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. 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
 - 8.2.1.1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給
 - 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
 - 8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価
 - 8.2.2.1 有効性評価
 - 8.2.2.2 有効性評価の結果
 - 8.2.2.3 同時発生又は連鎖
 - 8.2.2.4 判断基準への適合性の検討
 - 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。)を想定する箇所は,「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」で 示した貯槽及び濃縮缶である。

水素爆発の発生を想定す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,精製建屋のプルトニウム濃縮缶で濃縮された後の硝 酸プルトニウム溶液(以下8.では「プルトニウム濃縮液」という。)及 び高レベル廃液(以下8.では「高レベル廃液等」という。)を内包する 貯槽及び濃縮缶(以下8.では「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(以下8.では「安全圧 縮空気系」という。)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する。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。),セル等以外の建屋内の気体を排気する建屋 換気設備(以下8.では「建屋排気系」という。)により換気され,建屋, セル,貯槽等の順に圧力を低くできる設計としている。

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まつ 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加する。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。

水素の可燃限界濃度はドライ換算4vo1%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は約10,000mJのオーダで あり、水素-空気の化学量論比(水素濃度はドライ換算約30vo1%) の最小着火エネルギ0.02mJと比較して相当に大きな着火エネルギを 与えない限り着火することはない。さらに、水素濃度がドライ換算4v o1%の空気の燃焼温度は水素の発火温度である約580 ℃と比較して も低いため、水素濃度がドライ換算4vo1%の空気においては着火後 の火炎は伝播し難い。

水素が燃焼し伝播する場合の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4vo1%から8vo1%の空気混 合気が着火した場合であり、水素燃焼という。水素燃焼においては、燃 焼に伴う火炎が上方又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。そのため放射性エアロゾルの気相への 移行量は少なく塔槽類廃ガス処理設備で除去できる。

2つ目は、水素濃度がドライ換算8vo1%から12vo1%の空気混 合気が着火し、水素爆発が発生した場合、火炎が上方又は水平方向のみ 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、放射性エアロゾ

ル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12vo1%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、放射性エアロゾルが大量に気相部 へ移行することのみならず、衝撃波による貯槽等、配管・弁、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8vo 1%から12vo1%に対して、この下限値であるドライ換算8vo1% に抑えるということが重要である。

重大事故等の対処に必要な作業に使用することができる時間及び爆 発時の影響の観点から検討すると、ドライ換算8vol%では、当該濃 度に至るまでの時間が短くなり、対処に使用することができる時間とい う観点で厳しい想定となるが、再処理施設に設置する貯槽等の空間容積 は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、ドライ換算12vol%では、当該濃度 に至るまでの時間はドライ換算8vol%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、ドライ換算12vol%における爆発のほうが圧力は高く、一部の貯 槽等において簡易的か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。

以上から, 圧力上昇が大きくなるような水素爆発を防止する観点, 貯 槽等の健全性を維持する観点から, 水素燃焼を防止するための対処の判

断基準をドライ換算8vo1%とする。

【補足説明資料 8-1】

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失し,喪失した水素掃気機能を代 替する措置が講じられない場合,貯槽等内の気相部の水素濃度が8vo 1%に至るまでの最短の時間は,前処理建屋の貯槽等において約76時間, 分離建屋の貯槽等において約7.5時間,精製建屋の貯槽等において約1.4 時間,ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の貯槽等において約7.4時間及 び高レベル廃液ガラス固化建屋の貯槽等において約24時間である。

水素爆発は、5建屋、5機器グループ、合計49貯槽等で発生する。

(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 与えないドライ換算8 v o 1%(以下8.では「未然防止濃度」という。) 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。

発生防止対策が機能しない場合,水素爆発の拡大防止対策として,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貯槽等へ 圧縮空気を供給し,水素濃度を可燃限界濃度未満とし,これを維持する ための対策を整備する。 発生防止対策及び拡大防止対策の実施に当たっては,水素発生量の不 確かさ及び作業遅れを考慮し,未然防止濃度未満に維持できる十分な量 の圧縮空気を供給できる対策を整備するとともに,事態の収束のために 可燃限界濃度未満に維持できる圧縮空気の容量を確保する。

また,水素爆発が発生すると,水素爆発による圧力変動によって発生 する飛まつに放射性物質が同伴して気相中に放射性エアロゾルとして 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加するため, 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 うえで、主排気筒を介して大気中に放出する。

水素掃気機能の喪失による水素爆発を想定する貯槽等を第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、以下に示す。 a. 水素爆発の発生防止対策

第8-1表に示す貯槽等のうち,可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の 供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある分離建屋,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,未然防止濃度に至るま での時間が短いため圧縮空気自動供給系からの圧縮空気の自動供給に よる水素掃気を実施することにより,可搬型空気圧縮機からの圧縮空気 の供給開始前までの間,貯槽等内の気相部の水素濃度を未然防止濃度未 満に維持する。

その際,溶液の<u>かくはん状態</u>により水素発生量が増加する可能性があることから,水素発生量の増加が想定される時間の前に圧縮空気自動供給系からの圧縮空気の供給を手動で停止し,機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給により圧縮空気の供給量を増加させ,貯槽等内の気相部の水素濃度を未然防止濃度未満に維持する。

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給の準備が整い次第,可搬型空気 圧縮機から通常運転時の安全圧縮空気系の掃気量(以下8.では「設計掃 気量」という。)相当の圧縮空気を供給することにより,貯槽等内の気 相部の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持し,事態の収束を図る。

本対策は, 貯槽等の水素濃度が未然防止濃度に至る前までに対策の準 備を完了させる。

【補足説明資料8-2】

b. 水素爆発の拡大防止対策

発生防止対策が機能しなかった場合を想定し,発生防止対策とは異な る常設の配管を使用した圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の 供給による水素掃気を実施することにより,可搬型空気圧縮機からの圧 縮空気の供給開始前までの間,貯槽等内の気相部の水素濃度を未然防止 濃度未満に維持する。

その際,溶液の<u>かくはん状態</u>により水素発生量が増加する可能性があることから, 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給量は,水素発生量の不確かさを踏まえて十分な量を確保し, 貯槽等内の気相部の水素濃度を未然防止濃度未満に維持する。

その後,可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給することにより,貯槽 等内の気相部の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持し,事態の収束を図 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。

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。

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。したがって,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,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 に開放するとともに,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で供給され,貯槽等の気相部を介して同 伴する放射性物質がセルを介して通常運転時の排気経路以外の経路か ら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圧縮空気の供給を停止し,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を継続して供給することに伴い,貯槽等 の気相部の放射性物質が圧縮空気に同伴し,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,通常運転時の排気経路以外の経路から放出する可能性がある。こ のため,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通 常運転時の排気経路以外の経路からの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,主排気筒を介して,大気中 へ管理しながら放出する。

本対策は,貯槽等内の気相部の水素濃度が未然防止濃度に至る前まで に対策の準備を完了させる。

【補足説明資料8-2】

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

安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に対して,貯槽等内において水 素爆発が発生することを未然に防止するため,可搬型空気圧縮機,可搬 型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<u>又は</u>機 器圧縮空気供給配管(除染用配管等)に接続し,圧縮空気の供給による 水素掃気を実施する。

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始前に未然防止濃度に至 る可能性のある貯槽等においては,貯槽等内の気相部の水素濃度を未然 防止濃度未満に維持するため,分離建屋,精製建屋及びウラン・プルト ニウム混合脱硝建屋に設置する圧縮空気自動供給系<u>の圧縮空気自動供</u> 給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニット(以下8.1では「圧縮空気自動供 給系」という。)から圧縮空気を自動供給する。<u>圧縮空気自動供給系</u>か ら未然防止濃度未満に維持するために十分な量の圧縮空気を供給する。 水素発生量の不確かさを考慮しても未然防止濃度未満に維持するため に十分な量の圧縮空気を供給する。

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

また,水素濃度の推移を把握するために,可搬型水素濃度計を用いて 水素濃度を所定の頻度(90分)で確認するとともに,変動が想定される 期間において,余裕をもって変動程度を確認する。また,対策の効果を 確認するため,対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

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表の貯槽等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図に,対策の手順の概要を第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8.1.1-1表に,必要な要員及び作業項目を 第8.1.1-3図及び第8.1.1-4図に示す。

(1) 水素爆発を未然に防止するための空気の供給の着手判断

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又は空気圧縮機を冷却する安全冷却水系の冷却 塔若しく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は,可搬型空気圧縮機からの圧縮空気 の供給の着手を判断し,重大事故等対策として以下の(2)及び(4) に移行する。

(2) 圧縮空気自動供給系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,圧縮空気自動供給系から第8-1表に示す貯槽等のうち分離建屋, 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の貯槽等へ自動で圧縮 空気を供給する。圧縮空気自動供給系の圧力計により,所定の圧力で圧 <u>縮</u>空気が供給されていることを確認する。常設重大事故等対処設備によ り圧縮空気自動供給系の圧力を計測できない場合は,可搬型圧縮空気自

動供給貯槽圧力計又は可搬型圧縮空気自動供給ユニット圧力計を設置 し、圧縮空気自動供給系の圧力を計測する。

本対策において確認が必要な監視項目は圧縮空気自動供給系の圧力である。

(3)機器圧縮空気自動供給ユニットへの切替え

「(2) 圧縮空気自動供給系からの圧縮空気の供給」の後,水素発生 量が増加する前に,圧縮空気自動供給系から機器圧縮空気自動供給ユニ ットへの切替えを行い,未然防止濃度に維持するために十分な量の圧縮 空気を供給するため,機器圧縮空気自動供給ユニットから第8-1表に 示す貯槽等のうち分離建屋,精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱 硝建屋に設置する可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防 止濃度に至る可能性のある貯槽等へ圧縮空気を供給する。

機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力計により,所定の圧力で<u>圧縮</u>空 気が供給されていることを確認する。常設重大事故等対処設備により圧 縮空気自動供給系の圧力を計測できない場合は,可搬型機器圧縮空気自 動供給ユニット圧力計を設置し,機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力 を計測する。

本対策において確認が必要な監視項目は機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力である。

(4) 可搬型水素濃度計の設置準備及び測定の実施

「(1)水素爆発を未然に防止するための空気の供給の着手判断」の 着手判断を受け,水素濃度の測定対象の貯槽等の気相部の水素濃度の推 移を適時把握するため,可搬型水素濃度計を<u>可能な限り速やかに</u>測定対 象の貯槽等に接続している水素掃気配管又は計測制御系統施設の計測 制御設備に設置する。 対策の効果を確認するため,対策実施後に水素濃度の測定の判断を実施し,水素濃度の測定を行う。対策実施前に水素濃度の測定が可能であれば水素濃度を測定する。

<u>また,水素発生速度の変動が想定される期間において水素濃度を確認</u> <u>するため,貯槽等内の高レベル廃液等の温度の指示値をもとに測定の実</u> <u>施を判断し,水素濃度の測定を行う。上記の測定以外に,水素濃度を所</u> 定の頻度(90分)を満たすように測定する。

水素濃度の測定対象の貯槽等は,溶液の性状ごとに水素掃気機能喪失 から重大事故対策の準備に使用することができる時間(以下<u>8.1では</u>「許 容空白時間」という。)が短い貯槽を候補とし,水素掃気機能の喪失直 前の液位情報を基に選定する。

本対策において確認が必要な監視項目は,高レベル廃液等の温度及び 測定対象の貯槽等内の水素濃度である。

【補足説明資料8-4】

(5)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準備

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,可搬型一括供給用建屋外ホース及び可搬型 一括供給用建屋内ホース又は可搬型個別供給用建屋外ホース及び可搬 型個別供給用建屋内ホース並びに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用いて接続する。

外的事象の「火山」を要因として水素掃気機能が喪失した場合には, 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,運搬 車を用いて可搬型空気圧縮機を各建屋内に配置する。

(6) 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 の圧縮空気の供給の実施判断

圧縮空気の供給は、圧縮空気の供給の準備が完了したこと及び可搬型
排風機が起動したことをもって実施を判断し、以下の(7)へ移行する。
(7)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の成否判断

可搬型空気圧縮機から圧縮空気を貯槽等へ供給する。貯槽等に供給す 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。

また,発生防止対策の実施と並行してセルに導出するユニットに設置 する可搬型セル導出ユニット流量計により,貯槽等から塔槽類廃ガス処 理設備へ移行する圧縮空気の流量を確認する。

本対策において確認が必要な監視項目は,貯槽等に供給する圧縮空気 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。

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,貯槽等に供給する圧縮空気の流量である。 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発生の想定の前提となる要因 は、「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」で示したとおり、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。

これらの要因において,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,外的事象の「地震」を要因とした場合が 最も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。

外的事象の「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,外的事象の「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並びに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,外的事象の「火山」及び内的事象の「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,内的事象の「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,外的事象の「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 オ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、外的事象の「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の観点から、外的事 象の「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,外的事象の「地震」 を要因とした場合には,基準地震動を1.2 倍にした地震動を考慮する設 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,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。

外的事象の「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,外 的事象の「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。

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」を要因とした場合には、内的事象の「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、外的事象の「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。また、内的事象の「動的機器の 多重故障」を要因とした場合には、建屋内の環境条件が有意に悪化する ことはない。また、これらを要因とした場合に、建屋外の環境条件が悪 化することはない。

以上より,外的事象の「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,外的事象の「地震」及 び外的事象の「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

発生防止対策に係る有効性については、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<u>た後、</u>可燃限界濃度未満で平衡に至 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。

(4) 有効性評価の評価単位

発生防止対策の有効性評価は,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,重大事故等対策ごとに実施する。

(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倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損な わない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。

(6) 機器の条件

水素掃気機能が喪失した場合,安全冷却水系の冷却機能の喪失も同時に発生している可能性が高いことから,重大事故等対策としては, 水素掃気機能の喪失の単独発生に加え,貯槽等内の溶液の沸騰が同時に発生することを考慮する。溶液の沸騰に伴い,水素発生G値は相当

<u>に多くなる可能性があるため、重大事故等対策に用いる機器は、沸騰</u> した場合を考慮した十分な圧縮空気を供給できる容量とする。

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,貯槽等 の気相部の水素濃度が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,通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。これに付随して貯槽等の空間容量も小さくなり,未 然防止濃度に至るまでの時間は短くなることから厳しい条件である。 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,設計条件としての水素発生G値の算出に用いる硝酸濃度は遊離硝 酸濃度とすることで,水素発生G値が高くなるようにする。

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表に示す貯槽等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表に示す貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に至 るまでの時間は,再処理する使用済燃料の冷却期間15年を基に算出し た各貯槽等の溶液の通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水素発生G値につ いては,東海再処理工場の高レベル廃液から発生する水素の測定実績 を踏まえ,当該貯槽の硝酸濃度と同じ硝酸溶液の水素発生G値の1/20 とする。

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。水素爆発の発生防止 対策に使用する設備を第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台当たり約450m³/h,小型の可搬型空気圧縮機は1台当たり 約220m³/hの容量を有し、水素爆発の発生の防止のための空気の供給、 水素爆発の発生の防止のための空気の一括供給、水素爆発の再発の防止 のための空気の供給に用いる。水素爆発の発生の防止のための空気の供 給及び水素爆発の再発を防止するための空気の供給において、大型の可 搬型空気圧縮機は、前処理建屋、分離建屋及び高レベル廃液ガラス固化 建屋で2台、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で1台を使用する。

大型の可搬型空気圧縮機は、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。

【補足説明資料8-5】

b. 圧縮空気自動供給槽

分離建屋の圧縮空気自動供給貯槽は,内圧0.69MP a の5.5m³/基の 貯槽3基及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

精製建屋の圧縮空気自動供給貯槽は、内圧0.69MP a の2.5m³/基の 貯槽2基、5m³/基の貯槽3基及び安全圧縮空気系への接続配管で構 成する。

上記の機器は、安全圧縮空気系の圧力が低下した場合、その差圧により自動で圧縮空気の供給を開始し、<u>貯槽等内の水素濃度を</u>未然防止濃度 未満に維持<u>できる</u>量の圧縮空気を供給する。

c. 圧縮空気自動供給ユニット

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給系の圧縮空気 自動供給ユニットは、内圧14.7MP a の47Lボンベ3本<u>以上</u>、減圧弁、 空気作動弁及び安全圧縮空気系への接続配管で構成する。

上記の機器は、安全圧縮空気系の圧力が低下した場合、その差圧により自動で圧縮空気の供給を開始し、<u>貯槽等内の水素濃度を</u>未然防止濃度 未満に維持<u>できる</u>量の圧縮空気を供給する。

d. 機器圧縮空気自動供給ユニット

分離建屋の圧縮空気自動供給系の機器圧縮空気自動供給ユニットは, 内圧14.7MP a の47Lボンベ2本<u>以上</u>,空気作動弁,減圧弁及び安全圧 縮空気系への接続配管で構成する。

精製建屋の圧縮空気自動供給系の機器圧縮空気自動供給ユニットは, 内圧14.7MP a の47Lボンベ10本<u>以上</u>,空気作動弁,減圧弁及び安全圧 縮空気系への接続配管で構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器圧縮空気自動供給ユニット は、内圧14.7MP a の47Lボンベ3本<u>以上</u>、減圧弁、空気作動弁及び安 全圧縮空気系への接続配管で構成する。

上記の機器は、分離建屋において事象発生後から4時間25分後に、精 製建屋において事象発生後から2時間20分後に、ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋において事象発生後から6時間40分後に圧縮空気自動供 給系から機器圧縮空気自動供給ユニットにそれぞれ切り替えることで、 可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給する前までの間、水素発生量の不 確かさを考慮しても<u>貯槽等内の水素濃度を</u>未然防止濃度<u>未満</u>に維持<u>で</u> きる量の圧縮空気を供給する。

e. 高レベル廃液等の核種組成,濃度,崩壊熱密度

「5.5.2.1 使用済燃料の冷却期間」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,これを基に算出した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

「5.5.2.9 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,貯槽等の高レベル廃液等の保有量は,公称容量とする。 g.水素発生G値

高レベル廃液等の硝酸イオン濃度が低いほど大きくなる水素発生G 値については、全硝酸イオンのうち遊離硝酸濃度分の硝酸イオン濃度に 対応する水素発生G値を設計条件<u>として用いること</u>により、現実的な水 素発生G値よりも高い値とする。

【補足説明資料8-6】

(7) 操作の条件

水素爆発を未然に防止するための空気の供給は,可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等においては,安全圧縮空気系の掃気機能が喪失し,系統内の圧力が低下した時 点で,圧縮空気自動供給系から圧縮空気を自動供給<u>す</u>る。

圧縮空気自動供給系からの空気の供給量は,<u>水素発生量の不確かさを 考慮すると</u>不足する可能性がある。このため,圧縮空気自動供給系から, 未然防止濃度に維持するために十分な量の圧縮空気を供給できる機器圧 縮空気自動供給ユニットへの切替操作を,分離建屋において事象発生後 から4時間25分後に,精製建屋において事象発生後から2時間20分後 に,ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において事象発生後から6時間 40分後にそれぞれ実施する。 精製建屋における可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給は,機器圧 縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中 に準備が整い次第実施し,安全圧縮空気系の機能喪失から7時間15分 で開始する。その他の建屋においても,機器圧縮空気自動供給ユニット からの圧縮空気の供給が継続している期間中に圧縮空気の供給を開始 する。

発生防止対策として継続して実施する圧縮空気自動供給系及び機器 圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の自動供給又は拡大防止対 策として実施する圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給に より,塔槽類廃ガス処理設備の圧力が上昇し,排気経路以外の場所から 放射性物質を含む気体が漏えいするおそれがある。

この時間は、<u>分離建屋,精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝</u> 建屋で約3時間であり、建屋内の移行経路を踏まえれば、大気中への放 射性物質の放出量はわずかである。

【補足説明資料8-7】

(8) 判断基準

発生防止対策については、圧縮空気の供給により気相部の水素濃度が 未然防止濃度に至らず、水素濃度が可燃限界濃度以上の場合は対策によ り水素濃度が低下傾向を示し<u>た後、</u>可燃限界濃度未満で平衡値となるこ と。

8.1.2.2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失により、貯槽等内の水素濃度が上

昇し始める。可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に 至る可能性のある貯槽等においては、圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空 気自動供給ユニットからの圧縮空気の自動供給による水素掃気を実施する。 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。水素濃 度が最も高くなる前処理建屋の計量前中間槽の場合、貯槽等内の水素濃度 がドライ換算で約 4.4 v o 1%まで上昇するが、未然防止濃度に至ること はなく、その後、低下傾向を示すことから水素爆発の発生を防止すること ができる。

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なく,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8-8】

- (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,外的事象の「地震」を要因として,安全 圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が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。

外的事象の「火山」及び<u>内的事象の</u>「長時間の全交流動力電源の喪失」 を<u>要因</u>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, 外的事象の「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。

外的事象の「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,<u>精製</u> 建屋を例として<u>第8.1.1-4図</u>に示す。

(b) 実際の水素発生量,空間容量

貯槽等の気相部の水素濃度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ついては通常運転 時の最大の崩壊熱密度,<u>平常</u>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通常運 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。

これらのうち,高レベル廃液等の崩壊熱密度の最大値が有する安全余 裕は,高レベル廃液等の崩壊熱密度の中央値に対して1.0倍から約1.2倍 となる。

貯槽等に内包する高レベル廃液等の液量に着目すると,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,水素濃度が低下することになる。

水素発生G値は、硝酸溶液については硝酸濃度の変動に伴う不確かさ

がある。放射線分解により硝酸濃度が減少する可能性はあるが,<u>平常</u>運 転時においては設計値を維持するように運用することから,大幅な減少 は想定し難い。また,仮に,プルトニウム濃縮液一時貯槽において硝酸 濃度が10%減少したとしても,遊離硝酸及び硝酸塩の硝酸イオンを合計 した全硝酸イオン濃度は,水素発生G値を設定するに当たって使用した 遊離硝酸濃度以上であることから,水素発生速度は設定した水素発生速 度を超過することはない。他の貯槽等においても,全硝酸イオン濃度は 水素発生G値を設定する際に用いた遊離硝酸濃度以上とすることから, 水素発生速度は設定した水素発生速度を超過することはない。

また,水素発生G値は,溶液のかくはん状態にも影響を受け,増加す る不確かさを有する。重大事故対策においては,溶液のかくはん状態に よる水素発生量の不確かさを考慮しても貯槽等内の<u>気相部の</u>水素濃度 を低く維持できるよう,十分な圧縮空気流量を供給する。<u>また,</u>水素濃 度に変化が生じる可能性のあるタイミングで水素濃度を測定し,<u>水素濃</u> 度を適時把握しつつ対処することから,これらを考慮した場合でも判断 基準を満足することに変わりはない。

高レベル廃液等の組成,濃度,崩壊熱密度,硝酸濃度及びかくはん状 態は水素発生速度に影響を与えるが,貯槽等内の水素濃度の上昇速度が 速くなる厳しい結果を与える条件でそれぞれ評価をしており,最確条件 とした場合には,貯槽等内の水素濃度の上昇速度は評価と比較して遅く なる。このため,対処に用いることができる時間は増加することから, 実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はなく,判断基準を満足す ることに変わりはない。

【補足説明資料8-6]

【補足説明資料8-9】

- b. 操作条件の不確かさの影響
 - (a) 実施組織要員の操作

可搬型空気圧縮機などの可搬型重大事故等対処設備を用いた対処に時 間を要した場合や予備の可搬型重大事故等対処設備<u>を用いた</u>対処<u>による</u> <u>作業遅れを想定した場合においても</u>,水素濃度の観点で最も厳しい前処 理建屋の計量前中間貯槽の<u>気相部の</u>水素濃度は,水素掃気機能喪失から 38 時間 35 分後で 4.6 v o 1%である。

水素爆発を未然に防止するための空気の供給は,水素掃気機能の喪失 をもって着手し,機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給 が継続している期間中に準備が整い次第実施する。機器圧縮空気自動供 給ユニットの容量は十分な余裕を持たせることから,対処の作業遅れを 想定した場合においても,貯槽等内の<u>気相部の</u>水素濃度を未然防止濃度 未満に維持する期間中に重大事故等対策を再開でき,事態を収束できる。

(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,<u>圧縮空気自動供給系及び機器圧縮空気自動供給ユニット</u>により貯槽 等に圧縮空気を供給する。貯槽等を経由後の放射性物質を含む空気が漏 え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,外的事象の「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 要な燃料の運搬を継続して実施するが,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) 重大事故等の事象進展,事故規模の分析

水素掃気機能喪失による水素爆発の事象進展,事故規模の分析により 明らかとなった<u>平常</u>運転時からの状態の変化等は,水素燃焼による貯槽 等の圧力上昇,高レベル廃液等の温度上昇,放射線量の上昇である。具 体的には,貯槽等の圧力は一時的に約50kPa増加し,高レベル廃液等 の温度は一時的に約1℃増加する。放射線量の上昇については,水素燃 焼が発生した場合には,放射性物質が気相中に移行するため,貯槽等外 の放射線量は上昇するが,貯槽等内の放射線量は水素燃焼が生じても変 わらない。

これらの<u>平常</u>運転時からの状態の変化等を考慮した同時発生する重 大事故等の重大事故等対策に与える<u>相互</u>影響及び連鎖して発生する可 能性のある重大事故等は以下のとおりである。

(2) 重大事故等の同時発生

重大事故等が同時に発生する場合については,同種の重大事故が同時 に発生する場合,異種の重大事故が同時に発生する場合及びそれらの重 畳が考えられる。

水素掃気機能喪失による水素爆発は、5建屋5機器グループ49貯槽等 で同時に発生する可能性があり、本評価は同時発生するものとして評価 した。

水素掃気機能喪失による水素爆発と同時発生する可能性のある異種 の重大事故は、「2.1 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(要旨)」に示すとおり、外的事象の「地震」及 び「火山」、内的事象の「長時間の全交流動力電源の喪失」により、安 全圧縮空気系,安全冷却水系,プール水冷却系及び補給水設備が同時に 機能を喪失することから,これらの機能喪失により発生する冷却機能の 喪失による蒸発乾固及び使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷である。

<u>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</u> <u>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</u> 処」にまとめる。

(3) 重大事故等の連鎖

水素爆発を未然に防止するための空気の供給は,貯槽等<u>内の気相部の</u> 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

貯槽等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、プルトニウム濃縮液、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、平常運転時に内包する溶液に対して、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、 <u>平常</u>運転時の冷却能力及び貯槽等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(250g Pu/L):約1℃ プルトニウム溶液(24g Pu/L) :約1℃ 溶解液 :約1℃ 抽出廃液 :約1℃ 高レベル濃縮廃液 :約1℃ ー時貯留処理液(有機相含む) :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50kPa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,水の発生 により湿度が増加する。

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量が増加することはなく,放射線量は<u>平常</u>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。

TBP等を含む使用済みの有機溶媒は, 平常運転時においては希釈 剤により洗浄するため, 高レベル廃液等の水素爆発を想定する貯槽等 には,有意量のTBP等を含む使用済みの有機溶媒が含まれることは ない。また,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℃に至らないことから,有機溶媒火災又はT

BP等の錯体の急激な分解反応の発生は想定されず,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 て貯槽等の材質の強度が有意に低下することはなく,貯槽等が落下・ 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50kPa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 ることから,核的制限値を逸脱することはない。

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,<u>平常</u>運転時の冷却能力及び貯槽等から の放熱は溶液の崩壊熱に対して十分な余力を有していることから貯槽 等内の溶液の温度は沸点にいたらず,溶液が沸騰することはない。

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. 起因となる重大事故等の事象進展,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等が誤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に おいて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) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷

本重大事故及び使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷の相互影響については、本重大事故が発生する貯槽等と使用済燃料の受入れ施設及び貯 蔵施設は異なる建屋に位置しており、互いの事故影響がバウンダリを超 えて波及することはないことから、これらの重大事故等対策の有効性評 価結果は、単独で重大事故等が発生した場合と同じであり、各々の重大 事故等対策が阻害されることはない。

(e) 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よって これらのバウンダリが喪失することはなく,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50kP aである。また,放射線は<u>平常</u>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く,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50k P a 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℃であり、圧力上昇は最大でも約50k 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 理設備等を経由する際に放熱により低下するため,<u>平常</u>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

水素爆発の発生を想定する5建屋,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,以下のとおり,想定 される高レベル廃液等の状態及び事故時環境において,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。

(a) 臨界事故への連鎖

発生防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮しても,臨界事故 の発生は想定されない。

貯槽等において講じられている臨界事故に係る安全機能は,全濃度安 全形状寸法管理及び濃度管理であるが,水素燃焼を評価上見込んだ場合 の圧力及び温度の上昇を考慮しても,これらの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から,核的制限 値を逸脱することはない。また,これらの事故影響が,貯槽等のバウン ダリを超えて波及することは想定されないことから,臨界事故が連鎖し て発生することはない。

(b) 蒸発乾固への連鎖

発生防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮し、水素燃焼を評価上見込んだ場合においては、高レベル廃液等の温度が上昇するが、水 素燃焼による溶液の崩壊熱に変化はなく、<u>平常</u>運転時の冷却能力及び貯 槽等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、高レ ベル廃液等が沸騰に至ることはない。

貯槽等において講じられている蒸発乾固に係る安全機能は,安全冷却 水系による崩壊熱除去機能であるが,想定される圧力,温度,その他の パラメータ変動を考慮しても安全冷却水系による冷却機能が喪失する ことはない。

また、これらの事故影響が、貯槽等の<u>バウンダリ</u>を超えて波及することは想定されないことから、蒸発乾固が連鎖して発生することはない。

(c) 有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖

TBP等を含む使用済みの有機溶媒は,<u>平常</u>運転時においては希釈剤 により洗浄するため,高レベル廃液等の水素爆発を想定する貯槽等には, 有意量のTBP等を含む使用済みの有機溶媒が含まれることはない。

発生防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮し、水素燃焼を評価上見込んだ場合においても、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の温度は、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℃を下回り、有機溶媒等による火災又は爆発が発生することはない。

また、事故時においても、貯槽等のバウンダリは健全性を維持するこ とから、TBP等が誤って混入することもない。

以上より,有機溶媒等による火災又は爆発が連鎖して発生することは ない。 (d) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

水素爆発を想定する貯槽等<u>並びに</u>使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施 設は異なる建屋に位置し、水素爆発による事故影響が、貯槽等のバウン ダリ又はセルを超えて波及することは想定されないことから、使用済燃 料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

(e) その他の放射性物質の漏えいへの連鎖

発生防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮しても,その他の 放射性物質の漏えいの発生は想定されない。

水素爆発が発生する貯槽等,これに接続する水素掃気配管,機器圧縮 空気供給配管,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 その他の安全機能を有する機器で構成するバウンダリは,<u>平常</u>運転時か らの状態の変化等を考慮しても,健全性が維持され,水素爆発による事 故影響が,貯槽等のバウンダリを超えて波及することもない。

以上より,その他の放射性物質の漏えいが連鎖して発生することはない。

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,貯槽等内の気相部の水素 濃度が未然防止濃度に至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<u>内の気相部の</u>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,外的事象の「地震」とは異なる特徴を有する外的事象の「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。

外的事象の「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から,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、水素爆発の発生を想定する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、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、水素爆発の発生を想定 す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。

