

2.35 サブドレン他水処理施設

2.35.1 基本設計

2.35.1.1 設置の目的

サブドレン他水処理施設は、1～4号機タービン建屋等の周辺に設置されたサブドレンピットから地下水を汲み上げること（サブドレン集水設備）、海側遮水壁と既設護岸の間に設置される地下水ドレンポンドから地下水を汲み上げること（地下水ドレン集水設備）、汲み上げた水に含まれている放射性核種（トリチウムを除く）を十分低い濃度になるまで除去すること（サブドレン他浄化設備）及び浄化された水を排水すること（サブドレン他移送設備）を目的とする。（以下、「本格運転」という。）

2.35.1.2 要求される機能

- (1) サブドレン集水設備は、1～4号機タービン建屋等の周辺に設置されたサブドレンピットから地下水を集水タンクに移送できること。
- (2) 地下水ドレン集水設備は、地下水ドレンポンドから地下水を汲み上げ、集水タンクに移送できること。
- (3) サブドレン他浄化設備は、サブドレン集水設備及び地下水ドレン集水設備で集水した地下水の処理、貯留、管理等を行い、放射性物質の濃度を適切な値に低減する能力を有すること。
- (4) サブドレン他浄化設備は、設備内で発生する気体状及び固体状の放射性物質及び可燃性ガスの管理が適切に行える機能を有すること。
- (5) サブドレン他移送設備は、サブドレン他浄化設備にて浄化された水を排水できること。
- (6) サブドレン他水処理施設は、漏えい防止機能を有すること。

2.35.1.3 設計方針

2.35.1.3.1 サブドレン集水設備の設計方針

(1) 処理能力

サブドレン集水設備は、1～4号機タービン建屋等の周辺に設置されたサブドレンピットから地下水を汲み上げ、集水タンクに移送できる処理容量とする。

(2) 材料

サブドレン集水設備は、処理対象水の性状を考慮し、適切な材料を用いた設計とする。

(3) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

サブドレン集水設備の機器等は、液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地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、機器等には適切な材料を使用するとともに、タンク水位の検出器を設ける。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えい液体の除去を行えるようにする。
- c. サブドレンピットの水位、タンク水位等の警報については、免震重要棟集中監視室等に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにし、これを監視できるようにする。

(4) 健全性に対する考慮

サブドレン集水設備は、機器の重要度に応じた有効な保全が可能な設計とする。

(5) 検査可能性に対する設計上の考慮

サブドレン集水設備は、サブドレンピットから地下水を汲み上げ、集水タンクに移送できることを確認するための検査が可能な設計とする。

2.35.1.3.2 サブドレン他浄化設備の設計方針

(1) 放射性物質の濃度の低減

サブドレン他浄化設備は、サブドレン集水設備及び地下水ドレン集水設備で汲み上げた水を、ろ過、イオン交換等により、周辺環境に対して、放射性物質の濃度を合理的に達成できる限り低くする設計とする。

(2) 処理能力

サブドレン他浄化設備は、サブドレン集水設備及び地下水ドレン集水設備で想定される汲み上げ量以上の処理容量とする。

(3) 材料

サブドレン他浄化設備の機器等は、処理対象水の性状を考慮し、適切な材料を用いた設計とする。

(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

サブドレン他浄化設備の機器等は、液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地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、機器等には適切な材料を使用するとともに、タンク水位の検出器、インターロック回路等を設ける。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えい液体の除去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等に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにし、これを監視できるようにする。

d. サブドレン他浄化装置の機器等は、周辺に堰を設けた区画内に設け、漏えいの拡大を防止する。また、排水路から可能な限り離隔するとともに、排水路を跨ぐ箇所はボックス鋼内等に配管を敷設する。

(5) 被ばく低減

サブドレン他浄化設備は、遮へい、機器の配置等により被ばくの低減を考慮した設計とする。

(6) 可燃性ガスの管理

サブドレン他浄化設備は、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。また、可燃性ガスに放射性物質が含まれる可能性がある場合は、適切に除去する設計とする。

(7) 健全性に対する考慮

サブドレン他浄化設備は、機器の重要度に応じた有効な保全が可能な設計とする。

(8) 検査可能性に対する設計上の考慮

サブドレン他浄化設備は、処理量ならびに放射能濃度を低減できることを確認するための検査が可能な設計とする。

(9) 地下水の貯留

サブドレン他浄化設備は、地下水を浄化してサンプルタンクへ移送することを目的とするが、地下水の水質や処理状況に応じて、地下水を RO 濃縮水貯槽又は Sr 処理水貯槽へ移送することが可能な設計とする。なお、RO 濃縮水貯槽又は Sr 処理水貯槽へ移送した地下水はサブドレン他水処理施設へ移送して処理しない。

2.35.1.3.3 サブドレン他移送設備の設計方針

(1) 処理能力

サブドレン他移送設備は、サブドレン他浄化設備で想定される処理容量以上の処理容量とする。

(2) 材料

サブドレン他移送設備の機器等は、処理対象水の性状を考慮し、適切な材料を用いた設計とする。

(3) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

サブドレン他移送設備は浄化した水を取り扱うことから、液体中の放射性物質による影響はほとんど無い。ただし、液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地外への管理されない放出を防止するため、機器等は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、機器等には適切な材料を使用するとともに、インターロック回路等を設ける。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えい液体の除去を行えるようにする。
- c. 漏えい検知等の警報については、免震重要棟集中監視室等に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにし、これを監視できるようにする。
- d. 浄化した水を排水する際には事前に水質分析を行い、浄化水に含まれる放射性物質濃度が、告示濃度限度よりも十分に低い排水の基準（詳細は「Ⅲ 2.1.2 放射性液体廃棄物の管理」を参照）を満足することを確認した後に、排水を行う。また、運転員の誤操作等により、水質分析前の水を排水することが無いよう配慮した設計とする。

(4) 健全性に対する考慮

サブドレン他移送設備は、機器の重要度に応じた有効な保全が可能な設計とする。

(5) 検査可能性に対する設計上の考慮

サブドレン他移送設備は、浄化された水を排水できることを確認するための検査が可能な設計とする。

2.35.1.3.4 地下水ドレン集水設備の設計方針

(1) 処理能力

地下水ドレン集水設備は、地下水ドレンポンドから地下水を汲み上げ、集水タンクに移送できる処理容量とする。

(2) 材料

地下水ドレン集水設備は、処理対象水の性状を考慮し、適切な材料を用いた設計とする。

(3) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

地下水ドレン集水設備の機器等は、液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地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、機器等には適切な材料を使用するとともに、タンク水位の検出器を設ける。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えい液体の除去を行えるようにする。
- c. 地下水ドレンのタンク水位等の警報については、免震重要棟集中監視室等に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにし、これを監視できるようにする。

(4) 健全性に対する考慮

地下水ドレン集水設備は、機器の重要度に応じた有効な保全が可能な設計とする。

(5) 検査可能性に対する設計上の考慮

地下水ドレン集水設備は、地下水ドレンポンドで汲み上げた地下水を移送できることを確認するための検査が可能な設計とする。

2.35.1.4 供用期間中に確認する項目

- (1) サブドレン集水設備は、サブドレンピットから地下水を汲み上げ、集水タンクに移送できること。
- (2) サブドレン他浄化設備は、通水でき、放射性核種濃度を低減できること。
- (3) サブドレン他移送設備は、浄化した水を移送先まで移送できること。
- (4) 地下水ドレン集水設備は、地下水ドレンポンドから地下水を汲み上げ、集水タンクまで移送できること。

2.35.1.5 主要な機器

2.35.1.5.1 サブドレン集水設備

サブドレン集水設備は、揚水ポンプ、中継タンク、中継タンク移送ポンプ、集水タンク及び移送配管で構成する。汲み上げた地下水は集水タンクに集水する。また、共通設備として、運転監視を行う監視・制御装置、電源を供給する電源設備等で構成する。

サブドレン集水設備は、免震重要棟集中監視室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。監視・制御装置は、故障により各設備の誤動作を引き起こさない構成とする。更に、運転員の誤操作、誤判断を防止するようにし、重要な装置の緊急停止操作については、ダブルアクションを要する等の設計とする。

電源は、異なる2系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。

また、サブドレンピット内の水位が建屋内の滞留水の水位を下回らないように管理するため、各サブドレンピット内には水位計を設置し、サブドレンピット内の水位を監視する。

2.35.1.5.2 サブドレン他浄化設備

サブドレン他浄化設備は、集水タンク移送ポンプ、処理装置供給タンク、サブドレン他浄化装置、サンプルタンクで構成する。サブドレン他浄化装置は、2系列で構成し、1系列が点検等の場合においても対象水を処理できる設計とする。付帯設備として、運転監視を行う監視・制御装置、電源を供給する電源設備及び建屋等で構成する。また、放射能濃度が低減していることを確認するための試料採取が可能な設計とする。なお、サブドレン他浄化装置は、必要に応じ、2系列同時運転が可能な構成とする。

サブドレン他浄化設備の主要な機器は、免震重要棟集中監視室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。監視・制御装置は、故障により各設備の誤動作を引き起こさない構成とする。更に、運転員の誤操作、誤判断を防止するようにし、重要な装置の緊急停止操作については、ダブルアクションを要する等の設計とする。

(1) サブドレン他浄化装置

サブドレン他浄化装置は、1系列あたり、4塔の前処理フィルタ、5塔の吸着塔及び2台のポンプで構成する。

前処理フィルタは、浮遊物質を除去、及びセシウム、ストロンチウムを粗取りする。吸着塔は、セシウム、ストロンチウム、アンチモン、及び重金属核種（銀・コバルト）を除去する。また、前処理フィルタ及び吸着塔の吸着材は、除去対象核種に応じて入れ替え可能な設計とし、アンチモン、重金属核種の除去に用いる吸着塔については、除外可能とする。

前処理フィルタは、一定量処理後、水抜きを行い、交換する。使用済前処理フィルタは、容器に収納して、固体廃棄物貯蔵庫に一時貯蔵する。吸着塔は、一定量処理後、水抜きを行い、吸着塔ごと交換する。使用済吸着塔は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設に一時

貯蔵する。

(2) 電源設備

電源は、異なる2系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。なお、サブドレン他浄化設備は、電源が喪失した場合に系統が隔離され停止するため、外部への漏えいを発生させることはない。

(3) サブドレン他浄化装置建屋

サブドレン他浄化装置建屋は、平面が約46m×約32mで厚さが約1.5mの鉄筋コンクリート造のべた基礎を有し、漏えいの拡大を防止するための堰を設置する。

2.35.1.5.3 サブドレン他移送設備

サブドレン他移送設備は、浄化水移送ポンプ、移送配管等で構成する。浄化した水はサンプルタンクに一時貯留し、水質分析後、浄化水移送ポンプにより排水する。浄化した水の再浄化を行う場合は、サブドレン他浄化設備へ移送する。

また、共通設備として、運転監視を行う監視・制御装置、電源を供給する電源設備等で構成する。サブドレン他移送設備は、免震重要棟集中監視室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。監視・制御装置は、故障により各設備の誤動作を引き起こさない構成とする。更に、運転員の誤操作、誤判断を防止するようにし、排水等の重要な操作については、ダブルアクションを要する等の設計とする。電源は、異なる2系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。

2.35.1.5.4 地下水ドレン集水設備

地下水ドレン集水設備は、地下水ドレンポンド揚水ポンプ、地下水ドレン中継タンク、地下水ドレン中継タンク移送ポンプ、地下水ドレン前処理装置及び移送配管で構成する。地下水ドレン集水設備により汲み上げた地下水は集水タンクまたはタービン建屋へ移送する。

また、共通設備として、運転監視を行う監視・制御装置、電源を供給する電源設備等で構成する。地下水ドレン集水設備は、免震重要棟集中監視室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。監視・制御装置は、故障により各設備の誤動作を引き起こさない構成とする。更に、運転員の誤操作、誤判断を防止するようにし、重要な装置の緊急停止操作については、ダブルアクションを要する等の設計とする。

電源は、異なる2系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。

また、各地下水ドレンポンド内には水位計を設置し、地下水ドレンポンド内の水位を監視する。

2.35.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

放射性物質を蓄積するサブドレン他浄化装置およびサンプルタンクは、アウターライズ津波が到達しないと考えられる T.P. 33.5m 盤に設置する。集水タンクは、T.P. 2.5m 盤に設置することから、アウターライズ津波による波力がタンクに直接作用しないような高さの堰を設ける。また、大津波警報が出た際はサブドレン集水設備及び地下水ドレン集水設備を停止することで、汲み上げた水の流出防止に努める。また、サブドレン他移送設備を停止することで、排水前の水の流出防止に努める。

(2) 台風

放射性物質を蓄積するサブドレン他浄化装置は、台風による設備損傷の可能性が低い鉄骨造の建屋内に設置する。

(3) 積雪

積雪による設備の損傷を防止するため、建屋は建築基準法施行令及び福島県建築基準法施行細則に基づく積雪荷重に対して設計する。

(4) 落雷

動的機器及び電気設備は、機器接地により落雷による損傷を防止する。

(5) 竜巻

竜巻の発生の可能性が予見される場合は、設備の停止・隔離弁の閉止作業等を行い、サブドレンピット及び地下水ドレンポンドから汲み上げた地下水の漏えい防止を図る。

(6) 火災

火災発生を防止するため、実用上可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用する。火災検知のため、消防法及び関係法令に従い、建屋内には自動火災報知設備を設置する。集水移送加圧ポンプについては、巡視点検を実施するとともに、監視カメラを設置し、免震棟にて確認することで早期検知に努める。また、消火器を設置し、動力消防ポンプ（防火水槽及びポンプ車）を適切に配置することにより、初期消火の対応を可能とし、消火活動の円滑化を図る。放射性物質を吸着する前処理フィルタ及び吸着塔は鋼製容器のため、燃焼・延焼し難く、またこれらの機器付配管は鋼製であり、燃焼しない。

なお、建屋内には建築基準法及び関係法令並びに消防法及び関係法令に基づく安全避難通路を設定する。

2.35.1.7 構造強度及び耐震性

2.35.1.7.1 サブドレン集水設備

(1) 構造強度

中継タンク，集水移送加圧ポンプは，JIS 等に準拠する。集水タンクは，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」に準拠する。配管のうち，ポリエチレン管は ISO 規格，JWWA 規格または JIS に準拠し，鋼管及び伸縮継手は，JIS に準拠する。また，JSME 規格で規定される材料の 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。

(2) 耐震性

サブドレン集水設備を構成する主要な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」に従い設計する。主要な機器の耐震性を評価するにあたっては，「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠する。ポリエチレン配管及び伸縮継手は，材料の可撓性により耐震性を確保する。

2.35.1.7.2 サブドレン他浄化設備

(1) 構造強度

前処理フィルタ及び吸着塔は，「ASME Boiler and Pressure Vessel Code」に準拠する。前処理フィルタ及び吸着塔廻りの鋼管は，「ASME B31.1 Power Piping」に準拠する。その他の主要機器及び配管は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に準拠し，このうちポリエチレン配管は ISO 規格，JWWA 規格に準拠する。また，JSME 規格で規定される材料の 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。

(2) 耐震性

サブドレン他浄化設備を構成する主要な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」に従い設計する。主要な機器及び鋼管の耐震性を評価するにあたっては，「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠する。ポリエチレン配管及び伸縮継手は，材料の可撓性により耐震性を確保する。

2.35.1.7.3 サブドレン他移送設備

(1) 構造強度

サブドレン他移送設備のポンプは JIS 規格に準拠する。その他の主要機器及び配管は「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に準拠し、このうちポリエチレン配管は ISO 規格, JWVA 規格に準拠する。JSME 規格で規定される材料の 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。

(2) 耐震性

サブドレン他移送設備を構成する主要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」に従い設計する。主要な機器及び鋼管の耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠する。ポリエチレン配管及び伸縮継手は、材料の可撓性により耐震性を確保する。

2.35.1.7.4 地下水ドレン集水設備

(1) 構造強度

地下水ドレン集水設備を構成するタンクは、JIS 等に準拠する。配管のうち、ポリエチレン管は ISO 規格, JWVA 規格, または、JIS に準拠し、鋼管は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に準拠する。

(2) 耐震性

地下水ドレン集水設備を構成する主要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」に従い設計する。主要な機器及び鋼管の耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠する。ポリエチレン配管は、材料の可撓性により耐震性を確保する。

2.35.1.8 機器の故障への対応

2.35.1.8.1 サブドレン集水設備

(1) 機器の単一故障

サブドレン集水設備は電源について多重化しており，上流の電源系統設備の単一故障については，速やかな集水の再開が可能である。

2.35.1.8.2 サブドレン他浄化設備

(1) 機器の単一故障

サブドレン他浄化設備は，電源について多重化している。そのため，電源系統の単一故障については，電源系統の切替作業等により，速やかな処理の再開が可能である。

2.35.1.8.3 サブドレン他移送設備

(1) 機器の単一故障

サブドレン他移送設備は，動的機器及び電源について多重化している。そのため，動的機器，電源系統の単一故障については，機器の切替作業等により，速やかな処理の再開が可能である。

2.35.1.8.4 地下水ドレン集水設備

(1) 機器の単一故障

地下水ドレン集水設備は，電源について多重化しており，上流の電源系統設備の単一故障については，速やかな集水の再開が可能である。

2.35.2 基本仕様

2.35.2.1 主要仕様

2.35.2.1.1 サブドレン集水設備

(1) タンク

a. 中継タンク

名 称		中継タンク	
種 類	—	角形	
容 量	m ³ /個	12.0	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	内 寸	mm	2000×4000
	側 板 厚 さ	mm	6.0
	底 板 厚 さ	mm	9.0
	高 さ	mm	1500
材 料	側 板	—	SS400
	底 板	—	SS400
個 数	個	5	

b. 集水タンク

名 称		集水タンク	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /個	1235	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	m	11.0
	胴 板 厚 さ	mm	12.0
	底 板 厚 さ	mm	12.0
	高 さ	m	13.0
材 料	胴 板	—	SM400C
	底 板	—	SM400C
個 数	個	7	

(2) その他機器

a. 揚水ポンプ (完成品)

台 数	42 台
容 量	30 L/min

b. 中継タンク移送ポンプ (完成品)

台 数	5 台
容 量	400 L/min

c. 集水移送加圧ポンプ (完成品)

台 数	4 台
容 量	50 m ³ /h

(3) 配管

主要配管仕様 (1 / 2)

名 称	仕 様	
サブドレンピット内 (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	32A 相当 ポリエチレン 0.48 MPa 30 °C
サブドレンピット出口から 中継タンク入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	32A, 40A/Sch. 40, 200A/Sch. 20S STPG370, SUS316LTP 0.98 MPa 40 °C
中継タンク出口から 中継タンク移送ポンプ入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch. 40 STPG370 静水頭 40 °C
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A SUS316L 静水頭 40 °C
中継タンク移送ポンプ出口から 集水タンク入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 100A 相当, 150A 相当, 200A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
(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 200A/Sch. 40 300A/Sch. 40 350A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 40 SUS316LTP 0.49 MPa 40 °C
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A SUS316L 0.98 MPa 40 °C

主要配管仕様（2 / 2）

名 称	仕 様	
集水タンク 1～3 出口から 集水タンク 1～3 出口部まで (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 静水頭 40 ℃
集水タンク 1～3 出口部から 集水タンク 出口側ヘッダーまで (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 0.98 MPa 40 ℃
集水タンク 4～7 出口から 集水移送加圧ポンプ入口まで (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, 200A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa (集水タンク連結管は静水頭) 40 ℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 100A/Sch. 40 200A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 ℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 200A 相当 EPDM 合成ゴム 0.98 MPa 40 ℃
集水移送加圧ポンプ出口から 集水タンク 出口側ヘッダーまで (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 0.98 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch. 40 100A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 ℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A 相当 EPDM 合成ゴム 0.98 MPa 40 ℃

※ 現場施工状況により、配管仕様（呼び径、厚さ、材質）の一部を使用しない場合がある。

2.35.2.1.2 サブドレン他浄化設備

(1) サブドレン他浄化装置の対象水の種類, 処理方式, 容量並びに系列数

名 称		仕 様
対象水の種類	—	サブドレン
処 理 方 式	—	ろ過+吸着材方式
処 理 容 量	m ³ /h	50
系 列 数	系列	2

(2) 容器

a. 処理装置供給タンク

名 称		処理装置供給タンク	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /個	30	
最 高 使 用 圧 力	MPa	静水頭	
最 高 使 用 温 度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	3000
	胴 板 厚 さ	mm	9.0
	底 板 厚 さ	mm	12.0
	平 板 厚 さ	mm	6.0
	高 さ	mm	5006
材 料	胴 板	—	SUS316L/SM400C
	底 板	—	SUS316L/SM400C
個 数	個	2	

b. 前処理フィルタ 1, 2

名 称		前処理フィルタ 1, 2	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /h/個	50	
最高使用圧力	MPa	1.03	
最高使用温度	℃	40	
主要寸法	胴 内 径	mm	901.7
	胴 板 厚 さ	mm	6.35
	上部平板厚さ	mm	63.5
	下部平板厚さ	mm	63.5
	高 さ	mm	2013
材 料	胴 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
	上 部 平 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
	下 部 平 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
個 数	個	2 (1 系列あたり)	

c. 前処理フィルタ 3, 4

名 称		前処理フィルタ 3, 4	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /h/個	50	
最高使用圧力	MPa	1.03	
最高使用温度	℃	40	
主要寸法	胴 内 径	mm	901.7
	胴 板 厚 さ	mm	6.35
	上部平板厚さ	mm	63.5
	下部平板厚さ	mm	63.5
	高 さ	mm	1800
材 料	胴 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
	上 部 平 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
	下 部 平 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
個 数	個	2 (1 系列あたり)	

d. 吸着塔 1, 2, 3, 4, 5

名 称		吸着塔 1, 2, 3, 4, 5	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /h/個	50	
最高使用圧力	MPa	1.55	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	1346.2
	胴 板 厚 さ	mm	25.4
	鏡 板 厚 さ	mm	25.4
	高 さ	mm	3119
材 料	胴 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
	鏡 板	—	ASME SA 516 Gr. 70
個 数	—	5 (1 系列あたり)	

e. サンプルタンク

名 称		サンプルタンク	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /個	1235	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	m	11.0
	胴 板 厚 さ	mm	12.0
	底 板 厚 さ	mm	12.0
	高 さ	m	13.0
材 料	胴 板	—	SM400C
	底 板	—	SM400C
個 数	個	11	

f. RO 濃縮水処理水中継タンク (RO 濃縮水処理設備^{*}から用途変更)

名 称		RO 濃縮水処理水中継タンク	
種 類	—	たて置円筒形	
容 量	m ³ /個	1235	
最 高 使 用 圧 力	MPa	静水頭	
最 高 使 用 温 度	℃	40	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	11000
	胴 板 厚 さ	mm	12.0
	底 板 厚 さ	mm	12.0
	高 さ	mm	13000
材 料	胴 板	—	SM400C
	底 板	—	SM400C
個 数	個	1	

※Ⅱ-2.38 RO 濃縮水処理設備 2.38.2.2 機器仕様 (1) 容器

(3) その他機器

a. 集水タンク移送ポンプ (完成品)

台 数 2 台
容 量 50 m³/h

b. 処理装置供給ポンプ (完成品)

台 数 1 台 (1 系列あたり)
容 量 50 m³/h

c. 処理装置加圧ポンプ (完成品)

台 数 1 台 (1 系列あたり)
容 量 50 m³/h

d. RO 濃縮水処理水移送ポンプ (完成品) (RO 濃縮水処理設備^{*}から用途変更)

台 数 2 台 (1 台予備)
容 量 21 m³/h

※Ⅱ-2.38 RO 濃縮水処理設備 2.38.2.2 機器仕様 (2) ポンプ

(4) 配管

主要配管仕様 (1 / 3)

名 称	仕 様	
集水タンク出口側ヘッダーから 処理装置供給タンク入口まで (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, 150A 相当 ポリエチレン 静水頭(集水タンク移送ポンプ 下流は 0.98 MPa) 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 80 100A, 150A/Sch. 40 STPT410 静水頭(集水タンク移送ポンプ 下流は 0.98 MPa) 40 °C
処理装置供給タンク出口から 処理装置供給ポンプ入口まで (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 静水頭 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPT410 静水頭 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40, 100A/Sch. 10 UNS S32750 (ASME SA 790) 静水頭 40 °C
処理装置供給ポンプ出口から 処理装置加圧ポンプ入口まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40 80A/Sch. 10, Sch. 40 UNS S32750 (ASME SA 790) 1.03 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 STPT410 1.03 MPa 40 °C

主要配管仕様 (2 / 3)

名 称	仕 様	
処理装置加圧ポンプ出口から サブドレン他浄化装置出口 (吸着塔5下流) まで (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40 80A/Sch. 10 UNS S32750 (ASME SA 790) 1.55 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch. 40 STPT410 1.55 MPa 40 °C
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 UNS N04400 (ASME SB 127 / ASTM B 127) , 合成ゴム 1.55 MPa 40 °C
サブドレン他浄化装置出口 (吸着塔5下流) から サンプルタンクまで (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 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A, 100A/Sch. 10 UNS S32750 (ASME SA 790) 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A, 100A/Sch. 40 STPT410 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 °C
処理装置供給タンク入口側 配管分岐部から RO濃縮水処理水中継タンク 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 0.98 MPa 40 °C

主要配管仕様 (3 / 3)

名 称	仕 様	
吸着塔 5 下流から RO 濃縮水処理水中継タンク入口まで* (ポリエチレン管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
RO 濃縮水処理水中継タンク出口から RO 濃縮水処理水移送ポンプ入口まで* (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 静水頭 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPT410 静水頭 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 40 100A/Sch. 40 STPG370 静水頭 40 °C
(伸縮継手)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当 合成ゴム 静水頭 40 °C
RO 濃縮水処理水移送ポンプ出口より RO 濃縮水貯槽又は Sr 処理水貯槽まで* (ポリエチレン管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン管 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 50A/Sch. 80 STPT410 0.98 MPa 40 °C

※ 現場施工状況により、配管仕様（呼び径，厚さ，材質）の一部を使用しない場合がある。

* RO 濃縮水処理設備から用途変更（II-2.38 RO 濃縮水処理設備 2.38.2.2 機器仕様 (3) 配管）

2.35.2.1.3 サブドレン他移送設備

(1) その他機器

a. 浄化水移送ポンプ（完成品）

台 数	2 台
容 量	50 m ³ /h 以上（1 台あたり）

b. 攪拌ポンプ（完成品）

台 数	2 台
容 量	330 m ³ /h 以上（1 台あたり）

(2) 配管

主要配管仕様 (1 / 3)

名 称	仕 様	
サンプルタンク出口から 浄化水移送ポンプ入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 200A 相当 ポリエチレン 静水頭 40 ℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当, 200A 相当 EPDM 合成ゴム 静水頭 40 ℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 40 150A/Sch. 40 STPG370 静水頭 40 ℃
浄化水移送ポンプ出口から 排水箇所まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 ℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 EPDM 合成ゴム 0.98 MPa 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 STPG370 0.98 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch. 40 SUS316LTP 0.98 MPa 40 ℃

主要配管仕様 (2 / 3)

名 称	仕 様	
サンプルタンク出口から 攪拌ポンプ入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当, 250A 相当 ポリエチレン 静水頭 40 °C
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当 EPDM 合成ゴム 静水頭 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 40 250A/Sch. 40 STPG370 静水頭 40 °C
攪拌ポンプ出口から サンプルタンク攪拌水受入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当, 250A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当 EPDM 合成ゴム 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 40 250A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch. 40 SUS316LTP 0.49 MPa 40 °C

主要配管仕様（3 / 3）

名 称	仕 様	
攪拌ポンプ出口からサブドレン他浄化設備（処理装置供給タンク）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 0.98 MPa 40 °C
（伸縮継手）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当 EPDM 合成ゴム 0.98 MPa 40 °C
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 200A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 °C
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch. 40 STPT410 0.98 MPa 40 °C

※ 現場施工状況により、配管仕様（呼び径、厚さ、材質）の一部を使用しない場合がある。

2.35.2.1.4 地下水ドレン集水設備

(1) タンク

a. 地下水ドレン中継タンク

名 称		地下水ドレン中継タンク	
種 類	—	角形	
容 量	m ³ /個	12.0	
最 高 使 用 圧 力	MPa	静水頭	
最 高 使 用 温 度	℃	40	
主 要 寸 法	内 寸	mm	2000×4000
	側 板 厚 さ	mm	6.0
	底 板 厚 さ	mm	9.0
	高 さ	mm	1500
材 料	側 板	—	SS400
	底 板	—	SS400
個 数	個	3	

(2) その他機器

a. 地下水ドレンポンド揚水ポンプ (完成品)

台 数 5 台
容 量 120 L/min

b. 地下水ドレン中継タンク移送ポンプ (完成品)

台 数 3 台
容 量 400 L/min

c. 地下水ドレン前処理装置 (完成品)

台 数 1 台
容 量 20m³/h
材 料 FRP (RO ベッセル)
SUS304 (脱塩器)

(3) 配管

主要配管仕様 (1 / 3)

名 称	仕 様	
地下水ドレンポンド内 (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 ポリエチレン 0.49 MPa 40 °C
地下水ドレンポンド出口から 地下水ドレン中継タンク入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 ポリエチレン 0.49 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch. 40 SUS316LTP 0.49 MPa 40 °C
地下水ドレン中継タンク出口または 地下水ドレン前処理装置出口 (処理水) 移送配管分岐部から 集水タンク入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当, 150A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A, 150A, 200A/Sch. 40 SUS316LTP 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch. 40 STPG370 0.98 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch. 40 200A/Sch. 40 SUS316LTP 0.49 MPa 40 °C

※ 現場施工状況により、配管仕様（呼び径、厚さ、材質）の一部を使用しない場合がある。

主要配管仕様（2 / 3）

名 称	仕 様	
地下水ドレン中継タンク出口移送配管 分岐部から 地下水ドレン前処理装置入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
地下水ドレン前処理装置入口から 地下水ドレン前処理装置出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch. 20S 65A／Sch. 20S 80A／Sch. 20S SUS316LTP 0.5 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch. 80 65A／Sch. 20S, Sch. 80 SUS316LTP 1.5 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A／Sch. 80 50A／Sch. 20S, Sch. 40, Sch. 80 80A／Sch. 20S SUS304TP 0.5 MPa 40 °C
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A／Sch. 20S 80A／Sch. 20S SUS316LTP 0.98 MPa 40 °C
(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 合成ゴム 0.5 MPa 40 °C

※ 現場施工状況により、配管仕様（呼び径、厚さ、材質）の一部を使用しない場合がある。

主要配管仕様（3 / 3）

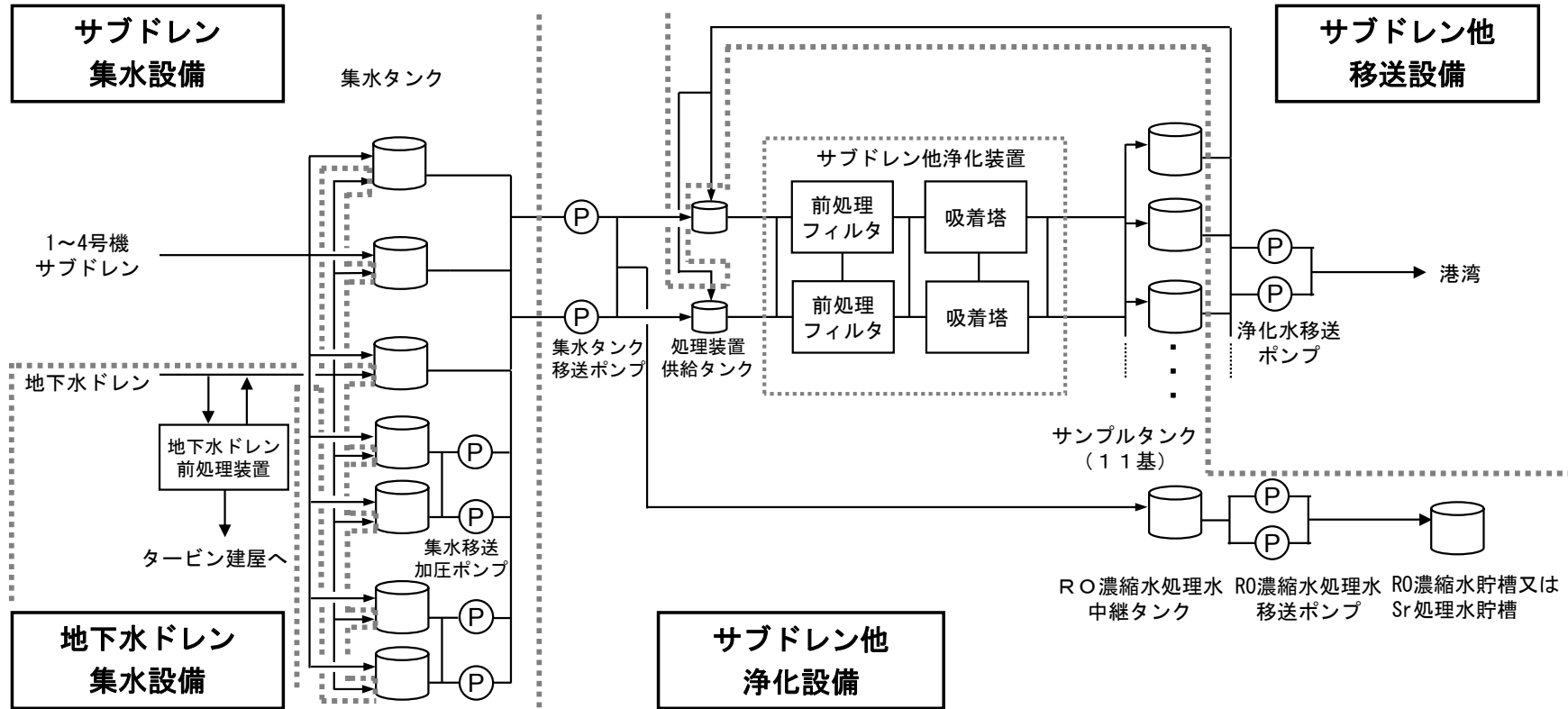
名 称	仕 様	
地下水ドレン前処理装置出口（処理水）から 集水タンク入口配管分岐部または地下水ドレン中継タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.50 MPa 40 °C
地下水ドレン前処理装置出口（濃縮水）から タービン建屋または地下水ドレン中継タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.50 MPa，大気圧 40 °C
地下水ドレン中継タンク出口配管分岐部から 地下水ドレン中継タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，80A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C

※ 現場施工状況により，配管仕様（呼び径，厚さ，材質）の一部を使用しない場合がある。

2.35.3 添付資料

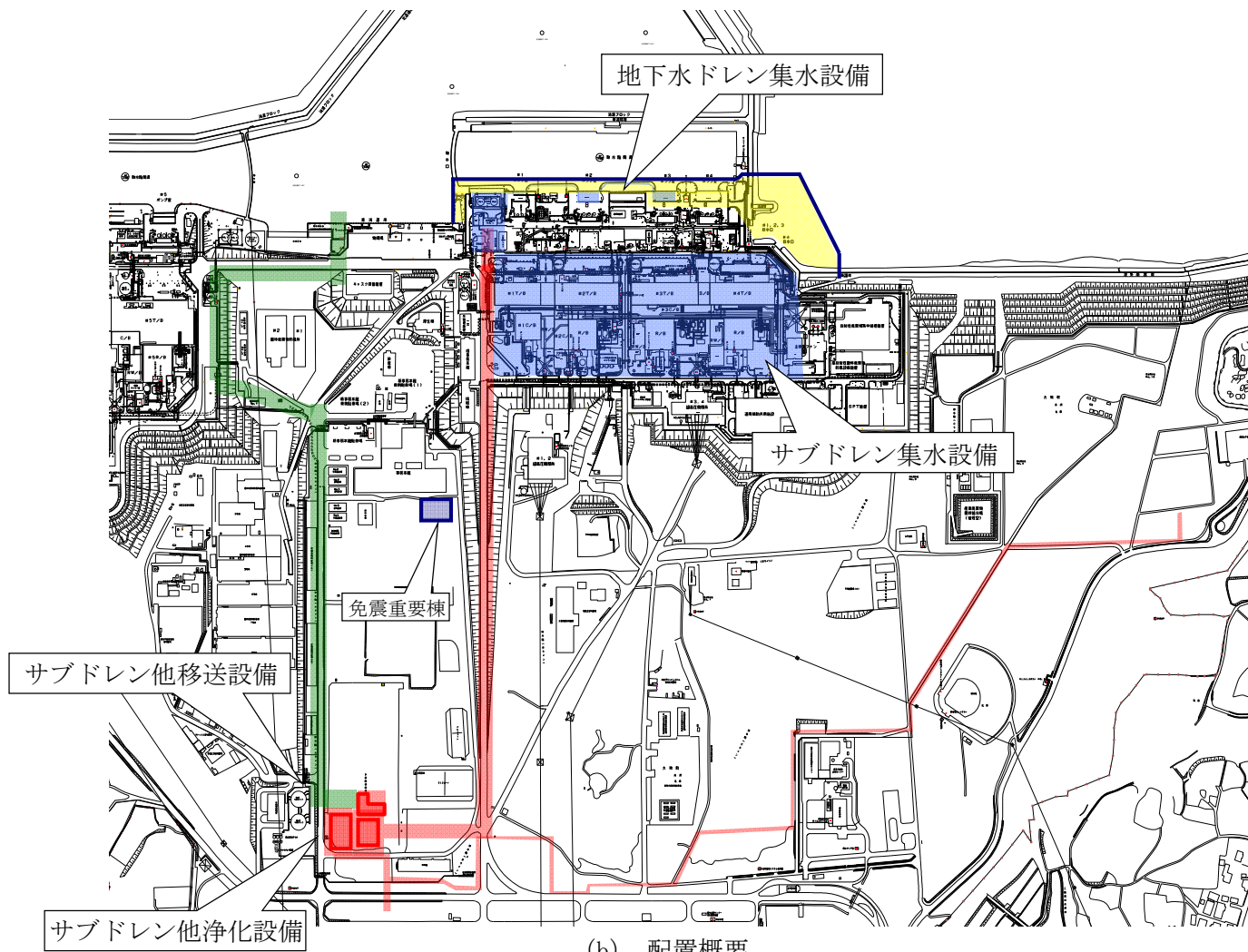
- 添付資料－1 : 全体概要図及び系統構成図
- 添付資料－2 : 機器配置図
- 添付資料－3 : サブドレン他水処理施設の耐震性に関する説明書
- 添付資料－4 : サブドレン集水設備の強度に関する説明書
- 添付資料－5 : サブドレン他浄化設備の強度に関する説明書
- 添付資料－6 : サブドレン他移送設備の強度に関する説明書
- 添付資料－7 : 地下水ドレン集水設備の強度に関する説明書
- 添付資料－8 : サブドレン他浄化装置建屋基礎の構造強度に関する検討結果
- 添付資料－9 : 流体状の放射性廃棄物の施設外への防止能力についての計算書
- 添付資料－10 : 工事工程表
- 添付資料－11 : サブドレン他水処理施設の具体的な安全確保策
- 添付資料－12 : サブドレン他水処理施設に係る確認事項
- 添付資料－13 : 地下水ドレン前処理装置について

全体概要図及び系統構成図



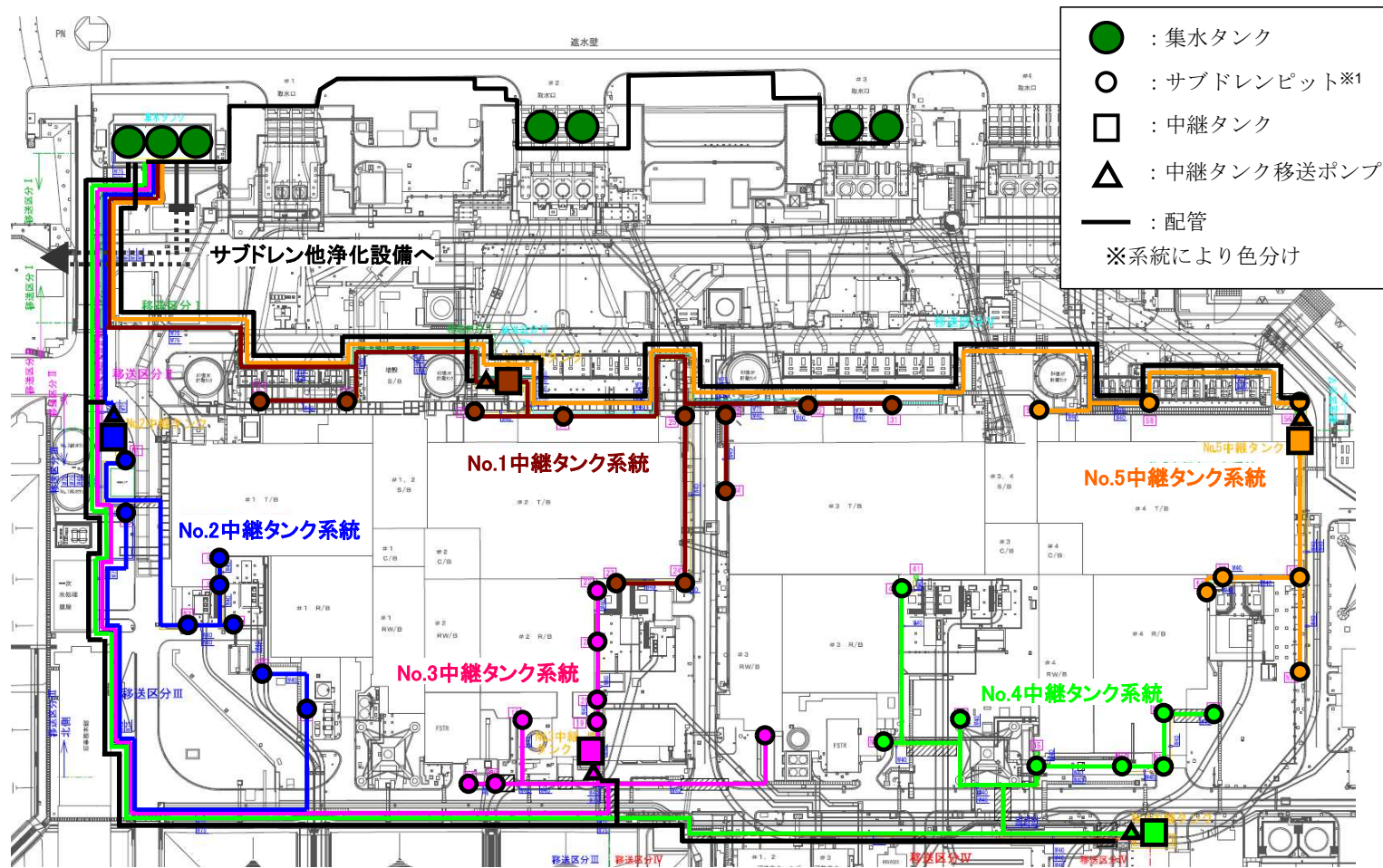
(a) 系統概要

図-1 サブドレン他水処理施設の全体概要図 (1/2)



(b) 配置概要

図-1 サブドレン他水処理施設の全体概要図 (2/2)



※1 揚水ポンプは、サブドレンピット内部に設置されている。(各ピットに1台ずつ、計42台)

図-2 サブドレン集水設備系統図

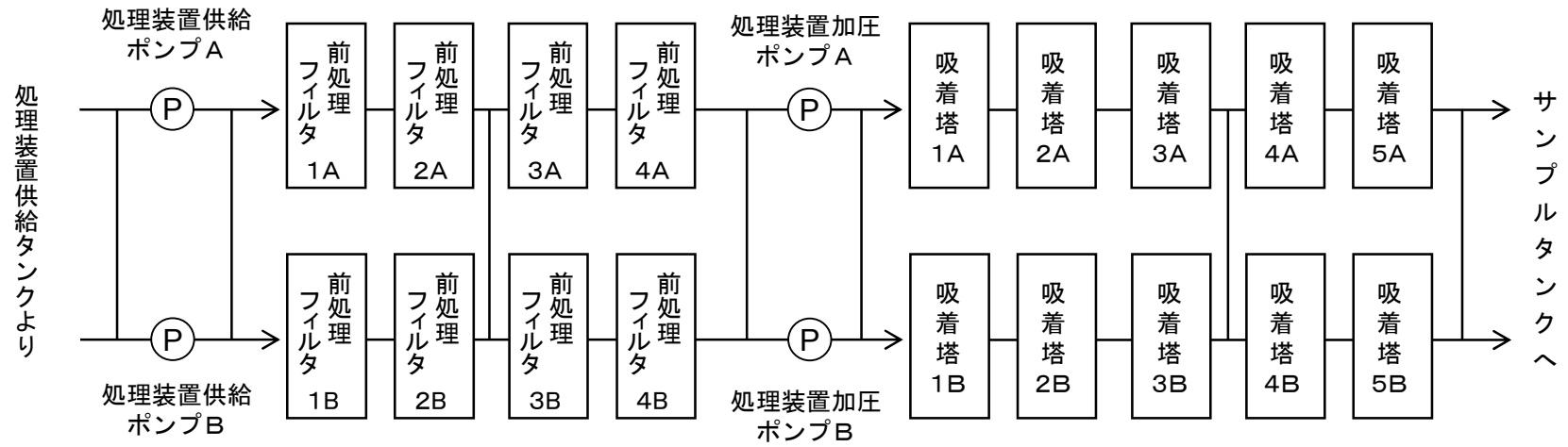
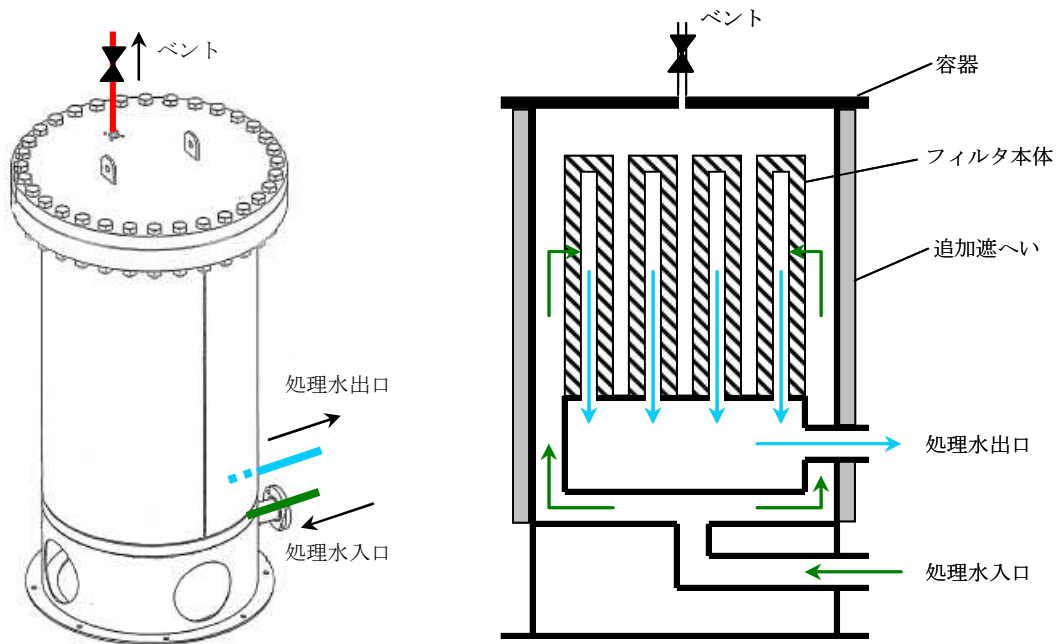
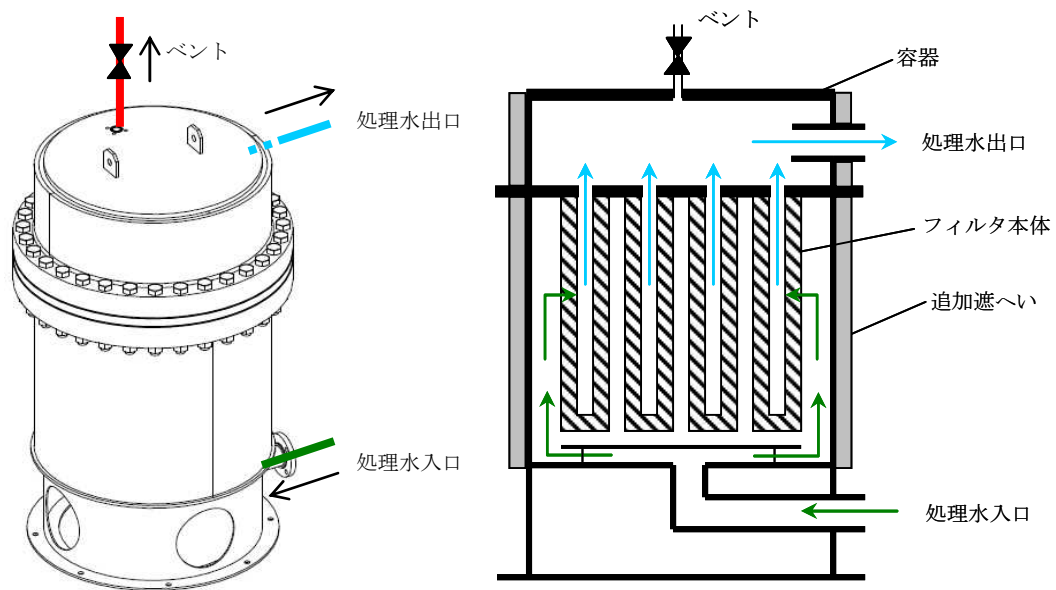


図-3 サブドレン他浄化装置系統構成図



前処理フィルタ 1, 2 概念図



前処理フィルタ 3, 4 概念図

図-4 サブドレン他浄化装置 前処理フィルタの概念図

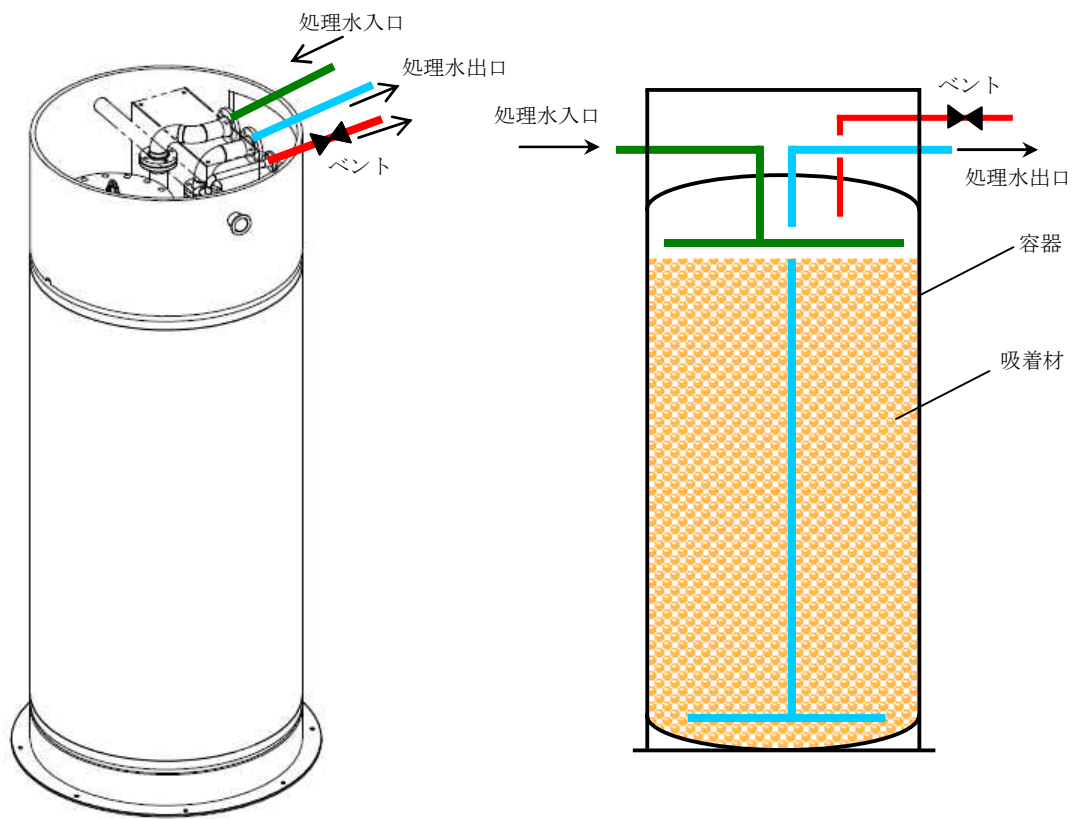
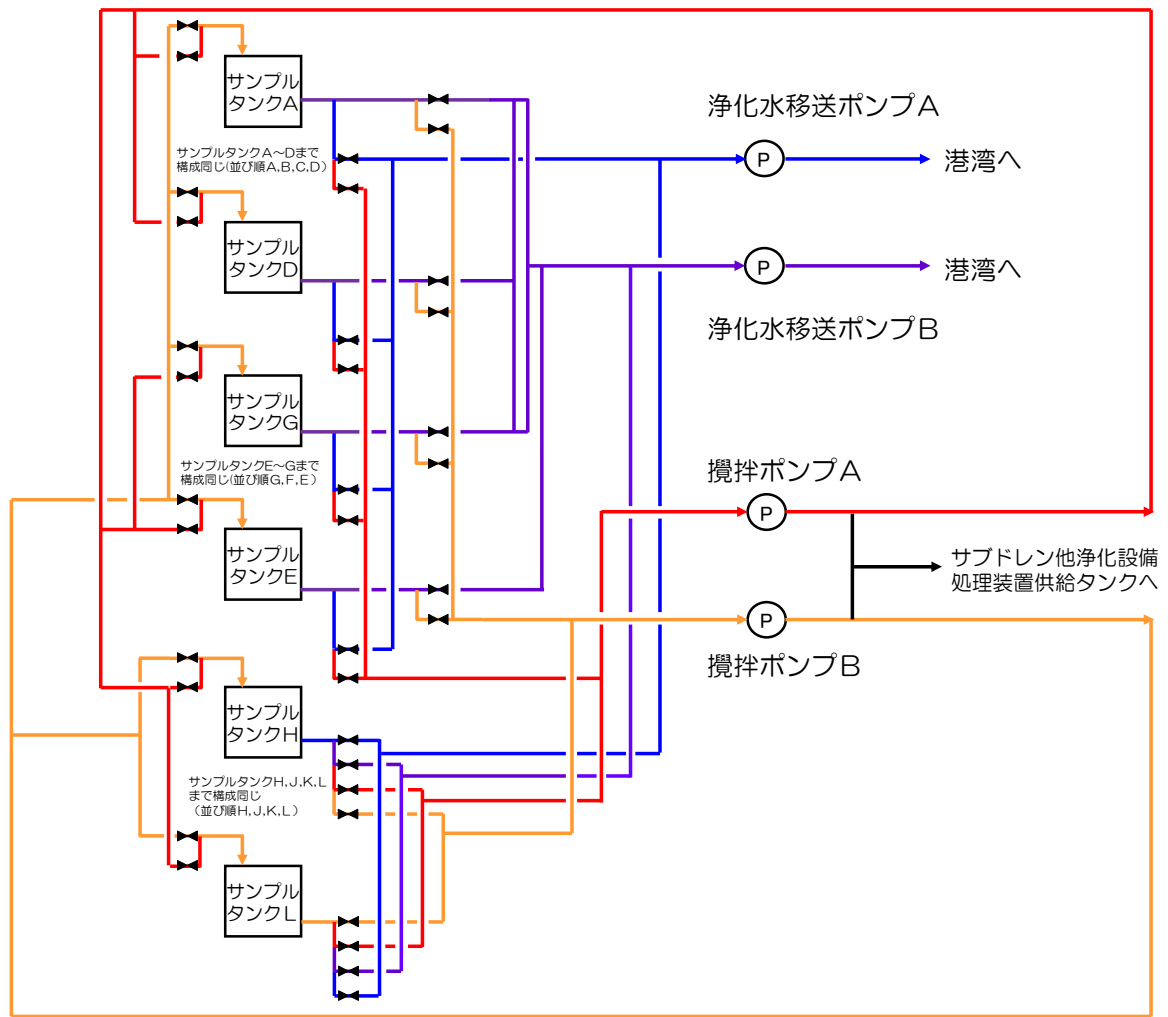


図-5 サブドレン他浄化装置 吸着塔の概念図

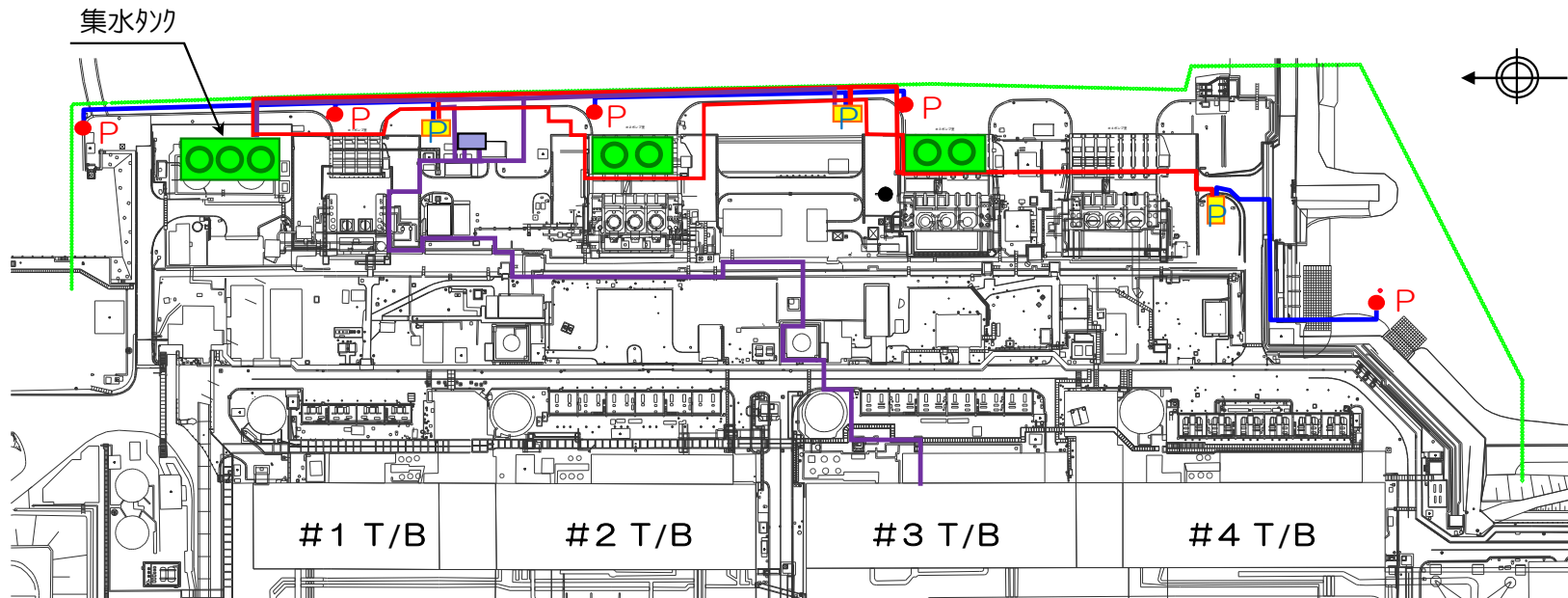


※サンプルタンクはサブドレン他浄化設備に含まれる

図-6 サブドレン他移送設備系統図

凡例

●	地下水ドレンポンド
P	地下水ドレンポンド揚水ポンプ※1
— (Blue)	移送配管 (地下水ドレンポンド～地下水ドレン中継タンク)
P	地下水ドレン中継タンク移送ポンプ※2
— (Yellow)	地下水ドレン中継タンク
— (Red)	移送配管 (地下水ドレン中継タンク～集水タンク)
— (Green)	海側遮水壁 (申請範囲外)
— (Blue)	地下水ドレン前処理装置
— (Purple)	移送配管 (地下水ドレン前処理装置関係)

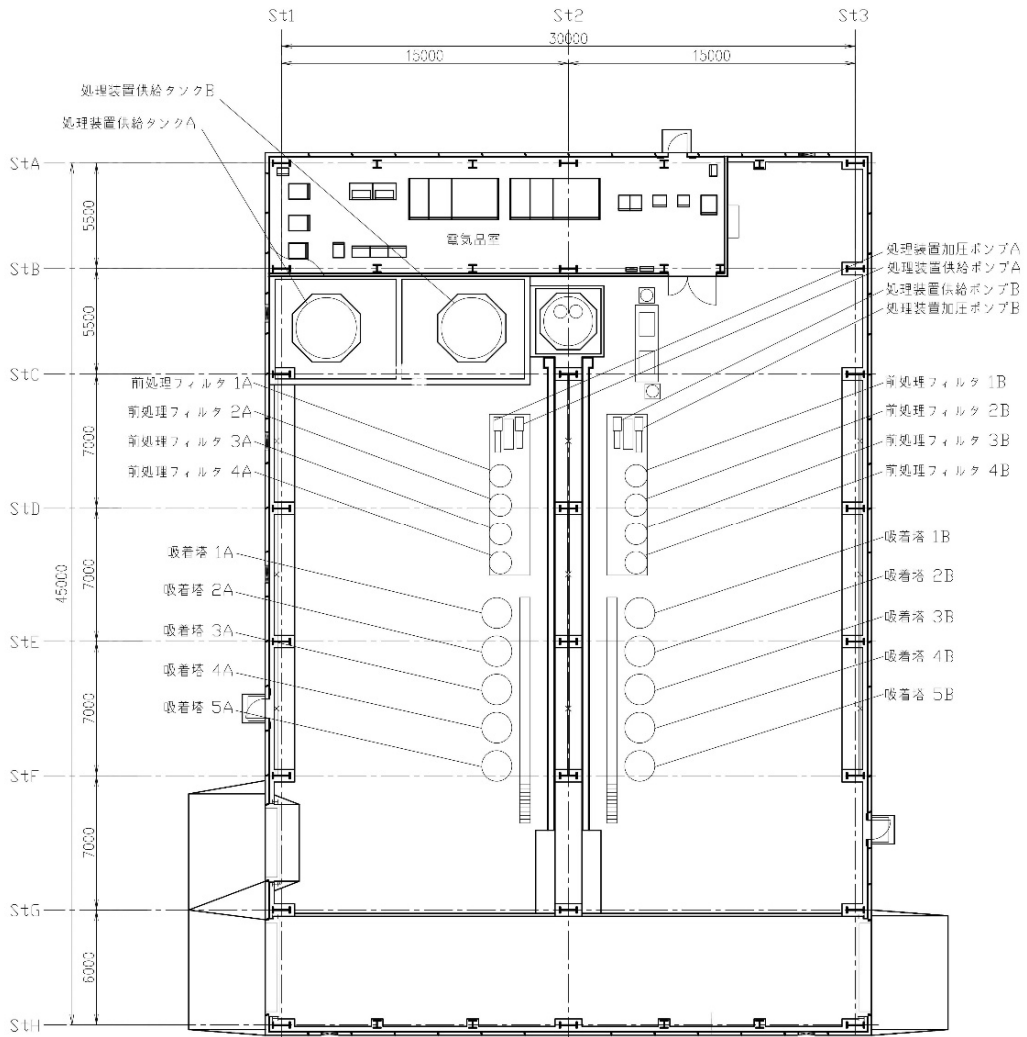


※1 地下水ドレンポンド揚水ポンプは、地下水ドレンポンド内に設置されている。(各ポンドに1台ずつ、計5台)

※2 地下水ドレン中継タンク移送ポンプは、地下水ドレン中継タンク内に設置されている。(各タンクに1台ずつ、計3台)

