

2.5 汚染水処理設備等

2.5.1 基本設計

2.5.1.1 設置の目的

タービン建屋等には、東北地方太平洋沖地震による津波、炉心冷却水の流入、雨水の浸入、地下水の浸透等により海水成分を含んだ高レベルの放射性汚染水が滞留している（以下、「滞留水」という）。

このため、汚染水処理設備等では、滞留水を安全な箇所に移送すること、滞留水に含まれる主要な放射性物質を除去し環境中に移行し難い性状とすること、除去した放射性物質を一時的に貯蔵すること、滞留水の発生量を抑制するため塩分を除去し原子炉への注水に再利用する循環冷却を構築することを目的とする。

2.5.1.2 要求される機能

- (1) 発生する高レベル放射性汚染水量（地下水及び雨水の流入による増量分を含む）を上回る処理能力を有すること
- (2) 高レベル放射性汚染水中の放射性物質等の濃度及び量を適切な値に低減する能力を有すること
- (3) 汚染水処理設備が停止した場合に備え、複数系統及び十分な貯留設備を有すること
- (4) 汚染水処理設備等は漏えいを防止できること
- (5) 万一、高レベル放射性汚染水の漏えいがあった場合、高レベル放射性汚染水の散逸を抑制する機能を有すること
- (6) 高レベル放射性汚染水を処理する過程で発生する気体状の放射性物質及び可燃性ガスの検出、管理及び処理が適切に行える機能を有すること

2.5.1.3 設計方針

2.5.1.3.1 汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）の設計方針

- (1) 処理能力
 - a. 汚染水処理設備及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）は、原子炉への注水、雨水の浸入、地下水の浸透等により1号～4号機のタービン建屋等に発生する滞留水に対して十分対処できる処理容量とする。
 - b. 汚染水処理設備の除染能力及び塩素除去能力は、処理済水の発電所内再使用を可能とするのに十分な性能を有するものとする。
- (2) 汚染水処理設備等の長期停止に対する考慮
 - a. 主要核種の除去を行う処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）は、単独もしくは組み合わせでの運転が可能な設計とする。また、第二セシウム

吸着装置の所内電源系統は、セシウム吸着装置、除染装置と分離する。

- b. 汚染水処理設備及び関連設備（移送ポンプ等）の動的機器は、その故障により滞留水の移送・処理が長期間停止することがないように原則として多重化する。
- c. 汚染水処理設備が長期間停止した場合を想定し、滞留水がタービン建屋等から系外に漏れ出ないように、タービン建屋等の水位を管理するとともに、貯留用のタンクを設ける。
- d. 汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備（移送ポンプ等）は、所内高圧母線から受電できる設計とする。
- e. 汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備（移送ポンプ等）は、外部電源喪失の場合においても、非常用所内電源から必要に応じて受電できる設計とする。

(3) 規格・基準等

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）の機器等は、設計、材料の選定、製作及び検査について、原則として適切と認められる規格及び基準によるものとする。

(4) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）は、液体状の放射性物質の漏えいの防止及び所外への管理されない放出を防止するため、次の各項を考慮した設計とする。

- a. 漏えいの発生を防止するため、機器等には設置環境や内部流体の性状等に応じた適切な材料を使用するとともに、タンク水位の検出器等を設ける。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えいの早期検出を可能にするとともに、漏えいを停止するのに適切な措置をとれるようにする。また、汚染水処理設備、貯留設備においては漏えい水の拡大を抑制するための堰等を設ける。
- c. タンク水位、漏えい検知等の警報については、免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室（シールド中操）に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにする。

(5) 放射線遮へいに対する考慮

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）は、放射線業務従事者等の線量を低減する観点から、放射線を適切に遮へいする設計とする。

(6) 崩壊熱除去に対する考慮

汚染水処理設備は、放射性物質の崩壊熱による温度上昇を考慮し、必要に応じて崩壊熱を除去できる設計とする。

(7) 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

汚染水処理設備は、水の放射線分解により発生する可燃性ガスを適切に排出できる設計とする。

(8) 気体廃棄物の放出に対する考慮

汚染水処理設備は、放出する可燃性ガス等の気体に放射性物質が含まれる可能性がある場合には、排気設備にフィルタ等を設け捕獲する設計とする。

(9) 健全性に対する考慮

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備は、機器の重要度に応じた有効な保全ができるものとする。

2.5.1.3.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設の設計方針

(1) 貯蔵能力

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設は、汚染水処理設備、多核種除去設備、高性能多核種除去設備、モバイル式処理装置、増設多核種除去設備、サブドレン他浄化装置、高性能多核種除去設備検証試験装置、モバイル型ストロンチウム除去装置、RO濃縮水処理設備、第二モバイル型ストロンチウム除去装置、放水路浄化装置で発生する放射性廃棄物を貯蔵できる容量とする。また、必要に応じて増設する。

(2) 多重性等

廃スラッジ貯蔵施設の動的機器は、故障により設備が長期間停止することがないように、原則として多重化する。

(3) 規格・基準等

使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設の機器等は、設計、材料の選定、製作及び検査について、原則として適切と認められる規格及び基準によるものとする。

(4) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

廃スラッジ貯蔵施設の機器等は、液体状の放射性物質の漏えいの防止及び所外への管理されない放出を防止するため、次の各項を考慮した設計とする。

- a. 漏えいの発生を防止するため、機器等には設置環境や内部流体の性状等に応じた適切な材料を使用するとともに、タンク水位の検出器等を設ける。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えいの早期検出を可能にするとともに、漏えい液体の除去・回収を行えるようにする。

- c. タンク水位、漏えい検知等の警報については、免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室（シールド中操）に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにする。

なお、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、高性能多核種除去設備、モバイル式処理装置、サブドレン他浄化装置、高性能多核種除去設備検証試験装置、RO濃縮水処理設備、第二モバイル型ストロンチウム除去装置、放水路浄化装置の使用済みの吸着塔、モバイル型ストロンチウム除去装置の使用済みのフィルタ及び吸着塔、多核種除去設備及び増設多核種除去設備の使用済みの吸着材を収容した高性能容器及び多核種除去設備にて発生する処理カラムは、内部の水を抜いた状態で貯蔵するため、漏えいの可能性はない。

(5) 放射線遮へいに対する考慮

使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設は、放射線業務従事者の線量を低減する観点から、放射線を適切に遮へいする設計とする。

(6) 崩壊熱除去に対する考慮

- a. 吸着塔、フィルタ、高性能容器及び処理カラムは、崩壊熱を大気に逃す設計とする。
- b. 廃スラッジ貯蔵施設は、放射性物質の崩壊熱による温度上昇を考慮し、必要に応じて熱を除去できる設計とする。

(7) 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔、フィルタ、高性能容器、処理カラム及び廃スラッジ貯蔵施設は、水の放射線分解により発生する可燃性ガスの滞留を防止でき、必要に応じて適切に排出できる設計とする。

(8) 気体廃棄物の放出に対する考慮

廃スラッジ貯蔵施設は、放出する可燃性ガス等の気体に放射性物質を含む可能性がある場合は、排気設備にフィルタ等を設け捕獲収集する設計とする。また、気体廃棄物の放出を監視するためのモニタ等を設ける。

(9) 健全性に対する考慮

使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設は、機器の重要度に応じた有効な保全ができるものとする。

2.5.1.4 供用期間中に確認する項目

- (1) 汚染水処理設備は、滞留水の放射性物質の濃度を原子炉注水に再利用可能な濃度まで

低減できる能力を有すること。

- (2) 汚染水処理設備は、滞留水の塩化物イオン濃度を原子炉注水に再利用可能な濃度まで低減できる能力を有すること。

2.5.1.5 主要な機器

2.5.1.5.1 汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）

汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）は、滞留水移送装置、油分分離装置、処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）、淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮装置）、中低濃度タンク、地下貯水槽等で構成する。

使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設及び関連施設（移送配管、移送ポンプ等）は、使用済セシウム吸着塔仮保管施設、使用済セシウム吸着塔一時保管施設、造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設等で構成する。

1号～4号機のタービン建屋等の滞留水は、滞留水移送装置によりプロセス主建屋、雑固体廃棄物減容処理建屋（以下、「高温焼却炉建屋」という。）へ移送した後、プロセス主建屋等の地下階を介して、必要に応じて油分を除去し、処理装置へ移送、またはプロセス主建屋等の地下階を介さずにセシウム吸着装置・第二セシウム吸着装置へ直接移送し、主要核種を除去した後、淡水化装置により塩分を除去する。また、各装置間には処理済水、廃水を保管するための中低濃度タンク、地下貯水槽を設置する。

二次廃棄物となる使用済みの吸着材を収容したセシウム吸着装置吸着塔、第二セシウム吸着装置吸着塔、モバイル式処理装置吸着塔、モバイル型ストロンチウム除去装置の使用済フィルタ・吸着塔、第二モバイル型ストロンチウム除去装置、放水路浄化装置吸着塔は使用済セシウム吸着塔仮保管施設、もしくは使用済セシウム吸着塔一時保管施設に一時的に貯蔵し、高性能多核種除去設備、高性能多核種除去設備検証試験装置、サブドレン他浄化装置、RO濃縮水処理設備で発生する吸着塔、多核種除去設備、増設多核種除去設備にて発生する二次廃棄物を収容する高性能容器及び多核種除去設備にて発生する処理カラムは使用済セシウム吸着塔一時保管施設に一時的に貯蔵する。また、二次廃棄物の廃スラッジは造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設で一時的に貯蔵する。

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備の主要な機器は、免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）から遠隔操作及び運転状況の監視を行う。

(1) 滞留水移送装置

滞留水移送装置は、タービン建屋等にある滞留水を汚染水処理設備のあるプロセス主建屋、高温焼却炉建屋へ移送することを目的に、移送ポンプ、移送ライン等で構成する。

移送ポンプは、1号機タービン建屋に6台、1号機原子炉建屋に2台、2号機タービン建屋に4台、2号機原子炉建屋に2台、2号機廃棄物処理建屋に2台、3号機のタービン建屋

に5台、3号機原子炉建屋に2台、3号機廃棄物処理建屋に2台、4号機タービン建屋に5台、4号機原子炉建屋に2台、4号機廃棄物処理建屋に2台設置し、原子炉への注水、雨水の浸入、地下水の浸透等により1号～4号機のタービン建屋等に発生する滞留水に対して十分対処可能な設備容量を確保する。滞留水の移送は、移送元のタービン建屋等の水位や移送先となるプロセス主建屋、高温焼却炉建屋の水位の状況に応じて、ポンプの起動台数、移送元、移送先を適宜選定して実施する。

移送ラインは、設備故障及び損傷を考慮し複数の移送ラインを準備する。また、使用環境を考慮した材料を選定し、必要に応じて遮へい、保温材等を設置するとともに、屋外敷設箇所は移送ラインの線量当量率等を監視し漏えいの有無を確認する。

(2) 油分分離装置

油分分離装置は、油分がセシウム吸着装置の吸着性能を低下させるため、その上流側に設置し、滞留水に含まれる油分を自然浮上分離により除去する。油分分離装置は、プロセス主建屋内に3台設置する。

(3) 処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）

セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置は、吸着塔内部に充填された吸着材のイオン交換作用により、滞留水に含まれるセシウム等の核種を除去する。除染装置は、滞留水にセシウム等の核種を吸着する薬品を注入し凝集・沈殿させ、上澄液とスラッジに分離することで、滞留水に含まれるセシウム等の核種を除去する。また、各装置は装置の処理能力を確認するための試料を採取できる設備とする。

処理装置は、複数の装置により多様性を確保するとともに、各装置の組み合わせもしくは単独により運転が可能な系統構成とする。

a. セシウム吸着装置

セシウム吸着装置は、焼却工作建屋内に4系列配置しており、多段の吸着塔により滞留水に含まれる放射性のセシウム、ストロンチウムを除去する。

セシウム吸着装置は、4系列でセシウムを除去するセシウム吸着運転（以下、「Cs吸着運転」という）または4系列を2系列化しセシウム及びストロンチウムを除去するセシウム／ストロンチウム同時吸着運転（以下、「Cs/Sr同時吸着運転」という）を行う。

吸着塔は、二重の円筒形容器で、内側は内部に吸着材を充填したステンレス製の容器、外側は炭素鋼製の遮へい容器からなる構造とする。

使用済みの吸着塔は一月あたり6本程度発生し、使用済セシウム吸着塔仮保管施設にて内部の水抜きを行い、使用済セシウム吸着塔仮保管施設及び使用済セシウム吸着塔一時保管施設にて貯蔵する。

b. 第二セシウム吸着装置

第二セシウム吸着装置は、高温焼却炉建屋内に 2 系列配置し、各系列で多段の吸着塔によりセシウム、ストロンチウム等の核種を除去する。

第二セシウム吸着装置は、セシウム吸着塔によりセシウムを除去するセシウム吸着運転（以下、「Cs 吸着運転」という）、または同時吸着塔によりセシウム及びストロンチウムを除去するセシウム/ストロンチウム同時吸着運転（以下、「Cs/Sr 同時吸着運転」という）を行う。

吸着塔は、ステンレス製の容器にゼオライト等の吸着材を充填し、周囲は鉛等で遮へいする構造とする。

使用済みの吸着塔は、Cs 吸着運転においては一月あたり 4 本程度発生し、Cs/Sr 同時吸着運転においては一月あたり 4 本程度発生する。

使用済み吸着塔は、本装置において内部の水抜きを行い、使用済セシウム吸着塔仮保管施設及び使用済セシウム吸着塔一時保管施設にて貯蔵する。

c. 除染装置

除染装置は、プロセス主建屋に 1 系列設置し、滞留水に含まれる懸濁物質や浮遊物質を除去する加圧浮上分離装置、薬液注入装置から吸着剤を注入し放射性物質の吸着を促す反応槽、薬液注入装置から凝集剤を注入し放射性物質を凝集・沈殿させ上澄液とスラッジに分離する凝集沈殿装置、懸濁物質の流出を防止するディスクフィルター、吸着材を注入する薬品注入装置で構成する。反応槽及び凝集沈殿装置は、1 組の装置を 2 段設置することにより放射能除去性能を高める設計とするが、1 段のみでも運転可能な設計とする。スラッジは造粒固化体貯槽 (D) に排出する。

(4) 淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮装置）

淡水化装置は、滞留水を原子炉注水に再使用するため、滞留水に含まれる塩分を除去することを目的に、逆浸透膜装置、蒸発濃縮装置で構成する。

逆浸透膜装置は、5 系列 6 台で構成し、水を通しイオンや塩類などの不純物は透過しない逆浸透膜の性質を利用して滞留水に含まれる塩分を除去し、処理済水と塩分が濃縮された廃水に分離する。また、蛇腹ハウスやテントハウス内に設置している逆浸透膜装置は、逆浸透膜を通さずに滞留水を濃縮廃水側へ送水する機能も有する。蒸発濃縮装置は 3 系列 8 台で構成し、逆浸透膜装置により塩分が濃縮された廃水を蒸気により蒸発濃縮（蒸留）する設備であるが、平成 28 年 1 月現在運用を停止している。また、各装置は装置の処理能力を確認するための試料を採取できる設備とする。

なお、逆浸透膜装置のうち 4 号機タービン建屋 2 階に設置する逆浸透膜装置（以下、「建屋内 RO」という。）及びこれに付帯する機器を建屋内 RO 循環設備という。

淡水化装置は、複数の装置及び系統により多重性及び多様性を確保する。

(5) 廃止（高濃度滞留水受タンク）

(6) 中低濃度タンク

中低濃度タンクは、処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）により主要核種が除去された水等を貯留する目的で主に屋外に設置する。

中低濃度タンクは、貯留する水の性状により分類し、処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）により主要核種を除去された水等を貯留するサプレッション・プール水サージタンク及び廃液 RO 供給タンク，逆浸透膜装置の廃水を貯留する RO 後濃縮塩水受タンク※¹，蒸発濃縮装置の廃水を貯留する濃縮廃液貯槽，逆浸透膜装置の処理済水を貯留する RO 後淡水受タンク※²，多核種除去設備，増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備の処理済水を貯留する多核種処理水タンク※³及びRO濃縮水処理設備の処理済水，サブドレン他水処理施設で汲み上げた地下水を貯留する Sr 処理水タンク※⁴で構成する。

サプレッション・プール水サージタンクは、液体廃棄物処理系の設備として既に設置されていた設備を使用し、工事計画認可申請書（57 資庁第 2974 号 昭和 57 年 4 月 20 日認可）において確認を実施している。RO 後淡水受タンクの貯留水は、処理済水として原子炉への注水に再利用する。

なお、各タンクは定期的に必要量を確認し※⁵，必要に応じて増設する。

※¹：RO濃縮水貯槽，地下貯水槽（RO後濃縮塩水用分）にて構成。

※²：RO処理水貯槽，蒸発濃縮処理水貯槽にて構成。

※³：多核種処理水貯槽で構成。

※⁴：Sr 処理水貯槽で構成。

※⁵：「福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について」にて確認を実施。

(7) 地下貯水槽

地下貯水槽は、発電所構内の敷地を有効活用する観点で地面を掘削して地中に設置する。また、止水のための 3 重シート（2 重の遮水シート及びベントナイトシート），その内部に地面からの荷重を受けるためのプラスチック製枠材を配置した構造とする。

地下貯水槽には、逆浸透膜装置の廃水等を貯留する。

なお、地下貯水槽からの漏えいが認められたことから、別のタンクへの貯留水の移送が完了次第，使用しないこととする。

(8) ろ過水タンク

ろ過水タンクは、既に屋外に設置されていたもので、放射性物質を含まない水を貯留するタンクであるが、地下貯水槽に貯留した逆浸透膜装置の廃水の貯留用として一時的に使用する。ろ過水タンクは、放射性流体を貯留するための設備ではないため、逆浸透膜装置の廃水を貯留する場合の適合性評価を行う。また、ろ過水タンク周囲に設置した線量計で雰囲気線量を確認する等により漏えいの有無を確認する。なお、貯留期間は貯留開始後1年以内を目途とし、ろ過水タンクに貯留した逆浸透膜装置の廃水を別のタンクに移送する。

(9) 電源設備

電源は、所内高圧母線から受電でき、非常用所内電源とも接続できる構成とする。セシウム吸着装置及び除染装置と第二セシウム吸着装置は、それぞれ異なる系統の所内高圧母線から受電する構成とし、所内高圧母線の点検等による電源停止においても、何れかの処理装置により、滞留水の処理が可能な設計とする。また、汚染水処理設備等は、外部電源喪失の場合は、タービン建屋等の水位の状況や汚染水処理設備以外の設備負荷を考慮しながら復旧する。

(10) モバイル式処理設備

2号機及び3号機の海水配管トレンチに滞留している高濃度の汚染水に含まれる放射性物質濃度を低減する等の目的で、モバイル式処理設備を設置する。モバイル式処理設備は、可搬式の処理装置（以下、モバイル式処理装置）と汚染水処理設備へ汚染水を移送するトレンチ滞留水移送装置で構成する。

なお、モバイル式処理装置は移動式の設備であり、滞留水の場所に応じた浄化作業ができ、使用済燃料プールの浄化に使用していた装置と、さらに新たに1基を導入し、海水配管トレンチ水の処理期間を考慮した設計とする。

海水配管トレンチ処理に使用したモバイル式処理装置を放水路浄化のため「2.40 放水路浄化設備」に使用する。

2.5.1.5.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

使用済セシウム吸着塔保管施設は、使用済セシウム吸着塔仮保管施設、使用済セシウム吸着塔一時保管施設で構成する。廃スラッジ貯蔵施設は造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設で構成する。

廃スラッジ貯蔵施設の主要な機器は、免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）から遠隔操作及び運転状況の監視を行う。

(1) 使用済セシウム吸着塔保管施設

a. 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

使用済セシウム吸着塔仮保管施設は、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、モバイル式処理装置、第二モバイル型ストロンチウム除去装置及び放水路浄化装置で発生する吸着塔並びにモバイル型ストロンチウム除去装置で発生するフィルタ及び吸着塔を使用済セシウム吸着塔一時保管施設へ移送するまでの間貯蔵するために設けた施設であり、吸着塔を取り扱うための門型クレーン、セシウム吸着装置吸着塔等のろ過水による洗浄・水抜きを実施する装置、遮へい機能を有するコンクリート製ボックスカルバート等にて構成する。

b. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、モバイル式処理装置、高性能多核種除去設備、サブドレン他浄化装置、高性能多核種除去設備検証試験装置、RO濃縮水処理設備及び第二モバイル型ストロンチウム除去装置、放水路浄化装置で発生する吸着塔、モバイル型ストロンチウム除去装置で発生するフィルタ及び吸着塔、多核種除去設備、増設多核種除去設備にて発生する二次廃棄物を収容する高性能容器及び多核種除去設備にて発生する処理カラムの処理施設等が設置されるまでの間一時的に貯蔵を行う施設であり、吸着塔、フィルタ、高性能容器及び処理カラムを取り扱うための門型クレーン、遮へい機能を有するコンクリート製ボックスカルバート等により構成する。

なお、使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設する。

(2) 廃スラッジ貯蔵施設

a. 造粒固化体貯槽(D)

造粒固化体貯槽(D)は、除染装置の凝集沈殿装置で発生したスラッジを廃スラッジ一時保管施設へ移送するまでの間、貯蔵する設備であり、固体廃棄物処理系の設備として既にプロセス主建屋に設置していた設備を改造して使用する。なお、造粒固化体貯槽(D)はプロセス主建屋と一体構造であるため、「2.6 滞留水を貯留している(滞留している場合を含む)建屋」において確認している。

b. 廃スラッジ一時保管施設

廃スラッジ一時保管施設は、廃スラッジを処理施設等へ移送するまでの間一時貯蔵する設備として設置する。廃スラッジ一時保管施設は、スラッジ貯槽、セル及びオフガス処理系等を収容するスラッジ棟、圧縮空気系の機器等を収容する設備棟で構成する。

廃スラッジ一時保管施設の動的機器は、故障により設備が長期間停止することがな

いよう、原則として多重化する。

また、廃スラッジ一時保管施設の電源は、所内高圧母線から受電でき、非常用所内電源とも接続できる構成とする。また、外部電源喪失の場合は、タービン建屋等の水位の状況や汚染水処理設備以外の設備負荷を考慮しながら復旧する。

2.5.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

滞留水移送装置、処理装置等一部の設備を除き、アウターライズ津波が到達しないと考えられる O.P. 30m 以上の場所に設置する。

滞留水移送装置、処理装置等、津波が到達した O.P. 10m のエリアに設置する設備については、アウターライズ津波による浸水を防止するため仮設防潮堤内に設置する。また、アウターライズ津波を上回る津波の襲来に備え、大津波警報が出た際は滞留水移送装置、処理装置を停止し、処理装置については隔離弁を閉めることにより滞留水の流出を防止する。

(2) 台風（強風）

汚染水処理設備等のうち、処理装置及び建屋内 RO は台風（強風）による設備損傷の可能性が低い鉄筋コンクリート造の建屋内に設置する。淡水化装置（建屋内 RO 除く）は、蛇腹ハウスやテントハウス内に設置しているため、台風（強風）によりハウスの一部が破損する可能性はあるが、ハウス破損に伴い、淡水化装置に損傷を与える可能性がある場合は、淡水化装置の停止等の操作を行い、装置損傷による汚染水の漏えい防止を図る。

(3) 火災

初期消火の対応ができるよう、近傍に消火器を設置する。

2.5.1.7 構造強度及び耐震性

2.5.1.7.1 汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）

(1) 構造強度

a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら、震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は、必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく、日本工業規格（JIS）や日本水道協会規格等の国内外の民間規格、製品の試験データ等を踏まえ、福島第一原子力発電所構内の

作業環境、機器等の設置環境や時間的余裕を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、高濃度の汚染水を内包するため、バウンダリ機能の健全性を確認する観点から、設計された肉厚が十分であることを確認している。また、溶接部については、耐圧・漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

機器等の経年劣化に対しては、適切な保全を実施することで健全性を維持していく。

b. 今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等（以下、「JSME 規格」という。）で規定される。

汚染水処理設備等は、地下水等の流入により増加する汚染水の対応が必要であり、短期間での機器の設置が求められる。また、汚染水漏えい等のトラブルにより緊急的な対応が必要となることもある。

従って、今後設計する機器等については、JSME 規格に限定するものではなく、日本工業規格（JIS）等の国内外の民間規格に適合した工業用品の採用、或いは American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格）、日本工業規格（JIS）、またはこれらと同等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。溶接（溶接施工法および溶接士）は JSME 規格、American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格）、日本工業規格（JIS）、および発電用火力設備に関する技術基準を定める省令にて認証された溶接、または同等の溶接とする。また、JSME 規格で規定される材料の日本工業規格（JIS）年度指定は、技術的妥当性の範囲において材料調達性の観点から考慮しない場合もある。

さらに、今後も JSME 規格に記載のない非金属材料（耐圧ホース、ポリエチレン管等）については、現場の作業環境等から採用を継続する必要があるが、これらの機器等については、日本工業規格（JIS）や日本水道協会規格、製品の試験データ等を用いて設計を行う。

(2) 耐震性

汚染水処理設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の B クラス相当の設備と位置づけられる。耐震性を評価するにあたっては、「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」等に準拠して構造強度評価を行うことを基本とするが、評価手法、評価基準について実態にあわせたものを採用する。B クラス施設に要求される水平震度に対して耐震性を確保できない場合は、その影響について評価を行う。支持部材がない等の理由によって、耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合においては、可撓性を有する材料を使用するなどし、耐震性を確保する。

なお、検討用地震動および同津波に対する評価が必要な設備として抽出された機器等については、今後対策を講じる。

また、各機器は必要な耐震性を確保するために、原則として以下の方針に基づき設計する。

- ・ 倒れ難い構造（機器等の重心を低くする，基礎幅や支柱幅を大きくとる）
- ・ 動き難い構造，外れ難い構造（機器をアンカ，溶接等で固定する）
- ・ 座屈が起こり難い構造
- ・ 変位による破壊を防止する構造（定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定，配管等に可撓性のある材料を使用）

2.5.1.7.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

(1) 構造強度

a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，震災以降緊急対応的に設置してきたもので，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は，必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本工業規格（JIS）等規格適合品または製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や緊急時対応の時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

なお，使用済セシウム吸着塔保管施設を構成するコンクリート製ボックスカルバートは遮へい物として吸着塔等の周囲に配置するものであり，JSME 規格で定める機器には該当しない。

b. 今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設することとしており，地下水等の流入により増加する汚染水の処理に伴う二次廃棄物への対応上，短期間での施設の設置が必要である。このため今後設計する機器等については，日本工業規格（JIS）等規格に適合した工業用品の採用，或いは JIS 等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査

を行う。

(2) 耐震性

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のBクラス相当の設備と位置づけられる。

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設の耐震性に関する評価にあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」に準拠することを基本とするが，必要に応じて現実的な評価を行う。また，配管に関しては，変位による破壊を防止するため，定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定や，可撓性のある材料を使用する。

なお，検討用地震動および同津波に対する評価が必要な設備として抽出された機器等については，今後対策を講じる。

2.5.1.8 機器の故障への対応

2.5.1.8.1 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連施設（移送配管，移送ポンプ等）

(1) 機器の単一故障

a. 動的機器の単一故障

汚染水処理設備は，機器の単一故障により滞留水の処理機能が喪失するのを防止するため動的機器や外部電源を多重化しているが，汚染水処理設備の動的機器が故障した場合は，待機設備へ切替を行い，滞留水の処理を再開する。

(2) 主要機器の複数同時故障

a. 処理装置の除染能力が目標性能以下

汚染水処理設備は，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置による処理装置全体で多重化が確立されており，各装置の組み合わせもしくは単独による運転が可能である。そのため，一つの処理装置が故障しても性能回復は短時間で行えるが，万一，所定の除染能力が得られず下流側の逆浸透膜装置の受け入れ条件（ $10^2\text{Bq}/\text{cm}^3$ オーダ）を満足しない場合は，以下の対応を行う。

逆浸透膜装置後淡水受タンクでの希釈効果等を踏まえながら，必要に応じて処理装置出口の処理済水を再度セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置に水を戻す「再循環処理」を実施する（手動操作）。なお，再循環処理を実施する場合，稼働率が50%以下となるため，タービン建屋等からの滞留水の移送量を調整し，プロセス主建屋，高温焼却炉建屋の水位上昇を監視する。

b. 滞留水の処理機能喪失

汚染水処理設備は，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置のそれぞれで単独運転が可能である。また，第二セシウム吸着装置はセシウム吸着装置，除染

装置と異なる所内高圧母線から受電する構成としている。さらに、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置は、建屋により分離して設置している。以上のことから、共通要因によりすべての処理装置が機能喪失する可能性は十分低いと想定するが、全装置が長期間停止する場合は、以下の対応を行う。

- (a) 処理装置が長期間停止する場合、炉注水量を調整し、滞留水の発生量を抑制する。
- (b) セシウム吸着装置もしくは第二セシウム吸着装置の吸着塔の予備品を用意し、短期間（1ヶ月程度）で新たな処理が可能ないように準備する。
- (c) タービン建屋等の水位が所外放出レベル近くに達した場合、滞留水をタービン建屋の復水器に移送することで、放射性物質の所外放出を防止する。
- (d) 滞留水の系外への漏えいを防止するために、集中廃棄物処理建屋のサイトバンカ建屋、焼却工作室建屋等への移送準備を行い、滞留水受け入れ容量を確保する。

(3) その他の事象

a. 降水量が多い場合の対応

降水量が多い場合には、滞留水の移送量、処理量を増加させる等の措置をとる。また、大量の降雨が予想される場合には、事前に滞留水をプロセス主建屋等へ移送し、タービン建屋等の水位を低下させる措置をとる。

さらに、タービン建屋の水位が上昇すれば、炉注水量の低下措置等の対応を図る。

(4) 異常時の評価

a. 滞留水の処理機能喪失時の評価

処理装置が長期に機能喪失した場合でも、タービン建屋等の水位は T.P. 1, 200mm[※] (O.P. 2, 636mm) 程度で管理しているため所外放出レベルの T.P. 2, 564mm[※] (O.P. 4, 000mm) に達するまでの貯留容量として約 30, 000m³を確保している。さらにタービン建屋の復水器等へ滞留水を移送することにより、これまでの運転実績から、原子炉への注水量を約 400m³/日、地下水の浸透、雨水の浸入により追加発生する滞留水量を約 400m³/日と想定した場合においても、1ヶ月分（約 24, 000m³）以上の貯留が可能である。

※構内基準点沈下量（-709mm、平成 26 年 3 月測量）と O.P. から T.P. への換算値（-727mm）の和（-1, 436mm）により換算。

水位は、「2.35 サブドレン他水処理施設 添付-11 別紙-7 サブドレン及び建屋滞留水水位への測量結果の反映について」に基づき、計測する。

b. 降水量が多い場合の評価

月降水量の最大値は、気象庁の観測データにおいて福島県浪江町で634mm（2006年10月）、富岡町で615mm（1998年8月）である。また、タービン建屋等の水位は、降水量に対し85%の水位上昇を示したことがあるため1ヶ月あたりタービン建屋の水位を540mm（634mm×0.85%）上昇させる可能性がある。

その他、建屋水位を上昇させるものとして、①地下水流入と②原子炉への注水があり、各々約400m³/日が想定される。1号～4号機の滞留水が存在している建屋面積の合計は約23,000m²となるため、降雨、地下水流入、及び原子炉への注水により1ヶ月に発生する滞留水量の合計は36,420m³となる。そのため、各建屋の水位を維持するためには、約1,220m³/日の滞留水移送・処理が必要となる。一方、移送装置は移送ポンプが1台あたり20m³/hの運転実績があるため1,920m³/日の滞留水移送が可能であり、処理装置も実績として1,680m³/日で処理を実施したことがある。

したがって、月降水量1,000mm以上の場合でも、現状の移送装置、処理装置の能力でタービン建屋等の水位を維持することが可能である。

2.5.1.8.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

(1) 機器の単一故障

a. 動的機器の単一故障

廃スラッジ一時保管施設は、機器の単一故障により安全機能が喪失するのを防止するため、動的機器を多重化しているが、動的機器が故障した場合は、待機設備へ切替を行い、安全機能を回復する。

b. 外部電源喪失時

使用済セシウム吸着塔仮保管施設、使用済セシウム吸着塔一時保管施設は、使用済みのセシウム吸着塔等を静的に保管する施設であり、外部電源喪失した場合でも、安全機能に影響を及ぼすことはない。

造粒固化体貯槽(D)は排気用の仮設電源を設けており、外部電源喪失により貯槽内気相部の排気が不可能となった場合は、必要に応じ電源切替を操作することで可燃性ガスを放出する。

廃スラッジ一時保管施設は、外部電源喪失により貯槽内気相部の排気が不可能となるが、以下を考慮しており、短時間のうちに安全機能の回復が可能である。

- ・電源車の接続口を設置
- ・仮設送風機（エンジン付きコンプレッサ）の接続が可能なように取合口を設置
- ・窒素ボンベによる掃気が可能なようにボンベを設置
- ・手動弁を操作することで、可燃性ガスを放出（ベント）できるラインを設置

2.5.2 基本仕様

2.5.2.1 主要仕様

2.5.2.1.1 汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）

(1) 1号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	12m ³ /h（1台あたり）
揚程	30m
(追設)台数	4
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(2) 2号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	12m ³ /h（1台あたり）
揚程	30m
(追設)台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(3) 3号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	3
容量	12m ³ /h（1台あたり）
揚程	30m
(追設)台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(4) 4号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	3
容量	12m ³ /h（1台あたり）
揚程	30m
(追設)台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(5) サイトバンカ排水ポンプ (完成品)

台 数	1
容 量	12 m ³ /h
揚 程	30 m

(6) プロセス主建屋滞留水移送ポンプ (完成品)

台 数	2 (高濃度滞留水受タンク移送ポンプと共用)
容 量	50 m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	38.5~63m

(7) 高温焼却炉建屋滞留水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	38.5m

(8) 油分分離装置処理水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	65m

(9) 第二セシウム吸着装置ブースターポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	108m

(10) セシウム吸着処理水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	41m

(11) 除染装置処理水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	20m

(12) S P T 廃液抽出ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	30m

(13) S P T 受入水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	75m

(14) 廃液R O 供給ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	70m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	30m

(15) R O 処理水供給ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	75m

(16) R O 処理水移送ポンプ (完成品)

台 数	8
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	75m

(17) R O 濃縮水供給ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	75m

(18) R O 濃縮水貯槽移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	75m

(19) RO濃縮水移送ポンプ (完成品)

台 数	40
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	50~75m

(20) 廃止 (濃縮水供給ポンプ (完成品))

(21) 廃止 (蒸留水移送ポンプ (完成品))

(22) 廃止 (濃縮処理水供給ポンプ (完成品))

(23) 濃縮処理水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	75m

(24) 濃縮水移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	40m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	50m

(25) 高濃度滞留水受タンク移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	30m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	65m

(26) 廃止（高濃度滞留水受タンク（完成品））

(27) 油分分離装置処理水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	37.5 m ³
基 数	3 基
容量（単基）	12.5 m ³ /基

(28) セシウム吸着処理水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	37.5 m ³
基 数	3 基
容量（単基）	12.5 m ³ /基

(29) 除染装置処理水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	37.5 m ³
基 数	3 基
容量（単基）	12.5 m ³ /基

(30) サプレッションプール水サージタンク（既設品）

基 数	2 基
容 量	3,500 m ³ /基

(31) S P T 受入水タンク（完成品）※1

基 数	1 基
容 量	85 m ³

(32) 廃液RO供給タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	1,200m ³
基 数	34 基
容量（単基）	35～110 m ³ /基

(33) RO処理水受タンク（完成品）※1

基 数	1 基
容 量	85 m ³

※1 公称容量であり、運用上の容量は公称容量とは異なる。

(34) 廃止 (RO処理水一時貯槽)

(35) RO処理水貯槽 ※¹

合計容量 (公称)	7,000m ³
基数	7基
容量 (単基)	1,000 m ³ 以上 / 基※ ²
材 料	SS400
板厚 (側板)	12mm

(36) 廃止 (中低濃度滞留水受タンク (完成品))

(37) RO濃縮水受タンク (完成品) ※¹

基数	1基
容 量	85 m ³

(38) 廃止 (RO濃縮水貯槽 (完成品))

(39) RO濃縮水貯槽 ※¹

合計容量 (公称)	321,000 m ³ (必要に応じて増設)
基数	343基 (必要に応じて増設)
容量 (単基)	500 m ³ 以上, 700 m ³ 以上, 1,000 m ³ 以上 / 基※ ²
材 料	SS400
板厚 (側板)	9~12mm (500m ³), 16mm (700m ³) 12mm (1,000m ³), 15mm (1,000m ³)

(40) 廃止 (濃縮水受タンク (完成品))

※¹ 公称容量であり、運用上の容量は公称容量とは異なる。

※² 運用上の容量は、水位計 100%までの容量とする。

(41) 廃止 (蒸留水タンク (完成品))

(42) 廃止 (濃縮処理水タンク (完成品))

(43) 蒸発濃縮処理水貯槽 ※¹

合計容量 (公称)	5,000m ³
基数	5基
容量 (単基)	1,000m ³ 以上/基※ ²
材 料	SS400
板厚 (側板)	12mm

(44) 濃縮水タンク (完成品) ※¹

合計容量 (公称)	150m ³
基数	5基
容量 (単基)	40m ³ /基

(45) 濃縮廃液貯槽 (完成品) ※¹

合計容量 (公称)	300m ³
基数	3基
容量 (単基)	100m ³ /基

(46) 多核種処理水貯槽 ※^{1,3}

合計容量 (公称)	744,465 m ³ (必要に応じて増設)
基数	495基 (必要に応じて増設)
容量 (単基)	700m ³ , 1,000m ³ , 1,160m ³ , 1,200m ³ , 1,220 m ³ , 1,235m ³ , 2,400m ³ , 2,900m ³ /基※ ²
材 料	SS400, SM400A, SM400C, SM490C
板厚 (側板)	12mm (700m ³ , 1,000m ³ , 1,160m ³ , 1,200m ³ , 1,220m ³ , 1,235m ³) 18.8mm (2,400m ³), 15mm (1,000 m ³ , 2,900m ³), 16mm (700m ³)

※¹ 公称容量であり、運用上の容量は公称容量とは異なる。

※² 運用上の容量は、水位計 100%までの容量とする。

※³ 今後増設するタンク (J 6,K 1北,K 2,K 1南,H 1,J 7,J 4 (1,160m³), H 1東,J 8,K 3,J 9,K 4,H 2, H4 北エリア) は、公称容量を運用水位上限とする。

(47) 地下貯水槽 ※¹

合計容量 (公称)	56,000 m ³
基数	6基
容量	4,000~14,000m ³
材料	ポリエチレン, ベントナイト
厚さ	1.5mm (ポリエチレン), 6.4mm (ベントナイト)

(48) ろ過水タンク (既設品)

基数	1基
容量	8,000 m ³

(49) 油分分離装置 (完成品)

台数	3
容量	1,200 m ³ /日 (1台で100%容量)
性能	出口にて浮遊油 100ppm 以下 (目標値)

(50) セシウム吸着装置

系列数	4系列 (Cs 吸着運転) 2系列 (Cs/Sr 同時吸着運転)
処理量 (定格)	1,200 m ³ /日 (4系列: Cs 吸着運転) 600 m ³ /日 (2系列: Cs/Sr 同時吸着運転)
除染係数 (設計目標値)	・ Cs 吸着運転 放射性セシウム : 10 ³ ~10 ⁵ 程度 ・ Cs/Sr 同時吸着運転 放射性セシウム : 10 ³ ~10 ⁵ 程度 放射性ストロンチウム : 10~10 ³ 程度

(51) 第二セシウム吸着装置

系列数	2
処理量	1,200 m ³ /日
除染係数 (設計目標値)	10 ⁴ ~10 ⁶ 程度

(52) 除染装置 (凝集沈殿法)