【補足説明資料8-10】

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又は機器圧縮 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。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能 性のある貯槽等においては、圧縮空気手動供給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<u>を供給することで貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持</u> する。この期間中に,可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給を行う。

圧縮空気自動供給貯槽,圧縮空気自動供給ユニット,機器圧縮空気自 動供給ユニット及び圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給に伴 い,圧縮空気に同伴する放射性物質が,貯槽等の気相部,セル又は部屋を 介して<u>平常</u>運転時の排気経路以外の経路から放出する可能性がある。この ため,放射性物質を可能な限り速やかに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。

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8.2.1-1表に,必要な要員及び作業項目を第8.2.1-1図に示す。

(1) 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の準備判断

「8.1.1 <u>水素爆発の発生防止対策の具体的内容」 の「</u>(1)水素爆 発を未然に防止するための空気の供給の着手判断」と同様である。水素 爆発の再発を防止するための空気の供給の準備作業として以下の(2) へ移行する。

(2) 圧縮空気手動供給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,第8-1表に示す貯槽 等のうち分離建屋,精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設 置する,許容空白時間が短い貯槽等へ速やかに圧縮空気手動供給ユニット を可搬型建屋内ホースにより機器圧縮空気供給配管に接続し,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圧縮 空気手動供給ユニット接続系統圧力計を設置し,圧縮空気供給圧力の変動 を確認することにより,系統が健全であること及び圧縮空気が供給されて 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圧縮空気手動供給ユニットを 接続する系統の圧力である。

(3) 水素濃度の確認

「8.1.1 <u>水素爆発の発生防止対策の具体的内容」の「(4)</u> 可搬型水素 濃度計の設置準備及び測定の実施」において設置した可搬型水素濃度計 により、測定対象の貯槽等の水素濃度の推移を適時把握する。水素濃度

の測定タイミングは、「8.1.1 水素爆発の発生防止対策の具体的内容」の

「(4) 可搬型水素濃度計の設置準備及び測定の実施」と同様である。

(4)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準備

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<u>を用い</u> て接続する。

(5)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の実施判断

圧縮空気の供給は、圧縮空気の供給の準備が完了したこと、可搬型排 風機が起動したことにより実施を判断し、以下の(6)へ移行する。

(6)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の成否判断

可搬型空気圧縮機から圧縮空気を貯槽等へ供給する。貯槽等に供給す る圧縮空気の流量を,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。

また,発生防止対策の実施と並行してセルに導出するユニットに設置 する可搬型セル導出ユニット流量計により,貯槽等から塔槽類廃ガス処理 設備へ移行する圧縮空気の流量を確認する。

本対策において確認が必要な監視項目は,貯槽等に供給する圧縮空気 の流量,圧力及びセル導出系統の廃ガス流量である。

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,貯槽等に供給する圧縮空気の流量である。 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、セル導出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隔離弁を開放する。

また,水素爆発が発生すると,圧力変動によって発生する飛まつに放 射性物質が同伴して気相中に放射性エアロゾルとして移行する。これに伴 い,大気中への放射性物質の放出量が増加するため,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漏えいが 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<u>平常</u>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、主 排気筒につながるように接続する。その後、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 つ主排気筒を介して、大気中に管理しながら放出する。

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図に示す。 (1)塔槽類廃ガス処理設備からセルへの導出経路の構築,可搬型フィルタ 及び可搬型排風機を用いたセル排気系を代替する排気系による対応の ための準備着手判断

「8.1.1 <u>水素爆発の発生防止対策の具体的内容」の「</u>(1)水素爆 発を未然に防止するための空気の供給の着手判断」と同様である。塔 槽類廃ガス処理設備からセルへの導出経路の構築,可搬型フィルタ及 び可搬型排風機を用いたセル排気系を代替する排気系による対応のた めの準備作業として以下の(2)及び(3)へ移行する。

(2)塔槽類廃ガス処理設備からセルへの導出経路の構築,可搬型フィルタ 及び可搬型排風機を用いたセル排気系を代替する排気系による対応の 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,貯槽 等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。

セル排気系,可搬型フィルタ,可搬型ダクト及び可搬型排風機を接続し,可搬型フィルタ差圧計を可搬型フィルタに設置する。前処理建 屋においては,排気経路を構築するため,主排気筒へ排出するユニッ トも用いる。

可搬型排風機,各建屋の重大事故対処用母線及び電路,可搬型分電 盤,可搬型電源ケーブル及び可搬型発電機を接続する。

常設重大事故等対処設備を用いて導出先セルの圧力を計測できない 場合は、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、常設

重大事故等対処設備を用いて塔槽類廃ガス処理設備の圧力を計測できな い場合,塔槽類廃ガス処理設備内の圧力を監視するため,可搬型廃ガス 洗浄塔入口圧力計を塔槽類廃ガス処理設備に設置する。

塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィ ルタの差圧を監視するため、可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計を 高性能粒子フィルタに設置する。

外的事象の「火山」を要因として水素掃気機能が喪失した場合には, 降灰により可搬型発電機が機能喪失することを防止するため,運搬車を 用いて可搬型発電機を各建屋内に配置する。

(3) 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(4)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表に示す貯槽等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、その貯槽等を設置している建屋につい 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 (4)へ移行する。

これらを判断するために必要な監視項目は, 第8-1表に示す貯槽等

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。

(4) セル導出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、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を塔槽類廃 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する。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,放射性物質を,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ない場合は,水封安 全器を経由して第8.2.1-4表に示す導出先セルに導出する。

(5) 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。 (6)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<u>平常</u>運転時の排気経路以 外の経路からの放出を抑制し、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 気筒を介して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開始後,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。 8.2.2 水素爆発の拡大防止対策の有効性評価

8.2.2.1 有効性評価

(1) 代表事例

「8.1.2.1 <u>有効性評価」の「(1)</u> 代表事例」に示したとおりである。 (2) 代表事例の選定理由

「8.1.2.1 <u>有効性評価」の「(2)</u> 代表事例の選定理由」に示したと おりである。

(3) 有効性評価の考え方

水素爆発の拡大防止対策の有効性評価は,発生防止対策が有効に機 能しない場合に,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 は低下傾向を示した後可燃限界濃度未満で平衡に至ることについて確 認するために,貯槽等内の水素濃度の推移を評価する。

塔槽類廃ガス処理設備からセルへの導出経路の構築並びに可搬型フ ィルタ及び可搬型排風機を用いたセル排気系を代替する排気系による 対応に係る有効性評価は、大気中への放射性物質の放出量を算出し、 これをセシウム-137換算した値(以下、8.では「大気中への放射性物 質の放出量(セシウム-137換算)」という。)を評価する。この評価 においては、水素爆発を未然に防止するための空気の供給が継続して 実施されている状況を想定し、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、放出経路構造物への沈着による放射性エ アロゾルの除染係数及び高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾル の除染係数を考慮して解析コードを用いず、簡便な計算に基づき評価 する。

また、水素爆発の拡大防止対策の圧縮空気の供給は、貯槽等の水素

濃度が未然防止濃度に至る前に実施することから水素爆発が発生する ことはないが,仮に,水素爆発が発生した状況を想定し,水素爆発時 の放射性物質の移行率,放出経路構造物への沈着による放射性エアロ ゾルの除染係数及び高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルの除 染係数を考慮して,塔槽類廃ガス処理設備からセルへの導出経路の構 築並びに可搬型フィルタ及び可搬型排風機を用いたセル排気系を代替 する排気系による対応に係る有効性評価においては,解析コードを用 いず,簡便な計算に基づき評価する。

(4) 有効性評価の評価単位

「8.1.2.1 <u>有効性評価」の「(</u>4) 有効性評価の評価単位」に示したと おりである。

(5) 機能喪失の条件

「8.1.2.1 <u>有効性評価」の「(</u>5) 機能喪失の条件」に示したとおりで ある。

(6) 機器の条件

<u>「溶液の沸騰を考慮した圧縮空気の容量」</u>,「高レベル廃液等の核 種組成,濃度,崩壊熱密度」及び「高レベル廃液等の保有量」設定の 考え方は,「8.1.2.1 <u>有効性評価」の「(6)</u>機器の条件」に記載した とおりである。

水素爆発の拡大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

<u>「8.1.2.1 有効性評価」の「(6) 機器の条件」の</u>a. と同様である。 b. 圧縮空気手動供給ユニット

圧縮空気手動供給ユニットは,安全圧縮空気系が機能喪失した後,

圧縮空気手動供給ユニットを第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する圧縮空気 自動供給貯槽,圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給 ユニットから圧縮空気が供給されない場合に可搬型空気圧縮機からの 空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等へ速やか に接続することにより,圧縮空気を供給する。

分離建屋の圧縮空気手動供給ユニットは,内圧14.7MP a の47Lボ ンベ2本<u>以上</u>,減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構 成する。

精製建屋の圧縮空気手動供給ユニットは,内圧14.7MP a の47Lボ ンベ10本<u>以上</u>,減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構 成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニットは, 内圧14.7MP a の47Lボンベ6本<u>以上</u>,減圧弁及び機器圧縮空気供給 配管への接続ホースで構成する。

圧縮空気手動供給ユニットは,溶液の<u>かくはん状態</u>により水素発生 量が増加する可能性があることを想定し,水素発生量の不確かさを踏 まえて十分な量を確保し,可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給開始 までの間,貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持する。

c. セル導出設備の隔離弁

セル導出設備に設置されている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する。

d. 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の隔離弁を開放することにより、塔槽類廃ガス処理設備の放射性物質を塔槽類廃ガス

処理設備から高性能粒子フィルタを経由して放射性物質の導出先セルに導出する。

e. 可搬型発電機

可搬型発電機は、1台当たり約80kVAの容量を有し、前処理建屋 の可搬型排風機の運転に対して1台、分離建屋の可搬型排風機の運転 に対して1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可 搬型排風機の運転に対して1台、高レベル廃液ガラス固化建屋の可搬 型排風機の運転に対して1台を使用することで可搬型排風機を起動し、 運転するのに必要な電力を供給できる設計としていることから、以下 に示す必要な電力を供給できるものとして各対策の有効性を評価する。 前処理建屋の可搬型排風機約5.2kVA(起動時約32kVA) 分離建屋の可搬型排風機約5.2kVA(起動時約32kVA)

精製建屋の可搬型排風機 約5.2 k V A (起動時 約32 k V A)

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機

約5.2 k V A (起動時 約32 k V A)

高レベル廃液ガラス固化建屋の可搬型排風機

約5.2 k V A (起動時 約32 k V A)

【補足説明資料8-15】

(3) 操作の条件

圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給は,可搬型空気圧 縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽 等においては,安全圧縮空気系の掃気機能が喪失した場合,速やかに 圧縮空気手動供給ユニットの接続操作を行い,可搬型空気圧縮機から の圧縮空気の供給開始までの間,貯槽等内の水素濃度を未然防止濃度 未満に維持する。

水素発生量は、溶液の<u>かくはん状態</u>により増加する可能性がある。 このため、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給量は、水 素発生量の不確かさを踏まえて十分な量を確保し、貯槽等内の水素濃 度を未然防止濃度未満に維持する。

圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給は,許容空白時間 が1時間25分と最も短い精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽に対 し,50分で完了する。また,精製建屋における可搬型空気圧縮機によ る圧縮空気の供給は,圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供 給が継続している期間中に準備が整い次第実施し,安全圧縮空気系の 機能喪失から,9時間45分で開始する。

許容空白時間が最も短い貯槽等を設置する精製建屋を例として,水 素爆発の再発を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,第8.2.1-1図に示す。

水素掃気に伴い気相中に移行する放射性物質を導出先セルに導出す るためのセル導出設備の隔離弁の閉止操作は、各建屋の操作完了時間 を包含可能な時間として、安全圧縮空気系の機能喪失から3時間20分 後に完了する。

水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質を導出先セルに導出す るために実施する可搬型ダクトを用いた可搬型フィルタ及び可搬型排 風機の接続並びに可搬型排風機及び可搬型発電機の接続は,圧縮空気 手動供給ユニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に実施 し,許容空白時間が最も短い貯槽等を設置する精製建屋において,安 全圧縮空気系の機能喪失から,5時間40分で作業を完了する。

精製建屋を例として,これらの対策の準備及び実施時に想定される 作業環境を考慮した必要な作業と所要時間を,第8.2.1-1図に示す。 また,<u>各建屋の許容空白時間</u>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8-11】

(4) 放出量評価に関連する機器の条件及び操作の条件の具体的な展開

「高レベル廃液等の核種組成,濃度,崩壊熱密度」及び「高レベル 廃液等の保有量」設定の考え方は,「8.1.2 水素爆発の発生防止対策 の有効性評価」に記載したとおりである。

主排気筒から大気中への放射性物質の放出量の評価は,安全圧縮空 気系の水素掃気機能の喪失が発生し,空気貯槽(水素掃気用),圧縮空 気自動供給貯槽,圧縮空気自動供給ユニット,機器圧縮空気自動供給 ユニット及び圧縮空気手動供給ユニット(以下 8.では「空気貯槽等」 という)から供給する圧縮空気に同伴する放射性物質の放出量評価, 水素爆発を未然に防止するための空気の供給又は水素爆発の再発を防 止するための空気の供給が成功した場合の主排気筒から大気中への放 射性物質の放出量評価並びに水素爆発を想定する場合の主排気筒から 大気中への放射性物質の放出量評価に分けられる。

有効性評価における主排気筒から大気中への放射性物質の放出量は, 重大事故等が発生する貯槽等に内包する放射性物質量に対して,水素 掃気用の空気に同伴して気相に移行する割合,水素爆発に伴い気相に 移行する割合,大気中への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また,評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137への 換算係数を乗じて,大気中へ放出された放射性物質の放出量(セシウ ム-137換算)を算出する。セシウム-137への換算係数は,IAEA -TECDOC-1162に示される,地表沈着した放射性物質からのガ ンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による 内部被ばくに係る実効線量への換算係数を用いて,セシウム-137と着 目核種との比から算出する。ただし,プルトニウム等の一部の核種は, 化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じて算出する。

- i. 空気貯槽等から供給する圧縮空気に同伴する放射性物質の放出量評価
 - (i) 貯槽等に内包する放射性物質量
 第8-1表に示す貯槽等に内包する高レベル廃液等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・UP
 r,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。また、
 貯槽等に内包する放射性物質量は、上記において算出した放射性物質の濃度に、第8-1表の貯槽等に内包する高レベル廃液等の体積を乗じて算出する。
 - (i) 空気の供給により影響を受ける割合
 圧縮空気の供給により影響を受ける割合は、貯槽等に内包する溶液す
 べてと想定し、1とする。
 - (iii) 放射性物質が気相中に移行する割合
 空気貯槽等から圧縮空気を供給する場合,水素爆発を未然に防止する
 ための空気の供給又は水素爆発の再発を防止するための空気の供給が

成功した際に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、貯槽等毎に設定し、時間当たり1×10⁻⁸から1×10⁻¹² の範囲とする。

(iv) 大気中への放出経路における低減割合

放出経路をセルへ導出するユニットに切り替える前は,放射性エアロ ゾルを貯槽等から塔槽類廃ガス処理設備を介して水封安全器からセル に導出する。セルに導出した放射性物質は,セル及び部屋により希釈 され,建屋内の壁を介して平常運転時の排気経路以外の経路から放出 する。塔槽類廃ガス処理設備の放出経路構造物への沈着による放射性 エアロゾルの除染係数は,10とする。また,セル及び部屋における希 釈による放射性物質の低減効果を除染係数として考慮する。

放出経路をセルへ導出するユニットに切り替えた後の除染係数は,塔 槽類廃ガス処理設備の放出経路構造物への沈着及びセル及び部屋によ る希釈による低減効果に加え,塔槽類廃ガス処理設備からセルへ導出 するユニットに設置する高性能粒子フィルタによる除染を考慮する。 塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの高性能粒子フィ ルタの除染係数は,水素掃気用の圧縮空気に同伴する放射性物質に対 して1段当たり10³以上(0.3μmDOP粒子)の除染係数を有し,1 段で構成することから10³である。

可搬型排風機が起動し,水素爆発を未然に防止するための空気の供給 又は水素爆発の再発を防止するための空気の供給が成功した場合の除 染係数は,塔槽類廃ガス処理設備の放出経路構造物への沈着,塔槽類 廃ガス処理設備からセルへ導出するユニットに設置する高性能粒子フ ィルタによる除染及び可搬型フィルタによる除染を考慮する。

ii. 水素爆発を想定する場合の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量

評価

- (i) 貯槽等に内包する放射性物質量
 貯槽等に内包する放射性物質量は、「8.2.2.1 (4) i (i) 貯槽等
 に内包する放射性物質量」と同様である。
- (i) 水素爆発により影響を受ける割合
 水素爆発により影響を受ける割合は、貯槽等に内包する溶液すべてと
 想定し、1とする。
- (iii) 放射性物質が気相中に移行する割合
 第8-1表に示す貯槽等のうち、未然防止濃度に至るまでの時間が1
 年以内の機器で1回の水素爆発が起こると想定する。水素爆発に伴い
 気相中に移行する放射性物質の割合は0.01%とする。
- (w) 大気中への放出経路における低減割合
 - 水素爆発を想定した場合においてセル導出設備の隔離弁の健全性が維持されることから、気相中に移行した放射性物質は、セル内へ導出され、可搬型フィルタ2段を経て主排気筒から大気中へ放出する。放出 経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、10とする。 可搬型フィルタの高性能粒子フィルタは、1段当たり10³以上(0.3µ mDOP粒子)の除染係数を有し、2段で構成する。また、貯槽等の 水素濃度が未然防止濃度の場合に水素爆発が起こったとしても、可搬 型フィルタの差圧上昇値は0.17から4.2kPaであり、フィルタの健 全性が確認されている圧力(9.3kPa)を下回ることから可搬型フ ィルタの高性能粒子フィルタは有意な影響を受けない。以上より放射 性エアロゾルの除染係数は10⁵とする。

【補足説明資料8-12】

【補足説明資料8-13】

(5) 判断基準

水素爆発の拡大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. 水素爆発の再発を防止するための空気の供給

第8-1表に示す貯槽等が,安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失 してから,未然防止濃度に至るまでに,水素爆発の再発を防止するた めの空気を供給できること。

b. 貯槽等内の水素濃度の推移

第8-1表に示す貯槽等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至ることで事態を収束できること。

c. 放射性物質のセルへの導出並びに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評価

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がセシウム-137換算で100T Bqを下回るものであって,かつ,実行可能な限り低いこと。

- 8.2.2.2 有効性評価の結果
 - (1) 有効性評価の結果

a. 水素爆発の再発を防止するための空気の供給

圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給は,許容空白時間 が1時間 25 分と最も短い精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽に対 し,4名にて 50 分で完了できる。また,精製建屋における可搬型空気 圧縮機による圧縮空気の供給は,圧縮空気手動供給ユニットからの圧 縮空気の供給が継続している期間中に準備が整い次第実施し,安全圧 縮空気系の機能喪失から,<u>4</u>名にて9時間 30 分以内に圧縮空気の供給 の準備の完了が可能である。

水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質を導出先セルに導出す るための可搬型ダクトによる可搬型フィルタ及び可搬型排風機の接続 並びに可搬型排風機及び可搬型発電機の接続は、圧縮空気手動供給ユ ニットからの圧縮空気の供給が継続している期間中に実施し、許容空 白時間が最も短い貯槽等を設置する精製建屋において、安全圧縮空気 系の機能喪失から、1<u>4</u>名にて5時間 40 分で放出経路の構築の完了が可 能である。

b. 貯槽等内の水素濃度の推移

圧縮空気の供給開始時の貯槽等の水素濃度が最も高くなる精製建屋 のプルトニウム濃縮液一時貯槽の場合,貯槽等内の水素濃度がドライ 換算で約4.9vo1%まで上昇するが,未然防止濃度に至ることはなく, その後,低下傾向を示すことから水素爆発が続けて生じることがない 状態を維持することができる。また,低下傾向を示した貯槽等の水素 濃度は,可燃限界濃度未満に移行し,その状態を維持する。

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 に至ることはなく,その後は,低下傾向を示し,可燃限界濃度未満に 移行し,その状態を維持する。 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 実施時のパラメータの変位を第8.2.2-1図から第8.2.2-5図に示す。 c. 放射性物質のセルへの導出並びに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評価

<u>
圧縮空気自動供給系,機器圧縮空気自動供給ユニット及び圧縮空気</u> <u>
手動供給ユニット</u>から供給する圧縮空気に同伴する放射性物質の放出 量及び水素爆発を未然に防止するための空気の供給又は水素爆発の再 発を防止するための空気の供給が成功した場合における大気中への放 射性物質の放出量を第8.2.2-1表に示す。

<u>
圧縮空気自動供給系,機器圧縮空気自動供給ユニット及び圧縮空気</u> <u>
手動供給ユニット</u>から供給する圧縮空気に同伴する放射性物質の放出 量(セシウム-137換算)は、放出経路を塔槽類廃ガス処理設備からセ ルへ導出するユニットに切り替える前後の合計値としても、約2×10⁻⁷ ⁷ T B q である。また、水素爆発を未然に防止するための空気の供給又 は水素爆発の再発を防止するための空気の供給が成功した場合におけ る大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)は、全建屋の 合計で約2×10⁻⁹ T B q / 日である。

水素爆発時の大気中への放射性物質の放出量を第8.2.2-1表から第 8.2.2-6表に示す。

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,前 処理建屋において約8×10⁻⁵TBq,分離建屋において約2×10⁻⁴T Bq,精製建屋において約3×10⁻⁴TBq,ウラン・プルトニウム混 合脱硝建屋において約7×10⁻⁵TBq,高レベル廃液ガラス固化建屋

において約2×10⁻³TBqとなり,これらを合わせても約2×10⁻³T Bqである。<u>なお,分離建屋,精製建屋及びウラン・プルトニウム混</u> <u>合脱硝建屋では,</u>継続して実施する圧縮空気の供給により,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 漏えいのおそれがあるが,その継続時間は,最も長いウラン・プルト ニウム混合脱硝建屋で3時間10分であり,大気中への放出に至る建屋 内の移行経路を踏まえればその影響はわずかであるが,上記の放出量 は,この寄与分も含めた結果である。

以上より,放射性物質をセルへ導出する手段並びにセル及び高性能 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 している。また,放射性物質のセルへの導出に係る準備作業,可搬型 フィルタ,可搬型排風機及び可搬型ダクトの建屋換気設備への接続並 びに,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 業を未然防止濃度に至る前に実行可能な限り早期に完了させ,これら を稼動させることから主排気筒から大気中への放射性物質の放出量 (セシウム-137換算)が100TBqを下回るものであって,かつ,実

行可能な限り低い。

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8.2.2-1図から第8.2.2-5図に示す。 また,対策実施時の放出の傾向を第8.2.2-6図から第8.2.2-10図に 示す。

各建屋の主排気筒から大気中への放射性物質の放出量及び大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)の詳細を第8.1.2-9表, 第8.1.2-13表,第8.1.2-17表,第8.1.2-21表,第8.1.2-25表,第

8.2.2-1 表から第8.2.2-6 表に示す。また,放射性物質が大気中に 放出されるまでの過程を第8.2.2-11図から第8.2.2-15図に示す。

【補足説明資料8-15】

- (2) 不確かさの影響評価
- a. 事象, 事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響
- (a) 想定事象の違い

「8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評価」に記載したとおり である。

(b) 実際の水素発生量及び空間容量の影響

「8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評価」に記載したとおりである。

(c) 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評価に用いるパラメータの不確かさ

放射性物質の放出量評価に用いるパラメータは不確かさを有するた め、大気中への放射性物質の放出量に影響を与える。不確かさを考慮 した各パラメータの幅を以下に示す。

- 空気貯槽等からの圧縮空気に放射性物質が同伴する場合、又は、水素 爆発の発生防止対策若しくは拡大防止対策が成功した場合
 - i. 貯槽に内包する放射性物質量

再処理する使用済燃料の燃焼条件の変動幅を考慮すると,放射性物 質量の最大値は,1桁未満の下振れを有する。また,再処理する使用 済燃料の冷却期間によっては,減衰による放射性物質量の更なる低減 効果を見込める可能性がある。

ii. 事故の影響を受ける割合

事故の影響を受ける割合は貯槽等に供給する圧縮空気によるかくは ん及び掃気の条件に依存するパラメータであり、かくはん及び掃気に より影響を受けるのは貯槽等内の溶液の一部分に限られることから、 1桁未満の下振れをする。さらに、貯槽等の液位が高く、掃気による 影響範囲が小さい場合又はかくはんに用いる配管が計装配管のような 場合等の条件によっては1桁未満の下振れを見込める可能性がある。 iii. 気相に移行する割合

E縮空気の供給時に放射性物質が気相部に移行する割合は,気体廃 棄物の推定放出量の評価における塔槽類からの廃ガスの移行量である $10 \text{ mg/m}^3 \text{ c} \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mg}^3 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mg}^3 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mg}^3 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mg}^3 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mg}^3 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mg}^3 \text{ mhoc}_{a} (10 \text{ mho$

第8-1表に示す貯槽等から導出先セルまでの経路上の塔槽類廃ガ ス処理設備の配管は,数十m以上の長さがあり,かつ,それが複雑に 曲がっている。さらに,経路は多数の機器で構成しているため放射性 物質を大気中へ押し出すエネルギの減衰や放射性エアロゾルの沈着に よる除去が期待できる。実際,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が り部1ヶ所だけで9割程度の沈着効果があることが報告されている。 また,放射性物質の導出先セルへの導出後においては,導出先セルに 閉じ込めることによる放射性エアロゾルの重力沈降による除去,導出 先セルから主排気筒までのダクトの曲がり部における慣性沈着及び圧 力損失に伴う放射性物質を大気中へ押し出すエネルギの減衰により放 射性物質を除去する。

塔槽類廃ガス処理設備の構造的な特徴による除去並びに導出先セル 及び導出先セルから主排気筒までのダクトの構造的な特徴による除去 により,除染係数の設定値は1桁程度の上振れをする。条件によって は更に1桁程度の上振れを見込める可能性がある。

空気貯槽等からの圧縮空気に放射性物質が同伴する場合においては, セルから部屋を介して経路外放出することも想定されるが,本経路か ら放射性物質が放出する場合は,セルの体積による希釈を考慮できる。 導出先セルから屋外への経路上では,建屋内における他の空間での希 釈効果及び障害物への沈着効果が見込めることから,更なる下振れを 有することになるが,定量的な振れ幅を示すことは困難であり,ここ では議論しない。

- 2) 水素爆発を想定した場合
 - i. 貯槽等に内包する放射性物質量

再処理する使用済燃料の冷却期間を15年,貯槽等が取り扱うことが できる最大液量を内包しているものとして算出する放射性物質量の最 大値を設定する。

再処理する使用済燃料の燃焼条件の変動幅を考慮すると,放射性物 質量の最大値は,1桁未満の下振れを有する。また,再処理する使用 済燃料の冷却期間によっては,減衰による放射性物質量の更なる低減 効果を見込める可能性がある。

ii. 事故の影響を受ける割合

事故の影響を受ける割合は水素爆発時の貯槽等内の液位に依存する パラメータであり、水素爆発の影響を受けるのは液面付近の溶液に限 られることから、1桁未満の下振れをする。さらに、液位が高い場合 には1桁未満の下振れを見込める可能性がある。

iii. 気相に移行する割合

水素爆発時に放射性物質が気相に移行する割合は実験値に基づき, より厳しい結果を与えるように1×10⁻⁴と設定する。

実験値によれば,貯槽等の形状の影響を受けない放射性物質が気相 に移行する割合の幅は1×10⁻⁵から 6.0×10⁻⁴程度と考えられ,設定 した放射性物質が気相に移行する割合との比較により,1桁程度の下 振れと1桁未満の上振れをする。

ただし、NUREG/CR-6410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、放 射性物質が気相に移行する割合の上限とした 6.0×10^{-4} が取得された 実験は、3.5MP a 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 0.35MP a としたときの放射性物質が 気相に移行する割合は 4.0×10^{-5} であることから、水素爆発時に放射 性物質が気相に移行する割合が 6.0×10^{-4} まで増加する可能性は低い。

さらに,貯槽等の形状の影響を受ける実験値の最小値は1×10⁻⁸で あり1×10⁻⁵に対し3桁小さいことから,条件によっては更に3桁程 度の下振れを見込める可能性がある。

iv. 貯槽から主排気筒までの除染係数

塔槽類廃ガス処理設備の構造的な特徴による除去として曲がりの数 が多いこと、デミスタのような構造物が経路上に存在することから1 桁程度、導出先セル及び導出先セルから主排気筒までのダクトの構造 的な特徴による除去として曲がりの数が多いことから1桁程度の上振 れをする。貯槽等と、貯槽等に接続する塔槽類廃ガス処理設備の構造 はそれぞれ異なることから、条件によっては、更に1桁程度の上振れ を見込める可能性がある。

- b. 操作条件の不確かさの影響
- (a) 実施組織要員の操作

「8.1.2 水素爆発の発生防止対策の有効性評価」に記載したとおりである。

(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,圧縮空気手動供給ユニットにより貯槽等に圧縮空気を供給する。 貯槽等を経由後の放射性物質を含む空気が漏え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。 8.2.2.3 同時発生又は連鎖

(1) 重大事故等の事象進展,事故規模の分析
 「8.1.2.3 同時発生又は連鎖」に記載したとおりである。

(2) 重大事故等の同時発生

重大事故等が同時に発生する場合については、「8.1.2.3 同時発生又 は連鎖」に記載したとおり、冷却機能の喪失による蒸発乾固の事故影響が 本重大事故の重大事故等対策に与える影響を考慮する必要がある。

<u>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</u> 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。

(3) 重大事故等の連鎖

水素爆発の発生を防止するための空気の供給を実施したにもかかわ 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

貯槽等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、プルトニウム溶液、プルトニウム濃縮液、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、<u>平常</u>運転時に内包する溶液に対して、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、 <u>平常</u>運転時の冷却能力及び貯槽等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いることから、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

圧縮空気手動供給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(250gPu/L):約1℃
 プルトニウム溶液(24gPu/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

圧縮空気手動供給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50kPa程度である。

ⅲ. 湿度

圧縮空気手動供給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,水 の発生により湿度が増加する。

iv. 放射線

圧縮空気手動供給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量が増加することはなく,放射線量 は<u>平常</u>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)及びエネルギの 発生

圧縮空気手動供給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。 TBP等を含む使用済みの有機溶媒は,<u>平常</u>運転時においては希 釈剤により洗浄されるため,高レベル廃液等の水素爆発を想定する 貯槽等には,有意量のTBP等を含む使用済みの有機溶媒が含まれ ることはない。また,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℃に至らないことから,有機溶 媒火災又はTBP等の錯体の急激な分解反応の発生は想定されず, 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

圧縮空気手動供給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 境において貯槽等の材質の強度が有意に低下することはなく、貯槽 等が落下・転倒することはない。

vii. 腐食環境

圧縮空気手動供給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50kP 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から,核的制限値を逸脱することはない。

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,<u>平常</u>運転時の冷却能力及び貯槽等からの 放熱は溶液の崩壊熱に対して十分な余力を有していることから貯槽等 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。

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 k P a 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. 起因となる重大事故等の事象進展,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等が誤って混入すること<u>は</u> なく,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 の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) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷

