

福島第一原子力発電所
特定原子力施設への指定に際し
東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対し
して求める措置を講ずべき事項について等へ
の適合性について
(大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強について)

2024年2月

東京電力ホールディングス株式会社

本資料においては、福島第一原子力発電所の大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強に関連する「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」（平成24年11月7日原子力規制委員会決定。以下「措置を講ずべき事項」という。）等への適合方針を説明する。

本資料については、実施計画の最新認可版を引用する他、本変更認可申請で変更及び記載の適正化を予定している箇所もあわせて記載する。なお、大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強はクレーン設置（廃炉発官 R5 第 171 号）が認可を受けた後に申請を行うため、本資料はその内容をもとに作成している。

目 次

I.	特定原子力施設の全体工程及びリスク評価	
1.	特定原子力施設における主なリスクと今後のリスク低減対策	I-1-1
II.	設計，設備について措置を講ずべき事項	
8.	放射性固体廃棄物の処理・保管・管理	II-8-1
1 2.	作業者の被ばく線量の管理等	II-12-1
1 3.	緊急時対策	II-13-1
1 4.	設計上の考慮	
①	準拠規格及び基準	II-14-1-1
②	自然現象に対する設計上の考慮	II-14-2-1
④	火災に対する設計上の考慮	II-14-4-1
⑤	環境条件に対する設計上の考慮	II-14-5-1
⑨	検査可能性に対する設計上の考慮	II-14-9-1
VIII.	実施計画に係る検査の受検	
1.	実施計画に係る検査の受検への適合性	VIII-1-1

I 特定原子力施設の全体工程及び リスク評価

I . 1 特定原子力施設における主なリスクと今後のリスク低減対策

特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について（平成 24 年 11 月 7 日原子力規制委員会決定）

（以下「措置を講ずべき事項」という。）

I. リスク評価について講ずべき措置

1号炉から4号炉については廃炉に向けたプロセス，燃料デブリの取出し・保管を含む廃止措置の完了までの全体工程，5号炉及び6号炉については冷温停止の維持・継続の全体工程をそれぞれ明確にし，各工程・段階の評価を実施し，特定原子力施設全体のリスク低減及び最適化を図ること。

特定原子力施設全体及び各設備のリスク評価を行うに当たっては，敷地外への広域的な環境影響を含めた評価を行い，リスクの低減及び最適化が敷地内外の安全を図る上で十分なものであること。

措置を講ずべき事項への適合方針

1号炉から4号炉については廃炉に向けたプロセス，燃料デブリの取り出し・保管を含む廃止措置の完了までの全体工程，5号炉及び6号炉については冷温停止の維持・継続の全体工程をそれぞれ明確にし，各工程・段階の評価を実施し，特定原子力施設全体のリスク低減及び最適化を図ること。

廃炉に向けたプロセス，燃料デブリの取り出し・保管を含む廃止措置の完了までの全体工程を改訂していくこととし，特定原子力施設全体のリスク低減及び最適化を図ること，また，特定原子力施設全体及びALPS処理水希釈放出設備及び関連施設のリスク評価を行うに当たっては，敷地外への広域的な環境影響を含めた評価を行い，リスクの低減及び最適化が敷地内外の安全を図る上で十分であるよう設計する。

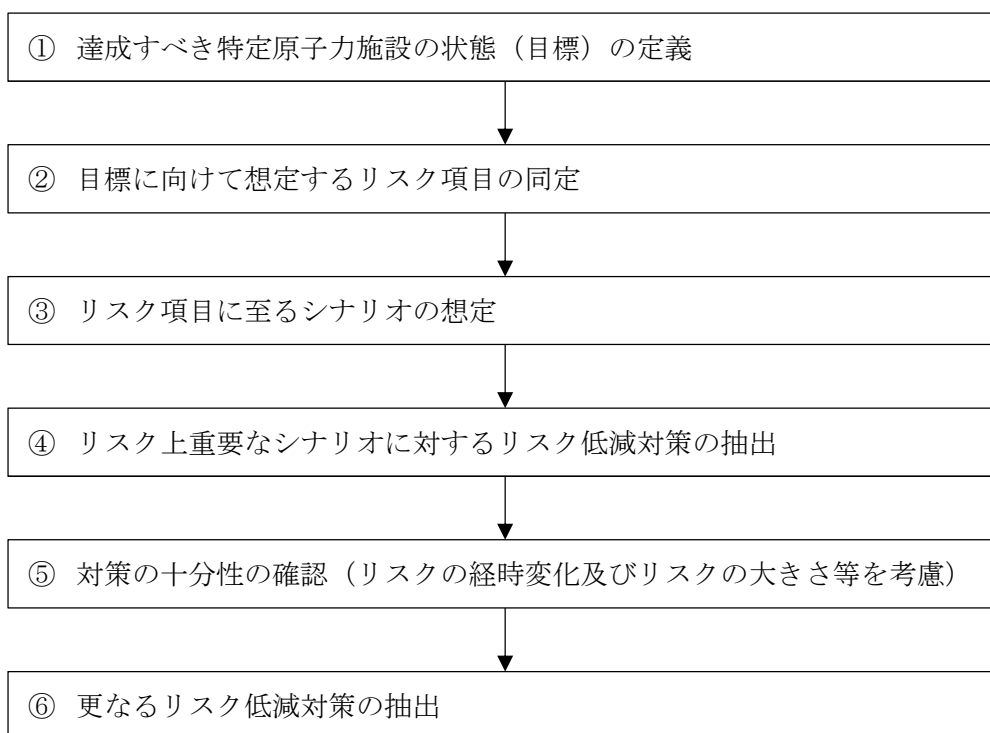
対応方針

(1) リスク評価の考え方

特定原子力施設のリスク評価は、通常の原子力発電施設とは異なり、特定原子力施設全体のリスクの低減及び最適化を図るために必要な措置を迅速かつ効率的に講じていくことを前提として実施する必要がある。以下にリスク評価の実施手順を示す。

また、特定原子力施設におけるリスク評価に関して、現時点で想定される敷地外への影響評価を(2)～(3)に示す。(2)においては、現時点における特定原子力施設の敷地境界及び敷地外への影響評価を示し、(3)においては、リスク評価で想定したリスクに至るシナリオの中で最も影響の高い事象を中心に評価した結果を示す。

a. リスク評価の手順



① 達成すべき特定原子力施設の状態（目標）の定義

特定原子力施設におけるリスク評価を実施するに際して、達成すべき状態（目標）を設定した上で目標に向けた活動に係るリスクを評価する必要がある。目標設定については、中長期的な観点で普遍的な目標を大目標及び中目標として設定した。小目標については個々の活動を実施する目的として設定されるものである。