系列数	1
処理量	1,200 m ³ /日
除染係数 (設計目標値)	10 ³ 程度

※¹ 公称容量であり, 運用上の容量は公称容量とは異なる。

(53) 淡水化装置（逆浸透膜装置）（完成品）

(R0-1A)	処 理 量	270 m ³ /日
	淡水化率	約 40%
(R0-1B)	処 理 量	300 m ³ /日
	淡水化率	約 40%
(R0-2)	処 理 量	1,200 m ³ /日
	淡水化率	約 40%
(R0-3)	処 理 量	1,200 m ³ /日
	淡水化率	約 40%
(R0-TA)	処 理 量	800 m ³ /日
	淡水化率	約 50%
(R0-TB)	処 理 量	800 m ³ /日
	淡水化率	約 50%

(54) 淡水化装置（蒸発濃縮装置）（完成品）

(蒸発濃縮-1A)	処 理 量	12.7 m ³ /日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-1B)	処 理 量	27 m ³ /日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-1C)	処 理 量	52 m ³ /日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-2A/2B)	処 理 量	80 m ³ /日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-3A/3B/3C)	処 理 量	250 m ³ /日
	淡水化率	約 70%

(55) モバイル式処理装置^{※1}

系 列 数	1
処 理 量	約 20 m ³ /h/系

(56) モバイル式処理装置 吸着塔^{※2}

塔 数	1 塔/系
-----	-------

※1 1系列については、2.3 使用済燃料プール設備「(11)モバイル式処理装置（放射能除去装置）」と共用

※2 2.3 使用済燃料プール設備「(12)モバイル式処理装置（放射能除去装置）吸着塔」と共用

(57) トレンチ滞留水移送装置 移送ポンプ (完成品)

系列数	2
台数	2台 (1台/系)
容量	20 m ³ /h/系 以上

(58) Sr 処理水貯槽^{※1, 3}

合計容量 (公称)	54,000 m ³ (必要に応じて増設)
基数	50基 (必要に応じて増設)
容量 (単基)	1,000m ³ 以上, 1,160m ³ 以上, 1,200m ³ 以上/基 ^{※2}
材料	SS400, SM400A, SM400C
板厚 (側板)	15mm (1,000m ³), 12mm (1,160m ³), 12mm (1,200m ³)

(59) 濃縮廃液貯槽

合計容量 (公称)	10,000 m ³
基数	10基
容量 (単基)	1,000m ³ 以上/基 ^{※2}
材料	SS400
板厚 (側板)	15mm (1,000m ³)

(60) 1号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ (完成品)

台数	2
容量	18m ³ /h (1台あたり)
揚程	46m

(61) 2号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ (完成品)

台数	2
容量	18m ³ /h (1台あたり)
揚程	46m

(62) 2号機廃棄物処理建屋滞留水移送ポンプ (完成品)

台数	2
容量	18m ³ /h (1台あたり)
揚程	46m

※1 公称容量であり、運用上の容量は公称容量とは異なる。

※2 運用上の容量は、水位計 100%までの容量とする。

※3 今後増設するタンク (J 6, K 1北, K 2, K 1南, H 1, J 7, J 4 (1,160m³), H 1東, J 8, K 3, J 9, K 4, H 2, H 4北エリア) は、公称容量を運用水位上限とする。

(63) 3号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(64) 3号機廃棄物処理建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(65) 4号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(66) 4号機廃棄物処理建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	18m ³ /h（1台あたり）
揚程	46m

(67) S P T 廃液移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	35m ³ /h（1台あたり）
揚程	75m

(68) S P T 廃液昇圧ポンプ（完成品）

台数	2
容量	35m ³ /h（1台あたり）
揚程	30m

(69) ろ過処理水移送ポンプ（完成品）

台数	2
容量	35m ³ /h（1台あたり）
揚程	30m

(70) ろ過処理水昇圧ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	35m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	300m

(71) C S T 移送ポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	20m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	70m

(72) ろ過処理水受タンク

基 数	2 基
容 量	10 m ³ /基
材 料	強化プラスチック (FRP)
厚 さ	胴板 9.0mm

(73) 淡水化処理水受タンク

基 数	2 基
容 量	10 m ³ /基
材 料	SM400C
厚 さ	胴板 9.0mm

(74) ろ過器

基 数	2 基
容 量	35 m ³ /h/基
材 料	SM400A (ゴムライニング)
厚 さ	胴板 9.0mm

(75) 第二セシウム吸着装置第二ブースターポンプ (完成品)

台 数	2
容 量	50m ³ /h (1 台あたり)
揚 程	103m

(76)セシウム吸着装置ブースターポンプ（完成品）

台数	2
容量	50m ³ /h（1台あたり）
揚程	103m

表 2. 5 - 1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (1 / 1 6)

名 称	仕 様	
1号機タービン建屋から 1号機廃棄物処理建屋まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
1号機原子炉建屋から 1号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 STPT410 0.96MPa 40℃
1号機タービン建屋から 1号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 STPT410 0.96MPa 40℃
1号機集合ヘッダー (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPT410 0.96MPa 40℃
1号機集合ヘッダー出口から 2号機タービン建屋取り合いまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
2号機原子炉建屋から 2号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃

表 2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (2 / 16)

名 称	仕 様	
2号機原子炉建屋から 2号機集合ヘッダー入口まで (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
2号機タービン建屋から 2号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
2号機廃棄物処理建屋から 2号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
2号機集合ヘッダー (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
2号機集合ヘッダー出口から 2号機タービン建屋取り合いまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃

表 2. 5 - 1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (3 / 16)

名 称	仕 様	
2号機タービン建屋から 3号機タービン建屋まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
2号機タービン建屋から 4号機弁ユニットまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
3号機原子炉建屋から 3号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
3号機タービン建屋から 3号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
3号機廃棄物処理建屋から 3号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃

表 2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (4/16)

名 称	仕 様	
3号機廃棄物処理建屋から 3号機集合ヘッダー入口まで (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
3号機集合ヘッダー (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPG370 0.96MPa 40℃
3号機集合ヘッダー出口から 3号機タービン建屋取り合いまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
3号機タービン建屋から 4号機弁ユニットまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
3号機タービン建屋から 4号機タービン建屋まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
4号機原子炉建屋から 4号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管) (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 STPT410 0.96MPa 40℃
4号機タービン建屋から 4号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース) (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃

表 2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (5 / 16)

名 称	仕 様	
4号機タービン建屋から 4号機集合ヘッダー入口まで (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 STPT410 0.96MPa 40℃
4号機廃棄物処理建屋から 4号機集合ヘッダー入口まで (耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
(鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 STPT410 0.96MPa 40℃
4号機集合ヘッダー (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPT410 0.96MPa 40℃
4号機集合ヘッダー出口から 4号機タービン建屋取り合いまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
4号機タービン建屋取り合いから 4号機弁ユニットまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
4号機弁ユニットから プロセス主建屋, 高温焼却炉建屋弁ユニ ット入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
サイトバンカ建屋から プロセス主建屋まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
プロセス主建屋3階取り合いから 油分分離装置入口ヘッダーまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃

表 2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (6 / 16)

名 称	仕 様	
油分分離装置入口ヘッダーから 油分分離装置処理水タンクまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
油分分離装置処理水タンクから セシウム吸着装置入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
油分分離装置処理水タンクから 第二セシウム吸着装置入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
セシウム吸着装置入口から セシウム吸着装置出口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A/Sch. 40 SUS316L 0.97MPa 66℃
セシウム吸着装置出口から セシウム吸着処理水タンクまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
セシウム吸着処理水タンクから 除染装置入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
除染装置入口から 除染装置出口まで (鋼管)	呼び径 /厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A, 100A, 150A, 200A /Sch. 20S SUS316L 0.3MPa 50℃
除染装置出口から 除染装置処理水タンクまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
セシウム吸着処理水タンクから S P T建屋取り合いまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
除染装置処理水タンクから S P T建屋取り合いまで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃

表 2. 5 - 1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (7 / 16)

名 称	仕 様	
SPT建屋取り合いから SPT (B) まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋 1 階ハッチから 高温焼却炉建屋 1 階取り合いまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋 1 階取り合いから 第二セシウム吸着装置入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置入口から 第二セシウム吸着装置出口まで (鋼管)	呼び径 /厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A, 100A, 150A/ Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置入口から 第二セシウム吸着装置出口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A/Sch. 40 SUS316L 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置出口から SPT (B) まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch. 80 STPG370, STPT370 1.37MPa 66℃
SPT (B) から 淡水化装置 (RO) まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
淡水化装置 (RO) から RO処理水一時貯槽まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
RO処理水一時貯槽から 処理水バッファタンク及びCSTまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
RO処理水供給ポンプ配管分岐部から RO処理水貯槽まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃

表 2. 5 - 1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (8 / 1 6)

名 称	仕 様	
RO処理水貯槽から 蒸発濃縮処理水貯槽配管まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
淡水化装置 (RO) から RO濃縮水貯槽まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 65A 相当, 80A 相当, 100A 相当 150A 相当 ポリエチレン 1.0MPa, 0.98MPa 40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 150A/Sch. 40 STPT410, STPT370, SUS316L 0.98MPa 40℃
(鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A SGP 1.0MPa 40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 10 80A/Sch. 10 50A/Sch. 10 SUS304 0.98MPa 40℃
RO濃縮水貯槽から 廃液RO供給タンクまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa, 0.98MPa 40℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPT370 0.98MPa 40℃

表 2. 5 - 1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (9 / 16)

名 称	仕 様	
中低濃度タンクから RO濃縮水移送ポンプ/RO濃縮水 貯槽移送ポンプ配管分岐部まで (ポリエチレン管) (ポリエチレン管) (鋼管) (鋼管) (鋼管) (鋼管) (鋼管)	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa, 0.98MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径	75A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	0.98MPa
最高使用温度	40℃	
呼び径/厚さ	100A/Sch. 40	
材質	STPT370	
最高使用圧力	0.98MPa	
最高使用温度	40℃	
呼び径/厚さ	100A/Sch. 20	
材質	SUS304	
最高使用圧力	1.0MPa	
最高使用温度	40℃	
呼び径/厚さ	100A/Sch. 40, 80A/Sch. 40, 50A/Sch. 80	
材質	STPT410+ライニング	
最高使用圧力	0.98MPa	
最高使用温度	40℃	
呼び径/厚さ	100A/Sch. 10, 80A/Sch. 10, 50A/Sch. 10	
材質	SUS304	
最高使用圧力	0.98MPa	
最高使用温度	40℃	
呼び径/厚さ	100A/Sch. 10, 65A/Sch. 10, 40A/Sch. 10	
材質	SUS316L	
最高使用圧力	0.98MPa	
最高使用温度	40℃	
蒸発濃縮装置から 濃縮水タンクまで (耐圧ホース)	呼び径	50A 相当, 100A 相当
	材質	EPDM 合成ゴム
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	74℃

表2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (10/16)

名 称	仕 様	
蒸発濃縮処理水貯槽から 処理水バッファタンク及びCSTまで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
濃縮水タンクから 濃縮廃液貯槽まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
水中ポンプ出口 (耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリ塩化ビニル 0.98MPa 50℃
プロセス主建屋内取り合いから プロセス主建屋出口取り合いまで (戻り系統含む) (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 100A/Sch80 STPG370 0.5MPa 66℃
立坑からモバイル式処理装置入口	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 80 STPG370 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

表2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (11/16)

名 称	仕 様	
モバイル式処理装置入口からモバイル式処理装置出口	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A/Sch. 40 STPG370 0.98MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40 SUS316L 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A 相当 (二重管) ポリ塩化ビニル 0.98MPa 40℃
モバイル式処理装置出口から2号機タービン建屋取り合い (屋外)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
2号機タービン建屋取り合い (屋外) から立坑まで	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 80 STPG370 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.98MPa 40℃
2号機タービン建屋取り合い (屋外) から2号機タービン建屋	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 80 STPG370 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

表2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (12/16)

名 称	仕 様	
セシウム吸着装置南側取り合いから セシウム吸着装置入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch. 80 STPG370 1.37MPa 66℃
高温焼却炉建屋1階東側取り合いから 高温焼却炉建屋1階ハッチまで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch. 80 STPG370 1.37MPa 66℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
RO濃縮水移送ポンプ配管分岐部からRO 濃縮水貯槽循環ヘッダーまで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
RO濃縮水貯槽循環ヘッダーからRO濃縮 水貯槽まで	呼び径※ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当, 80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

※ 現場施工状況により、配管仕様の一部を使用しない場合もある。

表 2. 5 - 1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (1 3 / 1 6)

名 称	仕 様	
SPT 廃液移送ポンプ出口からろ過処理水受タンク入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch. 80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch. 40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 0.98MPa 40℃
ろ過処理水受タンク出口から建屋内 RO 入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch. 80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch. 40 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A, 150A／Sch. 40 STPT410 静水頭 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A, 100A／Sch. 40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 ポリエチレン 静水頭 40℃

表 2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (14/16)

名 称	仕 様	
建屋内 RO 出口から淡水化処理水受タンク入口まで	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 SUS316LTP 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
淡水化処理水受タンク出口から CST 移送ライン操作弁ユニット入口まで	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 SUS316LTP 静水頭, 0.98MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A, 50A/Sch. 80 SUS316LTP 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 静水頭, 0.98MPa 40℃
建屋内 RO 出口から SPT 受入水タンク入口まで及びろ過処理水受タンク入口まで	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A, 80A/Sch. 40 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

表2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (15/16)

名 称	仕 様	
建屋内 R0 入口から建屋内 R0 出口まで	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch. 80 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A, 80A, 100A/Sch. 40 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 合成ゴム 4.5MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A, 50A/Sch. 80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A 相当 合成ゴム 0.98MPa 40℃
4号機弁ユニット入口分岐から 4号機弁ユニット出口合流まで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPG370 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋弁ユニット入口から 高温焼却炉建屋弁ユニット出口まで	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 80 STPG370 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 高温焼却炉建屋北側取り合いまで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃

表2. 5-1 汚染水処理設備等の主要配管仕様 (16/16)

名 称	仕 様	
高温焼却炉建屋1階取り合いから 高温焼却炉建屋弁ユニット出口まで	呼び径	100A相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径/厚さ	100A/Sch. 80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	66℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 高温焼却炉建屋1階東側取り合いまで	呼び径	100A相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径/厚さ	80A/Sch. 80, 100A/Sch. 80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	66℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 高温焼却炉建屋1階ハッチまで	呼び径	100A相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa
	最高使用温度	40℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 第二セシウム吸着装置入口まで	呼び径	100A相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径/厚さ	80A/Sch. 80, 100A/Sch. 80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	66℃
プロセス主建屋1階西側取り合いから プロセス主建屋地下階まで	呼び径/厚さ	100A/Sch. 80
	材質	STPG370, STPT370
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	66℃

※ 現場施工状況により、配管仕様の一部を使用しない場合もある。

表 2. 5 - 2 放射線監視装置仕様

項目	仕様	
	名称	放射線モニタ
基数	5 基	3 基
種類	半導体検出器	半導体検出器
取付箇所	滞留水移送ライン 屋外敷設箇所	ろ過水タンク周辺
計測範囲	0.01mSv/h～100mSv/h	0.001mSv/h～99.99mSv/h

2.5.2.1.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

(1) 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

吸着塔保管体数

308 体 (セシウム吸着装置吸着塔, モバイル式処理装置吸着塔,
モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔,
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔,
放水路浄化装置吸着塔)

9 体 (第二セシウム吸着装置吸着塔)

(2) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設 (第一施設)

吸着塔保管体数

544 体 (セシウム吸着装置吸着塔, モバイル式処理装置吸着塔,
サブドレン他浄化装置吸着塔,
高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔,
モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔,
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔,
放水路浄化装置吸着塔)

230 体 (第二セシウム吸着装置吸着塔, 多核種除去設備処理カラム,
高性能多核種除去設備吸着塔, RO 濃縮水処理設備吸着塔,
サブドレン他浄化装置吸着塔)

(3) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設 (第二施設)

吸着塔保管体数

736 体 (セシウム吸着装置吸着塔, 多核種除去設備高性能容器,
増設多核種除去設備高性能容器)

(4) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設 (第三施設)

吸着塔保管体数

3,456 体 (多核種除去設備高性能容器, 増設多核種除去設備高性能容器)

64 体 (セシウム吸着装置吸着塔, モバイル式処理装置吸着塔,
サブドレン他浄化装置吸着塔,
高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔,
モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔・フィルタ,
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔,
放水路浄化装置吸着塔)

(5) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設 (第四施設)

吸着塔保管体数

680 体 (セシウム吸着装置吸着塔, モバイル式処理装置吸着塔,
サブドレン他浄化装置吸着塔,
高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔
モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔,
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔,
放水路浄化装置吸着塔)

345 体 (第二セシウム吸着装置吸着塔, 多核種除去設備処理カラム,
高性能多核種除去設備吸着塔, RO 濃縮水処理設備吸着塔,
サブドレン他浄化装置吸着塔)

(6) 造粒固化体貯槽(D) (既設品)

スラッジ保管容量 700m³

(7) 廃スラッジ一時保管施設

スラッジ保管容量 720m³ (予備機含む)

スラッジ貯層基数 8 基

スラッジ貯層容量 90m³/基

表 2. 5-3 廃スラッジ貯蔵施設の主要配管仕様

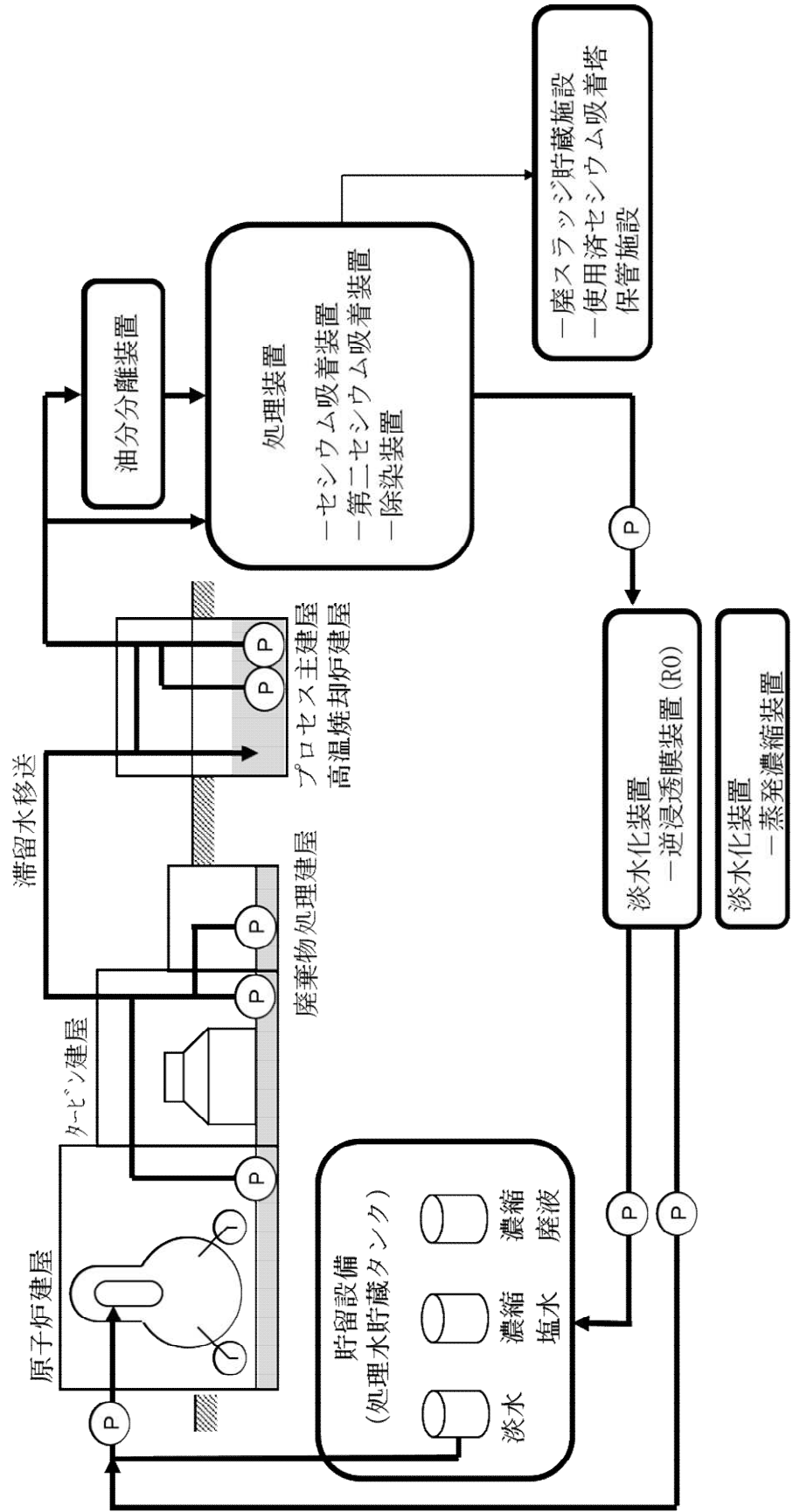
名 称	仕 様	
除染装置から 造粒固化体貯槽 (D) (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A / Sch20S SUS316L 0.3MPa 50℃
造粒固化体貯槽 (D) から プロセス主建屋壁面取合まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A / Sch20S SUS316L 0.98MPa 50℃
プロセス主建屋壁面取合から 廃スラッジ一時保管施設取合まで (二重管ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 0.72MPa 82.2℃
廃スラッジ一時保管施設取合から スラッジ貯槽まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A, 50A / Sch40 SUS316L 0.98MPa 50℃
廃スラッジ一時保管施設内 上澄み移送ライン (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A, 100A, 80A /Sch40 SUS329J4L 0.98MPa 50℃
廃スラッジ一時保管施設内 スラッジ移送ライン (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A, 80A, 50A / Sch40 SUS316L 0.98MPa 50℃

2.5.3 添付資料

- 添付資料－1 系統概要
- 添付資料－2 主要設備概要図
- 添付資料－3 汚染水処理設備等に関する構造強度及び耐震性等の評価結果
- 添付資料－4 廃スラッジ一時保管施設の耐震性に関する検討結果
- 添付資料－5 汚染水処理設備等の具体的な安全確保策について
- 添付資料－6 セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置の吸着塔の温度評価
- 添付資料－7 廃スラッジ一時保管施設の崩壊熱評価
- 添付資料－8 廃スラッジ一時保管施設の遮へい設計
- 添付資料－9 汚染水処理設備等の工事計画及び工程について
- 添付資料－10 No.1 ろ過水タンクへの逆浸透膜装置廃水の貯留について
- 添付資料－11 2号機及び3号機の海水配管トレンチにおける高濃度汚染水の処理設備
- 添付資料－12 中低濃度タンクの設計・確認の方針について
- 添付資料－13 中低濃度タンク及び高濃度滞留水受タンクの解体・撤去の方法について
- 添付資料－14 使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）
- 添付資料－15 建屋内 R0 循環設備の設計・確認の方針について
- 添付資料－16 滞留水移送装置の設計・確認方法について
- 添付資料－17 セシウム吸着装置におけるストロンチウム除去について
- 添付資料－18 セシウム吸着装置により高温焼却炉建屋の滞留水を浄化するために使用する配管について
- 添付資料－19 第二セシウム吸着装置における Cs 及び Sr の除去について
- 添付資料－20 RO 濃縮塩水を移送する配管の追設について
- 添付資料－21 滞留水移送装置による水位調整が不可能なエリアの対応について
- 添付資料－22 プロセス主建屋，高温焼却炉建屋の地下階を介さずに滞留水を処理装置へ移送する設備について
- 添付資料－23 蒸留水タンク，濃縮水受タンク，濃縮処理水タンクの撤去方法について
- 添付資料－24 使用済セシウム吸着塔一時保管施設の架台とボックスカルバートについて
- 添付資料－25 SPT 建屋の構造強度及び耐震性について
- 添付資料－26 濃縮廃液貯槽(完成品)の安全確保策について
- 添付資料－27 地下貯水槽 No. 5 の解体・撤去について

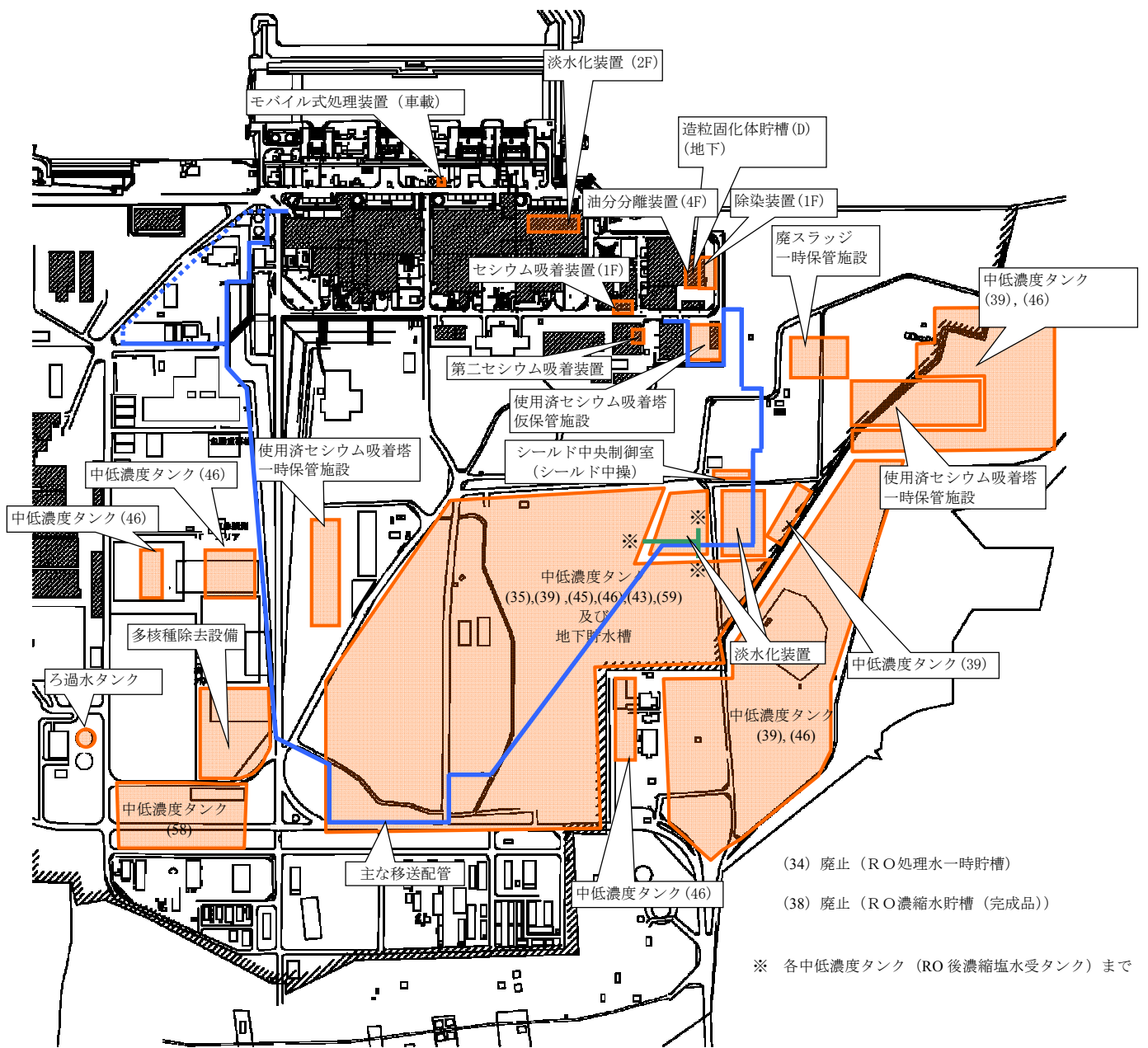
表 1 設備の構成

汚染水処理設備		汚染水処理設備等		
	貯留設備	関連設備	使用済セシウム吸着塔保管施設	廃スラッジ貯蔵施設
処理装置 ・セシウム吸着装置 ・第二セシウム吸着装置 ・除染装置 淡水化装置 ・逆浸透膜装置 ・蒸発濃縮装置	中低濃度タンク ・サブプレッション・プール水サージタンク ・廃液 RO 供給タンク ・RO 後濃縮塩水受タンク ・濃縮廃液貯槽 ・RO 後淡水受タンク ・多核種処理水タンク ・Sr処理水タンク 地下貯水槽 ろ過水タンク	油分分離装置 モバイル式処理設備 電源設備 滞留水移送装置 ・移送ポンプ ・移送配管	使用済セシウム吸着塔仮保管施設 使用済セシウム吸着塔一時保管施設	造粒固化体貯槽(D) 廃スラッジ一時保管施設



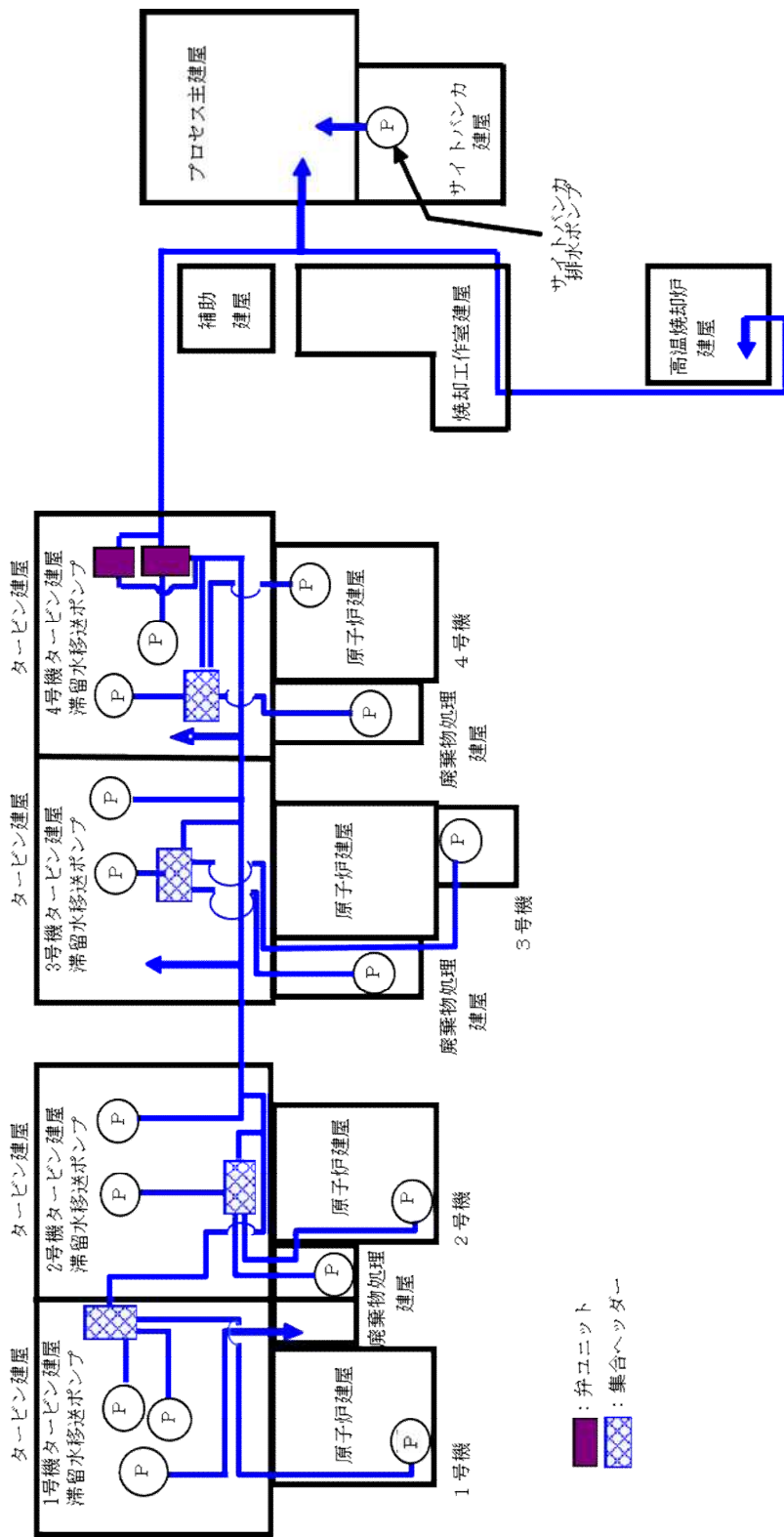
(a) 系統概要

図-1 汚染水処理設備等の全体概要図 (1 / 2)

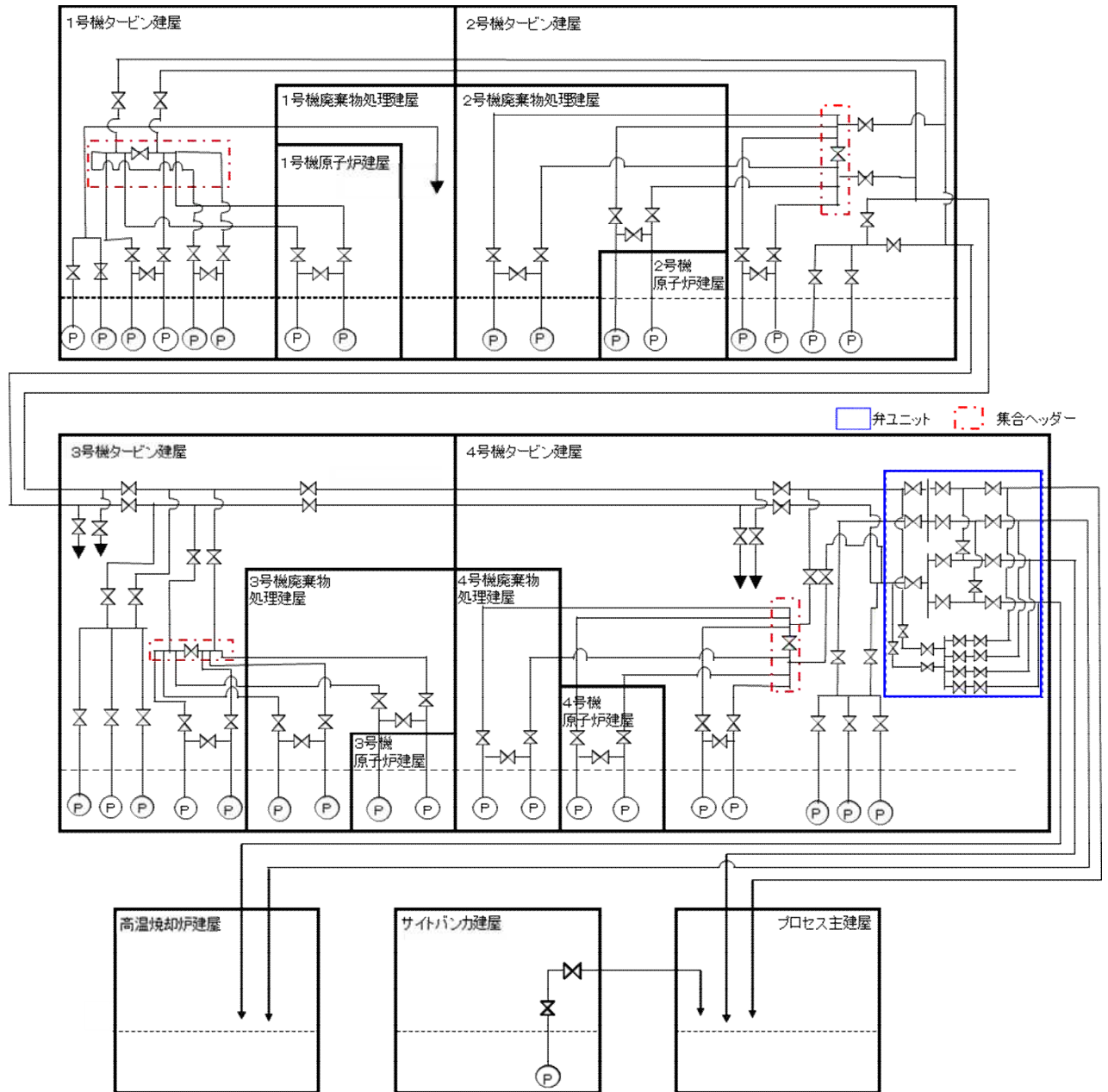


(b) 配置概要

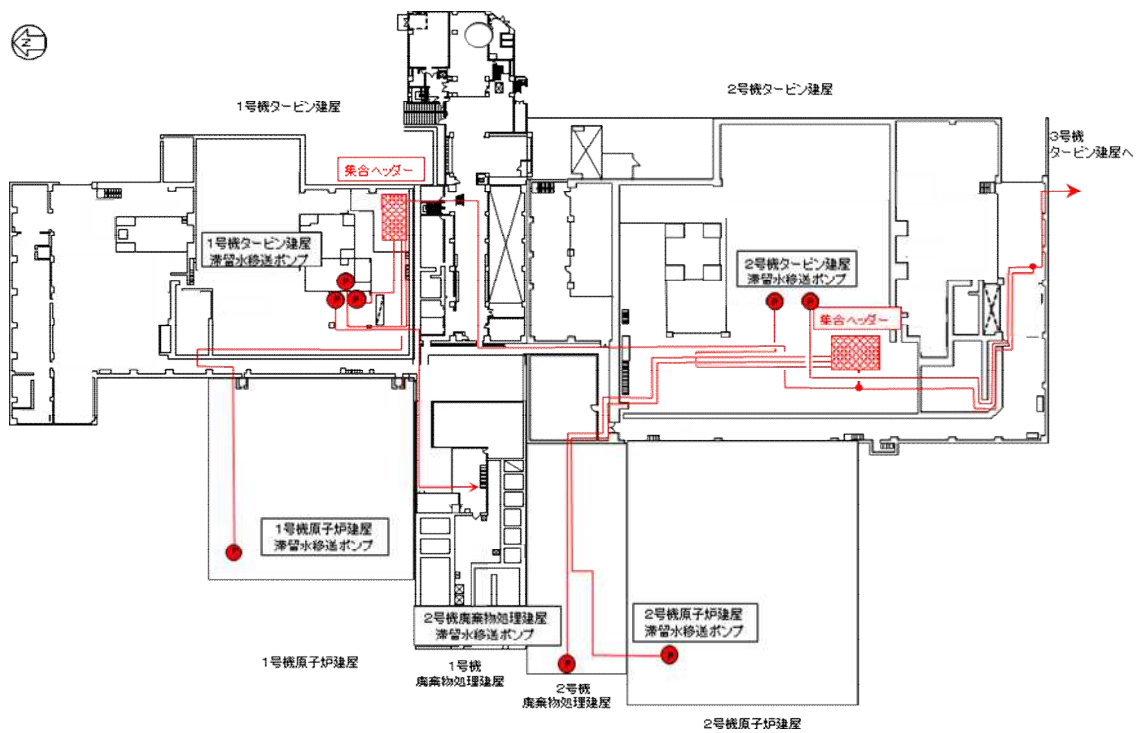
図-1 汚染水処理設備等の全体概要図 (2 / 2)