図-7 地下水ドレン集水設備系統図

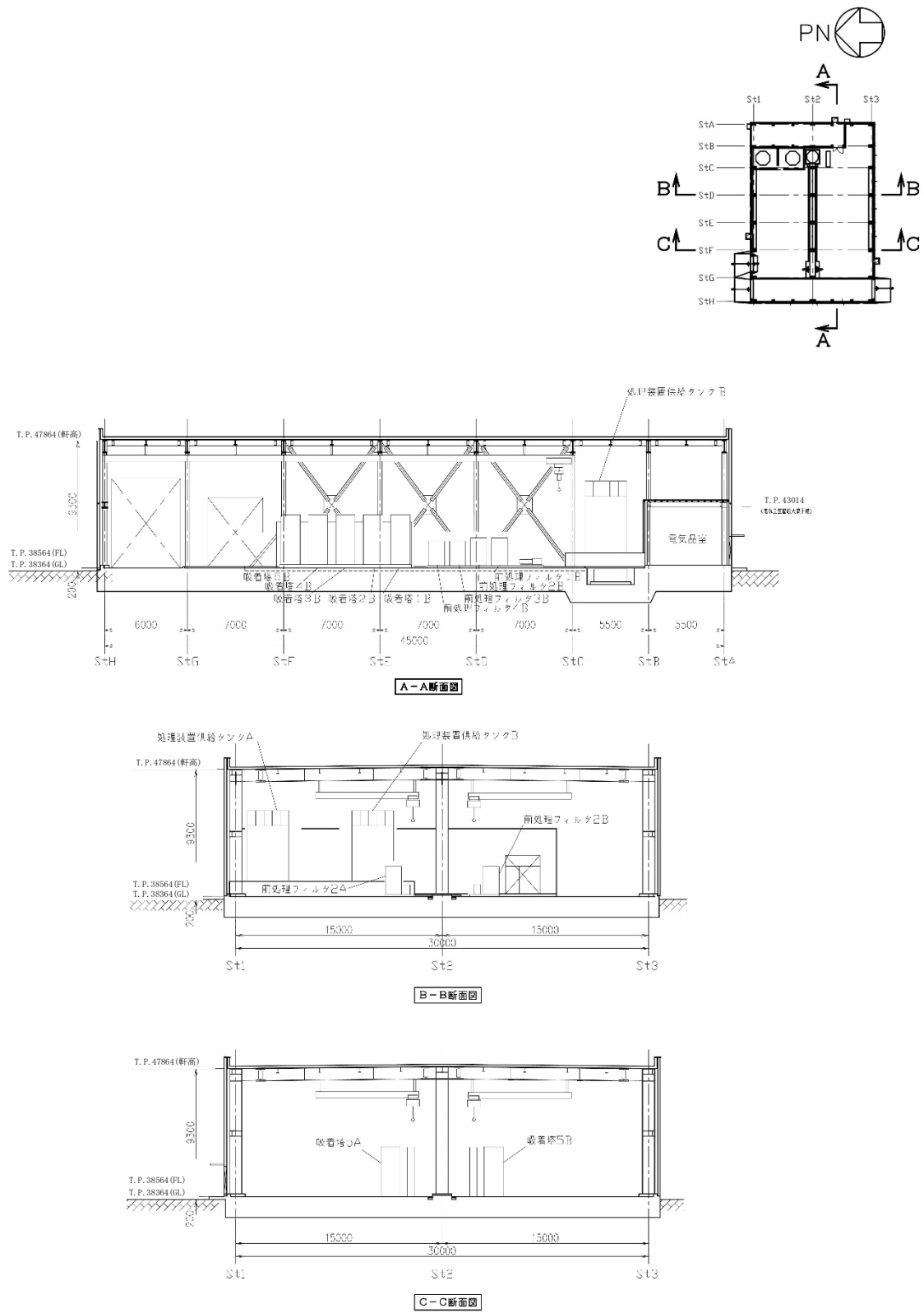
機器配置図



T.P.38564

(a) 平面図

図-1 サブドレン他浄化装置建屋内機器配置図 (1/2)



(b) 断面図

図-1 サブドレン他浄化装置建屋内機器配置図 (2/2)

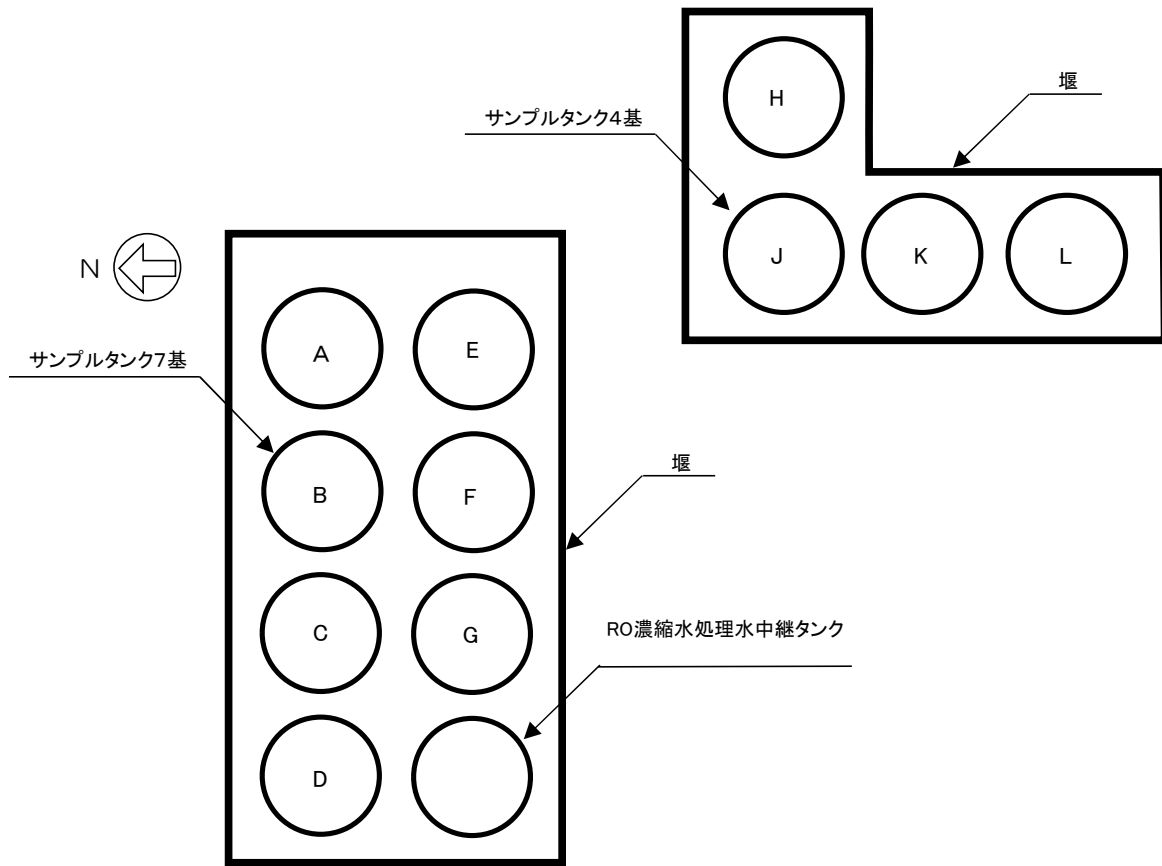


図-2 サンプルタンク設置エリアの機器配置図

サブドレン他水処理施設の耐震性に関する説明書

1. 耐震設計の基本方針

サブドレン他水処理施設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 クラスに相当する設備と位置付ける。主要な機器の耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠する。

鋼管については、B クラス相当の定ピッチスパン法で評価されるサポート間隔とする。ポリエチレン配管及び伸縮継手は、材料の可撓性により耐震性を確保する。

ただし、サブドレン他移送設備の浄化水移送ポンプは、水質分析を行い排水出来ることを確認した水のみを通水することから、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の C クラスに相当する設備と位置付ける。また、水質分析を行い排水出来ることを確認した水のみが通水される配管についても C クラスに相当する設備と位置付ける。

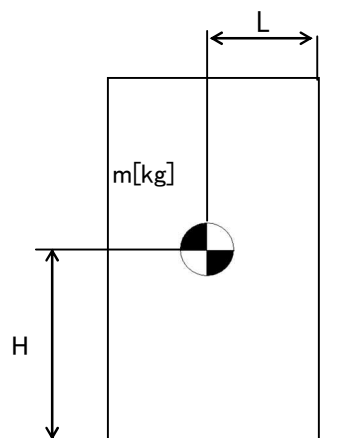
なお、サブドレン他浄化装置建屋基礎は、「添付資料－8 サブドレン他浄化装置建屋基礎の構造強度に関する検討結果」において耐震性の評価を行っている。サブドレン他浄化装置建屋上屋は設備を支持しておらず、間接支持構造物及び相互影響を考慮すべき設備には該当しない。

2. 耐震性評価

2. 1 タンク、ポンプ、地下水ドレン前処理装置の耐震性評価

(1) 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、それらを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）。



- 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 : 転倒支点から重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36)

各記号の下付文字は、下記を意味する。
1 : 胴部, 2 : 天板

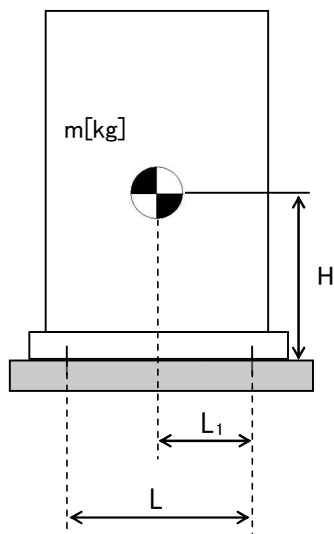
$$\begin{aligned} \text{地震による転倒モーメント：} M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times C_H \times H \\ &= g \times C_H \times (m_1 \times H_1 + m_2 \times H_2) \end{aligned}$$

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

(2) 基礎ボルトの強度評価

原子力発電所耐震設計技術指針の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）。

a. タンク，地下水ドレン前処理装置



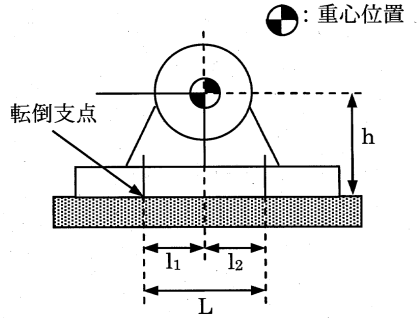
- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36)
- C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

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

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

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

b. ポンプ



- m : 機器の運転時質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- h : 据付面から重心までの距離
- M_p : ポンプ回転により働くモーメント (0)
※ 基礎ボルトに M_p は作用しない
- 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 (l₁ ≤ l₂)
- 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 (0.36 または 0.24)
- C_V : 鉛直方向設計震度 (0)
- C_P : ポンプ振動による震度

$$\text{ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_p - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

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

$$\text{ボルトに作用するせん断力} : Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

表-1 タンク、ポンプ、地下水ドレン前処理装置の耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
集水タンク	本体	転倒	0.36	3.0×10^4	7.0×10^4	kN・m
サンプルタンク	本体	転倒	0.36	3.0×10^4	7.0×10^4	kN・m
中継タンク	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	102	MPa
		せん断	0.36	39	72	MPa
処理装置供給 タンク (SUS316L)	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	176	MPa
		せん断	0.36	16	135	MPa
処理装置供給 タンク (SM400C)	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	176	MPa
		せん断	0.36	16	135	MPa
地下水ドレン 中継タンク	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	102	MPa
		せん断	0.36	39	72	MPa
中継タンク移送 ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	1	176	MPa
		せん断	0.36	5	101	MPa
集水タンク移送 ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	1	188	MPa
		せん断	0.36	5	223	MPa
処理装置供給 ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	1	452	MPa
		せん断	0.36	3	348	MPa
処理装置加圧 ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	1	452	MPa
		せん断	0.36	3	348	MPa
浄化水移送 ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.24	< 0	176	MPa
		せん断	0.24	3	135	MPa
攪拌ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	176	MPa
		せん断	0.36	5	135	MPa
RO濃縮水処理水 中継タンク	本体	転倒	0.36	3.1×10^4	7.1×10^4	kN・m
RO濃縮水処理水 移送ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	183	MPa
		せん断	0.36	4	141	MPa
地下水ドレン 前処理装置	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	176	MPa
		せん断	0.36	33	135	MPa
集水移送加圧 ポンプ	基礎 ボルト	引張	0.36	< 0	183	MPa
		せん断	0.36	2	141	MPa

(3) 応力評価及び座屈評価

サブドレン他水処理施設を構成する機器のうち、集水タンク、サンプルタンク、RO濃縮水処理水中継タンクについて、『JEAC4601-2008 原子力発電所耐震設計技術規程』に基づき、タンク胴板の応力評価及び座屈評価により、発生する応力が許容値を超えないことを確認する。

1. 評価

1.1. 胴の応力評価

イ. 組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。

応力の種類	許容応力 S_a
一次一般膜応力	設計降伏点 S_y と設計引張強さ S_u の0.6倍のいずれか小さい方の値。

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

応力計算において、静的地震力を用いる場合は、絶対値和を用いる。

(1) 静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t}$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t}$$

$$\sigma_{x 1} = 0$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がベースプレートと接合する点には、胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{x 2} = \frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t}$$

$$\sigma_{x 3} = \frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t}$$

(3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はベースプレート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{x 4} = \frac{4 \cdot C_H \cdot m_o \cdot g \cdot \ell_g}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t}$$

$$\tau = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_o \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t}$$

(4) 組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{ot} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} - \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4}$$

(b) 組合せ圧縮応力

σ_{xc} が正の値（圧縮側）のとき、次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{\phi} = -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4}$$

したがって、胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \left\{ \text{組合せ引張応力} (\sigma_{ot}), \text{組合せ圧縮応力} (\sigma_{oc}) \right\} \text{ と}$$

する。一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

表-2 タンク応力評価結果

機器名称	部材	材料	水平方向 設計震度	応力	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
集水タンク	胴板	SM400C	0.36	一次一般膜	70	240
サンプルタンク	胴板	SM400C	0.36	一次一般膜	70	240
RO濃縮水処理水 中継タンク	胴板	SM400C	0.36	一次一般膜	70	240

ロ. 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。
 （座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$$

ここで、 f_c は次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left(\frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \phi_1 \left(\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \right)$$

ただし、 $\phi_1(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

また、 f_b は次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{9600 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \cdot \left[1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2 \left(\frac{9600 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\frac{9600 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_b = \phi_2 \left(\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \right)$$

ただし、 $\phi_2(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

η は安全率で次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left(\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1.5$$

表-3 タンク座屈評価

機器名称	部材	材料	水平方向 設計震度	座屈評価結果
集水タンク	胴板	SM400C	0.36	0.35 < 1
サンプルタンク	胴板	SM400C	0.36	0.35 < 1
RO濃縮水処理水 中継タンク	胴板	SM400C	0.36	0.35 < 1

記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_H	水平方向設計震度 (=0.36)	—
C_V	鉛直方向設計震度 (=0)	—
D_i	胴の内径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1又はSSB-3131に定める値	MPa
f_b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f_c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
H	水頭	mm
l_g	基礎から容器重心までの距離	mm
m_o	容器の運転時質量	kg
m_e	容器の空質量	kg
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
t	胴板の厚さ	mm
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率	—
ρ'	液体の密度 (=比重 $\times 10^{-6}$)	kg/mm ³
σ_o	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{oc}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ_{ot}	胴の組合せ引張応力	MPa
$\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{x3}	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x4}	胴の水平方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸方向応力の和 (圧縮側)	MPa
σ_{xt}	胴の軸方向応力の和 (引張側)	MPa
σ_{ϕ}	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

2. 2 前処理フィルタ, 吸着塔の耐震性評価

本評価は,「付録1 スカート支持たて置円筒形容器(耐震設計上の重要度分類Bクラス)の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下,「基本方針」という。)に基づいて,耐震性の計算を行う。

(1) 構造計画

a. 機器

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	基礎・支持構造	主体構造		
(1) スカート支持 たて置円筒形 容器	胴をスカートで支持し、スカートをボルトで基礎に据え付ける	上面及び下面に平板を有するたて置円筒形		<ul style="list-style-type: none"> ・前処理フィルタ ・吸着塔
		上面及び下面に鏡板を有するたて置円筒形	<p>* 機器が架台に据え付けられる構造の場合には取付ボルトと称する。</p>	

(2) 設計用地震力

耐震 クラス	適用する地震動		設計用地震力	摘要
	水平	鉛直		
B	静的震度 ($1.8 \cdot C_i^{*1}$)	—	静的震度	・前処理フィルタ ・吸着塔

*1: C_i は、標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

(3) 荷重の組合せと許容限界

荷重の組合せと許容限界は、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984, JEAG4601-1987及びJEAG4601-1991追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年9月, 昭和62年8月及び平成3年6月）（以下「JEAG4601」という。）および発電用原子力設備規格（設計・建設規格JSME S NC-1-2005（2007年追補版含む。））（日本機械学会 2005年9月, 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）に準拠する。

記号の説明

- D : 死荷重
- P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S_B : Bクラスの設備に適用される地震動より求まる地震力又はBクラス設備に適用される静的地震力
- B_{AS} : Bクラス設備の地震時許容応力状態
- S_y : 設計降伏点
- S_u : 設計引張強さ
- S : 許容引張応力
- f_t : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格SSB-3121.1により規定される値。ボルト等に対して設計・建設規格SSB-3131により規定される値。
- f_s : 許容せん断応力 同上
- f_c : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格SSB-3121.1により規定される値。
- f_b : 許容曲げ応力 同上
- τ_b : ボルトに生じるせん断応力
- ASS : オーステナイト系ステンレス鋼
- HNA : 高ニッケル合金

また、「供用状態C」とは、「対象とする機器等が構造不連続部等においては大変形を生じてもよい」と設計仕様書等で規定された圧力及び機械的荷重が負荷された条件下にある状態をいう。

a. 前処理フィルタ, 吸着塔

耐震クラス	荷重の組合せ	供用状態 (許容応力状態)	許容限界		適用範囲
			一次一般膜応力	一次一般膜応力+一次曲げ応力	
B	$D + P_d + M_d + S_B$	C (B _A S)	S_y と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方 ただし, ASS及びHNAについては上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	S_y ただし, ASS及びHNAについては S_y と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	<ul style="list-style-type: none"> 前処理フィルタ 吸着塔

b. 支持構造物 (注1, 注2)

耐震クラス	荷重の組合せ	供用状態 (許容応力状態)	許容限界 (ボルト等以外)					許容限界 (ボルト等)			適用範囲
			一次応力					一次応力			
			引張	せん断	圧縮	曲げ	組合せ	引張	せん断	組合せ	
B	$D + P_d + M_d + S_B$	C (B _A S)	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$\text{Min}\{1.5 \cdot f_t, (2.1 \cdot f_t - 1.6 \cdot \tau_b)\}$	<ul style="list-style-type: none"> 取付ボルト スカート

注1: 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって, 耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

注2: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の規定を満足する。

(1) 前処理フィルタ1, 2

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
前処理フィルタ1, 2	B	サブドレン他浄化装置建屋 T.P. 38.5*	CH = 0.36	—	1.03	40	40	—

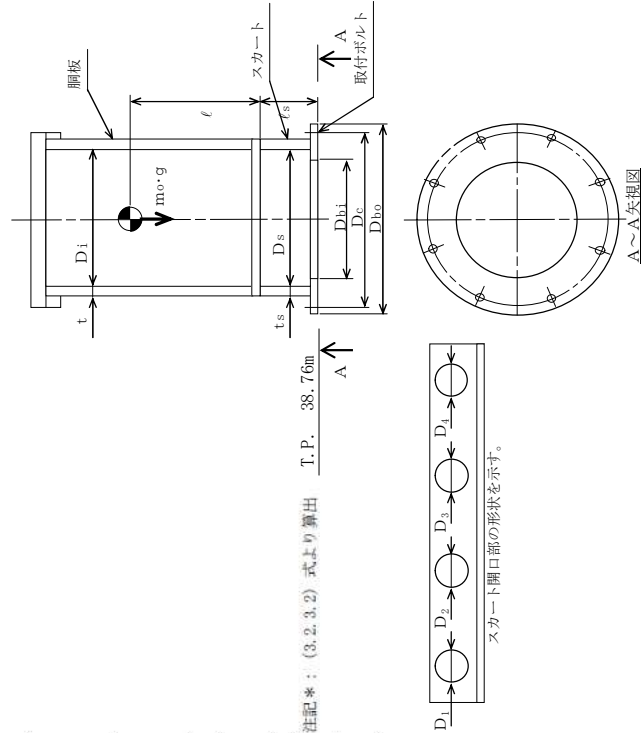
注記*: 基準レベルを示す

b. 評価結果

(単位: MPa)

部材	材料	応力	力	算出応力	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	許容力	力
胴板	ASME SA516 Gr.70	組合せ		$\sigma_o = 74$			$S_a = 262$	
		組合せ		$\sigma_s = 35$			$f_t = 262$	
スカート	ASME SA516 Gr.70	圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{st} + \sigma_{st})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{se}}{f_b} \leq 1$				
				0.15 (無次元)				
取付ボルト	ASTM A193 Gr.B7	引張り		$\sigma_b = 2$			$f_{ts} = 462$	*
		せん断		$\tau_b = 9$			$f_{sb} = 348$	

*すべて許容応力以下である。



(2) 前処理フィルタ 3

a. 条件

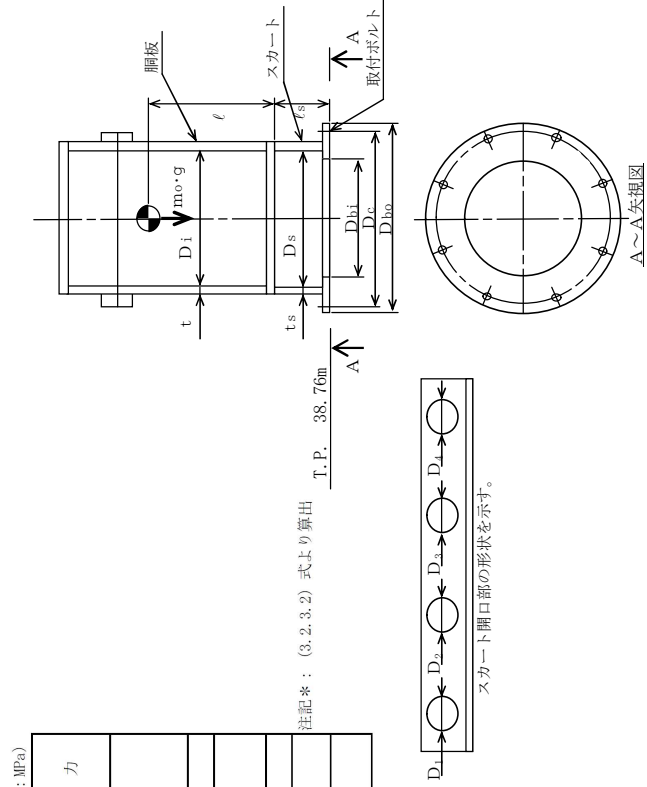
機器名称	前処理フィルタ 3	耐震設計上の重要度分類	B	据付場所及び床面高さ (m)	サブドレン他浄化装置建屋 T.P. 38.5*	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
						CH= 0.36	—	1.03	40	40	—

注記*: 基準床レベルを示す。

b. 評価結果

部材	材料	応力	力	算出応力	力	許容応力	力
胴板	ASME SA516 Gr. 70	組合せ		$\sigma_0 = 74$		$S_a = 262$	
スカート	ASME SA516 Gr. 70	組合せ		$\sigma_s = 31$		$f_t = 262$	
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$			
				0.13 (無次元)			
取付ボルト	ASTM A193 Gr. B7	引張り		$\sigma_b = 1$		$f_{ts} = 452$	*
		せん断		$\tau_b = 8$		$f_{sb} = 348$	

*すべて許容応力以下である。



(3) 前処理フィルタ4

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
前処理フィルタ4	B	サブドレン他浄化装置建屋 T.P. 38.5*	CH= 0.36	—	1.03	40	40	—

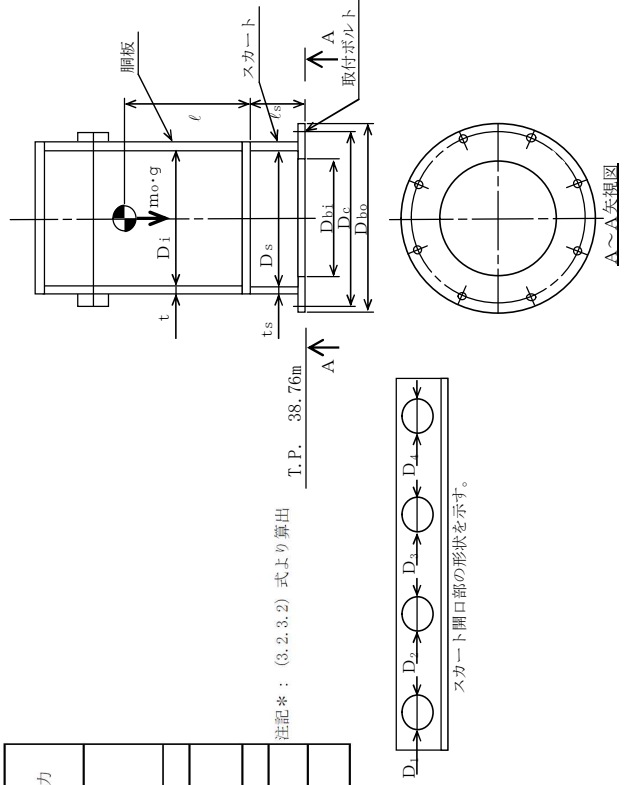
注記*: 基準床レベルを示す。

b. 評価結果

部材	材料	応力	力	算出	力	許容	力
胴板	ASME SA516 Gr. 70	組合せ	組合せ	$\sigma_o = 74$	$S_a = 262$		
スカート	ASME SA516 Gr. 70	圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	組合せ	$\sigma_s = 18$	$f_t = 262$		
				$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s2})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$			
				0.08 (無次元)			
取付ボルト	ASTM A193 Gr. B7	引張り	せん断	$\sigma_b = 1$	$f_{ts} = 452$	*	
				$\tau_b = 5$	$f_{sb} = 348$		

*すべて許容応力以下である。

(単位: MPa)



(4) 吸着塔 1～5

a. 条件

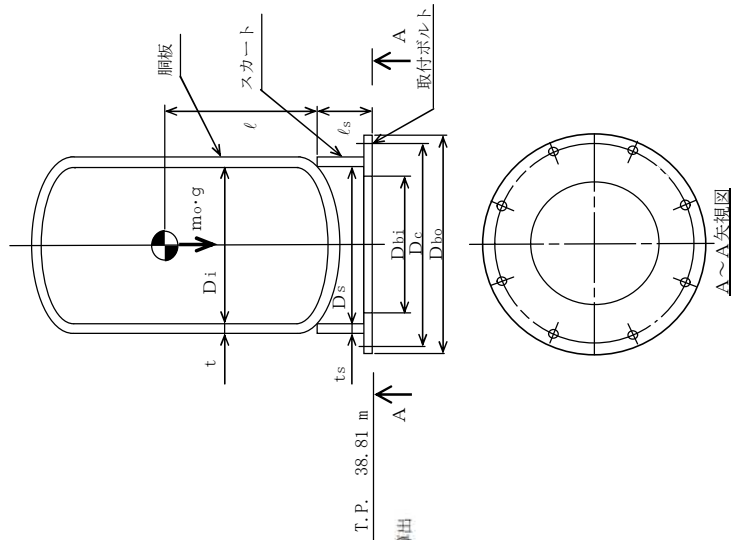
機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
吸着塔 1, 2, 3, 4, 5	B	サブドレン他浄化装置建屋 T.P. 38.5*	CH = 0.36	—	1.55	40	40	—

注記*: 基準床レベルを示す

b. 評価結果

部材	材料	応力	力	算出応力	許容応力	力
胴板	ASME SA516 Gr.70	組合せ	組合せ	$\sigma_o = 42$	$S_a = 262$	
スカート	ASME SA516 Gr.70	組合せ 圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	組合せ	$\sigma_s = 4$ $\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s2})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$	$f_t = 262$	
取付ボルト	ASTM A193 Gr. B7	引張り せん断	引張り せん断	$\sigma_b = 1$ $\tau_b = 40$	$f_{ts} = 452$ $f_{sb} = 348$	*

すべて許容応力以下である。



2. 3 主配管（鋼管）の耐震性評価

a. 評価条件

評価条件として配管は，配管軸直角 2 方向拘束サポートにて支持される両端単純支持のはりモデル（図－1）とする。

次に，当該設備における主配管（鋼管）について，各種条件を表－1 に示す。表－1 より管軸方向については，サポート設置フロアの水平震度 0.36 が鉄と鉄の静止摩擦係数 0.52 より小さいことから，地震により管軸方向は動かないものと仮定する。

図－1 等分布荷重 両端単純支持はりモデル

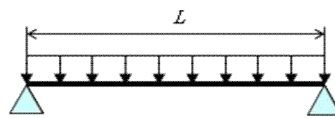


表-1 配管系における各種条件

配管分類	主配管 (鋼管)						
配管クラス	クラス3相当						
耐震クラス	Bクラス相当						
設計温度 [°C]	40						
配管材質	STPT410						
配管口径	150A	100A		80A		50A	
Sch	40	40		40		80	
設計圧力 [MPa]	0.98	0.98	静水頭	1.03	1.55	0.98	0.98
配管支持間隔 [m]	8.4	7.2		6.5		5.5	

配管分類	主配管 (鋼管)								
配管クラス	クラス3相当								
耐震クラス	Bクラス相当								
設計温度 [°C]	40								
配管材質	UNS S32750								
配管口径	100A		80A				50A		
Sch	10		10		40		40		
設計圧力 [MPa]	静水頭	0.98	1.03	1.55	0.98	静水頭	1.03	1.03	1.55
配管支持間隔 [m]	6.3		5.9			6.5		5.4	

配管分類	主配管 (鋼管)												
配管クラス	クラス3相当												
耐震クラス	Bクラス相当												
設計温度 [°C]	40												
配管材質	STPG370												
配管口径	350A	300A	250A	200A		150A	100A		80A	65A	50A	40A	32A
Sch	40	40	40	40		40	40		40	40	40	40	40
設計圧力 [MPa]	0.98	0.98	0.98	0.98	静水頭	0.98	0.98	静水頭	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
配管支持間隔 [m]	11.6	11.1	10.3	9.4		8.4	7.2		6.5	6.1	5.4	4.9	4.6

配管分類	主配管（鋼管）													
配管クラス	クラス 3 相当													
耐震クラス	B クラス相当													
設計温度 [°C]	40													
配管材質	SUS316LTP													
配管口径	200A		150A	80A			65A				50A			32A
Sch	40	20	40	40	20S		80	20S			80	40	20S	40
設計圧力 [MPa]	0.98		0.98	0.98	0.98	0.5	1.5	1.5	0.98	0.5	1.5	0.49	0.5	0.98
配管支持間隔 [m]	9.4	8.9	8.4	6.5	6.2		6.2	5.7			5.5	5.4	5.3	4.6

配管分類	主配管（鋼管）									
配管クラス	クラス 3 相当									
耐震クラス	B クラス相当									
設計温度 [°C]	40									
配管材質	SUS304TP									
配管口径	80A		50A				40A			
Sch	20S	80	40	20S	80					
設計圧力 [MPa]	0.5									
配管支持間隔 [m]	6.2	5.5	5.4	5.3	5.0					

b. 評価方法

水平方向震度による管軸直角方向の配管応力評価する。
自重による応力 S_w は、下記の式で示される。

$$S_w = \frac{M}{Z} = \frac{w \cdot L^2}{8Z}$$

ここで S_w :	自重による応力	[MPa]
L :	支持間隔	[mm]
M :	曲げモーメント	[N・mm]
Z :	断面係数	[mm ³]
w :	等分布荷重	[N/mm]

管軸直角方向の地震による応力 S_s は、自重による応力 S_w の震度倍で下記の式で示される。

$$S_s = \alpha \cdot S_w$$

S_s :	地震による応力	[MPa]
α :	想定震度値	[-]

また、評価基準値として JEAG4601-2008 に記載の供用応力状態 C_s におけるクラス 3 配管の一次応力制限を用いると、地震評価としては下記の式で示される。

$$S = S_p + S_w + S_s = S_p + S_w + \alpha \cdot S_w = S_p + (1 + \alpha) \cdot S_w \leq 1.0 S_y$$

ここで、 S :	内圧，自重，地震による発生応力	[MPa]
S_p :	内圧による応力	[MPa]
S_y :	設計降伏点	[MPa]

c. 評価結果

両端単純支持はりモデルで、自重による応力 S_w が 30 [MPa]以下となる配管サポート配置を仮定し、各応力を計算した結果を表-2に示す。

表-2より、自重による応力 S_w を 30 [MPa]以下となるようサポート配置を決定することで、配管は十分な強度を有するものと評価する。

表-2 応力評価結果

配管分類	主配管 (鋼管)						
配管材質	STPT410						
配管口径	150A	100A		80A		50A	
Sch	40	40		40		80	
設計圧力 [MPa]	0.98	静水頭	0.98	1.03	1.55	0.98	0.98
内圧, 自重, 地震による発生応力 S [MPa]	53	41	51	50	54	49	47
供用状態 Cs における一次応力許容値 [MPa]	1.0Sy=245						

配管分類	主配管 (鋼管)								
配管材質	UNS S32750								
配管口径	100A		80A				50A		
Sch	10		10		40		40		
設計圧力 [MPa]	静水頭	0.98	1.03	1.55	0.98	静水頭	1.03	1.03	1.55
内圧, 自重, 地震による発生応力 S [MPa]	41	60	56	64	56	41	50	49	53
供用状態 Cs における一次応力許容値 [MPa]	1.0Sy=552								

配管分類	主配管 (鋼管)												
配管材質	STPG370												
配管口径	350A	300A	250A	200A		150A	100A		80A	65A	50A	40A	32A
Sch	40	40	40	40		40	40		40	40	40	40	40
設計圧力 [MPa]	0.98	0.98	0.98	0.98	静水頭	0.98	0.98	静水頭	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
内圧, 自重, 地震による発生応力 S [MPa]	57	56	55	54	41	53	51	41	49	48	49	48	47
供用状態 Cs における一次応力許容値 [MPa]	1.0Sy=215												

配管分類	主配管（鋼管）													
配管材質	SUS316LTP													
配管口径	200A		150A	80A			65A			50A			32A	
Sch	40	20	40	40	20S		80	20S		80	40	20S	40	
設計圧力 [MPa]	0.98		0.98	0.98	0.98	0.5	1.5	1.5	0.98	0.5	1.5	0.49	0.5	0.98
内圧，自重，地震による発生応力 S [MPa]	54	58	53	49	52	47	49	58	52	47	50	45	46	47
供用状態 Cs における一次応力許容値 [MPa]	1.0Sy=175													

配管分類	主配管（鋼管）				
配管材質	SUS304TP				
配管口径	80A	50A		40A	
Sch	20S	80	40	20S	80
設計圧力 [MPa]	0.5				
内圧，自重，地震による発生応力 S [MPa]	47	44	45	46	44
供用状態 Cs における一次応力許容値 [MPa]	1.0Sy=205				

タンク基礎に関する説明書

サブドレン他水処理施設を構成する機器のうち、増設する集水タンク、サンプルタンクの基礎について、評価を実施する。

1. タンク基礎の支持力

(1) 評価方法

タンクの鉛直荷重と極限支持力を比較して評価を行う。支持力の算定式は「社団法人日本道路協会（2002）：道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に基づき次式を用いる。計算した結果、①タンクの鉛直荷重<②タンク基礎底面地盤の極限支持力であり、安全性を有していることを確認する。

$$\textcircled{1} \text{タンクの鉛直荷重} : W = m \times g$$

$$\textcircled{2} \text{タンク基礎底面地盤の極限支持力} : Q_u = A_e \left(\alpha k c N_c S_c + k q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_r S_r \right)$$

m : 機器質量

g : 重力加速度

A_e : 有効載荷面積

α, β : 基礎の形状係数

k : 根入れ効果に対する割増し係数

c : 地盤の粘着力

N_c, N_q, N_r : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

S_c, S_q, S_r : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

q : 上載荷重 ($q = \gamma_2 D_f$)

γ_1, γ_2 : 支持地盤及び根入れ地盤の単位重量 ($\gamma_1, \gamma_2 = 15.9 \text{ kN/m}^2$)

D_f : 基礎の有効根入れ深さ

B_e : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 ($B_e = B - 2e_B$)

B : 基礎幅

e_B : 荷重の偏心量

(2) 管理

地盤改良後、簡易支持力測定器（キャスポル）※により地盤の強度を測定し、上記式により必要な極限支持力を有していることを確認する。

※ランマー（重鎮）を一定の高さから地盤に自由落下させたときに生ずる衝撃加速度の最大値と地盤強度特性値と相関させる衝撃加速度法を基本原理とした簡易な測定器。

2. タンク基礎の不陸

(1) 評価方法

タンクの設置高さが、設計高さに対して許容値以内*であることを確認する。

※ 設計高さ±30mm（社内基準値）

(2) 管理

タンク基礎高さ（レベル）を測量し、当該高さが設計高さに対して±30mm以内であることを確認する。

タンクに対するスロッシング評価

サブドレン他水処理施設を構成する機器のうち、集水タンク、サンプルタンク、RO 濃縮水処理水中継タンクについて地震発生時のタンク内包水のスロッシング評価を実施した。速度ポテンシャル理論に基づきスロッシング波高の評価を行った結果、スロッシング時のタンク内の液位がタンク天板に到達しないことを確認した。

スロッシング評価の流れは下記の通り。

- ・ 速度ポテンシャル理論に基づき、スロッシング固有周期（水面の一次固有周期）を算出する。
- ・ タンク設置エリアの地表面における基準地震動：Ss-1, 2, 3 に対する速度応答スペクトルから、スロッシング固有周期に応じた速度応答値を求める。
- ・ 速度ポテンシャル理論に基づき、速度応答値からスロッシング波高を算出する。
- ・ スロッシング波高がタンク高さを超えないことを確認する。

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{D}{3.68g} \coth\left(\frac{3.68H}{D}\right)}$$

$$\eta = 0.837 \left(\frac{D}{2g}\right) \left(\frac{2\pi}{T_s}\right) S_v$$

D : タンク内径 [m]

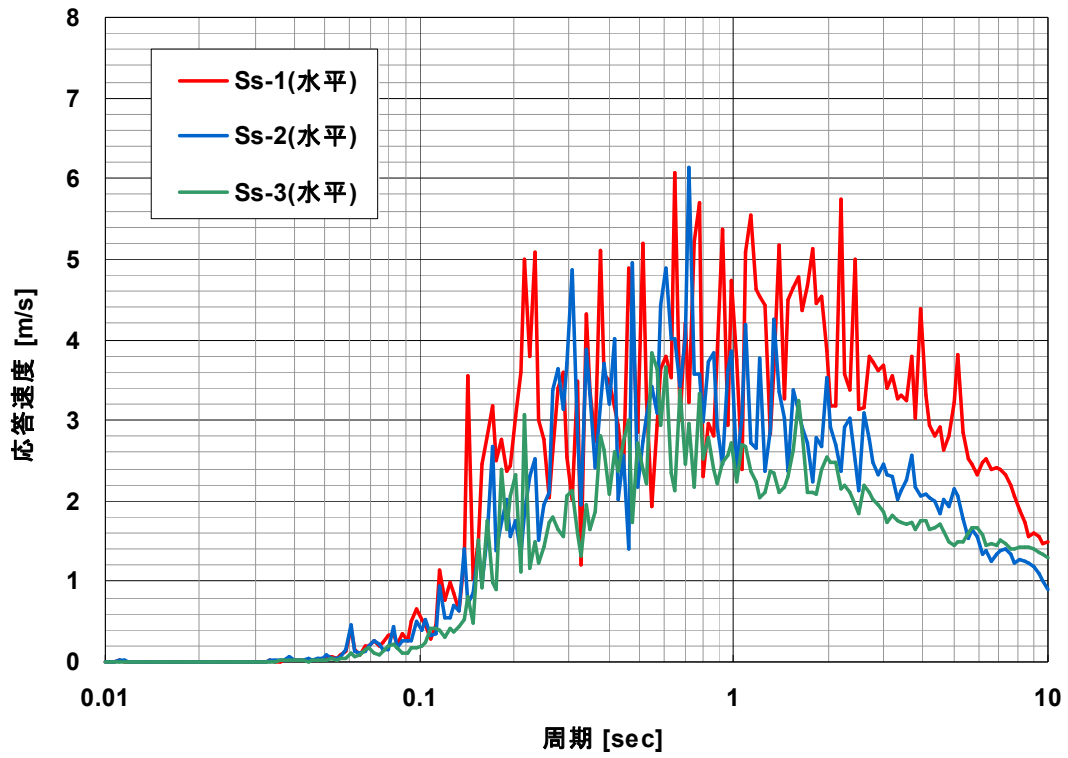
H : タンク液位 [m]

g : 重力加速度 [m/s²]

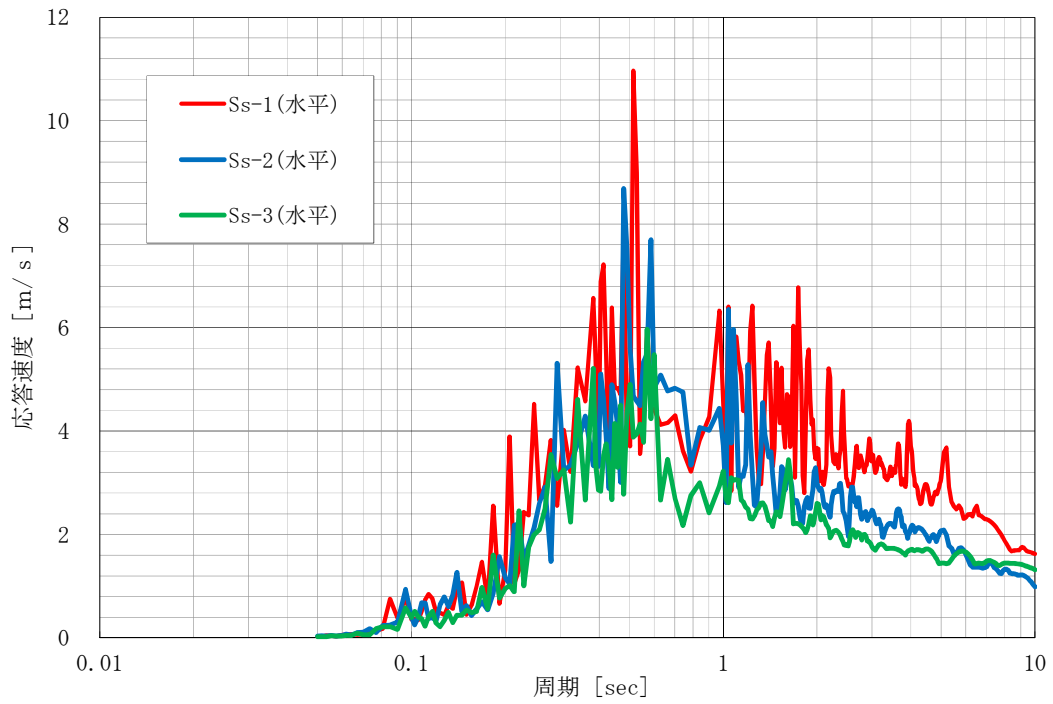
T_s : スロッシング固有周期 [s]

S_v : 速度応答値 [m/s]

η : スロッシング波高 [m]



速度応答スペクトル (水平方向・減衰なし)
 サンプルタンク, RO 濃縮水処理水中継タンク



速度応答スペクトル (水平方向・減衰なし)
 集水タンク

タンクのスロッシング評価結果

機器名称	スロッシング 波高 [mm]	スロッシング時 液位 [mm]	タンク高さ [mm]
集水タンク	682	12,888	13,000
サンプルタンク	702	12,908	13,000
RO 濃縮水処理水 中継タンク	702	12,908	13,000

付録 1 スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の
耐震性についての計算書作成の基本方針

1. 一般事項

本基本方針は、スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性についての計算方法を示す。

1.1 適用基準

本基本方針における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和62年8月）に準拠する。

1.2 計算条件

- (1) 容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。
- (2) 地震力は容器に対して水平方向に作用するものとする。
- (3) 容器はスカートで支持され、スカートは下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎又は架台に固定された固定端とする。ここで、基礎又は架台については剛となるように設計する。
- (4) 胴とスカートをはりと考え、変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- (5) スカート部材において、マンホール等の開口部があつて補強をしていない場合は、欠損の影響を考慮する。

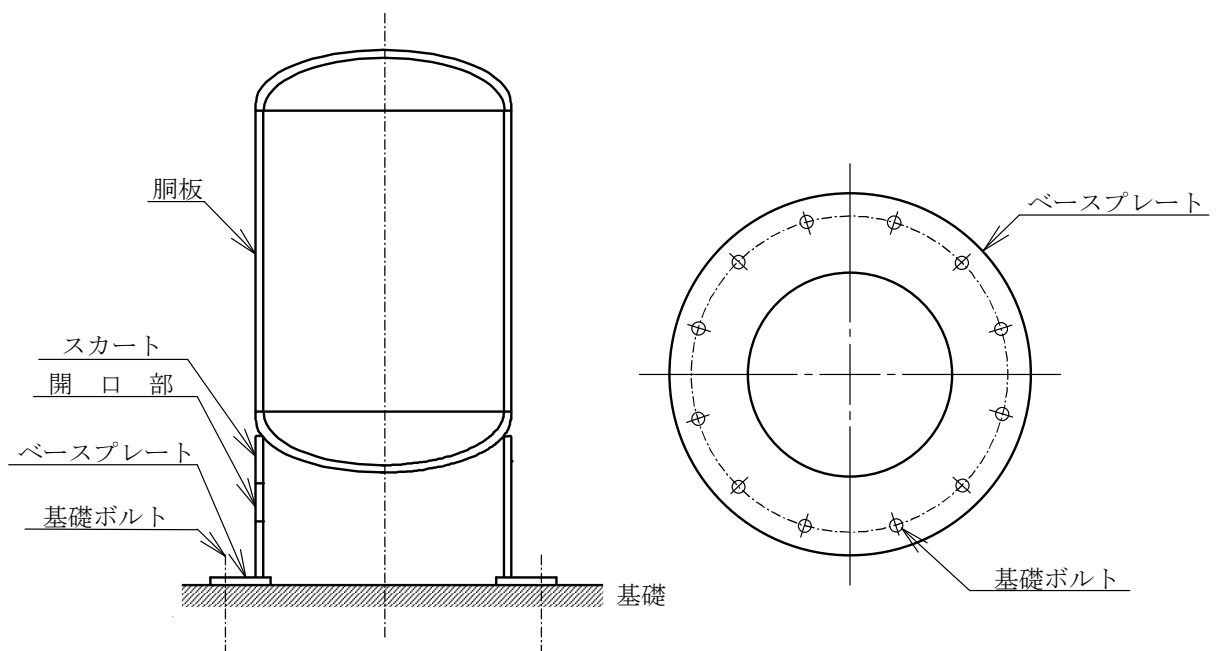


図1-1 概要図

1.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _e	胴の有効せん断断面積	mm ²
A _s	スカートの軸断面積	mm ²
A _{s e}	スカートの有効せん断断面積	mm ²
C _c	基礎ボルト計算における係数	—
C _H	水平方向設計震度	—
C _t	基礎ボルト計算における係数	—
C _v	鉛直方向設計震度	—
D _{b i}	ベースプレートの内径	mm
D _{b o}	ベースプレートの外径	mm
D _c	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D _i	胴の内径	mm
D _j	スカートに設けられた各開口部の穴径 (j=1, 2, 3…j ₁)	mm
D _s	スカートの内径	mm
E	胴の縦弾性係数 設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1に定める値。又は、 ASME BPVCセクションII Material Specifications PartD-Properties Subpart2 Physical Properties Tables Table TM-1～TM-5による	MPa
E _s	スカートの縦弾性係数 設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1に定める値。又は、 ASME BPVCセクションII Material Specifications PartD-Properties Subpart2 Physical Properties Tables Table TM-1～TM-5による	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1又はSSB-3131に定める値	MPa
F _c	基礎に作用する圧縮力	N
F _t	基礎ボルトに作用する引張力	N
f _b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f _c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _t	スカートの許容引張応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa

記号	記号の説明	単位
G	胴のせん断弾性係数	MPa
G _s	スカートのせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm ⁴
I _s	スカートの断面二次モーメント	mm ⁴
j ₁	スカートに設けられた開口部の穴の個数	—
K _H	水平方向のばね定数	N/m
K _V	鉛直方向のばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
l	胴のスカート接合点から重心までの距離	mm
l ₁ , l ₂	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離	mm
l _r	容器の重心から上端支持部までの距離	mm
l _s	スカートの長さ	mm
M _s	スカートに作用する転倒モーメント	N・mm
M _{s1}	スカートの上端部に作用する転倒モーメント	N・mm
M _{s2}	スカートの下端部に作用する転倒モーメント	N・mm
m ₀	容器の運転時質量	kg
m _e	容器のスカート接合部から上部の空質量	kg
n	基礎ボルトの本数	—
P _r	最高使用圧力	MPa
Q	重心に作用する任意の水平力	N
Q'	Qにより上端の支持部に作用する反力	N
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値。又は、 ASME BPVCセクションII Material Specifications PartD-Properties Subpart1 -Stress Tables Table 1Aによる。	MPa
S _a	胴の許容応力	MPa
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値。 又は、ASME BPVCセクションII Material Specifications PartD-Properties Subpart1 -Stress Tables Table Uによる。	MPa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値。 又は、ASME BPVCセクションII Material Specifications PartD-Properties Subpart1 -Stress Tables Table Y-1による。	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T _H	水平方向固有周期	s
T _V	鉛直方向固有周期	s

記号	記号の説明	単位
t	胴板の厚さ	mm
t ₁	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t ₂	圧縮側基礎相当幅	mm
t _s	スカートの厚さ	mm
Y	スカート開口部の水平断面における最大円周長さ	mm
z	基礎ボルト計算における係数	—
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
δ	荷重Qによる容器の上端での変位置量	mm
δ'	荷重Q'による容器の上端での変位置量	mm
δ ₀	荷重Q, Q'による容器の重心での変位置量	mm
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率	—
ρ'	液体の密度 (=比重×10 ⁻⁶)	kg/mm ³
σ ₀	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ _{0c}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ _{0t}	胴の組合せ引張応力	MPa
σ _b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ _c	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ _s	スカートの組合せ応力	MPa
σ _{s1}	スカートの運転時質量による軸方向応力	MPa
σ _{s2}	スカートの曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ _{s3}	スカートの鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ _{x1} , σ _{φ1}	静水頭又は内圧により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ _{x2}	胴の運転時質量による軸方向引張応力	MPa
σ _{x3}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ _{x4}	地震により胴に生じる軸方向応力	MPa
σ _{x5}	胴の鉛直方向地震による軸方向引張応力	MPa
σ _{x6}	胴の鉛直方向地震による軸方向圧縮応力	MPa
σ _{xc}	胴の軸方向応力の和 (圧縮側)	MPa
σ _{xt}	胴の軸方向応力の和 (引張側)	MPa
σ _φ	胴の周方向応力の和	MPa
σ _{φ2}	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
τ _b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ _s	地震によりスカートに生じるせん断応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

注：「設計・建設規格」とは，発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC-1-2005）（日本機械学会 2005年9月及び2007年9月）をいう。

「ASME BPVC セクションII」とは，

The American Society of Mechanical Engineers 「Boiler and Pressure Vessels Code」
Section II ; Material Specifications （米国機械学会 セクションII 材料規格）
をいう。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

(1) 計算モデル

本容器は、1.2項より図2-1に示す下端固定の1質点系振動モデルあるいは下端固定上端支持の1質点系振動モデルとして考える。

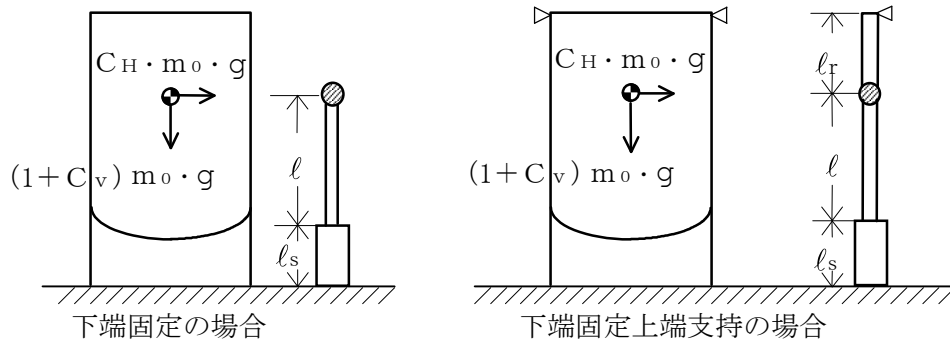


図2-1 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

a. 下端固定の場合

曲げ及びせん断変形によるばね定数KHは次式で求める。

$$K_H = 1000 \left\{ \frac{l^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{1}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot (3 \cdot l^2 \cdot l_s + 3 \cdot l \cdot l_s^2 + l_s^3) + \frac{l}{G \cdot A_e} + \frac{l_s}{G_s \cdot A_{s_e}} \right\} \dots \dots \dots (2.1.1)$$

ここで、スカートの開口部（図 2-2 参照）による影響を考慮し、胴及びスカートの断面性能は次のように求める。

胴の断面性能は

$$I = \frac{\pi}{8} \cdot (D_i + t)^3 \cdot t \dots \dots \dots (2.1.2)$$

$$A_e = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots \dots \dots (2.1.3)$$

スカートの断面性能は

$$I_s = \frac{\pi}{8} \cdot (D_s + t_s)^3 \cdot t_s - \frac{1}{4} \cdot (D_s + t_s)^2 \cdot t_s \cdot Y \dots \dots \dots (2.1.4)$$

スカート開口部の水平断面における最大円周長さは、（図 2-2 及び図 2-3 参照）

$$Y = \sum_{j=1}^{j_1} (D_s + t_s) \cdot \sin^{-1} \left(\frac{D_j}{D_s + t_s} \right) \quad \dots\dots\dots (2.1.5)$$

$$A_{se} = \frac{2}{3} \cdot \{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s \quad \dots\dots\dots (2.1.6)$$

したがって、固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \quad \dots\dots\dots (2.1.7)$$

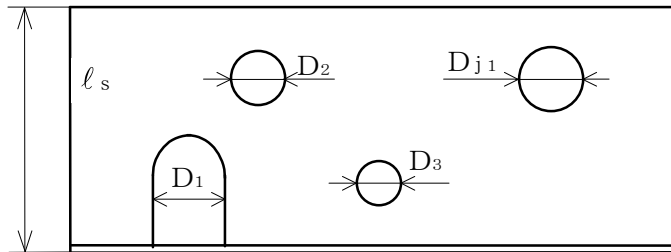


図2-2 スカート開口部の形状

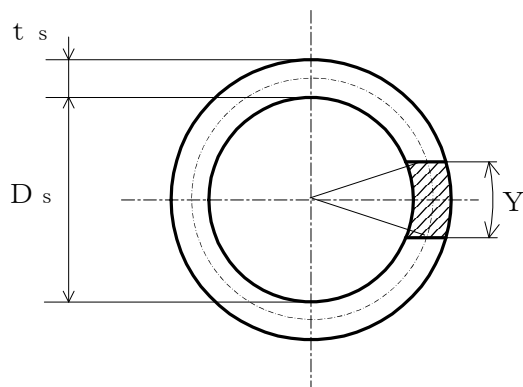


図2-3 スカート開口部の水平断面における最大円周長さ

b. 下端固定上端支持の場合

重心の位置に水平方向の荷重Qが作用したときに上端の支持部に生じる反力Q'は、図2-4に示すように荷重Q及び反力Q'による上端の変位量δとδ'が等しいとして求める。

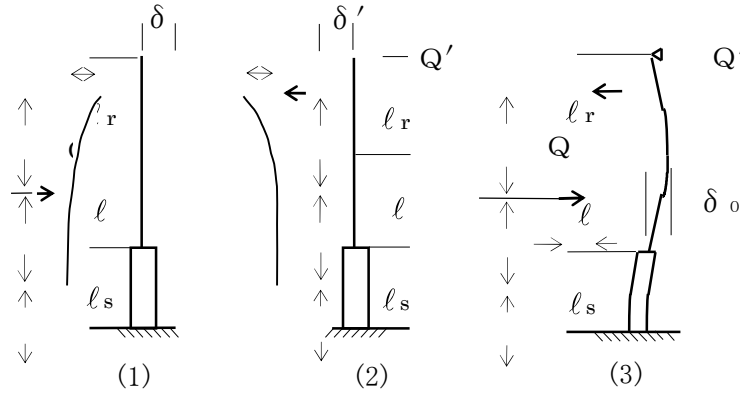


図2-4 下端固定上端支持の場合の変形モデル

図2-4の(1)の場合

$$\delta = \frac{Q \cdot l^2}{6 \cdot E \cdot I} \cdot (2 \cdot l + 3 \cdot l_r) + \frac{Q}{6 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot \{2 \cdot l_s^3 + 3 \cdot l_s^2 \cdot l_r + 6 \cdot l_s \cdot l \cdot (l_s + l + l_r)\} + \frac{Q \cdot l}{G \cdot A_e} + \frac{Q \cdot l_s}{G_s \cdot A_{se}} \dots \dots \dots (2.1.8)$$

図2-4の(2)の場合

$$\delta' = \frac{Q' \cdot (l + l_r)^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{Q'}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot \{3 \cdot (l + l_r)^2 \cdot l_s + 3 \cdot (l + l_r) \cdot l_s^2 + l_s^3\} + \frac{Q' \cdot (l + l_r)}{G \cdot A_e} + \frac{Q' \cdot l_s}{G_s \cdot A_{se}} \dots \dots \dots (2.1.9)$$

(2.1.8) 式と (2.1.9) 式を等しく置くことにより、

$$Q' = Q \cdot \left\{ \frac{l^2 \cdot (2 \cdot l + 3 \cdot l_r)}{6 \cdot E \cdot I} + \frac{2 \cdot l_s^3 + 3 \cdot l_s^2 \cdot l_r + 6 \cdot l_s \cdot l \cdot (l_s + l + l_r)}{6 \cdot E_s \cdot I_s} + \frac{l}{G \cdot A_e} + \frac{l_s}{G_s \cdot A_{se}} \right\} \Bigg/ \left\{ \frac{(l + l_r)^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{3 \cdot (l + l_r)^2 \cdot l_s + 3 \cdot (l + l_r) \cdot l_s^2 + l_s^3}{3 \cdot E_s \cdot I_s} + \frac{l + l_r}{G \cdot A_e} + \frac{l_s}{G_s \cdot A_{se}} \right\} \dots \dots \dots (2.1.10)$$

したがって、図2-4の(3)に示す重心位置での変位量 δ_o は図2-4の(1)及び(2)の重心位置での変位量の重ね合せから求めることができ、ばね定数 K_H は次式で求める。

$$K_H = \frac{Q}{\delta_o} = 1000 \left/ \left\{ \frac{l^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{3 \cdot l^2 \cdot l_s + 3 \cdot l \cdot l_s^2 + l_s^3}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \right. \right. \\ \left. \left. + \left(1 - \frac{Q'}{Q} \right) \cdot \left(\frac{l}{G \cdot A_e} + \frac{l_s}{G_s \cdot A_{se}} \right) - \frac{Q'}{Q} \cdot \left(\frac{2 \cdot l^3 + 3 \cdot l^2 \cdot l_r}{6 \cdot E \cdot I} \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \frac{3 \cdot l_s^2 \cdot l + l_s^3 + 3 \cdot l_s \cdot l^2 + 3 \cdot l_s \cdot l \cdot l_r + \frac{3}{2} \cdot l_s^2 \cdot l_r}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \right) \right\} \right. \quad (2.1.11)$$

固有周期は(2.1.7)式により求める。

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数 K_v は、次式で求める。

$$K_v = 1000 \left/ \left(\frac{l}{E \cdot A} + \frac{l_s}{E_s \cdot A_s} \right) \right. \quad (2.1.12)$$

$$A = \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \quad (2.1.13)$$

$$A_s = \{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s \quad (2.1.14)$$

したがって、固有周期 T_v は次式で求める。

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_o}{K_v}} \quad (2.1.15)$$

2.2 応力の計算方法

応力計算において、静的地震力を用いる場合は絶対値和を用い、動的地震力を用いる場合は、S R S S法を用いることができる。

2.2.1 胴の応力

(1) 静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = 0 \quad \dots\dots\dots (2.2.1.3)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.4)$$

$$\sigma_{\phi 2} = 0 \quad \dots\dots\dots (2.2.1.5)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.6)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がスカートと接合する点を境界として、上部には胴自身の質量による圧縮応力が、下部には下部の胴自身の質量と内容物の質量による引張応力が生じる。

下部の胴について

$$\sigma_{x 2} = \frac{(m_o - m_e) \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.7)$$

$$\sigma_{x 5} = \frac{(m_o - m_e) \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.8)$$

上部の胴について

$$\sigma_{x 3} = \frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.9)$$

$$\sigma_{x 6} = \frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.10)$$

(3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はスカート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

a. 下端固定の場合

$$\sigma_{x4} = \frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \ell}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (2.2.1.11)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (2.2.1.12)$$

b. 下端固定上端支持の場合

$$\sigma_{x4} = \frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left| \ell - \frac{Q'}{Q} \cdot (\ell + \ell_r) \right|}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (2.2.1.13)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left(1 - \frac{Q'}{Q}\right)}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (2.2.1.14)$$

(4) 組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_\phi = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (2.2.1.15)$$

$$\sigma_{ot} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \dots\dots\dots (2.2.1.16)$$

ここで、

【絶対値和】

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x4} + \sigma_{x5} \dots\dots\dots (2.2.1.17)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x4}^2 + \sigma_{x5}^2} \dots\dots\dots (2.2.1.18)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_\phi = -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (2.2.1.19)$$

σ_{xc} が正の値（圧縮側）のとき、次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \dots\dots\dots (2.2.1.20)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sigma_{x6} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.21)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^2 + \sigma_{x6}^2} \quad \dots\dots (2.2.1.22)$$

したがって、胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は、絶対値和、SRSS法それぞれに対して、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{組合せ引張応力} (\sigma_{ot}), \text{組合せ圧縮応力} (\sigma_{oc}) \} \quad \dots\dots\dots (2.2.1.23)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

2.2.2 スカートの応力

(1) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

スカート底部に生じる運転時質量及び鉛直方向地震による圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{m_o \cdot g}{\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s} \quad \dots\dots\dots (2.2.2.1)$$

$$\sigma_{s3} = \frac{m_o \cdot g \cdot C_v}{\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s} \quad \dots\dots\dots (2.2.2.2)$$

(2) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力によりスカートには曲げモーメントが作用する。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

a. 下端固定の場合

$$\sigma_{s2} = \frac{M_s}{(D_s + t_s) \cdot t_s \cdot \left\{ \frac{\pi}{4} \cdot (D_s + t_s) - \frac{Y}{2} \right\}} \quad \dots\dots\dots (2.2.2.3)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_o \cdot g}{\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s} \quad \dots\dots\dots (2.2.2.4)$$

ここで,

$$M_s = C_H \cdot m_o \cdot g \cdot (\ell_s + \ell) \quad \dots\dots\dots (2.2.2.5)$$

b. 下端固定上端支持の場合

軸方向応力は (2.2.2.3) 式で表されるが、曲げモーメント M_s は次の M_{s1} 又は M_{s2} のいずれか大きい方の値とする。

$$M_{s1} = C_H \cdot m_o \cdot g \cdot \left| l - \frac{Q'}{Q} \cdot (l + l_r) \right| \dots\dots\dots (2.2.2.6)$$

$$M_{s2} = C_H \cdot m_o \cdot g \cdot \left| l_s + l - \frac{Q'}{Q} \cdot (l_s + l + l_r) \right| \dots\dots\dots (2.2.2.7)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_o \cdot g \cdot (1 - \frac{Q'}{Q})}{\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s} \dots\dots\dots (2.2.2.8)$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力は次式で求める。

【絶対値和】

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \dots\dots\dots (2.2.2.9)$$

【SRSS法】

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s3}^2})^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \dots\dots\dots (2.2.2.10)$$

2.2.3 基礎ボルトの応力

(1) 引張応力

基礎に作用する転倒モーメント M_s は下端固定の場合、(2.2.2.5)式を、下端固定上端支持の場合は(2.2.2.6)式又は(2.2.2.7)式を用いる。

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。(図2-5参照)

以下にその手順を示す。

- a. σ_b 及び σ_c を仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数 k を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}} \dots\dots\dots (2.2.3.1)$$

- b. 基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度 α を求める。

$$\alpha = \cos^{-1} (1 - 2 \cdot k) \dots\dots\dots (2.2.3.2)$$

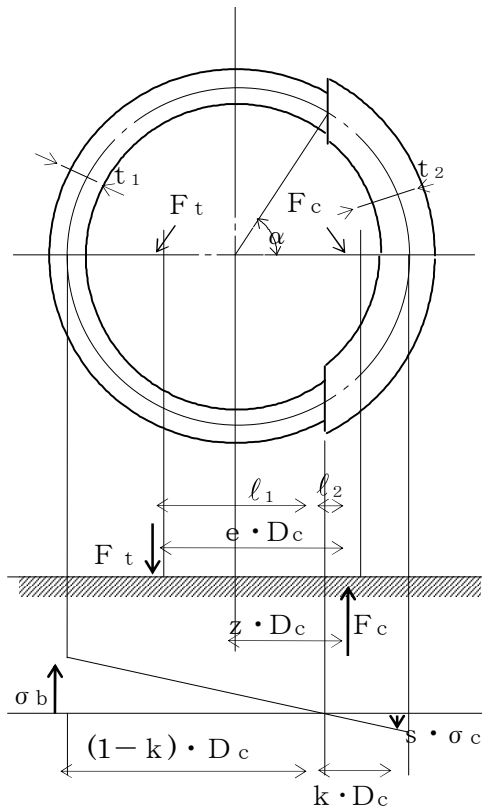


図2-5 基礎の荷重説明図

c. 各定数 e , z , C_t 及び C_c を求める。

$$e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \cdot (\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\} \dots\dots\dots (2.2.3.3)$$

$$z = \frac{1}{2} \cdot \left(\cos \alpha + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right) \dots\dots\dots (2.2.3.4)$$

$$C_t = \frac{2 \cdot \{ (\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \}}{1 + \cos \alpha} \dots\dots\dots (2.2.3.5)$$

$$C_c = \frac{2 \cdot (\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} \dots\dots\dots (2.2.3.6)$$

d. 各定数を用いて F_t 及び F_c を求める。

【絶対値和】

$$F_t = \frac{M_s - (1 - C_v) \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c} \dots\dots\dots (2.2.3.7)$$

$$F_c = F_t + (1 - C_v) \cdot m_0 \cdot g \dots\dots\dots (2.2.3.8)$$

【SRSS法】

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z}{e} \cdot m_0 \cdot g \dots\dots\dots (2.2.3.9)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v \cdot m_0 \cdot g \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + (1 - \frac{z}{e}) \cdot m_0 \cdot g \dots\dots\dots (2.2.3.10)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 α が π に等しくなったときであり、(2.2.3.3) 式及び (2.2.3.4) 式において α を π に近づけた場合の値 $e = 0.75$ 及び $z = 0.25$ を (2.2.3.7) 式又は (2.2.3.9) 式に代入し、得られる F_t の値によって引張力の有無を次のように判定する。

