

温度計の方式更新について

1. はじめに・行政相談事項

保守・保全活動により、インターロックの検出端となる温度計を更新しようと考えている。具体的には、コールドトラップ(小)における、温度高インターロックの検出端となる温度計(補修中)の更新を考えているが、単なる更新ではなく、温度測定精度向上を目的として、既存の熱電対式から同等以上の性能を持つ、測温抵抗体式にしたいと考えている。当該の温度計更新における設工認申請要否について、弊社の理解が誤りない事を行政相談にて確認したい。

2. 温度計の方式更新に対する弊社理解

当該温度計が含まれる既設工認申請書の抜粋を巻末に添付する。このうち当該温度計が関連する技術基準の要求事項とそれに対する設計仕様を表1に示す。(令和2年8月5日付け原規規発第2008051号、令和3年2月25日付け原規規発第2102254号にて認可を受けた設工認申請書より)

既設工認申請書において、設備機器の仕様表にはインターロックの検出端として「温度計」との記載があるが、温度計の方式は明記していない。これは温度を検知してインターロックが作動することが安全機能であり、温度計の方式自体は安全機能を期待するものではないとの理解による。

今回の更新ではインターロックの検出端である温度計の方式更新を計画しており、インターロックの構成に変更はない。また、この方式更新も既存の熱電対式から同等以上の性能を持つ測温抵抗体式に更新するものであり、温度を検知する役割に変更はないことから、技術基準の要求事項に対する設計仕様(設工認に示す仕様)の変更にはあたらないと考える。なお、設工認申請書の一部には「温度計(熱電対)」のように括弧書きで温度計方式の記載があるが、これは温度計測方式を参考までに示しているものであり、当該の更新による設工認申請は不要であると理解している。

表1 コールドトラップ(小){17}の温度計に関する要求事項と仕様

| 技術基準の要求事項 | 事業許可の要求事項 | 設工認における仕様 |
|-----------------------------|--|--|
| 第十条(閉じ込めの機能) 第十八条(警報設備等) | UF ₆ を加熱して取り扱う設備・機器は、圧力異常/温度異常を検知した場合は、自動的にUF ₆ の供給を停止し、警報を発するとともに加熱を停止する設計とする。(4-3) 設備・機器の過加熱を防止する設計(可燃性ガスを取り扱う設備・機器以外)(4-33) | [10.1-設6][18.2-設2] 過加熱を防止するため、{18}コールドトラップ(小)温度高インターロックを設置する。 |
| 第十条(閉じ込めの機能) 第十八条(警報設備等) | UF ₆ を冷却して捕集する設備・機器では、冷却不足によりUF ₆ ガスを固化できないことによるUF ₆ ガスの漏えいを防止するため、冷却不足を検知した場合に真空配管系統の弁を自動閉止するインターロック機構を設置する設計とする。(4-5) | [10.1-設11][18.2-設8] {20}コールドトラップ(小)捕集中の温度高インターロックを設置する。 |

{ }内の数値は事業許可の安全機能一覧の番号

3. 温度計方式更新計画に伴う対応予定

本計画は安全機能に関する設計仕様に変更はないため、温度計を更新する工事を実施の上、使用前事業者検査(=この温度計をトリガーとするインターロック動作が設工認申請内容通りに作動することを確認)を実施し、安全機能に影響が無い事を確認する予定である。

4. (ご参考)熱電対と測温抵抗体の測定原理

○熱電対

2種類の異なる金属間の温度差に応じて、電圧が発生し、電流が流れる「ゼーベック効果」を利用し、温度を導出するもの。

○測温抵抗体

測温抵抗体の抵抗素子の抵抗値は温度の変化により、一定の割合で変化する。

抵抗素子に一定の電流を流し、測定器で抵抗素子の両端の電圧を測定し、オームの法則 $E=IR$ から抵抗値を算出し、温度を導出するもの。

一般的に、測温抵抗体は高精度に温度を測定する場合に使用され、極低温を測定できるが、高温測定には不向きなセンサーと言われている。環境の温度測定には測温抵抗体、工業炉の温度測定には熱電対というように使い分けることが望ましいとしている。

コールドトラップ(小)で、現在使用している熱電対及び更新の対象としている測温抵抗体の、インターロック設定値におけるセンサー精度を以下に示す。

●熱電対のセンサー精度 (JISC1602:2015 K 熱電対クラス 2)

(-40°C以上 333°C未満) ± 2.5 [°C]

(333°C以上 1200°C未満) $\pm 0.0075 \times |t|$ [°C]

●測温抵抗体のセンサー精度 (JISC1604:2013 Pt100 測温抵抗体クラス B)

$\pm (0.3 + 0.005 \times |t|)$ [°C]

表 1 に示した、コールドトラップ (小) のインターロック制限値は 134°C と -15°C である。

134°C と -15°C における熱電対と測温抵抗体のセンサー精度を以下に示す。いずれのケースでも熱電対より測温抵抗体の方が、より高い精度での測定が可能であることから、当該のインターロック検出端に測温抵抗体を温度計として用いても問題ないと考える。なおインターロックの設定温度はセンサー精度を考慮し設定している。

<134°C のケース>

熱電対 : ± 2.5 [°C]

測温抵抗体 : ± 0.97 [°C]

<-15°C のケース>

熱電対 : ± 2.5 [°C]

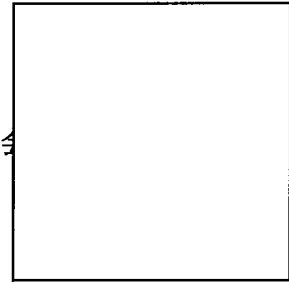
測温抵抗体 : ± 0.375 [°C]

参考資料 設工認関連部分抜粋

原規発第 2008051 号
令和 2 年 8 月 5 日

三菱原子燃料株式会社
代表取締役社長 梅田 賢治 殿

原子力規制委員会



加工施設に関する設計及び工事の計画の認可について

令和 2 年 1 月 21 日付け三原燃第 19-0664 号(令和 2 年 4 月 6 日付け三原燃第 20-0001 号、令和 2 年 5 月 29 日付け三原燃第 20-0123 号、令和 2 年 7 月 13 日付け三原燃第 20-0240 号、令和 2 年 7 月 27 日付け三原燃第 20-0256 号及び令和 2 年 7 月 30 日付け三原燃第 20-0273 号をもって一部補正)をもって申請のあった下記の事業所に係る標記の件については、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和 32 年法律第 166 号)第 16 条の 2 第 1 項の規定に基づき、認可します。

記

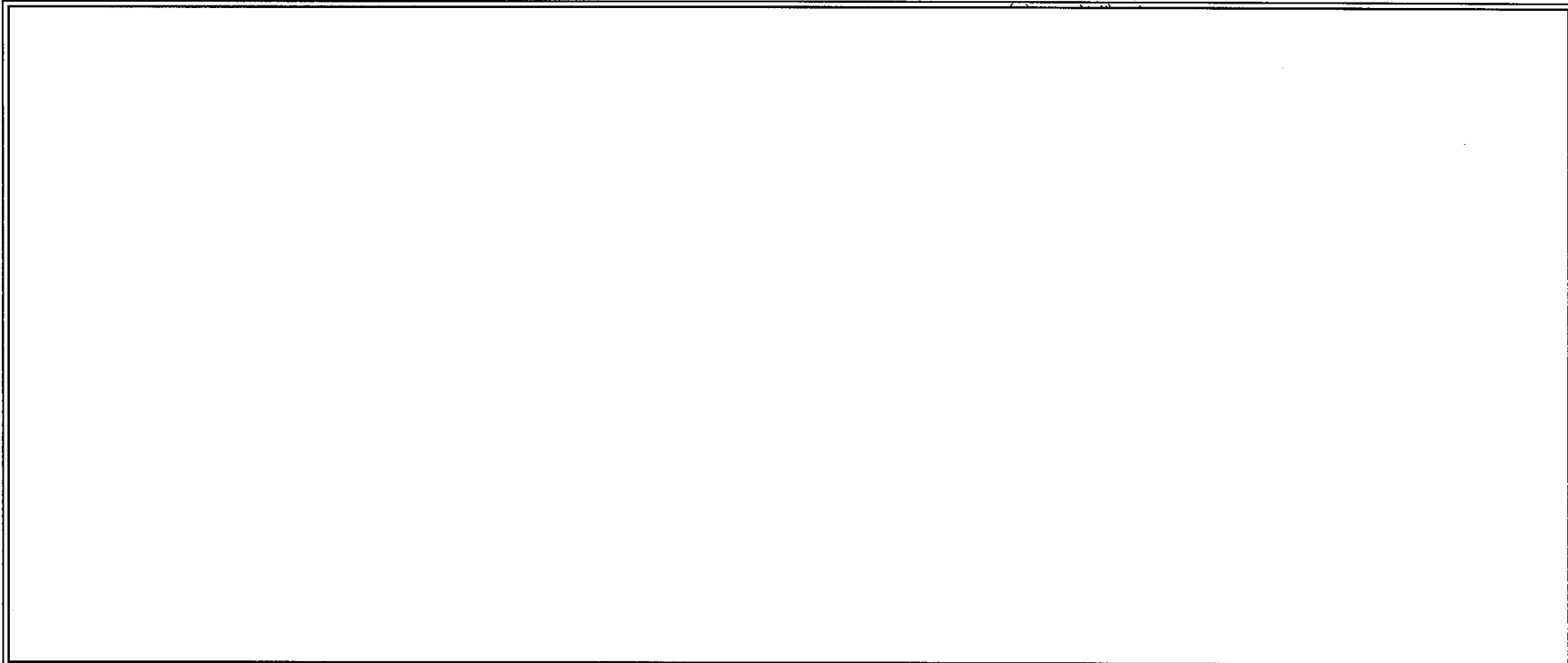
三菱原子燃料株式会社

別表イ設-5 コールドトラップ (小) 材料一覧 (2/2)

| 機器名 | 部位 | 部位名 | 材料 |
|--------------------------|-----|---------------------------|----|
| コールドトラップ (小) (1), (2) | その他 | 温度計 (検知部) オイルパン 遮熱板 | |