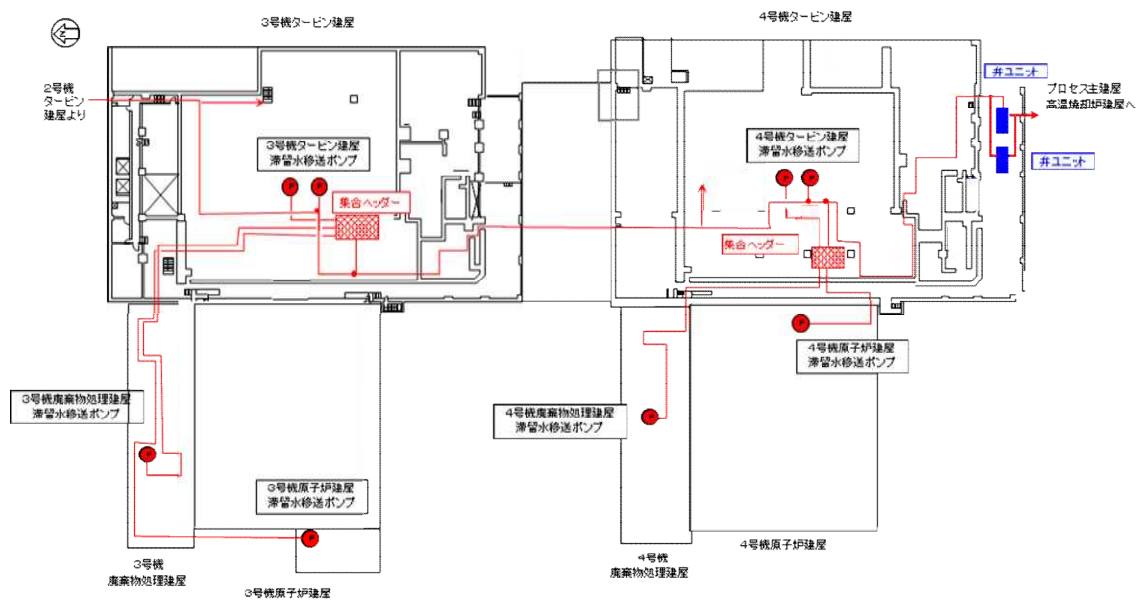
(a) 移送装置全体系統図
 図一 2 滞留水移送装置の系統構成図 (1 / 3)



(b) 移送装置系統図概略図
 図-2 滞留水移送装置の系統構成図 (2 / 3)



1, 2号機滞留水移送系統 (各建屋1階)



3, 4号機滞留水移送系統 (各建屋1階)

※ポンプ・配管は多重化しているものの、本図では単一のものとして示す

(b) 移送装置 配管ルート図

図-2 滞留水移送装置の系統構成図 (3 / 3)

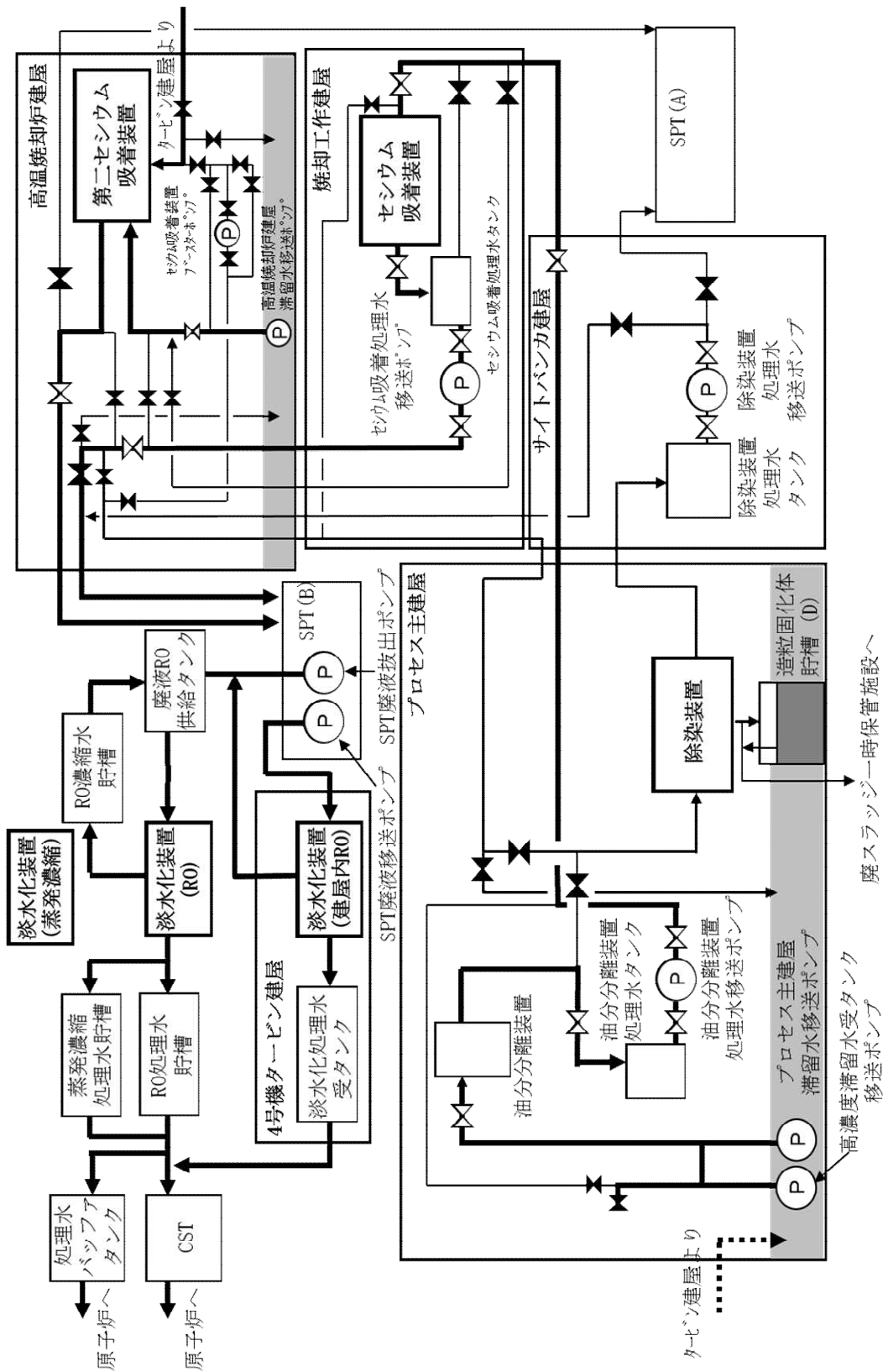


図-3 処理装置 (セシウム吸着装置, 第二セシウム吸着装置, 除染装置) の系統構成図

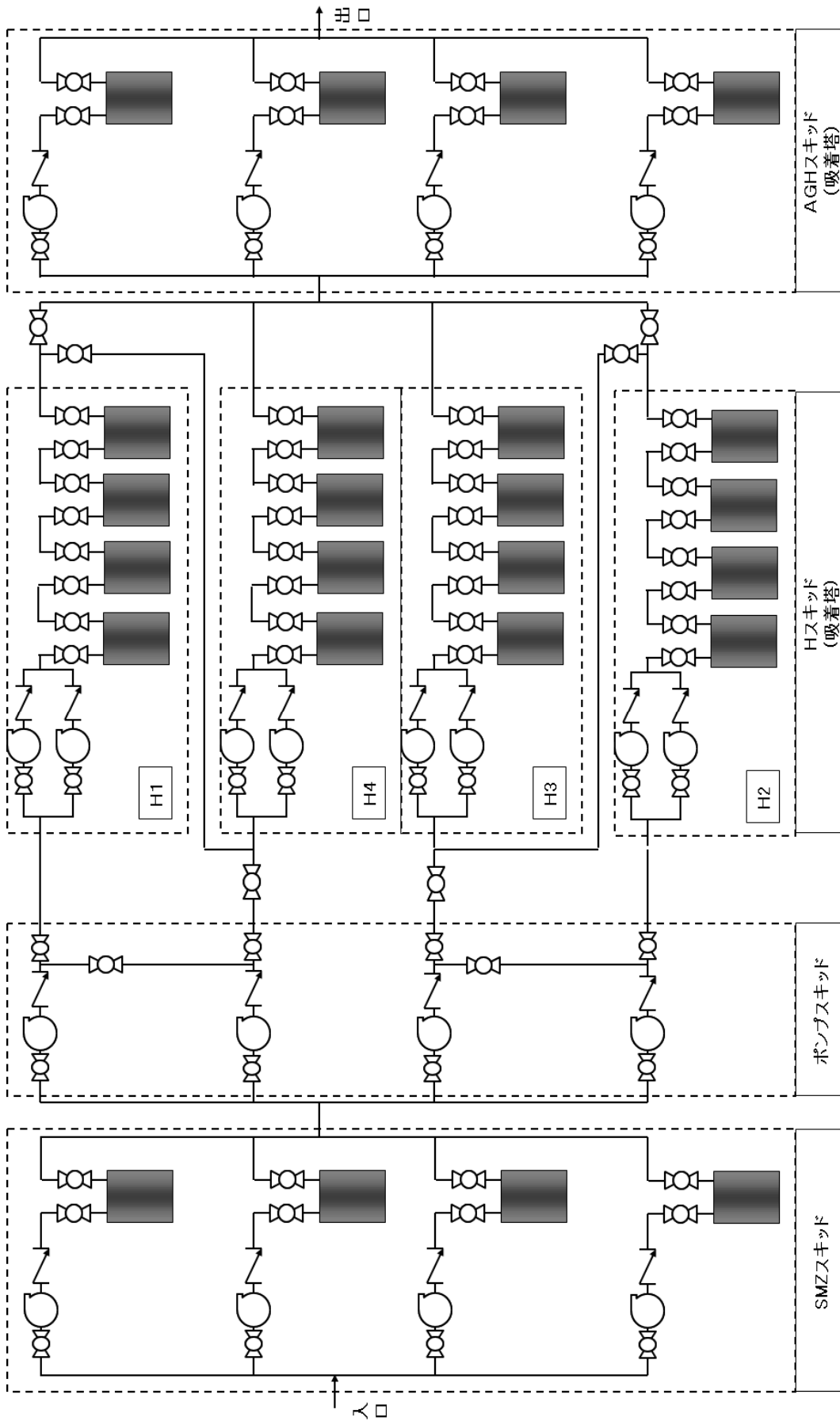


図-4 セシウム吸着装置の系統構成図

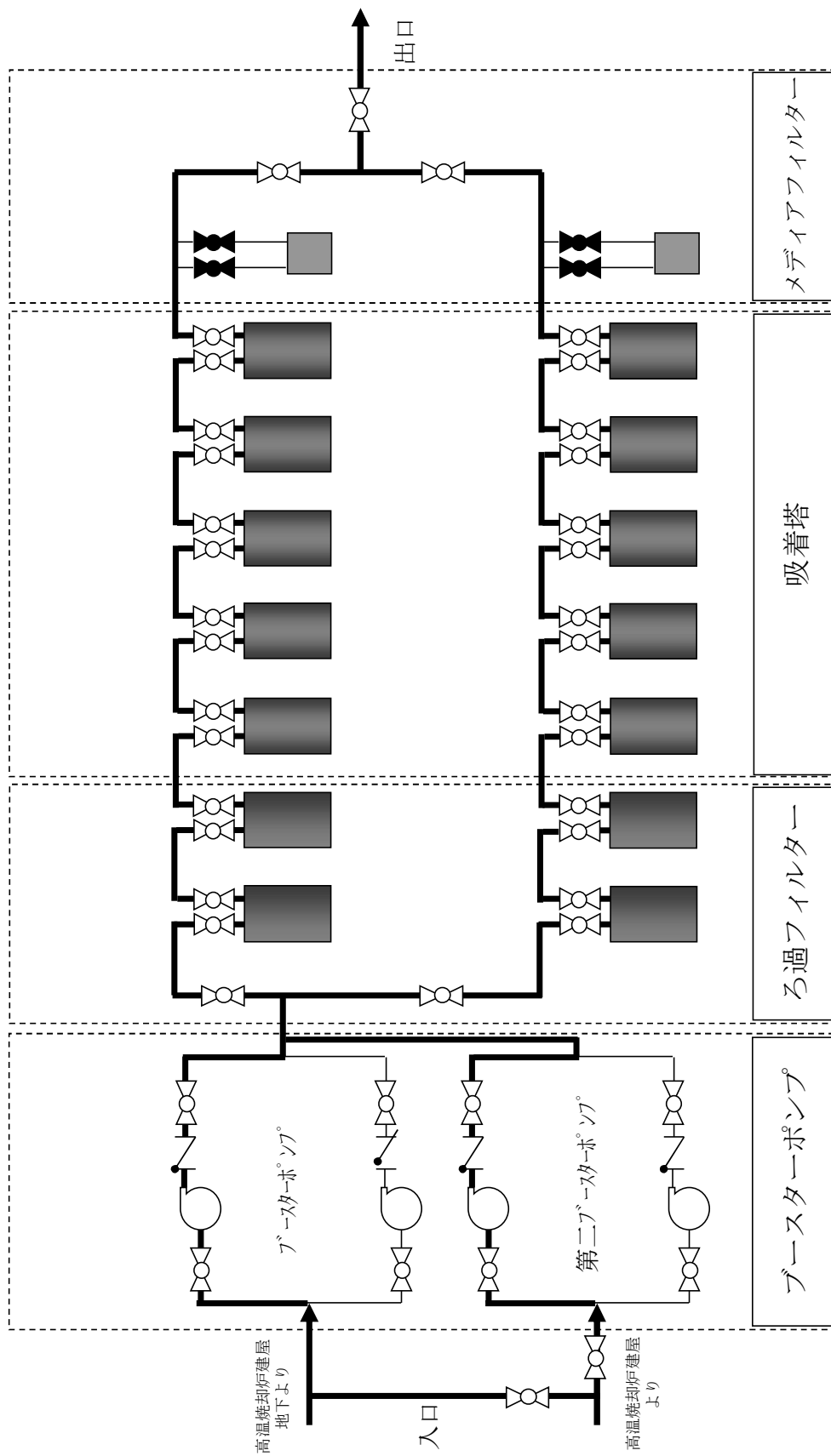
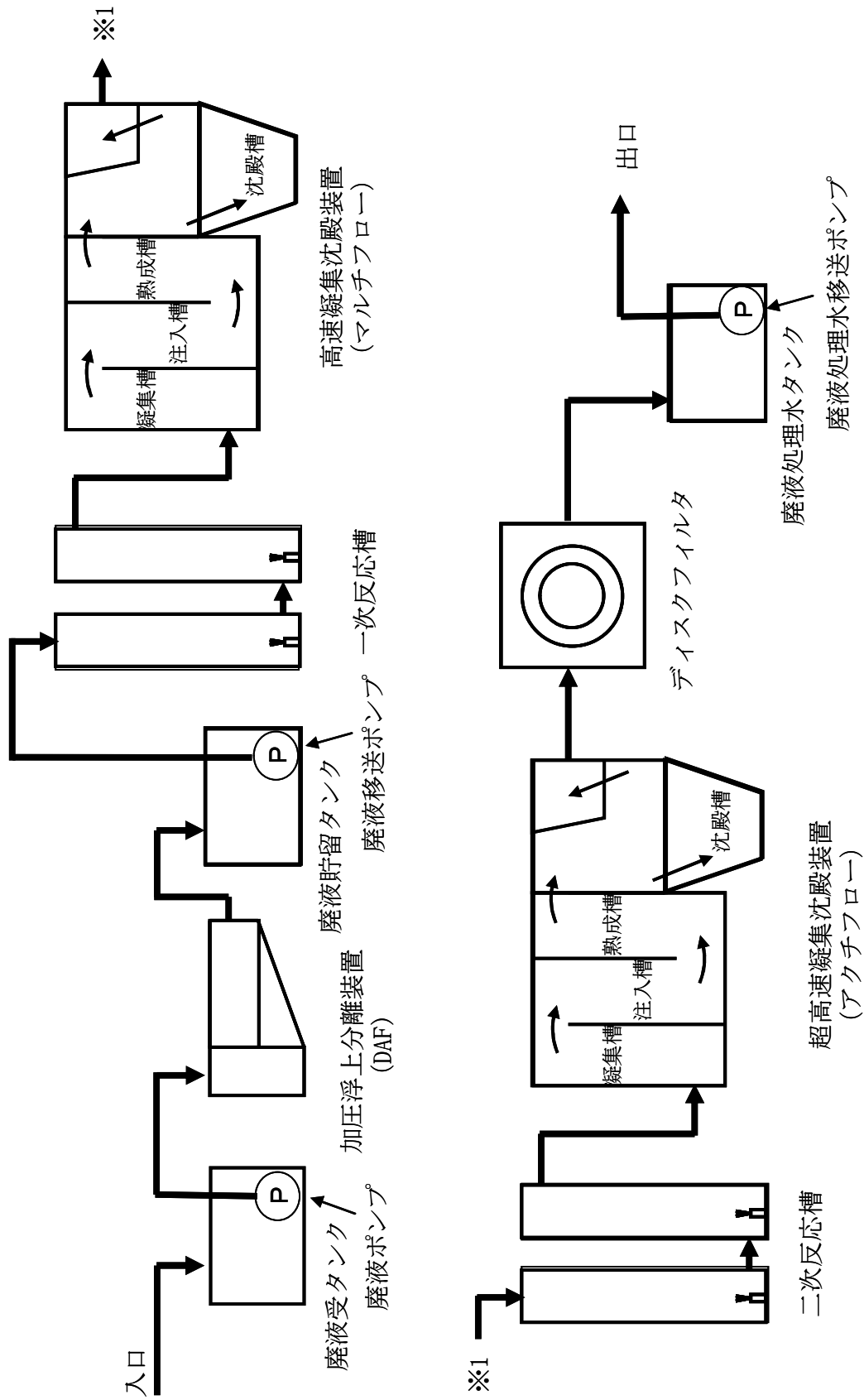


図-5 第二セシウム吸着装置の系統構成図



図一 6 除染装置の系統構成図

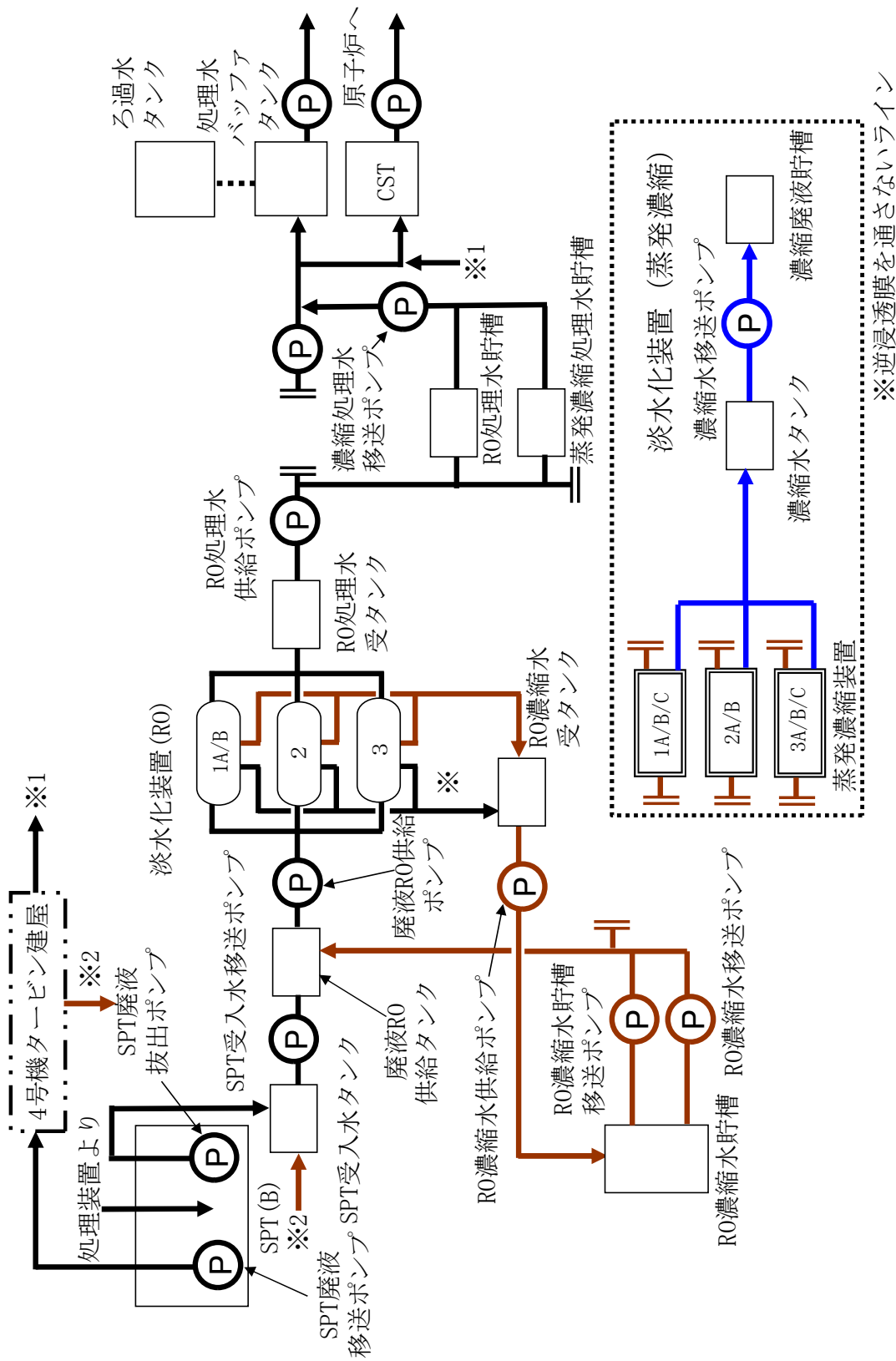


図-7 淡水化装置 (逆浸透膜装置, 蒸発濃縮装置) の系統構成図 (1/2)
 ※逆浸透膜を通さないライン

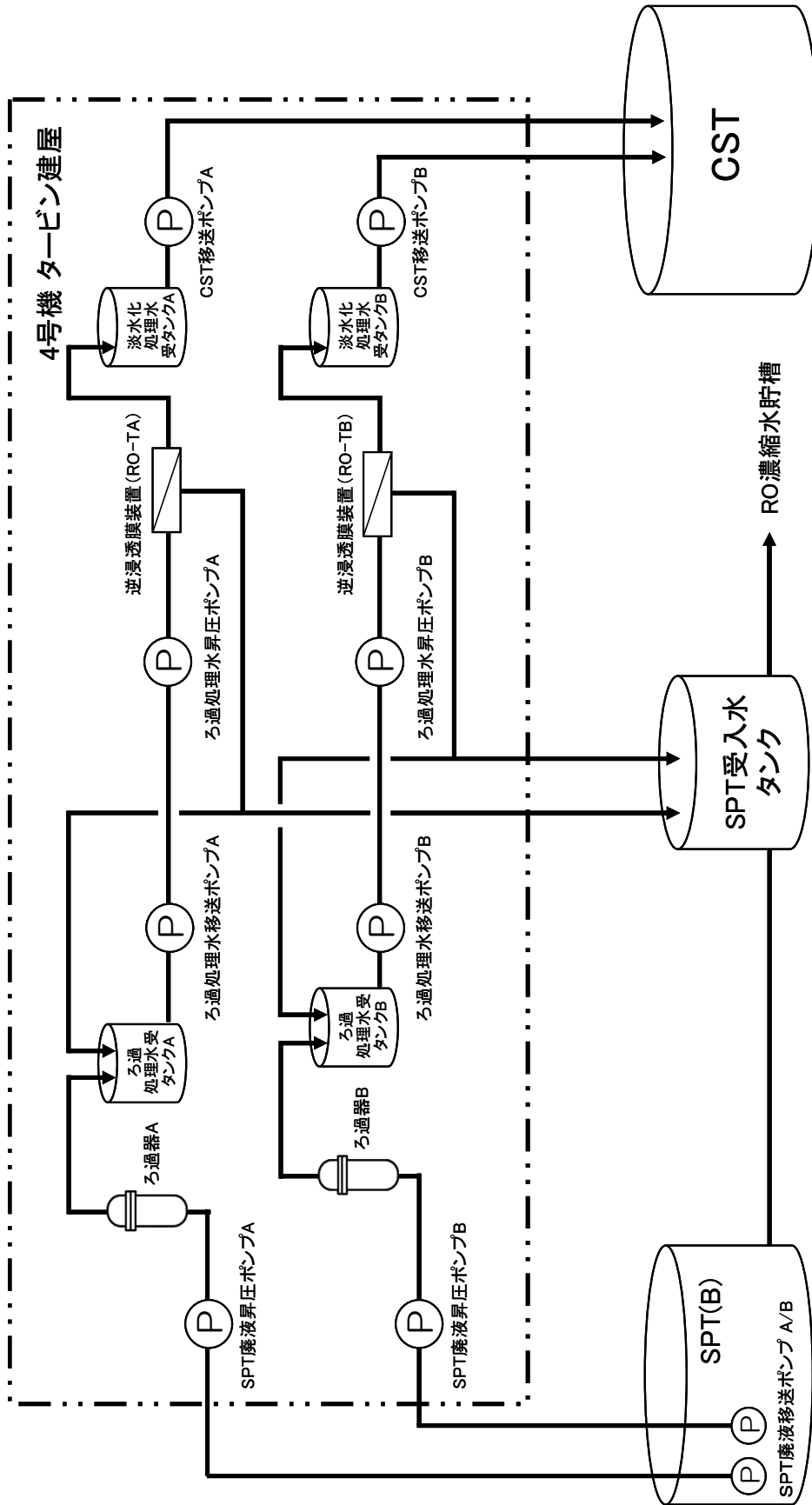


図-7 淡水化装置（逆浸透膜装置）の系統構成図（2/2）

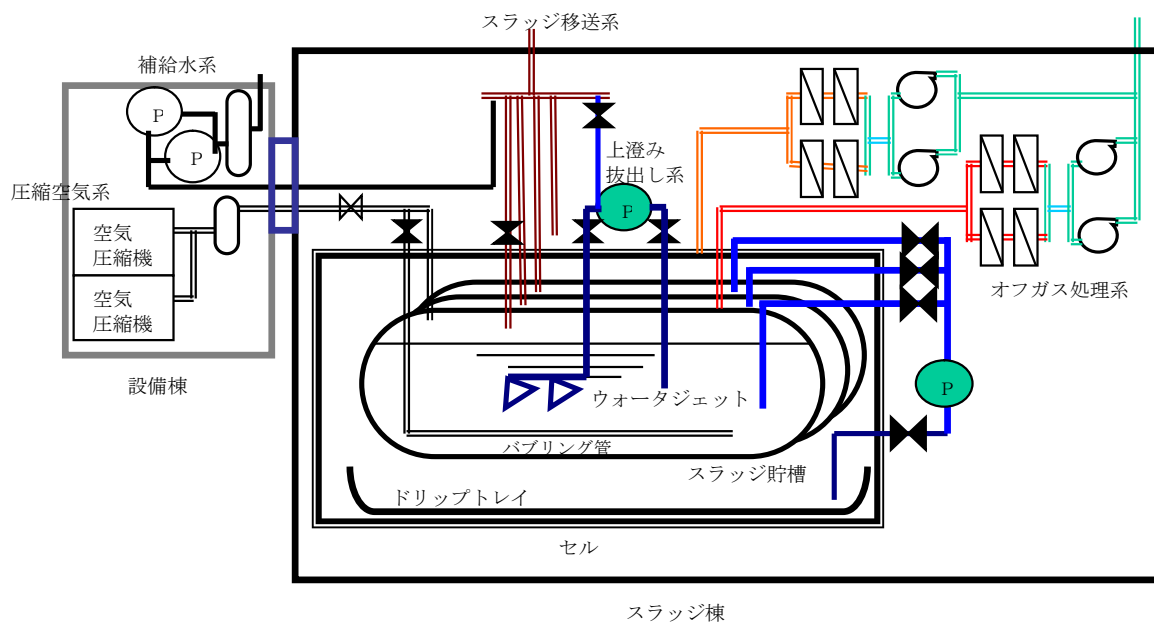


図-8 廃スラッジ一時保管施設概要図

汚染水処理設備等に関する構造強度及び耐震性等の評価結果

汚染水処理設備等を構成する設備について、構造強度評価の基本方針及び耐震性評価の基本方針に基づき構造強度及び耐震性等の評価を行う。

1. 汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）

1.1. 基本方針

1.1.1. 構造強度評価の基本方針

- a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら、震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は、必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく、日本工業規格（JIS）や日本水道協会規格等の国内外の民間規格、製品の試験データ等を踏まえ、福島第一原子力発電所構内の作業環境、機器等の設置環境や時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきた。

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、高濃度の汚染水を内包するため、バウンダリ機能の健全性を確認する観点から、設計された肉厚が十分であることを確認している。また、溶接部については、耐圧・漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

機器等の経年劣化に対しては、適切な保全を実施することで健全性を維持していく。

- b. 今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等（以下、「JSME 規格」という。）で規定される。

汚染水処理設備等は、地下水等の流入により増加する汚染水の対応が必要であり、短期間での機器の設置が求められる。また、汚染水漏えい等のトラブルにより緊急的な対応が必要となることもある。

従って、今後設計する機器等については、JSME 規格に限定するものではなく、日本

工業規格（JIS）等の国内外の民間規格に適合した工業用品の採用，或いは American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本工業規格（JIS），またはこれらと同等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。溶接（溶接施工法および溶接士）は JSME 規格，American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本工業規格（JIS），および発電用火力設備に関する技術基準を定める省令にて認証された溶接，または同等の溶接とする。また，JSME 規格で規定される材料の日本工業規格（JIS）年度指定は，技術的妥当性の範囲において材料調達性の観点から考慮しない場合もある。

さらに，今後も JSME 規格に記載のない非金属材料（耐圧ホース，ポリエチレン管等）については，現場の作業環境等から採用を継続する必要があるが，これらの機器等については，日本工業規格（JIS）や日本水道協会規格，製品の試験データ等を用いて設計を行う。

1.1.2. 耐震性評価の基本方針

汚染水処理設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の B クラス相当の設備と位置づけられる。耐震性を評価するにあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」（以下，「耐震設計技術規程」という。）等に準拠して構造強度評価を行うことを基本とするが，評価手法，評価基準について実態にあわせたものを採用する。B クラス施設に要求される水平震度に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。支持部材がない等の理由によって，耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合には，可撓性を有する材料を使用するなどし，耐震性を確保する。

なお，汚染水処理設備等のうち高濃度の滞留水を扱う設備等については，参考として S クラス相当の評価を行う。

1.2. 評価結果

1.2.1. 滞留水移送装置

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，滞留水移送装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

移送ポンプは，水中ポンプのため地震により有意な応力は発生しない。

1.2.2. 油分分離装置

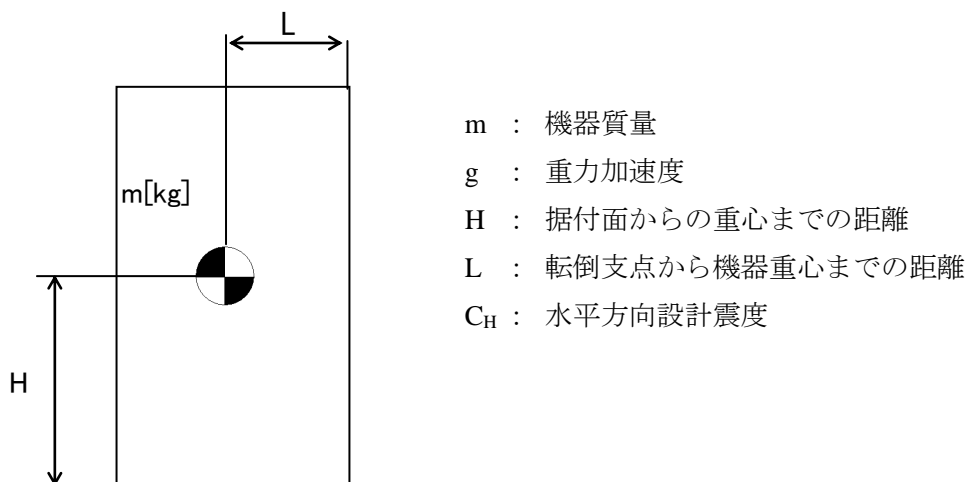
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，油分分離装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表-1）。

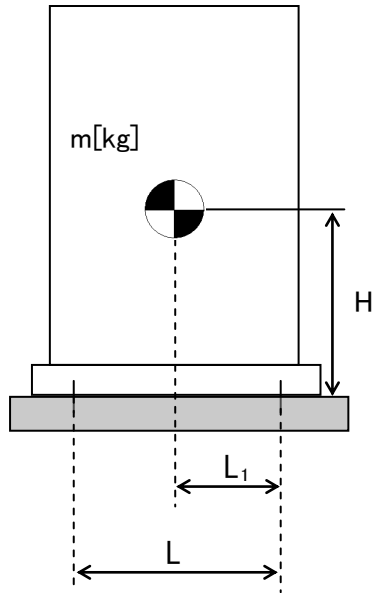


$$\text{地震による転倒モーメント} : M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H$$

$$\text{自重による安定モーメント} : M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times L$$

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－1）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L₁ : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

表－1 油分分離装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
油分分離装置	本体	転倒	0.36	50	83	kN・m
			0.57	79		
	基礎ボルト	せん断	0.36	24	129	MPa
			0.57	37		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	<0		

1.2.3. 処理装置（セシウム吸着装置）

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。

また、吸着塔の円筒型容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、内圧に耐えられることを確認した（表-2）。

$$t = \frac{P D_i}{2 S \eta - 1.2 P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ
D_i : 胴の内径
P : 最高使用圧力
S : 最高使用温度における
材料の許容引張応力
η : 長手継手の効率

ただし、t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t=3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。

表-2 セシウム吸着装置構造強度結果

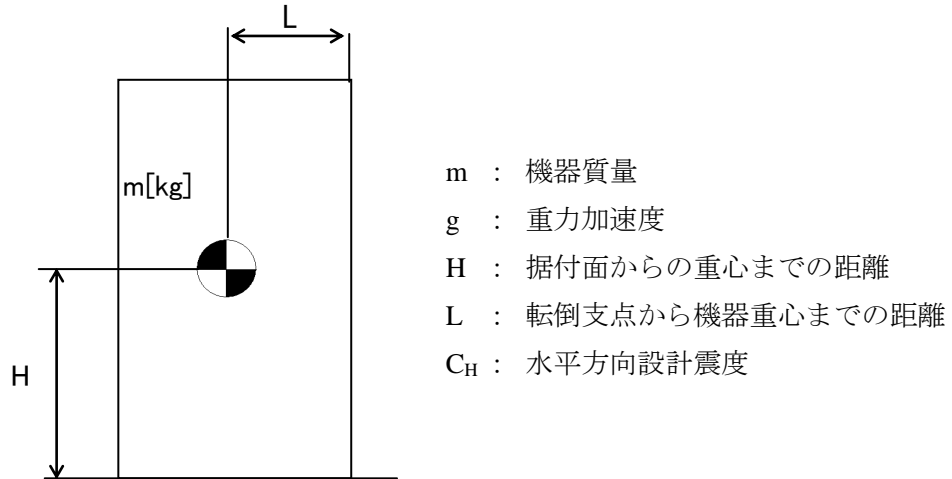
機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	6.8	9.5※

※ 最小値

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を行った。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した（表-3）。



地震による転倒モーメント： M_1 [N・m] = $m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント： M_2 [N・m] = $m \times g \times L$

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した（表-3）。なお、Sクラス相当の評価では、セシウム吸着塔において地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから、FEMによるトラニオンとピンガイドの強度評価を行った。

地震時の水平荷重によるすべり力： $F_L = C_H \times m \times g$
接地面の摩擦力： $F_\mu = \mu \times m \times g$

m : 機器質量
 g : 重力加速度
 C_H : 水平方向設計震度
 μ : 摩擦係数

c. FEMによるトラニオンとピンガイドの強度評価

セシウム吸着塔は、本体下部に位置決めのためのトラニオンが施工されており、スキッド側ピンガイドと取合構造となっている（図-1参照）。

b. 滑動評価において、地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから、軸方向荷重及び軸直交方向荷重を想定し、トラニオンとピンガイドの強度をFEMにより確認する。なお、FEMモデルは、ピンガイドについては各部材の中立面にシェル要素で、トラニオンはソリッド要素で作成した（図-2参照）。FEMによる強度評価の結果ピンガイドは破断せず吸着塔を支持することを確認した（表-3）。

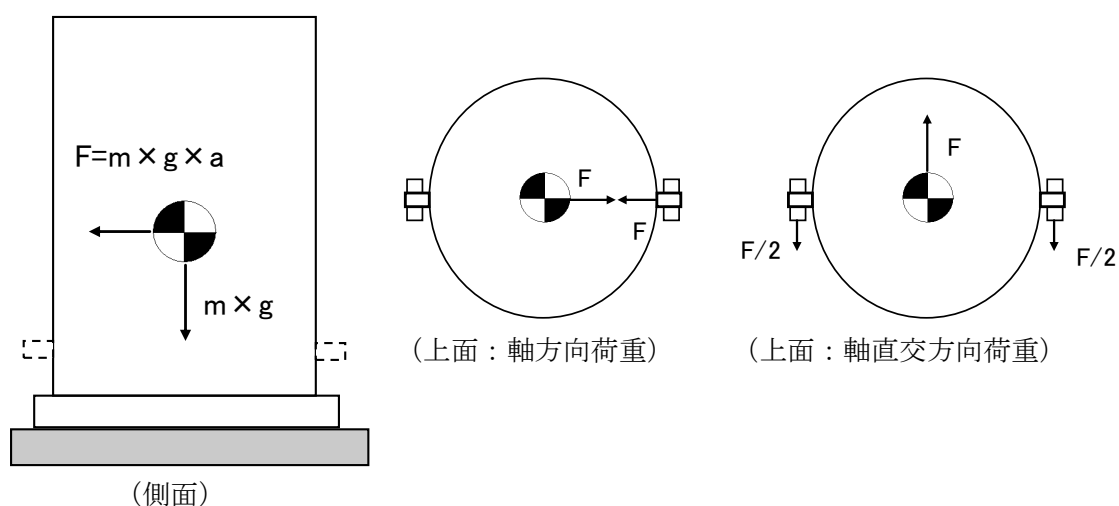


図-1 トラニオン～ピンガイド概要

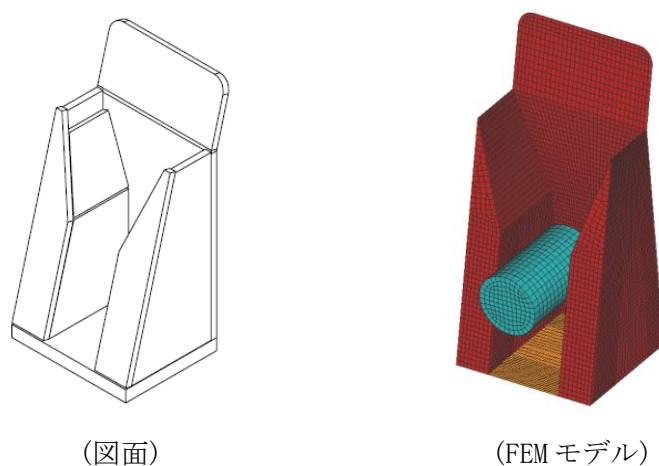
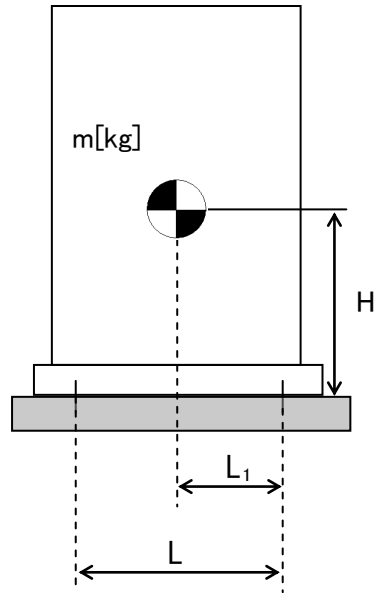


図-2 FEMモデル形状

d. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－3）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

