

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2年7月21日
再処理廃止措置技術開発センター

○ 令和2年7月21日 面談の論点

(7/27 東海再処理施設安全監視チーム会合資料)

- 資料 1 前回会合における議論のまとめに対する回答
 - 資料 1-1 TVF 受入槽等の液量管理について
 - 資料 1-2 外部事象に対する事故対処設備の対策の具体的内容の提示時期について
 - 資料 1-3 防火帯に含まれる建屋の障壁としての機能等について
 - 資料 1-4 竜巻対策の事故対処設備による代替策の有効性について
 - 資料 2 廃止措置計画の変更認可申請(7月申請予定)案件について
 - 資料 2-1 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
 - 資料 2-2 高放射性廃液貯蔵場(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
 - 資料 3 外部事象に対する各影響評価ガイドへの対応状況
 - 資料 4 分離精製工場(MP)等の津波防護に関する考え方
 - 資料 5 TVF 保管能力増強について
- (その他)
- 資料 6 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟 FEM により設計された配管の耐震評価について
 - 資料 7 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建家貫通配管が損傷した場合の建家内浸水調査について
 - 東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)について
 - その他

以上

前回会合における議論のまとめに対する回答

【概要】

○第 45 回東海再処理施設安全監視チーム会合における以下の議論のまとめに関して回答する。

- ・ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟受入槽等の液量管理に係る保安規定の変更時期について(資料 1-1)
- ・外部事象(竜巻、火山事象、外部火災)発生時における可搬型の事故対処設備の防護方針について(資料 1-2)
- ・森林火災からの防護のために設ける防火帯の計画と森林火災発生時の自衛消防隊の役割について(資料 1-3)
- ・竜巻による飛来物によって屋上に設置されている設備, 配管等が損傷した際の復旧方法の考え方について(資料 1-4)

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

〈7/16 監視チームにおける議論のまとめ〉

1. 前回までの会合における議論のまとめに対する回答について

① TVF 受入槽等の液量管理について

○ 具体的な管理条件と保安規定の申請時期について

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟

受入槽等の液量管理に係る保安規定の変更時期について

【概要】

- ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の受入槽・回収液槽及び濃縮器については、耐震裕度を向上するために液量管理を行うこととした(第45回監視チーム会合)。
 - ・ 受入槽・回収液槽については、通常運転時においては 5.5 m^3 (密度 1.28 g/cm^3 以下)、非定常時においては 4 m^3 (密度 1.6 g/cm^3 以下)を液量管理値とした。ただし、送液時の送液精度・配管からの液戻り等の変動により一時的に管理値を超過する場合においては、速やかに管理値に戻すことを条件として許容超過期間を設けることとした。
 - ・ 濃縮器についても、耐震裕度確保の観点から液量を制限することとし、液量管理値として 1.0 m^3 を示した。
- 許容超過期間など上記液量管理の運用方法の具体的内容については、保安規定において明確にする方針であり、そのための保安規定変更に係る申請は10月上旬頃を予定している。
また、5月29日に廃止措置計画の一部補正を申請した内容の内、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の高放射性廃液貯槽の液量管理に係る保安規定の変更についても上記申請に含める。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

〈7/16 監視チームにおける議論のまとめ〉

1. 前回までの会合における議論のまとめに対する回答について
- ② 外部事象発生時における可搬型の事故対処設備の防護方針について
 - 上記の具体的な内容の提示時期について

外部事象(竜巻、火山事象、外部火災)発生時における

可搬型の事故対処設備の防護方針について

【概要】

- 外部事象(竜巻、火山事象、外部火災)に対する事故対処設備の防護方針については、各事象の特徴に応じて、分散配置・固縛・防火帯の設置・離隔距離の確保・運用による対処等を行うとしている(第45回監視チーム会合)。
- 事故対処の有効性評価については、再処理施設が津波に対してウェットサイトとなるという特徴を踏まえて検討を進め、令和2年10月、令和3年1月の各段階で評価結果を提示することとしている(第45回監視チーム会合)。
- 外部事象(竜巻、火山事象、外部火災)に対する事故対処設備の防護の具体的な内容についても、上記の事故対処設備の有効性評価と合わせて提示する予定である。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

〈7/16 監視チームにおける議論のまとめ〉
3. 外部事象対策について
③ 外部事象に係る各影響評価ガイドとの比較
○ 防火帯

〈6/29 監視チームにおける議論のまとめ〉
3. 外部事象対策について
② 外部火災対策について
自衛消防隊の役割

森林火災からの防護のために設ける防火帯の計画と

森林火災発生時の自衛消防隊の役割について

【概要】

- 森林火災から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安全機能を防護するために、当該施設周辺に防火帯を設置する計画である。
 - ・ 防火帯の設置計画については第45回東海再処理施設監視チーム会合にて、森林火災からHAW及びTVFの周辺の建家を防火建築とみなして防火帯に組み込んだ計画(計画A)を提示した。
 - ・ 規制庁からは、建家を防火帯に組み込むこと自体は否定しないが、防火帯として期待できることを示す評価及び運用について示すようコメントを受けた。
 - ・ これを受けて、防火帯の範囲は大きくなるが建家を防火帯内に組み込まず、構内の舗装道路等を利用する場合(計画B)についても検討を行った。
 - ・ 検討の結果、計画Aは防火帯範囲が狭いことから短期間での整備が期待でき、自衛消防による延焼活動が迅速に行えるという利点があるものの、防火帯に組み込んだ建家が延焼した場合の対策、延焼を起こさないための運用について先行事例がないといったデメリットがあると判断した。
 - ・ 一方、計画Bにおいても既設消火栓と消防タンク車を組み合わせれば延焼防止活動は可能であり、先行施設に倣った整備・運用が可能であることから不確実性が少ないと判断した。これより、今後は計画Bに基づき防火帯整備を進めることとする。
- 森林火災時の自衛消防隊の役割は、防火帯付近にて散水を行い、万が一の飛び火による延焼を防止することとしている。その対処に要する時間については訓練等により確認を行うこととし、今後の事故対処の有効性評価のスケジュールに合わせて示すこととする。

令和2年7月27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）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に対して森林火災からの防護のために設ける防火帯について

想定する森林火災から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を防護するために、周辺に必要防火帯幅をもった防火帯を設けて火災の延焼を食い止めるとともに、各建家外壁から防火帯外縁（火災側）の距離が危険距離を上回るようにすることで各建家外壁の温度を許容温度以下に保つこととしている。

上記の防火帯の設置計画について、周辺の鉄筋コンクリート造建家を延焼障壁とすることにより防護する建家周辺に近い位置に配置するケース（計画 A、図 1）と、防火帯内に建家・構築物を含めずに配置するケース（計画 B、図 2）を比較検討した。

計画 A の防火帯は防火帯面積が少ないことから短期間に整備が可能で自衛消防による延焼防止活動の範囲も少ないという利点が認められた。しかしながら、森林火災が隣接する建家内部に延焼した場合の対策が必要であること、また先行原子力施設の防火帯においても建家自体を防火帯に組み込む例は無いこと等の不利な点があること、既設の消火栓位置から計画 A・B 共に自衛消防による延焼防止活動は可能であることを踏まえ、計画 B を防火帯設置の基本方針とする。

今後は計画 B を基にして設定位置の詳細化を行い、事故対処設備の配備場所の整備時期に合わせて防火帯の設置（設計及び工事の方法の申請）を行う。なお、防火帯計画範囲に高放射性廃液貯蔵場（HAW）の周辺地盤改良工事区域、漂流物防護柵設置区域及び事故対処設備の配備場所（プルトニウム転換技術開発施設の管理棟駐車場）の地盤改良工事区域が含まれることから、すべての防火帯整備までには時間を要する。したがって、先行して着手可能な区域から整備を段階的に進めることとし、その整備の計画については令和 2 年 10 月までに示すこととする。

森林火災発生時の自衛消防隊の役割について

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及び第二付属排気筒の周辺には防火帯を設定するため、森林火災がこれらの施設に影響を及ぼすことはないが、森林火災の状況に応じて自衛消防隊は防火帯付近にて散水を行い、万が一の飛び火による延焼を防止する。

森林火災が発生、またはそのおそれがあると判断した場合には、所長は直ちに危機管理課長に対して自衛消防隊の招集を指示し、出動させる。

指示を受けた自衛消防隊は緊急自動車車庫前に参集し、消防タンク車又は消

防化学車により出動し、再処理施設内又は再処理施設周辺に到着し、消防タンク車又は消防化学車による散水活動を行うことができる。また、常駐隊は正門警備所より消防タンク車により出動し、再処理施設内又は再処理施設周辺に到着し、消防タンク車による散水活動を行うことができる。また近傍の消火栓・水利を利用した散水活動も実施する。

これらの対処に要する時間については、訓練等により確認を行うこととし、今後の事故対処の有効性評価のスケジュールに合わせて示すこととする。

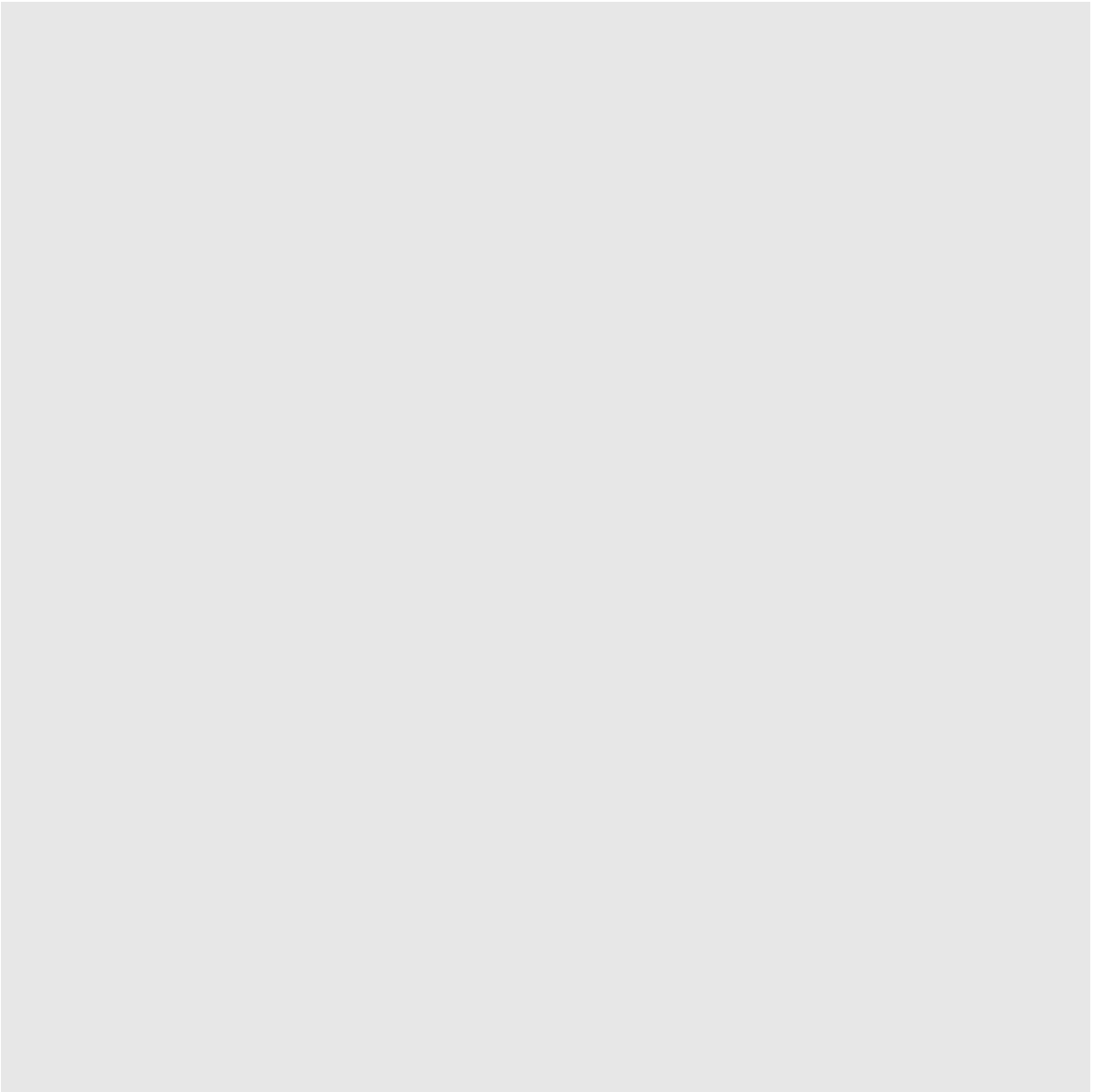


図 1 防火帯の設置計画 A

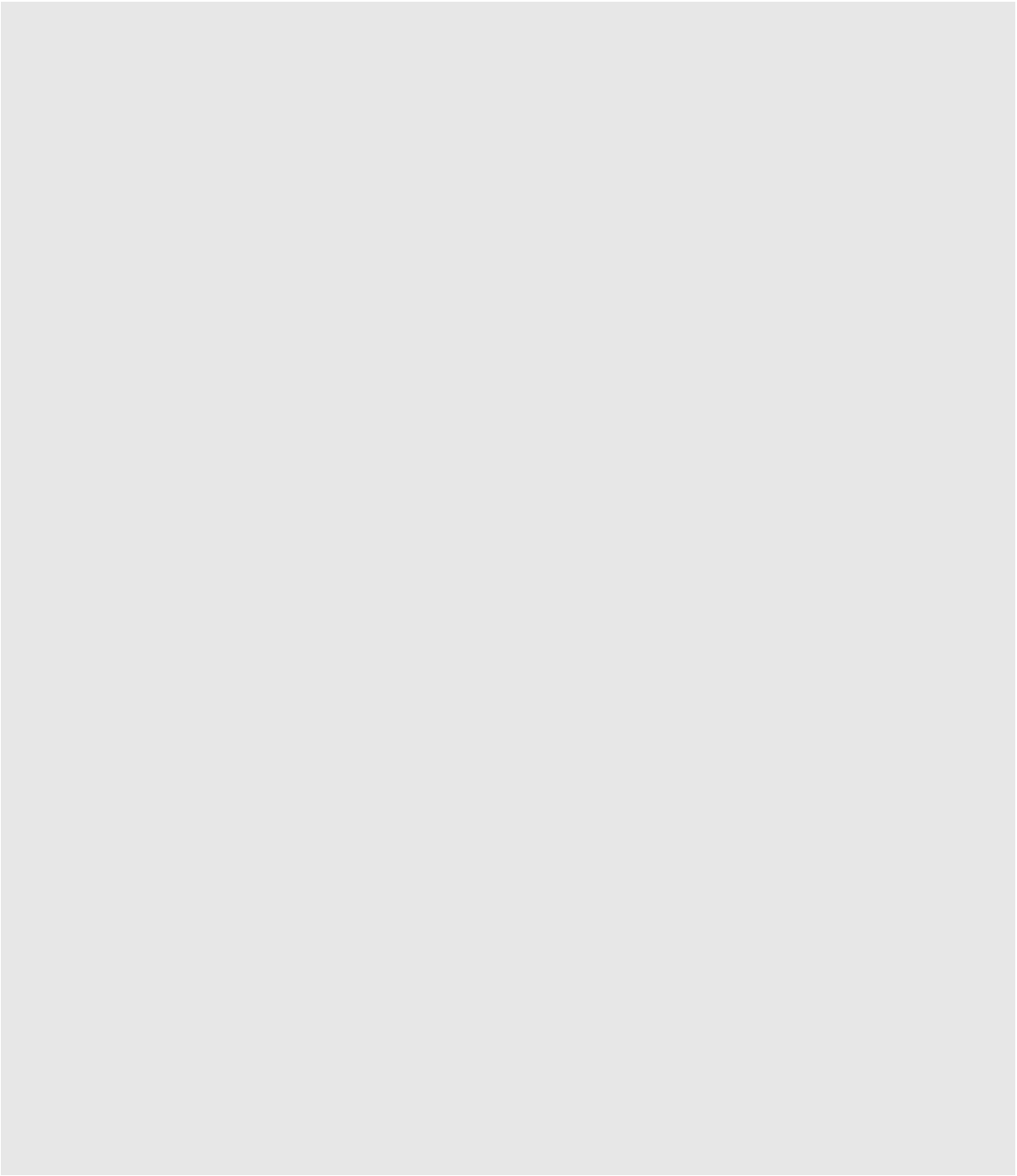


図 2 防火帯の設置計画 B

(参考) 防火帯の計画 A 及び計画 B の比較

想定する森林火災から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を防護するために設ける防火帯について、周辺の鉄筋コンクリート造建家を延焼障壁とすることにより防護する建家周辺に近い位置に配置するケース (計画 A、図 1) と、防火帯内に建家・構築物を含めずに配置するケース (計画 B、図 2) を検討した。以下にその詳細を示す。

1. 防火帯に求める要件

検討する防火帯は以下に示す「配置要件」と「管理要件」を満足するものとする。

○ 配置要件

- a. 防火帯は防護する建家周囲を切れ目なく囲む帯状の区域とすること。
- b. 以下の必要防火帯幅を確保すること。

風上 (防火帯外縁方向) に樹木がある場合	: 8.5 m 以上
風上 (防火帯外縁方向) に樹木がない場合	: 21 m 以上
- c. 以下の危険距離 (防護する建家外壁と火炎の離隔距離として最低限必要な距離) 以上の離隔距離を確保すること。

高放射性廃液貯蔵場 (HAW)	: 14 m
ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟	: 13 m
第二付属排気筒	: 19 m
- d. 自衛消防による延焼防止活動が可能であること。

○ 管理要件

- a. 防火帯内には可燃物がないこと。
- b. 防火帯内には樹木がないこと。また草木の自生を防止すること。
- c. 防火帯内に車両等を駐車しないこと (一時的な通過・停車は除く)。

2. 計画 A について

2.1 検討の方針

再処理施設は狭小な敷地に多数の建家が密集して建設されていることから、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においても隣接建家が近くに存在する。しかしながら、これらの隣接建家は原子力施設として建設された堅牢な鉄筋コンクリート造建家であり、火災に対して有効な防護障壁となることが期待される。

そこで、これらの建家を防火帯の一部に組み込むことにより防火帯を面積を少なくすることで、短期間での整備・自衛消防による延焼防止活動

の容易化を図るという意図に基づき検討した（図 1）。南側の防火帯はその風上に樹木があることから防火帯幅を 21 m 確保することとし、高放射性廃液貯蔵場（HAW）については北側及び東側の一部に隣接建家（分離精製工場（MP）及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF））、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については北側の一部に隣接建家（クリプトン回収技術開発施設（Kr））を組み込む。また両建家とも南側の一部に隣接建家（リサイクル機器試験施設（RETF））を組み込む。

なお南東側の一部は現在は樹木が自生しているが、これらはこの場所に事故対処設備を配備することから、地盤改良工事を行う計画であり、その際にこれらの樹木の伐採が行われる。

2.2 計画のメリット

防火帯面積が少ないことから、防火帯の整備期間が短く、自衛消防による延焼防止活動も守備範囲が狭いことから容易となる。参考-図 1 に最も火炎到達時間が短い発火点 4 による森林火災発生時の自衛消防隊のアクセスルートと、参考-図 2 に防火帯周辺の消火栓の配置図を示す。

2.3 計画のデメリット

防火帯内に堅牢な鉄筋コンクリート造建家を含め、この構造体の防火・耐火性能により森林火災の延焼防止及び輻射熱の遮断を期待することとしている。これらの建家は原子力施設として建設されたものであることから壁も十分厚く、窓等の開口部が少ないことから、外部からの火炎の伝播を防止する機能が十分あると考えられる。しかしながら、万が一、建家内部に延焼した場合には、建家内部を火炎が伝播し、特に高放射性廃液貯蔵場（HAW）と分離精製工場（MP）は連絡通路等で接続されているため、これらからの延焼防止の対策が必要となる。なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）と分離精製工場（MP）の向かい合う壁は鉄筋コンクリート壁であり、開放部はない（既設開口部は津波浸水防止のため鉄板により閉止済み）。

3. 計画 B について

3.1 検討の方針

計画 A と異なり、建家等を含めないように防火帯の配置を計画する。その際には、先行施設（高温工学試験研究炉）の例を参考に、既にアスファルト塗装がされている構内舗装道路を防火帯として利用する（図 2）。

南側の防火帯はその風上に樹木があることから防火帯幅を 21 m 確保することとする。防火帯は、分離精製工場（MP）を中心として建設され

ている再処理施設の建家群を囲むように敷設されている舗装道路沿いに設置し、南側については再処理施設とプルトニウム燃料技術開発センターの間の舗装道路の一部を防火帯とする。

なお南東側の一部は現在は樹木が自生しているが、これらはこの場所に事故対処設備を配備することから、地盤改良工事を行う計画であり、その際にこれらの樹木の伐採が行われる。

3.2 計画のメリット

防火帯内に建家等の構築物がないため、1.に示した管理要件を満足するように維持管理することは容易となる。また、標識等を設置することにより防火帯を明確に示すことができる。

3.3 計画のデメリット

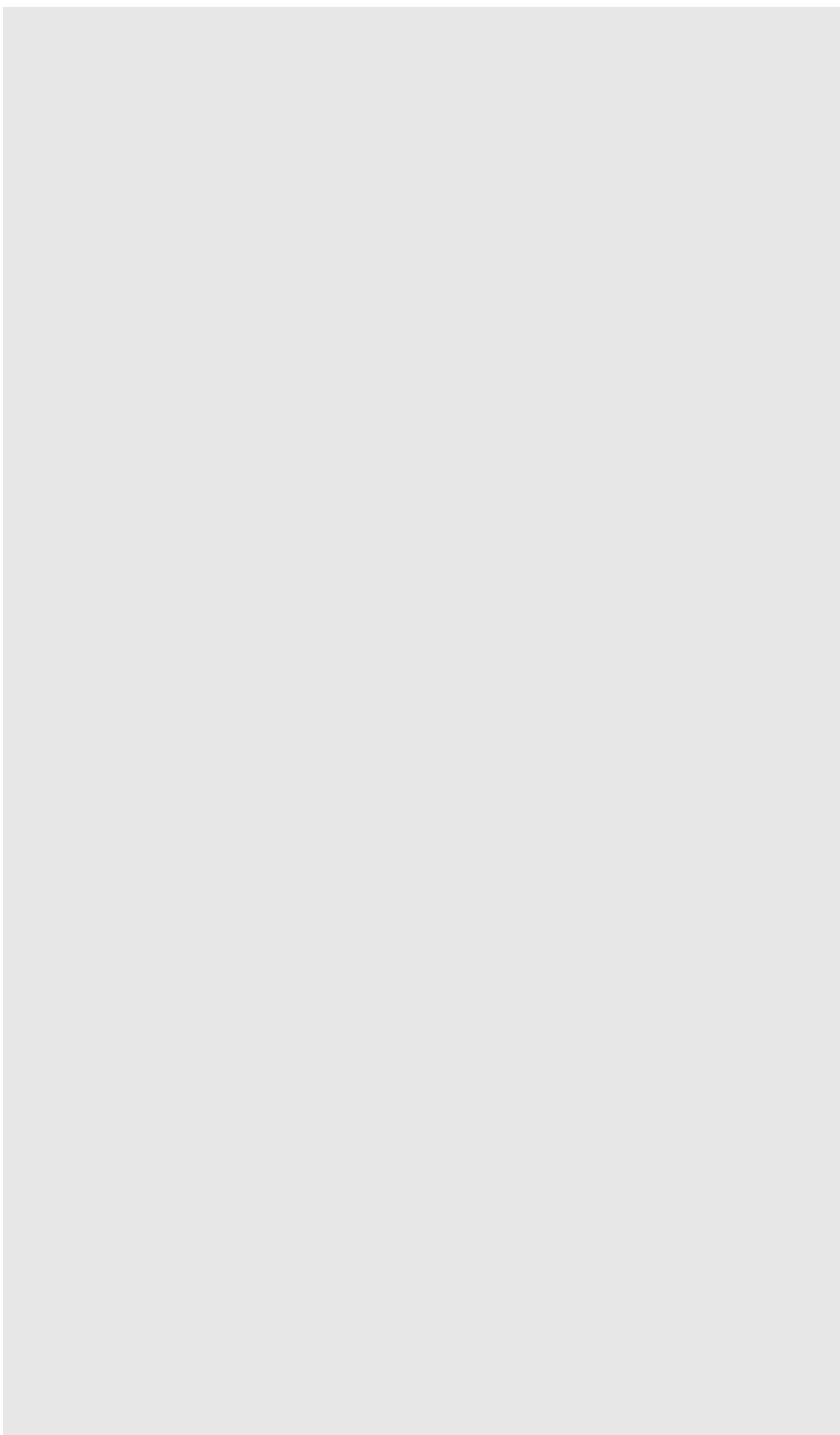
防火帯が広い範囲となるため、自衛消防による延焼防止活動の守備範囲が広がる。しかしながら、参考-図 3 に示す通り、最も火炎到達時間が短い発火点 4 による森林火災発生時の自衛消防隊のアクセスルートは計画 A と変わらない。また、参考-図 3 に示すように防火帯周辺に利用可能な消火栓が配置されており、これらの消火栓と消防タンク車を組み合わせた延焼防止活動が可能である。

4. 計画 A と計画 B の比較

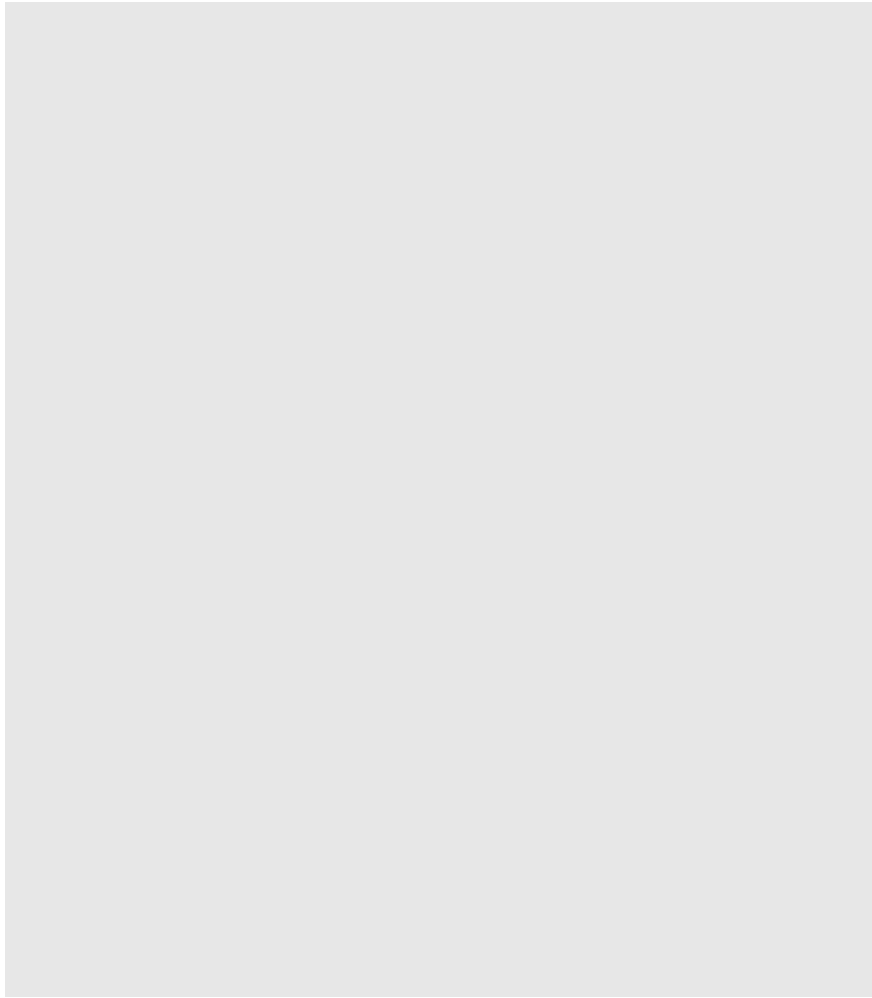
上記の検討に基づくと、防火帯の整備においては計画 A に利点があるものの、その後の運用の容易さ・確実さの点からは構造が簡易な計画 B が優れている。自衛消防による延焼防止活動についても計画 A の方が範囲が狭いため容易であるものの、計画 B においても既存の消火栓・水利や消防ポンプ車を用いた延焼防止活動は可能である。

また整備完了時期については両計画とも南東側にある事故対処設備の配備場所の地盤改良工事後となるため差異は生じない。

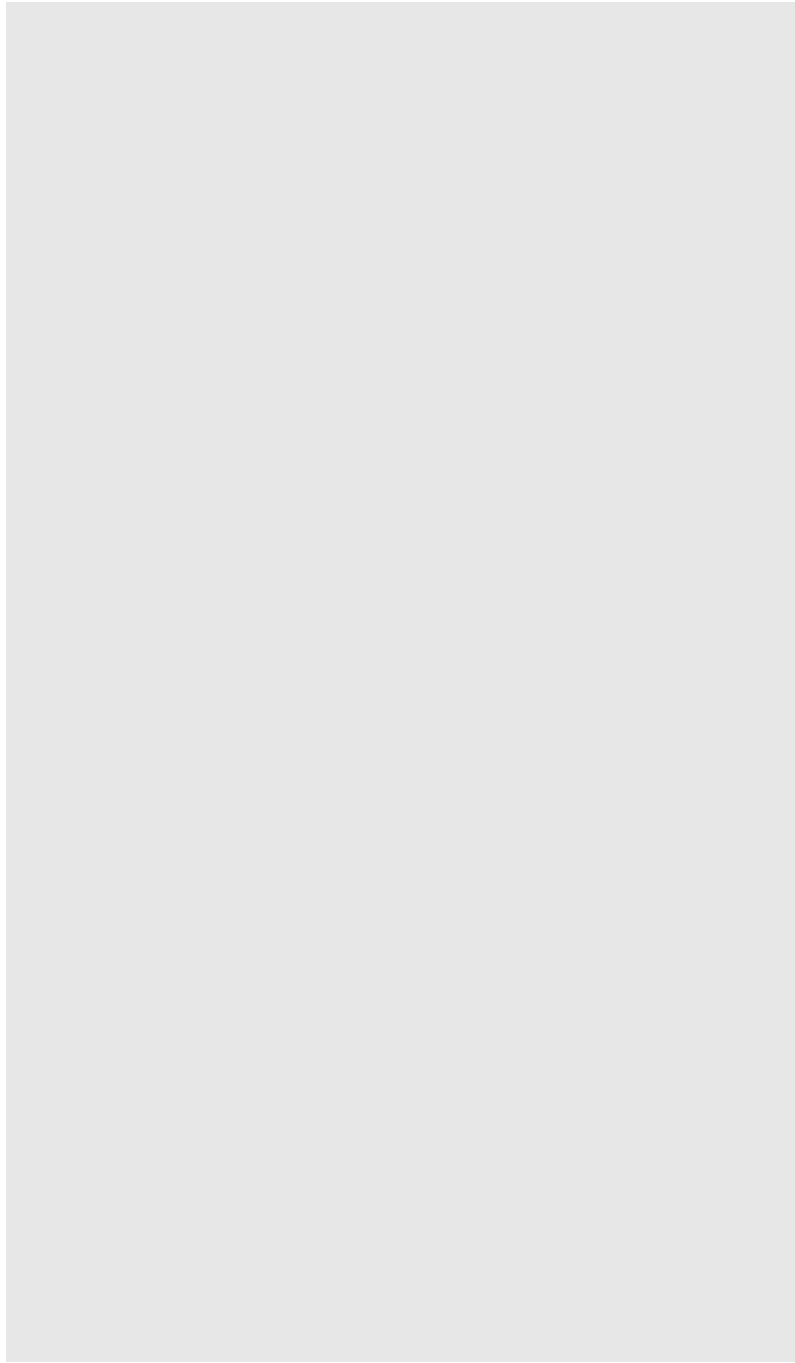
以上のことから、防火帯としての明確さ・運用の容易さを重視し、計画 B に基づく防火帯の設置についての詳細検討を進める。



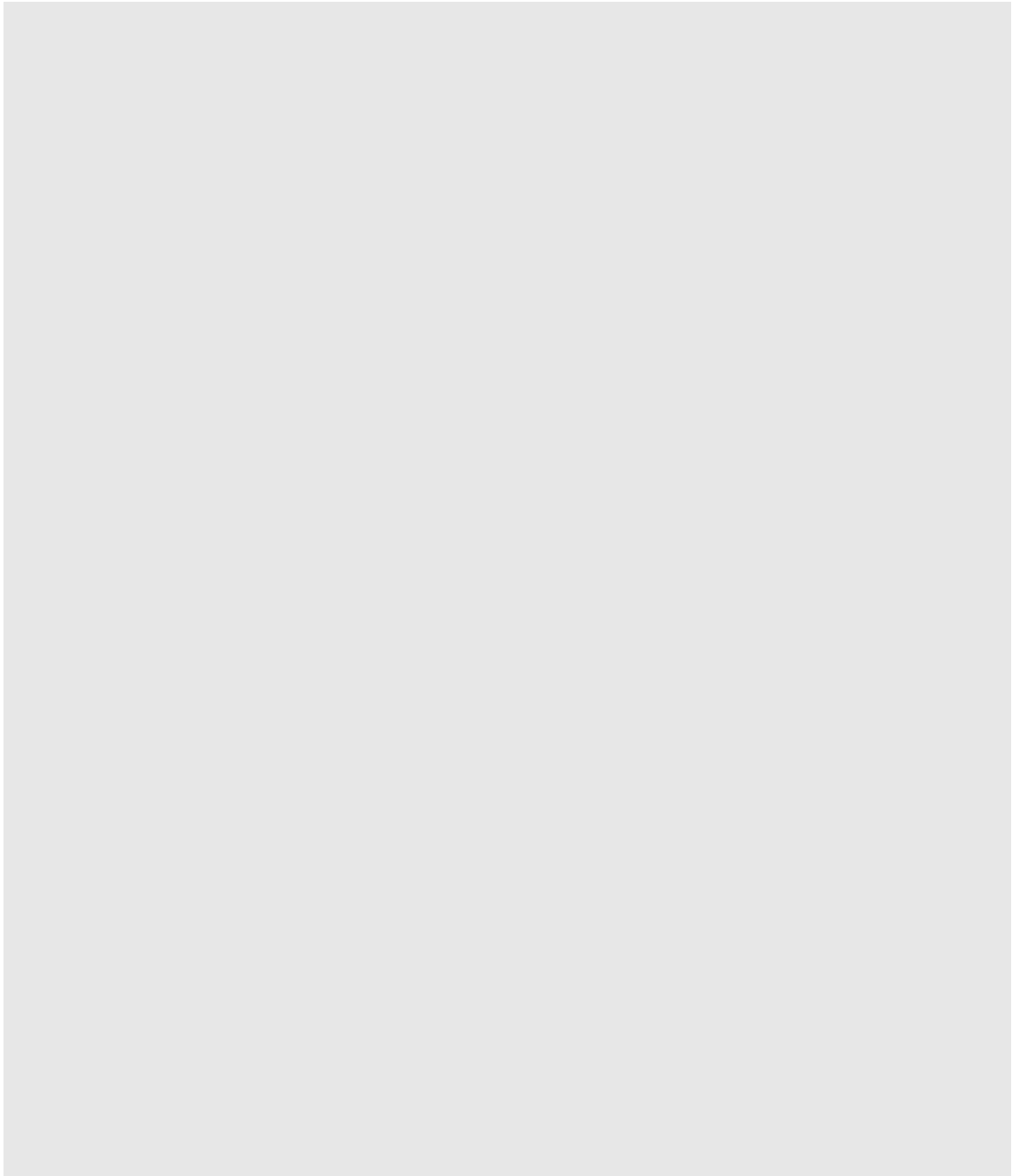
参考図-1 自衛消防隊のアクセスルート（計画 A）



参考図-2 防火帯周辺の消火栓配置図（計画 A）



参考図-3 自衛消防隊のアクセスルート（計画 B）



参考図-4 防火帯周辺の消火栓配置図 (計画 B)

核燃料サイクル工学研究所自衛消防隊について

1. 概要

核燃料サイクル工学研究所では核燃料サイクル工学研究所内及び近隣地域において発生した火災等の災害から従業員の生命並びに核燃料サイクル工学研究所の財産を保護するとともに、災害による被害を軽減することを目的に自衛消防隊として消防班が組織されている。消防班は5分隊構成とし、そのうち1分隊は常駐隊である。常駐隊を除く各分隊は8名の班員をもって編成し、常駐隊は4名の班員をもって編成する。消防班の組織図を図1-1に示す。消防班の対応内容を別紙6-1-4-8-4-1に示す。

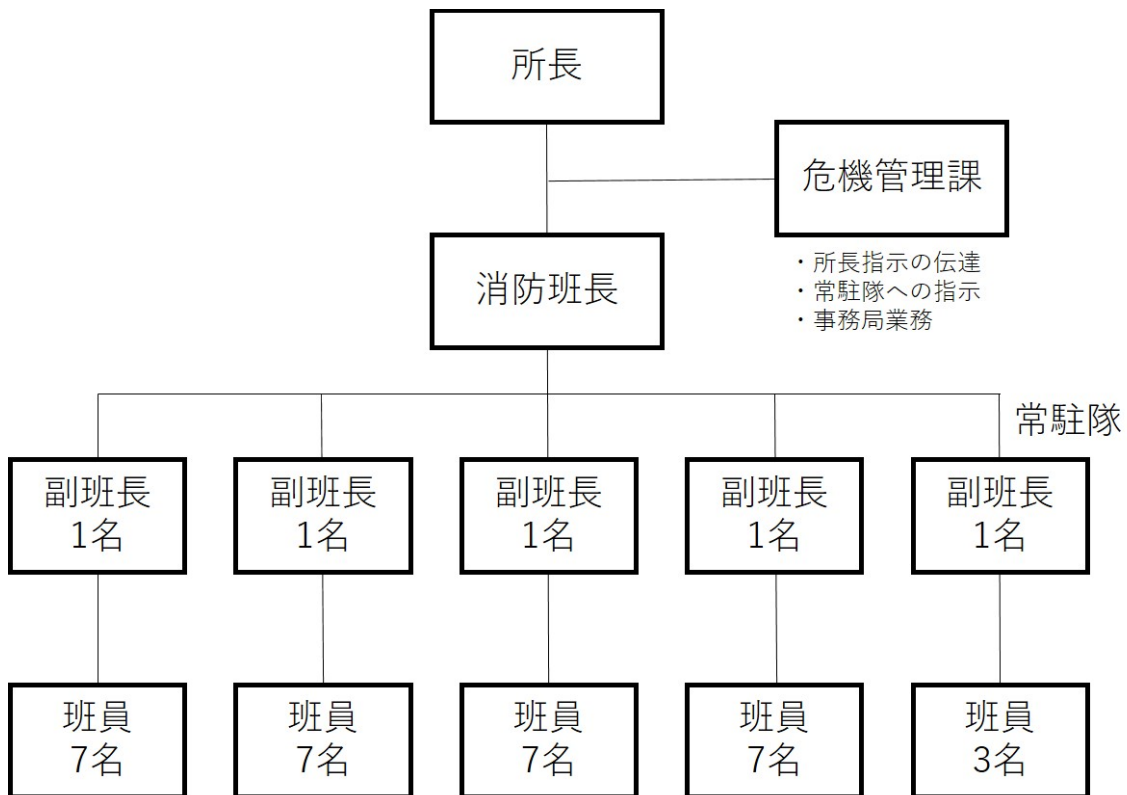


図 1-1 消防班の組織図の位置関係

2. 消防設備

森林火災が発生した際の消火活動に使用する消防設備として以下の設備を備えている。

2.1 消防タンク車

消防タンク車の仕様を表 2.1-1 に示す。消防タンク車の写真を図 2.1-1 に示す。

2.2 消防化学車

消防化学車の仕様を表 2.2-1 に示す。消防化学車の写真を図 2.1-1 に示す。

2.3 屋外消火栓

屋外消火栓の仕様を表 2.3-1 に示す。

表 2.1-1 消防タンク車の仕様

タンク容量	1,500 L
放水量	2.8 m ³ /min
台数	3 台

表 2.2-1 消防化学車の仕様

タンク容量	1,500 L
放水量	2.8 m ³ /min
消火剤	合成界面活性剤消火薬剤
消火剤量	300 L
台数	1 台

表 2.3-1 屋外消火栓の仕様

核燃料サイクル工学研究所内	102 か所
再処理施設内	41 か所
防火帯内	7 か所
放水ホース	3 本 × 20 m



図 2.1-1 消防タンク車



図 2.2-1 消防化学車

3. 訓練

3.1 自衛消防隊

消防班は、毎月 2 回消防訓練を行っている。

訓練では、召集訓練、消防車を用いての操作訓練、放水訓練等を行っている。

3.2 合同訓練

核燃料サイクル工学研究所では、公設消防との連携強化を目的として、年 1 回以上公設消防と合同消火訓練を行っている。

訓練では、消防車を用いての操作訓練、放水訓練、中継給水訓練等を行っている。

合同訓練の様子を図 3.2-1 に示す。



図 3.2-1 合同訓練の様子

〈7/16 監視チームにおける議論のまとめ〉
3. 外部事象対策について
① 竜巻対策について
○ 飛来物による損傷時の代替策の方針

竜巻による飛来物によって屋上に設置されている設備、配管等が損傷 した際の復旧方法の考え方について

【概要】

- 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屋上に設置している設備、配管等については、設計飛来物の衝突により損傷した場合、事故対処設備により安全機能の代替を行うこととしている。
 - ・ 二次冷却水系統の設備が損傷した場合には崩壊熱除去機能の喪失となり、重大事故の起因事象となりうるため、早急に事故対処設備による機能の代替を行う。
 - ・ 可搬型設備による長期間の代替は安定性の観点から好ましいものではないことから、損傷を受けた設備の本復旧までの期間においては補修資材や予備品を用いた修理または交換による応急的措置を行う。
 - ・ 一方、換気系ダクトは損傷によって直ちに事故に至るものではないため、損傷によって地上放散となった場合に、敷地境界における被ばく線量が平常時の線量限度に至るまでの時間裕度の間に応急的措置を行う。
 - ・ 応急的措置の間に本復旧のための恒設設備の製作・工事を進める。
- 事故対処設備による代替策の有効性については他の事象に対する事故対処の有効性評価と合わせて令和3年1月までに示す。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

屋上に設置されている設備、配管等の損傷時の復旧方法の考え方について

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屋上に設置している設備、配管等については、設計飛来物の衝突により損傷した場合、事故対処設備により安全機能の代替を行うが、可搬型設備による長期間の代替は安定性の観点から好ましいものではないことから、損傷を受けた設備の本復旧までの期間においては補修資材や予備品を用いた修理または交換による応急的措置を行う。

屋上に設置されている設備、配管等が担う安全上の機能としては、崩壊熱除去機能（二次冷却水系統の設備（冷却塔、ポンプ、浄水貯槽及び冷却水系統の配管）、閉じ込め機能に係る放出経路の維持機能（換気系ダクト）がある。二次冷却水系統の設備が損傷した場合には崩壊熱除去機能の喪失となり、重大事故の起因事象となりうるため、早急に事故対処設備による機能の代替を行う。一方、換気系ダクトは損傷によって直ちに事故に至るものではないため、別紙参考 6-1-4-4-4-5-1 に示した時間裕度の間に応急的措置を行う。

以上の段階的な復旧の考え方を図 1 に示す。なお、事故対処設備による代替策の有効性については他の事象に対する事故対処の有効性評価と合わせて令和 3 年 1 月までに示す。

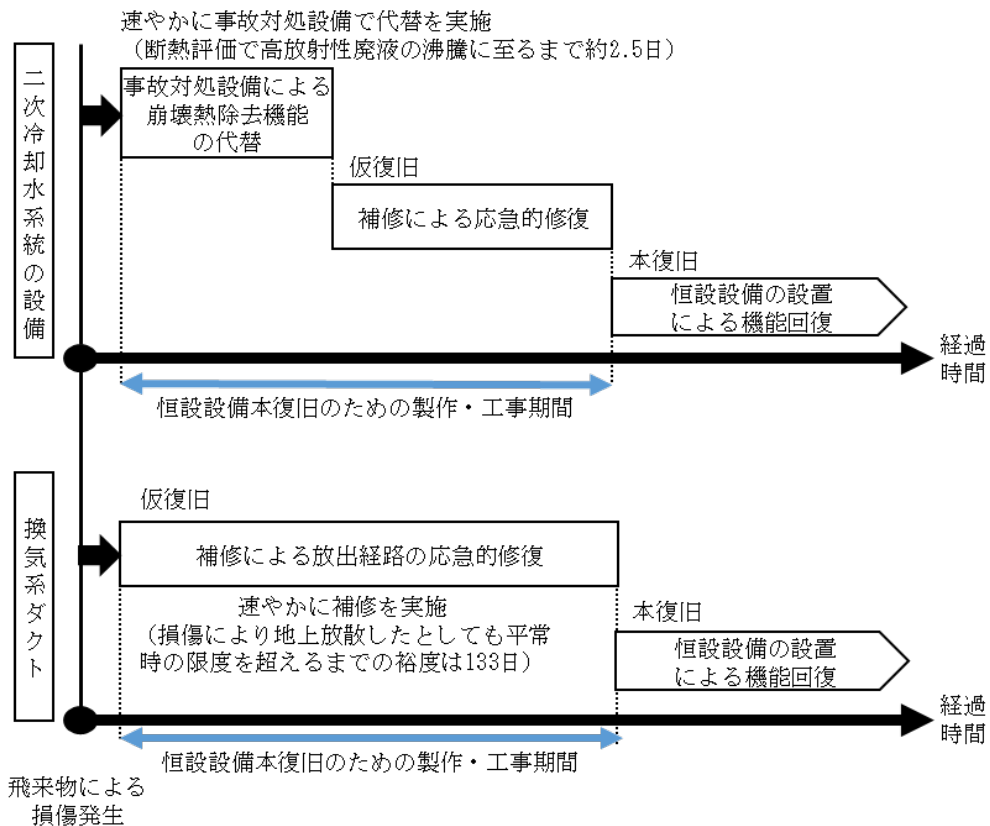


図 1 屋上設置機器・配管が竜巻により損傷した場合の段階的復旧の考え方

各設備の仕様を表 1 に示す。また、以下に各設備の復旧方法の考え方を示す。

① 冷却塔

使用中の系統が損傷した場合は予備系統に切り替えて崩壊熱除去機能を維持する^{*1}。予備系統も同時に損傷した場合には、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替し、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替する間に冷却塔の補修による仮復旧を行う。その後、冷却塔の交換等を実施し、恒設設備により機能回復を行う。

*1 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟では、通常 2 系統運転 (50 %負荷×2 系統) している。片系統故障時にはバランス運転 (1 系統 100 %負荷) に切り替える。

② ポンプ

使用中の系統が損傷した場合は予備系統に切り替えて崩壊熱除去機能を維持する。予備系統も同時に損傷した場合には、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替し、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替する間にポンプの補修による仮復旧を行う。その後、ポンプの交換等を実施し、恒設設備により機能回復を行う。なお、ポンプの電動機が損傷した場合には、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替しながら、速やかに予備品と交換する。

③ 浄水貯槽

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の浄水貯槽が損傷した場合には、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替する。事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替する間に補修資材 (当て板等) の手配を行い、当て板等により浄水貯槽の損傷箇所の仮復旧を行う。その後、浄水貯槽の交換等を実施し、恒設設備により機能回復を行う。

④ 冷却水系統の配管

使用中の系統が損傷した場合は予備系統に切り替えて崩壊熱除去機能を維持する。予備系統も同時に損傷した場合には、事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替する。事故対処設備により崩壊熱除去機能を代替する間に予め用意している補修資材 (補修クランプ等) により仮復旧を行う。その後、配管の交換等を実施し、恒設設備により機能回復を行う。

⑤ 換気系ダクト

屋上ダクトが損傷した場合はガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟であればガラス固化処理を停止して可能な限り放射性物質の放出を低減する対応を行う。速やかに FRP シート、ダクトテープ等による応急措置を行うとともに、補修資材 (当て板等) の手配を並行で進め、当て板を損傷個所に溶接することにより仮復旧を行う。その後、ダクトの交換等を実施し、恒設設備により機能回復を行う。

表1 屋上に設置している安全機能を担う設備の仕様 (1/2)

機器 系統	安全 機能	仕様	
		高放射性廃液貯蔵場 (HAW)	ガラス固化技術開発施設 (TVF)
冷却塔	崩壊 熱除去	<ul style="list-style-type: none"> 高さ 3.7 m×幅 11 m×奥行き 3 m 設計圧力 0.39 MPa 熱交換量 1930.6 kW 	<ul style="list-style-type: none"> 高さ 3.3 m×幅 5.5 m×奥行き 3.7 m 設計圧力 0.69 MPa 熱交換量 1133.7 kW
ポンプ	崩壊 熱除去	二次冷却水の送水ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 高さ 0.7 m×幅 1.6 m×奥行き 5.5 m 全揚程：40 m 吐出量：200 m³/h 回転数：2900 rpm 電動機：37 kW 浄水ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 高さ 0.47 m×幅 1.03 m×奥行き 0.34 m 全揚程：20 m 吐出量：30 m³/h 回転数：2900 rpm 電動機：5.5 kW 	ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 高さ 1.1 m×幅 2.1 m×奥行き 1.1 m 全揚程：45 m 吐出量：195 m³/h 回転数：1460 rpm 電動機：45 kW
浄水 貯槽	崩壊 熱除去	形状：φ2.5 m×3 m 全容量：13.25 m ³ 材質：SUS304	/
冷却水 系統の 配管	崩壊 熱除去	二次冷却水系統の配管 <ul style="list-style-type: none"> 80A (10S) SUS304 100A (10S) SUS304 200A (10S) SUS304 浄水系統の配管 <ul style="list-style-type: none"> 50A (10S) SUS304 80A (10S) SUS304 	冷却水系統の配管 <ul style="list-style-type: none"> 65A (40S) STPG370 125A (40S) STPG370 150A (40S) STPG370 200A (40S) STPG370 浄水系統の配管 <ul style="list-style-type: none"> 25A (40S) STPG370 40A (40S) STPG370 50A (40S) STPG370 100A (40S) STPG370 純水系統の配管 <ul style="list-style-type: none"> 15A (40S) SUS304 25A (20S) SUS304 25A (40S) STPG370 50A (40S) STPG370

表1 屋上に設置している安全機能を担う設備の仕様 (2/2)

機器 系統	安全 機能	仕様	
		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
換気系 ダクト	閉じ込め (放出経 路維持)	セル換気系統のダクト ・外径 φ 856 mm (板厚 3 mm) SUS304 緊急放出系統のダクト ・外径 φ 406.4 mm (板厚 9 mm) SUS304	セル換気系統のダクト ・外径 φ 2008 mm (板厚 4 mm) SUS304 ・外径 φ 2708 mm (板厚 4 mm) SUS304

廃止措置計画の変更認可申請(7月申請予定)案件について

【概要】

○令和2年7月末に申請を予定している再処理施設の廃止措置計画の変更認可申請案件については、第43回及び第45回会合において提示し審議をうけている。TVF及びHAWの津波影響に関して、今回、新たに津波警報発令時のTVFのバルブ操作の有効性、HAW浸水防止扉の設計地震動に対する耐震性等の評価結果を取りまとめた。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

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
(建家壁貫通部のシール材等の健全性確認結果)

【概要】

- ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(以下、「TVF 開発棟」という。)について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対する建家外壁の強度評価について、波力及び余震との重畳を踏まえた津波荷重に対し構造強度を維持していることを示す。(令和2年7月16日監視チーム会合にて報告)
- TVF 開発棟における浸水の可能性のある経路について確認結果を示す。また、接続するトレンチ(T20、T21)が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチの内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示す。(令和2年7月16日監視チーム会合にて報告)
- 建家外壁の強度評価の結果、浸水防止扉を設置している外壁の補強を要することから、当該外壁の補強方法と合わせて令和3年1月までに浸水防止扉の強度評価を示す。(令和2年7月16日監視チーム会合にて報告)
- 浄水配管、飲料水配管及び極低放射性廃液配管について建家内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間における耐震性及びこれらの浸水防止対策に操作するバルブの耐圧を確認したことから記載を修正した。
- 津波波力が作用する外壁の壁貫通部のシール材及びモルタルが波力に耐えることを試験にて確認したことから、その結果を示す。
- TVF 開発棟では、T20 トレンチ内に敷設されている配管からの津波の流入を防止するため、対策として津波警報発令時に建家内の当該バルブを閉め、浸水防止ができることの有効性を確認したことから報告する。また、当該バルブの操作手順書を作成する旨を追記した。

令和2年7月21日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

4. トレンチの耐震性

4.1 T21 トレンチ

T21 トレンチは高放射性廃液貯蔵場（HAW）と TVF 開発棟の間の約 30 m を結ぶ地下洞道であり，内部には高放射性廃液を移送する配管が設置されている。T21 トレンチは，廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性について二次元 FEM を用いて詳細な評価（廃止措置計画変更認可申請書の一部補正「令 02 原機（再）020」添付資料 6-1-2-3-4「配管トレンチ（T21）の耐震応答計算書」参照）を実施し補正を行った。

4.2 T20 トレンチ

T20 トレンチは耐震 C クラスに相当する構造物であることに加え，点検・保守作業を実施するためのマンホール，換気口等の地表貫通口を複数有していることから，津波の襲来に伴いトレンチ内部が浸水するおそれがある。そのため，TVF 開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家外壁が，津波の最大浸水深における水圧に対し十分な強度を有することを確認している（5.2 項参照）。

また，T20 トレンチ内に敷設されている配管が地震や津波の影響により損傷した場合，配管内に浸水するおそれがある。そのため，TVF 開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家外壁を貫通している浄水配管，飲料水配管及び極低放射性廃液配管について，建家内の配管経路について調査した結果，TVF 開発棟内のバルブ等により水の浸入を防げることを確認している（表 1 参照）。なお，これらの配管は定ピッチスパン法により設置されており，建家内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間については，いずれも廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力が許容限界以下であることを確認した。また，設置されているバルブについては，いずれも 10K の JIS 規格フランジ（流体温度 120 °C 以下の場合の最大使用圧力 1.4 MPa）であり，浸水により発生する荷重（静水圧）に対し十分な裕度があることを確認した。

5.3 トレンチ等を除く壁貫通配管等の確認

TVF 開発棟建家外壁貫通部の健全性評価（津波波力が作用する外壁の壁貫通部のシール材及びモルタルが波力に耐えることの試験）を実施した。

試験にあたっては、模擬試験体の止水材厚さを外壁厚さに対し十分保守的な厚さとするとともに、作用させる水圧は、各外壁貫通部に作用する津波波圧を包絡するよう十分保守的に設定し、貫通部に対する止水処置の健全性を確認した。試験条件を図 22、23 に示す。なお、建家貫通部の構造上、建家内に浸水することは考えにくいですが、万が一建家内に浸水した場合の影響については「別紙 6-1-3-3-1-1」に示す。

- ・ シール材の水圧試験（令和 2 年 7 月実施）の実施状況を図 22 に示す。
津波波力を上回る 0.5 MPa の水圧をかけても、シール材からの漏れがないことを確認した。
- ・ モルタルの水圧試験（令和 2 年 7 月実施）の実施状況を図 23 に示す。
津波波力を上回る 0.5 MPa の水圧をかけても、モルタル材からの漏れがないことを確認した。

表 4-2-1 T20 トレンチ内の配管が損傷した場合の影響

配管	行先	配管の設置状況及び浸水の有無	備考
浄水配管 (図10 No.41)	屋内消火栓	当配管は地下2階から地上3階までの各フロアの屋内消火栓へ接続している。各消火栓のバルブは常時閉であるため、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟各フロアへの浸水はない。	・当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。
	屋上冷却塔 (G83H10, H20, H50等)	当配管は、T20 トレンチとガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の接続箇所から屋上の冷却塔まで垂直に設置されており、揚程は約24 mであることから、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟屋上への浸水はない。	・当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。
飲料水配管 (図10 No.42)	手洗い場, シャワールーム, トイレ等	T20 トレンチとガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の接続箇所上部のダクトスペース内にバルブが設置されている。津波警報発令時に当該バルブを閉めることにより、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の手洗い場等への浸水を防止できる※2。	・当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。
極低放射性廃液配管 (図10 No.45)	廃水貯槽 (G71U027)	極低放射性廃液排出し作業時に使用するバルブを閉めることにより、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の廃水貯槽への浸水を防止できる。なお、当該バルブは制御室からの操作が可能であり、使用時以外は常時閉となっている。また、フェイルクローズの設計であるため、全電源喪失時には自動的に閉となる。	・当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。

※1：配管は振動数基準の定ピッチスパンまたは応力基準の定ピッチスパン法により設置されており、建家内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間については、最大応力が許容限界以下であることを確認した。

