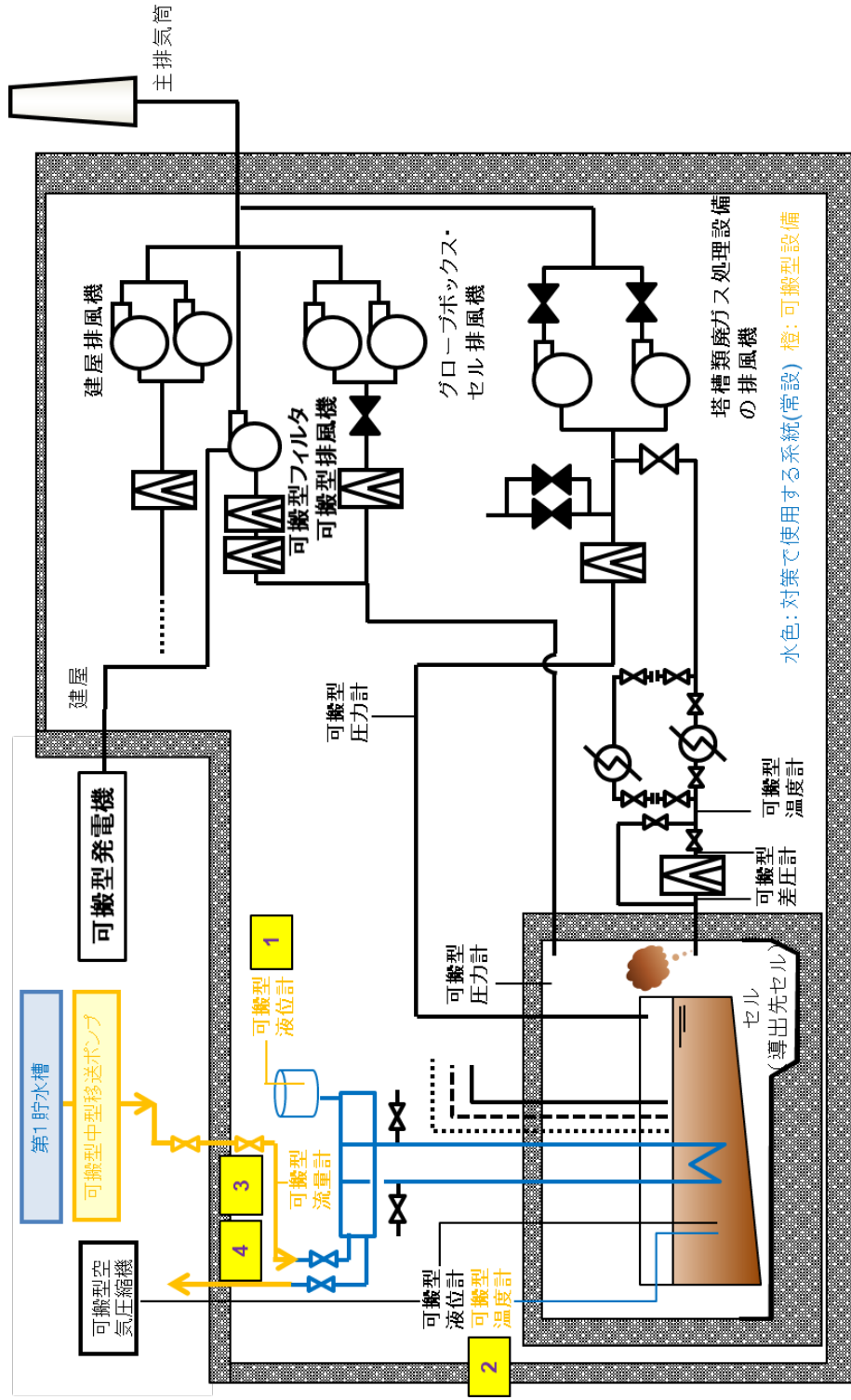


第 1. - 6 図 精製建屋の内部ループへの通水による冷却概要

【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の蒸発乾固の発生防止対策の概要】



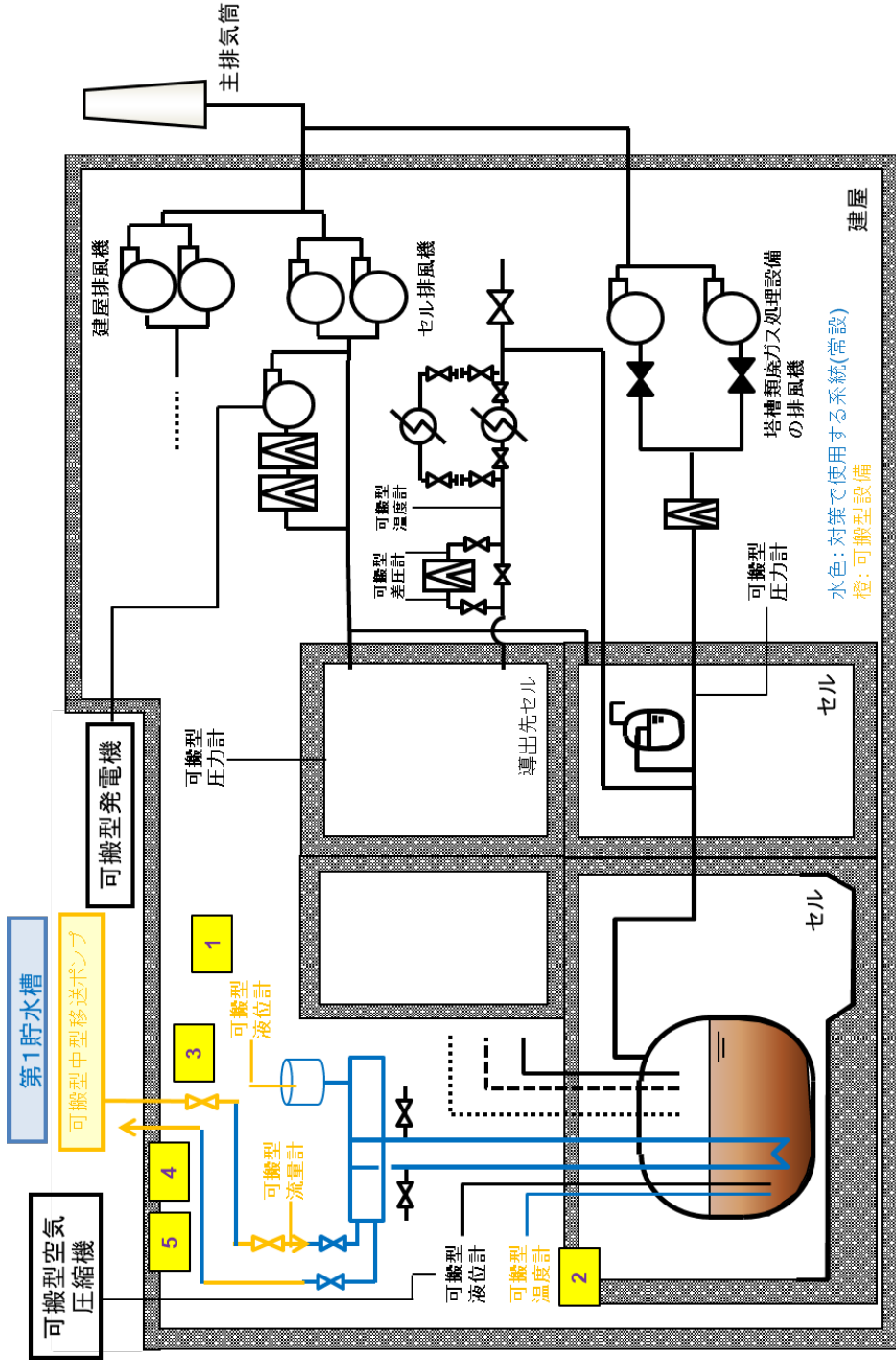
※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第1-7図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の内部ループへの通水による冷却概要図

<p><b>3</b></p> <p><b>内部ループ通水準備(ホース敷設、ホース接続、弁隔離)</b></p>	<p><b>【作業概要】</b> 外部からの通水を実施するためのホース敷設、弁隔離、可搬型流量計設置等を実施する。</p>	
<p><b>1</b></p> <p><b>膨張槽液位確認</b></p>	<p><b>【作業概要】</b> 安全冷却水系内部ループ配管の破損有無の確認のため、膨張槽液位計の指示値を確認する。</p>	<p><b>2</b></p> <p><b>温度計設置(可搬型温度計による貯槽温度測定、温度確認)</b></p> <p><b>【作業概要】</b> プラトニウム濃縮液等の温度推移を監視するため及び拡大防止対策への移行判断のために温度計を設置し、冷却停止による温度上昇の有無を確認する。 また、通水作業後においては、対策実施後の温度推移を確認する。</p> 
<p><b>4</b></p> <p><b>内部ループ通水(弁操作、漏えい確認、ループ健全性確認、流量確認)</b></p>	<p><b>【作業概要】</b> 弁を徐々に開とし通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p>	<p><b>3</b></p> <p><b>内部ループ通水準備(ホース敷設、ホース接続、弁隔離)</b></p> <p><b>【作業概要】</b> 外部からの通水を実施するためのホース敷設、弁隔離、可搬型流量計設置等を実施する。</p> 

第 1. - 8 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の内部ループへの通水による冷却概要

【高レベル廃液ガラス固化建屋の蒸発乾固の発生防止対策の概要】



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 1. - 9 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の内部ループへの通水による冷却概要図



第1. - 10 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の内部ループへの通水による冷却概要

## 1.2 蒸発乾固の発生防止対策の信頼性

### 1.2.1 内部ループへの通水による冷却に使用する設備の設計

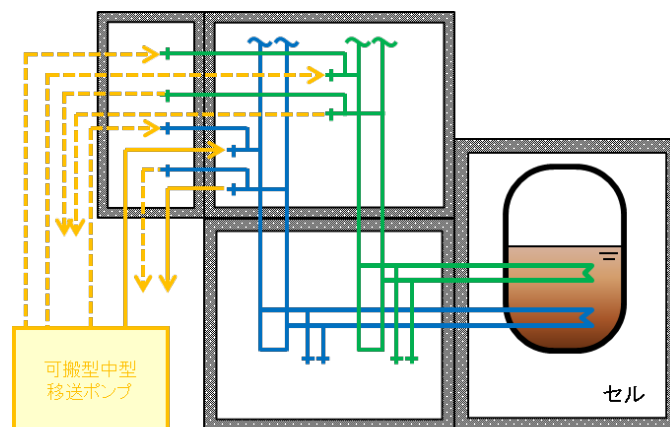
内部ループへの通水に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、乾燥し固化に至った状態におけるリスクの大きさを考慮し、さらに信頼性を高めるための設計としている。

- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備※ ⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり2口、合計4口の接続口を整備※ ⇒ 通水のための多様な空間を確保

※ 通常運転時、1系統の安全冷却水系で冷却を行っている貯槽を除く。これらの貯槽は、沸騰に至るまでの時間が概ね100時間を超えることから、仮に内部ループへの通水が機能しない場合においては、冷却コイル等への通水へ切り替える。

### ○接続口の信頼性

内部ループへの通水に使用する配管は、独立した系統に複数の接続口を設け、複数の部屋で通水できるように設計している。



第 1. -11 図 内部ループへの通水の接続口概要図

### 1.2.2 内部ループへの通水による冷却に使用する設備の有効性について

蒸発乾固への対処は、安全冷却水系の冷却機能の喪失が発生した場合に実施するため、蒸発乾固への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全冷却水系の冷却機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

#### a. 温度

##### 1) 常設重大事故等対処設備

内部ループへの通水は、高レベル廃液等の沸騰前に実施することから、その温度は最大でも高レベル廃液等の沸点程度であり、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 内部ループへの通水は、基本的に沸騰開始前までに実施されることから、温度条件としては沸点以下が基本。

##### 2) 可搬型重大事故等対処設備

可搬型重大事故等対処設備は、直接高レベル廃液等と接することではなく、外部から供給される冷却水又は除熱後の排水を通水するのみである。内部ループへの通水時の供給水量は、除熱後の排水温度が55℃以下となる水量で供給することから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース等は直接高レベル廃液等と接することではなく、外部から供給される冷却水又は除熱後の排水を通水するのみである。
- ✓ 可搬型ホース（消防ホース）の耐熱温度60℃に対し、内部ループへの通水時の供給水量は、除熱後の排水温度が55℃以下となる水量で供給することから、想定される使用条件において有意な影響を与えることはない。

## b. 圧力

可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧が圧力条件として最も高いが、内部ループへの通水による冷却に使用する設備は最高使用圧力以下の供給圧で冷却水を供給する運用とすることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 常設重大事故等対処設備の最高使用圧力が 0.98MP a であるのに対し、可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧を 0.8MP a 以下とすることから、有意な影響はない
- ✓ 可搬型ホース（消防ホース）の使用圧力が 1.6MP a 程度であるのに対し、可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧を 0.8MP a 以下とすることから、有意な影響はない

## c. 放射線

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

### 1.2.3 水の供給

- ✓ 各建屋の沸騰に至るまでの時間が最も短い貯槽等の時間余裕、内部ループへの通水開始時間及び各建屋において冷却に必要な水の流量を以下に示す。
- ✓ いずれの建屋においても、整備した可搬型中型移送ポンプ（容量 240 m<sup>3</sup>/h）を用いて沸騰開始前までに水の通水が可能である。



第 1. - 1 表 時間余裕，内部ループへの通水開始時間及び必要流量

建屋	沸騰までの時間	内部ループへの通水開始時間	必要流量
前処理建屋	140 時間	35 時間 40 分	約 29m <sup>3</sup> /h
分離建屋※ (分離建屋内部ループ 1)	15 時間	13 時間	約 14m <sup>3</sup> /h
(分離建屋内部ループ 2)	330 時間	40 時間 5 分	約 8.8m <sup>3</sup> /h
(分離建屋内部ループ 3)	180 時間	45 時間 45 分	約 10m <sup>3</sup> /h
精製建屋	11 時間	8 時間 50 分	約 4.1m <sup>3</sup> /h
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	19 時間	17 時間	約 1.3m <sup>3</sup> /h
高レベル廃液ガラス固化建屋	23 時間	20 時間	約 70m <sup>3</sup> /h

※分離建屋内部ループ 2 及び分離建屋内部ループ 3 の機器グループに属する貯槽等については，沸騰までの時間が長いため，沸騰に至るまでの時間が概ね 100 時間以内となる機器グループに属する貯槽等への対応が完了した後に実施する。

## 2. 蒸発乾固の拡大防止対策の概要

内部ループへの通水が機能せず、貯槽等に内包する高レベル廃液等が沸騰に至る場合には、貯槽等に注水することにより、高レベル濃縮廃液において揮発性のルテニウムが発生することを防止し、高レベル廃液等が乾燥し固化に至ることを防止する。

さらに、蒸発乾固への対策に使用する常設重大事故等対処設備の配管以外に、貯槽等に接続しているその他の配管を活用した貯槽等への注水手順書を整備することにより、貯槽等への注水を確実なものとする。

本対策は、高レベル廃液等が沸騰に至る前までに対策の準備を完了させる。

また、貯槽等に内包する高レベル廃液等の沸騰開始後の事態の収束の観点から、冷却コイル等への通水を実施し、貯槽等に内包する高レベル廃液等を冷却することで未沸騰状態に導くとともに、これを維持する。冷却コイル等への通水の準備は、対策の準備に要する作業が多く、他の拡大防止対策と同時に準備作業を実施した場合、大気中への放射性物質の放出を抑制できる状態を整備する前に高レベル廃液等が沸騰する可能性があることから、貯槽等への注水、貯槽等において沸騰に伴い気相中へ移行した放射性物質のセルへの導出、凝縮器による発生した蒸気及び放射性物質の除去並びに放射性物質の放出経路及び可搬型フィルタによる放射性エアロゾルの除去に関する対処を優先して実施し、大気中への放射性物質の異常放出に至る可能性のある事態を防止した後に実施することを基本とする。

外的事象の「地震」を要因とした場合、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、安全冷却水系の冷却機能以外にも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、貯槽等に内包する高レベル廃液等が沸騰に至り、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。

また、冷却機能が喪失している状況において、高レベル廃液等が未沸騰状態であっても水素掃気用の圧縮空気が継続して供給されることに伴い、貯槽等の気相部の放射性物質は、水素掃気用の圧縮空気に同伴し、冷却機能が喪失した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、平常運転時の排気経路以外の経路から漏えいする可能性がある。このため、気相中に移行した放射性物質の大気中への放出を可能な限り低減するため、放射線分解により発生する水素による爆発を想定する貯槽等内の水素濃度がドライ換算 8 v o 1 % に至る時間が長い建屋への水素掃気用の圧縮空気の供給を停止し、放射性物質の移行を停止するとともに、各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。

導出先セルへ放射性物質を導出した場合、塔槽類廃ガス処理設備の浄化機能を期待できないため、塔槽類廃ガス処理設備における放射性物質の除去効率に相当するセル排気系を代替する排気系を設置及び配置し、放射性物質を可能な限り除去する。

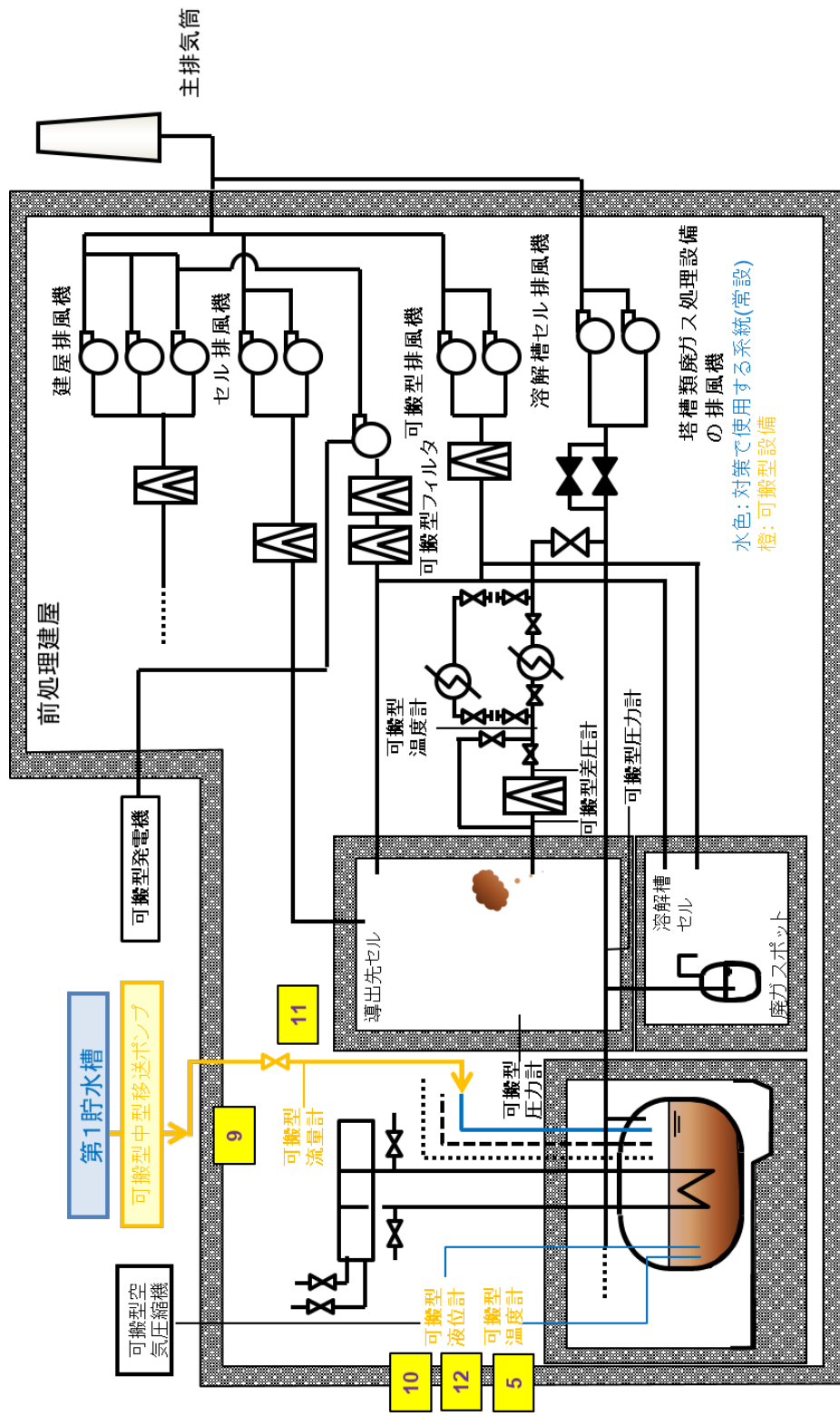
具体的には、高レベル廃液等が未沸騰状態で貯槽等の気相中へ移行し、水素掃気用の圧縮空気により同伴された放射性物質については、セルへの導出経路上に設置したセル導出ユニットフィルタにより放射性エアロゾルを除去し、高レベル廃液等の沸騰に伴い発生した蒸気及び放射性物質は、導出先セルに導出する前に、凝縮器により沸騰に伴い発生する蒸気を凝縮し、蒸気に同伴する放射性物質を凝縮水として回収し貯留する。

また、放射性物質を導出先セルへ導出した後は、平常運転時の排気経路以外の経路からの大気中への放射性物質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、高レベル廃液等が沸騰に至る前までに対策を実施する。

各建屋の対策の概要等を以下に示す。

【前処理建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（貯槽等への注水）の概要】



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 2. - 1 図 前処理建屋の貯槽等への注水概要図

**9** ホース敷設、ホース接続

【作業概要】

対象貯槽へ屋外から注水するためのホース敷設、可搬型流量計設置等を実施する。



**11** 漏えい確認等／貯槽等注水

【作業概要】

対象貯槽への供給弁を閉止した状態で一度注水し、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。  
対象貯槽への注水は、可搬型液位計設置後、貯槽等の液位の低下が確認(初期液量の70%)された場合に、貯槽等への注水を開始する。