事業許可との対応：{17}、{18}、{19}、{20}

温度計方式の記載は
していない。



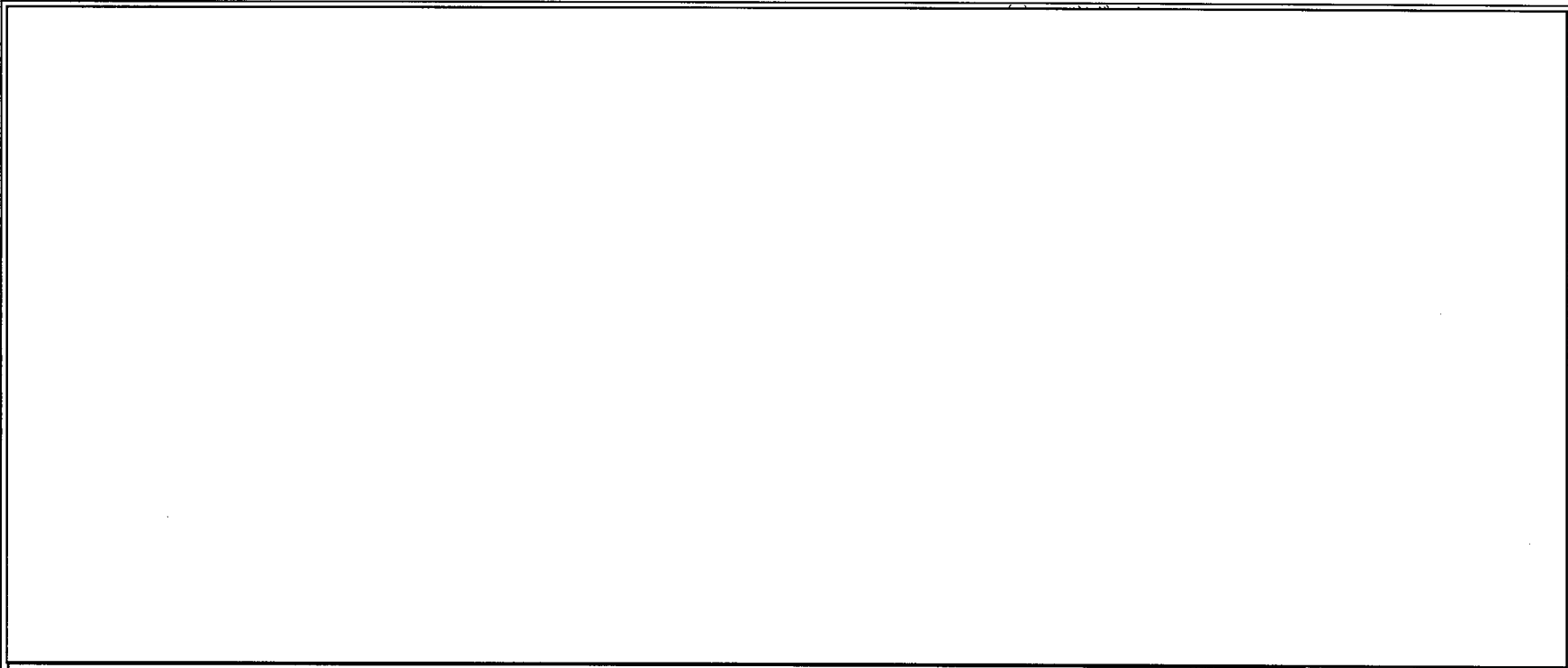
- 凡例
- :弁
 - :逆止弁
 - :安全弁
 - :ポンプ
 - :フィルタ
 - :圧力計
 - :液位計
 - :温度計
- *1 :
- *2 : コールドトラップ=CTと表現
- *3 : 配管断面積 以下
- *4 : 耐震重要度分類第3類
- (赤/青/緑線): 今回申請配管
(太線はUF₆を正圧で取り扱う範囲)
 - 色の区分は配管の系統範囲を示す
 - : インターロック信号線
 - : 設工認申請対象外
 - : 防護カバー
 - : フードボックス
 - : 次回以降申請範囲

[Redacted area]

| | | |
|----|------------------------------|-------------|
| 名称 | UF ₆ 蒸発・加水分解設備系統図 | |
| 図番 | 図イ系-1(2/4) | 工場棟 転換工場 |

温度計方式の記載はしていない。

注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請
本系統図は第1系列分の系統構成を表記



- 凡例
- : 弁
 - : 逆止弁
 - : 安全弁
 - : ポンプ
 - : フィルタ
 - : 圧力計
 - : 液位計
 - : 温度計
- *1: : コールドトラップ=CTと表現
- *2: コールドトラップ=CTと表現
- *3: 配管断面積 以下
- *4: 耐震重要度分類第3類
- (赤/青/緑線): 今回申請配管
(太線はUF₆を正圧で取り扱う範囲)
 - 色の区分は配管の系統範囲を示す
 - : インターロック信号線
 - : 設工認申請対象外
 - : 防護カバー
 - : フードボックス
 - : 次回以降申請範囲

注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請

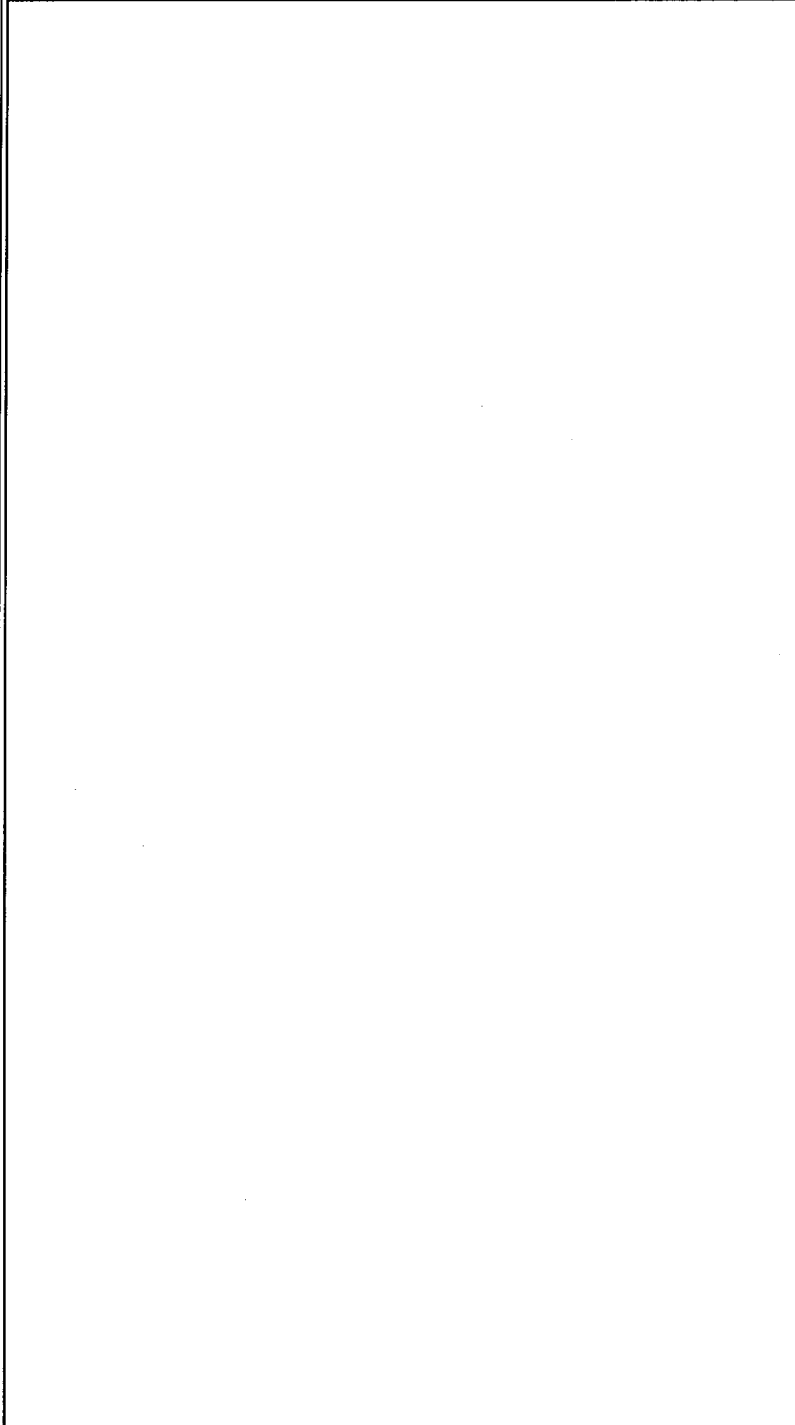
| | | |
|----|------------------------------|-------------|
| 名称 | UF ₆ 蒸発・加水分解設備系統図 | |
| 図番 | 図イ系-1(3/4) | 工場棟 転換工場 |

温度計方式の記載はしていない。

本系統図は第2系列分の系統構成を表記

| No. | 安全機能を有する施設名称 | 基数 |
|------|---------------------------|------|
| {17} | コールドトラップ(小) | 2 |
| {18} | コールドトラップ(小)温度高インターロック | - *5 |
| {19} | コールドトラップ(小)圧力高インターロック | - *5 |
| {20} | コールドトラップ(小)捕集中の温度高インターロック | - *5 |

□内は、耐震計算書の部位名称を示す
 ()内は、耐圧強度計算に用いる値を示す



- *1 : 耐腐食性材料 (□)
- *2 : 第1種圧力容器としての耐圧計算上の必要肉厚□mm以上
- *3 : 第1種圧力容器としての耐圧計算上の必要肉厚□mm以上
- *4 : 第1種圧力容器としての耐圧計算上の必要肉厚□mm以上
- *5 : インターロックの基数についてはインターロック系統図(図イ制-9, 10, 11)参照

