算式を用い評価する。供給された圧縮空気は、厳しい結果となるように全量が漏えいすることを想定する。

## (1) 流出する放射エネルギーの算出

補 8-4-1

核種グループ  $i$  の放出インベントリ  $S T_i$  は,

$$S T_i = M A R_i \times D R \times A R F / D F$$

ここで,

$S T_i$  : 核種グループ  $i$  の放出インベントリ (Bq)

$M A R_i$  : 核種グループ  $i$  の貯槽の放射性物質質量 (Bq)

$D R$  : 原因事象の影響を受ける割合 (-) (= 1)

$A R F$  : 気相への移行率 (-) ( $10 \text{ mg} / \text{m}^3$  とする)

$D F$  : 除染係数 (-) (= 1)

## (2) $A R F$ の評価方法

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  $1 \text{ m}^3$  当たり  $10 \text{ mg}$  ( $1 \times 10^{-5} \text{ kg} / \text{m}^3$ ) とし、 $A R F$  は本値に応じて機器ごとに設定する。

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

ここで,

$Q_i$  : 機器  $i$  に供給される圧縮空気流量 ( $\text{m}^3 / \text{h}$ )

$T$  : 評価時間 (h)

$V_i$  : 機器  $i$  内の溶液量 ( $\text{m}^3$ )

$\rho_i$  : 機器  $i$  内の溶液の密度 ( $\text{kg} / \text{m}^3$ )

$A R F$  の算出に用いたパラメータを表 1 に示す。

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 )
AB	抽出塔	2.3	■	824	1.5E-08
AB	第1洗浄塔	1.4	■	824	8.8E-09
AB	第2洗浄塔	0.7	■	824	4.4E-09
AB	T B P 洗浄塔	2.1	■	824	2.0E-08
AB	プルトニウム分配塔	1.1	■	760	5.2E-09
AB	ウラン洗浄塔	0.7	■	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	0.7	3	1010	2.4E-09
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	0.7	3	1100	2.2E-09
AB	第1一時貯留処理槽	2.9	■	824	1.5E-08
AB	第2一時貯留処理槽	0.7	3	760	3.1E-09
AB	第3一時貯留処理槽	0.5	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	0.7	3	1100	2.2E-09
AB	第6一時貯留処理槽	4.4	■	824	8.90E-08
AB	第7一時貯留処理槽	0.7	■	1073	2.4E-09
AB	第8一時貯留処理槽	1.3	■	824	5.4E-09
AB	第9一時貯留処理槽	0.5	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	5.7	22	1460	1.8E-09
AB	溶解液中間貯槽	0.8	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	1.1	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
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	0.7	■	1080	2.2E-09
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	0.7	■	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	0.7	■	1620	4.5E-09

補 8-4-3

■ 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 ( $/h$ )
	槽				
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	0.5	■	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

※ 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

■ については商業機密の観点から公開できません。

(3) ガンマ線の線源強度の算出

爆発によりリークする核種グループ  $i$  の放射エネルギー  $M_i$  は、以下の式より求める。

$$M_i = M A R_i \times D R \times A R F_i$$

$$S_{\gamma, i} = E \times M_i / 0.5 / V_{d i f}$$

ここで、

$M_i$  : リークする核種グループ  $i$  の放射エネルギー (Bq)

$S_{\gamma, i}$  : 核種グループ  $i$  の線源強度 ( $\gamma / \text{cm}^3 / \text{s}$ )

$E_i$  : 核種グループ  $i$  のガンマ線実効エネルギー (MeV/dis)

0.5 : エネルギー換算係数 (0.5MeV換算) (MeV/ $\gamma$ )

$V_{d i f}$  : 拡散範囲 ( $\text{cm}^3$ )

用いたガンマ線実効エネルギー<sup>(1)(2)</sup>を表2に示す。

表2 ガンマ線実効エネルギー一覧

元素(代表核種)	ガンマ線実効エネルギー (MeV/dis)
Zr/Nb(Zr-93)	$8.009 \times 10^{-5}$
Ru/Rh(Rh-106)	$2.050 \times 10^{-1}$
Cs/Ba(Cs-137)	$5.970 \times 10^{-1}$
Ce/Pr(Pr-144)	$3.200 \times 10^{-2}$
Sr/Y(Y-90)	$7.488 \times 10^{-2}$
その他 FP(Eu-154)	1.242

(4) 外部被ばくの線量率の算出

サブマージョンモデルを用いて外部被ばくの線量率を計

算する<sup>(3)</sup>。

$$D_{\gamma, i} = (K / \mu) \times [ (A / (1 + \alpha_1)) \times \{ 1 - \exp(- (1 + \alpha_1) \cdot \mu \cdot R_2) \} + ((1 - A) / (1 + \alpha_2)) \times \{ 1 - \exp(- (1 + \alpha_2) \cdot \mu \cdot R_0) \} ] \times S_{\gamma, i} \times 0.5$$

ここで、

$D_{\gamma, i}$  : 核種グループ  $i$  の外部被ばくの線量率 (m S v / h)

$K$  : 線量率換算係数 ((m S v / h) / ( $\gamma$  / c m<sup>2</sup> / s))  
(=  $8.92206 \times 10^{-6}$ )

$A, \alpha_1, \alpha_2$  : テーラ型ビルドアップ係数 (-)  
( $A = 24.0, \alpha_1 = -0.138, \alpha_2 = 0.0$ )  
(空気に対する 0.5M e V ガンマ線の値)

$\mu$  : 線吸収係数 (c m<sup>-1</sup>) (= 質量減衰係数 0.087 (c m<sup>2</sup> / g)  $\times \rho$ )

$R_0$  : 放射性物質拡散範囲の半球換算時等価半径 (c m)

$$D_{\gamma} = \Sigma (D_{\gamma, i})$$

ここで、

$D_{\gamma}$  : 全核種グループの外部被ばくの線量率 (m S v / h)

#### 4. 評価結果

ガンマ線の線源強度の評価結果を表3に示す。また、建屋毎の線量率を表4に示す。評価結果からわかるように、可搬型排風機の起動までの作業に支障はないと判断できる。



表 3 . ガンマ線の線源強度

元素グループ	分離建屋	精製建屋	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
	S $\gamma$ (Bq)	S $\gamma$ (Bq)	S $\gamma$ (Bq)
Zr/Nb	2.1E+04	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	3.5E+05	3.7E+00	4.3E-02
Cs/Ba	1.1E+09	0.0E+00	8.3E+00
Ce/Pr	2.4E+04	0.0E+00	1.7E-03
Sr/Y	7.8E+08	0.0E+00	1.0E+01
other FPs	6.9E+07	7.0E+01	1.3E+02
Pu	4.9E+08	6.8E+09	3.2E+09
Am/Cm	6.4E+07	0.0E+00	3.1E+06
U	7.7E+03	5.8E+00	3.3E+02
Np	4.4E+04	0.0E+00	5.6E+00

表 4 . 線量率の評価結果

建屋		線量率 (mSv/h)
分離建屋		0.03
精製建屋	隣接部屋 1	$5 \times 10^{-9}$
	隣接部屋 2	$2 \times 10^{-10}$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋		$9 \times 10^{-10}$

## 5 . 参考文献

- (1) K. F. Echerman and J. C. Ryman “FEDERAL GUIDANCE REPORT NO.12 EXTERNAL EXPOSURE TO RADIONUCLIDES IN AIR, WATER AND SOIL (1993).
- (2) 原子力安全委員会「被曝計算に用いる放射線エネルギー等について」(平成 13 年)
- (3) W.H. Guilinger, N. D. Cook and P. A. Gills, “SPAN-3” ; A Shield Design Program for the PHILCO-2000 Computer” , WAPD-TM-235 (1962)

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

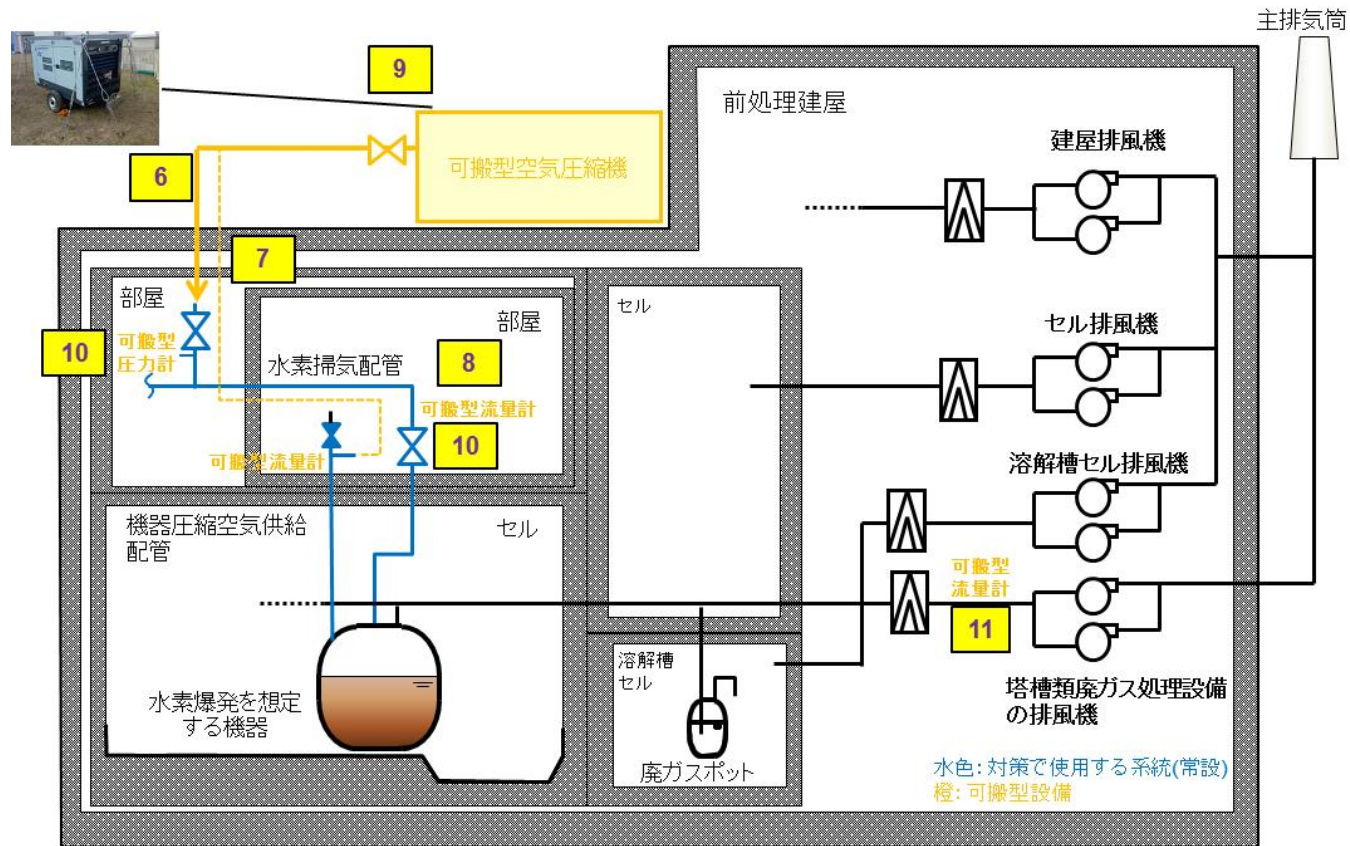
安全圧縮空気系の機器が損傷し、水素掃気機能が喪失した場合には、水素爆発の発生を未然に防止するため、代替安全圧縮空気系の水素掃気配管及び機器圧縮空気供給配管に圧縮空気を供給し、水素爆発をを想定する機器の放射線分解により発生する水素を可燃限界濃度まで希釈する。

水素掃気機能が喪失した状態が継続した場合の機器内の水素濃度が 8 v o 1 % に達するまでの時間は、前処理建屋の最短の機器において約 73 時間、分離建屋の最短の機器において約 2.9 時間、精製建屋の最短の機器において約 1.4 時間、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の最短の機器において約 7.1 時間及び高レベル廃液ガラス固化建屋の最短の機器において約 84 時間である。

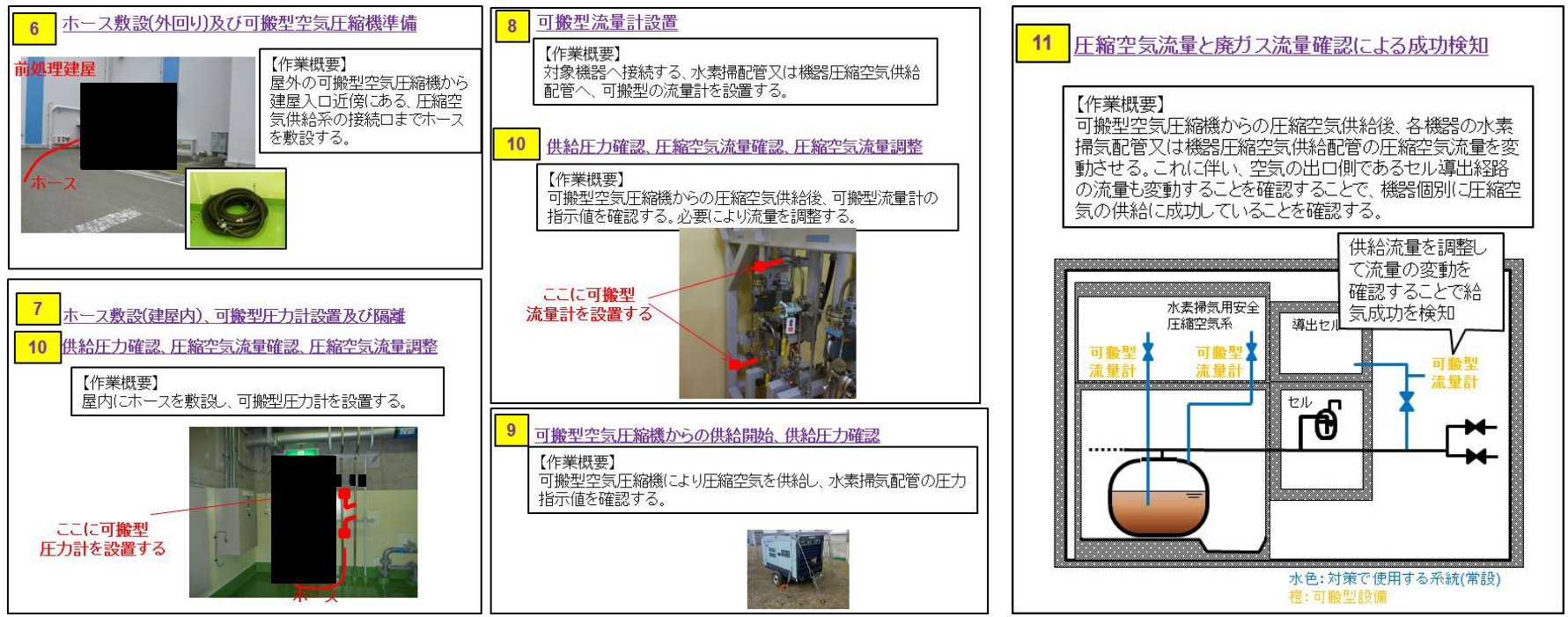
分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋には圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットから自動で水素掃気配管へ圧縮空気が供給される。圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットが機能しない場合においては、重要度高かつ爆発までの制限時間が 24 時間未満の貯槽に対して予備圧縮空気ユニットからも自動で水素掃気配管へ圧縮空気が供給される。