【大目標】

特定原子力施設から敷地外への放射性物質の影響を極力低減させ、事故前のレベルとする

【大目標達成のための中目標】

- 1) プラントの安定状態を維持しながら、廃止措置をできるだけ早期に完了させる
- 2) 敷地外の安全を図る（公衆への被ばく影響の低減）
- 3) 敷地内の安全を図る（作業員への被ばく影響の低減）

② 目標に向けて想定するリスク項目の同定

上記①のうち『敷地外の安全を図る』及び『敷地内の安全を図る』が達成できない状態を現状の主たるリスクと考え、以下の具体的なリスク項目を同定した。

『敷地外の安全を図る（公衆への被ばく影響の低減）』に関連したリスク項目

- i) 大気への更なる放射性物質放出
- ii) 海洋への更なる放射性物質放出

『敷地内の安全を図る（作業員への被ばく影響の低減）』に関連したリスク項目

- iii) 作業員の過剰被ばく

③ リスク項目に至るシナリオの想定

リスク評価を行うにあたっては危険源の同定が必要であり、特定原子力施設においては、放射性物質の発生源をその危険源として考え、放射性物質の発生源毎にリスク項目に至るシナリオを想定する。

また、作業員の過剰被ばくについては、ICRPの放射線防護の3つの原則である「正当化の原則」、「線量限度の適用の原則」、「最適化の原則」に基づきリスク分析を実施する。

シナリオの想定については全体のリスクを理解しやすいようにするため、まずは特定原子力施設全体として現在の設備や運用でリスクを押さえ込んでいる状態がわかるように整理し、次に設備単位でリスクに至るシナリオを想定した。シナリオの想定にあたっては、設備故障やヒューマンエラーなどの内部事象の他に外部事象を考慮したシナリオを想定する。

④ リスク上重要なシナリオに対するリスク低減対策の抽出

想定したリスクのシナリオに対して現在できているリスク低減対策、今後実施するリスク低減対策を含めて抽出する。対策を抽出する際には、目標とすべき状態とそれを達成するための具体的な対策を検討する。

⑤ 対策の十分性の確認（リスクの経時変化及びリスクの大きさ等を考慮）

上記④で抽出した対策について、短期的、中長期的な視点を踏まえた対策の十分性を検討する。その際に④で抽出した対策を実施した結果として新たに発生するリスク等も抽出する。対策の十分性の確認に際しては、リスクの大きさやリスクの経時的な増減等を考慮したものとする。

⑥ 更なるリスク低減対策の抽出

上記⑤で実施した対策の十分性の確認の結果、特定原子力施設全体のリスクをできるだけ早く低減させる観点から、既存の技術で達成可能で他のプライオリティの高い対策の進捗に影響しないものについては、精力的に対策を講じることを前提として更なるリスク低減対策を抽出する。

b. リスク低減対策の適切性確認

上記 a で抽出されたリスク低減対策について、個々の対策の優先度を多角的な視点で評価する必要がある。以下に示す考え方は、個々のリスク低減対策の必要性や工程等の適切性を確認し、対策の優先度を総合的に判断するため整理したものである。しかし、適切性確認の視点等は固定的なものではなく、今後の活動の中で柔軟に見直すことを前提としている。

(a) 適切性確認の前提条件

- ①作業員の被ばく低減を含む安全の確保が最優先である。
- ②リスク低減対策の必要性の有無は、それぞれの対策について個別に確認することが、第一段階となる。（全体の適切性を確認するための基本）
- ③リスク低減対策の全体計画を構築する際には、多種多様なリスク低減対策について同じ評価項目で定量的に比較することが難しいことを認識し、効率性等も考慮して全体リスクが早く低減することを前提とする。
- ④個々のリスク低減対策の適切性確認を行う際には、組織全体として共有すべき共通的な考え方（視点）を明確にする。
- ⑤個々のリスク低減対策の適切性確認においては、実施するかしないかの判断の根拠となるように対比を明確にする。

(b) 適切性確認の視点

①対策を実施しないリスク

対策を実施する目的に照らして、対策を実施しない又は適切な時期を逃すことにより発生、増大するリスクの有無及び他の対策等に与える影響を確認する。

②放射性物質の追加放出リスク

対策の対象となるリスクの大きさを確認するために、敷地外への放射性物質の追加放出の程度を確認するとともに、対策を実施することによるリスク低減効果の程度を確認する。

③外部事象に対するリスク

対策を実施した前後の状態において、地震、津波等の外部事象に対するリスクの有無及び他の対策等に与える影響を確認する。また、外部事象に対してより安定的なリスクの押さえ込みができる環境、方法が他にないかどうかを確認する。

④時間的なリスクの増減

対策を実施しなかった場合に、時間的にリスクが増減するかどうかを確認する。

(例えば設備の劣化、放射能インベントリの増加に伴うリスク増加)

⑤実施時期の妥当性

対策を開始、完了させる時期に対して、環境改善の必要性、技術開発の必要性、他の作業との干渉、全体リスクを速やかに低減させるための対策の順番を確認する。

⑥対策を実施するリスク

対策を実施する段階や実施した後に発生、増大するリスクの有無及び他の対策等に与える影響を確認する。また、対策を実施することで発生、増大するリスクには不測の事態においてマネジメントが機能しない可能性も確認する。

⑦対策を実施できないリスク

不測の事態等で対策を実施できない場合の計画への影響及び他に選択できる対策の有無を確認する。また、複数の選択肢を持った対策を検討する必要があるかどうかを確認する。

c. リスク評価時に考慮すべき事項

前述の手順に基づきリスク評価を実施する際には、以下の事項を考慮することにより、特定原子力施設におけるリスクを体系的に俯瞰できるように整理する。

(a) 放射性物質の量や種類

放射性物質の発生源に着目し、放射性物質の量（インベントリ）や種類（デブリ、燃料集合体、原子炉への注水、雨水の浸入、地下水の浸透等によって原子炉建屋等で発生した高レベルの放射性汚染水（以下「汚染水」という。）等）を考慮したリスク評価を実施することにより、対策の必要性や緊急性を合理的に評価でき、適切かつ効率的なリスク低減

のためのアプローチを行うことができる。

(b) 内部事象と外部事象

リスクが顕在化する起因事象毎にリスク評価を実施することにより、起因事象からのシナリオに応じた適切な対応が行われているか整理することができ、全体を俯瞰したりリスク低減対策の漏れ等を洗い出すことができる。