**10**

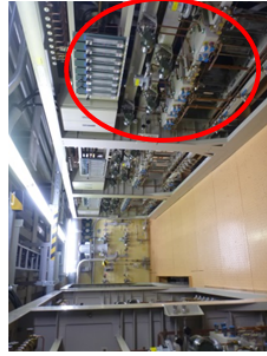
貯槽液位計設置

**12**

貯槽液位計測

【作業概要】

可搬型液位計を設置し、対象貯槽の液位を確認する。



**5**

貯槽温度測定

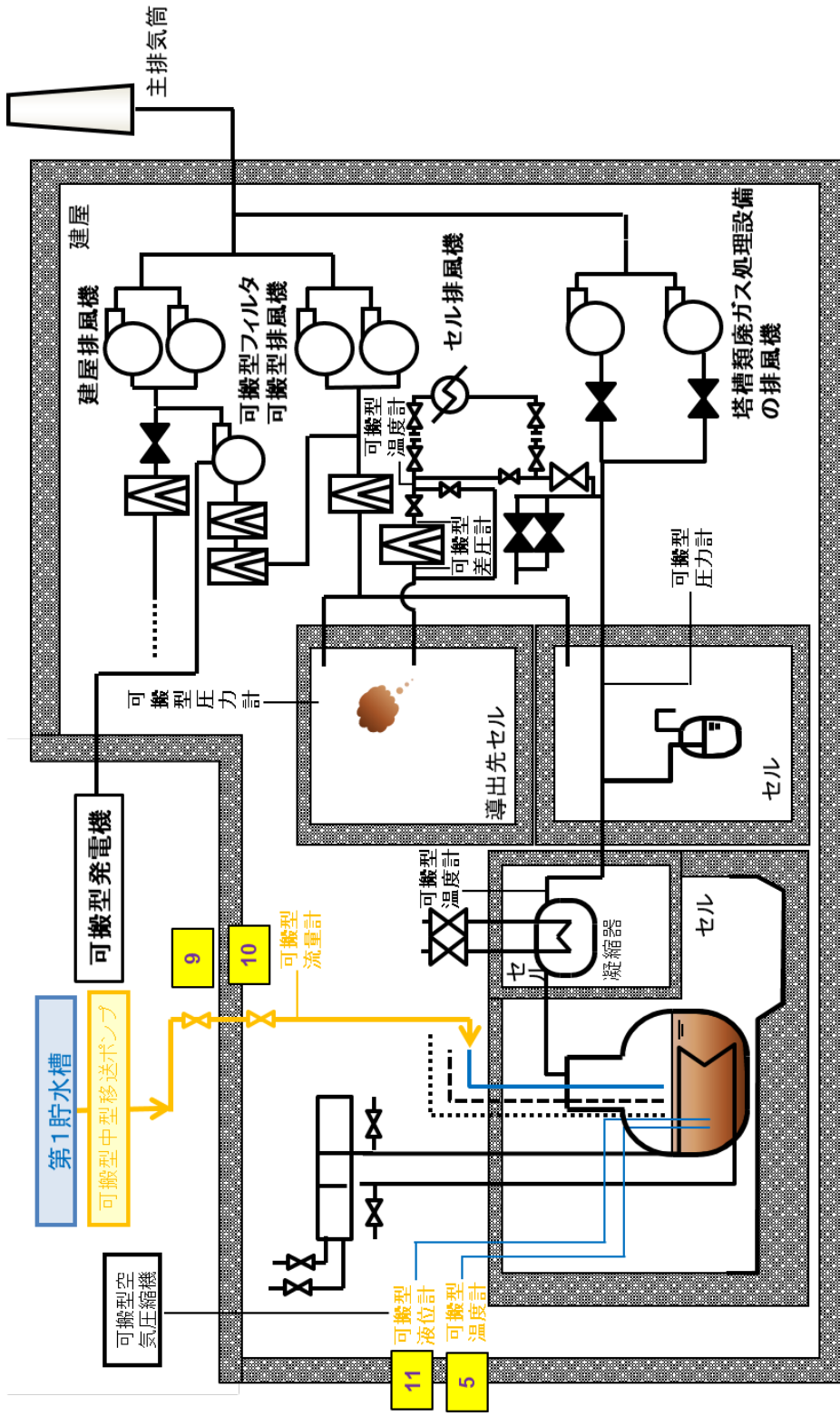
【作業概要】

発生防止対策時に設置した可搬型温度計を用いて、対象貯槽の温度推移を確認する。



第 2. - 2 図 前処理建屋の貯槽等への注水概要

【分離建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（貯槽等への注水）の概要】



※経路構成については、設計進捗により変更の可能性があり  
 水色: 対策で使用する系統(常設) 橙: 可搬型設備

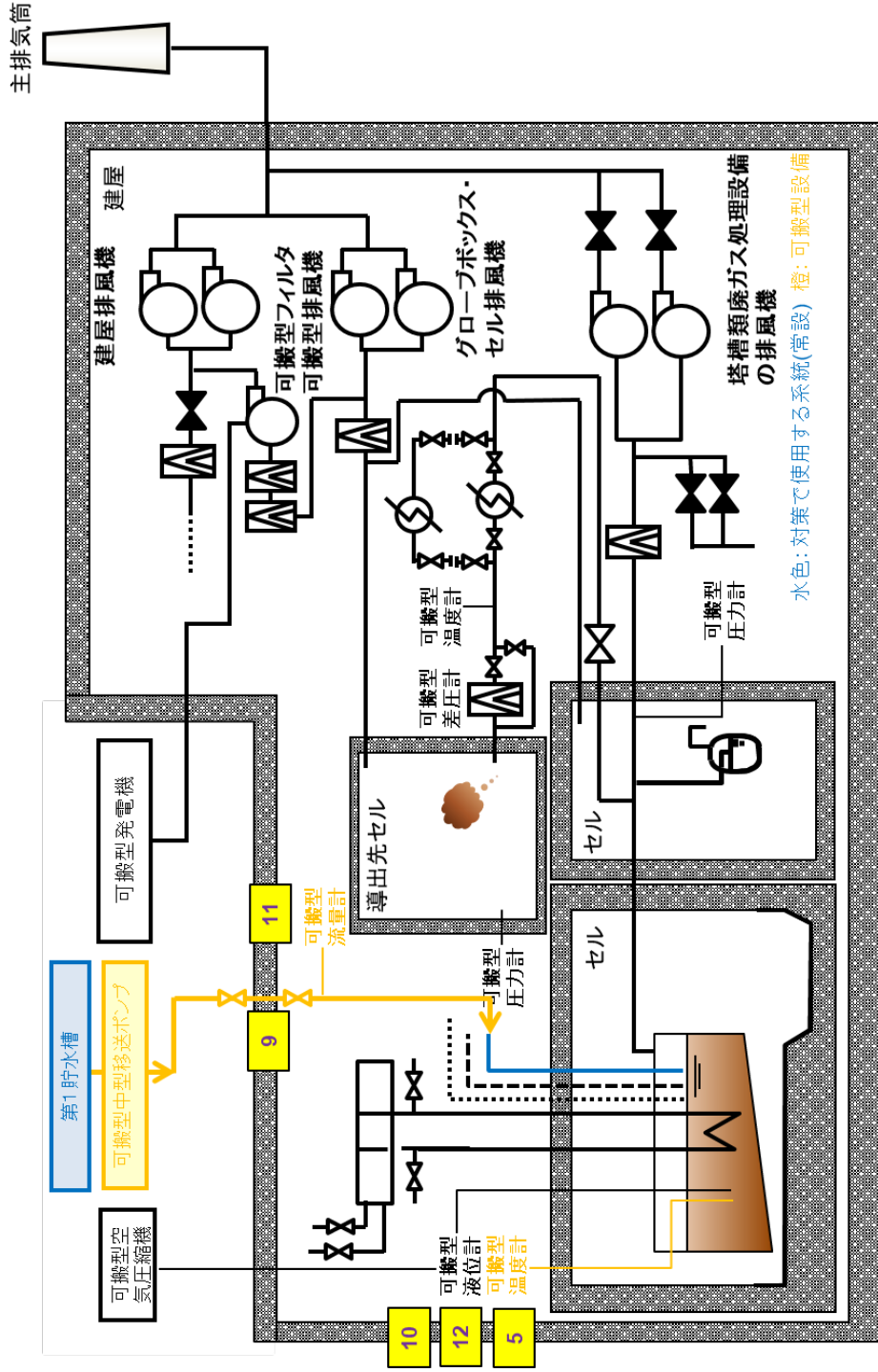
第 2. - 3 図 分離建屋の貯槽等への注水概要図

<p><b>9</b> <u>ホース敷設、ホース接続</u></p>	<p><b>【作業概要】</b> 対象貯槽へ屋外から注水するため、ホース敷設、可搬型流量計設置等を実施する。</p> 
<p><b>10</b> <u>漏えい確認等／貯槽等注水</u></p>	<p><b>【作業概要】</b> 対象貯槽への供給弁を閉止した状態で一度注水し、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。 対象貯槽への注水は、可搬型液位計設置後、貯槽等の液位の低下が確認(初期液量の70%)された場合は、貯槽等への注水を開始する。</p> 
<p><b>11</b> <u>貯槽液位計設置及び貯槽液位測定</u></p>	<p><b>【作業概要】</b> 可搬型液位計を設置し、対象貯槽の液位を確認する。</p> 
<p><b>5</b> <u>貯槽温度測定</u></p>	<p><b>【作業概要】</b> 発生防止対策時に設置した可搬型温度計を用いて、対象貯槽の温度推移を確認する。</p> 

第 2. - 4 図 分離建屋の貯槽等への注水概要



【精製建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（貯槽等への注水）の概要】



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 2. - 5 図 精製建屋の貯槽等への注水概要図

**9** ホース敷設、ホース接続

【作業概要】  
対象貯槽へ屋外から注水するため、ホース敷設、可搬型流量計設置等を実施する。

**11** 漏えい確認等／貯槽等注水

【作業概要】  
対象貯槽への供給弁を閉止した状態で一度注水し、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。  
対象貯槽への注水は、可搬型液位計設置後、貯槽等の液位の低下が確認(初期液量の70%)された場合は、貯槽等への注水を開始する。

**10** 液貯槽液位計設置

**12** 貯槽液位測定

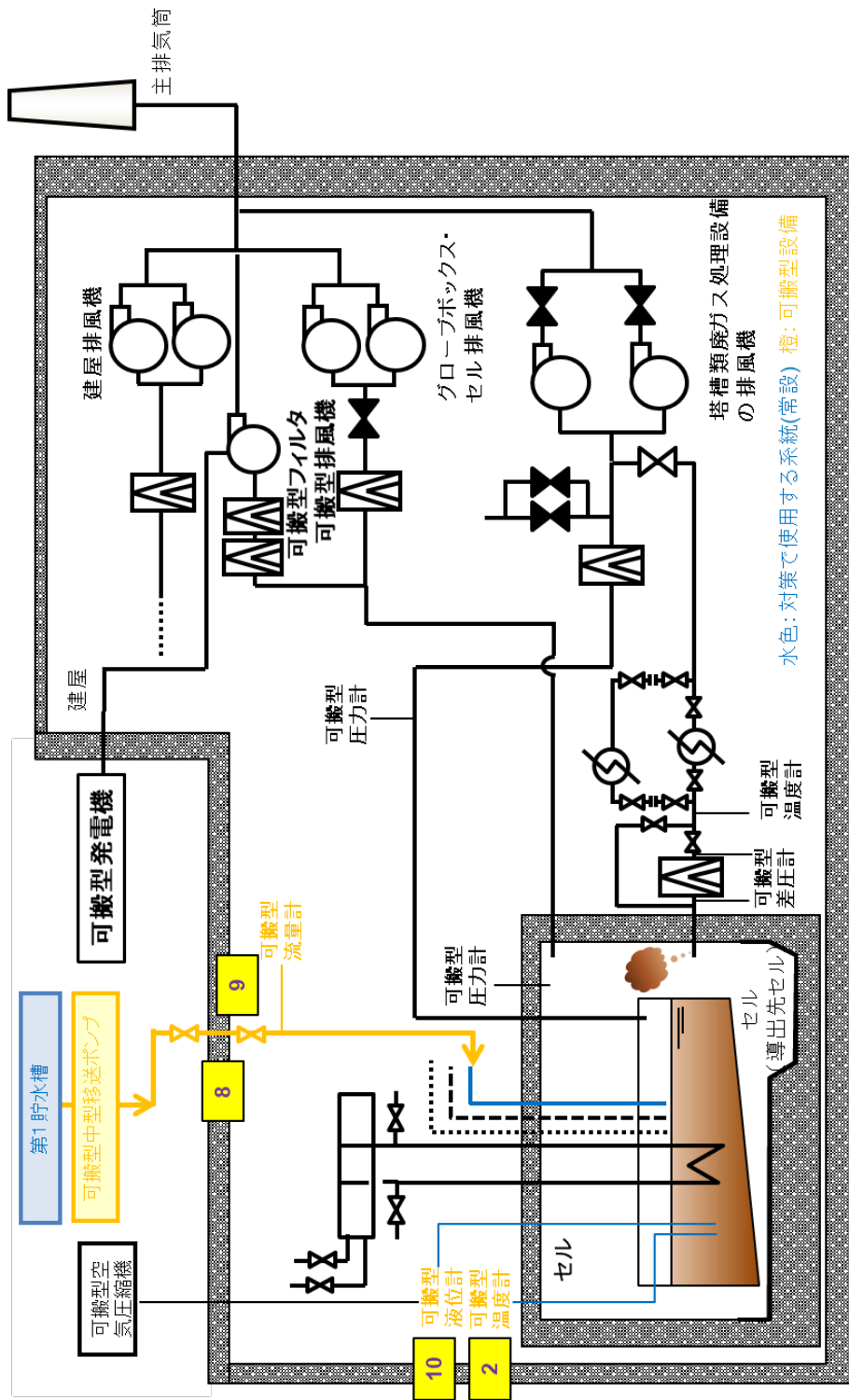
【作業概要】  
可搬型液位計を設置し、対象貯槽の液位を確認する。

**5** 温度計測

【作業概要】  
発生防止対策時に設置した可搬型温度計を用いて、対象貯槽の温度推移を確認する。

第2. - 6 図 精製建屋の貯槽等への注水概要

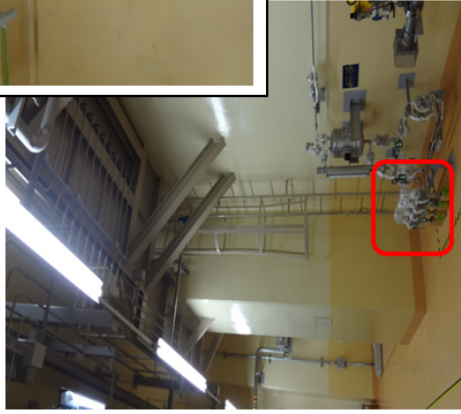
【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（貯槽等への注水）の概要】



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 2. - 7 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の貯槽等への注水概要図

### 8 ホース敷設、ホース接続



#### 【作業概要】

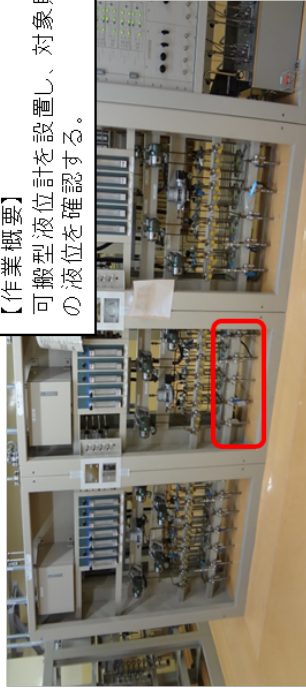
対象貯槽へ屋外から注水するため、ホース敷設、可搬型流量計設置等を実施する。

### 10

#### 貯槽液位計設置及び貯槽液位計測

#### 【作業概要】

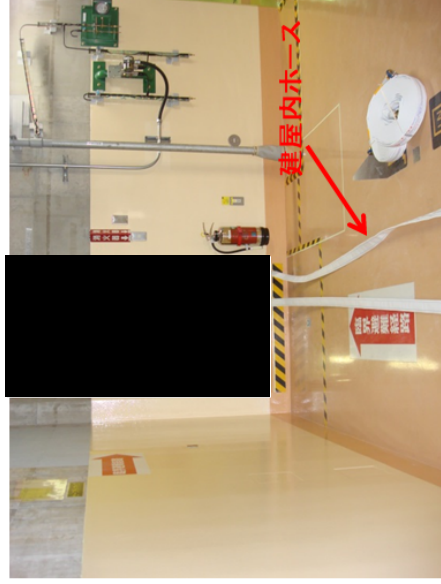
可搬型液位計を設置し、対象貯槽の液位を確認する。



### 9 漏えい確認等／貯槽等注水

#### 【作業概要】

対象貯槽への供給弁を閉止した状態で一度注水し、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。  
対象貯槽への注水は、可搬型液位計設置後、貯槽等の液位の低下が確認(初期液量の70%)された場合は、貯槽等への注水を開始する。



### 2

#### 温度計設置(可搬型温度計による貯槽温度測定、温度確認)



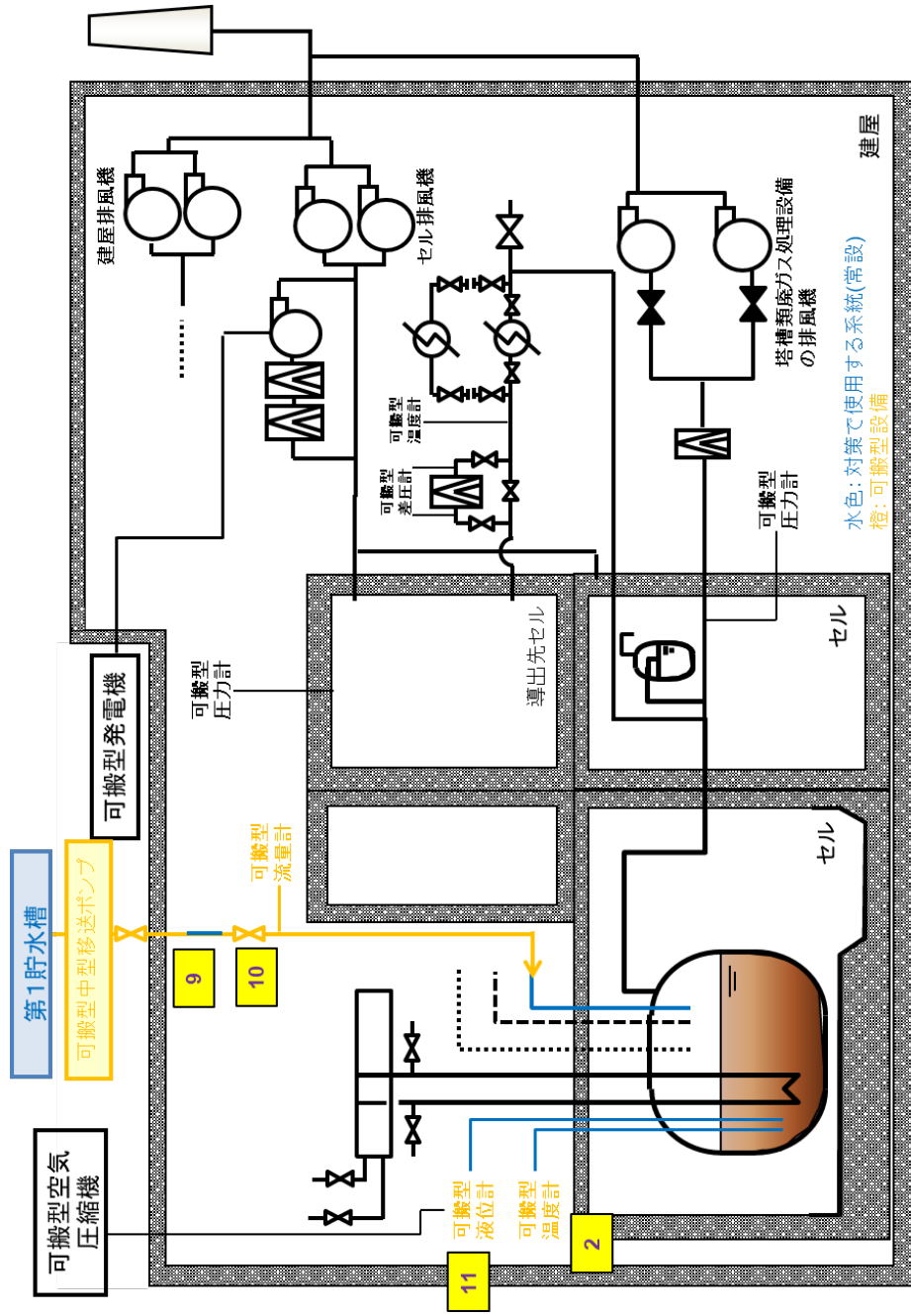
#### 【作業概要】

発生防止対策時に設置した可搬型温度計を用いて、対象貯槽の温度推移を確認する。

第2-8図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の貯槽等への注水概要


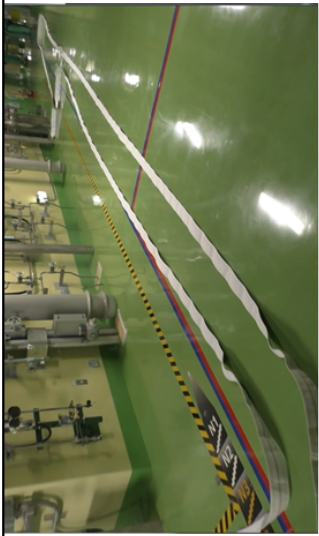

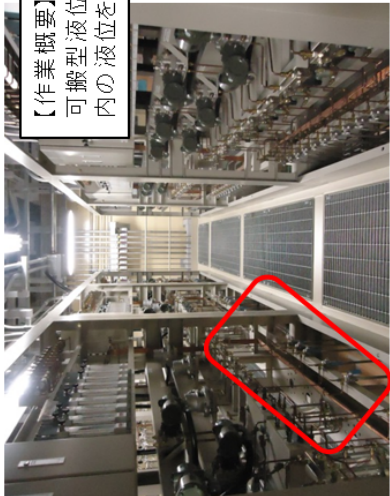
■ については核不拡散の観点から公開できません。

【高レベル廃液ガラス固化建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（貯槽等への注水）の概要】



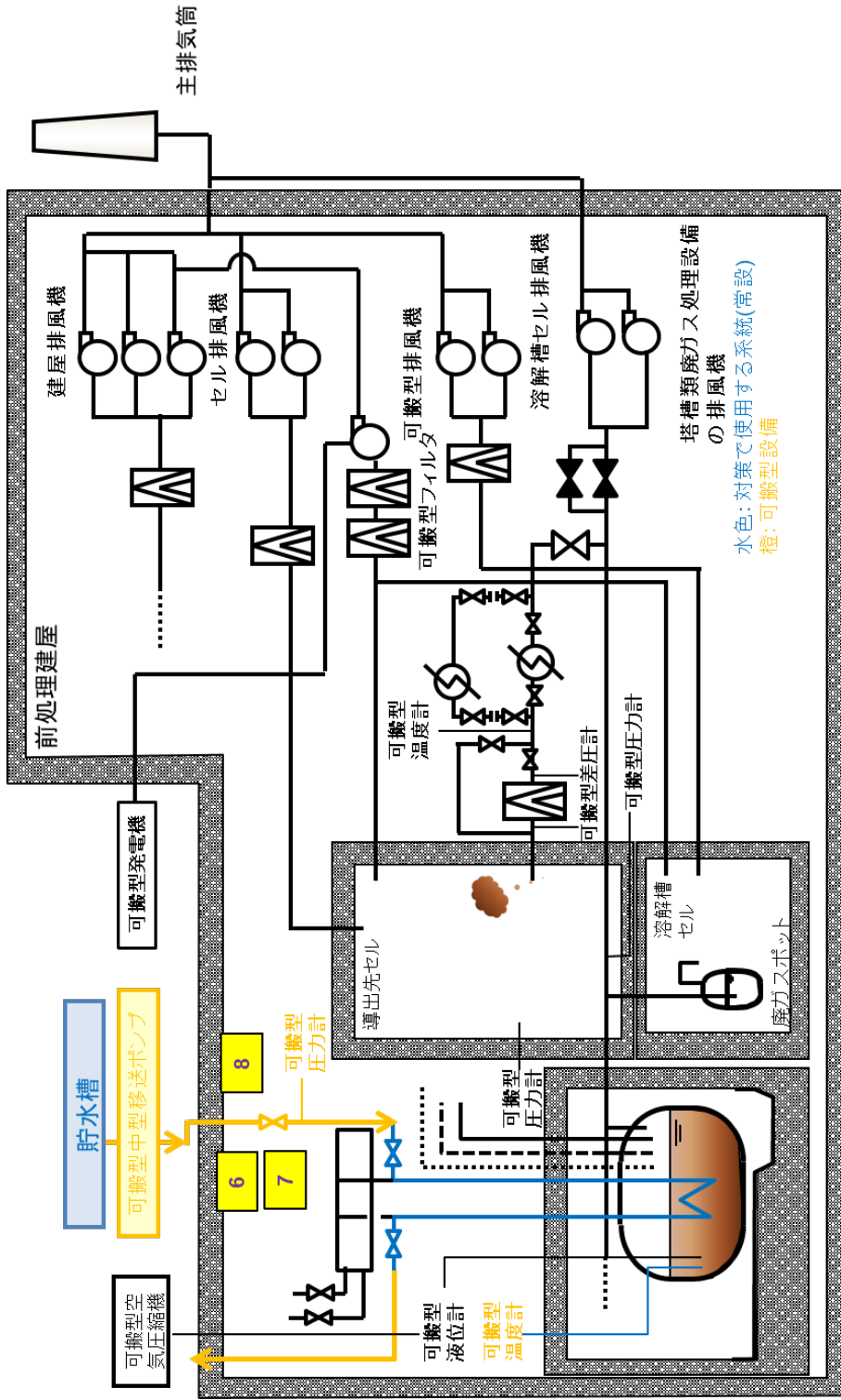
※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第2. - 9 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の貯槽等への注水概要図

<p><b>9</b> <b>ホース敷設、ホース接続</b></p>	<p>【作業概要】 対象貯槽へ屋外から注水するため、ホース敷設、可搬型流量計設置等を実施する。</p> 
<p><b>10</b> <b>漏えい確認等／貯槽等注水</b></p>	<p>【作業概要】 対象貯槽への供給弁を閉止した状態で一度注水し、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。 対象貯槽への注水は、可搬型液位計設置後、貯槽等の液位の低下が確認(初期液量の70%)された場合は、貯槽等への注水を開始する。</p> 
<p><b>2</b> <b>温度計測</b></p>	<p>【作業概要】 発生防止対策時に設置した可搬型温度計を用いて、対象貯槽の温度推移を確認する。</p>  <p>【作業概要】 可搬型液位計を設置し、対象貯槽内の液位を確認する。</p> 
<p><b>11</b> <b>貯槽液位計設置及び液位計測</b></p>	<p>【作業概要】 可搬型液位計を設置し、対象貯槽内の液位を確認する。</p>

第 2. - 10 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の貯槽等への注水概要図

【前処理建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（冷却コイル等への通水）の概要】



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

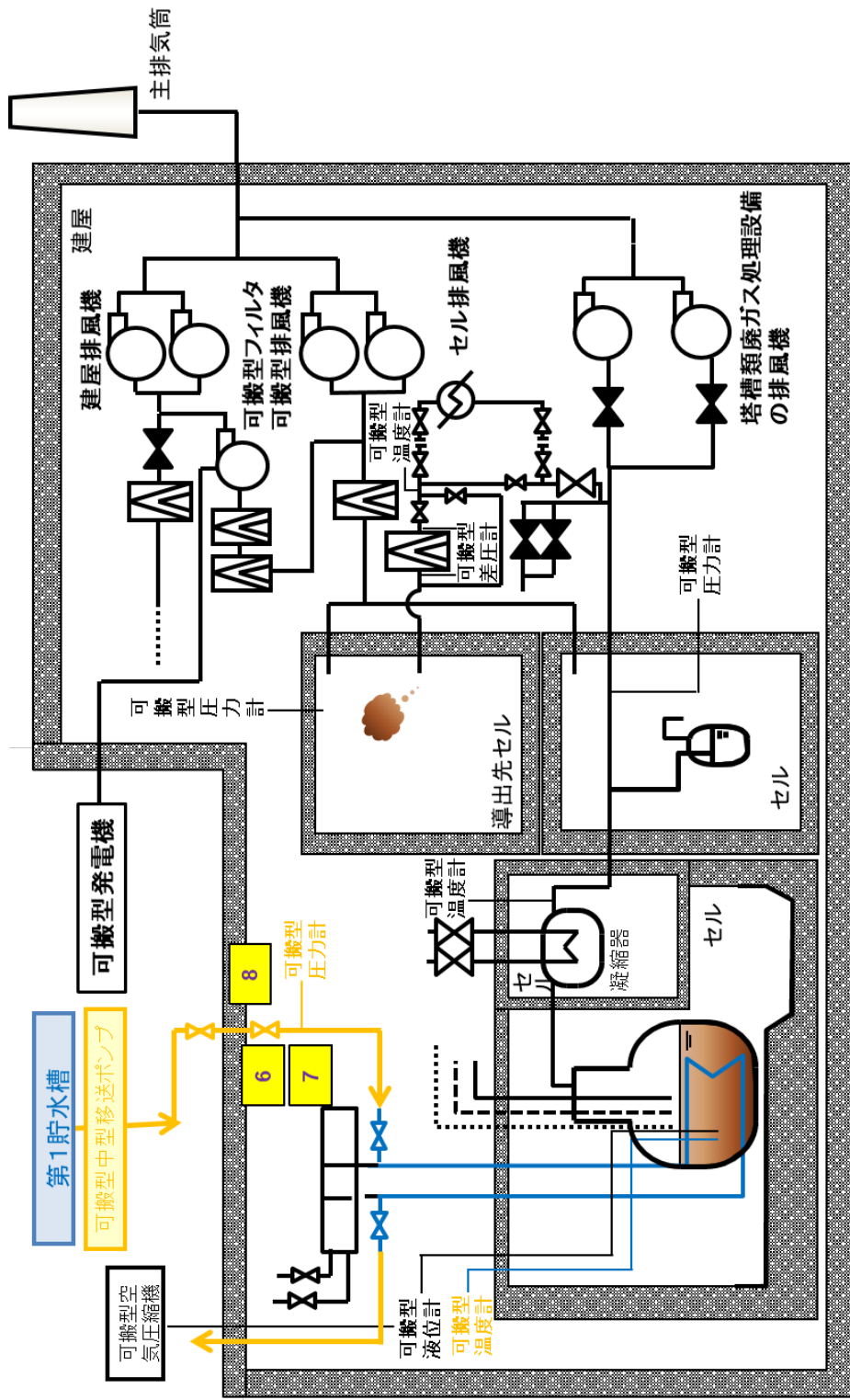
第2. - 11 図 前処理建屋の冷却コイル等への通水概要図

6	<p><b>冷却コイル等通水準備(ホース敷設、ホース接続)</b></p>
<p>【作業概要】          冷却水を供給するための建屋内ホースを敷設する。その後、出口弁を閉じた状態で一度通水して加圧し、通水経路の健全性及び敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p>	
7	<p><b>冷却コイル等通水準備(弁隔離)</b></p>
8	<p><b>冷却コイル等通水(弁操作、漏えい確認)</b></p>
<p>【作業概要】          通水を実施するための弁隔離等を実施する。その後弁を徐々に開とし通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p> <div data-bbox="837 757 1024 1438">  </div>	

第2. -12 図 前処理建屋の冷却コイル等への通水概要



【分離建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（冷却コイル等への通水）の概要】




※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り  
 水色: 対策で使用する系統(常設) 黄色: 可搬型設備

第 2. - 13 図 分離建屋の冷却コイル等への通水概要図

**6** 冷却コイル等通水準備(ホース敷設、ホース接続)

【作業概要】  
 冷却水を供給するための建屋内ホースを敷設する。その後、出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水経路の健全性及び敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。



