

東海再処理施設の安全対策に係る廃止措置計画認可変更申請対応について

令和3年7月29日
再処理廃止措置技術開発センター

○令和3年7月29日 面談の論点

- 資料1 TVFの運転準備状況について
- 資料2 火災防護に係る代替策の検討状況について
- 資料3 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の火災防護対策に係る設備の設置について
- 資料4 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の浸水防止設備（浸水防止扉）の耐津波補強工事
- 資料5 HAW及びTVFの安全対策に係る工事の進捗状況（令和3年7月末）
- その他

以上

TVFの運転準備状況について

令和3年7月29日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)



1. 次回運転までのスケジュール

- 結合装置の製作及び交換の実施状況(1/4) -

新結合装置と溶融炉の取合いフランジ部に生じた隙間からの空気の流入について、令和3年7月5日の再処理施設安全監視チーム会合で報告した通り、6月28日に新結合装置の取付再調整後の確認を行い、隙間がないこと、7月2日に交換前と同様の制御状況であることを確認したことから、熱上げに向け、以下の通り作業を進めている。

- 7月14日～16日にかけて、既設配管と新結合装置を取り合う遠隔継手(給電フィーダ側6本及び圧空配管側4本)を取付け、取り付け後の作動確認及び通水確認において、漏れのないことを確認した。
- 7月20日に、使用前自主検査(外観(2):ノズルとコイルのクリアランス確認)を実施し、ノズルとコイルのクリアランスを確認したところ設計通りのクリアランス(設計10 mmに対し約9.7 mm)が確保できていることを確認した。
- 7月28日に、使用前自主検査(作動試験(1):台車と結合装置のインターロック作動試験)を実施し、所定の負圧によりインターロックが作動することを確認した。これにより、熱上げ前までに計画していた点検及び検査はすべて完了した。
- 本事象はガラス固化技術の成熟化に貢献し得る貴重な経験であることから、原因調査、対策に係る技術情報等については、日本原燃へ情報共有を図っている。また、今回実施した遠隔交換についても、日本原燃の技術者が参画することにより、技術情報の共有を図った。



1. 次回運転までのスケジュール

- 結合装置の製作及び交換の実施状況(2/4) -

- 各ホールドポイントにおいて、ガラス固化部長等は保安規定第182条に基づき施設を点検し、異常のないことを確認する。
- ガラス固化部長は、各ホールドポイントでの確認結果を再処理廃止措置技術開発センター長、核燃料サイクル工学研究所長、役員へ報告する。

① ホールドポイント1: 溶融炉の熱上げ開始前確認

- 施設の整備、作動確認、運転要領書の整備、教育・訓練、不適合除去が完了していること(熱上げ中に実施する作動確認、訓練を除く)。
- 結合装置の使用前自主検査については、作動試験(1)(台車と結合装置のインターロック試験)迄の検査が終了していること。

② ホールドポイント2: 溶融炉へHAW供給開始前確認(運転開始)

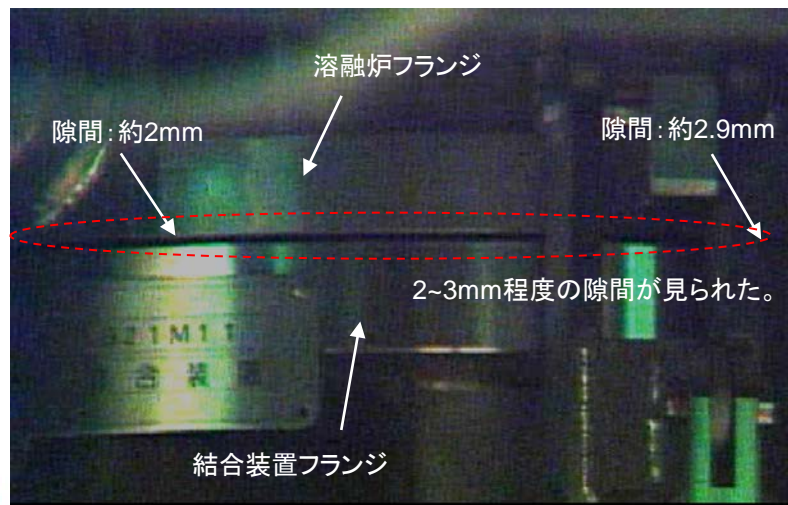
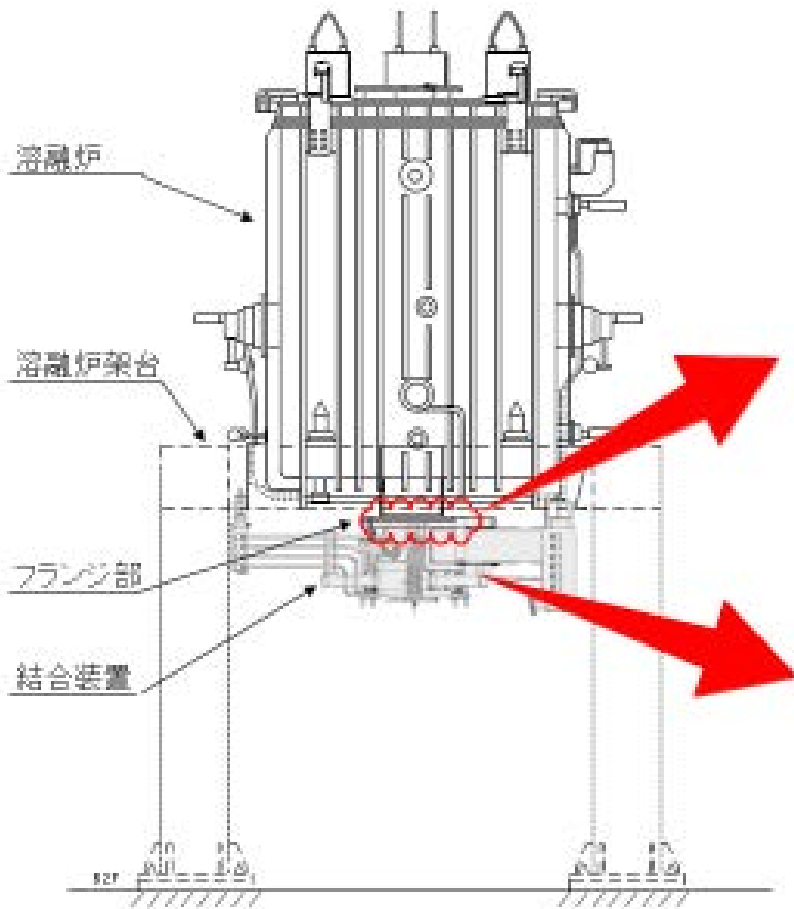
- 熱上げ中に実施する作動確認(溶融炉オフガス配管の水洗浄、廃液供給配管の漏えい確認)、訓練(事故対処訓練)が完了していること。

③ ホールドポイント3: 結合装置の使用前自主検査(作動試験(2))

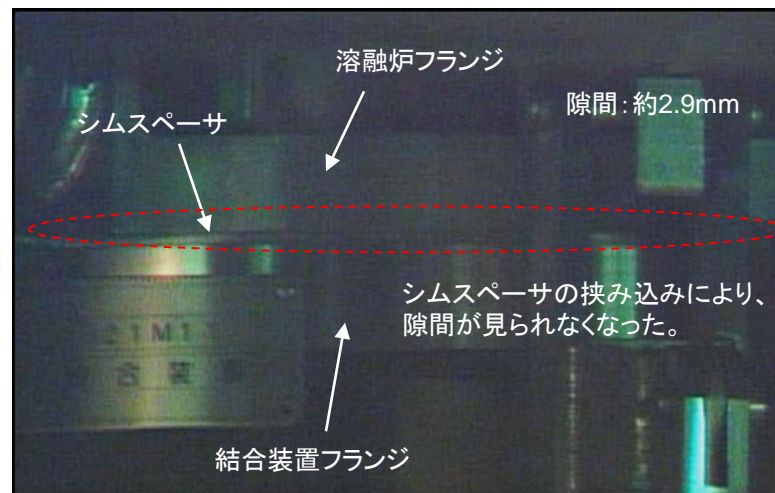
- 結合装置の使用前自主検査(作動試験(2): ガラス固化体1本分の流下の確認)が終了し、全ての使用前自主検査が完了したこと。
 - 核燃料サイクル工学研究所長の承認
- 結合装置の全ての使用前自主検査の終了により、ガラス流下停止事象の不適合が除去できたことの再検証が完了したこと。
 - 再処理廃止措置技術開発センターの承認

1. 次回運転までのスケジュール

- 結合装置の製作及び交換の実施状況(3/4) -



シムスペーサ挟み込む前

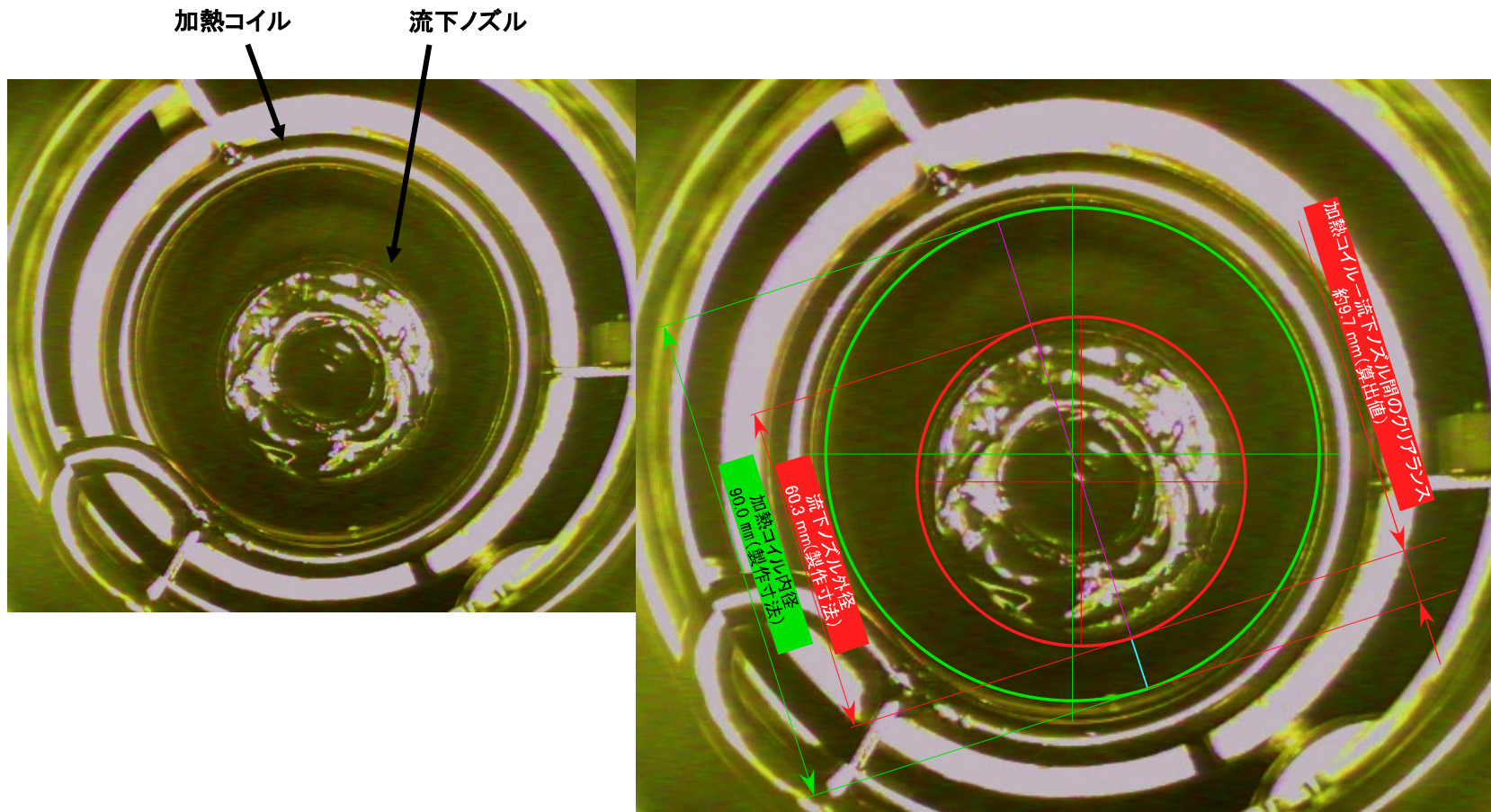


シムスペーサ挟み込み後

溶融炉と結合装置の取り付けフランジ部の観察結果

1. 次回運転までのスケジュール

- 結合装置の製作及び交換の実施状況(4/4) -



新規結合装置の取付け状況(コイルとノズルのクリアランス確認結果:確認日7/20)



2. 次回運転に向けた取り組み

- 概要(1/2) -

(1) 従来 of 運転前準備

点検・整備等	要領書等	教育・訓練
<ul style="list-style-type: none"> 定期事業者検査/施設定期自主検査(約35件) ISI(供用期間中検査)自主検査(約100件) 各種法令に基づく年次検査・月例検査等(約630件) 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な要領書等の改定 	<ul style="list-style-type: none"> 各工程に係る運転操作教育・訓練 異常時対応訓練 総合訓練(班単位で実施)

(2) 次回運転に向けて、従来 of 運転前準備に加えて実施する取り組み等

取り組みの項目	点検・整備等	要領書等	教育・訓練
新たに実施の必要が生じた項目 <ul style="list-style-type: none"> 19-1CP以降の不適合処置、是正処置等 	<ul style="list-style-type: none"> 不適合処置、是正処置等に係る設備改良、点検・整備 	<ul style="list-style-type: none"> 不適合処置、是正処置等に係る要領書等の改定 	<ul style="list-style-type: none"> 不適合処置、是正処置等に係る要領書等の改訂教育・訓練
<ul style="list-style-type: none"> 運転中に想定される不具合事象等(設備故障への対応) 	<ul style="list-style-type: none"> 運転に使用する設備の点検・整備(部品交換等) 予備品の確認 確保できない予備品の代替策の整理 メーカーサポート体制の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 予備品リストの整備 	<ul style="list-style-type: none"> 代替策に係る要領書等の教育・訓練 習熟度向上に係る教育・訓練(結合装置再調整期間を活用)
高経年化対策 <ul style="list-style-type: none"> 設備の計画的更新 	<ul style="list-style-type: none"> 設備の更新 更新設備の作動確認(初期トラブルの防止) 	<ul style="list-style-type: none"> 更新設備に係る要領書等の改定(作動確認にて、改定内容の妥当性を確認) 	<ul style="list-style-type: none"> 更新設備に係る要領書等の改定教育・訓練
運転体制の維持 <ul style="list-style-type: none"> 5班3交替体制 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 運転員の階層別教育・訓練(新規の班長の認定等) 事故対処に係る教育・訓練



2. 次回運転に向けた取り組み

- 概要(2/2) -

1. 従来 of 運転前準備

- 定期事業者検査/施設定期自主検査(合計約35件) ⇒R3/3/31完了
- ISI(供用期間中検査)自主検査(合計約100件) ⇒R3/3/31完了*
- 各種法令に基づく年次検査・月例検査等(約630件) ⇒R3/3/31完了*

※熱上げ時期をR3年5月→8月に見直したことから、この期間を活用してR3年度実施分(R3/11～R4/3)を前倒して実施中

2. 前回の運転の結果、新たに実施の必要が生じた項目に係る対応

• 結合装置の製作/交換

⇒結合装置を交換前と同等の取付状態に再調整し、熱上げ前までに計画していた使用前自主検査をR3/7/28に終了。
⇒最終の使用前自主検査(流下確認)は、R3/8月下旬頃実施予定。

- 結合装置予備品の製作
- 運転中想定される不具合事象等への対応

⇒結合装置予備品の材料手配中。
⇒再整理完了。

3. 高経年化対策等

- 固化セルクレーンの走行ケーブルリールの更新
- 浄水配管の一部更新
- 冷却塔コイルの一部交換
- 固化セル内廃棄物解体

- 固化セル内廃棄物搬出

⇒R2/11/17作動確認をもって更新完了。
⇒R3/2/18作動確認をもって更新完了。
⇒R3/2/5作動確認をもって交換完了。
⇒R3/3/25結合装置搬入前の解体場内廃棄物の解体完了し、R3/4/2結合装置搬入。
⇒R2/7/10計画どおり搬出(19缶)を完了。

4. 運転体制の維持

⇒計画どおり運転員の階層別教育・訓練を完了。
⇒事故対処訓練(スキルアップ)を実施予定。
<8>



3. 19-1CP以降に発生した不適合への対応 - 不適合への対応実績一覧 -

文字色による分類：設備対応、要領書等対応

(品):『センター品質保証会議』

	発生日	件名	要因/対策	処置状況
1	R元/7/23 R元/7/24 R元/7/27 R元/7/27	ガラス流下操作の自動停止	<p>要因：流下ノズル根元部が設計上の芯位置から約3.5mmズれていたことに加え、インナーケーシング構造が非対称であることから塑性ひずみを生じ、流下の繰り返により流下ノズルの傾きが進展したことで、流下ノズルと加熱コイルが接触して漏れ電流が発生した。</p> <p>対策：流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保した結合装置の製作、キャンペーン終了毎のクリアランス量確認手順の追記</p>	<p>(品)R2/4/9</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本事象について新たに得られた知見として課員に教育する（R3/4/30実施）。 ・流下ノズルの傾きの進展傾向を確認するために、推定方法を要領書に定め（R3/3/17）、キャンペーン終了毎にクリアランス量を確認する。 ・流下ノズルと加熱コイルのクリアランスが確保されるよう、2号溶融炉の新規結合装置を製作し交換し、R3/8/20予定のガラス流下による確認（不適合の再検証）をもって処置を完了する予定。
2	R2/2/7	冷却塔コイルからの水漏れ	<p>要因：冬季の冷却塔の停止を伴う作業において、コイルの凍結によって破損する認識がなかった。</p> <p>対策：コイルの交換、凍結防止に係る手順の追記</p>	<p>(品)R2/6/11</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本事象及び類似事象に関する課員へ教育した（R2/7/30）。 ・冷却塔の凍結防止措置（コイル内水排水手順）を手順書に明記した（R2/10/1） ・冷却塔コイルを交換し、R3/2/5に処置を完了した。
3	R3/5/13	新結合装置の結合時における装置内圧力の負圧の低下について	<p>要因：給電フィーダと架台側サポート受台間に結合装置フランジを吊り上げるだけのクリアランスがなく、遠隔サポートを締め付けても結合装置フランジが吊り上がらず、結合装置フランジと溶融炉フランジ間に隙間が生じた。</p> <p>対策：新結合装置フランジと溶融炉フランジ間の隙間を塞ぐシムスペーサを挟込み、フランジ部から新結合装置内へ空気が流入しないようにした。</p> <p>なお、ソフト的には、製作・施工管理上の経緯を整理した上で、問題点を洗い出し、必要な改善を図ることとしている。</p>	<p>製作・施工管理上の経緯を整理した上で、問題点を洗い出し、必要な改善を図ることとしている。</p>
4	R3/7/3	2次冷却水配管のエア抜き配管からの水漏れ	<p>要因：雨水等の侵入による腐食が発生し、腐食箇所が生じたピンホールから水漏れが発生したものと推定している。なお、エア抜き配管が腐食した原因調査を踏まえ、必要に応じて是正処置を図る。</p> <p>対策：配管を更新するまでの間、特別採用による処置としてエア抜き配管全体を当て板により補修し、冷却水を供給する。</p>	<p>原因調査を踏まえ、必要に応じて是正処置を図る。</p>



4. 想定される不具合事象

- 検討の概要 -

- (1) 設計上想定した不具合事象への対策(インターロックリスト)、TVFの運転(16-1CP及び17-1CP)において発生した不具合事象の是正処置(要領書改訂、設備改造・更新等)を整理した。
- (2) 前回運転(19-1CP)で発生したガラス流下停止事象については、原因調査結果を踏まえ、加熱コイル径の拡大等の対策を講じた結合装置の製作・交換を行うとともに、予備品の手配や3号溶融炉への反映を進めている。
- (3) また、2004年(2号溶融炉の運転開始)以降の運転経験に基づく気がかり事象を抽出し、事象が発生した場合の復旧方法及び工程への影響を机上整理した。
- (4) さらに、結合装置の再調整等の事象を踏まえ、追加の不具合事象を抽出した。
- (5) 以上より、次回運転(21-1CP)の準備及び運転においても不具合が想定され、定められた手順に従い早期の復旧を目指す。以下に特に注意すべき主な不具合事象を整理した。
 - ・ 運転継続することにより起こる事象: 溶融炉内への白金族元素の堆積、ガラス原料送込み荷重の増大など
 - ・ TVF特有の機器の不具合事象: 両腕型マニピレータの作動不良、溶融炉の間接加熱装置熱電対の断線など
 - ・ 運転準備段階での不具合事象: 結合装置の遠隔継手の取り付け不良
- (6) 次回運転は、運転終了後の保守作業(定期事業者検査等)に要する期間を踏まえ、遅くとも12月中旬頃に終了する。



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象の抽出 -

(1) 遅延リスク評価

設計上想定した不具合事象(インターロックリストから抽出)約525件に加え、TVFの運転(16-1CP及び17-1CP)の不具合事象[26件]を反映

○上記の不具合発生時の予備品への交換や代替策を整理した。

摘出不具合事象: 約550件

(2) 19-1CP以降に発生した不具合事象
[13頁参照]の反映
不具合事象: 2件
・ガラス流下停止
・冷却塔コイルからの水漏れ

摘出不具合事象
: 2件

摘出不具合事象
: 23件

(3) 机上整理(運転経験に基づく気がかり
事象などを含む)
不具合事象等: 23件

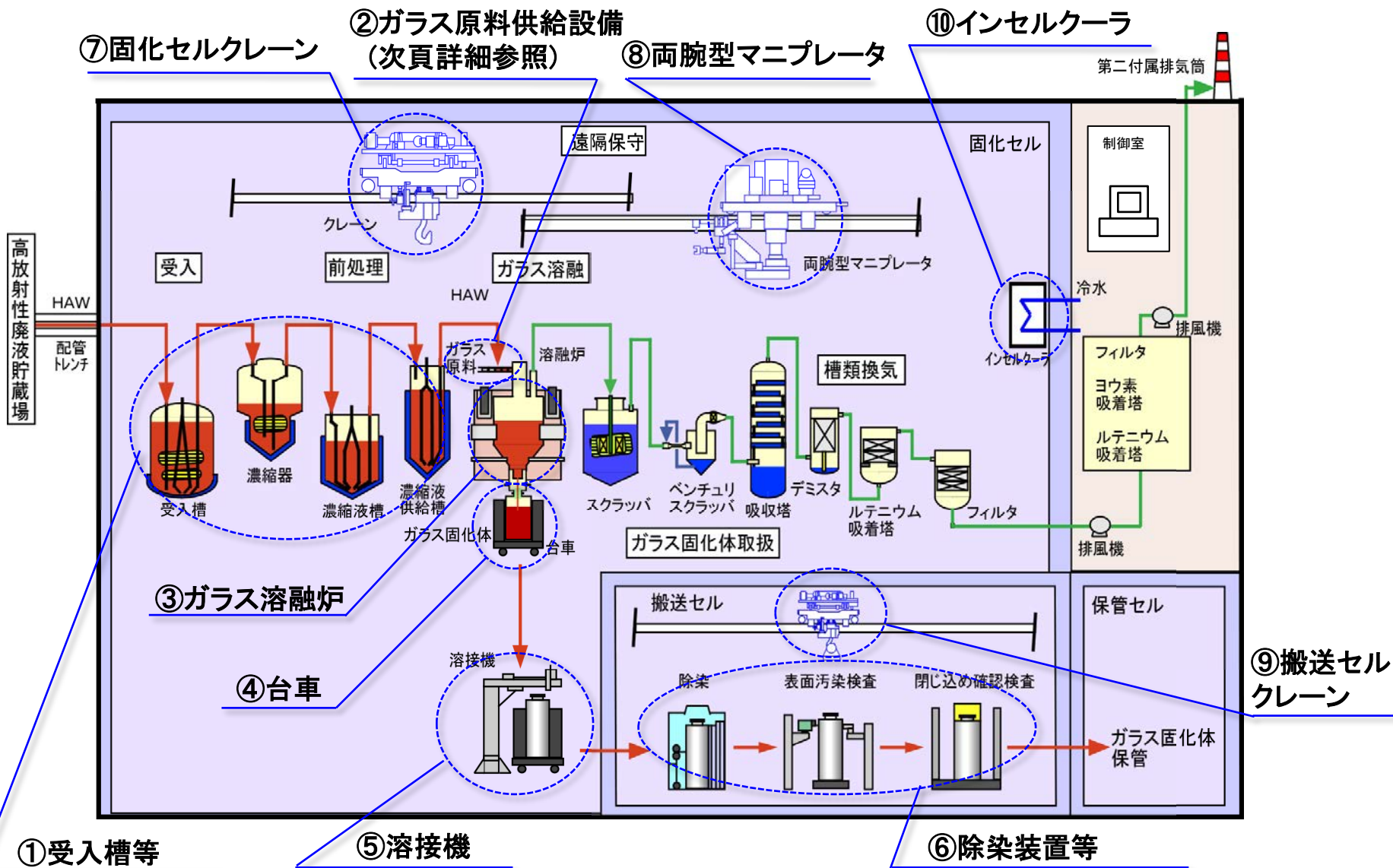
摘出不具合事象: 約570件

(4) 次回運転(21-1CP)の準備及び運転においても不具合が想定され、定められた手順に従い早期の復旧を目指す。以下に特に注意すべき主な不具合事象を示す[18~25頁参照]。

- (a) 運転継続することにより起こる事象 : 溶融炉内への白金族元素の堆積、ガラス原料送込み荷重の増大など(30件)
- (b) TVF特有の機器の不具合事象 : 両腕型マニプレータの作動不良、溶融炉の間接加熱装置熱電対の断線など(9件)
- (c) 運転準備段階での事象 : 結合装置の遠隔継手の取付不良(1件)

4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象の抽出(1/2) -



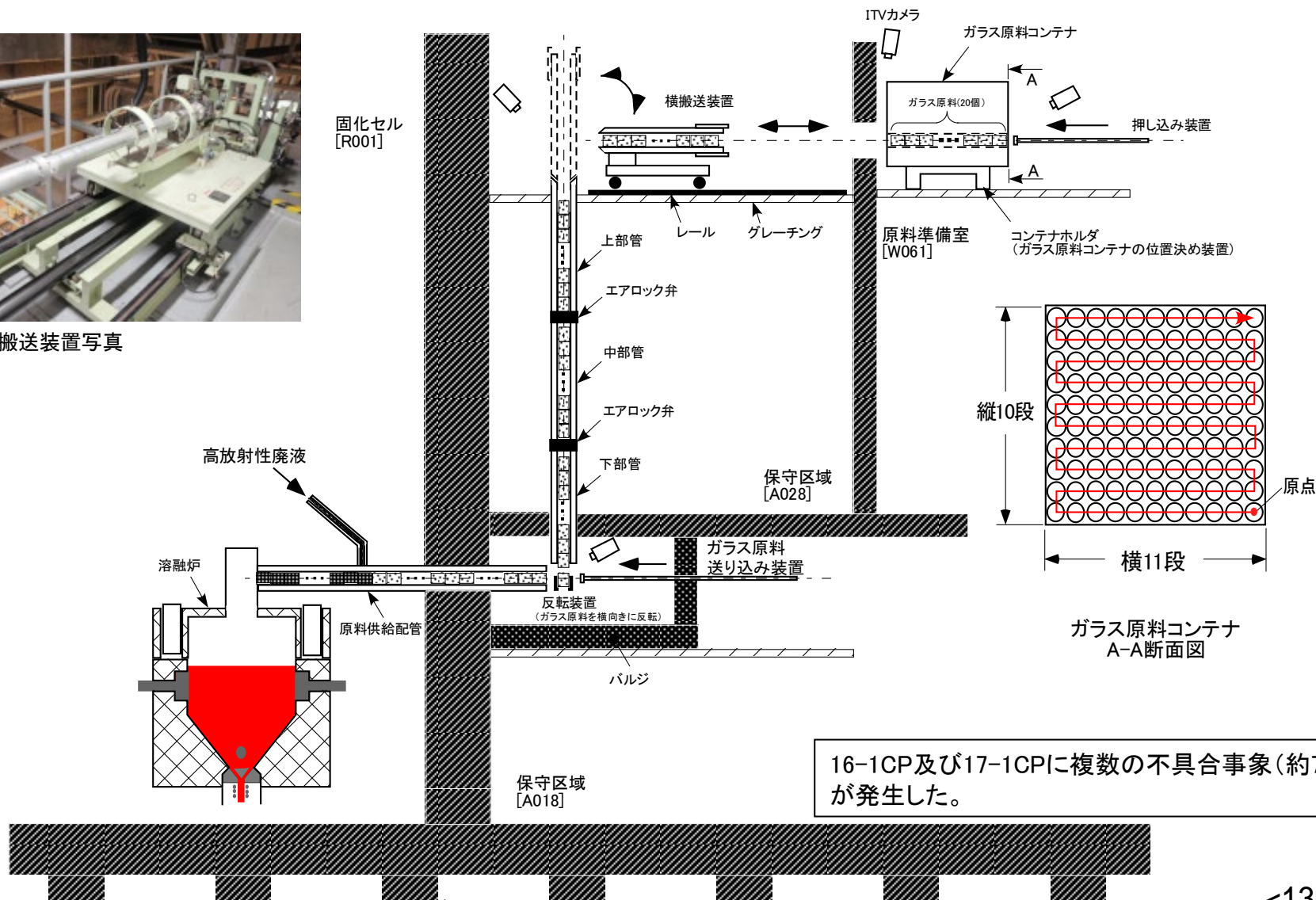
ガラス固化処理工程概要図

4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象の抽出(2/2) -



横搬送装置写真



16-1CP及び17-1CPに複数の不具合事象(約7件)が発生した。

ガラス原料供給装置概要図



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(1/9) -

○運転中に想定される特に注意すべき主な不具合事象

設備機器	事象 (区分)	想定される要因	対策	復旧期間
①受入槽等	HAWのサンプリング不調 (a)	サンプリングニードルの閉塞	サンプリングニードルを予備品と交換する。	約1日
	パルセータ均圧弁等の開閉表示不良 (a)	均圧弁等のリミットスイッチの不具合	均圧弁等の開閉信号が正常に出力されないため、自動運転が不可となることから手動で運転を継続する。	約1時間
	水素希釈空気流量低下、液位計等の指示値の変動 (a)	析出物等による配管の閉塞	純水等を用いた閉塞解除操作を実施し、詰まりを除去する。	約2時間
②ガラス原料供給設備	ガラス原料横搬送装置の走行不良、倒立不良 (a)	横搬送装置の走行駆動用Vベルト、走行ローラーの劣化	Vベルト、走行ローラーを予備品と交換する。	約1日
	ガラス原料の送り込み荷重上昇 (a)	溶融炉へガラス原料及び廃液を供給する原料供給ノズルにおいて、ガラス粉塵の堆積等によるガラス原料送り込み抵抗の増加	ガラス原料送り込み荷重をモニタリングし、随時駆動部への注油する。	—
			ガラス原料及び廃液供給を一時停止し、原料供給ノズル内を水洗浄する。	約1時間
	ガラス原料コンテナ交換時のコンテナ蓋の開閉不良等 (a)	コンテナ蓋のガイドレールの歪みによるコンテナ蓋の開閉抵抗の増大等	コンテナ蓋のガイドレールの歪みを修正する。 または、歪みを生じたガラス原料コンテナを使用しない。	約1時間
	ガラス原料反転カップ起伏異常 (a)	欠けや割れたガラス原料が反転カップの駆動部への詰まり	反転カップ内の欠けや割れたガラス原料を取り除く。	約1時間
縦管下部原料検知異常 (a)	ガラス原料の引っかかりにより縦管中部から下部へ原料が落下しない	縦管のハンマリングにより、ガラス原料の引っかかりを解除する。	約1時間	



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(2/9) -

○運転中に想定される特に注意すべき主な不具合事象

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
③ガラス溶融炉	溶融炉温度計の指示不良(a)	熱電対の断線	熱電対を予備品と交換する。	約1週間
			ガラス温度計(TI10.27)は、前回運転(17-1CP)後に予防保全の観点で交換した。	—
			その他予備品を保有していない熱電対等については、代替策(他の温度計による代替監視)により対応する。	—
	間接加熱装置の温度計指示不良(a)	熱電対の断線	1基の間接加熱装置に設置されている2本の熱電対のうち、2本とも断線した場合は運転を中断して、予備品と交換する。 なお、断線の原因となった熱電対の施工方法を見直した間接加熱装置の予備品を確保しており熱電対の断線の原因となった施工方法について、他の熱電対で同様の施工方法がないことも確認済み。	1か月
			1基の間接加熱装置に設置されている2本の熱電対のうち1本断線したとしても、他の熱電対で温度評価可能であり、運転を継続する。	—
	主電極冷却ユニットの作動不良(a)	電動機ユニットの故障	予備系の冷却ユニットに切替える。 また、電動機ユニットを予備品と交換する。	約5日
結合装置内圧上昇インターロック作動(流下ノズル加熱電源断)や流下時間の長期化(b)	結合装置の更新に伴う結合装置内圧力制御パラメータの調整が十分でない	結合装置の更新に伴い流下状況を確認しながら流下操作パラメータ(流下ノズル加熱電力、流下停止時の冷却エア-流量、結合装置内圧力等)を調整しながら流下する。運転開始後の3本程度の流下までは、特に状況を注視しながら流下する。その後、運転状況に応じて随時調整する。	—	



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(3/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
③ガラス溶融炉	主電極間補正抵抗の低下(b)	白金族元素が主電極近傍まで堆積	<p>管理値である主電極間補正抵抗に加えて、補助電極間補正抵抗及び炉底低温運転への移行時間（堆積が進むと長期化）に着目し、約110本の固化体を製造した2007年までの運転実績と前回の運転（2019年7月）実績を比較した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 主電極間補正抵抗：2007年までの運転の初期と同程度の値で推移している。 補助電極間補正抵抗：2007年までの運転の約50バッチ目に相当する値まで低下している。 炉底低温運転への移行時間：2007年までの運転の初期と同程度の値で推移している。 <p>以上から、補助電極間補正抵抗は、溶融炉の運転を停止し残留ガラス除去に移行する管理値ではないが、今回の運転本数や運転期間の見通しを得るため、以下の項目について傾向確認する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 補助電極間補正抵抗の低下傾向 （①のポイント）←運転開始後10バッチ程度 炉底低温運転への移行時間 （②のポイント）←①以降10～20バッチ程度 	—
			<p>主電極間補正抵抗が管理値に到達した場合は、溶融炉内のガラスをドレンアウトにより抜き出し、カレット洗浄を実施し、炉内残留ガラス除去作業後に運転を再開する。</p>	約半年
		<p>高放射性廃液の性状変化（酸化物濃度・Na濃度等）による原料供給速度やガラス温度の変動。</p>	<p>受入れた高放射性廃液のサンプリング、分析結果に応じて、濃縮器において濃縮、試薬を添加し、酸化物濃度、ナトリウム濃度を一定に調整する。</p>	— <16>



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(4/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
③ガラス溶融炉	漏電によるガラス流下自動停止(b)	流下ノズルと加熱コイルの接触	<p>結合装置据付後に、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確認すること 通電確認試験により通電可能なことを運転開始前に実施することから、運転開始時には接触の可能性は無いと考えている。</p> <p>なお、運転中の接触による漏電発生については以下の対策を図り、早期の検知に努める。</p> <p>1. 加熱コイル給電系統にリークモニタを設置して漏れ電流発生の有無を継続的にモニタリングする。</p>	—
		想定よりも大きな流下ノズルの偏心により流下ノズルと加熱コイルが接触。	<p>炉内ガラスを全量抜き出すことが必要な場合(ドレンアウト)、流下ノズルと加熱コイルが接触しても漏電が発生しないよう、高周波加熱給電系統に絶縁トランスを設置する。</p> <p>予備品の材料手配に着手しており、流下ノズルと加熱コイルの位置を測定し、ノズル位置に応じた結合装置を製作して交換する。</p>	約半年
		流下ガラスの偏流により流下ガラスと加熱コイルが接触。	<p>加熱コイル周りにガラスが付着していないこと、流下経路に閉塞物がないことを確認し、再流下する。</p> <p>結合装置の更新に伴い流下状況を確認しながら流下操作パラメータを調整しながら流下する。運転開始後の3本程度の流下までは、特に状況を注視しながら流下する。</p>	1年
	廃気冷却管の閉塞(a)	<p>オフガス中のホウ素やナトリウムの析出(ホウ酸や硝酸ナトリウム)により、配管に閉塞事象が生じ、排気流量が低下する。</p>	<p>廃気冷却管を純水により付着物の洗浄を実施する。</p>	10時間程度
④台車	台車の故障(b)	<p>リミットスイッチの経年劣化により、所定の位置で停止しないため、周辺機器との衝突、溶融炉とのインターロック等不成立により運転不可。</p>	<p>ガラス固化体台車を一式更新する。</p> <p>・機器の設計は終了している。既設との取り合い部について3次元計測を行い、その結果を機器を製作に反映する。</p>	<p>約1～1.5年</p> <p><17></p>



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(5/9) -

設備機器	事象	想定される要因	対策	復旧期間
⑤溶接機	XYスライダユニットの動作不良(b)	溶接電極を移動させるXYスライダユニットの故障	XYスライダユニットを予備品と交換する。	約1ヶ月
	仮付け溶接時の蓋の浮き上がり(a)	溶接電極と蓋の溶着	蓋の抑え等により、蓋の浮き上がりを修正し、再溶接する。	数時間
⑥除染装置等	除染装置内ホイスのガラス固化体吊具の動作不良(a)	ガラス固化体吊具の開閉機構の経年劣化(摩耗等)	ガラス固化体吊具を予備品と交換する。	約3週間
	ガラス固化体閉じ込め検査での汚染検出(a)	ラドントロン等による閉じ込め検査装置のサンプリング配管内汚染(2系統あるため1系統で対応可能)	空運転(加熱)により、サンプリング配管内を除染する。	約1日
		ガラス固化体の汚染	セル内入室し、水洗浄等によりサンプリング配管内を除染する。	約3週間
⑦固化セルクレーン	絶縁抵抗の低下(a)	6月～9月頃、外気(温度、湿度)の影響により、固化セル内の湿度が上昇し、固化セルクレーン(G51M100、M101)の各駆動系(主巻、走行、横行等)の絶縁抵抗が低下する。	照明の点灯による雰囲気温度の上昇、動作による駆動系の温度上昇などにより、絶縁抵抗の回復を図る。	1～2日
⑧両腕型マニプレータ	制御信号系の異常(b)	両腕型マニプレータスレーブアームの制御信号系に異常が生じスレーブアームが動作しない。	制御基板等を予備品と交換する。	約1週間
	テレスコチューブ/スレーブアームの動作不良(b)	駆動系、ポテンショメータ、コネクタ部の劣化または接触不良	駆動系等を予備品と交換する。	約1週間



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(6/9) -

設備機器	事象	想定される要因	対策	復旧期間
⑨搬送セルクレーン	ガラス固化体吊具の爪の開閉不可 (b)	ガラス固化体吊具の開閉機構の経年劣化 (摩耗等)	予備品と交換する。 なお、動作回数により交換頻度を定めており、本CP内での動作不良の発生は低い。	約2週間
	停止位置異常 (a)	位置検出用リミットスイッチの作動不良	手動にて停止位置を確認しながら運転継続する。	約1時間
⑩インセルクーラ	ファンの不具合(a)	ベアリング等の消耗部品の経年劣化 ※運転中は10台中6台が運転する設計となっており、1台停止により、固化セル内の温調に直接影響することはない	ファンユニット（電動機+送風機）を予備品と交換する。	約2週間
⑪その他	M/Sマニプレート伸縮動作不良(a)	固化セル内及び搬送セル内でのM/Sマニプレートのマスターアームまたはスレーブアームの動作不良 駆動用ワイヤの噛み込み等	マスターアームや駆動用ワイヤ等を予備品と交換する。	約1週間
	冷却塔散水ポンプの不具合(a)	ベアリング等の消耗部品の経年劣化	ポンプ一式を予備品と交換する。	約1日
	2次廃液処理系移送ポンプの異常(a)	シャフトスリーブやベアリング等の摺動部品の摩耗による過負荷 (予備機に自動で切り替わるため、蒸発缶の運転には直接影響しない。)	分解して摩耗した部品を交換する。	約1ヶ月 (溶融炉の運転を停止し、分解整備可能な運転状態に移行するまでに約3週を要する。)
	水素希釈空気流量低下、液位計等の指示値の変動 (a)	水素希釈空気配管や計装導圧配管の閉塞	純水等を用いた閉塞解除操作により詰まりを除去する。	約2時間