(c) 発生可能性と影響範囲

起因事象からのリスクのシナリオにおける発生可能性や影響範囲を考慮することにより、合理的な対応や広がりやを考慮した対応が取られているかを評価することができる。

(d) 対策の有効性

現状行われている対策や実施予定の対策を多層的に整理し、それぞれの対策の有効性を評価することにより、対策の十分性の確認をよりの確に実施することができる。

(実施計画：I-2-1-1～5)

(2) 特定原子力施設の敷地境界及び敷地外への影響評価

特定原子力施設の敷地境界及び敷地境界外への影響を評価した結果、平成24年10月での気体廃棄物の追加的放出量に起因する実効線量は、敷地境界において約 3.0×10^{-2} mSv/年であり、特定原子力施設から5km地点では最大約 2.5×10^{-3} mSv/年、10km地点では最大約 8.9×10^{-4} mSv/年であった。

また、敷地内各施設からの直接線・スカイシャイン線による実効線量は、敷地境界において約9.4mSv/年であり、5km地点では最大約 1.4×10^{-18} mSv/年、10km地点では最大約 2.4×10^{-36} mSv/年であった。

一方、文部科学省において公表されている「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の20km圏内の空間線量率測定結果(平成24年11月11日～13日)」によると、特定原子力施設から約5km地点の空間線量率は $5.2 \sim 17.8 \mu\text{Sv/h}$ (約46～約156mSv/年)、約10km地点の空間線量率は $2.2 \sim 23.5 \mu\text{Sv/h}$ (約20～約206mSv/年)である。

これらの結果から、特定原子力施設の追加的放出量等から起因する実効線量は、5km地点において空間線量率の約18,000分の1以下であり、10km地点において空間線量率の約21,000分の1以下であるため、平常時において5km地点及び10km地点における特定原子力施設からの影響は極めて小さいと判断する。

(実施計画：I-2-2-1)

(3) 特定原子力施設における主なリスク

a. はじめに

特定原子力施設の主なリスクは、特定原子力施設が放射能を内在することに起因すると考えられ、また、現在の特定原子力施設において放射能を内在するもの（使用済燃料等）は、以下のように整理できる。

- ① 原子炉圧力容器・格納容器内の溶融した燃料（燃料デブリ，1～3号機）
- ② 使用済燃料プールの燃料（1～4号機）
- ③ 5・6号機の使用済燃料プールの燃料
- ④ 使用済燃料共用プールの燃料
- ⑤ 使用済燃料乾式貯蔵キャスクの燃料
- ⑥ 放射性廃棄物

ここでは、上記の放射能を内在するものについて、それぞれ個別に現在の状態におけるリスクを定量的もしくは定性的に評価することにより、現在の特定原子力施設のリスクについて評価する。

（実施計画：I-2-3-1-1）

（中略）

⑥ 放射性廃棄物

特定原子力施設内の放射性廃棄物について想定されるリスクとしては、汚染水等の放射性液体廃棄物の系外への漏えいが考えられるが、以下に示す様々な対策を行っているため、特定原子力施設の系外に放射性液体廃棄物が漏えいする可能性は十分低く抑えられている。

なお、汚染水の水処理を継続することで放射性物質の濃度も低減していくため、万一設備から漏えいした場合においても、環境への影響度は継続的に低減される。

【設備等からの漏えいリスクを低減させる対策】

- ・ 耐圧ホースのポリエチレン管化
- ・ 多核種除去設備等により、汚染水に含まれるトリチウム以外の放射性物質を、東京電力福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示（以下「告示」という。）に規定される濃度限度との比の総和が1未満となるよう浄化処理した水（以下「ALPS処理水」という。）の海洋放出による、ALPS処理水等を貯蔵するタンク（以下「中低濃度タンク」という。）の解体・撤去

【漏えい拡大リスクを低減させる対策】

- ・ 中低濃度タンク廻りの堰，土嚢の設置
- ・ 放水路の暗渠化
- ・ 漏えい検知器，監視カメラの設置

また，放射性気体廃棄物については，原子炉格納容器内の温度上昇時の放出がリスクとして考えられるが，これについては燃料デブリに関する注水停止のリスク評価に包含されている。放射性固体廃棄物等については，流動性，拡散性が低いため，敷地内の特定原子力施設からの直接線・スカイシャイン線に関するリスク評価に包含されている。

(実施計画：I-2-3-7-1)

(4) 特定原子力施設の今後のリスク低減対策

現状，特定原子力施設の追加的放出等に起因する，敷地外の実効線量は低く抑えられている（(2)参照）。また，多くの放射性物質を含有する燃料デブリや使用済燃料等において異常時に発生する事象を想定したリスク評価においても，敷地外への影響は十分低いものであると評価している（(3)参照）。

今後，福島第一原子力発電所内に存在している様々なリスクに対し，最新の「東京電力福島第一原子力発電所 中期的リスクの低減目標マップ（以下「リスクマップ」という。）」に沿って，リスク低減対策に取り組んでいく。プラントの安定状態に向けた更なる取組，発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた取組，ならびに使用済燃料プールからの燃料取り出し等の各項目に対し，代表される様々なリスクが存在している。

各項目に対するリスク低減のために実施を計画している対策については，リスク低減対策の適切性確認の視点を基本とした確認を行い，期待されるリスクの低減ならびに安全性，被ばく及び環境影響等の観点から，その有効性や実施の要否，時期等を十分に検討し，最適化を図るとともに，必要に応じて本実施計画に反映する。

また，(3)⑥にて実施する，ALPS 処理水の海洋放出により，廃炉作業に係る敷地などのリソースを有効に活用していくことで，中長期ロードマップに沿った全体工程の達成及びリスクマップに沿ったリスク低減対策を実現していく。

(5) 添付資料

添付資料－1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性

(実施計画：I-2-4-1)

○別紙－1 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強に関する補足説明

○参考資料－1 本申請の申請範囲について

大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強に関する補足説明

1. 大型廃棄物保管庫設置の概要

大型廃棄物保管庫は、汚染水処理に伴って発生した水処理二次廃棄物を収納する使用済のセシウム吸着装置吸着塔、第二セシウム吸着装置吸着塔、第三セシウム吸着装置吸着塔、多核種除去設備処理カラム、高性能多核種除去設備吸着塔、RO濃縮水処理設備吸着塔、サブドレン他浄化装置吸着塔等（以下、「使用済吸着塔等」という。）の形状が大きい重量物を屋内に保管することを目的として設置する。

建屋及び換気空調設備においては、福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画の変更認可（2020年5月27日）を受け、設置が完了し、建屋内に使用済吸着塔等を運搬するクレーンについても福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画の変更認可（2020年〇月〇日）を受けている。