**7** 冷却コイル等通水準備(弁隔離)

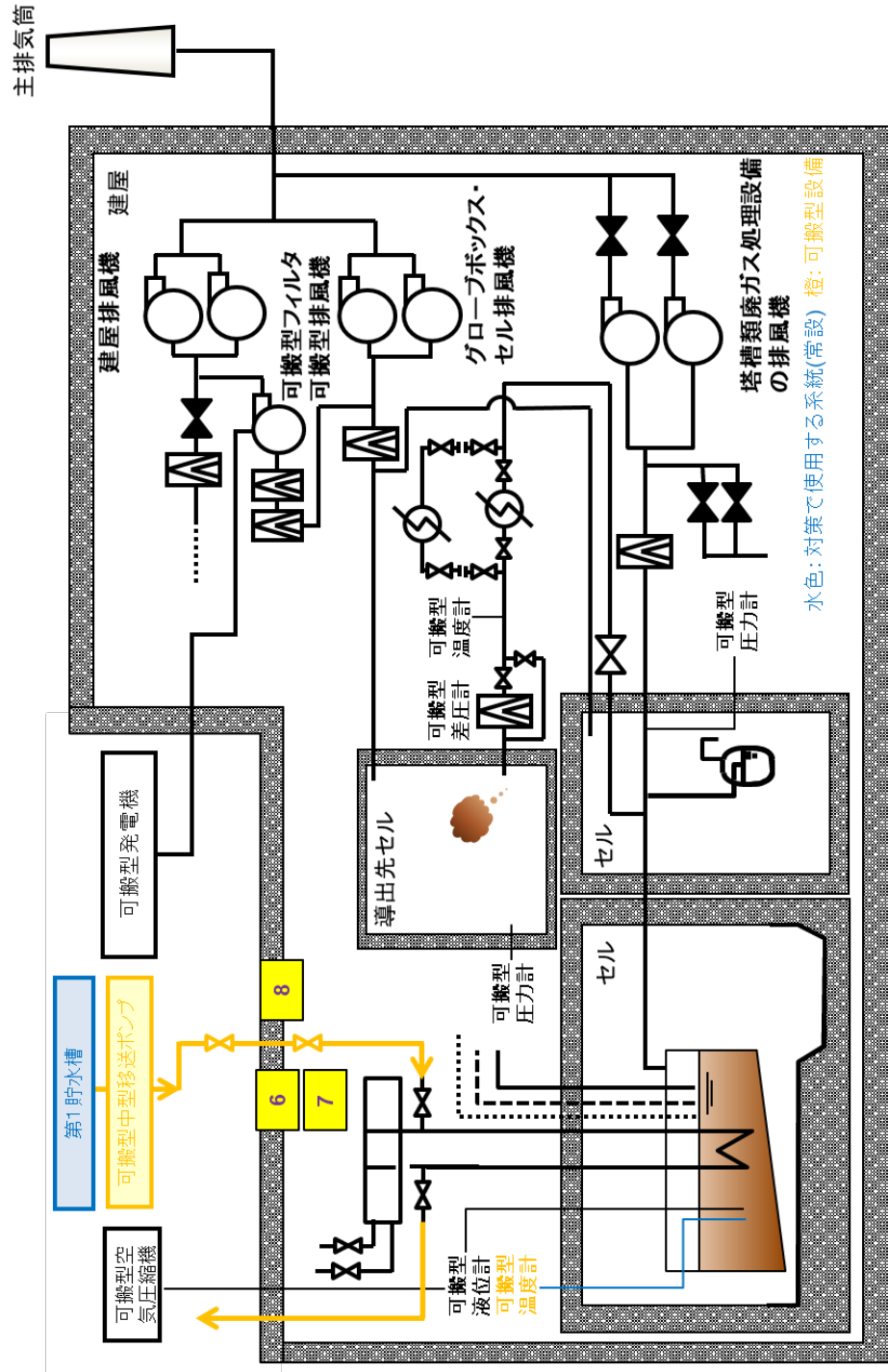
**8** 冷却コイル等通水(弁操作、漏えい確認)

【作業概要】  
 通水を実施するための弁隔離等を実施する。その後弁を徐々に開とし通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。



第 2. - 14 図 分離建屋の冷却コイル等への通水概要

【精製建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（冷却コイル等への通水）の概要】



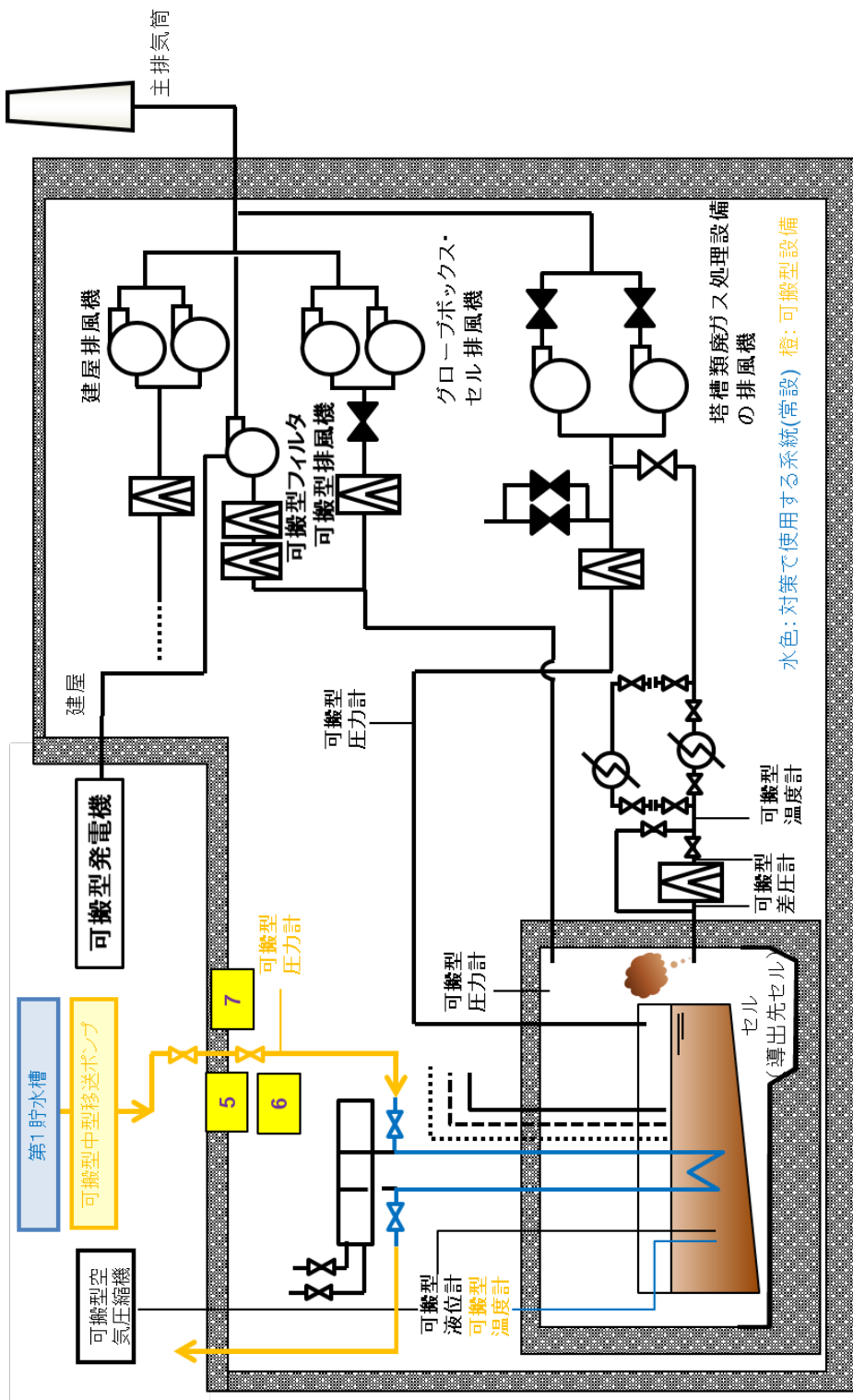
※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 2. - 15 図 精製建屋の冷却コイル等への通水概要図

6	<p><b>冷却コイル等通水準備(ホース敷設、ホース接続)</b></p> <p>【作業概要】          冷却水を供給するための建屋内ホースを敷設する。その後、出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水系統の健全性及び敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p>
7	<p><b>冷却コイル等通水準備(弁隔離)</b></p>
8	<p><b>冷却コイル等通水(弁操作、漏えい確認)</b></p> <p>【作業概要】          通水を実施するための弁隔離等を実施する。その後弁を徐々に開とし通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

第2. -16 図 精製建屋の冷却コイル等への通水概要

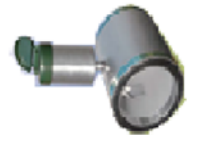
【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の拡大防止対策（冷却コイル等への通水）の概要】



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性があり

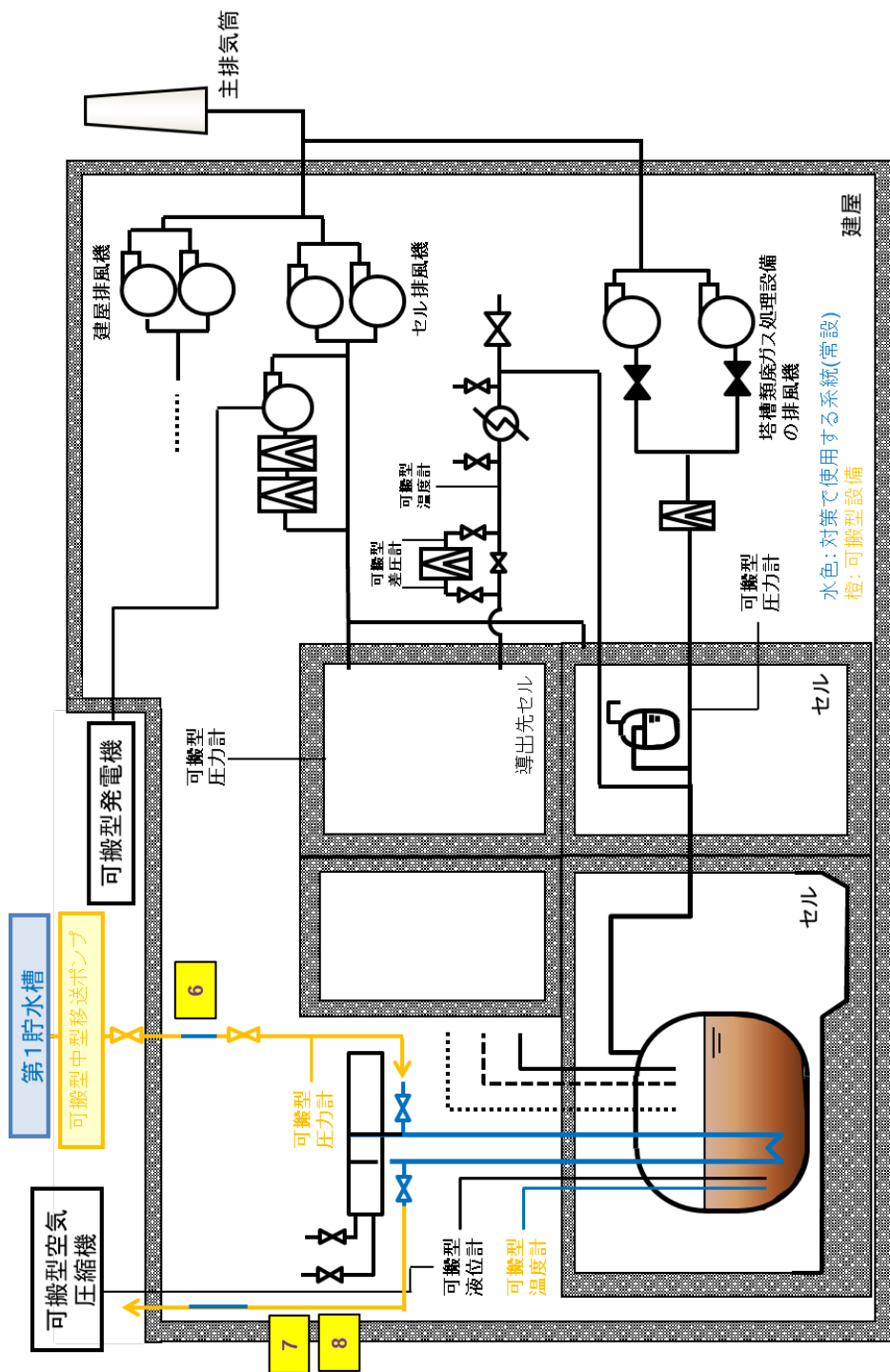
第2-17 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の冷却コイル等への通水概要図

5	<p><b>冷却コイル等通水準備(ホース敷設、ホース接続)</b></p> <p>【作業概要】          冷却水を供給するための建屋内ホースを敷設する。その後、出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水系統の健全性及び敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p>
6	<p><b>冷却コイル等通水準備(弁隔離)</b></p>
7	<p><b>冷却コイル等通水(弁操作、漏えい確認)</b></p> <p>【作業概要】          通水を実施するための弁隔離等を実施する。その後弁を徐々に開けし通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p>



第2. -18 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の冷却コイル等への通水概要

【高レベル廃液ガラス固化建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（冷却コイル等への通水）の概要】

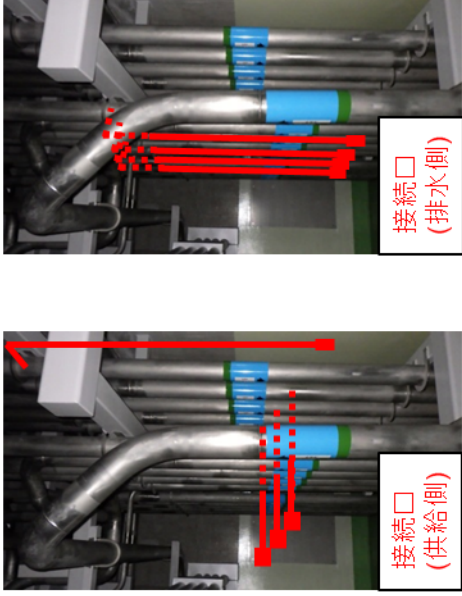


※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性があり

第 2. - 19 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の冷却コイル等への通水概要図

**6** 冷却コイル等通水準備(ホース敷設、ホース接続)

【作業概要】  
 冷却水を供給するための建屋内ホースを敷設する。その後、出口弁を閉じた状態で一度通水して加圧し、通水経路の健全性及び敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。



**7** 冷却コイル等通水準備(弁隔離)

**8** 冷却コイル等通水(弁操作、漏えい確認)

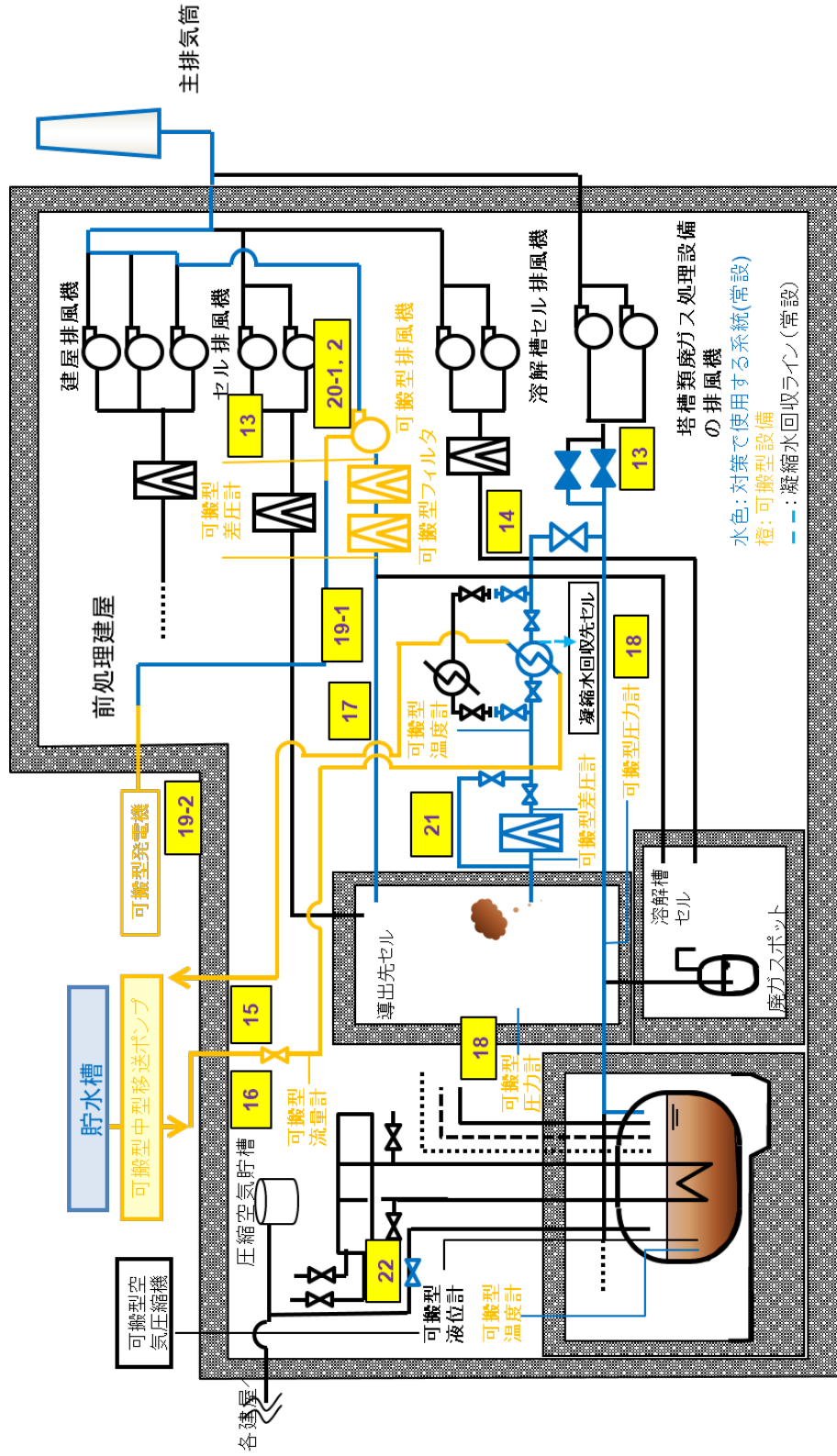
【作業概要】  
 通水を実施するための弁隔離等を実施する。その後弁を徐々に開とし通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。



第 2. - 20 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の冷却コイル等への通水概要



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



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 2. - 21 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

### 13 隔離弁の操作



【作業概要】  
セル導出設備の隔離弁を閉止し、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットに繋がる弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気セルへ導出する。

### 14 排気経路構築（ダンパ閉止等）



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

### 15 凝縮器通水準備（ホース敷設、ホース接続、弁操作）

【作業概要】  
凝縮器へ屋外から通水し、機器からの蒸発蒸気を凝縮させるために、建屋内の接続口までホースを敷設する。  
外部からの通水を実施するための弁隔離等を実施する。

### 16 漏えい確認等／凝縮器通水

【作業概要】  
出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水システムの健全性を確認した後に、出口弁を開として通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。  
また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。

### 17 計器監視（流量、圧力、温度、液位）



【作業概要】  
発生防止対策及び拡大防止対策後に、状態を監視するため、定期的に流量、液位、温度、圧力を確認する。

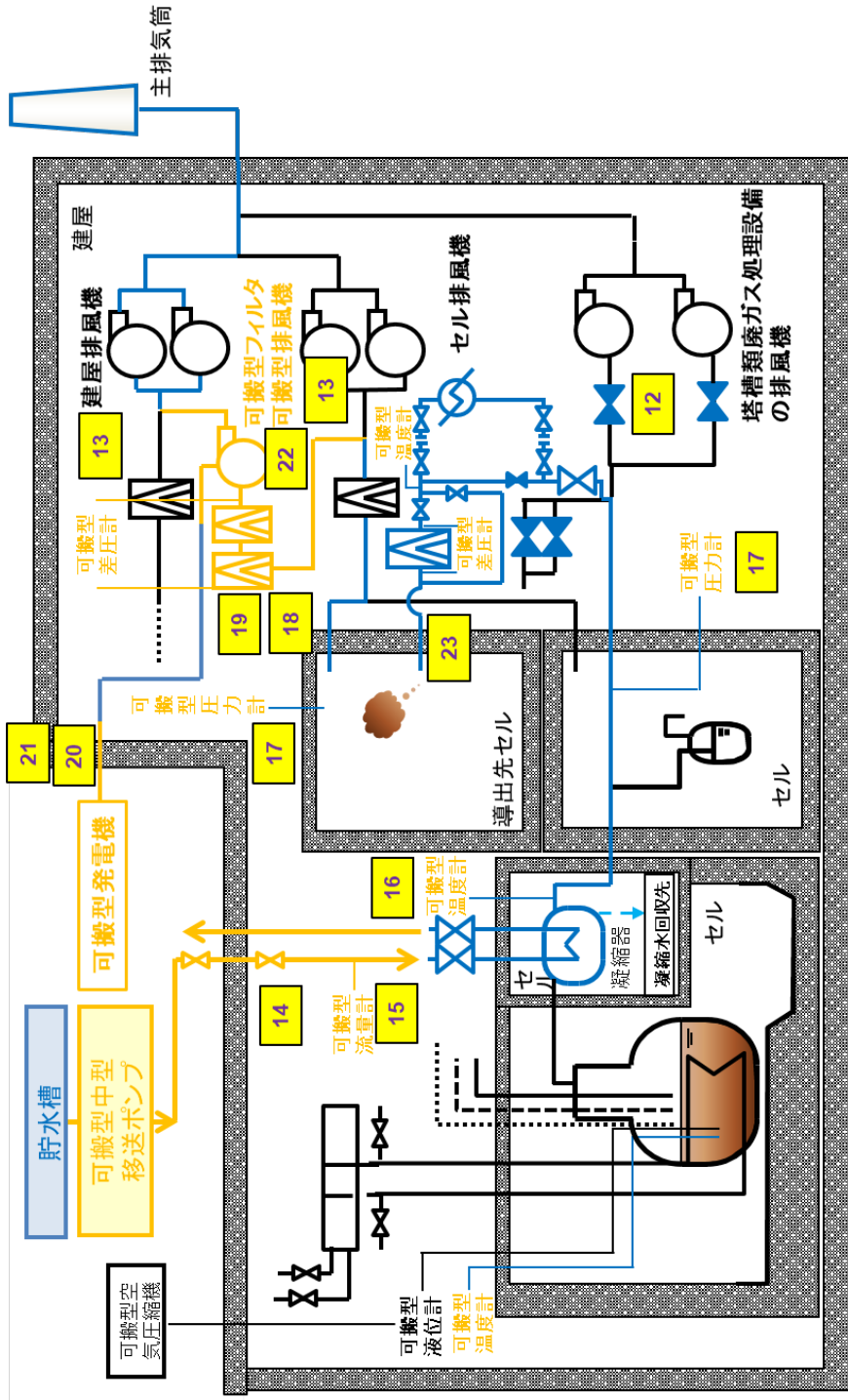
第2-22 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要（その1）



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

■ については核不拡散の観点から公開できません。


【分離建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気による対応）の概要】



※経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り  
 水色：対策で使用する系統(常設) 黄色：可搬型設備

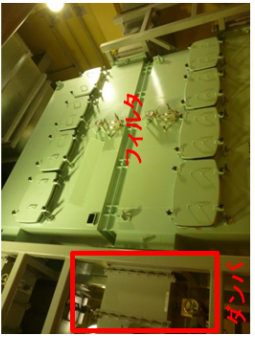
第 2. - 24 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気による対応概要図

**12 隔離弁の操作**



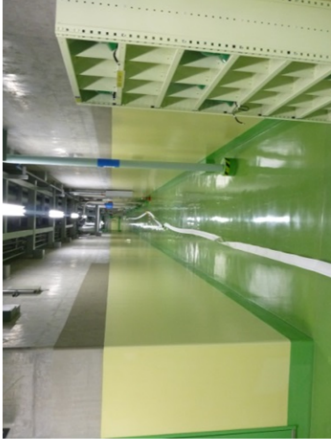
【作業概要】  
セル導出設備の隔離弁を閉止し、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットに繋がる弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気セルへ導出する。

**13 排気経路構築（ダンパ閉止等）**




【作業概要】  
廃ガス中に含まれる放射線物質を極力低減させるため、ダンパ閉止等により排気経路構築を行う。

**15 漏えい確認等／凝縮器通水**





【作業概要】  
出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水系統の健全性を確認した後に、出口弁を開として通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。

**14 凝縮器通水準備（ホース敷設、ホース接続、弁操作）**



【作業概要】  
凝縮器へ屋外から通水し、高レベル廃液濃縮缶からの蒸発蒸気を凝縮させるために、建屋内の接続口までホースを敷設する。外部からの通水を実施するための弁隔離等を実施する。

**16 計器監視（液位、温度、圧力、流量）**

【作業概要】  
発生防止対策及び拡大防止対策後に、状態を監視するため、定期的に流量、液位、温度、圧力を確認する。

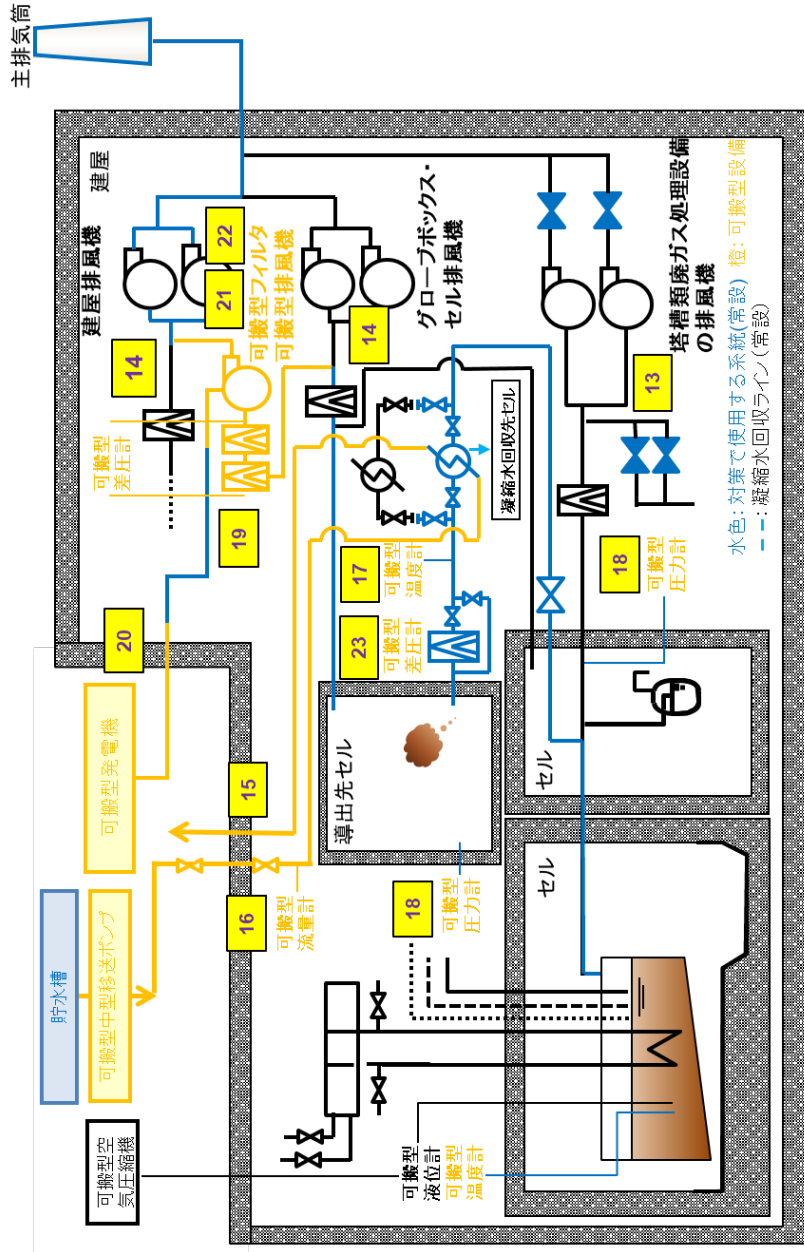
第 2. - 25 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要（その 1）