表-3 セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム 吸着塔	本体	転倒	0.36	90	130	kN・m
			0.51	128		
		滑動	0.36	0.36	0.52	-
			0.57	0.57		
	ピンガイド	相当応力	0.57	182	Sy=159 Su=459	MPa
スキッド	本体	転倒	0.36	513	881	kN・m
			0.57	811		
	基礎	転倒	0.36	616	958	kN・m
			0.57	975		
	基礎ボルト	せん断	0.36	33	129	MPa
			0.57	52		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	2	152	
セシウム吸着 処理水タンク	本体	転倒	0.36	144	175	kN・m
			0.57	227		
	基礎ボルト	せん断	0.36	19	129	MPa
			0.57	30		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	23	168	
セシウム吸着 処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	2.1	7.2	kN・m
			0.57	3.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	6	129	MPa
			0.57	9		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	<0		

1.2.4. 処理装置（第二セシウム吸着装置）

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。

また、吸着塔の円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、内圧に耐えられることを確認した（表－4）。

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径

P : 最高使用圧力

S : 最高使用温度における
材料の許容引張応力

η : 長手継手の効率

ただし、t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t=3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。

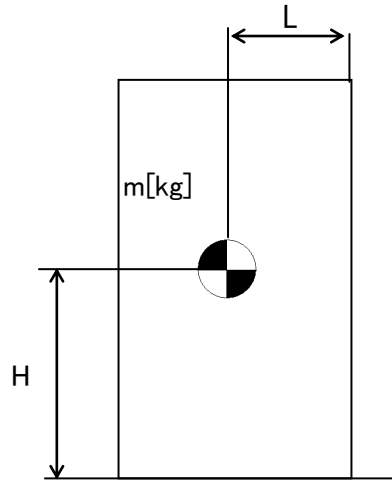
表－4 第二セシウム吸着装置構造強度結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第二セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	9.6	12

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した（表-5）。



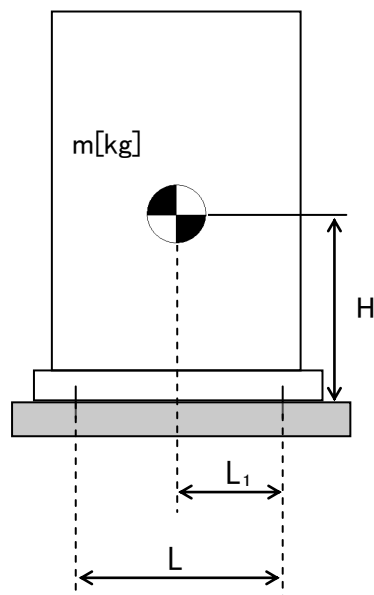
- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント : $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント : $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L$

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表-5）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L₁ : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力： } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力： } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力： } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

表-5 第二セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
第二セシウム 吸着塔	本体	転倒	0.36	144	169	kN・m
			0.42	168		
	基礎ボルト	せん断	0.36	71	133	MPa
			0.55	108		
		引張	0.36	<0	69	MPa
			0.55	68		
ポンプスキッド	本体	転倒	0.36	3.9	6.9	kN・m
			0.60	6.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	4	133	MPa
			0.60	7		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.60	<0		

1.2.5. 処理装置（除染装置）

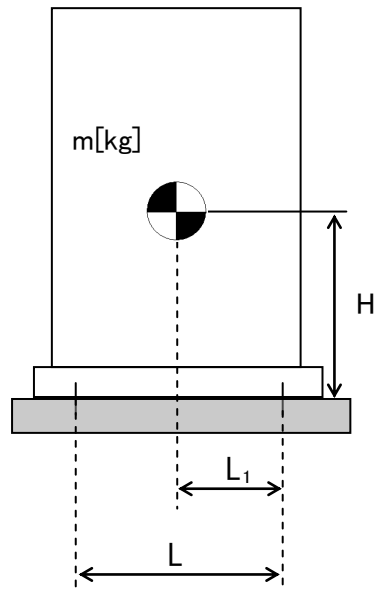
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、除染装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表-6）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L₁ : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力： } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力： } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力： } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

b. 有限要素法によるフレーム構造解析を用いた基礎ボルト強度評価

主要設備についてはコンクリートにアンカーを打った上で架台にて強固に据え付けられていることから、加圧浮上分離装置（DAF）、凝集沈殿装置（アクチフロー）、ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて基礎ボルトの強度評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度に問題がないことを確認した（表-6）。

① 加圧浮上分離装置（DAF）

設計用水平震度：0.6G

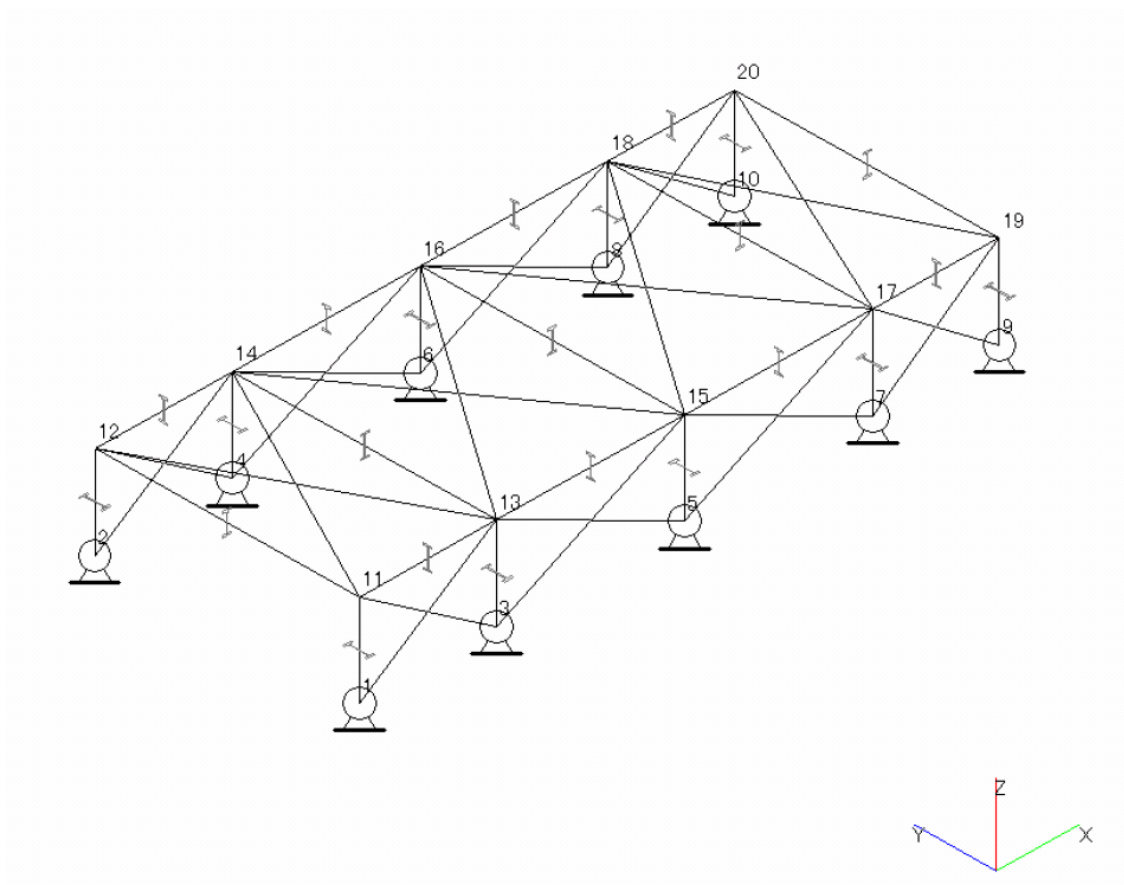


図-3 加圧浮上分離装置（DAF）解析モデル

② 凝集沈殿装置 (アクチフロー)

設計用水平震度 : 0.6G

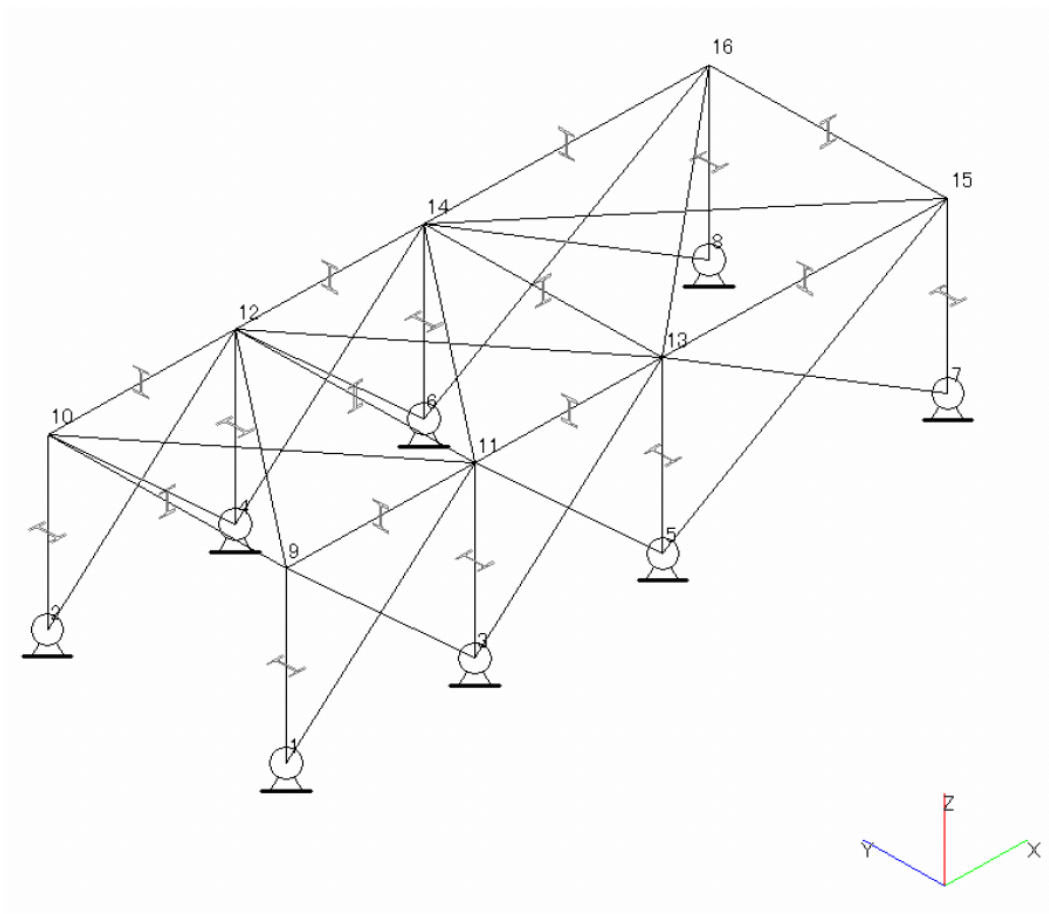


図-4 凝集沈殿装置 (アクチフロー) 解析モデル

③ ディスクフィルタ

設計用水平震度：0.6G

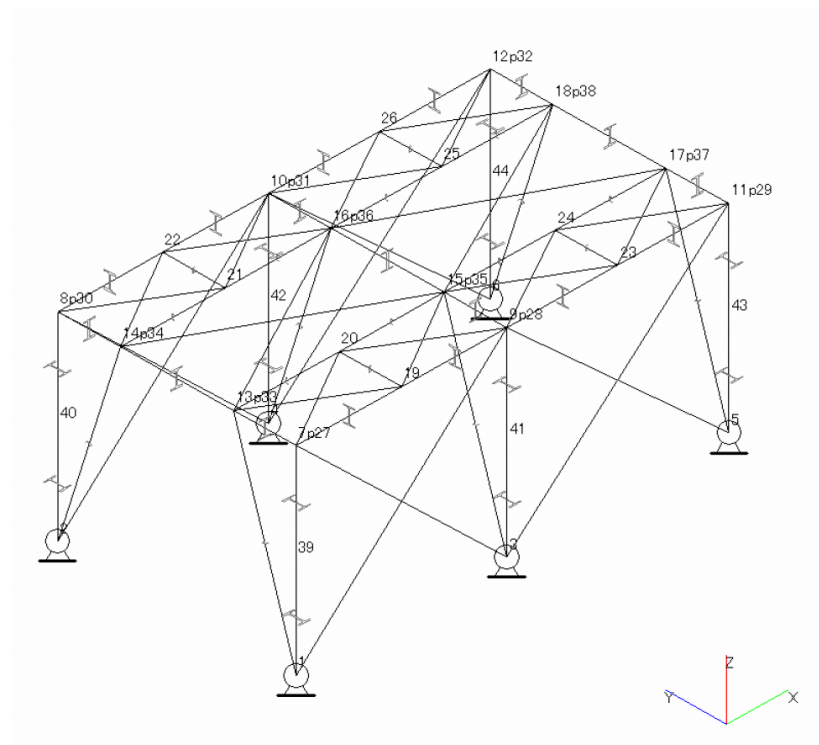


図-5 ディスクフィルタ解析モデル

c. 架台強度評価

加圧浮上分離装置（DAF），凝集沈殿装置（マルチフロー），凝集沈殿装置（アクチフロー），ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて各部材に発生するたわみ量の評価を実施した。評価の結果，架台強度に問題がないことを確認した（表-6）。

表-6 除染装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
加圧浮上分離装置 (DAF)	架台 (柱脚)	変位	0.60	1/290	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.60	27	118	MPa
		引張	0.60	6	153	MPa
反応槽	基礎 ボルト	せん断	0.36	49	118	MPa
			0.50	68		
	引張	0.36	17	135	MPa	
		0.50	76	105		
凝集沈殿装置 (マルチフロー)	本体 (壁パネル)	変位	0.60	1/515	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.36	71	135	MPa
			0.60	119		
	引張	0.36	<0	-	MPa	
0.60		7	56			
凝集沈殿装置 (アクチフロー)	架台 (柱脚)	変位	0.6	1/936	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.60	38	118	MPa
		引張	0.60	51	153	MPa
ディスク フィルタ	架台 (柱脚)	変位	0.6	1/527	1/120	変位量
	基礎 ルト	せん断	0.60	44	118	MPa
		引張	0.60	19	143	MPa

1.2.6. 淡水化装置

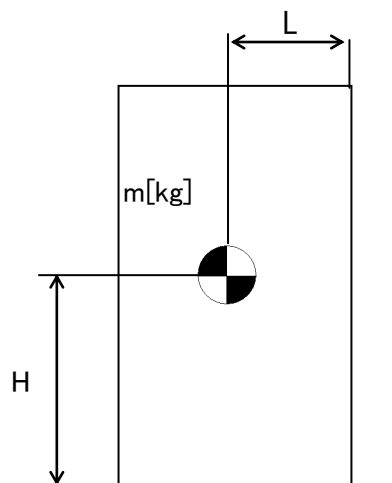
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，淡水化装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表-7）。



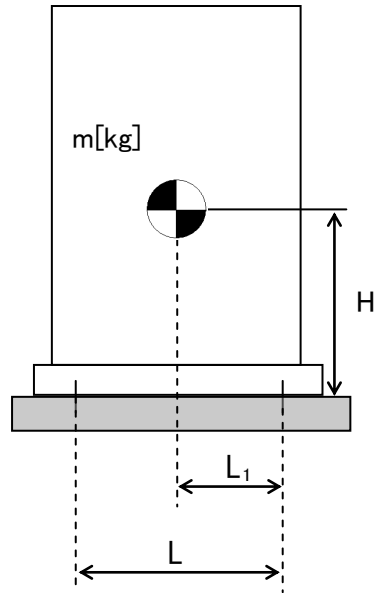
- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度

$$\text{地震による転倒モーメント} : M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H$$

$$\text{自重による安定モーメント} : M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times L$$

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表-7）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

c. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した（表-7）。

$$\text{地震時の水平荷重によるすべり力} : F_L = C_H \times m \times g$$

$$\text{接地面の摩擦力} : F_\mu = \mu \times m \times g$$

- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- C_H : 水平方向設計震度
- μ : 摩擦係数

表-7 淡水化装置耐震評価結果 (1/2)

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
SPT 受入水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
廃液 RO 供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.92	m
RO 処理水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.47	0.77	m
RO 濃縮水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 濃縮水貯槽移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.36	0.77	m
RO 濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.35	0.71	m
濃縮処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.35	0.71	m
濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.20	0.77	m
配管・弁モジュール	本体	転倒	0.36	0.19	0.28	m
逆浸透膜装置 (RO-1A)	基礎	せん断	0.36	1,148	23,419	N
	ボルト	引張	0.36	<0	-	N
逆浸透膜装置 (RO-1B)	基礎	せん断	0.36	1,060	23,419	N
	ボルト	引張	0.36	<0	-	N
逆浸透膜装置 (RO-2)	本体	転倒	0.36	19.1	20.8	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.40	-
逆浸透膜装置 (RO-3)	本体	転倒	0.36	1.70	1.80	kN・m

表-7 淡水化装置耐震評価結果 (2/2)

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1A)	基礎	せん断	0.36	30	131	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	-	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1B)	基礎	せん断	0.36	39	131	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	-	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1C)	基礎	せん断	0.36	36	131	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	-	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-2A, B) (濃縮装置)	本体	転倒	0.36	<0	-	kN
	基礎	せん断	0.36	88	108	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	-	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-3A, B, C) (濃縮装置)	本体	転倒	0.36	<0	-	kN
	基礎	せん断	0.36	98	108	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	-	MPa

1.2.7. 廃止（高濃度滞留水受タンク）

1.2.8. 中低濃度タンク

(1) 構造強度評価

震災以降緊急対応的に設置したものについては材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、水頭圧による漏えい試験を行い、有意な変形や漏えいがないことを確認した。また、タンクは全て大気開放のため、水頭圧以上の内圧が作用することは無い。

以上のことから、中低濃度タンクは必要な構造強度を有していると評価できる。

また、円筒型タンクについては、主要仕様から必要肉厚を評価し、十分な肉厚を有していることを確認した。

なお、サプレッションプール水サージタンクは、工事計画認可申請書(57 資庁第 2974 号 昭和 57 年 4 月 20 日認可)において確認を実施している。

a. 円筒型タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した(表-8)。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径

H : 水頭

ρ : 液体の比重

S : 最高使用温度における
材料の許容引張応力

η : 長手継手の効率

ただし、t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は t=3[mm]以上、その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表-8 円筒型タンクの胴の板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
RO 濃縮水貯槽	500m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0*
RO 処理水貯槽 RO 濃縮水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m ³ 容量 (フランジ)	タンク板厚	6.3	12.0
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m ³ 容量 (溶接)	タンク板厚	9.6	12.0
		タンク板厚	9.8	12.0
濃縮廃液貯槽	100m ³ 容量 円筒型 (横置き)	タンク板厚	3.0	9.0

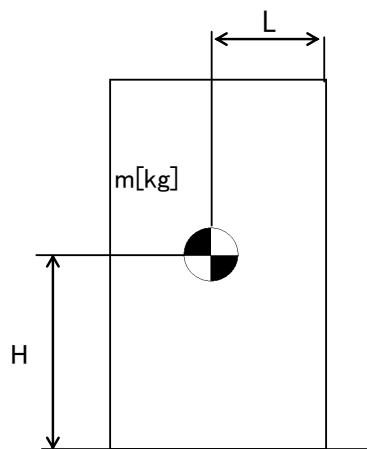
※ 最小値

(2)耐震性評価

サブプレッションプール水サージタンクは、工事計画認可申請書(57資庁第2974号 昭和57年4月20日認可)において確認を実施している。その他の中低濃度タンクに関する耐震性評価を以下に示す。

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した(表-9)。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント : $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント : $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L$

表-9 タンク・槽類の転倒評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平地震動	算出値	許容値	単位	
SPT 受入水タンク	本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m	
廃液 RO 供給タンク	35m ³ 容量	本体	転倒	1.8×10^2	4.2×10^2	kN・m	
	40m ³ 容量	本体	転倒	2.3×10^2	5.4×10^2	kN・m	
	42m ³ 容量	本体	転倒	2.0×10^2	5.5×10^2	kN・m	
	110m ³ 容量	本体	転倒	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m	
RO 処理水受タンク	本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m	
RO 処理水 貯槽	1000m ³ 容量	本体	転倒	2.5×10^4	7.7×10^4	kN・m	
RO 濃縮水受タンク	本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m	
RO 濃縮水 貯槽	500m ³ 容量	本体	転倒	1.1×10^4	2.6×10^4	kN・m	
	1000m ³ 容量 (フランジ)	本体	転倒	2.4×10^4	7.6×10^4	kN・m	
	1000m ³ 容量 (溶接)	本体	転倒	0.36	2.4×10^4	7.4×10^4	kN・m
		本体	転倒	0.36	2.5×10^4	7.6×10^4	kN・m
多核種処理水 貯槽	1000m ³ 容量 (フランジ)	本体	転倒	2.4×10^4	7.6×10^4	kN・m	
	1000m ³ 容量 (溶接)	本体	転倒	2.4×10^4	7.4×10^4	kN・m	
		本体	転倒	0.36	2.5×10^4	7.6×10^4	kN・m
蒸発濃縮処理水貯槽	本体	転倒	0.36	2.4×10^4	7.6×10^4	kN・m	
濃縮水タンク	本体	転倒	0.36	2.1×10^2	5.4×10^2	kN・m	
濃縮廃液貯槽	本体	転倒	0.36	1.1×10^3	2.3×10^3	kN・m	

b. 基準地震動 S_s に対する評価

円筒型タンクに対し、基準地震動 S_s による地震力にて発生する応力等を算出し許容値と比較することにより、タンクの貯水機能維持について評価を実施した。評価の結果、基準地震動による地震力に対して発生する応力等は許容値よりも小さく、機能が維持されることを確認した（表-10）。

表-10 円筒型タンクの基準地震動 S_s に対する評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	算出値	許容値	単位
RO 処理水貯槽 RO 濃縮水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	側板	膜応力	246	360	MPa
		座屈	0.66	1	-
	接続ボルト (水平方向)	引張	355	525	MPa
	接続ボルト (鉛直方向)	引張	506	525	MPa

1.2.9. 地下貯水槽

(1) 構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，社団法人雨水貯留浸透技術協会「プラスチック製地下貯留浸透施設技術指針」に準じたプラスチック製枠材及び日本遮水工協会により製品認定を受けている遮水シートを使用することで，高い信頼性を確保する。

(2) 耐震性評価

(2)-1.1. 評価の項目・目的

地下貯水槽の耐震性評価は次の 2 項目について実施する。

- ① 地下貯水槽の地震発生時の止水シートの強度（止水性）の確認
- ② 地下貯水槽に地震が作用した場合の貯水槽内部の貯水枠材の強度の確認
 - a) 地表面載荷荷重として 10kN/m^2 を考慮した場合
 - b) 地下貯水槽の上盤に車両が載った場合

表-11 に，それぞれの評価項目の目的及び内容についてまとめたものを示す。このうち，最も重要なのは①にあげた地震発生時の止水性の確認であり，貯水枠材の強度に関しては，仮に貯水枠材が破壊に至っても不具合事象としては上盤の陥没等が発生する程度と想定され，最も重要な貯水槽の性能である止水性に悪影響はないと考えられる。

表-11 評価項目毎の目的・内容

評価項目	目的・内容	想定不具合事象
①止水シート強度	○ 地震力が作用した場合の止水シートの発生ひずみ量を解析し，シートが破断しないか，即ち漏えい事象が発生しないかを確認する。	○ 止水シートが破断すると，地中に貯水が漏えい拡散するリスクが生じる。
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m^2	○ 貯水枠材に地震力が作用した場合の貯水枠材応力度を検討して枠材の強度を確認する。	○ 貯水枠材が破壊すると，枠材が崩れて貯水槽の上盤が陥没する。それにより，上盤に敷設している PE シートが破断する可能性があるが，このシートは雨水混入防止用のものであり，漏えいには直接関係ない。
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	○ 貯水槽の上盤に車両が載った場合（自動車荷重を考慮した場合）の貯水枠材の強度を確認する。	

(2)-1.2. 計算条件

各評価項目の作用荷重等の与条件の概要を表-12に示す。

表-12 評価項目毎の与条件

評価項目	作用震度	作用荷重
①止水シート強度	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6	各自重
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m ²	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6 鉛直震度 0.3	地表載荷荷重 覆土荷重 貯水枠材荷重 地震時水平土圧
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	鉛直震度 0.3	自動車荷重 (T-25) 覆土荷重

(2)-1.3. 照査結果

照査結果を表-13に示す。また各項目の検討の詳細は表-13に示す別添資料に示す。

表-13 評価項目毎の照査結果

評価項目	照査対象	作用震度	計算結果	許容値	詳細
①止水シート強度	止水シートの ひずみ量	Bクラス	0.148%	560%	別添-2
		Sクラス	0.206%	560%	
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m ²	貯水枠材の 水平・鉛直 強度	Bクラス	水平：23.0kN/m ²	30.0kN/m ²	別添-3
		Sクラス	水平：46.8kN/m ² 垂直：33.7kN/m ²	52.5kN/m ² 102.1kN/m ²	
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	貯水枠材の 鉛直強度	—	77.3kN/m ²	102.1kN/m ²	別添-4

(3)スロッシングに対する評価

地下貯水槽の場合、プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 25cm 以下と小規模であり、スロッシングのような長周期問題は顕在化しないと考えられる。なお、検討の詳細については別添-5に示す。

(4) 地下貯水槽を設置する地盤の評価

地下貯水槽は地盤を掘削して設置するため、掘削完了時の地盤は加圧密状態となっている。また設置するプラスチック製枠材と貯留する水の重量は、掘削した土砂（地盤）よりも小さいことから、地下貯水槽が掘削完了後の地盤上に設置されても、地盤が強度破壊等の不具合を発生することはないと考えられる。しかしながら、念のため、表層 0.5m の部分にはセメント系改良材による地盤改良を施し、地盤を補強する。

1.2.10. ポンプ

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、ポンプは必要な構造強度を有すると評価した。

なお、海外製の一部ポンプを除き、JIS 規格に準用したポンプを使用している。

1.2.11. 配管等

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また、配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価の結果、最高使用圧力に耐えられることを確認した（表-14）。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$$

t : 管の計算上必要な厚さ
D₀ : 管の外径
P : 最高使用圧力[MPa]
S : 最高使用温度における
材料の許容引張応力[MPa]
η : 長手継手の効率

表－1 4 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力[MPa]	最高使用 温度[°C]	必要肉厚 [mm]	肉厚 [mm]
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.84	8.6
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.6	12.7
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.14	3.5
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.21	4.0
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	0.26	4.0
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	0.38	5.0
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	0.50	6.5
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.45	5.5
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.66	7.6
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.3	11.0
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	0.17	5.5
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	0.31	8.6
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	0.28	3.9
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	0.40	5.5
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.64	3.9
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.94	5.5

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定した上で、漏えい試験等を行い、漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。従って、耐圧ホースは、必要な構造強度を有していると評価した。

c. ポリエチレン管

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定している。また、ポリエチレン管は、一般に耐食性、電気特性（耐電気腐食）、耐薬品性を有しているとともに以下により信頼性を確保している。

- ・ 日本水道協会規格等に適合したポリエチレン管を採用。
- ・ 継手は可能な限り融着構造とする。
- ・ 敷設時に漏えい試験等を行い、運転状態に異常がないことを確認している。

以上のことから、ポリエチレン管は、必要な構造強度を有するものと評価した。

2. 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

2.1. 基本方針

2.1.1. 構造強度評価の基本方針

- a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は、震災以降緊急対応的に設置してきたもので、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は、必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく、日本工業規格（JIS）等規格適合品または製品の試験データ等を踏まえ、福島第一原子力発電所構内の作業環境、機器等の設置環境や緊急時対応の時間的余裕を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきた。

廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は、高濃度の汚染水を内包するため、バウンダリ機能の健全性を確認する観点から、設計された肉厚が十分であることを確認している。また、溶接部については、耐圧・漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

なお、使用済セシウム吸着塔保管施設を構成するコンクリート製ボックスカルバートは遮へい物として吸着塔等の周囲に配置するものであり、JSME 規格で定める機器には該当しない。

- b. 今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設することとしており、地下水等の流入により増加する汚染水の処理に伴う二次廃棄物への対応上、短期間での施設の設置が必要である。このため今後設計する機器等については、日本工業規格（JIS）等規格に適合した工業用品の採用、或いは JIS 等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。

2.1.2. 耐震性評価の基本方針

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のBクラス相当の設備と位置づけられる。

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設の耐震性に関する評価にあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」に準拠することを基本とするが，必要に応じて現実的な評価を行う。

また，配管に関しては，変位による破壊を防止するため，定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定や，可撓性のある材料を使用する。

なお，廃スラッジ一時保管施設等は，高濃度の放射性物質を貯蔵することから参考としてSクラス相当の評価を行う。

2.2. 評価結果

2.2.1. 使用済セシウム吸着塔保管施設

(1) 構造強度評価

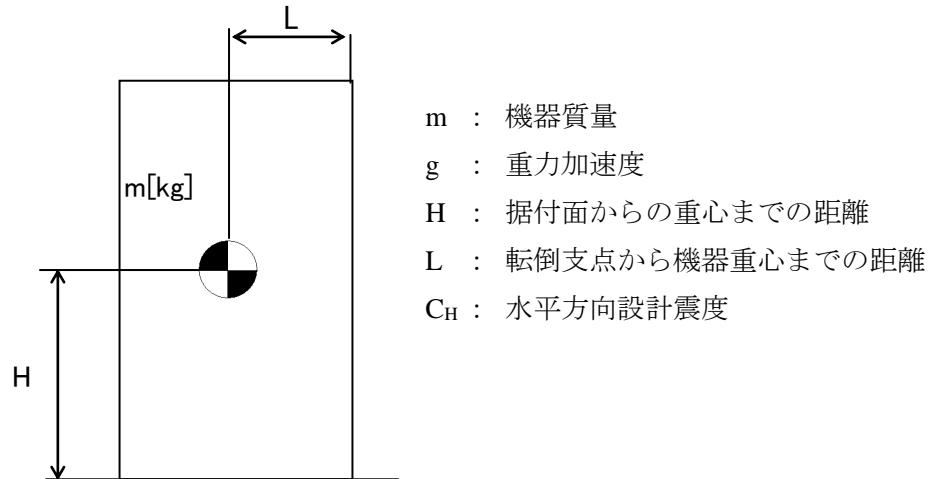
材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。また，吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから，吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を行った。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから、転倒しないことを確認した（表-15）。



地震による転倒モーメント： $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント： $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L$

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した（表-15）。

表-15 使用済セシウム吸着塔仮保管施設耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ボックス カルバート	本体	転倒	0.30	1.4×10^2	2.9×10^2	kN・m
		滑動	0.30	0.30	0.40	-
セシウム吸着装置 吸着塔	本体	転倒	0.36	8.2×10^1	1.2×10^2	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.52	-
第二セシウム 吸着装置吸着塔	本体	転倒	0.36	1.9×10^2	4.2×10^2	kN・m
			0.60	3.1×10^2		
		滑動	0.36	0.36	0.52	-
			0.52	0.52		
モバイル式処理装 置または第二モバ イル型ストロンチ ウム除去装置 (吸着塔1塔)	本体	転倒	0.36	5.1×10	1.0×10^2	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.40	-
モバイル型ストロ ンチウム除去装置 (フィルタ1塔, 吸着塔1塔及び架 台)	本体	転倒	0.36	8.8×10	1.9×10^2	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.40	-

2.2.2. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス3機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。また、吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから、吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

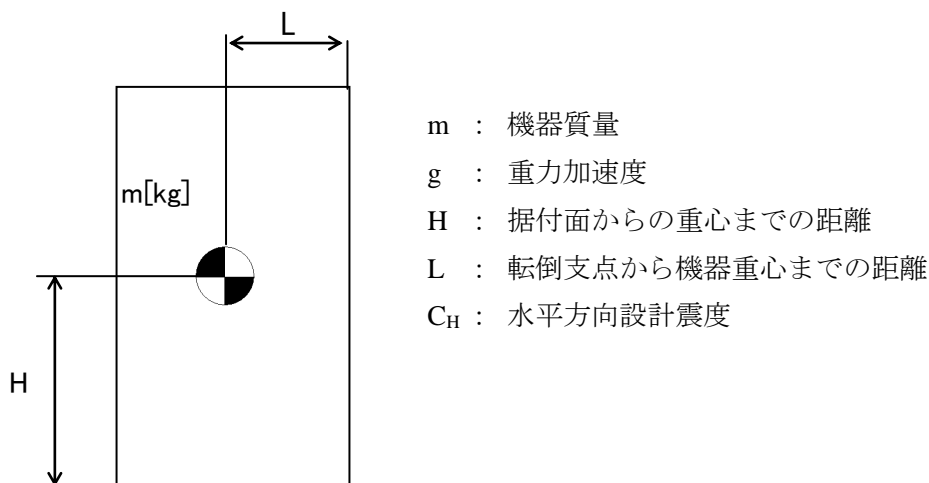
なお高性能容器(タイプ1)および高性能容器(タイプ2)(いずれも補強体付き)に関する評価は「II 2.16 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を行った。なお、セシウム吸着装置吸着塔はそれを格納する各々の蓋付ボックスカルバートと吸着塔の評価、第二セシウム吸着装置吸着塔、多核種除去設備処理カラム、高性能多核種除去設備吸着塔、R0 濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔はそれを格納する各々の架台と合わせた評価を実施した。また、モバイル式処理装置吸着塔、第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔、モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ及び吸着塔、サブドレン他浄化装置吸着塔および高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔についても転倒評価を行い転倒しないことを確認した。なお、後者については、ボックスカルバートへの保管有無に関わらず、転倒しないことが確認されているため、代表の評価結果を示す（表-16）。

なお高性能容器（タイプ1）および高性能容器（タイプ2）（いずれも補強体付き）に関する評価は「II 2.16 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。



地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L$

b. 滑動評価

セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔，高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔については，ボックスカルバートとあわせ地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－16）。なお，水平震度を0.60まで拡張した評価では，地震時の水平荷重によるすべり力が設置面の摩擦力より大きくなり，滑動する結果となったことから，別途すべり量の評価を実施した。

第二セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔については，それらを格納する架台が設置床に基礎ボルトで固定されていることから基礎ボルトに作用するせん断荷重と許容せん断荷重を比較することより滑動評価を実施した。基礎ボルトの許容せん断荷重は「日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」に基づき次式を用いた。評価の結果，基礎ボルトの破断による滑動が生じないことを確認した（表－16）。

$$q = mg(C_H - \alpha) \div n$$
$$q_a = 0.75 \cdot \phi_{s3} (0.5 \cdot s_c a \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c})$$

- q : 基礎ボルト一本に作用するせん断荷重
q_a : 基礎ボルト一本当たりの許容せん断荷重
C_H : 水平方向設計震度
m : 機器重量
g : 重力加速度
α : 機器と床版の摩擦係数
n : 機器あたりの基礎ボルト本数
φ_{s3} : 短期荷重に対する低減係数
s_ca : 基礎ボルトの定着部の断面積
F_c : コンクリート設計基準強度
E_c : コンクリートのヤング率

なお高性能容器（タイプ1）および高性能容器（タイプ2）（いずれも補強体付き）に関する評価は「II 2.16 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

c. すべり量評価

すべり量は、吸着塔とボックスカルバートについて、地震応答加速度時刻歴をもとに設置床に対する累積変位量として算出した。評価の結果すべり量がボックスカルバート間の許容値を超えないことを確認した（表-17）。

表-16 使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果 (1/3)

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム吸着装置※ (吸着塔 32 塔及び ボックスカルバート 16 基)	転倒	0.36	7.9×10^3	1.8×10^4	kN・m
		0.60	1.4×10^4		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
モバイル式処理装置または第二モバイル型ストロンチウム除去装置 (吸着塔 1 塔)	転倒	0.36	5.1×10	1.0×10^2	kN・m
		0.60	8.5×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
モバイル型ストロンチウム除去装置 (フィルタ 1 塔, 吸着塔 1 塔及び架台)	転倒	0.36	8.8×10	1.9×10^2	kN・m
		0.60	1.5×10^2		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
サブドレン他浄化装置 (吸着塔 2 塔及び架台)	転倒	0.36	9.6×10	1.9×10^2	kN・m
		0.60	1.6×10^2		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
高性能多核種除去設備検 証試験装置 (吸着塔 6 塔及び架台)	転倒	0.36	4.9×10	1.3×10^2	kN・m
		0.60	8.1×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
第二セシウム吸着装置 (吸着塔 5 塔×2 列 及び架台)	転倒	0.36	1.7×10^3	3.7×10^3	kN・m
		0.60	2.9×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.60	8		
高性能多核種除去設備 (吸着塔 (二相ステンレ ス製) 5 塔×2 列 及び架台)	転倒	0.36	2.0×10^3	4.3×10^3	kN・m
		0.60	3.3×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
高性能多核種除去設備 (吸着塔 (ステンレス製) 5 塔×2 列 及び架台)	転倒	0.36	2.1×10^3	4.3×10^3	kN・m
		0.60	3.4×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		

※ボックスカルバート 2 列×8 行の評価である。

表-16 使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果 (2/3)

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
RO 濃縮水処理設備 (吸着塔 5 塔×2 列 及び架台)	転倒	0.36	2.0×10^3	4.3×10^3	kN・m
		0.60	3.3×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
サブドレン他浄化装置吸 着塔 (吸着塔 5 塔×2 列 及び架台)	転倒	0.36	6.0×10^2	1.4×10^3	kN・m
		0.60	9.0×10^2		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.60	3		
セシウム吸着装置 ^{※1} (吸着塔 64 塔及び ボックスカルバート 32 基)	転倒	0.36	1.7×10^4	6.2×10^4	kN・m
		0.60	2.8×10^4		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
高性能多核種除去設備 ^{※2} (吸着塔 (ステンレス製) 6 塔×3 列及び架台)	転倒	0.36	3.7×10^3	1.5×10^4	kN・m
		0.60	6.2×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	38	kN
		0.60	7		
高性能多核種除去設備 ^{※2} (吸着塔 (ステンレス製) 6 塔×2 列及び架台)	転倒	0.36	2.5×10^3	6.6×10^3	kN・m
		0.60	4.1×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	38	kN
		0.60	7		
高性能多核種除去設備 ^{※2} (吸着塔 (ステンレス製) 3 塔×2 列及び架台)	転倒	0.36	1.3×10^3	3.3×10^3	kN・m
		0.60	2.1×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	38	kN
		0.60	6		
高性能多核種除去設備 ^{※2} (吸着塔 (ステンレス製) 3 塔×3 列及び架台)	転倒	0.36	1.9×10^3	7.6×10^3	kN・m
		0.60	3.1×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	38	kN
		0.60	6		

※1 ボックスカルバート 4 列×8 行の評価である。

※2 第二セシウム吸着装置吸着塔, 多核種除去設備処理カラム, 高性能多核種除去設備吸着塔, RO 濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔のうち, 機器重量, 重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔 (ステンレス製) にて評価を実施

表-16 使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果 (3/3)

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能多核種除去設備※1 (吸着塔 (ステンレス製) 2塔×2列及び架台)	転倒	0.36	9.0×10^2	1.7×10^3	kN・m
		0.60	1.4×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.60	8		

※1 第二セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔のうち，機器重量，重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製）にて評価を実施

表-17 使用済セシウム吸着塔一時保管施設すべり量評価結果

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
【使用済セシウム吸着塔一時保管施設 (第一施設) (第四施設)】* ・セシウム吸着装置吸着塔 ・モバイル式処理装置吸着塔 ・第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔 ・モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ及び吸着塔 ・サブドレン他浄化装置吸着塔 ・高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔	すべり量	0.60	93.3	494	mm
【使用済セシウム吸着塔一時保管施設 (第三施設)】 ・セシウム吸着装置吸着塔 ・モバイル式処理装置吸着塔 ・第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔 ・モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ及び吸着塔 ・サブドレン他浄化装置吸着塔 ・高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔	すべり量	0.60	57.5	450	mm