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】



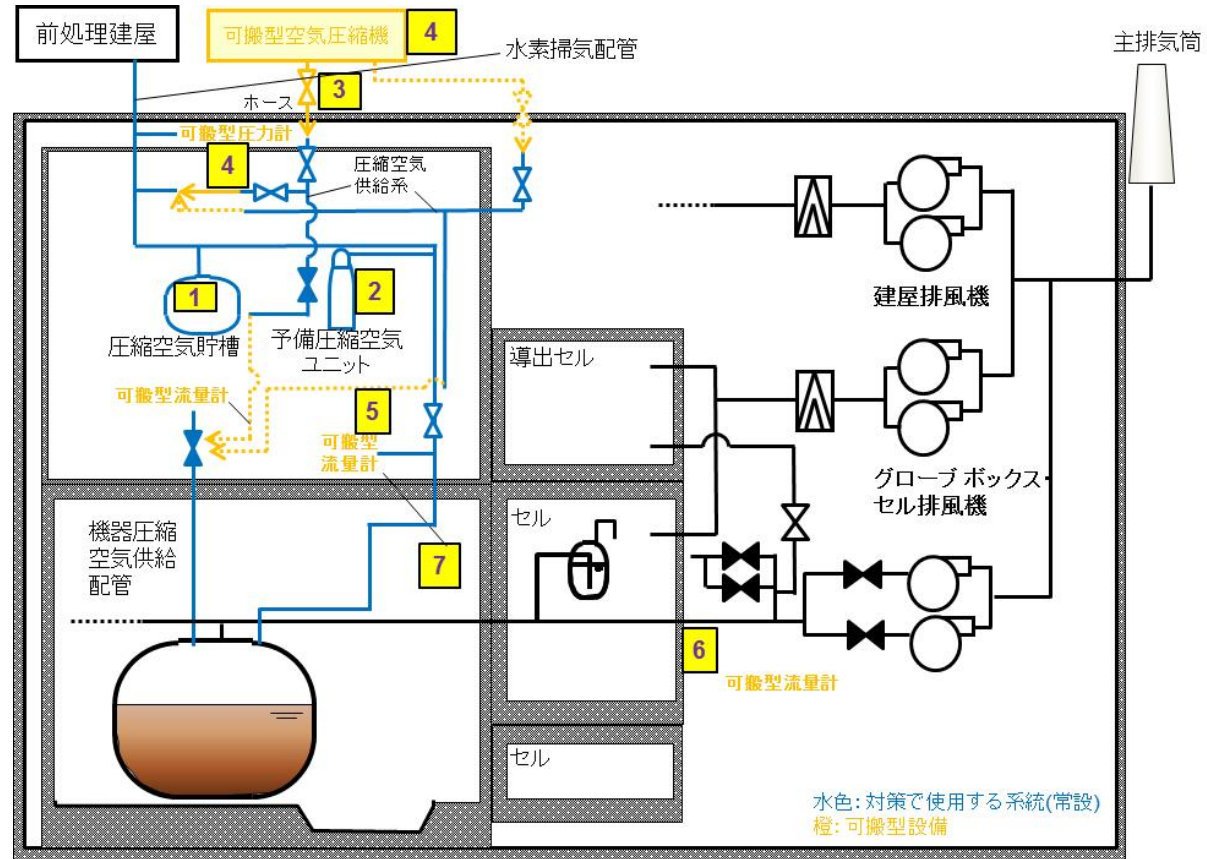
第 1. - 1 図 前処理建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図



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



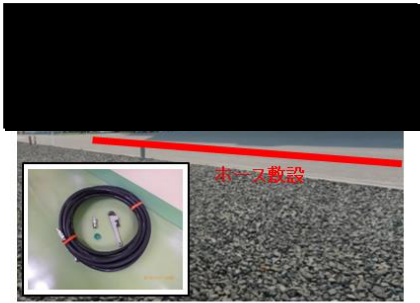
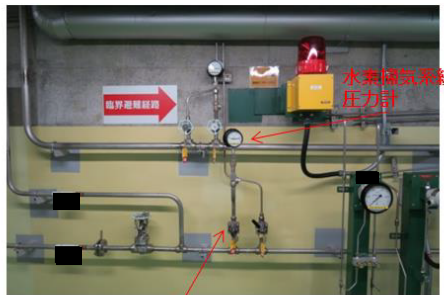
■ については商業機密および核不拡散の観点から公開できません。

【分離建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. - 3 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



<p><b>1</b> 圧縮空気貯槽の指示値確認</p>  <p>空気貯槽設置予定部屋</p> <p>【作業概要】 水素掃気用安全圧縮空気系の圧縮空気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。</p>	<p><b>3</b> ホース敷設(外回り)及び接続</p> <p>【作業概要】 屋外の可搬型空気圧縮機から建屋入口近側にある、圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設する。</p>	<p><b>4</b> 可搬型空気圧縮機からの供給開始、供給圧力確認</p> <p>【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。</p>
<p><b>2</b> 予備圧縮空気ユニットの指示値確認</p>  <p>【作業概要】 予備圧縮空気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。</p>	 <p>ホース敷設</p> <p>ホース</p>	 <p>ここに可搬型圧力計を設置する</p> <p>水素掃気系統圧力計</p> <p>境界線</p>

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 (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。

**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

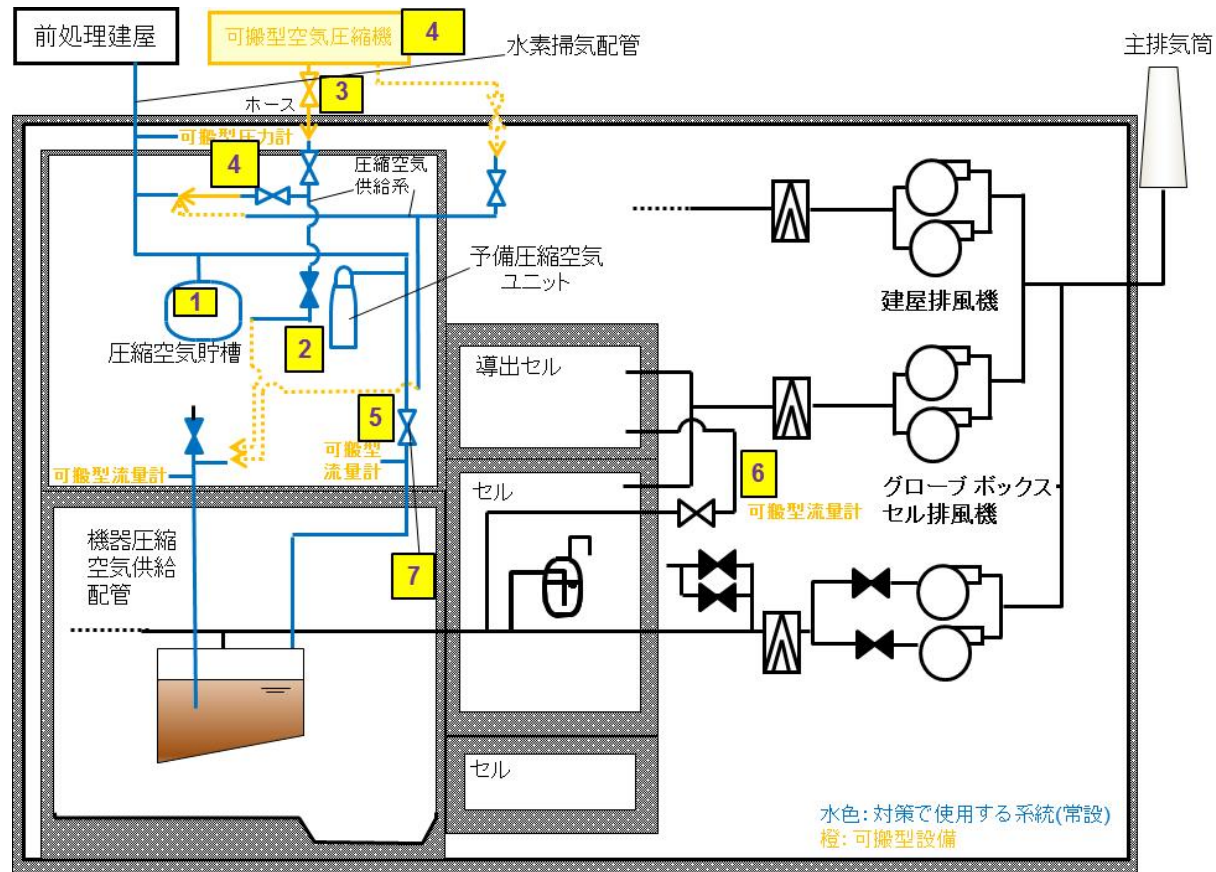
**7 圧縮空気流量確認、圧縮空気流量調整**

【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. - 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 2)



【精製建屋の水素爆発の発生防止対策の概要】



第 1. - 6 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

<p><b>1</b> 圧縮空気貯槽の指示値確認</p>  <p>空気貯槽設置予定部屋</p> <p>【作業概要】 水素掃気用圧縮空気系の圧縮空気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。</p>	<p><b>3</b> 可搬型空気圧縮機の起動、ホース敷設(外回り)及び接続</p> <p>【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。</p>  <p>ホース敷設</p> <p>ホース</p>
<p><b>2</b> 予備圧縮空気ユニットの指示値確認</p>  <p>【作業概要】 予備圧縮空気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。</p>	<p><b>4</b> 建屋入口弁隔離、圧力計設置</p> <p>【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、水素掃気配管へ圧力計を設置する。</p> <p>圧縮空気供給開始、供給圧力確認</p> <p>【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。</p>  <p>水素掃気システム圧力計</p> <p>建屋入口弁</p> <p>ここに可搬型圧力計を設置する</p>

第 1. - 7 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)

■ 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。

**5 可搬型流量計設置**

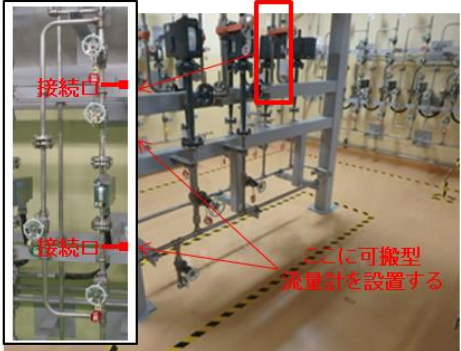
【作業概要】  
対象機器へ接続する水素掃気配管又は機器圧縮空気供給配管へ、可搬型の流量計を設置する。

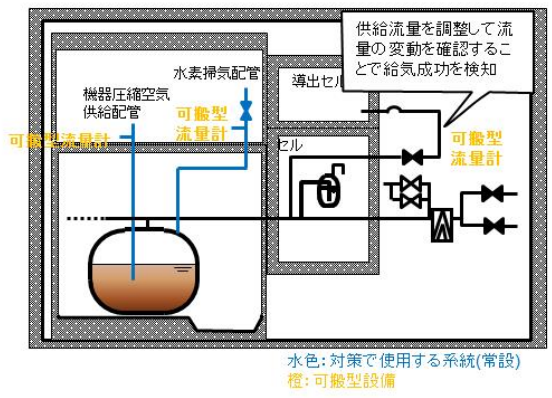
**6 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知**

【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。

**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。

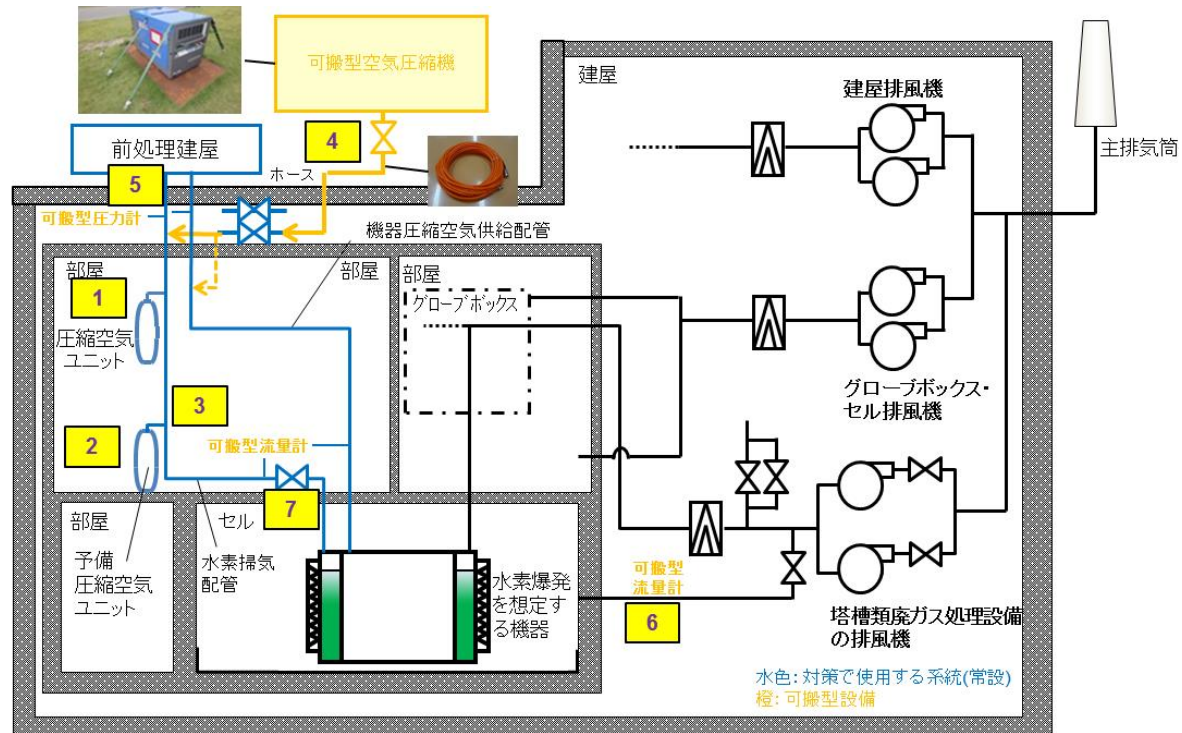




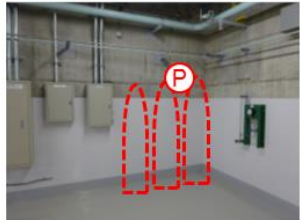
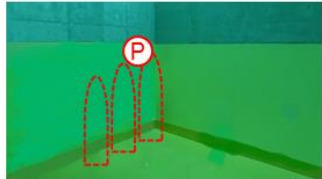