また、設置されているバルブについては、いずれも10 KのJIS規格フランジ（流体温度120 °C以下の場合の最大使用圧力1.4 MPa）であり、通常使用時の圧力（0.5 MPa）が津波によるトレンチ浸水時の静水圧（0.1 MPa）を上回ることから問題ない。

※2：ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟とT20 トレンチの接続箇所の建家外壁を貫通している飲料水配管からの浸水防止に係るバルブ操作についてはマニュアルを定め運用する。

● シール材の耐圧試験条件

項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5 MPa	津波波力を上回る0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。	
配管径	125A配管	TVF開発棟において、低層階に位置する最大の電線管を模擬した。	TVFで最大の電線管 図7 No.30,31 各信号ケーブル (Φ80)
充填量	約10cm	保守的な条件設定として、施設の外壁厚さに対しても十分小さい充填量(厚み)とした。	

● 試験方法

模擬試験体に津波を想定した水圧をかけ、漏えいの有無を確認する。

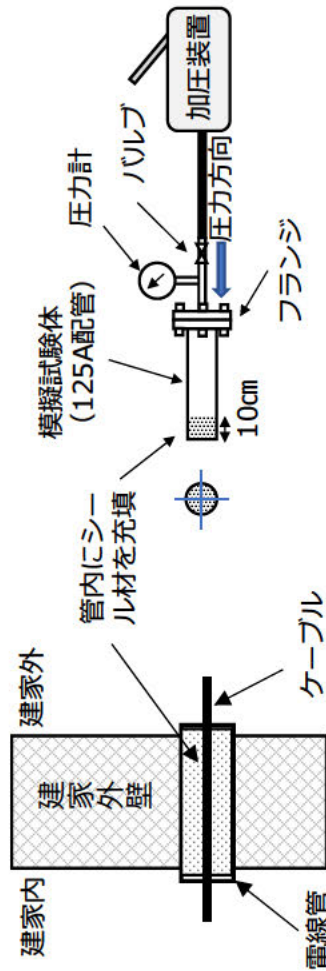
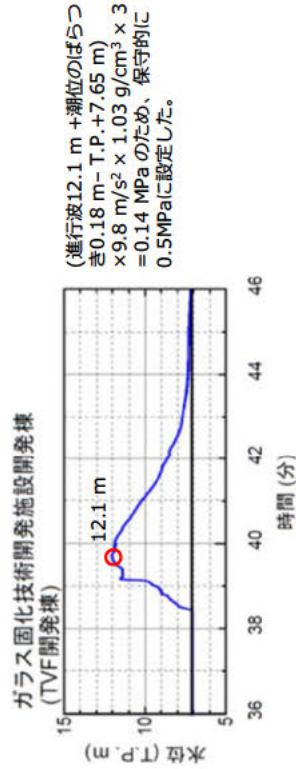


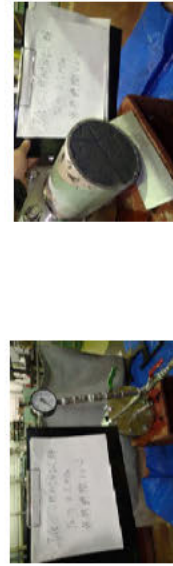
図 施工概要

図 試験装置



(進行波12.1 m + 潮位のぼらつき0.18 m - T.P.+7.65 m)
×9.8 m/s² × 1.03 g/cm³ × 3
=0.14 MPaのため、保守的に0.5MPaに設定した。

図 浸水深の時刻歴解析結果



水圧0.5 MPaを保持 60分保持後、シール部より漏れのないことを確認

● 耐圧試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5 MPa	<ul style="list-style-type: none"> 圧力低下の無いこと シール材からの水漏れが無いこと 	<ul style="list-style-type: none"> 圧力低下なし 水漏れなし

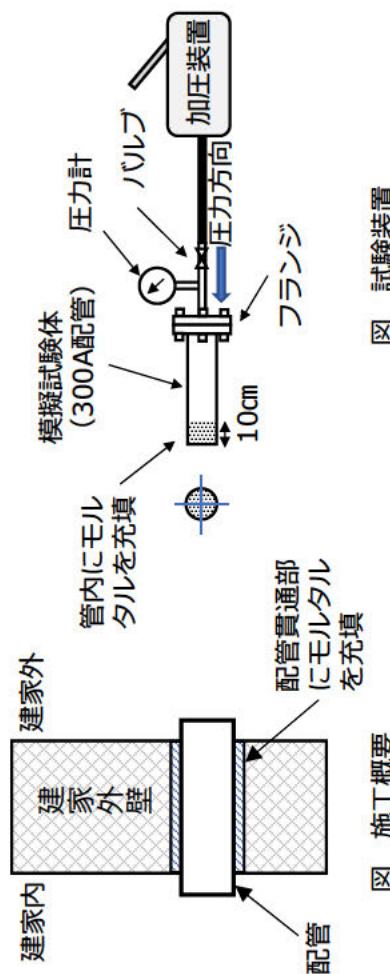
図22 シール材 (難燃性気密防水材料) の耐圧試験条件 (R2.7.15実施)

●モルタルの耐圧試験条件

項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5 MPa	津波波力を上回る0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。	
配管径	300A配管	TVF開発棟において、低層階に位置する最大の配管を模擬した。	TVFで最大の配管 図11 No.49 蒸気配管 (150A)
充填量	約10cm	保守的な条件設定として、施設の外壁厚さに対しても十分小さい充填量 (厚み) とした。	

●試験方法

模擬試験体に津波を想定した水圧をかけ、漏えいの有無を確認する。



ガラス固化技術開発施設開発棟 (TVF開発棟)

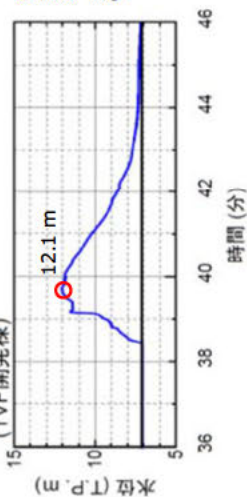


図 浸水深の時刻歴解析結果



●耐圧試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5 MPa	<ul style="list-style-type: none"> 圧力低下の無いこと モルタル部分からの水漏れが無いこと 	<ul style="list-style-type: none"> 圧力低下なし 水漏れなし

図23 モルタル充填の耐圧試験実施状況 (R2. 7. 13実施)

津波警報発令時におけるバルブ操作の有効性評価について
(ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟)

1. はじめに

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（以下、「TVF 開発棟」という）では、津波による損傷防止として TVF 開発棟建家貫通部からの津波による浸水の可能性について調査を実施した。その中で、津波等により T20 トレンチが浸水し、内部に敷設された配管が損傷した場合、配管内部に水が流入する可能性が考えられたことから、当該配管についてバルブ等の設置状況を調査した。その結果、図 1-1 に示す T20 トレンチ内に敷設されている飲料水配管の元バルブは常時開であることから、対策として津波警報発令時に建家内の当該バルブを閉め、浸水を防ぐことを検討している。

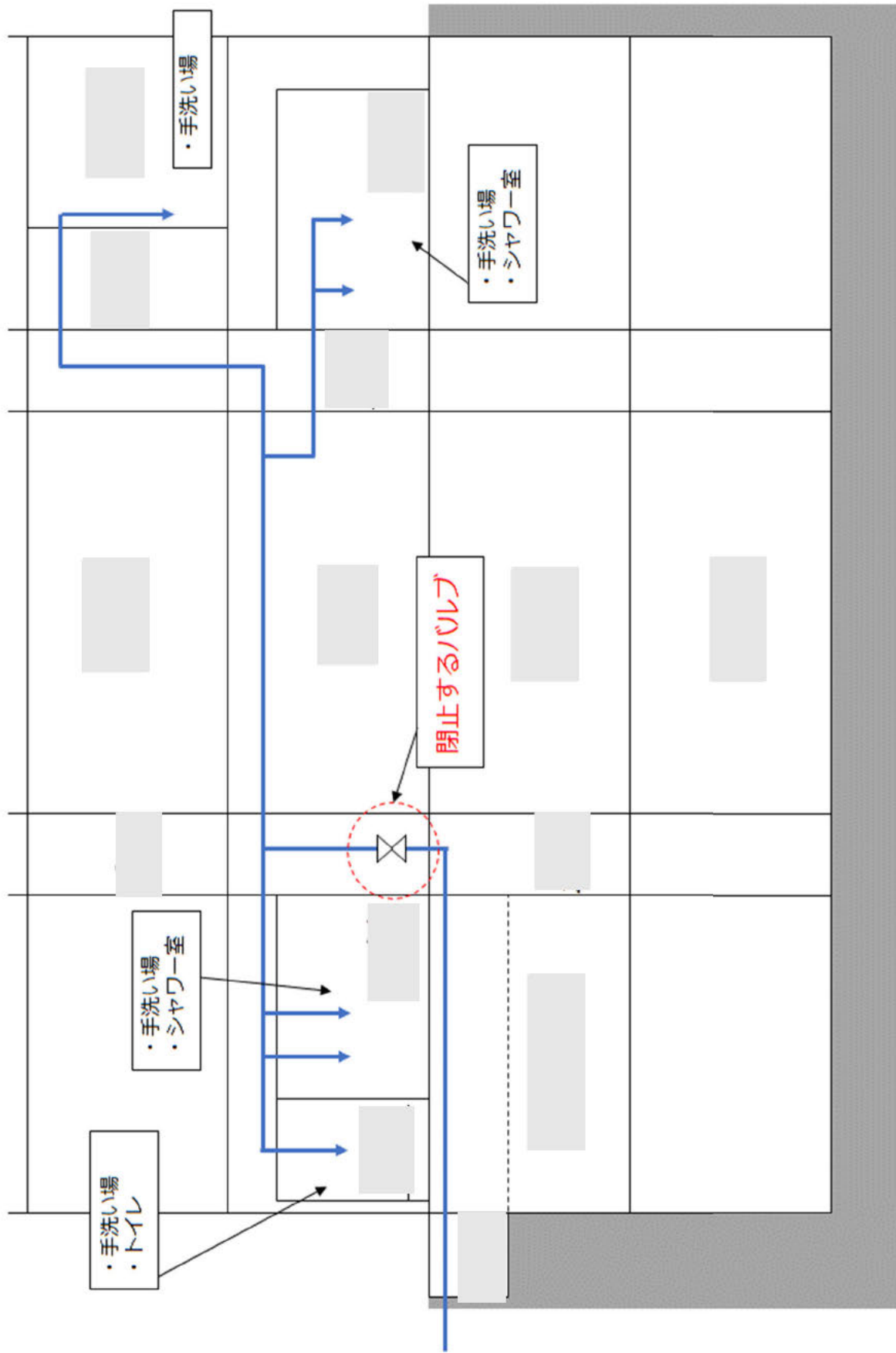


図 1-1 TVF 開発棟 飲料水配管系統図 (概略)

2. バルブの閉操作に関する有効性評価（作業時間の測定）

本対策について、事故対処に係る単体確認試験という位置づけで、制御室に常駐している人員が最も少ない状態（TVF 運転停止中の夜間）において、照明が失われた状態（電源喪失時）で、1人の作業員のみで照明器具の確保及びバルブの閉操作を実施するとの想定で、当該バルブの閉操作に関する有効性評価（作業時間の測定）を実施した（図 2-1 及び図 2-2 参照）。

なお、津波警報発令時には TVF 開発棟 3 階以上のフロアへ避難することが定められており、本対策が避難に影響を与えない時間として、バルブの閉操作の目標時間を 5 分に設定した。

●バブル操作の有効性評価

項目	内容	備考
実施期間	令和2年6月15日(月)～6月19日(金)	
実施場所	制御室(G240)、通路(G243)、ダクトスペース(G145)	
対象者	当直要員：8名、代直要員：8名（1名ずつ実施）	当直要員は各班から班員(2名/班×4班)を選出
評価項目	津波警報発令から5分以内でバブル閉操作を終了すること	
想定状況	制御室に常駐している人員が最少少ない状態（TVF運転停止中の夜間）において、照明が失われた状態（電源喪失時）を想定し、1人の作業員のみで照明器具の確保及びバブルの閉操作を実施する	

●バブル閉操作手順

以下の手順でバブル閉操作を実施し、制御室（G240）からダクトスペース（G145）までの移動時間及び、ダクトスペース内でのバブル操作時間をそれぞれ測定した。

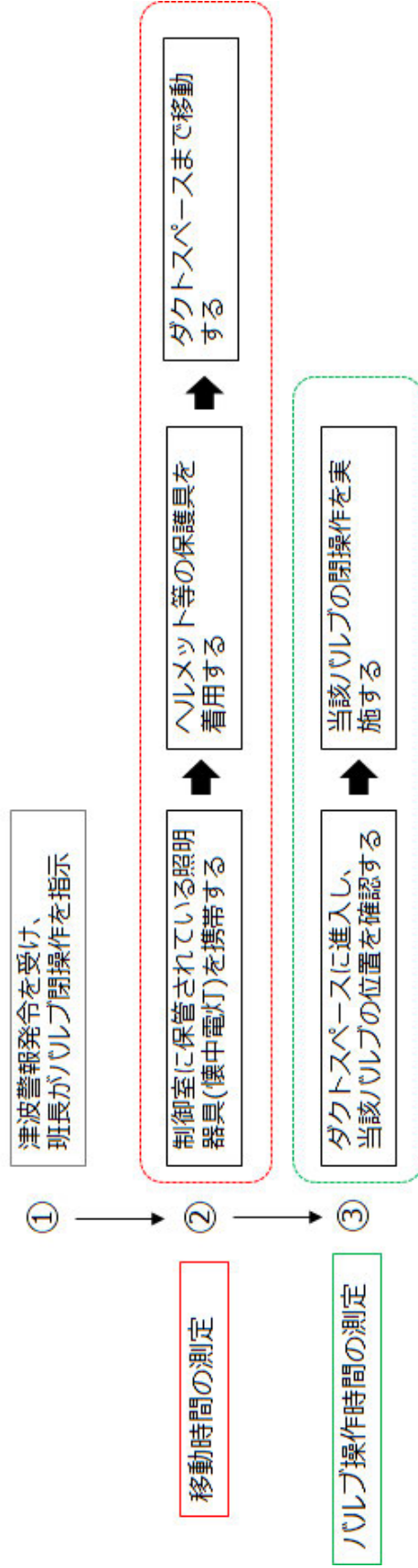


図 2-1 バブル操作の有効性評価概要



図 ダクトスペース外観

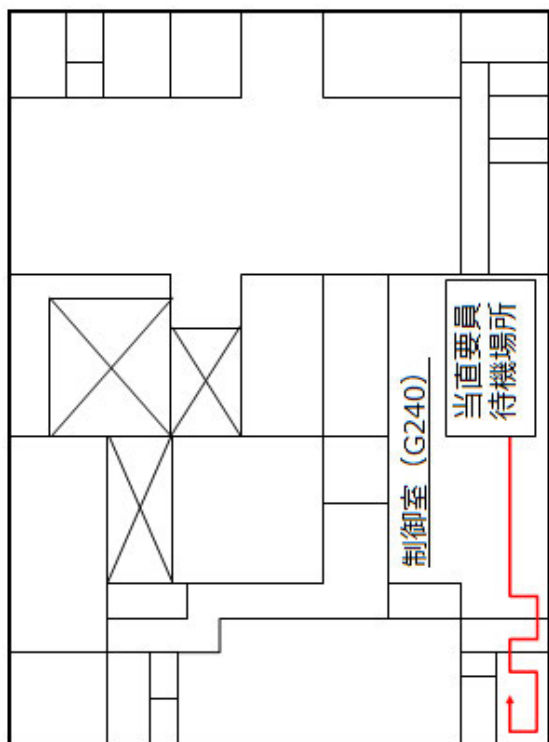
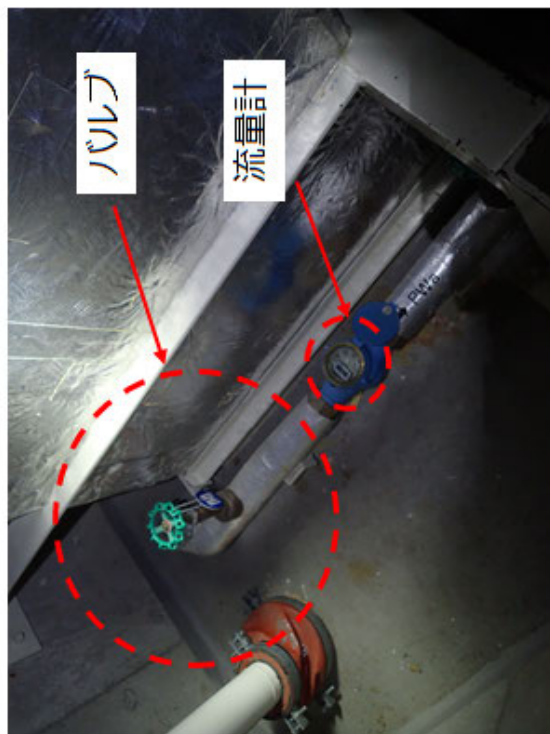


図 TVF開発棟 2階平面図

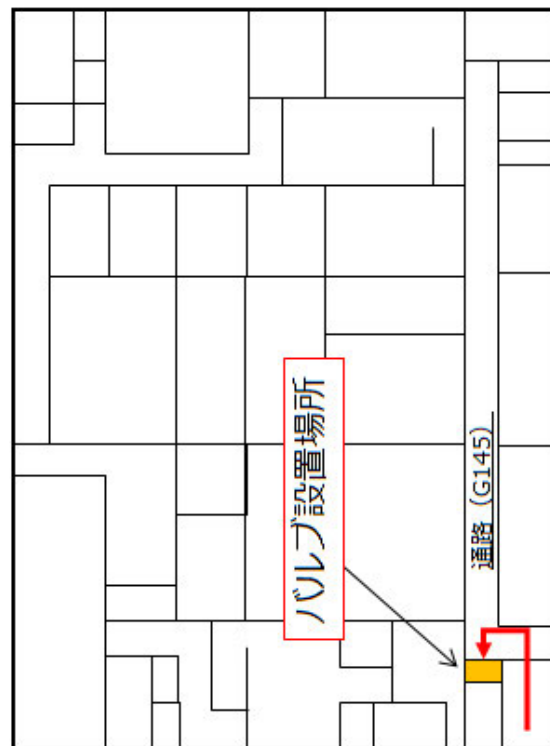


図 2-2 バルブ設置場所への移動ルート及びバルブ外観

3. バルブの閉操作に関する有効性評価（作業時間の測定）の結果

有効性評価の結果，図 3-1 に示すとおり当該バルブの閉操作は目標の 5 分以内で実施でき，本対策は津波警報発令時の浸水防止対策の一環として有効であることを確認した。なお，TVF 開発棟における事故対処の際は，災害時の実際の現場の状況等や対策の優先順位を考慮すると，本対策に必要な装備や手順が変動する可能性がある。

そのため，今後実施する TVF 開発棟における事故対処に係る全体の有効性評価において，本対策の有効性について再確認していく。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家外壁を貫通している飲料水配管からの浸水防止に係るバルブ操作についてはマニュアルを定め運用する。

●有効性評価結果

No.		作業単位	手 順	目標時間 (合計)
1	移動	制御室で照明器具 (懐中電灯等) を準備し、保護具を着用した後、1階ダクトスペースへ移動する。		5分*
2	バルブ操作	ダクトスペース内のバルブを操作し、開から閉に切り替える。		

*：本対策が津波からの避難に影響を与えない時間として設定。

No.	区 分	作業時間 (分)		No.	区 分	作業時間 (分)		合 計 (分)
		移動	バルブ操作			移動	バルブ操作	
1	当直要員	1:47	0:37	9	代直要員	1:44	0:34	2:18
2	当直要員	2:08	0:42	10	代直要員	1:37	0:37	2:14
3	当直要員	1:31	0:32	11	当直要員	1:45	0:33	2:18
4	当直要員	1:26	0:21	12	当直要員	1:39	0:34	2:13
5	代直要員	1:31	0:39	13	代直要員	1:43	0:42	2:26
6	代直要員	1:52	0:29	14	代直要員	1:47	0:35	2:22
7	当直要員	1:31	0:29	15	代直要員	1:41	1:02	2:43
8	当直要員	1:34	0:27	16	代直要員	1:38	0:33	2:11

➢16名の作業員を対象にバルブ操作の有効性評価を実施した結果、移動時間が最大約2分10秒、バルブ操作時間が最大約1分であった。

➢制御室からダクトスペースへ移動し、バルブを開めるまでの一連の動作が、5分以内で実施でき、津波警報発令時のバルブ操作は有効であることを確認した。



図 3-1 バルブ操作の有効性評価結果

高放射性廃液貯蔵場(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

【概要】

○令和2年5月29日の補正(令02原機(再)020)においては、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の建家外壁について強度評価を実施し補正を行った。建家に接続するトレンチについては、浸水の可能性のある経路の確認として、設計津波に対する止水性等及び浸水防止扉の設計津波に対する強度評価について7月16日の監視チーム会合にて示した。

今回は、浸水防止扉の設計地震動に対する耐震性について構造強度評価の概要及び結果について示す。また、止水処理(建家外壁—浸水防止扉枠間)の耐圧試験結果を示す。

○高放射性廃液貯蔵場(HAW)の浸水防止扉について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重に対し構造強度を維持していることを令和2年7月16日監視チーム会合にて報告。

○HAW に接続するトレンチ(連絡管路, T15, T21)が浸水した場合を想定しても建家内が浸水しないよう、トレンチ内壁とスラブの構造強度を維持していることを強
令和2年7月16日監視チーム会合にて報告。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

Ⅲ-3 設計用地震動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、別添 6-1-3-2「高放射性廃液貯蔵場(HAW)の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき、設計用地震動による地震力に対して、高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家1階に設置している浸水防止扉が、構造強度を保持することを説明するものである。

設計津波が到達する建家1階に設置している浸水防止扉 HAW-1、浸水防止扉 HAW-2及び浸水防止扉 HAW-3について評価を行う。

2. 一般事項

2.1 配置概要

浸水防止扉の設置位置図を図2.1-1に示す。

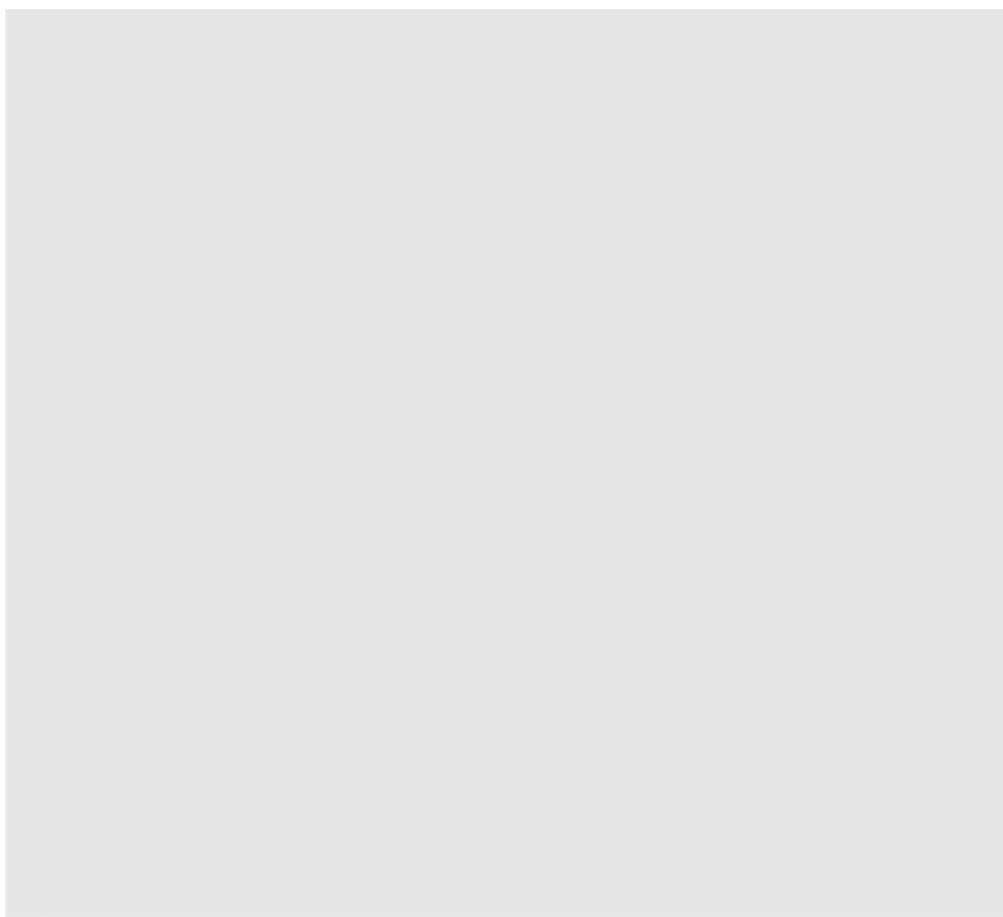


図2.1-1 浸水防止扉の設置位置図（HAW建家 1階平面）

2.2 構造概要

浸水防止扉は、片開型及び横引型の鋼製扉であり、扉板の前面に芯材（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している。

2.3 評価方針

浸水防止扉の耐震評価は、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、「3. 固有周期及び設計用地震力」にて算出した固有振動数に基づく設計用地震力による応力が許容限界内に収まることを「4. 強度評価」に示す方法にて確認することで実施する。

浸水防止扉の耐震評価フローを図2.3-1に示す。

表2.3-1 浸水防止扉の評価項目

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	設計用地震動	各浸水防止扉の「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

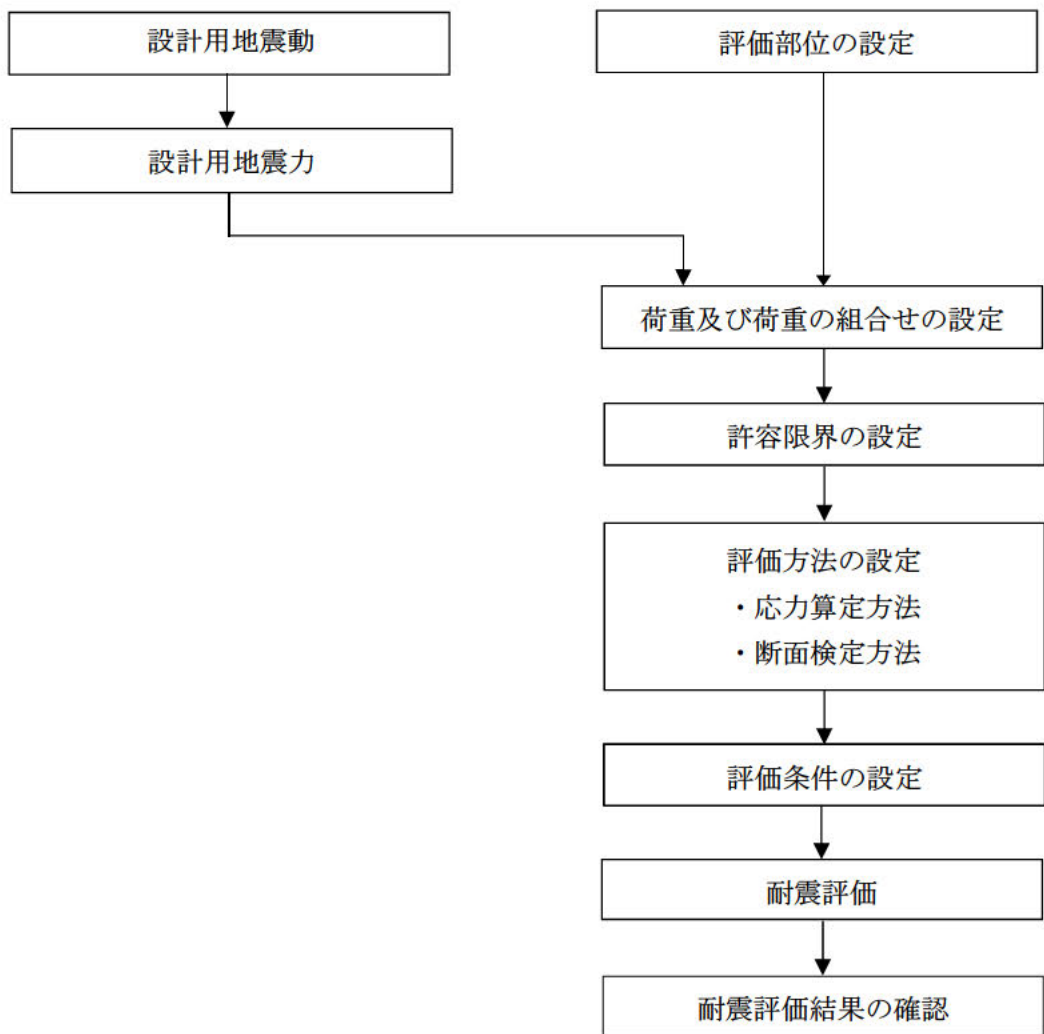


図2.3-1 浸水防止扉の耐震評価フロー

4.6 評価結果

浸水防止扉の扉体にかかる設計用地震動による慣性力と津波による波力の比較を行った結果を表4.6-1に示す。

浸水防止扉の扉体の強度評価は、設計用地震動による慣性力が津波による波力に比べて小さいことから、津波に対する扉体の強度評価に包含される。

浸水防止扉の扉体部品及びアンカーボルトの評価結果をそれぞれ表4.6-2及び表4.6-3に示す。

扉体部品の及びアンカーボルトの発生応力は許容限界以下であることを確認した。

表4.6-1 扉体にかかる設計用地震動による慣性力と津波による波力の比較

名称	① 設計用地震動による慣性力(kN)	② 津波による波力(kN)	①/② 荷重比
浸水防止扉 HAW-1	15.0	462	0.03
浸水防止扉 HAW-2	86.8	1878	0.05
浸水防止扉 HAW-3	15.0	462	0.03

表4.6-2 評価結果（扉体部品）

名称	評価部位	発生応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	検定比
浸水防止扉 HAW-1	ヒンジピン	12	118	0.11
	ヒンジボルト	5	205	0.03
	締結金具	84	205	0.41
浸水防止扉 HAW-2	車輪	27	118	0.23
浸水防止扉 HAW-3	ヒンジピン	12	118	0.11
	ヒンジボルト	5	205	0.03
	締結金具	84	205	0.41

表4.6-3 評価結果（アンカーボルト）

名称	応力	発生応力 (kN/本)	許容応力 (kN/本)	応力比
浸水防止扉 HAW-1	引張	1.1	30.9	0.03
	せん断	1.1	19.0	0.05
浸水防止扉 HAW-2	引張	4.0	32.1	0.12
	せん断	4.0	19.0	0.21
浸水防止扉 HAW-3	引張	1.1	30.9	0.03
	せん断	1.1	19.0	0.05

高放射性廃液貯蔵場（HAW）建家貫通部からの
浸水の可能性について

1. はじめに ～ 4. トレンチ及び連絡管路の耐震性
(省略)

5. 貫通部等の確認

5.1 トレンチ等の確認から 5.3 トレンチ等を除く壁貫通配管等の確認まで省略

5.4 浸水防止扉の止水処置部の確認

浸水防止扉の止水処置部（扉枠と建家躯体）について以下の点検・評価を実施した。

①高放射性廃液貯蔵場（HAW）に設置している全ての浸水防止扉は、枠と建家躯体の隙間を（幅約 3 cm 奥行約 20 cm）のモルタルで止水処理している。このため設計津波の最大浸水深が作用する水圧に対してモルタル箇所を模擬した試験体から漏えいがないことを確認することで、モルタルによる止水処理の妥当性を確認した。

- ・モルタルの水圧試験（令和 2 年 7 月実施）の実施状況を図 5-4-1 に示す。
津波波力を上回る 0.5 MPa の水圧をかけても、モルタル材からの漏れのないことを確認した。

試験条件

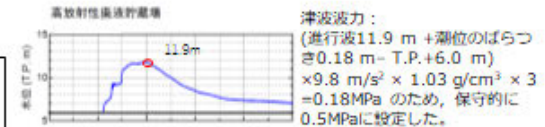
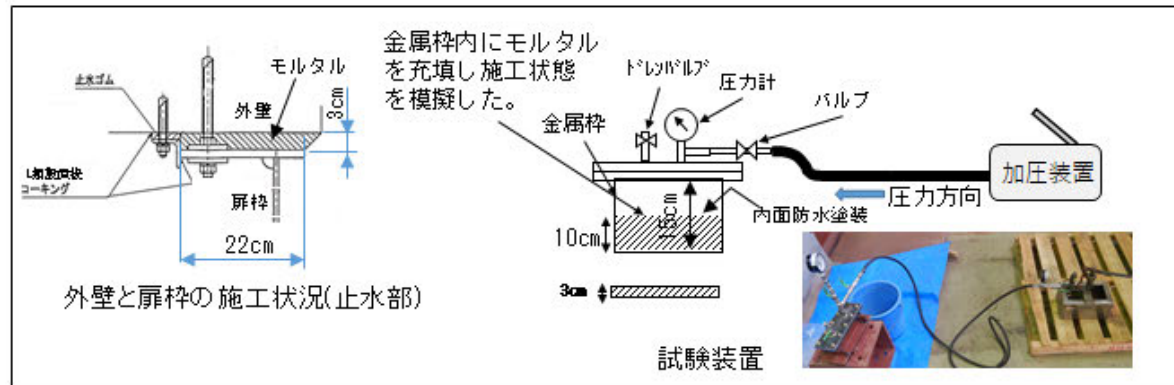
項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5MPa	・津波波力を上回る0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の最大浸水深の時刻歴解析結果を踏まえ設定。(図A参照)	
試験体の大きさ	3cm×20cm×15cm (SS材)	浸水防止扉枠と外壁との境界部に充填したモルタル箇所を模擬している	
モルタル充填量	約10cm充填	モルタル施工(厚さ)約12~22cmに対して、最小値(12cm)以下の充填量(厚さ)とした量。	

試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5MPa	・圧力低下の無いこと ・モルタルからの水漏れが無いこと	・圧力低下なし ・水漏れなし

【試験結果の評価】

津波を想定した水圧をかけて漏洩の有無について確認した。



図A HAW施設における浸水深の時刻歴解析結果



水圧0.5MPa保持



60分保持後、モルタル部からの水漏れ及びにじみなし

図5-4-1 浸水防止扉の止水処置部(モルタル充填)の耐圧試験の実施状況(R2.7.13)

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」、
「原子力発電所の火山影響評価ガイド」及び
「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」への対応状況について

【概要】

廃止措置段階にある東海再処理施設において高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場(HAW)とガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟について、廃止措置計画用設計地震動に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように、外部からの衝撃(竜巻、火山事象、外部火災)による損傷の防止について影響評価及び安全対策を進めることとしている。

それらの影響評価及び安全対策について、原子力規制委員会が定めている「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」及び「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」の記載事項に対する対応状況について整理した。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（再処理施設）（以下「東海再処理施設」という。）の廃止措置計画における安全対策の検討において、外部からの衝撃による損傷の防止の内、竜巻に対する考慮においては「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（以下「ガイド」という。）を参考とし、以下に示す対応を図っている。

1. 設計の基本方針
○ ガイド
(1) 竜巻防護施設を耐震 S クラス設備及び建家・構築物等として抽出する。
(2) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設を抽出する。
(3) 設計竜巻荷重として風圧力、気圧差による圧力、飛来物の衝撃荷重を設定する。
(4) 設計竜巻荷重とその他の荷重を適切に組み合わせている。
(5) 設計竜巻荷重に対して竜巻防護施設等の構造健全性・安全機能が維持される方針である。
○ 廃止措置計画における対応
(1) 廃止措置計画の方針に基づき、高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場（HAW）とガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟について、高放射性廃液を取り扱う上で重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う設備（廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保するとしたものと同一）を竜巻防護施設として抽出している。
(2) 倒壊により竜巻防護施設に影響を及ぼす可能性のある周辺の 5 施設を選定している。
(3) 設定した廃止措置計画用設計竜巻の風速に基づき風圧力、気圧差による圧力を設定している。また、プラントウォークダウン等の結果に基づき竜巻防護施設に到達する可能性のある飛来物を選定し、ガイドを参考に、対象飛来物の形状・運動エネルギー等を考慮して 135kg の鋼材を設計飛来物として衝撃荷重を設定している。
(4) その他の荷重として、自重、雹等のその他の自然現象による荷重、事故時荷重について組合せの要否を評価し、適切に組み合わせている。
(5) 建家内に配置されている竜巻防護施設については、建家を外殻として防護することとし、建家の構造健全性を維持する。それに合わせて既設の開口部については鉄板等による閉止措置を行う。 屋上であって直接竜巻の荷重を受ける設備については、風圧に対しては構造健全性を維持できるものの、飛来物の衝撃には耐えられない。また配置場所の制約から新たに防護ネット等を設けることはできず、移設等による代替策も技術的に困難であることから、それらが損傷した場合には事故対処設備により安全機能の代替を図る。
2. 基準竜巻・設計竜巻の設定
○ ガイド
(1) 基準竜巻・設計竜巻を設定する。
○ 廃止措置計画における対応
(1) 基準竜巻・設計竜巻については令和 2 年 2 月 10 日に認可（原規規発第 2002103 号）を受けた「廃止措置計画用設計竜巻」（以下、「設計竜巻」という）に基づく。
※ 廃止措置計画用設計竜巻：基準竜巻（最大風速 92 m/s）をもとに最大風速 100 m/s の竜巻とする。

3. 施設の設計

○ ガイド

(1) 設計荷重の設定

- (a) 設計竜巻の最大風速に基づき風圧力を設定する。
- (b) 設計竜巻による気圧低下によって発生する圧力を設定する。
- (c) 気圧差による圧力を受ける施設を設定する。
- (d) 設計竜巻によって施設に衝突する設計飛来物、その衝突時の速度、方向、衝撃荷重を設定する。
- (e) 風圧力、気圧差、設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせる設計竜巻荷重を設定する。
- (f) 設計竜巻荷重とその他の荷重を組み合わせる。

(2) 施設の構造健全性の確認

- (a) 建家、構築物は終局耐力等の許容限界に対して十分な安全裕度を有しており、設計飛来物が建家等に衝突した際にも貫通及び裏面剥離を生じない。
- (b) 設計竜巻荷重を直接受ける設備は、許容応力度等に基づく許容限界に対して十分な安全裕度を有している。
- (c) 波及的影響を及ぼし得る施設については、許容限界に対して十分な安全裕度を有しており、設計飛来物が衝突した際にも竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えない。

○ 廃止措置計画における対応

(1) 設計荷重の設定

- (a) 設計竜巻の最大風速及びガイドに記載の方法に基づき風圧力を設定している。
- (b) 設計竜巻の最大気圧低下量に基づき気圧低下によって発生する圧力を設定している。
- (c) 気圧差による圧力を受けるものとして、建家の外壁・屋上スラブ、建家内の施設で外気と繋がっている換気系のダクト、排風機及びフィルタを抽出している。
- (d) プラントウォークダウン等の結果に基づき竜巻防護施設に到達する可能性のある飛来物を選定し、ガイドを参考に、対象飛来物の形状・運動エネルギー等を考慮して 135kg の鋼材を設計飛来物として衝撃荷重を設定している。また衝突する場所に応じて衝突の方向及び速度をガイドに基づき設定している。なお、設計飛来物の影響を超えるおそれのある飛来物については撤去・固縛等を行う。
- (e) ガイドに記載の方法に基づき風圧力、気圧差、設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせている。
- (f) 設計竜巻荷重との組合せについて要否を評価し、適切に組み合わせている。

(2) 施設の構造健全性の確認

- (a) 設計竜巻荷重に対して保有水平耐力について評価した結果、建家・第二付属排気筒は倒壊せず、また風圧を受ける部材についても終局耐力（短期許容応力度をもとに計算した鉄筋コンクリート壁・天井の耐力）に対して十分な余裕があることを確認している。
設計飛来物の衝突に対しては建家の外壁・天井スラブについては衝撃解析プログラムによる詳細評価を行い、貫通及び裏面剥離が生じないことを確認している。また、既設の開口部については鉄板等による閉止措置を行う。
第二付属排気筒の筒身（鋼製）については簡易式による評価によって貫通しないことを確認している。
- (b) 屋上において設計竜巻荷重を直接受ける設備は、設計竜巻荷重に対して許容応力度等に基づく許容限界に十分な安全裕度を有していることを確認している。設計飛来物の衝突に対しては耐えることができないため、これらが損傷した場合には事故対処設備により安全機能の代替を行う。
- (c) 波及的影響を及ぼし得る施設については、保有水平耐力について評価した結果、設計竜巻荷重に対して倒壊せず、近接する竜巻防護施設を内包する建家に対して影響を及ぼさないことを確認している。

4. 竜巻随件事象に対する考慮

○ ガイド

- (1) 竜巻随件事象として、火災、溢水等、外部電源喪失の可能性を検討し、必要に応じてそれら事象が発生した場合においても安全機能が維持できること。

○ 廃止措置計画における対応

- (1) 火災については、建家外壁は飛来物に対して貫通・裏面剥離しないことから、竜巻に伴って内部火災は生じない。なお、建家外の重油タンク等の損傷による火災の影響評価は外部火災影響評価において影響がないことを確認している。

溢水等については、建家外壁は飛来物に対して貫通・裏面剥離しないことから、竜巻に伴って内部溢水は生じない。なお、建家の近傍に多量の溢水源となる設備は配置されていないことを確認している。

竜巻随件事象として外部電源及び非常用発電設備からの給電が喪失した場合、事故対処設備として配備される移動式電源車による給電、あるいはポンプ車、可搬式のエンジン付きポンプにより機能の代替を図る。

外部からの衝撃による損傷の防止（火山事象）について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（再処理施設）（以下「東海再処理施設」という。）の廃止措置計画における安全対策の検討において、外部からの衝撃による損傷の防止の内、火山事象に対する考慮においては「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「ガイド」という。）を参考とし、以下に示す対応を図っている。

<p>1. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山（検討対象火山）の抽出</p> <p>○ ガイド</p> <p>(1) 原子力発電所の地理的領域に対して、文献調査等で第四紀火山を抽出する。</p> <p>(2) 抽出した第四紀火山について、文献調査、地形・地質調査及び火山学的調査を行い、活動履歴、噴火規模及びその影響範囲を把握する。</p> <p>(3) 将来の火山活動可能性の評価を行う。</p> <p>○ 廃止措置計画における対応</p> <p>(1) 影響を及ぼしうる火山の抽出については令和2年2月10日に認可（原規規発第2002103号）を受けた廃止措置計画変更認可申請書の別添6-1-17「火山影響評価」に基づく。</p> <p>※ 東海再処理施設に影響を及ぼしうる火山として以下の13火山を抽出している。</p> <p>高原山、那須岳、男体・女峰火山群、日光白根山、赤城山、燧ヶ岳、安達太良山、笹森山、磐梯山、沼沢、子持山、吾妻山及び榛名山</p>
<p>2. 原子力発電所の運用機関における火山活動に関する個別評価</p> <p>○ ガイド</p> <p>(1) 検討対象火山の内、設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り、斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）が運用期間中に原子力発電所に影響を及ぼす可能性を評価する。</p> <p>○ 廃止措置計画における対応</p> <p>(1) 令和2年2月10日に認可（原規規発第2002103号）を受けた廃止措置計画変更認可申請書の別添6-1-17「火山影響評価」において、再処理施設に影響を及ぼし得る火山（13火山）については過去最大規模の噴火を想定しても、火砕物密度流、溶岩流等の火山事象が再処理施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価している。</p>
<p>3. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価</p> <p>○ ガイド</p> <p>(1) 設計対応不可能な火山事象の可能性が十分に小さいと評価された火山について、ガイドの表1に挙げた火山事象の影響を評価する。</p> <p>(a) 降下火砕物</p> <p>① 降下火砕物堆積荷重に対して、安全機能を有する施設の健全性が維持されること。</p> <p>② 降下火砕物により取水設備等の安全機能を有する施設が閉塞によりその機能を喪失しないこと。</p> <p>③ 外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調システムのフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失が無く、加えて中央制御室における居住環境を維持すること。</p> <p>④ 必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れること。</p>

⑤ 長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れること。

- (b) 火砕物密度流
- (c) 溶岩流
- (d) 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊
- (e) 土石流、火山泥流及び洪水
- (f) 火山から発生する飛来物（噴石）
- (g) 火山ガス
- (h) 新しい火口の開口
- (i) 津波及び静振
- (j) 大気現象
- (k) 地殻変動
- (l) 火山性地震とこれに関連する事象
- (m) 熱水系及び地下水の異常

○ 廃止措置計画における対応

(1) 令和2年2月10日に認可（原規規発第2002103号）を受けた廃止措置計画変更認可申請書の別添6-1-17「火山影響評価」において、降下火砕物以外の火山事象については、最も近い検討対象火山でも敷地から約90kmと十分離れており、地理的特徴から再処理施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断している。

また、降下火砕物の条件としては、文献調査や地質調査及び降下火砕物シミュレーションの結果を保守的に考慮して東海再処理施設において堆積する層厚を50cmとし、粒径は8.0mm以下、密度は乾燥密度で0.3g/cm³、湿潤密度で1.5g/cm³としている。

(a) 降下火砕物への対応

- ① 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建家屋上スラブの強度について、降下火砕物の堆積と積雪を重畳した場合に生じる荷重が、終局耐力（短期許容応力度をもとに計算した鉄筋コンクリート壁・天井の耐力）以下であることを確認している。
屋上に設置されている設備についても、その形状から設備が損傷を受けるほどの多量の堆積は想定できないこと、また降灰が確認された場合には除去作業を実施することから静的荷重により機能喪失が生じないようにする。
- ② 東海再処理施設では崩壊熱除去のために外部水利から取水する設備はない。崩壊熱除去の機能を担う冷却塔には浄水施設から送られた浄水を散水に使用しているが、これらの設備は地下又は屋内に設置されていることから降下火砕物の影響はない。冷却塔は、ドレンから浄水を排水するとともに、浄水の供給を増やすことで、閉塞防止を図る。
- ③ 建家換気設備の入気フィルタは降下火砕物を含む空気によりフィルタ差圧が上昇することが想定されるが、フィルタ差圧は常時監視しており、フィルタ差圧が運転範囲の上限まで上昇した場合には、フィルタを交換することで通常の差圧状態に復旧する。
堆積・閉塞以外として、腐食、粒子の衝突、摩耗、大気汚染（制御室の居住性への影響）、絶縁低下を評価し、適切な運用（灰の除去や清掃等）により影響が生じないようにする。
- ④ 降下火砕物の降灰が確認された場合、建家入気フィルタ差圧の監視を強化しフィルタ交換を適切に行う。冷却塔への降下火砕物の堆積状況を定期的に確認し排水口又はドレンの流量調整を行う。屋上及び屋外の監視を強化し堆積状況に応じて屋外機器、建家及び建家周辺から降下火砕物を除去する。
- ⑤ 降下火砕物の影響により、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び研究所外での交通途絶によるアクセス制限を想定し、気象庁による降灰予報発表時には、事故対処設備による対応及

び降下火砕物への対応に係る要員を招集し、対応準備を行う。

4. 火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング

○ ガイド

(1) 第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山を監視対象火山とし、地震活動、地殻変動、火山ガス等の監視及びそれらのモニタリング結果に基づく定期評価を行う。

○ 廃止措置計画における対応

(1) 令和2年2月10日に認可（原規規発第2002103号）を受けた廃止措置計画変更認可申請書の別添6-1-17「火山影響評価」において、第四紀に設計対応不可能な火山事象が再処理施設の敷地に到達した履歴は抽出されなかったことから、火山活動のモニタリングは不要と判断した。

外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（再処理施設）（以下「東海再処理施設」という。）の廃止措置計画における安全対策の検討において、外部からの衝撃による損傷の防止の内、外部火災に対する考慮においては「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下「ガイド」という。）を参考とし、以下に示す対応を図っている。

<p>1. 外部火災の影響</p> <p>○ ガイド</p> <p>(1) 火災の規模、二次的影響の有無（煙、ガス、爆発による飛来物等）を考慮する。</p> <p>(a) 森林火災については、原子炉施設に対する火災、輻射熱の影響及び発生ばい煙の原子炉施設の換気設備への影響を考慮する。</p> <p>(b) 近隣の産業施設等の火災・爆発については火災、輻射熱の影響、発生ばい煙の影響の他に燃料タンク爆発等による飛来物の影響を考慮する。</p> <p>(c) 航空機墜落に対する影響は大量の燃料放出・発火にともなう火災、輻射熱の影響及び発生ばい煙の影響を考慮する。</p>
<p>○ 廃止措置計画における対応</p> <p>(1) ガイドに基づき、各外部火災の特性に基づき、二次的影響を含めて評価している。（各外部火災毎の詳細は後述）</p> <p>なお、外部火災から防護する対象としては、廃止措置計画の方針に基づき、高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場（HAW）とガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟について、高放射性廃液を取り扱う上で重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う設備（廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保するとしたものと同一）としている。</p>
<p>2. 外部火災の防護</p> <p>○ ガイド</p> <p>(1) 確認項目</p> <p>(a) 最大熱流束における建家の外側（コンクリート、鋼、扉、貫通部で形成される障壁）の耐性を確認する。</p> <p>(b) ディーゼル発電機への適切な空気の供給を確保できることを確認する。</p> <p>(2) 防護手段</p> <p>(a) 外部火災による発電所内における火災の発生可能性の最小化、及び火災に対する障壁を強化、安全系の多重性、隔離、耐火区画、固有の障壁による物理的分離、さらには火災感知および消火設備の使用などその他の設計特性を備える。</p> <p>(b) 構造物固有の耐性が十分でない場合、障壁の追加や距離による隔離を行う。</p> <p>(c) 換気系統は、ダンパ等を用いて外気から系統を隔離すること等によって外部火災から防護する。</p> <p>(d) 煙や埃に対して脆弱な安全保護系の設備等について適切な防護対策を講じる。</p>
<p>○ 廃止措置計画における対応</p> <p>(1) 確認項目</p> <p>(a) 想定した外部火災による建家の外側の温度は、構造物としての強度を保ちうる許容温度以下であることを確認している。（各外部火災毎の詳細は後述）</p> <p>(b) 外部火災によって非常用発電機の機能が喪失することを想定し、そのような場合には事故対処設備として</p>

配備している移動式電源車等による機能の代替を図る。

(2) 防護手段

- (a)・(b) 建家等外壁表面温度をコンクリート及び鋼材の許容温度以下とすることで、建家内に設置する防護対象設備の安全機能を行わないことを確認している。
- (c)・(d) 外部火災防護施設の建屋の給気口にはフィルタが設置されていることから、ばい煙による施設の健全性に影響はなく、発生する有毒ガスについても居住空間へ影響を及ぼさないことを確認している。

3. 外部火災の影響評価

○ ガイド

(1) 森林火災

- (a) 発電所敷地外の 10 km 以内を発火点とした森林火災が発電所に迫った場合でも、原子炉施設が、その影響を受けないよう適切な防護措置が施されており、その二次的な影響も含めて、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
- (b) 火災の規模は、可燃物の量（植生）、気象条件、風向き、発火点等の初期条件を原子炉施設への影響を保守的に評価するよう設定する。
- (c) 二次的影響としてばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等（燃烧生成物の換気又は空気供給系からの侵入による電気故障、非常用ディーゼル発電機の故障、有毒ガスによる影響等）を考慮する。
- (d) 影響評価項目は、火線強度、輻射強度、防火帯幅、危険距離、ばい煙等への対策とする。

(2) 近隣の産業施設の火災・爆発

- (a) 近隣の産業施設で発生した火災・爆発により、原子炉施設が、その影響を受けないよう適切な防護措置が施されており、その二次的な影響も含めて、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
発電所敷地内に存在する石油類やヒドラジンなどの危険物タンク火災については、航空機墜落と同様に原子炉施設への熱影響評価等を行う。
- (b) 火災の規模は発電所近隣の産業施設の特徴から設定する。
- (c) 二次的影響としては、爆風等によるプラントの安全上重要な外部機器の破損、ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等（燃烧生成物の換気又は空気供給系からの侵入による電気故障、非常用ディーゼル発電機の故障、有毒ガスによる影響等）を考慮する。
- (d) 影響評価項目は、輻射強度、危険距離、危険限界距離、ばい煙等の対策、爆風と飛来物への対策とする。

(3) 航空機墜落による火災

- (a) 航空機の墜落に伴う火災により、原子炉施設が、その影響を受けないよう適切な防護措置が施されており、その二次的な影響も含めて、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。
- (b) 火災の規模として、発電所の敷地内であって航空機墜落の可能性を無視できない範囲の最も厳しい場所に航空機搭載の燃料の全部が発火した場合の火災を設定する。
- (c) ばい煙等による安全上重要な設備に対する影響等（燃烧生成物の換気又は空気供給系からの侵入による電気故障、非常用ディーゼル発電機の故障、有毒ガスによる影響等）を考慮する。
- (d) 影響評価項目は、輻射強度、ばい煙等の対策とする。

○ 廃止措置計画における対応

(1) 森林火災

- (a) 森林火災については、保守的な条件でのシミュレーション結果に基づき、防火帯の設置、適切な離隔距離の確保、自衛消防隊による延焼防止活動により施設の安全性を損なわないことを確認している、二次的な影響であるばい煙についても、評価された空气中濃度及び建家の給気口に設置されたフィルタの機能によ

り直ちに施設の安全性が損なわれないことを確認している。

なお、自衛消防隊による対応時間については、今後示す事故対処の有効性評価に含めて示すこととしている。

(b) 発火点の設定については附属書 A の方法に基づき、余裕を持って東西 12 km、南北 12 km の範囲を評価対象とし、敷地の風上側で人為的な火災発生原因が想定される地点を選定している。敷地周辺の土地利用データ、植生データ、地形データ気象データに基づき附属書 A で推奨している FARSITE による森林火災シミュレーションを実施し、保守的な火災の規模となるよう評価している。

(c) FARSITE で得られた森林火災時の煤煙の発生量に基づきプルームモデルによる拡散計算から建家給気口位置におけるばい煙濃度を評価し、建家換気系統の構成から、ばい煙による施設の健全性に影響を評価している。なお非常用発電機については機能喪失時には事故対処設備として配備する移動式電源車により機能の代替を図る。

(d) 火線強度、輻射強度、防火帯幅、危険距離、ばい煙濃度について評価している。これらの評価についてはガイドの附属書 A に記載の方法に基づいて実施している。

(2) 近隣の産業施設の火災・爆発

(a) 近隣の産業施設の火災・爆発については、敷地近傍の産業施設の調査に基づき、保守的な影響評価を実施し、十分な離隔距離があることを確認している。また、最も近い公道を通過する燃料輸送車両及び近海を航行する最大規模の LNG 船を考慮している。二次的な影響であるばい煙についても、評価された空气中濃度及び建家の給気口に設置されたフィルタの機能により直ちに施設の安全性が損なわれないことを確認している。

敷地内の危険物として、屋外の燃料油タンクについて評価するとともに、東海再処理施設特有のものとして廃溶媒を貯蔵している施設及びアスファルト固化体を貯蔵している施設からの火災影響について確認している。

(b) 施設周辺に比較的近く貯蔵量の大きい株式会社 JERA 常陸那珂火力発電所（軽油貯蔵タンク及び 2 号軽油サービスタンク）を発火源と想定した場合と、施設周辺で最も貯蔵量の大きい出光興産株式会社日立油槽所及び株式会社日立ハイテクマテリアルズ日立オイルターミナルを保守的に合算したものを発火源と想定した場合を評価している。

(c) 二次的影響として、施設周辺で最も貯蔵量の大きい東京ガスの日立 LNG 基地内にある 2 基の LNG タンクおよび LPG タンクのを保守的に合算した場合の爆発による影響を評価している。

プルームモデルによる拡散計算から建家給気口位置におけるばい煙濃度を評価し、建家換気系統の構成から、ばい煙による施設の健全性に影響を評価している。なお非常用発電機については機能喪失時には事故対処設備として配備する移動式電源車により機能の代替を図る。

(d) 輻射強度、危険距離、危険限界距離、ばい煙濃度について評価している。これらの評価についてはガイドの附属書 B に記載の方法に基づいて実施している。

(3) 航空機墜落による火災

(a) 最も厳しい位置に墜落した航空機の火災においても建家外壁の構造健全性は維持されることを確認している。二次的な影響であるばい煙及び有毒ガスについても、評価された空气中濃度及び建家の給気口に設置されたフィルタの機能により直ちに施設の安全性が損なわれないことを確認している。

(b) 火災の規模として、発電所の敷地内であって航空機墜落の可能性を無視できない範囲の最も厳しい場所に航空機搭載の燃料の全部が発火した場合として施設から 39 m の位置に墜落した F-15（約 15 m³の燃料を搭載）による火災を評価している。

(c) プルームモデルによる拡散計算から建家給気口位置におけるばい煙及び有毒ガス濃度を評価し、建家換気系統の構成から、ばい煙による施設の健全性に影響を評価している。なお非常用発電機については機能喪