本重大事故及び使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷の相互影響については、本重大事故が発生する貯槽等と使用済燃料の受入れ施設及び 貯蔵施設は異なる建屋に位置しており、互いの事故影響が<u>バウンダリ</u>を超えて波及することはないことから、これらの重大事故等対策の有効性評価結果は、単独で重大事故等が発生した場合と同じであり、 各々の重大事故等対策が阻害されることはない。

(e) 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よ ってこれらのバウンダリが喪失することはなく,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50k Pa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 +分な厚さを有するセルを超えてセル外へ及ぶことはなく,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50k P a 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、塔槽類廃ガ ス処理設備等に波及する。

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50kPa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 処理設備等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,想定される高レベル廃液等の状態及び事故時環境において,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。

(a) 臨界事故への連鎖

拡大防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮しても,臨界事 故の発生は想定されない。

水素掃気機能の喪失による水素爆発が想定される貯槽等において講 じられている臨界事故に係る安全機能は,全濃度安全形状寸法管理及 び濃度管理であるが,水素燃焼を評価上見込んだ場合の圧力及び温度 の上昇を考慮しても,これらの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から,核的制限値を逸脱す ることはない。また,これらの事故影響が,貯槽等のバウンダリを超 えて波及することは想定されないことから,臨界事故が連鎖して発生 することはない。

(b) 蒸発乾固への連鎖

拡大防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮し,水素燃焼を 評価上見込んだ場合においては,高レベル廃液等の温度が上昇するが、 水素燃焼による溶液の崩壊熱に変化はなく,<u>平常</u>運転時の冷却能力及 び貯槽等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, 高レベル廃液等が沸騰に至ることはない。

貯槽等において講じられている蒸発乾固に係る安全機能は,安全冷 却水系による崩壊熱除去機能であるが,想定される圧力,温度,その 他のパラメータ変動を考慮しても安全冷却水系による冷却機能が喪失 することはない。

また、これらの事故影響が、貯槽等のバウンダリを超えて波及する ことは想定されないことから、蒸発乾固が連鎖して発生することはな い。

(c) 有機溶媒等による火災又は爆発への連鎖

TBP等を含む使用済みの有機溶媒は,<u>平常</u>運転時においては希釈 剤により洗浄されるため,高レベル廃液等の水素爆発を想定する貯槽 等には,有意な量のTBP等を含む使用済みの有機溶媒が含まれるこ とはない。

拡大防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮し,水素燃焼を 評価上見込んだ場合においても,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の温度は,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℃を下 回り,有機溶媒等による火災又は爆発が発生することはない。

また,事故時においても,貯槽等のバウンダリは健全性を維持する ことから, TBP等が誤って混入することもない。

以上より、有機溶媒等による火災又は爆発が連鎖して発生すること

はない。

(d) 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への連鎖

水素爆発を想定する貯槽等及び使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設 は異なる建屋に位置し、水素爆発による事故影響が、貯槽等のバウン ダリ又はセルを超えて波及することは想定されないことから、使用済 燃料貯蔵槽における燃料損傷が連鎖して発生することはない。

(e) その他の放射性物質の漏えいへの連鎖

拡大防止対策実施時の高レベル廃液等の状態を考慮しても,その他 の放射性物質の漏えいの発生は想定されない。

水素爆発が発生する貯槽等,これに接続する水素掃気配管,機器圧 縮空気供給配管,塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット 及びその他の安全機能を有する機器で構成されるバウンダリは,<u>平常</u> 運転時からの状態の変化等を考慮しても,健全性が維持され,水素爆 発による事故影響が,貯槽等のバウンダリを超えて波及することもな い。

以上より,その他の放射性物質の漏えいが連鎖して発生することはない。

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<u>に</u> 空気<u>を</u>供給<u>する手段</u>,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,圧縮空気自動供給貯槽,圧縮空気 自動供給ユニット,機器圧縮空気自動供給ユニット及び圧縮空気手動 供給ユニット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貯槽等内の 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<u>平常</u>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,未然防止濃度に至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<u>並びに</u>可搬型フィルタ,可搬型排風機<u>及</u> び可搬型ダクトを建屋換気設備に接続し,主排気筒を介して大気中へ 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 防止濃度に至る前で実行可能な限り早期に完了させ,これらを稼動さ せることで主排気筒を介して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2×10⁻³TBq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,外的事象の「地震」とは異なる特徴を有する外的事象の「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。

外的事象の「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 ことから,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、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、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、貯槽等に接 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 より水素爆発が続けて生じ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 有効 15) 判断 基準」を満足する。

【補足説明資料8-<u>16</u>】

【補足説明資料8-17】

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必要な要員は、水素掃 気機能の喪失を受けて、各建屋で並行して対応することとなっており、 外的事象の「地震」を要因とした場合、全建屋の合計で<u>135</u>人である。 なお、外的事象の「火山」を要因とした場合、降灰予報を受けて建屋 外でのホース敷設等の準備作業に入ることから、建屋外の作業に要す る要員数が外的事象の「地震」の場合を上回ることはなく、外的事象 の「地震」と同じ人数で対応できる。

また,内的事象を要因とした場合は,作業環境が外的事象の「地震」 で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,必要な要員は外的事象の「地震」の場合の必要 な人数以下である。

事業所内に常駐している実施組織要員は164人であり、必要な作業対応が可能である。

(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450m³/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4.7m³の軽油が必要である。

容量約220m³/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1.4m³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6m³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12m³の軽油が必要である。

- 前処理建屋 約2.5m³
- 分離建屋 約3.0m³
- 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋約3.0m³高レベル廃液ガラス固化建屋約3.0m³全建屋合計約12m³
- 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18m³である。

軽油貯蔵タンクにて約400m³の軽油を確保していることから,外 部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。

【補足説明資料8-19】

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

8-80

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5.2kVA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39kVA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5.2kVA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39kVA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11k VA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45kVA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78kVA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5.2kVA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39k VA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80k VAあり,必要負荷に 対しての電源供給が可能である。

8-81

【補足説明資料8-19】

- 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/pdfda
 ta/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?Ca tegory=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.

8-83

- (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) 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).
- (10) Science Applications International. Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. United States Nuclear Regulatory Commission, 1998-03, NUREG/CR-6410.

第8-1表 貯槽等及び水素掃気を必要とする主要機器

建屋	施設名	設備名	機器名
前処理建	溶解施設	溶解設備	ハル洗浄槽
屋			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*

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	第1一時貯留処理槽
		貯留処理設備	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	プルトニウム溶液供給槽*
		精製設備	抽出塔
			核分裂生成物洗浄塔
			逆抽出塔
			ウラン洗浄塔
			補助油水分離槽
			T B P 洗浄器
			プルトニウム溶液受槽*
			油水分離槽*
			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	第1一時貯留処理槽
		貯留処理設備	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*

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

注)*印の機器は、貯槽等(水素爆発の発生を想定する水素掃気が必要な高

レベル廃液等を内包する貯槽及び濃縮缶)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

				重大事故等対処施設		
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対処	可搬型重大事故等対処	きしいときもい (共)	
			設備※	設備	司	
(1)	水素爆発を未 然に防止する	 ・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 継を冷却する安全冷却水系の冷却塔又は外部ループ 				
	ための主気の 供給の着手判 断	(後を市場する女主市場が来の市場店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は,可搬型空気圧縮機からの空気の供給の着手を判断し,重大事故等対策として以下の(2)及び(4)に移行する。	_	_	_	
(2)	圧縮空気自動 供給系からの 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 自動供給系から第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。圧縮空気自動供給系の圧力計により,所 定の圧力で空気が供給されていることを確認する。 常設重大事故対処設備により圧縮空気自動供給系の 圧力を計測できない場合は,可搬型圧縮空気自動供 給貯槽圧力計又は可搬型圧縮空気自動供給ユニット 圧力計を設置し,圧縮空気自動供給系の圧力を計測 する。 ・本対策において確認が必要な監視項目は圧縮空気自 動供給系の圧力である。 	 		 可搬型圧縮空気自 動供給貯槽圧力計 可搬型圧縮空気自 動供給ユニット圧 力計 	

			重大事故等対処施設		
判断	断及び操作	手順	常設重大事故等対処	可搬型重大事故等対処	⇒1.3七号九7世
			設備※	設備	
 (3) 機器 自動 ット え 	器圧縮空気 動供給ユニ トへの切替	 「(2) 圧縮空気自動供給系からの圧縮空気の供給」 の後,水素発生量が増加する前に,圧縮空気自動供 給系から機器圧縮空気自動供給ユニットへの切り替 えを行い,未然防止濃度に維持するために十分な量 の圧縮空気を供給するため,機器圧縮空気自動供給 ユニットから第5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 置される可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前 に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等へ圧縮空 気を供給する。 機器圧縮空気自動供給ユニットの圧力計により,所 定の圧力で空気が供給されていることを確認する。 常設重大事故対処設備により圧縮空気自動供給系の 圧力を計測できない場合は,可搬型機器圧縮空気自 動供給ユニット圧力計を設置し,機器圧縮空気自動 供給ユニットの圧力を計測する。 本対策において確認が必要な監視項目は機器圧縮空 気自動供給ユニットの圧力である。 	 ・ 機器圧縮空気自動 供給ユニット ・ 各建屋の水素爆発 対象機器 ・ 各建屋の水素掃気 配管 		 可搬型機器圧縮空気 自動供給ユニット圧 力計

			重大事故等対処施設 常設重大事故等対処 可搬型重大事故等対処 設備※ ご		
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対処	可搬型重大事故等対処	<u> </u>
			設備※	設備	司 农奴佣
(4)	可搬型水素濃 度計の <u>設置準</u> <u>備及び測定の</u> <u>実施</u>	 「(1)水素爆発を未然に防止するための空気の供給の着手判断」の着手判断を受け、水素濃度の測定対象の貯槽等の水素濃度の推移を適時把握するため、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又は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、溶液の性状ごとに許容空白時間が短い貯槽を候補とし、水素掃気機能の喪失直前の液位情報を基に選定する。 水素濃度は、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定の実施を判断し、水素濃度の測定を行う。また、水素発生速度の変動が想定される期間において水素濃度を確認するため、貯槽等内の高レベル廃液等の温度の指示値をもとに測定の実施を判断し、水素濃度の測定を行う。また、上記の測定以外に、水素濃度を所定の頻度(90分)を満たすように測定する。 本対策において確認が必要な監視項目は、高レベル廃液等の温度及び測定対象の貯槽等内の水素濃度である。 	 ・各建屋の水素掃気 配管 ・各建屋の機器圧縮 空気供給配管 ・<u>圧縮空気供給系</u> 		 計測制御設備 可搬型水素濃度計

			重大事故等対処施設						
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対処	可搬型重大事故等対処	<u> 乳壮乳</u> /曲				
			設備※	設備	訂表說佣				
(5)	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 供給準備	 ・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する。 ・外的事象の「火山」を要因として水素掃気機能が喪失した場合には、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、運搬車によりあらかじめ可搬型空気圧縮機を各建屋内に配置する。 	 ・各建屋の水素掃気 配管 ・各建屋の機器圧縮 空気供給配管 ・<u>圧縮空気供給系</u> 	 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 	_				
(6)	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 供給の実施判 断	・圧縮空気の供給は、圧縮空気の供給の準備が完了し たこと、可搬型排風機が起動したことにより実施を 判断し、以下の(7)へ移行する。							

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対処	可搬型重大事故等対処	31.3十3几/半
			設備※	設備	
(7)	代替安全圧縮	・可搬型空気圧縮機から圧縮空気を貯槽等へ供給する。			
	空気系の水素	貯槽等に供給する圧縮空気の流量を、代替安全圧縮			
	掃気配管又は	空気系の水素掃気配管,機器圧縮空気供給配管,可			
	機器圧縮空気	搬型個別供給用建屋内ホース又は可搬型建屋内ホー			
	供給配管から	スに接続する可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により			
	の圧縮空気の	確認し、水素掃気機能が維持されていることを判断			· 可搬型貯槽掃気圧
	供給の成否判	する。			縮空気流量計
	断	・また、貯槽等から塔槽類廃ガス処理設備へ移行する			· 可搬型水素掃気系
		圧縮空気の流量を、発生防止対策と並行作業により			統圧縮空気圧力計
		セルに導出するユニットに設置する可搬型セル導出	—	—	・ 可搬型かくはん系
		ユニット流量計により確認する。			統圧縮空気圧力計
		 ・本対策において確認が必要な監視項目は、貯槽等に 			・ 可搬型セル導出ユ
		供給される圧縮空気の流量,圧縮空気供給圧力及び			ニット流量計
		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。			
		・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、貯槽等に供給される圧			
		縮空気の流量である。			

※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)

	機器名		水相								
			NO ₃ - 淟귵	崩壊熱	崩壊熱密度		G值 (70℃以下)		0℃超過)	評価用	
建屋 		液量		α	Ba	α	βγ	α	βγ	空間容量	
		(m ³)	$(mol \angle L)$	(W / m^3)	(W/m^3)	(Molecules		(M o 1	ec u l e s	(m ³)	
				(,		/100	0 e V)	∕100 e V)			
	ハル洗浄槽	0.020	0.0	1.2×10^{1}	1. 1×10^{2}	1.4	0.45	_	_	0.038	
	水バッファ槽	5.0	0.0	6.2	1.4×10^{1}	1.4	0.45		_	0.69	
	中間ポット		3.0	1. 7×10^{2}	4.4 $\times 10^{2}$	0.11	0.042	0.55	0.21	0.060	
	中継槽	7.0	3.0	1. 7×10^{2}	4. 4×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	2.7	
前処理	リサイクル槽	2.0	3.0	1. 7×10^{2}	4. 4×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	0.47	
建屋	不溶解残渣回収槽	5.0	0.17	1. 7×10^{-2}	3.3	0.86	0.24	-	_	2.4	
	計量前中間貯槽	25	3.0	1. 7×10^{2}	4. 4×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	7.8	
	計量・調整槽	25	3.0	1.2×10^{2}	3. 5×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	7.8	
	計量後中間貯槽	25	3.0	1.2×10^{2}	3. 5×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	7.8	
	計量補助槽	7.0	3.0	1.2×10^{2}	3. 5×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	1.6	



第8.1.2-2表 有効性評価に係る主要評価条件(分離建屋)

			水相								
本民	长候 巴巴 友	· 一日	NO_3^-	崩壊熱	密度	G值(70	℃以下)	G值(70	℃超過)	評価用	
建座		$ (m^3) $	濃度	α	βγ	α	βγ	α	βγ	空间谷里 (m ³)	
		(111)	(mol/L)	(W∕m³)	(W∕m³)	(Molecules∕100eV)		(Molecules∕100eV)		(111)	
分離	抽出塔		3.0	7.9 \times 10 ¹	3. 2×10^{2}	0.11	0.042	—	—	0.22	
建屋	第1洗浄塔		3.0	2.9 $\times 10^{1}$	8.6 $\times 10^{1}$	0.11	0.042			0.22	
	第2洗浄塔		4.2	1.1×10^{1}	1.1	0.059	0.034			0.22	
	T B P 洗浄塔		2.8	4. 1×10^{1}	3. 2×10^{2}	0.11	0.044			0.058	
	溶解液中間貯槽	25	3.0	1.2×10^{2}	3. 5×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	11	
	溶解液供給槽	6.0	3.0	1.2×10^{2}	3. 5×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	2.3	
	抽出廃液受槽	15	2.8	4. 1×10^{1}	2. 5×10^{2}	0.11	0.044	0.55	0.22	4.4	
	抽出廃液中間貯槽	20	2.8	4. 1×10^{1}	2.5 $\times 10^{2}$	0.11	0.044	0.55	0.22	4.1	
	抽出廃液供給槽	60	2.6	4. 1×10^{1}	2.5 \times 10 ²	0.12	0.045	0.60	0.23	18	
	プルトニウム分配塔		1.5	2.9 $\times 10^{2}$	5. 2×10^{-1}	0.22	0.065		-	0.29	
	ウラン洗浄塔		1.5	2.9 $\times 10^{2}$	5. 2×10^{-1}	0.22	0.065	_	_	0.049	
	プルトニウム洗浄器		0.5	3.8	4. 6×10^{-1}	0.63	0.16		_	1.1	
	プルトニウム溶液受槽	3.0	1.7	2. 4×10^{2}	—	0.19	_			0.15	
	プルトニウム溶液中間貯槽	3.0	1.7	2. 4×10^{2}	—	0.19			_	0.15	
	第1一時貯留処理槽		3.0	7.9×10^{1}	3. 2×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	0.15	
	第2一時貯留処理槽	3.0	1.5	2.9 $\times 10^{2}$	5. 2×10^{-1}	0.22	0.065			0.15	
	第3一時貯留処理槽	20	3.0	8.9×10 ¹	3. 2×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	11	
	第4一時貯留処理槽	20	2.8	4.9 $\times 10^{1}$	3. 2×10^{2}	0.11	0.044	0.55	0.22	11	
	第5一時貯留処理槽	_	_	_	—	—				0.15	
	第6一時貯留処理槽		2.8	2. 0×10^{2}	1.3×10^{3}	0.11	0.044	0.55	0.22	1.0	
	第7一時貯留処理槽		3.0	8.9 $\times 10^{1}$	3. 2×10^{2}	0.11	0.042	0.55	0.21	0.020	
	第8一時貯留処理槽		1.5	2.9 $\times 10^{2}$	5. 2×10^{-1}	0.22	0.065	1.1	0.33	0.070	
	第9一時貯留処理槽	—	_	_	—	_			_	3.6	
	第10一時貯留処理槽		0.15	1.2×10^{-2}	3. 8×10^{-1}	0.89	0.30	_	_	3.6	
	第1洗浄器		0.15	_	5. 3×10^{-1}	—	0.30	_	_	1.9	
	高レベル廃液供給槽	20	2.6	1.7×10^{1}	1.1×10^{2}	0. 12	0.046	0. 60	0. 23	4.5	
	高レベル廃液濃縮缶	22	2.0	5. 0×10^{2}	3. 2×10^{3}	0. 17	0.053	0.85	0. 27	31	

				有機相					
2 中 巳	长线 巴巴 友	~ 目	崩壊熱	密度	G值(70	℃以下)	G值(70	℃超過)	評価用
建座		$ (m^3) $	α	βγ	α	βγ	α βγ		
			(W∕m ³)	(W∕m³)	(Molecul	es∕100 e V)	(Molecul	es∕100 e V)	(111)
分離	抽出塔		3.8×10^{1}	1.8×10^{1}	3.0	3.0	_	—	0.22
建屋	第1洗浄塔		3.8×10^{1}	1.8×10^{1}	3.0	3.0	_	—	0.22
	第2洗浄塔		3.1×10^{1}	3. 5×10^{-1}	3.0	3.0	_	—	0.22
	T B P 洗浄塔		_	2.2	_	7.0	_	—	0.058
	溶解液中間貯槽		_	—	_		_	—	11
	溶解液供給槽		_	_			_	_	2.3
	抽出廃液受槽		_	_	_	_	_	_	4.4
	抽出廃液中間貯槽	_	—	—	_	_	_	—	4.1
	抽出廃液供給槽		_	—	_	_	_	—	18
	プルトニウム分配塔		3.5×10^{1}	1.7×10^{-1}	3.0	3.0	_	_	0.29
	ウラン洗浄塔		8.1×10 ¹	1.4×10^{-1}	3.0	3.0	_	_	0.049
	プルトニウム洗浄器		3.5	1.6×10^{-1}	3.0	3.0	_	_	1.1
	プルトニウム溶液受槽		_	—	_	_	_	—	0.15
	プルトニウム溶液中間貯槽		_	_			_	_	0.15
	第1一時貯留処理槽		3.8×10^{1}	1.8×10^{1}	3.0	3.0	15	15	0.15
	第2一時貯留処理槽		_	_			_	_	0.15
	第3一時貯留処理槽		_	_	_	_	_	_	11
	第4一時貯留処理槽	_	—	—	_	_	_	—	11
	第5一時貯留処理槽	3.0	4. 3×10^{-1}	1.8×10^{1}	3.0	3.0	_	—	0.15
	第6一時貯留処理槽		2.6	7.1 \times 10 ¹	3.0	3.0	15	15	1.0
	第7一時貯留処理槽	_	—	—	_	_	_	—	0.020
	第8一時貯留処理槽		3. 5×10^{1}	1.7×10^{-1}	3.0	3.0	15	15	0.070
	第9一時貯留処理槽	10	4. 3×10^{-1}	1.8×10^{1}	3.0	3.0	—	—	3.6
	第10一時貯留処理槽		1.4×10^{-2}	3. 5×10^{-2}	3.0	3.0	_	—	3.6
	第1洗浄器		_	2. 9×10^{-2}	_	3.0	_		1.9
	高レベル廃液供給槽	_	_	_	_	_	_		4.5
	高レベル廃液濃縮缶				_	_	_		31

第8.1.2-3表 有効性評価に係る主要評価条件(精製建屋)

					水相					
			NO_3^-	崩壊熱	熱密度	G值(70	℃以下)	G值(70)℃超過)	評価用
建屋	機器名	液量	濃度		0	α	βγ	α	βγ	空間容量
		(m ³)	(m o 1 / L)	(W/m^3)	(W/m^3)	(Molecu	l e s∕100 e V)	(Molecu)	l e s∕100 e V)	(m ³)
精製	プルトニウム溶液供給槽		1.7	2. 4×10^{2}	—	0.19				0.26
建屋	抽出塔		4.3	1.8×10^{2}	_	0.060	-	_	_	0.019
	核分裂生成物洗浄塔		1.0	9.0×10 ¹	_	0.43	_	_	_	0.019
	逆抽出塔		0.27	9.3 \times 10 ²	_	0.77	_	_	_	0.019
	ウラン洗浄塔		0.91	9. 3×10^{2}	_	0.46	_	_	_	0.0016
	補助油水分離槽		0.91	9. 3×10^{2}	_	0.46	-	_	_	0.0076
	T B P 洗浄器		0.91	9.3 \times 10 ²	—	0.46				0.059
	プルトニウム溶液受槽		1.5	9.3 $\times10^{2}$	—	0.20	_	1.0		0.088
	油水分離槽		1.5	9.3 \times 10 ²	—	0.20	-	1.0	_	0.11
	プルトニウム濃縮缶供給槽	3.0	1.5	9.3 \times 10 ²	—	0.20	—	1.0	-	0.18
	プルトニウム溶液一時貯槽	3.0	1.5	9.3 \times 10 ²	_	0.20		1.0		0.19
	プルトニウム濃縮缶		7.0	8.6×10 ³	—	0.048				0.24
	プルトニウム濃縮液受槽		7.0	8.6 \times 10 ³	—	0.048		0.24		0.13
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1.5	7.0	8.6 \times 10 ³	_	0.048	-	0.24	_	0.10
	プルトニウム濃縮液計量槽		7.0	8.6×10 ³	_	0.048	_	0.24	_	0.13
	リサイクル槽		7.0	8.6 \times 10 ³	_	0.048	-	0.24	_	0.13
	希釈槽	2.5	1.5	9. 3×10^{2}	_	0.20	-	1.0	_	0.11
	プルトニウム濃縮液中間貯槽		7.0	8.6×10 ³	_	0.048	_	0.24	_	0.13
	第1一時貯留処理槽		1.5	4. 3×10^{1}	_	0.23	_	1.2	_	0.12
	第2一時貯留処理槽		1.5	4. 1×10^{2}	_	0.23		1.2		0.12
	第3一時貯留処理槽	3.0	1.5	4. 1×10^{2}	_	0.23		1.2	_	0.18
	第4一時貯留処理槽	_	_	_	_	_		_	_	0.13
	第7一時貯留処理槽		1.5	3. 3×10^{2}	—	0.23	—	—	—	2.8

				-	有機相				評価用
74.13			崩壊素	热密度	G值(7	0℃以下)	G值(70	℃超過)	
建屋	機츎名	液量 (13)	α	βγ	α	βγ	α	βγ	空間谷童 (m ³)
		(m ⁻)	(W⁄m ³)	(W⁄m ³)	(Molecu	l e s∕100 e V)	(Molecul	e s∕100 e V)	(111)
精製	プルトニウム溶液供給槽	—	_	_	_	—	—	—	0.26
建屋	抽出塔		3.9×10^{2}	—	3.0	—	—	_	0.019
	核分裂生成物洗浄塔		3.9×10^{2}	_	3.0	—	_		0.019
	逆抽出塔		4. 2×10^{2}		3.0	_	_		0.019
	ウラン洗浄塔		4. 4×10^{2}		3.0	_	_		0.0016
	補助油水分離槽	—	—	—	-	—	—	—	0.0076
	T B P 洗浄器		3.5	—	7.0	—	_	—	0.059
	プルトニウム溶液受槽	—	—	—	—	—	—	_	0.088
	油水分離槽	—	—	_	—	—	_		0.11
	プルトニウム濃縮缶供給槽	—	_	_	—	—	_	_	0.18
	プルトニウム溶液一時貯槽	—	_	_	_	—	_	_	0.19
	プルトニウム濃縮缶	—	_	—	_	—	_	—	0.24
	プルトニウム濃縮液受槽	—	_	—	—	—	_	—	0.13
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	—	—	—	-	—	_	—	0.10
	プルトニウム濃縮液計量槽	—	—	—	—	—	—	_	0.13
	リサイクル槽		_		—	_	_		0.13
	希釈槽		_	_	—	_	—	_	0.11
	プルトニウム濃縮液中間貯槽		_		—	_	_		0.13
	第1一時貯留処理槽		2. 5×10^{2}	_	3.0	_	15	_	0.12
	第2一時貯留処理槽		3. 7×10^{1}	_	3.0	_	15	_	0.12
	第3一時貯留処理槽	_	_	_		_		_	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	—	-	—	_	—	—	—	2.8

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		液量 (m ³)	NO_3^-	崩壊	熱密度	G值 (70℃以下)		G值 (70℃超過)		評価用		
	機器名		濃度 (m o 1 ∕		ßa	α	βγ	α	βγ	空間容量		
				$(W \swarrow m^3)$	$(W \swarrow m^3)$	(M o 1 e	c u l e s	(M o l e c u l e s ∕100 e V)		(m ³)		
			L)	(11) 111 /	(11) 111)	/100	e V)					
ウラン・プル トニウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	1.0	7.0	8.6×10 ³	_	0.048	_	0.24	_	0.33		
	混合槽	1.0	4.3	5. 3×10^{3}	_	0.059	—	0.30	_	0.33		
	一時貯槽	1.0	7.0	8.6×10 ³	—	0.048	—	0.24	_	0.33		

建屋	機器名		有機相								
			崩壊熱	G值(70	℃以下)	G值 (70℃超過)		評価用			
		液量	0	Ba	α	βγ	α	βγ	空間容量		
		(m^{3})	$(W \swarrow m^3)$	(W / m^3)	(Molecules		(Molecules		(m^{3})		
			(11)	(11)	∕100 e V)		∕100 e V)				
ウラン・プル トニウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	_	_	_	—	_	_	_	0.33		
	混合槽	_	—	_	_	—	—	—	0.33		
	一時貯槽	—	—	—	_	—	—	—	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)

					水相					評価用
			N O 3 ⁻	崩壊熱	密度	G值(70	℃以下)	G值(70°	C超過)※	
建屋	機器名	液量	濃度	0	Ba	α	βγ	α	βγ	空間容量
		(m ³)	(m o 1 / L)	(W/m^3)	(W∕m ³)	(Molecul	e s∕100 e V)	(Molecules∕100eV)		(m^{3})
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	高レベル濃縮廃液貯槽	120	2.0	4. 4×10^{2}	2.8×10 ³	0.0085	0.0030	0.043 (0.85)	0.015 (0.3)	12
	高レベル濃縮廃液一時貯槽		2.0	5. 0×10^{2}	3. 2×10^{3}	0.0085	0.0030	0.043 (0.85)	0.015 (0.3)	7.6
	不溶解残渣廃液一時貯槽	5.0	0.17	1.7×10^{-2}	3.3	0.86	0.24	_	-	3.8
	不溶解残渣廃液貯槽	70	0.090	7.5×10 ⁻³	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^{2}	2.8×10 ³	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 ⁻³	1.5	0.97	0.30		_	57
	高レベル廃液混合槽	20	1.0	5. 0×10^{2}	3. 2×10^{3}	0.014	0.0050	0.070 (1.4)	0. 025 (0. 5)	7.9
	供給液槽	5.0	1.0	5. 0×10 ²	3.2×10^{3}	0.014	0.0050	0.070 (1.4)	0. 025 (0. 5)	3.3
	供給槽	2.0	1.0	5. 0×10^{2}	3. 2×10^{3}	0.014	0.0050	0.070 (1.4)	0. 025 (0. 5)	1.1