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(7/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
⑪その他	パルセータ均圧弁等の開閉表示不良 (a)	均圧弁等のリミットスイッチの不具合	均圧弁等の開閉信号が正常に出力されないため、自動運転が不可となることから手動で運転を継続する。	約5時間
	工程制御装置のプログラムエラー (a)	設備更新後、ドレンアウトの実証確認が取れておらず、ドレンアウトのプログラムに不具合が生じ、ドレンアウトができない。	ドレンアウト中はメーカを常駐することにより、不具合に対して速やかに対応できる体制を構築する。	数時間
	ITVカメラの不具合(a)	制御基板や撮像管等の劣化	制御基板等を予備品と交換する。	約1週間
		ケーブルの劣化	ケーブルを予備品と交換する。	約1週間
	固化セル内での水漏れ(b) ※固化セル内のドリフトレイに設置している仮設計器によりドリフトレイの液位変化をモニタリングしており、警報発報前に検知可能	結合装置の遠隔継手からの冷却水の漏えい	給電フィーダダクトにのぞき窓が設置されており、遠隔継手からの漏えいの有無を確認する。 遠隔継手からの漏えいの場合、遠隔継手を予備品と交換する。	約1週間
		中放射性廃液貯槽のサンプリングポットからの漏えい	定期的にサンプリングポットへ廃液を循環させ、閉塞状況の確認を行っている。閉塞傾向が認められた場合は、純水等を用いた閉塞解除操作により詰まりを除去する。	数時間
		インセルクーラ、溶接機等固化セル内機器の冷却水配管からの漏えい	固化セル内ITVカメラで漏えい箇所を確認し、予備品等へ交換する。 インセルクーラは運転中は10台中6台が運転する設計となっており、1台停止により、固化セル内の温調に直接影響することはないことから当該漏えいした系統の隔離処置(閉)を行う。	約1週間



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(8/9) -

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
⑩その他	冷水設備ポンプ停止(a)	冷凍機制御系のリレー、電磁接触器等の接触不良	リレー等を予備品と交換する。 なお、過去の不適合の是正処置として定期的（1年・5年・10年周期）に制御系のリレーを交換している。	約1日
	圧空作動弁の動作不良 (a)	リミットスイッチの作動不良	予備品と交換する	約5時間
	ユーティリティ系配管からの水漏れ（蒸気漏れ含む）(a)	腐食等によるピンホールからの水漏れ	補修治具（金属パテ、クランプ等）などにより水漏れ箇所の止水処置を施す。	数時間
	建家及びセル換気系送排風機、冷却水ポンプ等の故障(a)	ベアリング等の摺動部品の摩耗による過負荷 (予備機に自動で切り替わるため、運転には直接影響しない。)	予備品（電動機含む）と交換する。	約1日
	工程監視盤演算器の故障(a)	不足停電時、ヒューズ切れやボタン電池切れによる交換時の静電気の発生	演算器を予備品に交換する	数時間



4. 想定される不具合事象

- 想定される不具合事象等の抽出(9/9) -

○運転準備段階で想定される不具合事象

設備機器	事象(区分)	想定される要因	対策	復旧期間
ガラス溶融炉	結合装置の取り付け不良(c)	既設配管との新規配管接合部(ジャンパー管)の取り付け誤差(30~31頁参照)。	既設結合装置の製作時の位置情報を反映した治具に合わせて製作管理し、既設ジャンパー管を用いる。	—
			既設のジャンパー管が取付かない(冷却水の漏れが発生する場合を含む)場合は、現在保有している予備のジャンパー管を位置調整して取付ける。	約1週間
			上記の対応でも取りつかない場合は、既設配管との取り合いを3次元計測して、計測結果を反映した新規ジャンパー管を製作し交換する。	約3ヶ月
		既設との取り合い部や絶縁材貫通部の隙間等からのインリーク量が増加する(結合装置内圧上昇)。	流下操作パラメータ(流下ノズル加熱電力、流下停止時の冷却エア-流量、結合装置内圧力等)を調整する。	—

○その他設備機器の不具合以外の事象

事象	想定される要因	対策	復旧期間
運転員の新型コロナウイルス感染	運転員(5班3交替、1班10名体制)のコロナ感染により、運転体制を維持できず運転中断	機構の新型コロナウイルス感染症に関する対応ガイドラインに従って感染防止に努める。 運転員と日勤との接触を回避するため、休憩室、食事等の場所を分ける。 また、運転員(全員)は腕章を着用し、認識強化と日勤との識別を図る。	—
		10名/班(班長1名含む)を維持するため、出勤見合わせとなった運転員を日勤の代直要員(各担当約2名、全体で約20名)により補い、運転体制(5班3交替)を維持する。	—
		日勤の代直要員により運転体制(5班3交替)を維持できない場合は、出勤見合わせとなった運転員が、班長または各工程の代直員数を上回った場合は、4班3交替により運転が継続できるかどうか検討する。 なお、4班3交替は、労務管理上短期間(約1か月間以内)の対応となる。	—
		日勤の代直により運転体制(4班3交替)を維持できない場合一旦運転を中断する。	約2週間

【炉底低温運転について (1/2)】

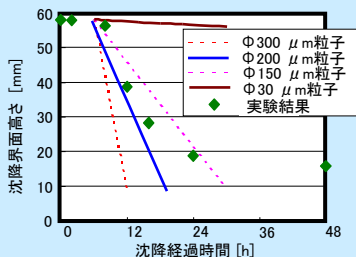
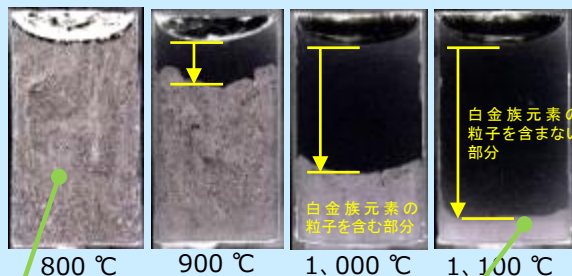
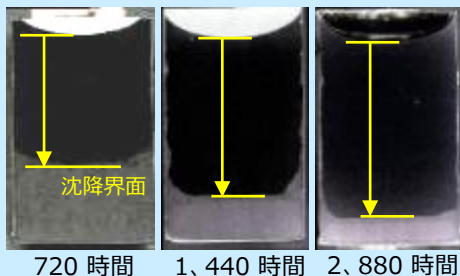
白金族元素の特徴と溶融ガラス物性への影響

- ① ホウケイ酸ガラスに対して溶けにくく、密度が高い (RuO_2 : 7 g/cm^3 、ガラス: $2.5 \sim \text{g/cm}^3$)
⇒析出した白金族元素は酸化物もしくは金属粒子として沈降・堆積する
- ② ガラス中の白金族元素粒子の割合が高まると比抵抗が低くなる。
⇒堆積ガラスは、溶融ガラスより電流が流れやすい
- ③ ガラス中の白金族元素粒子の割合が高まると、粘度が高くなる。
⇒堆積ガラスは、流れにくく抜き出しがし難い

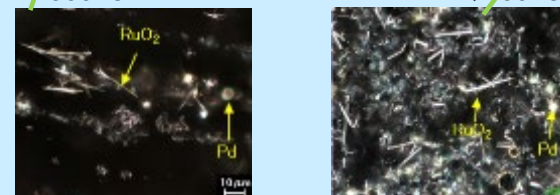
模擬ガラス中の白金族元素の観察

白金族元素の粒子を含むガラスを溶融した状態で保持すると、時間とともに粒子が沈降する。また、温度が高いほど粒子の沈降が速い。

- 保持時間が長いほど白金族元素粒子は沈降する
- 温度が高いほど白金族粒子は沈降しやすい



炉底部に沈降する白金族粒子サイズは 150~200 μmと推定

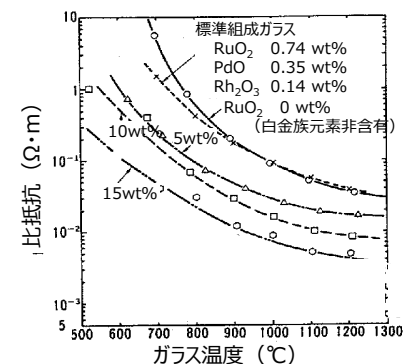


●「溶融ガラス」は白金族粒子が分散。

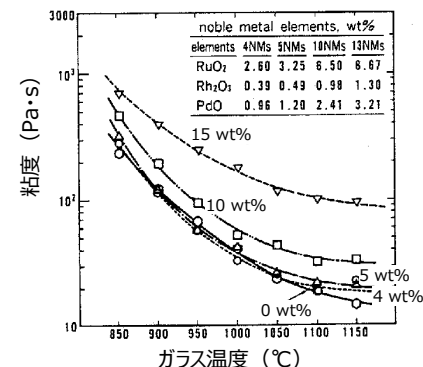
●底部の「堆積ガラス」は、 RuO_2 の針状粒子が絡みあっている。

① 白金族元素のガラス溶解度

酸化物	溶解度(wt%)	ガラス中の濃度(wt%)
RuO_2	<0.1	0.74
PdO	<0.05	0.35
Rh_2O_3	<0.05	0.14

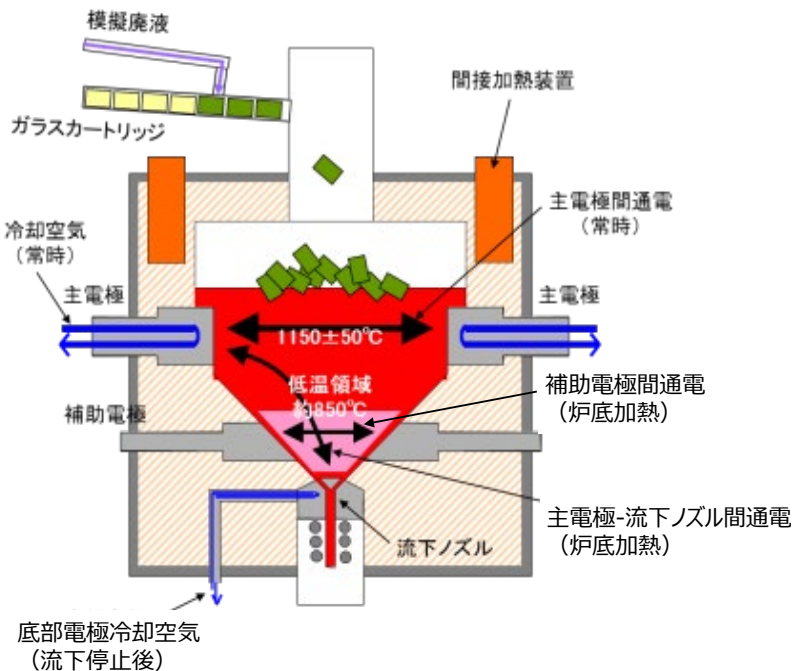


② 白金族元素含有ガラス温度と比抵抗 (RuO_2 の依存性)

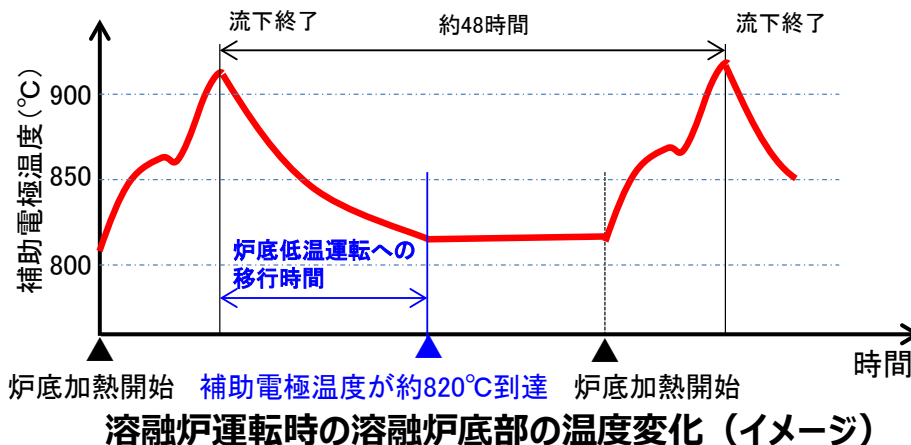


③ 白金族元素含有ガラス温度と粘性

【炉底低温運転について(2/2)】



原理：溶融炉底部のガラス温度を低温に維持することで、ガラスの粘性を増加させ、白金族元素粒子の沈降を抑制する



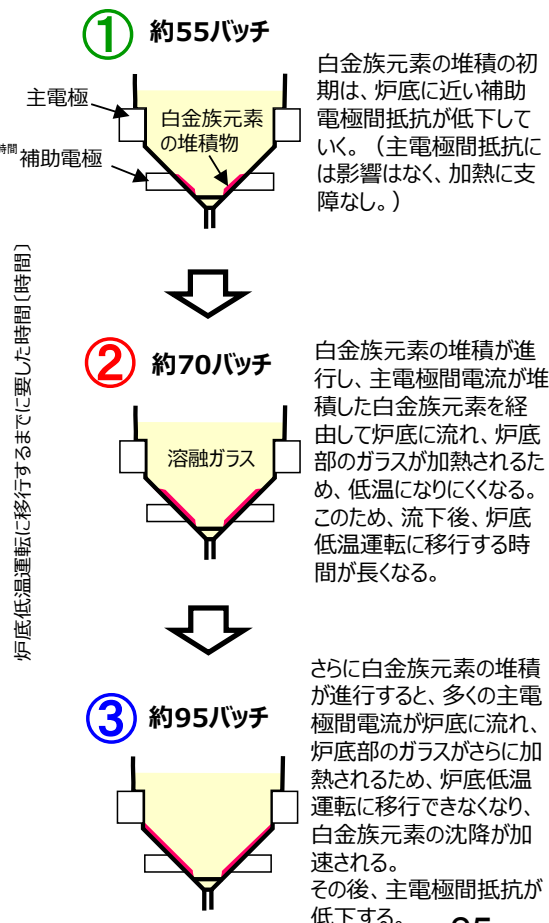
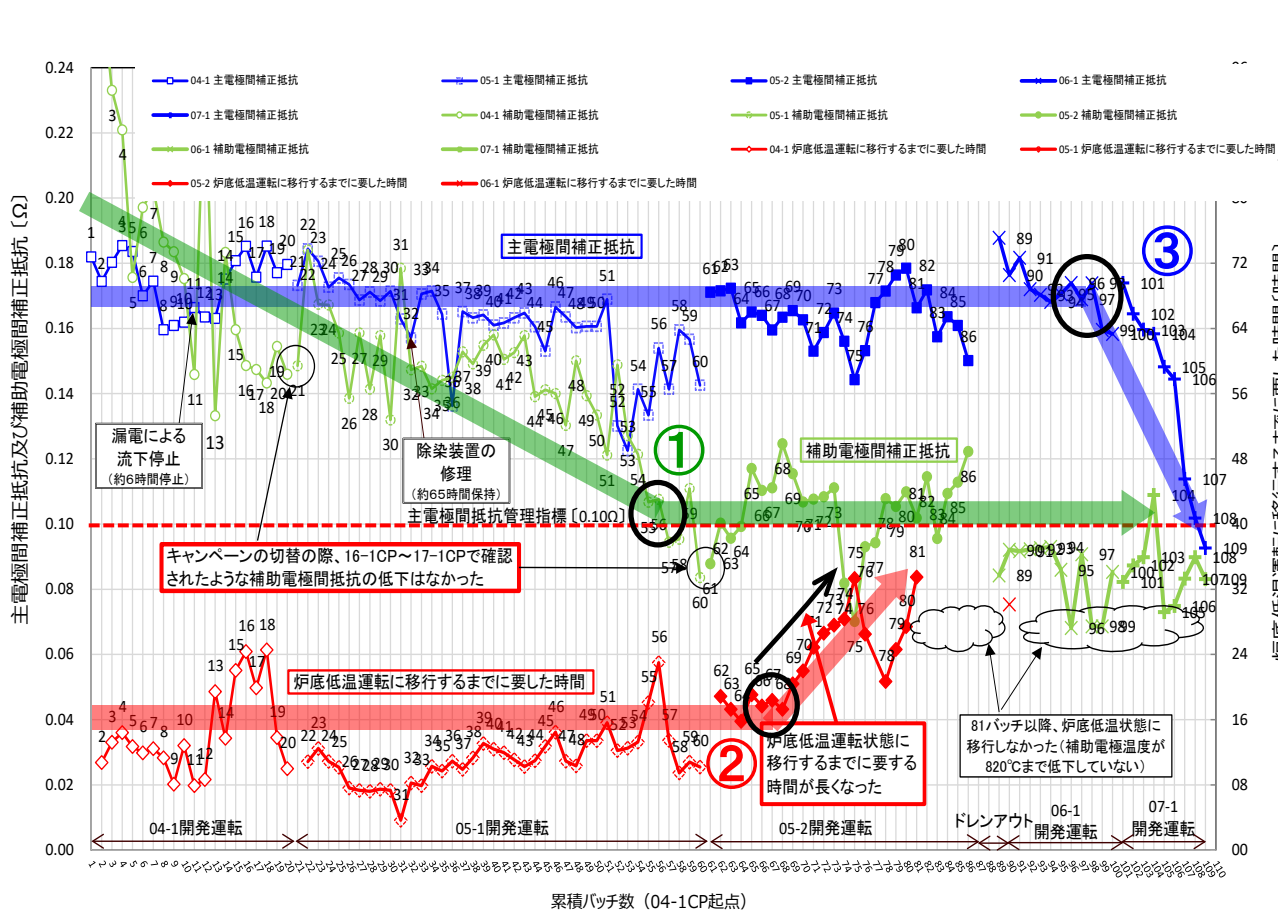
運転管理及び操作

- 主電極通電によりガラス温度 $1150^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ に保ち、同時に補助電極間電流を調節することで、炉底部のガラス温度を約 850°C とするために、補助電極温度を約 820°C に管理する。
- 流下にあたり、炉底加熱により炉底部の温度を上げる必要がある。また、流下中は、高温のガラスが炉底部に流れ込み温度が高くなる。
- 流下終了後、速やかに炉底低温状態に移行させるために、主電極-流下ノズル間の通電を止めるとともに、底部電極に冷却空気を流して、炉底部の温度を下げる運転操作を行う。

【電極間補正抵抗及び炉底低温運転への移行時間の推移（2007年までの運転実績）】

TVF溶融炉は運転継続に伴い、白金族元素が徐々に炉底部に堆積する。
白金族元素堆積に係る運転パラメータは、ガラス固化体製造に伴い以下のように推移。

➤ TVF2号溶融炉における2007年までの実績(炉内整備まで：ガラス固化体110本製造)



主電極間補正抵抗及び補助電極間補正抵抗とバッチ開始時から炉底低温運転*1に移行するまでに要した時間の推移

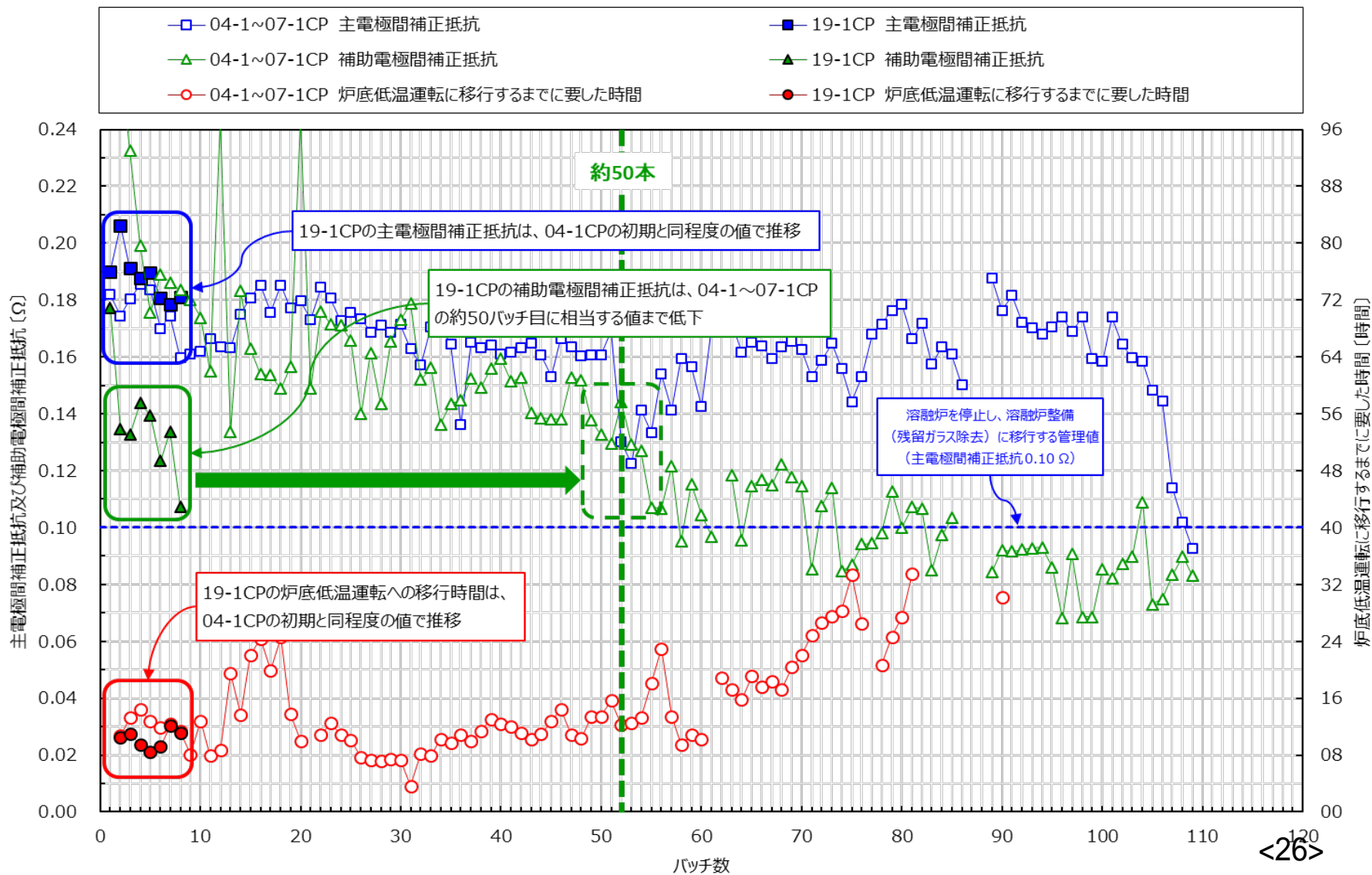
*1：補助電極温度(T10.5)が820℃まで放冷されたタイミング

炉内白金族元素堆積の進行イメージ

4. 想定される不具合事象

- 白金族元素の堆積(4/4) -

【2007年までの運転 (04-1~07-1CP) と前回運転 (19-1CP) の運転データの比較】



流下ノズルが根本部から水平に
約3.5 mmズレている。

インナーケーシング

流下ノズル根元

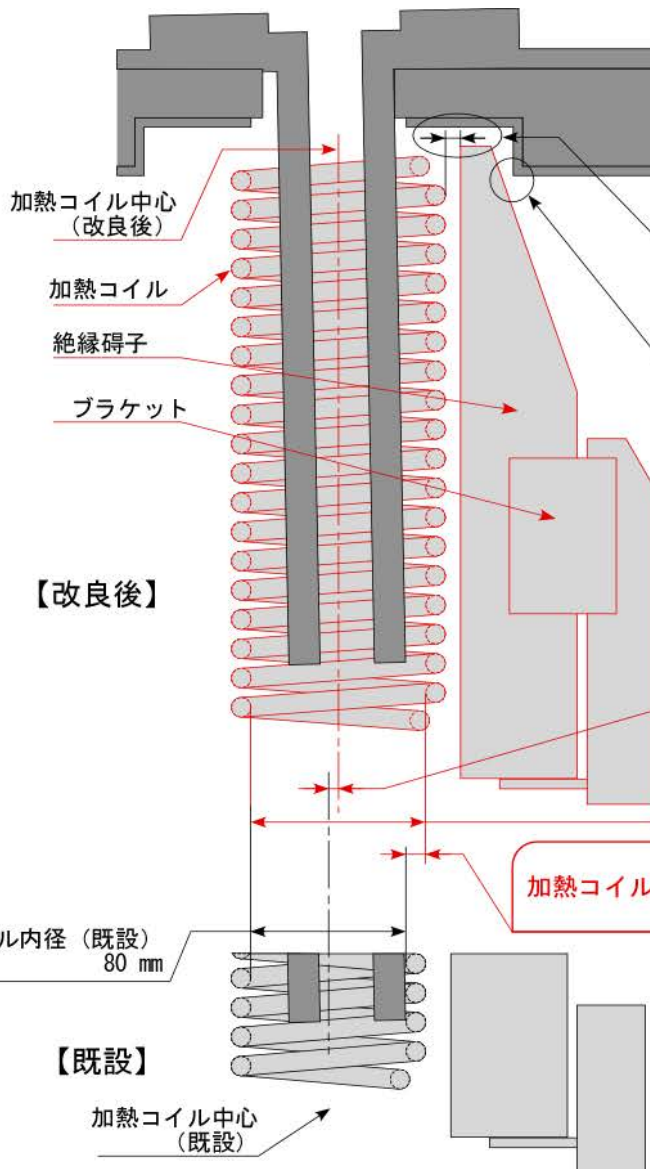
流下ノズルが
1.2° 傾いている。
(映像からの計算値)

断熱ボード

加熱コイル
上端

流下ノズル
加熱コイル

絶縁碍子



以下の理由から、加熱コイル外
縁の既設からのオフセットは、
最大10 mm。

- ・加熱コイルを絶縁碍子に取付
ける金具のスペースを確保
- ・加熱コイルの冷却空気噴射用
リングの入るスペースを確保
- ・絶縁碍子の強度を確保
- ・結合装置の遠隔取付け時の揺
れにより、絶縁碍子が溶融炉
底部構造物に干渉しないよう
必要な隙間を確保

① 加熱コイル中心を
5 mmオフセット

② 加熱コイル内径 (改良後)
90 mm (片側5 mm拡大)

① + ②
加熱コイルと流下ノズルの間隔を
10 mm拡大

加熱コイル内径 (既設)
80 mm

【既設】

加熱コイル中心
(既設)

【加熱コイルの改良概要】

- 以下の改良を行うことにより、流下ノ
ズルと加熱コイルの間隔を約10 mm広げる。
- ・加熱コイルの内径を10 mm大きくする。
 - ・加熱コイルを流下ノズルが傾いている
方向へ5 mm水平にオフセットする。

加熱コイル径拡大のイメージ図

【推定方法】

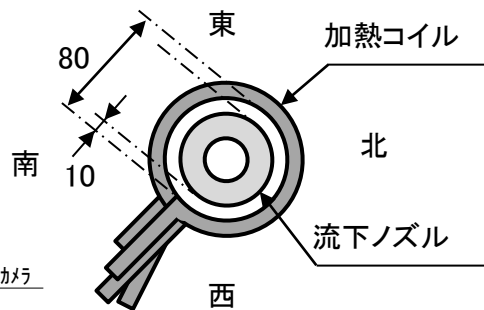
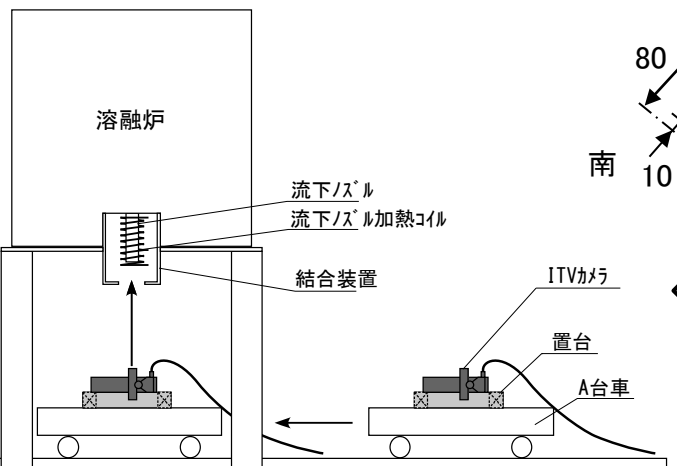
- 流下ノズル外径60.3 mm(製作時の実測寸法)を基準として、画像上での計測値を換算して寸法を算出した。
- 加熱コイルの内径は設計値80 mmとした。

① 流下ノズル先端部

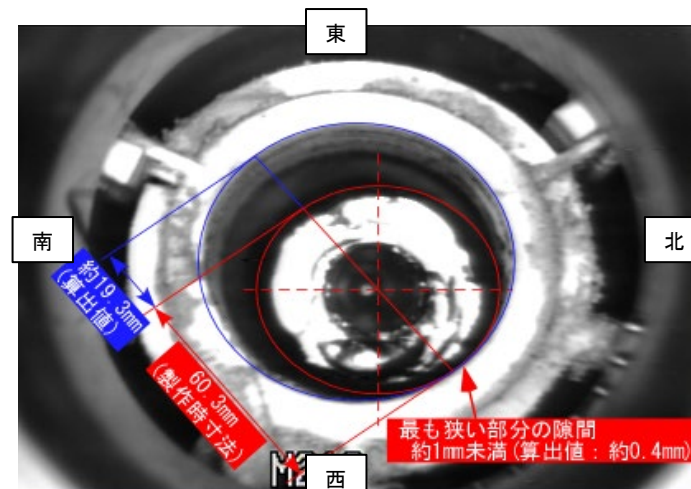
- 流下ノズル先端部と加熱コイルの間隔は、最も広い箇所では約19.3 mm。
- **流下ノズル先端部と加熱コイルの間隔は、最も狭い箇所では約0.4 mmと推定。**

② 流下ノズル根本部

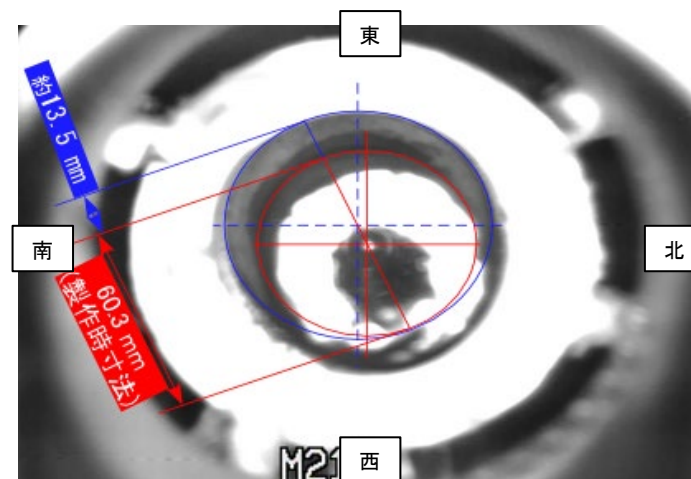
- 流下ノズルの根本付近と加熱コイル上部の間隔は、最も広い箇所では約13.5 mm。
- **流下ノズル根本部のズレは、北西側に約3.5 mmと推定。**



(単位:mm)
流下ノズルと加熱コイルの概略図



① 流下ノズル先端部の観察結果



② 流下ノズル根本部の観察結果

観察結果

火災防護に係る代替策の検討状況について

1. 概要

廃止措置計画変更認可申請(令和3年6月29日申請)において、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の内部火災対策の基本方針を示した。この中で、火災の影響軽減における系統分離対策について、火災防護審査基準に沿った対応が不十分な箇所については、火災感知器の追加設置を行うとともに、消火用資材の充実や訓練の拡充を行うことにより、初期消火の確実性を高めることとしている。また、火災防護審査基準の要求事項を満足する対策を講じることが困難な箇所について、重要な安全機能を担う機器が火災によって損傷した場合には、再処理施設の廃止措置の上で想定される事故である蒸発乾固の発生に至るまでに時間裕度の中で、予備ケーブルや可搬型設備等を用いた代替策によって必要な機能を復旧することで十分な保安水準を確保することとした。

代替策については、今後より具体的な内容について火災防護計画に定めていくこととしており、手順を具体化した上で火災発生から代替策の実施に至るまでの対応について訓練(要素訓練、総合訓練)を実施し、抽出された課題等を手順書に反映し、有効性を確認した代替策について火災防護計画及び下部要領等に定める計画である。

要素訓練では、火災発生から代替策に至るまでの対応を要素(①火災の発生場所の特定、②初期消火活動、③予備ケーブル敷設用資機材の準備、④予備ケーブルの敷設)に区切って、各要素での対応手順、資機材の使用法、対応時間について確認する。要素訓練の結果を踏まえて、手順書等の改善を行い、火災発生からの一連の動作を確認することを目的に総合訓練を行う。

これまでに、HAW と TVF を含めた全体的な代替策に係る検討の進め方について報告した。これに従い検討を進めているところであり、今回は、代替策の手順の具体化に係る検討状況及び要素訓練に係る検討状況(HAW の要素訓練計画)について報告する。

2. 代替策に係る検討の進め方

まず、火災感知器の発報時の対応や予備ケーブルの敷設に係る既存の要領書等を基に、代替策の手順の具体化を行う。その後、添付資料 6-1-1-6-3「火災防護における代替策の有効性について」にて選定した、駆けつけ消火や予備ケーブルの敷設に最も時間を要する火災区画について、実際に現場において配備している予備ケーブル等を用いて手順通りに操作する等の訓練(実動訓練)を実施する。また、その他の火災区画についても上記の実動訓練の結果を踏まえつつ、机上又は現場において手順書の確認を行い、同様の操作が実施できることを確認する。

実動訓練及び手順書の確認により課題等を抽出し、手順書への反映や資機材の見直しを行うことで、確実に代替策を実施可能な手順、体制としたうえで、最終的な確認として、火災発生時のシナリオに沿って、火災感知器の発報から、代替策に至るまでの一連の作業を通して実施する総合訓練を実施する。

(1)代替策の手順の具体化

現在運用されている火災感知器の発報時の対応や予備ケーブルの敷設に係る要領書等を基に、代替策の手順の具体化を実施し、必要に応じて要領書等の改訂及び新規制定を行う。

(2)要素訓練

火災感知器が発報した場合に高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟で実施する対応のうち、実動訓練を以下の項目について行う。

- ①火災の発生場所の特定
- ②初期消火活動の実施
- ③予備ケーブル敷設用資機材の準備
- ④予備ケーブルの敷設

(3)手順書の確認

(2)での要素訓練により抽出された手順や資機材の配備場所等の課題について、対応を検討し、検討結果を適宜手順書に反映する。

(4)総合訓練

要素訓練及び手順書確認の結果を踏まえ、総合訓練を実施する。総合訓練では、火災発生時のシナリオに沿って、火災感知器の発報から、代替策の実施に至るまでの一連の手順を通して実施するとともに、関係箇所や自衛消防との連携についても確認し、有効性を評価する。

また、訓練終了後には、訓練参加者、訓練モニタによる反省会を実施し、課題等を再度抽出し、手順書への反映や資機材の見直しを行う。

3. 検討状況

代替策の手順の具体化に係る検討状況及び要素訓練に係る検討状況(HAWの要素訓練計画)を以下に示す。

3.1 代替策の手順の具体化に係る検討状況

代替策(予備ケーブル敷設作業)の手順については、現状、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ともに要領書に定められていることから、これを基に、作業の確実性や安全性等の観点も踏まえて、手順の具体化を行った。

- ・ 作業の確実性の観点から、手順書に写真や図等を用いて操作対象や接続箇所等が分かるようにした。
- ・ 作業の安全性の観点から、ホールドポイントの設定、作業の注意事項を記載した。
- ・ 関係箇所(特に電気設備所掌部署)との連携として、連絡のタイミングが分かるようにした。

- ・ 廃止措置計画変更認可申請(令和3年6月29日申請)において、代替策によって対応するとした機器についての手順を作成した。

上記の観点から、代替策に係る手順の具体化について検討を行い、一通りの手順書案について作成したところである。代替策の手順書の例として、HAWの予備ケーブル敷設に係る手順書を参考②に示す。

上記で具体化した手順案を用いて要素訓練を行う。要素訓練の結果を踏まえて、課題を抽出し、手順書への反映や資機材の見直しを行うことで、確実に代替策を実施可能となるよう改善を行う。

3.2 要素訓練に係る検討状況

要素訓練については、ガラス固化技術開発施設の運転時期を考慮し、高放射性廃液貯蔵場(HAW)での訓練を先行して実施する。

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の要素訓練について、具体的な実施内容及び確認ポイントを明確にして、訓練計画を作成した。高放射性廃液貯蔵場(HAW)の要素訓練の訓練計画を次項に示す。

なお、ガラス固化技術開発施設(TVF)については、HAWの要素訓練で抽出された課題等を適宜共有しながら手順の改善等の検討を進めるとともに訓練については、運転時期を考慮し日程調整した上で実施する予定である。

4. 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の要素訓練の訓練計画

4.1 想定

運転員が常駐している分離精製工場(MP)中央制御室から、当該区画への移動に最も時間を要する区画として、管理区域内(アンバー区域)の操作室(A421)及びホワイト区域の屋上を火災が発生する区画として想定する。発災時刻は、火災発生初期段階での対処にあたることができる要員が少ない夜間を想定する。火災による被害として、設置されている機器からの油漏えい火災が発生し、重要な安全機能を担う機器への給電ケーブルが焼損した場合を想定する。また、火災に伴い発生する煙による影響や区画内の照明の喪失等の状況を想定する。

なお、代替策の作業は当該施設における火災の鎮火確認後に行うものとし、その時の現場の状況(照明の有無、消火水による影響等)を可能な限り想定する。

	火災を想定する区画	発災時刻	想定する状況
ケース1	操作室 A421 (アンバー区域)	夜間	<ul style="list-style-type: none">・潤滑油を内包する排風機の漏えい油火災・槽類換気系排風機(K464)の給電ケーブルの焼損・火災による煙の充満・火災発生区画内の照明の喪失
ケース2	屋上 (ホワイト区域)	夜間	<ul style="list-style-type: none">・潤滑油を内包するポンプの漏えい油火災・二次系の送水ポンプ(P8163)の給電ケーブルの焼損

4.2 訓練内容及び確認事項

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の要素訓練での訓練項目及び確認事項を表1に示す。

なお、現段階においては、現在保有する資機材を使用した実動訓練を実施することとし、今後導入していくことを計画している資機材を使用する訓練項目については、必要に応じて資機材の配備後に改めて要素訓練を実施する。初期消火及び予備ケーブルを用いた代替策に使用する資機材を表2に示す。

ケース1(A421での火災)及びケース2(屋上での火災)の訓練内容及び確認項目を以下に示す。

(1) ケース1(操作室 A421 での火災)

① 火災の発生場所の特定

高放射性廃液貯蔵場(HAW)に係る運転員は分離精製工場(MP)中央制御室(G549)に常駐している。現状、高放射性廃液貯蔵場(HAW)に設置されている火災感知器が発報した場合は、分離精製工場(MP)中央制御室(G549)において代表警報が吹鳴する。代表警報の吹鳴を受け、運転員は高放射性廃液貯蔵場(HAW)制御室(G441)へ移動し、制御室に設置されている火災受信機の表示により、火災感知器が発報した火災区画を特定する。その後、火災感知器が発報した火災区画へ移動し、目視確認により火災の発生場所を特定する。

今後、個別の信号を有する火災感知器を追加設置する計画であり、高放射性廃液貯蔵場(HAW)制御室及び分離精製工場(MP)中央制御室に設置する火災受信機により、警戒区域単位ではなく発報した火災感知器を個別に特定できるようになる予定である。