※使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）（第四施設）のうち、ボックスカルバート間の許容値が評価上最も厳しいセシウム吸着塔一時保管施設（第四施設）にて評価を実施

なお、使用済セシウム吸着塔一時保管施設の第一～第四施設の基礎は、地盤改良による安定した地盤上に設置されており、十分な支持力を有する地盤上に設置している。

d. 波及的影響について

耐震Sクラスの地震力が発生した場合に、第三施設に設置しているセシウム吸着装置吸着塔等とそれを格納しているボックスカルバートが転倒することにより、近接する高性能容器とそれを格納しているボックスカルバートに与える波及的影響を検討するため、鉛直方向の地震力を考慮した転倒評価を実施した。鉛直方向の設計震度は、水平方向の1/2の値とした。

評価の結果、セシウム吸着装置吸着塔等とそれを格納しているボックスカルバートは転倒せず、近接する高性能容器とそれを格納しているボックスカルバートに影響がないことを確認した（表-18）。

表-18 使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（耐震Sクラス）

機器名称	評価項目	水平震度	鉛直震度	算出値	許容値	単位
セシウム吸着装置※1 (吸着塔 64 塔及び ボックスカルバート 32 基)	転倒	0.60	0.30	2.8×10^4	4.3×10^4	kN・m

※1 ボックスカルバート 4 列× 8 行の評価である。

2.2.3. 廃スラッジ一時保管施設

(1) 構造強度評価

スラッジ貯槽について、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した（表－19）。

$$t = \frac{D_i H \rho}{0.204 S \eta}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ[mm]
 D_i : 胴の内径[m]
 H : 水頭[m]
 ρ : 液体の比重
 S : 最高使用温度における
 材料の許容引張応力[MPa]
 η : 長手継手の効率

ただし、 t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は $t=3$ [mm] 以上，その他の金属の場合は $t=1.5$ [mm] 以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

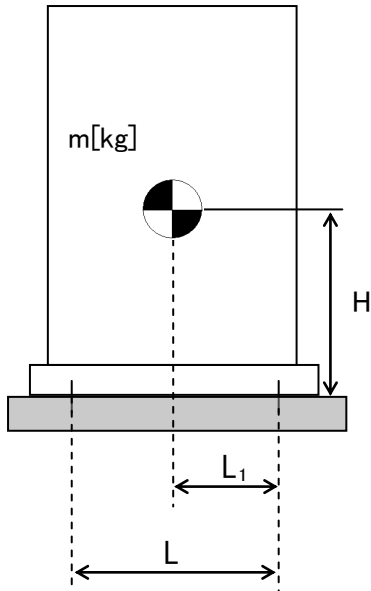
表－19 スラッジ貯槽板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
スラッジ貯槽	円筒型（横置き）	タンク板厚	3.0	25.0

(2)耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程に準拠して評価を行った結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－20）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

表－20 スラッジ貯槽の基礎ボルトの強度評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
スラッジ貯槽	基礎ボルト	引張	0.36	11	439	MPa
			0.94	131		
		せん断	0.36	42	337	MPa
			0.94	122		

2.2.4. 配管等

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－21）。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$$

t : 管の計算上必要な厚さ

D₀ : 管の外径

P : 最高使用圧力[MPa]

S : 最高使用温度における

材料の許容引張応力[MPa]

η : 長手継手の効率

表－21 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力[MPa]	最高使用 温度[°C]	必要肉厚 [mm]	肉厚[mm]
配管①	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.09	3.5
配管②	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.13	4.0
配管③	50A	20S	SUS316L	0.98	50	0.27	3.5
配管④	80A	20S	SUS316L	0.98	50	0.40	4.0
配管⑤	50A	40	SUS316L	0.98	50	0.27	3.9
配管⑥	80A	40	SUS316L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑦	80A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑧	100A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.51	6.0
配管⑨	125A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.63	6.6
配管⑩	100A	40	SUS316L	0.98	50	0.51	6.0

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定した上で，漏えい試験等を行い，漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。従って，耐圧ホースは，必要な構造強度を有していると評価した。

以上

高濃度滞留水受タンクの耐震性評価

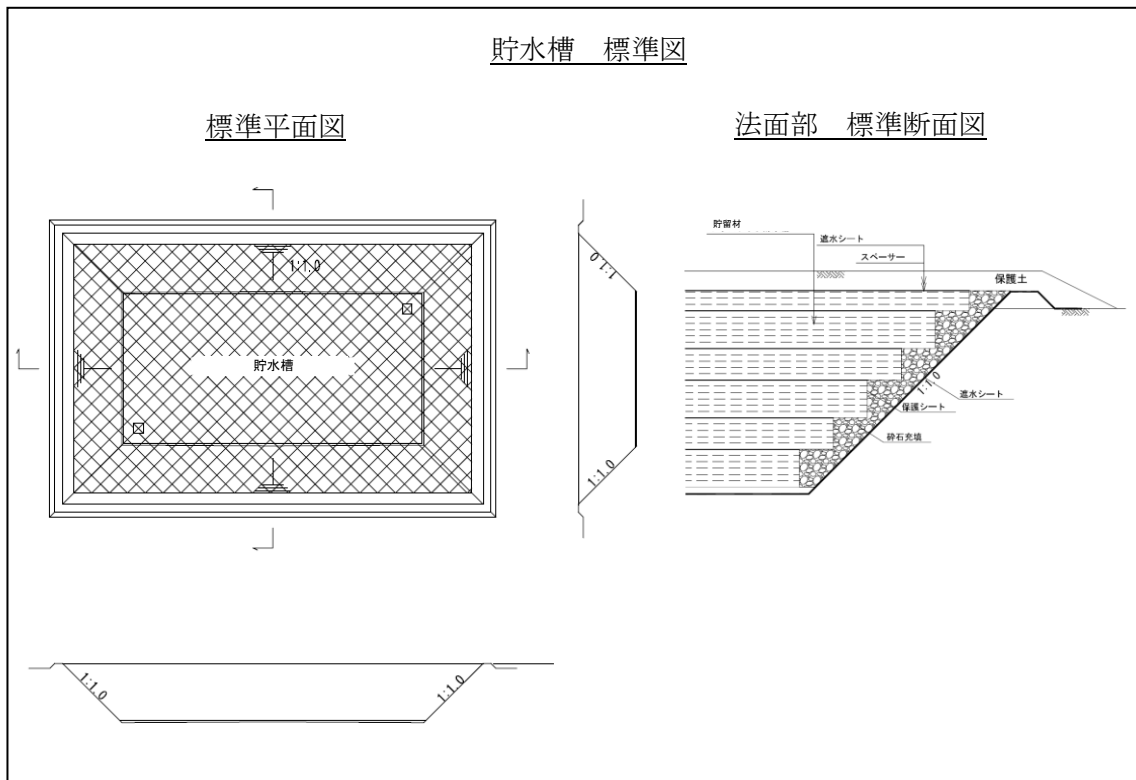
高濃度滞留水受タンクの撤去に伴い本内容を削除

地下貯水槽の遮水シートの耐震性評価

プラスチック製地下貯水槽（以下、「貯水槽」という）の耐震安全性を二次元静的 FEM 解析に基づいて評価し、貯水機能が保持されることを確認する。

(1) 対象とする貯水槽

対象とする貯水槽は、プラスチック製の貯留材（以下、「貯留材」という）と遮水シートで構築される。貯水槽の概要を図－1 に示す。貯水槽は段丘堆積層を掘削して設置し、盛土によって 0.7m の土被り厚を確保する。



図－1 貯水槽の概要

(2) 耐震安全性評価

a. 評価手順

貯水槽の耐震安全性評価では、地震力によって生じる遮水シートの引張ひずみ（照査用応答値）が遮水シートの最大引張ひずみ（評価基準値）以下であることを確認する。評価フローを図－2 に示す。

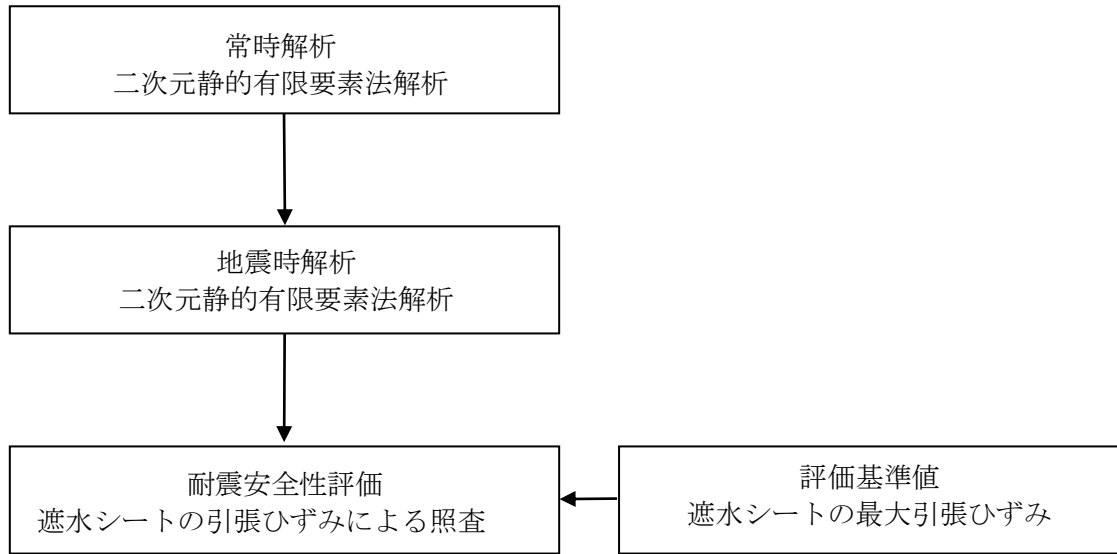


図-2 貯水槽の耐震評価フロー

b. 評価条件

解析に用いる地盤の物性値，並びに考慮する荷重は以下のとおりとする。

i. 地盤の物性値

貯水槽は，段丘堆積層内に設置される。段丘堆積層の地盤物性値を表-1に示す。なお，盛土による荷重は上載荷重として扱い，解析では節点力としてモデルに作用させている。

表-1 地盤の物性値

		段丘体積層
物理特性	ρ_t (g/cm ³)	1.59
静的変形特性	E_0 (N/mm ²)	23.5
	ν	0.21
動の変形特性	G_0 (N/mm ²)	158
	ν_d	0.48

ii. 設計用地震力

設計用地震力は水平地震力のみ考慮することとし，Bクラス相当として水平震度 $K_H=0.3$ 及びSクラス相当として水平震度 $K_H=0.6$ とする。

(3) 評価結果

a. 評価方法

耐震安全性評価では、水平地震力 ($K_H=0.3$ 及び $K_H=0.6$) を用いた静的 FEM 解析に基づいた応答値が、評価基準値を下回ることを確認する。

照査用応答値は、遮水シート設置位置における節点変位による引張ひずみとする。評価基準値は、日本遮水工協会基準に基づく最大引張ひずみとする。

b. 照査結果

照査結果を表-2に示す。照査用応答値は、評価基準値 560%を下回ることを確認した。

表-2 照査結果

	照査用応答値 ε_d (%)	評価基準値 ε_u (%)	照 査 ($\varepsilon_d / \varepsilon_u$)
$K_H=0.3$ の場合	0.148	560	0.00026
$K_H=0.6$ の場合	0.206	560	0.00037

c. 評価結果

遮水シートの照査用応答値は、評価基準値を下回るとともに十分な裕度を有していることから、貯水機能が保持されるものと評価した。

以上

地下貯水槽のプラスチック製貯水枠材の耐震性評価

(1) 評価手順

プラスチック製貯水枠材の耐震評価のフローを図-1に示す。

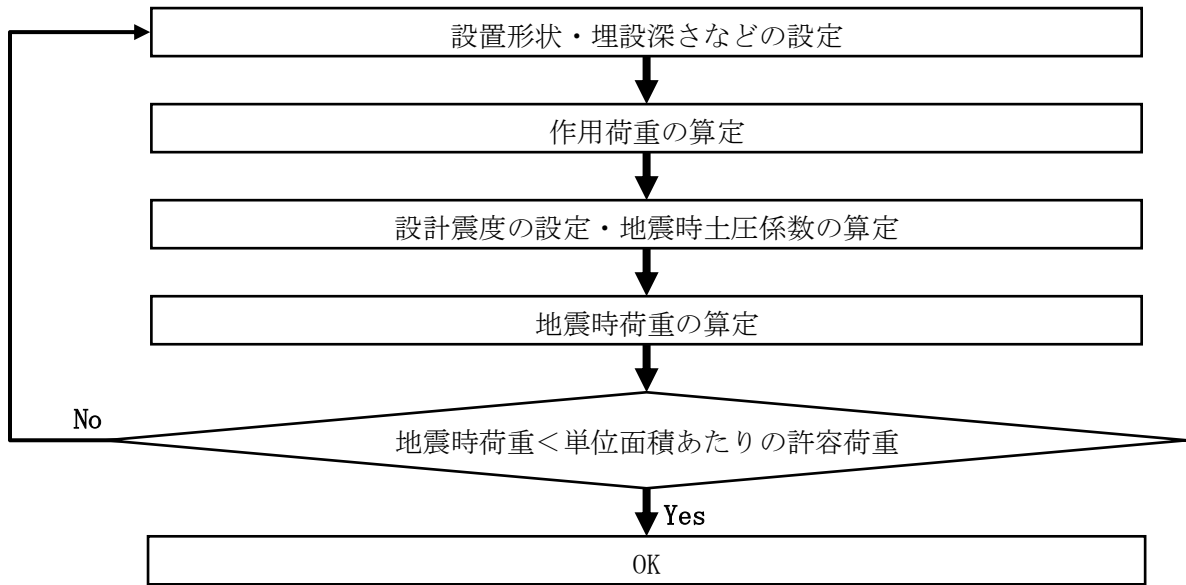


図-1 プラスチック製貯水枠材の耐震評価フロー

(2) 耐震評価 (Bクラス)

a. 作用荷重の算定

(社) 雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルにしたがって、地表載荷荷重 10kN/m^2 を考慮し、貯水枠材の最下部における鉛直方向荷重を求める。覆土を構成する材料の単位体積重量 (一般値) を表-1に、照査対象と作用荷重を図-2に示す。

なお、覆土材料は砂質土と砂礫の複合材であるが、安全をとって重量の大きい砂礫の単位体積重量を使用することとする。

表-1 覆土を構成する材料の単位体積重量 (一般値)

材料名	単位体積重量 (kN/m ³)
盛土 (砂及び砂礫)	20.0
盛土 (砂質土)	19.0

出典：「道路橋示方書・同解説 I 共通編」 社団法人日本道路協会

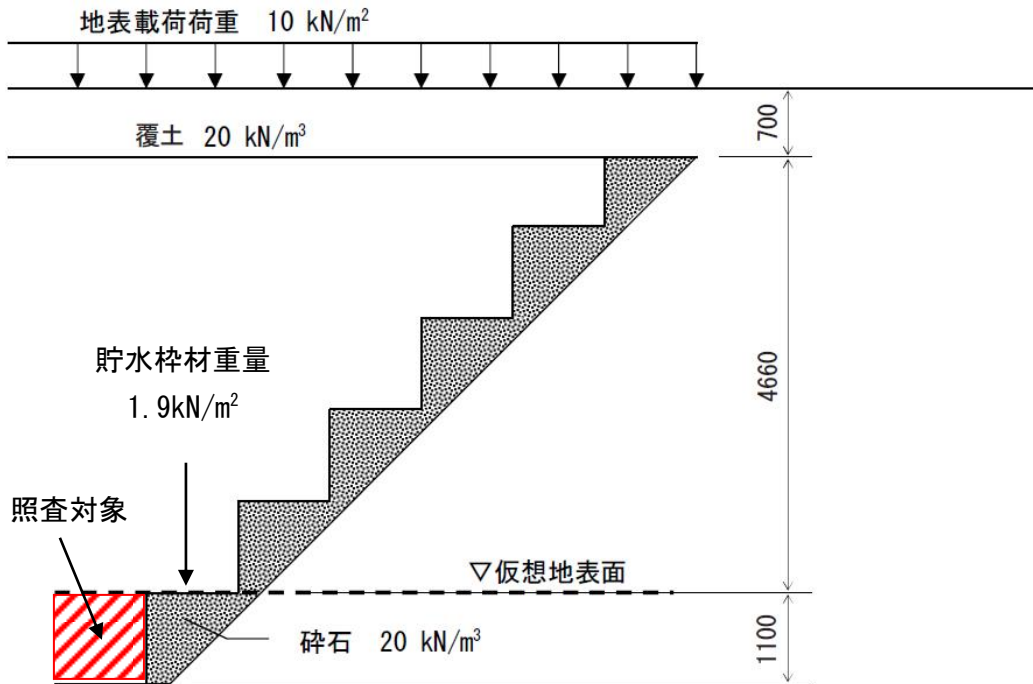


図-2 照査対象と作用荷重

貯水枠材を階段状に積み上げたとき、最下部（仮想地表面）の上面に作用する鉛直方向荷重は、仮想地表面より上部の地表載荷荷重・覆土重量・貯水枠材重量の合計荷重 $V1$ となる。

また最下部の側面に作用する水平方向荷重は、 $V1$ と仮想地表面より下部の砕石重量 $V2$ に地震時水平土圧をかけた値となる。

ここで、

$$V1 = 10 + 20 \times 0.7 + 1.9 = 25.9 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$V2 = 20 \times 1.1 = 22.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b. 設計水平震度の設定と地震時水平土圧の算定

Bクラス評価の場合には、設計水平震度 K_h を 0.3 とする。地震時土圧係数 K_{ea} は、道路などの設計で一般的に用いられている「道路橋標準示方書・同解説（V 耐震設計編）」（社団法人日本道路協会）にしたがい 0.48 とする。

c. 地震時荷重（水平方向）の算定

貯水枠材最下部の側面に作用する水平方向荷重 Ph は、

$$Ph = K_{ea} \times (V1 + V2) = 0.48 \times (25.9 + 22.0) = 23.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

d. 耐震評価

今回使用する貯水枠材のうち、最も水平方向の単位面積あたりの許容荷重（許容応力）^(注1)が小さいものは次の通りである。

水平方向の単位面積あたりの許容荷重（許容応力） σ_{ha} : 30.0kN/m²

(注1) 貯水枠材の許容荷重は、材料の安全率 1.3 を考慮した許容応力とし、その値は（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルによる。

よって、

$$\sigma_{ha}=30.0>Ph=23.0$$

となり、貯水枠材の強度は十分であると評価できる。

(3) 耐震評価（Sクラス）

a. 作用荷重の算定

（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルにしたがって、地表載荷荷重 10kN/m² を考慮し、貯水枠材の最下部における鉛直方向荷重を求める。覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）を表-2に、照査対象と作用荷重を図-3に示す。

なお、覆土材料は砂質土と砂礫の複合材であるが、安全をとって重量の大きい砂礫の単位体積重量を使用することとする。

表-2 覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）

材料名	単位体積重量 (kN/m ³)
盛土（砂及び砂礫）	20.0
盛土（砂質土）	19.0

出典：「道路橋示方書・同解説 I 共通編」社団法人日本道路協会

貯水枠材を階段状に積み上げたとき、最下部（仮想地表面）の上面に作用する鉛直方向荷重は、仮想地表面より上部の地表載荷荷重・覆土重量・貯水枠材重量の合計荷重 V1 となる。

また最下部の側面に作用する水平方向荷重は、V1 と仮想地表面より下部の碎石重量 V2 に地震時水平土圧をかけた値となる。

ここで、

$$V1=10+20\times 0.7+1.9=25.9 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$V2=20\times 1.1=22.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

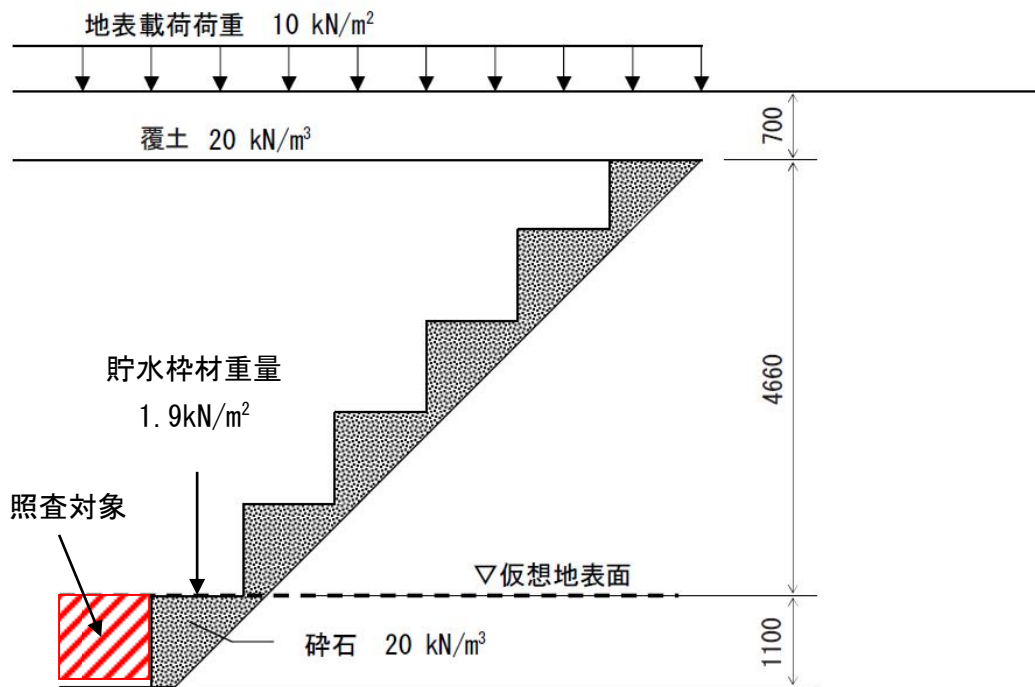


図-3 調査対象と作用荷重

b. 設計水平震度・設計鉛直震度の設定と地震時水平土圧の算定

Sクラス評価の場合には、設計水平震度 K_h を 0.6、設計鉛直震度 K_v を 0.3 とし、水平方向・鉛直方向地震の組み合わせを考慮する。地震時土圧係数 K_{ea} は、道路などの設計で一般的に用いられている「道路橋標準示方書・同解説（V 耐震設計編）」（社団法人日本道路協会）にしたがい 0.75 とする。

c. 地震時荷重（鉛直方向）の算定

貯水枠材最下部の上面に作用する鉛直方向荷重 P_v は、

$$P_v = (1 + K_v) \times V_1 = (1 + 0.3) \times 25.9 = 33.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

d. 地震時荷重（水平方向）の算定

貯水枠材最下部の側面に作用する水平方向荷重 P_h は、

$$P_h = K_{ea} \times (1 + K_v) \times (V_1 + V_2) = 0.75 \times (1 + 0.3) \times (25.9 + 22.0) = 46.8 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

e. 耐震評価

Sクラス評価は比例限界応力^(注2)に基づいて評価を実施する。今回使用する貯水枠材のうち、最も比例限界応力が小さいものは次の通りである。

水平方向の比例限界応力 σ_{hc} : 52.5 kN/m²

鉛直方向の比例限界応力 σ_{vc} : 102.1 kN/m²

(注2) Sクラス評価の場合には求められる性能が機能維持であることから、貯水枠材の許容荷重は材料の安全率を 1.0 とした比例限界応力を用いることとし、その値は（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルによる。

よって、

$$\sigma_{hc} = 52.5 > Ph = 46.8$$

$$\sigma_{vc} = 102.1 > Pv = 33.7$$

となり、貯水枠材の強度機能の維持は可能と評価できる。

(4) 載荷荷重について

上述の強度照査により、貯水枠材の強度は地下貯水槽上に 10kN/m² の荷重を載荷した場合でも十分であることが評価できる。

ただし、地下貯水槽上に物資を搬入する場合には、設計上載荷重との関係を個別に評価する。

以上

(参考) 貯水枠材の強度に関する試験方法

(社) 雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルでは、貯水枠材の圧縮強度に関する試験方法を以下のように定めている。

構造部材の圧縮試験方法 (Arsit A-1:2008)

圧縮試験は、貯留枠材の鉛直方向及び水平方向の耐力を求める重要な試験である。

JIS の試験方法は、材料試験を目的とした試験で、角柱、円柱、管形状の供試体としているが、貯水枠材として必要な強度は構造体としての性能であることに留意すべきである。

1) 引用規格

プラスチック圧縮特性の試験方法 JIS K 7181, JIS Z 0212

2) 供試体

部材には異方性があり、使用状態で鉛直方向と水平方向 (2 方向) の強度が異なると考えられる場合には、3 方向あるいは 2 方向で試験を行う (図-4 (a))。また、図-4 (b) のように異方性の部材を組み合わせて各方向の強度の均等化を図っている場合は、最小構成単位 (図-4 (b) の場合は 4 個) の単位部材とみなして試験を行うことが望ましい。しかし、試験が大掛かりになる場合は、構成要素の方向別強度を平均するなどの簡略化をしても良い。

鉛直方向の荷重試験では、最小構成単位 (1 段) から始めて、2 段、3 段・・・と積み上げる段数を増やして、各荷重試験での最大応力値が収束することを確認する。水平方向の荷重試験では、鉛直方向で求めた収束段数と同数の積み上げ段数のみの試験が良い。供試体を荷重装置に設置する際や荷重試験時に、供試体が不安定になるなどの理由で外枠あるいは紐状の材料で安定させる場合は、試験結果に悪影響を及ぼさないように配慮する。

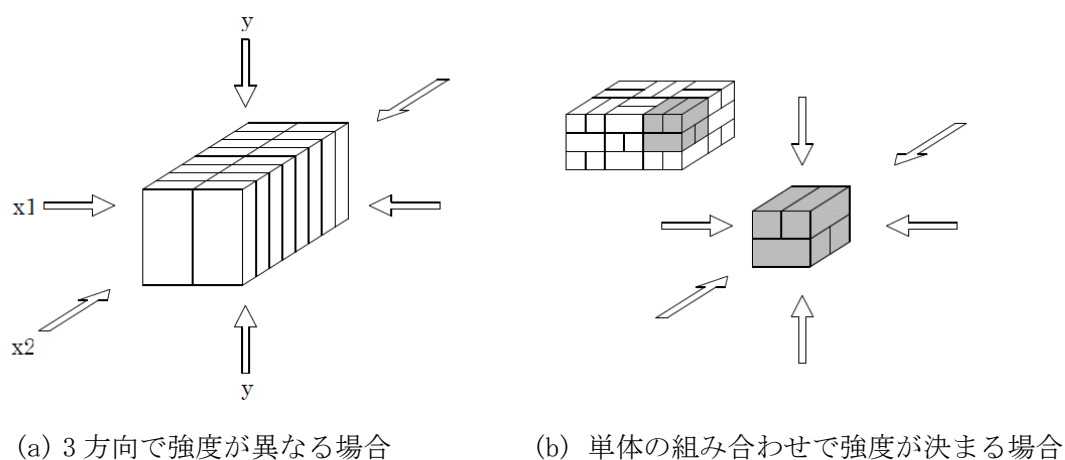


図-4 圧縮強度の異方性

3) 試験方法

荷重は、1分当り 10mm 程度の一定速度で行う。

供試体は、試験前に荷重方向の長さを 2 箇所以上で測定しておく。試験時は、0.1mm 以上の精度を持つ測定器で、供試体の荷重方向の長さ変化を測定する。

4) 温度

試験は、 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 一定の条件で実施することを原則とする。この条件での試験が難しい場合は、供試体を 24 時間以上 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ の条件に置いた後、速やかに試験を実施する。

5) 試験結果の整理

試験で得られた供試体の荷重方向のひずみと応力関係 (SS カurve) の例を、図-5 に示す。

ひずみがゼロから ϵ_1 までの勾配の小さい区間は、供試体の初期不整やたわみなどが原因で生じる。その後、ひずみと応力の関係がほぼ一定で推移する区間があり、さらに応力の山が 2 つ以上現れる場合があるが、最初に応力の低下を示す前の最大応力 (圧縮強さ) を σ_{\max} とする。

最大応力 (圧縮強さ) σ_{\max} の 70% を「比例限界応力 σ_c 」とすることができる。ただし、その値が SS カurve の直線上にない場合は、直線上にある最も近い値を「比例限界応力 σ_c 」とする。

また、「比例限界応力 σ_c 」に安全率 1.3 を考慮し、 σ_c を材料の安全率 (一般的に 1.3) で割った値を「許容応力 σ_a 」とする。

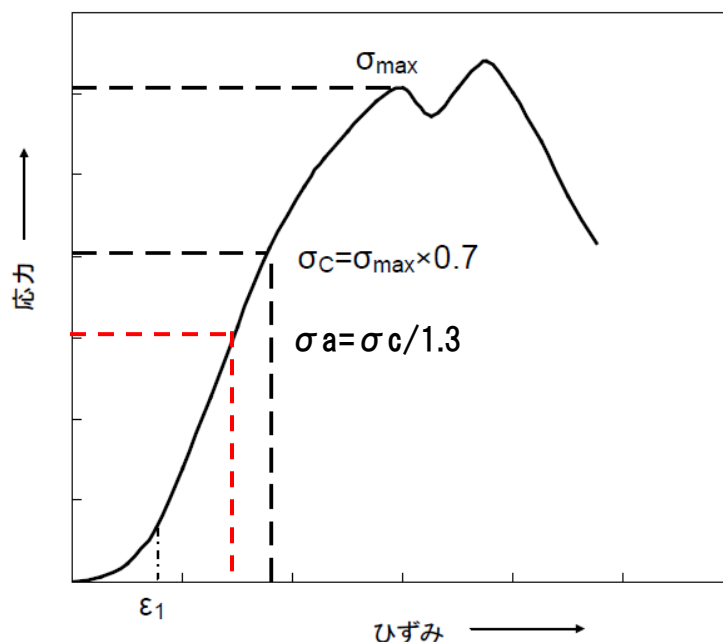


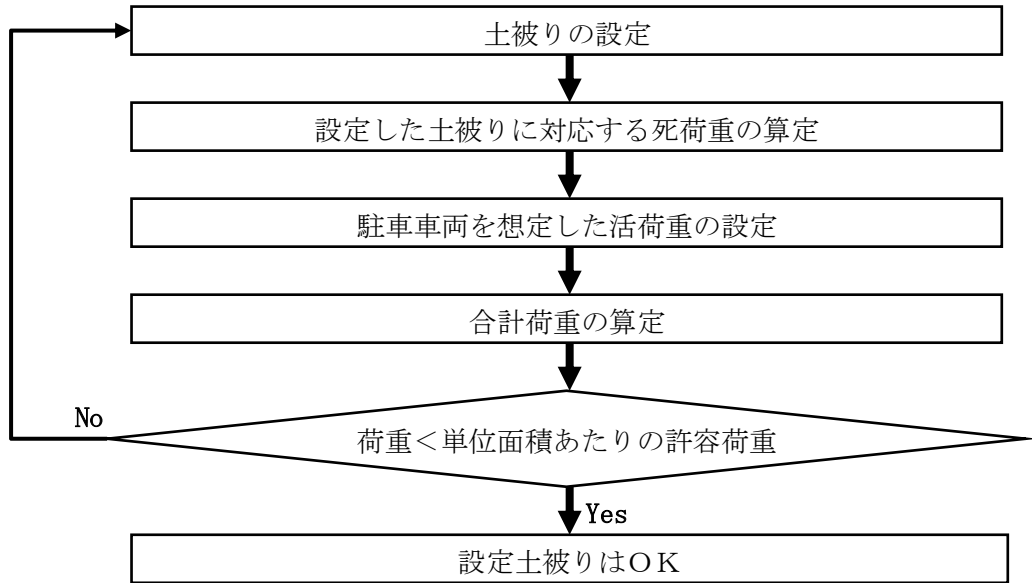
図-5 ひずみと応力の関係例

以上

駐車車両を想定した場合のプラスチック製貯水枠材の強度照査

(1) 評価手順

駐車車両を想定した場合の貯水枠材の強度照査のフローを図－1に示す。



図－1 駐車車両を想定した場合の貯水枠材の強度照査フロー

(2) 荷重条件

a. 死荷重

死荷重としては覆土を 0.7m まで施した場合を想定する。覆土材料は砂質土と砂礫の複合材であるが、安全をとって重量の大きい砂礫の単位体積重量を使用することとする。表－1に覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）を示す。

表－1 覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）

材料名	単位体積重量 (kN/m ³)
盛土（砂及び砂礫）	20.0
盛土（砂質土）	19.0

出典：「道路橋示方書・同解説 I 共通編」 社団法人日本道路協会

死荷重は、

$$BL = \gamma \times h1$$

ここに、

BL：覆土の上載荷重 (kN/m²)

γ ：覆土材料の単位体積重量 (kN/m³)

h1：覆土厚さ (m)

b. 活荷重

活荷重としては、高速自動車国道、一般国道に用いられている T-25 荷重（ただし、駐車スペースなので衝撃なし）を用いる。これは総重量 25 トンの大型トラックの荷重を想定したものである。

貯水槽上面に作用する自動車荷重は道路横断方向に際限なく載荷させるものとして、単位長さ当たりの荷重は次式により求める。

$$P1 = \frac{2T1}{B}(1+i) \quad P2 = \frac{2T2}{B}(1+i)$$

ここに、

P1：後輪荷重による横方向単位長さあたりの荷重 (kN/m)

P2：前輪荷重による横方向単位長さあたりの荷重 (kN/m)

T1：自動車の 1 後輪荷重

T2：自動車の 1 前輪荷重

B：自動車占有幅 (2.75m)

i：衝撃係数 (0)

また、T-25 荷重の諸元を表-2 に示す。

表-2 T-25 荷重の諸元

自動車荷重	総荷重 (kN)	T1:後輪荷重 (kN)	T2:前輪荷重 (kN)	接地幅 (m)	前後車輪間隔 (m)
T-25	250	100	25	0.2	4.0

なお、輪荷重による活荷重は図-2 のように地表面より接地幅 0.2m で車両進行方向に 45° の角度をもって地中に分散するものとする。

したがって、貯水槽上面に作用する自動車荷重は次のようになる。

$$q1 = \frac{P1}{2h1 + 0.2} \quad q2 = \frac{P2}{2h1 + 0.2}$$

ここに,

q_1 : 後輪の分布荷重 (kN/m^2)

q_2 : 前輪の分布荷重 (kN/m^2)

h_1 : 覆土厚さ (m)

L : 前輪と後輪の中心距離 (軸距 4.0m)

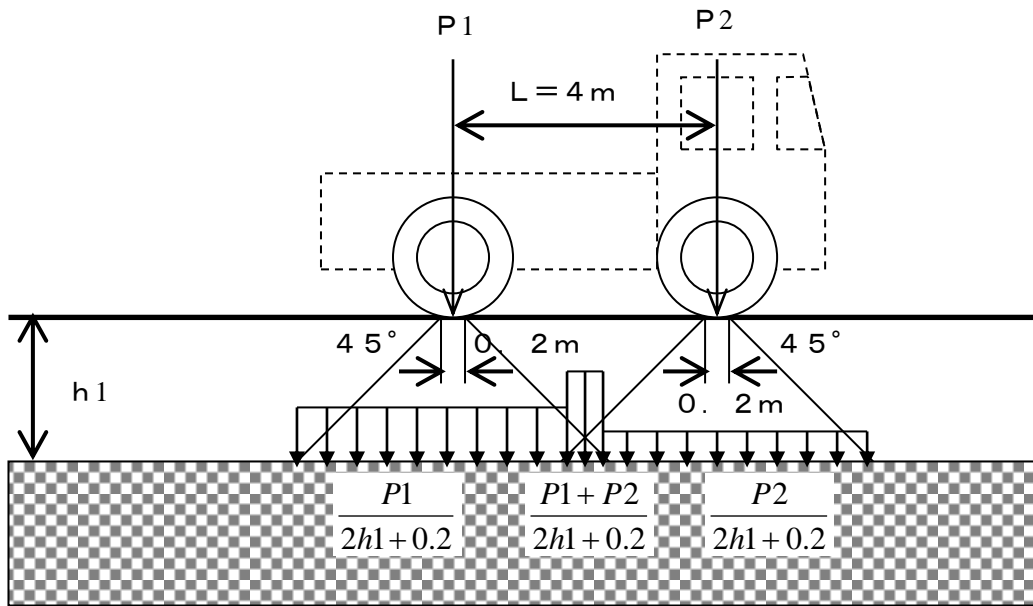


図-2 輪荷重による活荷重

図-2から明らかなように、自動車荷重の最大値は次のようになる。

$L > 2h_1 + 0.2$ の場合は、後輪荷重のみの $q = q_1$

$L \leq 2h_1 + 0.2$ の場合は、後輪荷重と前輪荷重を考慮した $q = q_1 + q_2$

今回の場合、 $L = 4.0\text{m}$ 、 $2h_1 + 0.2 = 1.6\text{m}$ なので、前者に当たり、自動車荷重としては q_1 のみを考慮することとなる。

(3) 設計震度と許容荷重

検討に用いた設計震度と照査に用いた許容荷重^(注)を表-3に示す。

(注) 求められる性能を機能維持とし、貯水枠材の許容荷重としては材料の安全率を 1.0 とした「比例限界応力」を用いることとし、その値は(社)雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルによる。

表-3 設計震度と許容荷重

設計震度 (鉛直)	許容荷重 (比例限界応力)
0.3	102.1 kN/m^2

(4) 合計荷重の算定

上述の計算手順にしたがい，算定した合計荷重を表－4に示す。

表－4 合計荷重の計算結果

荷重	条件・計算結果	算定式
【死荷重】		
γ ：覆土単位体積重量	20kN/m ³	
h1：覆土厚さ	0.7m	
BL：死荷重	14kN/m ²	$\gamma \times h1$
【活荷重】		
T1：後輪荷重	100kN	
B：自動車占有幅	2.75m	
P1：後輪単位幅荷重	72.8kN/m ²	$2 \times T1 \times (1+i)/B$
h1：覆土厚さ	0.7m	
q1：活荷重	45.5kN/m ²	$P1/(2 \times h1 + 0.2)$
【合計荷重：常時】：σ	59.5kN/m²	BL + q1

	計算結果	算定式
【合計荷重：地震時】：σt	77.3kN/m²	$\sigma \times (1+0.3)$

(5) 強度照査

今回使用する貯水枠材のうち，最も単位面積あたりの許容荷重が小さいものは表－3に示した通りである。それに基づき強度照査を実施した結果を表－5に示す。この結果より，貯水枠材の強度は十分であると評価できる。

表－5 強度照査結果

計算結果	許容荷重（比例限界応力）
77.3kN/m ²	102.1kN/m ²

(6) 載荷荷重について

上述の強度照査により，貯水枠材の強度は地下貯水槽上に T-25 荷重を載荷した場合でも十分であることが評価できる。

ただし，地下貯水槽上に物資を搬入する場合には，設計上載荷荷重との関係を個別に評価する。

以上

地下貯水槽のスロッシング評価

(1) 評価方法

スロッシングはタンク内包水が地震により揺れる現象をいい、地震波の中でもやや長周期のものが、比較的直径の大きなタンクの形状に影響して発生すると考えられている。

地下貯水槽の場合、プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 30cm 以下と小規模であり、スロッシングの様な長周期問題は顕在化しないと考えられるが、確認のためスロッシングによる液位上昇量を計算して溢水等が発生しないか確認を行う。

評価方法は容器構造設計指針（日本建築学会）に従うこととする。

【スロッシング計算法】

スロッシング波高の算定は以下の式にて算出する。

$$\eta = 0.802 \times Z_s \times I \times S_{v1} \times \sqrt{D/g \times \tanh\left(\frac{3.682 \times HL}{D}\right)}$$

水面動揺の振動周期は以下の式にて算出する。

$$T_s = \frac{2\pi \sqrt{D}}{\sqrt{3.68 \times g \times \tanh(3.68 \times HL/D)}}$$

