

2021 年 10 月

九州電力株式会社

川内原子力発電所 1 号機

設計及び工事計画認可申請書

補足説明資料

【緊急時対策棟設置工事のうち連絡通路接続工事】

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

目 次

| | |
|-----------|---|
| 補足説明資料 1 | 設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について |
| 補足説明資料 2 | 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について |
| 補足説明資料 3 | 工事の方法に関する補足説明資料 |
| 補足説明資料 4 | 本設工認申請の概要及び緊急時対策所に関連する設備等に係る設工認手続きの取扱いについて |
| 補足説明資料 5 | 連絡通路接続工事に係る火災防護設備について |
| 補足説明資料 6 | 連絡通路気密扉に関する補足説明資料 |
| 補足説明資料 7 | 緊急時対策棟（休憩所）で使用する警報装置及び通信連絡設備への給電によるディーゼル発電機への影響について |
| 補足説明資料 8 | 非常用空気浄化配管に関する補足説明資料 |
| 補足説明資料 9 | 耐震性に関する説明書に関する補足説明資料 |
| 補足説明資料 10 | 緊急時対策棟（休憩所）に設置する通信連絡設備について |
| 補足説明資料 11 | 緊急時対策所（指揮所）設置工事と重複する工事について |
| 補足説明資料 12 | 緊急時対策棟（連絡通路）の連結部に関する補足説明資料 |
| 補足説明資料 13 | 緊急時対策所（緊急時対策棟内）のダクト貫通部に係る被ばく評価について |

設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について

1. 概 要

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく手続きを行うにあたり、申請対象が適用を受ける「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の条文を整理するとともに、適合性の確認が必要となる条文を明確にする。

川内原子力発電所の緊急時対策所については、現在運用中の代替緊急時対策所にて「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号）への適合性を確保しているものの、新たに設置する緊急時対策棟内にその機能を移行する計画としており、平成 29 年 2 月 8 日付け原規規発第 1702082 号をもって発電用原子炉設置変更許可を受領している。

当該変更のうち、緊急時対策所機能について、現在運用中の代替緊急時対策所から緊急時対策棟（指揮所）内の緊急時対策所（指揮所）への移行については、令和元年 6 月 3 日付け原規規発第 1906035 号をもって設計及び工事計画認可（以下「指揮所工認」という。）を受領している。

本設計及び工事の計画では、緊急時対策所の運用性を向上させることを目的として、緊急時対策所（指揮所）と代替緊急時対策所を一体運用するため、緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更する計画としている。

具体的には、代替緊急時対策所を要員の休憩室とする。また、本部・執務エリア、ミーティングエリア及び多目的エリアが施設されている緊急時対策棟（指揮所）と休憩室が施設されている緊急時対策棟（休憩所）を接続する緊急時対策棟（連絡通路）を新たに設置し、気密性・遮蔽性の観点からも、緊急時対策所（緊急時対策棟内）として一体運用することを計画している。

また、本変更に伴う工事として、休憩室の通信連絡設備、緊急時対策所遮蔽装置、換気設備、火災区域・火災区画等についても変更する。

従って、本設計及び工事の計画における適用条文等の整理については、本設工認手続きによる指揮所工認で確認された技術基準適合性に対する影響の有無を整理した上で、本設工認申請の申請対象に係る全条文の適用整理を示す。

2. 指揮所工認で確認した技術基準適合性への影響の有無

本項では、2.1 項に緊急時対策所及び緊急時対策所機能を内包する建屋の機能と定義を示し、2.2 項に指揮所工認で確認した技術基準適合性への影響の有無について示す。

2.1 機能・定義について

本設計及び工事の計画における緊急時対策所及び緊急時対策所機能を内包する建屋の機能・定義については、以下の通り。また、施設間の境界や範囲については第1図の通り。

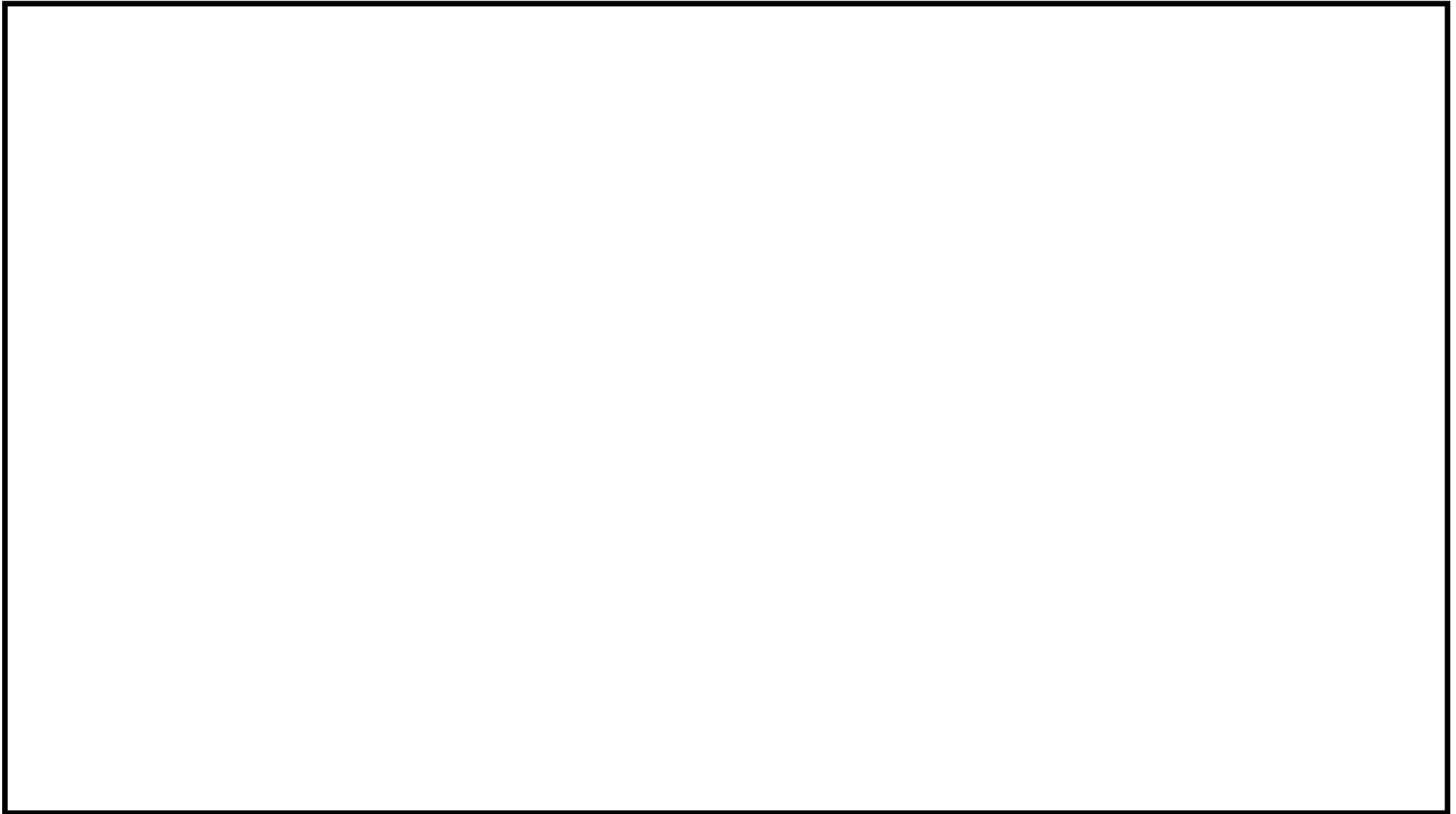
(1) 緊急時対策所について

○緊急時対策所（緊急時対策棟内）：緊急時対策所（指揮所）と代替緊急時対策所を一体としたもの。緊急時対策棟（指揮所）内の緊対所機能に係る設計方針に変更はなく、代替緊急時対策所を要員の休憩室とする。休憩室は、要員の休憩スペースとしての機能のみを有しており（関係要員への指示等の機能は有していない）、要員が滞在する場所として必要な設備（換気設備、警報装置等）を設置する設計としている。なお、緊急時対策所（緊急時対策棟内）の本部・執務エリアには、指揮者等の要員が滞在し、第46条及び第76条の通信連絡設備（発電所内）を用いて指示をする。

(2) 緊急時対策所機能を内包する建屋について

- 緊急時対策棟（指揮所）：緊急時対策所（緊急時対策棟内）のうち本部・執務エリア、ミーティングエリア及び多目的エリア並びにチェン징ングエリアを収納する建屋。本申請による設計変更は遮蔽体の撤去のみである。
- 緊急時対策棟（休憩所）：緊急時対策所（緊急時対策棟内）のうち休憩室を収納する建屋。遮蔽・気密バウンダリとしての機能のほか、重大事故等対処設備である換気設備の主配管等を設置する設計としているため、当該配管の間接支持構造物（Ss）としての機能を有している。また、緊急時対策所（緊急時対策棟内）の一部である休憩室の間接支持構造物（C（Ss））としての機能を有している。
- 緊急時対策棟（連絡通路）：遮蔽・気密バウンダリとしての機能のほか、重大事故等対処設備である換気設備の主配管等を設置する設計としているため、当該配管の間接支持構造物（Ss）としての機能を有している。なお、緊急時対策棟（連絡通路）は、Cクラス建屋である緊急時対策棟（指揮所）及び緊急時対策棟（休憩所）と一体運用することを鑑み、自主的にCクラス相当の地震力にて設計を行う。

※ 枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。



(注) 緊急時対策棟は、緊急時対策棟（指揮所）、緊急時対策棟（休憩所）及び緊急時対策棟（連絡通路）の独立した建屋の総称をいう。
個別の建屋を示す場合、緊急時対策棟（指揮所）、緊急時対策棟（休憩所）又は緊急時対策棟（連絡通路）という。
また、緊急時対策所（緊急時対策棟内）は、図に示す■部をいう。
個別のエリアを示す場合、「本部・執務エリア」、「ミーティングエリア」、「多目的エリア」、「休憩室」という。

第1図 緊急時対策棟及び緊急時対策所（緊急時対策棟内）の範囲の定義

2.2 指揮所工認で確認した技術基準適合性への影響について

本設工認手続きの一体運用に伴い、指揮所工認で確認した緊急時対策所に係る技術基準適合性への影響について、第1表のとおり整理する。

第1表 指揮所工認の技術基準適合性への影響の有無

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|---------------------------------|--------------|---|
| 設計基準対象施設 | | |
| 第4条 設計基準対象施設の地盤 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（計測制御系統施設の運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型）並びに緊急時対策所（緊急時対策棟内）の地盤について評価を行う。 |
| 第5条 地震による損傷の防止 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（計測制御系統施設の運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型）並びに緊急時対策所（緊急時対策棟内）の耐震性について評価を行う。 |
| 第13条 安全避難通路等 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては緊急時対策棟（連絡通路）及び緊急時対策棟（休憩所）の一部を新たに施設するため、安全避難通路等を設置する。 |
| 第14条 安全設備 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用し、指揮所工認への影響の有無の観点で技術基準適合性を確認する。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（計測制御系統施設の運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型）並びに緊急時対策所（緊急時対策棟内）の環境条件等を確認する。 |
| 第15条 設計基準対象施設の機能 (試験・検査性) | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（計測制御系統施設の運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型）並びに緊急時対策所（緊急時対策棟内）の試験、検査性を確認する。 |

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|--|--------------|---|
| (設備の共用) | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・事故時のプラント状況、地震、津波等発生時における被害状況、放射性物質の放出有無等の確認を行い、発電所全体として必要な情報の共有を図り、相互のプラント状況に応じて、事故対応、要員配置等の総合的な管理を行う。また、緊急時対策所（緊急時対策棟内）についても同様に共用について確認をする。 |
| 第34条 計測装置 | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングポスト、モニタリングステーションについては、記載の適正化のみであるため申請対象外。 |
| 第46条 緊急時対策所 第1項 (居住性の確保：滞在スペース) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・関係要員が滞在するスペースについては、指揮所工認において技術基準適合性を確保しており、その設計に変更はない。 なお、緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更することにより、緊急時対策棟（休憩所）に休憩室を新たに設置することで、居住性を拡充する。 |
| (居住性の確保：酸素濃度計・二酸化炭素濃度計) | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更することにより、緊急時対策棟（休憩所）内の休憩室においても、酸素濃度及び二酸化炭素濃度を把握できるようにするため影響あり。なお、保管場所については、緊急時対策棟（指揮所）に保管するため、変更なし。 |
| (情報の把握) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策棟（指揮所）内の本部・執務エリアに設置した SPDS データ表示装置に事故状態等の把握に必要なデータを伝送し表示するため変更なし。 |
| (通信連絡：発電所内) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所内：緊急時対策所、中央制御室及び作業場所で、指示及び連絡を行うことができる設備として、運転指令設備、電力保安通信用電話設備、衛星携帯電話設備、無線連絡設備及び携帯型通話設備を緊急時対策棟（指揮所）内の本部・執務エリア又は多目的エリアに設置又は保管するため変更なし。なお、休憩室は、要員の休憩スペースとしての機能のみを有しているため第46条としての通信連絡設備は不要であるが、第47条要求として運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型）を休憩室に設置又は保管する。 |
| (通信連絡：発電所外) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所外：本店、国、地方公共団体その他関係機関の必要箇所への事故の発生等に係る連絡を行うことができる設備として、加入電話設備、電力保安通信用電話設備、テレビ会議システム（社内）、衛星携帯電話設備、無線連絡設備及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備を緊急時対策棟（指揮所）内の本部・執務エリアに設置又は保管するため変更なし。 |

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|-----------------------------------|--------------|--|
| 第46条 緊急時対策所 第2項 (有毒ガス防護) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・本申請において緊急時対策所（緊急時対策棟内）として新たに設定する休憩室にも有毒ガスに対する防護措置を適用するが、防護対象である指示要員が指揮を行う際には、緊急時対策棟（指揮所）において指揮を行うため、その設計に変更はなく、指揮所工認への影響はない。 |
| 第47条 警報装置等 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型））を設置する。 |
| 第48条 準用 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（運転指令設備及び電力保安通信用電話設備のうち保安電話（携帯型））用の電路を対象とする。 |

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|----------------------|--------------|---|
| 重大事故等対処施設 | | |
| 第49条 重大事故等対処施設の地盤 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（放射線管理施設の主配管及び緊急対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内））、緊急時対策所（緊急時対策棟内）並びにそれらの間接支持構造物である緊急時対策棟（連絡通路）及び緊急時対策棟（休憩所））の地盤について評価を行う。 |
| 第50条 地震による損傷の防止 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（放射線管理施設の主配管及び緊急対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内））、緊急時対策所（緊急時対策棟内）並びにそれらの間接支持構造物である緊急時対策棟（連絡通路）及び緊急時対策棟（休憩所））の耐震性について評価を行う。 |
| 第51条 津波による損傷の防止 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（放射線管理施設の主配管及び緊急対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内））、緊急時対策所（緊急時対策棟内））の津波による損傷防止への適合性を示す。 |
| 第52条 火災による損傷の防止 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては火災区域「代替緊急時対策所」及び「緊急時対策棟（指揮所）」を統合し、火災区域「緊急時対策棟」とする。 なお、緊急時対策棟（指揮所）の火災区域・区画については、区画を拡張し名称を変更する。 |

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|--|--------------|---|
| 第54条 重大事故等対処設備 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（緊急時対策所（緊急時対策棟内）のうち緊急時対策棟（連絡通路）に設置する放射線管理施設の主配管及び遮蔽）の環境条件等を確認する。他 |
| 第55条 材料及び構造 | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備（放射線管理施設の主配管）について、構造・強度評価を行う。 |
| 第57条 安全弁等 | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備等はない。 |
| 第75条 監視測定設備 | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所（緊急時対策棟内）を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備等はない。 |
| 第76条 緊急時対策所 第1項 第1号 第2項 (居住性の確保：滞在スペース) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・関係要員が滞在するスペースについては、指揮所工認において技術基準適合性を確保しており、その設計に変更はない。 なお、本申請において休憩室を増設（代替緊急時対策所の流用）することで、関係要員が滞在するスペースを拡張する。 |

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|--|--------------|--|
| (居住性の確保：換気設計・遮蔽設計) | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・休憩する対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないように、緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内））を設置する。 ・休憩する対策要員の居住性を確保するため、放射線管理施設の換気設備及び加圧設備を緊急時対策棟（連絡通路）及び緊急時対策棟（休憩所）に設置する。 ・指揮所での加圧操作開始を判断するために、緊急時対策所エリアモニタを緊急時対策所（緊急時対策棟内）の多目的エリアから休憩室に取付箇所を変更する。 |
| (居住性の確保：酸素濃度計・二酸化炭素濃度計) | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更することにより、緊急時対策棟（休憩所）内の休憩室においても、酸素濃度及び二酸化炭素濃度を把握できるようにするため影響あり。なお、保管場所については、緊急時対策棟（指揮所）に保管するため、変更なし。 |
| 第76条 緊急時対策所 第1項 第2号 (情報の把握) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策棟（指揮所）内の本部・執務エリアに設置したSPDS データ表示装置に事故状態等の把握に必要なデータを伝送し表示するため変更なし。 |
| 第76条 緊急時対策所 第1項 第2号 (通信連絡：発電所内) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所内：緊急時対策所、中央制御室及び作業場所で、指示及び連絡を行うことができる設備として、衛星携帯電話設備及び携帯型通話設備を緊急時対策棟（指揮所）内の本部・執務エリア又は多目的エリアに設置又は保管するため変更無し。なお、休憩室は、要員の休憩スペースとしての機能のみを有しているため第76条としての通信連絡設備は不要である。 |
| (通信連絡：発電所外) | 無 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所外：本店、国、地方公共団体その他関係機関の必要箇所への事故の発生等に係る連絡を行うことができる設備として、衛星携帯電話設備及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備を緊急時対策棟（指揮所）内の本部・執務エリアに設置又は保管するため変更なし。 |
| 第76条 緊急時対策所 第1項 第1号 第2項 (基準地震動に対する機能維持) | 有 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所（緊急時対策棟内）及びその間接支持構造物である緊急時対策棟（休憩所）について、基準地震動による地震力を用いた評価を行う。 |

| 技術基準規則 | 指揮所工認への影響の有無 | 影響の有無の理由及び技術基準への適合性 |
|--------------------------|--------------|---|
| (基準津波による影響) | 有 | ・緊急時対策所(緊急時対策棟内)について、基準津波による影響を確認する。 |
| (中央制御室との共通要因) | 無 | ・本申請にて新たに増設する緊急時対策所(緊急対策棟内)は、中央制御室と離隔された場所に施設するため、変更なし。 |
| (代替交流電源) | 無 | ・代替交流電源の負荷容量に関する適合性については、緊急時対策所(緊急時対策棟内)の設置に伴い、緊急時対策棟(休憩所)の負荷が追加になっても代替交流電源設備から給電する負荷の積み上げに影響はないことから変更なし。 |
| (チェンジングエリア) | 無 | ・チェンジングエリアは緊急時対策棟(指揮所)内に設置するため変更なし。 |
| 第77条 通信連絡設備 (発電所内) | 無 | ・緊急時対策所(緊急時対策棟内)機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所(緊急時対策棟内)を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備等はない。 |
| (発電所外) | 無 | ・緊急時対策所(緊急時対策棟内)機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所(緊急時対策棟内)を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備等はない。 |
| 第78条 準用 | 無 | ・緊急時対策所(緊急時対策棟内)機能に関連する設備については、本条文を適用することから緊急時対策所(緊急時対策棟内)を一体運用するための申請対象とする。 ・本申請においては設備仕様等に変更がある設備等はない。 |

3. 設工認申請全体の適用条文の整理結果

本設計及び工事計画の申請対象について、施設区分ごとに適用条文を整理し、その結果を第1表～第4表に示す。

【凡 例】

(変更の工事[※]の場合)

適用欄 : 変更の工事の内容に関わらず、申請対象の設備が適用を受けるかどうかを示す。

○ : 適用を受ける条文

× : 適用を受けない条文

申請欄 : 変更の工事の内容によって、既工事計画で確認された状態が変更となるかどうかを示す。

○ : 変更となる条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文

× : 変更とならない条文であり、今回の申請では適合性確認が不要な条文 (適用を受ける条文ではあるが、既に適合性が確認されている条文若しくは設計及び工事の計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文、又は適用を受けない条文)

※ 設置の工事又は基数の増加の工事については、適用欄と申請欄は一致

3.1 計測制御系統施設

○申請対象

| 別表第二 | | 対象設備 |
|----------|------------|--|
| 計測制御系統施設 | 基本設計方針対象設備 | 電力保安通信用電話設備 (1号機設備、1,2号機共用、1号機に保管) |
| | | 運転指令設備 (ページング装置) (1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置) |

※上記の設備については、新規制基準適合性確認工認で認可を受けた既存の設備を緊急時対策所（緊急時対策棟内）の休憩室にて使用する警報装置または通信設備（発電所内）として再登録する。

第2表 適用条文の整理結果（計測制御系統施設）（1/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|----------------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 設計基準対象施設 | | | |
| 第4条 設計基準対象施設の地盤 | ○ | ○ | 計測制御系統施設の申請対象について、地盤の評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第5条 地震による損傷の防止 | ○ | ○ | 計測制御系統施設の申請対象について、耐震評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第6条 津波による損傷の防止 | ○ | × | 計測制御系統施設の申請対象については、本条文の適用を受けるが、防護対象ではなく、既設工認において確認された設計に影響を与えないことから、申請対象外とする。 |
| 第7条 外部からの衝撃による損傷の防止 | ○ | × | 計測制御系統施設の申請対象については、本条文の適用を受けるが、防護対象ではなく、既設工認において確認された設計に影響を与えないことから、申請対象外とする。 |
| 第8条 立ち入りの防止 | | — | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止 | | — | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第10条 急傾斜地の崩壊の防止 | ○ | × | 計測制御系統施設の申請対象については、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域に施設していないことを確認する必要があるため本条文を適用するが、川内原子力発電所の敷地は、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域ではないことから、申請対象外とする。 |
| 第11条 火災による損傷の防止 | ○ | × | 計測制御系統施設の申請対象について、本条文を適用するが、防護対象にならないことから、既設工認において確認された設計に影響を与えるものではない。 |
| 第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止 | × | × | 計測制御系統施設の申請対象については関係しない条文であることから対象外とする。 |

第2表 適用条文の整理結果（計測制御系統施設）（2/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第13条 安全避難通路等 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第14条 安全設備 | ○ | ○ | 計測制御系統施設の申請対象について、安全設備への適合性を示す必要があることから対象とする。 |
| 第15条 設計基準対象施設の機能 | ○ | ○ | 計測制御系統施設の申請対象について、設計基準対象施設の機能への適合性を示す必要があることから対象とする。 |
| 第16条 全交流動力電源喪失対策設備 | × | × | 計測制御系統施設の申請対象については関係しない条文であることから対象外とする。 |
| 第17条 材料及び構造 | × | × | 同上 |
| 第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止 | × | × | 同上 |
| 第19条 流体振動等による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第20条 安全弁等 | × | × | 同上 |
| 第21条 耐圧試験等 | × | × | 同上 |
| 第22条 監視試験片 | × | × | 同上 |
| 第23条 炉心等 | × | × | 同上 |
| 第24条 熱遮蔽材 | × | × | 同上 |

第2表 適用条文の整理結果（計測制御系統施設）（3/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-----------------------------|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 第25条 一次冷却材 | × | × | 計測制御系統施設の申請対象については関係しない条文であることから対象外とする。 |
| 第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備 | × | × | 同上 |
| 第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ | × | × | 同上 |
| 第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等 | × | × | 同上 |
| 第29条 一次冷却材処理装置 | × | × | 同上 |
| 第30条 逆止め弁 | × | × | 同上 |
| 第31条 蒸気タービン | × | × | 同上 |
| 第32条 非常用炉心冷却設備 | × | × | 同上 |
| 第33条 循環設備等 | × | × | 同上 |
| 第34条 計測装置 | × | × | 同上 |
| 第35条 安全保護装置 | × | × | 同上 |
| 第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統 | × | × | 同上 |

第2表 適用条文の整理結果（計測制御系統施設）（4/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-----------------------|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 第37条 制御材駆動装置 | × | × | 計測制御系統施設の申請対象については関係しない条文であることから対象外とする。 |
| 第38条 原子炉制御室等 | × | × | 同上 |
| 第39条 廃棄物処理設備等 | × | × | 同上 |
| 第40条 廃棄物貯蔵設備等 | × | × | 同上 |
| 第41条 放射性物質による汚染の防止 | × | × | 同上 |
| 第42条 生体遮蔽等 | × | × | 同上 |
| 第43条 換気設備 | × | × | 同上 |
| 第44条 原子炉格納施設 | × | × | 同上 |
| 第45条 保安電源設備 | × | × | 同上 |
| 第46条 緊急時対策所 | × | × | 同上 |
| 第47条 警報装置等 | ○ | ○ | 計測制御系統施設の申請対象について、警報装置等への適合性を示す必要があることから対象とする。 |
| 第48条 準用 | ○ | ○ | 計測制御系統施設の申請対象について、警報装置等の電路への適合性を示す必要があることから対象とする。 |

第1表 適用条文の整理結果（計測制御系統施設）（5/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|--|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 重大事故等対処施設 | | | |
| 第49条 重大事故等対処施設の地盤 | × | × | 計測制御系統施設の申請対象には、重大事故等対処施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第50条 地震による損傷の防止 | × | × | |
| 第51条 津波による損傷の防止 | × | × | |
| 第52条 火災による損傷の防止 | × | × | |
| 第53条 特定重大事故等対処施設 | | | |
| 第54条 重大事故等対処設備 | × | × | 計測制御系統施設の申請対象には、重大事故等対処施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第55条 材料及び構造 | × | × | |
| 第56条 使用中の亀裂等による破壊の防止 | × | × | |
| 第57条 安全弁等 | × | × | |
| 第58条 耐圧試験等 | × | × | |
| 第59条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備 | × | × | |
| 第60条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | × | |
| 第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 | × | × | |
| 第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | × | |
| 第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備 | × | × | |
| 第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備 | × | × | |
| 第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備 | × | × | |
| 第66条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備 | × | × | |
| 第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備 | × | × | |
| 第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備 | × | × | |
| 第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 | × | × | |
| 第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備 | × | × | |
| 第71条 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備 | × | × | |
| 第72条 電源設備 | × | × | |
| 第73条 計装設備 | × | × | |
| 第74条 原子炉制御室 | × | × | |
| 第75条 監視測定設備 | × | × | |
| 第76条 緊急時対策所 | × | × | |
| 第77条 通信連絡を行うために必要な設備 | × | × | |
| 第78条 準用 | × | × | |

3.2 放射線管理施設

○申請対象

| 別表第二 | | 対象設備 |
|---------|--------------|---|
| 放射線管理施設 | 1 放射線管理用計測装置 | (2) エリアモニタリング設備 緊急時対策所エリアモニタ |
| | 2 換気設備 | (3) 主配管 緊急時対策所非常用空気浄化ライン緊急時対策棟（指揮所）出口取合点 ～ 緊急時対策棟（休憩所）（1,2号機共用） 緊急時対策所加圧ライン緊急時対策棟（指揮所）出口取合点 ～ 流量調整弁（休憩所）（1,2号機共用） |
| | 3 生体遮蔽装置 | 緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内）（1,2号機共用）のうち指揮所部の遮蔽体撤去、及び連絡通路部 |

第2表 適用条文の整理結果（放射線管理施設）（1/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|----------------------------------|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 設計基準対象施設 | | | |
| 第4条 設計基準対象施設の地盤 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、設計基準対象施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第5条 地震による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第6条 津波による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第7条 外部からの衝撃による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第8条 立ち入りの防止 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第10条 急傾斜地の崩壊の防止 | ○ | × | 放射線管理施設の申請対象については、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域に施設していないことを確認する必要があるため本条文を適用するが、川内原子力発電所の敷地は、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域ではないことから、申請対象外とする。 |
| 第11条 火災による損傷の防止 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、設計基準対象施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第13条 安全避難通路等 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |

第2表 適用条文の整理結果（放射線管理施設）（2/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|--------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第14条 安全設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、設計基準対象施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第15条 設計基準対象施設の機能 | × | × | |
| 第16条 全交流動力電源喪失対策設備 | × | × | |
| 第17条 材料及び構造 | × | × | |
| 第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止 | × | × | |
| 第19条 流体振動等による損傷の防止 | × | × | |
| 第20条 安全弁等 | × | × | |
| 第21条 耐圧試験等 | × | × | |
| 第22条 監視試験片 | × | × | |
| 第23条 炉心等 | × | × | |
| 第24条 熱遮蔽材 | × | × | |
| 第25条 一次冷却材 | × | × | |
| 第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備 | × | × | |
| 第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ | × | × | |
| 第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等 | × | × | |
| 第29条 一次冷却材処理装置 | × | × | |
| 第30条 逆止め弁 | × | × | |
| 第31条 蒸気タービン | × | × | |
| 第32条 非常用炉心冷却設備 | × | × | |
| 第33条 循環設備等 | × | × | |
| 第34条 計測装置 | × | × | |
| 第35条 安全保護装置 | × | × | |
| 第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統 | × | × | |
| 第37条 制御材駆動装置 | × | × | |
| 第38条 原子炉制御室等 | × | × | |
| 第39条 廃棄物処理設備等 | × | × | |
| 第40条 廃棄物貯蔵設備等 | × | × | |
| 第41条 放射性物質による汚染の防止 | × | × | |
| 第42条 生体遮蔽等 | × | × | |
| 第43条 換気設備 | × | × | |
| 第44条 原子炉格納施設 | × | × | |
| 第45条 保安電源設備 | × | × | |
| 第46条 緊急時対策所 | × | × | |
| 第47条 警報装置等 | × | × | |
| 第48条 準用 | × | × | |

第2表 適用条文の整理結果（放射線管理施設）（3/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-----------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 重大事故等対処施設 | | | |
| 第49条 重大事故等対処施設の 地盤 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象について、地盤の評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第50条 地震による損傷の防止 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象について、耐震評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第51条 津波による損傷の防止 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象について、津波による損傷防止への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第52条 火災による損傷の防止 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象について、火災防護に係る審査基準への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第53条 特定重大事故等対処施設 | | | |
| 第54条 重大事故等対処設備 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象について、環境条件等に対する健全性を確認する必要があることから、対象とする。 |
| 第55条 材料及び構造 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象のうち、クラス機器（管）について、構造・強度の確認が必要であることから、対象とする。 |
| 第56条 使用中の亀裂等による 破壊の防止 | ○ | × | 放射線管理施設の申請対象のうち、クラス機器（管）については、本条文の適用を受けるが、本条文は使用中の運用要求であり、設計段階において確認する条文ではないことから、申請対象外とする。 |
| 第57条 安全弁等 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、安全弁等がないことから、対象外とする。 |
| 第58条 耐圧試験等 | ○ | × | 放射線管理施設の申請対象のうち、クラス機器（管）については、本条文の適用を受けるが、本条文は使用前事業者検査にて確認する耐圧試験要求であり、設計段階において確認する条文ではないことから、申請対象外とする。 |

第2表 適用条文の整理結果（放射線管理施設）（4/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|---|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 第59条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第60条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、原子炉格納容器内の冷却等のための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第66条 原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |

第2表 適用条文の整理結果（放射線管理施設）（5/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|------------------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第71条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、重大事故等の収束に必要な水の供給設備がないことから、対象外とする。 |
| 第72条 電源設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、電源設備がないことから、対象外とする。 |
| 第73条 計装設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、計装設備がないことから、対象外とする。 |
| 第74条 原子炉制御室 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、運転員が原子炉制御室にとどまるための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第75条 監視測定設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、監視測定設備がないことから、対象外とする。 |
| 第76条 緊急時対策所 | ○ | ○ | 放射線管理施設の申請対象について、緊急時対策所への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第77条 通信連絡を行うために必要な設備 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、通信連絡を行うために必要な設備がないことから、対象外とする。 |
| 第78条 準用 | × | × | 放射線管理施設の申請対象には、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令又は原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令の規定を準用するガスタービン、内燃機関、電気設備がないことから、対象外とする。 |

3.3 火災防護設備

○申請対象

| 別表第二 | | 対象設備 |
|--------|--------------------|--|
| 火災防護設備 | 1 火災区域構造物及び火災区画構造物 | 緊急時対策棟 ・通路（1階3及び連絡通路）（1,2号機共用） ・休憩所（1,2号機共用） |
| | 基本設計方針対象設備 | 全域ハロン自動消火設備（警報装置含む）（蓄電池含む） （1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置） |
| | | 煙感知器 （1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置） |
| | | 熱感知器 （1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置） |

第3表 適用条文の整理結果（火災防護設備）（1/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|----------------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 設計基準対象施設 | | | |
| 第4条 設計基準対象施設の地盤 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、設計基準対象施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第5条 地震による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第6条 津波による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第7条 外部からの衝撃による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第8条 立ち入りの防止 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |
| 第10条 急傾斜地の崩壊の防止 | ○ | × | 火災防護設備の申請対象については、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域に施設していないことを確認する必要があるため本条文を適用するが、川内原子力発電所の敷地は、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域ではないことから、申請対象外とする。 |
| 第11条 火災による損傷の防止 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、設計基準対象施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第13条 安全避難通路等 | — | | 発電用原子炉施設全般に関わる条文であるため、「3.4 緊急時対策所」にて整理。 |

第3表 適用条文の整理結果（火災防護設備）（2/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|--------------------------|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 第14条 安全設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、設計基準対象施設に属する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第15条 設計基準対象施設の機能 | × | × | |
| 第16条 全交流動力電源喪失対策設備 | × | × | |
| 第17条 材料及び構造 | × | × | |
| 第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止 | × | × | |
| 第19条 流体振動等による損傷の防止 | × | × | |
| 第20条 安全弁等 | × | × | |
| 第21条 耐圧試験等 | × | × | |
| 第22条 監視試験片 | × | × | |
| 第23条 炉心等 | × | × | |
| 第24条 熱遮蔽材 | × | × | |
| 第25条 一次冷却材 | × | × | |
| 第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備 | × | × | |
| 第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ | × | × | |
| 第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等 | × | × | |
| 第29条 一次冷却材処理装置 | × | × | |
| 第30条 逆止め弁 | × | × | |
| 第31条 蒸気タービン | × | × | |
| 第32条 非常用炉心冷却設備 | × | × | |
| 第33条 循環設備等 | × | × | |
| 第34条 計測装置 | × | × | |
| 第35条 安全保護装置 | × | × | |
| 第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統 | × | × | |
| 第37条 制御材駆動装置 | × | × | |
| 第38条 原子炉制御室等 | × | × | |
| 第39条 廃棄物処理設備等 | × | × | |
| 第40条 廃棄物貯蔵設備等 | × | × | |
| 第41条 放射性物質による汚染の防止 | × | × | |
| 第42条 生体遮蔽等 | × | × | |
| 第43条 換気設備 | × | × | |
| 第44条 原子炉格納施設 | × | × | |
| 第45条 保安電源設備 | × | × | |
| 第46条 緊急時対策所 | × | × | |
| 第47条 警報装置等 | × | × | |
| 第48条 準用 | × | × | |

第3表 適用条文の整理結果（火災防護設備）（3/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|---|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 重大事故等対処施設 | | | |
| 第49条 重大事故等対処施設の 地盤 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、重大事故等 対処施設に属する設備がないことから、対 象外とする。 |
| 第50条 地震による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第51条 津波による損傷の防止 | × | × | 同上 |
| 第52条 火災による損傷の防止 | ○ | ○ | 火災防護設備の申請対象について、火災防 護に係る審査基準への適合性を示す必要が あることから、対象とする。 |
| 第53条 特定重大事故等対処施 設 | | | |
| 第54条 重大事故等対処設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、重大事故等 対処設備に属する設備がないことから、対 象外とする。 |
| 第55条 材料及び構造 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、クラス機器 がないことから、対象外とする。 |
| 第56条 使用中の亀裂等による 破壊の防止 | × | × | 同上 |
| 第57条 安全弁等 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、安全弁等が ないことから、対象外とする。 |
| 第58条 耐圧試験等 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、クラス機器 がないことから、対象外とする。 |
| 第59条 緊急停止失敗時に発電 用原子炉を未臨界にす るための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、緊急停止失 敗時に発電用原子炉を未臨界にするための 設備がないことから、対象外とする。 |
| 第60条 原子炉冷却材圧力バウ ンダリ高圧時に発電用 原子炉を冷却するた めの設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、原子炉冷却 材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を 冷却するための設備がないことから、対象 外とする。 |

第3表 適用条文の整理結果（火災防護設備）（4/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理 由 |
|---|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、原子炉格納容器内の冷却等のための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第66条 原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備がないことから、対象外とする。 |

第3表 適用条文の整理結果（火災防護設備）（5/5）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|--------------------------------|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 第71条 重大事故等の収束に必要な水 の供給設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、重大事故等の収束に必要な水の水の供給設備がないことから、対象外とする。 |
| 第72条 電源設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、電源設備がないことから、対象外とする。 |
| 第73条 計装設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、計装設備がないことから、対象外とする。 |
| 第74条 原子炉制御室 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、運転員が原子炉制御室にとどまるための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第75条 監視測定設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、監視測定設備がないことから、対象外とする。 |
| 第76条 緊急時対策所 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、緊急時対策所の要求を受ける設備がないことから、対象外とする。 |
| 第77条 通信連絡を行うために必要な設備 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、通信連絡を行うために必要な設備がないことから、対象外とする。 |
| 第78条 準用 | × | × | 火災防護設備の申請対象には、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令又は原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令の規定を準用するガスタービン、内燃機関、電気設備がないことから、対象外とする。 |

3.4 緊急時対策所

○申請対象

| 別表第二 | | 対象設備 |
|--------|------------|----------------------------|
| 緊急時対策所 | 1 緊急時対策所機能 | 緊急時対策所（緊急時対策棟内）機能（1,2号機共用） |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（1/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 設計基準対象施設 | | | |
| 第4条 設計基準対象施設の地盤 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、地盤の評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第5条 地震による損傷の防止 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、耐震評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第6条 津波による損傷の防止 | ○ | × | 緊急時対策所の申請対象については、本条文の適用を受けるが、防護対象ではなく、既設工認において確認された設計に影響を与えないことから、申請対象外とする。 |
| 第7条 外部からの衝撃による損傷の防止 | ○ | × | 緊急時対策所の申請対象については、本条文の適用を受けるが、防護対象ではなく、既設工認において確認された設計に影響を与えないことから、申請対象外とする。 |
| 第8条 立ち入りの防止 | ○ | × | 緊急時対策所（緊急時対策棟内）については、本条文のうち第1項及び第3項が工場等に対する要求であるため適用を受けるが、申請設備の設置場所に管理区域がないこと及び申請設備の設置場所は周辺監視区域にあたるが周辺監視区域の何れの境界の変更も伴わないことから、既設工認において確認された設計に影響を与えないため、申請対象外とする。なお、緊急時対策所（緊急時対策棟内）は保全区域にあたらないことから、第2項は対象外。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（2/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|----------------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止 | ○ | × | 緊急時対策所（緊急時対策棟内）については、本条文が工場等に対する要求であるため適用を受けるが、申請設備の設置場所は既設工認において発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するために境界に柵等を設ける設計とした防護区域、周辺防護区域、立入制限区域のうち立入制限区域にあり、立入制限区域の何れの境界の変更も伴わないこと及び不正アクセス行為の防止が必要な発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムに変更がないことから、既設工認において確認された設計に影響を与えないため、申請対象外とする。 |
| 第10条 急傾斜地の崩壊の防止 | ○ | × | 緊急時対策所の申請対象については、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域に施設していないことを確認する必要があるため本条文を適用するが、川内原子力発電所の敷地は、急傾斜地崩壊危険区域として指定された地域ではないことから、申請対象外とする。 |
| 第11条 火災による損傷の防止 | ○ | × | 緊急時対策所の申請対象については、本条文の適用を受けるが、緊急時対策所（緊急時対策棟内）には防護対象がなく、既設工認において確認された設計に影響を与えないことから、申請対象外とする。 |
| 第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止 | × | × | 緊急時対策所の申請対象については、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に防護対象がないことから、対象外とする。 |
| 第13条 安全避難通路等 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、安全避難通路等への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第14条 安全設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、安全設備がないことから、対象外とする。 |
| 第15条 設計基準対象施設の機能 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、設計基準対象施設の機能に係る設備がないことから、対象外とする。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（3/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第16条 全交流動力電源喪失対策設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、全交流動力電源喪失時に対処するために必要な電源設備がないことから、対象外とする。 |
| 第17条 材料及び構造 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、クラス機器がないことから、対象外とする。 |
| 第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止 | × | × | 同上 |
| 第19条 流体振動等による損傷の防止 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、流体振動等による損傷の防止について規定されている燃料体等がないことから対象外とする。 |
| 第20条 安全弁等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、安全弁等の設置について規定されている加圧器等がないことから対象外とする。 |
| 第21条 耐圧試験等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、クラス機器がないことから、対象外とする。 |
| 第22条 監視試験片 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、監視試験片の設置について規定されている設計基準対象施設に属する容器がないことから、対象外とする。 |
| 第23条 炉心等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、炉心等について規定されている燃料体等がないことから、対象外とする。 |
| 第24条 熱遮蔽材 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、熱遮蔽材について規定されている原子炉容器がないことから、対象外とする。 |
| 第25条 一次冷却材 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、一次冷却材がないことから、対象外とする。 |
| 第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、燃料体等を取り扱う設備又は燃料体等を貯蔵する設備がないことから、対象外とする。 |
| 第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器がないことから、対象外とする。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（4/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-----------------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉冷却材の流出を制限する隔離装置等がないことから、対象外とする。 |
| 第29条 一次冷却材処理装置 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、放射性物質を含む一次冷却材を処理する装置がないことから、対象外とする。 |
| 第30条 逆止め弁 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、逆止め弁について規定されている放射性物質を含む一次冷却材を内包する容器等へ放射性物質を含まない流体を導く管がないことから、対象外とする。 |
| 第31条 蒸気タービン | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、蒸気タービン（附属施設含む）がないことから、対象外とする。 |
| 第32条 非常用炉心冷却設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、非常用炉心冷却設備がないことから、対象外とする。 |
| 第33条 循環設備等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、一次冷却材を循環させる循環設備等がないことから、対象外とする。 |
| 第34条 計測装置 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、計測装置がないことから、対象外とする。 |
| 第35条 安全保護装置 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、安全保護装置がないことから、対象外とする。 |
| 第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、反応度制御系統又は原子炉停止系統がないことから、対象外とする。 |
| 第37条 制御材駆動装置 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、制御材駆動装置がないことから、対象外とする。 |
| 第38条 原子炉制御室等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉制御室等がないことから、対象外とする。 |
| 第39条 廃棄物処理設備等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、放射性廃棄物を処理する設備等がないことから対象外とする。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（5/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|-----------------------|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第40条 廃棄物貯蔵設備等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、放射性廃棄物を貯蔵する設備等がないことから対象外とする。 |
| 第41条 放射性物質による汚染の防止 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、放射性物質による汚染の防止として規定されている放射性物質により汚染させるおそれがある部分であって、人が触れるおそれがある部分（管理区域内で人が頻繁に出入りする場所の床面等）がないことから対象外とする。 |
| 第42条 生体遮蔽等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、生体遮蔽装置等がないことから対象外とする。 |
| 第43条 換気設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、換気設備がないことから対象外とする。 |
| 第44条 原子炉格納施設 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉格納施設がないことから対象外とする。 |
| 第45条 保安電源設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、保安電源装置について規定されている電線路及び発電機からの電力の供給が停止した場合に必要な非常用電源設備等がないことから対象外とする。 |
| 第46条 緊急時対策所 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、緊急時対策所への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第47条 警報装置等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、警報装置等がないことから対象外とする。 |
| 第48条 準用 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、技術基準規則第17条第15号、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令又は原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令の規定を準用する補助ボイラー、ガスタービン、内燃機関、電気設備がないため対象外とする。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（6/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|---|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 重大事故等対処施設 | | | |
| 第49条 重大事故等対処施設の 地盤 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、地盤の評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第50条 地震による損傷の防止 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、耐震評価を行う必要があることから、対象とする。 |
| 第51条 津波による損傷の防止 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、津波による損傷防止への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第52条 火災による損傷の防止 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、火災から防護すべき設備がないことから、対象外とする。 |
| 第53条 特定重大事故等対処施設 | | | |
| 第54条 重大事故等対処設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、重大事故等対処設備がないことから、対象外とする。 |
| 第55条 材料及び構造 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、クラス機器がないことから、対象外とする。 |
| 第56条 使用中の亀裂等による 破壊の防止 | × | × | 同上 |
| 第57条 安全弁等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、安全弁等がないことから、対象外とする。 |
| 第58条 耐圧試験等 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、クラス機器がないことから、対象外とする。 |
| 第59条 緊急停止失敗時に発電 用原子炉を未臨界にする ための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第60条 原子炉冷却材圧力バウ ンダリ高圧時に発電用 原子炉を冷却するた めの設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（7/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|---|--------|----|--|
| | 適用 | 申請 | |
| 第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉格納容器内の冷却等のための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第66条 原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備がないことから、対象外とする。 |

第4表 適用条文の整理結果（緊急時対策所）（8/8）

| 技術基準規則 | 適用可否判断 | | 理由 |
|--------------------------------|--------|----|---|
| | 適用 | 申請 | |
| 第71条 重大事故等の収束に必要な水 の供給設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、重大事故等の収束に必要な水の供給設備がないことから、対象外とする。 |
| 第72条 電源設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、電源設備がないことから、対象外とする。 |
| 第73条 計装設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、計装設備がないことから、対象外とする。 |
| 第74条 原子炉制御室 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、運転員が原子炉制御室にとどまるための設備がないことから、対象外とする。 |
| 第75条 監視測定設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、監視測定設備がないことから、対象外とする。 |
| 第76条 緊急時対策所 | ○ | ○ | 緊急時対策所の申請対象について、緊急時対策所への適合性を示す必要があることから、対象とする。 |
| 第77条 通信連絡を行うために 必要な設備 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、通信連絡を行うために必要な設備がないことから、対象外とする。 |
| 第78条 準用 | × | × | 緊急時対策所の申請対象には、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令又は原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令の規定を準用するガスタービン、内燃機関、電気設備がないことから、対象外とする。 |

設計及び工事計画認可申請における適用条文一覧表

| 設備等 (注1) | 実用炉規則別表第二に関連する施設・設備区分 | | | DB/SA | 重大事故等対処施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|----------|------------------|--------|-----------|----|----|----|------|-----------|------|-------|-----|------|-----|--------|----------|--------|----------|------|---------|----------|--------|-----------|-------|------|------|------|------|--------|------|--------|----|----|
| | | | | | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| | | | | | 地盤 | 地震 | 津波 | 火災 | 特重設備 | 重大事故等対処設備 | 材料構造 | 破壊の防止 | 安全弁 | 耐圧試験 | 未臨界 | 高圧時の冷却 | パウンダリの減圧 | 低圧時の冷却 | 最終ヒートシンク | CV冷却 | CV過圧損防止 | 下部溶融炉心冷却 | CV水素爆発 | 原子炉建屋水素爆発 | SFP冷却 | 拡散抑制 | 水の供給 | 電源設備 | 計装設備 | 原子炉制御室 | 監視設備 | 緊急時対策所 | 通信 | 準用 |
| 施設区分 | 設備区分 | 機器区分 | 共通 | 共通 | 共通 | 共通 | 共通 | 共通 | 共通 | 共通 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 個別 | 共通 | | | |
| 計測制御系統施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 電力保安通信用電話設備 (1号機設備、1,2号機共用、1号機に保管) | 計測制御系統施設 | — | — | DB | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 運転指令設備 (ペー징装置) (1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置) | 計測制御系統施設 | — | — | DB | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 放射線管理施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放射線管理施設主配管 | 放射線管理施設 | 換気設備 | 主配管 | SA | ○ | ○ | — | ○ | ○ | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 緊急時対策所遮蔽 (緊急時対策所 (緊急時対策棟内)) | 放射線管理施設 | 生体遮蔽装置 | | SA | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | ○ | — | — | | | |
| その他発電用原子炉施設の附属施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 火災防護設備 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 緊急時対策棟 | その他発電用原子炉の附属施設 | 火災防護設備 | 火災区域構造物及び火災区画構造物 | — (注2) | — | — | — | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 全城ハロン自動消火設備 (警報装置含む) (蓄電池含む) (1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置) | その他発電用原子炉の附属施設 | — | — | — | — | — | — | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 煙感知器 (1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置) | その他発電用原子炉の附属施設 | — | — | — | — | — | — | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 熱感知器 (1号機設備、1,2号機共用、1号機に設置) | その他発電用原子炉の附属施設 | — | — | — | — | — | — | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 9 緊急時対策所 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 緊急時対策所 (緊急時対策棟内) 機能 | 緊急時対策棟 | 緊急時対策所機能 | — | DB/SA | ○ | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | ○ | — | — | | | |

(注1) 本申請設備は、全て、「1号機設備、1,2号機共用」である。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文

(注2) SA設備を防護する火災防護設備である。

—：適合性確認が不要な条文

設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

1. 概要

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該設計及び工事の計画の手続きを行うにあたり、設計及び工事計画変更認可申請書に添付する書類について整理する。

2. 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

設計及び工事計画認可申請書に添付すべき書類は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の別表第二の上覧に記載される種類に応じて、下欄に記載される添付書類を添付する必要があるが、別表第二では「認可の申請又は届出に係る工事の内容に関係あるものに限る。」との規定があるため、本申請範囲である「計測制御系統施設」、「放射線管理施設」、「その他発電用原子炉の附属施設 火災防護設備」及び「その他発電用原子炉の附属施設 緊急時対策所」に要求される添付書類の要否の検討を行った。検討結果を表 1 に示す。

なお、本設計及び工事の計画では、緊急時対策所の運用性を向上させることを目的として、緊急時対策所（指揮所）と代替緊急時対策所を一体運用するため、緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更する計画としている。そのため、令和元年 6 月 3 日付け原規規発第 1906035 号で認可を受けた設計及び工事の計画（以下「指揮所工認」という。）との関連性を示すために必要な添付書類についての検討も合わせて表 1 に示す。

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(1/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の 要否 (○・×) | 理由 |
|---|--------------------|--|
| 各発電用原子炉施設に共通 | | |
| 送電関係一覧図 | × | 本申請内容は、送電設備に影響を与えないため添付しない。 |
| 急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明書 | × | 急傾斜地崩壊危険区域でない地域に設備を施設するため添付しない。 |
| 工場又は事業所の概要を明示した地形図 | × | 本申請内容は、地形図に影響を与えないため添付しない。 |
| 主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図 | 図 面：○ | 緊急時対策棟の連絡通路の配置を明示するため添付する。 |
| 単線結線図（接地線（計測用変成器を除く。）については電線の種類、太さ及び接地の種類も併せて記載すること。） | × | 本申請対象に電気設備はなく、該当する設備はないため添付しない。 |
| 新技術の内容を十分に説明した書類 | × | 本工事は、緊急時対策棟の連絡通路、放射線管理施設、火災防護設備等を設置するものであり、新技術に該当しないため添付しない。 |
| 発電用原子炉施設の熱精算図 | × | 本工事は、緊急時対策棟の連絡通路、放射線管理施設、火災防護設備等を設置するものであり、熱精算に影響を与えないため添付しない。 |
| 熱出力計算書 | × | 本工事は、緊急時対策棟の連絡通路、放射線管理施設、火災防護設備等を設置するものであり、熱出力計算に影響を与えないため添付しない。 |
| 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書 | ○ | 平成29年1月18日付け原規規発第1701182号及び令和2年1月29日付け原規規発第2001296号にて許可された設置許可との整合性を示す必要があるため添付する。 |
| 排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書 | × | 本申請内容は、排気中及び排水中の放射性物質の濃度に影響を与えないため添付しない。 |

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(2/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の 要否 (○・×) | 理由 |
|---|--------------------|---|
| 人が常時勤務し、又は頻繁に 出入する工場又は事業所内の 場所における線量に関する説 明書 | × | 本申請内容は、発電所内の場所における線 量に影響を与えないため添付しない。 |
| 発電用原子炉施設の自然現象 等による損傷の防止に関する 説明書 | ○ | 本申請設備の自然現象等による損傷の防止 について技術基準規則第 54 条への適合性 を示す必要があるため添付する。 |
| 放射性物質により汚染するお それがある管理区域並びにそ の地下に施設する排水路並び に当該排水路に施設する排水 監視設備及び放射性物質を含 む排水を安全に処理する設備 の配置の概要を明示した図面 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 取水口及び放水口に関する説 明書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 設備別記載事項の設定根拠に 関する説明書 | ○ | 本申請設備の仕様設定根拠について適合性 を示す必要があるため、また、指揮所工認 との関連性を示す必要があるため添付す る。 |
| 環境測定装置（放射線管理用 計測装置に係るものを除く。） の構造図及び取付箇所を明示 した図面 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| クラス 1 機器及び炉心支持構 造物の応力腐食割れ対策に関 する説明書（クラス 1 機器に あっては、支持構造物を含め て記載すること。） | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 安全設備及び重大事故等対処 設備が使用される条件の下に おける健全性に関する説明書 | ○ | 本申請設備の健全性について技術基準規則 第 54 条への適合性を示す必要があるため、 また、指揮所工認との関連性を示す必要が あるため添付する。 |

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(3/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の 要否 (○・×) | 理由 |
|---|--------------------|--|
| 発電用原子炉施設の火災防護 に関する説明書 | ○ | 本申請設備の火災防護について、技術基準規則第 52 条への適合性を示す必要があるため添付する。 |
| 発電用原子炉施設の溢水防護 に関する説明書 | ○ | 本申請設備の溢水防護について、技術基準規則第 54 条への適合性を示す必要があるため添付する。 |
| 発電用原子炉施設の蒸気ター ビン、ポンプ等の損壊に伴う 飛散物による損傷防護に関す る説明書 | ○ | 指揮所工認との関連性を示す必要があるため添付する。 |
| 通信連絡設備に関する説明書 及び取付箇所を明示した図面 | 説明書：○ 図面：× | 本申請設備について、技術基準規則第 47 条への適合性を示すため、また、指揮所工認との関連性を示す必要があるため説明書を添付する。なお、本申請では該当する設備はないため、図面は添付しない。 |
| 安全避難通路に関する説明書 及び安全避難通路を明示した 図面 | 説明書：○ 図面：○ | 本申請設備の安全避難通路に係る技術基準規則第 13 条への適合性及び安全避難通路を示す必要があるため、また、指揮所工認との関連性を示す必要があるため添付する。 |
| 非常用照明に関する説明書及 び取付箇所を明示した図面 | 説明書：○ 図面：○ | 本申請設備の非常用照明に係る技術基準規則第 13 条への適合性及び取付箇所を示す必要があるため、また、指揮所工認との関連性を示す必要があるため添付する。 |

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(4/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の 要否 (○・×) | 理由 |
|---|------------------------|---|
| 計測制御系統施設 | | |
| 計測制御系統施設に係る機器 (計測装置を除く。)の配置を明 示した図面及び系統図 | 配置図：× 系統図：× | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 制御能力についての計算書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 耐震性に関する説明書(支持構造 物を含めて記載すること。) | ○ | 本申請設備の耐震性について、技術基準規 則第4条及び5条への適合性を示す必要が あるため、また、指揮所工認との関連性を 示す必要があるため添付する。 |
| 強度に関する説明書(支持構造 物を含めて記載すること。) | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 構造図 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 計測装置の構成に関する説明 書、計測制御系統図及び検出器 の取付箇所を明示した図面並び に計測範囲及び警報動作範囲に 関する説明書 | 説明書：× 系統図：× 図面：× | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 原子炉非常停止信号の作動回路 の説明図及び設定値の根拠に関 する説明書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 工学的安全施設等の起動(作動) 信号の起動(作動)回路の説明 図及び設定値の根拠に関する説 明書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| デジタル制御方式を使用する安 全保護系等の適用に関する説明 書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 発電用原子炉の運転を管理す るための制御装置に係る制御方 法に関する説明書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 中央制御室の機能に関する説明 書、中央制御室外の原子炉停止 機能及び監視機能並びに緊急時 制御室の機能に関する説明書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 安全弁の吹出量計算書(バネ式 のものに限る。) | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(5/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---|------------------------|---|
| 放射線管理施設 | | |
| 放射線管理施設に係る機器 (放射線管理用計測装置を 除く。)の配置を明示した図 面及び系統図 | 配置図：○ 系統図：○ | 本申請設備の機器の配置及び系統を示すた め添付する。 |
| 放射線管理用計測装置の構 成に関する説明書 | ○ | 本申請設備について、技術基準規則第76条 への適合性を示す必要があるため、また、指 揮所工認との関連性を示す必要があるため 添付する。 |
| 放射線管理用計測装置の系 統図及び検出器の取付箇所 を明示した図面並びに計測 範囲及び警報動作範囲に関 する説明書 | 系統図：× 図面：○ 説明書：○ | 本申請設備の取付箇所を示すため図面を添 付する。本申請設備について、技術基準規則 第76条への適合性を示す必要があるため、 また、指揮所工認との関連性を示す必要があ るため説明書を添付する。なお、本申請では 該当する設備はないため、系統図は添付しな い。 |
| 管理区域の出入管理設備及 び環境試料分析装置に関す る説明書 | ○ | 指揮所工認との関連性を示す必要があるた め添付する。 |
| 耐震性に関する説明書(支 持構造物を含めて記載する こと。) | ○ | 本申請設備の耐震性について、技術基準規則 第49条及び第50条への適合性を示す必要が あるため、また、指揮所工認との関連性を示 す必要があるため添付する。 |
| 強度に関する説明書(支 持構造物を含めて記載する こと。) | ○ | 本申請設備の材料及び強度について、技術基 準規則第55条への適合性を示す必要がある ため、また、指揮所工認との関連性を示す必 要があるため添付する。 |
| 構造図 | ○ | 本申請設備の構造を示すため添付する。 |
| 生体遮蔽装置の放射線の遮 蔽及び熱除去についての計 算書 | ○ | 緊急時対策棟の生体遮蔽装置について、技術 基準規則第54条及び第76条への適合性を示 す必要があるため添付する。 |
| 中央制御室及び緊急時制御 室の居住性に関する説明書 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(6/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| その他発電用原子炉の附属施設 非常用電源設備 | | |
| 非常用電源設備に係る機器 の配置を明示した図面及び 系統図 | 図面：× 系統図：× | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 非常用発電装置の出力の決 定に関する説明書 | ○ | 指揮所工認との関連性を示す必要があるた め添付する。 |
| 燃料系統図 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 耐震性に関する説明書（支 持構造物を含めて記載する こと。） | ○ | 指揮所工認との関連性を示す必要があるた め添付する。 |
| 強度に関する説明書（支 持構造物を含めて記載する こと。） | ○ | 指揮所工認との関連性を示す必要があるた め添付する。 |
| 構造図 | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 安全弁の吹出量計算書（バ ネ式のものに限る。） | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |

表1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(7/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---------------------------------------|----------------|---|
| その他発電用原子炉の附属施設 火災防護設備 | | |
| 火災防護設備に係る機器の 配置を明示した図面及び系 統図 | 配置図：○ 系統図：× | 本申請設備の機器の配置を示すため配置図 を添付する。系統図については、本申請設備 において系統を構成する設備がないため添 付しない。 |
| 耐震性に関する説明書（支 持構造物を含めて記載する こと。） | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 強度に関する説明書（支持 構造物を含めて記載するこ と。） | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |
| 構造図 | ○ | 本申請設備の構造を示すため添付する。 |
| 安全弁及び逃がし弁の吹出 量計算書（バネ式のものに 限る。） | × | 本申請では該当する設備はないため添付し ない。 |

表 1 本申請における添付書類の要否の検討結果

(8/8)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---------------------------------------|----------------|---|
| その他発電用原子炉の附属施設 緊急時対策所 | | |
| 緊急時対策所の設置場所を 明示した図面及び機能に関 する説明書 | 配置図：○ 説明書：○ | 緊急時対策所（緊急時対策棟内）の設置場所を 示すため配置図を添付する。また、本申請設備 の機能について、技術基準規則第 46 条及び第 76 条への適合性を示す必要があるため説明書 を添付する。 |
| 耐震性に関する説明書（支 持構造物を含めて記載する こと。） | ○ | 本申請設備の耐震性について、技術基準規則第 4 条、第 5 条、第 49 条及び第 50 条への適合性 を示す必要があるため、また、指揮所工認との 関連性を示す必要があるため添付する。 |
| 緊急時対策所の居住性に関 する説明書 | ○ | 本申請設備の居住性について、技術基準規則第 46 条及び第 76 条への適合性を示す必要がある ため添付する。 |

工事の方法に関する補足説明資料

1. 概 要

工事の方法として、工事手順、使用前事業者検査の方法、工事上の留意事項を、それぞれ施設、主要な耐圧部の溶接部、燃料体に区分し定めており、これら工事手順及び使用前事業者検査の方法は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に定めたプロセス等に基づいたものとしている。

また、工事の方法は、すべての施設を網羅するものとして作成しており、それを原子炉本体に記載し、その他の施設については該当箇所を呼び込むことにしている。

本資料では、工事の方法のうち当該工事に該当する箇所を明示するものである。

2. 当該工事に該当する箇所

工事の方法のうち、当該工事に該当する箇所を示す。

凡例

(灰色ハッチング) : 本設計及び工事の計画に該当する箇所

申請に係る工事の方法として、原子炉本体に係る工事の方法を以下に示す

| 変更前 | 変更後 |
|--|-------------|
| <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事並びに主要な耐圧部の溶接部における工事の方法として、原子炉設置(変更)許可を受けた事項、及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」(以下「技術基準」という。)の要求事項に適合するための設計(基本設計方針及び要目表)に従い実施する工事の手順と、それら設計や工事の手順に従い工事が行われたことを確認する使用前事業者検査の方法を以下に示す。</p> <p>これらの工事の手順及び使用前事業者検査の方法は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に定めたプロセス等に基づいたものとする。</p> <p>1. 工事の手順</p> <p>1.1 工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事における工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図1に示す。</p> <p>1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図2に示す。</p> <p>1.3 燃料体に係る工事の手順と使用前事業者検査</p> <p>燃料体に係る工事の手順を使用前事業者検査との関係を含め図3に示す。</p> <p>2. 使用前事業者検査の方法</p> <p>構造、強度及び漏えいを確認するために十分な方法、機能及び性能を確認するために十分な方法、その他設置又は変更の工事がその設計及び工事の計画に従って行われたものであることを確認するために十分な方法により、使用前事業者検査を図1、図2及び図3のフローに基づき実施する。使用前事業者検査は「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、抽出されたものの検査を実施する。</p> <p>また、使用前事業者検査は、検査の時期、対象、方法、検査体制に加えて、検査の内容と重要度に応じて、立会、抜取り立会、記録確認のいずれかとするを要領書等で定め実施する。</p> | <p>変更なし</p> |

変更前

変更後

2.1 構造、強度又は漏えいに係る検査

2.1.1 構造、強度又は漏えいに係る検査

構造、強度又は漏えいに係る検査ができるようになったとき、表1に示す検査を実施する。

表1 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体を除く。）^(注1)

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|---|-------------------------|--|
| 「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセスにより、当該工事における構造、強度又は漏えいに係る確認事項として次に掲げる項目の中から抽出されたもの。 ・材料検査 ・寸法検査 ・外観検査 ・組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査） ・状態確認検査 ・耐圧検査 ・漏えい検査 ・原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査 ・建物・構築物の構造を確認する検査 | 材料検査 | 使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。 |
| | 寸法検査 | 主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。 |
| | 外観検査 | 有害な欠陥がないことを確認する。 |
| | 組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査） | 組立て状態並びに据付け位置及び状態が工事計画のとおりであることを確認する。 |
| | 状態確認検査 | 評価条件、手順等が工事計画のとおりであることを確認する。 |
| | | 設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。 設工認に記載されている主要寸法の計測値が、許容寸法を満足すること。 健全性に及ぼす有害な欠陥がないこと。 設工認のとおり組立て、据付けされていること。 設工認のとおりであること。 |

変更なし

変更前

変更後

表 1 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体を除く。）^(注1)

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|-----------------------------|---|---------------------|
| ^(注2) 耐圧検査 | 技術基準の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを確認する。耐圧検査が構造上困難な部位については、技術基準の規定に基づく非破壊検査等により確認する。 | 検査圧力に耐え、かつ、異常のないこと。 |
| ^(注2) 漏えい検査 | 耐圧検査終了後、技術基準の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を確認する。なお、漏えい検査が構造上困難な部位については、技術基準の規定に基づく非破壊検査等により確認する。 | 著しい漏えいのないこと。 |
| 原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査 | 地盤の地質状況が、原子炉格納施設の基盤として十分な強度を有することを確認する。 | 設工認のとおりであること。 |
| 建物・構築物の構造を確認する検査 | 主要寸法、組立方法、据付位置及び据付状態等が工事計画のとおり製作され、組み立てられていることを確認する。 | 設工認のとおりであること。 |

変更なし

^(注1) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

^(注2) 耐圧検査及び漏えい検査の方法について、表1によらない場合は、基本設計方針の共通項目として定めた「耐圧試験等」の方針によるものとする。

| 変更前 | 変更後 |
|---|---|
| <p>2.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る検査</p> <p>主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査は、技術基準第 17 条第 15 号、第 31 条、第 48 条第 1 項及び第 55 条第 7 号、並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「技術基準解釈」という。）に適合するよう、以下の(1)及び(2)の工程ごとに検査を実施する。</p> <p>(1) あらかじめ確認する事項</p> <p>次の①及び②については、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に、「日本機械学会 発電用原子力設備規格 溶接規格(JSME S NB1-2007)」(以下「溶接規格」という。)第 2 部 溶接施工法認証標準及び第 3 部 溶接士技能認証標準に従い、表 2-1、表 2-2 に示す検査を行う。その際、以下のいずれかに該当する特殊な溶接方法は、その確認事項の条件及び方法の範囲内で①溶接施工法に関することを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 12 年 6 月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）第 2 条に基づき、通商産業大臣の認可を受けた特殊な溶接方法 ・平成 12 年 7 月以降に、一般社団法人日本溶接協会又は一般財団法人発電設備技術検査協会による確性試験により適合性確認を受けた特殊な溶接方法 <p>① 溶接施工法に関すること</p> <p>② 溶接士の技能に関すること</p> <p>なお、①又は②について、既に、以下のいずれかにより適合性が確認されているものは、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に表 2-1、表 2-2 に示す検査は要さないものとする。</p> <p>① 溶接施工法に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 12 年 6 月 30 日以前に電気事業法（昭和 39 年法律第 170 号）に基づき国の認可証又は合格証を取得した溶接施工法 ・平成 12 年 7 月 1 日から平成 25 年 7 月 7 日に、電気事業法に基づく溶接事業者検査において、各設置者が技術基準への適合性を確認した溶接施工法 | <p style="text-align: center;">変更なし</p> |

| 変更前 | 変更後 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・平成 25 年 7 月 8 日以降、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）に基づき、各設置者が技術基準への適合性を確認した溶接施工法 ・前述と同等の溶接施工法として、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）における他の施設にて、認可を受けたもの、溶接安全管理検査、使用前事業者検査等で溶接施工法の確認を受けたもの又は客観性を有する方法により確認試験が行われ判定基準に適合しているもの。ここで、他の施設とは、加工施設、試験研究用等原子炉施設、使用済燃料貯蔵施設、再処理施設、特定第一種廃棄物埋設施設、特定廃棄物管理施設をいう。 <p>② 溶接士の技能に関すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶接規格第 3 部 溶接士技能認証標準によって認定されたものと同等と認められるものとして、技術基準解釈別記-5 に示されている溶接士が溶接を行う場合 ・溶接規格第 3 部 溶接士技能認証標準に適合する溶接士が、技術基準解釈別記-5 の有効期間内に溶接を行う場合 | <p style="text-align: center;">変更なし</p> |

| 変更前 | | 変更後 |
|---------------------------|---|------|
| 表 2-1 あらかじめ確認すべき事項（溶接施工法） | | |
| 検査項目 | 検査方法及び判定基準 | |
| 溶接施工法の内容確認 | 計画している溶接施工法の内容が、技術基準に適合する方法であることを確認する。 | |
| 材料確認 | 試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。 | |
| 開先確認 | 試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。 | |
| 溶接作業中確認 | 溶接施工法及び溶接設備等が計画どおりのものであり、溶接条件等が溶接検査計画書のとおり実施されることを確認する。 | |
| 外観確認 | 試験材について、目視により外観が良好であることを確認する。 | |
| 溶接後熱処理確認 | 溶接後熱処理の方法等が技術基準に基づき計画した内容に適合していることを確認する。 | 変更なし |
| 浸透探傷試験確認 | 技術基準に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面における開口した欠陥の有無を確認する。 | |
| 機械試験確認 | 溶接部の強度、延性及び靱性等の機械的性質を確認するため、継手引張試験、曲げ試験及び衝撃試験により溶接部の健全性を確認する。 | |
| 断面検査確認 | 管と管板の取付け溶接部の断面について、技術基準に適合する方法により目視検査及びのど厚測定により確認する。 | |
| (判定) ^(注) | 以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接施工法は技術基準に適合するものとする。 | |
| (注) () 内は検査項目ではない。 | | |

| 変更前 | | 変更後 |
|--------------------------|--|------|
| 表 2-2 あらかじめ確認すべき事項 (溶接士) | | |
| 検査項目 | 検査方法及び判定基準 | |
| 溶接士の試験内容の確認 | 検査を受けようとする溶接士の氏名、溶接訓練歴等、及びその者が行う溶接施工法の範囲を確認する。 | |
| 材料確認 | 試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。 | |
| 開先確認 | 試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。 | |
| 溶接作業中確認 | 溶接士及びその溶接士が行う溶接作業が溶接検査計画書のとおりであり、溶接条件が溶接検査計画書のとおり実施されることを確認する。 | |
| 外観確認 | 目視により外観が良好であることを確認する。 | |
| 浸透探傷試験確認 | 技術基準に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面に開口した欠陥の有無を確認する。 | 変更なし |
| 機械試験確認 | 曲げ試験を行い、欠陥の有無を確認する。 | |
| 断面検査確認 | 管と管板の取付け溶接部の断面について、技術基準に適合する方法により目視検査及びのど厚測定により確認する。 | |
| (判定) ^(注) | 以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接士は技術基準に適合する技能を持った者とする。 | |
| (注) () 内は検査項目ではない。 | | |

| 変更前 | 変更後 |
|---|---|
| <p>(2) 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項</p> <p>発電用原子炉施設のうち技術基準第 17 条第 15 号、第 31 条、第 48 条第 1 項及び第 55 条第 7 号の主要な耐圧部の溶接部について、表 3-1 に示す検査を行う。</p> <p>また、以下の①又は②に限り、原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器に対してテンパービード溶接を適用することができ、この場合、テンパービード溶接方法を含む溶接施工法の溶接部については、表 3-1 に加えて表 3-2 に示す検査を実施する。</p> <p>① 平成 19 年 12 月 5 日以前に電気事業法に基づき実施された検査において溶接後熱処理が不要として適合性が確認された溶接施工法</p> <p>② 以下の規定に基づく溶接施工法確認試験において、溶接後熱処理が不要として適合性が確認された溶接施工法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 12 年 6 月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）第 2 条に基づき、通商産業大臣の許可を受けた特殊な溶接方法 ・平成 12 年 7 月以降に、一般社団法人日本溶接協会又は一般財団法人発電設備技術検査協会による確性試験による適合性確認を受けた特殊な溶接方法 | <p style="text-align: center;">変更なし</p> |

| 変更前 | | 変更後 |
|---|--|------|
| 表 3-1 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 | | |
| 検査項目 | 検査方法及び判定基準 | |
| 適用する溶接施工法、溶接士の確認 | 適用する溶接施工法、溶接士について、表 2-1 及び表 2-2 に示す適合確認がなされていることを確認する。 | |
| 材料検査 | 溶接に使用する材料が技術基準に適合するものであることを確認する。 | |
| 開先検査 | 開先形状、開先面の清浄及び継手面の食違い等が技術基準に適合するものであることを確認する。 | |
| 溶接作業検査 | あらかじめの確認において、技術基準に適合していることが確認された溶接施工法及び溶接士により溶接施工しているかを確認する。 | |
| 熱処理検査 | 溶接後熱処理の方法、熱処理設備の種類及び容量が、技術基準に適合するものであること、また、あらかじめの確認において技術基準に適合していることを確認した溶接施工法の範囲により実施しているかを確認する。 | |
| 非破壊検査 | 溶接部について非破壊試験を行い、その試験方法及び結果が技術基準に適合するものであることを確認する。 | 変更なし |
| 機械検査 | 溶接部について機械試験を行い、当該溶接部の機械的性質が技術基準に適合するものであることを確認する。 | |
| 耐圧検査 ^(注1) | 規定圧力で耐圧試験を行い、これに耐え、かつ、漏えいがないことを確認する。規定圧力で行うことが著しく困難な場合は、可能な限り高い圧力で試験を実施し、耐圧試験の代替として非破壊試験を実施する。 (外観の状況確認) 溶接部の形状、外観及び寸法が技術基準に適合することを確認する。 | |
| (適合確認) ^(注2) | 以上の全ての工程において、技術基準に適合していることが確認された場合、当該溶接部は技術基準に適合するものとする。 | |
| <p>(注 1) 耐圧検査の方法について、表 3-1 によらない場合は、基本設計方針の共通項目として定めた「材料及び構造等」の方針によるものとする。</p> <p>(注 2) () 内は検査項目ではない。</p> | | |

| 変更前 | | | | | | 変更後 |
|--|---|--------|----------|--------|-----------|------|
| <p>表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p> | | | | | | |
| 検査項目 | 検査方法及び判定基準 | 同種材の溶接 | クラッド材の溶接 | 異種材の溶接 | バタリング材の溶接 | |
| 材料検査 | 1. 中性子照射 10^{19}nvt 以上受ける設備を溶接する場合に使用する溶接材料の銅含有量は、0.10%以下であることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | 2. 溶接材料の表面は、錆、油脂付着及び汚れ等がないことを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| 開先検査 | 1. 当該施工部位は、溶接規格に規定する溶接後熱処理が困難な部位であることを図面等で確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | 2. 当該施工部位は、過去に当該溶接施工法と同一又は類似の溶接後熱処理が不要な溶接方法を適用した経歴を有していないことを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | 3. 溶接を行う機器の面は、浸透探傷試験又は磁粉探傷試験を行い、これに合格することを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | 4. 溶接深さは、母材の厚さの2分の1以下であること。 | 適用 | — | 適用 | — | |
| | 5. 個々の溶接部の面積は 650cm^2 以下であることを確認する。 | 適用 | — | 適用 | — | |
| | 6. 適用する溶接施工法に、クラッド材の溶接開先底部とフェライト系母材との距離が規定されている場合は、その寸法が規定を満足していることを確認する。 | — | 適用 | — | — | |
| | 7. 適用する溶接施工法に、溶接開先部がフェライト系母材側へまたがって設けられ、そのまたがりの距離が規定されている場合は、その寸法が規定を満足していることを確認する。 | — | — | 適用 | — | |
| | | | | | | 変更なし |

| 変更前 | | | | | | 変更後 |
|--|--|--------|----------|--------|-----------|------|
| <p style="text-align: center;">表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p> | | | | | | |
| 検査項目 | 検査方法及び判定基準 | 同種材の溶接 | クラッド材の溶接 | 異種材の溶接 | バタリング材の溶接 | |
| 溶接作業検査 | 自動ティグ溶接を適用する場合は、次によることを確認する。 | | | | | |
| | 1. 自動ティグ溶接は、溶加材を通電加熱しない方法であることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | 2. 溶接は、適用する溶接施工法に規定された方法に適合することを確認する。 | | | | | |
| | ①各層の溶接入熱が当該施工法に規定する範囲内で施工されていることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | ②2層目端部の溶接は、1層目溶接端の母材熱影響部(1層目溶接による粗粒化域)が適切なテンパー効果を受けるよう、1層目溶接端と2層目溶接端の距離が1mmから5mmの範囲であることを確認する。 | 適用 | — | 適用 | — | |
| | ③予熱を行う溶接施工法の場合は、当該施工法に規定された予熱範囲及び予熱温度を満足していることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | ④当該施工法にパス間温度が規定されている場合は、温度制限を満足していることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| ⑤当該施工法に、溶接を中断する場合及び溶接終了時の温度保持範囲と保持時間が規定されている場合は、その規定を満足していることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | | |
| ⑥余盛り溶接は、1層以上行われていることを確認する。 | 適用 | — | 適用 | — | | |
| ⑦溶接後の温度保持終了後、最終層ビードの除去及び溶接部が平滑となるよう仕上げ加工されていることを確認する。 | 適用 | — | 適用 | — | | |
| | | | | | | 変更なし |

| 変更前 | | | | | | 変更後 |
|---|---|--------|----------|--------|-----------|------|
| <p align="center">表 3-2 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項 (テンパービード溶接を適用する場合)</p> | | | | | | |
| 検査項目 | 検査方法及び判定基準 | 同種材の溶接 | クラッド材の溶接 | 異種材の溶接 | バタリング材の溶接 | |
| 非破壊検査 | 溶接部の非破壊検査は、次によることを確認する。 | | | | | |
| | 1. 1層目の溶接終了後、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。 | 適用 | — | — | — | |
| | 2. 溶接終了後の試験は、次によることを確認する。 | | | | | |
| | ①溶接終了後の非破壊試験は、室温状態で48時間以上経過した後に実施していることを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | ②予熱を行った場合はその領域を含み、溶接部は磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | |
| | ③超音波探傷試験を行い、これに合格することを確認する。 | — | 適用 | 適用 | — | |
| ④超音波探傷試験又は2層目以降の各層の磁粉探傷試験若しくは浸透探傷試験を行い、これに合格することを確認する。 | 適用 | — | — | — | | |
| ⑤放射線透過試験又は超音波探傷試験を行い、これに合格することを確認する。 | — | — | — | 適用 | | |
| 3. 温度管理のために取り付けた熱電対がある場合は、機械的方法で除去し、除去した面に欠陥がないことを確認する。 | 適用 | 適用 | 適用 | 適用 | | |
| | | | | | | 変更なし |

| 変更前 | 変更後 |
|--|---|
| <p>2.1.3 燃料体に係る検査</p> <p>燃料体については、以下(1)～(3)の加工の工程ごとに表 4 に示す検査を実施する。なお、燃料体を発電用原子炉に受け入れた後は、原子炉本体として機能又は性能に係る検査を実施する。</p> <p>(1) 燃料材、燃料被覆材その他の部品については、組成、構造又は強度に係る試験をすることができる状態になった時</p> <p>(2) 燃料要素の加工が完了した時</p> <p>(3) 加工が完了した時</p> <p>また、燃料体については構造、強度又は漏えいに係る検査を実施することにより、技術基準への適合性が確認できることから、構造、強度又は漏えいに係る検査の実施をもって工事の完了とする。</p> | <p style="text-align: center;">変更なし</p> |

変更前

変更後

表 4 構造、強度又は漏えいに係る検査（燃料体）^(注)

| 検査項目 | 検査方法 | | 判定基準 |
|--|-----------|---|--------------------------------|
| (1) 燃料材、燃料被覆材その他の部品の化学成分の分析結果の確認その他これらの部品の組成、構造又は強度に係る検査 | 材料検査 | 使用されている材料の化学成分、機械的強度等が工事計画のとおりであることを確認する。 | 設工認のとおりであること、技術基準に適合するものであること。 |
| | 寸法検査 | 主要寸法が工事計画のとおりであり、許容寸法内であることを確認する。 | |
| (2) 燃料要素に係る次の検査 一 寸法検査 二 外観検査 三 表面汚染密度検査 四 溶接部の非破壊検査 五 圧力検査 六 漏えい検査（この表の(3)三に掲げる検査が行われる場合を除く。） | 外観検査 | 有害な欠陥等がないことを確認する。 | |
| | 表面汚染密度検査 | 表面に付着している核燃料物質の量が技術基準の規定を満足することを確認する。 | |
| | 溶接部の非破壊検査 | 溶接部の健全性を非破壊検査等により確認する。 | |
| | 漏えい検査 | 漏えい試験における漏えい量が、技術基準の規定を満足することを確認する。 | |
| | 圧力検査 | 初期圧力が工事計画のとおりであり、許容値内であることを確認する。 | |
| | 質量検査 | 燃料集合体の総質量が工事計画のとおりであり、許容値内であることを確認する。 | |
| (3) 組み立てられた燃料体に係る次の検査 一 寸法検査 二 外観検査 三 漏えい検査（この表の(2)六に掲げる検査が行われる場合を除く。） 四 質量検査 | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

変更なし

(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

変更前

変更後

2.2 機能又は性能に係る検査

機能又は性能を確認するため、以下のとおり検査を行う。

但し、表 1 の表中に示す検査により機能又は性能を確認できる場合は、表 5、表 6 又は表 7 の表中に示す検査を表 1 の表中に示す検査に替えて実施する。

また、改造、修理又は取替の工事であって、燃料体を挿入できる段階又は臨界反応操作を開始できる段階と工事完了時が同じ時期の場合、工事完了時として実施することができる。

構造、強度又は漏えいを確認する検査と機能又は性能を確認する検査の内容が同じ場合は、構造、強度又は漏えいを確認する検査の記録確認をもって、機能又は性能を確認する検査とすることができる。

2.2.1 燃料体を挿入できる段階の検査

発電用原子炉に燃料体を挿入することができる状態になったとき表 5 に示す検査を実施する。

表 5 燃料体を挿入できる段階の検査^(注)

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|---|---|--|
| 発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉に燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査 | 発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る機能又は性能を試運転等により確認するほか、発電用原子炉施設の安全性確保の観点から、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において必要な工学的安全施設、安全設備等の機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。 | 原子炉に燃料体を挿入するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。 |

(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

変更なし

変更前

変更後

2.2.2 臨界反応操作を開始できる段階の検査

発電用原子炉の臨界反応操作を開始することができる状態になったとき、表6に示す検査を実施する。

表6 臨界反応操作を開始できる段階の検査^(注)

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|---|--|---|
| 発電用原子炉が臨界に達する時に必要なものを確認する検査及び工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ実施できない検査 | 発電用原子炉の出力を上げるにあたり、発電用原子炉に燃料体を挿入した状態での確認項目として、燃料体の炉内配置及び原子炉の核的特性等を確認する。また、工程上発電用原子炉が臨界に達する前でなければ機能又は性能を確認できない設備について、機能又は性能を当該各系統の試運転等により確認する。 | 原子炉の臨界反応操作を開始するにあたり、確認が必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。 |

(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

変更なし

2.2.3 工事完了時の検査

全ての工事が完了したとき、表7に示す検査を実施する。

表7 工事完了時の検査^(注)

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|--|---|---|
| 発電用原子炉の出力運転時における発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する検査、その他工事の完了を確認するために必要な検査 | 工事の完了を確認するために、発電用原子炉で発生した蒸気を用いる施設の試運転等により、当該各系統の機能又は性能の最終的な確認を行う。 発電用原子炉の出力を上げた状態における確認項目として、プラント全体での最終的な試運転により発電用原子炉施設の総合的な性能を確認する。 | 当該原子炉施設の供用を開始するにあたり、原子炉施設の安全性を確保するために必要な範囲について、設工認のとおりであり、技術基準に適合するものであること。 |

(注) 基本設計方針のうち適合性確認対象に対して実施可能な検査を含む。

変更前

変更後

2.3 基本設計方針検査

基本設計方針のうち「構造、強度又は漏えいに係る検査」及び「機能又は性能に係る検査」では確認できない事項について、表 8 に示す検査を実施する。

表 8 基本設計方針検査

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|----------|---|--------------------|
| 基本設計方針検査 | 基本設計方針のうち表 1、表 4、表 5、表 6、表 7 では確認できない事項について、基本設計方針に従い工事が実施されたことを工事中又は工事完了時における適切な段階で確認する。 | 「基本設計方針」のとおりであること。 |

2.4 品質マネジメントシステムに係る検査

実施した工事が、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載したプロセス、「1. 工事の手順」並びに「2. 使用前事業者検査の方法」のとおり行われていることの実施状況を確認するとともに、使用前事業者検査で記録確認の対象となる工事の段階で作成される製造メーカー等の記録の信頼性を確保するため、表 9 に示す検査を実施する。

変更なし

表 9 品質マネジメントシステムに係る検査

| 検査項目 | 検査方法 | 判定基準 |
|-------------------|--|---|
| 品質マネジメントシステムに係る検査 | 工事が設工認の「工事の方法」及び「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に示すプロセスのとおり実施していることを品質記録や聞取り等により確認する。この確認には、検査における記録の信頼性確認として、基となる記録採取の管理方法の確認やその管理方法の遵守状況の確認を含む。 | 設工認で示す「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」及び「工事の方法」のとおりに行事管理が行われていること。 |

| 変更前 | 変更後 |
|--|-------------|
| <p>3. 工事上の留意事項</p> <p>3.1 設置又は変更の工事に係る工事上の留意事項</p> <p>発電用原子炉施設の設置又は変更の工事並びに主要な耐圧部の溶接部における工事の実施にあたっては、発電用原子炉施設保安規定を遵守するとともに、従事者及び公衆の安全確保や既設の安全上重要な機器等への悪影響防止等の観点から、以下に留意し工事を進める。なお、工事の手順と使用前事業者検査との関係については、図1、図2及び図3に示す。</p> <p>a. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、周辺資機材、他の発電用原子炉施設及び環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。</p> <p>b. 工事にあたっては、既設の安全上重要な機器等へ悪影響を与えないよう、現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、作業に潜在する危険性又は有害性や工事用資機材から想定される影響を確認するとともに、隔離、火災防護、溢水防護、異物侵入防止対策、作業管理等の必要な措置を講じる。</p> <p>c. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。</p> <p>d. プラントの状況に応じて、検査・試験、試運転等の各段階における工程を管理する。</p> <p>e. 設置又は変更の工事をを行う発電用原子炉施設の機器等について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう製造から供用開始までの間、管理する。</p> <p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p> <p>g. 現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、放射線業務従事者に対して防護具の着用や作業時間管理等適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。また、公衆の放射線防護のため、気体及び液体廃棄物の放出管理については、周辺監視区域外の空気中・水中の放射性物質濃度が「核原料物質又は核燃料物質の精錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定める値を超えないようにするとともに、放出管理目標値を超えないように努める。</p> <p>h. 修理の方法は、基本的に「図1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体を除く。）」の手順により行うこととし、機器等の全部又は一部に</p> | <p>変更なし</p> |

| 変更前 | 変更後 |
|--|-------------|
| <p>ついて、撤去、切断、切削又は取外しを行い、据付、溶接又は取付け、若しくは同等の方法により、同等仕様又は性能・強度が改善されたものに取り替を行う等、機器等の機能維持又は回復を行う。また、機器等の一部撤去、一部撤去の既設端部について閉止板の取付け、蒸気発生器、熱交換器又は冷却器の伝熱管への閉止栓取付け若しくは同等の方法により適切な処置を実施する。</p> <p>i. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。</p> <p>3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項</p> <p>燃料体の加工に係る工事の実施にあたっては、以下に留意し工事を進める。</p> <p>a. 工事対象設備について、周辺資機材、他の加工施設及び環境条件から波及的影響を受けないよう、隔離等の必要な措置を講じる。</p> <p>b. 工事を行うことにより、他の供用中の加工施設が有する安全機能に影響を与えないよう、隔離等の必要な措置を講じる。</p> <p>c. 工事対象設備について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。</p> <p>d. 加工施設の状況に応じて、検査・試験等の各段階における工程を管理する。</p> <p>e. 工事対象設備について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう維持する。</p> <p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p> <p>g. 放射線業務従事者に対する適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。</p> | <p>変更なし</p> |

変更前

変更後

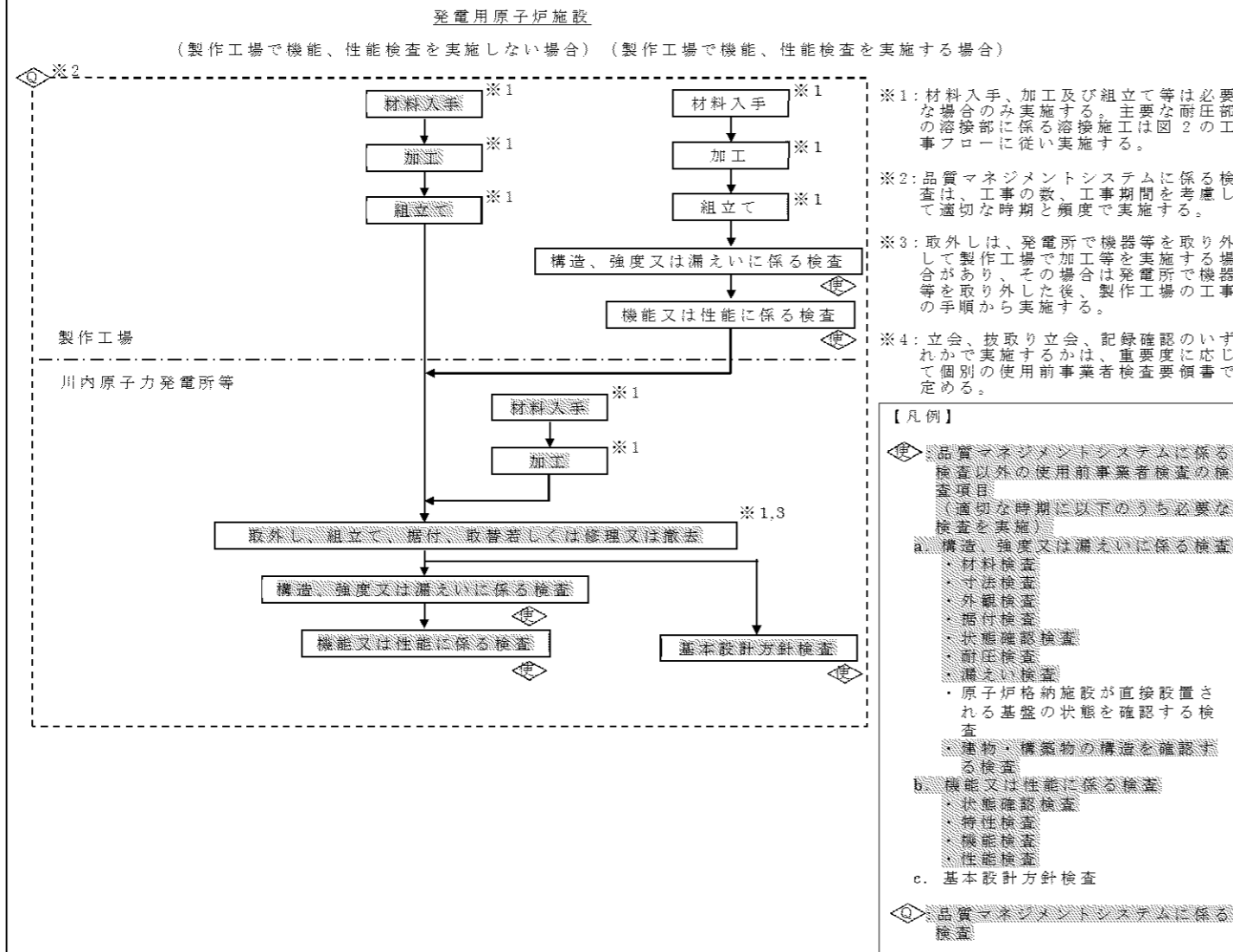


図1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー (燃料体を除く。)

変更なし

変更前

変更後

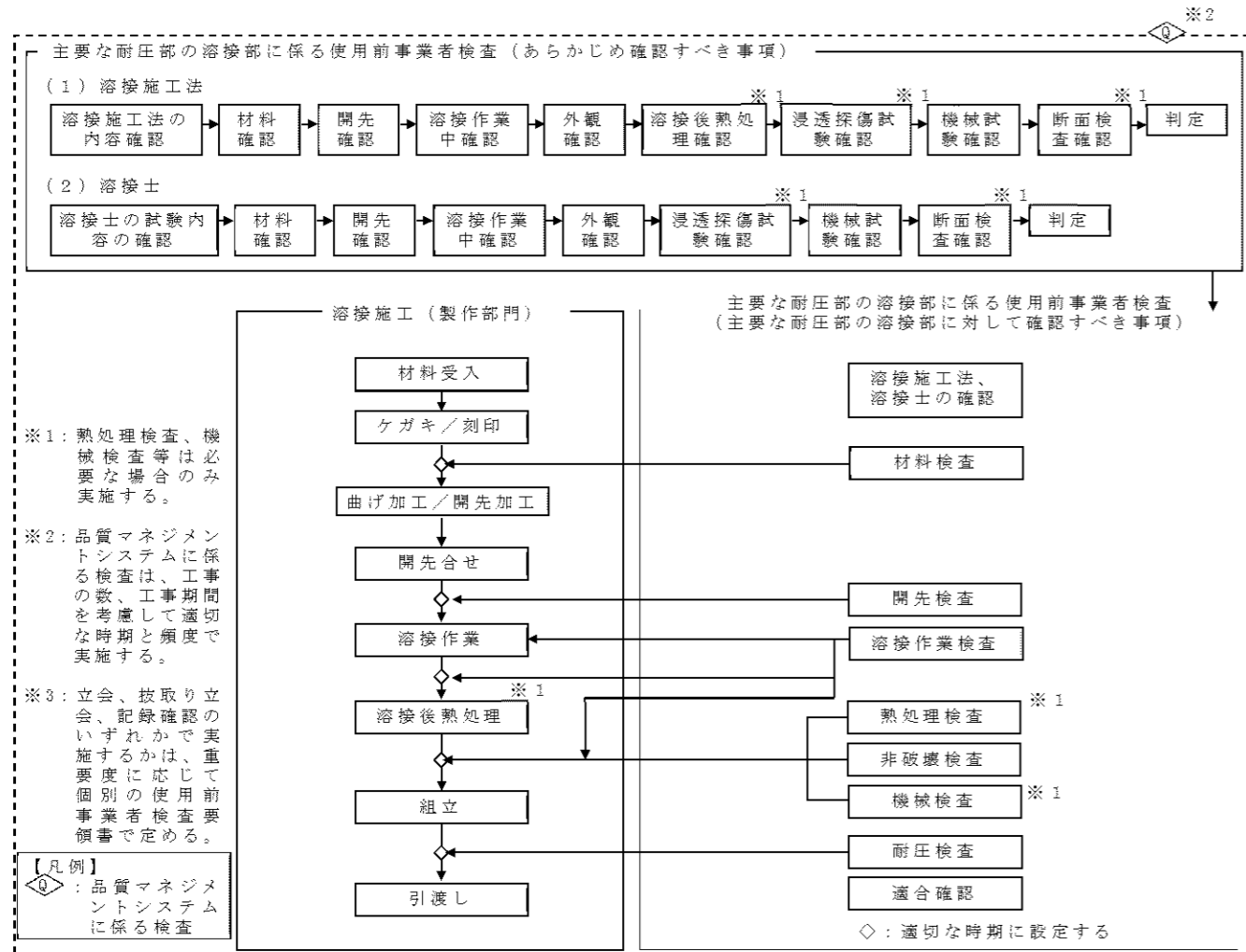


図2 主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査のフロー

変更なし

変更前

変更後

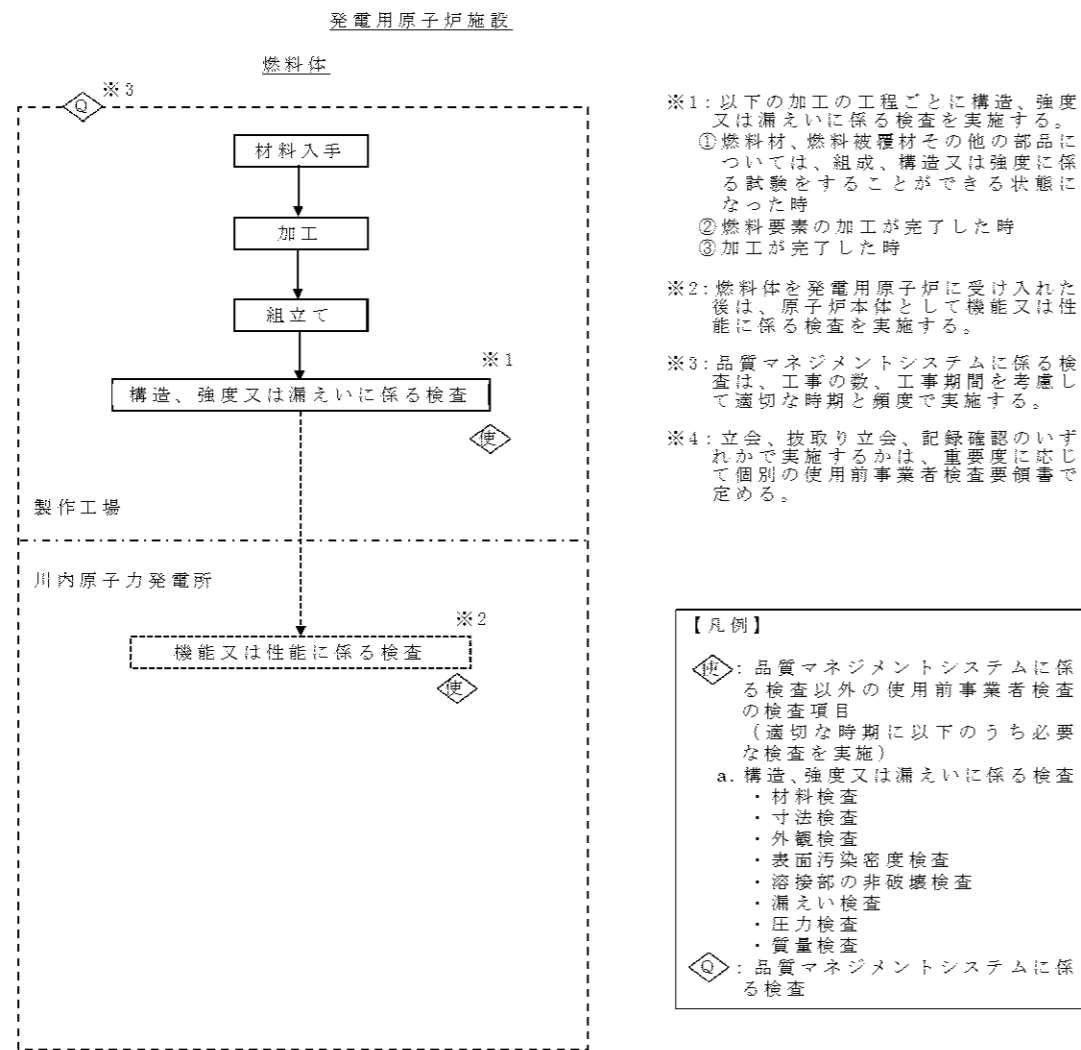


図3 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体）

変更なし

本設工認申請の概要及び緊急時対策所に関連する設備等に係る
設工認手続きの取扱いについて

1. 概 要

川内原子力発電所の緊急時対策所については、現在運用中の代替緊急時対策所にて「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）への適合性を確保しているものの、新たに設置する緊急時対策棟内にその機能を移行する計画としており、平成29年2月8日付け原規規発第1702082号をもって発電用原子炉設置変更許可を受領している。

当該変更のうち、緊急時対策所機能について、現在運用中の代替緊急時対策所から緊急時対策棟（指揮所）内の緊急時対策所（指揮所）への移行については、令和元年6月3日付け原規規発第1906035号をもって設計及び工事計画認可（以下「指揮所工認」という。）を受領している。

本設計及び工事の計画では、緊急時対策所の運用性を向上させることを目的として、緊急時対策所（指揮所）と代替緊急時対策所を一体運用するため、緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更する計画としている。

具体的には、代替緊急時対策所を要員の休憩室とする。また、本部・執務エリア、ミーティングエリア及び多目的エリアが施設されている緊急時対策棟（指揮所）と休憩室が施設されている緊急時対策棟（休憩所）を接続する緊急時対策棟（連絡通路）を新たに設置し、気密性・遮蔽性の観点からも、緊急時対策所（緊急時対策棟内）として一体運用することを計画している。

また、本変更に伴う工事として、休憩所への通信連絡設備の設置、緊急時対策所エリアモニタの取付箇所について休憩所を追加、緊急時対策所遮蔽の指揮所部の遮蔽体の撤去、換気設備配管の延伸、火災区域・火災区画の変更等を実施する。

本資料では、上記設工認のうち、今回の申請である緊急時対策棟接続工事に係る設工認にて新設、改造等を行う設備の整理を表1に、各設工認における緊急時対策所に関連する設備等の変遷について表2に示す。

また、接続工事後の設備の設置場所、保管場所の概要図を図1に示す。

[表 1 及び表 2 中の略語]

- ・代緊所 : 代替緊急時対策所
- ・緊対所(指揮所) : 緊急時対策所(指揮所)
- ・緊対所(棟内) : 緊急時対策所(緊急時対策棟内)
- ・緊対棟 : 緊急時対策棟
- ・既工認① : 新規制基準適合性確認工認
- ・既工認② : 緊急時対策所(指揮所)設置工事工認
- ・既工認③ : 別表改正に係る工事計画に関する書類の提出^{*3}
(緊急時対策所に関連するところでは火災防護設備が該当)

*1 平成 27 年 3 月 18 日付原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画

*2 令和元年 6 月 3 日付け原規規発第 1906035 号にて認可された工事計画

*3 川内原子力発電所第 1 号機の平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画について、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の一部を改正する規則(平成 28 年 8 月 10 日原子力規制委員会規則第 8 号)の附則第 4 条に基づき提出した書類

2. 緊急時対策棟接続工事に係る設工認にて新設、改造等を行う設備について

緊急時対策棟接続工事に係る設工認において新設、改造等を行う設備及びその変更内容について表1に示す。

表1 緊急時対策棟接続工事に係る設工認において新設、改造等を行う設備及びその変更内容について

| 施設区分 | 設備区分 | 設備名称 | 変更内容 | |
|-------------|--------------------------|--|---|---|
| 系計統測 施制御 | 基本設計方針 対象設備 | 電力保安通信用電話設備 | 既工認①で代緊所に設置し、既工認②で廃止していた電力保安通信用電話設備を緊急時対策棟(休憩所)で再登録 | |
| | | 運転指令設備 | 既工認①で代緊所に設置し、既工認②で廃止していた運転指令設備を緊急時対策棟(休憩所)で再登録 | |
| 放射線管理 施設 | 放射線管理用 計測装置 | 緊急時対策所エリアモニタ | 2台中1台の取付箇所を緊急時対策所(緊急時対策棟内)のEL.25.3mからEL.25.2mに変更 | |
| | 換気設備(主 配管) | 緊急時対策所非常用空気浄化ライン緊急時対策棟(指揮所)出口取合点～緊急時対策棟(休憩所) | 既工認②で設置した主配管を緊急時対策棟(休憩所)に延伸(一部既工認①で施設し、廃止した主配管の再登録) | |
| | | 緊急時対策所加圧ライン緊急時対策棟(指揮所)出口取合点～流量調整弁(休憩所) | 既工認②で設置した主配管を緊急時対策棟(休憩所)に延伸 | |
| | 生体遮蔽装置 | 緊急時対策所遮蔽(緊急時対策所 (緊急時対策棟内)) | 指揮所 | 既工認②で設置した遮蔽体を撤去 |
| 連絡通路 | | | 緊急時対策棟(連絡通路)を設置し遮蔽として登録 | |
| 火災防 護設備 | 火災区域構造 物及び火災区 画構造物 | 緊急時対策棟※ | 通路(1階3及び連絡通路) | 既工認②において設定した火災区画を拡張し、名称を変更 |
| | | | 休憩所 | 火災区域「休憩所」を火災区画「休憩所」に変更 |
| | | 火災感知器 | 火災区画「通路(1階3及び連絡通路)」に新設 既工認①で代緊所に設置し、既工認②で廃止していた火災感知器を緊急時対策棟(休憩所)で再登録 | |
| | 基本設計方針 対象設備 | 火災受信機盤 | 緊急時対策棟(休憩所)の火災感知器は、既工認②で設置した火災受信機盤に接続し、既工認①で設置した緊急時対策棟(休憩所)の火災受信機盤を撤去 | |
| 緊急時対策所 | 緊急時対策所機能 | 緊急時対策所(緊急時対策棟内) | 既工認①で設置した代緊所と既工認②で設置した緊対所(指揮所)を接続する緊急時対策棟(連絡通路)を新たに設置し、緊対所(指揮所)を緊対所(棟内)として一体運用する(既工認①で設置し、既工認②で廃止した代緊所を緊急時対策棟(休憩所)として再登録し、緊対所(棟内)のうち休憩室として運用する) | |
| 施設共通 | 基本設計方針 対象設備 | 安全避難通路 | 連絡通路 | 緊急時対策棟(連絡通路)に安全避難通路、非常灯及び誘導灯を新設 |
| | | 非常灯 | | |
| | | 誘導灯 | 休憩所 | 既工認①で代緊所に設置し、既工認②で廃止していた安全避難通路、非常灯及び誘導灯を緊急時対策棟(休憩所)で再登録 |

※既工認①の火災区域「代替緊急時対策所」及び既工認②の「緊急時対策棟(指揮所)」を統合し、火災区域「緊急時対策棟」とする。

3. 各設工認申請における緊急時対策所に関連する設備等の変遷及び接続工事後の設備の設置場所、保管場所の概要について

各設工認申請における緊急時対策所に関連する設備等の変遷について表2に示す。また、接続工事後の設備の設置場所、保管場所の概要図を図1に示す。

表2 緊対所に関連する設備等に係る設工認申請手続き及び本申請での取扱い

(注) 接続工事完了後の最終的な設備名称、設置場所/保管場所を示す。ここでは、「指揮所棟」は緊急時対策棟（指揮所）、「休憩所棟」は緊急時対策棟（指揮所）、「連絡通路」は緊急時対策棟（連絡通路）のエリアを示す。

| 設備等 ^(注) | 設置場所 保管場所 ^(注) | 変更概要 | | | 本申請における取扱い |
|--|-----------------------------|--|---|--|---|
| | | 新規制基準適合性確認 上認（代緊所） | 緊急時対策所（指揮所） 設置工事 | 緊急時対策棟 接続工事 | |
| 計測制御施設 | | | | | |
| 原子炉補機冷却水サージタンク圧力（SA）【予備機】 | 指揮所棟 | 申請対象（新設） 保管場所：代緊所 | 申請対象（保管場所の変更） 保管場所：緊対棟（指揮所） | 申請対象外 保管場所名称の変更 保管場所：緊対棟 | 記載の適正化のみ |
| 格納容器再循環ユニット入口温度/出口温度（SA）【予備機】 | 指揮所棟 | 申請対象（新設） 保管場所：代緊所 | 申請対象（保管場所の変更） 保管場所：緊対棟（指揮所） | 申請対象外 保管場所名称の変更 保管場所：緊対棟 | 同上 |
| 中央制御室機能 | 中央制御室 | 申請対象（新規） 中制室の連絡及び連携先として緊対所を記載 連絡・連携先名称：代緊所 | 申請対象外 連絡・連携先の名称の変更 連絡・連携先名称：緊対所（指揮所） | 申請対象外 連絡・連携先の名称の変更 連絡・連携先名称：緊対所（棟内） | 同上 |
| [基本設計方針対象設備] 通信連絡設備 （緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）） | 中央制御室 | 申請対象（新設） 伝送先*：代緊所 *基本設計方針に記載 | 申請対象（伝送先の変更） 伝送先：緊対所*（指揮所） *基本設計方針に記載 | 一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 伝送先の名称の変更 伝送先*：緊対所（棟内） *基本設計方針に記載 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| [基本設計方針対象設備] 通信連絡設備 （SPDSデータ表示装置、衛星携帯電話設備、携帯型通話設備、総合原子力防災ネットワーク、電力保安通信電話設備、無線連絡設備、テレビ会議システム、加入電話設備、運転指令設備） | 休憩所 | 申請対象（新設） | 申請対象（廃止） | 申請対象（再登録） 電力保安通信電話設備、運転指令設備については、代緊所に設置していた設備を再登録し使用（47条（警報装置）の要求） | 適合性を説明。なお既工認の適合性から変更ないことから既工認①を讀込み |
| | 指揮所 | — | 申請対象（新設） 設置場所*：緊対棟（指揮所） 保管場所*：緊対棟（指揮所） *基本設計方針に記載 | 一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 設置・保管場所名称の変更 設置場所*：緊対棟 保管場所*：緊対棟 *基本設計方針に記載 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| | 連絡通路 | — | — | — | — |
| 放射線管理施設 | | | | | |
| 代緊所エリアモニタ | — | 申請対象（新設） | 申請対象（廃止） | — | — |
| 緊対所エリアモニタ | 指揮所棟 | — | 申請対象（新設）（2台） 保管場所：緊対棟（指揮所） 取付箇所：緊対所（指揮所）（EL. 25. 3m） 監視記録：緊対所（指揮所） | 申請対象（取付箇所の変更） 保管場所：緊対棟 取付箇所：緊対所（棟内）（EL. 25. 2, 25. 3m）（*） 監視記録：緊対所（棟内） 一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 保管場所/取付箇所/監視記録場所名称の変更 | 適合性を説明 また一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| モニタリングステーション | 屋外 | 申請対象（新設） 表示場所*：代緊所 *基本設計方針に記載 | 申請対象（表示場所の変更） 表示場所*：緊対所（指揮所） *基本設計方針に記載 | 申請対象外 表示場所名称の変更 表示場所*：緊対所（棟内） *基本設計方針に記載 | 記載の適正化のみ |
| モニタリングポスト | 屋外 | 申請対象（新設） 表示場所*：代緊所 *基本設計方針に記載 | 申請対象（表示場所の変更） 表示場所*：緊対所（指揮所） *基本設計方針に記載 | 申請対象外 表示場所名称の変更 表示場所*：緊対所（棟内） *基本設計方針に記載 | 同上 |
| 移動式周辺モニタリング設備 （可搬型モニタリングポスト、可搬型エリアモニタ、電離箱サーベイメータ、NaIシンチレーションサーベイメータ、GM汚染サーベイメータ、ZnSシンチレーションサーベイメータ、β線サーベイメータ） | 休憩所 | 申請対象（新設） 保管場所：代緊所 | 申請対象（廃止） | — | — |
| | 指揮所 | — | 申請対象（新設） 保管場所：緊対棟（指揮所） | 一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象（可搬型エリアモニタのみ*） 保管場所名称の変更 保管場所：緊対棟 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み *可搬型エリアモニタのみ緊対所の加圧操作判断に使用 |
| | 連絡通路 | — | — | — | — |
| 代緊所加圧設備 （ポンペ） | — | 申請対象（新設） | 申請対象（廃止） | — | — |
| 空気ポンペ（緊対所用） | 緊対棟屋外地下エリア（加圧設備） | — | 申請対象（新設） | 一体運用に係る基本設計方針の変更（使用用途の変更（供給先の容積が増加））として申請対象 | 使用用途変更に係る設定根拠については設定根拠説明書の別添に示す。 その他の既工認適合性については一体運用に伴う影響がないことから既工認②を讀込み |
| 換気設備主配管（代緊所） | 屋外/ 休憩所棟 | 申請対象（新設） | 申請対象（廃止） | —（下欄を除く配管） | 申請対象として適合性を説明 |
| | | | | 申請対象（再登録） [緊対所非常用空気浄化ライン緊対棟（指揮所）出口取合点～緊対棟（休憩所）]の範囲の一部については、既存の設備を再登録し使用 | |

| 設備等 ^(註) | 設置場所 保管場所 ^(注) | 変更概要 | | | 本申請における取扱い |
|---|-----------------------------------|---|---|--|---|
| | | 新規制基準適合性確認 工認（代緊所） | 緊急時対策所（指揮所） 設置工事 | 緊急時対策棟 接続工事 | |
| 換気設備主配管（指揮所） | 緊対棟屋外地下エリア（加圧設備）／加圧設備トレンチ／屋外／指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| 換気設備主配管（連絡通路） | 緊対棟（連絡通路）屋外／休憩所棟 | — | — | ▶申請対象（新設） | 適合性を説明 |
| 代緊所空気浄化ファン | — | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | — | — |
| 緊対所非常用空気浄化ファン | 指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） 設置床：緊対棟（指揮所） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（使用用途の変更（供給先の容積が増加）として申請対象） ▶設置床名称の変更 設置床：緊対棟 | 使用用途変更に係る設定根拠については設定根拠説明書の別添に示す。 その他の既工認適合性については一体運用に伴う影響がないことから既工認②を讀込み |
| 代緊所空気浄化フィルタユニット | — | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | — | — |
| 緊対所非常用空気浄化フィルタユニット | 指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） 設置場所：緊対棟（指揮所） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 ▶設置場所名称の変更 設置場所：緊対棟 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| 緊対所遮蔽 （ハロンボンベ（緊対棟（休憩所）用）保管エリア） | 屋外 | ▶申請対象（新設） （旧名：緊対所遮蔽（待機所）） | ▶申請対象外 （緊対所（指揮所）では使用しない） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 ▶名称変更 | 同上 |
| 緊対所遮蔽 （緊対所（棟内）） | 休憩所 | ▶申請対象（新設） （旧名：緊対所遮蔽（代緊所）） | ▶申請対象外 （緊対所（指揮所）では使用しない） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 ▶名称変更 ※仕様に変更のない範囲で拡張を実施 | 適合性を説明 また既工認適合性への影響がない範囲については既工認②を讀み込み |
| | 指揮所 | — | ▶申請対象（新設） （旧名：緊対所遮蔽（緊対所（指揮所））） | ▶申請対象（遮蔽体の撤去） ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 ▶名称変更 | |
| | 連絡通路 | — | — | ▶申請対象（新設） | |
| [基本設計方針対象設備] 可搬型気象観測装置 | 指揮所棟 | ▶申請対象（新設） 保管場所*：代緊所 監視場所*：代緊所 *基本設計方針に記載 | ▶申請対象（保管・監視場所の変更） 保管場所*：緊対棟（指揮所） 監視場所*：緊対所（指揮所） *基本設計方針に記載 | ▶申請対象外 ▶保管・監視場所名称の変更 保管場所*：緊対棟 監視場所*：緊対所（棟内） *基本設計方針に記載 | 記載の適正化のみ |
| [基本設計方針対象設備] 緊対所加圧設備安全弁 | 緊対棟屋外地下エリア（加圧設備） | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 既工認適合性への影響がない範囲については既工認②を讀み込み |
| 非常用電源設備 | | | | | |
| 代緊所用発電機 （内燃機関、励磁装置、保護継電装置、連結方法含む） | — | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | — | — |
| 緊対所用発電機車 （内燃機関、励磁装置、保護継電装置、連結方法含む） | 屋外 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| 代緊所用発電機冷却水ポンプ | — | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | — | — |
| 緊対所用発電機車 冷却水ポンプ | 発電機車機付 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| 代緊所用発電機 機燃料タンク | — | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | — | — |
| 緊対所用発電機車 燃料油サービスタンク | 発電機車機付 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性への影響がないことから既工認②を讀込み |
| 緊対所用発電機車用 給油ポンプ | 緊対棟屋外地下エリア（燃料設備） | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 同上 |
| 緊対所用発電機車用 燃料油貯蔵タンク | 緊対棟屋外地下エリア（燃料設備） | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更） | 同上 |
| 燃料設備主配管 | 緊対棟屋外地下エリア（燃料設備）／屋外 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の変更（設備位置づけの変更）として申請対象 | 同上 |
| [基本設計方針対象設備] 代替交流電源盤、100V分電盤、200V分電盤 | — | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | — | — |

| 設備等 ^(註) | 設置場所 保管場所 ^(注) | 変更概要 | | | 本申請における取扱い | |
|--|---|-------------------------------|---|---|--|---|
| | | 新規制基準適合性確認 工認（代緊所） | 緊急時対策所（指揮所） 設置工事 | 緊急時対策棟 接続工事 | | |
| [基本設計方針対象設備] 発電機車接続盤、緊急時棟 「クワッド」開閉装置、緊急時棟 力変圧器、緊急時棟「リセクタ」、 緊急時棟コントロールセンタ、緊急時棟 計装用電源装置電源切替 盤、緊急時棟計装用電源装 置、緊急時棟計装用分電盤、 緊急時棟指揮所内分電盤 | 指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認② を読み込み | |
| 火災防護設備 | | | | | | |
| 火災防護 区域及び 火災区画 構造物 | 緊急時棟 | 指揮所棟 休憩所棟 連絡通路 | ▶申請対象（新設） （旧名：代緊所） | ▶申請対象外 （緊急時棟（指揮所）では使用し ない） ▶申請対象（新設） （旧名：緊急時棟（指揮所）） | ▶申請対象 ▶接続工事に伴い休憩所、指揮所、 連絡通路を一体の火災区域とし て再設定 ▶連絡通路に火災区画を設定 | 適合性を説明 |
| | 緊急時棟屋外地下 エリア（燃料設備） | 緊急時棟屋外地下 エリア（燃料設備） | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認② を読み込み |
| | 緊急時棟屋外地下 エリア（燃料設 備トレンチ） | 緊急時棟屋外地下 エリア（燃料設 備トレンチ） | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 同上 |
| ハロンボンベ（ハロンボン ベ（緊急時棟（休憩所）用） | ハロンボンベ（緊急時棟 （休憩所）用）保管 エリア | — | ▶申請対象（新設）（注） （旧名：ハロンボンベ（代緊所 用）） 設置床：代緊所（待機所） | ▶申請対象外 （緊急時棟（指揮所）では使用し ない） ▶名称・設置床名称の変更 設置床：ハロンボンベ（緊急時棟（休憩 所）用）保管エリア | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認① ③を読み込み （注）要目表登録は既工認③ |
| ハロンボンベ（緊急時棟（指揮 所及び連絡通路）用） | 緊急時棟（指揮 所） | — | ▶申請対象（新設） （旧名：ハロンボンベ（緊急時棟用）） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 ▶名称変更 | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認② を読み込み |
| 消火設備主配管（代緊所） | ハロンボンベ（緊急時棟 （休憩所）用）保管 エリア／屋外／ 休憩所棟 | — | ▶申請対象（新設）（注） | ▶申請対象外 （緊急時棟（指揮所）では使用し ない） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 （一部名称の変更） | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認① ③を読み込み （注）要目表登録は既工認③ |
| 消火設備主配管（指揮所） | 屋外／指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 （一部名称の変更） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認② を読み込み |
| 消火設備主配管（連絡通路） | 連絡通路 | — | — | — | ※非主配管の範囲で配管延長 | — |
| [基本設計方針対象 設備] 全域ハロン自動消火設 備、煙感知器、熱感 知器、防爆型煙感知 器、防爆型熱感知 器、火災受信機盤 | 休憩所 | 休憩所棟 | ▶申請対象（新設） | ▶申請対象（廃止） | ▶全域ハロン自動消火設備、煙感知器、 熱感知器については、代緊所に設 置していた設備を再登録し使用 ▶休憩所棟の火災感知器は、指揮所 棟の火災受信機盤に接続し、休憩 所棟の火災受信機盤を撤去 | 適合性を説明。なお既工認の適 合性から変更ないことから既工 認①を読み込み |
| | 指揮所 | 指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認② を読み込み |
| | 連絡 通路 | 連絡通路 | — | — | ▶申請対象（新設） | 適合性を説明 |
| 緊急時対策 所（棟内） | 休憩所 | 休憩所棟 | ▶申請対象（新設） （旧名：代緊所） | ▶申請対象（廃止） | ▶申請対象（改造） 代緊所を休憩所として連絡通路 で接続し、緊急時棟（棟内）とし て機能を拡充 | 申請対象として適合性を説明 既工認適合性への影響がない範 囲については既工認②を読み込 み（有毒ガスBF工認含む。） |
| | 緊急時棟（指揮 所） | 指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） （旧名：緊急時棟（指揮所）） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | — |
| 可搬型エリアモニタ | | | | | 放射線管理施設に示す | 放射線管理施設の設備のうち1 個を兼用 |
| [基本設計方針対象設備] 通信連絡設備 （緊急時運転パラメータ伝送シ ステム（SPDS）） | | | | | 計測制御系統施設に示す | 計測制御系統施設の設備を兼用 |
| [基本設計方針対象設備] SPDSデータ表示装置 | | | | | 計測制御系統施設に示す | 同上 |
| [基本設計方針対象 設備] 酸素濃度計、二酸化 炭素濃度計 | 休憩所 | — | ▶申請対象（新設） 保管場所：代緊所 | ▶申請対象（廃止） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（使用用途の変更（使用箇所と して休憩所が追加））として申請 対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認② を読み込み |
| | 指揮所 | 指揮所棟 | — | ▶申請対象（新設） | — | — |
| | 連絡通路 | — | — | — | — | — |
| 施設共通 | | | | | | |
| [基本設計方針対象 設備] 安全避難通路、非常 用照明 | 休憩所 | 休憩所棟 | ▶代緊所に安全避難通路、非常 用照明を設計 | ▶申請対象（廃止） | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | 一体運用に伴う既工認適合性へ の影響がないことから既工認① ②を読み込み |
| | 指揮所 | 指揮所棟 | — | ▶緊急時棟（指揮所）に安全避難通 路、非常用照明を設計 | ▶一体運用に係る基本設計方針の 変更（設備位置づけの変更）とし て申請対象 | — |
| | 連絡通路 | 連絡通路 | — | — | ▶申請対象（新設） ▶連絡通路に係る安全避難通路、非常 用照明を設計 | 適合性を説明 |