失時には事故対処設備として配備する移動式電源車により機能の代替を図る。

(d) 輻射強度、ばい煙濃度について評価している。これらの評価についてはガイドの附属書 C に記載の方法に基づいて実施している。

4. 影響評価判断の考え方

○ ガイド

(1) 森林火災

- (a) 外壁、天井スラブが想定される森林火災の熱影響に対して許容限界温度以下である。
- (b) 火災の到達時間を考慮して発電所の自衛消防隊による対応が可能である。
- (c) 防火帯幅が想定される森林火災に対して、評価上必要とされる防火帯幅以上である。
- (d) 防火帯の外縁（火炎側）から原子炉施設までの離隔距離が、想定される森林火災に対して、評価上必要とされる危険距離以上である。
- (e) 原子炉施設の換気系統へのばい煙の影響がダンパの設置等により考慮されている。
- (f) 有毒ガスの発生が想定される場合、居住空間へ影響を及ぼさないように対策が考慮されている。

(2) 近隣の産業施設の火災・爆発

- (a) 石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離が評価上必要とされる危険距離以上である。
- (b) 石油コンビナート等のガス爆発に対して、石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離が評価上必要とされる危険限界距離以上である。（火災とガス爆発が同時に起こると想定される場合には、より長い方の離隔距離が確保されている）
- (c) 原子炉施設の換気系統へのばい煙の影響がダンパの設置等により考慮されている。

(3) 航空機墜落による火災

- (a) 外壁、天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界値以下である。
- (b) 換気系統へのばい煙の影響がダンパの設置等により考慮されている。
- (c) 有毒ガスの発生が想定される場合、居住空間へ影響を及ぼさないように対策が考慮されている。

○ 廃止措置計画における対応

(1) 森林火災

- (a) 外壁、天井スラブの温度（77～121℃）は想定した森林火災の熱影響に対して許容限界温度（200℃）以下であることを確認している。
- (b) 火災の到達時間を考慮して機構の自衛消防隊による対応が可能であることについては、今後実施する事故対処の有効性評価に併せて示す。
- (c) 想定される森林火災に対して、評価上必要とされる幅（風上に樹木がない場合 9 m、樹木がある場合 21 m）以上の防火帯を設置することとしている。
- (d) 防火帯の設置については、防火帯の外縁（火炎側）から施設までの離隔距離が、評価上必要とされる危険距離（13～19 m）以上となるよう計画している。
- (e) 施設の換気系統へのばい煙については、建家の給気口に設置されたフィルタの機能により影響ないことを確認している。
- (f) ばい煙の影響判断においては「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」に基づき有毒ガス防護判断基準値として IDLH を適用した。評価の結果、想定される空気中のばい煙濃度は IDLH 以下であり、直ちに居住性に影響を与えるものでないことを確認している。そのため、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室は、30 分以内に給気ダンパを閉止して外気と隔離することを可能とする措置を講じる。常駐する必要のない高放射性廃液貯蔵場（HAW）の制御室においては 30 分以内に退避することとしている。

(2) 近隣の産業施設の火災・爆発

(a) 石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離（600～6800 m）が評価上必要とされる危険距離（29～257 m）以上であることを確認している。

敷地内にある屋外危険物貯蔵タンクの火災影響については建家外壁の温度が許容温度以下であること及び離隔距離が危険距離以上確保されていることを確認している。

近隣の公道を走行する燃料輸送車の火災影響については近隣の石油コンビナート等の影響に包含されることを確認している。

(b) 石油コンビナート等のガス爆発に対して、石油コンビナート等の施設から原子炉施設までの離隔距離（4000 m）が評価上必要とされる危険限界距離（407 m）以上であることを確認している。

近隣の公道を走行する燃料輸送車及び近海を航行する LNG 船の爆発影響については近隣の石油コンビナート等の影響に包含されることを確認している。

(c) ばい煙の影響判断においては「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」に基づき有毒ガス防護判断基準値として IDLH を適用した。評価の結果、想定される空気中のばい煙濃度は IDLH 以下であり、直ちに居住性に影響を与えるものでないことを確認している。そのため、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室は、30 分以内に給気ダンパを閉止して外気と隔離することを可能とする措置を講じる。常駐する必要のない高放射性廃液貯蔵場（HAW）の制御室においては 30 分以内に退避することとしている。

(3) 航空機墜落による火災

(a) 外壁、天井スラブが想定火災の熱影響に対して許容限界値（200℃）以下であることを確認している。（航空機落下と森林火災の重量においても許容限界値以下になることも確認している）

(b) 換気系統へのばい煙の影響がダンパの設置等により考慮されている。

(c) ばい煙の影響判断においては「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」に基づき有毒ガス防護判断基準値として IDLH を適用した。評価の結果、想定される空気中のばい煙濃度は IDLH 以下であり、直ちに居住性に影響を与えるものでないことを確認している。そのため、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室は、30 分以内に給気ダンパを閉止して外気と隔離することを可能とする措置を講じる。常駐する必要のない高放射性廃液貯蔵場（HAW）の制御室においては 30 分以内に退避することとしている。

分離精製工場(MP)等の津波防護に関する考え方

【概要】

- 東海再処理施設の廃止措置における耐津波設計の基本方針において、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及びそれらに関連する施設以外の分離精製工場(MP)等の施設(以下「分離精製工場(MP)等」という。)については、今後とも安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進めることができるよう、リスクに応じた対策を講ずることとしている。
- 分離精製工場(MP)等における設計津波への対策としては、津波が建家内に浸入することはあっても、有意に放射性物質を建家外に流出させないことを基本とする。
- これまでに実施した保守的に想定したシナリオに基づくリスク評価を踏まえ、今後、対策の内容の検討や実際の条件に即した詳細なリスク評価を行い、有意な放射性物質の流出が想定されないことを確認する。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

分離精製工場(MP)等の津波防護に関する考え方

令和2年7月21日

再処理廃止措置技術開発センター

東海再処理施設の廃止措置における耐津波設計の基本方針(別添6-1-3-1)において、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及びそれらに関連する施設以外の分離精製工場(MP)等の施設(以下「分離精製工場(MP)等」という。)については、今後とも安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進めることができるよう、リスクに応じた対策を講ずることとしている。

分離精製工場(MP)等(うち27施設で放射性物質を保有)に現在保有している放射性物質の量は、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と比較し少量であり、さらにいずれも建家内の貯槽や容器等に内包することにより閉じ込めを確保しており、建家内に津波が浸入しても容易に流出することはない。

このため、分離精製工場(MP)等における設計津波への対策としては、津波が建家内に浸入することはあっても、有意に放射性物質を建家外に流出させないことを基本として、主に以下の措置を講ずる。

(1) リスク評価及び対策を要する場所及び優先度の決定(実施中、会合で説明)
流出が起こりうるものとして保守的に想定したシナリオに基づくリスク(流出量等)の評価を行い、対策すべき場所及び優先度を定める。

(2) 対策の内容の検討(令和2年12月までに説明、一部実施中)

対策例を以下に示す。現場の詳細な調査(ウォークダウン等)を踏まえ、合理的かつ有効な対策を見極める。

①安全な場所への放射性物質の移動等

分離精製工場(MP)等の工程洗浄(製品の処理を含む)や系統除染を行うことにより、各施設に保有している放射性物質を津波の浸入防止措置を施す高放射性廃液貯蔵場(HAW)に集約する、あるいは核燃料物質の溶液を流出し難い安定な固体状の製品とし貯蔵施設に集約する。また、移動可能な廃棄物容器、製品容器、標準試薬容器等を安全な場所に移動する。

②放射性物質を内包する容器の固定・固縛

廃棄物容器、製品容器、標準試薬容器等を直接床等へ固縛する、あるいは固縛した堅牢な別の容器等に収納する。

③放射性物質の流出が想定される経路の封止

低放射性廃液の貯蔵セル等においては、貫通部の隙間からの浸水、さらに同じ経路を通じた拡散あるいは逆流によるセル外への流出が想定されることから、これらの場所を詳細に特定するとともに、通常時の換気や運転操作への影響も考慮して可能な範囲で封止する。

(3) 対策の評価（令和2年12月までに説明、必要なものは令和3年4月に申請）

可能な限りの措置を講ずる前提で、それでも流出の可能性が多少なりとも残存すると想定される経路（封止できない流出経路等）について、実際の条件に即した詳細なリスク評価（流出量等）を行い、有意な放射性物質の流出が想定されないことを確認する。

以上

分離精製工場 (MP) 等の津波影響評価について

1. はじめに

東海再処理施設の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及びそれらに関連する施設以外の分離精製工場 (MP) 等の施設のうち、放射性物質を保有している施設についての廃止措置計画用設計津波 (以下、「設計津波」という) に対する影響評価について以下に示す。

2. 建家の耐震性・耐津波性評価

放射性物質を保有している施設についての津波影響評価等の前提条件として、建物の状況を想定するため、以下により耐震性、耐津波性について評価を行う。なお、耐震性、耐津波性を有するとした場合についても、開口部等から建家内へ浸水することを想定し、評価を行う。

2.1 耐震性

建家の設計地震動に対する応答計算、または保有水平耐力比により、耐震性を評価する。保有水平耐力比で評価する場合には 1.5 以上で設計地震動に対する耐震性を有する (建家内からの放射性物質の流出が大きい程度程度の閉じ込め性能の維持、支持構造物としての機能維持) ものとした。

2.2 耐津波性

保有水平耐力が設計津波による荷重 (波力 (T.P. +12.1 m) 及び漂流物) 以上である場合、耐津波性を有する (建家内からの放射性物質の流出が大きい程度程度の閉じ込め性能の維持) ものとした。

3. 対象機器に係る評価・確認

環境影響評価にあたり、以下の評価・確認を行う。

3.1 対象機器の耐震性の確認

津波に先立つ地震による放射性物質の漏えい、津波による施設外への流出を想定し、放射性物質を貯蔵・保管する機器 (以下、「対象機器」という) のうち、環境への影響が大きいと考えられる機器について、設計地震動に対する耐震性を確認する (既往の評価で設計地震動に対する余裕が小さいものについて評価を実施)。

3.2 対象機器内への流入箇所の確認

HAW 施設及び TVF を除く放射性物質を保有している施設については建家外壁の止水性は期待できない。このため、対象機器に海水が多量に流入した場合に機器内の放射性物質が流出することを想定し、環境への影響が大きいと考えられる機器について、浸水高さ (T.P. +14.2 m と想定) 以下の対象機器への流入の可能性のある箇所を図面 (エンジニアリングフローダイアグラム) 及びウォークダウン (セル内除く) により確認する。

4. 環境影響評価

以下を考慮し、設計津波が襲来した際の環境への影響評価を行う（図1、別紙1、別紙2）。

- ・ 建家の耐震性・耐津波性
- ・ 対象機器の設置場所
- ・ 対象機器の耐震性
- ・ 対象機器への海水の流入可能性
- ・ 放射性固体廃棄物等の貯蔵・保管場所（別紙3）
- ・ 放射性物質の施設外への流出防止策（放射性物質の移動等）

評価については、地上流出時の線量評価を行うとともに、参考として海洋流出時の線量評価も行う。

地上流出：建家から流出した放射性物質全量が核サ研敷地の T. P. +10 m 以下の範囲に均一に拡散するものとし、地表面に沈着した放射性物質からの外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくを評価

海洋流出：建家から流出した放射性物質全量が海洋に流出した場合の経口摂取による内部被ばくを評価

5. 評価結果

分離精製工場(MP)等の放射性物質を保有している施設について、対策も考慮した評価では設計津波に対する環境影響が大きいものはないが、有意に放射性物質を建家外に流出させないことを基本として、今後、可能な限りの措置を講ずる措置を講ずる。

以上

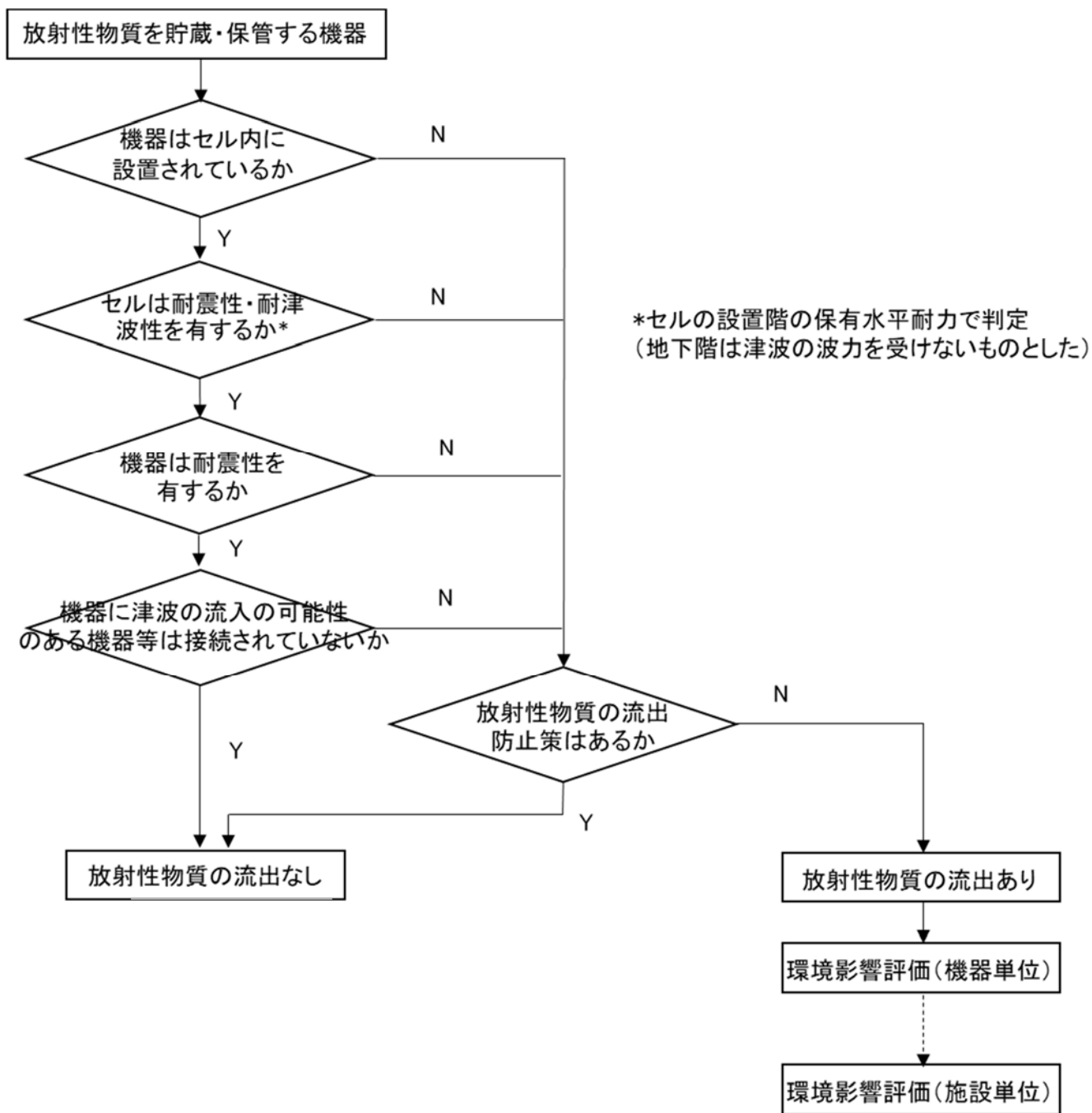


図1 放射線物質を貯蔵・保管する機器の環境影響評価フロー

津波による放射性物質の流出評価

津波による建家からの放射性物質の流出について、以下のシナリオで流出量の評価を行う。

- ① 建家が維持されず、セル外にある貯槽等が地上階の場合
- ② 建家が維持され、セル外にある貯槽等が地上階の場合

- ③ 建家が維持されず、セル外にある貯槽等が地下階の場合
- ④ 建家が維持され、セル外にある貯槽等が地下階の場合

- ⑤ セルが維持される場合

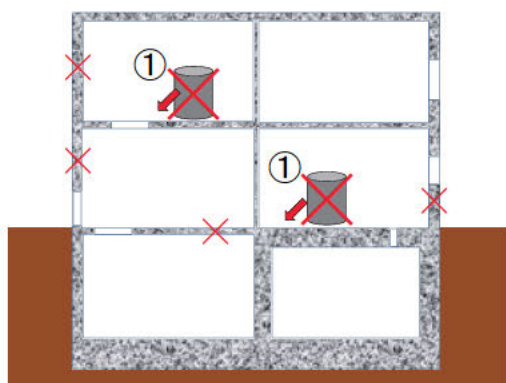
- ⑥ 建家が維持されず、固体廃棄物等が地上階の場合
- ⑦ 建家が維持され、固体廃棄物等が地上階の場合

- ⑧ 建家が維持されず、固体廃棄物等が地下階の場合
- ⑨ 建家が維持され、固体廃棄物等が地下階の場合

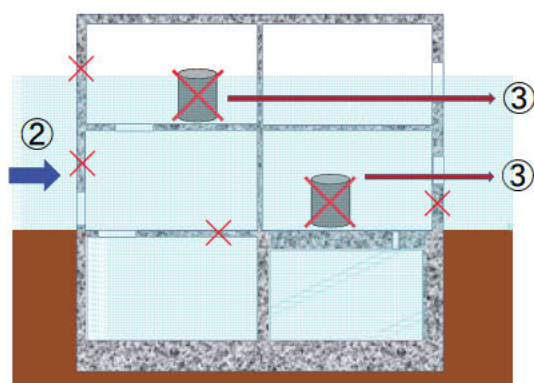
- ⑩ その他(上記以外)

津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ①
 建家が維持されず、セル外にある貯槽等が地上階の場合

- ① 耐震性が低い建家に設置された貯槽等は損傷することを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水を想定))
- ③ 地上階の貯槽等からは、放射性物質が津波とともに開口部等から建家外に全量流出することを想定



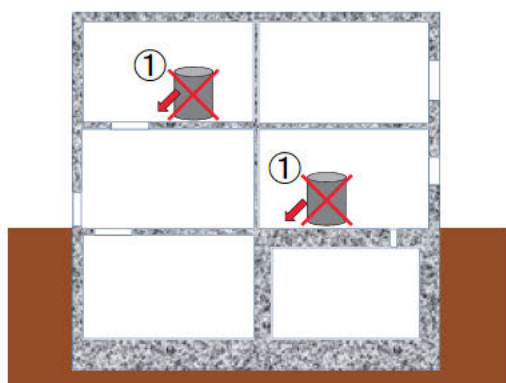
地震発生時



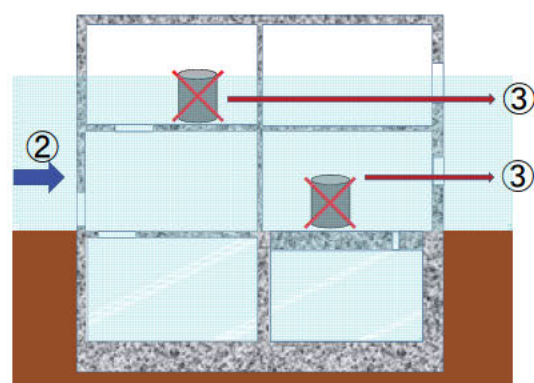
津波到達時

津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ②
 建家が維持され、貯槽等が地上階の場合

- ① 建家は維持されるが、耐震性が低い貯槽等は損傷することを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 地上階の貯槽等からは、放射性物質が津波とともに開口部等から建家外に全量流出することを想定



地震発生時

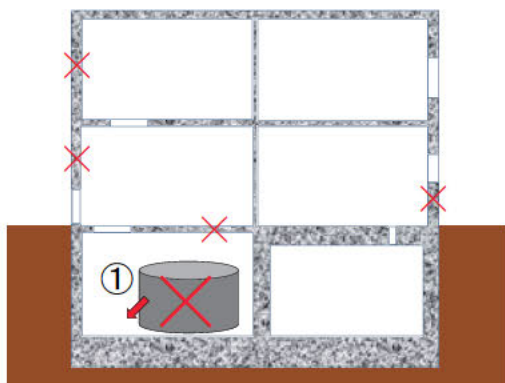


津波到達時

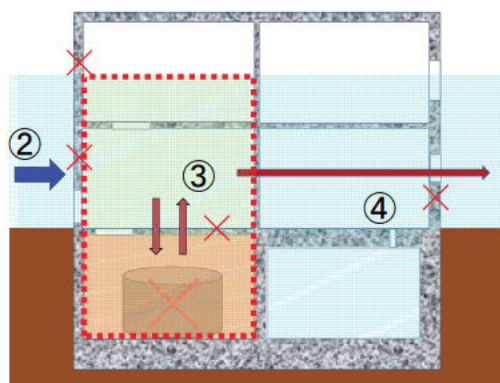
津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ③

建家が維持されず、貯槽等が地下階の場合

- ① 耐震性が低い建家に設置された貯槽等は損傷することを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 貯槽等から地下の部屋に流出した放射性物質が、地上部と地下部に拡散すると想定
- ④ 地上部の放射性物質を含む海水が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



地震発生時

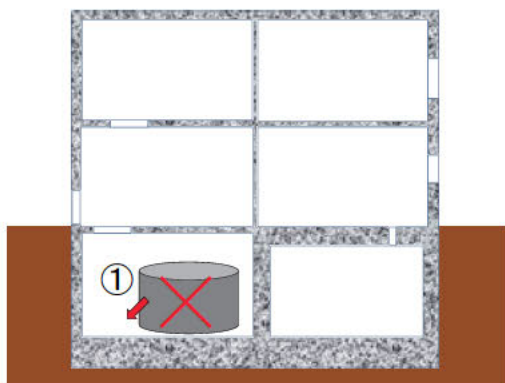


津波到達時

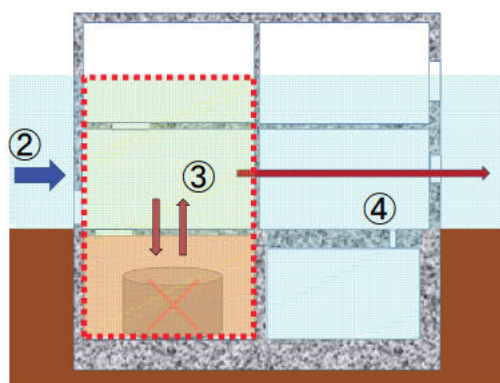
津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ④

建家が維持され、貯槽等が地下階の場合

- ① 建家は維持されるが、耐震性が低い貯槽等は損傷することを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 貯槽等から地下の部屋に流出した放射性物質が、地上部と地下部に拡散すると想定
- ④ 地上部の放射性物質を含む海水が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



地震発生時

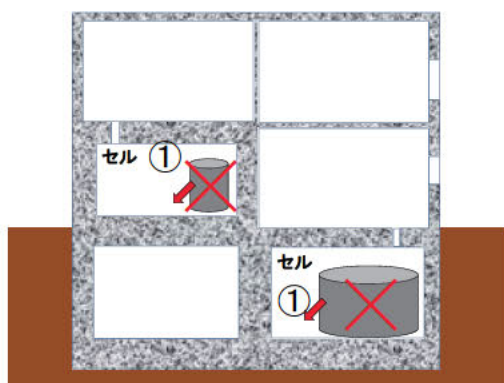


津波到達時

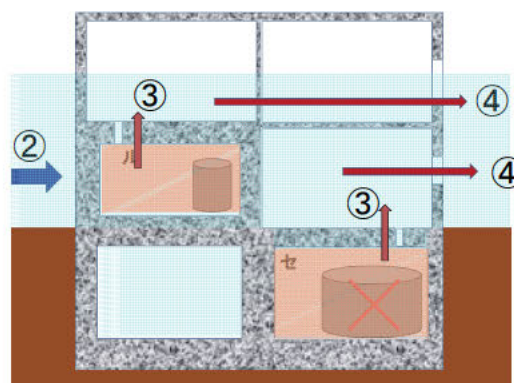
津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ⑤

セルが維持される場合

- ① セル内に設置された耐震性の低い貯槽等は損傷することを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 貯槽等からセル内に流出した放射性物質がDF=10でセル外に流出することを想定
- ④ セル外に流出した放射性物質が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



地震発生時

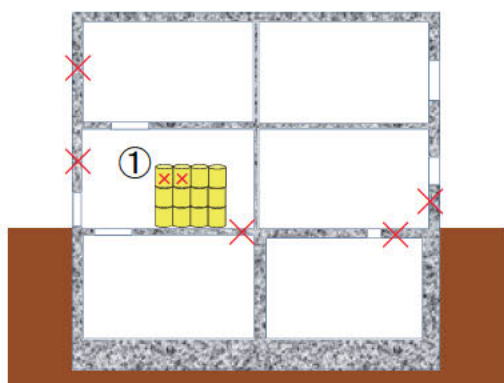


津波到達時

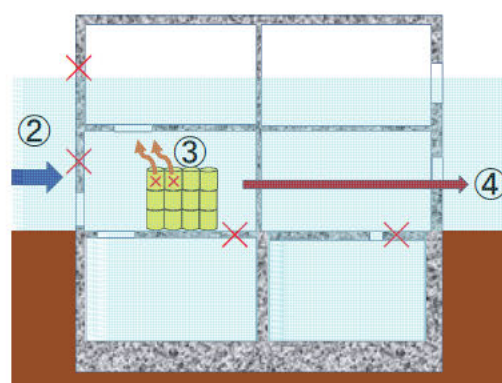
津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ⑥

建家が維持されず、固体廃棄物等が地上階の場合

- ① 固体廃棄物等(ドラム缶等)は、地震により一部蓋が開くことを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 蓋の開いたドラム缶等内の放射性物質が海水との接触により一部移行することを想定
- ④ 移行した放射性物質の全量が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



地震発生時

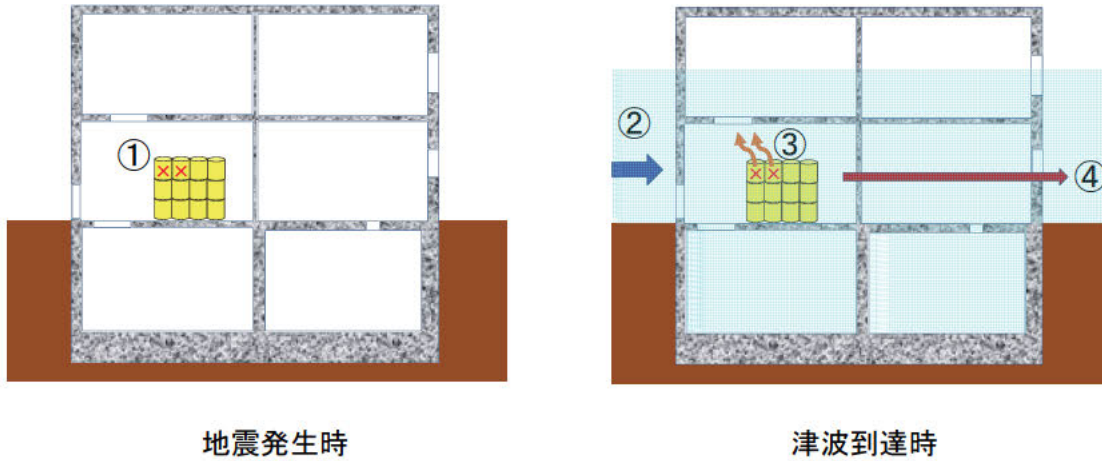


津波到達時

津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ⑦

建家が維持され、固体廃棄物等が地上階の場合

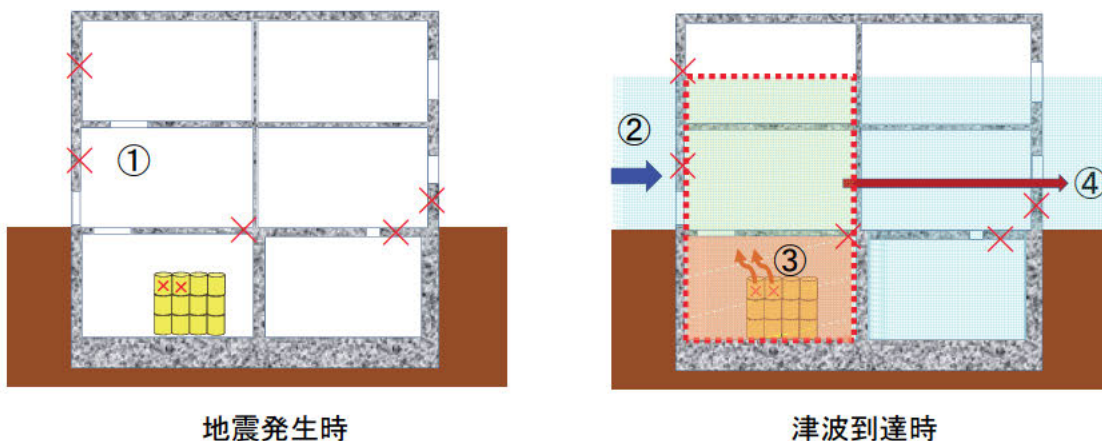
- ① 固体廃棄物等(ドラム缶等)は、地震により一部蓋が開くことを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 蓋の開いたドラム缶等内の放射性物質が海水との接触により一部移行することを想定
- ④ 移行した放射性物質の全量が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ⑧

建家が維持されず、固体廃棄物等が地下階の場合

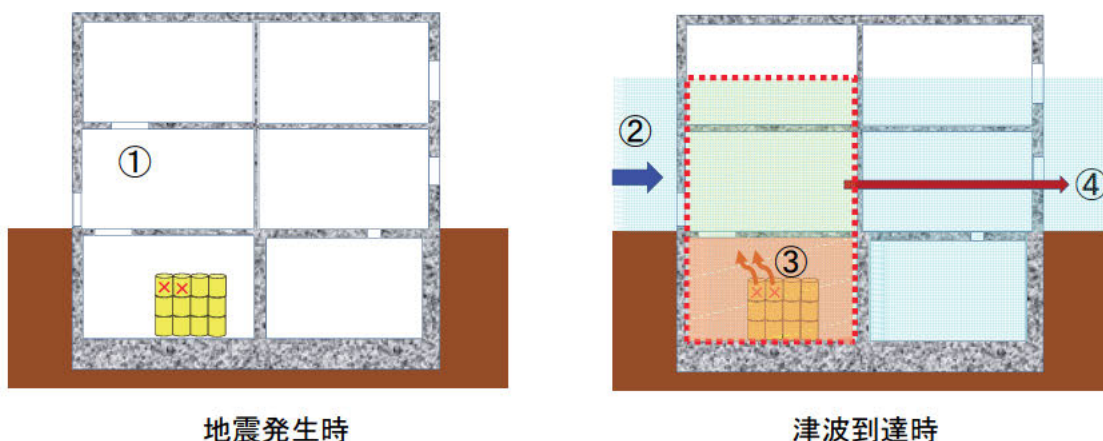
- ① 固体廃棄物等(ドラム缶等)は、地震により一部蓋が開くことを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 蓋の開いたドラム缶等内の放射性物質が海水との接触により一部海水に移行
- ④ 海水に移行した放射性物質が、地上部と地下部に拡散すると想定
- ⑤ 地上部の放射性物質を含む海水が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ⑨

建家が維持され、固体廃棄物等が地下階の場合

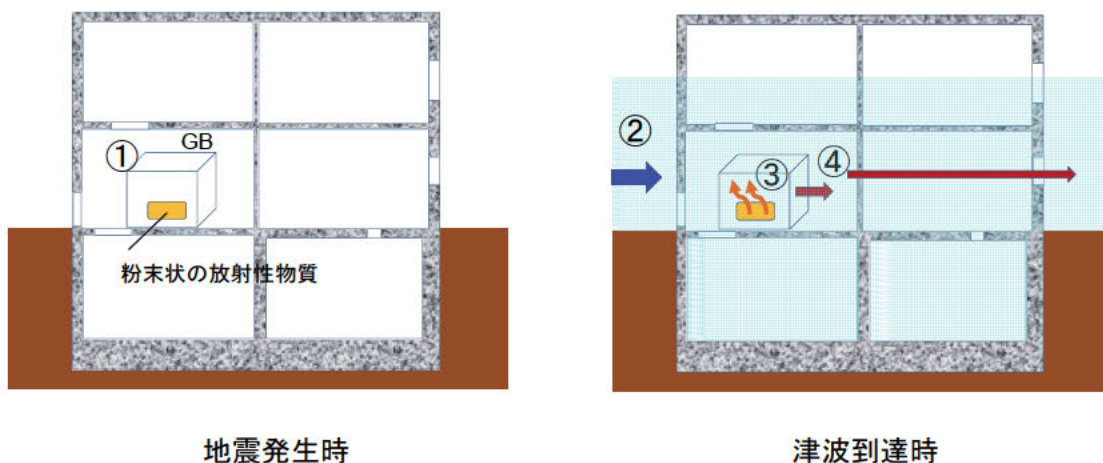
- ① 固体廃棄物等(ドラム缶等)は、地震により一部蓋が開くことを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))
- ③ 蓋の開いたドラム缶等内の放射性物質が海水との接触により一部海水に移行
- ④ 海水に移行した放射性物質が、地上部と地下部に拡散すると想定
- ⑤ 地上部の放射性物質を含む海水が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



津波により放射性物質が流出する場合のシナリオ ⑩

その他

- ① 基準地震動に対し、建家、GBは維持されることを想定
- ② 設計津波による建家内の浸水を想定(浸水高さT.P.+14.2 m(地上から8.2 m位置まで浸水))、GB内にも浸水することを想定
- ③ GB内の粉末状の放射性物質がGB内の海水へ一部移行することを想定
- ④ 移行した放射性物質がGBから室内へDF=10で移行することを想定
- ⑤ 室内に移行した放射性物質の全量が津波とともに開口部等から建家外に流出することを想定



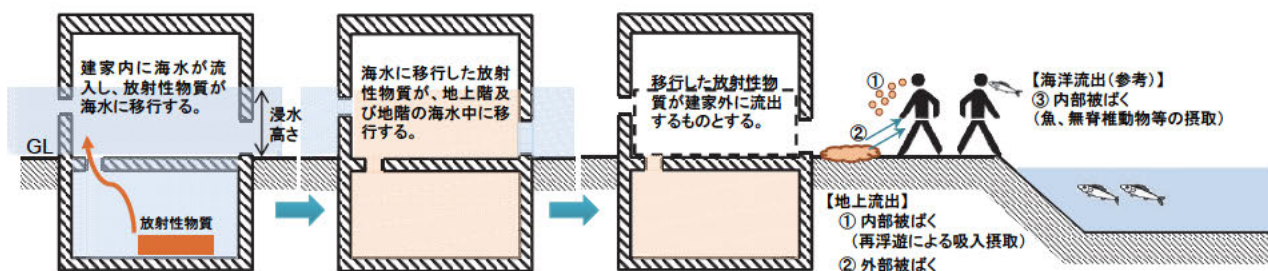
津波により施設から放射性物質が流出する場合の環境影響評価について

施設外に放射性物質が流出する場合は、以下のような状況を考慮し、環境影響評価を行う。

1. 建家外に流出した放射性物質は、下図に示すとおり、遡上範囲の地表面に沈着するか、海へ流出すると考えられる。
2. 遡上範囲の地表面に沈着した放射性物質質量及び海洋へ流出した放射性物質質量もとに、以下の線量を評価。

- ① 地表に沈着した放射性物質による外部被ばく
- ② 地表に沈着した放射性物質の再浮遊による内部被ばく(吸入摂取)
- ③ 海洋へ流出した放射性物質による内部被ばく(魚、無脊椎動物等の摂取)*

* 大津波が発生した場合、漁業は中止となり、海産物は市場に出回ることなく、放射性物質が海洋に流出することになれば、長期間にわたり出荷制限が行われると想定され、実質的な公衆への被ばく影響はないものと考えられる。しかしながら、放射性物質が海洋に流出し、1年にわたり公衆が海産物を摂取し続けるといった保守的な想定での被ばく評価を参考に行い、影響の大きさを確認する。



線量評価方法(地表に沈着した放射性物質による外部・内部被ばく)

【地上流出による被ばく線量の評価】

■ 地表面における放射性物質の濃度		
施設から津波により流出した放射性物質の地表面中における濃度は、津波の遡上範囲に均一に分布するとして次式により求める。 $C_i = Q_i / S \dots \dots \dots (4)$	C_i	核種 <i>i</i> の放射能濃度 (Bq/m ²)
	Q_i	核種 <i>i</i> の流出放射能 (Bq)
	S	津波の遡上面積 (470,000m ²) ¹⁾
■ 外部被ばくに係る実効線量		
外部被ばくに係る実効線量は次式により求める。 $E_{ext} = \sum_i (C_i \cdot CF_{3i} \cdot t) \dots \dots \dots (5)$	E_{ext}	外部被ばくに係る実効線量 (mSv)
	C_i	核種 <i>i</i> の放射能濃度 (Bq/m ²)
	CF_{3i}	核種 <i>i</i> の沈着からの周辺線量率 ((mSv/h)/(kBq/m ²)) ²⁾
	t	被ばく時間 1時間
■ 内部被ばくに係る実効線量		
内部被ばくに係る実効線量は次式により求める。 $H = \sum A_i \cdot K_{fi} \dots \dots \dots (6)$	H	吸入摂取による成人の実効線量 (Sv)
	A_i	核種 <i>i</i> の摂取量 (Bq) $A_i = M_a \cdot C_i \cdot f \cdot t$
	K_{fi}	核種 <i>i</i> の吸入摂取による成人の実効線量係数 (Sv/Bq) ³⁾
	M_a	呼吸率 1.2(m ³ /h)
	C_i	核種 <i>i</i> の放射能濃度 (Bq/m ²)
	f	再浮遊係数 ($1 \times 10^{-8} \text{cm}^{-1}$) ⁴⁾
	t	被ばく時間 1時間

1) 核サ研の海拔10m以下の敷地面積程度

2) "Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency," IAEA-TECDOC-1162(2000)のTABLE E3. CONVERSION FACTORS FOR EXPOSURE TO GROUND CONTAMINATION

3) "Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients," ICRP Pub.72 (1995)

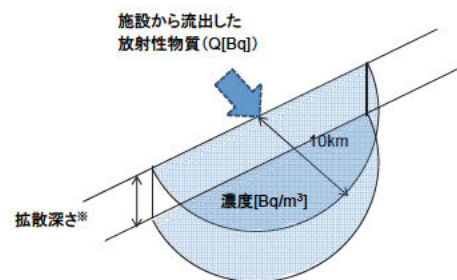
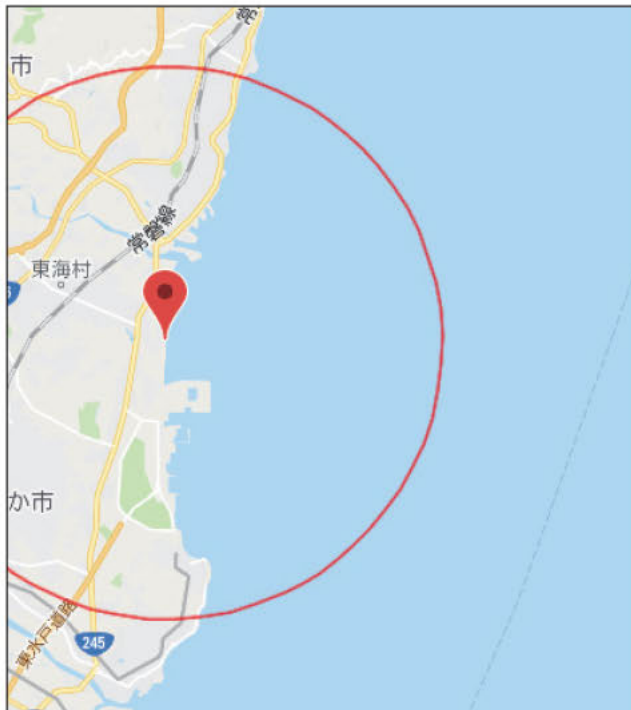
4) 発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について(一部改訂 平成13年3月29日 原子力安全委員会了承)

線量評価方法(海洋へ流出した放射性物質による内部被ばく)

■ 海水中における放射性物質の濃度		
施設から津波の引き波により流出した放射性物質の海水中における濃度は、次式により求める(図1参照)。 $V = \pi r^2 \cdot (z + h) / 2$(1) $C_W(r) = Q / (V \pi r)$(2)	$C_W(r)$	平均濃度(Bq/m ³)
	Q	半円状に流出した放射性物質質量(Bq)
	V	希釈海水量(m ³)
	z	鉛直混合層の厚さ(2m) ⁵⁾
	h	津波による浸水高さ(8.2m = 14.2m - 6m)
	r	拡散領域半径(1 × 10 ⁴ m)
■ 海産物摂取による一般公衆の被ばく線量		
海産物摂取による内部被ばくに係る実効線量は、次式により求める。 $H_W = 365 \cdot \sum_i (K_{Wi} \cdot A_{Wi})$(3)	H_W	海産物を摂取した場合の年間実効線量(Sv)
	365	海産物の摂取期間(d)
	K_{Wi}	核種iの実効線量係数(Sv/Bq) ⁶⁾
	A_{Wi}	核種iの摂取率(Bq/d) $A_{Wi} = C_{Wi} \sum_k (CF)_{ik} W_k$
	C_{Wi}	海水中の核種iの濃度(Bq/m ³)
	$(CF)_{ik}$	核種iの海産物kに対する濃縮係数((Bq/g)/(Bq/m ³)) ⁷⁾
	W_k	海産物kの摂取量(g/d) 魚類 : 31.1(g/d) 無脊椎動物 : 9.5(g/d) 海藻類 : 9.0(g/d) 平成30年国民健康・栄養調査報告 ⁸⁾ の20歳以上の平均値。 ただし、魚類及び無脊椎動物は、生魚介類の値。

5) 福田 雅明:沿岸海域の海洋拡散の研究, JAERI-M8730(1980)
 6) "Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients," ICRP Pub.72 (1995)
 7) "Sediment Distribution Coefficients and for Biota in the Marine Environment," IAEA-Technical Reports Series No.422 (2004)のRecommended Value
 8) 平成30年国民健康・栄養調査報告:厚生労働省(令和2年3月)

海洋へ流出した放射性物質の拡散について



※浸水高さ+平常運転時評価で用いている鉛直混合層2m。

濃度[Bq/m³]=流出した放射性物質Q[Bq]/希釈海水量[m³]

図1 海水中の放射性物質の拡散範囲

注) 平成30年5月31日の日本原子力研究開発機構 試験研究用等原子炉施設(放射性廃棄物廃棄施設) 審査会合の資料1から抜粋。なお、資料1の別添で福島第一原子力発電所事故後の2011年4月2日から6日の海域モニタリングデータを用いて、10kmの妥当性を説明している。


容器に係る情報リスト


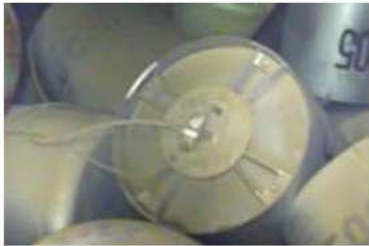


施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
分離精製工場 (MP)	三酸化ウラン循環容器 (三酸化ウラン粉末)  ガasket (材質: フッ素ゴム)	寸法: $\Phi 242 \times 1087$ t4 材質: FRP 空重量: 約 18 kg 充填重量: 約 180 kg (容器+UO ₃ 粉末) パードケージ重量: 約 90 kg	 ウラン濃縮脱硝室 (A322) (床 T.P. 約+13.5 m)	パードケージについて落下試験実施
分離精製工場 (MP)	保管容器 (ヨウ素フィルタ)  ガasket (材質: テフロン)	寸法: $750 \times 850 \times 890$ t4 材質: 本体 SUS304、補強材 SS400 空重量: 約 155 kg 充填後重量: 約 355 kg	 排気フィルタ室 (A464) (床 T.P. 約+17.4 m)	

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
分析所 (CB)	<p>標準物質 (U) 紙容器、ビニール袋 (固体)</p>  <p>紙容器、ビニール梱包 ※ビニール袋 (外袋) をシール (溶着) 加工</p>	<p>参考仕様 (外容器) 寸法：約φ30×60 材質：紙 重量：約50g 性状、容量等に応じた容器を用いるため左図の仕様を参考として記載</p>	 <p>暗室 (G127) 金庫 (床 T. P. 約+1.7m)</p>	
分析所 (CB)	<p>標準物質 (Pu) 金属容器 (固体)</p>  <p>金属容器 (パイプ) 封入 ※ねじ込み式の閉止栓により閉止内部は、ガラス容器外側にビニール袋をシール (溶着) 加工</p>	<p>参考仕様 (外容器) 寸法：約φ40×120 材質：ステンレス 重量：450g 性状、容量等に応じた容器を用いるため左図の仕様を参考として記載</p>	 <p>暗室 (G127) 金庫 (床 T. P. 約+1.7m)</p>	

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
廃棄物処理場 (AAF)	カートンボックス（低放射性固体廃棄物） 	寸法：底φ330×上部φ370×H550 材質：外：紙製、内：ビニル袋 空重量：約850g 充填後重量：約3～8kg	 <ul style="list-style-type: none"> ・低放射性固体廃棄物カートン保管室(A142) ・低放射性固体廃棄物受入処理室(A143) (床T.P.約+6.0m) ・予備室(A241) (床T.P.約+9.4m) 	

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
廃棄物処理場 (AAF)	袋 (低放射性固体廃棄物) 	寸法 : 330×330×850 t0.1 材質 : 酢酸ビニル製 空重量 : 約 100 g 充填後重量 : 約 3 ~ 8 kg	 ・ 低放射性固体廃棄物カートン保管室 (A142) ・ 低放射性固体廃棄物受入処理室 (A143) (床 T. P. 約+6.0m) ・ 予備室 A241 (床 T. P. 約+9.4m)	
廃棄物処理場 (AAF)	保管容器 (ヨウ素フィルタ AgX)  <p data-bbox="674 1015 898 1094"> ガスケット (材質 : テフロン) </p>	寸法 : 750×850×890 t4 材質 : 本体 SUS304、補強材 SS400 空重量 : 約 155 kg 充填後重量 : 約 355 kg	 排気フィルタ室 (A102) (床 T. P. 約+6.0 m)	



施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
廃棄物処理場 (AAF)	保管容器 (ヨウ素フィルタ 活性炭) 	寸法 : 800×800×800 t2 材質 : SS400 空重量 : 約 85 kg 充填後重量 : 約 215 kg	 排気フィルタ室 (A102) (床 T. P. 約+6.0 m)	
クリプトン回収技術開発施設 (Kr)	シリンダ (クリプトンガス)   ガスケット (弁内部) (材質 : グラフオイル)	寸法 : $\phi 216 \times 1845$ t12.7 材質 : SUS316L 空重量 : 約 120 kg 充填後重量 : 約 125 kg	 クリプトン貯蔵セル (R003A) (床 T. P. 約+2.0m) ラック上段の 4 本に充填 (床から約 1.8 m) シリンダは、Uボルトで固定	高圧ガス 容器 最高使用 圧力 : 5.88 MPa 耐圧・漏 えい試験 圧力 : 7.35 MPa



施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
高放射性固体 廃棄物貯蔵庫 (HASWS)	ハル缶 (ハル、エンドピース、雑固体廃棄物)  ガスケット (材質: クロロプレンゴム)	寸法: 約φ760×900 t3 材質: SUS304 空重量: 約 130 kg 充填後重量: 約 400kg~約 1000 kg	 ハル貯蔵庫 (セル) (R031, R032) (天井 T. P. 約+13.2m) ハル貯蔵庫 (セル) に山積みで貯蔵。	
高放射性固体 廃棄物貯蔵庫 (HASWS)	分析廃棄物用容器 (廃ジャグ、カートリッジ、分析用器材)  パッキン (材質: ウレタンゴム)	寸法: 約φ320×320 材質: ポリエチレン 空重量: 約 3.5 kg 充填後重量 (計算値): 約 4.5kg~約 8.0 kg	 予備貯蔵庫 (セル) (R030) (天井 T. P. 約+13.2m)、 汚染機器類貯蔵庫 (セル) (R040~R046) (天井 T. P. 約+6.7m) 予備貯蔵庫 (セル)、汚染機器類貯蔵庫 (セル) に山積みで貯蔵。	

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
ガラス固化技術開発施設 (TVF)	ガラス固化体 	寸法：φ430×1040 材質：SUS304L 空重量：約 80 kg 充填後重量：約 380kg		
ガラス固化技術開発施設 (TVF)	保管容器（ヨウ素フィルタ）  <div data-bbox="331 995 510 1091" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">補強材 (材質:SS400)</div> <div data-bbox="689 995 898 1091" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ガスケット (材質:テフロン)</div>	寸法：750×850×890 t4 材質：本体 SUS304、補強材 SS400 空重量：約 155kg 充填後重量：約 355 kg	<div data-bbox="1518 804 1816 874" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">容器間固縛(連結)ワイヤ</div>  <div data-bbox="1630 1118 1839 1198" style="text-align: center;">保守区域 (A028) (床 T. P. 約+0.6m)</div>	



施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
プルトニウム 転換技術開発 施設(PCDF)	貯蔵容器（粉末缶最大4缶収納） 	【貯蔵容器】 寸法：φ139.8×1120 材質：SUS304 空重量：約72 kg 充填後重量：約90 kg 【粉末缶】 寸法：φ124×250 材質：アルミニウム 空重量：約2 kg 充填後重量：約4.5 kg	 貯蔵ホール(A025) (床 T. P. 約+ 2.4m)	
プルトニウム 転換技術開発 施設(PCDF)	ポリビン(凝集沈殿焙焼体) ※ガasket無し  (未使用品)	【2L ポリビン】 寸法：約φ126×245 材質：ポリエチレン 空重量：約0.2 kg 充填後重量：約3 kg	 固体廃棄物置場(A123) スラッジ保管庫 (床 T. P. 約+6m)	


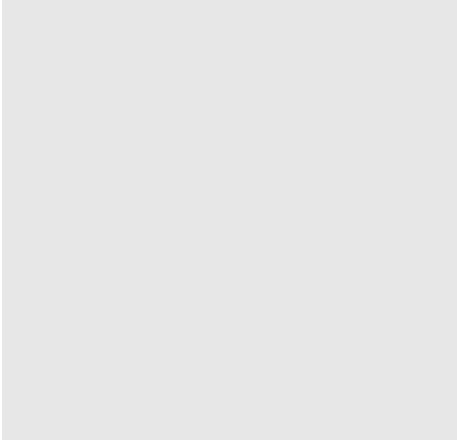
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
プルトニウム 転換技術開発 施設(PCDF)	ポリビン(中和沈殿焙焼体) ※ガスケット無し  (未使用品)	【2L ポリビン】 寸法：約φ126×245 材質：ポリエチレン 空重量：約0.2 kg 充填後重量：約2 kg	 廃液一次処理室(A129) 中和沈殿焙焼体 GB (床 T. P. 約+6m)	
第二高放射性 固体廃棄物貯 蔵施設 (2HASWS)	標準ドラム (ハル、エンドピース、雑固体廃棄物)  ガスケット (材質：ニトリルゴム) ※標準ドラムの他に、長ドラムが貯蔵されている。	【標準ドラム】 寸法：約φ760×960 t4 材質：SUS304 空重量：約230 kg 充填後重量：約260kg～約1000kg	 乾式貯蔵セル(R002) 湿式貯蔵セル(R003, R004) (天井 T. P. 約+8.0m) ステンレス製のラックに最大10段積みにして貯蔵。	

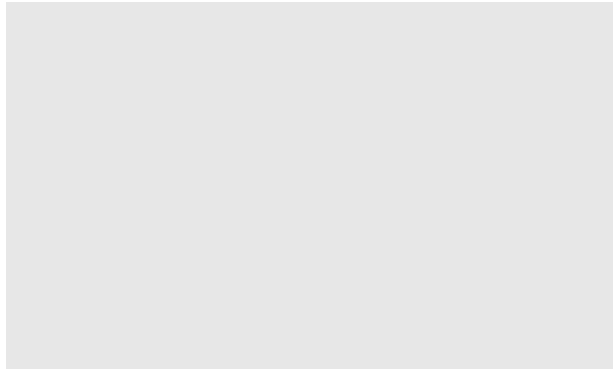
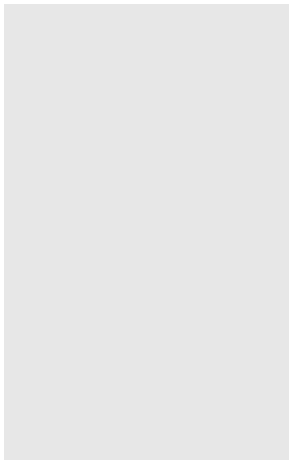
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
アスファルト 固化体貯蔵施 設 (AS1)	ドラム缶 (アスファルト固化体) ※ガスケット無し 	寸法：約φ590×900 t1.6 材質：酸洗鋼板 空重量：約 30 kg 充填後重量：約 240kg～約 310kg	 貯蔵セル (R051, R052) (床 T. P. 約-3.8m) 貯蔵セル (R151, R152) (床 T. P. 約+6m) ドラム缶 4 本をフレームに収納し、最大 6 段積 みにして貯蔵。	JIS Z 1601 に基 づき製作

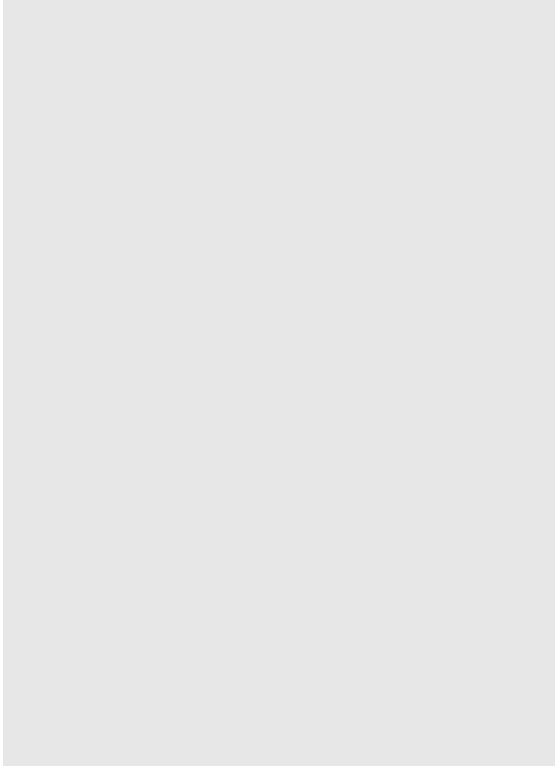
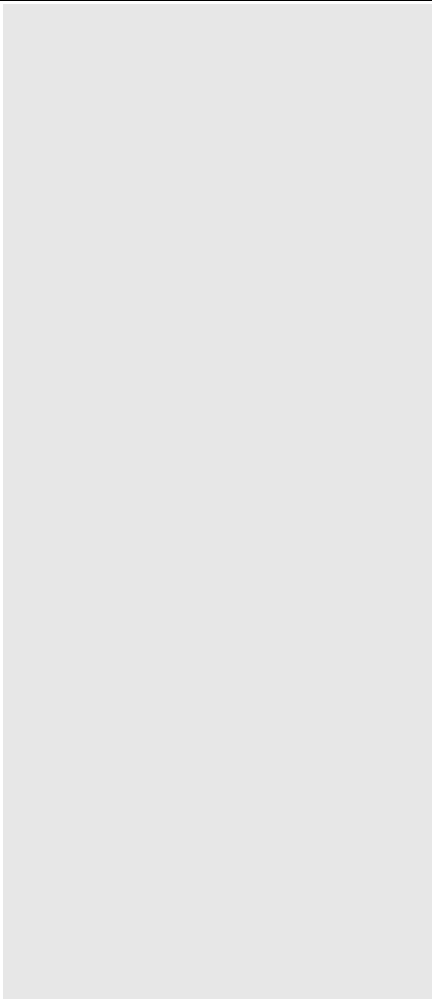
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
アスファルト 固化体貯蔵施設 (AS1)	ドラム缶 (プラスチック固化体)  ガasket (材質: クロロプレングム)	寸法: 約φ590×900 t1.2 材質: 溶融亜鉛めっき鋼板 空重量: 約 25 kg 充填後重量: 約 100kg~約 260kg	 貯蔵セル (R051, R052) (床 T. P. 約-3.8m) 貯蔵セル (R151, R152) (床 T. P. 約+6m) ドラム缶 4 本をフレームに収納し、最大 6 段積みにして貯蔵。	JIS Z 1600 に基 づき製作