今回は、建屋の耐震補強について申請する。なお、使用済吸着塔を保管する架台（以下、「保管架台」という。）については、別途申請予定である。



図 1-1 大型廃棄物保管庫全景（2023年2月時点）



图 1-2 大型廃棄物保管庫全景（2023 年 2 月時点）



图 1-3 大型廃棄物保管庫内全景（2023 年 1 月時点）

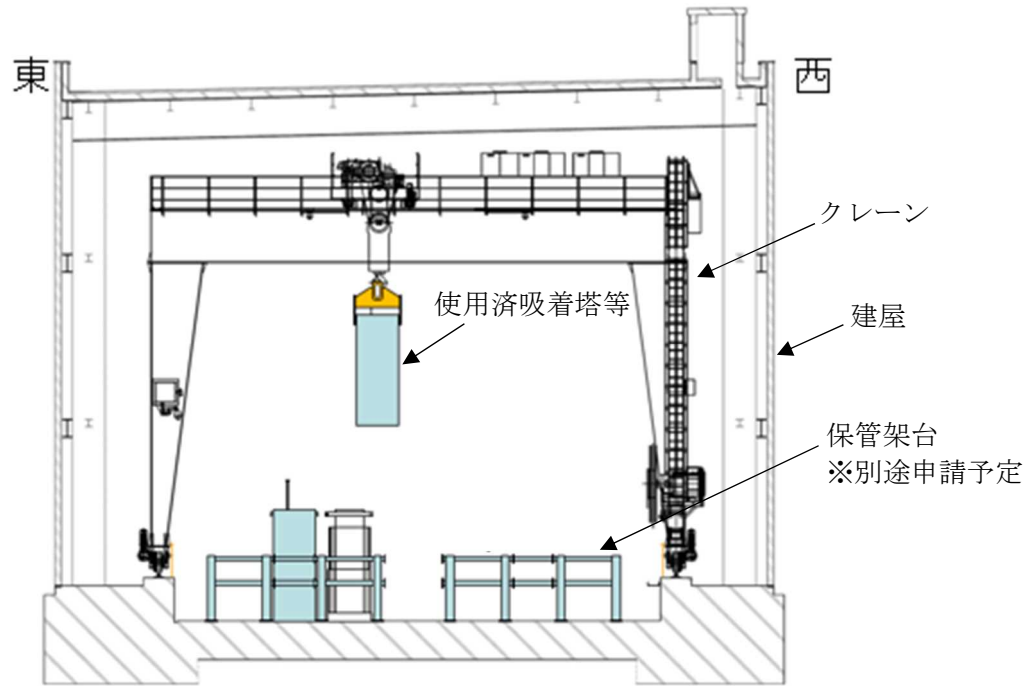


図 1-4 大型廃棄物保管庫断面図

2. 大型廃棄物保管庫の設置工程

大型廃棄物保管庫は建屋を先行設置し，クレーン及び保管架台を順次設置したうえで，運用（使用済吸着塔等の保管）を開始する。なお，保管架台設置については，別途申請予定である（図 2-1）。