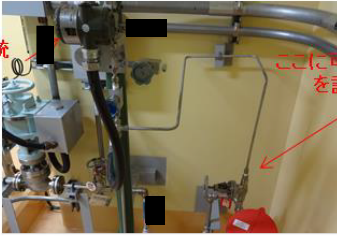
水色: 対策で使用する系統(常設)  
橙: 可搬型設備

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 (その 2)

【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】



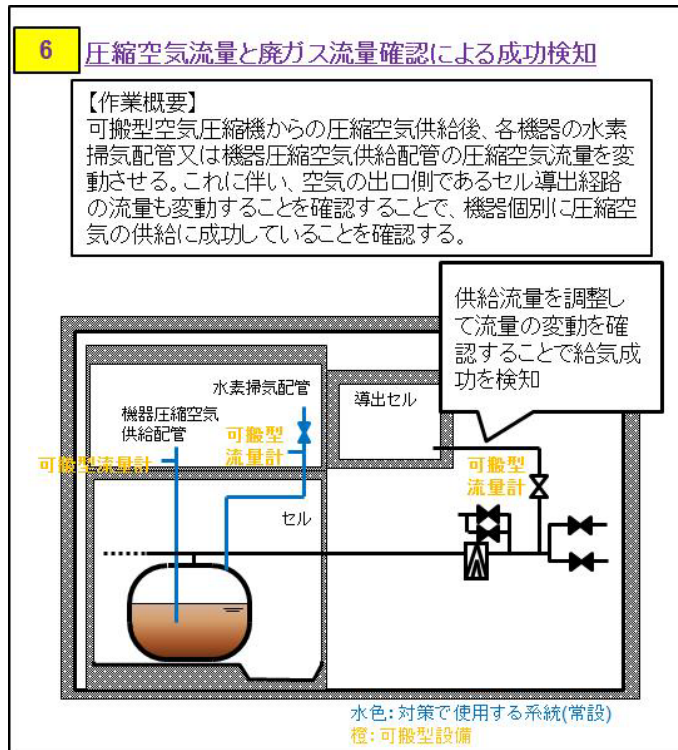
第 1. - 9 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要図

<p><b>1</b> 圧縮空気ユニットの指示値確認</p>  <p>圧縮空気ユニット予定部屋</p> <p>【作業概要】 圧縮空気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。</p>	<p><b>3</b> 可搬型流量計設置</p> <p>【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。</p>
<p><b>2</b> 予備圧縮空気ユニットの指示値確認</p>  <p>【作業概要】 予備圧縮空気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。</p>	<p><b>4</b> ホース敷設準備(外回り、接続及び圧力計設置)</p> <p><b>5</b> 可搬型空気圧縮機からの供給開始、供給圧力確認</p>  <p>【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。</p> <p>【作業概要】 可搬型空気圧縮機により圧縮空気を供給し、建屋内の水素掃気用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。</p> 

第 1. -10 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 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。

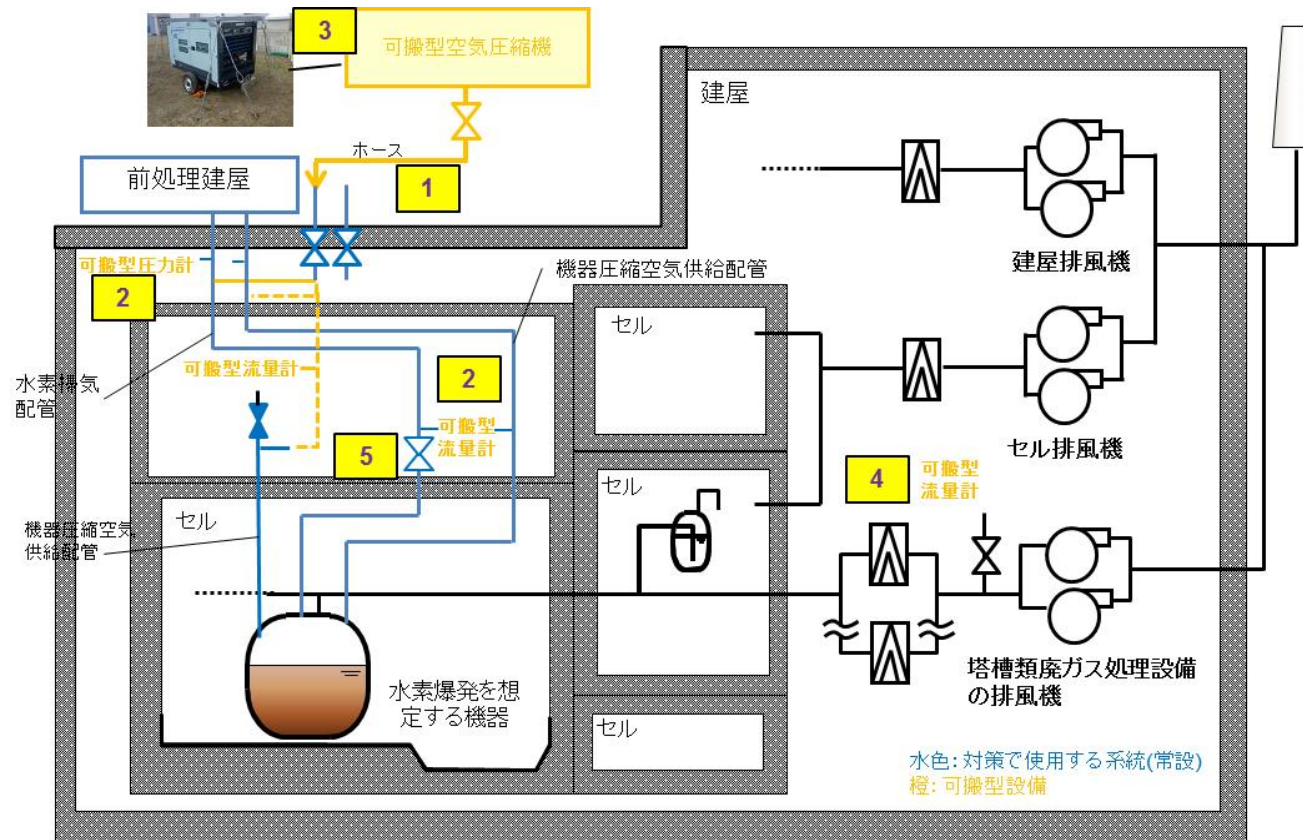




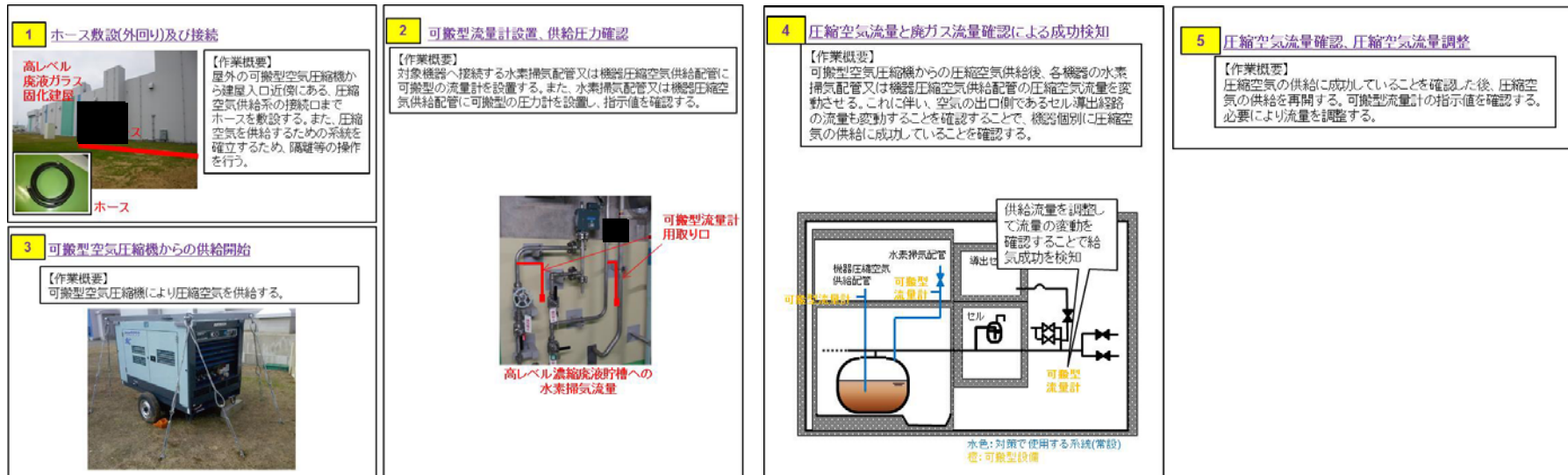
第 1. -11 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を未然に防止するための空気の供給概要 (その 2)

■ については商業機密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発生防止対策の概要】



第 1. - 12 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



第 1. -13 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

■ 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。



## 1.2 水素爆発の発生防止対策の信頼性

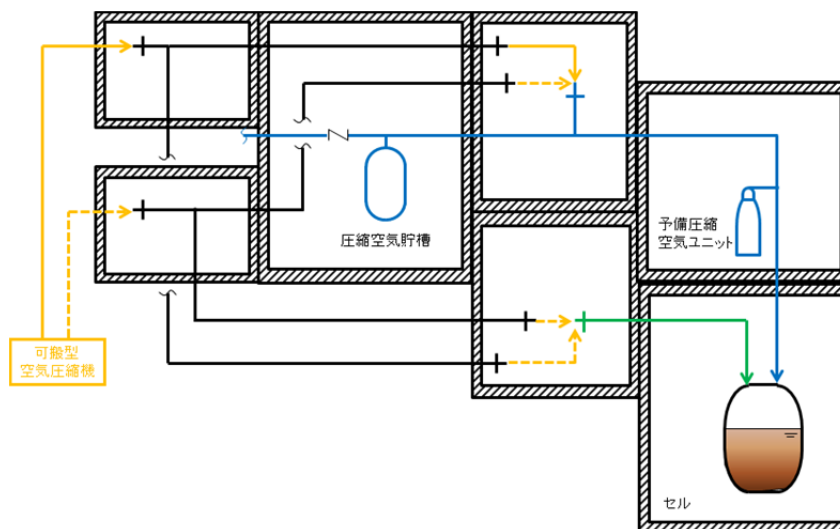
### 1.2.1 水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備の設計

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. -14 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貯槽又は圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気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、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットと異なる系統に、速やかに接続できる手動圧縮空気ユニットを設置することで、最も短い場合においても24時間の時間余裕を確保する。

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機器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、機器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機器への空気の供給手順書を整備することにより、機器への空気の供給を確実なものとする。

また、機器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、機器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機器内の水素濃度が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

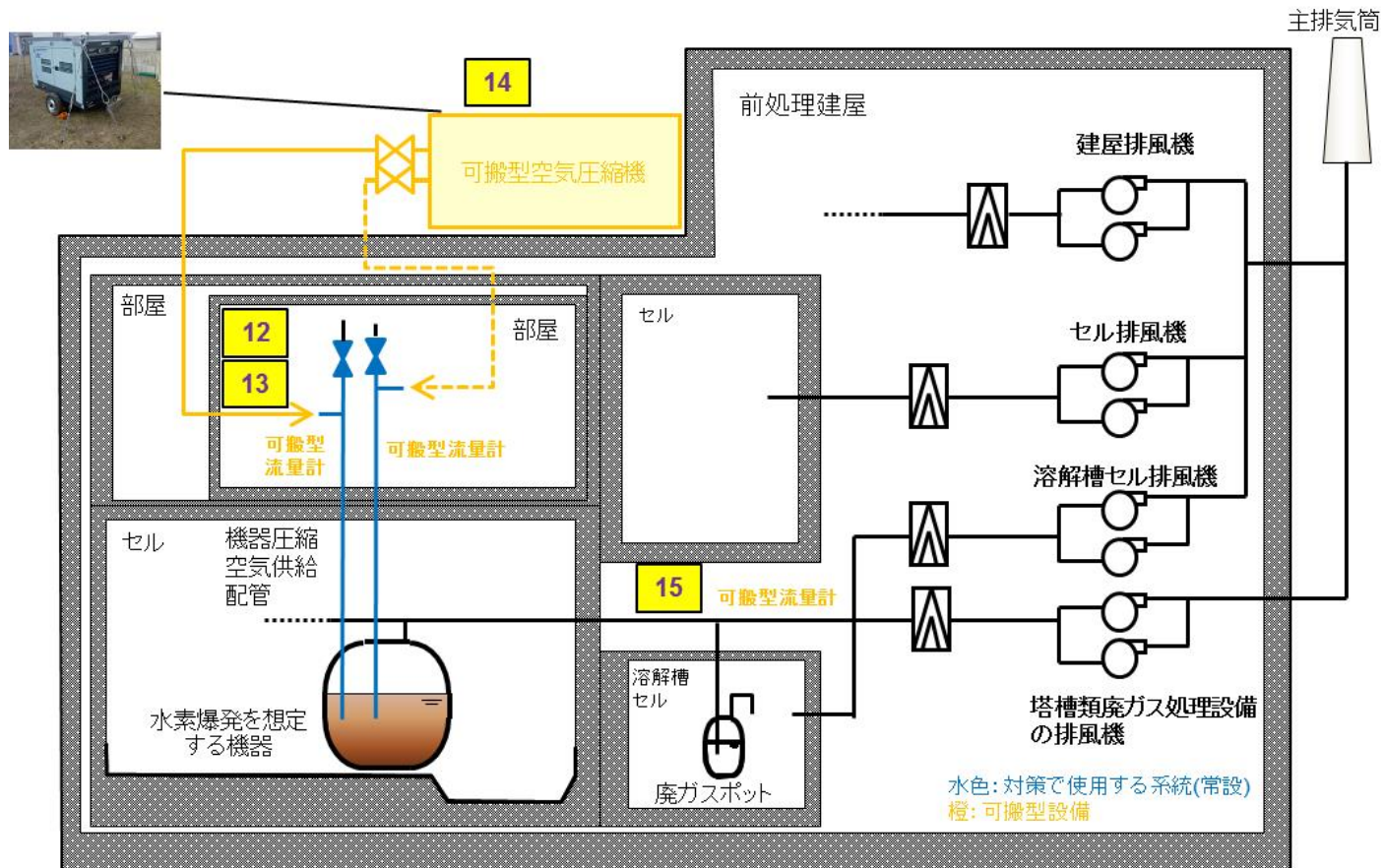
ニットの経路を速やかに構築する。

水素爆発が発生していない状態で機器の気相部へ移行し、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。

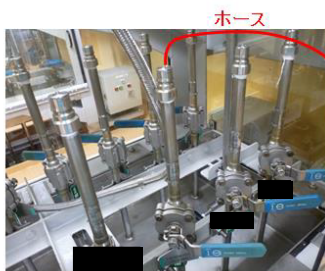
【前処理建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