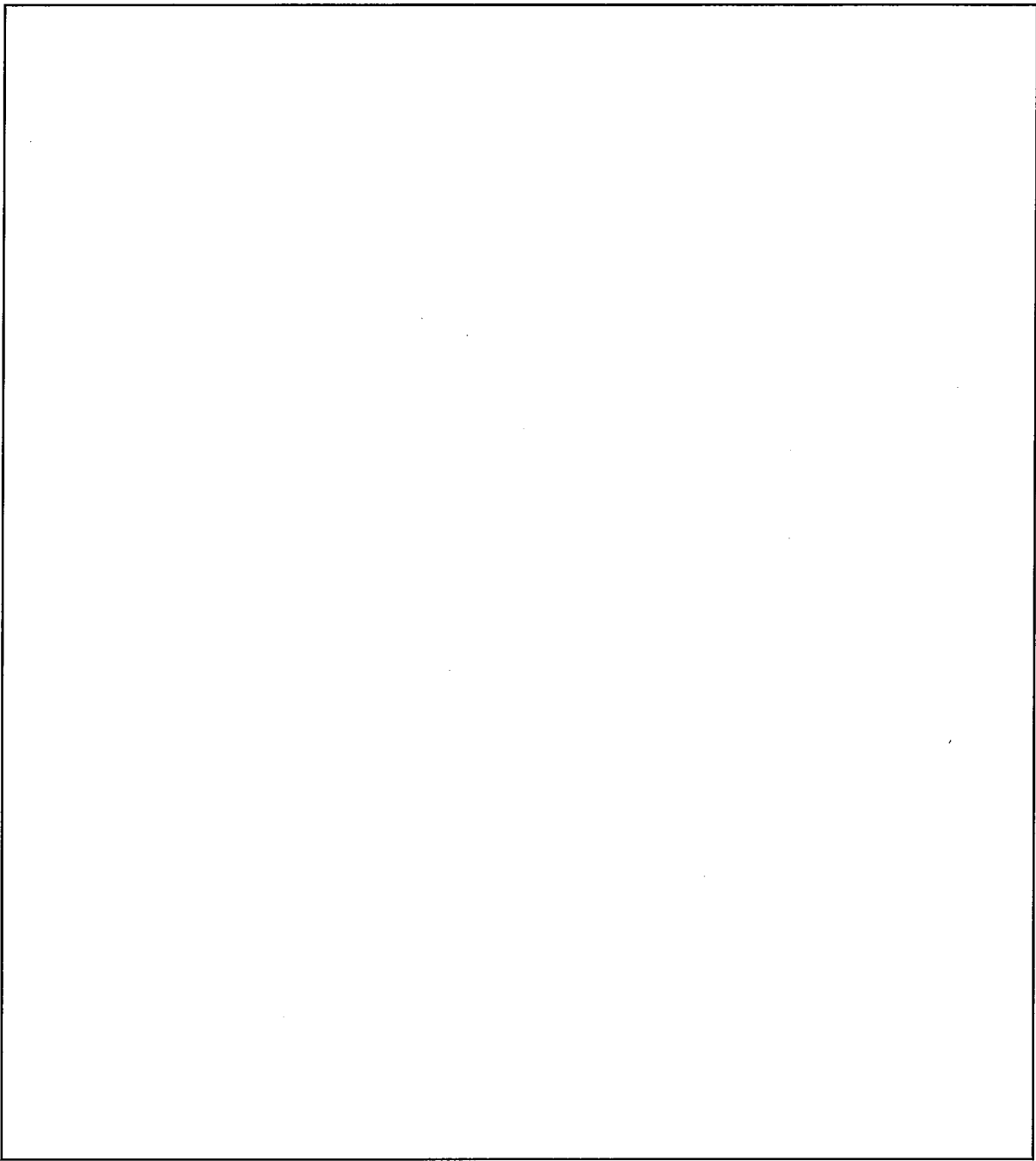
▨ : ウランが滞留する部分
 ← : 申請機器の配管系統

| | | |
|----|---------------------------|-------------|
| 名称 | UF ₆ 蒸発・加水分解設備 | |
| | コールドトラップ(小) (1) (2) | |
| 図番 | 図イ設-5(1/2) | 工場棟 転換工場 |

注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請

単位 : mm

内は、耐震計算書の部位名称を示す



温度計方式の記載あり。

*6 : 配管 耐腐食性材料 ()

*7 : 配管断面積 () m²

(φ () mm相当) 以下

*8 : 温度計 (熱電対)

*9 : 入力計 (隔膜式)

*10 : 容積 2.5L以上

*11 : 火災説明図 (図イ設-17参照)

☐ : ウランが滞留する部分

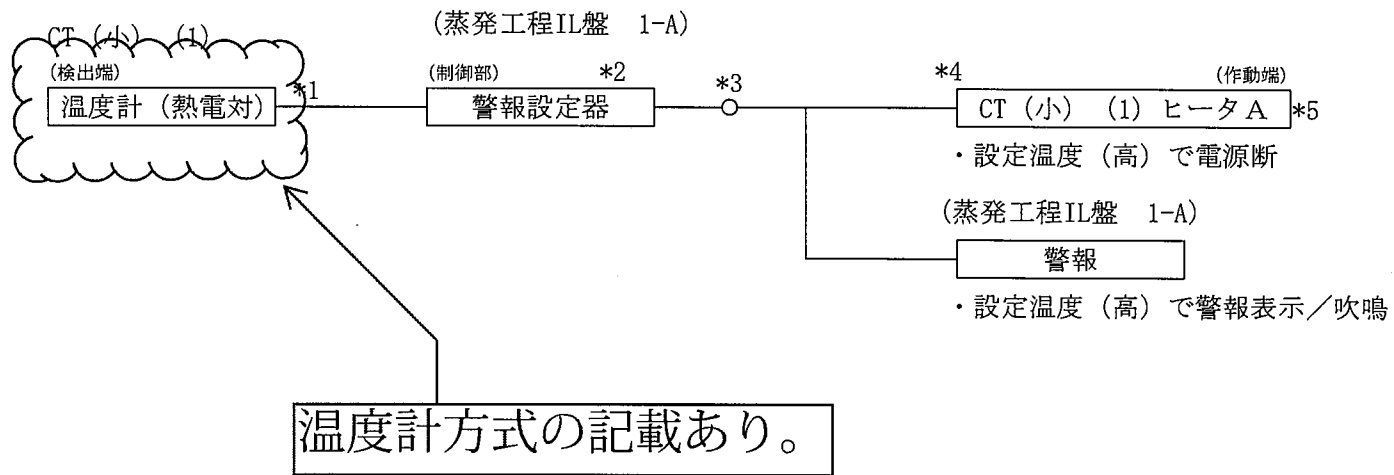
▨ : 潤滑油を有する部位

← : 申請機器の配管系統

単位 : mm

| | | |
|----|--|-------------|
| 名称 | UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ(小)(1)(2) | |
| 図番 | 図イ設-5(2/2) | 工場棟 転換工場 |

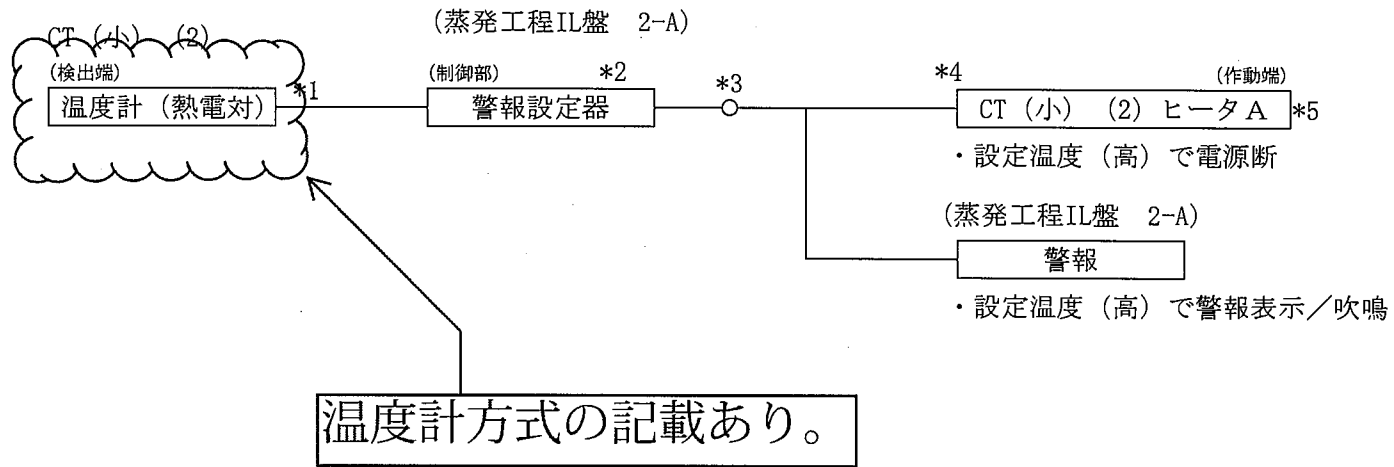
| No. | 安全機能を有する施設名称 | 基数 |
|------|-------------------------|----|
| {18} | コールドトラップ (小) 温度高インターロック | 2式 |



- *1 : シールド付ケーブル
- *2 : 電源ラインに避雷器を設置
- *3 : メカニカルリレー
- *4 : コールドトラップ=CTと表現
- *5 : 電源喪失で加熱停止

注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請

| | | |
|----|----------------------------|-------------|
| 名 | UF ₂ 蒸発・加水分解設備 | |
| 称 | コールドトラップ (小) 温度高インターロック系統図 | |
| 図番 | 図イ制-9(1/2) | 工場棟 転換工場 |