第 2. - 26 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

■ については核不拡散の観点から公開できません。

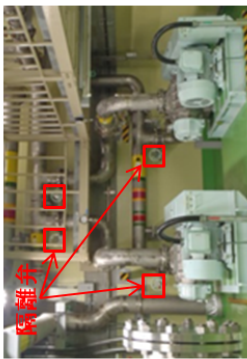
【精製建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



※：経路構成については、設計進捗により変更の可能性があり

第 2. - 27 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

**13 隔離弁の操作**



【作業概要】  
セル導出設備の隔離弁を閉止し、塔槽類  
廃ガス処理設備からセルに導出するユ  
ニットに繋がる弁を開放することで、塔槽  
類廃ガス処理設備内の雰囲気セルへ導  
出する。

**15 凝縮器通水準備(ホース敷設、ホース接続、弁操作)**

【作業概要】  
凝縮器へ屋外から通水し、機器からの 蒸発蒸気を凝縮させるために、建屋内の接  
続口までホースを敷設する。

**16 漏えい確認等/凝縮器通水**

【作業概要】  
出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水系統の健全性を確認した後に、  
出口弁を開として通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。  
また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。



**14 排気経路構築(ダンパ閉止等)**



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

**17 計器監視(液位、温度、圧力、流量)**



【作業概要】  
発生防止対策及び拡大防止対策後に、状態を監視するた  
め、定期的に流量、液位、温度、圧力を確認する。

第 2. - 28 図 精製建屋の精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)



**18** セル内圧力計設置及び廃ガス洗浄塔入口圧力計設置

**19** 可搬型ダクト、可搬型フィルタ及び可搬型排風機の設置

【作業概要】  
 塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を導出したセルの圧力及びセル導出時の圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。



**23** 切替えの弁操作

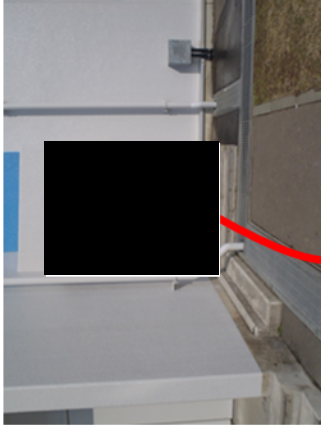

【作業概要】  
 溶液が沸騰した後、高性能粒子フィルタの差圧が上昇傾向を示した場合、パイパスラインへ切り替える。

**20** ケーブル敷設及び接続、可搬型発電機起動

**21** 可搬型排風機運転準備

**22** 可搬型排風機起動

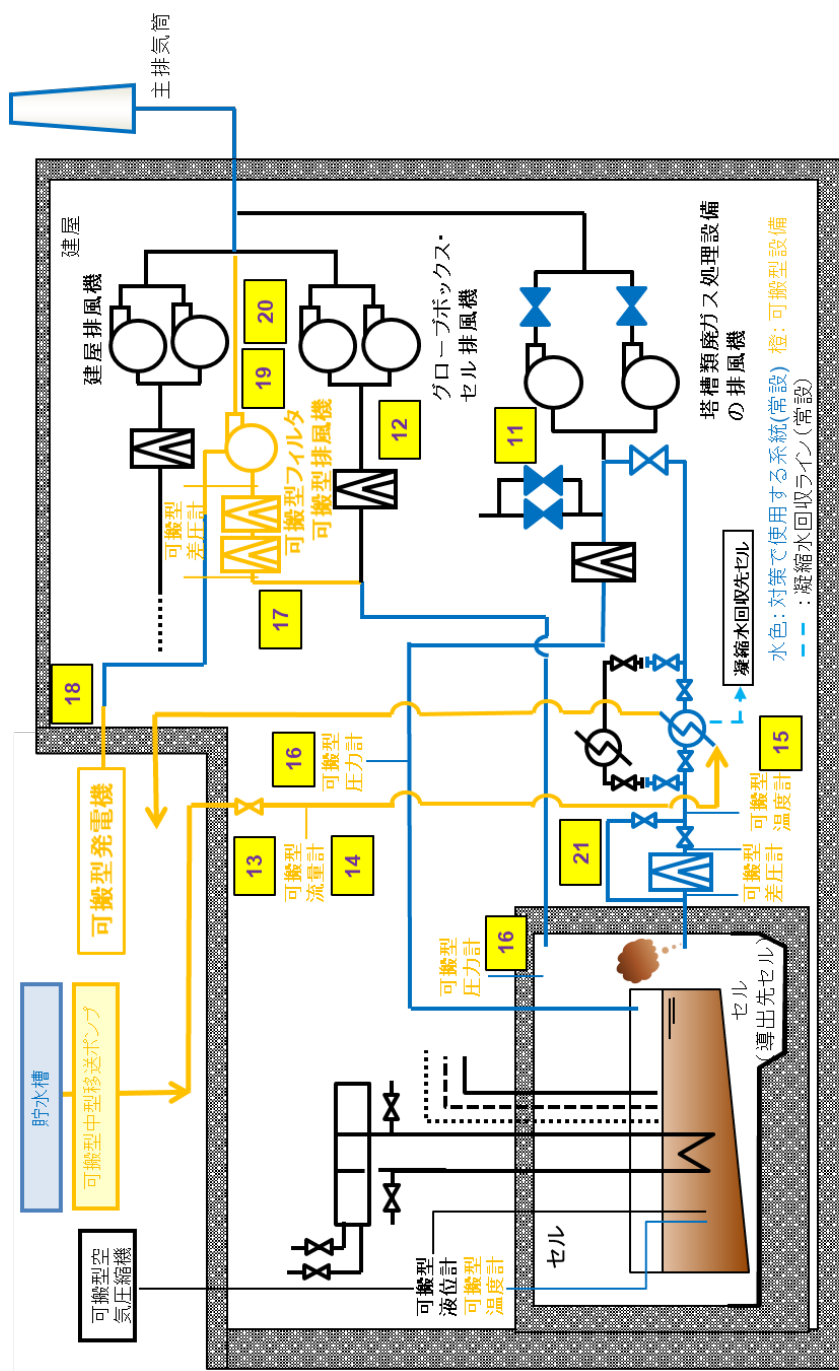
【作業概要】  
 可搬型排風機により、セルに導出された放射性質等を排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型排風機を運転する。

第 2. - 29 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

■ については核不拡散の観点から公開できません。

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



※ 経路構成については、設計進捗により変更の可能性が有り

第 2. - 30 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

**11 隔離弁の操作**

【作業概要】  
セル導出設備の隔離弁を閉止し、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットに繋がる弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気セルへ導出する。



**12 排気経路構築 (ダンパ閉止等)**

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



**15 計器監視(液位、温度、圧力、流量)**



【作業概要】  
発生防止対策及び拡大防止対策後に、状態を監視するため、定期的に流量、液位、温度、圧力を確認する。

**13 凝縮器通水準備(ホース敷設、ホース接続、弁操作)**

【作業概要】  
凝縮器へ屋外から通水し、機器からの蒸発蒸気を凝縮させるために、建屋内の接続口までホースを敷設する。  
外部からの通水を実施するための弁隔離等を実施する。



**14 漏えい確認等/凝縮器通水**

【作業概要】  
出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水系統の健全性を確認した後に、出口弁を開として通水を開始する。  
必要に応じて通水流量を調整する。  
また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。



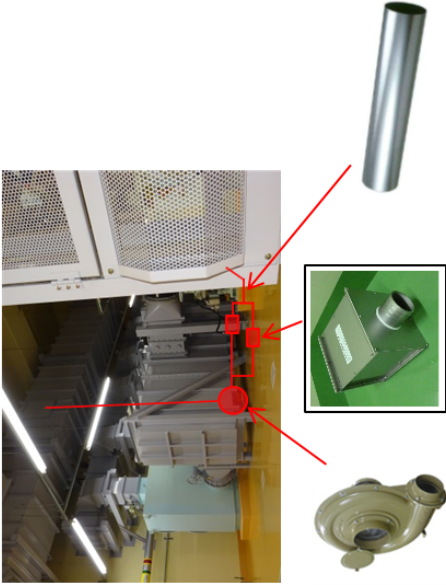
第 2. - 31 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

■ については核不拡散の観点から公開できません。

**16** セル内圧力計設置及び廃ガス洗浄塔入口圧力計設置

**17** 可搬型ダクト、可搬型フィルタ及び可搬型排風機の設置

【作業概要】  
 塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を導出したセルの圧力及びセル導出時の圧力を監視するため、圧力計を設置する。  
 セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。



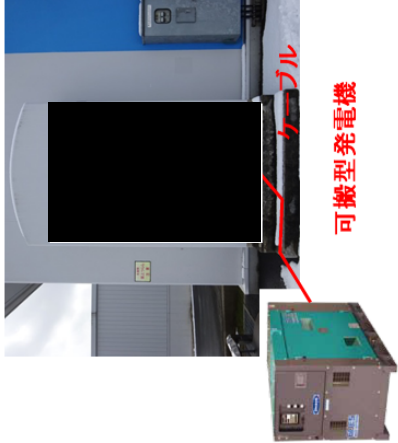
可搬型排風機  
 可搬型フィルタ  
 可搬型ダクト

**18** ケーブル敷設及び接続、可搬型発電機起動

**19** 可搬型排風機運転準備

**20** 可搬型排風機運転

【作業概要】  
 可搬型排風機により、セルに導出された放射性物質等を排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型排風機を運転する。



ケーブル  
 可搬型発電機

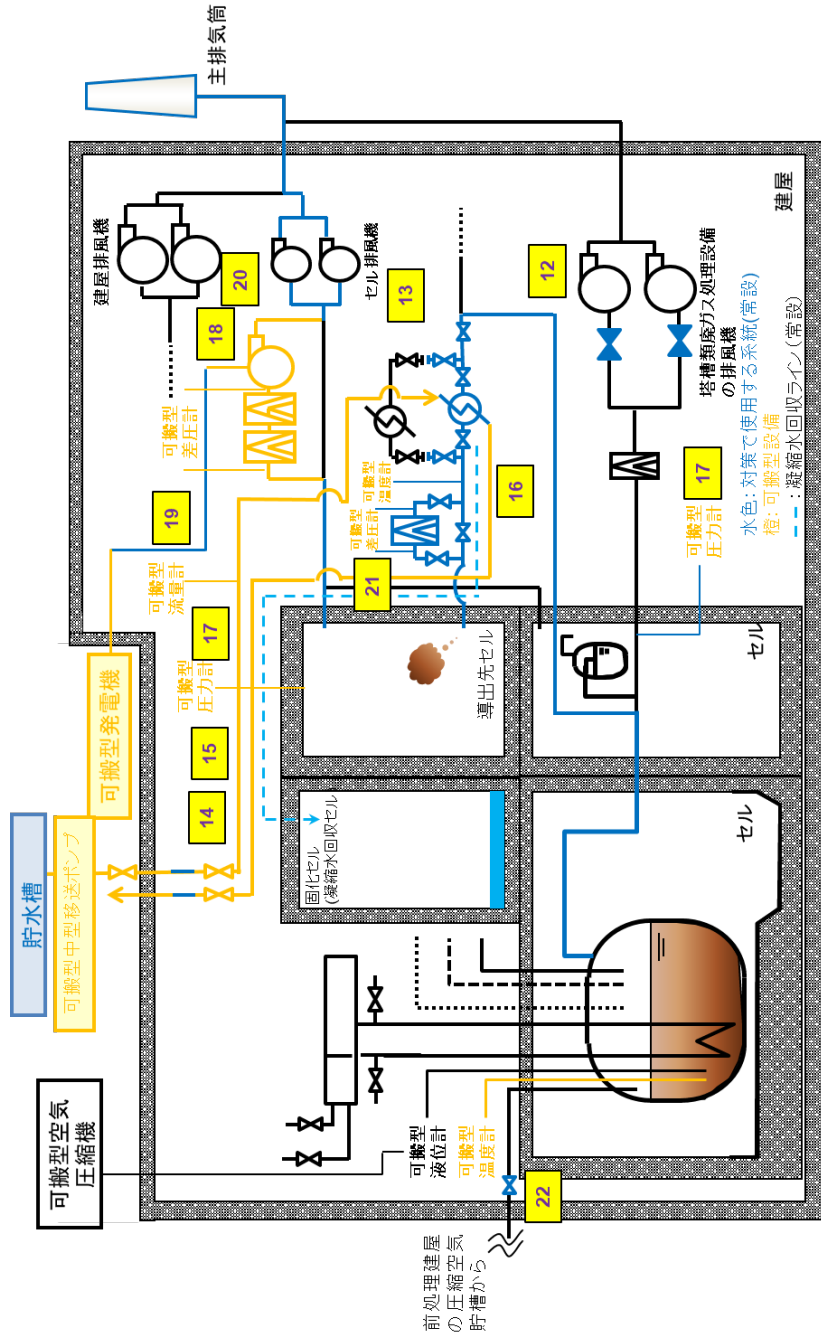
**21** 切替えの弁操作

【作業概要】  
 溶液が沸騰した後、高性能粒子フィルタの差圧が上昇傾向を示した場合、バイパスラインへ切り替える。

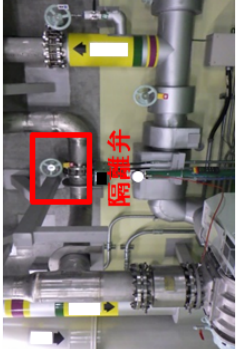
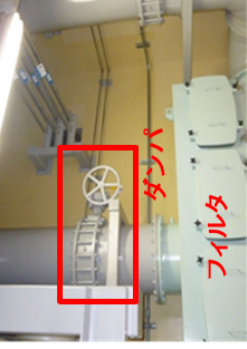

第 2. - 32 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)


■ については核不拡散の観点から公開できません。

【高レベル廃液ガラス固化建屋の蒸発乾固の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



第 2. - 33 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

12	<p><b>隔離弁の操作</b></p>		<p>【作業概要】 セル導出設備の隔離弁を閉止し、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットに繋がる弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気ガスをセルへ導出する。</p>
13	<p><b>排気経路構築（ダンパ閉止等）</b></p>		<p>【作業概要】 廃ガス中に含まれる放射性物質を極力低減させて大気中へ放出するため、ダンパ閉止等により排気経路構築を行う。</p>
16	<p><b>計器監視(液位、温度、圧力、流量)</b></p>		<p>【作業概要】 発生防止対策及び拡大防止対策後に、状態を監視するため、定期的に流量、液位、温度、圧力を確認する。</p>

14	<p><b>凝縮器通水準備(ホース敷設、ホース接続、弁操作)</b></p>	<p>【作業概要】 凝縮器へ屋外から通水し、機器からの蒸発蒸気を凝縮させるために、建屋内の接続口までホースを敷設する。 外部からの通水を実施するための弁隔離等を実施する。</p>	
15	<p><b>漏えい確認等／凝縮器通水</b></p>	<p>【作業概要】 出口弁を閉止した状態で一度通水して加圧し、通水システムの健全性を確認した後、出口弁を開として通水を開始する。必要に応じて通水流量を調整する。 また、敷設したホース等からの漏えいがないことを確認する。</p>	

第2. -34 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要（その1）

**17** セル内圧力計設置及び廃ガス洗浄塔入口圧力計設置

**18** 可搬型ダクト、可搬型フィルタ、可搬型排風機の設置



可搬型排風機 可搬型ダクト  
可搬型フィルタ

【作業概要】  
塔槽類廃ガス処理設備の霧  
囲気を導出したセルの圧力及  
びセル導出時の圧力を監視  
するため、可搬型圧力計を設  
置する。  
セルに導出した塔槽類廃ガス  
処理設備の霧囲気を排気す  
るため、可搬型フィルタ、可搬  
型排風機及び可搬型ダクトを  
接続する。

**19** ケーブル敷設及び接続、可搬型発電機起動

**20** 可搬型排風機運転準備及び可搬型排風機運転



ケーブル  
可搬型発電機

【作業概要】  
可搬型排風機により、セルに導  
出された放射性物質等を排気  
するため、可搬型発電機から  
の給電ケーブルを接続(給電)し、  
可搬型排風機を運転する。

**22** 水素掃気用安全圧縮空気系の手動弁を閉止

【作業概要】  
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、高レベル廃液ガラス固化建  
屋の機器へ圧縮空気を供給する水素掃気用安全圧縮空気  
系の手動弁を閉止する。

**21** 切替えの弁操作

【作業概要】  
溶液が沸騰した後、高性能粒子フィルタの差圧が上昇傾向を  
示した場合、パイプスライムへ切り替える。

第 2. - 35 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

## 2. 1 蒸発乾固の拡大防止対策の信頼性

### 2.1.1 貯槽等への注水に使用する設備の設計

貯槽等への注水に使用する系統は、位置的分散及び独立性を考慮した系統を4～6系統整備し、多重性を確保しており、1系統あたり1口を合計4～6口の接続口があるため、多様な空間を確保している。また、貯槽等への注水に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

整備した貯槽等への注水系統が使用できない場合に備え、貯槽等への注水に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対して工具を用いて接続口を作成する手順を整備する。

- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を4～6系統整備 ⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり1口、合計4～6口の接続口を整備 ⇒ 注水のための多様な空間を確保
- ✓ 整備した貯槽等への注水系統が使用できない場合に備え、貯槽等への注水に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対してパイプカッターを用いて接続口を作成する手順を整備する。  
⇒ 注水のための多様な空間、手段を確保

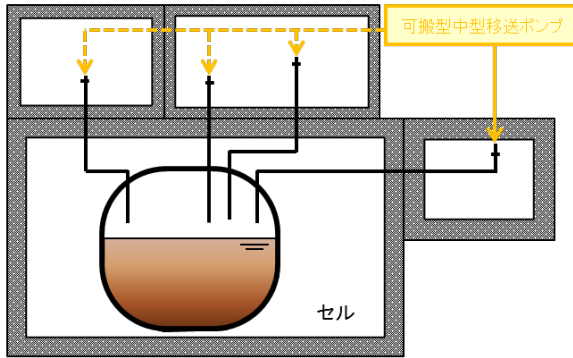
#### ○接続口の信頼性

貯槽等への注水に使用する配管は、以下の写真のようなものを複数の部屋に複数本用意している。これらの配管が使用できない状況として、周囲の構築物が倒壊し、接続口へ接近できないことを想定されるが、複数の部屋に接続口があることから貯槽等への注水が可能である。

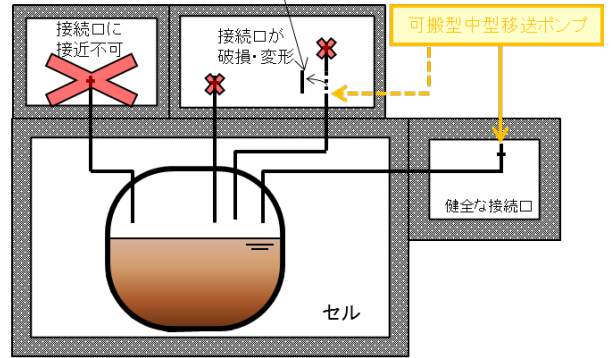
仮に全ての部屋で倒壊があり、接続口が変形・破損している場合でもパイプカッターで切断し、新たに接続口を作成することができる。



複数の部屋に接続口があり、機器注水を実施する。



配管を切断し機器注水も可能



拡大防止対策で使用する配管の例



接続口 20A配管



接続口 25A配管



接続口 40A配管



接続方法

## 第 2. - 36 図 貯槽等への注水の接続口概要図

### ○配管切断実証訓練

R-SUS304ULC 80A SCH20S (外径 89.1mm 厚さ 4.0mm) 配管を切断するまでに要した時間は約 15 分程度である。機器注水配管は 8A~40A 配管が多く、本実証訓練より作業量や作業時間は短縮できると考える。



配管: R-SUS304ULC 80A SCH20S  
(外径89.1mm 厚さ4.0mm)



ラチェット式パイプカッター



セッティング～切断中



切断面  
セッティングから切断に要した時間:約15分



小口径用ラチェット式パイプカッター  
スリムな形状のため狭隙部でも切断可能である。



配管: SUS304 25A SCH20S  
(外径34.0mm 厚さ3.0mm)  
小口径配管切断



取付治具



接続口取付け  
セッティング～接続口取り付けまでに  
要した時間:約30分

## 第 2. - 37 図 配管切断実証訓練

## 2.1.2 貯槽等への注水に使用する設備の有効性について

蒸発乾固への対処は、安全冷却水系の冷却機能の喪失が発生した場合に実施するため、蒸発乾固への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全冷却水系の冷却機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

### a. 温度

#### 1) 常設重大事故等対処設備

貯槽等への注水は、高レベル廃液等の沸騰後に実施することから、その温度は最大でも高レベル廃液等の沸点程度であり、設備の機能を損なうことはない。

#### 2) 可搬型重大事故等対処設備

可搬型重大事故等対処設備は、直接高レベル廃液等と接することなく、外部から供給される水を通水するのみである。外部から供給される水の温度は、外気温度以下であることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース（消防ホース）の耐熱温度 60℃に対し、外部から供給される水の温度は外気温度以下であることから、有意な影響はない。

### b. 圧力

可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧が圧力条件として最も高いが、貯槽等への注水に使用する設備の最高使用圧力以下の供給圧で冷却水を供給する運用とすることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース（消防ホース）の使用圧力が 1.6MPa 程度であるのに対し、可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧を 0.8MPa 以下とすることから、有意な影響はない。

### c. 放射線

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

### 2.1.3 各建屋の各貯槽における蒸発量及び時間余裕

各建屋について蒸発量及び時間余裕について以下に示す。

第 2. - 1 表 前処理建屋における蒸発量及び時間余裕

蒸発乾固対象貯槽等	崩壊熱密度 (W/m <sup>3</sup> )	液量 (m <sup>3</sup> )	単位時間当たりの 蒸発量 (m <sup>3</sup> /h)	時間余裕※ (h)
中継槽 A	600	7	6.8×10 <sup>-3</sup>	410 時間
中継槽 B	600	7	6.8×10 <sup>-3</sup>	410 時間
計量前中間貯槽 A	600	25	2.4×10 <sup>-2</sup>	400 時間
計量前中間貯槽 B	600	25	2.4×10 <sup>-2</sup>	400 時間
リサイクル槽 A	600	2	2.5×10 <sup>-3</sup>	440 時間
リサイクル槽 B	600	2	2.5×10 <sup>-3</sup>	440 時間
計量後中間貯槽	460	25	1.9×10 <sup>-2</sup>	530 時間
計量・調整槽	460	25	1.9×10 <sup>-2</sup>	520 時間
計量補助槽	460	7	5.3×10 <sup>-3</sup>	520 時間
中間ポット A	460	■	1.3×10 <sup>-4</sup>	420 時間
中間ポット B	460	■	1.3×10 <sup>-4</sup>	420 時間

※ 冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の 70%になるまでの時間

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 2. - 2 表 分離建屋における蒸発量及び時間余裕

蒸発乾固対象貯槽等	崩壊熱密度 (W/m <sup>3</sup> )	液量 (m <sup>3</sup> )	単位時間当たりの 蒸発量 (m <sup>3</sup> /h)	時間余裕※ (h)
高レベル廃液濃縮缶 A	5800	■	$1.3 \times 10^{-1}$	62 時間
第 6 一時貯留処理槽	290	■	$5.7 \times 10^{-4}$	920 時間
高レベル廃液供給槽 A	460	25	$3.9 \times 10^{-3}$	2100 時間
溶解液中間貯槽	460	6	$1.9 \times 10^{-2}$	520 時間
溶解液供給槽	290	15	$4.5 \times 10^{-3}$	520 時間
抽出廃液受槽	290	20	$7.1 \times 10^{-3}$	840 時間
抽出廃液中間貯槽	290	60	$9.4 \times 10^{-3}$	840 時間
抽出廃液供給槽 A	290	60	$2.9 \times 10^{-2}$	840 時間
抽出廃液供給槽 B	290	3	$2.9 \times 10^{-2}$	850 時間
第 1 一時貯留処理槽	290	■	$1.4 \times 10^{-3}$	900 時間
第 8 一時貯留処理槽	290	■	$1.7 \times 10^{-3}$	900 時間
第 7 一時貯留処理槽	290	20	$9.4 \times 10^{-3}$	900 時間
第 3 一時貯留処理槽	290	20	$9.4 \times 10^{-3}$	850 時間
第 4 一時貯留処理槽	460	25	$9.4 \times 10^{-3}$	850 時間

※ 冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の 70%になるまでの時間

第 2. - 3 表 精製建屋における蒸発量及び時間余裕

蒸発乾固対象貯槽等	崩壊熱密度 (W/m <sup>3</sup> )	液量 (m <sup>3</sup> )	単位時間当たりの 蒸発量 (m <sup>3</sup> /h)	時間余裕※ (h)
プルトニウム濃縮液受槽	8600	1	$1.4 \times 10^{-2}$	26 時間
リサイクル槽	8600	1	$1.4 \times 10^{-2}$	26 時間
希釈槽	8600	2.5	$3.5 \times 10^{-2}$	26 時間
プルトニウム濃縮液一時貯槽	8600	1.5	$2.1 \times 10^{-2}$	26 時間
プルトニウム濃縮液計量槽	8600	1	$1.4 \times 10^{-2}$	26 時間
プルトニウム濃縮液中間貯槽	8600	1	$1.4 \times 10^{-2}$	26 時間
プルトニウム溶液受槽	930	■	$1.4 \times 10^{-3}$	300 時間
油水分離槽	930	■	$1.4 \times 10^{-3}$	300 時間
プルトニウム濃縮缶供給槽	930	3	$4.6 \times 10^{-3}$	280 時間
プルトニウム溶液一時貯槽	930	3	$4.6 \times 10^{-3}$	280 時間
第 2 一時貯留処理槽	930	1.5	$2.3 \times 10^{-3}$	290 時間
第 3 一時貯留処理槽	930	1.5	$4.6 \times 10^{-3}$	280 時間
第 1 一時貯留処理槽	930	3	$2.3 \times 10^{-3}$	290 時間

