

【公開版】

提出年月日	令和元年 10 月 11 日	R2
日本原燃株式会社		

六ヶ所再処理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第 19 条：安全保護回路

目 次

1 章 基準適合性

1. 要求事項の整理

2. 規則への適合性

3. 設備等

3. 1 概要

3. 2 設計の基本方針

3. 3 主要設備の仕様

3. 4 主要設備

3. 4. 1 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

3. 4. 2 溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん断停止回路

3. 4. 3 精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路

3. 4. 4 分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

3. 4. 5 精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

3. 4. 6 酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

3. 4. 7 脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路

3. 4. 8 分離施設のプルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路

- 3. 4. 9 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気出口温度高による加熱停止回路
- 3. 4. 10 脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
- 3. 4. 11 脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
- 3. 4. 12 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（分離建屋）
- 3. 4. 13 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（精製建屋）
- 3. 4. 14 固体廃棄物の廃棄施設の固化セル移送台車上の質量高によるガラス流下停止回路
- 3. 4. 15 気体廃棄物の廃棄施設の固化セル圧力高による固化セル隔離ダンパの閉止回路

3. 5 評価

4. 試験・検査

2章 補足説明資料

1 章 基準適合性

1. 要求事項の整理

安全保護回路について、事業指定基準規則第 19 条と再処理施設安全審査指針 19 の比較により、事業指定基準規則第 19 条における追加要求事項を明確化する。(第 1 表)

【補足説明資料 1-1】

第1表 事業指定基準規則第19条と再処理施設安全審査指針19 比較表

事業指定基準規則 第19条 (安全保護回路)	再処理施設安全審査指針 指針19	備考
<p>再処理施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検知し、これらの核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p> <p>二 火災、爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたときに、これらを抑制し、又は防止するための設備（前号に規程するものを除く。）の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p> <p>三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であつて、単一故障が生じた場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないものとする。</p>	<p>2. 異常状態を検知し、事故への拡大を防止又は抑制するために、安全保護動作を起させるよう設計された系統及び機器である安全保護系については、計測制御系との部分的共用によつて、その安全機能を失うことのない設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・追加された要求事項なし ・明確化された要求事項あり <p>再処理施設安全審査指針における「異常状態」が「運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合」に明確化された。</p>
<p>二 火災、爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたときに、これらを抑制し、又は防止するための設備（前号に規程するものを除く。）の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p> <p>三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であつて、単一故障が生じた場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないものとする。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・追加された要求事項なし ・明確化された要求事項なし
		<ul style="list-style-type: none"> ・追加された要求事項なし ・明確化された要求事項なし

2. 規則への適合性

「再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業指定基準規則」という。）第十九条では，安全保護回路について，以下の要求がされている。

（安全保護回路）

第十九条 再処理施設には，次に掲げるところにより，安全保護回路（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において，これらの異常な状態を検知し，これらの核的，熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに，かつ，自動的に開始させるものとする。
- 二 火災，爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたときに，これらを抑制し，防止するための設備（前号に規定するものを除く。）の作動を速やかに，かつ，自動的に開始させるものとする。
- 三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であつて，単一故障が生じた場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないものとする。

上記をうけ，日本原燃(株) 再処理施設における安全機能を有する施設に設ける安全保護回路は，以下のとおり事業指定基準規則およびその解釈に適合させる設計とする。

<適合のための設計方針>

第一号について

運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検知し、これらの核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させる設計とする。

第二号について

火災、爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたときに、これらを抑制し、防止するための設備（第一号に規定するものを除く。）の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させる設計とする。

第一号及び第二号については、要求事項の明確化により安全保護回路の再選定を行い、以下の15回路を安全保護回路に選定する。

- ・液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
- ・溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん断停止回路
- ・精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路
- ・分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
- ・精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
- ・酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
- ・脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路
- ・分離施設のプルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路

路

- ・ 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気出口温度高による加熱停止回路
- ・ 脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
- ・ 脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
- ・ 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（分離建屋）
- ・ 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（精製建屋）
- ・ 固体廃棄物の廃棄施設の固化セル移送台車上の質量高によるガラス流下停止回路
- ・ 気体廃棄物の廃棄施設の固化セル圧力高による固化セル隔離ダンパの閉止回路

【補足説明資料2-1】

第三号について

計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であって、単一故障が生じた場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われない設計とする。

安全保護回路は、検出器等を計測制御設備と一部共用する場合は、当該検出器等を安全保護回路として設計するとともに、計測制御設備の短絡、地絡又は断線によって安全保護回路に影響を与えない設計とする。

3. 設備等

3. 1 概要

安全保護回路は、再処理施設の運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合に、その異常状態を検知し、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大防止又は抑制のための設備の安全保護動作を自動的に開始するよう設計する。

3. 2 設計の基本方針

- (1) 安全保護回路は、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生し、その拡大防止又は抑制のための設備を速やかに作動させる必要が生じた場合、その異常状態を検知し、当該設備の作動を自動的に起こさせる設計とする。
- (2) 安全保護回路は、動的機器の単一故障（電磁障害による影響を含む。）を仮定してもその安全機能が確保できるよう多重性又は多様性を有するとともに、電氣的・物理的な独立性を有する設計とする。
- (3) 安全保護回路は、検出器等を計測制御設備と一部共用する場合は、当該検出器等を安全保護回路として設計するとともに、計測制御設備の短絡、地絡又は断線によって安全保護回路に影響を与えない設計とする。
- (4) 安全保護回路は、その健全性及び能力を確認するため、安全機能の重要度及び設備の特性に応じ、運転中又は停止中に試験又は検査ができる設計とする。
- (5) 安全保護回路は、可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。
- (6) 安全保護回路は、駆動源の喪失又は系統の遮断が発生してもフェイルセーフに移行する設計とする。
- (7) 安全保護回路は、それらの安全機能を健全に維持するための適切な保守及び修理ができる設計とする。