各 STEP の申請スケジュールを図 2-2 に示す。

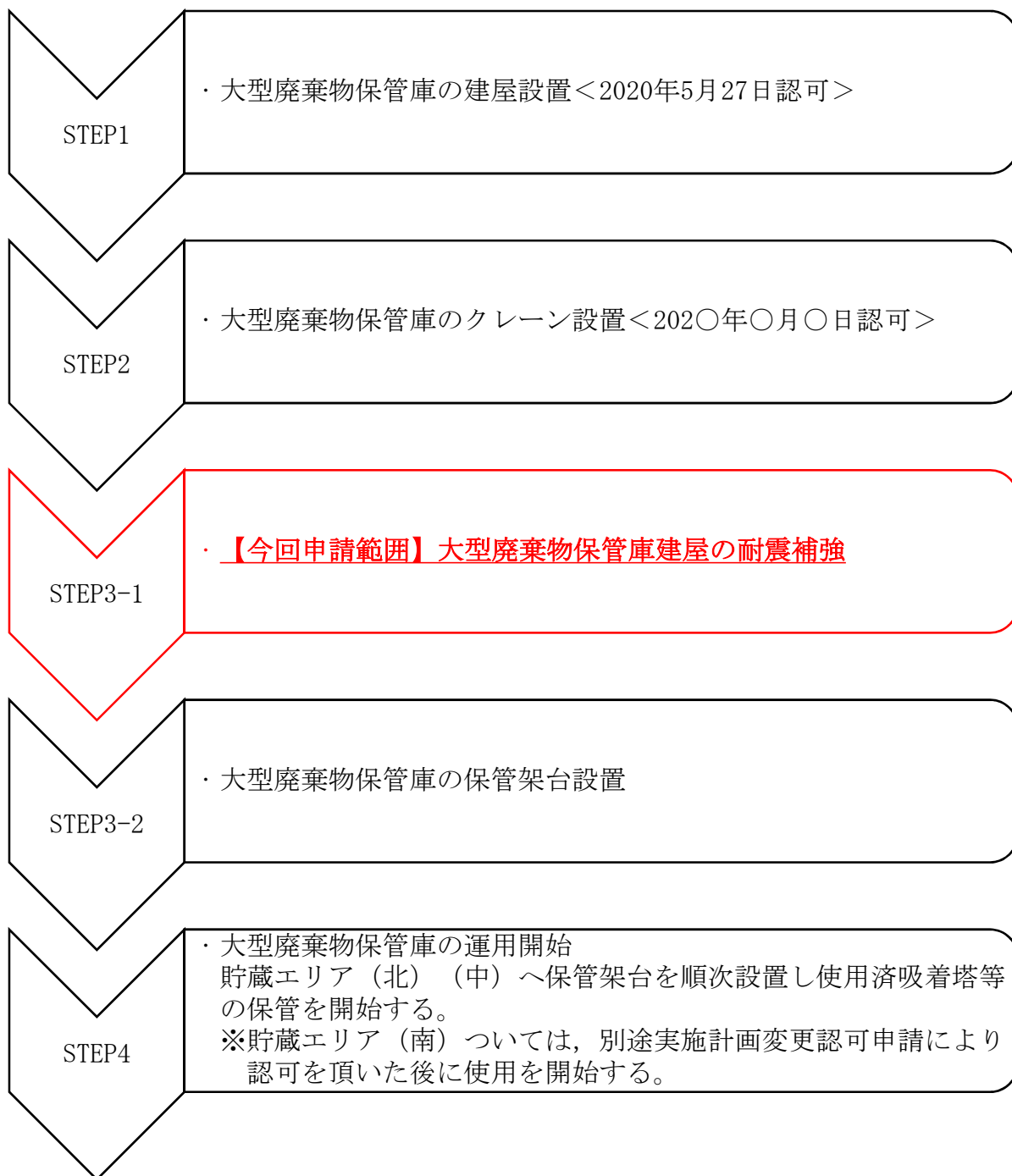


図 2-1 大型廃棄物保管庫運用開始までの各ステップと実施計画の提出対象設備について

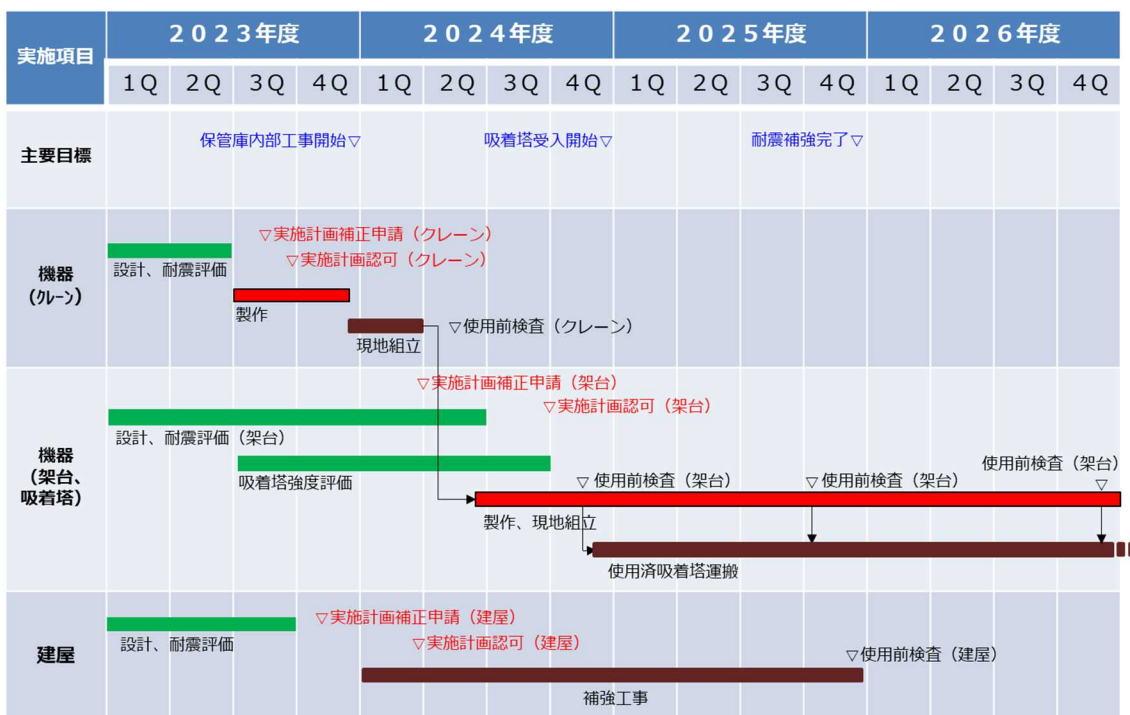


図 2-2 実施計画申請スケジュールについて*

※建屋内工事の調整等により、工程は変更となる可能性がある

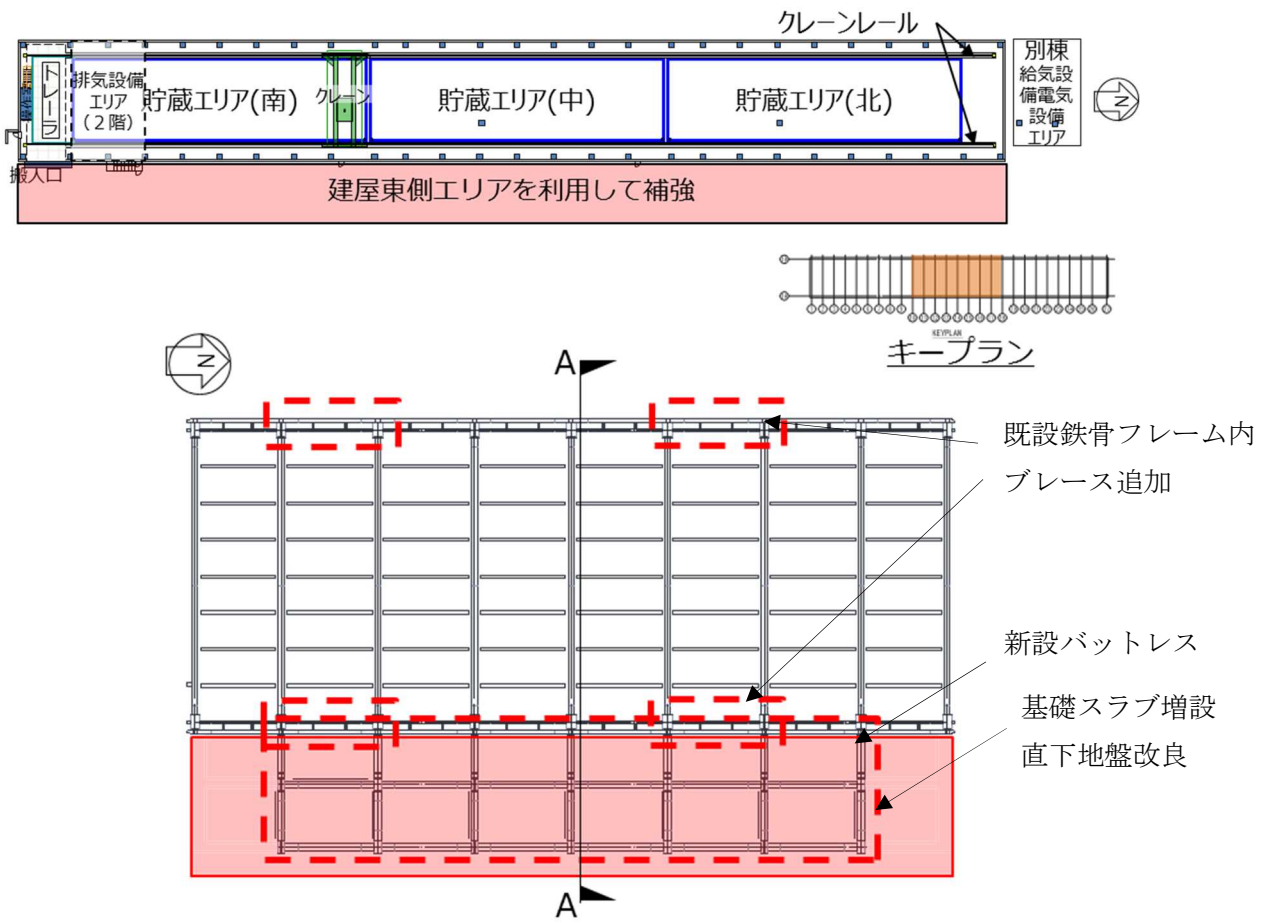
3. 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強の概要について