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第二アスファルト固化体貯蔵施設 (AS2)	ドラム缶 (アスファルト固化体) ※ガスケット無し 	寸法：約φ590×900 t1.6 材質：酸洗鋼板 空重量：約 30 kg 充填後重量：約 170kg～約 310kg	 貯蔵セル (R151) (床 T. P. 約+6.5m) 貯蔵セル (R251) (床 T. P. 約+12.5m) ドラム缶 4 本をパレットに乗せ、最大 3 段積みにして貯蔵。	JIS Z 1601 に基づき製作
第二アスファルト固化体貯蔵施設 (AS2)	ドラム缶 (プラスチック固化体) ガスケット (材質：クロロプレングム) 	寸法：約φ590×900 t1.2 材質：溶融亜鉛めっき鋼板 空重量：約 25 kg 充填後重量：約 160kg～約 210kg	 貯蔵セル (R151) (床 T. P. 約+6.5m) 貯蔵セル (R251) (床 T. P. 約+12.5m) ドラム缶 4 本をパレットに乗せ、最大 3 段積みにして貯蔵。	JIS Z 1600 に基づき製作

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第二アスファルト固化体貯蔵施設 (AS2)	ドラム缶 (雑固体廃棄物)  ガasket (材質: クロロプレングム)	寸法: 約φ590×900 t1.2 材質: 溶融亜鉛めっき鋼板 空重量: 約 25 kg 充填後重量: 約 100kg~約 160kg	 貯蔵セル (R051) (床 T. P. 約+0.5m) ドラム缶をパレットに最大 4 本乗せ、平置きで貯蔵。	



施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
ウラン貯蔵所 (UO3)	三酸化ウラン容器（三酸化ウラン粉末）  ガasket (材質：フッ素ゴム)	【4%濃縮ウラン用】 寸法：φ250×1400 t3 材質：SUS304 空重量：約 40 kg 充填後重量：約 260 kg (容器+UO3 粉末) バードケージ重量：約 90 kg 【1.6%濃縮ウラン用】 寸法：φ400×775 t4 材質：SUS304 空重量：約 40 kg 充填後重量：約 320 kg (容器+UO ₃ 粉末) バードケージ重量：約 90 kg		バードケージについて落下試験実施 ポット耐圧試験 0.625 kg/cm ² (4%及び1.6%)



施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第二ウラン貯蔵所(2U03)	三酸化ウラン容器（三酸化ウラン粉末） 	【1.6%濃縮ウラン用】 寸法：φ400×775 t4 材質：SUS304 空重量：約 40 kg 充填後重量：約 320 kg（容器+UO ₃ 粉末） バードケージ重量：約 90 kg		バードケージについて落下試験実施 ポット耐圧試験： 0.625 kg/cm ²



施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第三ウラン貯蔵所(3U03)	三酸化ウラン容器（三酸化ウラン粉末） 	【1.6%濃縮ウラン用】 寸法：φ490×1040 t4 材質：SUS304 空重量：約 80 kg 充填後重量：約 660 kg(容器+UO ₃ 粉末) バードケージ重量：約 115 kg ピット蓋：約 290 kg		バードケージについて落下試験実施 ポット耐圧試験： 0.625 kg/cm ²

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
焼却施設 (IF)	カートンボックス (低放射性固体廃棄物) 	寸法：底φ330×上部φ370×550 材質：外：紙製、内：ビニル袋 空重量：約850g 充填後重量：約3～8kg	 <ul style="list-style-type: none"> ・ カートン貯蔵室 (A001) ・ オフガス処理室 (A005) <ul style="list-style-type: none"> (床 T. P. 約+1.7m) ・ 予備室 (A102) <ul style="list-style-type: none"> (床 T. P. 約+6.2m) ・ カートン投入室 (A305) ・ 機材室 (A309) <ul style="list-style-type: none"> (床 T. P. 約+12.2m) 	

施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
焼却施設 (IF)	袋 (低放射性固体廃棄物) 	寸法 : 330 × 330 × 850 t0.1 材質 : 酢酸ビニル製 空重量 : 約 100 g 充填後重量 : 約 3 ~ 8 kg	 <ul style="list-style-type: none"> ・ オフガス処理室 (A005) (床 T. P. 約+1.7m) ・ 予備室 (A102) (床 T. P. 約+6.2m) ・ カートン投入室 (A305) ・ 機材室 (A309) (床 T. P. 約+12.2m) 	

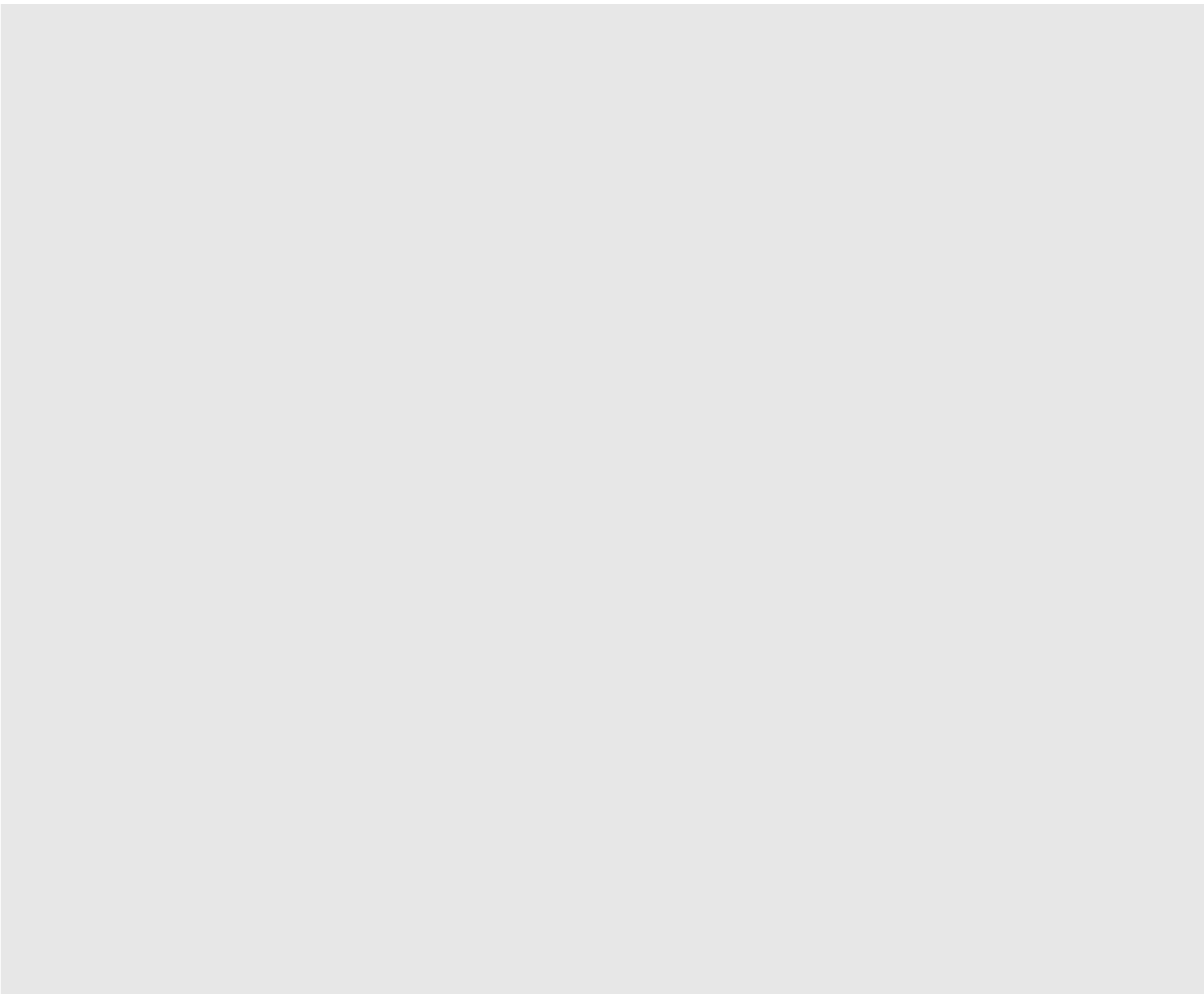
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
焼却施設 (IF)	ドラム缶 (焼却灰)  ガasket (材質: クロロプレングム)	寸法: $\phi 590 \times 900$ t1.2 材質: 溶融亜鉛めっき鋼板 空重量: 約 25 kg 充填後重量: 約 70 kg	 焼却灰ドラム保管室 (A006) (床 T. P. 約+1.7m)	JIS Z 1600 に基 づき製作

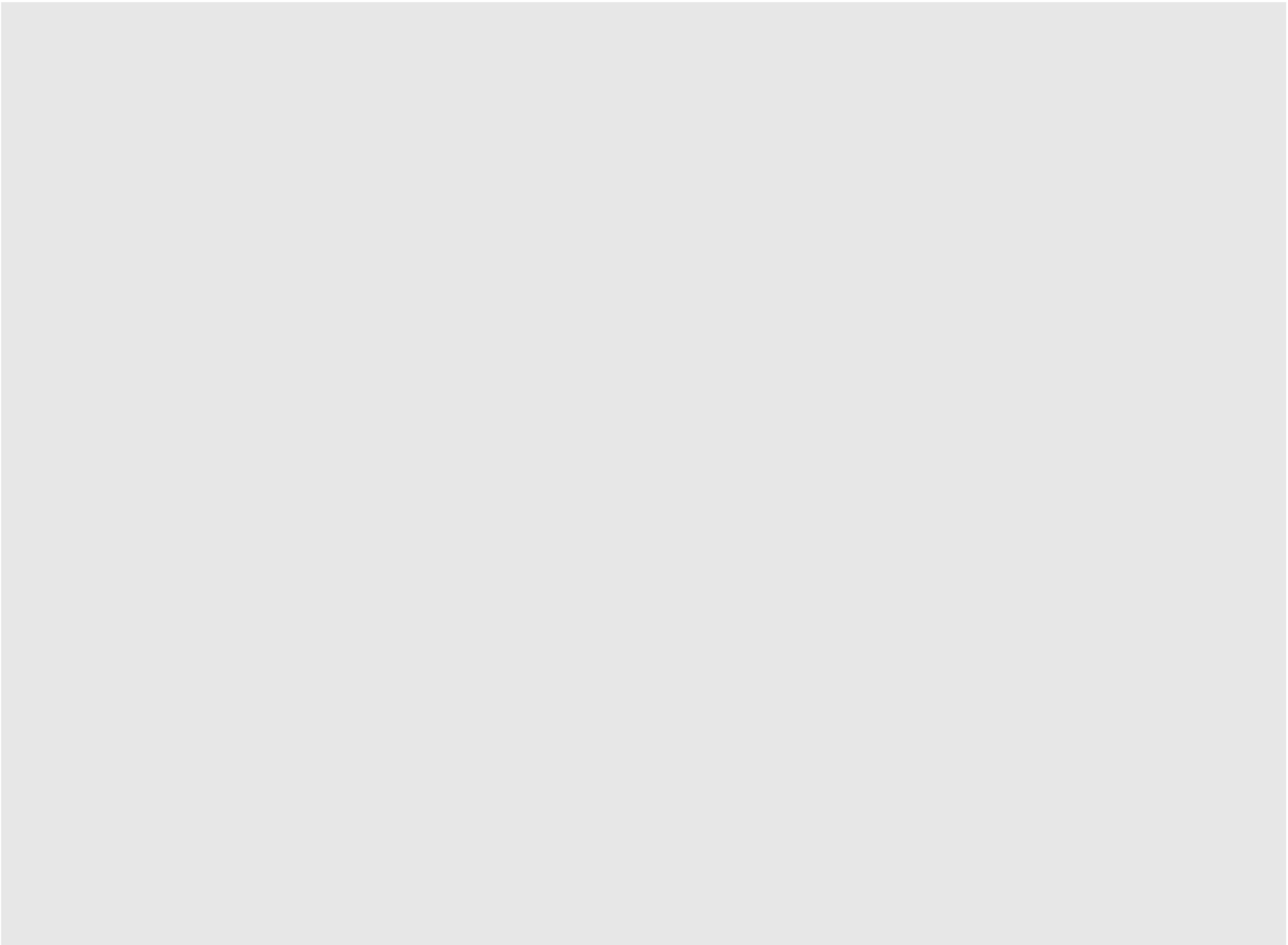
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第一低放射性 固体廃棄物貯 蔵場 (1LASWS)	ドラム缶 (雑固体廃棄物)  ガスケット (材質: クロロプレングム)	寸法: 約φ590×900 t1.2 材質: 亜鉛めっき鋼板 空重量: 約 25kg 充填後重量 (計算値): 約 30kg~約 510kg	 貯蔵室 (A001) (床 T. P. 約+1m) 貯蔵室 (A101) (床 T. P. 約+6.2m) 貯蔵室 (A201) (床 T. P. 約+11.2m) 貯蔵室 (G301) (床 T. P. 約+16.0m) 貯蔵室 (G401) (床 T. P. 約+20.8m) 貯蔵室 (G501) (床 T. P. 約+25.6m) ドラム缶 4 本をパレットに乗せ、最大 3 段積 みにして貯蔵。	JIS Z 1600 に基 づき製作

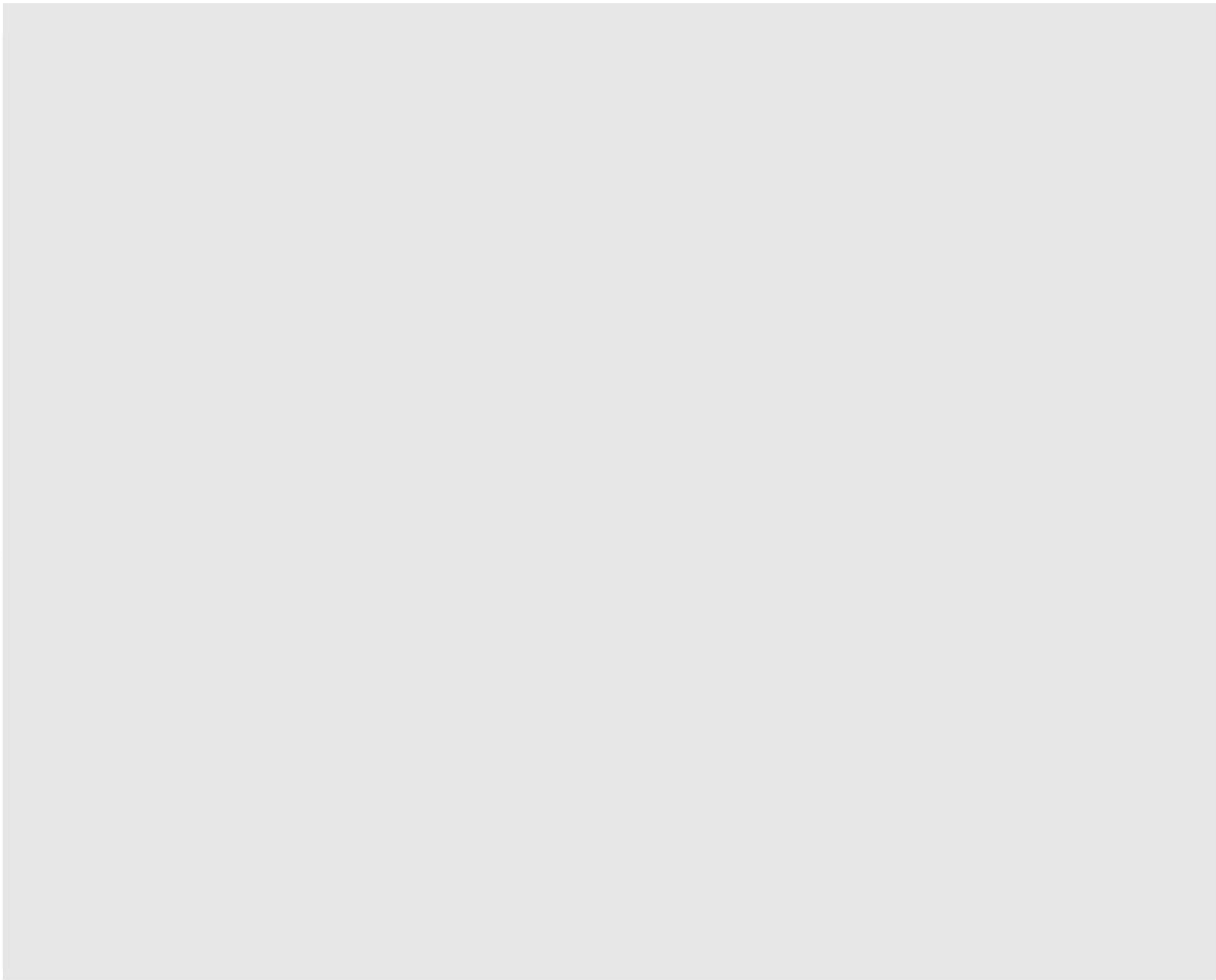
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第一低放射性 固体廃棄物貯 蔵場 (1LASWS)	コンテナ (雑固体廃棄物)  ガスケット (材質: クロロプレングム)	寸法: 1430×1430×1100 t2.3 材質: SS400 空重量: 約 380 kg 充填後重量 (計算値): 約 390kg~約 1580kg	 貯蔵室 (A001) (床 T. P. 約+1m) 貯蔵室 (G301) (床 T. P. 約+16.0m) 貯蔵室 (G401) (床 T. P. 約+20.8m) コンテナを最大 3 段積みにして貯蔵。	

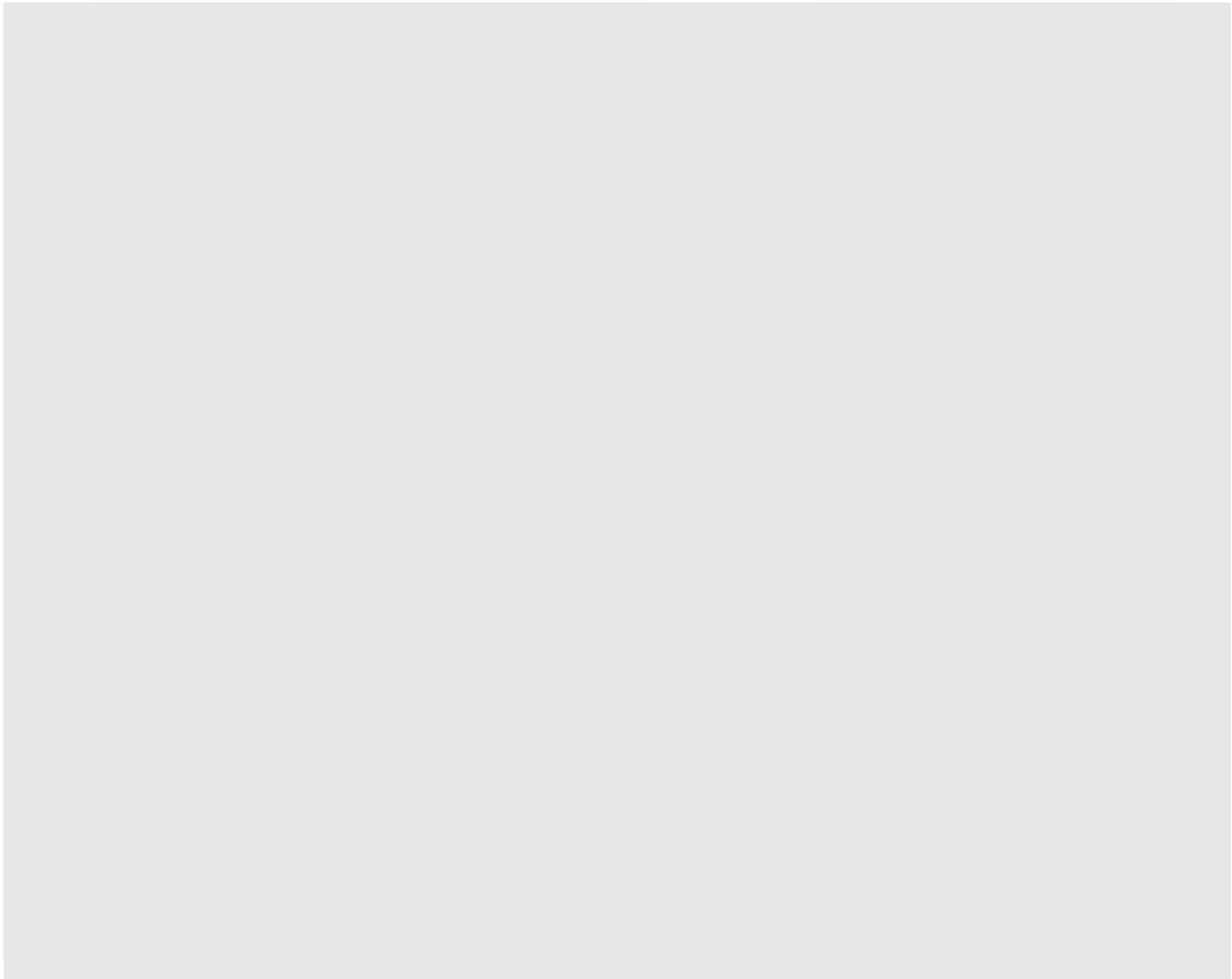
施設名	容器・内容物	容器の仕様等	保管状況	備考
第二低放射性 固体廃棄物貯 蔵場 (2LASWS)	ドラム缶 (雑固体廃棄物)  ガasket (材質: クロロプレングム)	寸法: 約φ590×900 t1.2 材質: 溶融亜鉛めっき鋼板 空重量: 約 25kg 充填後重量 (計算値): 約 30kg~約 730kg	 貯蔵室 (A101) (床 T. P. 約+6.2m) ドラム缶 4 本をパレットに乗せ、最大 3 段積 みにして貯蔵。	JIS Z 1600 に基 づき製作
第二低放射性 固体廃棄物貯 蔵場 (2LASWS)	コンテナ (雑固体廃棄物)  ガasket (材質: クロロプレングム) ※定型容器の他、複数種類の大きさが異なるコンテナが 貯蔵されている。	(定型容器)※ 寸法: 約 1430×1430×1100 t2.3 材質: SS400 空重量: 約 380 kg 充填後重量 (計算値): 約 440kg~約 2790kg	 貯蔵室 (A001) (床 T. P. 約+1.4m) 貯蔵室 (A101) (床 T. P. 約+6.2m) 貯蔵室 (G201) (床 T. P. 約+11.2m) コンテナを最大 3 段積みにして貯蔵。	

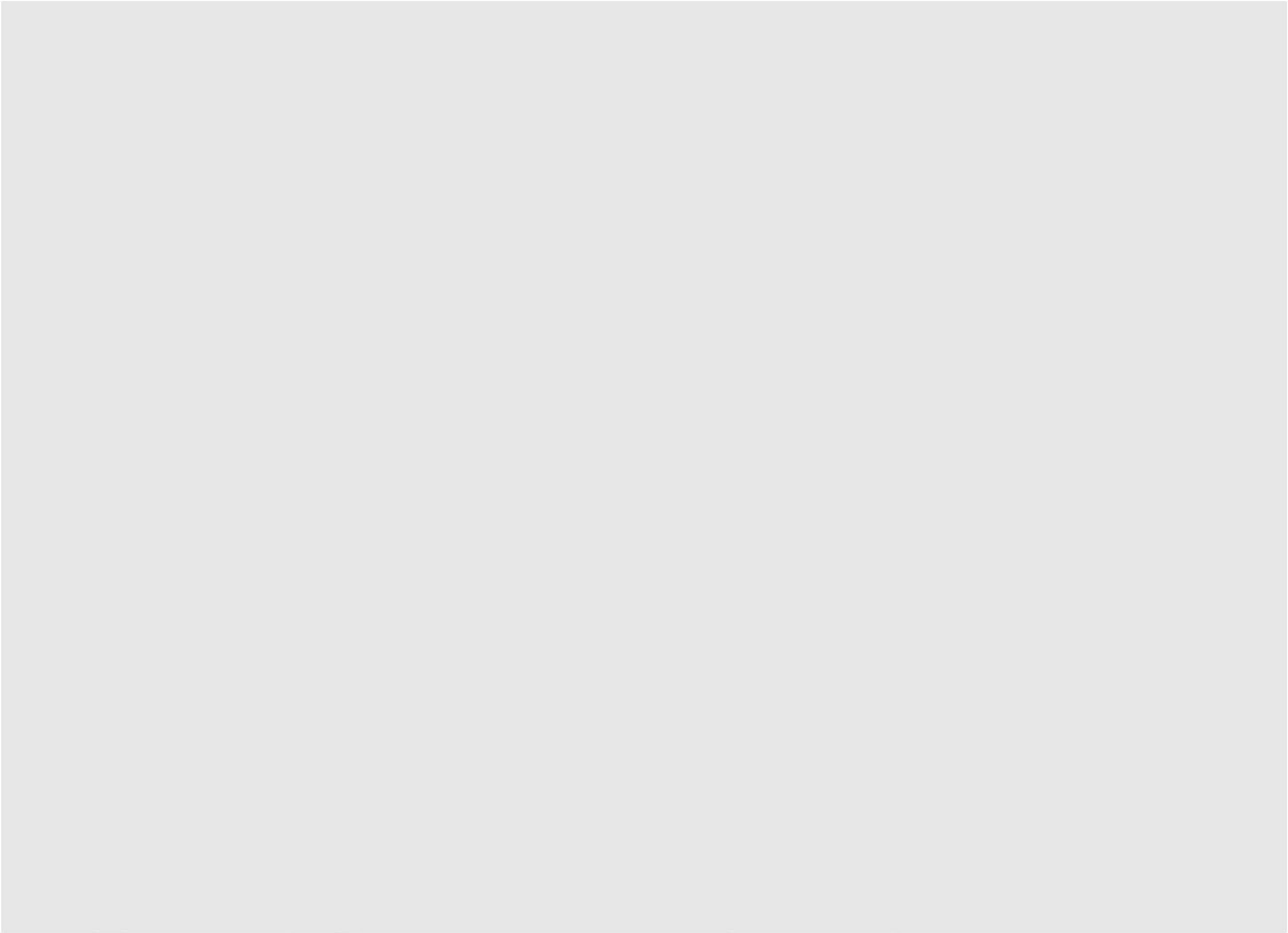
分離精製工場(MP)の主なインベントリを内包する機器の配置

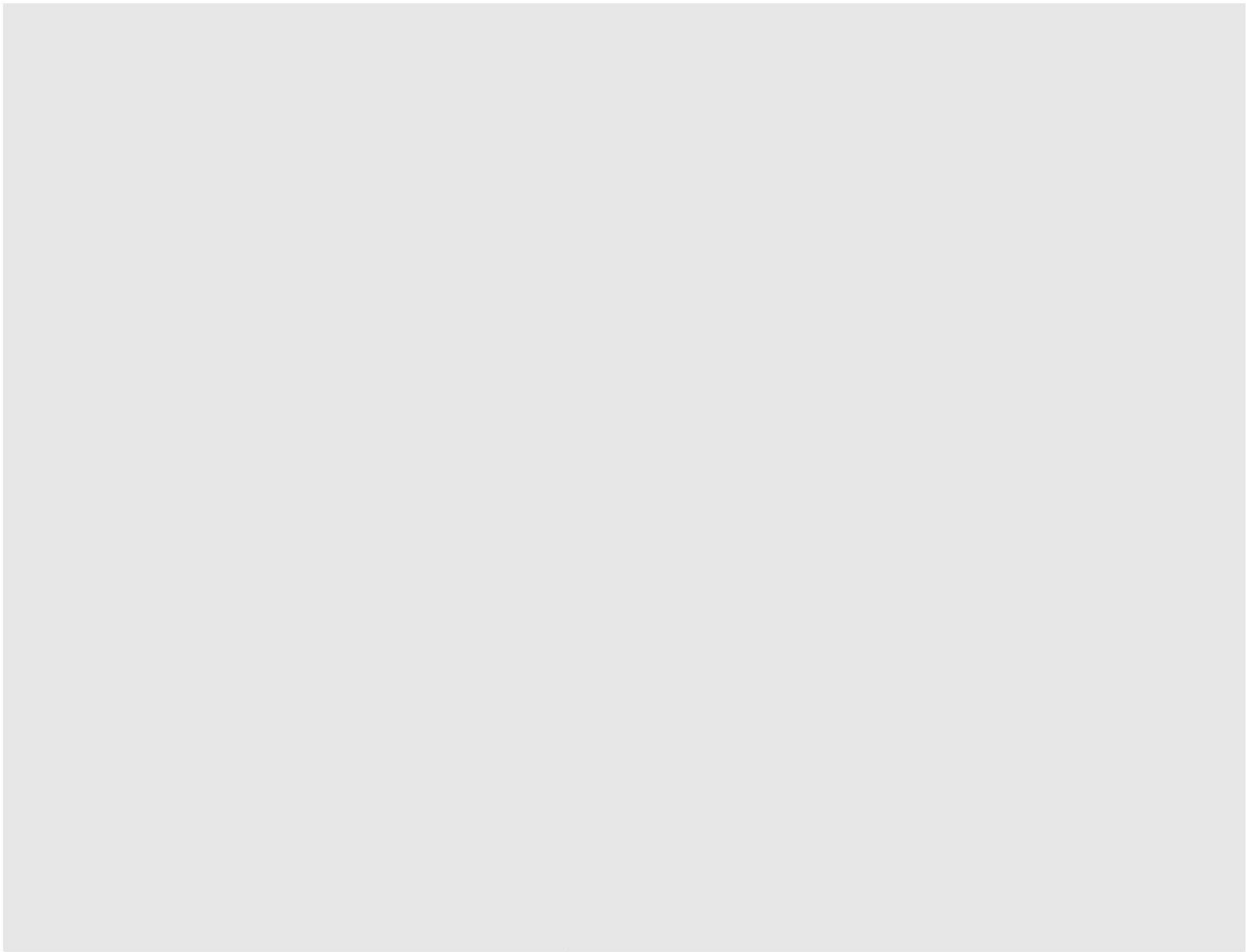


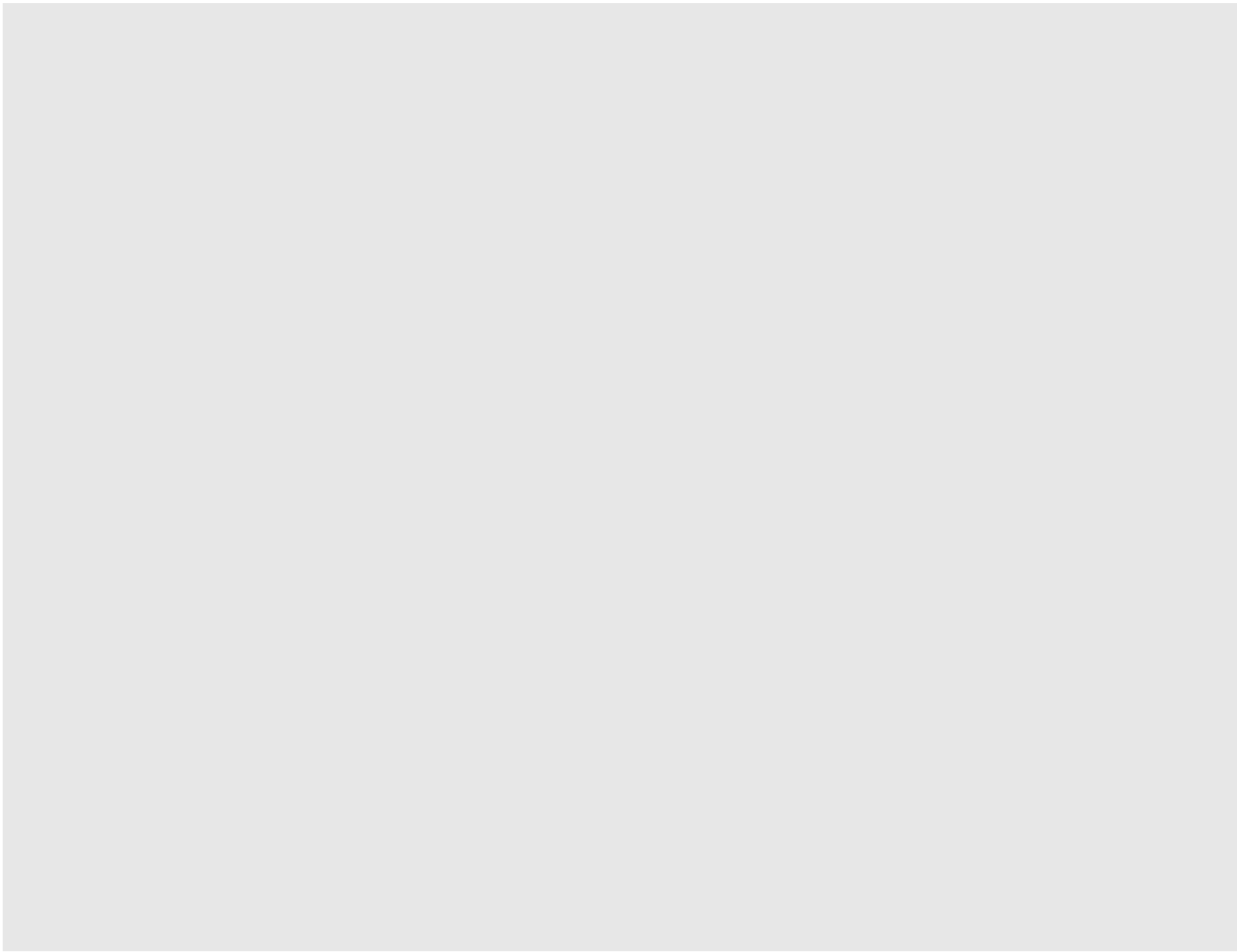










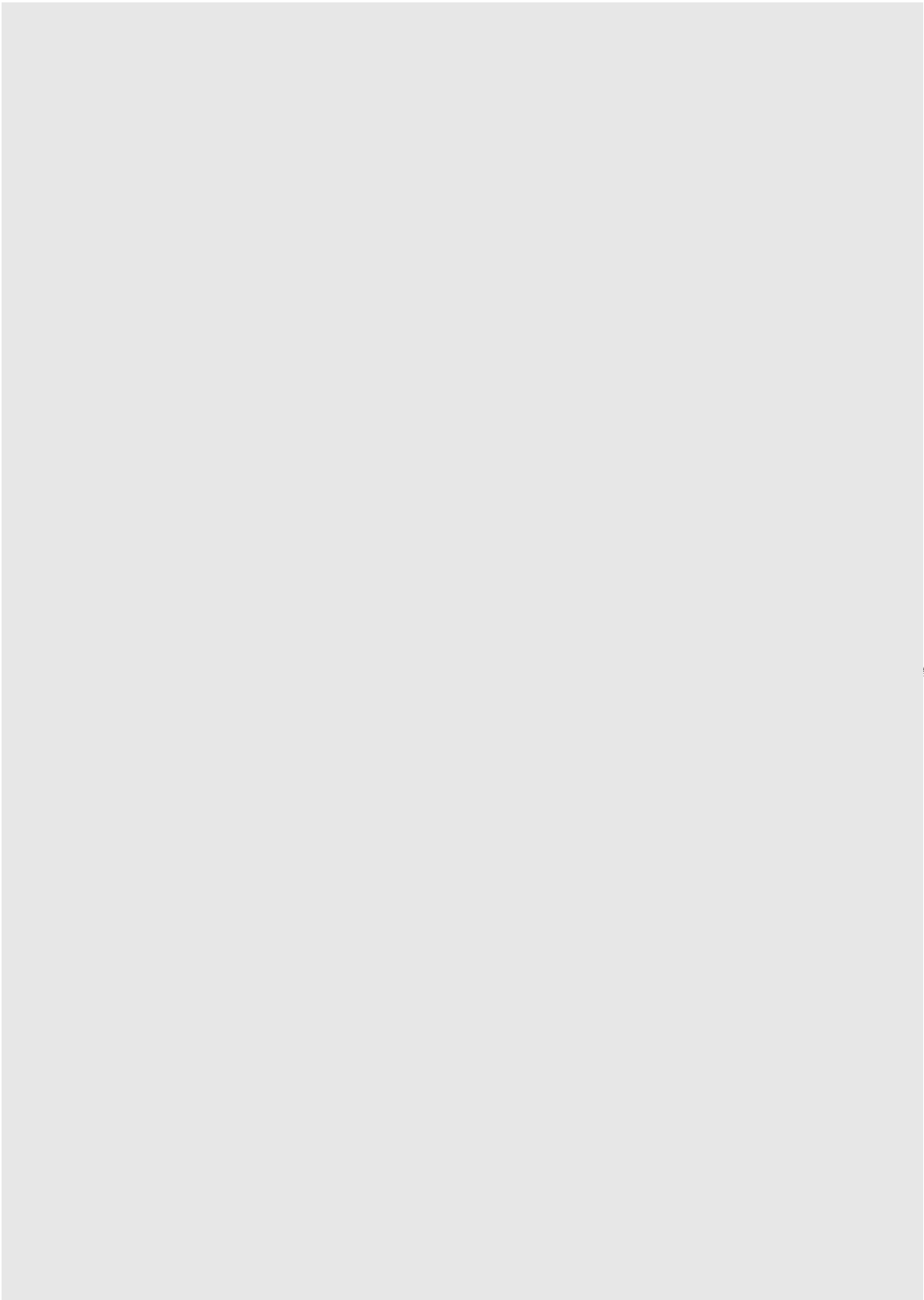


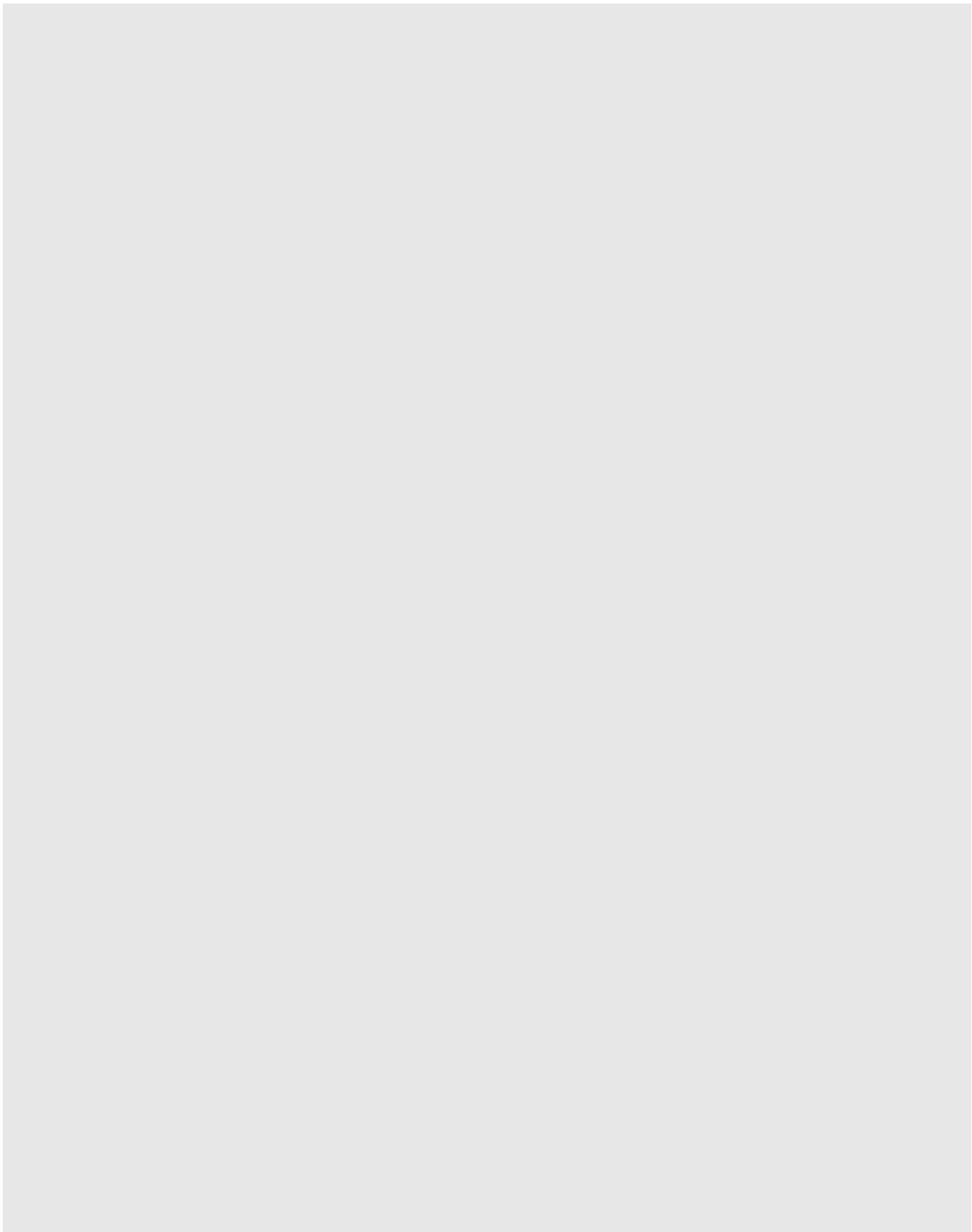
ウォークダウンの例

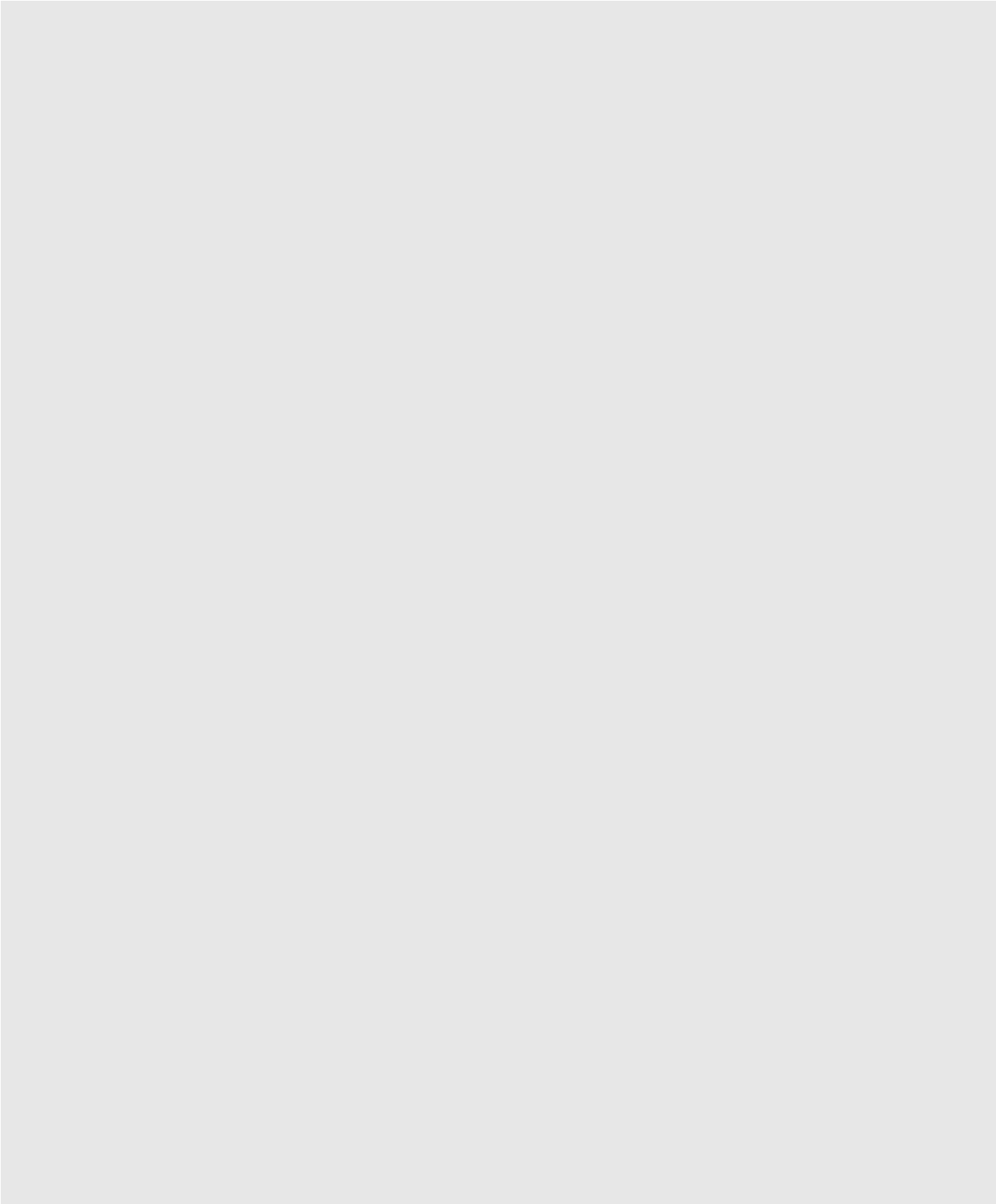
分離精製工場(MP)

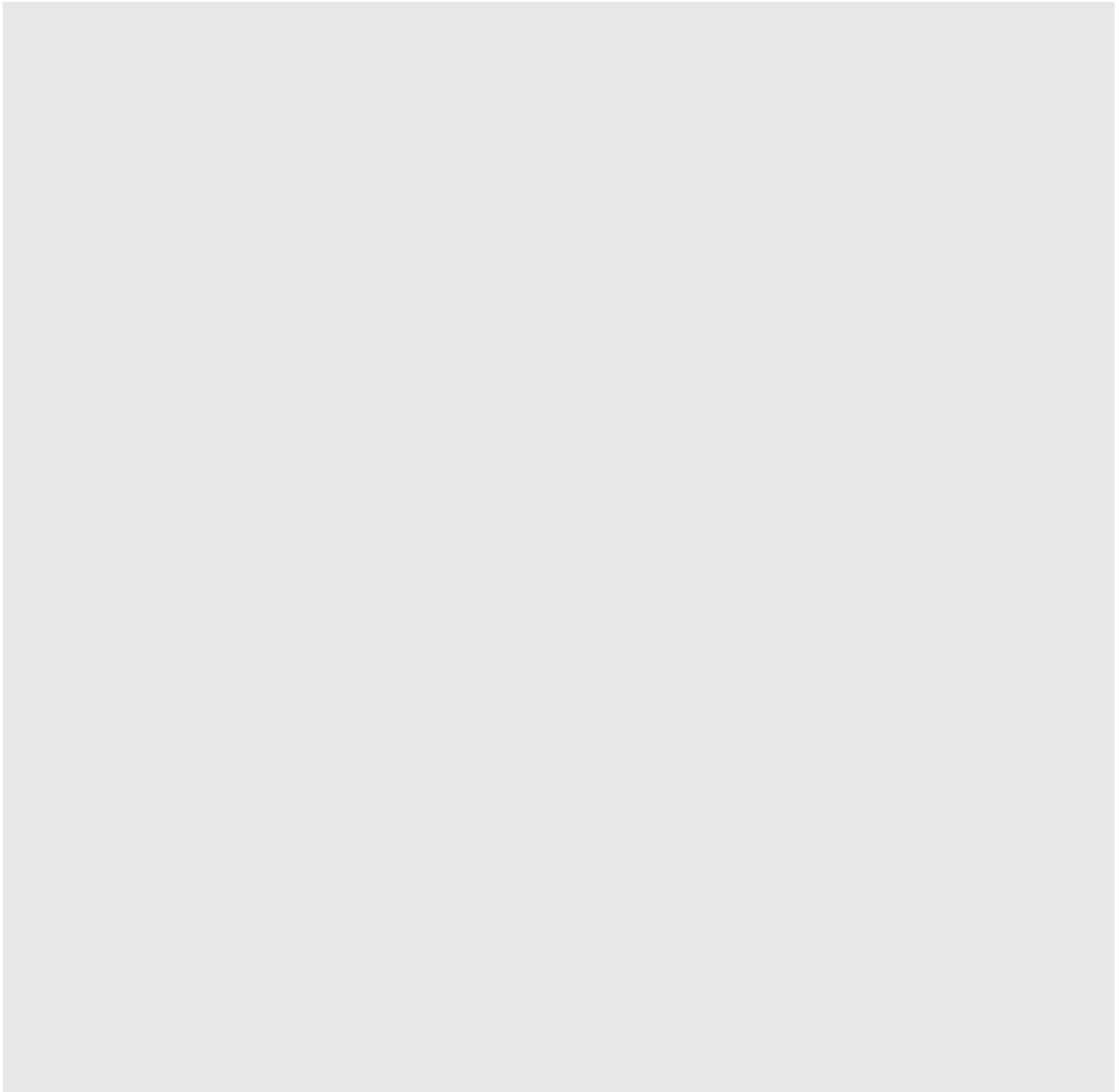
下層階への海水の流出が想定される箇所

(階段、ハッチ等)











1. 荷物用エレベータ



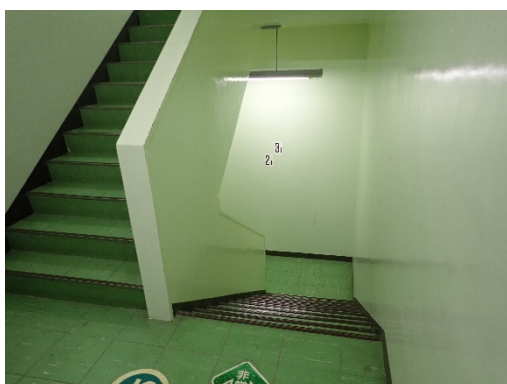
2. ハッチ



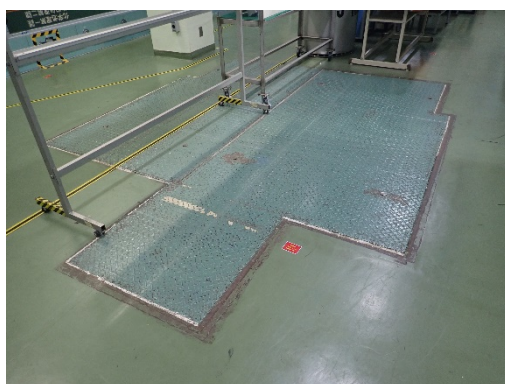
3. エレベータ



4. G089扉(3階)



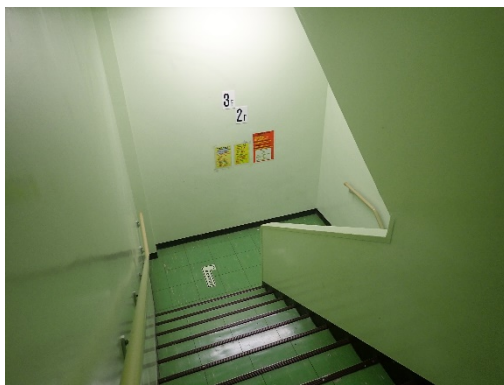
6. 階段(3F→2F)



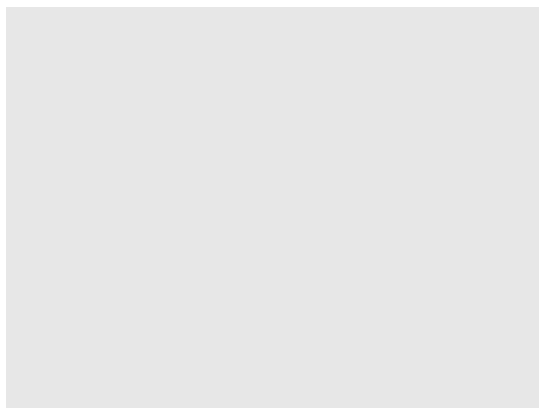
13. ハッチ



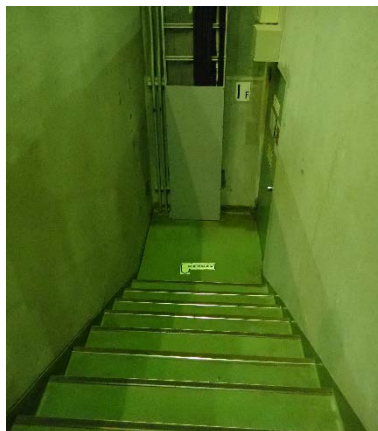
16. ハッチ



20. 階段(3階)



25. ハッチ



28. 階段(2F→1F)・ケーブルダクト



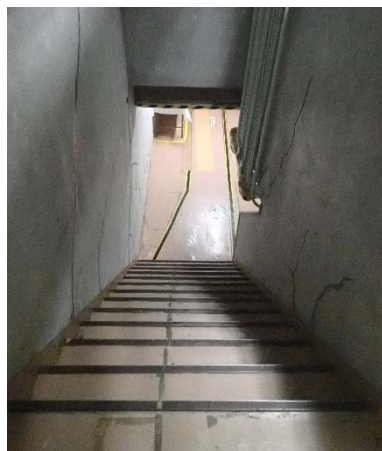
32. 階段(B2F→B3F)



34. 階段(B2F→B3F)



35. 地下ピット



36. 階段(B3F)



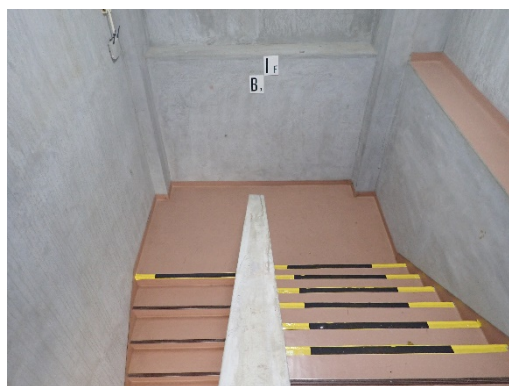
37. ハッチ



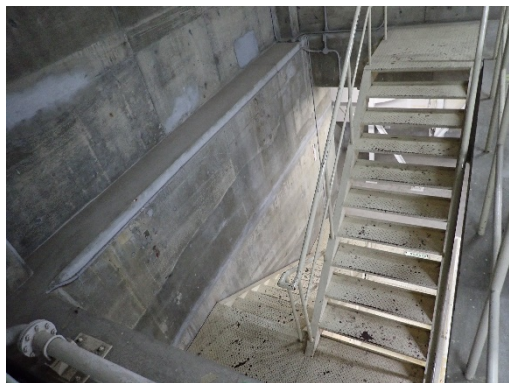
38. 地下ピット



39. 地下ピット



40. 階段(1F→B1F)



44. 階段(3F→2F)



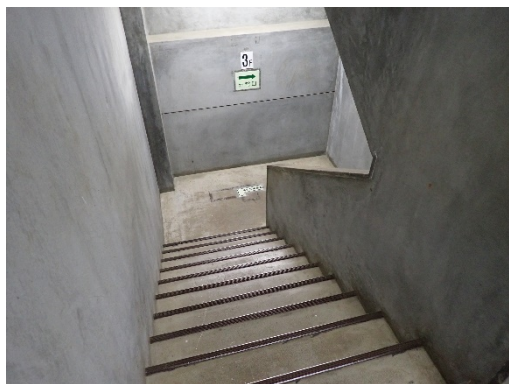
47. 扉



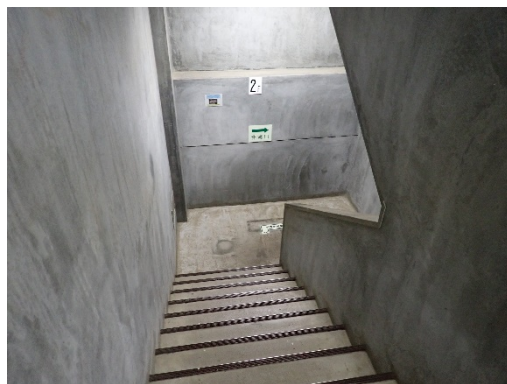
49. ハッチ



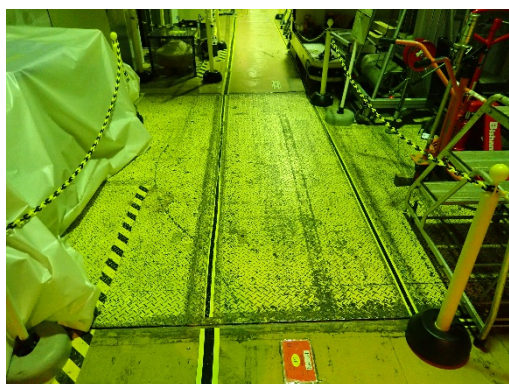
51. エレベータ



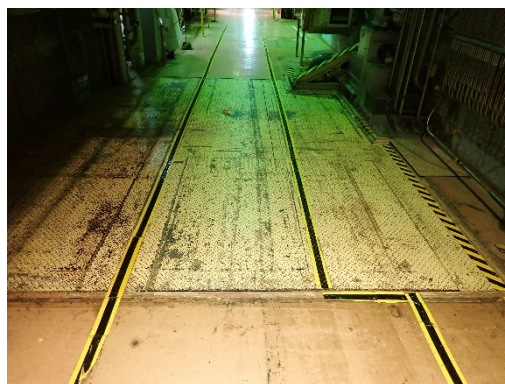
52. 階段(3F→2F)



53. 階段(2F→1F)