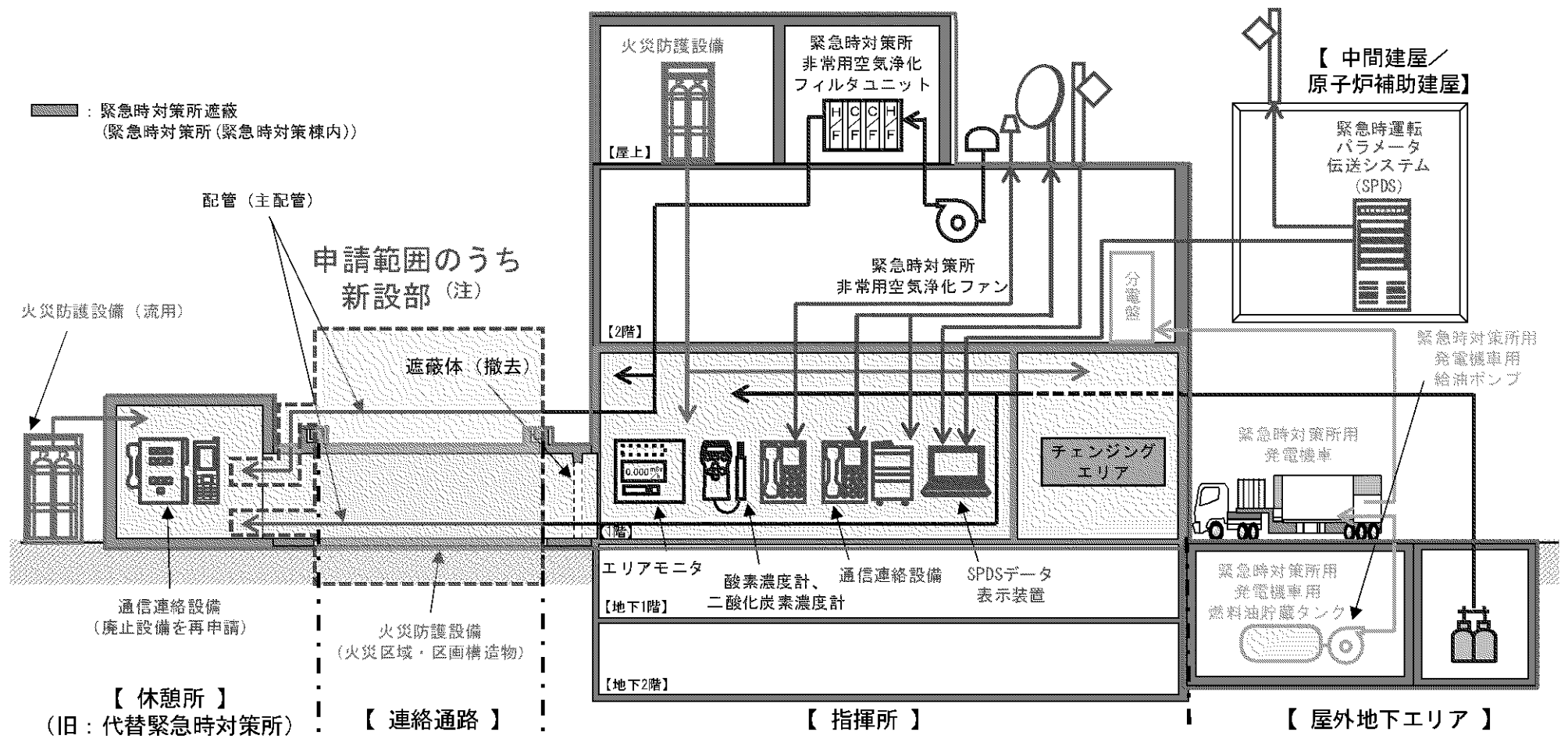


図 1 緊急時対策所関連設備の配置概要図

補足説明資料 5

連絡通路接続工事に係る火災防護設備について

連絡通路接続工事に係る火災防護設備について

1. 概要

本資料では、連絡通路接続工事に係る火災防護設備の設計方針及び設工認上の手続きについて説明する。

2. 火災防護設備について

火災防護設備の設計方針及び設工認上の手続きについて第 1 表に示す。また、火災防護設備の申請概略図を第 1 図に示す。

第 1 表 火災防護設備の設計方針及び設工認上の手続き(1/2)

| 火災防護設備 | | 連絡通路 | 休憩所 |
|---------|--------------------|--------------|---|
| 要目表対象設備 | 火災区域 及び 火災区画 | 設計方針 | 指揮所工認において設定した指揮所の火災区画（「TSC1-12」）を拡張し、連絡通路を含めた火災区画として設定 |
| | | 設工認 手続き対象 | 設工認 <u>手続き対象（変更前と同じ）</u> |
| | 消火設備 (ハロンボンベ) | 設計方針 | 指揮所工認において、申請しているハロンボンベを使用する。 (連絡通路を拡張しても、必要ガス量は確保 ^{※2} できており、指揮所工認で認可を受けたハロンボンベの本数に影響なし) |
| | | 設工認 手続き対象 | <u>要目表の仕様に変更がなく、手続き対象外（名称の変更は実施^{※1}）</u> |
| | 消火設備 (ハロン主配管) | 設計方針 | 指揮所から連絡通路にハロン消火配管を延伸。 |
| | | 設工認 手続き対象 | 消火設備の主配管については、ボンベから各火災区画内の第 1 溶接線までを手続き対象 ^{※3} としており、上記火災区画（TSC1-12）が拡張となった場合でも、火災区画の変更はないため指揮所工認時の要目表の仕様に変更がないことから <u>手続き対象外（名称の変更は実施^{※1}）</u> |
| | | | 既工認の代替緊急時対策所の火災区域を休憩所の火災区画として設定 |
| | | | 設工認 <u>手続き対象（火災区画として変更申請、名称の変更^{※1}）</u> |
| | | | 代替緊急時対策所のハロンボンベ（既設）を流用 |
| | | | 要目表の仕様に変更がなく、 <u>手続き対象外（名称の変更は実施^{※1}）</u> |
| | | | 代替緊急時対策所のハロン配管（既設）を流用。 |
| | | | 要目表の仕様に変更がなく、 <u>手続き対象外（名称の変更は実施^{※1}）</u> |

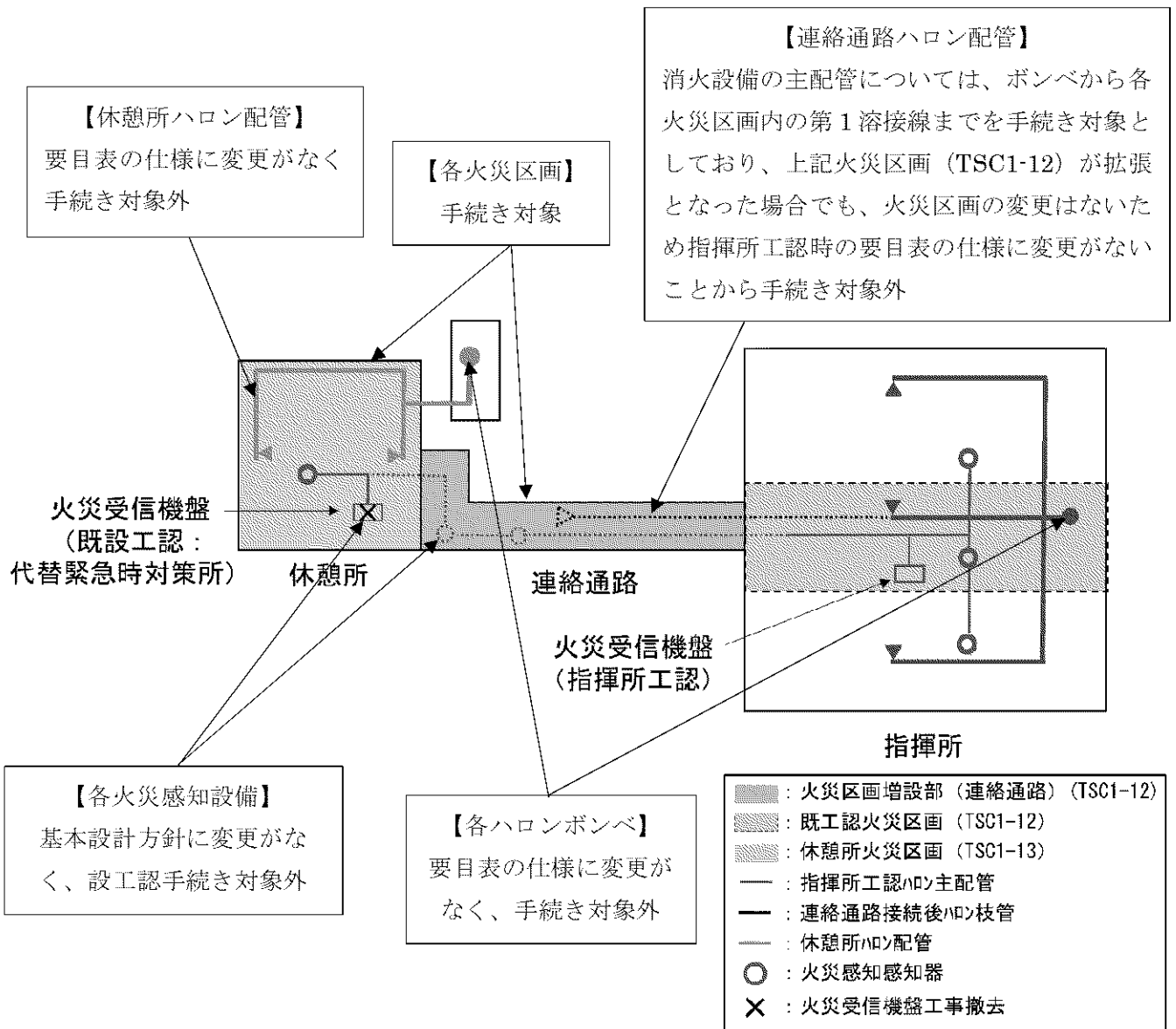
第1表 火災防護設備の設計方針及び設工認上の手続き(2/2)

| 火災防護設備 | | 連絡通路 | 休憩所 |
|----------|--------|---|---|
| 基本設計方針設備 | 火災感知設備 | 設計方針 連絡通路に火災感知器を設置。 (煙感知器、熱感知器の異なる種類の感知器を設置。) | ・代替緊急時対策所の火災感知器(既設)を流用。 ・代替緊急時対策所の火災受信機盤は撤去し、指揮所工認時設置の火災受信機盤に接続。 |
| | | 設工認手続き対象 <u>基本設計方針に変更がなく、設工認手続き対象外</u> 。(添付資料において、指揮所工認の設計方針と同一設計である旨記載) | <u>基本設計方針に変更がなく、設工認手続き対象外</u> (添付資料において、上記設計方針を記載) |

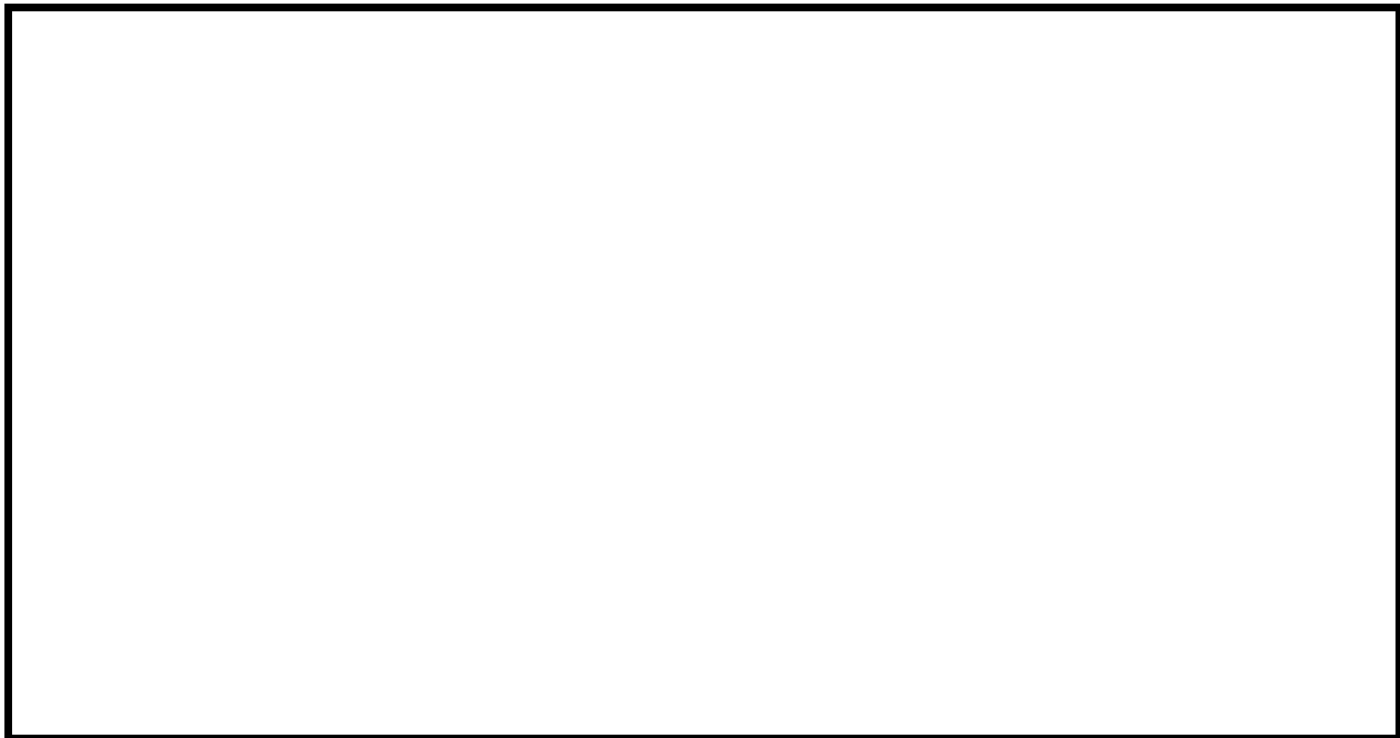
※1 「代替緊急時対策所⇒休憩所」又は「連絡通路」追加等の記載の適正化を実施。

※2 指揮所工認で認可を受けたハロンボンベの本数は、指揮所の消火区画のうち空間容積が最大(3,091m³)である「電気計装用電源機械室:TSC2-8」より算出しており、指揮所の火災区画(TSC1-12)を拡張し、連絡通路を含めた火災区画として設定した場合(空間容積 1,925m³ ⇒2,062m³)でもハロン消火区画の空間容積が最大である区画に変更はないため、ハロンボンベの本数は変更されず、必要ガス量は確保されている。(第2図参照)

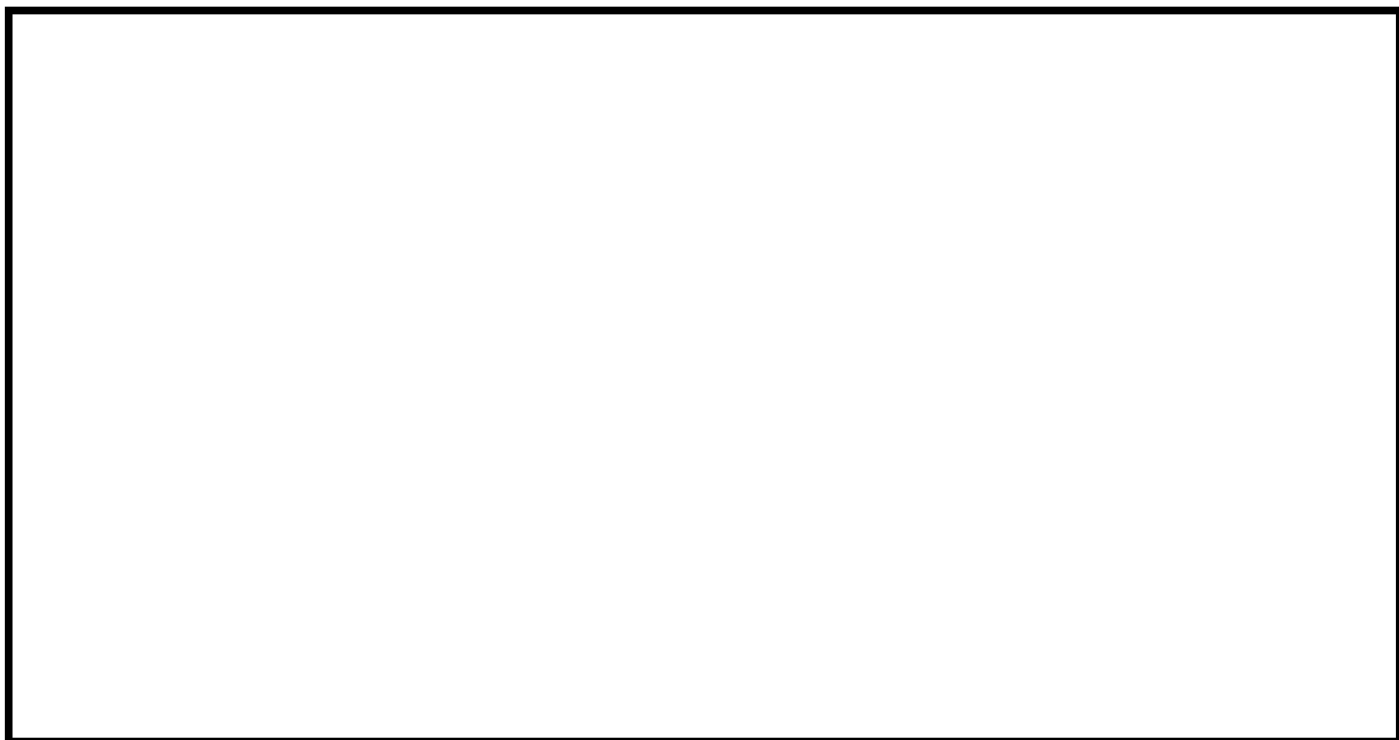
※3 当該内容を示した玄海原子力発電所第3号機の新規制基準工認(実用炉規則別表及び工認ガイド改正を含めた工認)の補足説明資料を別紙に示す。



第1図 火災防護設備の申請概略図



<緊急時対策棟 1階平面図>



<緊急時対策棟 2階平面図>

第2図 ハロン消火区画図

| | |
|---------------------|------------|
| 玄海原子力発電所第3号、4号機審査資料 | |
| 資料番号 | KO-300 改1 |
| 年 月 日 | 平成29年8月22日 |

玄海原子力発電所第3号機
工事計画に係る説明資料
(工事計画認可申請における本文及び添付書類の
作成要領について)

平成29年8月

九州電力株式会社

10. 実用炉規則別表及び工認ガイド改正に係る工事計画への記載方針について

1. 要旨

別表／工認ガイド改正において、再稼働補正申請を行う工認書類のうち影響が大きいと考えられるものについて、以下のとおり纏めた。

なお、別表／ガイド改正に伴い新たに登録する設備について添付資料 1「別表／工認ガイド改正に対応する設備リストについて」に示す。

2. 工認書類に影響が大きいと考えられるもの及び記載方針

2.1 安全弁及び逃がし弁の要目表対象選定の考え方について

添付資料 2「別表／工認ガイド改正に対応する安全弁及び逃がし弁の選定フローと対象となる弁リストの整理について」に示す。

2.2 主配管のうち可搬型の個数の記載要領について

本作成要領の「2. 工事計画認可申請における要目表の作成要領」を参照。

2.3 生体遮蔽装置のうち「被ばく評価において機能を期待するもの」として新たに登録するものの区分について

本作成要領の「2. 工事計画認可申請における要目表の作成要領」を参照。

2.4 登録号機と異なる号機における申請書の記載要領について

添付資料 3「玄海 1 号機（又は 2 号機）設備が主登録となる 1,2,3,4 号機共用設備の玄海 3,4 号機工認申請書への要目表記載方法及び構造図添付方法について」参照

2.5 火災防護設備のうちガス系消火設備の主配管の範囲について

工認ガイドにおいて、「消火設備の主配管としては、水源やガスポンペ等から火災区画までの母管」となっていることから、ガス系消火設備の主配管については、ポンペ設備から火災区域又は火災区画内の第一溶接線までとし、要目表上の名称は、「〇〇区画まで」とする。併せて、水消火系配管については、火災区域又は火災区画内の第一溶接線又は第一分岐点までとする。

2.6 火災防護設備の火災区域構造物及び火災区画構造物の構造図について

火災区域構造物及び火災区画構造物の構造図については、配置を明示した図面に構造図として必要な情報を追記し、「配置を明示した図面及び構造図」として併せたものとする。

緊急時対策棟の非常用空気浄化システムの火災防護設計について

1. 概要

本資料では、放射線管理施設である非常用空気浄化システムの火災防護設計について説明する。

2. 非常用空気浄化システムの火災防護設計について

(1) 火災防護を行う機器等の選定

非常用空気浄化システムは、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設として該当することから、火災防護を行う機器等として選定している。

ただし、ダクト及び手動ダンパは、不燃材料であるステンレス鋼及び炭素鋼であるため、火災による影響を受けないことから、火災防護を行う機器等の選定の対象外としている。

電動弁については、火災防護を行う機器等として選定しており、火災防護（感知・消火）を実施する設計（(2)参照）としている。

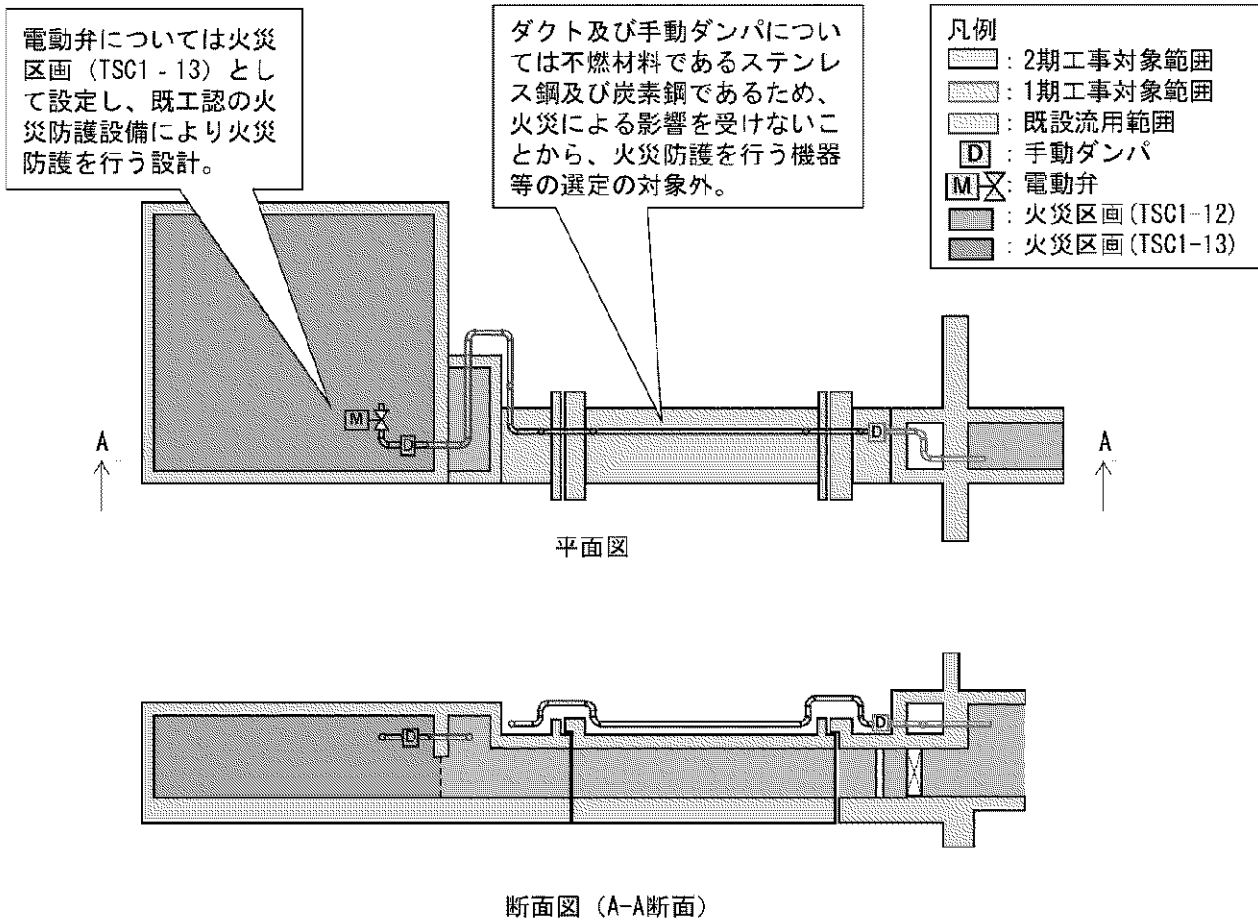
なお、添付資料 5「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」の「3.1 火災防護を行う機器等の選定」においては、要目表対象及び基本設計方針に記載される設備のみを記載する方針としていることから、当該項目において、電動弁を記載していない。

非常用空気浄化システムの配置概略を第 1 図に示す。

(2) 非常用空気浄化システムのうち電動弁の火災防護設計について

本設工認において、非常用空気浄化システムのうち電動弁は、休憩所に設置する。

休憩所は、本設工認において、火災区画（TSC1 - 13）として設定し、既工認の火災防護設備により火災防護を行う設計としている。具体的には、火災感知設備として、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器の固有の信号を発する異なる種類の感知器を組合せて設置している。また、消火設備としては、火災による煙の充満等を考慮して、固定式消火設備である全域ハロン自動消火設備を設置している。



第 1 図 非常用空気浄化系統の配置概略図

火災防護を行う機器等の選定について

1. 概要

本資料では、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設として火災防護を行う機器等の選定について説明する。

2. 火災防護を行う機器等の選定について

本資料では、火災防護を行う機器等として、本設工認手続き対象となる緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設について選定した結果を第1表に示し、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設のうち火災防護を行う機器等の配置を第1図に示す。

なお、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設のうち配管、ダクト及び手動弁は不燃材料であるステンレス鋼及び炭素鋼であるため、火災による影響を受けないことから、対象外とする。また、緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内））は不燃材料である鉄筋コンクリートであるため、火災による影響を受けないことから、対象外とする。

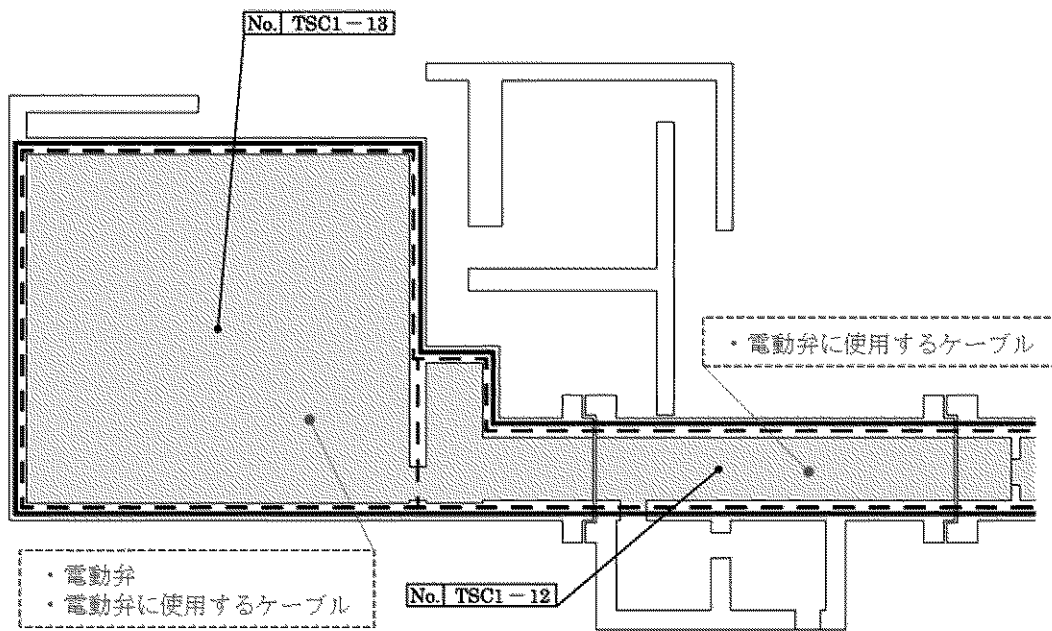
第1表 緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設のうち火災防護を行う機器等の選定

| NO | 設備 | 選定理由 区分 (注1) | 新設・既設 区分 | 施設区分 |
|----|---|--------------------|-------------|---------|
| 1 | 緊急時対策所非常用空気浄化設備主配管 (緊急時対策所非常用空気浄化ライン緊急時対策棟（指揮所）出口 取合点～緊急時対策棟（休憩所））（電動弁及び電動弁に使用するケ ーブル含む） | ○ (注2,3) | 既設 新設 | 放射線管理施設 |
| 2 | 緊急時対策所加圧設備主配管 (緊急時対策所加圧ライン緊急時対策棟（指揮所）出口取合点～流 量調整弁（休憩所）） | ○ (注2) | 新設 | 放射線管理施設 |
| 3 | 緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内）） | ○ (注2) | 既設 新設 | 放射線管理施設 |

注1 緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設

注2 緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設であるが、不燃材料であるステンレス鋼、炭素鋼等及び鉄筋コンクリートを使用する設備であるため、火災による影響を受けないことから、火災防護を行う機器から対象外とする設備。
(配管、ダクト、手動弁及び遮蔽)

注3 緊急時対策所非常用空気浄化設備設備主配管のうち電動弁及び電動弁に使用するケーブルについては、火災防護を行う機器等として選定し、火災防護対策を実施する。



第1図 緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設のうち火災防護を行う機器等の配置を明示した図面

緊急時対策棟 連絡通路接続部の耐火性能について

1. 概要

本資料では、緊急時対策棟 連絡通路接続部の耐火性について説明する。

2. 連絡通路接続部の耐火性について

(1) 連絡通路接続部の耐火性について

緊急時対策棟の火災区域としては、以下のとおり設定しており、具体的には緊急時対策棟（指揮所）、緊急時対策棟（連絡通路）及び緊急時対策棟（休憩所）の外周部を火災区域として設定している。

3.2 火災区域及び火災区画の設定

(1) 火災区域の設定

a. 屋内

建屋内において、耐火壁により囲まれ他の区域と分離されている区域を、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に係る重大事故等対処施設及びその他の発電用原子炉施設の配置並びに壁を考慮して、火災区域を設定する。

緊急時対策棟の火災区域としては、耐火性能を有する耐火壁等の構造物で囲まれている必要があり、連絡通路接続部についても耐火性能を有する耐火帯を設置する。

耐火帯の概略図を第 1 図に示す。

(2) 耐火帯について

連絡通路接続部に設置する耐火帯は、一般建築のエキスパンションジョイント部の耐火材として使用されるものであり、耐熱繊維であるアルカリアースシリケートウールをアルミガラスによる耐火クロスにて包んだ状態で使用する。

耐火帯のイメージを第 2 図に示す。

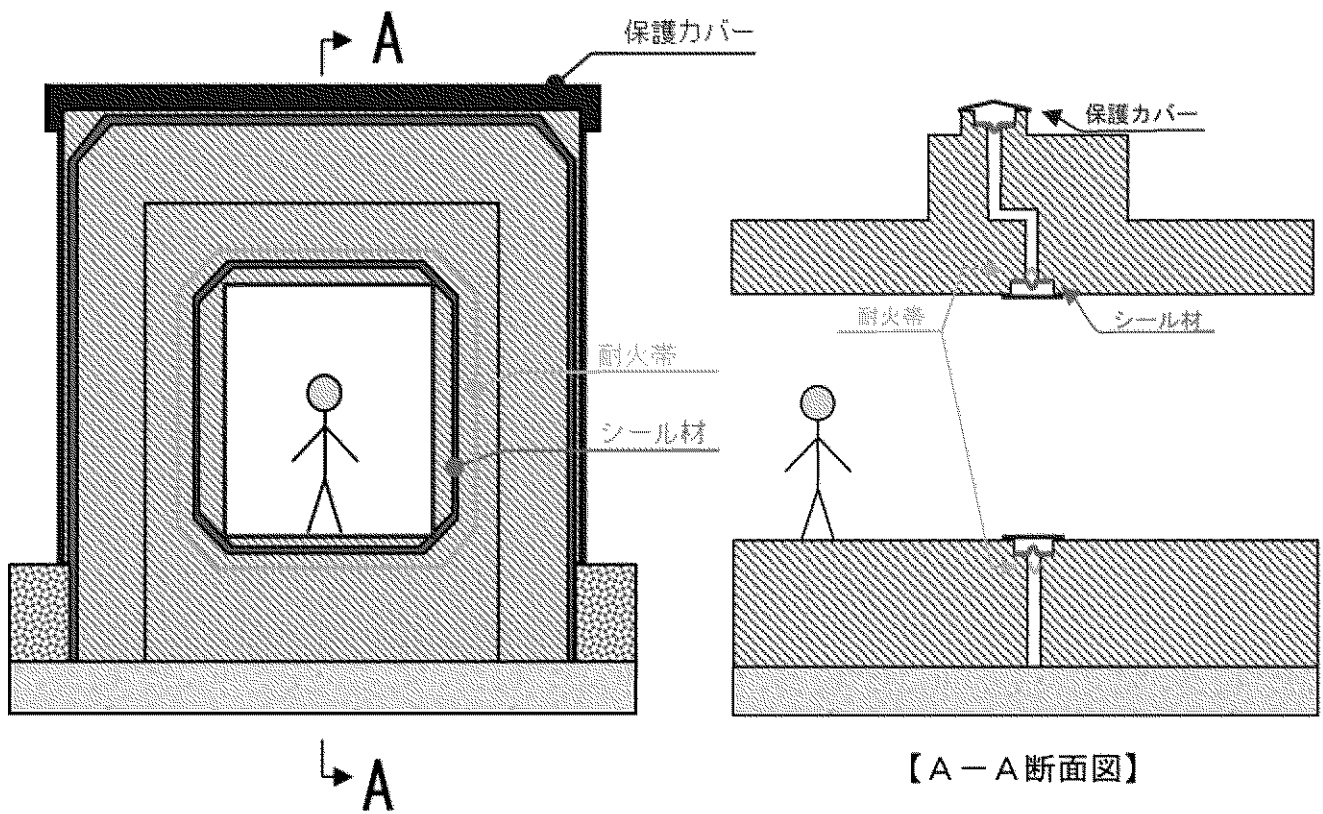
なお、耐火帯は川内原子力発電所の 2・固体廃棄物貯蔵庫（蒸気発生器保管エリア（拡張部）を含む。）の火災区域においても設置している。

(3) 耐火帯の耐火性能について

耐火帯は、建築基準法施工令第 107 条の要求を満足するように、ISO834 に定められた加熱温度測定試験に基づいた加熱曲線を用いて 1 時間加熱した際に判定基準を満足するかを確認しており、加熱面以外の面の平均温度が 140°C + 初期温度を下回るため、判定基準を満足することを確認している。

(4) 連絡通路部のシール材に対する影響について

耐火帯は建屋間のクリアランスに応じた余長を設けることで、各建屋の相対変位に対して追従し、地震時及び地震後において破損するおそれはないことから、連絡通路部のシール材に対して波及的影響を及ぼさない設計とする。



第1図 連絡通路接続部 耐火帯 概略図



第2図 耐火帯イメージ図（一般建築部に設置される耐火帯）

出典：ABC 商会ホームページ

<https://www.abct.co.jp/products/detail/9893.html?ref=material.fitting.expansion.kinzku>

連絡通路気密扉に関する補足説明資料

1. 気密バウンダリの概要

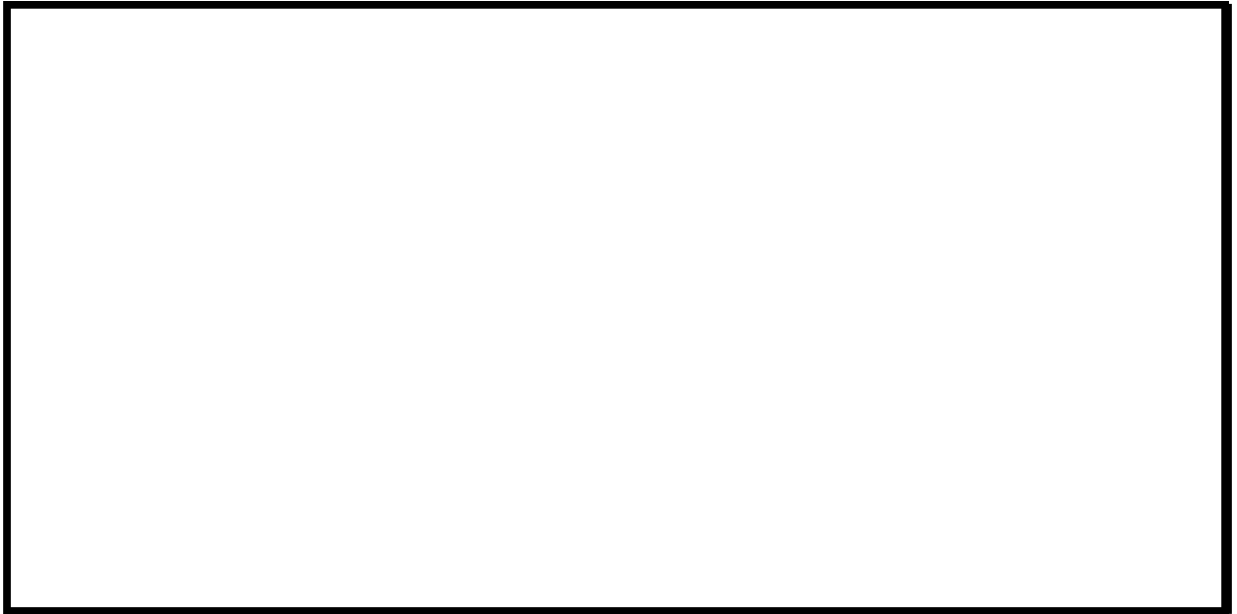
緊急時対策棟の接続部は、緊急時対策棟（指揮所）設置工事（1期工事）においては、第1図及び第3図に示す通り気密扉及び遮蔽体を設けており、気密扉を設置する壁を貫通する配管については隔離弁を設け、貫通部についても気密シール処置を行うことで、接続部の気密バウンダリを確保している。なお、遮蔽体を貫通する設備については気密シール処置を実施しないため、気密扉が気密バウンダリとなる。気密扉を設置する壁及び遮蔽体を貫通する設備の一覧表を第1表に示す。

連絡通路接続工事（2期工事）にて連絡通路を設置した後、休憩所と一体となった緊急時対策棟に緊急時対策所機能を移行する際は、一時的に気密扉を開放し、使用前事業者検査として指揮所、連絡通路及び休憩所を一体とし、ファン等により室内を加圧することで気密試験を行う。万が一試験中に重大事故等が発生した場合においても気密扉を閉止することで、気密バウンダリを損なわない設計としているため、遮蔽体を気密バウンダリとしていない。

2期工事完了後においては当該気密扉に気密要求が無くなるため、第2図に示す通り気密扉を撤去するとともに、隔離弁は常時開とし、休憩所も含めた気密バウンダリ全体を加圧する設計としている。

2. 気密扉の撤去方法について

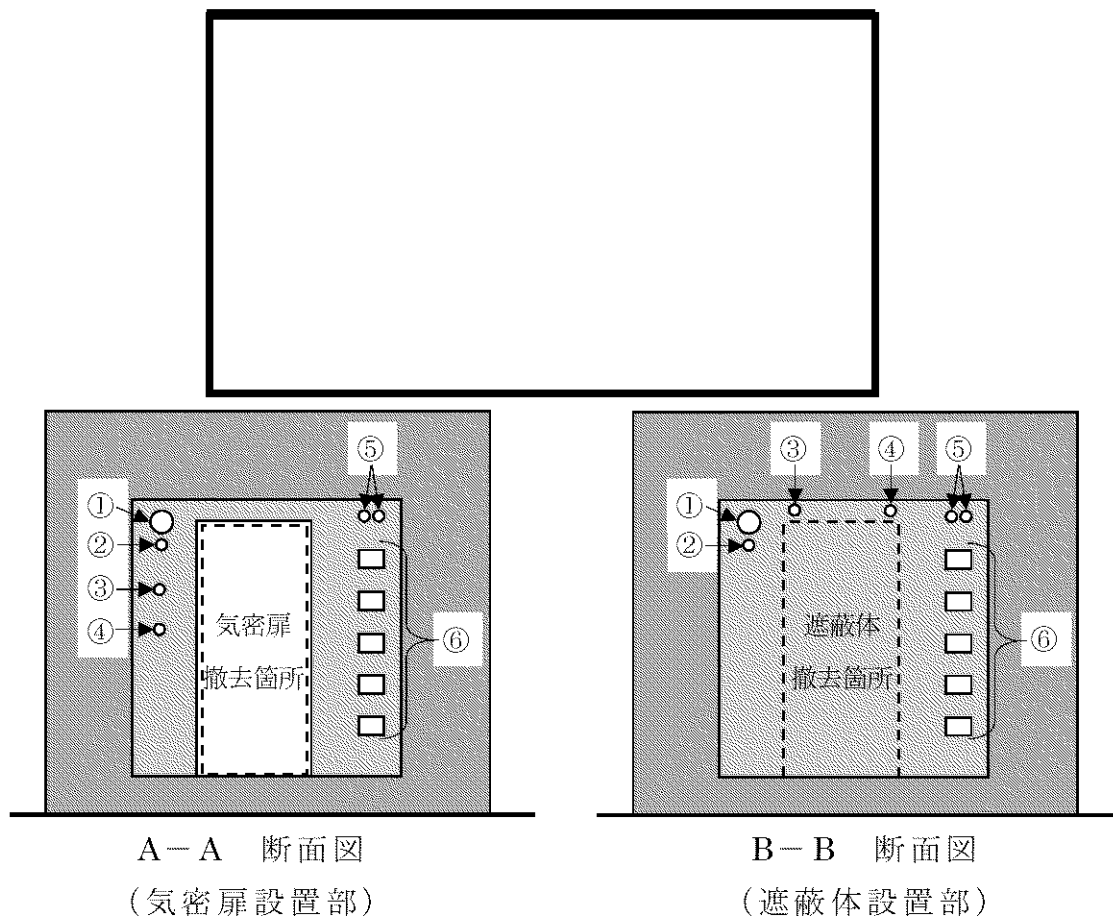
気密扉については2期工事完了までは閉運用とし、2期工事完了と同時に撤去を行う。撤去においては扉枠との固定を外して気密扉を撤去することとし、短時間で作業が可能である。



第 1 図 緊急時対策棟（指揮所）気密バウンダリ（1 期工事）



第 2 図 緊急時対策棟気密バウンダリ（2 期工事）



第 3 図 気密扉設置位置の断面概略図

第 1 表 気密扉を設置する壁を貫通する設備一覧

| No. | 形状 | 設備 |
|-----|-------------|--|
| ① | 配管 | 加圧設備配管 |
| ② | 配管 | 全域ハロン自動消火設備配管 |
| ③ | 電線管 | 自動火災報知設備用火災感知器用ケーブル |
| ④ | 電線管 | 加圧設備計装用配管 |
| ⑤ | 電線管 | 全域ハロン自動消火設備用ケーブル及び 全域ハロン自動消火設備用火災感知器用ケーブル |
| ⑥ | ケーブル トレイ | 照明・コンセント用電源ケーブル (連絡通路・休憩所) |
| | | 通信用ケーブル (休憩所) |
| | | 電動弁用電源ケーブル (休憩所) |
| | | 電動弁用制御ケーブル (休憩所) |
| | | 計器用計装ケーブル (連絡通路・休憩所) |

緊急時対策棟（休憩所）及び緊急時対策棟（連絡通路）で使用する機器への給電について

代替緊急時対策所（以下「代緊所」という。）は、緊急時対策棟設置工事の連絡通路接続工事によって、緊急時対策所の機能を緊急時対策所（指揮所）（以下「指揮所」という。）へ移行後に緊急時対策棟（休憩所）（以下「休憩所」という。）として使用する。また、緊急時対策棟設置工事の連絡通路接続工事によって、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）を新たに設置する。

この休憩所及び連絡通路に設置する通信連絡設備等の機器への給電に関する影響等について説明する。

1. 休憩所及び連絡通路に設置する機器と電源

| 機 器 | 電 源 | | |
|-------------|------------|-----------------------|---------|
| | 代緊所 | 休憩所 | 連絡通路 |
| 警報装置 | タービン建屋の電源盤 | 変更なし | — |
| 通信連絡設備 | タービン建屋の電源盤 | 変更なし | — |
| 非常用照明 | 代緊所の電源盤 | 指揮所の電源盤 ^{注1} | 指揮所の電源盤 |
| 全域ハロン自動消火設備 | 代緊所の電源盤 | 指揮所の電源盤 ^{注1} | — |
| 煙感知器、熱感知器 | 代緊所の電源盤 | 指揮所の電源盤 | 指揮所の電源盤 |
| 火災受信機盤 | 代緊所の電源盤 | —（撤去） | — |
| 電動弁（換気設備） | — | 指揮所の電源盤 | — |

注1 休憩所の電源盤を経由する。

「—」は設置しないことを指す。

2. 休憩所に設置する機器による電源への影響について

2.1 警報装置及び通信連絡設備によるディーゼル発電機への影響

休憩所に設置する警報装置（運転指令設備）及び通信連絡設備（運転指令設備及び電力保安通信電話装置）は、機器（運転指令設備のハンドセット及び電力保安通信電話装置の基地局）が追加となっても既設建屋内に設置しているページング装置盤及び保安電話用交換機の定格容量に影響はないため、これらの定格容量等に基づき積算しているディーゼル発電機の負荷積上げ及び最大負荷に変更はない。従って、ディーゼル発電機の定格容量に影響を及ぼさない。

仮に、運転指令設備のハンドセット及び電力保安通信電話装置の基地局の負荷容量ベースとして積算しディーゼル発電機の最大負荷に追加しても、増加する負荷容量は最大でも 0.03kW 程度であり、ディーゼル発電機の定格容量の 0.001%未満と僅少であることから、ディーゼル発電機の定格容量に影響を及ぼさない。

2.2 非常用照明による緊急時対策所用発電機車への影響

非常用照明は重大事故等対処設備ではないため、指揮所の電源盤から給電しても緊急時対策所用発電機車の負荷積上げに変更はなく、緊急時対策所用発電機車の定格容量に影響を及ぼさない。

なお、非常用照明の負荷容量は最大でも 0.02kW 程度である。

2.3 全域ハロン自動消火設備、煙感知器及び熱感知器による緊急時対策所用発電機車への影響

全域ハロン自動消火設備、煙感知器及び熱感知器は重大事故等対処設備ではないため、指揮所の電源盤から給電しても緊急時対策所用発電機車の負荷積上げに変更はなく、緊急時対策所用発電機車の定格容量に影響を及ぼさない。

なお、全域ハロン自動消火設備、煙感知器及び熱感知器の負荷容量は最大でも 1.1kW 程度である。

2.4 電動弁（換気設備）による緊急時対策所用発電機車への影響

電動弁（換気設備）は負荷容量が約 0.25kW/台と小さくかつ動作時間が短時間であり、既上認同様に緊急時対策所用発電機車の負荷容量として考慮しないため、緊急時対策所用発電機車の定格容量に影響を及ぼさない。

なお、電動弁（換気設備）の負荷容量は最大でも 0.5kW 程度である。

3. 連絡通路に設置する機器による電源への影響について

3.1 非常用照明による緊急時対策所用発電機車への影響

非常用照明は重大事故等対処設備ではないため、指揮所の電源盤から給電しても緊急時対策所用発電機車の負荷積上げに変更はなく、緊急時対策所用発電機車の定格容量に影響を及ぼさない。

なお、非常用照明の負荷容量は最大でも 0.03kW 程度である。

3.2 煙感知器及び熱感知器による緊急時対策所用発電機車への影響

煙感知器及び熱感知器は重大事故等対処設備ではないため、指揮所の電源盤から給電しても緊急時対策所用発電機車の負荷積上げに変更はなく、緊急時対策所用発電機車の定格容量に影響を及ぼさない。

なお、煙感知器及び熱感知器の負荷容量は最大でも 0.5kW 程度である。

非常用空気浄化配管に関する補足説明資料

1. 非常用空気浄化ラインの概要

連絡通路に敷設する緊急時対策棟の非常用空気浄化ラインについては、連絡通路のスペースが限られていることから、通行性を確保するために、第 1 図に示す通り連絡通路の屋上を通過して休憩所へ鋼管を敷設する設計としており、設置（変更）許可申請時より変更はない。第 1 表にダクトルートの検討内容を示す。

緊急時対策棟（指揮所）設置工事（1 期工事）にて配管接続端の仕舞については、フランジ止めとしたうえで隔離ダンパにより閉止し、端部は指揮所外壁より外側の屋外まで施工することで、連絡通路接続工事（2 期工事）において指揮所躯体を壊すことなく配管延伸工事を可能としており、既に工事計画認可を受領している。

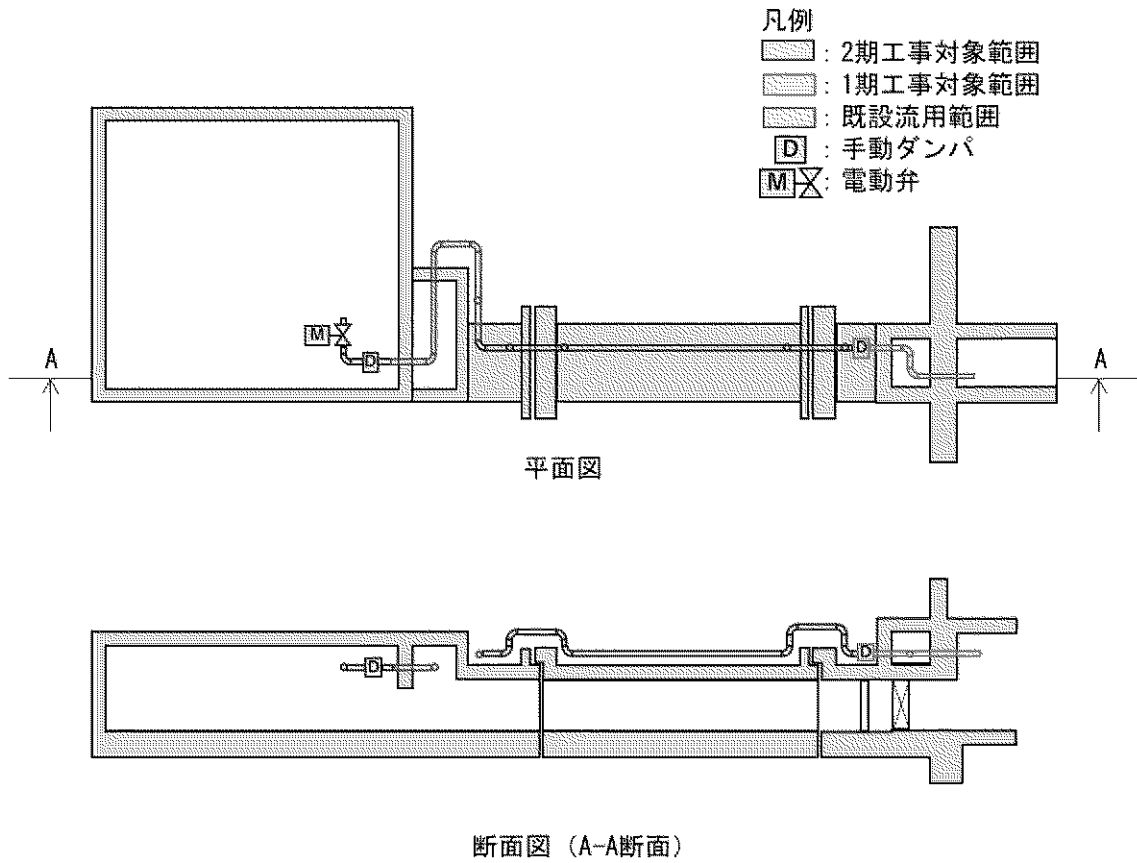
また、休憩所に敷設する配管については、代替緊急時対策所にて使用している貫通配管を一部流用し、新規貫通部を増設しない配慮を行っている。

2. 連絡路上部の非常用空気浄化ラインに対する防護設計

非常用空気浄化ラインのうち、屋外に敷設する部分については、長方形ダクトや円形ダクトと比較して強度及び耐震評価上強固であることから建屋間相対変位に対して優位である鋼管を採用している。

なお、前述の通り配管は機能喪失しない設計としているものの、万が一屋外の配管が破断したとしても隔離弁を設けているため、放射性物質がバウンダリ内に流入することを防止できる。

また、貫通部については、気密、防火、防水、遮蔽シール処置を適切に行い、バウンダリとしての健全性を維持する設計としている。



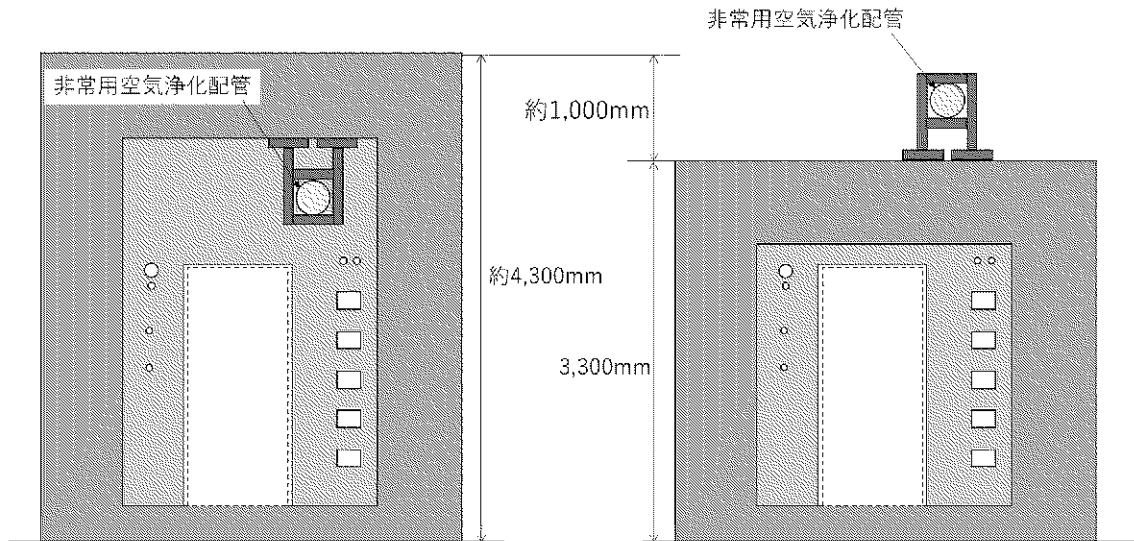
第1図 連絡通路上部の非常用空気浄化ライン概要図

第1表 非常用空気浄化ダクト（指揮所～休憩所）のルート検討内容

(凡例) ◎…技術基準を満足するとともに、比較的早期に運用の向上が図れるもの
○…技術基準を満足するもの ×…技術基準を満足しないもの

| ダクトルート | | 連絡通路内側（屋内） | 連絡通路外側（屋外） |
|----------------------|----------------|---|--|
| 設計上の考慮※ ₁ | 環境条件 | 通行性に支障を与えない連絡通路内の上部にダクトを敷設 屋内の環境条件を考慮する。 ・風荷重、降雪荷重及び降灰荷重に対しダクトを連絡通路内に設置する。 ○ | 連絡通路の屋上部にダクトを敷設 屋外の環境条件を考慮する。 ・風荷重に対しダクトが機能を損なわない設計とする。 ・必要により除雪、除灰を行う。 ・凍結、降水を考慮※ ₂ する。 ○ |
| | 共通要因故障 | 中央制御室と同時に機能喪失しないよう、中央制御室とは離れた位置に設置する。 ○ | 中央制御室と同時に機能喪失しないよう、中央制御室とは離れた位置に設置する。 ○ |
| | 劣化モード | 屋内環境下であり外面腐食の影響が小さい。 ○ | 屋外環境下であり外面腐食の影響が大きい、外面塗装を実施することで影響を低減できる。 ○ |
| メンテナンス性 | アクセス性 | 床面からの目視可能な範囲に限られる。(必要時、仮設足場の設置) ※通行性確保の観点から、恒設の点検架台の設置は困難 ○ | 地上面から目視可能な範囲に限られる。 ※屋上部アクセス用の恒設階段※ ₃ を設置し、ダクト全範囲を目視可能とする。 ○ |
| | 連絡通路サイズ(第2図参照) | 要員の通行性に加えダクトサイズ(12B)を考慮するとサイズが大きくなるため、建設工事期間が長くなる。 ○ | 要員の通行性を必要最低限確保することで、サイズを小さくできるため、建設工事期間が短くなり、早期竣工が可能となる。 ◎ |
| 工事への影響 | 旧代替緊急時対策所への影響 | 干渉調整範囲が多いため、既設設備の干渉物の撤去・移設工事期間が長くなる。 ○ | 干渉調整範囲が少ないため、既設設備の干渉物の撤去・移設工事期間が短くなり、早期竣工が可能となる。 ◎ |
| | 貫通部 | バウンダリ内でのダクト敷設が可能であるため、バウンダリ部に貫通部が発生しない。 ○ | バウンダリ部に貫通部が発生するが、シール施工を実施することで要求を満足できる。(第3図参照) ○ |

※1 技術基準規則第54条第1項第1号及び第76条並びにそれらの解釈に基づく設計
 ※2 当該ダクトは給気ラインでありダクトの内部流体は外気から取り込んだ空気であるため、外気との温度差により結露は発生せず凍結の影響を受けることはない。また、降水に対して内部に雨水が流入しないように、配管の溶接接続等により防水対策を行う設計とする。なお、ダクト外部に対しては、外表面が金属であることから凍結・降水の影響は受けない。
 ※3 地震の波及的影響により重大事故対処設備の機能に影響を与えないよう、耐震性を有する設計とするとともに、電巻により防護対象施設の安全機能に影響を与えないよう、飛来物対策区域外に設置する設計とする。(第4図参照)

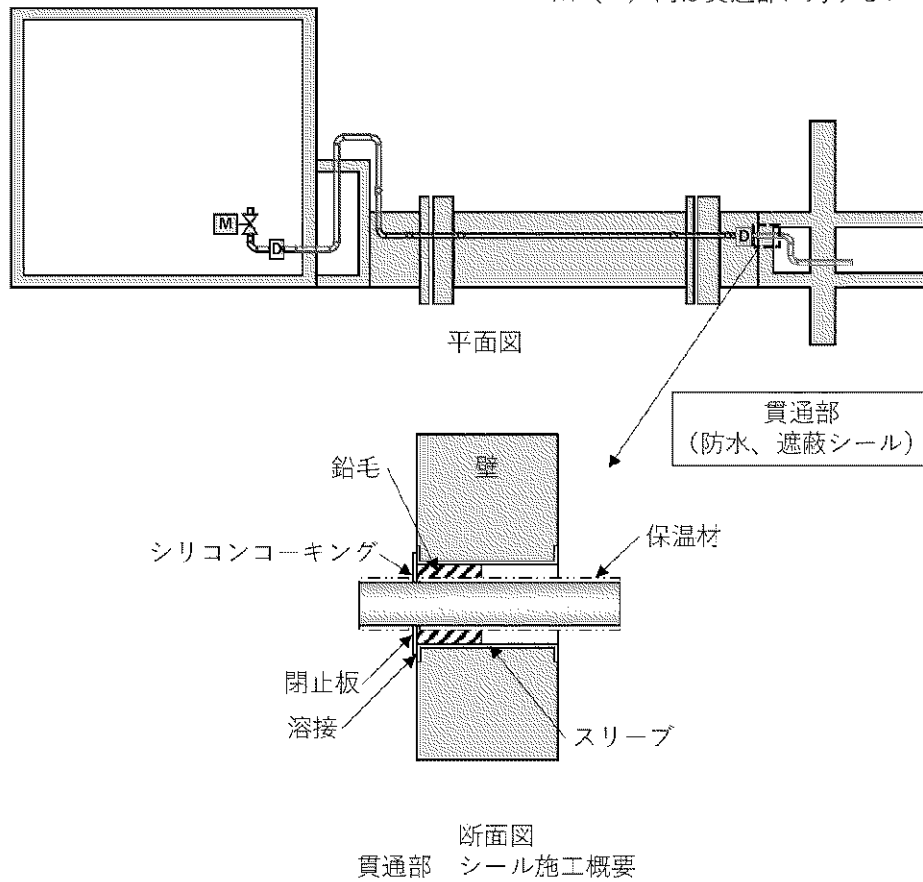


連絡通路内側（屋内）の場合

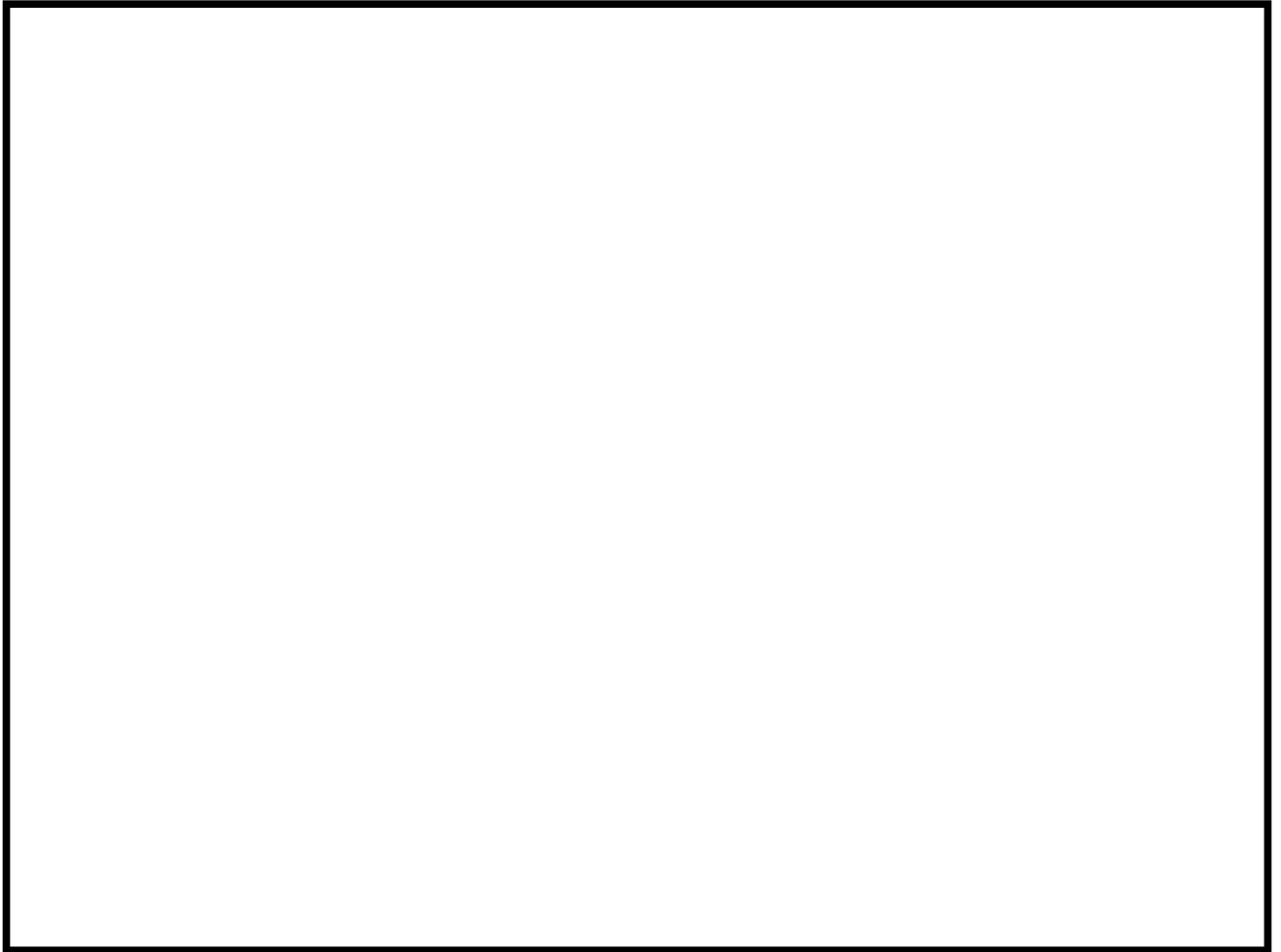
連絡通路外側（屋外）の場合

第 2 図 非常用空気浄化ライン設置位置の概要図

※（ ）内は貫通部に対するシール要求



第 3 図 ダクト貫通部のシール要領概要図



第4図 竜巻による飛来物対策区域図

**緊急時対策棟の非常用空気浄化配管（重大事故等クラス2管）の
使用前事業者検査及び供用期間中検査について**

緊急時対策棟の2期工事で設置する非常用空気浄化配管（重大事故等クラス2管）の使用前事業者検査及び供用期間中検査にて計画している検査項目について以下に示す。

なお、本配管において想定される劣化モードは、外面腐食のみを想定している。

1. 重大事故等クラス2管の使用前事業者検査

設計及び工事計画認可申請書の「緊急時対策所に係る工事の方法」に基づき以下の検査を計画している。

(1) 構造、強度又は漏えいに係る検査

- ① 材料検査
- ② 寸法検査
- ③ 外観検査
- ④ 組立て及び据付け状態を確認する検査（据付検査）
- ⑤ 状態確認検査
- ⑥ 耐圧検査
- ⑦ 漏えい検査

(2) 機能又は性能に係る検査

- ① 系統の機能又は性能の確認検査

2. 重大事故等クラス2管の供用期間中検査

発電用原子力設備規格維持規格等に準拠し、以下の検査を検討していく。

(1) 漏えい検査（不可の場合は代替の外観検査）

以 上

非常用空気浄化ダクトに対する風荷重の影響について

非常用空気浄化ダクトについては、屋外に設置することから、風（台風）及び竜巻の風圧力による荷重の影響を考慮する。非常用空気浄化ダクトの風（台風）及び竜巻の風荷重に対する影響評価結果について以下に示す。

1. 評価方針

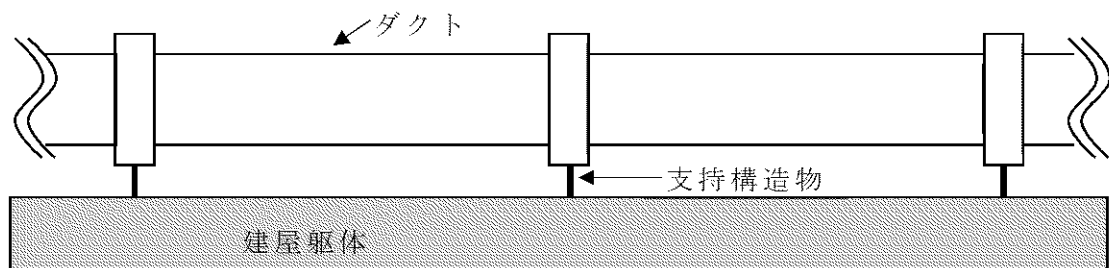
以下に、風（台風）及び竜巻の風荷重に対する評価方針を示す。ただし、風（台風）（最大風速53.2m/s）に対する評価は竜巻（最大風速100m/s）に対する評価に包絡されることから、非常用空気浄化ダクトに作用する竜巻の風圧力による荷重に対する強度評価を実施する。

作用する荷重としては、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重に加えて、設備の自重を考慮する。

ダクト本体を評価対象部位とする。

許容限界としては、JEAG4601に基づく許容応力状態IV_{AS}の許容応力を用いる。

第5図に非常用空気浄化ダクトの概略図を示す。



第5図 非常用空気浄化ダクト 概略図

2. 評価結果

評価の条件及び評価結果を第1表に示す。

竜巻による荷重により、非常用空気浄化ダクトに作用する発生応力が、許容応力を下回っていることから、竜巻による荷重に対して、非常用空気浄化ダクトが損傷しないことを確認した。

第1表 評価条件及び評価結果

| 評価部位 | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 評価結果 |
|------|---------------|---------------|------|
| ダクト | 44.8 | 329 | ○ |

以 上

補足説明資料 9

耐震性に関する説明書に関する補足説明資料

目 次

| | |
|-----------------|---|
| 補足説明資料 9-1 | 地盤の支持性能に係る基本方針に関する補足説明資料 |
| 補足説明資料 9-2 | 連絡通路における設置許可から設計及び工事の計画での差異について（基礎地盤の安定性評価） |
| 補足説明資料 9-3 | 地震応答解析モデル及び解析手法の概要 |
| 補足説明資料 9-3 別紙 1 | 地震応答解析モデルにおける質点重量及び剛性 |
| 補足説明資料 9-3 別紙 2 | 建屋の滑動に関する検討 |
| 補足説明資料 9-4 | 地震荷重と風荷重、積載荷重と積雪荷重の比較 |
| 補足説明資料 9-5 | 地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討 |
| 補足説明資料 9-5 別紙 1 | 地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討 |
| 補足説明資料 9-6 | 地震応答解析に用いる鉄筋コンクリート造部の減衰乗数に関する検討 |
| 補足説明資料 9-7 | 1次元地盤モデルの妥当性検討 |
| 補足説明資料 9-8 | 応力解析モデル及び解析手法の概要 |
| 補足説明資料 9-8 別紙 1 | 応力解析モデルの鳥瞰図及び層分解図 |
| 補足説明資料 9-8 別紙 2 | 耐震重要度分類 C クラス施設としての耐震評価について |
| 補足説明資料 9-9 | FEM モデルを用いた応力解析による評価における断面の評価対象部位の選定 |
| 補足説明資料 9-10 | 応力解析における地震荷重等の入力方法 |
| 補足説明資料 9-11 | 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用 |
| 補足説明資料 9-12 | 水平 2 方向及び鉛直方向の適切な組み合わせに関する検討 |

- 補足説明資料 9-13 緊急時対策棟（連絡通路）接続工事による重量増加に対する緊急時対策棟（休憩所）の影響評価
- 補足説明資料 9-14 緊急時対策棟（指揮所）の遮へい体の撤去方法と耐震評価への影響について
- 補足説明資料 9-15 緊急時対策棟（連絡通路、指揮所、休憩所）における耐震壁、シール材の気密性の維持について

9-1. 地盤の支持性能に係る基本方針に関する補足説明資料

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価で用いる地盤の解析用物性値、極限支持力度については、既工認（平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画）の添付資料 3-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて記載・確認された値を適用することとしており、添付資料 9-3「地盤の支持性能に係る基本方針」では、既工認を呼び込む方針としている。

緊急時対策棟設置位置付近の地質は、図-1 に示すとおり、発電用原子炉施設設置位置と同様に、中生代前期白亜紀の川内層の礫岩、砂岩、粘板岩を基盤とすることを設置変更許可時に確認している。また、緊急時対策棟周辺では、表-1 に示すとおり、「地盤の支持性能に係る基本方針」については、代替緊急時対策所は新規制基準工認時に認可、緊急時対策棟（指揮所）は、既工認呼び込みとして、指揮所設置工事（1 期工事）工認時に認可を受けている。今回申請対象の緊急時対策棟（連絡通路）は、緊急時対策棟（指揮所）と緊急時対策棟（休憩所）（代替緊急時対策所から名称変更）の間に設置されることから、新規制基準工認及び指揮所設置工事（1 期工事）工認で使用された物性値が適用でき、既工認を呼び込むことは妥当であると考えられる。

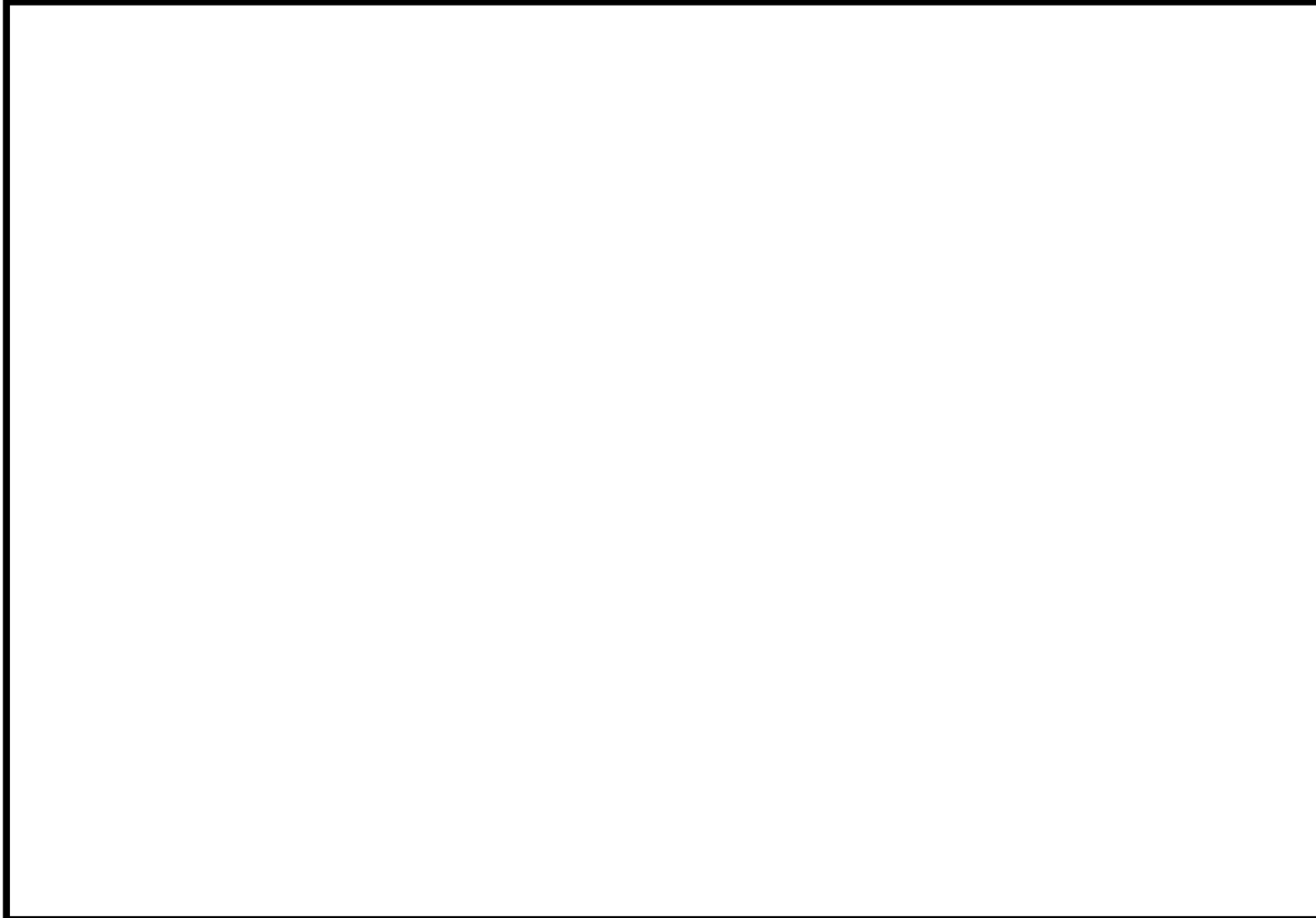
本資料では、本設工認にて使用される解析用物性値、極限支持力度を再掲するとともに、耐震安全性評価における地下水位の設定方針、地質断面図及び速度構造について説明するものである。

表-1 緊急時対策棟に係る申請経緯

| 工事計画申請件名 | 対象設備 | 地盤の支持性能に係る基本方針 |
|--------------------------------------|---|---------------------------|
| 新規制基準工認 【平成 27 年 3 月 18 日認可】 | 代替緊急時対策所 他 | 添付資料 3-3 |
| 指揮所設置工事（1 期工事）工認 【令和元年 6 月 3 日認可】 | 緊急時対策棟（指揮所） 他 | 添付資料 11-3 ※新規制基準工認呼び込み |
| 連絡通路接続工事（2 期工事）設工認 【今回申請】 | 緊急時対策棟（連絡通路） 緊急時対策棟（休憩所） ^(注1) | 添付資料 9-3 ※新規制基準工認呼び込み |

(注 1) 今回申請にて、代替緊急時対策所から名称変更

3. 緊急時対策所設置位置付近の地質〔地質水平断面図〕



図－1 地質・地質構造（第 392 回審査会合資料より抜粋、一部加筆）

※ 枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

1. 地盤の解析用物性値

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価における地盤の解析用物性値は、既工認（平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画）の添付資料 3-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち、「3. 地盤の解析用物性値」によるものとする。

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価において使用する岩種・岩級の解析用物性値一覧表を第 1-1 表、設定根拠を第 1-2 表に示す。

第1-1表 地盤物性値一覧

| 岩種・岩級 | 物性値 | 物理特性 密度 ρ (g/cm ³) | 強度特性 | | | 変形特性 | | | | |
|-------|---------------------|---|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---|-------------------|---------------|--|-------------------|
| | | | せん断強度 τ (N/mm ²) | 内部摩擦角 ϕ (°) | 残留強度 τ (N/mm ²) | 動的変形特性 | | | 静的変形特性 | |
| | | | | | | 動せん断弾性係数 G_d (×10 ⁹ N/mm ²) | 動ポアソン比 ν_d | 減衰定数 h (%) | 静弾性係数 E_s (×10 ⁹ N/mm ²) | 静ポアソン比 ν_s |
| 砂岩 | B、C ₂₃ 級 | 2.70 | 1.08 | 44.8 | 1.77 σ ^{0.49} | P8検査による速度層毎のVs、Vp及び密度により算定 | δ | 2.07 | 0.22 | |
| | C ₂₃ 級 | 2.70 | 1.08 | 44.8 | 1.77 σ ^{0.49} | | | δ | 1.32 | 0.30 |
| | C ₁ 級 | 2.28 | 0.24 | 27.6 | 0.64 σ ^{0.48} | | | δ | 0.66 | 0.30 |
| 粘板岩 | B、C ₂₃ 級 | 2.72 | 0.75 | 44.8 | 1.45 σ ^{0.51} | P8検査による速度層毎のVs、Vp及び密度により算定 | δ | 1.94 | 0.26 | |
| | C ₂₃ 級 | 2.70 | 0.75 | 44.8 | 1.45 σ ^{0.51} | | | δ | 1.24 | 0.30 |
| | C ₁ 級 | 2.28 | 0.17 | 27.6 | 0.58 σ ^{0.53} | | | δ | 0.62 | 0.30 |

(注1) 緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価で使用する岩種・岩級を抜粋。赤囲みは、使用するものを示す。

(注2) 砂岩及び粘板岩の解析用物性値は、設置変更許可申請書（添付書類六）にて確認された解析用物性値である。

第1-2表 地盤物性値の設定根拠

| 岩種・岩級 | 物性値 | 物理特性 密度 ρ (g/cm ³) | 強度特性 | | | 変形特性 | | | | |
|-------|---------------------|---|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---|-------------------|---------------------------|--|-------------------|
| | | | せん断強度 τ (N/mm ²) | 内部摩擦角 ϕ (°) | 残留強度 τ (N/mm ²) | 動的変形特性 | | | 静的変形特性 | |
| | | | | | | 動せん断弾性係数 G_d (×10 ⁹ N/mm ²) | 動ポアソン比 ν_d | 減衰定数 h (%) | 静弾性係数 E_s (×10 ⁹ N/mm ²) | 静ポアソン比 ν_s |
| 砂岩 | B、C ₂₃ 級 | 密度試験結果 | 砂岩C ₂₃ 級を使用 | | | P8検査による速度層毎のVs、Vp及び密度により算定 | 使用値 | 使用値 | 岩盤変形試験結果 | 一軸圧縮試験結果 |
| | C ₂₃ 級 | 密度試験結果 | 粘板岩C ₂₃ 級に基づき算定 | 粘板岩C ₂₃ 級に基づき算定 | 使用値 | | | 岩盤変形試験結果 | 使用値 | |
| | C ₁ 級 | 現場密度試験結果 | 岩盤せん断試験結果 | | | | | 使用値 | 岩盤変形試験結果 | 使用値 |
| 粘板岩 | B、C ₂₃ 級 | 密度試験結果 | 粘板岩C ₂₃ 級を使用 | | | P8検査による速度層毎のVs、Vp及び密度により算定 | 使用値 | 粘板岩C ₁ 級に基づき算定 | 一軸圧縮試験結果 | |
| | C ₂₃ 級 | 密度試験結果 | 岩盤せん断試験結果 | | | | | 使用値 | 粘板岩C ₂₃ 級に基づき算定 | 使用値 |
| | C ₁ 級 | 粘板岩C ₂₃ 級に基づき算定 | 砂岩C ₁ 級に基づき算定 | 砂岩C ₁ 級に基づき算定 | 使用値 | | | 岩盤変形試験結果 | 使用値 | |

(注1) 緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価で使用する岩種・岩級を抜粋。赤囲みは、使用するものを示す。

(注2) 砂岩及び粘板岩の解析用物性値は、設置変更許可申請書（添付書類六）にて確認された解析用物性値である。

2. 地盤の極限支持力度

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価における地盤の極限支持力度は、既工認（平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画）の添付資料3-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち、「4. 地盤の極限支持力度」によるものとする。

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価においては、許容限界として、粘板岩（C_L級）の極限支持力度を使用する。

粘板岩（C_L級）の極限支持力度は、設置変更許可申請書（添付書類六）に記載・確認された値であり、支持力試験結果を基に設定している。

岩種及び岩級毎の地盤の極限支持力度を第2-1表に、粘板岩（C_L級）の支持力試験結果を第2-1図に示す。

地盤の短期許容支持力度は、極限支持力度の2/3として設定する。

第2-1表 地盤の極限支持力度

| 岩種・岩級 | 極限支持力度 (N/mm ²) |
|---|--------------------------------|
| 礫岩（C _L 級,C _M 級,C _H 級,B級） | 13.7以上 ^(注1) |
| 砂岩（C _M 級,C _H 級） | 13.7以上 ^(注1) |
| 粘板岩（C _L 級） | 9.8 |

(注1) ジャッキの載荷限界を超えても破壊に至らないため、最大載荷荷重を極限支持力度として設定。

(注2) 赤囲みは、緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価において使用するものを示す。

(注3) マンメイドロックを介して地盤に支持される場合、マンメイドロックの支圧強度が岩盤の極限支持力を上回るよう、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕2002年制定（（社）土木学会、平成14年3月）」の以下の式より、マンメイドロックの設計基準強度は18.0N/mm²とする。

$$f_{ak} = \sqrt{A/A_a} \cdot f'_{ck}$$

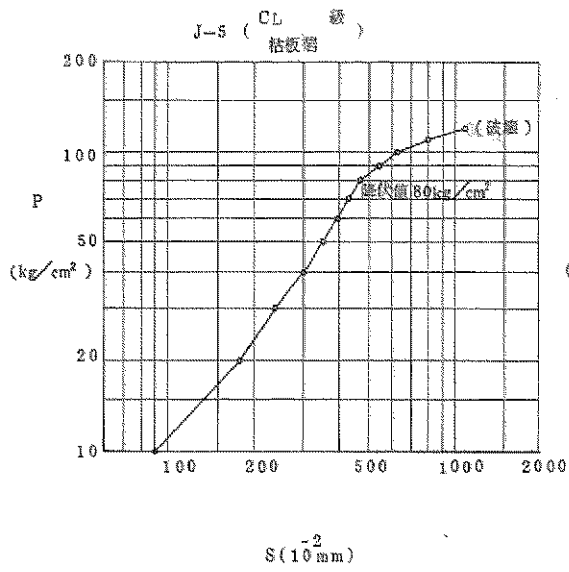
ここで、

f_{ak} : コンクリートの支圧強度 (N/mm²)

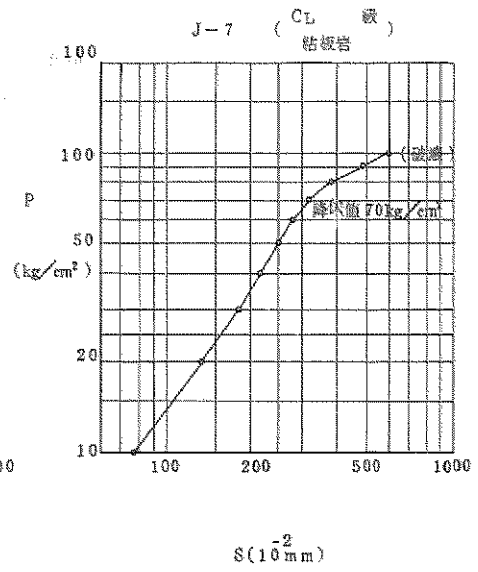
A : コンクリート面の支圧分布面積 (mm²)

A_a : 支圧を受ける面積で保守的に $\sqrt{A/A_a} = 1.0$ とする

f'_{ck} : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)



(1) CL級



(2) CL級

試験結果のうち、破壊荷重の小さい100kg/cm²を極限支持力度として採用する。

第2-1図 支持力試験結果 (粘板岩)

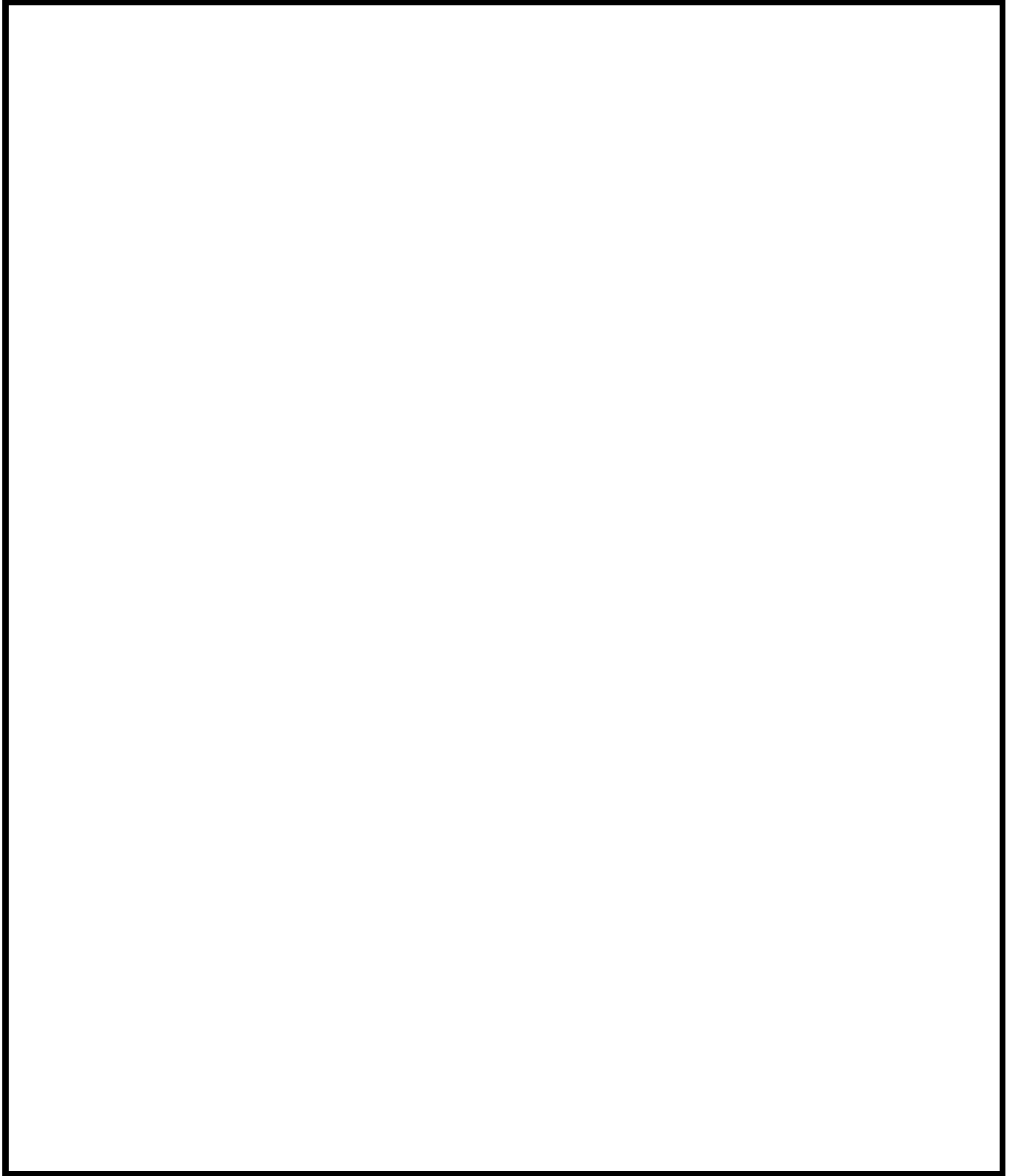
3. 耐震安全性評価における地下水位の設定方針

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価における地下水位は、緊急時対策棟（連絡通路）が地上に設置されることから、地下水位は設定しない。

4. 地質断面図

地震応答解析に用いる地盤の解析モデルは、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき作成した地質断面図より設定する。第 4-1 図に敷地内で実施したボーリング調査位置、第 4-1 図に示す断面位置の地質断面図を第 4-2 図に示す。

緊急時対策棟（連絡通路）設置位置付近の地質は、発電用原子炉施設設置位置と同様に、中生代前期白亜紀の川内層の礫岩、砂岩、粘板岩を基盤としている。



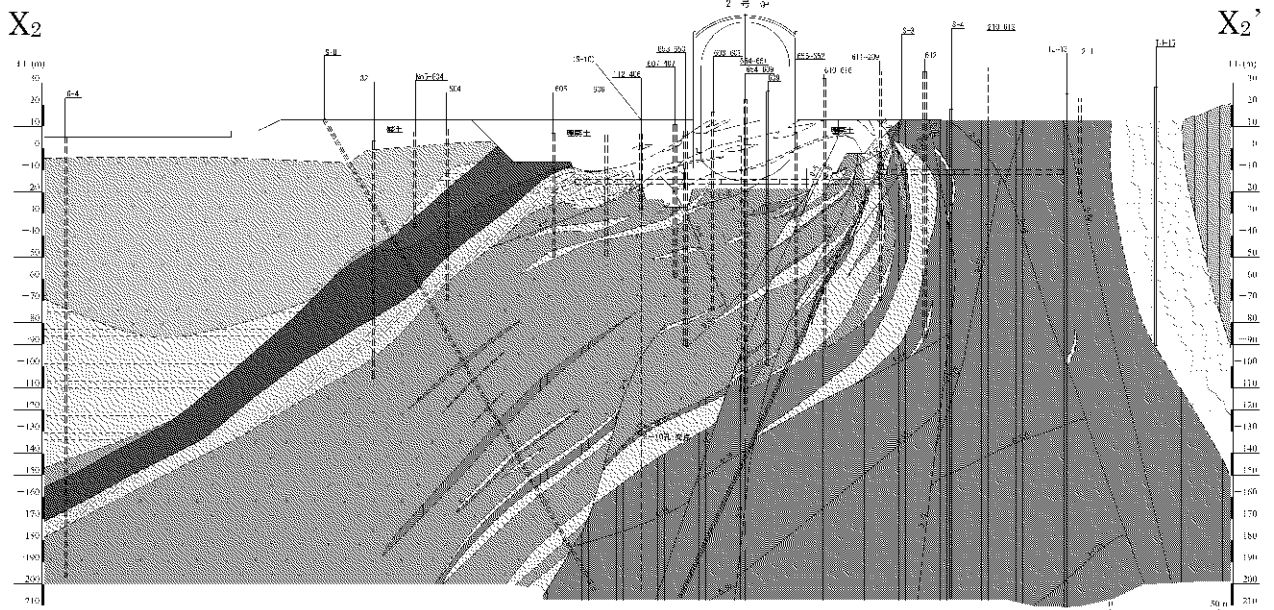
第 4-1 図 ボーリング調査位置図

地質凡例

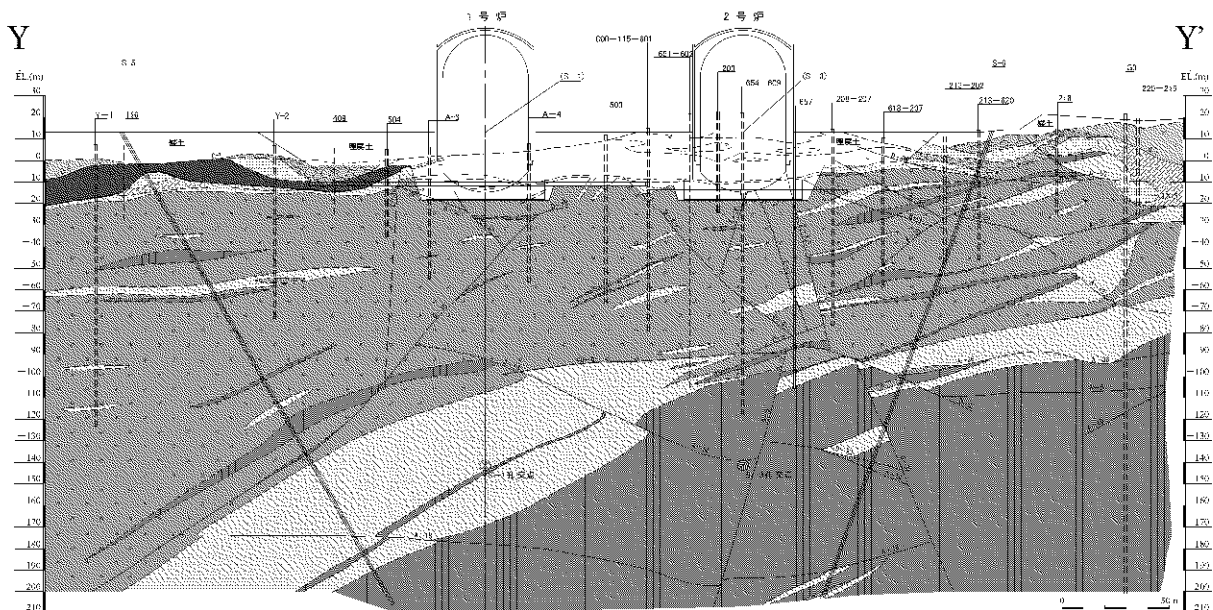
| 地質時代 | 地質名 | 地質 | 地質時代 | 地質名 | 地質 |
|------|-----|----------|------|-----|----|
| 新第三紀 | 第一層 | 礫、砂、シルト等 | 新第三紀 | 上層層 | 礫 |
| | 第二層 | 礫、砂、シルト等 | | 下層層 | 礫 |
| | 第三層 | 礫、砂、シルト等 | | 上層層 | 礫 |
| | 第四層 | 礫、砂、シルト等 | | 下層層 | 礫 |
| 第四紀 | 第五層 | 礫、砂、シルト等 | 第四紀 | 上層層 | 礫 |
| | 第六層 | 礫、砂、シルト等 | | 下層層 | 礫 |

記号凡例

- 試掘坑
- 試掘坑(試掘)
- 調査線
- 調査線
- ボーリング
- ボーリング



第4-2図 地質断面図 (X₂-X₂' 断面) (2/5)



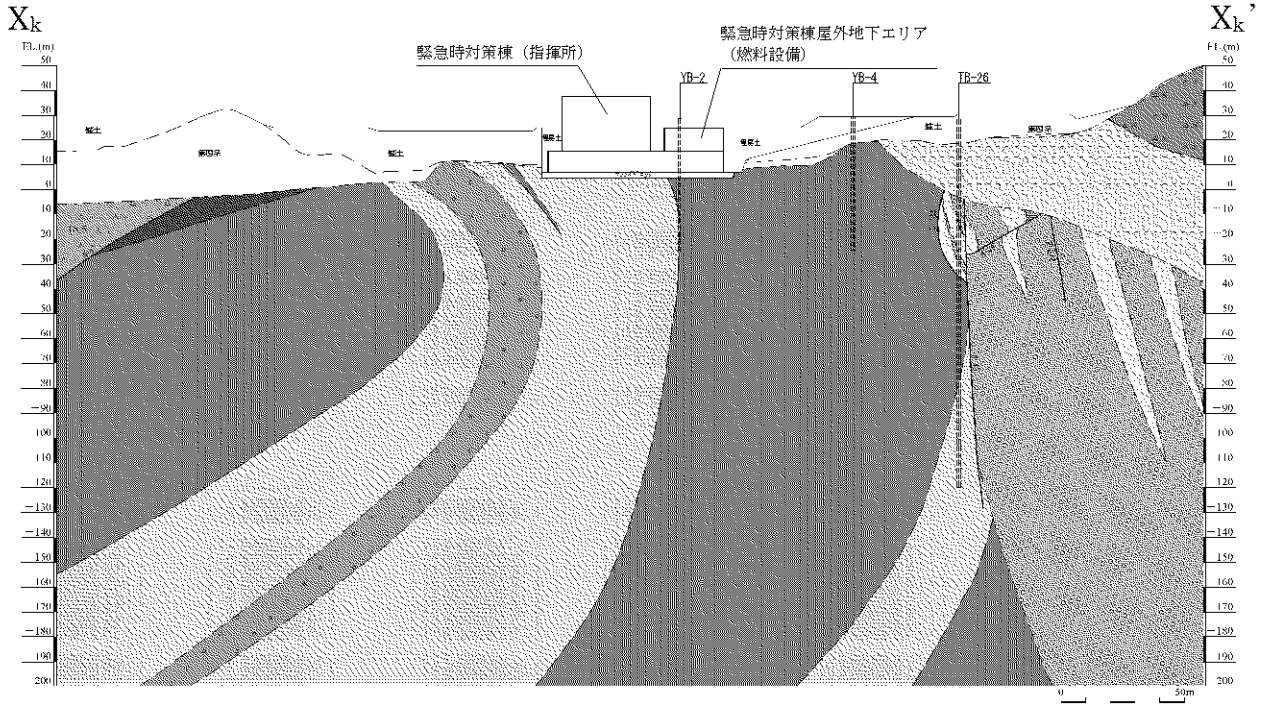
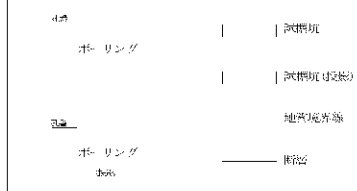
第4-2図 地質断面図 (Y-Y' 断面) (3/5)

地質凡例

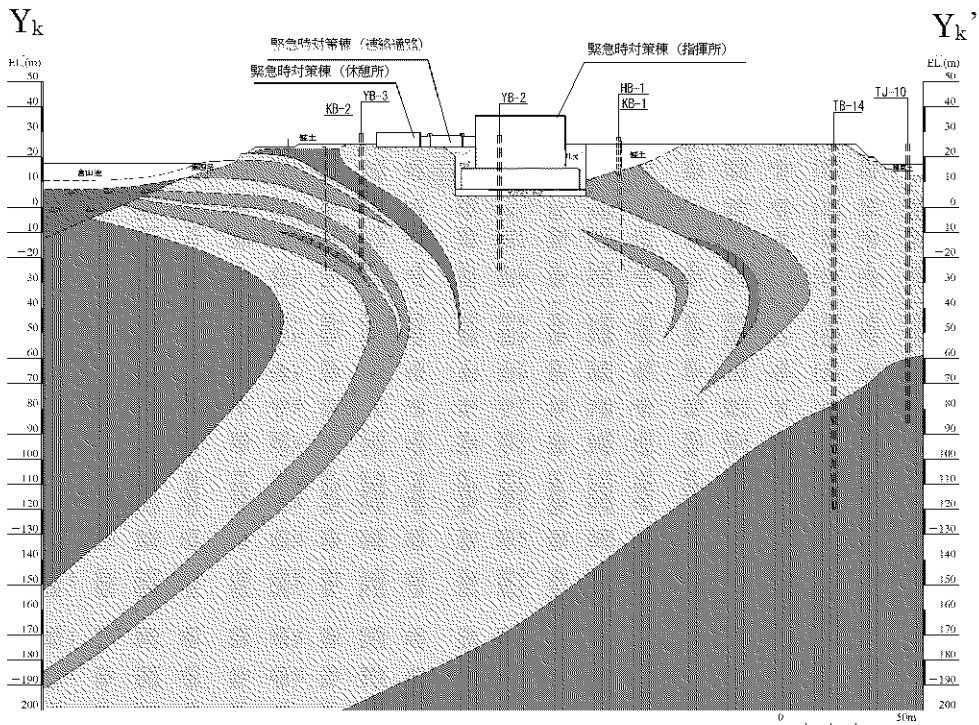
| 地質時代 | 地層名 | 地質 |
|------|-----|----------|
| 新第三紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 沖積層 | 砂、シルト等 |
| | 沖積層 | 砂、シルト等 |
| | 沖積層 | 砂、シルト等 |
| 第四紀 | 沖積層 | 砂、シルト等 |
| | 沖積層 | 砂、シルト等 |
| 白垩紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| 白垩紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |

| 地質時代 | 地層名 | 地質 |
|------|-----|----------|
| 白垩紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| 白垩紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| 白垩紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| 白垩紀 | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |
| | 礫土 | 礫、砂、シルト等 |

記号凡例



第 4-2 図 地質断面図 (X_K-X_{K'} 断面) (4/5)



第 4-2 図 地質断面図 (Y_K-Y_{K'} 断面) (5/5)

5. 地盤の速度構造

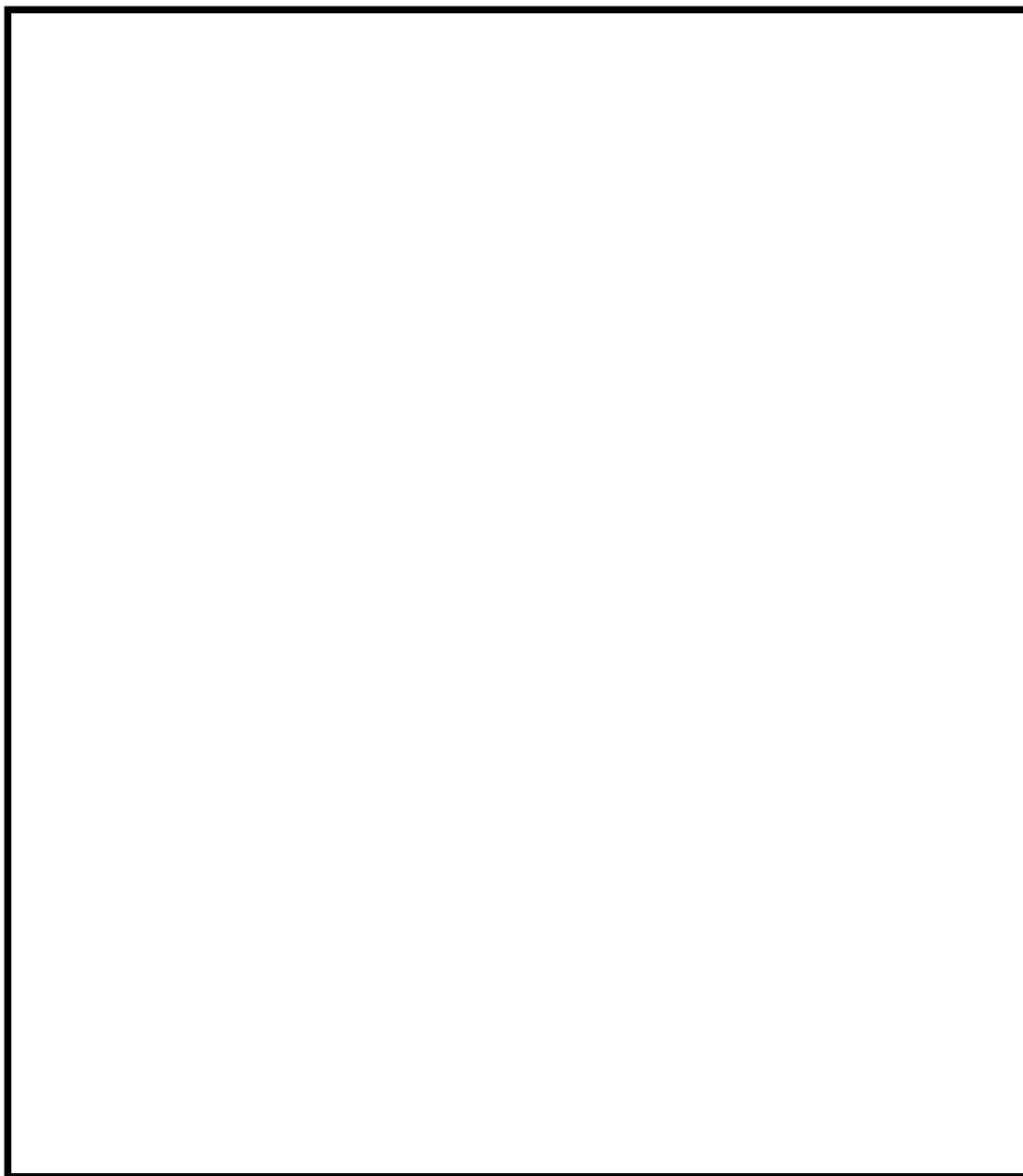
緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価における地盤の速度構造は、既工認（平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画）の添付資料 3-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち、「5. 地盤の速度構造」の設定方針に基づき設定する。

地震応答解析に用いる地盤の速度構造は、ボーリング孔内で実施した PS 検層結果等に基づき設定する。PS 検層を実施していない評価対象地点については、近傍のボーリング調査から想定される地質構造及び岩盤状況並びに近傍の PS 検層結果を踏まえ、適切に速度構造を設定する。

緊急時対策棟（連絡通路）の耐震安全性評価における速度構造は、PS 検層結果及び地質構造に基づき、設置変更許可申請書（添付書類六）に記載・確認された速度構造を用いる。

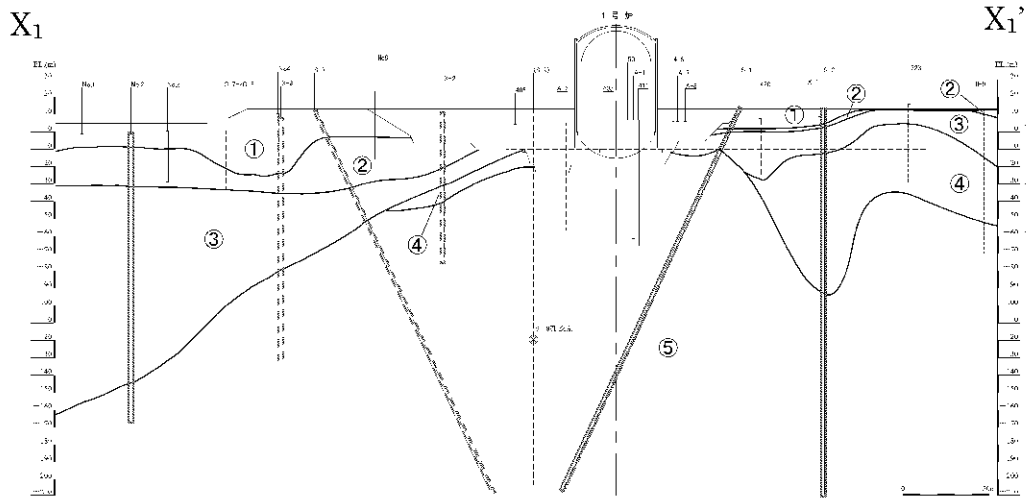
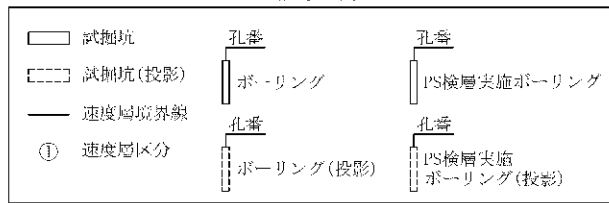
第 5-1 図に速度層断面位置図、第 5-2 図に速度層断面図、第 5-1 表に各速度層の P 波速度及び S 波速度を示す。

敷地内の速度構造は、南北方向に概ね水平成層であるが、基盤を覆う新第三紀の火山岩類の分布に伴い、西落ちの構造を示す。

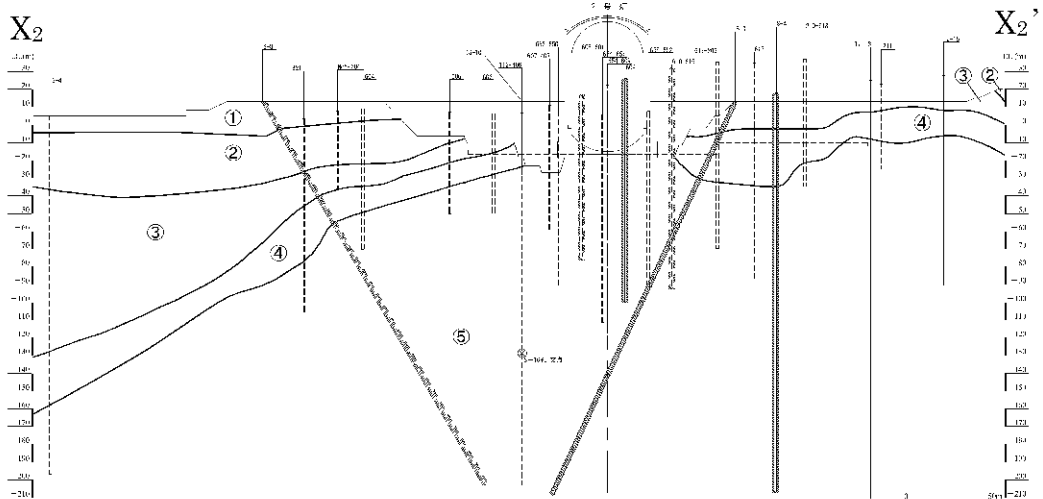


第 5-1 図 速度層断面位置図

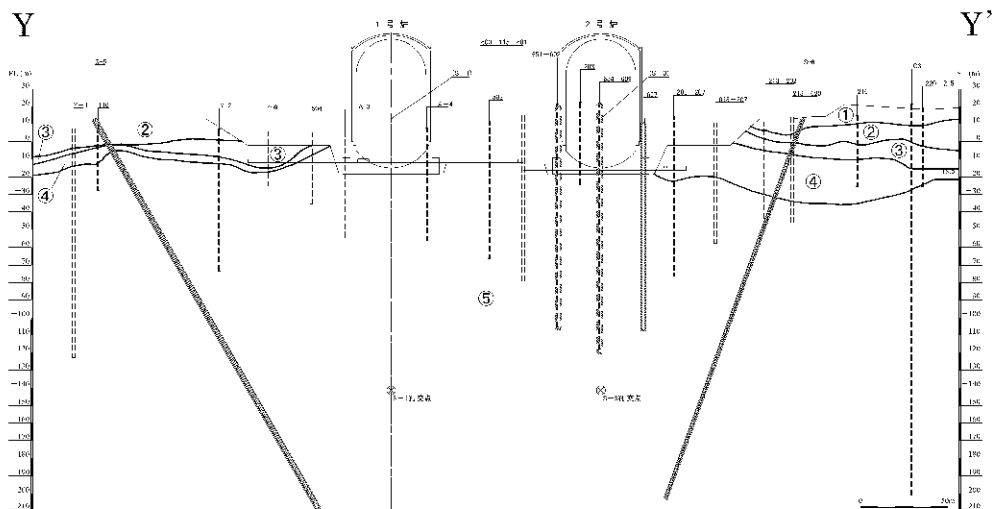
記号凡例



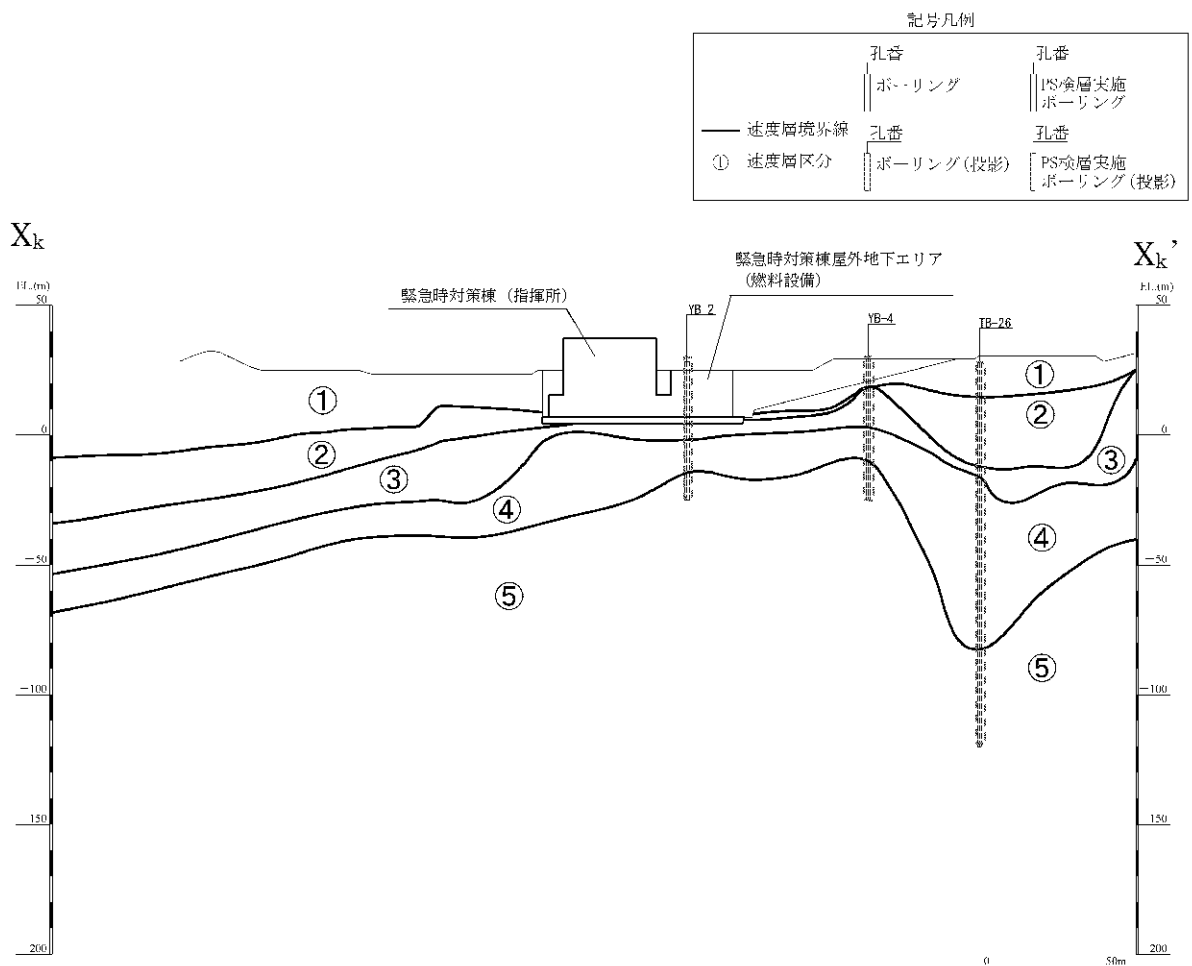
第5-2図 速度層断面図 (X₁-X₁' 断面) (1/5)