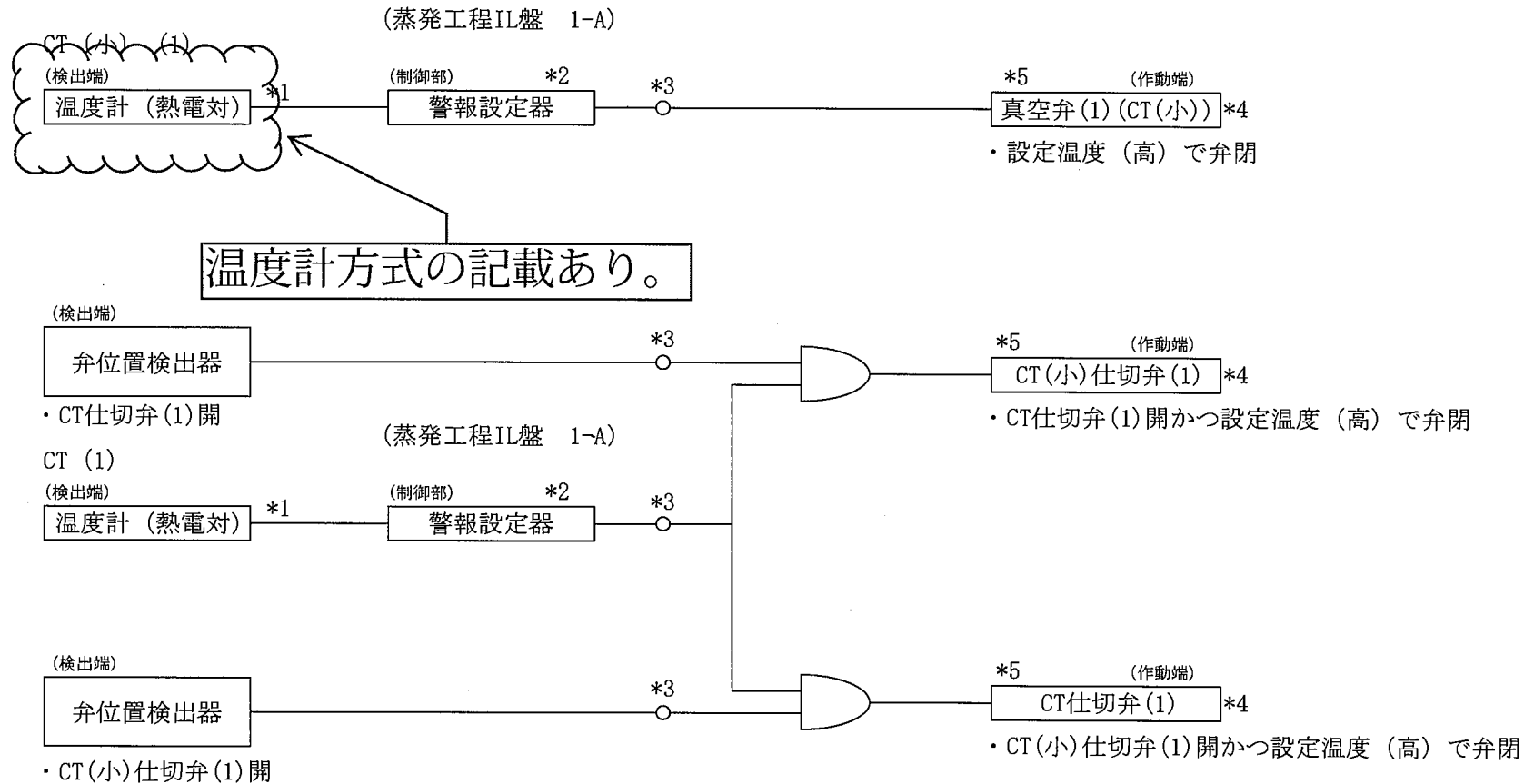


- *1 : シールド付ケーブル
- *2 : 電源ラインに避雷器を設置
- *3 : メカニカルリレー
- *4 : コールドトラップ=CTと表現
- *5 : 電源喪失で加熱停止

注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請

| | | |
|----|----------------------------|-------------|
| 名 | UF ₂ 蒸発・加水分解設備 | |
| 称 | コールドトラップ (小) 温度高インターロック系統図 | |
| 図番 | 図イ制-9(2/2) | 工場棟 転換工場 |

| No. | 安全機能を有する施設名称 | 基数 |
|------|-----------------------------|----|
| {20} | コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロック | 2式 |



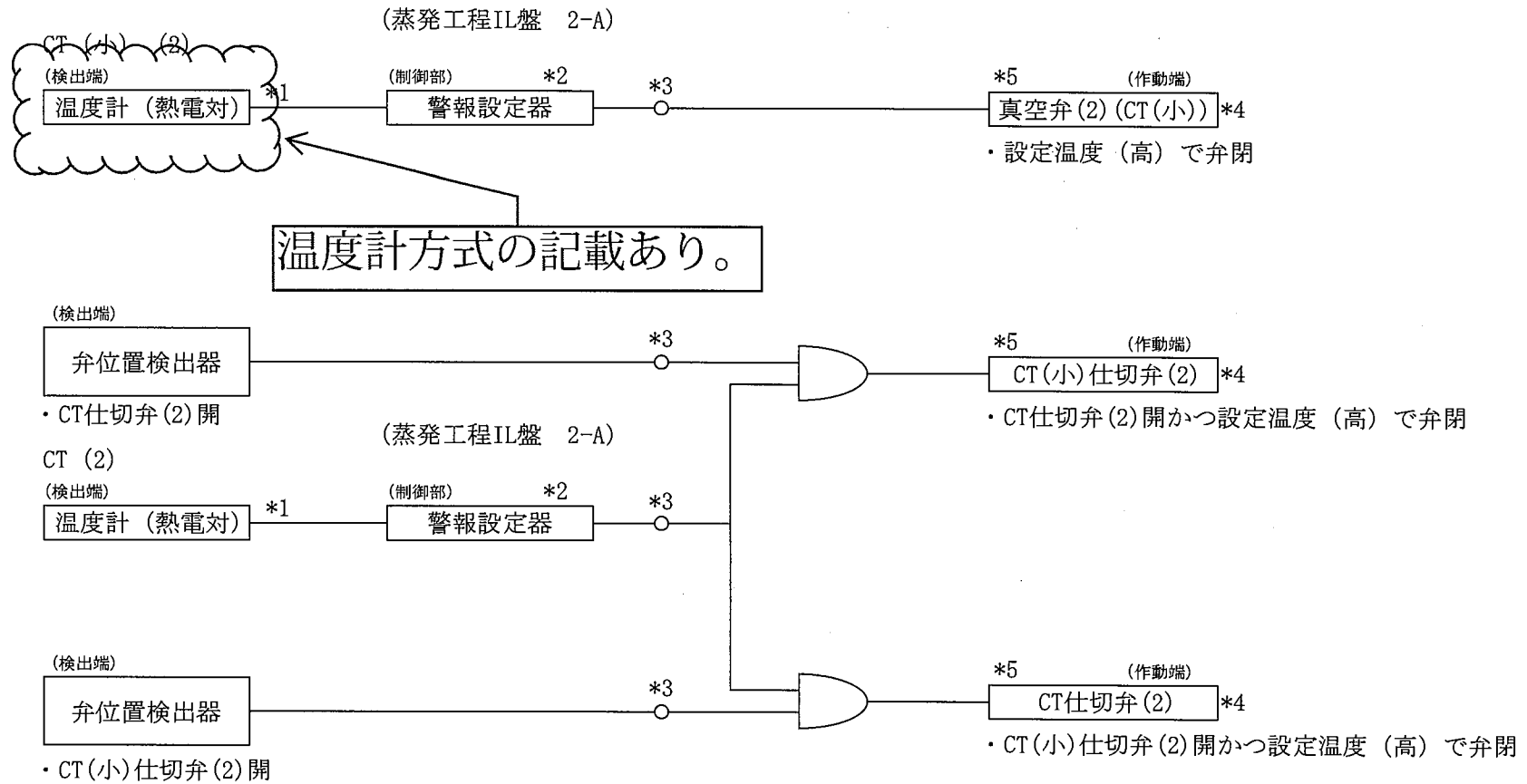
凡例

▷ ANDゲート

- *1: シールド付ケーブル
- *2: 電源ラインに避雷器を設置
- *3: メカニカルリレー
- *4: 弁駆動用エア、電源喪失で弁閉
- *5: コールドトラップ=CTと表現

注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請

| | | |
|----|--------------------------------|-------------|
| 名 | UF ₆ 蒸発・加水分解設備 | |
| 称 | コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロック系統図 | |
| 図番 | 図イ制-11 (1/2) | 工場棟 転換工場 |



凡例

▷ ANDゲート

- *1: シールド付ケーブル
- *2: 電源ラインに避雷器を設置
- *3: メカニカルリレー
- *4: 弁駆動用エア、電源喪失で弁閉
- *5: コールドトラップ=CTと表現

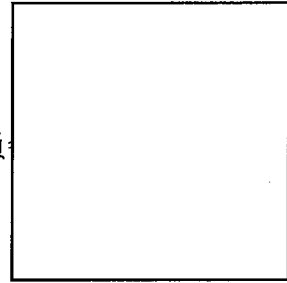
注) 機能・性能に係る事項は次回以降申請

| | | |
|----|--------------------------------|-------------|
| 名 | UF蒸発・加水分解設備 | |
| 称 | コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロック系統図 | |
| 図番 | 図イ制-11 (2/2) | 工場棟 転換工場 |

原規規発第 2102254 号
令和 3 年 2 月 2 5 日

三菱原子燃料株式会社
代表取締役社長 梅田 賢治 殿

原子力規制委員



加工施設に関する設計及び工事の計画の認可について

令和 2 年 8 月 3 日付け三原燃第 20-0274 号(令和 2 年 10 月 30 日付け三原燃第 20-0491 号、令和 3 年 1 月 8 日付け三原燃第 20-0605 号、令和 3 年 2 月 4 日付け三原燃第 20-0649 号及び令和 3 年 2 月 15 日付け三原燃第 20-0695 号をもって一部補正)をもって申請のあった下記の事業所に係る標記の件については、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和 32 年法律第 166 号)第 16 条の 2 第 1 項の規定に基づき、認可します。

記

三菱原子燃料株式会社

追表イ設-5 (5次) コールドトラップ (小) 仕様表 (1/3)

| | | |
|----------------|--|--|
| 事業許可との対応 | 許可番号 (日付) | 原規規発第 1711011 号 (平成 29 年 11 月 1 日付) |
| | 設備・機器名称 | {17} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ (小) {18} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ (小) 温度高インターロック {19} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ (小) 圧力高インターロック {20} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロック |
| 設置場所 | (1) 工場棟 転換工場 原料倉庫 (2) 工場棟 転換工場 原料倉庫 *インターロック制御盤 ({18} {19} {20})は、工場棟 転換工場 転換加工室に設置 {18} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ(小)温度高インターロック {19} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ(小)圧力高インターロック {20} UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ(小)捕集中の温度高インターロック | |
| 機器名 | UF ₆ 蒸発・加水分解設備 コールドトラップ (小) (1) コールドトラップ (小) (1) (2) コールドトラップ (小) (2) | |
| 変更内容 | (1) 改造 ・ 原料倉庫へ移設する ・ 閉じ込め性強化のため、インターロック機構の検出端・作動端を改造する* ・ 機器の原料倉庫集約配置に伴い、配管を引き直す ・ ポンプを更新する ・ 真空ポンプにオイルパン及び遮熱板を設置する (2) 改造 ・ 原料倉庫へ移設する ・ 閉じ込め性強化のため、インターロック機構の検出端・作動端を改造する* ・ 機器の原料倉庫集約配置に伴い、配管を引き直す ・ ポンプを更新する ・ 真空ポンプにオイルパン及び遮熱板を設置する *主な改造点： ・ コールドトラップ (小) 温度高インターロック、コールドトラップ (小) 圧力高インターロック、コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロックを新設する。 | |
| 員数 | 2 基 (1) 1 基 (2) 1 基 | |
| 一般仕様 | 型式 | 円筒縦型 |
| | 主要な構造材 | 別表イ設-5【三原燃 第20-0273号】 |
| | 寸法 (単位: mm) | (1) <input type="text"/> (2) <input type="text"/> |
| | その他の構成機器 | UF ₆ 配管系統、真空配管系統 (ポンプ含む)、窒素ガス配管系統、温度計、圧力計、UF ₆ 遮断弁 (CT (小))、CT (小) 仕切弁、真空弁、ケミカルトラップ、CT (小) ヒータ 弁位置検出器 (CT (小) 仕切弁) |
| | その他の性能 | 最高使用温度: 150℃、最低使用温度: -30℃ 最高使用圧力: 0.98MPaG、最低使用圧力: -0.1013MPaG ポンプ性能 (真空度) : ≤0.67Pa |
| 技術基準に基づく設計 (注) | 取扱う核燃料物質の状態 | UF ₆ ガス |
| | 核燃料物質の臨界防止 | {17} 温度計方式の記載はしていない。 [4.1-設 濃縮度減速度] <input type="text"/> [4.2-設 1] ウランの使用は、その形状寸法及び位置について立体角法により安全である範囲に制限する (図臨配-2、図臨転-11)。 [4.2-設 6] 工場棟領域に設置する。(他領域との干渉については次回以降申請する) |
| | 安全機能を有する施設の地盤 | [5.1-設 1] 十分な支持性能を有する基礎及び地盤上に建造された工場棟転換工場の土間コンクリートに設置する。インターロック (温度計、圧力計) は耐震強度を有する十分な支持特性を有する設備に設置する。 |
| | 地震による損傷の防止 | [6.1-設 1] 耐震重要度に応じ分類する。 [6.1-設 2] 地震力に耐える強度を有する部材を使用し、ボルトで固定する (配管系を含む)。 [6.1-設 3] インターロックの制御部は耐震重要度分類第3類に分類する。 {17}コールドトラップ (小) ※1 第1類※2 支持脚部材: <input type="text"/> 支持脚アンカーボルト: <input type="text"/> 、 <input type="text"/> (新規) ※1: 耐震評価は機器構造を踏まえて支持脚を対象に実施。 ※2: 真空配管排気弁以降の真空配管系統は第3類とする |