ここに、HL： 静水時の水位

D： 配水池の内径

g： 重力加速度 9.800 m/s²

Z_s： 地震地域係数で、Z_s=1.0とする。

I： 用途係数で、表. 2-1により耐震設計区分はⅢとする

表. 2-1 用途係数I

耐震設計区分	対 象	用途係数 I
Ⅰ	小規模で危険物を収容しない容器構造物	0.6以上
Ⅱ	大または中規模で危険物を収容せず災害の波及効果の少ないもの	0.8以上
Ⅲ	地震災害の重大性が一般建築物と同等の容器構造物	1.0以上
Ⅳ	危険物を収容し、2次災害の要因となり得るもの	1.2以上

T_c： 地盤の臨界周期で、表. 2-2により地盤種別は2種とする

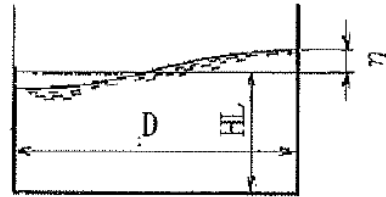
表. 2-2 臨界周期T_c

地盤種別	地 盤 条 件	T _c (s)
1 種	1) 第3紀以前の地盤（以下岩盤と称する） 2) 洪積層 3) 岩盤までの沖積層の厚さが10m未満	0.64
2 種	沖積層の厚さが25m未満かつ軟弱層の厚さが5m未満	0.96
3 種	1) 上記以外の地盤 2) 地盤の特性が不明なもの	1.28

S_{v1}： スロッシング1次固有周期に対する設計速度応答スペクトル値で以下による

T_j < T_c のとき S_{vj} = 156 × T_s cm/s

T_s ≥ T_c のとき S_{vj} = 156 × T_c cm/s



(2) 評価条件

対象とする水室の形状は次図のものを想定した。スロッシングは共振問題に近い場合、鏡面構造をとると考えられることから、支柱で区切られる 1 ブロックを水室と仮定した。スロッシングは寸法が大きいものの方が、発生する液位上昇がより高くなることが知られているので、使用する貯水枠材の中でも最も大きな水室を構成する枠材を検討対象とした。

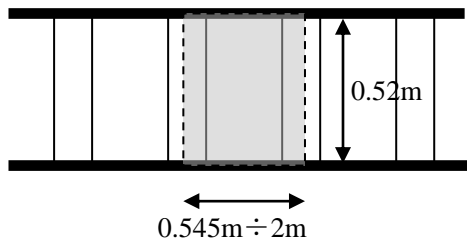


図-1 貯水槽断面図

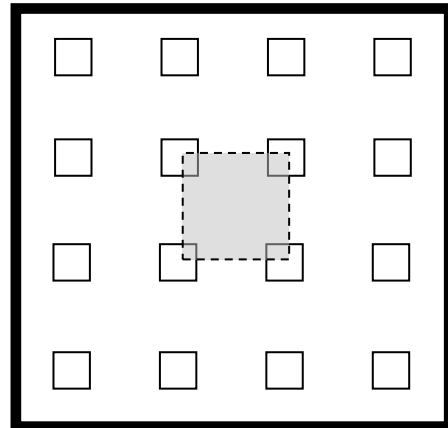


図-2 貯水槽平面図

HL : 静水時の水位 0.52m
(実運用の水位 0.27m)
D : 水室の内径 0.545 ÷ 2m

(3) 評価結果

計算の結果は次の通り。

$$\eta : \text{液位上昇量} = 0.12\text{m} \quad (\text{実運用水位も同値})$$

地下貯水槽は貯水枠上面より 0.25m 下がりて運用する計画であるので、0.12m の液位上昇があっても貯水槽外に溢水することはない。仮に液位が貯水枠上面を超えても止水シートが敷設されているので、溢水は防げるものと評価できる。

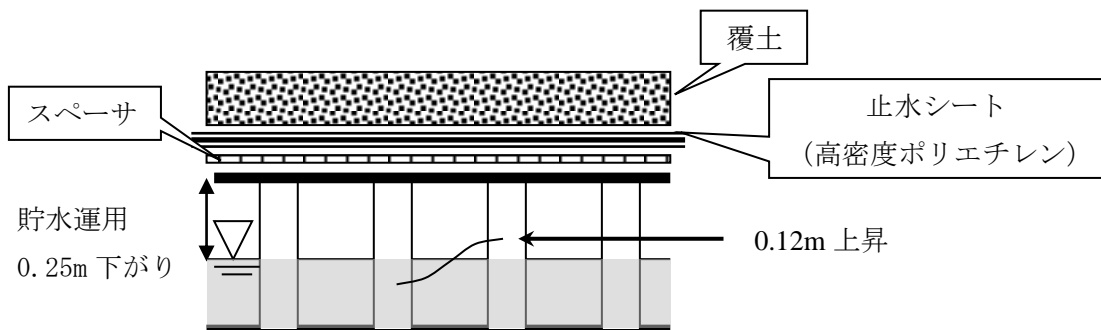


図-3 スロッシング時の水面変化

以上

円筒型タンク（1000m³容量）の基準地震動S_sに対する耐震性評価結果

円筒型タンク（1000m³容量）は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のBクラス相当の設備と位置づけられるが、当該タンクは大容量であり、設置数量も多く、且つ貯留している逆浸透膜装置の廃水は高濃度のストロンチウムが含まれているため、参考としてSクラス相当の評価として、基準地震動に対する耐震性評価を実施する。

1. 解析方針

基準地震動S_sによる地震力に対し、円筒型タンクの側板の座屈、側板及び接続ボルトの損傷の有無を評価することにより貯留機能が保持されることを確認する。解析には、汎用非線形構造解析システム FINAS V20.1を使用し、タンクと内包水の弾塑性・大変形動的応答解析を実施する。解析モデルはタンク寸法を基に天板、側板、底板を4節点四辺形シェル要素でモデル化する。タンクの概略図を図－1、解析モデルを図－2、3に示す。

なお、応力等の算出及び評価は原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601-2008）を準用し、側板の座屈は座屈評価式を満足していること、側板は側板で発生する最大ミーゼス応力が許容値を満足していること、接続ボルトは接続ボルトで発生する最大引張応力が許容応力を満足していることを確認する。

2. 解析に用いる入力地震動

円筒型タンクへの入力地震動は、「福島第一原子力発電所 『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」（原管発官19第603号 平成20年3月31日付け）にて作成した開放基盤表面レベルに想定する基準地震動S_s-1、S_s-2、S_s-3を用いることとする。なお、評価に当たっては、これらの基準地震動のうち、タンクの固有周期で卓越する基準地震動S_s-1を使用する。

3. 評価結果

評価結果を表－1、2に示す。また、側板に最大応力が発生した時の応力分布を図－4に示す。評価の結果、各評価部位の算出値は評価基準値以下となり、タンクの保持機能が確保されていることを確認した。

以上

表-1 タンク各部位の評価結果

(Ss-1による評価)

評価対象・部位	応力 分類	評価結果		備考
		算定値	評価基準値	
側板	膜応力	246MPa	360 MPa	図-4
	座屈	0.66	1	表-2
側板間連結ボルト (水平方向)	引張	355MPa	525 MPa	最下端位置
側板間連結ボルト (鉛直方向)	引張	506MPa	525 MPa	最下端位置

表-2 タンク側板の座屈評価結果

(Ss-1による評価)

発生最大平均 軸圧縮応力	発生最大平均 曲げ応力	軸圧縮に対する 座屈応力	曲げモーメントに 対する座屈応力	安全率	座屈 評価値
P/A [MPa]	M/Z [MPa]	f_c [MPa]	f_b [MPa]	α_B	(※)
2.19	44.8	78.3	109	1.5	0.66

※ JEAC4601-2008 より, 座屈評価値 $\frac{\alpha_B(P/A)}{f_c} + \frac{\alpha_B(M/Z)}{f_b}$ が1を超えないことを確認する。

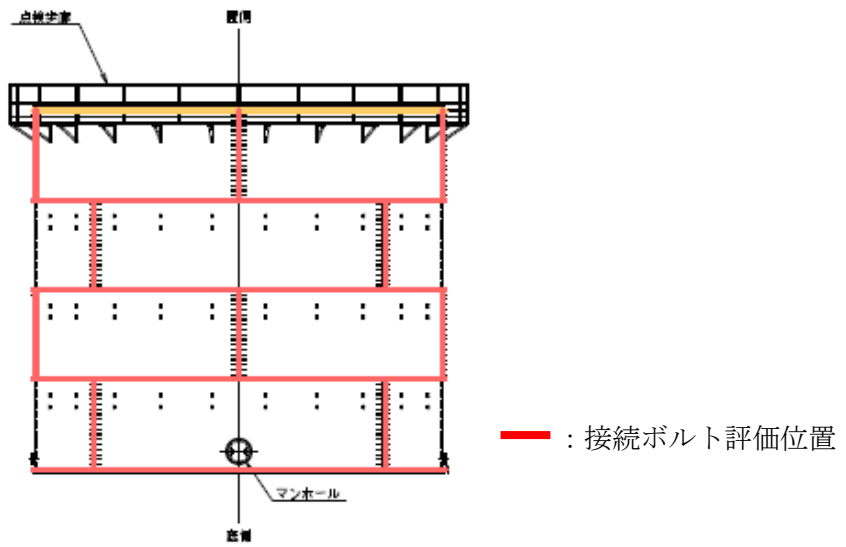


図-1 タンク概略図

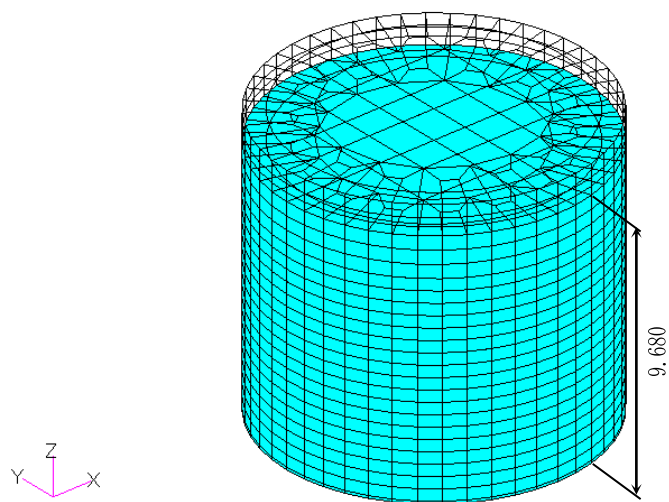


図-2 解析モデル(鳥瞰図) 単位:m

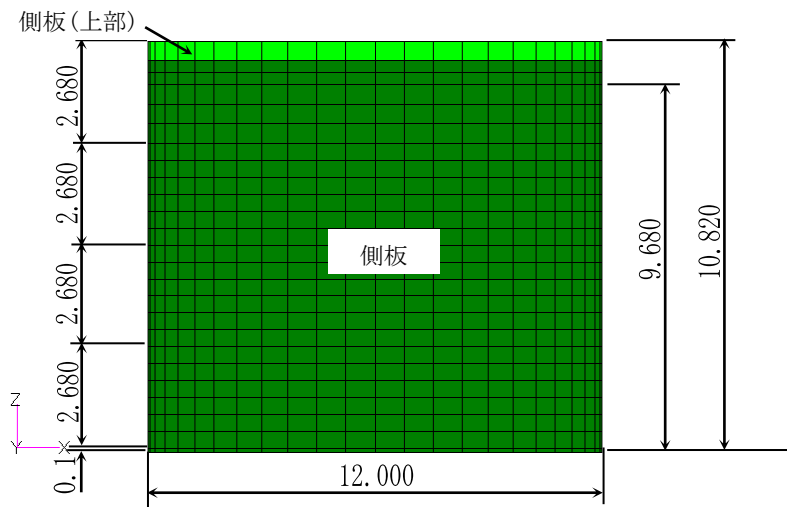


図-3 解析モデル(側面図) 単位:m

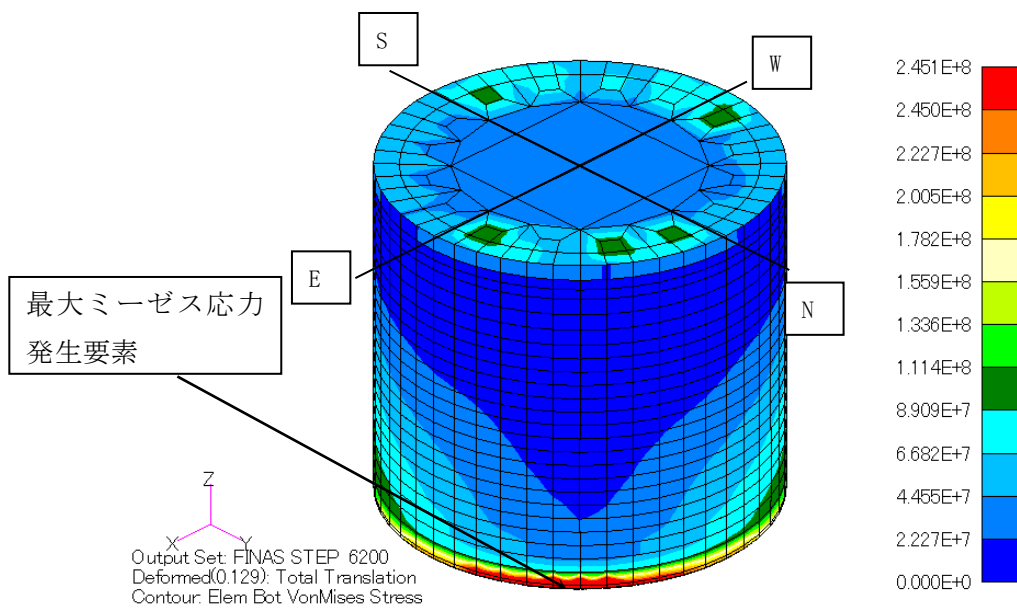


図-4 ミーゼス応力分布 (鳥瞰図)
(Ss-1 内面 : 31.00 秒時 単位:Pa)

汚染水処理設備等の具体的な安全確保策について

高レベル汚染水処理設備，貯留設備，使用済セシウム吸着塔保管施設，及び廃スラッジ貯蔵施設等は，高レベルの放射性物質を扱うため，漏えい防止対策，放射線遮へい・崩壊熱除去，可燃性ガス滞留防止，環境条件対策について具体的に安全確保策を以下の通り定め，実施する。

1. 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

1. 1. 放射性物質漏えい防止等に対する考慮

(1) 漏えい発生防止

- a. 滞留水移送装置は，耐食性を有するポリエチレン管の使用を基本とする。なお，耐圧ホースを使用する箇所は継手部にカムロック構造を採用し，継手部を番線で固縛すること等により，継手が外れない処置を実施する。また，屋外敷設箇所のうち重機による作業や車両の通行がある箇所は，滞留水移送装置を損傷させないための措置を実施する。
- b. セシウム吸着装置吸着塔，及び第二セシウム吸着装置吸着塔の容器は，腐食による漏えい発生を防止するために，耐腐食性，耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材の使用を基本とする。
- c. 除染装置のうち炭素鋼製の槽類の接液部は，腐食による漏えいを防止するために塗装による防錆処理を実施する。また，薬品注入装置のうち強酸性又は強アルカリ性の薬品を扱う箇所は，腐食等を防止するため塩化ビニル系やステンレス系の材料を用いる。さらに，凝集沈殿装置内の水は，強酸性や強アルカリ性とならないように管理する。
- d. 淡水化装置は，耐食性を有するポリエチレン管の使用を基本とする。なお，耐圧ホースを使用する箇所は継手部にフランジ構造を採用し，継手部を番線で固縛すること等により，継手が外れない処置を実施する。
- e. 中低濃度タンクの内，フランジボルトによる接合により組み立てている円筒型タンクは，漏えいの発生する可能性が高い接合部に対して，毎年冬季の前にフランジボルトのトルク確認を実施する。また，漏えいが発生する可能性が高い接合部に対し，補修塗装等による長期健全性を確認していく。
- f. 地下貯水槽は，2重の遮水シートとベントナイトシートの3重のシートにより止水を実施する。
- g. タンク・槽類には必要に応じて水位検出器を設け，オーバーフローを防止する。
- h. ポンプ（水中ポンプを除く）の軸封部は，漏えいの発生し難いメカニカルシール構造とする。

(2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

- a. 滞留水移送装置のうち屋外敷設箇所は、線量当量率の監視、巡視点検、並びに移送先の水位を監視することにより系外への漏えいの有無を確認する。また、一部屋外配管は U 字溝内に設置し、屋内敷設箇所は堰等によりエリア分けを実施することにより漏えい水の拡大を防止する。
- b. セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置は、スキッド内部もしくは床面に漏えい検知器を設置する。漏えい発生時は免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室（シールド中操）に警報を発生し、運転員が停止操作等の必要な措置を講ずる。また、巡視点検等で漏えいがないことを確認する。また、漏えいが発生した場合でも系外に放出させないため装置は建屋内に設置する。
- c. 除染装置は、周囲が高汚染気線量下となり巡視点検が困難なことから、免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）等から監視カメラにより漏えい監視を実施する。また、漏えいが発生した場合でも系外に放出させないため装置は建屋内に設置する。
- d. 淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮装置）は、漏えいの早期検知のために床面に漏えい検知器を設置するとともに、漏えい発生時は免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室（シールド中操）に警報を発生し、運転員が停止操作等の必要な措置を講ずる。合わせて、巡視点検を実施し、漏えいがないことを確認する。また、淡水化装置を設置する仮設ハウス内には漏えい水の拡大防止のための堰を設置し、漏水防水機能を持たせるための塗装を行う。
- e. 中低濃度タンクは、タンクからの漏えいを早期検知するためにタンク設置エリアに設置するカメラにて監視するとともに、巡視点検にて漏えいの有無を確認する。また、漏えいの拡大を防止するために、タンク設置エリアに鉄筋コンクリート堰、もしくは土堰堤等を設置する。円筒型タンクについてはコンクリート基礎部に鉄筋コンクリート堰、タンク設置エリア外周部に土堰堤等を設置するとともに、貯留中はタンク間にある連結弁を閉じる運用とする。地表に直接設置されている鋼製の横置き円筒タンクは、地表への漏えい水の浸透を防止するため、耐圧ホース及び接続フランジ下部にトレイ、シート等による拡大防止対策について検討する。なお、堰等を越える漏えいが発生した場合は、土のう等による拡大防止を実施するとともに、汚染土壌の回収を実施する。
- f. 地下貯水槽は、3重シート間に漏えい検知器を設けるとともに、地下貯水槽に水位検出器を設け、漏えいの有無を監視する。また漏えいの拡大を防ぐため、3層目のシートに水分を吸収・膨潤することにより難透水性を示すベントナイトのシートを設置する。
- g. 汚染水を内包している配管は、開放作業時に受けパン及び飛散防止カバー等の漏えい拡大防止策を実施する。

1.2. 放射線遮へい・崩壊熱除去

(1) 放射線遮へい・被ばく低減に対する考慮

- a. 滞留水移送装置は、放射線業務従事者が接近する必要がある箇所は、鉛毛マット等による遮へいを設置する。
- b. 処理装置のうち、滞留水もしくは高濃度の廃水を扱う処理装置の配管は、直接、放射線業務従事者が近づく可能性のある箇所を対象に空間線量当量率が数 mSv/h 以下となるように遮へいを設置する。
- c. 淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮装置）の廃水には、ストロンチウムなどのβ線核種が集約されるため、廃水を直接扱う場合には適切なβ線防護策を実施する。

(2) 崩壊熱除去

- a. セシウム吸着装置吸着塔、及び第二セシウム吸着装置吸着塔内のゼオライトに吸着した放射性物質の崩壊熱は、処理水を通水することにより除熱する。なお、通水がない状態でも崩壊熱による温度上昇は1時間当たり約1℃である。
- b. 除染装置内の滞留水に含まれる放射性物質の崩壊熱は、通水により熱除去する。なお、通水がない状態でも、セシウム吸着塔、及び第二セシウム吸着塔内のゼオライトに吸着した放射性物質の崩壊熱による温度上昇未満である。

1.3. 可燃性ガスの滞留防止

- a. セシウム吸着装置では、吸着塔内で水の放射線分解により発生する可能性のある可燃性ガスは、通水時は処理水とともに排出される。通水停止時は可燃性ガスが滞留する可能性があるため、吸着塔にベントを設け、ベント弁を手動で開操作して通気により排出する。なお、水の放射線分解により発生する可燃性ガスはわずかであり、ベント弁を開操作するまでに時間的余裕があることから、手動で実施する。排出された可燃性ガスは、建屋天井・床に設けた開口より建屋外へ排気する。
- b. セシウム吸着装置にて発生する使用済みの吸着塔は、可燃性ガスの発生抑制のため、使用済セシウム吸着塔仮保管施設において内部の水抜きを実施する。なお、吸着塔の内部水は、滞留水を貯留している高温焼却炉建屋の地下階に排出する。
- c. 第二セシウム吸着装置では、吸着塔内で水の放射線分解により発生する可能性のある可燃性ガスは、通水時は処理水とともに排出される。通水停止後は、吸着塔上部に設けたオートベント弁・ベント管を介して可燃性ガスを屋外に排出する。
- d. 第二セシウム吸着装置にて発生する使用済みの吸着塔は、可燃性ガスの発生抑制のため、内部の水抜きを実施する。なお、吸着塔の内部水は、滞留水を貯留している高温焼却炉建屋の地下階に排出する。
- e. 除染装置の塔槽類の気相部は、可燃性ガスが滞留する可能性があることから、排風機により大気へ放出する。排風機のラインには、高性能粒子フィルタ、ヨウ素吸着フイ

ルタを設けており、気相に含まれている放射性物質を捕獲する。さらに、ダストサンプリング等により、必要に応じて放射性物質濃度を測定する。

1.4. 環境条件対策

(1) 腐食

海水による炭素鋼の腐食速度は、「材料環境学入門」（腐食防食協会編，丸善株式会社）より，0.1mm/年程度と評価される。一方，炭素鋼を使用している配管・機器は，必要肉厚に対して十分な肉厚があり腐食代を有していることを確認している。

セシウム吸着装置吸着塔，及び第二セシウム吸着装置吸着塔は，耐腐食，耐応力腐食割れを有する SUS316L 材を用いている。

なお，高濃度の滞留水を扱う機器は，建屋内に設置しており，腐食により万一漏えいが生じたとしても所外に放出するようなことはない。

(2) 熱による劣化

滞留水の温度は，ほぼ常温のため，金属材料の劣化の懸念はない。

(3) 凍結

滞留水を移送している過程では，水が流れているため凍結の恐れはない。

滞留水の移送を停止した場合，屋外に敷設されているポリエチレン管等は，凍結による破損が懸念される。そのため，高濃度の滞留水を移送している屋外敷設のポリエチレン管等に保温材等を取り付ける。

(4) 生物汚染

滞留水移送装置の移送ポンプの取水口には，メッシュを設けており，大きな藻等がポンプ内に浸入して機器を損傷させるようなことはない。

また，滞留水を移送している上では有意な微生物腐食等は発生しないと考えられる。ただし，異常な速度で腐食が進み漏えいが生じた場合において，微生物腐食が原因であると判明すれば，生物汚染を考慮した対策を講じる。

(5) 耐放射線性

耐圧ホースの構造部材であるポリ塩化ビニルの放射線照射による影響は， $10^5 \sim 10^6 \text{Gy}$ の集積線量において，破断時の伸びの減少等が確認されている。過去の測定において，2号機タービン建屋の滞留水表面上の線量当量率が 1Sv/h であったことから，耐圧ホースの照射線量率を 1Gy/h と仮定すると，集積線量が 10^5Gy に到達する時間は 10^5 時間（11.4年）と評価される。そのため，耐圧ホースは数年程度の使用では放射線照射の影響により大きく劣化することはないと考えられる。

ポリエチレンは、集積線量が $2 \times 10^5 \text{Gy}$ に達すると、引張強度は低下しないが、破断時の伸びが減少する傾向を示すが、上記と同様にポリエチレン管の照射線量率を 1Gy/h と仮定すると、 $2 \times 10^5 \text{Gy}$ に到達する時間は 2×10^5 時間 (22.8 年) と評価される。そのため、ポリエチレン管は数年程度の使用では放射線照射の影響を受けることはないと考えられる。なお、ポリエチレンの耐放射線性に関する長期健全性は、現在行っている劣化試験を通じて、今後も検討していく。

(6) 紫外線

屋外敷設箇所のポリエチレン管には、紫外線による劣化を防止するための保温材、フィルム等で覆う処置を実施する。

2. 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

2.1. 放射性物質漏えい防止等に対する考慮

(1) 漏えい発生防止

- a. 使用済みのセシウム吸着装置吸着塔及び第二セシウム吸着装置吸着塔は、吸着塔内の水を抜いた状態で貯蔵することにより、漏えいの発生を防止する。また、セシウム等の主要核種は、吸着塔内のゼオライトに化学的に吸着させ、吸着塔内の放射性物質が漏えいし難い構造とする。さらに、吸着塔の容器は、耐腐食性、耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材を採用する。
- b. 使用済みの吸着材を収容する高性能容器は、脱水装置により脱水し、水を抜いた状態で貯蔵することにより、漏えいの発生を防止する。さらに高性能容器は、水に耐性を有するポリエチレン製を使用する。
- c. 沈殿処理生成物を収容する高性能容器は、水分を抜かずに貯蔵するが、耐腐食性、耐久性、耐放射線性、耐薬品性を有するポリエチレン製の容器とし、腐食による放射性物質の漏えいを予防する。
- d. 使用済みの吸着材を収容する処理カラムは、内部の水を抜いた状態で貯蔵することにより、漏えいの発生を防止する。さらに、処理カラムの容器は、耐腐食性、耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材を使用する。
- e. 造粒固化体貯槽 (D) は、プロセス主建屋と一体のピット構造となっているため、建屋外への漏えいの可能性は低いですが、念のため漏えい防止策としてコンクリート保護材を塗布し、漏えいの発生を予防する。
- f. 廃スラッジ一時保管施設のスラッジ貯槽は、貯留水の塩分による腐食を考慮し、十分な肉厚を有する貯槽を使用し漏えいの発生を予防する。
- g. 造粒固化体貯槽 (D)、廃スラッジ一時保管施設のスラッジ貯槽には水位検出器を設け、オーバーフローを防止する。
- h. 廃スラッジ一時保管施設のポンプ (水中ポンプを除く) 軸封部は、漏えいの発生し難

いメカニカルシール構造とする。

(2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

- a. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設のうち高性能容器を保管するボックスカルバートは、第二施設においては床との設置面をモルタルにて閉塞し、ボックスカルバート底部の水抜き穴も閉塞することにより、漏えい水がボックスカルバート外に拡大することを防止する。
- b. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設のうち第二施設で高性能容器を保管する部分の外周部には堰を設置し、漏えい発生時には排水用の堰の隙間を土のうで塞ぐことにより、外部への漏えいの拡大を防止する。
- c. 造粒固化体貯槽(D)は、液位を免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）にて監視することで貯蔵しているスラッジの漏えいの有無を監視する。
- d. 廃スラッジ一時保管施設のスラッジ貯槽は、スラッジ貯槽下部にドリフトレイ及び漏えい検知器を設け、漏えいを検知するとともに、スラッジ貯槽の液位を免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）で監視する。また、スラッジ貯槽は漏えいの拡大を防止するためにコンクリート製の囲い(セル)の中に設置する。なお、漏えいが発生した場合は漏えいしたスラッジ貯槽内のスラッジは予備のスラッジ貯槽に移送する。

2.2. 放射線遮へい・崩壊熱除去

(1) 放射線遮へい・被ばく低減に対する考慮

- a. 使用済みのセシウム吸着装置吸着塔は、炭素鋼製の遮へい容器及びコンクリート製ボックスカルバートにより放射線を遮へいする。
- b. 使用済みの第二セシウム吸着装置吸着塔は、鉛等を充填した炭素鋼製の遮へい容器により放射線を遮へいする。
- c. 多核種除去設備から発生する使用済みの高性能容器は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設にてコンクリート製ボックスカルバートにより放射線を遮へいする。
- d. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設ではスカイシャイン対策としてコンクリート製の蓋を被せる。
- e. 廃スラッジ一時保管施設はスラッジ貯槽からの放射線を遮へいし、建屋外壁での線量当量率が 1mSv/h となるように、スラッジ貯槽を囲うコンクリート厚さ、及び建屋のコンクリート厚さを設定する。

(2) 崩壊熱除去

- a. セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置の使用済み吸着塔は、吸着塔内の放射性物質による崩壊熱を、対流、輻射、伝導により大気へ放出する設計とする。

- b. セシウム吸着装置吸着塔の崩壊熱による温度上昇は、コンクリート製ボックスカルバートに納入しない場合、保管時における定常状態での吸着塔中心部の温度は約 360℃となる。また、コンクリート製ボックスカルバートの保温性を考慮した場合、吸着塔中心部の温度は 377℃、炭素鋼製遮へい容器の温度は約 62℃となるが、ゼオライトの健全性（吸着材は 600℃程度までは安定でセシウムは吸着材から離脱しない）や鉄の遮へい性能に影響を与えるものではない。
- c. 第二セシウム吸着装置吸着塔の崩壊熱による温度上昇は、保管時における定常状態での吸着塔中心部の温度は 450℃となるが、ゼオライトの健全性（吸着材は 600℃程度までは安定でセシウムは吸着材から離脱しない）や鉛等の遮へい性能に影響を与えるものではない。
- d. 高性能容器及び処理カラムは、容器内の放射性物質による崩壊熱を、対流、輻射、伝導により大気へ放出する設計とする。
- e. 造粒固化体貯槽 (D) は、貯槽内部に設置した熱交換器と屋外に設置した空冷チラーによりスラッジに含まれる放射性物質の崩壊熱を除去することで、貯槽内温度を 25℃程度に管理する設計とする。
- f. 廃スラッジ一時保管施設では、造粒固化体貯槽 (D) での運用実績からスラッジから発生する崩壊熱を自然放熱により除去する設計とする。また、バブリング管もしくはウォータージェットによりスラッジを攪拌することにより、崩壊熱の集中化を防止する。

2.3. 可燃性ガスの滞留防止

- a. 使用済みのセシウム吸着装置吸着塔、第二セシウム吸着装置吸着塔、及び処理カラムは、可燃性ガスの発生を抑制するために、内部の水抜きを行い保管する。水抜き完了後はベントを空けた状態で保管することにより、可燃性ガスを大気へ放出する設計とする。
- b. 使用済みの高性能容器は、可燃性ガスの滞留を防止するために圧縮活性炭高性能フィルタを介したベント孔を設け、可燃性ガスを大気へ放出する。
- c. 使用済みのセシウム吸着装置吸着塔及び高性能容器を収容するコンクリート製ボックスカルバートの蓋には、内部で可燃性ガスが滞留しないように通気口を設ける。
- d. 造粒固化体貯槽 (D) では、貯蔵水の放射線分解により発生する可燃性ガスは、除染装置に設置されている排風機により大気へ放出する。
- e. 廃スラッジ一時保管施設では、貯蔵水の放射線分解により発生するガスは貯槽内に圧縮空気を供給することにより、オフガス処理系を介して大気へ放出する。

2.4. 環境条件対策

(1) 腐食

使用済セシウム吸着塔保管施設で貯蔵するセシウム吸着装置吸着塔、第二セシウム

吸着装置吸着塔，多核種除去設備の処理カラムは，内部の水を抜いた状態で保管し，容器に耐腐食性，耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材を用いている。また，高性能容器は，耐久性，耐薬品性に優れたポリエチレン材を用いている。

スラッジ貯槽は，想定される腐食速度 0.25mm/年に対して肉厚 25mm を有しており，十分な腐食代を有している。

(2) 熱による劣化

吸着塔中心温度が高い第二セシウム吸着装置吸着塔においても，容器外周部の最大温度は約 160℃であり，金属材料に有意な特性変化は生じない。

(3) 凍結

造粒固化体貯槽(D)は，万一凍結したとしても，気相部を有しているため膨張が問題となることはない。

また，廃スラッジ一時保管施設のスラッジ貯槽は，スラッジ棟の換気設備により暖房されるため凍結することはない。

(4) 生物汚染

使用済セシウム吸着塔保管施設で貯蔵するセシウム吸着装置吸着塔，第二セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備の処理カラムは，内部の水を抜いた状態で保管するため，生物汚染が問題となることはない。

造粒固化体貯槽(D)は内面にコンクリート保護材を塗布しており，微生物腐食は発生しない。

スラッジ貯槽は高線量下なので微生物の影響はないと考えられる。ただし，異常な速度で腐食が進み漏えいが生じた場合において，微生物腐食が原因であると判明すれば，生物汚染を考慮した対策を講じる。

(5) 紫外線

使用済セシウム吸着塔保管施設にて貯蔵する高性能容器は，ポリエチレン製であり，紫外線による劣化が懸念される。そのため，保管施設に収容後はコンクリート製の蓋を設置する。

以上

中低濃度タンク及び高濃度滞留水受タンクの解体・撤去の方法について

中低濃度タンク及び高濃度滞留水受タンクの取替に伴い、核燃料物質その他の放射性物質に汚染されている可能性のある既設のタンクの解体・撤去作業※の方法について定める。

1. RO処理水一時貯槽

RO処理水一時貯槽は、Dエリアに設置されているノッチタンク（計 139 基）であり、貯留しているRO処理水をDエリアと隣接するエリアに移送し、ノッチタンクの汚染拡大防止策を図った上で、構内に仮置きを行う。ノッチタンクの仮置き場所を図－1に示す。

1.1. 汚染拡大防止策

- (1) RO処理水の移送後は、ノッチタンクの付属機器を取り外し、タンク内に残水がないことを確認した後に、取り外し部をフランジで閉止する。なお、付属機器の取り外しの際には、仮設の水受けを設置する。

1.2. 仮置き時のノッチタンクの安定性について

- (1) ノッチタンクは、空の状態で格子状に2段積みにして仮置きする。ノッチタンクの仮置き状態を図－2に示す。仮置き時のノッチタンクについて、地震による転倒評価を実施した結果、地震による転倒モーメントはRO処理水一時貯槽の自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。

※実施計画上の撤去作業には仮置き作業を含む

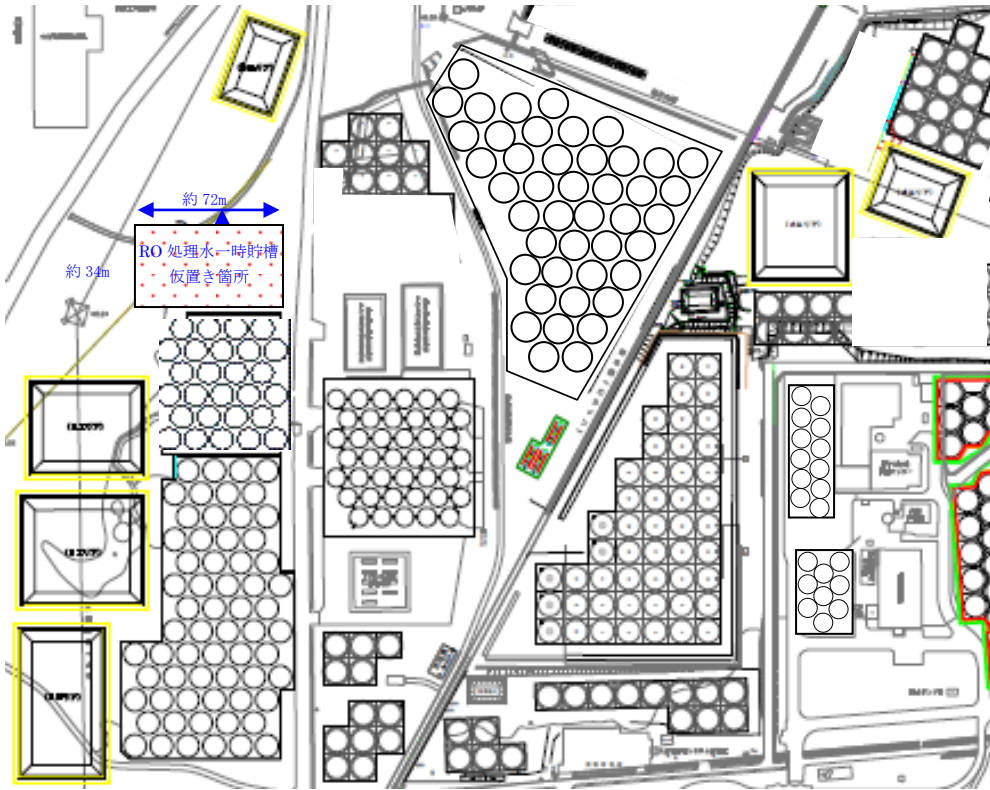


図-1 RO 処理水一時貯槽の仮置き場所

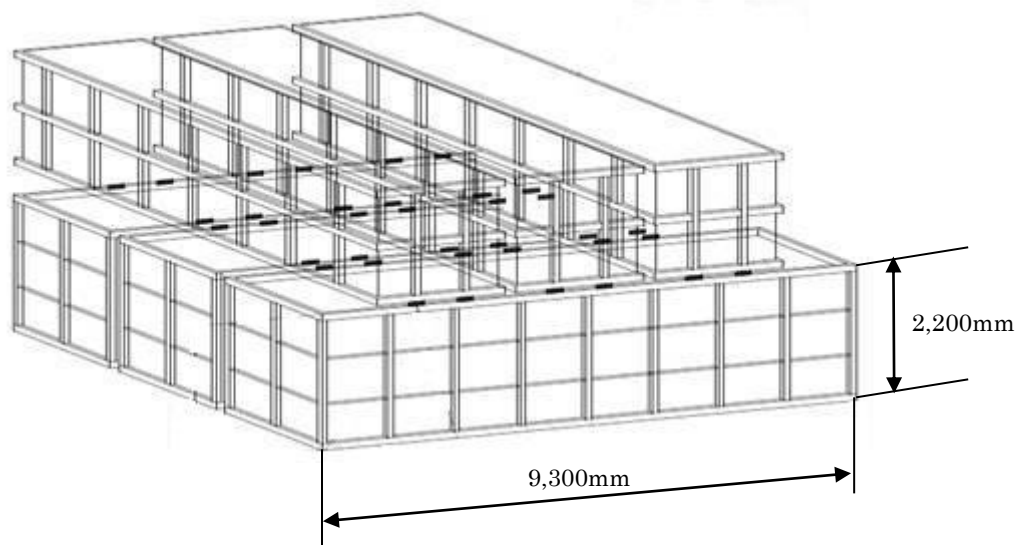


図-2 RO 処理水一時貯槽の仮置き状態図

2. RO濃縮水貯槽（完成品）

RO濃縮水貯槽（完成品）は、H1エリアのブルータンク（計170基）であり、貯留しているRO濃縮水を他のエリアのRO濃縮水貯槽に移送し、ブルータンクの汚染拡大防止策を図った上で、構内にて仮置きを行う。ブルータンクの仮置き場所を図-3に示す。