火災発生時のMP中央制御室(G549)から操作室(A421)へのアクセスルートを図1に示す。

【確認事項】

- ・ 火災受信機の設置場所等を確認する。
- ・ 火災受信機の表示の見方を確認する。
- ・ 火災感知器が発報した際の通報連絡体制を確認する。
- ・ MP中央制御室から火災発生現場へのアクセスルート及び所要時間を確認する。

② 初期消火活動

火元を確認後、初期消火を実施するため、応援の要請及び資機材(防火服、消火器、可搬型排煙機等)の準備を実施する。防火服は高放射性廃液貯蔵場(HAW)のG450、消火器は各フロアに設置しており、必要量を運搬する。また、応援の要請を受け駆け付けた運転員は、屋内消火栓の準備を行う。

その後、保護具(防火服、半面マスク等)を着用して、模擬操作により消火器及び屋内消火栓を用いた初期消火活動並びに周辺設備の被害状況の確認を行う。なお、火災発生区画(A421)が煙で充満して視界が悪い場合を想定し、可搬型排煙機による火災発生区画からの排煙や、サーモグラフィを用いた火元の確認についても併せて訓練を実施する。

【確認事項】

- ・ 初期消火用資機材(防火服、消火器、可搬型排煙機等)の保管場所及び使用方法を確認する。
- ・ 現場先任者、担当課室長、区域管理者等との連絡体制を確認する。
- ・ 初期消火に係る一連の動作の所要時間を確認する。

③ 予備ケーブル敷設用資機材の準備

関係箇所(電気設備所掌課)へ連絡し、第 6 変電所での対応及び予備ケーブル敷設に係る助勢を依頼する。予備ケーブル敷設用資機材(予備ケーブル、ドラムローラー、ケーブルコロ等)を保管場所から作業場所へ運搬する。また、作業エリアの照明の喪失を想定し、可搬型照明機器の取扱いについても併せて訓練を実施する。

【確認事項】

- ・ 電気設備所掌課との連絡体制について確認する。
(変電所からの HAW 施設への給電状況確認のため)
- ・ ケーブル敷設に使用する資機材(予備ケーブル、ドラムローラ、コロ等)の保管場所を確認する。
- ・ 資機材の運搬における注意点(段差、狭所等)や所要時間を確認する。

④ 予備ケーブルの敷設

関係箇所(電気設備所掌課)へ連絡し、結線・解線作業に係る助勢を依頼する。予備ケーブルを敷設し、電気室(G355)の動力分電盤及び操作室(A421)の排風機を接続する。なお、予備ケーブルの分電盤及び機器への接続は模擬操作により行う。

電気室(G355)の動力分電盤から操作室(A421)へのケーブル敷設ルートを図 2 に示す。

火災を想定する区画	ケーブル敷設ルート	ケーブル仕様
操作室 A421 (アンバー区域)	G355(HM-1) ～A421(槽類換気系排風機(K464))	・5.5Sq-4C 90m

【確認事項】

- ・ 電気設備所掌課との連絡体制について確認する。
(予備ケーブルの結線・解線作業、各負荷への給電停止・開始操作のため)
- ・ ケーブルの敷設における注意点(段差、狭所等)や所要時間を確認する。
- ・ 予備ケーブルと負荷の接続手順、資機材(ドラムローラ、コロ等)の使用方法を確認する。

表 1 要素訓練での確認事項(HAW ケース 1)

No.	訓練項目	場所	主な使用資機材	確認事項
①	火災の発生場所の特定	<ul style="list-style-type: none"> MP(G549) MP(G549) MP(G549) →G441 G441 G441→A421 	<ul style="list-style-type: none"> ・火災受信機 	<ul style="list-style-type: none"> ➢火災受信機の設置場所等 ➢受信器盤の表示の見方 ➢アクセスルート及び移動に要する時間
②	初期消火活動	<ul style="list-style-type: none"> A423(予定) A423→A421 A421 	<ul style="list-style-type: none"> ・保護具(防火服等) ・消火器、屋内消火栓 ・可搬式排煙機 ・サーモグラフィ ・空気呼吸器 	<ul style="list-style-type: none"> ➢初期消火用資機材の保管場所 (使用方法等の確認を含む) ➢関係者間の連絡体制 ➢初期消火に係る一連の動作の所要時間
③	予備ケーブル敷設用資機材の準備	<ul style="list-style-type: none"> G441 G441 G449(予定) G449→A421 	<ul style="list-style-type: none"> ・予備ケーブル ・ドラムローラー ・ケーブルコロ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢電気設備所掌課との連携 (HAW 施設への給電状況確認) ➢ケーブル敷設に使用する資機材の保管場所 (使用方法等の確認を含む) ➢資機材の運搬における注意点や所要時間
④	予備ケーブルの敷設	<ul style="list-style-type: none"> G421 G421 G355→A421 G421、G355 G421、G355 	<ul style="list-style-type: none"> ・予備ケーブル ・ドラムローラー ・ケーブルコロ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢電気設備所掌課との連携 (ケーブルの結線・解線、給電操作) ➢給電対象とする負荷の状況確認 ➢ケーブル敷設における注意点や所要時間 ➢ケーブルと各負荷の接続方法

表 2 初期消火及びケーブル敷設に使用する主要な資機材(1/3)

主な使用資機材	概要	外観
火災受信機	<ul style="list-style-type: none"> ・MP 中央制御室では HAW の代表警報を、HAW 制御室では火災感知器が発報した火災区画を確認できる。 ・今後、個別の信号を有する火災感知器(発報した火災感知器を個別に特定できる)を追加設置する予定(設計中)。 	 <p>HAW 制御室 MP 中央制御室</p>
保護具 (防火服、手袋、ヘルメット、半面マスク)	初期消火要員用に必要数配備(購入手続き中)。 ・防火服、手袋、ヘルメット、半面マスク	
消火器	既設の消火器に加え、盤や高所での火災を想定し以下の消火器を追加配備予定(購入手続き中)。 ・ABC 粉末消火器 放射距離約 5~9 m ・高所用消火器(ハイアーム) 放射距離約 15~18 m(45 度) 放射高さ約 7 m ・二酸化炭素消火器 (設置可否を公設消防に確認予定)	 <p>ABC 高所用 二酸化炭素</p>
屋内消火栓	消防法に基づき設置済	
可搬型排煙機	火災発生区画に煙が充満していた場合の排煙を想定し配備予定(購入手続き中)。 ・排送風機 BB-C 風量 16 m ³ /min ・フレキシブルダクト(φ 200×5 m)	

表 2 初期消火及びケーブル敷設に使用する主要な資機材(2/3)

主な使用資機材	概要	外観
サーモグラフィ	<p>火災発生区画に煙が充満していた場合のヒモと確認に使用することを想定し配備予定(購入手続き中)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FLIR 製 CPA-E4A 温度分解能 0.15℃ 測定距離 0.5 m～ 測定温度範囲-20～250℃ 	
空気呼吸器	<p>火災発生区画に煙が充満していた場合やガス消火器を使用する場合の作業員の保護のため配備予定(購入手続き中)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ライフゼム NM30 総質量約 7.7 kg 使用可能時間約 60 分 	
予備ケーブル	<p>主要な機器(排風機、冷却水ポンプ、冷却塔等)について、分電盤から各負荷間の接続に必要な予備ケーブルを配備済。</p>	
ドラムローラー	<p>予備ケーブルの引き出しに使用。</p>	 

表 2 初期消火及びケーブル敷設に使用する主要な資機材(3/3)

主な使用資機材	概 要	外 観
ケーブルコロ	<p>予備ケーブルの敷設に使用。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可動式四面コロ <p>障害物が多い床等で使用</p>	  <p>(使用例)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・三連コロ <p>階段、角部の引き回し等で使用</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ・四面コロ <p>階段、廊下で宙を通す場合に使用</p>	  <p>(使用例)</p>

図1 火災発生時のアクセスルート (1/2)

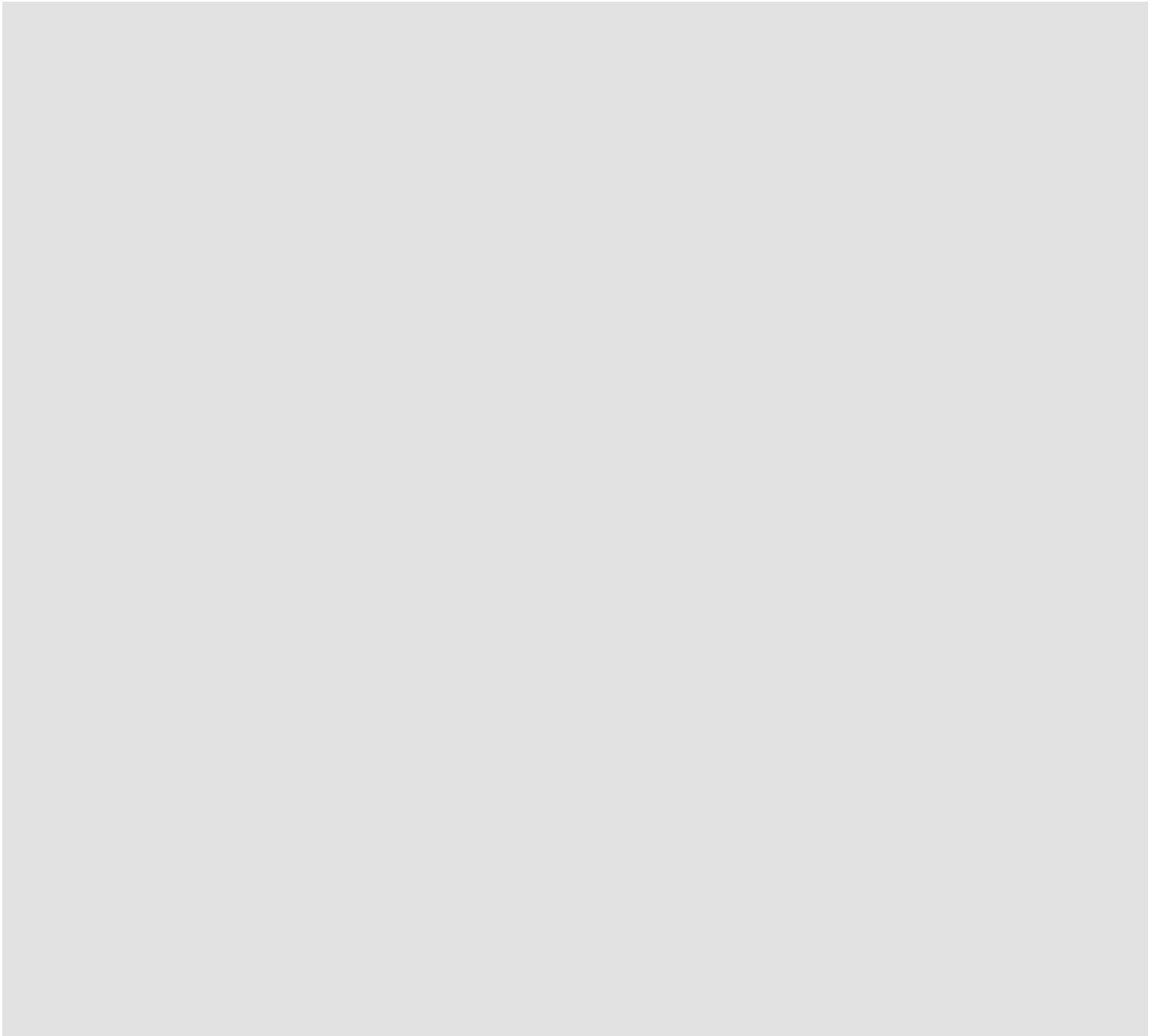


図1 火災発生時のアクセスルート (2/2)

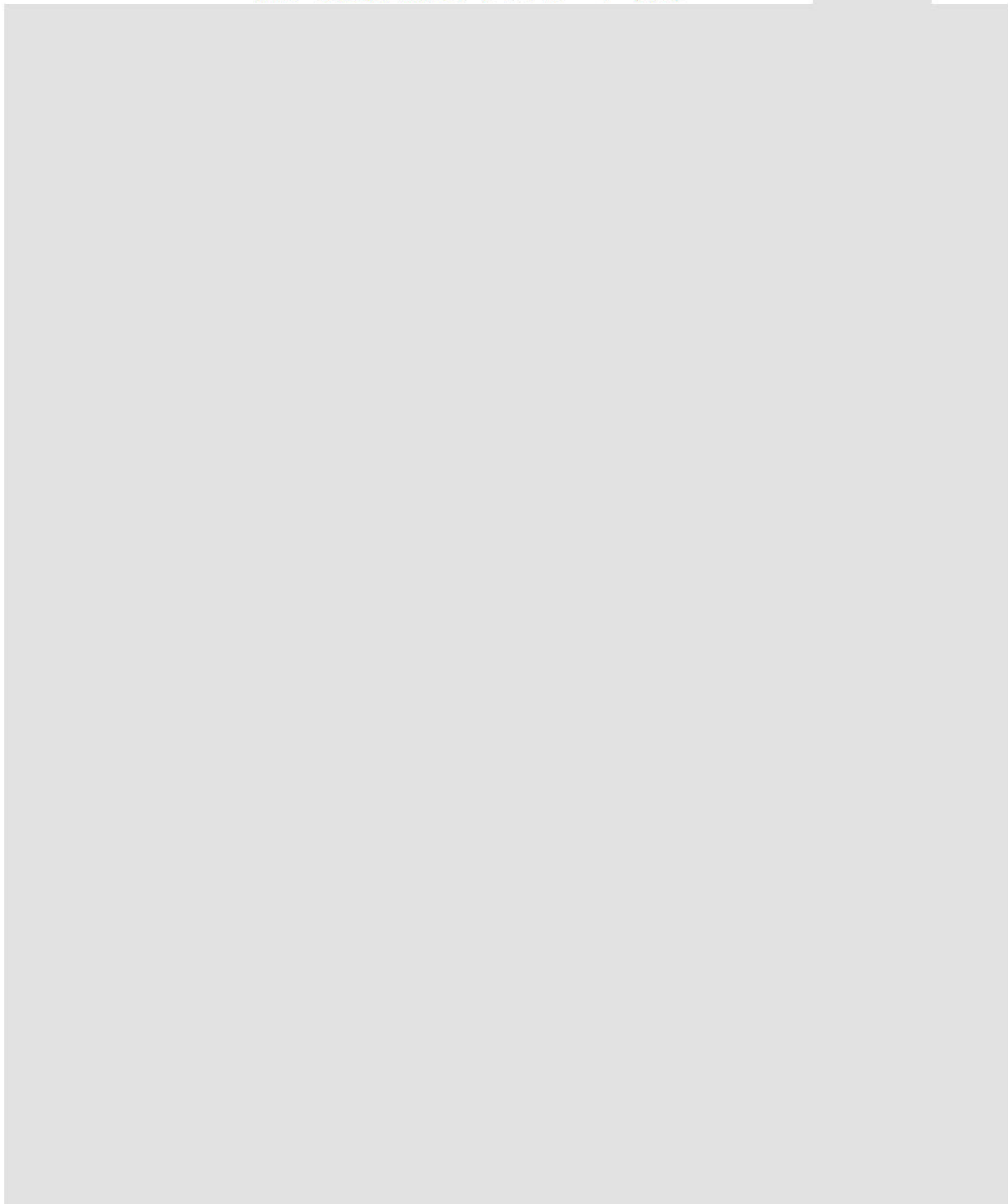
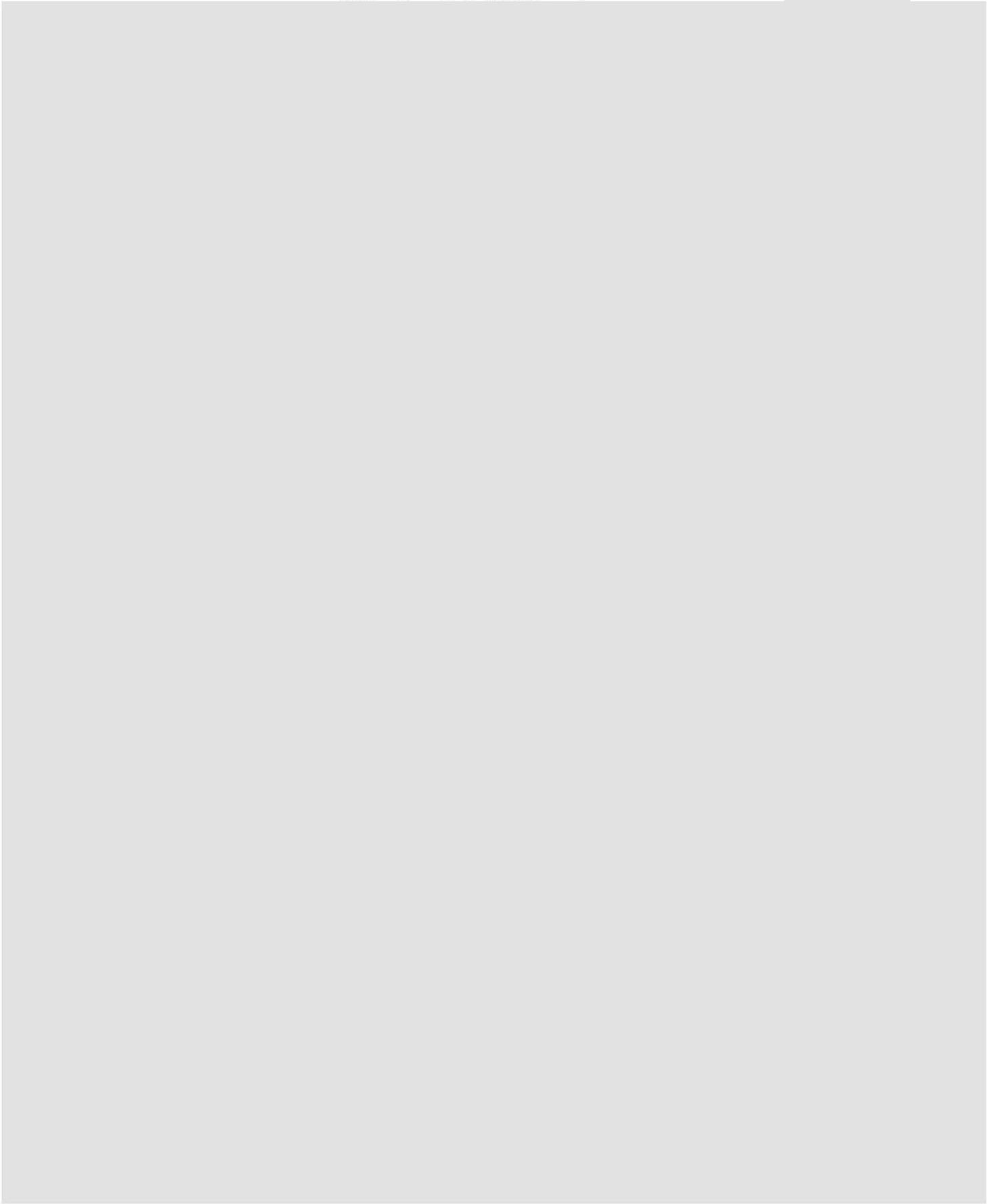


図2 ケーブル敷設ルート



(2) ケース 2 (屋上での火災)

① 火災の発生場所の特定

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) に係る運転員は分離精製工場 (MP) 中央制御室 (G549) に常駐している。現状、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の屋上には火災感知器は設置されていないため、今後、炎感知器及び熱感知カメラを設置する計画である。設置予定の感知器は、いずれも分離精製工場 (MP) 中央制御室 (G549) において警報の吹鳴を確認できる設計としており、要素訓練においては当該警報が吹鳴した場合を想定して実施する。

なお、熱感知カメラ及び炎感知器の設置が終了した際は、当該設備の設置場所や警報吹鳴時の確認方法等について改めて訓練を実施する予定である。

火災発生時の MP 中央制御室 (G549) から HAW 屋上へのアクセスルートを図 3 に示す。

【確認事項】

- ・ 火災受信機の設置場所等を確認する (設置後に実施)。
- ・ 火災受信機の表示の見方を確認する (設置後に実施)。
- ・ 火災感知器が発報した際の連絡体制を確認する。
- ・ MP 中央制御室から現場へのアクセスルート及び所要時間を確認する。

② 初期消火活動

火元を確認後、初期消火を実施するため、応援の要請及び資機材 (防火服、消火器、可搬型排煙機) の準備を実施する。防火服は高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の G450、消火器は各フロアに設置しており、必要量を運搬する。また、応援の要請を受け駆け付けた運転員は、最寄りの屋内消火栓の準備を行う。

その後、保護具 (防火服、半面マスク等) を着用して、模擬操作により消火器及び屋内消火栓を用いた初期消火活動並びに周辺設備の被害状況の確認を行う。

【確認事項】

- ・ 初期消火用資機材 (防火服、消火器、可搬型排煙機等) の保管場所及び使用方法を確認する。
- ・ 現場先任者、担当課室長、区域管理者等との連絡体制を確認する。
- ・ 初期消火に係る一連の動作の所要時間を確認する。

③ 予備ケーブル敷設用資機材の準備

関係箇所 (電気設備所掌課) へ連絡し、変電所での対応及び予備ケーブル敷設に係る助勢を依頼する。予備ケーブル敷設用資機材 (予備ケーブル、ドラムローラー、ケーブルコロ等) を保管場所から作業場所へ運搬する。なお、照明を喪失して視界が悪い場合を想定し、可搬型照明機器の取扱いについても併せて訓練を実施する。

【確認事項】

- ・ 電気設備所掌課との連絡体制について確認する。
(変電所からの HAW 施設への給電状況確認のため)
- ・ ケーブル敷設に使用する資機材(予備ケーブル、ドラムローラ、コロ等)の保管場所を確認する。
- ・ 資機材の運搬における注意点(段差、狭所等)や所要時間を確認する。

④予備ケーブルの敷設

関係箇所(電気設備所掌課)へ連絡し、結線・解線作業に係る助勢を依頼する。予備ケーブルを敷設し、電気室(G355)の動力分電盤及び屋上のポンプを接続する。なお、予備ケーブルの分電盤及び機器への接続は模擬操作により行う。

電気室(G355)の動力分電盤から屋上へのケーブル敷設ルートを図4に示す。

火災を想定する区画	ケーブル敷設ルート	ケーブル仕様
屋上 (ホワイト区域)	G355(HM-1) ～屋上(二次冷却水ポンプ(P8163))	・38Sq-4C 80m

【確認事項】

- ・ 電気設備所掌課との連絡体制について確認する。
(予備ケーブルの結線・解線作業、各負荷への給電停止・開始操作のため)
- ・ 負荷の運転状況の確認及び予備ケーブルを接続する負荷の確認を行う。
- ・ ケーブルの敷設における注意点(段差、狭所等)や所要時間を確認する。
- ・ 予備ケーブルと負荷の接続方法を確認する。

表3 要素訓練での確認事項(HAW ケース2)

No.	訓練項目	場所	主な使用資機材	確認事項	
①	火災の発生場所の特定	<ul style="list-style-type: none"> ・火災警報発報の確認 ・通報連絡、設備の運転状況確認 ・HAW への移動 ・火災発生区画の状況確認 	<ul style="list-style-type: none"> MP(G549) MP(G549) MP(G549) →屋上 屋上 	<ul style="list-style-type: none"> ・火災受信機 	<ul style="list-style-type: none"> ➢火災感知器の受信器盤の設置場所等 ➢受信器盤の表示の見方 ➢アクセスルート及び移動に要する時間
②	初期消火活動	<ul style="list-style-type: none"> ・初期消火用資機材の確認 ・資機材の運搬、準備 ・初期消火 	<ul style="list-style-type: none"> G542(予定) G542→屋上 屋上 	<ul style="list-style-type: none"> ・保護具(防火服等) ・消火器 ・屋内消火栓 	<ul style="list-style-type: none"> ➢初期消火用資機材の保管場所 (使用方法等の確認を含む) ➢関係者間の連絡体制 ➢初期消火に係る一連の動作の所要時間
③	予備ケーブル敷設用資機材の準備	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員の招集(5名以上) ・電気設備所掌課との通信連絡 ・予備ケーブル敷設用資機材の確認 ・資機材の運搬、準備 	<ul style="list-style-type: none"> G441 G441 G449(予定) G449→屋上 	<ul style="list-style-type: none"> ・予備ケーブル ・ドラムローラー ・ケーブルコロ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢電気設備所掌課との連携 (HAW 施設への給電状況確認) ➢ケーブル敷設に使用する資機材の保管場所 (使用方法等の確認を含む) ➢資機材の運搬における注意点や所要時間
④	予備ケーブルの敷設	<ul style="list-style-type: none"> ・電気設備所掌課との通信連絡 ・設備の運転状況確認、給電対象選定 ・予備ケーブルの敷設 ・ケーブルの結線・解線作業 ・負荷への給電操作 	<ul style="list-style-type: none"> 屋上 屋上 G355→屋上 屋上、G355 屋上、G355 	<ul style="list-style-type: none"> ・予備ケーブル ・ドラムローラー ・ケーブルコロ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢電気設備所掌課との連携 (ケーブルの結線・解線、給電操作) ➢給電対象とする負荷の状況確認 ➢ケーブル敷設における注意点や所要時間 ➢ケーブルと各負荷の接続方法

図3 火災発生時のアクセスルート (1/2)

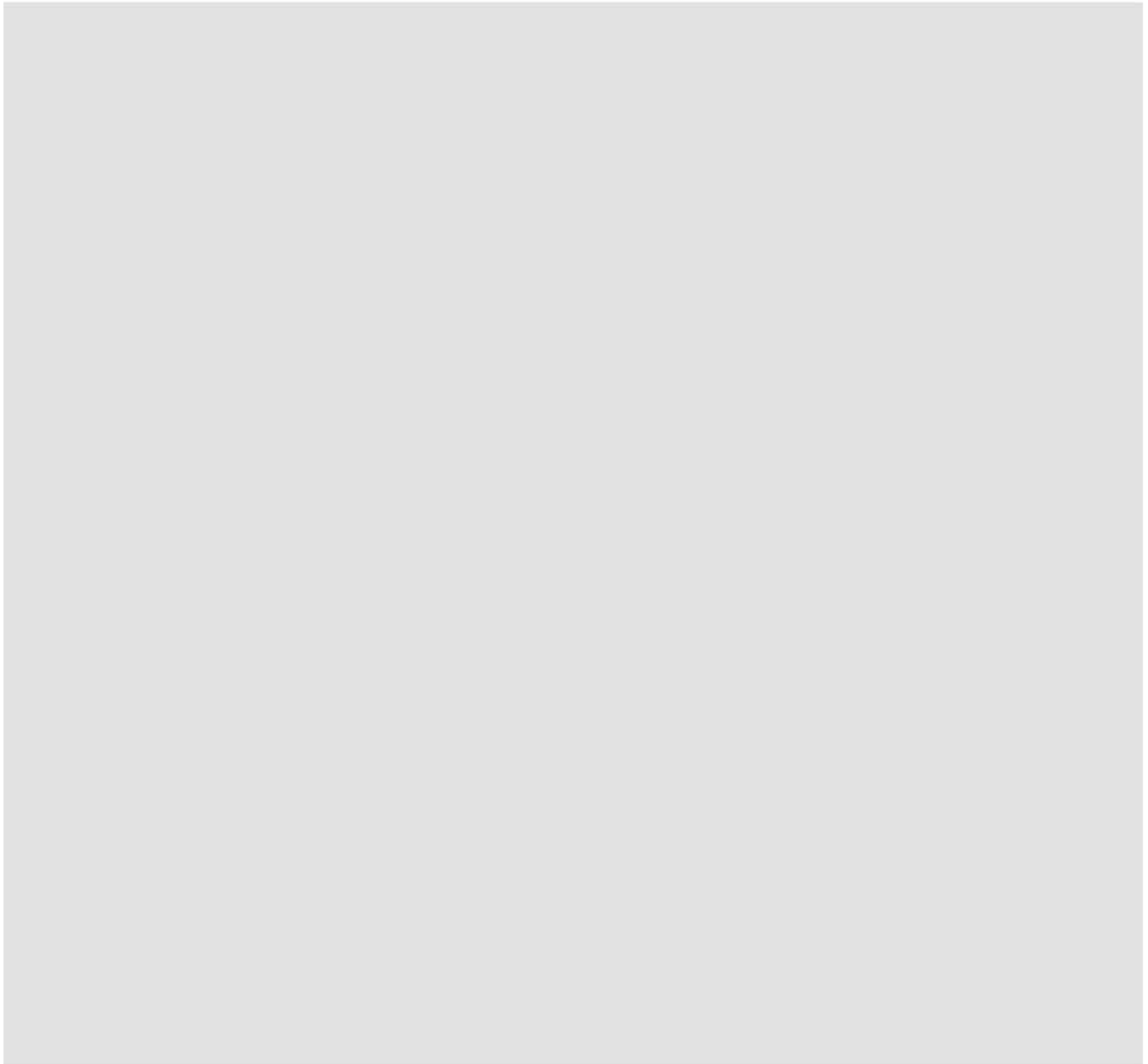


図3 火災発生時のアクセスルート (2/2)

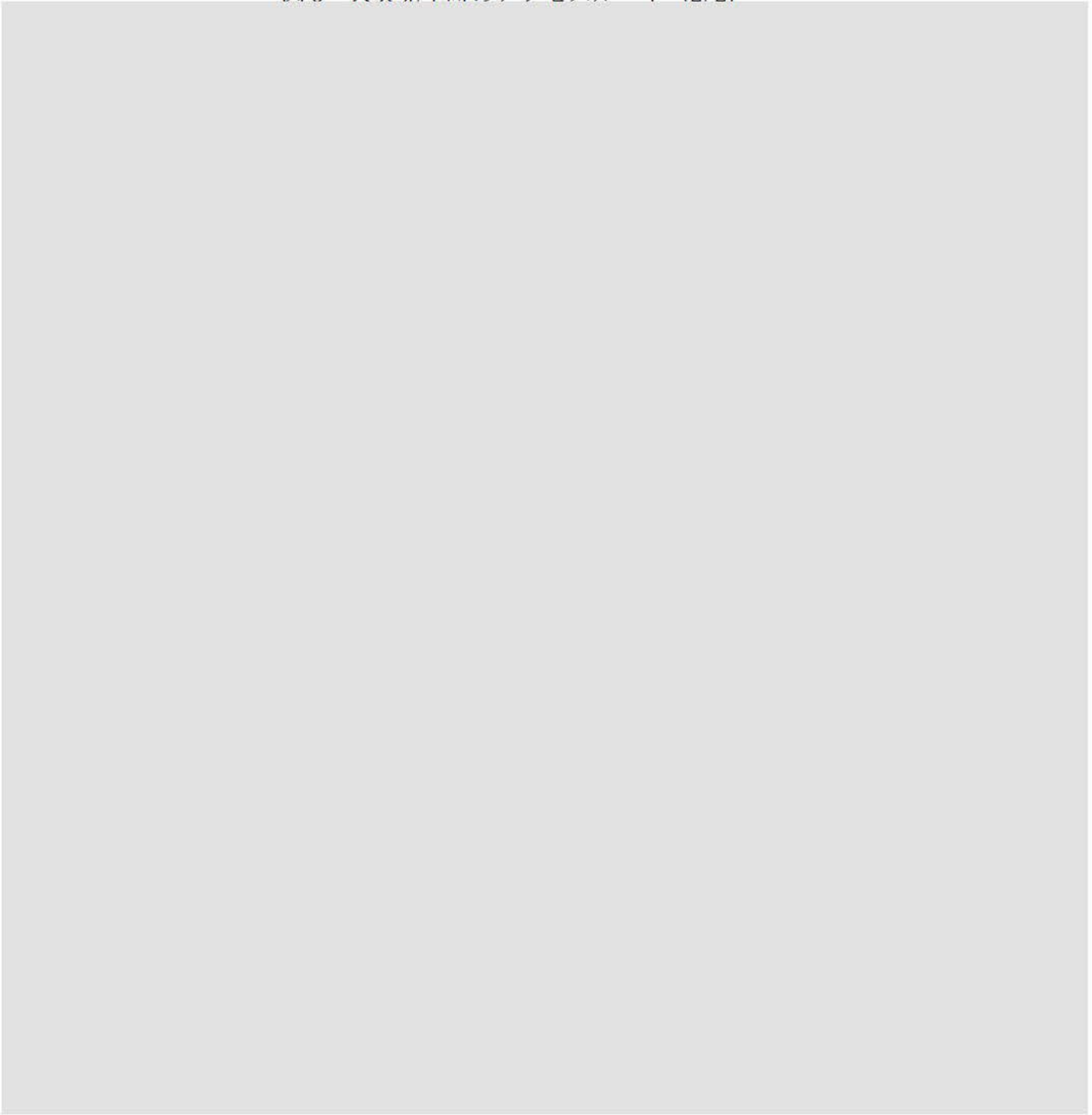
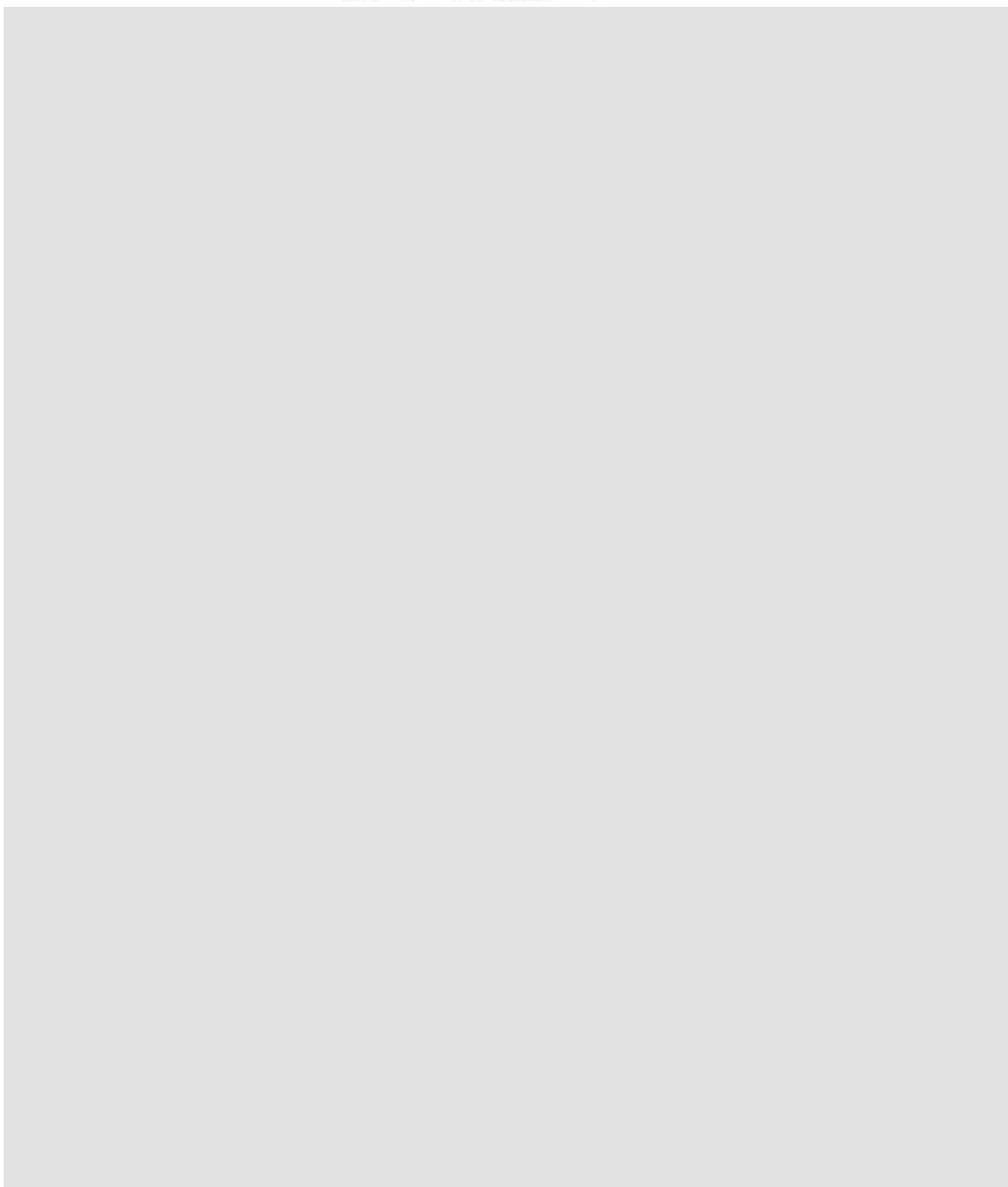


図4 ケーブル敷設ルート



4.3 評価・改善

訓練後に反省会を実施し、訓練参加者の意見を集約し、課題を抽出する。課題に対して、手順及び資機材の配備場所等の改善策を検討する。検討結果を踏まえ、必要に応じて要素訓練を再度行い、改善策を検証する。

なお、高放射性廃液貯蔵場(HAW)での訓練結果については、TVFの訓練内容へ反映する。

4.4 訓練実施体制

要素訓練については、以下の各課の人員から対象者を選定し実施する。

- ・化学処理施設課、施設保全課： 初期消火、ケーブル敷設に係る現場対応
- ・施設管理課、工務技術部運転課： 電気設備に係る対応(連絡対応)
- ・廃止措置推進室、ガラス固化管理課： 訓練モニタ

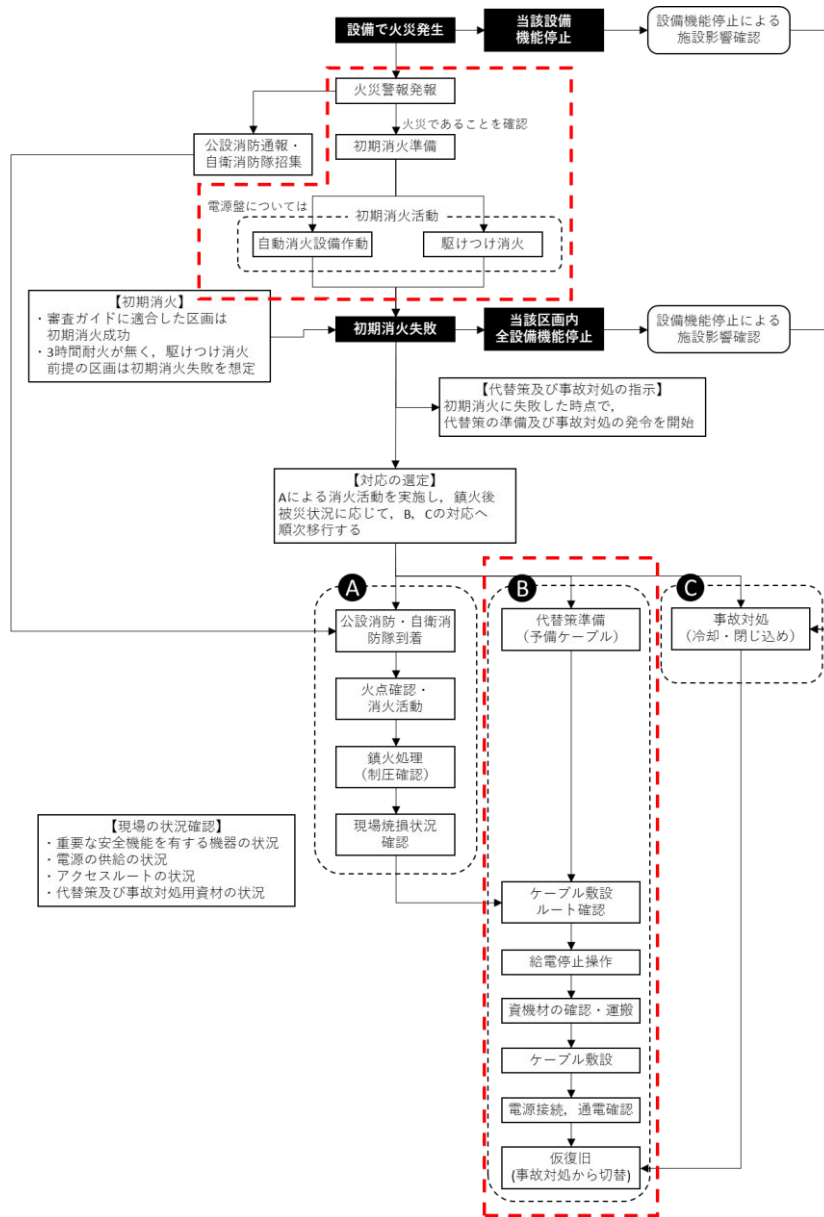
4.5 スケジュール

HAW 施設の代替策に係る訓練スケジュールを表 3 に示す。

表 3 代替策に係る訓練スケジュール (HAW 施設)