追表イ設-5 (5次) コールドトラップ (小) 仕様表 (2/3)

| | | |
|---------------|-----------------|---|
| 技術基準に基づく設計(注) | 津波による損傷の防止 | — |
| | 外部からの衝撃による損傷の防止 | [8.2-設 1] インターロック回路の信号の受け渡しはメカニカルリレーを使用する。 [8.2-設 2] インターロック回路のうち、アナログ信号ケーブルについてはシールド付ケーブルを使用し、警報設定器の電源には避雷器を設置する。 |
| | 人の不法な侵入等の防止 | — |
| | 閉じ込めの機能 | [10.1-設 6] 過加熱を防止するため、{18}コールドトラップ (小) 温度高インターロックを設置する。 [10.1-設 8] コールドトラップ(小)、UF ₆ 配管、真空配管及び窒素ガス配管は耐腐食性材料を使用する。 [10.1-設 9] UF ₆ を正圧で取り扱う設備・機器は工場棟転換工場原料倉庫に集約設置する。 [10.1-設 10] 地震時のUF ₆ 供給を停止する{6}地震インターロックを設置する(独立二系統)。 [10.1-設 11] {20}コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロックを設置する。 [10.1-設 12] 第1種圧力容器とする。 [10.1-設 13] {9}UF ₆ 漏えい拡大防止 (HF検知) インターロックを設置する。 [10.1-設 15] UF ₆ を取り扱う設備・機器はフードボックス内に設置する。 [10.1-設 18] 防護カバーを設置する。 [10.1-設 34] 過加熱を防止するため、{19}コールドトラップ (小) 圧力高インターロックを設置する。 [10.1-設 38] 気体ウランの逆流を防止するため、窒素ガス配管に逆止弁を設置する。 [10.1-設 45] {6}{621}地震インターロックに連動し、防護カバーフード部給気口およびフードボックス排気口を閉鎖する(独立二系統)。 [10.1-設 55] 使用状態において漏えいのない構造とし、使用条件に耐えうる耐圧強度を有する構造とする。 |
| | 火災等による損傷の防止 | [11.3-設 2] 主要な構造材には不燃性材料を使用する。 [11.3-設 3] 火災によるケーブル損傷で機能を喪失した場合は安全側に動作する。 [11.3-設 4] 真空ポンプにオイルパン及び遮熱板を設置する。 [11.3-設 6] UF ₆ を正圧で取り扱う設備・機器は工場棟転換工場原料倉庫に集約する。 |
| | 溢水による損傷の防止 | [12.1-設 3] ウランが存在する部位への溢水の浸入がないよう堰(蒸発器)を設置する [12.1-設 5] ウランは設備・機器内(フードボックス、容器を含む)で取り扱う。 [12.1-設 7] 被水又は没水による電気火災防止のため、配線用遮断器を設置する。 |
| | 安全避難通路等 | — |
| | 安全機能を有する施設 | [14.1-設 1] 設置場所の通常時及び設計基準事故発生時に想定される温湿度状態、圧力及び放射線環境下において、必要な安全機能(臨界、閉じ込め、遮蔽等)を発揮できる設計とする。 [14.1-設 6] UF ₆ を加圧で取り扱う配管破断によりUF ₆ がフードボックス内へ漏えいした状態を想定しても、他の安全機能に影響を及ぼすことなく、必要な安全機能を発揮できる。(設計基準事故時のUF ₆ 温度:108℃、UF ₆ 圧力:0.407MPaG) [14.1-設 8] UF ₆ ガスを取り扱う配管は、ウラン通過部の断面積を0.0000713m ² (φ9.52mm相当)以下とする。 [14.2-設 1] 検査又は試験及び保守又は修理ができ、作業者の立入が容易な場所に設置する。 |
| | 材料及び構造 | [15.1-設 1] 使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して十分な強度及び耐食性を有する材料を使用する。 [15.1-設 2] 十分な強度及び耐食性を有する構造とする。 [15.1-設 3] 主要な溶接部は、外観に特異な形状や有害な欠陥がなく、適切な強度を有する構造とする。 [15.2-設 1] 耐圧試験により、変形及び漏えいのないことを確認する。 |
| | 搬送設備 | — |
| 核燃料物質の貯蔵施設 | — | |

追表イ設-5 (5次) コールドトラップ (小) 仕様表 (3/3)

| | | |
|----------------|--|---|
| 技術基準に基づく設計 (注) | 警報設備等 | [18.2-設2] 過加熱を防止するため、(18)コールドトラップ (小) 温度高インターロックを設置する。 [18.2-設3] (9)UF ₆ 漏えい拡大防止 (HF検知) インターロックを設置する。 [18.2-設4] 地震時のUF ₆ 供給を停止する(6)地震インターロックを設置する (独立二系統)。 [18.2-設5] (6) (621)地震インターロックに連動し、防護カバーフード部給気口及びフードボックス排気口を閉鎖する。(独立二系統) [18.2-設7] 過加熱を防止するため、(19)コールドトラップ (小) 圧力高インターロックを設置する。 [18.2-設8] (20)コールドトラップ (小) 捕集中の温度高インターロックを設置する。 |
| | 放射線管理施設 | — |
| | 廃棄施設 | — |
| | 核燃料物質等による汚染の防止 | — |
| | 遮蔽 | — |
| | 換気設備 | — |
| | 非常用電源設備 | — |
| | 通信連絡設備 | — |
| その他事業許可で求める仕様 | [99-設1] Sクラスに属する施設に求められる地震力 (1G程度) に対して十分な強度を有するよう、第1類の設備・機器に対しては水平地震力が1.0Gで弾性範囲となる設計とする。 [99-設3] F3竜巻による建物の屋根損傷を考慮し、F3竜巻に耐える防護カバー内に設置する。 | |
| 添付図 | 図イ配-1、図イ系-1、図イ設-2、図イ設-3、図イ設-5、図イ制配-1【三原燃 第20-0273号】 図イ制-104、図イ制-109、図イ制-110、図イ制-111、図ト制-101 | |

注 加工施設の技術基準に関する規則第三章 重大事故等対処施設 第26条～第39条は該当しない。
 凡例 { } 内に示す数字：事業許可の「表 安全機能を有する施設の安全機能一覧」における該当機器の番号を示す。
 [] 内に示す数字：加工施設の技術基準の条番号、項番号、及び設計番号、又はその他事業許可で求める仕様に関する設計番号を示す。
 (例) [4.1-設1]は、加工施設の技術基準第4条第1項に対する設計番号 設1を示す。
 [99-設1]は、その他事業許可で求める仕様に関する設計番号 設1を示す。

本申請の対象に下線を付し示す。その他の事項については原規規発 第2008051号にて認可済み

ケース 3：コールドトラップを加熱して、循環貯槽へ UF₆ を移送する。

ケース 4：コールドトラップ（小）を加熱して、コールドトラップへ UF₆ を移送する。

各移送ケースの概要は、添説設 6-18 図に示す。

ケース 1、2 の場合、蒸発器は、運転温度として 100℃～106℃の温度範囲で加熱し、運転圧力として 0.32MPaG～0.38MPaG の圧力範囲になるように UF₆ シリンダ加熱温度を制御し、送り先である循環貯槽又はコールドトラップへ UF₆ を供給している。

ケース 3 の場合、コールドトラップは CT 仕切弁を閉とした状態で運転温度として 100℃～120℃で加熱し、CT 仕切弁を開とした時点で運転圧力として 0.32MPaG～0.38MPaG の圧力範囲で送り先である循環貯槽へ UF₆ を供給している。

ケース 4 の場合、コールドトラップ（小）は CT（小）仕切弁を閉とした運転温度として 100℃～120℃で加熱し、CT（小）仕切弁を開とした時点で運転圧力として 0.32MPaG～0.38MPaG の圧力範囲で送り先であるコールドトラップへ UF₆ を供給している。

UF₆ を加熱気化して移送する各ケースでは、UF₆ の加熱異常により機器・配管が損傷し、漏えいする事故事象発生を防止するため、

- ① UF₆ シリンダの過加熱により UF₆ の液化膨張による UF₆ シリンダの破損を起こさない（熱的制限値を超えない）^注
- ② コールドトラップ、コールドトラップ（小）の過加熱により、最高使用温度を超えない（機器・配管を損傷させない）