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

12 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。



13 可搬型流量計設置

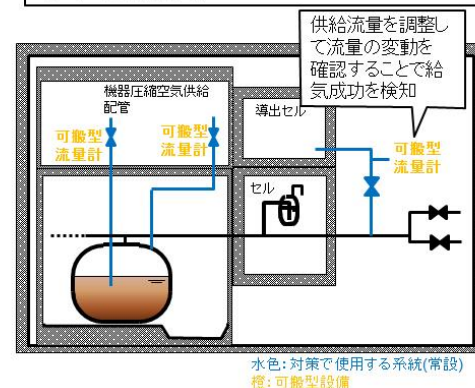
14 供給開始・流量確認

【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。



15 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。

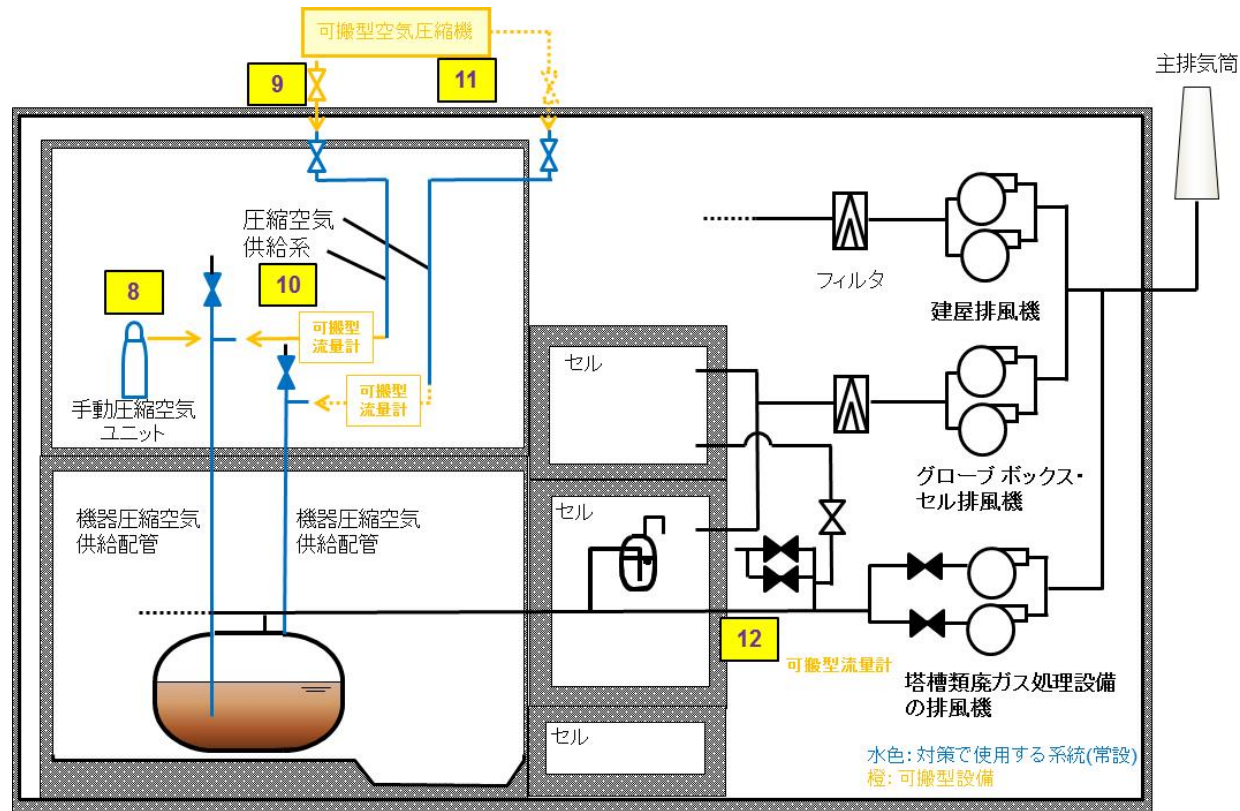


■ については商業機密の観点から公開できません。

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



【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】

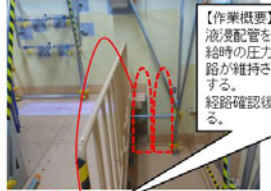
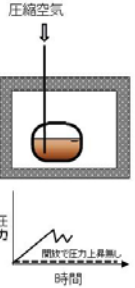


第 2. - 3 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図



**8 手動圧縮空気ユニットからの手動供給及び経路確認**

【作業概要】  
液漏配管を選択し、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。

圧縮空気

機器の液位が低く、配管が液漏しのような状態では、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。

圧力

時間

閉鎖で圧力上昇

**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。



ホース敷設

**10 可搬型流量計設置**

**11 供給開始・流量確認**

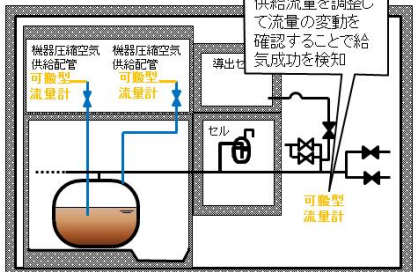
【作業概要】  
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を接続し、指示値を確認する。




ホース接続

**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。



供給流量を調整して流量の変動を確認することで給気成功を検知

機器圧縮空気供給配管 可搬型流量計

機器圧縮空気供給配管 可搬型流量計

セル

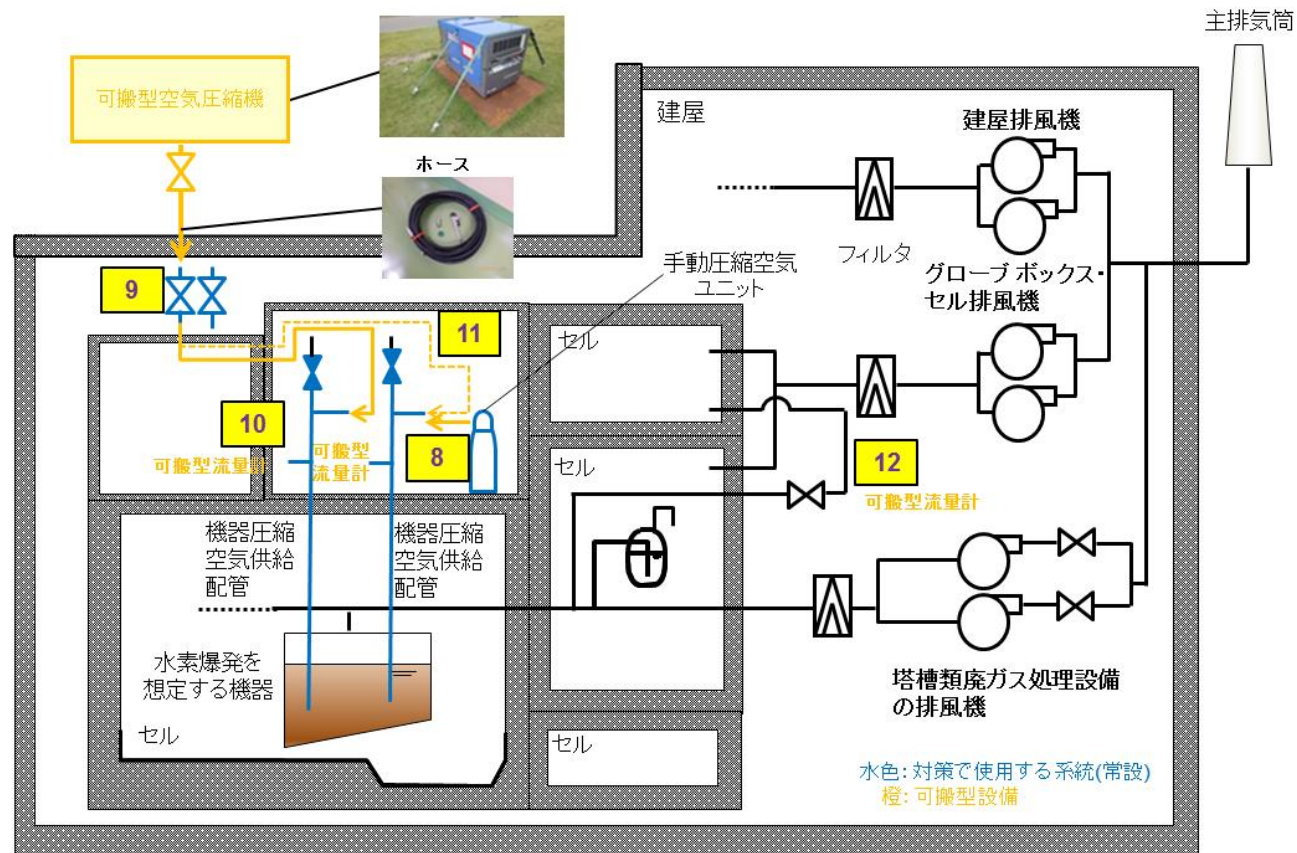
可搬型流量計

水色: 対策で使用する系統(常設)  
橙: 可搬型設備

■ については核不拡散の観点から公開できません。

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


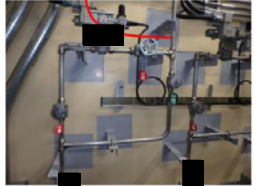
【精製建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第 2. - 5 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

**8 手動圧縮空気ユニットからの手動供給及び経路確認**

【作業概要】  
液差配管を選択し、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。

圧縮空気  
↓  
水頭圧連成で変動  
圧力  
時間

機器の液位が低く、配管が液量の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。

**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配管の接続口までホースを敷設し接続する。



ホース敷設

**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。

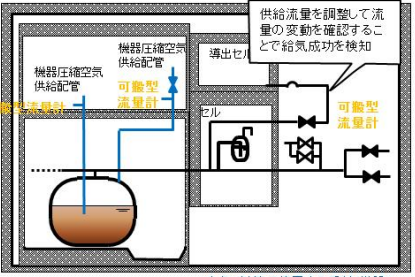


ホース接続



**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。



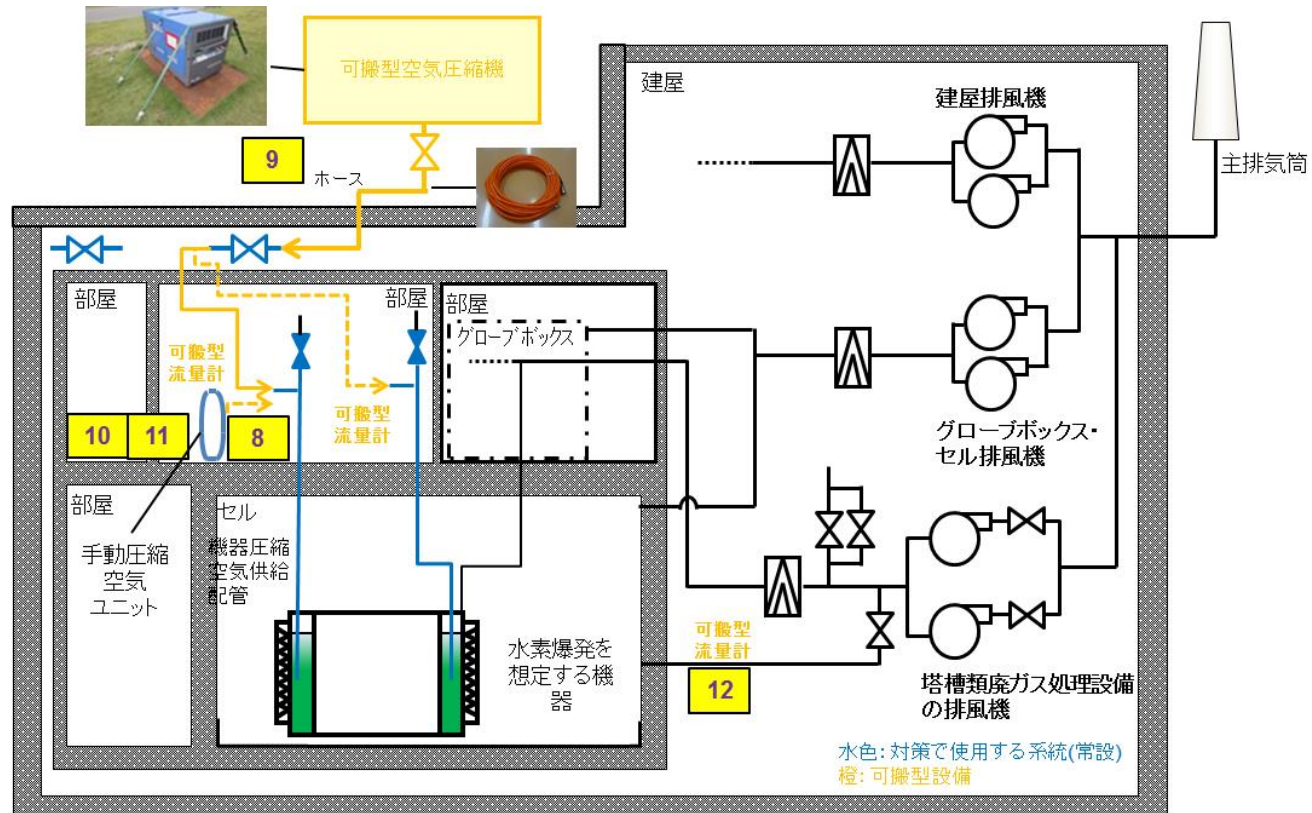
機器圧縮空気供給配管  
可搬型流量計  
機器圧縮空気供給配管  
可搬型流量計  
セル  
可搬型流量計  
供給流量を調整して流量の変動を確認することで給気成功を検知  
導出セル