実施項目		R3年度															
		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月	
1	手順の具体化	手順書作成				評価・反映 (手順見直し)				評価・反映				評価・反映			
	要素訓練	訓練計画、準備															
2	①火災の発生場所の特定					訓練				※1							
	②初期消火活動					訓練											
	③予備ケーブル敷設用資機材の準備					訓練											
	④予備ケーブルの敷設					訓練											
3	総合訓練									訓練計画				総合訓練 (日程調整)			

※1 要素訓練の評価結果を踏まえ必要に応じて再訓練を実施する。



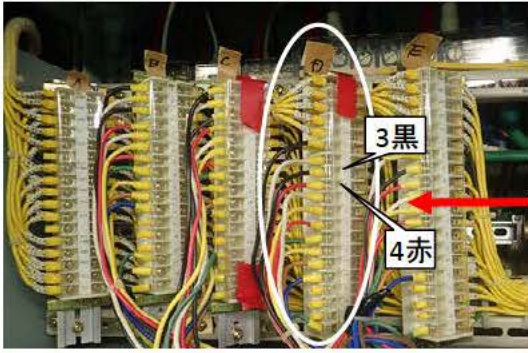

 : 実動訓練により確認する項目

火災防護における代替策に係る対応フロー

Ⅻ 安全系動力予備ケーブルの敷設(動力分電盤から安全系負荷)

項 目	作 業 手 順	注 意 事 項	チェック欄
1. 現場確認	<p>動力分電盤から安全系負荷への給電</p> <p>(1)現場確認</p> <p>1)HAW施設にて安全系負荷(槽類換気系排風機・水素掃気用ブロワ・一次冷却水予備循環ポンプ)の既設ケーブル状態を確認する*。 ・既設ケーブル状態(使用可能:良、使用不可:否)※ <input type="checkbox"/>一次冷却水予備循環ポンプの既設ケーブル 良・否 <input type="checkbox"/>水素掃気用ブロワの既設ケーブル 良・否 <input type="checkbox"/>槽類換気系排風機の既設ケーブル 良・否 ※既設ケーブルが使用不可「否」の場合、2)以降の作業を行う。</p> <p>2)作業に必要な作業員(5名以上)を確保する。</p> <p>3)HAW施設の商用電源が「OFF」であることを設備担当課(電気T)確認する。</p> <p>4)第6変電所からHAW施設へ給電が停止していることを工務技術部運転課に確認する。 停止していない場合は、停止するように依頼する。</p> <p>5)HAW G355電気室において1号系動力分電盤及び2号系動力分電盤のブレーカーを「OFF」にする。</p> <p>・槽類換気系排風機 <input type="checkbox"/>272K463 <input type="checkbox"/>272K464 ・水素掃気用ブロワ <input type="checkbox"/>272K63 <input type="checkbox"/>272K64 ・一次冷却水系循環予備ポンプ <input type="checkbox"/>272P3061 <input type="checkbox"/>272P3062</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><ホールドポイント> <input type="checkbox"/>既設ケーブルの状態を確認したか。 <input type="checkbox"/>作業員(5名以上)を確保できたか。 <input type="checkbox"/>第6変電所からの給電停止を確認したか。</p> <p align="center">現場責任者 :</p> </div>	<p>担当者 () TL () 課長承認 () (/) _____ : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>(/) _____ : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
2. 関係箇所連絡	<p>(1)工務技術部運転課及び設備担当課(電気T)との連絡</p> <p>1)化学処理施設課長は、設備担当課長(電気T)に電気設備復旧の協力を依頼する。また、工務技術部運転課長に協力を依頼する。その後、現場責任者に依頼完了を連絡する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><ホールドポイント> <input type="checkbox"/>関係各所への協力依頼完了の連絡を受けたか。</p> <p align="center">現場責任者 :</p> </div>	<p>・設備担当課長(電気T)に予備ケーブル敷設に係る助成の依頼 ・工務技術部運転課に第6変電所での対応を依頼</p>	<p>(/) _____ : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 現場責任者確認 (/) _____ : <input type="checkbox"/></p>
3. 準備作業	<p>(1)資機材等の準備</p> <p>1)以下の資機材・防護具を準備し、HAW施設へ運搬する。</p> <p><input type="checkbox"/>ジャンパ線(3本) <input type="checkbox"/>ドラムローラ <input type="checkbox"/>ケーブルコロ <input type="checkbox"/>スパナ <input type="checkbox"/>テスター <input type="checkbox"/>紙テープ <input type="checkbox"/>ビニールテープ <input type="checkbox"/>酢ビシート <input type="checkbox"/>廃棄物容器 <input type="checkbox"/>綿手袋 <input type="checkbox"/>RI用ゴム手袋 <input type="checkbox"/>ヘルメット <input type="checkbox"/>革手袋 <input type="checkbox"/>安全靴 <input type="checkbox"/>懐中電灯 <input type="checkbox"/>ランタン <input type="checkbox"/>ドライバー <input type="checkbox"/>半面マスク <input type="checkbox"/>タイベックスーツ(上・下) <input type="checkbox"/>端窓GM管サーベイメータ <input type="checkbox"/>αシンチレーションサーベイメータ <input type="checkbox"/>IC <input type="checkbox"/>スマヤろ紙</p> <p>2)予備ケーブル置場(G358)から、以下の予備ケーブルを動力分電盤近傍へ移動する。</p> <p><input type="checkbox"/>4c-5.5sq (槽類換気系排風機用) <input type="checkbox"/>4c-5.5sq (水素掃気ブロワ用) <input type="checkbox"/>4c-38sq (一次冷却水予備ポンプ用)</p>	<p>図-3参照:ドラムローラ 図-4参照:ケーブルコロ</p> <p>予備ケーブル運搬時は足元・手元に十分注意するとともに、周辺機器への衝突等にも配慮する。</p>	<p>(/) _____ : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>



Ⅷ 安全系動力予備ケーブルの敷設(動力分電盤から安全系負荷)

項 目	作 業 手 順	注 意 事 項	チェック欄												
4.ケーブル敷設前の確認	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><ホールドポイント> <input type="checkbox"/>資機材・防護具に不足はないか。 <input type="checkbox"/>予備ケーブルの移動は良いか。 <p align="center">現場責任者：</p> </p></div> <p>(1)敷設前の確認</p> <p>1) 設備担当課(電気T)に予備ケーブル敷設作業の開始を連絡する。また、予備ケーブルの結線・解線作業の助勢が可能か確認する。 <u>設備担当課(電気T) 受信者：</u></p> <p>2) 設備担当課(運転管理T)に運転中の冷却塔(H81/H82)を確認し予備ケーブルを接続する一次冷却水予備循環ポンプを選択する <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">冷却塔</td> <td style="text-align: center;">一次冷却水予備循環ポンプ</td> </tr> <tr> <td>□272H81運転の場合</td> <td>⇒ □272P3061</td> </tr> <tr> <td>□272H82運転の場合</td> <td>⇒ □272P3062</td> </tr> </table> <p>3) 運転する槽類換気系排風機・水素掃気ブロワを選択する。 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>槽類換気系排風機</td> <td>□272K463</td> <td>□272K464</td> </tr> <tr> <td>水素掃気ブロワ</td> <td>□272K63</td> <td>□272K64</td> </tr> </table> </p></p>	冷却塔	一次冷却水予備循環ポンプ	□272H81運転の場合	⇒ □272P3061	□272H82運転の場合	⇒ □272P3062	槽類換気系排風機	□272K463	□272K464	水素掃気ブロワ	□272K63	□272K64	<p>・結線・解線作業が依頼不可能な場合は、化学処理施設課員の有資格者(電気工事士)が行うこと。</p>	(/) _____ :
冷却塔	一次冷却水予備循環ポンプ														
□272H81運転の場合	⇒ □272P3061														
□272H82運転の場合	⇒ □272P3062														
槽類換気系排風機	□272K463	□272K464													
水素掃気ブロワ	□272K63	□272K64													
5.予備ケーブル敷設	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><ホールドポイント> <input type="checkbox"/>作業開始の連絡(施設保全第2課 電気T)は良いか。 <input type="checkbox"/>冷却塔の運転状況確認、安全系負荷の選択は良いか。 <p align="center">現場責任者：</p> </p></div> <p>(1)一次冷却水系循環予備ポンプ(272P3061・P3062)への敷設</p> <p>1) 「高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能及び水素滞留防止措置」(様式S化 iii 10210/0-00)の「2.非常用一次冷却水ポンプ(P3061/P3062)の運転」に従い、272P3061またはP3062にシステムを切替える。</p> <p>2) ケーブルコロを約3m間隔で電気室(G355)から一次冷却水系循環予備ポンプ(G353)近傍まで設置する。</p> <p>3) 予備ケーブル(4c-38sq)ドラムをドラムローラに載せ、電気室(G355)から一次冷却水系循環予備ポンプ(G353)まで敷設する。</p> <p>4) 動力分電盤(G355)において、制御系を活かすため回路接続箇所のジャンパ作業(P3061またはP3062)を行う。</p> <p>・272P3061を運転する場合(1号系動力分電盤:8D) 3黒と4赤をジャンパ線により接続する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;">   </div>	<p>・確実に系統切替えを行うこと。</p> <p>・図-1, 図-3, 図-4参照 ケーブルコロについては現場の状況を考慮し選定する。 ・ドラムローラのロックピンは以下のとおりにする。 ・図-3(写真3)参照 ①ドラム載せ・降ろし時 「ロックする」 ②ケーブル引出し・巻取り時 「ロック解除」 ・ジャンパ作業およびケーブル接続作業は有資格者が実施すること。</p>	(/) _____ :												

Ⅷ 安全系動力予備ケーブルの敷設(動力分電盤から安全系負荷)

項 目	作 業 手 順	注 意 事 項	チェック欄
	<p>・272P3062を運転する場合(2号系動力分電盤:8D) 3黒と4赤をジャンパ線により接続する。</p> <p>5) 動力分電盤(G355)接続箇所の既設ケーブル端子を外し、予備ケーブル端子を赤(U31)・白(V31)・青(W31)に接続する。その後、アース線緑(E31)を取付ける。</p>  <p>動力分電盤</p> <p>6) G353にて一次冷却水系循環予備ポンプ(272P3061またはP3062)の端子カバーを取外し、予備ケーブルを接続する。</p>  <p>272P3061</p> <p>272P3062</p> <p>カバーを開放して接続</p> <p>(2) 槽類換気系排風機(272K463・K464)への敷設</p> <p>1) ケーブルコロを等間隔(約3m)で電気室(G355)から槽類換気系排風機(A421)近傍まで設置する。</p> <p>2) 予備ケーブル(4c-5.5sq)ドラムをドラムローラに載せ、電気室(G355)からケーブルコロを使用し槽類換気系排風機(A421)まで敷設する。</p> <p>3) 動力分電盤(G355)において、制御系を活かすため回路接続箇所のジャンパ作業(K463またはK464)を行う。</p> <p>・272K463を運転する場合(1号系動力分電盤:9A) 3黒と4赤をジャンパ線により接続する。</p>  <p>3黒</p> <p>4赤</p> <p>9A</p> <p>動力分電盤</p> <p>・272K464を運転する場合(2号系動力分電盤:9A) 3黒と4赤をジャンパ線により接続する。</p>	<p>P3061⇒1号系動力分電盤 P3062⇒2号系動力分電盤</p> <p>・図-1, 図-4参照 ケーブルコロについては現場の状況を考慮し選定する。 ・ドラムローラのロックピンは以下のとおりにする。 ・図-3参照 ①ドラム載せ・降ろし「ロックする」 ②ケーブル引出し・巻取り「ロック解除」</p> <p>・ジャンパ作業およびケーブル接続作業は有資格者が実施すること。</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>(/) _____ ; _____</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ドラムローラ 40cm幅にセット</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>

Ⅷ 安全系動力予備ケーブルの敷設(動力分電盤から安全系負荷)

項 目	作 業 手 順	注 意 事 項	チェック欄
	<p>4) 動力分電盤(G335)接続箇所の既設ケーブル端子を外し、予備ケーブル端子を赤(U18)・白(V18)・青(W18)に接続する。その後、アース線緑(E18)を取付ける。</p> 	<p>K463⇒1号系動力分電盤 K464⇒2号系動力分電盤</p>	<p align="center"><input type="checkbox"/></p>
	<p>5) 槽類換気系排風機(272K463またはK464)の端子カバーを取外し、予備ケーブルを接続する。</p> 		<p align="center"><input type="checkbox"/></p>
	<p>(3) 水素掃気用ブロワ(272K63・K64)への敷設</p> <p>1) ケーブルコロを等間隔(約3m)で電気室(G335)から水素掃気用ブロワ(G353)近傍まで設置する。</p> <p>2) 予備ケーブル(4c-5.5sq)ドラムをドラムローラに載せ、電気室(G335)から水素掃気用ブロワ(G353)まで敷設する。</p> <p>3) 動力分電盤(G335)において、制御系を活かすため回路接続箇所のジャンパ作業(K63またはK64)を行う。</p> <p>・272K63を運転する場合(1号系動力分電盤:6A) 3黒と4赤をジャンパ線により接続する。</p>  <p>・272K64を運転する場合(2号系動力分電盤:6A) 3黒と4赤をジャンパ線により接続する。</p>	<p>・図-1, 図-3, 図-4参照 ケーブルコロについては現場の状況を考慮し選定する。 ・図-1, 図-3(写真3)参照 ・ドラムローラのロックピンは以下のとおりにする。 ①ドラム載せ・降ろし 「ロックする」 ②ケーブル引出し・巻取り 「ロック解除」 ・ジャンパ作業およびケーブル接続作業は有資格者が実施すること。</p>	<p>(/) _____ :</p> <p align="center"><input type="checkbox"/></p> <p align="center"><input type="checkbox"/> ドラムローラ 40cm幅にセット</p> <p align="center"><input type="checkbox"/></p> <p align="center"><input type="checkbox"/></p>

予備ケーブルの敷設(動力分電盤から負荷)作業手順書

項 目	作 業 手 順	注 意 事 項	チェック欄
1. 現場確認	<p>(1)既設ケーブルの確認</p> <p>1) HAW施設において、対象設備(二次冷却水ポンプ、冷却塔、浄水ポンプ)の既設ケーブル状態を確認する。 ・二次冷却水ポンプの既設ケーブル 可・否 ・冷却塔の既設ケーブル 可・否 ・浄水ポンプの既設ケーブル 可・否 既設ケーブル状態【使用可能:可、使用不可:否*】 ※既設ケーブルが使用不可「否」の場合、2)以下の作業を行う。</p> <p>2) 作業に必要な作業員(5名以上)を確保する。</p> <p>3) HAW G355電気室において1号系動力分電盤及び2号系動力分電盤のブレーカーを「OFF」にする。 ・二次冷却水ポンプの既設ケーブル <input type="checkbox"/> 272P8160 <input type="checkbox"/> 272P8161 ・冷却塔の既設ケーブル <input type="checkbox"/> 272H81 <input type="checkbox"/> 272H82 ・浄水ポンプの既設ケーブル <input type="checkbox"/> P761 <input type="checkbox"/> P762</p>		<p>(/) _____ :</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
2. 関係箇所連絡	<p>(1)工務技術部運転課及び施設管理課との連絡</p> <p>1) 施設保全課長は、施設管理課長に電気設備復旧の協力を依頼する。</p> <p>2) 電気設備復旧の協力依頼が完了したことを施設管理課電気Tから連絡を受ける。 施設管理課電気T(発信者): _____</p>	<p>施設管理課に予備ケーブル敷設に係る助成の依頼。</p>	<p>(/) _____ :</p> <p><input type="checkbox"/></p>
3. 準備作業	<p>(1)資機材等の準備</p> <p>1) 以下の資機材・防護具を準備し、HAW施設へ運搬する。 <input type="checkbox"/> ジャンパ線(3本) <input type="checkbox"/> 延線ローラ <input type="checkbox"/> ケーブルコロ <input type="checkbox"/> スパナ <input type="checkbox"/> テスター <input type="checkbox"/> 紙テープ <input type="checkbox"/> ビニールテープ <input type="checkbox"/> 酢ビシート <input type="checkbox"/> 廃棄物容器 <input type="checkbox"/> 綿手袋 <input type="checkbox"/> RI用ゴム手袋 <input type="checkbox"/> ヘルメット <input type="checkbox"/> 革手袋 <input type="checkbox"/> 安全靴 <input type="checkbox"/> 懐中電灯 <input type="checkbox"/> 投光器(夜間) <input type="checkbox"/> 発電機(夜間) <input type="checkbox"/> コードリール(夜間) <input type="checkbox"/> 半面マスク <input type="checkbox"/> タイベックスーツ(上・下) <input type="checkbox"/> ベータ線用サーベイメータ <input type="checkbox"/> α線用サーベイメータ <input type="checkbox"/> ガンマ線用サーベイメータ <input type="checkbox"/> スミヤク紙 <input type="checkbox"/> ドライバー±</p> <p>2) 予備ケーブル置場(G357、G358)から、以下のケーブルを動力分電盤近傍へ移動する。 <input type="checkbox"/> G357 4c-38sq 80m×2本 (二次冷却水ポンプ用) <input type="checkbox"/> G358 1c-150sq 90m×3本 (冷却塔用) <input type="checkbox"/> G358 4c-5.5sq 90m×1本 (浄水ポンプ用)</p>	<p>予備ケーブル運搬時は足元・手元に十分注意するとともに、周辺機器への衝突等にも配慮する</p>	<p>(/) _____ :</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
4. ケーブル敷設前の確認	<p>(1)敷設前の確認</p> <p>1) 施設管理課電気Tに予備ケーブル敷設作業を開始する旨を連絡する。また、予備ケーブルの結線・解線作業の助勢が可能か施設管理課電気Tに確認する。 施設管理課電気T(受信者): _____</p>	<p>・結線・解線作業が依頼不可能な場合は、施設保全課員の有資格者(電気工事士)が行うこと。</p>	<p>(/) _____ :</p> <p><input type="checkbox"/></p>

電源供給用予備ケーブルの敷設要領







項 目	作 業 手 順	注 意 事 項	チェック欄
5.予備ケーブル敷設	<p>2) 運転する二次冷却水ポンプ, 冷却塔, 浄水ポンプを選択する。 二次冷却水ポンプ □272P8160 □272P8161 冷却塔 □272H81 □272H82 浄水ポンプ □272P761 □272P762</p> <p>3) 化学処理施設課に冷却塔 (H81・H82) の運転予定機を連絡する。 化学処理施設課(受信者): _____</p> <p>(1) 二次冷却水ポンプ(272P8160・P8161)への敷設</p> <p>1) 「運転要領書 U272二次冷却水設備」(再Q施保014)に従い、運転する機器に応じて二次冷却水系統を切り替える。</p> <p>2) ケーブルコロを電気室(G355)から二次冷却水ポンプ(屋上)に設置する。(階段の敷設は、四面コロを有効に活用する)</p> <p>3) 予備ケーブル(4c-38sq)ドラムをドラムローラーに載せ、電気室(G355)から二次冷却水ポンプ(屋上)まで敷設する。(スター(Y)結線とデルタ(Δ)結線で2本敷設)</p> <p>4) 動力分電盤(G355)接続箇所の既設ケーブル端子を外し、予備ケーブル端子を赤(U)・白(V)・青(W)に接続する。その後、アース線緑(E)を取付ける。</p>	<p>・確実に系統切替えを行うこと。</p> <p>・図-1, 図-2参照</p> <p>・ドラムローラロックピンは以下の通りにする。 ①ドラム載せ・降ろし「ロックする」 ②ケーブル引出し・巻取り「ロック解除」</p> <p>P8160⇒2号系動力分電盤 P8161⇒1号系動力分電盤</p>	<p>□</p> <p>□</p> <p>(/) _____ :</p> <p>□</p> <p>□</p> <p>□</p> <p>□</p>
	<p>5) 二次冷却水ポンプ(272P8160またはP8161)の端子カバーを取外し、予備ケーブルを接続する。</p>	<p>□</p>	<p>□</p>
	<p>6) 二次冷却水ポンプへの接続が終了したことを施設管理課電気Tへ連絡する。</p> <p>(2) 冷却塔(272H81・H82)への敷設</p> <p>1) 「運転要領書 U272二次冷却水設備」(再Q施保014)に従い、運転する機器に応じて二次冷却水系統を切り替える。</p> <p>2) ケーブルコロを電気室(G355)から冷却塔(屋上)に設置する。</p>	<p>□</p> <p>□</p> <p>□</p> <p>□</p>	<p>□</p> <p>(/) _____ :</p> <p>□</p> <p>□</p>



動力分電盤



電源供給用予備ケーブルの敷設要領

項目	作業手順	注意事項	チェック欄
	<p>3) 予備ケーブル(1c-150sq)ドラムをドラムローラーに載せ電気室(G355)から冷却塔(屋上)まで敷設する。 (単芯ケーブルのため、3相(R・S・T)用に3本敷設)</p> <p>4) 動力分電盤(G355)接続箇所既設ケーブル端子を外し、予備ケーブル端子を赤(U)・白(V)・青(W)に接続する。</p>   <p>5) 冷却塔(272H81またはH82)の端子カバーを取外し、予備ケーブルを接続する。</p>   <p>6) 冷却塔への接続が終了したことを施設管理課電気Tへ連絡する。</p>	<p>・ドラムローラロックピンは以下の通りにする。 ①ドラム載せ・降ろし「ロックする」 ②ケーブル引出し・巻取り「ロック解除」</p> <p>H81⇒1号系動力分電盤 H82⇒2号系動力分電盤</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
	<p>(3) 浄水ポンプ(272P761・P762)への敷設</p> <p>1) 「運転要領書 U272二次冷却水設備」(再Q施保014)に従い、運転する機器に応じて二次冷却水システムを切り替える。</p> <p>2) ケーブルコロを電気室(G355)から浄水ポンプ(屋上)に設置する。</p> <p>3) 予備ケーブル(4c-5.5sq)ドラムをドラムローラーに載せ電気室(G355)から浄水ポンプ(屋上)まで敷設する。(1本)</p> <p>4) 動力分電盤(G355)接続箇所既設ケーブル端子を外し、予備ケーブル端子を赤(U)・白(V)・青(W)に接続する。その後、アース線緑(E)を取付ける。</p>  	<p>・確実に系統切替えを行うこと。</p> <p>・図-1, 図-2参照</p> <p>・ドラムローラロックピンは以下の通りにする。 ①ドラム載せ・降ろし「ロックする」 ②ケーブル引出し・巻取り「ロック解除」</p> <p>P761⇒1号系動力分電盤 P762⇒2号系動力分電盤</p>	<p>(/) _____ :</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の火災防護対策に係る設備
の設置について

（再処理施設に関する設計及び工事の計画）

【概要】

- 令和3年6月29日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」において示した高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の内部火災対策の基本方針に基づき、内部火災により高放射性廃液貯蔵場（HAW）の重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれないよう火災防護対策に係る設備を設置する計画である。
- 火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減を考慮して設計を進めている。高放射性廃液貯蔵場（HAW）の火災対策に係る検討状況を示す。

令和3年7月29日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の火災防護対策に係る設備の設置について
（再処理施設に関する設計及び工事の計画）

1. 目的

令和3年6月29日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」の「別添6-1-1-6 高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の内部火災対策について」において示した内部火災対策の基本方針に基づき、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の火災防護対策として、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減を考慮して対策を実施する。

内部火災対策の基本方針を踏まえた対策内容を表-1に示す。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）については、具体的には、火災防護対策として以下の設備の設置に関して設計を進めている。

火災の発生防止として、潤滑油を多く内包する機器に対して漏えい油の拡大防止対策としてオイルパンを設置する。

火災の感知及び消火として、重要な安全機能に係る機器が設置されている区画について、火災感知設備を設置する。

火災の影響軽減として、互いに相違する系列の重要な安全機能に係るケーブルのうち、1系統を電線管に収納し敷設することで系統分離を行う。また、ケーブルの系統分離に伴い、分離した系統に対して新たに電源切替盤を設置する。

重要な安全機能を有する機器のうち、分電盤等の電源設備については、機能喪失時の影響が大きいことを鑑み、既製品のパッケージ型ハロゲン化物自動消火設備を設置し、火災発生時に運転員が駆けつけて消火活動を行うまでの時間裕度を確保する。

2. 設備概要

(1) 火災の発生防止

潤滑油を多く内包する機器として空気圧縮機（272K60、272K61）及びチラーユニット（272K110、272K111、272K112）に対して、漏えい油の拡大防止対策としてオイルパンを設置する。

オイルパンの概要を添付-1に示す。

(2) 火災の感知及び消火

高放射性廃液貯蔵場（HAW）において重要な安全機能に係る機器が設置されている区画に既設の感知器に加えて新たに異なる感知方式の感知器を設置する。屋上には、炎感知器及び熱感知カメラを設置する。

火災を感知した場合は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）制御室に新たに設置する火災受信機にて警報を発信するとともに、分離精製工場（MP）中央制御室及びガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に新たに設置する表示機にて警報を発信し火災の発生場所を特定する。また、停電が発生した場合においても火災感知設備の機能が喪失しないよう非常用発電機から給電する設計にするとともに、蓄電池を設け電源を確保する。

火災感知設備のシステム構成の概要を添付-2 に示す。追加設置する感知器等の仕様を添付-3 に示す。火災感知設備配置図の例を添付-4 に示す。

(3) 火災の影響軽減

① ケーブルの分離敷設

異なる系統の重要な安全機能に係るケーブルの 1 系統のケーブルについて、鋼製の電線管（JIS C 8305）に収納し敷設する。電線管に収納して敷設するケーブルは、実証試験により延焼性（米国電気電子工学学会規格 IEEE383-1974 垂直トレイ 燃焼試験相当）及び自己消火性（UL1581（Fourth Edition）1080VW-1UL 垂直燃焼試験）を確認したケーブルを使用する。また、電線管の開口部について、耐火性能を有したシール材で閉塞させ、酸素の供給を防止する。

ケーブルの分離敷設の概要を添付-5 に示す。

② 電源切替盤の設置

ケーブルの系統分離に伴い、分離した系統について電源切替盤を設置する。電源切替盤の概要を添付-6 に示す。

③ パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備の設置

電源設備で火災が発生した場合に延焼を抑制し、運転員が駆けつけて消火活動を行うまでの時間余裕度を確保するため、高圧受電盤（DX）、低圧配電盤（DY）及び動力分電盤（HM-1、HN-2）に対して、既製品のパッケージ型ハロゲン化物自動消火設備を設置する。

消火剤はハロンとする。パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備を作動させる場合は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）制御室に新たに設置する火災受信機にて警報を発信するとともに、分離精製工場（MP）中央制御室及びガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に新たに設置する表示機に起動状態を示す警報を発信する。また、停電が発生した場合においても機能が喪失しないよう非常用発電機から給電できる設計とする。

パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備の概要を添付-7 に示す。

3. 設計条件

(1) 火災の発生防止

設置するオイルパンは、漏えい油の拡大防止及び隣接する設備の機能喪失防止を図る設計とする。オイルパンの設置にあたっては、対象機器の保守作業に支障がないよう配置する設計とする。また、オイルパンは対象機器の支持構造に影響を及ぼさない設計とする。

(2) 火災の感知及び消火

屋上に設置する熱感知カメラについては、映像及び温度状況を確認できる機器（熱感知カメラ用 PC）を運転員が常駐する分離精製工場（MP）中央制御室及びガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に配備する。

火災受信機については、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して損傷するおそれがない設計とする。

(3) 火災の影響軽減

① ケーブルの分離敷設

高放射性廃液貯蔵場（HAW）において同一の火災区画内に異なる系統の重要な安全機能に係るケーブルが存在する場合に 1 系統のケーブルを電線管に収納し敷設する。

② 電源切替盤の設置

電源切替盤の耐震分類は S クラスとする。電源切替盤は、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して損傷するおそれがない設計とする。

③ パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備の設置

パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備については、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して転倒等することにより他設備へ波及影響を及ぼすことがないよう設計する。

4. 工事の方法

(1) 火災の発生防止（オイルパンの設置）

本工事では、材料を入手後、機械加工を行ったうえ現地に搬入し、オイルパンを組立、設置する。

本工事を行うにあたっては、周辺設備に影響を与えないよう施工範囲の隔離・養生等を実施する。

工事の手順に応じて試験・検査として、材料確認検査、外観検査を実施する。

(2) 火災の感知及び消火（火災感知設備の設置）

本工事では、既製品を入手後、現地に搬入し設置する。

本工事を行うにあたっては、周辺設備に影響を与えないよう施工範囲の隔離・養生等を実施する。高所作業を伴うため、所要の安全対策を行う。

工事の手順に応じて試験・検査として、外観検査、員数検査、据付検査、作動検査を実施する。

(3) 火災の影響軽減

①ケーブルの分離敷設

本工事では、ケーブル及び電線管等の既製品を入手し、現地に搬入し設置する。

本工事を行うにあたっては、周辺設備に影響を与えないよう施工範囲の隔離・養生等を実施する。高所作業を伴うため、所要の安全対策を行う。

工事の手順に応じて試験・検査として、材料確認検査、外観検査、据付検査、絶縁抵抗検査、導通検査、性能検査を実施する。

②電源切替盤の設置

本工事では、材料を入手後、機械加工、組立等を行ったうえ現地に搬入し、電源切替盤を設置する。

本工事を行うにあたっては、周辺設備に影響を与えないよう施工範囲の隔離・養生等を実施する。対象系統の離隔措置を伴うため、所要の安全対策を行う。

工事の手順に応じて試験・検査として、材料確認検査、外観検査、据付検査を実施する。

③パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備の設置

本工事では、既製品を入手後、現地に搬入し設置する。

本工事を行うにあたっては、周辺設備に影響を与えないよう施工範囲の隔離・養生等を実施する。本工事にあたっては、高所作業を伴うため、所要の安全対策を行う。

工事の手順に応じて試験・検査として、外観検査、員数検査、据付検査、作動検査を実施する。

5. 安全機能への影響

本工事は、既設の重要な安全機能に係る機器や火災感知設備の構成を変更するものではないことから、安全機能（崩壊熱除去及び閉じ込め機能）への影響はない。

また、工事のために足場等を設置する際には、蒸発乾固の発生防止のための事故対処の妨げにならないようにする。

表-1 内部火災対策の基本方針を踏まえた対策内容

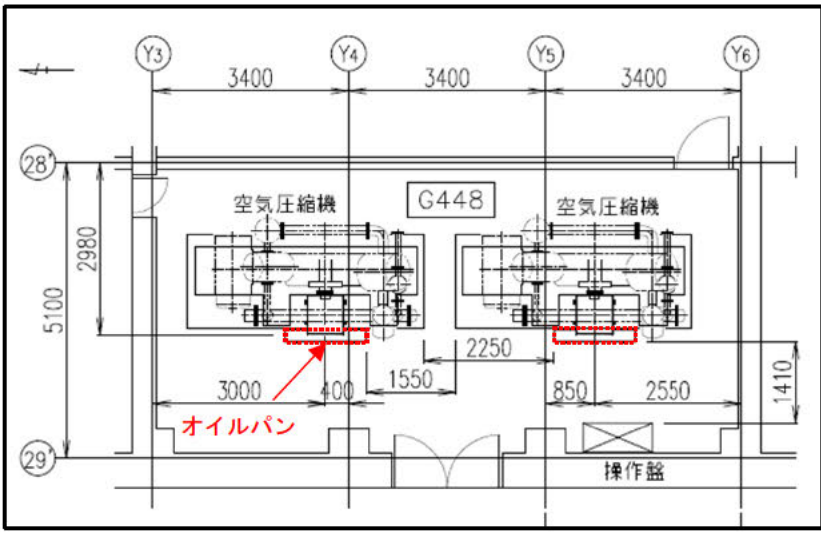
廃止措置計画変更認可申請書 (令和3年6月29日申請) 抜粋	高放射性廃液貯蔵場 (HAW)	ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟
<p>3. 火災防護対策のまとめ</p> <p>高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の火災防護対策 (発生防止, 感知及び消火, 影響軽減) について, 整理した。</p> <p>高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の火災防護対象設備に対する火災防護対策を整理した結果を表 3-1 に示す。</p> <p>ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の火災防護対象設備に対する火災防護対策を整理した結果を表 3-2 に示す。</p> <p>検討した対策の全体像は以下のとおりである。</p> <p>(1) 火災の発生防止対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設内に設置されている可燃物及び作業等に必要なために施設内に持ち込む可燃物の管理として, 鋼製のキャビネットに保管することを火災防護計画に定め, 管理を徹底する。 発火性物質及び引火性物質である潤滑油等を内包する機器については, 漏えいによって他の火災区画に広がって延焼の原因となる可能性のある場合に, 漏えい範囲を限定するためにオイルパンを設ける。 給電ケーブルについては, 発電炉等で用いられている難燃ケーブルと同種の難燃材料を使用していることを確認したが, 火災防護審査基準に指定された燃焼試験で性能を確認していないことから, 今後, 燃焼試験を実施し求められる性能を持つことを確認する。 <p>(2) 火災の感知及び消火</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設には消防法に基づく火災感知設備が設置されているが, 重要な安全機能を担う機器が設置されている区画には固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等を追加設置する (感知の多様化)。 火災区画内に金属製機器・配管やコンクリートのみがあって, 電気ケーブルや照明等の発火源もなく, 人が立ち入ることが出来ないセルについては火災の感知等の追加設置は実施しないが, 各セルの構造・内部の状況に応じて, 火災感知器に代わる別の監視手段として, 既設の温度計の使用や排気ダクトへの温度計の追加設置等の対策を講じる。 可燃物を内部で扱うセル (固化セル) については, 消防法に基づく自動火災報知設備の代替として, ITV カメラ及びセル内雰囲気温度計の併用により火災の感知を行う。 <p style="text-align: center;">6-1-1-6-83</p>	<p>【火災の発生防止】</p> <p>○可燃物管理 (鋼製のキャビネット等による保管)</p> <p>○潤滑油を多く内包する機器に対する オイルパンの設置</p> <p>○ケーブルの燃焼試験の実施</p> <p>【火災の感知及び消火】</p> <p>○火災感知設備の追加設置</p> <p>○セル内の異常感知手段の整備 (既設温度計の利用, 排気温度計の設置等)</p>	<p>【火災の発生防止】</p> <p>○可燃物管理 (鋼製のキャビネット等による保管)</p> <p>○潤滑油を多く内包する機器に対する オイルパンの設置</p> <p>○ケーブルの燃焼試験の実施</p> <p>【火災の感知及び消火】</p> <p>○火災感知設備の追加設置</p>
<ul style="list-style-type: none"> 消火設備としては消防法に基づき消火器及び屋内消火栓を設置し, 必要量の消火剤を確保している。また, 移動式消火設備 (消防ポンプ車等) を配備している。 可燃物を内部で扱わないセルについては, 上述したように火災の原因が存在しないことから, 消火設備を設けない。 可燃物を内部で扱うセル (固化セル) においては消火設備を設置していないことから, 万一, 火災が生じた場合には自然鎮火を待つ。この際に閉じ込め機能を担うインセルクーラが全て焼損し機能喪失した場合には温度の上昇によりセル内圧力が増加し, セルの負圧が低下するが, あらかじめ設けられた圧力放出系 (定常時とは別の廃気系統) が作動することにより, 閉じ込め機能 (セル内の負圧維持と計画された経路からの廃気) が維持できる設計となっている。ただし, 火災防護をより確実なものにするという観点から, 万一の火災の際にもセル内の遠隔操作設備を用いて遠隔操作で消火する等の対策 (スプレー型の簡易消火器による消火等) が行える体制を整備することとし, 具体的な対策の内容については火災防護計画に定める。 <p>(3) 火災の影響軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> 重要な安全機能を担う設備のうち, 多系統から構成される設備の筐体については 1 時間以上の耐火が見込める隔壁等によって系統間を分離するとともに, パッケージ型の自動消火設備を設ける。 重要な安全機能を担う設備のうち, 多系統から構成される設備のケーブルについては, 1 系統を 1 時間以上の耐火が見込める電線管又は耐火ラッピング等によって保護すると共に, 他の系統とは異なる火災区画を通すことが物理的に可能な場合については経路も分けることで可能な限り系統間を分離する。 多系統から構成される設備の一部の機器 (排風機やポンプ) については, 設置場所の状況から審査基準の要求に合致した耐火隔壁の設置や離隔距離の確保が困難である。しかしながら, 現場の状況から機器の保守管理への影響がない設置可能な範囲で耐火のための隔壁を設置することで, 火災影響拡大防止を図る。加えて, 火災が生じた場合に延焼を防止するために行う運転員による初期消火をより確実に行えるよう消火用資機材 (消火器, 防火服等) の充実や訓練の拡充を行うとともに, 万一, 複数系統が火災により同時損傷した場合は, 可搬型設備や予備電源ケーブル等を使用した事故対応により蒸発乾固事象に至るまでに高放射性廃液の崩壊熱除去に必要な機能を復旧させる。 <p style="text-align: center;">6-1-1-6-84</p>	<p>【火災の影響軽減】</p> <p>○パッケージ型自動消火設備の設置</p> <p>○ケーブルの分離敷設 (電源切替盤の新設を含む)</p> <p>○簡易耐火隔壁の設置 (機器の保守管理への影響がない範囲)</p> <p>○消火用資機材の充実 (消火器, 防火服, 排風機, サーモグラフィ等の配備)</p> <p>○代替策の整備 (予備ケーブルによる復旧)</p>	<p>○セル内消火用資材の配備, 手順の整備</p> <p>【火災の影響軽減】</p> <p>○パッケージ型自動消火設備の設置</p> <p>○ケーブルの耐火ラッピング</p> <p>○簡易耐火隔壁の設置 (機器の保守管理への影響がない範囲)</p> <p>○消火用資機材の充実 (消火器, 防火服, 排風機, サーモグラフィ等の配備)</p> <p>○代替策の整備 (予備ケーブルによる復旧)</p>

下線の項目が次回設工認対象

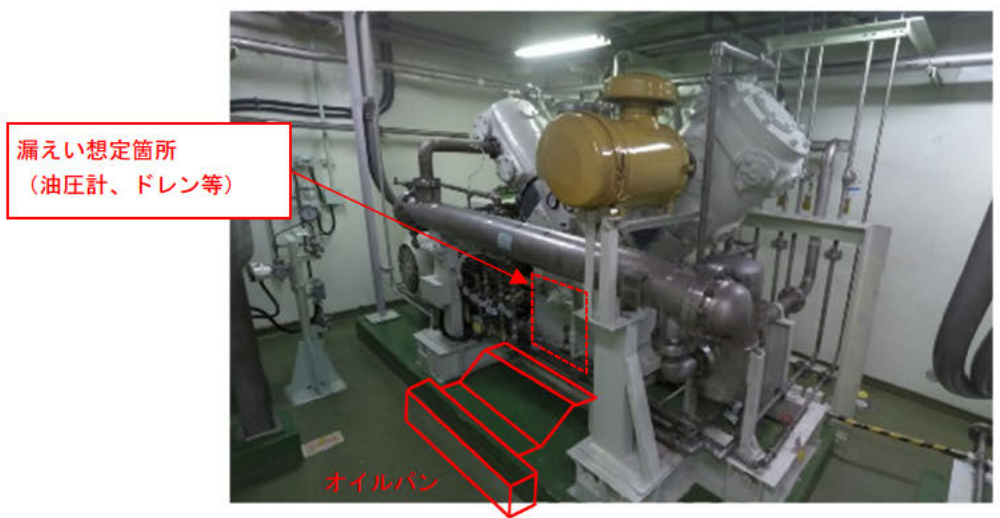
火災の発生防止（オイルパンの設置）

潤滑油を多く内包する機器に対して漏えい油の拡大防止のためオイルパンを設置する。

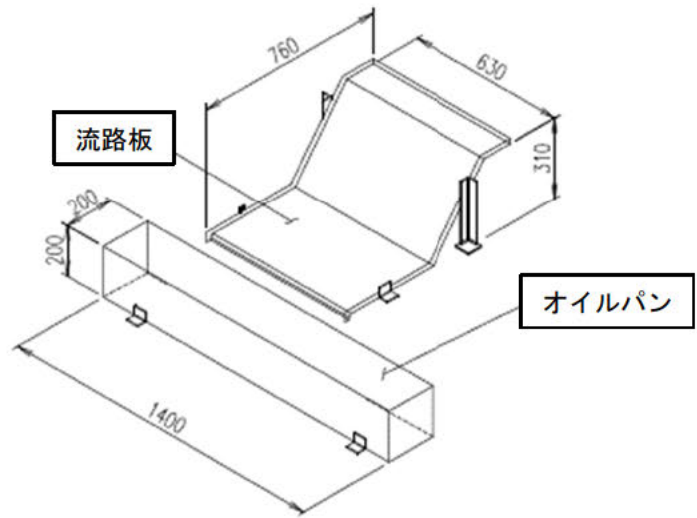
設置対象	空気圧縮機 (272K60, 272K61)	チラーユニット (272K110, 272K111, 272K112)
設置場所	G448	G542
材質	SUS304	SUS304
オイルパン容量 (内包潤滑油量)	約56 L (約53 L)	約32 L (約28 L)
固定方法	床面にアンカーボルトで固定	
設計上の考慮	<ul style="list-style-type: none"> ・機器のメンテナンス等に支障がないこと ・機器の支持構造に影響を及ぼさないこと 	