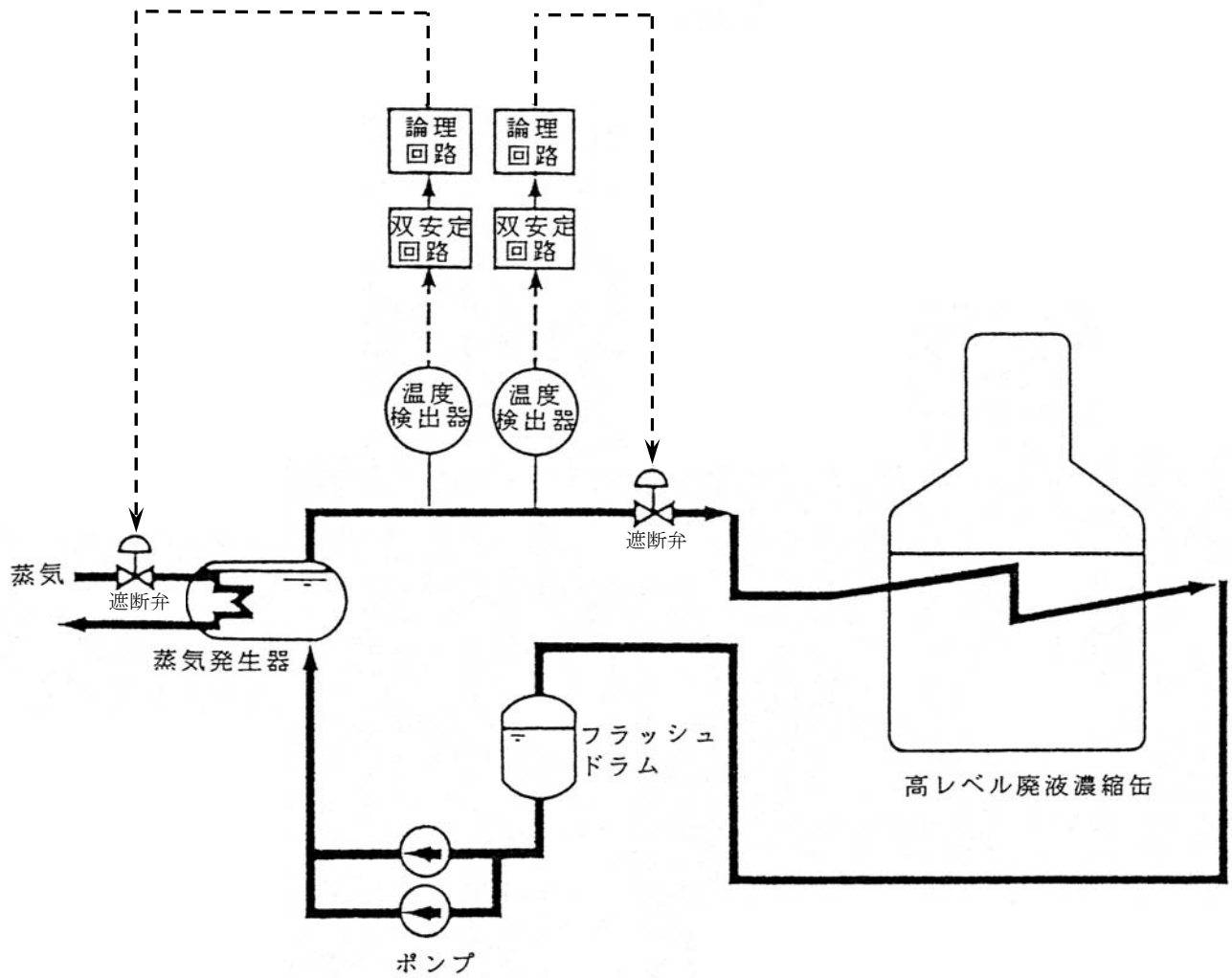
3. 3 主要設備の仕様

安全保護回路の主要設備の仕様を第6.3-1表に示す。

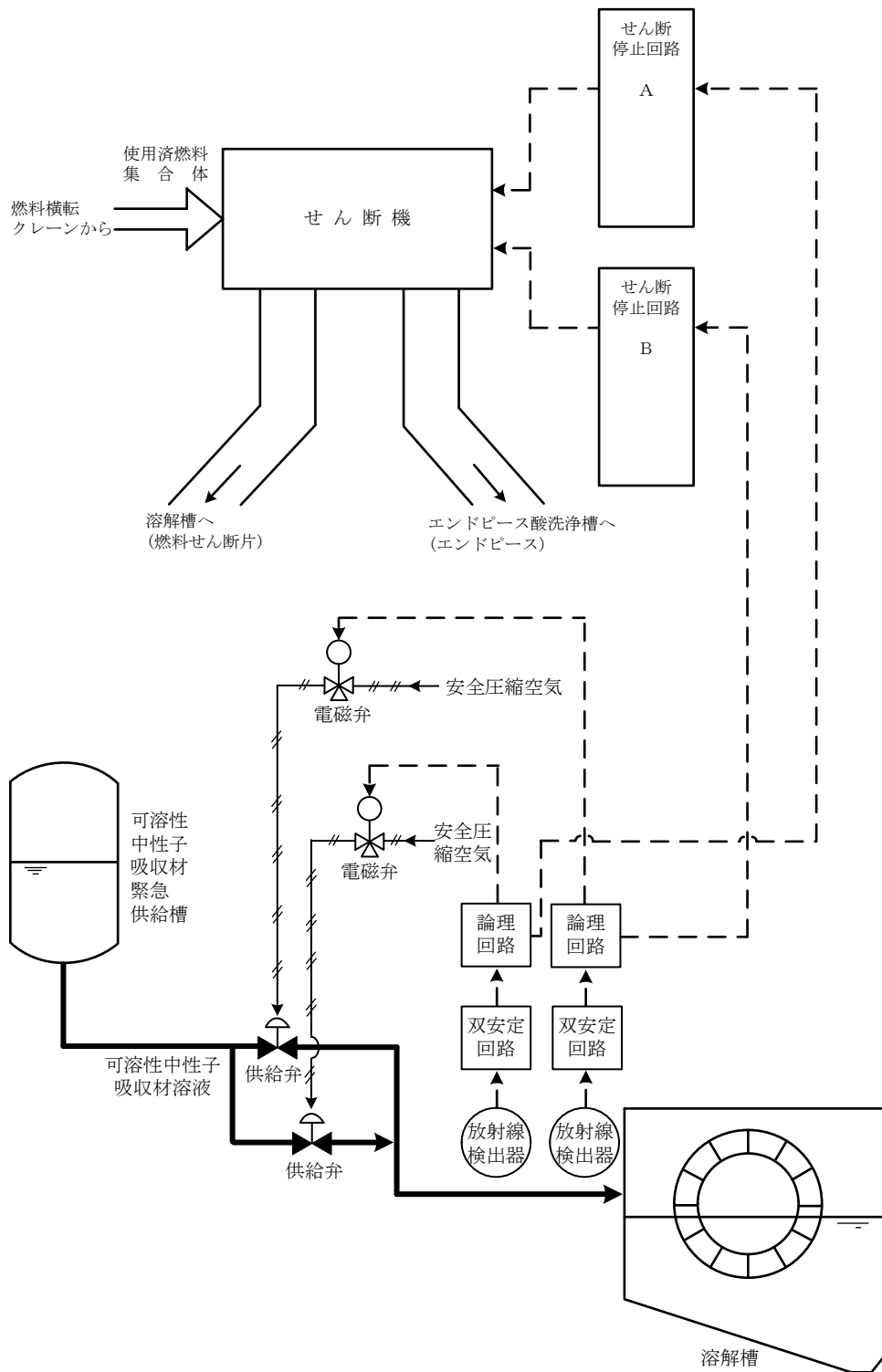
なお、安全保護回路の系統概要図を第6.3-1図から第6.3-15図に示す。

第6.3-1表(1) 安全保護回路一覧表

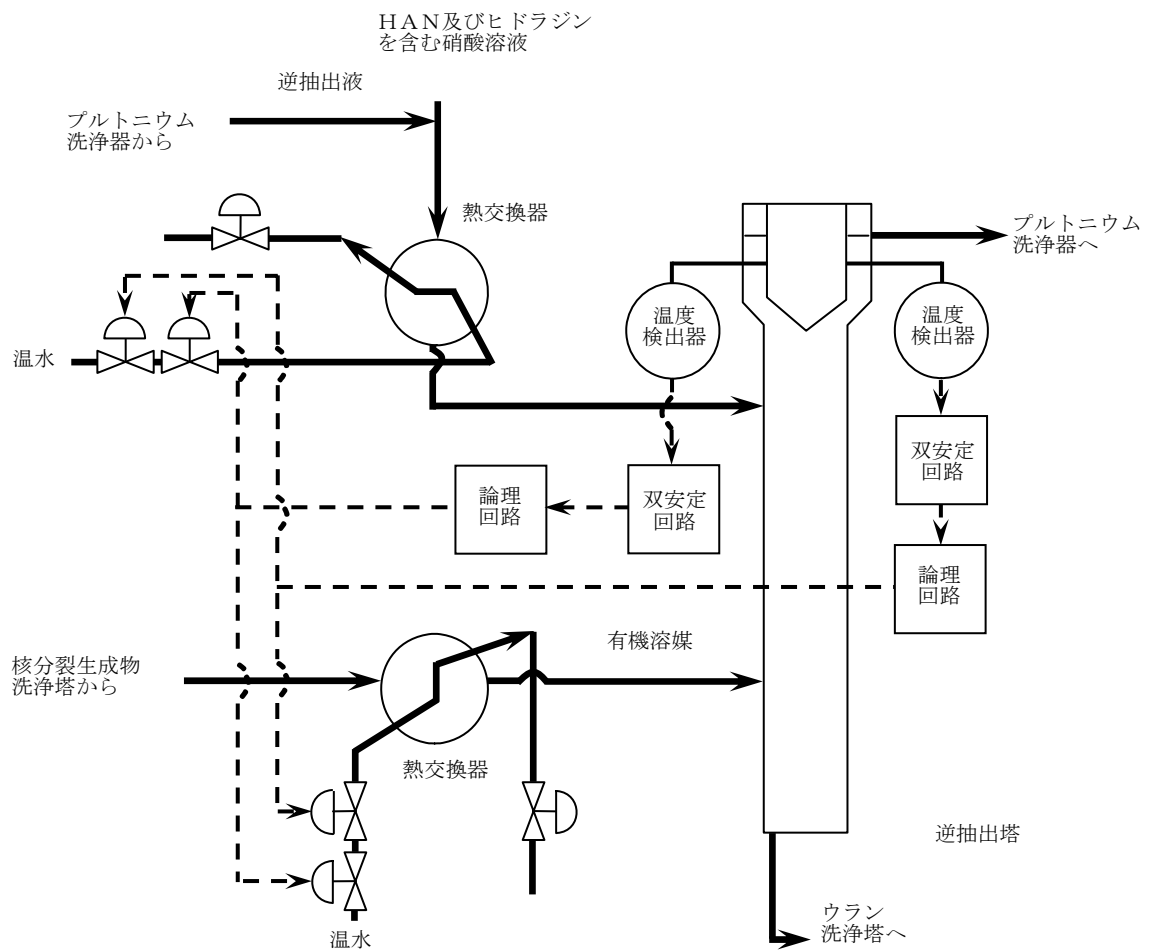
名 称	信号の種類	機 能	設 定 値
液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路	高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気の遮断	134℃以下
溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん断停止回路	溶解槽放射線レベル高	可溶性中性子吸収材の溶解槽への供給せん断停止	通常の放射線レベルの50倍
精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路	逆抽出塔溶液温度高	加熱用温水の遮断	69℃以下
分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路	ウラン濃縮缶加熱蒸気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気の遮断	134℃以下
精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路	プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気の遮断	134℃以下
酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路	第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気の遮断	134℃以下
脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路	還元ガス受槽水素濃度高	還元ガス供給停止	6.0vol%以下
分離施設のプルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路	プルトニウム洗浄器中性子計数器の計数率高	工程停止	7g・Pu/l 相当以下



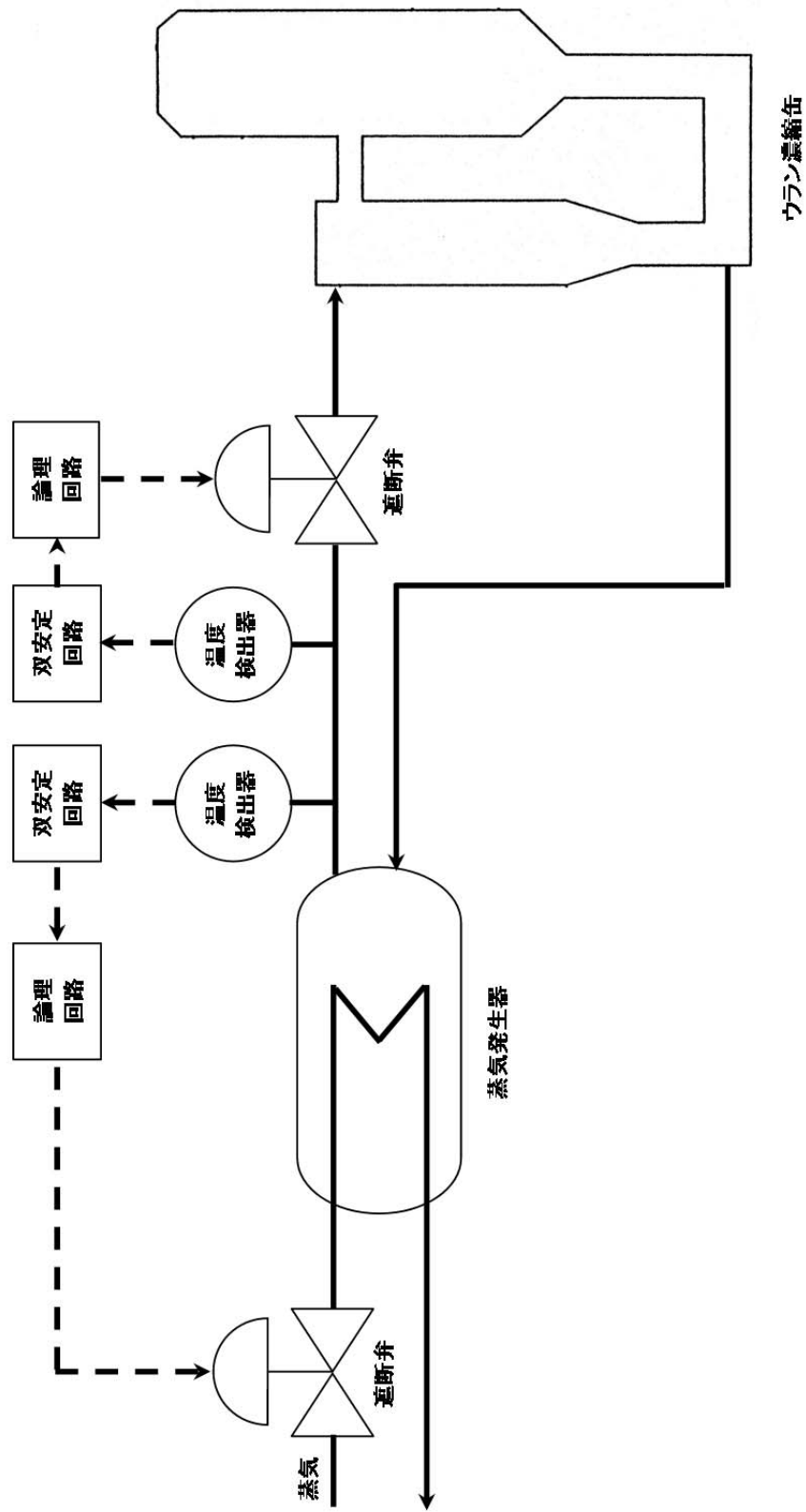
第 6.3-1 図 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶
加熱蒸気温度高による加熱停止回路



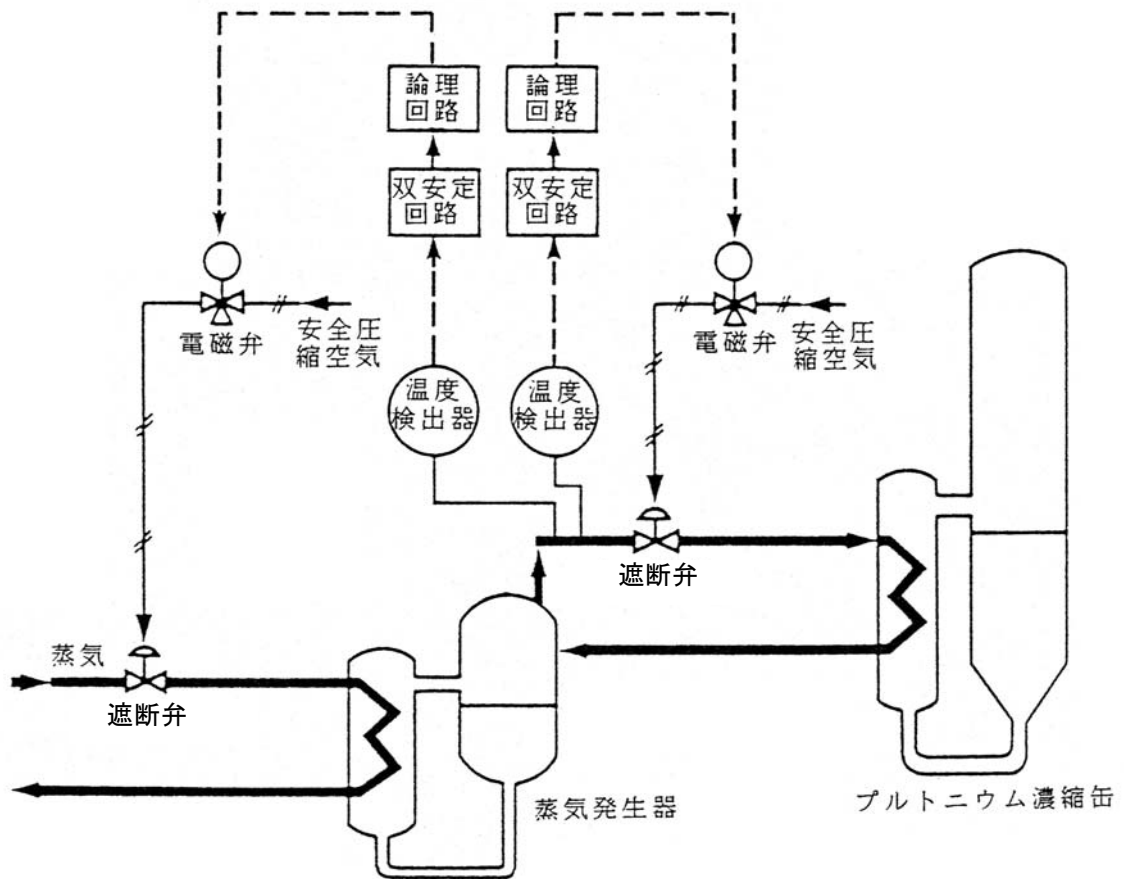
第 6.3-2 図 溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん断停止回路