大型廃棄物保管庫建屋は2020年5月に認可(原規規発第2005271号)を受け、着工している。

2022年11月16日の原子力規制委員会です承された「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」を踏まえて、建屋の耐震クラスの見直しを実施した。

2023年3月6日の技術会合より、建屋の耐震クラスがCクラス(Ss900)と位置付けられたことから、~~建屋の~~使用済吸着塔等への波及的影響を防止するために建屋の耐震補強が必要となった。

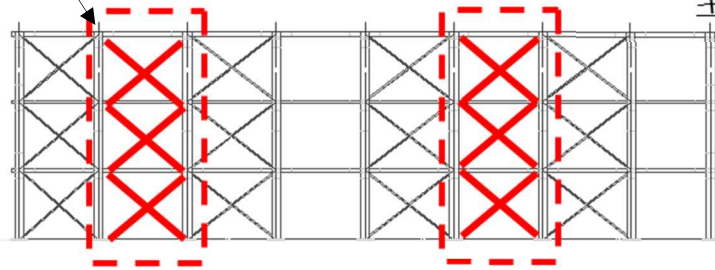
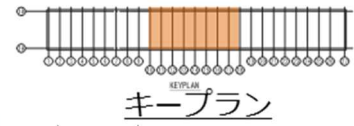
耐震補強は建屋東側に、東西方向の変形抑制のためのバットレスを設置し、建屋既存フレーム内に、南北方向の変形抑制のためのブレースを追設し、基礎は既存建屋と一体とし、耐震補強部直下の地盤は地盤改良を実施する。(図3-1、図3-2)



2階床梁伏図 (GL+16, 450)

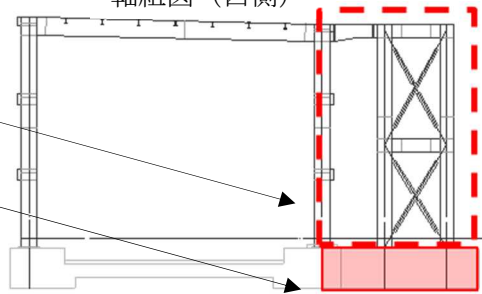
図 3-1 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強平面イメージ (中央棟貯蔵エリア (中))

既設鉄骨フレーム内
ブレース追加



軸組図 (西側)

新設バットレス
基礎スラブ増設
直下地盤改良



A-A 断面図

図 3-2 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強断面イメージ (中央棟貯蔵エリア (中))

本申請の申請範囲について

大型廃棄物保管庫の建屋、換気空調設備、クレーンの仕様について変更はないが、建屋の耐震補強の項目を追加する。また、建屋の耐震補強を含めた建屋の耐震設計においては、耐震Cクラスに適用する静的地震力（1.0Ci）の他、使用済吸着塔等への波及的影響を及ぼさないこと、使用済吸着塔等の間接支持機能維持を確認するため、検討用地震動Ss900を用いる。

これに伴い本申請は、建屋の構造強度及び耐震性に係る項目が申請範囲となる。本申請の対象範囲を~~下表~~表-1、表-2に示す。

なお、クレーンについては認可済みとなっており、保管架台の設置及び貯蔵エリア（南）の使用開始に係る項目については別途申請を行う。

表-1 実施計画Ⅱ章 2.45 に対する申請対象範囲（対象：○，対象外：×）

(1/2)

実施計画	大型廃棄物保管庫クレーンの設置 (令和2年7月22日申請)	大型廃棄物保管庫建屋の補強工事	大型廃棄物保管庫保管架台の設置	大型廃棄物保管庫貯蔵エリア(南)の使用開始	対象項目
本文	○	○	○	○	・2.45.1.3.2 大型廃棄物保管庫の基本設計方針 ・2.45.3 添付資料 ※保管架台の設置及び貯蔵エリア(南)の使用開始に係る本文記載事項については別途申請予定
添付資料-1 大型廃棄物保管庫の概略系統図	×	×	×	×	—
添付資料-2 大型廃棄物保管庫の全体概要図及び平面図	×	×	×	×	—
添付資料-3 大型廃棄物保管庫の具体的な安全確保策等	○	×	×	×	—
添付資料-4 可燃性気体の滞留防止及び崩壊熱の除去性能に関する説明書	×	×	×	×	—
添付資料-5 使用済吸着塔等内包水の施設外への漏えい防止能力についての計算書	×	×	×	×	—
添付資料-6 大型廃棄物保管庫に係る確認事項	○	○	○	×	・表-8 確認事項(大型廃棄物保管庫の耐震補強) ※保管架台の設置に係る確認事項については別途申請予定
添付資料-7 大型廃棄物保管庫設置工程	○	○	○	×	— ※保管架台に係る設置工程については別途申請予定

実施計画	大型廃棄物保管庫クレーンの設置 (令和2年7月22日申請)	大型廃棄物保管庫建屋の補強工事	大型廃棄物保管庫保管架台の設置	大型廃棄物保管庫貯蔵エリア(南)の使用開始	対象項目
添付資料-8 大型廃棄物保管庫の構造強度に関する検討結果	×	○	○	×	・添付資料-8を削除, 添付資料-12へ統合
添付資料-9 大型廃棄物保管庫の緊急時対策に関する説明書	×	×	×	×	— ※添付資料-8を削除するため, 申請時は添付資料-8として申請
添付資料-10 火災防護に関する説明書並びに消火設備の取付箇所を明示した図面	×	×	×	×	— ※添付資料-8を削除するため, 申請時は添付資料-9として申請
添付資料-11 大型廃棄物保管庫内作業に係る作業者の被ばく線量低減対策について	×	×	×	×	— ※添付資料-8を削除するため, 申請時は添付資料-10として申請
添付資料-12 大型廃棄物保管庫の耐震性に関する説明書	○	○	○	○	— ※添付資料-8を削除するため, 申請時は添付資料-11として申請 ※保管架台及び使用済吸着塔等に係る耐震計算書ならびに落下評価書については別途申請予定

注) : 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強以降の申請範囲については, 今後の審査面談を踏まえ変更となる可能性がある。

表-2 措置を講ずべき事項に対する該当項目の整理

(○：措置を講ずべき事項に対して実施計画を変更するもの，△：措置を講ずべき事項に対して既認可の内容にて適合するもの，－：措置を講ずべき事項に対して該当しないもの)