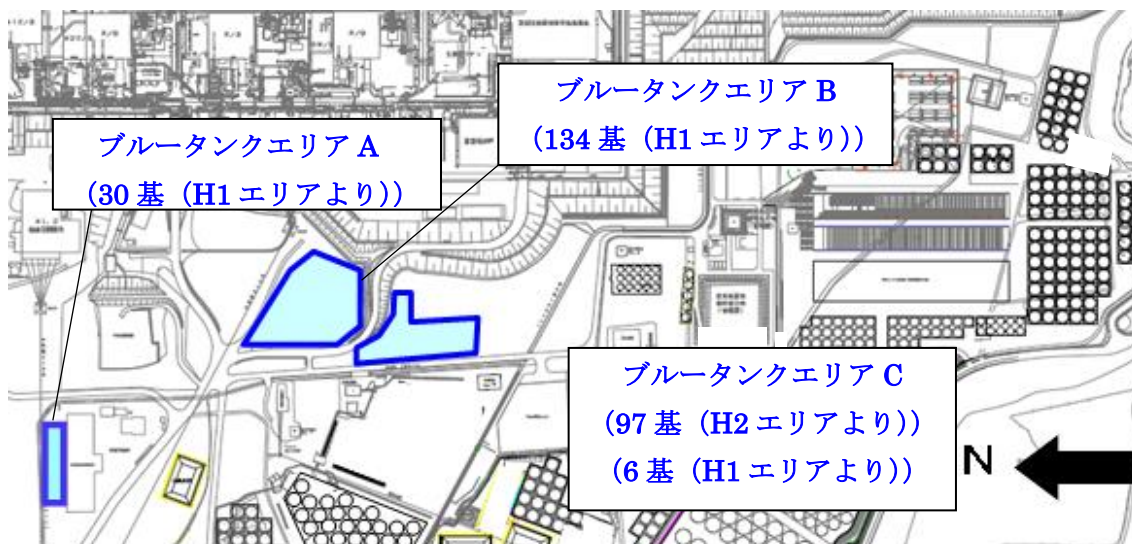


図-3 ブルータンクの仮置き場所

2.1. 汚染拡大防止策

(1) RO濃縮水の移送後は、ブルータンクの付属機器（出入口配管等）を取り外し、タンク内に残水がないことを確認した後に、取り外し部をフランジで閉止する。なお、付属機器の取り外しの際には、仮設の水受けを設置する。

2.2. 仮置き時のブルータンクの管理

(1) 区画

ブルータンクの仮置き場所に関係者以外が立ち入らないように、柵等で区画を明示するとともに、立入制限の表示を行う。

(2) 線量率測定

被ばく低減の観点から、仮置きエリアの線量当量率を定期的に測定し、作業員への注意喚起のために測定結果を表示する。

(3) 巡視、仮置き状態確認

ブルータンクの仮置き状態を確認するため、定期的に仮置きエリアを巡視する。

2.3. 被ばく低減

ブルータンクの仮置きに伴ってエリア周辺における作業員の被ばく線量が増加するのを防止するために、エリア周辺の線量当量率において、仮置きブルータンクからの線量寄与

がほとんど無視できる範囲に可能な限り区画をして立入制限を行う。エリア周辺の道路や干渉物の制約により、仮置きブルータンクからの線量寄与がほとんど無視できる範囲に区画をできない場合は、設置可能な範囲で最大限の距離を取って区画をするとともに、線量率表示による注意喚起を通して被ばく低減を図る。ブルータンクエリアの区画图を図-4及び図-5に示す。

なお、今後、敷地内の線量低減が進み、当該エリア周辺における仮置きブルータンクからの線量寄与により目標線量当量率※を達成できなくなると想定される場合には、適切な遮へいまたはブルータンクの移設等の追加処置により線量低減を図る。

※「Ⅲ 第三編 3.1.3 敷地内に飛散した放射性物質の拡散防止及び除染による線量低減」参照

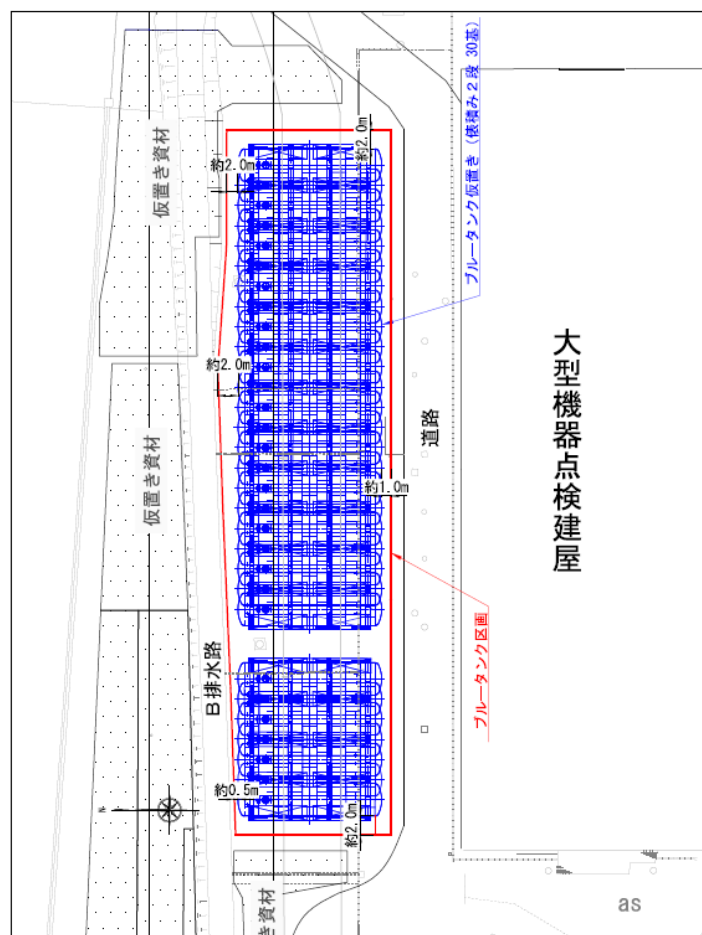


図-4 ブルータンクエリアA区画图

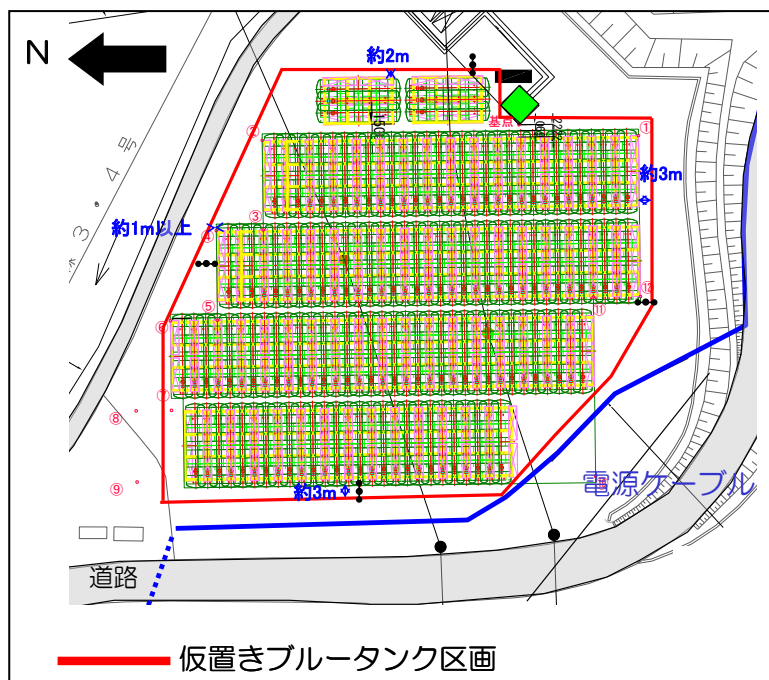


図-5 ブルータンクエリアB区画図

2.4. ブルータンクの付属機器

H1 エリアのブルータンクの撤去に伴い、ブルータンク付属機器（ホース及び弁）が瓦礫類として約 140m³ 発生する。瓦礫類は、1mSv/h 以下の表面線量率であり、表面線量率に応じて定められた屋外の一時保管エリア（受入目安表面線量率 0.1mSv/h 以下（一時保管エリア J・B・C・U・P1・F2・N・O）のエリアまたは受入目安表面線量率 1mSv/h 以下のエリア（一時保管エリア D・E1・P2・W））へ搬入する。

なお、保守的に瓦礫類が全て 0.5mSv/h を超え 1mSv/h 以下の表面線量率であったとしても、受入可能な一時保管エリアについては、平成 27 年 1 月 31 日時点で、瓦礫類保管量：24,800m³・瓦礫類保管容量：54,300m³・空き保管容量：29,500m³ であり、ブルータンクの付属機器を瓦礫類として一時保管するにあたり支障をきたすことはない。

今後発生する瓦礫類の保管容量が逼迫する場合は、受入目安表面線量率を満足する他の線量区分のエリアに瓦礫類を一時保管することにより保管容量を確保する。また、固体廃棄物貯蔵庫第 9 棟等の設置を行うことにより容量不足を解消していく。

受入目安表面線量率	0.1mSv/h 以下	1mSv/h 以下	1～30mSv/h
瓦礫類保管量[m ³] (平成 27 年 1 月 31 日時点)	88,600	27,400	17,400
瓦礫類保管容量*[m ³]	207,850	57,300	33,650

※実施計画における貯蔵量（平成 26 年 6 月 25 日認可）の値を示す。

2.5. 仮置き時のブルータンクによる直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量

仮置き時のブルータンクは、空の状態では仮置きするが、タンク内には貯留していたRO濃縮水による汚染が内包された状態であるため、仮置き時における敷地境界線量に及ぼす影響を評価する。ブルータンクエリアAに仮置きするブルータンクについては、仮置き予定のブルータンクを表面線量率に応じて2つに分けて配置し、エリアA1及びエリアA2としてモデル化する。ブルータンクエリアB及びブルータンクエリアCについては、それぞれ仮置き予定のブルータンクを1つのモデルとして評価する。各仮置きエリアからの最寄りの敷地境界評価地点における実効線量は以下の通り。

(1) ブルータンクエリアA1

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No. 70	約 4.8×10^{-4}
(参考) No. 7*	約 1.0×10^{-4} 未満

※2017年3月現在で実効線量が最大となる敷地境界線量評価地点

(2) ブルータンクエリアA2

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No. 70	約 6.7×10^{-5}
(参考) No. 7*	約 1.0×10^{-4} 未満

※2017年3月現在で実効線量が最大となる敷地境界線量評価地点

(3) ブルータンクエリアB

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No.14	約 4.47×10^{-3}
(参考) No.5	約 6.95×10^{-4}
(参考) No.30	約 1.71×10^{-3}
(参考) No.38	約 1.35×10^{-3}
(参考) No.66	約 6.99×10^{-4}
(参考) No.70	約 5.80×10^{-4}

(4) ブルータンクエリアC4

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No.7	約 5.98×10^{-4}
(参考) No.15	約 5.29×10^{-4}
(参考) No.70	約 1.0×10^{-4} 未満

2.6. 仮置き時のブルータンクの安定性について

(1) 仮置きブルータンクの耐震性評価

① 仮置きブルータンクの転倒評価

ブルータンクは、俵積み状に2段積みし、仮置きする。ブルータンクの仮置き状態図を図-6に示す。仮置き時のブルータンクは、内部に汚染水がない空の状態であるため、耐震Cクラス相当と考えて、地震による転倒評価を実施した結果、地震による転倒モーメントがタンク自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。(表-1)

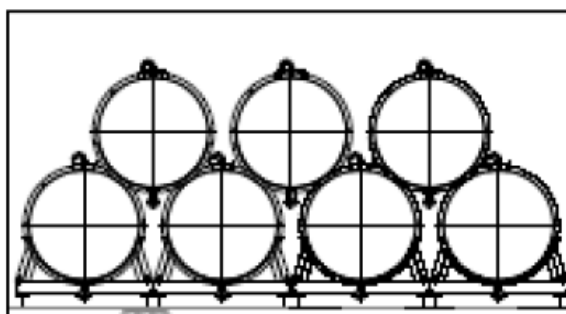
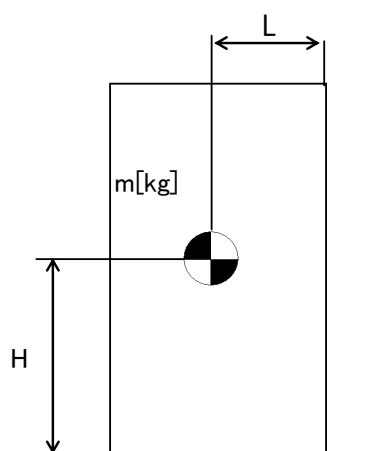


図-6 ブルータンクの仮置き状態



m : 機器質量

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H : 据付面からの重心までの距離

L : 転倒支点から機器重心までの距離

C_H : 水平方向設計震度 (0.24)

地震による転倒モーメント :

$$M1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$$

自重による安定モーメント :

$$M2 [N \cdot m] = m \times g \times L$$

表-1 転倒評価結果

機器名称		評価部位	評価項目	水平方向設計震度 C _H	算出値 M1	許容値 M2	単位
ブルータンク	1段目	本体	転倒	0.24	2.43×10 ²	7.15×10 ²	kN・m
	2段目	本体	転倒	0.24	1.03×10 ²	2.06×10 ²	kN・m

② 仮置きブルータンクの滑動評価

仮置きブルータンクについて地震時の水平荷重によるすべり力に対して、1段目と2段目のブルータンク同士の接触面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接触面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した。(表-2)

表-2 滑動評価結果

機器名称	評価項目	水平方向 設計震度 C_H	算出値	許容値	単位
ブルータンク	滑動	0.24	0.24	0.52	-

(2) 周辺機器への波及的影響について

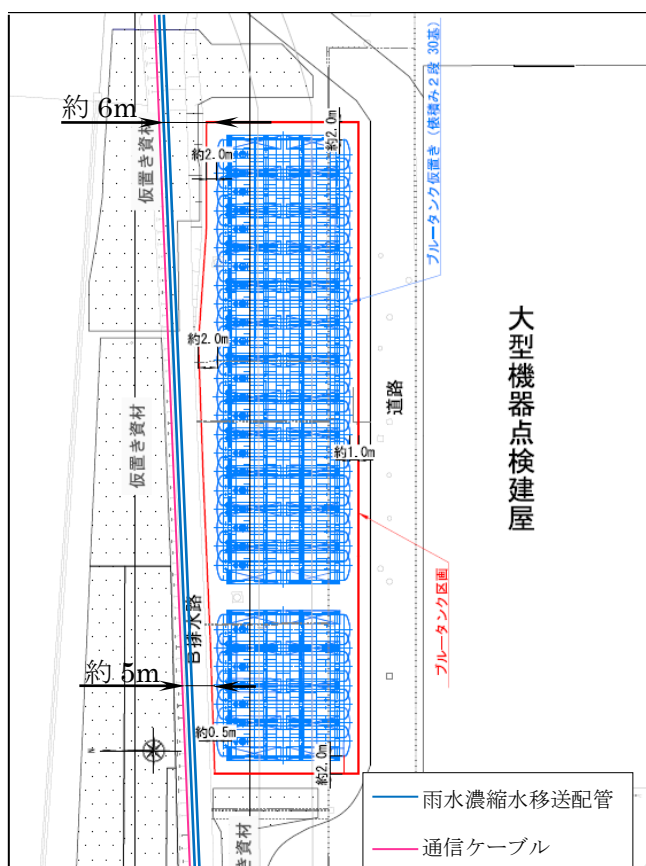
仮置きブルータンクについて耐震Cクラス相当の地震による転倒，滑動評価を実施して問題ないことを確認しているが，仮置きブルータンク周辺には，その他の機器が複数設置されていることから，機器自身の耐震クラスを超える地震によって周辺機器へ及ぼす波及的影響について考慮する。

① 周辺機器の状況

ブルータンクエリアA及びブルータンクエリアBの周辺の機器配置図を図－7及び図－8に示す。

ブルータンクエリアAの周辺近傍には，雨水濃縮水移送配管と通信ケーブルが設置されており，ブルータンクエリアBの周辺近傍には，電源ケーブル，地下水バイパス設備が設置されている。

周辺機器の状況から仮置きブルータンクが地震により転倒・滑動することによって，周辺の機器が損傷しないことを確認する。なお，地震時の機能要求のない地下水バイパス，本設化に伴い移設する雨水配管は，評価の対象外とする。



図－7 ブルータンクエリアA周辺図

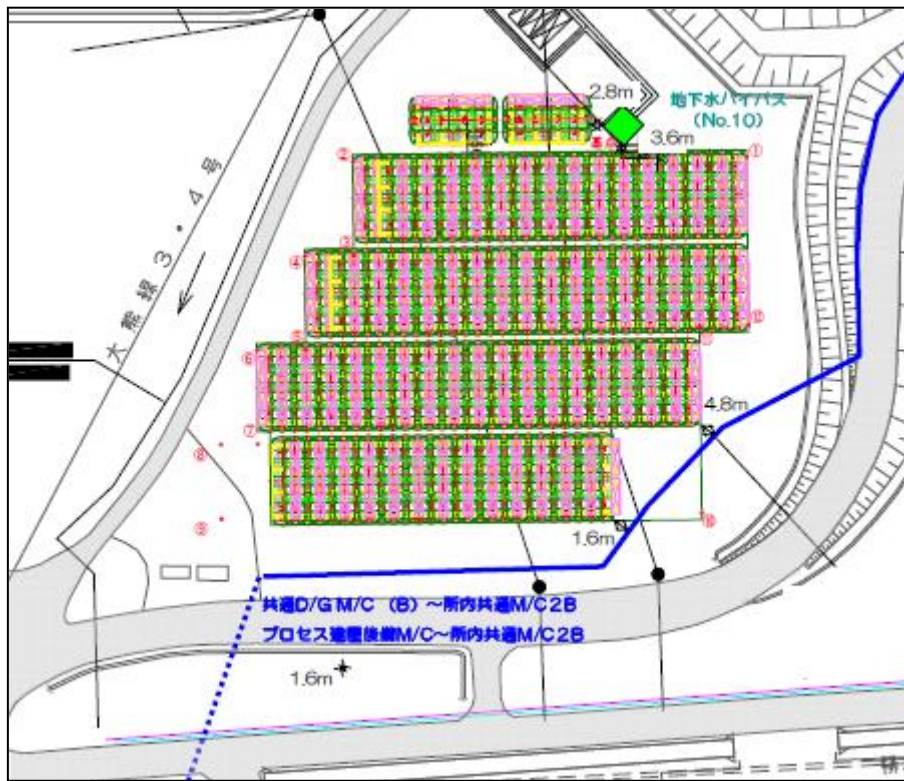


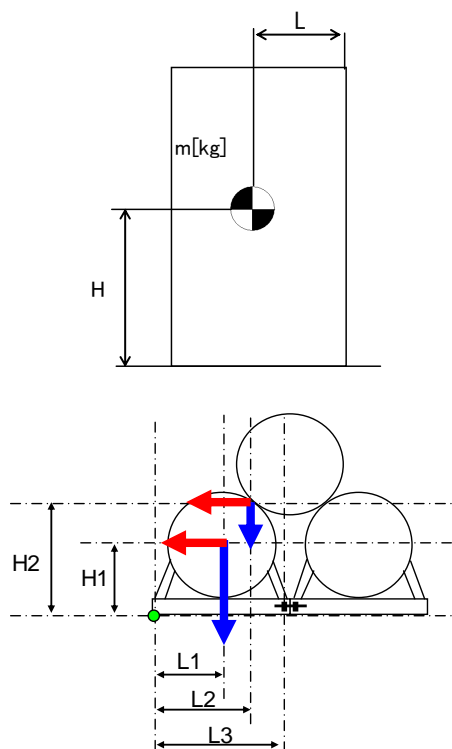
図-8 ブルータンクエリアB周辺図

② 耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価

仮置きブルータンクに対して、耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価を行う。

a. ブルータンク 1 段目の締結ボルトの強度評価

据付面とベース端部の接点を転倒支点とし、水平方向地震動による転倒評価をした結果、隣接タンクとの締結ボルトの強度が確保されることを確認した。(表-3)



- m_1 : 1 段目タンク重量
- m_2 : 2 段目タンク重量
- H_1 : 据付面から重心までの垂直距離
- H_2 : 据付面から 2 段目タンク接点までの垂直距離
- L_1 : ベース端部から機器重心までの水平距離
- L_2 : ベース端部から 2 段目タンク接点までの水平距離
- L_3 : ベース端部から締結ボルトまでの水平距離
- n_f : 引張力の作用する締結ボルトの評価本数
- n : せん断力の作用する締結ボルトの評価本数
- A : 締結ボルトの軸断面積
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- C_H : 水平方向設計震度 (0.72)

$$\text{締結ボルトに作用する引張力} : F = \frac{g}{L_3} \left\{ C_H \times (m_1 \times H_1 + m_2 \times H_2) - (m_1 \times L_1 + \frac{m_2}{2} \times L_2) \right\}$$

$$\text{締結ボルトの引張応力} : \sigma = \frac{F}{n_f \times A}$$

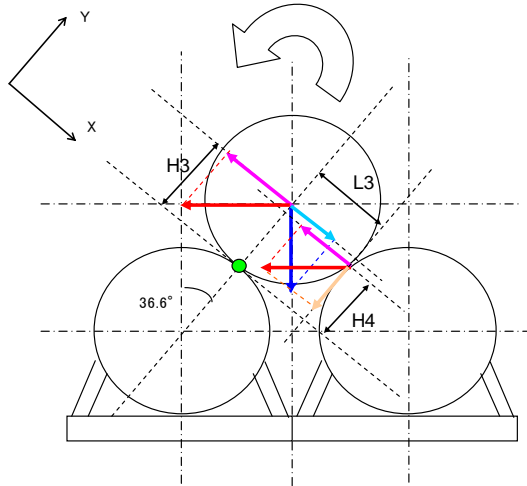
$$\text{締結ボルトのせん断応力} : \tau = \frac{(m_1 + m_2) \times g \times C_H}{n \times A}$$

表-3 タンク 1 段目の耐震Sクラス評価結果

評価対象	評価部位	評価項目	算出値	許容値	単位
タンク 1 段目	締結ボルト	引張	1	176	MPa
		せん断	48	135	MPa

b. ブルータンク 2 段目の転倒評価

2 段目と 1 段目との接点を転倒支点とし、水平方向地震動、タンク自重による転倒および抵抗モーメントを比較すると、転倒モーメントよりも抵抗モーメントが大きくなるため、2 段目のタンクが転倒することはないことを確認した。(表-4)



m_1 : 1 段目タンク重量

m_2 : 2 段目タンク重量

H_3 : 転倒支点から重心までの Y 成分距離

H_4 : 転倒支点からタンク接点までの Y 成分距離

L_3 : 転倒支点からタンク接点までの X 成分距離

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

C_H : 水平方向設計震度 (0.72)

転倒モーメント : $M_3[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = g \times C_H \times \cos \theta \times (m_2 \times H_3 + m_1 \times H_4)$

安定モーメント : $M_4[N \cdot m] = m \times g \times H + m \times g \times C_H \times L = g \times \sin \theta \times (m_2 \times H_3 + C_H \times m_1 \times L_3)$

表-4 タンク 2 段目の耐震 S クラス評価結果

評価対象	水平方向 設計震度 C_H	算出値 M_3	許容値 M_4	単位
タンク 2 段目	0.72	3.07×10^2	3.10×10^2	kN・m

c. ブルータンクのすべり量評価

仮置きブルータンクについて地震時の水平荷重によるすべり力に対して，1段目と2段目のブルータンク同士の接触面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなり，滑動する結果となったことから，すべり量の評価を実施した。

すべり量は，ブルータンク1段目とブルータンク2段目の接地面に対する累積変位量として，地震応答加速度時刻歴をもとに算出した。評価の結果，ブルータンク全長15mに対して小さいことから，2段目のブルータンクが1段目から落下することはないことを確認した。(表-5)

表-5 すべり量評価結果

評価対象	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ブルータンク	すべり量	0.60	57.5	7.5×10^3	mm

③ 追加的安全措置

仮置きブルータンクについて耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価を実施し、周辺機器へ影響を与えないことを確認したが、更なる安全性向上のために追加的措置を行う。

仮置きブルータンク自体については、1段目の端に位置するタンク及び2段目の端に位置するタンクが地震により転倒すると想定し、1段目の端に位置する2基と2段目の1基の計3基をラッシングベルトで固縛して一体化し、周辺機器から可能な限りの離隔距離を確保して設置する。

更に、雨水濃縮水移送配管と通信ケーブルについてはH鋼と鉄板による養生を実施し、電源ケーブル（所内共通 M/C2B～所内共通 D/G(B)M/C，所内共通 M/C2B～プロセス建屋後備 M/C）については、仮置きブルータンクとの間に土嚢を設置することにより、仮置きブルータンクが転倒することを想定した場合に、周辺機器が損傷するリスクを低減する。

2.7 自然災害対策等

(1) 津波

ブルータンクは、アウターライズ津波が到達しないと考えられる O.P.約 35.0m に仮置きするため、津波の影響は受けない。

(2) 台風（強風）

建築基準法施行令及び建設省告示に基づいて評価したブルータンクに加わる風荷重が、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」における耐震Cクラス相当の地震荷重に比べて小さいため、ブルータンクは、仮置き状態において台風（強風）により転倒しない。

(3) 豪雨

ブルータンクは、開口部を閉止して仮置きするため、雨水が内部に浸入しない。

3. 濃縮廃液貯槽（完成品）

濃縮廃液貯槽（完成品）は、H2 エリアのブルータンク（計 97 基）であり、貯留している濃縮廃液を他のエリアのRO濃縮水貯槽に移送し、ブルータンクの汚染拡大防止策を図った上で、構内のブルータンクエリア C に仮置きを行う。ブルータンクの仮置き場所を図-9に示す。

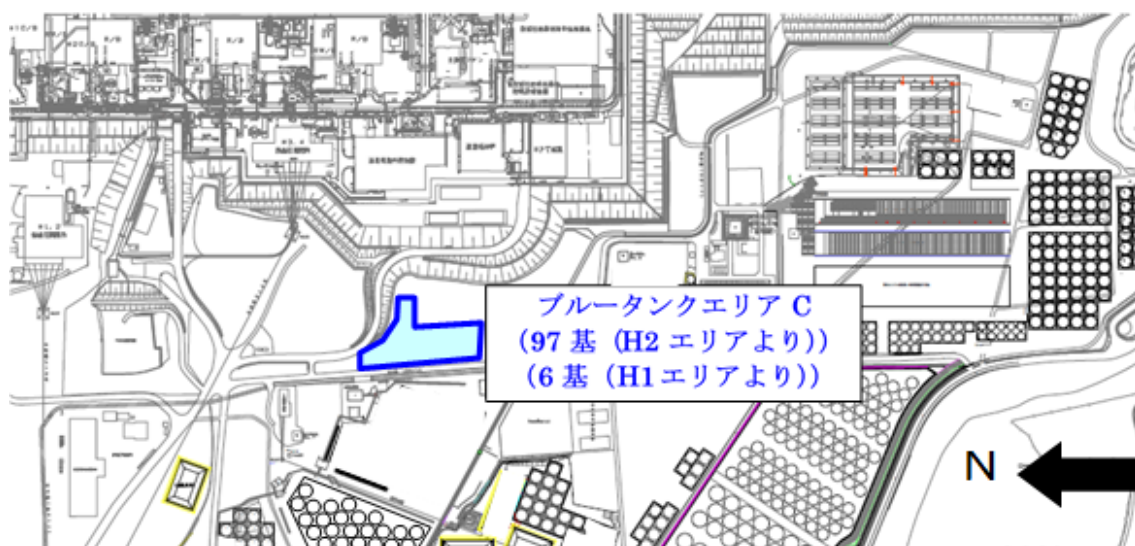


図-9 ブルータンクの仮置き場所

3.1. 濃縮廃液移送に係わる漏えい防止策及び漏えい拡大防止策

- (1) 仮設ホース、仮設ポンプを使用して濃縮廃液を移送する際は、漏えい防止策として、仮設ホースの継手部をカムロック式とし、番線等で固縛して、継手の外れ防止を行う。また、漏えい拡大防止策として、仮設ホースの継手部を袋で養生し下部に水受けを設けることにより、漏えい時に汚染水を受けられるようにする。移送中は作業員による常時監視を行い、漏えいが発生した場合でも、速やかに移送ポンプを停止し、移送を中断できる体制とする。
- (2) 濃縮廃液の移送後は、ブルータンクの付属機器（出入口配管等）を取り外し、タンク内に残水がないことを確認した後に、取り外し部をフランジで閉止する。なお、付属機器の取り外しの際には、仮設の水受けを設置する。

3.2. 仮置き時のブルータンクの管理

(1) 区画

ブルータンクの仮置き場所に関係者以外が立ち入らないように、柵等で区画を明示するとともに、立入制限の表示を行う。

(2) 線量率測定

被ばく低減の観点から、仮置きエリアの線量当量率を定期的に測定し、作業員への注意喚起のために測定結果を表示する。

(3) 巡視、仮置き状態確認

ブルータンクの仮置き状態を確認するため、定期的に仮置きエリアを巡視する。

3.3. 被ばく低減

ブルータンクの仮置きに伴ってエリア周辺における作業員の被ばく線量が増加するのを防止するために、エリア周辺の線量当量率において、仮置きブルータンクからの線量寄与がほとんど無視できる範囲に可能な限り区画をして立入制限を行う。エリア周辺の道路や干渉物の制約により、仮置きブルータンクからの線量寄与がほとんど無視できる範囲に区画をできない場合は、設置可能な範囲で最大限の距離を取って区画をするとともに、線量率表示による注意喚起を通して被ばく低減を図る。ブルータンクエリアの区画図を図-10に示す。

なお、今後、敷地内の線量低減が進み、当該エリア周辺における仮置きブルータンクからの線量寄与により目標線量当量率※を達成できなくなると想定される場合には、適切な遮へいまたはブルータンクの移設等の追加処置により線量低減を図る。

※「Ⅲ 第三編 3.1.3 敷地内に飛散した放射性物質の拡散防止及び除染による線量低減」参照

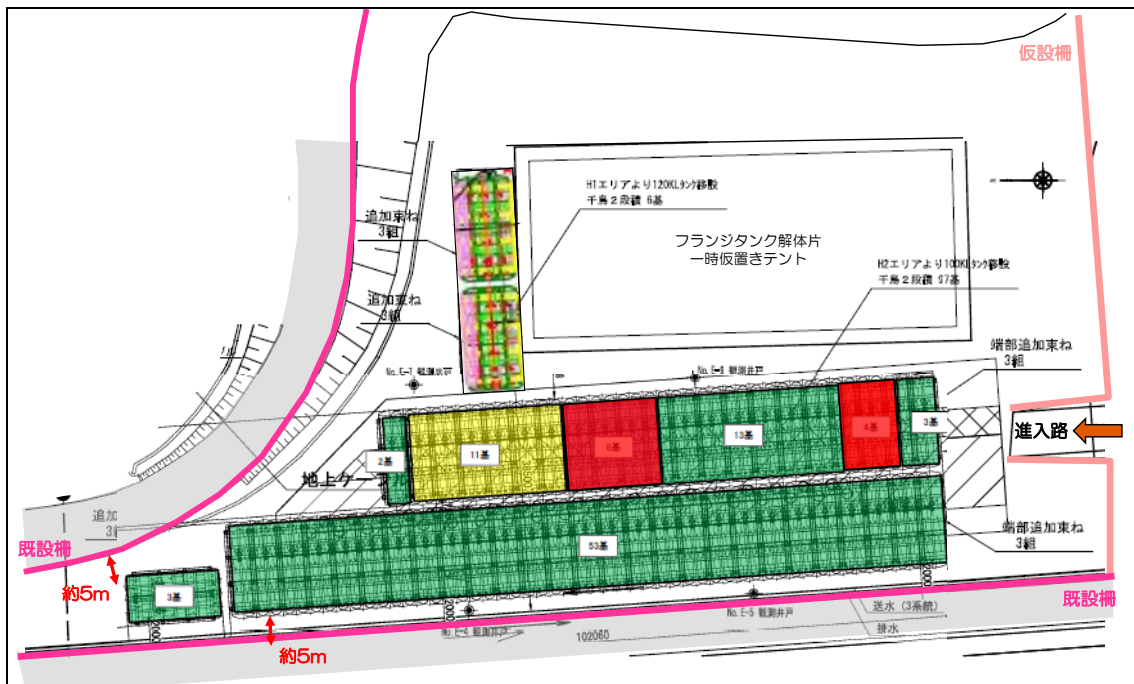


図-10 ブルータンクエリアC区画図

3.4. ブルータンクの付属機器

H2 エリアのブルータンクの撤去に伴い、ブルータンク付属機器（ホース及び弁）が瓦礫類として約 130m³ 発生する。瓦礫類は、1mSv/h 以下の表面線量率であり、表面線量率に応じて定められた屋外の一時保管エリア（受入目安表面線量率 0.1mSv/h 以下（一時保管エリア J・B・C・U・P1・F2・N・O）のエリアまたは受入目安表面線量率 1mSv/h 以下のエリア（一時保管エリア D・E1・P2・W））へ搬入する。

今後発生する瓦礫類の保管容量が逼迫する場合は、受入目安表面線量率を満足する他の線量区分のエリアに瓦礫類を一時保管することにより保管容量を確保する。

3.5. 仮置き時のブルータンクによる直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量

仮置き時のブルータンクは、空の状態で作置きするが、タンク内には貯留していた濃縮廃液による汚染が内包された状態であるため、仮置き時における敷地境界線量に及ぼす影響を評価する。ブルータンクエリア C に仮置きするブルータンクについては、仮置き予定のブルータンクを表面線量率に応じて3つに分けて配置し、エリア C1, エリア C2 及びエリア C3 としてモデル化する。各仮置きエリアからの最寄りの敷地境界評価地点における実効線量は以下の通り。

(1) ブルータンクエリア C1

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No.7	約 1.10×10 ⁻²
(参考) No.15	約 1.05×10 ⁻²
(参考) No.70	約 4.87×10 ⁻⁴

(2) ブルータンクエリア C2

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No.15	約 4.07×10 ⁻⁴
(参考) No.7	約 3.02×10 ⁻⁴
(参考) No.70	約 1.0×10 ⁻⁴ 未満

(3) ブルータンクエリア C3

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No.15	約 1.85×10 ⁻³
(参考) No.7	約 1.39×10 ⁻³
(参考) No.70	約 1.0×10 ⁻⁴ 未満

3.6. 仮置き時のブルータンクの安定性について

(1) 仮置きブルータンクの耐震性評価

① 仮置きブルータンクの転倒評価

ブルータンクは、俵積み状に2段積みし、仮置きする。ブルータンクの仮置き状態図を図-11に示す。仮置き時のブルータンクは、内部に汚染水がない空の状態であるため、耐震Cクラス相当と考えて、地震による転倒評価を実施した結果、地震による転倒モーメントがタンク自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。(表-6)

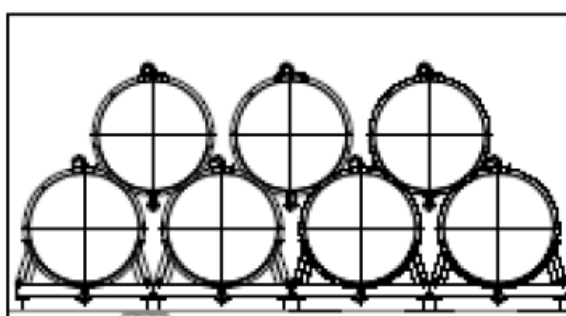
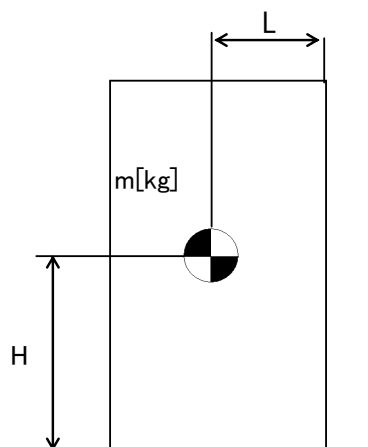


図-11 ブルータンクの仮置き状態



m : 機器質量

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H : 据付面からの重心までの距離

L : 転倒支点から機器重心までの距離

C_H : 水平方向設計震度 (0.24)

地震による転倒モーメント :

$$M1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$$

自重による安定モーメント :

$$M2 [N \cdot m] = m \times g \times L$$

表-6 転倒評価結果

機器名称		評価部位	評価項目	水平方向設計震度 C _H	算出値 M1	許容値 M2	単位
ブルータンク	1段目	本体	転倒	0.24	204	557	kN・m
	2段目	本体	転倒	0.24	84	168	kN・m

② 仮置きブルータンクの滑動評価

仮置きブルータンクについて地震時の水平荷重によるすべり力に対して、1段目と2段目のブルータンク同士の接触面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接触面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した。(表-7)

表-7 滑動評価結果

機器名称	評価項目	水平方向 設計震度 C_H	算出値	許容値	単位
ブルータンク	滑動	0.24	0.24	0.52	-

(2) 周辺機器への波及的影響について

仮置きブルータンクについて耐震Cクラス相当の地震による転倒、滑動評価を実施して問題ないことを確認しているが、仮置きブルータンク周辺には、その他の機器が複数設置されていることから、機器自身の耐震クラスを超える地震によって周辺機器へ及ぼす波及的影響について考慮する。

① 周辺機器の状況

ブルータンクエリアCの周辺の機器配置図を図-12に示す。

ブルータンクエリアCの周辺近傍には、電源ケーブル、地下水バイパス設備が設置されている。

周辺機器の状況から仮置きブルータンクが地震により転倒・滑動することによって、周辺の機器が損傷しないことを確認する。なお、地震時の機能要求のない地下水バイパスは、評価の対象外とする。