配置図



現場設置イメージ

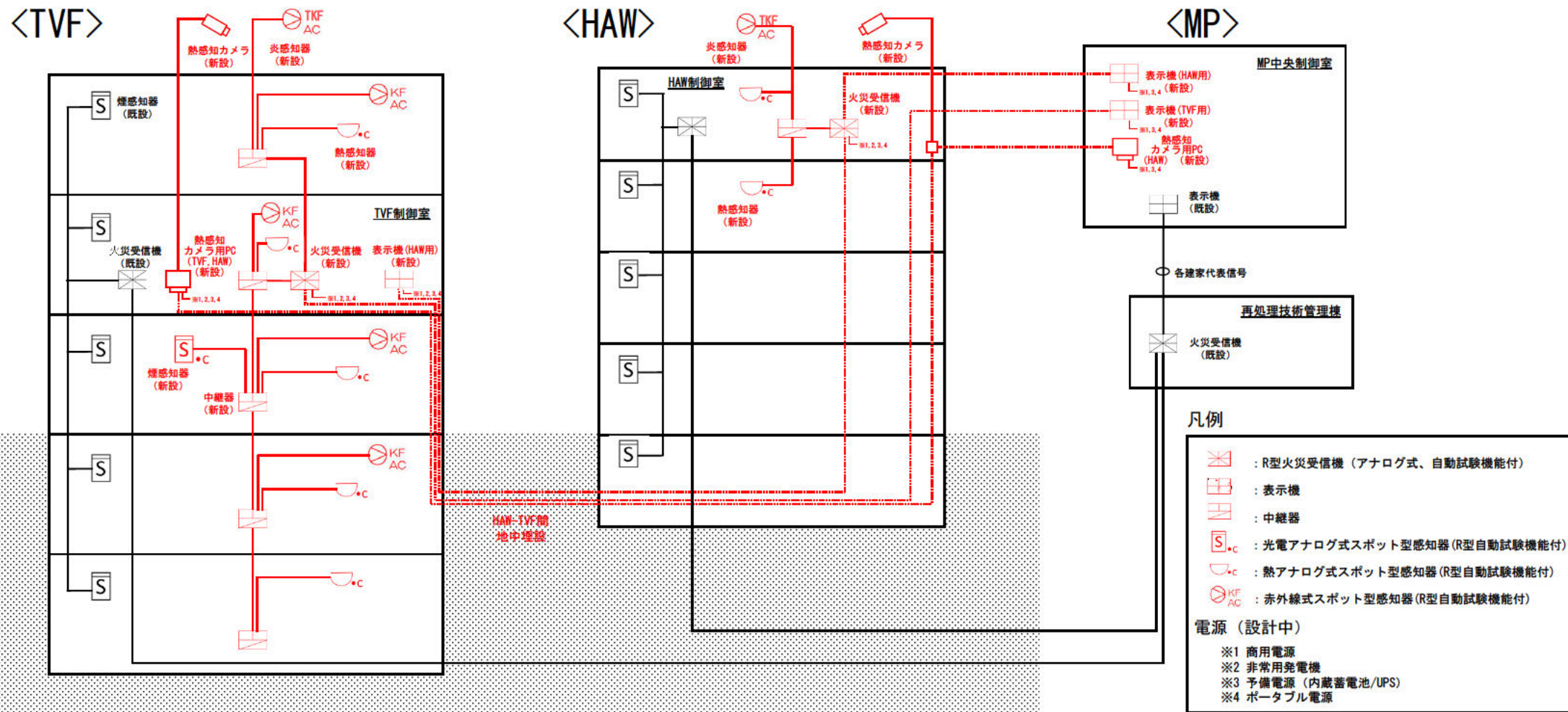


概略図

オイルパンの概要
(空気圧縮機の例)





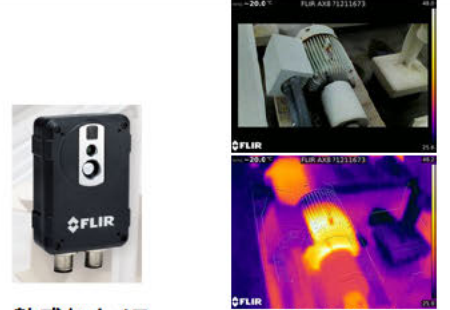
火災の感知及び消火（火災感知設備の設置）

重要な安全機能に係る設備が設置されている区画に既設の感知器に加えて新たに異なる感知方式の感知器を設置する。



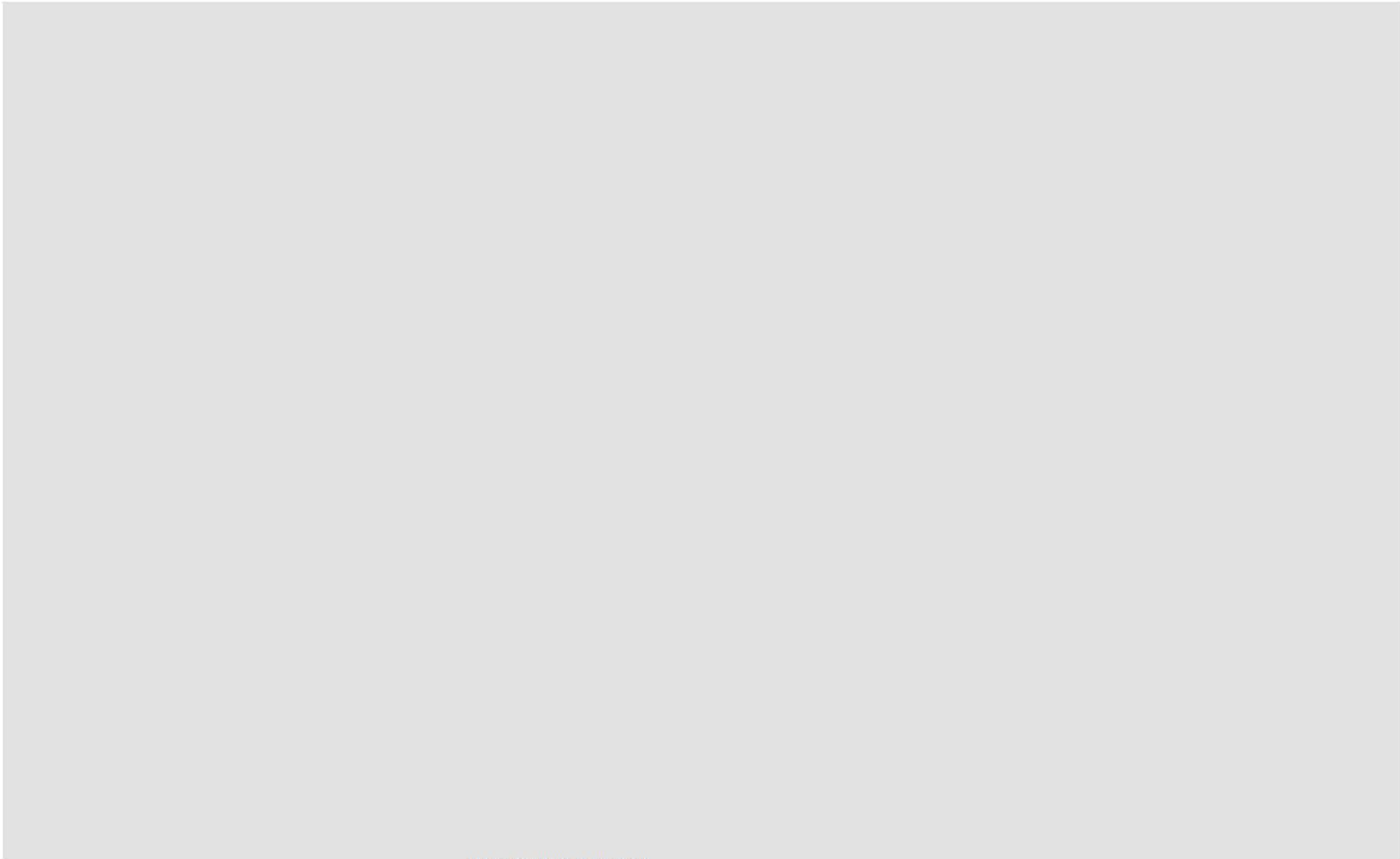
	TVF	HAW	MP
対象区画	44区画、屋上	29区画、屋上	—
感知器（追加）	約300基 ※ （熱感知器：248基、炎感知器：38基、煙感知器：8基、熱感知カメラ：6基）	約126基 ※ （熱感知器：97基、炎感知器：17基、熱感知カメラ：12基）	—
監視機器	【TVF制御室】 ・火災受信機（TVF） ・メッセージ表示機（HAWの火災信号を受信・表示） ・熱感知カメラ用PC（TVFとHAWの熱感知カメラの映像）	【HAW制御室】 ・火災受信機（HAW）	【MP中央制御室】 ・メッセージ表示機（HAWの火災信号を受信・表示） ・メッセージ表示機（TVFの火災信号を受信・表示） ・熱感知カメラ用PC（HAWの熱感知カメラの映像）

追加設置する感知器等の仕様

機器	仕様		配置等	外観 例
熱感知器	<ul style="list-style-type: none"> 熱アナログ式スポット型 能美防災製 自動試験機能付き 概略寸法：Φ99×83mm 質量：約103g 	<ul style="list-style-type: none"> 公称感知温度：40℃～85℃（1℃刻み） 確認灯：赤色発光ダイオード 	<p>【設置区画】</p> <p>HAW屋内 TVF屋内</p>	
煙感知器	<ul style="list-style-type: none"> 光電アナログ式スポット型 能美防災製 自動試験機能付き 概略寸法：Φ99×80mm 質量：約109g 	<ul style="list-style-type: none"> 公称感知濃度：2.4～17.2%（0.2%/m刻み） 確認灯：赤色発光ダイオード 	<p>【設置区画】</p> <p>TVF屋内（トラックロック）</p>	
炎感知器	<ul style="list-style-type: none"> 赤外線式スポット型 能美防災製 自動試験機能付き 概略寸法：106mm×106mm×390mm 質量：約350g 保護等級：IP66相当（耐塵、暴噴流性能） 	<ul style="list-style-type: none"> 監視方式：赤外線3波長式 公称監視距離：最大25m（中心から50°）～45m（中心0°C） 視野角：100°（中心から50°） 確認灯：赤色発光ダイオード 	<p>【設置区画】</p> <p>HAW屋上 TVF屋上 TVF屋内の一部区画（高さが8m以上あり熱感知器を設置できない区画）</p>	
火災受信機	<ul style="list-style-type: none"> GR型受信機 アナログ式、自動試験機能付 能美防災製 概略寸法：H850mm×W480mm×D150mm 質量：約31kg 壁掛型（壁にボルトで固定） 	<ul style="list-style-type: none"> 常時監視方式 予備電源（密閉形蓄電池内蔵） 	<p>【設置区画】</p> <p>HAW制御室 TVF制御室</p>	 <p>火災受信機 メッセージ表示機</p>
表示機	<ul style="list-style-type: none"> メッセージ表示機 能美防災製 概略寸法：H240mm×W170mm×D65mm 質量：約1.1kg 壁掛型（壁にボルトで固定） 	<ul style="list-style-type: none"> 表示機には火災受信機に表示された全ての情報が表示される。 	<p>【設置区画】</p> <p>MP中央制御室（HAW用、TVF用） TVF制御室（HAW用）</p>	
熱感知カメラ	<ul style="list-style-type: none"> FLIR社製 寸法：54mm×25mm×95mm 重量：約125g 防水防塵性能：IP67準拠 アラーム機能：有（設定した温度閾値を超えた場合にアラーム出力） 	<ul style="list-style-type: none"> 視野角：48°×37° 温度測定範囲：-10℃～150℃ 温度分解度：0.1℃（at30℃） 温度測定精度：±2℃ 熱感知カメラの映像及び温度は、熱感知カメラ用PCで監視。 	<p>【設置区画】</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱感知カメラ HAW屋上 TVF屋上 監視用PC MP中央制御室（HAW用） TVF制御室（HAW用） 	 <p>熱感知カメラ 監視映像 例 <67> (HAW二次系の送水ポンプ)</p>

火災感知設備の配置

追加設置する火災感知器は、消防法施行規則に基づき、床面積や取付け面の高さ等を考慮して配置する。



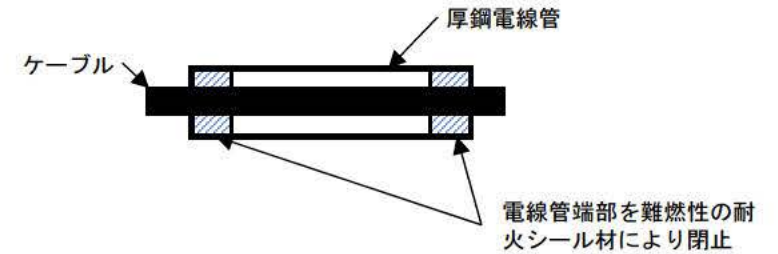
火災感知設備配置図
(HAW施設 4階の例)

※詳細配置について設計中

火災の影響軽減（ケーブルの分離敷設）

重要な安全機能に係るケーブルの片系統を厚鋼電線管に収納し、可能な範囲で両系統がそれぞれ異なる火災区画になるよう敷設し直す。

ケーブル	材質: 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル 難燃性: 延焼性 (IEEE383-1974垂直トレイ燃焼試験相当) 自己消火性 (UL1581 (Fourth Edition) 1080VW-1UL垂直燃焼試験)
電線管	適用規格: 厚鋼電線管 (JISC8305) 端部の開口部を難燃性の耐火シール材で閉止



電線管端部の閉止 概略図

現状

ケーブルの分離敷設後

※詳細ケーブルルートについては設計中

火災の影響軽減（電源切替盤の設置）

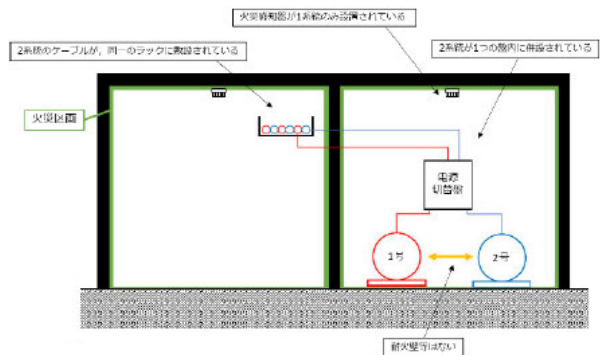
ケーブルの系統分離に伴い、分離した系統について移動式発電機からの給電を受けるための電源切替盤を設置する。

廃止措置計画変更認可申請書（令和3年6月29日申請） 抜粋

現状

- 重要な安全機能を有する機器のうち、槽類排風機、予備循環ポンプ等の機器は、互いに相違する系列が同一の火災区画内に設置されており、耐火能力を有する隔壁等で分離されておらず、離隔距離も6 m以内である。

- 電源切替盤は、両系統共用の盤となっている。
- 消防法にのっとり、消火器及び屋内消火栓を設置している。
- 自動消火設備が設置されている区画はない。



対応策

施設の現状を踏まえ、火災防護審査基準の要求事項に対応するための方法、又は代替策に係る考え方を以下に示す。

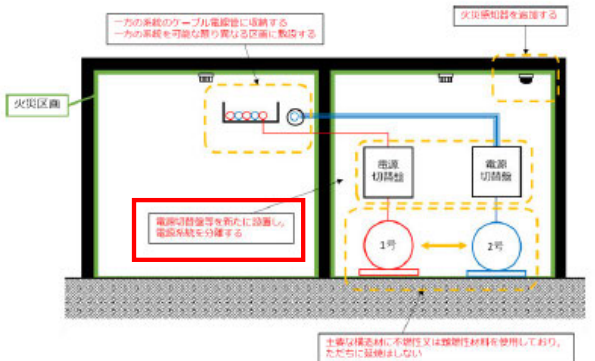
潤滑油等を多量に内包する機器については、拡大防止対策として、燃焼面積を抑制するためのオイルパンを設置する。

排風機及びポンプ等については、主要な構造材に不燃性材料又は難燃性材料を使用しており、直ちに延焼はしない。

また、両系統が共存している電源切替盤については、一方の系統を1時間の耐火能力を有する電源切替盤等を新設し、移設する。

これらのことから、火災が生じた場合でも直ちに延焼しないことから、延焼するまでの間に感知・消火できるよう、感知器の多様化を行うとともに、ケーブルが敷設されている火災区画の近辺に消火用資機材（消火器、防火服等）を追加で配備し、迅速に消火を行うことができるよう対策する。

万一、内部火災により防護対象設備が機能を喪失した場合は、予備ケーブル等の予備品により機能回復を図るとともに、並行して事故対処設備により重要な安全機能を維持できるよう、事故対処に係る作業エリア、アクセスルート及び資機材に対し、火災の影響を受けないよう対策を講じる。



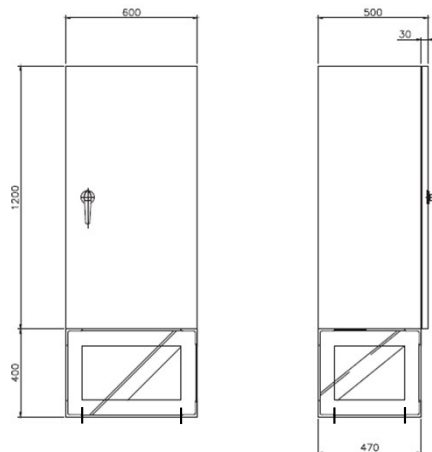
電源切替盤の設置

設置場所：G353, G441, G449, A421, A442, A425, W461, W462, 屋上

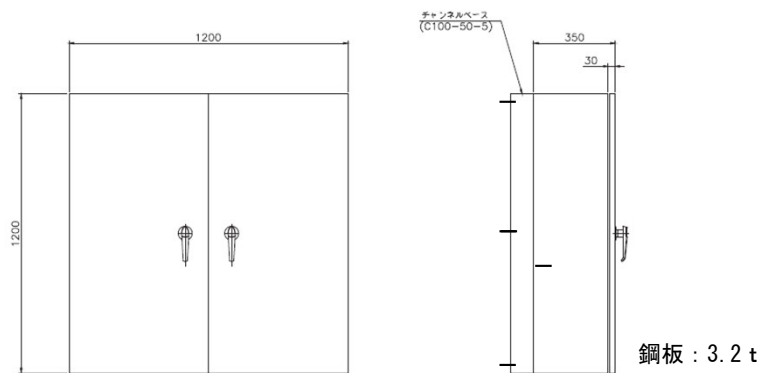
形式：自立型、壁掛型

固定方法：壁又は床にアンカーボルトで固定

耐震分類：Sクラス



自立型の構造 例
槽類換気系排風機（K463, K464）用



壁掛型の構造 例
二次系の送水ポンプ（P8060, P8061）用

火災の影響軽減（パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備の設置）

重要な安全機能を有する機器のうち、電源盤及び分電盤については、機能喪失時の影響が大きいことから、既製品のパッケージ型消火設備等の簡易的な設備を設置し、火災の発生から運転員が駆け付け消火活動を開始するまでの時間余裕度を確保する。

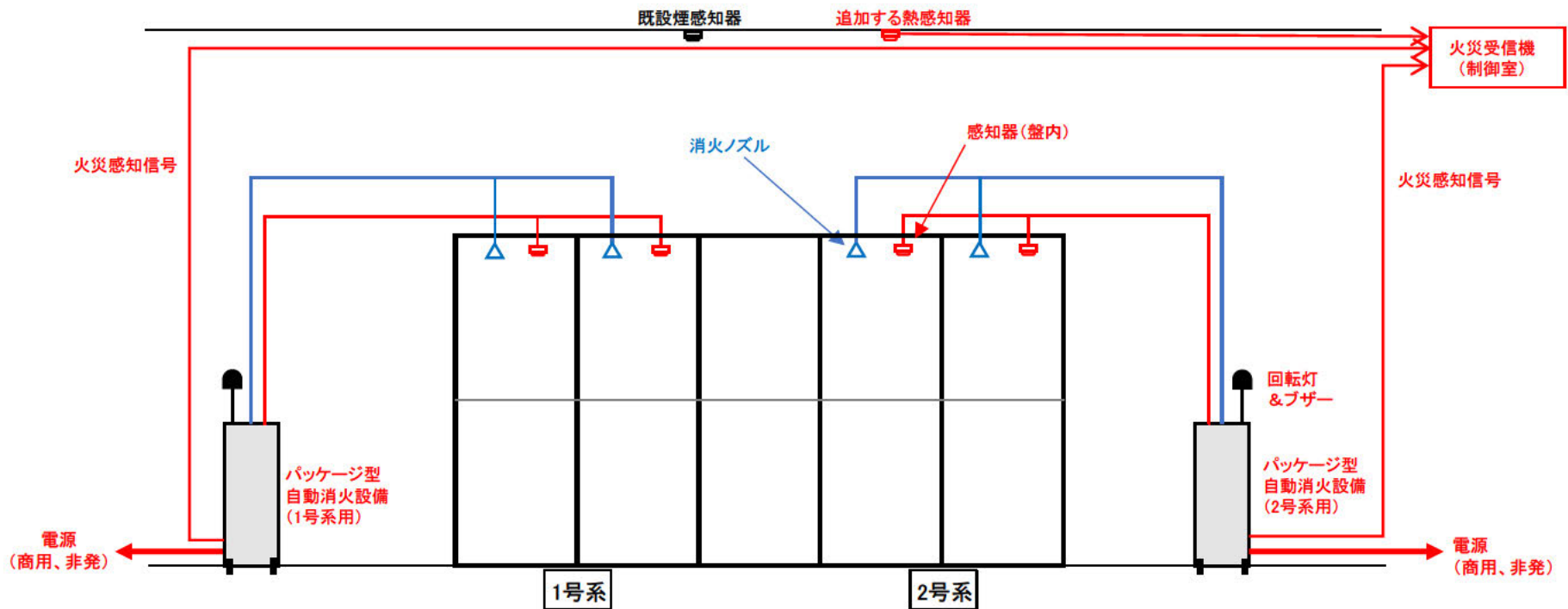
設置対象	高圧受電盤（DX）、低圧配電盤（DY）、動力分電盤（HM-1, HM-2）
設置場所	W461, G355
形式、メーカー	自立型
消火剤	ハロン1301
固定方法	床にアンカーボルトで固定
設計上の考慮 設備への影響	<ul style="list-style-type: none"> 電源設備の保守作業に支障のないよう配置する。 地震による転倒防止等の対策を講じて波及的影響を防止する。 消火剤（ハロン1301）は電気絶縁性が高いため、誤作動した場合でも電源設備の安全機能に支障を及ぼすおそれはない。
その他	（参考） 盤間のケーブル貫通部は既製品の耐火パテで閉止するとともに、盤内に既製品の消火シート（火災時に内部の消火剤が放出するシート）を設置して、延焼を防止することを検討している。



外観写真 例



内部構造 例



パッケージ型ハロゲン化物自動消火設備のシステム構成 イメージ
(HAWの低圧配電盤DYの場合)

※詳細構成については設計中

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の

浸水防止設備(浸水防止扉)の耐津波補強工事

(再処理施設に関する設計及び工事の計画)

【概要】

令和2年8月7日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(令和2年9月25日認可)に示した計画に従い、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の浸水防止設備(浸水防止扉:TVF-1~TVF-10)について、廃止措置計画用設計津波と漂流物衝突・余震の重畳を考慮した津波影響評価、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震評価を実施した。この結果、TVF-1~TVF-9については十分な強度があることを確認できたが、TVF-10については、一部の部位(2カ所)の耐震性が不足することが確認できたため、耐震補強を行う。

本補強にあたっては、材料検査、据付・外観検査等により、設計を満足していることを確認する。

令和3年7月29日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 目的

令和 2 年 8 月 7 日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(令和 2 年 9 月 25 日認可)の「別添 6-1-3-3 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の廃止措置計画用設計津波に対する津波影響評価に関する説明書」の「Ⅲ-2 設計津波に対する浸水防止設備(浸水防止扉)の強度評価」に基づき、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の浸水防止設備(浸水防止扉:TVF-1~TVF-10)について、廃止措置計画用設計津波と漂流物衝突・余震の重畳を考慮した津波影響評価、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震評価を実施した(添付-1:津波評価(TVF-10)、添付-2 耐震評価(TVF-10)の閉状態での補強後評価結果)を示す。

この結果、TVF-1~TVF-9 については十分な強度があることを確認できたが、TVF-10 については、一部の部位(発生応力が部材耐力を超える部位 2 か所:締結金物、扉体止めブラケット)の耐震性が不足することが確認できたため、耐震補強を行う。

2. 設備概要

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟外壁の扉及びシャッター一部には、緊急安全対策として T.P.+14.4 m の範囲で浸水防止扉を設置(浸水防止扉 TVF-1, 浸水防止扉 TVF-2, 浸水防止扉 TVF-3, 浸水防止扉 TVF-4, ガラリ延長ダクト TVF-5, 浸水防止扉 TVF-6, 浸水防止扉 TVF-7, ガラリ延長ダクト TVF-8, 窓遮へい板 TVF-9 及び浸水防止扉 TVF-10)している(図-1)。

浸水防止扉(TVF-1~4, 6, 7, 10)は、片開型又は横引型の鋼製扉であり、扉板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配し、扉体部品(ヒンジ、扉支持金具、締結金具)及びアンカーボルトから構成され、扉を扉枠に支持させる構造である。扉枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である(図-2)。

ガラリ延長ダクト(TVF-5, 8) は、給排気口ボックス、ダクト配管及びダクトカバーから構成される。給排気口ボックスは鋼製の箱であり、板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配し、外枠をアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。ダクト配管は給排気口ボックスとダクトカバーを連結する配管であり、リングガーダをアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。また、ダクトカバーは鋼製の箱であり、外枠をアンカーボルトで建家壁面に固定する構造である。

窓遮へい板(TVF-9)は、扉板の背面に芯材(主桁)を配した構造である。枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

3. 設計条件

浸水防止扉である TVF-1~4, TVF-6, TVF-7 は、通常が閉状態であることから閉の状態での強度評価を行う。浸水防止扉 TVF-10 は、平日日勤時の時間帯にお

ける運転員及びその他の職員等の通行のため、開状態となっているものの、大津波警報が発令された場合は、津波襲来前に当該浸水防止扉の閉操作が可能であることを確認している。このため、浸水防止扉 TVF-10 については、閉状態での評価に加え、開状態における耐震評価を実施する。

本補強においては、廃止措置計画用設計地震動が作用したとしても当該浸水防止扉からの浸水が生じさせないようにする。これにより、建家内部に設置されている安全機能を担う設備が設計津波により機能を喪失するおそれがないようにする。

補強後の強度評価は、令和2年8月7日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(令和2年9月25日認可)の高放射性廃液貯蔵場(HAW)と同様の方法、手順により実施し、設定している廃止措置計画用設計地震動を踏まえ、浸水防止扉の評価部位の発生応力が許容限界内に収まることを確認する。

4. 設計方針

廃止措置計画用設計地震動に対して耐力が不足する箇所は、TVF-10 の締結金物と扉体止めブラケットである(図-3、図-4)。

締結金物は、閉状態で固定するレバーであり、板厚を 16mm から 19mm、材質を SM400 から SM490 に材質を変更することにより部材自体の構造強度を上げる(図-5)。

扉体止めブラケットは扉を開状態で固定するものであり、H 型鋼材から角型鋼材への材質を変更することにより揺れに対して構造強度を上げる(図-6)。

5. 工事の方法

本工事で交換する締結金物と扉体止めブラケットを図-5、図-6 に示す。これらは浸水防止扉及び床面にボルトで固定されていることから、ボルトを外し既設と交換する。

本工事を行うにあたっては、施工範囲を養生等実施したのちに行う。本工事は、扉板や扉枠の変更はなく、ボルトで固定している交換可能な部品であり、扉の機能への波及的な影響は生じない。

本工事において、材料検査、据付・外観検査、寸法検査を実施する。

5. 安全機能への影響

非管理区域のガラス固化技術管理棟とガラス固化技術開発棟間の連絡通路の浸水防止扉であり、施設の閉じ込め機能への影響はない。

また、工事の際には、扉の開閉や事故対処の妨げにならないようにする。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-1に示す。

表-1 補強対策に係る工事工程表

	令和3年度										備考	
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
補強工事												

※ 工事工程は他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

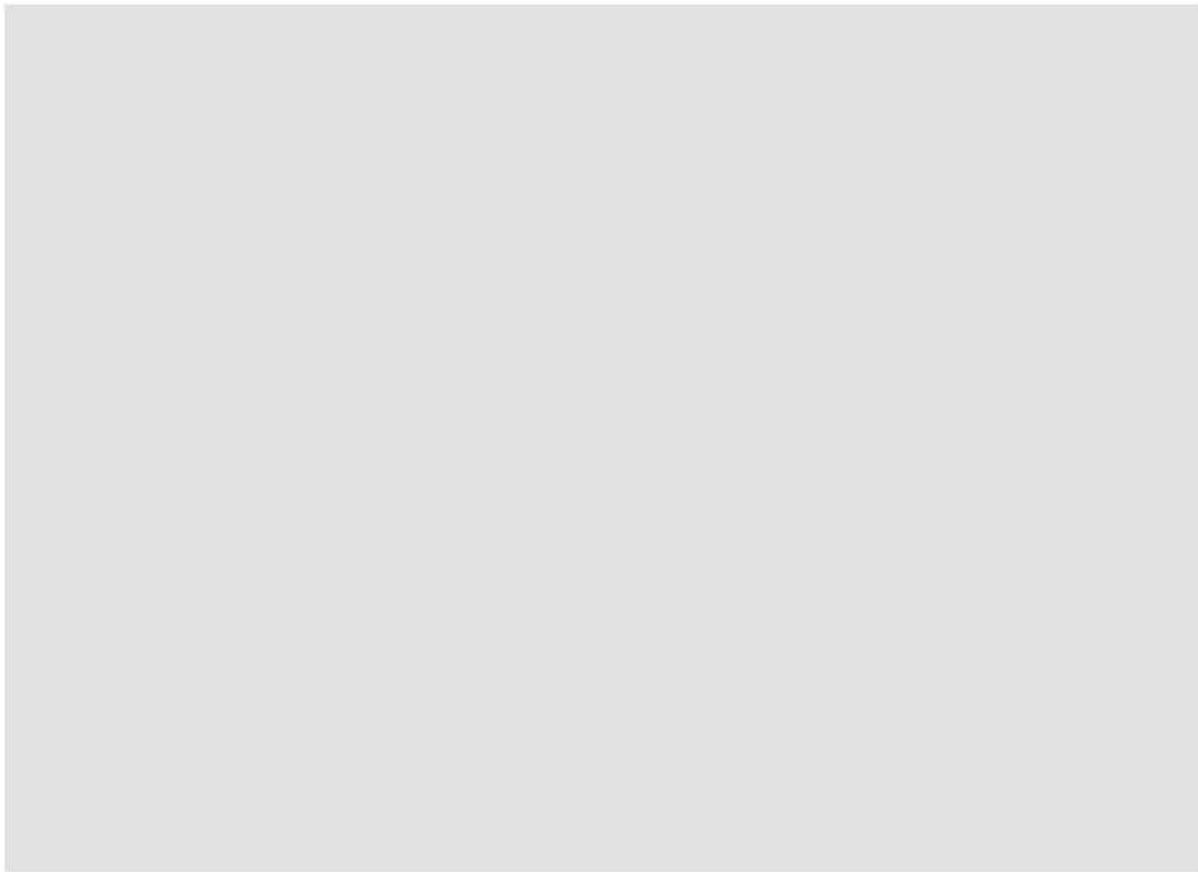


図-1 浸水防止設備の設置位置図
(ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟)



TVF-1



TVF-2



TVF-3



TVF-4



TVF-6



TVF-7



TVF-10

図-2 浸水防止設備の設置状態 (片開きスイング扉)

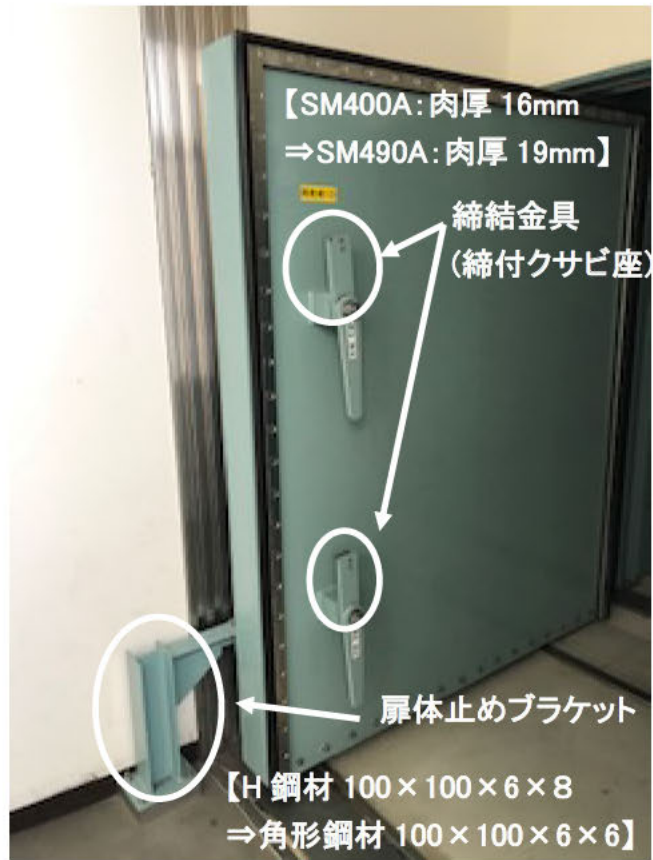
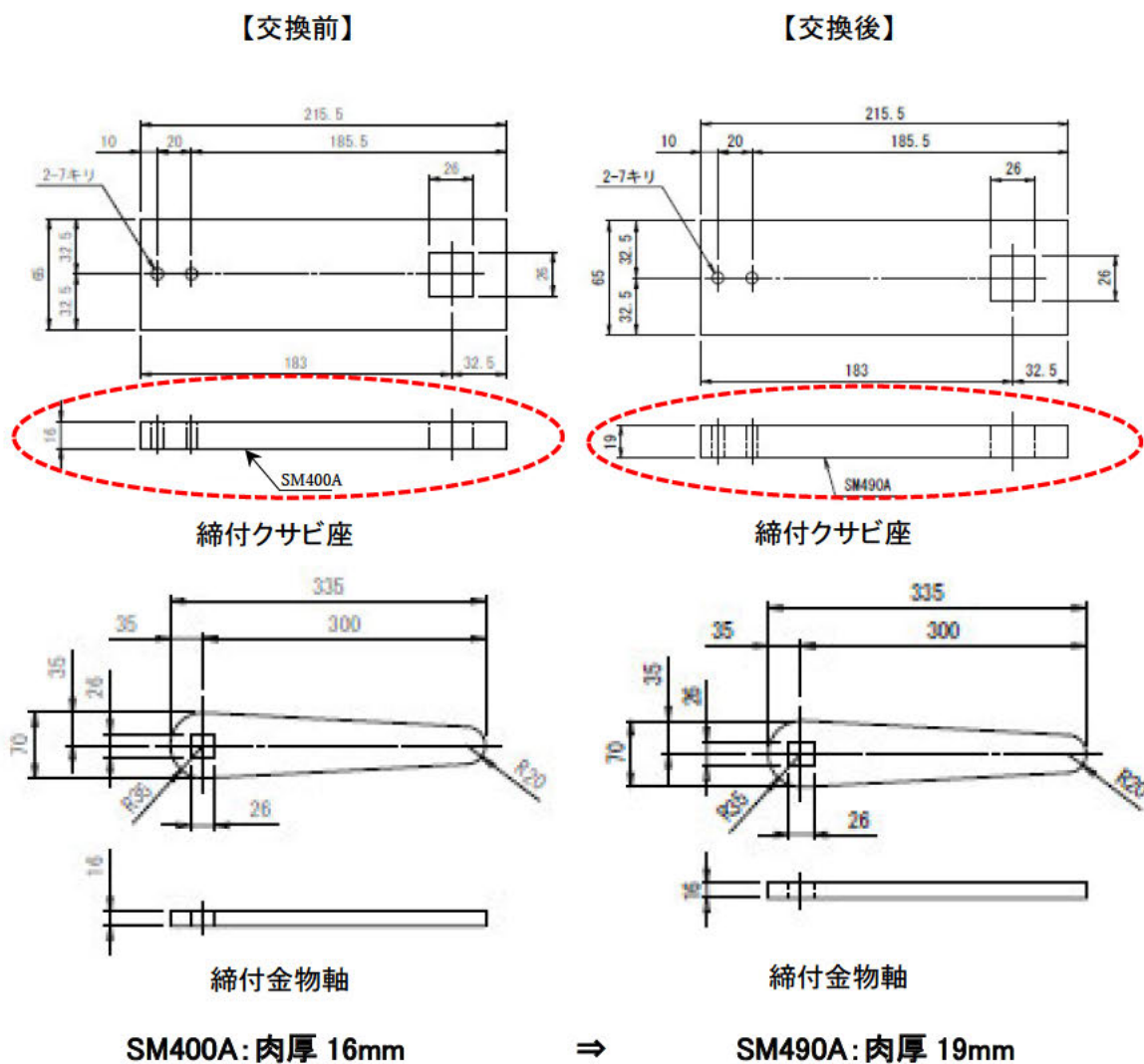