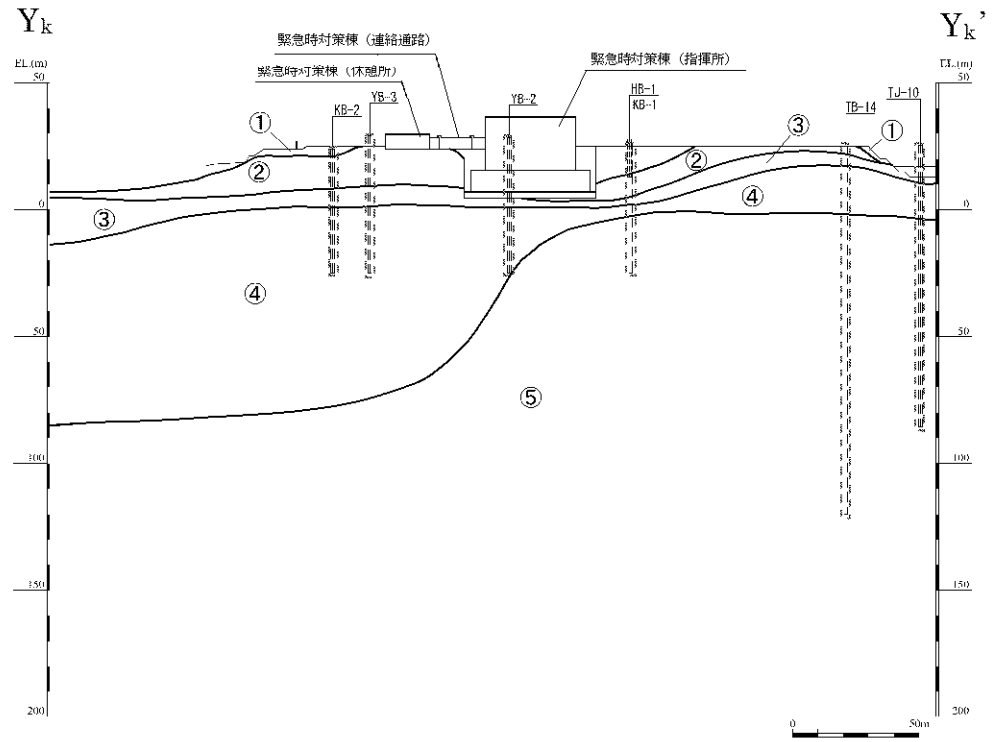
第5-2図 速度層断面図 (X₂-X₂' 断面) (2/5)



第5-2図 速度層断面図 (Y-Y' 断面) (3/5)



第5-2図 速度層断面図 (X_k-X_k' 断面) (4/5)



第5-2図 速度層断面図 (Y_k-Y_k' 断面) (5/5)

第5-1表 各速度層のP波速度及びS波速度

| 速度層 | P波速度 (km/s) | S波速度 (km/s) |
|------|----------------|----------------|
| ①速度層 | 1.17 | 0.28 |
| ②速度層 | 1.86 | 0.52 |
| ③速度層 | 2.51 | 0.90 |
| ④速度層 | 3.40 | 1.37 |
| ⑤速度層 | 4.33 | 2.05 |

(注) 各速度層の値は、設置変更許可申請書（添付書類六）に記載した値である。

9-2. 連絡通路における設置許可から設計及び工事の計画での差異について
(基礎地盤の安定性評価)

1. はじめに

本資料では、連絡通路の設置許可時から設計及び工事の計画時で変更となる項目を反映した基礎地盤の安定性再評価を実施し、変更による影響を確認した。

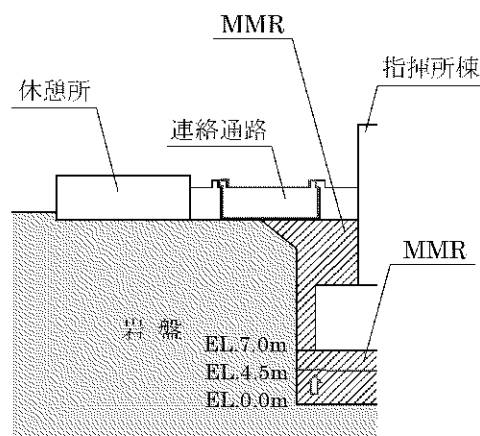
連絡通路において、設置許可時から設計及び工事の計画時で変更となった項目として、第1表及び第1図に変更内容を示す。

連絡通路の重量については、設置許可時に割増しした設定重量から設計進捗による重量確定に伴い小さくなっている。また、連絡通路の一部の基礎下のMMR範囲については、設置許可時はEL.0.0mからMMRとする計画であったが、指揮所設置工事（1期工事）の掘削時に指揮所棟及び連絡通路を十分に支持できる岩盤がより浅い位置に確認できたことからEL.4.5mに変更した。支持岩盤は、電研式の岩盤分類を参考に、岩石の硬さ、割れ目の状態、割れ目の間隔を指標として確認している。

なお、基礎地盤の安定性再評価における連絡通路重量は、すべり線上部の全体重量に対して1%未満であることと、設置許可時に比べて小さくなっていることから、保守的に設置許可時のモデルを採用した。

第1表 設置許可時と設計及び工事の計画時の変更内容

| 項目 | 設置許可時 | 設計及び工事の計画時 |
|-------------------------|------------------|-----------------|
| 連絡通路重量 | 39kN/m | 21kN/m |
| 基礎下 MMR 範囲 (連絡通路の一部) | EL.0.0m～EL. 7.0m | EL.4.5m～EL.7.0m |



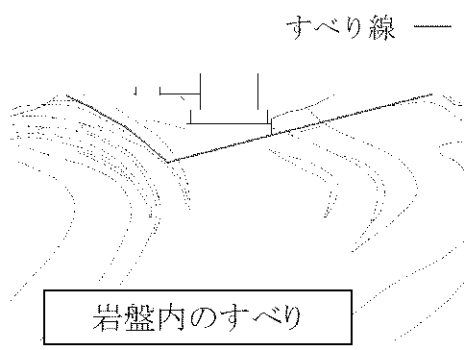
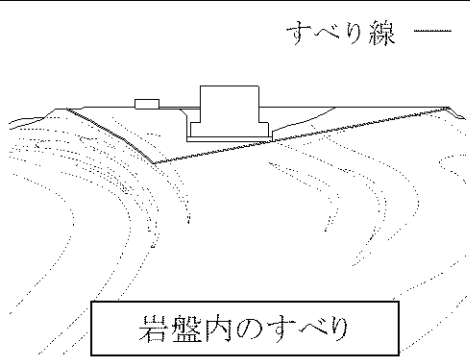
第1図 連絡通路断面図

2. 評価結果

評価の結果を設置許可時の最小すべり安全率と併せて第2表に示す。最小すべり安全率は2.3、基礎の最大傾斜は1/17,000となった。

以上より、連絡通路の設置許可時から設計及び工事の計画時で変更となった項目が基礎地盤の安定性評価に与える影響は軽微であることを確認した。

第2表 設置許可時と設計及び工事の計画時における基礎地盤の安定性評価結果

| 評価項目 | | 評価結果 | | 評価基準値 |
|---------------|----------|--|---------------|---------------|
| 設置許可 | 最小すべり安全率 |  | 2.3 (Ss-2) | 1.5 以上 |
| | 最大傾斜 | 1/15,000 (Ss-2) | | 1/2,000 以下 |
| 設計及び 工事の計画 | 最小すべり安全率 |  | 2.3 (Ss-2) | 1.5 以上 |
| | 最大傾斜 | 1/17,000 (Ss-2) | | 1/2,000 以下 |

9-3. 地震応答解析モデル及び解析手法の概要

目 次

| | 頁 |
|----------------------------|---|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 地震応答解析モデル及び解析手法 | 2 |
| 別紙 1 地震応答解析モデルにおける質点重量及び剛性 | |
| 別紙 2 建屋の滑動に関する検討 | |

1. 概 要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の地震応答解析モデル及び解析手法の概要を示すものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-1 「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

2. 地震応答解析モデル及び解析手法

連絡通路について、地震応答解析モデル及び解析手法の概要を第 2-1 表に示す。また、川内原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査における工事計画認可申請添付資料（以下「川内新規制基準工認」という。）のうち、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-16-22「代替緊急時対策所の地震応答解析」における緊急時対策棟（休憩所）（以下「休憩所」という。）の地震応答解析モデル及び解析手法並びに令和元年 6 月 3 日付け原規規発第 1906035 号にて認可された工事計画の添付資料 11-16-1「緊急時対策棟（指揮所）、緊急時対策棟屋外地下エリア（加圧設備）及び緊急時対策棟屋外地下エリア（燃料設備）の地震応答解析」における川内 1 号機緊急時対策棟（指揮所）（以下「指揮所棟」という。）、加圧設備棟及び燃料設備棟の地震応答モデル及び解析手法を、併せて示す。

さらに、玄海原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査における工事計画認可申請添付資料（以下「玄海新規制基準工認」という。）のうち、平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708253 号にて認可された玄海 3 号機の工事計画の添付資料 3-16-5「原子炉補助建屋の地震応答解析」における玄海 3 号機原子炉補助建屋の地震応答解析モデル及び解析手法を、併せて示す。

第2-1表 地震応答解析モデル及び解析手法の概要(1/2)

| 項目 | | 今回工認 | 参考（川内新規制基準工認） | | 参考（玄海新規制基準工認） | 備考 |
|--------------------|------------|--|------------------|--|--|--------|
| | | 川内1号機 連絡通路 | 川内1号機 休憩所 | 川内1号機 指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟 | 玄海3号機 原子炉補助建屋 | |
| 入力地震動 の 算定方法 | 水平方向 | 基準地震動を基に、一次元波動論により評価 | 同左 | 同左 | 基礎底面：基準地震動を直接入力 | |
| | 鉛直方向 | 基準地震動を基に、一次元波動論により評価 | 同左 | 同左 | 基礎底面：基準地震動を直接入力 | |
| 解析コード | | TDAPIII Ver.3.08 | TDAPIII Ver.3.05 | TDAPIII Ver.3.08 | NORA2D Ver.1.02 | |
| 建屋の モデル化 | モデル | 水平方向：1軸多質点系曲げせん断棒モデル 鉛直方向：1軸多質点系軸棒モデル | 同左 | 水平方向：並列多質点系曲げせん断棒モデル 鉛直方向：並列多質点系軸棒モデル | 水平方向：1軸多質点系曲げせん断棒モデル 鉛直方向：1軸多質点系軸棒モデル | |
| | 材料物性 | コンクリートのヤング係数 $E_c=2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ コンクリートのポアソン比 $\nu=0.2$ | 同左 | コンクリートのヤング係数 指揮所棟： $E_c=2.59 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 加圧設備棟、燃料設備棟： $E_c=2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 基礎： $E_c=2.27 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ コンクリートのポアソン比 $\nu=0.2$ | コンクリートのヤング係数 $E_c=2.43 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ コンクリートのポアソン比 $\nu=0.2$ | ① |
| | 剛性評価 | 水平方向：耐震壁を考慮 鉛直方向：耐震壁を考慮 | 同左 | 水平方向：同左 鉛直方向：耐震壁及び柱を考慮 | 水平方向：同左 鉛直方向：耐震壁を考慮 | |
| | 質点重量 評価 | 階高の1/2の高さを基準に上下階に振り分け | 同左 | 同左 | 同左 | |
| | 減衰定数 | 水平方向：RC：5% 鉛直方向：RC：5% | 同左 | 同左 | 同左 | ② |
| 地盤の モデル化 | 底面ばね | 振動アドミタンス理論に基づく近似法 水平方向：水平ばね及び回転ばねを考慮 鉛直方向：鉛直ばねを考慮 | 同左 | 同左 | 同左 | ③ ④ |
| | 側面ばね | 水平方向：考慮せず 鉛直方向：考慮せず | 同左 | 同左 | 同左 | |
| 非線形特性 | 耐震壁 | 水平方向：考慮 鉛直方向：考慮せず | 同左 | 同左 | 同左 | ③ |
| | 底面ばね | 水平方向：基礎浮上りによる幾何学的非線形性 考慮 鉛直方向：考慮せず | 同左 | 同左 | 同左 | |
| 誘発上下動 | | 基礎の浮上り範囲が大きくなる場合について、 誘発上下動を考慮 | 考慮せず | 考慮せず | 基礎の浮上り範囲が大きくなる場合について、 誘発上下動を考慮 | ⑤ |

【表の備考欄に対応】

- ①：原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会、2005 制定）及び鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 一許容応力度設計法一（（社）日本建築学会、1999 改定）に基づき設定。
 ②：鉄筋コンクリートの減衰定数については、5%を基本とし、耐震性向上の観点から3%とした場合についても考慮。
 ③：原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（（社）日本電気協会）に基づき設定。
 ④：底面ばねの剛性は0Hzにおける値を定式化。減衰係数は振動系全体のうち地盤の影響が卓越する最初の固有振動数に対応する虚部の値と原点を結ぶ傾きで定式化。
 ⑤：連絡通路及び玄海3号機原子炉補助建屋について、誘発上下動はS-Rモデルによる応答解析において接地率が65%を下回る場合において考慮。

第2-1表 地震応答解析モデル及び解析手法の概要(2/2)

| 項目 | 今回工認 | 参考(川内新規制基準工認) | | 参考(玄海新規制基準工認) | 備考 | |
|------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|----|---------------|
| | 川内1号機 連絡通路 | 川内1号機 休憩所 | 川内1号機 指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟 | | | 玄海3号機 原子炉補助建屋 |
| 水平方向 | 誘発上下動を考慮しない場合 | | | | | |
| | 誘発上下動を考慮する場合 | | | | | |
| 鉛直方向 | | | | | | |

9-3-別紙 1. 地震応答解析モデルにおける
質点重量及び剛性

目 次

| | 頁 |
|---------------------------------|----------|
| 1. 概 要 | 別 1 - 1 |
| 2. 質点重量の算出方法 | 別 1 - 2 |
| 2.1 質点重量の算出における基本方針 | 別 1 - 2 |
| 2.2 地震応答解析モデルの質点重量の内訳について | 別 1 - 4 |
| 3. 剛性評価において考慮した耐震壁 | 別 1 - 7 |
| 4. 耐震壁の非線形特性の設定について | 別 1 - 9 |
| 4.1 第 1 折点の設定 | 別 1 - 10 |
| 4.2 第 2 折点の設定 | 別 1 - 10 |
| 4.3 終局点の設定 | 別 1 - 11 |
| 5. まとめ | 別 1 - 12 |

1. 概 要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の地震応答解析モデルにおける質点重量の算出方法及び部材剛性評価において考慮した耐震壁を示すものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-1 「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

2. 質点重量の算出方法

2.1 質点重量の算出における基本方針

地震応答解析モデルにおいて質点重量は各階床位置に集中しているものとし、階高の 1/2 の高さを基準に上下階に振り分けて算出している。質点重量の振り分けの概念図を第 2-1 図に示す。

(1) 固定荷重

固定重量については、鉄筋コンクリート躯体を主とし、仕上げ等を含めた重量とする。鉄筋コンクリート躯体の重量は、体積と単位体積重量との積により算出する。

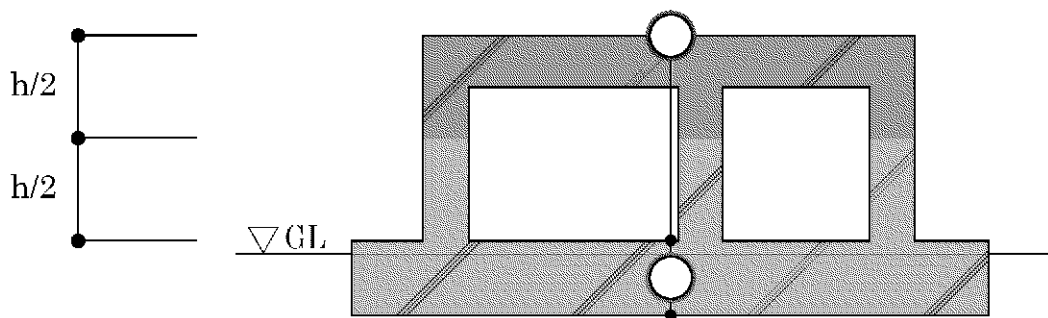
連絡通路について、固定荷重を以下に示す。

a. 躯体重量

- ・鉄筋コンクリート躯体重量：24.0kN/m³

b. 仕上げ荷重

- ・屋根スラブ：塗膜防水：0.2kN/m²



第 2-1 図 質点重量の振り分けの概念図

(2) 積載荷重

積載荷重による重量については、各エリアの用途に応じた積載荷重（基礎版：0.5kN/m²、屋根：0.8kN/m²）に床面積を乗じることで算出し、加えて、機器荷重を考慮する。機器荷重は、各層で設定した単位面積当たりの荷重に床面積を乗じることで算出する。

各層の機器荷重を第2-1表に示す。

第2-1表 機器荷重

| フロア | 質点番号 ^(注) | 高さ EL. (m) | 機器荷重 (kN/m ²) |
|-----|---------------------|------------------|------------------------------|
| RFL | 1 | 28.30 | 1.5 |
| 1FL | 3 | 24.60 | 1.5 |

(注) 添付資料9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」における地震応答解析モデルの番号を示す。

(3) 積雪荷重

積雪荷重が積載荷重を下回るため、積雪荷重は地震荷重及び積載荷重の組合せで考慮される。積雪荷重が積載荷重を下回ることの確認は、補足説明資料9-4「地震荷重と風荷重、積載荷重と積雪荷重の比較」に示す。

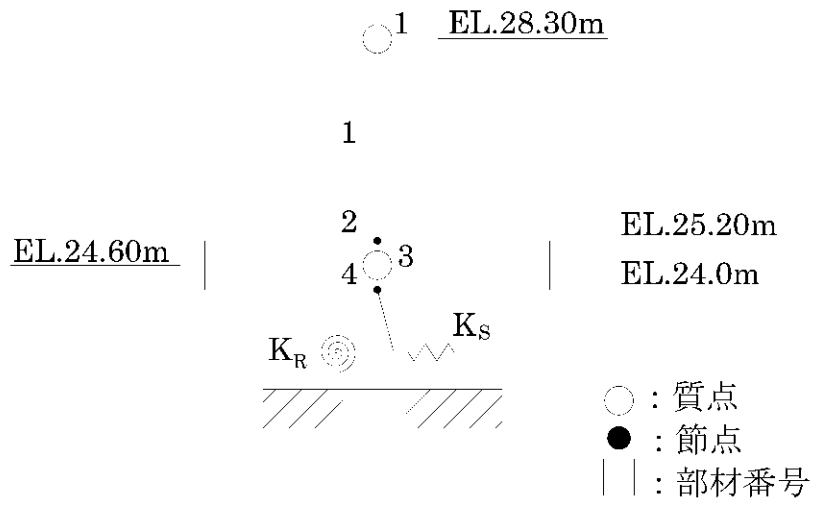
2.2 地震応答解析モデルの質点重量の内訳について

質点 1 を例として、質点重量の算定方法及び質点重量の内訳を第 2-2 表に示す。また、連絡通路の地震応答解析モデルを第 2-2 図、地震応答解析モデルの諸元を第 2-3 表に示す。

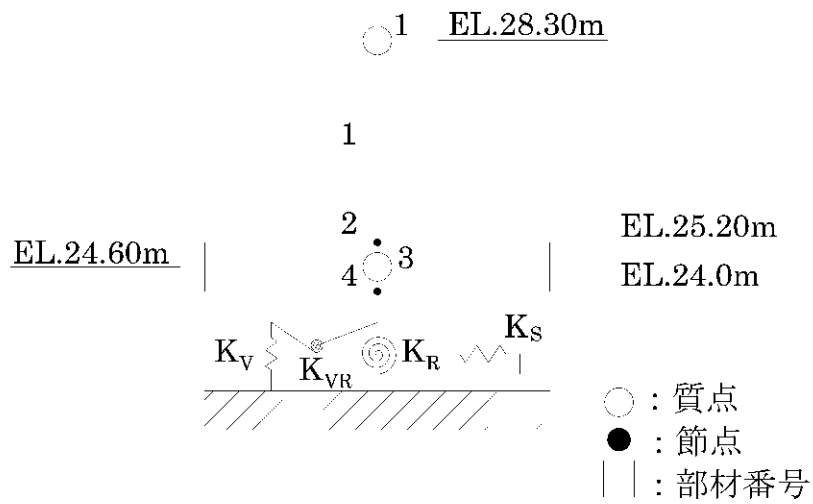
第 2-2 表 質点重量の算出方法及び内訳 (質点 1)

| 荷重 | | 算出方法 ^(注) | 重量内訳 (kN) |
|----------|----------|---------------------------------------|--------------------|
| 固定 荷重 | コンクリート躯体 | $24.0(\text{kN}/\text{m}^3) \times V$ | 2250 |
| | 屋根仕上げ | $0.2(\text{kN}/\text{m}^2) \times A$ | 16.7 |
| 積載 荷重 | 積載荷重 | $0.8(\text{kN}/\text{m}^2) \times A$ | 66.7 |
| | 機器荷重 | $1.5(\text{kN}/\text{m}^2) \times A$ | 56.4 |
| 合計 | | | 2.39×10^3 |

(注) 記号の凡例…V : 体積(m³)、A : 面積(m²)



(a) 水平方向、SRモデル



(b) 水平方向、誘発上下動モデル

第2-2図 連絡通路の地震応答解析モデル

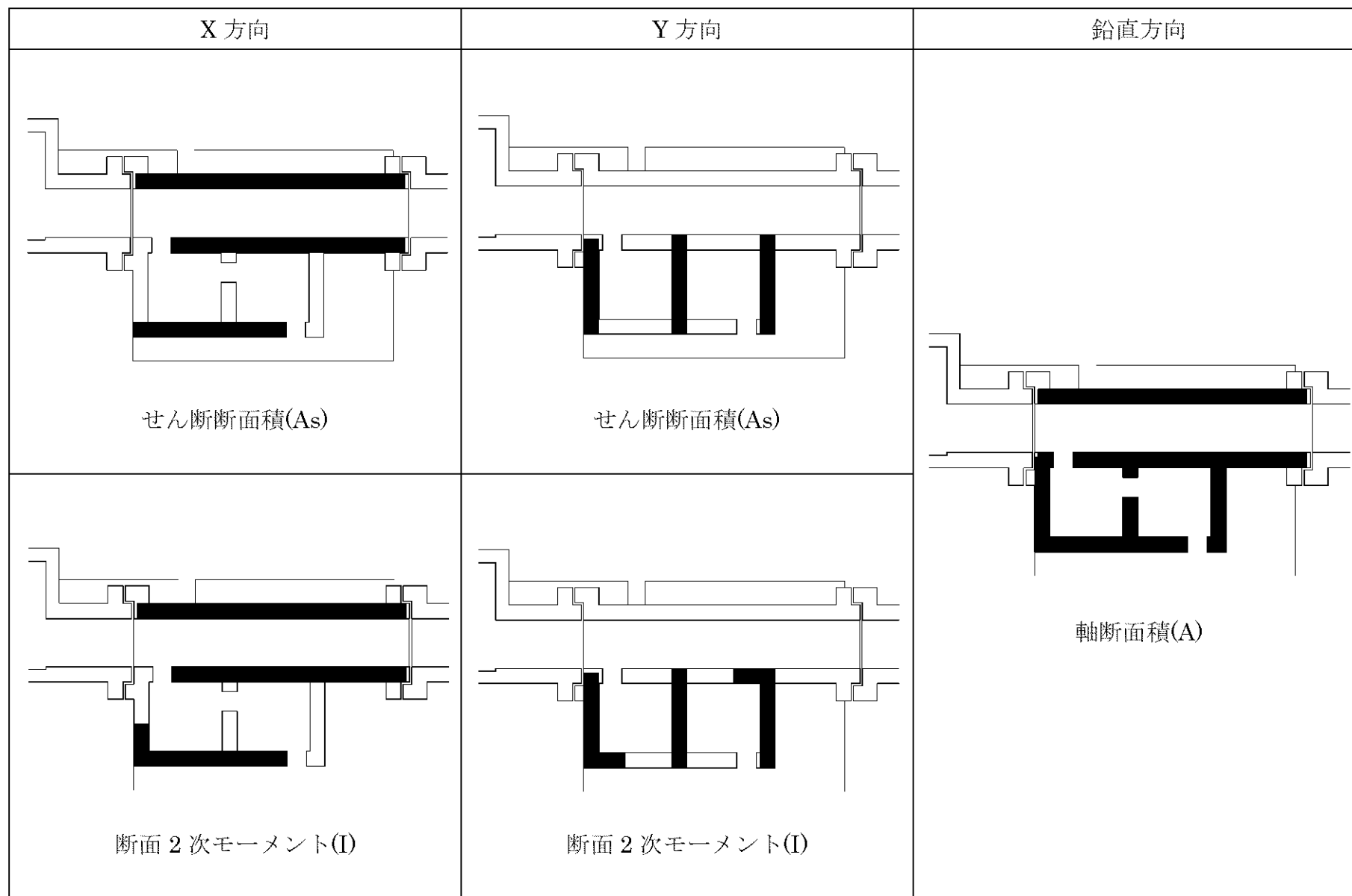
第2-3表 地震応答解析モデル諸元（水平方向）

| 部位 | 質点 節点 番号 | 高さ EL. (m) | 重量 (kN) | 部材 番号 | せん断 断面積 (m ²) | | 断面二次 モーメント (m ⁴) | |
|------|----------------|------------------|----------------------|----------|---------------------------------|----|------------------------------------|-----|
| | | | | | NS | EW | NS | EW |
| 連絡通路 | 1 | 28.30 | 2.39×10 ³ | 1 | 8 | 21 | 22.6 | 275 |
| | 2 | 25.20 | — | Rigid | | | | |
| | 3 | 24.60 | 4.73×10 ³ | | | | | |
| | 4 | 24.00 | — | | | | | |

3. 剛性評価において考慮した耐震壁

建屋の部材剛性について、水平方向は、せん断剛性として地震方向の耐震壁におけるウェブ部分のせん断剛性 GA_s 、曲げ剛性として地震方向の耐震壁におけるウェブ部分及びフランジ部分の曲げ剛性 EI を考慮する。また、鉛直方向は、耐震壁の軸剛性 EA を考慮する。ここで、 G はコンクリートのせん断弾性係数、 E はコンクリートのヤング係数、 A_s は耐震壁のせん断断面積、 I は耐震壁の断面二次モーメント、 A は軸断面積である。

連絡通路の地震応答解析モデルにおけるせん断断面積 A_s 及び断面二次モーメント I 並びに鉛直方向の地震応答解析モデルにおける軸断面積 A の評価において考慮した耐震壁を第 3-1 図に示す。

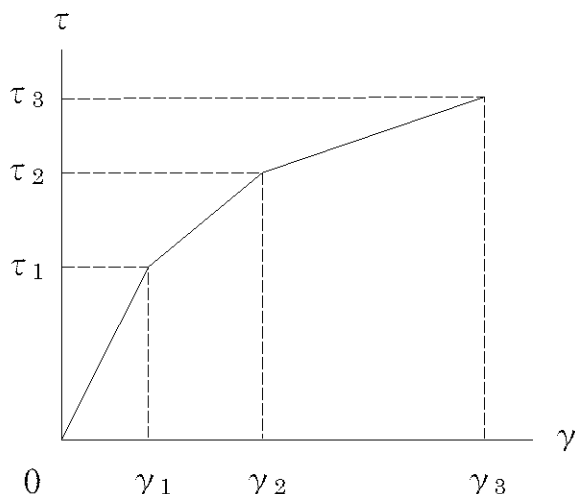


第 3-1 図 連絡通路(EL.25.20m)

4. 耐震壁の非線形特性の設定について

耐震壁の非線形特性は、「3. 剛性評価において考慮した耐震壁」に示した耐震壁について、添付資料 9-13-2「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」に示す壁の厚さ及び配筋を考慮し、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「JEAG4601-1991 追補版」という。）に基づき設定する。

以下、耐震壁の非線形特性のうち、せん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）の算出方法を示す。せん断応力度－せん断ひずみ関係を第 4-1 図に示す。



- τ_1 : 第 1 折点のせん断応力度
- τ_2 : 第 2 折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第 1 折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第 2 折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ(4.0×10^{-3})

第 4-1 図 せん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）

4.1 第1折点の設定

せん断スケルトンカーブの第1折点は、JEAG4601-1991 追補版に基づき、以下の式より算出する。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c}(\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度(kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数(kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

4.2 第2折点の設定

せん断スケルトンカーブの第2折点は、JEAG4601-1991 追補版に基づき、以下の式より算出する。

$$\tau_2 = 1.35\tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

4.3 終局点の設定

せん断スケルトンカーブの終局点は、JEAG4601-1991 追補版に基づき、以下の式より算出する。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F_c}$ の場合

$$\tau_3 = \left(1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F_c}}\right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F_c}$ の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F_c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left(3 - \frac{1.8M}{QD}\right) \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$ のとき $M/QD = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_V + P_H) \cdot {}_s\sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_V + \sigma_H)}{2}$$

ここで、

P_V, P_H : 縦、横筋比 (実数)

σ_V, σ_H : 縦、横軸応力度(kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

${}_s\sigma_y$: 鉄筋降伏応力度(kgf/cm²)

M/QD : シアスパン比

5. まとめ

連絡通路の地震応答解析モデルにおける質点重量の算出方法を示した。また、地震応答解析モデルの部材剛性評価において考慮した耐震壁及び耐震壁の非線形特性の算出方法を示した。

9-3-別紙 2. 建屋の滑動に関する検討

目 次

| | 頁 |
|------------------------------------|----------|
| 1. 概 要 | 別 2 - 1 |
| 2. 検討方法 | 別 2 - 2 |
| 3. 評価結果 | 別 2 - 4 |
| 4. まとめ | 別 2 - 6 |
| (参考 1) 岩盤及び均しコンクリートの施工状況 | 別 2 - 7 |
| (参考 2) 基礎両端における浮上りの確認 | 別 2 - 8 |
| (参考 3) 付着力を考慮した基礎浮上りの検討 | 別 2 - 10 |
| (参考 4) 基礎と均しコンクリート間の滑動の検討 | 別 2 - 12 |
| (参考 5) JNES 報告書による付着力の適用性の確認 | 別 2 - 16 |

1. 概 要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の滑動に関する評価について説明するものである。

滑動に関する評価は、連絡通路の基礎底面の接地状況を踏まえ、地震応答解析結果を用いて検討を行う。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・ 添付資料 9-13-1 「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

2. 検討方法

建屋の滑動については、以下の指針に検討方法が示されている。

- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社) 日本電気協会)
(以下「JEAG4601-1987」という。)
- ・ 建築基礎構造設計指針 ((社) 日本建築学会、1999 改定) (以下「建築基礎構造設計指針」という。)

連絡通路は、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物であり、基準地震動 S_s に対して評価を行う。ここで、建築基礎構造設計指針は、50 年～500 年に 1 回程度遭遇する地震荷重に対する一般建築物を対象とした検討方法であるのに対し、本検討では、より低頻度の基準地震動 S_s という大入力を考慮することから、JEAG4601-1987 を踏まえた検討を行う。

なお、添付資料 9-13-2「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」にて接地圧の評価を行っており、接地圧の評価の際には、JEAG4601-1987 に従い建築基礎構造設計指針を適用している。

JEAG4601-1987 では、滑動の検討について、以下の 2 項目が示されている。

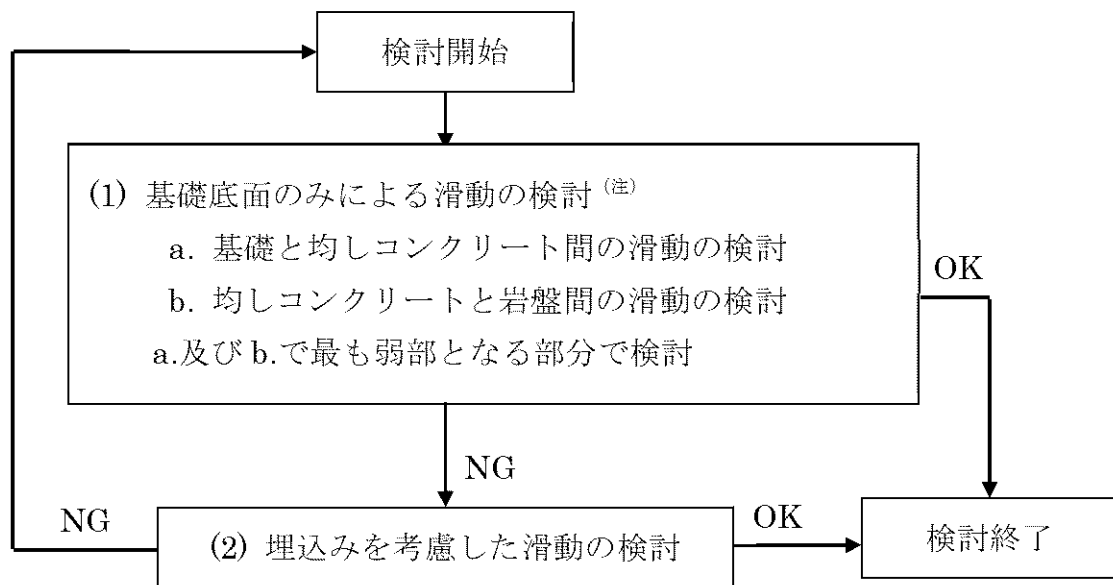
- (1) 基礎底面のみによる滑動の検討
- (2) 埋込みを考慮した滑動の検討

本資料では、連絡通路について滑動抵抗力を算定し、建屋の基礎底面に作用する水平地震力と滑動抵抗力とを比較することによって、滑動の検討を行う。添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す地震応答解析モデルにおいて、保守的に建屋の埋込みによる効果を考慮していないことから、「(1) 基礎底面のみによる滑動の検討」を行う。

連絡通路における滑動の検討フローを第 2-1 図に示す。

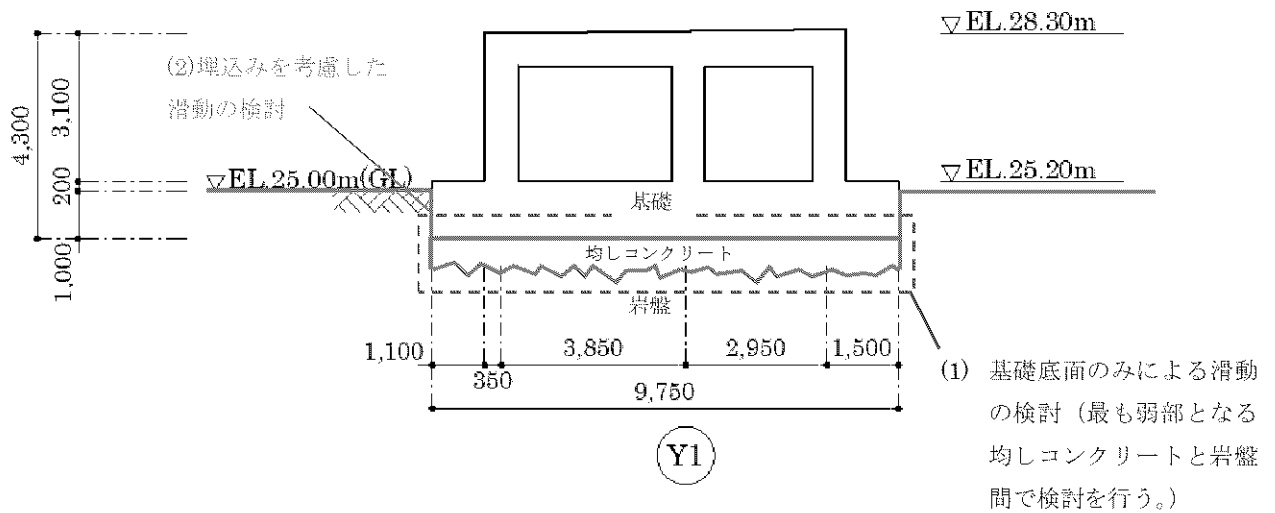
連絡通路は、岩盤上に均しコンクリートを介して設置されるため、滑動の検討は、「a.基礎と均しコンクリート間の滑動の検討（以下、「a.」という）」及び「b.均しコンクリートと岩盤間の滑動の検討（以下、「b.」という）」のうち最も弱部となる部分で検討を行う。ここで、a.における基礎と均しコンクリート間のせん断強度は 0.36N/mm^2 (参考 4 参照)、b.における連絡通路が設置される岩盤のせん断強度は 0.24N/mm^2 であり、a.よりも b.が弱部となるため、最も弱部となる部分として b.についての検討を行う。

建屋の滑動に対する概念図を第 2-2 図に示す。



(注 1) 滑動抵抗力に付着力を考慮する場合は、建屋基礎の浮上りの有無を確認する。

第 2-1 図 滑動の検討フロー



第 2-2 図 建屋の滑動に対する概念図

3. 評価結果

基礎底面のみによる滑動の検討に用いる諸元を以下に示す。基礎底面に作用する水平地震力は、添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」における地震応答解析モデルの基礎底面地盤ばね反力（水平方向）を用いる。

| | | |
|--------------------------------|---|--------------------------|
| 建屋総重量 | : | 7.120×10^3 (kN) |
| 基礎底面に作用する水平地震力 (基礎底面地盤ばね反力) | : | 9.325×10^3 (kN) |
| 建屋基礎底面積 | : | 117.4(m ²) |

建屋基礎の打設にあたっては、岩盤の不陸の残置、岩盤清掃、湿潤状態での打設等の打ち込み準備工がなされる（参考 1 参照）。そのため、均しコンクリートと支持岩盤は十分にかみ合うことから、本検討の滑動抵抗力は、均しコンクリートのせん断抵抗力または岩盤のせん断抵抗力で算出される。ここで、均しコンクリートのせん断強度を 0.495N/mm^2 （注 1）、岩盤（砂岩 CL 級）のせん断強度を既工認資料「地盤の支持性能に係る基本指針」に示した 0.24N/mm^2 とすると、岩盤のせん断強度は、均しコンクリートのせん断強度より小さい。したがって、本検討で用いる滑動抵抗力は、岩盤のせん断抵抗力とする。

岩盤のせん断抵抗力は、JEAG4601-1987 を参考に以下の式で算出する。

$$H_u = C \cdot A + V \cdot \tan\phi$$

ここで、

| | | |
|--------|---|-----------------------|
| H_u | : | せん断抵抗力 |
| C | : | 岩盤のせん断強度 |
| A | : | 建屋基礎底面積 |
| V | : | 底面に作用する鉛直力（建屋総重量とする。） |
| ϕ | : | 内部摩擦角 |

C 及び ϕ は、前述した既工認資料「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した砂岩 CL 級におけるせん断強度及び内部摩擦角（ $C : 0.24 \text{ N/mm}^2$ 、 $\phi : 27.6^\circ$ ）を用いる。

また、連絡通路の地震応答解析においては、JEAG4601-1987 に基づき建屋の浮上りを考慮した解析モデルとしているため、地震応答解析との整合性を考慮し、岩盤のせん断強度についても、建屋の浮上りを考慮する。地震応答解析結果より、最小の接地率は、建屋短辺方向の 64%（Ss-1、NS 方向）であるが、地震動の正

負繰り返し载荷によって建屋両端が浮上りを経験するため、岩盤のせん断強度を考慮できる基礎面積は、建屋両端の浮上りを考慮して算出する。基礎両端における浮上りの確認を参考2に示す。参考2より、建屋両端の浮上りを考慮した場合、岩盤のせん断強度を考慮できる基礎面積の割合は42%である。

$$\begin{aligned} \text{滑動抵抗力} &= 0.24(\text{N/mm}^2) \times 10^3 \times 117.4(\text{m}^2) \times 0.42 \\ &\quad + \tan 27.6^\circ \times 7.120 \times 10^3 \text{ (kN)} \\ &= 1.556 \times 10^4 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

連絡通路の基礎底面のみによる滑動の検討結果を第3-1表に示す。検討の結果、滑動抵抗力が基礎底面に作用する水平地震力を上回ることから、建屋の滑動が起こらないことを確認した。また、参考として、滑動の安全率の許容限界について、「道路橋示方書・同解説（（社）日本道路協会）（以下「道路橋示方書」という。）」を参照すると、道路橋示方書記載の安全率1.2を満足することを確認した。

第3-1表 基礎底面のみによる滑動の検討結果
(均しコンクリートと岩盤間)

| ①基礎底面に作用する水平地震力 (kN) | ②滑動抵抗力 (kN) | 安全率 (②/①) |
|----------------------|---------------------|-----------|
| 9.325×10^3 | 1.556×10^4 | 1.66 |

(注1) 均しコンクリートの設計基準強度は $18(\text{N/mm}^2)$ であり、コンクリートの許容せん断応力度として「コンクリート標準示方書〔ダムコンクリート編〕（（社）土木学会 2002年制定）」、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会、1999改定）」及び「令和3年度北海道開発局道路設計要領」を参照すると、それぞれ 3.6N/mm^2 、 0.9N/mm^2 及び 0.495N/mm^2 となる。本検討では、最小の値である $0.495(\text{N/mm}^2)$ を採用した。

4. まとめ

連絡通路の滑動に関する検討として、最も弱部と考えられる均しコンクリートと岩盤間について、滑動の検討を行った。検討の結果、建屋の滑動が起こらないことを確認した。

(参考1) 岩盤及び均しコンクリートの施工状況

緊急時対策棟（休憩所）の岩盤状況を下図に示す。



(KEY PLAN)



(砂岩 C_L級の出現状況)

(参考2) 基礎両端における浮上りの確認

1. 検討概要

本資料の滑動の検討では、均しコンクリートと岩盤間の滑動の検討として、岩盤のせん断強度を考慮している。岩盤のせん断強度は、地震時に建屋基礎の浮上りを経験していない範囲の面積を考慮することとしており、地震応答解析上は、基礎浮上りが最大で 36% (接地率 64%) 生じる結果となっているが、地震動が正負繰り返し载荷であるため、基礎両端が浮上りを経験することが考えられる。

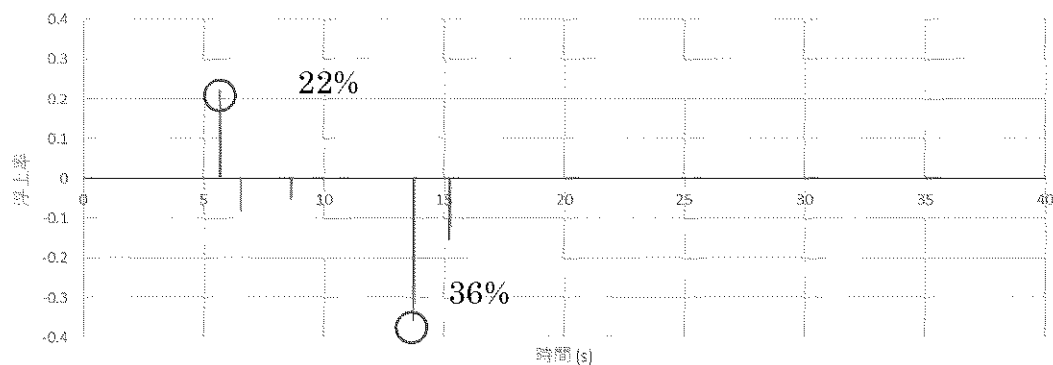
ここでは、浮上り率の時刻歴応答結果を示すことで、基礎両端の浮き上がりを確認するとともに、岩盤のせん断強度として考慮できる基礎面積について検討する。なお、以下に示す浮上り率の時刻歴応答結果については、基礎と均しコンクリート間を想定したものであるが、連絡通路基礎下の均しコンクリートと岩盤間については、支持岩盤と十分にかみ合うこと及び均しコンクリートの重量が浮上りに対する抵抗力として作用することで、基礎と均しコンクリート間と比較して浮上り率が小さくなる。そこで、本検討では、保守的な検討として基礎と均しコンクリート間の浮上り率の時刻歴応答結果を用いる。

2. 浮上り率の時刻歴応答結果

浮上り率の時刻歴応答結果を参考 2.2-1 図に示す。参考 2.2-1 図より以下が分かる。

- ・浮上り率は最大で 36% であり、逆側では最大で 22% の浮き上がりが生じている。
- ・浮上りは連続的ではなく、局所的なタイミングで発生する。

よって、粘着力を考慮できる面積は、基礎面積の 42%(100% - 22% - 36%) となる。



参考 2.2-1 図 浮上り率の時刻歴応答結果

3. まとめ

連絡通路の基礎両端における浮上りの確認を行い、滑動の検討において岩盤のせん断強度として考慮できる基礎面積について検討を行った。検討の結果、岩盤のせん断強度は、基礎面積の42%の範囲を考慮できることを確認した。

(参考3) 付着力を考慮した基礎浮上りの検討

1. 概要

1.1 検討概要

地震応答解析上は、基礎下の付着力を考慮しないため、基礎浮上りが生じる結果となっている。本資料において、滑動の検討では、地震応答解析における浮上りを考慮した評価としているが、実際の建物は、基礎下に付着力が生じている。ここでは、基礎底面と均しコンクリート間の付着力を考慮した浮上りの検討を行い、滑動の検討において、地震応答解析の結果から、浮上りを考慮することが保守的な評価となっていることを確認する。

1.2 検討方針

連絡通路において、浮上りが発生しないために必要な基礎底面と均しコンクリート間の付着力が、JNES 報告書による付着力を超えないことを確認することで、基礎の浮上りが発生しないことを確認する。

検討は、地震応答解析における浮上りの検討で、最も接地率の小さい Ss-1 の NS 方向を代表して行う。

2. 検討方法

地震応答解析結果の最大転倒モーメントが浮上り限界モーメントを上回る場合に、基礎浮上りが発生する。

浮上り限界モーメントは、JEAG4601-1991 追補版より以下の式で表される。

$$M_0 = \frac{W \cdot L}{6}$$

ここで、

- M_0 : 浮上り限界モーメント
- W : 建屋総重量
- L : 建屋基礎幅

基礎浮上りが発生しないために必要な単位面積当たりの付着力は、以下の式で算出する。

$$M - M_0 = \frac{\sigma_{at} \cdot A \cdot L}{6}$$

$$\sigma_{at} = (M - M_0) \frac{6}{A \cdot L}$$

ここで、

M : 最大転倒モーメント

σ_{at} : 単位面積当たりの付着力

A : 基礎底面積

基礎浮上りが発生しないために必要な付着力を参考 3.2-1 表に示す。

参考 3.2-1 表 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力

| 建屋 | 地震動 | 方向 | W (kN) | L (m) | A (m ²) | M (kN・m) | M ₀ (kN・m) | σ_{at} (N/mm ²) |
|------|------|----|---------------------------|----------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| 連絡通路 | Ss-1 | NS | 7.120 ×10 ³ | 9.750 | 117.4 | 1.960 ×10 ⁴ | 1.157 ×10 ⁴ | 0.042 |

3. 評価結果

基礎浮上りが発生しないために必要な付着力と、JNES 報告書による付着力の比較を参考 3.3-1 表に示す。基礎浮上りが発生しないために必要な付着力は、JNES 報告書による付着力に対して十分小さく、基礎浮上りが発生しないことを確認した。よって、滑動の検討において浮上りを考慮することは保守的な評価となる。

参考 3.3-1 表 付着力の比較

| (N/mm ²) | |
|--------------------------|--------------------|
| 基礎浮上りが発生しない ために必要な付着力 | JNES 報告書による 付着力 |
| 0.042 | 0.6 |

4. まとめ

連絡通路の基礎底面と均しコンクリート間の付着力を考慮した浮上りの検討を行い、基礎浮上りが発生しないことを確認した。したがって、本検討において、浮上りを考慮することが保守的な評価となっていることを確認した。

(参考4) 基礎と均しコンクリート間の滑動の検討

1. 概要

本資料では、基礎と均しコンクリート間よりも弱部と考えられる均しコンクリートと岩盤間で滑動の検討を行っている。

本検討では、保守的に基礎と均しコンクリート間のせん断強度及び摩擦力による滑動抵抗力を考慮した評価を行い、基準地震動 S_s による地震力が作用した場合に基礎と均しコンクリート間が滑動しないことを確認する。また、基礎と均しコンクリート間よりも均しコンクリートと岩盤間の方が弱部となることも確認する。

2. 検討方法

滑動抵抗力は、JEAG4601-1987 に準拠し、基礎底面の摩擦力及びせん断強度の和として算出する。

基礎底面の摩擦力は、「建屋総重量×摩擦係数 μ 」より算出する。均しコンクリート及び基礎コンクリート間の摩擦係数は、「道路橋示方書・同解説（（社）日本道路協会）（以下「道路橋示方書」という。）」及び「道路土工擁壁工指針（（社）日本道路協会）」に準拠し、コンクリート同士の摩擦係数 $\mu=0.6$ とする。

したがって、基礎底面の摩擦力は、以下のとおり算出される。

$$\begin{aligned}\text{基礎底面の摩擦力} &= 7.120 \times 10^3 (\text{kN}) \times 0.6 \\ &= 4.272 \times 10^3 (\text{kN})\end{aligned}$$

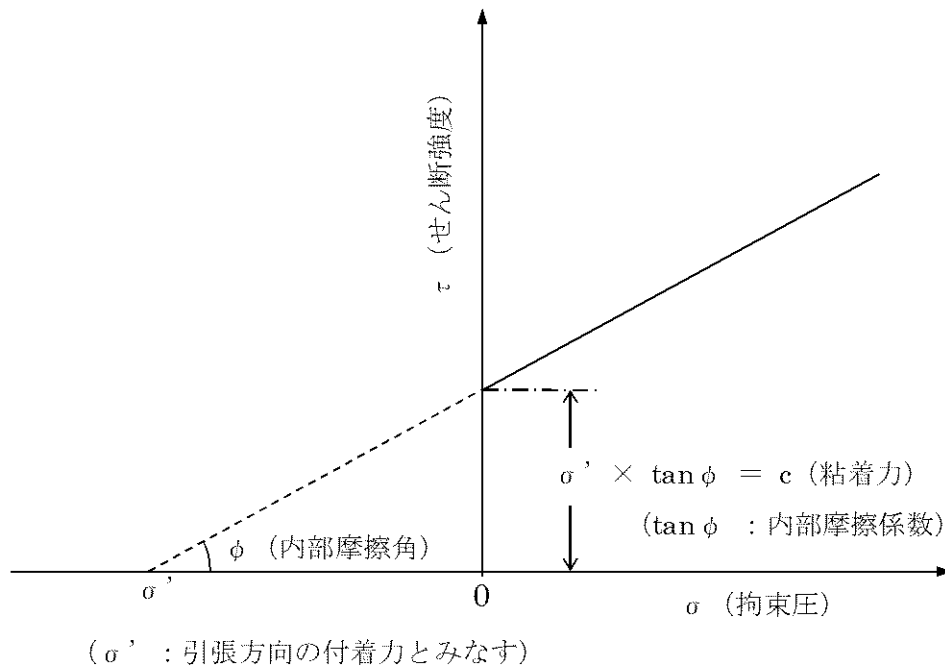
また、基礎底面のせん断強度は、独立行政法人原子力安全基盤機構による付着力の試験結果^(注)（以下、「JNES 報告書」という。）及びモール・クーロンの破壊条件式から算出する。

JNES 報告書では、引張方向の付着力を算出しているが、引張方向の付着力とせん断方向の付着力との関係までは明らかにされていない。よって、本検討で用いるせん断方向の粘着力は、JNES 報告書の付着力試験の結果を用い、モール応力円と破壊基準との関係を考慮した保守的な設定を行うこととする。

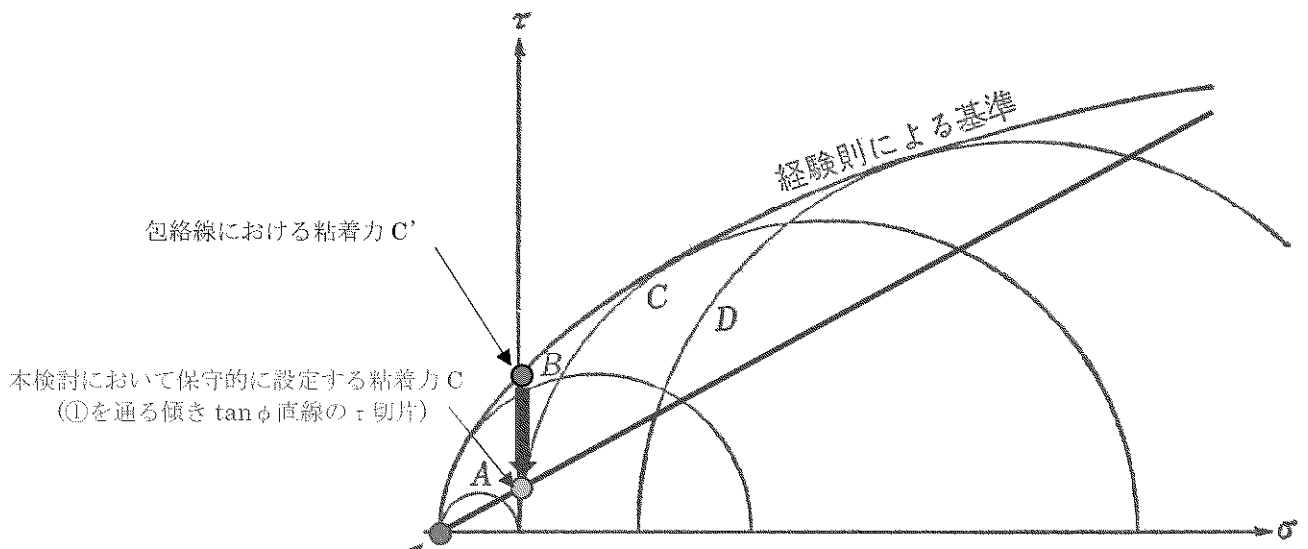
具体的には、モール・クーロンの破壊条件式において、せん断応力 $=0$ の時の垂直応力を引張方向の付着力とみなすと、せん断方向の粘着力は、引張方向の付着力×摩擦係数で算出できる。モール・クーロンの破壊条件式による粘着力算出の概念図を参考 4.2-1 図に示す。

また、参考 4.2-2 図にモール円の概念図を示す。上記のように設定した粘着力

Cは、参考4.2-2図に示す破壊基準における粘着力 C' と比較して保守的である。



参考 4.2-1 図 モール・クーロンの破壊条件式による粘着力算出の概念図



①JNES 報告書における付着力試験検を踏まえて設定する引張方向の粘着力

図 3.19 モールの円に包絡線を描いて作成した実験結果による破壊基準：A, 引張り：B, 圧裂：C, 一軸圧縮：D, 三軸圧縮

(「鹿島出版社 わかりやすい岩盤力学」に一部加筆)

参考 4.2-2 図 モール円の概念図

JNES 報告書のレベルコンクリートと基礎コンクリート間を模擬した試験結果による引張方向の付着力の平均（以下「JNES 報告書による付着力」という。）は、 $0.6\text{N/mm}^2 (= 600\text{kN/m}^2)$ であり、摩擦係数は 0.6 である。（せん断強度： 0.36N/mm^2 ）

ここで、地震応答解析においては、JEAG4601-1987 に基づき建屋の浮上りを考慮した解析モデルとしているため、地震応答解析との整合性を考慮し、粘着力についても、建屋の浮上りを考慮して算出することとし、均しコンクリートと岩盤間の検討と同様に、基礎面積の 42%を考慮することとする。

したがって、基礎底面の粘着力は以下の通り算出される。

$$\begin{aligned} \text{基礎底面の粘着力} &= 600(\text{kN/m}^2) \times 0.6 \times 117.4(\text{m}^2) \times 0.42 \\ &= 1.775 \times 10^4(\text{kN}) \end{aligned}$$

以上より、基礎底面の抵抗力は以下の通り算出される。

$$\begin{aligned} \text{基礎底面の抵抗力} &= 4.272 \times 10^3(\text{kN}) + 1.775 \times 10^4(\text{kN}) \\ &= 2.202 \times 10^4(\text{kN}) \end{aligned}$$

3. 評価結果

連絡通路の基礎底面のみによる滑動の検討結果を参考 4.3-1 表に示す。検討の結果、滑動抵抗力が基礎底面に作用する水平地震力を上回ることから、建屋の滑動が起こらないことを確認した。また、本資料の検討と同様に、道路橋示方書記載の安全率 1.2 を満足することを確認した。

また、本資料で示した均しコンクリートと岩盤間の滑動抵抗力よりも大きくなっていることから、均しコンクリートと岩盤間が弱部となることを確認した。

参考 4.3-1 表 基礎底面のみによる滑動の検討結果
(基礎と均しコンクリート間)

| ①基礎底面に作用する水平地震力 (kN) | ②滑動抵抗力 (kN) | 安全率 (②/①) |
|----------------------|---------------------|-----------|
| 9.325×10^3 | 2.202×10^4 | 2.36 |

(注) 独立行政法人原子力安全基盤機構「原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 原子力施設の非線形地盤・構造物相互作用試験及び基準整備基礎浮上り評価手法の調査に係る報告書（平成 18 年度）」

(参考5) JNES 報告書による付着力の適用性の確認

1. 概要

JNES 報告書では、「基礎・地盤間の付着力に関する中規模試験」において、岩盤とレベルコンクリート間及びレベルコンクリートと基礎コンクリート間に働く付着力に関する試験データ取得を目的として、中規模試験体を作製し、基礎浮上り時に生じる付着力の大きさを評価している。本資料においては、基礎と均しコンクリート間の滑動の検討で、JNES 報告書による付着力である 0.6N/mm^2 を用いている。

ここでは、JNES 報告書の試験条件を実機と比較することで、JNES 報告書による付着力が、連絡通路の基礎底面と均しコンクリート間の付着力に適用できることを確認する。

2. 材料条件の比較

JNES 報告書のレベルコンクリートと基礎コンクリート間を模擬した試験体（以下「JNES 試験体」という。）と実機について、材料条件の比較を行う。コンクリートの調合の比較を参考 5.2-1 表、コンクリートの圧縮強度の比較を参考 5.2-1 表に示す。実機の値については、連絡通路は未施工のため、連絡通路と設計基準強度が等しい緊急時対策棟（休憩所）の値を用いる。

比較の結果、コンクリートの調合及び圧縮強度の値は同等であり、JNES 試験体と実機の材料条件はほぼ等しいと考えられる。

参考 5.2-1 表 コンクリート調合の比較

| 種類 | | セメント種類 | 粗骨材 最大寸法 (mm) | 水セメント 比 (%) | 細骨材率 (%) | 単位水量 (kg/m^3) | |
|-------------------|----|-------------------|---------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|-----|
| JNES 試験体 | 上層 | 基礎コンクリートを模擬した試験体 | 普通ポルトランドセメント | 20 | 51 | 45.0 | 172 |
| | 下層 | レベルコンクリートを模擬した試験体 | 普通ポルトランドセメント | 20 | 74 | 48.3 | 173 |
| 実機 ^(注) | 上層 | 基礎コンクリート | 普通ポルトランドセメント | 20 | 49.5 | 46.8 | 170 |
| | 下層 | 均しコンクリート | 普通ポルトランドセメント | 20 | 61.9 | 45.5 | 174 |

(注) 緊急時対策棟（休憩所）の値を示す。

参考 5.2-1 表 コンクリート圧縮強度の比較

(N/mm²)

| | JNES 試験体 | 実機 (平均) (注) |
|---------------|----------|-------------|
| 上層 (基礎コンクリート) | 33.6 | 39.2 |
| 下層 (均しコンクリート) | 20.5 | 24.3 |

(注) 緊急時対策棟 (休憩所) の値を示す。

3. 試験体による考察

JNES 試験体は上層材及び下層材ともに鉄筋が配筋されているが、連絡通路基礎下の均しコンクリートは無筋コンクリートであるため、試験体と実機で条件が異なる。しかし、JNES 報告書では、剥離後の表面観察結果より、一部の試験体において下層材の上端鉄筋位置で剥離が生じていることから、鉄筋位置では剥離に抵抗する力が低下すると推察される。したがって、JNES 報告書の試験結果は、鉄筋位置で剥離した試験結果を含めたものであるため、JNES 報告書の試験は、実機と比較して、保守的な条件であると考えられる。

接合面の状態について、JNES 試験の下層材は、実機と同様に均しコンクリートの標準的な仕上げである木ごて仕上げである。また、JNES 試験ではレイタンスの除去等の打継ぎ処理を行っていないが、実機では、レイタンス等の除去を実施する予定としている。したがって、JNES 試験体と実機の接合面の状態は同等若しくは保守的であると考えられる。

4. まとめ

基礎と均しコンクリート間の滑動の検討に用いた JNES 報告書による付着力について、連絡通路への適用性の確認を行った。確認の結果、JNES 報告書における試験条件は、実機と同等若しくは保守的であると考えられるため、JNES 報告書による付着力は、基礎と均しコンクリート間の滑動の検討に適用できる。

9-4. 地震荷重と風荷重、 積載荷重と積雪荷重の比較

目 次

| | 頁 |
|-----------------------------|----|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 地震荷重と風荷重の比較 | 2 |
| 2.1 風荷重の評価条件 | 2 |
| 2.2 荷重の比較 | 4 |
| 3. 積載荷重と積雪荷重の比較 | 8 |
| 4. まとめ | 9 |
| (参考) 火山に対する設計上の考慮について | 10 |

1. 概 要

添付資料9-9「機能維持の基本方針」において、風荷重については、コンクリート構造物などの自重が大きい施設を除いて、地震力と組み合わせることとしている。本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）について、鉄筋コンクリート構造物に対する地震荷重と風荷重との比較を行い、風荷重の影響が軽微であることを確認することで、自重が大きい鉄筋コンクリート構造物については風荷重と地震荷重との組合せを考慮する必要がないことを説明するものである。

また、添付資料9-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物など常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力と組み合わせることとしている。本資料は、連絡通路について、積雪荷重が積載荷重に包絡されることを確認することで、積雪荷重と地震荷重との組合せは、積載荷重と地震荷重との組合せで考慮されることを説明するものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

2. 地震荷重と風荷重の比較

2.1 風荷重の評価条件

連絡通路の風荷重の評価条件である速度圧を第 2-1 表に示す。

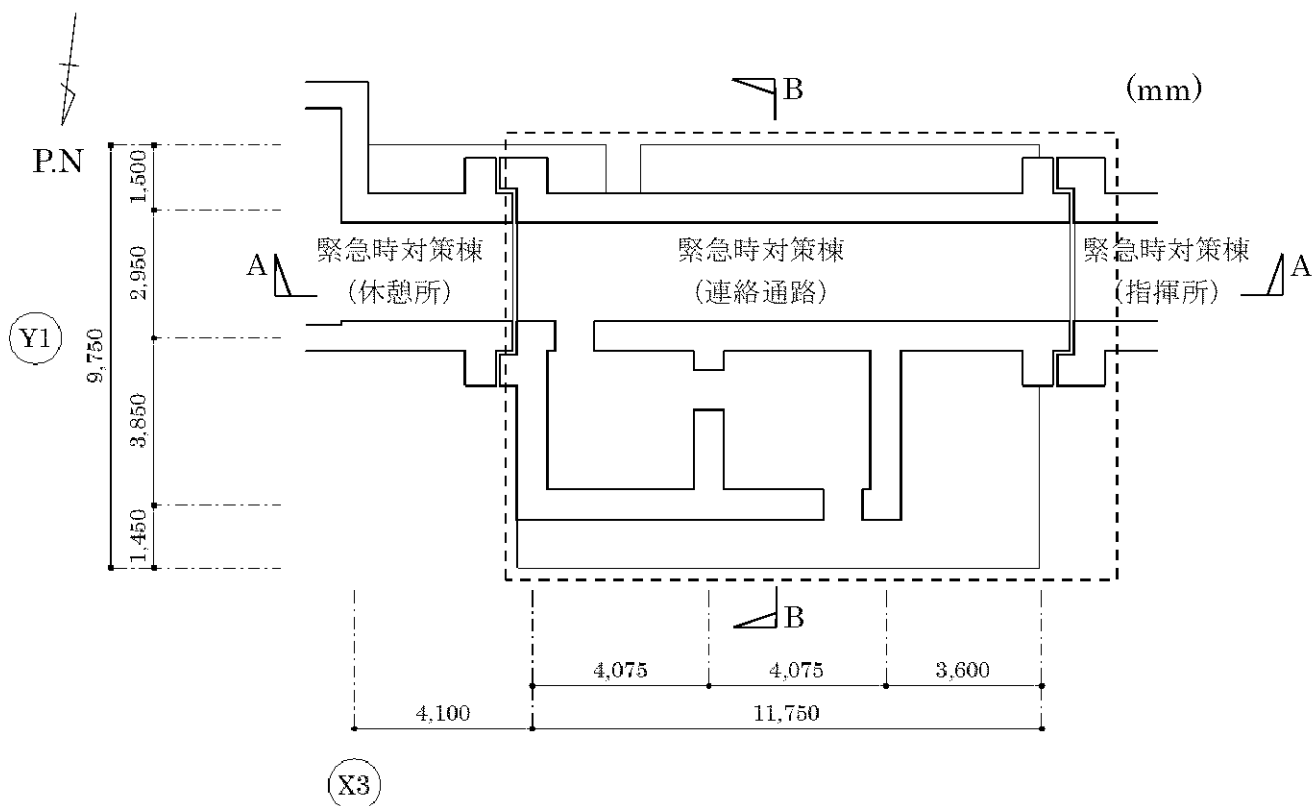
また、連絡通路の概略平面図及び概略断面図を第 2-1 図及び第 2-2 図に示す。

第 2-1 表 評価条件

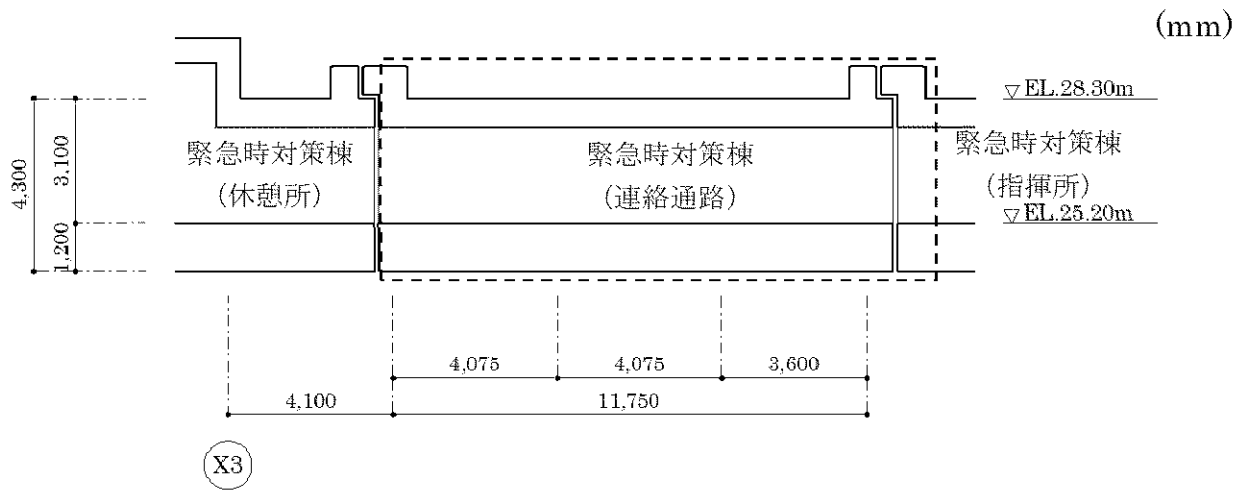
| | 基準風速 V_D (m/s) | 全高 H (m) | Z_G (m) | α | ガスト影響 係数 G | 速度圧 q (N/m^2) |
|------|---------------------|-------------|--------------|----------|---------------|----------------------|
| 連絡通路 | 36 | 3.8 | 350 | 0.15 | 1.0 | 628 |

(注) 川内原子力発電所敷地状況より、地表面粗度区分はⅡとする。

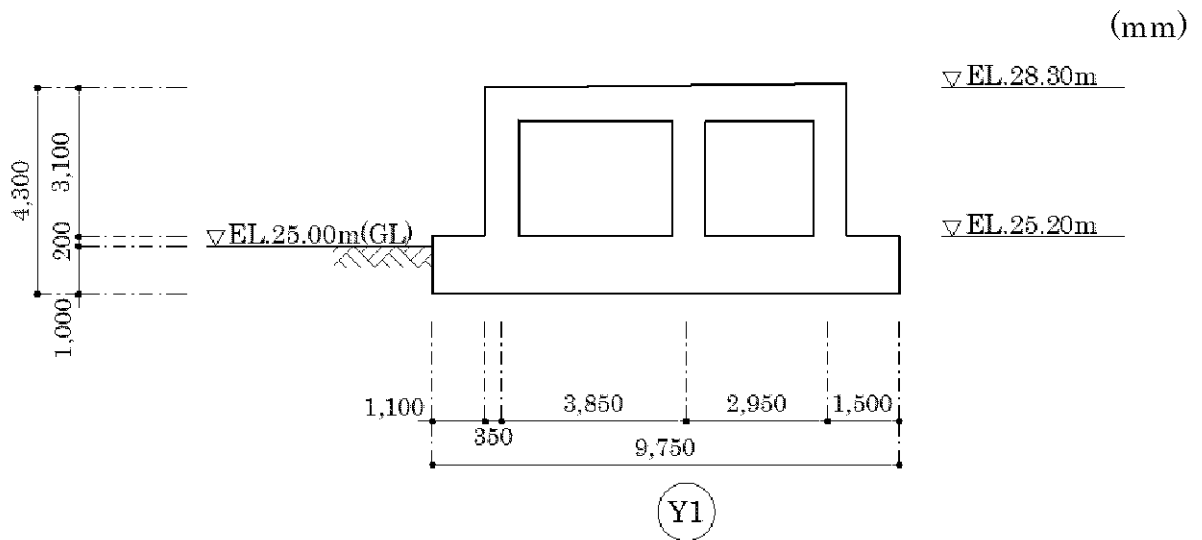
Z_G 、 α ：地表面粗度区分に応じて建設省告示第 1454 号に掲げる数値
地震と組み合わせる場合のガスト影響係数は 1.0 とする。



第 2-1 図 連絡通路の概略平面図



(a) A-A 断面



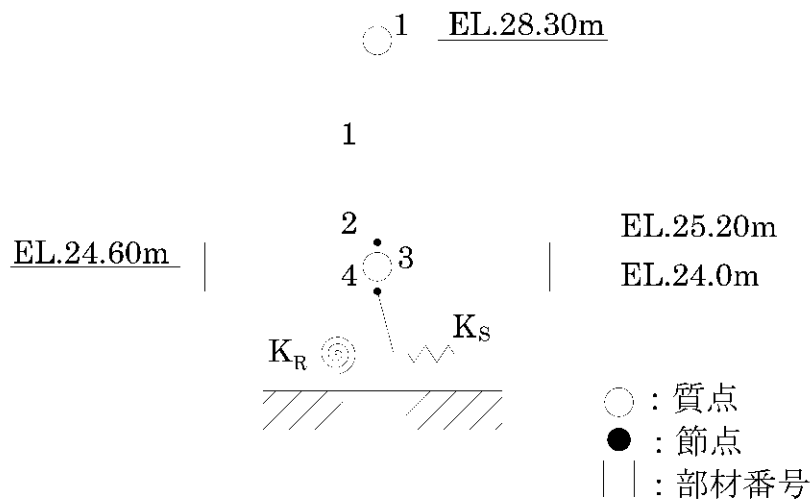
(b) B-B 断面

第 2-2 図 連絡通路の概略断面図

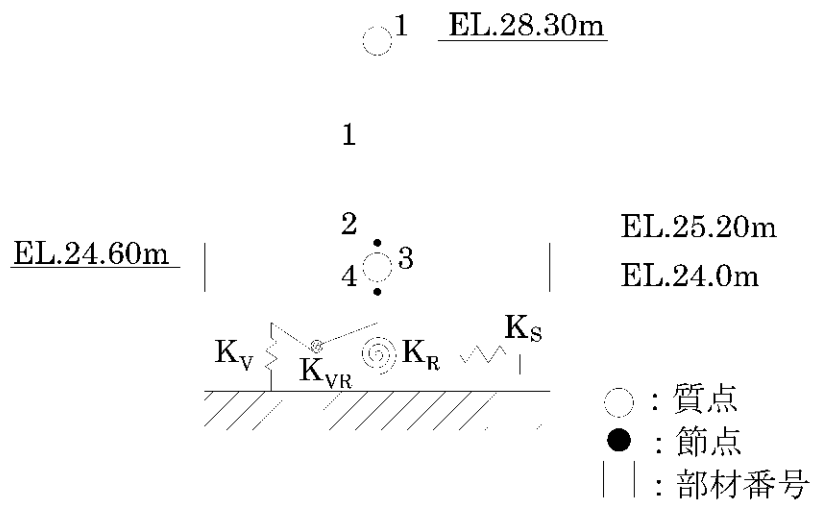
2.2 荷重の比較

風荷重による層せん断力について、第2-1表に示す速度圧に基づき算出する。ここで、風荷重による層せん断力は、風荷重により発生する建屋の地震応答解析モデルにおける部材の層せん断力である。また、地震荷重による層せん断力は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析より得られた最大応答せん断力である。

連絡通路の地震応答解析モデルを第2-3図及び第2-4図に示す。また、連絡通路の風荷重による層せん断力を第2-2表、風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を第2-3表に示す。



第2-3図 連絡通路の地震応答解析モデル（水平方向、SRモデル）



第 2-4 図 連絡通路の地震応答解析モデル（水平方向、誘発上下動モデル）

第 2-2 表 連絡通路の風荷重による層せん断力

(a) NS 方向

| 部材 番号 | 高さ (m) | 位置 | 風力係数 C | 受圧面積 A (m ²) | 速度圧 q (N/m ²) | 風荷重による 層せん断力 $\Sigma q \cdot C \cdot A$ (kN) |
|----------|-----------------------|----|-----------|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1 | EL.28.30~ EL.25.20 | 風上 | 0.80 | 43.2 | 628 | 33 |
| | | 風下 | -0.40 | 43.2 | | |

(b) SN 方向

| 部材 番号 | 高さ (m) | 位置 | 風力係数 C | 受圧面積 A (m ²) | 速度圧 q (N/m ²) | 風荷重による 層せん断力 $\Sigma q \cdot C \cdot A$ (kN) |
|----------|-----------------------|----|-----------|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1 | EL.28.30~ EL.25.20 | 風上 | 0.80 | 43.2 | 628 | 33 |
| | | 風下 | -0.40 | 43.2 | | |

(c) EW 方向

| 部材 番号 | 高さ (m) | 位置 | 風力係数 C | 受圧面積 A (m ²) | 速度圧 q (N/m ²) | 風荷重による 層せん断力 $\Sigma q \cdot C \cdot A$ (kN) |
|----------|-----------------------|----|-----------|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1 | EL.28.30~ EL.25.20 | 風上 | 0.80 | 32.5 | 628 | 25 |
| | | 風下 | -0.40 | 32.5 | | |

(d) WE 方向

| 部材 番号 | 高さ (m) | 位置 | 風力係数 C | 受圧面積 A (m ²) | 速度圧 q (N/m ²) | 風荷重による 層せん断力 $\Sigma q \cdot C \cdot A$ (kN) |
|----------|-----------------------|----|-----------|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1 | EL.28.30~ EL.25.20 | 風上 | 0.80 | 32.5 | 628 | 25 |
| | | 風下 | -0.40 | 32.5 | | |

第 2-3 表 連絡通路の層せん断力の比較

(a) NS 方向

| 部材 番号 | 風荷重による 層せん断力 ① ($\times 10^3 \text{kN}$) | 地震荷重による 層せん断力 ② ($\times 10^3 \text{kN}$) | 層せん断力比 ②/① |
|----------|---|--|---------------|
| 1 | 0.033 | 3.50 | 106.1 |

(b) SN 方向

| 部材 番号 | 風荷重による 層せん断力 ① ($\times 10^3 \text{kN}$) | 地震荷重による 層せん断力 ② ($\times 10^3 \text{kN}$) | 層せん断力比 ②/① |
|----------|---|--|---------------|
| 1 | 0.033 | 3.50 | 106.1 |

(c) EW 方向

| 部材 番号 | 風荷重による 層せん断力 ① ($\times 10^3 \text{kN}$) | 地震荷重による 層せん断力 ② ($\times 10^3 \text{kN}$) | 層せん断力比 ②/① |
|----------|---|--|---------------|
| 1 | 0.025 | 3.45 | 138.0 |

(d) WE 方向

| 部材 番号 | 風荷重による 層せん断力 ① ($\times 10^3 \text{kN}$) | 地震荷重による 層せん断力 ② ($\times 10^3 \text{kN}$) | 層せん断力比 ②/① |
|----------|---|--|---------------|
| 1 | 0.025 | 3.45 | 138.0 |

3. 積載荷重と積雪荷重の比較

連絡通路について、積載荷重と積雪荷重の比較を第3-1表に示す。

第3-1表 積載荷重及び積雪荷重の比較

| | 地震荷重と組み合わせる積雪荷重 ① <small>(注1)</small> (N/m ²) | 地震荷重と組み合わせる積載荷重 ② <small>(注2)</small> (N/m ²) | 荷重比 ②/① |
|------|---|---|------------|
| 連絡通路 | 210 | 800 <small>(注3)</small> | 3.81 |

(注1) 建築基準法の多雪区域における積雪荷重及び地震荷重の組合せを適用して建築基準法施行細則（鹿児島県）に定められた薩摩川内市の垂直積雪量 30cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して算出。

(注2) 積載荷重 800N/m²のうち、210N/m²は積雪荷重として考慮。

(注3) 800N/m²は、屋根の積載荷重 500N/m²に積雪荷重 210N/m²を加算し、保守側に切り上げた数値。屋根の積載荷重 500N/m²については、通常、人の使用は考えていないが、メンテナンス等で人が載ること及び建築構造設計指針（（一社）東京都建築士事務所協会）記載の非歩行屋根の積載荷重 300N/m²を考慮し、保守的に設定した数値。

4. まとめ

本資料では、連絡通路について、地震荷重と風荷重を比較した結果、風荷重の影響が軽微であることから、自重が大きいコンクリート構造物については風荷重と地震荷重との組合せを考慮する必要はないことを確認した。

また、連絡通路について、積雪荷重が積載荷重を下回るため、積雪荷重は地震荷重及び積載荷重の組合せで考慮されることを確認した。

(参考) 火山に対する設計上の考慮について

1. 地震と火山の重畳について

添付資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」及び平成27年3月18日付原規規発第1503181号にて認可された工事計画（以下「新規制基準適合性確認工認」という。）の添付資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」より、基準地震動の震源と、火山とは十分な距離があることから、独立事象として扱い、それぞれの頻度が十分小さいことから、重畳を考慮しない。そのため、地震と火山事象による降灰の荷重は組み合わせない。

2. 設計上の考慮について

緊急時対策棟（連絡通路）は、添付資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」より、堆積する降下火砕物の荷重に対し、降下火砕物を除去することにより機能を損なわない設計とする。

3. 火山荷重と地震荷重の比較

2.の通り設計上除灰することとしているが、仮に除灰しなかった場合の火山荷重と地震荷重を参考として比較する。

地震荷重については、添付資料9-13-2「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」より、鉛直方向の設計用地震力 $1.11 \times 10^3(\text{kN})$ とする。

火山荷重として、新規制基準適合性確認工認の添付資料13別添2-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」より、降下火砕物等堆積による鉛直荷重 $3,000\text{N/m}^2$ （層厚：0.15m、密度： $1,500\text{kg/m}^3$ （飽和密度）の降下火砕物）を考慮する。建屋屋根面積が 83.4m^2 であるため、火山荷重は以下のとおり計算される。

$$\begin{aligned}\text{火山荷重} &= 3,000(\text{N/m}^2) \times 83.4(\text{m}^2) \\ &= 2.51 \times 10^5 (\text{N}) \\ &= 2.51 \times 10^2(\text{kN})\end{aligned}$$

火山荷重と地震荷重の比較を参考3-1表に示す。

参考 3-1 表 火山荷重と地震荷重の比較

| ①火山荷重(kN) | ②地震荷重(kN) | 荷重比 (②/①) |
|----------------------|----------------------|-----------|
| 2.51×10 ² | 1.11×10 ³ | 4.42 |

9-5. 地震応答解析における
材料物性のばらつきに関する検討

目 次

| | 頁 |
|--|----|
| 1. 概 要 | 1 |
| 1.1 検討概要 | 1 |
| 1.2 検討方針 | 2 |
| 2. 検討ケース | 4 |
| 3. 材料物性のばらつきの設定 | 7 |
| 3.1 地盤物性のばらつきの設定について | 7 |
| 3.2 コンクリート強度のばらつきの設定について | 10 |
| 4. 地盤物性のばらつきによる影響 | 11 |
| 4.1 検討方針 | 11 |
| 4.2 固有値解析結果 | 12 |
| 4.3 地震応答解析結果 | 20 |
| 5. コンクリート強度のばらつきによる影響 | 29 |
| 5.1 検討方針 | 29 |
| 5.2 固有値解析結果 | 30 |
| 5.3 地震応答解析結果 | 35 |
| 6. 地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきによる影響 | 44 |
| 6.1 検討方針 | 44 |
| 6.2 固有値解析結果 | 45 |
| 6.3 地震応答解析結果 | 53 |
| 7. 建物・構築物の耐震性評価における設計用地震力の設定 | 62 |
| 8. まとめ | 68 |

別紙1 コンクリート強度のばらつきによる建屋応答への影響に関する考察

1. 概 要

1.1 検討概要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の地震応答解析における材料物性のばらつきの考慮に関する検討について説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は、地盤定数を含む材料物性のばらつきによる変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地盤物性のばらつき及び建屋剛性の変動について変動幅を設定し、地盤定数を含む材料物性のばらつきが地震応答解析結果に及ぼす影響を検討する。また、その影響検討結果を踏まえ、連絡通路の耐震計算書において考慮する材料物性のばらつきについて検討する。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-1 「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

1.2 検討方針

建物・構築物の動的地震力は、時刻歴応答解析法による地震応答解析結果に基づき設定しており、地震応答解析により得られる床応答スペクトルは、地盤剛性、建屋剛性、地盤のばね定数の算定式、減衰定数、地震波の位相特性等の影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす因子としては地盤剛性と建屋剛性であることが確認されている。^(注)

建物・構築物の地震応答解析モデルについて、地盤との相互作用を考慮した地震応答解析モデルにおける地盤ばねは、実測した地盤のせん断波速度 V_s を用いて算定していることから、地盤物性のばらつきが建屋応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

また、建物・構築物の地震応答解析モデルの剛性は、コンクリート強度として設計基準強度を用いて算定しているが、構造体コンクリートの強度は設計基準強度を上回るよう設計されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで建屋剛性が異なることが考えられる。

そこで、連絡通路について、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮したモデルによる地震応答解析を行い、連絡通路の応答及び耐震安全性に及ぼす影響について検討する。

ここで、連絡通路の地震応答解析モデルの剛性設定について、壁の剛性評価方針を第 1-1 表に示す。耐震壁として考慮していない壁（補助壁）が存在する場合は、実現象においては補助壁が地震応答解析モデルの剛性に寄与することが考えられるが、連絡通路については、ほぼ全ての構造耐力上主要な壁の剛性を考慮しているため、補助壁が地震応答解析モデルの剛性に及ぼす影響は小さい。連絡通路の地震応答解析モデルの剛性設定に際して考慮した耐震壁を補足説明資料 9-3-別紙 1「地震応答解析モデルにおける質点重量及び剛性」に示す。

(注) 日本電気協会：「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」、第 29 回耐震設計分科会資料 No.29-4-5-7、平成 20 年 1 月 18 日

第 1-1 表 壁の剛性評価方針

| 壁の種類 | 剛性評価方針 |
|------|--|
| 耐震壁 | 通り芯上の壁で、壁厚が 300mm 以上の壁を「耐震壁」と定義する。耐震壁は、全て剛性評価の対象とする。 ^(注1) |
| 補助壁 | 耐震壁以外の壁を「補助壁」と定義する。補助壁のうち、「基礎から屋根まで連層となる壁で、壁厚 300mm 以上の壁」については、剛性評価の対象とする。 ^(注1) |

(注 1) 開口により剛性評価に参入できないと判断される壁については、剛性評価の対象としない。

2. 検討ケース

地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきについて、これらを考慮した場合の固有値解析及び地震応答解析を行い、連絡通路の応答及び耐震安全性に及ぼす影響について検討する。

入力地震動は、基準地震動 S_s-1 を基に、1次元波動論により基礎底面位置で算定した地震動を用いる。

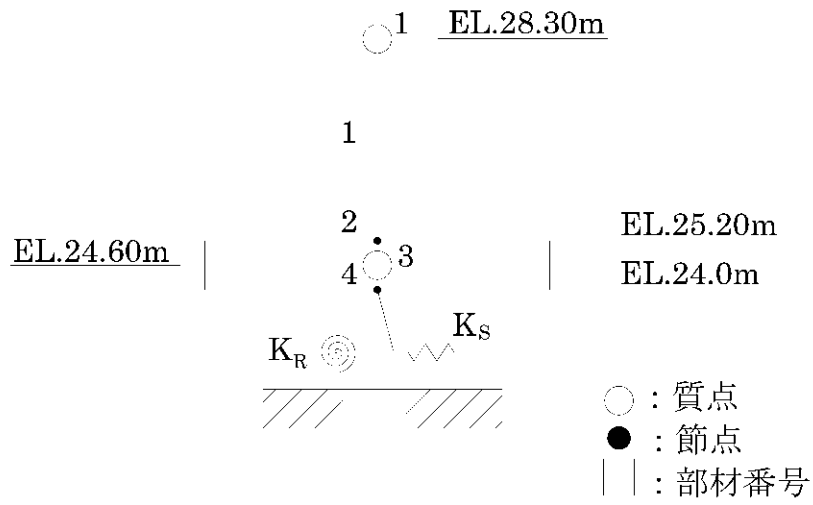
検討ケースを第2-1表、連絡通路の地震応答解析モデル図を第2-1図、第2-2図及び第2-3図に示す。

ここで、工認添付資料9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」において、連絡通路の水平方向の地震応答解析モデルは、基礎浮上りの増大に伴い顕著となる誘発上下動を考慮するため、基準地震動 S_s に対して誘発上下動モデルを用いている。このため、本資料においても、基礎浮上りの範囲が大きくなるケースの水平方向の固有値解析結果及び地震応答解析結果については、誘発上下動モデルによる結果を示すものとする。

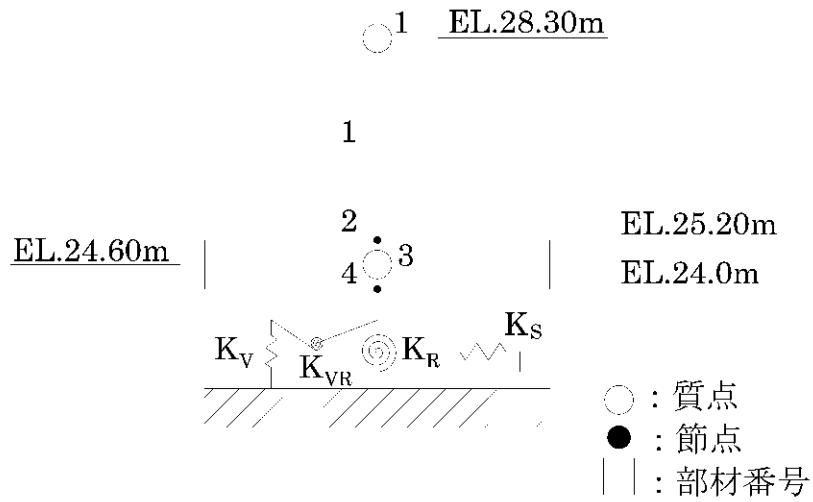
第2-1表 連絡通路の検討ケース

| 検討ケース | | 建屋剛性 | 地盤剛性 |
|----------------------------|-------------------------------|----------|-----------------------------|
| | | コンクリート強度 | 地盤のせん断波速度 |
| 基本ケース | — | 設計基準強度 | 標準地盤 |
| 地盤物性のばらつき考慮 | 地盤 $V_s (-1\sigma)$ (注) | 設計基準強度 | 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) |
| | 地盤 $V_s (+1\sigma)$ | 設計基準強度 | 地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) |
| コンクリート強度のばらつき考慮 | 実強度 | 実強度 | 標準地盤 |
| 地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつき考慮 | 地盤 $V_s (-1\sigma)$ + 実強度 (注) | 実強度 | 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) |
| | 地盤 $V_s (+1\sigma)$ + 実強度 | 実強度 | 地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) |

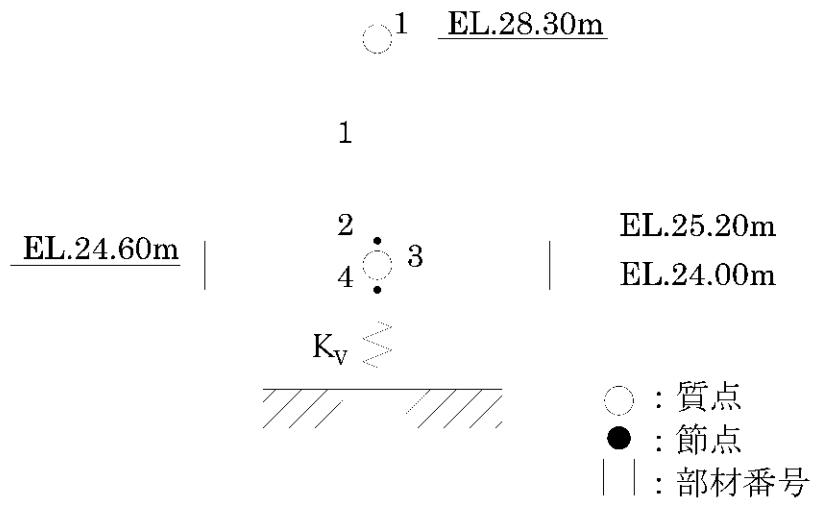
(注) NS 方向に誘発上下動モデルを用いたケース



第 2-1 図 連絡通路の地震応答解析モデル（水平方向、SR モデル）



第 2-2 図 連絡通路の地震応答解析モデル（水平方向、誘発上下動モデル）



第 2-3 図 連絡通路の地震応答解析モデル（鉛直方向）

3. 材料物性のばらつきの設定

3.1 地盤物性のばらつきの設定について

連絡通路の地震応答解析モデルについて、基本ケースにおける地盤ばねは、敷地内のボーリング孔における PS 検層結果に基づき、地盤のせん断波速度 V_s の設計値を $V_s=0.52\text{km/s}$ (②速度層) として算定している。

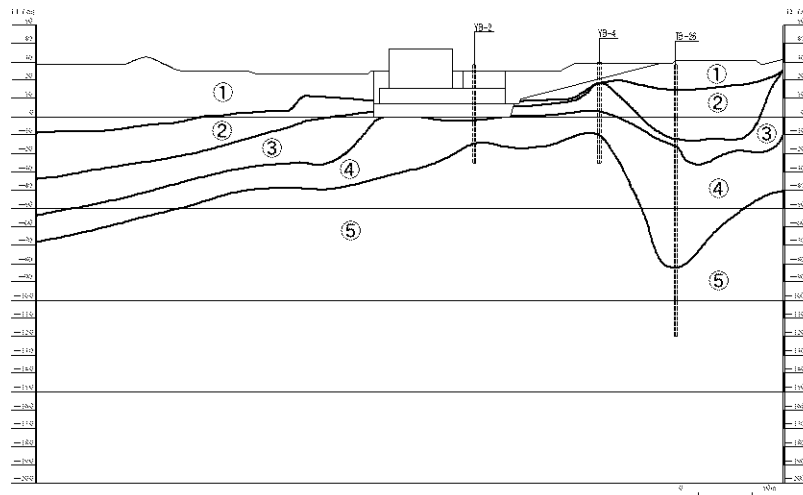
連絡通路の設置位置における速度層断面を第 3-1 図に示す。

地盤物性ばらつきの影響に関する検討においては、地盤のせん断波速度 V_s の設計値に対し、上記の PS 検層結果に基づく標準偏差 ($\pm 1\sigma$) 0.06km/s を変動幅として考慮し、 $V_s=0.46\text{km/s}$ 及び $V_s=0.58\text{km/s}$ とした場合について検討を行う。

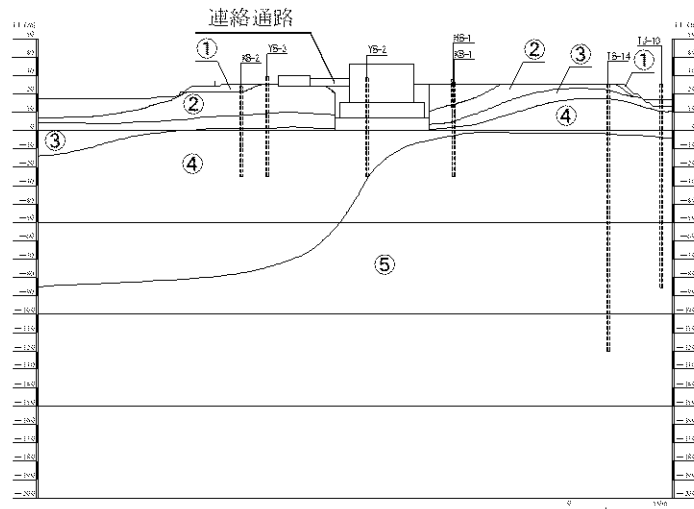
地盤のせん断波速度 V_s のばらつきの設定値を第 3-1 表に示す。



| 速度層 区分 | せん断波速 度 Vs(km/s) | 標準偏差 (km/s) |
|-----------|---------------------|----------------|
| ① | 0.28 | 0.04 |
| ② | 0.52 | 0.06 |
| ③ | 0.90 | 0.11 |
| ④ | 1.37 | 0.11 |
| ⑤ | 2.05 | 0.24 |



(a) X-X' 断面



(b) Y-Y' 断面

第 3-1 図 連絡通路の速度層断面図

第3-1表 地盤物性のばらつきの設定値

| | 地盤のせん断波速度 Vs (km/s) | ヤング係数 E (N/mm ²) |
|-------------|---------------------------|------------------------------------|
| 基本ケース | 0.52 | 1.80×10 ³ |
| 地盤 Vs (-1σ) | 0.46 | 1.41×10 ³ |
| 地盤 Vs (+1σ) | 0.58 | 2.24×10 ³ |

3.2 コンクリート強度のばらつきの設定について

コンクリート強度のばらつきとして、コンクリートの実強度を考慮する。コンクリートの実強度は、「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準（(社)日本原子力学会、2007 制定）」を参考とし、設計基準強度に対してコンクリート強度を 1.40 倍した値を用いる。

コンクリート強度のばらつきとして設定するコンクリートの実強度を設計基準強度と比較して第 3-2 表に示す。

第 3-2 表 設計基準強度と実強度の比較

| | | コンクリート強度 F_c (N/mm^2) | ヤング係数 E (N/mm^2) |
|------|--------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 連絡通路 | 設計基準強度 | 30.0 | 2.44×10^4 |
| | 実強度 | 42.0 | 2.73×10^4 |

4. 地盤物性のばらつきによる影響

4.1 検討方針

地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース（地盤 V_s (-1σ)、地盤 V_s ($+1\sigma$)) について、固有値解析及び地震応答解析を行い、基本ケースの結果と比較した。

地盤物性のばらつきの設定は、「3.1 地盤物性のばらつきの設定について」に示したとおりである。

4.2 固有値解析結果

地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース（地盤 $V_s (-1\sigma)$ 、地盤 $V_s (+1\sigma)$ ）について、固有値解析を行い、基本ケースの結果と比較した。固有値解析結果の比較を第 4-1 表及び第 4-2 表、刺激関数図を第 4-1 図～第 4-6 図に示す。

基本ケースに対する地盤物性のばらつきを考慮した解析ケースの固有振動数の変動幅は、 -12% ～ $+11\%$ 程度である。

第4-1表 固有値解析結果（地盤 V_s (-1σ)) (注1)

(単位：Hz)

| 次数 | 固有振動数 | | | | | |
|----|-------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|
| | NS 方向 | | EW 方向 | | 鉛直方向 | |
| | 基本ケース | 地盤 V_s (-1σ) (注2) | 基本ケース | 地盤 V_s (-1σ) | 基本ケース | 地盤 V_s (-1σ) |
| 1 | 21.92 | 19.77 (0.90) | 23.44 | 20.81 (0.89) | 30.20 | 26.67 (0.88) |
| 2 | 40.43 | 37.00 (0.92) | 44.33 | 39.38 (0.89) | 186.97 | 186.68 (1.00) |
| 3 | 80.15 | 76.01 (0.95) | 118.44 | 117.61 (0.99) | — | — |
| 4 | 81.66 | 81.45 (1.00) | 183.25 | 182.67 (1.00) | — | — |

(注1) () 内は基本ケースに対する比率

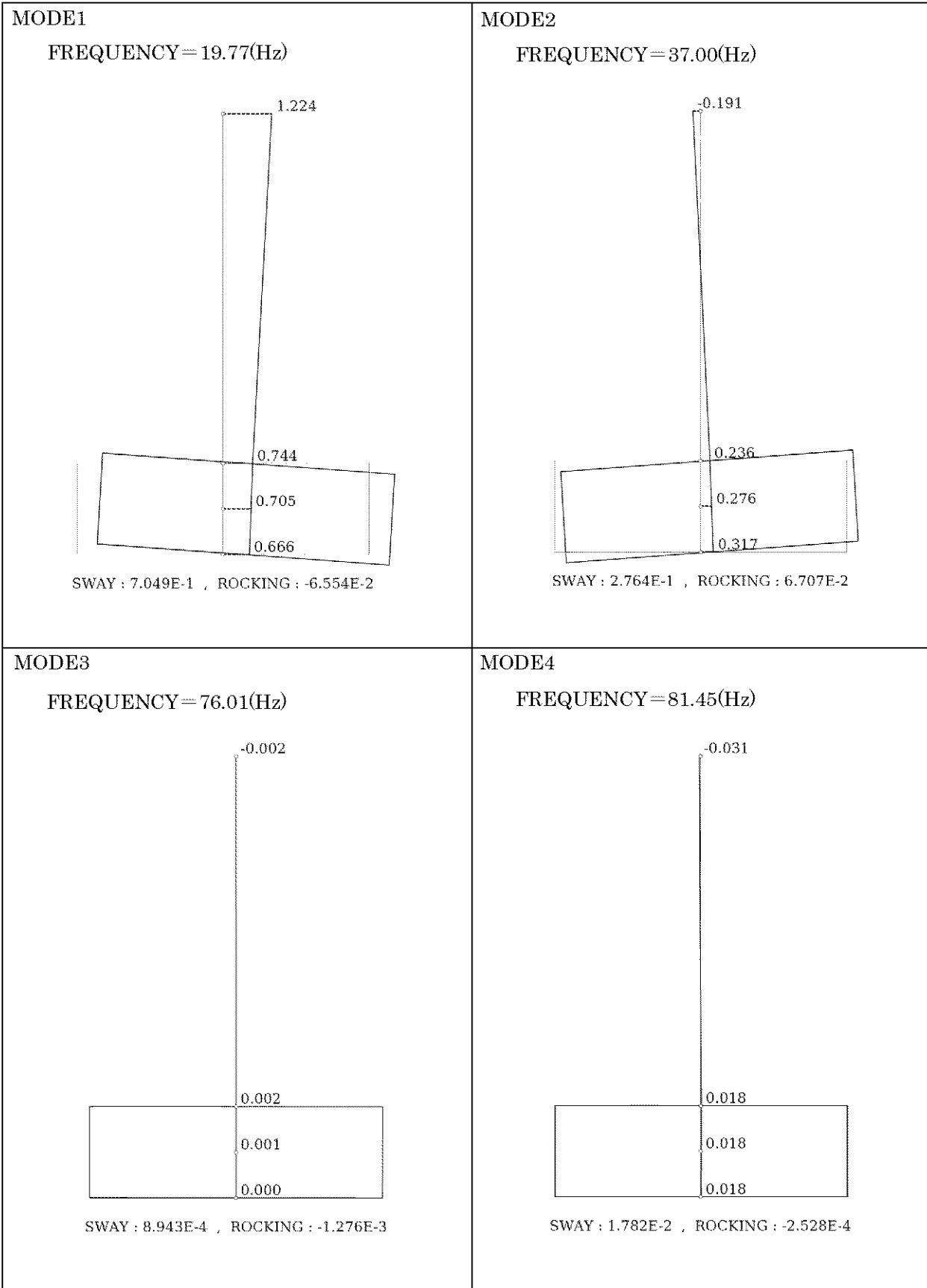
(注2) 誘発上下動モデルのため、水平方向の固有振動数を示す

第4-2表 固有値解析結果（地盤 V_s ($+1\sigma$)) (注)

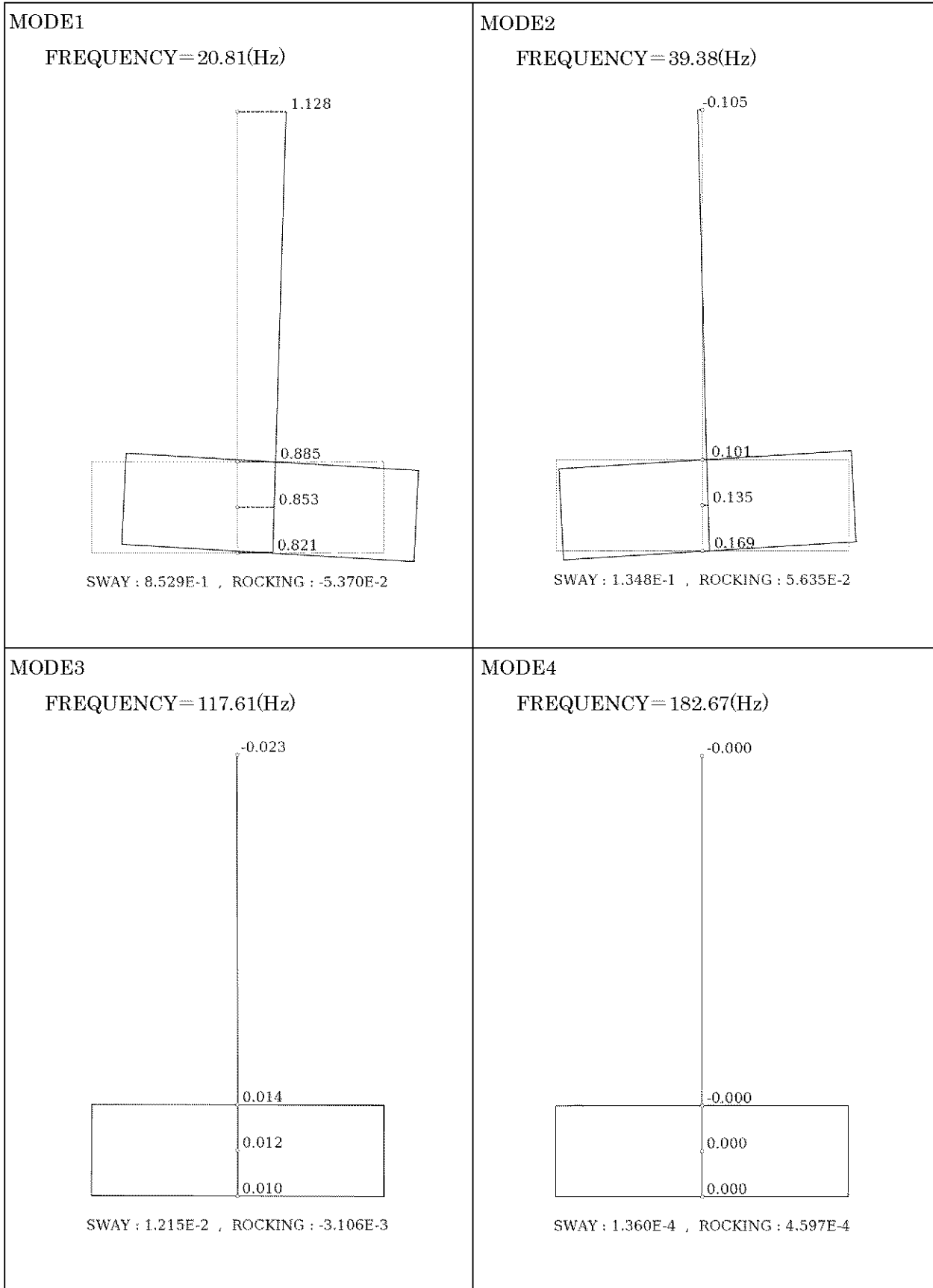
(単位：Hz)

| 次数 | 固有振動数 | | | | | |
|----|-------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|
| | NS 方向 | | EW 方向 | | 鉛直方向 | |
| | 基本ケース | 地盤 V_s ($+1\sigma$) | 基本ケース | 地盤 V_s ($+1\sigma$) | 基本ケース | 地盤 V_s ($+1\sigma$) |
| 1 | 21.92 | 23.89 (1.09) | 23.44 | 26.03 (1.11) | 30.20 | 33.64 (1.11) |
| 2 | 40.43 | 43.50 (1.08) | 44.33 | 49.15 (1.11) | 186.97 | 187.30 (1.00) |
| 3 | 80.15 | 81.90 (1.02) | 118.44 | 119.38 (1.01) | — | — |
| 4 | 81.66 | 84.79 (1.04) | 183.25 | 183.91 (1.00) | — | — |

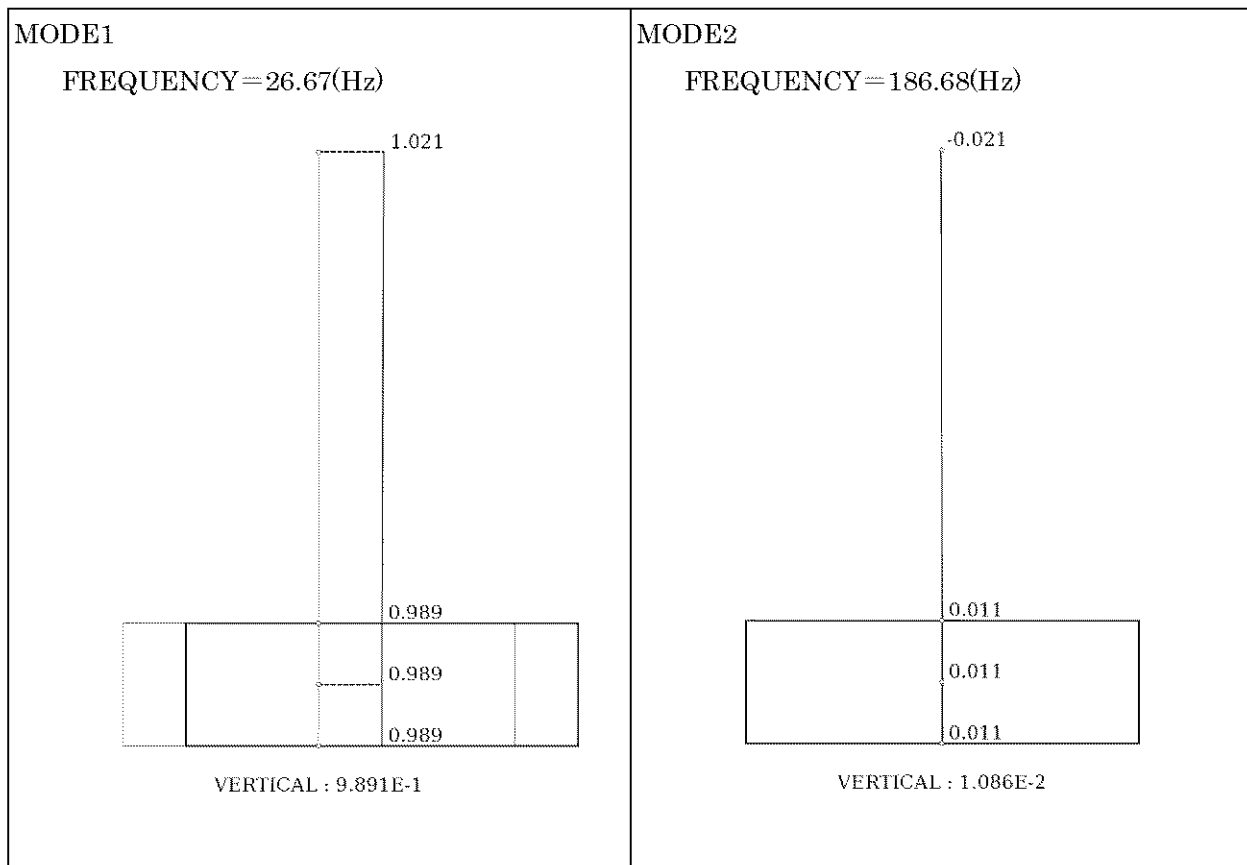
(注) () 内は基本ケースに対する比率



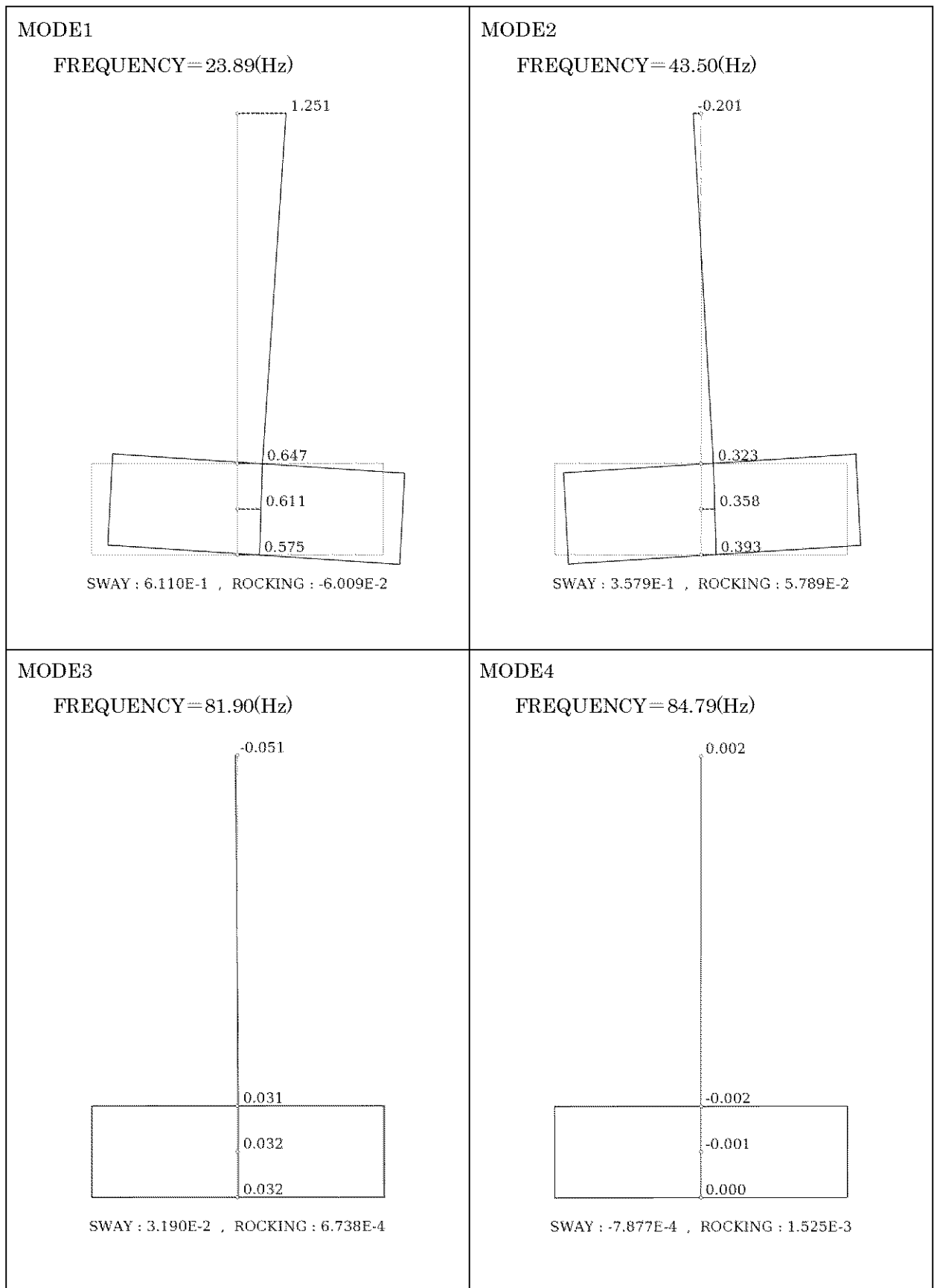
第 4-1 图 刺激関数図 (NS 方向、地盤 $V_s (-1\sigma)$)



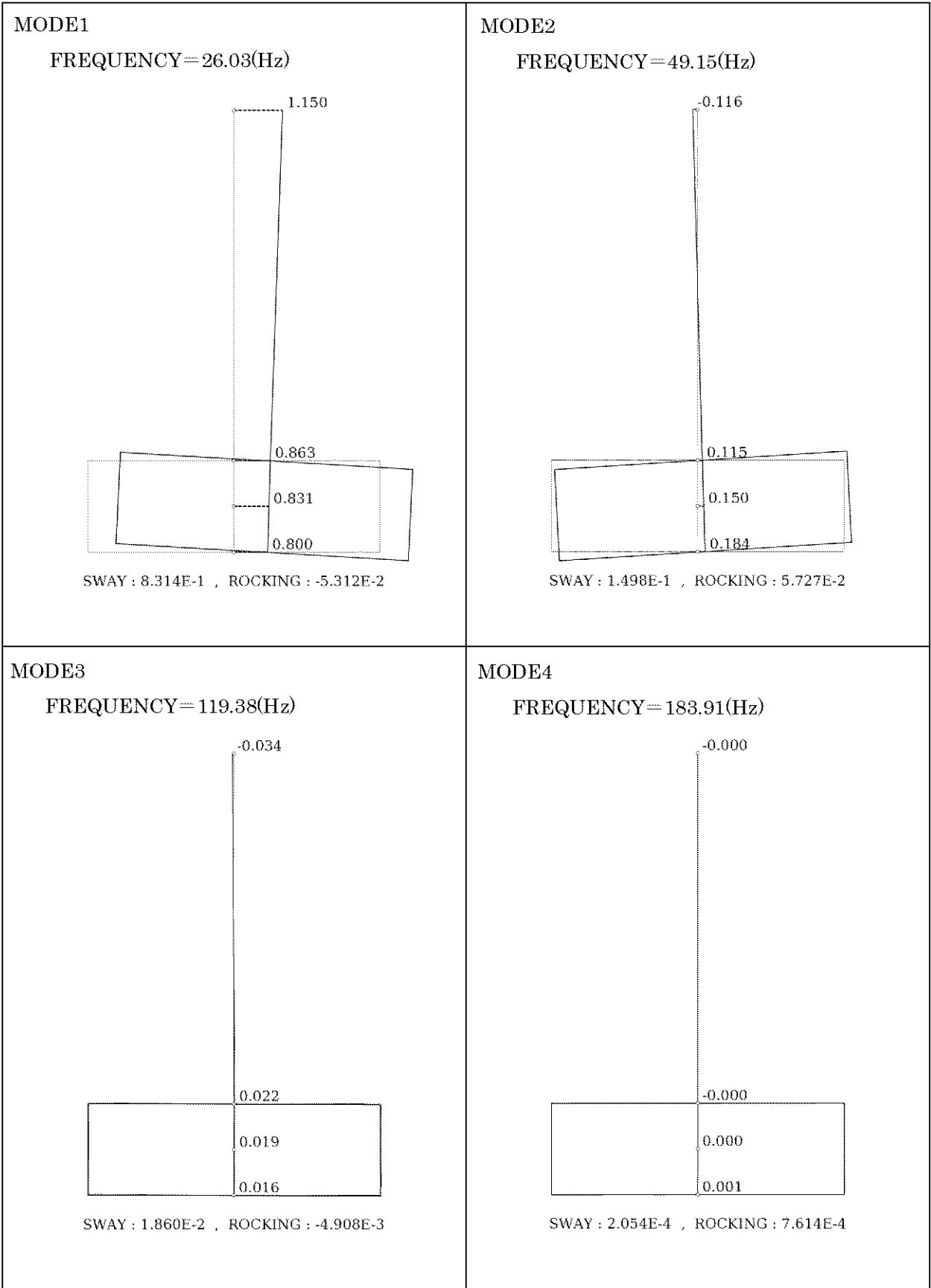
第 4-2 図 刺激関数図 (EW 方向、地盤 V_s (-1σ))



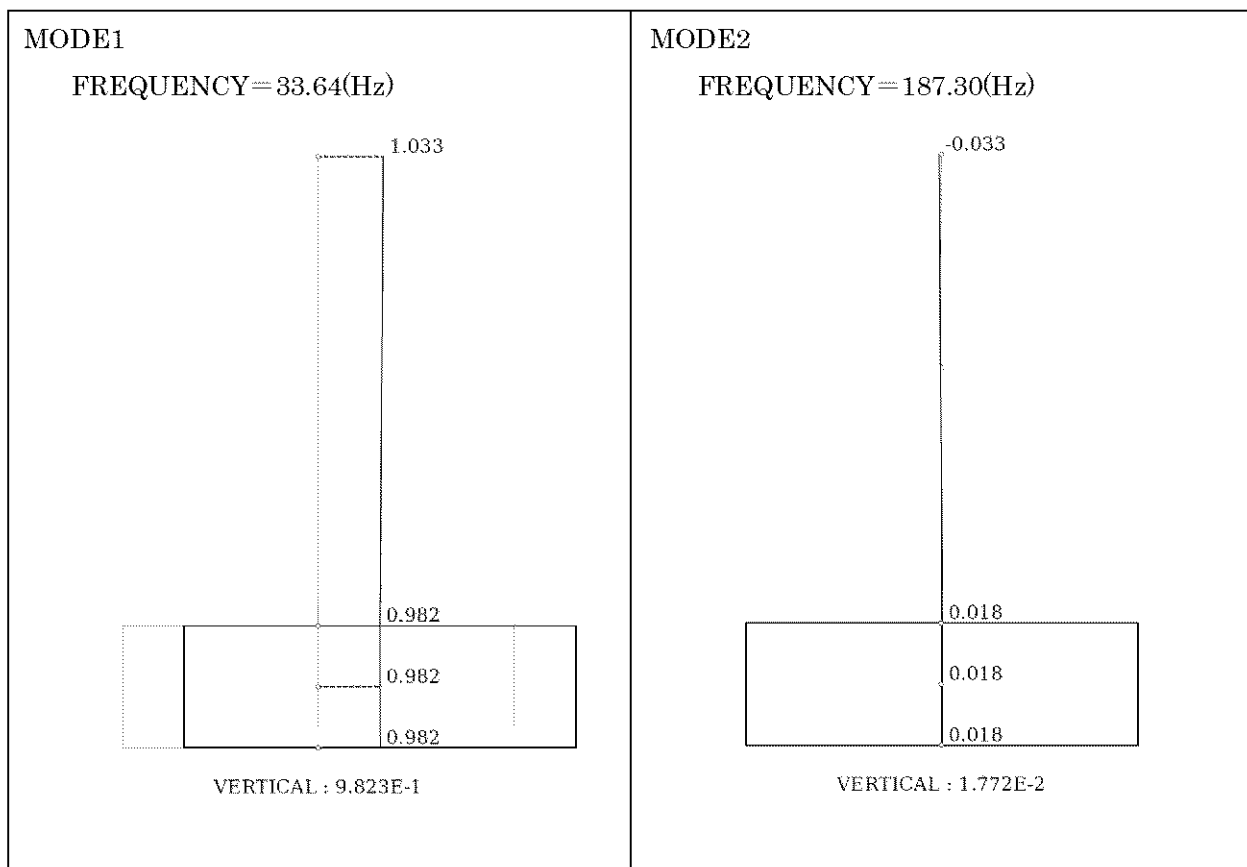
第 4-3 図 刺激関数図 (鉛直方向、地盤 V_s (-1σ))