※沸点を超えた場合は括弧内の水素発生G値とする。

		設備		水表爆発の発生防止	対策	水麦爆発の拡大防止対策		
10% BE		1又11世		小茶療光の光生的工	刘采	小糸漆光の	加入的正対泉	
機器 グループ	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	共通電源車を用いた 水素掃気機能の回復	水素爆発を未然に防止する ための空気の一括供給	水素爆発の再発を防 止するための空気の供 給	楽及びセル排気系を代 替する排気系による対	
			重大事故等対処設備	自主対策設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	
		水素掃気配管・弁「流路]	0	X	0	х	×	
		可搬型空気圧縮機	Ō	×	Ō	0	×	
		可搬型一括供給用建屋外ホース[流路]	X	×	0	X	Х	
	代替安全圧縮空気系	可搬型一括供給用建屋内ホース[流路]	X	X	0	Х	X	
		可搬型個別供給用建屋外ホース[流路]	0	×	×	0	×	
		可搬型個別供給用建屋内ホースし流路」	0	×	×	0	X	
		機器圧縮空気供給配官·开L流路」 中继續	0	×	×	0	×	
		T座信 由維榑(水麦場気配管)	ŏ	ŏ		×	×	
		計量前中間貯槽	ŏ	ŏ	ŏ	Ô	Ô	
		計量前中間貯槽(水素掃気配管)	Ŏ	ŏ	ŏ	×	×	
	法资, 計景報借	計量後中間貯槽	0	0	0	0	0	
	何位。可風以開	計量後中間貯槽(水素掃気配管)	0	0	0	Х	X	
		計量·調整槽	0	0	0	0	0	
		計量·調整槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	×	
		計重開助信 計量補助講(水素提写配符)	0	Ŭ O	0	U V	Ŭ,	
		訂里備切信(小系佈丸配官) 副勞,金[法敗]	Ŭ V	Ŭ V	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	×	Ô	
		品 留 · 开 [// / / / / / / / / / / / / / / / /	×	×	×	×	ŏ	
		廃ガス洗浄塔 シール ポット	×	×	×	×	ŏ	
	前処理建屋 セル導出設備	塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユ ニット	×	×	×	×	0	
		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)	×	×	×	×	0	
		可搬型ダクト[流路]	×	X	×	Х	0	
		ダクト・ダンパ[流路]	Х	×	×	Х	0	
	前処理建屋	主排気筒へ排出するユニット	×	×	×	×	0	
	代替換気設備	可搬型フィルタ	×	×	×	X	0	
		可搬型タクトし流路」	X	X	×	X	0	
前処理建長	主排复简	り飯空伊風機 主排与筒	× ×	× ×	÷	×	ŏ	
水素爆発	代基雷源設備	工術入向 可搬型発雷機	×	×	×	×	ŏ	
		重大事故対処用母線及び電路	×	×	×	×	ŏ	
	代替所内電気設備	可搬型分電盤	X	X	×	Х	0	
		可搬型電源ケーブル	X	X	×	Х	0	
	補機駆動用燃料補給設備	軽油貯蔵タンク	0	×	0	0	0	
		軽加用タンクローリ	0	×	0	0	Ŭ	
		可搬型灯帽师风圧相空风沉重計	Ŏ	X	0	Ŭ	X	
		可搬型水糸伸入示航圧軸空入圧力計 可搬型セル道出っていた法員計	0	×		Ô	×	
		可搬型水素濃度計	ŏ	×	ô	ŏ	Ô	
	代替計測制御設備	可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計	×	×	×	×	Ŏ	
		可搬型導出先セル圧力計	X	X	×	Х	0	
		可搬型フィルタ差圧計	X	X	×	Х	0	
		可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	×	×	×	×	0	
	11、200万十	可搬型貯槽温度計	<u> </u>	×	<u> </u>	<u> </u>	X	
	<u></u>	共通電源単 北党田電源建長の6 0kV北党田主母組	×	Ŭ O	× ×	× ×	X	
	電源設備	升市用电源建産の0.3KV升市用土母線 制御建屋の6.9kV北党田母線	×	ŏ	×	×	×	
1	電気設備の所内高圧系統	前処理建屋の6.9kV非常用母線	X	ŏ	X	x	X	
	電源設備	制御建屋の460V非常用母線	X	Ŏ	×	X	×	
1	電気設備の所内低圧系統	前処理建屋の460V非常用母線	×	0	Х	Х	×	
1	雷源設備	非常用電源建屋の非常用直流電源設備	X	0	Х	X	X	
1	直流電源設備	前処理建屋の非常用直流電源設備	×	<u> </u>	×	×	×	
1		利仰建屋の非常用追流電源設備 並知理時早の北岸田計測則御田方法長が売加	X	Ŭ	X	X	X	
1	電源設備	1)処理建産の非常用計測剤御用父流電源設 制御建屋の非常田計測制御田な法重運設施	X	U	X	X	X	
	計測交流電源設備	(無停電電源) (無停電電源)	×	0	×	×	×	
1	下縮空気設備	上×4/二相100 空気腔構	×	ŏ	×	×	×	
	安全圧縮空気系	木素掃気用安全圧縮空気系の配管・弁 「流路]	×	0	×	×	×	

		設備		水麦爆発の発生防止	対策	水麦爆発の	扩大防止対策
		10 M		小赤麻光の元王的正	对来	小玩放出。	セルへの運出経路の構
機器 グループ	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	共通電源車を用いた 水素掃気機能の回復	水素爆発を未然に防止する ための空気の一括供給	水素爆発の再発を防止するための空気の供	築及びセル排気系を代 替する排気系による対
	1X 011-71-717	1897/A 9 '0/138.687	裕			裕	広
			重大事故等対処設備	目王対策設備	重大爭故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
		水素掃気配管・弁[流路]	<u> </u>	×	0	×	×
		可搬型空気上縮機	0	×	× ×	0	×
		可搬型建屋介小一へ「加路」	Ŏ	×	×	Ŏ	×
	代替安全圧縮空気系	下縮空気自動供給貯槽	ŏ	X	ô	×	X
		機器圧縮空気自動供給ユニット	ŏ	×	ŏ	×	×
		圧縮空気手動供給ユニット	×	×	×	0	Х
		圧縮空気供給系[流路]	0	×	×	0	×
		機器圧縮空気供給配管・弁し流路」	0	×	×	0	×
		浴酢假屮间灯懵 漆敏游山明贮靖(水表包与蓟荼)	0	Ŭ Ŏ	0	Ŭ,	- U
		溶解游供給構	ŏ	Ŏ		Ô	Ô
		溶解液供給槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
	小神神心法	抽出廃液受槽	ŏ	Ŏ	ŏ	0	0
	7 丁 两正言文 1/相	抽出廃液受槽(水素掃気配管)	0	0	0	Х	Х
		抽出廃液中間貯槽	0	0	Q	0	0
		抽出廃液中間貯槽(水素掃気配管) 抽車南流曲公構	0	0	0	×	×
		田廃彼浜紺信 	0	N N N N N N N N N N N N N N N N N N N	<u> </u>	U V	Ŭ V
		10日元11日にの前に、10日日) プルトニウム 2010日 / 10日日 / 10日 / 101 / 101	ŏ	ŏ	ŏ	Ô	Ô
	() 至1-50/曲	プルトニウム溶液受槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
	分配設備	プルトニウム溶液中間貯槽	Ŏ	Ŏ	ŏ	0	0
		プルトニウム溶液中間貯槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	X
		第2一時貯留処理槽	0	0	Q	0	0
		第2一時貯留処理槽(水素掃気配管)	<u> </u>	0	0	×	×
	分離建屋一時貯留処理設備	第3一時貯留処埋槽	0	<u> </u>	0	Ŭ	Ŭ
	A BRADE OF A BRADE	第3一时灯笛处理僧(小茶师风配官) 第4一時時初加珊瑚	0	Ň	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	Ô	Ô
		第4 時間 田恩生信 第4一時貯留処理槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
	古 1. 水市 成法連续 2	高レベル廃液濃縮缶	ŏ	ŏ	ŏ	Ö	Ö
	向レインル 廃 相 ポ	高レベル廃液濃縮缶(水素掃気配管)	0	0	0	Х	Х
	分離建屋 セル導出設備 分離建屋	配管·弁[流路]	×	×	×	×	0
		隔離弁	×	X	×	X	0
		廃刀ス リリーン ホット 謝捕筋肉ガラ加囲乳供ふさ われた道山ナスラ	X	×	×	X	0
公離建長		岩情規定ガス処理政備からとルに等山りるエ ニット 装練販成ガス加理設備からセルに道出するユ	×	×	×	×	0
水素爆発		岩信規定ガス処理政備からとかに等山りるエ ニット(フィルタ) ガカト・がついて法致1	×	×	×	×	0
		フントランハしル昭」 可搬刑フィルタ	×	×	×	×	ŏ
	代替換気設備	可搬型ダクト「流路]	×	×	×	×	ŏ
		可搬型排風機	×	X	×	×	Ŏ
	主排気筒	主排気筒	X	×	×	Х	0
	代替電源設備	可搬型発電機	×	×	×	×	0
	心井武古蛋白乳饼	重大事故対処用母線及び電路	×	×	×	×	0
	1、管用的电风放调	可搬型分電盤	× ×	×	× ×	X	<u> </u>
	Lib bit spectral and the data lib on the	日販生电(ホワー フル) 軽油貯蔵タンク	Ô	×	×	ô	ŏ
	佣悈駆動用燃料補給設備	軽油用タンクローリ	ŏ	×	×	ŏ	ŏ
		可搬型圧縮空気自動供給貯槽圧力計	Ō	X	Х	X	X
		可搬型機器圧縮空気自動供給ユニット圧力計	0	X	X	X	X
		可搬型圧縮空気手動供給ユニット接続系統圧 力計	×	×	×	0	×
		可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計	0	×	Ŭ O	0 V	×
	代替計測制御設備	可搬型水茶挿入糸航圧稲空丸圧力計	0	×	Ŭ V	×	×
		可搬型水素濃度計	ŏ	×	ô	ŏ	Ô
		可搬型導出先セル圧力計	×	×	×	×	ŏ
		可搬型フィルタ差圧計	X	X	Х	X	Ō
		可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	×	×	X	×	0
		可搬型貯槽温度計	0	×	0	0	×
	天理電源車 重調設備	天理電源車 北常田豪源建長のC 012/北常田主国第	×	0	×	×	×
	电(mox)開 雷気設備の所内高圧系統	2F 吊 川 电 / / 建 座 / / 0.9K / 非 吊 川 土 は 禄 制 御 建 屋 の 6 9k / 非 堂 田 丹 線	×	× ×	×	×	×
		制御建屋の460V非常用母線	x	ŏ	X	X	x
	電原設備の高内低口でな	分離建屋の460V非常用母線	×	ŏ	×	×	×
	电风风调切用闪风工术航	非常用電源建屋の460V非常用母線	×	0	×	×	X
	電源設備	非常用電源建屋の非常用直流電源設備	×	0	×	×	×
	直流電源設備	分離理屋の非常用直流電源設備	×	0	×	×	×
	雷源設備	向仰建座の非常用担価電源設備 分離建長の非常用計測知知知な法重調整	×	× ×	×	×	×
	計測交流電源設備	制御建屋の非常用計測制御用交流電源設備	x	ŏ	X	X	x
	圧縮空気設備	水素掃気用安全圧縮空気系の配管・弁	×	Ő	×	×	×

		設備		水麦爆発の発生防止	対策	水麦爆発の	扩大防止対策
		1又1冊		小茶歴光の光王的正	刘永	小糸療光の	加入的正対象
機器			水素爆発を未然に防	共通電源重を用いた	水素爆発を未然に防止する	水素爆発の再発を防	※及びセル排気系を代
グループ	設備么称	構成する機果	止するための空気の供	水素掃気機能の回復	ための空気の一括供給	止するための空気の供	替する排気系による対
	EX (III-75-77)	149/00 9 '0/130 fur	稻			紹	応
			重大事故等対処設備	自主対策設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
		水素掃気配管·弁[流路]	0	×	0	×	Х
		可搬型空気圧縮機	0	×	×	0	×
		可搬型建屋外ホース「流路」	0	×	×	0	×
	代替安全圧縮空気系	「「服空建屋内ホーへ」(加留」 「「縮空気自動供給貯槽	ŏ	×	ô	×	×
		機器圧縮空気自動供給ユニット	ŏ	×	ŏ	×	×
		圧縮空気手動供給ユニット	X	×	X	0	×
		圧縮空気供給系[流路]	0	×	X	0	×
		機奋圧縮空风供給配官・开L流路」 プルトニウム茨海供絵構	0	×	^	Ň	× .
		プルトニウム溶液供給槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
		プルトニウム溶液受槽	0	0	0	0	0
		プルトニウム溶液受槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	×
		油水分離槽 油水分離槽(水麦提気配管)	0	Ň	0	×	× U
		プルトニウム濃縮缶供給槽	ŏ	ŏ	ŏ	ô	Ô
		プルトニウム濃縮缶供給槽(水素掃気配管)	Ō	Ō	Ō	×	×
		プルトニウム溶液一時貯槽	0	0	Q	0	0
		ブルトニウム溶液一時貯槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	×
1	معد ومنابق بلمل و ال ال ال	ンパーーソム原相山 プルトニウム濃縮缶(水素撮気配管)	0	ŏ	0	×	×
1	フルトニワム精製設備	プルトニウム濃縮液受槽	ŏ	ŏ	ŏ	Ô	Ô
1		プルトニウム濃縮液受槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	×
1		フルトニウム濃縮液一時貯槽	0	0	0	<u> </u>	<u> </u>
1		ノルドーリム 豪稲 仮一 可 貯 槽 (水 素 掃 気 配 管) プ ルトニウム 濃縮 液 計 畳 構	0		0	×	×
1		プルトニウム濃縮液計量槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
		リサイクル槽	Ō	Ō	Ō	0	0
		リサイクル槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	×
		布状槽	0	0	0	Ŭ	Ŭ
		プルトニウム濃縮液中間貯槽	ŏ	ŏ	Ő	Ô	ô
		プルトニウム濃縮液中間貯槽(水素掃気配管)	ŏ	Ŏ	ŏ	×	×
	精製建屋一時貯留処理設備	第2一時貯留処理槽	0	0	0	0	0
		第2一時貯留処理槽(水素掃気配管)	0	0	0	×	×
		第3一時貯留処理價 筆3一時貯留処理槽(水麦提気配管)	0	Ň	0	×	× U
		第7一時貯留処理槽	ŏ	ŏ	ŏ	ô	Ô
		第7一時貯留処理槽(水素掃気配管)	Ō	Ō	Ō	×	×
		配管·弁[流路]	×	×	×	×	<u> </u>
培制 建長	精製建屋 セル導出設備	隔離开 肉ガス ぜっト	×	×	×	×	0
水素爆発		医カヘホット 塔槽類盛ガス処理設備の塔槽類盛ガス処理系	~	~	^	~	-
		(プルトニウム系)からセルに導出するユニット	×	×	×	×	0
		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	×	×	×	×	0
		(ノイルク) ダクト・ダンパ「海路]	×	×	×	×	0
	精製建屋	可搬型フィルタ	×	×	×	×	ŏ
	代替換気設備	可搬型ダクト[流路]	X	×	X	×	0
	and the part offer	可搬型排風機	×	×	×	×	0
1	土1/F风间	エントーヘレ同 可搬型圧縮空気自動供給貯榑圧力計	<u>^</u>	×	×	×	×
1		可搬型機器圧縮空気自動供給ユニット圧力計	ŏ	×	×	×	×
		可搬型圧縮空気手動供給ユニット接続系統圧	×	×	×	0	×
1		力計		~			<u>^</u>
		当飯坐灯信挿入注櫃空入沉重計 可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計	0	×	0	×	×
1	代替計測制御設備	可搬型かくはん系統圧縮空気圧力計	×	×	×	ô	×
1		可搬型セル導出ユニット流量計	0	×	X	Ō	×
1		可搬型水素濃度計	<u> </u>	×	<u>Ö</u>	<u> </u>	0
1		円飯空辱田光でル圧刀計 可搬型フィルタ差圧計	×	×	×	×	
1		可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	x	×	×	×	ŏ
		可搬型貯槽温度計	0	×	0	0	×
1	代替電源設備	可搬型発電機	×	×	X	×	0
1	什恭而内雷复型儘	里大争政刃処用は線及び電路 可搬刑公室般	×	×	×	×	
1		可搬型ケーブル	×	×	×	×	ŏ
1	補機取動用機料補給設備	軽油貯蔵タンク	0	Х	Х	0	Ŏ
1	山いるのにおりいかべてて町内口と開	軽油用タンクローリ	0	×	X	0	0
1	六通電源単 雷源設備	大連電源単 非常田電源建長の6.9kV非常田主母線	×		X	×	×
1	電気設備の所内高圧系統	制御建屋の6.9kV非常用母線	x	ŏ	×	×	×
1	雷源設備	非常用電源建屋の460V非常用主母線	Х	Ŏ	Х	Х	Х
1	電気設備の所内低圧系統	精製建屋の460V非常用母線	×	0	X	×	×
1		同卿建屋の460V非常用母線 非常田雪源建長の非常田直流雪漏設礎	×		X	×	×
1	電源設備	25 m / 1 电線 / 生生 / 25 m / 用 単 / 1 电 / 1 u = / 1	x	ŏ	×	×	×
1	但 , 而 單 源 設 俪	制御建屋の非常用直流電源設備	×	ŏ	X	X	×
1	電源設備	精製建屋の非常用無停電電源装置	×	0	×	×	×
1	計測父流電源設備 口給売与設備	制御運屋の非常用無停電電源装置 * 表現与田安会に統定与その配差 や	×	0	X	×	×
	安全圧縮空気系	小ボルスロタエ/エ加三スポジ配官・オ	×	0	×	×	×

		設備		水素爆発の発生防止	対策	水素爆発の	拡大防止対策
機器 グループ	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	共通電源車を用いた 水素掃気機能の回復	水素爆発を未然に防止する ための空気の一括供給	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
			重大事故等対処設備	自主対策設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
		水素掃気配管・弁[流路]	0	×	<u> </u>	×	×
		可搬型空気圧縮機 可搬型建屋丸ホーマ「盗敗」	0	×	X	0	X
		可搬型建屋内ホース「流路」	ŏ	×	x	ŏ	×
	代替安全圧縮空気系	圧縮空気自動供給ユニット	ŏ	×	Ö	×	×
		機器圧縮空気自動供給ユニット	0	X	0	Х	Х
		圧縮空気手動供給ユニット	×	×	×	0	×
		上縮空気供給糸[流路] 摘850~第20~40~10~40~40~40~40~40~40~40~40~40~40~40~40~40	0	X	×	0	X
		機器圧軸空気供給配官・升し加増」 硝酸プルトニウム貯槽	Ŏ	ô	Ô	Ŏ	Ô
		硝酸プルトニウム貯槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
	ウラン・プルトーウム混合 昭福	混合槽A	Ō	Õ	Ō	0	0
	設備	混合槽A(水素掃気配管)	0	0	0	×	X
	溶液系	混合槽B	0	<u> </u>	0	0	0
		混合槽B(水素掃気配官) 一時贮緯	0	Ŏ	0	×	×
		一時貯樓(水麦掃気配管)	ŏ	ŏ	<u>0</u>	×	×
		配管·弁[流路]	×	×	×	×	Ö
	ウラン・プルトーウム混合 昭福	隔離弁	×	Х	×	X	Ō
	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	×	×	×	×	0
		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)	×	×	×	×	0
	ウラン・プルトニウム混合脱硝	ダクト・ダンパし流路」	×	X	×	X	0
	建屋	可搬型ダカレ「盗奴」	X	X	× *	X	0
	代替換気設備	可搬型排風機	×	X	×	X	ŏ
	主排気筒	主排気筒	×	×	×	×	ŏ
	代替電源設備	可搬型発電機	×	X	×	Х	0
	(), ++->; -+ -= (重大事故対処用母線及び電路	×	×	×	×	0
ウラン・プル	代替所内電気設備	可搬型分電盤	×	×	×	X	0
トニウム混合	Lister areas in the set Lister and the	可飯空クーフル 軽油貯蔵タンク	Ô	×	×	Ô	0
脱硝建屋	補機駆動用燃料補給設備	軽油用タンクローリ	ŏ	X	×	ŏ	ŏ
水茶爆 発		可搬型圧縮空気自動供給ユニット圧力計	Ō	Х	×	×	X
		可搬型機器圧縮空気自動供給ユニット圧力計	0	X	×	×	Х
		可搬型圧縮空気手動供給ユニット接続系統圧 力計	×	×	×	0	×
		可搬型貯槽掃気圧補空気流重計 可搬刑も少けノズ結正統先与にも計	Ŭ	×		0	×
	代替計測制御設備	可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計	ô	×	Ô	ŏ	×
		可搬型セル導出ユニット流量計	ŏ	×	×	ŏ	×
		可搬型水素濃度計	Ō	Х	0	Ō	0
		可搬型導出先セル圧力計	×	×	×	×	0
		可搬型フィルタ差圧計 可搬刑セル道田コニットフィルタ差に計	×	×	X	×	0
		町販生 ビル毎田ユーツトノイルク定止計 可搬型貯槽温度計	Ô	×	Ô	Ô	×
	共通電源車	共通電源車	×	ô	×	×	x
		非常用電源建屋の6.9kV非常用主母線	×	Ō	Х	Х	Х
	電源設備	制御建屋の6.9kV非常用母線	X	0	×	Х	Х
	電気設備の所内高圧系統	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の6.9kV非常 用母線	×	0	×	×	×
	● ⁽¹¹⁾ (12)	非常用電源建屋の460V非常用母線 制御辞島の460Vは常用母線	×	0	×	×	×
	電気設備の所内低圧系統	前御建屋の460V非常用母藤 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の460V非常	×	0	×	×	×
		ハロウット 非常用電源建屋の非常用直流電源設備	×	0	×	×	×
	電源設備	制御建屋の非常用直流電源設備	×	ŏ	×	×	×
	直流電源設備	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の非常用直 流電源設備	×	0	×	×	×
	電源設備	制御建屋の非常用計測制御用交流電源設備	×	0	X	×	X
	計測交流電源設備	ウラン・ブルトニウム混合脱硝建屋の非常用計 測制御用交流電源設備	×	0	×	×	×
	圧縮空気設備 安全圧縮空気系	水素掃気用安全圧縮空気系の配管・弁 [流路]	×	0	×	×	×

		設備		水表爆発の発生防止	対策	水麦爆発の	扩大防止対策
		12 開		小汞尿元砂元王的工	刈 床	JN SR AR JE V	セルーの運用経路の構
機器 グループ	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	共通電源車を用いた 水素掃気機能の回復	水素爆発を未然に防止する ための空気の一括供給	水素爆発の再発を防 止するための空気の供 給	築及びセル排気系を代 替する排気系による対
			重大事故等対処設備	自主対策設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備
		水素掃気配管·弁[流路]	0	×	0	×	×
		可搬型空気圧縮機	0	X	×	0	Х
	代恭安全王縮空気系	可搬型建屋外ホース[流路]	0	X	×	0	Х
	11日 英王/工船主 八小	可搬型建屋内ホース[流路]	0	X	×	0	Х
		圧縮空気供給系[流路]	Ö	×	×	<u> </u>	X
		機器圧縮空気供給配管・弁し流路」	0	×	×	0	×
		高レベル廃液混合槽 言し、***・「底流温合槽(大書把左司端)	0	0	0	Ŭ	Ŭ
	高レベル廃海ガラス固化設	向レベル廃(()()()()()()()()()()()()()()()()()()(0	0	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	Ô	Ô
	備	出版] (水表描(水表提写配答)	ŏ	ŏ		×	×
	6113	供給槽	ŏ	ŏ	ŏ	Ô	Ô
		供給槽(水素掃気配管)	ŏ	ŏ	ŏ	×	×
		高レベル濃縮廃液貯槽	Ŏ	ŏ	ŏ	0	0
	高レベル濃縮廃液貯蔵設備	高レベル濃縮廃液貯槽(水素掃気配管)	Ō	Õ	Ō	×	×
	高レベル濃縮廃液貯蔵系	高レベル濃縮廃液一時貯槽	0	0	0	0	0
		高レベル濃縮廃液一時貯槽(水素掃気配管)	0	0	0	X	Х
	高レベル濃縮廃液貯蔵設備	高レベル廃液共用貯槽	0	0	0	0	0
	共用貯蔵系	高レベル廃液共用貯槽(水素掃気配管)	0	0	0	X	Х
		配管·弁[流路]	×	×	×	×	0
	高レベル廃液ガラス固化建	闲離并 表 () 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、	X	×	×	X	0
	屋	廃刀ス シール ホット	X	X	×	X	0
	セル導出設備	塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユ ニット	×	×	×	×	0
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユ	×	×	×	X	<u> </u>
	高レベル廃液ガラス固化建	タクト・タンバー流路」	X	×	×	X	0
	屋	可搬型ノイルダ	X	×	×	X	0
	代替換気設備	可搬型サントしの増」	~	~	~ ~	~	<u>0</u>
	主排気筒	1 版全排出版	×	×	×	×	ŏ
高レベル廃	上 所 风 尚 代 恭 雷 酒 設 備	可搬型発電機	×	×	×	×	ŏ
次ガフス固	代替所内電気設備	重大事故対処用母線及び電路	X	X	×	X	ŏ
化建屋		可搬型分電盤	X	X	×	X	Ŏ
水茶 爆発		可搬型ケーブル	×	×	×	X	Ō
		軽油貯蔵タンク	0	X	×	0	0
	1111发动色势0717次3141111月120月	軽油用タンクローリ	0	Х	×	0	0
		可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計	0	×	0	0	×
		可搬型水素掃気系統圧縮空気圧力計	<u> </u>	×	0	0	X
		可搬型かくはん糸統圧縮空気圧刀計	0	X	X	×	X
		可搬型セル導出ユニット流重計	Ŏ	X	× .	Ŭ,	×
	代替計測制御設備	可搬到成ガス洗海襟10円も計	- V	~		- V	<u>0</u>
		可搬刑道出先セル圧力計	×	×	×	X	ŏ
		可搬型フィルタ差圧計	×	×	×	×	ŏ
		可搬型セル導出ユニットフィルタ差圧計	X	X	×	X	Ŏ
		可搬型貯槽温度計	0	×	0	0	×
	共通電源車	共通電源車	X	0	×	Х	Х
	電源設備	非常用電源建屋の6.9kV非常用主母線	×	0	×	×	×
1	电风設備の所内局圧糸統	制御建屋の6.9kV非常用母線	×	0	X	×	×
1	雪酒設備	非常用電源建屋の460V非常用母線	X	0	×	Х	Х
	電気設備の正内低圧玄統	制御建屋の460V非常用母線	×	0	×	×	Х
1		高レベル廃液ガラス固化建屋の460V非常用母	×	0	X	X	×
1	200-107-201-0H	非常用電源建屋の非常用直流電源設備	×	0	×	×	×
1	電源設備	制御建屋の非常用直流電源設備	×	0	×	×	×
	但,而 电源設備	局レベル廃液ガフス固化建屋の非常用直流電 源設備	×	0	×	×	×
	電源設備 計測な法電源設備	高レベル廃液ガラス固化建屋の非常用計測制 御用交流電源設備	×	0	×	×	×
1	口的又仉电你以開	制御建屋の非常用計測制御用交流電源設備	×	0	×	X	X
	圧縮空気設備 安全圧縮空気系	水素掃気用安全圧縮空気系の配管・弁 「流路]	×	0	×	×	×

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

			水素爆発の)発生防止対策				7	水素爆発の拡大防」	上対策		
機器 グループ	機器名	<u>許容空白</u> <u>時間</u> <u>※1</u> <u>※2</u>	<u>機器圧縮空</u> 気自動供給 ユニットへ の切替え完 了時間 ※1	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機から</u> の供給準備 <u>完了時間</u> <u>※1</u>	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機から</u> <u>の供給開始</u> <u>時間</u> <u>※1</u>	<u>許容空白</u> 時間 ※1 ※2	<u>圧縮空気手</u> 動供給ユニ ットからの 供給開始時 <u>間※1</u>	<u>可搬型空気圧</u> <u>縮機からの供</u> <u>給準備完了時</u> <u>間※1</u>	<u>可搬型空気圧 縮機からの供</u> <u>給開始時間※</u> <u>1</u>	セル導出 準備完了 時間 <u>※1</u>	可搬型排風機 起動準備完了 時間 <u>※1</u>	可搬型排風機 起動開始時間 ※1
	中継槽	<u>86 時間</u>				<u>86 時間</u>						<u>33 時間 10 分</u>
	計量前中間貯槽	<u>76 時間</u>				76 時間						
前処理建屋 水素爆発	計量・調整槽	<u>99 時間</u>	_	36 時間 15 分	36 時間 35 分	99 時間	_	38 時間 45 分	39時間5分	2時間 25分	31 時間 45 分	
水素爆発	計量後中間貯槽	<u>100 時間</u>				<u>100 時間</u>						
	計量補助槽	79 時間				79 時間						

※1 水素掃気機能喪失からの経過時間

※2 圧縮空気の供給がない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
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

		水素爆発の発生防止対策	水素爆発の拡大防止対策				
機器グループ	機器名	水素爆発を未然に防止するための空気	水素爆発の再発を防止するための空気	放出低減対策に			
		の供給に必要な要員数[人]	の供給に必要な要員数 [人]	必要な要員数 [人]			
中継槽							
前処理建屋	計量前中間貯槽						
水素爆発	計量・調整槽	<u>59</u> (建屋内 <u>26</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	<u>57</u> (建屋内 <u>24</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	55 (建屋内 22, 建屋外 14, 統括 19)			
	計量後中間貯槽						
	計量補助槽						

機器名	水末於什是「3~12]	可燃限界濃度未 ために必要な水 [m ³ /h]	満に維持する 素掃気流量	拡大防止対策 (放出低減対策)		
	小杀先生重[m / n]	機器毎	建屋合計	放出量 (Cs-137 換算) [TBq]	建屋合計放出量 (Cs-137 換算) [TBq]	
ハル洗浄槽 *2	1.1×10^{-5}	0.020		-*3		
水バッファ槽	6.3×10^{-4}	0.020		-*3		
中継槽 *1 *2	2.2×10^{-3}	0.053		1×10^{-5}		
リサイクル槽 *2	<u>6.1×10⁻⁴</u>	0.020		*3		
不溶解残渣回収槽 *2	3.4×10^{-5}	0.020	0.00	*3	0×10^{-5}	
計量前中間貯槽 *1 *2	7.6×10^{-3}	0.19	0.99	4×10^{-5}	8×10 -	
計量・調整槽 *1	5.7×10^{-3}	0.15		2×10^{-5}		
計量後中間貯槽 *1 計量補助槽 *1	5.7×10^{-3}	0.15		2×10^{-5}		
	1.6×10^{-3}	0.040		5×10^{-5}		
中間ポット *2	4.0×10^{-5}	0.020		*3		

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

*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)

		水素爆発の多	圣生防止対策	水素爆発の技	可柳刑売与工な機が、	
機器名	水素掃気流量(可 搬型空気圧縮機) [m ³ /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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%に低下する までの時間	らの 圧縮空気供給時 の 平衡水素濃度 (vol%)
中継槽	0.5	3. 4	—	3. 6	_	2.1
計量前中間貯槽	1.1	4.4	<u>45 分</u>	4.6	<u>1 時間 10 分</u>	3.4
計量・調整槽	0.9	3. 5	—	3. 7	_	3.1
計量後中間貯槽	0.9	3. 5	_	3. 7		3.1
計量補助槽	0.5	4.0	_	4.3	<u>20分</u>	1.6

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 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

			水素爆発の多	圣生防止対策				水素爆	発の拡大防止対	策			
機器 グループ	機器名	<u>許容空白</u> <u>時間</u> <u>※1</u>	<u>機器圧縮空気</u> <u>自動供給</u> ユニットへの <u>切替え完了時</u> <u>間※1</u>	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機からの</u> <u>供給準備完了</u> 時間※1	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機から</u> <u>の供給</u> 開始時間 <u>※1</u>	<u>許容空白</u> <u>時間</u> <u>※1</u> <u>※2</u>	<u>圧縮空気手動</u> <u>供給ユニット</u> <u>からの供給開</u> <u>始時間</u> <u>※1</u>	<u>可搬型空気圧</u> <u>縮機</u> <u>からの</u> <u>供給準備</u> <u>完了時間</u> <u>※1</u>	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機から</u> <u>の供給開始</u> <u>時間※1</u>	セル導出 準備完了 時間 <u>※1</u>	可搬型排風 機起動準備 完了時間 <u>※1</u>	可搬型排風 機起動開始 時間時間 <u>※1</u>	
	プルトニウム溶液受槽	<u>5.5時間※3</u>	4時間25分			10 時間	<u>4時間10分</u>						
	プルトニウム溶液中間貯槽	<u>5.5時間※3</u>	4時間25分			10 時間	<u>4時間15分</u>						
	第2一時貯留処理槽	<u>5.5時間※3</u>	4時間25分			7.5 時間	<u>4時間5分</u>						
	第3一時貯留処理槽	<u>140 時間</u>	-			-	<u>140 時間</u>	-					
	第4一時貯留処理槽	<u>150 時間</u>	-					<u>150 時間</u>	-				
分離建屋 水素爆発	高レベル廃液濃縮缶	<u>14 時間※2</u>	-	6 時間 25 分	6時間 40 分	14 時間	-	9時間	9時間10分	2時間 30 分	5時間10分	6時間10分	
	溶解液中間貯槽	100時間※2	-			<u>100 時間</u>	-						
	溶解液供給槽	100時間※2	-			<u>100 時間</u>	-						
-	抽出廃液受槽	<u>140時間※2</u>	-			<u>140 時間</u>	-						
	抽出廃液中間貯槽	120時間※2	_			120 時間	_						
	抽出廃液供給槽	<u>140時間※2</u>	_			<u>140 時間</u>	_						