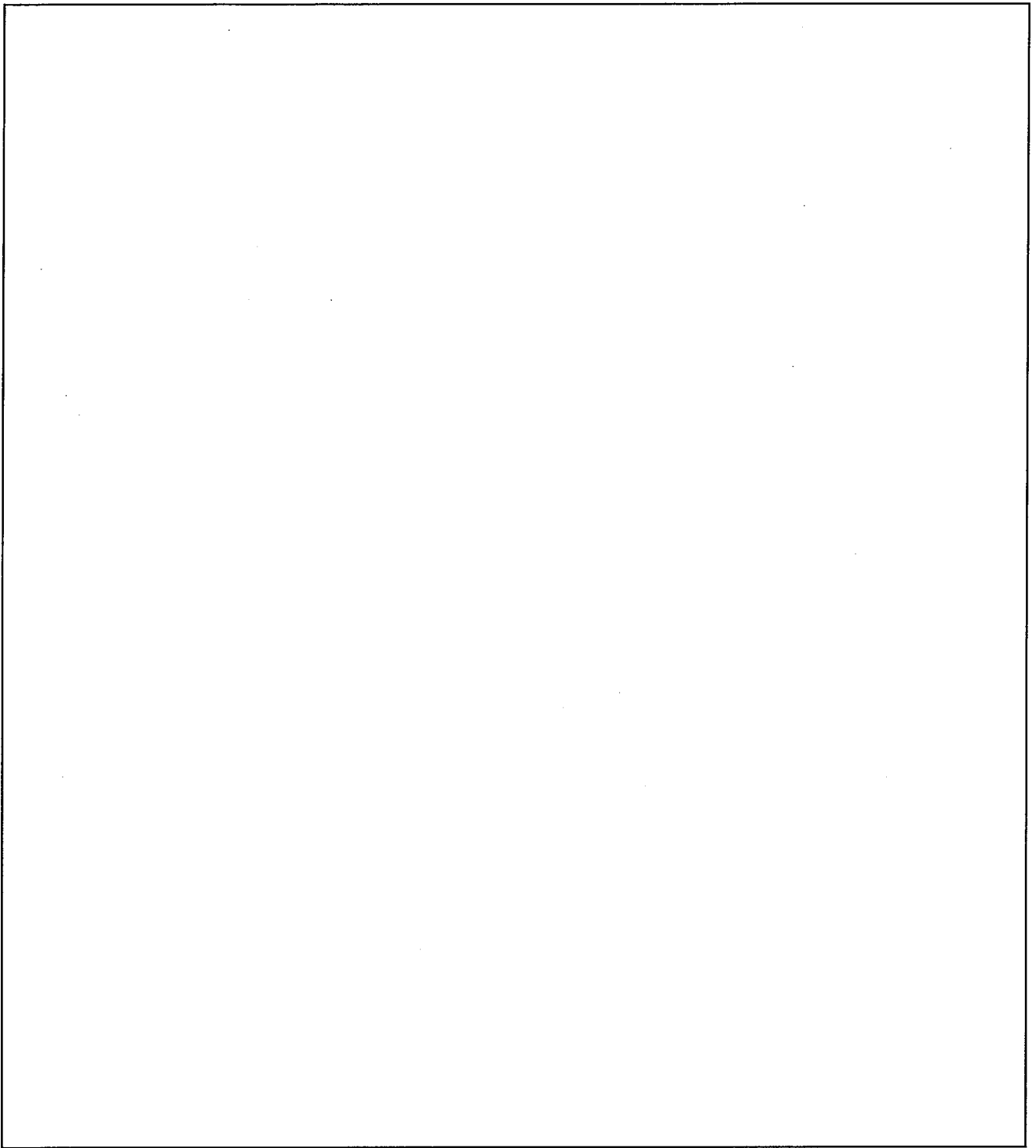
ように、UF₆ の加熱温度と圧力（UF₆ 圧力は UF₆ 温度と相関があり、加熱温度監視状況の判断因子となる）を監視する。

注：UF₆ シリンダは『核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則』第十二条の 2 項の二号において過圧防止効果を有する装置を備えないこととなっている。

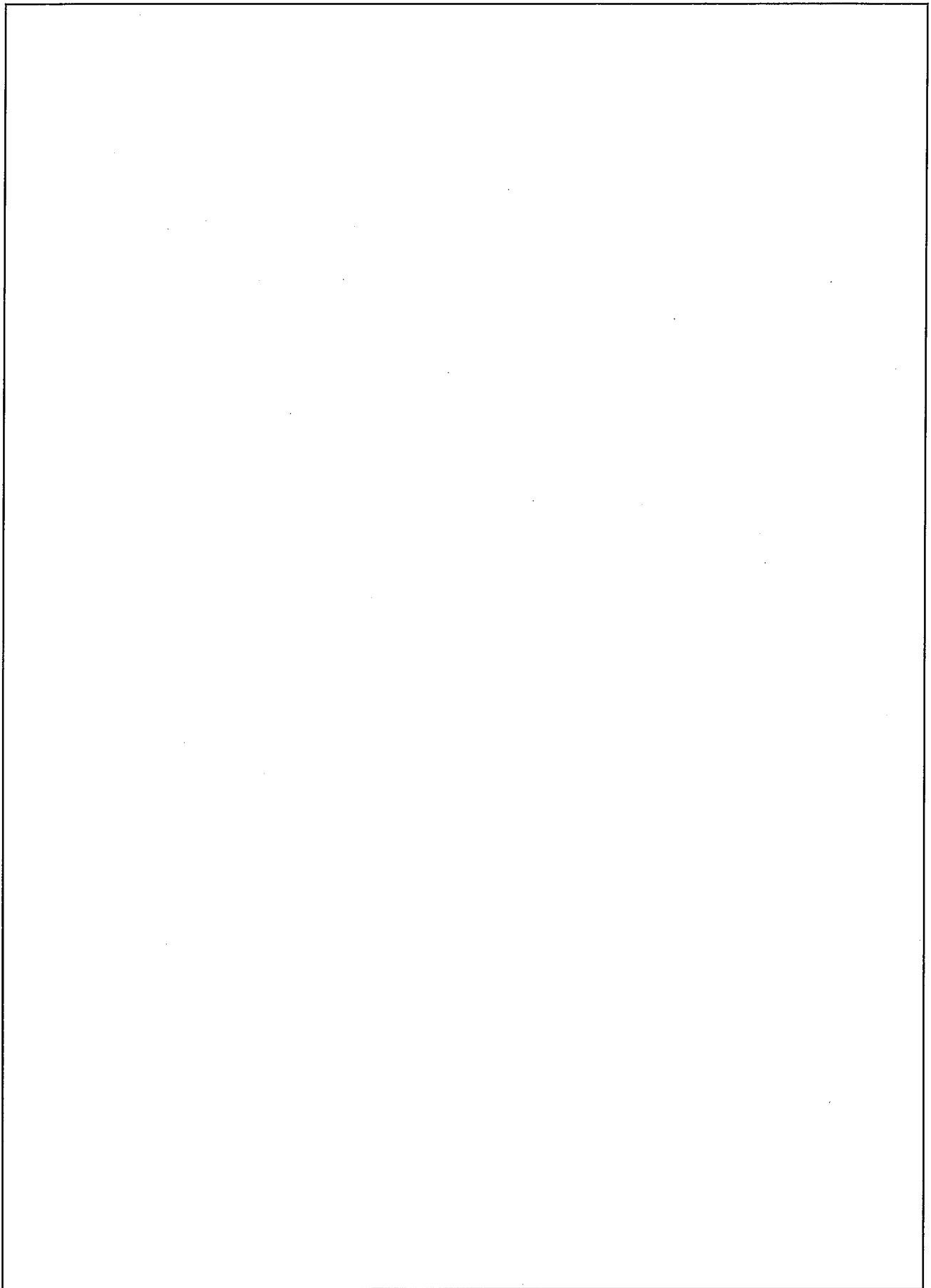
この対応として、UF₆ を加熱して取り扱う機器は、以下を考慮した設計とする。

- ▶ [10.1-設 6][18.2-設 2]過加熱を防止するため、{3}シリンダ過加熱防止インターロックを設置する。
- ▶ [10.1-設 6][18.2-設 2]過加熱を防止するため、{15}コールドトラップ温度高インターロックを設置する。
- ▶ [10.1-設 6][18.2-設 2]過加熱を防止するため、{18}コールドトラップ（小）温度高インターロックを設置する。
- ▶ [10.1-設 34][18.2-設 7]過加熱を防止するため、{4}シリンダ圧力高インターロックを設置する。
- ▶ [10.1-設 34][18.2-設 7]過加熱を防止するため、{16}コールドトラップ圧力高インターロックを設置する。
- ▶ [10.1-設 34][18.2-設 7]過加熱を防止するため、{19}コールドトラップ（小）圧力高インターロックを設置する。

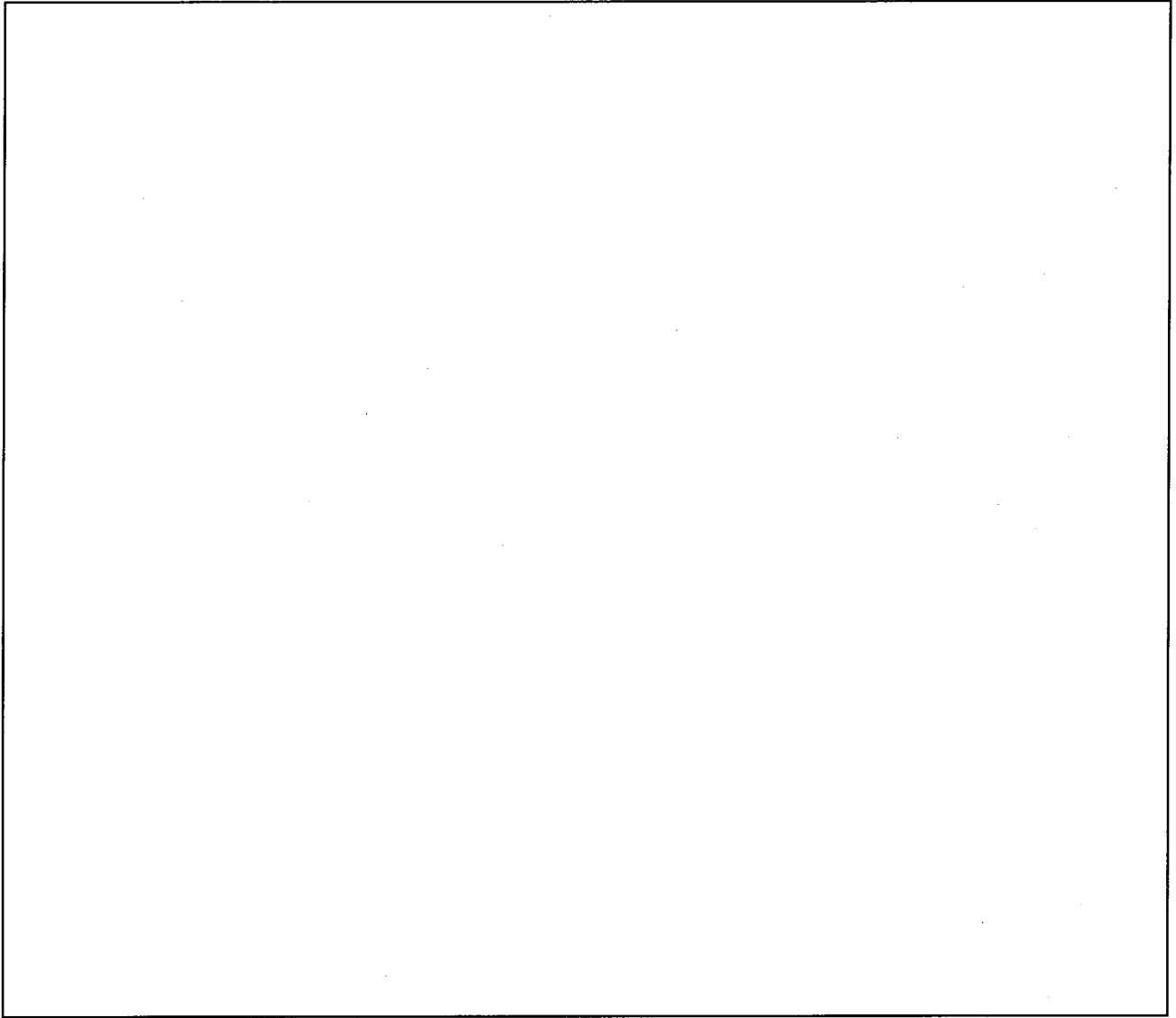
UF₆ を加熱する機器には、UF₆ 加熱中に機器内の圧力異常、温度異常を検知した場合、速やかにその加熱を停止するインターロック（添説設 6-18 図中の青色部）を設置する。