$F_t \leq 0$ ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e. σ_b 及び σ_c を求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \dots\dots\dots (2.2.3.11)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \dots\dots\dots (2.2.3.12)$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \dots\dots\dots (2.2.3.13)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{bo} - D_{bi}) - t_1 \dots\dots\dots (2.2.3.14)$$

σ_b 及び σ_c がa項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合の σ_b 及び σ_c を基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2) せん断応力

a. 下端固定の場合

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_o \cdot g}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.3.15)$$

b. 下端固定上端支持の場合

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_o \cdot g \cdot (1 - \frac{Q'}{Q})}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.3.16)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

2.1 項で求めた固有周期から，水平方向及び鉛直方向の設計震度を求める。

3.2 応力の評価

3.2.1 胴の応力評価

2.2.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。

応力の種類	許容応力 S_a
一次一般膜応力	設計降伏点 S_y と設計引張強さ S_u の0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては許容引張応力 S の1.2倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

3.2.2 スカートの応力評価

(1) 2.2.2項で求めたスカートの組合せ応力が許容引張応力 f_t 以下であること。

$$f_t = \frac{F}{1.5} \cdot 1.5 \quad \dots\dots\dots (3.2.2.1)$$

(2) 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (3.2.2.2)$$

ここで， f_c は次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \quad \dots\dots\dots (3.2.2.3)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left(\frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (3.2.2.4)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \phi_1 \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \right) \quad \dots\dots\dots (3.2.2.5)$$

ただし、 $\phi_1(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E_s}{x} \cdot \left[1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x}\right) \right\} \right] \cdot \dots\dots\dots (3.2.2.6)$$

また、 f_b は次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \quad \dots\dots\dots (3.2.2.7)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{9600 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \cdot \left[1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2 \left(\frac{9600 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \dots\dots\dots (3.2.2.8)$$

$$\frac{9600 \cdot g}{F} \leq \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_b = \phi_2 \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \right) \quad \dots\dots\dots (3.2.2.9)$$

ただし、 $\phi_2(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E_s}{x} \cdot \left[1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x}\right) \right\} \right] \cdot \dots\dots (3.2.2.10)$$

η は安全率で次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 \quad \dots\dots\dots (3.2.2.11)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \quad \dots\dots\dots (3.2.2.12)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1.5 \quad \dots\dots\dots (3.2.2.13)$$

3.2.3 基礎ボルトの応力評価

2.2.3項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.2.3.1)$$

かつ,

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.2.3.2)$$

ただし, f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

	許容引張応力 f_{to}	許容せん断応力 f_{sb}
計 算 式	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

サブドレン集水設備の強度に関する説明書

1. 強度評価の方針

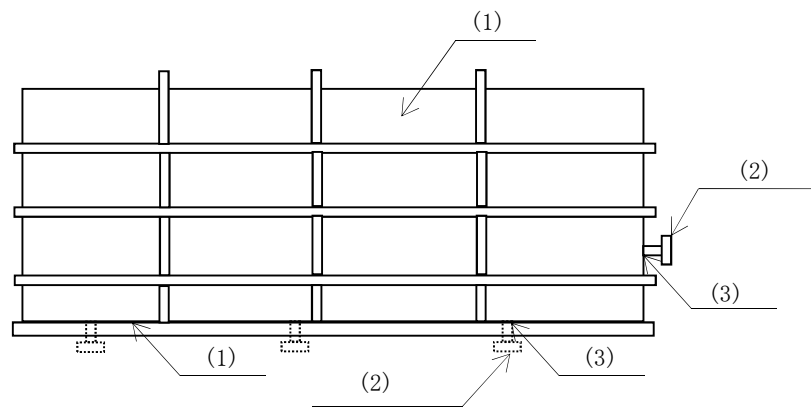
強度評価においては、中継タンクは JIS 等に準じた評価を行う。集水タンク及び主配管（鋼管、伸縮継手）は「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「設計・建設規格」という。）のクラス 3 機器またはクラス 3 配管に、準じた評価を行う。

2. 強度評価

2.1 中継タンク

2.1.1 評価箇所

強度評価箇所を図－1 に示す。



図中の番号は、2.1.2 の番号に対応する。

図－1 中継タンク概要図

2.1.2 評価方法

(1) 側板、底板の評価

中継タンクの側板、底板の必要厚さは、それぞれ次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ

側板、底板の最小厚さは、それぞれ 4.5mm, 6.0mm とする。

b. 計算上必要な厚さ：t

$$t = d (\beta \cdot P / f_b \cdot \eta)^{1/2} + c$$

$$\delta = \alpha \cdot P \cdot d^4 / E \cdot (T - c)^3 \leq d / 300$$

ここに、 t : 最小必要厚さ (mm)

β : d/D に対する応力係数

d : 短辺の長さ (mm)
 D : 長辺の長さ (mm)
 P : 作用する荷重 (MPa)
 fb : 許容曲げ応力 (N/mm²)
 η : 溶接継手効率
 c : 腐れ代 (mm)
 δ : 最大たわみ量 (mm)
 α : d/Dに対するたわみ係数
 E : 縦弾性係数 (N/mm²)
 T : 使用板厚 (mm)

(2) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ

管台の外径に応じ、「JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造（全溶接製）」に規定された値とする。

b. 計算上必要な厚さ：t

$$t = D_i \times H \times \rho / (0.204 \times S \times \eta) \times 1000 + c$$

ここに、 t : 必要厚さ (mm)

D_i : 管台の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率

c : 腐れ代 (mm)

(3) 管台の穴の補強計算

管台取付部の穴の補強について、補強に有効な範囲内にある有効面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにする。

$$A_r = D_p \times t_a$$

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

ここに、 A_r : 補強に必要な面積 (mm²)

D_p : 取付部板の開口径 (mm)

t_a : 腐れ代を差引いた取付部板の板厚 (mm)

A_t : 補強に有効な面積の合計 (mm²)

A₁ : 強め材の有効面積 (= 2 × (D_p - D_r / 2) × t_r) (mm²)

A₂ : 管台（外側）の有効面積 (= 2 × (4 × t_n) × t_n) (mm²)

- A3 : 管台 (板部) の有効面積 ($= 2 \times t \times t_n$) (mm^2)
 A4 : 管台 (内側) の有効面積 ($= 2 \times (4 \times t_n) \times t_n$) (mm^2)
 A5 : 側板腐食代分の有効面積 ($= 2 \times (D_p / 2) \times t_s$) (mm^2)
 Dr : 強め材の開口径 (mm)
 tr : 強め材の実際の板厚 (mm)
 tn : 管台の採用板厚 (mm)
 t : 取付部板の実際の板厚 (mm)
 ts : 取付部板の腐れ代 (mm)

2.1.3 評価結果

評価結果を表-1, 2に示す。必要厚さ等を満足しており, 十分な構造強度を有すると評価している。

表-1 中継タンクの評価結果 (板厚)

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
中継タンク	側板の厚さ	4.5	4.5 以上
	底板の厚さ	6.0	6.0 以上
	管台の厚さ (流出管:65A)	7.0	7.0 以上
	管台の厚さ (ドレン管:50A)	5.5	5.5 以上

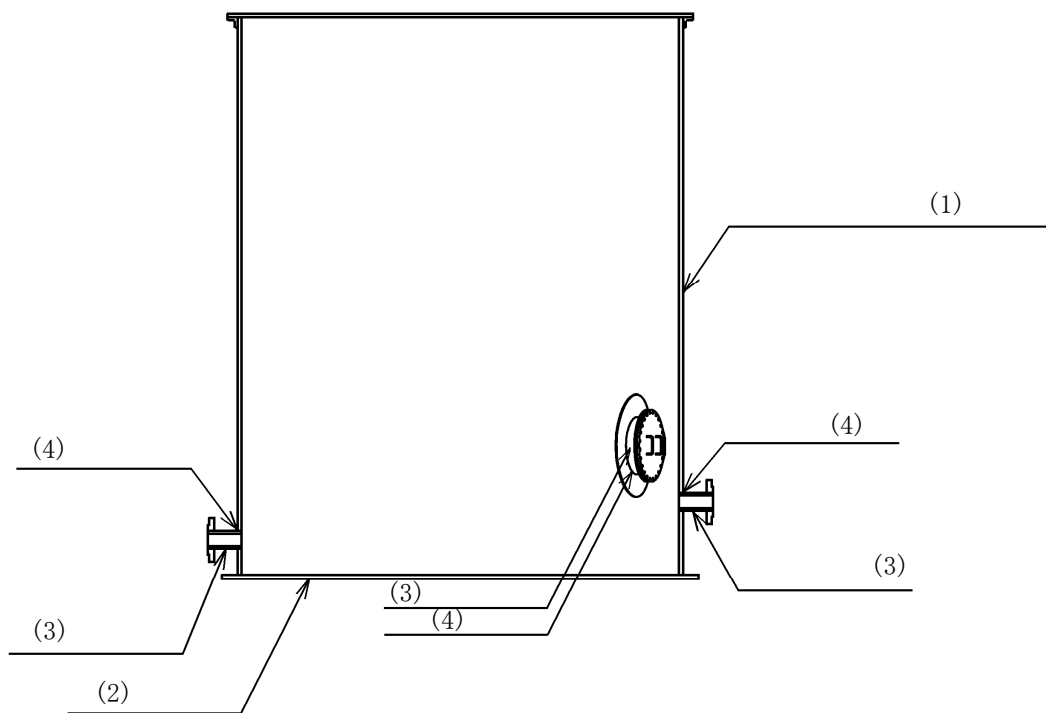
表-2 中継タンクの評価結果（管台の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
		補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
中継タンク	流出管 (65A)	397	555
	ドレン管 (50A)	512	1045

2.2 集水タンク

2.2.1 評価箇所

強度評価箇所を図-2に示す。



図中の番号は、2.2.2, 2.2.3の番号に対応する。

図-2 集水タンク概要図

2.2.2 評価方法

(1) 胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm、その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。

b. 胴の計算上必要な厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2 : 必要厚さ (mm)

D_i : 胴の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1未満の場合は、
1とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率

c. 胴の内径に応じた必要厚さ： t_3

胴の内径が5mを超えるものについては、胴の内径の区分に応じ設計・建設規格 表 PVC-3920-1 より求めた胴の厚さとする。

(2) 底板の厚さの評価

地面、基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは、3mm以上であること。

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 管台の計算上必要な厚さ： t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1 : 必要厚さ (mm)

D_i : 管台の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1未満の場合は、
1とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率

b. 規格上必要な最小厚さ： t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格 表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

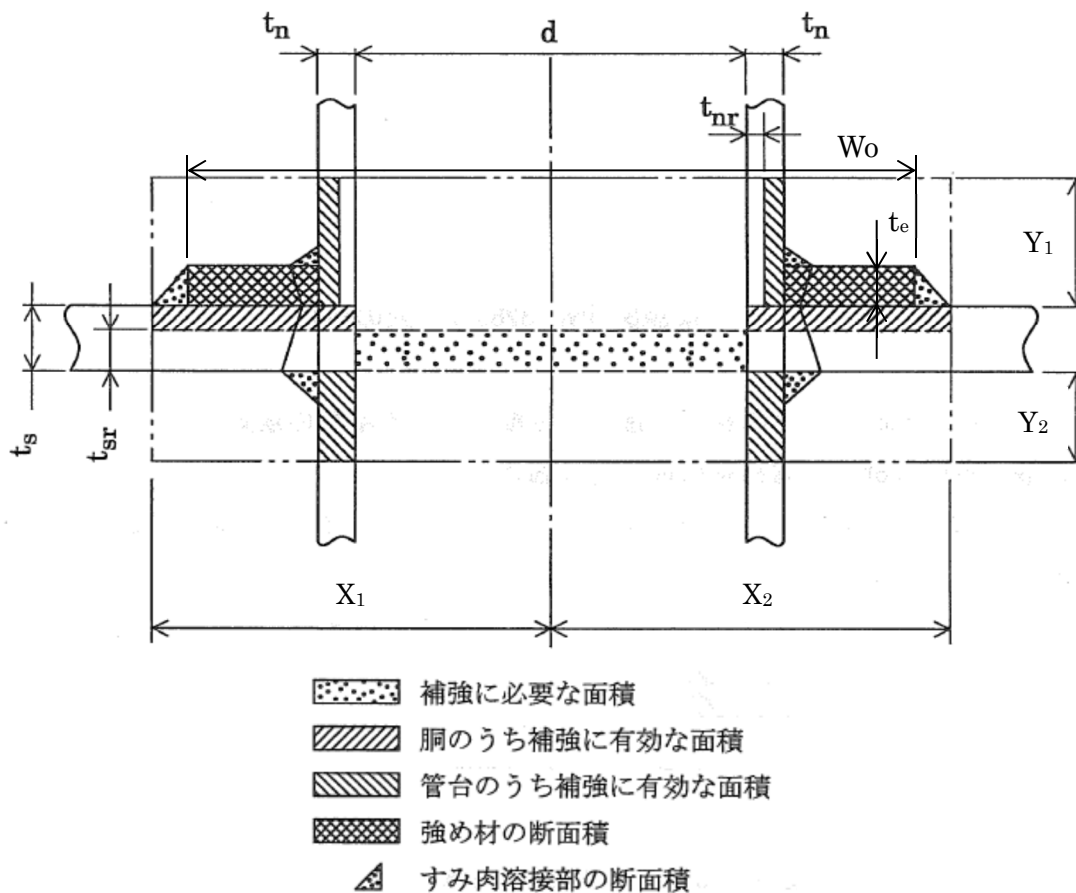
(4) 胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにすること。(図-3参照)

b. 大きい穴の補強を要しない最大径

内径が1500mm以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の2分の1(500mmを超える場合は、500mm)以下および内径が1500mmを超える胴に設ける穴の径が胴の内径の3分の1(1000mmを超える場合は、1000mm)以下の場合は、大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として、予想される破断箇所の強さが、溶接部の負うべき荷重以上であること。(図-3参照)



d : 胴の断面に現れる穴の径 (mm)	X ₁ , X ₂ , Y ₁ , Y ₂ : 補強の有効範囲 (mm)
t _s : 胴板の厚さ (mm)	W _o : 強め材の外径 (mm)
t _{sr} : 胴板の計算上必要な厚さ (mm)	t _e : 強め材の厚さ (mm)
t _n : 管台の厚さ (mm)	A _r : 補強に必要な面積 (mm ²)
t _{nr} : 管台の計算上必要な厚さ (mm)	A _o : 補強に有効な総面積 (mm ²)

図-3 補強計算概念図

2.2.3 評価結果

評価結果を表-3, 4に示す。必要厚さ等を満足しており, 十分な構造強度を有すると評価している。

表-3 集水タンクの評価結果 (板厚)

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
集水タンク	(1) 胴板の厚さ	11.7	12.0
	(2) 底板の厚さ	3.00	11.2
	(3) 管台の厚さ (100A)	3.50	5.25
	(3) 管台の厚さ (200A)	3.50	7.18
	(3) 管台の厚さ (マンホール)	3.50	11.2

表-4 集水タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
集水タンク	(4) 胴 (100A 管台)	補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
		7.318×10 ²	1.6222×10 ³
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所 の強さ (N)
		3.5520×10 ⁴	1.05278×10 ⁵
	(4) 胴 (200A 管台)	補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
		1.4204×10 ³	3.1414×10 ³
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所 の強さ (N)
		6.1220×10 ⁴	2.88899×10 ⁵
	(4) 胴 (マンホール)	補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
		4.466×10 ³	7.6348×10 ³
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所 の強さ (N)
		1.6324×10 ⁵	1.160164×10 ⁶

2.3 主配管

2.3.1 評価箇所

強度評価箇所を図-4に示す。

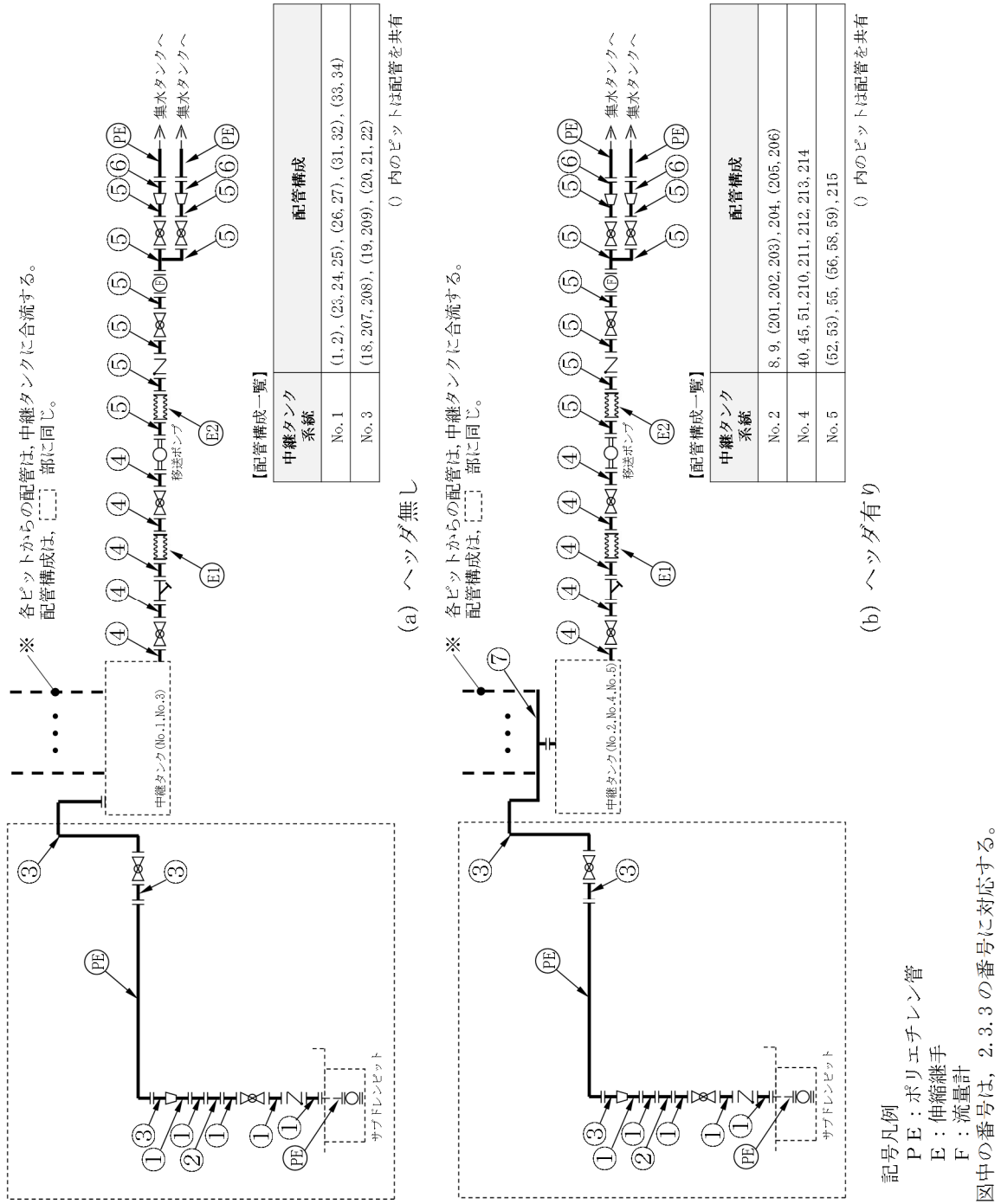
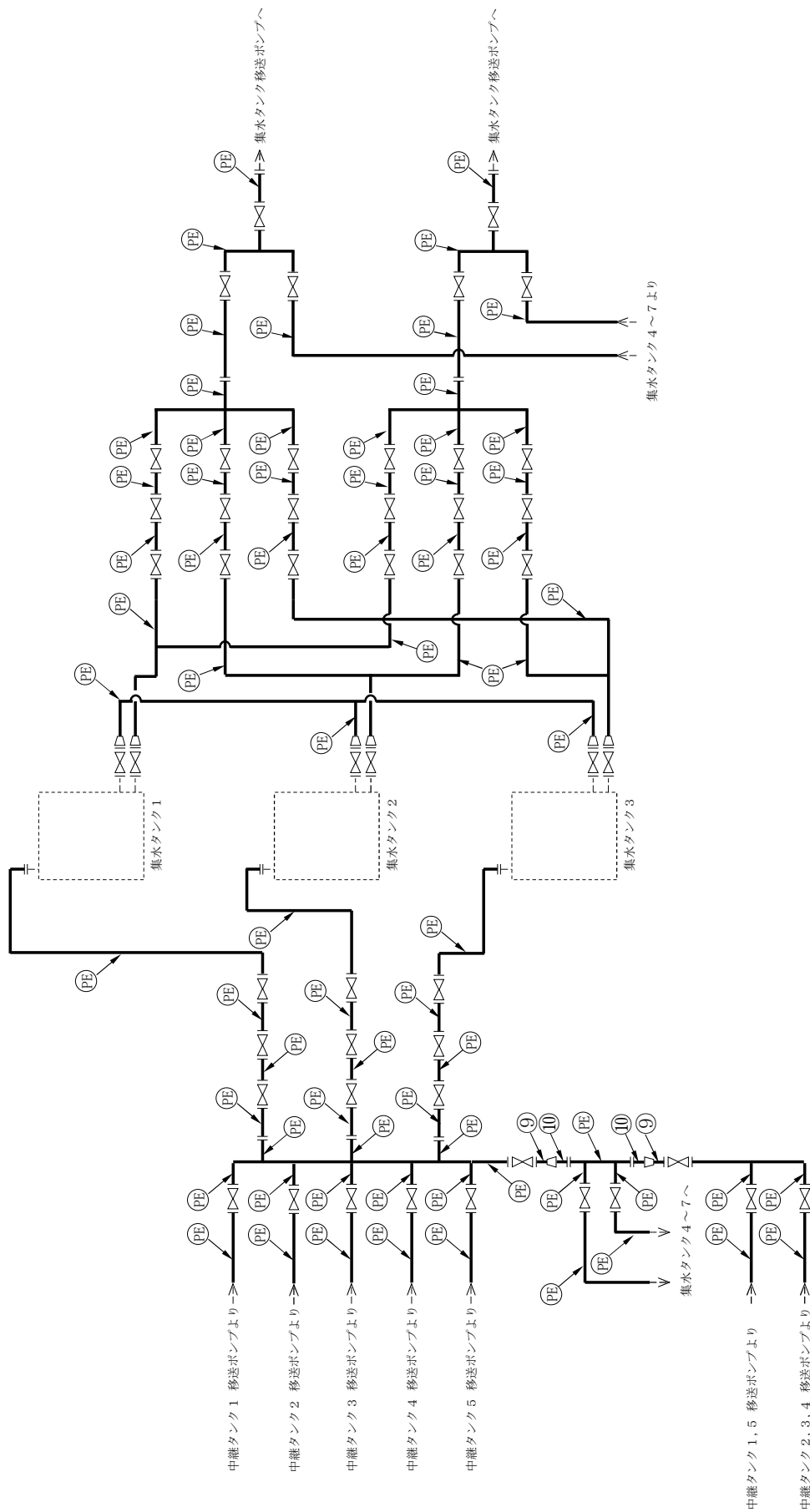


図-4 配管概略図 (1/3)

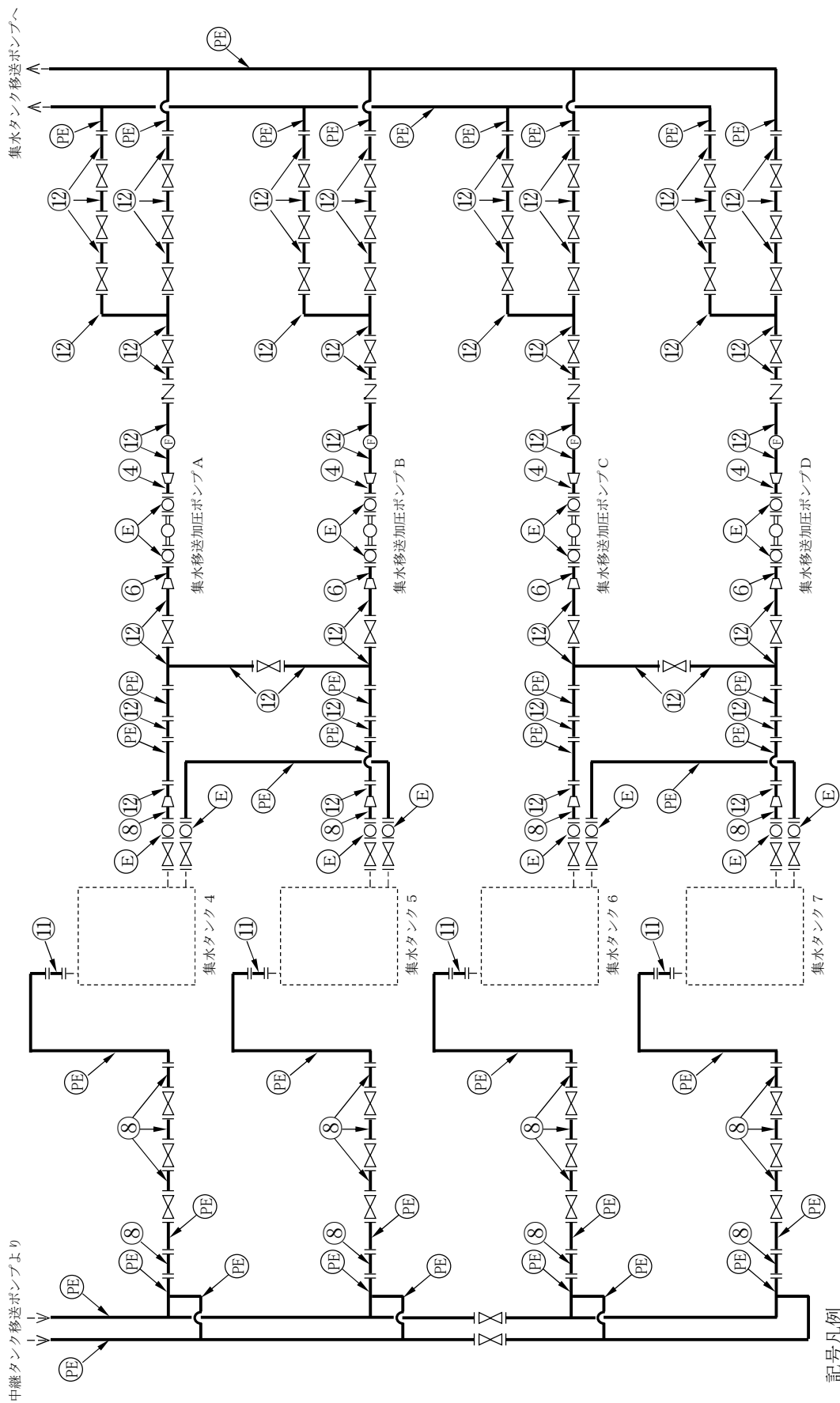


記号凡例

PE：ポリエチレン管

図中の番号は、2.3.3の番号に対応する。

図一4 配管概略図 (2/3)



図中の番号は、2.3.3の番号に対応する。

図一4 配管概略図 (3/3)

2.3.2 評価方法

(1) 管の厚さの評価

管の必要な厚さは、次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 内面に圧力を受ける管

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

t : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_o : 管の外径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率

b. 炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小必要厚さ : t_t

設計・建設規格 PPD-3411(3)の表 PPD-3411-1 より求めた値

(2) 伸縮継手における疲労評価

伸縮継手については、次の計算式により計算した許容繰返し回数が、実際の繰返し回数以上のものとする。

$$N = \left(\frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

N : 許容繰返し回数

σ : 継手部応力 (MPa)

ここで、継手部応力は、調整リングが付いていない場合の以下の式により計算した値とする。

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t^2 \cdot c}$$

E : 材料の縦弾性係数 (MPa)

t : 継手部の板の厚さ (mm)

σ : 全伸縮量 (mm)

n : 継手部の波数の2倍の値

b : 継手部の波のピッチの2分の1 (mm)

h : 継手部の波の高さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

c : 継手部の層数

2.3.3 評価結果

評価結果を表-5, 6に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有していると評価している。

表－5 配管の評価結果（管厚）

No.	外径 (mm)	材料	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (℃)	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
①	42.70	STPG370	0.98	40	1.90	3.10
②	42.70	SUS316LTP	0.98	40	0.18	3.10
③	48.60	STPG370	0.98	40	2.20	3.20
④	76.30	STPG370	0.98	40	2.70	4.55
⑤	60.50	STPG370	0.98	40	2.40	3.40
⑥	89.10	STPG370	0.98	40	3.00	4.81
⑦	216.3	SUS316LTP	0.98	40	1.31	5.85
⑧	216.3	STPG370	0.98	40	3.80	7.18
⑨	318.5	STPG370	0.98	40	3.80	9.01
⑩	355.6	STPG370	0.98	40	3.80	9.71
⑪	216.3	SUS316LTP	0.49	40	0.46	7.18
⑫	114.3	STPG370	0.98	40	3.40	5.25

表－6 伸縮継手の評価結果（管厚）

No.	材料	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (℃)	許容繰り 返し回数 (回)	実際の繰り 返し回数 (回)
E1	SUS316L	0.98	40	2.4×10^3	0.1×10^3
E2	SUS316L	0.98	40	1.0×10^3	0.1×10^3

サブドレン他浄化設備の強度に関する説明書

1. 強度評価の方針

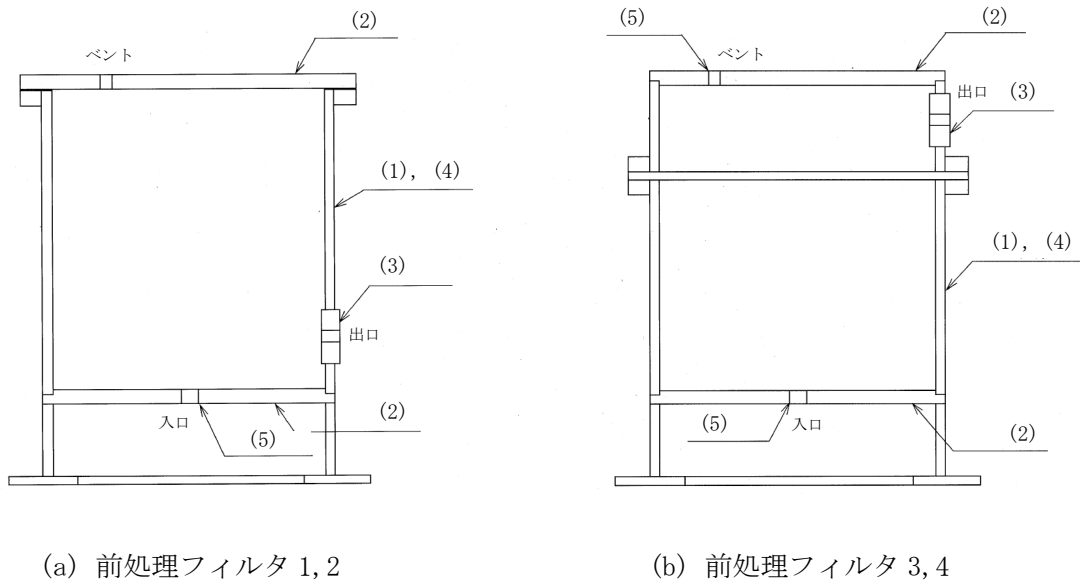
サブドレン他浄化設備を構成する主要な機器及び主配管（鋼管，伸縮継手）は，強度評価においては，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下，「設計・建設規格」という。）のクラス 3 機器またはクラス 3 配管に準じた評価を行う。

2. 強度評価

2.1 前処理フィルタ

2.1.1 評価箇所

強度評価箇所を図－ 1 に示す。



図中の番号は， 2.1.2 及び 2.1.3 の番号に対応する。

図－ 1 前処理フィルタ概要図

2.1.2 評価方法

(1) 胴の厚さの評価

胴に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあつては 3mm，その他の材料で作ら

れたものにあつては 1.5mm とする。

b. 内面に圧力を受ける胴の必要厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

t_2 : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_i : 胴の内径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

(2) 平板の厚さの評価

平板の厚さは、次に掲げる値のうちいずれかによるものとする。

a. 平板に穴を設ける場合であつて、穴の径が平板の径の 2 分の 1 以下であり、穴の補強計算を行うもの。なお、平板の穴の補強計算については (5) 参照。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

t : 必要厚さ (mm)

d : 平板の径 (mm)

K : 取付方法による係数 (-)

P : 最高使用圧力 (MPa)

S : 許容引張応力 (MPa)

b. 平板に穴を設ける場合であつて、穴の径が平板の径の 2 分の 1 以下であり、下記を満足するもの。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot P}{S}}$$

t : 必要厚さ (mm)

d : 平板の径 (mm)

K : 取付方法による係数 (-)

P : 最高使用圧力 (MPa)

S : 許容引張応力 (MPa)

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 内面に圧力を受ける管台： t_1

$$t_1 = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1 : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_o : 管台の外径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

b. 規格上必要な最小厚さ： t_2

炭素鋼鋼管を使用する管台にあつては、管台の外径に応じて設計・建設規格 表 PVC-3610-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 胴の補強を要しない穴の最大径の評価

胴の補強を要しない穴の最大径は、以下で計算した値のうちいずれかとする。

a. 穴の径が 61mm 以下で、かつ、次の式により計算した値以下の穴。

$$d_{r1} = \frac{D - 2 \cdot t_s}{4}$$

d_{r1} : 補強を要しない穴の最大径 (mm)

D : 胴の外径 (mm)

t_s : 胴の最小厚さ (mm)

b. a に掲げるものを除き、穴の径が 200mm 以下で、かつ、設計・建設規格 図 PVD-3122-1 及び図 PVD-3122-2 により求めた値以下の穴。

$$d_{r2} = 8.05 \cdot \sqrt[3]{D \cdot t_s \cdot (1 - K)}$$

d_{r2} : 補強を要しない穴の最大径 (mm)

D : 胴の外径 (mm)

t_s : 胴の最小厚さ (mm)

K : 係数 (-)

ここで、 K は、円筒形の場合、次の式により計算した値で、 $K > 0.99$ のときは、 $K = 0.99$ とする。

$$K = \frac{P \cdot D}{1.82 \cdot S \cdot \eta \cdot t_s}$$

P : 最高使用圧力 (MPa)

D : 胴の外径 (mm)

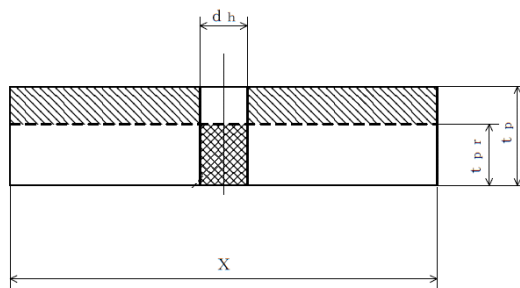
S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

t_s : 胴板の最小厚さ (mm)

(5) 平板の穴の補強計算

補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにすること。(図-2 参照)



d_h : 穴の径 (mm)

t_{pr} : 平板の計算上必要な厚さ (mm)

t_p : 平板の最小厚さ (mm)

X : 補強の有効範囲 (mm)

A_1 : 補強に有効な面積 (mm^2)

A_r : 補強に必要な面積 (mm^2)

 補強に有効な面積

 補強に必要な面積

図-2 補強計算概念図

2.1.3 評価結果

評価結果を表-1～3に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有すると評価している。

表-1 前処理フィルタ評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
前処理フィルタ 1, 2	(1) 胴板の厚さ	4.84	4.84 以上
	(2) 上部平板の厚さ	54.71	54.71 以上
	(2) 下部平板の厚さ	44.75	44.75 以上
	(3) 管台の厚さ	3.80	3.80 以上
前処理フィルタ 3, 4	(1) 胴板の厚さ	4.84	4.84 以上
	(2) 上部平板の厚さ	44.75	44.75 以上
	(2) 下部平板の厚さ	44.75	44.75 以上
	(3) 管台の厚さ	3.80	3.80 以上

表-2 前処理フィルタ評価結果（胴の補強要否）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径 (mm)	穴の径 (mm)
前処理フィルタ 1, 2	(4) 胴（出口）	99.93	99.93 以下
前処理フィルタ 3, 4	(4) 胴（出口）	99.93	99.93 以下

表-3 前処理フィルタ評価結果（平板の穴の補強計算）

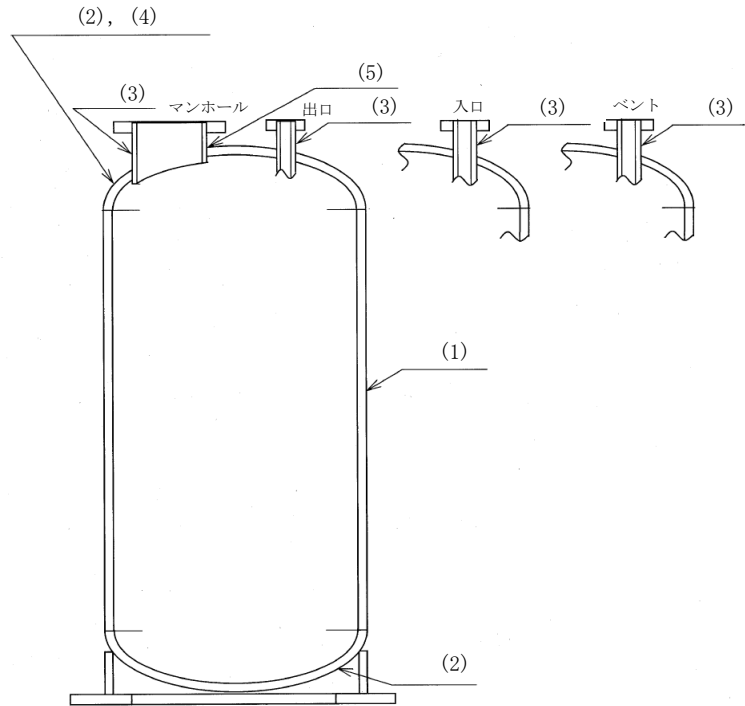
機器名称	評価項目	補強に必要な面積 ^{※1} (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
前処理フィルタ 1, 2	(5) 平板（入口）	1.853×10^3	2.219×10^3
前処理フィルタ 3, 4	(5) 平板（入口）	1.853×10^3	2.219×10^3
	(5) 平板（ベント）	7.474×10^2	2.219×10^3

※1 設計・建設規格 PVD-3322 より、PVC-3160 の規定に準じた面積の2分の1

2.2 吸着塔

2.2.1 評価箇所

強度評価箇所を図-3に示す。



図中の番号は、2.2.2、2.2.3の番号に対応する。

図-3 吸着塔概要図

2.2.2 評価方法

(1) 胴の厚さの評価

胴に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあつては3mm，その他の材料で作られたものにあつては1.5mmとする。

b. 内面に圧力を受ける胴の必要厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

t_2 ：必要厚さ (mm)

P ：最高使用圧力 (MPa)

D_i ：胴の内径 (mm)

S ：許容引張応力 (MPa)

η ：継手効率 (-)

(2) 鏡板の厚さの評価

さら形鏡板に必要な厚さは、以下で計算した値のうちいずれか大きい方の値とする。

a. フランジ部： t_1

$$t_1 = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

t_1 ：必要厚さ (mm)

P：最高使用圧力 (MPa)

D_i ：胴の内径 (mm)

S：許容引張応力 (MPa)

η ：継手効率 (-)

b. 鏡板： t_2

$$t_2 = \frac{P \cdot R \cdot W}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

t_2 ：必要厚さ (mm)

P：最高使用圧力 (MPa)

R：鏡板の中央部における内面の半径 (mm)

W：さら形鏡板の形状による係数 (-)

S：許容引張応力 (MPa)

η ：継手効率 (-)

ここで、Wは以下の式により計算した値とする。

$$W = \frac{1}{4} \cdot \left(3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

R：鏡板の中央部における内面の半径 (mm)

r：さら形鏡板のすみの丸みの内半径 (mm)

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 内面に圧力を受ける管台： t_1

$$t_1 = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1 ：最小厚さ (mm)

P：最高使用圧力 (MPa)

D_o ：管台の外径 (mm)

S：許容引張応力 (MPa)

η ：継手効率 (-)

b. 規格上必要な最小厚さ： t_2

炭素鋼鋼管を使用する管台にあつては、管台の外径に応じて設計・建設規格 表 PVC-3610-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 鏡板の補強を要しない穴の最大径の評価

鏡板の補強を要しない穴の最大径は、以下で計算した値のうちいずれかとする。

- a. 穴の径が 61mm 以下で、かつ、次の式により計算した値以下の穴。

$$d_{r1} = \frac{D - 2 \cdot t_c}{4}$$

d_{r1} : 補強を要しない穴の最大径 (mm)

D : 鏡板のフランジ部の外径 (mm)

t_c : 鏡板の最小厚さ (mm)

- b. a に掲げるものを除き、穴の径が 200mm 以下で、かつ、設計・建設規格 図 PVD-3122-1 及び図 PVD-3122-2 により求めた値以下の穴。

$$d_{r2} = 8.05 \cdot \sqrt[3]{D \cdot t_c \cdot (1 - K)}$$

d_{r2} : 補強を要しない穴の最大径 (mm)

D : 鏡板のフランジ部の外径 (mm)

t_c : 鏡板の最小厚さ (mm)

K : 係数 (-)

ここで、 K は、さら形鏡板の場合、次の式により計算した値で、 $K > 0.99$ のときは、 $K = 0.99$ とする。

$$K = \frac{P \cdot D}{1.82 \cdot S \cdot \eta \cdot t_c}$$

P : 最高使用圧力 (MPa)

D : 鏡板のフランジ部の外径 (mm)

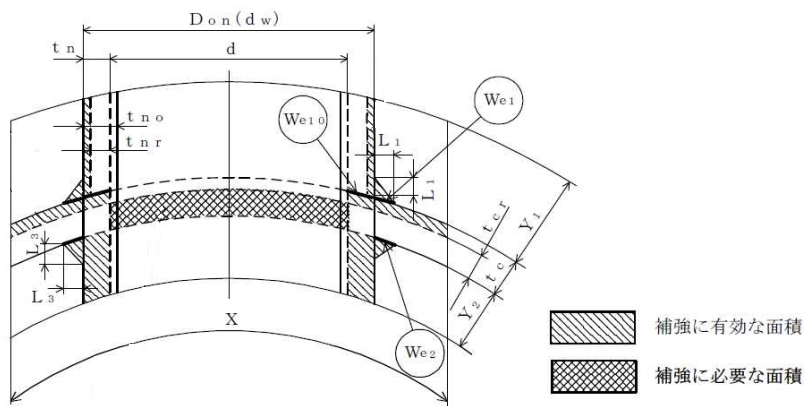
S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

t_c : 鏡板の最小厚さ (mm)

(5) 鏡板の穴の補強計算

- a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにすること。(図-4 参照)
- b. 大きい穴の補強を要しない最大径
内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の 2 分の 1 (500mm を超える場合は、500mm) 以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の 3 分の 1 (1000mm を超える場合は、1000mm) 以下の場合は、大きい穴の補強計算は必要ない。
- c. 溶接部の強度として、予想される破断箇所の強さが、溶接部の負うべき荷重以上であること。(図-4 参照)



- d : 穴の径 (mm)
- d_w : 管台が取り付く穴の径 (mm)
- D_{on} : 管台の外径 (mm)
- t_c : 鏡板の最小厚さ (mm)
- t_{cr} : 鏡板の計算上必要な厚さ (mm)
- t_n : 管台の最小厚さ (mm)
- t_{nr} : 管台の計算上必要な厚さ (mm)
- X, Y_1, Y_2 : 補強の有効範囲 (mm)
- L_1, L_3 : 溶接寸法 (mm)
- A_r : 補強に必要な面積 (mm^2)
- A_0 : 補強に有効な面積 ($= A_1 + A_2 + A_3$) (mm^2)
- W_{ebp1} : 予想される破断箇所の強さ (胴側) ($= W_{e1} + W_{e2}$) (N)
- W_{ebp2} : 予想される破断箇所の強さ (管台側) ($= W_{e1} + W_{e10}$) (N)

図-4 補強計算概念図

2.2.3 評価結果

評価結果を表-4~6に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有すると評価している。

表-4 吸着塔の評価結果 (板厚)

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
吸着塔 1 ~ 5	(1) 胴板の厚さ	10.91	10.91 以上
	(2) 鏡板の厚さ	13.91	13.91 以上
	(3) 管台の厚さ (入口)	3.00	3.00 以上
	(3) 管台の厚さ (出口)	3.00	3.00 以上
	(3) 管台の厚さ (ベント)	2.40	2.40 以上
	(3) 管台の厚さ (マンホール)	3.80	3.80 以上

表－5 吸着塔の評価結果（鏡板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径 (mm)	穴の径 (mm)
吸着塔 1～5	(4) 鏡板 (入口)	200	200 以下
	(4) 鏡板 (出口)	200	200 以下
	(4) 鏡板 (ベント)	200	200 以下
	(4) 鏡板 (マンホール)	200	200 を超える ^{※2}

※2 鏡板の穴の補強計算を行う

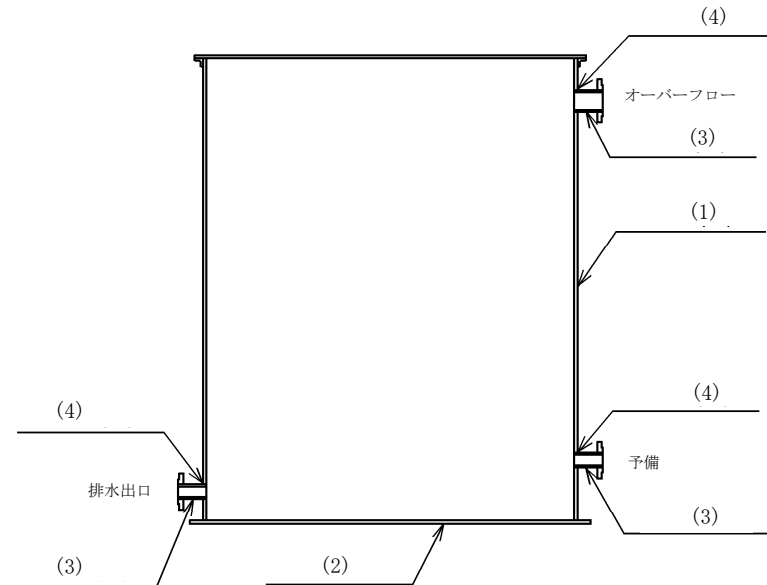
表－6 吸着塔の評価結果（鏡板の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
		補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
吸着塔 1～5	(5) 鏡板 (マンホール)	3.516×10^3	5.252×10^3
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		500	500 以下
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所 の強さ (N)
		5.476×10^4	(胴側) 1.969×10^6
			(管台側) 1.715×10^6

2.3 処理装置供給タンク

2.3.1 評価箇所

強度評価箇所を図-5に示す。



図中の番号は、2.3.2、2.3.3の番号に対応する。

図-5 処理装置供給タンク概要図

2.3.2 評価方法

(1) 胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm，その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。

b. 胴の計算上必要な厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2 ：必要厚さ (mm)

D_i ：胴の内径 (m)

H ：水頭 (m)

ρ ：液体の比重。ただし、1未満の場合は、1とする。

S ：許容引張応力 (MPa)

η ：継手効率 (-)

c. 胴の内径に応じた必要厚さ： t_3

胴の内径が 5m を超えるものについては、胴の内径の区分に応じ設計・建設規格 表 PVC-3920-1 より求めた胴の厚さとする。

(2) 底板の厚さの評価

地面、基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは、3mm 以上であること。

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 管台の計算上必要な厚さ： t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1 : 必要厚さ (mm)

D_i : 管台の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1 未満の場合は、1 とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

b. 規格上必要な最小厚さ： t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格 表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにすること。(図-6 参照)

b. 大きい穴の補強を要しない最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の 2 分の 1 (500mm を超える場合は、500mm) 以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の 3 分の 1 (1000mm を超える場合は、1000mm) 以下の場合は、大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として、予想される破断箇所の強さが、溶接部の負うべき荷重以上であること。(図-6 参照)

表-8 処理装置供給タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

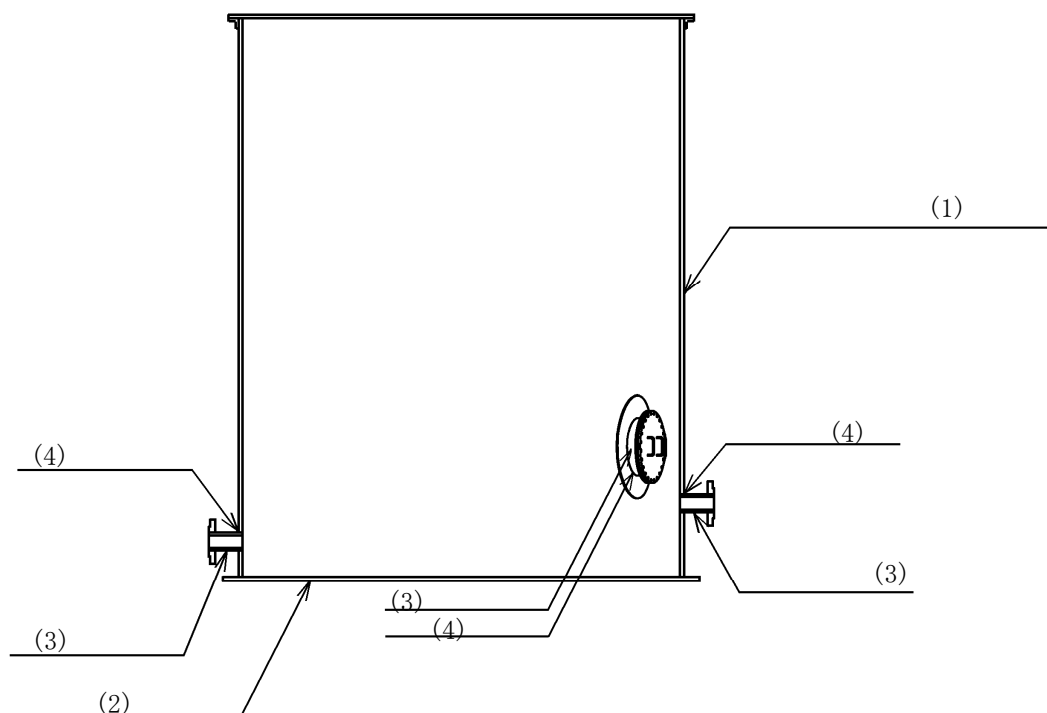
機器名称	評価項目	評価結果	
処理装置供給 タンク (SUS316L)	(4) 胴（排水出口） (4) 胴（予備）	補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		6.961×10^1	7.577×10^2
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
	(4) 胴（オーバーフロー）	溶接部の負う べき荷重 (N)	予想される破断 箇所の強さ (N)
		-6.080×10^4	-※ ³
		補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		1.019×10^2	1.122×10^3
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
処理装置供給 タンク (SM400C)	(4) 胴（排水出口） (4) 胴（予備）	補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		7.756×10^1	7.437×10^2
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
	(4) 胴（オーバーフロー）	溶接部の負う べき荷重 (N)	予想される破断 箇所の強さ (N)
		-5.341×10^4	-※ ³
		補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		1.142×10^2	1.084×10^3
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
(4) 胴（オーバーフロー）	溶接部の負う べき荷重 (N)	予想される破断 箇所の強さ (N)	
	-7.886×10^4	-※ ³	

※3 溶接部の負うべき荷重が負であり溶接部の強度計算は不要

2.4 サンプルタンク，RO 濃縮水処理水中継タンク

2.4.1 評価箇所

強度評価箇所を図－7に示す。



図中の番号は，2.4.2，2.4.3の番号に対応する。

図－7 サンプルタンク，RO 濃縮水処理水中継タンク概要図

2.4.2 評価方法

(1) 胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ： t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm，その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。

b. 胴の計算上必要な厚さ： t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2 : 必要厚さ (mm)

D_i : 胴の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1未満の場合は、
1とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

c. 胴の内径に応じた必要厚さ： t_3

胴の内径が5mを超えるものについては、胴の内径の区分に応じ設計・建設規格 表 PVC-3920-1 より求めた胴の厚さとする。

(2) 底板の厚さの評価

地面、基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは、3mm以上であること。

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 管台の計算上必要な厚さ： t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1 : 必要厚さ (mm)

D_i : 管台の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重。ただし、1未満の場合は、
1とする。

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

b. 規格上必要な最小厚さ： t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格 表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

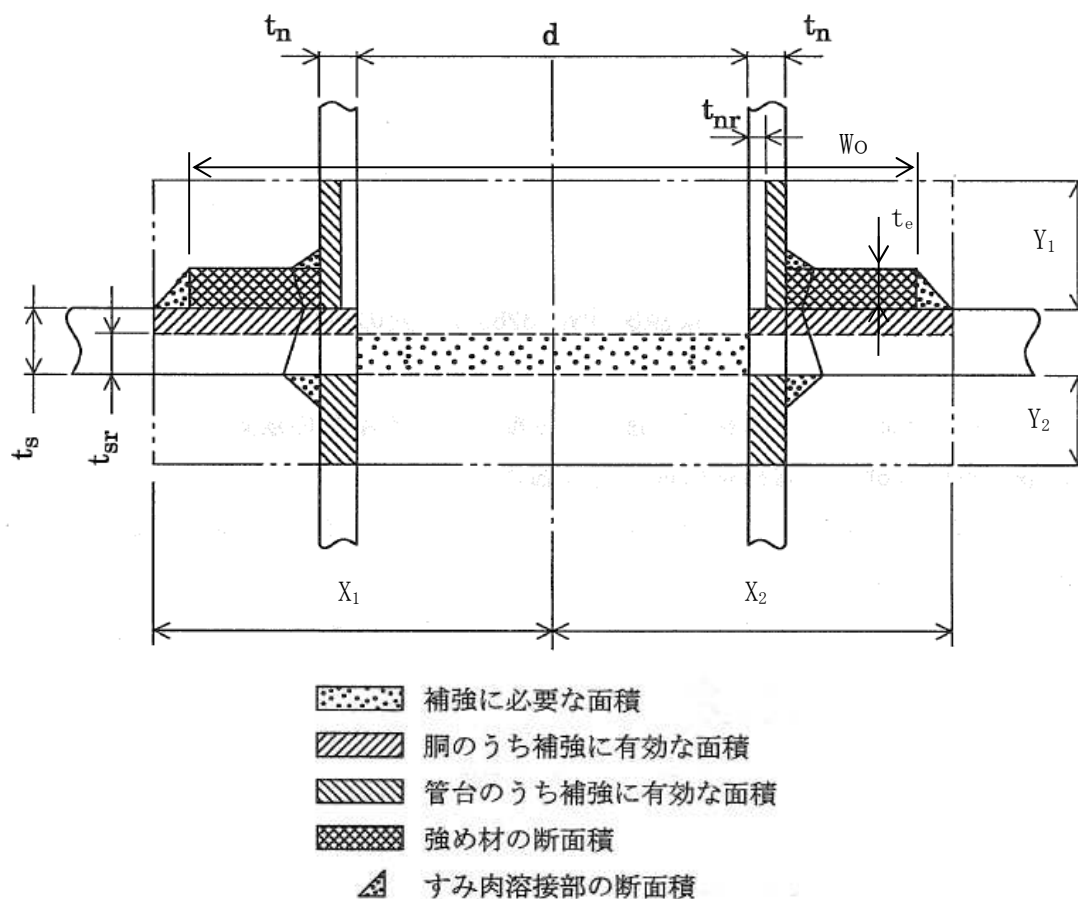
(4) 胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにすること。(図-8参照)

b. 大きい穴の補強を要しない最大径

内径が1500mm以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の2分の1(500mmを超える場合は、500mm)以下および内径が1500mmを超える胴に設ける穴の径が胴の内径の3分の1(1000mmを超える場合は、1000mm)以下の場合は、大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として、予想される破断箇所の強さが、溶接部の負うべき荷重以上であること。(図-8参照)



d : 胴の断面に現れる穴の径 (mm)	X_1, X_2, Y_1, Y_2 : 補強の有効範囲 (mm)
t_s : 胴板の厚さ (mm)	W_o : 強め材の外径 (mm)
t_{sr} : 胴板の計算上必要な厚さ (mm)	t_e : 強め材の厚さ (mm)
t_n : 管台の厚さ (mm)	A_r : 補強に必要な面積 (mm^2)
t_{nr} : 管台の計算上必要な厚さ (mm)	A_o : 補強に有効な総面積 (mm^2)

図-8 補強計算概念図

2.4.3 評価結果

評価結果を表－9，10 に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－9 サンプルタンク，RO濃縮水処理水中継タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
サンプルタンク	(1) 胴板の厚さ	11.7	12.0
	(2) 底板の厚さ	3.00	11.2
	(3) 管台の厚さ (100A)	3.50	5.25
	(3) 管台の厚さ (200A)	3.50	7.18
	(3) 管台の厚さ (マンホール)	3.50	11.2
RO濃縮水処理水 中継タンク	(1) 胴板の厚さ	11.7	12.0
	(2) 底板の厚さ	3.00	11.2
	(3) 管台の厚さ (100A)	3.50	5.25
	(3) 管台の厚さ (200A)	3.50	7.18
	(3) 管台の厚さ (マンホール)	3.50	11.2

表-10 サンプルタンク, RO濃縮水処理水中継タンクの評価結果(胴の穴の補強計算)

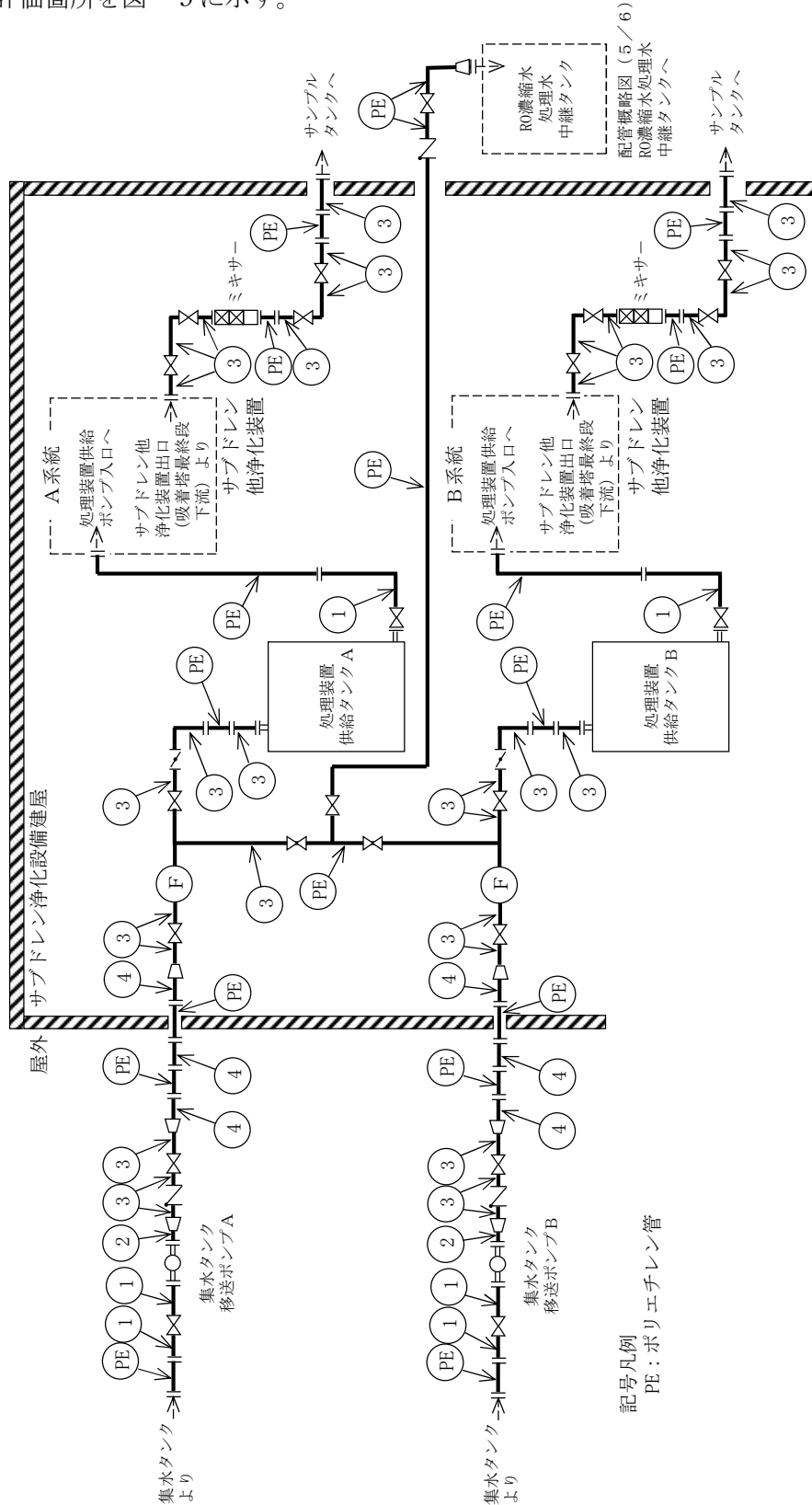
機器名称	評価項目	評価結果	
サンプルタンク	(4) 胴 (100A 管台)	補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
		7.318×10 ²	1.6222×10 ³
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所の強さ (N)
	3.5520×10 ⁴	1.05278×10 ⁵	
	(4) 胴 (200A 管台)	補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
		1.4204×10 ³	3.1414×10 ³
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所の強さ (N)
	6.1220×10 ⁴	2.88899×10 ⁵	
	(4) 胴 (マンホール)	補強に必要な面積 (mm ²)	補強に有効な総面積 (mm ²)
		4.466×10 ³	7.6348×10 ³
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
1000		1000 以下	
溶接部の負うべき荷重 (N)		予想される破断箇所の強さ (N)	
1.6324×10 ⁵	1.160164×10 ⁶		

機器名称	評価項目	評価結果	
RO 濃縮水処理水 中継タンク	(4) 胴 (100A 管台)	補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		7.318×10^2	1.6222×10^3
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき 荷重 (N)	予想される破断 箇所の強さ (N)
	3.5520×10^4	1.05278×10^5	
	(4) 胴 (200A 管台)	補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		1.4204×10^3	3.1414×10^3
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		1000	1000 以下
		溶接部の負うべき 荷重 (N)	予想される破断 箇所の強さ (N)
	6.1220×10^4	2.88899×10^5	
	(4) 胴 (マンホール)	補強に必要な 面積 (mm ²)	補強に有効な 総面積 (mm ²)
		4.466×10^3	7.6348×10^3
		大きな穴の補強を要 しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
1000		1000 以下	
溶接部の負うべき 荷重 (N)		予想される破断 箇所の強さ (N)	
1.6324×10^5	1.160164×10^6		