水色: 対策で使用する系統(常設)  
黄: 可搬型設備

第 2. - 6 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

■ 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。

【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. - 7 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

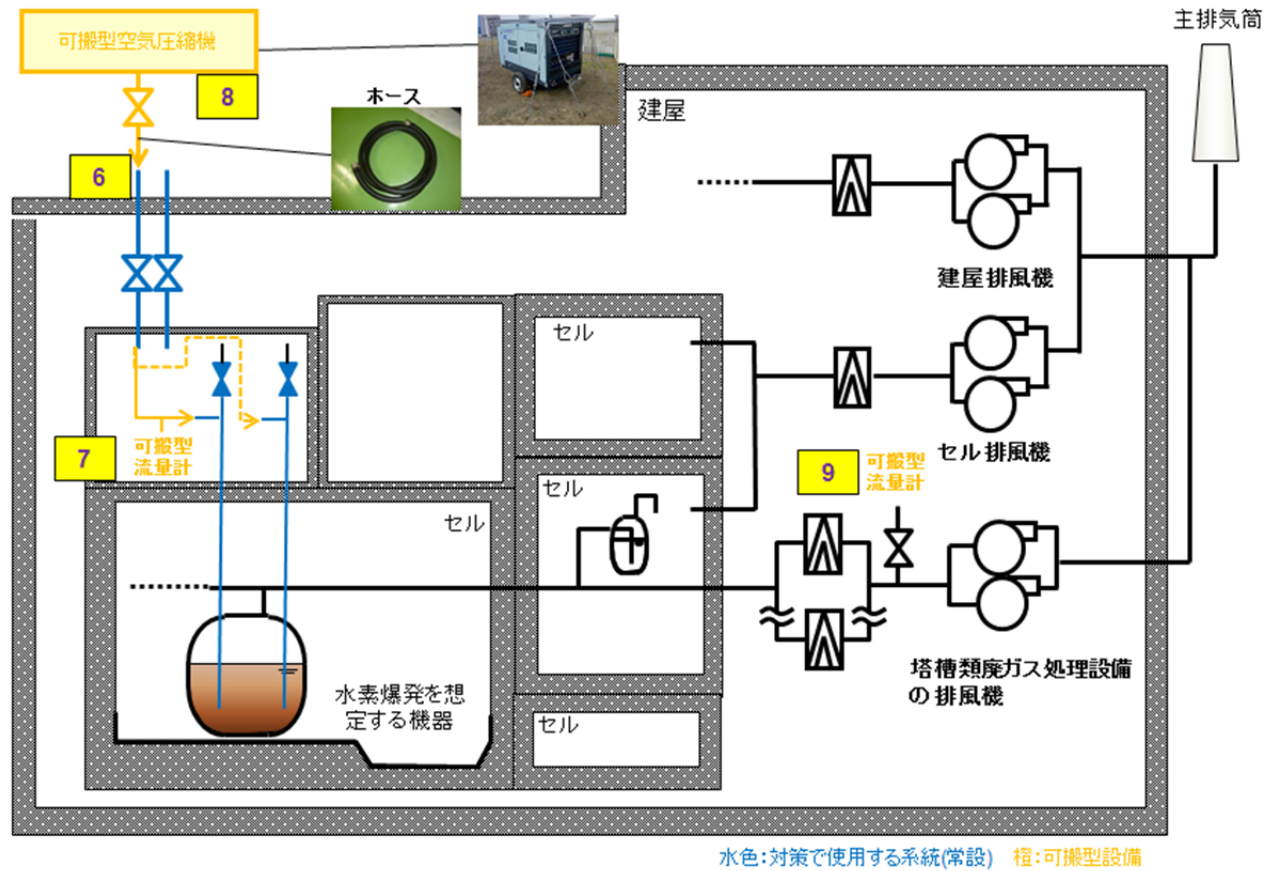




■については商業機密および核不拡散の観点から公開できません。

第2. - 8 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


【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. - 9 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

**6** 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。



高レベル  
廃液ガラス  
固化建屋



ホース

**7** 可搬型流量計設置

**8** 供給開始・流量確認

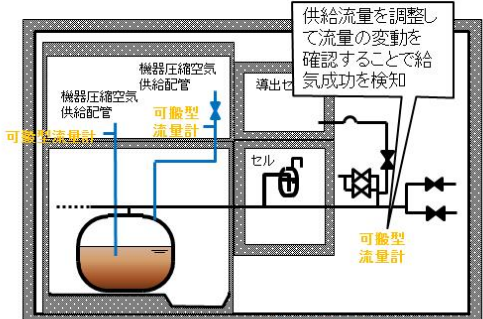
【作業概要】  
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。




ホース接続

**9** 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。



供給流量を調整して流量の変動を確認することで給気成功を検知

可搬型流量計

機器圧縮空気供給配管

可搬型流量計

セル

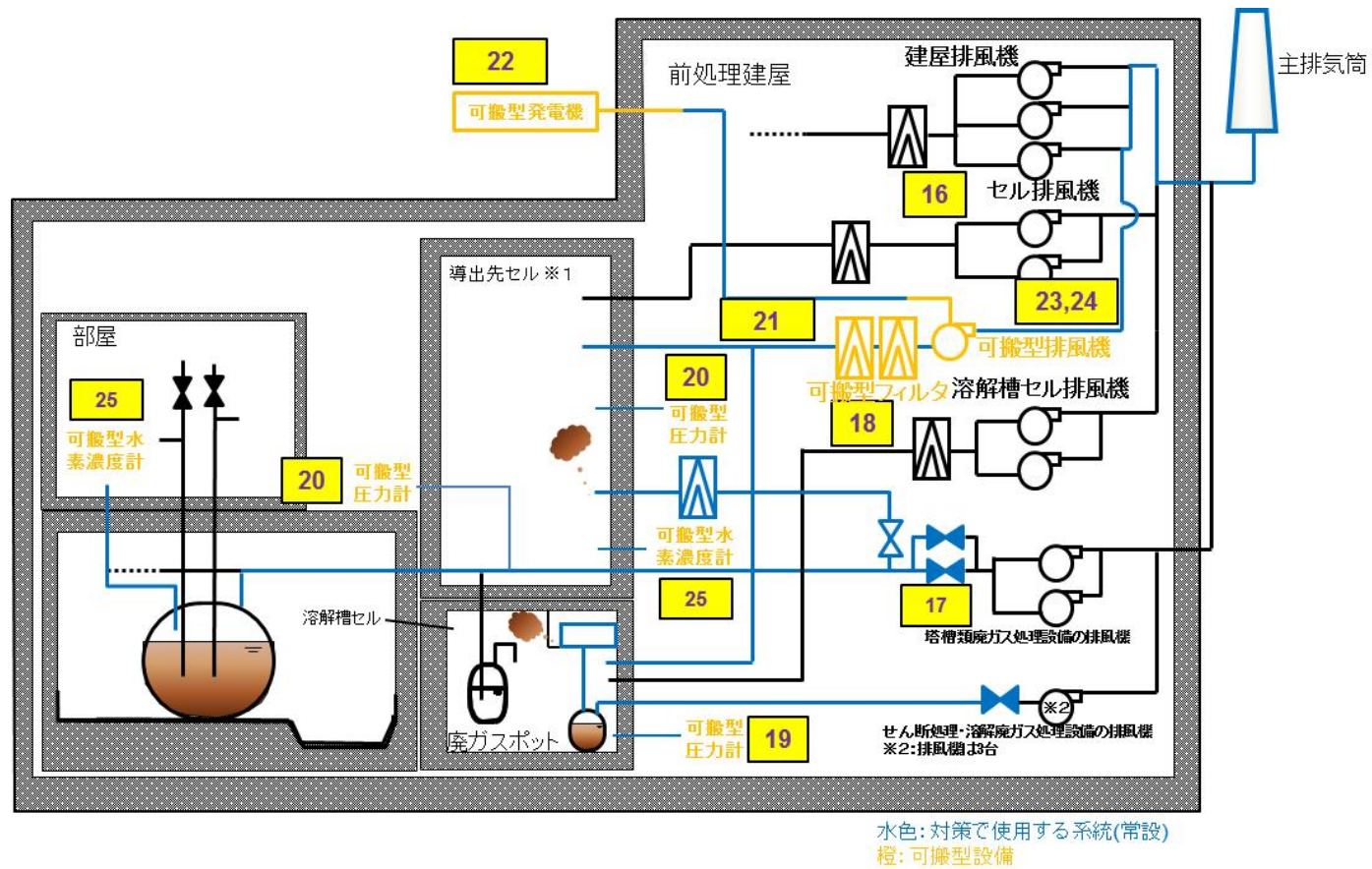
可搬型流量計

水色: 対策で使用する系統(常設)  
黄: 可搬型設備

■については核不拡散の観点から公開できません。

第 2. - 10 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

【前処理建屋の水素爆発の拡大防止対策（放出低減対策）の概要】




第 2. - 11 図 前処理建屋の放出低減対策概要図



**16** 建屋排風機及びセル排風機入口ダンパ閉止


**18** 溶解槽セル排気フィルタ入口ダンパ閉止



【作業概要】  
水素爆発時の霧団気をセルへ閉じ込めるために、ダンパを閉止する。

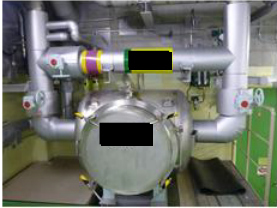
**19** 溶解槽セル 可搬型圧力計設置

**20** 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霧団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。  
水素爆発時の霧団気をセルへ閉じ込めるために、ダンパを閉止する。

**17** 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へ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霧団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霧団気をセルへ導出する。

**21** 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

可搬型ダクト

可搬型排風機

【作業概要】  
セルへ導出した塔槽類廃ガス処理設備の霧団気を排気するため、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。

第 2. - 12 図 前処理建屋の放出低減対策概要（その 1）

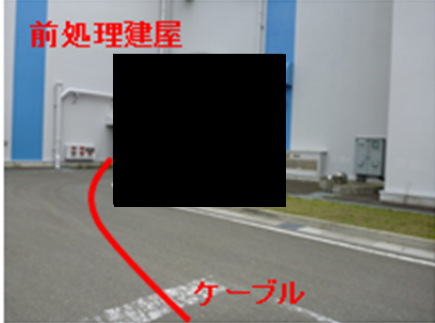
■ については商業機密の観点から公開できません。

22 可搬型発電機起動

23 可搬型排風機起動準備

24 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。



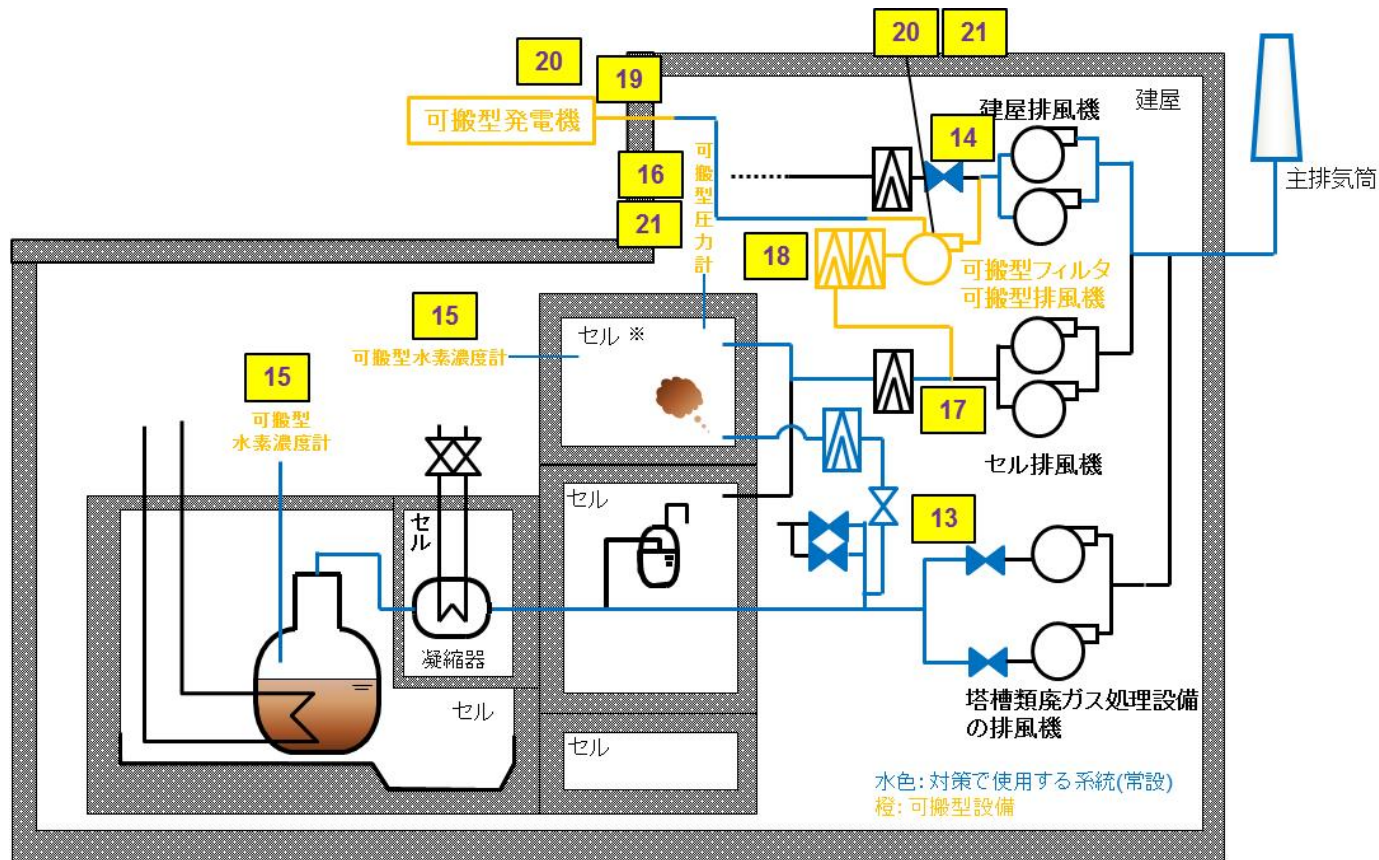
25 水素濃度計設置

【作業概要】  
機器及びセルの水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。(沸騰前に測定)