第 4-4 图 刺激関数図 (NS 方向、地盤 $V_s (+1\sigma)$)



第 4-5 図 刺激関数図 (EW 方向、地盤 $V_s (+1\sigma)$)



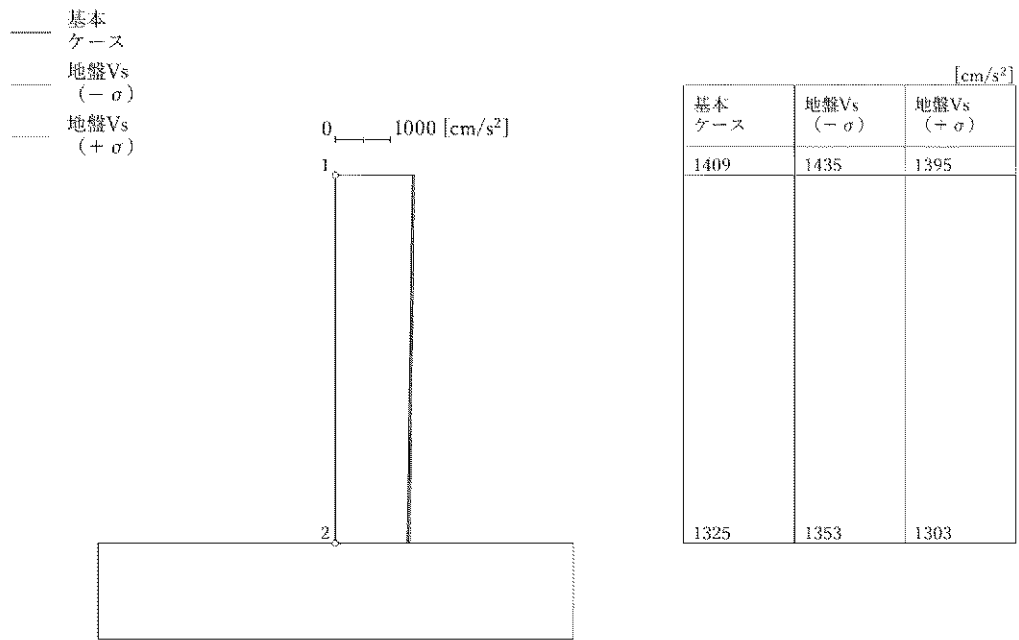
第 4-6 図 刺激関数図 (鉛直方向、地盤 V_s ($+1\sigma$))

4.3 地震応答解析結果

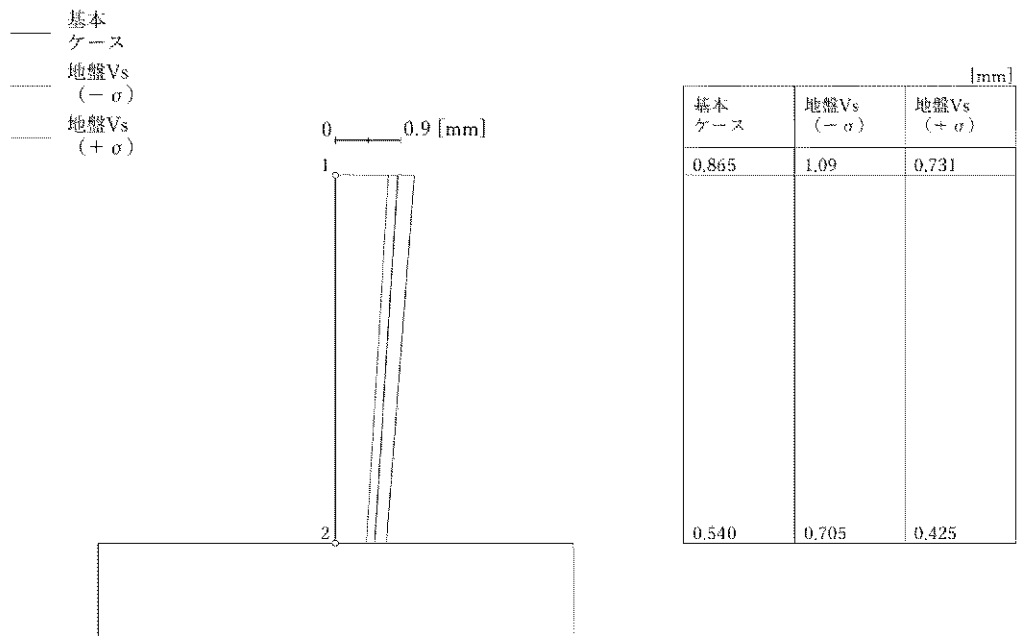
地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース（地盤 $V_s (-1\sigma)$ 、地盤 $V_s (+1\sigma)$ ）について、地震応答解析を行い、基本ケースの結果と比較した。最大応答値の比較を第 4-7 図～第 4-19 図に示す。

水平方向について、地盤物性のばらつきを考慮した解析ケースの最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力、最大応答曲げモーメント及び最大応答せん断ひずみは、基本ケースと同等であり、最大応答値の変動は非常に小さい。

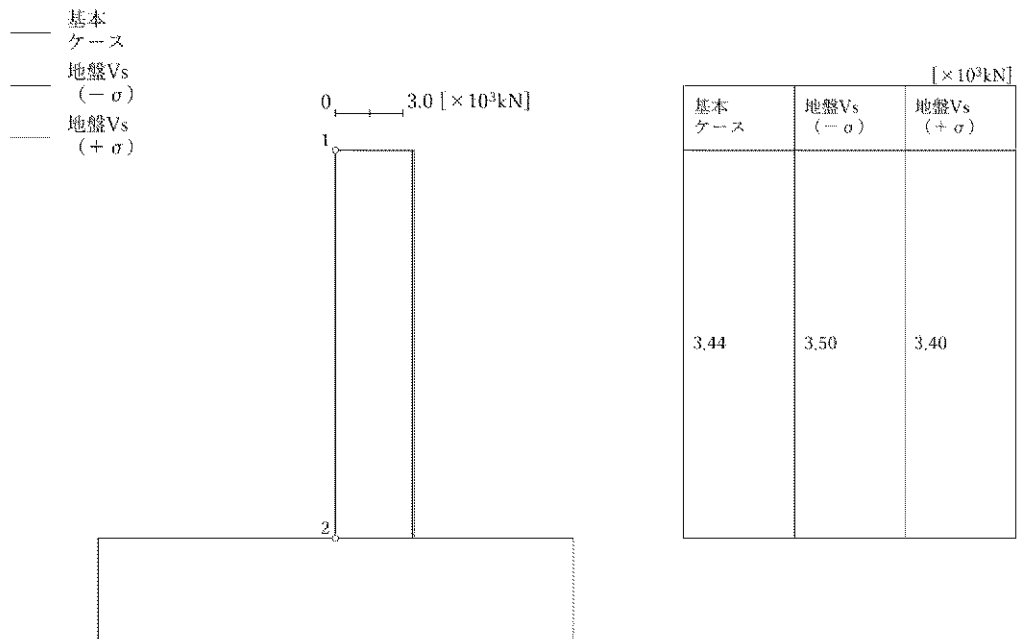
鉛直方向についても、地盤物性のばらつきを考慮した解析ケースの最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力は、基本ケースと同等であり、最大応答値の変動は非常に小さい。



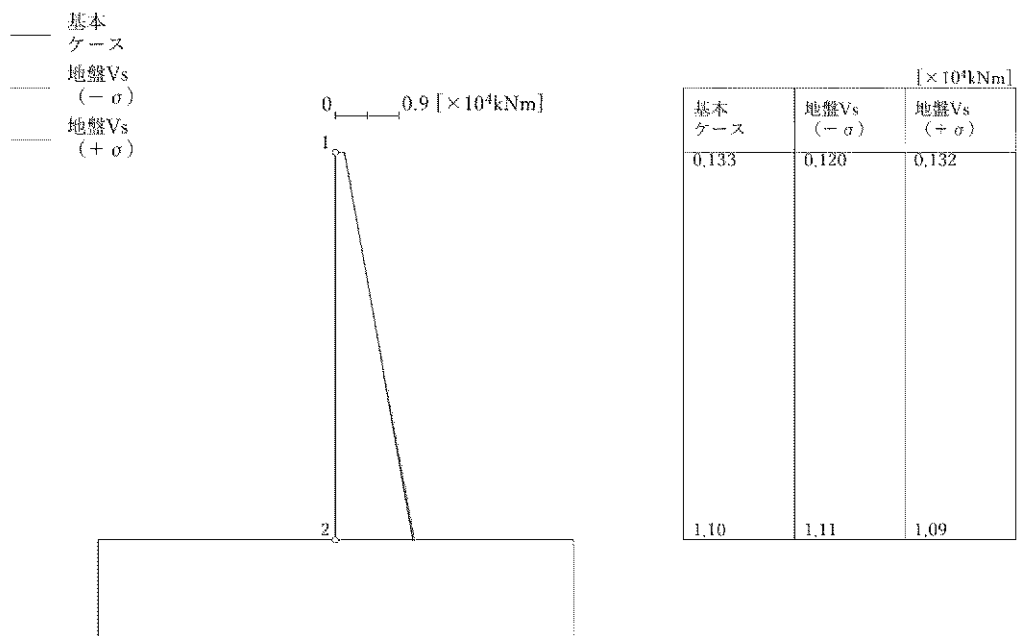
第4-7図 最大応答加速度 (NS 方向)



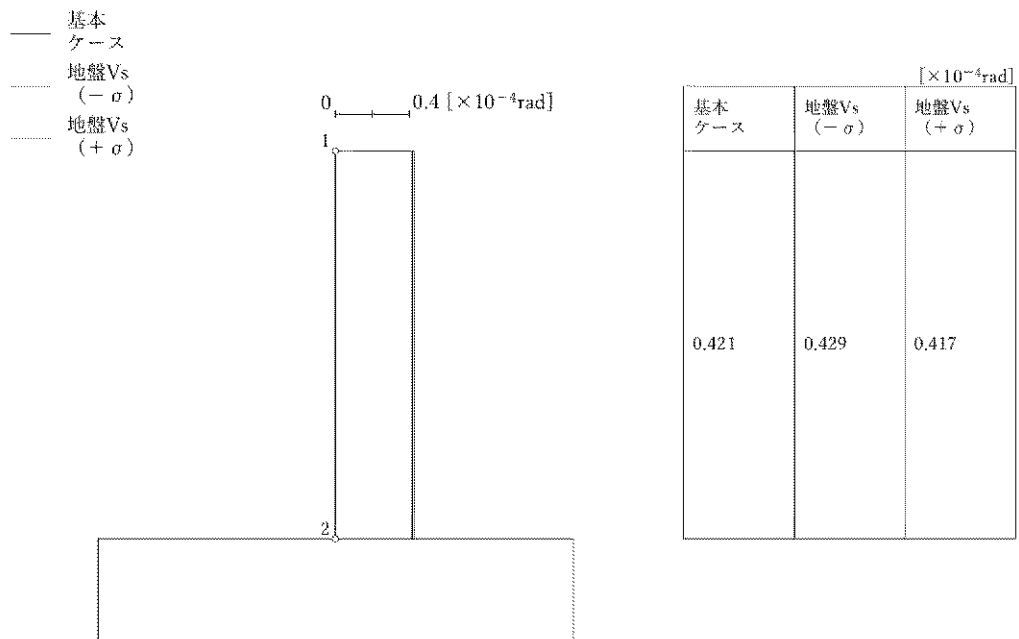
第4-8図 最大応答変位 (NS 方向)



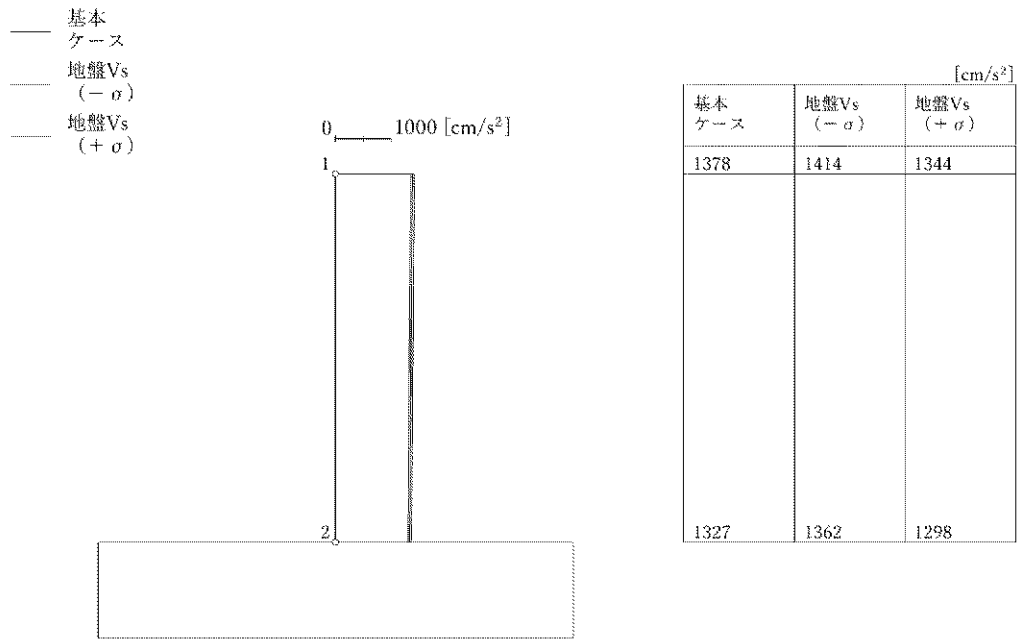
第 4-9 図 最大応答せん断力 (NS 方向)



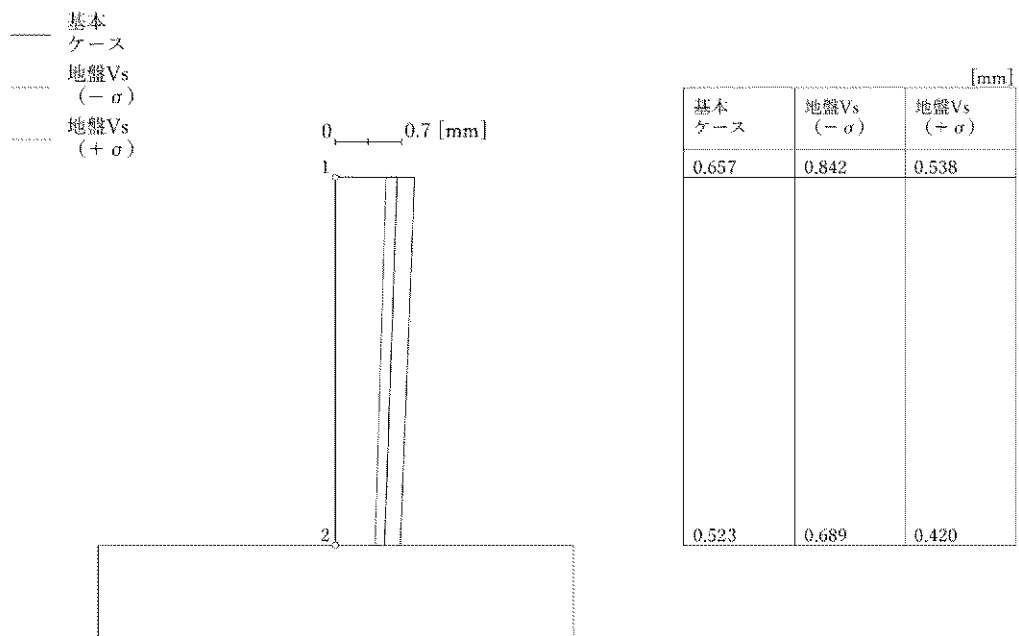
第 4-10 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向)



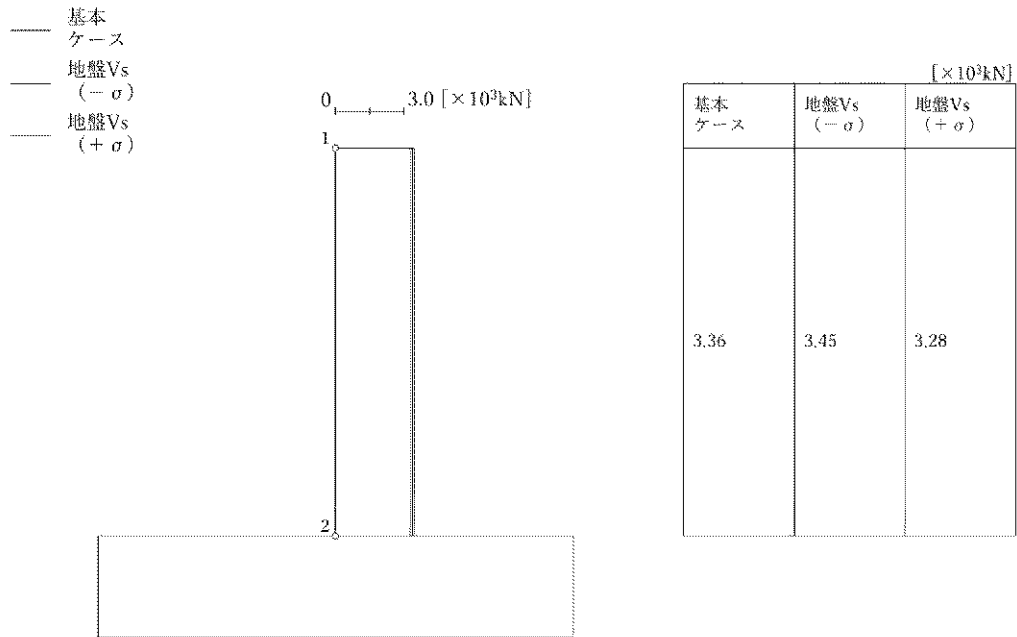
第 4-11 図 最大応答せん断ひずみ (NS 方向)



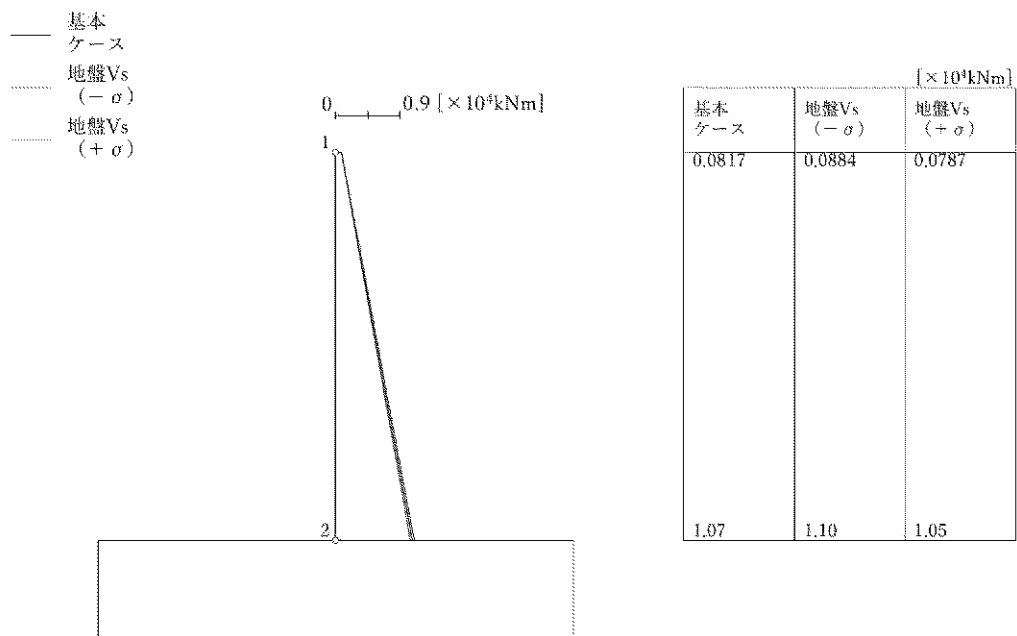
第4-12図 最大応答加速度 (EW 方向)



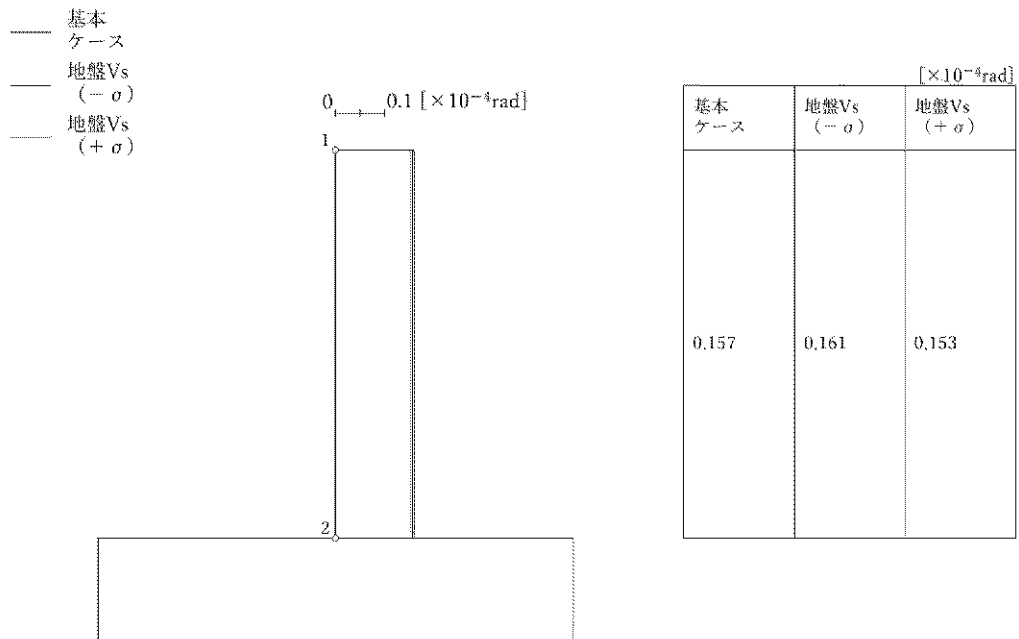
第4-13図 最大応答変位 (EW 方向)



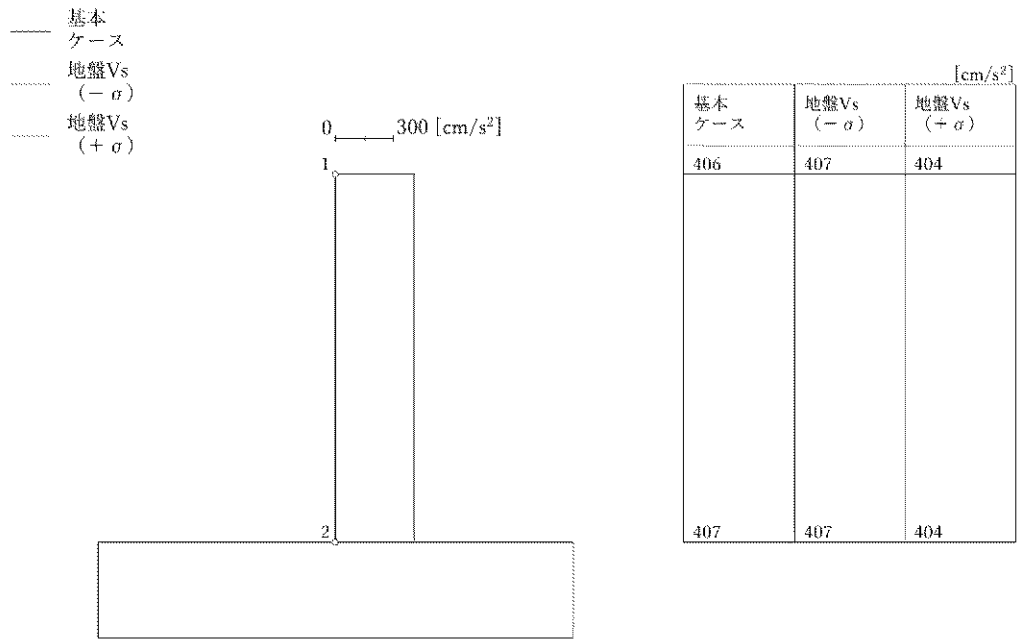
第4-14図 最大応答せん断力 (EW方向)



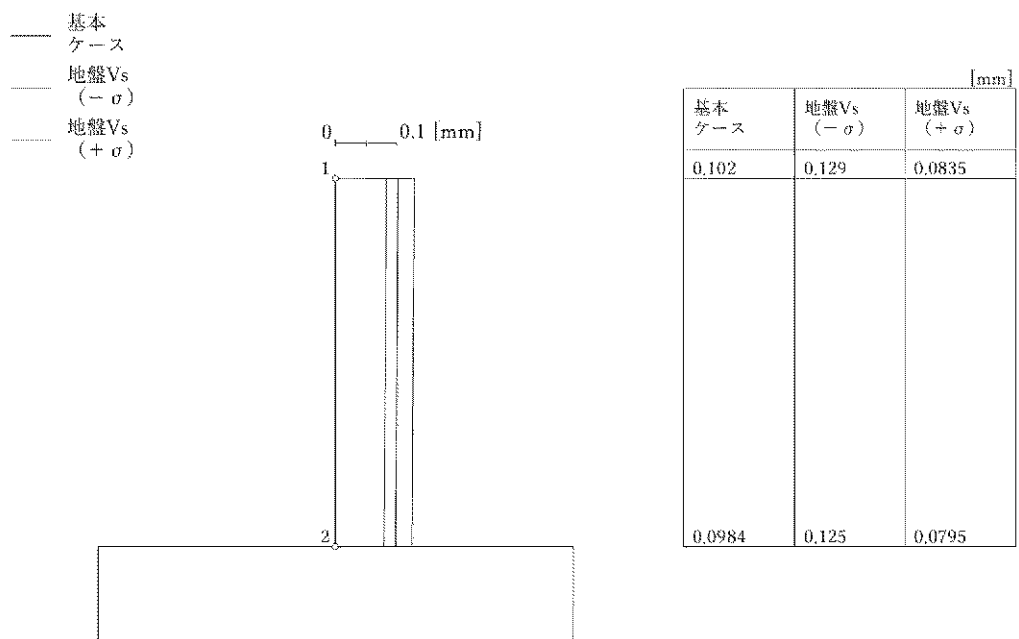
第4-15図 最大応答曲げモーメント (EW方向)



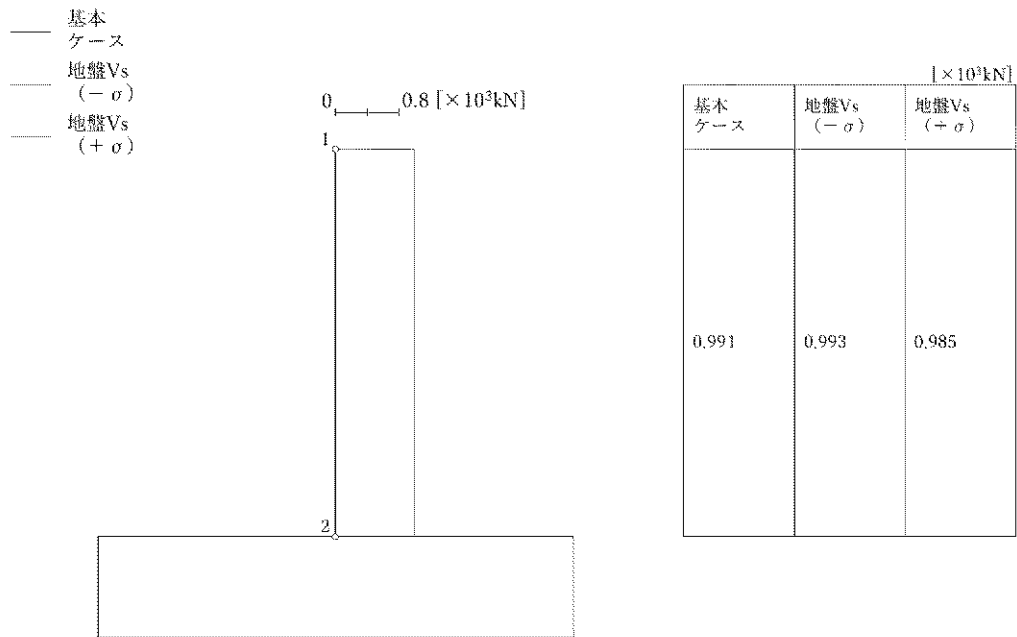
第4-16図 最大応答せん断ひずみ (EW 方向)



第 4-17 図 最大応答加速度 (鉛直方向)



第 4-18 図 最大応答変位 (鉛直方向)



第 4-19 図 最大応答軸力 (鉛直方向)

5. コンクリート強度のばらつきによる影響

5.1 検討方針

コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケース（実強度）について、固有値解析及び地震応答解析を行い、基本ケースの結果と比較した。

コンクリート強度のばらつきの設定は、「3.2 コンクリート強度のばらつきの設定について」に示したとおりである。

5.2 固有値解析結果

コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケース（実強度）について、固有値解析を行い、基本ケースの結果と比較した。固有値解析結果を第 5-1 表、刺激関数図を第 5-1 図～第 5-3 図に示す。

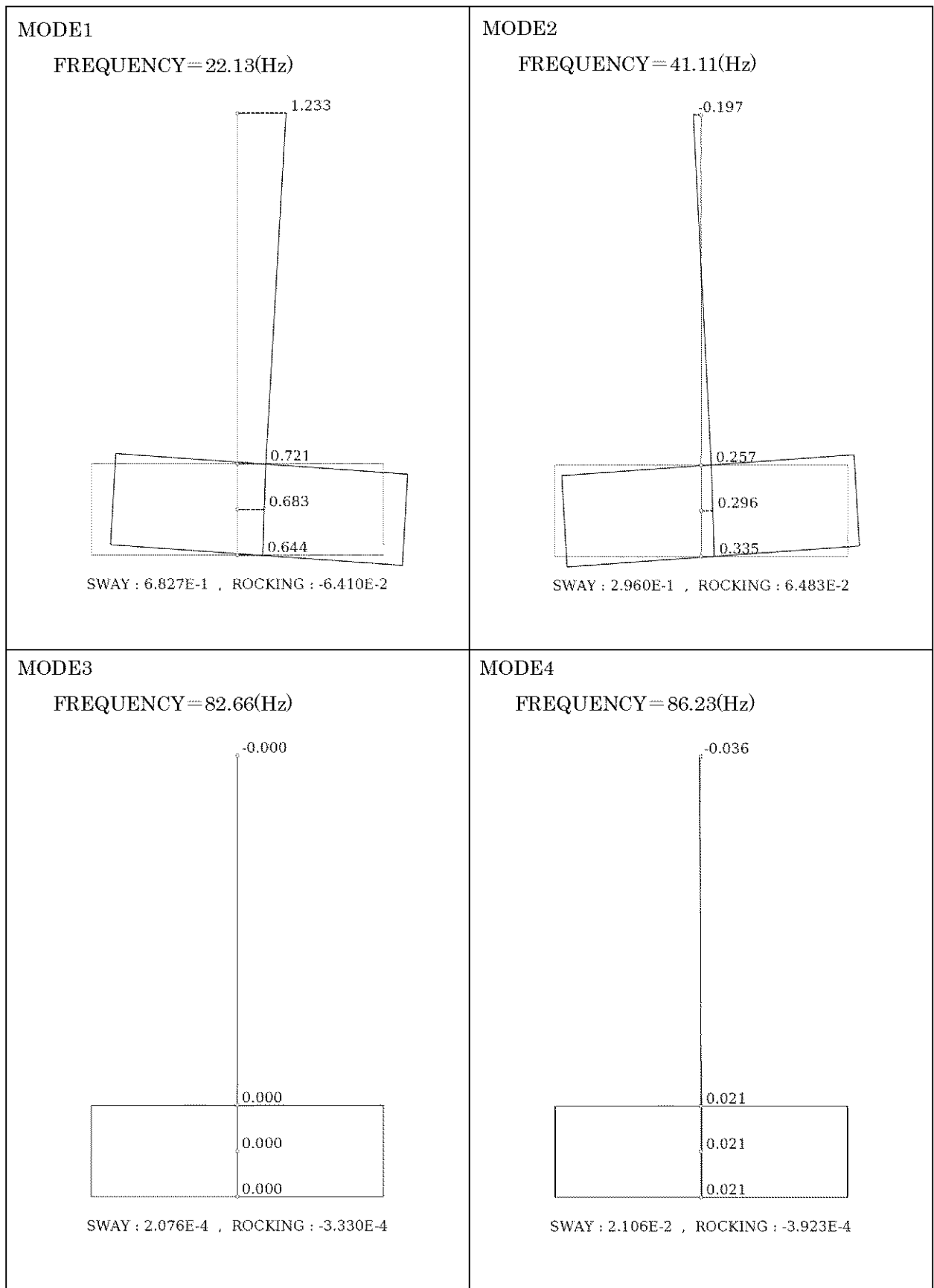
基本ケースに対するコンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの固有振動数の変動幅は、0%～+6%程度である。

第5-1表 固有値解析結果（実強度）^(注)

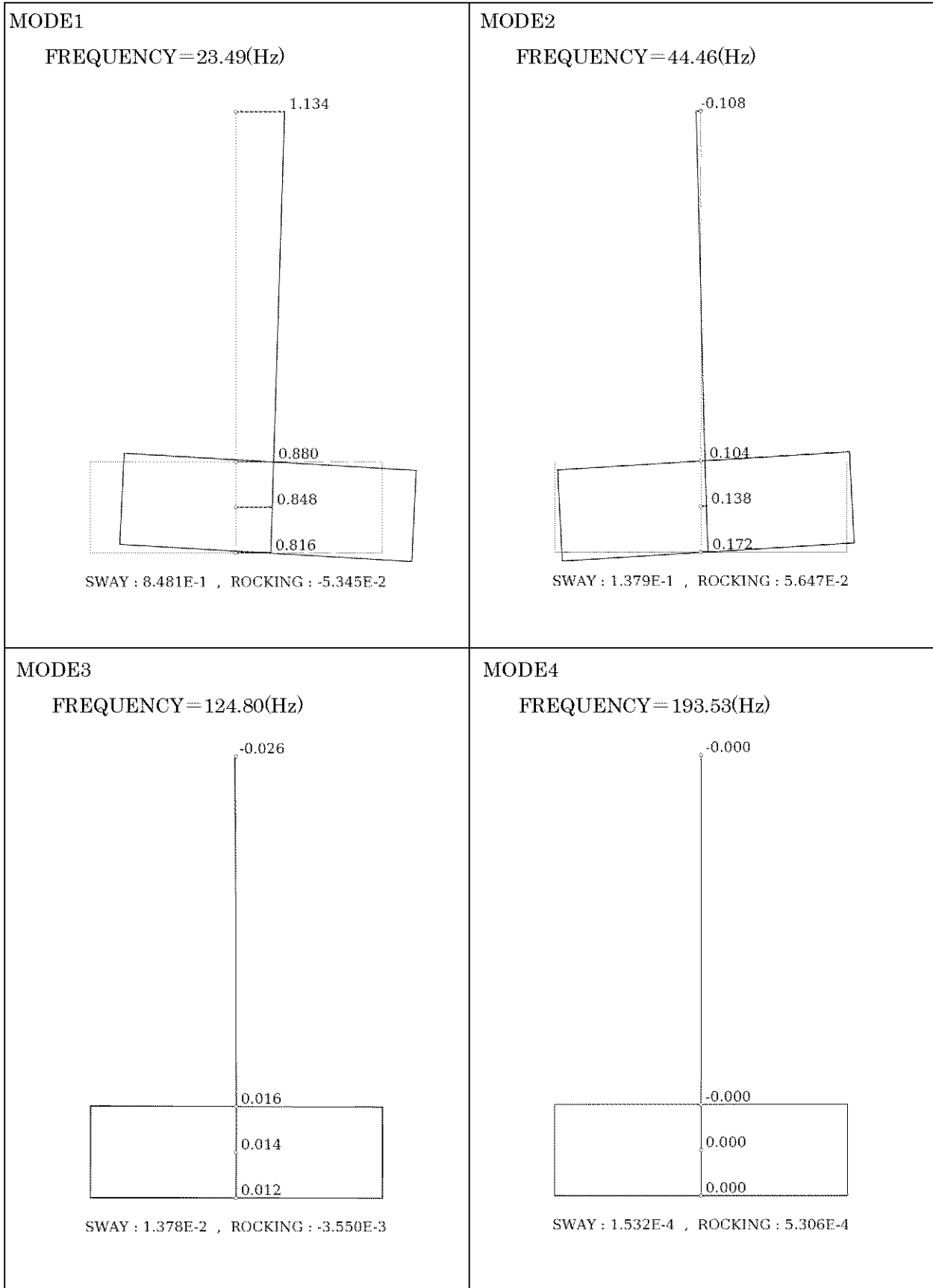
(単位：Hz)

| 次数 | 固有振動数 | | | | | |
|----|-------|-----------------|--------|------------------|--------|------------------|
| | NS 方向 | | EW 方向 | | 鉛直方向 | |
| | 基本ケース | 実強度 | 基本ケース | 実強度 | 基本ケース | 実強度 |
| 1 | 21.92 | 22.13 (1.01) | 23.44 | 23.49 (1.00) | 30.20 | 30.22 (1.00) |
| 2 | 40.43 | 41.11 (1.02) | 44.33 | 44.46 (1.00) | 186.97 | 197.62 (1.06) |
| 3 | 80.15 | 82.66 (1.03) | 118.44 | 124.80 (1.05) | — | — |
| 4 | 81.66 | 86.23 (1.06) | 183.25 | 193.53 (1.06) | — | — |

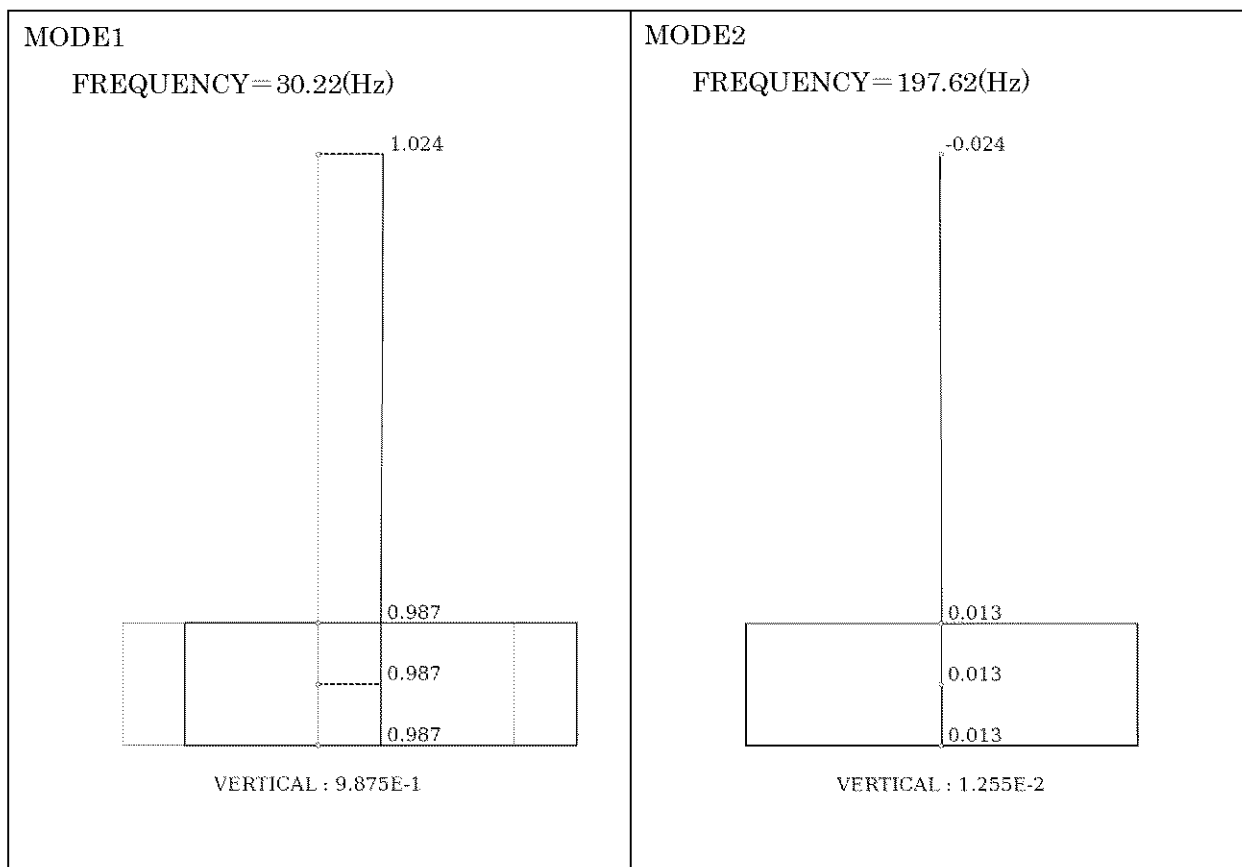
(注) () 内は基本ケースに対する比率



第5-1図 刺激関数図 (NS方向、実強度)



第 5-2 図 刺激関数図 (EW 方向、実強度)



第 5-3 図 刺激関数図 (鉛直方向、実強度)

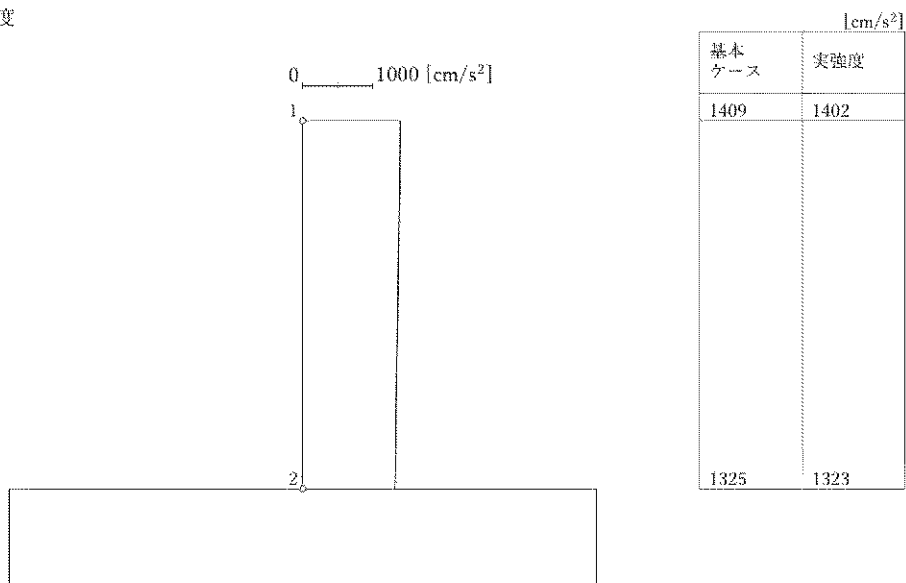
5.3 地震応答解析結果

コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケース（実強度）について、地震応答解析を行い、基本ケースの結果と比較した。最大応答値の比較を第 5-4 図～第 5-16 図に示す。

水平方向について、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントは、基本ケースと同等である。一方、最大応答せん断ひずみについては、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースが基本ケースに対して小さくなる傾向であることが確認できる。

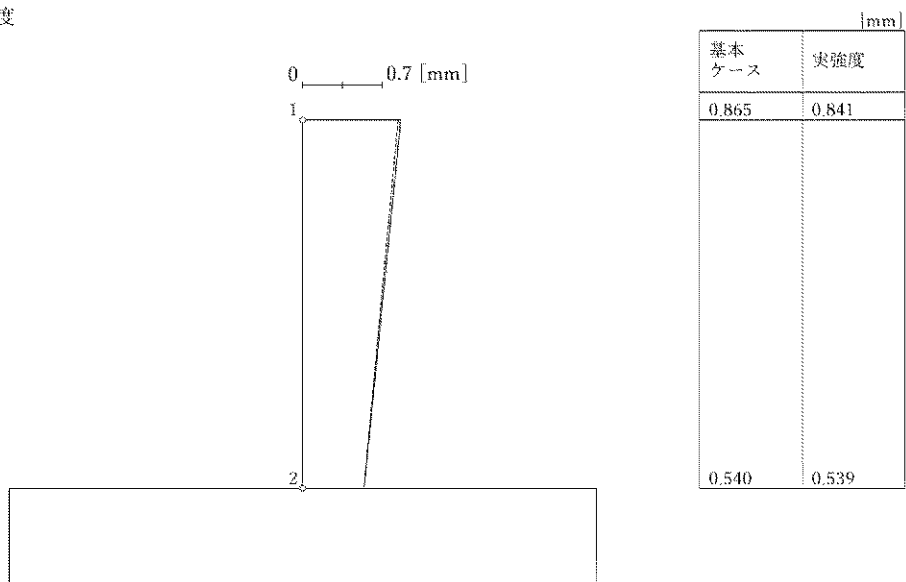
鉛直方向について、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力は、基本ケースと同等であり、最大応答値の変動は非常に小さい。

—— 基本
 ケース
 - - - 実強度

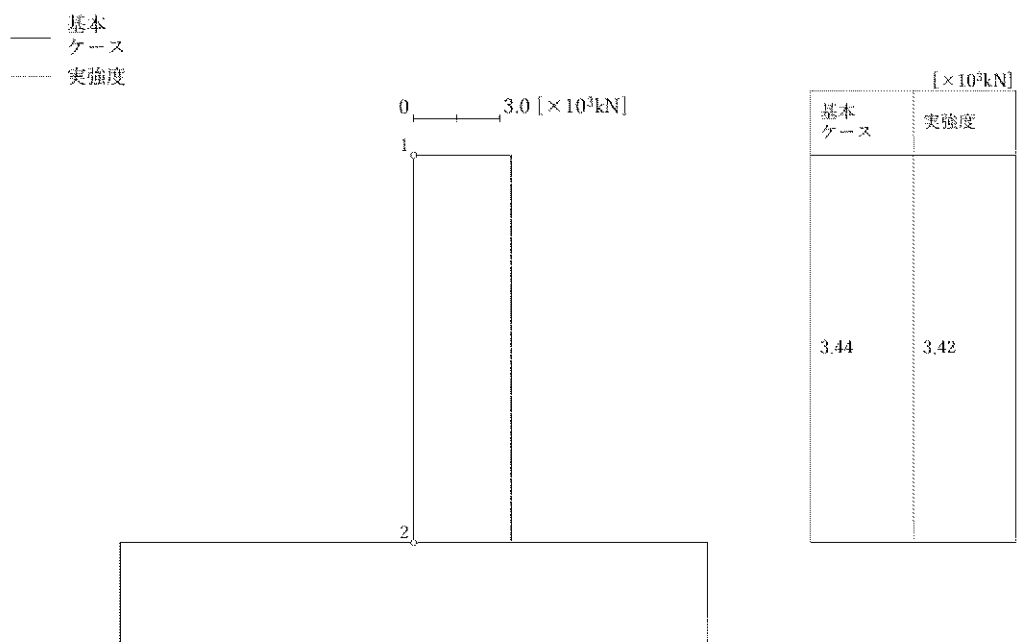


第5-4図 最大応答加速度 (NS 方向)

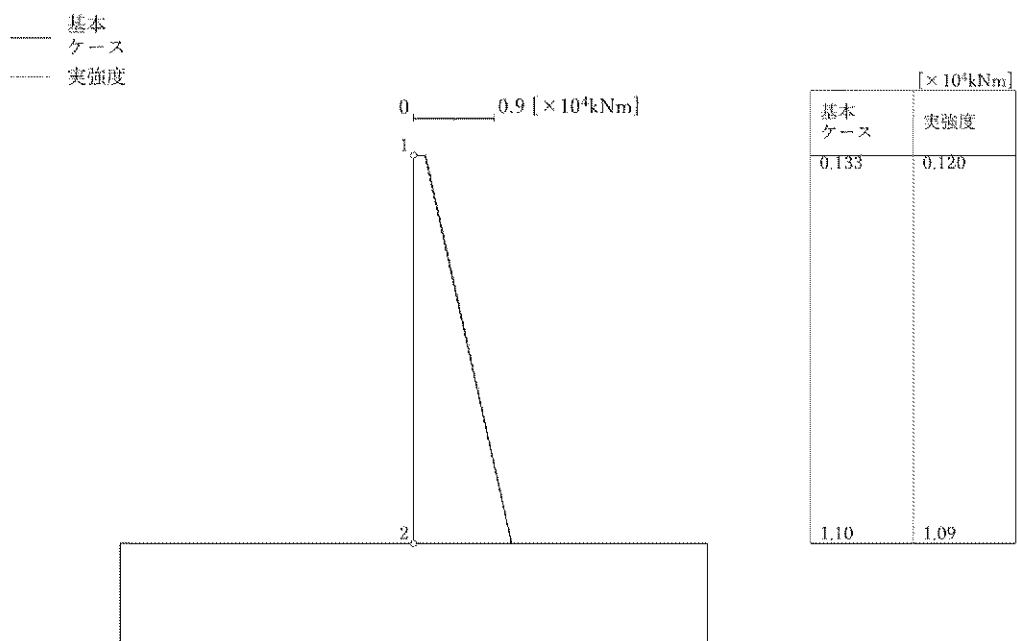
—— 基本
 ケース
 - - - 実強度



第5-5図 最大応答変位 (NS 方向)

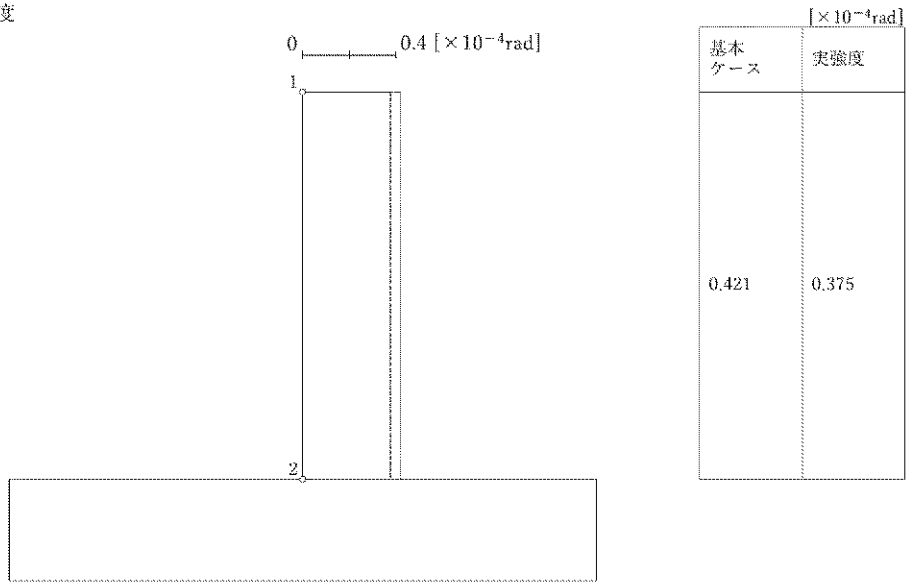


第5-6図 最大応答せん断力 (NS 方向)



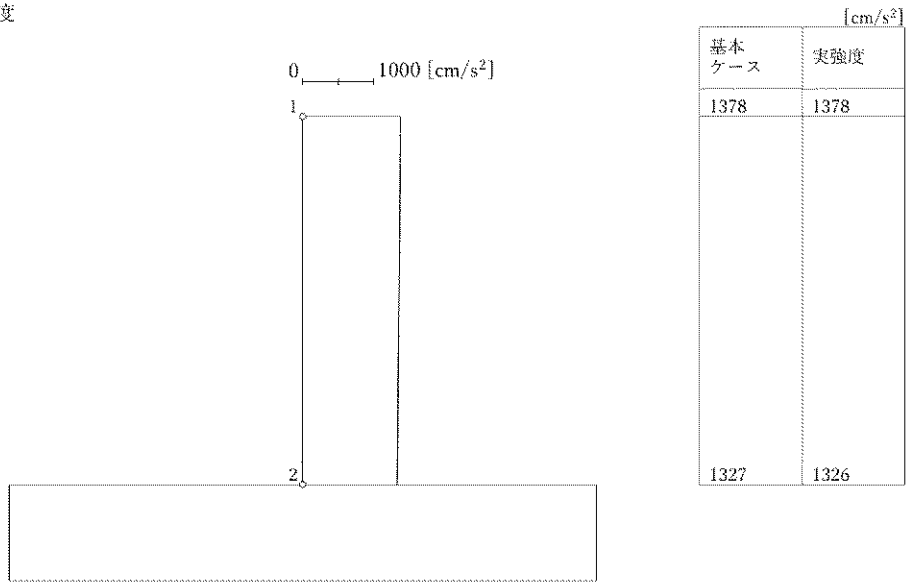
第5-7図 最大応答曲げモーメント (NS 方向)

——— 基本
 ケース
 - - - 実強度



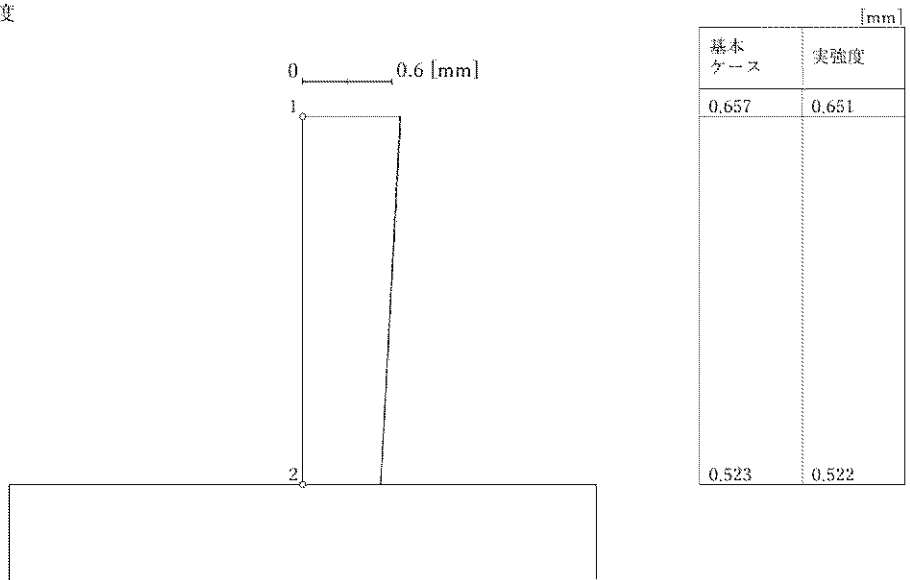
第5-8図 最大応答せん断ひずみ (NS 方向)

——— 基本
 ケース
 - - - - 実強度

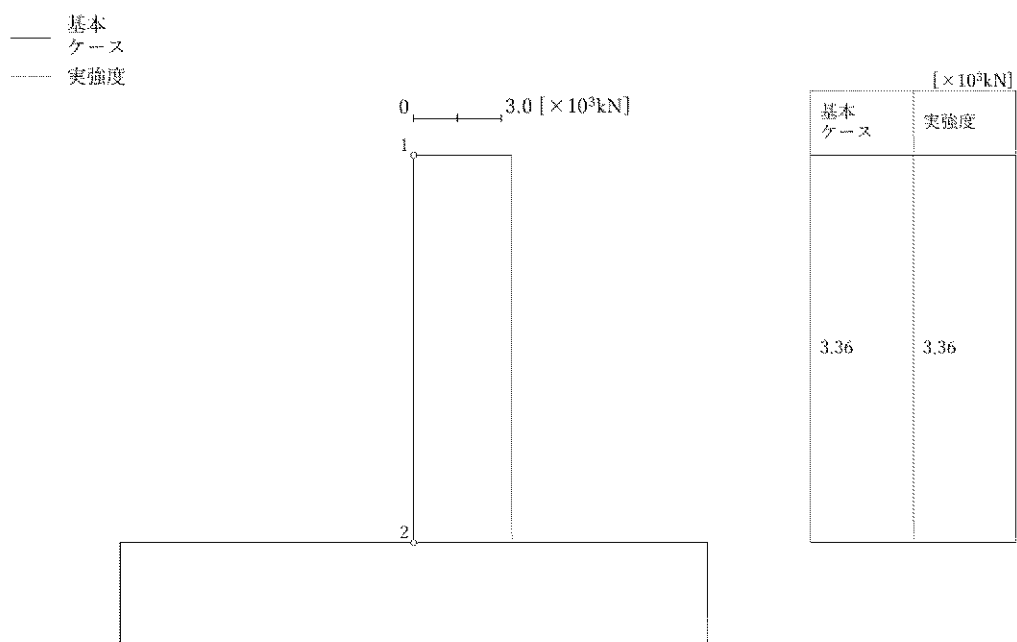


第5-9図 最大応答加速度 (EW 方向)

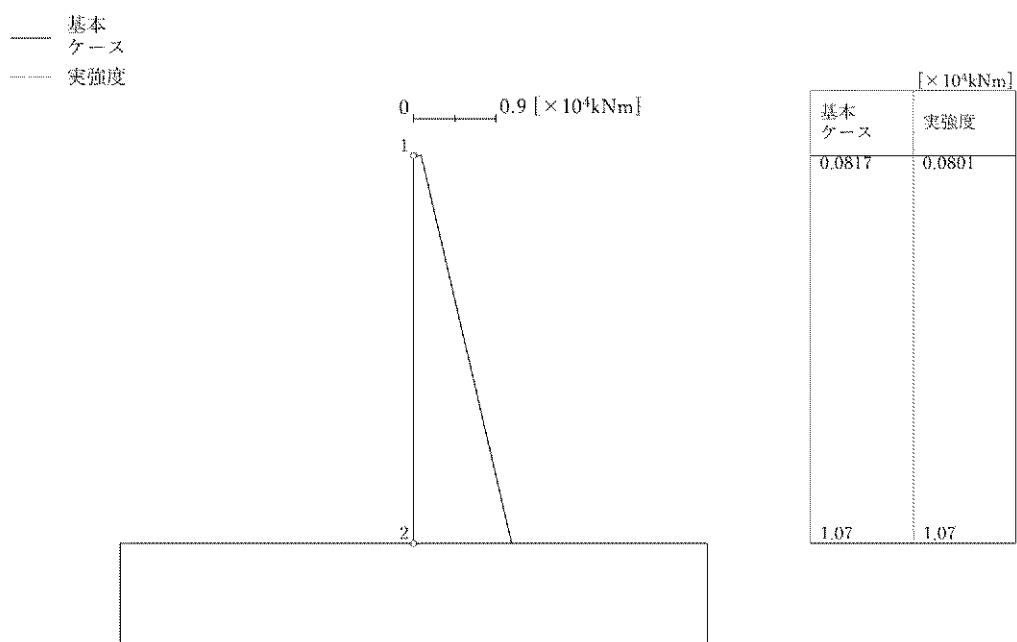
——— 基本
 ケース
 - - - - 実強度



第5-10図 最大応答変位 (EW 方向)

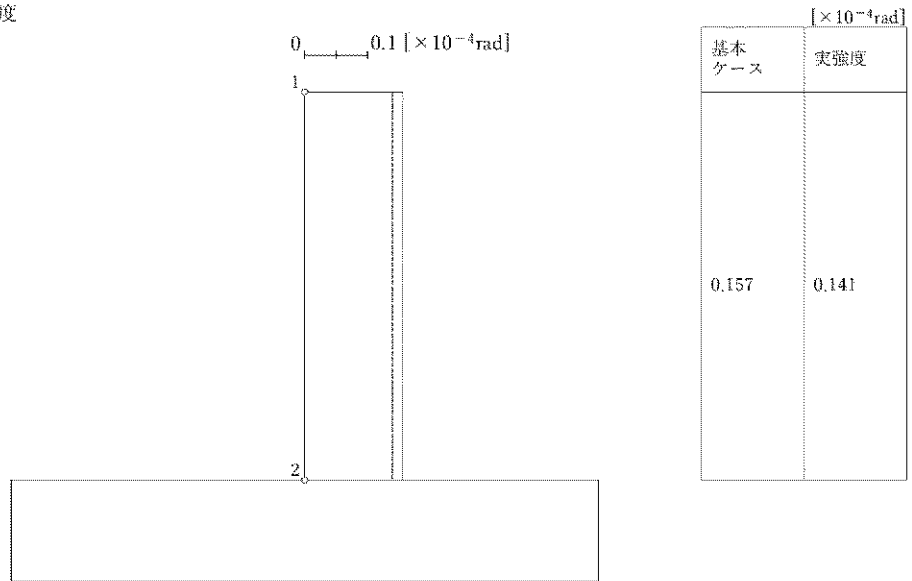


第5-11図 最大応答せん断力 (EW 方向)



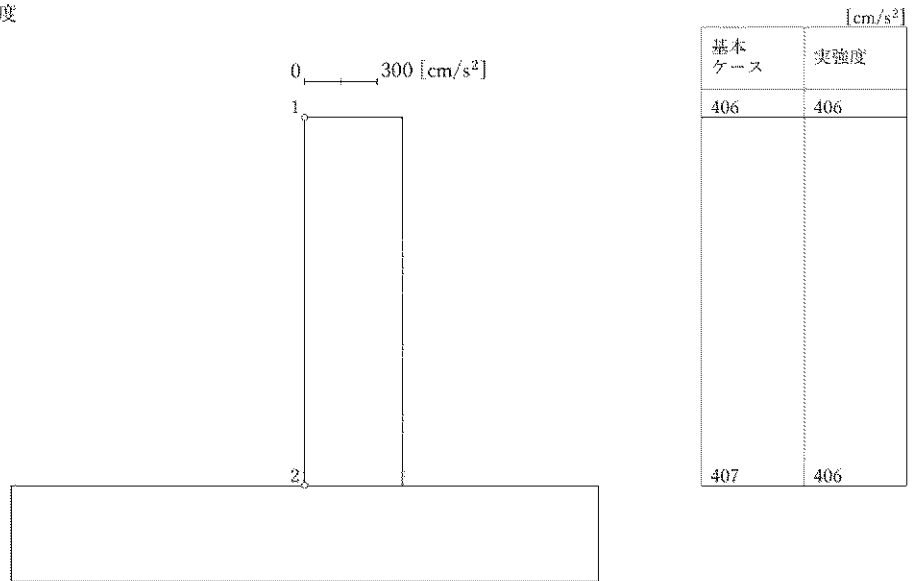
第5-12図 最大応答曲げモーメント (EW 方向)

—— 基本
 ケース
 - - - 実強度



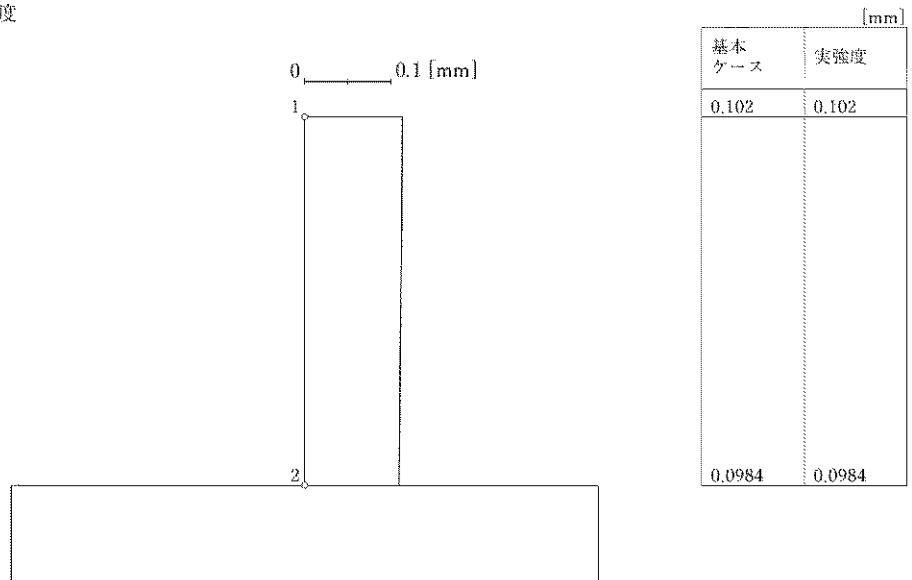
第5-13図 最大応答せん断ひずみ (EW 方向)

—— 基本
 ケース
 - - - 実強度



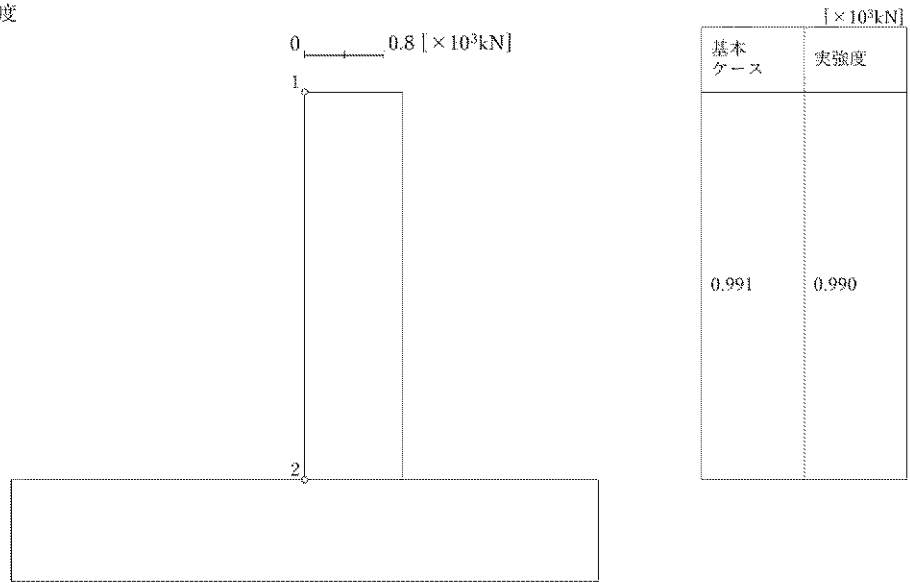
第 5-14 図 最大応答加速度 (鉛直方向)

—— 基本
 ケース
 - - - 実強度



第 5-15 図 最大応答変位 (鉛直方向)

—— 基本
 ケース
 - - - 実強度



第 5-16 図 最大応答軸力（鉛直方向）

6. 地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきによる影響

6.1 検討方針

地盤物性のばらつきに加え、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケース（地盤 V_s ($\pm 1\sigma$) + 実強度）について、固有値解析及び地震応答解析を行い、基本ケースの結果と比較した。

地盤物性のばらつきの設定は、「3.1 地盤物性のばらつきの設定について」に示したとおりである。また、コンクリート強度のばらつきの設定は、「3.2 コンクリート強度のばらつきの設定について」に示したとおりである。

6.2 固有値解析結果

地盤物性のばらつきに加え、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケース（地盤 V_s ($\pm 1\sigma$) + 実強度）について、固有値解析を行い、基本ケースの結果と比較した。固有値解析結果の比較を第 6-1 表及び第 6-2 表、刺激関数図を第 6-1 図～第 6-6 図に示す。

基本ケースに対する地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの固有振動数の変動幅は、 -12% ～ $+11\%$ 程度である。

第6-1表 固有値解析結果（地盤Vs（-1σ）+実強度）^(注1)

(単位：Hz)

| 次数 | 固有振動数 | | | | | |
|----|-------|-----------------------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| | NS方向 | | EW方向 | | 鉛直方向 | |
| | 基本ケース | 地盤Vs（-1σ） +実強度 ^(注2) | 基本ケース | 地盤Vs（-1σ） +実強度 | 基本ケース | 地盤Vs（-1σ） +実強度 |
| 1 | 21.92 | 19.92 (0.91) | 23.44 | 20.85 (0.89) | 30.20 | 26.68 (0.88) |
| 2 | 40.43 | 37.51 (0.93) | 44.33 | 39.46 (0.89) | 186.97 | 197.35 (1.06) |
| 3 | 80.15 | 78.78 (0.98) | 118.44 | 124.01 (1.05) | — | — |
| 4 | 81.66 | 86.04 (1.05) | 183.25 | 192.99 (1.05) | — | — |

(注1) ()内は基本ケースに対する比率

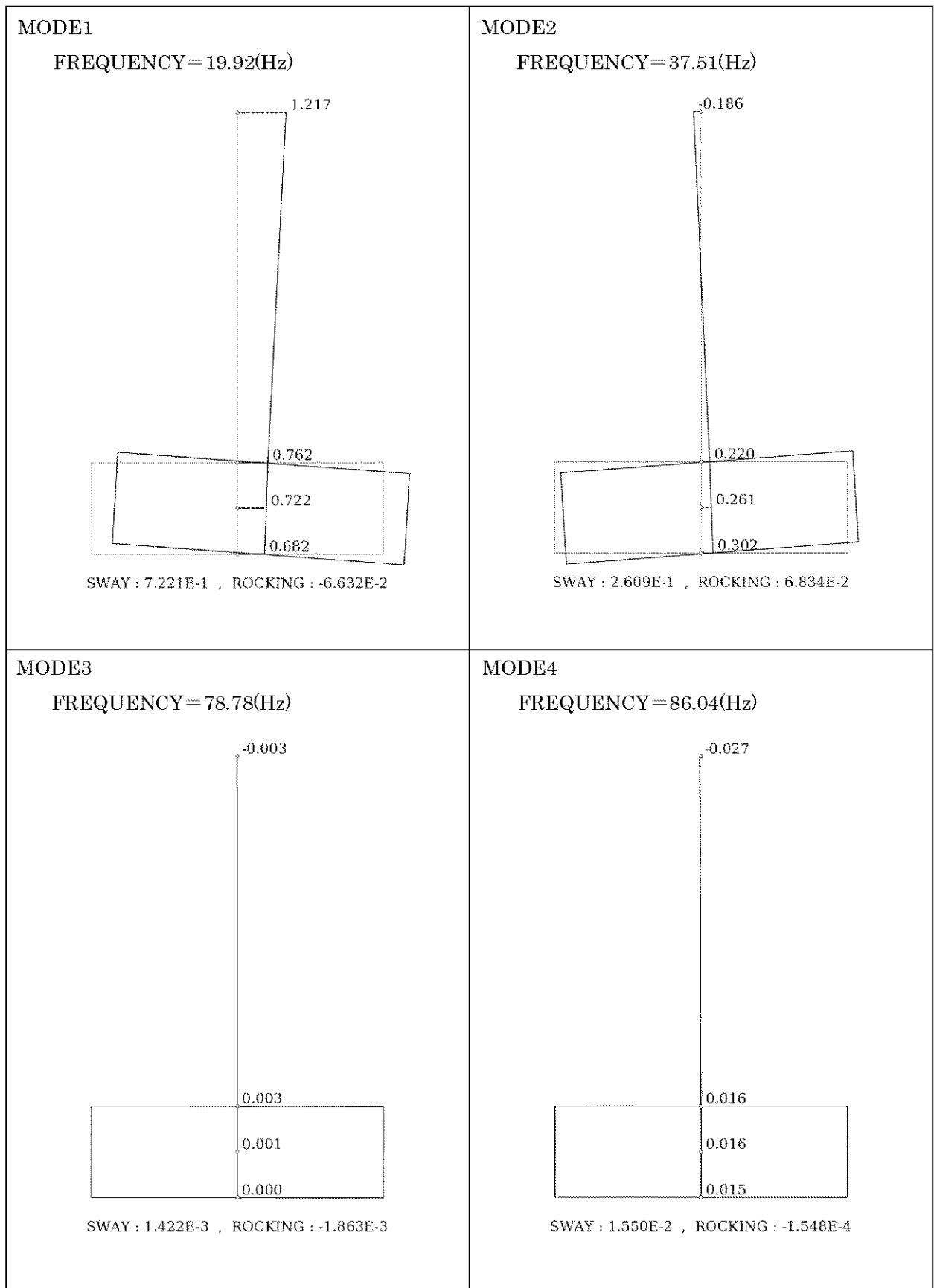
(注2) 誘発上下動モデルのため、水平方向の固有振動数を示す

第6-2表 固有値解析結果（地盤Vs（+1σ）+実強度）^(注)

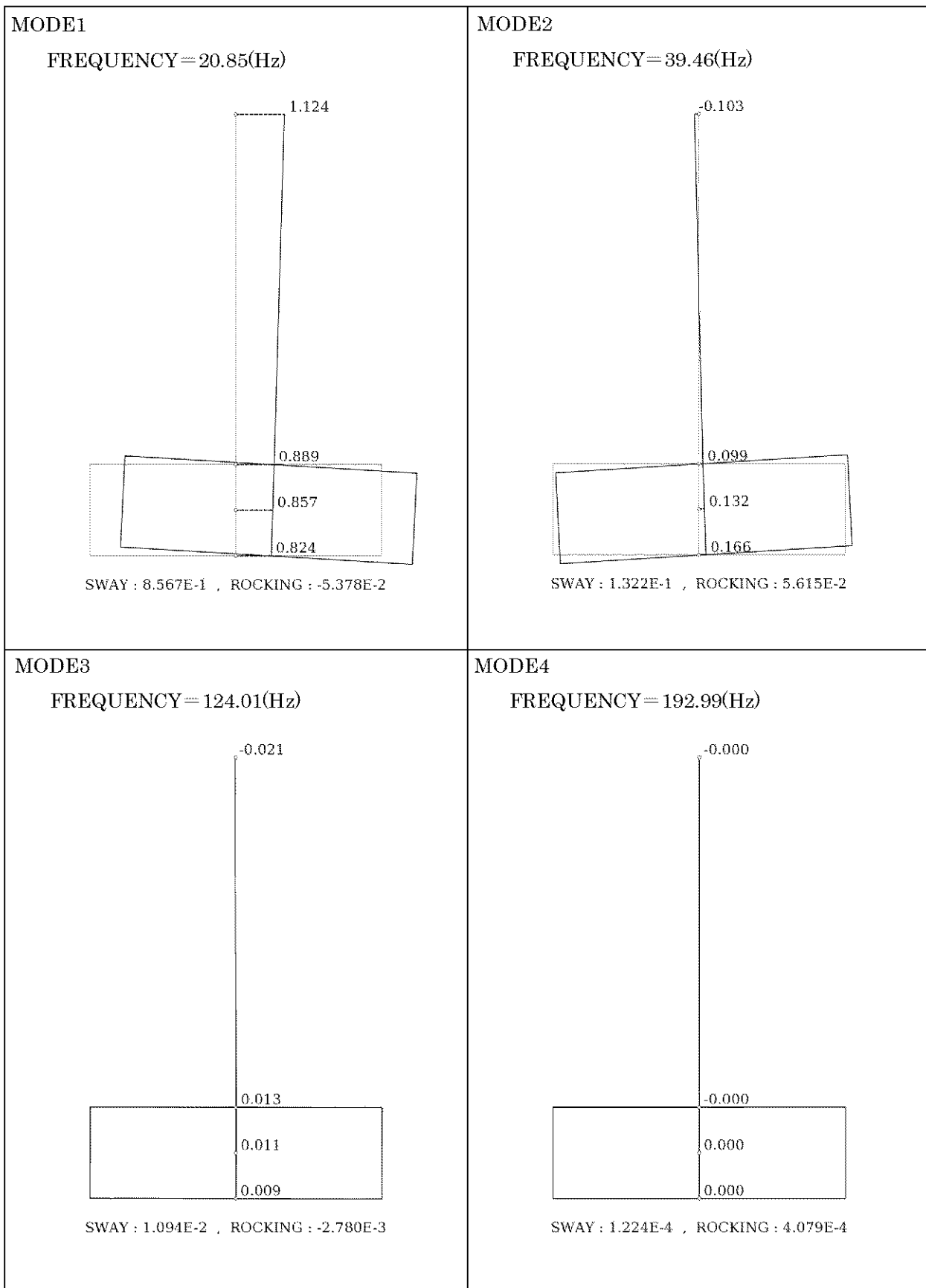
(単位：Hz)

| 次数 | 固有振動数 | | | | | |
|----|-------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| | NS方向 | | EW方向 | | 鉛直方向 | |
| | 基本ケース | 地盤Vs（+1σ） +実強度 | 基本ケース | 地盤Vs（+1σ） +実強度 | 基本ケース | 地盤Vs（+1σ） +実強度 |
| 1 | 21.92 | 24.19 (1.10) | 23.44 | 26.10 (1.11) | 30.20 | 33.67 (1.11) |
| 2 | 40.43 | 44.33 (1.10) | 44.33 | 49.33 (1.11) | 186.97 | 197.93 (1.06) |
| 3 | 80.15 | 86.45 (1.08) | 118.44 | 125.68 (1.06) | — | — |
| 4 | 81.66 | 87.05 (1.07) | 183.25 | 194.15 (1.06) | — | — |

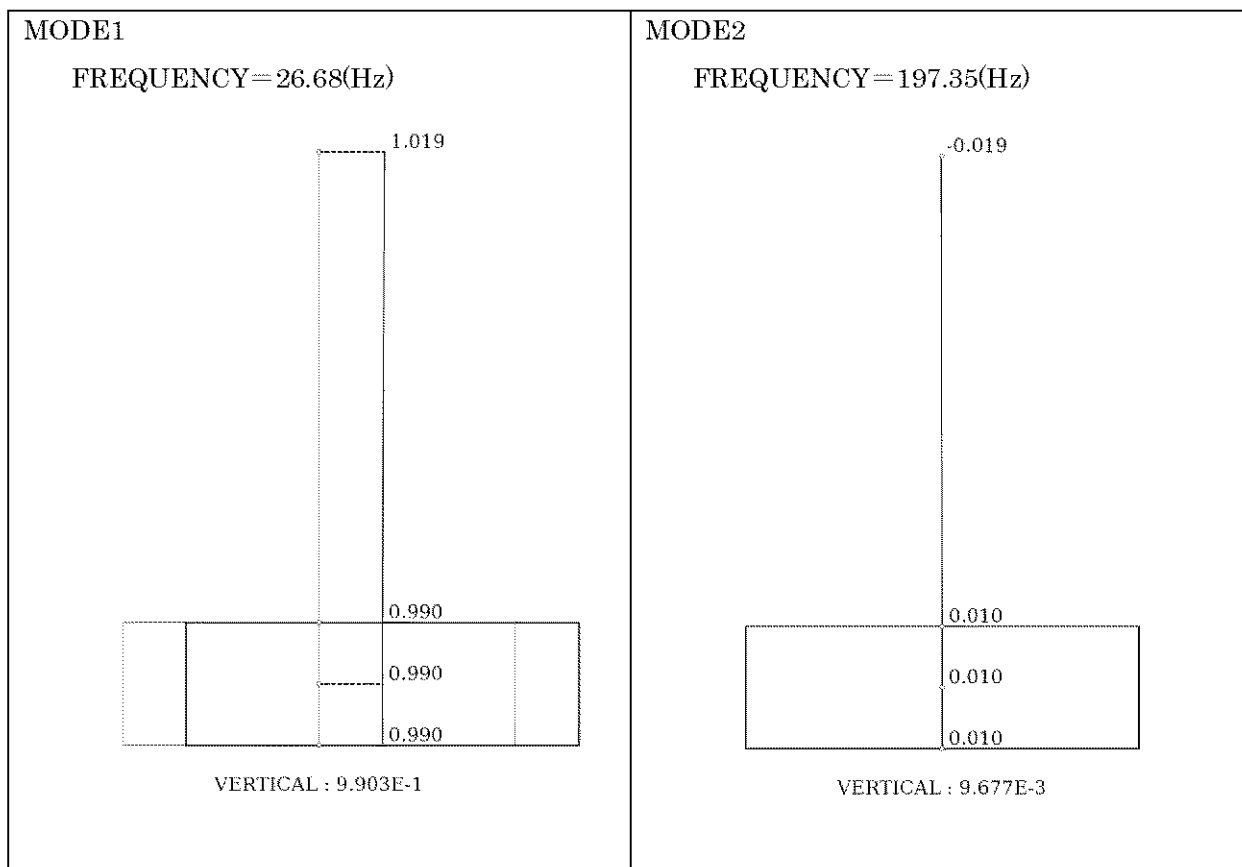
(注) ()内は基本ケースに対する比率



第 6-1 図 刺激関数図 (NS 方向、地盤 $V_s (-1\sigma)$ + 実強度)



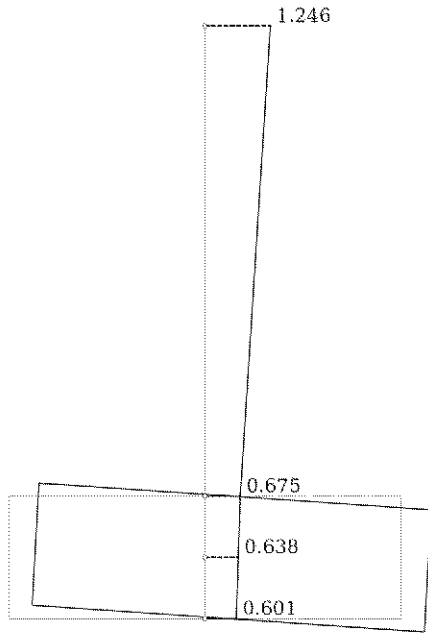
第 6-2 図 刺激関数図 (EW 方向、地盤 Vs (-1σ) + 実強度)



第 6-3 図 刺激関数図 (鉛直方向、地盤 V_s (-1σ) + 実強度)

MODE1

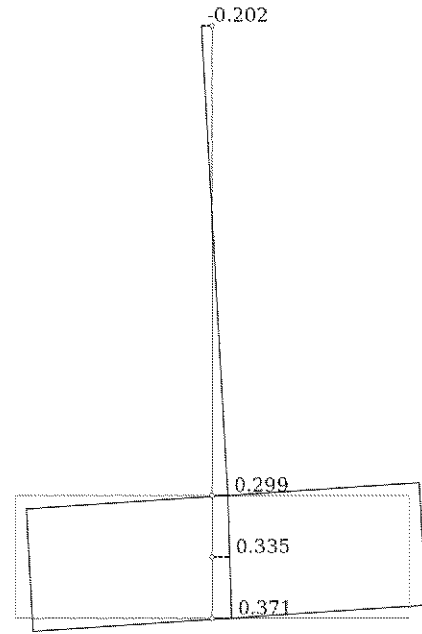
FREQUENCY = 24.19(Hz)



SWAY : 6.378E-1 , ROCKING : -6.162E-2

MODE2

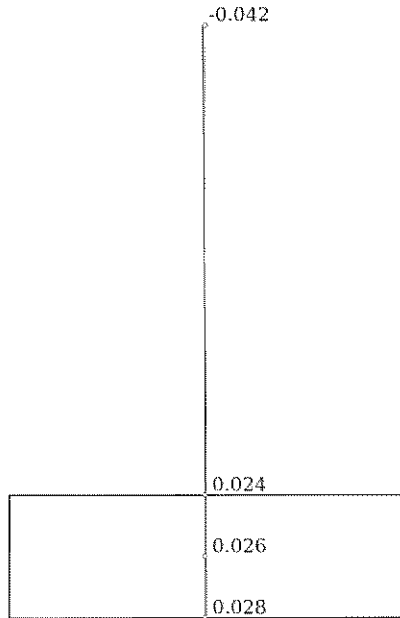
FREQUENCY = 44.33(Hz)



SWAY : 3.351E-1 , ROCKING : 6.057E-2

MODE3

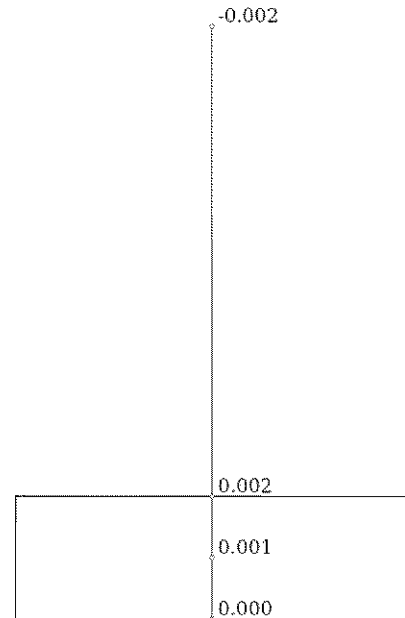
FREQUENCY = 86.45(Hz)



SWAY : 2.587E-2 , ROCKING : 2.740E-3

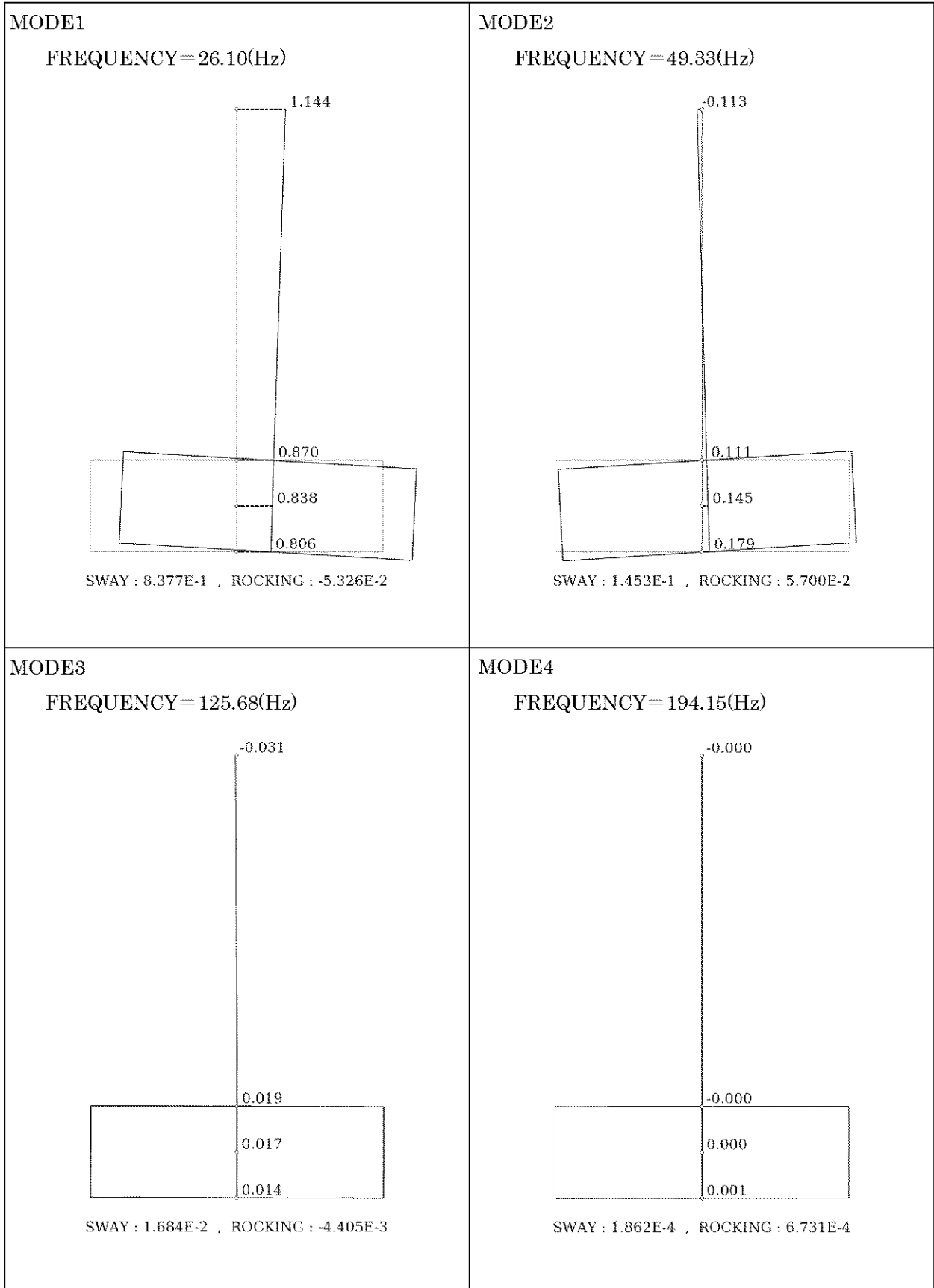
MODE4

FREQUENCY = 87.05(Hz)

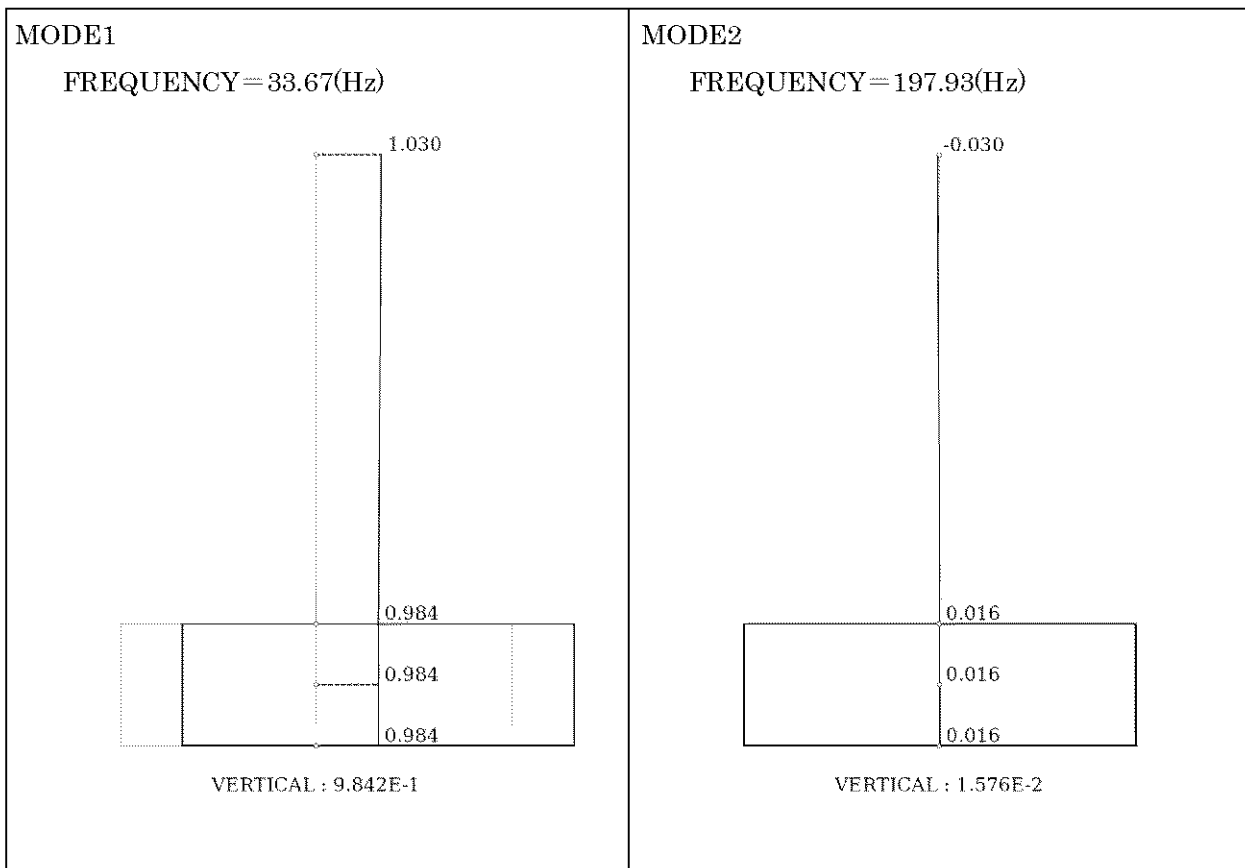


SWAY : 1.180E-3 , ROCKING : -1.683E-3

第 6-4 図 刺激関数図 (NS 方向、地盤 V_s ($+1\sigma$) + 実強度)



第 6-5 図 刺激関数図 (EW 方向、地盤 Vs (+1σ) +実強度)



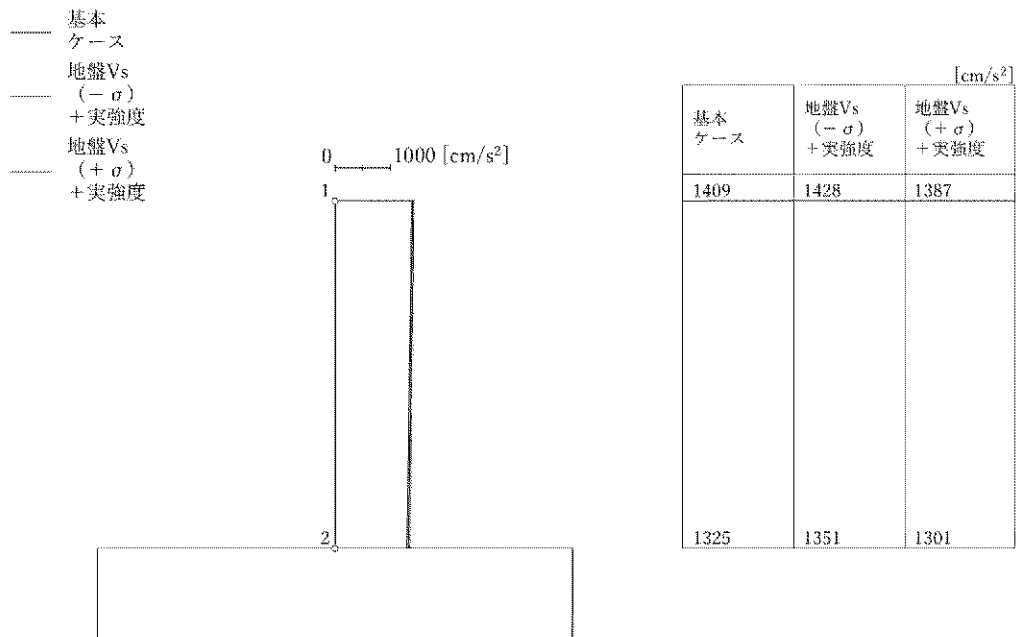
第 6-6 図 刺激関数図 (鉛直方向、地盤 V_s ($+1\sigma$) + 実強度)

6.3 地震応答解析結果

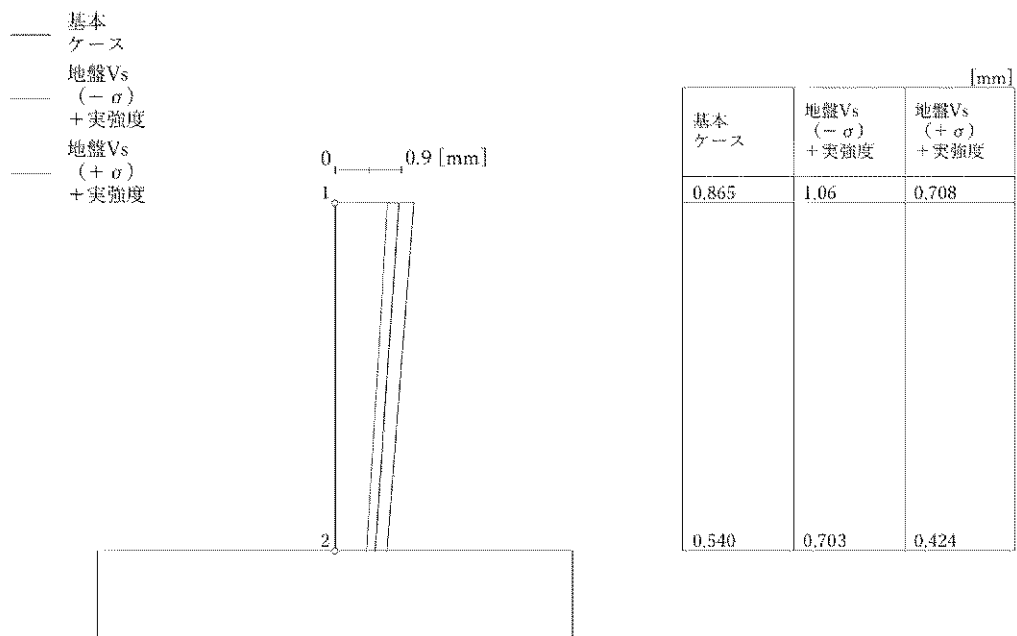
地盤物性のばらつきに加え、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケース（地盤 V_s ($\pm 1\sigma$) + 実強度）について、地震応答解析を行い、基本ケースの結果と比較した。最大応答値の比較を第 6-7 図～第 6-19 図に示す。

水平方向について、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントは、基本ケースと同等である。一方、最大応答せん断ひずみについては、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースが基本ケースに対して小さくなる傾向であることが確認できる。

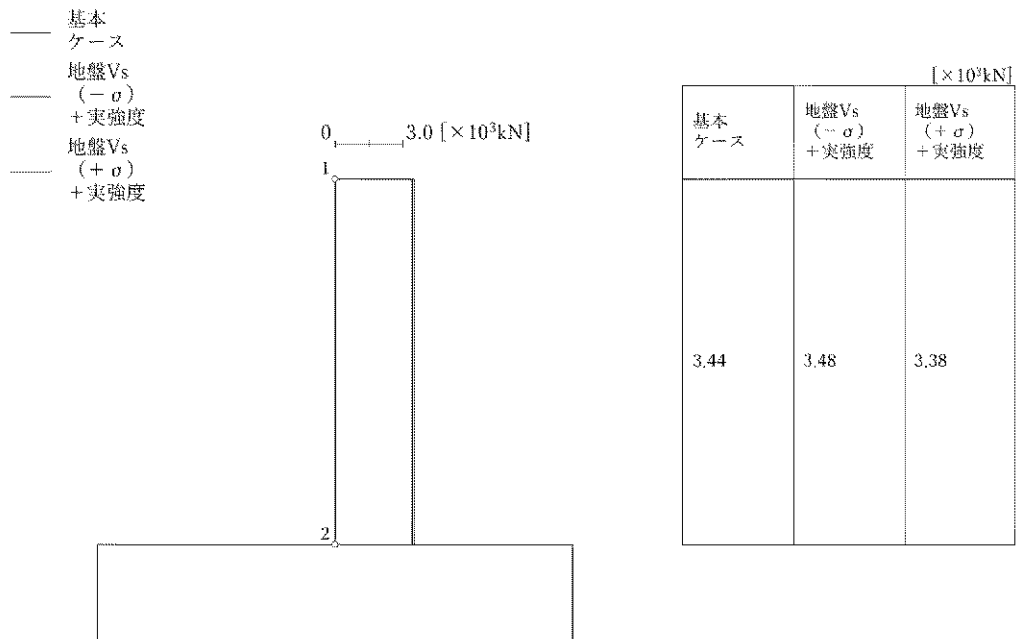
鉛直方向について、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力は、基本ケースと同等であり、最大応答値の変動は非常に小さい。



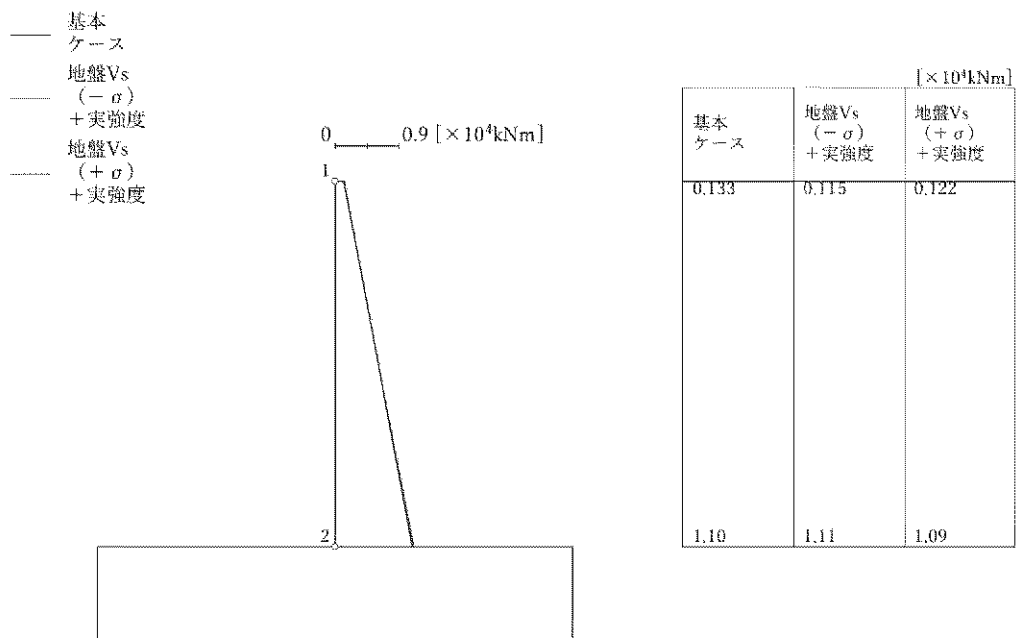
第6-7図 最大応答加速度 (NS方向)



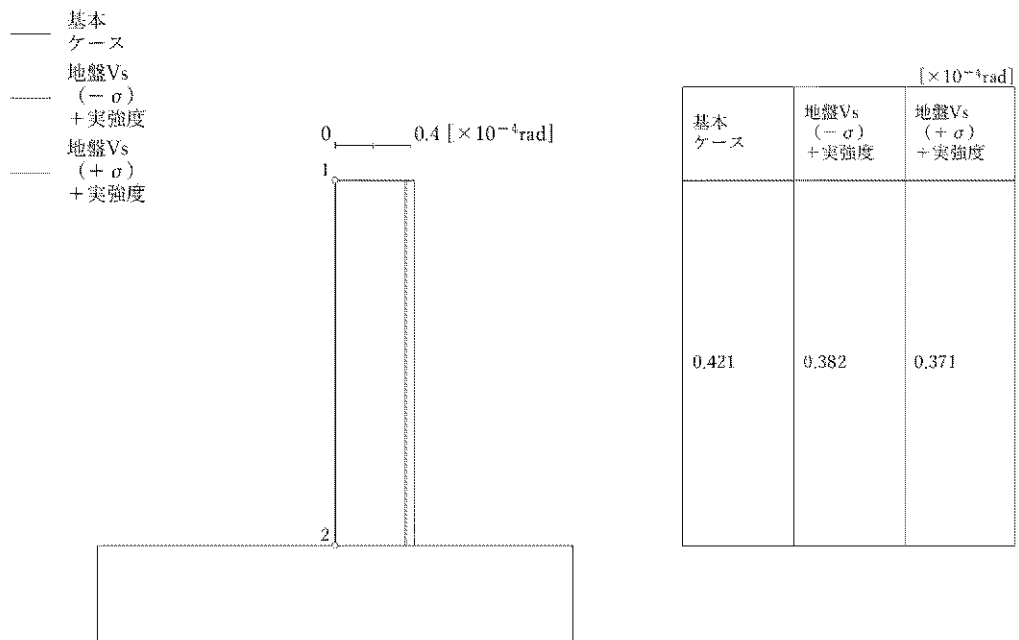
第6-8図 最大応答変位 (NS方向)



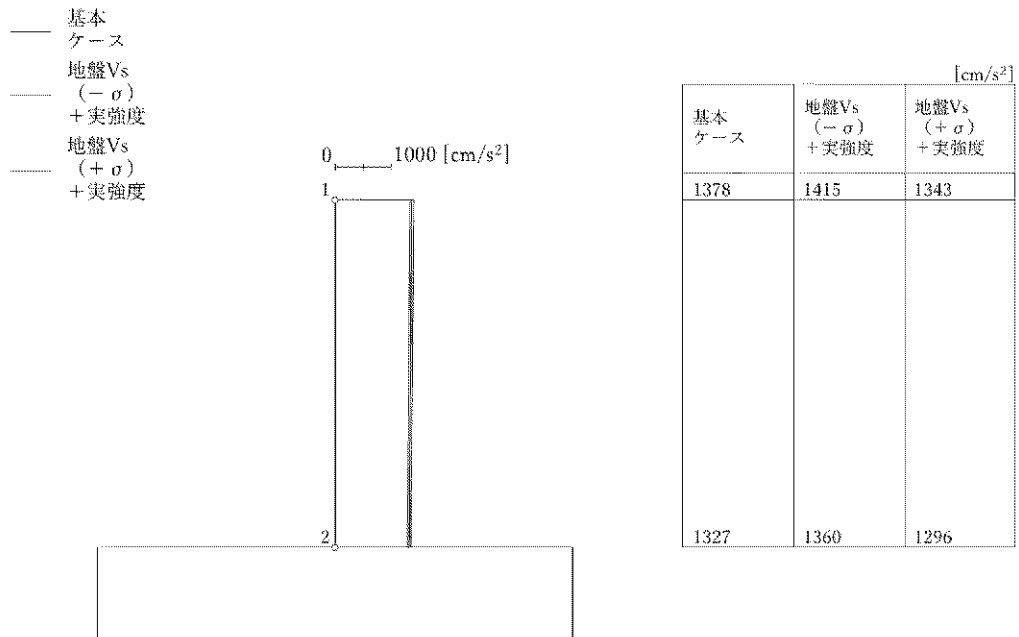
第 6-9 図 最大応答せん断力 (NS 方向)



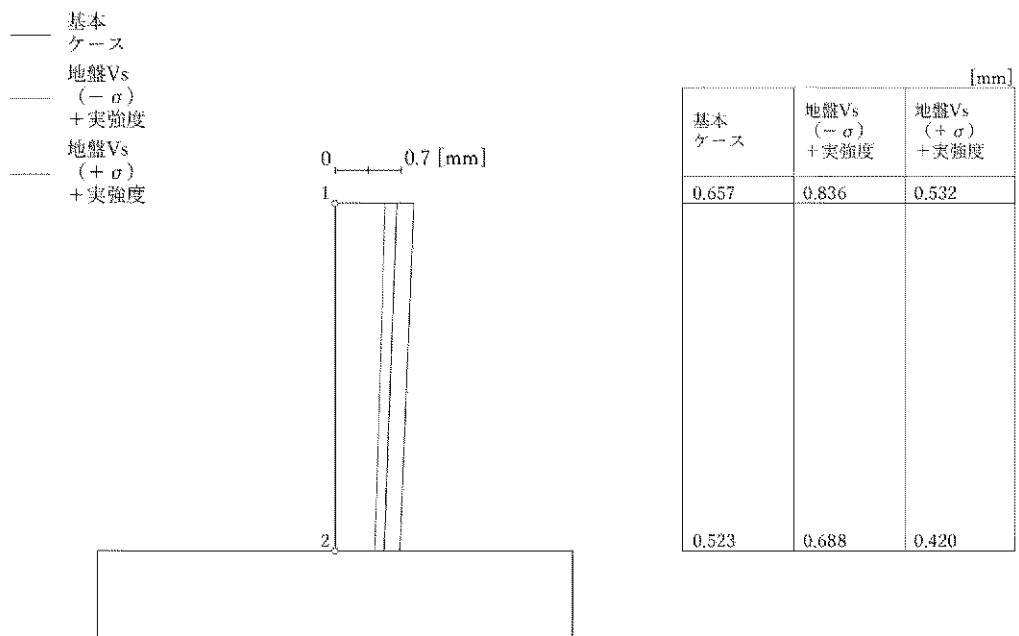
第 6-10 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向)



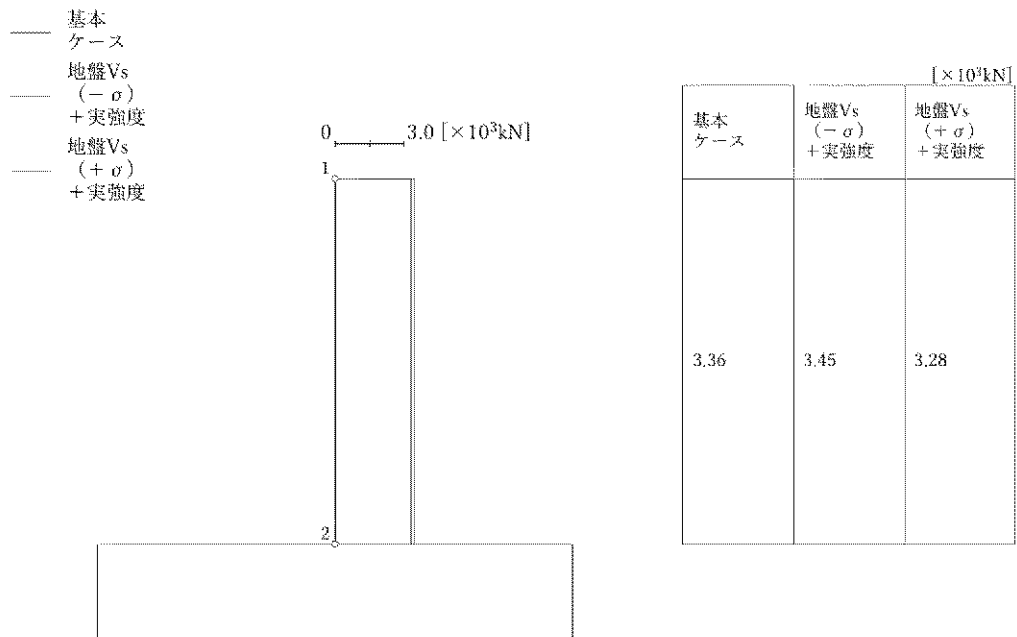
第 6-11 図 最大応答せん断ひずみ (NS 方向)



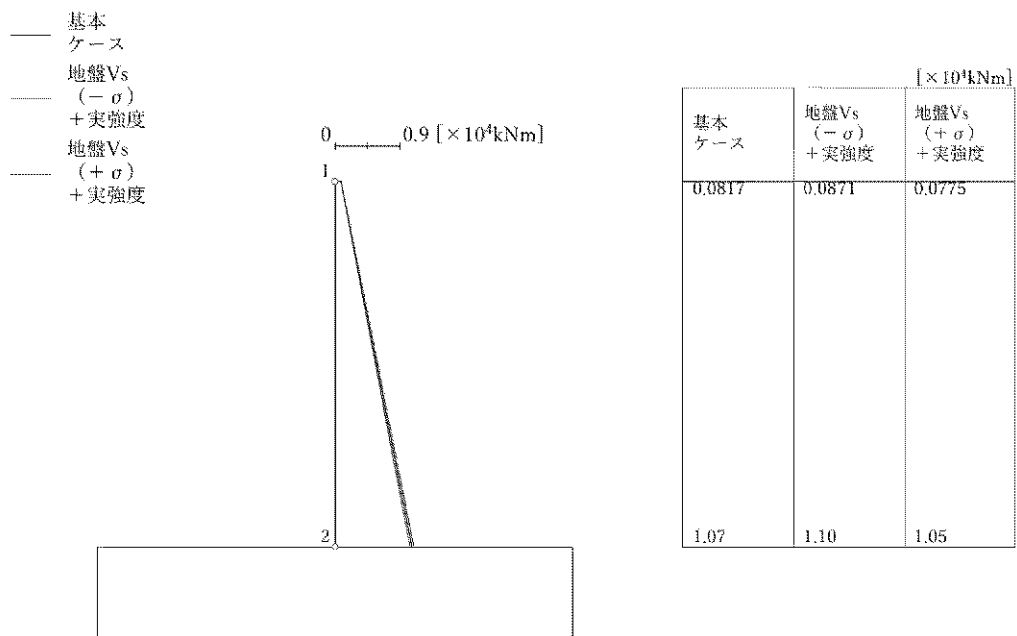
第6-12図 最大応答加速度 (EW 方向)



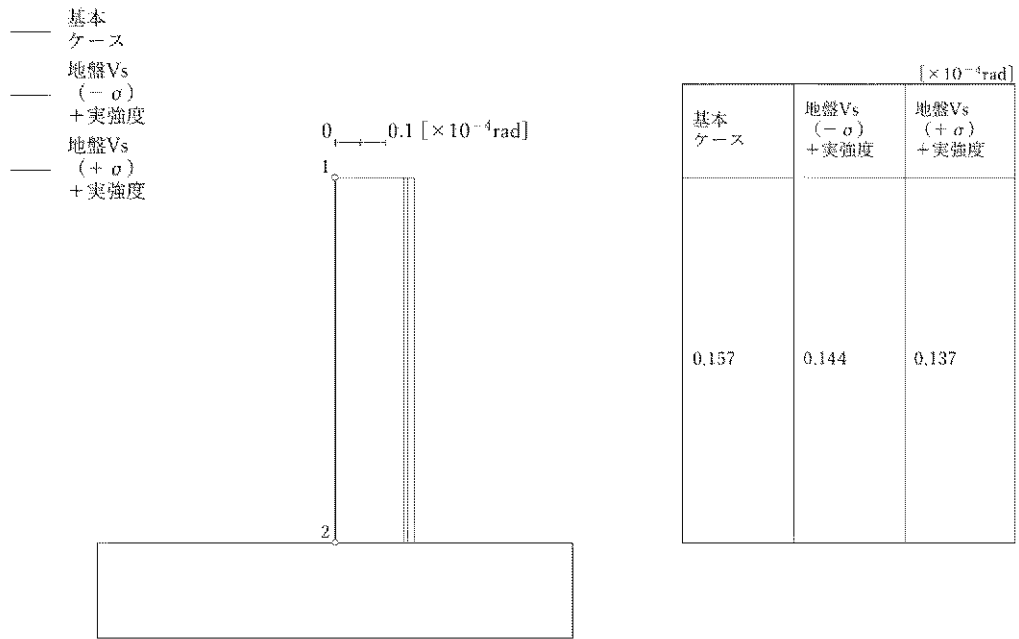
第6-13図 最大応答変位 (EW 方向)



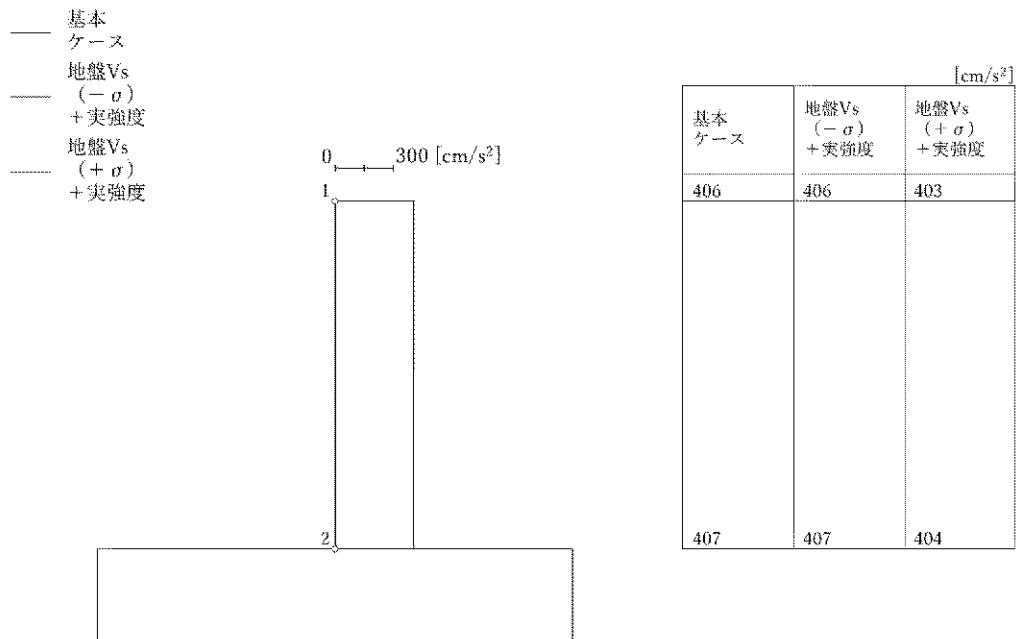
第6-14図 最大応答せん断力 (EW 方向)



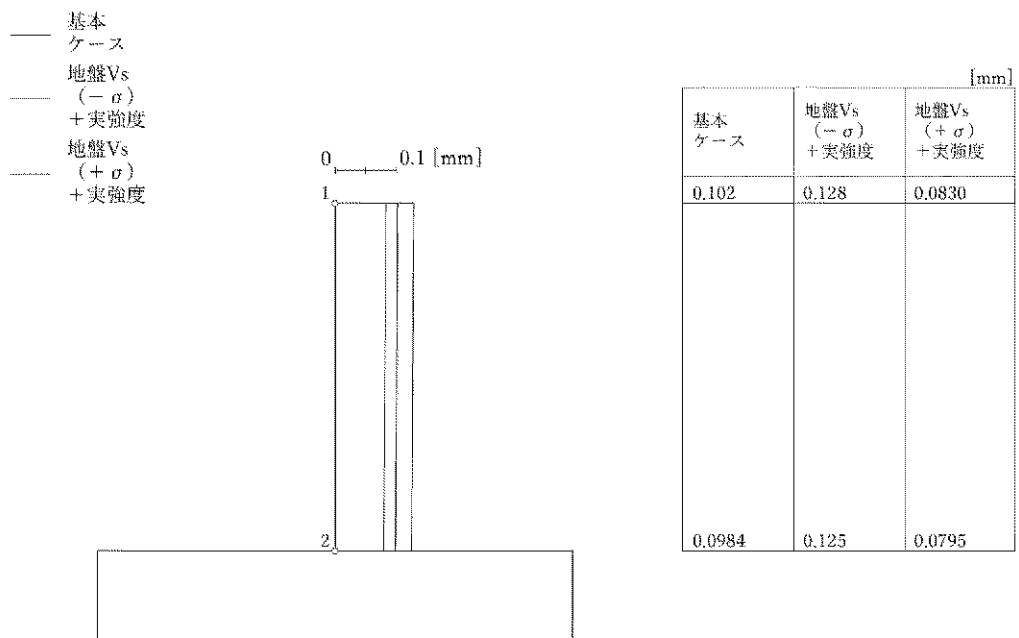
第6-15図 最大応答曲げモーメント (EW 方向)