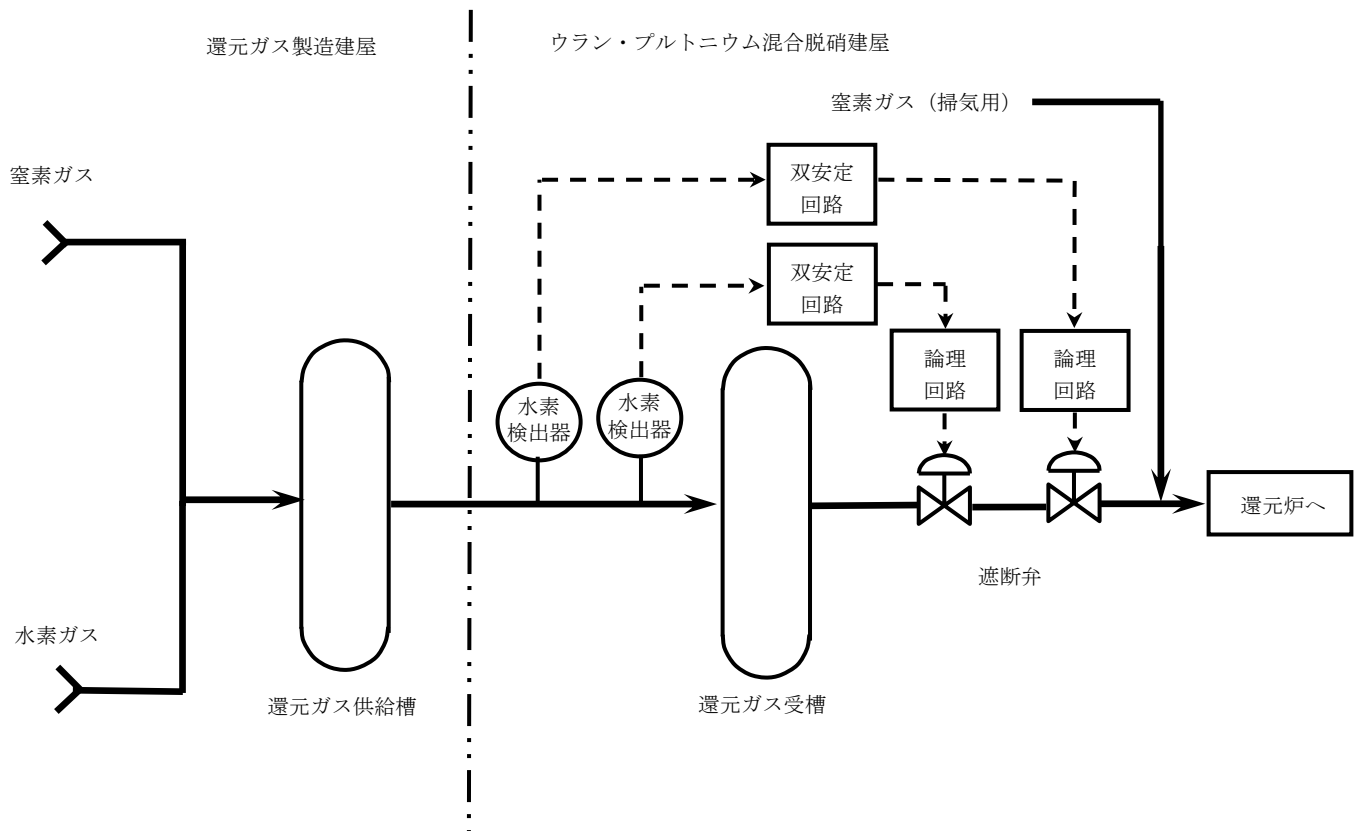
第 6.3-3 図 精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路



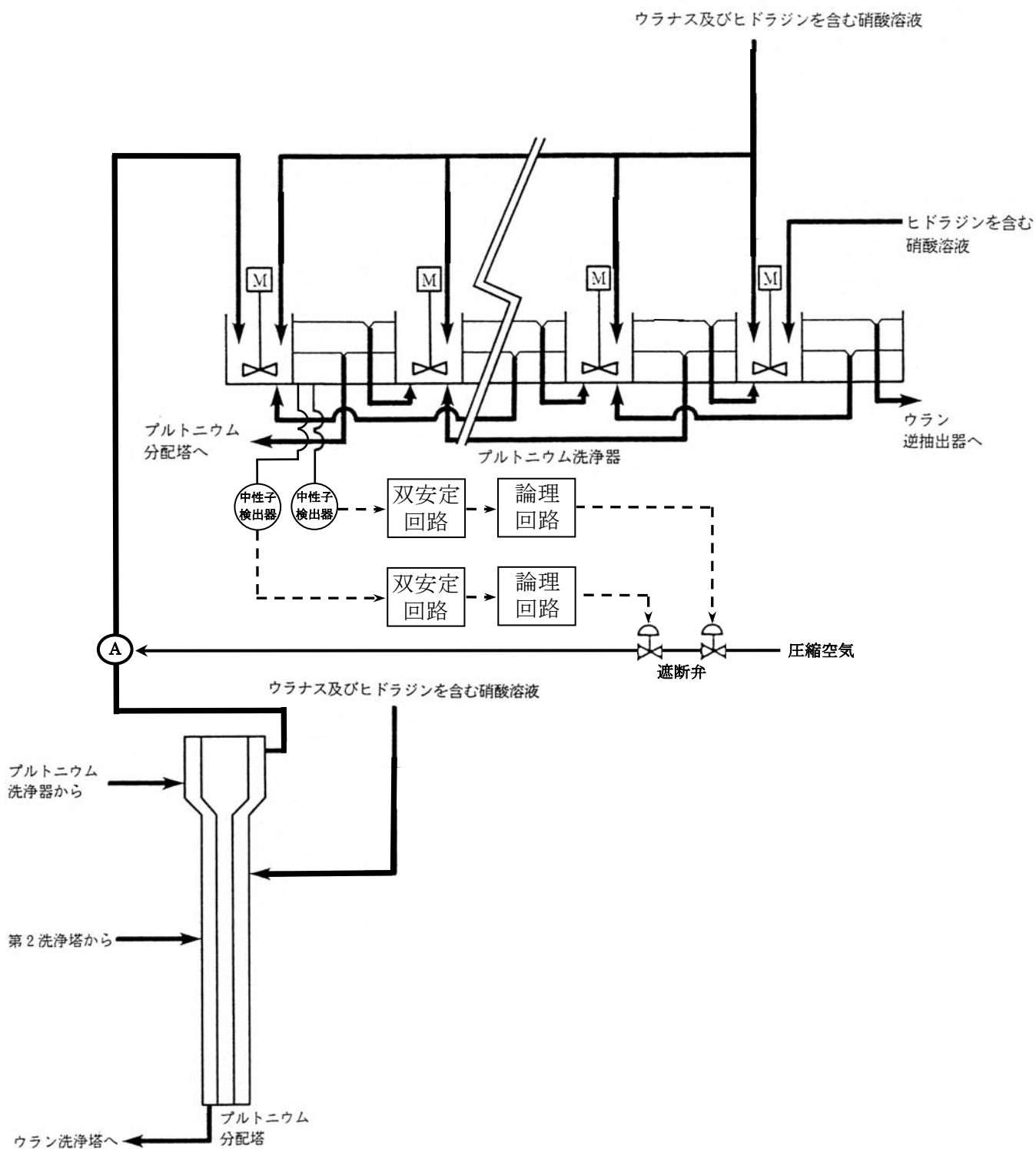
第 6.3-4 図 分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路



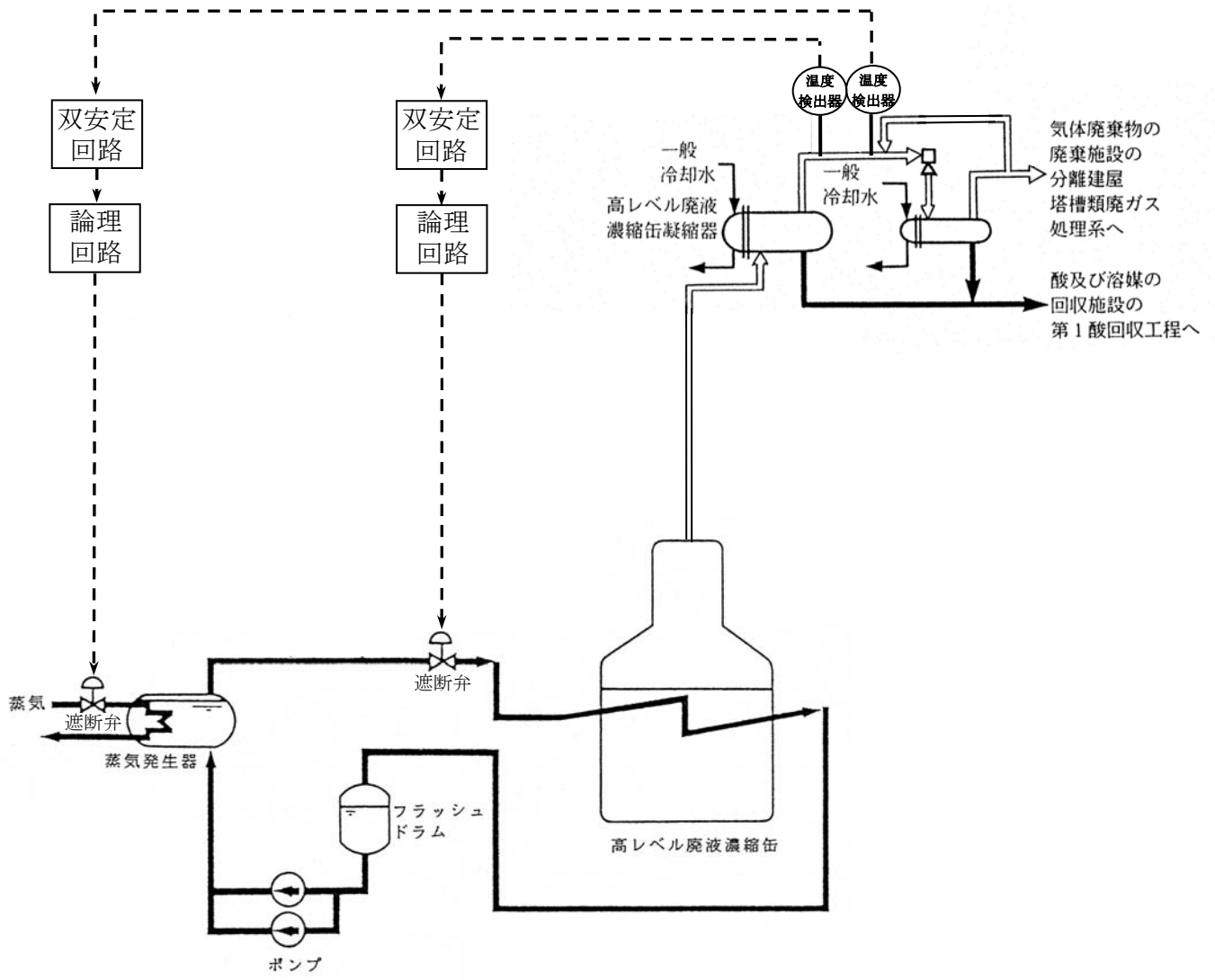
第 6.3-5 図 精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱温度高による加熱停止回路



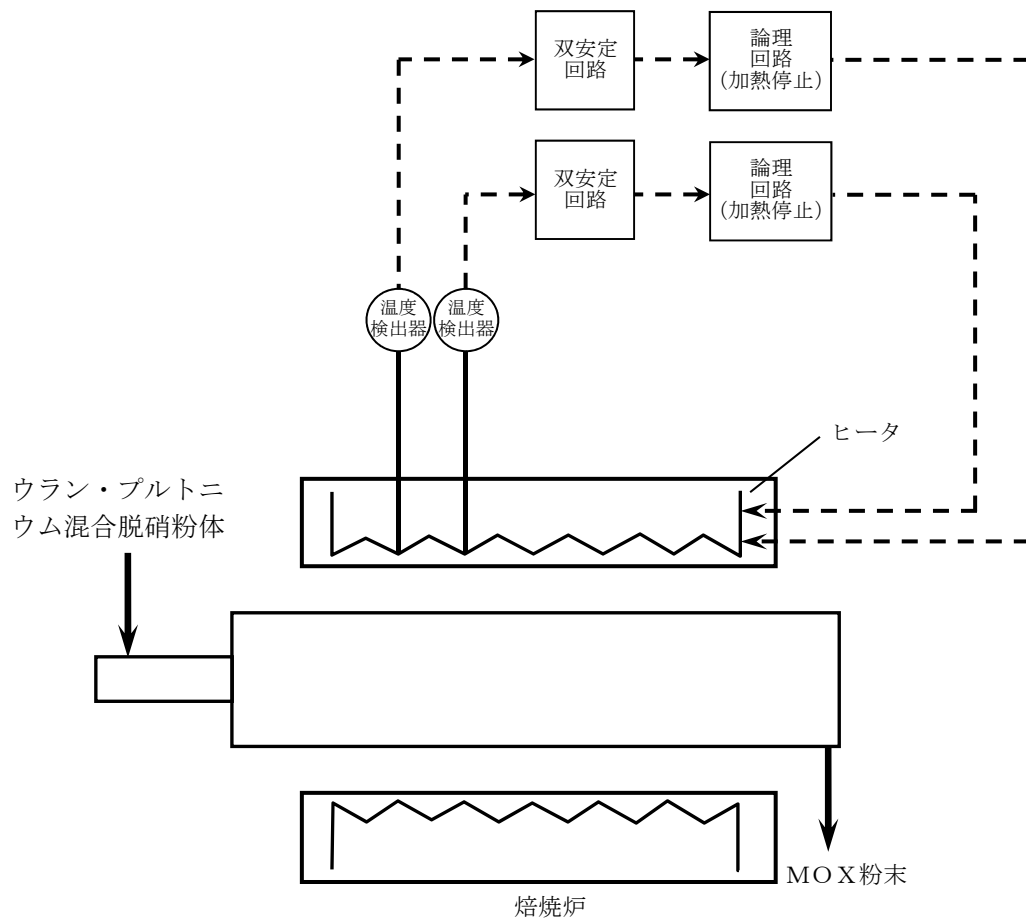
第 6.3-7 図 脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路