■■■■ については核不拡散の観点から公開できません。


第 2. - 13 図 前処理建屋の放出低減対策概要 (その 2)

【分離建屋の水素爆発の拡大防止対策（放出低減対策）の概要】



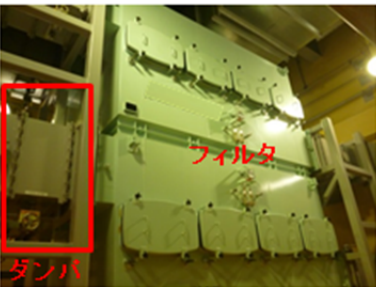
第 2. - 14 図 分離建屋の放出低減対策概要図

**13 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。

**14 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。

**15 水素濃度計設置**

**【作業概要】**  
 機器及びセルの水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。

**16 セル内圧力計取り付け、確認**      **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】**  
 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、セル内圧力計を設置する。  
 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。

可搬型排風機      可搬型ダクト      可搬型フィルタ      接続口


■ については商業機密の観点から公開できません。

第 2. - 15 図 分離建屋の放出低減対策概要 (その 1)

19	ケーブル敷設
20	可搬型発電機起動準備、可搬型排風機運転準備
21	セル内圧力計確認/可搬型排風機運転

**【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。



ケーブル

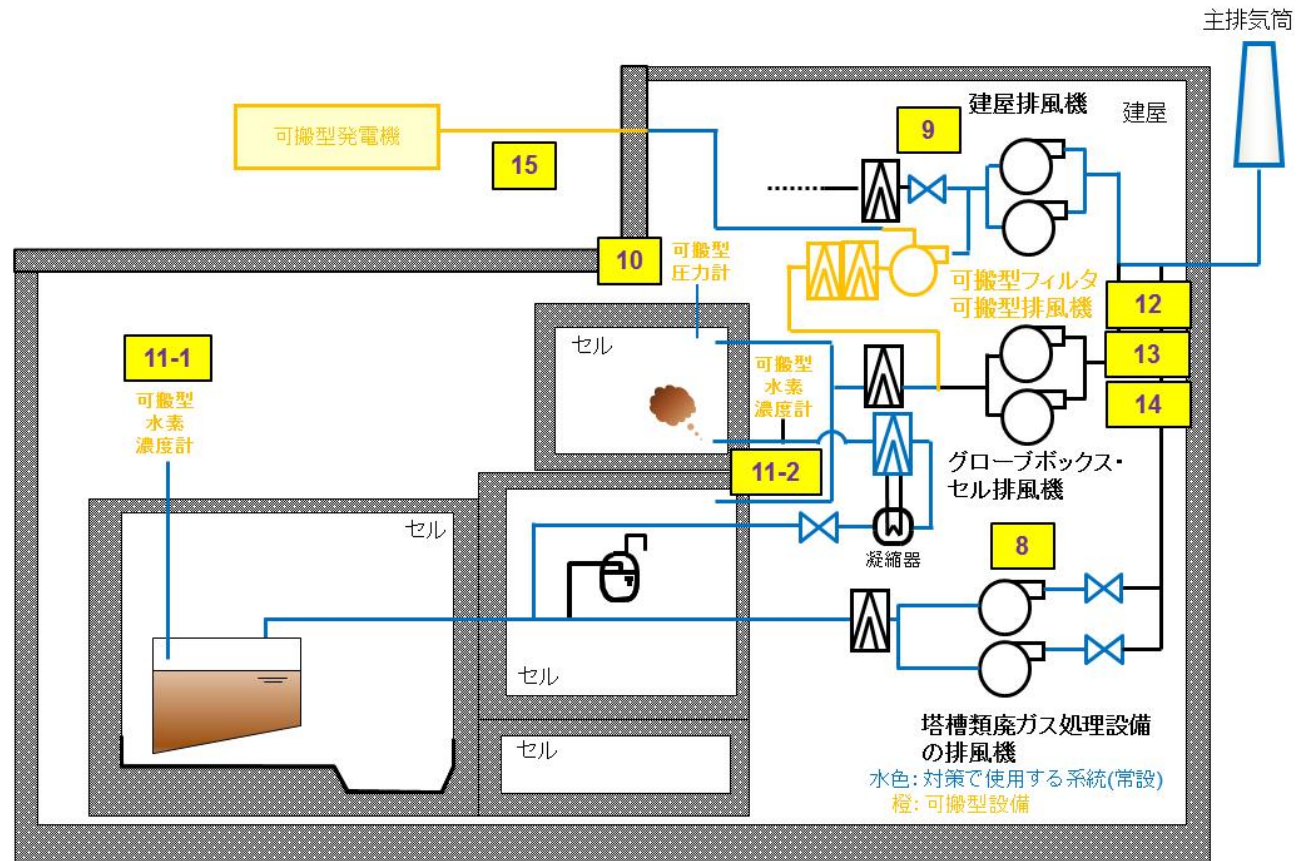
可搬型発電機

■ については核不拡散の観点から公開できません。

第 2. -16 図 分離建屋の放出低減対策概要（その 2）

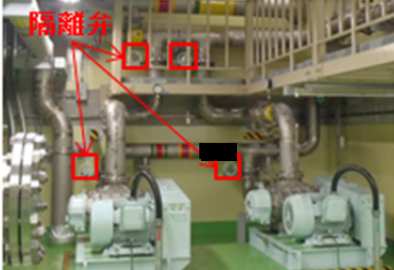


【精製建屋の水素爆発の拡大防止対策（放出低減対策）の概要】



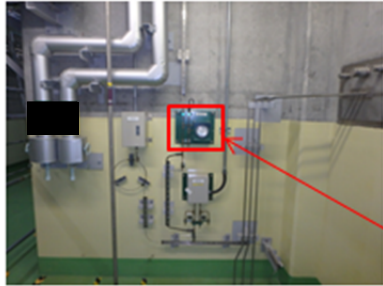
第 2. - 17 図 精製建屋の放出低減対策概要図

**8 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。

**10 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。

**9 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、建屋換気システム及びセル換気システムのダンパを閉止する。

**11 水素濃度計設置**

**【作業概要】**  
 機器及びセルの水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。

**12 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。

第 2. -18 図 精製建屋の放出低減対策概要 (その 1)

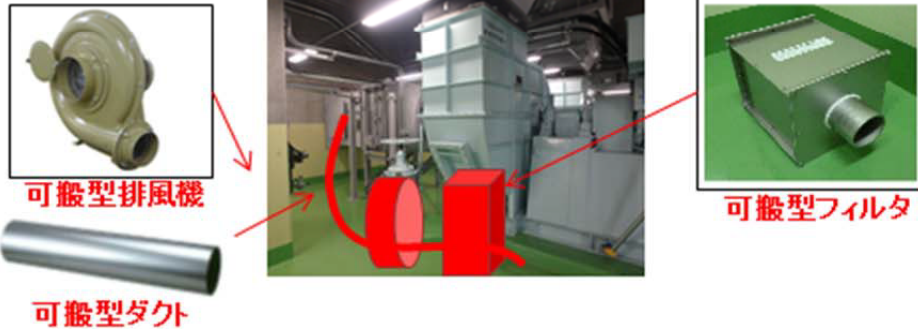
■ については商業機密の観点から公開できません。

**13** 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。

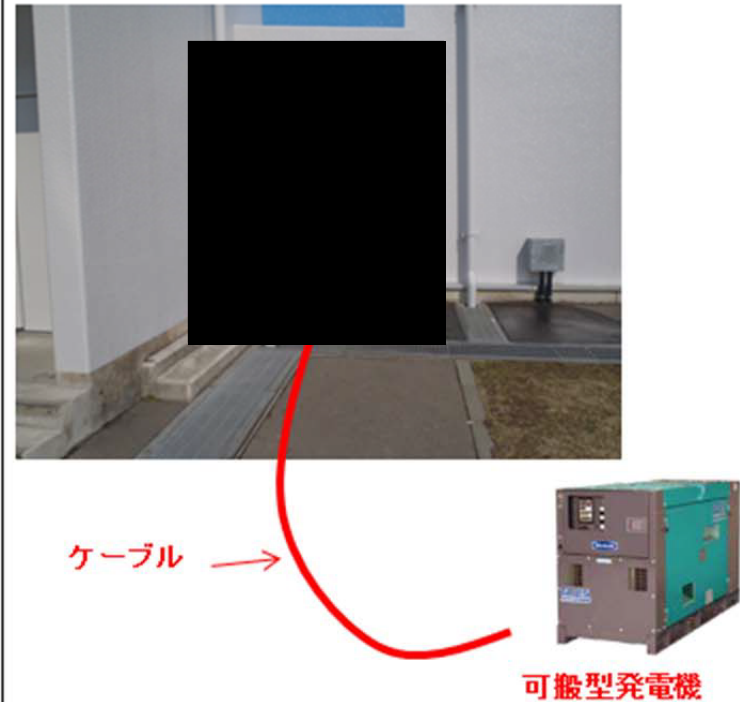
**14** セル内圧力確認/可搬型排風機起動

【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。



**15** 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)、可搬型発電機を起動する。



第 2. -19 図 精製建屋の放出低減対策概要 (その 2)

■ については核不拡散の観点から公開できません。






<p><b>8 隔離弁の操作</b></p> 	<p><b>【作業概要】</b> 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。</p>	<p><b>10 セル内圧力計設置</b></p>	<p><b>12 可搬型ダクト設置</b></p>	
<p><b>9 ダンパ閉止</b></p> 	<p><b>【作業概要】</b> 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。</p>	<p><b>13 可搬型排風機、可搬型フィルタ設置</b></p>	<p><b>【作業概要】</b> 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。セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気気を排気するため、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。</p>     <p><b>可搬型排風機</b>   <b>可搬型フィルタ</b>   <b>可搬型ダクト</b></p>	
		<p><b>11-1</b></p>	<p><b>11-2</b></p>	<p><b>水素濃度計設置</b></p>

第 2. -21 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の放出低減対策概要（その 2）

14	ケーブル敷設
15	可搬型発電機起動
16-1	可搬型排風機起動準備
16-2	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。


■ については核不拡散の観点から公開できません。

第 2. -22 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の放出低減対策概要（その 3）






**10 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ガスをセルへ導出する。

**11 排気経路構築 (ダンパ閉止等)**



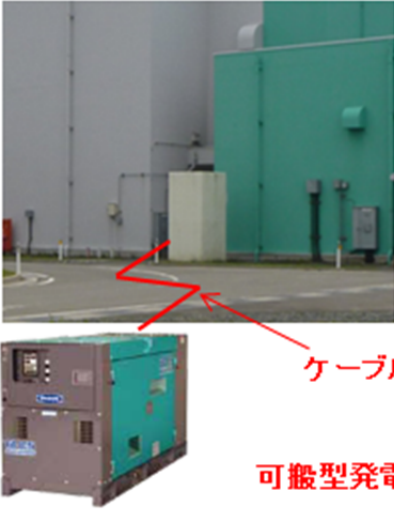
**【作業概要】**  
 廃ガス中に含まれる放射性物質を極力低減させて大気中へ放出するため、ダンパ閉止等により排気経路構築を行う。

**12 水素濃度計設置**

**【作業概要】**  
 機器及びセルの水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。

**13 セル内及び廃ガス洗浄塔入口圧力計設置**

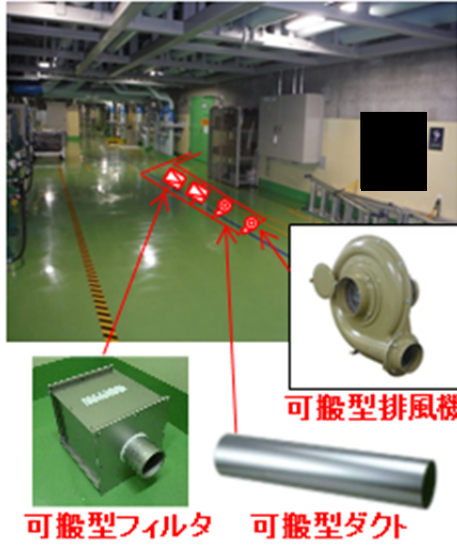
**14 ケーブル敷設、可搬型発電機起動**



**【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。また、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。

第 2. -24 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の放出低減対策概要 (その 1)

15	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
16	セル内圧力計確認/可搬型排風機起動



可搬型排風機

可搬型フィルタ

可搬型ダクト

【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。

■については商業機密の観点から公開できません。

第 2. -25 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の放出低減対策概要（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。

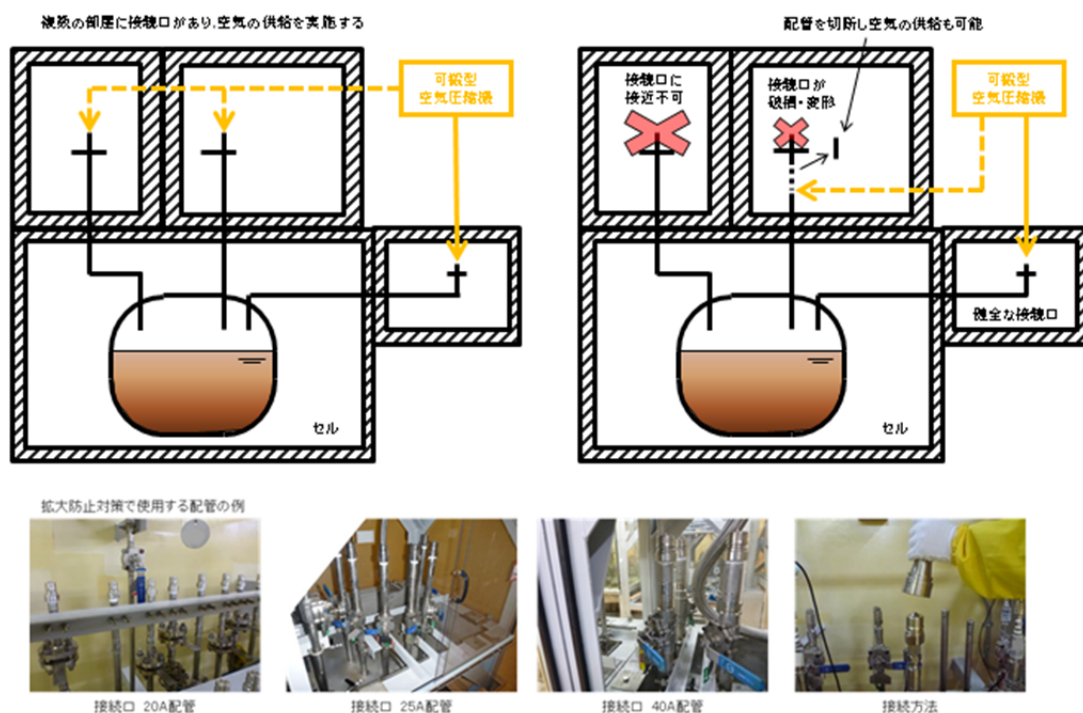
- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備 ⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり1口、合計2口の接続口を整備 ⇒ 空気の供給のための多様な空間を確保
- ✓ 整備した水素爆発の再発を防止するための空気の供給の系統が使用できない場合に備え、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対してパイプカッターを用いて接続口を作成する手順を整備する。 ⇒ 空気の供給のための多様な空間、手段を確保