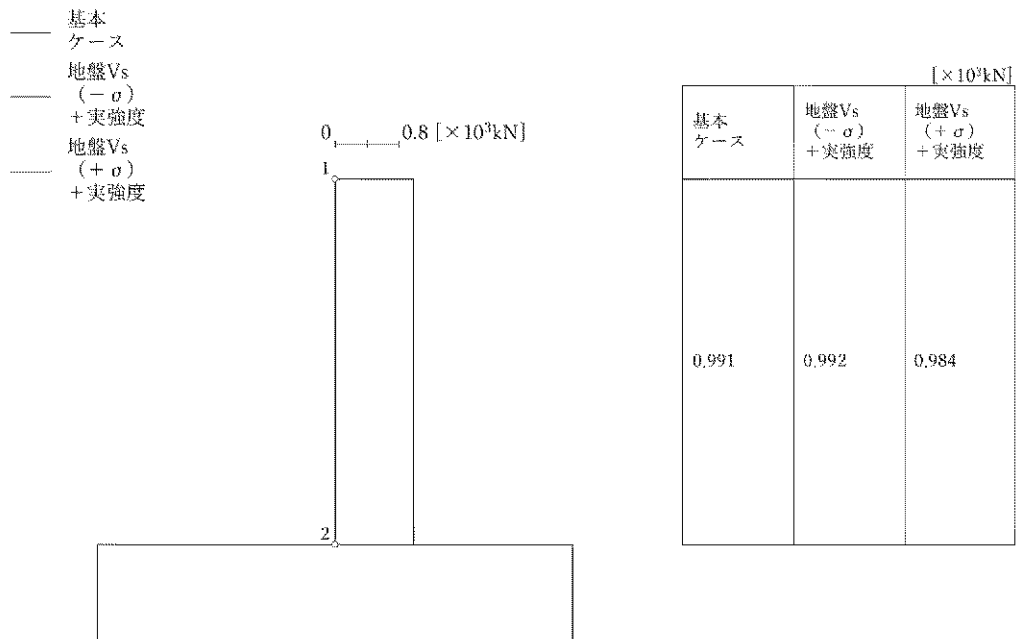
第6-16図 最大応答せん断ひずみ (EW 方向)



第 6-17 図 最大応答加速度 (鉛直方向)



第 6-18 図 最大応答変位 (鉛直方向)



第 6-19 図 最大応答軸力 (鉛直方向)

7. 建物・構築物の耐震性評価における設計用地震力の設定

材料物性のばらつきの影響について検討を行った各要因のうち、地盤物性のばらつきは、ばらつきを考慮したとしても、構造物の剛性及び耐力が上昇することはない。一方、コンクリート強度のばらつきは、コンクリート強度を実強度とするため、構造物自体の剛性及び耐力が上昇する。

本章では、材料物性のばらつきの影響検討を行った各要因について、ばらつきの考慮と構造物の剛性及び耐力が直接関連付かない要因（以下「外的要因」という。）と、ばらつきを考慮することで構造物自体の剛性及び耐力が変動する要因（以下「内在的要因」という。）に分類し、各ケースの地震応答解析結果と基本ケースの地震応答解析結果の比較分析を行う。また、比較分析を踏まえた設計用地震力の設定について示す。

要因分析の分類を第7-1表に示す。

第7-1表 要因分析の分類

| 検討ケース | 分類 |
|--|----------------------|
| 地盤物性のばらつき考慮 (地盤 V_s ($\pm 1\sigma$)) | 外的要因 |
| コンクリート強度のばらつき考慮 (実強度) | 内在的要因 |
| 地盤物性のばらつき及び コンクリート強度のばらつき考慮 (地盤 V_s ($\pm 1\sigma$) + 実強度) | 外的要因と内在的要因の 重ね合わせ |

(1) 外的要因

最大応答せん断力及び最大応答せん断ひずみについて、地盤物性のばらつきを考慮したケースと基本ケースの比較を第7-2表に示す。

地盤物性のばらつきを考慮したケースの最大応答せん断力は、基本ケースを上回っているケースがある。地盤物性のばらつきは、ばらつきを考慮したとしても、構造物の剛性が上昇することはないため、最大応答せん断ひずみについても、最大応答せん断力の変動に伴い、一部のケースにおいて基本ケースを若干上回っている。

したがって、連絡通路の耐震性評価における設計用地震力は、地盤物性のばらつきを考慮した応答を考慮し設定する。

(2) 内在的要因

最大応答せん断力及び最大応答せん断ひずみについて、コンクリート強度のばらつきを考慮したケースと基本ケースの比較を第7-3表に示す。

コンクリート強度のばらつきを考慮したケースの最大応答せん断力については基本ケースと同等であり、コンクリート強度を実強度とすることで、構造物の剛性が大きくなるため、最大応答せん断ひずみは小さくなる傾向である。また、コンクリート強度を実強度とすることにより、構造物の剛性だけでなく、耐力も大きくなる。コンクリートを実強度とした場合について、応答せん断力と応答せん断ひずみの関係に関する考察を補足説明資料9-5-別紙1「コンクリート強度のばらつきによる建屋応答への影響に関する考察」に示す。

したがって、コンクリート強度のばらつきを考慮したケースの応答は、連絡通路の耐震性評価における設計用地震力の設定において考慮しない。

(3) 外的要因と内在的要因の重ね合わせ

最大応答せん断力及び最大応答せん断ひずみについて、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮したケース（地盤物性のばらつきを考慮し、コンクリート強度を実強度としたケース）と基本ケースの比較を第7-4表に示す。

地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮したケースの最大応答せん断力は、基本ケースを上回っているケースがあるが、最大応答せん断ひずみについては、小さくなる傾向である。これは、コンクリート強度を実強度とすることで、構造物の剛性が大きくなることに起因している。また、コンクリート強度を実強度とすることにより、構造物の剛性だけでなく、耐力も

大きくなる。

したがって、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮したケースの応答は、連絡通路の耐震性評価における設計用地震力の設定において考慮しない。

第7-2表 最大応答値の比較（地盤物性のばらつき考慮）

(a) NS 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | | |
|----------|------------------------------------|-------------|------------|--------------------------------|-------------|------------|
| | 基本ケース | 地盤物性のばらつき考慮 | | 基本ケース | 地盤物性のばらつき考慮 | |
| | | -1σ | $+1\sigma$ | | -1σ | $+1\sigma$ |
| ① | 3.44 | 3.50 | 3.40 | 0.421 | 0.429 | 0.417 |

(b) EW 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | | |
|----------|------------------------------------|-------------|------------|--------------------------------|-------------|------------|
| | 基本ケース | 地盤物性のばらつき考慮 | | 基本ケース | 地盤物性のばらつき考慮 | |
| | | -1σ | $+1\sigma$ | | -1σ | $+1\sigma$ |
| ① | 3.36 | 3.45 | 3.28 | 0.157 | 0.161 | 0.153 |

第7-3表 最大応答値の比較（コンクリート強度のばらつき考慮）

(a) NS 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | |
|----------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) |
| ① | 3.44 | 3.42 | 0.421 | 0.375 |

(b) EW 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | |
|----------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) |
| ① | 3.36 | 3.36 | 0.157 | 0.141 |

第7-4表 最大応答値の比較
(地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつき考慮)

(a) NS 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | | |
|----------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| | 基本ケース | 地盤物性のばらつき及び コンクリート強度の ばらつき考慮 | | 基本ケース | 地盤物性のばらつき及び コンクリート強度の ばらつき考慮 | |
| | | -1 σ +実強度 | +1 σ +実強度 | | -1 σ +実強度 | +1 σ +実強度 |
| ① | 3.44 | 3.48 | 3.38 | 0.421 | 0.382 | 0.371 |

(b) EW 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-3}$) | | |
|----------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| | 基本ケース | 地盤物性のばらつき及び コンクリート強度の ばらつき考慮 | | 基本ケース | 地盤物性のばらつき及び コンクリート強度の ばらつき考慮 | |
| | | -1 σ +実強度 | +1 σ +実強度 | | -1 σ +実強度 | +1 σ +実強度 |
| ① | 3.36 | 3.45 | 3.28 | 0.157 | 0.144 | 0.137 |

8. まとめ

地震応答解析における材料物性のばらつきの影響評価として、地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮した地震応答解析を行い、以下の傾向を確認した。また、地震応答解析結果の傾向を踏まえ、地盤物性のばらつきを考慮した応答に基づき、連絡通路の耐震評価における設計用地震力を設定することとした。

(1) 地盤物性のばらつき

地盤物性のばらつきを考慮したケースの発生応力は、基本ケースと概ね同程度であり、最大応答せん断ひずみについては、基本ケースを若干上回っている部材がある。

(2) コンクリート強度のばらつき

コンクリート強度のばらつきを考慮したケースの発生応力は、基本ケースと概ね同程度であり、最大応答せん断ひずみについては、基本ケースよりも小さくなる傾向である。

(3) 地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつき

地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮したケースの発生応力は、基本ケースと概ね同程度である。最大応答せん断力は基本ケースを上回る部材があるが、最大応答せん断ひずみは小さくなる傾向である。

地震応答解析結果における上記(1)～(3)の傾向については、以下の理由によるものと考えられる。

地盤物性のばらつきを考慮したケースについては、基本ケースと概ね同程度であるが、ばらつきを考慮することで発生応力が変動することから、最大応答せん断ひずみについて、基本ケースを若干上回る部材が生じた。コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースについては、実強度を考慮することによる建屋剛性の変動に伴い、発生応力が変動するが、建屋剛性が大きくなる側に変動することから最大応答せん断ひずみは小さくなったと考えられる。地盤物性のばらつき及びコンクリート強度のばらつきを考慮したケースについては、ばらつきの考慮に伴い発生応力が変動するものの、建屋剛性が大きくなる側に変動することから、最大応答せん断ひずみは小さくなったと考えられる。

9-6. 地震応答解析に用いる鉄筋コンクリート造部の減衰定数に関する検討

目 次

| | 頁 |
|--|---|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 既往の知見の整理 | 2 |
| 2.1 RC 耐震壁試験 | 2 |
| 2.2 システム同定による評価 | 2 |
| 2.3 3次元 FEM モデルを用いた検討 | 2 |
| 3. 連絡通路の地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数 | 4 |
| 4. まとめ | 6 |

1. 概 要

本資料は、添付資料 9-6「地震応答解析の基本方針」において設定している、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の地震応答解析モデルに設定した鉄筋コンクリート造（以下「RC 造」という。）の減衰定数の妥当性について説明するものである。

地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数について、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料 10-4「地震応答解析に用いる鉄筋コンクリート造部の減衰定数に関する検討」（以下「新規制基準工認補足 10-4」という。）における検討を整理し、連絡通路の基準地震動 S_s に対する応答レベルを確認した上で、入力地震動並びに建物・構築物の構造及び形状を踏まえた考察を行い、妥当性を確認する。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

2. 既往の知見の整理

新規制基準工認補足 10-4 において、既往の実験及び観測結果の整理並びに川内原子力発電所 1 号機の地震観測記録を用いた減衰定数の検討を行っている。

これらの結果を以下の通り整理する。

2.1 RC 耐震壁試験

(財) 原子力発電技術機構において、ボックス型 RC 耐震壁が多方向から同時に地震力を受ける際の動的挙動の調査を目的とした 3 次元振動台を用いた加振試験（以下「RC 耐震壁試験」という。）^(注)が行われている。

新規制基準工認補足 10-4 では、RC 耐震壁試験の結果より、減衰定数は応答レベルが大きくなるにつれて大きくなる傾向であることを確認している。

(注) 松本ほか：論文 RC 耐震壁の多方向同時入力振動台試験 コンクリート工学年次論文集、Vol.25、No.2、2003

2.2 システム同定による評価

新規制基準工認補足 10-4 において、川内原子力発電所 1 号機の外部遮蔽建屋、内部コンクリート及び原子炉補助建屋について、地震観測記録を用いたシステム同定による減衰定数の評価を行っている。

システム同定により評価した減衰定数は、3~10%程度となっている。また、応答レベルが大きくなるにつれて、減衰定数も大きくなる傾向を確認しており、観測記録より大きな地震動に対しては、より大きな減衰が期待できると推定している。さらに、複雑な構造物である内部コンクリート及び原子炉補助建屋の減衰定数は、単純な構造物である外部遮蔽建屋の減衰定数と比較し、大きな値となる傾向を確認している。

2.3 3次元 FEM モデルを用いた検討

新規制基準工認補足 10-4 において、川内原子力発電所 1 号機の外部遮蔽建屋、内部コンクリート及び原子炉補助建屋について、減衰定数を 3%とした 3次元 FEM モデル及び 5%とした 3次元 FEM モデルにより、観測記録を用いた地震応答解析を行い、床応答スペクトルを算定して、観測記録との比較を行っている。

比較の結果、内部コンクリート及び原子炉補助建屋に着目すると、減衰定数の違いによる床応答スペクトルの差はわずかであるか、または、減衰定数を

5%とした解析結果の方が、観測記録との整合が良い結果となっている。

以上より、新規制基準工認補足 10-4 においては、川内原子力発電所 1 号機の建物・構築物について、地震応答解析モデルに用いる減衰定数を 5%とすることの妥当性を確認している。減衰定数の設定に起因する不確かさとしては、システム同定による減衰定数の評価結果が概ね 3%程度以上となったことから、減衰定数を 3%とした場合を考慮するとしている。

既往の知見の整理を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 既往の知見の整理

| 応答レベル | 線形 | | 非線形 | | |
|---------------------------|----------|-------------|----------|----------|---------|
| | 微小振幅領域 | 第 1 折点未満 | 第 1 折点付近 | 第 2 折点付近 | 許容限界付近 |
| 川内原子力発電所 1 号機における地震動 | 観測記録 | 弾性設計用地震動 Sd | 基準地震動 Ss | | |
| RC 耐震壁試験 ※履歴減衰をあまり含まない | | 2~4% 程度 | 4% 程度 | 4~5% 程度 | 4~5% 程度 |
| システム同定による評価 | 3~10% 程度 | 3~10% 程度以上 | 5% 程度以上 | 5% 程度以上 | 5% 程度以上 |
| 3次元 FEM モデルを用いた検討 | 5%程度 | 5%程度 | | | |

3. 連絡通路の地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数

基準地震動 S_s に対する連絡通路の応答レベルと、既往の知見との関係を確認し、連絡通路の地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数を 5%とすることの妥当性を確認する。

基準地震動 S_s に対する連絡通路の最大せん断ひずみは、添付資料 9-13-1 「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」より、第 1 折点未満である。したがって、既往の知見における線形領域（微小振幅領域～第 1 折点未満）の減衰定数に着目し、連絡通路の地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数について、考察を行う。連絡通路の応答レベルと既往の知見との関係を第 3-1 表に示す。

RC 耐震壁試験について、線形領域（微小振幅領域～第 1 折点未満）における減衰定数は、2～4%程度となっている。但し、連絡通路は、耐震壁及び構造床から構成された 3 次元的な広がりを持つ構造体であり、このような構造体は、地震時の接合部及び直交部材の挙動により、減衰効果が得られると考えられることから、連絡通路の減衰定数は、RC 耐震壁試験より得られた減衰定数より大きな減衰定数であると推定される。

システム同定による評価について、線形領域（微小振幅領域～第 1 折点未満）における減衰定数は、3～10%程度以上となっており、微小振幅領域である観測記録地震動レベルにおいて、5%を超える減衰定数が得られている。さらに、システム同定に用いた観測記録は、基礎上端の応答加速度が $1\sim 60\text{cm/s}^2$ 程度であり、連絡通路における入力地震動（基準地震動 S_s : $400\sim 1170\text{cm/s}^2$ 程度）とのレベル差を考慮すると、振幅依存性により、5%程度以上の減衰定数が得られるものと考えられる。

3 次元 FEM モデルを用いた検討について、複雑な建物・構築物である内部コンクリート及び原子炉補助建屋についての検討結果は、減衰定数の違いによる床応答スペクトルの差はわずかであるか、または、減衰定数を 5%とした解析結果の方が、3%とした解析結果と比較して観測記録との整合が良い結果となった。連絡通路は、内部コンクリート及び原子炉補助建屋と同様に、3 次元的な広がりを持つ構造体であることから、地震応答解析モデルに設定する RC 造部の減衰定数を 5%とすることで、観測記録により近い床応答が得られると推定される。

以上より、連絡通路の地震応答解析に用いる RC 造部の減衰定数は、5%が妥当である。

第3-1表 連絡通路の応答レベルと既往の知見との関係

| 応答レベル | 線形 | | 非線形 | | |
|--------------------------|-------------|--------------------------------|------------|------------|------------|
| | 微小振幅領域 | 第1折点未満 | 第1折点付近 | 第2折点付近 | 許容限界付近 |
| 連絡通路 | | 基準地震動 S_s | | | |
| RC耐震壁試験 ※履歴減衰をあまり含まない | | 2~4% 程度 構造の複雑さによる減衰の増加 | 4% 程度 | 4~5% 程度 | 4~5% 程度 |
| システム同定による評価 | 3~10% 程度 | 3~10% 程度以上 振幅依存性による減衰の増加 | 5% 程度以上 | 5% 程度以上 | 5% 程度以上 |
| 3次元FEMモデルを用いた検討 | 5%程度 | 5%程度 振幅依存性による減衰の増加 | | | |

4. まとめ

地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数について、新規制基準工認補足 10-4 における検討を整理し、連絡通路の基準地震動 S_s に対する応答レベルを確認した上で、入力地震動並びに建物・構築物の構造及び形状を踏まえた考察を行った。

考察の結果、連絡通路の地震応答解析モデルに用いる RC 造部の減衰定数は、基準地震動 S_s に対して、5%が妥当である。

なお、連絡通路は、新設の構造物であること及び構造形状の複雑さによる減衰効果が期待しにくく、地震観測を実施していないため、耐震性向上の観点から、減衰定数の設定に起因する不確かさとして、3%とした場合を考慮する。

9-5-別紙 1. コンクリート強度のばらつき
による建屋応答への影響に関する考察

目 次

| | 頁 |
|---|---------|
| 1. 検討概要 | 別 1 - 1 |
| 2. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察 （理論式に基づく検討） | 別 1 - 2 |
| 3. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察 （応答値による検証） | 別 1 - 4 |

1. 検討概要

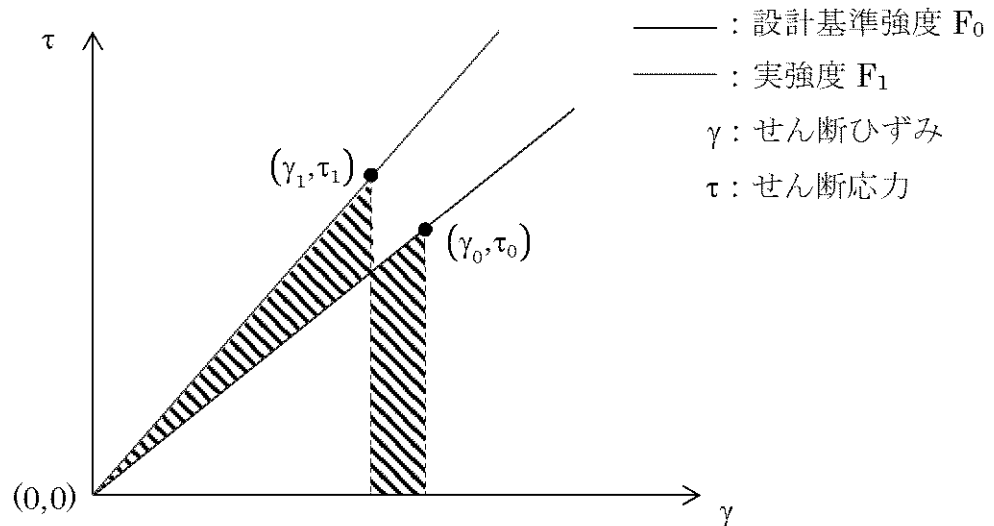
補足説明資料 9-5「地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討」において、コンクリート強度のばらつきについては、コンクリート強度を実強度とすることで構造物自体の剛性及び耐力の上昇を伴うため、最大応答せん断ひずみは小さくなる傾向であった。よって、緊急時対策棟（連絡通路）の耐震評価において、設計用地震力にコンクリート強度のばらつきは考慮しないとしている。

本資料では、コンクリート強度のばらつきによる建屋剛性変動の影響について、応答せん断力と応答せん断ひずみの関係に着目し考察を行う。

2. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察（理論式に基づく検討）

コンクリート強度について、設計基準強度を用いた場合及び実強度を用いた場合の地震の入力エネルギーが同等であると仮定し、コンクリート強度のばらつきがひずみ及び応力に与える影響について検討を行う。

コンクリート強度を設計基準強度とした場合及び実強度とした場合の $\tau - \gamma$ 関係図を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 $\tau - \gamma$ 関係図

建物への地震の入力エネルギーが同等であることから、以下の関係式が得られる。

$$\frac{1}{2} \cdot \tau_1 \cdot \gamma_1 = \frac{1}{2} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_0$$

ここで、 $\tau = G \cdot \gamma$ より（ G ：せん断弾性係数）、

$$G_1 \cdot \gamma_1^2 = G_0 \cdot \gamma_0^2$$

上式を γ_1 について解くと、

$$\gamma_1 = \gamma_0 \sqrt{\frac{G_0}{G_1}} < \gamma_0 \quad (G_0 < G_1) \quad \dots \textcircled{1} \text{式}$$

$\tau_1 = G_1 \cdot \gamma_1$ より、

$$\tau_1 = G_1 \cdot \gamma_0 \sqrt{\frac{G_0}{G_1}} = \gamma_0 \sqrt{G_1 \times G_0} = G_0 \cdot \gamma_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} = \tau_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} > \tau_0 \quad (G_0 < G_1) \dots \text{②式}$$

$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ であることから (E: ヤング係数、 ν : ポアソン比)

$$\tau_1 = \tau_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} = \tau_0 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} \dots \text{③式}$$

ここで、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会、1999 改定) より、

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{r}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_1}{60}\right)^{\frac{1}{3}}}{3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{r}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_0}{60}\right)^{\frac{1}{3}}} = \frac{F_1^{\frac{1}{3}}}{F_0^{\frac{1}{3}}} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}}$$

すなわち、

$$\frac{E_1}{E_0} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}} \dots \text{④式}$$

③式に④式を代入し、

$$\tau_1 = \tau_0 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} = \tau_0 \sqrt{\left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}}} = \tau_0 \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{6}} \dots \text{⑤式}$$

したがって、

$$\frac{\tau_1}{\tau_0} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{6}} < \frac{F_1}{F_0} \quad (F_0 < F_1) \dots \text{⑥式}$$

①式及び②式より、コンクリート強度を実強度とした場合は、コンクリート強度を設計基準強度とした場合と比較して応力は大きくなるが、部材剛性も増大するため、ひずみは減少する。また、⑥式より、コンクリート強度を実強度とすることによる応力の増加率 τ_1/τ_0 は、コンクリート強度の増加率 F_1/F_0 に比べて小さい。

3. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察（応答値による検証）

補足説明資料 9-5「地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討」より、コンクリート強度のばらつきを考慮した解析ケースの Ss-1 の最大応答値（せん断力、せん断ひずみ及び軸力）を第 3-1 表に示す。

コンクリート強度を実強度にした場合については、設計基準強度に対してコンクリート強度を 1.40 倍した値を用いて検討している。

(1) 応力（軸力及びせん断力）の観点

コンクリート強度のばらつきによる影響検討ケースの軸力及びせん断力は、基本ケースに対して同等である。その比率は 0.99~1.00 であり、コンクリート強度の増加率 1.40 に対して小さい結果となっている。

これは、「2. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察（理論式に基づく検討）」にて確認した、コンクリート強度を実強度とすることによる応力等の増加率 τ_1/τ_0 は、コンクリート強度の増加率 F_1/F_0 に比べて小さくなる結果と整合的である。

地震応答解析により得られる軸力及びせん断力の基本ケースに対する比率(0.99~1.00)について、理論値との整合を以下のとおり確認した。

⑥式より、コンクリート強度を実強度とした場合の応力等の比率（例えば τ_1/τ_0 ）は、コンクリート強度の比率(F_1/F_0)の 1/6 乗となる。⑥式のコンクリート強度の項について、設計基準強度： $F_0=30\text{N/mm}^2$ 、実強度： $F_1=42\text{N/mm}^2$ とした場合、設計基準強度に対する実強度の応力等の増加率（例えば τ_1/τ_0 ）は 1.06 となる。基本ケースに対する比率(0.99~1.00)は、理論値の 1.06 に対して概ね対応した値となっていることを確認した。

(2) 変位（せん断ひずみ）の観点

コンクリート強度のばらつきによる影響検討ケースのせん断ひずみは、基本ケースに対して小さくなり、その比率は0.89~0.90となっている。

これは、「2. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察（理論式に基づく検討）」にて確認した、コンクリート強度を実強度とすることにより、せん断ひずみが小さくなる結果と整合的である。

地震応答解析により得られるせん断ひずみの基本ケースに対する比率(0.89~0.90)について、理論値との整合を以下のとおり確認した。

①式より、コンクリート強度を実強度とした場合の変形量の比率（例えば γ_1/γ_0 ）は、剛性の逆数比（例えば G_0/G_1 ）の 1/2 乗となる。①式のせん断弾

性係数の項について、設計基準強度におけるせん断弾性係数： $G_0=1.02 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ 、実強度におけるせん断弾性係数： $G_1=1.14 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ とした場合、設計基準強度に対する実強度の変形量の減少率（例えば γ_1/γ_0 ）は0.95となる。基本ケースに対する比率(0.89～0.90)は、理論値の0.95に対して概ね対応した値となっていることを確認した。

第3-1表 最大応答値の比較（コンクリート強度のばらつき考慮）

(a) NS 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | |
|----------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) |
| ① | 3.44 | 3.42 | 0.421 | 0.375 |

(b) EW 方向

| 部材 番号 | 最大応答せん断力($\times 10^3\text{kN}$) | | 最大応答せん断ひずみ($\times 10^{-4}$) | |
|----------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) |
| ① | 3.36 | 3.36 | 0.157 | 0.141 |

(c) 鉛直方向

| 部材 番号 | 最大応答軸力($\times 10^3\text{kN}$) | |
|----------|----------------------------------|------------------------------|
| | 基本ケース | コンクリート強度 のばらつき考慮 (実強度) |
| ① | 0.991 | 0.990 |

9-7. 1次元地盤モデルの妥当性検討

目 次

| | 頁 |
|---|----|
| 1. 概 要1 | |
| 1.1 検討概要 | 1 |
| 1.2 検討方針 | 3 |
| 2. MMR の影響確認 | 5 |
| 2.1 解析モデル | 5 |
| 2.2 解析結果 | 8 |
| 3. まとめ | 10 |
| (参考 1) 緊急時対策棟（指揮所）入力地震動算定用地盤モデルの 1 次元地盤モデルと 2 次元地盤モデルの比較 | 11 |
| (参考 2) 地盤物性の違いによる地盤の相対変位について | 23 |

1. 概要

1.1 検討概要

緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の地震応答解析モデルに入力する地震動は、炉心位置における EL. -18.5m の解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を EL. -200.00m まで引き戻した上で、1次元波動論による地震応答解析により、基礎底面位置(EL.24.00m)で評価したものをを用いている。

1次元地盤モデルについて、連絡通路に隣接する緊急時対策棟（指揮所）（以下「指揮所棟」という。）の基礎底面より深い部分については、令和元年6月3日付け原規規発第1906035号にて認可された指揮所設置工事（第1期工事）（以下「既工認」という。）の補足説明資料にて、その妥当性を示している。参考として、末尾に既工認の補足説明資料を再掲する。

本検討では、既工認において確認できていない指揮所棟の基礎底面よりも浅い部分について、1次元地盤モデルの妥当性を検討する。

今回、連絡通路に隣接する指揮所棟の基礎跳ね出し部上部にはマンメイドロック（以下「MMR」という。）を施工しており、連絡通路の一部は MMR 上に設置される。連絡通路直下の断面イメージ図を第1-1図に示す。

連絡通路の地震応答解析モデルに入力する地震動の算定において、基礎底面直下の地盤条件については、ボーリング調査の結果を基に、現状地盤の地盤物性を設定しているが、指揮所棟側の MMR については、MMR の範囲が部分的であるため、考慮していない。

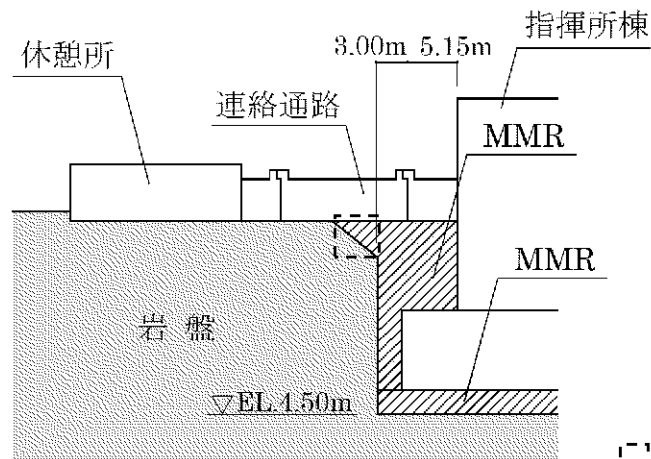
本資料は、入力地震動の算定に用いる1次元地盤モデルの妥当性を検討するため、指揮所棟側の MMR の影響を考慮した地盤モデルを用いて、1次元波動論による地盤の地震応答解析により、基礎底面位置における地震動を算定し、添付資料9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示した基礎底面位置における基準地震動 S_s （以下「今回工認の入力地震動」という。）と比較することで、今回工認の入力地震動の妥当性について確認するものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」

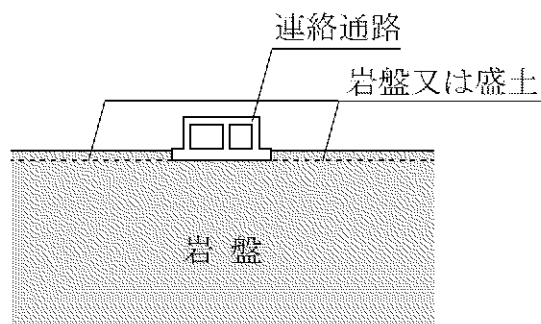


EL.25.20m 平面図
(KEY PLAN)



□: 現場の施工状況に合わせて調整

(A-A 断面)



(B-B 断面)

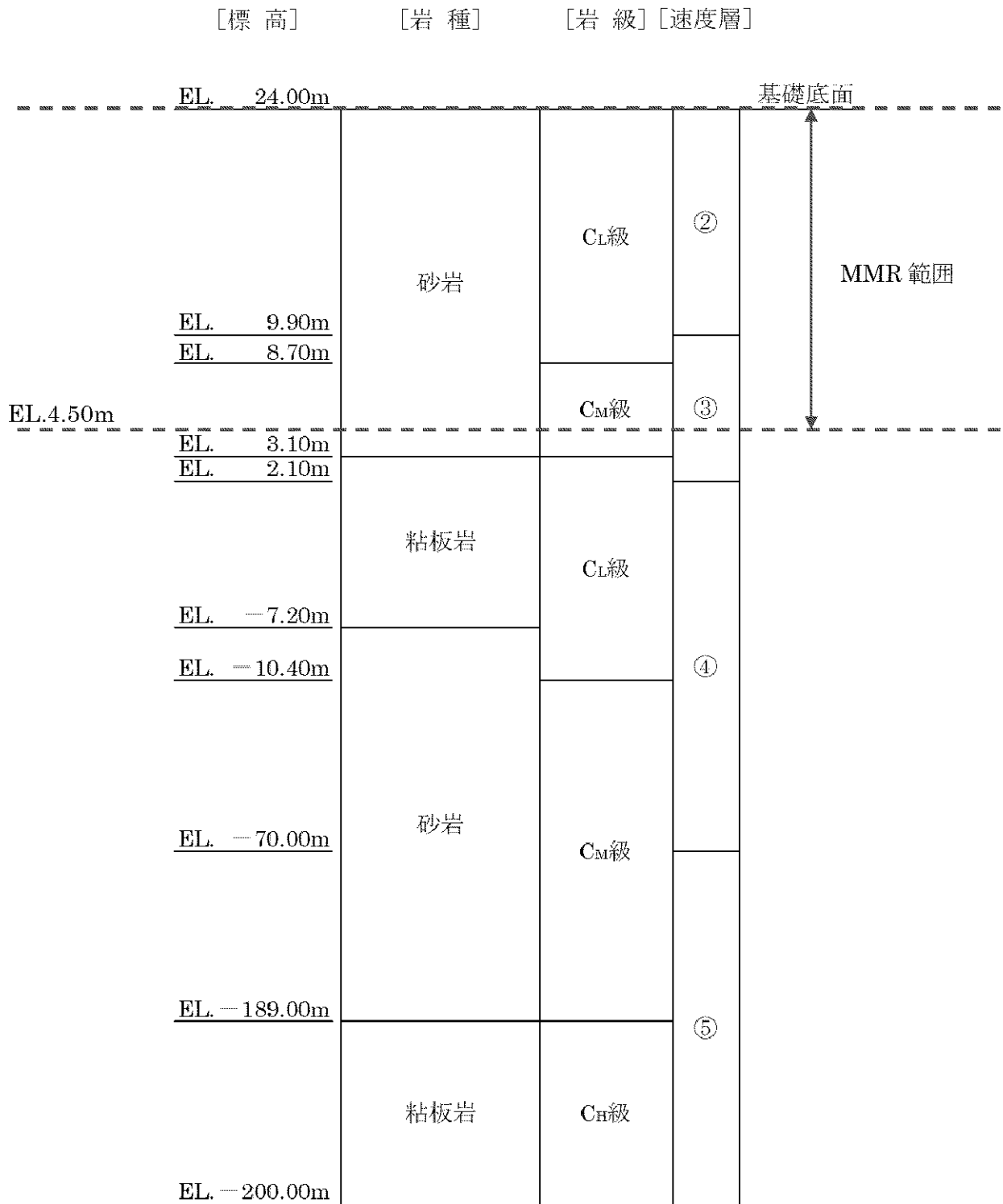
第 1-1 図 連絡通路直下の断面イメージ図

1.2 検討方針

今回工認の入力地震動の算定に用いた 1 次元応答解析用地盤モデル（以下「工認地盤モデル」という。）を第 1-2 図に示す。基礎底面位置直下は、②～⑤速度層により構成されているが、連絡通路の一部については、EL.4.50m～EL.24.00m の範囲が、実際には MMR に置き換えられることとなっている。

そこで、EL.4.50m～EL.24.00m の②速度層及び③速度層の地盤物性を MMR の物性に置き換えた 1 次元応答解析用地盤モデル（以下「MMR 考慮モデル」という。）を作成し、1 次元波動論による地盤の地震応答解析により基礎底面位置の地震動を算定する。検討に用いる地震動は、応答スペクトルに基づく地震動である基準地震動 S_s-1 とする。

基礎底面直下の MMR を考慮した地震動と今回工認の入力地震動とを比較することで、今回工認の入力地震動の妥当性を確認する。



第1-2図 工認地盤モデル

2. MMR の影響確認

2.1 解析モデル

解析モデルは、第 1-2 図に示した工認地盤モデルを基に、EL.4.50m～EL.24.00m の MMR 範囲について、②速度層及び③速度層の地盤物性を MMR の物性に置き換えたモデルとする。

MMR 考慮モデルを第 2-1 図、解析に用いた弾性波速度を第 2-1 表、MMR の物性値を第 2-2 表に示す。

[標高] [岩種] [岩級] [速度層]

| 標高 | 岩種 | 岩級 | 速度層 |
|--------------|-----|------------------|-----|
| EL. 24.00m | MMR | — | — |
| EL. 4.50m | 砂岩 | C _M 級 | ③ |
| EL. 3.10m | | | |
| EL. 2.10m | 粘板岩 | C _L 級 | ④ |
| EL. -7.20m | | | |
| EL. -10.40m | 砂岩 | C _M 級 | ⑤ |
| EL. -70.00m | | | |
| EL. -189.00m | 粘板岩 | C _M 級 | ⑤ |
| EL. -200.00m | | | |

基礎底面

第2-1図 MMR 考慮モデル

第2-1表 弾性波速度

| 区分 | V_s ^(注1) (km/s) | V_p ^(注2) (km/s) | 備考 |
|------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| MMR | 1.91 ^(注3) | 3.12 ^(注3) | EL.24.00m~EL.4.50m |
| ②速度層 | 0.52 | 1.86 | — |
| ③速度層 | 0.90 | 2.51 | — |
| ④速度層 | 1.37 | 3.40 | — |
| ⑤速度層 | 2.05 | 4.33 | — |

(注1) V_s : S波速度

(注2) V_p : P波速度

(注3) 第2-2表に示すMMRの物性値より算出した値

第2-2表 MMRの物性値^(注)

| 部位 | 設計基準強度 F_c (N/mm ²) | 密度 ρ (g/cm ³) | せん断弾性 係数 G (N/mm ²) | ポアソン比 ν | 減衰定数 h (%) |
|-----|---|--------------------------------------|--|----------------|--------------------|
| MMR | 18.0 | 2.35 | 8.58×10^3 | 0.20 | 5 |

(注) 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会、2005
制定) により物性値を算出

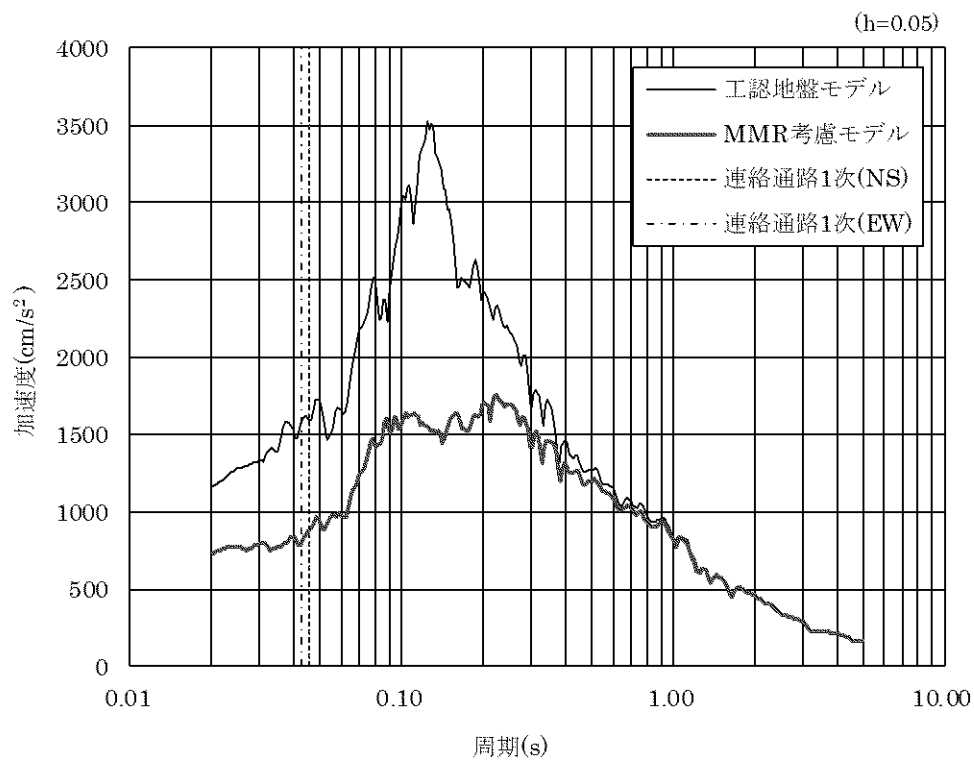
2.2 解析結果

基準地震動 S_s-1 の基礎底面位置における加速度応答スペクトルの比較を第 2-2 図及び第 2-3 図に示す。

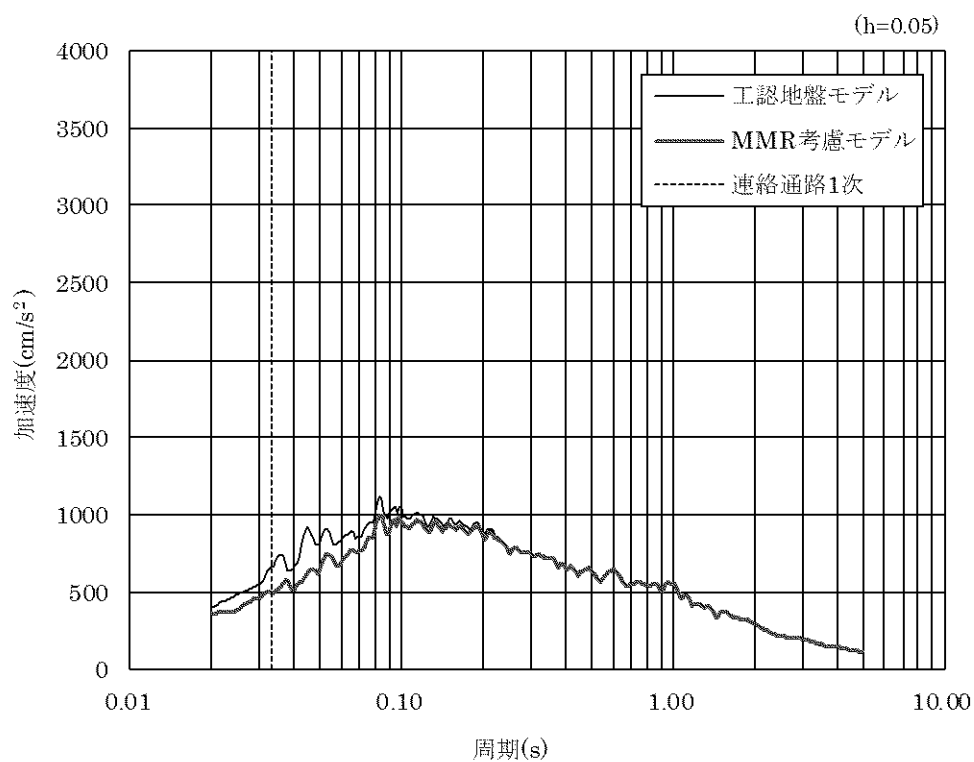
水平方向について、0.02 秒～1.0 秒程度の周期帯において、MMR 考慮モデルによる加速度応答スペクトルが、工認地盤モデルによる加速度応答スペクトルに包絡されており、今回工認の入力地震動の方が保守的となっている。その他の周期帯においては、MMR 考慮モデルによる加速度応答スペクトルは、工認地盤モデルによる加速度応答スペクトルと概ね同等となっている。

鉛直方向について、0.02 秒～1.0 秒程度の周期帯において、MMR 考慮モデルによる加速度応答スペクトルが、工認地盤モデルによる加速度応答スペクトルに包絡されており、今回工認の入力地震動の方が保守的となっている。その他の周期帯においては、MMR 考慮モデルによる加速度応答スペクトルは、工認地盤モデルによる加速度応答スペクトルと概ね同等となっている。

以上より、今回工認の入力地震動は、MMR を考慮した場合の地震動に比べて、保守的又は概ね同等となっていることを確認した。



第 2-2 図 基礎底面位置における加速度応答スペクトルの比較（水平方向）



第 2-3 図 基礎底面位置における加速度応答スペクトルの比較（鉛直方向）

3. まとめ

基礎底面直下の MMR の物性を考慮した地盤モデルを用いて、1次元波動論による地盤の地震応答解析により、基礎底面位置における地震動を算定し、今回工認の入力地震動と比較することで、MMR が基礎底面位置の地震動に及ぼす影響及び今回工認の入力地震動の妥当性について確認を行った。

その結果、今回工認の入力地震動は、MMR を考慮した場合の地震動に比べて、保守的又は概ね同等となっていることを確認した。

(参考 1) 緊急時対策棟（指揮所）入力地震動算定用地盤モデルの 1 次元地盤モデルと 2 次元地盤モデルの比較

令和元年 6 月 3 日付け原規規発第 1906035 号にて認可された指揮所設置工事（第 1 期工事）の補足説明資料 7-5「入力地震動算定用地盤モデルの 1 次元地盤モデルと 2 次元地盤モデルの比較」を引用する。

1. 概 要

緊急時対策棟（指揮所）（以下「指揮所棟」という。）、緊急時対策棟屋外地下エリア（加圧設備）（以下「加圧設備棟」という。）及び緊急時対策棟屋外地下エリア（燃料設備）（以下「燃料設備棟」という。）の地震応答解析モデルに入力する地震動は、炉心位置における EL. -18.5m の解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を、1次元波動論による地震応答解析（以下「1次元地盤モデル」という。）にて、基礎底面位置で評価したものをを用いている。

本資料は、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の1次元地盤モデルを用いた入力地震動と、周辺地盤の地質・速度構造を考慮した2次元動的 FEM（以下「2次元地盤モデル」という。）を用いた地震応答解析により評価した地震動との比較を行い、1次元地盤モデルの妥当性を確認するものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 11-16-1「緊急時対策棟（指揮所）、緊急時対策棟屋外地下エリア（加圧設備）及び緊急時対策棟屋外地下エリア（燃料設備）の地震応答解析」

2. 1次元地盤モデルと2次元地盤モデルの比較

2.1 解析モデル

1次元地盤モデルは、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の入力地震動策定に用いるモデルとし、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟直下の地盤条件に基づきモデル化する。1次元地盤モデルを第2-1図に示す。

2次元地盤モデルは、設置変更許可申請書（添付六）における指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の基礎地盤の安定性評価に用いた解析モデルとし、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟を通る直交2断面（NS方向：X断面、EW方向：Y断面）とする。2次元地盤モデルを第2-2図に示す。

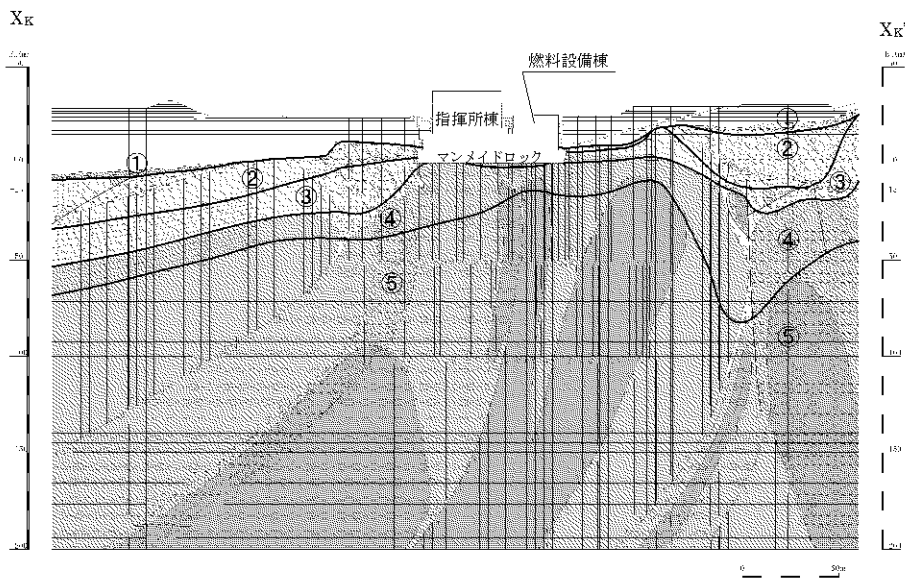
1次元地盤モデルと2次元地盤モデルの比較を第2-1表に示す。

ここで、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の基礎には、厚さ7mのマンメイドロックが設置されるが、第2-2表に示すとおり、マンメイドロックのせん断剛性は、周辺岩盤のせん断剛性よりも大きく、また、その分布が局所的であることから、水平成層を仮定する1次元地盤モデルでは、マンメイドロック部のせん断剛性は、保守的にマンメイドロックを設置する前の地山のせん断剛性を用いる。

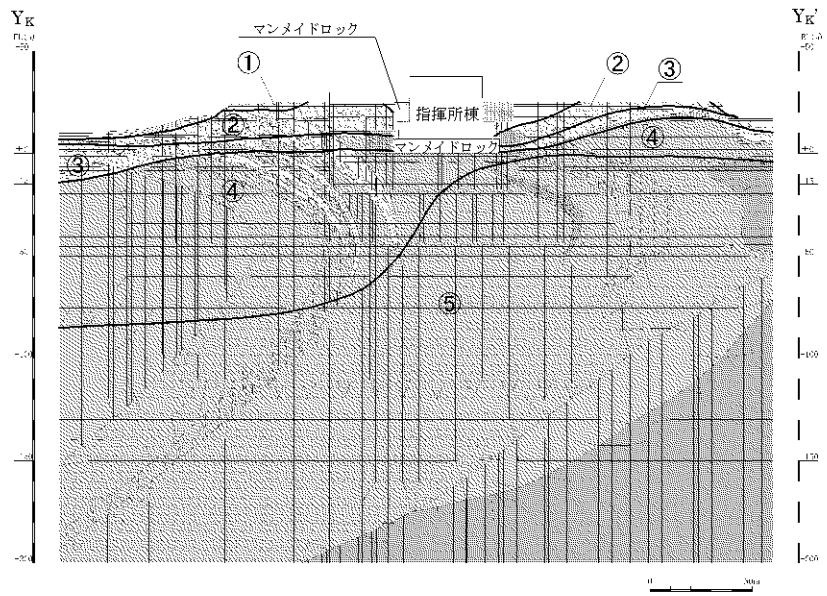
| 速度層 区分 | V _P (km/s) | V _S (km/s) |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| ① | 1.17 | 0.28 |
| ② | 1.86 | 0.52 |
| ③ | 2.51 | 0.90 |
| ④ | 3.40 | 1.37 |
| ⑤ | 4.33 | 2.05 |

| 〔標高〕 | 〔岩種〕 | 〔岩級〕 | 〔速度層〕 | |
|---------------|------|---------------------|-------|------|
| EL. 25.00 m | | | | 地表面 |
| EL. 20.00 m | 埋戻土 | — | — | 地下水位 |
| EL. 10.10 m | | | | |
| EL. 7.00 m | | C _L 級 | ② | 基礎底面 |
| EL. 5.30 m | | | | ③ |
| EL. 1.00 m | | ④ | | |
| EL. -29.50 m | 砂岩 | C _M 級 | ⑤ | |
| | | | | |
| | | | | |
| EL. -171.40 m | 粘板岩 | B, C _H 級 | | |
| EL. -174.50 m | | | | |
| EL. -200.00 m | | | | |

第2-1図 1次元地盤モデル（指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟）



(a) X断面



(b) Y断面

| 地質凡例 | | 岩級凡例 | |
|------|-------------|------|----------------------|
| | 埋戻土 | | B, C _{II} 級 |
| | 溶結凝灰岩 | | C _{III} 級 |
| | 北麓火山岩類II | | C _I 級 |
| | みやま層 | | D級 |
| | 北麓火山岩類I | | みやま層 |
| | 混在岩 | | 北麓火山岩類I |
| | 粘板岩・頁岩 | | 混在岩 |
| | 砂岩 | | 断層 (破砕帯を含む) |
| | 礫岩 | | |
| | 変はんれい岩類の破砕部 | | |
| | 変はんれい岩類 | | |



(注) モデル中の数字は速度層区分を示す。各速度層のVs、Vpは第2-1図と同様。

第2-2図 2次元地盤モデル (指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟)

第2-1表 1次元地盤モデルと2次元地盤モデルの比較

| | | 1次元地盤モデル | 2次元地盤モデル |
|---------|-------|--|----------------------|
| 解析手法 | | 一次元波動論 | 周波数応答解析 |
| 解析モデル | 地盤モデル | 建屋直下の1次元の地質・速度構造を水平成層として仮定 | 地質図及び速度構造図を基に要素分割 |
| | 下端標高 | EL.-200m | 同 左 |
| | 建屋モデル | 建屋はモデル化しない | 等価な剛性を持つ平面ひずみ要素でモデル化 |
| 入力地震動 | 策定方法 | 基準地震動 S_s を炉心位置における解放基盤表面より1次元波動論により引き戻した地震動 | 同 左 |
| | 入力方法 | 水平・鉛直個別加振 | 水平・鉛直同時加振 |
| 地震動取出位置 | | EL.7.00m | 同左（指揮所棟直下） |

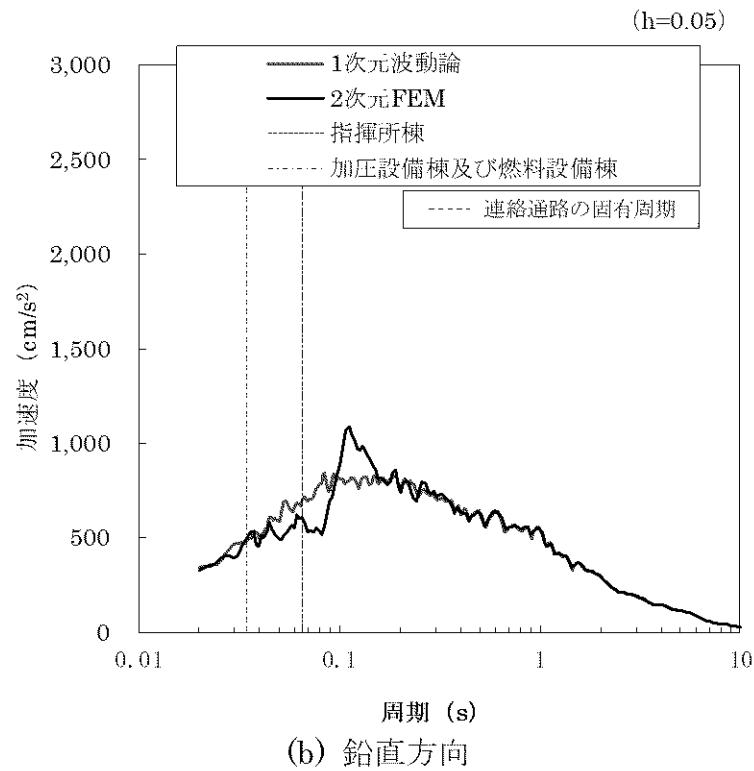
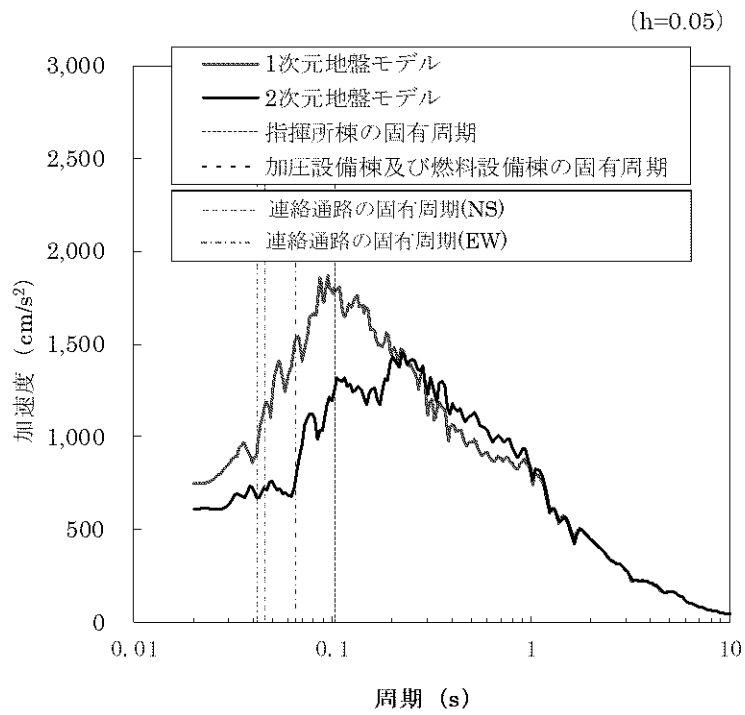
第2-2表 マンメイドロックと周辺地盤のせん断剛性の比較

| | | せん断剛性 (kN/m ²) | 備考 |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| マンメイドロック | | 8.58×10^6 | 設計基準強度：18.0N/mm ² |
| 周辺岩盤 | ②速度層 ($V_s=520\text{m/s}$) | 0.62×10^6 | 砂岩 C _L 級（密度 2.28g/cm ³ ）の場合 |
| | ③速度層 ($V_s=900\text{m/s}$) | 1.85×10^6 | 砂岩 C _L 級（密度 2.28g/cm ³ ）の場合 |
| | ④速度層 ($V_s=1,370\text{m/s}$) | 5.01×10^6 | 砂岩 C _M 級（密度 2.70g/cm ³ ）の場合 |

2.2 地震応答解析結果

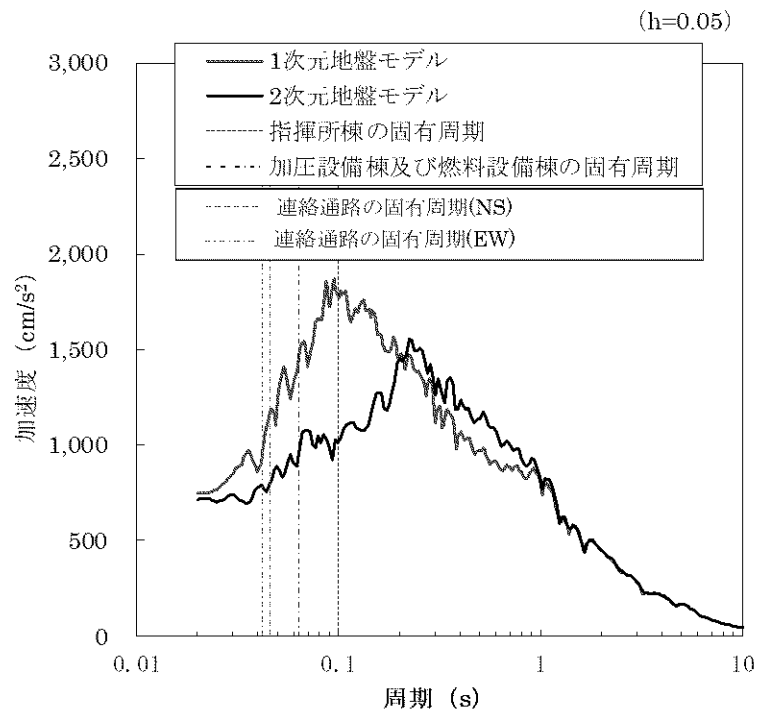
1次元地盤モデル及び2次元地盤モデルの建屋基礎底面位置(EL.7.00m)における加速度応答スペクトルを第2-3図～第2-6図に示す。

同図より、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の固有周期付近では、1次元地盤モデルの応答加速度が2次元地盤モデルの応答加速度を概ね上回っている。

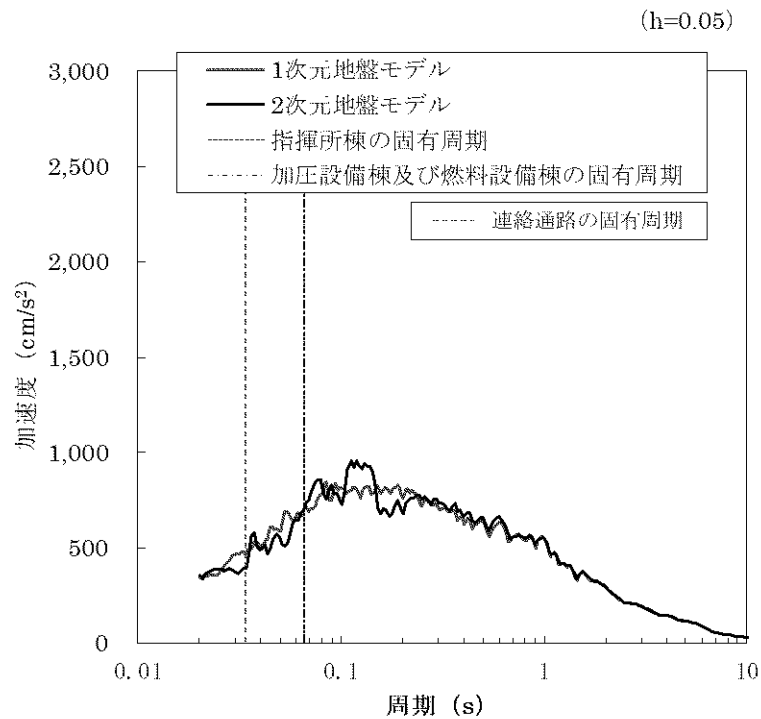


(注) 連絡通路の固有周期を加筆

第 2-3 図 1 次元地盤モデルと 2 次元地盤モデルの地震応答解析結果の比較
(X 断面、 S_s-1)



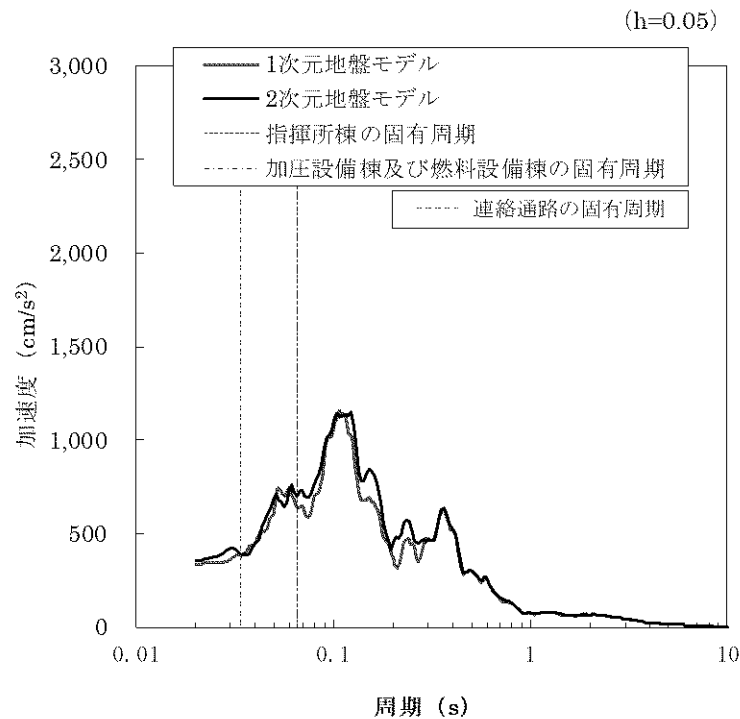
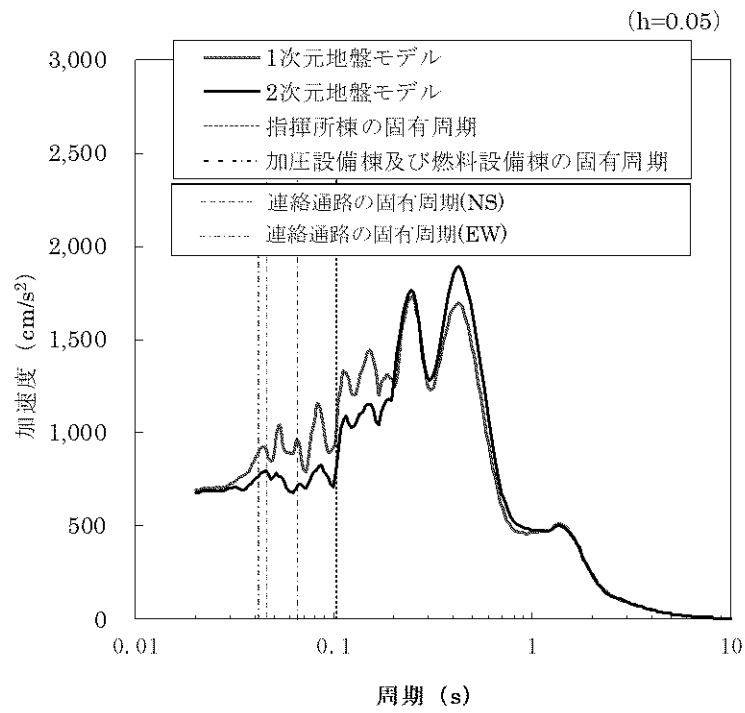
(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

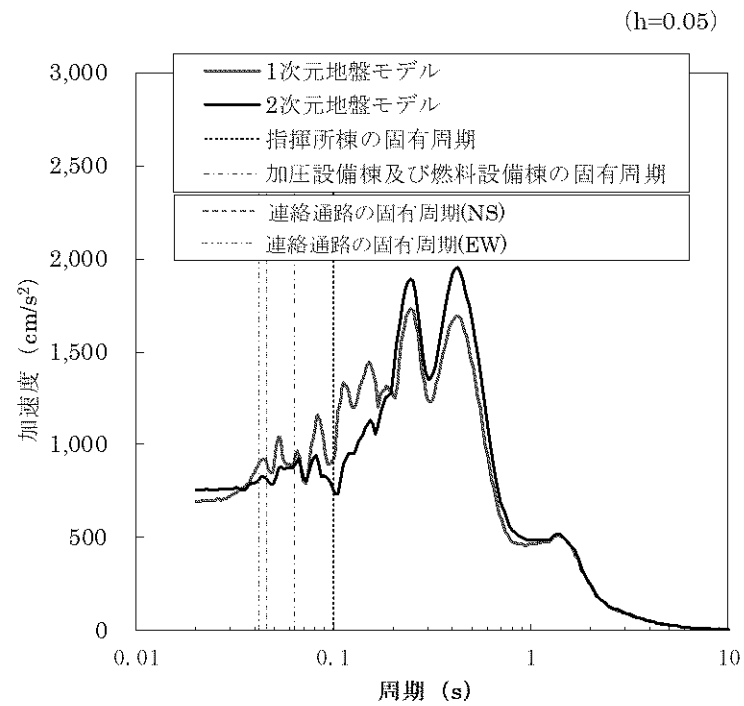
(注) 連絡通路の固有周期を加筆

第 2-4 図 1次元地盤モデルと2次元地盤モデルの地震応答解析結果の比較
(Y断面、Ss-1)

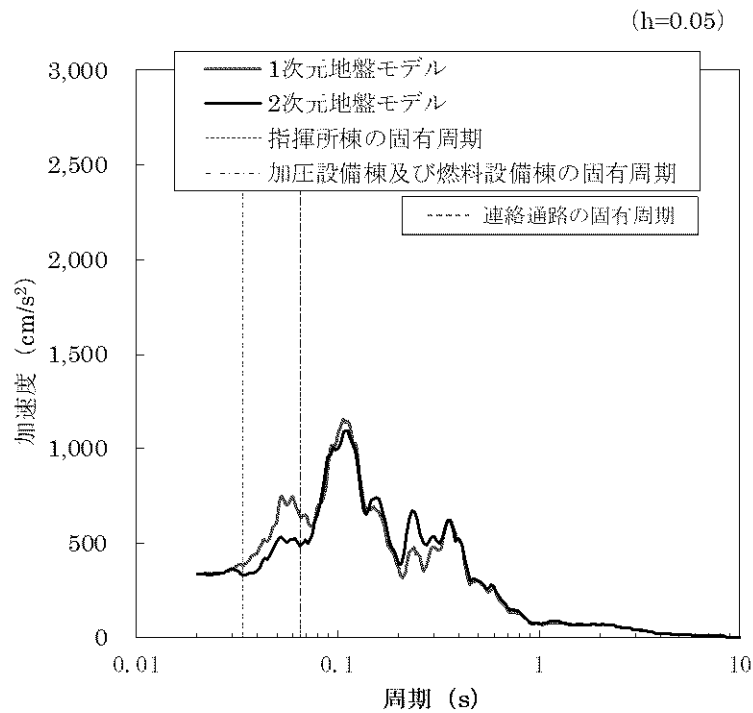


(注) 連絡通路の固有周期を加筆

第 2-5 図 1次元地盤モデルと2次元地盤モデルの地震応答解析結果の比較
(X断面、Ss-2)



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

(注) 連絡通路の固有周期を加筆

第 2-6 図 1次元地盤モデルと 2次元地盤モデルの地震応答解析結果の比較
(Y断面、Ss-2)

3. まとめ

指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の地震応答解析モデルの入力地震動の妥当性確認を目的に、1次元地盤モデルと2次元地盤モデルを用いて指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟底面位置での地盤応答の比較を行った。

その結果、指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の固有周期付近の地盤の応答加速度は、周辺地盤の地質・速度構造をより詳細にモデル化した2次元地盤モデルよりも、1次元地盤モデルの方が概ね大きいことを確認した。

以上のことから、1次元地盤モデルを用いた指揮所棟、加圧設備棟及び燃料設備棟の入力地震動は妥当であると判断される。

(参考 2) 地盤物性の違いによる地盤の相対変位について

1. 検討概要

第 1-1 図に示す通り、連絡通路に隣接する指揮所棟の基礎跳ね出し部上部には MMR を施工しており、連絡通路の一部は MMR 上に設置される。

本資料では、地盤物性の違いによる地盤の相対変位を算出し、相対変位が連絡通路及び指揮所棟の連結部の離隔 100mm を超えないことを確認する。

2. 解析モデル

解析モデルは、第 1-2 図に示した工認地盤モデル及び第 2-1 図に示した MMR 考慮モデルとする。解析に用いた弾性波速度を第 2-1 表、MMR の物性値を第 2-2 表に示す。

地盤の相対変位は、MMR 考慮モデルにおいて、MMR の物性に置き換えている EL.4.50m～EL.24.00m の範囲について算出する。工認地盤モデル及び MMR 考慮モデルのそれぞれで EL.4.50m～EL.24.00m の範囲における最大応答変位を算出し、それらを足し合わせて相対変位を算出する。

3. 解析結果

工認地盤モデル及び MMR 考慮モデルにおける地盤の相対変位を参考 2-1 表に示す。MMR 考慮モデルの変位量は工認地盤モデルの変位量よりも十分小さく、保守的に両者の変位量を足し合わせても、変位量は連結部の離隔 100mm に対して十分小さいことを確認した。

また、地震応答解析から算出した建屋間（連絡通路～指揮所棟）の相対変位を参考 2-2 表に、地盤及び建屋間の最大相対変位を参考 2-3 表に示す。地盤の相対変位及び建屋間の相対変位を足し合わせても、連結部の離隔 100mm に対して十分小さいことを確認した。

参考 2-1 表 地盤の相対変位

| 方向 | 地震動 | 最大応答変位(mm) | | 相対変位 (mm) |
|------|-----|------------|-----------|--------------|
| | | 工認地盤モデル | MMR 考慮モデル | |
| Ss-1 | 水平動 | 5.0 | 0.4 | 5.4 |
| | 鉛直動 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| Ss-2 | 水平動 | 4.8 | 0.5 | 5.3 |
| | 鉛直動 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |

参考 2-2 表 建屋間（連絡通路～指揮所棟）の相対変位

| 方向 | 地震動 | 最大応答変位 ^(注1) (mm) | | 相対変位 (mm) |
|----|-------|-----------------------------|------|--------------|
| | | 連絡通路 | 指揮所棟 | |
| NS | Ss-1H | 1.1 ^(注2) | 4.4 | 5.5 |
| | Ss-2H | 0.8 | 3.3 | 4.1 |
| EW | Ss-1H | 0.8 | 4.0 | 4.8 |
| | Ss-2H | 0.7 | 3.1 | 3.8 |
| 鉛直 | Ss-1v | 0.2 ^(注2) | 0.5 | 0.7 |
| | Ss-2v | 0.2 | 0.4 | 0.6 |

(注1) 材料物性のばらつき等を考慮した最大値

(注2) 誘発上下動を考慮して算出した値

参考 2-3 表 地盤及び建屋間の最大相対変位

| 地震動 | 最大相対変位(mm) | | | クリアランス (mm) |
|-----|-------------|--------------|------|----------------|
| | 地盤の 相対変位 | 建屋間の 相対変位 | 合計 | |
| 水平動 | 5.4 | 5.5 | 10.9 | 100 |
| 鉛直動 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 100 |

4. まとめ

連絡通路について、基礎底面直下の地盤物性の違いによる相対変位を算出し、連絡通路及び指揮所棟の連結部の離隔を超えないことを確認した。また、地盤物性の違いによる相対変位と、連絡通路及び指揮所棟の建屋間の相対変位を足し合わせても、連結部の離隔を超えないことを確認した。

9-8. 応力解析モデル及び解析手法の概要

目 次

| | 頁 |
|----------------------------------|---|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 応力解析モデル及び解析手法 | 2 |
| 別紙 1 応力解析モデルの鳥瞰図及び層分解図 | |
| 別紙 2 耐震重要度分類 C クラス施設としての耐震評価について | |

1. 概 要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の応力解析モデル及び解析手法の概要を示すものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-2 「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」

2. 応力解析モデル及び解析手法

連絡通路の応力解析モデル及び解析手法の概要を第 2-1 表に示す。また、新規制基準適合性に係る審査における工事計画認可申請添付資料（以下「新規制基準工認」という。）のうち、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された川内 1 号機の工事計画の添付資料 3-16-23「代替緊急時対策所の耐震計算書」における緊急時対策棟（休憩所）（以下「休憩所」という。）の応力解析モデル及び解析手法並びに令和元年 6 月 3 日付け原規規発第 1906035 号にて認可された工事計画の添付資料 11-16-2「緊急時対策棟（指揮所）の耐震計算書」における川内 1 号機緊急時対策棟（指揮所）（以下「指揮所棟」という。）、加圧設備棟及び燃料設備棟の応力解析モデル及び解析手法を、併せて示す。

第2-1表 応力解析モデル及び解析手法の概要(1/3)

| 項目 | 今回工認 | | 参考(新規制基準工認) | | 備考 |
|-------|---------------------------------|---|--|--|----|
| | 川内1号機 連絡通路 | 川内1号機 休憩所 | 川内1号機 指揮所棟、加圧設備棟、燃料設備棟及び基礎版 | | |
| 解析手法 | 3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析 (静的解析) | | 耐震壁： 水平方向の質点系モデルによる地震応答解析 基礎版： 一方向版とみなした解析モデルによる応力解析 屋根スラブ： 3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析(静的解析) | 3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析 (静的解析) | |
| 解析コード | NX-NASTRAN Ver.12.0.2 | | 地震応答解析：TDAPIII Ver.3.05 弾性応力解析：NX-NASTRAN Ver.9.0 | NX-NASTRAN Ver.10.2 | |
| モデル化 | モデル化 範囲 | 建屋全体について、壁、屋根及び基礎版をモデル化 | 壁：建屋全体 基礎版：基礎版のみ 屋根スラブ：屋根スラブのみ | 建屋全体(加圧設備棟、燃料設備棟及び基礎版を含む)について、壁、床、屋根、基礎版、柱及びはりをモデル化 | |
| | 材料物性 | コンクリートのヤング係数： E=24.4kN/mm ² コンクリートのポアソン比： ν=0.2 | コンクリートのヤング係数： E=24.4kN/mm ² コンクリートのポアソン比： ν=0.2 | コンクリートのヤング係数 指揮所棟部分： EL.15.00m より上部 : E=25.9kN/mm ² EL.15.00m 以下(ピット部分) : E=22.7kN/mm ² 加圧設備棟部分： E=24.4kN/mm ² 燃料設備棟部分： EL.15.00m より上部 : E=24.4kN/mm ² EL.15.00m 以下(ピット部分) : E=22.7kN/mm ² 基礎版部分： E=22.7kN/mm ² コンクリートのポアソン比 ν=0.2 | ① |
| | 使用要素 | 壁、屋根及び基礎版：シェル要素 | 屋根スラブ：シェル要素 | 壁、床及び屋根：シェル要素 柱及びはり：はり要素 基礎版：ソリッド要素(一部の基礎版はシェル要素) | |
| | 境界条件 | 基礎版下端に3方向の地盤ばねを考慮 基礎版下端の地盤ばねは、浮上り考慮 | 耐震壁： 水平ばね及び回転ばねを考慮 基礎版： 一方向版の両端に、壁による拘束を考慮 屋根スラブ： 4辺固定とした場合と4辺ピンとした場合を考慮 | 基礎版下端に3方向の地盤ばねを考慮 基礎版下端の地盤ばねは、浮上り考慮 | |

【表の備考欄に対応】

①：原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会、2005 制定)及び鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説「許容応力度設計法」((社)日本建築学会、1999 改定)に基づき設定。

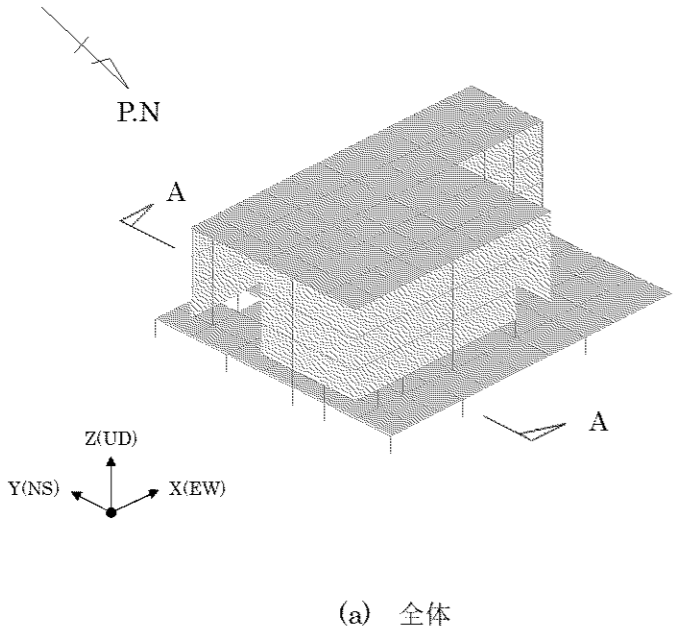
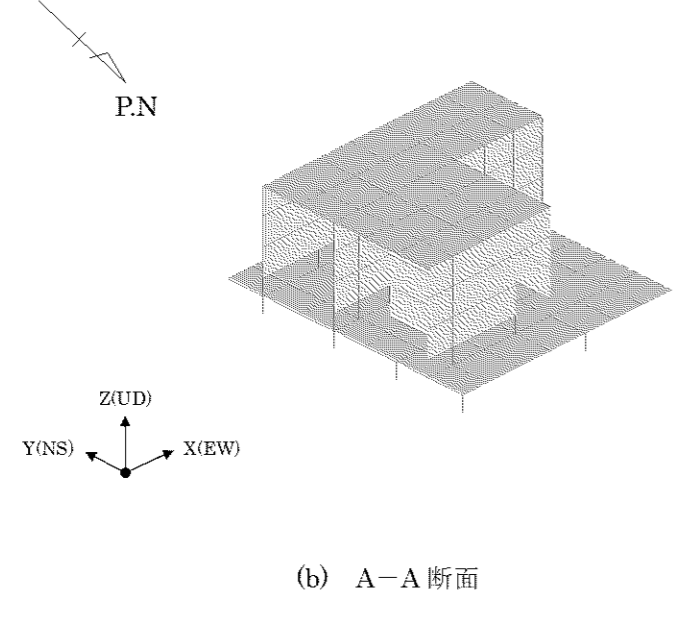
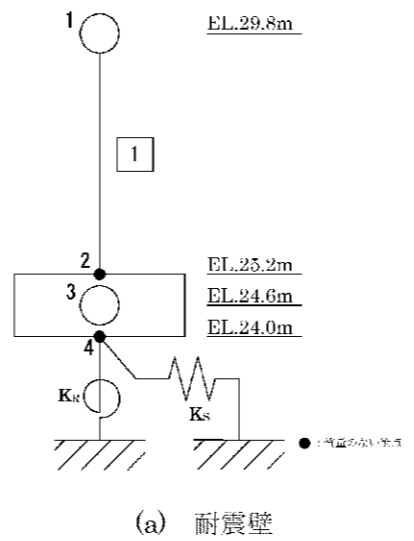
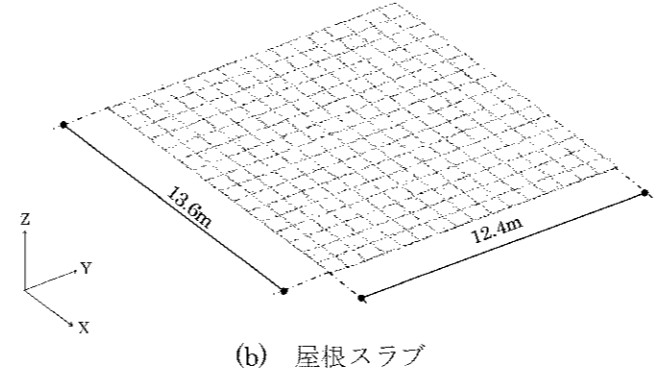
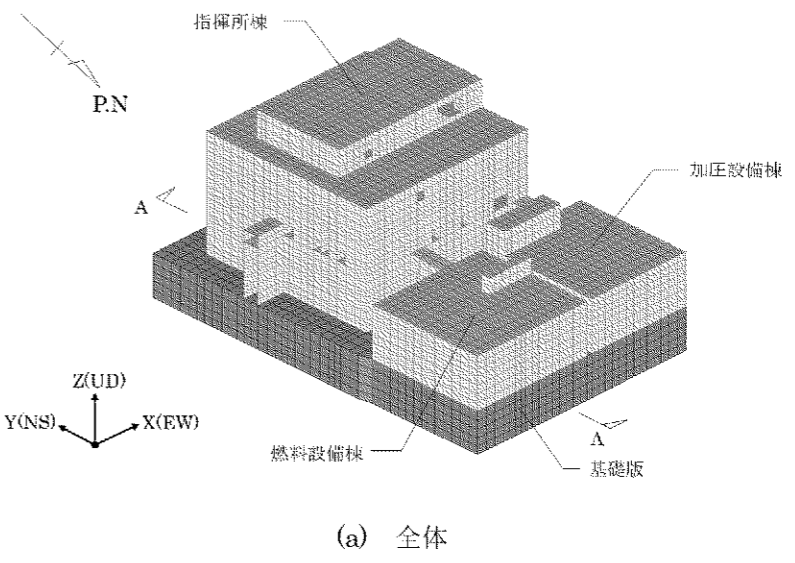
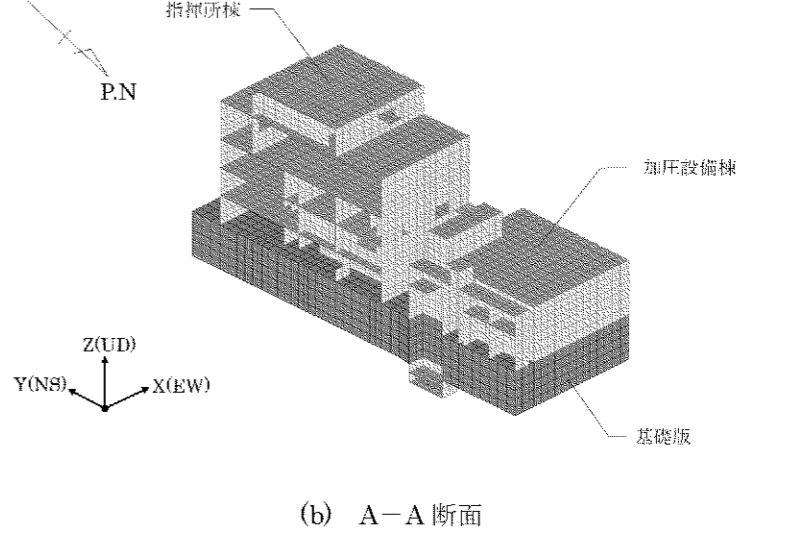
第2-1表 応力解析モデル及び解析手法の概要(2/3)

| 項目 | | 今回工認 | | 参考(新規制基準工認) | | 備考 | |
|---------------|--------------|--|-------------------------|--|--|---|---|
| | | 川内1号機 連絡通路 | | 川内1号機 休憩所 | | | 川内1号機 指揮所棟、加圧設備棟、燃料設備棟及び基礎版 |
| 荷重の組合せ | | D+L+Ks D : 固定荷重 L : 積載荷重 Ks : Ss 地震荷重 | | G+P+K G : 固定荷重 P : 積載荷重 K : 地震荷重 | | D+L+E₀+K+Es D : 固定荷重 L : 積載荷重 E ₀ : 常時土圧荷重 K : 地震荷重 Es : 地震時増分土圧荷重 | |
| 荷重 の 設定 | 固定荷重 積載荷重 | モデル化範囲に対する固定荷重及び積載荷重を考慮 | | 同左 | | 同左 | |
| | 常時 土圧荷重 | — | | — | | 壁に作用する土圧を考慮 | |
| | 地震 荷重 | 慣性力 | 各層の固定荷重及び積載荷重に対する慣性力を考慮 | | 同左(質点系モデルに対しては、設置(変更)許可(平成26年9月10日)を受けた基準地震動 Ss を基に、建物底面位置で算定した地震動を入力) | | 各層の固定荷重及び積載荷重に対する慣性力を考慮 |
| | | 増分 土圧 | — | | — | | 地震時の増分土圧荷重を考慮 (JEAG4601-1991 追補版による加力側及び支持側増分土圧の包絡値) |
| 評価内容 | | 常時： 発生応力が長期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認 Ss 地震時： 発生応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認 | | Ss 地震時： 発生応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認 | | 常時： 発生応力が長期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認 Ss 地震時： 指揮所棟及び基礎版： 発生応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認 加圧設備棟及び燃料設備棟： 発生応力が終局強度に基づく許容値を超えないことを確認 | |

【表の備考欄に対応】

- ①：長期許容応力度に基づく許容値、短期許容応力度に基づく許容値及び終局強度に基づく許容値は、原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会、2005 制定)に基づき算出。
- ②：今回工認及び新規制基準工認のうち、指揮所棟及び基礎版については、施設全体の更なる安全性を確保するため、基準地震動 Ss による地震力との組合せに対して、弾性範囲に収める設計とする。
- ③：新規制基準工認のうち、加圧設備棟及び燃料設備棟は、Ss 地震時において、発生応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認することで、発生応力が終局強度に基づく許容値を超えないことを確認している。

第2-1表 応力解析モデル及び解析手法の概要(3/3)

| 項目 | 今回工認 | 参考（新規制基準工認） | | 備考 |
|-------|---|--|---|----------------------|
| | 川内1号機 連絡通路 | 川内1号機 休憩所 | 川内1号機 指揮所棟、加圧設備棟、燃料設備棟及び基礎版 | |
| 解析モデル |  <p>(a) 全体</p>  <p>(b) A-A断面</p> |  <p>(a) 耐震壁</p>  <p>(b) 屋根スラブ</p> |  <p>(a) 全体</p>  <p>(b) A-A断面</p> | <p>① ② ③</p> |

【表の備考欄に対応】

- ①：新規制基準工認のうち、指揮所棟、加圧設備棟、燃料設備棟及び基礎版は、建屋全体をモデル化し、共通の解析モデルを用いて応力解析を行っている。
- ②：休憩所について、耐震壁の応力解析は、質点系モデルを用いて行っている。屋根スラブの応力解析は、屋根部分を取り出したモデルを用いて行っている。また、基礎版については、一方向版としての検討であるため、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された川内1号機の工事計画の添付資料3-16-23「代替緊急時対策所の耐震計算書」において、解析モデルを掲載していない。
- ③：今回工認において、応力解析モデル（3次元FEMモデル）でモデル化している壁は、応答解析モデル（質点系モデル）で剛性を評価している壁と一致している。

9-8-別紙 1. 応力解析モデルの鳥瞰図
及び層分解図

目 次

| | 頁 |
|--------------------------|---------|
| 1. 概 要 | 別 1 - 1 |
| 2. 解析モデル概要 | 別 1 - 2 |
| 3. 解析モデルの鳥瞰図及び層分解図 | 別 1 - 3 |
| 4. まとめ | 別 1 - 5 |

1. 概 要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の応力解析に用いる解析モデルについて示すものである。

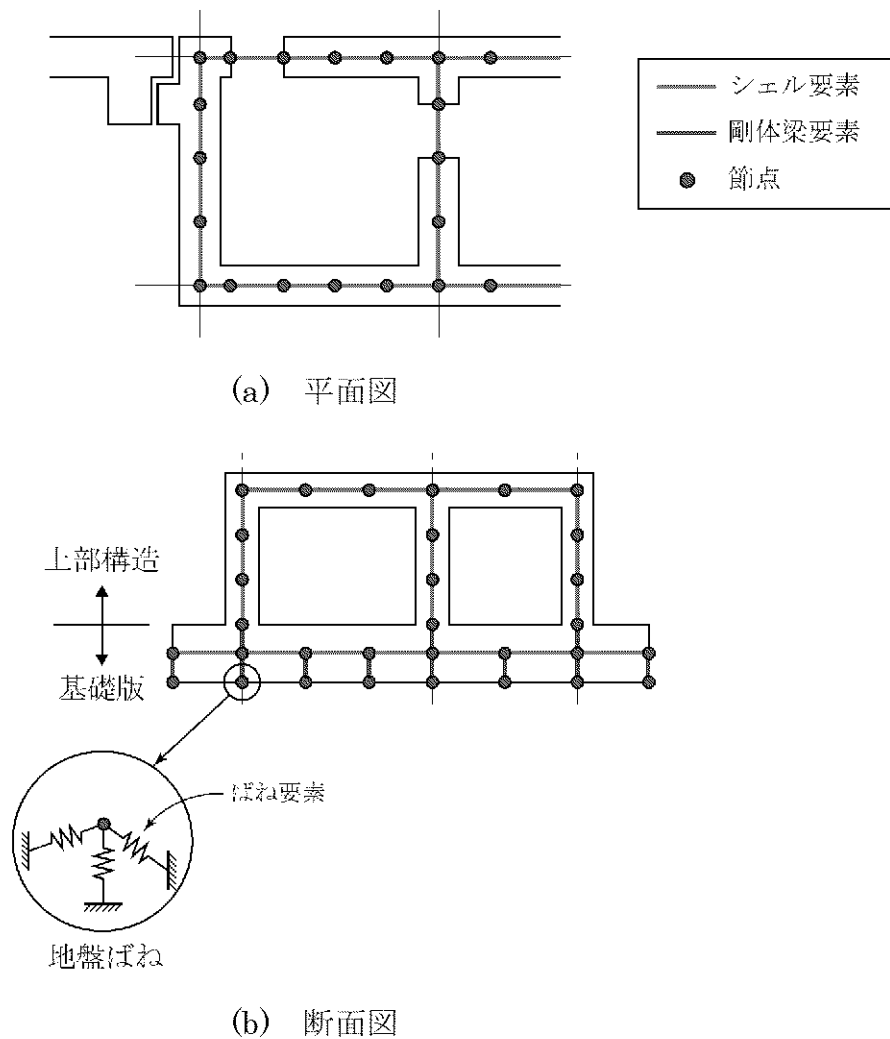
また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-2 「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」

2. 解析モデル概要

建屋を構成するスラブ、壁及び基礎版はシェル要素でモデル化し、シェル要素は構造芯である部材厚中心に配置する。また、基礎版厚の中心に配置した基礎版シェル要素及び上部構造のシェル要素並びに基礎版シェル要素及び地盤ばねを模擬したばね要素はいずれも剛体梁要素で接続する。

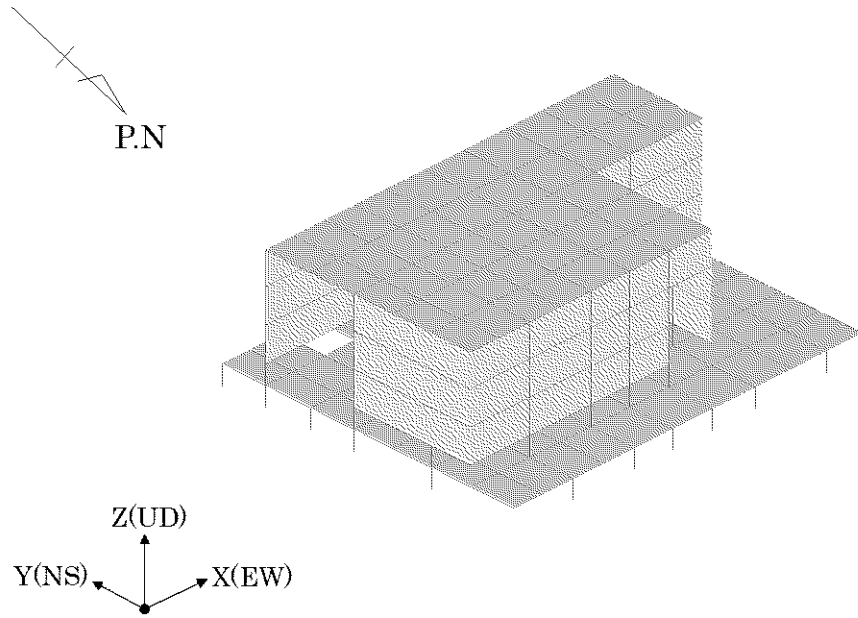
応力解析に用いる解析モデルの概念図を第2-1図に示す。



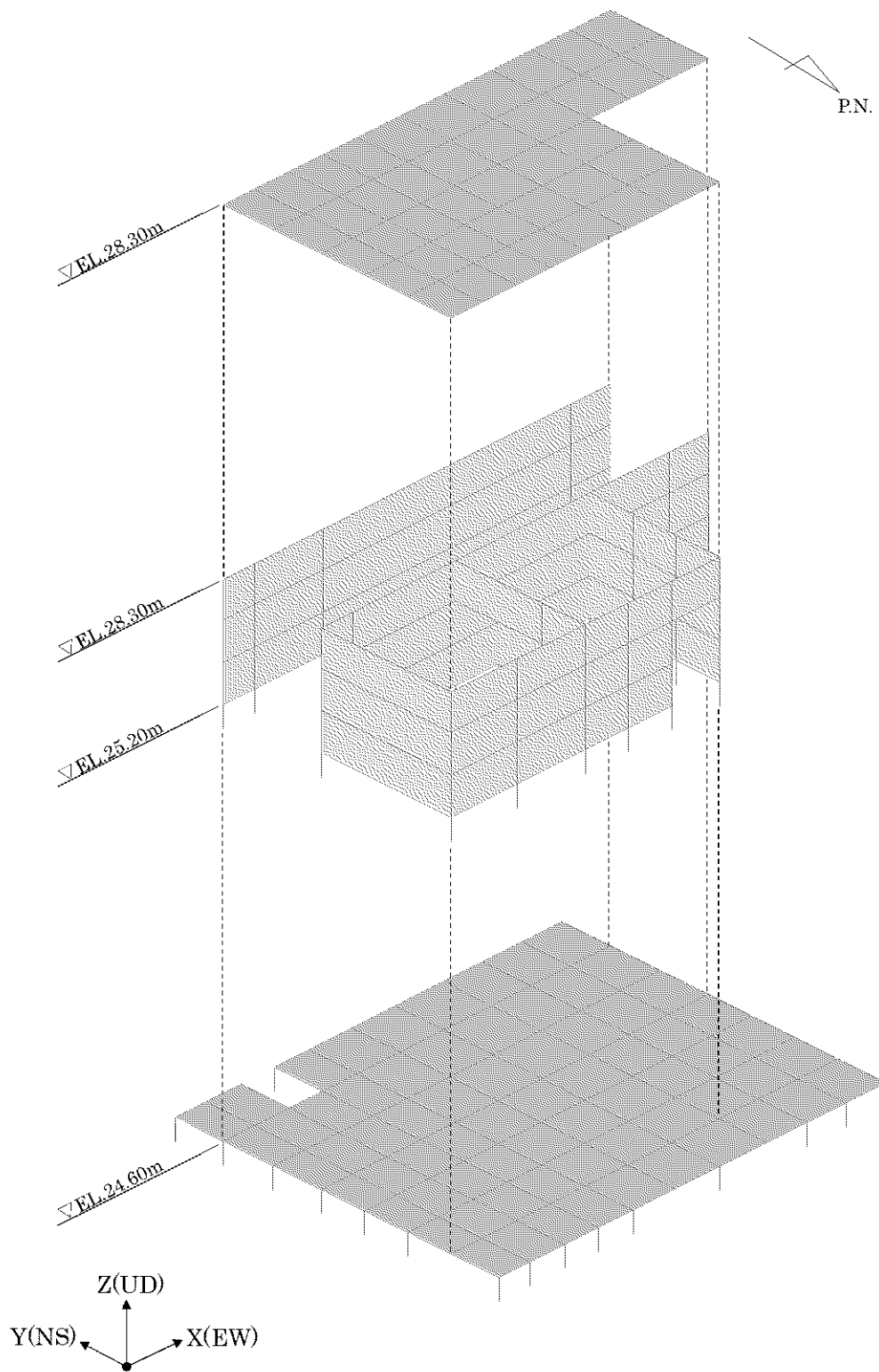
第2-1図 応力解析に用いる解析モデルの概念図

3. 解析モデルの鳥瞰図及び層分解図

連絡通路について、解析モデルの鳥瞰図及び層分解図を第3-1図及び第3-2図に示す。



第3-1図 連絡通路の解析モデル（鳥瞰図）



第 3-2 図 連絡通路の解析モデル (層分解図)

4. まとめ

連絡通路の応力解析に用いる解析モデル図について示した。

9-8-別紙 2. 耐震重要度分類 C クラス施設
としての耐震評価について

目 次

| | 頁 |
|------------------|---------|
| 1. 概 要 | 別 2 - 1 |
| 2. 包絡性について | 別 2 - 2 |
| 3. ま と め | 別 2 - 6 |

1. 概 要

緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）は、重大事故等対処施設においては常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物に分類される。また、設計基準対象施設においては、重大事故時の緊急時対策棟（指揮所）、緊急時対策棟（休憩所）及び緊急時対策棟（連絡通路）の設計の一貫性を踏まえ、設計基準対象施設上も一貫性を持つように、Cクラス施設相当として位置付けている。

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の耐震評価について、耐震重要度分類 C クラスの施設としての評価が、重大事故等対処施設としての評価に包絡されることを説明するものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-2 「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」

2. 包絡性について

重大事故等対処施設の評価として、基準地震動 S_s による地震力に対して、地震応答解析による評価及び応力解析による評価を行っている。

地震応答解析による評価の許容限界を第 2-1 表、応力解析による評価の許容限界を第 2-2 表に示す。

地震応答解析による評価の許容限界は、耐震壁のせん断ひずみ、地盤の接地圧及び保有水平耐力について、それぞれ、弾性範囲、短期許容支持応力度、必要保有水平耐力としている。また、応力解析による評価の許容限界は、短期許容応力度としている。これらの許容限界は、C クラス施設としての評価である静的地震力に対する評価における許容限界と同じである。

C クラス施設としての評価における静的地震力と基準地震動 S_s による地震力との比較を第 2-3 表及び第 2-4 表に示す。C クラス施設としての評価における静的地震力は、基準地震動 S_s による地震力に包絡される。

以上より、C クラス施設としての評価が、重大事故等対処施設としての評価に包絡されることを確認した。

第2-1表 地震応答解析による評価の許容限界^(※)

| 要求機能 | 機能設計上の性能目標 | 地震力 | 部位 | 機能維持のための考え方 | 許容限界(評価基準値) |
|------|---------------------------------|-------------------|-------|-------------------------------------|---|
| 構造強度 | 構造強度を確保すること | 基準地震動 Ss | 耐震壁 | 最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認 | 弾性範囲 (注1)(注2) |
| | | 基準地震動 Ss | 基礎地盤 | 最大接地圧が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認 | 短期許容支持力度 6.53N/mm ² (注1) |
| | | — (常時荷重に対する検討) | | | 長期許容支持力度 3.26N/mm ² |
| | | 保有水平耐力 | 構造物全体 | 保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認 | 必要保有水平耐力 |
| 遮蔽性 | 遮蔽性を維持すること | 基準地震動 Ss | 耐震壁 | 最大せん断ひずみが遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認 | 弾性範囲 (注1)(注2) |
| 気密性 | 建屋内への放射性物質の進入を防止するために気密性を維持すること | 基準地震動 Ss | 耐震壁 | 最大せん断ひずみが気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認 | 弾性範囲 (注2)(注3) |
| 支持機能 | 設備を支持する機能を維持すること | 基準地震動 Ss | 耐震壁 | 最大せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認 | 弾性範囲 (注1)(注2) |

(注1) 施設全体の更なる安全性を確保するため、基準地震動 Ss による地震力との組合せに対して、耐震壁については弾性範囲に、基礎地盤については最大接地圧を短期許容支持力度に収める設計とする。

(注2) 耐震壁のせん断ひずみが、せん断スケルトンカーブにおける第1折点のせん断ひずみ以下であることを「弾性範囲」とする。

(注3) 基本として、事故時においては、換気性能とあいまって居住性を維持できる気密性を有する設計とするが、基準地震動 Ss に対して、最大せん断ひずみが弾性範囲であることを確認することで、地震時及び地震後においてもその機能を維持できる設計とする。

(※) 添付資料 9-13-2 「緊急時対策棟(連絡通路)の耐震計算書」第3-1表の再掲

第2-2表 応力解析による評価の許容限界^(※)

| 要求機能 | 機能設計上の性能目標 | 外力の状態 | 部位 | 機能維持のための考え方 | 許容限界(評価基準値) |
|------|---------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------------|---|
| 構造強度 | 構造強度を確保すること | Ss 地震時 | 壁 屋根 基礎版 | 部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認 | RC-N 規準における短期許容応力度に基づく許容値 ^(注1) |
| | | — (常時に対する検討) | | | RC-N 規準における長期許容応力度に基づく許容値 |
| 遮蔽性 | 遮蔽性を維持すること | Ss 地震時 | 屋根 基礎版 | 部材に生じる応力が遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認 | RC-N 規準における短期許容応力度に基づく許容値 ^(注1) |
| 気密性 | 建屋内への放射性物質の侵入を防止するために気密性を維持すること | Ss 地震時 | 屋根 基礎版 | 部材に生じる応力が気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認 | RC-N 規準における短期許容応力度に基づく許容値 ^(注2) |
| 支持機能 | 設備を支持する機能を維持すること | Ss 地一震時 | 屋根 基礎版 | 部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認 | RC-N 規準における短期許容応力度に基づく許容値 ^(注1) |

(注1) 施設全体の更なる安全性を確保するため、基準地震動 Ss による地震力との組合せに対して、弾性範囲に収める設計とする。

(注2) 基本として、事故時においては、換気性能とあいまって居住性を維持できる気密性を有する設計とするが、Ss 地震時に生じる応力に対して許容応力度設計とし、許容限界を短期許容応力度に基づく許容値とすることで、地震時及び地震後においてもその機能を維持できる設計とする。

(※) 添付資料 9-13-2 「緊急時対策棟(連絡通路)の耐震計算書」第4-10表の再掲

第 2-3 表 静的地震力と Ss 地震荷重との比較 (せん断力)

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 部材 番号 | 方向 | 静的地震力 | Ss 地震荷重 |
|----------|----|-------|---------|
| 1 | NS | 1.15 | 3.51 |
| | EW | 1.15 | 3.46 |

第 2-4 表 静的地震力と Ss 地震荷重との比較 (軸力)

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 部材 番号 | 静的地震力 | Ss 地震荷重 |
|----------|-------|---------|
| 1 | 0.574 | 1.11 |

3. まとめ

連絡通路の耐震評価について、Cクラス施設としての評価が重大事故等対処施設としての評価に包絡されることを示した。

9-9. FEM モデルを用いた応力解析による 評価における断面の評価対象部位の選定

目 次

| | 頁 |
|----------------------------|---|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 連絡通路の断面の評価対象部位の選定 | 3 |

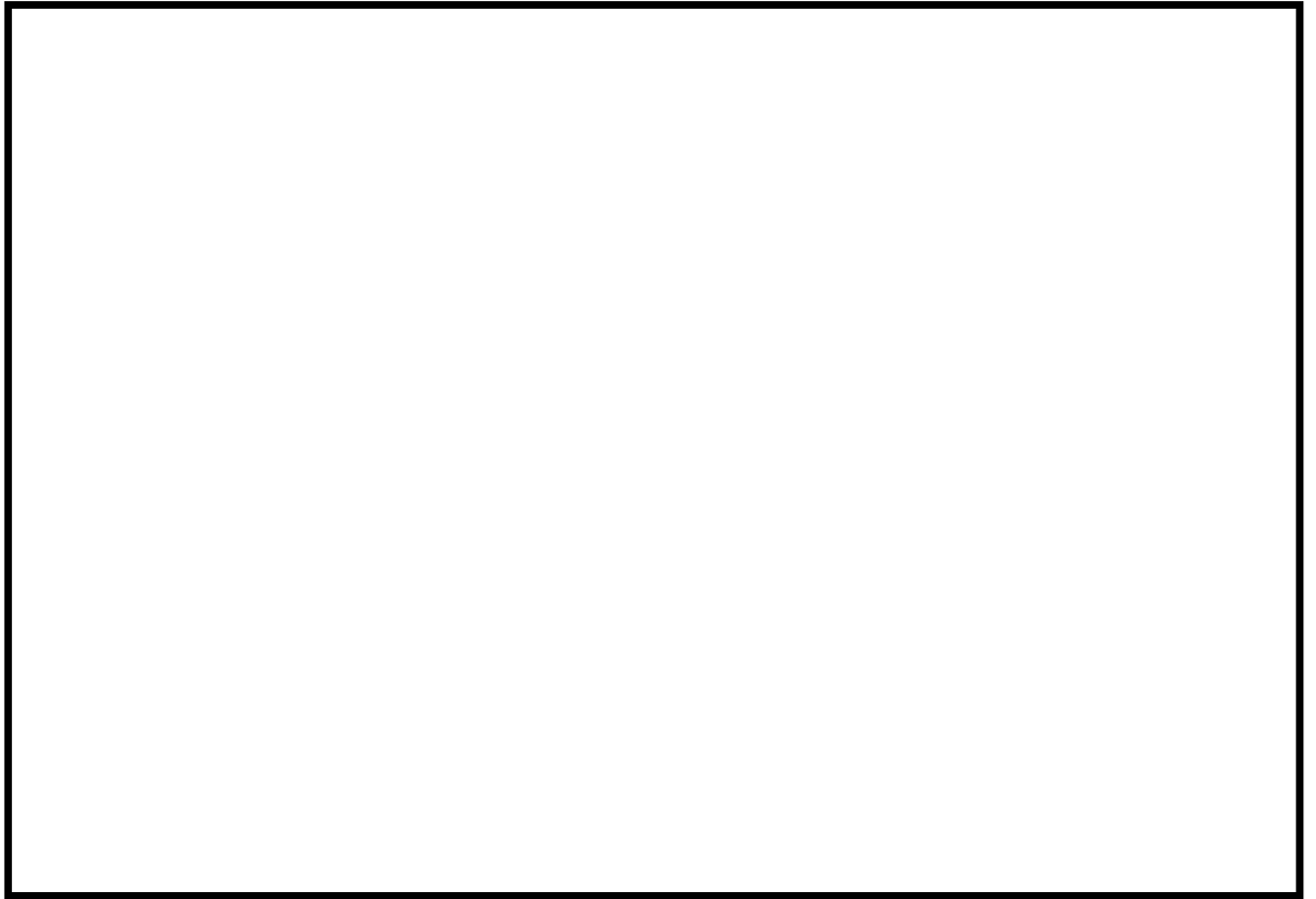
1. 概 要

本資料は、FEM モデルを用いた応力解析による評価における断面の評価対象部位の選定に関し、耐震計算書における断面の評価対象要素の選定結果について示すものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-16-2 「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」

緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の概略平面図を第 1-1 図に示す。



第 1-1 図 連絡通路の概略平面図

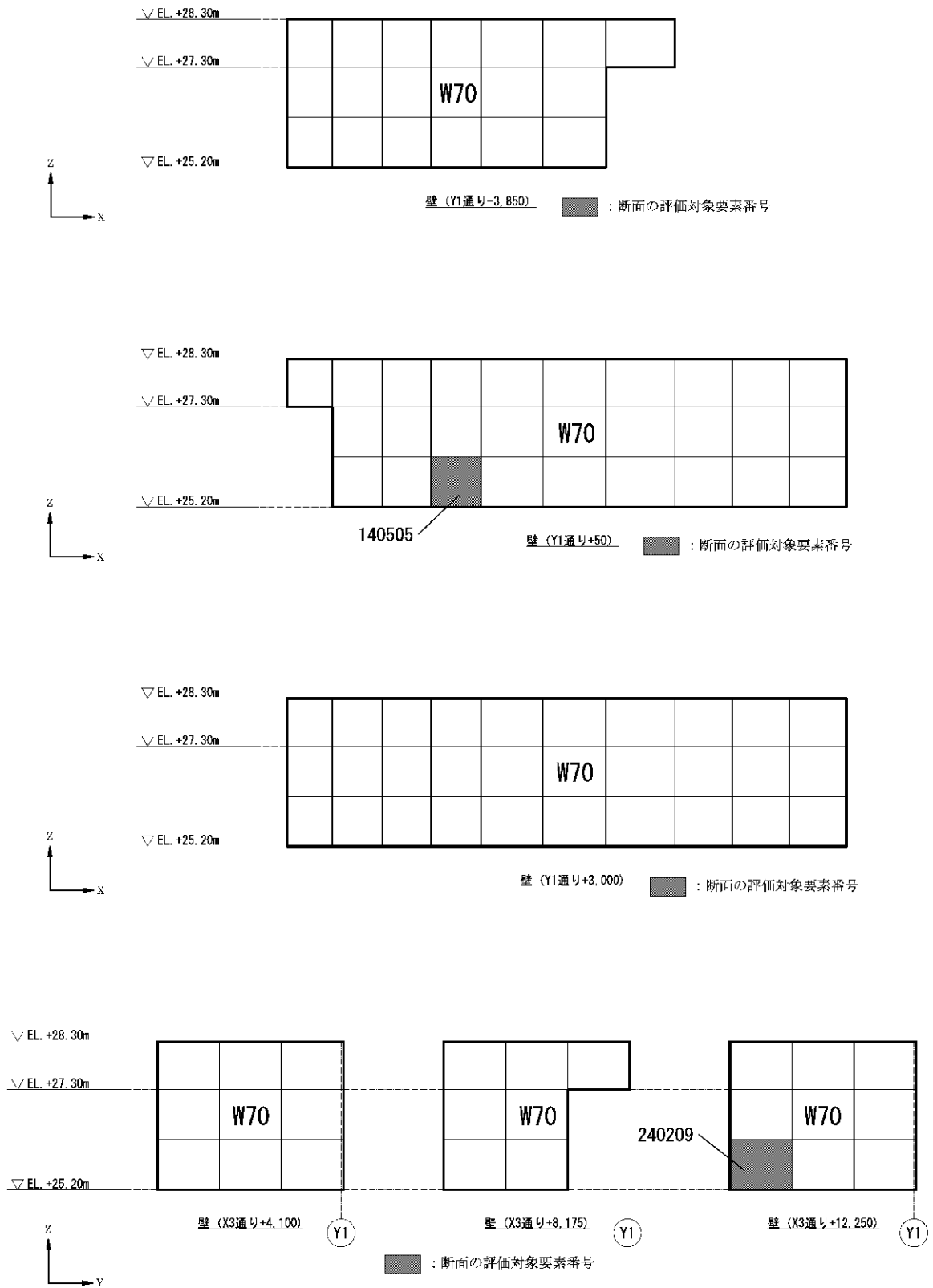
2. 連絡通路の断面の評価対象部位の選定

連絡通路の荷重の組合せケースを第 2-1 表、分類領域及び断面の評価対象要素番号を第 2-1 図、分類領域ごとの配筋を第 2-2 表に示す。

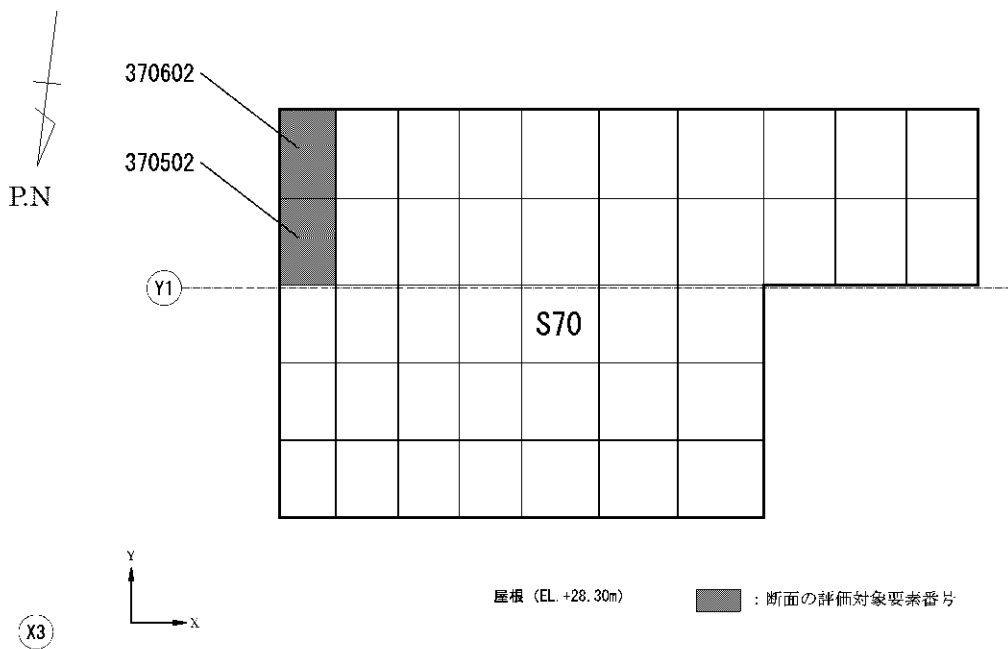
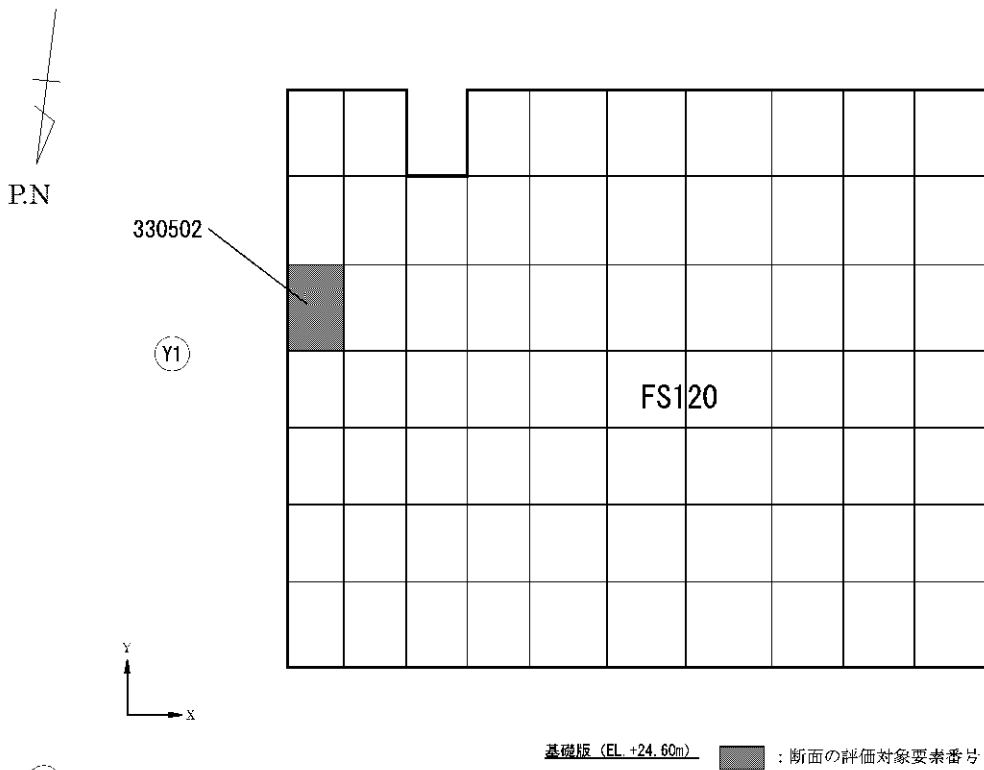
各評価項目の検定値一覧を第 2-3 表、応力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を第 2-2 図に示す。

第 2-1 表 荷重の組合せケース

| | ケース No. | 荷重の組合せケース |
|--------|------------|-----------------------------|
| Ss 地震時 | 1 | $D+L+1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$ |
| | 2 | $D+L+1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$ |
| | 3 | $D+L-1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$ |
| | 4 | $D+L-1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$ |
| | 5 | $D+L+1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 6 | $D+L+1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 7 | $D+L-1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 8 | $D+L-1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 9 | $D+L+0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$ |
| | 10 | $D+L+0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$ |
| | 11 | $D+L-0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$ |
| | 12 | $D+L-0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$ |
| | 13 | $D+L+0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$ |
| | 14 | $D+L+0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$ |
| | 15 | $D+L-0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$ |
| | 16 | $D+L-0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$ |
| 常時 | 17 | $D+L$ |



第 2-1 図 断面の評価対象要素番号(1/2)




第 2-1 図 断面の評価対象要素番号(2/2)

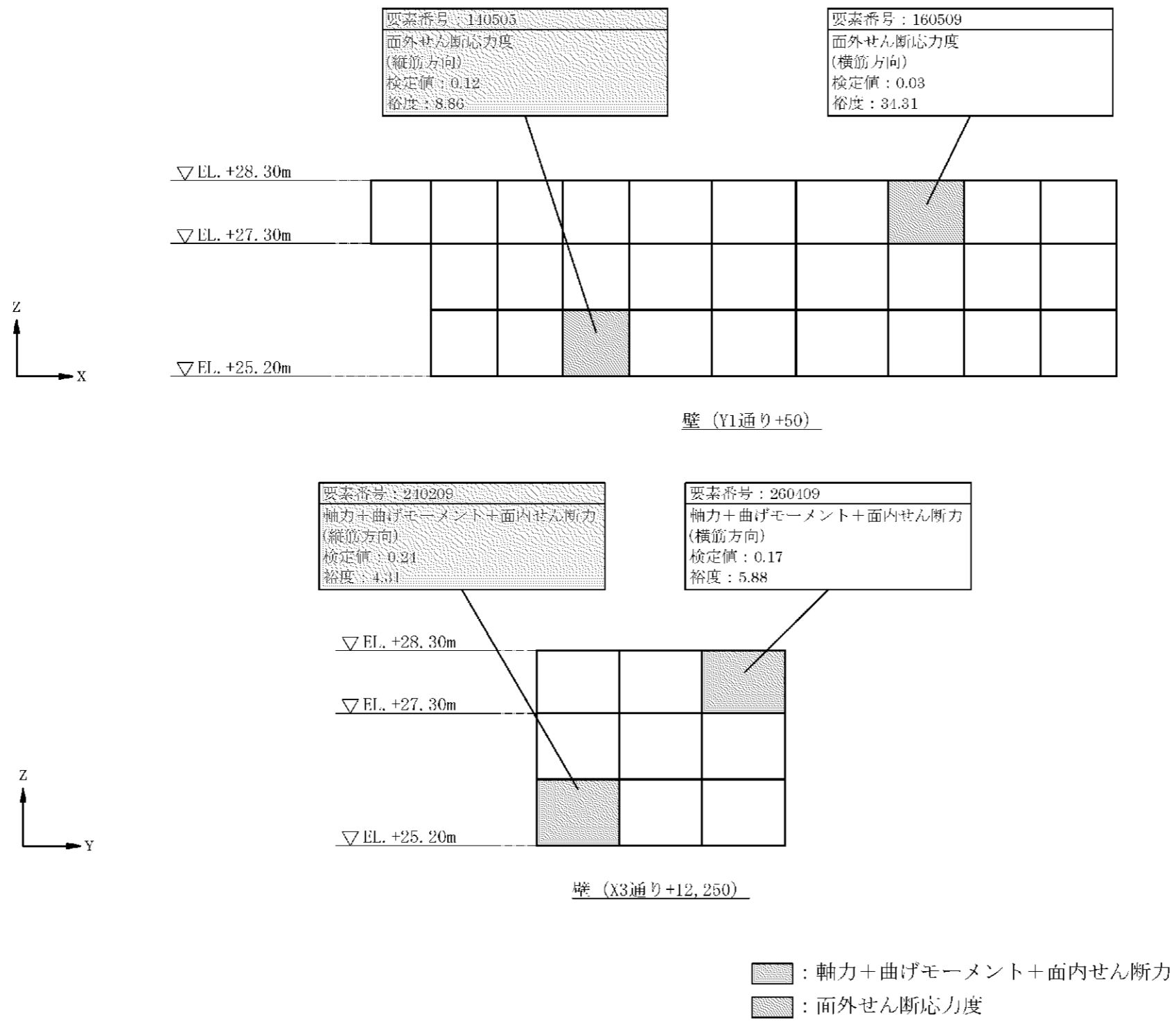
第2-2表 分類領域ごとの配筋

| 部位 | 領域 | 厚さ (mm) | 主筋 (SD390) | | | 鉄筋量 (mm ² /m) | 面外 せん断 補強筋 |
|----------------|-------|------------|---------------|----|------------|-----------------------------|------------------|
| | | | 位置 | 方向 | | | |
| 壁 | W70 | 700 | 両側共 | 縦筋 | 1段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | | 横筋 | 1段 D29@200 | 3,210 | |
| 屋根 ・ 基礎版 | FS120 | 1,200 | 上端、 下端共 | NS | 1段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | | EW | 1段 D29@200 | 3,210 | |
| 基礎版 | S70 | 700 | 上端、 下端共 | NS | 1段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | | EW | 1段 D29@200 | 3,210 | |