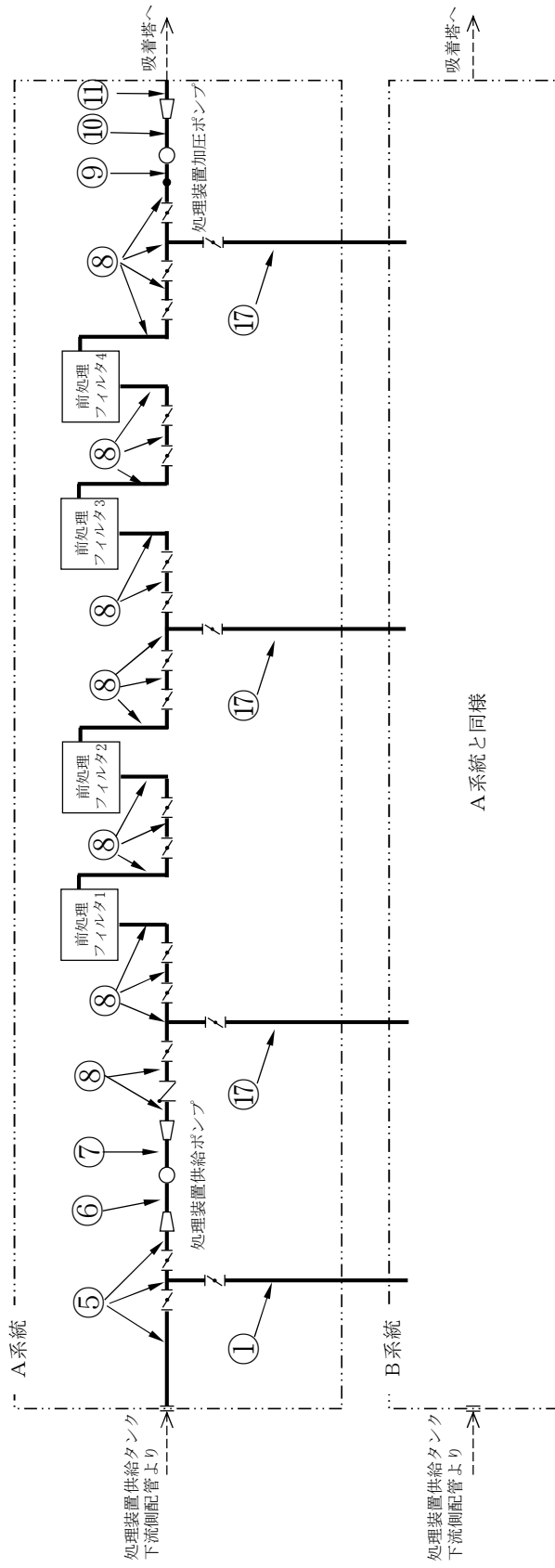
2.5 主配管

2.5.1 評価箇所

強度評価箇所を図-9に示す。

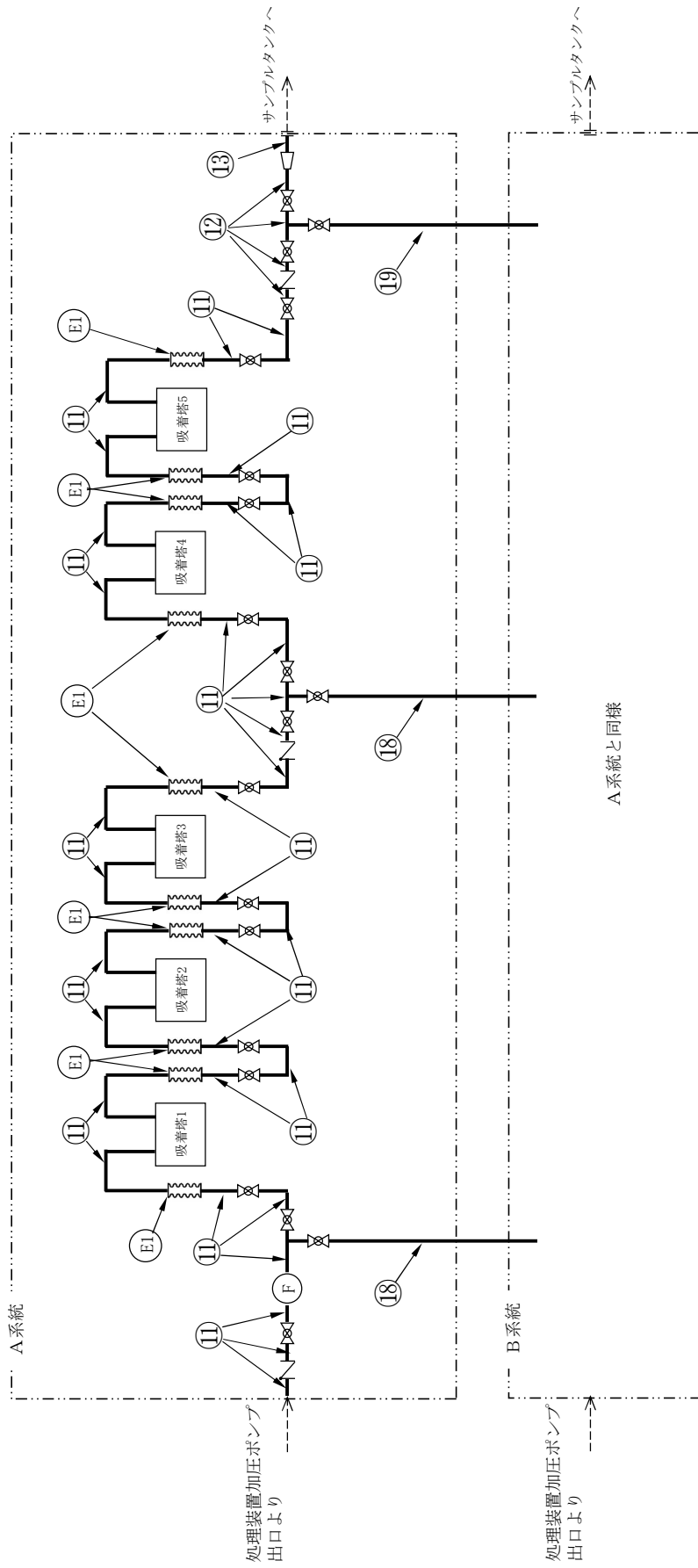


図中の番号は、2.5.3の番号に対応する。



図中の番号は、2.5.3の番号に対応する。

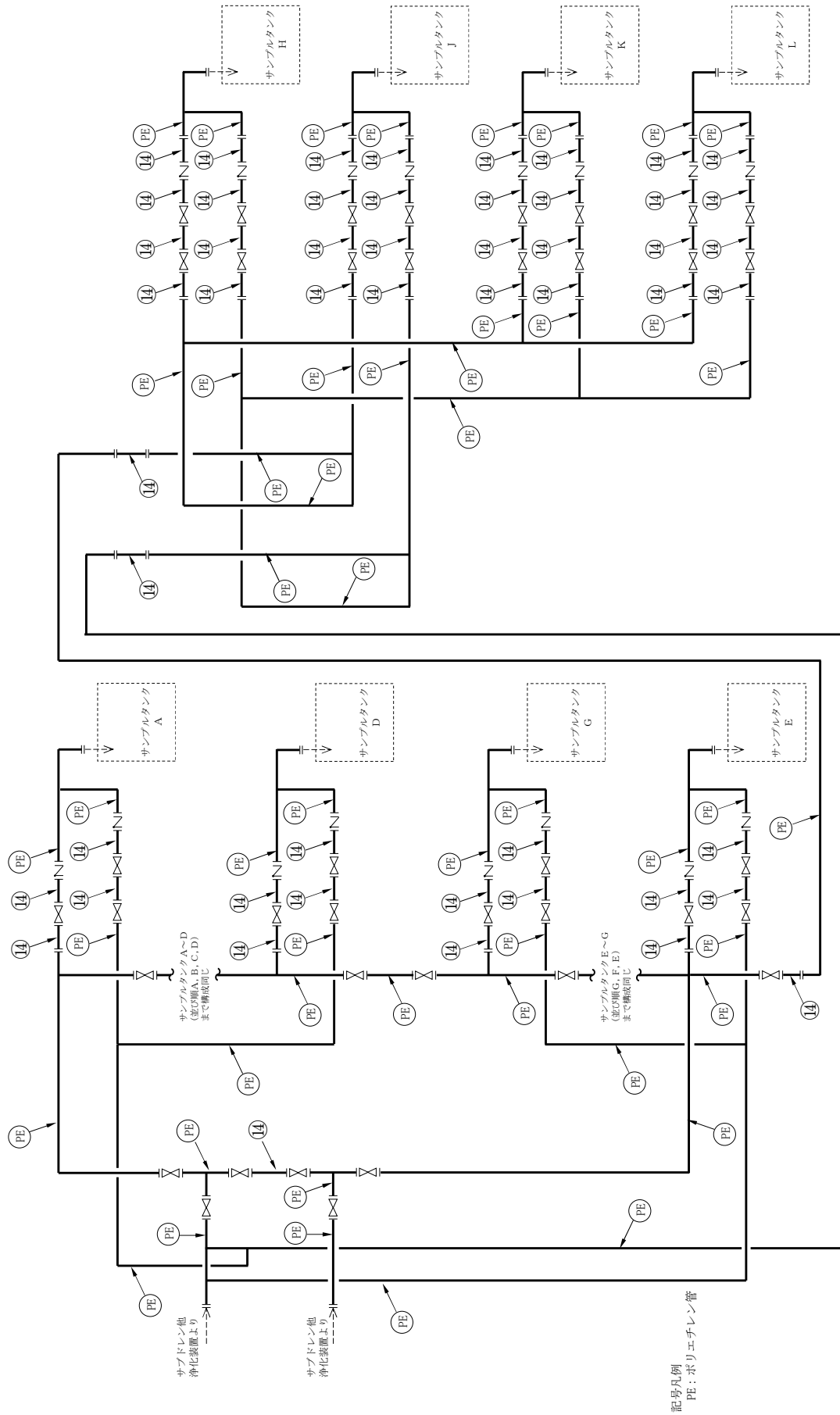
図一9 配管概略図 (2/6)



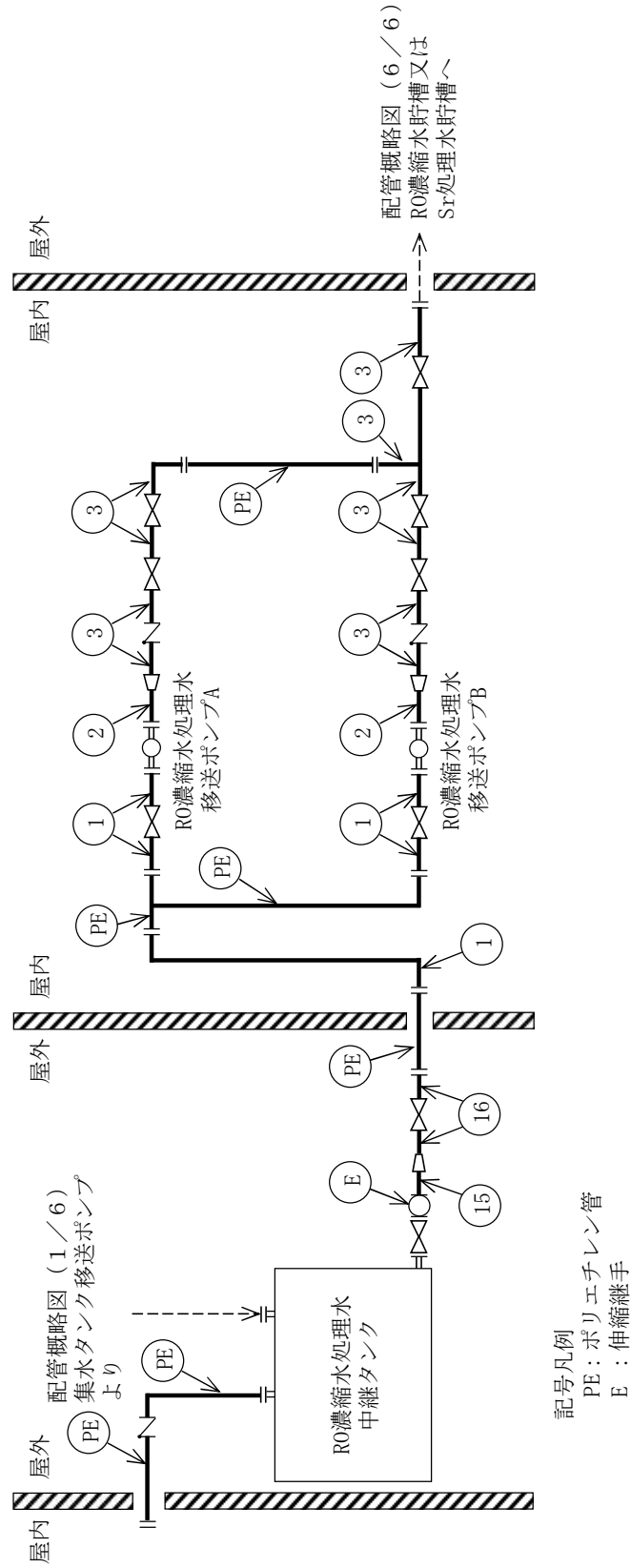
記号凡例
E: 伸縮継手

図中の番号は、2.5.3の番号に対応する。

図一9 配管概略図 (3/6)

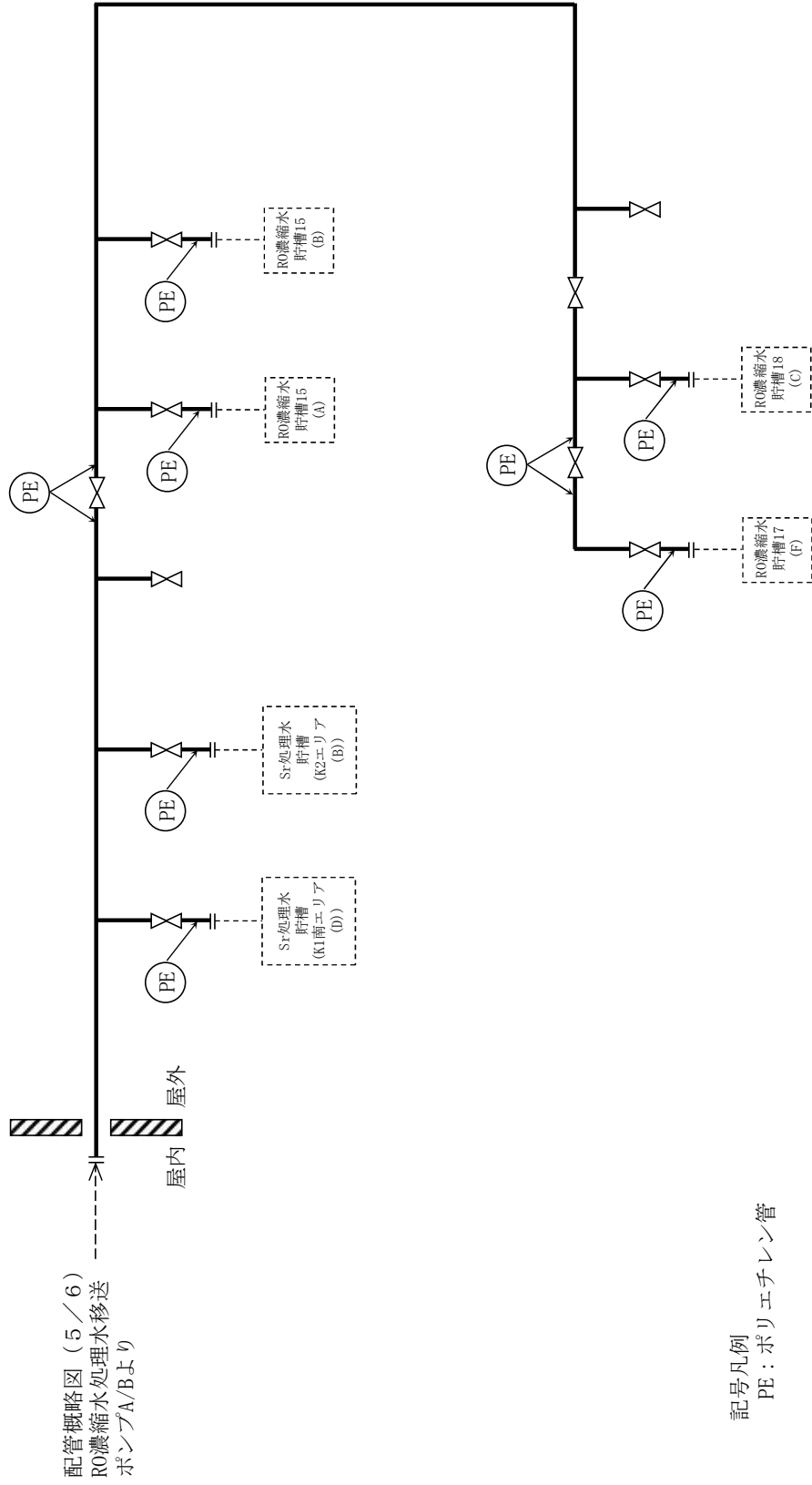


図中の番号は、2.5.3の番号に対応する。
図一9 配管概略図 (4/6)



図一 9 配管概略図 (5/6)

図中の番号は、2.5.3の番号に対応する。



図一9 配管概略図 (6 / 6)

2.5.2 評価方法

(1) 管の厚さの評価

管の必要な厚さは、次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 内面に圧力を受ける管

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

t : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_o : 管の外径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

b. 炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小必要厚さ : t_t

設計・建設規格 PPD-3411(3)の表 PPD-3411-1 より求めた値

(2) 伸縮継手における疲労評価

伸縮継手については、次の計算式により計算した許容繰返し回数が、実際の繰返し回数以上のものとする。

$$N = \left(\frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

N : 許容繰返し回数

σ : 継手部応力 (MPa)

ここで、継手部応力は、調整リングが付いていない場合の以下の式により計算した値とする。

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t^2 \cdot c}$$

E : 材料の縦弾性係数 (MPa)

t : 継手部の板の厚さ (mm)

δ : 全伸縮量 (mm)

n : 継手部の波数の2倍の値

b : 継手部の波のピッチの2分の1 (mm)

h : 継手部の波の高さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

c : 継手部の層数

2.5.3 評価結果

評価結果を表-11, 12 に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有していると評価している。

表-11 配管の評価結果 (管厚)

No.	外径 (mm)	材料	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
①	114.30	STPT410	静水頭	40	—	5.25
②	60.50	STPT410	0.98	40	2.40	4.81
③	114.30	STPT410	0.98	40	3.40	5.25
④	165.20	STPT410	0.98	40	3.80	6.21
⑤	114.30	UNS S32750 (ASME SA 790)	静水頭	40	—	2.67
⑥	88.90	UNS S32750 (ASME SA 790)	静水頭	40	—	4.80
⑦	60.33	UNS S32750 (ASME SA 790)	1.03	40	0.14	3.42
⑧	88.90	UNS S32750 (ASME SA 790)	1.03	40	0.20	2.67
⑨	88.90	UNS S32750 (ASME SA 790)	1.03	40	0.20	4.80
⑩	60.33	UNS S32750 (ASME SA 790)	1.55	40	0.21	3.42
⑪	88.90	UNS S32750 (ASME SA 790)	1.55	40	0.31	2.67
⑫	88.90	UNS S32750 (ASME SA 790)	0.98	40	0.19	2.67
⑬	114.30	UNS S32750 (ASME SA 790)	0.98	40	0.25	2.67
⑭	114.30	STPG370	0.98	40	3.40	5.25
⑮	216.30	STPG370	静水頭	40	—	7.18
⑯	114.30	STPT370	静水頭	40	—	5.25
⑰	89.10	STPT410	1.03	40	3.00	4.81
⑱	89.10	STPT410	1.55	40	3.00	4.81
⑲	89.10	STPT410	0.98	40	3.00	4.81

表-12 伸縮継手の評価結果 (管厚)

No.	材料	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	許容繰り 返し回数 (回)	実際の繰り 返し回数 (回)
E1	UNS N04400 (ASME SB 127 / ASTM B 127)	1.55	40	6.3×10^3	0.1×10^3

サブドレン他移送設備の強度に関する説明書

1. 強度評価の方針

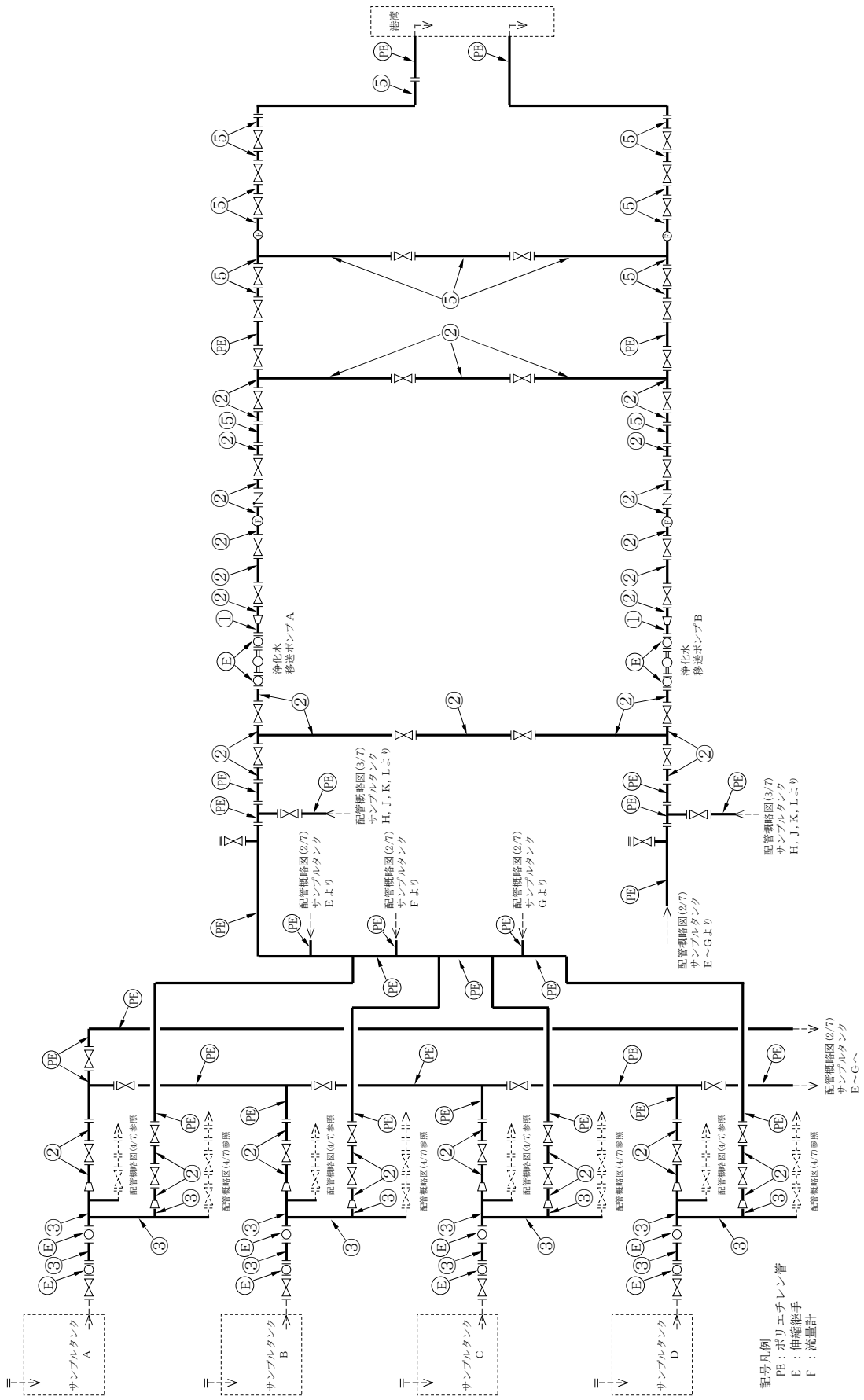
サブドレン他移送設備を構成する主配管（鋼管）は、強度評価においては、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「設計・建設規格」という。）のクラス3配管に準じた評価を行う。

2. 強度評価

2.1 主配管

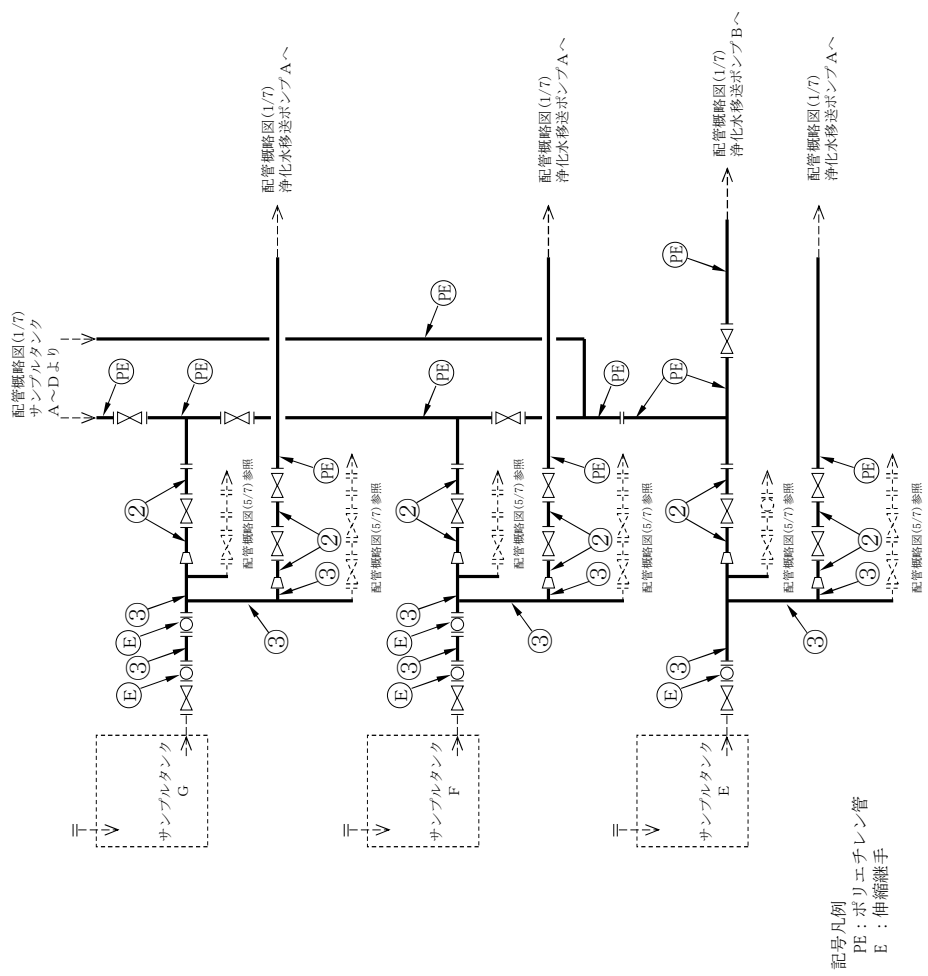
2.1.1 評価箇所

強度評価箇所を図－1に示す。



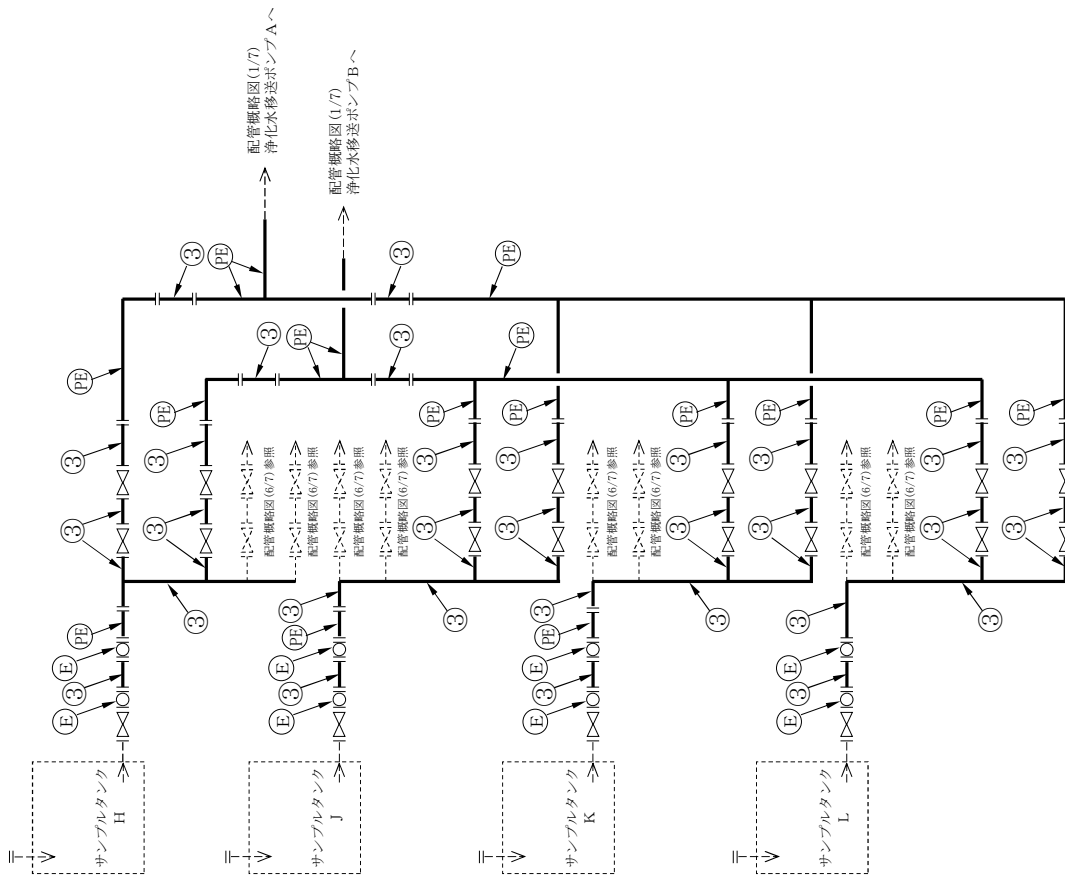
図一1 配管概略図 (1/7)

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。



図一 1 配管概略図 (2 / 7)

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。



記号凡例
 PE：ポリエチレン管
 E：伸縮継手

図-1 配管概略図 (3/7)

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。

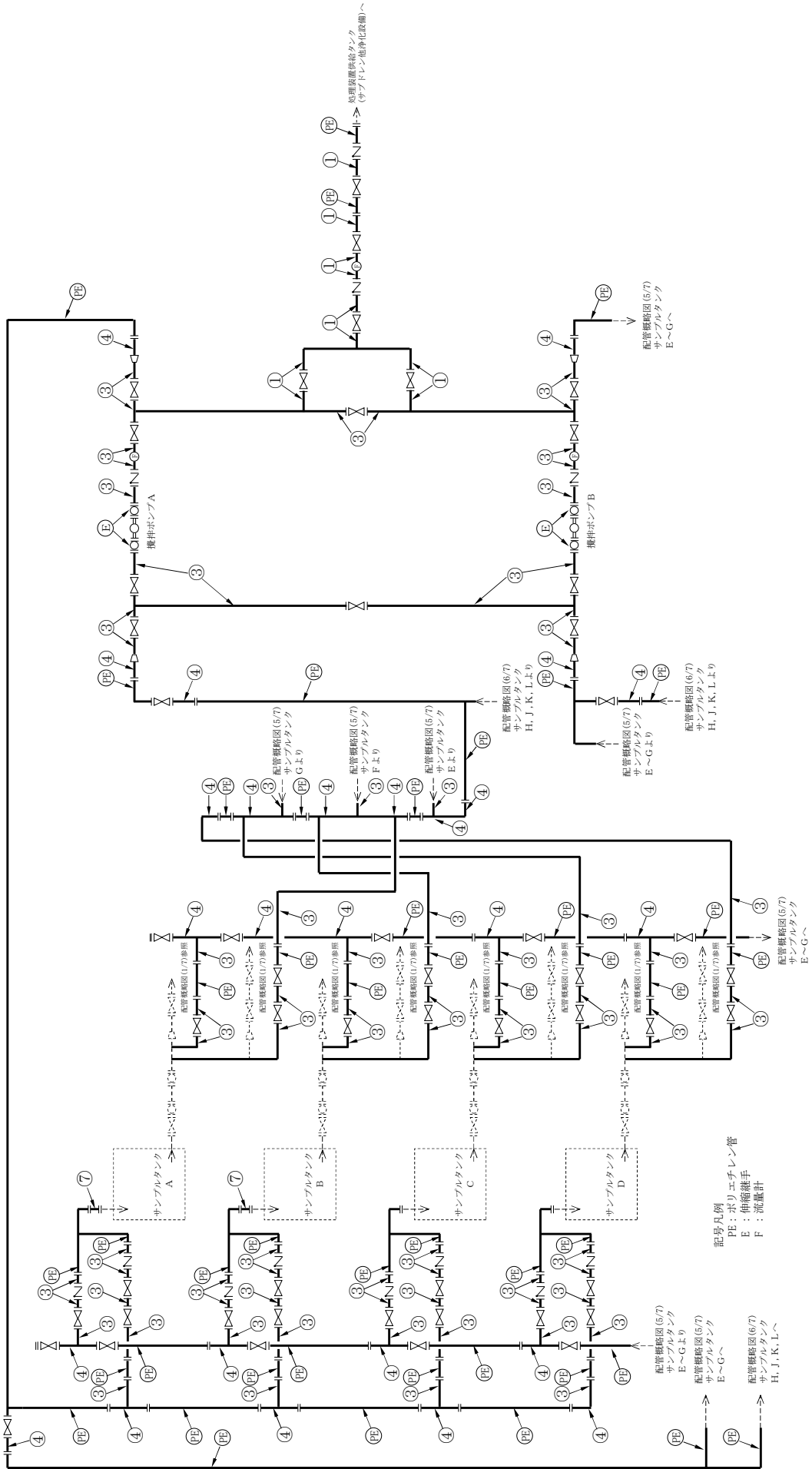


図-1 配管概略図 (4/7)

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。

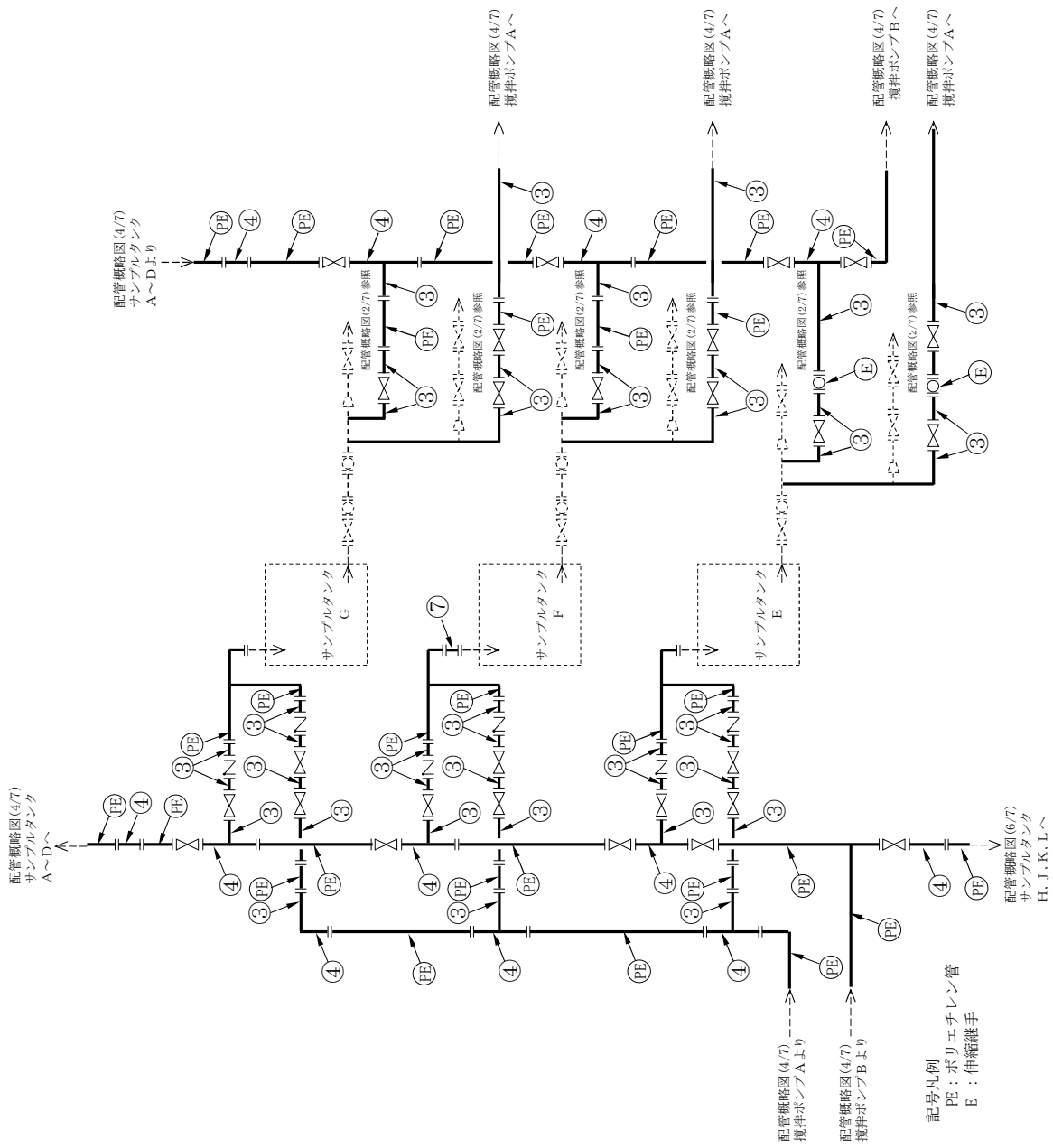


図-1 配管概略図 (5/7)

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。

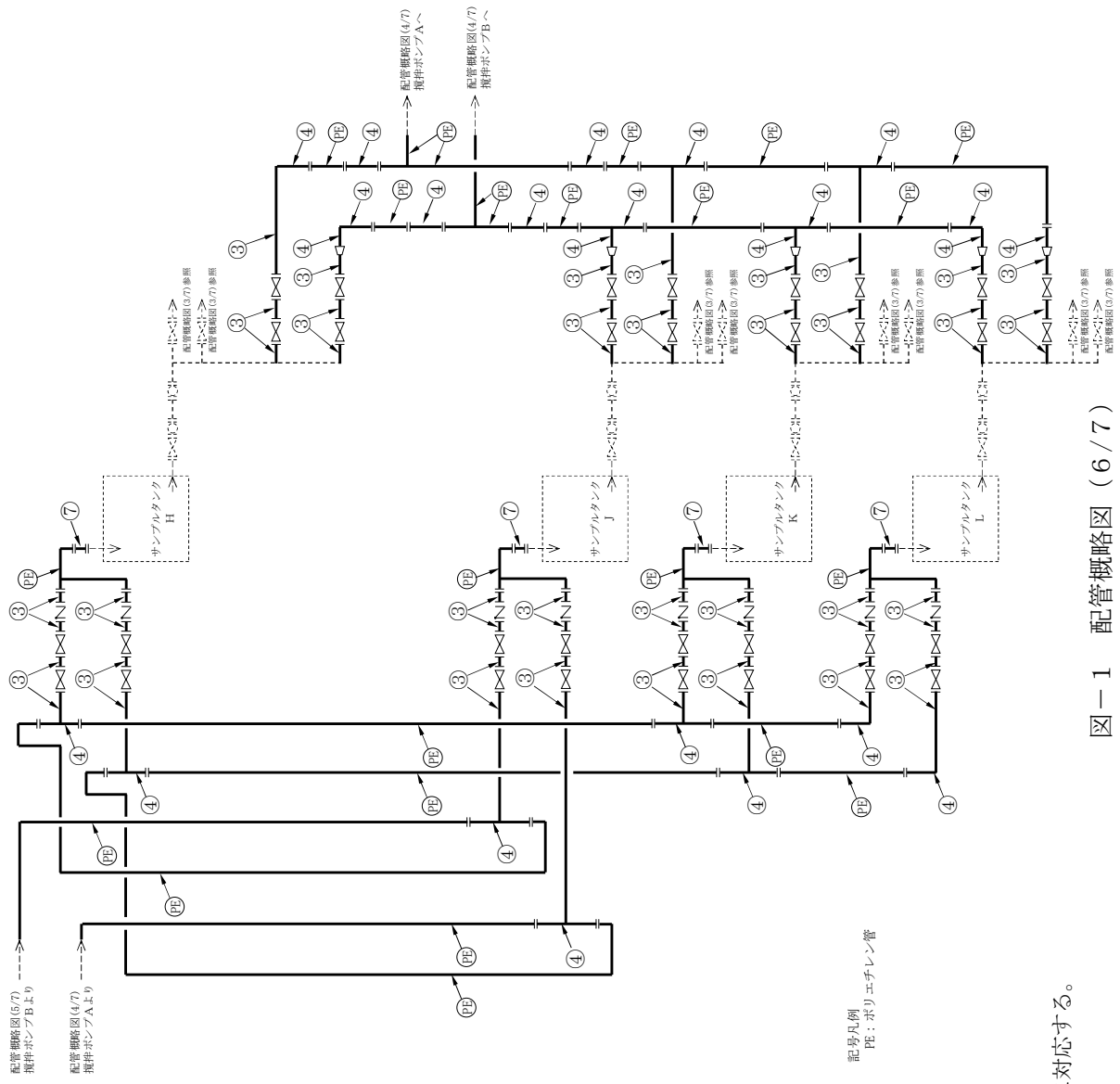
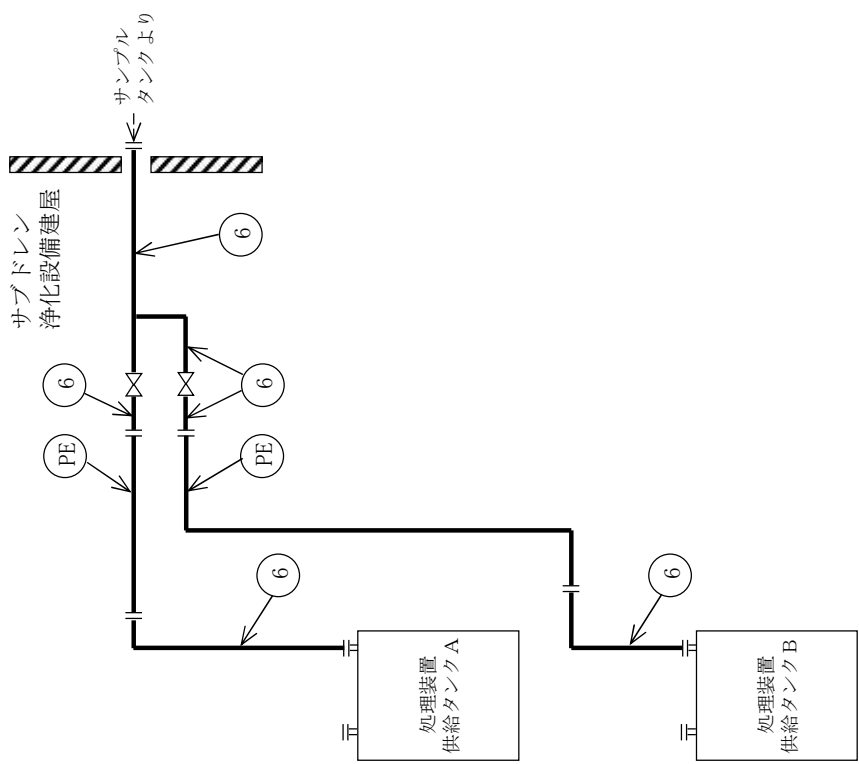


図-1 配管概略図 (6/7)

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。



記号凡例
PE：ポリエチレン管

図中の番号は、2.1.3の番号に対応する。

図一1 配管概略図 (7/7)

2.1.2 評価方法

(1) 管の厚さの評価

管の必要な厚さは、次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 内面に圧力を受ける管

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

t : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D_o : 管の外径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率 (-)

b. 炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小必要厚さ : t_t

設計・建設規格 PPD-3411(3)の表 PPD-3411-1 より求めた値

2.1.3 評価結果 1

評価結果を表-1に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有していると評価している。

表-1 配管の評価結果 (管厚)

No.	外径 (mm)	材料	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
①	114.3	STPG370	0.98	40	3.4	5.25
②	165.2	STPG370	0.98	40	3.8	6.21
③	216.3	STPG370	0.98	40	3.8	7.17
④	267.4	STPG370	0.98	40	3.8	8.13
⑤	165.2	SUS316LTP	0.98	40	0.73	6.21
⑥	114.3	STPT410	0.98	40	3.4	5.25
⑦	216.3	SUS316LTP	0.49	40	0.48	7.17

※配管仕様毎に最も高い圧力にて評価

地下水ドレン集水設備の強度に関する説明書

1. 強度評価の方針

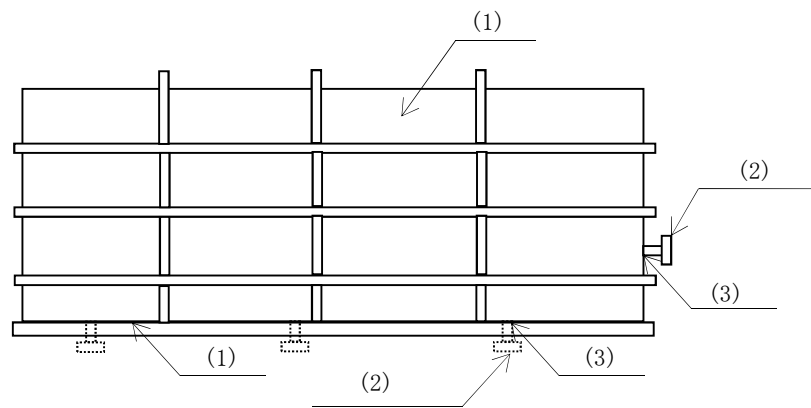
強度評価においては、地下水ドレン中継タンクは JIS 等に準じた評価を行う。主配管（鋼管）は「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「設計・建設規格」という。）のクラス 3 配管に、準じた評価を行う。

2. 強度評価

2.1 地下水ドレン中継タンク

2.1.1 評価箇所

強度評価箇所を図－1 に示す。



図中の番号は、2.1.2 の番号に対応する。

図－1 地下水ドレン中継タンク概要図

2.1.2 評価方法

(1) 側板，底板の評価

地下水ドレン中継タンクの側板，底板の必要厚さは，それぞれ次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ

側板，底板の最小厚さは，それぞれ 4.5mm，6.0mm とする。

b. 計算上必要な厚さ：t

$$t = d (\beta \cdot P / f_b \cdot \eta)^{1/2} + c$$

$$\delta = \alpha \cdot P \cdot d^4 / E \cdot (T - c)^3 \leq d / 300$$

ここに、 t : 最小必要厚さ (mm)

β : d/D に対する応力係数

d : 短辺の長さ (mm)
 D : 長辺の長さ (mm)
 P : 作用する荷重 (MPa)
 fb : 許容曲げ応力 (N/mm²)
 η : 溶接継手効率
 c : 腐れ代 (mm)
 δ : 最大たわみ量 (mm)
 α : d/Dに対するたわみ係数
 E : 縦弾性係数 (N/mm²)
 T : 使用板厚 (mm)

(2) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 規格上必要な最小厚さ

管台の外径に応じ、「JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造（全溶接製）」に規定された値とする。

b. 計算上必要な厚さ：t

$$t = D_i \times H \times \rho / (0.204 \times S \times \eta) \times 1000 + c$$

ここに、 t : 必要厚さ (mm)

D_i : 管台の内径 (m)

H : 水頭 (m)

ρ : 液体の比重

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率

c : 腐れ代 (mm)

(3) 管台の穴の補強計算

管台取付部の穴の補強について、補強に有効な範囲内にある有効面積が、補強に必要な面積より大きくなるようにする。

$$A_r = D_p \times t_a$$

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

ここに、 A_r : 補強に必要な面積 (mm²)

D_p : 取付部板の開口径 (mm)

t_a : 腐れ代を差引いた取付部板の板厚 (mm)

A_t : 補強に有効な面積の合計 (mm²)

A₁ : 強め材の有効面積 (= 2 × (D_p - D_r / 2) × t_r) (mm²)

A₂ : 管台（外側）の有効面積 (= 2 × (4 × t_n) × t_n) (mm²)

- A3 : 管台 (板部) の有効面積 ($= 2 \times t \times t_n$) (mm^2)
 A4 : 管台 (内側) の有効面積 ($= 2 \times (4 \times t_n) \times t_n$) (mm^2)
 A5 : 側板腐食代分の有効面積 ($= 2 \times (D_p / 2) \times t_s$) (mm^2)
 Dr : 強め材の開口径 (mm)
 tr : 強め材の実際の板厚 (mm)
 tn : 管台の採用板厚 (mm)
 t : 取付部板の実際の板厚 (mm)
 ts : 取付部板の腐れ代 (mm)

2.1.3 評価結果

評価結果を表-1, 2に示す。必要厚さ等を満足しており, 十分な構造強度を有すると評価している。

表-1 地下水ドレン中継タンクの評価結果 (板厚)

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
地下水ドレン 中継タンク	側板の厚さ	4.5	4.5 以上
	底板の厚さ	6.0	6.0 以上
	管台の厚さ (流出管, ドレン管: 50A)	5.5	5.5 以上

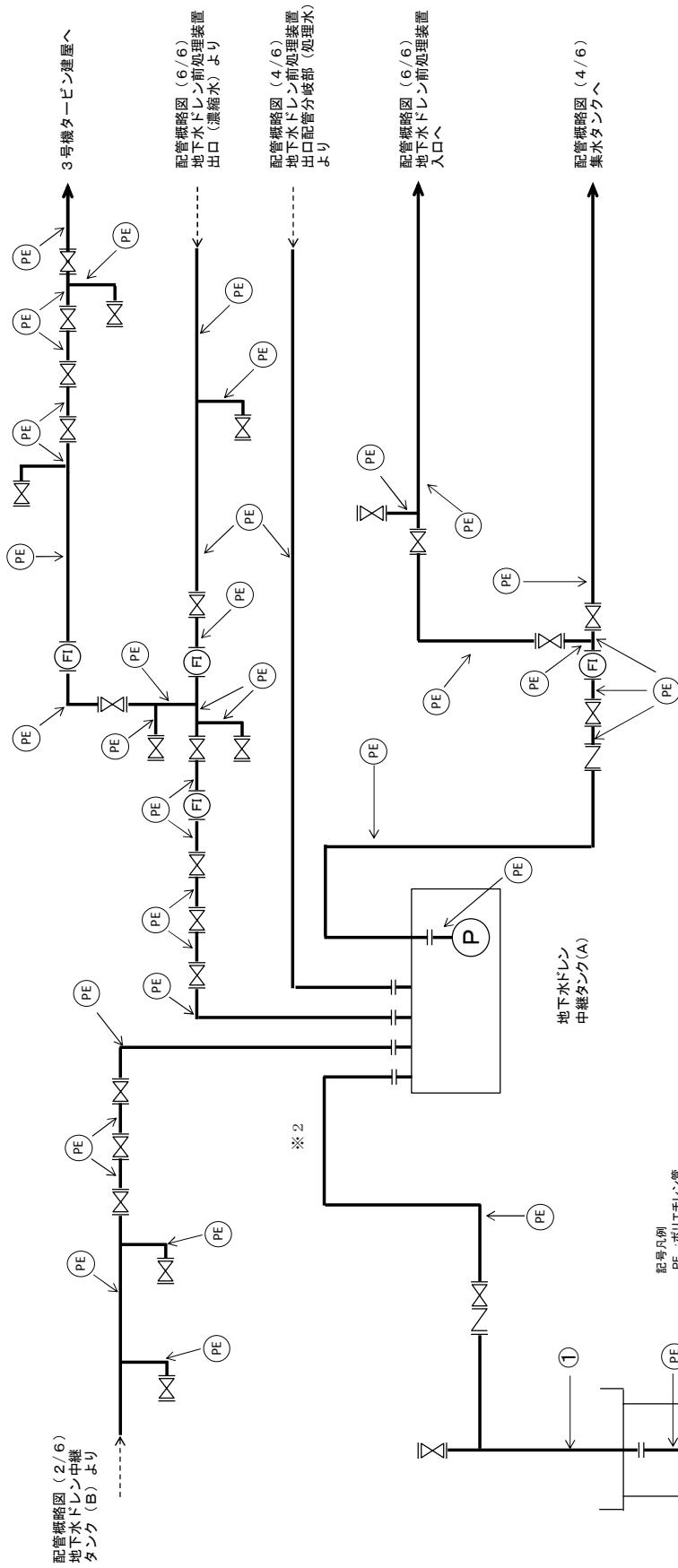
表-2 地下水ドレン中継タンクの評価結果 (管台の穴の補強計算)

機器名称	評価項目	評価結果	
		補強に必要な面積 (mm^2)	補強に有効な総面積 (mm^2)
地下水ドレン 中継タンク	流出管: 50A	320	372
	ドレン管: 50A	512	981

2.2 主配管

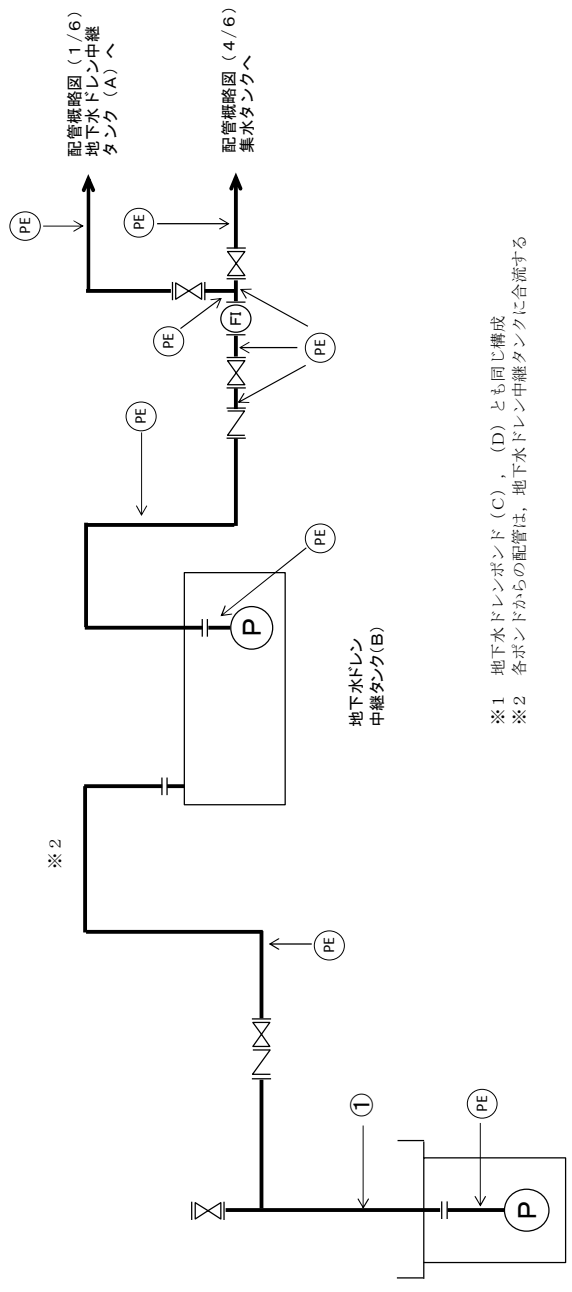
2.2.1 評価箇所

強度評価箇所を図-2に示す。



※ 1 地下水ドレンポンド (A), (B) と同じ構成
 ※ 2 各ポンドからの配管は、地下水ドレン中継タンクに合流する

図-2 配管概略図 (1/6)



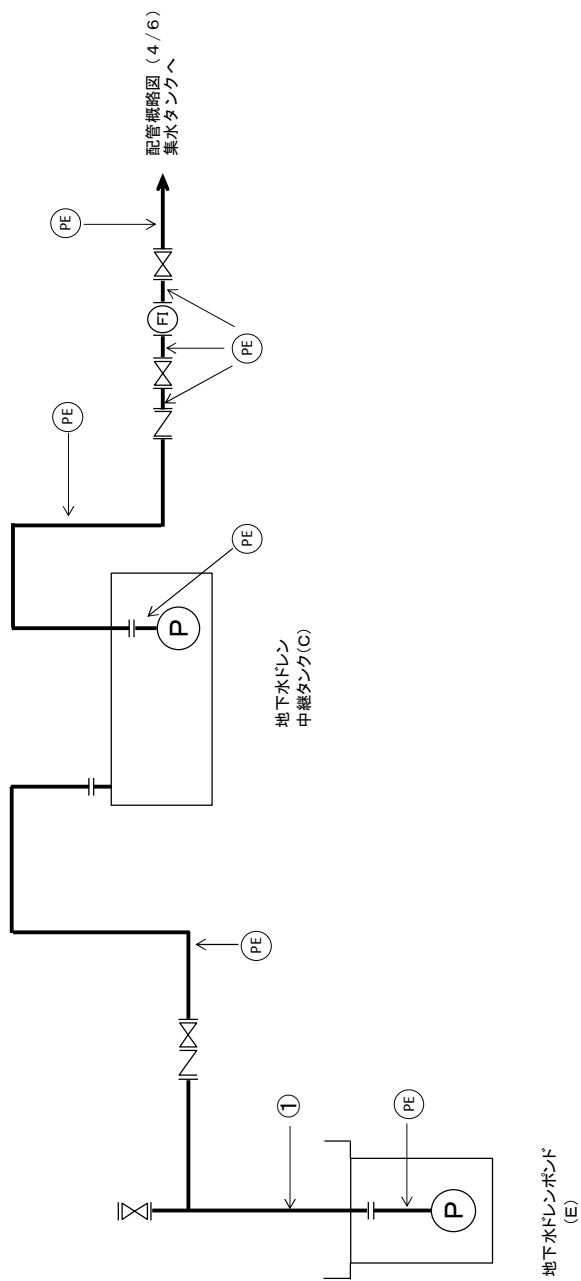
地下水ドレンポンド (C)または(D) ※1

※1 地下水ドレンポンド(C), (D)とも同じ構成
 ※2 各ポンドからの配管は、地下水ドレン中継タンクに合流する

記号凡例
 PE : ポリエチレン管
 FI : 流量計
 P : ポンプ

図中の番号は、2.2.3の番号に対応する。

図一-2 配管概略図 (2 / 6)



記号凡例
 PE : ポリエチレン管
 FI : 流量計
 P : ポンプ

図中の番号は、2.2.3の番号に対応する。

図-2 配管概略図 (3/6)

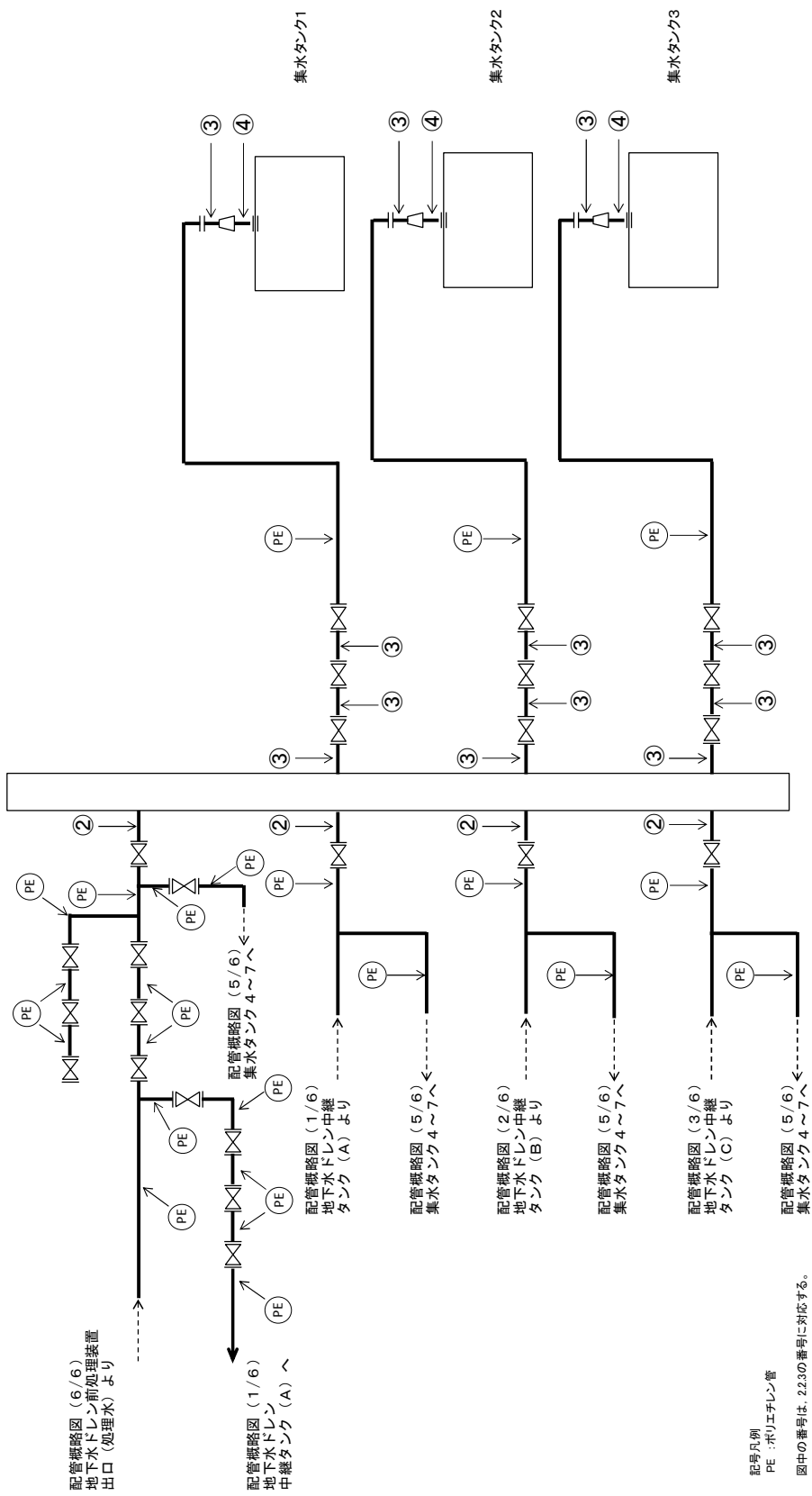
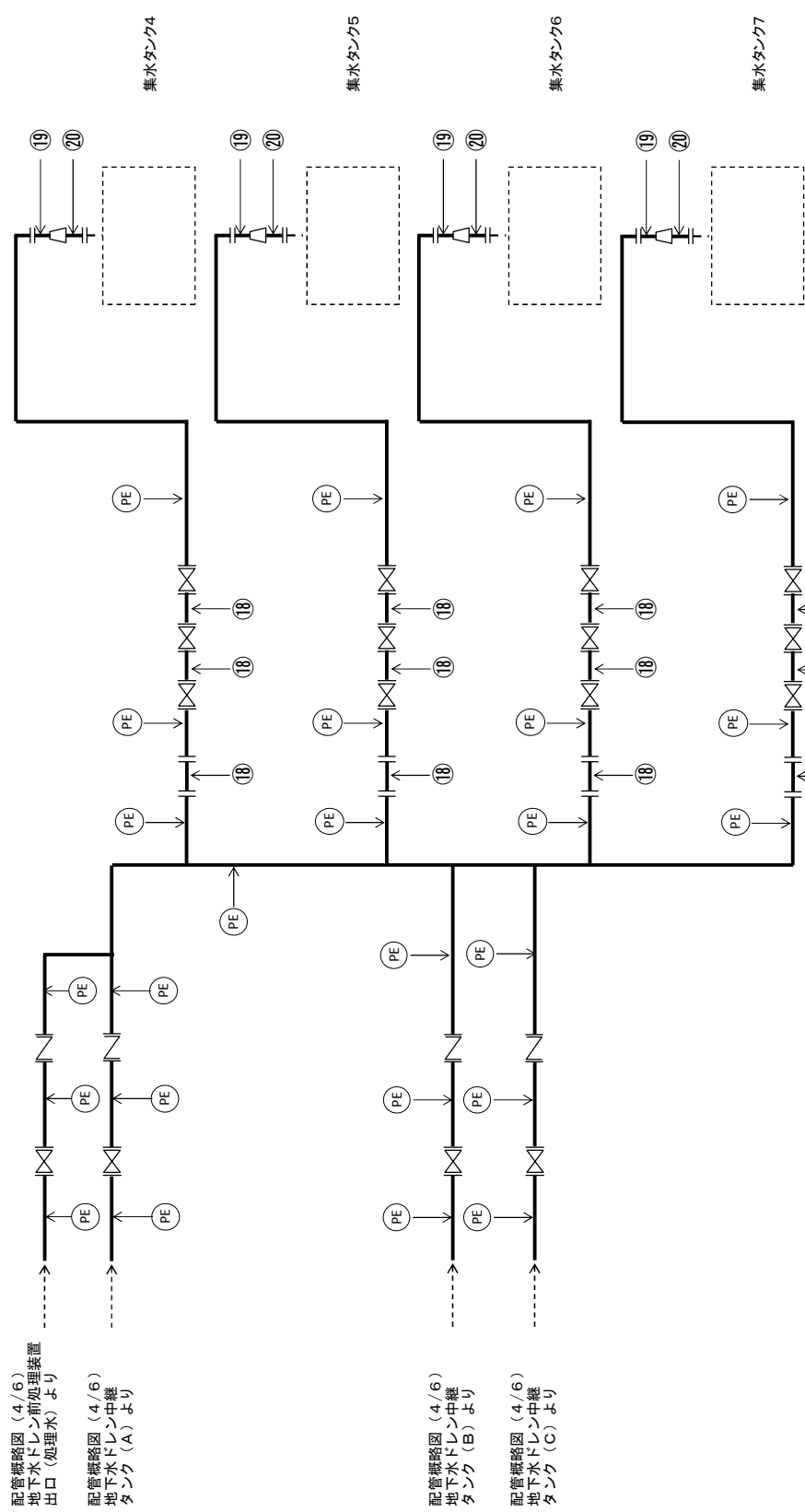


図-2 配管概略図 (4/6)



図一2 配管概略図 (5/6)

配管概略図 (4/6)
地下排水処理装置
出口 (処理水) より

配管概略図 (4/6)
地下排水処理装置
中継タンク (A) より

配管概略図 (4/6)
地下排水処理装置
中継タンク (B) より

配管概略図 (4/6)
地下排水処理装置
中継タンク (C) より

記号凡例
PE : ポリエチレン管
図中の番号は、2.2.3の番号に対応する。

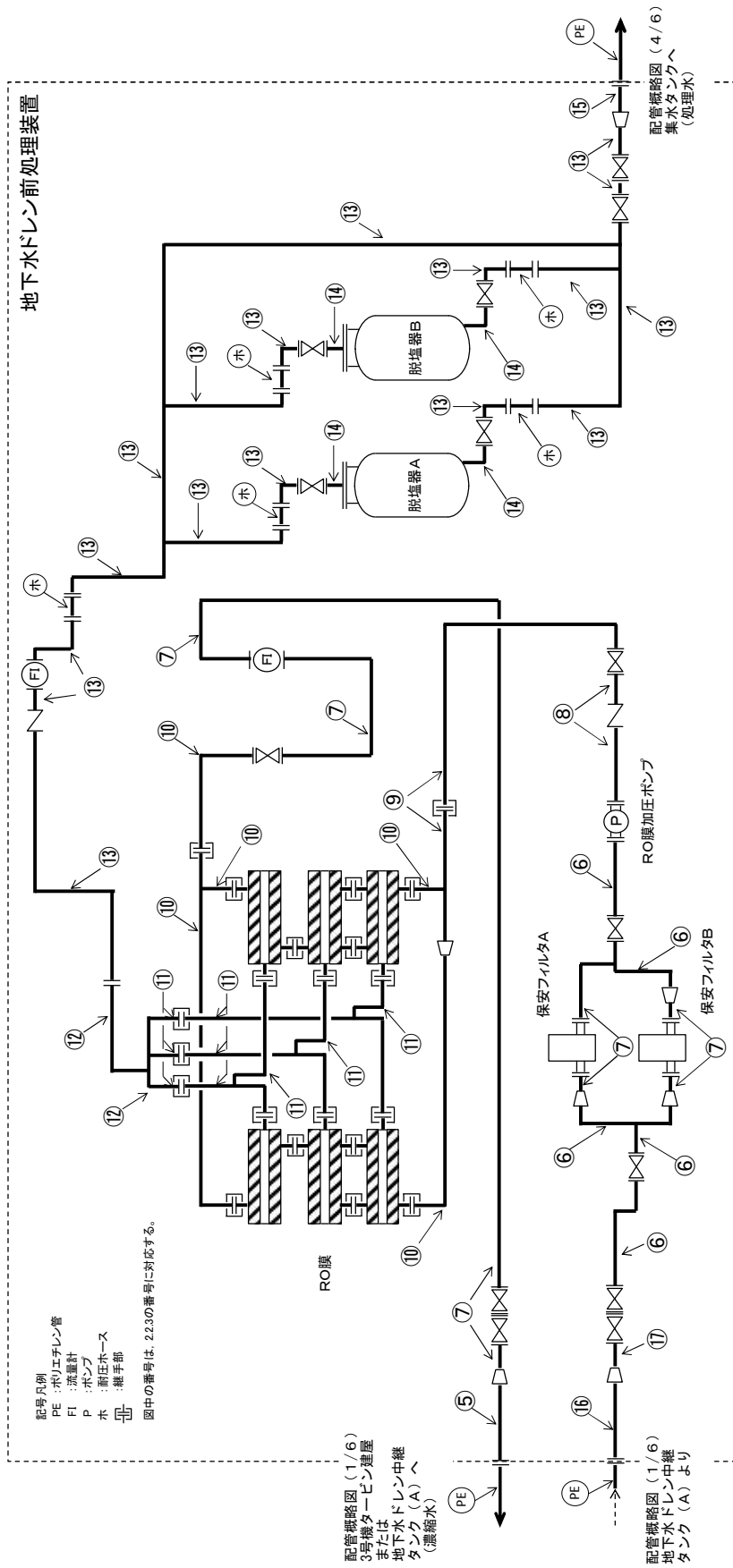


図-2 配管概略図 (6 / 6)