#### ○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。

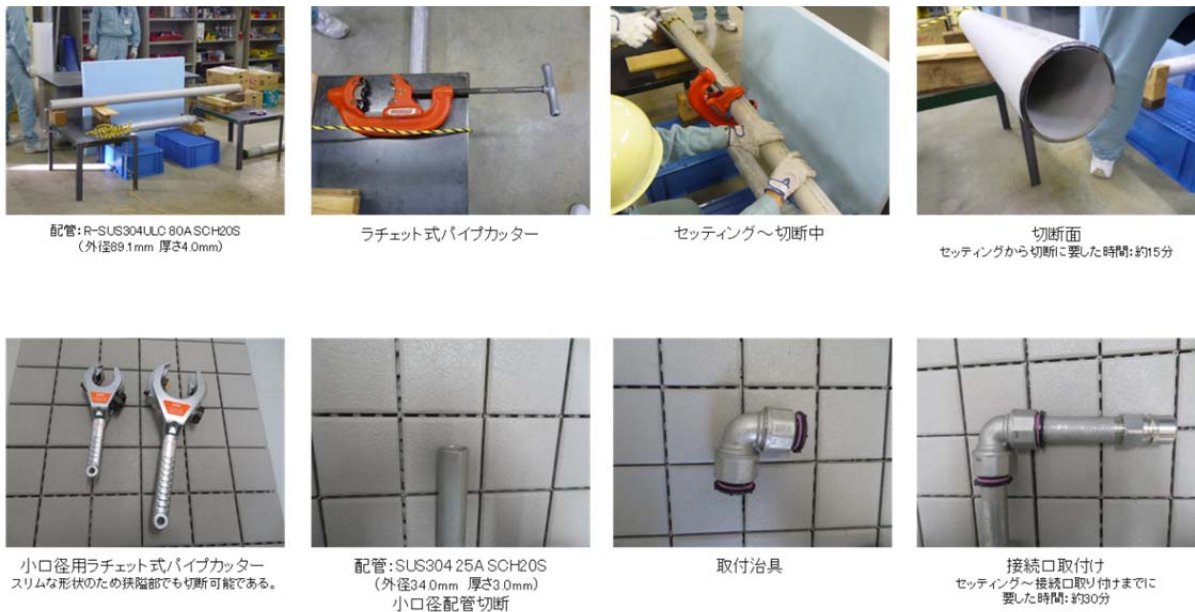


第 2. -36 図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の接続口概要図

### ○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. - 37 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 放出低減対策に使用する設備の設計

放出低減対策に使用する系統は、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. 放出低減対策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機器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

- ✓ 放出低減対策は、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

- ✓ 放出低減対策は、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機器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 300mmAq 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機器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 440m<sup>3</sup>/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。1台で前処理建屋、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圧縮空気の一括供給をする場合もある。小型は1台当たり約 220m<sup>3</sup>/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 440m<sup>3</sup>/h、小型：約 220m<sup>3</sup>/h）以下であるため、問題ない。また、故障等に備え保管庫、簡易倉庫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 <sup>3</sup> /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		—
一括供給	95				

#### 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、放出低減対策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 8-6 (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

## 水素爆発時の塔槽類廃ガス処理設備のフィルタの健全性について

### 1. 目的

機器内において放射線分解により発生した水素が爆発した場合、機器から塔槽類廃ガス処理設備へ水素の燃焼が伝播し、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタへ圧力波、高温ガスが到達する可能性がある。水素爆発を想定する機器内で水素爆発が発生した場合における塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタに与える影響を定性的に検討する。

### 2. 塔槽類廃ガス処理設備内の水素爆発の様態

#### 2.1 水素爆発時の燃焼伝播モードについて

一般的に、可燃性ガスの燃焼の伝播には、爆燃及び爆轟の2つのモードがある。概略ではあるが、爆燃とは音速で伝播する火炎伝播現象であり、爆轟とは超音速で伝播する火炎伝播現象である<sup>(1)</sup>。爆轟は強いエネルギーで直接起爆し発生する場合と、爆燃から配管のような狭い空間において圧力波の反射による燃焼波の乱れ等により波面が加速し、爆轟に遷移する（以下、「DDT」という。）ことがある。再処理工場においては、着火源が排除されていることから、何らかの原因で水素が着火するとしても、着火エネルギーが大きくなるとは考えがたい。このため、火炎の伝播は爆燃から始まると考えられる。この場合は、爆発前後の圧力比は空気の場合で約7程度

である。<sup>(1)</sup>一方、水素と空気の理論混合比における爆轟の圧力は、1.58MPa程度に達する<sup>(1)</sup>。

## 2.2 再処理工場の特徴を考慮した爆発現象

水素爆発を想定する機器と、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの間には、塔槽類廃ガス処理設備の配管、洗浄塔、凝縮器等の機器が存在する。

配管のような閉空間では、2.1で述べたように燃焼に伴う圧力波が散逸せず、反射することにより部分的に高圧になり、火炎の速度を加速させ爆轟に転移する可能性がある。一方、洗浄塔のように機器内部に水を含む場合は圧力波及び火炎を減衰させる。このため、塔槽類廃ガス処理設備内での圧力伝播挙動は、機器内の水素の濃度、塔槽類廃ガス処理設備内の水素濃度分布、着火位置など様々な要因により変化すると考えられる。

高性能粒子フィルタの健全性について、定量的な結果を得るためには、水素爆発を想定する機器それぞれ86機器分の経路をモデル化した拡散解析、水素燃焼解析を実施する必要があり現実的ではない。このため、着火から爆轟波が形成されるまでの距離である爆轟誘導距離（経路長さ÷経路の径、以下 $L/D$ という。）を用いて定性的な検討を行う。水素の爆轟誘導距離は、文献（1）では100とされている。原子力発電所の検討例では、 $L/D$ の目安として20が使用されている実績がある<sup>(2)</sup>。配管径を50Aから150Aと想定し、 $L/D=20$ となるように配管長さを求めた結果を表1に示す。水素が理想的に滞留するような条件では、表1に示すように比較的短い距離で爆轟に遷移する可能性がある。

このため、発生防止対策又は拡大防止対策が成立せず、水

素が蓄積するような状況となった場合には、配管内での爆轟を想定する必要がある。

表 1 . 配管径と爆轟誘導距離 20 の場合の配管長さ

配管径	Sch20S の時の内径 (mm)	L/D=20 相当の管長さ (m)
50A	53.5	1.07
65A	69.3	1.386
80A	81.1	1.622
90A	93.6	1.872
100A	106.3	2.126
125A	129.8	2.596
150A	155.2	3.104

### 3. 高性能粒子フィルタの健全性

高性能粒子フィルタの健全性を議論する場合、着目すべき物理現象及び要因は、主にガス温度、ガス流速、差圧、湿度、流入する化学物質である。水素爆発の場合、ガス温度、ガス流速、差圧に着目する必要がある。

#### 3.1 健全性の判断基準

ガス温度は報告されている高温試験に基づき 200℃とする<sup>(3)</sup>。

ガス流速は N U R E G / C R - 6 4 1 0<sup>(4)</sup> に基づき定常流速の 10 倍とする。

フィルタの差圧は報告されている圧力変化試験に基づき 9.3 k P a<sup>(5)</sup> とする。

#### 3.2 ガス温度

爆轟に達した場合、ガス温度は 3000℃前後に達する。燃焼後のガスが持つ熱は、配管や構造物へ放熱しつつ伝播し、高性能粒子フィルタに到達するころには大きく温度は低下すると想定されるが、厳しい結果となるように断熱条件で考えれば 200℃を超過する場合があると考ええる。

### 3.3 ガス流速

爆轟の場合、ガス流速は音速を超える。音速を約  $340\text{ m/s}$  とし、フィルタの断面積を約  $0.37\text{ m}^2$  と仮定すると、 $450,000\text{ m}^3/\text{h}$  となり、高性能粒子フィルタの定格風量  $2000\text{ m}^3/\text{h}$  の10倍を大きく上回ることから、フィルタの健全性を担保するためには詳細な検討が必須となる。

### 3.4 差圧

判断基準とした  $9.3\text{ kPa}$  に相当する流量は  $400\text{ m}^3/\text{h}$  程度である。差圧は大風量下では風速の2乗に比例するため、3.3で想定したような風量では明らかに  $9.3\text{ kPa}$  を超過する。このため、フィルタの健全性を担保するためには詳細な検討が必須となる。

## 4. まとめ

水素爆発を想定する機器に接続する塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの水素爆発時の健全性について定性的に検討した。定性的な検討の範囲では、爆発時の温度、ガス流速及び差圧の全ての観点で厳しい条件となることから、高性能粒子フィルタが爆発時に健全であるとは断言できない。

## 5. 参考文献

- (1) 「水素の有効利用ガイドブック」、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、平成20年3月
- (2) 玄海原子力発電所3号炉及び4号炉 重大事故等対策の有効性評価に係る説明資料、平成28年6月、九州電力株式会社
- (3) 尾崎誠、金川昭. 高性能エアフィルタの苛酷条件下にお

ける性能． 空気清浄． 1988-03, vol. 25, no. 6.

- (4) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998.
- (5) 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

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

## 未然防止濃度に到達するまでの時間余裕の評価方法

## 1. はじめに

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到達するまでの時間の評価方法を以下に示す。

また、分離建屋及び精製建屋に設置する圧縮空気貯槽並びにウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する圧縮空気ユニットから、安全圧縮空気系の系内の圧力の低下に伴い空気が自動供給される。これらの機器が、24 時間後においても、水素爆発を想定する機器内の水素濃度を未然防止濃度に維持できることを以下に示す。

## 2. 評価の方法

## 2.1 圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットを考慮しない場合

機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達する時間を以下の通り評価する。

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、

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

ここで、

$F_{H_2}$  : 水素発生速度 (m<sup>3</sup>/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  $\alpha$  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  $\alpha$  線の G 値 (Molecules/100 eV)

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

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  $\alpha$  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  $\alpha$  線の G 値 (Molecules/100 eV)

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

水相及び有機相が混在する場合,

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

$$\left. \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, org} \right\}$$

次に、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。評価に用いる水素掃気用安全圧縮空気流量は、水素掃気空気の流量計の警報設定値とし、初期水素濃度を高めに評価する。

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

ここで、

$C_0$  : 初期水素濃度 (vol%)

$f_{air}$  : 水素掃気用安全圧縮空気流量 (m<sup>3</sup>/h [normal])

さらに、水素発生速度及び気相部の初期水素濃度を用いて、未然防止濃度到達までの時間を下式より求める。

$$t_{mar} = \frac{8 - C_0}{100} \times \frac{V_{gas}}{F_{H_2}}$$

ここで、

$t_{mar}$  : 未然防止濃度到達までの時間 (h)

$V_{gas}$  : 機器の空間容量 (m<sup>3</sup>)

評価に用いるパラメータを第1表に示す。

## 2.2 圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットを考慮する場合

水素掃気機能が喪失した場合に、圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニット（以下、圧縮空気貯槽等）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以下のとおり評価する。

圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニット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貯槽等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 (m<sup>3</sup>/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 (m<sup>3</sup>/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 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、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットから

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貯槽又は圧縮空気ユニットの圧縮空気ポンベの圧力が減少し、供給される空気流量も減少する。圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットからの供給開始後 1 分毎の圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットの圧縮空気ポンベ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、

$\Delta P$  : 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 (MPa)

$P_0$ : 初期圧力 (MPa), 0.1013 とした。

$F_{serve}$  : 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットから供給される各建屋入口での圧縮空気流量 ( $m^3/h$ )

$V$  : 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットの圧縮空気ポンベの体積 ( $m^3$ )

$T$  : 空気温度 ( $^{\circ}C$ )

安全圧縮空気系は、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。圧縮空気貯槽等の圧力によって、オリフィスにおける空気の流れが臨界流又は乱流と変わることから、いずれの場合においても適用可能な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。

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

ここで、

$F'_{serve}$  : 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットから供給される

減圧後の各建屋入口での圧縮空気流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$P_{\text{header}}$  : 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットの圧縮空気ポンプの圧力 (MPa)

圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット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、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット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。

圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットは、各建屋の水素掃気用安全圧縮空気系に設置するため、水素掃気機能が喪失した場合に、各建屋に設置されている全ての水素爆発を想定する機器に圧縮空気を自動で供給する。一方で、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されている水素爆発を想定する機器の時間余裕は最短で 0.20 時間、最長で 7800 時間であり、全ての機器に圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給がなされ、時間余裕の延長が期待される。上記の計算により得られた圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット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及び圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給を期待しない場合の未然防止濃度到達までの時間を比較し、大きい方を時間余裕として採用する。以上の評価の流れを図 1 に示す。