※1 水素掃気機能喪失からの経過時間

※2 圧縮空気の供給がない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

※3 温度上昇が最も早い機器の温度が70℃に到達するまでの時間

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

		水素爆発の発生防止対策	水素爆発の拡大	大防止対策
機器グループ	機器名	水素爆発を未然に防止するための空気	水素爆発の再発を防止するための空気	放出低減対策に
		の供給に必要な要員数[人]	の供給に必要な要員数[人]	必要な要員数 [人]
	プルトニウム溶液受槽			
プルトニウム溶液 第2一時貯留処理 第3一時貯留処理 分離建屋 第4一時貯留処理	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			47 (建屋内 14 建屋外 14 統任
水素爆発	高レベル廃液濃縮缶	<u>55</u> (建屋内 <u>22</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	<u>57</u> (建屋内 <u>24</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	
	溶解液中間貯槽			19)
	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			

		可燃限界濃度未満に 要な水素掃気流量	維持するために必	拡大防止対策 (放出低減対策)			
機器毎	水素発生量	[m ³ /h]		放出量	建屋合計放出量		
	[m°∕h]	松明石	建昆스乱	(C s -137 換算)	(C s -137 換算)		
		機奋毋	建產合計	[TBq]	[TBq]		
抽出塔	5.3×10^{-3}	0.14		-*3			
第1洗浄塔	3.3×10^{-3}	0.082		-*3			
第2洗浄塔	1.6×10^{-3}	0.039		-*3			
TBP洗浄塔	4.9×10^{-3}	0.13		-*3			
プルトニウム分配塔	2.6×10^{-3}	0.065		-*3			
ウラン洗浄塔	5.4×10^{-4}	0.020		-*3			
プルトニウム洗浄器	2.1×10^{-4}	0.020		-*3			
プルトニウム溶液受槽 *1	1.2×10^{-3}	0.029		2×10^{-6}			
プルトニウム溶液中間貯槽 *1	1.2×10^{-3}	0.029		2×10^{-6}			
第1一時貯留処理槽	6.8×10^{-3}	0.17		_*3			
第2一時貯留処理槽 *1	1.6×10^{-3}	0.039		3×10^{-6}			
第3一時貯留処理槽 *1	3.8×10^{-3}	0.096		1×10^{-5}			
第4一時貯留処理槽 *1	3.2×10^{-3}	0.080		6×10^{-6}			
第5一時貯留処理槽	1.4×10^{-3}	0.034	<u>3.4</u>	_*3	2E-04		
第6一時貯留処理槽	1.1×10^{-2}	0.26		_*3			
第7一時貯留処理槽	5.4×10^{-4}	0.020		_*3			
第8一時貯留処理槽	3.0×10^{-3}	0.074		-*3			
第9一時貯留処理槽	4.6×10^{-3}	0.12		_*3			
第10一時貯留処理槽	3.7×10^{-5}	0.020		-*3			
第1洗浄器	4.3×10^{-5}	0.020		_*3			
高レベル廃液供給槽	1.2×10^{-3}	0.029		-*3			
高レベル廃液濃縮缶 *1	4.6×10^{-2}	1.15		8×10^{-5}			
溶解液中間貯槽 *1	5.7×10^{-3}	0.15		2×10^{-5}			
溶解液供給槽 *1	1.4×10^{-3}	0.035		4×10^{-6}			
抽出廃液受槽 *1	2.0×10^{-3}	0.049		4×10^{-6}			
抽出廃液中間貯槽 *1	2.6×10^{-3}	0.065		6×10^{-6}			
抽出廃液供給槽 *1 *2	8.1×10^{-3}	0.21		3×10^{-5}			

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

*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)

	水素掃気流量(圧		水素爆発の多	発生防止対策	水素爆発の打	広大防止対策	可抑刑売与国線操力、
機器名	$ m \leq \chi h] 新 E A state of the st$	<u>水素掃気流量(可</u> <u>搬型空気圧縮機)</u> <u>[m³/h]</u>	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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%に低下する までの時間	い 耐酸 空気 (い で 気 供 給 時 の 平 衡 水 素 濃 度 (v o 1 %)
プルトニウム溶液受槽	0.040	0.50	<u>1.9</u>	-	3.9	_	<u>1.2</u>
プルトニウム溶液中間貯槽	0.040	<u>0.50</u>	<u>1.9</u>	-	3.9	_	<u>1.2</u>
第2一時貯留処理槽	0.040	0.50	2.4	—	<u>3.9</u>	—	<u>1.6</u>
第3一時貯留処理槽	—	<u>0.60</u>	1.2	—	1.4	_	3.1
第4一時貯留処理槽	—	<u>0.50</u>	<u>1.1</u>	_	<u>1.2</u>	_	<u>3. 1</u>
高レベル廃液濃縮缶	—	<u>6.5</u>	<u>1.8</u>	—	2.4	_	<u>3.4</u>
溶解液中間貯槽	—	<u>0.90</u>	1.2	_	1.5	_	3.1
溶解液供給槽	—	0.50	0.65	—	0.91	—	1.4
抽出廃液受槽		0.50	0.75		0.93		<u>1.9</u>
抽出廃液中間貯槽	_	0.50	1.2	_	1.3	_	2.6
抽出廃液供給槽	_	1.2	1.2	_	<u>1.4</u>	_	3.3

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8.1.2-15表 精製建屋における水素爆発への各対策に係る時間

			水素爆発の発	送生防止対策				水素	爆発の拡大防止対	;策																	
機器 グループ	機器名	<u>許容空白</u> <u>時間</u> <u>※1</u> <u>※2</u>	<u>機器圧縮空気</u> <u>自動供給</u> <u>ユニットへの</u> <u>切替え完了</u> 時間※1	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機から</u> <u>の供給準備</u> <u>完了時間</u> <u>※1</u>	<u>可搬型空気圧</u> <u>縮機からの</u> <u>供給開始時間</u> <u>※1</u>	<u>許容空白</u> <u>時間</u> <u>※1</u> <u>※2</u>	<u>王縮空気手動</u> <u>供給ユニット</u> <u>からの</u> <u>供給開始時間</u> <u>※1</u>	<u>可搬型空気</u> <u>圧縮機から</u> <u>の供給準備</u> <u>完了時間</u> <u>※1</u>	<u>可搬型空気圧</u> <u>縮機からの</u> <u>供給開始時間</u> <u>※1</u>	セル導出 準備完了 時間 <u>※1</u>	可搬型排風 機起動準備 完了時間 <u>※1</u>	可搬型排風 機起動開始 時間 <u>※1</u>															
	プルトニウム溶液供給槽	4時間※3				<u>13 時間</u>	<u>1時間 50 分</u>																				
	プルトニウム溶液受槽	<u>4時間※3</u>				<u>5 時間</u>	<u>1 時間 30 分</u>																				
	油水分離槽	4時間※3	<u>2時間20分</u>			<u>6.2 時間</u>	<u>1 時間 40 分</u>																				
	プルトニウム濃縮缶供給槽	4時間※3				<u>2.7 時間</u>	1時間																				
	プルトニウム溶液一時貯槽	4時間※3			時間 7時間15分] 7時間 15 分												<u>2.8 時間</u>	<u>1時間5分</u>								
	プルトニウム濃縮缶	<u>27時間※2</u>	_					<u>27 時間</u>	_																		
	プルトニウム濃縮液受槽	4時間※3					<u>2.9 時間</u>	<u>1時間10分</u>																			
精製建屋 水素爆発	プルトニウム濃縮液一時貯槽	4時間※3		7 時間			<u>1.4時間</u>	<u>50 分</u>	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														
	プルトニウム濃縮液計量槽	4時間※3				<u>2.9 時間</u>	<u>1時間15分</u>																				
	リサイクル槽	4時間※3				<u>2.9 時間</u>	<u>1時間20分</u>																				
	希釈槽	4時間※3	<u>2 時間 20 分</u>		-						<u>2.2 時間</u>	<u>55 分</u>															
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	4時間※3					<u>2.9 時間</u>	<u>1時間25分</u>																			
	第2一時貯留処理槽	4時間※3																			-	-	<u>7.7時間</u>	<u>1時間45分</u>			
	第3一時貯留処理槽	4時間※3				5.8時間	1 時間 35 分																				
	第7一時貯留処理槽	28時間※2	_			28 時間	_																				

※1 水素掃気機能喪失からの経過時間

※2 圧縮空気の供給がない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

※3 温度上昇が最も早い機器の温度が70℃に到達するまでの時間

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

		水素爆発の発生防止対策	水素爆発の拡大	大防止対策
機器グループ	機器名	水素爆発を未然に防止するための空気	水素爆発の再発を防止するための空気	放出低減対策に
		の供給に必要な要員数[人]	の供給に必要な要員数 [人]	必要な要員数 [人]
	プルトニウム溶液供給槽			
	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				
	プルトニウム溶液一時貯槽			
	プルトニウム濃縮缶			
精製建屋	プルトニウム濃縮液受槽			
水素爆発	プルトニウム濃縮液一時貯槽	<u>55</u> (建屋内 <u>22</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	59 (建屋内 <u>26</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	<u>57</u> (建屋内 <u>24</u> , 建屋外 <u>14</u> , 統括 19)
	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			

	水素発生量 [m ³ /h]	可燃限界濃度未 ために必要な水 [m ³ /h]	満に維持する 素掃気流量	拡大防止対策 (放出低減対策)		
機器名		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 (Cs-137換 算) [TBq]	
プルトニウム溶液供給槽*1	1.5×10^{-3}	0.037		$3 \times 10^{-6} \text{E-}06$		
抽出塔	1.7×10^{-3}	0.043		-*2		
核分裂生成物洗浄塔	1.4×10^{-3}	0.034		- *2		
逆抽出塔	2.5×10^{-3}	0.062		- *2		
ウラン洗浄塔	6.0×10^{-4}	0.020		- *2		
補助油水分離槽	2.8×10^{-4}	0.020		- *2		
T B P 洗浄器	1.9×10^{-4}	0.020		- *2		
プルトニウム溶液受槽*1	1.4×10^{-3}	0.035		3×10^{-6}		
油水分離槽*1	1.4×10^{-3}	0.035		3×10^{-6}		
プルトニウム濃縮缶供給槽*1	4.7×10^{-3}	0.12		8×10^{-6}		
プルトニウム溶液一時貯槽*1	4.7×10^{-3}	0.12		8×10^{-6}		
プルトニウム濃縮缶*1	7.1×10^{-4}	0.020	1.5	5×10^{-6}	3×10^{-4}	
プルトニウム濃縮液受槽*1	3.4×10^{-3}	0.084		3×10^{-5}		
プルトニウム濃縮液一時貯槽*1	5. 2×10^{-3}	0.13		5×10^{-5}		
プルトニウム濃縮液計量槽*1	3.4×10^{-3}	0.084		3×10^{-5}		
リサイクル槽*1	3.4×10^{-3}	0.085		3×10^{-5}		
希釈槽*1	3.8×10^{-3}	0.096		7×10^{-5}		
プルトニウム濃縮液中間貯槽*1	3. 4×10^{-3}	0.085		3×10^{-5}		
第1一時貯留処理槽	2.9×10^{-3}	0.072		-*2		
第2一時貯留処理槽*1	1.3×10^{-3}	0.031		4×10^{-6}		
第3一時貯留処理槽*1	2.4×10^{-3}	0.059		4×10^{-6}		
第4一時貯留処理槽	1.7×10^{-4}	0.020		-*2		
第7一時貯留処理槽*1	6. 4×10^{-3}	0.16		1×10^{-5}		

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

*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)

	水素掃気流量(圧		水素爆発の多	発生防止対策	水素爆発の技	広大防止対策	可柳刑売与国家挑売
機器名	$m \le \chi = b $ <u>ニット</u> ,機器圧縮 <u>空気自動供給ユニ</u> <u>ット)</u> <u>[m³/h]</u>	<u>水素掃気流量(可</u> <u>搬型空気圧縮機)</u> <u>[m³/h]</u>	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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%に低下する までの時間	り 微空空気圧縮機が らの 圧縮空気供給時 の 平衡水素濃度 (vo1%)
プルトニウム溶液供給槽	0.040	0.50	2.4	_	3.9	_	<u>1.5</u>
プルトニウム溶液受槽	0.040	0.50	<u>3. 5</u>	_	3.9	_	<u>1.4</u>
油水分離槽	0.040	0.50	3.3	_	3.9	_	<u>1.4</u>
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.12	0.80	3.8	_	3.9	_	2.8
プルトニウム溶液一時貯槽	<u>0.12</u>	0.80	3.8	_	3.9	_	2.9
プルトニウム濃縮缶	_	<u>0.50</u>	<u>1.9</u>	_	3.0	_	0.14
プルトニウム濃縮液受槽	0.42	0.70	3.9	_	3.9	_	2.4
プルトニウム濃縮液一時貯槽	<u>0.65</u>	<u>1.0</u>	0.8	_	3.9	_	2.6
プルトニウム濃縮液計量槽	<u>0.42</u>	<u>0.70</u>	0.8	_	3.9	_	2.4
リサイクル槽	0.42	0.70	3.9	_	3.9	_	2.4
希釈槽	0.096	<u>1.6</u>	<u>3.9</u>	—	<u>3.9</u>	—	1.2
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.43	0.70	0.80	—	<u>3.9</u>	—	2.4
第2一時貯留処理槽	0.040	0.50	3.1	_	3.9	_	1.3
第3一時貯留処理槽	0.058	0.50	3.4	_	3.9	—	2.3
第7一時貯留処理槽	_	0.80	3.0	_	4.0	_	0.80

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8.1.2-19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

			水素爆発の	発生防止対策		水素爆発の拡大防止対策						
機器 グループ	機器名	許容空白 時間 ※1 ※3	機器圧縮空気自 動供給ユニット への切替え完了 時間※1	可搬型空気 圧縮機から の供給準備 完了時間 ※1	可搬型空気圧 縮機からの供 給開始時間※ 1	許容空白 時間 ※1 ※2	圧縮空気手動 供給ユニット からの供給開 始時間※1	可搬型空気 圧縮機からの 供給準備完了 時間※1	可搬型空気 圧縮機から の供給 開始時間 ※1	セル導出 準備完了 時間※1	可搬型 排風機 起動準備 完了時間 ※1	可搬型 排風機 起動開始 時間※1
	硝酸プルトニウム貯槽	8 時間	6時間 40 分			7.4 時間	50 分					
ウラン・プル トニウム混合	混合槽	14 時間	6時間 40 分			10 時間	60分					
脱硝建屋水素爆発	一時貯槽	8時間	6時間 40 分	15時間20分	15 時間 40 分	7.4 時間	55 分	17 時間 40 分	18 時間	3時間10分	14 時間	15 時間

※1 水素掃気機能喪失からの経過時間

※2 圧縮空気の供給がない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

※3 温度上昇が最も早い貯槽の温度が70℃に到達するまでの時間

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

		水素爆発の発生防止対策	水素爆発の拡大防止対策		
機器グループ	機器名	水素爆発を未然に防止するための空気	水素爆発の再発を防止するための空気	放出低減対策に	
		の供給に必要な要員数[人]	の供給に必要な要員数 [人]	必要な要員数 [人]	
ウラン・プルトニウム	硝酸プルトニウム貯槽				
混合脱硝建屋	混合槽	<u>63</u> (建屋内 <u>30</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	<u>63</u> (建屋内 <u>30</u> ,建屋外 <u>14</u> ,統括 19)	<u>53</u> (建屋内 <u>20</u> , 建屋外 <u>14</u> , 統括 19)	
水素爆発	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

	人才亦作目	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 ³ /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)		
機器名	水素発生量 [m ³ /h]	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 (Cs-137 換算) (TBq)	
硝酸プルトニウム貯槽*1	3.5E-03	0.087		3×10^{-5}		
混合槽 *1 *2	2.7E-03	0.066	0.31	4×10^{-5}	7×10^{-5}	
一時貯槽*1	3.5E-03	0.087		-*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)

	水素掃気流量(圧 縮空気白動供給つ		水素爆発の発生防止対策		水素爆発の	可搬刑売与正編機か	
機器名	^{補空×目} 勤医福 ニット,機器圧縮 空気自動供給ユニ ット) [m ³ ∕h]	水素掃気流量(可 搬型空気圧縮機) [m ³ /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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%に低下する までの時間	い 耐酸 空気 に 補 し の 圧 縮 空気 供 給 時 の 平 衡 水 素 濃 度 (v o 1 %)
硝酸プルトニウム貯槽	0.44	1.0	0.8	—	3.9	_	1.7
混合槽	0.33	1.0	<u>0.8</u>	-	<u>3.9</u>	_	1.3
一時貯槽	0. 44	1.0	0.8	_	3.9	_	1.7

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

			水素爆発の	発生防止対策				水素爆	発の拡大防止対策			
機器 グループ	機器名	許容空白 時間 ※1 ※2	圧縮空気自動 供給ユニット への切替え完 了時間※1	可搬型空気 圧縮機から の供給準備 完了時間 ※1	可搬型空気 圧縮機からの 供給開始時間 ※1	許容空白 時間 ※1 ※2	圧縮空気手動 供給ユニット からの供給開 始時間※1	可搬型空気 圧縮機からの 供給開始時間 ※1	可搬型空気 圧縮機からの 供給開始時間 ※1	セル導出 準備完了 時間※1	可搬型 排風機 起動 準備 完了時間 ※1	可搬型排 風機起動 開始時間 ※1
	高レベル濃縮廃液貯槽	24 時間	—			24 時間						
高レベル 糜液ガラ	高レベル濃縮廃液一時貯槽	<u>24 時間</u>	—		5分 14時間 15分	24 時間						
廃 (初 (元) (元) (元) (元) (元) (元) (元) (元)	高レベル廃液混合槽	24 時間	—	13 時間 55 分		<u>24 時間</u>	_	19 時間 30 分	19 時間 45 分	3時間20分	11 時間 45 分	13 時間
	供給液槽	26 時間	_			26時間						
	供給槽	<u>26 時間</u>	_			<u>26 時間</u>						

※1 水素掃気機能喪失からの経過時間

※2 圧縮空気の供給がない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

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

		水素爆発の発生防止対策	水素爆発の拡大防止対策			
機器グループ	機器名	水素爆発を未然に防止するための空気	水素爆発の再発を防止するための空気	放出低減対策に		
		の供給に必要な要員数[人]	の供給に必要な要員数 [人]	必要な要員数 [人]		
	高レベル濃縮廃液貯槽					
高レベル廃液ガラス	高レベル濃縮廃液一時貯槽			<u>61</u> (建屋内 <u>28</u> , 建屋外 <u>14</u> , 統括 19)		
固化建屋	高レベル廃液混合槽	60 (建昆虫 96 建昆树 14 法任 10)	60 (建居中 96 建居均 14 续任 10)			
水素爆発	供給液槽	<u>69</u> (建座内 <u>36</u> ,建座外 <u>14</u> ,統括 19)	<u>09</u> (建崖内 <u>30</u> , 建崖外 <u>14</u> , 杭佔 19)			
	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

松巴友	水素発生量	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 ³ /h]		拡大防止対策 (放出低減対策)		
17英 伯祉 不口	[m ³ /h]	機器毎	建屋合計	放出量 (Cs-137 換算) [TBq]	建屋合計放出量 (Cs-137換算) [TBq]	
高レベル濃縮廃液貯槽 *1 *2	1.2×10^{-2}	0.31		9×10^{-4}		
高レベル濃縮廃液一時貯槽 *1 *2	2.9×10^{-3}	0.071		2×10^{-4}		
高レベル廃液混合槽 *1 *2	3.8×10^{-3}	0.094		2×10^{-4}		
供給液槽 *1 *2	9.4 $\times 10^{-4}$	0.024	1.4	4×10^{-5}	2×10^{-3}	
供給槽 *1 *2	3.8×10^{-4}	0.020	1.4	2×10^{-5}	2×10	
不溶解残渣廃液一時貯槽 *2	3.4×10^{-5}	0.020		-* 4		
不溶解残渣廃液貯槽 *1 *2	2.7×10^{-4}	0.020		-* 4		
高レベル廃液共用貯槽 *1	1.2×10^{-2}	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。

*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)

		水素爆発の発生防止対策		水素爆発の打	司柳刑売与国家機会、	
機器名	水素掃気流量(可 搬型空気圧縮機) [m ³ /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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%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 (vo1%)	圧縮空気の供給後, 機器内水素濃度が4 vo1%に低下する までの時間[h]	い 耐 服 空 気 に 稲 微 が ら の 圧 縮 空 気 供 給 時 の 平 衡 水 素 濃 度 (v o 1 %)
高レベル濃縮廃液貯槽	32	<u>1.4</u>	—	1.9	_	0.19
高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.3	<u>0. 58</u>	—	0.78	_	0.20
高レベル廃液混合槽	10	0.72	—	0.98	_	0.19
供給液槽	3. 0	0.44	_	0.60	_	0.16
供給槽	1.0	0.53	_	0.72	_	0.19

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8.2.1-1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

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	斗壮扒借
			処設備※	対処設備	司表砹佣
(1)	 水素爆発の再 発を防止する ための空気の 供給の準備判 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は、水素爆発の再発を防止する ための空気の供給の準備作業として以下の(2)へ移行する。 	_	_	_
(2)	圧縮空気手動供給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、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,時間余裕が短く,可搬型空気圧縮機からの 空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある貯槽等へ速や かに圧縮空気手動供給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 び圧縮空気の供給さ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圧縮空気手動供給ユニット を接続する系統の圧力である。 	 <u>圧縮空気手動供 </u>	・可搬型建屋内ホ ース	・ <u>圧縮空気手動供</u> <u>給ユニット</u> 接続 系統圧力計

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	卦壮 凯借
			処設備※	対処設備	訂表設備
(3)	水素濃度の確 認	 ・「8.1.1 (4)可搬型水素濃度計の設置準備及び測定の実施」において設置した可搬型水素濃度計により、測定対象の貯槽等の水素濃度の推移を適時把握する。 ・水素発生速度の変動が想定される期間において水素濃度を確認する 			• 計測制御設備
		ため,貯槽等内の高レベル廃液等の温度の指示値をもとに測定の実施を判断し,水素濃度の測定を行う。 ・また,上記の測定以外に,水素濃度を所定の頻度(90分)を満たす ように測定する。 ・本対策において確認が必要な監視項目は,高レベル廃液等の温度及 び測定対象の貯槽等内の水素濃度である。	 水素掃気配管(精 製建屋) 		• 可搬型水素濃度 計
(4)	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 <u>準備</u>	 ・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する。 	・各建屋の機器圧 縮空気供給配管 ・ <u>圧縮空気供給系</u>	 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 一ス 可搬型建屋内ホ 一ス 	_

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	⇒上⊁士弐九/共
			処設備※	対処設備	计表取佣
(5)	代替安全圧縮 空気系の機器	・圧縮空気の供給は、圧縮空気の供給の準備が完了したこと、可搬型 排風機が起動したことにより実施を判断し、以下の(6)へ移行する。			
	圧縮空気供給				
	配管からの圧		—	—	<u> </u>
	縮空気の供給				
	の <u>実施判断</u>				
(6)	代替安全圧縮	・可搬型空気圧縮機から圧縮空気を貯槽等へ供給する。貯槽等に供給			
	空気系の機器	する圧縮空気の流量を、可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により確認			
	圧縮空気供給	し、水素掃気機能が維持されていることを判断する。			• 可抛刑贮捕提与
	配管からの圧	・また、貯槽等から塔槽類廃ガス処理設備へ移行する圧縮空気の流量			<u>可颁空<u></u>」宿瑞<u>风</u> 耳綋<u>灾</u>与法<u></u></u>
	縮空気の供給	を、発生防止対策と並行作業によりセルに導出するユニットに設置			<u> 二相主 X (北重日</u> • 可 拠 刑 ヤ ル 道 出
	の成否判断	する可搬型セル導出ユニット流量計により確認する。	_	_	- 可服生しル等山
		 ・本対策において確認が必要な監視項目は、貯槽等に供給される圧縮 			<u>ニニット: 加重日</u> • 可拠刑水 表濃 府
		空気の流量,圧力及びセル導出系統の廃ガス流量である。			1 1 派主小亲侲反
		 ・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 			μı
		監視項目は、貯槽等に供給される圧縮空気の流量である。			

※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

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	⇒↓壮弐/#
			処設備※	対処設備	訂表說傭
(1)	塔槽類廃ガス処	・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			
	理設備からセル	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			
	への導出経路の	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			
	構築,可搬型フ	気系の水素掃気機能が喪失した場合は, 塔槽類廃ガス処理設備から			
	ィルタ及び可搬	セルへの導出経路の構築, 可搬型フィルタ及び可搬型排風機を用い			
	型排風機を用い	たセル排気系を代替する排気系による対応のための準備着手を判			
	たセル排気系を	断する。			
	代替する排気系	・塔槽類廃ガス処理設備からセルへの導出経路の構築,可搬型フィル			
	による対応のた	タ及び可搬型排風機を用いたセル排気系を代替する排気系による			
	めの準備着手判	対応のための準備作業として以下の(2)及び(3)へ移行する。			
	断				

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	急壮凯供
			処設備※	対処設備	訂表取佣
(2)	塔槽類廃ガス処	・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	・セル排気系		
	<u>理設備からセル</u>	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	・主排気筒へ排出		
	<u>への導出経路の</u>	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、	するユニット		
	<u>構築,可搬型フ</u>	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	・各建屋の <u>セルへ</u>		
	<u>イルタ及び可搬</u>	縮空気系の手動弁を閉止する。	の導出経路を構		
	型排風機を用い	・セル排気系,可搬型フィルタ,可搬型ダクト及び可搬型排風機	<u>築するための設</u>		
	<u>たセル排気系を</u>	を接続する。また,可搬型フィルタ差圧計を可搬型フィルタに	<u>備</u> の配管	. 可柳珊 ガカト	
	<u>代替する排気系</u>	設置する。前処理建屋においては,排気経路を構築するため,	 各建屋の重大事 	・可搬型グクト	,封涧相御郭偡
	<u>による対応のた</u>	主排気筒へ排出するユニットも用いる。	故対処用母線及	・可搬型ノイルク	 可例刊仰以佣 可拠刊道中生わ
	<u>めの準備</u>	・可搬型排風機,各建屋の重大事故対処用母線及び電路,可搬型	<u>び電路</u>	• 可掀刑 欢 雪 继	の城坐得山儿と
		分電盤、可搬型電源ケーブル及び可搬型発電機を接続する。	・各建屋の代替換	• 可搬刑公雪般	・可拠刑フィルタ
		・常設重大事故等対処設備を用いて導出先セルの圧力を計測でき	気設備のダクト	 可搬型力電盗 可搬型雲酒ケー 	当城主ノイルク
		ない場合は, 第8.2.1-3表に示す導出先セルの圧力を監視す	・各建屋の水素爆	「加全电源クロ	左儿司
		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	発対象機器		
		圧力計を設置する。	・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)		

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	卦壮 凯借
			処設備※	対処設備	司表砹佣
(2)	塔槽類廃ガス処	・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,			
	理設備からセル	常設重大事故等対処設備を用いて塔槽類廃ガス処理設備の圧			- 可納刑 感ガマ池
	への導出経路の	力を計測できない場合,塔槽類廃ガス処理設備内の圧力を監視			• 可撤望廃刀入元
	構築,可搬型フ	するため,可搬型廃ガス洗浄塔入口圧力計を塔槽類廃ガス処理			伊培八日圧力計
	<u>ィルタ及び可搬</u>	設備に設置する。			
	型排風機を用い	・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	—	運搬車	<u>ユーツトノイ</u> ルク美国計
	<u>たセル排気系を</u>	子フィルタの差圧を監視するため,可搬型セル導出ユニットフ			
	代替する排気系	ィルタ差圧計を高性能粒子フィルタに設置する。			• 計側前仰段///
	<u>による対応のた</u>	•外的事象の「火山」を要因として水素掃気機能が喪失した場合			• 可搬空盯帽佈风
	<u>めの準備</u>	には、降灰により可搬型発電機が機能喪失することを防止する			
		ため,運搬車を用いて可搬型発電機を各建屋内に配置する。			

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	乱壮凯/曲
			処設備※	対処設備	訂表設備
(3)	塔槽類廃ガス処	・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			
	理設備からセル	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			
	に導くための作	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			
	業の実施判断	下の(4)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表に示す貯槽等に供給する圧縮空気の流			• 計測制御設備
		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	—	—	・可搬型貯槽掃気
		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			圧縮空気流量計
		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(4)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。			

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	きしょせきル / 共
			処設備※	対処設備	可发取佣
(4)	セル導出設備の	・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	・ <u>各建屋の塔槽類</u>		
	隔離弁の閉止及	性物質を導出するため, <u>セル導出設備</u> の隔離弁を閉止し, 塔槽類廃	<u>廃ガス処理設備</u>		
	び塔槽類廃ガス	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	<u>からセルに導出</u>		
	処理設備からセ	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	するユニット		
	ルに導出するユ	する。	・ <u>各建屋の塔槽類</u>		
	ニットの開放	・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	<u>廃ガス処理設備</u>		
		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-	<u>からセルに導出</u>		
		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	<u>するユニット(フ</u>	_	—
		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	<u>イルタ)</u>		
		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	・各建屋の <u>セル導</u>		
		経由して第8.2.1-3表に示す導出先セルに導出される。	出設備の配管		
		・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	 各建屋のセル導 		
		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	出設備の隔離弁		
		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	・各建屋の <u>水封安</u>		
		が設置されている導出先セルに導出される。	<u>全器</u>		
(5)	可搬型排風機の	・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			
	起動の判断	る。			

				重大事故等対処施設	
	判断及び操作	手順	常設重大事故等対	可搬型重大事故等	急壮动/曲
			処設備※	対処設備	訂表取佣
(6)	可搬型排風機の	・可搬型排風機を運転することで、大気中への <u>通常</u> 運転時の排気経路			
	運転	以外の経路からの放出を抑制し、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、主排気筒を介して大気中へ管理しながら放出する。また、	タ神阜の少井協		可物形マッルタ
		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。	・谷建産の八谷換	・可搬型ダクト	・可版型ノイルク
		 ・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 	、 丸 故 備 の ダ ク ト	・可搬型フィルタ	左上計
		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	・ 谷建座の重八事	·可搬型排風機	・可佩堂ビル等山
		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	<u> </u>	・可搬型発電機	ユーットノイル
		ィルタを隔離し、バイパスラインへ切り替える。	・土伊ス同		ク定止計
		 ・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。			

※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 水封安全器が設置されている導出先セル

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 ポ塔槽類廃ガス洗浄塔セル	/
 (廃ガス洗浄塔シール 溶解槽Aセル ポット) 分離建屋 (廃ガス リリーフ ポ 塔槽類廃ガス洗浄塔セル 	
ポット) 分離建屋 (廃ガス リリーフ ポ 塔槽類廃ガス洗浄塔セル	/
分離建屋 (廃ガス リリーフ ポ 塔槽類廃ガス洗浄塔セル	/
(廃ガス リリーフ ポ 塔槽類廃ガス洗浄塔セル	/
ツ トノ	
精製建屋 プルトニウム系塔槽類廃た	゙ス
(廃ガス ポット) 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) 塔槽類廃ガス処理第1セ	レ
ガス処理系の廃ガス シ	
ール ポット)	