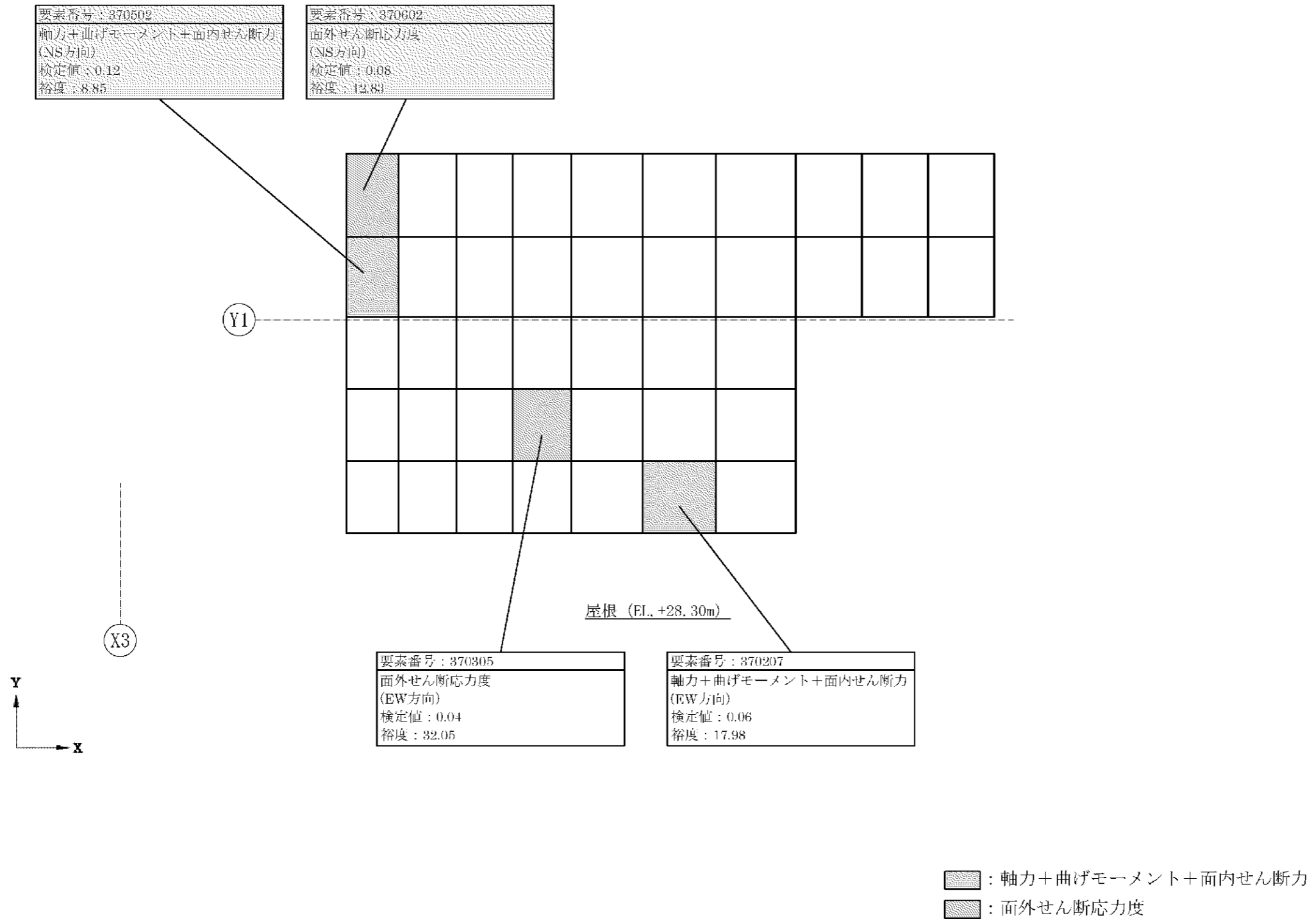
第2-3表 各評価項目の検定値一覧

| 部位 | 領域 | 検定値 | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------------------|------|------------|---------------|-------------|------------|-----------|------|------------|---------------|-------------|------------|
| | | 軸力+曲げモーメント+面内せん断力 | | | | | | 面外せん断応力度 | | | | | |
| | | 横筋方向/EW方向 | | | 縦筋方向/NS方向 | | | 横筋方向/EW方向 | | | 縦筋方向/NS方向 | | |
| | | 要素 番号 | 検定値 | ケース No. | 要素 番号 | 検定値 | ケース No. | 要素 番号 | 検定値 | ケース No. | 要素 番号 | 検定値 | ケース No. |
| 壁 | W70 | 260409 | 0.17 | 4 | 240209 | 0.24 | 4 | 160509 | 0.03 | 2 | 140505 | 0.12 | 3 |
| 屋根 ・ 基礎版 | FS120 | 330108 | 0.08 | 6 | 330502 | 0.13 | 2 | 330604 | 0.11 | 5 | 330502 | 0.17 | 3 |
| | S70 | 370207 | 0.06 | 2 | 370502 | 0.12 | 3 | 370305 | 0.04 | 2 | 370602 | 0.08 | 3 |

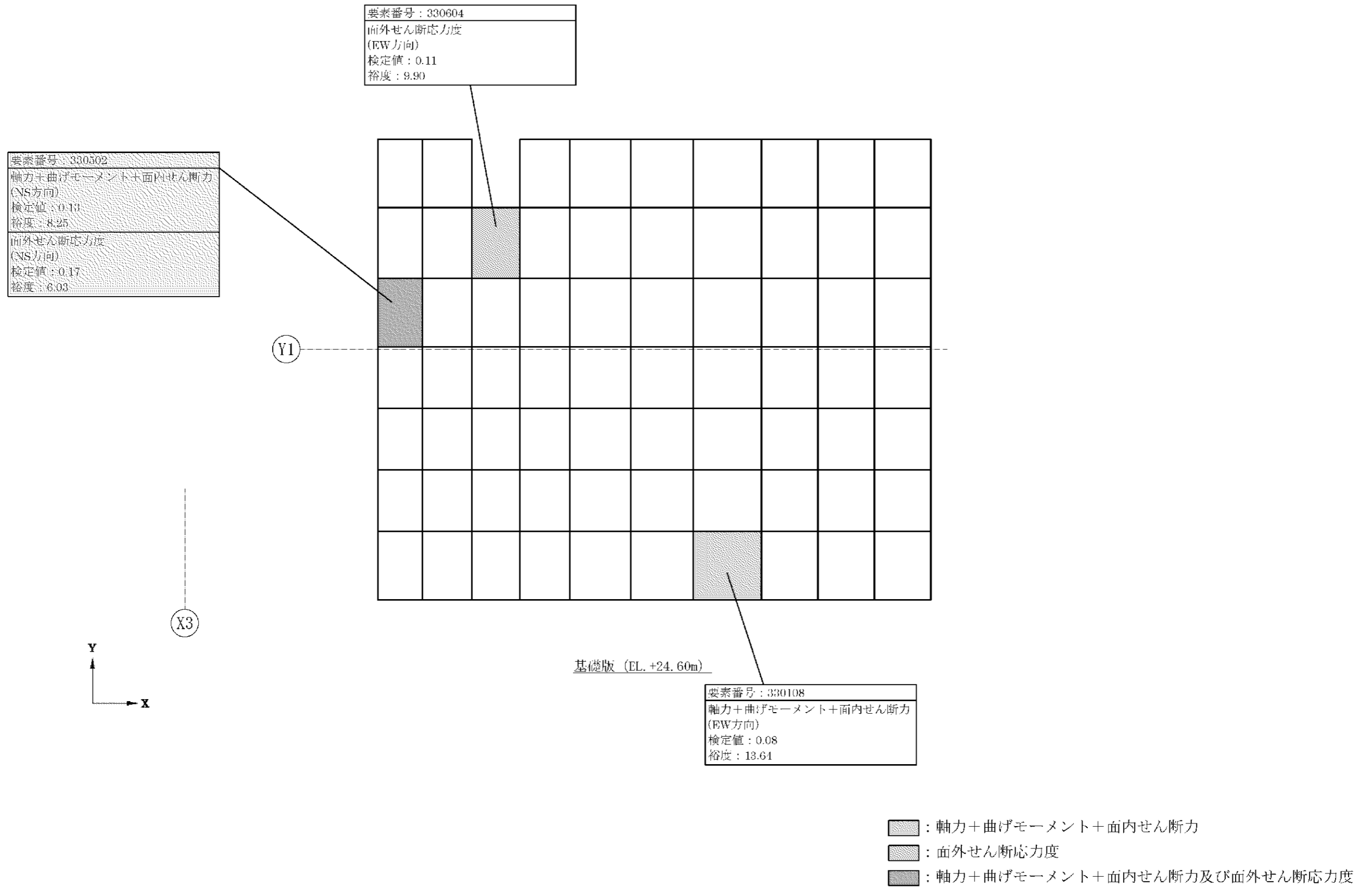
(注)  は、断面の評価対象部位を示す。



第 2-2 図 応力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果(1/3)



第 2-2 図 応力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果(2/3)



第 2-2 図 応力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果(3/3)

9-10. 応力解析における地震荷重の入力方法

目 次

| | 頁 |
|--------------------|---|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 地震荷重の入力方法 | 2 |
| 3. まとめ | 6 |

1. 概 要

本資料は、緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の 3 次元 FEM モデルを用いた応力解析における地震荷重の入力方法について説明するものである。

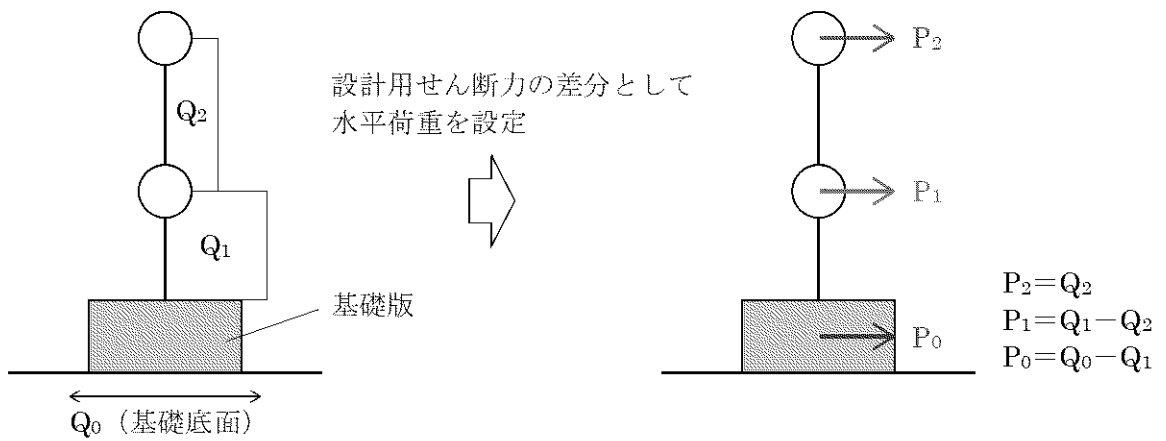
また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 19-13-2 「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」

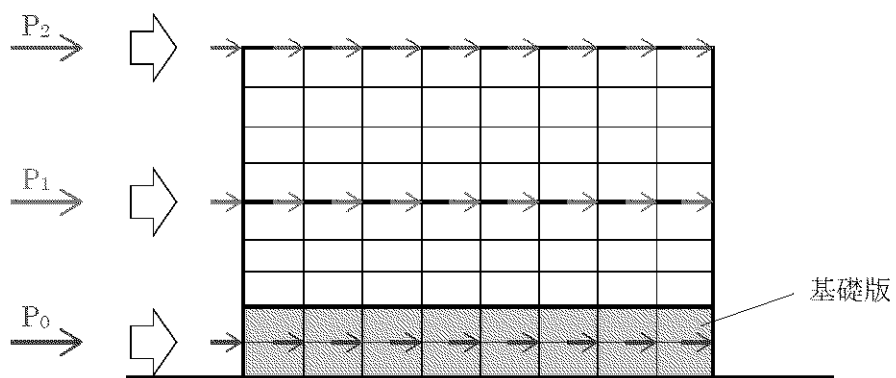
2. 地震荷重の入力方法

水平地震力は、地震応答解析より得られた各部材の最大応答値及び静的地震力に基づき設計用せん断力を設定し、この設計用せん断力より算出した水平力を、床レベルの各節点の重量分布に応じて分配して、節点荷重として入力する。鉛直地震力は、地震応答解析より得られた各部材の最大応答値及び静的地震力に基づき設計用軸力を設定し、この設計用軸力より算出した鉛直力を、床レベルの各節点の重量分布に応じて分配して、節点荷重として入力する。また、水平力により各層に作用する曲げモーメントが、地震応答解析及び静的地震力より得られた各部材の最大曲げモーメントを下回る場合は、その不足分の曲げモーメントを等価な鉛直力に置換し、当該床レベルの各節点の重量分布と中立軸からの節点距離に応じて分配し、節点荷重として入力する。

3次元 FEM モデルへ作用させる地震荷重の概念図を第 2-1 図～第 2-3 図に示す。



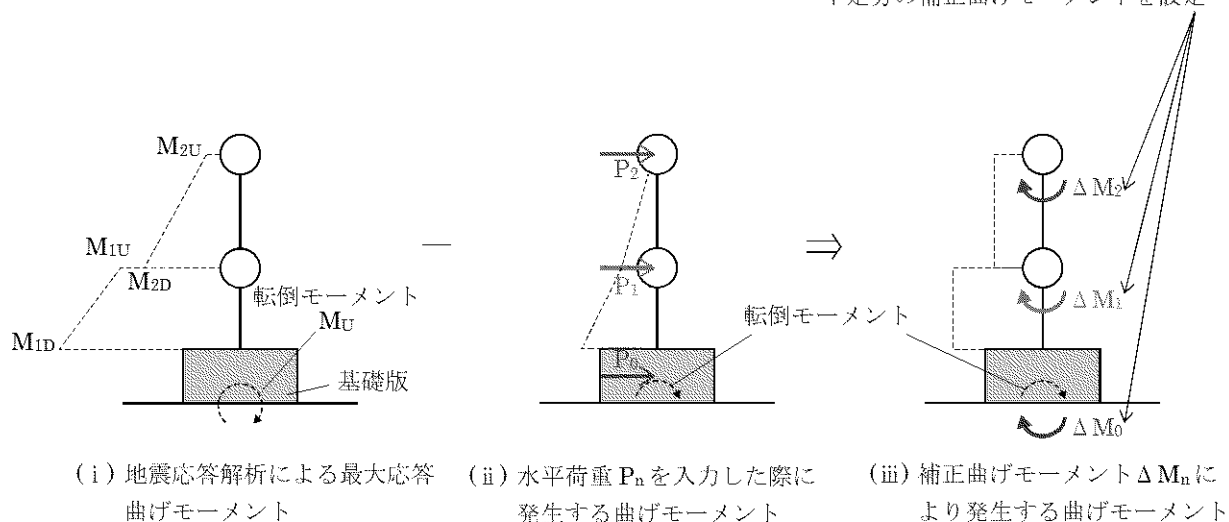
(a) 地震荷重の設定方法 (最大応答せん断力 Q_n と水平荷重 P_n の関係)



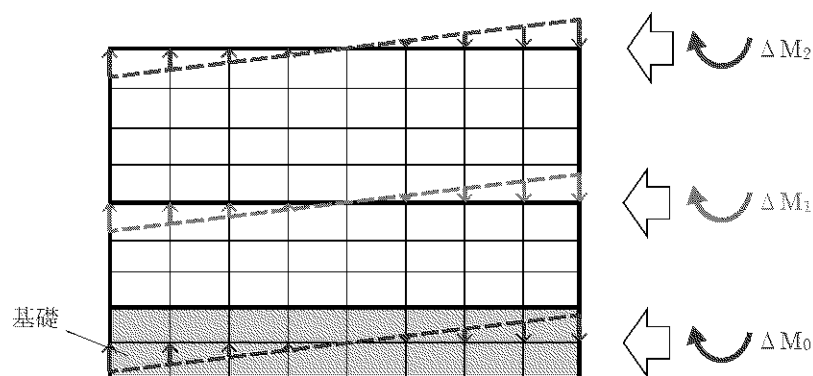
(b) FEM モデルに作用させる水平力

第 2-1 図 3次元 FEM モデルへ作用させる地震荷重の概念図 (水平力)

水平荷重を入力した際に発生する曲げモーメント分布が、地震応答解析及び静的地震力より得られた各部材の最大曲げモーメントを下回る場合に、その不足分の補正曲げモーメントを設定

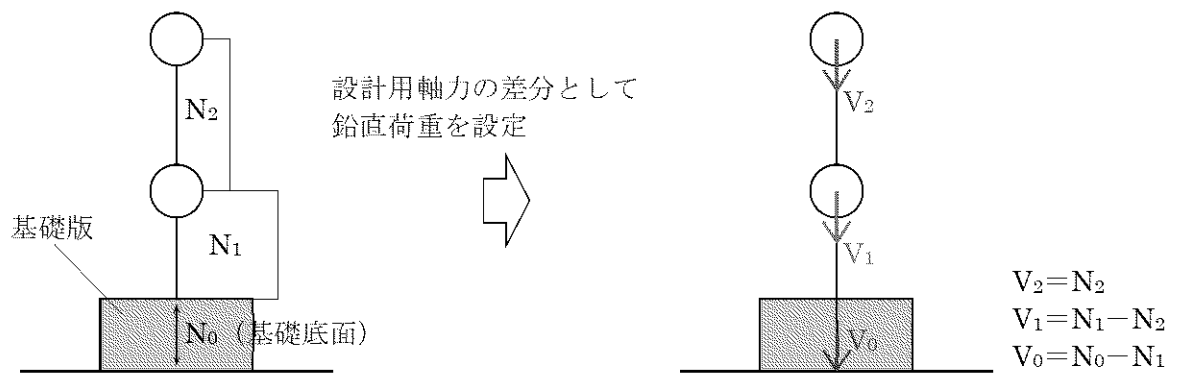


(a) 地震荷重の設定方法

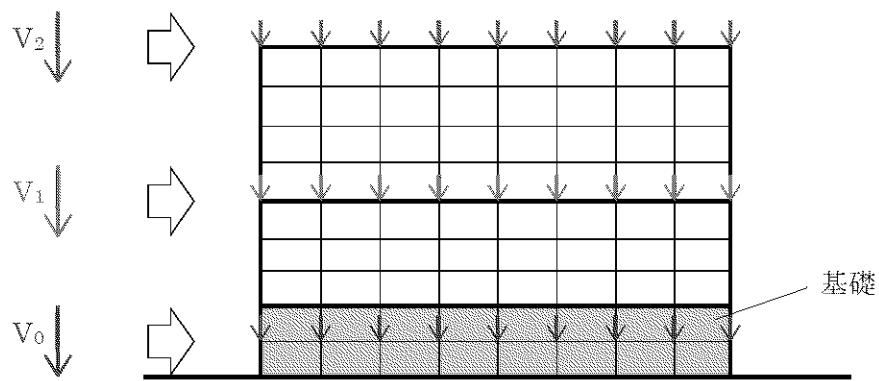


(b) FEM モデルに作用させる鉛直力

第 2-2 図 3次元 FEM モデルへ作用させる地震荷重の概念図 (補正曲げモーメント)



(a) 地震荷重の設定方法 (最大応答軸力 N_n と鉛直荷重 V_n の関係)



(b) FEM モデルに作用させる鉛直力

第 2-3 図 3 次元 FEM モデルへ作用させる地震荷重の概念図 (鉛直力)

3. まとめ

連絡通路の 3 次元 FEM モデルを用いた応力解析における地震荷重の入力方法について示した。

9-11. 建物・構築物の耐震評価における
組合せ係数法の適用

目 次

| | 頁 |
|------------------------|----|
| 1. 概 要 | 1 |
| 1.1 検討概要 | 1 |
| 1.2 評価対象部位及び検討方針 | 3 |
| 2. 検討結果 | 8 |
| 2.1 基礎地盤の検討 | 8 |
| 2.2 上部構造の検討 | 11 |
| 3. まとめ | 16 |

1. 概 要

1.1 検討概要

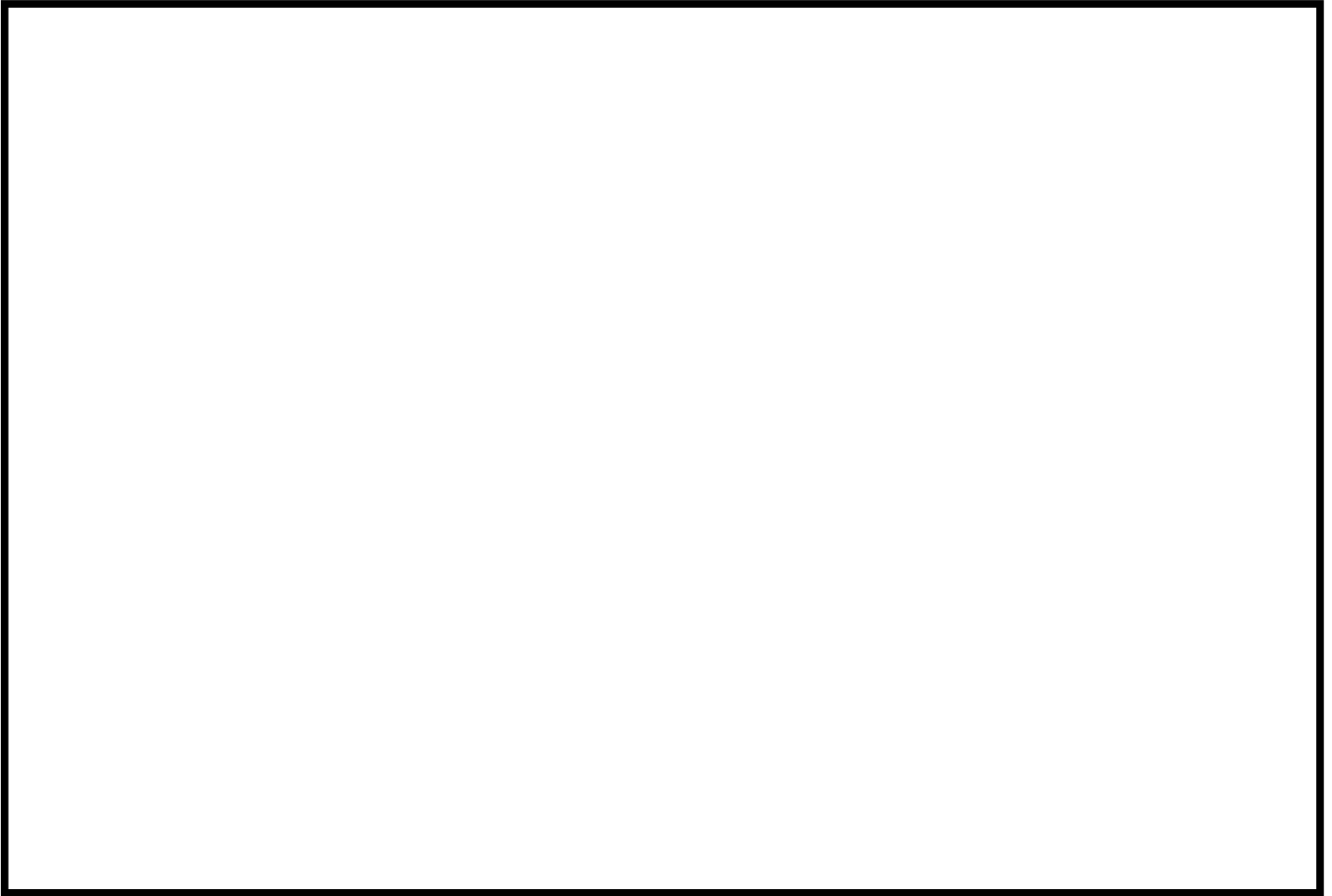
本資料は、川内原子力発電所の緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）の耐震評価における組合せ係数法の適用性について説明するものである。

連絡通路の耐震評価において、水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せに組合せ係数法を適用した評価結果と、水平方向及び鉛直方向の地震応答を時々刻々重ね合わせた評価結果との比較を行うことで、組合せ係数法の適用性を確認する。

連絡通路の概略平面図を第1-1図に示す。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料9-13-2「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」



第 1-1 図 連絡通路の概略平面図

1.2 評価対象部位及び検討方針

1.2.1 評価対象部位

連絡通路の耐震評価に考慮する荷重の組合せにおいては、以下に示す組合せ係数法を適用し、水平方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用するものとして、評価を行っている。

- ① $1.0 \times$ 水平地震力による荷重 $+ 0.4 \times$ 鉛直地震力による荷重
- ② $0.4 \times$ 水平地震力による荷重 $+ 1.0 \times$ 鉛直地震力による荷重

耐震評価に組合せ係数法を用いている評価対象部位を第 1-1 表に示す。基礎地盤については、地震応答解析による評価において、接地圧の評価を行っており、その他の部位については、応力解析による評価において、断面の評価を行っている。

第 1-1 表 耐震評価に組合せ係数法を用いている評価対象部位

| 建物・構築物 | 評価対象部位 | 評価方法 | 地震動 |
|--------|---------|-------------------------|-------------|
| 連絡通路 | 壁、床及び屋根 | 応力解析による評価 (断面の評価) | 基準地震動 S_s |
| | 基礎地盤 | 地震応答解析による評価 (接地圧の評価) | 基準地震動 S_s |
| | 基礎版 | 応力解析による評価 (断面の評価) | 基準地震動 S_s |

1.2.2 検討方針

連絡通路の耐震評価において、水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せに組合せ係数法を適用した場合の評価結果が、水平方向及び鉛直方向の地震応答を時々刻々重ね合わせた場合の評価結果と同等又は保守的であることを確認する。

ここで、建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性については、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料 11-4「建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用」（以下「新規制基準工認」という。）において、基準地震動 S_s-1 及び S_s-2 並びに弾性設計用地震動 S_d-1 及び S_d-2 に対する評価を行い、建物・構築物の耐震評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認している。

但し、添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」において算定した連絡通路の接地率が小さく、浮き上がりによる非線形性の影響が大きいことから、新規制基準工認における建物・構築物と異なる地震応答特性となることが考えられる。したがって、本資料では、連絡通路の組合せ係数法の適用性を検討する。

組合せ係数法を用いて評価している部位は、大きく「基礎地盤」、「基礎」及び「上部構造物」に分類される。

基礎地盤（接地圧）の検討は、組合せ係数法を適用した場合の接地圧が時々刻々重ね合わせた場合の接地圧と同等又は保守的であることを確認する。同等又は保守的と言えない場合は、時々刻々重ね合わせた場合の接地圧を用いて、接地圧評価への影響検討を行う。

基礎の検討は、基礎への地震荷重の入力と関連が深い接地圧の検討において、組合せ係数法を適用した場合の接地圧が時々刻々重ね合わせた場合の接地圧を下回る場合について、検討を行う。検討においては、基礎への地震荷重の入力という観点で、基準地震動 S_s を包絡し、組合せ係数法を適用して算出した接地圧が時々刻々重ね合わせた場合の接地圧と同等又は保守的であることを確認する。同等又は保守的と言えない場合は、時々刻々重ね合わせた場合の接地圧を用いて、基礎の応力解析による評価への影響検討を行う。

上部構造物の検討は、壁の縁応力度に対する検討を行うこととし、基準地震動 S_s を包絡し、組合せ係数法を適用して算出した縁応力度が、時々刻々重ね合わせた場合の縁応力度と同等又は保守的であることを確認する。

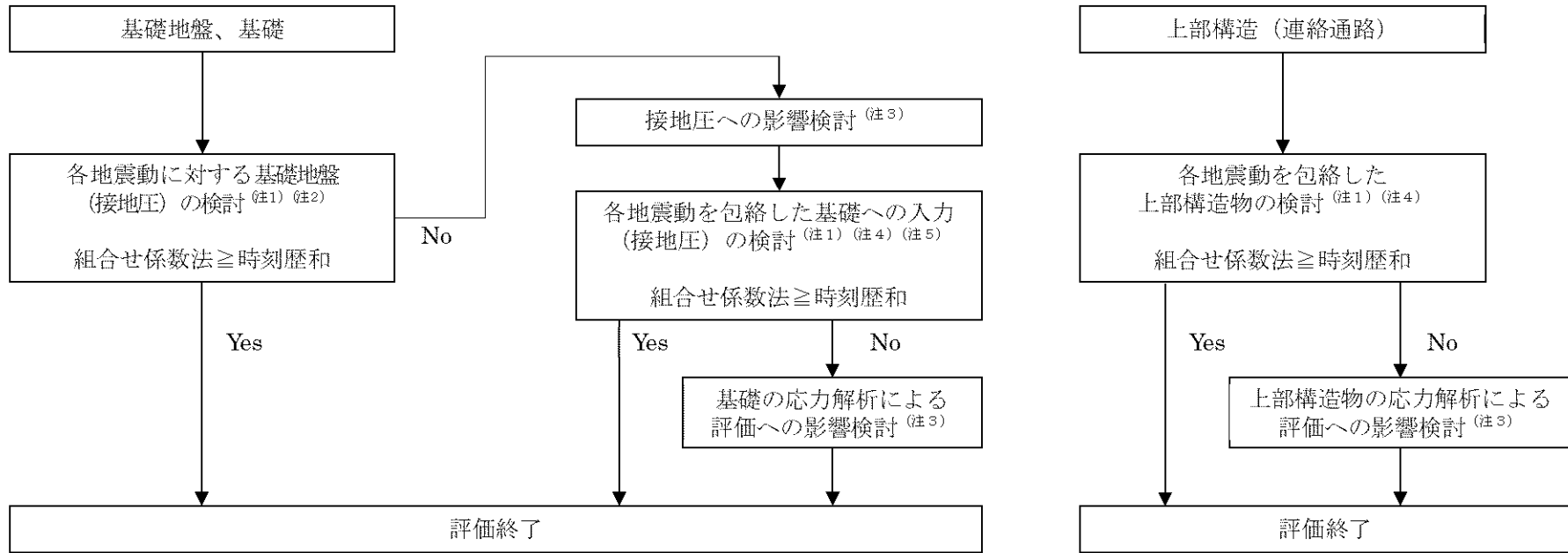
同等又は保守的と言えない場合は、時々刻々重ね合わせた場合の縁応力度を用いて、壁の応力解析による評価への影響検討を行う。

組合せ係数法を適用した場合の評価結果と、水平方向及び鉛直方向の地震応答を時々刻々重ね合わせた場合の評価結果との比較は、添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す基本ケースの結果を用いる。

接地圧評価への影響検討並びに基礎及び上部構造物の応力解析による評価への影響検討を行う場合は、地盤定数を含む材料物性のばらつき及び減衰定数の設定に起因する不確かさ（以下「材料物性のばらつき等」という。）を考慮した応力評価結果に、上述の基本ケースの結果を用いて算出した割増係数を乗じて影響検討を行う。

検討フローを第 1-2 図に示す。

連絡通路の基本ケースに用いる地震応答解析モデルを第 1-3 図に示す。



(注1) 基本ケースによる検討

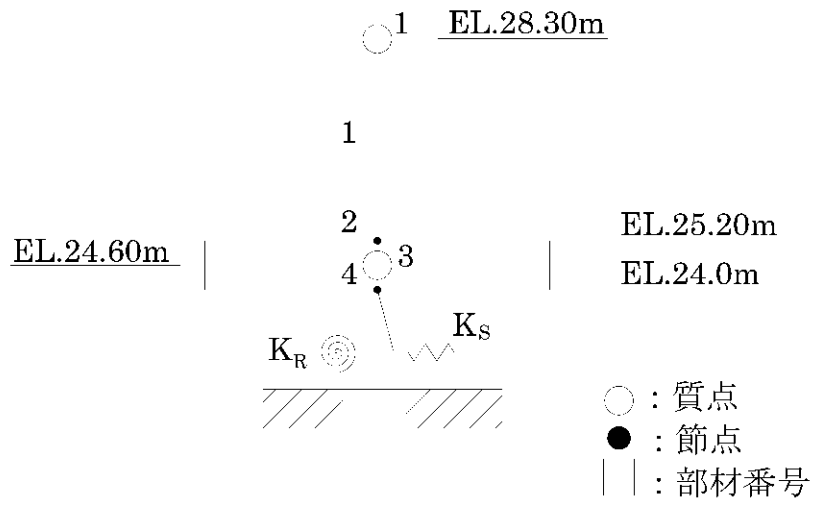
(注2) 基準地震動 S_s 各波に対する検討

(注3) 材料物性のばらつき等を考慮した検討

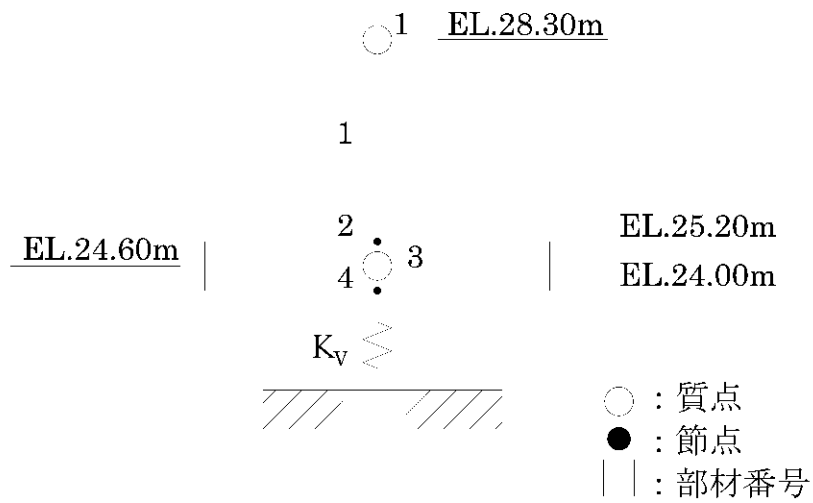
(注4) 基準地震動 S_s 各波を包絡した検討

(注5) 基礎へ入力される地震荷重は、接地圧との関連が深いので、基礎への入力の検討は、接地圧による検討を行う。

第1-2図 検討フロー



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

第 1-3 図 連絡通路の地震応答解析モデル

2. 検討結果

2.1 基礎地盤の検討

2.1.1 検討内容

連絡通路について、組合せ係数法による最大接地圧と時刻歴和による接地圧の最大値とを比較して、組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による接地圧の最大値と同等又は保守的であることを確認する。

組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による接地圧の最大値と同等又は保守的と言えない場合には、接地圧への影響検討として、材料物性のばらつき等を考慮した組合せ係数法による最大接地圧に、最大接地圧の比による割増し係数を乗じた値が許容限界を超えないことを確認する。

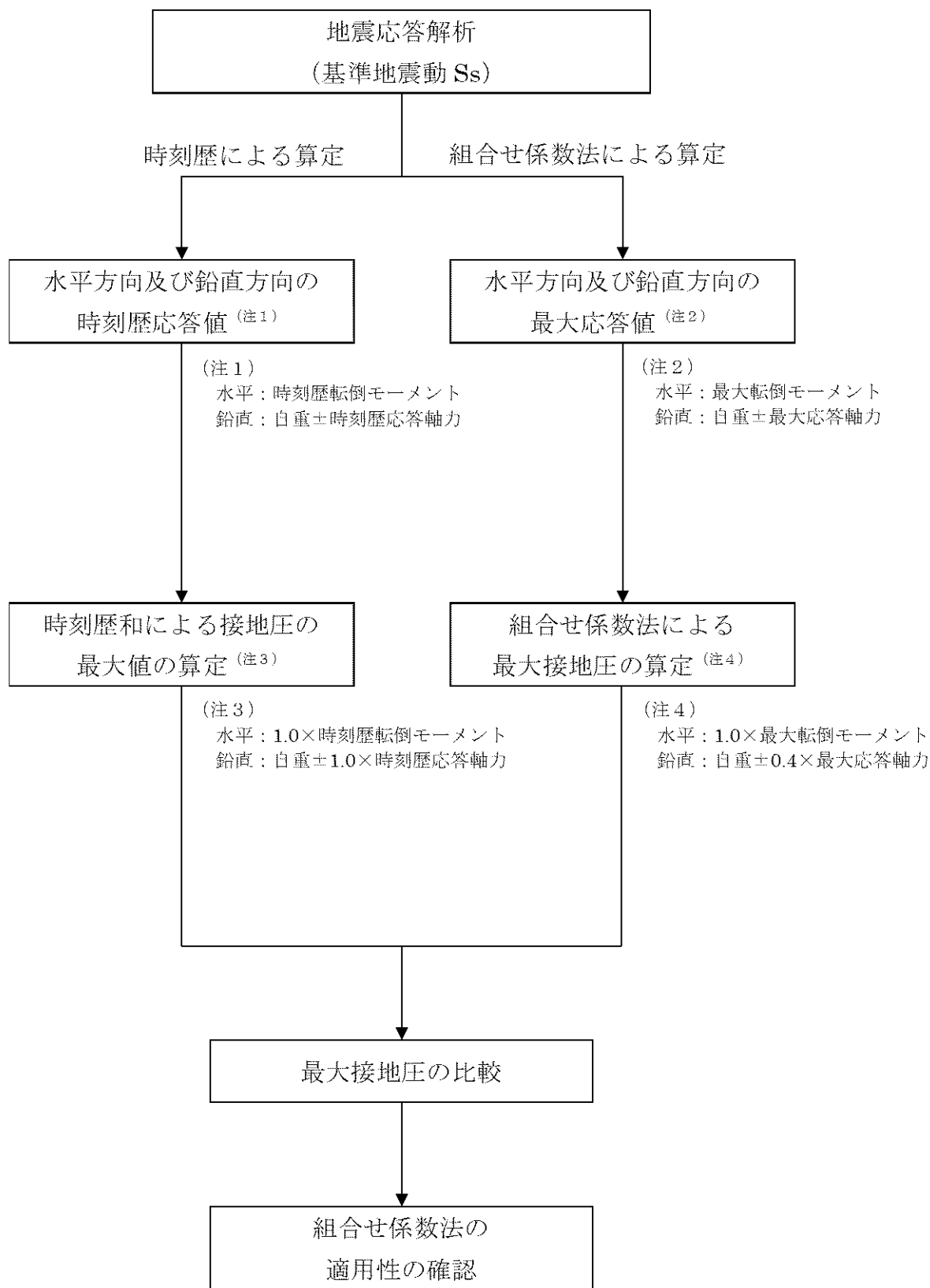
以上より、接地圧の評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認する。

検討に用いる地震動は、基準地震動 S_s-1 及び S_s-2 とする。

組合せ係数法による最大接地圧は、自重、最大転倒モーメント及び最大応答軸力に 0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力から算定する。

これに対して、時刻歴和による接地圧の最大値は、自重、時刻歴転倒モーメント及び時刻歴応答軸力から、時刻ごとに算定した接地圧の最大値とする。

基礎地盤の検討フローを第 2-1 図に示す。



第2-1図 基礎地盤の検討フロー

2.1.2 検討結果

連絡通路について、組合せ係数法による最大接地圧 (①)、時刻歴和による接地圧の最大値 (②) 及び最大接地圧の比 (①/②) を第 2-1 表に示す。

検討の結果、組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による接地圧の最大値に比べて保守的な値となっていることから、接地圧の評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

第 2-1 表 最大接地圧の比較^(注)

(a) 基準地震動 Ss-1

| | NS 方向 | | EW 方向 | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | +鉛直方向 | -鉛直方向 | +鉛直方向 | -鉛直方向 |
| ①組合せ係数法による最大接地圧(N/mm ²) | 0.200 | | 0.152 | |
| ②時刻歴和による接地圧の最大値(N/mm ²) | 0.181 | 0.183 | 0.147 | 0.144 |
| 最大接地圧の比 (①/②) | 1.10 | 1.09 | 1.03 | 1.06 |

(b) 基準地震動 Ss-2

| | NS 方向 | | EW 方向 | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | +鉛直方向 | -鉛直方向 | +鉛直方向 | -鉛直方向 |
| ①組合せ係数法による最大接地圧(N/mm ²) | 0.155 | | 0.137 | |
| ②時刻歴和による接地圧の最大値(N/mm ²) | 0.148 | 0.148 | 0.130 | 0.127 |
| 最大接地圧の比 (①/②) | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.08 |

(注) 基本ケースによる検討結果を示す。

2.2 上部構造の検討

2.2.1 検討内容

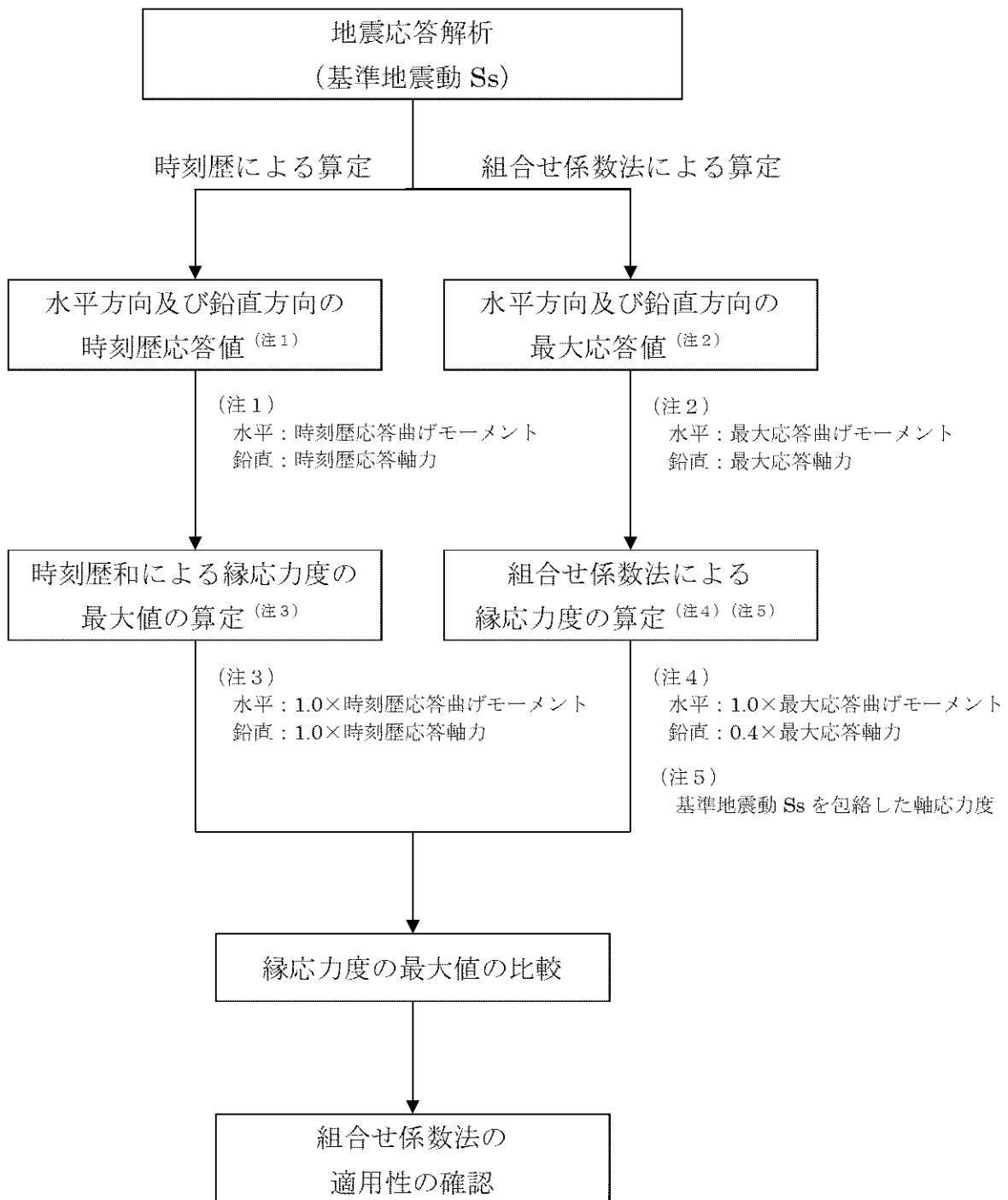
連絡通路の壁について、組合せ係数法による縁応力度と時刻歴和による縁応力度の最大値とを比較し、組合せ係数法による縁応力度が時刻歴和による縁応力度の最大値と同等又は保守的であることを確認することにより、上部構造の評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認する。

検討に用いる地震動は、基準地震動 S_s-1 及び S_s-2 とする。

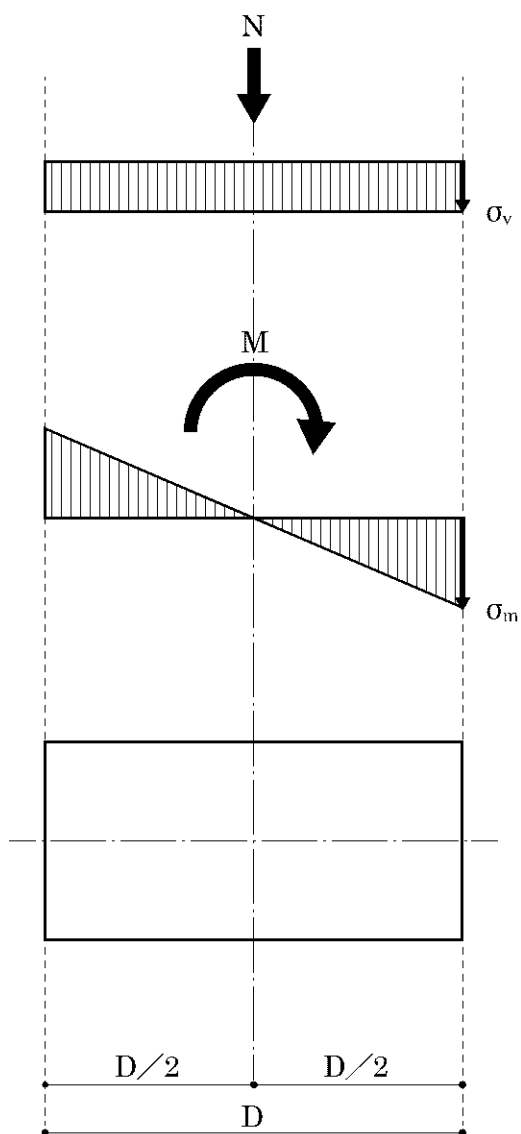
壁の縁応力度は、最大応答曲げモーメント及び最大応答軸力に 0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力から算定している。

これに対して、時刻歴和による縁応力度の最大値は、選定した地震動を用い、時刻ごとに、時刻歴応答曲げモーメントから算定した縁応力度と時刻歴応答軸力から算定した軸応力度の和の最大値とする。

上部構造の検討フローを第 2-2 図に、軸力による軸応力度及び曲げモーメントによる縁応力度の算定方法を第 2-3 図に示す。



第 2-2 図 上部構造の検討フロー



軸力 N による軸応力度 σ_v 及び曲げモーメント M による縁応力度 σ_m は、以下のとおり算定される。

$$\sigma_v = \frac{N}{A_i}$$

ここで、

σ_v : 鉛直地震動による軸応力度
(N/mm^2)

N : 応答軸力(N)

A_i : i 層の断面積(mm^2)

$$\sigma_m = \frac{M}{Z_i}$$

ここで、

σ_m : 水平地震動による縁応力度
(N/mm^2)

M : 応答曲げモーメント
($\text{N} \cdot \text{mm}$)

Z_i : i 層の断面係数(mm^3)

$$Z_i = \frac{I_i}{(D/2)}$$

I_i : i 層の断面 2 次モーメント(mm^4)

D : 建屋幅(mm)

第 2-3 図 軸力による軸応力度及び曲げモーメントによる縁応力度の算定方法

2.2.2 検討結果

連絡通路について、地震動ごとに組合せ係数法を適用して算出した縁応力度 (①)、基準地震動 S_s による応答値を包絡し、組合せ係数法を適用して算出した縁応力度 (②)、時刻歴和による縁応力度の最大値 (③)、縁応力度の最大値の比 (①/③及び②/③) を第 2-2 表に示す。

検討の結果、組合せ係数法による縁応力度の最大値が、時刻歴和による縁応力度の最大値に比べて保守的な値となっていることから、上部構造の応力解析による評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

第2-2表 最大縁応力度の比較 (壁) (注)

(a) 基準地震動 Ss-1

| 方向 | 部材 番号 | 組合せ係数法 における縁応力度 (N/mm ²) | | ③ 時刻歴和に よる 縁応力度 (N/mm ²) | 縁応力度の 最大値の比 (①/③) | 縁応力度の 最大値の比 (②/③) |
|----|----------|--|------------|--|-------------------------|-------------------------|
| | | ① Ss-1 | ② Ss 包絡 | | | |
| NS | 1 | 1.13 | 1.13 | 1.12 | 1.01 | 1.01 |
| EW | 1 | 0.260 | 0.261 | 0.250 | 1.04 | 1.04 |

(b) 基準地震動 Ss-2

| 方向 | 部材 番号 | 組合せ係数法 における縁応力度 (N/mm ²) | | ③ 時刻歴和に よる 縁応力度 (N/mm ²) | 縁応力度の 最大値の比 (①/③) | 縁応力度の 最大値の比 (②/③) |
|----|----------|--|------------|--|-------------------------|-------------------------|
| | | ① Ss-2 | ② Ss 包絡 | | | |
| NS | 1 | 0.933 | 1.13 | 0.919 | 1.02 | 1.23 |
| EW | 1 | 0.216 | 0.261 | 0.204 | 1.06 | 1.28 |

(注) 基本ケースによる検討結果を示す。

3. まとめ

連絡通路の耐震評価における組合せ係数法の適用性を確認する目的で、水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せに組合せ係数法を適用した場合と、水平方向及び鉛直方向の地震応答を時々刻々重ね合わせた場合との評価結果の比較を行い、以下の結果が得られた。

(1) 基礎地盤の検討結果

組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による接地圧の最大値に比べて保守的な値となっていることから、接地圧の評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

(2) 上部構造物の検討結果

組合せ係数法による縁応力度の最大値が、時刻歴和による縁応力度の最大値に比べて保守的な値となっていることから、上部構造物の評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

以上の結果より、連絡通路の耐震評価において、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

9-12. 水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せ
に関する検討

目 次

| | 頁 |
|--|----|
| 1. 検討の目的 | 1 |
| 2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動 | 2 |
| 2.1 川内原子力発電所の基準地震動 | 2 |
| 2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動 | 4 |
| 3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価 | 5 |
| 3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方 | 5 |
| 3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価方法 | 7 |
| 3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位の抽出 | 11 |
| 3.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位の抽出結果 | 26 |
| 3.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価方針 | 27 |
| 3.6 基礎（矩形の基礎版）の検討 | 28 |
| 3.7 まとめ | 51 |

1. 検討の目的

新たに制定された「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号）」は、従前の耐震設計審査指針から充実が図られている。

そのうち、新たに要求された水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せについて、「耐震設計に係る工認審査ガイド」において、以下の内容が示されている。

耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）

3.5.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せ（4.4.2 及び 5.5.2 も同様）

水平方向及び鉛直方向地震力の組合せを適切に行っていることを確認する。

(1) 動的な地震力の組合せ

水平 2 方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを簡易的に行う際には、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の構造、応答特性に留意し、非安全側の評価にならない組合せ方法を適用していること。

各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の三次元応答特性により応答の同時性を考慮する必要がある場合は、各方向の各時刻歴での応答を逐次重ね合わせる等の方法により、応答の同時性を考慮していること。

上記審査ガイドを踏まえ、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性があるものを抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

2.1 川内原子力発電所の基準地震動

川内原子力発電所の基準地震動 S_s は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」を評価して、これらの評価結果に基づき策定している。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」としては、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、その評価結果を踏まえ、応答スペクトルに基づく地震動として基準地震動 S_{s-1} を策定している。また、「震源を特定せず策定する地震動」として基準地震動 S_{s-2} を策定している。

基準地震動 S_{s-1} 及び S_{s-2} の応答スペクトル（水平方向）を第 2.1-1 図に示す。

2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には、川内原子力発電所の基準地震動 S_s-1 及び S_s-2 を用いる。基準地震動 S_s については、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」による。

3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

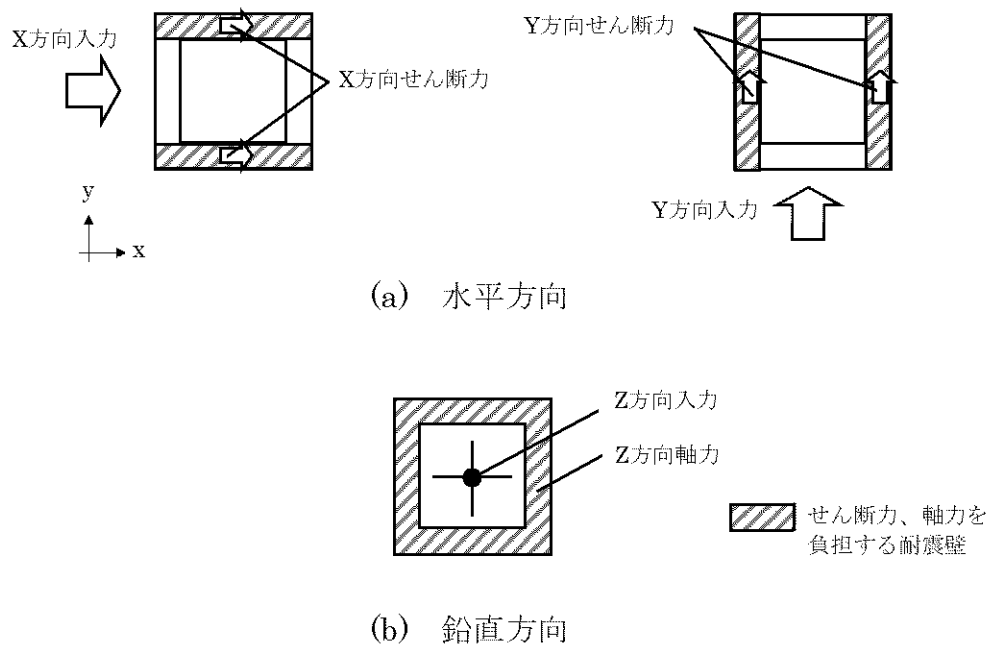
従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、水平方向及び鉛直方向の地震動を、質点系モデルに対して方向ごとに入力し、解析を行っている。また、原子力発電所施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては、せん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に生じるせん断力に対して、地震時の力の流れが明解となるように、直交する 2 方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平 2 方向の耐震壁に対して、それぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を行っている。したがって、建物・構築物に対し水平 2 方向の入力がある場合、各方向から作用する地震力を負担する部位が異なるため、水平 2 方向の入力がある場合の評価は、水平 1 方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に生じる軸力に対して、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、第 3.1-1 図に示す。

また、添付資料 9-13 「耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震計算書」における建物・構築物の応力解析による評価は、地震応答解析により算出された応答を水平 1 方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。



第 3.1-1 図 入力方向ごとの耐震要素

3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価方法

緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設及びその間接支持構造物、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を行う部位とする。

対象とする部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

応答特性から抽出された、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位は、従来の設計手法による荷重又は応力の算出結果等を水平 2 方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフローを第 3.2-1 図に示す。

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、連絡通路において該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性を整理する。応答特性は、荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な建屋挙動から影響が想定されるものに分けて整理する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について、3次元的な応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3次元 FEM モデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3次元 FEM モデルを用いた精査を行い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても、局所応答の観点から、3次元 FEM モデルによる精査を行い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては、添付資料 9-13「耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震計算書」に示す水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価の荷重又は応力の算出結果等を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として、米国 Regulatory Guide 1.92^(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法(1.0 : 0.4 : 0.4)に基づいて地震力を設定する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する組合せ係数法(1.0 : 0.4 : 0.4)の適用性については、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画に係る補足説明資料-3の補足1「水平2方向及び鉛直方向地震力における組合せ係数法の適用について」による。

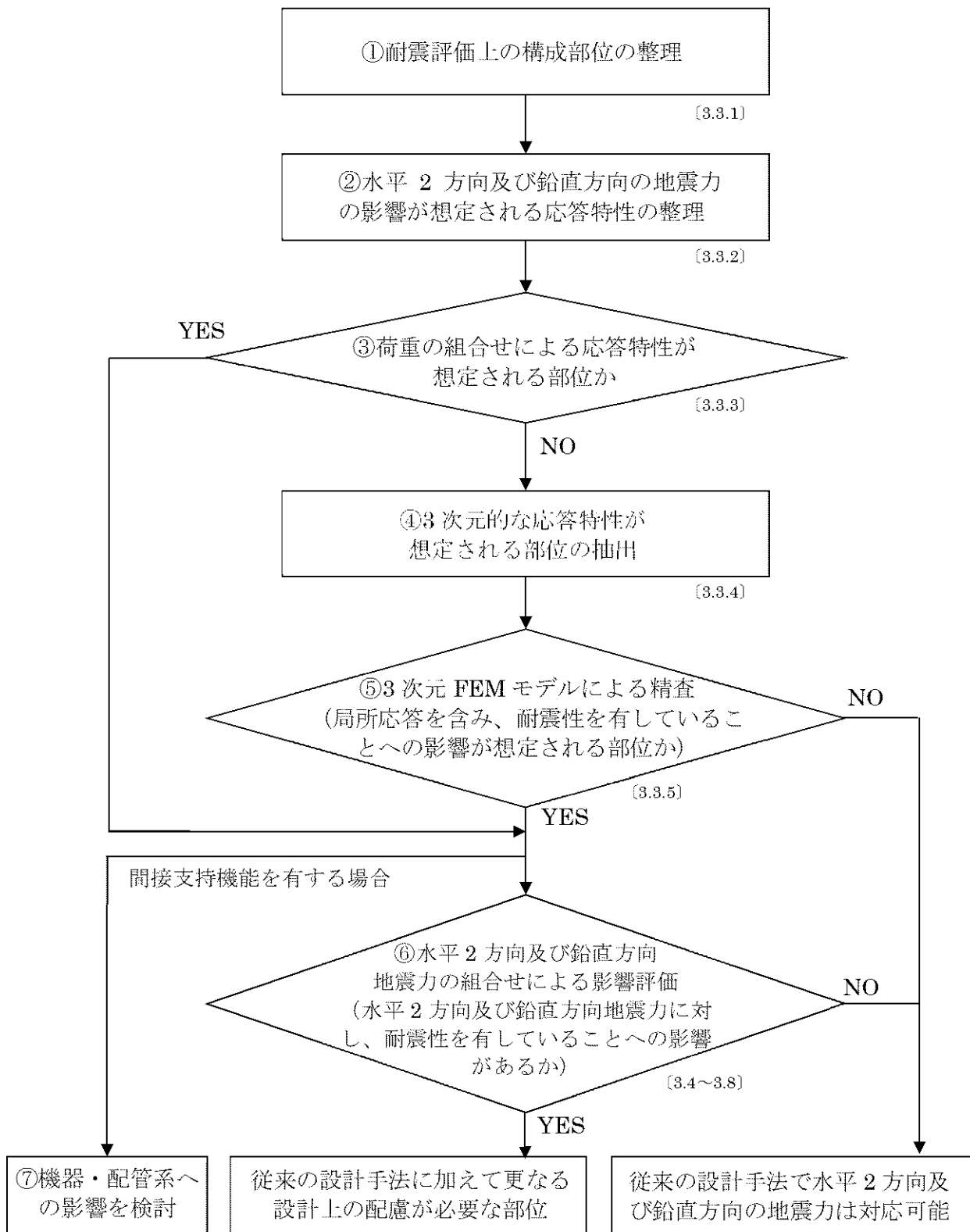
評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、荷重又は構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を行い、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

(注) Regulatory Guide (RG) 1.92 “ Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis ”

⑦ 機器・配管系への影響検討

評価対象として抽出された部位が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。



(注) [] 内は、検討内容を記載した箇所を示す。

第 3.2-1 図 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー

3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位の抽出

3.3.1 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、連絡通路において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認した。確認した結果を第 3.3-1 表に示す。

第 3.3-1 表 連絡通路における耐震評価上の構成部材の整理

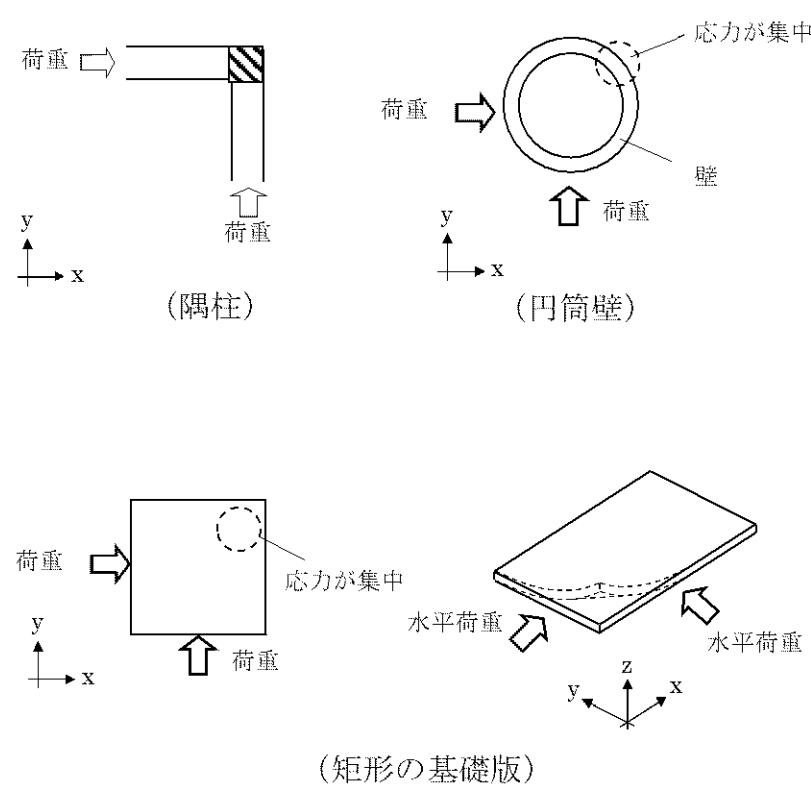
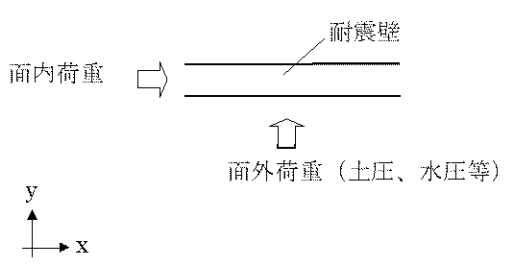
| 耐震評価部位 | | 連絡通路 |
|--------|--------|------|
| 柱 | 一般部 | — |
| | 隅部 | — |
| | 地下部 | — |
| はり | 一般部 | — |
| | 地下部 | — |
| | 鉄骨トラス | — |
| 壁 | 一般部 | ○ |
| | 斜め部 | — |
| | 地下部 | — |
| | 鉄骨ブレース | — |
| | 水密扉 | — |
| 床・屋根 | 一般部 | ○ |
| 基礎 | 矩形 | ○ |

凡例 ○：対象の部材有り、—：対象の部材なし

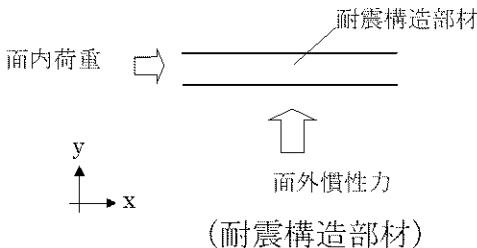
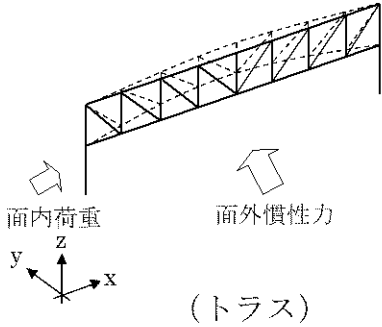
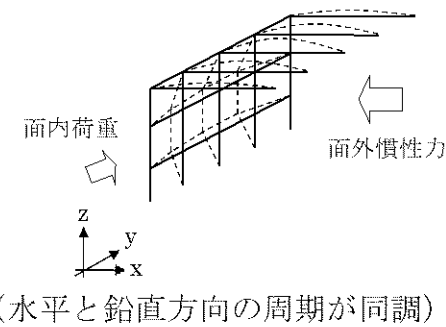
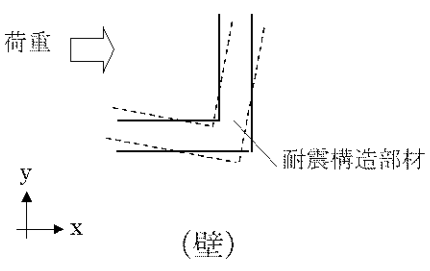
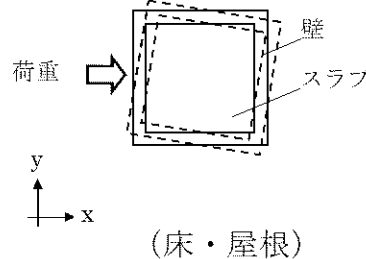
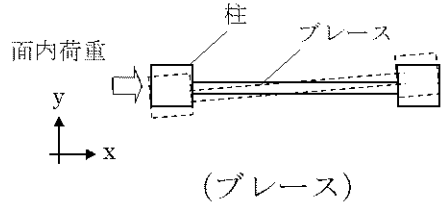
3.3.2 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性を整理した。応答特性は、荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な建屋挙動から影響が想定されるものに分けて整理した。整理した結果を第 3.3-2 表及び第 3.3-3 表に示す。また、応答特性を踏まえ、耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のを考え方を第 3.3-4 表に示す。

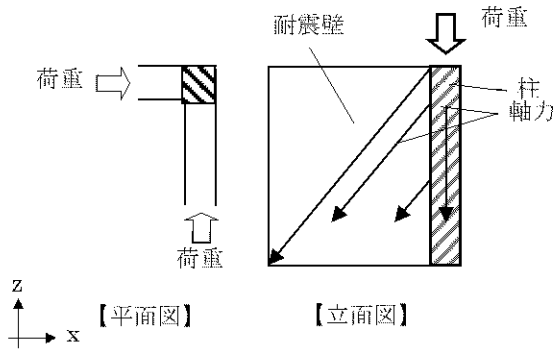
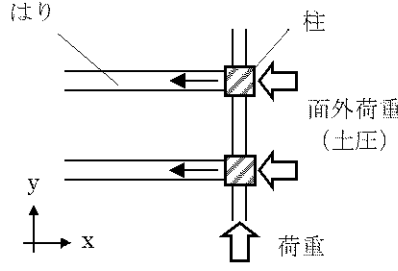
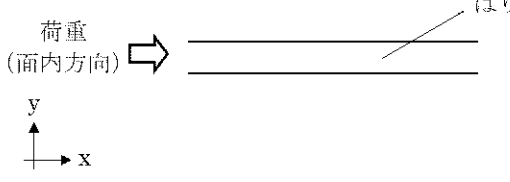
第 3.3-2 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
影響が想定される応答特性（荷重の組合せによる応答特性）

| 荷重の組合せによる 応答特性 | 影響想定部位 |
|---|--|
| <p>①-1</p> <p>直交する水平 2 方向の荷重 が、応力とし て集中</p> | <p>応力の集中する隅柱等 (例)</p>  <p>(隅柱)</p> <p>(円筒壁)</p> <p>(矩形の基礎版)</p> |
| <p>①-2</p> <p>面内方向の荷 重を負担しつ つ、面外方向 の荷重が作用</p> | <p>土圧を負担する地下耐震壁等 水圧を負担するピット等 (例)</p>  <p>耐震壁</p> <p>面内荷重</p> <p>面外荷重（土圧、水圧等）</p> |

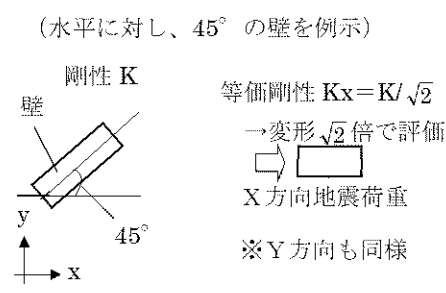
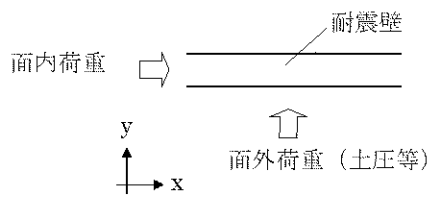
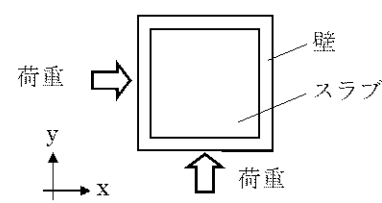
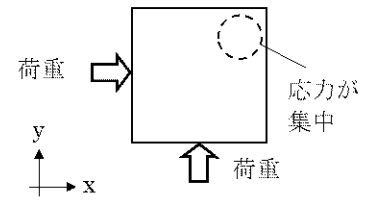
第 3.3-3 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
影響が想定される応答特性 (3 次元的な応答特性)

| 3 次元的な応答特性 | 影響想定部位 |
|---|---|
| <p>②-1</p> <p>面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい</p> | <p>大スパン又は吹抜部に設置された部位</p> <p>(例)</p>  <p>面内荷重</p> <p>耐震構造部材</p> <p>面外慣性力 (耐震構造部材)</p>  <p>面内荷重</p> <p>面外慣性力</p> <p>(トラス)</p>  <p>面内荷重</p> <p>面外慣性力</p> <p>(水平と鉛直方向の周期が同調)</p> |
| <p>②-2</p> <p>加振方向以外の方向に励起される振動が発生</p> | <p>塔状構造物等を含む、ねじれ挙動が想定される建物・構築物</p> <p>(例)</p>  <p>荷重</p> <p>耐震構造部材</p> <p>(壁)</p>  <p>荷重</p> <p>壁</p> <p>スラブ</p> <p>(床・屋根)</p>  <p>面内荷重</p> <p>柱</p> <p>ブレース</p> <p>(ブレース)</p> |

第 3.3-4 表 耐震評価上の各部位に対する水平 2 方向入力の方(1/2)

| 耐震評価上の構成部材 | | 水平 2 方向入力の方 |
|------------|--------------|---|
| 柱 | 一般部 | 耐震壁付の構造の場合、水平入力による影響は小さい。 |
| | 隅部 (端部含む) | <p>直交する地震荷重が同時に作用。 但し、耐震壁付きの隅柱は、軸力が耐震壁に分散されることで、影響は小さい。</p>  <p>【平面図】 【立面図】</p> |
| | 地下部 | <p>外周部耐震壁付のため、水平入力による影響は小さい。 土圧が作用する方向にあるはり及び壁が応力を負担することで、水平面外入力による影響は小さい。</p>  |
| はり | 一般部 | <p>1 方向のみ地震荷重を負担し、床による面外地震荷重負担による影響は小さい。 吹抜部にあるはりの面外地震荷重の影響未把握。</p>  |
| | 地下部 | <p>外周部耐震壁付のため、水平入力による影響は小さい。 地下部分のりは、直交する方向からの地震時面外土圧荷重も受けるが、はりに床が接続される（吹抜けとならない）場合、水平入力による影響は小さい。</p> |
| | 鉄骨トラス | <p>1 方向のみ地震荷重を負担するため水平入力による影響は小さい。 床による拘束があるため、面外荷重の影響は小さい。</p> |
| 壁 | 一般部 | <p>1 方向のみ地震荷重を負担することを基本。直交する方向（面外）及びねじれによる荷重増分は影響未把握。</p> |

第 3.3-4 表 耐震評価上の各部位に対する水平 2 方向入力の方(2/2)

| 耐震評価上の構成部材 | | 水平 2 方向入力の方 |
|------------|---------|--|
| 壁 | 斜め部 | <p>1 方向地震荷重は角度に応じた等価なせん断剛性としたひずみで評価。 直交する方向（面外）及びねじれによる荷重増分は影響未把握。</p> <p>(水平に対し、45° の壁を例示)</p>  |
| | 地下部 | <p>地下部分の耐震壁は、直交する方向からの地震時面外土圧荷重も受ける。</p>  |
| | 鉄骨ブレース | <p>1 方向のみ地震荷重を負担することを基本。ねじれによる荷重増分は影響度未把握。</p> |
| 床、屋根 | 一般部 | <p>スラブは四方が壁で固定され、水平方向に変形しにくい構造となっており、水平地震力の影響は小さい。ねじれによる荷重増分は影響未把握。</p>  |
| 基礎 | 基礎版(矩形) | <p>直交する水平 2 方向の地震力により、集中応力が作用する。</p>  |

3.3.3 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

第 3.3-1 表に示す耐震評価上の構成部位のうち、第 3.3-2 表に示す荷重の組合せによる応答特性により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を第 3.3-5 表に示す。

応答特性①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位として、連絡通路の基礎を抽出した。

(1) 壁

矩形の壁は、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位は存在しない。

また、①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位も存在しない。

(2) 床及び屋根

床及び屋根は、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位は存在しない。

また、①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位も存在しない。

(3) 基礎

①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位としては、矩形の基礎版が考えられる。

連絡通路の矩形の基礎版は、隅部への応力集中が考えられるため、①-1に該当するものとして抽出した。

また、①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、基礎版は該当しない。

第 3.3-5 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性によるスクリーニング)

| 耐震評価部位 | | 連絡通路 |
|--------|--------|-------|
| 柱 | 一般部 | — |
| | 隅部 | — |
| | 地下部 | — |
| はり | 一般部 | — |
| | 地下部 | — |
| | 鉄骨トラス | — |
| 壁 | 一般部 | 該当なし |
| | 斜め部 | — |
| | 地下部 | — |
| | 鉄骨ブレース | — |
| | 水密扉 | — |
| 床・屋根 | 一般部 | 該当なし |
| 基礎 | 矩形 | ①-1 要 |

凡例 要：評価必要

①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

①-2：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

3.3.4 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

第 3.3-1 表に示す耐震評価上の構成部位のうち、荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について、第 3.3-3 表に示す 3次元的な応答特性により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を第 3.3-6 表に示す。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位及び応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動が発生」する部位として、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

(1) 壁

連絡通路の一般部の壁について、面外慣性力の影響が大きくなるような大スパン又は吹抜部の壁は存在しないことから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位には該当しない。また、連絡通路の壁は、各方向にバランスよく耐震壁が配置されており、ねじれのない構造のため、②-2「加振方向以外の方向に励起される振動の発生」する部位には該当しない。

(2) 床及び屋根

床及び屋根は、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位としては、該当しない。

また、②-2「加振方向以外の方向に励起される振動が発生」する部位としては、該当しない。

(3) 基礎

矩形の基礎版は、3.3.3 で抽出されているため、該当しない。

第 3.3-6 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
影響の確認が必要な部位の抽出
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

| 耐震評価部位 | | 連絡通路 |
|--------|--------|------|
| 柱 | 一般部 | — |
| | 隅部 | — |
| | 地下部 | — |
| はり | 一般部 | — |
| | 地下部 | — |
| | 鉄骨トラス | — |
| 壁 | 一般部 | 否 |
| | 斜め部 | — |
| | 地下部 | — |
| | 鉄骨ブレース | — |
| | 水密扉 | — |
| 床・屋根 | 一般部 | 否 |
| 基礎 | 矩形 | 要 |

- 凡例 要：荷重の組合せによる応答特性によるスクリーニングで抽出済み、
否：評価不要、
②-1：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
②-2：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動が発生」

3.3.5 3次元 FEM モデルによる精査

連絡通路について、応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位及び応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動が発生」する部位として、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

但し、3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位を含め、耐震評価部位全般について、局所応答の観点から、3 次元 FEM モデルによる精査を行った。

連絡通路は、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-19「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において局所応答の検討を行った原子炉補助建屋と同様に、各方向にバランスよく耐震壁が配置され、地震力を主に耐震壁で負担する構造である。したがって、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-19「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」及び平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料-3 の知見を用いて、局所応答に対する 3 次元 FEM モデルによる精査を行った。3 次元 FEM モデルを用いた精査の結果を第 3.3-7 表に示す。

平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-19「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」及び平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料-3 では、原子炉補助建屋について、水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度から、水平 1 方向入力時に対する増分を考慮して、局所応答を踏まえた耐震壁のひずみを評価し、その影響を検討している。その結果、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、建屋が有する耐震性への影響は想定されず、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う必要がある部位は抽出されなかったとしている。平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-19「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」及び平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料-3 より、原子炉補助建屋の 3 次元 FEM モデルの概要図を第 3.3-1 図に示す。また、3 次元 FEM モデルによる精査の詳細については、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料-3 の別

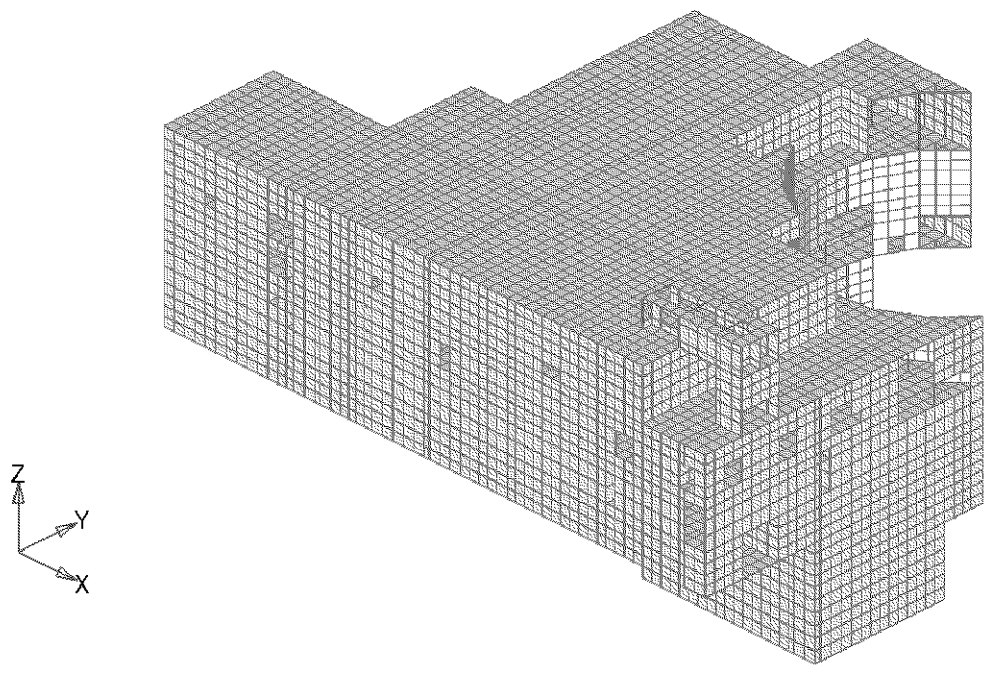
紙 2 に示す。

以上より、連絡通路についても、建屋が有する耐震性への影響は想定されないことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う必要がある部位は抽出しない。

第 3.3-7 表 3次元 FEM モデルを用いた精査

| 対 象 | | 3次元的な 応答特性 (②-1、 ②-2) | 3次元 FEM モデルを 用いた精査方法 | 3次元 FEM モデルを 用いた精査結果 |
|--------------|--|--------------------------------|---|---|
| 耐震 評価部位 | 建物・構築物 ^(注) | | | |
| 耐震評価 部位全般 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 連絡通路 ・ <u>原子炉補助建屋</u> | 局所的な 応答 | 水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度から、水平 1 方向入力時に対する増分を考慮して、局部応答を踏まえた耐震壁のひずみを評価し、影響を検討 | 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、原子炉補助建屋が有する耐震性への影響は想定されないため抽出しない。 |

(注) 下線は、評価する建物・構築物を示す。なお、局所応答に対する 3次元 FEM モデルを用いた精査については、平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-19 「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」及び平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された工事計画に係る補足説明資料-3 の知見を用いて評価を行っている。したがって、原子炉補助建屋は、今回工認における評価対象建屋ではないが、建物・構築物に含まれている。



- 構造部材
- ・ 壁、屋根、床、基礎 : シェル要素
 - ・ 柱、はり : はり要素

第 3.3-1 図 原子炉補助建屋の 3 次元 FEM モデルの概要図

3.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位の抽出結果

3.4.1 連絡通路における影響評価部位の抽出結果

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定されるとして抽出した部位を第 3.4-1 表に示す。

応答特性①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位として、連絡通路の基礎について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

3.4.2 機器・配管系への影響が考えられる部位の抽出

連絡通路において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響から、機器・配管系への影響の可能性のある部位を抽出した。

連絡通路の基礎は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより応力が集中する部位であるが、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響がないため、機器・配管系への影響の可能性はない。

第 3.4-1 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
影響の確認が必要な部位

| 応答特性 | 耐震評価 部位 | | 対象建物・構築物 |
|------|------------|----|----------|
| | 基礎 | 矩形 | |
| ①-1 | 基礎 | 矩形 | ・連絡通路 |

凡例 ①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

3.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位として抽出された部位について、基準地震動 Ss を用い、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を評価した。影響評価は、添付資料 9-13「耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震計算書」の各部位の解析モデル及び地震力を用いた。影響評価に用いる地震動を第 3.5-1 表に示す。

また、影響評価に用いる地震力は、基準地震動 Ss の各方向地震成分により個別に計算した最大応答値を用い、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として、米国 Regulatory Guide 1.92^(注) の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法(1.0 : 0.4 : 0.4)に基づいて評価する。

(注) Regulatory Guide (RG) 1.92 “ Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis ”

第 3.5-1 表 影響評価に用いる地震動

| 影響評価部位 | | 対象建物・構築物 | 影響評価に用いる地震動 | 備考 |
|--------|----|----------|-----------------------|--|
| 基礎 | 矩形 | 連絡通路 | 基準地震動 Ss-1 Ss-2 | 添付資料 9-13-2「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」の評価結果を用いるため、Ss-1 及び Ss-2 を包絡した地震力とする。 |

3.6 基礎（矩形の基礎版）の検討

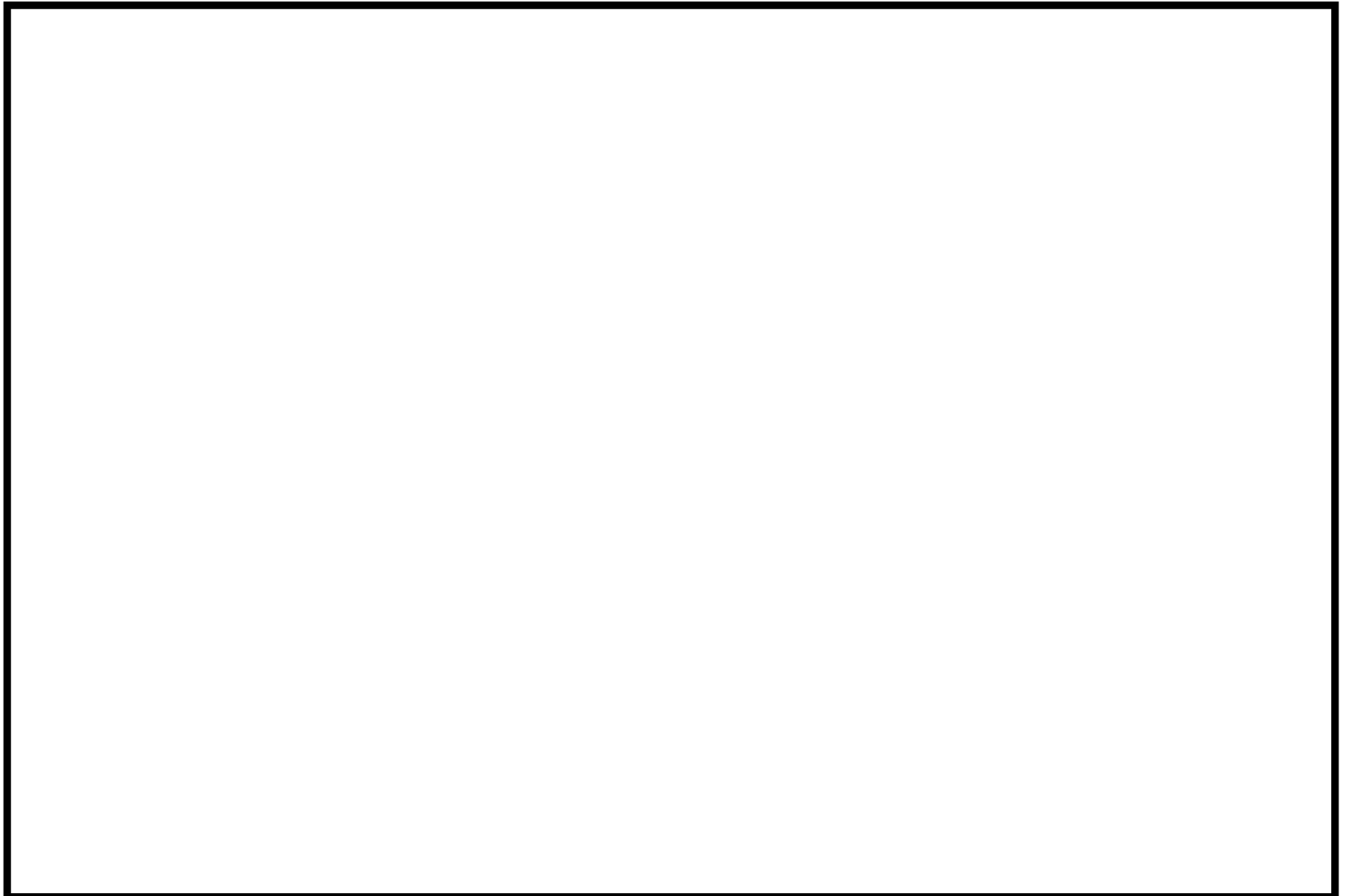
3.6.1 概要

矩形の基礎版は、「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位であり、隅部等に応力が集中する可能性がある。

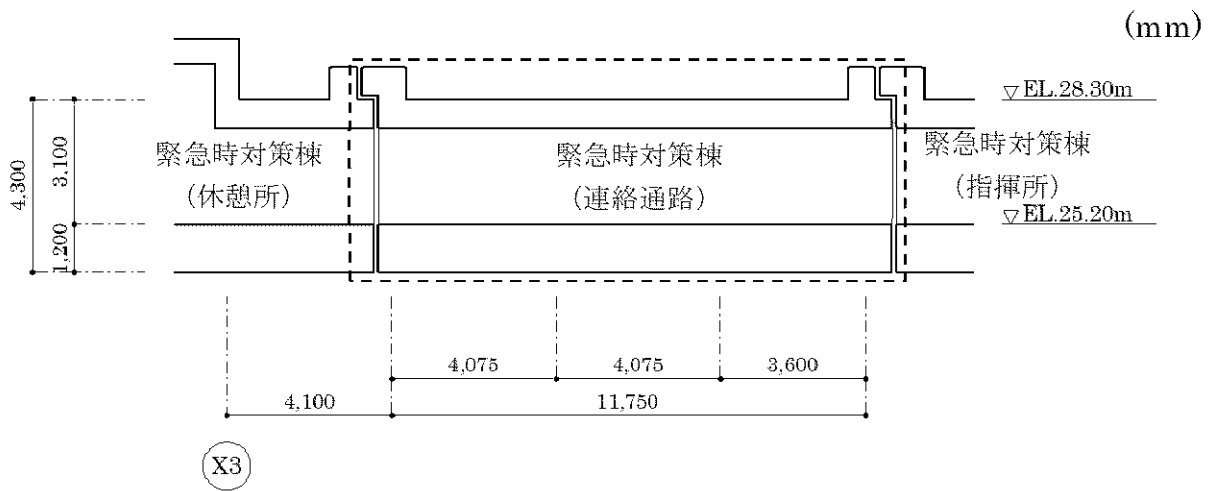
検討は、連絡通路の基礎を評価対象物として、基礎版に対して地震力を水平 2 方向及び鉛直方向から作用させた場合の検討を行う。

連絡通路の基礎の主要構造は、平面形状が東西方向約 12m、南北方向約 10m、厚さが約 1.2m の鉄筋コンクリート造べた基礎であり、岩盤に設置している。

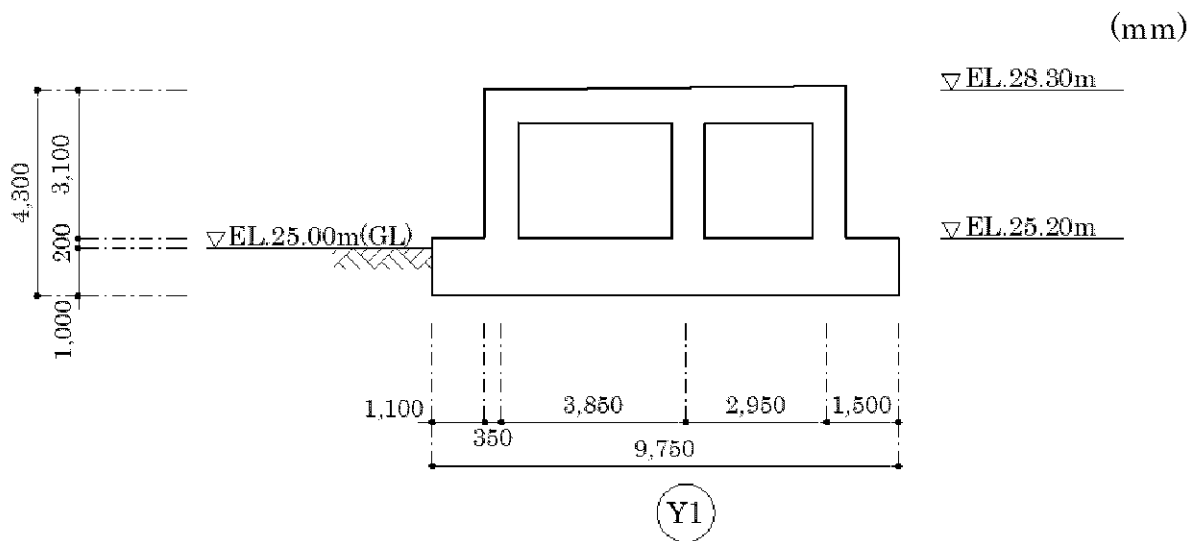
連絡通路の概略平面図及び概略断面図を第 3.6-1 図及び第 3.6-2 図に示す。



第 3.6-1 図 連絡通路の概略平面図



(a) A-A 断面



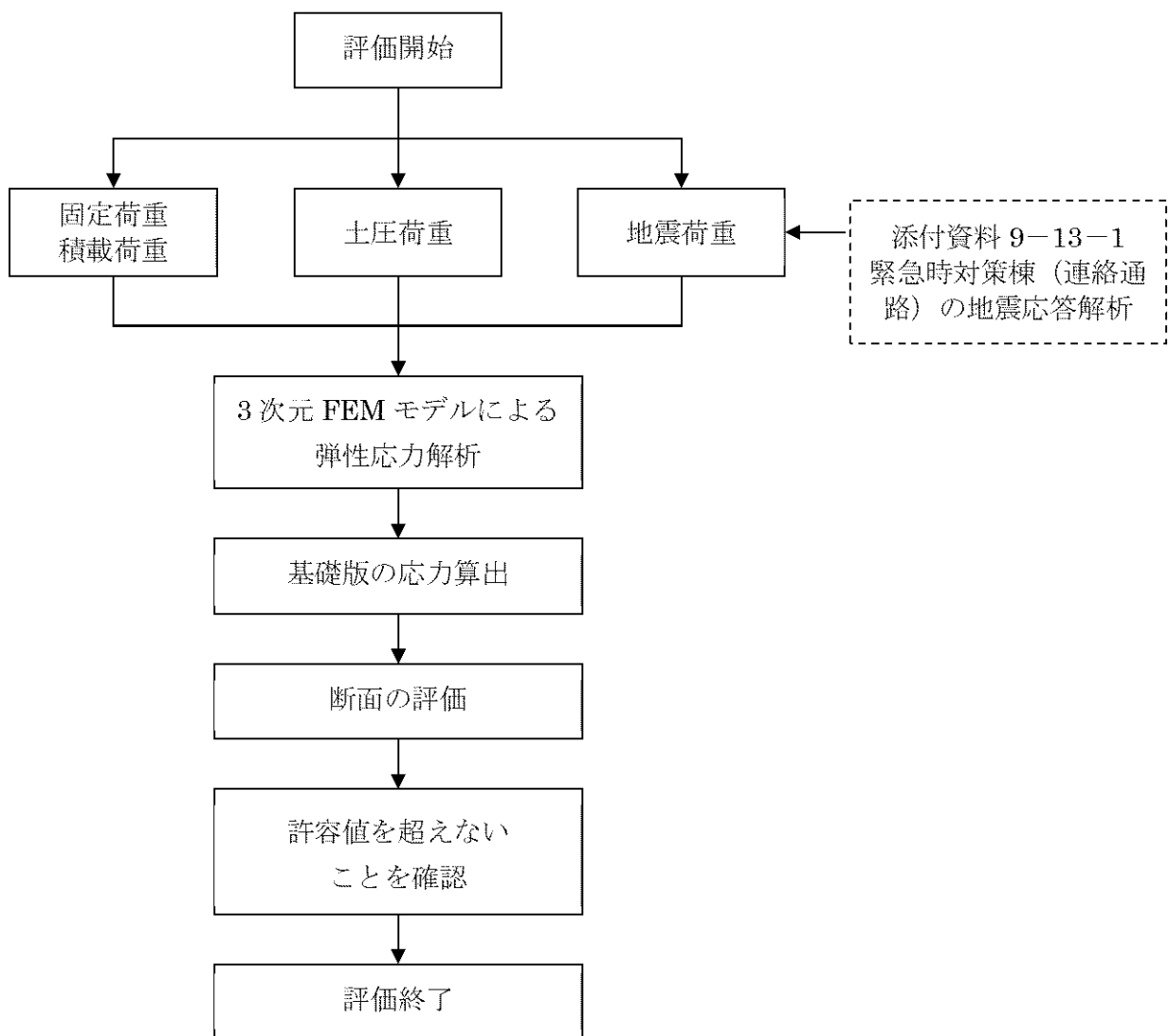
(b) B-B 断面

第 3.6-2 図 連絡通路の概略断面図

3.6.2 検討方針

「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位である連絡通路の基礎について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、3次元 FEM モデルによる弾性応力解析を行う。基準地震動 S_s による地震力が作用する状態（以下「 S_s 地震時」という。）を対象として、基礎版について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を評価する。

連絡通路の基礎について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討フローを第 3.6-3 図に示す。



第 3.6-3 図 連絡通路の基礎の検討フロー

3.6.3 荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷 重

a. 固定荷重 D 及び積載荷重 L

固定荷重は、壁、屋根及び基礎版の躯体重量及び仕上げ重量を考慮する。固定荷重を第 3.6-1 表に示す。

積載荷重は、屋根及び基礎版の単位面積当たりの積載荷重に加えて、機器荷重及び配管荷重を考慮する。積載荷重を第 3.6-2 表に示す。

第 3.6-1 表 固定荷重

| 部位 | 荷重 (kN/m ²) | 備考 |
|-----|----------------------------|---|
| 壁 | 24.0 ^(注) t | t : コンクリートの厚さ(m) |
| 屋根 | 24.0 ^(注) t + W | t : コンクリートの厚さ(m) W : 仕上げ重量(kN/m ²) |
| 基礎版 | 24.0 ^(注) t | t : コンクリートの厚さ(m) |

(注) 鉄筋コンクリートの単位体積重量

第 3.6-2 表 積載荷重

(単位 : kN/m²)

| 部位 | 荷重 |
|-----|-------------------|
| 屋根 | 0.8 + 機器荷重 + 配管荷重 |
| 基礎版 | 0.5 + 機器荷重 + 配管荷重 |

b. 地震荷重 K_s

地震荷重として、 S_s 地震荷重を考慮する。

S_s 地震荷重は、添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」による地盤定数を含む材料物性のばらつき及び減衰定数の設定に起因する不確かさ（以下「材料物性のばらつき等」という。）を考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果に基づき、基準地震動 S_s-1 及び S_s-2 により算出される動的地震力を包絡して設定する。材料物性のばらつき等を考慮した解析ケースを第 3.6-3 表に示す。また、 S_s 地震時の材料物性のばらつき等を考慮した最大応答せん断力及び最大応答軸力を第 3.6-4 表及び第 3.6-5 表に示す。

水平地震荷重と鉛直地震荷重との組合せは、組合せ係数法を用いて次のとおりとする。

- ① $1.0 \times NS$ 方向地震力 + $0.4 \times EW$ 方向地震力 + $0.4 \times$ 鉛直地震力
- ② $0.4 \times NS$ 方向地震力 + $1.0 \times EW$ 方向地震力 + $0.4 \times$ 鉛直地震力
- ③ $0.4 \times NS$ 方向地震力 + $0.4 \times EW$ 方向地震力 + $1.0 \times$ 鉛直地震力

但し、本検討が水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の評価を目的としているため、①及び②の鉛直方向地震力の係数 0.4 のケースに対して検討を行う。

第 3.6-3 表 材料物性のばらつき等を考慮した解析ケース

| 解析ケース | 地盤のせん断波速度 V_s (km/s) | ヤング係数 E (N/mm^2) | 減衰定数 h (%) |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 基本ケース | 0.52 | 1.80×10^3 | 5 |
| 地盤物性のばらつき を考慮 (-1σ) | 0.46 | 1.41×10^3 | 5 |
| 地盤物性のばらつき を考慮 ($+1\sigma$) | 0.58 | 2.24×10^3 | 5 |
| 減衰定数の設定に起因 する不確かさを考慮 | 0.52 | 1.80×10^3 | 3 |

第 3.6-4 表 材料物性のばらつき等を考慮した最大応答せん断力 (Ss 地震時) (注)

(a) NS 方向

(単位 : $\times 10^5 \text{kN}$)

| 部材 番号 | NS 方向 | | |
|----------|-------|------|--------|
| | Ss-1 | Ss-2 | 設計用地震力 |
| ① | 3.50 | 2.88 | 3.51 |

(b) EW 方向

(単位 : $\times 10^5 \text{kN}$)

| 部材 番号 | EW 方向 | | |
|----------|-------|------|--------|
| | Ss-1 | Ss-2 | 設計用地震力 |
| ① | 3.45 | 2.79 | 3.46 |

(注) Ss-1 及び Ss-2 の最大応答せん断力は、解析結果を四捨五入した数値であり、設計用地震力は、それらを包絡して安全側に切り上げた数値である。

第 3.6-5 表 材料物性のばらつき等を考慮した最大応答軸力 (Ss 地震時) (注)

(単位 : $\times 10^5 \text{kN}$)

| 部材 番号 | 鉛直方向 | | |
|----------|-------|------|--------|
| | Ss-1 | Ss-2 | 設計用地震力 |
| ① | 0.993 | 1.10 | 1.11 |

(注) Ss-1 及び Ss-2 の最大応答軸力は、解析結果を四捨五入した数値であり、設計用地震力は、それらを包絡して安全側に切り上げた数値である。

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せは、添付資料 9-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを第 3.6-6 表に示す。

地震荷重及び風荷重の組合せについて、連絡通路はコンクリート構造物であり、自重の大きな施設であることから、風荷重の影響は小さいため、地震荷重及び風荷重の組合せは考慮しない。

また、積雪荷重は、地震荷重及び積載荷重の組合せで考慮される。

第 3.6-6 表 荷重の組合せ

| 外力の状態 | 荷重の組合せ |
|--------|--------|
| Ss 地震時 | D+L+Ks |

D : 固定荷重

L : 積載荷重

Ks : Ss 地震荷重

3.6.4 使用材料の許容応力度

コンクリート及び鉄筋の許容応力度を第 3.6-7 表及び第 3.6-8 表に示す。

第 3.6-7 表 コンクリートの許容応力度

(単位：N/mm²)

| 設計基準強度 F_c | 短期 | |
|--------------|------|------|
| | 圧縮 | せん断 |
| 30.0 | 20.0 | 1.18 |

第 3.6-8 表 鉄筋の許容応力度

(単位：N/mm²)

| 鉄筋種類 | 短期 | |
|-------|----------|-----|
| | 引張 圧縮 | せん断 |
| SD390 | 390 | 390 |

3.6.5 評価方法

(1) 解析モデル

a. モデル化の基本方針

(a) 基本方針

応力解析は、3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析とする。連絡通路の壁、屋根及び基礎版を含む建屋全体の解析モデルを作成し、各荷重ケースに対して解析を行う。解析モデルは、添付資料 9-13-2「緊急時対策棟（連絡通路）の耐震計算書」で構築したモデルを使用する。

応力解析には、解析コード「NX-NASTRAN」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

(b) 使用要素

解析モデルに使用する FEM 要素は、壁、屋根並びに基礎版をシェル要素でモデル化する。メッシュの分割は、1m～2m 幅を基本とする。解析モデルを第 3.6-4 図に示す。解析モデルの節点数は 429、要素数は 600 である。

b. 境界条件

添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す質点系モデルの地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを基礎底面に設ける。また、水平方向及び鉛直方向の地盤ばねについて、基礎浮上りによって基礎と地盤の界面に引張力が作用する部分は、応力を伝達しないものとする。

(a) 水平方向の地盤ばね

添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す質点系モデルの水平ばねから下式によって、節点の支配面積に応じて離散化する。

$$kh_i = \frac{A_i}{\Sigma A_i} K_h$$

ここで、

kh_i : 各節点位置の水平ばね

- A_i : 各節点の支配面積
- ΣA_i : 基礎版の面積
- K_h : 添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す質点系モデルの水平ばね

(b) 鉛直方向の地盤ばね

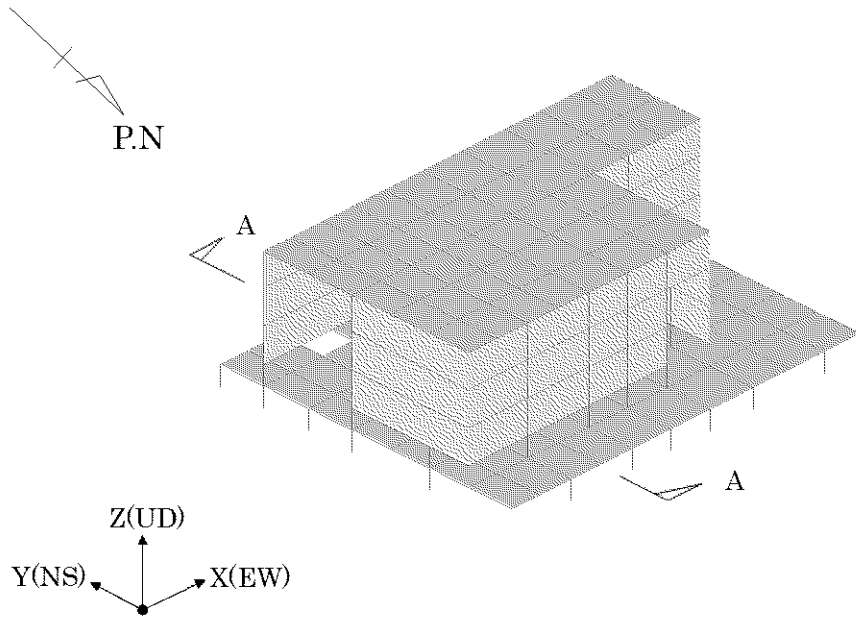
添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す質点系モデルによる回転ばねから下式によって、節点の支配面積に応じて離散化する。鉛直方向の地盤反力係数は、NS 方向及び EW 方向のうち、地震力が支配的となる方向（組合せ係数法の組合せ係数が 1.0 となる方向）の回転ばねより算出する。

$$kv_i = kv \cdot A_i$$

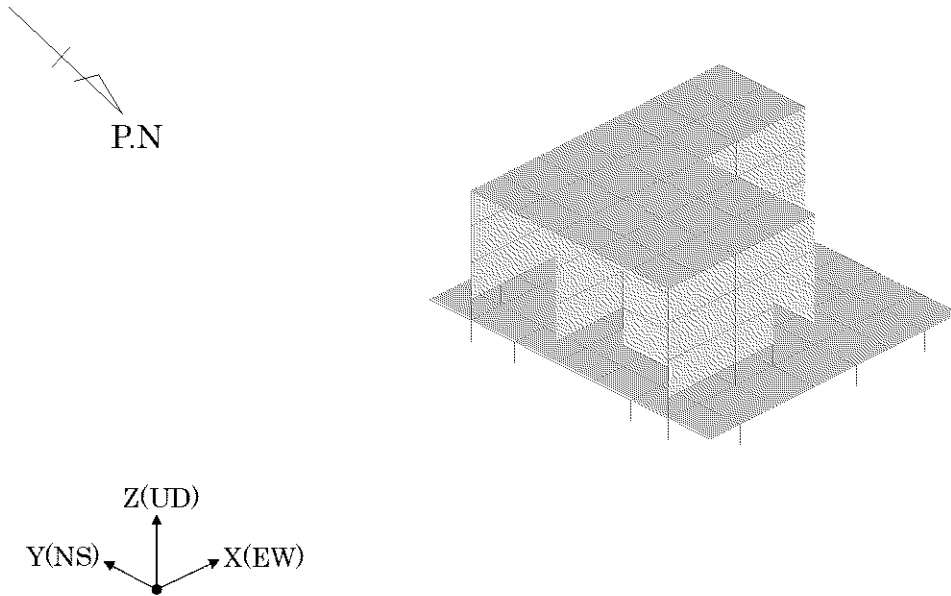
$$kv = \frac{K_R}{I}$$

ここで、

- kv_i : 各節点位置の鉛直ばね
- kv : 地盤反力係数
- A_i : 各節点の支配面積
- K_R : 添付資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」に示す質点系モデルの回転ばね
- I : 基礎版の断面二次モーメント



(a) 全体



(b) A-A 断面

第 3.6-4 図 解析モデル (鳥瞰図)

(2) 解析諸元

使用材料の物性値について、コンクリート及び鉄筋の材料定数を第 3.6-9 表及び第 3.6-10 表に示す。

第 3.6-9 表 コンクリートの材料定数

| 設計基準強度 Fc (N/mm ²) | ヤング係数 E (N/mm ²) | ポアソン比 ν |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| 30.0 | 2.44×10 ⁴ | 0.2 |

第 3.6-10 表 鉄筋の材料定数

| 鉄筋種類 | 降伏強度 Fy (N/mm ²) | ヤング係数 E (N/mm ²) |
|-------|------------------------------------|------------------------------------|
| SD390 | 390 | 2.05×10 ⁵ |

(3) 応力解析方法

連絡通路の基礎は、Ss地震時に対して、3次元FEMモデルによる弾性応力解析を行う。

a. 荷重ケース

Ss地震時の応力は、以下に示す荷重ケースを組み合わせて求める。

D+L：固定荷重+積載荷重

K_{SNS} ：Ss地震荷重（NS方向）

K_{SEW} ：Ss地震荷重（EW方向）

K_{SUD} ：Ss地震荷重（鉛直方向）

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースは、米国 Regulatory Guide 1.92^(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法(1.0 : 0.4 : 0.4)に基づいて評価する。荷重の組合せケースは、本検討が水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の評価を目的としているため、鉛直方向地震力の係数0.4のケースに対して検討を行う。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる荷重の組合せケースを第3.6-11表に示す。

また、参考として、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対しても検討を行う。水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる荷重の組合せケースを第3.6-12表に示す。

荷重の組合せケースにおいて、地震荷重は、S→N方向、W→E方向及び鉛直上向きを「+」、N→S方向、E→W方向及び鉛直下向きを「-」とする。

(注) Regulatory Guide (RG) 1.92 “ Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis ”

第 3.6-11 表 荷重の組合せケース (水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

| | ケース No. | 荷重の組合せケース |
|--------|------------|--|
| Ss 地震時 | 1 | $D+L+1.0K_{SNS}+0.4K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 2 | $D+L+1.0K_{SNS}+0.4K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 3 | $D+L+1.0K_{SNS}-0.4K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 4 | $D+L+1.0K_{SNS}-0.4K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 5 | $D+L-1.0K_{SNS}+0.4K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 6 | $D+L-1.0K_{SNS}+0.4K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 7 | $D+L-1.0K_{SNS}-0.4K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 8 | $D+L-1.0K_{SNS}-0.4K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 9 | $D+L+0.4K_{SNS}+1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 10 | $D+L+0.4K_{SNS}+1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 11 | $D+L-0.4K_{SNS}+1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 12 | $D+L-0.4K_{SNS}+1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 13 | $D+L+0.4K_{SNS}-1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 14 | $D+L+0.4K_{SNS}-1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 15 | $D+L-0.4K_{SNS}-1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 16 | $D+L-0.4K_{SNS}-1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |

第 3.6-12 表 荷重の組合せケース (水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

| | ケース No. | 荷重の組合せケース |
|--------|------------|-----------------------------|
| Ss 地震時 | 101 | $D+L+1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$ |
| | 102 | $D+L+1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$ |
| | 103 | $D+L-1.0K_{SNS}+0.4K_{SUD}$ |
| | 104 | $D+L-1.0K_{SNS}-0.4K_{SUD}$ |
| | 105 | $D+L+1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 106 | $D+L+1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 107 | $D+L-1.0K_{SEW}+0.4K_{SUD}$ |
| | 108 | $D+L-1.0K_{SEW}-0.4K_{SUD}$ |
| | 109 | $D+L+0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$ |
| | 110 | $D+L+0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$ |
| | 111 | $D+L-0.4K_{SNS}+1.0K_{SUD}$ |
| | 112 | $D+L-0.4K_{SNS}-1.0K_{SUD}$ |
| | 113 | $D+L+0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$ |
| | 114 | $D+L+0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$ |
| | 115 | $D+L-0.4K_{SEW}+1.0K_{SUD}$ |
| | 116 | $D+L-0.4K_{SEW}-1.0K_{SUD}$ |

c. 荷重の入力方法

(a) 固定荷重及び積載荷重

固定荷重は、3次元 FEM モデルの各要素に、材料の単位体積重量に基づく重量を与える。また、仕上げ重量等の固定荷重及び積載荷重は、各層の床に対する一様な分布荷重として入力する。

(b) 地震荷重

イ 水平方向

水平地震力は、第 3.6-4 表に示す最大応答せん断力に基づき設定した水平力を、屋根及び基礎版の重量分布に応じて分配し、節点荷重として入力する。

ロ 鉛直方向

鉛直地震力は、第 3.6-5 表に示す最大応答軸力に基づき設定した鉛直力を、屋根及び基礎版の重量分布に応じて分配し、節点荷重として入力する。

(4) 断面の評価方法

断面の評価は、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説（(社)日本建築学会、2005 制定）」（以下「RC-N 規準」という。）に基づき、基礎版の断面に生じる軸力及び曲げモーメント、面内せん断力並びに面外せん断力が、短期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認する。

断面の評価には、解析コード「DANSANPRO」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

a. 軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対する断面の評価方法

軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対する断面の評価は、次の仮定に従い計算する。

- ・ ひずみは、中立軸からの距離に比例する。
- ・ コンクリートの圧縮応力度は、中立軸からの距離に比例する。
- ・ コンクリートの引張強度は無視する。

基礎版の断面について、軸力及び曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート造長方形仮想柱として必要鉄筋量 a_t を算出する。

また、断面に生じる面内せん断力が、コンクリートの許容せん断力以上となる場合において、断面に生じる面内せん断力を鉄筋で全て負担するものとし、必要せん断補強筋比 p_s から必要鉄筋量 a_s を算出する。必要せん断補強筋比 p_s は、次式により算出する。

$$p_s = \frac{\tau}{s f_t}$$

ここで、

p_s : 必要せん断補強筋比

$s f_t$: 鉄筋のせん断補強用許容引張応力度(N/mm²)

τ : せん断応力度(=Q/A)(N/mm²)

Q : 設計用水平せん断力(N)

A : 断面積(mm²)

軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力により算出されたそれぞれの必要鉄筋量を次式のように加算した必要鉄筋量 a_g が、設計配筋量 a_g' を超えないことを確認する。必要鉄筋量 a_g は、NS方向及びEW方向各々について、算出する。

$$\text{必要鉄筋量 } a_g = a_t + a_s$$

b. 面外せん断力に対する断面の評価方法

基礎版に生じる面外せん断応力度 τ が短期許容せん断応力度 τ_A を超えないことを確認する。短期許容せん断応力度 τ_A は、次式により算出する。

$$\tau_A = \frac{Q_A}{A}$$

$$Q_A = \alpha \cdot f_s \cdot b \cdot j$$

ここで、

τ_A : 短期許容せん断応力度(N/mm²)

Q_A : 短期許容せん断力(N)

A : 断面積(= $b \cdot j$)(mm²)

α : 割増係数であり、次式により計算した値

($1 \leq \alpha \leq 2$ とする)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント(N・mm)

Q : せん断力(N)

d : 断面の有効せい(mm)

f_s : コンクリートの許容せん断応力度(N/mm²)

b : 材の幅(mm)

j : 材の応力中心間距離(= $\frac{7}{8}d$) (mm)

但し、せん断補強筋を考慮する場合の許容せん断力 Q_A は、次式により算出する。

$$Q_A = b \cdot j \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot {}_w f_t (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

${}_w f_t$: せん断補強筋の許容引張応力度(N/mm²)

p_w : せん断補強筋比

3.6.6 評価結果

連絡通路の基礎について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した Ss 地震時における応力解析結果を示す。また、基礎版の FEM 要素を、厚さ及び配筋ごとに分類し、第 3.6-11 表に示す荷重組合せに基づいて組み合わせた応力に対して、断面の評価を行う。

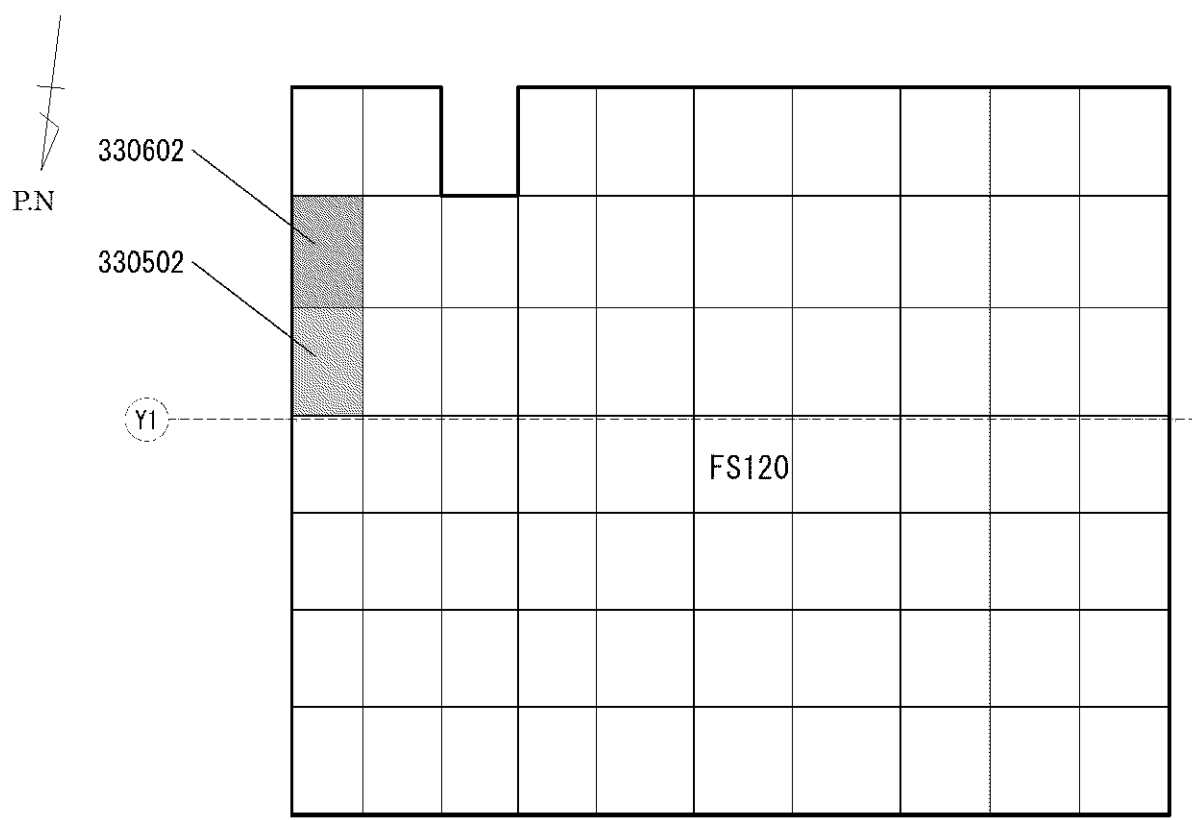
断面の評価対象部位は、分類領域ごとに、軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対する検定値が最大となる要素、面外せん断力に対する検定値が最大となる要素をそれぞれ選定する。基礎版の断面の評価対象要素番号を第 3.6-5 図、分類領域ごとの配筋を第 3.6-13 表に示す。