※ 冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の 70%になるまでの時間

■については商業機密の観点から公開できません。

第2. - 4表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における  
蒸発量及び時間余裕

蒸発乾固対象貯槽等	崩壊熱密度 (W/m <sup>3</sup> )	液量 (m <sup>3</sup> )	単位時間当たりの 蒸発量 (m <sup>3</sup> /h)	時間余裕※2 (h)
硝酸プルトニウム貯槽	8600	1	1.4×10 <sup>-2</sup>	33 時間
混合槽A	5300	1	8.6×10 <sup>-3</sup>	57 時間
混合槽B	5300	1	8.6×10 <sup>-3</sup>	57 時間
一時貯槽※1	8600	1	1.4×10 <sup>-2</sup>	33 時間

※1 平常運転時は空運用（プルトニウム濃縮液を貯蔵している場合）

※2 冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の 70%になるまでの  
時間

第2. - 5表 高レベル廃液ガラス固化建屋における蒸発量及び時間余裕

蒸発乾固対象貯槽等	崩壊熱密度 (W/m <sup>3</sup> )	液量 (m <sup>3</sup> )	単位時間当たりの 蒸発量 (m <sup>3</sup> /h)	時間余裕※2 (h)
高レベル廃液混合槽A	3600	20	1.2×10 <sup>-1</sup>	72 時間
高レベル廃液混合槽B	3600	20	1.2×10 <sup>-1</sup>	72 時間
供給液槽A	3600	5	3.0×10 <sup>-2</sup>	74 時間
供給液槽B	3600	5	3.0×10 <sup>-2</sup>	74 時間
供給槽A	3600	2	1.2×10 <sup>-2</sup>	74 時間
供給槽B	3600	2	1.2×10 <sup>-2</sup>	74 時間
高レベル廃液共用貯槽※1	3200	120	6.3×10 <sup>-1</sup>	79 時間
第1高レベル濃縮廃液貯槽	3200	120	6.3×10 <sup>-1</sup>	79 時間
第2高レベル濃縮廃液貯槽	3200	120	6.3×10 <sup>-1</sup>	79 時間
第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	3600	25	1.5×10 <sup>-1</sup>	79 時間
第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	3600	25	1.5×10 <sup>-1</sup>	72 時間

※1 平常運転時は空運用（高レベル濃縮廃液を貯蔵している場合）

※2 冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の 70%になるまで  
の時間

#### 2.1.4 各建屋の貯槽等への注水に必要な注水流量について

貯槽等への注水は、蒸発量に対して3倍程度で供給したとしても、いずれの建屋も整備した可搬型中型移送ポンプ（容量  $240\text{m}^3/\text{h}$ ）を用いて注水することが可能である。また、十分な時間余裕があり、各建屋で時間余裕が一番短い貯槽に対しても対処可能である。

各建屋の貯槽等への注水実施までの時間余裕（冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の70%になるまでの時間）、対策準備完了時間及び各建屋における注水流量（蒸発量に対して3倍程度で供給する流量）を第2-6表に示す。

第2-6表 各建屋の貯槽等への注水に関する時間及び注水流量

建屋	注水までの時間※1	対策準備完了時間	注水流量※2 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
前処理建屋	400 時間	39 時間	約 $3.3 \times 10^{-1}$
分離建屋	62 時間	11 時間 15 分	約 $6.1 \times 10^{-1}$
精製建屋	26 時間	9 時間	約 $4.0 \times 10^{-1}$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	33 時間	16 時間	約 $1.4 \times 10^{-1}$
高レベル廃液ガラス固化建屋	72 時間	20 時間 20 分	約 5.5

※1 冷却機能の喪失から高レベル廃液等が初期液量の70%になるまでの時間

※2 各建屋の貯槽等で蒸発量に対して3倍程度で供給する流量

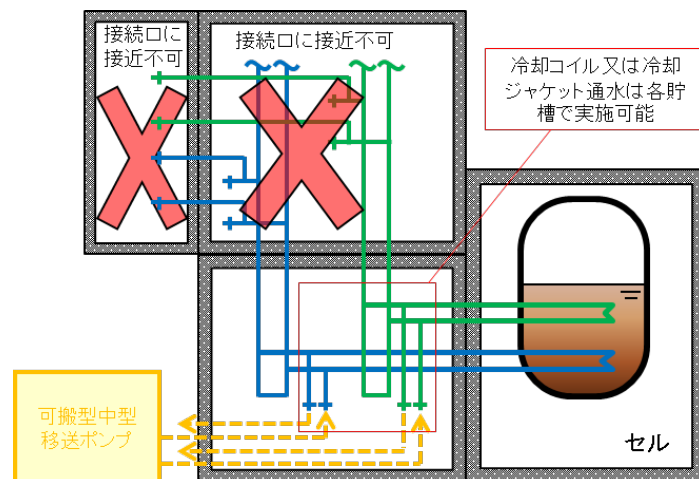
## 2.2.1 冷却コイル等への通水による冷却に使用する設備の設計

冷却コイル等への通水に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、乾燥・固化後の状態におけるリスクの大きさを考慮し、さらに信頼性を高めるための設計としている。

- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり2口⇒ 通水のための多様な空間を確保

### ○接続口の信頼性

冷却コイル等への通水に使用する配管は、基本的に独立した系統に複数の接続口を設け、複数の部屋で通水できるように設計している。



第2. -38 図 冷却コイル等への通水の接続口概要図

## 2.2.2 冷却コイル等への通水による冷却に使用する設備の有効性について

蒸発乾固への対処は、安全冷却水系の冷却機能の喪失が発生した場合に実施するため、蒸発乾固への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全冷却水系の冷却機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

a. 温度

1) 常設重大事故等対処設備

冷却コイル等への通水は、高レベル廃液等の沸騰前後に実施することから、その温度は最大でも高レベル廃液等の沸点程度であり、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 冷却コイル等への通水は、事態の収束を図る目的で沸騰後に実施する可能性もあるが、温度条件としては各高レベル廃液等の沸点程度（100℃を上回る程度）であることから、常設重大事故等対処設備である冷却コイル等が想定される使用温度において有意な影響を受けることはない。

2) 可搬型重大事故等対処設備

可搬型重大事故等対処設備は、直接高レベル廃液等と接することはなく、外部から供給される水又は除熱後の排水を通水するのみである。内部ループへの通水時の供給水量は、除熱後の排水温度が55℃以下となる水量で供給することから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース等は直接高レベル廃液等と接することはなく、外部から供給される水又は除熱後の排水を通水するのみである。
- ✓ 可搬型ホース（消防ホース）の耐熱温度60℃に対し、内部ループへの通水時の供給水量は、除熱後の排水温度が55℃以下となる水量で供給することから、想定される使用条件において有意な影響を与えることはない。



## b. 圧力

可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧が圧力条件として最も高いが、冷却コイル等への通水による冷却に使用する設備の最高使用圧力以下の供給圧で水を供給する運用とすることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 常設重大事故等対処設備の最高使用圧力が 0.98MP a であるのに対し、可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧を 0.8MP a 以下とすることから、有意な影響はない
- ✓ 可搬型ホース（消防ホース）の使用圧力が 1.6MP a 程度であるのに対し、可搬型中型移送ポンプからの冷却水供給圧を 0.8MP a 以下とすることから、有意な影響はない

## c. 放射線

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

### 2.2.3 水の供給

- ✓ 各建屋において冷却（内包液温度 85℃以下、冷却水出口温度 55℃以下）に必要な水の流量を以下に示す。
- ✓ いずれの建屋においても、整備した可搬型中型移送ポンプ（容量 240 m<sup>3</sup>/h）を用いて冷却水の通水が可能である。

第 2. - 7 表 冷却コイル等への通水必要流量

建屋	必要流量
前処理建屋	約 2.3m <sup>3</sup> /h
分離建屋	約 5.2m <sup>3</sup> /h
精製建屋	約 2.8m <sup>3</sup> /h
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	約 1.0m <sup>3</sup> /h
高レベル廃液ガラス 固化建屋	約 51m <sup>3</sup> /h

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

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

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

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

蒸発乾固への対処は、安全冷却水系の冷却機能の喪失が発生した場合に実施するため、蒸発乾固への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全冷却水系の冷却機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

#### a. 温度

蒸発乾固の発生を想定する貯槽等が内包する高レベル廃液等の温度が上昇し、沸点に至った場合、蒸気が発生し、系統内の気体の温度が上昇するが、その場合の気体の温度は高レベル廃液等の沸点程度であり、設備の機能を損なうことはない。

#### 1) 常設重大事故等対処設備

- ✓ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応は、基本的に沸騰開始後に実施されることから、温度条件としては各高レベル廃液等の沸点程度（100℃を上回る程度）であることから、常設重大事故等対処設備である塔槽類廃ガス処理設備の配管及びセル導出ユニット並びに凝縮器及び換気系統のダクトが有意な影響を受けることはない。
- ✓ なお、新たに設置する凝縮器は、凝縮器通過後の排気温度を50℃以下とする除熱能力を有する設計とすることから、実際の温度条件はさらに低い状態となる。

## 2) 可搬型重大事故等対処設備

- ✓ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応は、基本的に沸騰開始後に実施されることから、温度条件としては各高レベル廃液等の沸点程度（100℃を上回る程度）である。
- ✓ 新たに整備する可搬型重大事故等対処設備は、想定される温度条件において使用可能な設備を整備することから影響はない。

### b. 圧力

蒸発乾固の発生を想定する貯槽等が内包する高レベル廃液等の温度が上昇し、沸点に至った場合、蒸気が発生し、沸騰が発生している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が、塔槽類廃ガス処理設備内の圧力上昇は、塔槽類廃ガス処理設備に設置されている水封安全器又は塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットを経由したセルへの導出により制限され、最大でも 300mmAq 程度である。また、セルへの導出以降は、セルへの導出の過程における凝縮器による蒸気の凝縮及び可搬型排風機による排気により有意な圧力上昇はないことから、設備の機能を損なうことはない。

### c. 放射線

蒸発乾固の発生を想定する貯槽等が内包する高レベル廃液等の温度が上昇し、沸点に至った場合、放射性物質を含む蒸気が発生するが、材質を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

### d. 湿度

蒸発乾固の発生を想定する貯槽等が内包する高レベル廃液等の温度が上昇し、沸点に至った場合、蒸気が発生するが、材質の考慮又は凝

縮器を設置することから、設備の機能を損なうことはない。また、放射性物質の除去機能を期待する高性能粒子フィルタの除去効率については、凝縮器の設置及び必要に応じて可搬型デミスタの設置によりミストを除去することから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 凝縮器出口排気温度を 50℃とし、凝縮器出口の廃ガスを可搬型排風機の排気風量 2400m<sup>3</sup>/h で希釈することで有意なミストの発生を抑制することから、可搬型フィルタに与える影響はない

### 2.3.3 凝縮器による発生蒸気の凝縮について

- ✓ 発生した蒸気は凝縮器により凝縮されるが、水素掃気空気が抱えることができる湿分は下流へ流出する。
- ✓ 凝縮器は、廃ガス温度を 50℃以下とすることが可能な除熱能力を有する設計とすることから、セルに導出される湿分は、50℃の水素掃気空気が抱えられる湿分となる。(表①)
- ✓ セルに導出された水素掃気空気に同伴された湿分は、可搬型排風機により引き込まれる空気と混合する。
- ✓ 可搬型排風機の容量を 2400m<sup>3</sup>/h、引き込まれる空気の温度を 0℃、湿度を 75%<sup>\*2</sup>とした場合、引き込まれる空気の湿分は表②となる。
- ✓ 一方、温度 0℃の 2400m<sup>3</sup>/hの空気が抱えられる湿分は 11.7kg/h であり、表①と②の合計が 11.7kg/h を超えなければミストの発生はほぼ無視できると考えられ、高レベル廃液ガラス固化建屋以外の建屋については影響が無視できる。
- ✓ 実際には、凝縮器の除熱能力の安全余裕、水素掃気量の安全余裕及び引き込まれる空気温度設定の安全余裕から、高レベル廃液ガラス固化建屋においても大きな影響はないと考えられるが、蒸気発生量が多い

ことを考慮し，可搬型フィルタ上流にミスト除去を目的とした可搬型デミスタを設置することから，可搬型フィルタへ与える影響は無視できる。

第 2. - 8 表 凝縮器以降の蒸気量

	蒸気発生量 (kg/h)	水素掃気量 (Nm <sup>3</sup> /h)	①水素掃気空 気に同伴する 水蒸気量 (kg/h) <sup>※1</sup>	②2400m <sup>3</sup> /h の 空気に同伴で きる水蒸気量 (kg/h) <sup>※1</sup>	①及び②の 合計
前処理建屋	108	31	2.6	8.7	11.3
分離建屋	127	35	2.9		11.6
精製建屋	131	15	1.3		10.0
ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋	30.7	4	0.4		9.1
高レベル廃液ガラ ス固化建屋	1830	220	18.3		27.0

※1 50℃空気の飽和水蒸気量を 83g/m<sup>3</sup>、0℃空気の飽和水蒸気量を 4.9g/m<sup>3</sup>とした

※2 気象庁 HP 青森市の年間平均湿度を参照

#### 2.3.4 水の供給

- ✓ 各建屋の沸騰に至るまでの時間が最も短い貯槽等の時間余裕、凝縮器への通水開始時間及び各建屋において冷却に必要な水の流量を以下に示す。
- ✓ いずれの建屋においても、整備した可搬型中型移送ポンプ（容量 240 m<sup>3</sup>/h）を用いて沸騰開始前までに凝縮器への冷却水の通水が可能である。

第 2. - 9 表 時間余裕、凝縮器への通水開始時間及び必要流量

建屋	沸騰までの時間	凝縮器への通水開始 時間	必要流量
前処理建屋	140 時間	41 時間 10 分	約 10m <sup>3</sup> /h
分離建屋	15 時間	10 時間	約 30m <sup>3</sup> /h
精製建屋	11 時間	8 時間 30 分	約 6 m <sup>3</sup> /h
ウラン・プルトニ ウム混 合脱硝建屋	19 時間	14 時間 10 分	約 6 m <sup>3</sup> /h
高レベル廃液ガラ ス固化 建屋	23 時間	19 時間 55 分	約 45m <sup>3</sup> /h



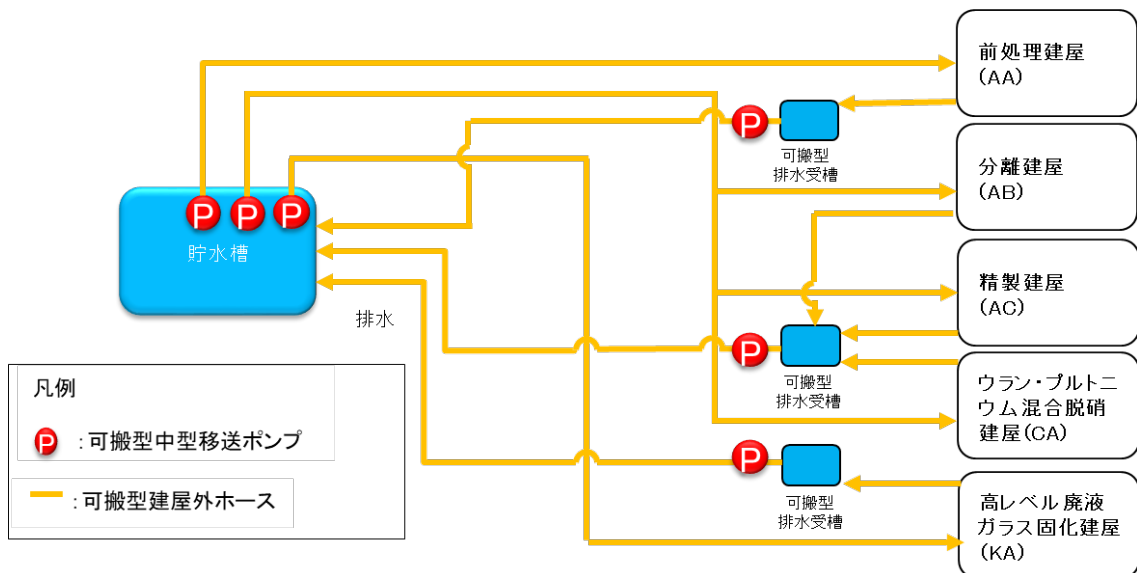
### 3. 可搬型中型移送ポンプの共用について

蒸発乾固の対処に使用する可搬型中型移送ポンプは、1台当たり約  $240\text{m}^3/\text{h}$  の容量を有し、内部ループへの通水を実施する場合には、前処理建屋における内部ループへの通水の実施に対して1台、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ける内部ループへの通水の実施に対して1台を共用し、高レベル廃液ガラス固化建屋における内部ループへの通水の実施に対して1台を使用する。また、冷却コイル等への通水、貯槽等への注水及びセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応の凝縮器への通水の実施に必要な水の供給は、同じ可搬型中型移送ポンプを用いて実施する。

第 3. - 1 表に示すとおり、各建屋で蒸発乾固の各対策に必要な水量を考慮したとしても可搬型中型移送ポンプの容量(約  $240\text{m}^3/\text{h}$ )以下であるため、問題はない。また、故障等に備え保管庫、簡易倉庫に十分な数のバックアップを保管している。

第 3. - 1 表 蒸発乾固への対処に使用する水量

建屋	流量 (m <sup>3</sup> /h)				
	AA	AB	AC	CA	KA
① 内部ループへの通水	約 29	約 33	約 4.1	約 1.3	約 70
② 冷却コイル等への通水	約 2.3	約 5.2	約 2.8	約 1.0	約 51
③ 貯槽等への注水	約 0.33	約 0.61	約 0.40	約 0.14	約 5.5
④ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応 (凝縮器通水)	約 10	約 30	約 6	約 6	約 45
①+③+④	約 40	約 64	約 11	約 7.5	約 130
(②+③+④)	約 13	約 36	約 9.2	約 7.1	約 110
蒸発乾固の対処での建屋共用考慮	-	約 82 ( 約 52 )			-



第 3. - 1 図 蒸発乾固への対処における水供給概要図

#### 4. 可搬型発電機の共用について

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷については、前処理建屋における蒸発乾固の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

分離建屋可搬型発電機の電源負荷については、分離建屋における蒸発乾固の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷については、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における蒸発乾固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11 kVAであり、可搬型排風機1台運転中にもう1台の可搬型排風機の起動時を考慮すると約45 kVAの給電が必要である。

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷については、高レベル廃液ガラス固化建屋における蒸発乾固の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

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

精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については、放出低減対策で使用する可搬型発電機を共用している。機器の起動につい

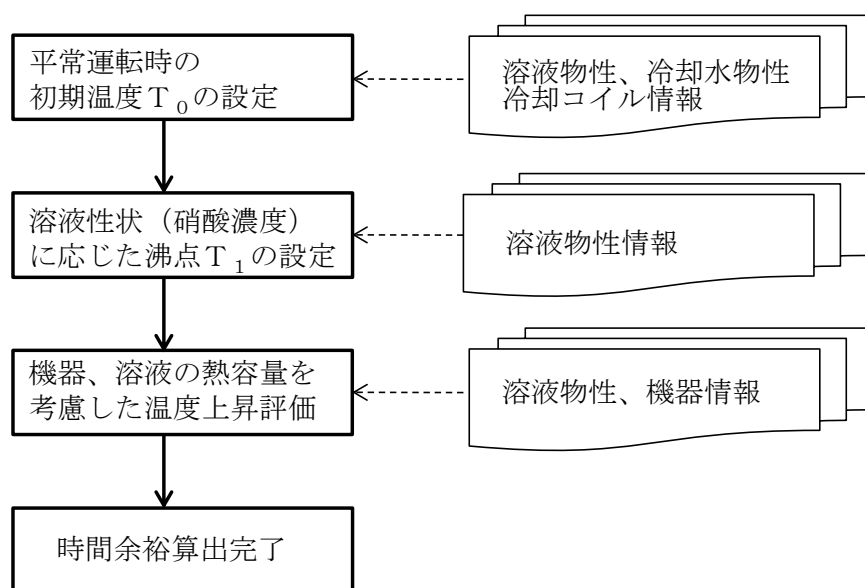
ては、起動の順番を決め、同時起動しないようにしているが、仮に精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の同時起動時を考慮した場合、約 78 k V A であり、2 建屋合わせても可搬型発電機の容量 (80 k V A) 以下である。

## 補足説明資料7－3

1. 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う冷却機能喪失事故」の沸騰に至るまでの時間について

1.1 時間余裕の算出方法

冷却機能の喪失から高レベル廃液等の沸騰開始までの時間余裕は、第 1. - 1 図のフローに基づいて算出する。時間余裕の算出を行う貯槽等は、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の蒸発乾固を想定する貯槽等である。



第 1. - 1 図 高レベル廃液等の沸騰開始までの時間余裕算出フロー

(1) 平常運転時の初期温度  $T_0$  の設定

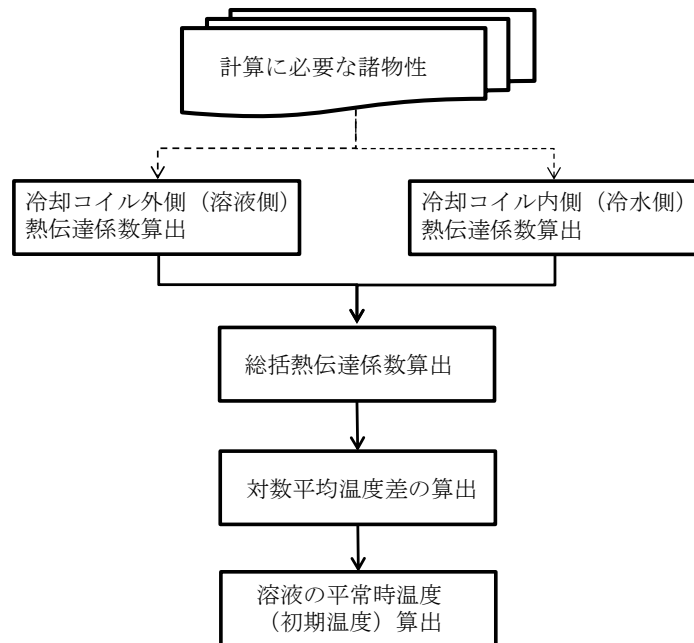
高レベル廃液等の平常運転時の初期温度  $T_0$  は、設計及び工事の方法の認可申請書の「崩壊熱除去に関する説明書」と同様の手法で評価する。

高レベル廃液等の初期温度の算出に当たって、冷却コイル又は冷却ジャケットを 2 系統有する貯槽では、より厳しい結果を与えるように伝熱面積が小さい方の 1 系統のみで冷却する条件とする。

高レベル廃液等の初期温度を算出するために用いる各種パラメータを第 1. - 1 表及び第 1. - 2 表に示す。

a. 冷却コイルの場合

冷却コイルを用いて冷却を行う前処理建屋，分離建屋，精製建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液等の初期温度は以下のとおり算出する。高レベル廃液等の初期温度の計算フローを第 1. - 2 図に示す。



第 1. - 2 図 冷却コイルの場合の高レベル廃液等の初期温度の計算フロー

(a) 冷却コイルの熱伝達係数の算出方法

i. 冷却コイル外側（溶液側）の熱伝達係数

高レベル廃液等の平常運転時の初期温度を算出するために必要な冷却コイル外側（溶液側）の熱伝達係数  $h_0$  は，以下の計算式を用いて算出する。

$$h_0 = N_0 \times \frac{\lambda_0}{d}$$

$$N_0 = 0.53 \times (Gr_0 \times Pr_0)^{\frac{1}{4}}$$

$$Pr_0 = C_0 \times \frac{\mu_0}{\lambda_0}$$

$$Gr_0 = g \times d'^3 \times \rho_0^2 \times \beta \times \frac{(T_0 - T_w)}{\mu_0^2}$$

ii. 冷却コイル内側（冷水側）の熱伝達係数

高レベル廃液等の平常運転時の初期温度を算出するために必要となる冷却コイル内側（冷水側）の熱伝達係数  $h_i$  は、以下の計算式を用いて算出する。

$$h_i = N_i \times \frac{\lambda_i}{d}$$

$$N_i = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4}$$

$$Pr_i = C_i \times \frac{\mu_i}{\lambda_i}$$

$$Re_i = d \times u \times \frac{\rho_i}{\mu_i}$$

(b) 総括熱伝達係数，対数平均温度差及び平衡温度の算出

i. 総括熱伝達係数

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_0} + \frac{d'}{d \times h_i} + \frac{2 \times L \times d'}{\lambda \times (d + d')} + \frac{1}{h_{so}} + \frac{d'}{d \times h_{si}}$$

ii. 対数平均温度差

$$\Delta t_L = \frac{(T_0 - t_1) - (T_0 - t_2)}{\ln \frac{T_0 - t_1}{T_0 - t_2}}$$

iii. 平衡温度

平衡状態では、(b) ii. の算出式が成り立っているため、下式に対数平均温度差  $\Delta t_L$  を代入し、高レベル廃液等の平衡温度  $T_0$  を算出する。



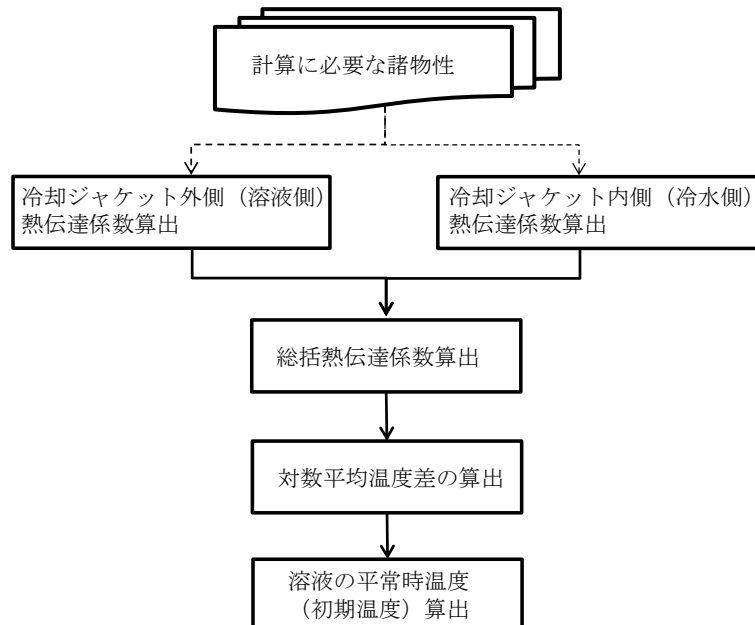
$$Q = U \times A \times \Delta t_L$$

第 1. - 1 表 溶液の初期温度算出に用いる各種パラメータ

$\lambda_o$	溶液の熱伝導率	$N_o$	冷却コイル外面のヌセルト数
$d'$	冷却コイル外径	$Gr_o$	溶液のグラスホフ数
$Pr_o$	溶液のプラントル数	$C_o$	溶液の比熱
$\mu_o$	溶液の粘度	$g$	重力加速度
$\rho_o$	溶液の密度	$\beta$	溶液の体膨張係数
$T_o$	溶液温度	$T_w$	溶液の壁面温度
$\lambda_i$	水の熱伝導率	$N_i$	冷却コイル内面のヌセルト数
$d$	冷却コイル内径	$Re_i$	水のレイノルズ数
$Pr_i$	水のプラントル数	$w$	冷却水流量
$\mu_i$	水の粘度 (平均温度における値)	$u$	水の流速
$C_i$	水の比熱	$U$	総括伝熱係数
$\rho_i$	水の密度	$h_i$	冷却水側の熱伝達率
$h_o$	溶液側の熱伝達係数	$\lambda$	ステンレス鋼の熱伝導係数
$L$	冷却コイル厚さ	$h_{si}$	冷却コイル内面の汚れ係数
$h_{so}$	冷却コイル外面の汚れ係数	$t_2$	冷却水出口温度
$t_1$	冷却水入口温度	$Q$	崩壊熱量
$\Delta t_L$	対数平均温度差		
$A$	伝熱面積		

b. 冷却ジャケットの場合

冷却ジャケットを用いて冷却を行う前処理建屋，分離建屋，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の高レベル廃液等の初期温度は以下のとおり算出する。高レベル廃液等の初期温度の計算フローを第 1. - 3 図に示す。