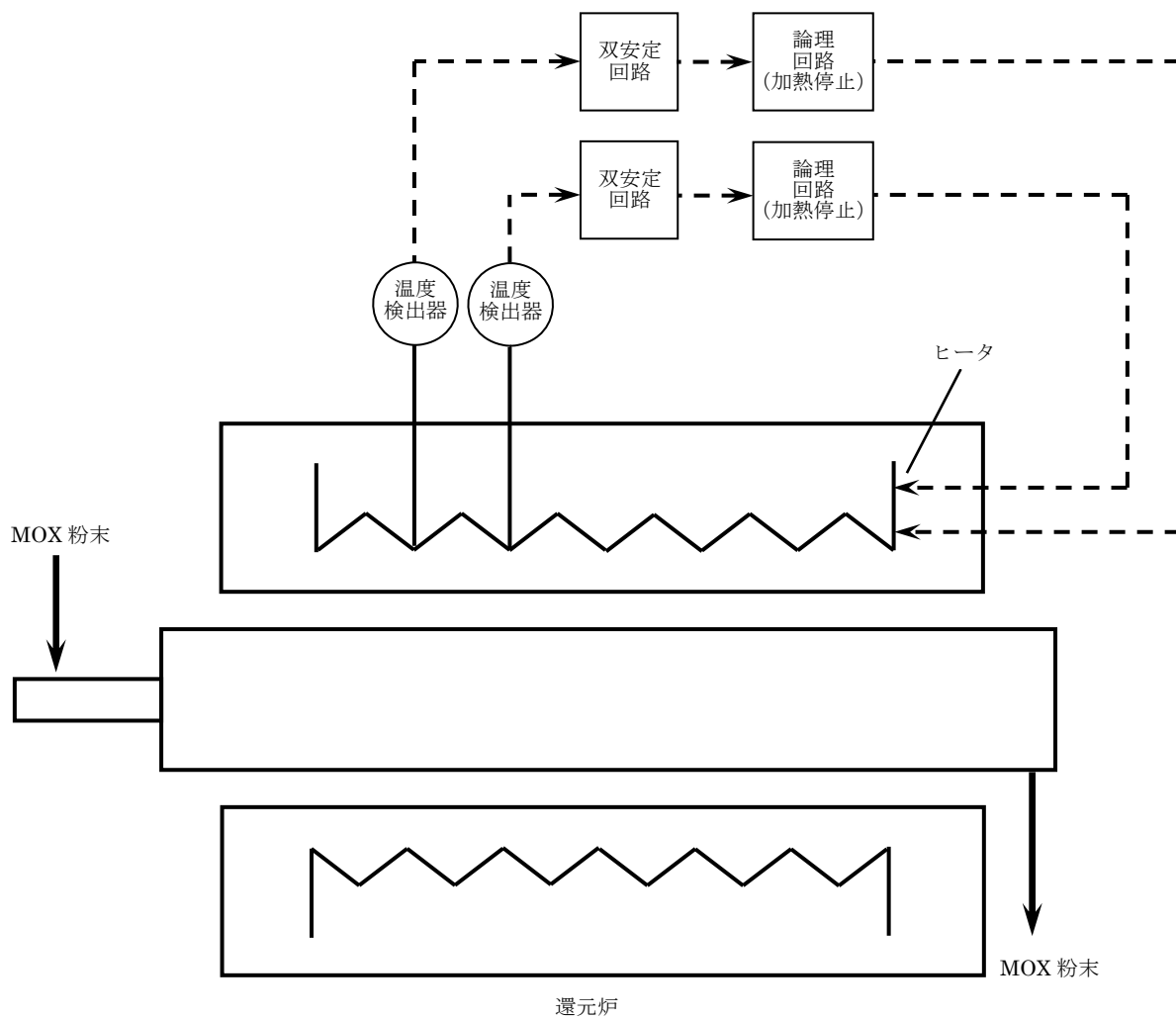
第 6. 3- 8 図 分離施設のプルトリウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路



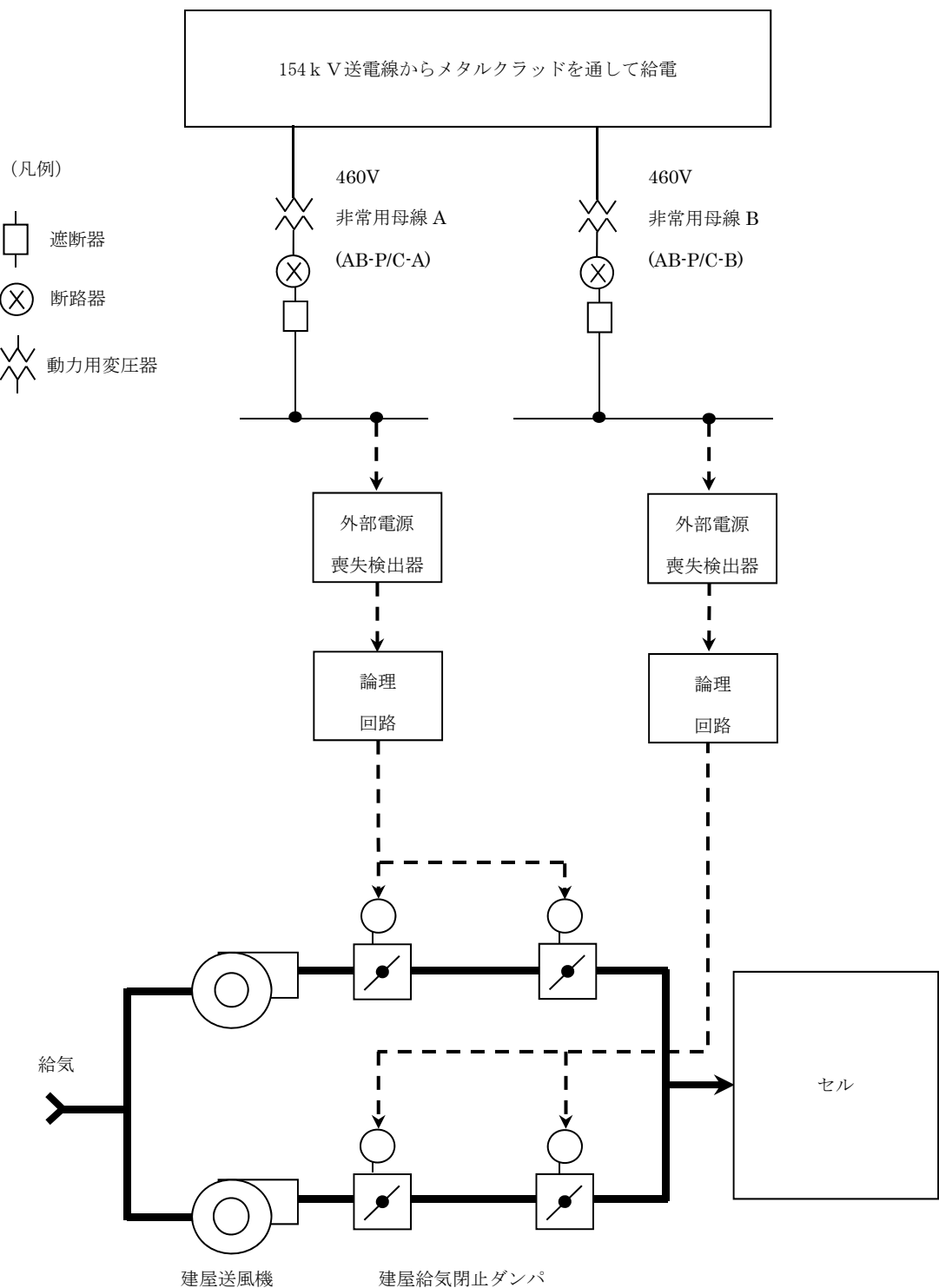
第 6.3-9 図 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶凝縮器
排気出口温度高による加熱停止回路



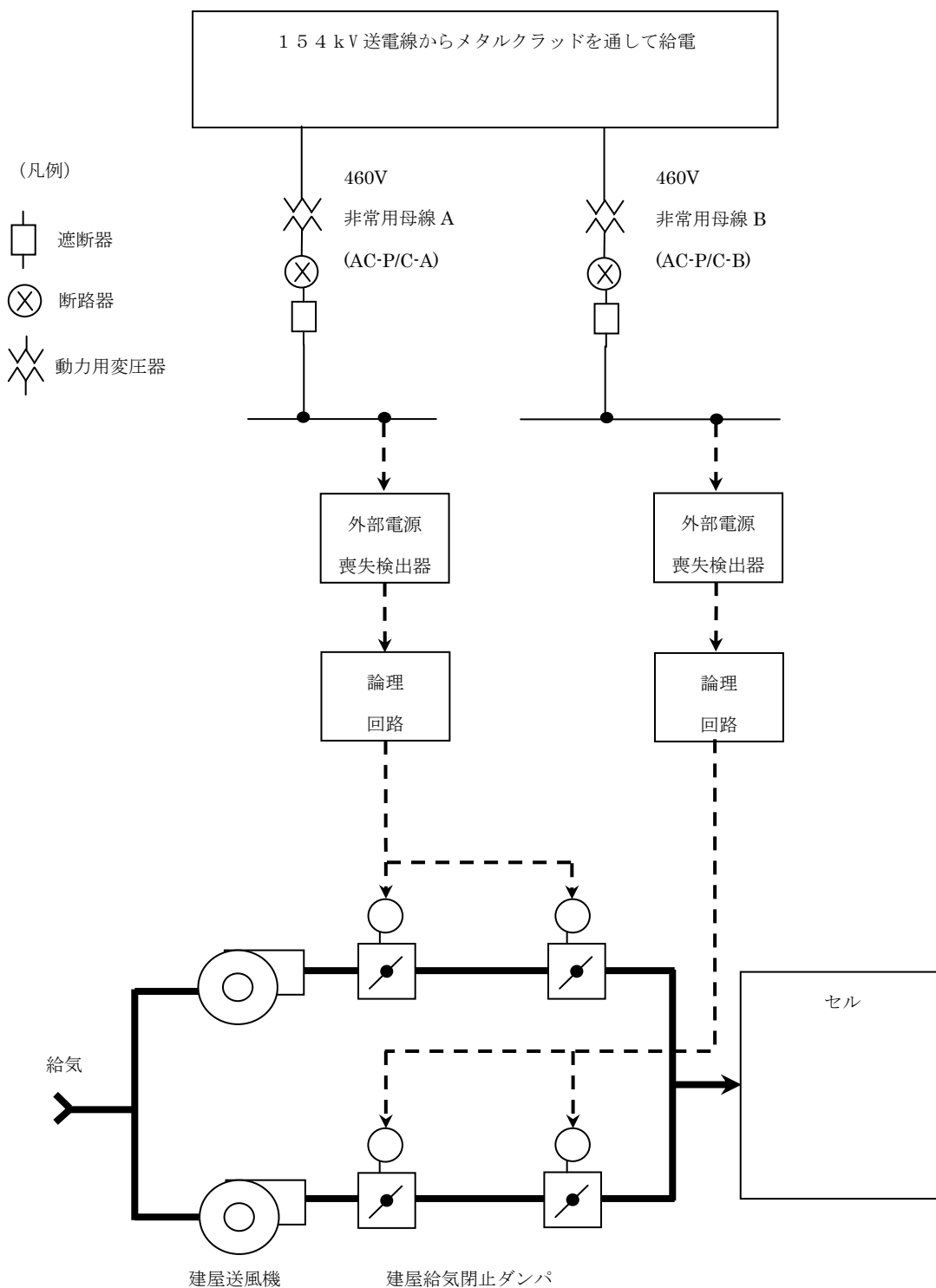
第 6.3-10 図 脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路



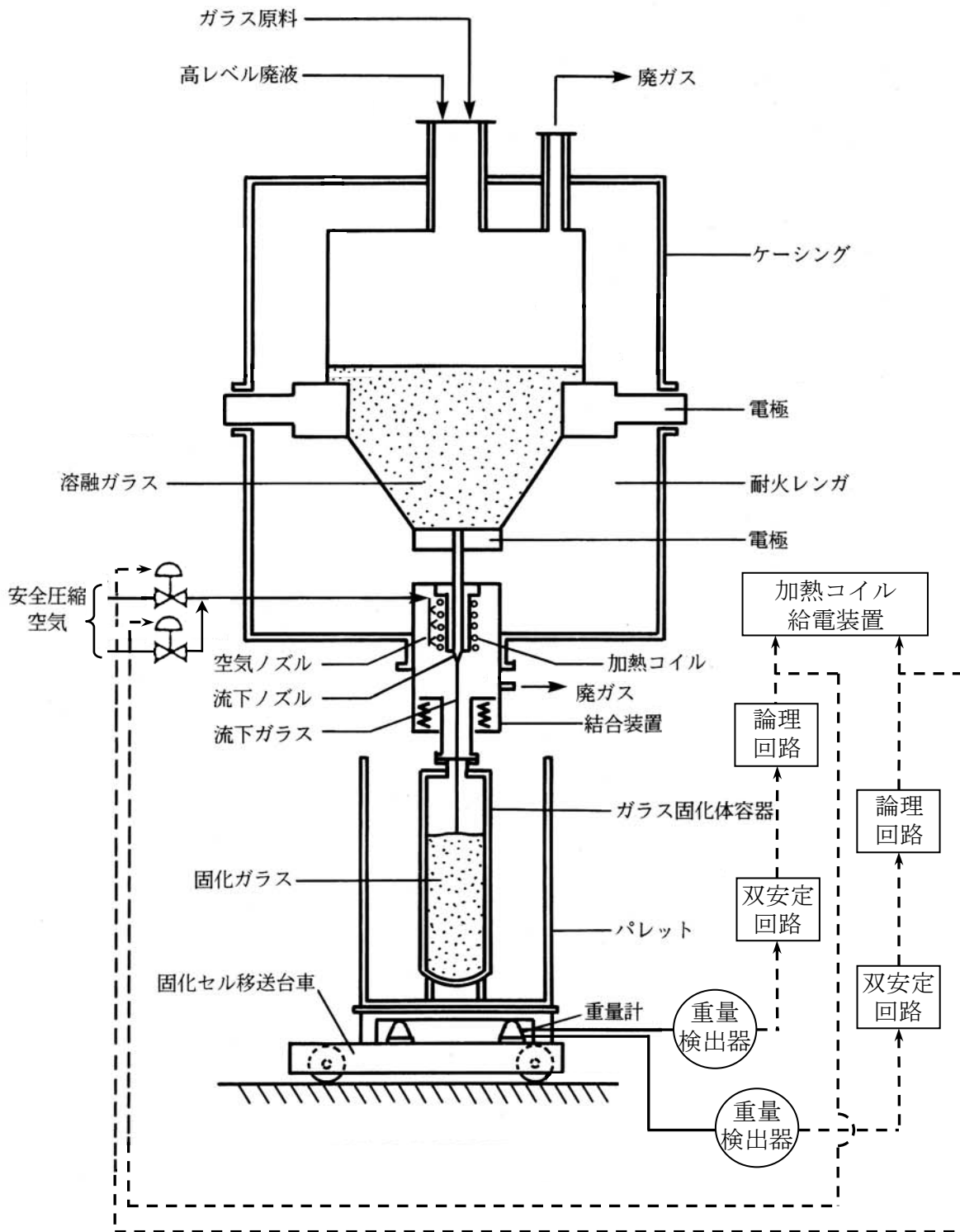
第 6.3-11 図 脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路