基礎版の応力の方向を第 3.6-6 図、軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対する断面の評価結果を第 3.6-14 表、面外せん断力に対する断面の評価結果を第 3.6-15 表に示す。また、断面の評価結果には、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる結果も併せて示す。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対し、必要鉄筋量が設計配筋量を超えないことを確認した。また、面外せん断応力度が短期許容せん断応力度を超えないことを確認した。

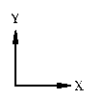
水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する断面の評価結果と水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する断面の評価結果とを比較すると、軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力の検定値は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおいて、0.14（領域 FS120）であり、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおいて、0.13（領域 FS120）である。面外せん断応力度の検定値は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおいて、0.22（領域 FS120）であり、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおいて、0.17（領域 FS120）となり、増加傾向であることを確認している。

以上のことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、連絡通路の基礎が有する耐震性への影響はないことを確認した。



- : 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる断面の評価対象要素番号
- : 水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる断面の評価対象要素番号
- : 水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ及び
水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる断面の評価対象要素番号

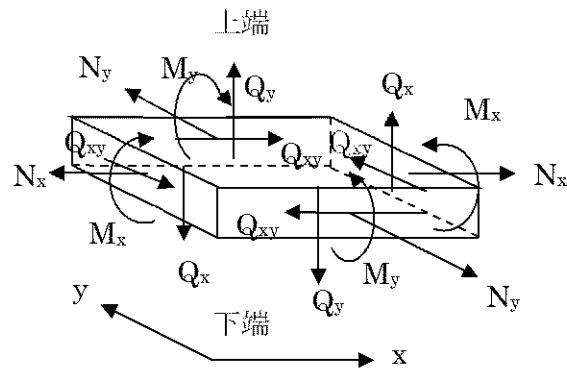
(X3)



第 3.6-5 図 断面の評価対象要素番号

第 3.6-13 表 分類領域ごとの配筋

| 領域 | 厚さ (mm) | 主筋 (SD390) | | 鉄筋量 (mm ² /m) | 面外せん断 補強筋 | |
|-------|------------|---------------|----|-----------------------------|--------------|---|
| | | 位置 | 方向 | | | |
| FS120 | 1,200 | 上端、 下端共 | NS | 1 段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | EW | 1 段 D29@200 | 3,210 | |



- N_x, N_y : 軸力 (引張 : +)
 M_x, M_y : 曲げモーメント (下端引張 : +)
 Q_{xy} : 面内せん断力
 Q_x, Q_y : 面外せん断力

第 3.6-6 図 応力の方向

第 3.6-14 表 断面の評価結果（軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力）

(a) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ

| 領域 | 要素番号 | 方向 | ケース No. | 組合せ応力 | | | 必要鉄筋量 a_g (mm ² /m) | 設計配筋量 a_g' (mm ² /m) | 検定値 | 判定 |
|-------|--------|----|---------|----------|------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------|------|----|
| | | | | N (kN/m) | M (kN・m/m) | Qxy (kN/m) | | | | |
| FS120 | 330602 | NS | 9 | 209 | 56 | -42 | 429 | 3,210 | 0.14 | 可 |

(b) 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ

| 領域 | 要素番号 | 方向 | ケース No. | 組合せ応力 | | | 必要鉄筋量 a_g (mm ² /m) | 設計配筋量 a_g' (mm ² /m) | 検定値 | 判定 |
|-------|--------|----|---------|----------|------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------|------|----|
| | | | | N (kN/m) | M (kN・m/m) | Qxy (kN/m) | | | | |
| FS120 | 330502 | NS | 102 | 155 | -69 | 61 | 389 | 3,210 | 0.13 | 可 |

第 3.6-15 表 断面の評価結果（面外せん断応力度）

(a) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ

| 領域 | 要素番号 | 方向 | ケース No. | 面外せん断応力度 τ (N/mm ²) | 許容せん断応力度 τ_A (N/mm ²) | 検定値 | 判定 |
|-------|--------|----|---------|--------------------------------------|--|------|----|
| FS120 | 330502 | NS | 5 | 0.516 | 2.36 | 0.22 | 可 |

(b) 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ

| 領域 | 要素番号 | 方向 | ケース No. | 面外せん断応力度 τ (N/mm ²) | 許容せん断応力度 τ_A (N/mm ²) | 検定値 | 判定 |
|-------|--------|----|---------|--------------------------------------|--|------|----|
| FS120 | 330502 | NS | 103 | 0.391 | 2.36 | 0.17 | 可 |

3.6.7 検討のまとめ

矩形の基礎版は、水平 2 方向の地震動入力に対して、「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位であり、隅部等に応力が集中する可能性があることから、連絡通路の基礎について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、3 次元 FEM モデルによる弾性応力解析を行った。

その結果、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対し、必要鉄筋量が設計配筋量を超えないこと、面外せん断応力度が短期許容応力度を超えないことを確認した。

また、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する断面の評価結果と水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する断面の評価結果とを比較すると、水平 2 方向の地震力の影響により、軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力の検定値、面外せん断応力度の検定値は、増加傾向であることを確認した。

以上のことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、連絡通路の基礎が有する耐震性への影響はないことを確認した。

3.7 まとめ

連絡通路について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を行った。

はじめに、連絡通路の全ての部位から、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が懸念される部位を想定される応答特性に基づいて抽出した。水平 2 方向の荷重の組合せによる応答特性によるスクリーニングにおいて、①-1「直行する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位及び①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位の 2 つの応答特性について着目して抽出した。その結果、応答特性①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位として、連絡通路の基礎を抽出し、応答特性①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位として、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組み合わせによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

3 次元的応答特性によるスクリーニングにおいて、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動が発生」する部位の 2 つの応答特性について着目して抽出した。その結果、応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位及び応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動が発生」する部位として、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

また、3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位を含め、耐震評価部位全般に対し、局所的な応答について、3 次元 FEM モデルによる精査を行った。精査した結果、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う必要がある部位は抽出されなかった。

次に、スクリーニングにより抽出された連絡通路の基礎について水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を行った。

その結果、連絡通路の基礎について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、建物・構築物が有する耐震性への影響がないことを確認した。

また、機器・配管系への影響の可能性のある部位については、抽出されなかった。

9-13. 緊急時対策棟（連絡通路）接続工事
による重量増加に対する緊急時対策棟（休憩所）
の影響評価

目 次

| | 頁 |
|-------------------------|----|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 地震応答解析による影響評価 | 2 |
| 2.1 影響評価方針 | 2 |
| 2.2 休憩所増設部の接続について | 12 |
| 2.3 影響評価結果 | 12 |
| 3. 応力解析による影響評価 | 38 |
| 3.1 影響評価方針 | 38 |
| 3.2 影響評価結果 | 42 |
| 4. まとめ | 49 |

1. 概 要

緊急時対策棟（連絡通路）（以下「連絡通路」という。）と緊急時対策棟（指揮所）との接続工事において、緊急時対策棟（休憩所）（以下「休憩所」という。）の壁、床及び屋根の増設並びに新規開口の設置を行う。

本資料は、休憩所について、増設及び新規開口の設置による影響を考慮した地震応答解析による評価及び応力解析による評価を行い、建屋の有する耐震性への影響がないことを確認するものである。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・添付資料 9-13-3 「緊急時対策棟（休憩所）の地震応答解析」
- ・添付資料 9-13-4 「緊急時対策棟（休憩所）の耐震計算書」

2. 地震応答解析による影響評価

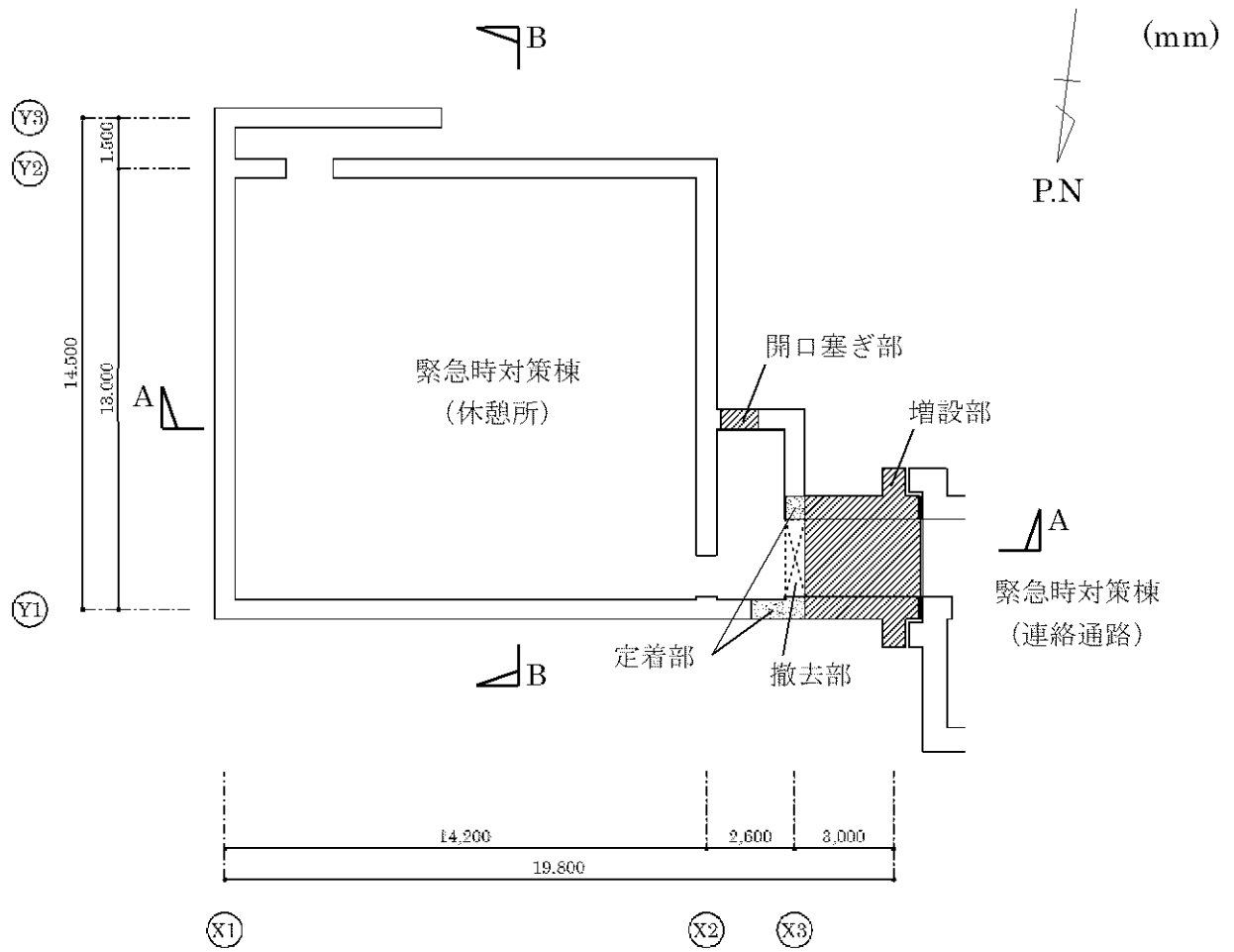
2.1 影響評価方針

平成 27 年 3 月 18 日付け原規規発第 1503181 号にて認可された川内 1 号機の工事計画の添付資料 3「耐震性に関する説明書」(以下「新規制基準工認」という。)における地震応答解析モデル(以下「新規制基準工認モデル」という。)を基に、増設及び新規開口の設置を考慮した地震応答解析モデル(以下「影響確認用モデル」という。)を構築する。休憩所の概略平面図及び概略断面図を第 2-1 図及び第 2-2 図に示す。増設による影響について、フレーム外の壁の増設であるため、剛性は評価しないものとし、地震応答解析モデルの質点重量の変動として、影響確認用モデルに反映する。また、新規開口の設置による影響について、地震応答解析モデルのせん断断面積及び断面二次モーメントの変動として、影響確認用モデルに反映する。

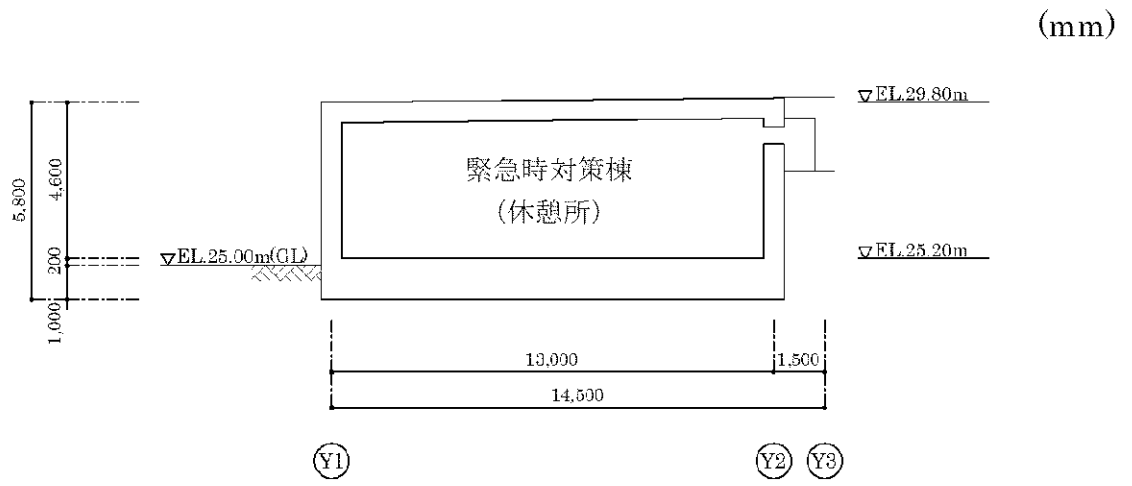
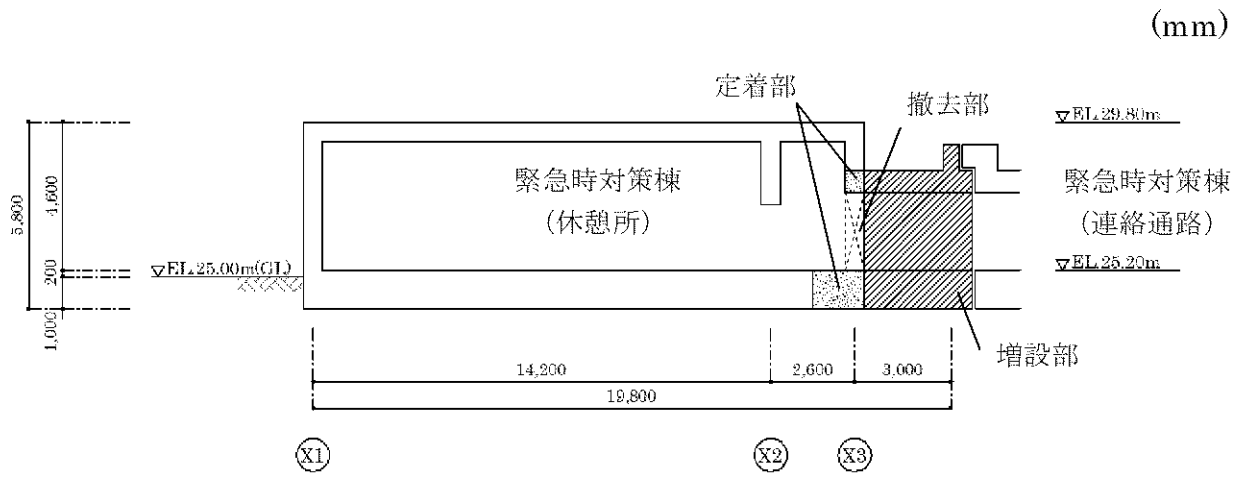
休憩所の地震応答解析モデルを第 2-3 図及び第 2-4 図、新規制基準工認モデル及び影響確認用モデル諸元を第 2-1 表～第 2-6 表に示す。

影響確認用モデルを用いて固有値解析を行い、固有値解析結果(固有周期及び固有振動数)及び刺激関数図の比較を行うことで、増設及び新規開口の設置が建屋の振動特性に与える影響を確認する。

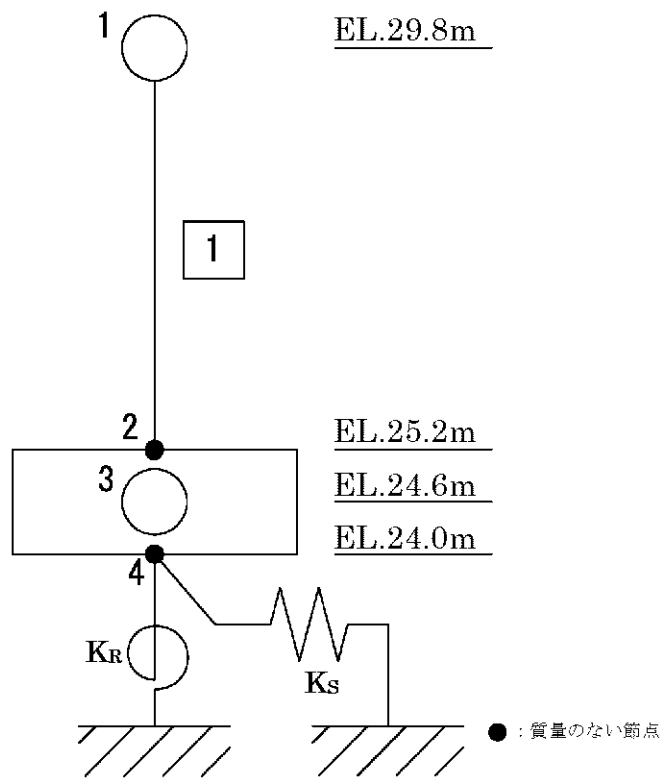
また、影響確認用モデルを用いて地震応答解析を行い、休憩所の最大応答値及び最大せん断ひずみを比較するとともに、最大せん断ひずみが許容限界(2.0×10^{-3})未満となることを確認する。



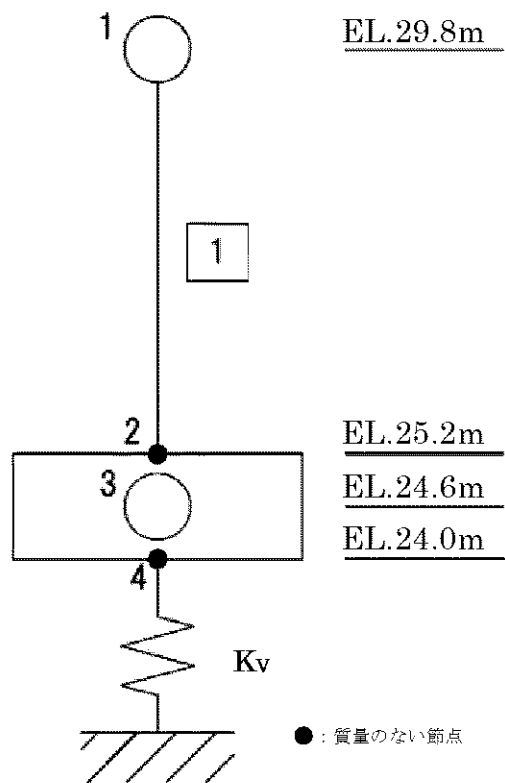
第 2-1 図 概略平面図



第 2-2 図 概略断面図



第 2-3 図 地震応答解析モデル (水平方向)



第 2-4 図 地震応答解析モデル (鉛直方向)

第2-1表 地震応答解析モデル諸元（水平方向）（1/2）

(a) 新規制基準工認モデル

| 部位 | 質点 節点 番号 | 高さ EL. (m) | 重量 (kN) | 部材 番号 | せん断 断面積 (m ²) | | 断面二次 モーメント (m ⁴) | |
|-----|----------------|------------------|--------------------|----------|---------------------------------|----|------------------------------------|-----|
| | | | | | NS | EW | NS | EW |
| 休憩所 | 1 | 29.8 | 5.60×10^3 | 1 | 15 | 17 | 335 | 473 |
| | 2 | 25.2 | — | Rigid | | | | |
| | 3 | 24.6 | 8.70×10^3 | | | | | |
| | 4 | 24.0 | — | | | | | |

(b) 影響確認用モデル

| 部位 | 質点 節点 番号 | 高さ EL. (m) | 重量 (kN) | 部材 番号 | せん断 断面積 (m ²) | | 断面二次 モーメント (m ⁴) | |
|-----|----------------|------------------|--------------------|----------|---------------------------------|----|------------------------------------|-----|
| | | | | | NS | EW | NS | EW |
| 休憩所 | 1 | 29.8 | 6.07×10^3 | 1 | 14 | 17 | 313 | 486 |
| | 2 | 25.2 | — | Rigid | | | | |
| | 3 | 24.6 | 9.41×10^3 | | | | | |
| | 4 | 24.0 | — | | | | | |

第 2-1 表 地震応答解析モデル諸元 (水平方向) (2/2)

(a) 新規制基準工認モデル

| 部位 | 質点 節点 番号 | 回転慣性 (kN・m ²) | |
|-----|----------------|------------------------------|--------------------|
| | | NS | EW |
| 休憩所 | 1 | 8.68×10^4 | 1.03×10^5 |
| | 2 | — | — |
| | 3 | 1.36×10^5 | 1.61×10^5 |
| | 4 | — | — |

(b) 影響確認用モデル

| 部位 | 質点 節点 番号 | 回転慣性 (kN・m ²) | |
|-----|----------------|------------------------------|--------------------|
| | | NS | EW |
| 休憩所 | 1 | 9.42×10^4 | 1.12×10^5 |
| | 2 | — | — |
| | 3 | 1.48×10^5 | 1.75×10^5 |
| | 4 | — | — |

第 2-2 表 地盤ばね定数及び減衰係数 (水平方向)

(a) 新規制基準工認モデル

| | | | | | |
|--------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 基礎底面 水平ばね | K _S | ばね定数 (kN/m) | | 減衰係数 (kN・s/m) | |
| | | NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | EW 方向 |
| | | 2.37×10^7 | 2.34×10^7 | 2.12×10^5 | 2.06×10^5 |
| 基礎底面 回転ばね | K _R | ばね定数 (kN・m/rad) | | 減衰係数 (kN・m・s/rad) | |
| | | NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | EW 方向 |
| | | 1.38×10^9 | 1.56×10^9 | 4.18×10^6 | 5.08×10^6 |

(b) 影響確認用モデル

| | | | | | |
|--------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 基礎底面 水平ばね | K _S | ばね定数 (kN/m) | | 減衰係数 (kN・s/m) | |
| | | NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | EW 方向 |
| | | 2.57×10^7 | 2.49×10^7 | 2.52×10^5 | 2.33×10^5 |
| 基礎底面 回転ばね | K _R | ばね定数 (kN・m/rad) | | 減衰係数 (kN・m・s/rad) | |
| | | NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | EW 方向 |
| | | 1.54×10^9 | 2.10×10^9 | 4.90×10^6 | 8.03×10^6 |

第2-3表 地震応答解析モデル諸元（鉛直方向）

(a) 新規制基準工認モデル

| 部位 | 質点 節点 番号 | 高さ EL. (m) | 重量 (kN) | 部材 番号 | 断面積 (m ²) |
|-----|----------------|------------------|--------------------|----------|--------------------------|
| 休憩所 | 1 | 29.8 | 5.60×10^3 | 1 | Rigid |
| | 2 | 25.2 | — | | |
| | 3 | 24.6 | 8.70×10^3 | | |
| | 4 | 24.0 | — | | |

(b) 影響確認用モデル

| 部位 | 質点 節点 番号 | 高さ EL. (m) | 重量 (kN) | 部材 番号 | 断面積 (m ²) |
|-----|----------------|------------------|--------------------|----------|--------------------------|
| 休憩所 | 1 | 29.8 | 6.07×10^3 | 1 | Rigid |
| | 2 | 25.2 | — | | |
| | 3 | 24.6 | 9.41×10^3 | | |
| | 4 | 24.0 | — | | |

第2-4表 地盤ばね定数及び減衰係数（鉛直方向）

(a) 新規制基準工認モデル

| 基礎底面 鉛直ばね | K _v | ばね定数 (kN/m) | 減衰係数 (kN・s/m) |
|--------------|----------------|--------------------|--------------------|
| | | 3.42×10^7 | 4.35×10^5 |

(b) 影響確認用モデル

| 基礎底面 鉛直ばね | K _v | ばね定数 (kN/m) | 減衰係数 (kN・s/m) |
|--------------|----------------|--------------------|--------------------|
| | | 3.67×10^7 | 5.08×10^5 |

第2-5表 せん断スケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係)

(a) 新規制基準工認モデル

| 方向 | 部材番号 | 第1折点 | | 第2折点 | | 第3折点 | |
|----|------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | | τ_1 (N/mm ²) | γ_1 ($\times 10^{-3}$) | τ_2 (N/mm ²) | γ_2 ($\times 10^{-3}$) | τ_3 (N/mm ²) | γ_3 ($\times 10^{-3}$) |
| NS | ① | 1.80 | 0.177 | 2.44 | 0.531 | 5.48 | 4.000 |
| EW | ① | 1.80 | 0.177 | 2.44 | 0.531 | 5.54 | 4.000 |

(b) 影響確認用モデル

| 方向 | 部材番号 | 第1折点 | | 第2折点 | | 第3折点 | |
|----|------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | | τ_1 (N/mm ²) | γ_1 ($\times 10^{-3}$) | τ_2 (N/mm ²) | γ_2 ($\times 10^{-3}$) | τ_3 (N/mm ²) | γ_3 ($\times 10^{-3}$) |
| NS | ① | 1.81 | 0.178 | 2.45 | 0.533 | 5.49 | 4.000 |
| EW | ① | 1.81 | 0.178 | 2.45 | 0.533 | 5.54 | 4.000 |

第2-6表 曲げスケルトンカーブ ($M - \phi$ 関係)

(a) 新規制基準工認モデル

| 方向 | 部材番号 | 第1折点 | | 第2折点 | | 第3折点 | |
|----|------|--|------------------------------------|--|------------------------------------|--|------------------------------------|
| | | M_1 ($\times 10^5$ kN \cdot m) | ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ /m) | M_2 ($\times 10^5$ kN \cdot m) | ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ /m) | M_3 ($\times 10^5$ kN \cdot m) | ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ /m) |
| NS | ① | 1.10 | 1.35 | 2.13 | 14.8 | 3.64 | 295 |
| EW | ① | 1.43 | 1.24 | 3.01 | 13.7 | 4.92 | 273 |

(b) 影響確認用モデル

| 方向 | 部材番号 | 第1折点 | | 第2折点 | | 第3折点 | |
|----|------|--|------------------------------------|--|------------------------------------|--|------------------------------------|
| | | M_1 ($\times 10^5$ kN \cdot m) | ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ /m) | M_2 ($\times 10^5$ kN \cdot m) | ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ /m) | M_3 ($\times 10^5$ kN \cdot m) | ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ /m) |
| NS | ① | 0.919 | 1.20 | 1.92 | 14.7 | 3.38 | 293 |
| EW | ① | 1.42 | 1.19 | 2.91 | 13.6 | 4.86 | 272 |

2.2 休憩所増設部の接続について

休憩所の既設躯体と接続する増設部の躯体については、増設部の鉄筋が既設躯体に十分定着する長さを確保し、一体化となる設計とする。

増設部の躯体の構築にあたり、鉄筋については、事前に休憩所の既設躯体の定着部である打ち継ぎ部の処理を行うことで増設部の配筋が十分な定着長さを確保するものとし、既設躯体と増設部を一体化するものとする。

コンクリートについては、既設躯体の定着部と増設部の躯体を構築するにあたり、一体で打設する。

開口塞ぎ部についてはケミカルアンカーを用いて接続し、躯体を構築する。

これらの施工については「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」((社)日本建築学会、2013 改定)に基づき決定し、設計図書に定める。

上記施工を行うことで、基準地震動 S_s による地震力に対して必要な機能である「構造強度」「支持機能」について確保する設計とする。

2.3 影響評価結果

新規制基準工認モデル及び影響確認用モデルの固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）を第 2-7 表～第 2-9 表、刺激関数図を第 2-10 表～第 2-12 表に示す。各モードの固有周期及び固有振動数に大きな差異はみられないことから、振動特性への影響がないことを確認した。

新規制基準工認モデル及び影響確認用モデルの基準地震動 S_s に対する最大応答値を第 2-13 表～第 2-23 表に示す。また、最大応答値を第 2-5 図～第 2-12 図の耐震壁のスケルトンカーブ上にプロットして示す。

最大応答値に大きな差異はみられないこと、影響確認用モデルの最大せん断ひずみは 0.0592×10^{-3} (NS 方向) であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

第2-7表 固有値解析結果（NS方向）

| 次数 | 新規制基準工認モデル | | 影響確認用モデル | | 備考 |
|----|------------|-------------|-----------|-------------|------|
| | 周期 (s) | 振動数 (Hz) | 周期 (s) | 振動数 (Hz) | |
| 1 | 0.058 | 17.31 | 0.058 | 17.17 | 地盤連成 |
| 2 | 0.030 | 33.05 | 0.030 | 32.90 | |
| 3 | 0.016 | 62.58 | 0.017 | 59.28 | |
| 4 | 0.010 | 97.54 | 0.011 | 91.73 | |

第2-8表 固有値解析結果（EW方向）

| 次数 | 新規制基準工認モデル | | 影響確認用モデル | | 備考 |
|----|------------|-------------|-----------|-------------|------|
| | 周期 (s) | 振動数 (Hz) | 周期 (s) | 振動数 (Hz) | |
| 1 | 0.057 | 17.59 | 0.056 | 17.70 | 地盤連成 |
| 2 | 0.030 | 33.24 | 0.028 | 35.12 | |
| 3 | 0.015 | 64.72 | 0.016 | 63.54 | |
| 4 | 0.010 | 104.9 | 0.010 | 103.8 | |

第2-9表 固有値解析結果（鉛直方向）

| 次数 | 新規制基準工認モデル | | 影響確認用モデル | | 備考 |
|----|------------|-------------|-----------|-------------|------|
| | 周期 (s) | 振動数 (Hz) | 周期 (s) | 振動数 (Hz) | |
| 1 | 0.042 | 23.97 | 0.042 | 23.83 | 地盤連成 |
| 2 | 0.009 | 110.6 | 0.009 | 105.4 | |

第2-10表 刺激関数図 NS方向(1/2)

| | 新規制基準工認モデル | 影響確認用モデル |
|-------|---|---|
| 1次モード | <p>FREQUENCY = 17.31 (Hz)</p> <p>SWAYING 6.346×10^{-1} ROCKING -4.727×10^{-2}</p> | <p>FREQUENCY = 17.17 (Hz)</p> <p>SWAYING 6.448×10^{-1} ROCKING -4.509×10^{-2}</p> |
| 2次モード | <p>FREQUENCY = 33.05 (Hz)</p> <p>SWAYING 3.308×10^{-1} ROCKING 5.437×10^{-2}</p> | <p>FREQUENCY = 32.90 (Hz)</p> <p>SWAYING 3.125×10^{-1} ROCKING 5.265×10^{-2}</p> |

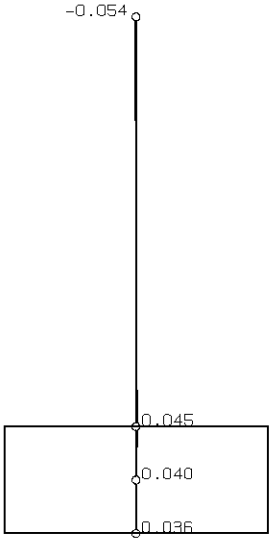
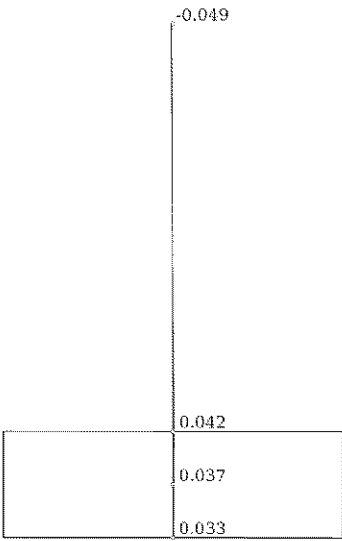
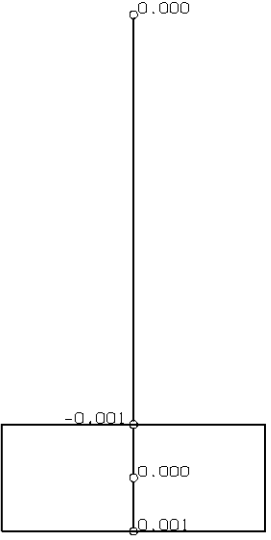
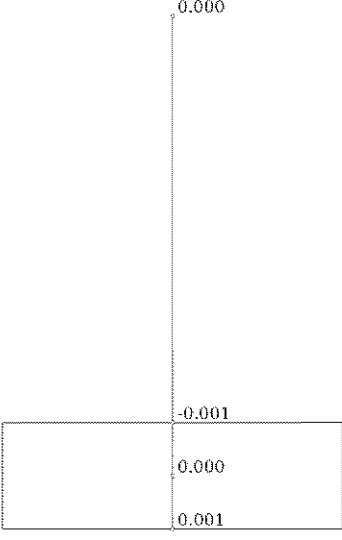
第2-10表 刺激関数図 NS方向(2/2)

| | 新規制基準工認モデル | 影響確認用モデル |
|-------|---|---|
| 3次モード | <p>FREQUENCY = 62.58 (Hz)</p> <p>SWAYING 3.368×10^{-2} ROCKING -8.636×10^{-3}</p> | <p>FREQUENCY = 59.28 (Hz)</p> <p>SWAYING 4.272×10^{-2} ROCKING -9.351×10^{-3}</p> |
| 4次モード | <p>FREQUENCY = 97.54 (Hz)</p> <p>SWAYING 9.367×10^{-4} ROCKING 1.531×10^{-3}</p> | <p>FREQUENCY = 91.73 (Hz)</p> <p>SWAYING -5.743×10^{-6} ROCKING 1.784×10^{-3}</p> |

第2-11表 刺激関数図 EW方向(1/2)

| | 新規制基準工認モデル | 影響確認用モデル |
|-------|---|---|
| 1次モード | <p>FREQUENCY=17.59 (Hz)</p> <p>SWAYING 6.790×10^{-1} ROCKING -4.365×10^{-2}</p> | <p>FREQUENCY=17.70 (Hz)</p> <p>SWAYING 7.396×10^{-1} ROCKING -3.435×10^{-2}</p> |
| 2次モード | <p>FREQUENCY=33.24 (Hz)</p> <p>SWAYING 2.847×10^{-1} ROCKING 5.023×10^{-2}</p> | <p>FREQUENCY=35.12 (Hz)</p> <p>SWAYING 2.233×10^{-1} ROCKING 4.071×10^{-2}</p> |

第2-11表 刺激関数図 EW方向(2/2)

| | 新規制基準工認モデル | 影響確認用モデル |
|-------|---|--|
| 3次モード | <p>FREQUENCY = 64.72 (Hz)</p>  <p>SWAYING 3.558×10^{-2} ROCKING -7.646×10^{-3}</p> | <p>FREQUENCY = 63.54 (Hz)</p>  <p>SWAYING 3.717×10^{-2} ROCKING -7.459×10^{-3}</p> |
| 4次モード | <p>FREQUENCY = 104.91 (Hz)</p>  <p>SWAYING 6.700×10^{-4} ROCKING 1.062×10^{-3}</p> | <p>FREQUENCY = 103.82 (Hz)</p>  <p>SWAYING 2.013×10^{-1} ROCKING 1.100×10^{-2}</p> |

第2-12表 刺激関数図 鉛直方向

| | 新規制基準工認モデル | 影響確認用モデル |
|-------|---|---|
| 1次モード | <p>FREQUENCY = 23.97 (Hz)</p> <p>1.049</p> <p>0.966</p> <p>0.966</p> <p>0.966</p> <p>VERTICAL 9.655×10^{-1}</p> | <p>FREQUENCY = 23.83 (Hz)</p> <p>1.054</p> <p>0.962</p> <p>0.962</p> <p>0.962</p> <p>VERTICAL 9.620×10^{-1}</p> |
| 2次モード | <p>FREQUENCY = 110.62 (Hz)</p> <p>-0.049</p> <p>0.034</p> <p>0.034</p> <p>0.034</p> <p>VERTICAL 3.447×10^{-2}</p> | <p>FREQUENCY = 105.42 (Hz)</p> <p>-0.054</p> <p>0.038</p> <p>0.038</p> <p>0.038</p> <p>VERTICAL 3.804×10^{-2}</p> |

第2-13表 最大応答加速度 (NS 方向)

(a) 基本ケース

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,348 | 1,355 | 1.01 |
| | 2 | 1,221 | 1,203 | 0.99 |
| Ss-2 | 1 | 959 | 960 | 1.00 |
| | 2 | 835 | 833 | 1.00 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,357 | 1,364 | 1.01 |
| | 2 | 1,235 | 1,215 | 0.98 |
| Ss-2 | 1 | 952 | 953 | 1.00 |
| | 2 | 854 | 849 | 0.99 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 (+1σ)

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,313 | 1,321 | 1.01 |
| | 2 | 1,155 | 1,145 | 0.99 |
| Ss-2 | 1 | 913 | 924 | 1.01 |
| | 2 | 803 | 798 | 0.99 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,348 | 1,356 | 1.01 |
| | 2 | 1,222 | 1,204 | 0.99 |
| Ss-2 | 1 | 961 | 963 | 1.00 |
| | 2 | 836 | 834 | 1.00 |

第2-14表 最大応答変位 (NS方向)

(a) 基本ケース

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1.3 | 1.3 | 1.00 |
| | 2 | 0.8(0.76) | 0.7(0.74) | 0.88(0.97) |
| Ss-2 | 1 | 0.8 | 0.8 | 1.00 |
| | 2 | 0.5 | 0.5 | 1.00 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1.4 | 1.4 | 1.00 |
| | 2 | 0.9 | 0.9 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.9 | 0.9 | 1.00 |
| | 2 | 0.6 | 0.6 | 1.00 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 (+1σ)

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 0.8 | 0.8 | 1.00 |
| | 2 | 0.4 | 0.4 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.5(0.53) | 0.6(0.56) | 1.20(1.06) |
| | 2 | 0.3 | 0.3 | 1.00 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1.3 | 1.3 | 1.00 |
| | 2 | 0.8(0.76) | 0.7(0.74) | 0.88(0.97) |
| Ss-2 | 1 | 0.8 | 0.8 | 1.00 |
| | 2 | 0.5 | 0.5 | 1.00 |

第 2-15 表 最大応答せん断力 (NS 方向)

(a) 基本ケース

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.70 | 8.39 | 1.09 |
| Ss-2 | ① | 5.47 | 5.94 | 1.09 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.76 | 8.45 | 1.09 |
| Ss-2 | ① | 5.43 | 5.89 | 1.08 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 ($+1\sigma$)

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.49 | 8.16 | 1.09 |
| Ss-2 | ① | 5.22 | 5.72 | 1.10 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.71 | 8.40 | 1.09 |
| Ss-2 | ① | 5.48 | 5.95 | 1.09 |

第 2-16 表 最大応答曲げモーメント (基本ケース、NS 方向)

(a) 基本ケース

(単位 : $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.57 | 3.86 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.66 | 2.89 | 1.09 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位 : $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.63 | 3.91 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.64 | 2.87 | 1.09 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 ($+1\sigma$)

(単位 : $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.51 | 3.82 | 1.09 |
| Ss-2 | ① | 2.50 | 2.75 | 1.10 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位 : $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.57 | 3.87 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.67 | 2.90 | 1.09 |

第2-17表 最大応答加速度 (EW 方向)

(a) 基本ケース

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,357 | 1,380 | 1.02 |
| | 2 | 1,226 | 1,210 | 0.99 |
| Ss-2 | 1 | 939 | 926 | 0.99 |
| | 2 | 830 | 825 | 0.99 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,367 | 1,387 | 1.01 |
| | 2 | 1,240 | 1,221 | 0.98 |
| Ss-2 | 1 | 936 | 925 | 0.99 |
| | 2 | 850 | 843 | 0.99 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 (+1σ)

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,323 | 1,351 | 1.02 |
| | 2 | 1,165 | 1,159 | 0.99 |
| Ss-2 | 1 | 886 | 878 | 0.99 |
| | 2 | 813 | 816 | 1.00 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位 : cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1,358 | 1,382 | 1.02 |
| | 2 | 1,227 | 1,210 | 0.99 |
| Ss-2 | 1 | 941 | 927 | 0.99 |
| | 2 | 831 | 825 | 0.99 |

第2-18表 最大応答変位 (EW 方向)

(a) 基本ケース

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1.2(1.16) | 1.1(1.11) | 0.92(0.96) |
| | 2 | 0.8 | 0.8 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.8(0.78) | 0.7(0.75) | 0.88(0.96) |
| | 2 | 0.5 | 0.5 | 1.00 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1.3 | 1.3 | 1.00 |
| | 2 | 0.9 | 0.9 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.9(0.89) | 0.8(0.85) | 0.89(0.96) |
| | 2 | 0.6 | 0.6 | 1.00 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 (+1σ)

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 0.7 | 0.7 | 1.00 |
| | 2 | 0.4 | 0.4 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1.00 |
| | 2 | 0.3 | 0.3 | 1.00 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位: mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 1.2(1.17) | 1.1(1.11) | 0.92(0.95) |
| | 2 | 0.8 | 0.8 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.8(0.78) | 0.7(0.75) | 0.88(0.96) |
| | 2 | 0.5 | 0.5 | 1.00 |

第2-19表 最大応答せん断力 (EW 方向)

(a) 基本ケース

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.76 | 8.54 | 1.10 |
| Ss-2 | ① | 5.37 | 5.73 | 1.07 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.82 | 8.59 | 1.10 |
| Ss-2 | ① | 5.34 | 5.72 | 1.07 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 ($+1\sigma$)

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.56 | 8.36 | 1.11 |
| Ss-2 | ① | 5.07 | 5.44 | 1.07 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位: $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 7.76 | 8.55 | 1.10 |
| Ss-2 | ① | 5.37 | 5.74 | 1.07 |

第2-20表 最大応答曲げモーメント (EW方向)

(a) 基本ケース

(単位： $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材番号 | 新規制基準工認モデル (①) | 影響確認用モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|------|-------------------|-----------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.60 | 4.03 | 1.12 |
| Ss-2 | ① | 2.61 | 2.76 | 1.06 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位： $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材番号 | 新規制基準工認モデル (①) | 影響確認用モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|------|-------------------|-----------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.62 | 4.06 | 1.12 |
| Ss-2 | ① | 2.60 | 2.76 | 1.06 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 ($+1\sigma$)

(単位： $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材番号 | 新規制基準工認モデル (①) | 影響確認用モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|------|-------------------|-----------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.56 | 3.97 | 1.12 |
| Ss-2 | ① | 2.43 | 2.59 | 1.07 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位： $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)

| 地震動 | 部材番号 | 新規制基準工認モデル (①) | 影響確認用モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|------|-------------------|-----------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 3.60 | 4.04 | 1.12 |
| Ss-2 | ① | 2.62 | 2.77 | 1.06 |

第2-21表 最大応答加速度（鉛直方向）

(a) 基本ケース

(単位：cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認モ デル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 367 | 365 | 0.99 |
| | 2 | 367 | 366 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 357 | 352 | 0.99 |
| | 2 | 362 | 359 | 0.99 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮（-1σ）

(単位：cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 365 | 364 | 1.00 |
| | 2 | 365 | 364 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 362 | 356 | 0.98 |
| | 2 | 368 | 365 | 0.99 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮（+1σ）

(単位：cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 368 | 366 | 0.99 |
| | 2 | 370 | 369 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 351 | 349 | 0.99 |
| | 2 | 356 | 356 | 1.00 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位：cm/s²)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 367 | 365 | 0.99 |
| | 2 | 367 | 366 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 357 | 352 | 0.99 |
| | 2 | 362 | 360 | 0.99 |

第2-22表 最大応答変位（鉛直方向）

(a) 基本ケース

(単位：mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮（ -1σ ）

(単位：mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 0.2 | 0.2 | 1.00 |
| | 2 | 0.2 | 0.2 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.2 | 0.2 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮（ $+1\sigma$ ）

(単位：mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位：mm)

| 地震動 | 質点 節点 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| Ss-2 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |
| | 2 | 0.1 | 0.1 | 1.00 |

第2-23表 最大応答軸力（鉛直方向）

(a) 基本ケース

(単位： $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 2.09 | 2.26 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.04 | 2.18 | 1.07 |

(b) 地盤物性のばらつき考慮 (-1σ)

(単位： $\times 10^3 \text{kN}$)

| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 2.08 | 2.25 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.08 | 2.22 | 1.07 |

(c) 地盤物性のばらつき考慮 ($+1\sigma$)

(単位： $\times 10^3 \text{kN}$)

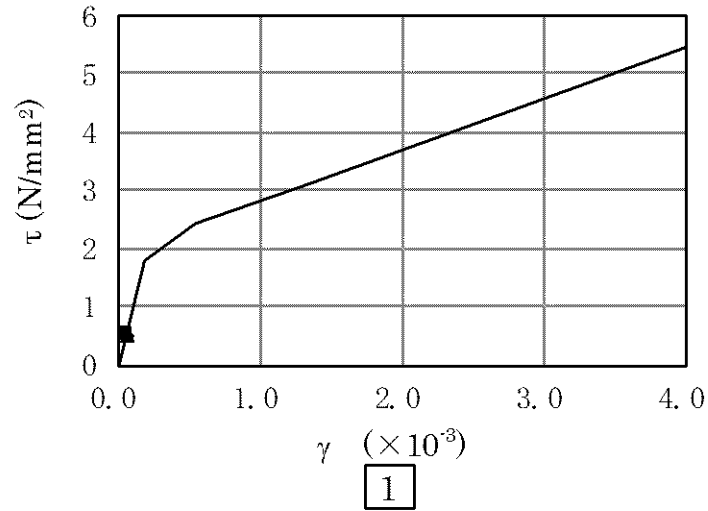
| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 2.10 | 2.27 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.01 | 2.16 | 1.07 |

(d) 減衰定数の設定に起因する不確かさ考慮

(単位： $\times 10^3 \text{kN}$)

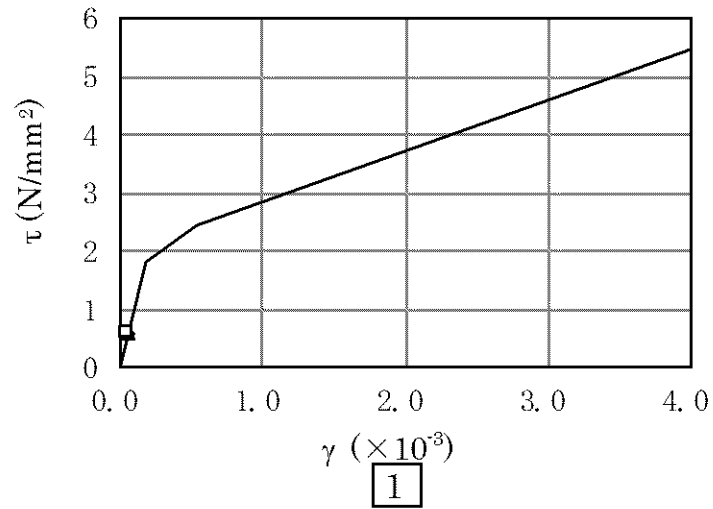
| 地震動 | 部材 番号 | 新規制基準工認 モデル (①) | 影響確認用 モデル (②) | 変動率 (②/①) |
|------|----------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Ss-1 | ① | 2.09 | 2.26 | 1.08 |
| Ss-2 | ① | 2.04 | 2.18 | 1.07 |

- Ss-1H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-1H (地盤物性-1σ、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-1H (地盤物性+1σ、新規制基準工認モデル)
- Ss-1H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

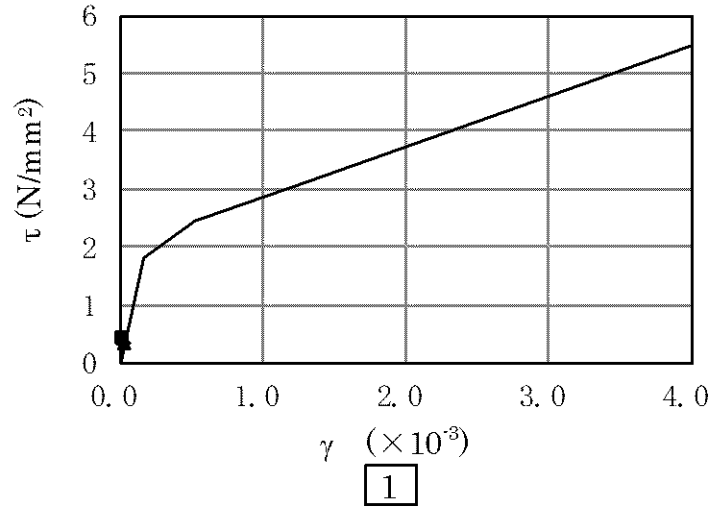
- Ss-1H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-1H (地盤物性-1σ、影響確認用モデル)
- △ Ss-1H (地盤物性+1σ、影響確認用モデル)
- Ss-1H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

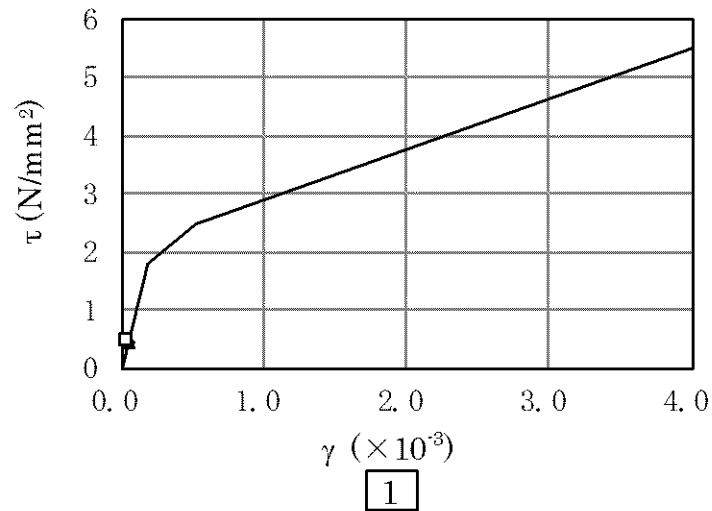
第 2-5 図 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(NS 方向 : Ss-1H)

- Ss-2H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-2H (地盤物性-1 σ 、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-2H (地盤物性+1 σ 、新規制基準工認モデル)
- Ss-2H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

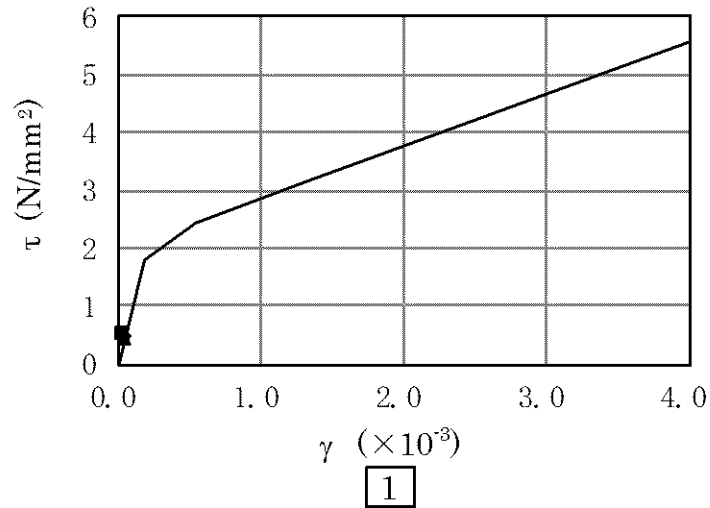
- Ss-2H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-2H (地盤物性-1 σ 、影響確認用モデル)
- △ Ss-2H (地盤物性+1 σ 、影響確認用モデル)
- Ss-2H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

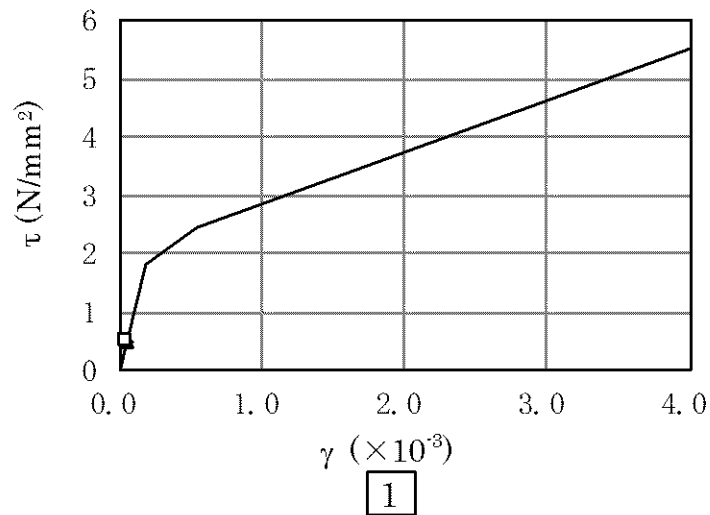
第 2-6 図 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(NS 方向 : Ss-2H)

- Ss-1H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-1H (地盤物性-1 σ 、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-1H (地盤物性+1 σ 、新規制基準工認モデル)
- Ss-1H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

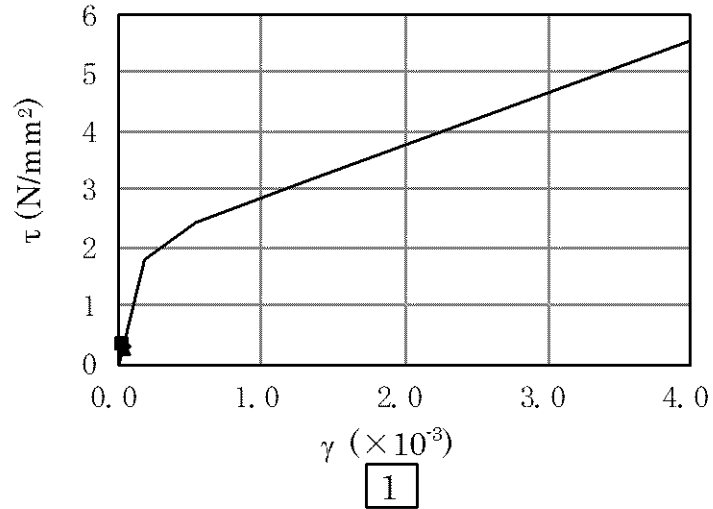
- Ss-1H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-1H (地盤物性-1 σ 、影響確認用モデル)
- △ Ss-1H (地盤物性+1 σ 、影響確認用モデル)
- Ss-1H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

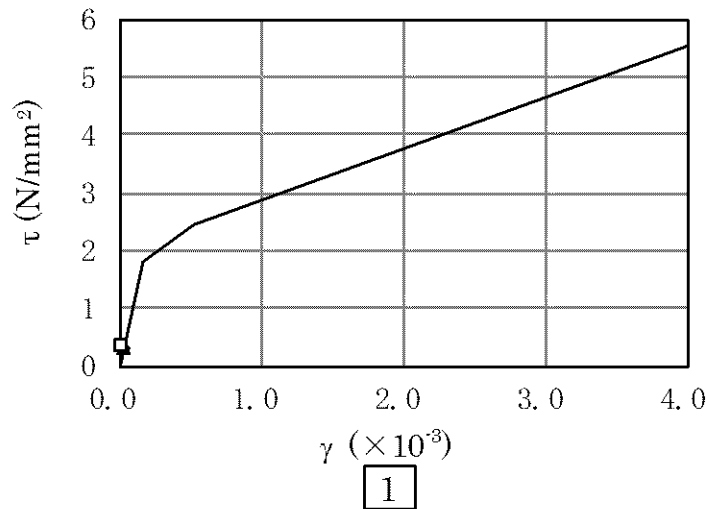
第 2-7 図 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(EW 方向 : Ss-1H)

- Ss-2H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-2H (地盤物性-1 σ 、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-2H (地盤物性+1 σ 、新規制基準工認モデル)
- Ss-2H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

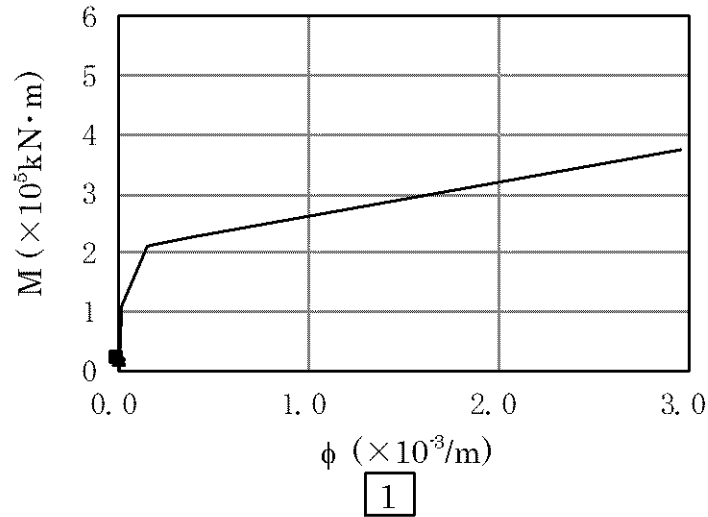
- Ss-2H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-2H (地盤物性-1 σ 、影響確認用モデル)
- △ Ss-2H (地盤物性+1 σ 、影響確認用モデル)
- Ss-2H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

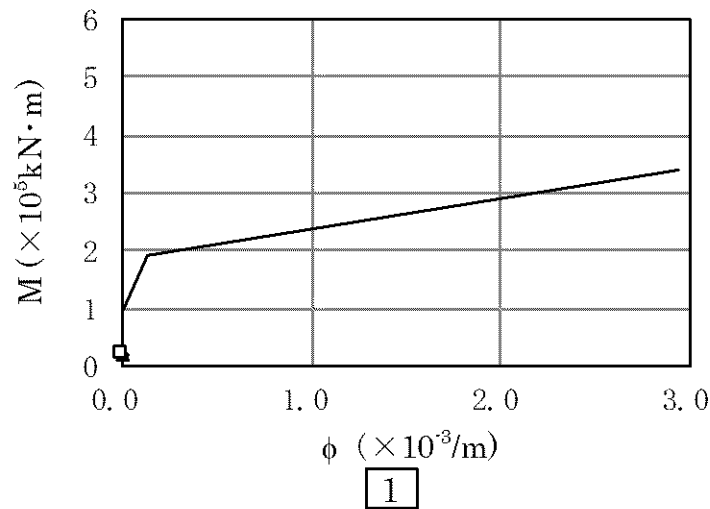
第2-8図 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(EW方向: Ss-2H)

- Ss-1H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-1H (地盤物性-1σ、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-1H (地盤物性+1σ、新規制基準工認モデル)
- Ss-1H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

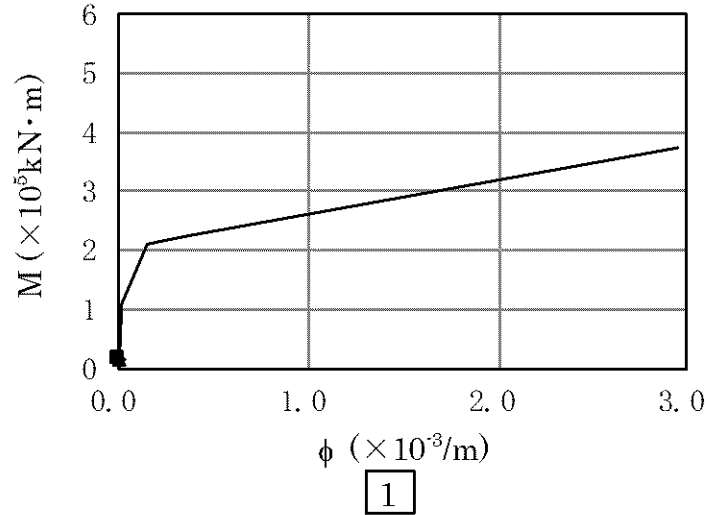
- Ss-1H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-1H (地盤物性-1σ、影響確認用モデル)
- △ Ss-1H (地盤物性+1σ、影響確認用モデル)
- Ss-1H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

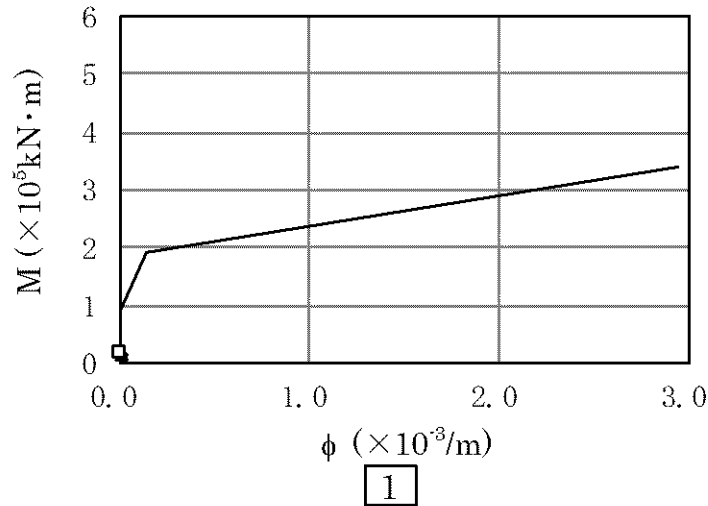
第2-9図 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(NS方向: Ss-1H)

- Ss-2H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-2H (地盤物性-1σ、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-2H (地盤物性+1σ、新規制基準工認モデル)
- Ss-2H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

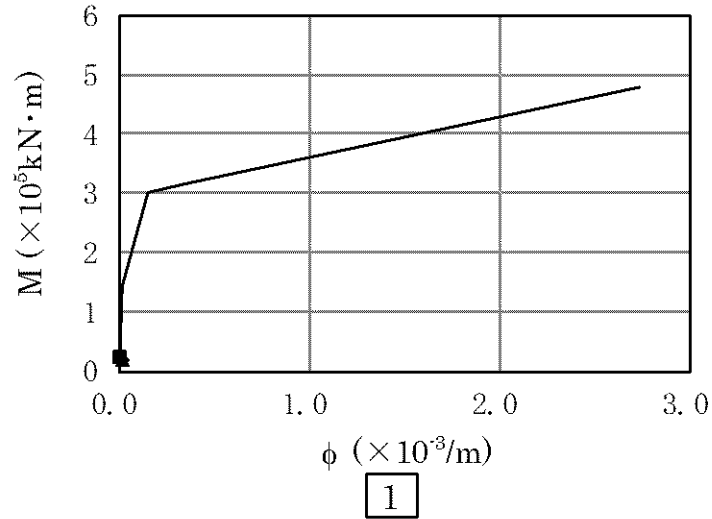
- Ss-2H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-2H (地盤物性-1σ、影響確認用モデル)
- △ Ss-2H (地盤物性+1σ、影響確認用モデル)
- Ss-2H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

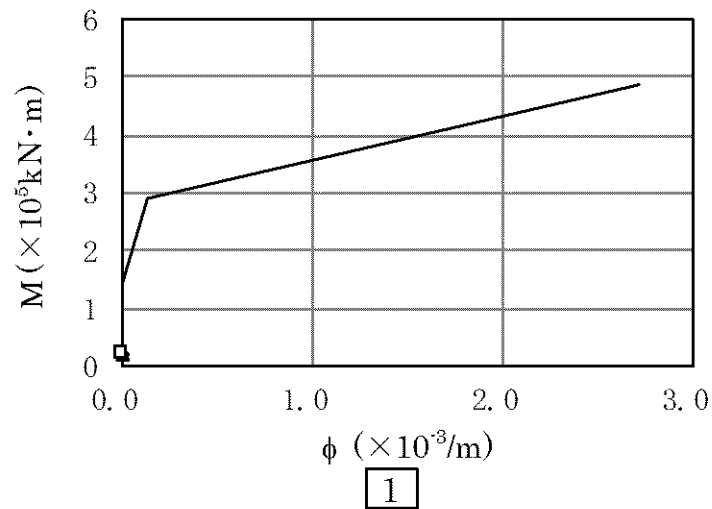
第2-10図 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(NS方向：Ss-2H)

- Ss-1H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-1H (地盤物性-1 σ 、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-1H (地盤物性+1 σ 、新規制基準工認モデル)
- Ss-1H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

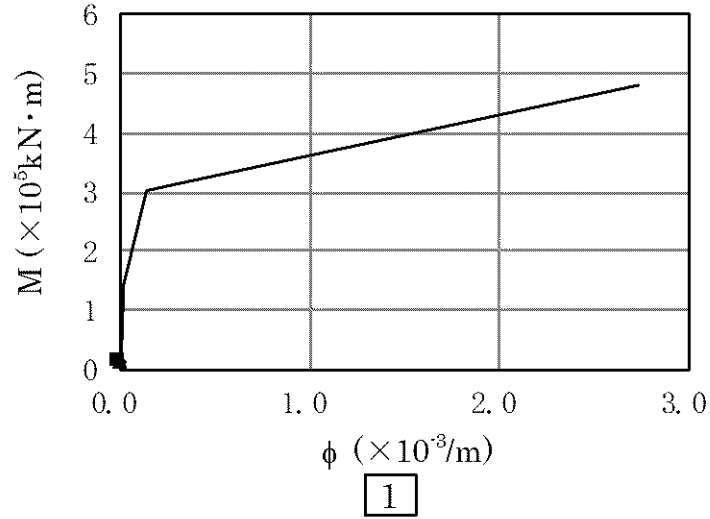
- Ss-1H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-1H (地盤物性-1 σ 、影響確認用モデル)
- △ Ss-1H (地盤物性+1 σ 、影響確認用モデル)
- Ss-1H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

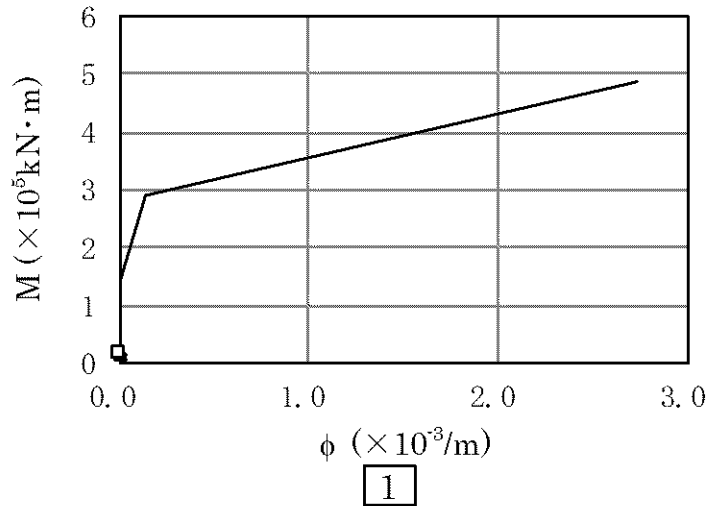
第2-11図 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(EW 方向 : Ss-1H)

- Ss-2H (基本ケース、新規制基準工認モデル)
- ◆ Ss-2H (地盤物性-1 σ 、新規制基準工認モデル)
- ▲ Ss-2H (地盤物性+1 σ 、新規制基準工認モデル)
- Ss-2H (h=3%、新規制基準工認モデル)



(a) 新規制基準工認モデル

- Ss-2H (基本ケース、影響確認用モデル)
- ◇ Ss-2H (地盤物性-1 σ 、影響確認用モデル)
- △ Ss-2H (地盤物性+1 σ 、影響確認用モデル)
- Ss-2H (h=3%、影響確認用モデル)



(b) 影響確認用モデル

第2-12図 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(EW方向: Ss-2H)

3. 応力解析による影響評価

3.1 影響評価方針

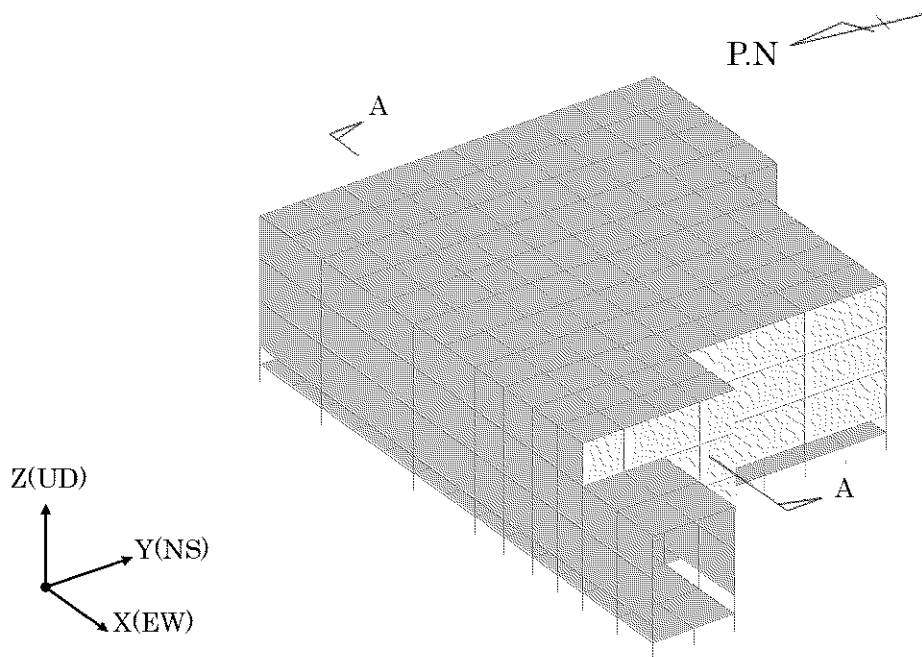
影響確認用モデルの地震応答解析結果を用いて、3次元 FEM モデルによる弾性応力解析を行う。3次元 FEM 解析による断面の評価は、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会、2005 制定）」（以下「RC-N 規準」という。）に基づき、壁、屋根及び基礎版に生じる軸力及び曲げモーメント、面内せん断力並びに面外せん断力が、短期許容応力度に基づく許容値を超えないことを確認する。

地震荷重は、基準地震動 S_s-1 及び S_s-2 により算出される動的地震力を包絡して設定する。その他、固定荷重及び積載荷重を考慮する。

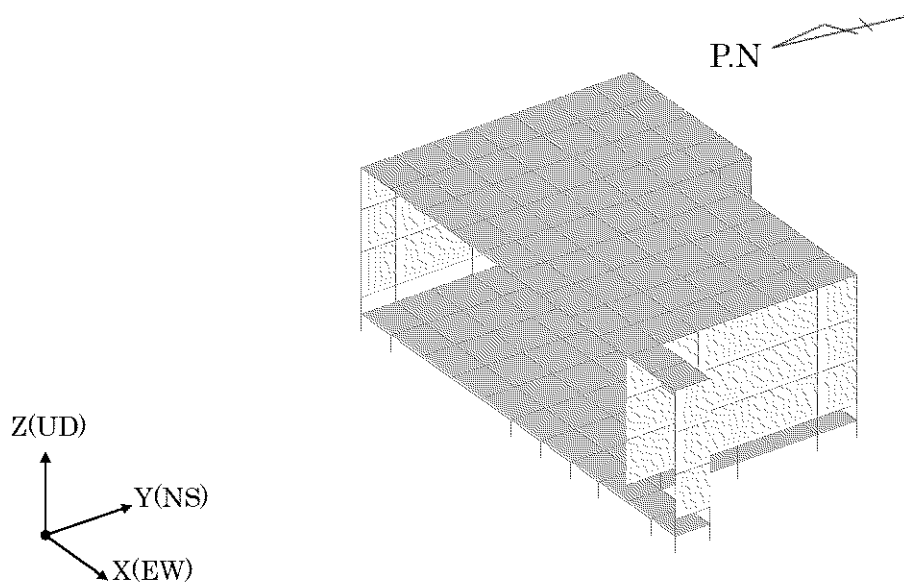
荷重の組合せは、資料 9-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。地震荷重及び風荷重の組合せについて、休憩所がコンクリート構造物であり、自重の大きな施設であることから、風荷重の影響は小さいため、地震荷重及び風荷重の組合せは考慮しない。また、積雪荷重は、地震荷重及び積載荷重の組合せで考慮される。

休憩所の 3次元 FEM モデルは、壁、屋根及び基礎版をシェル要素でモデル化する。また、地震応答解析モデルの地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを基礎底面に設ける。解析モデルを第 3-1 図、コンクリート及び鉄筋の材料定数を第 3-1 表及び第 3-2 表に示す。

なお、新規制基準工認時の休憩所の応力解析は、屋根スラブのみを 3次元 FEM でモデル化していたが、今回、新規制基準工認以降の審査実績を踏まえ、建屋全体を 3次元 FEM でモデル化した。休憩所の新規制基準モデルと今回解析を実施した影響確認用モデルの解析手法の比較を第 3-3 表に示す。



(a) 全体



(b) A-A 断面

第 3-1 図 解析モデル (鳥瞰図)

第3-1表 コンクリートの材料定数

| 設計基準強度 Fc (N/mm ²) | ヤング係数 E (N/mm ²) | ポアソン比 ν |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| 30.0 | 2.44×10 ⁴ | 0.2 |

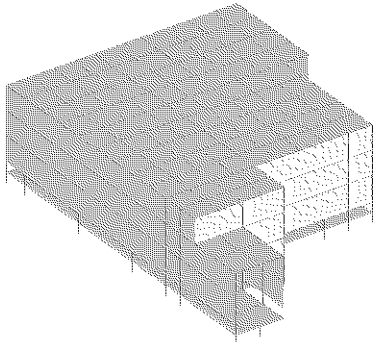
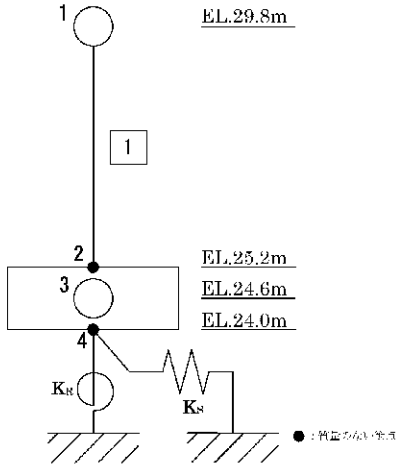
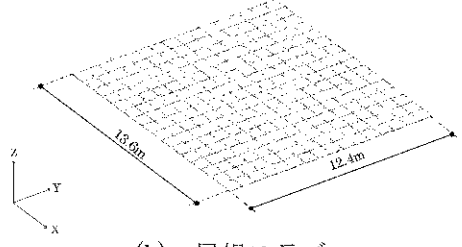
第3-2表 鉄筋の材料定数

| 鉄筋種類 | 降伏強度 Fy (N/mm ²) | ヤング係数 E (N/mm ²) |
|-------|------------------------------------|------------------------------------|
| SD345 | 345 | 2.05×10 ⁵ |
| SD390 | 390 | 2.05×10 ⁵ |

第3-3表 新規制基準モデルと影響確認用モデルの比較 (1/2)

| 項目 | 影響確認用モデル | 新規制基準モデル (代替緊急時対策所) |
|------|---------------------------------|---|
| 解析手法 | 3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析 (静的解析) | 耐震壁： 水平方向の質点系モデルによる地震応答解析 基礎版： 一方向版とみなした解析モデルによる応力解析 屋根スラブ： 3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析 (静的解析) |
| モデル化 | モデル化範囲 | 建屋全体について。壁、屋根及び基礎版をモデル化 壁：建屋全体 基礎版：基礎版のみ 屋根スラブ：屋根スラブのみ |
| | 材料物性 | コンクリートのヤング係数： E=24.4kN/mm ² コンクリートのポアソン比： ν=0.2 同左 |

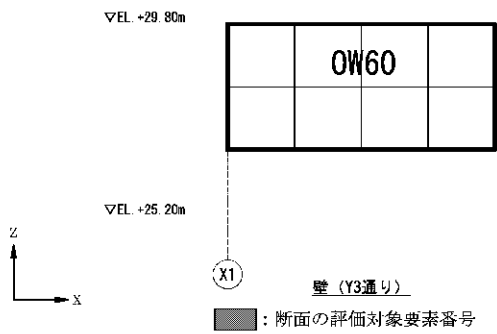
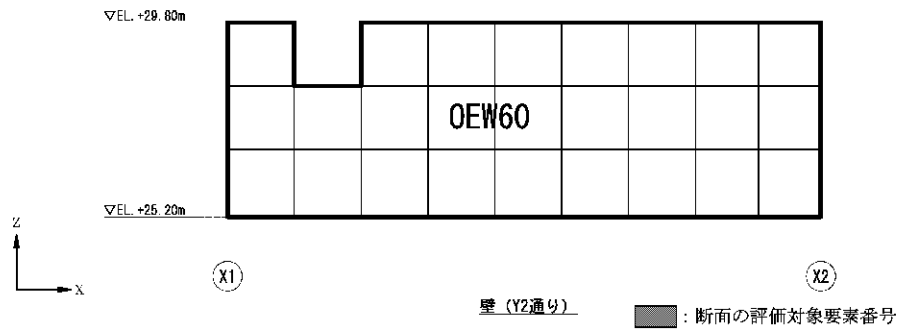
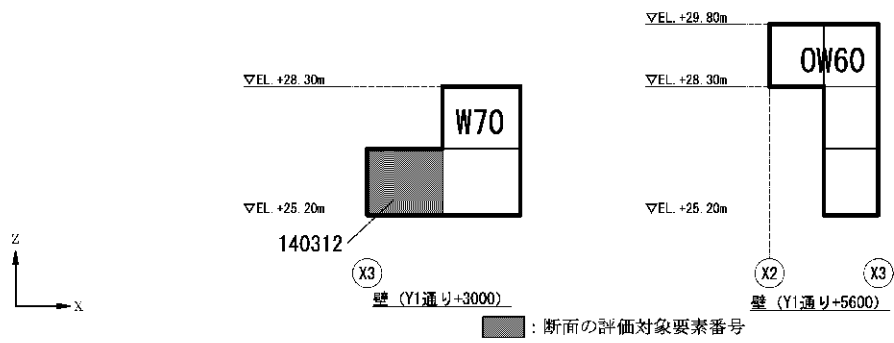
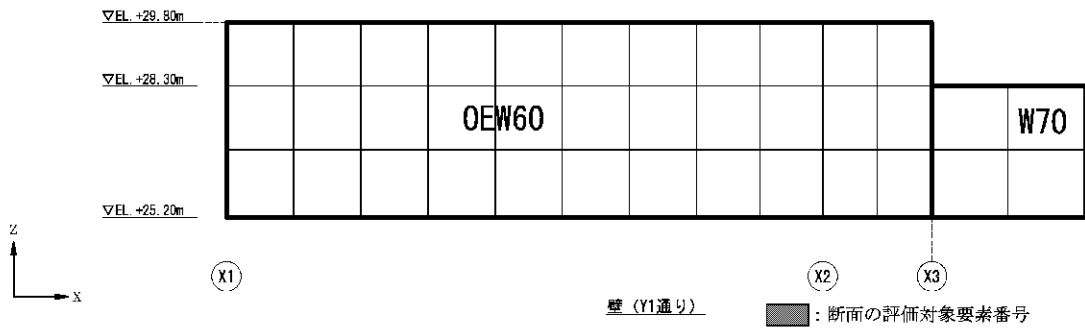
第3-3表 新規制基準モデルと影響確認用モデルの比較 (2/2)

| 項目 | | 影響確認用モデル | 新規制基準モデル (代替緊急時対策所) |
|-------|------|---|--|
| モデル化 | 使用要素 | 壁、屋根及び基礎版：シェル要素 | 屋根スラブ：シェル要素 |
| | 境界条件 | 基礎版下端に3方向の地盤ばねを考慮 基礎版下端の地盤ばねは、浮上り考慮 | 耐震壁： 水平ばね及び回転ばねを考慮 基礎版： 一方向版の両端に、壁による拘束を考慮 屋根スラブ： 4辺固定とした場合と4辺ピンとした場合を考慮 |
| 解析モデル | |  <p>第3-1図を再掲</p> |  <p>(a) 耐震壁</p>  <p>(b) 屋根スラブ</p> |

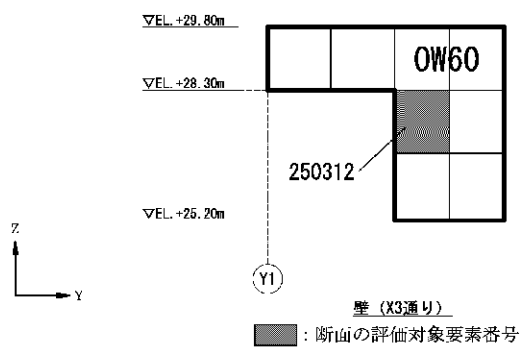
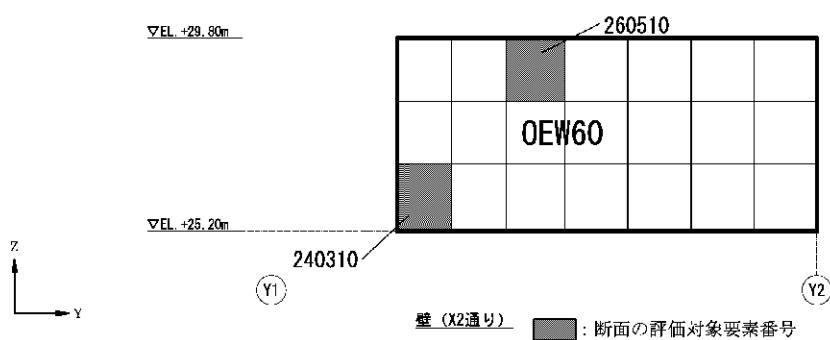
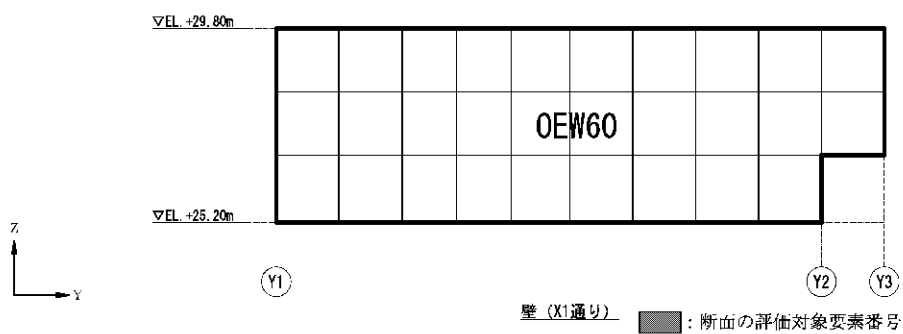
3.2 影響評価結果

3次元 FEM 解析による断面の評価対象要素番号を第 3-2 図、分類領域ごとの配筋を第 3-4 表に、断面の評価結果を第 3-5 表及び第 3-6 表に示す。

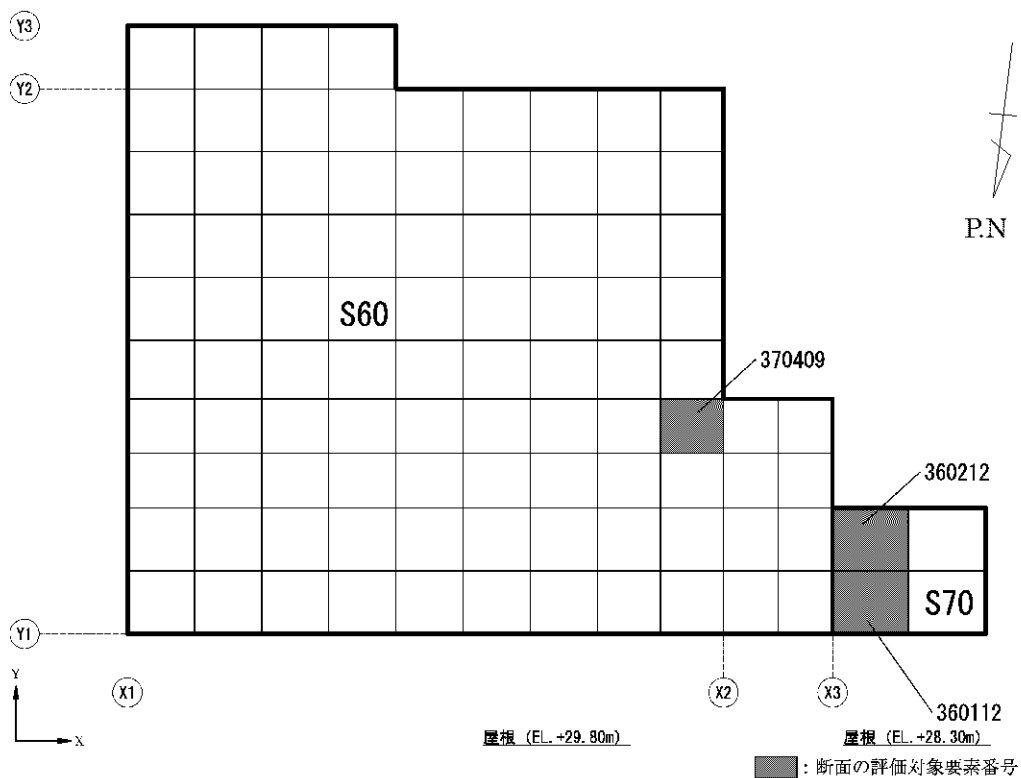
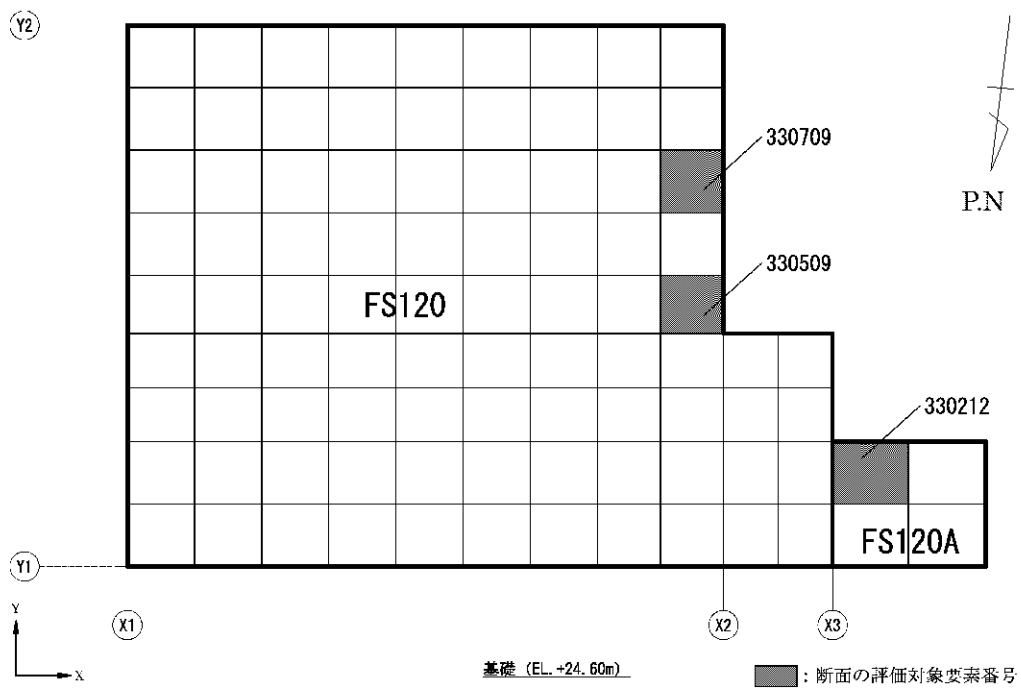
評価の結果、影響確認用モデルから算出された地震力の組合せによる軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力に対し、必要鉄筋量が設計配筋量を超えないことを確認した。また、面外せん断応力度が短期許容せん断応力度を超えないことを確認した。



第 3-2 図 断面の評価対象要素番号(1/3)



第 3-2 図 断面の評価対象要素番号(2/3)



第 3-2 図 断面の評価対象要素番号(3/3)

第3-4表 分類領域ごとの配筋(1/2)

| 部位 | 領域 | 厚さ (mm) | 主筋 (SD345、SD390) (注) | | 鉄筋量 (mm ² /m) | 面外せん断 補強筋 | |
|----|-------|------------|-------------------------|----|-----------------------------|--------------|---|
| | | | 位置 | 方向 | | | |
| 壁 | OEW60 | 600 | 両側 共 | 縦筋 | 1段 D25@200 | 2,535 | — |
| | | | | 横筋 | 1段 D25@200 | 2,535 | |
| | OW60 | 600 | 両側 共 | 縦筋 | 1段 D25@200 | 2,535 | — |
| | | | | 横筋 | 1段 D25@200 | 2,535 | |
| | W70 | 700 | 両側 共 | 縦筋 | 1段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | | 横筋 | 1段 D29@200 | 3,210 | |

(注) 主筋の鉄筋種別について、D19～D25はSD345、D29以上はSD390とする。

第3-4表 分類領域ごとの配筋(2/2)

| 部位 | 領域 | 厚さ (mm) | 主筋 (SD345、SD390) (注) | | 鉄筋量 (mm ² /m) | 面外せん断 補強筋 | |
|------------|--------|------------|-------------------------|----|-----------------------------|--------------|---|
| | | | 位置 | 方向 | | | |
| 屋根・ 基礎版 | FS120 | 1,200 | 上端、 下端共 | NS | 1段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | | EW | 1段 D29@200 | 3,210 | |
| | FS120A | 1,200 | 上端、 下端共 | NS | 1段 D32@200 | 3,970 | — |
| | | | | EW | 1段 D32@200 | 3,970 | |
| | S60 | 600 | 上端、 下端共 | NS | 1段 D25@200 | 2,535 | — |
| | | | | EW | 1段 D25@200 | 2,535 | |
| | S70 | 700 | 上端、 下端共 | NS | 1段 D29@200 | 3,210 | — |
| | | | | EW | 1段 D29@200 | 3,210 | |

(注) 主筋の鉄筋種別について、D19～D25はSD345、D29以上はSD390とする。

第 3-5 表 断面の評価結果 (軸力及び曲げモーメント並びに面内せん断力)

| 部位 | 領域 | 要素 番号 | 方向 | ケース No. | 組合せ応力 | | | 必要 鉄筋量 a_g (mm ² /m) | 設計 配筋量 a_g' (mm ² /m) | 検定値 | 判定 |
|----------------|--------|----------|----|------------|-------------|---------------|---------------------------|--|---|------|----|
| | | | | | N (kN/m) | M (kN・m/m) | Q _{xy} (kN/m) | | | | |
| 壁 | OEW60 | 240310 | 縦筋 | 3 | 876 | 7 | 319 | 1,792 | 2,535 | 0.71 | 可 |
| | OW60 | 250312 | 横筋 | 1 | 261 | 8 | -357 | 958 | 2,535 | 0.38 | 可 |
| | W70 | 140312 | 横筋 | 7 | 95 | -12 | 244 | 500 | 3,210 | 0.16 | 可 |
| 屋根 ・ 基礎版 | S60 | 370409 | EW | 17 | 70 | -102 | -7 | 1,249 | 2,535 | 0.50 | 可 |
| | S70 | 360212 | NS | 1 | 203 | 28 | -57 | 421 | 3,210 | 0.14 | 可 |
| | FS120 | 330509 | NS | 5 | 898 | 92 | 11 | 1,414 | 3,210 | 0.45 | 可 |
| | FS120A | 330212 | NS | 4 | 54 | -84 | -22 | 285 | 3,970 | 0.08 | 可 |

第3-6表 断面の評価結果（面外せん断応力度）

| 部位 | 領域 | 要素番号 | 方向 | ケースNo. | 面外せん断 応力度 τ (N/mm ²) | 許容せん断 応力度 τ_A (N/mm ²) | 検定値 | 判定 |
|----------------|--------|--------|----|--------|--|--|------|----|
| 壁 | OEW60 | 260510 | 縦筋 | 12 | 0.223 | 1.61 | 0.14 | 可 |
| | OW60 | 250312 | 縦筋 | 7 | 0.124 | 2.36 | 0.06 | 可 |
| | W70 | 140312 | 縦筋 | 1 | 0.149 | 1.81 | 0.09 | 可 |
| 屋根 ・ 基礎版 | S60 | 370409 | EW | 16 | 0.319 | 1.50 | 0.22 | 可 |
| | S70 | 360112 | NS | 1 | 0.211 | 2.36 | 0.09 | 可 |
| | FS120 | 330709 | NS | 3 | 0.661 | 2.36 | 0.29 | 可 |
| | FS120A | 330212 | NS | 1 | 0.339 | 2.36 | 0.15 | 可 |

4. まとめ

増設及び新規開口の設置を考慮した影響確認用モデルについて、固有値解析及び地震応答解析を行い、新規制基準工認モデルの解析結果との比較を行った。固有値解析結果より、建屋の振動特性に大きな差異がみられないこと、地震応答解析結果より、最大応答値に大きな差異がみられないこと、最大せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認した。

また、3次元 FEM 解析による断面の評価を行い、壁、屋根及び基礎版に生じる各応力が、許容限界を超えないことを確認した。

以上より、連絡通路接続工事に伴う増設及び新規開口の設置が建屋の有する耐震性へ与える影響はないことを確認した。

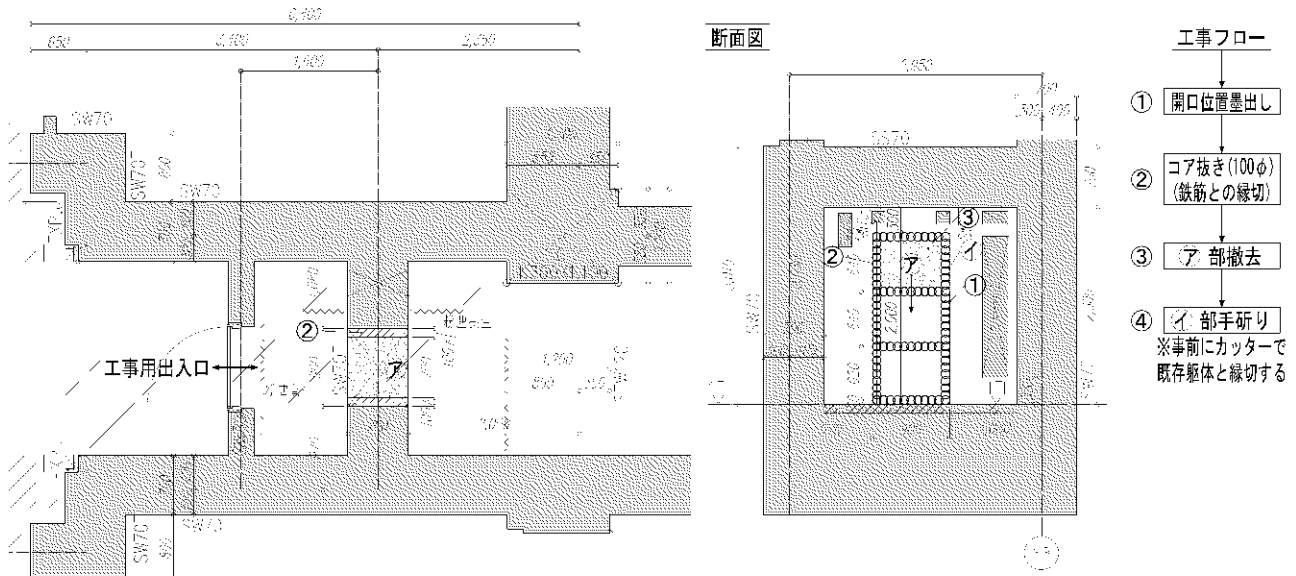
9-14. 緊急時対策棟（指揮所）の遮へい体の
撤去方法と耐震評価への影響について

1. 概要

緊急時対策棟（指揮所）においては、一部遮へい体の撤去を実施する。遮へい体撤去工事の工事の方法と撤去による指揮所の耐震評価への影響を確認するものである。

2. 工事の方法

遮へい体撤去工事の手順（予定）を第1図に示す。遮へい体の撤去においては、撤去躯体周りの縁切りを実施したのち、遮へい体部分の撤去を実施する。



3. 指揮所の耐震評価への影響

指揮所の耐震評価への影響について、当該壁は、指揮所設置工事（1期工事）に係る工事計画認可申請において、応答解析にて評価を実施していることから、以下の(1),(2),(3)の観点で確認を実施した。

(1) 建屋の剛性への影響について

今回撤去範囲については、既評価において剛性を評価する際に考慮した壁ではなく、せん断断面積、断面二次モーメントへの影響はないため剛性への影響はない。

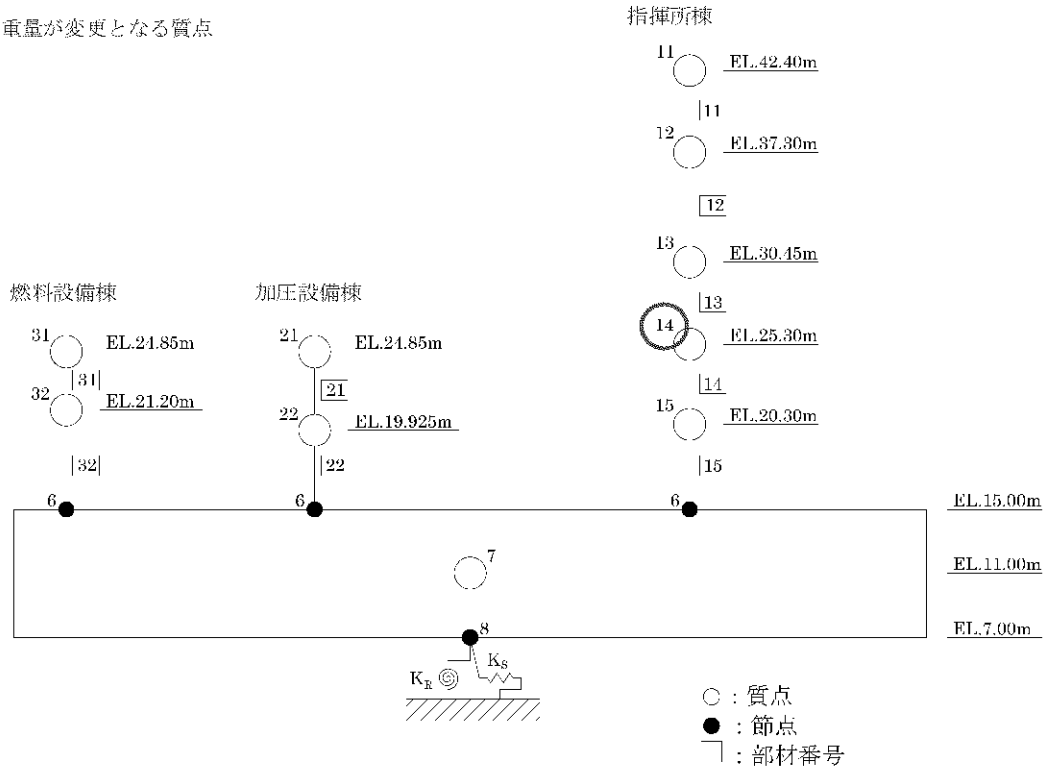
(2) 撤去工事中の周辺躯体への影響について

既評価において考慮している周辺躯体とは縁切りをした後に撤去を実施するため、影響はない。

(3) 質点重量の変更について

指揮所の地震応答解析モデルを第2図に、質点重量の変更内容と変動率について第1表に示す。重量の変更は軽微であり、指揮所の耐震評価に影響はない。

○ : 重量が変更となる質点



第 2 図 地震応答解析モデル

第 1 表 質点重量の変更内容と変動率

| 部位 | 質点番号 | 高さ EL. (m) | 質点重量(kN) | | 重量の変動率(%) (②/①) |
|----|------|------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | 指揮所 評価時 (①) | 撤去による 減重量 (②) | |
| | 14 | 25.30 | 6.50×10^4 | $\blacktriangle 0.0031 \times 10^4$ | $\blacktriangle 0.05\%$ |

9-15. 緊急時対策棟（連絡通路、指揮所、休憩所）
における耐震壁、シール材の気密性の維持について

1. 概要

緊急時対策所（緊急時対策棟内）については、居住性の確保に関する機能が要求されており、十分な気密性を維持する設計とすることが要求されている。このうち、耐震壁、シール材について設計上の位置付けを整理するものである。

2. 耐震壁について

連絡通路の耐震壁の評価は、資料 9-13-1「緊急時対策棟（連絡通路）の地震応答解析」による解析結果に基づき行う。気密性を維持することの確認は、基準地震動 S_s に対して、最大せん断ひずみが許容限界を超えないことによる確認により行う。第 1 表に地震応答解析による評価の許容限界を示す。第 1 表の通り、最大せん断ひずみを弾性範囲に収めることで気密性を維持する。

第 1 表 地震応答解析による評価の許容限界

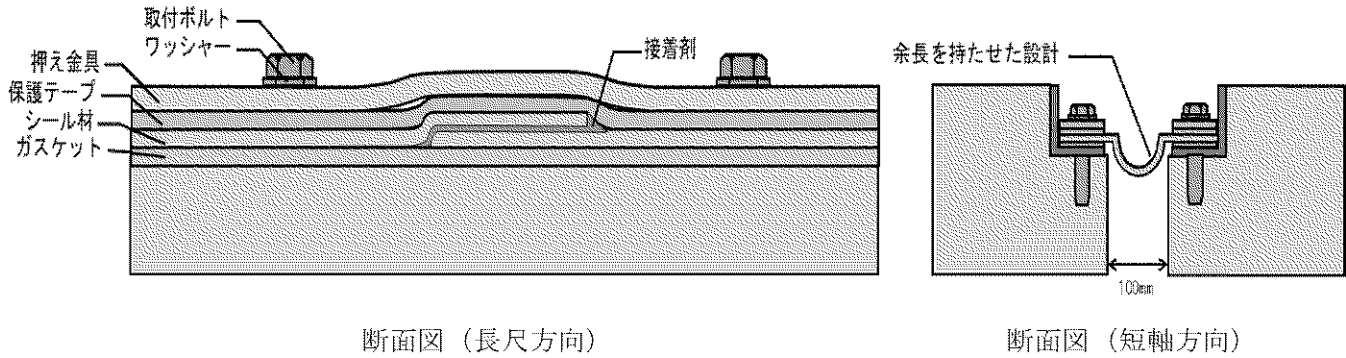
| 要求機能 | 機能設計上の性能目標 | 地震力 | 部位 | 機能維持のための考え方 | 許容限界 (評価基準値) |
|------|---------------------------------|-------------|-----|------------------------------------|------------------|
| 気密性 | 建屋内への放射性物質の進入を防止するために気密性を維持すること | 基準地震動 S_s | 耐震壁 | 最大せん断ひずみが気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認 | 弾性範囲 (注1)(注2) |

(注1) 耐震壁のせん断ひずみが、せん断スケルトンカーブにおける第 1 折点のせん断ひずみ以下であることを「弾性範囲」とする。

(注2) 基本として、事故時においては、換気性能とあいまって居住性を維持できる気密性を有する設計とするが、基準地震動 S_s に対して、最大せん断ひずみが弾性範囲であることを確認することで、地震時及び地震後においてもその機能を維持できる設計とする。

3. シール材について

シール材圧着部及びシール材同士の接合部に関しては、現地施工時、接着剤等を用いて適切に接合させ、気密性を高める設計としている。また、シール材は余長（間隙100mm に対して、シール材長さ 200mm 程度）を設けているため、相対変位に対して気密性を損なうおそれはない。シール部の断面図を第1図に示す。



第1図 シール部断面図

緊急時対策棟（休憩所）に設置する通信連絡設備について

代替緊急時対策所は、緊急時対策棟設置工事の連絡通路接続工事によって、緊急時対策所の機能を緊急時対策所（指揮所）へ移行後に緊急時対策棟（休憩所）として使用する。

緊急時対策所の機能を代替緊急時対策所から緊急時対策所（指揮所）へ移行することに伴い、代替緊急時対策所に設置している通信連絡設備は全て廃止するが、一部の通信連絡設備については、緊急時対策棟（休憩所）としての使用時に再度使用する。

ついては、以下に緊急時対策棟（休憩所）で使用する通信連絡設備に関して、具体的な対象等を説明する。

1. 技術基準規則における要求事項

緊急時対策棟（休憩所）は、作業員等が休憩のために滞在することから、技術基準規則第 47 条第 4 項において「工場等には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊又は故障の際に発電用原子炉施設内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置及び多様性を確保した通信連絡設備を施設しなければならない」と要求されている。

2. 緊急時対策棟（休憩所）に設置する通信連絡設備

(1) 設置する対象設備

| 技術基準規則の要求設備 | 設置する設備 | 備 考 |
|-------------|----------------------|--------------------------|
| 警報装置 | 運転指令設備 電力保安通信電話設備 | ・異なる通信連絡設備を設置することで多様性を確保 |
| 通信連絡設備 | | |

(2) 具体的な設置方法

緊急時対策棟（休憩所）は、元々代替緊急時対策所であったことから、その当時に警報装置をはじめとした通信連絡設備を設置している。

これらの設備のうち、緊急時対策棟（指揮所）の新設による緊急時対策所機能の緊急時対策所（指揮所）への移行に伴い、SPDS データ表示装置や衛星携帯電話設備等は廃止する。一方、運転指令設備及び電力保安通信電話設備は、一時的に使用を停止して、連絡通路接続工事が完了し緊急時対策棟（休憩所）として使用するタイミングに合わせて設置（再使用）する。

3. その他

中央制御室を除く既設建屋内の他エリア及び緊急時対策棟（指揮所）の多目的エリア・ミーティングエリアにおいても 1. 項で述べた技術基準規則における要求事項に基づき、警報装置及び多様性を確保した通信連絡設備を設置している。

なお、緊急時対策棟（連絡通路）については、緊急時対策棟（休憩所）と緊急時対策棟（指揮所）の建屋間を移動するために施設するものであり、緊急時対策所（緊急時対策棟内）に該当しないこと及び人が滞在するエリアではないことから、技術基準規則第 47 条第 4 項で要求される警報装置等の設置は不要である。

緊急時対策所（指揮所）設置工事と重複する工事について

本設計及び工事計画における工事のうち令和元年6月3日付け原規規発第1906035号にて認可を受けた工事計画（以下「指揮所工認」という。）による工事と重複する工事は、指揮所工認に係る工事計画に基づく使用前検査合格後に、前述の機能に影響を与えないように工事を実施することとしており、当該内容を工事工程表に記載している。

本設工認と指揮所工認で重複する設備等及び本設工認における工事の概要について下表に示す。

| 設 備 等 | 本設工認における工事の概要 |
|---------------------------------|--|
| 放射線管理施設 | |
| 緊急時対策所エリアモニタ | ・2台のうち1台の取付箇所を休憩室に変更 |
| 空気ボンベ（緊急時対策所用） | ・空気の供給先について、緊急時対策所（指揮所）から緊急時対策所（緊急時対策棟内）へ変更（使用用途の変更） |
| 緊急時対策所非常用空気浄化ファン | ・同 上 |
| 緊急時対策所遮蔽 （緊急時対策所（緊急時対策棟内）） | ・緊急時対策棟（指揮所）部分遮蔽体を撤去 |
| 火災防護設備 | |
| 火災防護区域及び火災区画構造物 （緊急時対策棟） | ・接続工事に伴い休憩所、指揮所、連絡通路を一体の火災区域として再設定 ・緊急時対策棟（指揮所）内の火災区画「通路（1階3）」に連絡通路部を加え火災区画「通路（1階3及び連絡通路）」として設定 |
| ハロンガスボンベ（緊急時対策棟（指揮所）用） | ・ハロンガスの供給先について火災区画「通路（1階3及び連絡通路）」が追加（使用用途の変更） 但しハロン消火区画の空間容積が最大である区画に変更はない |
| 緊急時対策所 | |
| 緊急時対策所（緊急時対策棟内） | ・緊急時対策所の運用性を向上させることを目的として、緊急時対策所（指揮所）と代替緊急時対策所を一体運用するため、緊急時対策所（指揮所）を緊急時対策所（緊急時対策棟内）に変更 |
| [基本設計方針対象設備] 酸素濃度計, 二酸化炭素濃度計 | ・使用箇所について、緊急時対策所（指揮所）における本部・執務エリアと多目的エリアから緊急時対策所（緊急時対策棟内）における本部・執務エリアと休憩室へ変更。なお、保管場所については変更なし。 |

緊急時対策棟（連絡通路）の連結部に関する補足説明資料

1. 概要

緊急時対策棟の連結部については、地震時の各建物の相対変位を考慮して約 100mm の隙間を設けることとしているが、設計及び工事計画において具体的な相対変位の評価結果を示し、当該連結部が相対変位の影響を考慮した設計となっていることを示す。

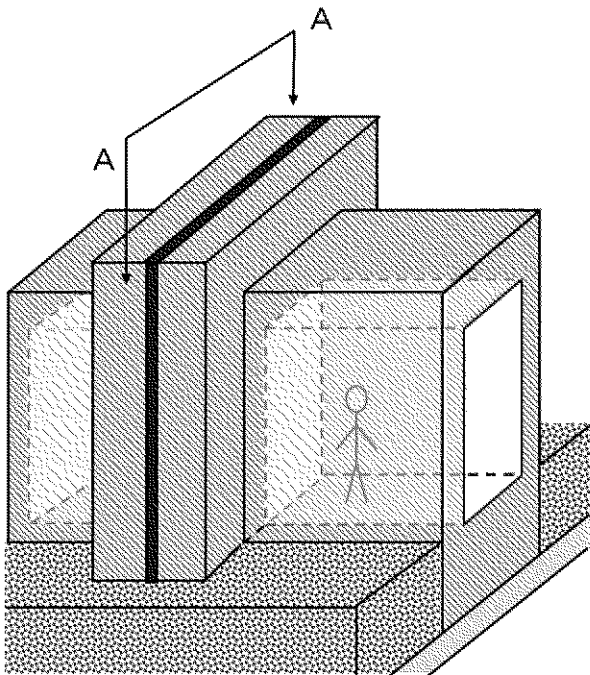
なお、連絡通路連結部の設計は、設置変更許可時から設計及び工事計画認可申請時において変更はない。連結部の設計上の考慮事項を以下に示す。

- ① 連結部は、地震時の各建物の相対変位を考慮して約 100mm の隙間を設ける。隙間は、ラビリンス構造とし、適切な遮へい厚を確保することで放射線防護対策を行う。
- ② 連結部のシール構造は、国内の原子力発電所の建屋間の接続部等で実績のある構造とし、材料は、当社の原子力発電所の配管貫通部シールとして使用実績のあるシリコンゴムを使用する。
- ③ 連結部の隙間の内側と外側の両方にシール材を取り付ける。内側シール材は、連絡通路内の空気ボンベ加圧対象エリアを正圧に維持することを目的とし、外側シール材は、連結部の隙間への放射性物質の侵入防止を目的とする。

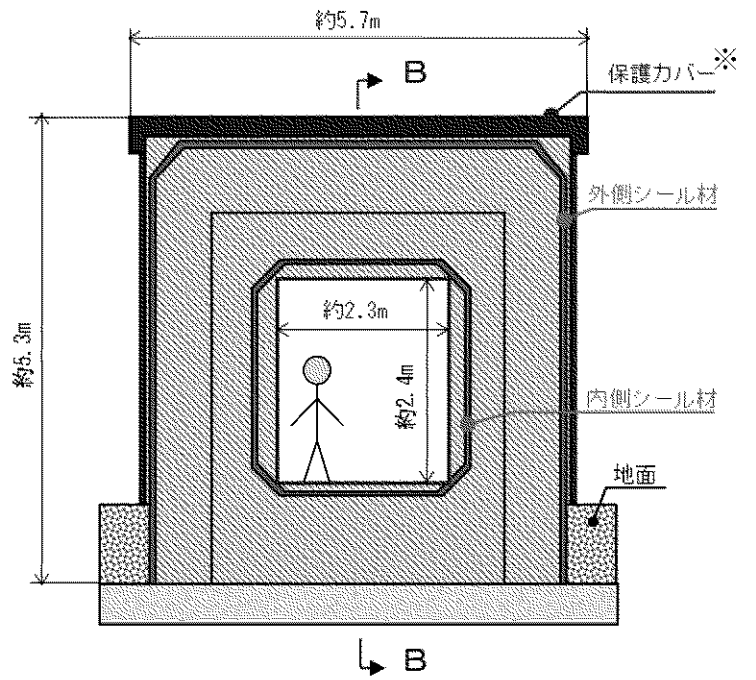
緊急時対策棟の連絡通路連結部を第 1 図に、緊急時対策棟の連絡通路連結部の概略図を第 2 図及び第 3 図に示す。



第 1 図 緊急時対策棟の連絡通路連結部

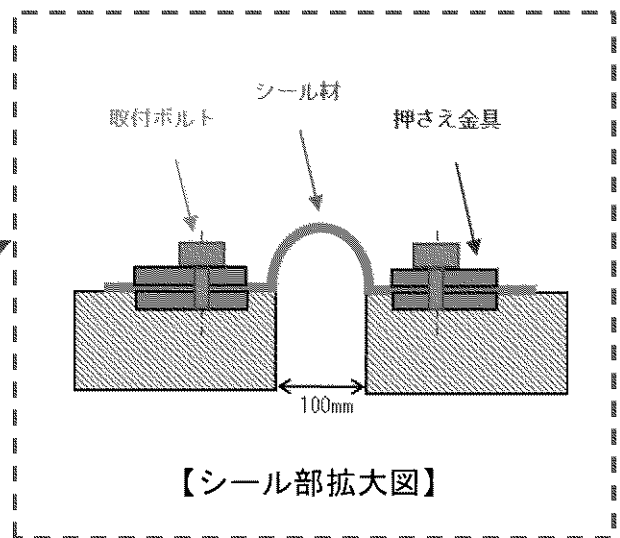
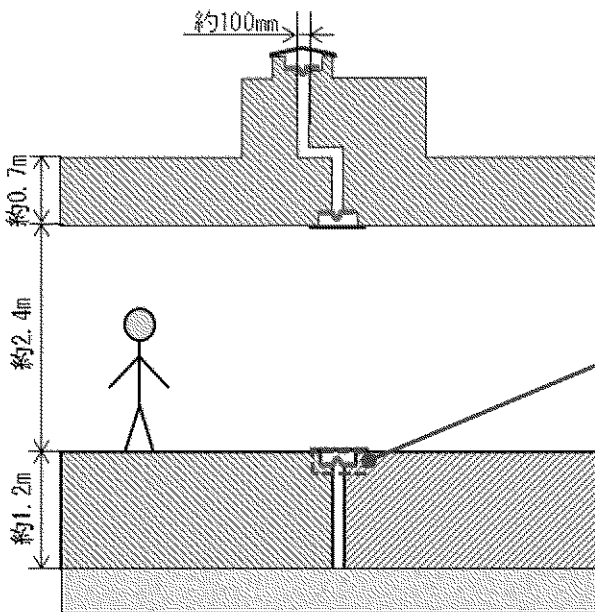


【鳥瞰図】



【A-A：正面から見た図】

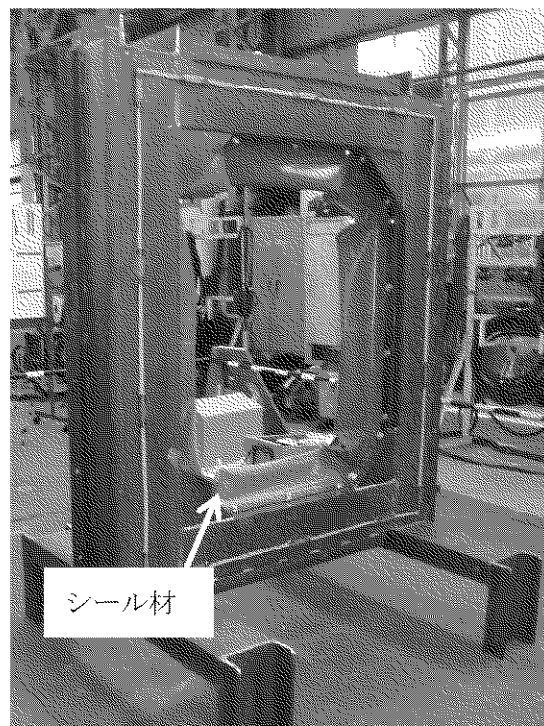
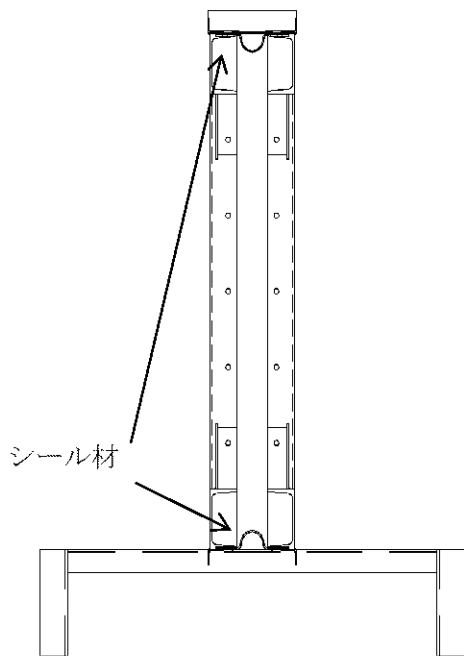
※：雨水避けを目的として設置
(シールに対する遮光の機能も持つ)