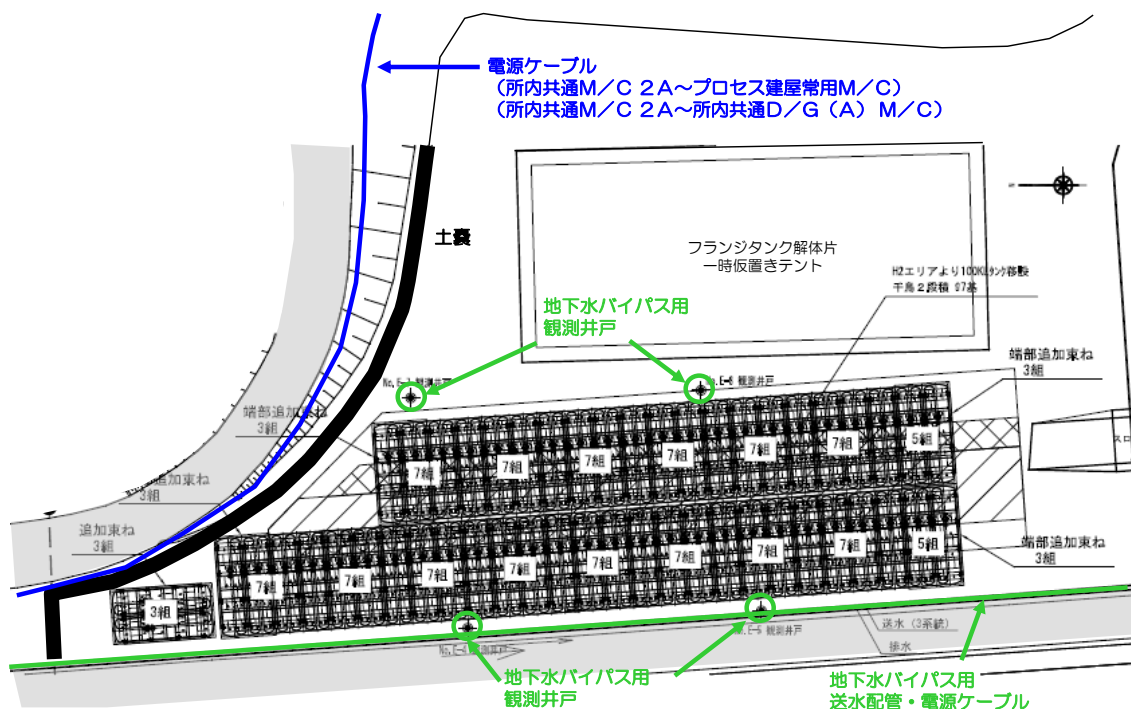


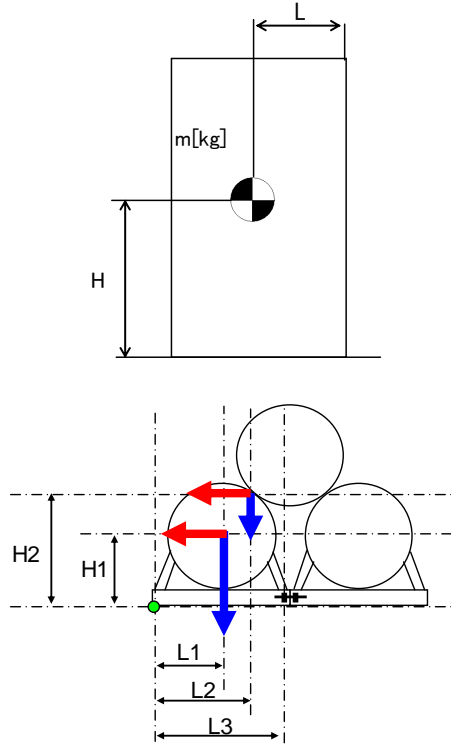
図-12 ブルータンクエリアC周辺図

② 耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価

仮置きブルータンクに対して、耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価を行う。

a. ブルータンク 1 段目の締結ボルトの強度評価

据付面とベース端部の接点を転倒支点とし、水平方向地震動による転倒評価をした結果、隣接タンクとの締結ボルトの強度が確保されることを確認した。(表-8)



m_1 : 1 段目タンク重量

m_2 : 2 段目タンク重量

H_1 : 据付面から重心までの垂直距離

H_2 : 据付面から 2 段目タンク接点までの垂直距離

L_1 : ベース端部から機器重心までの水平距離

L_2 : ベース端部から 2 段目タンク接点までの水平距離

L_3 : ベース端部から締結ボルトまでの水平距離

n_f : 引張力の作用する締結ボルトの評価本数

n : せん断力の作用する締結ボルトの評価本数

A : 締結ボルトの軸断面積

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

C_H : 水平方向設計震度 (0.72)

$$\text{締結ボルトに作用する引張力} : F = \frac{g}{L_3} \left\{ C_H \times (m_1 \times H_1 + m_2 \times H_2) - (m_1 \times L_1 + \frac{m_2}{2} \times L_2) \right\}$$

$$\text{締結ボルトの引張応力} : \sigma = \frac{F}{n_f \times A}$$

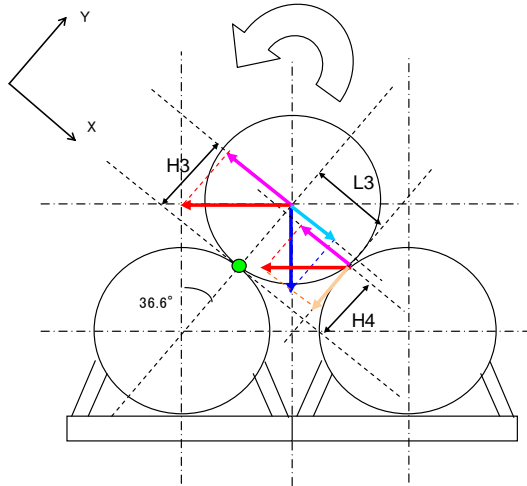
$$\text{締結ボルトのせん断応力} : \tau = \frac{(m_1 + m_2) \times g \times C_H}{n \times A}$$

表-8 タンク 1 段目の耐震Sクラス評価結果

評価対象	評価部位	評価項目	算出値	許容値	単位
タンク 1 段目	締結ボルト	引張	6	176	MPa
		せん断	42	135	MPa

b. ブルータンク 2 段目の転倒評価

2 段目と 1 段目との接点を転倒支点とし、水平方向地震動、タンク自重による転倒および抵抗モーメントを比較すると、転倒モーメントよりも抵抗モーメントが大きくなるため、2 段目のタンクが転倒することはないことを確認した。(表-9)



m_1 : 1 段目タンク重量

m_2 : 2 段目タンク重量

H_3 : 転倒支点から重心までの Y 成分距離

H_4 : 転倒支点からタンク接点までの Y 成分距離

L_3 : 転倒支点からタンク接点までの X 成分距離

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

C_H : 水平方向設計震度 (0.72)

転倒モーメント : $M_3[\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H = g \times C_H \times \cos \theta \times (m_2 \times H_3 + m_1 \times H_4)$

安定モーメント : $M_4[\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times H + m \times g \times C_H \times L = g \times \sin \theta \times (m_2 \times H_3 + C_H \times m_1 \times L_3)$

表-9 タンク 2 段目の耐震 S クラス評価結果

評価対象	水平方向 設計震度 C_H	算出値 M_3	許容値 M_4	単位
タンク 2 段目	0.72	251.4	252.5	kN・m

c. ブルータンクのすべり量評価

仮置きブルータンクについて地震時の水平荷重によるすべり力に対して、1段目と2段目のブルータンク同士の接触面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなり、滑動する結果となったことから、すべり量の評価を実施した。

すべり量は、ブルータンク1段目とブルータンク2段目の接地面に対する累積変位量として、地震応答加速度時刻歴をもとに算出した。評価の結果、ブルータンク全長14mに対して小さいことから、2段目のブルータンクが1段目から落下することはないことを確認した。(表-10)

表-10 すべり量評価結果

評価対象	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ブルータンク	すべり量	0.60	57.5	7000	mm

③ 追加的安全措置

仮置きブルータンクについて耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価を実施し、周辺機器へ影響を与えないことを確認したが、更なる安全性向上のために追加的措置を行う。

仮置きブルータンク自体については、1段目の端に位置するタンク及び2段目の端に位置するタンクが地震により転倒すると想定し、1段目の端に位置する2基と2段目の1基の計3基をラッシングベルトで固縛して一体化する。

電源ケーブル（所内共通 M/C2A～所内共通 D/G(A)M/C，所内共通 M/C2A～プロセス建屋常用 M/C）については、仮置きブルータンクとの間に土嚢を設置することにより、仮置きブルータンクが転倒することを想定した場合に、電源ケーブルが損傷するリスクを低減する。

3.7 自然災害対策等

(1) 津波

ブルータンクは、アウターライズ津波が到達しないと考えられる O.P.約 35.0m に仮置きするため、津波の影響は受けない。

(2) 台風（強風）

建築基準法施行令及び建設省告示に基づいて評価したブルータンクに加わる風荷重が、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」における耐震Cクラス相当の地震荷重に比べて小さいため、ブルータンクは、仮置き状態において台風（強風）により転倒しない。

(3) 豪雨

ブルータンクは、開口部を閉止して仮置きするため、雨水が内部に浸入しない。

4. 高濃度滞留水受タンク，中低濃度滞留水受タンク（完成品）

高濃度滞留水受タンク（完成品），中低濃度滞留水受タンク（完成品）は，G1エリアのブルータンク（計100基）であり，中低濃度滞留水受タンクに貯留しているRO処理水（淡水）を他のエリアのG3に移送し，ブルータンクの汚染拡大防止策を図った上で，同エリアのブルータンクエリアDに仮置きを行う。ブルータンクの仮置き場所を図-13に示す。

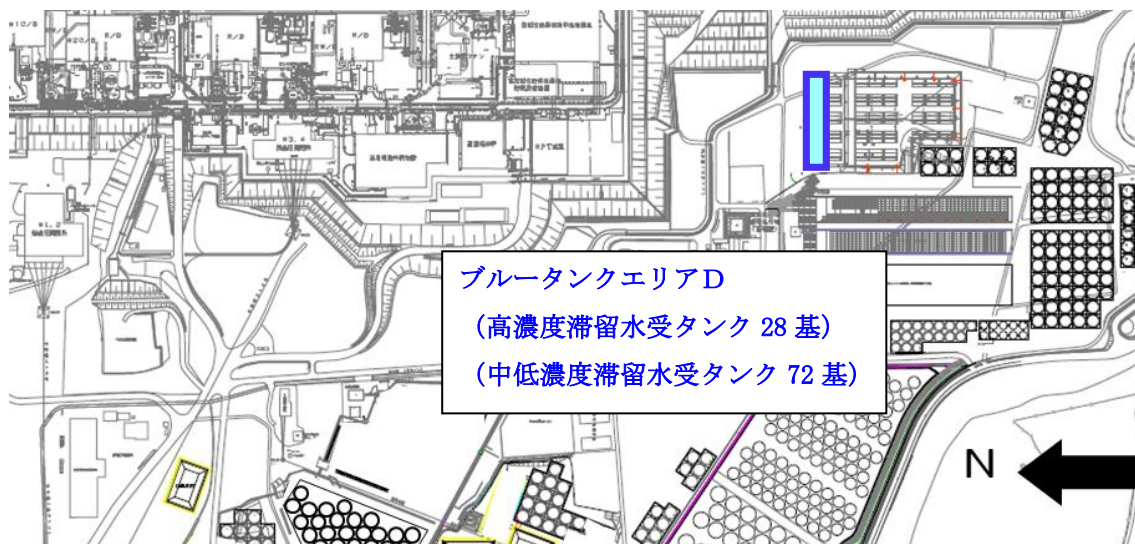


図-13 ブルータンクの仮置き場所

4.1. RO処理水移送に係わる漏えい防止策及び漏えい拡大防止策

- (1) 仮設ホース，仮設ポンプを使用してRO処理水を移送する際は，漏えい防止策として，仮設ホースの継手部をカムロック式とし，番線等で固縛して，継手の外れ防止を行う。また，漏えい拡大防止策として，仮設ホースの継手部を袋で養生し下部に水受けを設けることにより，漏えい時に汚染水を受けられるようにする。移送中は作業員による常時監視を行い，漏えいが発生した場合でも，速やかに移送ポンプを停止し，移送を中断できる体制とする。
- (2) RO処理水の移送後は，ブルータンクの付属機器（出入口配管等）を取り外し，タンク内に残水がないことを確認した後に，取り外し部をフランジで閉止する。

4.2. 仮置き時のブルータンクの管理

(1) 区画

ブルータンクの仮置き場所に関係者以外が立ち入らないように、柵等で区画を明示するとともに、立入制限の表示を行う。

(2) 線量率測定

被ばく低減の観点から、仮置きエリアの線量当量率を定期的に測定し、作業員への注意喚起のために測定結果を表示する。

(3) 巡視、仮置き状態確認

ブルータンクの仮置き状態を確認するため、定期的に仮置きエリアを巡視する。

4.3. 被ばく低減

ブルータンクの仮置きに伴ってエリア周辺における作業員の被ばく線量が増加するのを防止するために、エリア周辺の線量当量率において、仮置きブルータンクからの線量寄与がほとんど無視できる範囲に可能な限り区画をして立入制限を行う。エリア周辺の道路や干渉物の制約により、仮置きブルータンクからの線量寄与がほとんど無視できる範囲に区画をできない場合は、設置可能な範囲で最大限の距離を取って区画をするとともに、線量率表示による注意喚起を通して被ばく低減を図る。ブルータンクエリアの区画图を図-14に示す。

なお、今後、敷地内の線量低減が進み、当該エリア周辺における仮置きブルータンクからの線量寄与により目標線量当量率※を達成できなくなると想定される場合には、適切な遮へいまたはブルータンクの移設等の追加処置により線量低減を図る。

※「Ⅲ 第三編 3.1.3 敷地内に飛散した放射性物質の拡散防止及び除染による線量低減」参照

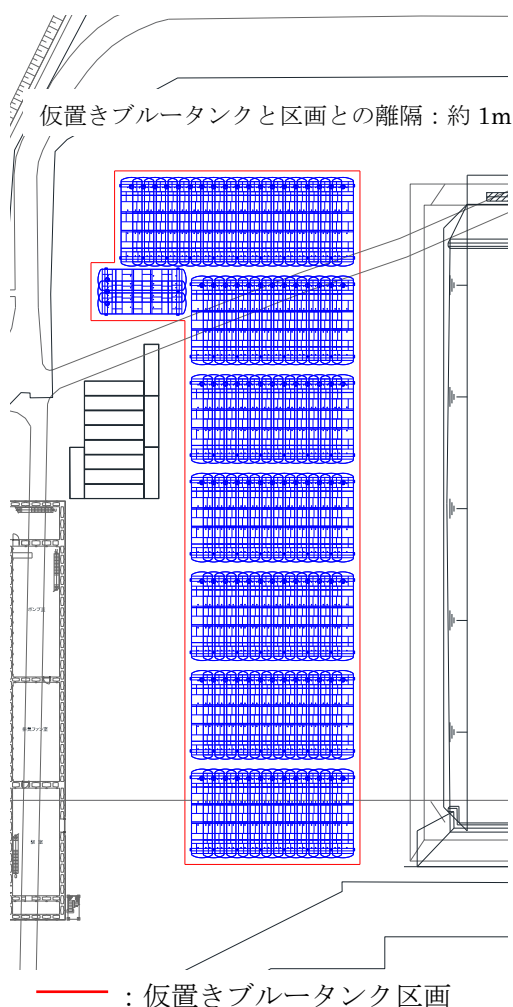


図-14 ブルータンクエリアD区画图

4.4. ブルータンクの付属機器

G1 エリアのブルータンクの撤去に伴い、ブルータンク付属機器（ホース及び弁）が瓦礫類として約 480m³ 発生する。瓦礫類は、1mSv/h 以下の表面線量率であり、表面線量率に応じて定められた屋外の一時保管エリア（受入目安表面線量率 0.1mSv/h 以下（一時保管エリア J・B・C・U・P1・F2・N・O）のエリアまたは受入目安表面線量率 1mSv/h 以下のエリア（一時保管エリア D・E1・P2・W））へ搬入する。

今後発生する瓦礫類の保管容量が逼迫する場合は、受入目安表面線量率を満足する他の線量区分のエリアに瓦礫類を一時保管することにより保管容量を確保する。

4.5. 仮置き時のブルータンクによる直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量

仮置き時のブルータンクは、空の状態で作置きするが、タンク内には貯留していた RO 処理水による汚染が内包された状態であるため、仮置き時における敷地境界線量に及ぼす影響を評価する。ブルータンクエリア D に仮置きするブルータンクについては、仮置き予定のブルータンクを 1 つのモデルとして評価する。各仮置きエリアからの最寄りの敷地境界評価地点における実効線量は以下の通り。

(1) ブルータンクエリア D

敷地境界評価地点	実効線量 [mSv/年]
No.7	約 7.8×10^{-7}

4.6. 仮置き時のブルータンクの安定性について

(1) 仮置きブルータンクの耐震性評価

① 仮置きブルータンクの転倒評価

ブルータンクは、俵積み状に2段積みし、仮置きする。ブルータンクの仮置き状態図を図-15に示す。仮置き時のブルータンクは、内部に汚染水がない空の状態であるため、耐震Cクラス相当と考えて、地震による転倒評価を実施した結果、地震による転倒モーメントがタンク自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。(表-11)

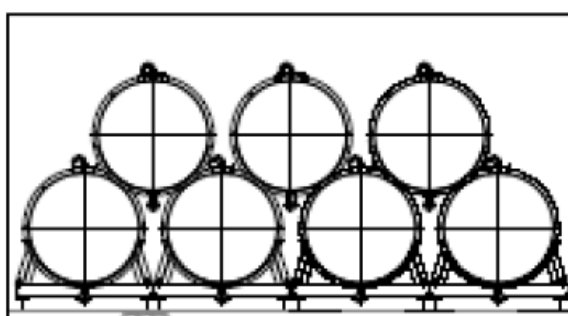
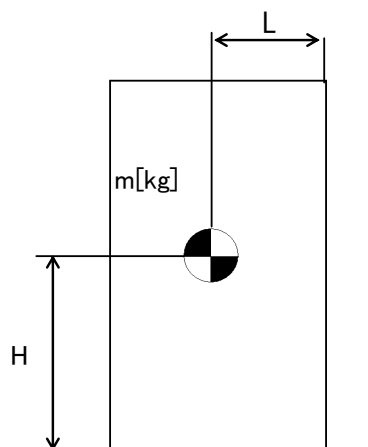


図-15 ブルータンクの仮置き状態



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度 (0.24)

地震による転倒モーメント :

$$M1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$$

自重による安定モーメント :

$$M2 [N \cdot m] = m \times g \times L$$

表-11 転倒評価結果

機器名称		評価部位	評価項目	水平方向設計震度 C _H	算出値 M1	許容値 M2	単位
ブルータンク	1段目	本体	転倒	0.24	204	557	kN・m
	2段目	本体	転倒	0.24	84	168	kN・m

② 仮置きブルータンクの滑動評価

仮置きブルータンクについて地震時の水平荷重によるすべり力に対して、1段目と2段目のブルータンク同士の接触面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接触面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した。(表-12)

表-12 滑動評価結果

機器名称	評価項目	水平方向 設計震度 C_H	算出値	許容値	単位
ブルータンク	滑動	0.24	0.24	0.52	-

(2) 周辺機器への波及的影響について

仮置きブルータンクについて耐震Cクラス相当の地震による転倒、滑動評価を実施して問題ないことを確認しているが、仮置きブルータンク周辺には、その他の機器が複数設置されていることから、機器自身の耐震クラスを超える地震によって周辺機器へ及ぼす波及的影響について考慮する。

① 周辺機器の状況

ブルータンクエリアDの周辺の機器配置図を図-16に示す。

ブルータンクエリアDの周辺近傍には、廃スラッジ建屋及び濃縮処理水タンクが仮置きされている。

周辺機器の状況から仮置きブルータンクが地震により転倒・滑動することによって、周辺の機器が損傷しないことを確認する。なお、地震時の機能要求のない濃縮処理水タンクは、評価の対象外とする。

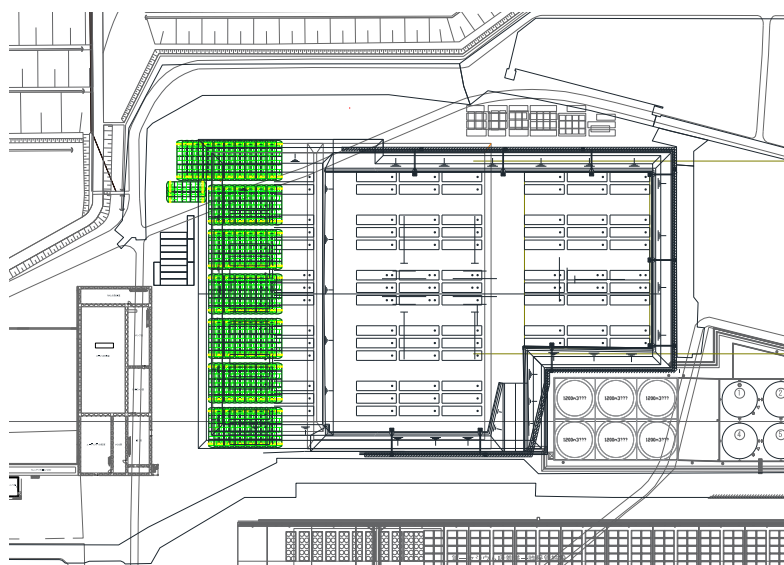


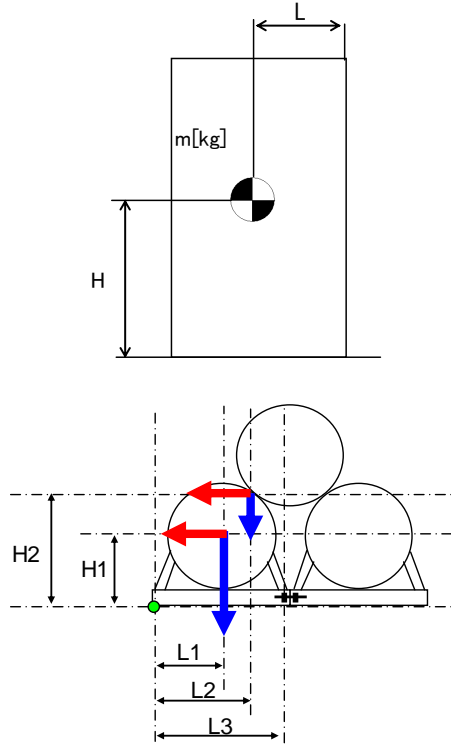
図-16 ブルータンクエリアD周辺図

② 耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価

仮置きブルータンクに対して、耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価を行う。

a. ブルータンク 1 段目の締結ボルトの強度評価

据付面とベース端部の接点を転倒支点とし、水平方向地震動による転倒評価をした結果、隣接タンクとの締結ボルトの強度が確保されることを確認した。(表-13)



m_1 : 1 段目タンク重量

m_2 : 2 段目タンク重量

H_1 : 据付面から重心までの垂直距離

H_2 : 据付面から 2 段目タンク接点までの垂直距離

L_1 : ベース端部から機器重心までの水平距離

L_2 : ベース端部から 2 段目タンク接点までの水平距離

L_3 : ベース端部から締結ボルトまでの水平距離

n_f : 引張力の作用する締結ボルトの評価本数

n : せん断力の作用する締結ボルトの評価本数

A : 締結ボルトの軸断面積

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

C_H : 水平方向設計震度 (0.72)

$$\text{締結ボルトに作用する引張力} : F = \frac{g}{L_3} \left\{ C_H \times (m_1 \times H_1 + m_2 \times H_2) - (m_1 \times L_1 + \frac{m_2}{2} \times L_2) \right\}$$

$$\text{締結ボルトの引張応力} : \sigma = \frac{F}{n_f \times A}$$

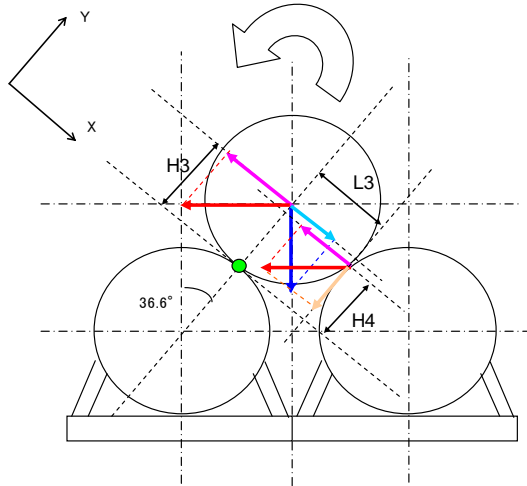
$$\text{締結ボルトのせん断応力} : \tau = \frac{(m_1 + m_2) \times g \times C_H}{n \times A}$$

表-13 タンク 1 段目の耐震Sクラス評価結果

評価対象	評価部位	評価項目	算出値	許容値	単位
タンク 1 段目	締結ボルト	引張	6	176	MPa
		せん断	42	135	MPa

b. ブルータンク 2 段目の転倒評価

2 段目と 1 段目との接点を転倒支点とし、水平方向地震動、タンク自重による転倒および抵抗モーメントを比較すると、転倒モーメントよりも抵抗モーメントが大きくなるため、2 段目のタンクが転倒することはないことを確認した。(表-14)



m_1 : 1 段目タンク重量

m_2 : 2 段目タンク重量

H_3 : 転倒支点から重心までの Y 成分距離

H_4 : 転倒支点からタンク接点までの Y 成分距離

L_3 : 転倒支点からタンク接点までの X 成分距離

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

C_H : 水平方向設計震度 (0.72)

転倒モーメント : $M_3[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = g \times C_H \times \cos \theta \times (m_2 \times H_3 + m_1 \times H_4)$

安定モーメント : $M_4[N \cdot m] = m \times g \times H + m \times g \times C_H \times L = g \times \sin \theta \times (m_2 \times H_3 + C_H \times m_1 \times L_3)$

表-14 タンク 2 段目の耐震 S クラス評価結果

評価対象	水平方向 設計震度 C_H	算出値 M_3	許容値 M_4	単位
タンク 2 段目	0.72	251.4	252.5	kN・m

c. ブルータンクのすべり量評価

仮置きブルータンクについて地震時の水平荷重によるすべり力に対して、1段目と2段目のブルータンク同士の接触面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなり、滑動する結果となったことから、すべり量の評価を実施した。

すべり量は、ブルータンク1段目とブルータンク2段目の接地面に対する累積変位量として、地震応答加速度時刻歴をもとに算出した。評価の結果、ブルータンク全長14mに対して小さいことから、2段目のブルータンクが1段目から落下することはないことを確認した。(表-15)

表-15 すべり量評価結果

評価対象	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ブルータンク	すべり量	0.60	57.5	7000	mm

③ 追加的安全措置

仮置きブルータンクについて耐震Sクラス相当の地震による耐震性評価を実施し、周辺機器へ影響を与えないことを確認したが、更なる安全性向上のために追加的措置を行う。

仮置きブルータンク自体については、1段目の端に位置するタンク及び2段目の端に位置するタンクが地震により転倒すると想定し、1段目の端に位置する2基と2段目の1基の計3基をラッシングベルトで固縛して一体化する。

4.7 自然災害対策等

(1) 津波

ブルータンクは、アウターライズ津波が到達しないと考えられるO.P.約35.0mに仮置きするため、津波の影響は受けない。

(2) 台風(強風)

建築基準法施行令及び建設省告示に基づいて評価したブルータンクに加わる風荷重が、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」における耐震Cクラス相当の地震荷重に比べて小さいため、ブルータンクは、仮置き状態において台風(強風)により転倒しない。

(3) 豪雨

ブルータンクは、開口部を閉止して仮置きするため、雨水が内部に浸入しない。

5. RO濃縮水貯槽及びRO処理水貯槽

RO濃縮水貯槽（フランジタンク）及びRO処理水貯槽（フランジタンク）は、貯留しているRO濃縮水もしくはRO処理水を直接または多核種除去設備等により処理した後に他の貯槽に移送し、汚染拡大防止を図った上で解体・切断し、構内で保管する。

5.1. 残水処理作業時の漏えい防止策及び漏えい拡大防止策

汚染水の処理後にタンク底部に残る残水及び散水により発生する汚染水の残水の回収処理作業では、仮設ホース、仮設ポンプ、底部残水回収装置等を使ってタンク底部より残水を回収し、他の貯槽へ移送した後、多核種除去設備等により処理する。

なお、散水により発生する汚染水の量は、1回に1m³程度であり、ダスト上昇の追加対策として実施する追加散水を考慮しても最大でタンク1基あたり5m³程度であり、汚染水の貯留に支障をきたすことはない。

当該作業を行う際の、漏えい防止策及び漏えい拡大防止策は以下の通り。

- a. 漏えい防止策として、仮設ホース、仮設ポンプを使用する場合は、仮設ホースの継手をカムロック式とし、さらに番線等で固縛して、継手の外れ防止を行う。
- b. 漏えい拡大防止策として、仮設ホースの接続部に水受けを設けることにより、漏えい時に汚染水を受けられるようにした上で、残水移送中には作業員による常時監視を行う。

5.2. 解体作業時の汚染拡大防止策

解体作業手順の概要を図一17に示す。

- a. タンク上部のマンホールからタンク内表面に散水し、表面の汚染をできるだけ洗い流すことにより、放射性物質の飛散のリスクを低減する。
- b. 局所排気装置を設置し、タンク下部のマンホールからタンク内部の空気を吸引し、フィルタでろ過することにより、タンク上部から放射性物質が飛散するリスクを抑制する。
- c. タンク解体片は、地面に降ろした後、周辺の汚染レベルを上昇させないように養生等を実施し運搬する。
- d. 最下段の側板及び底板の解体は、残水が完全に除去されていることを確認した後に着手する。
- e. 解体作業の期間中は、タンク上部の空気中の放射性物質濃度を定期的に確認する。
なお、測定値に異常が確認された場合には、作業を中断し、追加散水や集塵の強化等の対策を実施し、測定値が通常時に戻ったことを確認してから再開する。
- f. 追加散水や集塵の強化等の対策を施しても測定値が通常時に戻らない場合には、作業を中止し、タンク上部に仮天板を取り付ける。その後、原因を調査し、必要に応じて対策を施した上で再開する。

5.3. 減容作業・保管時の汚染拡大防止策

- a. 切断作業は既設建屋内で実施し、切断に伴い発生するダストを局所排風機で回収することにより汚染の拡大防止とする。
- b. タンク解体片を切断した減容片は、20ft コンテナ（以下、容器）に収納し保管する。
- c. 切断作業の期間中は、既設建屋周辺の空気中の放射性物質濃度を定期的に確認する。なお、測定値に異常が確認された場合には、速やかに作業を中止し、原因を調査し、必要に応じて対策を施した上で再開する。

5.4. 汚染土壌回収作業時の汚染拡大防止策

H4 エリアフランジタンクの解体・撤去作業の際には、過去に発生した「汚染水貯留設備 R0 濃縮水貯槽からの漏えい事象」に関する報告書に基づいて、タンク基礎下部の汚染土壌を回収し、合わせて土壌の汚染状況について調査を行う。汚染土壌の回収作業は、コンクリート基礎撤去後の土壌の表面線量率を測定し、汚染土壌の回収範囲を絞り込み、対象箇所の土壌の表面線量率がβ線で0.01mSv/h未滿になるまで実施する。当該作業における汚染拡大防止策は以下の通り。

- a. 雨水が汚染土壌に混入し汚染が拡大するのを防止するため、汚染が認められる範囲をブルーシート等により養生し、シートの継ぎ目については、防水措置を施す。
- b. 養生したブルーシート等に雨水が溜まる場合は、ブルーシート等の外側に水切りを行う。
- c. H4 北エリアの汚染土壌回収作業は、深層部の汚染土壌を回収するため土止め壁を設置して回収作業を実施する。土止め壁がタンク基礎に及ぼす影響範囲を評価した結果、土止め壁に最も近傍のタンク基礎においても影響範囲外であることを確認している。但し、近傍タンク基礎に変位が生じる場合に備え、汚染土壌回収作業中は近傍タンク基礎の変位を定期的に観測する。仮に近傍タンク基礎に憂慮すべき変位が確認された場合には、変位抑制対策を実施する。

5.5. 汚染土壌保管時の汚染拡大防止策

回収した汚染土壌は、一時保管エリアに運搬して、土嚢に収納した上で金属製容器に入れて屋外保管する。汚染拡大防止策は以下の通り。

- a. 回収した汚染土壌は、滞留水起源の汚染土壌であるため、金属製容器に収納する。
- b. 汚染土壌を金属製容器に収納する際には、容器上部をシート等で養生し、雨水浸入防止対策も兼ねる。

また、回収した汚染土壌の保管完了から1年以内に、汚染土壌保管エリアに堰及び屋根の設置を完了させることにより、汚染土壌を入れた金属製容器内に雨水等が浸入し、汚染土壌と混ざることによって汚染水が発生し、金属製容器から漏えいする事象に対する漏えい拡大防止対策とする。

5.6. 作業員の被ばく低減

- a. タンク内の残水処理では、底部残水回収装置を用いて可能な限り遠隔操作を行うことにより、被ばく低減を図る。
- b. タンク底部の解体では、ゴムマット等を敷くことにより、 β 線の被ばく低減を図る。
- c. タンク切断では、モニタ等を用いてタンク片からできるだけ離れた場所で監視することにより、被ばくの低減を図る。

5.7. 瓦礫類発生量

- a. フランジタンクの解体・撤去に伴い、H1 エリア：約 2,500 m^3 、H2 エリア：約 5,900 m^3 、H4 エリア(汚染土壌を含む)：約 15,100 m^3 、B エリア：約 4,400 m^3 、H3 エリア：約 2,700 m^3 、H5 エリア：約 5,600 m^3 、H6 エリア：約 2,000 m^3 の瓦礫類が発生する見込みである。
- b. 瓦礫類は 0.1mSv/h 以下の表面線量率であり、表面線量率に応じて定められた屋外の一時保管エリア(受入目安表面線量率 0.1mSv/h 以下のエリア(一時保管エリア C, N, O, P1))へ搬入する。
ただし、タンク減容片を保管した容器については、一時保管エリア P1 へ搬入する。
- c. 今後発生する瓦礫類の保管容量が逼迫する場合は、受入目安表面線量率を満足する他の線量区分のエリアに瓦礫類を一時保管することにより保管容量を確保する。また、固体廃棄物貯蔵庫第 9 棟等の設置を行うことにより容量不足を解消していく。

5.8. 保管時の安定性評価

- a. 容器は、4 段積みし、4 行×4 列×4 段を 1 ブロックとして、容器間を連結し固定した上で、保管する。保管の状態図を図-18 に示す。
- b. 保管場所は、0.1mSv/h 以下の瓦礫類の一時保管エリア P1 とする(図-19)。
- c. 容器は、内部に汚染水がない状態であるため、耐震 C クラス相当と考えて、地震による転倒評価を実施した。容器は 4 行×4 列×4 段を 1 ブロックとして一体で評価した。評価の結果、地震による転倒モーメントが、1 ブロックの自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。(表-16)

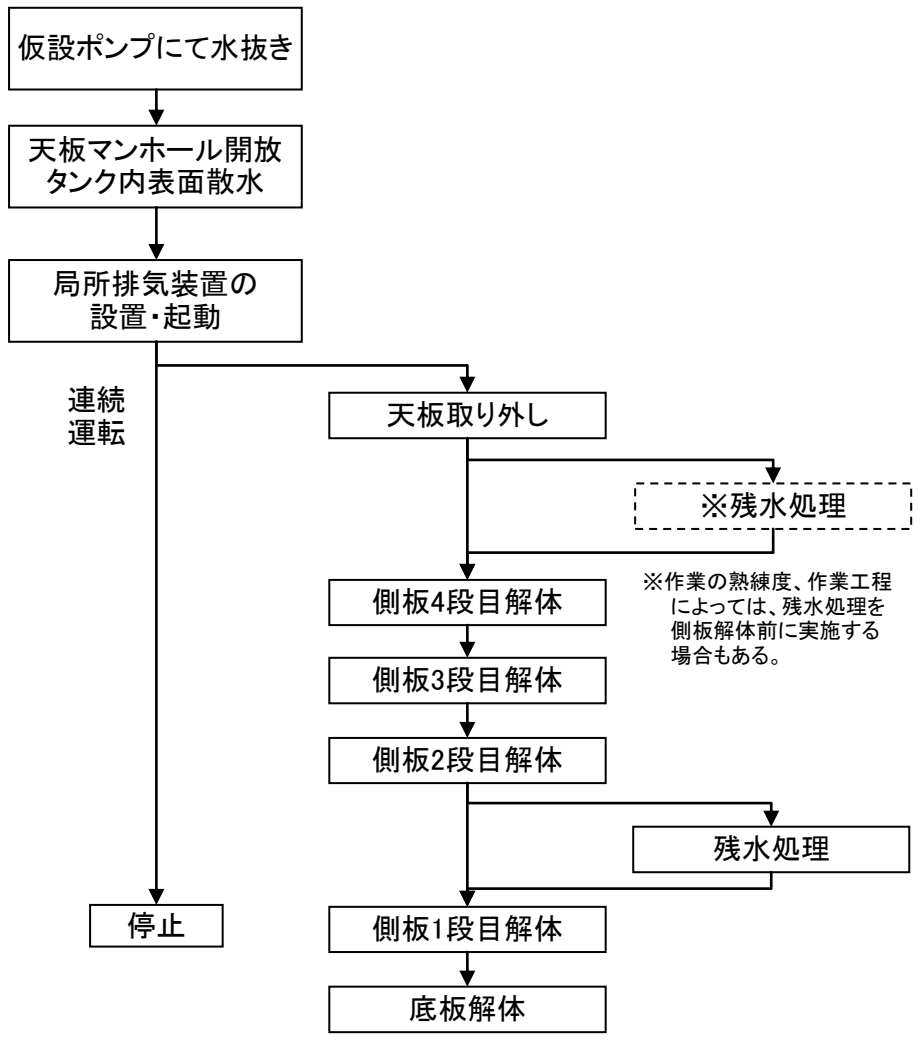


図-17 解体作業のフロー

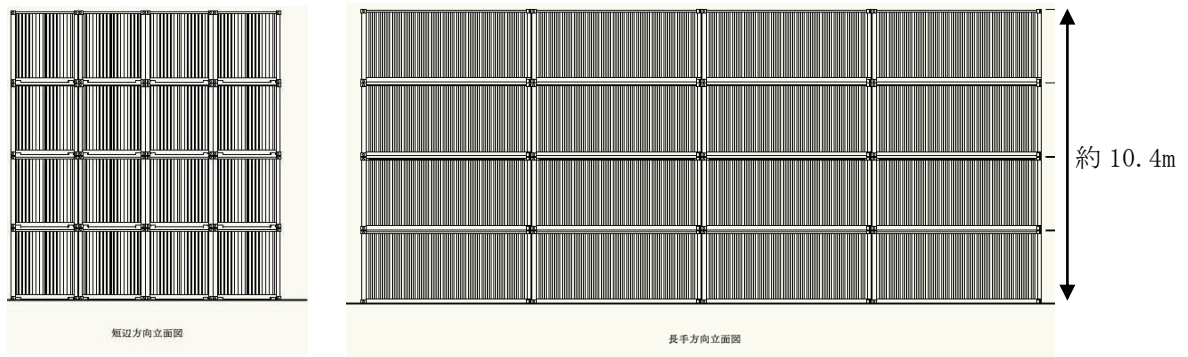
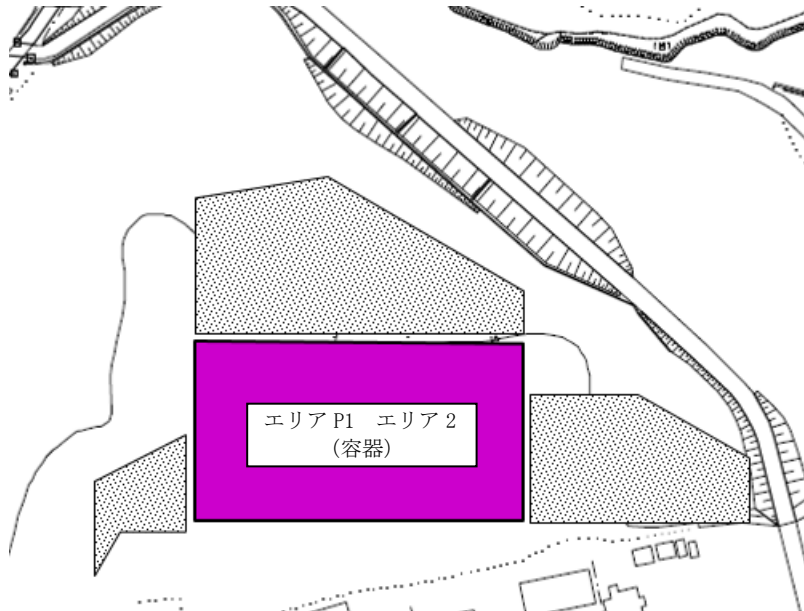


図-18 容器の保管状態

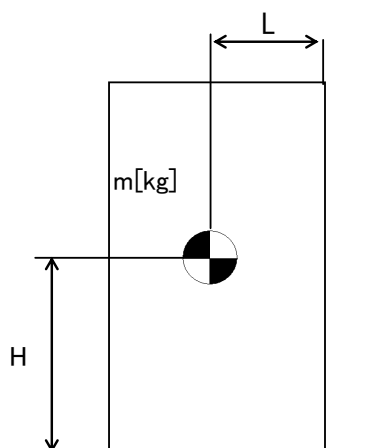


一時保管エリア（エリアP）



H28年11月現在

図-19 容器を保管する一時保管エリア（エリアP1 エリア2）



m : 機器質量

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H : 据付面からの重心までの距離

L : 転倒支点から機器重心までの距離

C_H : 水平方向設計震度 (0.24)

地震による転倒モーメント :

$$M1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$$

自重による安定モーメント :

$$M2 [N \cdot m] = m \times g \times L$$

表-16 転倒評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平方向設計震度 C _H	算出値 M1	許容値 M2	単位
容器 (20ft コンテナ) 1ブロック	本体	転倒	0.24	4.60 × 10 ³	1.80 × 10 ⁴	kN・m

以上