2.2.2 評価方法

(1) 管の厚さの評価

管の必要な厚さは、次に掲げる値とする。

a. 内面に圧力を受ける管

$$t = \frac{P \cdot D_0}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t : 必要厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (mm)

S : 許容引張応力 (MPa)

η : 継手効率

2.2.3 評価結果

評価結果を表-3に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有していると評価している。

表-3 配管の評価結果 (管厚)

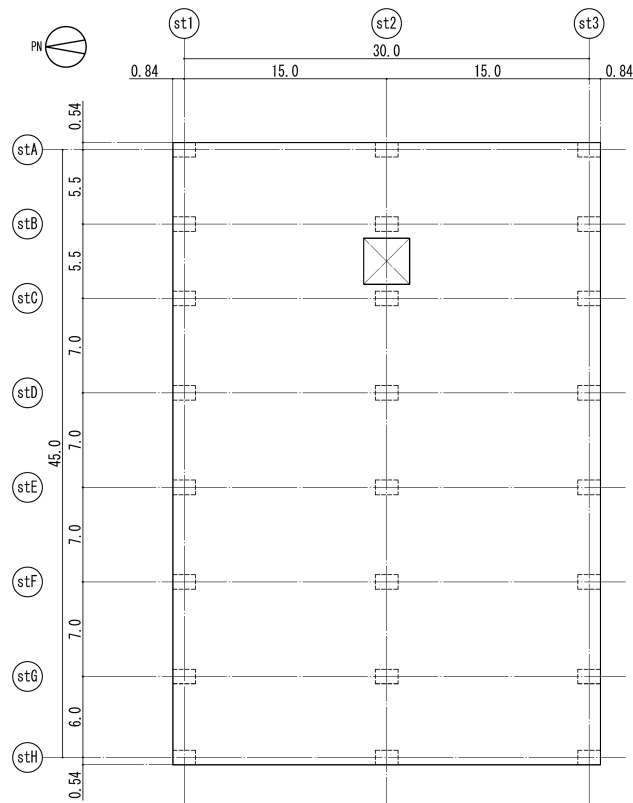
No.	外径 (mm)	材料	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
①	60.5	SUS316LTP	0.49	40	0.13	3.40
②	89.1	SUS316LTP	0.98	40	0.40	4.90
③	165.2	SUS316LTP	0.98	40	0.73	6.20
④	216.3	SUS316LTP	0.98	40	0.95	7.20
⑤	89.1	SUS316LTP	0.5	40	0.20	3.50
⑥	76.3	SUS316LTP	0.5	40	0.18	3.00
⑦	60.5	SUS316LTP	0.5	40	0.14	3.00
⑧	76.3	SUS316LTP	1.5	40	0.52	3.00
⑨	76.3	SUS316LTP	1.5	40	0.52	6.13
⑩	60.5	SUS316LTP	1.5	40	0.41	4.82
⑪	48.6	SUS304TP	0.5	40	0.10	4.47
⑫	60.5	SUS304TP	0.5	40	0.12	4.82
⑬	60.5	SUS304TP	0.5	40	0.12	3.00
⑭	60.5	SUS304TP	0.5	40	0.12	3.40
⑮	89.1	SUS304TP	0.5	40	0.18	3.50
⑯	89.1	SUS316LTP	0.98	40	0.40	3.50
⑰	76.3	SUS316LTP	0.98	40	0.34	3.00
⑱	165.2	STPG370	0.98	40	3.80	6.22
⑲	165.2	SUS316LTP	0.49	40	0.35	6.22
⑳	216.3	SUS316LTP	0.49	40	0.46	7.18

サブドレン他浄化装置建屋基礎の構造強度に関する検討結果

1. 評価方針

サブドレン他浄化装置建屋基礎は、耐震Bクラスであるサブドレン他浄化装置の間接支持構造物であるため、耐震Bクラス相当として、設計する。

サブドレン他浄化装置建屋基礎は、平面が約 46m (EW 方向) × 約 32m (NS 方向)、厚さ約 1.5m の鉄筋コンクリート造で、改良地盤を介して段丘堆積層に支持させる。サブドレン他浄化装置建屋基礎の平面図及び断面図を図－ 1 ～ 図－ 3 に示す。



図－ 1 基礎平面図 (単位 : m)

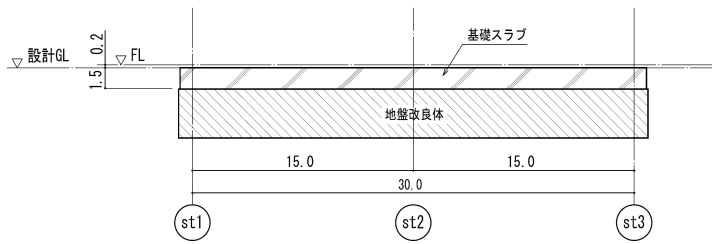
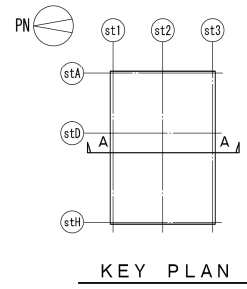


図-2 A-A断面図 (NS方向) (単位:m)

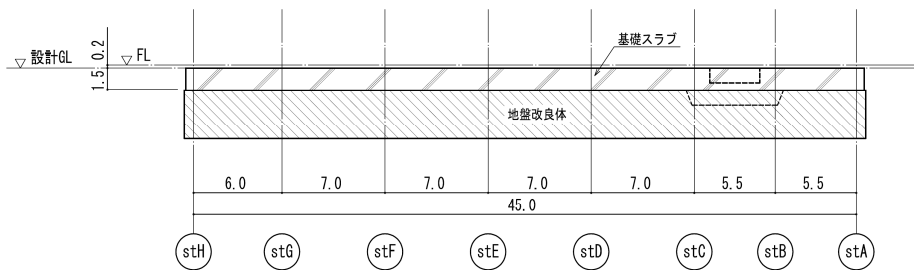
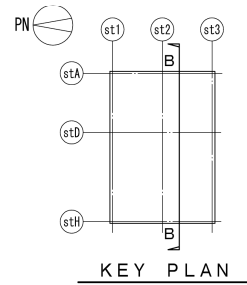


図-3 B-B断面図 (EW方向) (単位:m)

2. 評価条件

2.1 使用材料及び材料の許容応力度

サブドレン他浄化装置建屋基礎スラブに用いる材料のうち、コンクリートは普通コンクリートとし、コンクリートの設計基準強度 F_c は 24N/mm^2 とする。鉄筋はSD345とする。各使用材料の許容応力度を表-1及び表-2に示す。

表-1 コンクリートの許容応力度

(単位： N/mm^2)

	長期		短期	
	圧縮	せん断	圧縮	せん断
$F_c = 24$	8	0.73	16	1.09

注：日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」による。

表-2 鉄筋の許容応力度

(単位： N/mm^2)

		長期		短期	
		引張及び圧縮	せん断補強	引張及び圧縮	せん断補強
SD345	D25 以下	215	195	345	345
	D29 以上	195			

注：日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」による。

2.2 荷重

長期荷重として、鉛直荷重（固定荷重、配管荷重、積載荷重及び上部架構からの荷重）を考慮する。

また、短期荷重として地震時、積雪時及び強風時に基礎面に作用する荷重を考慮する。

3. 評価結果

3.1 基礎スラブの評価結果

基礎スラブの応力解析は、弾性地盤上に支持された盤として有限要素法を用いて行う。解析モデルは、四辺形の均質等方な板要素により構成し、支持地盤は等価な弾性ばねとしてモデル化する。

必要鉄筋比及び面外せん断力について、検定比が最大となる要素の断面検討結果を表-3及び表-4に示す。基礎スラブ配筋図を図-4に示す。

これより、設計鉄筋比は必要鉄筋比を上回り、また面外せん断力は短期許容せん断力以下となっていることを確認した。

表-3 軸力及び曲げモーメントに対する検討結果

荷重 ケース	応力		必要鉄筋比 (%)	設計鉄筋比 (%)	検定比
	軸力* (kN/m)	曲げモーメント (kN・m/m)			
長期	-14	649	0.20	0.38	$0.53 \leq 1.0$
短期	-15	664	0.12	0.38	$0.32 \leq 1.0$

注記*：圧縮を正とする。

表-4 面外せん断力に対する検討結果

荷重 ケース	応力 面外せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	検定比
長期	433	785	$0.56 \leq 1.0$
短期	535	1173	$0.46 \leq 1.0$

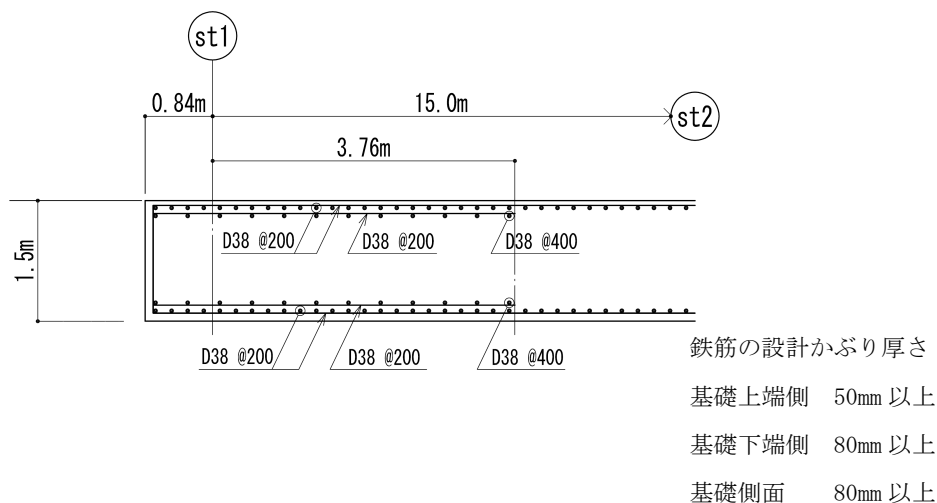


図-4 基礎スラブの配筋図 (stA通り)

3.2 改良地盤の評価結果

(1) 設計方針

サブドレン他浄化装置建屋は、基礎スラブ直下の地盤を改良し、段丘堆積層に支持させる。地盤の改良は「改定版 建築物のための改良地盤設計及び品質管理指針 日本建築センター」に準拠し、改良地盤の支持力に対して、常時及び地震時の改良地盤に生じる最大接地圧が許容支持力度以下であることを確認する。さらに、常時及び地震時の改良体に生じる最大応力度が許容応力度以下であることを確認する。

(2) 常時における改良地盤の検討

常時における改良地盤に生じる最大応力度と許容応力度の比較を表－5及び表－6に示す。

これより、改良地盤に生じる最大応力度が許容応力度以下であることを確認した。

表－5 改良地盤の許容支持力度と接地圧の比較

接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度 (kN/m ²)	検定比
135	280	0.49 ≤ 1.0

表－6 改良体の許容圧縮応力度と鉛直応力度の比較

鉛直応力度 (kN/m ²)	許容圧縮応力度 (kN/m ²)	検定比
135	330	0.41 ≤ 1.0

(3) 地震時における改良地盤の検討

地震時における改良地盤に生じる最大応力度と許容応力度の比較を、検定比が最大となる位置について表-7～表-9に示す。

これより、改良地盤に生じる最大応力度が許容応力度以下であることを確認した。

表-7 改良地盤の許容支持力度と接地圧の比較

接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度 (kN/m ²)	検定比
153	460	0.34 ≤ 1.0

表-8 改良体の許容圧縮応力度と鉛直応力度の比較

鉛直応力度 (kN/m ²)	許容圧縮応力度 (kN/m ²)	検定比
153	660	0.24 ≤ 1.0

表-9 改良体の許容せん断応力度とせん断応力度の比較

せん断応力度 (kN/m ²)	許容せん断応力度 (kN/m ²)	検定比
29	200	0.15 ≤ 1.0

流体状の放射性廃棄物の施設外への防止能力についての計算書

1. 流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力の評価

吸着塔（以下、「容器」という。）から液体が流出した場合は、吸着材を含む液体が漏えいする可能性があることから、これを評価する。

2. 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力の評価

放射性廃液を内包する各容器のうち、仮に1基の容器の保有廃液が流出しても、流出廃液は容器設置エリアにとどまり、廃液の施設外への漏えいは防止される。この漏えい防止能力の評価を表－1に示す。

廃液漏えい時には、容器設置エリアに設けられた側溝の漏えい検知器の警報により廃液の異常な漏えいが察知され、対処が可能である。

表一 1 施設外への漏えい防止能力の評価 (サブドレン他浄化装置)

名称	設置場所		漏えい量 (m ³)	容器設置区画 内床面積※ ² (m ²)	見込み高さ ※ ³ (cm)	漏えい廃液全 量を貯留する ために必要な 堰の高さ (cm)	拡大防止 堰の高さ (cm)	評価
	建屋名	据付床 レベル (m)						
処理装置供給 タンク～吸着 塔5まで (A系統)	サブドレ ン他浄化 装置建屋	TP 38.5	30※ ¹	393.4	1.2	④=①/② ×100+③	⑤	各々の容器設置区画の 拡大防止堰の高さは、各 容器からの漏えい廃液 全量を貯留するために 必要な堰の高さを満足 しており、施設外への漏 えいを防止できる。 なお、漏えい検知器は、 床面に設置した側溝内 に設置されており、側溝 底面から30mmの高さで 検知する。
			30※ ¹	518.1	1.0	7	8以上	

注記 ※1： 保有水量が最大となる処理装置供給タンクから処理装置供給ポンプ入口間の漏えい量 (約29m³) に余裕を見たとしている

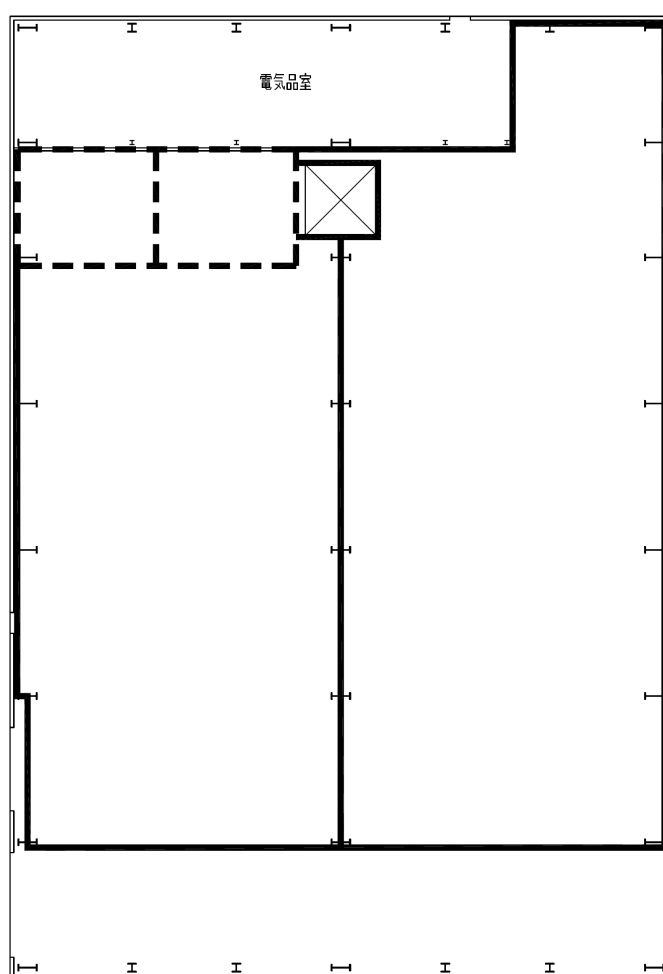
※2： 当該容器設置区画内ののり面積

※3： 基礎体積による高さ増加分 (基礎体積÷当該容器設置区画内床面積) を考慮した値

3. 堰並びに漏えい検出器に関する説明

サブドレン他浄化装置建屋には、サブドレン他浄化装置からの漏えい拡大防止及び建屋外への漏えい防止の観点から堰を設ける。堰の設置箇所について、図-1に示す。堰の名称、主要寸法及び材料について、表-2に示す。

また、漏えいの早期検知の観点から、漏えい検出器を設ける。漏えい検出器の設置箇所について、図-2に示す。漏えい検出器が作動した場合は、免震重要棟集中監視室等に警報を発する。



単位：mm

凡 例	
—	堰 (H100以上)
- - -	堰 (H1,100以上)

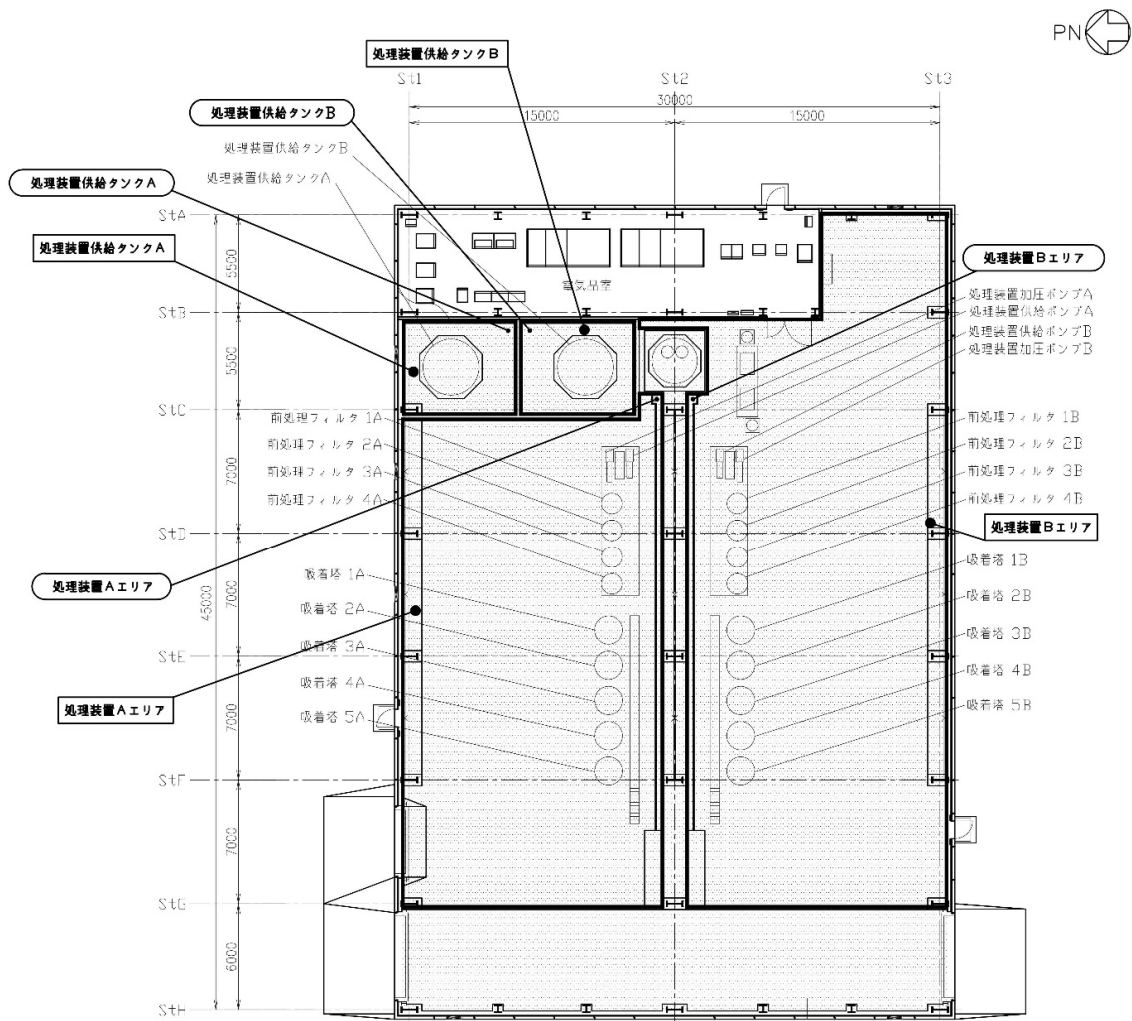
サブドレン他浄化装置建屋 1階

図-1 堰を明示した図面

表-2 堰の名称, 主要寸法, 材料

名 称		サブドレン他浄化装置建屋1階
主要寸法	堰の高さ	100mm以上
	床・壁の塗装	床面及び床面から堰の高さ以上までの壁面
材 料	堰	鉄筋コンクリート
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂

名 称		処理装置供給タンク
主要寸法	堰の高さ	1,100mm以上
	床・壁の塗装	床面及び床面から堰の高さ以上までの壁面
材 料	堰	鉄筋コンクリート
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂



T.P.38564

1. は増を示す。
2. は床面塗装を示す。
3. は増及びその他の設備を示す。
4. は漏えい検出装置を示す。

サブドレン他浄化装置建屋 1階

図ー2 漏えい検出器の設置箇所を明示した図面

工事工程表

項目	年月			2014年												2015年	
	2013年	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
サブドレン集水設備によるサブドレンの汲み上げ並びにサブドレン他浄化設備による浄化性能の確認																	
サブドレン集水設備※1																	
サブドレン他浄化設備※1																	
サブドレン他浄化設備																	
サブドレン他移送設備																	
地下水ドレン集水設備																	

※1 2回に分けて系統毎に実施

※2 サンプルタンクを順次設置するため、3回に分けて実施

□ : 現地据付組立

① : 構造、強度又は漏えいに係る試験をすることができる状態になった時

③ : 原子炉施設の工事の計画に係る工事が完了した時

サブドレン他水処理施設の具体的な安全確保策

サブドレン他水処理施設で扱う液体の放射能濃度は、1～4号機タービン建屋等の滞留水のそれと比較して遥かに低いものの、放射性物質を含むことから、水位管理等の方法、漏えい防止対策、放射線遮へい・崩壊熱除去及び可燃性ガス滞留防止等について、具体的な安全確保策を以下の通り定め、実施する。

1. 水位管理等の方法

(1) サブドレンの水位管理

- a. サブドレンピット内の水位管理は、各ピット内に設置した揚水ポンプの起動・停止によって行い、サブドレンピット内水位が建屋滞留水水位を下回らないよう管理する。(具体的な管理方法は、「Ⅲ. 3. 1. 7 1～4号機の滞留水とサブドレンの運転管理について」を参照。) なお、サブドレンの水位検出器は多重化し、計器の単一故障に備える。
- b. 全てのサブドレンピットの水位を免震重要棟の監視・制御装置に表示し、サブドレンの稼働による水位変動が常に確認可能な状態とする。

(2) 地下水ドレンポンドの水位設定

- a. 地下水ドレンポンドの水位設定は、各ポンド内に設置した地下水ドレンポンド揚水ポンプの起動・停止により地下水を汲み上げるが、海側のサブドレン水位が建屋滞留水水位を下回らないようポンプ停止位置を設定する。なお、地下水ドレン稼働に伴う地下水の水位変動は、より建屋近傍に位置する海側のサブドレン水位で管理する。(具体的な水位設定は、「Ⅲ. 3. 1. 8 地下水ドレンの運転管理について」を参照。)
- b. 地下水の汚染拡大防止の観点から、既設護岸内で確認されている高濃度の放射性物質を含む地下水は、継続して汲み上げる。
- c. なお、地下水ドレンの汲み上げ水の水質に有意な変動が確認される場合には、既設護岸エリアの地下水の汲み上げ量を増やす等の対応をとるものとする。

2. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

(1) 漏えい発生防止

- a. 処理対象水及び処理済水の移送配管は、耐腐食性を有するポリエチレン管、十分な肉厚を有する炭素鋼の鋼管または二相ステンレス配管等とする。
- b. 主要機器及び主要配管の炭素鋼材料の内面には、耐腐食性を有するよう、ライニングまたは塗装を施す。
- c. タンク(中継タンク、集水タンク、処理装置供給タンク、サンプルタンク、地下水ドレン中継タンク、RO濃縮水処理水中継タンク)には水位検出器を設け、水位を監視してオーバーフローを防止する。また、タンクには、念のため、タンク水位が高くなった場

合に移送元のポンプを自動停止させるインターロックを設ける。

- d. EPDM 合成ゴム製の伸縮継手は接続部をフランジ接続とし、取合部が外れないように処置する。
- e. 集水移送加圧ポンプの軸封部は、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. タンク（中継タンク、集水タンク、処理装置供給タンク、サンプルタンク、地下水ドレン中継タンク、RO 濃縮水処理水中継タンク）は、タンク 1 基の保有水量以上の容積を確保した堰を設ける（表－1）。
- b. 吸着塔は、漏えいの早期検知として、スキッド毎に漏えいパンを設けるとともに、漏えい検知器を設ける。漏えいの早期検知及び漏えい拡大防止として、サブドレン他浄化装置設置エリアの最外周及びサブドレン他浄化装置の周囲に、漏えいの拡大を防止する堰を設けるとともに、床に設置した側溝内に漏えい検知器を設ける。
- c. 上記漏えいを検知した場合には、免震重要棟集中監視室等に警報を発し、運転操作員によりカメラ、流量等の運転監視パラメータ等の状況を確認し、適切な対応を図る。また、漏えいが確認された場合には、サブドレン他浄化装置のポンプを遠隔操作で停止し、吸着塔等の周りの弁を閉止することで、漏えい拡大防止を図る。
- d. 漏えい水のコンクリートへの浸透を防止するため、サブドレン他浄化装置設置エリアには床塗装を実施する。
- e. 移送配管について、以下の対応を行う。
 - ・ 屋外に敷設される移送配管について、ポリエチレン管とポリエチレン管の接合部は漏えい発生を防止のため融着構造とすることを基本とし、ポリエチレン管と鋼管との取合い等でフランジ接続となる箇所については養生を行い、漏えい拡大防止を図る。また、処理対象水の移送配管は、万一、漏えいしても排水路を通じて環境に放出することがないように、排水路から可能な限り離隔するとともに、排水路を跨ぐ箇所はボックス鋼内等に配管を敷設する。また、ボックス鋼端部から排水路に漏えい水が直接流入しないように土のうを設ける。
 - ・ 移送配管は、使用開始までに漏えい確認等を実施し、施工不良等による大規模な漏えいの発生を防止する。
 - ・ 移送配管からの漏えいを早期検知するために巡視点検にて漏えいの有無を確認する。
 - ・ 集水タンク増設に伴い新設する移送配管のうち、フランジ接続となる接合部が堰外となる箇所について、漏えいが発生した際に堰、受け等へ導かれるように養生を行い、漏えい拡大防止を図る。
 - ・ 移送配管から漏えいが確認された場合は、ポンプ等を停止し、系統の隔離及び土のうの設置等により漏えいの拡大防止を図る。

- f. サブドレン他浄化装置の 2 系列同時運転を実施する場合には、系統間の隔離を実施し、他系統への流入防止をすることで漏えい拡大防止を図る。
- g. 集水タンク並びにサンプルタンクについては、タンクからの漏えいを早期検知するために巡視点検にて漏えいの有無を確認する。
- h. 集水移送加圧ポンプについては、漏えいを早期検知するために巡視点検を実施するとともに、監視カメラを設置し、免震棟にて監視可能な状態とする。また、受けパンにより滴下程度の漏えいに対して、漏えい拡大防止を図る。なお、漏えいが確認された場合には、ポンプを停止及び系統の隔離、土のう等の設置により漏えい拡大防止を図る。

表-1 タンク堰仕様 (設計値)

堰名称	縦幅	横幅	高さ	保有水量
中継タンク堰	8.4 m	3.3 m	0.7 m	12.0 m ³
集水タンク 1~3 堰	38.4 m	18.4 m	3.0 m ^{**1}	1235 m ³
集水タンク 4,5 堰	34.9 m	12.9 m	3.5 m ^{**1}	1235 m ³
集水タンク 6,7 堰	34.9 m	12.9 m	3.5 m ^{**1}	1235 m ³
処理装置供給タンク A 堰	6.3 m	5.2 m	1.1 m	30 m ³
処理装置供給タンク B 堰	6.4 m	5.2 m	1.1 m	30 m ³
サンプルタンク A~G 堰 ^{**3}	57.4 m	31.6 m	1.5 m	1235 m ³
サンプルタンク H, J, K, L 堰	42.4 m ^{**4}	33.0 m ^{**4}	1.7 m	1235 m ³
地下水ドレン中継タンク堰	9.4 m	3.3 m	0.6 m	12.0 m ³

※1 アウターライズ津波高さ T.P. 約 4.5m (T.P. 2.5m 盤の浸水深 約 2m) を上回るよう設定
 注) タンク堰は閉運用とする。堰内に溜まった雨水については、タンク等に回収・分析し雨水^{**2}と判断されればそのまま処理する。雨水と判断されない場合は、集水タンク等に移送する。ただし、緊急時の場合は、タービン建屋等に移送することもある。

※2 「2.36 雨水処理設備等」2.36.1.1 に示す排水基準以内であること

※3 RO 濃縮水処理水中継タンク堰を兼ねる。

※4 堰形状のうち、縦幅、横幅の最長箇所を記載。

3. 放射線遮へい・崩壊熱除去

(1) 放射線遮へい (被ばくに対する考慮)

- a. サブドレン他浄化装置等からの放射線による雰囲気線量当量率 (遮へい体を含む機器表面から 1m の位置) は、0.1mSv/h 以下となるよう適切な遮へいを設ける。また、本設備から最寄りの敷地境界における直接線・スカイシャイン線の寄与は年間約 0.06mSv となる。(別紙-1 参照)

表－2 敷地境界における年間線量

評価点	年間線量 (mSv/年)
No. 66	0.06

- b. 通常運転時は、免震重要棟集中監視室から遠隔での監視及び操作を可能とする。
- c. 使用済吸着塔等の輸送時は、輸送物からの放射線による線量当量率（遮へい体を含む機器表面から1mの位置）が、0.1mSv/h以下となるよう適切な遮へいを設ける。
- d. サブドレン他浄化装置の運転操作等に係る放射線業務従事者以外の者が不要に近づくことがないように、標識等を設ける。さらに、放射線レベルの高い区域についても標識等を設け放射線業務従事者の被ばく低減を図る。

(2) 崩壊熱除去

- a. 処理対象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。
- b. 使用済吸着塔等は自然放熱により熱除去する。いずれの使用済吸着塔、使用済前処理フィルタにおいても、内部の水抜き実施後において、容器中心部の温度上昇は1℃未満であり、容器及び内容物の健全性を損なうものではない。（別紙－2参照）

(3) 吸着量の管理

- a. 前処理フィルタ・吸着塔は、捕集する吸着量が設計の範囲内に納まるよう、機器表面線量の計測、通水流量・濃度の把握等の方法により管理を行う。

表－3 サブドレン他浄化装置各機器の吸着量

機器名称	フィルタ・吸着材の種類	捕捉・吸着主要核種	吸着量 (Bq/個) ※1	備考
前処理フィルタ 1, 2※2	浮遊物質 フィルタ	Cs	2.5×10^{11}	浮遊物質(汚泥等)への放射性物質の付着を想定
前処理フィルタ3	セシウム フィルタ	Cs	4.3×10^{10}	
前処理フィルタ4	ストロンチウム フィルタ	Sr	2.8×10^9	
吸着塔 1～5※3	セシウム・ ストロンチウム 同時吸着塔	Cs Sr	2.9×10^{10} 4.3×10^9	Cs, Sr 両方とも吸着可能な吸着材を使用した場合
	アンチモン 吸着塔	Sb-125	1.4×10^{10}	
	重金属塔	Ag-110m	2.7×10^9	

※1 捕捉・吸着する主要核種の吸着量

※2 保守的にいずれか一つの前処理フィルタで捕捉すると仮定

※3 アンチモン吸着塔、重金属塔はそれぞれ1塔装填、またはそれぞれ除外可能とする。アンチモン吸着塔、重金属塔をそれぞれ1塔ずつ装填する場合は、吸着塔4にアンチモン吸着塔、吸着塔5に重金属塔を装填する。アンチモン吸着塔、重金属塔のいずれか1塔を除外し、いずれか1塔のみを装填する場合は、吸着塔5に装填する。セシウム・ストロンチウム同時吸着塔は、アンチモン吸着塔、重金属塔の装填塔数に応じて、3塔～5塔装填し、保守的にいずれか一つの吸着塔で吸着すると仮定

4. 可燃性ガスの滞留防止

- a. サブドレン他浄化装置の前処理フィルタ及び吸着塔においては、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、通水時に処理水とともに排出される。通水停止以降も再度その前処理フィルタおよび吸着塔により処理を行う場合には、可燃性ガスが滞留する可能性があるため、前処理フィルタおよび吸着塔内の可燃性ガスの濃度が可燃限界を超えないようベント弁より排出する。なお、サブドレン他浄化装置建屋には、換気装置及び換気装置のための貫通箇所があり、可燃性ガスが滞留し難い構造となっている。
- b. 使用済の前処理フィルタ及び吸着塔は、可燃性ガスの滞留防止のため、内部の水抜きを実施後、使用済フィルタは保管容器に収容し、吸着塔はベントを開放して保管する。保管時の水素濃度の評価を行った結果、最も大きい水素発生速度となる前処理フィルタ1、2でも水素濃度は20年間で約0.7%であり、可燃限界を超えることはない（別紙-3参照）。なお、水抜きにより発生した水は、処理装置供給タンクに移送する。

5. その他

(1) 凍結

水を移送している過程では、凍結の恐れはない。

水の移送を停止した場合、屋内外敷設の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、屋内外敷設のポリエチレン管等に保温材を取り付け、凍結防止を図る。なお、保温材は高い気密性と断熱性を有する硬質ポリウレタン等を使用し、凍結しない十分な厚さを確保する。

保温材厚さの設定の際には、「建設設備の凍結防止（空気調和・衛生工学会）」に基づき、震災以降に凍結事象が発生した外気温 -8°C 、内部流体の初期温度 5°C 、保温材厚さ 21.4mm の条件において、内部流体が25%※凍結するまでに十分な時間（50時間程度）があることを確認した。なお、震災以降の実測データから、外気温 -8°C が半日程度継続することはない。

※「JIS A 9501 保温保冷工事施工標準」において管内水の凍結割合を25%以下と推奨

(2) 紫外線

屋外敷設箇所のポリエチレン管等には、紫外線による劣化を防止するため、紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材を取り付ける、もしくは、カーボンブラッ

クを添加していない保温材を使用する場合は、カーボンブラックを添加した被覆材または紫外線による劣化のし難い材料である鋼板を取り付ける。

(3) 熱による劣化

熱による劣化が懸念されるポリエチレン管については、処理対象水の温度がほぼ常温のため、熱による材料の劣化の可能性は十分低い。

(4) 耐放射線性

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。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。

(5) 使用済前処理フィルタの貯蔵

使用済の前処理フィルタは、エアブロー等により水切りした後、コンクリート製または金属製の保管容器に収容して固体廃棄物貯蔵庫（第3棟～第8棟、第9棟 地下2階：瓦礫類線量区分 $>30 \text{ mSv/h}$ ）に貯蔵する。

使用済前処理フィルタの発生量は、最大でも年間 300m^3 程度（約 2m^3 の容器で150個程度）と想定される。

使用済前処理フィルタの保管時は、保管エリアの受入目安表面線量率に応じて、保管容器の表面線量率を管理（保管容器の遮へいを考慮し、保管容器の表面線量率を測定する。また、必要に応じてフィルタの収納数を制限）する。

(6) 使用済吸着塔の貯蔵

使用済吸着塔は、淡水置換し、エアブローにより水切りした後、使用済セシウム吸着塔保管施設（Ⅱ2.5.2.1.2参照）のコンクリート製ボックスカルバート内、または架台に格納して保管する。

使用済吸着塔の発生量は、最大でも年間20基程度、ボックスカルバートの使用数では最大でも年間10基程度と想定される。

使用済吸着塔の貯蔵による敷地境界への直接線・スカイシャイン線による寄与は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設に貯蔵される他の廃棄物と同程度であり、同施設の敷地境界線量の評価結果に包絡される。

(7) 設備停止

設備故障等による浄化設備停止期間中は、サブドレンの汲み上げ量を減らし、地下水ドレンの汲み上げを優先する。なお、汲み上げた地下水ドレン水は集水タンクへ貯留するが、

集水タンクの貯留容量を超えることが見込まれる場合は、機動的対応として、タービン建屋等に移送する。

(8) 誤操作防止対策について

サブドレン他移送設備は操作盤にキーロックを設け、鍵を使用しなければ排水操作が出来ない設計としている。

(9) 吸着塔の除外について

処理対象水において、アンチモン、重金属核種の濃度が十分に低いことを確認した場合は、アンチモン吸着塔、重金属塔を除外可能とする。除外後は除去対象核種を週1回程度の頻度で詳細分析^{*}し、除外前の濃度から上昇傾向がない事を確認する。濃度の上昇により排水に支障をきたすと判断される場合は、元の吸着塔の構成に戻し、浄化を行う。

※週1回程度の詳細分析は四半期ごとの詳細分析と同程度の分析条件とする。

6. 別紙

- 別紙－1 : サブドレン他浄化装置の敷地境界線量評価について
- 別紙－2 : サブドレン他浄化装置の温度評価について
- 別紙－3 : サブドレン他浄化装置の水素発生量評価について
- 別紙－4 : 水質調査結果一覧

- 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

サブドレン他浄化装置の敷地境界線量評価について

サブドレン他浄化装置から近傍の敷地境界に対する直接線・スカイシャイン線の寄与を評価する。

1. 評価概要

○評価手法：

- ・解析コード MCNP を用いて評価

○評価条件：

- ・サブドレン他浄化設備から最寄りの敷地境界（敷地境界評価地点 No. 66, 距離約 230m）を評価した。（図 1）
- ・吸着塔に収容する吸着材の構成は、最も保守的なケースとして、吸着塔 1～3 をセシウム・ストロンチウム同時吸着塔、吸着塔 4 をアンチモン吸着塔、吸着塔 5 を重金属塔として評価した。

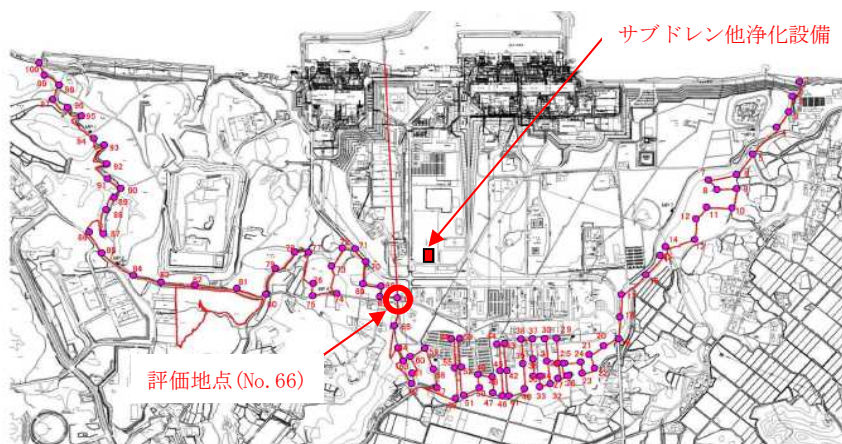


図 1 サブドレン他浄化設備と評価点の位置関係

- ・評価対象機器を表 1 に示す。

表 1 評価対象機器

機器		評価上考慮する基数	放射能条件
前処理フィルタ 1, 2		4	前処理フィルタ 2
前処理フィルタ 3		2	前処理フィルタ 3
前処理フィルタ 4		2	前処理フィルタ 4
吸着塔	1~3 塔目	6	吸着塔 1
	4 塔目	2	吸着塔 4
	5 塔目	2	吸着塔 5

- ・吸着材の放射能濃度は、吸着塔の入口濃度から除去率、通水量（遮へい体を含む機器表面から 1m の位置における雰囲気線量当量率が 0.1mSv/h 以下となるよう設定）を考慮して算出した値にて評価を行う。
- ・前処理フィルタ及び吸着塔は、各々が交換直前で放射性物質の捕捉量又は吸着量が最大になっていると設定する。
- ・前処理フィルタ 1, 2 は、2 塔に分布する放射能の全量が前処理フィルタ 2 に吸着していると保守的に設定する。
- ・吸着塔 1 ~ 3 は、3 塔に分布する放射能の全量が吸着塔 1 に吸着していると保守的に設定する。
- ・評価点における直接線・スカイシャイン線の評価値は、前処理フィルタ、吸着塔の評価値を合算して算出した。
- ・吸着塔のうちアンチモン吸着塔、重金属塔は除外可能とし、セシウム・ストロンチウム同時吸着塔は最大 5 塔まで装填可能とするが、表 1 が最も保守的なケースとなる。

- ・前処理フィルタ及び吸着塔の線源条件を表 2 に示す。

表 2 前処理フィルタ及び吸着塔の線源条件

機器名称	核種	線源強度 (Bq/体)
前処理フィルタ 2	Cs	2.5×10^{11}
前処理フィルタ 3	Cs	4.3×10^{10}
前処理フィルタ 4	Sr	2.8×10^9
吸着塔 1	Cs Sr	2.9×10^{10} 4.3×10^9
吸着塔 4	Sb	1.4×10^{10}
吸着塔 5	Ag-110m	2.7×10^9

2. 評価結果

上記条件により、評価を行った結果、評価地点における直接線・スカイシャイン線の寄与は表3の通りとなった。

表3 サブドレン他浄化設備の敷地境界線量評価結果

評価地点	評価値 (mSv/年)
No. 66	0.06

なお、本装置から発生する使用済フィルタ及び吸着塔については、固体廃棄物貯蔵庫及び使用済セシウム吸着塔一時保管施設において線源として考慮している。

以上

サブドレン他浄化装置の温度評価について

温度評価は、使用済前処理フィルタ及び使用済吸着塔の収容物からの発熱を入熱条件とし、一次元の定常温度評価により使用済前処理フィルタ及び使用済吸着塔の最高温度を評価した。

1. 評価概要

各フィルタ及び吸着塔に捕捉・吸着した放射性物質による発熱を入熱条件とし、一次元の定常温度評価を行い、各フィルタ及び吸着塔の保管状態における温度上昇が 1℃未満であることを確認した。

2. 前処理フィルタの温度評価

2. 1 評価方法

○評価手法：

- ・一次元定常温度評価により評価（評価体系については、図－１を参照。また、考慮した伝熱機構及び使用した熱伝導率等は表－１及び２を参照）

○線源条件：

線源条件は、下表を条件とする。

機器名称	捕捉・吸着 主要核種	吸着量 (Bq/個) ※1
前処理フィルタ 1, 2※2	Cs	2.5×10^{11}
前処理フィルタ 3	Cs	4.3×10^{10}
前処理フィルタ 4	Sr	2.8×10^9

※1 捕捉・吸着する主要核種の吸着量

※2 保守的にいずれか一つの前処理フィルタで捕捉すると仮定

○入熱条件：

- ・前処理フィルタ 1 及び 2 は同等の保管形状であり、かつ発熱量も等しいことから、前処理フィルタ 2 の入熱条件である 4.9×10^{-2} [W] を採用する。
- ・前処理フィルタ 3 及び 4 は同等の保管形状であり、また発熱量は前処理フィルタ 3

が前処理フィルタ 4 に比べて大きいことから、保守的に前処理フィルタ 3 の入熱条件である $8.4 \times 10^{-3} [W]$ を採用する。

○評価条件：

- ・保管容器内は保守的に均一の発熱体と仮定し、また容器内の伝熱は空気の熱伝導のみを考慮し、空気の対流及び輻射による放熱は考慮しない。
- ・保管容器の側面からの放熱については、保守的に 2 面からの放熱のみ考慮し、また上蓋及び床からの放熱は考慮しない。
- ・保管容器の外面上において、熱輻射による放熱は考慮しない。
- ・外気温度は保守的に $40^{\circ}C$ とする。

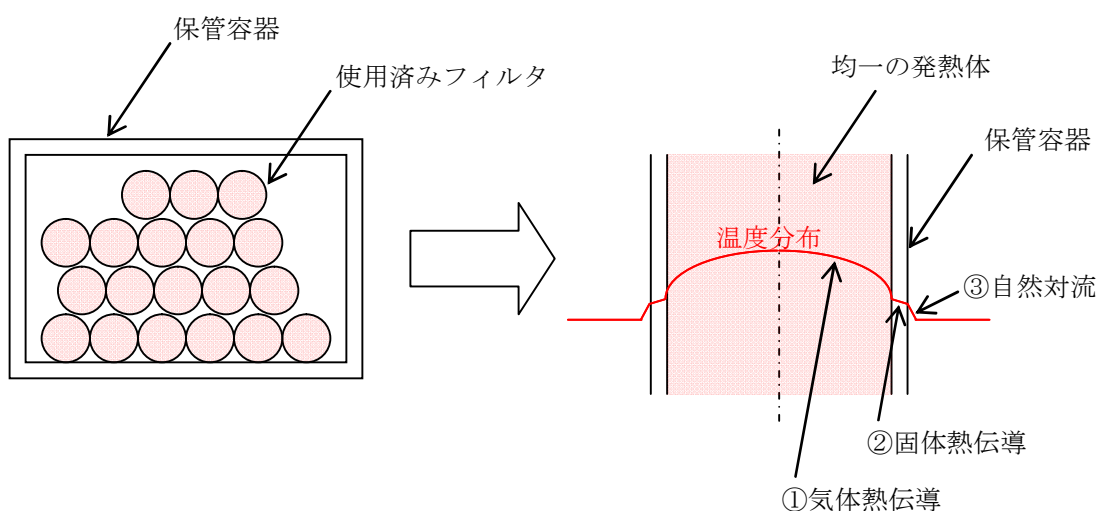


図-1 前処理フィルタの評価体系概念図（一次元定常温度評価モデル）

表-1 考慮した伝熱機構及び温度評価に用いた熱伝導率等（前処理フィルタ 2）

No.	伝熱箇所	伝熱機構	伝熱距離	熱伝導率等
①	保管容器内（空気）	気体熱伝導	約 570mm	熱伝導率 約 $0.028 [W/(m \cdot K)]$
②	保管容器（コンクリート）	固体熱伝導	約 100mm	熱伝導率 約 $1.2 [W/(m \cdot K)]$
③	保管容器から空気	自然対流	— ^{※1}	熱伝達率 約 $0.46 [W/(m^2 \cdot K)]$

※1：自然対流による伝熱のため、距離に依存しない。

表-2 考慮した伝熱機構及び温度評価に用いた熱伝導率等（前処理フィルタ3）

No.	伝熱箇所	伝熱機構	伝熱距離	熱伝導率等
①	保管容器内（空気）	気体熱伝導	約 640mm	熱伝導率 約 0.028[W/(m・K)]
②	保管容器（炭素鋼）	固体熱伝導	約 2.3mm	熱伝導率 約 43[W/(m・K)]
③	保管容器から空気	自然対流	— ^{※1}	熱伝達率 約 0.27[W/(m ² ・K)]

※1：自然対流による伝熱のため、距離に依存しない。

2. 2 評価結果

評価の結果、前処理フィルタ2の温度上昇は約0.27℃、前処理フィルタ3の温度上昇は約0.06℃であり、フィルタの耐熱温度である80℃を超えることはなく、材料の健全性に影響を与えるものではないことを確認した。

3. 吸着塔の温度評価

3. 1 評価方法

○評価手法：

- ・一次元定常温度評価により評価（評価体系については、図-2を参照。また、考慮した伝熱機構及び使用した熱伝導率等は表-3を参照）

○線源条件：

線源条件は、下表を条件とする。

機器名称	捕捉・吸着 主要核種	吸着量 (Bq/個) ^{※1}
吸着塔 1～5 ^{※2}	Cs	2.9×10 ¹⁰
	Sr	4.3×10 ⁹
	Sb-125	1.4×10 ¹⁰
	Ag-110m	2.7×10 ⁹

※1 捕捉・吸着する主要核種の吸着量

※2 アンチモン吸着塔、重金属塔はそれぞれ1塔装填、またはそれぞれ除外可能とする。アンチモン吸着塔、重金属塔をそれぞれ1塔ずつ装填する場合は、吸着塔4にアンチモン吸着塔、吸着塔5に重金属塔を装填する。アンチモン吸着塔、重金属塔のいずれか1塔を除外し、いずれか1塔のみを装填する場合は、吸着塔5に装填する。セシウム・ストロンチウム同時吸着塔は、アンチモン吸着塔、重金属塔の装填塔数に応じて、3塔～5塔装填し、保守的にいずれか一つの吸着塔で吸着すると仮定

○入熱条件：

- ・吸着塔 1～5 は同等の保管形状であり，また吸着塔内で発生する放射線エネルギーは吸着塔 1 が最も大きく，発熱量が最大となることから，保守的に吸着塔 1 の入熱条件である $5.73 \times 10^{-3} [W]$ を採用する。

○評価条件：

- ・吸着塔は円柱形上であるが，評価においては保守的に吸着塔を包含する四角柱を仮定する。また容器側面からの放熱については，四角柱の 2 面からの放熱のみ考慮し，また上蓋及び床からの放熱は考慮しない。
- ・吸着塔内は保守的に均一の発熱体と仮定し，保守的に円柱形上よりも発熱体の体積が大きい条件とする。また容器内の伝熱は空気のみを考慮し，空気の対流及び輻射による放熱は考慮しない。
- ・吸着塔外面において，熱輻射による放熱は考慮しない。
- ・外気温度は保守的に $40^{\circ}C$ とする。

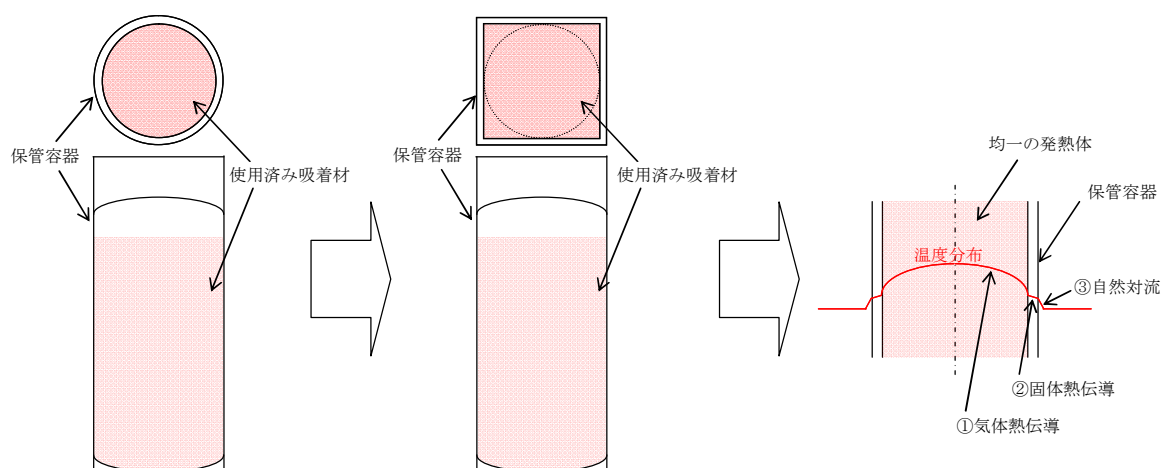


図-2 吸着塔の評価体系概念図（一次元定常温度評価モデル）

表-3 考慮した伝熱機構及び温度評価に用いた熱伝導率等（吸着塔 1）

No.	伝熱箇所	伝熱機構	伝熱距離	熱伝導率等
①	保管容器内（空気）	気体熱伝導	約 673mm	熱伝導率 約 $0.028 [W/(m \cdot K)]$
②	保管容器（炭素鋼）	固体熱伝導	約 25mm	熱伝導率 約 $43 [W/(m \cdot K)]$
③	保管容器から空気	自然対流	— ^{※1}	熱伝達率 約 $0.199 [W/(m^2 \cdot K)]$

3. 2 評価結果

評価の結果，吸着塔 1 の温度上昇は約 0.02℃であり，吸着材の耐熱温度である 600℃を超えることはなく，材料の健全性に影響を与えるものではないことを確認した。

以上

サブドレン他浄化装置の水素発生量評価について

サブドレン他浄化装置における水素発生量評価の結果を以下に示す。使用する前処理フィルタ及び吸着塔のうち、水素発生速度が最も大きい前処理フィルタ1，2を収容する保管容器の評価結果を以下に示す。

1. 評価概要

使用済前処理フィルタの保管容器内では、前処理フィルタが吸着した放射性物質によって前処理フィルタ中の水分が放射線分解されることにより、水素が発生する。前処理フィルタは保管容器のベントを行わずに保管することから、本評価では発生した水素が全て容器内に滞留するものとして、保管を開始してから20年後における水素濃度の評価を行う。なお、放射性物質は核種崩壊により減衰するため水素の発生量は次第に低下し、水素濃度は一定値に収束することから、長期間保管した場合の水素濃度の収束値を参考として評価する。

2. 水素発生量評価

水素発生量Hは次式により求める。なお、前処理フィルタは可燃性ガスの発生抑制を目的として水抜きを実施後に保管するが、前処理フィルタ1，2については、15時間の水抜きを行うことにより含水率が0.3以下となることを確認している。

$$H = G \times \alpha \times E \div A$$

H：水素発生量[mol]

G：水が100eVのエネルギーを吸収した際に発生する水素分子の個数，0.45

α ：含水率，0.3

E：水が吸収するエネルギー： 8.47×10^{19} (MeV)

A：アボガドロ数 (6.02×10^{23} 個/mol)

水が吸収するエネルギーの算出にあたり使用した線源条件を表1に示す。前処理フィルタ1，2は、2塔に分布する放射能の全量が前処理フィルタ2に吸着していると保守的に設定する。

表1 前処理フィルタ及び吸着塔の線源条件

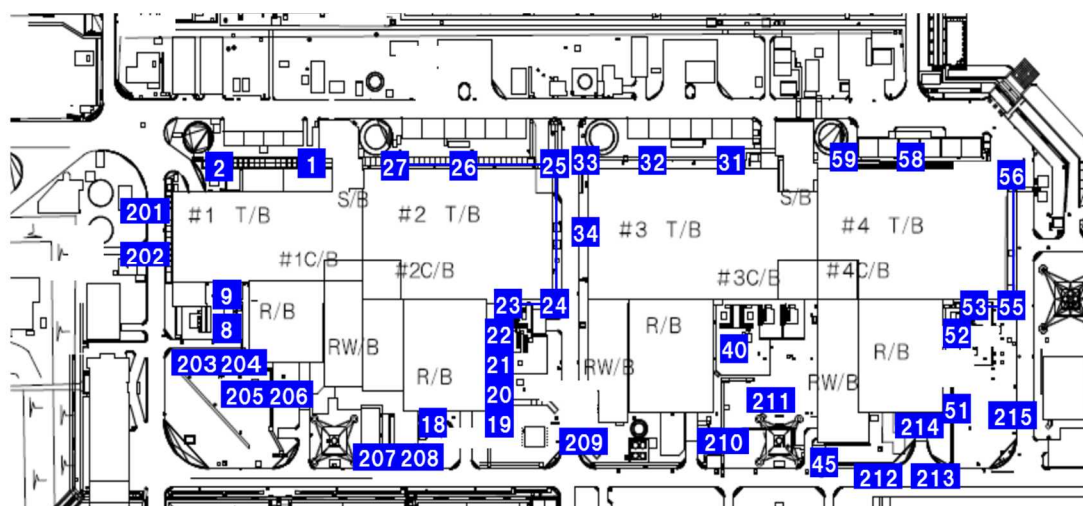
機器名称	核種	線源強度 (Bq/体)
前処理フィルタ 2	Cs	2.5×10^{11}

3. 評価結果

評価の結果, 使用済前処理フィルタ 1, 2 の保管を開始してから20年後における水素濃度は約0.7%となる。なお, 長期間保管した場合には水素濃度は約1.7%に収束する。

以上

水質調査結果一覧



単位：Bq/L

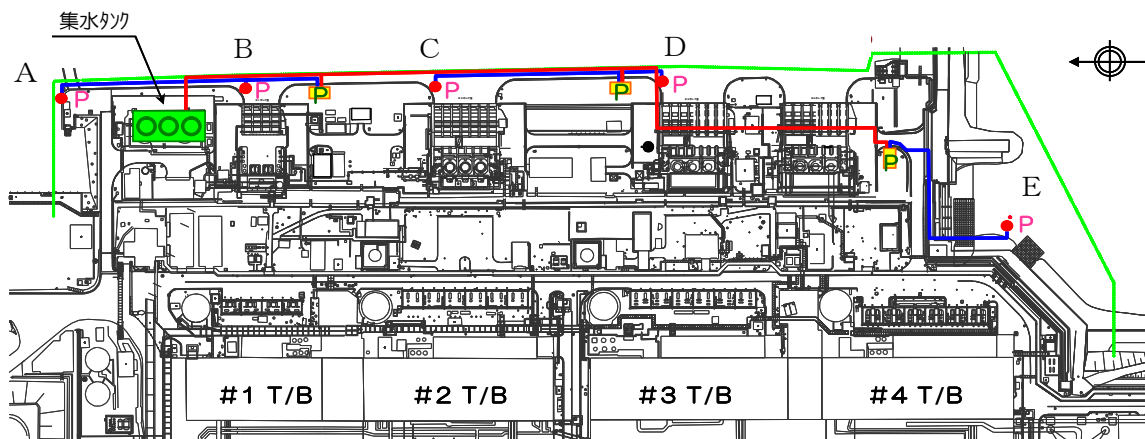
ピット	Cs-134	Cs-137	全β	H-3
1	2.5×10^1	1.3×10^2	1.5×10^2	9.1×10^3
2	ND(10)	ND(16)	1.8×10^1	1.5×10^2
8	1.8×10^2	8.2×10^2	1.1×10^3	1.3×10^2
9	1.4×10^1	1.2×10^2	1.3×10^2	1.1×10^3
18	3.3×10^2	1.6×10^3	1.8×10^3	6.3×10^2
19	4.7×10^2	2.4×10^3	3.1×10^3	6.5×10^2
20	ND(13)	ND(18)	1.9×10^1	1.2×10^3
21	1.3×10^1	5.9×10^1	6.6×10^1	1.6×10^3
22	ND(12)	2.4×10^1	4.8×10^1	8.6×10^2
23	1.3×10^1	7.6×10^1	9.1×10^1	2.7×10^2
24	2.5×10^1	1.1×10^2	1.9×10^2	2.0×10^2
25	3.2×10^1	1.1×10^2	2.0×10^2	1.3×10^2
26	8.9×10^1	3.5×10^2	5.0×10^2	ND(130)
27	3.1×10^1	1.7×10^2	3.1×10^2	ND(100)
31	2.2×10^1	7.5×10^1	1.2×10^2	1.8×10^2
32	ND(12)	ND(16)	ND(15)	ND(100)
33	ND(12)	3.1×10^1	3.2×10^1	3.8×10^2
34	7.4×10^1	3.1×10^2	4.3×10^2	5.5×10^2
40	6.8×10^2	3.1×10^3	3.8×10^3	2.2×10^2

ピット	Cs-134	Cs-137	全β	H-3
45	ND(9.5)	ND(16)	ND(13)	ND(120)
51	ND(10)	ND(18)	ND(13)	ND(120)
52	ND(8.9)	ND(15)	ND(18)	ND(130)
53	ND(9.3)	ND(18)	ND(11)	ND(130)
55	ND(10)	ND(16)	ND(11)	ND(130)
56	ND(10)	ND(19)	2.0×10^1	ND(100)
58	ND(10)	1.8×10^1	ND(12)	ND(130)
59	ND(10)	ND(18)	3.8×10^1	7.7×10^2
201	ND(9.8)	ND(16)	ND(11)	ND(130)
202	ND(11)	ND(18)	ND(11)	ND(130)
203	ND(9.4)	ND(16)	ND(13)	ND(130)
204	ND(12)	ND(19)	7.4×10^1	ND(130)
205	ND(12)	ND(16)	2.1×10^1	3.2×10^2
206	ND(11)	ND(17)	ND(15)	ND(100)
207	ND(10)	ND(18)	ND(15)	1.3×10^2
208	ND(9.2)	ND(15)	ND(18)	ND(130)
209	ND(14)	ND(18)	ND(15)	2.5×10^2
210	ND(9.6)	ND(16)	ND(13)	ND(120)
211	2.1×10^1	7.5×10^1	1.9×10^2	ND(130)
212	ND(9.7)	ND(16)	ND(18)	ND(130)
213	ND(9.8)	ND(18)	ND(13)	ND(120)
214	ND(11)	ND(18)	ND(12)	1.7×10^2
215	ND(11)	ND(14)	ND(18)	ND(130)

※ 「ND」は検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。

※ H27年8月～H28年1月に採取したデータを示す。

※ 新設ピット表記は、従前使用していたN1～N15からNo. 201～215に見直す。



(単位 : Bq/L)

地下水ドレンポイント	Cs-134	Cs-137	全β	H-3
A	ND(6.8)	ND(6.4)	8.1×10^3	5.8×10^3
B	ND(7.9)	8.9×10^0	2.2×10^3	4.6×10^3
C	3.0×10^1	1.5×10^2	9.0×10^2	4.6×10^3
D	ND(7.3)	ND(6.4)	2.7×10^2	9.4×10^2
E	ND(7.0)	ND(7.1)	6.9×10^1	3.6×10^2

※採取日 : 2016年1月25日

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

サブドレン及び建屋滞留水の水位は、それぞれサブドレンピット上端及び建屋1階床を基準として、それらが震災前の図面レベルにあるものとして表示してきたが、震災による地盤変動を踏まえ、より正確に水位差を管理することを目的に測量結果をもとに算出した値を用いることとする。測量に関する特記事項を以下に示す。

- (1) サブドレン及び建屋滞留水水位は、表-1及び表-2に示す測量結果を反映した基準点から水位を計測する。但し、R/B、Rw/B滞留水水位の基準点は、測量が完了するまでは、構内基準点の測量結果を用いる。なお、線量環境により測量が困難なR/B、Rw/Bは、4号機を先行して測量を行い、T/Bとの相対関係を確認し、必要により換算値を見直す。
- (2) 今後、定期的にサブドレン及び建屋の代表箇所での測量を行い、相対関係の変動状況や地盤の不均一な隆起の有無を確認していく。前回測量結果からの相対関係のずれが点検計算の許容範囲^{※1}以内となるように測量頻度を適切に定める。

※1 3級水準測量における点検計算の許容範囲は、 $15\text{mm}\sqrt{S}$ (Sは観測距離(片道, km単位))

表-1 1～4号機建屋及びサブドレンピットの測量結果一覧

		実測値 [T.P.mm]	測量日	備考
構内基準点(物揚場)		3,700	H26.3	
建屋	1号機 T/B	8,743	H27.2	
	2号機 T/B	8,748		
	3号機 T/B	8,763		
	4号機 T/B	8,761		
	1～4号機 R/B	8,764	-	
	1～4号機 Rw/B	8,764	-	
サブドレンピット	1	8,533	H26.7 ～9	
	2	8,673		
	8	8,763		
	9	10,263		震災後、ピット上端の嵩上げを実施
	18	8,691		
	19	8,659		
	20	8,663		
	21	8,685		
	22	8,586		
	23	8,696		
	24	8,658		
	25	8,666		
	26	8,686		
	27	8,633		
	31	8,793		
	32	8,866		
	33	8,668		
	34	8,835		
	40	9,058		
	45	8,901		
	51	9,788		震災後、ピット上端の嵩上げを実施
	52	9,811		震災後、ピット上端の嵩上げを実施
53	8,969			
55	8,916			
56	8,528			
58	8,873			
59	8,783			

※2 上記は H27.9 時点における測量結果であり、今後測量を実施し水位に反映する必要がある場合は、見直すものとする。

表-2 集中環境施設周り建屋及びサブドレンピットの測量結果一覧

		実測値 [T.P.mm]	測量日	備考
建屋	プロセス主建屋	8,838	H27.7	
	焼却工作建屋 (焼却建屋)	8,808		
	焼却工作建屋 (工作建屋)	8,806		
	サイトバンカ建屋	8,762		
	HTI建屋	8,754		
サブドレンピット	112	8,665	H27.7	
	116	8,654		
	119	8,657		
	120	8,519		
	121	8,702		
	122	8,720		
	125	8,462		
	133	8,700		
	150	8,776		
	151	8,762		
	152	8,775		
	153	8,757		