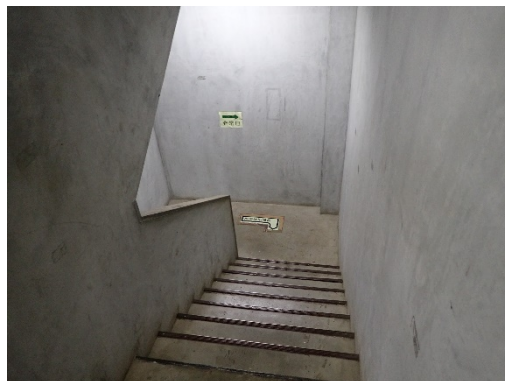
56. ハッチ



57. ハッチ



58. ラダー階段



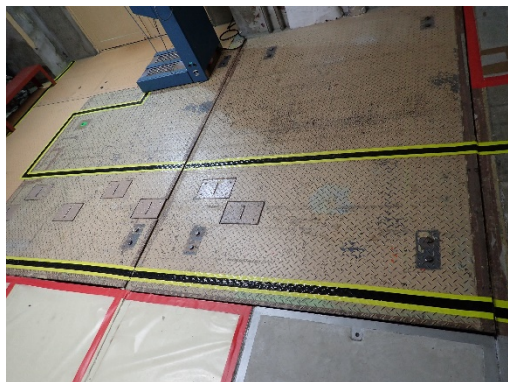
60. 階段(1F→B1F)



61. 地下ピット



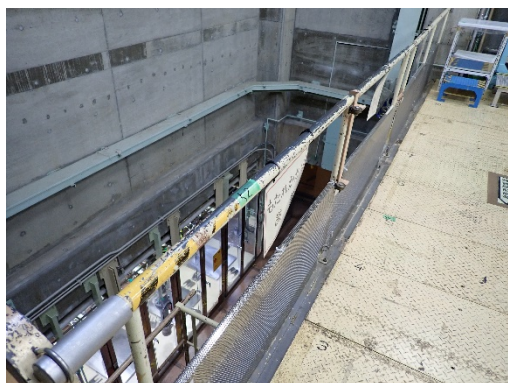
62. ハッチ



63. ハッチ



64. 地下ピット



66. 開口部(A348 2F→1F)



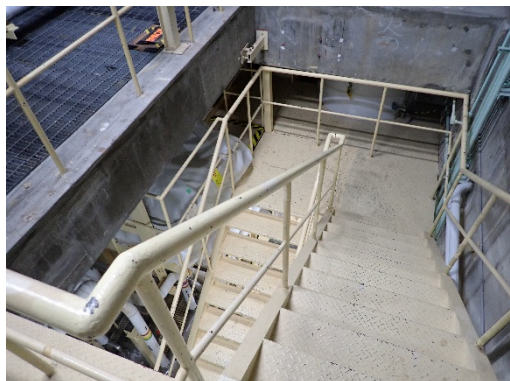
67. グレーチング(A348)



72. ハッチ



73. グレーチング(A322)



74. 階段(3F→2F)



75. グレーチング(A222)

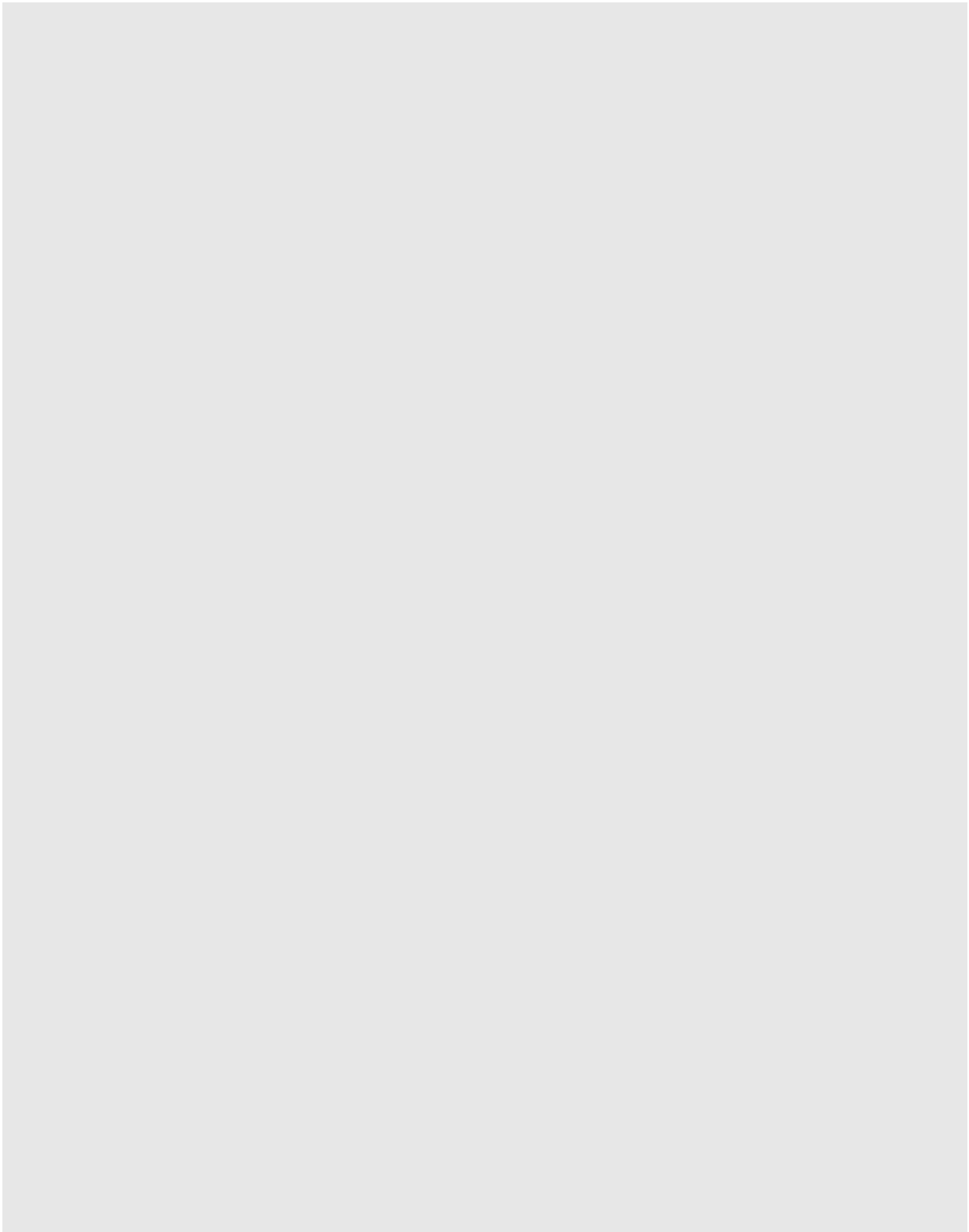


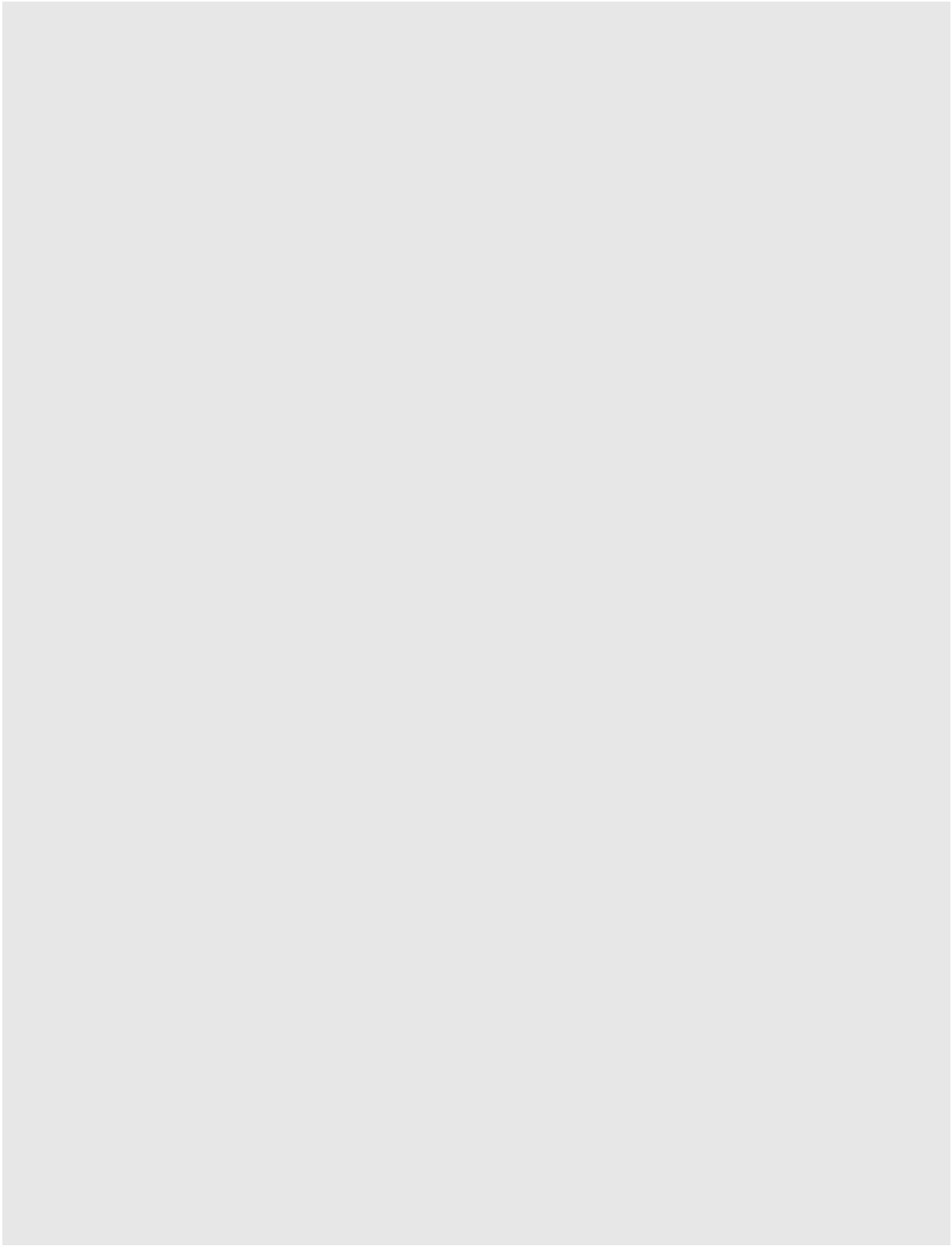
79. ハッチ

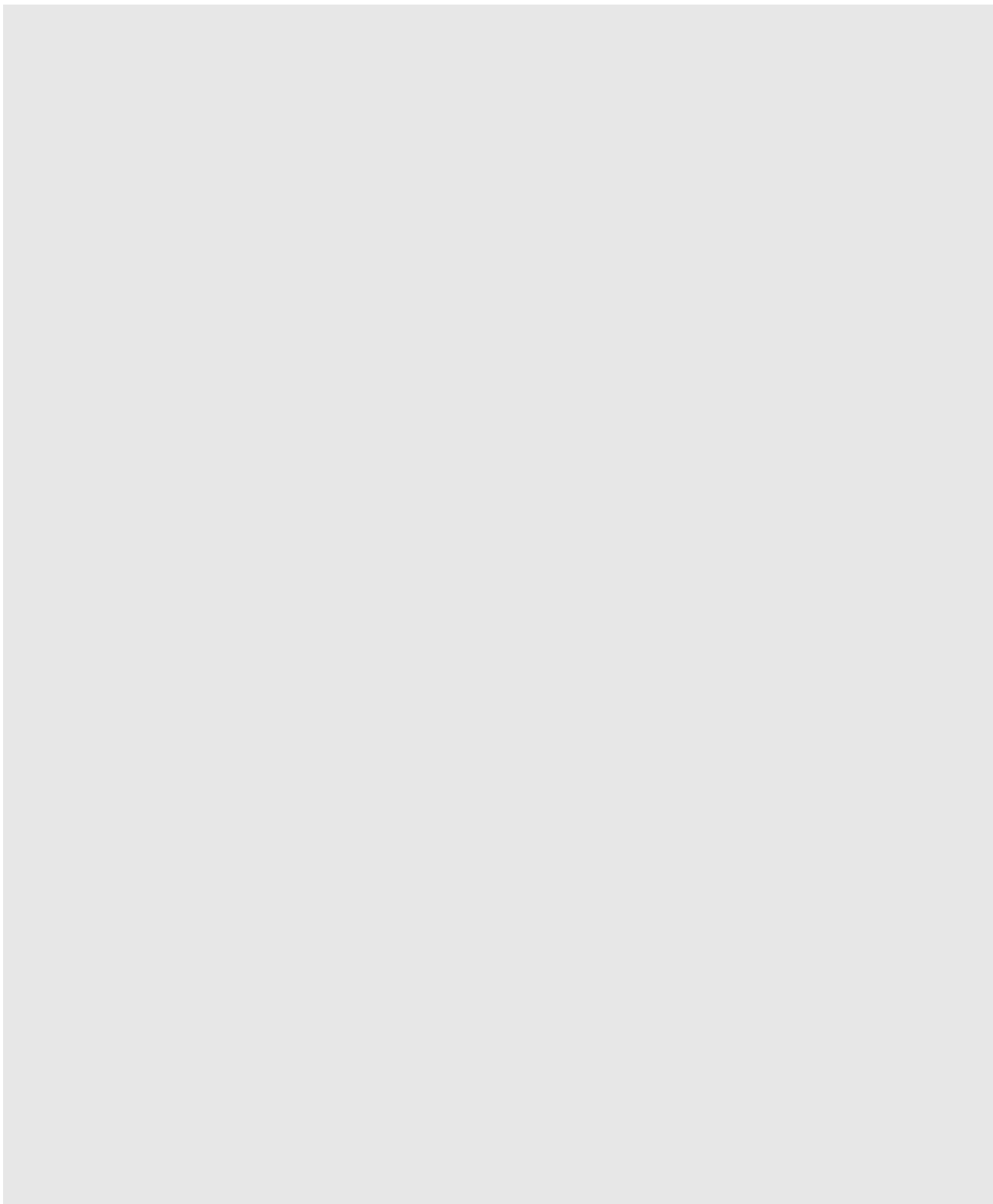
分離精製工場(MP)

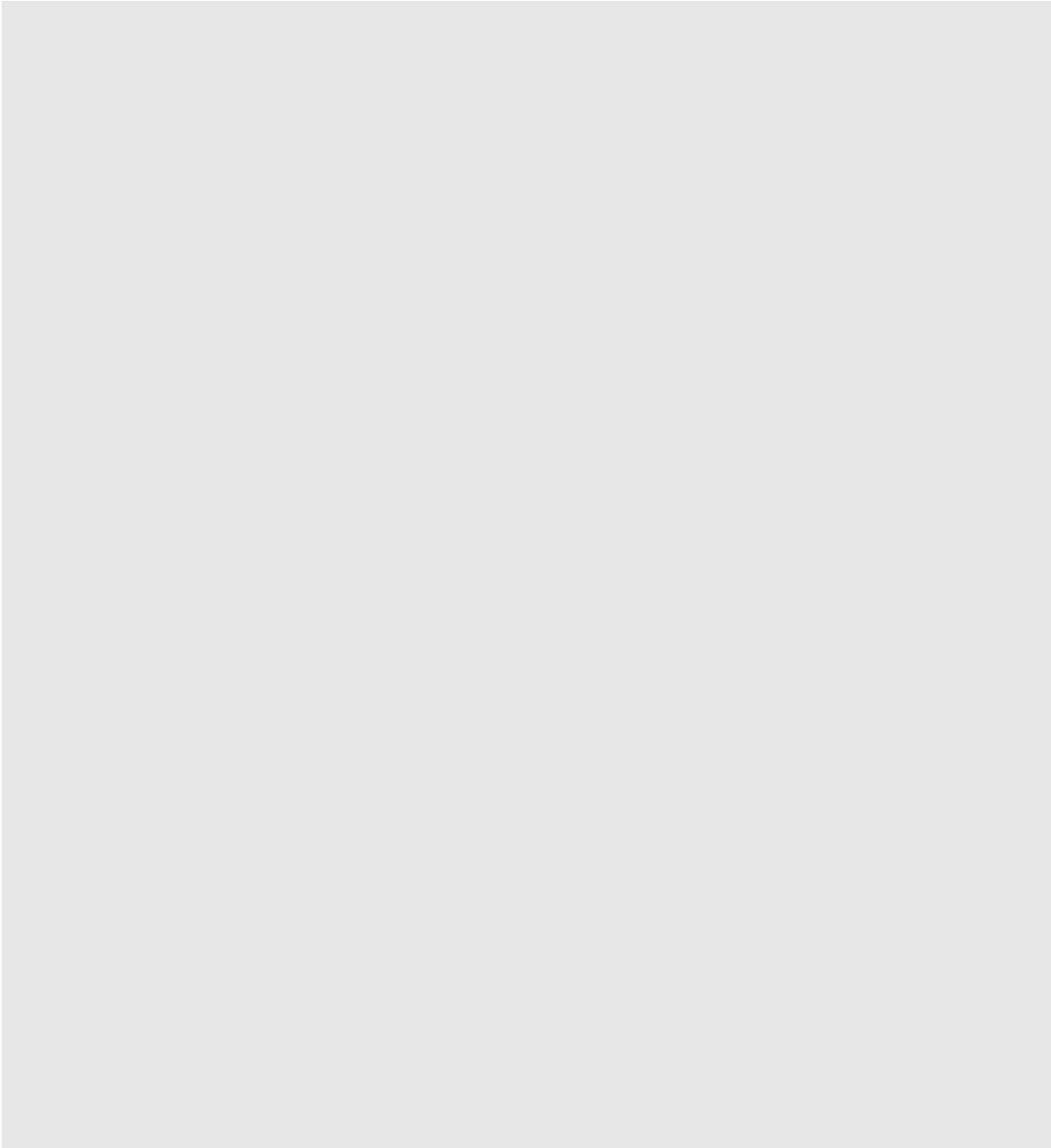
下層階への海水の流出が想定される箇所

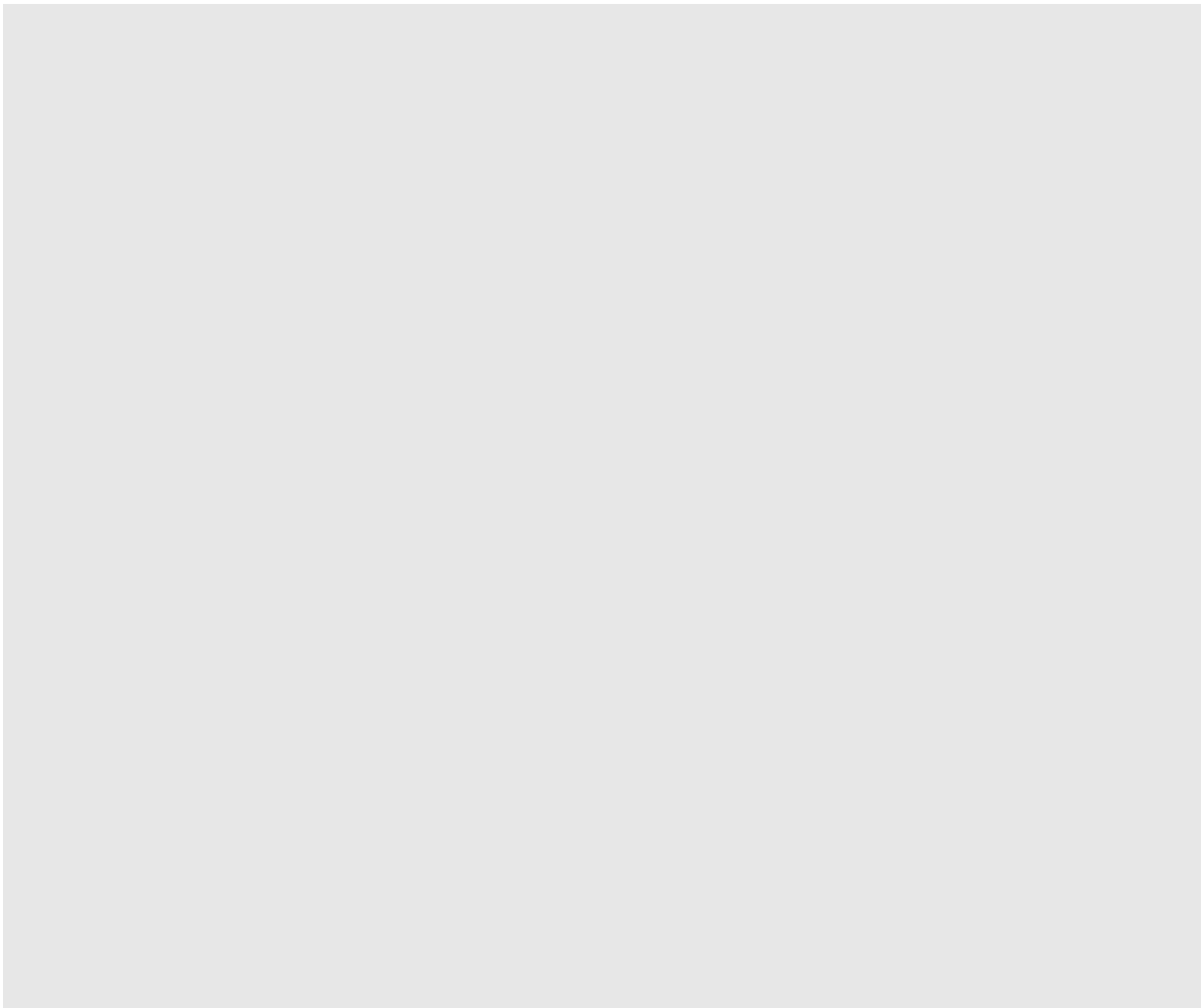
(ダクト類)













5. ケーブルダクト



7. ダクト



8. ダクト



9. ケーブルダクト



10. ダクト



11. ケーブルダクト



12. ケーブルダクト



14. ダクト



15. ダクト



17. ケーブルダクト



18. ダクト



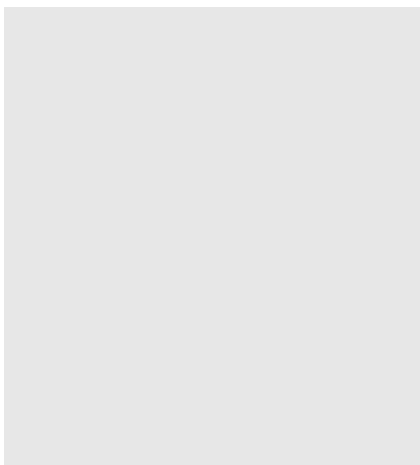
19. ダクト



21. ダクト



22. ダクト



23. ダクト



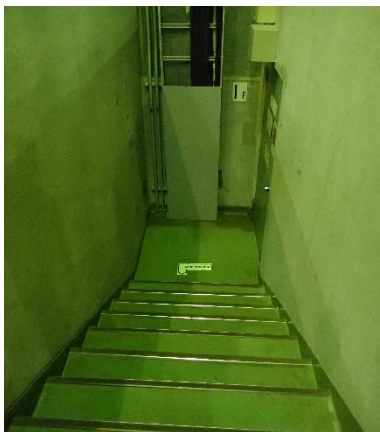
24. ダクト



26. ダクト



27. ダクト



28. 階段(2F→1F)・ケーブルダクト



29. ケーブルダクト



30. ダクト



31. ケーブルダクト



33. ダクト



41. ダクト(R036へ)



42. ダクト



43. ダクト



45. ケーブルダクト



46. ケーブルダクト



48. ダクト



50. ダクト



54. ダクト



55. ダクト



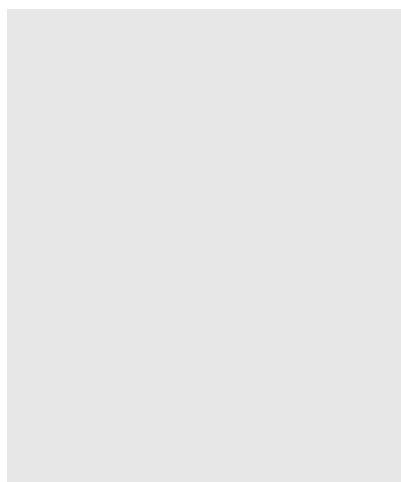
59. ダクト



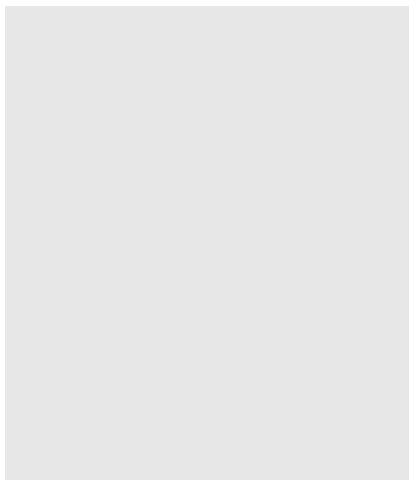
65. ダクト(R036へ)



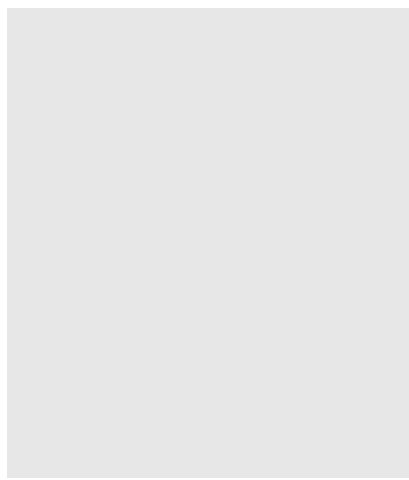
68. ダクト



69. ダクト



70. ダクト



71. ダクト・ケーブルダクト



76. ダクト



77. ケーブルダクト



78. ダクト



80. ケーブルダクト

TVF 保管能力増強について

【概要】

TVF 保管能力増強(平成 30 年 11 月申請)について、令和元年 10 月 18 日の面談において、「ブロワが停止し通常運転から自然通風換気に移行する際のガラス固化体の温度変化について、評価において適切に考慮していることを整理して説明すること。」等のコメントを受けている。また、令和 2 年 6 月 8 日の監視チーム会合において、「ガラス固化技術開発施設(TVF)の保管能力増強について、想定される事象の進展を踏まえて、自然通風換気がどの程度期待でき、また、強制換気がどのタイミングで必要となるのか、ガラス固化体の崩壊熱除去機能を維持できることを整理して説明すること。」のコメントを受けている。

上記コメントを踏まえ、TVF 保管能力増強については、安全対策との関係を整理した上で、本申請に含まれている設計地震動や設計津波に対する崩壊熱除去機能に係る対策(移動式発電機による強制換気)については、事故対処として扱うこととし、本申請から切り離し、安全対策に係る変更申請に含める予定としていた。

令和 2 年 6 月 8 日の監視チーム会合にて、「想定される事象の進展を整理して、ガラス固化体の崩壊熱除去機能が維持できることを 7 月有効性評価の結果と併せて説明する」と回答していたが、HAW 及び TVF における事故対処の有効性評価の申請時期の見直しや、全体の安全対策の申請スケジュールの見直しを行うことから、ガラス固化体の崩壊熱除去に係る対策工事についても、申請時期を見直す。

なお、申請時期は見直すが、対策工事(移動式発電機や及び電源盤設置)については、令和 3 年度末までの工事完了予定に変更はなく、その後、訓練を通して有効性を確認する。

令和2年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟
FEMにより設計された配管の耐震評価について

- ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の配管設計においては、耐震分類 A 類に属する配管で定ピッチスパン法を適用していないものは、設計当初より FEM を用いて耐震設計を実施している。
- 設計時の FEM 評価のモデル数は約 300 あり、1 モデルには複数の配管が含まれている。
- 廃止措置計画において、耐震に係る安全対策の検討では、設計時のモデルを当時の設計基準地震動 S_1 （最大加速度 180 gal）に対する応力比で 300 モデルを整理し、応力比の厳しい上位 10~20 のモデルについて、廃止措置計画用設計地震動による評価を実施した（添付に計算書の抜粋を示す）。
- 本評価を行うにおいて、設計図及び現場状況調査に基づき、配管解析モデルの再構築を行った。
- 評価の結果、 S_1 に対して最も応力比の大きかった配管（KG-619）については枝管の取り付け部位が許容応力を超える結果となったことから、当該配管についてはサポートの追加等の検討を行い、サポートの追加で耐震性を確保できることを確認した。この結果に従い、当該配管についてはサポートの追加工事を計画している（令和 3 年度後半に内部溢水対策で必要になる配管補強と合わせて実施）。
- それ以外の応力比の厳しい上位 10~20 の配管については、廃止措置計画用設計地震動において生じる応力が、許容応力を満足する結果となることを確認した。またその結果より、それら配管より応力比が厳しくない配管については設計時の応力比に十分な余裕があることから耐震性があると判断している。

配管の耐震性についての計算書

1. 概要

高放射性廃液の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を構成する配管について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示す。

2. 一般事項

2.1 評価方針

配管の構造強度の評価は、有限要素法（FEM）解析により行うもの及び振動数基準の定ピッチスパン法により行うものがある。

有限要素法（FEM）解析により行うものについては、既往の設計及び工事の方法の認可申請時に、基準地震動 S_1 （180 Gal）に対して発生応力を算出したモデルが約 300 あり、その発生応力と供用状態 D_s における許容応力の比が大きいもの（0.3 以上のもの、10 モデル程度）について、上位から順に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。基準地震動 S_1 （180 Gal）時の発生応力、供用状態 D_s の許容応力及び応力比を表 2-1 に示す。

振動数基準の定ピッチスパン法により行うものについては、別紙 6-1-2-5-3-101 に示す。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008（日本電気協会）
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1 2012（日本機械学会）
- (4) 発電用原子力設備規格 材質規格 JSME S NJ1 2012（日本機械学会）

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材質の設計引張強さ	MPa

表 2-1 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(1/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S ₁ (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D _s の 許容応力	応力比 ^{※1}
1	KG83-616 ^{※2}	STPG370	55	0.141	165	326	0.505
2	KG83-619 ^{※3}	STPG370	55	0.108	157	326	0.481
3	KG83-618 ^{※3}	STPG370	55	0.111	156	326	0.478
4	KG84-600 ^{※3}	SUS304TP	35	0.188	194	468	0.415
5	KG83-624 ^{※3}	STPG370	55	0.088	132	326	0.406
6	KG86-642 ^{※3}	SUS304TP	60	0.140	158	440	0.359
7	A86IA-1 ^{※3}	SUS304TP	60	0.154	147	440	0.334
8	A41IA-2 ^{※3}	SUS304TP	60	0.104	140	440	0.319
9	KG21-600 ^{※3}	SUS304TP SUS304LTP	60	0.112	139	440	0.316
10	KG84-617 ^{※3}	SUS304TP	30	0.143	146	468	0.312
11	KG41-264 ^{※3}	SUS304LTP	65	0.142	123	400	0.306
12	MODEL-14	SUS304TP	90	0.132	120	405	0.295
13	KG86-603	SUS304TP	60	0.141	127	440	0.290
14	KG01-600	SUS304TP	60	0.156	125	440	0.283
15	A71ChWa-29	SUS304TP	30	0.105	125	468	0.266
16	設工認図-4.6.17	SUS304TP	30	—	124	468	0.264
17	KG86-612	SUS304TP	60	0.143	109	440	0.247
18	KG84-613	SUS304TP	30	0.118	114	468	0.243
19	KG83-620	STPG370	55	0.126	76	326	0.235
20	KG86-604	SUS304TP	60	0.127	101	440	0.230
21	KG83-615	STPG370	55	0.094	75	326	0.229
22	KG83-633	STPG370	55	0.138	74	326	0.226
23	KG84-616	SUS304TP	30	0.143	104	468	0.222
24	設工認図-4.6.14	SUS304TP	30	—	102	468	0.218
25	KG41-322	R-SUS304ULC	60	0.140	87	406	0.215

※1 応力比は, 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

※2 配管(KG83-616)については, 補強工事を実施する。

※3 今回, 有限要素法 (FEM) 解析により廃止措置計画用設計地震動時の発生応力を算出する配管。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(2/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D_s の 許容応力	応力比 ^{※1}
26	KG84-615	SUS304TP	30	0.105	100	468	0.214
27	KG11-604	SUS304TP SUS304LTP	30	0.126	99	468	0.212
28	KG11-145	SUS304LTP	55	0.115	85	413	0.207
29	KG41-540	R-SUS304ULC SUS304LTP	400	0.121	67	325	0.205
30	KG84-602	SUS304TP	35	0.175	95	468	0.203
31	KG41-136	SUS304LTP	45	0.141	84	425	0.198
32	A41CWa-4	SUS304TP	55	0.065	85	447	0.191
33	KG83-600	SUS304TP	55	0.118	85	447	0.191
34	A41CWa-6	SUS304TP	55	0.106	82	447	0.184
35	KG83-604	SUS304TP	55	0.131	82	447	0.184
36	KG12-605	SUS304LTP SUS304TP	70	0.126	65	357	0.181
37	設工認図-4.6.30	SUS304TP	30	—	82	468	0.176
38	設工認図-4.6.7	SUS304TP	30	—	75	432	0.173
39	設工認図-4.6.19	SUS304TP	30	—	75	432	0.173
40	KG84-620	SUS304TP	30	0.109	74	432	0.170
41	KG83-617	STPG370	55	0.089	54	326	0.165
42	KG84-621	SUS304TP	30	0.114	71	432	0.163
43	KG86-800	STPG370	60	0.064	52	324	0.160
44	KG11-149	SUS304LTP	55	0.079	66	413	0.159
45	KG83-603	SUS304TP	55	0.063	70	447	0.156
46	KG11-148	SUS304LTP	55	0.092	64	413	0.154
47	KG83-630	SUS304TP	55	0.069	69	447	0.154
48	KG83-629	SUS304TP	55	0.105	68	447	0.151
49	設工認図-4.2.35	SUS304L	65	—	60	400	0.150
50	KG84-612	SUS304TP	30	0.121	66	447	0.147

※1 応力比は、基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力／供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(3/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S ₁ (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D _s の 許容応力	応力比 ^{※1}
51	KG12-176	R-SUS304ULC TTP35	130	0.068	31	219	0.143
52	KG11-600	SUS304TP SUS304LTP	60	0.116	50	357	0.140
53	A41CWa-7	SUS304TP	55	0.102	62	447	0.138
54	KG83-634	STPG370	55	0.114	44	326	0.135
55	KG11-610	SUS304TP SUS304LTP	55	0.125	55	413	0.133
56	KG84-604	SUS304TP	55	0.098	59	447	0.132
57	KG11-601	SUS304LTP SUS304TP	55	0.113	54	413	0.131
58	KG41-190	SUS304LTP	90	0.130	48	375	0.128
59	KG86-613	SUS304TP	200	0.087	46	361	0.128
60	KG83-622	STPG370	55	0.135	41	326	0.126
61	KG83-601	SUS304TP	55	0.115	56	447	0.125
62	A84ChWa-5	SUS304TP	30	0.062	58	468	0.124
63	設工認図-4.6.18	SUS304TP	30	—	57	468	0.122
64	A41CWa-8	SUS304TP	55	0.061	54	447	0.121
65	KG41-282	SUS304LTP	65	0.039	48	400	0.120
66	KG41-284	SUS304LTP	65	0.039	48	400	0.120
67	設工認図-4.6.25	SUS304TP	30	—	56	468	0.119
68	KG86-602	SUS304TP	60	0.077	52	440	0.118
69	KG86-616	SUS304TP	60	0.076	29	255	0.115
70	A41CWa-5	SUS304TP	55	0.103	51	447	0.114
71	KG12-601	SUS304TP SUS304LTP	55	0.108	40	357	0.113
72	KG12-600	SUS304TP SUS304LTP	55	0.097	46	413	0.112
73	KG84-614	SUS304TP	30	0.073	52	468	0.111
74	KG41-265	SUS304LTP	65	0.061	44	400	0.110
75	KG41-266	SUS304LTP	65	0.061	44	400	0.110

※1 応力比は、基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力／供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(4/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D_s の 許容応力	応力比 ^{※1}
76	KG84-601	SUS304TP	25	0.083	50	454	0.110
77	KG84-608	SUS304TP	55	0.117	49	447	0.110
78	735Y-501-1	SUS304TP	60	0.101	44	406	0.109
79	KG11-609	SUS304LTP SUS304TP	55	0.098	45	413	0.109
80	A71ChWa-17	SUS304TP	30	0.096	50	468	0.107
81	KG84-603	SUS304TP	50	0.122	48	454	0.106
82	設工認図-4.6.13	SUS304TP	30	—	49	468	0.105
83	KG41-113	R-SUS304ULC	55	0.114	43	413	0.104
84	KG83-632	SUS304TP	55	0.093	43	413	0.104
85	024-71A3A	SUS304	60	—	45	440	0.103
86	KG83-605	SUS304TP	55	0.116	45	447	0.101
87	設工認図-4.6.16	SUS304TP	30	—	46	468	0.098
88	KG83-602	SUS304TP	55	0.100	42	447	0.094
89	KG84-627	SUS304TP	50	0.116	42	454	0.093
90	KG83-631	SUS304TP	55	0.064	38	413	0.093
91	A41ChWa-21	SUS304TP	30	0.102	43	468	0.092
92	KG86-611	SUS304TP	60	0.091	37	406	0.092
93	KG86-607	SUS304TP	60	0.090	40	440	0.091
94	KG41-243	SUS304LTP	55	0.064	37	413	0.090
95	KG84-646	SUS304TP	30	0.183	42	468	0.090
96	設工認図-4.6.3	SUS304TP	55	—	40	447	0.090
97	KG86-600	SUS304TP	60	0.107	39	440	0.089
98	A41Cwa-10	SUS304TP	55	0.046	39	447	0.088
99	設工認図-4.6.5	SUS304TP	30	—	39	468	0.084
100	024-71A2A	SUS304	60	—	37	440	0.084

※1 応力比は, 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比 (5/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力	供用状態 D_s の許容応力	応力比 ^{※1}
101	KG41-124	R-SUS304ULC SUS304LTP	45	0.102	32	406	0.080
102	KG41-123	R-SUS304ULC	45	0.050	32	425	0.076
103	KG41-137	SUS304LTP	45	0.050	32	425	0.076
104	KG84-618	SUS304TP	30	0.063	32	432	0.075
105	MODEL-7	SUS304TP	190	0.080	26	365	0.073
106	A41CWa-3	SUS304TP	55	0.097	32	447	0.072
107	A41ChWa-18	SUS304TP	30	0.079	33	468	0.071
108	設工認図-4.6.28	SUS304TP	30	—	33	468	0.071
109	KG84-619	SUS304TP	30	0.112	30	432	0.070
110	A41CWa-2	SUS304TP	55	0.080	31	447	0.070
111	KG43-189	SUS304LTP	60	0.073	28	406	0.070
112	KG11-172	R-SUS304ULC	70	0.095	27	394	0.070
113	KG43-601	SUS304TP	260	0.102	25	356	0.069
114	A41ChWa-19	SUS304TP	30	0.071	31	468	0.067
115	設工認図-4.6.10	SUS304TP	30	—	31	468	0.067
116	設工認図-4.6.27	SUS304TP	30	—	31	468	0.067
117	KG86-606	SUS304TP	60	0.050	29	440	0.067
118	KG41-277	R-SUS304ULC SUS304LTP	60	0.058	26	400	0.066
119	A83CWa-1	SUS304TP	55	0.079	29	447	0.066
120	KG41-196	SUS304LTP	90	0.078	25	375	0.065
121	A41ChWa-20	SUS304TP	30	0.072	30	468	0.065
122	KG84-647	SUS304TP	30	0.122	29	468	0.063
123	設工認図-4.6.4	SUS304TP	30	—	29	468	0.063
124	設工認図-4.6.6	SUS304TP	30	—	29	468	0.063
125	設工認図-4.6.9	SUS304TP	30	—	29	468	0.063

※1 応力比は, 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(6/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S ₁ (180 Gal) 時の発生応力	供用状態 D _s の許容応力	応力比 ^{※1}
126	設工認図-4. 6. 29	SUS304TP	30	—	29	468	0. 063
127	KG84-625	SUS304TP	50	0. 101	28	454	0. 063
128	設工認図-4. 2. 7	SUS304L	65	—	25	400	0. 063
129	25-71A7(3/3)	SUS304	130	—	24	386	0. 062
130	KG11-146	SUS304LTP	70	0. 059	25	394	0. 062
131	KG11-173	R-SUS304ULC	70	0. 095	25	394	0. 062
132	KG11-144	SUS304LTP	60	0. 072	25	406	0. 060
133	KG86-625	SUS304TP	60	0. 059	26	440	0. 060
134	KG11-602	SUS304TP SUS304LTP	55	0. 069	25	413	0. 059
135	KG83-608	SUS304TP	55	0. 083	26	447	0. 059
136	KG84-642	SUS304TP	30	0. 068	27	468	0. 059
137	KG84-643	SUS304TP	30	0. 068	27	468	0. 059
138	設工認図-4. 6. 8	SUS304TP	30	—	27	468	0. 059
139	設工認図-4. 6. 20	SUS304TP	30	—	27	468	0. 059
140	KG86-638	SUS304TP	60	0. 065	25	440	0. 058
141	MODEL-3	SUS304TP	260	0. 074	21	356	0. 058
142	KG43-117	SUS304LTP	30	0. 086	25	432	0. 057
143	A41ChWa-23	SUS304TP	30	0. 058	26	468	0. 057
144	KG84-640	SUS304TP	30	0. 056	26	468	0. 057
145	KG84-641	SUS304TP	30	0. 056	26	468	0. 057
146	設工認図-4. 6. 12	SUS304TP	30	—	26	468	0. 057
147	設工認図-4. 6. 21	SUS304TP	30	—	26	468	0. 057
148	設工認図-4. 6. 22	SUS304TP	30	—	26	468	0. 057
149	設工認図-4. 6. 23	SUS304TP	30	—	26	468	0. 057
150	設工認図-4. 6. 24	SUS304TP	30	—	26	468	0. 057

※1 応力比は, 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(7/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D_s の 許容応力	応力比 ^{※1}
151	設工認図-4. 6. 26	SUS304TP	30	—	26	468	0. 057
152	025-71ChWa12A	SUS304	30	—	26	468	0. 056
153	024-71A5A-2A	SUS304	60	—	25	440	0. 056
154	KG83-612	SUS304TP	55	0. 083	25	447	0. 055
155	設工認図-4. 6. 2	SUS304TP	55	—	25	447	0. 055
156	KG11-137	SUS304LTP	70	0. 048	22	394	0. 055
157	KG43-120	SUS304LTP	30	0. 074	24	432	0. 054
158	KG84-633	SUS304TP	30	0. 058	25	468	0. 054
159	A84ChWa-3	SUS304TP	30	0. 041	25	468	0. 054
160	KG41-262	SUS304LTP	65	0. 103	22	400	0. 054
161	MODEL-12	SUS304TP	90	0. 067	22	405	0. 053
162	MODEL-2	SUS304TP	90	0. 086	21	388	0. 053
163	A41Cwa-12	SUS304TP	55	0. 019	24	447	0. 053
164	設工認図-4. 6. 11	SUS304TP	30	—	25	468	0. 052
165	KG43-602	SUS304TP	60	0. 078	23	440	0. 051
166	KG86-637	SUS304TP	60	0. 043	23	440	0. 051
167	024-71A4A	SUS304	60	—	22	440	0. 051
168	MODEL-8	SUS304TP	90	0. 056	19	375	0. 050
169	KG86-644	SUS304TP	60	0. 037	22	440	0. 049
170	KG84-609	SUS304TP	55	0. 083	22	447	0. 048
171	設工認図-4. 6. 15	SUS304TP	30	—	23	468	0. 048
172	KG43-135	SUS304LTP	30	0. 042	21	432	0. 048
173	KG43-146	SUS304LTP	30	0. 086	21	432	0. 048
174	KG12-203	TTP35	55	0. 094	14	288	0. 048
175	KG41-370	SUS304LTP	90	0. 050	18	375	0. 047

※1 応力比は, 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(8/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S ₁ (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D _s の 許容応力	応力比 ^{※1}
176	KG86-614	SUS304TP	60	0.026	21	440	0.047
177	KG86-615	SUS304TP	60	0.027	21	440	0.047
178	KG41-383	SUS304LTP	65	0.081	19	400	0.047
179	MODEL-15	SUS304TP	90	0.098	19	405	0.046
180	MODEL-4	SUS304TP	120	0.060	17	365	0.046
181	KG43-130	SUS304LTP	30	0.051	20	432	0.045
182	KG43-151	SUS304LTP	30	0.063	20	432	0.045
183	KG11-161	SUS304LTP	55	0.058	19	413	0.045
184	KG12-252	SUS304LTP	70	0.055	18	394	0.045
185	KG43-144	SUS304LTP	30	0.072	19	432	0.043
186	KG43-149	SUS304LTP	30	0.072	19	432	0.043
187	KG43-111	SUS304LTP	30	0.057	19	432	0.043
188	KG11-160	SUS304LTP	55	0.057	18	413	0.043
189	024-71A5A-1A	SUS304	60	—	19	440	0.042
190	KG86-610	SUS304TP	60	0.078	19	440	0.042
191	KG86-619	SUS304TP	60	0.049	19	440	0.042
192	KG86-620	SUS304TP	60	0.025	19	440	0.042
193	A41ChWa-9	SUS304TP	30	0.064	20	468	0.042
194	A41ChWa-22	SUS304TP	30	0.087	20	468	0.042
195	A84ChWa-2	SUS304TP	30	0.059	20	468	0.042
196	A84ChWa-4	SUS304TP	30	0.051	20	468	0.042
197	KG84-605	SUS304TP	55	0.086	19	447	0.042
198	KG43-141	SUS304LTP	30	0.061	18	432	0.041
199	KG43-114	SUS304LTP	30	0.050	18	432	0.041
200	KG11-163	SUS304LTP	55	0.056	17	413	0.040

※1 応力比は、基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力／供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比(9/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時 の発生応力	供用状態 D_s の 許容応力	応力比 ^{※1}
201	KG12-125	SUS304LTP	55	0.051	17	413	0.040
202	MODEL-6	SUS304TP	190	0.045	15	365	0.040
203	KG43-604	SUS304TP	60	0.062	18	440	0.040
204	KG86-608	SUS304TP	60	0.108	18	440	0.040
205	KG84-628	SUS304TP	30	0.051	19	468	0.040
206	A84ChWa-1	SUS304TP	30	0.048	19	468	0.040
207	KG83-610	SUS304TP	55	0.050	18	447	0.039
208	KG41-192	SUS304LTP	90	0.076	15	375	0.039
209	MODEL-13	SUS304LTP	40	0.102	15	383	0.038
210	KG11-162	SUS304LTP	55	0.042	16	413	0.038
211	KG43-605	SUS304TP	60	0.072	17	440	0.038
212	KG43-600	SUS304TP	60	0.083	17	440	0.038
213	KG86-609	SUS304TP	60	0.077	17	440	0.038
214	KG84-630	SUS304TP	30	0.049	18	468	0.038
215	KG84-631	SUS304TP	30	0.060	18	468	0.038
216	023-71Chwa7A	SUS304	30	—	18	468	0.038
217	KG12-206	SUS304LTP	65	0.045	15	400	0.037
218	MODEL-10	SUS304TP	90	0.088	15	405	0.036
219	KG43-100	SUS304LTP	30	0.055	16	432	0.036
220	KG43-102	SUS304LTP	30	0.054	16	432	0.036
221	KG43-105	SUS304LTP	30	0.068	16	432	0.036
222	25-71A7(1/3)	SUS304	60	—	16	440	0.035
223	KG83-638	SUS304TP	55	0.056	16	447	0.035
224	KG83-614	SUS304TP	55	0.087	16	447	0.035
225	設工認図-4.6.1	SUS304TP	55	—	16	447	0.035

※1 応力比は、基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力／供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比 (10/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S ₁ (180 Gal) 時の発生応力	供用状態 D _s の許容応力	応力比 ^{※1}
226	KG43-108	SUS304LTP	30	0.580	15	432	0.034
227	KG41-511	SUS304LTP	90	0.085	13	375	0.034
228	24-71A1	SUS304	60	—	15	440	0.034
229	733Y501-2	SUS304TP	30	0.027	15	440	0.033
230	KG84-610	SUS304TP	55	0.061	15	447	0.033
231	KG43-155	SUS304LTP	30	0.050	14	432	0.032
232	KG84-629	SUS304TP	30	0.056	15	468	0.031
233	KG84-645	SUS304TP	30	0.040	15	468	0.031
234	KG41-138	SUS304LTP	45	0.039	13	406	0.031
235	KG11-110	SUS304LTP	55	0.041	13	413	0.031
236	KG83-625	SUS304TP	55	0.050	14	447	0.031
237	KG83-626	SUS304TP	55	0.050	14	447	0.031
238	KG84-622	SUS304TP	55	0.054	14	447	0.031
239	KG84-623	SUS304TP	55	0.057	14	447	0.031
240	26-71Chwa22 (1/2)	SUS304	30	—	14	468	0.030
241	KG43-123	SUS304LTP	30	0.043	13	432	0.030
242	KG12-209	SUS304LTP R-SUS304ULC	60	0.041	12	400	0.029
243	MODEL-11	SUS304TP	90	0.050	12	405	0.029
244	KG86-643	SUS304TP	60	0.026	13	440	0.029
245	KG84-606	SUS304TP	55	0.052	13	447	0.029
246	KG84-607	SUS304TP	55	0.050	13	447	0.029
247	KG84-611	SUS304TP	55	0.050	13	447	0.029
248	KG11-111	SUS304LTP	55	0.039	12	413	0.028
249	KG11-115	SUS304LTP	55	0.037	12	413	0.028
250	KG71-143	SUS304LTP	55	0.078	12	413	0.028

※1 応力比は, 基準地震動 S₁ (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比 (11/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力	供用状態 D_s の許容応力	応力比 ^{※1}
251	MODEL-1	SUS304TP	125	0.081	11	388	0.028
252	KG43-138	SUS304LTP	30	0.023	12	432	0.027
253	KG84-644	SUS304TP	30	0.040	13	468	0.027
254	KG83-613	SUS304TP	55	0.075	12	447	0.026
255	KG12-101	SUS304LTP	55	0.066	11	413	0.026
256	KG12-103	SUS304LTP	55	0.030	11	413	0.026
257	KG43-132	SUS304LTP	30	0.021	11	432	0.025
258	KG12-112	R-SUS304ULC	70	0.018	10	394	0.025
259	28-71Chwa20	SUS304	30	—	11	468	0.024
260	MODEL-9	SUS304TP	90	0.072	10	405	0.024
261	KG83-609	SUS304TP	55	0.074	11	447	0.024
262	KG12-201	TTP35	55	0.040	7	288	0.024
263	KG12-116	SUS304LTP	55	0.045	10	413	0.024
264	KG71-137	SUS304LTP	55	0.067	10	413	0.024
265	MODEL-16	SUS304TP	80	0.079	10	414	0.024
266	KG84-632	SUS304TP	30	0.035	11	468	0.023
267	KG43-603	SUS304TP	60	0.002	10	440	0.022
268	KG86-626	SUS304TP	60	0.050	10	440	0.022
269	KG41-102	SUS304LTP R-SUS304ULC	45	0.044	9	406	0.022
270	KG41-409	SUS304LTP	45	0.044	9	406	0.022
271	MODEL-5	SUS304TP	190	0.048	8	365	0.021
272	26-71Chwa20	SUS304	30	—	10	468	0.021
273	KG41-100	R-SUS304ULC	55	0.019	9	413	0.021
274	KG41-408	SUS304LTP	55	0.019	9	413	0.021
275	KG41-434	SUS304LTP	90	0.020	8	375	0.021

※1 応力比は, 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

表 2-1 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力, 供用状態 D_s の許容応力及び応力比 (12/12)

No.	モデル No.	材質	温度 (°C)	固有周期 (s)	基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力	供用状態 D_s の許容応力	応力比 ^{※1}
276	25-71A9(2/2)	SUS304	70	—	9	426	0.021
277	28-71Chwa22	SUS304	30	—	9	468	0.020
278	25-71A9(1/2)	SUS304	60	—	9	440	0.020
279	KG12-148	SUS304LTP	30	0.024	8	432	0.018
280	設工認図-4.2.36	SUS304L	65	—	7	400	0.018
281	KG41-403	SUS304LTP	65	0.039	7	400	0.017
282	25-71Chwa3(2/3)	SUS304	30	—	8	468	0.017
283	25-71Chwa1	SUS304	30	—	7	468	0.016
284	024-71A6A	SUS304	60	—	7	440	0.015
285	26-71Chwa22(2/2)	SUS304	30	—	7	468	0.014
286	A41ChWa-11	SUS304TP	30	0.027	6	468	0.013
287	25-71A7(2/3)	SUS304	130	—	4	386	0.010
288	KG41-333	SUS304LTP	65	0.019	4	400	0.010
289	KG41-382	SUS304LTP	65	0.020	4	400	0.010
290	KG41-324	R-SUS304ULC	60	0.011	4	406	0.010
291	25-71Chwa3(1/3)	SUS304	30	—	5	468	0.010
292	25-71Chwa3(3/3)	SUS304	30	—	5	468	0.010
293	KG41-105	SUS304LTP	90	0.014	3	375	0.008
294	KG41-414	SUS304LTP	90	0.012	2	375	0.005
295	設工認図-4.2.34	SUS304L	65	—	1	400	0.003

※1 応力比は, 基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力/供用状態 D_s の許容応力を示す。

3. 評価部位

配管の構造強度の評価部位は、本体の一次応力とする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds については、温度は設計温度、圧力については設計圧力、配管内部の流体については充填し、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
配管	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
配管	0.5	0.5

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動

による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル（Ss-D, Ss-1, Ss-2 の3波包絡，周期軸方向に±10 %拡幅したもの）を作成し，これを評価に用いた。

配管の解析用の床応答スペクトルは，配管据付最上階のものを用いた。使用した解析用の床応答スペクトルを表 4-3 及び図 4-1～12 に示す。

表 4-3 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備 (モデル No.)	水平方向	鉛直方向
配管 (KG83-619, KG83-618, KG83-624)	解析用の床応答スペクトル (RF, 減衰定数 0.5 %)	解析用の床応答スペクトル (RF, 減衰定数 0.5 %)
配管 (KG84-600, KG86-642)	解析用の床応答スペクトル (3F, 減衰定数 0.5 %)	解析用の床応答スペクトル (3F, 減衰定数 0.5 %)
配管 (A86IA-1, A41IA-2, KG21-600, KG84-617, KG41-264)	解析用の床応答スペクトル (1F, 減衰定数 0.5 %)	解析用の床応答スペクトル (1F, 減衰定数 0.5 %)

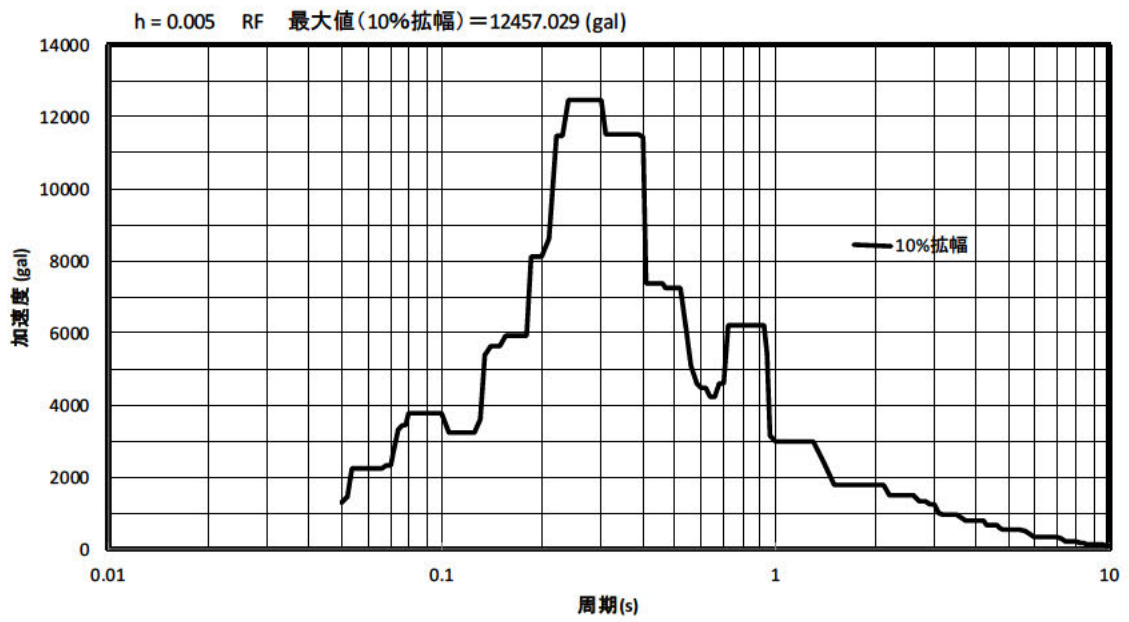


図 4-1 解析用の床応答スペクトル (水平方向, RF, 減衰定数 0.5 %)