添説設 6-18 図 UF₆ を加熱して取り扱う機器における圧力異常／温度異常に対する加熱停止概要 (1/3)



添説設 6-18 図 UF₆を加熱して取り扱う機器における圧力異常／温度異常に対する加熱停止概要 (2/3)



添説設 6-18 図 UF₆を加熱して取り扱う機器における圧力異常／温度異常に対する加熱停止概要 (3/3)

UF₆を冷却して捕集する設備・機器では、冷却不足によりUF₆ガスを固化できないことによるUF₆ガスの漏えいを防止するため、冷却不足を検知した場合に真空配管系統の弁を自動閉止するインターロック機構を設置する設計とする。(4-5)

今回の申請設備に関わるインターロック及び警報の設置目的とインターロック及び警報との関係を添付説明書一設6付録1に示す。添付説明書一設6付録1には検出端、作動端、制御部の耐震重要度分類についても示す。

今回の申請設備において、冷却不足によるUF₆ガスの漏えいを防止する機器はコールドトラップとコールドトラップ(小)である。また、この機器においてUF₆を冷却捕集する系統の概要とUF₆冷却捕集系統における冷却温度担保の概要(図中の青色太線部)を添説設6-20図に示す。

なお、以下の丸囲み数値は添説設6-20図中の該当部を示す。また、以下の記述の中で、{ }内に示す数字は事業許可の「表 安全機能を有する施設の安全機能一覧」における該当機器の番号を示す。

以下説明において、構造、強度及び漏えいに係る事項は三原燃第20-0273号で申請済である。

UF₆シリンダからのUF₆排出後、UF₆シリンダや配管に残留するUF₆は、あらかじめ真空ポンプで内部を負圧にしたコールドトラップ及びコールドトラップ(小)へ圧力差を利用して回収する。添説設6-20図に示す通り真空ポンプはコールドトラップ(小)と接続しており、コールドトラップ内を真空引きする場合は、コールドトラップ(小)を介して行う(添説設6-20図(a)参照)。

なお、コールドトラップ及びコールドトラップ(小)の運転には、コールドトラップを加熱してUF₆を移送中にコールドトラップ(小)を冷却して真空引きを行うケース(添説設6-20図(b)参照)がある。

コールドトラップ(小)が冷却不足の場合、気体廃棄設備(1)へUF₆が漏えいする(温度が高い場合、固体UF₆が冷却固化できない)ため、気体廃棄設備(1)へUF₆が漏えいするのを防止するためにコールドトラップ(小)と真空ポンプを接続する真空配管に設置している真空弁を閉止する。また、コールドトラップの温度が高い場合は、コールドトラップとコールドトラップ(小)を接続するUF₆配管に設置しているCT仕切弁、CT(小)仕切弁の同時開を不可とする。

この対応として、コールドトラップ、コールドトラップ(小)は、以下を考慮した設計とする。

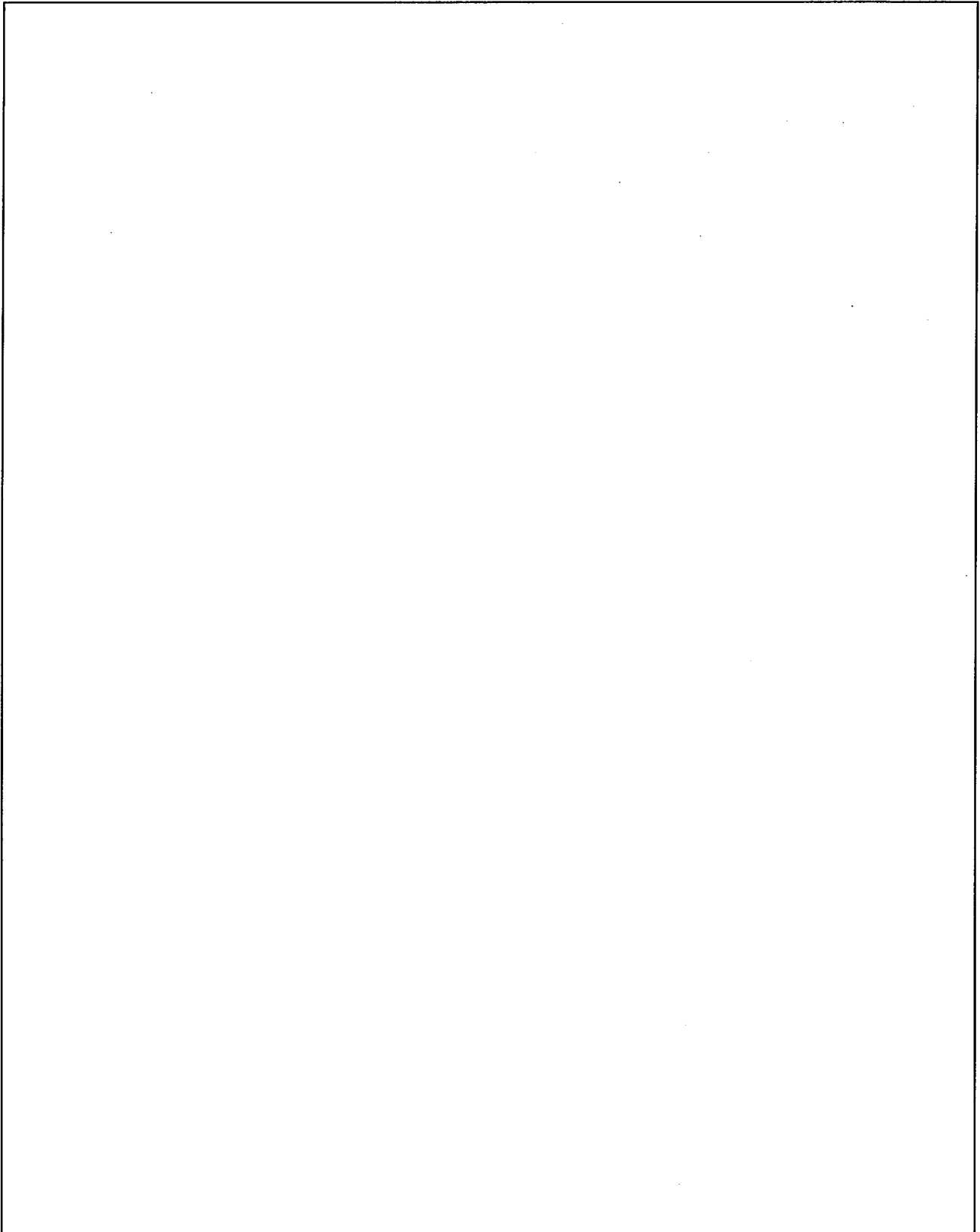
▶ [10.1-設11][18.2-設8]{20}コールドトラップ(小)捕集中の温度高インターロックを設置する。

コールドトラップ、コールドトラップ(小)の冷却不足によりUF₆が固化せず、気体廃棄設備(1)へ漏えいするのを防止するため、①コールドトラップ(小)の運転温度(上限値)*が-15℃以下でなければ、コールドトラップ(小)と真空ポンプを接続する真空配管に設置している真空弁を閉止するとともに、②コールドトラップの運転温度(上限値)*が-15℃以下でない場合は、コールドトラップとコールドトラップ(小)を接続するUF₆配管に設置しているCT仕切弁、CT(小)仕切弁の同時開を不可とするインターロックを設置する。

*運転温度(上限値)とは安全機能維持上、許容できると考える温度である。

設置するインターロック設定値の考え方は、添付説明書一設6付録11に示すとおりである。

なお、 UF_6 （揮発性を有する物質）の物性上、どの温度領域にも蒸気圧分だけ、 UF_6 は気体として存在する。 -15°C の温度下で蒸気圧分の気体として存在する微量の UF_6 は真空ポンプの排気先である気体廃棄設備(1)の高性能エアフィルタで捕集する。