目次	大型廃棄物保管庫クレーンの設置 (令和2年7月22日申請)	大型廃棄物保管庫建屋の 補強工事	大型廃棄物保管庫保管架台の設置	大型廃棄物保管庫貯蔵エリア (南)の使用開始
I. 全体工程及びリスク評価について講ずべき措置	△	△	△	△
II. 設計，設備について措置を講ずべき事項				
1. 原子炉等の監視	－	－	－	－
2. 残留熱の除去	－	－	－	－
3. 原子炉格納施設雰囲気監視等	－	－	－	－
4. 不活性雰囲気維持	－	－	－	－
5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理	－	－	－	－
6. 電源の確保	－	－	－	－
7. 電源喪失に対する設計上の考慮	－	－	－	－
8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理	○	△	△	△
9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理	－	－	○	△
10. 放射性気体廃棄物の処理・管理	－	－	－	－
11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等	△	－	△	○
12. 作業員の被ばく線量の管理等	△	△	△	△
13. 緊急時対策	△	△	△	△
14. 設計上の考慮				
① 準拠規格及び基準	○	○	○	△
② 自然現象に対する設計上の考慮	○	○	○	△
③ 外部人為事象に対する設計上の考慮	△	－	－	－
④ 火災に対する設計上の考慮	○	△	△	△
⑤ 環境条件に対する設計上の考慮	○	△	△	△
⑥ 共用に対する設計上の考慮	－	－	－	－
⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮	○	－	－	－
⑧ 信頼性に対する設計上の考慮	○	－	－	－
⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮	○	○	△	－
15. その他措置を講ずべき事項	－	－	－	－
III 特定原子力施設の保安	－	－	△	○
IV 特定核燃料物質の防護	－	－	－	－
V 燃料デブリの取出し・廃炉	－	－	－	－
VI 実施計画を策定するにあたり考慮すべき事項	－	－	－	－
VII 実施計画の実施に関する理解促進	－	－	－	－
VIII 実施計画に係る検査の受検	○	○	○	△

注)：大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強以降の申請範囲については，今後の審査面談を踏まえ変更となる可能性がある。

表 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性（抜粋）

ロードマップ関連項目		想定されるリスク	リスク低減対策	目的	対応状況	個々の対策に対する適切性
発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画	放射性廃棄物管理及び敷地境界の放射線量低減に向けた計画	水処理二次廃棄物 ・敷地内被ばくリスク ・放射性物質の系外放出リスク	大型廃棄物保管庫の設置	発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界線量1mSv/年未満を達成するため、瓦礫等の保管施設の増設等を実施する。また、これらの作業により、敷地内全体の雰囲気線量も低減され、作業環境の改善にもなる。	大型廃棄物保管庫： 令和5年3月設置完了 大型廃棄物保管庫クレーン： 令和6年度までに設置完了予定 大型廃棄物保管庫耐震補強： 令和7年度までに設置完了予定	①「措置を講ずべき事項」に要求されており、対策を実施しない場合、平成25年3月末時点での敷地境界線量1mSv/年未満の目標達成が困難となる。 ②敷地境界線量の目標達成が目的であり、放射性物質の追加放出リスクは小さい。 ③対策を実施することにより、竜巻等による瓦礫等の飛散するリスクは低減する。 ④敷地境界線量の目標達成が目的であり、時間的なリスクの変化はない。 ⑤平成24年度内に達成することを目標としており、作業としては既の実施している。 ⑥対策を実施することで、作業員等への被ばくが発生する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。 ⑦対策を実施できない場合、施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による平成25年3月末時点での敷地境界線量1mSv/年未満が達成できなくなる。なお、代替策は時間的な制約から困難である。また、保管施設設置場所は限界があるため、放射性廃棄物の減容等を確実に実施する必要がある。

適切性確認の視点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施するリスク ⑦対策を実施できないリスク

Ⅱ 設計，設備について措置を講ずべき 事項

Ⅱ. 8 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理

措置を講ずべき事項

II. 設計，設備について措置を講ずべき事項

8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理

- 施設内で発生する瓦礫等の放射性固体廃棄物の処理・貯蔵にあたっては，その廃棄物の性状に応じて，適切に処理し，十分な保管容量を確保し，遮へい等の適切な管理を行うことにより，敷地周辺の線量を達成できる限り低減する。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強工事にて発生する廃棄物の性状に応じて，適切に処理し，十分な保管容量を確保し，遮へい等の適切な管理を行うことにより，敷地周辺の線量を達成できる限り低減する。

対応方針

- 廃棄物の性状に応じた適切な処理
放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫等の放射性固体廃棄物等については，必要に応じて減容等を行い，その性状により保管形態を分類して，管理施設外へ漏えいすることのないよう一時保管または貯蔵保管する。
- 十分な保管容量確保
放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫等については，これまでの発生実績や今後の作業工程から発生量を想定し，既設の保管場所内での取り回しや追加の保管場所を設置することにより保管容量を確保する。
- 遮蔽等の適切な管理
作業員への被ばく低減や敷地境界線量を低減するために，保管場所の設置位置を考慮し，遮蔽，飛散抑制対策，巡視等の保管管理を実施する。
- 敷地周辺の線量を達成できる限り低減
上記を実施し，継続的に改善することにより，放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫等からの敷地周辺の線量を達成できる限り低減する。

(実施計画：II-1-8-1)

具体的な設計及び措置

○ 廃棄物の性状に応じた適切な処理

(1) 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強工事に伴う廃棄物等の発生量について

発生する瓦礫類については線量、種類で分別し、できる限り減容したうえで、「Ⅲ章第3編2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理」に従い、十分な保管容量を計画的に確保するとともに、これらの瓦礫類については表面線量率に応じたエリア等において保管し、定期的に巡視、保管量の確認等を行うことにより、適切に保管・管理する。

この廃棄物量は、「Ⅲ章第3編2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理」に基づく想定保管量（約483,600m³）に見込まれている。

また、本工事で発生する廃棄物については、梱包材等の持ち込みを減らす等、極力廃棄物の発生低減に努める。

耐震補強工事に伴い発生する廃棄物発生量を表-1に示す。

表-1 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強工事に伴い発生する廃棄物量

分類	2024年度	2025年度	備考
可燃物	10.44m ³	10.44m ³	紙・ウエス・プラスチック・ポリ・ビニール、木材 ～0.005mSv/h : 20.88m ³
不燃物	171.9m ³	130.2m ³	金属、コンクリート ～0.005mSv/h : 302.1m ³
難燃物	0.12m ³	0.12m ³	ホース類 ～0.005mSv/h : 0.24m ³
合計	182.46m ³	140.76m ³	—