図-3 浸水防止扉 TVF-10（開状態）の耐震補強を行う箇所



図-4 浸水防止扉 TVF-10（閉状態）

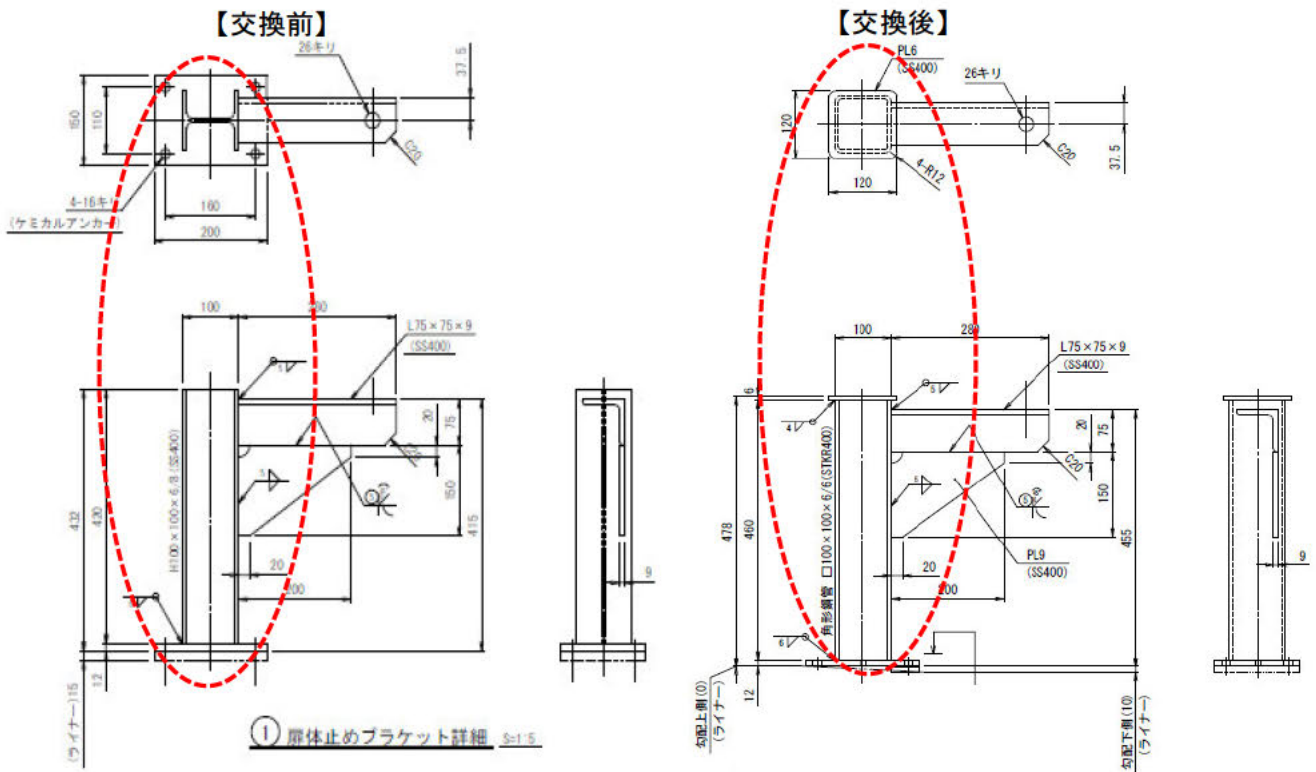


締結金具の強度評価結果

	発生応力(N/mm ²)	許容応力(N/mm ²)	応力比
交換前: 16mm-SM400A	270	235	1.15
交換後: 19mm-SM490A	192	315	0.61

応力比は、発生応力/許容応力を示す。

図-5 締結金具の概要図



H 鋼材 100×100×6×8

⇒

角形鋼材 100×100×6×6

扉体止めブラケットの強度評価結果

	発生応力(N/mm ²)	許容応力(N/mm ²)	応力比
交換前:H 鋼材	419	235	1.79
交換後:角形鋼管材	51	235	0.22

応力比は、発生応力/許容応力を示す。

図-6 扉体止めブラケットの概要図

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟
設計津波に対する浸水防止設備（浸水防止扉）の強度評価

1. 概要

本資料は、令和2年9月25日付け原規規発第2009252号にて認可を受けた廃止措置計画の変更認可申請書 別添6-1-3-3「I ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針」(令02 原機(再)029)に基づき、津波荷重及び余震を考慮した荷重に対して、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟に設置している浸水防止設備の構造強度の評価結果を示すものである。

設計津波が到達する建家の開口部に設置している浸水防止設備(浸水防止扉 TVF-1, 浸水防止扉 TVF-2, 浸水防止扉 TVF-3, 浸水防止扉 TVF-4, ガラリ延長ダクト TVF-5, 浸水防止扉 TVF-6, 浸水防止扉 TVF-7, ガラリ延長ダクト TVF-8, 窓遮へい板 TVF-9 及び浸水防止扉 TVF-10)について評価を行う。

浸水防止扉である TVF-1~4, TVF-6, TVF-7 は、通常が閉状態であることから閉の状態での強度評価を行う。浸水防止扉 TVF-10 は、平日日勤時は通行のため開状態、夜間休日時は閉状態であることから、開状態及び閉状態における強度評価を行う。

2. 一般事項

2.1 配置概要

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟における浸水防止設備の設置位置図を図 2-1-1 に示す。

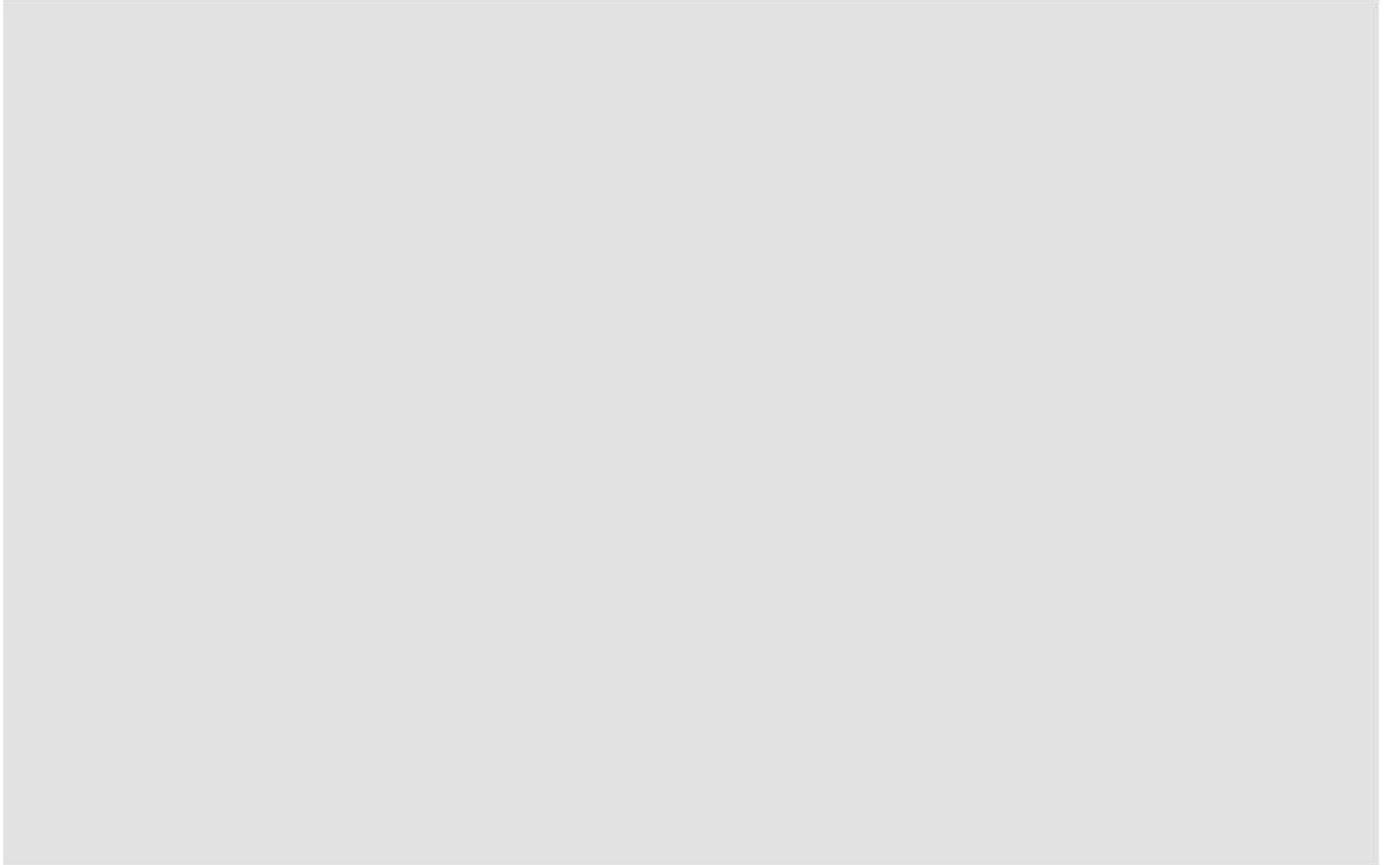


図 2-1-1 浸水防止設備の設置位置図
(ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟)

2.2 構造概要

浸水防止扉(TVF-1～4, 6, 7, 10)は、片開型又は横引型の鋼製扉であり、扉板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配した構造である。扉枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

ガラリ延長ダクト(TVF-5)は、排気口ボックス、ダクト配管及びダクトカバーから構成される。排気口ボックスは鋼製の箱であり、板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配し、外枠をアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。ダクト配管は排気口ボックスとダクトカバーを連結する配管であり、リングガードをアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。また、ダクトカバーは鋼製の箱であり、外枠をアンカーボルトで建家壁面に固定する構造である。

ガラリ延長ダクト(TVF-8)は、給気口ボックス、ダクト配管及びダクトカバーから構成される。給気口ボックスは鋼製の箱であり、板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配し、外枠をアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。ダクト配管は給気口ボックスとダクトカバーを連結する配管であり、リングガードをアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。また、ダクトカバーは鋼製の箱であり、外枠をアンカーボルトで建家壁面に固定する構造である。

窓遮へい板(TVF-9)は、扉板の背面に芯材(主桁)を配した構造である。枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

2.3 評価方針

浸水防止設備の強度評価は、核燃料サイクル工学研究所 再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書 別添 6-1-3-3「I ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、浸水防止設備の評価部位の発生応力が許容限界内に収まることを確認する。

各設備の評価部位の発生応力は「荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重から、「計算方法」に示す方法により算出し、許容限界は「許容限界」に示す値とする。

浸水防止設備の強度評価フローを図 2-3-1 に示す。評価部位は、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達経路を考慮して設定する。

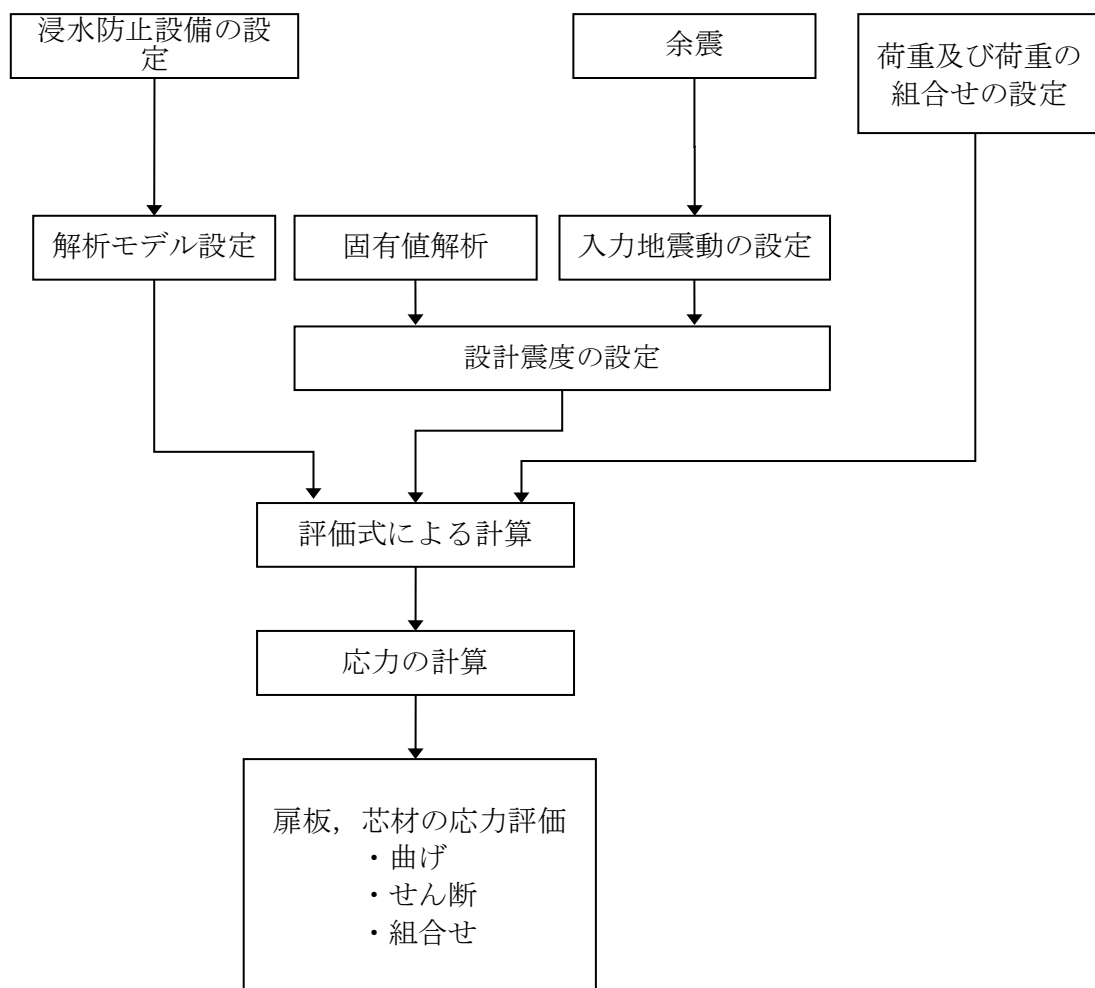


図 2-3-1 強度評価フロー

2.4 適用基準

適用する基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令
- (2) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005 改定）
- (3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）
- (4) 日本工業規格 JIS G 4304（2012）熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

3. 浸水防止扉(TVF-1)
省略
4. 浸水防止扉(TVF-2)
省略
5. 浸水防止扉(TVF-3)
省略
6. 浸水防止扉(TVF-4)
省略
7. ガラリ延長ダクト(TVF-5)
省略
8. 浸水防止扉(TVF-6)
省略
9. 浸水防止扉(TVF-7)
省略
10. ガラリ延長ダクト(TVF-8)
省略
11. 窓遮へい板(TVF-9)
省略

12. 浸水防止扉 (TVF-10)

12.1 記号の説明

浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる記号を表 12-1-1 に示す。

表 12-1-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	定義	単位
h	波力算定用津波高さ	m
P_{hn}	該当部位の扉板及び主桁に作用する単位面積あたりの静水圧荷重	kN/m^2
ρ	海水の単位体積重量 (密度)	t/m^3
g	重力加速度	m/s^2
H_{Xn}	当該部分の浸水深	m
K_S	単位面積あたりの余震による地震荷重	t/m^2
S_d	弾性設計用地震動	
G	扉体自重	t
K_H	水平震度	—
b	扉全体の受圧幅	m
H_g	受圧高	m
P'_n	該当部位の縦桁に作用する単位長さあたりの荷重	kN/m
P_n	該当部位の扉板及び主桁に作用する単位面積あたりの荷重	kN/m^2
B	受圧幅	m
$\sigma_{pa\ n\ m}$	津波と地震荷重により扉板に生じる応力 (区画 n, m)	N/mm^2
σ_p	扉板に生じる応力	N/mm^2
t	扉板の板厚	mm
β, β_n	扉板に発生する応力の応力係数	—
C_n	扉板の短辺側の長さ	mm
	該当部位の主桁が受ける単位長さあたりの荷重	kN/m
a_n	主桁ピッチ	m
M_n	主桁に生じる曲げモーメント	$\text{kN}\cdot\text{m}$
L	主桁の長さ	m
Q_n	主桁に生じるせん断力	$\text{kN}\cdot\text{m}$
σ_n	主桁に生じる曲げ応力	N/mm^2
Z_{Xn}	主桁の断面係数	mm^3
τ_n	主桁に生じるせん断応力	N/mm^2
A_{Wn}	主桁のせん断断面積	mm^2

表 12-1-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる記号 (2/2)

記号	定義	単位
σ_{cn}	主桁に生じる組合せ応力	N/mm ²
σ_c	主桁に生じる組合せ応力 (最大値)	N/mm ²
b_m	縦桁ピッチ	m
M'_n	縦桁に生じる曲げモーメント	N・m
P_{an}	該当部位の縦桁に作用する単位長さあたりの直線形分布荷重	kN/m
P_{bn}	該当部位の縦桁に作用する単位長さあたりの等分布荷重	kN/m
Q'_n	縦桁に生じるせん断力	kN
σ'_n	縦桁に生じる曲げ応力	N/mm ²
Z'_{xn}	縦桁の断面係数	mm ³
τ'_n	縦桁に生じるせん断応力	N/mm ²
A'_{wn}	縦桁のせん断断面積	mm ²
σ'_{cn}	縦桁に生じる組合せせん断応力	N/mm ²
σ'_c	縦桁に生じる組合せせん断応力 (最大値)	N/mm ²

12.2 評価部位

評価部位は、浸水防止扉（TVF-10）の構造上の特徴を踏まえ選定する。

浸水防止扉（TVF-10）は、基礎・支持構造として扉開放時においては、ヒンジにより扉が扉枠に固定され、扉閉止時においては、締付装置により扉が扉枠に固定される構造である。また、扉枠を建家の開口部周辺に、アンカーボルトにより固定する構造である。

主体構造として片開型の鋼製扉であり、鋼製の扉板に芯材を取付け、扉に設置された締付装置を鋼製の扉枠に、差し込み、扉と扉枠を一体化させる構造である。また、扉と扉の接続はヒンジを介する構造である。

浸水防止扉(TVF-10)に生じる津波に伴う荷重は、扉板から芯材、芯材が扉枠に伝達される。また、枠体はアンカーボルトにより壁と一体化しており荷重は躯体に伝わる。

浸水防止扉(TVF-10)の構造図を図 12.2-1、評価部位を図 12.2-2 に示す。

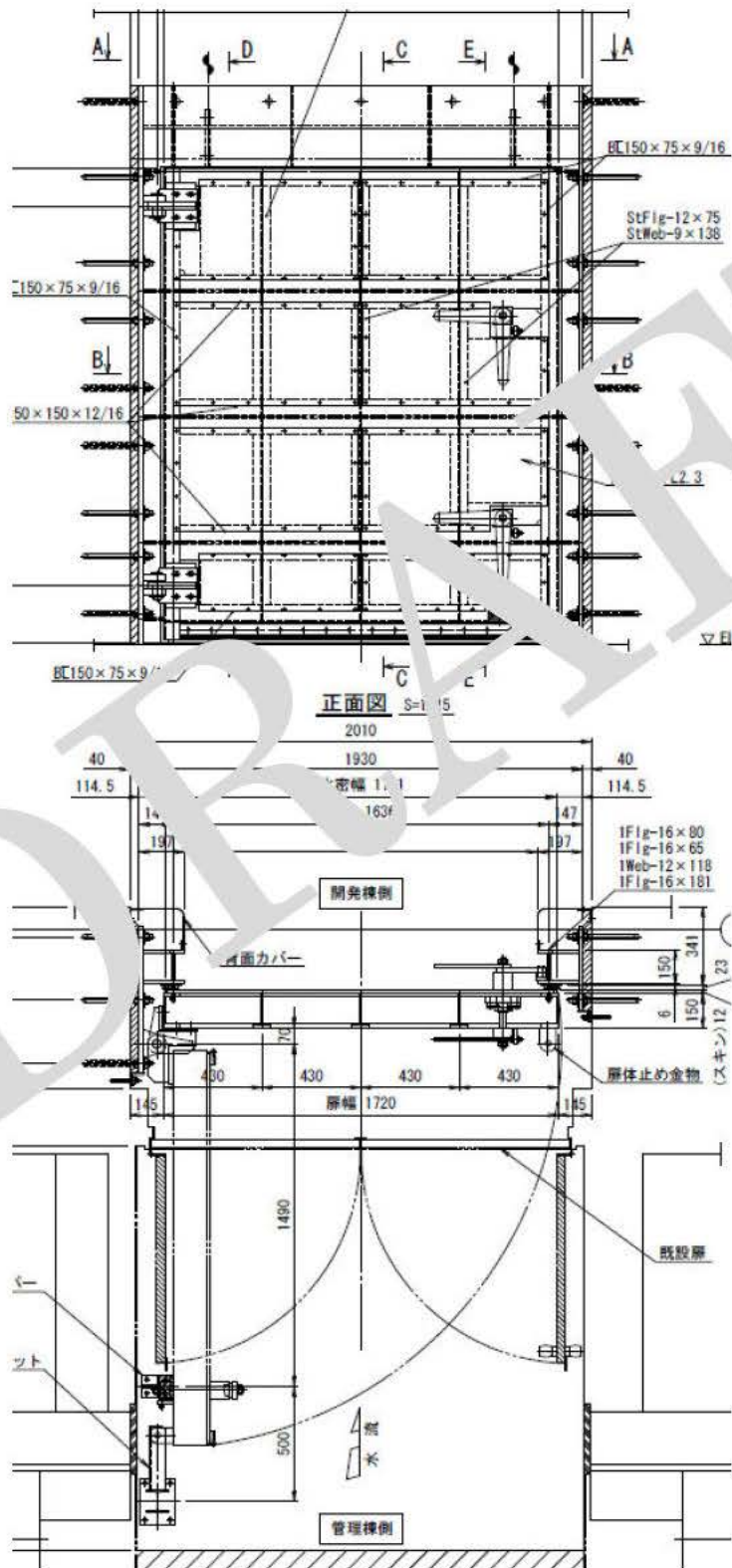


図 12. 2-1 浸水防止扉 (TVF-10) の構造図 (1/2)

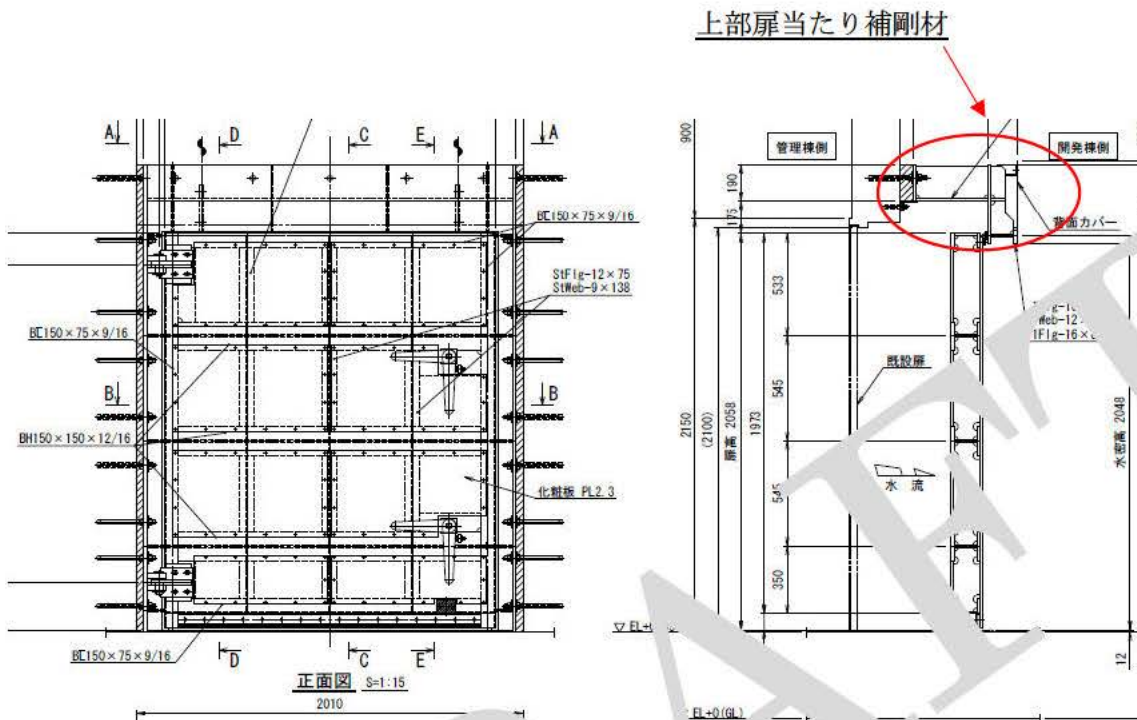


図 12.2-1 水止扉 (VF-1) の構造図 (2/2)

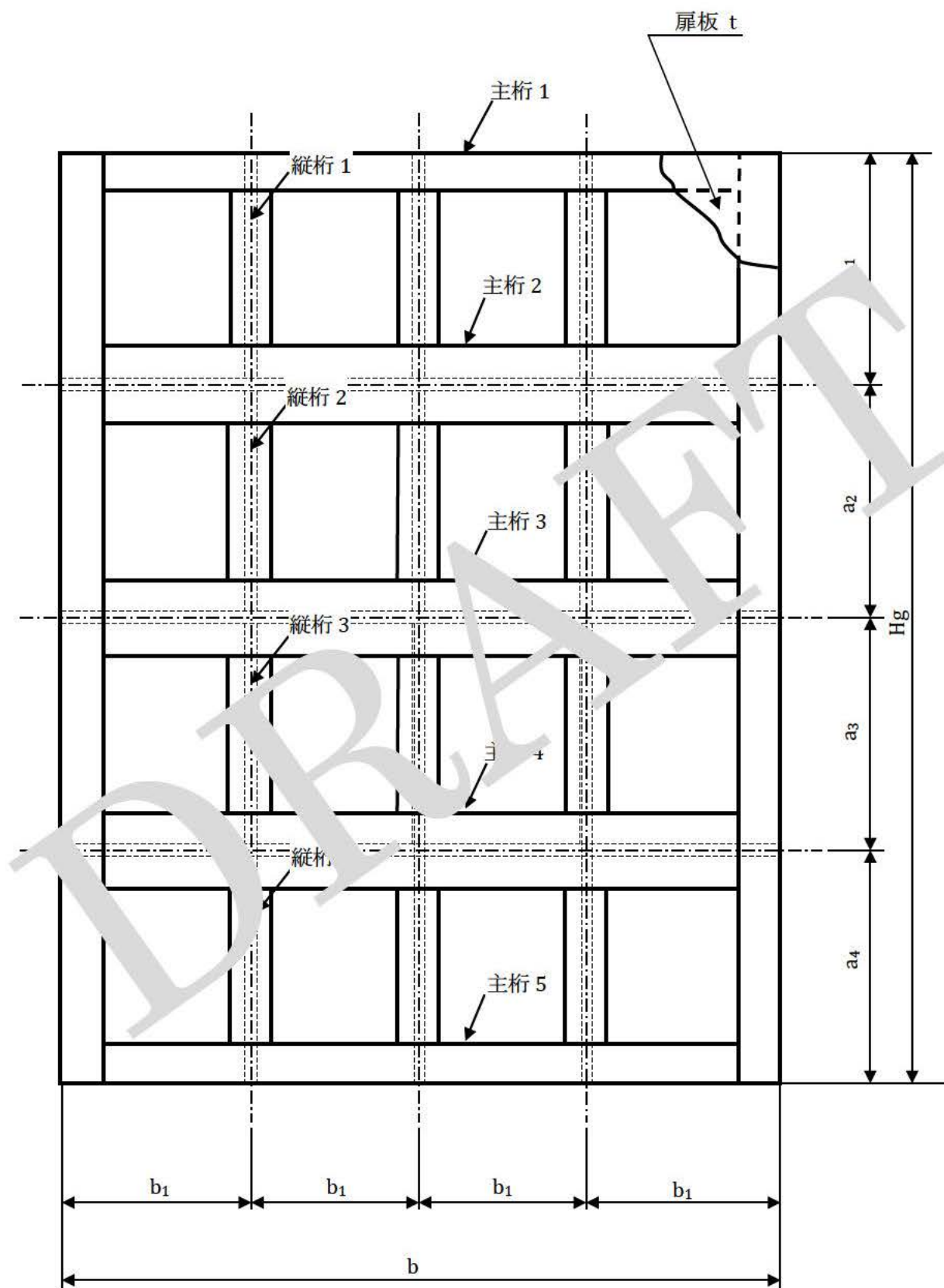


図 12. 2-2 浸水防止扉 (TVF-10) の評価部位

12.3 構造強度評価方法

浸水防止扉(TVF-10)の強度評価は、「12.2 評価部位」に示す評価部位に対し、「12.4 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せを踏まえ、「12.7 計算方法」に示す方法を用いて応力を算定し、「12.5 許容限界」に示す許容限界以下であることを確認する。

DRAFT

12.4 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、以下のとおりとする。

(1) 荷重

a. 津波による波力

遡上津波荷重については、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の地表面から波力算定用津波高さ h までの高さを考慮して算定する。算定に当たっては、静水圧及び動水圧の影響として水深係数 $\alpha=3$ を考慮する。

b. 余震による荷重

余震による荷重として、別添 6-1-3-2「II 余震による地震応答解析」の応値による慣性力を考慮する。

c. 風荷重

風荷重については、建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 30 号）の規定に基づき組合せを考慮しない。

d. 積雪荷重

積雪荷重については、建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）の規定に基づき指定行政庁が指定するものに該当しないため考慮しない。

(2) 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下に示す。

a. 津波に伴う遡上津波荷重 (P_{hn})

津波に伴う荷重として、遡上津波荷重を考慮する。

$$P_{hn} = \rho \cdot g \cdot H_{Xn}$$

設計津波高さが T.P. +12.3 m、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の G.L. が T.P. +7.65 m であることから、浸水深 4.65 m となり、水深係数 $\alpha=3.0$ を考慮して、津波の浸水高さは 13.95 m として評価を行う。

津波に伴う荷重の算定に用いる水圧作用高さ及び海水の密度を表 12.4-1 に示す。

表 12.4-1 水圧作用高さ及び海水の密度

扉名称	水圧作用高さ EL. [m]	海水の密度 [t/m ³]
浸水防止扉(TVF-10)	13.95	1.03

b. 余震荷重 (K_S)

余震による荷重は、弾性設計用地震動S_dに伴う地震力（動水圧を含まない。）とする。

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。地震による荷重K_Sは、浸水扉の固定荷重Gに水平震度K_Hを乗じた次式により算出する。

$$K_S = \frac{K_H \cdot G \cdot g}{b \cdot H_g}$$

c. 縦桁に作用する荷重 (P'_n)

縦桁に作用する荷重は、上記 a,b の荷重の合計に、縦桁が受け持つ荷重の受圧幅 B を乗じた次式により算出する。

$$P'_n = B \cdot P_n$$

(3) 荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重の組合せは、別添 6-1-3-2「高放射性廃液（HAW）の廃止措置計画用設計津波に対する津波影響評価に関する説明書 III-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価」に示す、荷重条件の最も厳しいケース 2（波力+余震）の条件で実施する。浸水防止扉 TVF-10 の強度評価に用いる荷重の組合せを表 12.4-2 に示す。

表 12.4-2 強度評価に用いる荷重の組合せ

扉名称	荷重の組合せ*
浸水防止扉(TVF-10)	$=P_{hn} + K_s$

※ P_{hn} は津波による波力、 K_s は余震による荷重を示す。

12.5 許容限界

(1) 使用材料

浸水防止扉(TVF-10)を構成する扉板及び芯材の使用材料を表 12.5-1 に示す。

表 12.5-1 扉板及び芯材の使用材料

部位		材質	仕様[mm]
扉板		SM400A	1973×1120×12
芯材	主桁（最上段及び最下段）	SM400A	C150×5×9×16
	主桁（中間）	SM400A	H150×150×12×16
	縦桁	SM400A	T150×75×9×12※
上部戸当り	鉛直/水平補剛材	SM400A	PL9×75
	水平補剛材	SM400A	PL9×170

※ 板の組合せ構造

(2) 許容限界

扉板及び芯材の許容限界は、「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005改定）」を基として表 12.5-2 の値とする。

表 12.5-2 扉板及び芯材の許容限界

材 料	短期許容応力度[N/mm ²]	
	曲げ	せん断
SM400A※	235	135

※ 許容応力度を決定する場合の基準値Fの値は、「鋼構造設計規準—溶接構造用(t≤40mm)」に基づく。

12.6 設計用地震力

別添 1 に示したとおり浸水防止扉(TVF-10)の固有周期が 0.05 秒以下であることを確認したため、浸水防止扉(TVF-10)の強度計算で用いる設計震度は、別添 6-1-3-3「Ⅱ余震による地震応答解析」で得られた水平震度 0.5 を 1.2 倍した 0.6 を用いる。

DRAFT

12.7 計算方法

浸水防止扉(TVF-10)の強度評価における応力の計算方法を以下に示す。

(1) 扉板

扉板に生じる応力は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、等変分布荷重及び等分布荷重を受ける周辺固定支持の矩形板として、「土木学会 構造力学公式集」に基づき、次式により算定する。

$$\sigma_{pa\ nm} = \frac{\beta_1 \cdot 1000P_n \cdot C_1^2}{t^2} + \frac{\beta_2 \cdot 1000(P_{n+1} - P_n) \cdot C_2^2}{t^2}$$

$$C_1 = C_2 = \text{MIN}(a_n, b_m)$$

$$\sigma_p = \text{MAX}(\sigma_{pa\ nm})$$

$$(n = 1 \sim 4, m = 1)$$

浸水防止扉(TVF-10)の扉板に生じる応力評価部位の番号を図 12.7-1 に、扉板に生じる応力の例を図 12.7-2 を示す。

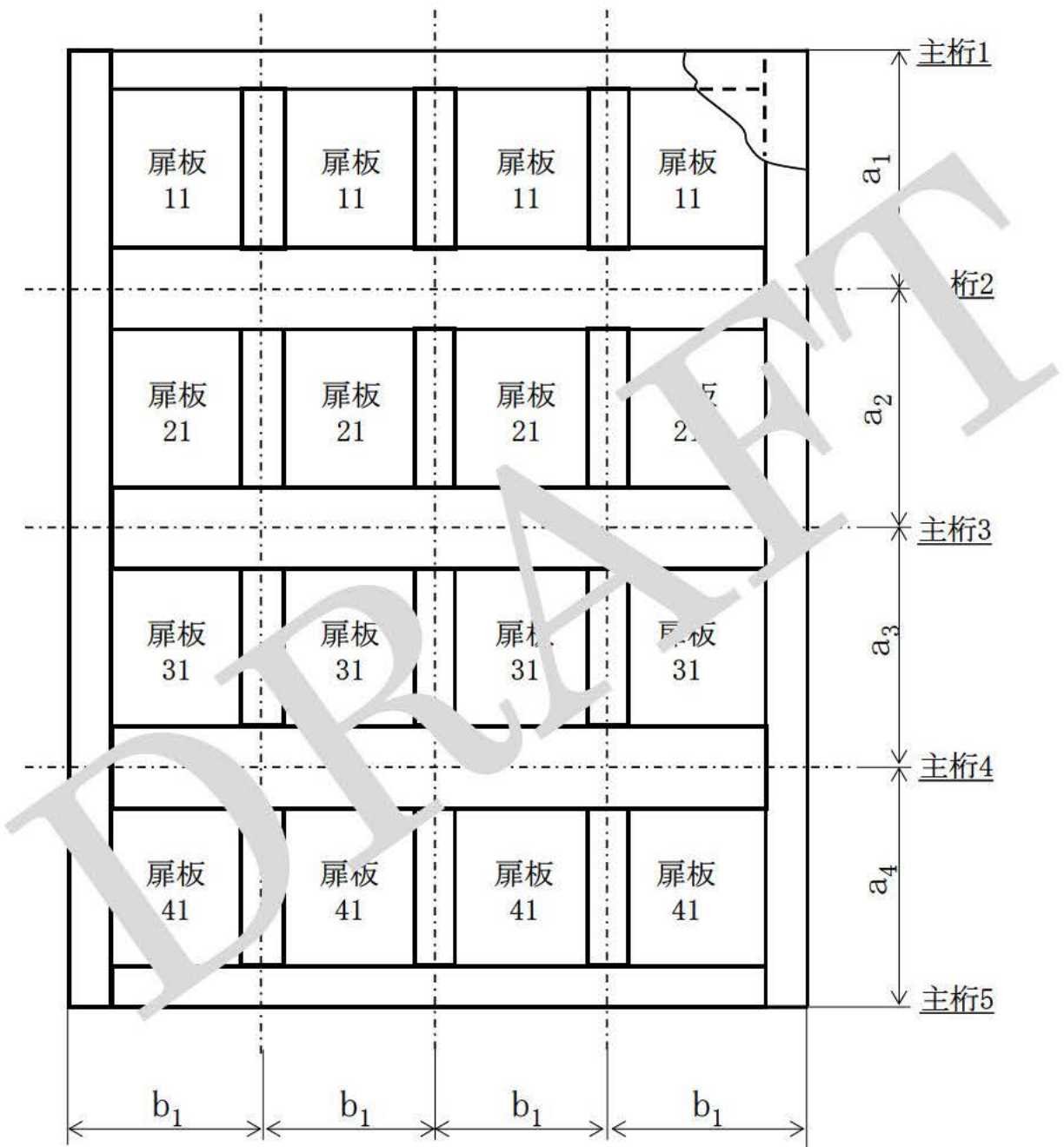


図 12.7-1 扉板に生じる応力評価部位番号

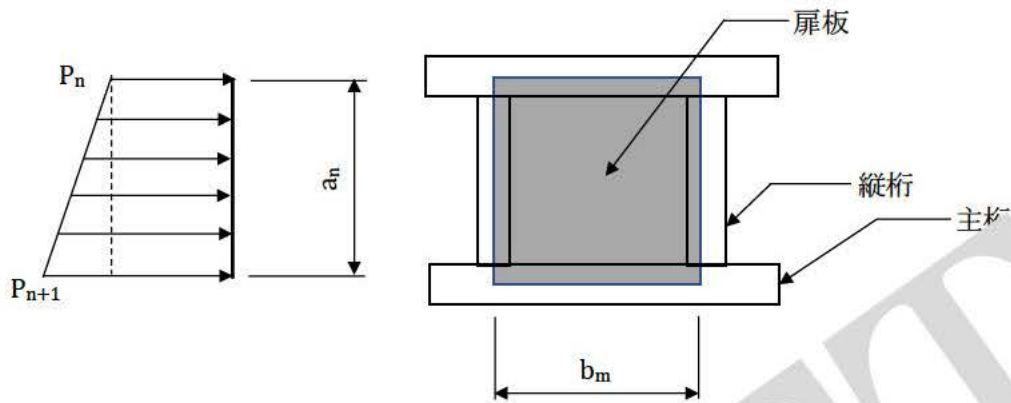


図 12. 7-2 扉板に生じる応力の例

(1) 芯材

芯材に生じる応力は、津波及び余震による荷重を考慮し、重量を負担する芯材の取付方向（鉛直又は水平）に応じて「日本機械学会 機械工学 覧 基礎編 A4 材料力学」の「はり」の節に基づき、それぞれ算定する。