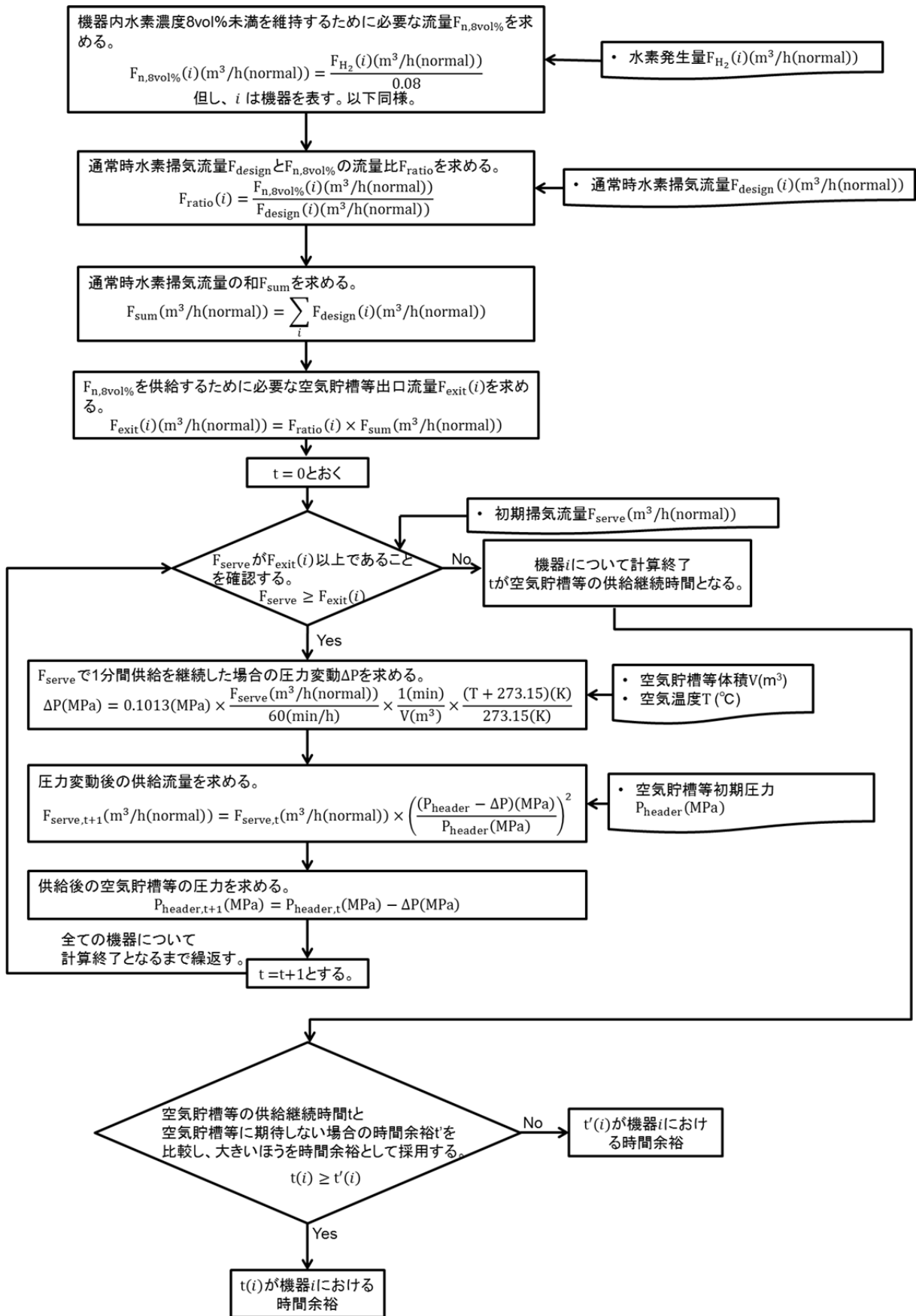


図 1. 計算フロー

### 3. 圧縮空気の供給が継続される時間の評価条件

水素爆発を想定する機器についての条件を第1表に示す。また、圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット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ために用いる主要な評価条件を第2表に示す。

### 4. 評価の結果

圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニット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ない場合とされる場合の未然防止濃度到達までの時間を第3表に示す。

第1表 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 <sup>3</sup> /h [normal])	評価用 空間 容量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G値				
				α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/m <sup>3</sup> )	α βγ (Molecules /100eV)	βγ		α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/m <sup>3</sup> )	α βγ (Molecules /100eV)				
												α	βγ		
前処 理建 屋	ハル洗浄槽	0.020	0.0	1.2×10 <sup>1</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	1.4	0.45	—	—	—	—	—	0.12	0.038	
	水バッファ槽	■	0.0	6.2	1.4×10 <sup>1</sup>	1.4	0.45	—	—	—	—	—	0.36	0.69	
	中間ポット	■	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.37	0.060	
	中継槽	7.0	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	2.7	
	リサイクル槽	2.0	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	0.47	
	不溶解残渣回収槽	5.0	0.17	1.7×10 <sup>-2</sup>	3.3	0.86	0.24	—	—	—	—	—	3.6	2.4	
	計量前中間貯槽	25	3.0	1.7×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.83	7.8	
	計量・調整槽	25	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.63	7.8	
	計量後中間貯槽	25	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.63	7.8	
	計量補助槽	7.0	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup> /h [normal])	評価用 空間 容量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol/L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G 値				
				α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	βγ (Molecules /100eV)		α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	βγ (Molecules /100eV)			
分離 建屋	抽出塔	■	3.0	7.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	■	3.8×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	0.50	0.22	
	第1洗浄塔	■	3.0	2.9×10 <sup>1</sup>	8.6×10 <sup>1</sup>	0.11	0.042	■	3.8×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	0.36	0.22	
	第2洗浄塔	■	4.2	1.1×10 <sup>1</sup>	1.1	0.059	0.034	■	3.1×10 <sup>1</sup>	3.5×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	0.36	0.22	
	TBP洗浄塔	■	2.8	4.1×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.59	11	
	溶解液供給槽	6.0	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	2.3	
	抽出廃液受槽	15	2.8	4.1×10 <sup>1</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	—	—	—	—	—	0.36	4.4	
	抽出廃液中間貯槽	20	2.8	4.1×10 <sup>1</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	—	—	—	—	—	0.36	4.1	
	抽出廃液供給槽	60	2.6	4.1×10 <sup>1</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	0.12	0.045	—	—	—	—	—	0.83	18	
	プルトニウム分配塔	■	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	■	3.5×10 <sup>1</sup>	1.7×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	0.36	0.29	
	ウラン洗浄塔	■	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	■	8.1×10 <sup>1</sup>	1.4×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	0.36	0.049	
	プルトニウム洗浄器	■	0.5	3.8	4.6×10 <sup>-1</sup>	0.63	0.16	■	3.5	1.6×10 <sup>-1</sup>	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 <sup>2</sup>	—	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 <sup>2</sup>	—	0.19	—	—	—	—	—	—	0.36	0.15	
	第1一時貯留処理槽	■	3.0	7.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	■	3.8×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	0.50	0.15	
	第2一時貯留処理槽	3.0	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	—	—	—	—	—	0.36	0.15	
	第3一時貯留処理槽	20	3.0	8.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	11	
	第4一時貯留処理槽	20	2.8	4.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	—	—	—	—	—	0.36	11	
	第5一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	3.0	4.3×10 <sup>-1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	0.36	0.15	
	第6一時貯留処理槽	■	2.8	2.0×10 <sup>2</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	0.11	0.044	■	2.6	7.1×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	1.1	1.0	
	第7一時貯留処理槽	■	3.0	8.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	0.36	0.020	
	第8一時貯留処理槽	■	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	■	3.5×10 <sup>1</sup>	1.7×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	0.36	0.070	
	第9一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	10	4.3×10 <sup>-1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	0.36	3.6	
	第10一時貯留処理槽	■	0.15	1.2×10 <sup>-2</sup>	3.8×10 <sup>-1</sup>	0.89	0.30	■	1.4×10 <sup>-2</sup>	3.5×10 <sup>-2</sup>	3.0	3.0	0.36	3.6	
	第1洗浄器	■	0.15	—	5.3×10 <sup>-1</sup>	—	0.30	■	—	2.9×10 <sup>-2</sup>	—	3.0	0.36	1.9	
	高レベル廃液供給槽	20	2.6	1.7×10 <sup>1</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	0.12	0.046	—	—	—	—	—	3.8	4.5	
	高レベル廃液濃縮缶	22	2.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> /h [normal])	評価用 空間 容量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G値				
				α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/ m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	βγ		α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/ m <sup>3</sup> )	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 <sup>2</sup>	—	0.19	—	—	—	—	—	—	0.36	0.26	
	抽出塔	■	4.3	1.8×10 <sup>2</sup>	—	0.060	—	■	3.9×10 <sup>2</sup>	—	3.0	—	0.36	0.019	
	核分裂生成物洗浄塔	■	1.0	9.0×10 <sup>1</sup>	—	0.43	—	■	3.9×10 <sup>2</sup>	—	3.0	—	0.36	0.019	
	逆抽出塔	■	0.27	9.3×10 <sup>2</sup>	—	0.77	—	■	4.2×10 <sup>2</sup>	—	3.0	—	0.36	0.019	
	ウラン洗浄塔	■	0.91	9.3×10 <sup>2</sup>	—	0.46	—	■	4.4×10 <sup>2</sup>	—	3.0	—	0.36	0.0016	
	補助油水分離槽	■	0.91	9.3×10 <sup>2</sup>	—	0.46	—	—	—	—	—	—	0.040	0.0076	
	TBP洗浄器	■	0.91	9.3×10 <sup>2</sup>	—	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 <sup>2</sup>	—	0.20	—	—	—	—	—	—	0.36	0.088	
	油水分離槽	■	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	—	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 <sup>2</sup>	—	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 <sup>2</sup>	—	0.20	—	—	—	—	—	—	0.36	0.19	
	プルトニウム濃縮缶	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.36	0.24	
	プルトニウム濃縮液受槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	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 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.72	0.10	
	プルトニウム濃縮液計量槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	リサイクル槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	希釈槽	2.5	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	—	0.20	—	—	—	—	—	—	1.1	0.11	
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.50	0.13	
	第1一時貯留処理槽	■	1.5	4.3×10 <sup>1</sup>	—	0.23	—	■	2.5×10 <sup>2</sup>	—	3.0	—	0.36	0.12	
	第2一時貯留処理槽	■	1.5	4.1×10 <sup>2</sup>	—	0.23	—	■	3.7×10 <sup>1</sup>	—	3.0	—	0.36	0.12	
	第3一時貯留処理槽	3.0	1.5	4.1×10 <sup>2</sup>	—	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 <sup>2</sup>	—	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 <sup>3</sup> /h [normal])	評価用 空間容 量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G 値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G 値				
				α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100 eV)	β γ (Molecules /100 eV)		α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100 eV)	β γ (Molecules /100 eV)			
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 <sup>3</sup>	—	0.048	—	—	—	—	—	—	0.66	0.33	
	混合槽	1.0	4.3	5.3×10 <sup>3</sup>	—	0.059	—	—	—	—	—	—	0.66	0.33	
	一時貯槽	1.0	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	—	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 <sup>2</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	25	12	
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	25	2.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.0085	0.0030	—	—	—	—	—	5.7	7.6	
	高レベル廃液混合槽	20	0.17	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	7.7	7.9	
	供給液槽	5.0	0.090	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.014	0.0050	—	—	—	—	—	2.1	3.3	
	供給槽	2.0	2.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	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 <sup>-2</sup>	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 <sup>-3</sup>	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 <sup>2</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	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 <sup>-3</sup>	1.5	0.97	0.30	—	—	—	—	—	25	57		

第2表 圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給継続時間の評価条件

	必要貯槽体積	蓄積圧力	圧縮空気貯槽／ 圧縮空気ポンベ体積	基数／本数
分離建屋	16m <sup>3</sup>	約0.7MP a	5.5m <sup>3</sup> ／基	3基
精製建屋	20m <sup>3</sup>	約0.7MP a	2.5m <sup>3</sup> ／基 5m <sup>3</sup> ／基	2基 3基
ウラン・ プルトニウム 混合脱硝建屋	0.14m <sup>3</sup>	約14MP a	0.047m <sup>3</sup> ／本	3本

第3表 未然防止濃度到達までの時間

建屋	機器名	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがない場合の 時間余裕 (h)	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがある場合の 時間余裕 (h)
前処理建屋	ハル洗浄槽	280	—
	水バッファ槽	86	—
	中間ポット	120	—
	中継槽	94	—
	リサイクル槽	60	—
	不溶解残渣回収槽	5700	—
	計量前中間貯槽	73	—
	計量・調整槽	97	—
	計量後中間貯槽	97	—
	計量補助槽	75	—

(つづき)

建屋	機器名	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがない場合の 時間余裕 (h)	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがある場合の 時間余裕 (h)
分離建屋	抽出塔	2.8	24
	第1洗浄塔	4.7	24
	第2洗浄塔	10	24
	T B P 洗浄塔	0.80	24
	溶解液中間貯槽	130	130
	溶解液供給槽	130	130
	抽出廃液受槽	170	170
	抽出廃液中間貯槽	110	110
	抽出廃液供給槽	160	160
	プルトニウム分配塔	8.1	24
	ウラン洗浄塔	7.1	24
	プルトニウム洗浄器	430	430
	プルトニウム溶液受槽	10	24
	プルトニウム溶液中間貯槽	10	24

(つづき)

建屋	機器名	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがない場合の 時間余裕 (h)	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがある場合の 時間余裕 (h)
分離建屋	第1 一時貯留処理槽	1.4	24
	第2 一時貯留処理槽	7.2	24
	第3 一時貯留処理槽	200	200
	第4 一時貯留処理槽	240	240
	第5 一時貯留処理槽	8.3	24
	第6 一時貯留処理槽	6.8	24
	第7 一時貯留処理槽	2.9	24
	第8 一時貯留処理槽	1.7	25
	第9 一時貯留処理槽	53	53
	第10 一時貯留処理槽	7800	7800
	第1 洗浄器	3500	3500
	高レベル廃液供給槽	310	310
	高レベル廃液濃縮缶	48	48

(つづき)

建屋	機器名	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがない場合の 時間余裕 (h)	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがある場合の 時間余裕 (h)
精製建屋	プルトニウム溶液供給槽	13	45
	抽出塔	0.80	43
	核分裂生成物洗浄塔	1.0	45
	逆抽出塔	0.50	32
	ウラン洗浄塔	0.20	45
	補助油水分離槽	1.9	45
	T B P 洗浄器	24	45
	プルトニウム溶液受槽	4.8	45
	油水分離槽	6.0	45
	プルトニウム濃縮缶供給槽	2.6	24
	プルトニウム溶液一時貯槽	2.7	24
	プルトニウム濃縮缶	26	45
	プルトニウム濃縮液受槽	2.8	32
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1.4	30
	プルトニウム濃縮液計量槽	2.8	32
	リサイクル槽	2.8	32
	希釈槽	2.2	56
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	2.8	32