※水封安全器なし

第8.2.2-1表 放射性物質の放出量(Cs-137換算)

	水素掃気用の圧縮空気に同伴する放射性物質の放出量					
	放出経路以外の	放出経路以外の		大手帽が	7寺 巳	스키
神民	経路からの放出	経路からの放出	主排気筒経由	小茶爆発	<u></u> 建座	合訂
建座	(水封安全器経	(セル導出ユニ	の放出量	による灰山里	「五司灰山里	—————————————————————————————————————
	由) ※1	ット経由)	[TBq/目]	Грд]	Грд]	(рат)
	[TBq]	[TBq]				
前処理建屋	6×10^{-13}	_	1×10^{-10}	8×10^{-5}	8×10^{-5}	
分離建屋	4×10^{-8}	3×10^{-11}	5×10^{-10}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	
精製建屋	4×10^{-8}	5×10^{-11}	3×10^{-9}	3×10^{-4}	3×10^{-4}	2×10^{-3}
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	5×10^{-8}	6×10^{-10}	2×10^{-9}	7×10^{-5}	7×10^{-5}	
高レベル廃液ガラス固化建屋	4×10^{-11}	_	9×10^{-9}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	

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

第8.2.2-2表 放射性物質の放出量(前処理建屋)

核種	放出量(Bq)
S r -90	1×10^{7}
C s -137	$2 imes 10^{7}$
E u - 154	<u>6×10^{5}</u>
P u −238	9×10^{5}
P u −239	9×10^4
P u −240	$2 imes 10^{5}$
P u -241	$2 imes 10^{7}$
Am-241	1×10^{6}
Cm-244	7×10^{5}

第8.2.2-3表 放射性物質の放出量(分離建屋)

核種	放出量 (Bq)
S r -90	3×10^{7}
C s -137	$4 imes 10^7$
E u -154	$3 imes 10^{6}$
P u −238	<u>6×10^{5}</u>
P u −239	6×10^{4}
P u −240	9×10^{4}
P u -241	2×10^{7}
Am-241	3×10^{6}
C m - 244	2×10^{6}

第8.2.2-4表 放射性物質の放出量(精製建屋)

核種	放出量(Bq)
P u −238	7×10^{6}
P u −239	7×10^{5}
P u −240	1×10^{6}
P u -241	2×10^{8}

第8.2.2-5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(Bq)
P u −238	$2 imes 10^{6}$
P u −239	$2 imes 10^{5}$
P u −240	$3 imes 10^{5}$
P u −241	$4 imes 10^{7}$
Am-241	$4 imes 10^4$

第8.2.2-6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)
S r -90	3×10^{8}
C s -137	4×10^{8}
E u —154	3×10^{7}
Am-241	3×10^{7}
A m - 243	3×10^{5}
C m - 243	2×10^{5}
Cm - 244	2×10^{7}


※1 ・分離建屋,精製建屋に設置。ウランプルトニウム混合脱硝建屋は圧縮空気自動供給ユニット。 ※2 ・可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある機器に設置。

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



- ※ ・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
 - ・可搬型空気圧縮機からの空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある機器に設置
 - ・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 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の概要図







※「放射線分解により発生する水素による水素による爆発」の発生を想定する対象機器

建屋	機器グループ	機器名
		プルトニウム溶液供給槽
		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
业主告日2中日2	は制み合いまるが	プルトニウム濃縮液一時貯槽
有聚建全	相聚建産小茶漆先	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8.1.1-2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手順の概要(精製建屋)

	11 114					所要時間※										経過時	間(時:分)										
	作業	番号	作業内容	作業班	安員数	(時:分)	0:00	1:00	2:00	3:00 4:00 5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00 17:0	0 18:0	0 19:00	0 20	0:00 2	1:00 2	2:00 23:00
	AC	2	・可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設, 接続	建屋内27班	2	0:30				► CA16(拡大防止(放出防止)))																
	AC	3	 可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計及び可搬型水素掃気系統圧縮 空気圧力計設置 	建屋内24班, 建屋内25班	4	0:45				建 AC16(拡大防止(放出防止))	·屋内24、25 ►	班															
	AC	4	・可搬型建屋内ホース接続	建屋内24班, 建屋内25班	4	0:15					Ł		 C8(建屋内 C32(建屋)	↓]24班)(水 内25班)	素爆発拡大	▶ 防止)											
F	AC	5	・可搬型空気圧縮機起動	建屋内27班	2	0:20	建屋 AC15・	≧内27班 →→ □						120317													
	AC	6	 可搬型空気圧縮機からの供給開始,水素掃気用圧縮空気圧力確認 	建屋内22班	2	0:15				AC34(水素爆発拡大防.	建 止) —	屋内22班															
	AC	7	・水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気圧縮空気流量確認, 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	1:05			AC	34(建屋内21班)(水素爆発拡大防	5止) —	▶ ↓ ↓ ↓ ↓ 建屋□	21、22班	► AC11(水素爆発拡	大防止)											
	AC	33	・圧縮空気自動供給貯槽又は機器圧縮空気自動供給ユニット圧力 確認	建屋内13班, 建屋内19班 建屋内20班, 建屋内25班	8	0:50			建屋 AC32 → 〔 AC34(水素爆	(内13班 建屋 AC32 → 〔 AC17(拡大防止(放出防止)) 建屋内20班 (拡大防山 条発拡大防止)	内20班 AC26(AC1 [^] L(放出防止))	▲ 蒸発乾固拡大 建屋内19班 ▲	建屋 C32 → 〔 防止) AC25(蒸:	内25班 → AC AC AC AC		拡大防止)											
精製 建屋	AC	35	• 圧縮空気自動供給貯槽圧力確認,弁操作	建屋内21班	2	0:10	(水素爆発	AC1 Ě拡大防止)	建屋内2	21班 ▶ AC34(水素爆発拡大防止)																	
定注	AC	15	•可搬型水素濃度計設置	建屋内13班, 建屋内27班	4	0:30	建屋口	内13、27班	E ▶ AC5(建	▲ 建屋内27班)																	
	AC	32	・水素濃度測定	建屋内13班,建屋内15班 建屋内19班,建屋内20班 建屋内24班,建屋内25班 建屋内26班	14	2:00	(拡大)	♥建屋	内13班 CA AC33 ^{現場} AC14 建 屋内 AC14 一 (蒸発	建屋内19班 AC16 (拡大防止(放 15班 AC21 (拡大防止(加 全国 4C21 (拡大防止(加 全国 4C21 (拡大防止(加 全国 4C21 (拡大防止(加 全国 4C21 (拡大防止(加 全国 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (拡大防止(加)) 4C21 (広)) () () () () () () () () ()	→ 建 出防止)) + H → AC16 女出防止)) 小班 → AC33	屋内26班 □□→ (水]	AC31 素爆発拡大防 建屋内	建屋内 AC9 5止) 25班 AC33	24班] → CA 建屋 AC34 → [(水素爆発拡	31(水素爆発 内25班 一 大防止)	発生防止) CA30(拡大即	止(放出防止)	······································								
	AC	21	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班, 建屋内15班	4	1:30	AC13(建) AC32(建)	屋内14班)(屋内15班)	拡大防止(放出队	建屋内14、15班		C22(建屋内1 C22(建屋内1 AC24(建屋内1	4班)(蒸発乾 5班)	(固発生防止)													
	AC	24	•貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2	0:30				A	C21(建屋内1	5班) —	建屋 ▶ □ □	内15班	A14(拡大防」	上(発生防止))										
			•計器監視(水麦提氨系統正統空気压力) 腔搏提氨正統空气法								AC32	(建屋内26∓	∰) →	建屋内	26班		建屋内	6班		建屋内26	班	建	屋内26班			建屋内26	<u>и</u>
	AC	31	・可搬型発電機及び可搬型空気圧縮機等への燃料の補給	建屋内26班, 建屋内27班	4	_				CA31(建屋内	927班)(水季	、 <u>~~~</u> 馬克尔 [爆発発生	·-· · 防止) →		 译	■ 建屋内27班			··· 屋内27班		建 屋内;	7班		J 建屋F	内27班		建屋内27

※:各作業内容の実施に必要な時間を示す。(複数回に分けて実施の場合は、作業時間の合計)

第8.1.1-3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

LIT	

		五口		/ <i>/</i>	五日 #	所要時間	※ 事前対応											経過時	引(時:分)											
		宙方	作耒内谷 	1F 未址	安貝釵	(時:分)	0:00 1:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00 7:00) 8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
			 車両寄付き 	建屋内19班,建屋内22班	4	0:10	□ 建屋内19、2	22班																				ļ		
			・SA設備の固縛解縛	建屋内19班,建屋内22班	4	0:10																					ļ			
			・SA設備の玉がけ・地切り	建屋内19班,建屋内22班	4	0:05	<u> </u>																							
			・SA設備の吊り上げ及び積載	建屋内19班, 建屋内22班	4	0:10																								
			・SA設備の車上固縛	建屋内19班, 建屋内22班	4	0:05																								
			・SA設備の固縛解縛	建屋内19班,建屋内22班	4	0:10																								
			・SA設備の玉がけ・地切り	建屋内19班,建屋内22班	4	0:05	Y																							
			・SA設備の吊り上げ及び積載	建屋内19班,建屋内22班	4	0:10																								
			・SA設備の車上固縛	建屋内19班,建屋内22班	4	0:05	Y																		_					
			・車両移動	建屋内19班,建屋内22班	4	0:10	۲																							
	作業	番号	作業内容	作業班	要員数	所要時間 (時·分)	※ <u>事前対応</u>	0.00	1.00	2.00	2.00	4.00	E-00	6.00 7.00	0.00	0.00	10.00	· 経過時 11:00	引(時:分)	12.00	14.00	15.00	16.00	17.00	10.00	10.00	20.00	21.00	22.00	22.00
	AC	2	 ・可搬型建屋外ホース及び可搬型建屋内ホース敷設 接続		2	0:30	0:00 1:00	0:00	1:00		CA16()) 8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	10:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
		_							-					中日 24 25 平													<u> </u>			
	AC	3	空気圧力計設置	建屋内24班,建屋内25班	4	0:45					AC16(拡;	大防止(放出	防止)) ———————————————————————————————————																	
	AC	4	・可搬型建屋内ホース接続	建屋内24班, 建屋内25班	4	0:15								₩_	→ AC8(建屋 AC32(建屋	_内24班)(水調 屋内25班)	素爆発拡大	防止)												
	AC	5	·可搬型空気圧縮機起動	建屋内27班	2	0:20		建屋 AC15 -	≧内27班 →→ □																					
有殿 建屋	AC	6	 可搬型空気圧縮機からの供給開始,水素掃気用圧縮空気圧力確認 	建屋内22班	2	0:15					A	C34(水素)	爆発拡大防	建屋内22	2班															
	AC	7	 水素掃気系統圧縮空気圧力及び貯槽掃気圧縮空気流量確認, 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	1:05				AC3	34(建屋内2	21班)(水素	零爆発拡大 隊	_{厉止}) — — — — — — — — — — — — — — — — — — —	建屋内21、22迅 —	দ ➔ AC11(;	水素爆発拡	大防止)												
	AC	33	・圧縮空気自動供給貯槽又は機器圧縮空気自動供給ユニット圧力 確認	建屋内13班, 建屋内19班 建屋内20班, 建屋内25班	8	0:50			AC	建屋 332 → [AC34(水素爆	内13班 AC17 希拡大防止)	(拡大防止(加 建屋内20班	建屋 AC32 → 放出防止)) 圧 (拡大防」 → AC16 (拡大防」	内20班 AC26(蒸発乾 AC1「 建屋 上(放出防止)) 上(放出防止))	建 AC32 → 固拡大防止) 内19班 □ → AC25(素	室内25班 • □ -> AC 蒸発乾固拡大防.	34(水素爆発) 止)	広大防止) 												
	AC	35	• 圧縮空気自動供給貯槽圧力確認,弁操作	建屋内21班	2	0:10		(水素爆発	AC1 ٤拡大防止) →	建屋内2	1班 ▶ AC3	34(水素爆発	拡大防止)																	
	AC	15	·可搬型水素濃度計設置	建屋内13班,建屋内27班	4	0:30		建屋内	∮13、27班	AC5(建	建屋内27班))												<u> </u>						
	AC	32	・水素濃度測定	建屋内13班,建屋内15班 建屋内19班,建屋内20班 建屋内24班,建屋内25班 建屋内26班	14	2:00		(拡大『	¥建屋内1 □→ A AC 防止(放出防止)	I3班 CA 現場 记33 建屋内 14 → □	建屋 環境 — 〔 15班 — 入 成固発生防」	内19班 21 E) AC16 (拡大网	AC16 (拡大防止(放 (拡大防止(力) (拡大防止(力) 建屋内2) (放出防止	建屋内20 世际止)) AC16 放出防止)) → AC33))	6班) → AC31 (水素爆発拡大 建屋[AC4 → [建屋内 AC9 为25班 AC33	24班] → CA: 建屋 AC34 → [(水素爆発拡;	31(水素爆発 31(水素爆発 内25班 一 大防止)	生防止) 【 CA30(拡大防.	止(放出防止)))									
	AC	21	・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班,建屋内15班	4	1:30		AC13(建垦 AC32(建垦	屋内14班)(拡大 屋内15班)	、防止(放出防	远上))	→ 建屋	内14、15班	$ \xrightarrow{AC22(3)} AC24(3) $	建屋内14班)(蒸発 建屋内15班)	乾固発生防止)														
	AC	24	•貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2	0:30							,	AC21(建屋内15班)	· 建国	屋内15班 □ ──> ⊂	A14(拡大防」	(発生防止))												
	AC	31	 ・計器監視(水素掃気系統圧縮空気圧力,貯槽掃気圧縮空気流量) ・可搬型発電機及び可搬型空気圧縮機等への燃料の補給 	建屋内26班, 建屋内27班	4	_						C	CA31(建屋F	AC32(建屋 勾27班)(水素爆発	内26班) — > 發生防止) >	建屋内	26班 	屋内27班	建屋内2	6班 2 建	屋内27班	建屋内	26班 	屋内27班	建屋内2 	6班 建	屋内27班	建屋内2	6班 建	 屋内27班

※:各作業内容の実施に必要な時間を示す。(複数回に分けて実施の場合は、作業時間の合計)

第8.1.1-4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

第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及多地拡大防止対策のフォールトツリー分析(その1)



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及私施大防止対策のフォールトツリー分析(その2)



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及の加大防止対策のフォールトツリー分析(その3)



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及の形式大防止対策のフォールトツリー分析(その4)



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及影流大防止対策のフォールトツリー分析(その5)



※1 地震 ※2 火山の影響 ※3 配管の全周破断 ※4 動的機器の多重故障 ※5 長時間の全交流動力電源の喪失



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及の拡大防止対策のフォールトツリー分析(その6)



※1 地震 ※2 火山の影響 ※3 配管の全周破断 ※4 動的機器の多重故障 ※5 長時間の全交流動力電源の喪失



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及北方広に対策のフォールトツリー分析(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

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

第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及の通大防止対策のフォールトツリー分析(その8)



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及到施大防止対策のフォールトツリー分析(その9)

*基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に 機能維持できる設計とする。

*



第8.1.2-1図 水素爆発の発生防止対策及影響大防止対策のフォールトツリー分析(その10)



※1: 基準地震動の1.2倍の地震力を考慮しても機能を維持できる設計とする。

※2: 各々の系統の循環ポンプ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 安全區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 プルトニウム濃縮液一時貯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)

			/ - 개선 지대		所要時間※	経過時間(時:分)	
	作美奋者		作耒班	安貝釵	(時:分)	0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00	.00 23:00
	AC	1 ・圧縮空気手動供給ユニットからかくはん系統への圧縮空気供給	建屋内20班, 建屋内21班	E 4	1:05	建屋内20,21班 AC34(键屋内20班) AC35(键屋内21班)(水素爆発鬼生防止)	
	AC 3	14 ・圧縮空気手動供給ユニット圧力確認	建屋内18班,建屋内20班 建屋内21班,建屋内22班 建屋内25班	E 10	1:00	$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	
	AC	8 ・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	E 4	0:20	AC4(键屋内24班)(水素爆発発生防止) AC20(键屋内23班)(蒸発乾固発生防止) →□	
	AC	9 ・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	E 4	0:30	▲ AC32(建屋内24班)	
	AC 1	0 ・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	0:15		
	AC 1	1 ・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	E 4	1:30	AC7(水素爆発発生防止) → 建屋内21,22班 → CA31(建屋内21班)(水素爆発発生防止) CA受皿(建屋内22班)(蒸発乾固発生防止)	
	AC 1	5 ・可搬型水素濃度計設置	建屋内13班, 建屋内27班	E 4	0:30	建屋内13、27班 → AC5(建屋内27班)(水素爆発発生防止)	
1/= 4-11	AC 3	12 ・水素濃度測定	建屋内13班,建屋内15班 建屋内19班,建屋内20班 建屋内24班,建屋内25班 建屋内26班	E E 14	2:00	$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	
建屋	AC 2	21 ・可搬型貯槽温度計設置及び貯槽溶液温度計測	建屋内14班, 建屋内15班	E 4	1:30	AC13(建屋内14班) → AC22(蒸発乾固発生防止)	
	AC 2	24 ・貯槽溶液温度計測	建屋内15班	2	0:30	建屋内15班 AC22(蒸発乾固発生防止) → CA14(拡大防止(発生防止))	
	AC 1	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	0:45	建屋内14班	
	AC 1	3 ・可搬型導出先セル圧力計設置	建屋内14班	2	0:15	AC21(蒸発乾固発生防止)	
	AC 1	4 ・ダンパ閉止	建屋内15班	2	0:50	de Zep15∰ → AC32	
	AC 1	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,建屋内24班 建屋内25班,建屋内26班	E 12	2:15	AC-0-AB管補助(建度内24E) AC3(建屋内24, 25, 26班 AC3(建屋内280) AC3(建屋内24, 25, 26班 通(建度内280) AC3(建屋内24, 25, 26班 AC3(建屋内280) AC3(建屋内24, 25, 26班 AC3(建屋内280) AC3(建屋内24, 25 班)(水素爆発発生防止) AC3(建屋内210) 建屋内19, 20, 21班 AC3(建屋内210) AC3(建屋内19班)(水素爆発発生防止) AC3(建屋内210) AC3(建屋内19班)(水素爆発発生防止) AC3(建屋内210) AC3(建屋内210)	
	AC 1	7 ・可搬型排風機起動準備	建屋内13班	2	0:20	建屋内13班 AC33(水素爆発発生防止) → □	
	AC 1	8 ・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	1:00	CA1(水素爆発発生防止)	
	AC 1	9 ・可搬型電源ケーブル敷設	建屋内11班,建屋内12班	E 4	1:30	AC現場環境 → <u>建屋内11、12班</u> → AC29(拡大防止(放出防止))	
	AC 3	 ・計器監視(放射性配管分岐第1セル圧力、水素濃度,かくはん系 ・計器監視(放射性配管分岐第1セル圧力、水素濃度,かくはん系 ・新圧縮空気圧力,貯槽掃気圧縮空気流量) ・可搬型発電機及び可搬型空気圧縮機等への燃料の補給 	建屋内26班, 建屋内27班	E 4	_	AC32(建屋内26班) 建屋内26班 建屋内26班 建屋内26班 建屋内26班 建屋内26班 建屋内26班 建屋内26班 建屋内26班 CA31(建屋内27班)(水素爆発発生防止) 建屋内27班 2<	建屋内27班

※:各作業内容の実施に必要な時間を示す。(複数回に分けて実施の場合は、作業時間の合計)

第8.2.1-1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 トニウム濃縮液一時貯槽の水素濃度の傾向(精製建屋)



第8.2.2-4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 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 系による対応実施時の前処理建屋からの放出の傾向



※1 許容空白時間に至る前に圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給を開始し、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 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 系による対応実施時の分離建屋からの放出の傾向



※1 許容空白時間に至る前に圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給を開始し、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 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 系による対応実施時の精製建屋からの放出の傾向



- ※1 許容空白時間に至る前に圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給を開始し、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 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 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





:

:

 2×10^{7} B q

 1×10^6 B q

 7×10^{5} B q

P u −241

 $\begin{array}{c} Am - 241 \\ Cm - 244 \end{array}$

第8.2.2-11図 放射性物質の大気放出過程(前処理建屋)



第8.2.2-12図 放射性物質の大気放出過程(分離建屋)



主排気筒放出

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)



* 主排気筒放出

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 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

令和2年3月13日 R9

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)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				—————————————————————————————————————
資料No.	名称	提出日	Rev	川方
補足説明資料8-1	水素爆発発生時の燃焼挙動について	1/10	2	
補足説明資料8−2	水素掃気機能の喪失による水素爆発への対処	1/17	1	
補足説明資料8−3	圧縮空気自動供給貯槽, 圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動ユニット の動作原理について	3/13	3	資料No.の変更, 設備名称の修正, 圧縮空気供給流量に関する説明追加
補足説明資料8-4	水素濃度計について	3/13	3	資料No.の変更,対策の変更に伴う不要な項目を削除
補足説明資料8-5	水素掃気に必要な空気流量の計算方法について	1/10	2	
補足説明資料8−6	設計条件としての水素発生G値について	3/13	0	
補足説明資料8−7	圧縮空気の経路外放出に伴う被ばく線量	1/17	3	
補足説明資料8−8	可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給による水素濃度の推移について	1/10	2	
補足説明資料8-9	時間余裕計算方法の有する安全余裕について	1/28	4	
補足説明資料8-10	事故環境における重大事故等対処施設の機能維持	1/10	2	
補足説明資料8-11	圧縮空気手動供給ユニットの信頼性について	3/13	2	資料No.の変更,設備名称の修正,圧縮空気供給流量に関する説明追加
補足説明資料8-12	セル導出設備の隔離弁の爆発時健全性について	3/13	4	資料No.の変更, 設備名称の修正
補足説明資料8-13	可搬型フィルタの健全性について	3/13	4	資料No.の変更
補足説明資料8-14	5因子法において採用した値の適用性について	3/13	4	資料No.の変更
補足説明資料8-15	水素燃焼時の大気中への放射性物質の放出量(セシウムー137換算)の詳細			精査中
補足説明資料8-16	水素爆発発生時の機器の健全性について	3/13	4	 資料No.の変更
補足説明資料8-17	水素爆発が機器内の溶液性状に与える影響について	3/13	4	資料No.の変更
補足説明資料8-18	要員及び資源等の評価	3/13	2	資料No.の変更, 圧縮空気を使用する代替計測制御設備の追加

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

令和2年3月13日 R8

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)

	再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料	供去			
資料No.	名称	提出日	Rev	1用 ~つ	
補足説明資料8-19	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)	1/23	1		
補足説明資料8-20	水素爆発発生時における敷地境界被ばく線量評価	3/13	0	新規追加	

令和2年3月13日 R3

補足説明資料 8-<u>3</u>(28条) 8. 放射線分解により発生する水素による 爆発への対処

圧縮空気自動供給貯槽, 圧縮空気自動供給ユニット及び

機器圧縮空気自動ユニットの動作原理について

1. 圧縮空気自動供給貯槽

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

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



図1. 圧縮空気自動供給貯槽の概要図

2. 圧縮空気自動供給ユニット

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

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



図2. 圧縮空気自動供給ユニットの概要図

3. 機器圧縮空気自動供給ユニット

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

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



図3.機器圧縮空気自動供給ユニットの概要図

 4. 圧縮空気<u>自動供給</u>貯槽,圧縮空気<u>自動供給</u>ユニット及び<u>機器</u>圧縮空気<u>自</u> 動供給ユニットの系統構成について

上記のとおり, 圧縮空気<u>自動供給</u>貯槽, 圧縮空気<u>自動供給</u>ユニット及び<u>機</u> 器圧縮空気<u>自動供給</u>ユニットは<u>水素掃気配管</u>へ接続する。以下に, これらの 系統構成の妥当性を示す。

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



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

図4に示すように、分離建屋及び精製建屋において、圧縮空気<u>自動供給</u>貯 槽及び圧縮空気<u>自動供給ユニットが接続する機器の気相部へ直接圧縮空気を</u> 供給可能な配管は<u>水素掃気配管</u>のみであり、その他の配管は液浸配管である。 補8-3-4 なお,液位計の気相部の計装配管は<u>塔槽類排ガス処理設備の配管</u>に接続して おり,圧縮空気を機器内の気相部へ直接供給することができない。

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

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

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

5.1 圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気流量について

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

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

<u>圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気の供給継続時間の評価方法は以下の</u> とおり。

<u>圧縮空気自動供給貯槽から圧縮空気を供給する流路は、平常運転時に圧縮</u> 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 <u>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 v o 1 %以下に維</u> 持するために必要な圧縮空気流量を供給するための圧縮空気自動供給貯槽の 出口流量を求める。

<u>水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8vo1%以下に維持するために</u> <u>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</u> 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8vo1%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_{8vo1%}:水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8vo1%以

<u>下に維持するために必要な圧縮空気流量(m³/h</u> <u>[normal])</u>

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 <u>定する機器内の水素濃度を8 v o 1%以下に維持できる圧縮空気を供給する</u> 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。

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

$$\Delta P = P_{0} \times \frac{F_{serve}}{60} \times \frac{1}{V} \times \frac{T + 273.15}{273.15}$$

ここで,

Δ 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 (MP a)

P_0:初期圧力 (MP a), 0.1013 とした。

F_{serve} : 圧縮空気自動供給から供給される各建屋入口での圧縮

空気流量 (m³/h)

V : 圧縮空気自動供給貯槽の体積 (m³)

<u>T</u>: 圧縮空気自動供給貯槽内の空気温度(℃)

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

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

ここで、
F'_{serve}:圧縮空気自動供給貯槽から供給される減圧後の各建

屋入口での圧縮空気流量(m³/h)

P_{header}: <u></u>E縮空気自動供給貯槽の圧力(MPa)

<u>
圧縮空気自動供給貯槽から供給される減圧後の各建屋入口での圧縮空気流</u> 量が水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 v o 1%以下に維持できる圧 縮空気を供給するために必要な建屋入口での圧縮空気流量を下回るまで圧力 減少及び供給流量減少の評価を繰り返し、圧縮空気自動供給貯槽から水素爆 発を想定する機器に圧縮空気の供給が継続される時間を求める。

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

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

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

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

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

- <ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給ユニットからの圧 縮空気流量>
- ・硝酸プルトニウム貯槽: 0.043m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.43m³/h
- ・混合槽A:0.033m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.33m³/h
- •混合槽B:0.033m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.33m³/h
- •一時貯槽:0.043m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.43m³/h

<u>合計:1.52m³/h</u>

< 分離建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>
 ・ プルトニウム溶液受槽: 0.02m³/h(8vo1%維持流量) × 2 = 0.04m³/h
 ・ プルトニウム溶液中間受槽: 0.02m³/h(8vo1%維持流量) × 2 = 0.04m³/h
 ・ 第 2 一時貯留処理槽: 0.02m³/h(8vo1%維持流量) × 2 = 0.04m³/h
 合計: 0.12m³/h

<精製建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量> ・プルトニウム溶液供給槽:0.02m³/h(vo1%維持流量)×2=0.04m³/h ・プルトニウム溶液受槽:0.02m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.04m³/h ・油水分離槽:0.02m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.04m³/h ・プルトニウム濃縮缶供給槽:0.058m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.116m³/h

・プルトニウム溶液一時貯槽:0.058m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.116m³/h
・プルトニウム濃縮液受槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h
・プルトニウム濃縮液一時貯槽:0.065m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.65m³/h
・プルトニウム濃縮液計量槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h
・リサイクル槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h
・プルトニウム濃縮液中間貯槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h
・希釈槽:0.048m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.096m³/h
・第2一時貯留処理槽:0.02m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.04m³/h
・第3一時貯留処理槽:0.029m³/h(8vo1%維持流量)×2=0.058m³/h
合計:2.88m³/h

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

- ・硝酸プルトニウム貯槽: 0.043m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.43m³/h
- •混合槽A:0.033m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.33m³/h

•混合槽B:0.033m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.33m³/h

•一時貯槽:0.043m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.43m³/h

<u>合計:1.52m³/h</u>

令和2年3月13日 R3

補足説明資料 8-<u>4</u>(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

補足説明資料 8-4

水素濃度計について

1. 水素濃度計の測定原理

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

機器内の水素濃度を測定するために用いる可搬型水素濃度計は,熱伝導式 のものを用いる。熱伝導式の水素検出器は,第1図に示すとおり,白金線コ イルにより加熱された検知素子にガスが接触すると,ガス固有の熱伝導率に より熱放散の状態が変わり,検知素子の温度が変化する。この変化はガス濃 度にほぼ比例することから,白金線の抵抗値の変化をブリッジ回路の偏差電 圧として取り出し水素濃度を測定することができる。なお,機器内水素濃度 の計測範囲0~25vo1%において,計器仕様は最大±1.25vo1%の誤差を生じ る可能性があるが,この誤差があることを理解した上で,水素爆発を想定す る機器内の水素濃度の推移,傾向(トレンド)を監視する。



図1. 可搬型水素濃度計の測定原理の概要図

2. 可搬型水素濃度計の構成について

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

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

(1) 冷却器

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

(2) 凝縮液回収容器

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

(3) 吸着剤カラム

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

(4) 真空ポンプ

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

(5) 水素濃度計

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

(6) 電源装置及び指示計ユニット

電源装置は、バッテリ、DC/ACインバータ、充電器、AC/D Cパワーサプライから構成され、外部電源からの給電無しで動作可能 な設計とする。また、外部電源復旧後は、100Vの電源により充電及び 動作可能な設計とする。指示計ユニットは水素濃度を容易に目視でき るように設置する。 3. 可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟の可能性について

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

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

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

よって、可搬型水素濃度計からの水素漏えい及び汚染拡大の可能性は低い。

補足説明資料8-6 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による

爆発への対処

設計条件としての水素発生G値について

1. はじめに

評価に設計条件として用いた水素発生G値について,設定根拠を整理する。

2. 評価に用いる水素発生G値

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

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

表1	水素発生G値に影響する項目

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

※抽出等により核分裂生成物を含む硝酸溶液と接触する場合

2.1. 硝酸溶液

2.1.1. α 線

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

Sheppard の文献[1]に従う。

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

硝酸濃度 (mo1/L)	G_{α} (/100eV)
1	0.28
2.4	0.13
4.2	0.059
6.6	0.057
8	0.024

表2 G_aの硝酸濃度依存性

2.1.2. $\beta \gamma 線$

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

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

表3 G_{βγ}の硝酸濃度依存性

- 2.1.3.温度依存性
- (1) α線

水素発生量の温度依存性については、文献において報告がある。

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

表4 水素発生に与える溶液温度の影響※1 (参考文献[3]を基に作成)

G(H₂)at 25℃	G(H₂)at 70℃ 💥 2	G(H₂)at 70℃涨3
0.36 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.35 ± 0.01
※1 Pu 濃度 10.0g/1	. 硝酸濃度 0.6 M	