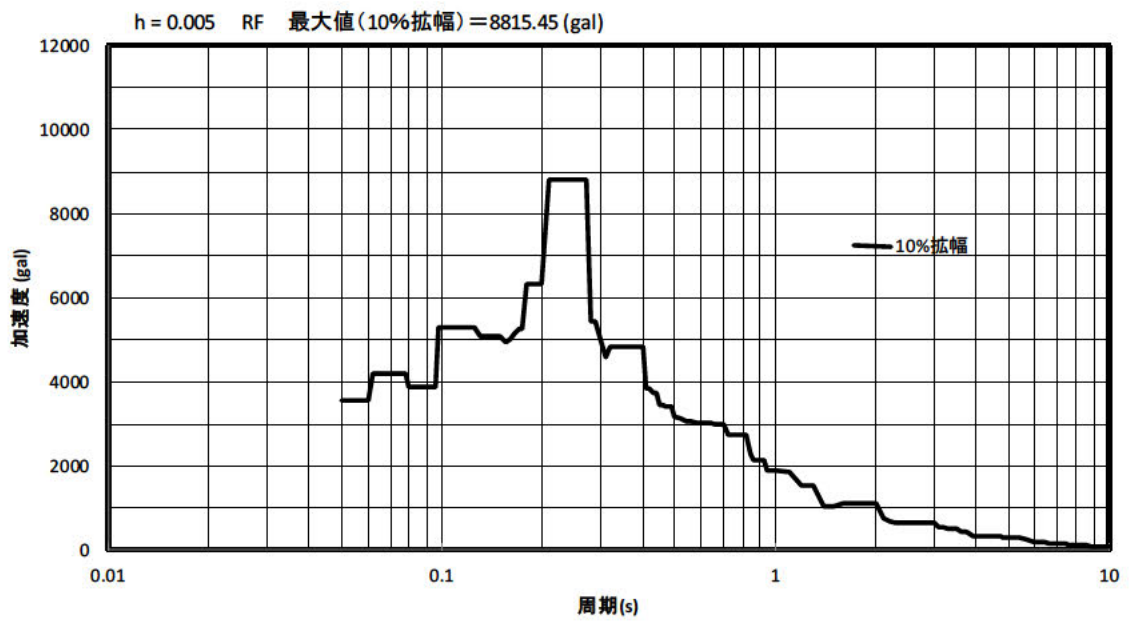


図 4-2 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, RF, 減衰定数 0.5 %)

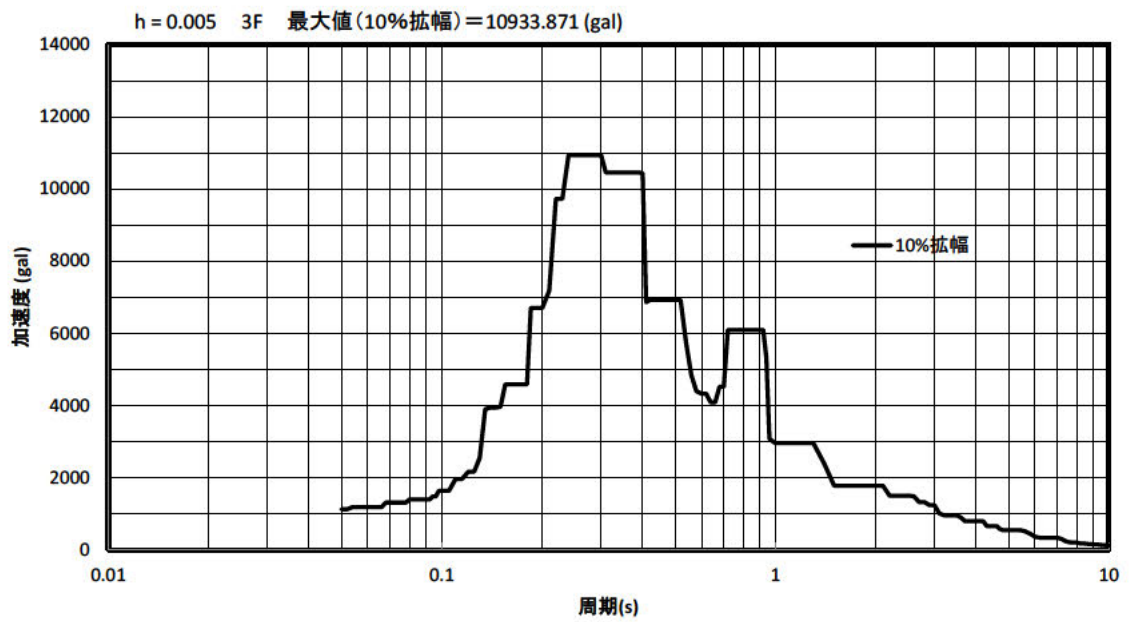


図 4-3 解析用の床応答スペクトル (水平方向, 3F, 減衰定数 0.5 %)

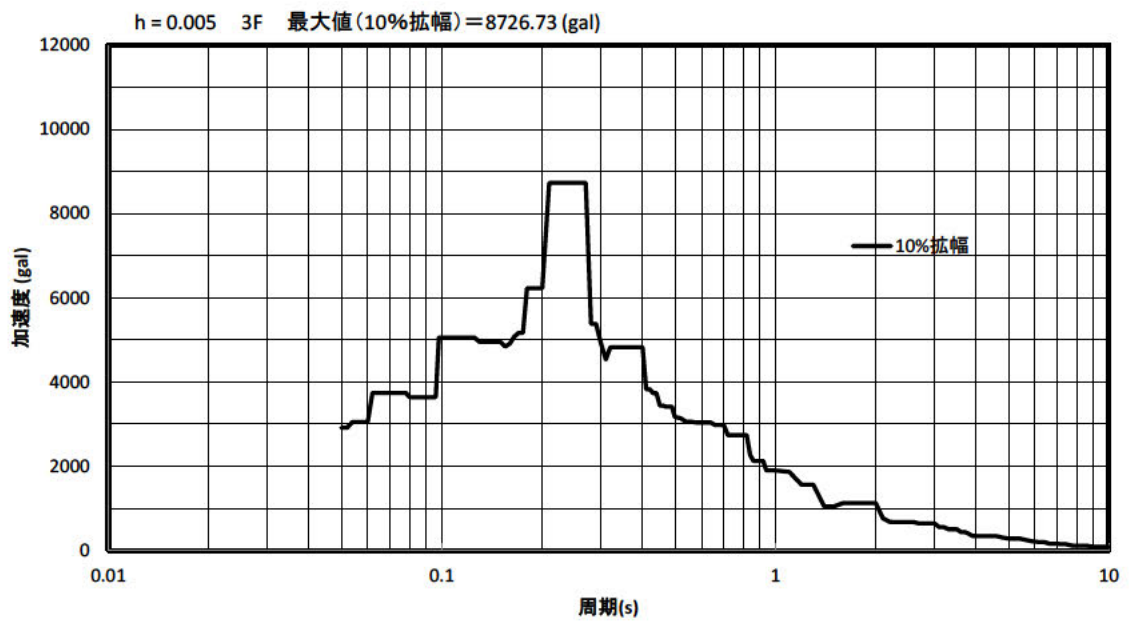


図 4-4 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, 3F, 減衰定数 0.5 %)

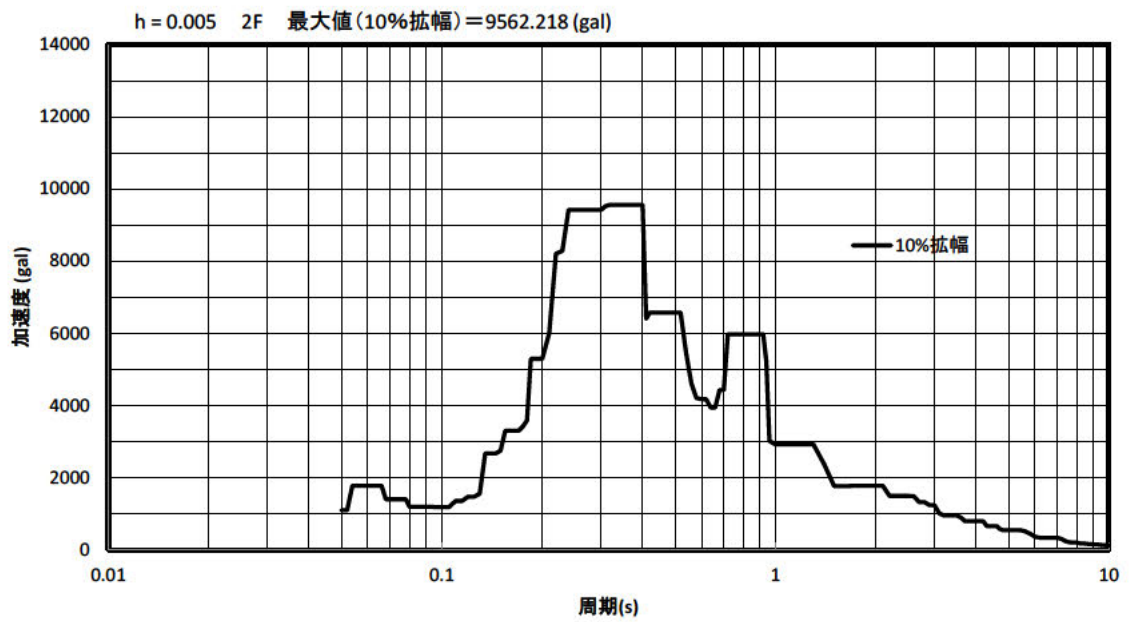


図 4-5 解析用の床応答スペクトル (水平方向, 2F, 減衰定数 0.5 %)

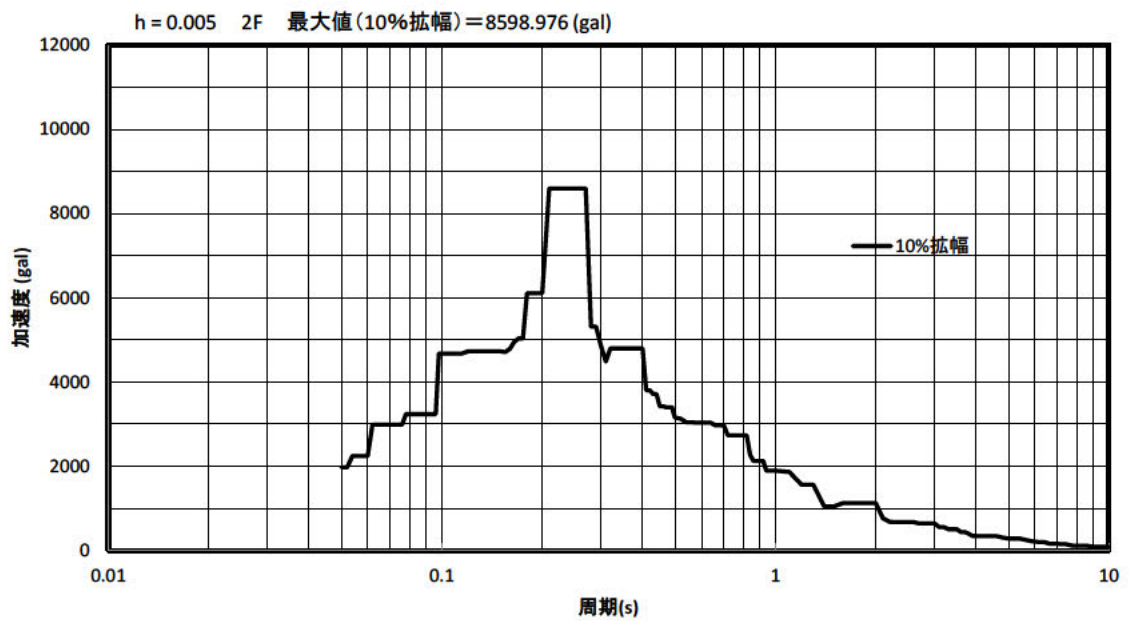


図 4-6 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, 2F, 減衰定数 0.5 %)

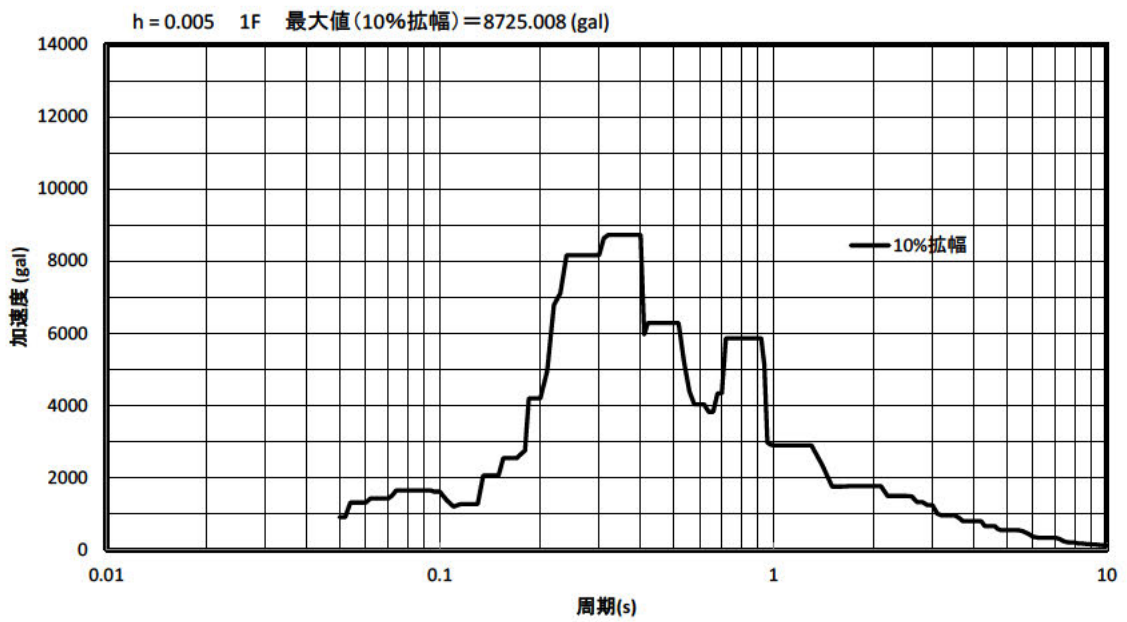


図 4-7 解析用の床応答スペクトル (水平方向, 1F, 減衰定数 0.5 %)

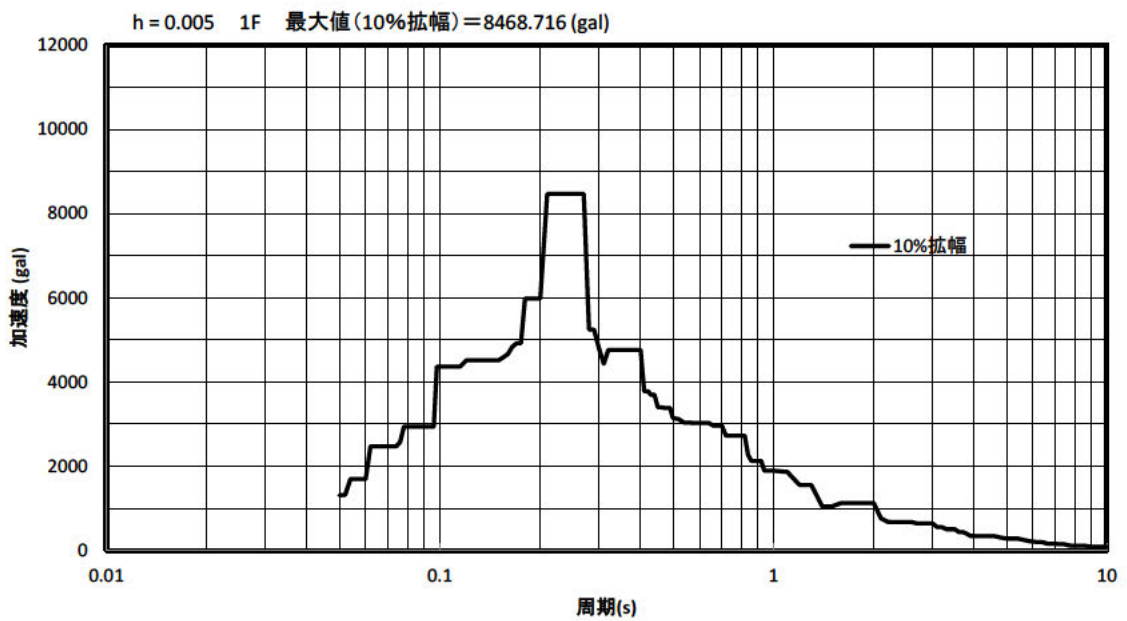


図 4-8 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, 1F, 減衰定数 0.5 %)

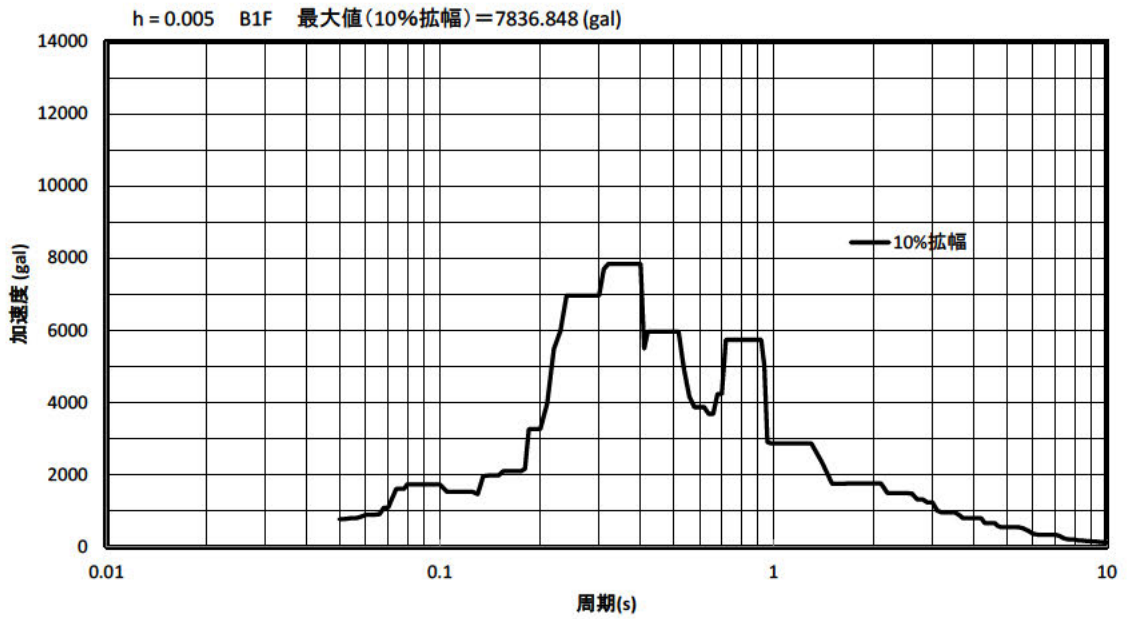


図 4-9 解析用の床応答スペクトル（水平方向，B1F，減衰定数 0.5 %）

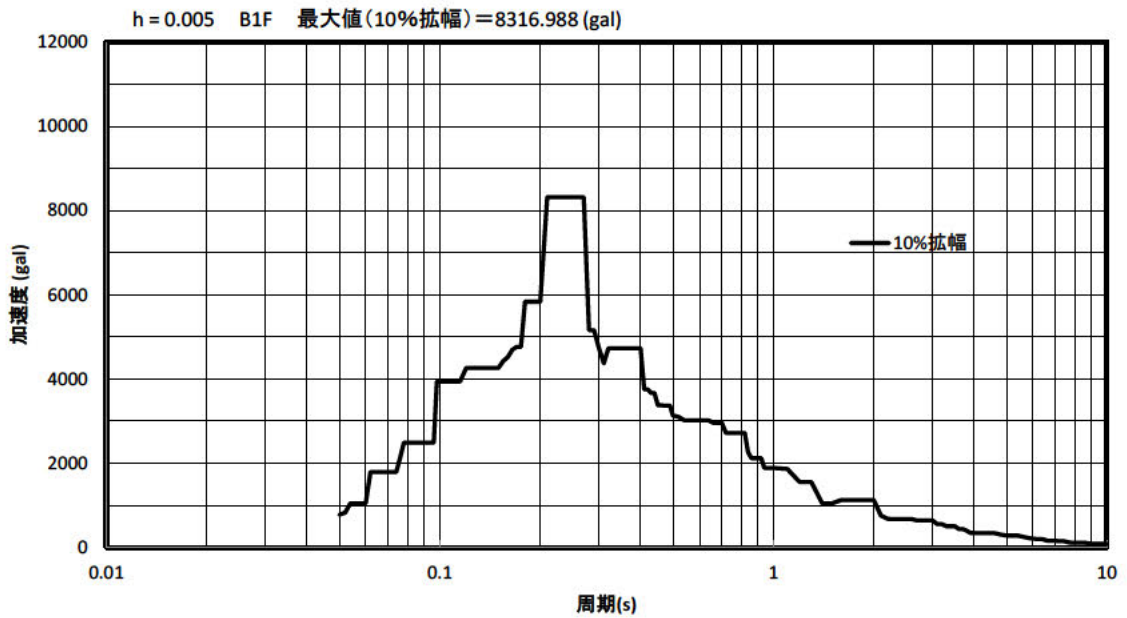


図 4-10 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，B1F，減衰定数 0.5 %）

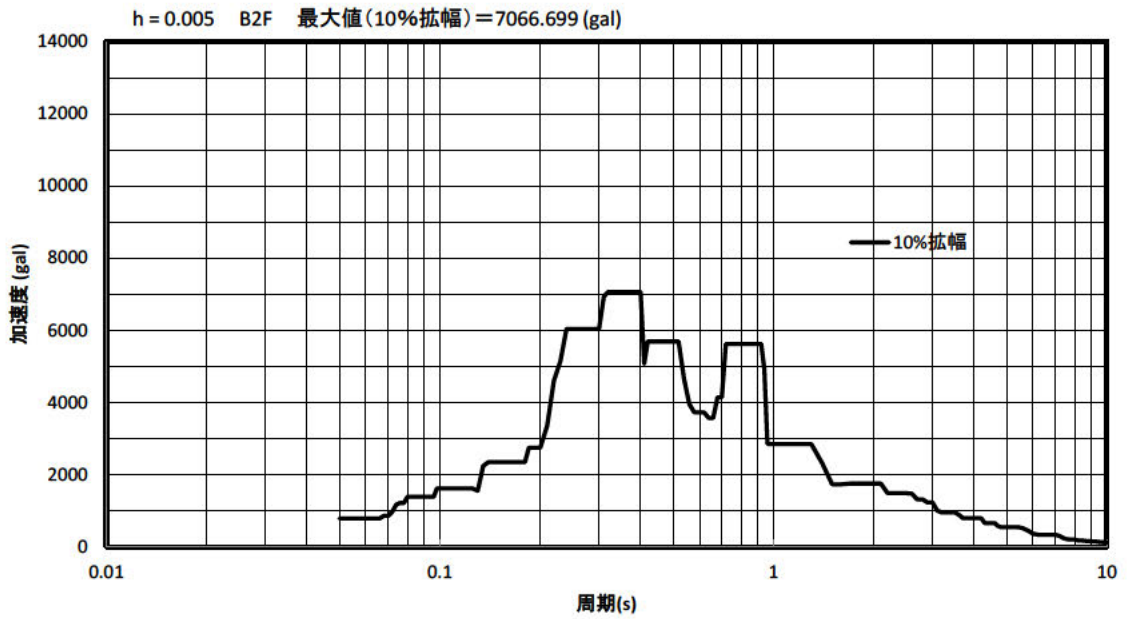


図 4-11 解析用の床応答スペクトル (水平方向, B2F, 減衰定数 0.5 %)

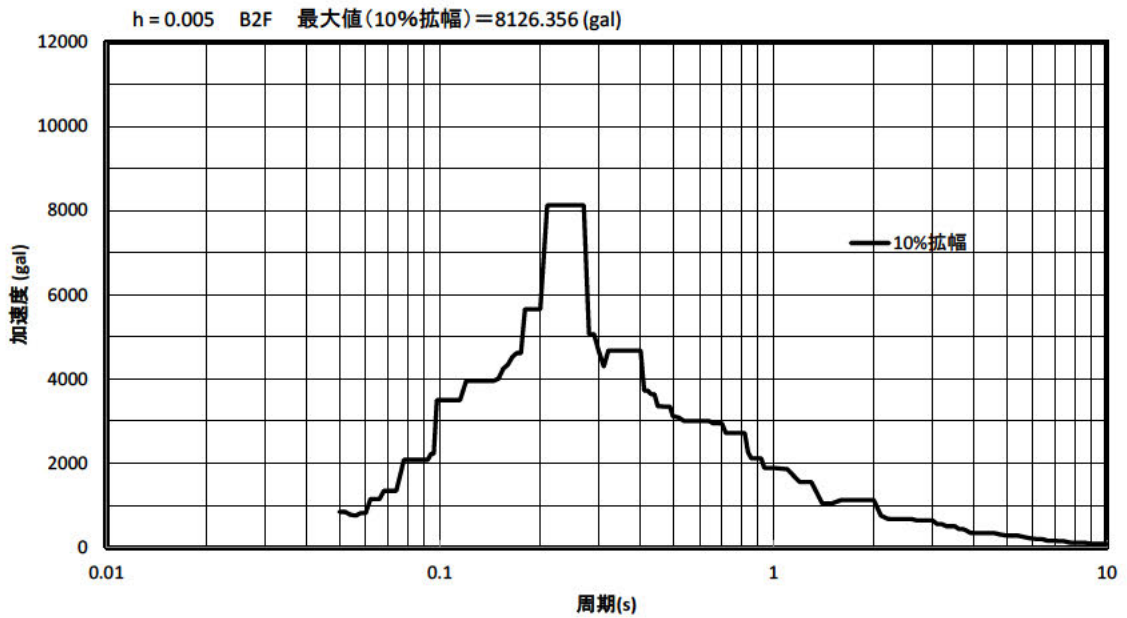


図 4-12 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, B2F, 減衰定数 0.5 %)

4.5 計算方法

配管の発生応力の計算方法はFEM解析（スペクトルモーダル法）を用いた。解析コードはFINAS^{※1}又はMSC.Nastran^{※2}を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 日本原子力研究開発機構，伊藤忠テクノソリューションズ株式会社，“FINAS 汎用非線形構造解析システム Version 21.0”。

※2 MSC Software Corporation，“MSC.Nastran Version 2005r2”。

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

配管の解析モデルを図4-13-1～10に示す。FEM解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

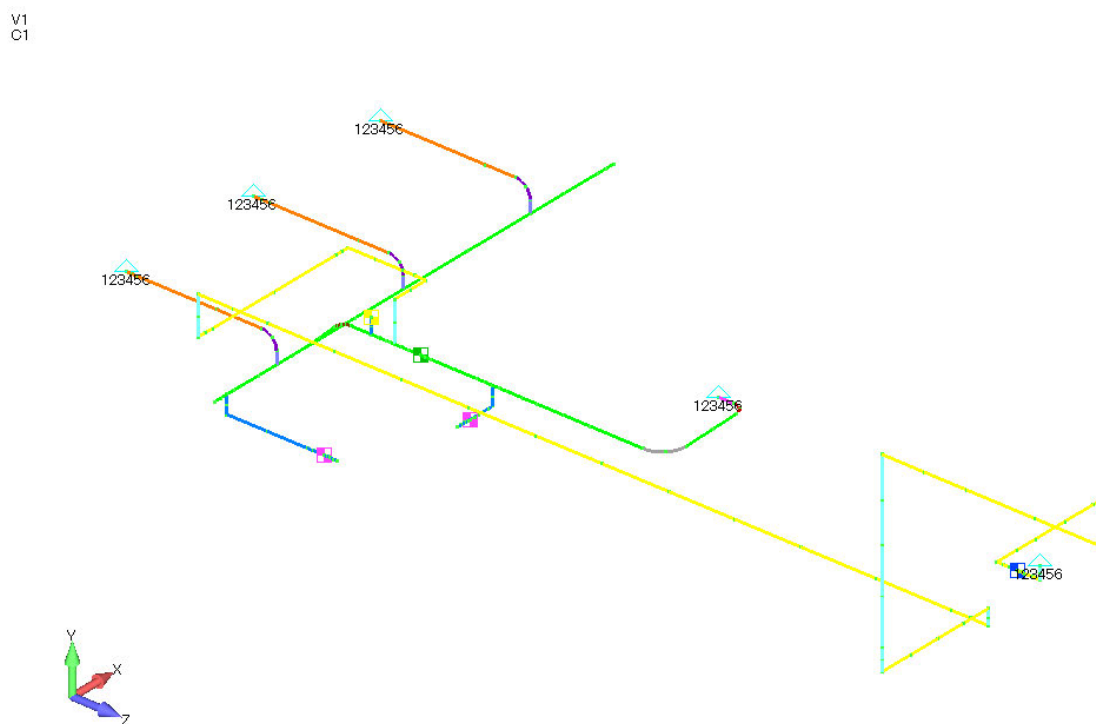


図 4-13-1 配管 (KG83-619) の解析モデル

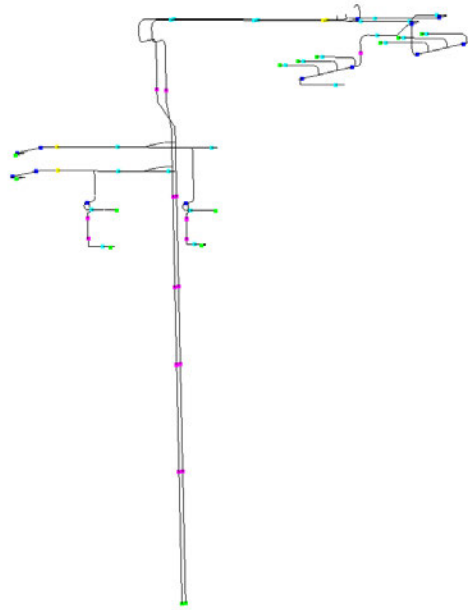


図 4-13-2 配管 (KG83-618) の解析モデル

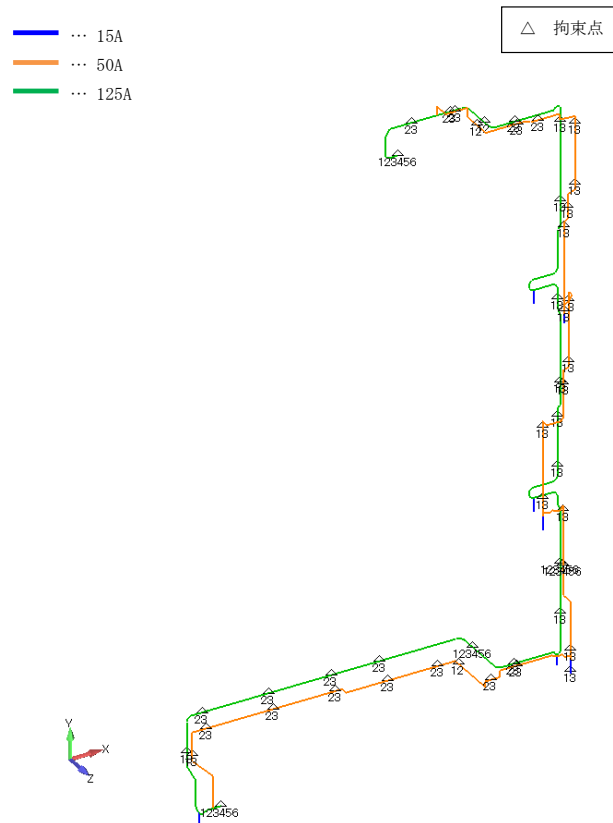


図 4-13-3 配管 (KG84-600) の解析モデル

V1
C1

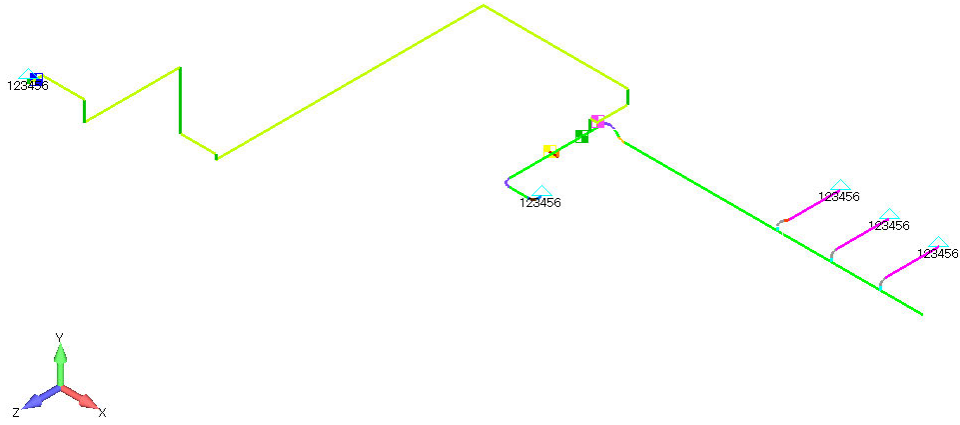


図 4-13-4 配管 (KG83-624) の解析モデル

△…拘束点

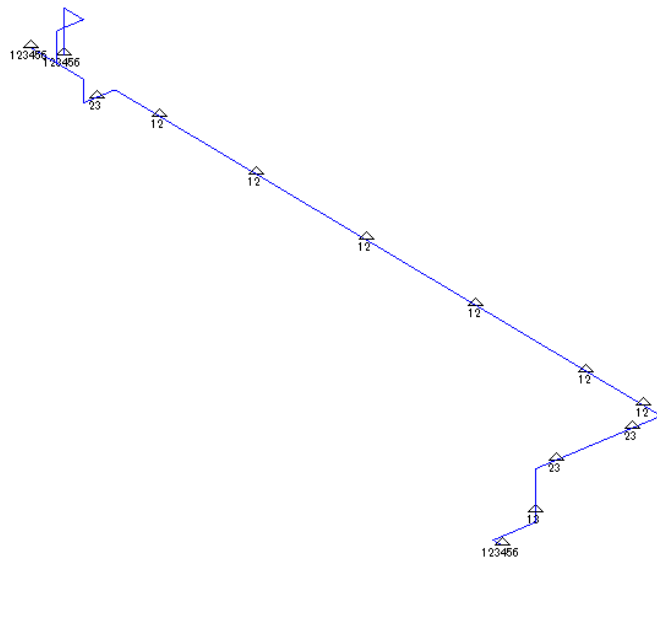


図 4-13-5 配管 (KG86-642) の解析モデル

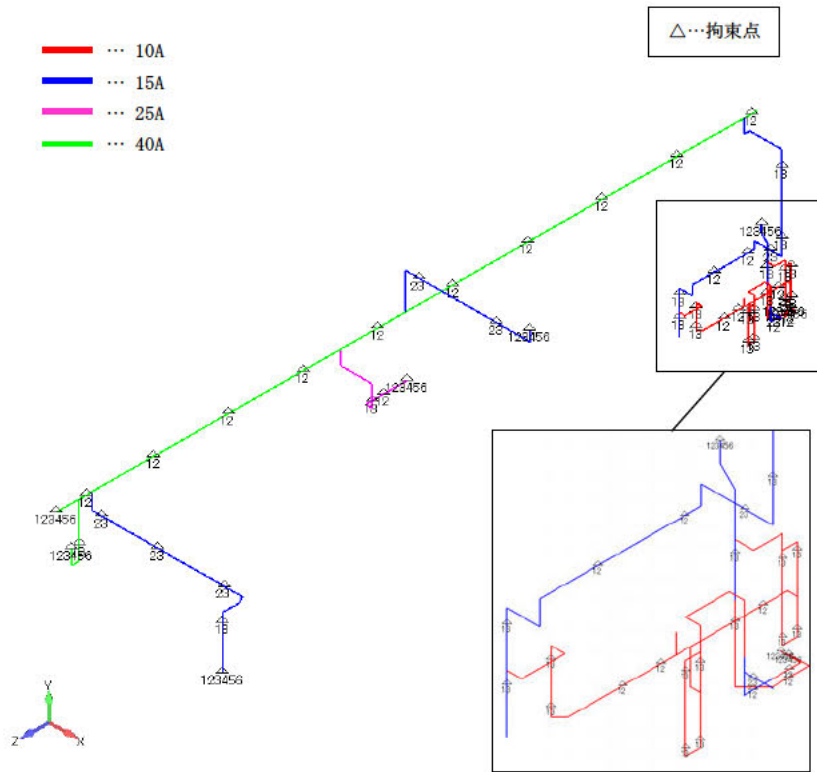


図 4-13-6 配管(A86IA-1)の解析モデル

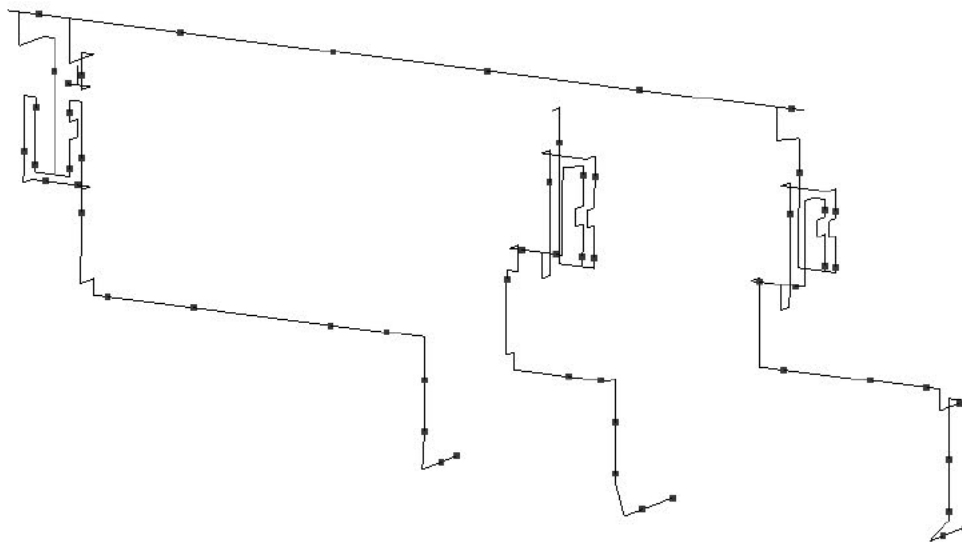


図 4-13-7 配管(A41IA-2)の解析モデル

■	BBB	1 0 1 0 1 0	
		1 0 1 0 1 0	-GLOB
	AL-		
■	BBO	1 0 1 0 0 0	
		0 0 0 0 0	-GLOB
	L-		
■	BOB	1 0 0 0 1 0	
		0 0 0 0 0	-GLOB
	L-		
■	OBB	0 0 1 0 1 0	
		0 0 0 0 0	-GLOB
	L-		



V1
C1

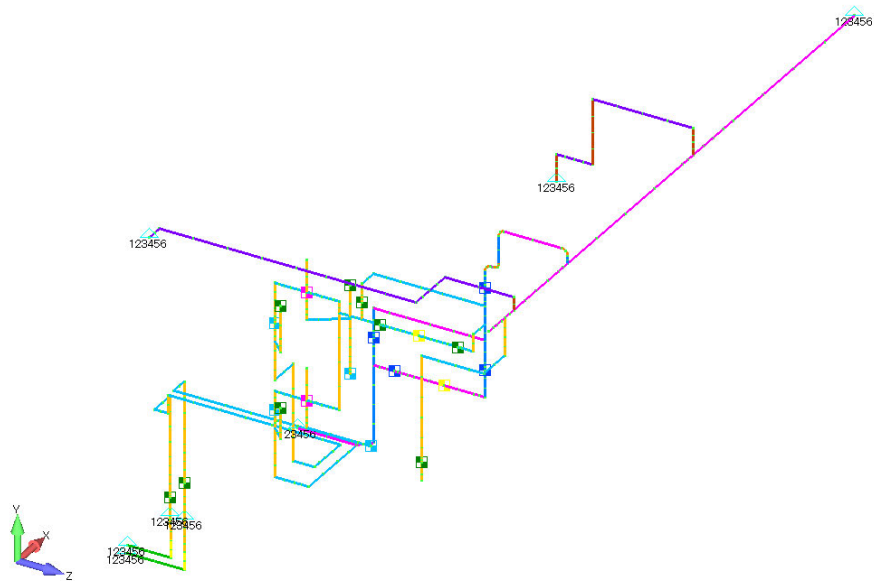


図 4-13-8 配管 (KG21-600) の解析モデル

V1
C4

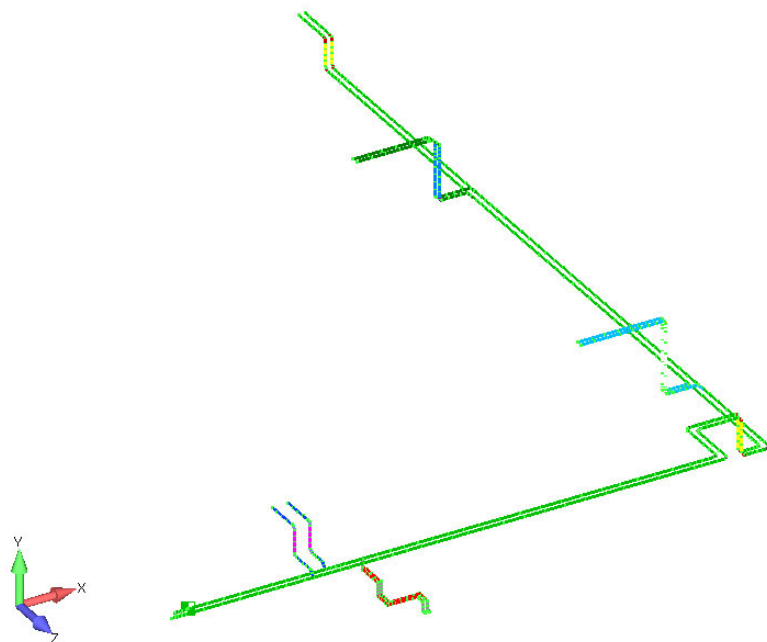


図 4-13-9 配管 (KG84-617) の解析モデル

V1
02

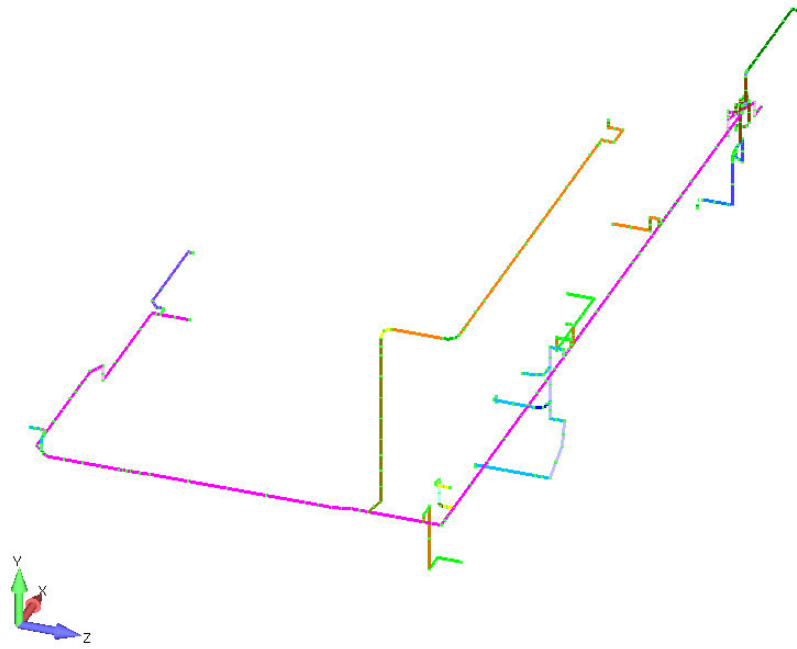


図 4-13-10 配管(KG41-264)の解析モデル

4.6.2 諸元

配管の主要寸法・仕様を表 4-4 に示す。

表 4-4 主要寸法・仕様 (1/5)

評価対象設備	項目	値
配管 (KG83-619)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	STPG370
	保温有無	有
	温度 (設計温度)	55 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.060 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 80 50A-Sch. 40 125A-Sch. 40 150A-Sch. 40 200A-Sch. 40
配管 (KG83-618)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	STPG370
	保温有無	有
	温度 (設計温度)	55 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.98 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 80 40A-Sch. 40 125A-Sch. 40 200A-Sch. 40

表 4-4 主要寸法・仕様 (2/5)

評価対象設備	項目	値
配管 (KG84-600)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	SUS304TP
	保温有無	有
	温度 (設計温度)	35 (°C)
	圧力 (設計圧力)	1.3 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 40 50A-Sch. 20S 125A-Sch. 20S
配管 (KG83-624)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	STPG370
	保温有無	有
	温度 (設計温度)	55 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.061 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 80 50A-Sch. 40 125A-Sch. 40 150A-Sch. 40 200A-Sch. 40

表 4-4 主要寸法・仕様 (3/5)

評価対象設備	項目	値
配管 (KG86-642)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	空気
	流体の密度	—
	材質	SUS304TP
	保温有無	無
	温度 (設計温度)	60 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.76 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 40
配管 (A86IA-1)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	空気
	流体の密度	—
	材質	SUS304TP
	保温有無	無
	温度 (設計温度)	60 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.76 (MPa)
	呼び径-Sch.	10A-Sch. 40 15A-Sch. 40 25A-Sch. 20S 40A-Sch. 20S

表 4-4 主要寸法・仕様 (4/5)

評価対象設備	項目	値
配管(A41IA-2)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	空気
	流体の密度	—
	材質	SUS304TP
	保温有無	無
	温度 (設計温度)	60 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.76 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 40 25A-Sch. 20S
配管(KG21-600)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	空気
	流体の密度	—
	材質	SUS304TP, SUS304LTP
	保温有無	無
	温度 (設計温度)	60 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.76 (MPa)
	呼び径-Sch.	8A-Sch. 40 15A-Sch. 40 25A-Sch. 20S 40A-Sch. 20S

表 4-4 主要寸法・仕様 (5/5)

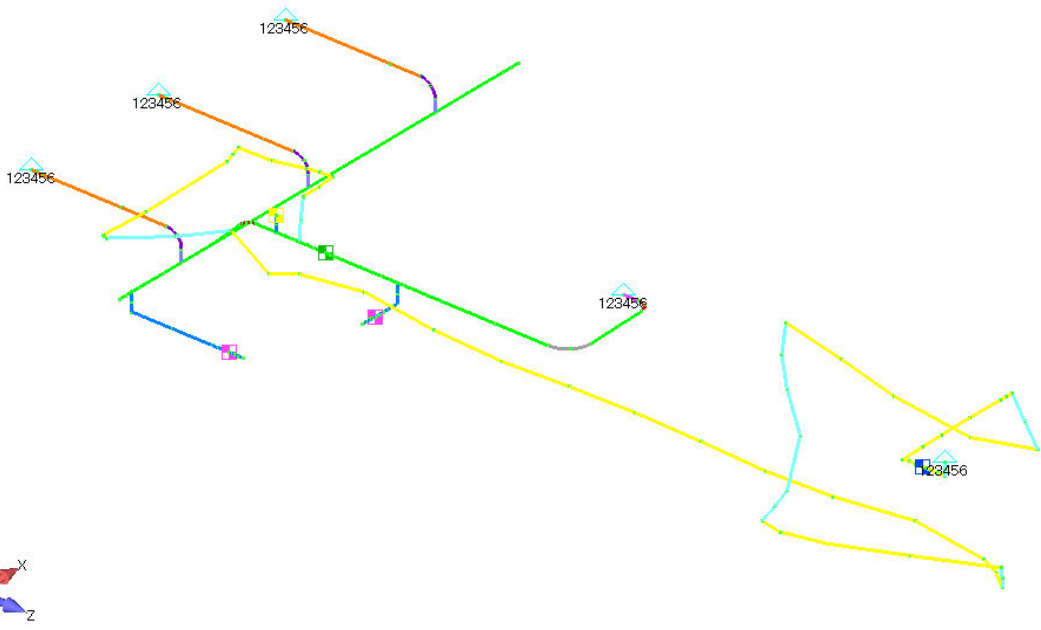
評価対象設備	項目	値
配管 (KG84-617)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	SUS304TP
	保温有無	有
	温度 (設計温度)	30 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.59 (MPa)
	呼び径-Sch.	40A-Sch. 20S 65A-Sch. 20S 80A-Sch. 20S 100A-Sch. 20S 125A-Sch. 20S
配管 (KG41-264)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	空気
	流体の密度	—
	材質	SUS304LTP
	保温有無	無
	温度 (設計温度)	65 (°C)
	圧力 (設計圧力)	—
	呼び径-Sch.	10A-Sch. 40 15A-Sch. 20S 25A-Sch. 20S 40A-Sch. 20S 50A-Sch. 20S 80A-Sch. 20S 100A-Sch. 20S

4.7 固有周期

配管の固有周期及び固有モードを図 4-14-1～10 に示す。

1次モード図 固有周期：0.087（秒）

V1
C1



Output Set: FNS_000001 F= 11.554482
Deformed(3.222): Total Eigen Mode

図 4-14-1 系配管(KG83-619) 固有モード図 (1/3)

2次モード図 固有周期：0.080（秒）

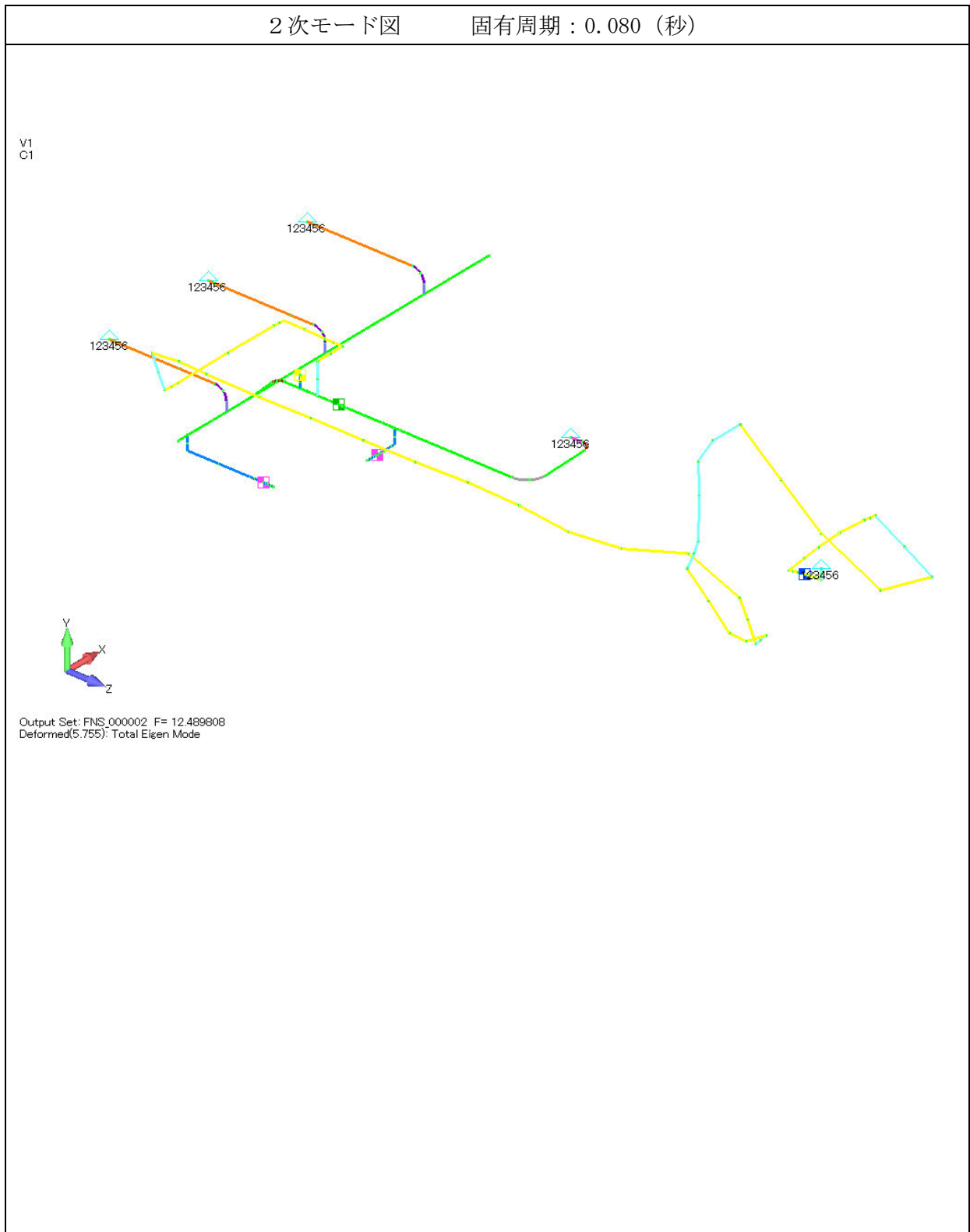


図 4-14-1 系配管(KG83-619) 固有モード図 (2/3)

3次モード図 固有周期：0.065（秒）

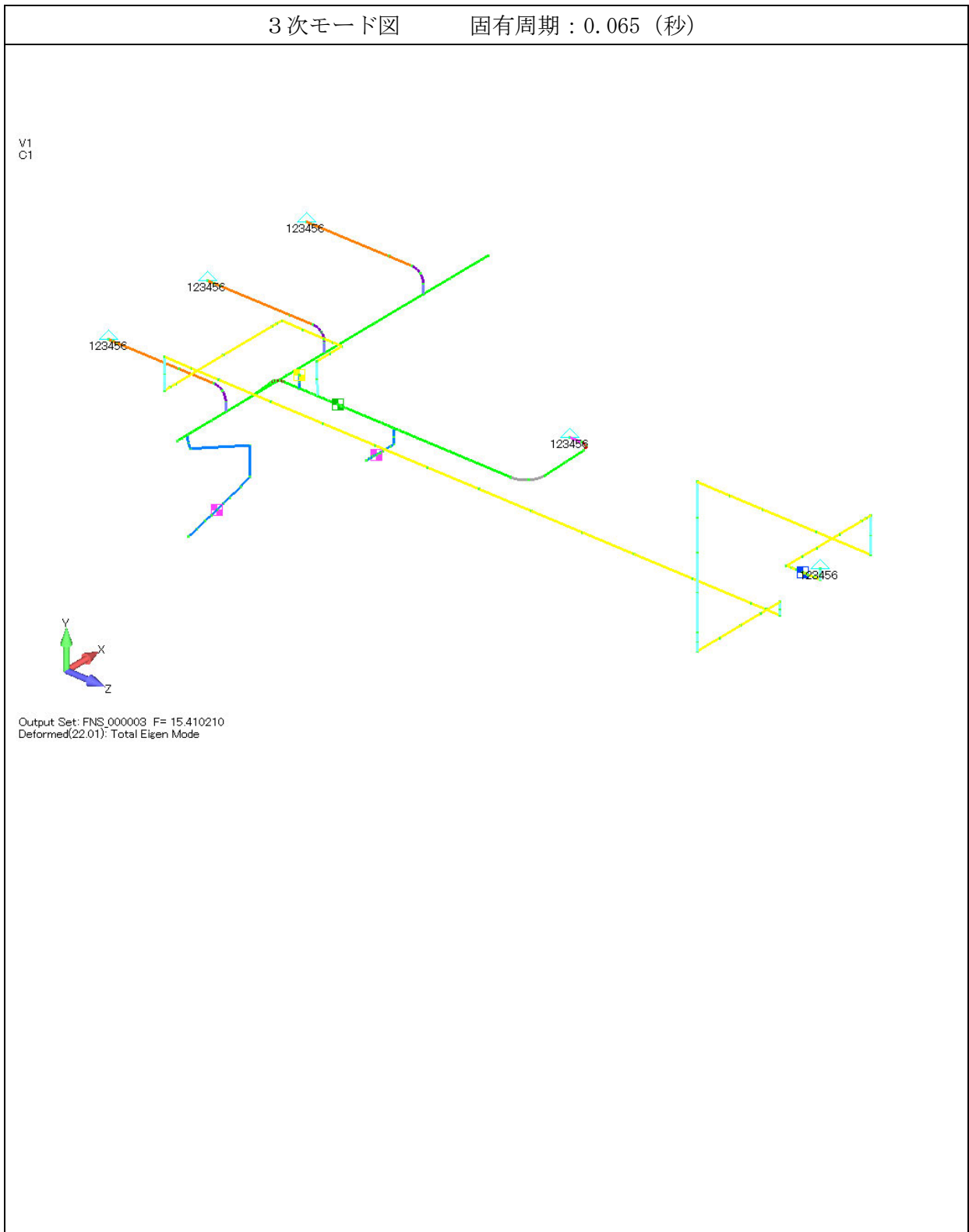


図 4-14-1 系配管(KG83-619) 固有モード図 (3/3)