a. 主桁

水平方向に取付された主桁については、扉板に生じる荷重を算定し、次式により算定する。扉板に生じる荷重の例を図 12.7-3 に示す。

$$V_1 = \frac{(P_1 + P_2) \cdot a_1}{6}$$

$$W_2 = \frac{(2P_2 + P_1) \cdot a_1}{6} + \frac{(2P_2 + P_3) \cdot a_2}{6}$$

$$W_3 = \frac{(2P_3 + P_2) \cdot a_2}{6} + \frac{(2P_3 + P_4) \cdot a_3}{6}$$

$$W_4 = \frac{(2P_4 + P_3) \cdot a_3}{6} + \frac{(2P_4 + P_5) \cdot a_4}{6}$$

$$W_5 = \frac{(2P_5 + P_4) \cdot a_4}{6}$$

$$M_n = \frac{W_n \cdot L^2}{8}$$

$$Q_n = \frac{W_n \cdot L}{2}$$

$$\sigma_n = \frac{1 \times 10^6 M_n}{Z_{xn}}$$

$$\tau_n = \frac{1000 Q_n}{A_{wn}}$$

$$\sigma_{cn} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau_n^2}$$

$$\sigma_c = \text{MAX}(\sigma_{cn}) \quad (n = 1 \sim 5)$$

DRAFT

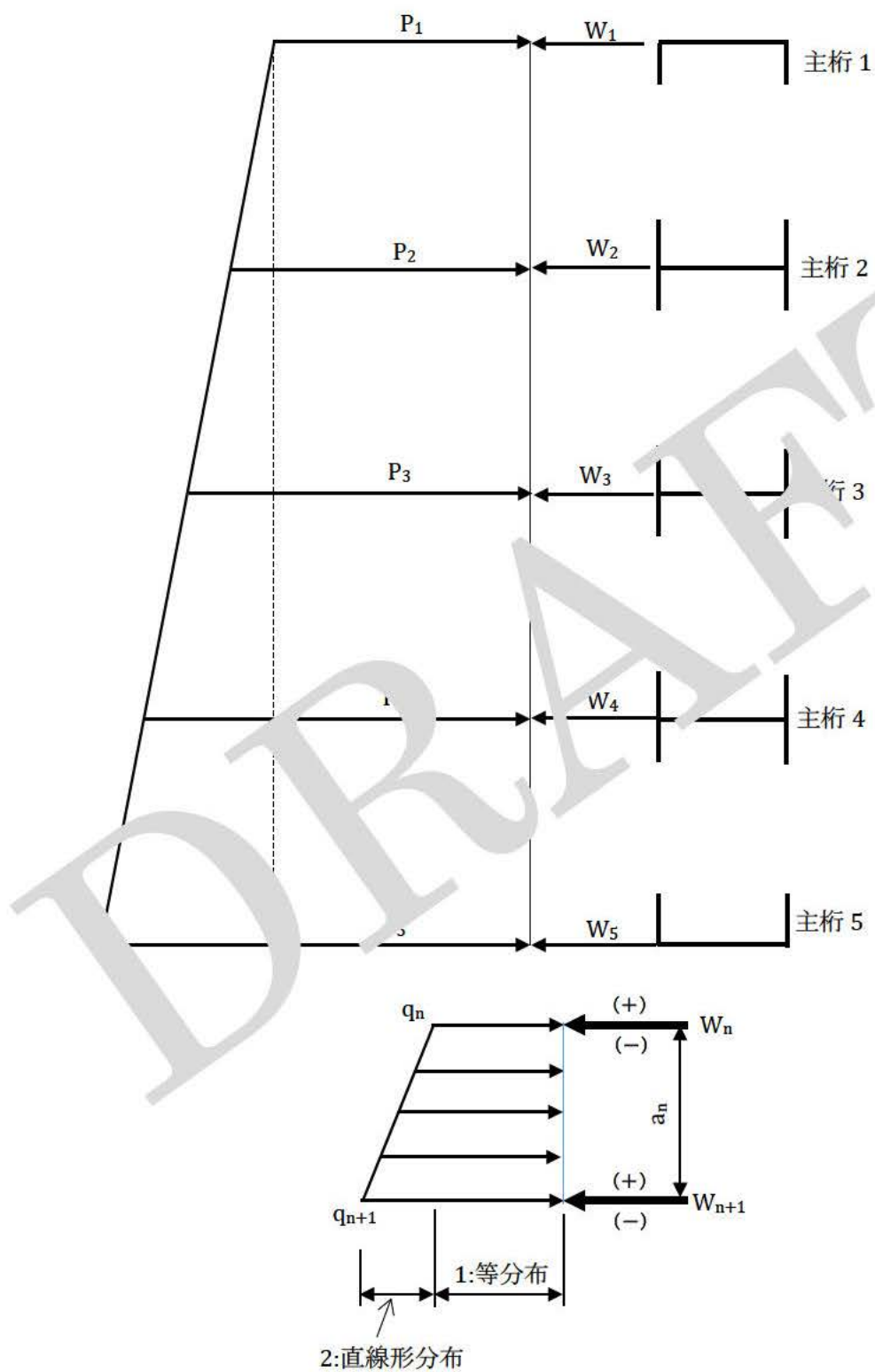


図 12.7-3 主桁に生じる荷重の例

b. 縦桁

鉛直方向に取付く縦桁については、荷重は各桁（中間縦桁及び端縦桁）に分担することとし、等分布荷重を受ける両端支持の単純梁として、次式により算定する。縦桁に生じる荷重の例を図 12.7-4 に示す。

$$M'_n = a_n^2 \cdot \left(\frac{P_{an}}{9\sqrt{3}} + \frac{P_{bn}}{8} \right)$$

$$Q'_n = a_n \cdot \left(\frac{P_{an}}{3} + \frac{P_{bn}}{2} \right)$$

$$P_{an} = P'_{n+1} - P'_n, \quad P_{bn} = P'_n$$

$$\sigma'_n = \frac{1 \times 10^6 \cdot M'_n}{Z'_{xn}}$$

$$\tau'_n = \frac{1000Q'_n}{A'_{wn}}$$

$$\sigma'_{cn} = \sqrt{\sigma'^2_n + 3\tau'^2_n}$$

$$\sigma'_c = \text{MAX}(\sigma'_{cn}) \quad (n = 1 \sim 4)$$

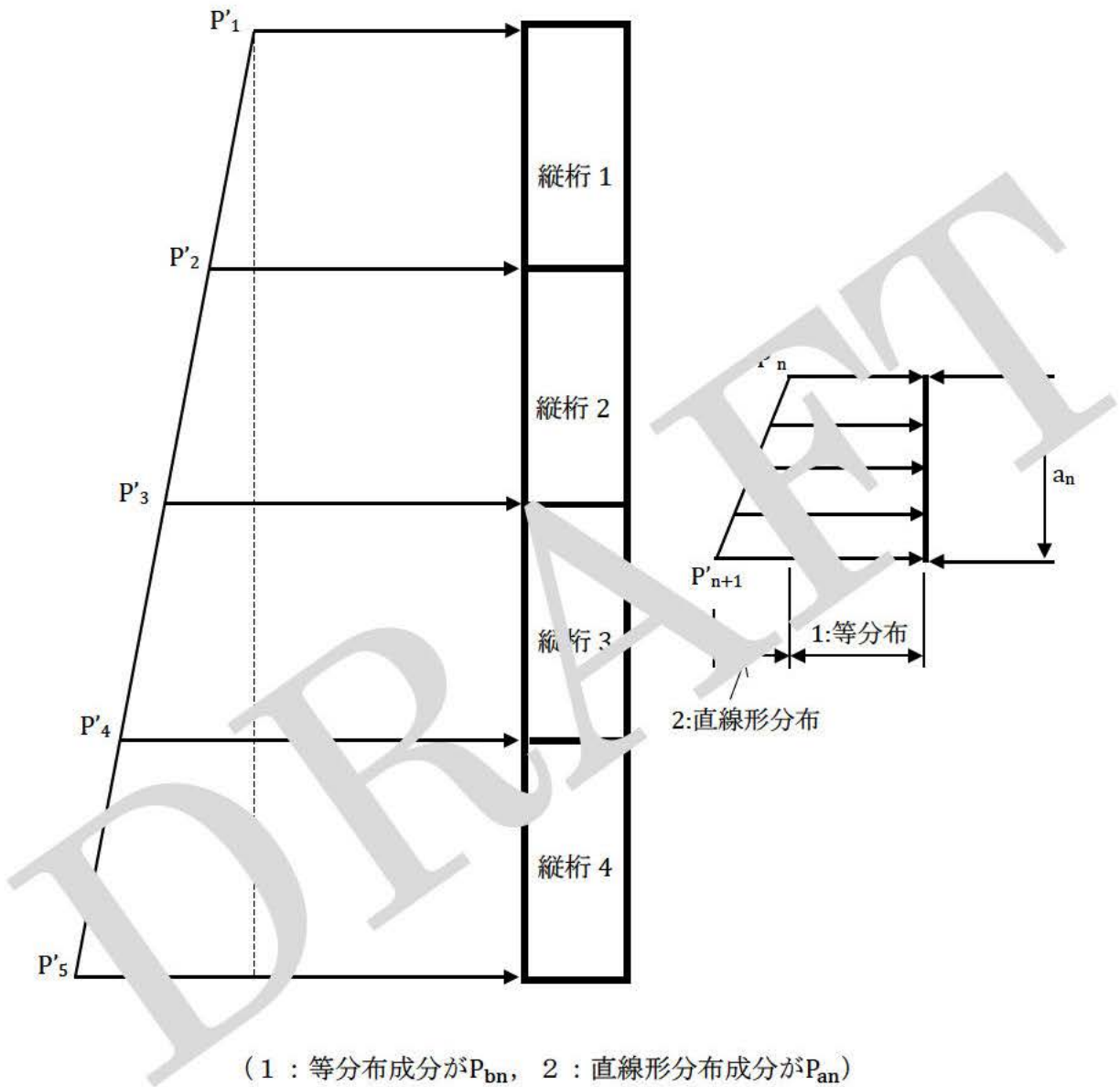


図 12.7-4 縦桁に生じる荷重の例

(2) 上部戸当たり (水平補剛材及び鉛直補剛材)

上部戸当りに生じる荷重は、津波及び余震に伴う荷重を、鉛直補剛材に作用させ、水平補剛材及び鉛直補剛材のそれぞれが受け持つ荷重を算定する。

それぞれの補剛材が受け持つ荷重に対して、鉛直補剛材と壁面の接合部を固定した鉛直補剛材及び水平補剛材からなる片持ち梁として、それぞれの補剛材の部材力を算定する。

算定された部材力をもとに、それぞれの部材に生じる応力を算定する。上部戸当たりが受け持つ荷重、水平補剛材及び鉛直補剛材の部材力の例を図 12.7-5 に示す。

a. 上部戸当りが受持つ荷重

鉛直補剛材に作用する静水圧(P_0, P_1)

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h_0$$

$$W_0 = P_0 \cdot B_{g0}$$

b. 水平補剛材及び鉛直補剛材の部材力

鉛直補剛材

曲げモーメント

$$M_{11} = \frac{(2 \cdot W_1 + W_0) \cdot H_{g0}^2}{6}$$

せん断力

$$Q_{11} = \left\{ W_0 + \frac{(W_1 - W_0)}{2} \right\} \cdot H_{g0}$$

水平補剛材

曲げモーメント

$$M_{12} = M_{11} + \frac{W_0 \cdot L_{g0}^2}{2}$$

せん断力

$$Q_{12} = W_0$$

軸力

$$N_{12}$$

水平補剛材及び鉛直補剛材の応力

曲げ応力及せん断応力は鉛直補剛材及び水平補剛材のリブ断面（4箇所）で算出する。

鉛直補剛材

$$\sigma_{b11} = \frac{1 \times 10^6 \cdot M_{11}}{6 \cdot Z_{x11}}$$

$$\tau_{11} = \frac{1000 \cdot Q_{11}}{6 \cdot A_{w11}}$$

$$\sigma_{c11} = \sqrt{\sigma_{b11}^2 + 3\tau_{11}^2}$$

水平補剛材

$$\sigma_{b12} = \frac{1 \times 10^6 \cdot M_{12}}{(4 \cdot Z_{X11} + 2 \cdot Z_{X12})}$$

$$\sigma_{t12} = \frac{1000 \cdot P_{12}}{(4 \cdot A_{g11} + 2 \cdot A_{g12})}$$

$$\tau_{12} = \frac{1000 \cdot Q_{12}}{(4 \cdot A_{W11} + 2 \cdot A_{W12})}$$

$$\sigma_{c12} = \sqrt{(\sigma_{b12} + \sigma_{t12})^2 + 3\tau_{12}^2}$$

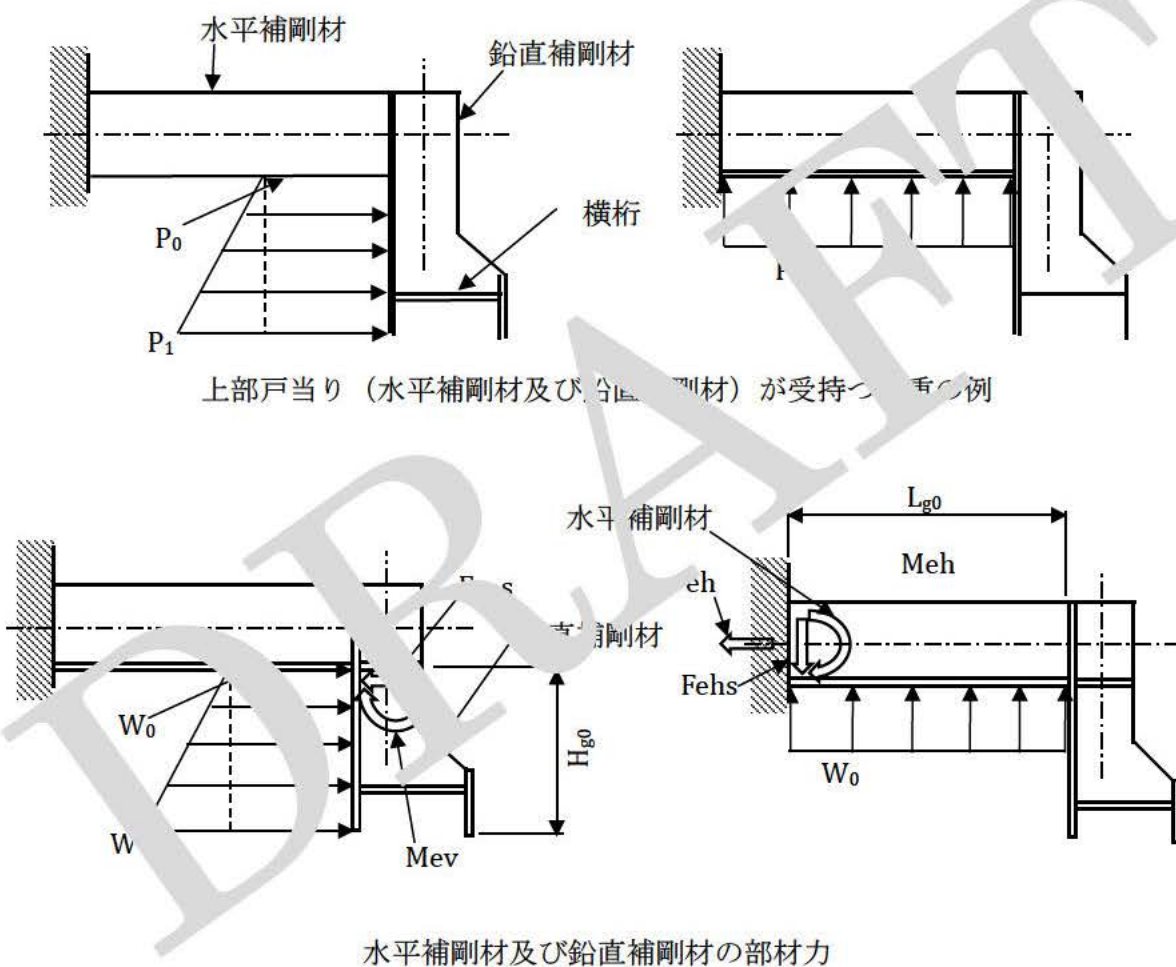


図 12.7-5 上部戸当りが受持つ荷重の例

12.8 計算条件

「12.7 計算方法」に用いる評価条件を表 12.8-1 に示す。

表 12.8-1 浸水防止扉(TVF-10)の強度評価に用いる条件(1/10)

対象部位	記号	単位	定義	数値
扉板	H_{X1}	m	水頭高さ(主桁1)	11.430
	H_{X2}	m	水頭高さ(主桁2)	11.900
	H_{X3}	m	水頭高さ(主桁3)	12.508
	H_{X4}	m	水頭高さ(主桁4)	13.100
	H_{X5}	m	水頭高さ(主桁5)	13.400
	t	mm	扉板厚さ	12
	β_1	-	応力係数(等分布荷重成分) (n=1)	0.3800
			応力係数(等分布荷重成分) (n=2,3)	0.4100
	β_2	-	応力係数(直線分布荷重成分) (n=1,4)	0.2300
			応力係数(直線分布荷重成分) (n=2,3)	0.2500
	c	m	扉板の短辺側の長さ(n=1~3)	0.430
			扉板の短辺側の長さ(n=4)	0.350
	c ₂	m	扉板の短辺側の長さ(n=1~3)	0.430
			扉板の短辺側の長さ(n=4)	0.350
	a ₁	m	主桁ピッチ	0.533
	a ₂	m	主桁ピッチ	0.545
	a ₃	m	主桁ピッチ	0.545
a ₄	m	主桁ピッチ	0.350	
b ₁	m	縦桁ピッチ	0.430	

表 12.8-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる条件 (2/10)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
扉 板	P_{h1}	kN/m^2	単位面積当たりの 静水圧荷重(主桁 1)	115.5
	P_{h2}	kN/m^2	単位面積当たりの 静水圧荷重(主桁 2)	120.8
	P_{h3}	kN/m^2	単位面積当たりの 静水圧荷重(主桁 3)	126
	P_{h4}	kN/m^2	単位面積当たりの 静水圧荷重(主桁 4)	31.8
	P_{h5}	kN/m^2	単位面積当たりの 静水圧荷重(主桁 5)	135.4
	K_S	kN/m^2	単位面積当たりの余震荷重	1.734
	P_1	kN/m^2	単位面積当たりの 作用荷重(主桁 1)	117.2
	P_2	kN/m^2	単位面積当たりの 作用荷重(主桁 2)	122.5
	P_3	kN/m^2	単位面積当たりの 作用荷重(主桁 3)	128.0
	P_4	kN/m^2	単位面積当たりの 作用荷重(主桁 4)	133.5
	P_5	kN/m^2	単位面積当たりの 作用荷重(主桁 5)	137.1
	$\sigma_{pa 11}$	N/mm^2	扉板に生じる応力 (区画 1, 1)	58.75
	$\sigma_{pa 21}$	N/mm^2	扉板に生じる応力 (区画 2, 1)	66.26
	$\sigma_{pa 31}$	N/mm^2	扉板に生じる応力 (区画 3, 1)	69.15
	$\sigma_{pa 41}$	N/mm^2	扉板に生じる応力 (区画 4, 1)	47.27

表 12.8-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる条件 (3/10)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (主桁)	L	m	主桁の長さ	1.720
	W ₁	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (主桁 1)	31.69
	W ₂	kN/m	単位面積当たりの作用荷重 (主桁 2)	66.03
	W ₃	kN/m	単位面積当たりの作用荷重 (主桁 3)	69.73
	W ₄	kN/m	単位面積当たりの作用荷重 (主桁 4)	59.97
	W ₅	kN/m	単位面積当たりの作用荷重 (主桁 5)	23.77
	M ₁	kN・m	主桁 1 に生じる曲げモーメント	11.72
	M ₂	kN・m	主桁 2 に生じる曲げモーメント	24.42
	M ₃	kN・m	主桁 3 に生じる曲げモーメント	25.79
	M ₄	kN・m	主桁 4 に生じる曲げモーメント	21.98
	M ₅	kN・m	主桁 5 に生じる曲げモーメント	8.79
	Q ₁	kN	主桁 1 に生じるせん断力	27.25
	Q ₂	kN	主桁 2 に生じるせん断力	56.79
	Q ₃	kN	主桁 3 に生じるせん断力	59.97
	Q ₄	kN	主桁 4 に生じるせん断力	51.11
	Q ₅	kN	主桁 5 に生じるせん断力	20.44
	Z _{x1}	mm ³	断面係数 (主桁 1)	160800
	Z _{x2}	mm ³	断面係数 (主桁 2)	310600
	Z _{x3}	mm ³	断面係数 (主桁 3)	310600
	Z _{x4}	mm ³	断面係数 (主桁 4)	310600
Z _{x5}	mm ³	断面係数 (主桁 5)	160800	

表 12.8-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる条件 (4/10)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (主桁)	A_{W1}	mm^2	せん断断面積 (主桁 1)	1062
	A_{W2}	mm^2	せん断断面積 (主桁 2)	1416
	A_{W3}	mm^2	せん断断面積 (主桁 3)	1416
	A_{W4}	mm^2	せん断断面積 (主桁 4)	416
	A_{W5}	mm^2	せん断断面積 (主桁 5)	1062
	σ_1	N/mm^2	主桁 1 の曲げ応力	72.8
	σ_2	N/mm^2	主桁 2 の曲げ応力	78.62
	σ_3	N/mm^2	主桁 3 の曲げ応力	83.03
	σ_4	N/mm^2	主桁 4 の曲げ応力	70.77
	σ_5	N/mm^2	主桁 5 の曲げ応力	54.66
	τ_1	N/mm^2	縦桁 1 のせん断応力	25.66
	τ_2	N/mm^2	縦桁 2 のせん断応力	40.11
	τ_3	N/mm^2	縦桁 3 のせん断応力	42.35
		N/mm^2	縦桁 4 のせん断応力	36.09
		N/mm^2	縦桁 5 のせん断応力	19.25
	σ_{c1}	N/mm^2	主桁 1 の組合せ応力	85.37
	σ_{c2}	N/mm^2	主桁 2 の組合せ応力	104.9
	σ_{c3}	N/mm^2	主桁 3 の組合せ応力	110.8
	σ_{c4}	N/mm^2	主桁 4 の組合せ応力	94.43
	σ_{c5}	N/mm^2	主桁 5 の組合せ応力	64.03

表 12.8-1 浸水防止扉(TVF-10) の強度評価に用いる条件(5/10)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (縦桁)	B	m	受圧幅	0.430
	P ₁	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (主桁1の位置)	50.40
	P ₂	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (主桁2の位置)	52.68
	P ₃	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (主桁3の位置)	55.04
	P ₄	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (主桁4の位置)	57.41
	P ₅	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (主桁5の位置)	58.95
	P _{a1}	N/m	単位長さ当たりの作用荷重 (直線分布荷重：縦桁1)	2.28
	P _{a2}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (直線分布荷重：縦桁2)	2.36
	P _{a3}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (直線分布荷重：縦桁3)	2.37
	P _{a4}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (直線分布荷重：縦桁4)	1.54
	P _{b1}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (等分布荷重：縦桁1)	50.40
	P _{b2}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (等分布荷重：縦桁2)	52.68
	P _{b3}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (等分布荷重：縦桁3)	55.04
	P _{b4}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (等分布荷重：縦桁4)	57.41

表 12.8-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる条件 (6/10)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (縦桁)	M'_1	kN・m	縦桁 1 に生じる曲げモーメント	1.831
	M'_2	kN・m	縦桁 2 に生じる曲げモーメント	2.001
	M'_3	kN・m	縦桁 3 に生じる曲げモーメント	2.09
	M'_4	kN・m	縦桁 4 に生じる曲げモーメント	0.891
	Q'_1	kN・m	縦桁 1 に生じるせん断力	3.84
	Q'_2	kN・m	縦桁 2 に生じるせん断力	14.78
	Q'_3	kN・m	縦桁 3 に生じるせん断力	15.43
	Q'_4	kN・m	縦桁 4 に生じるせん断力	10.23
	Z'_{x1}	mm ³	断面係数 (縦桁 1)	48930
	Z'_{x2}	mm ³	断面係数 (縦桁 2)	48930
	Z'_{x3}	mm ³	断面係数 (縦桁 3)	48930
	Z'_{x4}	mm ³	断面係数 (縦桁 4)	48930
	A'_{w1}	mm ²	せん断面積 (縦桁 1)	1242
	A'_{w2}	mm ²	せん断面積 (縦桁 2)	1242
	A'_{w3}	mm ²	せん断面積 (縦桁 3)	1242
	A'_{w4}	mm ²	せん断面積 (縦桁 4)	1242
	σ'_1	N/mm ²	縦桁 1 に生じる曲げ応力	37.42
	σ'_2	N/mm ²	縦桁 2 に生じる曲げ応力	40.90
	σ'_3	N/mm ²	縦桁 3 に生じる曲げ応力	42.69
	σ'_4	N/mm ²	縦桁 4 に生じる曲げ応力	18.21

表 12.8-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる条件 (7/10)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (縦桁)	τ'_1	N/mm ²	縦桁 1 に生じるせん断応力	11.14
	τ'_2	N/mm ²	縦桁 2 に生じるせん断応力	11.90
	τ'_3	N/mm ²	縦桁 3 に生じるせん断応力	12.41
	τ'_4	N/mm ²	縦桁 4 に生じるせん断応力	237
	σ'_{c1}	N/mm ²	縦桁 1 に生じる組合せ応力	2.11
	σ'_{c2}	N/mm ²	縦桁 2 に生じる組合せ応力	45.80
	σ'_{c3}	N/mm ²	縦桁 3 に生じる組合せ応力	47.81
	σ'_{c4}	N/mm ²	縦桁 4 に生じる組合せ応力	23.13

表 12.8-1 浸水防止扉 (TVF-10) の強度評価に用いる条件 (9/10)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
上部戸当り (水平補剛材・鉛直補剛材)	h_0	m	水頭高さ (鉛直補剛材)	11.255
	P_0	kN/m ²	鉛直補剛材に作用する静水圧	113.7
	B_{g0}	m		1.536
	P_1	kN/m ²	主桁 1 に作用する荷重	117.9
	W_0	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (鉛直補剛材)	174.6
	W_{11}	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (鉛直補剛材：主桁 1 の荷重)	180.0
	H_{g0}	m		0.225
	M_{11}	kN・m	鉛直補剛材の曲げモーメント	4.51
	Q_{11}	kN	鉛直補剛材のせん断力	39.89
	L_{g0}	m		0.39
	M_{12}	kN・m	水平補剛材の曲げモーメント	17.79
	Q_{12}	kN	水平補剛材のせん断力	68.09
	P_{12}	kN	水平補剛材の軸力	39.89
	Z_{x11}	m ³	断面係数 (鉛直補剛材)	8438
	Z_{x12}	m ³	断面係数 (水平補剛材)	43350
	A_{G11}	mm ²	せん断断面積 (鉛直補剛材)	675
	A_{G12}	mm ²	せん断断面積 (水平補剛材)	1530
	A_{G11}	mm ²	断面積 (鉛直補剛材)	675
A_{G12}	mm ²	断面積 (水平補剛材)	1530	

表 12.8-1 浸水防止扉(TVF-10)の強度評価に用いる条件(10/10)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
上部 戸当り	σ_{b11}	N/mm ²	鉛直補剛材の曲げ応力	89.10
	τ_{11}	N/mm ²	鉛直補剛材のせん断応力	9.85
	σ_{c11}	N/mm ²	鉛直補剛材の組合せ応力	90.00
	σ_{b12}	N/mm ²	水平補剛材の曲げ応力	11.69
	σ_{t12}	N/mm ²	水平補剛材の軸応力	6.90
	τ_{12}	N/mm ²	水平補剛材のせん断応力	11.82
	σ_{c12}	N/mm ²	水平補剛材の組合せ応力	156.00

12.9 評価結果

浸水防止扉(TVF-10)の強度評価結果を表 12.9-1 に示す。浸水防止扉(TVF-10)の各部位にかかる発生応力は許容限界値以下であることから、浸水防止扉(TVF-10)が構造強度を有することを確認した。

表 12.9-1 浸水防止扉(TVF-10)の強度評価結果

名称	評価部位	① 発生応力 [N/mm ²]	② 許容応力 [N/mm ²]	①/ 検定比
浸水防止扉 TVF-10	扉板	70	235	0.30
	主桁	111	235	0.48
	縦桁	48	235	0.21
	戸当り横桁	156	235	0.67

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟
浸水防止設備（浸水防止扉）の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、核燃料サイクル工学研究所 再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書 別添 6-1-3-3「I ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針」(令02原機(再)020)に基づき、廃止措置計画用設計地震動(以下「設計地震動」という)による地震力(以下「設計地震力」という)に対して、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟に設置している浸水防止設備の構造強度の評価結果を示すものである。

設計津波が到達する建家の開口部に設置している浸水防止設備(浸水防止扉 TVF-1, 浸水防止扉 TVF-2, 浸水防止扉 TVF-3, 浸水防止扉 TVF-4, ガラリ延長ダクト TVF-5, 浸水防止扉 TVF-6, 浸水防止扉 TVF-7, ガラリ延長ダクト TVF-8, 窓遮へい板 TVF-9及び浸水防止扉 TVF-10)について評価を行う。

浸水防止扉であるTVF-1～4, TVF-6, TVF-7は、通常が閉状態であることから閉の状態での耐震評価を行う。浸水防止扉 TVF-10は、通常時が開状態であることから、開及び閉のそれぞれの状態について耐震評価を行う。

2. 一般事項

2.1 配置概要

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟における浸水防止設備の設置位置図を図2-1-1に示す。

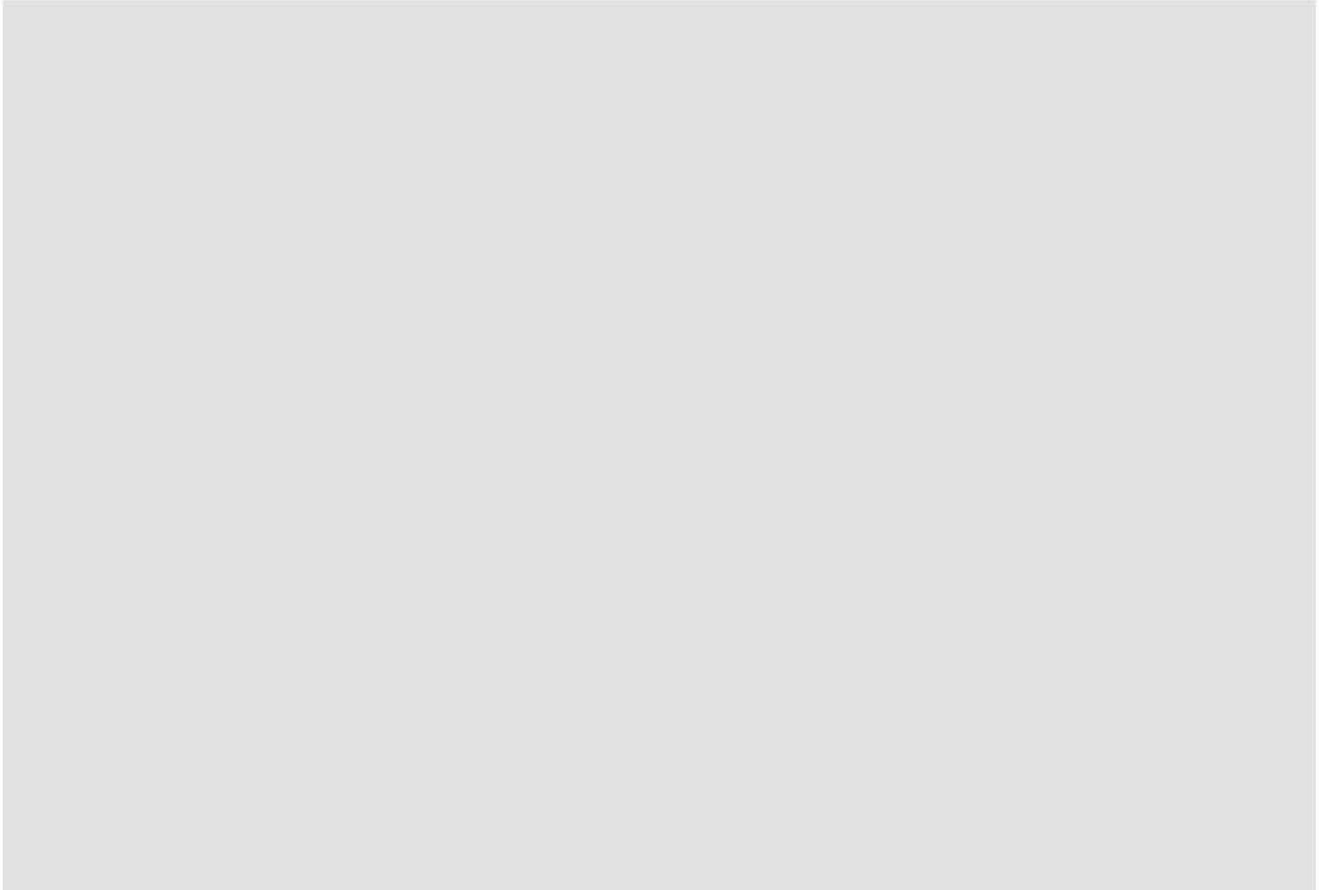


図2-1-1 浸水防止設備の設置位置図
(ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟)

2.2 構造概要

浸水防止扉(TVF-1～4, 6, 7, 10)は、片開型又は横引型の鋼製扉であり、扉板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配した構造である。扉枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

ガラリ延長ダクト(TVF-5)は、排気口ボックス、ダクト配管及びダクトカバーから構成される。排気口ボックスは鋼製の箱であり、板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配し、外枠をアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。ダクト配管は排気口ボックスとダクトカバーを連結する配管であり、リングガードをアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。また、ダクトカバーは鋼製の箱であり、外枠をアンカーボルトで建家壁面に固定する構造である。

ガラリ延長ダクト(TVF-8)は、給気口ボックス、ダクト配管及びダクトカバーから構成される。給気口ボックスは鋼製の箱であり、板の背面に芯材(主桁及び縦桁)を配し、外枠をアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。ダクト配管は給気口ボックスとダクトカバーを連結する配管であり、リングガードをアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。また、ダクトカバーは鋼製の箱であり、外枠をアンカーボルトで建家壁面に固定する構造である。

窓遮へい板(TVF-9)は、扉板の背面に芯材(主桁)を配した構造である。枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

2.3 評価方針

浸水防止設備の耐震評価は、表2-3-1に示すとおり構造部材の健全性評価を行う。

構造部材の健全性評価は、「別添1 固有周期」にて算出する固有振動数に基づく設計地震力による応力が許容限界内に収まることを各浸水防止設備の構造強度評価に示す方法にて確認することで実施する。

浸水防止設備の耐震評価フローを図2-3-1に示す。評価部位は、浸水防止扉の構造上の特徴を踏まえ、地震及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達経路を考慮して設定する。

表2-3-1 浸水防止設備の耐震評価項目

評価方針	評価項目	地震力	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	設計地震動	各浸水防止設備の「評価部位」にて設定する部位	発生応力が許容限界を超えないことを確認する	短期許容応力

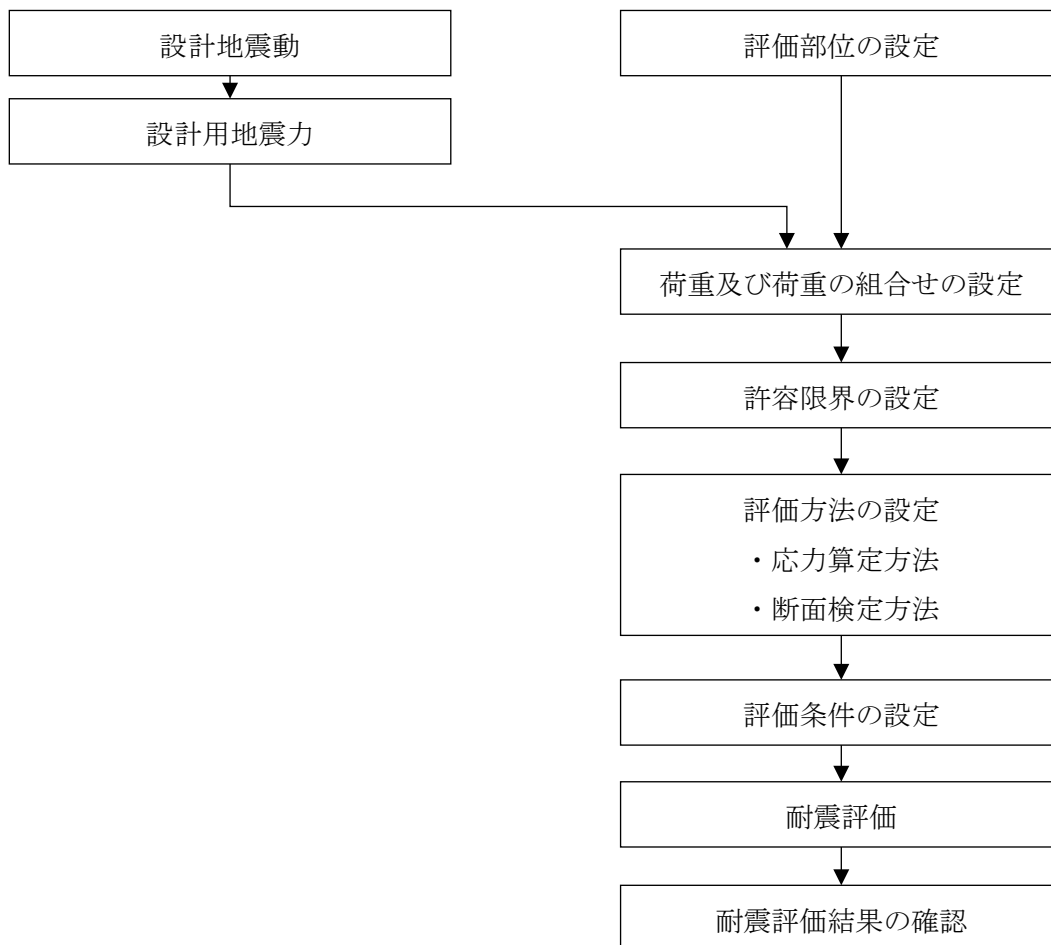


図2-3-1 浸水防止設備の耐震評価フロー

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令
- (2) 鋼構造設計規準 —許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005改定）
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601・補—1984
（日本電気協会電気技術基準調査委員会昭和59年9月）
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601—1987
（日本電気協会電気技術基準調査委員会昭和62年8月）
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601—1991追補版）
（日本電気協会電気技術基準調査委員会 平成3年6月）
- (6) 国土交通省告示第314号（平成18年2月28日）
- (7) 国住指第1015号 あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針
（平成18年7月7日）

3. 浸水防止扉(TVF-1)
省略
4. 浸水防止扉(TVF-2)
省略
5. 浸水防止扉(TVF-3)
省略
6. 浸水防止扉(TVF-4)
省略
7. ガラリ延長ダクト(TVF-5)
省略
8. 浸水防止扉(TVF-6)
省略
9. 浸水防止扉(TVF-7)
省略
10. ガラリ延長ダクト(TVF-8)
省略
11. 窓遮へい板(TVF-9)
省略
12. 浸水防止扉(TVF-10)の閉状態評価結果
省略
13. 浸水防止扉(TVF-10)の開状態評価結果
省略
14. 浸水防止扉(TVF-10)の閉状態補強後の評価結果
資料-1
15. 浸水防止扉(TVF-10)の開状態補強後の評価結果
省略

14. 浸水防止扉 (TVF-10) の閉状態補強後の評価結果

14.1 記号の説明

浸水防止扉 (TVF-10) の耐震評価に用いる記号を表14-1-1に示す。

表14-1-1 浸水防止扉 (TVF-10) の耐震評価に用いる記号 (1/3)

記号	定義	単位
G	浸水防止扉 (TVF-10) の固定荷重	t
G _D	浸水防止扉 (TVF-10) の扉体荷重	t
G _F	浸水防止扉 (TVF-10) の戸当り荷重	t
P	積載荷重	kN
K _s	地震荷重	kN
K	設計震度	—
g	重力加速度	m/s ²
t	扉板の板厚	mm
B ₁	締付金具の金具幅	mm
B ₂	締付金具の金切欠き幅	mm
B ₃	締付金具の支点から荷重作用点までの距離	mm
S _s	基準地震動	—
K _H	水平方向設計震度	—
K _V	鉛直方向設計震度	—
P _H	水平方向地震力 (TVF-10)	kN
P _V	鉛直方向地震力 (TVF-10)	kN
F _Z	ヒンジ部及び締結金具に作用するZ方向荷重 (TVF-10)	kN
F _X	ヒンジ部に作用するX方向荷重 (TVF-10)	kN
L _a	ヒンジ中心間距離 (TVF-10)	mm
L _b	扉体中心からヒンジまでの水平方向距離 (TVF-10)	mm
τ _{hp}	ヒンジピンに発生するせん断応力 (TVF-10)	N/mm ²
F _{XZ}	ヒンジ部に作用するX方向とZ方向荷重の合力 (TVF-10)	kN
A _{ps}	ヒンジピンのせん断断面積 (TVF-10)	mm ²
A _p	ヒンジピンの断面積 (TVF-10)	mm ²
σ _b	ヒンジボルトに発生する引張応力 (扉体側) (TVF-10)	N/mm ²
τ _b	ヒンジボルトに発生するせん断応力 (扉体側) (TVF-10)	N/mm ²
n _i	ヒンジボルトの本数 (扉体側) (TVF-10)	本
A _s	ヒンジボルトの有効断面積 (TVF-10)	mm ²
σ _{rb}	締付金具に発生する曲げ応力 (TVF-10)	N/mm ²

表14-1-1 浸水防止扉 (TVF-10) の耐震評価に用いる記号 (2/3)