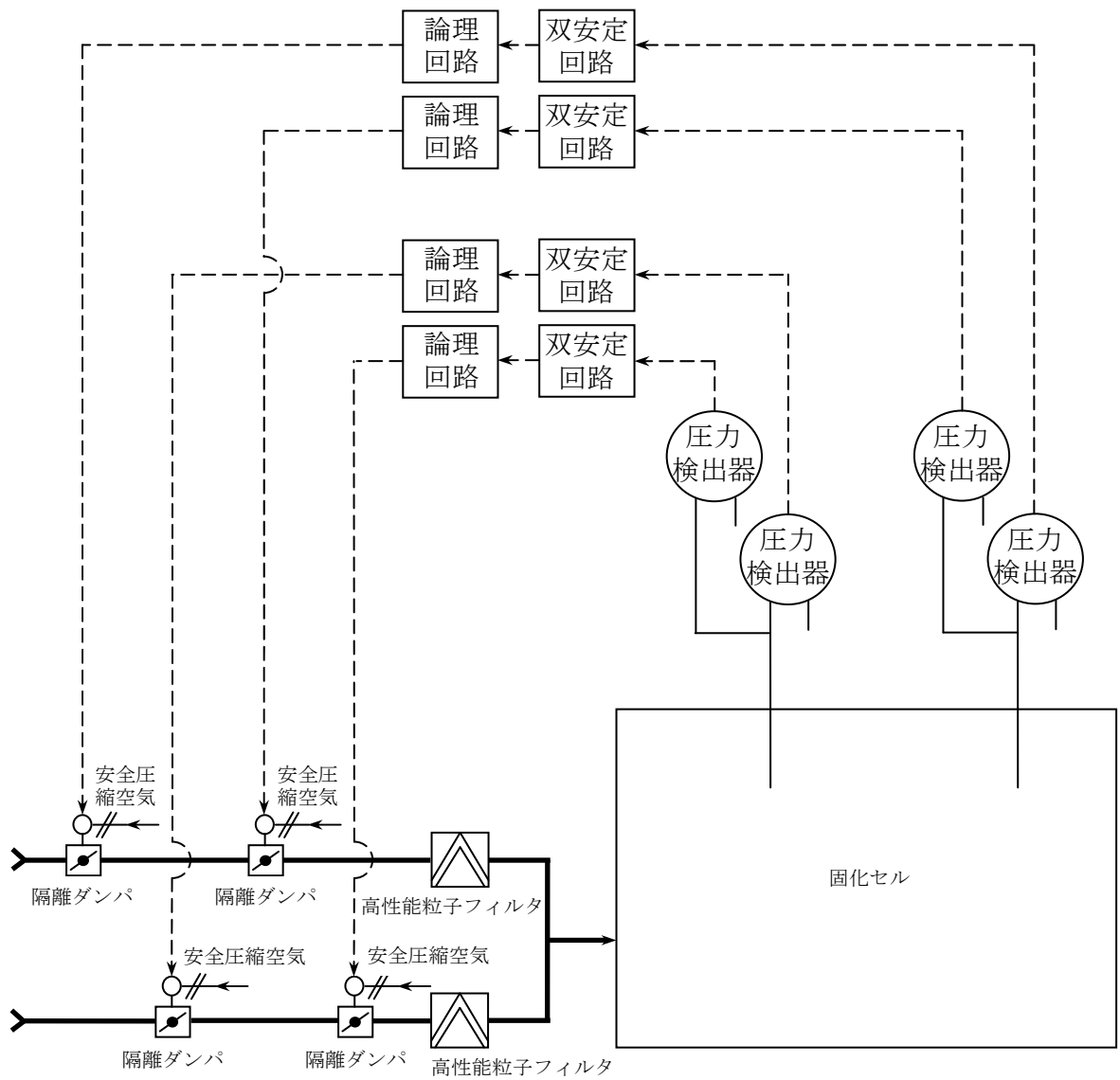
第 6. 3-12 図 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路 (分離建屋)



第 6.3-13 図 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路 (精製建屋)



第 6.3-14 図 固体廃棄物の廃棄施設の固化セル移送台車上の質量高による
ガラス流下停止回路



第 6.3-15 図 気体廃棄物の廃棄施設の固化セル圧力高による
 固化セル隔離ダンパの閉止回路

3. 4 主要設備

安全保護回路は、多重化又は多様化した回路で構成する。その多重化又は多様化した回路は、安全機能を有する施設からの電磁障害による相互干渉が起これないように、電源及びケーブルトレイを2系統に分離し、電氣的・物理的な独立性を持たせる。

安全保護回路は、検出器、変換器等を計測制御設備と共用する場合は、当該計測制御設備の故障が安全保護回路に影響を与えないように、アイソレータ及び継電器を用いて計測制御設備と分離する。

安全保護回路は、その健全性及び能力を確認するため、必要に応じて試験回路を設け、運転中又は停止中に試験又は検査ができる設計とする。

安全保護回路は、適切な保守及び修理ができる設計とする。

安全保護回路のケーブルは、可能な限り難燃性ケーブルを使用し、ケーブルトレイ及び電線管は、金属材料を主体に使用する。また、その他構成品も可能な限り、不燃性又は難燃性材料を使用する。

安全保護回路は、安全保護動作に関連する検出器、変換器及び継電器が故障した場合又は電源喪失時において、フェイルセーフに移行する設計とする。

3. 4. 1 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路は、液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶におけるりん酸三ブチル（以下2. 3主要設備では「T B P」という。）又はその分解生成物であるりん酸二ブチル、りん酸一ブチルと硝酸、硝酸ウラニル又は硝酸プルトニウムの錯体（以下2. 3主要設備では「T B P等の錯体」という。）の急激な分解反応を防止するためのものであり、温度検出器により高レベル廃液濃縮缶への加熱蒸気の温度高を検知し、蒸気発生器への一次蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路及び別の温度検出器により高レベル廃液濃縮缶への加熱蒸気の温度高を検知し高レベル廃液濃縮缶への加熱蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。

3. 4. 2 溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん断停止回路

可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断停止回路は、溶解施設の溶解槽における臨界事故を速やかに収束させるためのものであり、溶解槽セルの外の放射線検出器により放射線線量率高を検知し、可溶性中性子吸収材の供給配管の弁を開く信号及びせん断機を停止する信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 3 精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路

逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路は、プルトニウム精製設備の逆抽出塔内の有機溶媒の温度が上昇しn-ドデカンに引火することを防止するためのものであり、温度検出器により逆抽出塔の溶液温度高を検知し、

供給する有機溶媒，硝酸ヒドロキシルアミン及びヒドラジンを含む硝酸溶液並びに逆抽出液の加熱用の温水の遮断弁を閉じる信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 4 分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

ウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路は，分離施設のウラン濃縮缶におけるT B P等の錯体の急激な分解反応を防止するためのものであり，温度検出器によりウラン濃縮缶への加熱蒸気の温度高を検知し，蒸気発生器への一次蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路及び別の温度検出器によりウラン濃縮缶への加熱蒸気の温度高を検知しウラン濃縮缶への加熱蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。

3. 4. 5 精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路は，精製施設のプルトニウム濃縮缶におけるT B P等の錯体の急激な分解反応を防止するためのものであり，温度検出器によりプルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の温度高を検知し，蒸気発生器への一次蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路及び別の温度検出器によりプルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の温度高を検知しプルトニウム濃縮缶への加熱蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。

3. 4. 6 酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路は、酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶におけるTBP等の錯体の急激な分解反応を防止するためのものであり、温度検出器により蒸発缶への加熱蒸気の温度高を検知し、蒸気発生器への一次蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路及び別の温度検出器により蒸発缶への加熱蒸気の温度高を検知し蒸発缶への加熱蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。

3. 4. 7 脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路

還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路は、ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉での還元ガス中の水素濃度が上昇し水素の爆発を防止するためのものであり、還元炉に供給する還元用窒素・水素混合ガス中の水素濃度検出器により水素濃度高を検知し、還元用窒素・水素混合ガスの供給を停止する弁を閉じる信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 8 分離施設のプルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路

プルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路は、分配設備のプルトニウム洗浄器に過度のプルトニウムが流入し臨界になることを防止するためのものであり、プルトニウム洗浄器セルの外の中性子検出器により計数率高を検知し、プルトニウム分配塔からプルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送を停止する弁を閉じる信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 9 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気出口温度高による加熱停止回路

高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気出口温度高による加熱停止回路は、液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶凝縮器に供給する冷却水が停止し凝縮機能が低下することによる放射性物質の放出の有意な増加を防止するためのものであり、温度検出器により高レベル廃液濃縮缶凝縮器の排気出口温度高を検知し、蒸気発生器への一次蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路及び別の温度検出器により高レベル廃液濃縮缶凝縮器の排気出口温度高を検知し高レベル廃液濃縮缶への加熱蒸気配管の遮断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。

3. 4. 10 脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路

焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路は、ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼炉のヒータ部温度が異常に上昇したことによる焙焼炉の炉心管が破損し閉じ込め機能が喪失することを防止するためのものであり、温度検出器により焙焼炉のヒータ部温度高を検知し、ヒータへの通電を停止する信号を発する回路を二重化して構成する。落雷により、当該回路が影響を受けた場合は、安全側への移行動作としてヒータへの通電を停止する設計とする。

【補足説明資料3-1】

3. 4. 11 脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路

還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路は、ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉のヒータ部温度が異常に上昇したことによる還元炉の炉心管が破損し閉じ込め機能が喪失することを防止するためのものであり、温度検出器により還元炉のヒータ部温度高を検知し、ヒータへ

の通電を停止する信号を発する回路を二重化して構成する。落雷により、当該回路が影響を受けた場合は、安全側への移行動作としてヒータへの通電を停止する設計とする。

【補足説明資料 3-1】

3. 4. 12 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（分離建屋）

外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパ閉止回路（分離建屋）は、外部電源喪失時に分離建屋内が正圧になることを防止するためのものであり、外部電源の喪失を検知し分離建屋の建屋給気閉止ダンパを閉止する信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 13 気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（精製建屋）

外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパ閉止回路（精製建屋）は、外部電源喪失時に精製建屋内が正圧になることを防止するためのものであり、外部電源の喪失を検知し精製建屋の建屋給気閉止ダンパを閉止する信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 14 固体廃棄物の廃棄施設の固化セル移送台車上の質量高によるガラス流下停止回路

固化セル移送台車上の質量高によるガラス流下停止回路は、高レベル廃液ガラス固化設備のガラス熔融炉からの熔融ガラスがガラス固化体容器から漏えいすることによる放射性物質の放出の有意な増加を防止するためのものであり、固化セル移送台車上の重量計により質量高を検知し、ガラ

ス流下停止信号となる流下ノズルの加熱を停止する信号及び流下ノズルに空気を供給する弁を開ける信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 4. 15 気体廃棄物の廃棄施設の固化セル圧力高による固化セル隔離ダンパの閉止回路

固化セル圧力高による固化セル隔離ダンパの閉止回路は、高レベル廃液ガラス固化建屋の固化セルの負圧が低下した場合に固化セルから建屋への逆流を防止するためのものであり、圧力検出器により固化セルの圧力高を検知し、固化セルへの給気系に設けた固化セル隔離ダンパを閉止する信号を発する回路を二重化して構成する。

3. 5 評価

- (1) 安全保護回路は、再処理施設の安全を損なうおそれのある運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合、その異常状態を検知し、設備を速やかに作動させる設計としているので、その拡大を防止又は抑制できる。
- (2) 安全保護回路は、多重性又は多様性を有するとともに、電氣的・物理的な独立性を有する設計としているので、動的機器の単一故障（電磁障害による影響を含む。）を仮定してもその安全機能が確保できる。
- (3) 安全保護回路は、アイソレータ及び継電器を用いて計測制御設備と分離する設計としているので、計測制御設備との部分的共用によってその安全機能を損なうことはない。
- (4) 安全保護回路は、その健全性及び能力を確認するため、必要に応じて試験回路を設ける設計としているので、その安全機能を損なうことなく運転中又は停止中に試験及び検査が実施できる。
- (5) 安全保護回路は、可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計としているので、火災を防止できる。
- (6) 安全保護回路は、駆動源の喪失又は系統の遮断が発生してもフェイルセーフに移行する設計としているので、その安全機能を損なうことはない。
- (7) 安全保護回路は、それらの安全機能を健全に維持するための適切な保守及び修理ができる設計としているので安全機能が維持できる。