第 1. - 3 図 冷却ジャケットの場合の高レベル廃液等の初期温度の計算フ  
ロー

(a) 冷却ジャケットの熱伝達係数の算出方法

i. 冷却ジャケット外側（溶液側）の熱伝達係数

高レベル廃液等の平常運転時の初期温度を算出するために必要な冷却ジャケット外側（溶液側）の熱伝達係数  $h_0$  は、以下の計算式を用いて算出する。

$$h_0 = N_0 \times \frac{\lambda_0}{L_0}$$

$$N_0 = 0.13 \times (Gr_0 \times Pr_0)^{\frac{1}{3}}$$

$$Pr_0 = C_0 \times \frac{\mu_0}{\lambda_0}$$

$$Gr_0 = g \times L_0^3 \times \rho_0^2 \times \beta \times \frac{(T_0 - T_w)}{\mu_0^2}$$

ii. 冷却ジャケット内側（冷水側）の熱伝達係数

高レベル廃液等の平常運転時の初期温度を算出するために必要な冷却ジャケット内側（冷水側）の熱伝達係数  $h_i$  は、以下の計算式を用いて算出する。

$$h_i = N_i \times \frac{\lambda_i}{D_e}$$

$$N_i = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4}$$

$$Pr_i = C_i \times \frac{\mu_i}{\lambda_i}$$

$$Re_i = D_e \times u \times \frac{\rho_i}{\mu_i}$$

(b) 総括熱伝達係数、対数平均温度差  $\Delta t_L$  及び平衡温度  $T_0$  の算出

i. 総括熱伝達係数

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_0} + \frac{1}{h_i} + \frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h_{so}} + \frac{1}{h_{si}}$$

ii. 対数平均温度差

$$\Delta t_L = \frac{(T_0 - t_1) - (T_0 - t_2)}{\ln \frac{T_0 - t_1}{T_0 - t_2}}$$

iii. 平衡温度

平衡状態では、(b) ii. の算出式が成り立っているため、下式に対数平均温度差  $\Delta t_L$  を代入し、高レベル廃液等の平衡温度  $T_0$  を算出する。

$$Q = U \times A \times \Delta t_L$$

第 1. - 2 表 高レベル廃液等の初期温度算出に用いる各種パラメータ

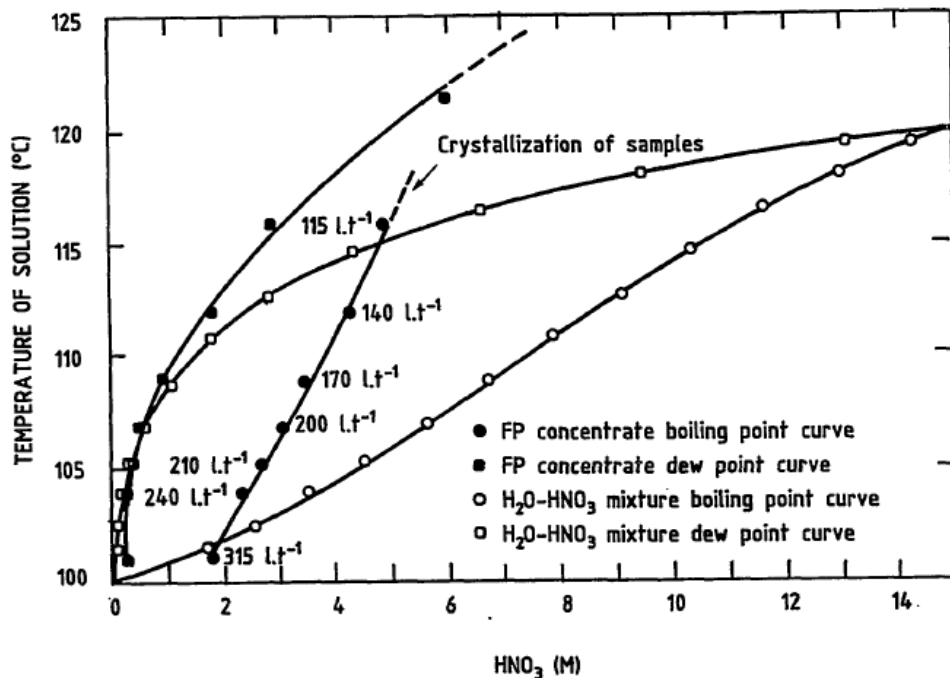
$\lambda_0$	高レベル廃液等の熱伝導率	$N_0$	冷却ジャケット外面のヌセルト数
$Gr_0$	高レベル廃液等のグラスホフ数	$Pr_0$	高レベル廃液等のプラントル数
$De$	水力相当径	$C_0$	高レベル廃液等の比熱
$\mu_0$	高レベル廃液等の粘度	$g$	重力加速度
$\rho_0$	高レベル廃液等の密度	$\beta$	高レベル廃液等の体膨張係数
$T_0$	高レベル廃液等の温度	$T_w$	高レベル廃液等の壁面温度
$\lambda_i$	水の熱伝導率	$N_i$	冷却コイル内面のヌセルト数
$Re_i$	水のレイノルズ数	$Pr_i$	水のプラントル数
$w$	冷却水流量	$\mu_i$	水の粘度 (平均温度における値)
$u$	水の流速	$C_i$	水の比熱
$U$	総括伝熱係数	$\rho_i$	水の密度
$h_i$	冷却水側の熱伝達係数	$h_0$	溶液側の熱伝達係数
$\lambda$	ステンレス鋼の熱伝導率	$L$	銅板長さ
$h_{si}$	冷却ジャケット内面の汚れ係数	$h_{so}$	冷却ジャケット外面の汚れ係数
$t_2$	冷却水出口温度	$t_1$	冷却水入口温度
$\Delta t_L$	対数平均温度差	$L_0$	代表長さ
$A$	伝熱面積	$Q$	崩壊熱量

(2) 溶液性状(硝酸濃度)に応じた沸点  $T_1$  の設定

高レベル廃液等の沸点 $T_1$ は高レベル廃液等の硝酸濃度より第 1. - 4 図<sup>(1)</sup>の硝酸濃度と沸点の関係から算出する。実際の高レベル廃液等は、硝酸以外の溶質も溶存しており第 1. - 4 図の水-硝酸の沸点より高くなるが、時間余裕の算出に用いる沸点は、より厳しい結果を与えるように第 1. - 4 図より求めた以下の近似式に高レベル廃液等の硝酸濃度を代入し算出したものを用いる。

$$T_1 = -0.005447 \times c^3 + 0.1177 \times c^2 + 0.7849 \times c + 99.90$$

c : 硝酸濃度 [M]



第 1. - 4 図 硝酸濃度と沸点の関係

(3) 機器及び高レベル廃液等の熱容量を考慮した温度上昇評価

冷却機能の喪失から沸騰開始までの時間余裕 $\Delta t$ は、より厳しい結果を与えるように貯槽外面を断熱とし、高レベル廃液等と貯槽等の比熱を考慮して以下の計算式を用いて算出する。時間余裕を算出するために用いる各種パラメータを第 1. - 3 表に示す。

$$Q \times V \times \Delta t = \{ (M \times C) + (\rho \times V \times C') \} \times (T_1 - T_0)$$

$$\Delta t = \{ (M \times C) + (\rho \times V \times C') \} \times \frac{(T_1 - T_0)}{(Q \times V)}$$

第 1. - 3 表 温度上昇評価に用いる各種パラメータ

M	貯槽等の質量	C'	高レベル廃液等の比熱
C	貯槽等の比熱	Q	崩壊熱密度
T <sub>1</sub>	高レベル廃液等の沸点	T <sub>0</sub>	高レベル廃液等の初期温度
V	貯液量	ρ	高レベル廃液等の密度

## 1.2 各機器及びセルの具体的な評価結果

各建屋の蒸発乾固を想定する貯槽等の時間余裕及び算出に用いた評価条件を第 1. - 4 表から第 1. - 8 表に示す。

第1. - 4 表 前処理建屋の蒸発乾固を想定する貯槽等の時間余裕及び算出に用いた評価条件

機器	貯槽材質	崩壊熱密度 Q [W/m <sup>3</sup> ]	貯液量 V [m <sup>3</sup> ]	貯槽等の 質量 M [kg]	貯槽等の比熱 C [J/kg/K]	高レベル廃 液等の密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	高レベル廃液等の比熱 C <sub>ca</sub> [kcal/kg/K]	高レベル 廃液等の 硝酸濃度 [M]	高レベル 廃液等 の沸点 T <sub>1</sub> [°C]	高レベル 廃液等の 初期温度 T <sub>0</sub> [°C]	時間余裕 ΔT [h]
中継槽	ステンレス鋼	600	7	12100	499	1410	0.7	3	103	34	159
リサイクル槽	ステンレス鋼	600	2	3750	499	1410	0.7	3	103	33	164
不溶解残渣回収槽	ステンレス鋼	3.3	5	9500	499	976	0.99	0.2	100	30	2.9×10 <sup>4</sup>
計量前中間貯槽	ステンレス鋼	600	25	19100	499	1410	0.7	3	103	32	148
計量後中間貯槽	ステンレス鋼	460	25	19800	499	1410	0.7	3	103	32	194
計量・調整槽	ステンレス鋼	460	25	7950	499	1410	0.7	3	103	32	183
計量補助槽	ステンレス鋼	460	7	5100	499	1410	0.7	3	103	32	192
中間ポット	ジルコニウム	600	■	385	288	1400	0.7	3	103	30	167

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 5 表 分離建屋の蒸発乾固を想定する貯槽等の時間余裕及び算出に用いた評価条件

機器	貯槽材質	崩壊熱密度 Q [W/m <sup>3</sup> ]	貯液量 V [m <sup>3</sup> ]	貯槽等の 質量 M [kg]	貯槽等の比熱 C [J/kg・K]	高レベル廃 液等の密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	高レベル廃液等の比熱 C <sub>c</sub> [kcal/kg・K]	高レベル 廃液等の 硝酸濃度 [M]	高レベル 廃液等 の沸点 T <sub>1</sub> [°C]	高レベル 廃液等の 初期温度 T <sub>0</sub> [°C]	時間余裕 ΔT [h]
溶解液中間貯槽	ステンレス鋼	460	25	10950	499	1410	0.7	3	103	32	186
溶解液供給槽	ステンレス鋼	460	6	3360	499	1410	0.7	3	103	32	189
抽出廃液受槽	ステンレス鋼	290	15	5040	499	1073	0.845	2.8	103	35	258
抽出廃液中間貯槽	ステンレス鋼	290	20	6140	499	1073	0.845	3	103	35	257
抽出廃液供給槽 A	ステンレス鋼	290	60	20700	499	1073	0.845	2.6	103	35	258
抽出廃液供給槽 B	ステンレス鋼	290	60	21050	499	1073	0.845	2.6	103	35	258
第 1 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	290	3	6200	499	1073	0.845	2.8	103	35	314
第 8 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	290	■	7500	499	1073	0.845	2.8	103	35	314
第 7 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	290	■	5800	499	1073	0.845	2.8	103	35	314
第 3 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	290	20	7130	499	1073	0.845	2.8	103	35	258
第 4 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	290	20	7430	499	1073	0.845	2.8	103	35	259
第 6 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	290	■	2780	499	1073	0.845	2.8	103	32	336
高レベル廃液供給槽 A	ステンレス鋼	120	20	18000	499	1050	0.87	2.6	103	30	721
高レベル廃液濃縮槽 A	ステンレス鋼	5800	■	63400	499	1460	0.58	4	104	50※	15

※高レベル廃液濃縮槽が加熱運転している場合の温度

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 6 表 精製建屋の蒸発乾固を想定する貯槽等の時間余裕及び算出に用いた評価条件

機器	貯槽材質	崩壊熱密度 $Q$ [W/m <sup>3</sup> ]	貯液量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	貯槽等の 質量 $M$ [kg]	貯槽等の比熱 $C$ [J/kg/K]	高レベル廃 液等の密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	高レベル廃液等の比熱 $C$ [kcal/kg/K]	高レベル 廃液等の 硝酸濃度 [M]	高レベル 廃液等 の沸点 $T_1$ [°C]	高レベル 廃液等の 初期温度 $T_0$ [°C]	時間余裕 $\Delta T$ [h]
ブルトニウム溶液受槽	ステンレス鋼	930	■	3400	499	1080	0.89	1.58	101	36	114
油水分離槽	ステンレス鋼	930	■	3500	499	1080	0.89	1.58	101	36	115
ブルトニウム濃縮缶供給槽	ステンレス鋼	930	3	8700	499	1080	0.89	1.58	101	42	96
ブルトニウム溶液一時貯槽	ステンレス鋼	930	3	9000	499	1080	0.89	1.58	101	41	98
ブルトニウム濃縮液受槽	ステンレス鋼	8600	1	4500	499	1620	0.59	7	109	49	12
リサイクル槽	ステンレス鋼	8600	1	4500	499	1620	0.59	7	109	49	12
希釈槽	ステンレス鋼	8600	2.5	8300	499	1620	0.59	7	109	45	11
ブルトニウム濃縮液 一時貯槽	ステンレス鋼	8600	1.5	5800	499	1620	0.59	7	109	49	11
ブルトニウム濃縮液計量槽	ステンレス鋼	8600	1	4500	499	1620	0.59	7	109	49	12
ブルトニウム濃縮液 中間貯槽	ステンレス鋼	8600	1	4500	499	1620	0.59	7	109	49	12
第 1 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	930	1.5	4600	499	1080	0.89	1.58	101	38	104
第 2 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	930	1.5	4600	499	1080	0.89	1.58	101	38	104
第 3 一時貯留処理槽	ステンレス鋼	930	3	8700	499	1080	0.89	1.58	101	42	96

■ については商業機密の観点から公開できません。



第1. - 7 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の蒸発乾固を想定する貯槽等の時間余裕及び算出に用いた評価条件

機器	貯槽材質	崩壊熱密度 $Q$ [W/m <sup>3</sup> ]	貯液量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	貯槽等の 質量 $M$ [kg]	貯槽等の比熱 $C$ [J/kg/K]	高レベル廃 液等の密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	高レベル廃液等の比 熱 $C'$ [kcal/kg/K]	高レベル 廃液等の 硝酸濃度 [M]	高レベル 廃液等の 沸点 $T_1$ [°C]	高レベル 廃液等の 初期温度 $T_0$ [°C]	時間余裕 $\Delta T$ [h]
硝酸プルトニウム貯槽	ステンレス鋼	8600	1	9600	499	1580	0.59	7	109	41	19
混合槽	ステンレス鋼	5300	1	9600	499	1570	0.59	4.38	105	37	30
一時貯槽	ステンレス鋼	8600	1	9600	499	1580	0.59	7	109	41	19

第 1. - 8 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の蒸発乾固を想定する貯槽等の時間余裕及び算出に用いた評価条件

機器	貯槽材質	崩壊熱密度 $Q$ [W/m <sup>3</sup> ]	貯液量 $V$ [m <sup>3</sup> ]	貯槽等の質量 $M$ [kg]	貯槽等の比熱 $C$ [J/kg/K]	高レベル廃液等の密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	高レベル廃液等の比熱 $C'$ [kcal/kg/K]	高レベル廃液等の硝酸濃度 [M]	高レベル廃液等の沸点 $T_1$ [°C]	高レベル廃液等の初期温度 $T_0$ [°C]	時間余裕 $\Delta T$ [h]
高レベル濃縮廃液貯槽	ステンレス鋼	3200	120	70000	499	1300	0.8	2	102	41	24
高レベル濃縮廃液一時貯槽	ステンレス鋼	3600	25	20600	499	1300	0.8	2	102	39	23
高レベル廃液混合槽	ステンレス鋼	3600	20	22200	499	1300	0.8	2	102	41	23
供給液槽	ステンレス鋼	3600	5	8300	499	1300	0.8	2	102	41	24
供給槽	ステンレス鋼	3600	2	3300	499	1300	0.8	2	102	41	24
不溶解残渣廃液一時貯槽	ステンレス鋼	3.3	5	8150	499	976	0.99	0.17	100	30	$2.8 \times 10^4$
不溶解残渣廃液貯槽	ステンレス鋼	1.5	70	36100	499	976	0.99	0.09	100	30	$5.5 \times 10^4$
高レベル廃液共用貯槽	ステンレス鋼	3200	120	70000	499	1300	0.8	2	102	41	24

### 1.3 貯槽等の熱容量を考慮することの妥当性

高レベル廃液等を保持する貯槽等の胴板を平板形状とした場合，貯槽等の外面を断熱と仮定すると，貯槽等の外面温度の過渡変化は次式の関係で表現することができる。

$$\theta_c = A_1 \exp(-A_2 F_o)$$

$$\theta_c = \frac{T_c - T_o}{T_i - T_o}$$

$$F_o = \frac{\alpha t}{L^2}$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho C}$$

ここでA 1およびA 2は，ビオ数（ $B i = h L / \lambda$ ）から定まる過渡温度変化パラメータで下表<sup>(2)</sup>のとおりとなる。

第1. - 9表 ビオ数（ $B i = h L / \lambda$ ）から定まる過渡温度変化パラメータ

$B i = h L / \lambda$	A 1	A 2
0.1	1.016	0.097
0.2	1.031	0.187
0.3	1.045	0.272

第1. - 10表 過渡変化算出に用いる各種パラメータ

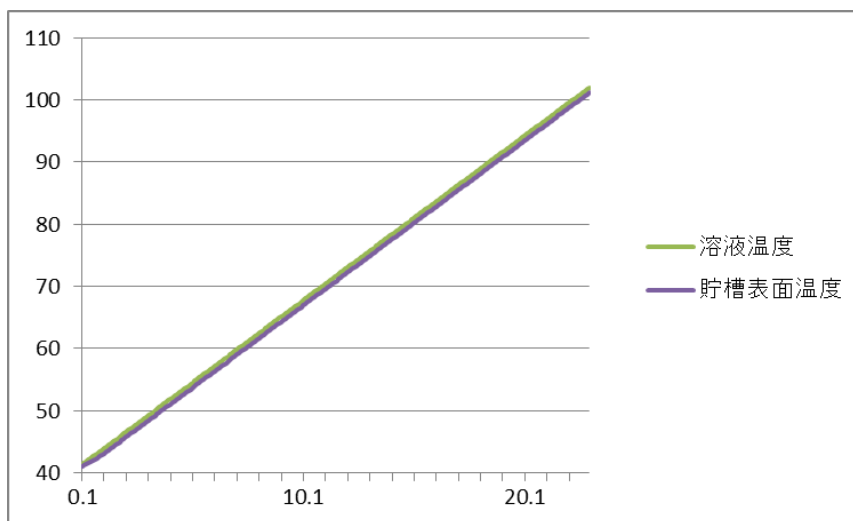
記号	意味	数値	備考
L	貯槽等の厚さ	■ [m]	設計値
P	貯槽等の密度	7920 [k g / m <sup>3</sup> ]	S U S 304 の値 (伝熱工学資料)
C	貯槽等の比熱	499 [J / k g / K]	S U S 304 の値 (伝熱工学資料)
$\lambda$	貯槽等の熱伝導率	16 [W / m / K]	S U S 304 の値 (伝熱工学資料)
h	熱伝達率	110 [W / m <sup>2</sup> / K]	
T c	貯槽等の外面温度		

■ については商業機密の観点から公開できません。

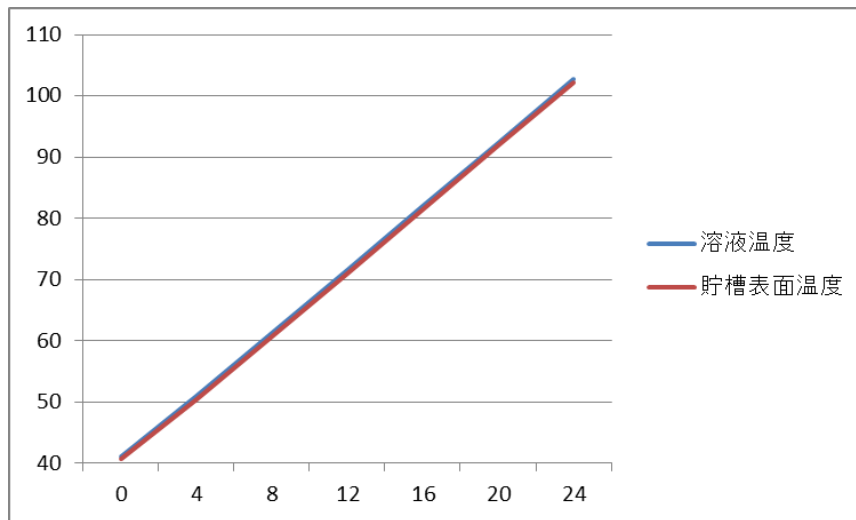
T <sub>i</sub>	貯槽等の外面初期温度	
T <sub>o</sub>	高レベル廃液等の温度	

上述の関係式から，境界条件となる高レベル廃液等の温度を時間変化させ，ある微小な時間経過後の貯槽等の表面温度を逐次計算し算出する。

高レベル濃縮廃液貯槽の温度上昇速度の場合，貯槽の熱容量を考慮しない場合で約 2.65°C/h となる。これを境界条件とした場合の貯槽表面温度の時間変化は第 1. - 5 図のとおりとなり，溶液温度の上昇とほぼ同じ上昇傾向を示すことがわかる。また，差分法により溶液温度および貯槽表面温度の時間変化を算出したところ，第 1. - 6 図のとおりとなった。これらの結果から貯槽の熱容量を考慮した時間評価を行うことは妥当と考えられる。



第 1. - 5 図 貯槽表面温度の時間変化



第 1. - 6 図 差分法により求めた溶液温度および貯槽表面温度の時間変化

## 2. 参考文献

- (1) M. Philippe, J. P. Mercier, and J. P Gue, “Behavior of Ruthenium in the case of Shutdown of the cooling system of HLLW storage tanks”, 21st DOE/NRC Nuclear Air Cleaning Conference, San Diego, USA (1990)
- (2) 「JSME テキストシリーズ 伝熱工学」日本機械学会

補足説明資料7－4

## 1. 除熱評価について

安全冷却水系の機器が損傷し、冷却機能が喪失した場合には、蒸発乾固の発生を未然に防止するため、安全冷却水系の内部ループに通水し、蒸発乾固を想定する貯槽等に内包する高レベル廃液等を冷却する。さらに、安全冷却水系の内部ループへの通水が実施できなかった場合でも、より貯槽等に近い位置から冷却コイル等へ通水することにより、蒸発乾固を想定する貯槽等に内包する高レベル廃液等を冷却する。

上記対策の有効性を示すため、蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価を行う。

### 1.1 評価対象

設計基準において、崩壊熱により高レベル廃液等が沸騰するおそれがあるとして、安全冷却水系により冷却している以下の第1. - 1 表の貯槽等において蒸発乾固の発生を想定する。

第 1. - 1 表 蒸発乾固の発生を想定する貯槽等

建 屋	施設・設備名	貯槽等
前処理建屋	溶解施設 溶解設備	中間ポット
	溶解施設 清澄・計量設備	中継槽 リサイクル槽 計量前中間貯槽 計量後中間貯槽 計量・調整槽 計量補助槽
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 抽出廃液受槽 抽出廃液中間貯槽 抽出廃液供給槽
	分離施設 分離建屋一時貯留処理設備	第 1 一時貯留処理槽 第 8 一時貯留処理槽 第 7 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 6 一時貯留処理槽
	液体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液濃縮設備 高レベル廃液濃縮系	高レベル廃液供給槽 高レベル廃液濃縮缶
精製建屋	精製施設 プルトニウム精製設備	プルトニウム溶液受槽 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 プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽
	精製施設 精製建屋一時貯留処理設備	第 1 一時貯留処理槽 第 2 一時貯留処理槽 第 3 一時貯留処理槽
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	脱硝施設 ウラン・プルトニウム 混合脱硝設備	硝酸プルトニウム貯槽 混合槽 一時貯槽
高レベル廃液 ガラス固化建屋	液体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液貯蔵設備	高レベル濃縮廃液貯槽 高レベル濃縮廃液一時貯槽 高レベル廃液共用貯槽
	固体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液ガラス固化設備	高レベル廃液混合槽 供給液槽 供給槽



## 1.2 評価基準

蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価の実施にあたり、前提となる評価基準を以下に示す。

冷却水出口温度  $t_2$  [°C]           : 55°C以下

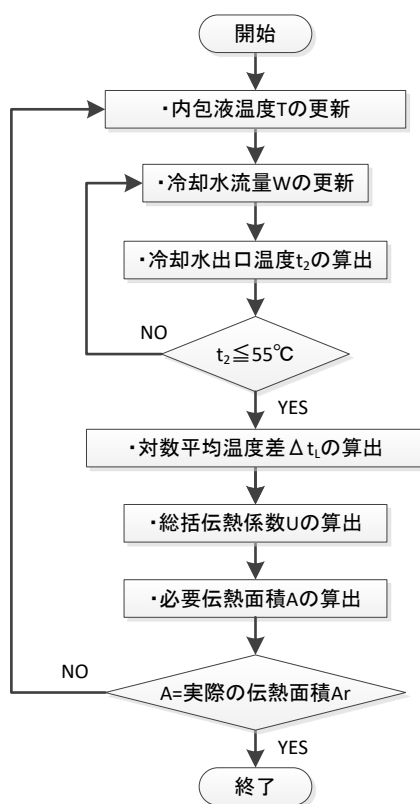
内包液温度  $T$  [°C]               : 85°C以下

冷却水出口温度  $t_2$  [°C]は、消防ホースの使用条件 60°Cに対して余裕を見込んで、55°C以下となるようにする。また、内包液温度  $T$  [°C]は、沸点を十分に下回る温度として、85°C以下となるようにする。

### 1.3 評価方法

本評価では、「1.2 評価基準」で示した冷却水出口温度  $t_2$  [°C] 及び内包液温度  $T$  [°C] を満足するとともに、必要伝熱面積  $A$  [m<sup>2</sup>] と実際の伝熱面積  $A_r$  [m<sup>2</sup>] が等しくなる、定常状態での冷却水流量  $W$  [m<sup>3</sup>/h] を算出するために、次頁以降で示す対数平均温度差  $\Delta t_L$  [°C] 及び総括伝熱係数  $U$  [W/m<sup>2</sup>K] の評価式を用いる。