1次モード図

固有周期：0.084（秒）

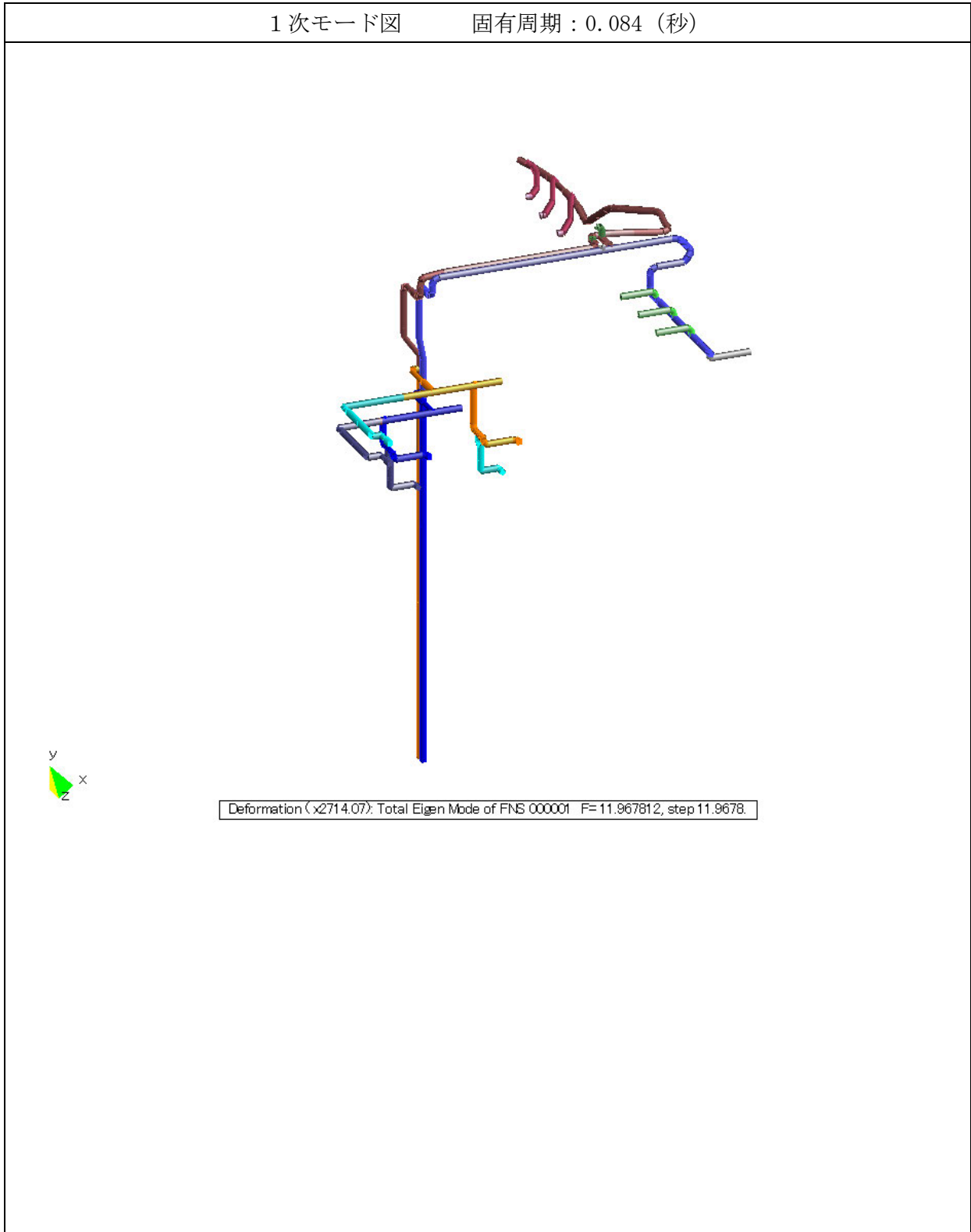


図 4-14-2 系配管(KG83-618) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.076（秒）

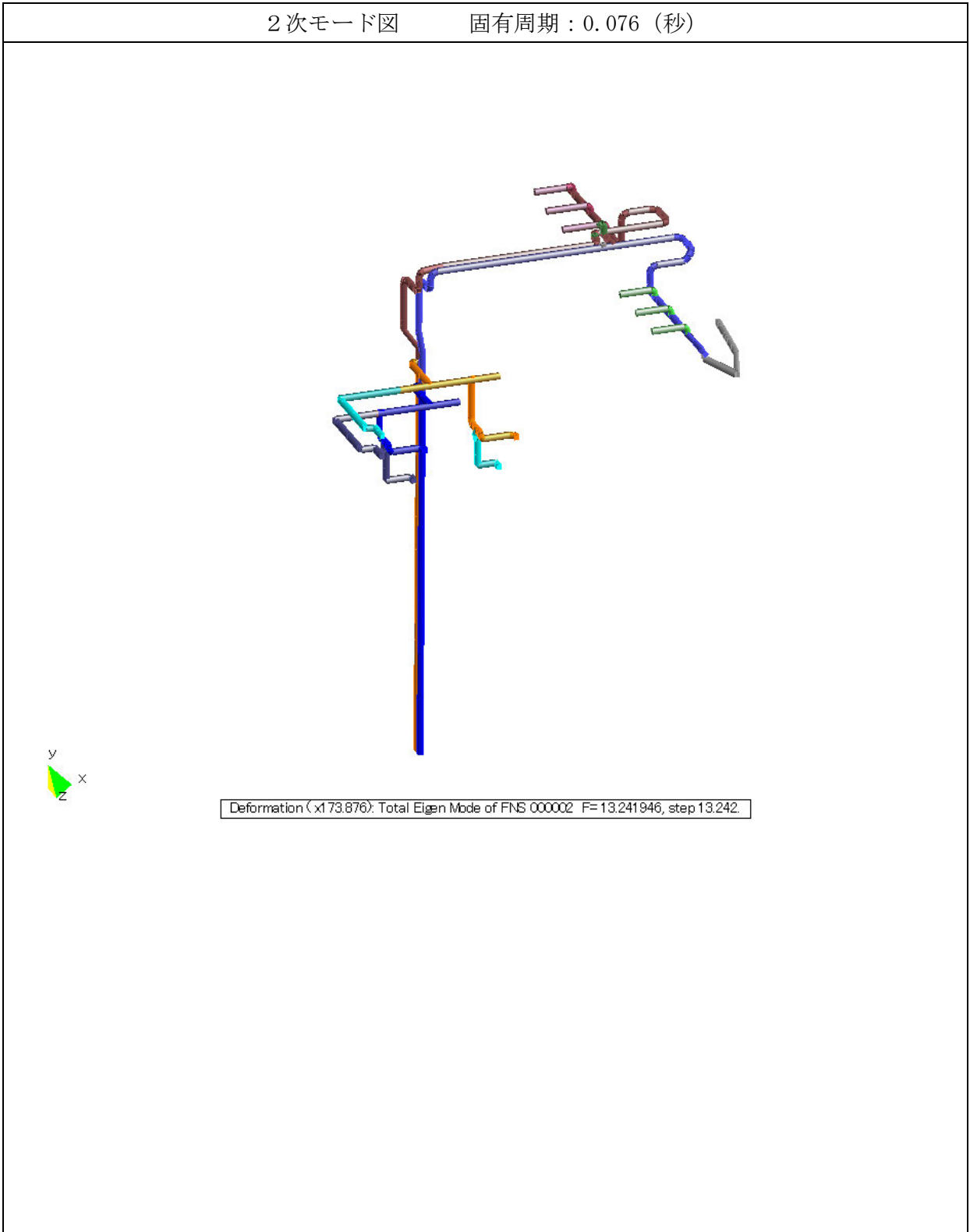


図 4-14-2 系配管(KG83-618) 固有モード図 (2/3)

3次モード図 固有周期：0.075（秒）

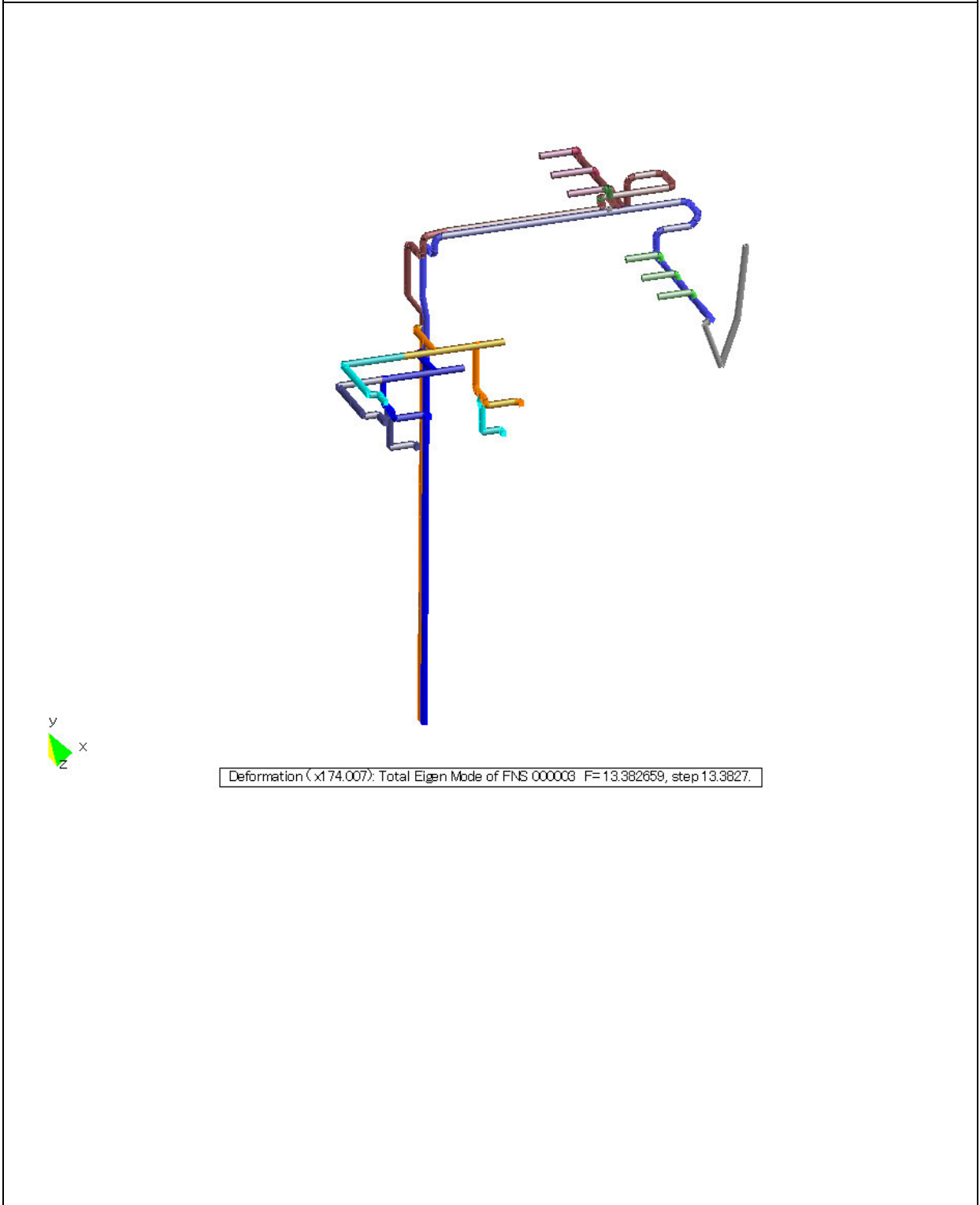


図 4-14-2 系配管(KG83-618) 固有モード図 (3/3)

1次モード図

固有周期：0.128（秒）

SUBCASE 1 : Mode#1, Frequency= 7.807e+000Hz

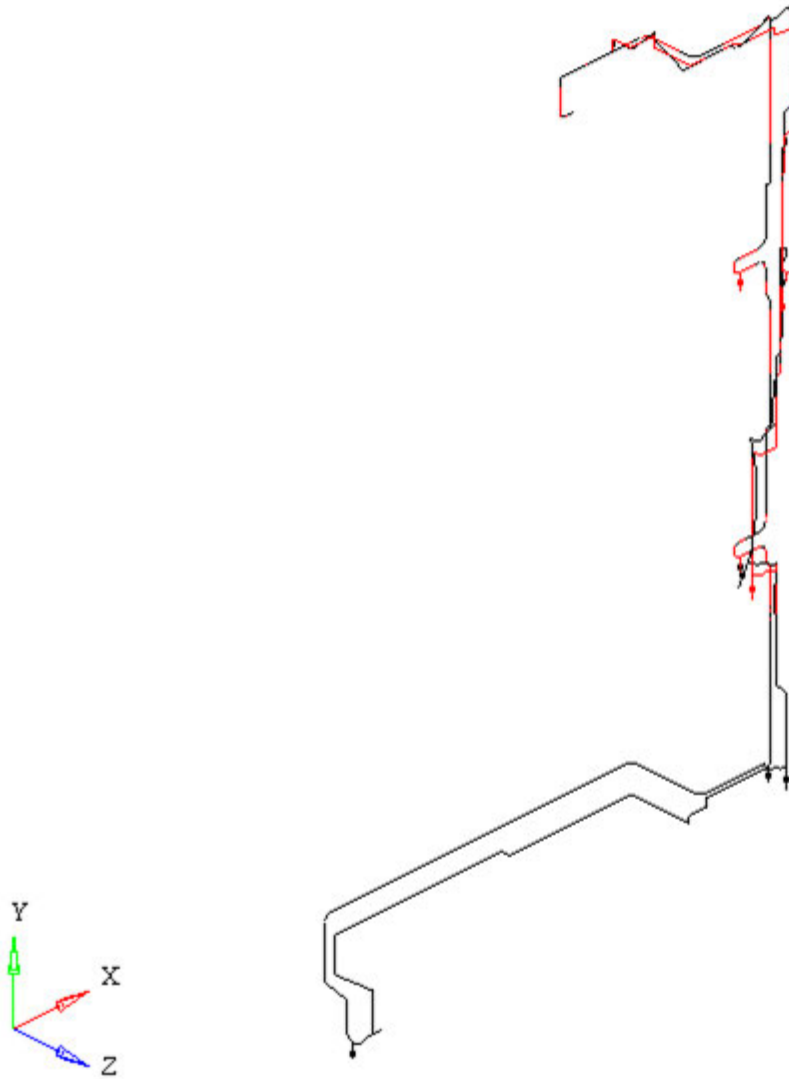


図 4-14-3 系配管(KG84-600) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.124（秒）

SUBCASE 1 : Mode#2, Frequency= 8.057e+000Hz

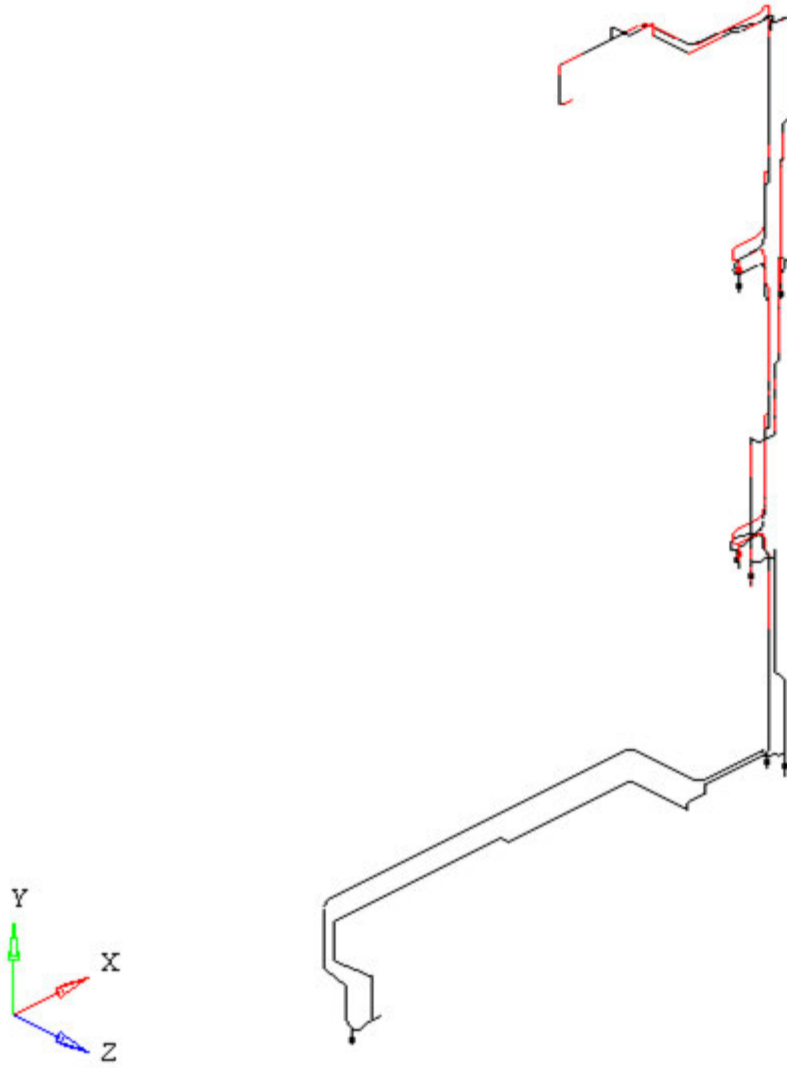


図 4-14-3 系配管(KG84-600) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.091（秒）

SUBCASE 1 : Mode#3, Frequency= 1.099e+001Hz

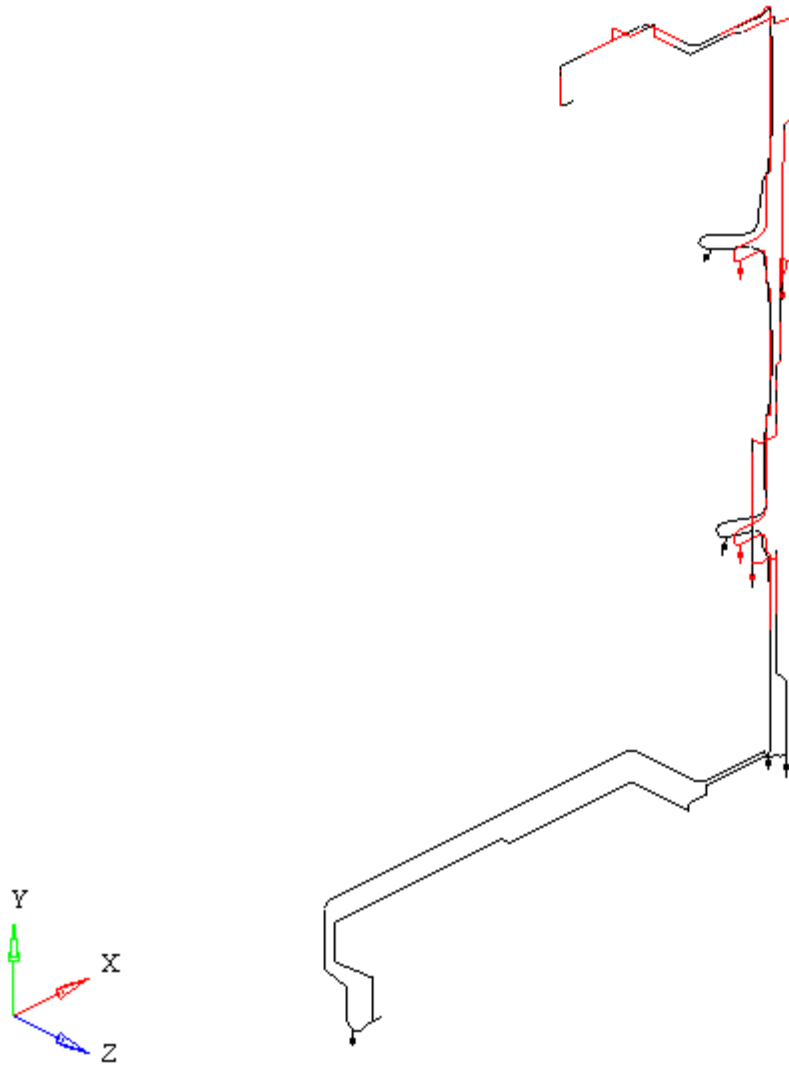


図 4-14-3 系配管(KG84-600) 固有モード図 (3/3)

1次モード図

固有周期：0.076（秒）

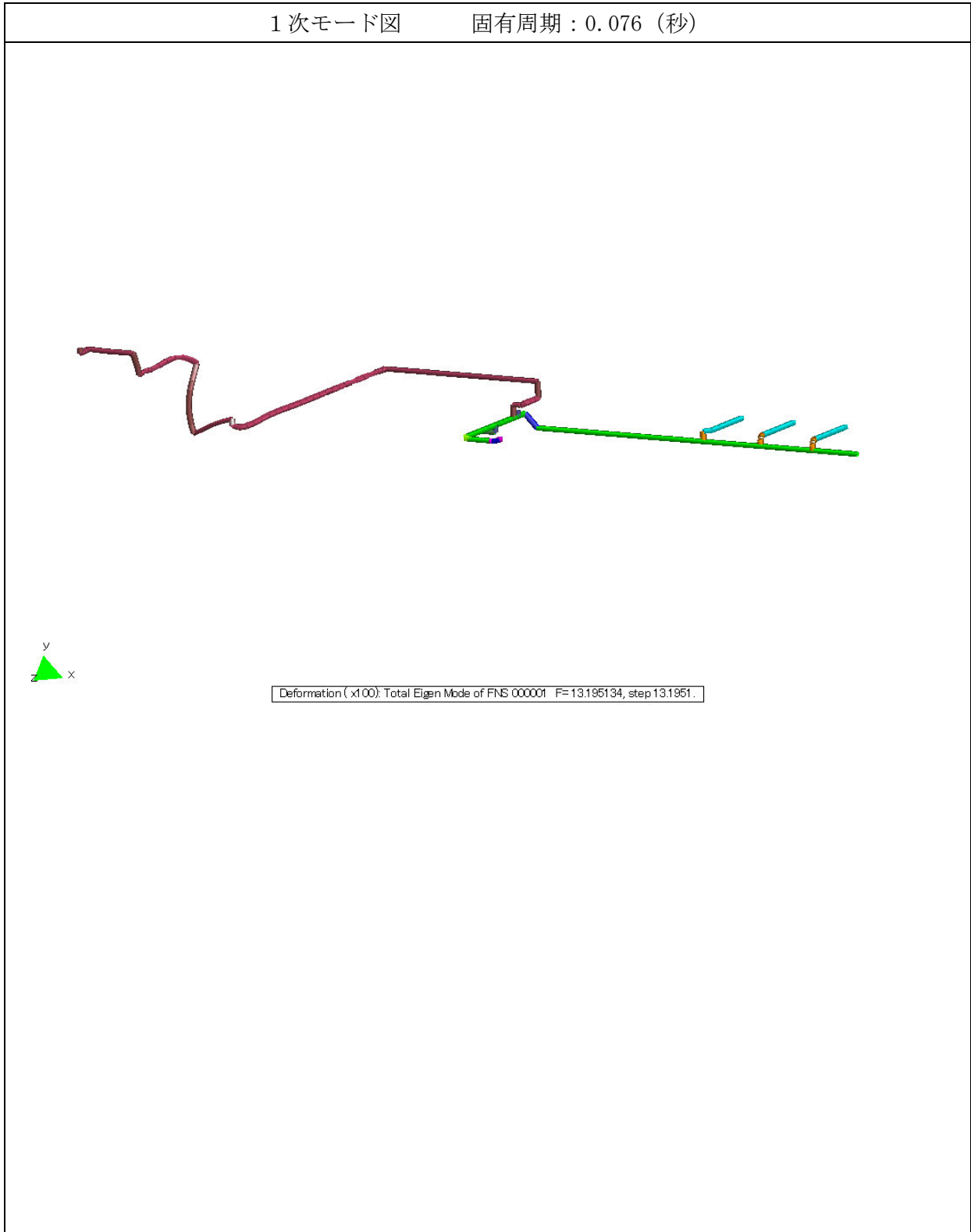


図 4-14-4 系配管(KG83-624) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.067（秒）

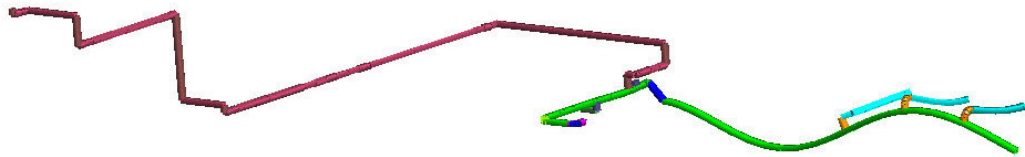


図 4-14-4 系配管(KG83-624) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.062（秒）

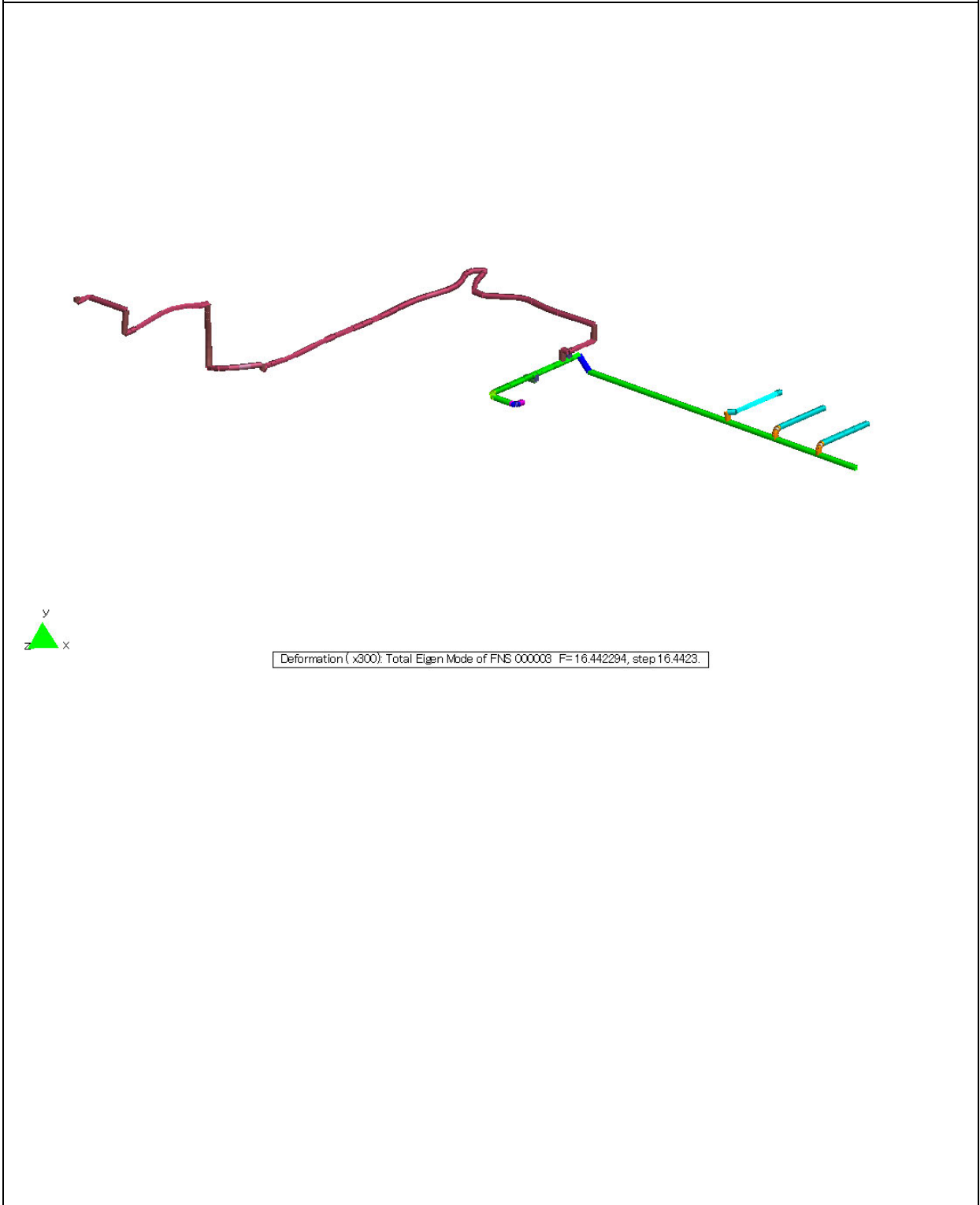


図 4-14-4 系配管(KG83-624) 固有モード図 (3/3)

1次モード図 固有周期：0.133（秒）

SUBCASE 1 : Mode#1, Frequency= 7.525e+000Hz

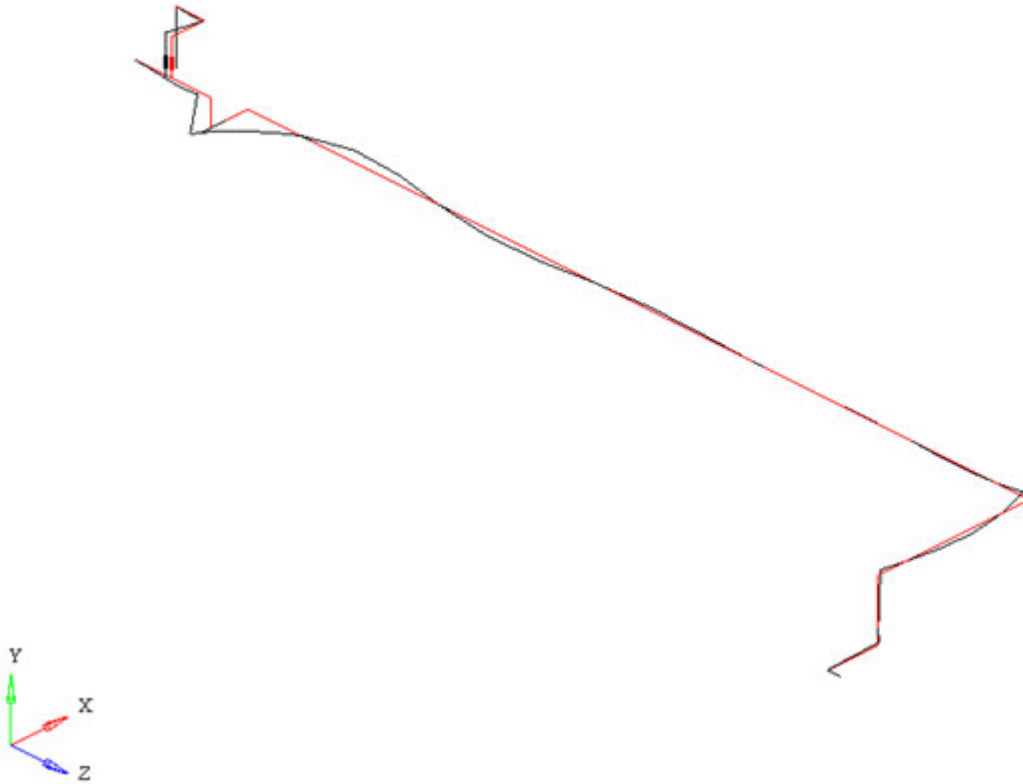


図 4-14-5 系配管(KG86-642) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.108（秒）

SUBCASE 1 : Mode#2, Frequency= 9.273e+000Hz

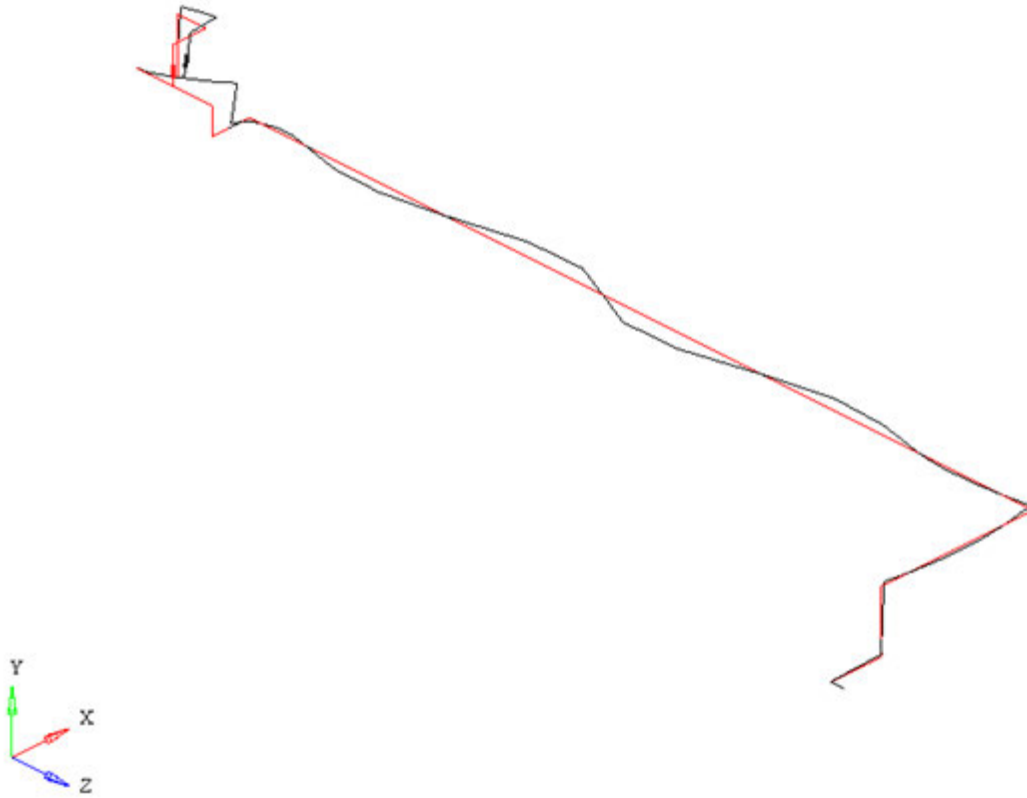


図 4-14-5 系配管(KG86-642) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.106（秒）

SUBCASE 1 : Mode#3, Frequency= 9.473e+000Hz

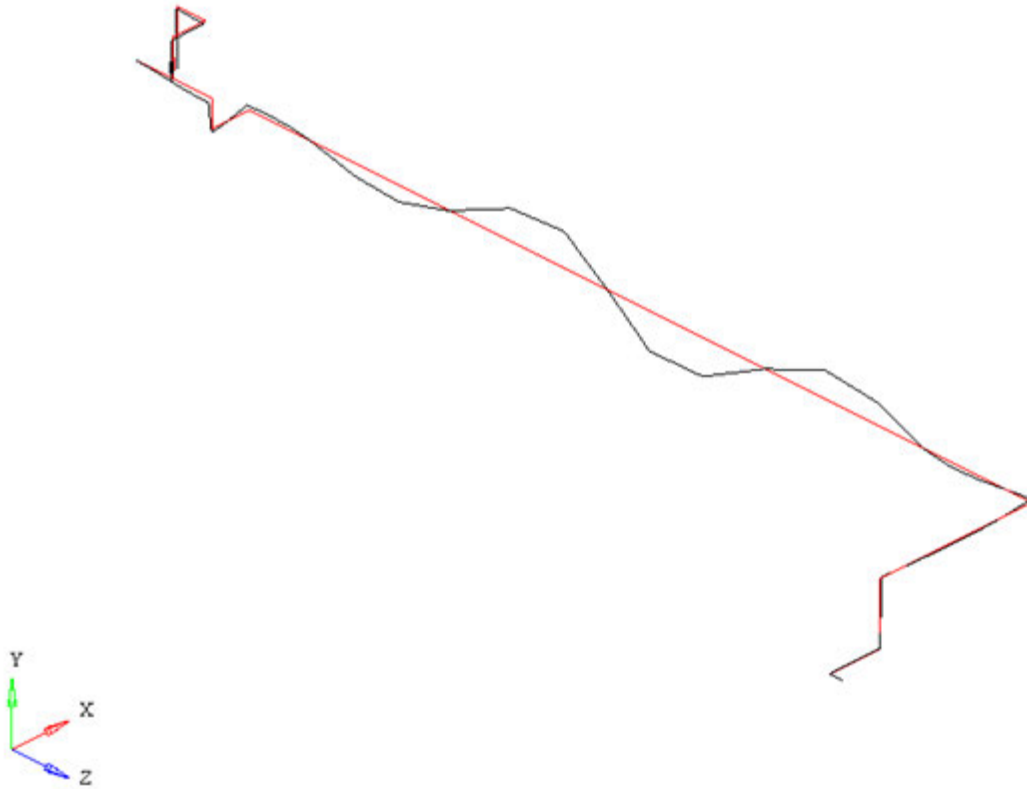


図 4-14-5 系配管(KG86-642) 固有モード図 (3/3)

1次モード図

固有周期：0.137（秒）

SUBCASE 1 : Mode#1, Frequency= 7.283e+000Hz

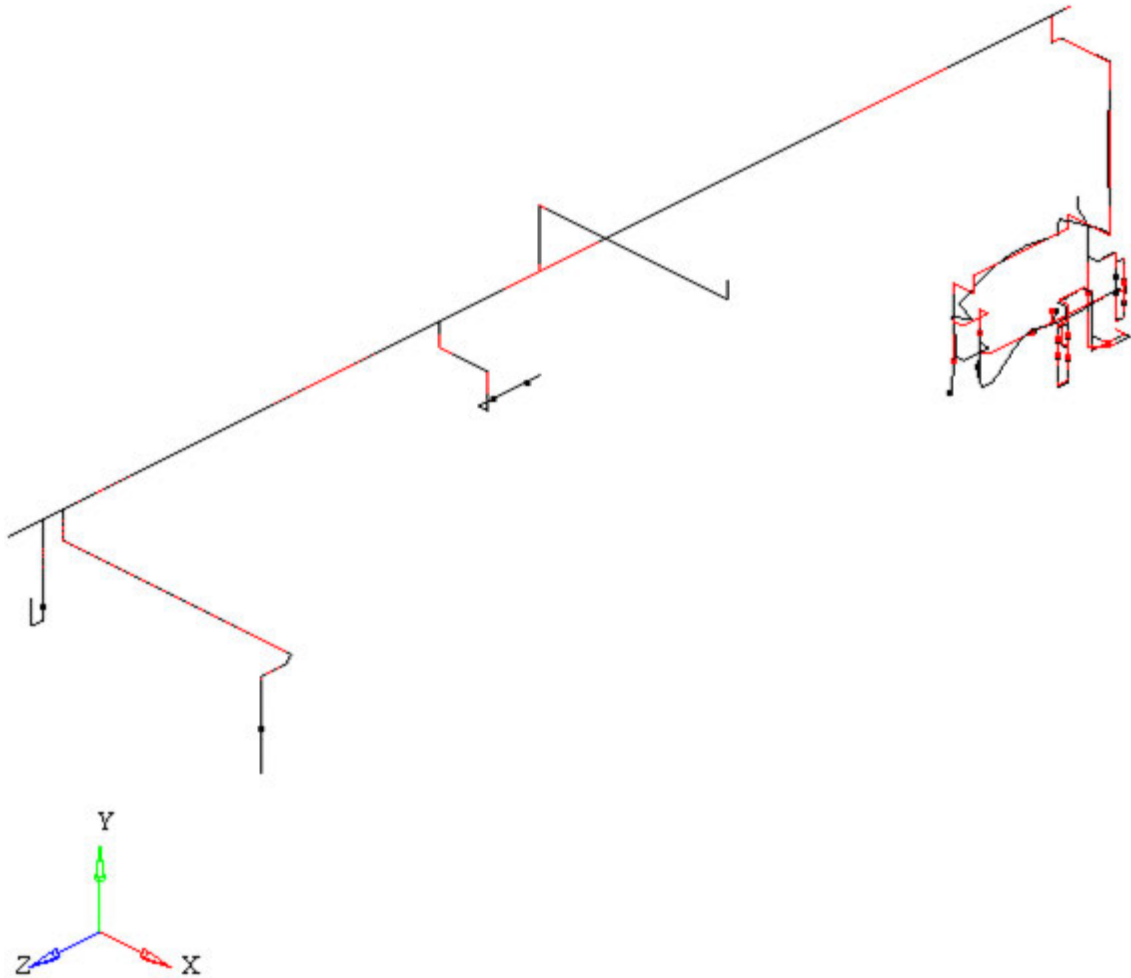


図 4-14-6 系配管(A86IA-1) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.085（秒）

SUBCASE 1 : Mode#2, Frequency= 1.179e+001Hz

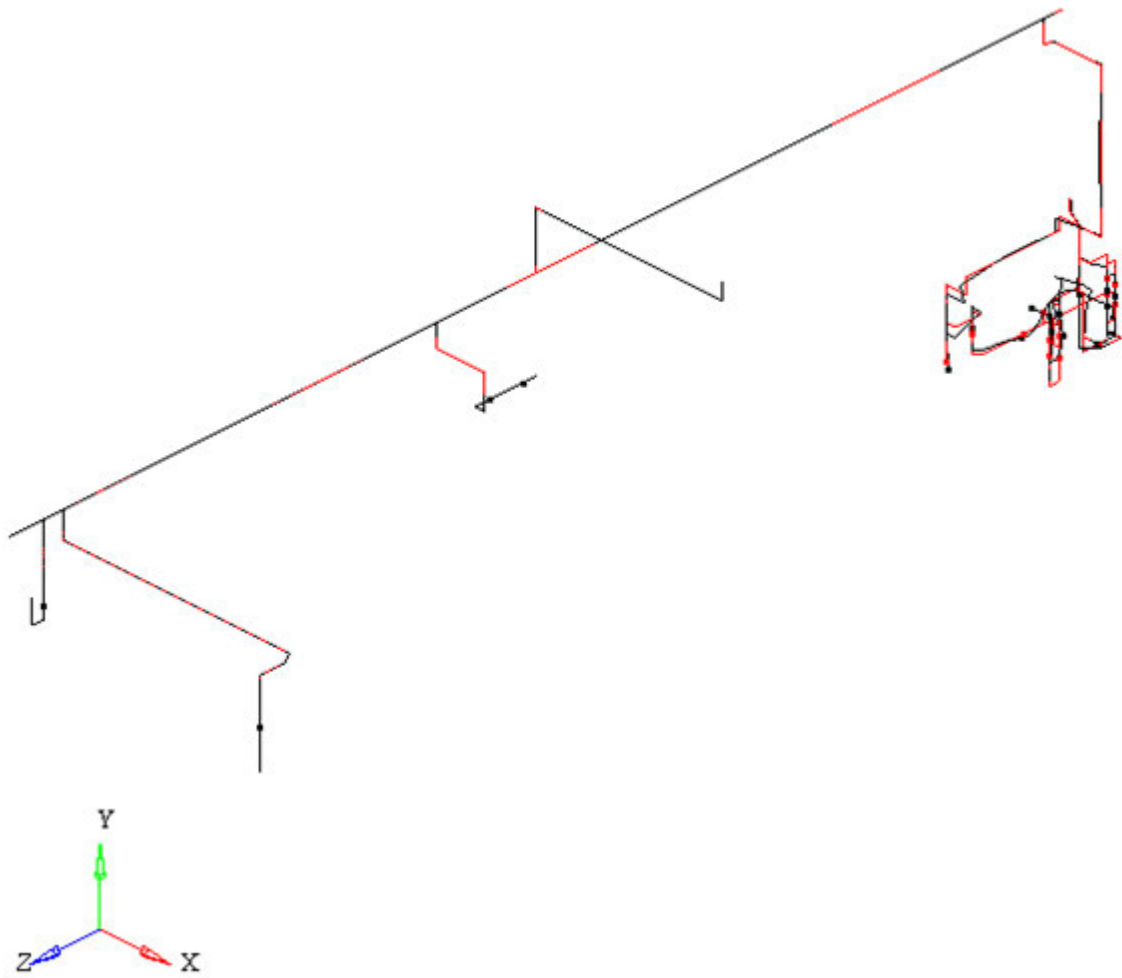


図 4-14-6 系配管(A86IA-1) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.074（秒）

SUBCASE 1 : Mode#3, Frequency= 1.353e+001Hz

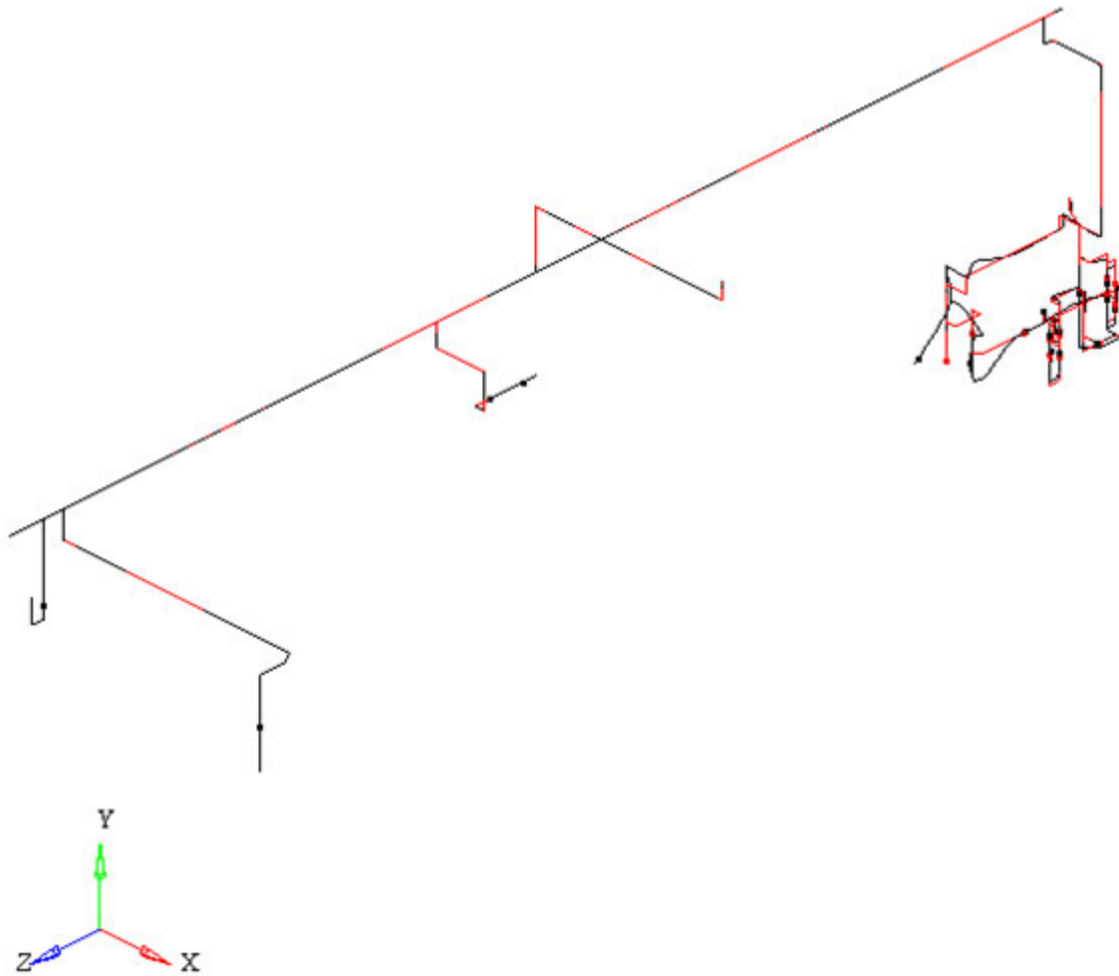


図 4-14-6 系配管(A86IA-1) 固有モード図 (3/3)

1次モード図

固有周期：0.101（秒）

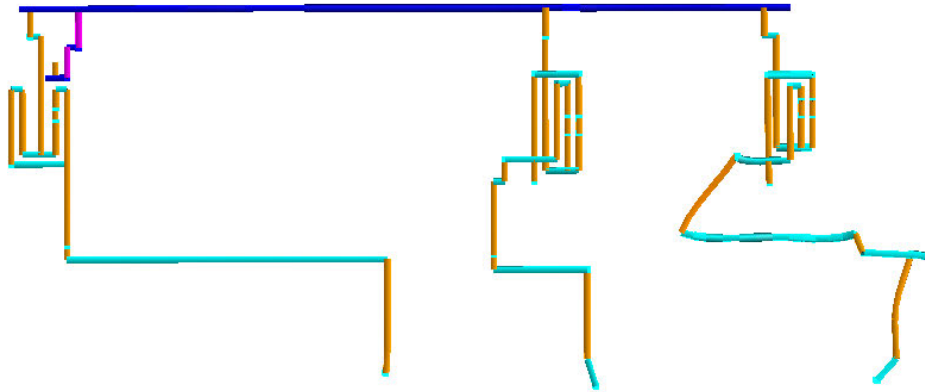


図 4-14-7 系配管(A41IA-2) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.079（秒）

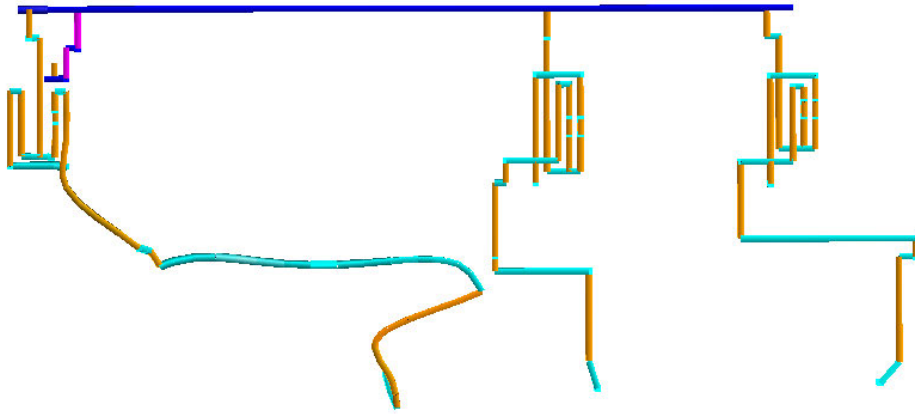


図 4-14-7 系配管 (A411A-2) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.077 (秒)

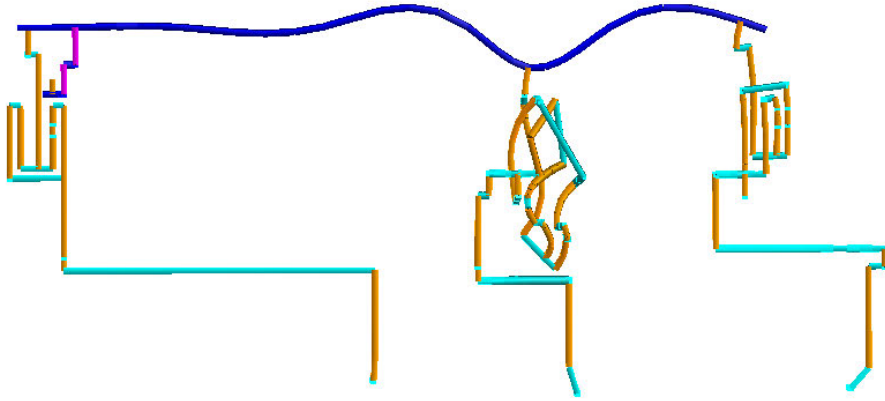
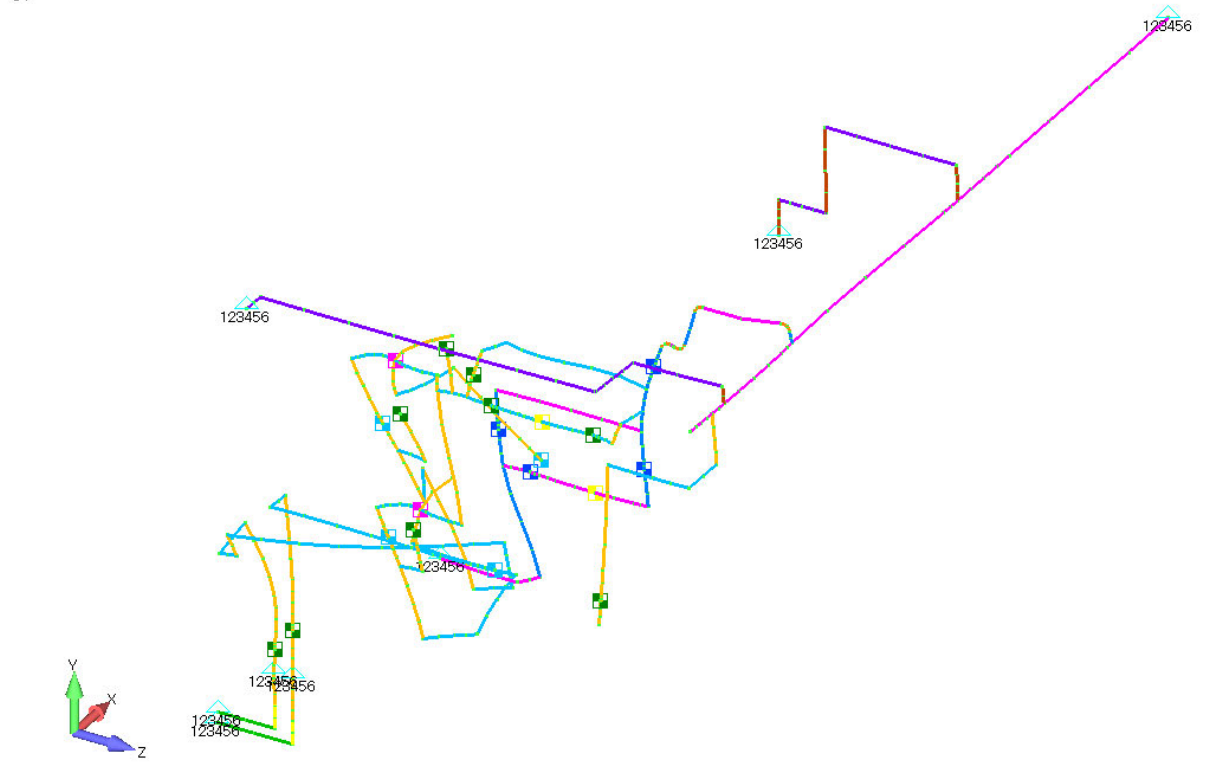


図 4-14-7 系配管 (A41IA-2) 固有モード図 (3/3)

1次モード図

固有周期：0.122 (秒)

V1
C1

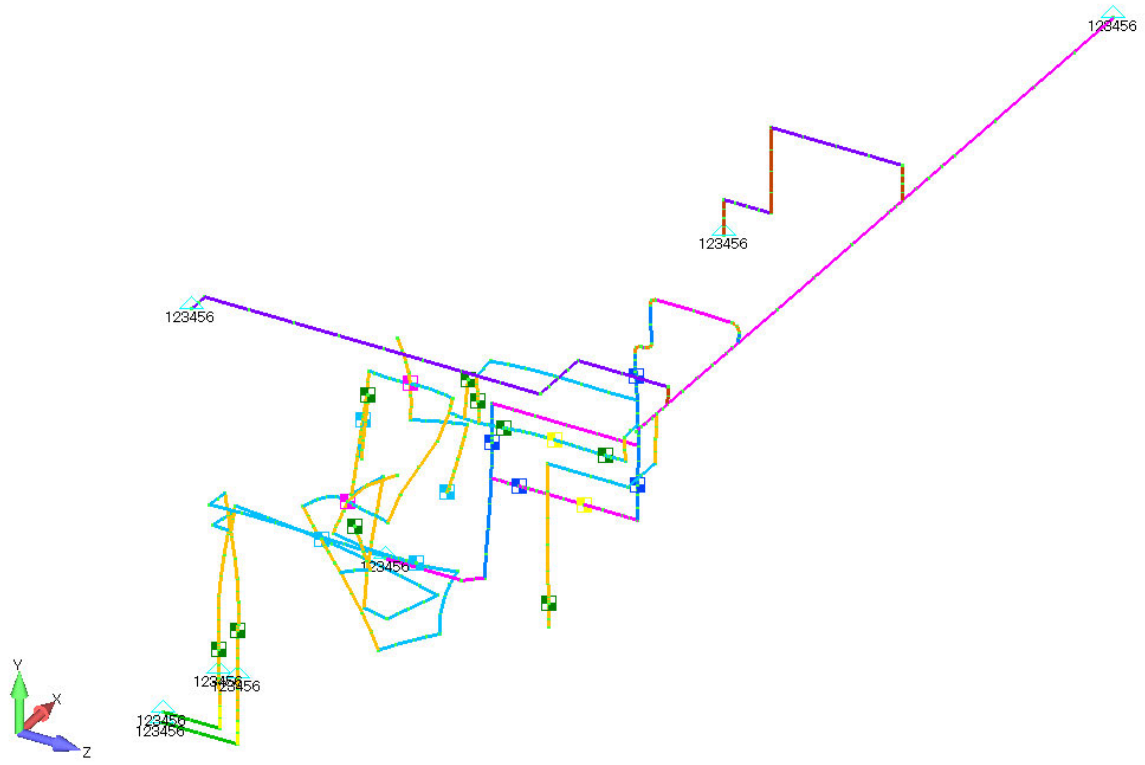


Output Set: FNS_000001 F= 8.3860852
Deformed(3.411): Total Eigen Mode

図 4-14-8 系配管(KG21-600) 固有モード図 (1/3)