4. 試験・検査

安全保護回路は、その健全性及び能力を確認するため、必要に応じて試験回路を用いて、運転中又は停止中に試験又は検査を実施する。

2 章 補足説明資料

第19条: 安全保護回路

資料No.	再処理施設 安全審査補足説明資料		提出日		備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)	軽水炉		備考
	名称	Rev	2019/10/11	0		目次	名称	
補足説明資料1-1	事業指定制規別添19条と再処理施設安全審査指針19 比較表	0	2019/10/11	0	-	-	-	
補足説明資料2-1	安全保護回路の基準定について	0	2019/10/11	0	別紙2 安全保護回路の選定について	別紙3	安全保護回路の選定について	
補足説明資料3-1	安全保護回路に変更を施している場合の基準適合性	0	2019/10/11	0	別紙1 安全保護回路に変更を施している場合の基準適合性	別紙2	今回の事業指定制規申請に關し、安全保護回路に変更を施している場合の基準適合性	

令和元年 10 月 11 日 R0

補足説明資料 1-1

事業指定基準規則第19条と再処理施設安全審査指針19 比較表 (1 / 3)

事業指定基準規則	再処理施設安全審査指針	既許可申請書(再処理事業指定申請書)	比較結果																
<p>(安全保護回路) 第十九条 再処理施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路(安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。)を設けなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検出し、これらの核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとすること。</p>	<p>指針19. 共用に対する考慮 2. 異常状態を検出し、事故への拡大を防止又は抑制するために、安全保護動作を起させるよう設計されたシステム及び機器で安全保護系に属する部分の共用によって、その安全機能喪失の危険を減らすこと。</p>	<p>(再処理事業指定申請書) 本文ト、計測制御系統施設の設備 (2) 主要な安全保護回路の種類 再処理施設の安全を著しく損なうおそれのある異常状態を検出し、自動的に緊急動作を起させる安全保護回路(安全保護系)を設ける。</p> <p>添付書類六 6.3.2 設計方針 (1) 安全保護系は、再処理施設の安全を著しく損なうおそれのある異常状態が発生し、その拡大防止又は抑制のために設備を速やかに作動させる必要がある場合、その異常状態を検出し、当該設備の作動を自動的に起させる設計とする。</p> <p>第6.3-1表 安全保護系一覧表</p> <table border="1" data-bbox="630 593 1061 1153"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>信号の種類</th> <th>機能</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>精製施設のブルトニウム濃縮缶加熱停止回路</td> <td>ブルトニウム濃縮缶加熱気温度高</td> <td>一次蒸気及び加熱蒸気のしや断</td> <td>134℃以下</td> </tr> <tr> <td>液体廃棄物の廃棄施設の濃縮缶加熱蒸気停止回路</td> <td>高レベル廃液濃縮缶加熱気温度高</td> <td>一次蒸気及び加熱蒸気のしや断</td> <td>134℃以下</td> </tr> <tr> <td>溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸取材緊急供給回路</td> <td>溶解槽放射線レベル高</td> <td>可溶性中性子吸取材の溶解槽への供給せん断停止</td> <td>通常の放射線レベルの50倍</td> </tr> </tbody> </table>	名称	信号の種類	機能	設定値	精製施設のブルトニウム濃縮缶加熱停止回路	ブルトニウム濃縮缶加熱気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気のしや断	134℃以下	液体廃棄物の廃棄施設の濃縮缶加熱蒸気停止回路	高レベル廃液濃縮缶加熱気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気のしや断	134℃以下	溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸取材緊急供給回路	溶解槽放射線レベル高	可溶性中性子吸取材の溶解槽への供給せん断停止	通常の放射線レベルの50倍	<p>追加された要求事項なし 再処理施設は、異常状態を検出し、自動的に緊急動作を起させる安全保護回路を設ける設計としている。 また、事業指定基準規則における「核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにする」ということについて、既許可申請書「第6.3-1表 安全保護系一覧表」における設定値において安全保護回路が作動することにより、当該制限値を超えないようになっている。 以上より、第1項第一号について、既許可の設計にて適合済みであり、追加された要求事項はない。</p> <p>明確化された要求事項あり 再処理施設安全審査指針の「異常状態を検出し」については、事業指定基準規則においては「運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検出し」とされ、「異常な過渡変化及び設計基準事故」とは、「運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故」であることを明確化された。</p>
名称	信号の種類	機能	設定値																
精製施設のブルトニウム濃縮缶加熱停止回路	ブルトニウム濃縮缶加熱気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気のしや断	134℃以下																
液体廃棄物の廃棄施設の濃縮缶加熱蒸気停止回路	高レベル廃液濃縮缶加熱気温度高	一次蒸気及び加熱蒸気のしや断	134℃以下																
溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸取材緊急供給回路	溶解槽放射線レベル高	可溶性中性子吸取材の溶解槽への供給せん断停止	通常の放射線レベルの50倍																

事業指定基準規則第19条と再処理施設安全審査指針19 比較表 (2 / 3)

事業指定基準規則	再処理施設安全審査指針	既許可申請書(再処理事業指定申請書)	比較結果
<p>二 火災，爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれがあるとき，これらを抑制し，又は防止するための設備(前号に規定するものを除く。)の作動を速やかに，かつ，自動的に開始させるものとする。</p>	<p>指針19. 共用に対する考慮 2. 異常状態を検知し，事故への拡大を防止又は抑制するために，安全保護動作を起させるよう設計されたたれは，安全保護系とある安全保護系については，計測制御系との部分的共用によつて，その安全機能喪失の危険がない設計であること。</p>	<p>(再処理事業指定申請書) 本文 ト. 計測制御系統施設の設備 (2) 主要な安全保護回路の種類 再処理施設の安全を著しく損なうおそれのある異常状態を検知し，自動的に緊急動作を起させる安全保護回路(安全保護系)を設ける。 添付書類六 6.3.2 設計方針 (1) 安全保護系は，再処理施設の安全を著しく損なうおそれのある異常状態が発生し，その拡大防止又は抑制のため設備を速やかに作動させる必要が生じた場合，その異常状態を検知し，当該設備の作動を自動的に起こさせるとする。 添付書類六 6.3.4 主要設備 (1) 精製施設のプラントニウム濃縮缶加熟停止回路 プラントニウム濃縮缶加熟停止回路は，精製施設のプラントニウム濃縮缶におけるりん酸三生成物であるりん酸ニプロチル，りん酸一プロチルと硝酸，硝酸ウラニル又は硝酸アルトニウムの錯体(以下6.1では「TBP等の錯体」という。)の急激な分解反応を防止するためのもので，温度検出器によりプラントニウム濃縮缶への加熟蒸気の温度を検知し，蒸気発生器への一次蒸気配管のしや断弁を閉じる信号を発する回路，及び別の温度検出器によりプラントニウム濃縮缶への加熟蒸気の温度を検知しプラントニウム濃縮缶への加熟蒸気配管のしや断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。 (2) 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶加熟停止回路 高レベル廃液濃縮缶加熟停止回路は，液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶におけるTBP等の錯体の急激な分解反応を防止するためのもので，温度検出器により高レベル廃液濃縮缶への加熟蒸気の温度を検知し，蒸気発生器への一次蒸気配管のしや断弁を閉じる信号を発する回路，及び別の温度検出器により高レベル廃液濃縮缶への加熟蒸気の温度を検知し高レベル廃液濃縮缶への加熟蒸気配管のしや断弁を閉じる信号を発する回路で多様化して構成する。 (3) 溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路 可溶性中性子吸収材緊急供給回路は，溶解施設の溶解槽における臨界事故を速やかに収束させるためのもので，溶解槽セルの外の放射線検出器により放射線量率高を検知し，可溶性中性子吸収材の供給配管の弁を開く信号及びせん断機を停止する信号を発する回路を二重化して構成する。</p>	<p>追加された要求事項 なし 明確化された要求事項 なし 事業指定基準規則における「火災，爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれ」について，既許可申請書添付書類六「6.3.2設計方針(1)～(3)」の安全保護回路により火災，爆発および臨界事故の拡大防止又は抑制をする設計としている。 以上より，第1項第二号については，既許可の設計にて適合済みであり，追加された要求事項及び明確化された要求事項はない。</p>

事業指定基準規則第19条と再処理施設安全審査指針19 比較表 (3 / 3)

事業指定基準規則	再処理施設安全審査指針	既許可申請書(再処理事業指定申請書)	比較結果
<p>三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であつて、単一故障が生じる場合においてても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないものとする。</p>	<p>指針19. 共用に対する考慮 2. 異常状態を検知し、事故への拡大を防止又は抑制するため、安全保護動作を起させるよう設計された系統及び機器である安全保護系については、計測制御系との部分的共用によつて、その安全機能を失ふことのない設計であること。</p>	<p>(再処理事業指定申請書) 添付書類六 6.3.2 設計方針 (2) 安全保護系は、動的機器の単一故障を仮定してもその安全機能が確保できよう多重性又は多様性を有するものとす。 (3) 安全保護系は、計測制御設備との部分的共用によつてその安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>追加された要求事項 なし</p> <p>明確化された要求事項 なし</p> <p>事業指定基準規則及び既許可申請書に差異はなく、安全保護回路は計測制御系統施設の一部と共用する場合であつて、単一故障が生じる場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われない設計としている。</p> <p>以上より、第1項第三号について、既許可の設計にて適合済みであり、追加された要求事項及び明確化された要求事項はない。</p>

令和元年 10 月 11 日 R0

補足説明資料 2-1

安全保護回路の再選定について

1. 安全保護回路選定の考え方

(1) 既許可申請書における安全保護系の考え方

以下 a. ～ c. の全てを満たすものを安全保護系として選定する。

- a. 一般公衆に過度の放射線被ばくを及ぼす可能性の大きい異常状態を対象としているもの。※1
- b. 異常の進展速度との関連から迅速性を要するため、自動的に安全保護動作をさせるもの。※2
- c. 当該設備の作動の結果が、施設を安全な停止状態とするもの。※3

(2) 変更許可申請書における安全保護回路選定の考え方

以下 a. ～ c. の全てを満たすものを安全保護回路として選定する。

- a. 一般公衆に過度の放射線被ばくを及ぼす可能性の大きい異常状態を対象としているもの。※1
- b. 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合に、これらの異常を検知し、事象の拡大を防止又は影響を緩和させるために自動的に安全保護動作をさせるもの。
- c. 当該設備の作動の結果が、施設を安全な停止状態とするもの。※3

※1：安全上重要な施設として選定されているもの。

※2：自動回路の部分が動作不良の場合でも時間余裕があり、運転員の手動操作に期待し得ると判断できる場合、安全保護系としない。

※3：通常のポンプが停止した時、予備のポンプを起動するような通常運転状態にもどすような作動の場合は、それに係るインターロックは安全保護系とはしない。

2. 安全保護回路の選定結果について

補足説明資料 1-1 に示すとおり、これまでの「再処理施設安全審査指針」から追加された新規要求事項はないが、「異常状態の検知」の事象として「運転時の異常な過渡変化および設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検知」に明確化されたことから、安全保護回路の再選定を行った。再選定の結果を表－1 に示す。

3. 選定した安全保護回路の管理について

再選定の結果、新たに安全保護回路とした設備は、従来から安全上重要な施設の計測制御系として管理おり、安全保護回路として選定した以降も安全上重要な施設から変更はないため、その維持管理方法に変更はない。

表－1 安全保護回路の再選定結果

参考資料－1 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定

参考資料－2 設計基準事故における安全保護回路の選定

表-1 安全保護回路の再選定結果

No.	既許可申請書における安全保護系 (3回路)	変更許可申請書における安全保護回路 (15回路)
1	液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮 缶加熱停止回路	液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶 加熱蒸気温度高による加熱停止回路
2	溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急 供給回路	溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急 供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん 断停止回路
3	—	精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停 止回路
4	—	分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高によ る加熱停止回路
5	精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱停止回 路	精製施設のプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度 高による加熱停止回路
6	—	酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶 加熱蒸気温度高による加熱停止回路
7	—	脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還 元ガス供給停止回路
8	—	分離施設のプルトニウム洗浄器中性子計数率 高による工程停止回路
9	—	液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶 凝縮器排気出口温度高による加熱停止回路
10	—	脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱 停止回路
11	—	脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱 停止回路
12	—	気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による 建屋給気閉止ダンパの閉止回路 (分離建屋)
13	—	気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による 建屋給気閉止ダンパの閉止回路 (精製建屋)
14	—	固体廃棄物の廃棄施設の固化セル移送台車上 の質量高によるガラス流下停止回路
15	—	気体廃棄物の廃棄施設の固化セル圧力高によ る固化セル隔離ダンパの閉止回路