冷却水流量  $W$  [m<sup>3</sup>/h] の算出の流れの一例を、第 1. - 1 図に示す。



第 1. - 1 図 冷却水流量  $W$  の評価フローの一例

### 1.3.1 対数平均温度差の算出

対数平均温度差  $\Delta t_L$  [°C] は以下のとおり求める。

$$\Delta t_L = \frac{(T - t_1) - (T - t_2)}{\ln \frac{(T - t_1)}{(T - t_2)}}$$

第 1. - 2 表 対数平均温度差の算出に用いる各種パラメータ

Q	[k c a l / h]	崩壊熱量
T	[°C]	内包液温度
t <sub>1</sub>	[°C]	冷却水入口温度
t <sub>2</sub>	[°C]	冷却水出口温度 (= t <sub>1</sub> + Q / (C <sub>i</sub> × ρ <sub>i</sub> × W))
W	[m <sup>3</sup> / h]	冷却水流量
C <sub>i</sub>	[J / k g K]	冷却水の比熱
ρ <sub>i</sub>	[k g / m <sup>3</sup> ]	冷却水の密度

### 1.3.2 冷却コイルの場合の総括伝熱係数の算出

冷却コイルの場合の総括伝熱係数 U [W / m<sup>2</sup> K] は以下のとおり求める。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_{so}} + \frac{2 \times L \times d'}{\lambda \times (d + d')} + \frac{d'}{(d \times h_{si})} + \frac{d'}{d \times h_i}$$

第 1. - 3 表 冷却コイルの場合の総括伝熱係数の算出に用いる

各種パラメータ

h <sub>o</sub>	[W / m <sup>2</sup> K]	冷却コイル外面 (内包液側) の熱伝達率
h <sub>i</sub>	[W / m <sup>2</sup> K]	冷却コイル内面 (冷却水側) の熱伝達率
L	[m]	冷却コイル厚さ
λ	[W / m K]	冷却コイルの熱伝導率
h <sub>so</sub>	[W / m <sup>2</sup> K]	冷却コイル外面 (内包液側) の汚れ係数
h <sub>si</sub>	[W / m <sup>2</sup> K]	冷却コイル内面 (冷却水側) の汚れ係数
d'	[m]	冷却コイル外径
d	[m]	冷却コイル内径

ここで、冷却コイル外面（内包液側）の熱伝達率  $h_o$ 。[W/m<sup>2</sup>K] は下式であらわされる。

$$h_o = \frac{\lambda_o \times Nu_o}{d'}$$

冷却コイル外面（内包液側）のヌセルト数  $Nu_o$  は以下のとおり求める。

( $Gr_o \times Pr_o = 10^4 \sim 10^9$  の場合)

$$Nu_o = 0.53 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/4} \quad (3)$$

( $Gr_o \times Pr_o > 10^9$  の場合)

$$Nu_o = 0.13 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/3} \quad (3)$$

第 1. - 4 表 内包液側のヌセルト数の算出に用いる各種パラメータ

$Pr_o$	—	内包液のプラントル数 ( $= C_o \times \mu_o \times 3600 / \lambda_o$ )
$Gr_o$	—	内包液のグラスホフ数 ( $= g \times d'^3 \times \rho_o^2 \times \beta \times (T - T_w) / \mu_o^2$ )
$g$	[m/s <sup>2</sup> ]	重力加速度 (=9.8)
$\beta$	[K <sup>-1</sup> ]	内包液の体膨張係数
$T_w$	[°C]	内包液の壁面温度
$\mu_o$	[kg/ms]	内包液の粘度
$\lambda_o$	[W/mK]	内包液の熱伝導率
$\rho_o$	[kg/m <sup>3</sup> ]	内包液の密度
$C_o$	[J/kgK]	内包液の比熱

また、冷却コイル内面（冷却水側）の熱伝達率  $h_i$  [ $W/m^2K$ ] は下式であらわされる。

$$h_i = \frac{\lambda_i \times Nu_i}{d}$$

冷却コイル内面（冷却水側）のヌセルト数  $Nu_i$  は以下のとおり求める。

( $Re_i < 2100$  の場合)

$$Nu_i = 3.66 + \frac{0.0802 \times (q_{mi} \times C_i / \lambda_i / L_c)}{1 + 0.0458 \times (q_{mi} \times C_i / \lambda_i / L_c)^{2/3}} \quad (2)$$

( $Re_i = 2320 \sim 10^4$  の場合)

$$Nu_i = 0.116 \times (Re_i^{\frac{2}{3}} - 125) \times Pr_i^{\frac{1}{3}} \times \left[ 1 + \left( \frac{d}{L_c} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \times \left( \frac{\mu_i}{\mu_{wi}} \right)^{0.14} \quad (3)$$

( $Re_i > 10^4$  の場合)

$$Nu_i = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4} \quad (2)$$

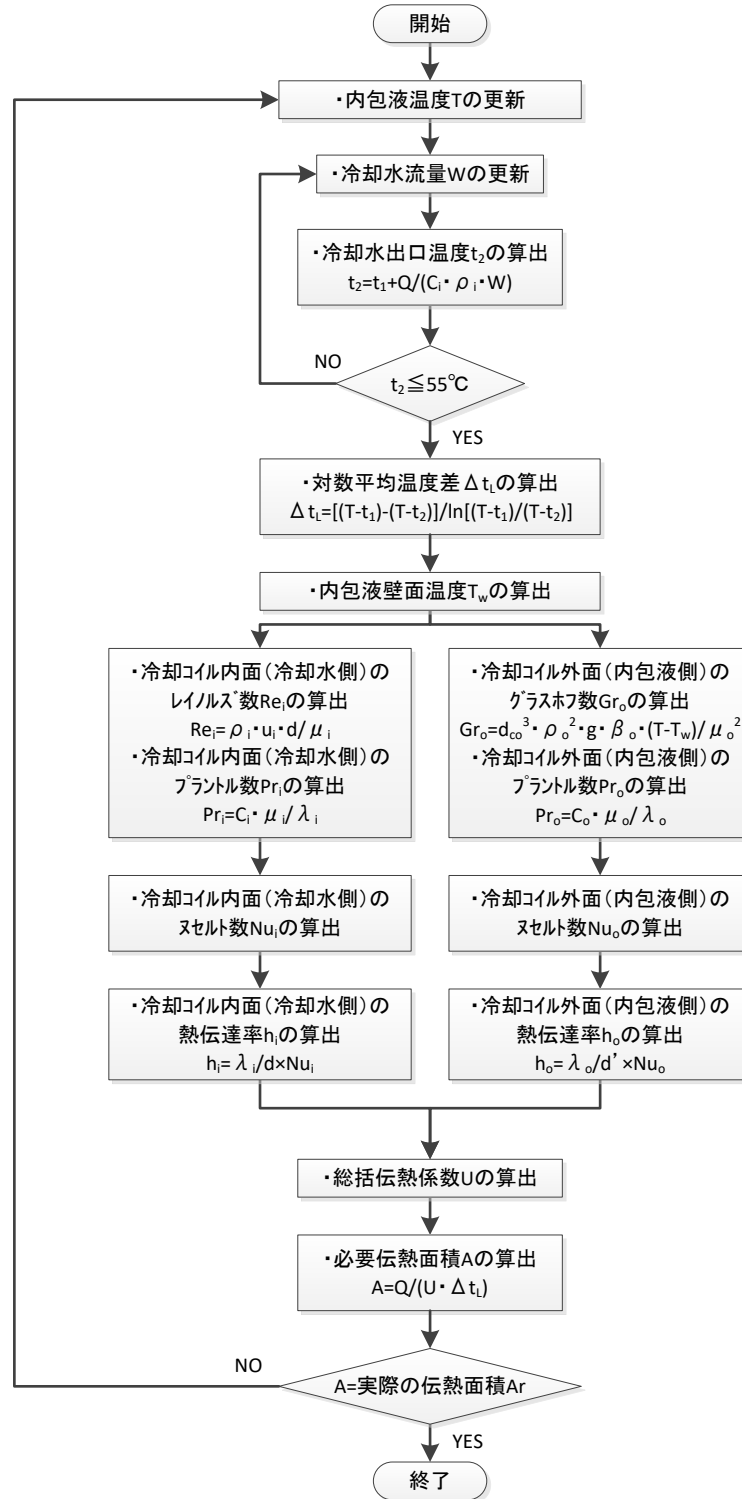
第 1. - 5 表 冷却水側のヌセルト数の算出に用いる各種パラメータ

$q_{mi}$	[ $kg/s$ ]	質量流量
$L_c$	[ $m$ ]	コイル長さ
$Re_i$		冷却水のレイノルズ数 ( $= d \times u \times \rho_i / \mu_i$ )
$Pr_i$		冷却水のプラントル数 (平均温度における値) ( $= C_i \times \mu_i \times 3600 / \lambda_i$ )
$u$	[ $m/s$ ]	冷却水の流速
$\mu_i$	[ $kg/ms$ ]	冷却水の粘度 (平均温度における値)
$\mu_{wi}$	[ $kg/ms$ ]	冷却水の粘度 (壁面温度における値)
$\lambda_i$	[ $W/mK$ ]	冷却水の熱伝導率 (平均温度における値)
$C_i$	[ $J/kgK$ ]	冷却水の比熱

冷却コイルの場合の冷却水流量  $W$  [ $m^3/h$ ] の算出の流れの一例を、

第 1. - 2 図に示す。

また、貯槽等における対数平均温度差  $\Delta t_L$  [°C] 及び総括伝熱係数  $U$  [W/m<sup>2</sup>K] の計算に使う物性等を、1.4.3 に示す。



第 1. - 2 図 冷却コイルの場合の冷却水流量Wの評価フローの一例

### 1.3.3 冷却ジャケットの場合の総括伝熱係数の算出

冷却ジャケットの場合の総括伝熱係数U [W/m<sup>2</sup>K] は以下のとおり求める。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_{so}} + \frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h_{si}} + \frac{1}{h_i}$$

第1.－6表 冷却ジャケットの場合の総括伝熱係数の算出に用いる

各種パラメータ

$h_o$	[W/m <sup>2</sup> K]	内包液側の熱伝達率
$h_i$	[W/m <sup>2</sup> K]	冷却水側の熱伝達率
L	[m]	貯槽等の板厚
$\lambda$	[W/mK]	貯槽等の熱伝導率
$h_{so}$	[W/m <sup>2</sup> K]	内包液側の汚れ係数
$h_{si}$	[W/m <sup>2</sup> K]	冷却水側の汚れ係数

ここで、内包液側の熱伝達率  $h_o$  [W/m<sup>2</sup>K] は下式であらわされる。

$$h_o = \frac{\lambda_o \times Nu_o}{L_o}$$

冷却ジャケット外面（内包液側）のヌセルト数  $Nu_o$  は以下のとおり求める。

( $Gr_o \times Pr_o = 10^4 \sim 10^9$  の場合)

$$Nu_o = 0.59 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/4} \quad (3)$$

( $Gr_o \times Pr_o > 10^9$  の場合)

$$Nu_o = 0.13 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/3} \quad (3)$$

( $Gr_o \times Pr_o < 10^4$  の場合)

$$Nu_o = 1.36 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/6} \quad (3)$$

第1. - 7表 内包液側のヌセルト数の算出に用いる各種パラメータ

$Pr_o$	—	内包液のプラントル数 ( $= C_o \times \mu_o \times 3600 / \lambda_o$ )
$Gr_o$	—	内包液のグラスホフ数 ( $= g \times d'^3 \times \rho_o^2 \times \beta \times (T - T_w) / \mu_o^2$ )
$g$	[m/s <sup>2</sup> ]	重力加速度 (=9.8)
$\beta$	[K <sup>-1</sup> ]	内包液の体膨張係数
$T_w$	[°C]	内包液の壁面温度
$\mu_o$	[kg/ms]	内包液の粘度
$\lambda_o$	[W/mK]	内包液の熱伝導率
$\rho_o$	[kg/m <sup>3</sup> ]	内包液の密度
$C_o$	[J/kgK]	内包液の比熱



また、冷却水側の熱伝達率  $h_i$  [W/m<sup>2</sup>K] は下式であらわされる。

$$h_i = \frac{\lambda_i \times Nu_i}{D_e}$$

( $Re_i < 2300$  の場合)

$$Nu_i = 1.86 \times \left( \frac{L_0}{D_e \times P_e} \right)^{\frac{1}{3}} \times \left( \frac{\mu_i}{\mu_{wi}} \right)^{0.14} \quad (3)$$

( $Re_i = 2320 \sim 10^4$  の場合)

$$Nu_i = 0.116 \times (Re_i^{\frac{2}{3}} - 125) \times Pr_i^{\frac{1}{3}} \times \left[ 1 + \left( \frac{D_e}{L_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \times \left( \frac{\mu_i}{\mu_{wi}} \right)^{0.14} \quad (3)$$

( $Re_i > 10^4$  の場合)

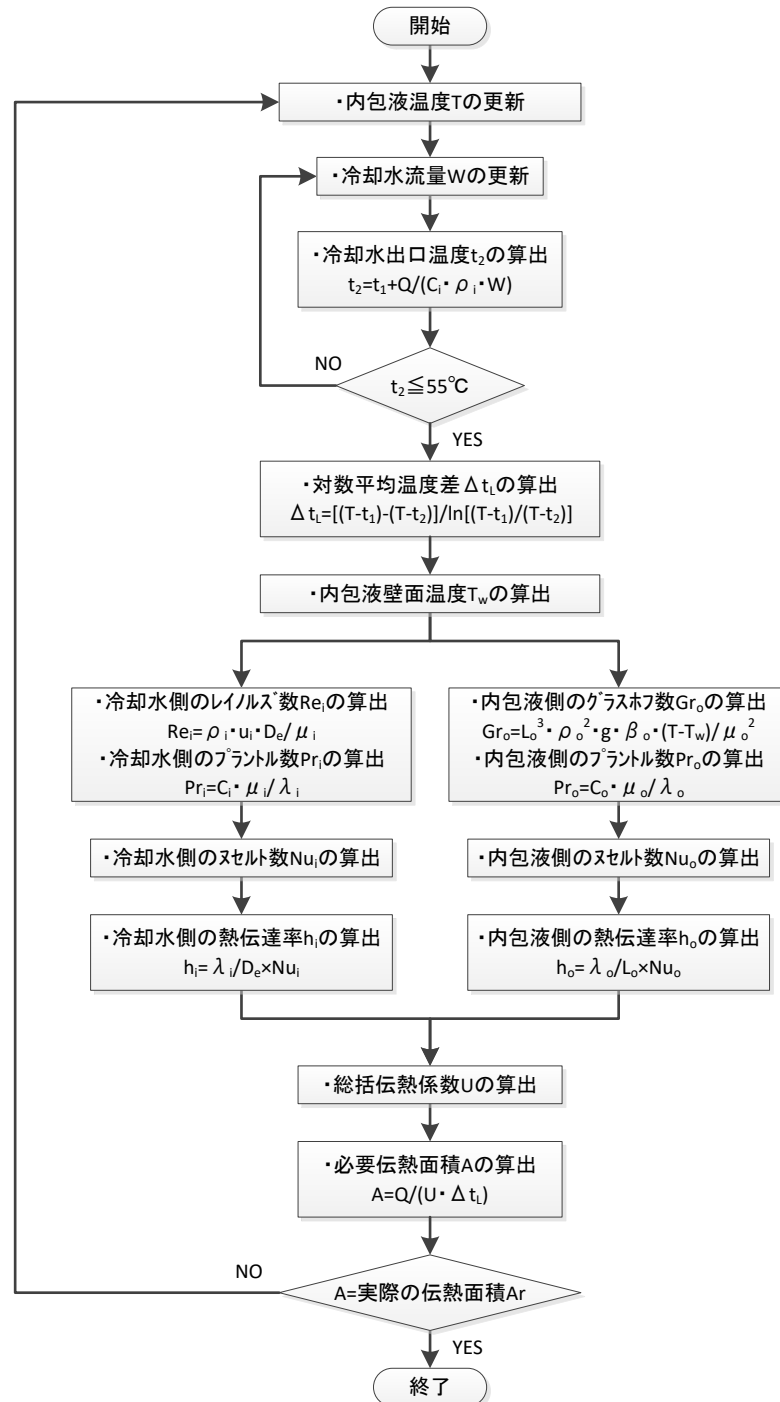
$$Nu_i = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4} \quad (2)$$

第 1. - 8 表 冷却水側のヌセルト数の算出に用いる各種パラメータ

$Re_i$	—	冷却水のレイノルズ数 ( $= D_e \times u \times \rho_i / \mu_i$ )
$Pr_i$	—	冷却水のプラントル数 (平均温度における値) ( $= C_i \times \mu_i \times 3600 / \lambda_i$ )
$P_e$		冷却水のペクレ数 ( $= Re_i \times Pr_i$ )
$D_e$	[m]	水力相当径
$u$	[m/s]	冷却水の流速
$\mu_i$	[kg/ms]	冷却水の粘度 (平均温度における値)
$\mu_{wi}$	[kg/ms]	冷却水の粘度 (壁面温度における値)
$\lambda_i$	[W/mK]	冷却水の熱伝導率 (平均温度における値)
$C_i$	[J/kgK]	冷却水の比熱

冷却ジャケットの場合の冷却水流量 $W$  [m<sup>3</sup>/h] の算出の流れの一例を、  
第 1. - 3 図に示す。

また、貯槽等における対数平均温度差 $\Delta t_L$  [°C] 及び総括伝熱係数 $U$  [W/m<sup>2</sup>K] の計算に使う物性等を、1. 4. 3 に示す。



第 1. - 3 図 冷却ジャケットの場合の冷却水流量 $W$ の評価フローの一例

## 1.4 評価条件

### 1.4.1 各施設・設備が内包する高レベル廃液等の崩壊熱

各施設・設備が内包する高レベル廃液等の崩壊熱は、崩壊熱の観点から最も厳しい燃料仕様を選定し評価する。貯槽等の崩壊熱除去の設計に用いている使用済燃料の仕様は、使用済燃料集合体1体程度の量で取り扱う場合（以下「1体領域」という。）及び1日当たりに再処理する使用済燃料を混合し、平均燃焼度が  $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{PR}$  以下になるように調整する溶解施設の計量・調整槽以降の溶解液等を取り扱う場合（以下「1日平均領域」という。）があり、各施設・設備の特徴を考慮し設定する。

また、高レベル廃液等の崩壊熱量は、高レベル廃液等の主な核種から ORIGENコード（ORIGEN-2<sup>(1)</sup>）を用いて計算する。

各施設・設備の内包する高レベル廃液等の主な核種、燃料仕様及び崩壊熱を第1. - 9表に示す。

第1. - 9表 各施設・設備が内包する高レベル廃液等の主な核種、燃料仕様及び崩壊熱

建屋	施設・設備名	領域区分	内包する溶液名	主な核種*	燃料仕様				崩壊熱	
					燃焼度 [GWd / t・U <sub>Pr</sub> ]	初期濃縮度 [wt %]	燃料型式	比出力 [MW / t・U <sub>Pr</sub> ]		冷却期間 [年]
前処理建屋	溶解施設 溶解設備	一体平均領域	溶解液(1)	FP+ACT	55	3	PWR	60	15	$1.96 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
	溶解施設 清澄・計量設備	一体平均領域	溶解液(1)	FP+ACT	55	3	PWR	60	15	$1.96 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
	分離施設 分離設備	一日平均領域	溶解液(2)	FP+ACT	45	3.5	PWR	60	15	$1.42 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
		一日平均領域	溶解液(2)	FP+ACT	45	3.5	PWR	60	15	$1.42 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
分離建屋	分離施設 分離建屋一時貯留 処理設備	一日平均領域	抽出廃液	FP-Kr+ACT-Pu	45	3.5	PWR	60	15	$1.25 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
		一日平均領域	抽出廃液	FP-Kr+ACT-Pu	45	3.5	PWR	60	15	$1.25 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
	液体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液濃縮設備 高レベル廃液濃縮系	一日平均領域	高レベル廃液 高レベル濃縮廃液	FP-Kr+ACT-Pu	45	3.5	PWR	60	15	$1.28 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
		一日平均領域	高レベル濃縮廃液	FP-Kr+ACT-Pu	45	3.5	PWR	60	15	$1.28 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
精製建屋	精製施設 プルトニウム精製設備	一日平均領域	硝酸プルトニウム溶液	Pu+5000 ppm 241Am	45	3.5	BWR	10	15	$2.44 \times 10^1$ [W/Pu-k g]
	精製施設 精製建屋一時貯留設備	一日平均領域	硝酸プルトニウム溶液	Pu+5000 ppm 241Am	45	3.5	BWR	10	15	$2.44 \times 10^1$ [W/Pu-k g]
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	脱硝施設 ウラン・プルトニウム 混合脱硝設備	一日平均領域	硝酸プルトニウム溶液	Pu+5000 ppm 241Am	45	3.5	BWR	10	15	$2.44 \times 10^1$ [W/Pu-k g]
	液体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液貯蔵設備 固体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液 ガラス固化設備	一日平均領域	高レベル濃縮廃液	FP-Kr+ACT-Pu	45	3.5	PWR	60	15	$1.28 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]
高レベル廃液 ガラス固化建屋	高レベル廃液 ガラス固化設備	一日平均領域	高レベル濃縮廃液	FP-Kr+ACT-Pu	45	3.5	PWR	60	15	$1.28 \times 10^5$ [W/t・U <sub>Pr</sub> ]

\* FP:核分裂生成物 ACT:アクチノイド Kr:クリプトン Pu:プルトニウム Am:アメリシウム

#### 1.4.2 貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度

溶解液(1), 溶解液(2), 抽出廃液, 高レベル廃液及び高レベル濃縮廃液の崩壊熱密度は, 第1. - 9表の崩壊熱及び単位  $t \cdot U_{PR}$  当たりに発生する溶液量から下式により求まる。

$$\text{崩壊熱密度} = \frac{\text{崩壊熱}}{\text{発生量}^*} \times \text{補正係数}$$

\* 標準化学処理工程図から求められる発生量

貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度を第1. - 10表, 第1. - 11表及び第1. - 14表に示す。

硝酸プルトニウム溶液の崩壊熱密度は, 第1. - 9表の崩壊熱及びプルトニウム濃度から下式により求まる。

$$\text{崩壊熱密度} = \text{崩壊熱} \times \text{プルトニウム濃度} \times \text{補正係数}$$

貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度を第1. - 12表及び第1. - 13表に示す。

第1. -10 表 前処理建屋における貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度

施設・設備名	貯槽等名	基数	内包する溶液名	発生量 [m <sup>3</sup> /t・U <sub>Pr</sub> ]	崩壊熱 [W/t・U <sub>Pr</sub> ]	補正係数	崩壊熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]
溶解施設 溶解設備	中間ポット	2	溶解液(1)	■	■	■	■
	中継槽	2	溶解液(1)	■	■	■	■
溶解施設 清澄・計量設備	リサイクル槽	2	溶解液(1)	■	■	■	■
	計量前中間貯槽	2	溶解液(1)	■	■	■	■
	計量後中間貯槽	1	溶解液(2)	■	■	■	■
	計量・調整槽	1	溶解液(2)	■	■	■	■
	計量補助槽	1	溶解液(2)	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1-11表 分離建屋における貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度

施設・設備名	貯槽等名	基数	内包する溶液名	発生量 [m <sup>3</sup> /t・U <sub>Pr</sub> ]	崩壊熱 [W/t・U <sub>Pr</sub> ]	補 係 数	崩壊熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]
分離施設 分離設備	溶解液中間貯槽	1	溶解液(2)	■	■	■	■
	溶解液供給槽	1	溶解液(2)	■	■	■	■
	抽出廃液受槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	抽出廃液中間貯槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	抽出廃液供給槽	2	抽出廃液	■	■	■	■
分離施設 分離建屋一時貯留 処理設備	第1一時貯留処理槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	第8一時貯留処理槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	第7一時貯留処理槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	第3一時貯留処理槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	第4一時貯留処理槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
	第6一時貯留処理槽	1	抽出廃液	■	■	■	■
液体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液濃縮設備 高レベル廃液濃縮系	高レベル廃液供給槽	2*	高レベル廃液	■	■	■	■
	高レベル廃液濃縮缶	2*	高レベル濃縮廃液	■	■	■	■

\* 2基のうち1基は長期予備

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 12 表 精製建屋における貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度

施設・設備名	貯槽等名	基数	内包する溶液名	Pu濃度 [g-Pu/L]	崩壊熱 [W/kg-Pu]	補正 係数	崩壊熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]
精製施設 プルトニウム精製設備	プルトニウム溶液受槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	油水分離槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	プルトニウム濃縮缶供給槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	プルトニウム溶液一時貯槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	プルトニウム濃縮液受槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	リサイクル槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	希釈槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	プルトニウム濃縮液計量槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	精製施設 精製建屋一時貯留 処理設備	第 1 一時貯留処理槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■
第 2 一時貯留処理槽		1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
第 3 一時貯留処理槽		1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。



第1. -13 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度

施設・設備名	貯槽等名	基数	内包する溶液名	Pu濃度 [g-Pu/L]	崩壊熱 [W/kg-Pu]	補正 係数	崩壊熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]
脱硝施設 ウラン・プルトニウム 混合脱硝設備	硝酸プルトニウム貯槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	混合槽	2	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■
	一時貯槽	1	硝酸プルトニウム溶液	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -14 表 高レベル廃液ガラス固化建屋における貯槽等が内包する高レベル廃液等の崩壊熱密度

施設・設備名	貯槽等名	基数	内包する溶液名	発熱量 [m <sup>3</sup> /t・U <sub>Pr</sub> ]	崩壊熱 [W/t・U <sub>Pr</sub> ]	補正係数	崩壊熱密度 [W/m <sup>3</sup> ]
液体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液貯蔵設備	高レベル濃縮廃液貯槽	2	高レベル濃縮廃液	■	■	■	■
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	2	高レベル濃縮廃液	■	■	■	■
	高レベル廃液共用貯槽	1	高レベル濃縮廃液*	■	■	■	■
固体廃棄物の廃棄施設 高レベル廃液ガラス 固化設備	高レベル廃液混合槽	2	高レベル廃液	■	■	■	■
	供給液槽	2	高レベル廃液	■	■	■	■
	供給槽	2	高レベル廃液	■	■	■	■

\* 不溶解残渣廃液を貯蔵する場合もあるが、崩壊熱の低い高レベル濃縮廃液貯蔵時の値を記載。

■ については商業機密の観点から公開できません。

### 1.4.3 物性値

貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に用いる物性等を、第 1. -15 表から第 1. -19 表に示す。

また、冷却水の比熱、冷却水の密度、冷却水の熱伝導率及び冷却水の粘度は、冷却水の平均温度（=（冷却水入口温度  $t_1$  + 冷却水出口温度  $t_2$ ） / 2）または冷却水の壁面温度における、第 1. -20 表に示す値の線形近似値とする。