※2 上記は H27.9 時点における測量結果であり、今後測量を実施し水位に反映する必要がある場合は、見直すものとする。

サブドレン他水処理施設に係る確認事項

サブドレン他水処理施設に係る主要な確認事項を表-1～8に示す。サブドレン他水処理施設で扱う液体の放射能濃度は37kBq/cm³未満である。

なお、寸法許容範囲については製作誤差等を考慮の上、確認前に定める。

表-1 確認事項（中継タンク，集水タンク，処置装置供給タンク，サンプルタンク，地下水ドレン中継タンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。 耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から漏えいがないこと。
機能	警報確認	液位「高高」側 ^{※1} の信号により警報が発生することを確認する。	液位「高高」側 ^{※1} の信号により警報が発生すること。

※1 タンクにより信号名称は異なる。

表-2 確認事項（前処理フィルタ，吸着塔）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。 耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	定格容量を通水する。	実施計画に記載した容量を通水できること。 また，異音，異臭，振動等の異常がないこと。

表-3 確認事項（サブドレン他浄化装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能 確認	設計流量（50m ³ /h）以上で処理対象水を通水し，サブドレン他浄化装置の処理前水及び処理済水の水質について確認条件で分析する。	実施計画に記載した容量を通水でき，Cs-134，Cs-137，Sr-90 ^{※1} の放射能濃度が低減すること ^{※2} 。処理前水の Ge 半導体検出器にて Cs-137 を検出できる計測を行った結果として確認された核種 ^{※3} の放射能濃度が低減すること。また，異音，異臭，振動等の異常がないこと。

※1 Sr-90 は，分析値若しくは全βでの評価値とする。

※2 告示に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度との比がそれぞれ 0.1 を十分下回ること。

※3 Cs-137 が検出されない場合は Cs-137 で 1Bq/L まで確認することとし，それでも検出されない場合は他に確認される核種はないものとする。

表-4 確認事項（揚水ポンプ，中継タンク移送ポンプ，集水タンク移送ポンプ，集水移送加圧ポンプ，処理装置供給ポンプ，処理装置加圧ポンプ，浄化水移送ポンプ，攪拌ポンプ，地下水ドレンポンド揚水ポンプ，地下水ドレン中継タンク移送ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認 ※1，※2，※3	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認 ※1，※2，※3	運転圧力で耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
性能	運転性能 確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また，異音，異臭，異常振動等がないこと。

※1 揚水ポンプについては，サブドレンピット内部の水中に設置されており，据付確認及び漏えい確認が困難であり，対象外とする。

※2 地下水ドレンポンド揚水ポンプについては，地下水ドレンポンド内部の水中に設置されており，据付確認及び漏えい確認が困難であり，対象外とする。

※3 地下水ドレン中継タンク移送ポンプについては，地下水ドレン中継タンク内部の水中に設置されており，据付確認及び漏えい確認が困難であり，対象外とする。

表-5-1 確認事項 (サブドレン集水設備主配管 (鋼管),
 サブドレン他浄化設備主配管 (鋼管), サブドレン他移送設備主配管 (鋼管),
 地下水ドレン集水設備主配管 (鋼管))

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径, 厚さについて記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後, 確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後, 耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え, かつ構造物の変形等がないこと。 また, 耐圧部から漏えいがないこと。

表-5-2 確認事項 (サブドレン集水設備主配管 (PE 管),
 サブドレン他浄化設備主配管 (PE 管), サブドレン他移送設備主配管 (PE 管),
 地下水ドレン集水設備主配管 (PE 管))

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	主な材料について記録を確認する。	当該材料規格の規定のとおりであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	製造者寸法許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	現場状況を考慮し製造者指定方法・圧力による漏えい有無を確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。

表-5-3 確認事項 (サブドレン集水設備主配管 (伸縮継手),
サブドレン他浄化設備主配管 (伸縮継手))

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	主な材料について記録を確認する。	当該材料規格の規定のとおりであること。
	寸法確認	指定のサイズ (呼び径) であることを確認する。	指定のサイズ (呼び径) であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後, 確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後, 耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え, かつ構造物の変形等がないこと。 また, 耐圧部から漏えいがないこと。

表-5-4 確認事項 (サブドレン他移送設備主配管 (伸縮継手))

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	指定サイズ (呼び径) であることを確認する。	指定サイズ (呼び径) であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認 ^{※1}	①最高使用圧力による耐圧漏えい確認を行う。	①耐圧部から漏えいがないこと。
②確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。		②確認圧力に耐え、かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から漏えいがないこと。	

※1 ①または②にて実施する。

表-5-5 確認事項 (主配管)

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
機能	通水機能確認	主配管の通水状態について確認する。	通水できること。

表－6 確認事項（漏えい検出装置及び警報装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	装置の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
機能	漏えい警報確認	設定通りに警報が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報が作動すること。

表－7－1 確認事項（堰その他の設備^{※1}）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。

※1 中継タンク堰，集水タンク 1～3 堰，サンプルタンク A～G 堰，地下水ドレン中継タンク堰。

表－7－2 確認事項（堰その他の設備^{※1}）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	据付確認	タンク基礎の不陸について確認する。	異常な不陸がないこと。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	地盤支持力確認	支持力試験によりタンク基礎の地盤支持力を確認する。	必要な支持力を有していること。
機能	漏えい拡大防止機能確認	堰の保有水量について確認する。	保有水量以上あること。

※1 集水タンク 4, 5 堰，集水タンク 6, 7 堰，サンプルタンク H, J, K, L 堰。

表－８－１ 確認事項（サブドレン他浄化装置建屋基礎）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	材料確認	構造体コンクリートの圧縮強度を確認する。	構造体コンクリート強度が、実施計画に記載されている設計基準強度に対して、JASS 5N の基準を満足すること。
		鉄筋の材料、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
	寸法確認	構造体コンクリート部材の断面寸法を確認する。	構造体コンクリート部材の断面寸法が、実施計画に記載されている寸法に対して、JASS 5N の基準を満足すること。
	据付確認	鉄筋の径、間隔を確認する。	鉄筋の径が実施計画に記載されている通りであること。鉄筋の間隔が実施計画に記載されているピッチにほぼ均等に分布していること。

表－８－２ 確認事項（サブドレン他浄化装置建屋内堰）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
漏えい防止	材料確認	実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	堰その他の設備の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。

RO 濃縮水処理設備から用途変更する機器に関する確認事項を表－9に示す。

RO 濃縮水処理設備から他設備へ用途変更する機器は、用途変更に伴い、構造強度・耐震性、機能及び性能について変更はないことから、用途変更後も機器を継続使用する。なお、用途変更する機器に係わる確認事項については、継続使用しながら確認を実施する。

表－9－1 確認事項（RO 濃縮水処理水中継タンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。 ※1	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることを記録で確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。
機能	警報確認	液位「高高」側※2の信号により警報が発生することを確認する。	液位「高高」側※2の信号により警報が発生すること。

※1 現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

※2 タンクにより信号名称は異なる。

表-9-2 確認事項 (RO 濃縮水処理水移送ポンプ)

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。※1	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置, 据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認	運転圧力で耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また, 異音, 異臭, 異常振動等がないこと。

※1 現地では実施可能な範囲とし, 必要に応じて記録を確認する。

表-9-3 確認事項 (主配管 (鋼管))

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径, 厚さについて記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※1	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。※1	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後, 確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後, 耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え, かつ構造物の変形等がないこと。 また, 耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※1 現地では実施可能な範囲とし, 必要に応じて記録を確認する。

表-9-4 確認事項（主配管（PE管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	製造者寸法許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※ ¹	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。※ ¹	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	現場状況を考慮し製造者指定方法・圧力による漏えい有無を確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※¹ 現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表-9-5 確認事項（主配管（伸縮継手））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	指定サイズ（呼び径）であることを確認する。	指定サイズ（呼び径）であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※ ¹	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。※ ¹	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力による耐圧漏えい確認を行う。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※¹：現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表－9－6 確認事項（堰その他の設備※1）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。

※1 サブドレン他浄化装置建屋内堰を除く，屋外に設置したタンク堰。

表－9－7 確認事項（主配管（閉止部））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	外観・据付 確認	配管閉止部の外観，据付状態について確認する。	実施計画の通りであること。
機能	機能確認	配管が実施計画の通り施工されていることを確認する。	実施計画の通りであること。

地下水ドレン前処理装置について

1. 設置の目的

地下水ドレン前処理装置は、地下水ドレン集水設備により汲み上げた水の放射能濃度（トリチウムを除く）が高い場合に、当該設備にて前処理を行い、放射能濃度を低下させることによってサブドレン他浄化設備での処理負荷を軽減させることを目的とする。

2. 要求される機能

- (1) 地下水ドレン集水設備により汲み上げた水の処理を行い、放射性物質の放射能濃度を低減してサブドレン他浄化設備へ移送する能力を有すること。
- (2) 処理により生成される濃縮水は、タービン建屋に移送できること。

3. 地下水ドレン前処理装置の構成

地下水ドレン前処理装置は、保安フィルタ、RO膜加圧ポンプ、RO膜、脱塩器及び移送配管で構成する。

保安フィルタは、大まかなゴミや鉄分等を捕捉する。RO膜は逆浸透圧を利用し、処理対象水中のイオン及び微粒子等を除去する。脱塩器に通水させることにより、RO膜通過後の処理対象水をさらに浄化する。

移送配管は、ポリエチレン管、鋼管及び合成ゴム管で構成する。サポート等により接続部が外れないように処置する。

4. 規格・基準等

地下水ドレン前処理装置は、設計、材料の選定、製作及び検査について、JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME 規格）、日本工業規格（JIS 規格）、ISO 規格、JWWA 規格等の準拠、実績等により信頼性を確保する。

5. 運用方法

地下水ドレン前処理装置及びその周辺機器の全体概略図を図-1に示す。

地下水ドレン前処理装置は、地下水ドレン中継タンクへ汲み上げた地下水を通水し、処理水と濃縮水に分離する。処理水は集水タンク（サブドレン集水設備）に移送し、サブドレン他浄化設備にて浄化後に排水する。濃縮水はタービン建屋へ移送する。

なお、本装置の処理水をサブドレン他浄化設備による浄化を行わずに排水することは行わない（構内散水を含む）。

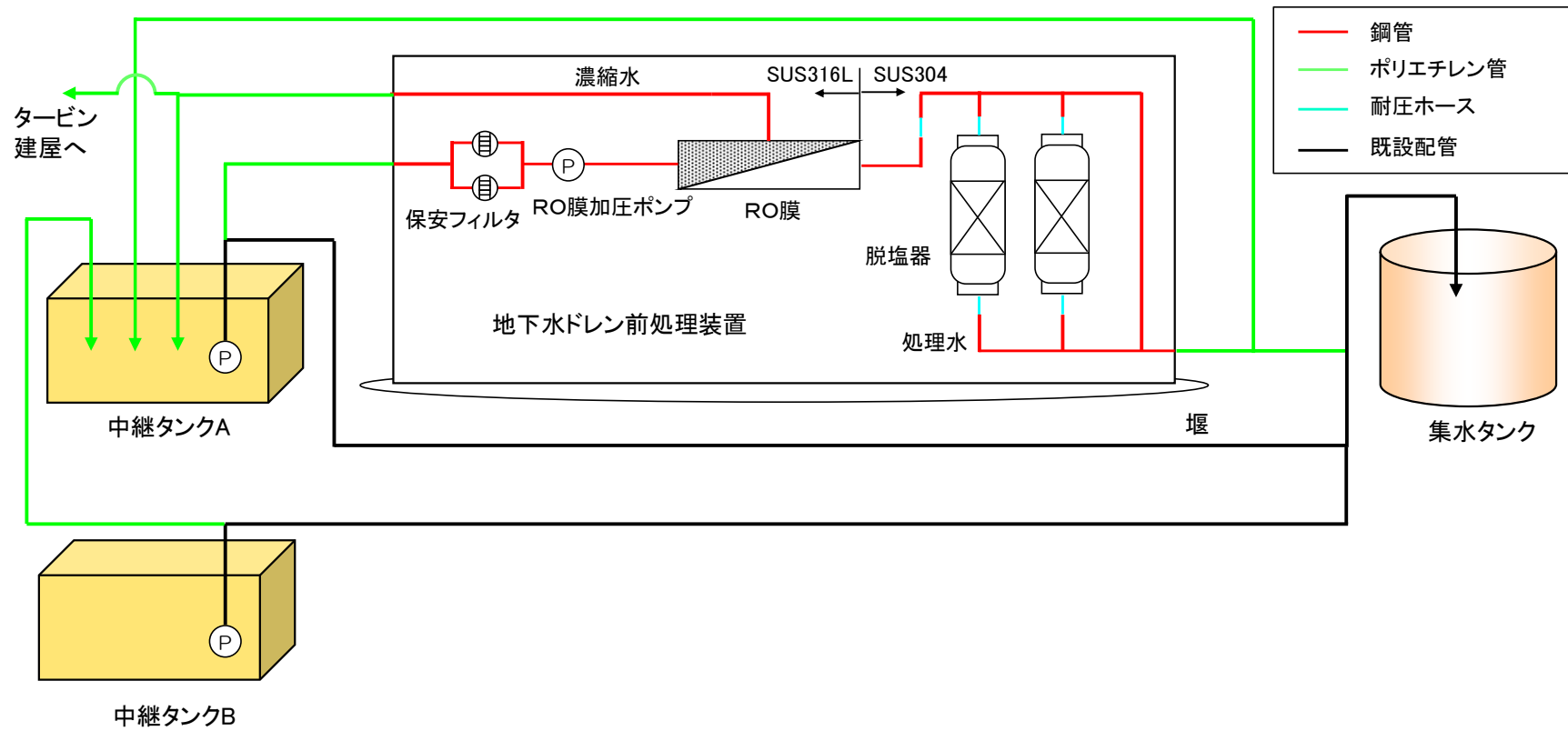


図-1：地下水ドレン前処理装置及びその周辺機器の全体概略図

6. 構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

配管のうち、ポリエチレン管は ISO 規格、JWWA 規格、または、JIS に準拠し、鋼管は、「JSME SNC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に準拠する。強度評価については、「添付資料－7 地下水ドレン集水設備の強度に関する説明書」参照。

(2) 耐震性

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に従い設計する。地下水ドレン前処理装置及び鋼管の耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」等に準拠する。ポリエチレン配管は、材料の可撓性により耐震性を確保する。耐震性評価については、「添付資料－3 サブドレン他水処理施設の耐震性に関する説明書」参照。

7. 具体的な安全確保策

7.1. 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

移送配管は、耐食性を有するポリエチレン管を基本とする。ステンレス材を使用する部位は内部流体の性状等に応じた適切な材料を使用する。

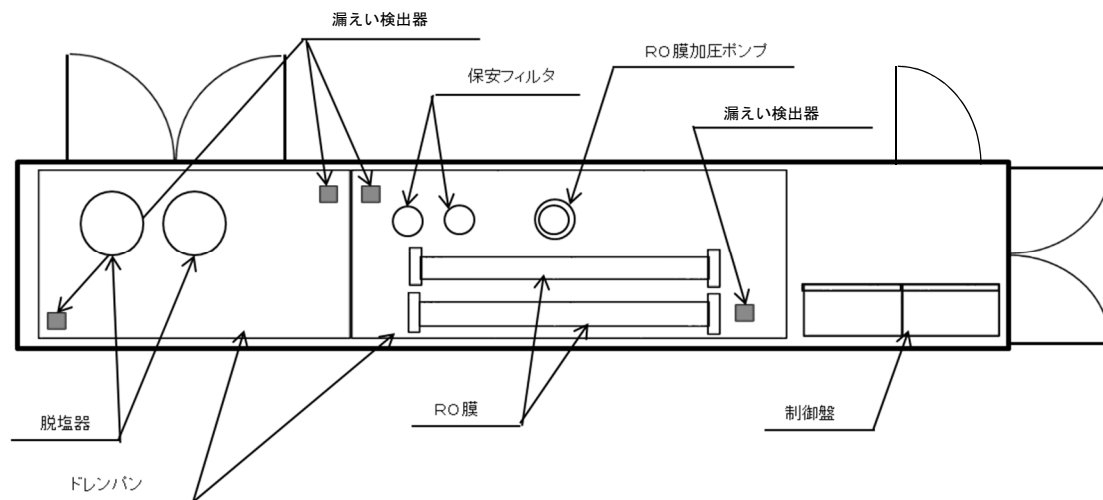
(2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

地下水ドレン前処理装置には、漏えいした場合の検知機能を設け、漏えいを早期に検知する。また、漏えい拡大防止の堰を設置する。設置した堰は、装置が内包する液体を受けられる容量を確保していることから、装置内部に内包する液体が漏えいした場合でも、堰内に収まり、堰外へ漏えいすることはない（表－1）。

表－1 地下水ドレン前処理装置漏えい拡大防止 堰仕様（設計値）

対象設備		縦幅 (m)	横幅 (m)	高さ (m)	容積 (m ³)	保有水量 (m ³)
地下水ドレン前処理 装置 ^{※1}	RO膜	2.2	5.8	0.2	2.5	0.9
	脱塩器	2.2	3.8	0.3	2.5	1.3

※1 漏えい検出器の個数： 図－2 参照



地下水ドレン前処理装置

図-2 漏えい検出器の設置場所

7.2. 放射線遮へい・被ばく低減に対する考慮

地下水ドレン前処理装置にて取り扱う液体に含まれている放射性物質濃度は数千 Bq/L 程度であることから、放射線遮へいは不要である。

なお、放射線遮へいの必要が生じた場合には、状況に応じて適切な放射線遮へいを行う。

7.3. 崩壊熱除去

地下水ドレン前処理装置にて取り扱う液体に含まれている放射性物質の崩壊熱は、通水により熱除去する。

7.4. 可燃性ガスの滞留防止

地下水ドレン前処理装置においては、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、通水により排水される。

7.5. 環境条件対策

7.5.1. 熱による劣化

地下水の温度は、ほぼ常温のため、金属材料の劣化の懸念はない。また、高分子系の材料についても本装置の最高使用温度 40℃で最高使用圧力に耐えられる材料を用いる。

7.5.2. 凍結

地下水ドレン前処理装置については、コンテナ内に空調設備を設置し、0℃を下回らないようにして凍結防止を図る。屋外敷設のポリエチレン管等は水の移送を停止した場合、凍結による破損が懸念されるため、屋外敷設のポリエチレン管等に保温材を取り付け、凍結防止を図る。なお、保温材は高い気密性と断熱性を有する硬質ポリウレタン等を使用し、凍結しない十分な厚さを確保する。

7.5.3. 生物汚染

地下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。

7.5.4. 耐放射線性

地下水ドレン前処理装置にて取り扱う液体に含まれている放射性物質濃度は数千 Bq/L 程度であることから、機器（電気・計装品含む）類および配管の耐放射線性は考慮する必要はない。

7.5.5. 紫外線

屋外敷設箇所のポリエチレン管等には、紫外線による劣化を防止するための耐紫外線性を有する保温材等で覆う処置を実施する。また、供用期間中、保温材等の劣化を確認した場合には、必要に応じて補修を計画する。

7.5.6. 長期停止中の措置

装置を長期停止する場合は、必要に応じてフラッシングを行い放射線量を低減するとともに、内部の水抜きを実施することで、腐食および凍結を防止する。

7.6. 自然災害対策等

(1) 津波

大津波警報が出た際はサブドレン集水設備及び地下水ドレン集水設備を停止することで、汲み上げた水の流出防止に努める。

(2) 台風・豪雨

地下水ドレン前処理装置は、屋外移送配管を除きテナ内に設置する。テナは一般的に貨物輸送に使われる強固な鋼製のものであり、基本的に台風時にも横転することはないが、念のため基礎ボルトによってテナを固縛することで更なる横転防止を図る。豪雨及び強風に対する対応は、予め定めたマニュアル等に従い実施する。

(3) 落雷

動的機器及び電気設備は、機器接地により落雷による損傷を防止する。

(4) 竜巻

竜巻の発生の可能性が予見される場合は、設備の停止・隔離弁の閉止作業等を行い、地下水ドレンポンドから汲み上げた地下水の漏えい防止を図る。

(5) 火災

火災発生を防止するため、実用上可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用する。消火器を設置し、動力消防ポンプ（防火水槽及びポンプ車）を適切に配置することにより、初期消火の対応を可能とし、消火活動の円滑化を図る。なお、火災発生は、巡視点検、監視カメラにより確認できる。

8. 放射性固体廃棄物発生量に関する評価

地下水ドレン前処理装置の運用に伴い、保安フィルタ、RO膜、脱塩器（脱塩樹脂含む）から、放射性固体廃棄物が発生する。地下水ドレン前処理装置を運用した場合の放射性固体廃棄物発生量について評価を行った。

8.1. 計算条件

計算条件は以下の通りとする。

- ・地下水ドレン前処理装置は、定格処理量（480m³/日）とする。

8.2. 評価結果

8.2.1. 保安フィルタ

保安フィルタはフィルタ差圧に応じて取替を実施する。交換頻度は、地下水の水質により変動するが、2ヶ月に1回程度と想定される。年間の廃棄物発生量は約1m³程度となる。

8.2.2. RO膜

RO膜は、RO膜差圧または装置下流の導電率に応じて取替を実施する。交換頻度は、地下水の水質により変動するが、2ヶ月に1回程度と想定される。年間の廃棄物発生量は約4m³程度となる。

8.2.3. 脱塩器（脱塩樹脂含む）

脱塩器は、保安フィルタ及びRO膜で処理された水を通水する。よって、脱塩器の性能低下はほとんど想定されないことから、脱塩器の交換の可能性はほとんどない。保守的に脱塩器の脱塩樹脂を年2回交換すると想定した場合、廃棄物発生量は約2m³となる。

8.3. 保管計画

地下水ドレン前処理装置で発生する固体廃棄物については、容器に収納し、表面の線量率を測定した上で発電所内の固体廃棄物貯蔵庫にて保管する。処理対象の放射性物質濃度が低く、処理後はそのほとんどが濃縮水中に含まれることから、RO膜等の固体廃棄物への遮へいは不要である。

9. 別紙

別紙ー1 : 地下水ドレン前処理装置に係る確認事項

地下水ドレン前処理装置に係る確認事項

地下水ドレン前処理装置に係る主要な確認事項を表－1～6に示す。
 なお、寸法許容範囲については製作誤差等を考慮の上、確認前に定める。

表－1 確認事項（地下水ドレン前処理装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることについて記録を確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	定格容量を通水する。ただし、処理する水の水温により通水量が変化することから、換算した結果を確認する。	定格容量を通水できること。 また、異音、異臭、振動等の異常がないこと。 RO膜の処理により、放射性核種が低減されていること。

表-2 確認事項（地下水ドレン前処理装置主配管（鋼管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることについて記録を確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形がないこと。 耐圧部から漏えいがないこと。

表－3 確認事項（地下水ドレン前処理装置主配管（PE管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	主な材料について記録を確認する。	当該材料規格の規定のとおりであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	製造者寸法許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることについて記録を確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形がないこと。 耐圧部から漏えいがないこと。

表－4 確認事項（地下水ドレン前処理装置主配管（合成ゴム管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 ・耐震性	材料確認	納品書等に添付されている材料証明書等により使用材料を確認する。	確認書類に示される使用材料が、実施計画の通りであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることについて記録を確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形がないこと。 耐圧部から漏えいがないこと。

表－5 確認事項（漏えい検出装置及び自動警報装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	装置の据付位置を確認する。	実施計画のとおりであること。
機能	漏えい警報確認	漏えいの信号により警報が発生することを確認する。	漏えいの信号により警報が発生すること。

表－6 確認事項（堰）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
漏えい防止	寸法確認	実施計画に記載されている堰の主要寸法を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおりであること。
性能	機能確認	外観を確認する。	有意な欠陥が無いこと。

以上

2.2 線量評価

敷地周辺における線量評価は、プラントの安定性を確認するひとつの指標として、放射性物質の放出抑制に係る処理設備設計の妥当性の確認の観点から放射性物質の放出に起因する実効線量の評価を、施設配置及び遮蔽設計の妥当性の確認の観点から施設からの放射線に起因する実効線量の評価を行う。

2.2.1 大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量

2.2.1.1 評価の基本的な考え方

大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量の評価については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（以下、「気象指針」という）、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（以下、「評価指針」という）及び「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」（以下、「一般公衆の線量評価」という）を準用する。

外部被ばく及び吸入摂取による実効線量の評価は、原子炉施設周辺でそれぞれ最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とし、外部被ばくについては放射性雲からの γ 線による実効線量と地表に沈着した放射性物質からの γ 線による実効線量を考慮する。

食物摂取による実効線量については、現実存在する被ばく経路について、食生活の様態等が標準的である人を対象として行うため、敷地周辺で農業・畜産が行われていない現状では有意な被ばく経路は存在しない。ただし、今後敷地周辺において農業・畜産が再開されることを見越し、被ばく評価全体において食物摂取による被ばくが占める程度を把握するため、参考として、葉菜及び牛乳摂取による実効線量を評価する。

2.2.1.2 計算のための前提条件

(1) 気象条件

大気拡散の解析に用いる気象条件は、福島第一原子力発電所原子炉設置変更許可申請書（6号原子炉施設の変更）（平成22年11月12日付け、平成19・04・19原第18号にて設置変更許可）の添付書類六の記載と同様とする。

気象条件の採用に当たっては、風向出現頻度及び風速出現頻度について平成12年4月から平成22年3月までの10年間の資料により検定を行い、代表性に問題ないことを確認した。検定法は、不良標本の棄却検定に関するF分布検定の手順に従った。

棄却検定の結果を表2.2.1-1及び表2.2.1-2に示す。有意水準5%で棄却された項目は28項目中2個であった。これは採用した気象条件が長期間の気象状況と比較して異常でないことを示しており、解析に用いる気象条件が妥当であることを示している。

(2) 放出源と有効高さ

放出源は各建屋からの排気であるが、「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」で述べたとおり、1～4号機の原子炉建屋（原子炉格納容器を含む）以外からの放出は無視しうするため、放出位置は1～4号機の原子炉建屋とする。

有効高さについて、現在の推定放出位置は原子炉建屋オペレーティングフロア付近であるが、保守的に地上放散とする。

地上放散の保守性については、以下のとおりである。

「気象指針」において、位置 (x, y, z) における放射性物質濃度 $\chi(x, y, z)$ を求める基本拡散式を(2-2-1)式に示す。

$$\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z U} \cdot \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

…………… (2-2-1) 式

ここで、

$\chi(x, y, z)$: 点 (x, y, z) における放射性物質の濃度 (Bq/m³)

Q : 放出率 (Bq/s)

U : 放出源高さを代表する風速 (m/s)

λ : 物理的崩壊定数 (1/s)

H : 放出源の有効高さ (m)

σ_y : 濃度分布の y 方向の拡がりのパラメータ (m)

σ_z : 濃度分布の z 方向の拡がりのパラメータ (m)

このとき、有効高さと同じ高度($z=H$)の軸上で放射性物質濃度が最も濃くなる。被ばく評価地点は地上($z=0$)であるため、地上放散が最も厳しい評価を与えることになる。

(3) 放出を考慮する核種

放射性物質の放出量は、原子炉建屋上部におけるサンプリング結果から想定しており、現時点では実際に検出されているCs-134及びCs-137を評価対象とする。

Cs-134及びCs-137以外の核種には、検出限界未満であることが確認されている核種だけではなく、測定自体ができていないものもあるが、評価結果に大きな影響は与えないものと考えている。これら評価対象としなかった核種の影響度合いについては、「2.2.1.8 Cs以外の核種の影響について」で詳しく述べる。

(4) 線量及び濃度計算地点

線量の計算は、図2.2.1-1に示すとおり、1, 2号機共用排気筒を中心として16方位に分割した陸側9方位の敷地境界外について行う。ただし、これらの地点より大きな線量を受ける恐れのある地点が別に陸側にある場合は、その地点も考慮する。

1, 2号機共用排気筒から各評価点までの距離は、表2.2.1-3に示す。

2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算

計算は連続放出とし、放出位置毎に行う。単位放出率あたりの地上における放射性物質濃度は、放射性物質の減衰を無視すると (2-2-2) 式となる。

$$\chi(x, y, 0) = \frac{1}{\pi\sigma_y\sigma_zU} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-2) \text{ 式}$$

計算地点における年間平均相対濃度 $\bar{\chi}$ は、隣接方位からの寄与も考慮して以下のように計算する。

$$\bar{\chi} = \sum_j \bar{\chi}_{jL} + \sum_j \bar{\chi}_{jL-1} + \sum_j \bar{\chi}_{jL+1} \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-3) \text{ 式}$$

ここで、

j : 大気安定度 (A~F)

L : 計算地点を含む方位

計算結果を表 2. 2. 1-4 に示す。これに「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」表 2. 1. 3-1 に示した推定放出量を乗じた結果を表 2. 2. 1-5 に示す。1~4 号機合計の濃度が最大となるのは、1, 2 号機共用排気筒の南方位約 1,340m の敷地境界で、それぞれ約 $1.5 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$ である。

2.2.1.4 単位放出量あたりの実効線量の計算

建屋から放出された放射性雲による計算地点における空気カーマ率は、(2-2-4) 式により計算する。

$$D = K_1 \cdot E \cdot \mu_{en} \cdot \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} \cdot B(\mu r) \cdot \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-4) \text{ 式}$$

ここで、

D : 計算地点 $(x, y, 0)$ における空気カーマ率 ($\mu \text{Gy/h}$)

K_1 : 空気カーマ率への換算係数 $\left(\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu \text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}} \right)$

E : γ 線の実効エネルギー (MeV/dis)

μ_{en} : 空気に対する γ 線の線エネルギー吸収係数 (m^{-1})

μ : 空気に対する γ 線の線減衰係数 (m^{-1})

r : 放射性雲中の点 (x', y', z') から計算地点 $(x, y, 0)$ までの距離 (m)

$B(\mu r)$: 空気に対する γ 線の再生係数で、次式から求める。

$$B(\mu r) = 1 + \alpha(\mu r) + \beta(\mu r)^2 + \gamma(\mu r)^3$$

ただし、 μ_{en} 、 μ 、 α 、 β 、 γ については、0.5MeV の γ 線に対する値を用い、以下のとおりとする。

$$\mu_{en} = 3.84 \times 10^{-3} \text{ (m}^{-1}\text{)} \quad \mu = 1.05 \times 10^{-2} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

$$\alpha = 1.000 \quad \beta = 0.4492 \quad \gamma = 0.0038$$

$\chi(x', y', z')$: 放射性雲中の点 (x', y', z') における濃度 (Bq/m³)

計算地点における単位放出量当たりの年間の実効線量は、計算地点を含む方位及びその隣接方位に向かう放射性雲の γ 線からの空気カーマを合計して、次の (2-2-5) 式により計算する。

$$H_\gamma = K_2 \cdot f_h \cdot f_o (\bar{D}_L + \bar{D}_{L-1} + \bar{D}_{L+1}) \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-5) \text{ 式}$$

ここで、

H_γ : 計算地点における実効線量 (μ Sv/年)

K_2 : 空気カーマから実効線量への換算係数 (μ Sv/ μ Gy)

f_h : 家屋の遮蔽係数

f_o : 居住係数

$\bar{D}_L, \bar{D}_{L-1}, \bar{D}_{L+1}$: 計算地点を含む方位 (L) 及びその隣接方位に向かう放射性雲による年間平均の γ 線による空気カーマ (μ Gy/年)。これらは、(4-5-4) 式から得られる空気カーマ率 D を放出モード、大気安定度別風向分布及び風速分布を考慮して年間について積算して求める。

計算結果を表 2. 2. 1-6 及び表 2. 2. 1-7 に示す。

2.2.1.5 年間実効線量の計算

(1) 放射性雲からの γ 線に起因する実効線量

放射性雲からの γ 線に起因する実効線量は、「2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理」表 2. 1. 3-1 の推定放出量に「2.2.1.4 単位放出量あたりの実効線量の計算」で求めた単位放出量あたりの実効線量を乗じ求める。計算結果を表 2. 2. 1-8 及び表 2. 2. 1-9 に示す。

計算の結果、放射性雲からの γ 線に起因する実効線量は南方向沿岸部で最大となり、年間約 2.0×10^{-6} mSv である。

(2) 地面に沈着した放射性物質からの γ 線に起因する実効線量

a. 計算の方法

評価は「一般公衆の線量評価」に基づき、以下の式で求める。

$$H_A = K \frac{\mu_{en}}{(1-g)} E \int_{-\infty}^0 \int_0^\infty \frac{B e^{-(\lambda_1 \eta_1 + \lambda_2 \eta_2)}}{4\pi r^2} C_0 \cdot f(z) \cdot \rho \cdot d\theta d\phi dz \cdots \cdots \cdots \quad (2-2-6) \text{ 式}$$

ただし、

H_A : 年間実効線量 (mSv/年)

$$K : 3.91 \times 10^3 \left(\frac{\text{dis} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{mGy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}} \right) \times 0.8 \left(\frac{\text{mSv}}{\text{mGy}} \right)$$

(0.8 (mSv/mGy) は、空気カーマから実効線量への換算係数。)

μ_{en} : 空気の γ 線の線エネルギー吸収係数 (1/cm)
 $(1-g)$: 制動放射による損失の補正
 E : γ 線実効エネルギー (MeV/dis)
 C_0 : 地表面近くの土壌における放射性物質濃度 (Bq/cm³)
 B : 空気, 土壌の2層 γ 線ビルドアップ係数 (-)
 μ_1, μ_2 : 空気及び土壌の γ 線線減衰係数 (1/cm), 土壌は Al で代用, ただし, 密度は 1.5 (g/cm³) とする。

$r_1, r_2, r, \rho, \theta, z$: 図 2. 2. 1-2 に示す
 r : 土壌中の任意点 (ρ, θ, z) から被ばく点までの距離 (cm)
 $r^2 = (h-z)^2 + \rho^2 = (r_1+r_2)^2$

$f(z)$: 放射性物質の土壌中鉛直分布
 h : 被ばく点地上高 (100cm)

被ばく点が 1 m 程度であれば, これに寄与する放射性物質の範囲は, 被ばく点から 10 m 以内である。このため通常は C_0 = 一定と考える。したがって, 上記式は,

$$H_A = \frac{K}{2} \frac{\mu_{en}}{(1-g)} E \cdot C_0 \int_{-z}^0 \int_0^\infty \frac{B \cdot e^{-(\mu_1 r_1 + \mu_2 r_2)}}{r^2} f(z) \cdot \rho \cdot d\rho dz \dots\dots\dots (2-2-7) \text{ 式}$$

となる。

b. 空気及び土壌のビルドアップ係数 (B)

空気, 土壌 2 層の γ 線ビルドアップ係数については, 広く使用されているビルドアップ係数を使用する。

1) $E > 1.801 \text{ MeV}$

$$B(E, \mu r) = 1 + \left\{ 0.8 - 0.214 \ln \left(\frac{E}{1.801} \right) \right\} (\mu r)^{g(E)}$$

2) $E \leq 1.801 \text{ MeV}$

$$B(E, \mu r) = 1 + 0.8 (\mu r)^{g(E)}$$

ここで,

$$g(E) = 1.44 + 0.02395 E + 0.625 \ln \left(0.19 + \frac{1.0005}{E} \right)$$

$$\mu r = \mu_1 r_1 + \mu_2 r_2$$

c. 放射性物質の土壌中鉛直分布 ($C = C_0 f(z)$) について

放射性物質の土壌中鉛直分布は, 「一般公衆の線量評価」より, 指数分布で近似できる。

$$C = C_0 \exp(\alpha z) \dots\dots\dots (2-2-8) \text{ 式}$$

ただし, 深さ z の符号は下方を負とし, 浸透係数 α (1/cm) は, 0.33 を使用する。

地表面附近の土壌における放射性物質濃度は、大気と地面の接触による沈着（乾性沈着）と、降水による放射性物質の降下（湿性沈着）を考慮して、(2-2-9) 式により計算する。

$$C_0 = C_d + C_r \dots\dots\dots (2-2-9) \text{ 式}$$

ここで、

C_0 : 地表面付近の放射性物質濃度 (Bq/cm³)

C_d : 無降水期間における地表面付近の濃度 (Bq/cm³)

C_r : 降水期間における地表面付近の濃度 (Bq/cm³)

(a) 無降水期間における沈着量

無降水期間中は乾性沈着のみとなるため、(2-2-10) 式～ (2-2-12) 式で表せる。

$$S_d = \int_{-\infty}^0 C_d \exp(\alpha z) dz = \frac{C_d}{\alpha} \dots\dots\dots (2-2-10) \text{ 式}$$

$$S_d = \bar{x}_i \cdot V_g \frac{f_1}{\lambda_r} \{1 - \exp(-\lambda_r T_0)\} \cdot (1 - K_r) \dots\dots\dots (2-2-11) \text{ 式}$$

$$C_d = \alpha \cdot \bar{x}_i \cdot V_g \frac{f_1}{\lambda_r} \{1 - \exp(-\lambda_r T_0)\} \cdot (1 - K_r) \dots\dots\dots (2-2-12) \text{ 式}$$

ただし、

\bar{x}_i : 地上における年間平均濃度 (Bq/cm³)

V_g : 沈着速度 (cm/s)

λ_r : 物理的崩壊定数 (1/s)

T_0 : 放射性物質の放出期間

f_1 : 沈着した放射性物質のうち残存する割合 (—)

S_d : 放射性物質の地表濃度 (Bq/cm²)

K_r : 降水期間割合 (—)

ここで、 V_g は 0.3cm/s、 T_0 は 1 年、 f_1 はフォールアウトの調査結果より平均値の 0.5 とした。なお、降水期間割合 (K_r) を 0 とすれば、「一般公衆の線量評価」と同じ評価式となる。

(b) 降水期間における沈着量

降水期間中は、乾性沈着及び湿性沈着が重なるため、(2-2-13) 式～ (2-2-15) 式で表せる。

$$S_r = \int_{-\infty}^0 C_r \exp(\alpha z) dz = \frac{C_r}{\alpha} \dots\dots\dots (2-2-13) \text{ 式}$$

$$S_r = \bar{x}_i \cdot (V_g + \Lambda \cdot L) \frac{f_{lr}}{\lambda_r} \{1 - \exp(-\lambda_r T_0)\} K_r \cdots \cdots \cdots (2-2-14) \text{ 式}$$

$$C_r = \alpha \cdot \bar{x}_i \cdot (V_g + \Lambda \cdot L) \frac{f_{lr}}{\lambda_r} \{1 - \exp(-\lambda_r T_0)\} K_r \cdots \cdots \cdots (2-2-15) \text{ 式}$$

ただし、

\bar{x}_i : 地上における年間平均濃度 (Bq/cm³)

V_g : 沈着速度 (cm/s)

Λ : 降水による洗浄係数 (1/s) で、以下の式により求める。

$$\Lambda = 1.2 \times 10^{-4} \cdot I^{0.5}$$

ここで、降水強度 I (mm/h) は、気象データより、2.16mm/h とする。

L : 空气中放射性物質濃度の鉛直方向積分値で、

$$L = \int_0^\infty \exp\left(-\frac{z_1^2}{2 \cdot \sigma_{zi}^2}\right) dz_1$$

とし、風向別大気安定度別出現回数で平均化する。

λ_r : 物理的崩壊定数 (1/s)

T_0 : 放射性物質の放出期間

f_{lr} : 沈着した放射性物質のうち残存する割合 (—)

降水時は地表面に全て残存すると仮定し、1.0 とする。

S_r : 放射性物質の地表濃度 (Bq/cm²)

K_r : 降水期間割合 (—)

(c) 計算結果

\bar{x}_i は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の約 1.5×10^{-9} Bq/cm³ を用いる。計算の結果、地表に沈着した放射性物質からの γ 線による実効線量は、Cs-134 及び Cs-137 の合計で年間約 3.0×10^{-2} mSv である。

(3) 吸入摂取による実効線量

吸入摂取による実効線量は、「評価指針」に基づき、次の計算式を用いる。

$$H_i = 365 \sum_i K_{ii} \cdot A_{ii} \cdots \cdots \cdots (2-2-16) \text{ 式}$$

$$A_{ii} = M_a \cdot \bar{x}_i \cdots \cdots \cdots (2-2-17) \text{ 式}$$

ここで、

H_i : 吸入摂取による年間の実効線量 (μ Sv/年)

365 : 年間日数への換算係数 (d/年)

K_{ii} : 核種 i の吸入摂取による実効線量係数 (μ Sv/Bq)

A_{ii} : 核種 i の吸入による摂取率 (Bq/d)

M_a : 呼吸率 (cm³/d)

\bar{x}_i : 核種 i の年平均地上空气中濃度 (Bq/cm³)

\bar{x}_i は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の約 $1.5 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$ を用いる。その他に評価に必要なパラメータは、表 2. 2. 1 - 1 0 及び表 2. 2. 1 - 1 1 に示す。計算の結果、吸入摂取による実効線量は、Cs-134 及び Cs-137 の合計で年間約 $1.9 \times 10^{-4} \text{mSv}$ である。

なお、吸入摂取の被ばく経路には地表に沈着した放射性物質の再浮遊に起因するものも存在するが、「一般公衆の線量評価」の再浮遊係数 (10^{-8}cm^{-1}) を用いると再浮遊濃度は約 $6.0 \sim 7.0 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ 程度であり、被ばく評価全体への寄与は小さい。

2.2.1.6 5号機及び6号機の寄与

5号機は平成23年1月3日、6号機は平成22年8月14日に定期検査のため運転を停止しており、「評価指針」において評価対象としている希ガス及びヨウ素は十分に減衰しているが、保守的に福島第一原子力発電所原子炉設置変更許可申請書(6号原子炉施設の変更)(平成22年11月12日付け、平成19・04・19原第18号にて設置変更許可)添付書類九と同様の評価とする。

これによると、希ガスの γ 線による実効線量は1、2号機共用排気筒の北方位で最大となり、年間約 $4.4 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 、放射性ヨウ素に起因する実効線量は1、2号機共用排気筒の北西方位で最大となり、年間約 $1.7 \times 10^{-4} \text{mSv}$ である。

2.2.1.7 計算結果

大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量は、最大で年間約 $3.0 \times 10^{-2} \text{mSv}$ である。

2.2.1.8 Cs以外の核種の影響について

(1) γ 線放出核種

γ 線を放出する核種のうち、粒子状の放射性物質はダストサンプリングにより定期的に測定しており、Cs以外の核種は測定限界未満となっていることから、現在の状態が維持されれば敷地周辺への影響はCsに比べて軽微である。

一方、希ガスのようなガス状の放射性物質については、これまでの評価から、大気中に拡散する放射性物質に起因する実効線量は、地表に沈着した放射性物質からの γ 線の外部被ばくが支配的であり、沈着しないガス状の放射性物質の寄与は小さいと考えられる。

(2) β 線及び α 線放出核種

β 線及び α 線の放出核種で、 γ 線を放出しない又は微弱でゲルマニウム半導体検出器による核種分析ができない核種は、現時点で直接分析ができていない。これらの核種

は、地表に沈着した放射性物質からの γ 線は無視しうるが、特に α 線を放出する核種は内部被ばくにおける実効線量換算係数が α 線を放出しない核種に比べて 100~1,000 倍程度となる。

Cs との比較可能な測定データとして表 2. 2. 1-14 にグラウンド約西南西における土壌分析結果を示す。表 2. 2. 1-14 では、 β 線を放出する主要な核種である Sr と、 α 線を放出する主要な核種である Pu が分析されており、その量は Cs に比べ、Sr で 1/1,000 程度、Pu で 1/1,000,000 程度である。この分析結果から、線質による違いを無視しうるほどに放出量は小さく、Cs-134 及び Cs-137 に比べ、線量への寄与は小さいと考えられる。

2.2.1.9 食物摂取による実効線量の計算

2.2.1.9.1 葉菜摂取による実効線量

葉菜摂取による実効線量は、評価対象核種が Cs-134 及び Cs-137 の長寿命核種であることから、沈着分からの間接移行経路を考慮した「一般公衆の線量評価」に基づき、次の計算式を用いる。

$$H_v = 365 \cdot \sum_i K_{Ti} \cdot A_{vi} \dots\dots\dots (2-2-18) \text{ 式}$$

$$A_{vi} = \bar{x}_i \cdot \left\{ \frac{V_g \cdot (1 - e^{-\lambda_{eff} t_1})}{\lambda_{eff} \cdot \rho} + \frac{V'_g \cdot B_{vi} (1 - e^{-\lambda_{ri} t_0})}{\lambda_{ri} \cdot P_v} \right\} \cdot f_t \cdot f_d \cdot M_v \dots\dots\dots (2-2-19) \text{ 式}$$

ここで、

- H_v : 葉菜摂取による年間の実効線量 (μ Sv/年)
- 365 : 年間日数への換算係数 (d/年)
- K_{Ti} : 核種 i の経口摂取による実効線量換算係数 (μ Sv/Bq)
- A_{vi} : 核種 i の葉菜による摂取率 (Bq/d)
- V_g : 葉菜への沈着速度 (cm/s)
- λ_{eff} : 核種 i の葉菜上実効崩壊定数 (1/s)
 $\lambda_{eff} = \lambda_{ri} + \lambda_w$
- λ_{ri} : 核種 i の物理的崩壊定数 (1/s)
- λ_w : ウェザリング効果による減少係数 (1/s)
- ρ : 葉菜の栽培密度 (g/cm^2)
- t_1 : 葉菜の栽培期間 (s)
- V'_g : 葉菜を含む土壌への核種の沈着速度 (cm/s)
- P_v : 経口移行に寄与する土壌の有効密度 (g/cm^2)
- B_{vi} : 土壌 1g 中に含まれる核種 i が葉菜に移行する割合
- t_0 : 核種の蓄積期間 (s)
- f_t : 葉菜の栽培期間年間比
- f_d : 調理前洗浄による核種の残留比
- M_v : 葉菜摂取量 (g/d)

評価に必要なパラメータは、表 2. 2. 1-11～表 2. 2. 1-13 に示す。

\bar{x}_i は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の約 $1.5 \times 10^{-9} Bq/cm^3$ を用いて計算した結果、葉菜摂取による実効線量は最大で年間約 $6.1 \times 10^{-3} mSv$ である。

2.2.1.9.2 牛乳摂取による実効線量

牛乳摂取による実効線量は、評価対象核種が Cs-134 及び Cs-137 の長寿命核種であることから、沈着分からの間接移行経路を考慮した「一般公衆の線量評価」に基づき、次の計算式を用いる。

$$H_M = 365 \cdot \sum_i K_{ri} \cdot A_{Mi} \dots \dots \dots (2-2.1-20) \text{ 式}$$

$$A_{Mi} = x_i \cdot \left\{ \frac{V_{gM} \cdot (1 - e^{-\lambda_{effi} t_{1M}})}{\lambda_{effi} \cdot \rho_M} + \frac{V'_{gM} \cdot B_{vi} (1 - e^{-\lambda_{ri} t_0})}{\lambda_{ri} \cdot P_v} \right\} \cdot f_t \cdot Q_f \cdot F_{Mi} \cdot M_M \dots \dots \dots (2-2.1-21) \text{ 式}$$

ここで、

H_M : 牛乳摂取による年間の実効線量 (μ Sv/年)

A_{Mi} : 核種 i の牛乳による摂取率 (Bq/d)

V_{gM} : 牧草への沈着速度 (cm/s)

λ_{effi} : 核種 i の牧草上実効減衰定数 (1/s)

$$\lambda_{effi} = \lambda_{ri} + \lambda_w$$

λ_{ri} : 核種 i の物理的崩壊定数 (1/s)

λ_w : ウェザリング効果による減少係数 (1/s)

ρ_M : 牧草の栽培密度 (g/cm^2)

t_{1M} : 牧草の栽培期間 (s)

V'_{gM} : 牧草を含む土壌への核種の沈着速度 (cm/s)

P_v : 経口移行に寄与する土壌の有効密度 (g/cm^2)

B_{vi} : 土壌 1g 中に含まれる核種 i が牧草に移行する割合

t_0 : 核種の蓄積期間 (s)

f_t : 放牧期間年間比

Q_f : 乳牛の牧草摂取量 (g/d)

F_{Mi} : 乳牛が摂取した核種 i が牛乳に移行する割合 ($(Bq/cm^3)/(Bq/d)$)

M_M : 牛乳摂取量 (cm^3/d)

評価に必要なパラメータは、表 2. 2. 1-11 ~ 表 2. 2. 1-13 に示す。

\bar{x}_i は「2.2.1.3 単位放出率あたりの年間平均濃度の計算」で求めた最大濃度の約 $1.5 \times 10^{-9} Bq/cm^3$ を用いて計算した結果、牛乳摂取による実効線量は最大で年間約 $9.9 \times 10^{-3} mSv$ である。

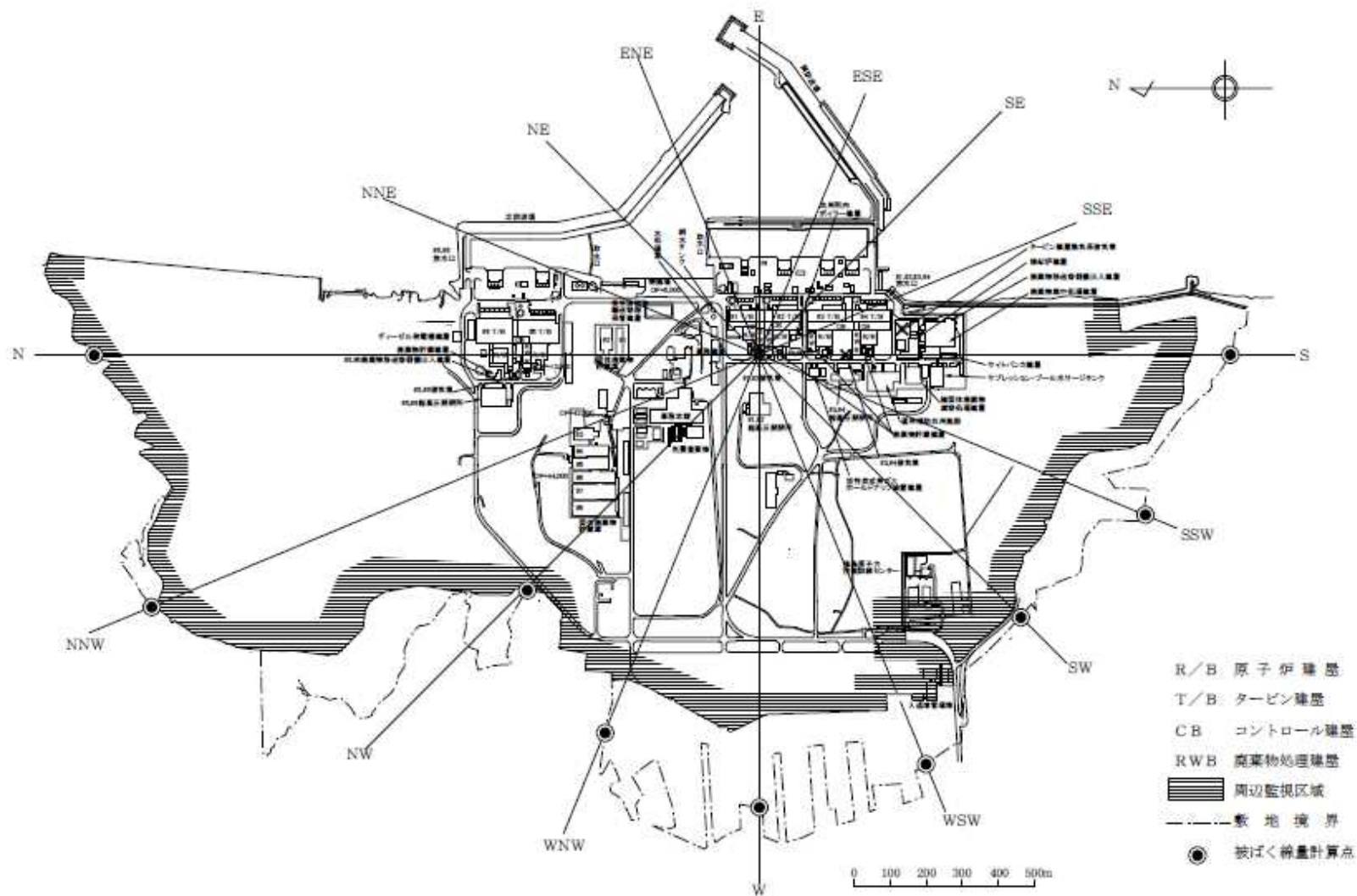


図2. 2. 1-1 被ばく線量計算地点 (敷地境界)

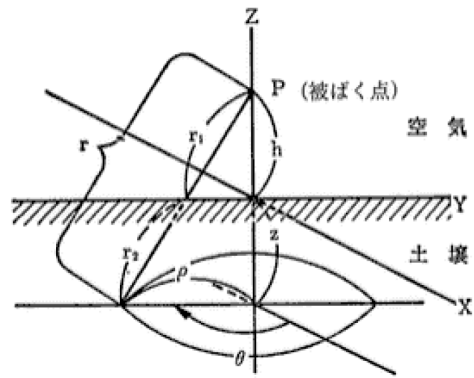


図 2. 2. 1-2 沈着評価モデル

表 2. 2. 1-1 風向分布に対する棄却検定表

風向	統計年度	平成 12	平成 13	平成 14	平成 15	平成 16	平成 17	平成 18	平成 19	平成 20	平成 21	平均値	検定年	棄却限界		判定
													昭和 54	上限	下限	○採択 ×棄却
N		7.23	8.90	8.40	7.79	5.92	5.27	4.52	4.98	4.67	5.34	6.30	6.35	10.18	2.43	○
NNE		5.62	6.26	6.24	6.51	4.37	6.68	7.16	5.39	5.40	7.41	6.10	4.71	8.28	3.92	○
NE		3.69	3.54	3.91	3.42	2.44	3.94	4.55	3.28	3.31	4.15	3.62	2.84	4.99	2.25	○
ENE		2.15	2.59	2.45	2.05	1.75	2.14	2.64	2.45	2.23	2.74	2.32	1.92	3.05	1.59	○
E		2.12	1.84	2.12	1.85	1.95	2.28	2.12	2.09	2.10	1.79	2.03	1.43	2.40	1.65	×
ESE		1.98	2.06	2.06	2.14	1.97	2.28	1.98	2.37	2.31	1.95	2.11	1.73	2.48	1.74	×
SE		2.69	2.63	2.80	2.63	2.71	2.82	2.87	2.71	3.27	2.67	2.78	2.74	3.23	2.33	○
SSE		6.20	5.14	6.36	7.05	9.52	8.76	8.47	8.31	10.42	6.85	7.71	6.52	11.62	3.79	○
S		11.59	9.61	10.29	13.54	12.54	10.91	10.43	10.22	9.42	12.01	11.06	9.90	14.22	7.89	○
SSW		6.14	5.83	5.57	5.40	5.24	4.89	4.81	4.54	4.24	6.19	5.29	6.28	6.86	3.71	○
SW		3.88	4.11	3.04	3.13	3.70	3.73	3.30	3.63	2.76	3.41	3.47	3.72	4.46	2.48	○
WSW		3.99	4.77	4.00	4.35	7.54	6.71	5.72	6.68	4.40	3.93	5.21	3.56	8.40	2.02	○
W		8.45	8.90	7.66	6.63	8.95	9.44	7.81	9.31	7.82	7.47	8.25	6.26	10.41	6.08	○
WNW		8.50	8.13	7.85	7.45	9.83	9.57	9.25	10.58	10.81	7.89	8.99	9.68	11.81	6.16	○
NW		11.27	10.93	11.90	11.65	12.55	12.19	14.71	14.60	16.56	10.72	12.71	14.46	17.30	8.12	○
NNW		13.35	13.79	14.31	12.97	7.80	7.32	8.67	7.84	8.35	13.96	10.83	16.76	18.03	3.64	○
静穏		1.13	0.98	1.04	1.42	1.24	1.07	0.99	1.02	1.93	1.53	1.24	1.13	1.97	0.51	○

表 2. 2. 1 - 2 風速分布に対する棄却検定表

風速 階級	統計 年度	平成 12	平成 13	平成 14	平成 15	平成 16	平成 17	平成 18	平成 19	平成 20	平成 21	平均値	検定年	棄却限界		判定
		昭和 54	上限	下限	○採択 ×棄却											
～ 0.4		1.13	0.98	1.04	1.42	1.24	1.07	0.99	1.02	1.93	1.53	1.24	1.13	1.97	0.51	○
0.5 ～ 1.4		6.66	5.19	6.74	7.01	6.68	7.61	6.63	7.02	5.64	6.65	6.58	6.27	8.22	4.94	○
1.5 ～ 2.4		11.57	9.85	11.70	11.43	10.62	12.11	12.69	12.94	10.57	11.01	11.45	10.21	13.75	9.14	○
2.5 ～ 3.4		13.13	13.21	14.04	13.83	13.59	14.06	15.21	16.14	13.14	12.53	13.89	13.06	16.44	11.34	○
3.5 ～ 4.4		13.62	13.98	15.59	13.07	12.73	15.12	15.19	15.12	14.47	13.07	14.20	14.30	16.66	11.73	○
4.5 ～ 5.4		12.96	12.77	13.74	12.76	13.27	14.27	14.25	13.86	13.00	12.43	13.33	14.50	14.89	11.77	○
5.5 ～ 6.4		10.91	12.21	11.23	10.29	11.43	11.82	11.33	11.68	10.83	11.85	11.36	12.05	12.71	10.00	○
6.5 ～ 7.4		9.20	9.44	9.03	8.98	9.35	8.88	8.54	8.63	8.94	8.99	9.00	9.26	9.67	8.33	○
7.5 ～ 8.4		6.90	7.48	5.78	6.83	6.86	6.24	6.23	5.64	7.17	7.48	6.66	6.46	8.22	5.10	○
8.5 ～ 9.4		4.83	5.66	3.71	4.42	4.60	4.45	3.82	3.43	4.95	5.06	4.49	4.57	6.12	2.87	○
9.5 ～		9.10	9.22	7.38	9.95	9.62	4.36	5.11	4.53	9.35	9.40	7.80	8.19	13.20	2.40	○

表 2. 2. 1-3 1, 2号機共用排気筒から敷地境界までの距離

計算地点の 方位	1, 2号機共用排気筒から 敷地境界までの距離 (m)
S	1, 340
SSW	1, 100
SW	1, 040
WSW	1, 270
W	1, 270
WNW	1, 170
NW	950
NNW	1, 870
N	1, 930
S 方向沿岸部	1, 400

表2. 2. 1-4 単位放出率あたりの年間平均濃度 ((Bq/cm³)/(Bq/s))

放出位置 評価位置	1号原子炉建屋	2号原子炉建屋	3号原子炉建屋	4号原子炉建屋
S	約 8.6×10 ⁻¹³	約 9.6×10 ⁻¹³	約 1.1×10 ⁻¹²	約 1.4×10 ⁻¹²
SSW	約 7.6×10 ⁻¹³	約 8.8×10 ⁻¹³	約 1.1×10 ⁻¹²	約 6.1×10 ⁻¹³
SW	約 3.7×10 ⁻¹³	約 4.1×10 ⁻¹³	約 4.8×10 ⁻¹³	約 7.9×10 ⁻¹³
WSW	約 3.7×10 ⁻¹³	約 4.0×10 ⁻¹³	約 4.2×10 ⁻¹³	約 3.6×10 ⁻¹³
W	約 3.1×10 ⁻¹³	約 3.2×10 ⁻¹³	約 3.1×10 ⁻¹³	約 3.2×10 ⁻¹³
WNW	約 3.9×10 ⁻¹³	約 3.8×10 ⁻¹³	約 3.5×10 ⁻¹³	約 3.3×10 ⁻¹³
NW	約 6.3×10 ⁻¹³	約 5.7×10 ⁻¹³	約 4.8×10 ⁻¹³	約 4.1×10 ⁻¹³
NNW	約 5.5×10 ⁻¹³	約 5.1×10 ⁻¹³	約 4.6×10 ⁻¹³	約 4.2×10 ⁻¹³
N	約 8.1×10 ⁻¹³	約 7.5×10 ⁻¹³	約 6.8×10 ⁻¹³	約 6.2×10 ⁻¹³
S 方向沿岸部	約 8.0×10 ⁻¹³	約 8.9×10 ⁻¹³	約 1.1×10 ⁻¹²	約 1.3×10 ⁻¹²

表2. 2. 1-5 Cs-134 及び Cs-137 の年間平均濃度 (Bq/cm³)

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 4.0×10 ⁻¹⁰	約 9.1×10 ⁻¹¹	約 8.1×10 ⁻¹⁰	約 1.7×10 ⁻¹⁰	約 1.5×10 ⁻⁹
SSW	約 3.6×10 ⁻¹⁰	約 8.2×10 ⁻¹¹	約 7.5×10 ⁻¹⁰	約 7.2×10 ⁻¹¹	約 1.3×10 ⁻⁹
SW	約 1.7×10 ⁻¹⁰	約 3.9×10 ⁻¹¹	約 3.4×10 ⁻¹⁰	約 9.3×10 ⁻¹¹	約 6.4×10 ⁻¹⁰
WSW	約 1.8×10 ⁻¹⁰	約 3.7×10 ⁻¹¹	約 2.9×10 ⁻¹⁰	約 4.2×10 ⁻¹¹	約 5.5×10 ⁻¹⁰
W	約 1.5×10 ⁻¹⁰	約 3.0×10 ⁻¹¹	約 2.2×10 ⁻¹⁰	約 3.8×10 ⁻¹¹	約 4.3×10 ⁻¹⁰
WNW	約 1.9×10 ⁻¹⁰	約 3.6×10 ⁻¹¹	約 2.5×10 ⁻¹⁰	約 3.9×10 ⁻¹¹	約 5.1×10 ⁻¹⁰
NW	約 2.9×10 ⁻¹⁰	約 5.3×10 ⁻¹¹	約 3.4×10 ⁻¹⁰	約 4.8×10 ⁻¹¹	約 7.4×10 ⁻¹⁰
NNW	約 2.6×10 ⁻¹⁰	約 4.8×10 ⁻¹¹	約 3.3×10 ⁻¹⁰	約 5.0×10 ⁻¹¹	約 6.9×10 ⁻¹⁰
N	約 3.8×10 ⁻¹⁰	約 7.1×10 ⁻¹¹	約 4.8×10 ⁻¹⁰	約 7.3×10 ⁻¹¹	約 1.0×10 ⁻⁹
S 方向沿岸部	約 3.8×10 ⁻¹⁰	約 8.4×10 ⁻¹¹	約 7.5×10 ⁻¹⁰	約 1.5×10 ⁻¹⁰	約 1.4×10 ⁻⁹

表 2. 2. 1-6 Cs-134 の単位放出率あたりの実効線量 ((μ Sv/年)/(Bq/s))

放出位置 評価位置	1号原子炉建屋	2号原子炉建屋	3号原子炉建屋	4号原子炉建屋
S	約 7.7×10^{-7}	約 8.5×10^{-7}	約 9.8×10^{-7}	約 1.2×10^{-6}
SSW	約 7.0×10^{-7}	約 7.6×10^{-7}	約 8.3×10^{-7}	約 9.0×10^{-7}
SW	約 4.5×10^{-7}	約 5.2×10^{-7}	約 6.1×10^{-7}	約 7.2×10^{-7}
WSW	約 4.0×10^{-7}	約 4.2×10^{-7}	約 4.3×10^{-7}	約 4.3×10^{-7}
W	約 3.7×10^{-7}	約 3.7×10^{-7}	約 3.6×10^{-7}	約 3.4×10^{-7}
WNW	約 3.9×10^{-7}	約 3.9×10^{-7}	約 3.8×10^{-7}	約 3.7×10^{-7}
NW	約 6.9×10^{-7}	約 6.7×10^{-7}	約 7.2×10^{-7}	約 7.4×10^{-7}
NNW	約 5.9×10^{-7}	約 5.8×10^{-7}	約 5.5×10^{-7}	約 5.1×10^{-7}
N	約 7.8×10^{-7}	約 7.4×10^{-7}	約 6.8×10^{-7}	約 6.3×10^{-7}
S 方向沿岸部	約 8.5×10^{-7}	約 9.6×10^{-7}	約 1.1×10^{-6}	約 1.3×10^{-6}

表 2. 2. 1-7 Cs-137 の単位放出率あたりの実効線量 ((μ Sv/年)/(Bq/s))

放出位置 評価位置	1号原子炉建屋	2号原子炉建屋	3号原子炉建屋	4号原子炉建屋
S	約 3.0×10^{-7}	約 3.3×10^{-7}	約 3.8×10^{-7}	約 4.4×10^{-7}
SSW	約 2.7×10^{-7}	約 2.9×10^{-7}	約 3.2×10^{-7}	約 3.4×10^{-7}
SW	約 1.7×10^{-7}	約 2.0×10^{-7}	約 2.3×10^{-7}	約 2.7×10^{-7}
WSW	約 1.6×10^{-7}	約 1.6×10^{-7}	約 1.6×10^{-7}	約 1.7×10^{-7}
W	約 1.4×10^{-7}	約 1.4×10^{-7}	約 1.4×10^{-7}	約 1.3×10^{-7}
WNW	約 1.5×10^{-7}	約 1.5×10^{-7}	約 1.5×10^{-7}	約 1.4×10^{-7}
NW	約 2.6×10^{-7}	約 2.6×10^{-7}	約 2.8×10^{-7}	約 2.8×10^{-7}
NNW	約 2.3×10^{-7}	約 2.2×10^{-7}	約 2.1×10^{-7}	約 2.0×10^{-7}
N	約 3.0×10^{-7}	約 2.8×10^{-7}	約 2.6×10^{-7}	約 2.4×10^{-7}
S 方向沿岸部	約 3.3×10^{-7}	約 3.7×10^{-7}	約 4.3×10^{-7}	約 5.0×10^{-7}