参考資料－１ 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定

事象分類（１）：火災への拡大

No.	有機溶媒の温度異常上昇に係る事象	拡大防止対策	安全上重要な施設のインタロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	ブルトニウム精製設備の逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下	逆抽出塔内の溶液温度高により警報を発するとともに、温水の供給を自動的に停止する系統を２系統設ける。	○	精製施設の逆抽出塔溶液温度高による加熱停止回路
2	ブルトニウム精製設備のウラン逆抽出器での温水の温度上昇	温水温度高により温水製造用の蒸気の供給を自動的に停止する。	－	－
3	ブルトニウム精製設備のウラン逆抽出器での逆抽出用硝酸の流量低下	ウラン逆抽出器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。 逆抽出用硝酸流量低により警報を発し、運転員が温水しや断弁又は蒸気しや断弁を閉じる。	－	－
4	溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第１洗浄器、第３洗浄器での有機溶媒の流量低下	ウラン逆抽出器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	－	－
5	溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第１洗浄器、第３洗浄器での温水の温度上昇	溶媒再生系に受け入れられる有機溶媒の流量の異常は、上流工程において検知して警報を発し、運転員が温水しや断弁又は蒸気しや断弁を閉じる。 洗浄器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	－	－
6	溶媒回収設備の溶媒再生系ウラン精製系の第１洗浄器、第３洗浄器での有機溶媒の流量低下	温水温度高により温水製造用の蒸気の供給を自動的に停止する。 洗浄器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	－	－
7	溶媒回収設備の溶媒再生系ウラン精製系の第１洗浄器、第３洗浄器での温水の温度上昇	溶媒再生系に受け入れられる有機溶媒の流量の異常は、上流工程において検知して警報を発し、運転員が温水しや断弁又は蒸気しや断弁を閉じる。 洗浄器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	－	－
8	溶媒回収設備の溶媒再生系ブルトニウム精製系の第１洗浄器、第３洗浄器での有機溶媒の流量低下	温水温度高により温水製造用の蒸気の供給を自動的に停止する。 洗浄器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	－	－
9	溶媒回収設備の溶媒再生系ブルトニウム精製系の第１洗浄器、第３洗浄器での温水の温度上昇	溶媒再生系に受け入れられる有機溶媒の流量の異常は、上流工程において検知して警報を発し、運転員が温水しや断弁又は蒸気しや断弁を閉じる。 洗浄器内の溶液温度高により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。 温水温度高により温水製造用の蒸気の供給を自動的に停止する。	－	－

参考資料-1 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定
 事象分類(2): 爆発への拡大(TBP等)の錯体の錯体の急激な分解反応)

No.	加熱蒸気温度異常上昇に係る事象	拡大防止対策	安全上重要な施設のインターロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	分配設備のウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大	加熱蒸気温度高で、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。 上記とは別に、加熱蒸気温度高で、インターロックにより濃縮缶への加熱蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。	○	分離施設のウラン濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
2	ウラン精製設備のウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大	加熱蒸気温度高で、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。 上記とは別に、加熱蒸気温度高で、インターロックにより濃縮缶への加熱蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。	○	—
3	ブルトニウム精製設備のブルトニウム濃縮缶での一次蒸気の流量増大	加熱蒸気温度高で、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。 上記とは別に、加熱蒸気温度高で、インターロックにより濃縮缶への加熱蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。	○	精製設備のブルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
4	酸回収設備の第2酸回収系の蒸発缶での一次蒸気の流量増大	加熱蒸気温度高で、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。 上記とは別に、加熱蒸気温度高で、インターロックにより濃縮缶への加熱蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。	○	酸及び溶媒の回収施設の第2酸回収系の蒸発缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路
5	高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大	加熱蒸気温度高で、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。 上記とは別に、加熱蒸気温度高で、インターロックにより濃縮缶への加熱蒸気の供給を、しや断弁で自動停止する。	○	液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路

参考資料－1 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定

事象分類（3）：爆発への拡大（水素爆発）

No.	還元ガス中の水素濃度異常上昇に係る事象	拡大防止対策	安全上重要な施設のインターロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での還元ガス中の水素濃度上昇	還元ガス受槽に供給される還元ガス中の水素濃度高により警報を発するとともに、還元ガスの供給を自動的に停止する系統を2系統設ける。	○	脱硝施設の還元ガス受槽水素濃度高による還元ガス供給停止回路

事象分類（4）：機器の過加熱

No.	過加熱による閉じ込め機能の喪失に係る事象	拡大防止対策	安全上重要な施設のインターロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の焙焼炉での加熱能力増加	焙焼炉ヒータ部温度高により警報を発するとともに、ヒータへの通電を自動的に停止する系統を2系統設ける。	○	脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
2	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での加熱能力増加	還元炉ヒータ部温度高により警報を発するとともに、ヒータへの通電を自動的に停止する系統を2系統設ける。	○	脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路

参考資料-1 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定

事象分類 (5) : 臨界への拡大 (1/2)

No.	ブルトニウム濃度異常上昇に係る事象	発生防止対策又は拡大防止対策	安全上重要な施設のインタロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	分離設備の抽出塔での有機溶媒の流量低下	上流の計量設備の計量・調整槽で試料採取し分析により、溶解液の核燃料物質濃度を確認する。	-	-
2	分離設備の抽出塔での溶解液の流量増加	分離設備の抽出塔に供給する溶低、又は第1洗浄塔洗浄廃液の密度高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。	-	-
3	分離設備の第1洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下	上流の計量設備の計量・調整槽で試料採取し分析により、溶解液の核燃料物質濃度を確認する。	-	-
4	分離設備の第2洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下	分離設備の抽出塔に供給する溶低、又は第1洗浄塔洗浄廃液の密度高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。	-	-
5	分配設備のブルトニウム分配塔、ブルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下	上流の計量設備の計量・調整槽で試料採取し分析により、溶解液の核燃料物質濃度を確認する。 分離設備の抽出塔に供給する溶低、又は第1洗浄塔洗浄廃液の密度高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分離設備の補助抽出器第7段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。	-	-
6	分配設備のブルトニウム分配塔、ブルトニウム洗浄器での還元剤濃度の低下	分配設備のブルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
7	分配設備のブルトニウム分配塔でのヒドラジンの流量低下	分配設備のブルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路

参考資料-1 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定

事象分類 (5) : 臨界への拡大 (2/2)

No.	ブルトニウム濃度異常上昇に係る事象	発生防止対策又は拡大防止対策	安全上重要な施設のインタロックを期待する事象	安全保護回路として選定
8	分配設備のブルトニウム分配塔でのヒドラジン濃度の低下	分配設備のブルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
9	分配設備のブルトニウム分配塔、ブルトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇	分配設備のブルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
10	分配設備のブルトニウム分配塔での逆抽出用液の流量低下	分配設備のブルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
11	分配設備のブルトニウム分配塔でのパルセーションガスの供給低下	分配設備のブルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止する系統を2系統設ける。 分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
12	ブルトニウム精製設備の逆抽出塔での還元剤の流量低下	分配設備のブルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。 ブルトニウム精製設備のブルトニウム洗浄器第4段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
13	ブルトニウム精製設備の逆抽出塔での還元剤濃度の低下	ブルトニウム精製設備のブルトニウム洗浄器第4段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
14	ブルトニウム精製設備の逆抽出塔、ブルトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇	ブルトニウム精製設備のブルトニウム洗浄器第4段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路
15	ブルトニウム精製設備の逆抽出塔でのパルセーションガスの供給低下	ブルトニウム精製設備のブルトニウム洗浄器第4段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発する系統を2系統設け、運転員が工程を停止する。	○	分離施設のブルトニウム洗浄器中性子計数率高による工程停止回路

参考資料－1 運転時の異常な過渡変化における安全保護回路の選定

事象分類（6）：放射性物質の洗浄機能の低下

No.	下記の濃縮缶等の凝縮器での冷却能力の低下による 廃ガス中蒸気量の増大に係る事象 分配設備のウラン濃縮缶の凝縮器	拡大防止対策	安全上重要な施設のインタ ーロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1		冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶（又は精留塔）への加熱蒸気の供給を停止する。 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶（又は精留塔）内の圧力高により、警報を発するとともに濃縮缶（又は精留塔）の加熱を自動停止する。	－	－
2		ウラン精製設備のウラン濃縮缶の凝縮器 冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶（又は精留塔）への加熱蒸気の供給を停止する。 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶（又は精留塔）内の圧力高により、警報を発するとともに濃縮缶（又は精留塔）の加熱を自動停止する。	－	－
3		アルコーム精製設備のプルトニウム濃縮缶の凝縮器 冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶（又は精留塔）への加熱蒸気の供給を停止する。 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶（又は精留塔）内の圧力高により、警報を発するとともに濃縮缶（又は精留塔）の加熱を自動停止する。	－	－
4		酸回収設備の第1酸回収系の精留塔の凝縮器 冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶（又は精留塔）への加熱蒸気の供給を停止する。 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶（又は精留塔）内の圧力高により、警報を発するとともに濃縮缶（又は精留塔）の加熱を自動停止する。	－	－
5		酸回収設備の第2酸回収系の精留塔の凝縮器 冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶（又は精留塔）への加熱蒸気の供給を停止する。 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶（又は精留塔）内の圧力高により、警報を発するとともに濃縮缶（又は精留塔）の加熱を自動停止する。	－	－
6		高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の 高レベル廃液濃縮缶凝縮器 冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶への加熱蒸気の供給を停止する。 高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下による凝縮器排気側出口温度高により、警報を発するとともに濃縮缶への加熱蒸気及び蒸気発生器への一次蒸気の供給を自動停止する。	○	液体廃棄物の廃棄施設の 高レベル廃液濃縮缶凝縮 器排気出口温度高による 加熱停止回路
7		高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の アルカリ廃液濃縮缶凝縮器 冷却水の流量低又は温度高により警報を発し、運転員が濃縮缶への加熱蒸気の供給を停止する。 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶内の圧力高により、警報を発するとともに濃縮缶の加熱を自動停止する。	－	－

参考資料一 2 設計基準事故における安全保護回路の選定

事象分類 (1) : 火災

No.	火災	影響緩和対策	安全上重要な施設のインテックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	分離設備のセル内での有機溶媒火災	分離建屋給気系には、建屋給気閉止ダンパを設置し、外部電源が喪失した時に閉止する設計とする。	○	気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路 (分離建屋)
2	分配設備のセル内での有機溶媒火災	分離建屋給気系には、建屋給気閉止ダンパを設置し、外部電源が喪失した時に閉止する設計とする。	○	
3	分離建屋一時貯留処理設備のセル内での有機溶媒火災	分離建屋給気系には、建屋給気閉止ダンパを設置し、外部電源が喪失した時に閉止する設計とする。	○	
4	ブルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災	精製建屋給気系には、建屋給気閉止ダンパを設置し、外部電源が喪失した時に閉止する設計とする。	○	気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路 (精製建屋)
5	精製建屋一時貯留処理設備のセル内での有機溶媒火災	精製建屋給気系には、建屋給気閉止ダンパを設置し、外部電源が喪失した時に閉止する設計とする。	○	

参考資料一 2 設計基準事故における安全保護回路の選定

事象分類 (2) : 爆発

No.	爆発	影響緩和対策	安全上重要な施設のインタロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶での TBP 等の錯体の急激な分解反応	TBP 等の錯体の急激な分解反応により発生する放射性物質を含む気体は、プルトニウム濃縮缶に接続する塔槽類残ガス処理設備により放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。 プルトニウム濃縮缶をセル内に収納し、仮に放射性物質がセル内に漏えいしたとしても放射性物質をセル内に閉じ込めるとともに、放射性物質を含む気体は、精製建屋換気設備のセルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。	—	—

事象分類 (3) : 臨界

No.	臨界	影響緩和対策	安全上重要な施設のインタロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	溶解設備の溶解槽における臨界	臨界の影響を緩和するため安全保護回路である可溶性中性子吸収材緊急供給回路を設置し、その回路の「放射線レベル高」(信号で警報を発するとともに、可溶性中性子吸収材緊急供給系により自動的に可溶性中性子吸収材を溶解槽に注入する。また、同信号はせん断停止系にも送られ、自動的にせん断機を停止する設計とする。可溶性中性子吸収材緊急供給回路及び可溶性中性子緊急供給系の供給弁は二重化する。	○	溶解施設の溶解槽の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断処理施設のせん断機のせん断停止回路

参考資料－２ 設計基準事故における安全保護回路の選定

事象分類（４）：漏えい（配管からの漏えい）

No.	漏えい（配管からセルへの漏えい）	影響緩和対策	安全上重要な施設のインタ ーロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	溶解設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
2	清澄・計量設備の清澄設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
3	清澄・計量設備の計量設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
4	分離設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
5	分配設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
6	分離建屋一時貯留処理設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
7	ブルトニウム精製設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
8	精製建屋一時貯留処理設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
9	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の溶液系の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
10	液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
11	液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－
12	固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備での高レベル廃液の配管からセルへの漏えい	セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、漏えい検知装置を多重化する。	－	－

参考資料一 2 設計基準事故における安全保護回路の選定

事象分類 (5) : 漏えい (溶融ガラスの漏えい)

No.	溶融ガラスの漏えい	影響緩和対策	安全上重要な施設のインテ ーロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えい	パレット上への戻流下の場合にも、流下したガラスの質量が固化ガラス1本分に達すると、ガラス流下停止系で自動的に流下が停止する。	○	安全保護回路として選定 固体廃棄物の廃棄施設の 固化セル移送台上の質 量高によるガラス流下停 止回路

事象分類 (6) : 使用済燃料集合体等の破損

No.	使用済燃料集合体等の破損	影響緩和対策	安全上重要な施設のインテ ーロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下	使用済燃料集合体から水中に放出された後、燃料の受入れエリアの空气中に放出される放射性物質は、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋排気系を経て北換気筒から放出する設計とする。	—	—
2	燃料供給設備での使用済燃料集合体落下	使用済燃料集合体から燃料供給セルに放出される放射性物質は、前処理建屋換気設備のセルからの排気系で放射性物質を除去し、主排気筒から放出する設計とする。	—	—