2次モード図 固有周期：0.111（秒）

V1
C1

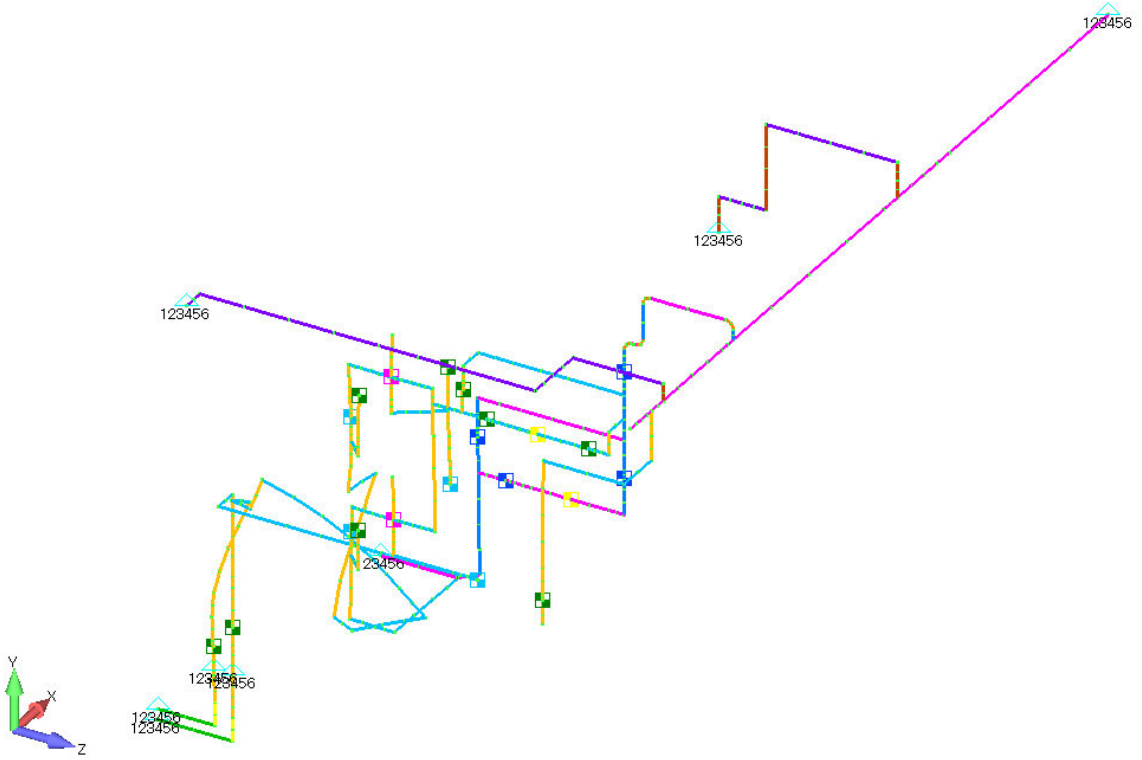


Output Set: FNS_000002 F= 9.0196348
Deformed(6.134): Total Eigen Mode

図 4-14-8 系配管(KG21-600) 固有モード図 (2/3)

3次モード図 固有周期：0.105（秒）

V1
C1

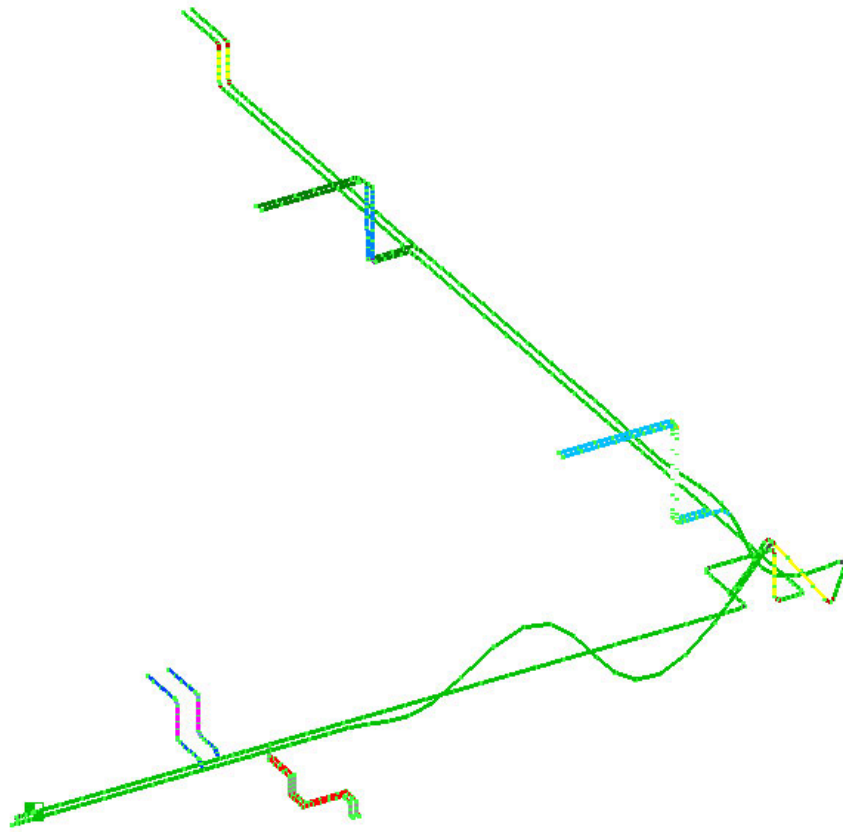
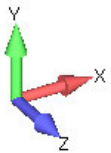


Output Set: FNS_000003 F= 9.5719224
Deformed(19.68): Total Eigen Mode

図 4-14-8 系配管(KG21-600) 固有モード図 (3/3)

1次モード図 固有周期：0.083（秒）

V1
C4

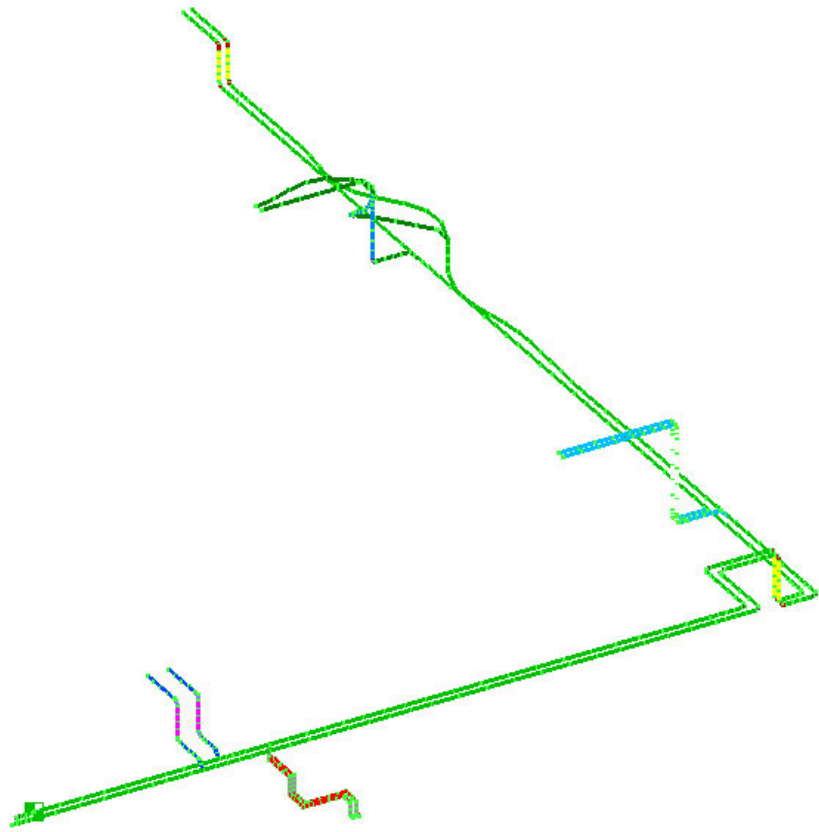
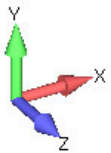


Output Set: FNS_000001 F= 12.066745
Deformed(2.5): Total Eigen Mode

図 4-14-9 系配管(KG84-617) 固有モード図 (1/3)

2次モード図 固有周期：0.080（秒）

V1
C4

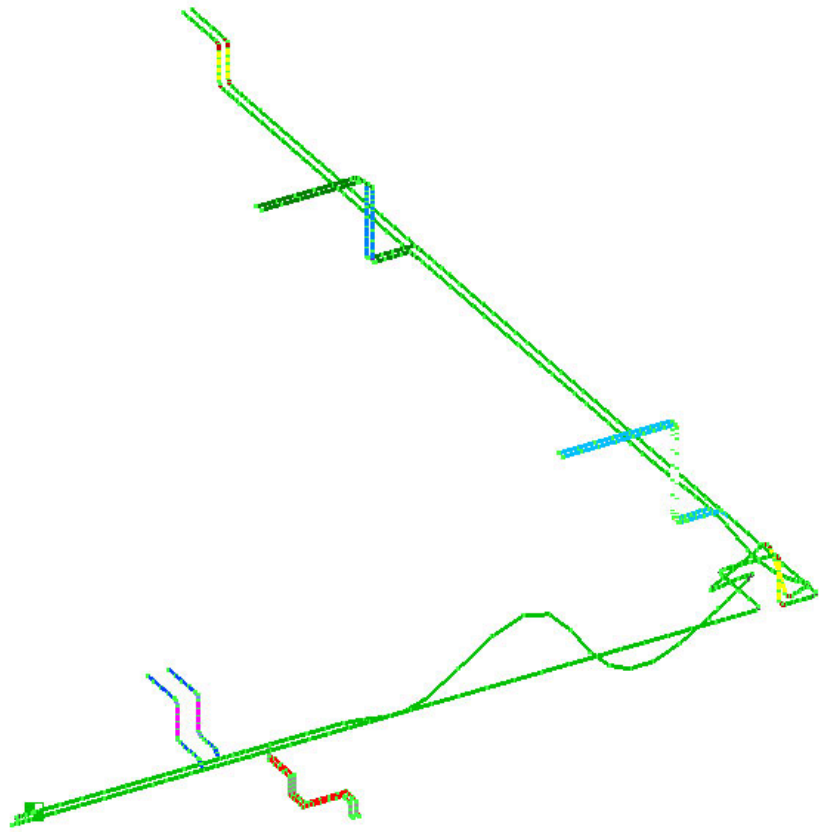
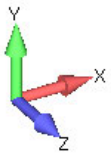


Output Set: FNS_000002, F= 12.533599
Deformed(5.558): Total Eigen Mode

図 4-14-9 系配管(KG84-617) 固有モード図 (2/3)

3次モード図 固有周期：0.078（秒）

V1
C4

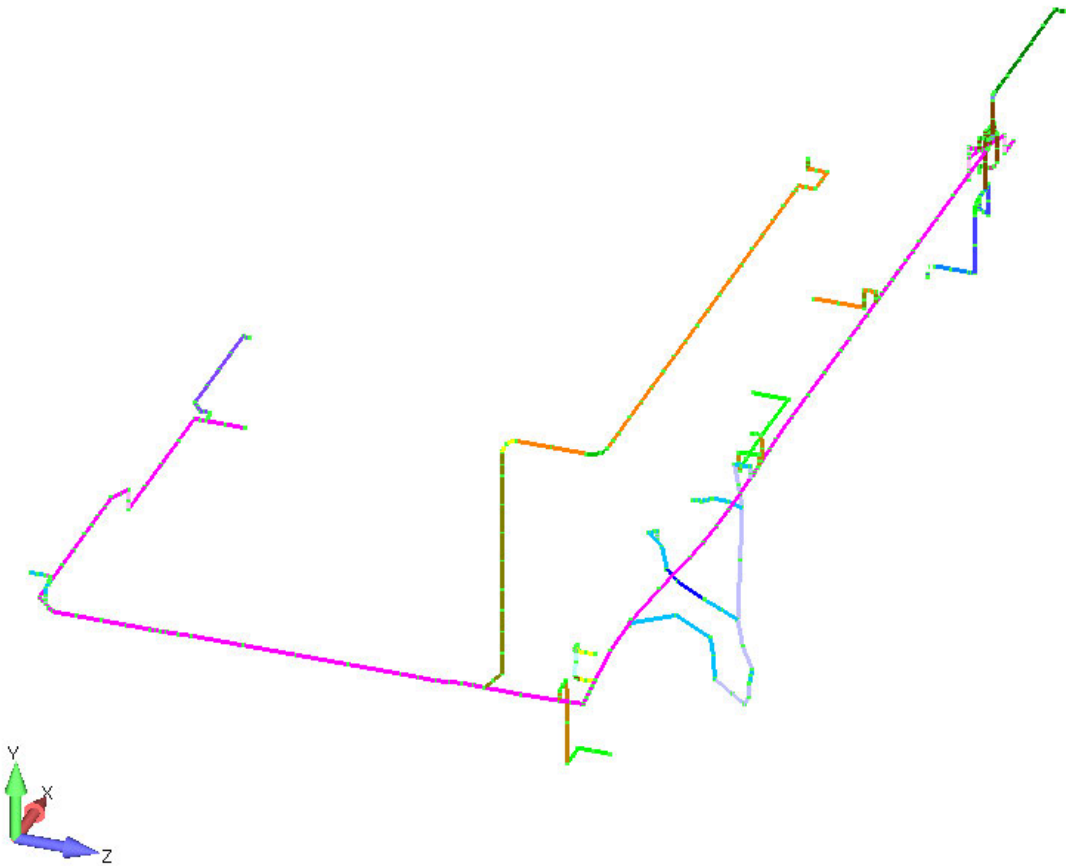


Output Set: FNS_000003 F= 12.791600
Deformed(2.909): Total Eigen Mode

図 4-14-9 系配管(KG84-617) 固有モード図 (3/3)

1次モード図 固有周期：0.089（秒）

V1
C2

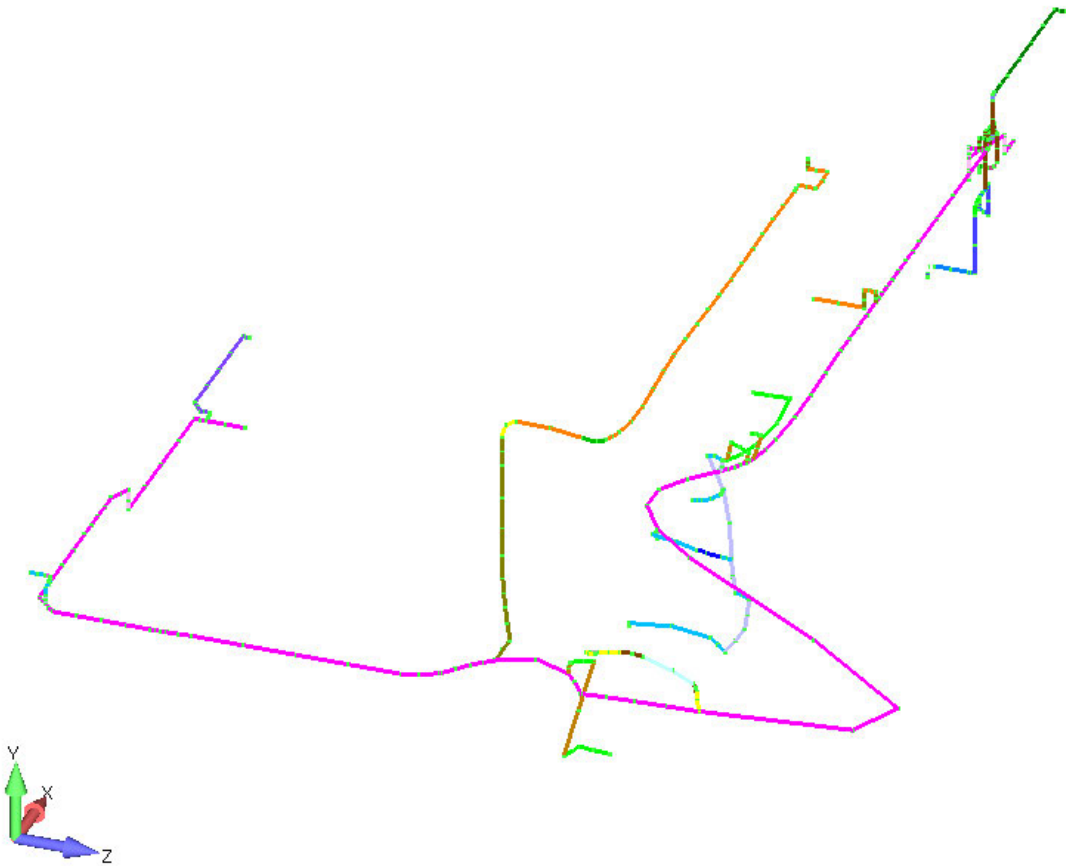


Output Set: FNS_000001 F= 11.186094
Deformed(12.81): Total Eigen Mode

図 4-14-10 系配管(KG41-264) 固有モード図 (1/3)

2次モード図 固有周期：0.088（秒）

V1
C2

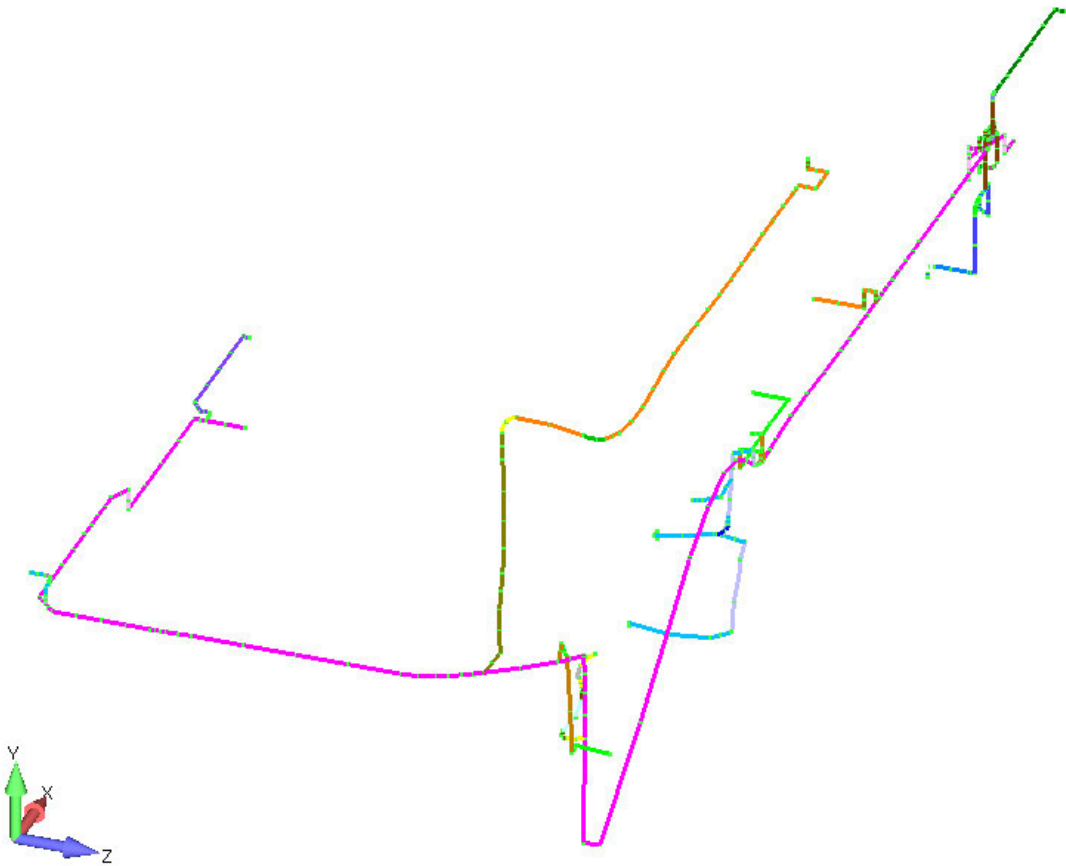


Output Set: FNS_000002, F= 11.427567
Deformed(5.327): Total Eigen Mode

図 4-14-10 系配管 (KG41-264) 固有モード図 (2/3)

3次モード図 固有周期：0.083（秒）

V1
C2



Output Set: FNS_000003 F= 12.062078
Deformed(5.581): Total Eigen Mode

図 4-14-10 系配管(KG41-264) 固有モード図 (3/3)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の配管の各評価部位の発生応力は、いずれも許容応力以下であることを確認した。

今回、基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力と許容応力の応力比が大きいものを上位から順に 10 モデルについて廃止措置計画用設計地震動で評価した結果、その応力比が最大である配管(KG83-616)を除き、いずれも許容応力以下であることを確認したことから、既往設計及び工事の方法の申請時に有限要素法 (FEM) 解析に行った約 300 のモデルのものは、いずれも許容応力以下となると判断した。なお、基準地震動 S_1 (180 Gal) 時の発生応力と許容応力の応力比が最大である配管(KG83-616)については、補強工事により、廃止措置計画用設計地震動時の発生応力が許容応力以下となるようにする。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
配管 (KG83-619)	配管	一次	206	326	0.64
配管 (KG83-618)	配管	一次	182	326	0.56
配管 (KG84-600)	配管	一次	333	468	0.72
配管 (KG83-624)	配管	一次	149	326	0.46
配管 (KG86-642)	配管	一次	135	440	0.31
配管 (A86IA-1)	配管	一次	362	440	0.83
配管 (A41IA-2)	配管	一次	168	440	0.39
配管 (KG21-600)	配管	一次	195	440	0.45
配管 (KG84-617)	配管	一次	102	468	0.22
配管 (KG41-264)	配管	一次	86	400	0.22

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

6. その他の考慮事項について

6.1 配管(KG83-616)の評価結果について

配管(KG83-616)の構造強度の評価について、使用した解析用の床応答スペクトルを表 6-1 に、解析モデルを図 6-1 に、配管の主要寸法・仕様を表 6-2 に示す。また、配管(KG83-616)の固有周期及び固有モードを図 6-2 に、応力比が 1.0 を超える箇所を図 6-3 に示す。

表 6-1 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備 (モデル No.)	水平方向	鉛直方向
配管 (KG83-616)	解析用の床応答スペクトル (RF, 減衰定数 0.5 %)	解析用の床応答スペクトル (RF, 減衰定数 0.5 %)

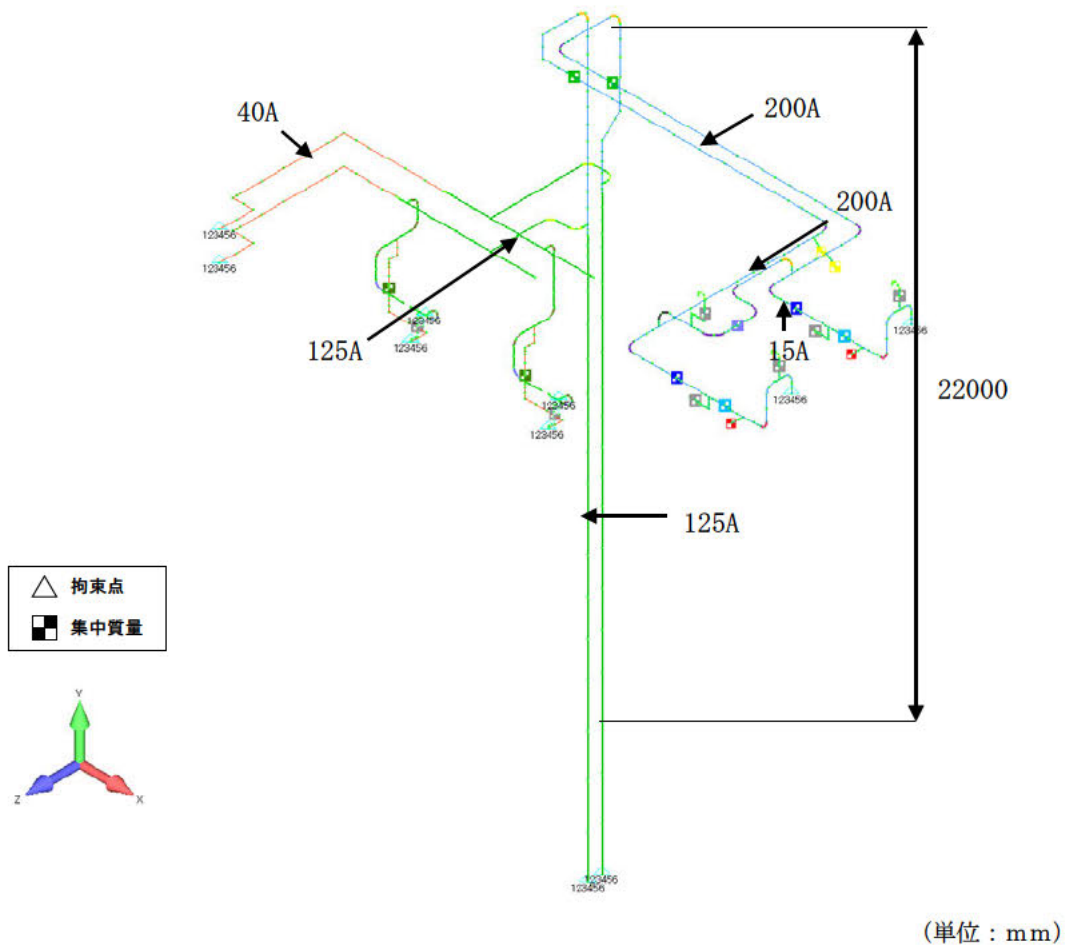


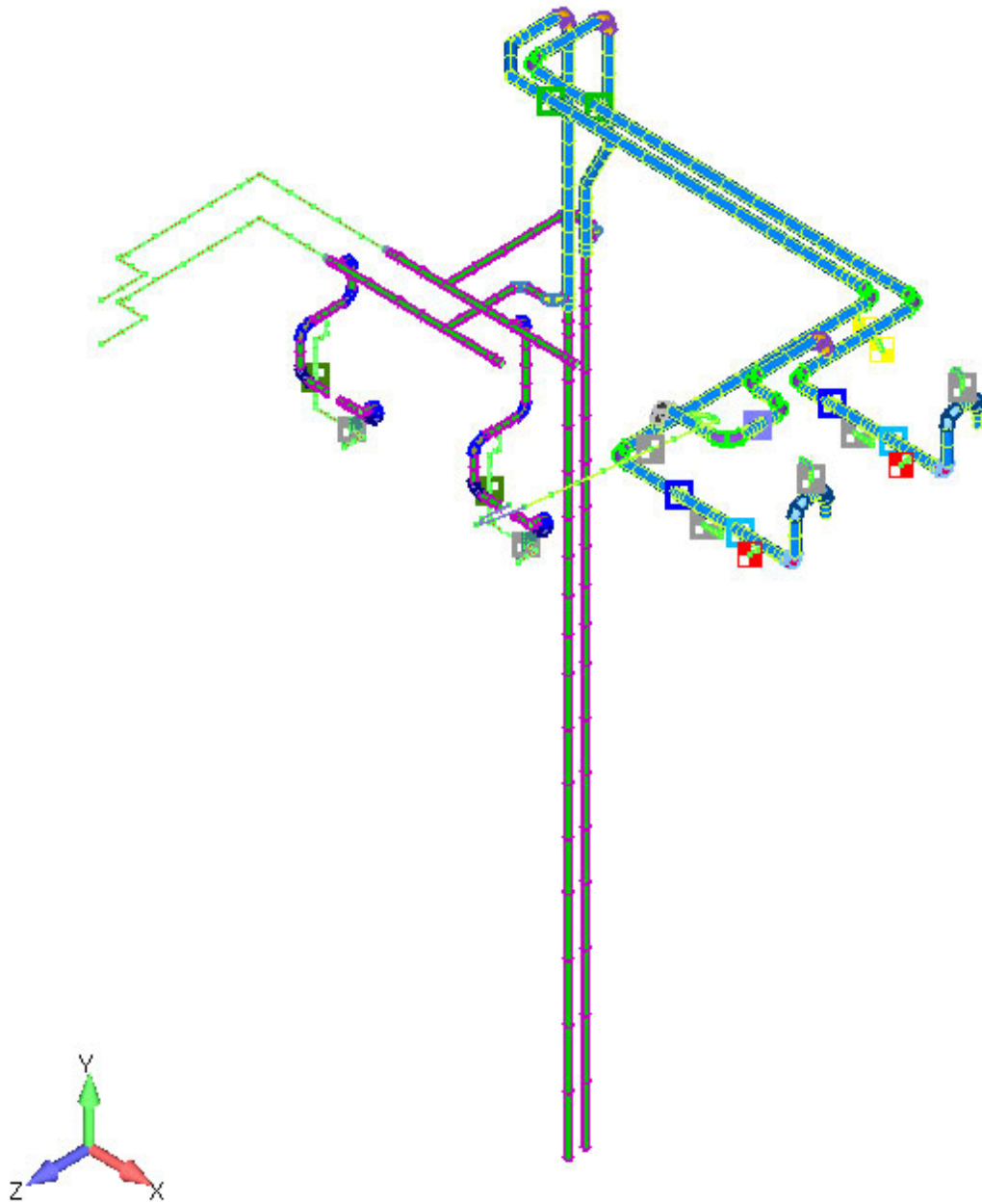
図 6-1 配管(KG83-616)の解析モデル

表 6-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
配管 (KG83-619)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	STPG370
	保温有無	有
	温度 (設計温度)	55 (°C)
	圧力 (設計圧力)	0.98 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch. 80 40A-Sch. 40 80A-Sch. 40 125A-Sch. 40 150A-Sch. 40 200A-Sch. 40

1次モード図

固有周期：0.123（秒）

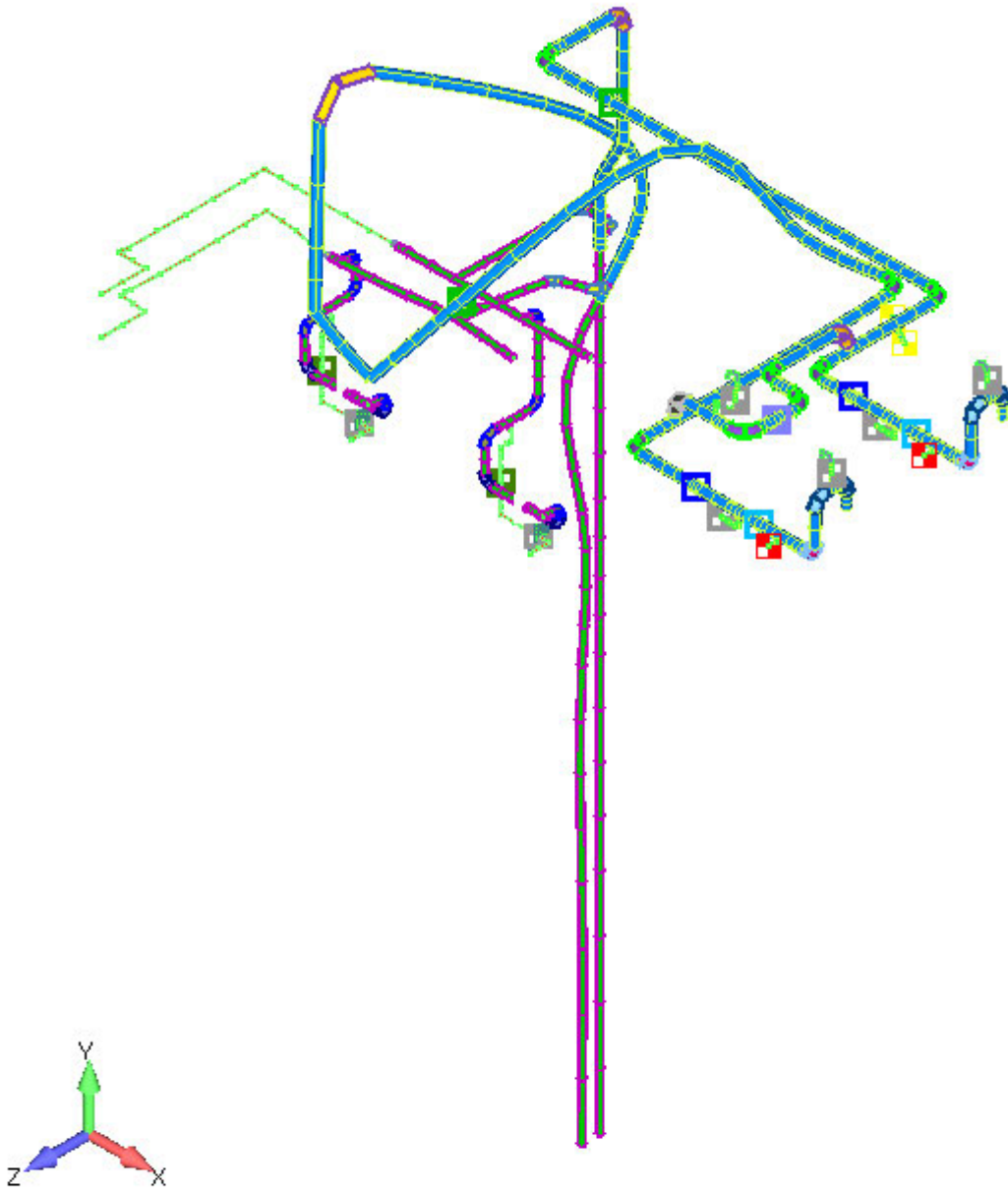


Output Set: FNS_000001 F= 8.1366186
Deformed(27.74): Total Eigen Mode

図 6-2 系配管 (KG83-616) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.121（秒）



Output Set: FNS_000002 F= 8.2857169
Deformed(1.87): Total Eigen Mode

図 6-2 系配管 (KG83-616) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.117 (秒)

04



Output Set: FNS_000003 F= 8.5473537
Deformed(2.094): Total Eigen Mode

図 6-2 系配管 (KG83-616) 固有モード図 (3/3)

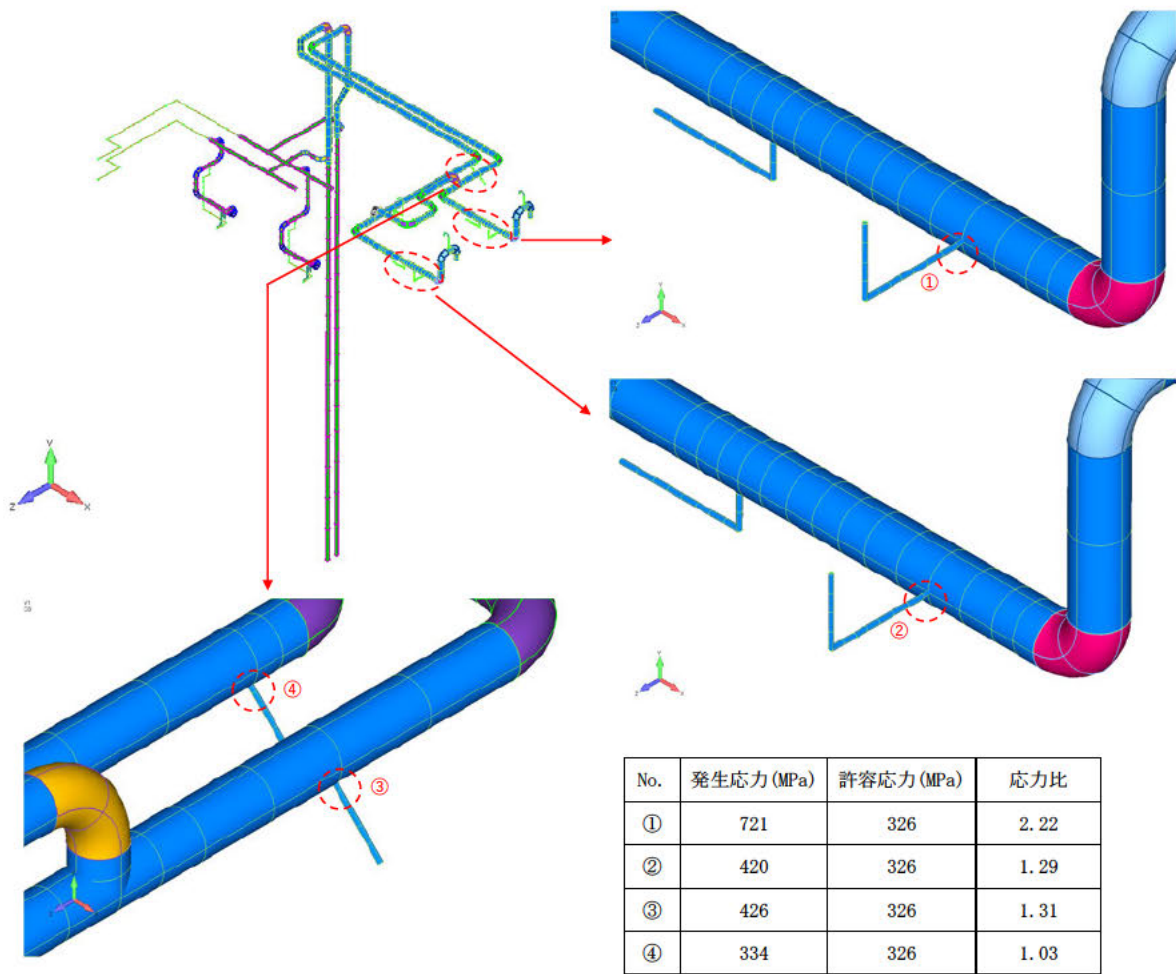


図 6-3 応力比が 1.0 を超える箇所

6.2 配管(KG83-616)の補強工事後の評価結果について

応力比が 1.0 を超えた箇所について，補強工事によりサポートを追加する。サポートの追加位置及びサポート追加後の評価結果を図 6-4 に示す。

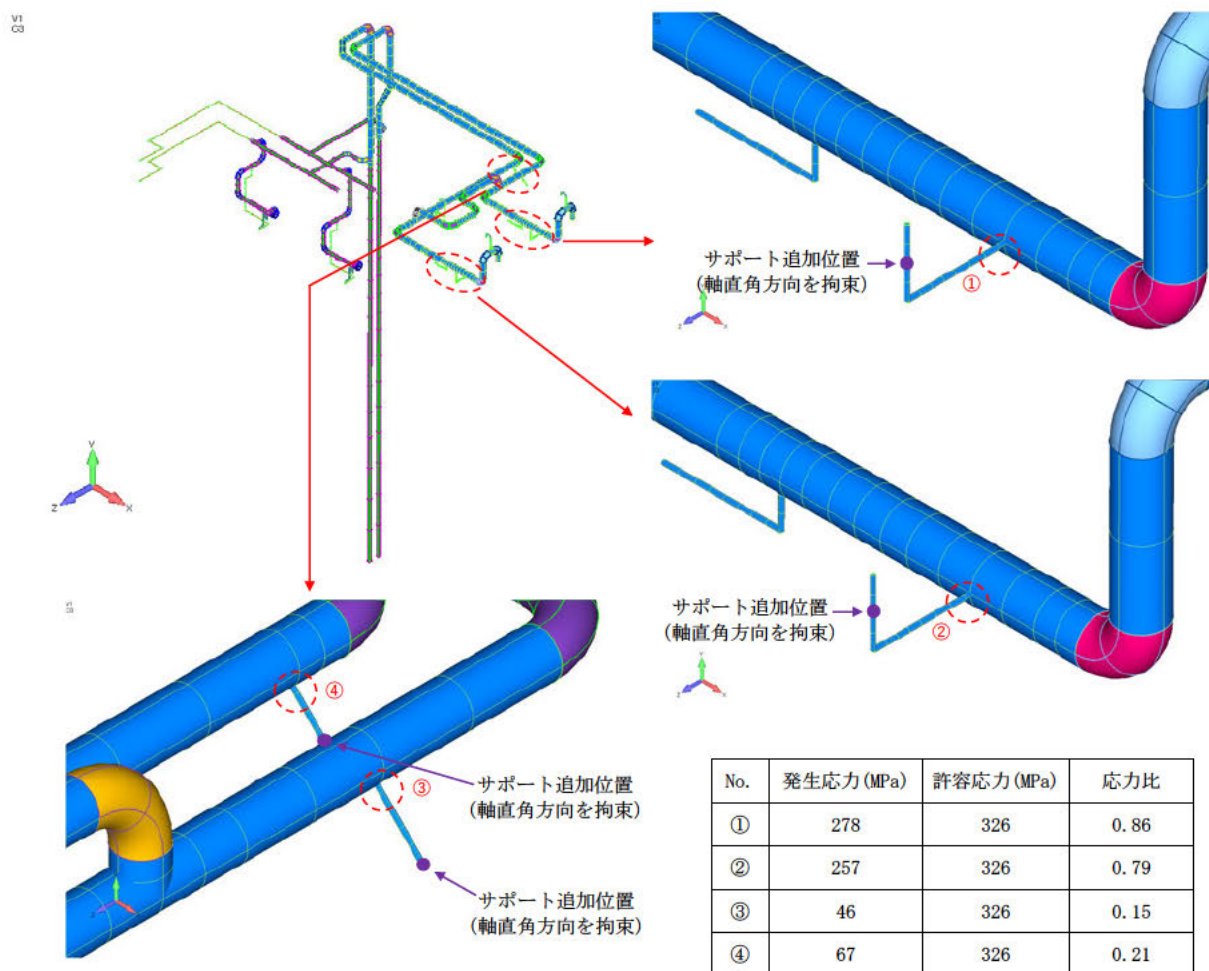


図 6-4 サポートの追加位置及びサポート追加後の評価結果

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
建家貫通配管が損傷した場合の建家内浸水調査について

令和2年7月21日
再処理廃止措置技術開発センター

【概要】

ガラス固化技術開発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建家貫通配管の調査において、建家貫通部からの浸水の可能性について調査を実施している(令和2年7月16日公開会合報告)。

なお、建家貫通配管が地震や津波の影響により損傷した場合、配管を通して建家内に浸水する可能性が考えられるため、浸水した場合の影響について調査した。

調査の結果、建家貫通配管が損傷したとしても建家内に浸水する量は、二重スラブ(約2500m³)に集約される量であることを確認した。

配管については、耐震性を有していることを確認した。

バルブについては、津波浸水時の静水圧(0.1MPa)に対し十分な耐圧性を有していることを確認した。

調査結果を図1(1/2)、(2/2)に示す。

凡例
 ⊗ : 常時「開」バルブ
 ⊠ : 常時「閉」バルブ

表1 連絡通路等からの貫通配管リスト

No.	配管名	流体
1	冷却水配管 (40A)	冷却水
2	冷却水配管 (40A)	冷却水
3	純水配管 (40A)	純水
4	アルゴン配管 (15A)	アルゴン
5	ヘリウム配管 (10A)	ヘリウム

- TVF開発棟建家における最大浸水深T.P.+12.8m以下の連絡通路内配管についてバルブ等の設置状況を確認した。
- 配管については応力基準の定ピッチで施工されており、地震による最大応力が許容応力以下であることを確認した。
- 設置されているバルブは、いずれもJIS10kフランジ（最高使用圧力1.4MPa）であり、津波浸水時の静水圧(0.1MPa)に対し十分な耐圧性を有していることを確認した。
- 冷却水配管(No.1、2)は、ループ配管となっており、建家内に流入することはない。
- 純水配管(No.3)については、揚程が高く津波が流入することはない。
- アルゴン配管(No.4)、ヘリウム配管(No.5)に設置されているバルブは、通常「閉」状態である。

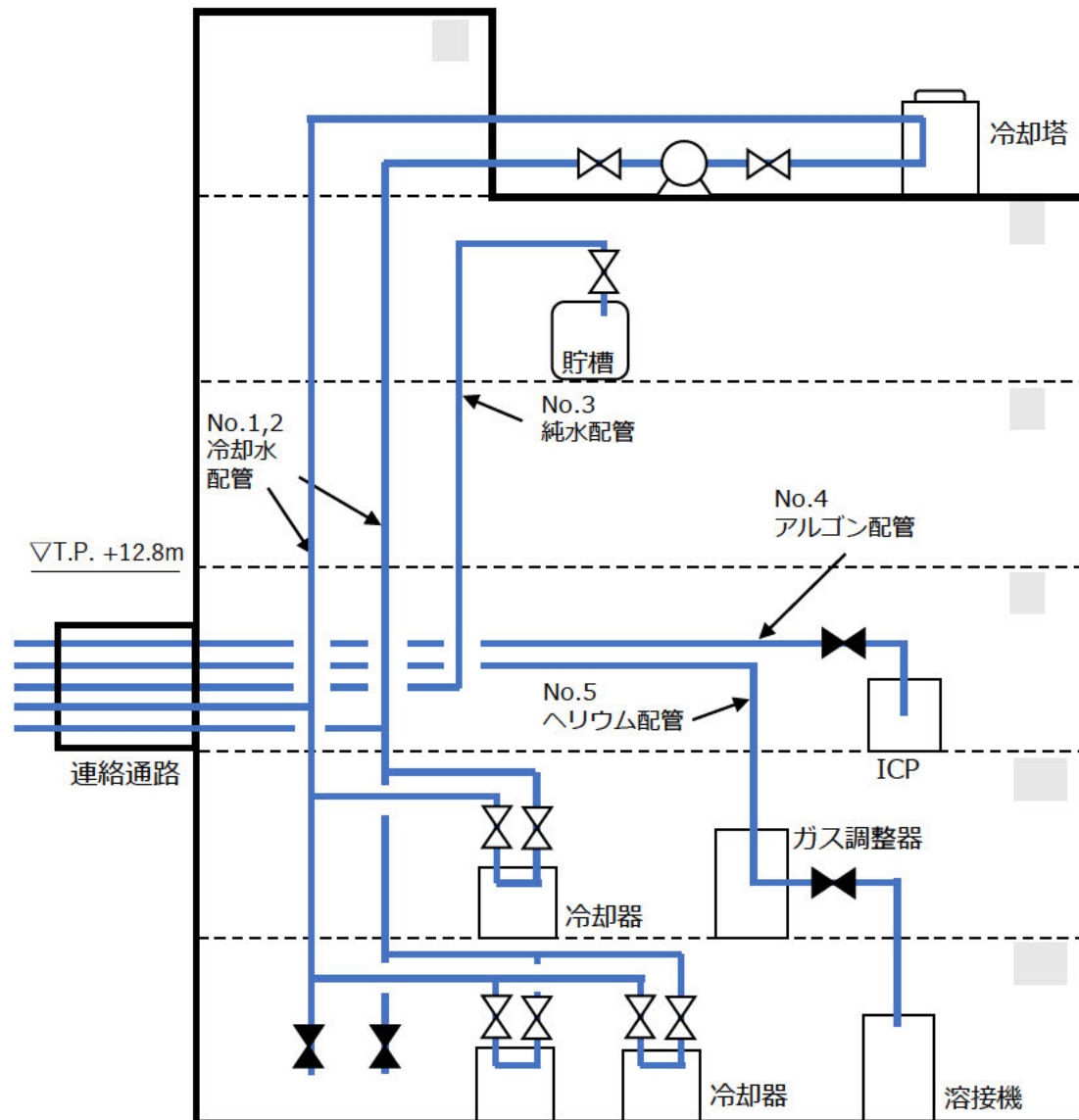


図1 (1/2) 連絡通路等からの貫通配管及びバルブの設置状況 (概略)

表2 連絡通路等からの貫通配管リスト

No.	配管名	流体
1	連結散水配管 (100A)	水
2	エアコン配管 (φ22.2)	冷媒
3	ユーティリティ排水管 (40A)	一般廃液
4	雑排水管 (100A)	凝縮水等
5	生活排水管 (100A)	汚水
6	蒸気配管 (150A)	蒸気
7	圧空配管 (50A)	圧縮空気

凡例
 ⊠ : 常時「開」バルブ
 ⊡ : 常時「閉」バルブ
 △ : スプリンクラ

○TVF開発棟建家における最大浸水深T.P.+12.8m以下の連絡通路内配管及びその他の配管についてバルブ等の設置状況を確認した。
 ○配管については応力基準の定ピッチで施工されており、地震による最大応力が許容応力以下であることを確認した。
 ○設置されているバルブは、いずれもJIS10kフランジ（最高使用圧力1.4MPa）であり、津波浸水時の静水圧（0.1MPa）に対し十分な耐圧性を有していることを確認した。
 ○連結散水配管(No.1)は消防法により閉止バルブの設置が困難であるが、万一浸水した場合であっても約240m³であり、二重スラブ(約2500m³)に集約される。
 ○エアコン配管(No.2)は、ループ配管となっており、建家内に流入することはない。
 ○ユーティリティ排水管(No.3)に設置されているバルブは、通常「閉」状態である。
 ○雑排水管(No.4)については、揚程が高く津波が流入することはない。
 ○生活排水管(No.5)については、経路上にバルブが無いため、建家内に浸水するが、万一浸水した場合であっても約72m³であり、二重スラブ(約2500m³)に集約される。
 ○蒸気配管(No.6)、圧空配管(No.7)については、配管が損傷したとしても貯槽、配管内に留まる。

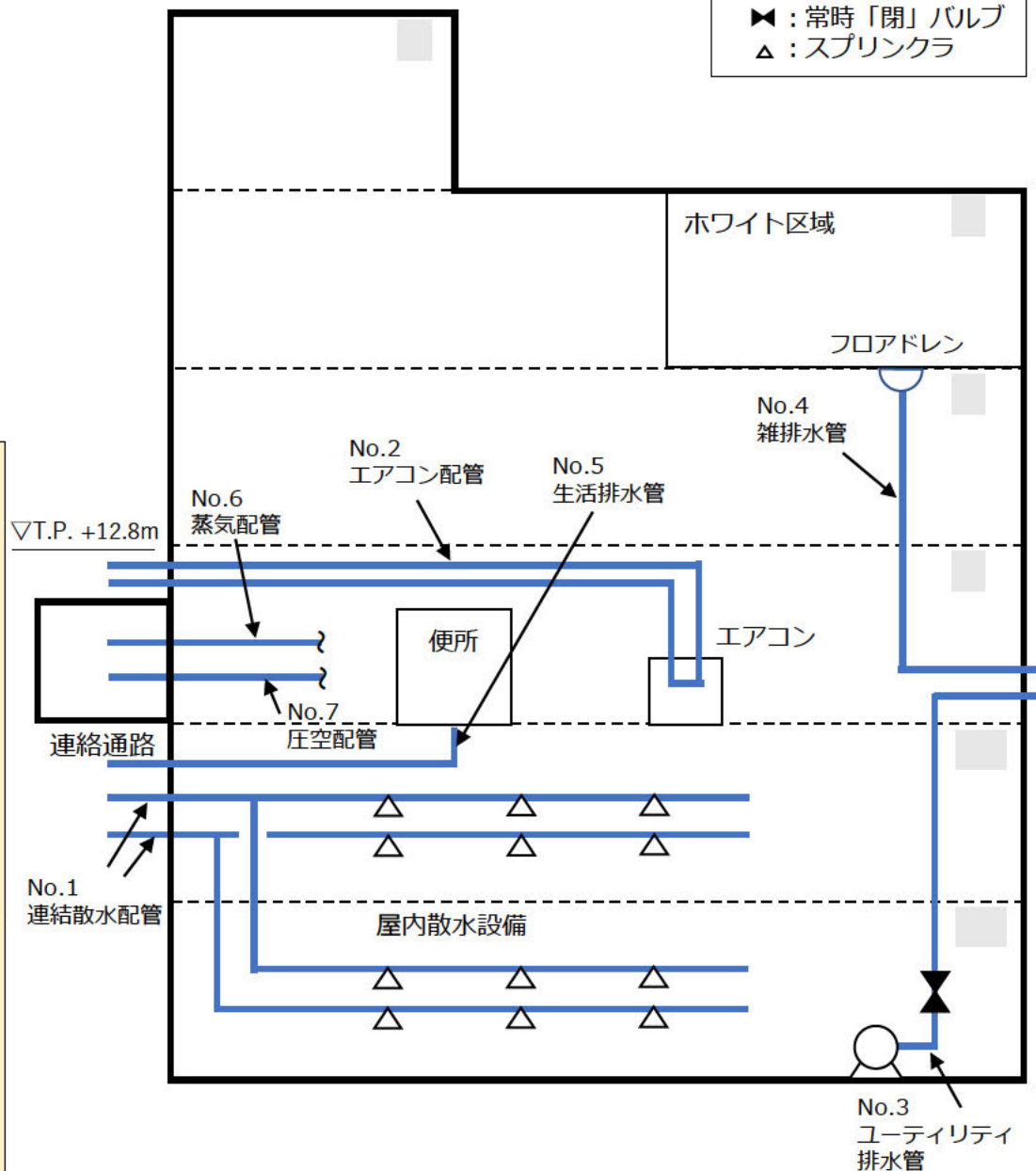


図1 (2/2) 連絡通路等からの貫通配管及びバルブの設置状況 (概略) <209>

東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)

令和2年7月21日
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年									
		6月					7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31	
監視チーム コメント 対応	・TVF 機器系統図等用いた耐震計算説明		▼11			◆29					
	・廃液貯槽許容応力評価(貯液量制限等)			▼18		◆29					
	・津波警報時、T20バルブ閉対応の有効性						▽9				
	・TVF受入槽等の液量管理について						▽9	▼▼	◆16		
	・耐震計算書の根拠(肉厚等)について						▼7	13 14			
	・外部事象の事故対処設備防護の考え方						▼9		◆16		
	・外部事象のガイドとの適合性						▼9		◆16		
	・外部火災の自衛消防隊の役割等						▽9			▽30	
	・燃料輸送車両、船舶の火災源としての評価						▼9		◆16		
	・TVF受入槽等の液量管理について(保安規定申請時期を含む)									▽21 ◆27	
	・外部事象時の可搬設備の防護方針の提示時期									▽21 ◆27	
	・防火帯内の建家が障壁として機能することの説明									▽21 ◆27	
	・事故対処有効性;前提条件の明確化等										
	・竜巻:ダクトの損傷時の代替策有効性説明									▽21 ◆27	
・内部火災;防護条件設定の拡充											
・溢水;防護対象除外理由の説明											
・制御室;求められる機能の説明											
全体概要		▼2 ▼4	◆8▼9								
安全対策											
地震による 損傷の防 止	○TVFの耐震性を確保すべき設備の整理	▼2 ▼4	◆8								
	○TVF建家耐震評価		▼11			◆29					
	○TVF設備耐震評価 -設備の耐震計算書			▼18		◆29					
	-受入槽の据付ボルトのせん断強度と安全裕度の向上に関する検討			▼18 ▼23		◆29					
津波による 損傷の防 止	○第2付属排気筒耐震工事 -耐震計算書					▼30		◆16			
	-設計及び工事の計画					▼30		◆16			
津波による 損傷の防 止	○TVF建家健全性評価(波力、余震重量)					▽30▼2		◆16			
	○HAW一部外壁補強 -設計及び工事の計画					▼30		◆16			
	-開口部浸水防止扉の健全性評価					▼30		◆16			
	○HAW・TVF建家貫通部浸水可能性評価 -TVFの建家貫通部からの浸水の可能性確認	▼2 ▼4	◆8							◆27	
	-トレンチと接する建家内壁等の健全性評価結果				▼25 ▼30	▼7		◆16			
-浸水防止扉止水処理の耐圧試験結果				▼25 ▼30			◆16		◆27		
・引き波の影響評価		12▼▼15			◆29						

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (〇7月変更申請)		令和2年								
		6月				7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31
事故対処	○HAW・TVF 事故対処の方法、設備及びその有効性評価(緊急安全対策を含む) -基本的考え方 -有効性評価(代表例)の提示 -事象進展及び対策手順(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 系統設備構成、機能喪失の範囲 対策手順及び実施の判断 -対策の有効性評価(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 対策時間、事故対処設備能力、必要な資源、要員、アクセスルート、保守性の考え方 -事象進展及び対策手順(TVF) 同上 -対策の有効性評価(TVF)				▼23	◆29		▼9 ▼▼ 13 14	◆16	
外部からの衝撃による損傷の防止	竜巻		▼11			◆29				
	火山		▼11		▼18	◆29				
	外部火災		▼11		▼18 ▼23 ▼23	◆29 ◆29 ◆29		◆16 ◆16		
内部火災	○内部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▼2 ▼2	▼▼ ▼▼ 13 14	◆16		
溢水	○溢水対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▼2 ▼2	▼▼ ▼▼ 13 14	◆16		
制御室	○制御室の安全対策の基本的考え方 ○重大事故等発生した場合でも対応可能な対策					▼2 ▼2	▼▼ ▼▼ 13 14	◆16		
その他施設の安全対策	・設計津波に対して発生する可能性のある事象検討 ・想定される事象発生時の環境影響評価・対策							▼16 ▼21	◇27 ▼30	

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年								
		6月				7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31
その他										
TVF 保 管能力 増強	○平成30年11月変更申請の補正				▼23			▼16	▽21	◇27
TVF 溶 融炉の 結合装 置	○結合装置の製作及び交換に係る工事 (設計及び工事の計画)				▼23		▼7	◆16		
TVF 浄 水配管	○浄水配管等の一部更新に係る工事 (設計及び工事の計画)						▼7	◆16		