表 2. 2. 1-8 Cs-134 の放射性雲からの γ 線に起因する実効線量 ($\mu\text{Sv/年}$)

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 3.6×10^{-4}	約 8.0×10^{-5}	約 6.9×10^{-4}	約 1.4×10^{-4}	約 1.3×10^{-3}
SSW	約 3.3×10^{-4}	約 7.1×10^{-5}	約 5.8×10^{-4}	約 1.1×10^{-4}	約 1.1×10^{-3}
SW	約 2.1×10^{-4}	約 4.9×10^{-5}	約 4.3×10^{-4}	約 8.4×10^{-5}	約 7.8×10^{-4}
WSW	約 1.9×10^{-4}	約 3.9×10^{-5}	約 3.0×10^{-4}	約 5.1×10^{-5}	約 5.8×10^{-4}
W	約 1.7×10^{-4}	約 3.5×10^{-5}	約 2.5×10^{-4}	約 4.0×10^{-5}	約 5.0×10^{-4}
WNW	約 1.9×10^{-4}	約 3.6×10^{-5}	約 2.7×10^{-4}	約 4.4×10^{-4}	約 5.3×10^{-4}
NW	約 3.2×10^{-4}	約 6.4×10^{-5}	約 5.1×10^{-4}	約 8.7×10^{-5}	約 9.8×10^{-4}
NNW	約 2.8×10^{-4}	約 5.4×10^{-5}	約 3.9×10^{-4}	約 6.0×10^{-5}	約 7.8×10^{-4}
N	約 3.7×10^{-4}	約 7.0×10^{-5}	約 4.8×10^{-4}	約 7.4×10^{-5}	約 1.0×10^{-3}
S 方向沿岸部	約 4.0×10^{-4}	約 9.0×10^{-5}	約 7.8×10^{-4}	約 1.5×10^{-4}	約 1.4×10^{-3}

表 2. 2. 1-9 Cs-137 の放射性雲からの γ 線に起因する実効線量 ($\mu\text{Sv/年}$)

放出位置 評価位置	1号 原子炉建屋	2号 原子炉建屋	3号 原子炉建屋	4号 原子炉建屋	合計
S	約 1.4×10^{-4}	約 3.1×10^{-5}	約 2.7×10^{-4}	約 5.2×10^{-5}	約 4.9×10^{-4}
SSW	約 1.3×10^{-4}	約 2.7×10^{-5}	約 2.2×10^{-4}	約 4.1×10^{-5}	約 4.2×10^{-4}
SW	約 8.2×10^{-5}	約 1.9×10^{-5}	約 1.7×10^{-4}	約 3.2×10^{-5}	約 3.0×10^{-4}
WSW	約 7.3×10^{-5}	約 1.5×10^{-5}	約 1.2×10^{-4}	約 2.0×10^{-5}	約 2.2×10^{-4}
W	約 6.7×10^{-5}	約 1.3×10^{-5}	約 9.7×10^{-5}	約 1.5×10^{-5}	約 1.9×10^{-4}
WNW	約 7.1×10^{-5}	約 1.4×10^{-5}	約 1.0×10^{-4}	約 1.7×10^{-5}	約 2.1×10^{-4}
NW	約 1.2×10^{-4}	約 2.4×10^{-5}	約 2.0×10^{-4}	約 3.4×10^{-5}	約 3.8×10^{-4}
NNW	約 1.1×10^{-4}	約 2.1×10^{-5}	約 1.5×10^{-4}	約 2.3×10^{-5}	約 3.0×10^{-4}
N	約 1.4×10^{-4}	約 2.7×10^{-5}	約 1.9×10^{-4}	約 2.8×10^{-5}	約 3.8×10^{-4}
S 方向沿岸部	約 1.5×10^{-4}	約 3.5×10^{-5}	約 3.0×10^{-4}	約 5.9×10^{-5}	約 5.5×10^{-4}

表 2. 2. 1-10 吸入摂取の評価パラメータ^[1]

パラメータ	記号	単位	数値
呼吸率	M_a	cm^3/d	2.22×10^7

表 2. 2. 1-11 実効線量換算係数^[2]

元素	吸入摂取 (K_{Ii}) ($\mu\text{Sv/Bq}$)	経口摂取 (K_{Ti}) ($\mu\text{Sv/Bq}$)
Cs-134	9.6×10^{-3}	1.9×10^{-2}
Cs-137	6.7×10^{-3}	1.3×10^{-2}

表 2. 2. 1-12 葉菜及び牛乳摂取の評価パラメータ

経路	パラメータ	記号	単位	数値
葉菜 摂取	核種の葉菜への沈着速度 ^{[1][3]}	V_g	cm/s	1
	ウェザリング効果による減少定数 ^[3]	λ_w	$1/\text{s}$	5.73×10^{-7} (14日相当)
	葉菜の栽培密度 ^[1]	ρ	g/cm^2	0.23
	葉菜の栽培期間 ^[3]	t_1	s	5.184×10^6 (60日)
	葉菜を含む土壌への核種の沈着速度 ^[3]	V_g'	cm/s	1
	経根移行に寄与する土壌の有効密度 ^[3]	P_v	g/cm^2	24
	核種の蓄積期間	t_0	s	3.1536×10^7 (1年間)
	葉菜の栽培期間年間比 ^[1]	f_t	—	0.5
	調理前洗浄による核種の残留比 ^[3]	f_d	—	1
	葉菜摂取量 (成人) ^[1]	M_v	g/d	100
牛乳 摂取	核種の牧草への沈着速度 ^[1]	V_{gM}	cm/s	0.5
	ウェザリング効果による減少定数 ^[3]	λ_w	g/cm^3	5.73×10^{-7} (14日相当)
	牧草の栽培密度 ^[4]	ρ_M	g/cm^3	0.07
	牧草の栽培期間 ^[4]	t_{1M}	s	2.592×10^6 (30日間)
	牧草を含む土壌への核種の沈着速度 ^[3]	V_{gM}'	cm/s	1
	経根移行に寄与する土壌の有効密度 ^[3]	P_v	g/cm^2	24
	放牧期間年間比 ^[1]	f_t	—	0.5
	乳牛の牧草摂取量 ^[3]	Q_f	$\text{g}/\text{d wet}$	5×10^4
	牛乳摂取量 (成人) ^[1]	M_M	cm^3/d	200

表2. 2. 1-13 葉菜及び牛乳摂取の評価パラメータ^[4]

元素	土壌1g中に含まれる核種iが葉菜及び牧草に移行する割合 (B_{vi})	乳牛が摂取した核種iが牛乳に移行する割合 (F_{mi}) ($(\text{Bq}/\text{cm}^3)/(\text{Bq}/\text{d})$)
Cs	1.0×10^{-2}	1.2×10^{-5}

(出典)

- [1] 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針 平成13年3月29日, 原子力安全委員会一部改訂
- [2] 東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示 (平成25年4月12日原子力規制委員会告示第三号)
- [3] 発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について 平成13年3月29日, 原子力安全委員会一部改訂
- [4] U.S.NRC :Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I, Regulatory Guide 1.109, Revision 1, 1977

表2. 2. 1-14 土壌分析結果

	土壌 (Bq/kg) (グラウンド約西南西500m)	分析日
Cs-134	4.1×10^5	2011年11月7日
Cs-137	4.7×10^5	2011年11月7日
Sr-89	1.8×10^2	2011年10月10日
Sr-90	2.5×10^2	2011年10月10日
Pu-238	2.6×10^{-1}	2011年10月31日
Pu-239	1.1×10^{-1}	2011年10月31日
Pu-240	1.1×10^{-1}	2011年10月31日

2.2.2 敷地内各施設からの直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量

2.2.2.1 線量の評価方法

(1) 線量評価点

施設と評価点との高低差を考慮し、各施設からの影響を考慮した敷地境界線上(図2. 2. 2-1)の最大実効線量評価地点(図2. 2. 2-2)における直接線及びスカイシャイン線による実効線量を算出する。

(2) 評価に使用するコード

MCNP 等、他の原子力施設における評価で使用実績があり、信頼性の高いコードを使用する。

(3) 線源及び遮蔽

線源は各施設が内包する放射性物質質量に容器厚さ、建屋壁、天井等の遮蔽効果を考慮して設定する。内包する放射性物質質量や、遮蔽が明らかでない場合は、設備の表面線量率を測定し、これに代えるものとする。

対象設備は事故処理に係る使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設、貯留設備(タンク類)、固体廃棄物貯蔵庫、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備及び瓦礫類、伐採木の一時保管エリア等とし、現に設置あるいは現時点で設置予定があるものとする。

2.2.2.2 各施設における線量評価

2.2.2.2.1 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貯留設備(タンク類)

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貯留設備(タンク類)は、現に設置、あるいは設置予定のある設備を評価する。セシウム吸着装置吸着塔および第二セシウム吸着装置吸着塔については、使用済セシウム吸着塔一時保管施設に保管した使用済吸着塔の線量率測定結果をもとに線源条件を設定する。(添付資料-1) また特記なき場合、セシウム吸着装置吸着塔あるいは第二セシウム吸着装置吸着塔を保管するエリアに保管するこれら以外の吸着塔等については、相当な表面線量をもつこれら吸着塔とみなして評価する。

貯留設備(タンク類)は、設置エリア毎に線源を設定する。全てのタンク類について、タンクの形状をモデル化する。濃縮廃液貯槽(D エリア)、濃縮水タンクの放射能濃度は、水分析結果を基に線源条件を設定する。濃縮廃液貯槽(H2 エリア)の内包物は貯槽下部にスラリー状の炭酸塩が沈殿していることから、貯槽下部、貯槽上部の放射能濃度をそれぞれ濃縮廃液貯槽①、濃縮廃液貯槽②とし水分析結果を基に線源条件を設定する。R0 濃縮水貯槽のうち R0 濃縮水貯槽 15 (H8 エリア)、17 の一部 (G3 西エリアの D)、18 (J1 エリア)、20 (D エリア) 及びろ過水タンク並びに Sr 処理水貯槽のうち Sr 処理水貯槽 (K2 エリア)

及び Sr 処理水貯槽 (K1 南エリア) の放射能濃度は、水分析結果を基に線源条件を設定する。R0 濃縮水貯槽 13 (C エリア) , 17 の一部 (G3 エリアの E, F, G, H) については、平成 28 年 1 月時点の各濃縮水貯槽の空き容量に、平成 27 年 8 月から平成 28 年 1 月までに採取した淡水化装置出口水の平均放射能濃度を有する水を注水し、満水にした際の放射能濃度を基に線源条件を設定する。サプレッションプール水サージタンク及び廃液 R0 供給タンクについては、平成 25 年 4 月から 8 月までに採取した淡水化装置入口水の水分析結果の平均値を放射能濃度として設定する。R0 濃縮水受タンクについては、平成 25 年 4 月から 8 月までに採取した淡水化装置出口水の水分析結果の平均値を放射能濃度として設定する。また、ろ過水タンクは残水高さを 0.5m とし、水位に応じた評価を実施する。

(1) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

a. 第一施設

容 量：セシウム吸着装置吸着塔 : 544 体
第二セシウム吸着装置吸着塔 : 230 体

i. セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料-1 表 1 及び図 1 参照

遮蔽：吸着塔側面 : 鉄 177.8mm

吸着塔一次蓋 : 鉄 222.5mm

吸着塔二次蓋 : 鉄 127mm

コンクリート製ボックスカルバート : 203mm (蓋厚さ 403mm) ,
密度 2.30g/cm³

追加コンクリート遮蔽版 (施設西端, 厚さ 200mm, 密度
2.30g/cm³)

評価地点までの距離 : 約 1570m

線源の標高 : 約 35m

ii. 第二セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料-1 表 3 及び図 1 参照

遮蔽：吸着塔側面 : 鉄 35mm, 鉛 190.5mm

吸着塔上面 : 鉄 35mm, 鉛 250.8mm

評価地点までの距離 : 約 1570m

線源の標高 : 約 35m

評価結果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

b. 第二施設

容 量：高性能容器（HIC）：736 体
放射能強度：表 2. 2. 2-1 参照
遮 蔽：コンクリート製ボックスカルバート：203mm（蓋厚さ 400mm），
密度 2.30g/cm³
評価地点までの距離：約 1560m
線 源 の 標 高：約 35m
評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視す
：
る

c. 第三施設

容 量：高性能容器（HIC）：3,456 体
セシウム吸着装置吸着塔：64 体

i. 高性能容器

放射能強度：表 2. 2. 2-1 参照
遮 蔽：コンクリート製ボックスカルバート：150mm（通路側 400mm），
密度 2.30g/cm³
蓋：重コンクリート 400mm，密度 3.20g/cm³

評価地点までの距離：約 1540m

線 源 の 標 高：約 35m

ii. セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料-1 表 1 及び図 2 参照
遮 蔽：吸着塔側面：鉄 177.8mm
吸着塔一次蓋：鉄 222.5mm
吸着塔二次蓋：鉄 127mm
コンクリート製ボックスカルバート：203mm（蓋厚さ 400mm），
密度 2.30g/cm³
追加コンクリート遮蔽版（厚さ 200mm，密度 2.30g/cm³）

評価地点までの距離：約 1540m

線 源 の 標 高：約 35m

評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視す
：
る

d. 第四施設

容 量：セシウム吸着装置吸着塔：680 体
第二セシウム吸着装置吸着塔：345 体

i. セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料－1 表1及び図3参照

遮 蔽：吸着塔側面：鉄 177.8mm (K1～K3：85.7mm)

吸着塔一次蓋：鉄 222.5mm (K1～K3：174.5mm)

吸着塔二次蓋：鉄 127mm (K1～K3：55mm)

コンクリート製ボックスカルバート：203mm (蓋厚さ 400mm) ,
密度 2.30g/cm³

評価地点までの距離 約 590m

線 源 の 標 高：約 36m

ii. 第二セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料－1 表3及び図3参照

遮 蔽：吸着塔側面：鉄 35mm, 鉛 190.5mm

吸着塔上面：鉄 35mm, 鉛 250.8mm

評価地点までの距離：約 590m

線 源 の 標 高：約 36m

評 価 結 果：約 4.10×10^{-2} mSv/年

表 2. 2. 2-1 評価対象核種及び放射能濃度 (1/2)

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)		
	スラリー (鉄共沈処理)	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	吸着材 3
Fe-59	5.55E+02	1.33E+00	0.00E+00
Co-58	8.44E+02	2.02E+00	0.00E+00
Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	9.12E+04
Sr-89	1.08E+06	3.85E+05	0.00E+00
Sr-90	2.44E+07	8.72E+06	0.00E+00
Y-90	2.44E+07	8.72E+06	0.00E+00
Y-91	8.12E+04	3.96E+02	0.00E+00
Nb-95	3.51E+02	8.40E-01	0.00E+00
Tc-99	1.40E+01	2.20E-02	0.00E+00
Ru-103	6.37E+02	2.01E+01	0.00E+00
Ru-106	1.10E+04	3.47E+02	0.00E+00
Rh-103m	6.37E+02	2.01E+01	0.00E+00
Rh-106	1.10E+04	3.47E+02	0.00E+00
Ag-110m	4.93E+02	0.00E+00	0.00E+00
Cd-113m	0.00E+00	5.99E+03	0.00E+00
Cd-115m	0.00E+00	1.80E+03	0.00E+00
Sn-119m	6.72E+03	0.00E+00	0.00E+00
Sn-123	5.03E+04	0.00E+00	0.00E+00
Sn-126	3.89E+03	0.00E+00	0.00E+00
Sb-124	1.44E+03	3.88E+00	0.00E+00
Sb-125	8.99E+04	2.42E+02	0.00E+00
Te-123m	9.65E+02	2.31E+00	0.00E+00
Te-125m	8.99E+04	2.42E+02	0.00E+00
Te-127	7.96E+04	1.90E+02	0.00E+00
Te-127m	7.96E+04	1.90E+02	0.00E+00
Te-129	8.68E+03	2.08E+01	0.00E+00
Te-129m	1.41E+04	3.36E+01	0.00E+00
I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	2.61E+05
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	8.60E+05
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	9.73E+03

表 2. 2. 2-1 評価対象核種及び放射能濃度 (2/2)

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)		
	スラリー (鉄共沈処理)	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	吸着材 3
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05
Ba-137m	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05
Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	1.74E+03	8.46E+00	0.00E+00
Ce-144	7.57E+03	3.69E+01	0.00E+00
Pr-144	7.57E+03	3.69E+01	0.00E+00
Pr-144m	6.19E+02	3.02E+00	0.00E+00
Pm-146	7.89E+02	3.84E+00	0.00E+00
Pm-147	2.68E+05	1.30E+03	0.00E+00
Pm-148	7.82E+02	3.81E+00	0.00E+00
Pm-148m	5.03E+02	2.45E+00	0.00E+00
Sm-151	4.49E+01	2.19E-01	0.00E+00
Eu-152	2.33E+03	1.14E+01	0.00E+00
Eu-154	6.05E+02	2.95E+00	0.00E+00
Eu-155	4.91E+03	2.39E+01	0.00E+00
Gd-153	5.07E+03	2.47E+01	0.00E+00
Tb-160	1.33E+03	6.50E+00	0.00E+00
Pu-238	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Pu-239	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Pu-240	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Pu-241	1.13E+03	5.48E+00	0.00E+00
Am-241	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Am-242m	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Am-243	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Cm-242	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Cm-243	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Cm-244	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Mn-54	1.76E+04	4.79E+00	0.00E+00
Co-60	8.21E+03	6.40E+00	0.00E+00
Ni-63	0.00E+00	8.65E+01	0.00E+00
Zn-65	5.81E+02	1.39E+00	0.00E+00

(2) 廃スラッジ一時保管施設

合計容量：約 630m³

放射能濃度：約 1.0×10⁷Bq/cm³

遮蔽：炭素鋼 25mm, コンクリート 1,000mm (密度 2.1g/cm³)
(貯蔵建屋外壁で 1mSv/時)

評価地点までの距離：約 1470m

線源の標高：約 34m

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(3) 廃止 (高濃度滞留水受タンク)

(4) 濃縮廃液貯槽, 濃縮水タンク

a. 濃縮廃液貯槽 (H2 エリア)

合計容量：約 300m³

放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照

遮蔽：SS400 (9mm)
コンクリート 150mm (密度 2.1g/cm³)

評価点までの距離：約 870m

線源の標高：約 36m

評価結果：約 5.53×10⁻⁴ mSv/年

b. 濃縮廃液貯槽 (D エリア)

容量：約 10,000m³

放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照

遮蔽：側面：SS400 (12mm)
上面：SS400 (9mm)

評価点までの距離：約 790m

線源の標高：約 34m

評価結果：約 2.21×10⁻³mSv/年

c. 濃縮水タンク

合計容量：約 150m³

放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照

遮蔽：側面：SS400 (12mm)
上面：SS400 (9mm)

評価点までの距離：約1180m

線源の標高：約34m

評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
する

(5) RO 濃縮水貯槽

- a. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 1 (H1 エリア))
- b. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 2 (H1 東エリア))
- c. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 3 (H2 エリア))
- d. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 4 (H4 エリア))
- e. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 5 (H4 東エリア))
- f. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 6 (H5 エリア))
- g. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 7 (H6 エリア))
- h. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 8 (H4 北エリア))
- i. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 9 (H5 北エリア))
- j. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 10 (H6 北エリア))
- k. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 11 (H3 エリア))
- l. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 12 (E エリア))

m. RO 濃縮水貯槽 13 (C エリア)

容 量：約 15,000m³

放 射 能 濃 度：表 2. 2. 2-2 参照

遮 蔽：側面：SS400 (12mm)
上面：SS400 (6mm)

評価点までの距離：約 1240m

線 源 の 標 高：約 35m

評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
：
する

n. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 14 (G6 エリア))

o. RO 濃縮水貯槽 15 (H8 エリア)

容 量：約 17,000m³

放 射 能 濃 度：表 2. 2. 2-2 参照

遮 蔽：側面：SS400 (12mm)
上面：SS400 (6mm)

評価点までの距離：約 890m

線 源 の 標 高：約 34m

評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
：
する

p. 廃止 (RO 濃縮水貯槽 16 (G4 南エリア))

q. RO 濃縮水貯槽 17 (G3 エリア)

容 量：D：約 7,500m³, E, F, G：約 34,000m³, H：約 6,400m³

放 射 能 濃 度：表 2. 2. 2-2 参照

遮 蔽：側面：SS400 (12mm)
上面：SS400 (6mm)

評価点までの距離：約 1610m, 約 1700m

線 源 の 標 高：約 34m

評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
：
する

r. RO 濃縮水貯槽 18 (J1 エリア)

容 量：A:約 8,500m³, B:約 8,500m³, C,N:約 13,000m³, G:約 9,600m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮 蔽：側面：SS400 (12mm)
 上面：SS400 (6mm)
評価点までの距離：約 1460m, 約 1410m
線源の標高：約 36m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
 ：する

s. RO 濃縮水貯槽 20 (D エリア)

容 量：約 32,000m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮 蔽：側面：SS400 (12mm)
 上面：SS400 (9mm)
評価点までの距離：約 790m
線源の標高：約 34m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
 ：する

(6) サプレッションプール水サージタンク

容 量：約 6,800m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮 蔽：側面：SM41A (15.5mm)
 上面：SM41A (6mm)
評価点までの距離：約 1270m
線源の標高：約 9 m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
 ：する

(7) RO 処理水一時貯槽

貯蔵している液体の放射能濃度が 10⁻²Bq/cm³程度と低いため、評価対象外とする。

(8) RO 処理水貯槽

貯蔵している液体の放射能濃度が 10⁻²Bq/cm³程度と低いため、評価対象外とする。

(9) 受タンク等

合計容量：約 1,300m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮蔽：側面：SS400 (12mm または 6mm)
 上面：SS400 (9mm または 4.5mm)
評価点までの距離：約 1240m, 約 1190m
線源の標高：約 34m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
 する

(10) ろ過水タンク

容量：約 240m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮蔽：側面：SM400C (18mm), SS400 (12mm, 10mm, 8mm)
 上面：SS400 (4.5mm)
評価点までの距離：約 170m
線源の標高：約 40m
評価結果：約 4.78×10^{-2} mSv/年

(11) Sr 処理水貯槽

a. Sr 処理水貯槽 (K2 エリア)

容量：約 28,000m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮蔽：側面：SS400 (15mm)
 上面：SS400 (9mm)
評価点までの距離：約 320m
線源の標高：約 35m
評価結果：約 1.30×10^{-3} mSv/年

b. Sr 処理水貯槽 (K1 南エリア)

容量：約 11,000m³
放射能濃度：表 2. 2. 2-2 参照
遮蔽：側面：SM400C (12mm)
 上面：SM400C (12mm)
評価点までの距離：約 380m
線源の標高：約 35m
評価結果：約 2.47×10^{-4} mSv/年

(12) ブルータンクエリア A1

エ リ ア 面 積 : 約 490m²
積 上 げ 高 さ : 約 6.3m
表 面 線 量 率 : 約 0.017mSv/時 (実測値)
放 射 能 濃 度 比 : 表 2. 2. 2-2 の核種比率
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 670m
線 源 の 標 高 : 約 35m
線 源 形 状 : 四角柱
評 価 結 果 : 約 4.75×10⁻⁴mSv/年

(13) ブルータンクエリア A2

エ リ ア 面 積 : 約 490m²
積 上 げ 高 さ : 約 6.3m
表 面 線 量 率 : 約 0.002mSv/時 (実測値)
放 射 能 濃 度 比 : 表 2. 2. 2-2 の核種比率
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 660m
線 源 の 標 高 : 約 35m
線 源 形 状 : 四角柱
評 価 結 果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(14) ブルータンクエリア B

エ リ ア 面 積 : 約 5,700m²
積 上 げ 高 さ : 約 6.3m
表 面 線 量 率 : 約 0.050mSv/時
放 射 能 濃 度 比 : 表 2. 2. 2-2 の核種比率
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 970m
線 源 の 標 高 : 約 35m
線 源 形 状 : 四角柱
評 価 結 果 : 約 5.80×10⁻⁴mSv/年

(15) ブルータンクエリア C1

エ リ ア 面 積 : 約 310m²
積 上 げ 高 さ : 約 5.9m
表 面 線 量 率 : 約 1.000mSv/時
放 射 能 濃 度 比 : 表 2. 2. 2-2 「濃縮廃液貯槽②(H2 エリア)」の核種比率

評価点までの距離：約1040m
線源の標高：約35m
線源形状：四角柱
評価結果：約 4.87×10^{-4} mSv/年

(16) ブルータンクエリア C2

エリア面積：約280m²
積上げ高さ：約5.9m
表面線量率：約0.050mSv/時（実測値）
放射能濃度比：表2. 2. 2-2「濃縮廃液貯槽②(H2エリア)」の核種比率
評価点までの距離：約1040m
線源の標高：約35m
線源形状：四角柱
評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(17) ブルータンクエリア C3

エリア面積：約2,000m²
積上げ高さ：約5.9m
表面線量率：約0.015mSv/時（実測値）
放射能濃度比：表2. 2. 2-2「濃縮廃液貯槽②(H2エリア)」の核種比率
評価点までの距離：約1040m
線源の標高：約35m
線源形状：四角柱
評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(18) ブルータンクエリア C4

エリア面積：約270m²
積上げ高さ：約6.3m
表面線量率：約0.050mSv/時
放射能濃度比：表2. 2. 2-2の核種比率
評価点までの距離：約1050m
線源の標高：約35m
線源形状：四角柱
評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視

する

(19)濃縮水受タンク，濃縮水処理水タンク仮置き場所

エ リ ア 面 積：約 1,100m²

容 量：約 0.2m³

積 上 げ 高 さ：約 4.7m

遮 蔽：側面：炭素鋼 (12mm)

上面：炭素鋼 (9mm)

放 射 能 濃 度：表 2. 2. 2-2 表

評 価 点 ま だ の 距 離：約 1540m

線 源 の 標 高：約 35m

線 源 形 状：四角柱

評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
する

表 2. 2. 2-2 評価対象核種及び放射能濃度

	放射能濃度 (Bq/cm ³)						
	Cs-134	Cs-137 (Ba-137m)	Co-60	Mn-54	Sb-125 (Te-125m)	Ru-106 (Rh-106)	Sr-90 (Y-90)
(a) 濃縮廃液貯槽							
濃縮廃液貯槽① (H2 エリア)	8.8E+02	1.2E+03	1.5E+03	7.8E+02	2.1E+03	5.1E+03	1.1E+07
濃縮廃液貯槽② (H2 エリア) 濃縮廃液貯槽 (D エリア) 濃縮水タンク	3.0E+01	3.7E+01	1.7E+01	7.9E+01	4.5E+02	7.4E+00	2.8E+05
(b) RO 濃縮水貯槽							
RO 濃縮水貯槽 13	1.9E-01	5.6E-01	1.6E-01	3.4E-02	1.1E+01	7.6E-01	8.4E+02
RO 濃縮水貯槽 15	1.3E-01	5.7E-01	2.7E-01	3.6E-02	6.4E+00	2.9E-01	2.2E+02
RO 濃縮水貯槽 17	D	1.0E-02	7.2E-03	2.0E-02	6.9E-03	2.4E-02	1.5E+00
	E, F, G	6.9E-01	3.1E+00	2.4E-01	1.7E-02	3.0E+00	2.9E-01
	H	7.1E-01	3.2E+00	2.2E-01	1.6E-02	3.1E+00	2.9E-01
RO 濃縮水貯槽 18	A	1.1E-02	9.9E-03	5.6E-02	7.5E-03	2.3E-02	3.4E-02
	B	5.0E-01	2.2E+00	1.8E-01	1.6E-02	7.1E-01	3.1E-01
	C, N	2.3E-01	1.1E+00	3.2E-02	1.3E-02	4.4E-01	1.5E-01
	G	8.8E-03	5.7E-03	8.4E-03	5.3E-03	1.8E-02	3.4E-02
RO 濃縮水貯槽 20	B, C, D, E	1.5E+00	3.0E+00	8.8E-01	1.1E+00	7.4E+00	2.6E-01
(c) サプレッションプール水サージタンク							
サプレッションプール水サージタンク	2.1E+00	2.3E+00	4.9E+00	7.8E-01	1.8E+01	8.0E+00	4.4E+04
(d) 受タンク等							
廃液 RO 供給タンク	2.1E+00	2.3E+00	4.9E+00	7.8E-01	1.8E+01	8.0E+00	4.4E+04
RO 濃縮水受タンク	2.0E+00	4.4E+00	5.8E-01	9.9E-01	3.5E+01	8.8E+00	7.4E+04
(e) ろ過水タンク							
ろ過水タンク	2.3E+00	4.3E+00	4.0E-01	6.3E-01	3.4E+01	1.2E+01	4.7E+04
(f) Sr 処理水貯槽							
Sr 処理水貯槽 (K2 エリア)	5.8E-02	2.7E-02	5.0E-02	1.6E-02	5.5E+00	2.6E-01	6.9E+01
Sr 処理水貯槽 (K1 南エリア)	6.4E-02	2.6E-02	9.6E-02	1.6E-02	6.6E+00	3.1E-01	1.7E+01
(g) 濃縮水受タンク、濃縮処理水タンク仮置き場所							
濃縮水受タンク	1.1E+01	1.2E+01	7.1E+00	5.7E+00	6.9E+01	4.4E+01	1.2E+05
(h) ブルータンクエリア							
ブルータンクエリア A1, A2, B, C4	5.9E+01	9.9E+01	2.3E+01	4.5E+01	1.2E+02	9.1E+01	2.1E+05

2.2.2.2.2 瓦礫類一時保管エリア

瓦礫類の線量評価は、次に示す条件で MCNP コードにより評価する。

なお、保管エリアが満杯となった際には、実際の線源形状に近い形で MCNP コードにより再評価することとする。(添付資料-2)

瓦礫類一時保管エリアについては、今後搬入が予想される瓦礫類の量と表面線量率を設定し、一時保管エリア全体に体積線源で存在するものとして評価する。核種は Cs-134 及び Cs-137 とする。なお、一時保管エリア U については保管する各機器の形状、保管状態を考慮した体積線源として各々評価する。また、機器本体の放射化の可能性が否定出来ないことから、核種は Co-60 とする。

評価条件における「保管済」は実測値による評価、「未保管」は受入上限値による評価を表す。

また、実測値による評価以外の実態に近づける線量評価方法も必要に応じて適用していく。(添付資料-3)

(1)一時保管エリア A 1

一時保管エリア A 1 は、高線量の瓦礫類に遮蔽を行って一時保管する場合のケース 1 と遮蔽を行っていた瓦礫類を他の一時保管エリアに移動した後に低線量瓦礫類を一時保管する場合のケース 2 により運用する。

(ケース 1)

貯 蔵 容 量 : 約 2,400m³

エ リ ア 面 積 : 約 800m²

積 上 げ 高 さ : 約 4m

表 面 線 量 率 : 30mSv/時 (未保管)

遮 蔽 : 側面 (南側以外)

土 嚢 : 高さ約 3m, 厚さ約 1m, 密度約 1.5g/cm³

高さ約 1m, 厚さ約 0.8m, 密度約 1.5g/cm³

コンクリート壁 : 高さ約 3m, 厚さ約 120mm, 密度約 2.1g/cm³

鉄板 : 高さ約 1m, 厚さ約 22mm, 密度約 7.8g/cm³

側面 (南側)

土 嚢 : 厚さ約 0.8m, 密度約 1.5g/cm³

鉄板 : 厚さ約 22mm, 密度約 7.8g/cm³

上部

土 嚢 : 厚さ約 0.8m, 密度約 1.5g/cm³

鉄板 : 厚さ約 22mm, 密度約 7.8g/cm³

評価点までの距離 : 約 1050m

線 源 の 標 高 : 約 48m

線源形状：四角柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm³
評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※（ケース 2）の評価結果のほうが高いため、（ケース 2）の評価結果で代表する

（ケース 2）

貯蔵容量：約 7,000m³
エリア面積：約 1,400m²
積上げ高さ：約 5m
表面線量率：0.01mSv/時（未保管）
遮蔽：コンクリート壁：高さ 約 3m, 厚さ 約 120mm, 密度 約 2.1g/cm³
評価点までの距離：約 1050m
線源の標高：約 48m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm³
評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(2) 一時保管エリア A 2

一時保管エリア A 2 は、高線量の瓦礫類に遮蔽を行って一時保管する場合のケース 1 と遮蔽を行っていた瓦礫類を他の一時保管エリアに移動した後に低線量瓦礫類を一時保管する場合のケース 2 により運用する。

（ケース 1）

貯蔵容量：約 4,700m³
エリア面積：約 1,500m²
積上げ高さ：約 4m
表面線量率：30mSv/時（未保管）
遮蔽：側面（東側以外）
土嚢：高さ約 3m, 厚さ約 1m, 密度約 1.5g/cm³
高さ約 1m, 厚さ約 0.8m, 密度約 1.5g/cm³
コンクリート壁：高さ約 3m, 厚さ約 120mm, 密度約 2.1g/cm³
鉄板：高さ約 1m, 厚さ約 22mm, 密度約 7.8g/cm³
側面（東側）
土嚢：厚さ約 0.8m, 密度約 1.5g/cm³
鉄板：厚さ約 22mm, 密度約 7.8g/cm³
上部

土囊：厚さ約 0.8m, 密度約 1.5g/cm³

鉄板：厚さ約 22mm, 密度約 7.8g/cm³

評価点までの距離：約 1080m

線源の標高：約 48m

線源形状：四角柱

かさ密度：鉄 0.3g/cm³

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※（ケース 2）の評価結果のほうが高いため、（ケース 2）の評価結果で代表する

（ケース 2）

貯蔵容量：約 12,000m³

エリア面積：約 2,500m²

積上げ高さ：約 5m

表面線量率：0.005mSv/時（未保管）

遮蔽：コンクリート壁：高さ 約 3m, 厚さ 約 120mm, 密度 約 2.1g/cm³

評価点までの距離：約 1080m

線源の標高：約 48m

線源形状：円柱

かさ密度：鉄 0.3g/cm³

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(3)一時保管エリア B

①エリア 1

貯蔵容量：約 3,200m³

エリア面積：約 600m²

積上げ高さ：約 5m

表面線量率：0.01mSv/時（未保管）

評価点までの距離：約 1020m

線源の標高：約 48m

線源形状：円柱

かさ密度：鉄 0.3g/cm³

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

②エリア 2

貯蔵容量：約 2,100m³

エ リ ア 面 積 : 約 400m²
積 上 げ 高 さ : 約 5m
表 面 線 量 率 : 0.01mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 980m
線 源 の 標 高 : 約 48m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
する

(4) 一時保管エリアC

貯 蔵 容 量 : 約 67,000m³
エ リ ア 面 積 : 約 13,400m²
積 上 げ 高 さ : 約 5m
表 面 線 量 率 : 約 0.01mSv/時 (保管済約 31,000m³) , 0.1 mSv/時 (未保管
約 1,000m³) , 0.025mSv/時 (未保管約 35,000m³)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 960m
線 源 の 標 高 : 約 33m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 7.21×10^{-4} mSv/年

(5) 一時保管エリアD

貯 蔵 容 量 : 約 4,500m³ (内, 保管済約 2,400m³, 未保管約 2,100m³)
エ リ ア 面 積 : 約 1,000m²
積 上 げ 高 さ : 約 4.5m
表 面 線 量 率 : 約 0.09mSv/時 (保管済) , 0.3mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 850m
線 源 の 標 高 : 約 35m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 8.39×10^{-4} mSv/年

(6) 一時保管エリアE 1

貯 蔵 容 量 : 約 16,000m³ (内, 保管済約 3,200m³, 未保管約 12,800m³)
エ リ ア 面 積 : 約 3,500m²
積 上 げ 高 さ : 約 4.5m

表面線量率：約0.11mSv/時（保管済），1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約830m
線源の標高：約27m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 1.49×10^{-2} mSv/年

(7)一時保管エリアE 2

貯蔵容量：約1,800m³
エリア面積：約500m²
積上げ高さ：約3.6m
表面線量率：10mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約800m
線源の標高：約12m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 3.48×10^{-2} mSv/年

(8)一時保管エリアF 1

貯蔵容量：約650m³
エリア面積：約220m²
積上げ高さ：約3m
表面線量率：約1.8mSv/時（保管済）
評価点までの距離：約690m
線源の標高：約27m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 8.95×10^{-3} mSv/年

(9)一時保管エリアF 2

貯蔵容量：約7,500m³
エリア面積：約1,500m²
積上げ高さ：約5m
表面線量率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約730m
線源の標高：約27m

線源形状：円柱
かさ密度：鉄 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$
評価結果：約 2.01×10^{-3} mSv/年

(10)一時保管エリアJ

貯蔵容量：約 $8,000\text{m}^3$
エリア面積：約 $1,600\text{m}^2$
積上げ高さ：約 5m
表面線量率： $0.005\text{mSv}/\text{時}$ （未保管）
評価点までの距離：約 1360m
線源の標高：約 35m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$
評価結果：約 $0.0001\text{mSv}/\text{年}$ 未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(11)一時保管エリアL

覆土式一時保管施設 1 槽毎に評価した。
貯蔵容量：約 $4,000\text{m}^3 \times 4$
貯蔵面積：約 $1,400\text{m}^2 \times 4$
積上げ高さ：約 5m
表面線量率：1 槽目 $0.005\text{mSv}/\text{時}$ （保管済），2 槽目 $0.005\text{mSv}/\text{時}$ （保管済），
3 槽目 $30\text{mSv}/\text{時}$ （未保管），4 槽目 $30\text{mSv}/\text{時}$ （未保管）
遮蔽：覆土：厚さ 1m （密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ ）
評価点までの距離：1 槽目約 1140m ，2 槽目約 1210m ，3 槽目約 1160m ，4 槽目
約 1230m
線源の標高：約 36m
線源形状：直方体
かさ密度：鉄 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$
評価結果：約 $0.0001\text{mSv}/\text{年}$ 未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(12)一時保管エリアN

貯蔵容量：約 $10,000\text{m}^3$
エリア面積：約 $2,000\text{m}^2$
積上げ高さ：約 5m

表面線量率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約1140m
線源の標高：約34m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(13)一時保管エリア○

①エリア1

貯蔵容量：約27,500m³
エリア面積：約5,500m²
積上げ高さ：約5m
表面線量率：0.01mSv/時（保管済）
評価点までの距離：約810m
線源の標高：約24m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 2.72×10^{-4} mSv/年

②エリア2

貯蔵容量：約17,000m³
エリア面積：約3,400m²
積上げ高さ：約5m
表面線量率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約800m
線源の標高：約29m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 1.84×10^{-3} mSv/年

③エリア3

貯蔵容量：約2,100m³
エリア面積：約2,100m²
積上げ高さ：約1m
表面線量率：0.1mSv/時（未保管）

評価点までの距離：約820m
線源の標高：約29m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 8.83×10^{-4} mSv/年

④エリア4

貯蔵容量：約4,800m³
エリア面積：約960m²
積上げ高さ：約5m
表面線量率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約870m
線源の標高：約29m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 3.96×10^{-4} mSv/年

(14)一時保管エリアP1

①エリア1

貯蔵容量：約60,800m³
エリア面積：約5,850m²
積上げ高さ：約10.4m
表面線量率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約930m
線源の標高：約27m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄0.3g/cm³
評価結果：約 1.01×10^{-3} mSv/年

②エリア2

貯蔵容量：約24,200m³
エリア面積：約4,840m²
積上げ高さ：約5m
表面線量率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約1000m
線源の標高：約27m

線源形状：円柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm^3
評価結果：約 3.25×10^{-4} mSv/年

(15) 一時保管エリアP2

貯蔵容量：約 $9,000\text{m}^3$
エリア面積：約 $2,000\text{m}^2$
積上げ高さ：約 4.5m
表面線量率： 1mSv/時 （未保管）
評価点までの距離：約 960m
線源の標高：約 27m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm^3
評価結果：約 2.17×10^{-3} mSv/年

(16) 一時保管エリアQ

貯蔵容量：約 $6,100\text{m}^3$
エリア面積：約 $1,700\text{m}^2$
積上げ高さ：約 3.6m
表面線量率： 5mSv/時 （未保管）
評価点までの距離：約 800m
線源の標高：約 34m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm^3
評価結果：約 4.97×10^{-2} mSv/年

(17) 一時保管エリアU

貯蔵容量：約 750m^3
エリア面積：約 450m^2
積上げ高さ：約 4.3m
表面線量率： 0.015 mSv/時（未保管約 310m^3 ）， 0.020 mSv/時（未保管約 110m^3 ）， 0.028 mSv/時（未保管約 330m^3 ）
評価点までの距離：約 630m
線源の標高：約 36m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 7.86g/cm^3 またはコンクリート 2.15g/cm^3

評 価 結 果 : 約 5.84×10^{-4} mSv/年

(18) 一時保管エリアV

貯 蔵 容 量 : 約 6,000m³
エ リ ア 面 積 : 約 1,200m²
積 上 げ 高 さ : 約 5m
表 面 線 量 率 : 0.1mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 920m
線 源 の 標 高 : 約 24m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 1.96×10^{-4} mSv/年

(19) 一時保管エリアW

① エリア 1

貯 蔵 容 量 : 約 23,000m³
エ リ ア 面 積 : 約 5,100m²
積 上 げ 高 さ : 約 4.5m
表 面 線 量 率 : 1mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 770m
線 源 の 標 高 : 約 34m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 4.51×10^{-2} mSv/年

② エリア 2

貯 蔵 容 量 : 約 6,300m³
エ リ ア 面 積 : 約 1,400m²
積 上 げ 高 さ : 約 4.5m
表 面 線 量 率 : 1mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 770m
線 源 の 標 高 : 約 33m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 1.11×10^{-2} mSv/年

(20) 一時保管エリアX

貯 蔵 容 量 : 約 12,200m³
エ リ ア 面 積 : 約 2,700m²
積 上 げ 高 さ : 約 4.5m
表 面 線 量 率 : 1mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 840m
線 源 の 標 高 : 約 34m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 9.14×10⁻³mSv/年

(21) 一時保管エリアAA

貯 蔵 容 量 : 約 36,400m³
エ リ ア 面 積 : 約 3,500m²
積 上 げ 高 さ : 約 10.4m
表 面 線 量 率 : 0.001mSv/時 (未保管)
評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 1150m
線 源 の 標 高 : 約 36m
線 源 形 状 : 円柱
か さ 密 度 : 鉄 0.3g/cm³
評 価 結 果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
する

2.2.2.2.3 伐採木一時保管エリア

伐採木の線量評価は、次に示す条件で MCNP コードにより評価する。

なお、保管エリアが満杯となった際には、実際の線源形状に近い形で MCNP コードにより再評価することとする。(添付資料-2)

伐採木一時保管エリアについては、今後搬入が予想される伐採木の量と表面線量率を設定し、一時保管エリア全体に体積線源で存在するものとして評価する。核種は Cs-134 及び Cs-137 とする。

評価条件における「未保管」は受入上限値による評価を表す。

また、実測値による評価以外の実態に近づける線量評価方法も必要に応じて適用していく。(添付資料-3)

(1)一時保管エリアG

①エリア1

貯 蔵 容 量 : 約 4,200m³

貯 蔵 面 積 : 約 1,400m²

積 上 げ 高 さ : 約 3m

表 面 線 量 率 : 0.079mSv/時 (保管済)

遮 蔽 : 覆土 : 厚さ 0.7m (密度 1.2g/cm³)

評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 1430m

線 源 の 標 高 : 約 31m

線 源 形 状 : 円柱

か さ 密 度 : 木 0.1g/cm³

評 価 結 果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

②エリア2

貯 蔵 容 量 : 約 8,900m³

貯 蔵 面 積 : 約 3,000m²

積 上 げ 高 さ : 約 3m

表 面 線 量 率 : 0.055 mSv/時 (保管済 約 3,000m³)
0.15 mSv/時 (未保管 約 5,900m³)

遮 蔽 : 覆土 : 厚さ 0.7m (密度 1.2g/cm³)

評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 1340m

線 源 の 標 高 : 約 31m

線 源 形 状 : 円柱

か さ 密 度 : 木 0.1g/cm³

評 価 結 果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

③エリア3

貯 蔵 容 量 : 約 16,600m³

貯 蔵 面 積 : 約 5,500m²

積 上 げ 高 さ : 約 3m

表 面 線 量 率 : 0.15mSv/時 (未保管)

遮 蔽 : 覆土 : 厚さ 0.7m (密度 1.2g/cm³)

評 価 点 ま だ の 距 離 : 約 1380m

線 源 の 標 高 : 約 31m

線 源 形 状 : 円柱

か さ 密 度 : 木 0.1g/cm³

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

なお、当該エリアには表面線量率がバックグラウンド線量率と同等以下の伐採木（幹根）も一時保管する。

(2)一時保管エリアH

貯蔵容量：約 15,000m³

貯蔵面積：約 5,000m²

積上げ高さ：約 3m

表面線量率：0.3mSv/時（未保管）

遮蔽：覆土：厚さ 0.7m（密度 1.2g/cm³）

評価点までの距離：約 790m

線源の標高：約 54m

線源形状：円柱

かさ密度：木 0.1g/cm³

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

なお、当該エリアには表面線量率がバックグラウンド線量率と同等以下の伐採木（幹根）も一時保管する。

(3)一時保管エリアM

表面線量率がバックグラウンド線量率と同等以下の伐採木（幹根）を一時保管するため、評価対象外とする。

(4)一時保管エリアT

貯蔵容量：約 11,900m³

貯蔵面積：約 4,000m²

積上げ高さ：約 3m

表面線量率：0.3mSv/時（未保管）

遮蔽：覆土：厚さ 0.7m（密度 1.2g/cm³）

評価点までの距離：約 1860m

線源の標高：約 46m

線源形状：円柱

かさ密度：木 0.1g/cm³

評価結果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(5)一時保管エリアV

貯蔵容量：約 6,000m³
貯蔵面積：約 1,200m²
積上げ高さ：約 5m
表面線量率：0.3mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 900m
線源の標高：約 24m
線源形状：円柱
かさ密度：木 0.05g/cm³
評価結果：約 8.43×10⁻⁴mSv/年

なお、当該エリアには表面線量率がバックグラウンド線量率と同等以下の伐採木（幹根）も一時保管する。

2.2.2.2.4 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備については、線源スペクトル、線量率、乾式キャスク本体の寸法等の仕様は、工事計画認可申請書又は核燃料輸送物設計承認申請書等、乾式キャスクの設計値及び収納する使用済燃料の収納条件に基づく値とする。なお、乾式キャスクの線量率は、側面、蓋面、底面の3領域に分割し、ガンマ線、中性子線毎にそれぞれ表面から1mの最大線量率で規格化する。乾式キャスクの配置は、設備の配置設計を反映し、隣接する乾式キャスク等による遮蔽効果を考慮し、敷地境界における直接線及びスカイシヤイン線の合計の線量率を評価する。

貯蔵容量：65基(乾式貯蔵キャスク20基及び輸送貯蔵兼用キャスク45基)
エリア面積：約80m×約96m
遮蔽：コンクリートモジュール 200mm(密度2.15g/cm³)
評価点までの距離：約330m
評価結果の種類：MCNPコードによる評価結果
線源の標高：約39m
評価結果：約6.84×10⁻²mSv/年

2.2.2.2.5 固体廃棄物貯蔵庫

固体廃棄物貯蔵庫の線量評価は、次に示す条件で MCNP コードにより評価する。

固体廃棄物貯蔵庫については、放射性固体廃棄物や一部を活用して瓦礫類、使用済保護衣等を保管、または一時保管するため、実測した線量率に今後の活用も考慮した表面線量率を設定し、核種を Co-60 として評価するものとする。

第6～第8固体廃棄物貯蔵庫地下には、放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫類を保管するが、遮蔽効果が高いことから地下保管分については、設置時の工事計画認可申請書と同様に評価対象外とする。

また、実測値による評価以外の実態に近づける線量評価方法も必要に応じて適用していく。(添付資料-3)

(1)第1固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 3,600m³
エ リ ア 面 積 : 約 1,100m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.1mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : 鉄板厚さ 約 0.5mm
評価地点までの距離 : 約 790m
線 源 の 標 高 : 約 34m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 9.12×10⁻⁴mSv/年

(2)第2固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 6,700m³
エ リ ア 面 積 : 約 2,100m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 5mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 180mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 790m
線 源 の 標 高 : 約 34m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 5.62×10⁻³mSv/年

(3) 第3 固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 7,400m³
エ リ ア 面 積 : 約 2,300m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.1mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 180mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 510m
線 源 の 標 高 : 約 43m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 2.38×10⁻³mSv/年

(4) 第4 固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 7,400m³
エ リ ア 面 積 : 約 2,300m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.5mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 700mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 460m
線 源 の 標 高 : 約 43m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

(5) 第5 固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 2,500m³
エ リ ア 面 積 : 約 800m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.5mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 500mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 440m
線 源 の 標 高 : 約 43m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 1.74×10⁻⁴mSv/年

(6) 第6 固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 12,200m³ (1階部分)
エ リ ア 面 積 : 約 3,800m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.5mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 500mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 390m
線 源 の 標 高 : 約 43m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 1.30×10⁻³mSv/年

※地下に瓦礫類を一時保管することを考慮している。

(7) 第7 固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 17,200m³ (1階部分)
エ リ ア 面 積 : 約 5,400m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.5mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 500mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 350m
線 源 の 標 高 : 約 43m
線 源 形 状 : 直方体
か さ 密 度 : コンクリート 2.0g/cm³
評 価 結 果 : 約 2.38×10⁻³mSv/年

※地下に瓦礫類を一時保管することを考慮している。

(8) 第8 固体廃棄物貯蔵庫

貯 蔵 容 量 : 約 17,200m³ (1階部分)
エ リ ア 面 積 : 約 5,400m²
積 上 げ 高 さ : 約 3.2m
表 面 線 量 率 : 約 0.5mSv/時
遮 蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 600mm, 密度 約 2.2g/cm³
評価地点までの距離 : 約 310m
線 源 の 標 高 : 約 43m
線 源 形 状 : 直方体

かさ密度：コンクリート $2.0\text{g}/\text{cm}^3$

評価結果：約 $1.16 \times 10^{-3}\text{mSv}/\text{年}$

※地下に瓦礫類を一時保管することを考慮している。

(9) 第9 固体廃棄物貯蔵庫

貯蔵容量：地下2階部分 約 $15,300\text{m}^3$

地下1階部分 約 $15,300\text{m}^3$

地上1階部分 約 $15,300\text{m}^3$

地上2階部分 約 $15,300\text{m}^3$

エリア面積：約 $4,800\text{m}^2$

積上げ高さ：約 3.3m

表面線量率：地下2階部分 約 $10\text{Sv}/\text{時}$

地下1階部分 約 $30\text{mSv}/\text{時}$

地上1階部分 約 $1\text{mSv}/\text{時}$

地上2階部分 約 $0.05\text{mSv}/\text{時}$

遮蔽：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約 200mm ～約 650mm ，
密度 約 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$

評価地点までの距離：約 250m

線源の標高：約 43m

線源形状：直方体

かさ密度：鉄 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$

評価結果：約 $1.61 \times 10^{-2}\text{mSv}/\text{年}$

2.2.2.2.6 廃止（ドラム缶等仮設保管設備）

2.2.2.2.7 多核種除去設備

多核種除去設備については、各機器に表2.2.2-3及び表2.2.2-4に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コード ORIGEN-S により求め、3次元モンテカルロ計算コード MCNP により敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度：表2.2.2-3，表2.2.2-4 参照

遮蔽：鉄（HIC用遮蔽材） 112mm

：鉄（循環タンク用遮蔽材） 100mm

：鉄（吸着塔用遮蔽材） 50mm

：鉛（クロスフローフィルタ他用遮蔽材） 8mm ， 4mm

: 鉛（循環弁スキッド, クロスフローフィルタスキッド）18mm,
9mm

評価地点までの距離 : 約 380m

線源の標高 : 約 37m

評価結果 : 約 1.39×10^{-1} mSv/年

表 2. 2. 2-3 評価対象核種及び放射能濃度 (汚染水・スラリー・前処理後の汚染水)
(1/2)

No.	核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)			
		汚染水 (処理対象水)	スラリー (鉄共沈処理)	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	前処理後の 汚染水
1	Fe-59	3.45E+00	5.09E+02	9.35E-01	1.06E-02
2	Co-58	5.25E+00	7.74E+02	1.42E+00	1.61E-02
3	Rb-86	2.10E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.19E+00
4	Sr-89	2.17E+04	1.85E+05	3.74E+05	3.28E+01
5	Sr-90	4.91E+05	4.18E+06	8.47E+06	7.42E+02
6	Y-90	4.91E+05	4.18E+06	8.47E+06	7.42E+02
7	Y-91	5.05E+02	7.44E+04	2.79E+02	3.03E-03
8	Nb-95	2.19E+00	3.22E+02	5.92E-01	6.69E-03
9	Tc-99	8.50E-02	1.28E+01	1.55E-02	1.70E-06
10	Ru-103	6.10E+00	5.84E+02	1.41E+01	2.98E-01
11	Ru-106	1.06E+02	1.01E+04	2.45E+02	5.15E+00
12	Rh-103m	6.10E+00	5.84E+02	1.41E+01	2.98E-01
13	Rh-106	1.06E+02	1.01E+04	2.45E+02	5.15E+00
14	Ag-110m	2.98E+00	4.52E+02	0.00E+00	0.00E+00
15	Cd-113m	4.68E+02	0.00E+00	4.23E+03	4.77E+01
16	Cd-115m	1.41E+02	0.00E+00	1.27E+03	1.43E+01
17	Sn-119m	4.18E+01	6.16E+03	0.00E+00	2.51E-01
18	Sn-123	3.13E+02	4.61E+04	0.00E+00	1.88E+00
19	Sn-126	2.42E+01	3.57E+03	0.00E+00	1.45E-01
20	Sb-124	9.05E+00	1.32E+03	2.73E+00	4.27E-02
21	Sb-125	5.65E+02	8.24E+04	1.71E+02	2.67E+00
22	Te-123m	6.00E+00	8.84E+02	1.63E+00	1.84E-02
23	Te-125m	5.65E+02	8.24E+04	1.71E+02	2.67E+00
24	Te-127	4.95E+02	7.30E+04	1.34E+02	1.51E+00
25	Te-127m	4.95E+02	7.30E+04	1.34E+02	1.51E+00
26	Te-129	5.40E+01	7.96E+03	1.46E+01	1.65E-01
27	Te-129m	8.75E+01	1.29E+04	2.37E+01	2.68E-01
28	I-129	8.50E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E+00
29	Cs-134	6.00E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.20E+01
30	Cs-135	1.98E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.95E+01
31	Cs-136	2.24E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.47E-01

表 2. 2. 2-3 評価対象核種及び放射能濃度 (汚染水・スラリー・前処理後の汚染水)
(2/2)

No.	核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)			
		汚染水 (処理対象水)	スラリー (鉄共沈処理)	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	前処理後の 汚染水
32	Cs-137	8.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+01
33	Ba-137m	8.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+01
34	Ba-140	1.29E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.58E+00
35	Ce-141	1.08E+01	1.59E+03	5.96E+00	6.48E-05
36	Ce-144	4.71E+01	6.94E+03	2.60E+01	2.83E-04
37	Pr-144	4.71E+01	6.94E+03	2.60E+01	2.83E-04
38	Pr-144m	3.85E+00	5.68E+02	2.13E+00	2.31E-05
39	Pm-146	4.91E+00	7.23E+02	2.71E+00	2.94E-05
40	Pm-147	1.67E+03	2.45E+05	9.20E+02	9.99E-03
41	Pm-148	4.86E+00	7.16E+02	2.68E+00	2.92E-05
42	Pm-148m	3.13E+00	4.61E+02	1.73E+00	1.87E-05
43	Sm-151	2.79E-01	4.11E+01	1.54E-01	1.67E-06
44	Eu-152	1.45E+01	2.14E+03	8.01E+00	8.70E-05
45	Eu-154	3.77E+00	5.55E+02	2.08E+00	2.26E-05
46	Eu-155	3.06E+01	4.50E+03	1.69E+01	1.83E-04
47	Gd-153	3.16E+01	4.65E+03	1.74E+01	1.89E-04
48	Tb-160	8.30E+00	1.22E+03	4.58E+00	4.98E-05
49	Pu-238	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
50	Pu-239	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
51	Pu-240	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
52	Pu-241	7.00E+00	1.03E+03	3.87E+00	4.20E-05
53	Am-241	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
54	Am-242m	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
55	Am-243	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
56	Cm-242	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
57	Cm-243	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
58	Cm-244	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
59	Mn-54	1.07E+02	1.61E+04	3.38E+00	4.86E-02
60	Co-60	5.00E+01	7.52E+03	4.51E+00	5.10E-02
61	Ni-63	6.75E+00	0.00E+00	6.09E+01	6.89E-01
62	Zn-65	3.62E+00	5.33E+02	9.79E-01	1.11E-02

表 2. 2. 2-4 評価対象核種及び放射能濃度（吸着材）（1/2）

No.	核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)				
		吸着材 2 [※]	吸着材 3 [※]	吸着材 6 [※]	吸着材 5 [※]	吸着材 7 [※]
1	Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	8.49E+01	0.00E+00	0.00E+00
2	Co-58	0.00E+00	0.00E+00	1.29E+02	0.00E+00	0.00E+00
3	Rb-86	0.00E+00	5.02E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	Sr-89	2.52E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	Sr-90	5.70E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	Y-90	5.70E+06	0.00E+00	2.37E+04	0.00E+00	0.00E+00
7	Y-91	0.00E+00	0.00E+00	2.44E+01	0.00E+00	0.00E+00
8	Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	5.38E+01	0.00E+00	0.00E+00
9	Tc-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.23E-02
10	Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03
11	Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E+04
12	Rh-103m	0.00E+00	0.00E+00	6.65E+01	0.00E+00	2.15E+03
13	Rh-106	0.00E+00	0.00E+00	2.60E+03	0.00E+00	3.71E+04
14	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	Cd-113m	0.00E+00	0.00E+00	3.84E+05	0.00E+00	0.00E+00
16	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	1.15E+05	0.00E+00	0.00E+00
17	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	2.02E+03	0.00E+00	0.00E+00
18	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	1.51E+04	0.00E+00	0.00E+00
19	Sn-126	0.00E+00	0.00E+00	1.17E+03	0.00E+00	0.00E+00
20	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.44E+02	0.00E+00
21	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+04	0.00E+00
22	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+02	0.00E+00
23	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+04	0.00E+00
24	Te-127	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+04	0.00E+00
25	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+04	0.00E+00
26	Te-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+03	0.00E+00
27	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03	0.00E+00
28	I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	Cs-134	0.00E+00	1.44E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	Cs-135	0.00E+00	4.73E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
31	Cs-136	0.00E+00	5.35E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

※吸着塔収容時は、平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には、最大吸着量で評価を実施。

表 2. 2. 2 - 4 評価対象核種及び放射能濃度（吸着材）（2/2）

No.	核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)				
		吸着材 2 [※]	吸着材 3 [※]	吸着材 6 [※]	吸着材 5 [※]	吸着材 7 [※]
32	Cs-137	0.00E+00	1.98E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
33	Ba-137m	0.00E+00	1.98E+05	1.33E+05	0.00E+00	0.00E+00
34	Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	2.08E+04	0.00E+00	0.00E+00
35	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	5.21E-01	0.00E+00	0.00E+00
36	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+00	0.00E+00	0.00E+00
37	Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+00	0.00E+00	0.00E+00
38	Pr-144m	0.00E+00	0.00E+00	1.86E-01	0.00E+00	0.00E+00
39	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	2.37E-01	0.00E+00	0.00E+00
40	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	8.04E+01	0.00E+00	0.00E+00
41	Pm-148	0.00E+00	0.00E+00	2.35E-01	0.00E+00	0.00E+00
42	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	1.51E-01	0.00E+00	0.00E+00
43	Sm-151	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-02	0.00E+00	0.00E+00
44	Eu-152	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00
45	Eu-154	0.00E+00	0.00E+00	1.82E-01	0.00E+00	0.00E+00
46	Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+00	0.00E+00	0.00E+00
47	Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	1.52E+00	0.00E+00	0.00E+00
48	Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	4.01E-01	0.00E+00	0.00E+00
49	Pu-238	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
50	Pu-239	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
51	Pu-240	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
52	Pu-241	0.00E+00	0.00E+00	3.38E-01	0.00E+00	0.00E+00
53	Am-241	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
54	Am-242m	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
55	Am-243	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
56	Cm-242	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
57	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
58	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
59	Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	3.91E+02	0.00E+00	0.00E+00
60	Co-60	0.00E+00	0.00E+00	4.10E+02	0.00E+00	0.00E+00
61	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	5.54E+03	0.00E+00	0.00E+00
62	Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	8.90E+01	0.00E+00	0.00E+00

※吸着塔収容時は、平均的な濃度（最大吸着量の55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には、最大吸着量で評価を実施。

2.2.2.2.8 雑固体廃棄物焼却設備

雑固体廃棄物焼却設備については、雑固体廃棄物と焼却灰を線源として、直接線は QAD、スカイシャイン線は、ANISN+G33 コードにて評価を行う。

遮蔽は、焼却炉建屋の建屋壁、天井のコンクリート厚さを考慮する。なお、焼却灰については、重量コンクリートによる遮蔽を考慮する。

焼却炉建屋

容 量：雑固体廃棄物：約 2,170m³
 焼却灰：約 85m³

線 源 強 度：表 2. 2. 2-5 参照

遮 蔽：コンクリート（密度 2.15g/cm³）300mm～700mm
 重量コンクリート（密度 3.715 g/cm³）：50mm

評価地点までの距離：約 690m

線 源 の 標 高：約 23m

線 源 形 状：直方体

か さ 密 度：雑固体廃棄物：0.134g/cm³
 焼却灰：0.5g/cm³

評 価 結 果：約 1.23×10⁻⁴mSv/年

表 2. 2. 2-5 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)	
	雑固体廃棄物	焼却灰
Mn-54	5.4E+00	4.0E+02
Co-58	2.5E-02	1.9E+00
Co-60	1.5E+01	1.1E+03
Sr-89	2.1E-01	1.6E+01
Sr-90	1.3E+03	9.9E+04
Ru-103	1.9E-04	1.4E-02
Ru-106	5.0E+01	3.7E+03
Sb-124	2.8E-02	2.1E+00
Sb-125	4.7E+01	3.5E+03
I-131	5.1E-25	3.8E-23
Cs-134	4.6E+02	3.4E+04
Cs-136	3.4E-17	2.5E-15
Cs-137	1.3E+03	9.4E+04
Ba-140	2.1E-15	1.6E-13
合計	3.2E+03	2.4E+05

2.2.2.2.9 増設多核種除去設備

増設多核種除去設備については、各機器に表2.2.2-6に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGEN-Sにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度	：表2.2.2-6参照
遮	蔽
	：鉄（共沈タンク・供給タンクスキッド） 40～80mm
	：鉄（クロスフローフィルタスキッド） 20～60mm
	：鉄（スラリー移送配管） 28mm
	：鉄（吸着塔） 30～80mm
	：鉄（高性能容器（HIC）） 120mm
	：コンクリート（高性能容器（HIC））

評価地点までの距離：約440m

線源の標高：約38m

評価結果：約 3.00×10^{-2} mSv/年

表 2. 2. 2-6 評価対象核種及び放射能濃度 (1/2)

No	核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)					
		汚染水	スラリー	吸着材 1 [※]	吸着材 2 [※]	吸着材 4 [※]	吸着材 5 [※]
1	Fe-59	3.45E+00	8.90E+01	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	Co-58	5.25E+00	1.35E+02	3.50E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	Rb-86	2.10E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.12E+04	0.00E+00
4	Sr-89	2.17E+04	5.64E+05	0.00E+00	4.58E+05	0.00E+00	0.00E+00
5	Sr-90	3.00E+05	1.30E+07	0.00E+00	1.06E+07	0.00E+00	0.00E+00
6	Y-90	3.00E+05	1.30E+07	6.53E+04	1.06E+07	0.00E+00	0.00E+00
7	Y-91	5.05E+02	1.32E+04	6.60E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	Nb-95	2.19E+00	5.72E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	Tc-99	8.50E-02	2.23E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	Ru-103	6.10E+00	1.21E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	Ru-106	1.06E+02	2.09E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	Rh-103m	6.10E+00	1.21E+02	1.80E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	Rh-106	1.06E+02	2.09E+03	7.03E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	Ag-110m	2.98E+00	7.79E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	Cd-113m	4.68E+02	6.01E+03	1.04E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	Cd-115m	1.41E+02	1.80E+03	3.12E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17	Sn-119m	4.18E+01	1.06E+03	5.46E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18	Sn-123	3.13E+02	7.95E+03	4.09E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19	Sn-126	2.42E+01	6.15E+02	3.16E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	Sb-124	9.05E+00	3.79E+01	3.94E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+04
21	Sb-125	5.65E+02	2.37E+03	2.46E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+06
22	Te-123m	6.00E+00	1.55E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.69E+02
23	Te125m	5.65E+02	2.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+06
24	Te-127	4.95E+02	1.28E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+04
25	Te-127m	4.95E+02	1.28E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+04
26	Te-129	5.40E+01	1.39E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.42E+03
27	Te-129m	8.75E+01	2.26E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.92E+03
28	I-129	8.50E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	Cs-134	6.00E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.61E+05	0.00E+00
30	Cs-135	1.98E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.60E+05	0.00E+00
31	Cs-136	2.24E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.73E+03	0.00E+00