Pu(VI)濃度は70℃において全Pu濃度の45%
 G(H₂)は4回の繰り返し測定における平均値±平均偏差

- ※2 溶液の温度を 70℃に維持
- ※3 溶液の温度を70℃から25℃に冷却

Sheppard も、硝酸プルトニウム溶液からのα線による見かけの水素発生 G値を調査しており、10.5℃、25℃及び34℃において温度依存性がないこ とを報告している。水素の測定にあたっては、溶液のかくはんによる水素 の追い出し操作は行っていないが、数十日の時間をかけて気相中へ移行し た水素を測定しているものと推察される(表5参照)[1]。

我日 小帝元工に子んの俗似!!!	反9家音(参与人間[1]を坐に下成)
温度 (℃)	$G(H_2)$, 硝酸濃度4M
$10.5^{\circ}\mathrm{C}$	0.054
25. 0°C	0.059
34. 0°C	0.058

表5 水素発生に与える溶液温度の影響(参考文献[1]を基に作成)

一方,中吉らは,硝酸溶液へのγ線照射による見かけの水素発生G値に ついて,温度の上昇に伴い増加するという報告をしている(図1参照) [4]。ただし,この見かけの水素発生G値については,溶液を静置した状態で気相部に自然放出される水素に関して整理した値である。また,中吉らは,γ線照射後に静置し,その後溶液をかくはんすることにより気相中 へ移行する水素の量が増加することを報告している(図2参照)[4]。

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

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

(2) $\beta \gamma 線$

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

α線とβγ線の違いは溶液に付与するエネルギーであり,エネルギーの 違いによりPrimary生成物の組成が変化する。この反応過程は 10⁻ ⁶秒オーダーである。このように極めて瞬間的な反応であるため,温度上 昇による溶液の対流現象が放射線分解生成物の組成に与える影響は小さい と考えられる。以上のことから、 $\beta \gamma$ 線についても、 α 線照射の場合の温 度依存性と同じ取り扱いができると考える。



Fig. 7 Plots of G(H₂)' against temperature of solution







図2 水素放出に与えるかくはんの影響[4]

2. 1. 4. 溶液のかくはん及び沸騰時の水素発生G値

溶液のかくはん及び沸騰状態の水素発生G値への影響を考慮するため,2. 1.3(1)に記載のとおり,文献において見かけの水素発生G値が変わら ないことが報告されている70℃を超えた場合に,非沸騰時の水素発生G値が 仮に5倍になるとして評価する。5倍とした根拠は表6に示す試験結果であ る。試験の概要を付録に記載する。

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

このため、 G_{α} についても、沸騰時の影響を考慮する場合は仮に5倍になる として評価する。

試験溶液		②模	擬高レベル	廃液	③硝酸		
濃度	NO ₃ ⁻ [mo1/L]		3.4		2.1		7.4
	状態	静置	撹拌	沸騰	静置	沸騰	沸騰
G 値		0.0015	0.0029	0.0063	0.024	0.082	0.026
静置に対する 増加割合		1	1.94	4.2	1	3. 42	_

表6 y線照射試験における見かけの水素発生G値

2.1.5.溶質の影響

高レベル濃縮廃液貯槽,高レベル濃縮廃液一時貯槽,高レベル廃液混合 槽,供給液槽及び供給槽の溶液の水素発生G値については,東海再処理工 場の高レベル廃液から発生する水素の測定実績[5],[6]を踏まえ,当該貯 槽の硝酸濃度と同じ硝酸溶液の水素発生G値の 1/20 としている。これは,
溶質として金属イオンが含まれていることに由来すると考えられているが, 沸騰時に本低減効果を考慮できるか否かについては,実液で確認された試 験はない。このため,沸騰時には水素発生G値を 1/20 とせず,水素発生 G値に2.1.4において設定した5倍を乗じて評価を行うこととする。

2.2. 有機溶媒

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

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

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

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

2. 3. まとめ

上記の2.1及び2.2に基づき,評価に用いた水素発生G値を表7に示 す。

9

第7表 評価に用いる水素発生G値

	硝酸濃	G值			
	度	70°C	C以下	70℃走	召過 ^{※1}
	(mo1/L)	α	βγ	α	βγ
		(Molecul	.es/100eV)	(Molecul	es/100eV)
硝酸溶液	1.5	$0.23^{[1]}$	_*2	1.2	_*2
(硝酸プルトニウム溶	1.58	$0.\ 20^{[1]}$	_*2	1.0	_*2
液)	1.75	$0.\ 19^{[1]}$	_*2	0.95	_*2
	4.3	$0.059^{[1]}$	_*2	0.30	_*2
	7.0	$0.048^{[1]}$	_*2	0.24	_*2
硝酸溶液	1.0	$0.014^{[1]}$	$0.\ 0050^{[2,\ 5]}$	0.070	0.025
(高レベル廃液ガラス固				(1.4^{3})	(0.5^{3})
化建屋の高レベル廃液)	2.0	$0.0085^{[1]}$	$0.0030^{[2,5]}$	0.043	0.015
				(0.85^{3})	(0.3^{3})
硝酸溶液(その他)	1.5	$0.23^{[1]}$	$0.065^{[2]}$	1.2	0.33
	2.0	$0.\ 17^{[1]}$	$0.053^{[2]}$	0.85	0.27
	2.6	$0.12^{[1]}$	$0.045^{[2]}$	0.60	0.23
	2.8	$0.11^{[1]}$	$0.044^{[2]}$	0.55	0.22
	3.0	$0.11^{[1]}$	$0.042^{[2]}$	0. 55	0.21
有機溶媒(30%TBP+n-ド	—	3. 0 ^[7, 8]	*2	15	*2
デカン)					

※1 70℃超過のG値は70℃以下の5倍としている。

※2 プルトニウムが主であるため、βγによるG値を用いていない。

※3 高レベル廃液の場合は1/20を考慮せずに、70℃以下のG値を5倍した値。

3. 参考文献

- [1] J.C. Sheppard, ALPHA RADIOLYSIS OF PLUTONIUM (IV) NITRIC ACID SOLUTIONS, BNWL-751A, (1968).
- [2] H. A. Mahlman, THE OH YIELD IN THE 6 °Co γ RADIOLYSIS OF HNO₃, Journal of Chemical Physics, vol. 35, No. 3 (Sept, 1961).
- [3] Y. Kuno, T. Hina, J. Masui, "Radiolitically generated hydrogen and oxygen from plutonium nitrate solution," J. Nucl. Sci. Technol., 30, 919 (1993).
- [4] 中吉ら,高レベル廃液からの放射線分解発生水素量の評価,(Ⅱ)静置 状態の硝酸水溶液から放出される水素量の液深依存性,日本原子力学会 誌, Vol. 37, No. 12, (1995)
- [5] H. KINUHATA et al. THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : HYDROGEN CONCENTRATION IN THE VENTILATED TANK AIR. Nuclear Technology. 2015-02, vol. 189, no. 2.
- [6] HIROSHI KINUHATA et al. STUDY ON THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : COMPARISON BETWEEN ACTUAL AND SIMULATED SOLUTIONS. Nuclear Technology. 2015-11, vol. 192, no. 2.
- [7] T.Rigg et al., RADIATION EFFECT IN SOLVENT EXTRACTIONS PROCESS, Prog.Nucl.Energ.SeriesIII, Pocess Chem. Vol. 2, p320 (1958)
- [8] J.P.Holland et al., THE RADIOLYSIS OF DODECANE-TRIBUTYLPHOSPHATE SOLUTIONS, Nuclear Instruments and Method 153, p589 (1978)

11

溶液温度が 70℃を超過した場合の水素発生G値を5倍とした根拠について

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

1. 攪拌状態における水素発生G値測定試験

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



図1. 攪拌状態における水素発生G値測定試験装置

2. 沸騰状態における見かけの水素発生G値測定試験

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

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



図2. 沸騰状態における水素発生G値測定試験装置

3. 試験結果

試験結果の一覧を表1に示す。

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

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	、験溶液	①純水		②模擬高レベル廃液		③硝酸				
濃度	NO ₃ ⁻ [mo1/L]					3.4		2.	. 1	7.4
	状態	静置	撹拌	沸 騰	静置	撹拌	沸騰	静置	沸騰	沸騰
	G 値	0.078	0.14	0.1	0.0015	0.0029	0.0063	0.024	0.082	0.026

表1:γ線照射試験における見かけの水素発生G値

評価に用いている水素発生G値は、非沸騰の値として、純水で0.45、高 レベル廃液で0.006、2 mol/Lの硝酸の場合で0.053、7mol/Lの硝酸の場合 で 0.019 を用いている。評価に用いている水素発生G値を2倍することで、 沸騰時のG値を包含できる。しかし、上述の静置状態と沸騰状態の比を勘 案して、沸騰時のG値は静置状態の5倍として設定する。

令和2年3月13日 R2

補足説明資料 8-<u>11</u>(28条)

8. 放射線分解により発生する水素による

爆発への対処

圧縮空気手動供給ユニットの信頼性について

1. はじめに

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

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

2. 圧縮空気手動供給ユニットの設備概要

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

分離建屋の<u>圧縮空気手動供給ユニット</u>は,内圧 14.7MPa,容量 47Lの 空気ボンベ2本<u>以上</u>,減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構 成する。 精製建屋の<u>圧縮空気手動供給ユニット</u>は,内圧 14.7MPa,容量 47Lの 空気ボンベ 10 本<u>以上</u>,減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで 構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の<u>圧縮空気手動供給ユニット</u>は,内圧 14.7MPa,容量 47Lの空気ボンベ3本<u>以上</u>,減圧弁及び機器圧縮空気供 給配管への接続ホースで構成する。

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



図1. 圧縮空気手動供給ユニットの概要図

3. 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給に要する時間について

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

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

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

4. 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気流量について

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

補 8-11-3

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

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

< 分離建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

<u>・プルトニウム溶液受槽:0.02m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.2m³/h</u>

・プルトニウム溶液中間受槽:0.02m³/h(8vol%維持流量)×10=0.2m³/h

• 第2一時貯留処理槽: 0.02m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.2m³/h

<u>合計:0.6m³/h</u>

<精製建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

・プルトニウム溶液供給槽:0.02m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.2m³/h

・プルトニウム溶液受槽:0.02m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.2m³/h

<u>• 油水分離槽: 0.02m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.2m³/h</u>

・プルトニウム濃縮缶供給槽:0.058m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.58m³/h

<u>・プルトニウム溶液一時貯槽:0.058m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.58m³/h</u>

<u>・プルトニウム濃縮液受槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h</u>

<u>・プルトニウム濃縮液一時貯槽:0.065m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.65m³/h</u>

<u>・プルトニウム濃縮液計量槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h</u>

・リサイクル槽:0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h

補 8-11-4

・プルトニウム濃縮液中間貯槽: 0.042m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.42m³/h
 ・希釈槽: 0.048m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.48m³/h
 ・第2一時貯留処理槽: 0.02m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.2m³/h
 ・第3一時貯留処理槽: 0.029m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.29m³/h

<u>合計:5.06m³/h</u>

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニット>
・硝酸プルトニウム貯槽: 0.043m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.43m³/h
・混合槽A: 0.033m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.33m³/h
・混合槽B: 0.033m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.33m³/h
・一時貯槽: 0.043m³/h(8vo1%維持流量)×10=0.43m³/h
合計: 1.52m³/h

令和2年3月13日 R4

補足説明資料 8-<u>12</u>(28条)

8. 放射線分解により発生する水素による

爆発への対処

セル導出設備の隔離弁の爆発時健全性について

1. 水素濃度の想定について

水素爆発の<u>発生防止対策や拡大防止対策</u>は、機器内水素濃度が8 v o 1%に到達するまでに実施する。このため、機器内で8 v o 1%の水素濃 度での爆発が起こることを想定する。

2. 爆発時の圧力上昇について

密閉状態で爆発が起こった場合の圧力上昇を以下にしめす。初期圧力 8 v o 1 %における爆発圧力は、初期圧力の約 2.7 倍となる。初期圧力は 大気圧(=0.1013MPa)であるため、爆発時の圧力は 0.1013MPa × 2.7=0.273 より約 0.28MPaである。なお、当社の機器形状を模擬して 8 v o 1 %で爆発させた実験を行ったときの爆発圧力は 0.05MPa未満 であり、2.7MPaより小さい。





補 8-12-1

3. 隔離弁の健全性について

隔離弁の耐圧性能を以下に示す。

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

各建屋の隔離弁の耐圧性能は、0.28MPaより十分大きいことから、 隔離弁の健全性は維持される。

4. 参考文献

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

令和2年3月13日 R4

補足説明資料 8-<u>13</u>(28条)

8. 放射線分解により発生する水素による

爆発への対処

可搬型フィルタの健全性について

(1) 方法

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

 $E_{O_{2}1} + E_{N_{2}1} = E_{O_{2}2} + E_{N_{2}2} + E_{H_{2}O2} + E_{D}$ ここで、 $E_{O_{2}1}: 水素爆発発生前の酸素のエンタルピ(kJ)$ $E_{N_{2}1}: 水素爆発発生前の窒素のエンタルピ(kJ)$ $E_{O_{2}2}: 水素爆発発生後の酸素のエンタルピ(kJ)$ $E_{N_{2}2}: 水素爆発発生後の窒素のエンタルピ(kJ)$ $E_{H_{2}O2}: 水素爆発発生後の蒸気のエンタルピ(kJ)$ $E_{D}: 爆発(燃焼)による生成エンタルピ(kJ)$

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

ここで,

E:エンタルピ(kJ)

V:ガス体積 (m³)

V_N:標準モル体積(m³/mol)

H (T):比エンタルピ (k J/mol)

爆発後の圧力については、状態方程式から求める。

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

ここで,

P₀:初期圧力(101.3kPa)

T:爆発後の温度(K)

T₀:初期温度(323K)

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

(2) 可搬型フィルタの健全性の評価条件

爆発を想定する水素量

前処理建屋	: 2. 5m ³
分離建屋	: 4. 3m ³
精製建屋	: 1. 5m ³
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	: 0. 22 m ³
高レベル廃液ガラス固化建屋	: 3. 5 m ³

(3) 評価結果

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

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

前処理建屋:セル内温度 53℃, 圧力上昇 0.72 k P a

分離建屋 : セル内温度 52℃, 圧力上昇 0.46 k P a

精製建屋 : セル内温度 51℃, 圧力上昇 0.17 k P a

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

: セル内温度 64℃, 圧力上昇 4.2 k P a 高レベル廃液ガラス固化建屋

: セル内温度 61℃, 圧力上昇 3.5 k P a

令和2年3月13日 R4

補足説明資料 8-<u>14</u>(28条) 8. 放射線分解により発生する水素による 爆発への対処

5因子法において採用した値の適用性について

1. はじめに

放出量評価において、文献から値を引用して評価に適用し

ている。文献における試験の実施条件、適用範囲を確認し、

文献引用の適用性について確認した。

2. 評価に用いた値と引用文献の関係について

対策成功時の放出量評価においては、下表の値を使用して

いる。

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

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

水素爆発時の放出量評価においては,下表の値を使用して いる。

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

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

補 8-14-2

3. 文献引用の妥当性について

(1) 圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

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

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

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

Aerosol Souces	Air m ³ /h	Aerosol Loading (mg/m ³ air)	
Stirring Air	440 - 3 000	10	
Transfer Air (Airlift)	160 - 200	10	
Pulse Air	600	0,1	
Scavenging Air	150	0,1 - 1	

(2) 水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合に ついて

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

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

したがって、当該文献は適用できる。 【NUREG/CR-3093の試験概要】

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

移行率 = 気相へ移行した溶質量容器に投入した初期溶質量

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





NUREG/CR-3093¹⁾より引用

(3) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除去効率について

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

項目	試験条件	実機条件	考察
容器の サイズ	直径約 3.8mの円 環形状	水素爆発を想 定する機器に より様々	発生圧力が高いのは、壁面の圧 力波の反射により火炎が加速し やすい円環形状の場合であり、 飛沫が飛びやすい条件であり適 用できると考える。
配管長 さ	$1\mathrm{m}\sim 2\mathrm{m}$	数十 m	試験条件の方が曲り箇所が極 めて少なく、除染係数としては 厳しい結果となると考えられ るため適用できる。(下図参照)
爆 発 時 圧 力	3.5MPa	0.7~2.9MPa (水素濃度 30vo1%にお ける着火側 機器の圧力)	試験の最大圧力は実機を想定 して実施した試験結果である 0.7~2.9MPaを包含しており、 適用できると判断した。





図 試験装置と実機の比較

(4) 高性能粒子フィルタの除染係数について(対策成功時)
 試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機(可搬型フィルタ)の条件を以下に示す。試験で用いられたフィルタと実機(可搬型フィルタ)の仕様は同様であり適用できる。

項目	試験条件	実機条件 (可搬型フィル タ)	考察
ろ材	グラスフ ァイバー	グラスファイバ ー	同一の素材であり適用可能であ る。
サイズ	幅 - 高 さ - 奥 行 き : 610-610-2 92 (mm)	幅 - 高 さ - 奥 行 き : 610-610-約 300 (mm)	同様のサイズであり適用可能で ある。 (実機奥行きは構造図に記載な いため構造図から推測)
耐 熱 温 度 (℃)	200	180 (連続使用最高 温度)	実機条件の温度に比べて、試験 条件の耐熱温度が高いことから 適用可能である。
定格風量 (m ³ /h)	定格風 量:2,000	約 2,500	風量が異なる場合でも所定の除 染効率を期待できることから適 用可能である。(①参照)
試 験 温 度 (℃)	$25 \sim 45$	50~100℃ 程 度	試験に用いられているフィルタ の最高使用温度を下回ることか ら適用可能である。
粒径	0.024~ 0.750µm で試験	エアロゾルの径 は事象により異 なるが、µmオー ダーと想定	試験より 0.13 μ m 近辺で最も除 染係数が低くなるが、この場合 でも 10 ³ に余裕があること、実 機条件のエアロゾル径は 0.13 μ m より大きいと想定され ることから、適用可能と考える。 (②参照)

①風量と捕集効率の関係

以下に示す通り,さまざまな風量、粒径において DF10³を 維持できる。



②粒径と捕集効率の関係

以下に示す通り,さまざまな粒径において DF10³を維持で きる。



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

(4) 大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準

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

項目	試験条件	実機条件 (可搬型フィ ルタ)	考察
フィル タサイ ズ	幅 - 高 さ - 奥 行き: 610-610-29 2(mm) (①参照)	幅‐高さ‐奥行 き: 610‐610‐約 300(mm)	同様のサイズであり適用可能であ る。 (実機奥行きは構造図に記載ない ため構造図から推測)
差圧上 昇速度	1kPa∕s∼ 50kPa∕s	水 素 爆 発 想 定 時 : 数 kPa/s~数 十 kPa/s	差圧上昇速度が速いほどフィルタ が破損する圧力が上昇する傾向を 有すること、水素爆発時の差圧上昇 は試験範囲を超える可能性がある が、差圧上昇速度が低い場合のフィ ルタリーク発生差圧を採用するこ とは厳しい結果となる(②参照)こ とから、適用可能である。

•			
	Tested Filter (PNC)	HEPA Filter (JIS Z 4812)	
Size (mm)	610+610+292	610+610+292	1 1
Frame material	Steel	Plywood	
Filter medium	Glass fiber paper	Glass fiber paper	ĺ
Separators	Stainless steel	Alminum	
Sealants	Silicon rubber	Polyurethane	
Gasket material	Neoprene	Neoprene	
Capacity (m3/h)	2000	1860	
Resistance to air flow (maAq)	≤30	≤25	
DOP smoke penetration (%)	≤0.02	≤0.03	
Resistance to heated air (t)	200	~100	
Resistance to pressure (mmAq)	250	250	

Table1 Specification of test filters


令和2年3月13日 R4

補足説明資料 8-<u>16</u>(28条) 8. 放射線分解により発生する水素による 爆発への対処

水素爆発発生時の機器の健全性について

1. 評価に用いる式

評価に用いる計算式を第1表に示す。

第1表(1) 評価に用いる計算

No.	形状	許容圧力の計算式※	記号の説明
1	容器の管台 (内面に圧力 を受ける管)	$P = \frac{2tS_{a}\eta}{D_{o} - 0.8t}$	t:板厚(mm) S _a :許容応力(MPa) η:継手効率(-) D _o :管台の外径(mm)
2	熱交換器の管 (外面に圧力 を受ける管)	$P = \frac{4tB\alpha}{300D_0}$	t:板厚(mm) B:構造等に関する設計方針別図第4から別第 21までにより求めた値(-) α:重力加速度(m/s ²) D ₀ :管の外径(mm)
3	円筒形の胴	$P = \frac{2tS_{a}\eta}{D_{i} + 1.2t}$	t:板厚(mm) S _a :許容応力(MPa) η:継手効率(-) D _i :胴の内径(mm)
4	円すい形鏡板	$P = \frac{2t\cos\theta S_{a}\eta}{D_{i} + 1.2t\cos\theta}$	t:板厚(mm) S _a :許容応力(MPa) η:継手効率(-) D _i :円すいの部分がすその丸みの部分に接続 する部分の軸に垂直な断面の内径(mm) θ:円すいの頂角の2分の1(°)
5	容器の平板 (環状型槽、パル スカラム)	$P = \frac{t^2 S_a}{d^2 CZ}$	t:板厚(mm) S _a :許容応力(MPa) d:直径または最小スパン(mm) C:平板の取り付け方法によって定まる定数 Z:平板の形状により定まる定数で、次の式に より計算。ただし、その値が2.5を超える場合は、 2.5とする。 $Z = 3.4 - \frac{2.4d}{D}$ D:最小スパンに直角に測った最大スパン(mm)

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

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

第1表(2) 評価に用いる計算式

- ※1「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方 針」又は「再処理設備規格 設計規格(2010年版),日本機械学会,JSME S RA1-2010」に記載の式を変形
- ※2 平板の取り付け方により計算式は変化するが、ここでは高レベル濃縮 廃液貯槽に用いられた例を示す。

評価結果 2.

前処理建屋の機器の耐圧計算結果の例を第2表に示す。

機器名	許容圧力 ^{※1} (M P a)	発生圧力 ^{※2} (M P a)	判定
中継槽 A		0.05	0
中継槽 B		0.05	0
計量前中間貯槽 A		0.05	0
計量前中間貯槽 B		0.05	0

第2表 各機器の耐圧計算結果例

※1:最も弱い部位の結果を記載している。 ※2:0.05は水素濃度8vo1%未満に対応。

については商業機密の観点から公開できません。

令和2年3月13日 R4

補足説明資料 8-<u>17</u>(28条) 8. 放射線分解により発生する水素による 爆発への対処

水素爆発が機器内の溶液性状に与える影響について

1. はじめに

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

2. 水素爆発の発生防止対策が機能しない場合

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

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

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

2.1 連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパ ラメータ

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

①臨界事故

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合 補8-17-1 の温度上昇を評価し,溶液中の核燃料物質の濃度が未臨界濃度を超えるかどうか確認する。また,水素爆発により機器の 形状に影響を与えるかを確認する。

②蒸発乾固

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

③溶媒火災

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

④ T B P 等の錯体の急激な分解反応

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

⑤その他

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

第1表 水素濃度8 v o 1 %の爆発時のエネルギが溶液に与える影響

	起因事象	3	連鎖により発生す	る可能性の	ある重大事	故		
水素爆発を想定する機	水素爆発	ξ 1	臨 界	蒸 発 乾 固	溶媒火災	ТВР	燃料損傷 /漏えい	その他
	気相部 容積 [m ³]	発生エネルギ [MJ]	核燃料物質の濃度	温 度 上 昇 [℃]	温 度 上 昇 [℃]	温 度 上 昇 [℃]	_	_
中 継 槽 A	2.7	2.4	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※ 1	- 💥 2	_
中 継 槽 B	2.7	2.4	有意な変動なし	1℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
計量前中間貯槽A	7.8	6.8	有意な変動なし	1 ℃未満	-※1	- 💥 1	- 💥 2	_
計量前中間貯槽B	7.8	6.8	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
計量後中間貯槽	7.8	6.8	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 💥 2	_
計量・調整槽	7.8	6.8	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
計量補助槽	1.6	1.4	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	- 💥 1	- 💥 2	-
溶解液中間貯槽	11.1	9.7	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	- 💥 1	- 💥 2	-
溶解液供給槽	2.3	2.1	有意な変動なし	1℃未満	-※1	- ※ 1	-※2	-
ABプルトニウム溶液受 槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1℃未満	-※ 1	-※ 1	-※2	_
ABプルトニウム溶液中 間貯槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1 ℃未満	-※1	-※ 1	-※2	-
抽出廃液中間貯槽	4.1	3.6	有意な変動なし	1℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
抽出廃液供給槽A	18	16.3	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 💥 2	_
抽出廃液供給槽B	18	16.3	有意な変動なし	1℃未満	- ※ 1	- ※ 1	- 💥 2	_
AB第7一時貯留処理槽	0.020	0.02	有意な変動なし	1 ℃未満	1℃未満	1 ℃未満	- ※ 2	-
AB第2一時貯留処理槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1 ℃未満	- ※ 1	- 🔆 1	- 💥 2	-
高レベル廃液濃縮缶A	31	27.6	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 💥 2	_

(つづき)

	起因事象		連鎖により発生す	る可能性の	ある重大事	故		
水素爆発を想定する機器	水素爆発		臨 界	蒸発乾固	溶媒火災	ТВР	燃 料 損 傷 / 漏 え い	その他
	気相部 容積[m ³]	発生エネルギ [MJ]	核 燃 料 物 質 の 濃 度	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	_	_
AC第2一時貯留処理槽	0.12	0.11	有意な変動なし	1℃未満	1℃未満	1℃未満	- 💥 2	_
AC第3一時貯留処理槽	0.18	0.16	有意な変動なし	1 ℃未満	1 ℃未満	1 ℃未満	- 💥 2	-
AC第7一時貯留処理槽	2.8	2.5	有意な変動なし	1℃未満	- ※ 1	- 💥 1	- 💥 2	_
プルトニウム溶液供給槽	0.26	0.23	有意な変動なし	1℃未満	- ※ 1	- 💥 1	- 💥 2	-
ACプルトニウム溶液受槽	0.088	0.08	有意な変動なし	1℃未満	- ※ 1	- 💥 1	- 💥 2	_
油水分離槽	0.11	0.10	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム濃縮缶	0.24	0.21	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	0.16	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	0.17	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム濃縮液受槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
リサイクル槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
希 釈 槽	0.11	0.10	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	0.09	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
硝酸プルトニウム貯槽	0.33	0.29	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
混 合 槽 A	0.33	0.29	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
混 合 槽 B	0.33	0.29	有意な変動なし	1℃未満	-※1	- 💥 1	-※2	-
一時貯槽	0.33	0.29	有意な変動なし	1℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 🔆 2	-
第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	11.1	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- ※ 2	-
第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	11.1	有意な変動なし	1℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	-
高レベル廃液共用貯槽	57	49. 5	有意な変動なし	1℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 🔆 2	-

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

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

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

2.2 連鎖の検討結果

①水素爆発⇒臨界

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

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

②水素爆発⇒蒸発乾固

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

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

③水素爆発⇒有機溶媒火災

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

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

④水素爆発⇒TBP等の錯体の急激な分解反応

補 8-17-6

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

T B P 等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では,水素 爆発により発生するエネルギーは最大でも数+MJ程度であ ることから,仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても, 溶液の温度上昇は数℃程度であり,火災・爆発等の反応に進 展することはない。 水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が機 能しない場合

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

実際,水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止を 未然防止濃度(水素濃度8vo1%)到達前に実施するため,機 器内に水素は蓄積しない。また,機器内に着火源は存在しな いため,仮に水素が蓄積したとしても,水素爆発は発生しない。

事象の拡大の観点から水素濃度30vo1%(空気との混合で化 学量論比)の爆発を想定する。

3.1 連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパ ラメータ

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

①臨界事故

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

②蒸発乾固

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合 補8-17-8 の温度上昇を評価し,溶液が沸騰し,乾燥・固化に至るか確 認する。

③溶媒火災

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

④ T B P 等の錯体の急激な分解反応

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

⑤その他

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

第2表 水素濃度30vo1%の爆発時のエネルギが溶液に与える影響

	起因事象		連鎖により発生す	トる可能性の	のある重大	事故		
水素爆発を想定する機器	水素爆発		臨 界	蒸 発 乾 固	溶媒火災	ТВР	燃料損傷 /漏えい	その他
	気相部 容積[m ³]	発生エネルギ [MJ]	核燃料物質の濃 度	温 度 上 昇 [℃]	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	_	_
中 継 槽 A	2.7	8.8	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	- 💥 2	_
中 継 槽 B	2.7	8.8	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
計 量 前 中 間 貯 槽 A	7.8	26	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
計 量 前 中 間 貯 槽 B	7.8	26	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	- 💥 2	_
計量後中間貯槽	7.8	26	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
計 量 • 調 整 槽	7.8	26	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	-** 2	_
計量補助槽	1.6	5.2	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	- 💥 2	_
溶解液中間貯槽	11.1	37	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	-** 2	_
溶解液供給槽	2.3	7.6	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	-** 2	_
ABプルトニウム溶液受槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	-** 2	_
ABプルトニウム溶液中間貯槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	- 💥 2	_
抽出廃液中間貯槽	4.1	14	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
抽出廃液供給槽A	18	61	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	-** 2	_
抽出廃液供給槽B	18	61	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	-※1	-** 2	_
AB第7一時貯留処理槽	0.020	0.065	有意な変動なし	1 ℃未満	1 ℃未満	1 ℃未満	- 💥 2	_
AB第2一時貯留処理槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	-※1	-* 2	_
高レベル廃液濃縮缶A	31	110	有意な変動なし	1℃程度	- ※ 1	- ※ 1	-* 2	_

(つづき)

	起因事象		連鎖により発生す	る可能性の	ある重大事	故		
水素爆発を想定する機器	水素爆発		臨 界	蒸発乾固	溶媒火災	ТВР	燃料損傷 /漏えい	その他
	気相部容積 [m ³]	発生エネルギ [MJ]	核 燃 料 物 質 の 濃 度	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	_	_
AC第2一時貯留処理槽	0.12	0.39	有意な変動なし	1 ℃未満	1 ℃未満	1 ℃未満	- 💥 2	_
AC第3一時貯留処理槽	0.18	0.59	有意な変動なし	1 ℃未満	1 ℃未満	1℃未満	- 💥 2	_
AC第7一時貯留処理槽	2.8	9.1	有意な変動なし	1℃未満	- ※ 1	- 💥 1	- 💥 2	_
プルトニウム溶液供給槽	0.26	0.85	有意な変動なし	1 ℃未満	- ※ 1	- 💥 1	- 💥 2	_
ACプルトニウム溶液受槽	0.088	0.29	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
油水分離槽	0.11	0.36	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
プルトニウム濃縮缶	0.24	0.78	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	0.59	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	0.62	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
プルトニウム濃縮液受槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
リサイクル槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
希 釈 槽	0.11	0.36	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	0.33	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	_
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
硝酸プルトニウム貯槽	0.33	1.1	有意な変動なし	1℃未満	- ※ 1	- 💥 1	- 💥 2	_
混 合 槽 A	0.33	1.1	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
混 合 槽 B	0.33	1.1	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 💥 2	_
一時貯槽	0.33	1.1	有意な変動なし	1 ℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 🔆 2	-
第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	42	有意な変動なし	1 ℃未満	- 💥 1	- 💥 1	- 🔆 2	-
第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	42	有意な変動なし	1℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 🔆 2	_
高レベル廃液共用貯槽	57	190	有意な変動なし	1℃未満	- 🔆 1	- 🔆 1	- 🔆 2	_