記号	定義	単位
Z_R	締付金具の断面係数 (TVF-10)	mm^3
τ_{rs}	締付金具に発生するせん断応力 (TVF-10)	N/mm^2
A_{rs}	締付金具のせん断断面積 (TVF-10)	mm^2
A_R	締付金具の断面積 (TVF-10)	mm^2
σ_R	締付金具に発生する組合せ応力 (TVF-10)	N/mm^2
F	基準強度	—
f_t	許容引張応力	N/mm^2
f_b	許容曲げ応力	N/mm^2
f_s	許容せん断応力	N/mm^2
T_a	アンカーボルトの引張耐力	$\text{kN}/\text{本}$
T_{a1}	アンカーボルトの降伏により決まる引張耐力	$\text{kN}/\text{本}$
T_{a2}	コンクリートのコーン破壊により決まる引張耐力	$\text{kN}/\text{本}$
T_{a3}	コンクリートの付着破壊により決まる引張耐力	$\text{kN}/\text{本}$
σ_y	アンカーボルトの降伏強度	N/mm^2
a_0	アンカーボルトの有効断面積 (ねじ加工考慮)	mm^2
σ_B	コンクリートの圧縮強度	N/mm^2
A_c, A_{cb}, A_{ca}	コンクリートのコーン破壊面の有効水平投影面積	mm^2
l_e	アンカーボルトの有効埋め込み長さ	mm
l	アンカーボルトの埋め込み長さ (穿孔長)	mm
d_a	アンカーボルトの呼び径	mm
b	コンクリート開放端からアンカーボルトの中心距離 (はしあき)	mm
a	隣接アンカーボルトのピッチ (最小値) (へりあき)	mm
A'_a, A'_{cb}, A'_{ca}	接合面	mm^2
T_{as}	あと施工アンカーを用いた接合部 (1本あたり) の短期許容引張耐力	$\text{kN}/\text{本}$
	アンカーボルトのせん断耐力	$\text{kN}/\text{本}$
Q_{a1}	アンカーボルトの降伏により決まるせん断耐力	$\text{kN}/\text{本}$
Q_{a2}	コンクリートの支圧により決まるせん断耐力	$\text{kN}/\text{本}$
Q_{a3}	上限値より決まるせん断耐力	$\text{kN}/\text{本}$
$s^2 a_c$	アンカーボルトの公称断面積	mm^2
E_c	コンクリートのヤング係数	N/m^2
Q_{as}, Q'_{as}	短期許容せん断耐力	$\text{kN}/\text{本}$
ϕ_s	低減係数 (短期=0.6)	—

表14-1-1 浸水防止扉 (TVF-10) の耐震評価に用いる記号 (3/3)

記号	定義	単位
A_{cl}	有効投影面積 (はしあきがアンカーボルトの有効埋込み長さ未満の場合)	mm^2
P_{Ha}	アンカーボルトに作用する引張力	kN
P_{Va}	アンカーボルトに作用するせん断力	kN
P_h	津波により扉体にかかる強度計算荷重	kN
n_a	アンカーボルトの本数 (強度評価対象)	本

DRAFT

14.2 評価部位

評価対象部位は、浸水防止扉（TVF-10）の構造上の特徴を踏まえ選定する。

浸水防止扉（TVF-10）は、扉体本体（扉板及び芯材）、扉体部品（ヒンジ、扉支持金具及び締結金具）及びアンカーボルトから構成される。

浸水防止扉（TVF-10）に生じる地震に伴う荷重は、扉板から芯材（主桁及び縦桁）、芯材から枠体に伝達される。また、枠体はアンカーボルトにより壁と一体化しており荷重は躯体に伝わる。

扉板本体については、津波荷重に対して十分な強度を有することを確認している（別添2参照）。一方、地震荷重は津波荷重と比較して極めて小さいことから、応力計算による耐震評価は行わず、荷重の比較により耐震強度を有することを確認する。

浸水防止扉（TVF-10）を構成する部品類であるヒンジピン、ヒンジボルト、扉支持金具、締結金具及びアンカーボルトについては、地震による扉の振動により荷重を受けることから、応力計算を行い、強度評価を行う。

浸水防止扉（TVF-10）の構造図を図14-2-1に示す。扉体部品への地震荷重の作用イメージ及び評価対象部位を図14-2-2に、アンカーボルトの位置及び評価部位を図14-2-3に示す。

DRAFT

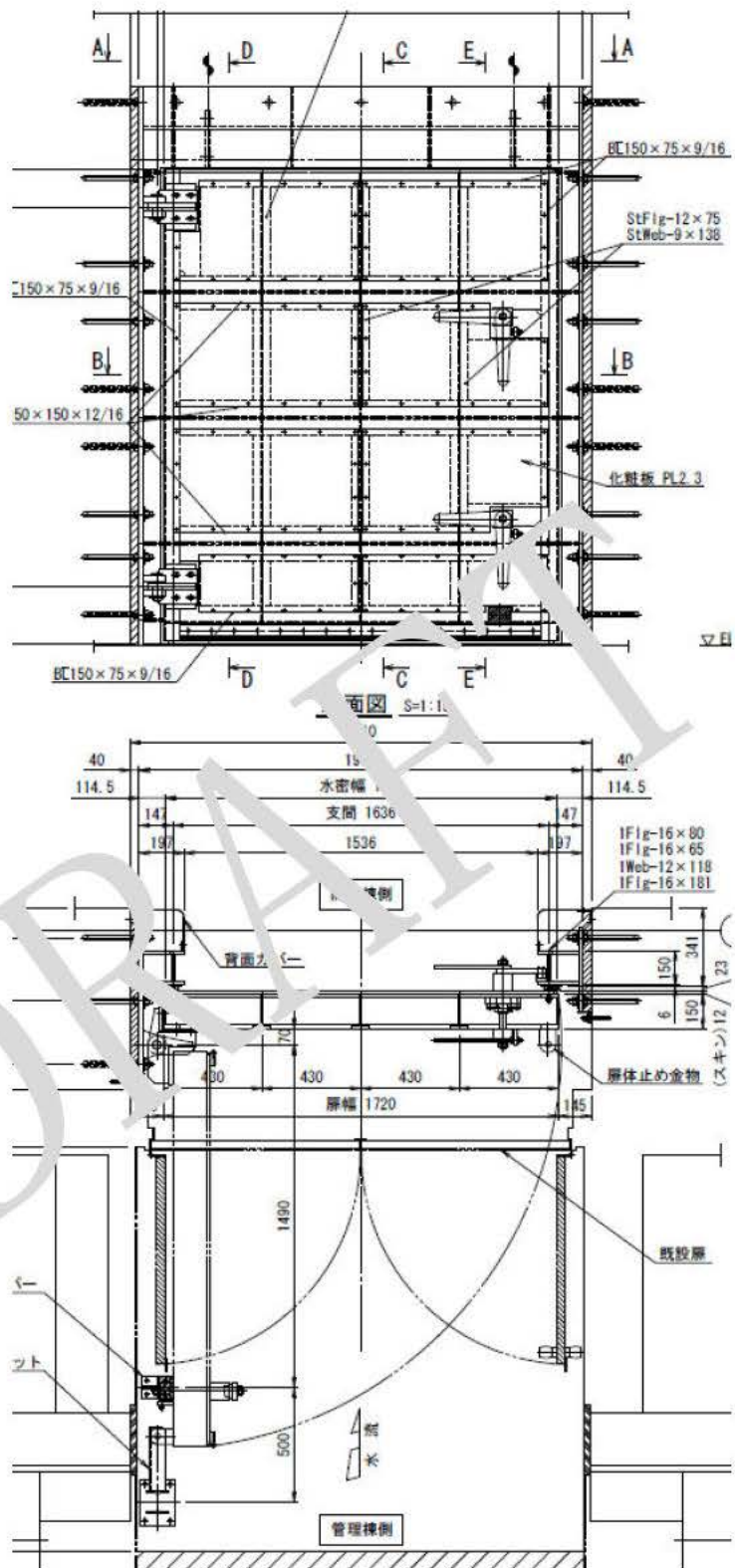


図14-2-1 浸水防止扉 (TVF-10) の構造図

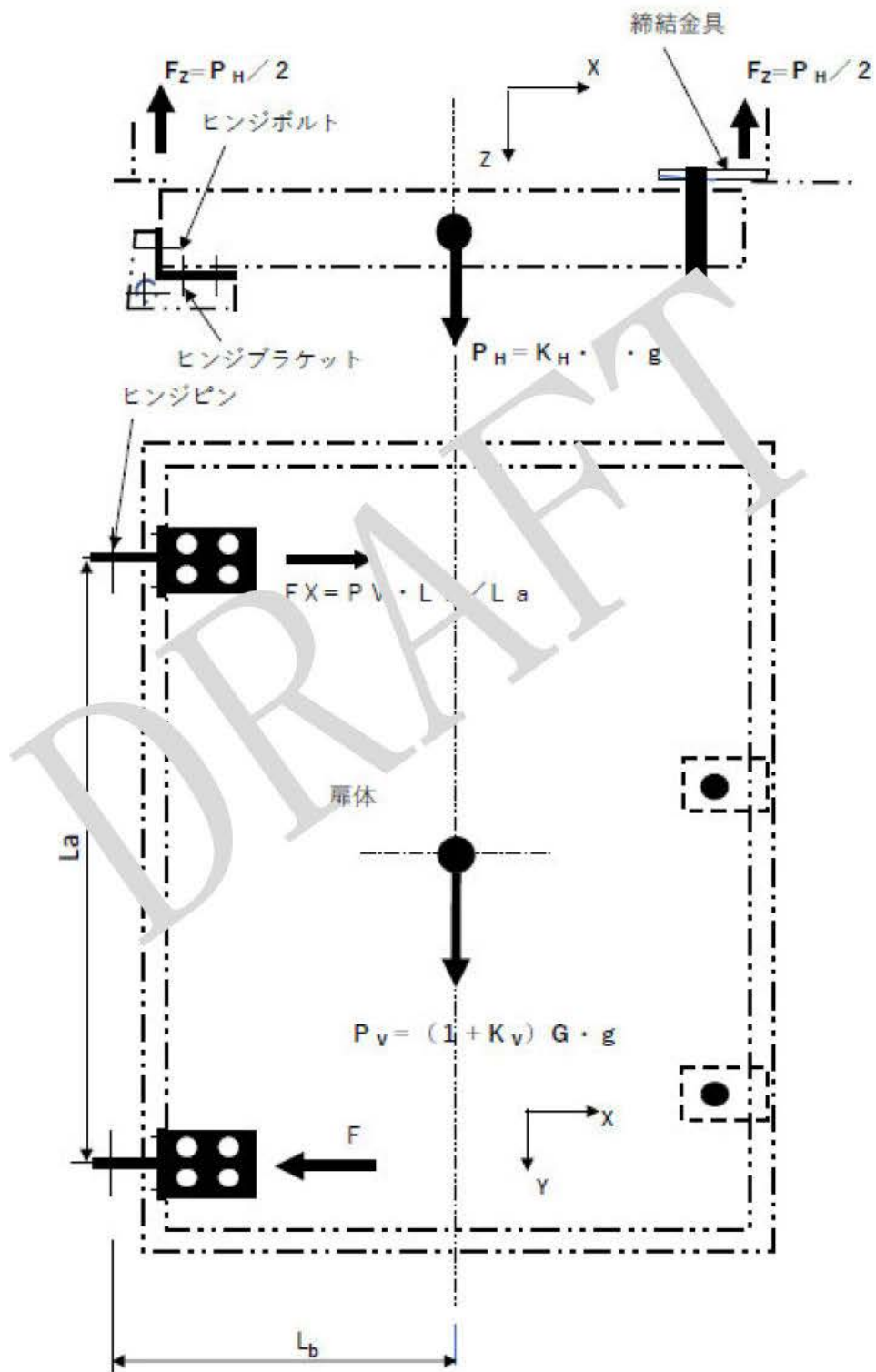


図14-2-2 浸水防止扉（TVF-10）閉止時の地震荷重の作用イメージと評価対象部位

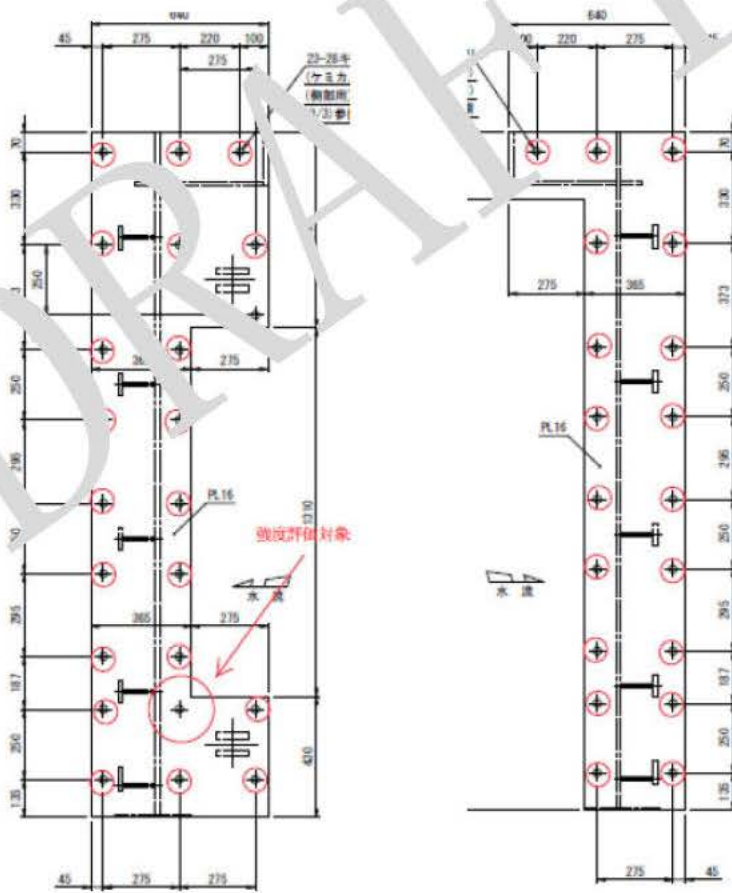
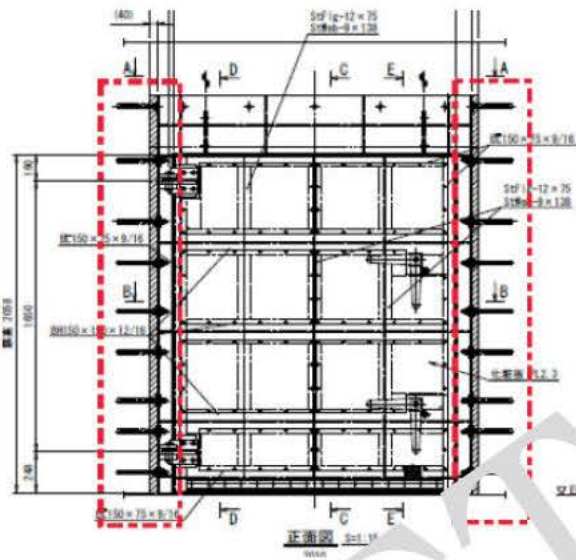


図14-2-3 浸水防止扉（TVF-10）アンカーボルト位置と評価対象

14.3 構造強度評価方法

浸水防止扉 (TVF-10) の耐震評価は、「14.2 評価部位」に示す評価部位に対し、「14.4 荷重及び荷重の組合せ」及び「14.5 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「14.7 計算方法」に示す方法を用いて評価を行う。

14.4 荷重及び荷重の組合せ

(1) 耐震評価上考慮する荷重

浸水防止扉 (TVF-10) の耐震評価に用いる荷重を以下に示す。

- G : 浸水防止扉 (TVF-10) の固定荷重
- G_D : 浸水防止扉 (TVF-10) の扉体荷重
- G_F : 浸水防止扉 (TVF-10) の戸当り荷重
- P : 積載荷重
- K_s : 地震荷重

浸水防止扉 (TVF-10) は、上載物の荷重を負担する又は影響を受ける構造となっていないことから、積載荷重については考慮しない。

(2) 荷重の設定

a. 固定荷重(G)

浸水防止扉 (TVF-10) の自重を表14-4-1に示す。

表14-4-1 浸水防止扉 (TVF-10) の自重

扉名称	固定荷重G	
	扉体G _D [t]	戸当りG _F [t]
浸水防止扉 (TVF-10)	1.0	1.0

b. 地震荷重 (K_s)

地震荷重として、設計地震力に伴う慣性力を考慮する。地震荷重は、浸水防止扉の固定荷重に設計震度を乗じた次式により算出する。

$$K_s = G \cdot K \cdot g$$

なお、水平及び鉛直地震力による組合せ応力が作用する部位の評価は、水平方向と鉛直方向の地震力が同時に不利な方向に作用するものとして、絶対値和法により評価する。

(3) 荷重の組合せ

浸水防止扉 (TVF-10) に作用する荷重の組合せを表14-4-2に示す。

表14-4-2 浸水防止扉 (TVF-10) の荷重の組合せ

部位	荷重の組合せ
浸水防止扉 (TVF-10) 部品	G _D + K _s
アンカーボルト	G _D + G _F + K _s

14.5 使用材料及び許容限界

浸水防止扉 (TVF-10) を構成する部材のうち、耐震評価を行う部位である扉板、芯材、ヒンジ部、アンカーボルトの使用材料を表14-5-1、ヒンジ部の締結金具の形状を図14-5-1に示す。

(1) 使用材料

浸水防止扉 (TVF-10) を構成する扉板、芯材及びヒンジ部の使用材料を表14-4-1、ヒンジ部の締結金具の形状を図14-4-2に示す。

表14-4-1 使用材料

部位		材質	仕様[mm]
扉板		SM400A	1973×1720×t12
芯材	主桁 (上段及び下段)	SM400A	C150×75×9×16
	主桁 (中間)	SM400A	H150×150×12×16
	縦桁	SM400A	C150×75×9×12 [*]
上部 戸当り	鉛直/水平補剛材	SM400A	PL150×75
	水平補剛材	SM400A	PL150×170
ヒンジ部	ヒンジピン	SUS304	φ5
	取付ボルト	SUS304	M12
	締結金具	SM490A	5(B ₁)×26(B ₂)×163(B ₃)×t19
戸当り	アンカーボルト	SUS304	M20×180L

※ t は板厚、φ は径、M は呼び径、L は穿孔長を示す。

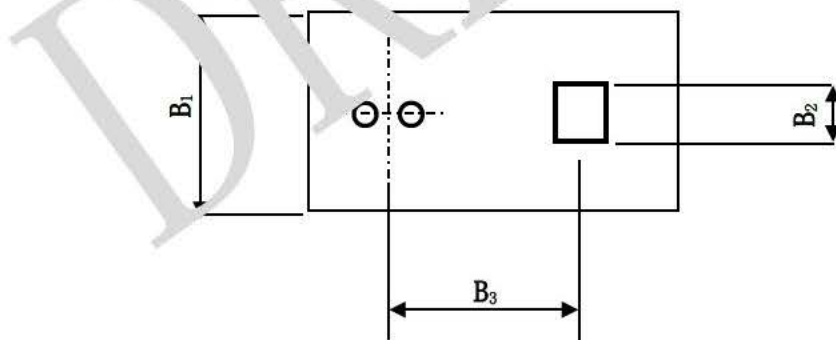


図14-4-2 締結金具の形状 (浸水防止扉 (TVF-10))

(2) 許容限界

a. 扉板、芯材及びヒンジ部

ヒンジ部及び扉支持金具の許容限界は、「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005改定）」を踏まえて表14-3-2の値とする。

表14-3-2 許容限界

材料	短期許容応力 [N/mm ²]	
	曲げ	せん断
SUS304 ^{※1}	205	118
SM400A ^{※2}	235	135
SM490A ^{※2}	315	181

※1 許容応力度を決定する場合の基準強度 F_t の値は、「JIS G 4303 : 20 ステンレス鋼棒」，「JIS G 4304 : 2012 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に基づく。

※2 許容応力度を決定する場合の基準強度 F_t の値は、「JIS G 3106 : 2015 溶接構造用圧延鋼板及び鋼帯」，「鋼構造設計規準 溶接構造用 ($t \leq 40\text{mm}$)」に基づく。

b. アンカーボルト

アンカーボルトの許容限界は、「国住指第1015号 あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工設計指針」（平成13年7月7日）に基づく。

14.6 評価用地震力

浸水防止設備 TVF-1, TVF-2, TVF-3, TVF-4, TVF-5, TVF-6, TVF-7, TVF-8, TVF-9, TVF-10の固有周期が0.05秒以下であることを確認したため、ガラス固化技術開発施設（TVF）浸水防止扉の耐震評価で用いる震度は、添付資料6-1-2-5-2「ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家の地震応答計算書」に基づいて設定した水平震度及び鉛直震度を1.2倍して用いる。評価の対象である浸水防止扉（TVF-10）は1階に設置されているが、保守側の評価となるよう3階の加速度を参照する。評価に用いる震度を表12-6-1に示す。

表14-6-1 浸水防止扉(TVF-10)の耐震計算で用いる震度

地震動	設置場所及び床面高さ [m]	地震による設計震度	
		基準地震動 S_s	ガラス固化技術開発施設 (TVF) 3階
		鉛直方向 K_V	0.79

DRAFT

14.7 計算方法

扉体（扉板、主桁及び縦桁）について、設計地震力が津波による波力を下回る場合は、耐津波強度評価に包含されるため検討を省略する。設計地震力が津波による波力を上回る場合は、発生応力を算定し、許容限界以内であることを確認する。

扉体部品（ヒンジピン、ヒンジボルト、締結金具及び扉支持金具）及びアンカーボルトについては、設計地震力から各部材の発生応力を算定し、許容限界以内であることを確認する。

(1) 荷重算定

① 水平方向地震力 P_H

$$P_H = K_H \cdot G_D \cdot g$$

② 扉体自重及び鉛直方向地震力 P_V

$$P_V = (1 + K_V) \cdot G_D \cdot g$$

③ ヒンジ部及び締結金具に作用するZ方向荷重 F_Z

$$F_Z = \frac{P_H}{2}$$

④ ヒンジ部に作用するX方向荷重 F_X

$$F_X = \frac{P_V \cdot L}{L_a}$$

(2) 応力算定

① ヒンジピンに発生するせん断応力 τ_{hp}

$$F_{xz} = \sqrt{F_X^2 + \left(\frac{F_Z}{2}\right)^2}$$

$$\tau_{hp} = \frac{1000F_{xz}}{A_{ps}}$$

$$A_{ps} = \frac{3}{4}A_p$$

(機械工学便覧 A3編 材料力学 3.8 せん断力によるはりの応力とたわみ)

② ヒンジボルトに発生する引張応力 σ_b 及びせん断応力 τ_b

・扉体正面

$$\sigma_{b1} = \frac{1000F_Z}{n_1 \cdot A_s}$$

$$\tau_{b1} = \frac{1000F_x}{n_1 \cdot A_s}$$

・扉体側面

$$\sigma_{b2} = \frac{1000F_x}{n_2 \cdot A_s}$$

$$\tau_{b2} = \frac{1000F_z}{2n_2 \cdot A_s}$$

③ 締付金具に発生する応力

・曲げ応力

$$\sigma_{rb} = \frac{1000F_z \cdot B_3}{2Z_r}$$

・せん断応力

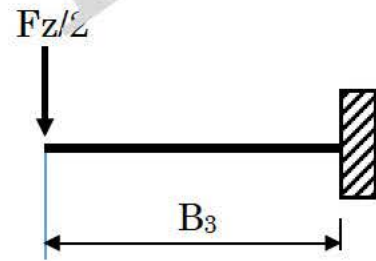
$$\tau_{rs} = \frac{1000F_z}{2A_{rs}}$$

$$A_{rs} = \frac{t}{3} \cdot B_3$$

(械工学便 A3編 材料力学 3.8 せん断力によるはりの応力とたわみ)

・組合せ応力

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_{rb}^2 + 3\tau_{rs}^2}$$



12.8 許容応力

(1) ヒンジピン, ヒンジボルト, 扉支持金具 (取付ボルトを除く) 及び締結金具

「鋼構造設計規準—許容応力度設計法— (社) 日本建築学会, 2005改定」を踏まえて材料の耐力及び引張強さの70%のいずれかの小さい数値を基準強度 F として、許容応力は以下とする。

a. 許容引張応力及び許容曲げ応力

$$f_t = f_b = F$$

b. 許容せん断応力

$$f_s = \frac{F}{\sqrt{3}}$$

(2) アンカーボルト

「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」に基づき引張耐力及びせん断耐力を算出する。

a. 引張耐力

$$T_a = \min(T_{a1}, T_{a2}, T_{a3})$$

T_a : 引張耐力

$$T_{a1} = \sigma_y a_0$$

T_{a1} : アンカーボルトの耐力により決まる引張耐力

σ_y : アンカーボルトの降伏強度

a_0 : アンカーボルトの有効断面積 (ねじ加工を考慮)

$$T_{a2} = 0.23 \sqrt{\sigma_B} \cdot A_c$$

$$A_c = \pi l_e (l_e + d_a)$$

$$l_e = l - d_a$$

T_{a2} : コンクリートのコーン破壊により決まる引張耐力

σ_B : コンクリートの圧縮強度

A_c : コンクリートのコーン破壊面の有効水平投影面積

l_e : アンカーボルトの有効埋め込み長さ

l : アンカーボルトの埋め込み長さ (穿孔長)

d_a : アンカーボルトの呼び径

コンクリート開放端からアンカーボルトの中心距離 (はしあき) b がアンカーボルト穿孔長を下回る場合, すなわち, $b < l$ の場合, A_c に替え A_{cb} を使用して T_{a2} を算出す

る。

$$T_{a2} = 0.23\sqrt{\sigma_B} \cdot A_{cb}$$

$b < l$ の場合, $A_c \rightarrow A_{cb}$

$$\theta_b = 2 \cos^{-1} \left(\frac{b}{l_e + \frac{d_a}{2}} \right) \quad \text{ただし, } \theta_b [^\circ]$$

$$A_{cb} = 0.5 \left(2\pi - \frac{\theta_b}{180} \pi + \sin \theta_b \right) \left(l_e + \frac{d_a}{2} \right)^2 - \frac{1}{4} \pi d_a^2$$

はしあきによる欠損面積 A'_b は、以下の通り算出する。

$$A'_b = 0.5 \left(\frac{\theta_b}{180} \pi - \sin \theta_b \right) \left(l_e + \frac{d_a}{2} \right)^2$$

隣接アンカーボルトのピッチ(最小値)よりあき a が $2(l_e + \frac{d_a}{2})$ を下回る場合、すなわち、 $\frac{a}{2} < (l_e + \frac{d_a}{2})$ の場合も A_c に替え A_{ca} 使用して T_{a2} を算出する。

$$\theta_a = 2 \cos^{-1} \left(\frac{a}{2(l_e + \frac{d_a}{2})} \right) \quad \text{ただし, } \theta_a [^\circ]$$

$$A_{ca} = 0.5 \left(2\pi - \frac{\theta_a}{180} \pi + \sin \theta_a \right) \left(l_e + \frac{d_a}{2} \right)^2 - \frac{1}{4} \pi d_a^2$$

アンカーボルトが近接することによる欠損面積 A'_a は、以下の通り算出する。

$$A'_a = 0.5 \left(\frac{\theta_a}{180} \pi - \sin \theta_a \right) \left(l_e + \frac{d_a}{2} \right)^2$$

T_{a2} については、はしあき及びアンカーボルトの近接による有効水平投影面積が最小のアンカーボルト1本あたりの引張耐力として強度評価を行う。

$$T_{a3} = 10 \sqrt{\left(\frac{\sigma_B}{21} \right)} \cdot \pi d_a l_e$$

T_{a3} : コンクリートの付着破壊より決まる引張耐力

$$T_{as} = \frac{2}{3} T_a \quad (T_a \text{ が } T_{a2} \text{ 又は } T_{a3} \text{ で決まる場合)}$$

$$T_{as} = T_a \quad (T_a \text{ が } T_{a1} \text{ で決まる場合)}$$

T_{as} : あと施工アンカーを用いた接合部 (1本あたり) の短期許容引張耐力

b. せん断耐力 $Q_a = \min(Q_{a1}, Q_{a2}, Q_{a3})$
 $Q_a = \min(Q_{a1}, Q_{a2}, Q_{a3})$

Q_a : アンカーボルトのせん断耐力

$$Q_{a1} = 0.7\sigma_y \times s a_c$$

Q_{a1} : アンカーボルトの降伏により決まるせん断耐力

σ_y : アンカーボルトの降伏強度

$s a_c$: アンカーボルトの公称断面積

$$Q_{a2} = 0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \times s a_c$$

Q_{a2} : コンクリートの支圧により決まるせん断耐力

E_c : コンクリートのヤング係数

σ_B : コンクリートの圧縮強度

$$Q_{a3} = 294 \times s a_c$$

Q_{a3} : 上限値より決まるせん断耐力

$$Q_{as} = Q_a / 1.5$$

Q_{as} : 短期許容せん断耐力

はしあきがアンカーボルトの有効埋込み長さ未満の場合は、以下の式で短期許容耐力を算出す。

$$Q_{as} = \sqrt{10} \times \sqrt{A_{cl}} \times f_{ct} \times 10$$

ただし、

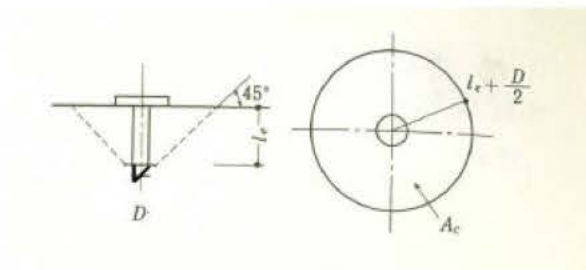
$\sqrt{10}$: 低減係数 (短接係 = 0.6)

A_{cl} : 有効投影面積 ($= \frac{1}{2} \pi a^2$)

この場合は

$$Q_{as} = \min(Q_{as}, Q'_{as})$$

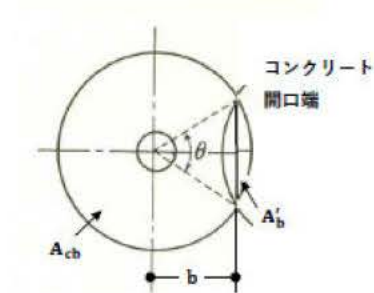
引張耐力及びせん断耐力を算出する際の、水平有効投影面積及び有効投影面積を図14-8-1に示す。



有効水平投影面積

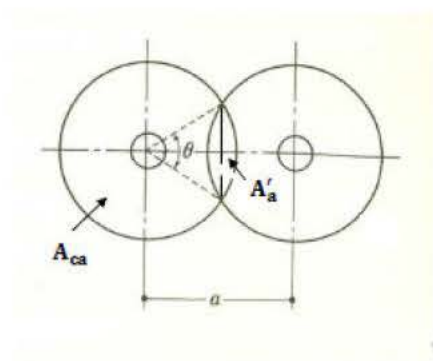
(アンカーボルト間隔；標準ピッチ以上)

(はしあき；有効埋込み長さ以上)



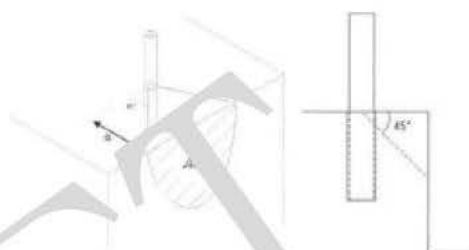
有効水平投影面積

(はしあき；有効埋込長さ未満)



有効水平投影面積

(アンカーボルト間隔；標準ピッチ未満)



有効投影面積

(アンカーボルト間隔；標準ピッチ未満)

図1-8-1 有効水平投影面積及び投影面積図

14.9 計算条件

「14.7 計算方法」に用いる評価条件を表14-9-1に示す。

表14-9-1 耐震評価に用いる条件（浸水防止扉(TVF-10)）（1/2）

対象部位	記号	単位	定義	数値
扉自重	G_D	ton	扉体	1.0
	G_F	ton	戸当り	1.0
震度	K_H	—	水平方向設計震度	1.12
	K_V	—	鉛直方向設計震度	0.79
地震荷重	P_H	kN	扉体にかかる水平方向地震力	11.57
	P_V	kN	扉体自重及び鉛直方向地震力	17.55
	F_Z	kN	ヒンジ部及び締結具に作用するZ方向荷重	5.785
	F_X	kN	ヒンジ部に作用するX方向荷重	9.434
	P_{Ha}	kN	アンカーボルトに作用する引張力	21.97
	F_{Ts}	kN	アンカーボルトに作用するせん断力	35.11
強度計算荷重	F	kN	津波により扉体にかかる強度計算荷重	425.7
ヒンジ	L_a	mm	ヒンジ中心間距離	1650
	L	mm	扉体中心からヒンジまでの水平方向距離	887
ヒンジ部	A_p	mm ²	断面積	706.9
	A_{ps}	mm ²	せん断断面積	530.2
	F_{xz}	kN	ヒンジ部に作用するX方向とZ方向荷重の合力	9.867
ヒンジボルト	n_1	本	本数（扉体正面）	4
	n_2	本	本数（扉体側面）	2
	A_s	mm ²	有効断面積	84.3
締結金具	B_3	mm	支点から荷重作用点までの距離	163
	A_{rs}	mm ²	せん断断面積	494
	A_r	mm ²	断面積	741
	Z_r	mm ³	断面係数	2346.5
アンカーボルト	n_a	本	本数（強度評価対象）	42
	l	mm	埋め込み長さ（穿孔長）	130
	d_a	mm	呼び径	16
	l_e	mm	有効埋め込み長さ	114

表14-9-1 耐震評価に用いる条件（浸水防止扉(TVF-10)）（2/2）

記号	単位	定義	数値
σ_y	N/mm ²	アンカーボルトの降伏強度	205
a_0	mm ²	アンカーボルトの有効断面積 (ねじ加工を考慮)	245
σ_B	mm ²	コンクリートの圧縮強度	20.6
E_C	N/mm ²	コンクリートのヤング係数	2.15E+04
s^{ac}	mm ²	アンカーボルトの公称断面積	314
a_1	mm	隣接アンカーボルトのピッチ	187
a_2	mm	隣接アンカーボルトのピッチ	250
a_3	mm	隣接アンカーボルトのピッチ	275
a_4	mm	隣接アンカーボルトのピッチ	275
A_c	mm ²	コンクリートのせん断破壊面の有効水 投面積	59414
T_{a1}	kN	アンカーボルトの降伏により決まる 引張耐力	50.2
T_{a2}	kN	コンクリートのせん断破壊により決まる 引張耐力	62.0
T_{a3}	kN	コンクリートの付着破壊により決まる 引張耐力	99.6
Q_a	kN	アンカーボルトの降伏により決まる せん断耐力	45.1
Q_{a2}	kN	コンクリートの支圧により決まる せん断耐力	83.7
Q_{a3}	kN	上限値より決まるせん断耐力	92.3

14.10 評価結果

浸水防止扉 (TVF-10) の扉体にかかる耐震計算荷重と耐津波強度計算荷重の比較を行った結果を表14-10-1に示す。また、浸水防止扉 (TVF-10) の各部材及びアンカーボルトの評価結果をそれぞれ表14-10-2及び表14-10-3に示す。

浸水防止扉 (TVF-10) の扉体にかかる荷重は耐津波強度計算荷重に比べて極めて小さく、強度計算で十分な強度を有することが確認されていることから、耐震性も有する。

浸水防止扉 (TVF-10) の各部材にかかる発生応力は許容限界値以下であることから、浸水防止扉 (TVF-10) が構造強度を有することを確認した。

表14-9-1 浸水防止扉 (TVF-10) の評価結果 (扉体)

耐震計算荷重 [kN]	強度計算荷重 [kN]	耐震強荷重比
11.6	426	0.03









表14-9-2 浸水防止扉 (TVF-10) の評価結果 (部品類)

評価対象部位	発生応力 [N/mm ²]	許容応力 [N/mm ²]	応力比	
ヒンジピン	19	118	0.17	
ヒンジボルト	扉体正面	9	205	0.05
	扉体後面	56	205	0.28
締金具	192	315	0.61	

表14-9-3 浸水防止扉 (TVF-10) の評価結果 (アンカーボルト)

応力	発生荷重 [kN/本]	許容耐力 [kN/本]	耐力比
引張	0.6	50.2	0.02
せん断	0.8	30.0	0.03

HAW 及び TVF の安全対策に係る工事の進捗状況(令和3年7月末)

安全対策工事	令和2年度												令和3年度												令和4年度												令和5年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
地震対策工事	HAW 周辺地盤改良工事 【工事中】												 HAWとTVFの間のT21トレンチを含むエリアの工事状況(掘削とコンクリート打設中)												 HAWの東側エリアの工事状況(打設したコンクリートの養生)												完了予定											
	第二付属 排気筒 耐震補強工事 【工事完了】												 鉄筋コンクリートによる排気筒下部の補強部(完了後)												 排気ダクト接続架橋の補強(完了後)												完了											
	主排気筒 耐震補強工事 【工事中】												鉄筋コンクリート構造の筒体は特殊な工事が必要となるため、工事業者の選定に時間を要した。												完了予定																							
	TVF冷却水配管 耐震補強工事 【審査中】												完了予定												完了予定																							
津波対策工事	HAW 一部外壁 補強工事 【工事中】												 補強対象の外壁付近の電線管等の既設設備の移設作業状況												 工事前の調査で既設の壁に使用されていたことが判明したアスベストの除去作業状況												完了予定											
	TVF一部外壁 補強工事 【審査中】												完了予定												完了予定																							
	TVF一部浸水 防止扉補強工事 【次回申請予定】												工事工程については調整中												完了予定																							
	漂流物防護柵 設置工事(押波) 【工事中(一部審査中)】												その2の工事は設置場所が事故対応設備の配備場所(PCDF駐車場の整備工事範囲内であることから、同時期に工事を実施する方向で調整。												完了予定																							
	漂流物防護柵 設置工事(引波) 【審査中】												完了予定												完了予定																							
事故対処等に係る工事	TVF保管ピットの 全電源喪失時の 冷却対策工事 【工事中】												 移動式電源車からの給電用ケーブルを建家間でつなぐハンドホール及び埋設管路の敷設状況												完了予定																							
	HAWの事故対処に係る冷却水 接続口の設置工事 【工事中】												完了予定												完了予定																							
	事故対処設備の 保管場所の整備 【審査中(部次回申請)】												(地盤改良) 申請 6/29 (設置設備) 申請 予定												完了予定																							
	TVF制御室の 安全対策 (換気対策) 【工事中】												完了予定												 製作中の可搬型送風機(制御室の換気対策)																							
	パラメータ監視・ 津波監視システムの 設置工事 【審査中】												完了予定												完了予定																							

(スケジュールについては進捗等に応じて適宜見直すものである。)

東海再処理施設の安全対策に係る面談スケジュール(案)

令和3年7月29日
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (下線: 次回変更審査案件)		令和3年									
		7月				8月				9月	
		~2日	~9日	~16日	~23日	~30日	~6日	~13日	~20日	~27日	~3日
廃止措置計画変更認可申請に係る事項											
安全対策	津波による 損傷の防止	○TVF浸水防止扉の耐震補強 設計及び工事の計画					▽29		▽19	◇24	
	事故対処	○事故対処設備の 保管場所の整備 (アクセスルートの検討)			▼20			▽5	▽17▽19	◇24	
		○PCDF斜面補強 設計及び工事の計画 (機電設備)						▽5	▽19	◇24	
	内部火災	○代替措置の有効性		◆5				▽29		▽19	◇24
		○HAW内部火災対策工事 設計及び工事の計画 ○TVF内部火災対策工事 設計及び工事の計画						▽29		▽19	◇24
	溢水	○HAW溢水対策工事 設計及び工事の計画								▽17▽19	◇24
○TVF溢水対策工事 設計及び工事の計画									▽17▽19	◇24	
その他 /工事進捗			▼8	▼20	▽29				▽19	◇24	
LWTFの計画変更 セメント固化設備及び 硝酸根分解設備の設置	○実証プラント規模試験の実施と 硝酸根分解技術の再評価 ○セメント固化設備の技術的成立 性について(4/20面談資料の改 訂) ○実証規模プラント試験の計画に ついて	▼29	◆5								
	○LWTFにおける外部事象に関する 評価について									▽2	
工程洗浄		▼29	◆5					▽5		▽2	
その他	○TVF保管能力増強に係る 一部補正 ○その他の設工認・報告事項							▽5			
廃止措置の状況											
ガラス固化処理の進捗状況		▼29	◆5 ▼8 ▼13				▽29		▽19	◇24	

▽:面談 ◇:監視チーム会合