※吸着塔収容時は、平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には、最大吸着量で評価を実施。

表 2. 2. 2-6 評価対象核種及び放射能濃度 (2/2)

No	核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)					
		汚染水	スラリー	吸着材 1 [※]	吸着材 2 [※]	吸着材 4 [※]	吸着材 5 [※]
32	Cs-137	8.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05	0.00E+00
33	Ba-137m	8.25E+01	2.16E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05	0.00E+00
34	Ba-140	1.29E+01	3.38E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
35	Ce-141	1.08E+01	2.83E+02	1.41E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
36	Ce-144	4.71E+01	1.23E+03	6.15E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
37	Pr-144	4.71E+01	1.23E+03	4.19E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
38	Pr-144m	3.85E+00	1.01E+02	5.03E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
39	Pm-146	4.91E+00	1.28E+02	6.41E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	Pm-147	1.67E+03	4.36E+04	2.18E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
41	Pm-148	4.86E+00	1.27E+02	6.35E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
42	Pm-148m	3.13E+00	8.19E+01	4.08E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
43	Sm-151	2.79E-01	7.31E+00	3.65E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
44	Eu-152	1.45E+01	3.80E+02	1.89E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
45	Eu-154	3.77E+00	9.86E+01	4.92E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
46	Eu-155	3.06E+01	8.00E+02	3.99E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
47	Gd-153	3.16E+01	8.26E+02	4.12E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
48	Tb-160	8.30E+00	2.17E+02	1.08E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
49	Pu-238	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	Pu-239	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
51	Pu-240	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
52	Pu-241	7.00E+00	1.83E+02	9.15E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
53	Am-241	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
54	Am-242m	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
55	Am-243	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
56	Cm-242	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
57	Cm-243	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
58	Cm-244	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
59	Mn-54	1.07E+02	2.78E+03	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
60	Co-60	5.00E+01	1.30E+03	1.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
61	Ni-63	6.75E+00	8.66E+01	1.50E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
62	Zn-65	3.62E+00	9.32E+01	2.41E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

※吸着塔収容時は、平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には、最大吸着量で評価を実施。

2.2.2.2.10 高性能多核種除去設備

高性能多核種除去設備については、各機器に表2.2.2-7及び表2.2.2-8に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度：表2.2.2-7，表2.2.2-8参照

遮 蔽：鉛（前処理フィルタ）50mm

：鉛（多核種吸着塔）145mm

評価地点までの距離：約400m

線源の標高：約38m

評価結果：約 3.60×10^{-3} mSv/年

表 2. 2. 2-7 評価対象核種及び放射能濃度
(前処理フィルタ・多核種吸着塔 1~3 塔目) (1/2)

No.	核種	前処理フィルタ			多核種吸着塔				
		1 塔目	2 塔目	3~4 塔目	1~3 塔目				
					1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目
1	Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.93E+04				
2	Sr-89	5.19E+06	0.00E+00	7.29E+06	3.42E+07				
3	Sr-90	5.19E+08	0.00E+00	7.29E+08	3.42E+09				
4	Y-90	5.19E+08	3.62E+08	7.29E+08	3.42E+09				
5	Y-91	0.00E+00	1.68E+07	0.00E+00	0.00E+00				
6	Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
7	Tc-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
8	Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
9	Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
10	Rh-103m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
11	Rh-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
12	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
13	Cd-113m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
14	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
15	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
16	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
17	Sn-126	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
18	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
19	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
20	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.15E+03				
21	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.88E+06				
22	Te-127	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.64E+05				
23	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.64E+05				
24	Te-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.54E+05				
25	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+05				
26	I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
27	Cs-134	5.19E+04	7.22E+05	0.00E+00	1.71E+06	2.05E+05	1.20E+05	5.13E+04	3.42E+04
28	Cs-135	3.06E-01	4.26E+00	0.00E+00	1.01E+01	1.21E+00	7.06E-01	3.03E-01	2.02E-01
29	Cs-136	3.84E+02	5.34E+03	0.00E+00	1.26E+04	1.52E+03	8.85E+02	3.79E+02	2.53E+02
30	Cs-137	5.19E+04	7.22E+05	0.00E+00	1.71E+06	2.05E+05	1.20E+05	5.13E+04	3.42E+04
31	Ba-137m	5.19E+04	7.22E+05	0.00E+00	1.71E+06	2.05E+05	1.20E+05	5.13E+04	3.42E+04

表 2. 2. 2-7 評価対象核種及び放射能濃度
(前処理フィルタ・多核種吸着塔 1~3 塔目) (2/2)

No.	核種	前処理フィルタ			多核種吸着塔				
		1 塔目	2 塔目	3~4 塔目	1~3 塔目				
					1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目
32	Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	3.45E+04	0.00E+00				
33	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
34	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
35	Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
36	Pr-144m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
37	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
38	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
39	Pm-148	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
40	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
41	Sm-151	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
42	Eu-152	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
43	Eu-154	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
44	Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
45	Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
46	Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
47	Pu-238	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
48	Pu-239	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
49	Pu-240	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
50	Pu-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
51	Am-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
52	Am-242m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
53	Am-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
54	Cm-242	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
55	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
56	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
57	Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
58	Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
59	Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
60	Co-60	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
61	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
62	Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				

表 2. 2. 2-8 評価対象核種及び放射能濃度（多核種吸着塔 4~13 塔目）（1/2）

No.	核種	多核種吸着塔							
		4~5 塔目					6~8 塔目	9~10 塔目	11~13 塔目
		1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目			
1	Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	Sr-89	2.91E+03					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	Sr-90	2.91E+05					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	Y-90	2.91E+05					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	Y-91	0.00E+00					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	Nb-95	0.00E+00					0.00E+00	2.82E+04	0.00E+00
7	Tc-99	0.00E+00					3.20E+03	0.00E+00	0.00E+00
8	Ru-103	0.00E+00					0.00E+00	3.75E+04	4.16E+03
9	Ru-106	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+06	6.41E+05
10	Rh-103m	0.00E+00					0.00E+00	3.75E+04	4.16E+03
11	Rh-106	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+06	6.41E+05
12	Ag-110m	0.00E+00					0.00E+00	3.04E+04	0.00E+00
13	Cd-113m	0.00E+00					0.00E+00	1.95E+08	0.00E+00
14	Cd-115m	0.00E+00					0.00E+00	1.47E+06	0.00E+00
15	Sn-119m	0.00E+00					0.00E+00	6.41E+05	0.00E+00
16	Sn-123	0.00E+00					0.00E+00	4.81E+06	0.00E+00
17	Sn-126	0.00E+00					0.00E+00	2.27E+05	0.00E+00
18	Sb-124	0.00E+00					4.16E+04	0.00E+00	0.00E+00
19	Sb-125	0.00E+00					1.60E+07	0.00E+00	0.00E+00
20	Te-123m	0.00E+00					6.09E+03	0.00E+00	0.00E+00
21	Te-125m	0.00E+00					1.60E+07	0.00E+00	0.00E+00
22	Te-127	0.00E+00					4.81E+05	0.00E+00	0.00E+00
23	Te-127m	0.00E+00					4.81E+05	0.00E+00	0.00E+00
24	Te-129	0.00E+00					3.01E+05	0.00E+00	0.00E+00
25	Te-129m	0.00E+00					9.29E+04	0.00E+00	0.00E+00
26	I-129	0.00E+00					0.00E+00	2.92E+03	0.00E+00
27	Cs-134	1.46E+04	1.75E+03	1.02E+03	4.37E+02	2.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
28	Cs-135	8.59E-02	1.03E-02	6.01E-03	2.58E-03	1.72E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	Cs-136	1.08E+02	1.29E+01	7.54E+00	3.23E+00	2.16E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	Cs-137	1.46E+04	1.75E+03	1.02E+03	4.37E+02	2.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
31	Ba-137m	1.46E+04	1.75E+03	1.02E+03	4.37E+02	2.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 2. 2. 2-8 評価対象核種及び放射能濃度（多核種吸着塔 4~13 塔目）(2/2)

No.	核種	多核種吸着塔							
		4~5 塔目					6~8 塔目	9~10 塔目	11~13 塔目
		1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目			
32	Ba-140	0.00E+00					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
33	Ce-141	0.00E+00					0.00E+00	1.12E+05	0.00E+00
34	Ce-144	0.00E+00					0.00E+00	5.13E+05	0.00E+00
35	Pr-144	0.00E+00					0.00E+00	5.13E+05	0.00E+00
36	Pr-144m	0.00E+00					0.00E+00	5.13E+05	0.00E+00
37	Pm-146	0.00E+00					0.00E+00	5.45E+04	0.00E+00
38	Pm-147	0.00E+00					0.00E+00	8.65E+05	0.00E+00
39	Pm-148	0.00E+00					0.00E+00	7.05E+04	0.00E+00
40	Pm-148m	0.00E+00					0.00E+00	3.01E+04	0.00E+00
41	Sm-151	0.00E+00					0.00E+00	4.16E+03	0.00E+00
42	Eu-152	0.00E+00					0.00E+00	2.11E+05	0.00E+00
43	Eu-154	0.00E+00					0.00E+00	5.45E+04	0.00E+00
44	Eu-155	0.00E+00					0.00E+00	2.82E+05	0.00E+00
45	Gd-153	0.00E+00					0.00E+00	2.63E+05	0.00E+00
46	Tb-160	0.00E+00					0.00E+00	7.37E+04	0.00E+00
47	Pu-238	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
48	Pu-239	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
49	Pu-240	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
50	Pu-241	0.00E+00					0.00E+00	2.53E+03	0.00E+00
51	Am-241	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
52	Am-242m	0.00E+00					0.00E+00	3.52E+00	0.00E+00
53	Am-243	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
54	Cm-242	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
55	Cm-243	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
56	Cm-244	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
57	Mn-54	0.00E+00					0.00E+00	2.53E+04	0.00E+00
58	Fe-59	0.00E+00					0.00E+00	3.52E+04	0.00E+00
59	Co-58	0.00E+00					0.00E+00	2.63E+04	0.00E+00
60	Co-60	0.00E+00					0.00E+00	2.11E+04	0.00E+00
61	Ni-63	0.00E+00					0.00E+00	3.20E+05	0.00E+00
62	Zn-65	0.00E+00					0.00E+00	4.81E+04	0.00E+00

2.2.2.2.11 廃止 (RO 濃縮水処理設備)

2.2.2.2.12 サブドレン他浄化設備

サブドレン他浄化設備については、各機器に表2.2.2-10に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した（線量評価条件については添付資料-6参照）。

放射能強度：表2.2.2-10参照

遮 蔽：鉄6.35mm及び鉛50mm（前処理フィルタ1,2）
 ：鉄6.35mm及び鉛40mm（前処理フィルタ3,4）
 ：鉄25.4mm（吸着塔1～5）

評価地点までの距離：約290m

線源の標高：約40m

評価結果：約 1.74×10^{-2} mSv/年

表2.2.2-10 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)					
	前処理 フィルタ2	前処理 フィルタ3	前処理 フィルタ4	吸着塔1	吸着塔4	吸着塔5
Cs-134	1.34E+05	3.26E+04	0.00E+00	1.82E+03	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	2.47E+05	5.93E+04	0.00E+00	5.47E+03	0.00E+00	0.00E+00
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.55E+03	0.00E+00
Ag-110m	7.93E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.71E+02
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	2.32E+02	4.20E+01	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	5.73E+03	1.04E+03	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	0.00E+00	5.73E+03	5.73E+03	1.04E+03	4.68E+02	3.20E+02
Co-60	4.35E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.68E+01

2.2.2.2.13 放射性物質分析・研究施設第1棟

放射性物質分析・研究施設第1棟については、分析対象物の表面線量率を設定し、核種をCo-60として線源の放射能強度を決定し、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度： 1.1×10^8 Bq (固体廃棄物払出準備室)
 3.7×10^7 Bq (液体廃棄物一時貯留室)
 2.2×10^8 Bq (ライブラリ保管室)
 5.3×10^{11} Bq (鉄セル室)
 9.3×10^5 Bq (グローブボックス室)
 1.3×10^6 Bq (フード室)
 1.7×10^9 Bq (パネルハウス室)
 1.8×10^{10} Bq (小型受入物待機室)
 3.7×10^5 Bq (測定室)

遮 蔽：建屋天井及び壁 コンクリート 厚さ 約 250mm～約 700mm,
密度 約 2.1g/cm^3
ライブラリ保管室の線源の遮蔽 鉄 厚さ 約 150mm,
密度 約 7.8g/cm^3
鉄セル 鉄 厚さ 約 300mm, 密度 約 7.8g/cm^3
パネルハウス室の待機中の線源の遮蔽 鉄 厚さ 約 100mm, 密度 約 7.8g/cm^3
小型受入物待機室 鉄 厚さ 約 150mm, 密度 約 7.8g/cm^3

評価点までの距離：約 470m

線源の標高：約 40m

線源の形状：直方体, 円柱, 点

評価結果：約 0.0001mSv/年 未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

2.2.2.2.14 大型機器除染設備

大型機器除染設備については、除染廃棄物を線源として、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コード ORIGEN2 により求め、3次元モンテカルロ計算コード MCNP により敷地境界における実効線量を評価した。

遮蔽は、除染廃棄物保管エリアの壁による遮蔽を考慮する。

容 量：約 3m³
 放 射 能 強 度：表 2. 2. 2-1 1 参照
 遮 蔽：鉄（密度 7.8g/cm³）10mm～30mm
 評価地点までの距離：約 690m
 線 源 の 標 高：約 34m
 線 源 形 状：円柱
 か さ 密 度：2.31g/cm³
 評 価 結 果：約 8.52×10⁻⁴mSv/年

表 2. 2. 2-1 1 評価対象核種及び放射能濃度

ケース①主要な汚染が R0 濃縮水の場合

核種	放射能濃度 (Bq/kg)
Mn-54	1.2E+06
Co-60	3.4E+05
Sr-90	3.1E+09
Ru-106	1.9E+06
Sb-125	6.5E+06
Cs-134	8.7E+05
Cs-137	1.5E+06

ケース②主要な汚染が Co の場合

核種	放射能濃度 (Bq/kg)
Co-60	7.5E+06

ケース③主要な汚染が Cs の場合

核種	放射能濃度 (Bq/kg)
Cs-137	1.1E+08

2.2.2.2.15 増設雑固体廃棄物焼却設備

増設雑固体廃棄物焼却設備については、雑固体廃棄物と焼却灰を線源として、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コード ORIGEN2 により求め、3次元モンテカルロ計算コード MCNP により敷地境界における実効線量を評価した。

遮蔽は、焼却炉建屋の建屋壁、天井のコンクリート厚さを考慮する。

容 量：雑固体廃棄物：約 1050m³
 焼却灰：約 200m³
 放射能強度：表 2. 2. 2-1 2 参照
 遮 蔽：コンクリート（密度 2.15g/cm³）200mm～650mm
 評価地点までの距離：約 530m
 線 源 の 標 高：約 32m
 線 源 形 状：直方体
 か さ 密 度：雑固体廃棄物：0.3g/cm³
 焼却灰：0.5g/cm³
 評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

表 2. 2. 2-1 2 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)	
	雑固体廃棄物	焼却灰
Mn-54	1.0E+00	1.7E+01
Co-58	4.8E-03	8.0E-02
Co-60	2.9E+00	4.8E+01
Sr-89	3.9E-02	6.5E-01
Sr-90	2.5E+02	4.2E+03
Ru-103	3.6E-05	6.0E-04
Ru-106	9.6E+00	1.6E+02
Sb-124	5.1E-03	8.5E-02
Sb-125	9.0E+00	1.5E+02
I-131	9.6E-26	1.6E-24
Cs-134	8.7E+01	1.5E+03
Cs-136	6.3E-18	1.1E-16
Cs-137	2.4E+02	4.0E+03
Ba-140	4.2E-16	7.0E-15
合計	6.0E+02	1.0E+04

2.2.2.2.16 浄化ユニット

浄化ユニットについては、各機器に表2.2.2-12に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度：表2.2.2-12参照

遮蔽：鉄8mm

評価地点までの距離：約820m

線源の標高：約28m

評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

表2.2.2-12 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)
	吸着塔タイプ2
Cs-134	9.84E+02
Cs-137	3.32E+03
Ba-137m	3.32E+03
Sr-90	5.66E+03
Y-90	5.66E+03

2.2.2.2.17 貯留タンク、中間タンク

貯留タンク、中間タンクについては、各タンク群に表2.2.2-13に示す核種、放射能濃度が内包しているとし、制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め、3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

a. 貯留タンク (H I J タンク群)

放射能濃度：表2.2.2-13参照

遮蔽：鉄9mm

評価点までの距離：約850m

線源の標高：約28m

評価結果：約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

b. 貯留タンク (Kタンク群)

放射能濃度：表2.2.2-13参照

遮蔽：鉄12mm

評価点までの距離：約880m

線源の標高：約28m

評価結果 約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
する

c. 中間タンク (Nタンク群)

放射能濃度：表2.2.2-13参照

遮蔽：鉄12mm

評価点までの距離：約830m

線源の標高：約28m

評価結果 約0.0001mSv/年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視
する

表2.2.2-13 評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)
	各タンク群
Mn-54	3.434E-03
Co-60	8.312E-03
Sr-90	7.780E+00
Ru-106	1.605E-02
Sb-125	7.280E-03
Cs-134	5.356E-02
Cs-137	1.696E-01

2.2.2.3 敷地境界における線量評価結果

各施設からの影響を考慮して敷地境界線上の直接線・スカイシャイン線を評価した結果 (添付資料-4)，最大実効線量は評価地点 No. 70 において約0.58mSv/年となる。

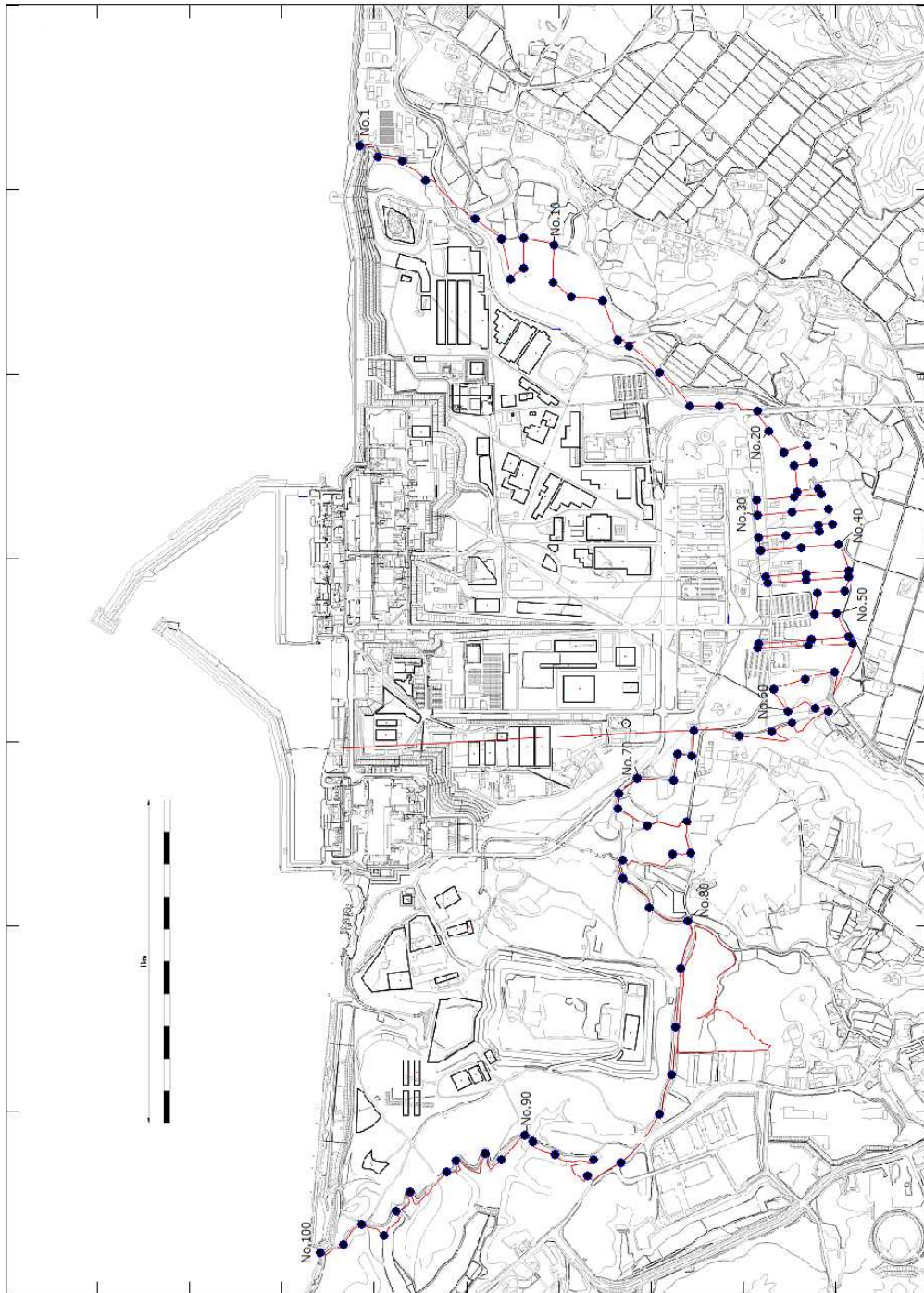


図2. 2. 2-1 直接線ならびにスカイライン線の線量評価地点

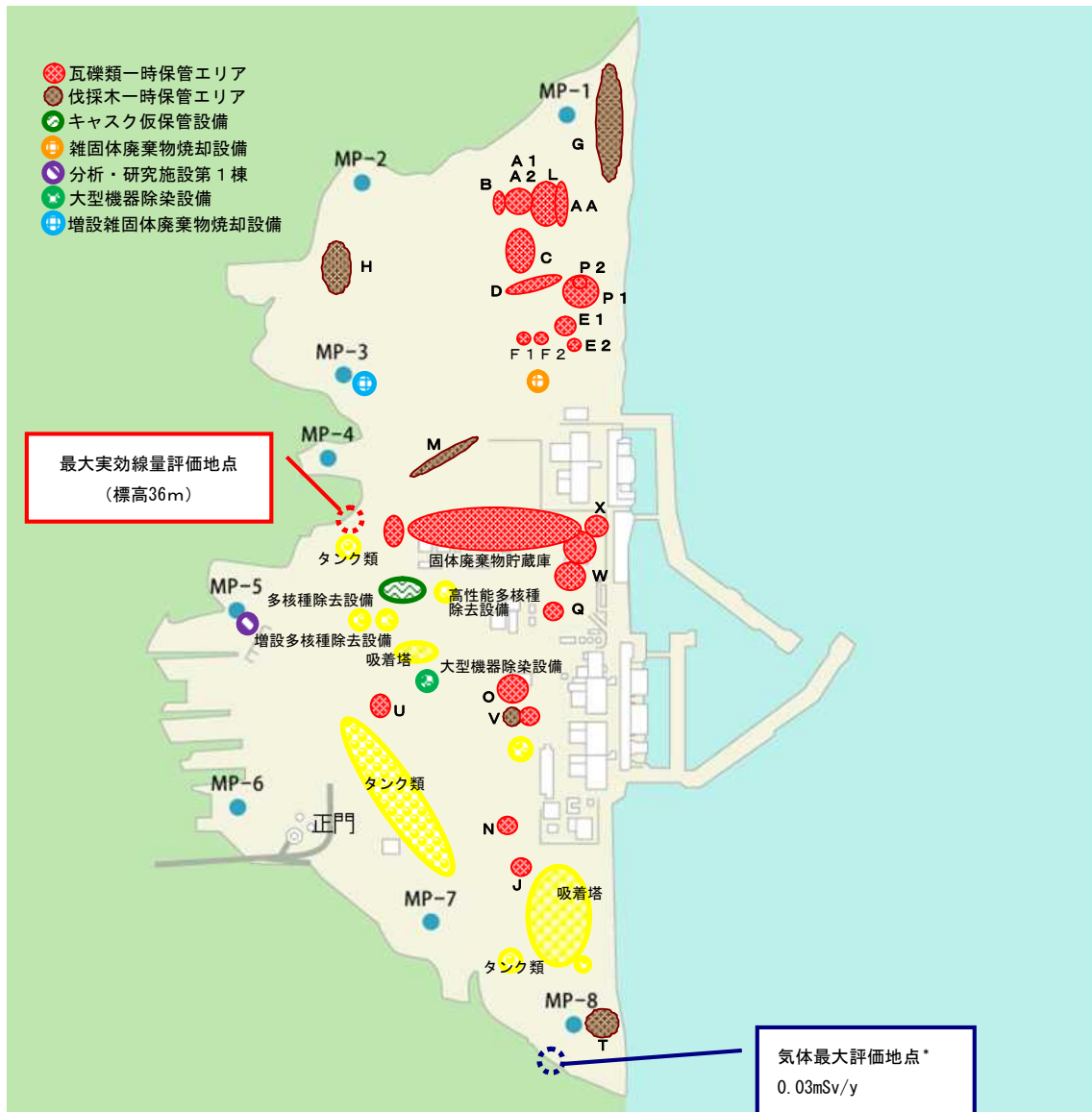


図 2. 2. 2-2 敷地境界線上の最大実効線量評価地点

* : 1~4号機原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)以外からの追加的放出は極めて少ないと考えられるため、1~4号機原子炉建屋からの放出量により評価

2.2.2.4 添付資料

- 添付資料－1 使用済セシウム吸着塔一時保管施設におけるセシウム吸着装置・第二セシウム吸着装置吸着塔の線源条件と保管上の制限について
- 添付資料－2 瓦礫類および伐採木一時保管エリアにおける敷地境界線量評価について
- 添付資料－3 実態に近づける線量評価方法について
- 添付資料－4 敷地境界における直接線・スカイシャイン線の評価結果
- 添付資料－5 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線量評価条件について
- 添付資料－6 サブドレン他浄化設備の線量評価条件について

使用済セシウム吸着塔一時保管施設における
セシウム吸着装置・第二セシウム吸着装置吸着塔の線源条件と保管上の制限について

1. 保管上の制限内容

使用済セシウム吸着塔一時保管施設におけるセシウム吸着装置および第二セシウム吸着装置の吸着塔の線源条件については、滞留水中の放射能濃度が低下してきていることに伴って吸着塔内のセシウム吸着量も運転当初から変化していると考えられることから、吸着塔側面の線量率の実測値に基づき、実態を反映した線源条件とした。2. に後述するように、セシウム吸着装置吸着塔についてはK1～K8の8段階に、第二セシウム吸着装置吸着塔についてはS1～S4の4段階に区分し、図1～3のように第一・第三・第四施設の配置モデルを作成し、敷地境界線量に対する2.2.2.2.1(1)に示した評価値を求めた。よって、保管後の線量影響が評価値を超えぬよう、図1～3を保管上の制限として適用することとする。

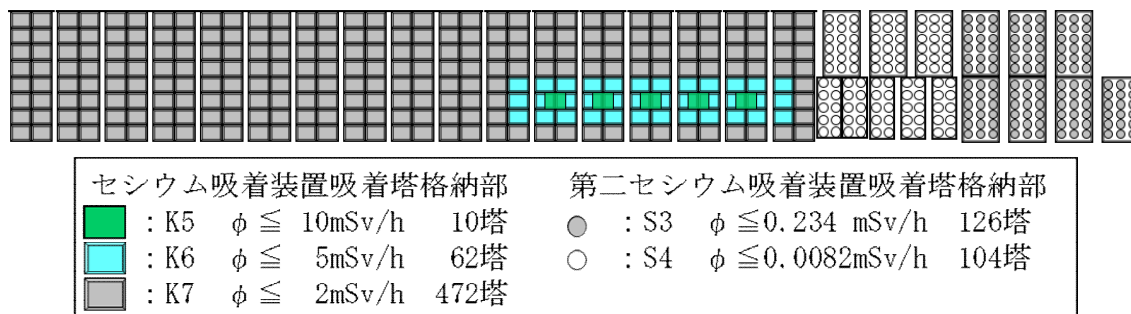


図1 第一施設の吸着塔格納配置計画 (ϕ : 吸着塔側面線量率)

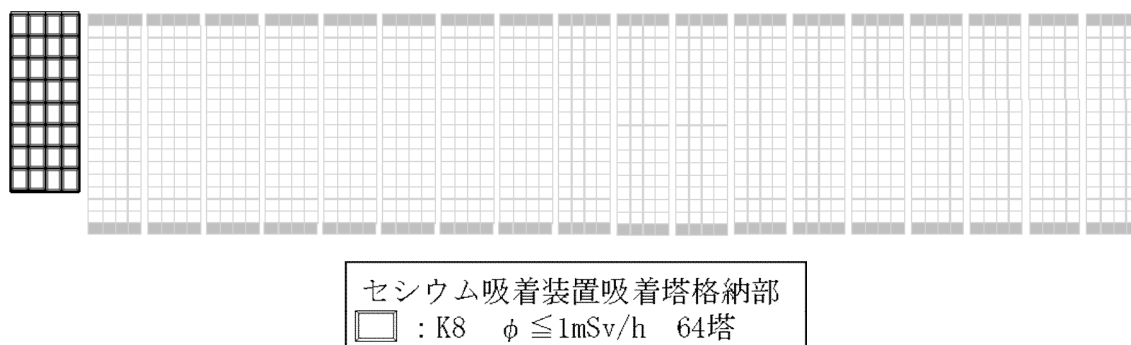


図2 第三施設の吸着塔格納配置計画 (ϕ : 吸着塔側面線量率)
(セシウム吸着装置吸着塔格納部 : 黒線部)

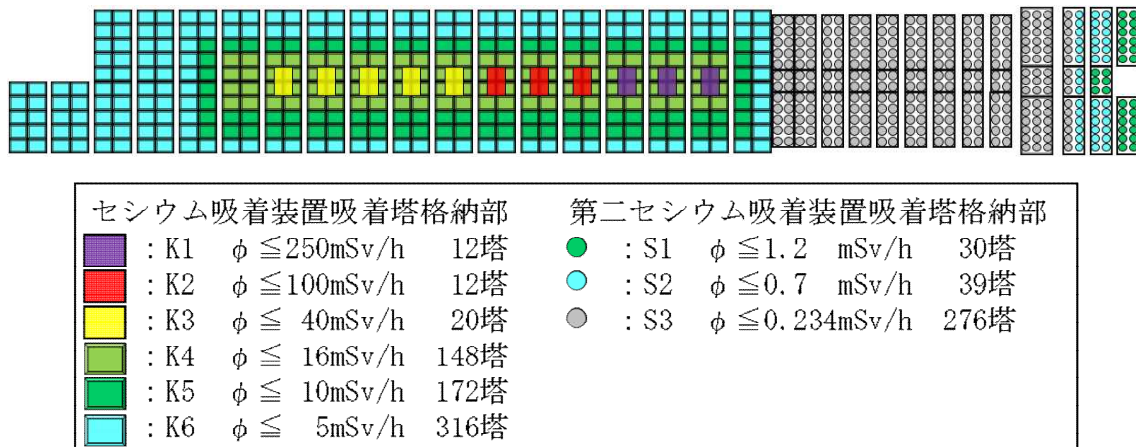


図3 第四施設の吸着塔格納配置計画（ ϕ ：吸着塔側面線量率）

なお、図1～3の配置の結果、各施設が敷地境界に及ぼす線量は、第一施設及び第三施設についてはNo.7、第四施設についてはNo.70への影響が最大になるとの評価結果を得ている。

2. 吸着塔の側面線量率の実態を反映した線源条件の設定

2.1 セシウム吸着装置吸着塔の線源設定

敷地境界線量評価用の線源条件として、別添-1所載の初期の使用済吸着塔側部の線量率測定結果を参考に、表1に示すK1～K8に線源条件を分類した。低線量側のK4～K8については、当初設計との比率に応じて、それぞれの分類に属する吸着塔あたりのセシウム吸着量を表1のように設定した。低線量側吸着塔の遮蔽厚が7インチであるのに対し、K1～K3の高線量側吸着塔は、すべてSMZスキッドから発生した3インチ遮蔽の吸着塔であるため、3インチ遮蔽でモデル化して、吸着塔側面線量率が表の値となるように線源条件を設定した。

表1 セシウム吸着装置吸着塔の線量評価用線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-136 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
K1	約 1.0×10^{14}	約 1.9×10^{11}	約 1.2×10^{14}	250
K2	約 4.0×10^{13}	約 7.6×10^{10}	約 4.9×10^{13}	100
K3	約 1.6×10^{13}	約 3.0×10^{10}	約 1.9×10^{13}	40
K4	約 6.9×10^{14}	約 1.3×10^{12}	約 8.3×10^{14}	16
K5	約 4.3×10^{14}	約 8.1×10^{11}	約 5.2×10^{14}	10
K6	約 2.2×10^{14}	約 4.1×10^{11}	約 2.6×10^{14}	5
K7	約 8.6×10^{13}	約 1.6×10^{11}	約 1.0×10^{14}	2
K8	約 4.3×10^{13}	約 8.1×10^{10}	約 5.2×10^{13}	1

上記のカテゴリーを図1～3のように適用して敷地境界線量を評価した。よって図にK1～K8として示したエリアに格納可能となる吸着塔の側面線量率の制限値は、表2の格納制限の値となる。同表に、平成27年10月までに発生したセシウム吸着装置吸着塔の線量範囲ごとの発生数を示す。いずれのカテゴリーでも、より高い線量側のカテゴリーに保管容量の裕度を確保しており、当面の吸着塔保管に支障を生じることはない。なお、同じエリアに格納されるセシウム吸着装置吸着塔以外の吸着塔の線量率も最大で2.5mSv/時（2塔、他は2mSv/時以下）にとどまっており、K6～K8に割り当てた容量で格納できる。

表2 セシウム吸着装置吸着塔の線量別発生実績と保管容量確保状況

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
評価設定(mSv/時)	250	100	40	16	10	5	2	1
格納制限(mSv/時)	$250 \geq \phi$	$100 \geq \phi$	$40 \geq \phi$	$16 \geq \phi$	$10 \geq \phi$	$5 \geq \phi$	$2 \geq \phi$	$1 \geq \phi$
線量範囲(mSv/時)**	$250 \geq \phi > 100$	100～40	40～16	16～10	10～5	5～2	2～1	1以下
発生数実績***	9	5	16	79	173	72	39	262
保管容量****	12	12	20	148	182	378	472	64

※：K2～K8の線量範囲（不等号の適用）はK1に準ずる。（平成27年10月21日現在）

：線量未測定の数19本を含まず。*：第一・第三・第四施設の合計。

2.2 第二セシウム吸着装置吸着塔の線源設定

平成26年8月31日までに一時保管施設に保管した112本のうち、平成23年8月の装置運転開始から一年間以内に保管したもの50本、それ以降保管したもの62本の吸着塔側面線量率（図4参照）の平均値はそれぞれ0.65mSv/時、0.12mSv/時であった。この実績を包絡する線源条件として、側面線量率が実績最大の1.2mSv/時となる値（S1）、0.7mSv/時となる値（S2）、およびS2の1/3の値（S3）を用いることとし、それぞれの分類に属する吸着塔あたりのセシウム吸着量を表3のように設定した。第二セシウム吸着装置吸着塔を格納するエリアには、線量率が大幅に低い高性能多核種除去設備吸着塔も格納することから、そのエリアについてはS4として線源設定することとした。高性能多核種除去設備から発生する使用済み吸着塔で想定線量が最大である多核種吸着塔（1～3塔目）をモデル化した場合と、第二セシウム吸着装置吸着塔でモデル化した場合の評価結果比較により、より保守的な評価（高い敷地境界線量）を与えた後者でS4をモデル化することとした。

上記のカテゴリーを図1～3のように適用して敷地境界線量を評価した。よって図にS1～S4として示したエリアに格納可能となる吸着塔の側面線量率の制限値は、表4の格納制限の値となる。同表に、平成27年10月までに発生した第二セシウム吸着装置吸着塔の線量範囲ごとの発生数を示す。いずれのカテゴリーでも、より高い線量側のカテゴリーに保管容量の裕度を確保しており、当面の吸着塔保管に支障を生じることはない。

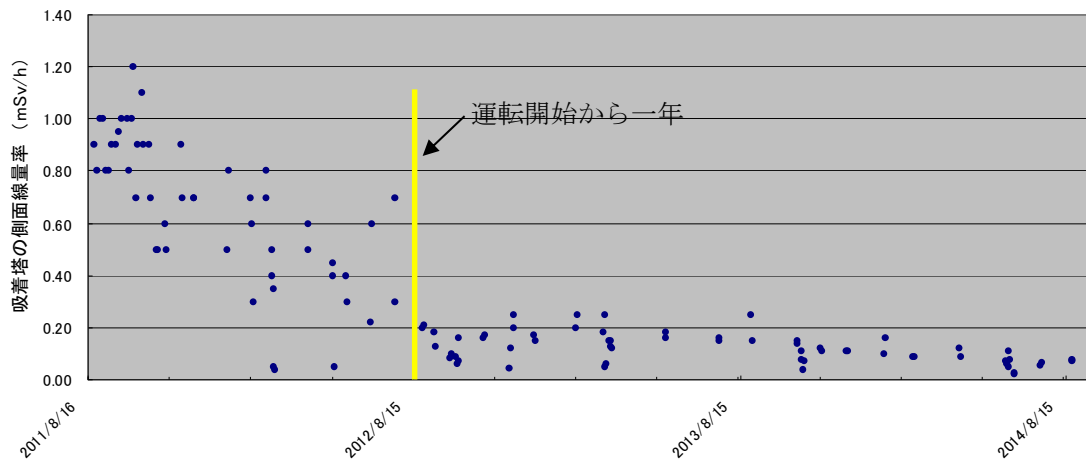


図4 一時保管施設に保管した第二セシウム吸着装置吸着塔の発生時期と側面線量率分布

表3 第二セシウム吸着装置吸着塔の線量評価用線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
S1	5.1×10^{15}	5.1×10^{15}	1.2
S2	3.0×10^{15}	3.0×10^{15}	0.7
S3	1.0×10^{15}	1.0×10^{15}	0.234
S4	3.5×10^{13}	3.5×10^{13}	0.0082

表4 第二セシウム吸着装置吸着塔の線量別発生実績と保管容量確保状況

	S1	S2	S3	S4
評価設定(mSv/時)	1.2	0.7	0.234	0.0082
格納制限(mSv/時)	$1.2 \geq \phi$	$0.7 \geq \phi$	$0.234 \geq \phi$	$0.0082 \geq \phi$
線量範囲(mSv/時) [*]	$1.2 \geq \phi > 0.7$	$0.7 \sim 0.234$	$0.234 \sim 0.0082$	0.0082以下
発生数実績	21	31	96	0 ^{**}
保管容量 ^{***}	30	39	402	104

*: S2～S8の線量範囲(不等号の適用)はS1に準ずる。(平成27年10月21日現在)

** : 高性能多核種除去設備及びR0濃縮水処理設備の吸着塔82本の側面線量率はいずれも0.0082mSv/時未満である。*** : 第一・第四施設の合計。

3. 被ばく軽減上の配慮

第一・第四施設に格納する,他のものより大幅に線量が高いセシウム吸着装置吸着塔は,関係作業者が通行しうるボックスカルバート間の通路に面しないように配置する計画とした。また通路入口部に通路内の最大線量率を表示して注意喚起することにより,無駄な被ばくを避けられるようにすることとする。

初期のセシウム吸着装置使用済吸着塔の線源設定について

当初設計では、吸着塔あたりの放射能濃度を表 1 に示すように推定し、この場合の吸着塔側面線量率を、MCNP コードによる評価により 14mSv/時と評価した。使用済吸着塔の側面線量率から、低線量吸着塔 (10mSv/時未満)、中線量吸着塔 (10mSv/時以上 40mSv/時未満)、高線量吸着塔 (40mSv/時以上) に分類したところ、側面線量率の平均値はそれぞれ 5, 12.9, 95mSv/時であった。低・中線量吸着塔については、当初設計との比率に応じて、それぞれの分類に属する吸着塔あたりのセシウム吸着量を表 1 のように設定した。また、低・中線量吸着塔の遮蔽厚が 7 インチであるのに対し、高線量吸着塔は、すべて前段の SMZ スキッドから発生した 3 インチ遮蔽の吸着塔であるため、これをモデル化して、側面線量率が 95mSv/時となるように線源条件を設定した。これらの値は、平成 26 年度末までの敷地境界線量に及ぼす吸着塔一時保管施設の影響の評価に用いた。

平成 23 年 6 月からの 3 か月ごとの期間に発生した使用済吸着塔の低、中、高線量吸着塔の割合を図 1 に示す。運転開始初期には中・高線量吸着塔の割合が高かったが、滞留水中の放射能濃度低下に伴い、低線量吸着塔の割合が高くなっている。

表 1 セシウム吸着装置吸着塔の線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-136 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
当初設計吸着塔	約 6.0×10^{14}	約 1.1×10^{12}	約 7.3×10^{14}	14 (計算値)
低線量吸着塔	約 2.2×10^{14}	約 4.1×10^{11}	約 2.6×10^{14}	5
中線量吸着塔	約 5.6×10^{14}	約 1.1×10^{12}	約 6.7×10^{14}	12.9
高線量吸着塔	約 3.8×10^{13}	約 7.2×10^{10}	約 4.6×10^{13}	95

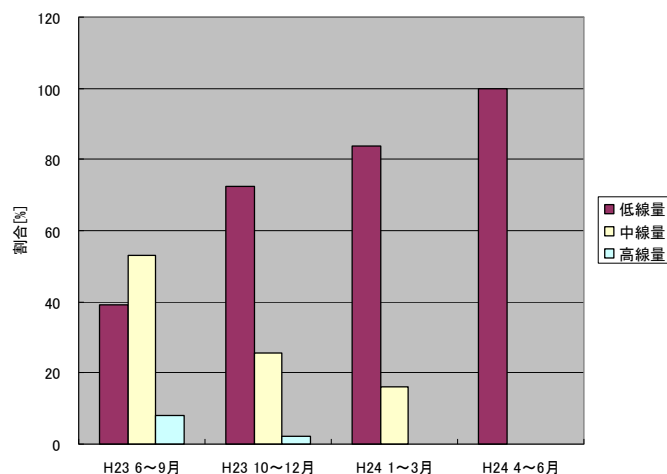


図 1 使用済セシウム吸着装置吸着塔の発生時期による割合の変化

瓦礫類および伐採木一時保管エリアにおける敷地境界線量評価について

敷地周辺における線量評価のうち、瓦礫類および伐採木一時保管エリアからの放射線に起因する実効線量を評価するため、各エリアの線源形状をモデル化し、MCNPコードを用いて評価している。

一時保管エリアのうち、保管される廃棄物の形状が多様で、一時保管エリアを設定する時点で、線源の規模は確定できるが線源形状が変動する可能性がある一時保管エリアについては、線源形状を円柱にモデル化した評価を行った。(図1)

なお、円柱にモデル化している一時保管エリアについては、保管完了後に実績を反映し、線源を実態に近い形状にモデル化した詳細な評価を行うこととする。対象となる一時保管エリアを表1に示す。

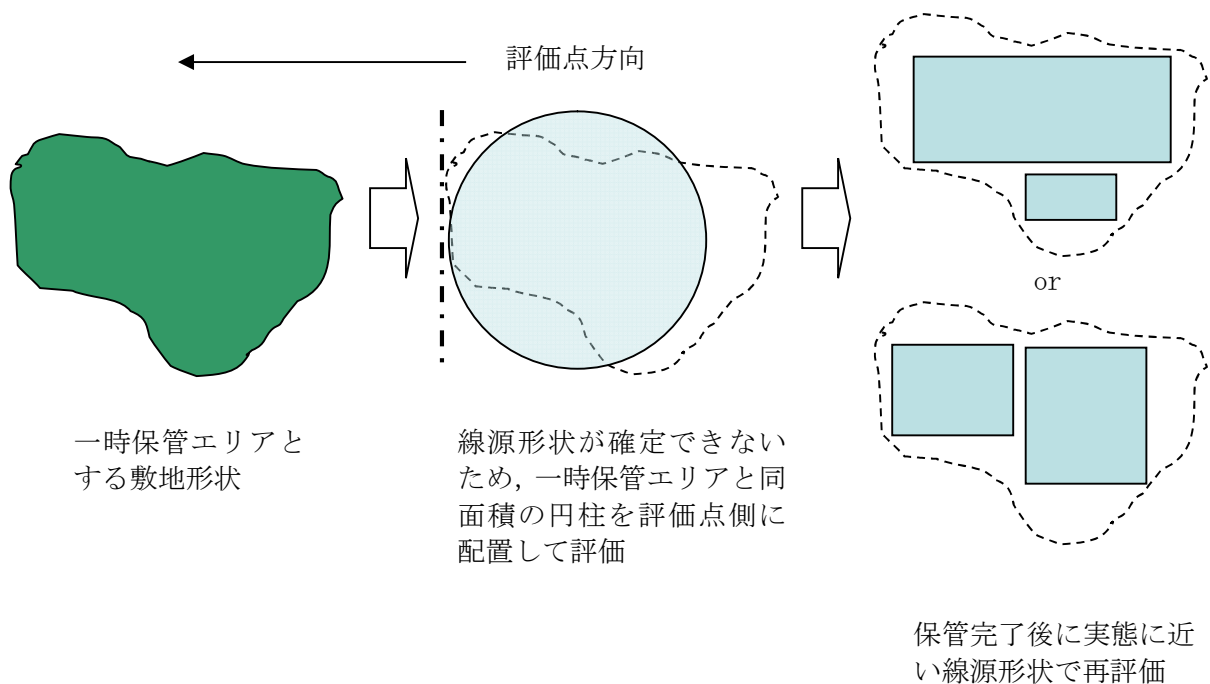


図1 線量評価イメージ

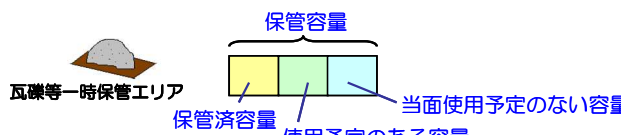

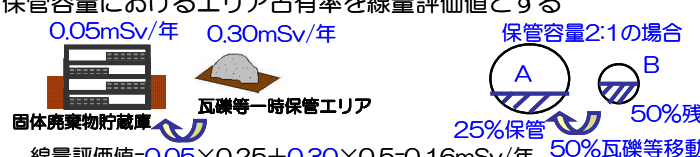
表1 詳細評価実施エリア

エリア名称
一時保管エリアA1 (ケース2)
一時保管エリアA2 (ケース2)
一時保管エリアB
一時保管エリアC
一時保管エリアD
一時保管エリアE1
一時保管エリアE2
一時保管エリアF1
一時保管エリアF2
一時保管エリアG
一時保管エリアH
一時保管エリアJ
一時保管エリアN
一時保管エリアO
一時保管エリアP1
一時保管エリアP2
一時保管エリアQ
一時保管エリアT
一時保管エリアV
一時保管エリアW
一時保管エリアX
一時保管エリアAA

実態に近づける線量評価方法について

現状の瓦礫類・伐採木の一時保管エリアにおける敷地境界線量評価は、施設やエリアを枠取りの考え方で、受け入れ上限値の線量を有する廃棄物が保守的にあらかじめ満杯になった条件で実施しており、実際の運用と比較すると保守的な評価となっている。このため、実測線量率に基づいた線源条件により敷地境界線量の再評価を行い、より実態に近づけるものとする。

以下に、具体的な線量評価方法を示す。

	説明（数字は一例）	効果
<p>方法1</p>	<p>保管エリアの中で、定置済の瓦礫は実測評価、今後使用予定の分は受け入れ上限値評価、当面使用予定のない分は評価値から除外する</p> 	<p>満杯になったとした設計値評価に対して実態に近い保管容量で評価可能である</p>
<p>方法2</p>	<p>新たな固体廃棄物貯蔵庫設置に伴い瓦礫等一時保管エリアを移動する等により解除する場合、重複する施設の線量評価値はカウントしない</p> 	<p>線量評価値の重複による過度の保守性をなくすることができる</p>
<p>方法3</p>	<p>保管エリア間で瓦礫等を移動する場合、各々のエリアの線量評価値×保管容量におけるエリア占有率を線量評価値とする</p> 	<p>物量の出入りを反映するため実態に近い線量評価が可能である</p>

一時保管エリアLについては、方法1を適用して敷地境界の線量評価を行った。

なお、今後は、その他の一時保管エリアについても、実測値による評価以外の線量評価方法（方法1～3のいずれか）を必要に応じて適用していく。

敷地境界における直接線・スカイシャイン線の評価結果

敷地境界 評価地点	評価地点 の標高 「m」	敷地内各施設からの 直接線・スカイシャイン線 「単位:mSv/年」	敷地境界 評価地点	評価地点 の標高 「m」	敷地内各施設からの 直接線・スカイシャイン線 「単位:mSv/年」
No.1	5	0.06	No.51	33	0.02
No.2	19	0.11	No.52	40	0.03
No.3	19	0.10	No.53	40	0.16
No.4	20	0.18	No.54	40	0.16
No.5	17	0.27	No.55	40	0.04
No.6	17	0.28	No.56	34	0.01
No.7	22	0.50	No.57	40	0.02
No.8	17	0.30	No.58	40	0.04
No.9	15	0.15	No.59	40	0.09
No.10	16	0.09	No.60	42	0.05
No.11	18	0.17	No.61	43	0.02
No.12	18	0.14	No.62	39	0.02
No.13	17	0.14	No.63	45	0.04
No.14	19	0.14	No.64	45	0.07
No.15	22	0.12	No.65	42	0.14
No.16	27	0.11	No.66	41	0.55
No.17	35	0.16	No.67	40	0.32
No.18	38	0.08	No.68	38	0.44
No.19	34	0.03	No.69	37	0.27
No.20	38	0.04	No.70	36	0.58
No.21	39	0.03	No.71	33	0.58
No.22	35	0.02	No.72	30	0.49
No.23	36	0.02	No.73	30	0.22
No.24	39	0.03	No.74	36	0.10
No.25	40	0.03	No.75	32	0.07
No.26	33	0.02	No.76	32	0.10
No.27	32	0.02	No.77	16	0.36
No.28	40	0.03	No.78	20	0.40
No.29	40	0.11	No.79	20	0.21
No.30	40	0.12	No.80	20	0.07
No.31	40	0.04	No.81	36	0.11
No.32	32	0.02	No.82	39	0.22
No.33	34	0.02	No.83	41	0.11
No.34	39	0.02	No.84	42	0.05
No.35	39	0.02	No.85	38	0.03
No.36	40	0.05	No.86	34	0.05
No.37	40	0.13	No.87	27	0.06
No.38	40	0.12	No.88	23	0.15
No.39	40	0.04	No.89	21	0.34
No.40	33	0.02	No.90	21	0.49
No.41	32	0.01	No.91	21	0.34
No.42	40	0.04	No.92	22	0.51
No.43	40	0.11	No.93	21	0.53
No.44	40	0.11	No.94	29	0.40
No.45	40	0.04	No.95	22	0.27
No.46	31	0.01	No.96	20	0.15
No.47	33	0.02	No.97	16	0.06
No.48	40	0.03	No.98	24	0.08
No.49	40	0.03	No.99	26	0.03
No.50	36	0.02	No.100	0	0.02

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線量評価条件について

1. 多核種除去設備の線量評価条件について

1.1 評価対象設備・機器

多核種除去設備の評価対象設備・機器を表1に示す。

表1 評価対象設備・機器（多核種除去設備）

設備・機器	評価対象とした機器数 (基数×系列)	放射能条件	遮へい体	
前処理設備1 (鉄共沈処理)	バッチ処理タンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	循環タンク	1×3	スラリー (鉄共沈処理)	鉄 100mm
	デカントタンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	循環タンク弁スキッド	1×3	スラリー (鉄共沈処理)	鉛 18mm
	クロスフロー フィルタスキッド	1×3	スラリー (鉄共沈処理)	鉛 8mm（配管周囲） 鉛 9mm（スキッド周囲）
	スラリー移送配管	1×3	スラリー (鉄共沈処理)	鉛 18mm
	スラリー移送配管 (40A-30m)	1×3	スラリー (鉄共沈処理)	鉛 8mm
前処理設備2 (炭酸塩沈殿処理)	共沈タンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	供給タンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	クロスフロー フィルタスキッド	1×3	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	鉛 4mm（配管周囲） 鉛 9mm（スキッド周囲）
	スラリー移送配管 (40A-40m)	1×3	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	鉛 4mm
多核種除去装置	吸着塔（吸着材2）	1×3	吸着材2	鉄 50mm
	吸着塔（吸着材3）	1×3	吸着材3	
	吸着塔（吸着材6）	1×3	吸着材6	
	吸着塔（吸着材5）	1×3	吸着材5	
	処理カラム（吸着材7）	1×3	吸着材7	なし
高性能容器 (HIC)	スラリー（鉄共沈処理） 用	1×3	スラリー (鉄共沈処理)	鉄 112mm
	スラリー（炭酸塩沈殿 処理）用	1×3	スラリー (炭酸塩沈殿処理)	鉄 112mm
	吸着材2用	1	吸着材2※	鉄 112mm
	吸着材3用	1	吸着材3※	鉄 112mm
	吸着材6用	1	吸着材6※	鉄 112mm
	吸着材5用	1	吸着材5※	鉄 112mm

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の55%）を用いて評価を行うが
高性能容器収容時には，最大吸着量で評価を実施。

1.2 放射能条件の設定

多核種除去設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- スラリーは、クロスフローフィルタで濃縮されることから、スラリー濃度は濃縮前～濃縮後の平均的な濃度を考慮する。スラリー（鉄共沈処理）の濃度は、約 70g/L～約 84g/L の平均値である約 77g/L より設定し、スラリー（炭酸塩沈殿処理）の濃度は、初期の設計では最大約 305g/L としているが運転実績より知見が得られたことから、約 195g/L～236g/L の平均値である約 215g/L より設定する。
- 各吸着材の吸着量は、吸着塔のメリーゴーランド運用を考慮すると、最大吸着量の概ね 10%～100%の間で推移し、平均的には最大吸着量の 55%程度となる。よって、各吸着材の放射能濃度は、平均的な吸着量を考慮して設定。
- スラリー、吸着材の放射能濃度は、想定される濃度に対して、保守的に 30%を加算して評価を行う。

2. 増設多核種除去設備の線量評価条件

2.1 評価対象設備・機器

増設多核種除去設備の評価対象設備・機器を表2に示す。

表2 評価対象設備・機器（増設多核種除去設備）

	設備・機器	評価上考慮する 基数×系列	放射能条件	遮へい体
処理水受入	処理水受入タンク	1×1	汚染水	なし
前処理設備	共沈・供給タンクスキッド	1×3	汚染水	鉄：40～80mm
	クロスフローフィルタスキッド	1×3	スラリー	鉄：20～60mm
	スラリー移送配管	1×3	スラリー	鉄：28mm
多核種吸着塔	吸着塔（吸着材1）	1×3	吸着材1	鉄：30～80mm
	吸着塔（吸着材2）	1×3	吸着材2	
	吸着塔（吸着材4）	1×3	吸着材4	
	吸着塔（吸着材5）	1×3	吸着材5	
高性能容器（HIC）	スラリー（前処理）	1×3	スラリー	コンクリート及びハッチ（鉄：120mm）
	吸着材（吸着材1）	1×1	吸着材1※	
	吸着材（吸着材2）	1×1	吸着材2※	
	吸着材（吸着材4）	1×1	吸着材4※	
	吸着材（吸着材5）	1×1	吸着材5※	

※吸着塔収容時は、平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能容器収容時には、最大吸着量で評価を実施。

2.2 放射能条件の設定

増設多核種除去設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- ・ スラリーは、クロスフローフィルタで濃縮されることから、スラリー濃度は濃縮前～濃縮後の平均的な濃度を考慮し、スラリーの濃度は、195g/L～236g/L の平均値である約 215g/L より設定する。
- ・ 各吸着材の吸着量は、吸着塔のメリーゴーランド運用を考慮すると、最大吸着量の概ね 10%～100%の間で推移し、平均的には最大吸着量の 55%程度となる。よって、各吸着材の放射能濃度は、平均的な吸着量を考慮して設定。
- ・ スラリー、吸着材の放射能濃度は、想定される濃度に対して、保守的に 30%を加算して評価を行う。

3. 高性能多核種除去設備の線量評価条件

3.1 評価対象設備・機器

高性能多核種除去設備の評価対象設備・機器を表 3 に示す。

表 3 評価対象設備・機器（高性能多核種除去設備）

機器		評価上考慮する基数（基）	放射能条件
前処理フィルタ	1 塔目	1	前処理フィルタ 1 塔目
	2 塔目	1	前処理フィルタ 2 塔目
	3～4 塔目	2	前処理フィルタ 3～4 塔目
多核種吸着塔	1～3 塔目	3	多核種除去塔 1～3 塔目
	4～5 塔目	2	多核種除去塔 4～5 塔目
	6～8 塔目	3	多核種除去塔 6～8 塔目
	9～10 塔目	2	多核種除去塔 9～10 塔目
	11～13 塔目	3	多核種除去塔 11～13 塔目

3.2 放射能条件の設定

高性能多核種除去設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- ・ 吸着材の放射能濃度は、各フィルタ・吸着塔の入口濃度から除去率、通水量（機器表面線量が 1mSv/h 以下となるよう設定）を考慮して算出した値に保守的に 30%を加算して評価を行う。
- ・ 多核種吸着塔 1～5 塔目の線源は、Cs の吸着量分布を考慮し、吸着塔の高さ方向に均等 5 分割し、各層に線源を設定する。

以上

サブドレン他浄化設備の線量評価条件について

1. サブドレン他浄化設備の線量評価条件

1.1 評価対象設備・機器

サブドレン他浄化設備の評価対象設備・機器を表1に示す。なお、吸着塔に収容する吸着材の構成は、最も保守的なケースとして、吸着塔1～3をセシウム・ストロンチウム同時吸着塔、吸着塔4をアンチモン吸着塔、吸着塔5を重金属塔として評価した。

表1 評価対象設備・機器（サブドレン他浄化設備）

機器		評価上考慮する基数（基）	放射能条件
前処理フィルタ	1～2 塔目	4	前処理フィルタ 1～2 塔目
	3 塔目	2	前処理フィルタ 3 塔目
	4 塔目	2	前処理フィルタ 4 塔目
吸着塔	1～3 塔目	6	吸着塔 1～3 塔目
	4 塔目	2	吸着塔 4 塔目
	5 塔目	2	吸着塔 5 塔目

1.2 放射能条件の設定

サブドレン他浄化設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- ・ 前処理フィルタ及び吸着塔は、各々が交換直前で放射性物質の捕捉量又は吸着量が最大になっているものとする。
- ・ 前処理フィルタ1～2は、フィルタ2塔に分散する放射性物質の全量が前処理フィルタ2で捕捉されているものとする。
- ・ 吸着塔1～3は、吸着塔3塔に分散する放射性物質の全量が吸着塔1で吸着されているものとする。
- ・ 吸着塔のうちアンチモン吸着塔、重金属塔は除外可能とし、セシウム・ストロンチウム同時吸着塔は最大5塔まで装填可能とするが、表1が最も保守的なケースとなる。

以上

2.2.3 放射性液体廃棄物等による線量評価

2.2.3.1 線量評価の方法

(1) 評価対象核種

サブドレン他浄化設備の処理済水は、Cs-134, Cs-137, Sr-90, H-3 (以下、「主要核種」という)、及びその他44核種※を評価対象核種とする。

(※ その他44核種は、「Ⅲ 第3編 2.1.2 放射性液体廃棄物等の管理」を参照)

その他の放射性液体廃棄物等の評価対象核種は、サンプリング頻度等を考慮して実効的に測定可能な主要核種とし、その他の核種については、平成28年3月末までに選定する。

(2) 線量評価の方法

排水する系統の実効線量は、排水する系統ごとに評価対象核種の放射性物質濃度の告示に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度との比の総和(以下、「告示濃度限度比」という)から求め、最大の告示濃度限度比を排水の実効線量とする。

散水による実効線量は、散水した水のγ線に起因する敷地境界の実効線量、及び散水した水のH-3を吸入摂取した場合の敷地境界の実効線量を考慮する。

2.2.3.2 各系統における線量評価

(1) 評価対象の系統

以下の系統について線量評価を行う。

○排水する系統

- ・地下水バイパス水
- ・堰内雨水
- ・サブドレン他水処理施設の処理済水

○散水する系統

- ・堰内雨水
- ・5・6号機滞留水の処理済水

(2) 排水による線量評価

地下水バイパス水については、次の運用目標を満足していることを確認の上、排水するため、実効線量は0.22mSv/年となる。

運用目標

Cs-134	1	Bq/L
Cs-137	1	Bq/L

Sr-90	5	Bq/L
H-3	1,500	Bq/L

サブドレン他浄化設備の処理済水については、次の運用目標を満足していることを確認の上、排水するため、主要核種の排水による実効線量は最大でも 0.15mSv/年となる。

運用目標

Cs-134	1	Bq/L
Cs-137	1	Bq/L
Sr-90	3(1)	Bq/L※
H-3	1,500	Bq/L

※ Sr-90 は、分析値若しくは全βでの評価値とし、10日に1回程度の頻度で1Bq/L未満であることを確認する。）

なお、1～4号機建屋近傍から地下水を汲み上げており比較的放射性物質濃度が高いサブドレン他浄化設備の処理済水（処理対象の全てのピット）について、その他44核種※の検出限界濃度を下げて分析した結果、多くの核種が検出限界濃度未満であった。仮に検出限界値未満の核種についても検出限界濃度を用いて告示濃度限度比を評価したところ0.0041mSv/年未満となり、告示濃度限度比が極めて小さくなることを確認した。また、この試料について、主要核種の告示濃度限度比は、0.011mSv/年未満となった。

（※ 測定データの詳細は、「Ⅲ 第3編 2.1.2 放射性液体廃棄物等の管理 添付資料-2」を参照）

この実測データに基づき、仮に主要核種が運用目標まで上昇した場合、それと同様な割合でその他44核種も上昇するものと仮定して、その他44核種の線量評価を行う。実測値に基づくその他44核種/主要核種の比が0.37であるので、これに主要核種による最大の実効線量0.15mSv/年を乗じ、その他44核種の実効線量は0.056mSv/年となった。よって、サブドレン他浄化設備の処理済水の排水による実効線量は、0.21mSv/年となった。

その他の排水する系統については、実効線量が0.22mSv/年以下となることを確認の上、排水する。

従って、放射性液体廃棄物等による実効線量は、上記のうち最大となる0.22mSv/年とする。

(3) 散水による線量評価

散水する系統については、実効線量が0.22mSv/年以下となることを確認の上、散水

する。

堰内雨水の処理済水を散水した水の H-3 を吸入摂取した場合の敷地境界の実効線量は $3.3 \times 10^{-2} \text{mSv/年}$ であり、5・6号機滞留水の処理済水を散水した水の H-3 を吸入摂取した場合の敷地境界の実効線量は $3.3 \times 10^{-2} \text{mSv/年}$ である。(詳細は、「Ⅱ 2.36 雨水処理設備等 参考資料-1 構内散水における被ばく評価」, 「Ⅱ 2.33 5・6号機放射性液体廃棄物処理系 参考資料-1 構内散水における被ばく評価」を参照)

2.2.4 線量評価のまとめ

現状の設備の運用により、気体廃棄物放出分で約 0.03mSv/年、敷地内各施設からの直接線及びスカイシャイン線の線量分で約 0.58mSv/年、放射性液体廃棄物等の排水分で約 0.22mSv/年、構内散水した堰内雨水の処理済水の H-3 を吸入摂取した場合の敷地境界の実効線量は約 3.3×10^{-2} mSv/年、構内散水した 5・6 号機滞留水の処理済水の H-3 を吸入摂取した場合の敷地境界の実効線量は約 3.3×10^{-2} mSv/年となり合計約 0.90mSv/年となる^{注)}。

注) 四捨五入した数値を記載しているため、合算値が合計と合わない場合がある。

2.2.5 事故当初に放出された放射性物質の影響について

平成 25 年 4 月 2 日のモニタリングポスト指示値及び遮へい壁外側の空間線量率と年間換算値（8760 時間）を表 2. 2. 5-1 に示す。

最も低い敷地北側の MP-1 においても年間約 26mSv であり、これは 2.2.4 までに評価した追加的な放射性物質の放出に起因する実効線量及び各施設からの直接並びに散乱放射線による実効線量を大きく上回っている。また、空気中の放射性物質濃度も、追加放出分の評価値が約 1.5×10^{-9} Bq/cm³ に対し、西門におけるダストサンプリング結果が 10^{-7} Bq/cm³ と 2 桁程度高い値となっており、過去に沈積した放射性物質が再浮遊しているものと考えられる。

これらのことから、現状は事故当初に放出し、沈積した放射性物質の影響が支配的であり、今後敷地周辺で居住するに当たっては、既に沈積した放射性物質の除去がより重要であることを示している。

表 2. 2. 5-1 モニタリングポストの指示値及び
遮へい壁外側の空間線量率と年間換算値

	指示値 (μ Sv/h)	年間換算値 (mSv/年)	遮へい壁外側の 空間線量率 (μ Sv/h)	年間換算値 (mSv/年)
MP-1	3.0	約 26	—	—
MP-2	5.5	約 48	—	—
MP-3	6.6	約 58	—	—
MP-4	5.9	約 52	—	—
MP-5	6.2	約 54	—	—
MP-6	2.4	—	15	約 131
MP-7	5.5	—	40	約 350
MP-8	3.9	—	50	約 438