添説設 6-20 図 UF_6 冷却捕集系統における冷却温度担保の概要

添説設6付録1-1表 設工認申請するインターロック及び警報とそれが守るべき事象

| # | 施設区分 | 設工認仕様表上の表記名称 | 仕様表上の表記設計番号 | 仕様表名称 | 仕様表該当表番号 | インターロック系統図該当図番号 | 目的 | インターロック監視対象の運転動作 警報監視対象の運転動作 | インターロックで守るべき事象 | 検出パラメータ | | 制御部 | | インターロック動作 | | 【参考】 運転上の管理値 (運転圧力、運転温度、運転液位) | 【参考】 インターロック又は警報のセット値 | インターロック設定値 又は警報設定値 (★印が設定値となる値) | | 事業許可 安全機能一覧 該当# No. | |
|----|--------|--------------------------------------|---|-------------------------|-------------|-----------------|--------------|--|--|--|---------------------------|--|---------------------------|---|--|---|--|--|---------------------------|------------------------------|-----|
| | | | | | | | | | | 検出器 | 耐震重要度 分類 ²⁾ | 検出器 | 耐震重要度 分類 ²⁾ | 作動端 | 耐震重要度 分類 ²⁾ | | | 運転 | 耐震重要度 分類 ²⁾ | | 設定値 |
| 5 | 化学処理施設 | シリンダ取外しインターロック | [10.1-設27] [18.2-設9] | 蒸発器 | 過表イ設-1 (5次) | 図イ制-105 | 発生防止 | 蒸発器、コールドトラップ及びコールドトラップ(小)で共用するUF ₆ 配管の切替作業 | 運転員による共用するUF ₆ 配管切替操作時の誤操作防止 | 弁位置検出器(加水弁AB(1)) 弁位置検出器(加水弁AB(2)) 弁位置検出器(パージ弁AB(1)) 弁位置検出器(パージ弁AB(2)) | 第1類 | 蒸発器IL盤1-A 蒸発器IL盤2-A 蒸発器IL盤1-A 蒸発器IL盤2-A | 第3類 | 加水弁AB(1) (同時開不可) 加水弁AB(2) (同時開不可) パージ弁AB(1) (同時開不可) パージ弁AB(2) (同時開不可) | 第1類 | - | - | 加水弁ABの同時開防止 パージ弁ABの同時開防止 | 7 | | |
| 6 | 化学処理施設 | UF ₆ 漏えい拡大防止(HF検知)インターロック | [10.1-設13] [18.2-設3] [10.1-設44] [20.1-設77] | UF ₆ フードボックス | 過表イ設-2 (5次) | 図イ制-106 | 拡大防止 影響緩和 | UF ₆ フードボックス内でのUF ₆ 移送作業 | UF ₆ フードボックス内の機器・配管からのUF ₆ 漏えい拡大防止。 | HF検知器A(1)HF温度高 HF検知器A(2)HF温度高 | ↑ | スクラバ制御盤A | ↑ | 高気断弁(1)(2): UF ₆ 高気断弁A(高気断弁(1)A)閉 高気断弁B(高気断弁(1)B)閉 UF ₆ 高気断弁A(高気断弁(1)B)閉 高気断弁B(高気断弁(1)A)閉 UF ₆ 高気断弁A(高気断弁(2)A)閉 高気断弁B(高気断弁(2)B)閉 UF ₆ 高気断弁A(高気断弁(2)B)閉 高気断弁B(高気断弁(2)A)閉 コールドトラップ(1)(2): UF ₆ 高気断弁A(CT(1))閉 CT(1)ヒータA電源断 UF ₆ 高気断弁A(CT(2))閉 CT(2)ヒータA電源断 コールドトラップ(小)(1)(2): UF ₆ 高気断弁A(CT(小)(1))閉 CT(小)(1)ヒータA電源断 UF ₆ 高気断弁A(CT(小)(2))閉 CT(小)(2)ヒータA電源断 スクラバ(原料倉庫局所排気系統): 切替ダンパA(排気系)閉 切替ダンパB(スクラバ系)開 スクラバポンプA(1段目)起動 スクラバポンプA(2段目)起動 スクラバ排気機A起動 | 第1類 | - | 3ppm | 3ppm以下 | 日本産業衛生学会における許容濃度 値 | 9 | |
| | | | | | | | | | | HF検知器B(1)HF温度高 HF検知器B(2)HF温度高 | ↑ | スクラバ制御盤B | ↑ | 高気断弁(1)(2): UF ₆ 高気断弁B(高気断弁(1)A)閉 高気断弁A(高気断弁(1)B)閉 UF ₆ 高気断弁B(高気断弁(1)B)閉 高気断弁A(高気断弁(1)A)閉 UF ₆ 高気断弁B(高気断弁(2)A)閉 高気断弁A(高気断弁(2)B)閉 UF ₆ 高気断弁B(高気断弁(2)B)閉 高気断弁A(高気断弁(2)A)閉 コールドトラップ(1)(2): UF ₆ 高気断弁B(CT(1))閉 CT(1)ヒータB電源断 UF ₆ 高気断弁B(CT(2))閉 CT(2)ヒータB電源断 コールドトラップ(小)(1)(2): UF ₆ 高気断弁B(CT(小)(1))閉 CT(小)(1)ヒータB電源断 UF ₆ 高気断弁B(CT(小)(2))閉 CT(小)(2)ヒータB電源断 スクラバ(原料倉庫局所排気系統): 切替ダンパB(排気系)閉 切替ダンパA(スクラバ系)開 スクラバポンプB(1段目)起動 スクラバポンプB(2段目)起動 スクラバ排気機B起動 | 第1類 | ↑ | ↑ | ↑ | | | |
| 7 | | UF ₆ 漏えい警報装置(フードボックス内) | [10.1-設19] [18.1-設1] | UF ₆ フードボックス | 過表イ設-2 (5次) | 図イ制-115 | ↑ | UF ₆ フードボックス内でのUF ₆ 移送作業 | UF ₆ フードボックス内の機器・配管からのUF ₆ 漏えい拡大防止(警報→運転員操作→運転停止作業)。 | HF検出器(フードボックス(1)内) HF温度高 HF検出器(フードボックス(2)内) HF温度高 | ↑ | HF検出器(制御部含む) | ↑ | - (運転員によるUF ₆ 高気断・加水弁閉鎖の運転停止動作) | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | 10 | |
| | | UF ₆ 漏えい警報装置(防護カバー内) | [10.1-設19] [18.1-設1] | UF ₆ 防護カバー | 過表イ設-3 (5次) | ↑ | ↑ | ↑ | 防護カバー内のUF ₆ 移送作業 | UF ₆ フードボックス外へのUF ₆ 漏えい拡大防止(警報→運転員操作→運転停止作業)。 | HF検出器(防護カバー内) HF温度高 | ↑ | ↑ | ↑ | - (防災組織による事故対策(UF ₆ シリンダバルブ閉止含む)) | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | 12 |
| | | UF ₆ 漏えい警報装置(防護カバー外) | [10.1-設19] [18.1-設1] | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | 原料倉庫内のUF ₆ 高気断・移送作業 | 防護カバー外へのUF ₆ 漏えい拡大防止(警報→運転員操作→運転停止作業)。 | HF検出器(防護カバー外) HF温度高 | ↑ | ↑ | ↑ | - (防災組織による事故対策(UF ₆ シリンダバルブ閉止含む)) | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | 13 |
| 8 | | コールドトラップ温度高インターロック | [10.1-設6] [18.2-設2] | コールドトラップ | 過表イ設-4 (5次) | 図イ制-107 | 発生防止 | コールドトラップの加熱(UF ₆ 気化処理)→コールドトラップから循環貯槽(加水分解装置(エジェクタ))へUF ₆ を移送するためにコールドトラップを加熱する。 | 異常な加熱による機器・配管損傷(機器・配管の設計温度超過)防止。 | 温度計(CT(1))高 温度計(CT(2))高 | ↑ | 蒸発器IL盤1-A 蒸発器IL盤2-A | 第3類 | CT(1)ヒータA電源断 CT(2)ヒータA電源断 | ↑ | 100°C~120°C | 120°C~130°C | 150°C以下 134°C以下★(UF ₆ 圧力 0.81MPaG以下を担保する温度) | 最高使用温度 運転温度(上限値)★ | 15 | |
| | | コールドトラップ圧力高インターロック | [10.1-設34] [18.2-設7] | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | 異常な加熱による機器・配管損傷(機器・配管の設計圧力超過)防止。 | 圧力計(CT(1))高 圧力計(CT(2))高 | ↑ | 蒸発器IL盤1-B 蒸発器IL盤2-B | ↑ | CT(1)ヒータB電源断 CT(2)ヒータB電源断 | ↑ | 0.32MPaG~0.38MPaG 注:120°C時のUF ₆ 圧力は0.57MPaGだが、運転上の管理では上限を0.38MPaGで管理する。 | 0.38MPaG~0.407MPaG 注:下限の120°Cに対するUF ₆ 圧力は0.57MPaGだが、圧力下限は運転上の管理値上限0.38MPaGで管理する。 | 0.98MPaG以下 0.81MPaG以下★ | 最高使用圧力 運転圧力(上限値)★ | 16 | |
| 10 | | コールドトラップ(小)温度高インターロック | [10.1-設6] [18.2-設2] | コールドトラップ(小) | 過表イ設-5 (5次) | 図イ制-109 | ↑ | コールドトラップ(小)の加熱(UF ₆ 気化処理)→コールドトラップ(小)からコールドトラップへUF ₆ を移送するためにコールドトラップ(小)を加熱する。 | 異常な加熱による機器・配管損傷(機器・配管の設計温度超過)防止。 | 温度計(CT(小)(1))高 温度計(CT(小)(2))高 | ↑ | 蒸発器IL盤1-A 蒸発器IL盤2-A | ↑ | CT(小)(1)ヒータA電源断 CT(小)(2)ヒータA電源断 | ↑ | 100°C~120°C | 120°C~130°C | 150°C以下 134°C以下★(UF ₆ 圧力 0.81MPaG以下を担保する温度) | 最高使用温度 運転温度(上限値)★ | 18 | |
| 11 | | コールドトラップ(小)圧力高インターロック | [10.1-設34] [18.2-設7] | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | コールドトラップ(小)の加熱(UF ₆ 気化処理)→コールドトラップ(小)からコールドトラップへUF ₆ を移送するためにコールドトラップ(小)を加熱する。 | 異常な加熱による機器・配管損傷(機器・配管の設計圧力超過)防止。 | 圧力計(CT(小)(1))高 弁位置検出器(CT仕切弁(1))開 弁位置検出器(CT仕切弁(1))閉 圧力計(CT(小)(2))高 弁位置検出器(CT仕切弁(2))開 弁位置検出器(CT仕切弁(2))閉 | ↑ | 蒸発器IL盤1-B 蒸発器IL盤2-B | ↑ | CT(小)(1)ヒータB電源断 CT(小)(2)ヒータB電源断 | ↑ | 0.32MPaG~0.38MPaG 注:120°C時のUF ₆ 圧力は0.57MPaGだが、運転上の管理では上限を0.38MPaGで管理する。 | 0.38MPaG~0.407MPaG 注:下限の120°Cに対するUF ₆ 圧力は0.57MPaGだが、圧力下限は運転上の管理値上限0.38MPaGで管理する。 | 0.98MPaG以下 0.81MPaG以下★ | 最高使用圧力 運転圧力(上限値)★ | 19 | |
| 12 | | コールドトラップ(小)排気中の温度高インターロック | [10.1-設11] [18.2-設8] | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | UF ₆ 捕集に向けたコールドトラップ及びコールドトラップ(小)内の真空引き作業 | コールドトラップ(小)内の冷却不足による真空ポンプ割へのUF ₆ 漏えい防止。 | 温度計(CT(小)(1))高 温度計(CT(小)(2))高 温度計(CT(1))高 温度計(CT(2))高 | ↑ | 蒸発器IL盤1-A 蒸発器IL盤2-A 蒸発器IL盤1-A 蒸発器IL盤2-A | ↑ | 真空弁(1)閉 真空弁(2)閉 CT仕切弁(1)&CT(小)仕切弁(1)同時開不可 CT仕切弁(2)&CT(小)仕切弁(2)同時開不可 | ↑ | -30°C~-25°C | -25°C~-20°C | -30°C以下 -15°C以下★ | 最低使用温度 運転温度(上限値)★ | 20 | |