【シール部拡大図】

【B-B：横から見た図】

第2図 緊急時対策棟の連絡通路連結部の概略図



第3図 緊急時対策棟の連絡通路連結部のモックアップ

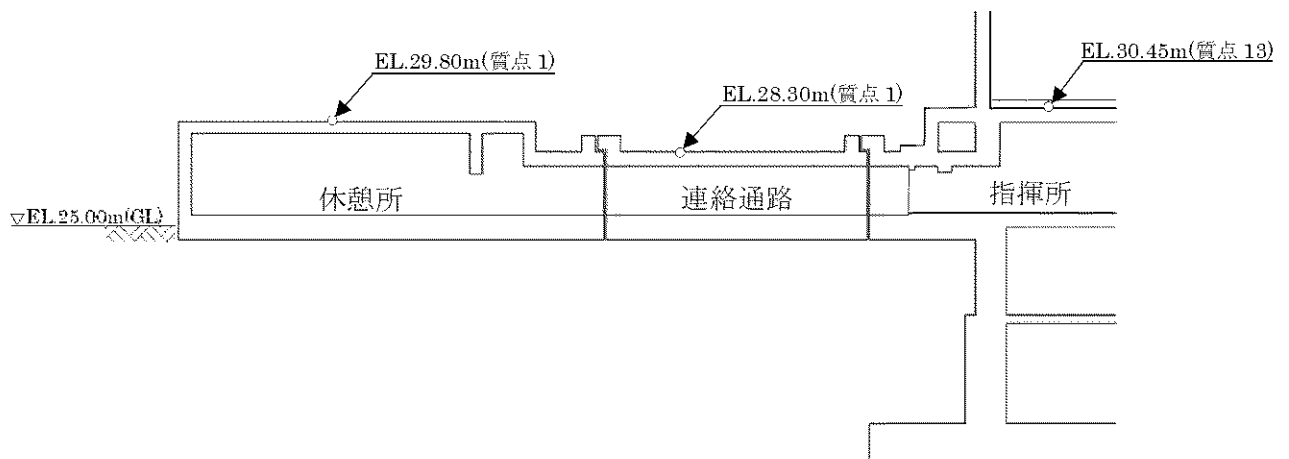
2. 相対変位の評価結果

(1) 相対変位の評価方法

連結部が接触しないことの評価方法は、 S_s 地震時における緊急時対策棟(連絡通路)と緊急時対策棟(指揮所)及び緊急時対策棟(休憩所)との相対変位を算出し、各建屋間の離隔(100mm)を超えないことを確認する。

相対変位は、質点系モデルによる非線形地震応答解析を行い、各建屋の最大変位を足し合わせて算出する。

相対変位の算出位置は、緊急時対策棟(連絡通路)は EL.28.30m(質点1)、緊急時対策棟(指揮所)は EL.30.45m(質点13)、緊急時対策棟(休憩所)は EL.29.80m(質点1)の最大応答変位を算出して、各建屋の相対変位を算出する。第4図に各建屋の概略断面図を、第1表に各建屋の地震応答解析モデルを示す。



第4図 各建屋の概略断面図

第1表 各建屋の地震応答解析モデル

| 項目 | 今回工認 | | 川内1号機 緊急時対策棟（指揮所）、 加圧設備棟及び燃料設備棟 | 川内1号機 緊急時対策棟（休憩所） （代替緊急時対策所） |
|------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | 川内1号機 緊急時対策棟（連絡通路） | | | |
| モデル図 | 水平方向 | <p>○：質点 ●：節点 ：部材番号</p> | <p>○：質点 ●：節点 □：部材番号</p> | <p>○：質点 ●：節点 □：部材番号</p> |
| | 鉛直方向 | <p>○：質点 ●：節点 ：部材番号</p> | <p>○：質点 ●：節点 □：部材番号</p> | <p>○：質点 ●：節点 □：部材番号</p> |

(2) 相対変位の評価結果

「(1) 相対変位の評価方法」に示す方法による相対変位の評価結果を第2表及び第3表に示す。

緊急時対策棟（連絡通路）と緊急時対策棟（指揮所）及び緊急時対策棟（休憩所）のSs地震時における相対変位の最大値は5.1mm程度となり、各建屋間の離隔(100mm)を超えず、連結部が接触しないことを確認した。なお、地盤物性のばらつき及び減衰定数の不確かさを考慮した最大応答変位については、相対変位が最大となる連絡通路～指揮所間の結果を代表して記載する。

第2表 地震応答解析結果（相対変位）（連絡通路～指揮所）

| 方向 | 地震動 | 最大応答変位（ばらつきを考慮した最大値） | | 相対変位の最大値 (mm) |
|----|-------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| | | 緊急時対策棟 (連絡通路) (mm) | 緊急時対策棟 (指揮所) (mm) | |
| NS | Ss-1H | 0.9(1.1 [*]) | 4.2(4.4) | 5.1(5.5) |
| | Ss-2H | 0.7(0.8) | 3.0(3.3) | 3.7(4.1) |
| EW | Ss-1H | 0.7(0.8) | 3.8(4.0) | 4.5(4.8) |
| | Ss-2H | 0.6(0.7) | 2.8(3.1) | 3.4(3.8) |
| 鉛直 | Ss-1v | 0.1(0.2 [*]) | 0.5(0.5) | 0.6(0.7) |
| | Ss-2v | 0.1(0.2) | 0.4(0.4) | 0.5(0.6) |

※誘発上下動モデルを考慮して算出した値

第3表 地震応答解析結果（相対変位）（連絡通路～休憩所）

| 方向 | 地震動 | 最大応答変位 | | 相対変位の最大値 (mm) |
|----|-------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| | | 緊急時対策棟 (連絡通路) (mm) | 緊急時対策棟 (休憩所) (mm) | |
| NS | Ss-1H | 0.9 | 1.3 | 2.2 |
| | Ss-2H | 0.7 | 0.8 | 1.5 |
| EW | Ss-1H | 0.7 | 1.2 | 1.9 |
| | Ss-2H | 0.6 | 0.8 | 1.4 |
| 鉛直 | Ss-1v | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| | Ss-2v | 0.1 | 0.2 | 0.3 |

連絡通路接続部シールの屋外環境下における健全性について

1. 既プラントにおける採用実績

連絡通路の接続部については、耐圧性及び耐熱性等に優れたシリコンゴムによるシールを行っており、原子力プラントにおいても、建屋間相対変位が発生する可能性がある接続部に採用している実績がある。

また、水密性能を期待する箇所に対してのシールとしての採用実績も多数あり、原子力プラントにおいて一般的に用いられるものである。

2. シールの環境条件に対する実証試験

接続部シールは、第4表に示す通り多数の試験を行っている。

第4表 接続シールの試験内容

| 試 験 項 目 | 試 験 内 容 (判定値はメーカー社内基準による) |
|-----------|--|
| 引 張 強 さ | 耐熱性試験後及び耐屈曲性試験後、引張試験機により引張速さ 300±25mm/min で引張り、破断荷重が 196 N/10mm 以上あることを確認。 |
| 剥 離 強 さ | 一端をナイフ等で剥離させた後、引張試験機により剥離速さ 300±25mm/min で剥離させ、剥離荷重が 9.8 N/25mm 以上あることを確認。 |
| 耐 圧 性 | 980±98 kPa の水圧を 1min～1min15s 付加し、破裂しないことを確認。 |
| 空 気 透 過 性 | N ₂ ガスまたは空気を 98±10 kPa にて 5～6min 付加し、石鹼水を用いて浸透漏洩のないことを確認。 |
| 耐 熱 性 | 250±2℃で 70～72h 加熱後、外観に異常のないことを確認。 |
| 耐 屈 曲 性 | デマチャ式試験機 50000 回以上屈曲させ、き裂のないことを確認。 |
| 耐放射線性 | 2.58×10 ³ C/kg のγ線を照射後、劣化のないことを確認。 |
| 耐 候 性 | キセノンウェザーメータで一定条件の紫外線を 200h 照射後、劣化のないことを確認。 |

3. シリコーンゴムの耐候性について

シリコーンゴムは様々な薬品を取り扱う工業分野や、人体に長期間埋め込むような医療分野等、耐環境性能が高い素材として広く産業界で用いられている。環境劣化に対する知見としては、US Army Material Commandによる長期間の曝露試験結果（1977年）⁴⁾が知られる。曝露試験の結果を第5表に示す。これによると、複数の環境条件下の中で10年間放置した場合の性能変化を確認しており、いずれも劣化は小さいことを確認している。以上より、接続部シールのように屋外条件下にさらされた状況下で、仮に結露が発生した場合においても、シールが健全性を損なうことはない。

4. 保護カバーの設置について

上述の通り、接続部シールは耐環境性が高い素材を用いているが、接続部シール上部に保護カバーを設置することで、通常待機時に日光や降雨の影響を受けない設計としている。併せて保護カバーについては、巡視の際に外観確認を行い、破損がないことを確認する。SA事象発生時は、仮に保護カバーの機能が喪失した場合においても、前述の実証試験等により、シールの機能が喪失することはない。

【参考】

[1] 伊藤 邦雄(1985)ゴム材料の環境劣化と対策 日本ゴム協会誌58巻 12号 pp. 832-841

第5表 US Army Material Commandによる長期間曝露試験

第58巻 第12号 (1985)

伊藤 邦 雄

表7 HTV シリコーンゴム屋外曝露環境

| | 平均気温 (°F) | | | | 降雨量 (inch) | | | | 平均湿度 (%) | | | |
|-----|-----------|------|------------------|------------------|------------|-------|------------------|------------------|----------|----|------------------|------------------|
| | AL | RI | PA ¹⁾ | PA ²⁾ | AL | RI | PA ¹⁾ | PA ²⁾ | AL | RI | PA ¹⁾ | PA ²⁾ |
| Jan | -27.4 | 14.3 | 81 | 80 | 0.01 | 2.01 | 2.14 | 1.50 | 84 | 66 | 87 | 90 |
| Feb | -7.6 | 24.8 | 81 | 80 | 1.75 | 0.89 | 0.71 | 0.64 | 87 | 63 | 83 | 85 |
| Mar | -2.5 | 39.2 | 80 | 78 | 0.34 | 0.85 | 1.85 | 2.44 | 66 | 58 | 83 | 84 |
| Apr | 27.1 | 47.2 | 80 | 78 | 0.32 | 3.96 | 7.26 | 8.70 | 50 | 57 | 83 | 89 |
| May | 45.4 | 56.3 | 77 | 77 | 0.38 | 6.39 | 22.87 | 18.30 | 48 | 52 | 93 | 98 |
| Jun | 63.3 | 70.5 | 76 | 80 | 0.19 | 4.25 | 4.49 | 4.24 | 34 | 54 | 90 | 96 |
| Jul | 62.5 | 77.9 | 78 | 78 | 0.83 | 7.74 | 16.57 | 11.80 | 37 | 52 | 93 | 97 |
| Aug | 57.1 | 70.6 | 80 | 77 | 0.59 | 0.77 | 19.90 | 19.80 | 43 | 53 | 94 | 100 |
| Sep | 50.1 | 62.9 | 79 | 79 | 0.15 | 2.80 | 15.15 | 11.25 | 42 | 52 | 93 | 99 |
| Oct | 24.3 | 52.5 | 78 | 78 | 0.29 | 4.38 | 16.01 | 19.62 | 65 | 46 | 93 | 99 |
| Nov | 0.6 | 41.7 | 77 | 78 | 2.06 | 1.12 | 33.50 | 34.76 | 78 | 61 | 93 | 99 |
| Dec | -20.1 | 28.1 | 78 | 78 | 0.16 | 2.52 | 18.40 | 14.65 | 60 | 70 | 92 | 98 |
| | | | | | 7.07 | 37.68 | 158.85 | 147.70 | | | | |

AL:アラスカ, RI:ロックアイランド, PA¹⁾:パナマ (Sun), PA²⁾:パナマ (Rain Forest)

表8 HTV シリコーンゴムの耐候性 (10~75%低下するまでの年月)

| | VMQ | PVMQ | PVMQ | FVMQ |
|-------------|-----|------|------|------|
| 硬 さ (ショア-A) | 60 | 49 | 47 | 45 |
| 伸 び (%) | 250 | 580 | 900 | 690 |
| 引張り強さ (psi) | 830 | 1550 | 1360 | 690 |

| 種 類 | 暴 露 場 所 | 引張り強さの変化 | | | | 伸びの変化 | | | |
|------------------|---------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 10% | 25% | 50% | 75% | 10% | 25% | 50% | 75% |
| VMQ | パ ナ マ (OS) | 5YR | 7YR | >10YR | — | 3.5YR | 7.5YR | >10YR | — |
| | パ ナ マ (RF) | 2.5YR | 6.5YR | >10YR | — | 7.5YR | 9.5YR | >10YR | — |
| | ロックアイランド (OS) | 7YR | >10YR | — | — | 9.5YR | >10YR | — | — |
| | ロックアイランド (室内) | 6YR | >10YR | — | — | 5.5YR | >10YR | — | — |
| | アラスカ (OS) | >10YR | — | — | — | >10YR | — | — | — |
| | 加熱促進400°F | >1D | 1D | >14D | — | >14D | — | — | — |
| PVMQ | パ ナ マ (OS) | <6M | <6M | 1YR | 2YR | <6M | <6M | 1YR | 5.5YR |
| | ロックアイランド (OS) | <6M | <6M | 1YR | 6YR | <6M | <6M | 2YR | 10YR |
| | ロックアイランド (室内) | 7YR | >10YR | — | — | 1YR | 6.5YR | >10YR | — |
| | アラスカ (OS) | <6M | 1.5YR | 6YR | >10YR | <6M | 1.5YR | 5YR | >10YR |
| | 加熱促進400°F | <1D | 2D | >14D | — | <1D | 1D | >14D | — |
| PVMQ (FT プラック添加) | パ ナ マ (OS) | 1YR | 9YR | >10YR | — | 1YR | 3YR | >10YR | — |
| | ロックアイランド (OS) | <6M | 2YR | >10YR | — | <6M | 1.5YR | >10YR | — |
| | ロックアイランド (室内) | 6YR | >10YR | — | — | 2.5YR | 6.5YR | >10YR | — |
| | アラスカ (OS) | 3.5YR | >10YR | — | — | 2YR | >10YR | — | — |
| | 加熱促進400°F | <1D | 2.5D | 14D | >14D | <1D | 1D | 7D | >14D |
| FVMQ | パ ナ マ (OS) | 1.5YR | 3.5YR | 6.5YR | >10YR | <6M | <6M | 6M | >10YR |
| | ロックアイランド (OS) | >10YR | — | — | — | <6M | 1YR | 4YR | >10YR |
| | アラスカ (OS) | 1YR | 3.5YR | >10YR | — | 6M | 1.5YR | >10YR | — |
| | 加熱促進400°F | 5D | 10D | >14D | — | <1D | 2D | >14D | — |

* 全グレードとも10年放置後の外観異常は認められない。

緊急時対策所（緊急時対策棟内）のダクト貫通部に係る被ばく評価について

1. 概要

緊急時対策所（緊急時対策棟内）の居住性に係る被ばく評価では、重大事故等時の緊急時対策所（緊急時対策棟内）にとどまる要員（以下「要員」という。）の実効線量は、その滞在場所により遮蔽及び換気設備等の条件が異なることから、第1図に示す指揮所バウンダリ範囲（以下「指揮所」という。）に7日間滞在した場合の実効線量と休憩所バウンダリ範囲（以下「休憩所」という。）に7日間滞在した場合の実効線量を個別に評価する。

遮蔽構造については一部簡略化しており、指揮所が厚さ700mm（公称値。以下、遮蔽厚さについて同様。）の緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内）のうち指揮所部（以下「指揮所遮蔽」という。）及び休憩所が厚さ600mmの緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所）のうち休憩所部（以下「休憩所遮蔽」という。）で囲まれたモデルとして評価している。一方で、緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（緊急時対策棟内））にはダクト等を施設するために必要な貫通部を設けることとしており、貫通部を考慮したモデルの評価は、現状の評価手法では散乱による減衰効果等を厳密に模擬できないため困難である。このため、評価モデルでは考慮できない緊急時対策所遮蔽を透過せずに貫通部を通過して緊急時対策所へ入射する放射線による被ばく評価について以下に示す。

なお、指揮所における貫通部を考慮したモデルの評価は指揮所工認時の審査時から変更はない（別添参照）。指揮所工認より前の新規制基準適合性確認工認では貫通部を考慮したモデルの評価を実施していなかったため、休憩所遮蔽を透過せずに貫通部を通過して休憩所へ入射する放射線による被ばく評価について、要員の実効線量に対する影響が軽微であることを説明する。

2. 評価モデルにおける被ばく評価

2.1 被ばく評価イメージ

要員が休憩所に7日間滞在した場合の被ばく評価では、「①直接線及びスカイシャイン線」、「②放射性雲からのガンマ線」、「③ガンマ線吸入摂取」及び「④グラウンドシャイン線」を考慮しており、このうち①、②及び④については、休憩所遮蔽の遮蔽効果を期待している。

評価イメージを第2図に示す。

2.2 被ばく評価モデル

「①直接線及びスカイシャイン線」、「②放射性雲からのガンマ線」及び「④グラウンドシャイン線」の居住性に係る被ばく評価では、それぞれ線源を設定し、施設の位置、遮蔽構造等を考慮しているが、遮蔽構造については一部簡略化し、休憩所が厚さ600mmの休憩所遮蔽で囲まれたモデルとして評価している。

3. ダクト貫通部に係る被ばく評価

3.1 ダクト貫通部の被ばく低減策

実設備では第3図に示すように、ダクトを施設するために必要な貫通部を設けることとしており、必要に応じて「人が容易に接近できないような場所への設置」、「貫通部に対する遮蔽補強」または「線源と貫通部との位置関係により、貫通部から線源が直視できない措置」を行うことで、貫通部からの要員への被ばくを低減し、被ばく評価上の

休憩所遮蔽と同等の遮蔽効果を期待できる設計としている。具体的には、休憩所遮蔽に設けるダクト貫通部は、緊急時対策所の床上 3m 程度の高さに設置し、人が容易に接近できないような位置とする。また、線源と貫通部との位置関係を第 4 図に示す。

3.2 評価方法

ダクト貫通部に係る被ばく評価にあたり、評価が必要な被ばく経路及び貫通部を抽出し、QAD コード及びアルベド方式（注）を用いて当該貫通部の線量評価を行った。影響評価対象抽出フローを第 5 図に、線量評価イメージを第 6 図に示す。

（注）アルベド方式の散乱線量は財団法人原子力安全技術センター「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2015」の Chilton と Huddreston の経験式を用いて計算する。

3.2.1 被ばく経路の抽出

ダクト貫通部から線源を直視できない「①直接線及びスカイシャイン線」による被ばく経路については、評価対象外とする。

ダクト貫通部から線源を直視できる「②放射性雲からのガンマ線」及び「④グラウンドシャイン線」については、線源から休憩所遮蔽のダクト貫通部を通過するガンマ線（以下「ストリーミング線」という。）が休憩所に入射することから貫通部ごとにストリーミング線の線量評価を行う。

3.2.2 ダクト貫通部

第 3 図に示す居住エリアを直接取り囲む休憩所遮蔽に対するダクト貫通部(1)、(2)、(3)及び(4)について、ストリーミング線の線量評価を行う。

3.2.3 クラウド線源による貫通部線量評価

(1) 評価条件

クラウド線源による貫通部線量評価は、居住性評価と同様に評価点を休憩室中心に設定して評価を実施する。ストリーミング線はダクト貫通部外側のクラウド線源から評価点に対して散乱回数 1 回で到達するガンマ線を評価対象とし、線源範囲はダクト貫通部の正面の範囲とする。また、線源強度は居住性評価と同等とする。

クラウド線源と評価点の関係を第 7 図に示す。

(2) 評価結果

ダクト貫通部のクラウド線源による線量評価結果を第 1 表に示す。ストリーミング線の合計線量は $5.2 \times 10^{-3} \text{ mSv/7 日間}$ となる。

3.2.4 グランド線源による貫通部線量評価

(1) 評価条件

グラウンド線源による貫通部線量評価は、居住性評価と同様に評価点を休憩室中心に設定して評価を実施する。ストリーミング線はダクト貫通部外側のグラウンド線源から評価点に対して散乱回数 1 回で到達するガンマ線を評価対象とし、線源範囲はダクト貫通部の正面の範囲とする。また、線源強度は居住性評価と同等とする。

なお、ダクト貫通部(3)及び(4)については、ダクト貫通部から評価点までの散乱回数は第 8 図に示すとおり、2 回以上確保されており、休憩所遮蔽と同等の減衰効

果を期待できる(※)ため、評価対象外とする。
グラント線源と評価点の関係を第 9 図に示す。

(※)休憩所における散乱による減衰効果は 1 回散乱で約 0.04 である。休憩所遮蔽の減衰効果は約 0.02 であるため、2 回の散乱($0.04 \times 0.04 = 0.0016$)で休憩所遮蔽と同等の減衰効果が期待できる。

(2) 評価結果

ダクト貫通部のグラント線源による線量評価結果を第 2 表に示す。ストリーミング線の合計線量は $2.9 \times 10^{-2} \text{mSv/7 日間}$ となる。

4. まとめ

3.2 の結果より、「①直接線及びスカイシャイン線」、「②放射性雲からのガンマ線」、「③ガンマ線吸入摂取」及び「④グラントシャイン線」の各被ばく経路における貫通部を考慮した実効線量 (7 日間) を第 3 表に示す。休憩所遮蔽を透過するガンマ線の合計線量 (7 日間) の約 35mSv に対し、ストリーミング線の合計線量 (7 日間) は約 $3.4 \times 10^{-2} \text{mSv}$ であるため、ストリーミング線の影響は軽微である。また、ストリーミング線を考慮した場合でも、休憩所の実効線量 (7 日間) の合計値は約 35mSv であり、指揮所の実効線量 (7 日間) が約 17mSv であることから、実効線量 (7 日間) の平均値は約 26mSv となり、居住性に係る被ばく評価の判断基準を満足する。

第1表 クラウド線源によるダクト貫通部からの被ばく評価結果

| ダクト 番号 | 実効線量 (mSv/7日間) |
|-----------|------------------------|
| (1) | 約 1.9×10^{-3} |
| (2) | 約 3.3×10^{-3} |
| (3) | 約 1.7×10^{-5} |
| (4) | 約 3.2×10^{-5} |
| 合計 | 約 5.2×10^{-3} |

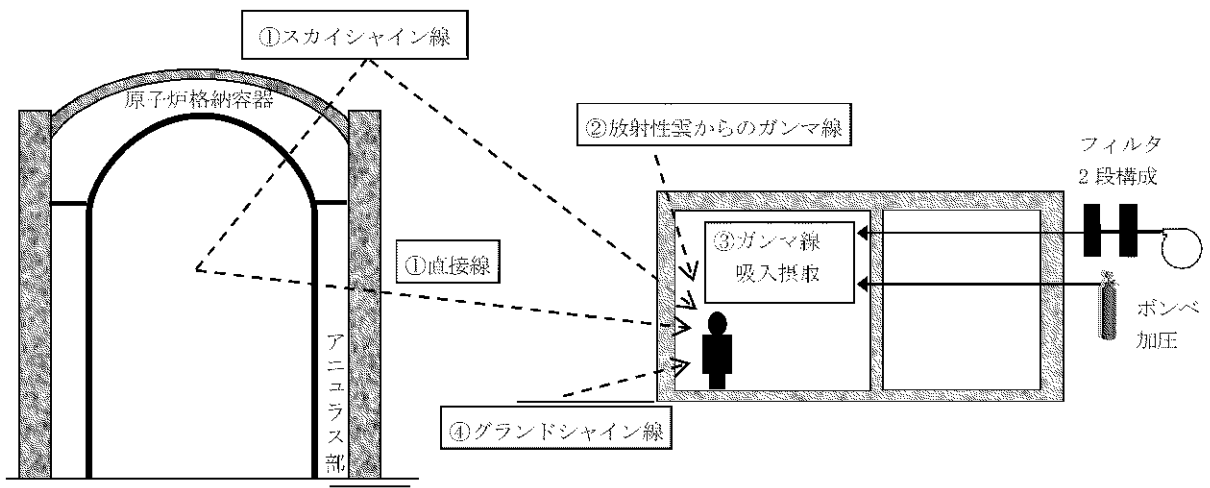
第2表 グランド線源によるダクト貫通部からの被ばく評価結果

| ダクト 番号 | 実効線量 (mSv/7日間) |
|-----------|------------------------|
| (1) | 約 6.3×10^{-3} |
| (2) | 約 2.3×10^{-2} |
| (3) | — |
| (4) | — |
| 合計 | 約 2.9×10^{-2} |

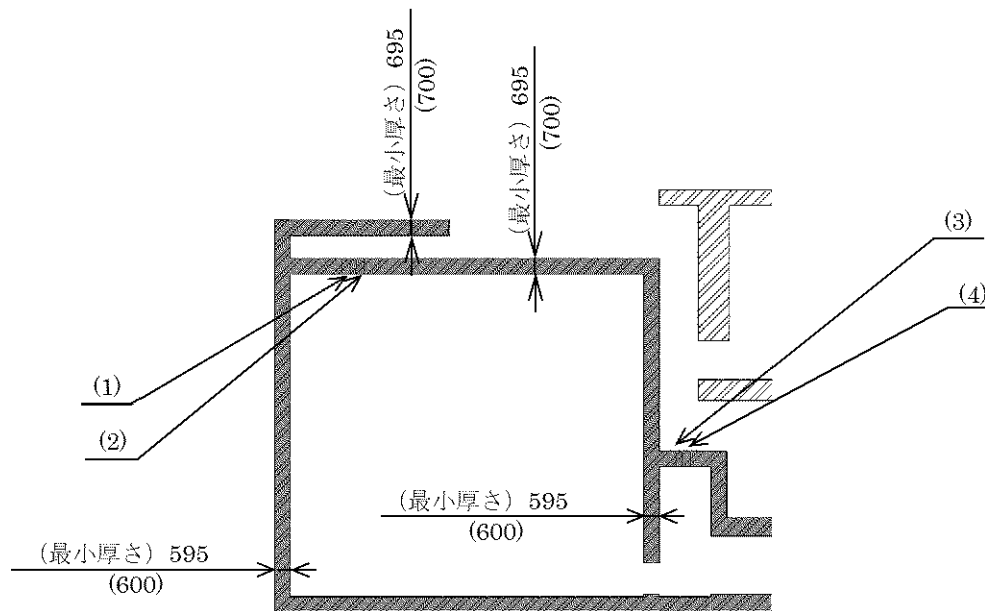
第3表 休憩所の居住性に係る被ばく評価結果

| 被ばく経路 | | 実効線量 (mSv/7日間) | | |
|--------------|-------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | ダクト貫通部に係る 線量評価 | 休憩所遮蔽を透過す る線量評価 | 合計 |
| ① | 直接線及び スカイシャイン線 | — | 約 3.0×10^{-2} | 約 3.0×10^{-2} |
| ② | 放射性雲からのガンマ線 | 約 5.2×10^{-3} | 約 1.6×10^{-1} | 約 1.6×10^{-1} |
| ③ | ガンマ線吸入摂取 | — | 約 9.4×10^0 | 約 9.4×10^0 |
| ④ | グランドシャイン線 | 約 2.9×10^{-2} | 約 2.5×10^1 | 約 2.5×10^1 |
| 合計 (①+②+③+④) | | 約 3.4×10^{-2} | 約 3.5×10^1 | 約 3.5×10^1 (注) |

(注) 有効数字 2 桁で切り上げた値



第2図 評価イメージ



緊急時対策棟（休憩所）EL.25.2m

【凡 例】

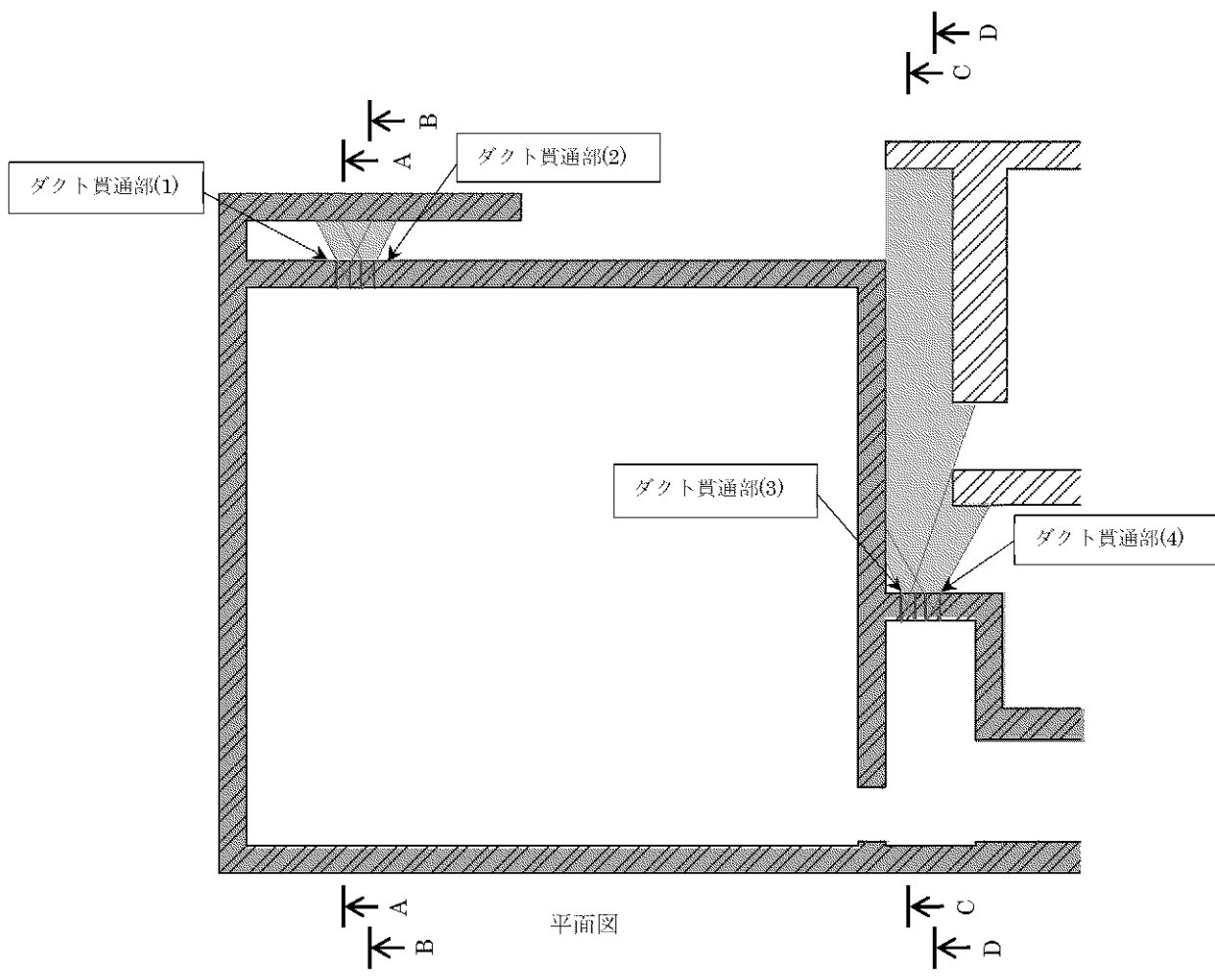
- : ハロンポンベ保管エリア遮蔽
- : 休憩所遮蔽

【貫通部】

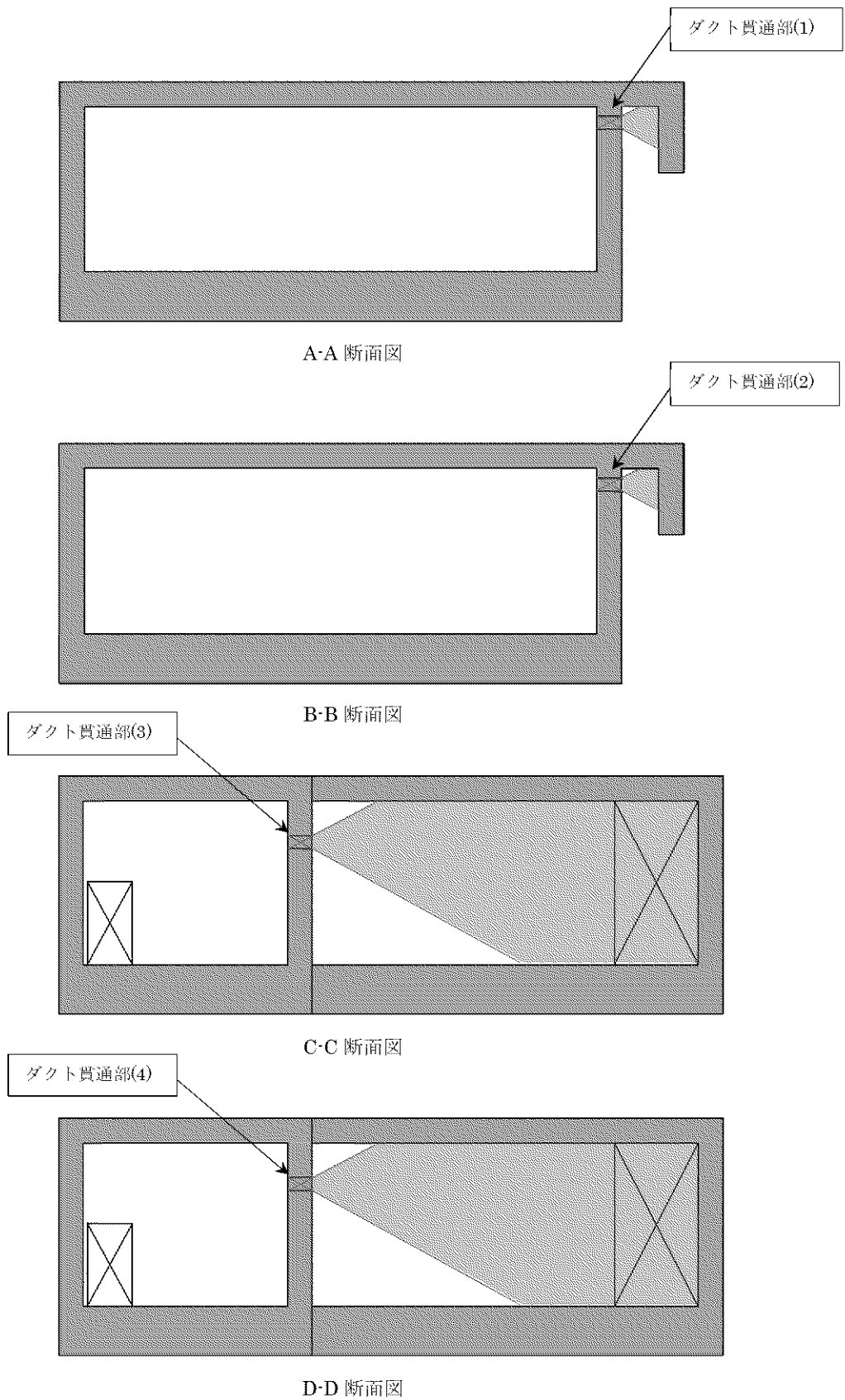
- (1) ダクト貫通部（1箇所）EL.28.8m
- (2) ダクト貫通部（1箇所）EL.28.8m※
- (3) ダクト貫通部（1箇所）EL.28.2m※
- (4) ダクト貫通部（1箇所）EL.28.2m

※接続工事にて閉止予定、本評価ではダクト貫通部として扱う。

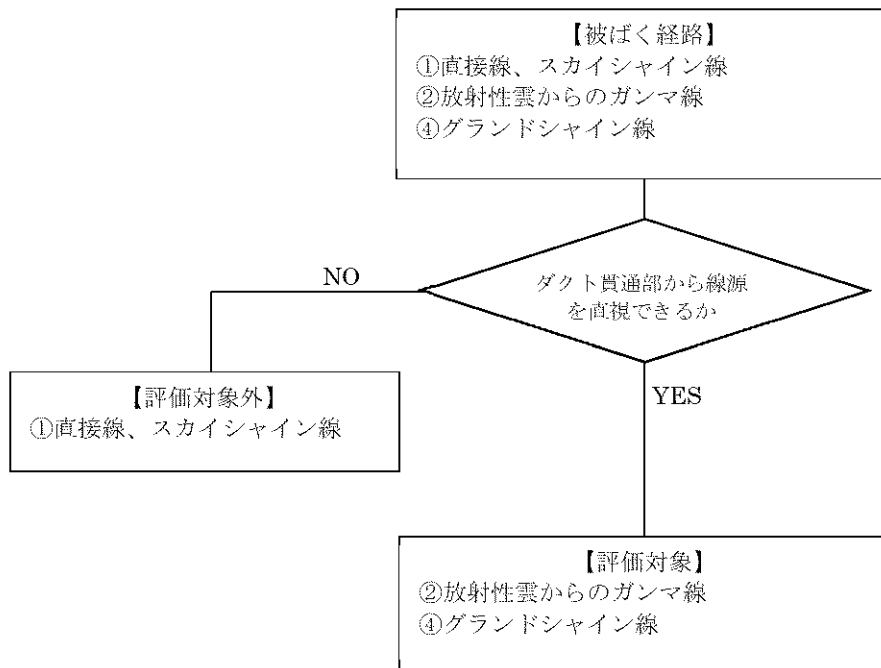
第3図 休憩所遮蔽における貫通部の配置



第4図 ダクト貫通部から線源を直視できる範囲 (1/2)

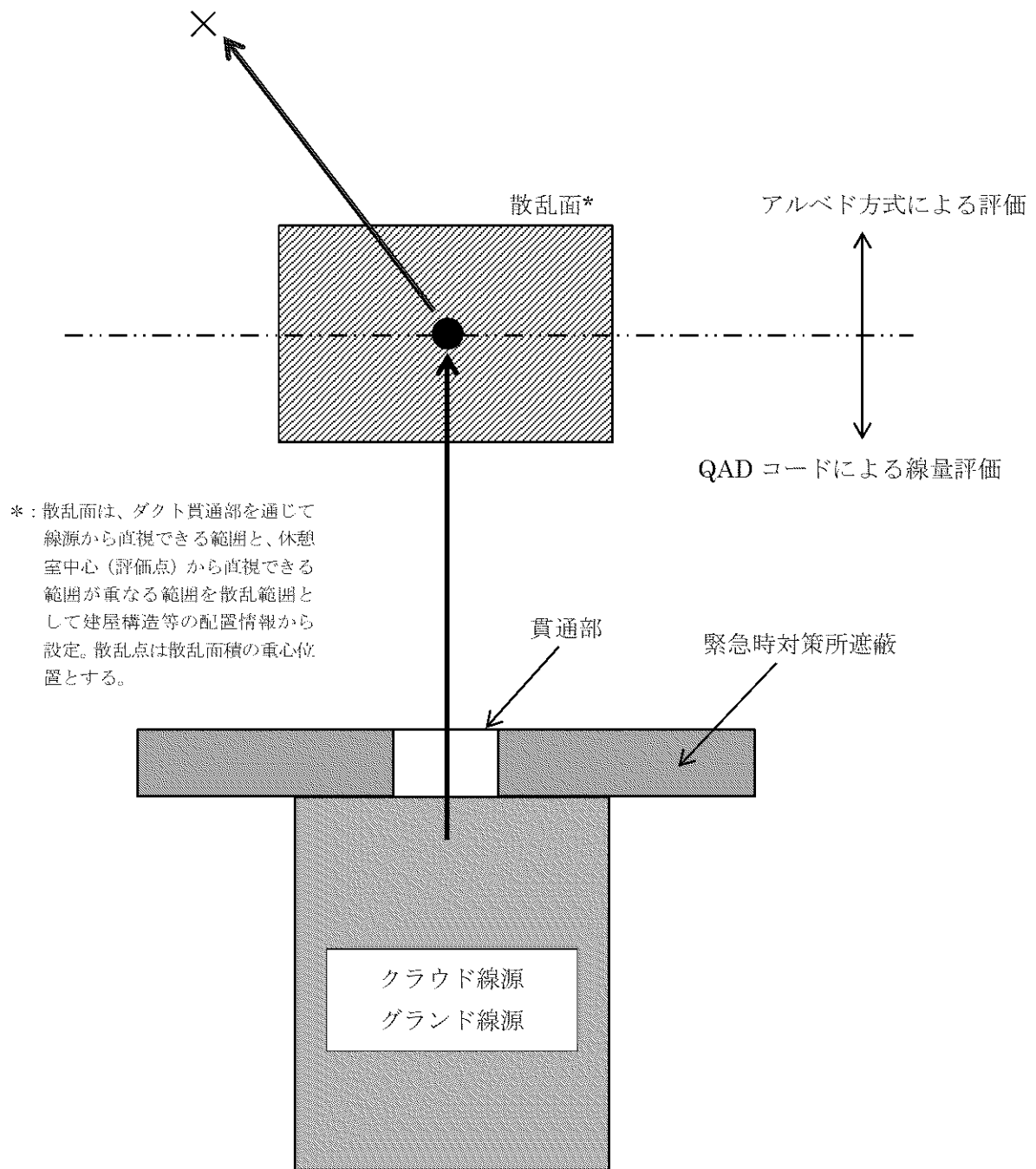


第4図 ダクト貫通部から線源を直視できる範囲 (2/2)



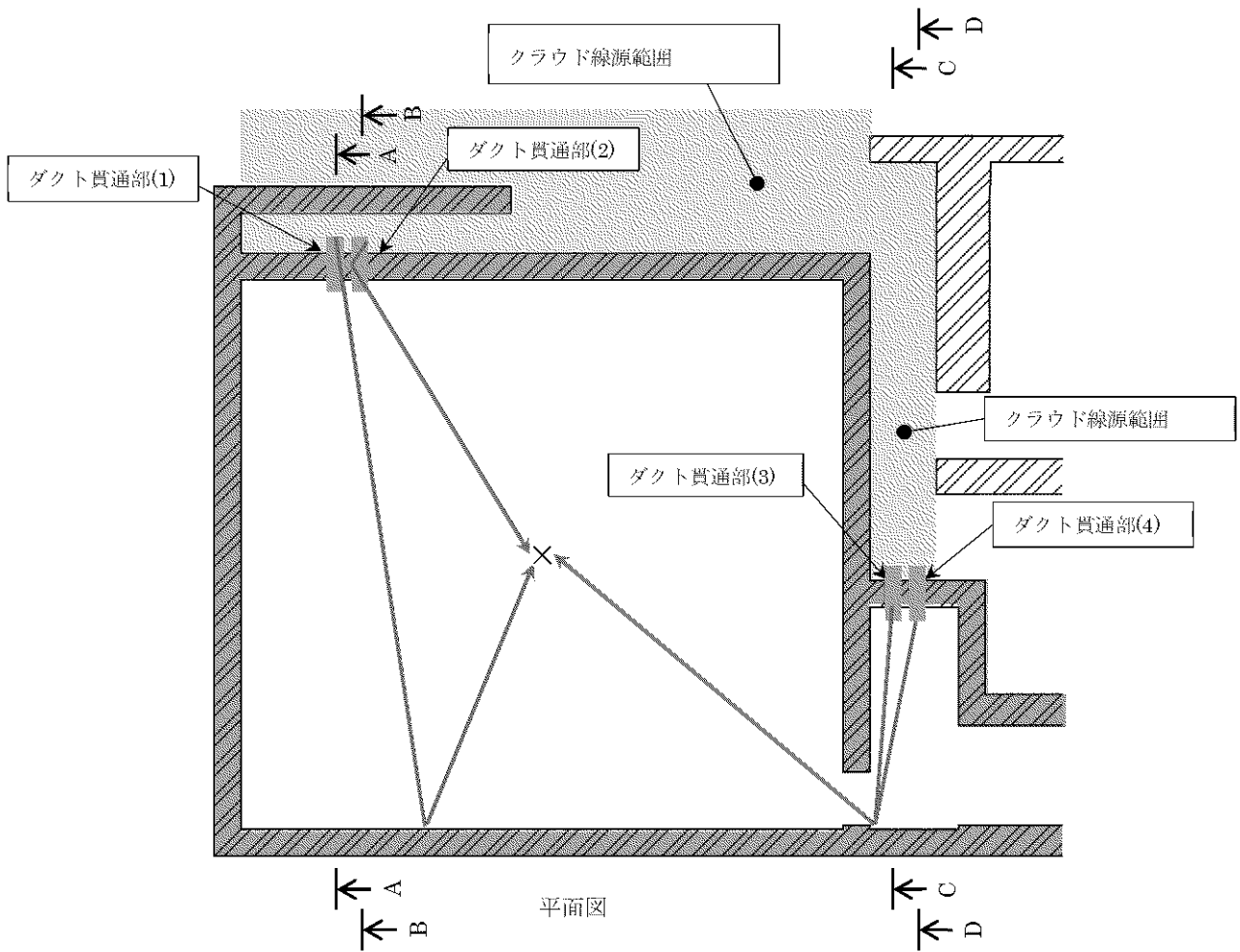
被ばく経路の抽出

第5図 影響評価対象抽出フロー

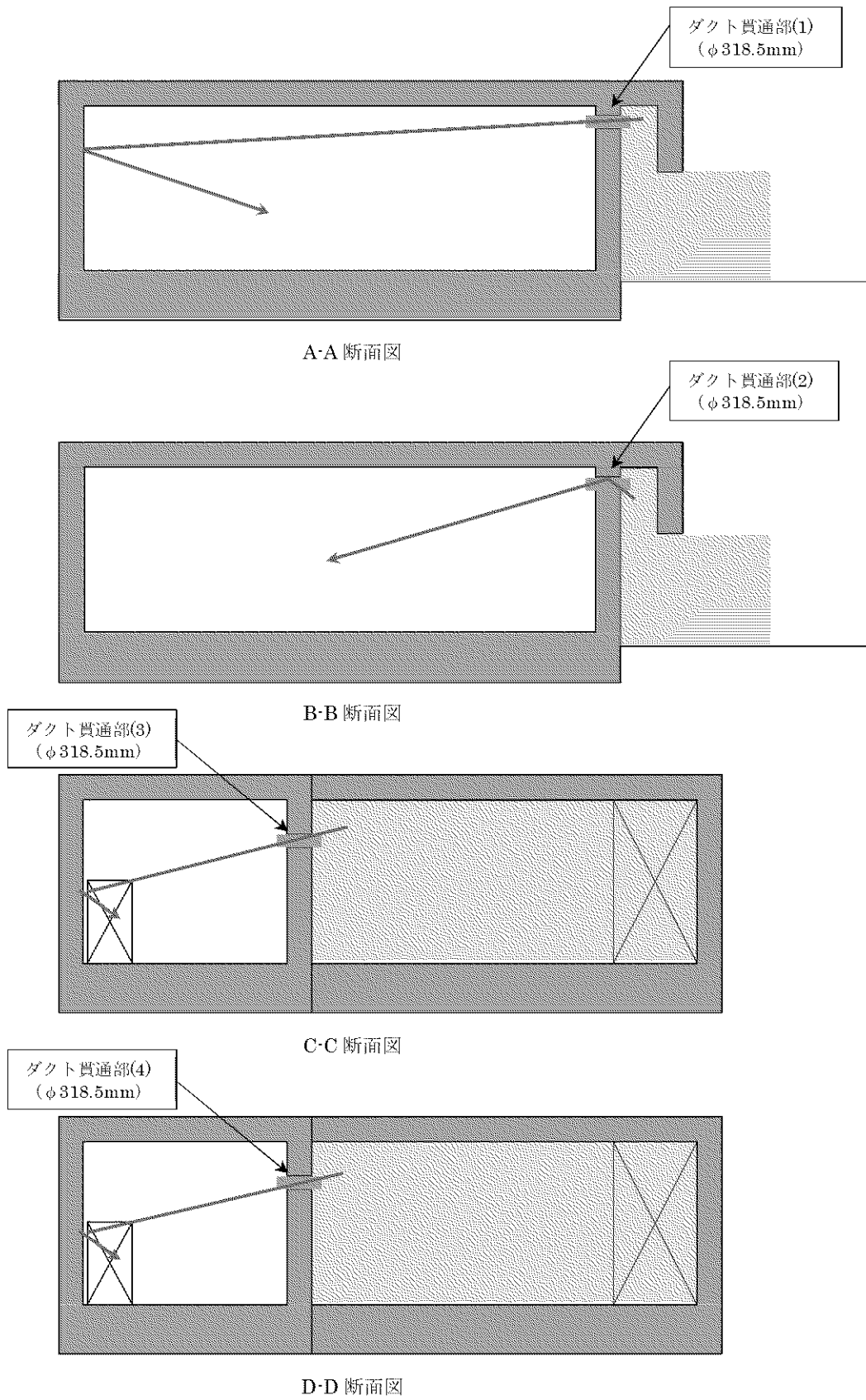


- 【凡例】
- ：散乱点での線量（QADコードにより評価）
 - ×：休憩室中心での線量（アルベド方式により評価）
 - ：QADコードによる線量評価
 - ：アルベド方式による線量評価

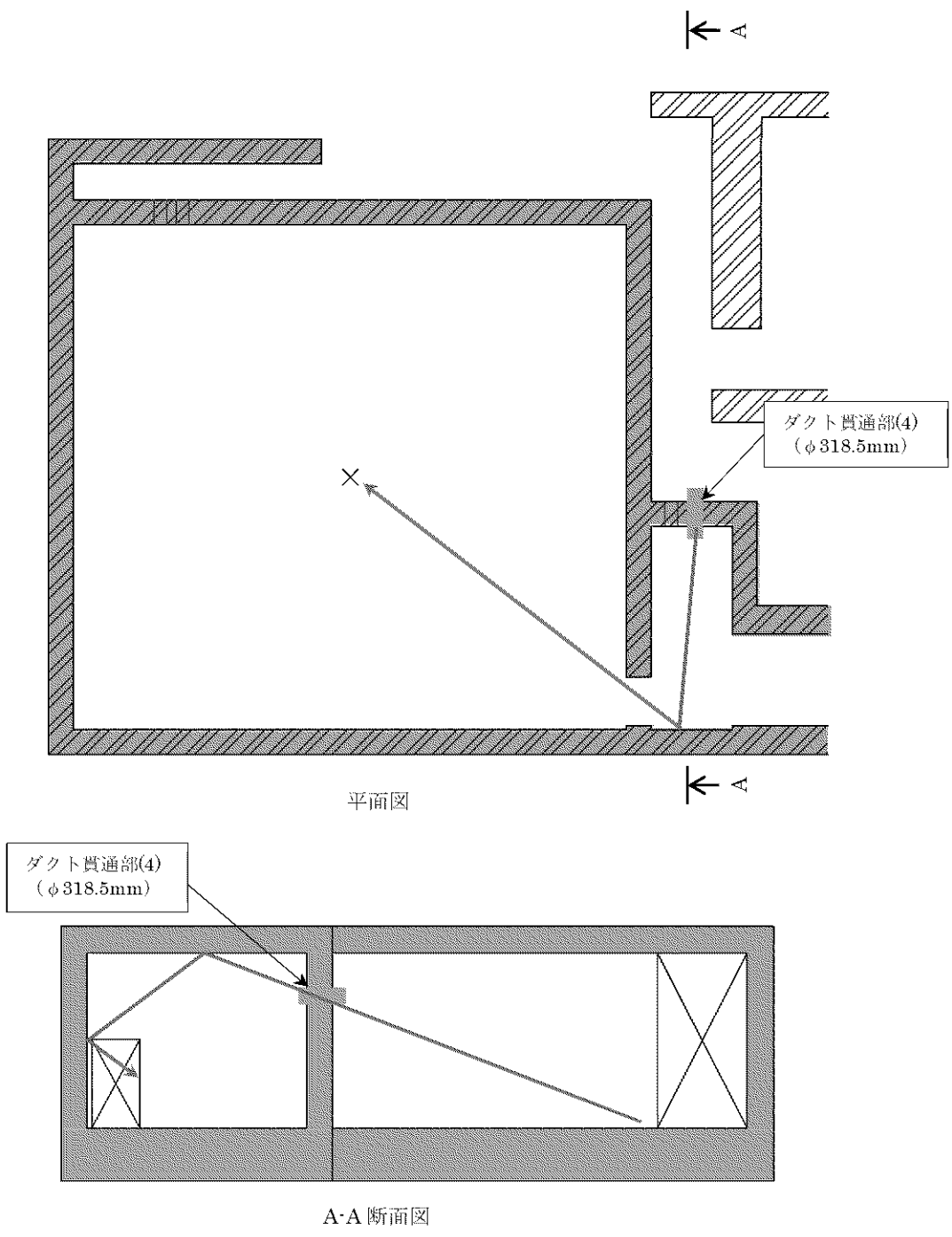
第6図 線量評価イメージ



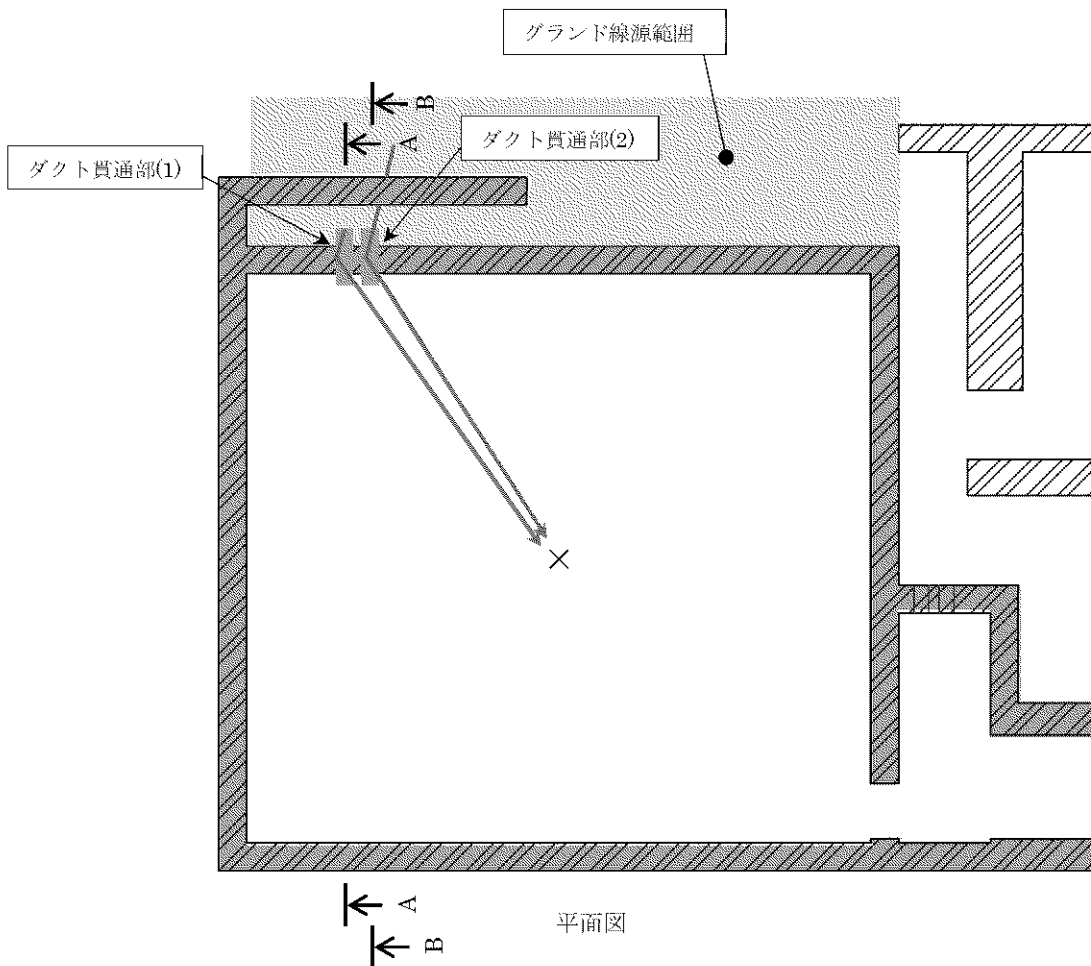
第7図 クラウド線源と評価点及び散乱経路（代表例）（1/2）



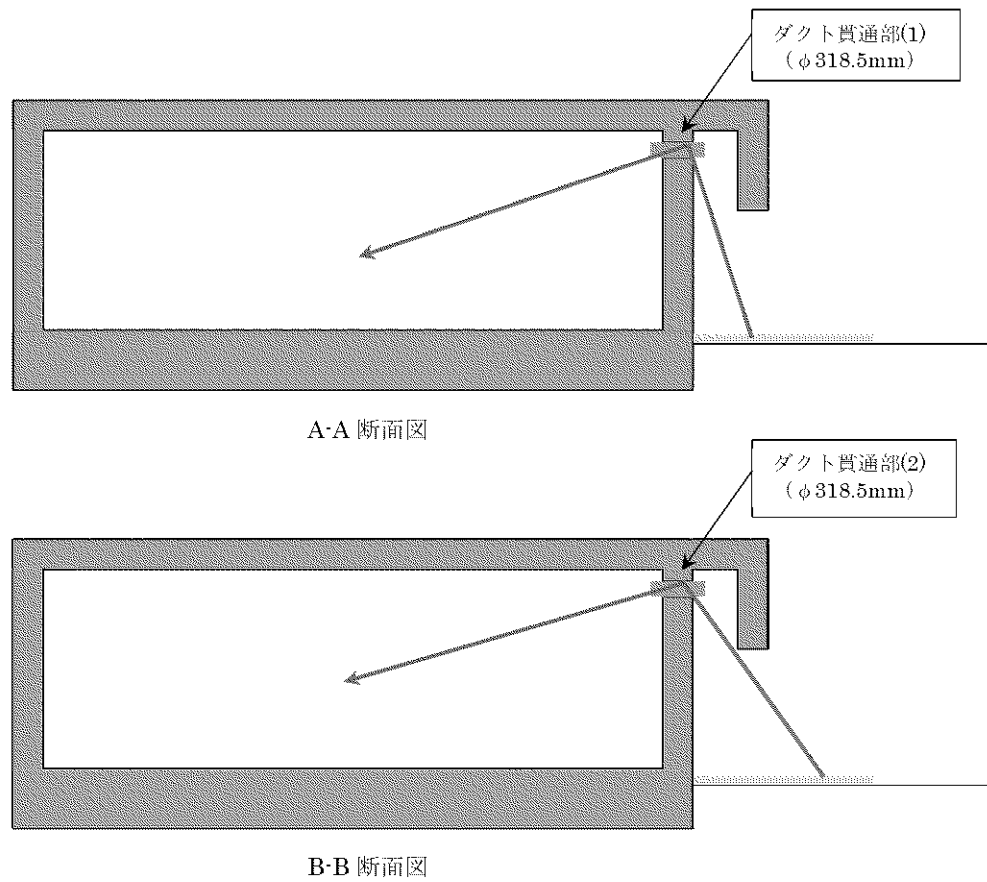
第7図 クラウド線源と評価点及び散乱経路（代表例）(2/2)



第 8 図 ダクト貫通部(4)から評価点までの散乱経路 (代表例)



第9図 グラント線源と評価点及び散乱経路（代表例）（1/2）



第9図 グランド線源と評価点及び散乱経路（代表例）（2/2）

補足説明資料 12

緊急時対策所（指揮所）のダクト貫通部に係る
被ばく評価について

※令和元年6月3日付け原規規発第1906035号にて認可された工事計画の補足説明資料
「川内原子力発電所 第1号機 工事計画認可申請書 補足説明資料【緊急時対策棟（指揮所）設置工事】
補足説明資料12 緊急時対策所（指揮所）のダクト貫通部に係る被ばく評価について」
にて示した内容に同じ。

1. 概 要

緊急時対策所（指揮所）（以下「緊急時対策所」という。）の居住性に係る被ばく評価では、遮蔽構造については一部簡略化し、緊急時対策所が厚さ 700mm（公称値。以下、遮蔽厚さについて同様。）の緊急時対策所遮蔽（緊急時対策所（指揮所））（以下「緊急時対策所遮蔽」という。）で囲まれたモデルとして評価している。一方で、緊急時対策所遮蔽にはダクト等を施設するために必要な貫通部を設けることとしており、貫通部を考慮したモデルの評価は、現状の評価手法では散乱による減衰効果等を厳密に模擬できないため困難である。

このため、評価モデルでは考慮できない緊急時対策所遮蔽を透過せずに貫通部を通過して緊急時対策所へ入射する放射線による被ばく評価について以下に示す。

2. 評価モデルにおける被ばく評価

2.1 被ばく評価イメージ

緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価では、緊急時対策所内にとどまる要員（以下「要員」という。）に対して、「①直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線」、「②放射性雲からのガンマ線」、「③ガンマ線吸入摂取」及び「④グランドシャインガンマ線」を考慮しており、このうち①、②及び④については、緊急時対策所遮蔽の遮蔽効果を期待している。

評価イメージを第 1 図に示す。

2.2 被ばく評価モデル

「①直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線」、「②放射性雲からのガンマ線」及び「④グランドシャインガンマ線」の居住性に係る被ばく評価では、それぞれ線源を設定し、施設的位置、遮蔽構造等を考慮しているが、遮蔽構造については一部簡略化し、緊急時対策所が厚さ 700mm の緊急時対策所遮蔽で囲まれたモデルとして評価している。例として、グランドシャインガンマ線評価モデルを第 2 図に示す。

なお、実設備では、緊急時対策棟（指揮所）内の屋内線源について出入管理エリアも含め、緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニットを介して緊急時対策所非常用空気浄化ファンにより加圧換気するため放射性物質の流入を低減でき、散乱による減衰効果や生体遮蔽以外の構造物等の遮蔽効果が期待できる。緊急時対策所の換気設備の運用を第 3 図に示す。

評価手法及び評価モデルは、屋内ではあるが放射性物質濃度を外気と同じにするとともに、線源から緊急時対策所遮蔽を透過するまでの散乱による減衰効果やその他構造物等の遮蔽効果などを無視しており、保守的な扱いとしている。

3. ダクト貫通部に係る被ばく評価

3.1 ダクト貫通部の被ばく低減策

実設備では第 4 図に示すように、ダクトを施設するために必要な貫通部を設けることとしており、必要に応じて「人が容易に接近できないような場所への設置」、「貫通部に対する遮蔽補強」及び「線源と貫通部との位置関係により、貫通部から線源が直視できない措置」を行うことで、貫通部からの要員への被ばくを低減し、被ばく評価上の緊急時対策所遮蔽と同等の遮蔽効果を期待できる設計としている。具体的には、緊急時対策所遮蔽に設けるダクト貫通部は、緊急時対策所の床上 3m 程度の高さに設

置し、人が容易に接近できないような位置とする。また、線源と貫通部との位置関係及び緊急時対策棟（指揮所）内の補償遮蔽により、第 5 図に示すとおり貫通部から屋外の線源が直視できない設計としている。なお、補償遮蔽は厚さ 700mm であり、被ばく評価で用いる緊急時対策所遮蔽の厚さと同等である。

3.2 評価方法

ダクト貫通部に係る被ばく評価にあたり、評価が必要な被ばく経路及び貫通部を抽出し、QAD コード及びアルベド方式^(注)を用いて当該貫通部の線量評価を行った。影響評価対象抽出フローを第 6 図に、線量評価イメージを第 7 図に示す。

(注) アルベド方式の散乱線量は財団法人原子力安全技術センター「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2015」の Chilton と Huddreston の経験式を用いて計算する。

3.2.1 被ばく経路の抽出

ダクト貫通部から線源を直視できない以下の被ばく経路については、貫通部からの放射線は緊急時対策所に入射する前に補償遮蔽で減衰又は散乱する遮蔽効果に期待できることから、当該被ばく経路の評価モデルと同等であるため評価対象外とする。

- ・「①直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線」による被ばく
- ・「②放射性雲からのガンマ線」のうち屋外線源による被ばく
- ・「④グランドシャインガンマ線」のうち屋外線源による被ばく

ダクト貫通部から線源を直視できる「②放射性雲からのガンマ線」のうち屋内線源（以下「クラウド屋内線源」という。）及び「④グランドシャインガンマ線」のうち屋内線源（以下「グランド屋内線源」という。）については、線源から緊急時対策所遮蔽のダクト貫通部を通過するガンマ線（以下「ストリーミングガンマ線」という。）が緊急時対策所に入射することから貫通部ごとにストリーミングガンマ線の線量評価を行う。

3.2.2 緊急時対策棟（指揮所）の各エリアの屋内線源範囲

第 1 表に示すとおり、設計で考慮している加圧換気方法等から緊急時対策棟（指揮所）へ放射性物質の流入があるエリアを特定し、これに基づいた線源範囲を設定する。

緊急時対策棟（指揮所）の各エリアを示した平面図を第 8 図に、設定した線源範囲を第 9 図に示す。

3.2.3 ダクト貫通部の抽出

第 4 図に示す 6 箇所のダクト貫通部のうち、ダクト貫通部(2)及び(5)については、第 9 図に示すとおり線源がダクト貫通部外側エリアにないため、評価対象外とする。

また、ダクト貫通部(4)については、ダクト貫通部から評価点までの散乱回数は第 10 図に示すとおり、2 回以上確保されており、緊急時対策所遮蔽と同等の減衰効果を期待できる(※)ため、評価対象外とする。

(※)緊急時対策棟（指揮所）における散乱による減衰効果は 1 回散乱で約 0.07 である。緊急時対策所遮蔽の減衰効果は約 0.007 であるため、2 回の散乱($0.07 \times 0.07 = 0.0049$)で緊急時対策所遮蔽と同等の減衰効果が期待できる。

以上より、ダクト貫通部外側エリアに線源があり、ダクト貫通部から評価点までの散乱回数が 1 回のダクト貫通部(1)、(3)及び(6)について、ストリーミングガンマ線の線量評価を行う。

3.2.4 クラウド屋内線源による貫通部線量評価

(1) 評価条件

クラウド屋内線源による貫通部線量評価は、居住性評価と同様に評価点を緊急時対策所中心に設定して評価を実施する。ストリーミングガンマ線はダクト貫通部外側のグランド屋内線源から評価点に対して散乱回数 1 回で到達するガンマ線の評価対象とし、線源範囲はダクト貫通部の正面の範囲とする。また、線源強度は居住性評価と同等とする。

クラウド屋内線源と評価点の関係を第 11 図に示す。

(2) 評価結果

ダクト貫通部(1)、(3)及び(6)の線量評価結果を第 2 表に示す。抽出されたダクト貫通部からのストリーミングガンマ線の合計線量は $7.2 \times 10^{-4} \text{mSv/7 日間}$ となる。

3.2.5 グランド屋内線源による貫通部線量評価

(1) 評価条件

グランド屋内線源による貫通部線量評価は、居住性評価と同様に評価点を緊急時対策所中心に設定して評価を実施する。

ストリーミングガンマ線はダクト貫通部外側のグランド屋内線源から評価点に対して散乱回数 1 回で到達するガンマ線の評価対象とし、線源範囲はダクト貫通部外側の建屋構造を考慮し、線源から貫通部を通じて内側を直視できる範囲とする。また、線源強度は居住性評価と同等とする。

グランド屋内線源と評価点の関係を第 12 図に示す。

(2) 評価結果

ダクト貫通部(1)、(3)及び(6)の線量評価結果を第 3 表に示す。抽出されたダクト貫通部からのストリーミングガンマ線の合計線量は 0.053mSv/7 日間 とする。

4. まとめ

3.2 の結果より、「①直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線」、「②放射性雲からのガンマ線」、「③ガンマ線吸入摂取」及び「④グランドシャインガンマ線」の各被ばく経路における貫通部を考慮した実効線量（7 日間）を第 4 表に示す。抽出されたダクト貫通部からのストリーミングガンマ線の合計線量（7 日間）は約 0.054mSv であり、遮蔽を透過するガンマ線の合計線量（7 日間）は約 17mSv であることから、実効線量（7 日間）の合計は約 18mSv であり、居住性に係る被ばく評価の判断基準を満足することを確認した。

第1表 緊急時対策棟（指揮所）の各エリアの加圧換気方法及び線源条件(1/2)

| エリア | 加圧換気方法 | | 放射性物質 の流入 | 線源条件 | 被ばく評価条件設定理由 |
|---------------------------------|----------------------|--|--------------|------|--|
| | ブルーム 通過中 | ブルーム 通過中以外 | | | |
| ブルーム通過中の 加圧エリア 以外のエリア | ① 緊急時対策所(指揮所) | 緊急時対策所 加圧設備 (空気ポンプ (緊急時対策所用)) | 無 | 線源なし | ブルーム通過中は緊急時対策所加圧設備による加圧、ブルーム通過中以外は緊急時対策所非常用空気浄化ファン及び緊急時対策所非常用空気浄化ユニットによる加圧換気により、放射性物質の流入なし。 |
| | ② 出入管理エリア | 緊急時対策所非常 用空気浄化ファ ン、フィルタユ ニット | 有 | 外気相当 | ブルーム通過中は、フィルタで除去し難い希ガスの流入が想定されるため、外気と同等として設定 |
| | ③ 緊急時対策所(指揮所) 出入口 | 無 | 無 | 線源なし | ブルーム通過中は、二重の気密扉を閉止することにより気密性が確保されるため、放射性物質の流入なし。緊急時対策所（指揮所）及び出入管理エリアは、ブルーム通過前より加圧換気を継続するため、気密扉のリークを想定した場合でも出入管理エリア内の圧力を超える状態が維持されることから、放射性物質の流入なし。（第1表(2)参照） |
| | ④ 非加圧エリア | 無 | 無 | 外気相当 | 加圧されていないため、当該エリアに外気が流入するものとして設定 |

(※)具体的な配置は第8図に示す。

第1表 緊急時対策棟（指揮所）の各エリアの加圧換気方法及び線源条件(2/2)

緊急時対策所（指揮所）出入口には、高い気密性を有する気密扉を設置するが、当該扉にリークを想定した場合における緊急時対策所（指揮所）出入口内の圧力について検討した。緊急時対策所（指揮所）及び出入管理エリア内はブルーム通過前より加圧換気を継続するため、ブルーム通過中においても緊急時対策所（指揮所）出入口内への放射性物質の流入はない。また、ブルーム通過前においては、設計上想定される③の状態に加え、運用上定められている非常事態対策基準等による要員の出入により①と②の状態となる。

| エリア | 事故状態 | | ブルーム通過前 | ブルーム通過中 | 備考 | |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|--|--|
| ①緊急時対策所 （指揮所） | 加圧換気 方法 | ファン※1 フィルタ※2 | ○ ブルーム通過の24時間前より実施 | — | ※1 緊急時対策所非常用空気浄化ファン ※2 緊急時対策所非常用空気浄化ファン ※3 フイルタユニット ※4 緊急時対策所加圧設備（空気ポンプ（緊急時対策所用）） 緊急時対策所（指揮所）及び出入管理エリアが加圧されているため、緊急時対策所（指揮所）への要員の入室等による気密扉の開閉を考慮しても、少なくとも60Paに加圧される。 | |
| | | ボンプ※3 | — | ○ | | |
| | エリア内圧力 放射性物質 | 100Pa 無 | 100Pa 無 | 100Pa 無 | | |
| ②出入管理エリア | 加圧換気 方法 | ファン※1 フィルタ※2 | ○ | ○ | ※1 緊急時対策所（指揮所）及び出入管理エリアが加圧されているため、緊急時対策所（指揮所）への要員の入室等による気密扉の開閉を考慮しても、少なくとも60Paに加圧される。 | |
| | | ボンプ※3 | — | — | | |
| | エリア内圧力 放射性物質 | 60Pa 無 | 60Pa 無 | 60Pa 有 | | |
| ③緊急時対策所 （指揮所）出入口 | エリア内圧力 | 加圧イメージ参照※4 | 80Pa（平衡状態） | 80Pa（平衡状態） | 【凡例】 : ① 緊急時対策所（指揮所） : ② 出入管理エリア : ③ 緊急時対策所（指揮所）出入口 : 気密扉（閉） : 気密扉（開） | |
| | 放射性物質 | 無 | 無 | 無 | | |
| 加圧イメージ | | | | | | |
| | | | | | | |

第2表 クラウド屋内線源によるダクト貫通部からの被ばく評価結果

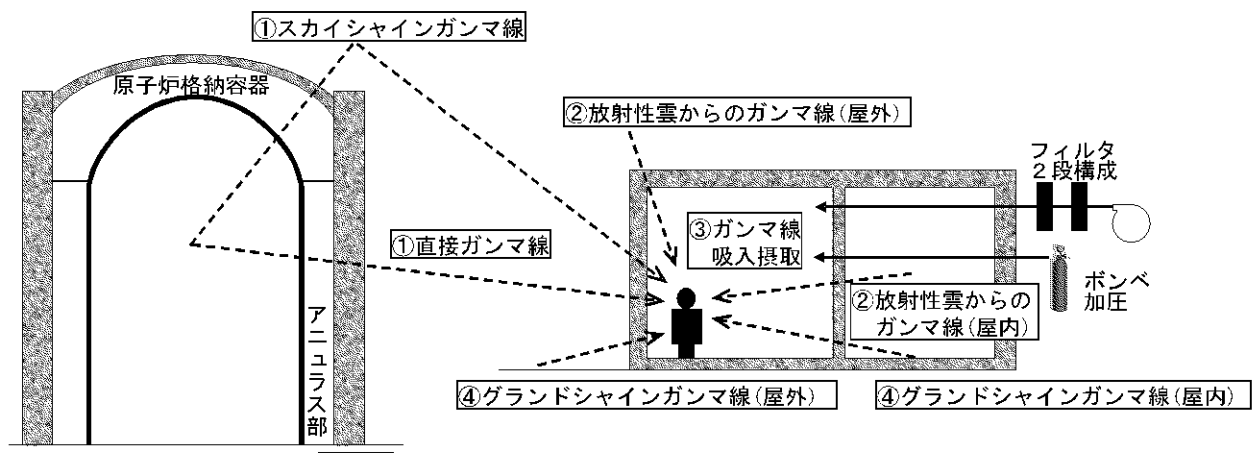
| ダクト 番号 | 実効線量 mSv/7 日間 |
|-----------|------------------------|
| (1) | 約 1.0×10^{-4} |
| (3) | 約 3.4×10^{-4} |
| (6) | 約 2.8×10^{-4} |
| 合計 | 約 7.2×10^{-4} |

第3表 グランド屋内線源によるダクト貫通部からの被ばく評価結果

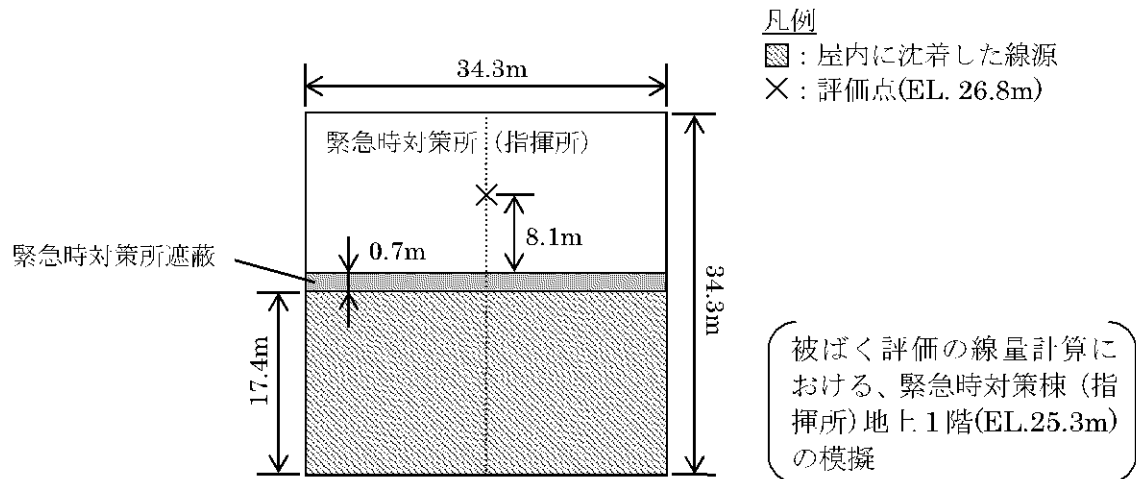
| ダクト 番号 | 実効線量 mSv/7 日間 |
|-----------|------------------------|
| (1) | 約 2.4×10^{-2} |
| (3) | 約 2.6×10^{-2} |
| (6) | 約 2.6×10^{-3} |
| 合計 | 約 5.3×10^{-2} |

第4表 緊急時対策所（指揮所）の居住性に係る被ばく評価結果

| 被ばく経路 | | 実効線量(mSv/7 日間) | | |
|--------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | ダクト貫通部に係る 線量評価 | 緊急時対策所遮蔽 に係る線量評価 | 合計 |
| ① | 直接ガンマ線及び スカイシャインガンマ線 | — | 約 1.3×10^{-2} | 約 1.3×10^{-2} |
| ② | 放射性雲からのガンマ線 | 約 7.2×10^{-4} | 約 1.2×10^{-1} | 約 1.3×10^{-1} |
| ③ | ガンマ線吸入摂取 | — | 約 9.5 | 約 9.5 |
| ④ | グランドシャインガンマ線 | 約 5.3×10^{-2} | 約 7.4 | 約 7.4 |
| 合計 (①+②+③+④) | | 約 5.4×10^{-2} | 約 17 | 約 18 |

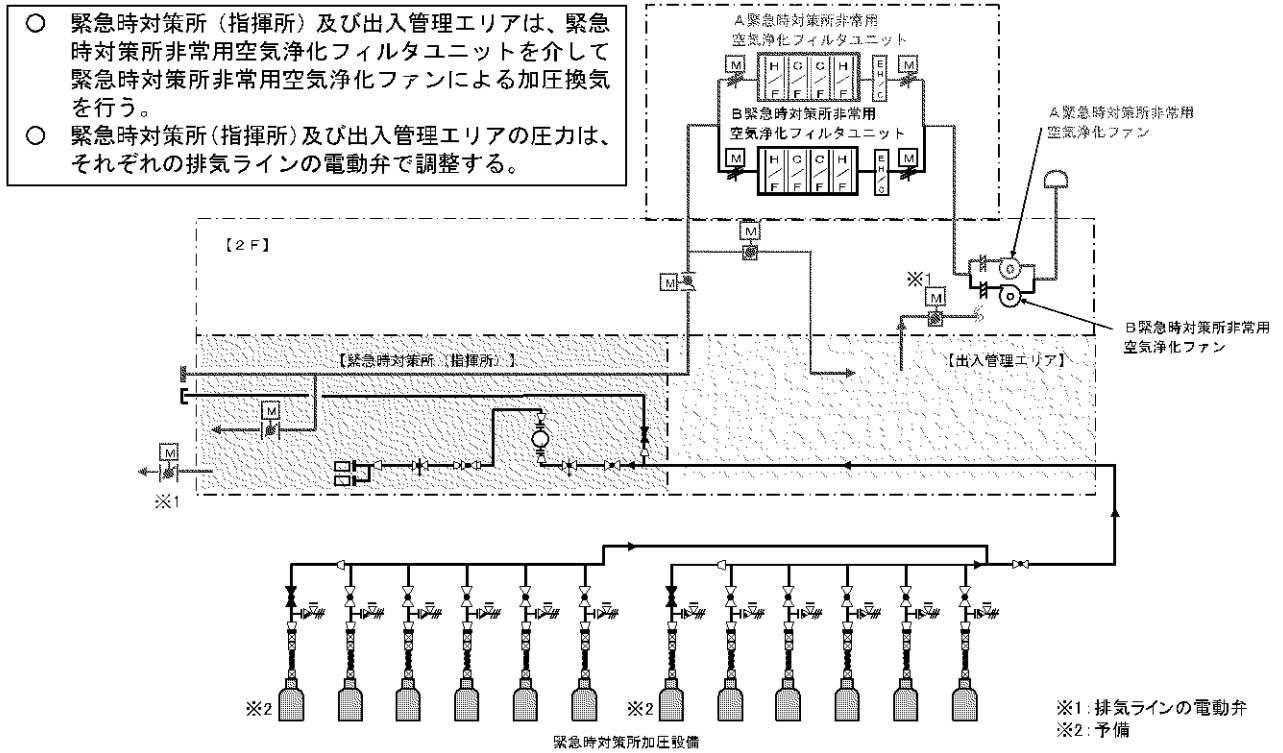


第1図 評価イメージ

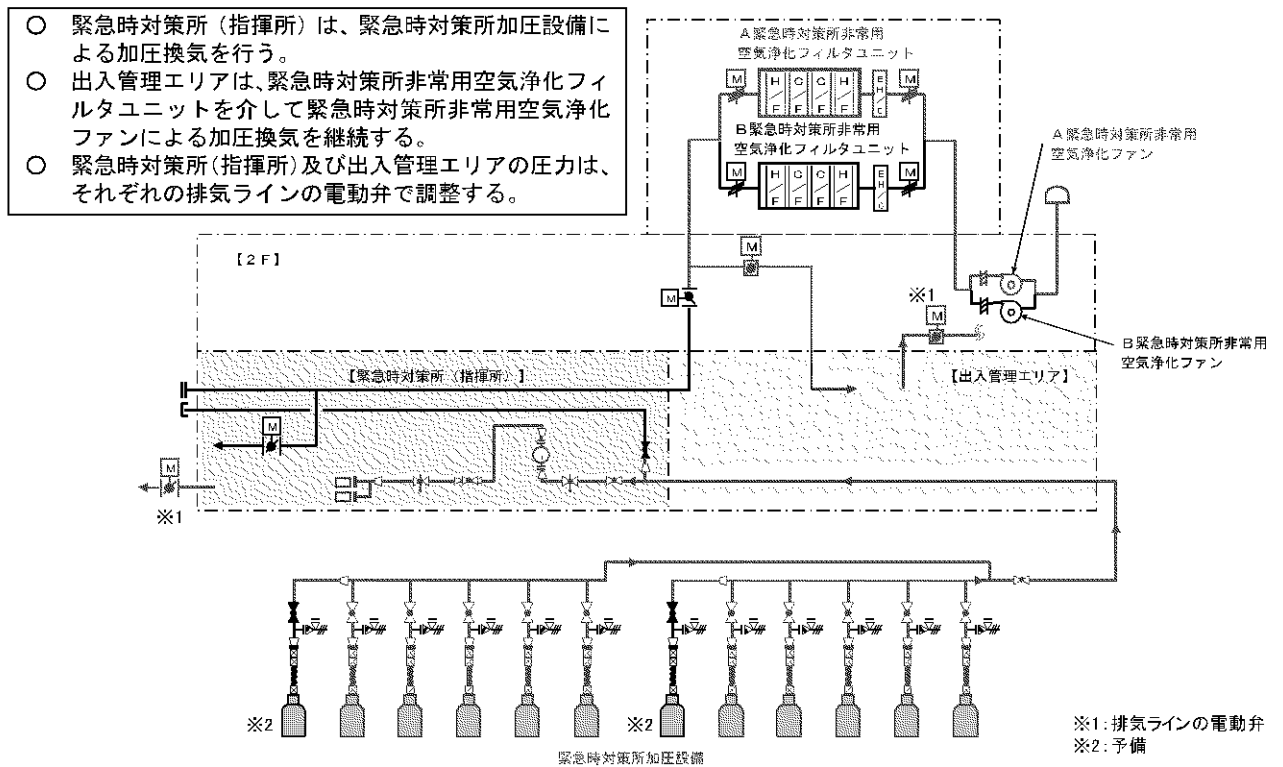


第2図 グランドシャインガンマ線評価モデル

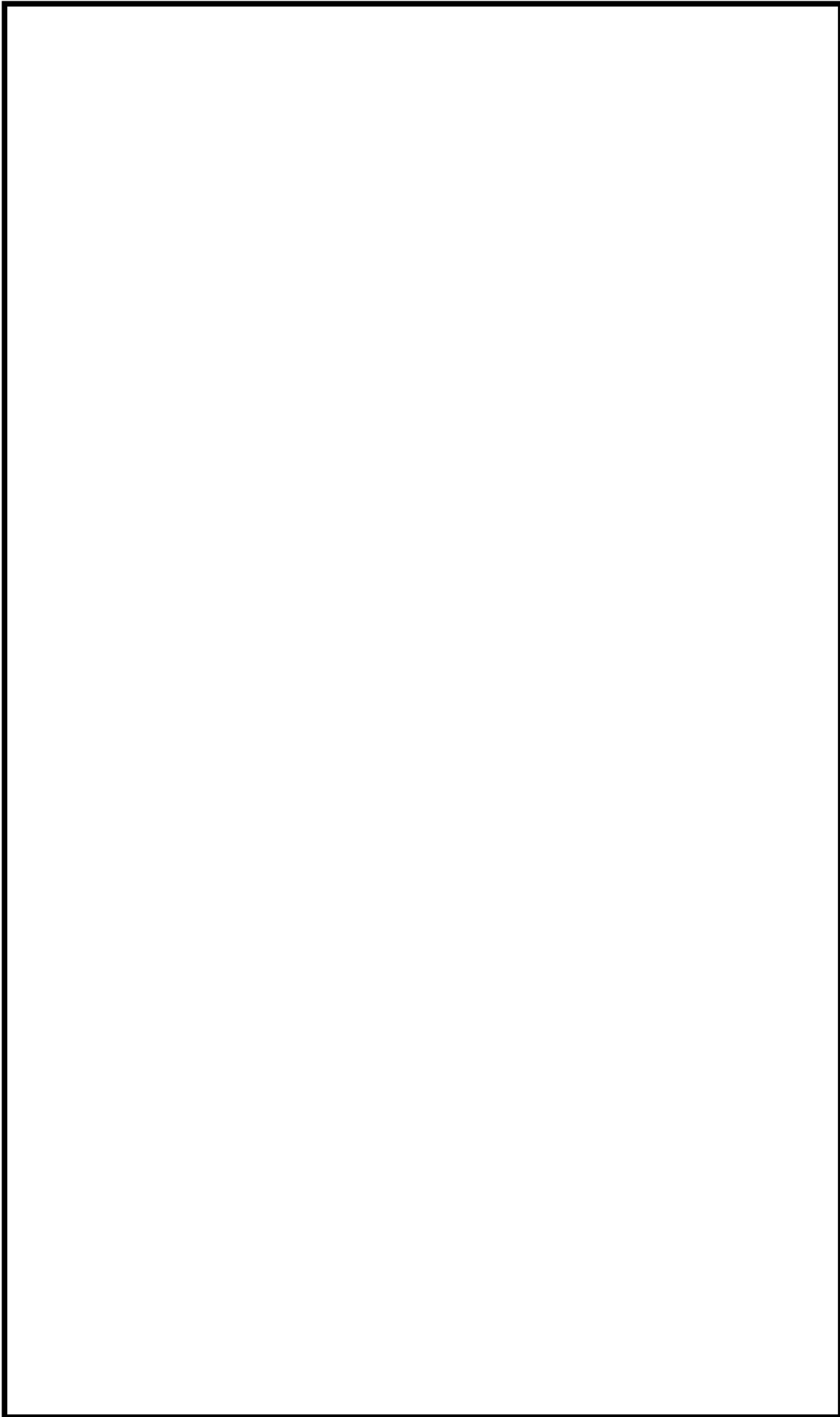
＜重大事故等発生時（プルーム通過中を除く）の換気設備の運用＞



＜プルーム通過中の換気設備の運用＞

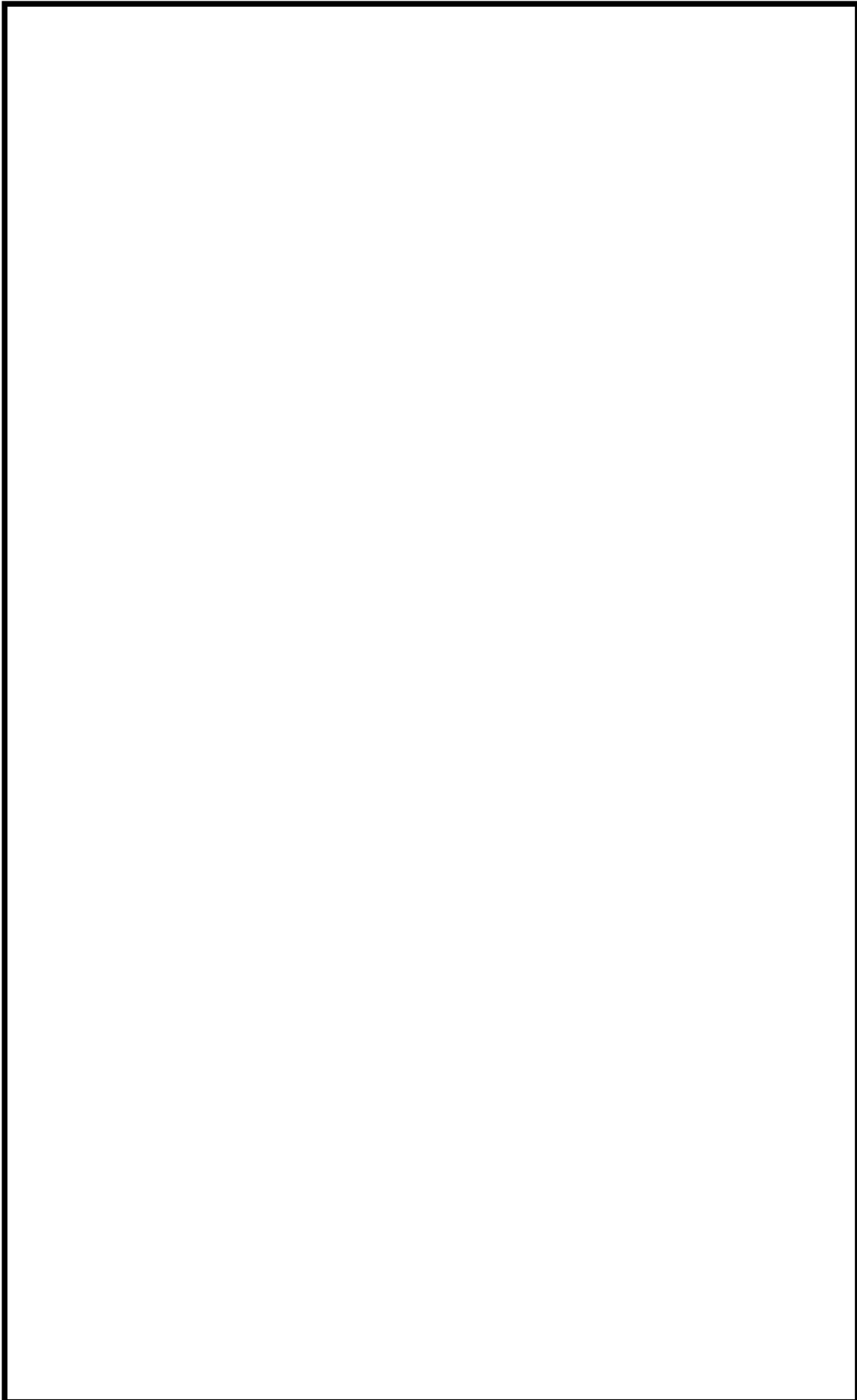


第3図 緊急時対策所（指揮所）の換気設備の運用

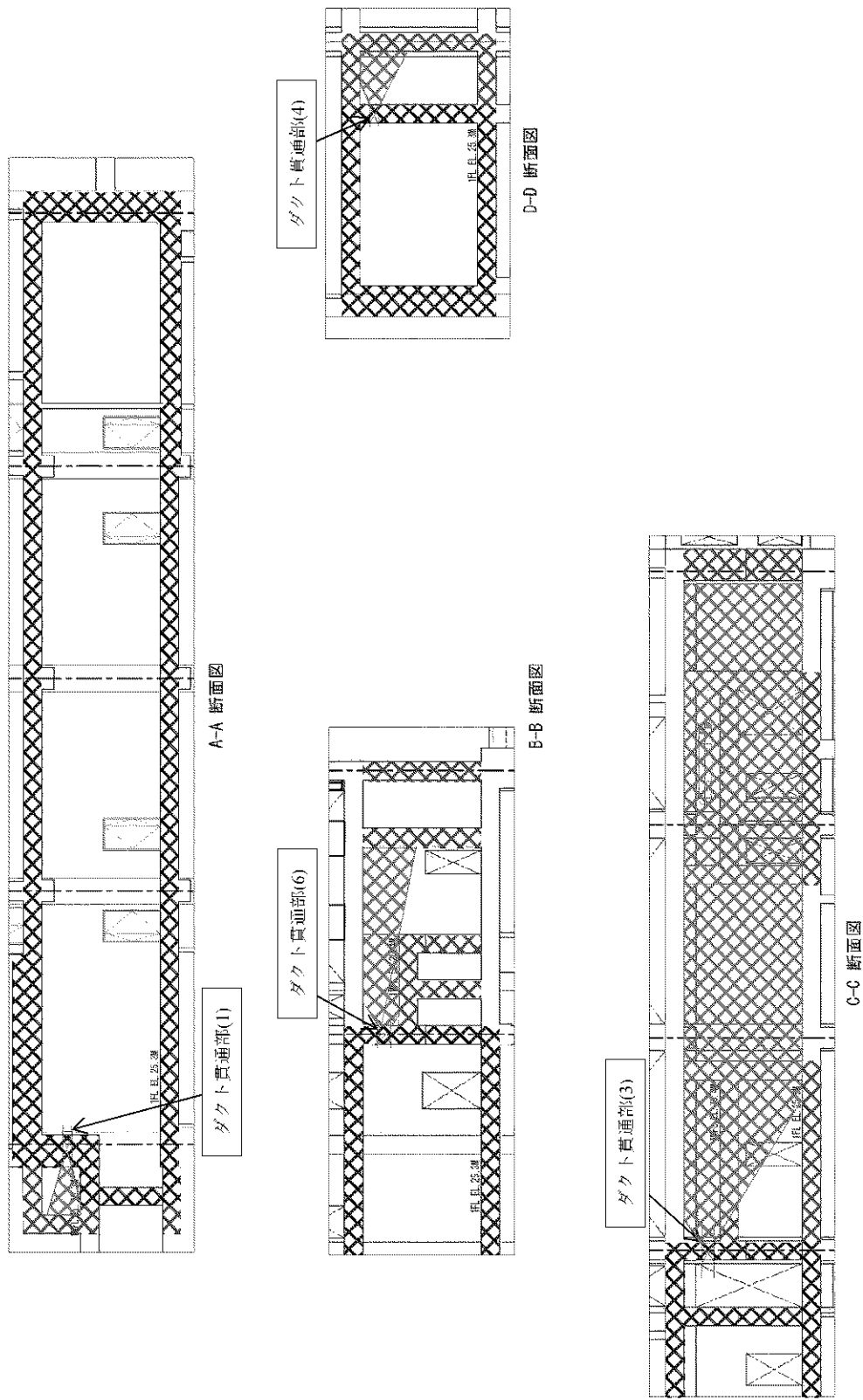


第4図 緊急時対策所遮蔽における貫通部の配置

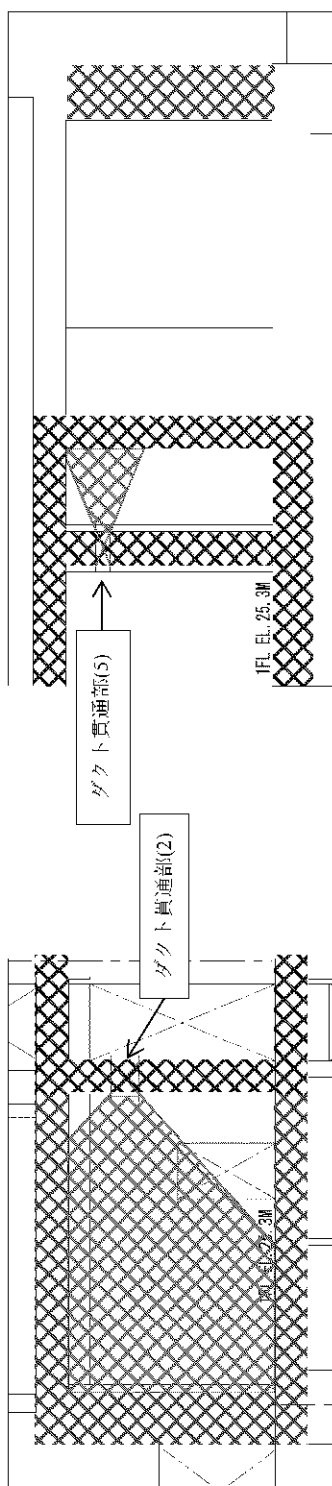
※ 枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。



第5図 ダクト貫通部から屋外側を直視できる範囲（平面図）（1/3）（EL.28.8m）



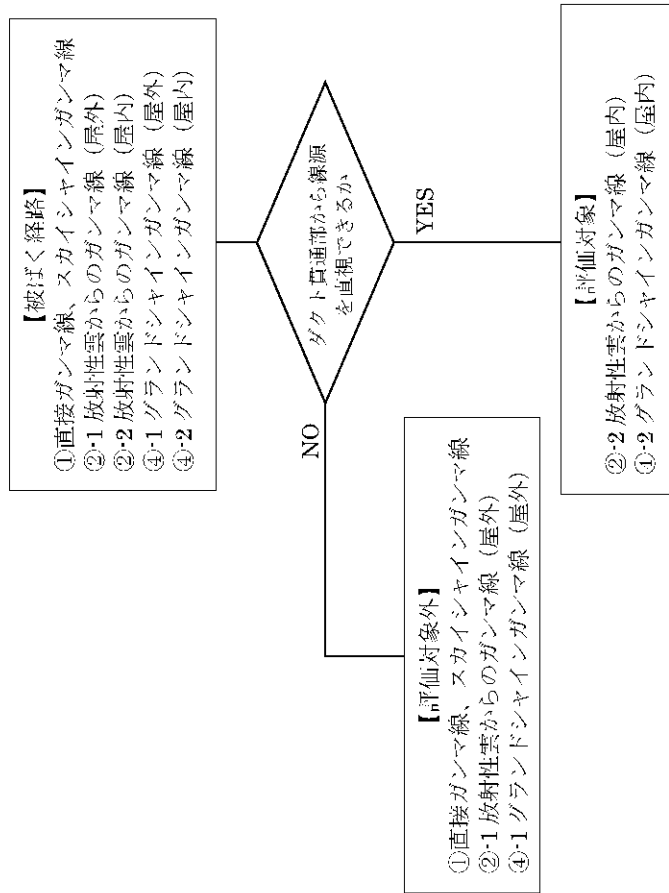
第5図 ダクト貫通部から屋外側を直視できる範囲 (断面図) (2/3)



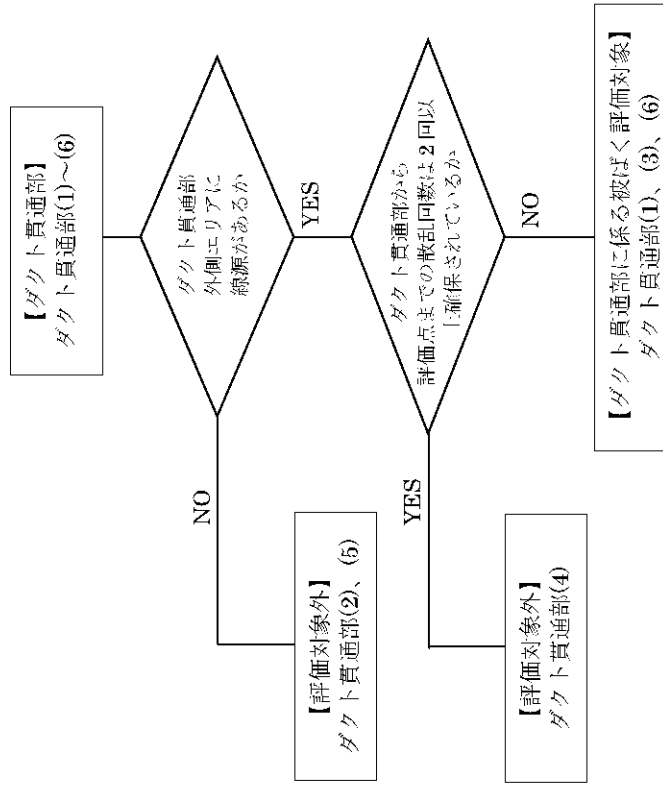
E-E 断面図

F-F 断面図

第5図 ダクト貫通部から屋外側を直視できる範囲 (断面図) (3/3)

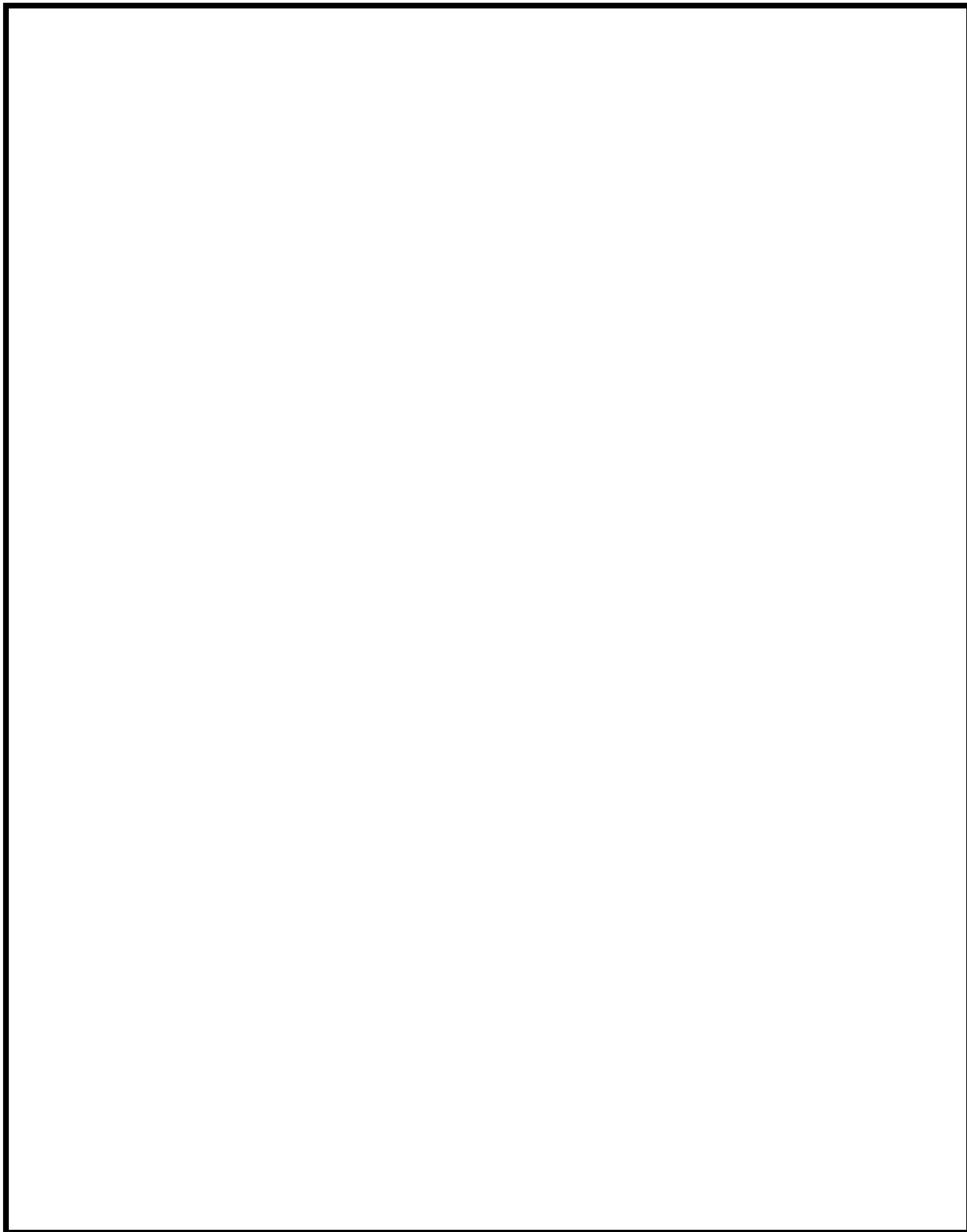


被ばく経路の抽出

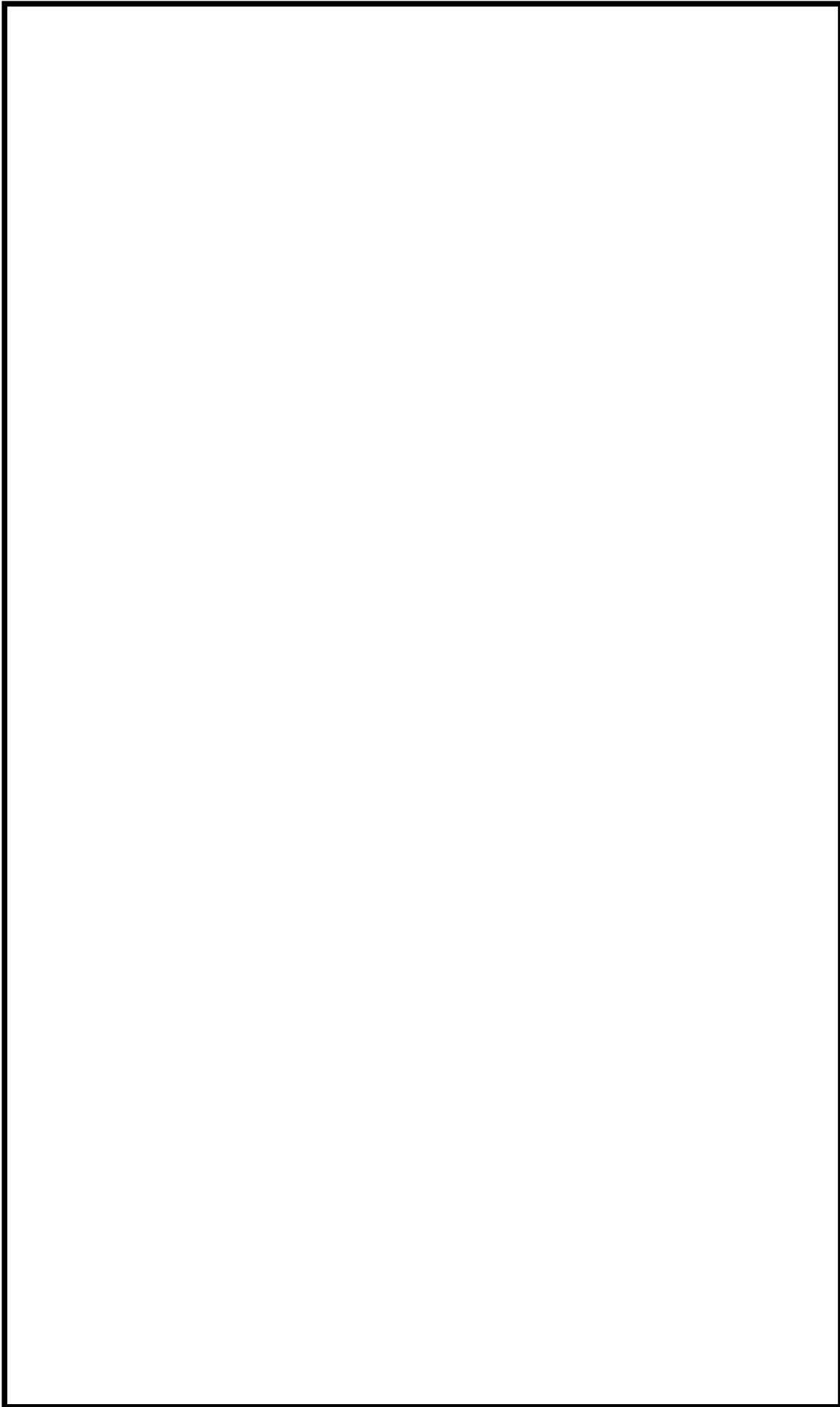


ダイクト貫通部の抽出

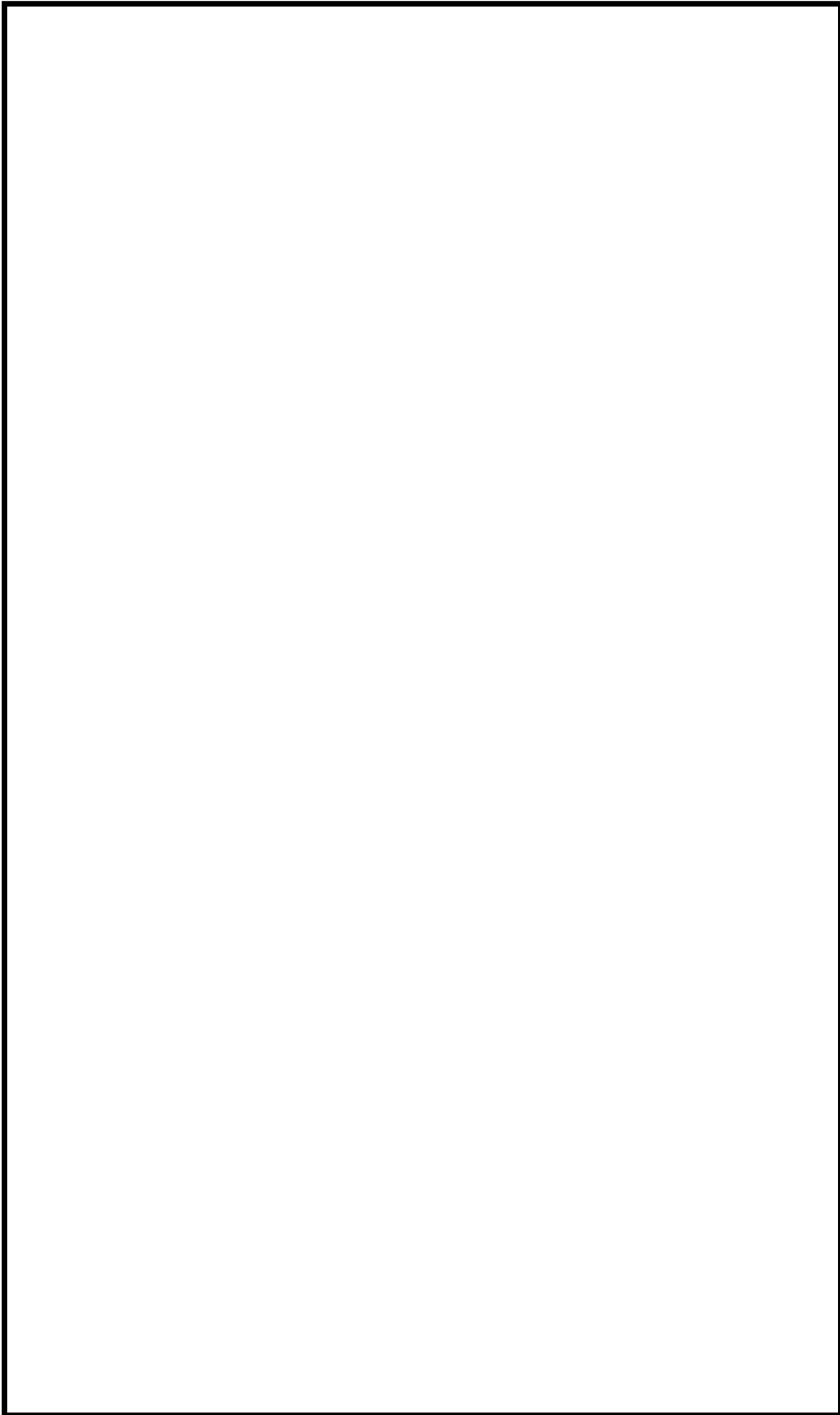
第6図 影響評価対象抽出フロー



第7図 線量評価イメージ



第8図 緊急時対策棟（指揮所）平面図



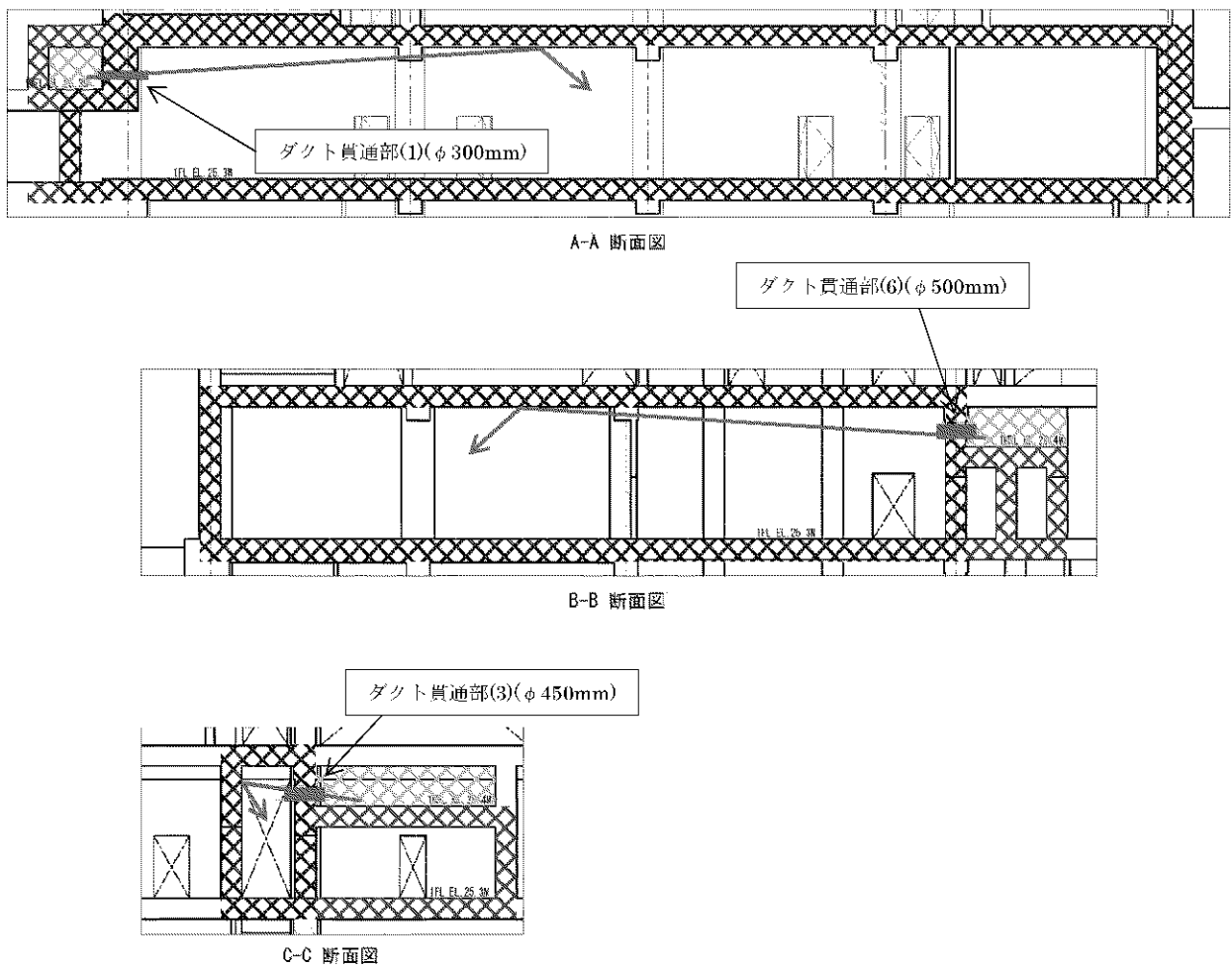
第9図 緊急時対策所線源範囲



第10図 ダクト貫通部(4)から評価点までの散乱経路 (代表例) (平面図) (EL.28.8m)



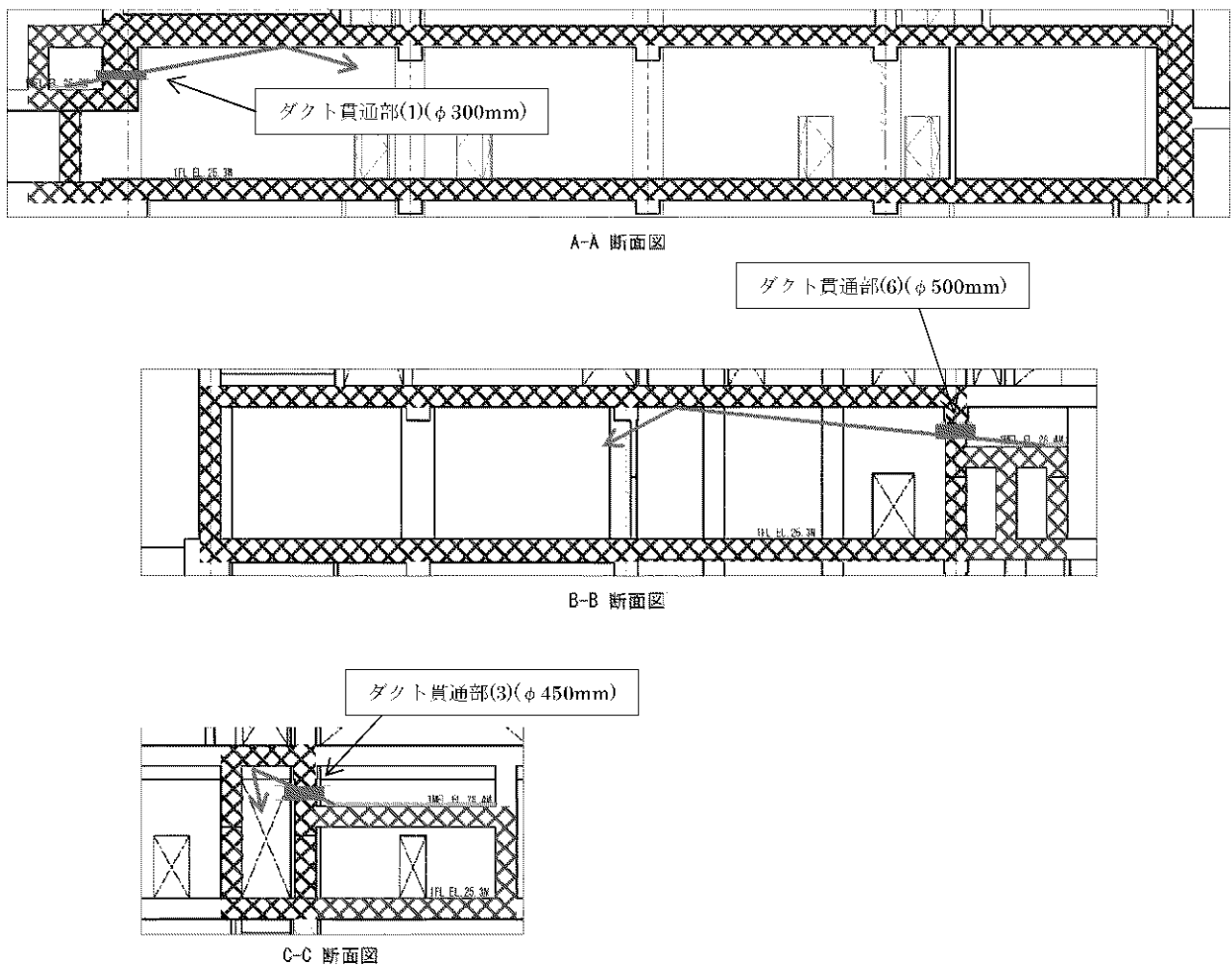
第 11 図 クラウド屋内線源と評価点及び散乱経路 (1/2) (EL.28.8m)



第 11 図 クラウド屋内線源と評価点及び散乱経路（代表例）（断面図）（2/2）



第12図 グラウンド屋内線源と評価点及び散乱経路（代表例）（平面図）（1/2）（EL.28.8m）



第 12 図 グランド屋内線源と評価点及び散乱経路（代表例）（断面図）（2/2）