第1. - 15 表 前処理建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に使用する物性値等

No.	パラメータ	記号	単位	中継槽 (ジャケット)	リサイクル槽 (ジャケット)	計量前 中間貯槽 (コイル)	計量後 中間貯槽 (コイル)	計量・調整槽 (コイル)	計量補助槽 (コイル)	中間ポット (ジャケット)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	℃	■	■	■	■	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kgK	■	■	■	■	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>o</sub>	W/mK	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/m s	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■	■	■	■	■
9	ジャケット代表長さ	L <sub>o</sub>	m	■	■	■	■	■	■	■
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	■	■	■	■	■	■	■
11	貯槽等の厚さ	L	m	■	■	■	■	■	■	■
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却コイル厚さ	L	m	■	■	■	■	■	■	■
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■	■	■	■	■
15	冷却コイル外径	d'	m	■	■	■	■	■	■	■
16	冷却コイル内径	d	m	■	■	■	■	■	■	■
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -16 表 分離建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に使用する物性値等 (1 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	溶解液 中間貯槽 (コイル)	溶解液 供給槽 (コイル)	抽出廃液 受槽 (コイル)	抽出廃液 中間貯槽 (コイル)	抽出廃液 供給槽 (コイル)	第1一時 貯留処理槽 (コイル)	第8一時 貯留処理槽 (コイル)	第7一時 貯留処理槽 (コイル)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kg K	■	■	■	■	■	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>o</sub>	W/mK	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/m s	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
9	ジャケット代表長さ	L <sub>o</sub>	m	-	-	-	-	-	-	-	-
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	-	-	-	-	-	-	-	-
11	貯槽等の厚さ	L	m	-	-	-	-	-	-	-	-
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	-	-	-	-	-	-	-	-
13	冷却コイル厚さ	L	m	■	■	■	■	■	■	■	■
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■	■	■	■	■	■
15	冷却コイル外径	d'	m	■	■	■	■	■	■	■	■
16	冷却コイル内径	d	m	■	■	■	■	■	■	■	■
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s.o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s.i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -16 表 分離建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に使用する物性値等 (2 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	第3一時貯留処理槽 (コイル)	第4一時貯留処理槽 (コイル)	第6一時貯留処理槽 (ジヤケット)	高レベル廃液供給槽 (コイル)	高レベル廃液濃縮缶 (コイル)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	℃	■	■	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kgK	■	■	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>o</sub>	W/mK	■	■	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/ms	■	■	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■	■	■
9	ジヤケット代表長さ	L <sub>o</sub>	m	-	-	■	-	-
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	-	-	■	-	-
11	貯槽等の厚さ	L	m	-	-	■	-	-
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	-	-	■	-	-
13	冷却コイル厚さ	L	m	■	■	-	■	■
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	■	■	-	■	■
15	冷却コイル外径	d'	m	■	■	-	■	■
16	冷却コイル内径	d	m	■	■	-	■	■
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s.o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s.i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -17 表 精製建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に使用する物性値等 (1 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	フルトニウム 溶液受槽 (コイル)	油水分離槽 (コイル)	フルトニウム 濃縮缶 供給槽 (コイル)	フルトニウム 溶液 一時貯槽 (コイル)	フルトニウム 濃縮液受槽 (コイル)	リサイクル槽 (コイル)	希釈槽 (コイル)	フルトニウム 濃縮液 一時貯槽 (コイル)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kgK	■	■	■	■	■	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>o</sub>	W/mK	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/ms	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
9	ジャケット代表長さ	L <sub>o</sub>	m	-	-	-	-	-	-	-	-
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	-	-	-	-	-	-	-	-
11	貯槽等の厚さ	L	m	-	-	-	-	-	-	-	-
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	-	-	-	-	-	-	-	-
13	冷却コイル厚さ	L	m	■	■	■	■	■	■	■	■
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■	■	■	■	■	■
15	冷却コイル外径	d'	m	■	■	■	■	■	■	■	■
16	冷却コイル内径	d	m	■	■	■	■	■	■	■	■
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s.o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s.i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -17 表 精製建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に使用する物性値等 (2 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	フラットニウム 濃縮液 計量槽 (コイル)	フラットニウム 濃縮液 中間貯槽 (コイル)	第一一時 貯留処理槽 (コイル)	第二一時 貯留処理槽 (コイル)	第三一時 貯留処理槽 (コイル)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	°C	■	■	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kgK	■	■	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>o</sub>	W/mK	■	■	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/ms	■	■	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■	■	■
9	ジャケット代表長さ	L <sub>o</sub>	m	-	-	-	-	-
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	-	-	-	-	-
11	貯槽等の厚さ	L	m	-	-	-	-	-
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	-	-	-	-	-
13	冷却コイル厚さ	L	m	■	■	■	■	■
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■	■	■
15	冷却コイル外径	d'	m	■	■	■	■	■
16	冷却コイル内径	d	m	■	■	■	■	■
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s.o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s.i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。



第1. -18 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の

計算に使用する物性値等

No.	パラメータ	記号	単位	硝酸 プルトニウム 貯槽 (ジャケット)	混合槽 (ジャケット)	一時貯槽 (ジャケット)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	℃	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>o</sub>	J/kgK	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>o</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>o</sub>	W/mK	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>o</sub>	kg/ms	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■
9	ジャケット代表長さ	L <sub>o</sub>	m	■	■	■
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	■	■	■
11	貯槽等の厚さ	L	m	■	■	■
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■
13	冷却コイル厚さ	L	m	—	—	—
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	—	—	—
15	冷却コイル外径	d'	m	—	—	—
16	冷却コイル内径	d	m	—	—	—
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s.o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s.i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 19 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の貯槽等における対数平均温度差及び総括伝熱係数の

計算に使用する物性値等

No.	パラメータ	記号	単位	高レベル濃縮廃液貯槽 (コイル)	高レベル濃縮廃液一時貯槽 (コイル)	高レベル廃液混合槽 (コイル)	供給液槽 (コイル)	供給槽 (コイル)	不溶解残渣廃液一時貯槽 (シヤケット)	不溶解残渣廃液貯槽 (シヤケット)	高レベル廃液共用貯槽 (コイル)
1	崩壊熱密度	P	W/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
2	液量	V	m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水入口温度	t <sub>1</sub>	℃	■	■	■	■	■	■	■	■
4	内包液の比熱	C <sub>0</sub>	J/kgK	■	■	■	■	■	■	■	■
5	内包液の密度	ρ <sub>0</sub>	kg/m <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
6	内包液の熱伝導率	λ <sub>0</sub>	W/mK	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の粘度	μ <sub>0</sub>	kg/ms	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液の体膨張係数	β	K <sup>-1</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■
9	シヤケット代表長さ	L <sub>0</sub>	m	-	-	-	-	-	-	-	-
10	水力相当径	D <sub>e</sub>	m	-	-	-	-	-	-	-	-
11	貯槽等の厚さ	L	m	-	-	-	-	-	-	-	-
12	貯槽等の熱伝導率	λ	W/mK	-	-	-	-	-	-	-	-
13	冷却コイル厚さ	L	m	■	■	■	■	■	■	■	■
14	冷却コイルの熱伝導率	λ	W/mK	■	■	■	■	■	■	■	■
15	冷却コイル外径	d'	m	■	■	■	■	■	■	■	■
16	冷却コイル内径	d	m	■	■	■	■	■	■	■	■
17	内包液側汚れ係数	h <sub>s0</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
18	冷却水側汚れ係数	h <sub>s1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -20 表 冷却水の比熱，冷却水の密度，冷却水の熱伝導率及び冷却水の粘度

No.	冷却水の温度 [°C]	伝熱工学資料 改訂第5版 <sup>(4)</sup>			
		比熱 $C_i$ [k c a l / k g °C]	密度 $\rho_i$ [k g / m <sup>3</sup> ]	熱伝導率 $\lambda_i$ [k c a l / m h °C]	粘度 $\mu_i$ [P a · s]
1	20	0.9996	998.2	0.5155	1.002E-03
2	25	0.9990	996.9	0.5221	8.997E-04
3	30	0.9984	995.6	0.5288	7.974E-04
4	35	0.9983	993.9	0.5347	7.252E-04
5	40	0.9981	992.2	0.5405	6.530E-04
6	45	0.9983	990.1	0.5456	5.999E-04
7	50	0.9984	988.0	0.5507	5.468E-04
8	55	0.9987	985.6	0.5552	5.066E-04
9	60	0.9991	983.2	0.5596	4.664E-04
10	65	0.9997	980.5	0.5634	4.352E-04
11	70	1.0003	977.7	0.5672	4.039E-04
12	75	1.0012	974.8	0.5703	3.791E-04
13	80	1.0022	971.8	0.5735	3.543E-04
14	85	1.0033	968.6	0.5761	3.344E-04
15	90	1.0043	965.3	0.5787	3.144E-04
16	95	1.0058	961.9	0.5807	2.981E-04
17	100	1.0072	958.4	0.5828	2.817E-04

### 1.5.1 内部ループ通水による崩壊熱除去について

各建屋の蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の内部ループ通水による崩壊熱の除去に関する評価結果を第 1. -21 表～第 1. -25 表に示す。

第 1. - 21 表 前処理建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	中継槽 (ジヤケット)	リサイクル槽 (ジヤケット)	計量前 中間貯槽 (コイル)	計量後 中間貯槽 (コイル)	計量・調整槽 (コイル)	計量補助槽 (コイル)	中間ポット (ジヤケット)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラント数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
10	プラント数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. - 22 表 分離建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (1 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	溶解液 中間貯槽 (コイル)	溶解液 供給槽 (コイル)	抽出廃液 受槽 (コイル)	抽出廃液 中間貯槽 (コイル)	抽出廃液 供給槽 (コイル)	第1一時 貯留処理槽 (コイル)	第8一時 貯留処理槽 (コイル)	第7一時 貯留処理槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. - 22 表 分離建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (2 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	第3一時貯留処理槽 (コイル)	第4一時貯留処理槽 (コイル)	第6一時貯留処理槽 (ジャケット)	高レベル廃液供給槽 (コイル)	高レベル廃液濃縮缶 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
10	プラントル数とグラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. - 23 表 精製建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (1 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	フラットニウム 溶液受槽 (コイル)	油水分離槽 (コイル)	フラットニウム 濃縮缶 供給槽 (コイル)	フラットニウム 溶液 一時貯槽 (コイル)	フラットニウム 濃縮液受槽 (コイル)	リサイクル槽 (コイル)	希釈槽 (コイル)	フラットニウム 濃縮液 一時貯槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	℃	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	℃	■	■	■	■	■	■	■	■
4	対象平均温度差	Δ t	℃	■	■	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	℃	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。



第1. - 23 表 精製建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (2 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	フルトニウム 濃縮液 計量槽 (コイル)	フルトニウム 濃縮液 中間貯槽 (コイル)	第1一時 貯留処理槽 (コイル)	第2一時 貯留処理槽 (コイル)	第3一時 貯留処理槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -24 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の

崩壊熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	硝酸 プルトニウム 貯槽 (シヤケット)	混合槽 (シヤケット)	一時貯槽 (シヤケット)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■
4	対数平均温度差	Δ t	°C	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■
11	冷却コイル外面（内包 液側）のスセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■
12	冷却コイル外面（内包 液側）の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 25 表 高レベル廃液ガラス建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	高レベル濃縮廃液貯槽 (コイル)	高レベル濃縮廃液一時貯槽 (コイル)	高レベル廃液混合槽 (コイル)	供給液槽 (コイル)	供給槽 (コイル)	高レベル廃液共用貯槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

- 1.5.2 冷却コイル通水及び冷却ジャケット通水による崩壊熱除去について
- 各建屋の蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の冷却コイル通水及び冷却ジャケット通水による崩壊熱の除去に関する評価結果を第 1. -26 表～第 1. -30 表に示す。

第 1. - 26 表 前処理建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	中継槽 (ジャケット)	リサイクル槽 (ジャケット)	計量前 中間貯槽 (コイル)	計量後 中間貯槽 (コイル)	計量・調整槽 (コイル)	計量補助槽 (コイル)	中間ポット (ジャケット)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■
4	対象平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. - 27 表 分離建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (1 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	溶解液 中間貯槽 (コイル)	溶解液 供給槽 (コイル)	抽出廃液 受槽 (コイル)	抽出廃液 中間貯槽 (コイル)	抽出廃液 供給槽 (コイル)	第1一時 貯留処理槽 (コイル)	第8一時 貯留処理槽 (コイル)	第7一時 貯留処理槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
4	対象平均温度差	Δ t	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. - 27 表 分離建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (2 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	第3一時貯留処理槽 (コイル)	第4一時貯留処理槽 (コイル)	第6一時貯留処理槽 (ジャケット)	高レベル廃液供給槽 (コイル)	高レベル廃液濃縮缶 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■
4	対象平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr。	-	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホプ数	Gr。	-	■	■	■	■	■
10	プラントル数とグラスホプ数の積	Gr。×Pr。	-	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包液側) のヌセルト数	Nu。	-	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包液側) の熱伝達率	h。	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Rei	-	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 28 表 精製建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (1 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	フレートニウム 溶液受槽 (コイル)	油水分離槽 (コイル)	フレートニウム 濃縮缶 供給槽 (コイル)	フレートニウム 溶液 一時貯槽 (コイル)	フレートニウム 濃縮液受槽 (コイル)	リサイクル槽 (コイル)	希釈槽 (コイル)	フレートニウム 濃縮液 一時貯槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
4	対象平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。



第1. -28 表 精製建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果 (2 / 2)

No.	パラメータ	記号	単位	フラットニウム 濃縮液 計量槽 (コイル)	フラットニウム 濃縮液 中間貯槽 (コイル)	第1一時 貯留処理槽 (コイル)	第2一時 貯留処理槽 (コイル)	第3一時 貯留処理槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -29 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の

崩壊熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	硝酸 プルトニウム 貯槽 (シヤケット)	混合槽 (シヤケット)	一時貯槽 (シヤケット)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■
2	内包液温度	T	℃	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	℃	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	℃	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	℃	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■
10	プラントル数と グラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包 液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包 液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

第1. -30 表 高レベル廃液ガラス建屋における蒸発乾固の発生を想定する貯槽等の崩壊熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	高レベル濃縮廃液貯槽 (コイル)	高レベル濃縮廃液一時貯槽 (コイル)	高レベル廃液混合槽 (コイル)	供給液槽 (コイル)	供給槽 (コイル)	高レベル廃液共用貯槽 (コイル)
1	崩壊熱量	Q	W	■	■	■	■	■	■
2	内包液温度	T	°C	■	■	■	■	■	■
3	冷却水出口温度	t <sub>2</sub>	°C	■	■	■	■	■	■
4	対数平均温度差	Δt	°C	■	■	■	■	■	■
5	冷却水流量	W	m <sup>3</sup> /h	■	■	■	■	■	■
6	総括伝熱係数	U	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■
7	内包液の壁面温度	T <sub>w</sub>	°C	■	■	■	■	■	■
8	内包液のプラントル数	Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
9	内包液のグラスホフ数	Gr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
10	プラントル数とグラスホフ数の積	Gr <sub>o</sub> ×Pr <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
11	冷却コイル外面 (内包液側) のヌセルト数	Nu <sub>o</sub>	-	■	■	■	■	■	■
12	冷却コイル外面 (内包液側) の熱伝達率	h <sub>o</sub>	W/m <sup>2</sup> K	■	■	■	■	■	■
13	冷却水のレイノルズ数	Re <sub>i</sub>	-	■	■	■	■	■	■

■ については商業機密の観点から公開できません。

## 6. 参考文献

- (1) A. G. Croff, “A User’ s Manual for the ORIGEN2 Computer Code” ,  
ORNL/TM-7125 (1980)
- (2) 化学工学協会「化学工学便覧」
- (3) 尾花 英明「熱交換器設計ハンドブック」
- (4) 伝熱工学資料 改訂第5版

補足説明資料7－5

## 1. 貯槽等からの放熱による時間余裕に与える影響について

沸騰に至るまでの時間余裕の算出では、水及び高レベル廃液等の物性値の変動が影響を与えると考えられるものの、より厳しい結果を与えるように、高レベル廃液等の崩壊熱密度は、冷却期間 15 年を基に算出した平常運転時の最大値を設定した上で、貯槽等に内包する高レベル廃液等の液量は貯槽等の公称容量とし、貯槽等からセル雰囲気への放熱を考慮せず断熱評価で実施している。本資料では、放熱を考慮した場合の時間余裕への影響を複数の温度条件での放熱量及び熱伝達率から考察する。

### 1.1 放熱量の算出

セル雰囲気の温度  $T_{\infty}$  としたときの貯槽等表面からセル雰囲気への放熱量  $Q$  は、貯槽等表面を鉛直平板と仮定し、以下のとおり求める。

$$Q = h \times A \times (T - T_{\infty})$$

第 1. - 1 表 放熱量の算出に用いる各種パラメータ

Q	[W]	放熱量
h	[W/m <sup>2</sup> K]	熱伝達率
A	[m <sup>2</sup> ]	貯槽等表面積
T	[K]	貯槽等表面温度
T <sub>∞</sub>	[K]	セル内空気温度

### 1.2 熱伝達率の算出

貯槽等の熱伝達率  $h$  [kcal/m<sup>2</sup>h°C] は以下のとおり求める。

$$h = \frac{\lambda \times \overline{Nu}}{l}$$

ここで、平均ヌセルト数 $\overline{Nu}$ 及び局所ヌセルト数 $Nu_x$ は以下のとおり求める。

$$\overline{Nu} = \frac{4}{3} \times Nu_x$$

$$Nu_x = C_t \times Ra^{\frac{1}{4}}$$

第1. - 2表 熱伝達率の算出に用いる各種パラメータ

$\lambda$	[W/mK]	セル内空気の熱伝導率
$l$	[m]	貯槽等高さ
$\overline{Nu}$	—	平均ヌセルト数
$Nu_x$	—	局所ヌセルト数
$C_t$	—	プラントル数の関数 $= \frac{3}{4} \left( \frac{Pr}{2.4 + 4.9 \sqrt{Pr + 5Pr}} \right)^{\frac{1}{4}}$
$Ra$	—	レイリー数 ( $Ra = Pr \times Gr$ )
$Pr$	—	セル内空気のプラントル数 ( $= C \times \mu \times 3600 / \lambda$ )
$Gr$	—	セル内空気のグラスホフ数 ( $= g \times l^3 \times \beta \times \rho^2 \times (T - T_w) / \mu^2$ )
$C$	[J/kgK]	セル内空気の比熱
$\mu$	[kg/ms]	セル内空気の粘度
$g$	[m/s <sup>2</sup> ]	重力加速度 (=9.8)
$\beta$	[K <sup>-1</sup> ]	セル内空気の体膨張係数
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	セル内空気の密度

### 1.3 評価条件

中継槽（溶解液）、希釈槽（Pu濃縮液）、Pu溶液一時貯槽（Pu溶液）、抽出廃液受槽（抽出廃液）、高レベル濃縮廃液貯槽及び高レベル廃液混合槽（高レベル濃縮廃液）を代表に放熱の効果を推定する。貯槽等

に内包する高レベル廃液等，崩壊熱量，貯槽等高さ及び貯槽等表面積を，第 1. - 3 表に示す。

また，貯槽等における貯槽等表面温度は 100℃と設定し，貯槽等表面温度とセル雰囲気温度の温度差が 20℃から 80℃の範囲において評価する。各温度におけるセル内空気の密度，比熱，粘度，熱伝導率，体膨張係数，を第 1. - 4 表に示す。

第 1. - 3 表 貯槽等高さ及び貯槽等表面積

貯槽等	内包する高レベル廃液等	崩壊熱量 [W]	貯槽等高さ [m]	表面積 [m <sup>2</sup> ]
中継槽	溶解液	■	■	■
希釈槽	プルトニウム濃縮液			
プルトニウム溶液一時貯槽	プルトニウム溶液			
抽出廃液受槽	抽出廃液			
高レベル濃縮廃液貯槽	高レベル濃縮廃液			
高レベル混合廃液貯槽	高レベル廃液			

第 1. - 4 表 空気の密度，比熱，粘度，熱伝導率，体膨張係数

No.	空気の温度 [K]	空気の密度 [k g / m <sup>3</sup> ]	空気の比熱 [J / k g K]	空気の粘度 [k g / m s]	空気の熱伝導率 [W / m K]	空気の体膨張係数 [1 / K]
1	293	1.188	1007	1.82E-05	0.02572	3.4×10 <sup>-3</sup>
2	313	1.112	1007	1.92E-05	0.0272	3.1×10 <sup>-3</sup>
3	333	1.045	1009	2.01E-05	0.02865	3.0×10 <sup>-3</sup>
4	353	0.9859	1010	2.11E-05	0.03007	2.8×10 <sup>-3</sup>

#### 1.4 評価結果

貯槽等からの放熱を考慮した場合の熱伝達率等の評価結果を第 1. - 5 表から第 1. - 10 表に示す。

貯槽等の表面からセル雰囲気への放熱の効果は，貯槽等の表面温度とセル雰囲気温度の温度差に依存し，温度差が20℃から80℃の範囲において鉛直平板を仮定した場合，貯槽等の表面とセル雰囲気間の熱伝達率は約 ■■■■ については商業機密の観点から公開できません。



1.  $8W / (m^2 \cdot K) \sim 約3.3W / (m^2 \cdot K)$  となる。

放熱の効果は、高レベル廃液等の崩壊熱密度に高レベル廃液等の体積を乗じて算出された崩壊熱を、放熱に寄与する貯槽等の表面積で除して算出される値に依存し、この値が大きい高レベル濃縮廃液、高レベル廃液及びプルトニウム濃縮液に対する放熱効果は、温度差を $20^{\circ}C$ と仮定した場合、高レベル濃縮廃液に対して約1.6%程度、高レベル廃液に対して約3.0%程度、プルトニウム濃縮液に対して約15%程度となる。一方、高レベル廃液等の崩壊熱を放熱に寄与する貯槽等の表面積で除して算出される値が小さくなる溶解液、抽出廃液及びプルトニウム溶液に対する放熱効果は、温度差を $20^{\circ}C$ と仮定した場合、溶解液に対して約30%、抽出廃液に対して約42%、プルトニウム溶液に対して100%となる。

高レベル廃液等の崩壊熱を放熱に寄与する貯槽等の表面積で除して算出される値が大きい高レベル濃縮廃液及びプルトニウム濃縮液を内包する貯槽等は、沸騰に至るまでの時間が短いという特徴を有している。高レベル廃液等の崩壊熱を放熱に寄与する貯槽等の表面積で除して算出される値が小さい溶解液、抽出廃液及びプルトニウム溶液を内包する貯槽等は、沸騰に至るまでの時間が長いという特徴を有していることから、断熱条件においても沸騰に至るまでの時間が長い溶解液、抽出廃液及びプルトニウム溶液を内包する貯槽等が沸騰に至るまでの時間は、断熱条件においても沸騰に至るまでの時間が短い高レベル濃縮廃液及びプルトニウム濃縮液を内包する貯槽等に比べてより長くなることになる。

以上より、実際の熱条件の下では、評価結果に示す沸騰に至るまでの時間は、全ての高レベル廃液等においてより長い時間となる可能性があるが、その効果は崩壊熱の小さな高レベル廃液等ほど顕著であり、高レ

ベル廃液等の沸騰までの時間が逆転することはないことから、蒸発乾固への対処の作業の優先順位及び実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響はない。

第 1. - 5 表 各セル内空気温度における中継槽の評価結果

パラメータ	記号	単位	293 [K]	313 [K]	333 [K]	353 [K]
放熱量	Q'	W	■	■	■	■
熱伝達率	h	W / (m <sup>2</sup> · K)	3.3	3.0	2.7	2.2
平均ヌセルト数	Nu	—	■	■	■	■
局所ヌセルト数	Nu <sub>x</sub>	—	■	■	■	■
レイリー数	Ra	—	■	■	■	■
プラントル数	Pr	—	■	■	■	■
グラフホフ数	Gr	—	■	■	■	■
放熱効果			100%		73%	30%

第 1. - 6 表 各セル内空気温度における希釈槽の評価結果

パラメータ	記号	単位	293 [K]	313 [K]	333 [K]	353 [K]
放熱量	Q'	W	■	■	■	■
熱伝達率	h	W / (m <sup>2</sup> · K)	3.1	2.8	2.5	2.0
平均ヌセルト数	Nu	—	■	■	■	■
局所ヌセルト数	Nu <sub>x</sub>	—	■	■	■	■
レイリー数	Ra	—	■	■	■	■
プラントル数	Pr	—	■	■	■	■
グラフホフ数	Gr	—	■	■	■	■
放熱効果			93%	63%	37%	15%

第 1. - 7 表 各セル内空気温度におけるプルトニウム溶液一時貯槽  
の評価結果

パラメータ	記号	単位	293 [K]	313 [K]	333 [K]	353 [K]
放熱量	Q'	W	■	■	■	■
熱伝達率	h	W / (m <sup>2</sup> · K)	3.0	2.7	2.4	2.0
平均ヌセルト数	Nu	—	■	■	■	■
局所ヌセルト数	Nu <sub>x</sub>	—	■	■	■	■
レイリー数	Ra	—	■	■	■	■
プラントル数	Pr	—	■	■	■	■
グラフホフ数	Gr	—	■	■	■	■
放熱効果			100%			

■ については商業機密の観点から公開できません。

第 1. - 8 表 各セル内空気温度における抽出廃液受槽の評価結果

パラメータ	記号	単位	293 [K]	313 [K]	333 [K]	353 [K]
放熱量	$Q'$	W	■	■	■	■
熱伝達率	$h$	W / (m <sup>2</sup> · K)	3.0	2.7	2.4	2.0
平均ヌセルト数	$Nu$	—	■	■	■	■
局所ヌセルト数	$Nu_x$	—	■	■	■	■
レイリー数	$Ra$	—	■	■	■	■
プラントル数	$Pr$	—	■	■	■	■
グラフホフ数	$Gr$	—	■	■	■	■
放熱効果			100%			42%

第 1. - 9 表 各セル内空気温度における高レベル濃縮廃液受槽の評価結果

パラメータ	記号	単位	293 [K]	313 [K]	333 [K]	353 [K]
放熱量	$Q'$	W	■	■	■	■
熱伝達率	$h$	W / (m <sup>2</sup> · K)	2.8	2.5	2.2	1.8
平均ヌセルト数	$Nu$	—	■	■	■	■
局所ヌセルト数	$Nu_x$	—	■	■	■	■
レイリー数	$Ra$	—	■	■	■	■
プラントル数	$Pr$	—	■	■	■	■
グラフホフ数	$Gr$	—	■	■	■	■
放熱効果			9.9%	6.7%	4.0%	1.6%

第 1. - 10 表 各セル内空気温度における高レベル廃液混合槽の評価結果

パラメータ	記号	単位	293 [K]	313 [K]	333 [K]	353 [K]
放熱量	$Q'$	W	■	■	■	■
熱伝達率	$h$	W / (m <sup>2</sup> · K)	2.8	2.6	2.3	1.9
平均ヌセルト数	$Nu$	—	■	■	■	■
局所ヌセルト数	$Nu_x$	—	■	■	■	■
レイリー数	$Ra$	—	■	■	■	■
プラントル数	$Pr$	—	■	■	■	■
グラフホフ数	$Gr$	—	■	■	■	■
放熱効果			17%	12%	7.2%	3.0%

■については商業機密の観点から公開できません。