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

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

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

3.3 連鎖の検討結果

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

- ①高レベル濃縮廃液
- ② Pu濃縮液 (250gPu/L)
- ③溶解液
- ④ Pu溶液(24gPu/L)
- ⑤ 抽出廃液
- ⑥一時貯留処理液(有機相含む)

これらのうち,崩壊熱が大きく事象進展が比較的早い溶液は「Pu濃縮液(250gPu/L)」である。また,放射能量が多く,事 故時の影響が比較的大きい溶液は「高レベル濃縮廃液」である。 発生が想定される事象は以下の第3表のとおりである。全溶液 の事象進展及び事象発生の可能性についての分析を次頁以降 に示す。

	暄	菂	.kr		その他	
		固	災	TBP	貯 槽 損 傷	セル, 建屋への 水素漏えい**
高レベル濃縮廃液	_	0	—	—	\bigcirc	
プルトニウム濃縮液	\bigcirc	0	—	—	\bigcirc	
溶解液	\bigcirc	0	_	_	0	○ 各建屋の水封
硝酸プルトニウム溶液	0	0	—	—	\bigcirc	安全器設置セルにて
抽出廃液	_	_	_	_	0	
一時貯留処理液(有機相含む)	\bigcirc	0	0	—	\bigcirc	

第3表 発生が想定される事象

※長期にわたり、機器内から発生する水素を拡散させた場合、水

補 8-17-13

封安全器を介して水素がセル内および建屋内に漏えいする可能 性がある。連鎖とは観点が異なるが,想定される事象としてその 他の事象に整理する。

3.3.1 高レベル濃縮廃液について

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



高レベル廃液ガラス固化建屋 高レベル濃縮廃液貯槽の例

小牛能	<u>د</u> ر	発生の可能性	ę	
1八版	臨界	乾固	火災	貯槽損傷
—	-※1	-*2	-*3	-**4

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

※4 水素濃度が30vol%に達するまでの時間は極めて長 く、爆発は想定しがたいが、仮に、機器内の爆発を 想定したとしても健全性は維持される。

第1図 高レベル濃縮廃液に関する事象推移

①水素爆発⇒臨界

着目する現象は,水素爆発により発生するエネルギーによ る溶液の組成変化である。 臨界の誘発の観点では,核分裂性の物質を含まれないこと から,臨界に進展しない。

②水素爆発⇒蒸発乾固

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

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

③水素爆発⇒有機溶媒火災

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

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

④水素爆発⇒TBP等の錯体の急激な分解反応

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

T B P 等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では,水素 爆発により発生するエネルギーは最大でも200MJ程度である ことから,仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても, 溶液の温度上昇は数℃程度であり,火災・爆発等の反応に進 展することはない。

⑤水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は,水素爆発により発生する圧力波による機

器構造物の変形、破断である。

水素爆発の誘発の観点では,水素濃度が高レベル濃縮廃液 貯槽で30vo1%に達するまでには,310時間を要する。このた め,水素濃度が30vo1%に達することは極めて考え難いが,万 一,水素爆発が発生した場合,機器内の圧力は0.7MPa程度と 想定され,機器の健全性は維持されると考えられる。

3.3.2 プルトニウム濃縮液について

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 硝酸プルトニウム貯槽の例

プルトニウム濃縮液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第2図に示す。また, 連鎖の検討結果を以下に示す。



半能	発生の可能性がある事象					
ると	认题 臨界		火災	貯槽損傷		
_	-※1	-*2	-*3	-※4		

※1 爆発実験の結果から、爆発による貯槽変形は考え がたいことから、臨界は起こらない。

※2 水素の燃焼に伴うエネルギーが全て溶液に与えら れたとしても、温度上昇は僅かであるため、蒸発乾 固は想定されない。

- ※3 有意量の有機溶媒は含まれないため、火災は想定 されない。
- ※4 爆発実験で爆発による貯槽変形が起こらなかった こと等から、貯槽損傷が起こることは考え難い。

第2図 プルトニウム濃縮液に関する事象推移

①水素爆発⇒臨界

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

臨界の誘発の観点では,水素爆発により発生するエネルギ ーは1MJ程度であることから,仮に全エネルギーが溶液に付 加されたとしても,溶液の温度上昇は数℃程度であり,溶液 中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため,臨 界が発生することはない。

②水素爆発⇒蒸発乾固

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

蒸発乾固の誘発の観点では,水素爆発により発生するエネ ルギーは1MJ程度であることから,仮に全エネルギーが溶液 に付加されたとしても,溶液の温度上昇は数℃程度であり, 溶液が沸騰に至ることはない。

③水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は,水素爆発により発生する圧力波による機 器構造物の変形,破断である。

水素爆発の誘発の観点では,水素爆発により発生する圧力 は1~2MPa程度であるが,試験結果から機器の健全性は維持 できる。

3.3.3 溶解液

溶解液を内蔵する機器からの連鎖については,以下の理由か らプルトニウム濃縮液に包含される。

 連鎖で想定される事象が同様(臨界,乾固,貯槽損傷)で あること

- ②水素濃度が溶解液を貯蔵する機器で30vo1%に達するまでには、約300時間を要することから、事象が健在化しがたいこと
- ③ 爆発が発生したとしても,臨界,乾固,貯槽損傷の連鎖は 発生しないこと
- 3.3.4 硝酸プルトニウム溶液について

硝酸プルトニウム溶液を内蔵する機器からの連鎖につい ては,以下の理由からプルトニウム濃縮液に包含される。

- 連鎖で想定される事象が同様(臨界,乾固,貯槽損傷)で あること
- ② 爆発が発生したとしても、臨界、乾固、貯槽損傷の連鎖は 発生しないこと
- 3.3.4 抽出廃液について
 - 抽出廃液を内蔵する機器からの連鎖については,以下の理 由から高レベル濃縮廃液に包含される。
 - 連鎖で想定される事象が同様(乾固,貯槽損傷)であること
 - ②水素濃度が抽出廃液を貯蔵する機器で30vo1%に達するまでには、470時間以上を要することから、事象が健在化しがたいこと
 - ③爆発が発生したとしても、乾固、貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

3.3.3 一時貯留処理溶液について

プルトニウム濃縮液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第3図に示す。また, 連鎖の検討結果を以下に示す。



第3図 一時貯留処理溶液に関する事象推移

①水素爆発⇒臨界

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

臨界の誘発の観点では,水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから,仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても,溶液の温度上昇は数℃程度であり,溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため,臨 界が発生することはない。

②水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は,水素爆発により発生するエネルギーによ 補 8-17-19 る溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では,水素爆発により発生するエネ ルギーは1MJ程度であることから,仮に全エネルギーが溶液 に付加されたとしても,溶液の温度上昇は数℃程度であり, 溶液が沸騰に至ることはない。

③水素爆発⇒有機溶媒火災

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

有機溶媒火災の誘発の観点では,水素爆発により発生する エネルギーは1MJ程度であることから,仮に全エネルギーが 溶液に付加されたとしても,溶液の温度上昇は数℃程度であ り,火災・爆発等の反応に進展することはない。

また、板型貯槽に水、ドデカン及び30%水素を封入して水 素爆発させる試験を実施したが、爆発後の内部は、金属光沢 が認められた。(第4図参照)このため、ドデカンの継続的 な燃焼は起こらなかったと考えられる。







④水素爆発⇒TBP等の錯体の急激な分解反応

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

T B P 等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では,水素 爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから, 仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても,溶液の温度 上昇は数℃程度であり,火災・爆発等の反応に進展すること はない。

⑤水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は,水素爆発により発生する圧力波による機 器構造物の変形,破断である。

水素爆発の誘発の観点では,水素爆発により発生する圧力 は1~2MPa程度であるが,試験結果から機器の健全性は維持 できる。

3.3.4 セル内及び建屋内への水素の漏えい

水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が 失敗していることを想定する。

長期にわたり,機器内から発生する水素を拡散させた場合 であり,セル導出ユニットの開放操作を行わない場合,水封 安全器を介して水素がセル内および建屋内に漏えいする可 能性がある。連鎖とは観点が異なるが,想定される事象とし てその他の事象に整理する。

セル内水素爆発

水封安全器を介してセル内に放出された水素が蓄積し,セ 補8-17-21 ル内水素爆発に至るか確認する。

②建屋内水素爆発

セルから漏えいした水素が建屋内に蓄積し,建屋内水素爆 発に至るか確認する。

検討結果を以下に示す。

(1) セル内水素爆発

着目する現象は,水封安全器設置セルへ放出された水素による爆発である。

セル内水素爆発の誘発の観点では,セル内の水素濃度の上 昇は,以下に示す通り緩慢である。このため,水素濃度が可 燃限界濃度に到達する前に,換気設備の復旧対応等を行うこ とが可能であることから,セル内水素爆発が発生する可能性 は極めて小さいと考えられる。

建屋	4vol%までの時間余裕 (日)
前処理建屋の水封安全器設置セル	60
分離建屋の水封安全器設置セル	2
精製建屋の水封安全器設置セル	3
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	- *
高レベル廃液ガラス固化建屋 の水封安全器設置セル	89

第4表 セル内の水素濃度が4vo1%に至る時間

※水封安全器がないこと,塔槽類廃ガス処理設備の排風機は遠心 式であり間隙を有することから,水素はセル等に放出されずに主 排気筒側に拡散する。 (2) 建屋内水素爆発

着目する現象は,建屋内に漏えいした水素濃度の上昇である。

建屋内水素爆発の誘発の観点では,建屋内に漏えいした水 素が蓄積する場所を特定することは困難であるが,ここでは 各建屋の水封安全器設置セルの給気ダクト接続部屋に水素 が漏えいすることを想定して,部屋内の水素濃度が可燃限界 濃度である4vo1%に達するまでの時間を評価した。結果を結 果を第5表に示す。

時間余裕が1日程度の建屋もあるが,扉の開放により十分 な時間余裕の確保が可能である。

この間に換気設備の復旧対応等を行うことが可能である ことから,建屋内水素爆発が発生する可能性は極めて小さい と考えられる。

第5表 建屋内の水素濃度が4vol%に至る時間

建屋	4vo1%までの時間余裕 (日)(括弧内の数値は, 扉開放時)
前処理建屋	52
分離建屋	1 (48)
精製建屋	3(180)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	- *
高レベル廃液ガラス固化建屋	37

※水封安全器がないこと,塔槽類廃ガス処理設備の排風機は遠心 式であり間隙を有することから,水素はセル等に放出されずに主 排気筒側に拡散する。 4. まとめ

水素爆発の水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止 対策に失敗した場合,他事象への連鎖は無いが,セル及び建屋へ の水素の漏えいが否定できない。ただし,水素爆発の発生防止対 策に使用する系統は,基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際 に機能維持できる設計とすることで,系統自身の堅牢性を十分確 保した上で,さらに信頼性を高めるための設計としているため, 発生防止対策が失敗する可能性は低い。

また,水素爆発の拡大防止対策に使用する系統は,基準地震動 の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすること で,系統自身の堅牢性を十分確保した上で,さらに信頼性を高め るための設計としているため,水素爆発の拡大防止対策が失敗す る可能性は低い。

水素掃気機能喪失の継続により,セル及び建屋への水素の漏え いが発生する可能性は低い。万一,セル及び建屋への水素の漏え いが発生したとしても,扉の開放や換気機能の復旧により対処が 可能である。 補足説明資料 8-<u>18</u>(28条)

8. 放射線分解により発生する水素による

爆発への対処

要員及び資源等の評価

- 1. 必要な要員及び資源の算出方法
- 1.1 必要な要員の算出方法

水素爆発の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員は,前処理建 屋,分離建屋,精製建屋,ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベ ル廃液ガラス固化建屋における作業に係る要員と建屋外における作業に係 る要員を合算した要員とし,同一時間軸で最大となる要員を算出する。例 を第1.-1図に示す。



同一時間軸において最大となる建屋内及び建屋外の要員を算出する。



補 8-18-1

1.2 必要な燃料の算出方法

水素爆発の発生及び拡大の防止のための措置で必要な燃料は、機器の1 時間あたりの燃料消費量と燃料を必要とする機器の使用開始から対応時間 7日間(168時間)までの時間の差(使用時間)の積である。

水素爆発への対処で燃料(軽油)を必要とする設備としては,可搬型空 気圧縮機,可搬型発電機及び軽油用タンク ローリがある。

1時間あたりの燃料消費量を第1.2-1表に示す。

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

第1.2-1表 各機器の1時間あたりの燃料消費量

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

1.2.1 可搬型空気圧縮機

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

前処理建屋で1台,分離建屋で1台,精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台,高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。 開始時間は可搬型空気圧縮機の起動からとする。

1.2.2 可搬型発電機

可搬型発電機は,水素爆発の拡大防止対策の可搬型排風機の運転に使用 する。

前処理建屋で1台,分離建屋で1台,精製建屋及びウラン・プルトニウ ム混合脱硝理建屋で1台,高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。 開始時間は可搬型発電機の起動からとする。

1.<u>2</u>.3 軽油用タンク ローリ

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

開始時間は事象発生からとする。

1.3 必要な電源の算出方法

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

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,可搬型排風機の約5.2kV

補 8-18-3

Aであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39kVA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 爆発の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2kVAで あり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39kVA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 合脱硝建屋の可搬型排風機の約11kVA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45kVA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,可搬型排風機の約5.2kVAであり,可搬型排風機の起動時を考 慮すると約39kVA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80kVA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、セル排 気系を代替する排気系を構築するための設備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78kVAであり、2建 屋合わせても可搬型発電機の容量(80kVA)以下である。

補 8-18-4

令和2年3月13日 R0

補足説明資料 8 - 20 (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

1. 水素爆発発生時における敷地境界被ばく線量評価

1.1 評価内容

水素爆発が発生した場合,貯槽等に内包する高レベル廃 液等が爆発のエネルギーにより放射性エアロゾルとして気 相中に移行し,放射性物質が主排気筒を介して,大気中に放 出される。なお,放出量評価については,補足説明資料8-15に示したとおりである。

上記放出量に対して,敷地境界における被ばく線量を評 価する。

評価対象建屋は水素爆発の発生を想定する前処理建屋, 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である。

1.2 敷地境界での被ばく評価

敷地境界被ばく線量は,蒸発乾固が発生した場合の大気 中への放射性物質の放出量,呼吸率,相対濃度及び線量換算 係数を乗じて算出する。

敷地境界被ばく線量評価は,以下の計算式(1式)により 算出する。

被ばく線量 [S v]

=大気中への放射性物質の放出量 [Bq]

×呼吸率 [m³/s] ×相対濃度 χ/Q [s/m³]

×線量換算係数 [Sv ∕ Bq] (1
式)

1.3 評価に用いる各種パラメータの設定

拡大防止対策成功時及び拡大防止対策失敗時の敷地境界 被ばく線量評価に用いた各種パラメータを第1表に示す。

第1表 被ばく線量評価に必要なパラメータの設定

項目	水素爆発を見込んだ場合		
M A R	貯槽ごとに設定		
D R	貯槽ごとに設定		
ARF	1. 0 × 10 ⁻⁴		
D F	1 0 ⁶		
相 対 濃 度 χ / Q	1.2×10 ⁻⁶		
(1時間値)			
[s / m ³]	(放出点:主排気筒)		
呼吸率			
[m ³ / s]	3.33×10 ⁻⁴		
換算係数			
[Sv/Bq]	核種グルーブごとに設定		

1.4 換算係数

敷地境界被ばく線量を算出するにあたって,必要な換算係数 は、核種グループごとに設定する。設定方法は、ICRP Pu b.72に記載された核種ごとの換算係数に対して、ORIGE N2.0において計算された各核種の使用済燃料中の存在割合を 乗じて算出する。換算係数の結果を第2表に、核種グループごと の設定方法を第3表から第4表に示す。

核種G r	換算係数 「S v ∕ B q 〕		
Zr⁄Nb	1.68E-08		
R u / R h	3.30E-08		
C s∕B a	2.40E-09		
C e∕P r	2.64E-08		
Sr/Y	8.07E-08		
その他 F P	2.85E-08		
P u (α)	3.47E-06		
$Am/Cm(\alpha)$	3.57E-05		
$U(\alpha)$	5.12E-06		
$N p (\alpha)$	4.19E-07		

第2表 核種グループごとの換算係数

第3表 換算係数の設定方法(核分裂生成物)

		D	②=①/合計	3	4=2×3
		使用済燃料		H換算係数	
核種	核種	棒内中の	グループ内	(Sv/Bq)	グループ内
グループ	1/< 13	放射能量	相対値	IICRP Pu	換算係数
		(Ci/tU)		ъ. 721	
Zr/Nb	N B 93M	1.36E+00	35%	1.80E-09	6.35E-10
Zr/Nb	ZR 93	2.49E+00	65%	2.50E-08	1.62E-08
Zr/Nb	N B 94	1.77E-04	0%	4.90E-08	2.25E-12
Zr/Nb	ZR 95	2.78E-20	0%	5.90E-09	4.27E-29
Zr/Nb	NB 95	6.18E-20	0%	1.80E-09	2.89E-29
Zr/Nb	NB 95M	2.07E-22	0%	8.80E-10	4.73E-32
Zr/Nb	合計	3.84E+00	100%	合計 (2(4))	1.68E-08
RU/Rh	R n 102	5. 24E-02	0%	1.70E-08	2.08E-11
Ru/Rh	R b 103M	1.71E-30	0%	2 70E-12	0.00E+00
Ru/Rh	R 11 105101	2 14E+01	5.0%	6.60E-08	3 30E-08
Ru/Rh	R h 106	2.14E+01	50%	- 0.002 00 	3.30L 00
Ru/Rh	소화	4 29F+01	100%	(20) (20)	3 30F-08
Cs/Ba	CS134	1.57E+03	1%	6 60E-09	5 31E-11
Cs/Ba	CS135	5.82E-01	0%	6.90E-10	2.06E-15
Cs/Ba	CS137	9.95E+04	51%	4.60E-09	2.34E-09
Cs/Ba	BA137M	9.41E+04	48%	(1の)	2.012 00
Cs/Ba	合計	1.95E+05	100%	合計 (Σ④)	2.40E-09
Ce/Pr	CE141	0.00E+00	0%	3.80E-09	0.00E+00
Ce/Pr	CE142	3.70E-05	0%	文献なし	
Ce/Pr	CE144	2.16E+00	50%	5.30E-08	2.63E-08
Ce/Pr	PR144	2.16E+00	50%	1.80E-11	8.95E-12
Ce/Pr	PR144M	2.59E-02	1%	文献なし	
Ce/Pr	合計	4.34E+00	100%	合計 (Σ④)	2.64E-08
Sr/Y	SR 89	1.95E-27	0%	7.90E-09	1.09E-40
Sr/Y	SR 90	7.08E+04	50%	1.60E-07	8.00E-08
Sr/Y	Y 90	7.08E+04	50%	1.50E-09	7.50E-10
Sr/Y	Y 91	7.62E-23	0%	8.90E-09	4.79E-36
Sr/Y	合計	1.42E+05	100%	合計 (∑④)	8.07E-08
その他FP	AG108	3.08E-06	0%	文献なし	
その他FP	AG108M	3.46E-05	0%	7.40E-09	2.63E-17
その他FP	AG109M	5.82E-07	0%	又献なし	
その他FP	AG110	1.88E-05	0%	工献なし	
その他FP	AG110M	1.42E-03	0%	7.60E-09	1.11E-15
その他FP	BE 10	3.965-06	0%	3.50E-08	1.43E-17
その他FP	C 14	1.60E-04	0%	5.80E-09	9.52E-17
その他FP	CD109	0.82E-07	0%	5.00E-09	3.95E-19
その始下り	CD115M	3.00E+01 1.00E-24	0%	5.20E-00	1.90E-10
その他FP	FU150	1.90E-04 1.80E-05	0%	5.30E-08	1.20E-40
その他FP	FU152	3.94F+00	0%	4 20E-08	1.70E-11
その他FP	FU154	4 68E+03	4.8%	5.30E-08	2 55E-08
その他FP	EU155	1 23E+03	1.3%	6 90E-09	8 71E-10
その他FP	GD152	5.06E-13	0%	1.90E-05	9.89E-22
その他FP	GD153	1.06E-05	0%	2.10E-09	2.29E-18
その他FP	H0166M	4.09E-03	0%	1.20E-07	5.05E-14
その他FP	IN114	1.98E-33	0%	文献なし	
その他FP	IN114M	2.11E-33	0%	6.10E-09	1.32E-45
その他FP	IN115	1.58E-11	0%	1.60E-07	2.59E-22
その他FP	IN115M	0.00E+00	0%	5.90E-11	0.00E+00
その他FP	LA138	2.16E-09	0%	1.50E-07	3.33E-20
その他FP	ND144	2.19E-09	0%	文献なし	
その他FP	PD107	1.44E-01	0%	8.50E-11	1.26E-15
その他FP	PM146	6.93E-01	0%	2.10E-08	1.50E-12
その他FP	PM147	2.83E+03	29%	5.00E-09	1.46E-09
その他FP	PM148	2.39E-37	0%	2.00E-09	4.91E-50
その他FP	PM148M	3.94E-36	0%	5.10E-09	2.07E-48
その他FP	KB 87	2.98E-05	0%	5.00E-10	1.53E-18
ての他FP	5B124	1.4/E-25	0%	6.40E-09	4.92E-37
モの他FP	SB125	4.12E+02	4%	4.80E-09	2.03E-10
ての他FP	3B120	1.41E-01	0%	2.80E-09	4. USE-14
てい他FP	3D120M	1.012+00	0%	1.908-11	1.90E-15
その他モロ	SE (9	0.08E-01 4.21E-07	0%	1.10E-09	0.31E-14
その他をや	SM140	4. 31E-07	0%	1.10E-00	4.00E-10
その他FP	SM147 SM148	7 84F-11	0%	9.00E-00 女計가1	0.04E-10
その他FP	SM149	1.04E-12	0%	<u>入間(なし</u>	
その他FP	SM151	4, 25E+02	4%	4,00E-09	1.75E-10
その他FP	SN119M	5, 04E-05	0%	2,20E-09	1.14E-17
その他FP	SN121M	2, 22E-01	0%	4.50E-09	1.03E-13
その他FP	SN123	6.65E-10	0%	8.10E-09	5.54E-22
その他FP	SN126	1.01E+00	0%	2.80E-08	2.90E-12
その他FP	TB160	2.05E-20	0%	7.00E-09	1.48E-32
その他FP	TE123	4.00E-12	0%	1.90E-09	7.82E-25
その他FP	TE123M	4.07E-13	0%	4.00E-09	1.67E-25
その他FP	TE125M	1.01E+02	1%	3.40E-09	3.52E-11
その他FP	TE127	1.15E-11	0%	1.30E-10	1.54E-25
その他FP	TE127M	1.18E-11	0%	7.40E-09	8.96E-24
その他FP	TE129	0.00E+00	0%	3.70E-11	0.00E+00
その他FP	TE129M	0.00E+00	0%	6.60E-09	0.00E+00
その他FP	TM170	1.28E-14	0%	7.00E-09	9.20E-27
その他FP	TM171	7.12E-06	0%	1.40E-09	1.03E-18
その他FP	合計	9.72E+03	100%	合計 (Σ④)	2.85E-08

補足 8-20-4

第4表 換算係数の設定方法(アクチノイド)

		1	②=①/合計	3	$(4) = (2) \times (3)$
核種	Lines	使用済燃料 棒内中の	グループ内	H換算係数 (S v ∕ B q)	グループ内
グループ	核種	放射能量	相対値	ICRP Pu	換算係数
		(C i∕t U)		b. 72]	
Pu	PU236	2.96E-02	0%	2.00E-05	7.13E-12
Pu	PU237	2.59E-36	0%	3.90E-10	1.22E-50
Pu	PU238	3.73E+03	4%	4.60E-05	2.07E-06
Pu	PU239	3.57E+02	0%	5.00E-05	2.15E-07
Pu	PU240	5.69E+02	1%	5.00E-05	3.42E-07
Pu	PU241	7.84E+04	94%	9.00E-07	8.50E-07
Pu	PU242	2.38E+00	0%	4.80E-05	1.38E-09
Pu	PU243	2.37E-07	0%	8.60E-11	2.46E-22
Pu	Pu244	6.74E-07	0%	4.70E-05	3.81E-16
Pu	Pu246	1.54E-14	0%	8.00E-09	1.48E-27
Pu	合計	8.31E+04	100%	合計 (Σ④)	3.47E-06
Am⁄Cm	AM241	2.90E+03	58%	4.20E-05	2.44E-05
Am⁄Cm	AM242M	9.54E+00	0%	3.70E-05	7.08E-08
Am∕Cm	AM242	9.49E+00	0%	1.70E-08	3.24E-11
Am⁄Cm	AM243	2.62E+01	1%	4.10E-05	2.15E-07
Am⁄Cm	AM245	2.56E-13	0%	5.30E-11	2.72E-27
Am⁄Cm	AM246	1.54E-14	0%	6.60E-11	2.04E-28
Am⁄Cm	CM242	7.87E+00	0%	5.20E-06	8.21E-09
Am⁄Cm	CM243	2.16E+01	0%	3.10E-05	1.34E-07
Am⁄Cm	CM244	2.01E+03	40%	2.70E-05	1.09E-05
Am⁄Cm	CM245	3.26E-01	0%	4.20E-05	2.75E-09
Am⁄Cm	CM246	7.28E-02	0%	4.20E-05	6.14E-10
Am⁄Cm	CM247	2.37E-07	0%	3.90E-05	1.86E-15
Am⁄Cm	CM248	6.18E-07	0%	1.50E-04	1.86E-14
Am⁄Cm	CM250	6.17E-14	0%	8.40E-04	1.04E-20
Am⁄Cm	合計	4.98E+03	100%	合計 (Σ④)	3.57E-05
U	U232	5.41E-02	1%	3.70E-05	4.95E-07
U	U233	4.90E-05	0%	9.60E-06	1.16E-10
U	U234	1.36E+00	34%	9.40E-06	3.16E-06
U	U235	2.18E-02	1%	8.50E-06	4.58E-08
U	U236	3.76E-01	9%	8.70E-06	8.09E-07
U	U237	1.92E+00	48%	1.90E-09	9.04E-10
U	U238	3.11E-01	8%	8.00E-06	6.16E-07
U	U240	6.73E-07	0%	5.80E-10	9.65E-17
U	合計	4.05E+00	100%	合計 (Σ④)	5.12E-06
Np	NP235	1.08E-11	0%	4.20E-10	9.36E-21
Np	NP236	0.00E+00	0%	3.20E-06	0.00E+00
Np	NP237	4.85E-01	100%	2.30E-05	2.30E-05
Np	NP238	0.00E+00	0%	2.10E-09	0.00E+00
Np	NP239	0.00E+00	0%	9.30E-10	0.00E+00
Np	NP240M	0.00E+00	0%	文献なし	
Np	合計	4.85E-01	100%	合計 (Σ④)	4.19E-07

1.5 評価結果

水素爆発が発生した場合に気相中に移行した放射性物質が, 主排気筒を介して,大気中に放出された場合の敷地境界被ばく 線量評価の結果を第5表に示す。

第5表 水素爆発が発生した場合における

			水素爆発を見込んだ場合		
	核種	+6 山口 昌.	敷地外		
建座	グループ	成山重	被ばく線量		
		LBq 」	[m S v]		
	Zr⁄Nb	5.2E+02			
	R u∕R h	2.2E+04			
	Cs∕Ba	2.6E+07			
	C e ∕ P r	5.8E+02			
	Sr⁄Y	1.9E+07			
前机理建屋	その他FP	1.4E+06	$ 5.2 \times 10^{-5} $		
前处理建度	Pu (α)	2.1E+07	5.5×10 ⁻¹		
	Am∕Cm	1 75+06			
	(α)	1.72+00			
	U (α)	2.2E+03			
	Np (α)	3.3E+03			
	合計	6.8E+07			
	Zr⁄Nb	1.5E+03			
	R u∕R h	2.5E+04			
	C s ∕ B a	7.9E+07			
	C e ∕ P r	1.7E+03			
	Sr⁄Y	5.5E+07			
公離建屋	その他FP	4.9E+06	° ° × 10 ^{−5}		
刀触建座	Pu (α)	1.4E+07	8.9×10		
	A m \checkmark C m (α)	4.8E+06			
	U (α)	3.0E+02			
	N p (α)	2.1E+03			
	合計	1.6E+08			
	Z r / N b	0.0E+00			
	R u∕R h	1.7E-01			
	Cs∕Ba	0.0E+00			
堆 制 冲 民	C e ∕ P r	0.0E+00			
	Sr⁄Y	0.0E+00			
	その他FP	3.2E+00	0 1 × 10-4		
相殺進座	Pu (α)	1.5E+08	2.1×10		
	A m / C m (α)	0.0E+00			
	U (α)	9.3E-02			
	N p (α)	0.0E+00			
	合計	1.5E+08			

敷地境界被ばく線量

(つづき)

		水素爆発を見込んだ場合		
建屋	核種		敷地外	
	グループ	放出重	被 ばく 線 量	
		[Bq]	[m S v]	
	Zr⁄Nb	0.0E+00		
	R u∕R h	4.7E-04		
	C s∕B a	9.1E-02		
	C e / P r	1.9E-05		
ウラン・プルトー	Sr⁄Y	1.1E-01		
リノン・ノルドー	その他FP	1.5E+00	4.0 × 10-5	
リム 浪へ昭碑長	Pu (α)	3.5E+07	4.9×10°	
化日加帕建座	A m∕C m	0.45+04		
	(α)	3.4E+04		
	U (α)	5.2E+00		
	Νр (α)	8.7E-02		
	合計	3.5E+07		
	Z r / N b	1.4E+04		
	R u∕R h	3.3E+05		
	C s∕B a	7.2E+08		
	C e ∕ P r	1.6E+04		
直レベル肉流ガラ	Sr⁄Y	5.0E+08		
	その他FP	4.9E+07	$6 - 5 \times 10^{-4}$	
固化建屋	Pu (α)	2.9E+06	0.5 × 10	
	Am / Cm (α)	4.4E+07		
	U (α)	5.2E+01		
	N p (α)	8.7E+04		
	合計	1.3E+09		
	Z r / N b	1.6E+04		
合 計	R u∕R h	3.8E+05		
	C s ∕ B a	8.2E+08		
	C e ∕ P r	1.8E+04		
	Sr⁄Y	5.7E+08		
	その他FP	5.5E+07	$1 1 \times 10^{-3}$	
	Pu (α)	2.2E+08	1.1 ~ 10	
	A m \angle C m (α)	5.0E+07		
	U (α)	2.6E+03		
	Ν p (α)	9.2E+04		
	合計	1.8E+09		