事象分類 (7) : 短時間の全交流電源の喪失

No.	短時間の全交流動力電源の喪失	影響緩和対策	安全上重要な施設のインテ ーロックを期待する事象	安全保護回路として選定
1	短時間の全交流動力電源の喪失	固化セルの負圧が低下した場合には、圧力計にて検知し、固化セルの給気系に設けた固化セル隔離ダンパを自動的に閉止し、固化セルから建屋への逆流を防止する。固化セル隔離ダンパについては、単一故障を仮定しても機能喪失することのない設計とする。	○	安全保護回路として選定 気体廃棄物の廃棄施設の 固化セル圧力高による固 化セル隔離ダンパの閉止 回路

補足説明資料 3-1

安全保護回路に変更を施している場合の基準適合性

別紙3のとおり、安全保護回路の選定を行い既許可申請書の安全保護系3回路に加え、新たに気体廃棄物の廃棄施設の外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（精製建屋）等の12回路を選定した。

このうち、以下の2回路については、落雷事象に対する設備の信頼性向上対策工事を実施する。

- ①脱硝施設の焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
- ②脱硝施設の還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路

(1) 脱硝施設の焙焼炉・還元炉安全保護回路の信頼性向上対策工事について

a. 目的

規則第9条外部からの衝撃による損傷の防止のうち、落雷に係る設計において、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時に期待している安重インターロックについて、落雷による多重故障が発生した場合の運転停止操作への影響を確認した結果、当該回路について安全性向上対策の必要性が確認されたため当該回路の改造工事を実施する。（参考1）

b. 改造工事の内容について

落雷により、万一、保安器およびアイソレータが損傷した場合に運転時の異常な過渡変化へ進展（焙焼炉及び還元炉の過加熱）する可能性が考えられることから、アイソレータの故障を検知し、これによりヒータの電源を遮断する機能を追加する。

c. 安全保護回路への影響について

本改造工事が安全保護回路に影響を与えないことを表-1に示す。

表-1 焙焼炉・還元炉加熱停止回路改造工事による安全保護回路への影響

<p>事業指定基準規則 第19条（安全保護回路）</p>	<p>焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路 還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路 への影響</p>
<p>再処理施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検知し、これらの核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p>	<p>安全性向上対策工事は、落雷によりアイソレータ付変換器が故障した場合に、ヒータの加熱を停止される機能を追加するものであり、従来のインターロックに影響を及ぼすことはないため影響はない。</p>
<p>二 火災、爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたとき、これらを抑制し、又は防止するための設備（前号に規定するものを除く。）の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p>	<p>安全性向上対策工事は、落雷によりアイソレータ付変換器が故障した場合に、ヒータの加熱を停止される機能を追加するものであり、従来のインターロックに影響を及ぼすことはないため影響はない。</p>
<p>三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であって、単一故障が生じる場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないものとする。</p>	<p>当該回路の温度検出器及び信号変換器は計測制御設備と共用しているが、共用部分は安全保護回路として設計しており、計測制御設備の短絡、地絡等が安全保護回路に影響を及ぼすことはない。</p>

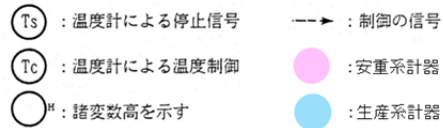
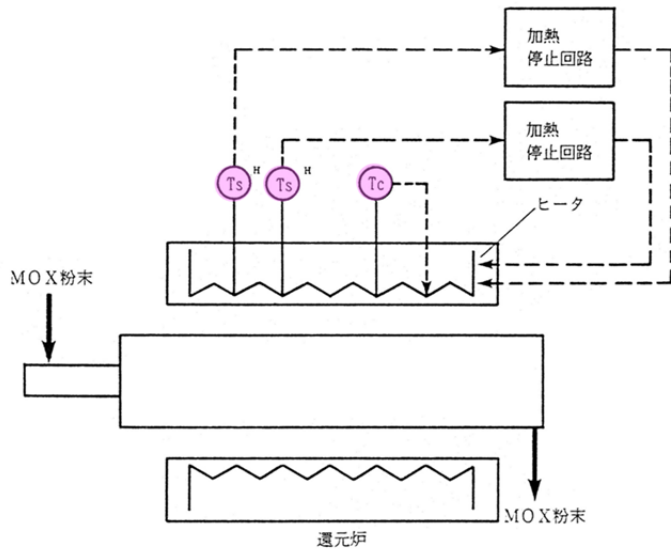
参考 1

脱硝施設の焙焼炉・還元炉安全保護回路の信頼性向上対策工事について

「設備対応が必要なもの」の例

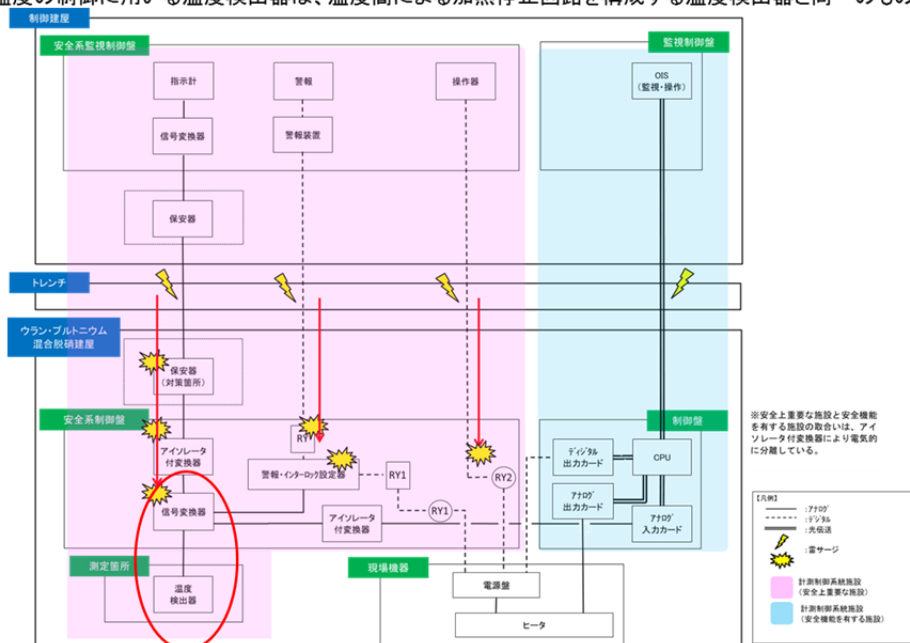
(f) 還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路
 <系統構成>

- 還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路は、還元炉の温度が主要材料の温度制限値を超えないようにするためのものである。
- 温度検出器によりヒータ部の温度高を検知し、加熱を停止する。
- 温度検出器及び加熱を停止する信号を発する回路は多重化している。
- 温度検出器は6個設置されており、そのすべてがダウンスケール側に故障した場合には、ヒータ温度の異常上昇に至る可能性がある。
- なお、焙焼炉もほぼ同様の設計である。



<影響評価>

- 還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路を構成する指示計はアナログ信号取合いであり、保安器により落雷から保護する設計としているが、万一、保安器が保安動作(短絡モード)から断線事象に進展して機能喪失した際には、残留した雷サージのエネルギーがアイソレータ二次側に伝播しアイソレータの故障を招き、その影響でアイソレータ二次側に短絡事象が生じた場合に安重インターロック機能に影響を及ぼす可能性がある。
- 加熱停止回路を構成する温度高警報信号はメタルケーブルで取り合っており、比較的耐電圧は高いが、リレーの耐電圧を超える過電圧が印加されれば故障する可能性がある。
- ヒータ部温度の制御に用いる温度検出器は、温度高による加熱停止回路を構成する温度検出器と同一のものである。



＜時間余裕の評価＞

- ウラン・プルトニウム混合脱硝粉体は、還元炉で約800℃（実際は約■■■■℃）で加熱処理を行っている。
- 温度検出器の故障により、ヒータによる加熱が最大出力となった場合を想定すると、昇温時のトレンドデータから、還元炉の最大昇温速度は約7.7℃/分となる。

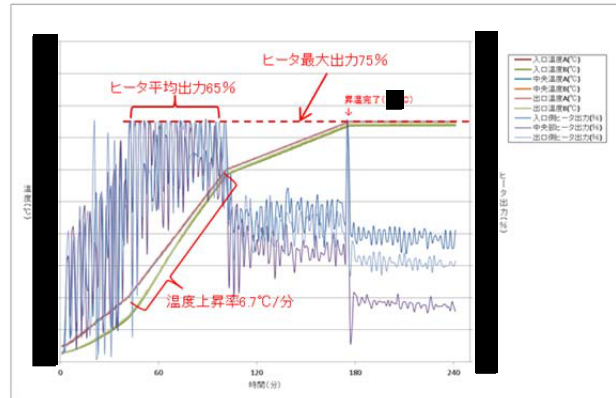
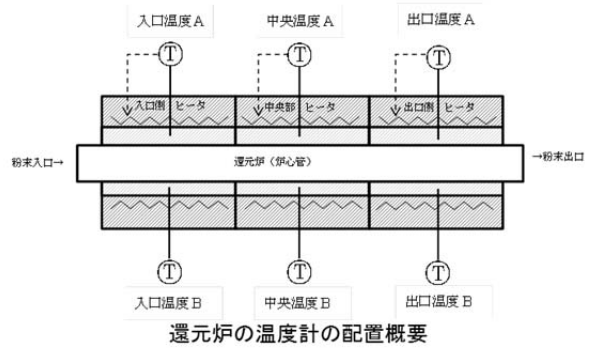
$$\begin{aligned} \text{最大昇温速度} &= \frac{\text{温度上昇率}}{\text{ヒータ平均出力}} \times \text{ヒータ最大出力} \\ &= \frac{6.7}{0.65} \times 0.75 \\ &\cong 7.7 [\text{℃/分}] \end{aligned}$$

- 上記昇温速度を仮定すると、還元炉ヒータ温度は約13分で最高使用温度の899℃※に達する。

$$\begin{aligned} \text{時間余裕} &= \frac{\text{最高使用温度} - \text{運転温度}}{\text{最大昇温速度}} \\ &= \frac{899 - 800}{7.7} \\ &\cong 13 [\text{分}] \end{aligned}$$

- 還元炉ヒータ部温度高の加熱停止回路は、機能喪失によって運転時の異常な過渡変化に進展する可能性があり、その時間余裕は約13分である。

⇒落雷によって運転時の異常な過渡変化への進展が考えられるため、当該安重インターロックの機能喪失を検知して自動的に加熱を停止できる設計とする。



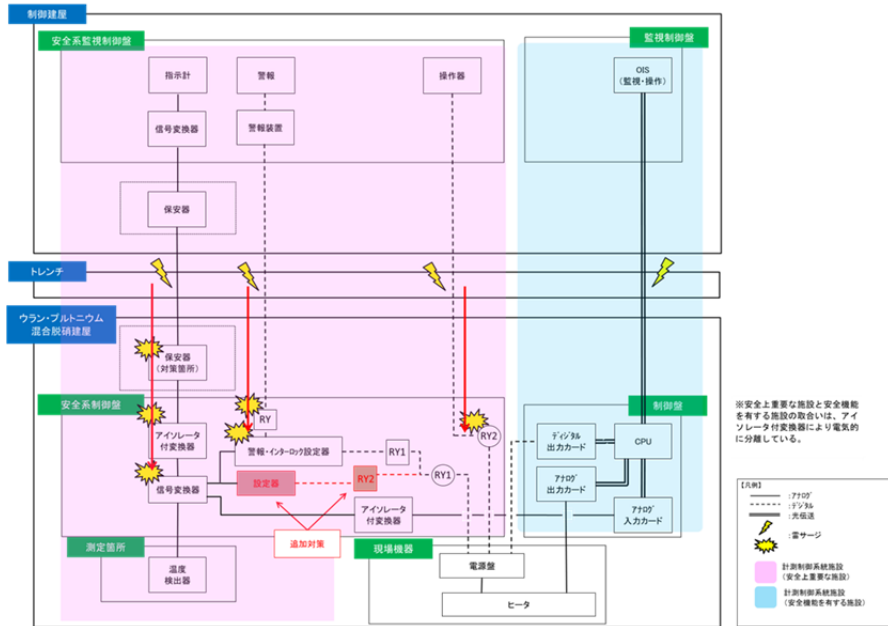
※最高使用温度899℃・・・ASME規格に許容応力値が記載されている温度範囲の最大値

還元炉昇温時のトレンドデータ

については商業機密の観点から公開できません。

＜還元炉ヒータ部温度高による加熱停止回路の改造案＞

- 雷サージにより保安器の雷インパルス絶縁耐力を超える過電圧が印加され、保安器の下流に設置するアイソレータ付変換器及び信号変換器まで故障範囲が及んだ場合には、警報・インターロックの機能が喪失する。
- したがって、保安器の下流に設置するアイソレータ付変換器の故障を検知することにより、ヒータの電源をしゃ断する設計とする。⇒事象の進展に至ることはない。
- 焙焼炉ヒータ部温度高による加熱停止回路に対しても同様の改造を行う。



※安全上重要な施設と安全機能を有する施設の取合いは、アイソレータ付変換器により電氣的に分離している。