Ⅱ. 1 2 作業者の被ばく線量の管理等

措置を講ずべき事項

II. 設計, 設備について措置を講ずべき事項

1 2. 作業者の被ばく線量の管理等

- 現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して, 遮へい, 機器の配置, 遠隔操作, 放射性物質の漏えい防止, 換気, 除染等, 所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより, 放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を, 達成できる限り低減すること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強工事は, 現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して, 適切な保護衣類着用等の所要の放射線防護上の措置に加え, 作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより, 放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を達成できる限り低減する設計とする。

対応方針

(1) 作業者の被ばく線量管理等

- 現存被ばく状況における放射線防護の基本的な考え方
現存被ばく状況において放射線防護方策を計画する場合には, 害よりも便益を大きくするという正当化の原則を満足するとともに, 当該方策の実施によって達成される被ばく線量の低減について, 達成できる限り低く保つという最適化を図る。
- 所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置の範囲
「実用発電用原子炉の設置, 運転等に関する規則」に基づいて定めた管理区域及び周辺監視区域に加え, 周辺監視区域と同一な区域を管理対象区域として設定し, 放射線業務に限らず業務上管理対象区域内に立ち入る作業者を放射線業務従事者として現存被ばく状況での放射線防護を行う。
- 遮へい, 機器の配置, 遠隔操作, 換気, 除染等
放射線業務従事者が立ち入る場所では, 外部放射線に係わる線量率を把握し, 放射線業務従事者等の立入頻度, 滞在時間等を考慮した遮へいの設置や換気, 除染等を実施するようにする。なお, 線量率が高い区域に設備を設置する場合は, 遠隔操作可能な設備を設置するようにする。
- 放射性物質の漏えい防止
放射性物質濃度が高い液体及び蒸気を内包する系統は, 可能な限り系外に漏えいし難い対策を講じる。また, 万一生じた漏えいを早期に発見し, 汚染の拡大を防止する場合は, 機器を独立した区域内に配置したり, 周辺にせきを設ける等の対策を講じる。

○ 放射線被ばく管理

上記の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、作業時における放射線業務従事者が受ける線量が労働安全衛生法及びその関連法令に定められた線量限度を超えないようにするとともに、現存被ばく状況で実施可能な遮へい、機器の配置、遠隔操作を行うことで、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減するようにする。

さらに、放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置について、長期にわたり継続的に改善することにより、放射線業務従事者が立ち入る場所における線量を低減し、計画被ばく状況への移行を目指すこととする。

(実施計画：II-1-12-1)

- 大型廃棄物保管庫は、現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮へい、使用済吸着塔等の配置、換気等の所要の放射線防護上の措置に加え、作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を達成できる限り低減する設計及び運用とする。

(実施計画：II-2-45-2)

- 大型廃棄物保管庫は、現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮へい、使用済吸着塔等の配置（比較的表面線量が低いものの通路側への配置等）、換気等の所要の放射線防護上の措置に加え、作業時における放射線被ばく管理措置として、遮へい能力を有する操作室でクレーンの操作を可能にすることなどにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を達成できる限り低減する設計とする（添付資料-11）。

(実施計画：II-2-45-添 3-2)

(2) 放射線管理に係る補足説明

① 放射線防護及び管理

a. 放射線管理

(a) 基本方針

- 現存被ばく状況において、放射線被ばくを合理的に達成できる限り低減する方針で、今後、新たに設備を設置する場合には、遮へい設備、換気空調設備、放射線管理設備及び放射性廃棄物廃棄施設を設計し、運用する。また、事故後、設置した設備においても、放射線被ばくを合理的に達成できる限り低減する方針で、必要な設備の改良を図る。
- 放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くするために、周辺監視区域全体を管理対象区域として設定して、立入りの制限を行い、外部放射線に係る線量、空気中もしくは水中の放射性物質の濃度及び床等の表面の放射性物質の密度を監視して、その結果を

管理対象区域内の諸管理に反映するとともに必要な情報を免震重要棟や出入管理箇所等で確認できるようにし、作業環境の整備に努める。

- 放射線業務に限らず業務上管理対象区域に立ち入る作業者を放射線業務従事者とし、被ばく歴を把握し、常に線量を測定評価し、線量の低減に努める。また、放射線業務従事者を除く者であって、放射線業務従事者の随行により管理対象区域に立ち入る者等を一時立入者とする。

さらに、各個人については、定期的に健康診断を行って常に身体的状態を把握する。

- 周辺監視区域を設定して、この区域内に人の居住を禁止し、境界に柵または標識を設ける等の方法によって人の立入を制限する。
- 原子炉施設の保全のために、管理区域を除く場所であって特に管理を必要とする区域を保全区域に設定して、立入りの制限等を行う。
- 核燃料物質によって汚染された物の運搬にあたっては、放射線業務従事者の防護及び発電所敷地外への汚染拡大抑制に努める。

(実施計画：Ⅲ-3-3-1-2-2)

(b) 発電所における放射線管理

a. 管理対象区域内の管理

管理対象区域については、次の措置を講じる。

- 管理対象区域は当面の間、周辺監視区域と同一にすることにより、さく等の区画物によって区画するほか周辺監視区域と同一の標識等を設けることによって明らかに他の場所と区別し、かつ、放射線等の危険性の程度に応じて、人の立入制限等を行う。
- 管理対象区域内の線量測定結果を放射線業務従事者の見やすい場所に掲示する等の方法によって、管理対象区域に立ち入る放射線業務従事者に放射線レベルの高い場所や放射線レベルが確認されていない場所を周知する。特に放射線レベルが高い場所においては、必要に応じてロープ等により人の立入制限を行う。
- 放射性物質を経口摂取するおそれのある場所での飲食及び喫煙を禁止する。ただし、飲食及び喫煙を可能とするために、放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度及び空気中の放射性物質濃度が、法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域を設ける。なお、設定後は、定期的な測定を行い、この区域内において、法令に定める管理区域に係る値を超えるような予期しない汚染を床又は壁等に発見した場合等、汚染拡大防止のための放射線防護上必要な措置等を行うことにより、放射性物質の経口摂取を防止する。
- 管理対象区域全体にわたって放射線のレベル及び作業内容に応じた保護衣類や放射線防護具類を着用させる。
- 管理対象区域から人が退去し、又は物品を持ち出そうとする場合には、その者の身体及び衣服、履物等身体に着用している物並びにその持ち出そうとする物品（その物品を容

器に入れ又は包装した場合には、その容器又は包装)の表面の放射性物質の密度についてスクリーニングレベルを超えないようにする。管理対象区域内において汚染された物の放射性物質の密度及び空気中の放射性物質濃度が法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域に人が立ち入り、又は物品を持ち込もうとする場合は、その者の身体及び衣服、履物等身体に着用している物並びにその持ち出そうとする物品(その物品を容器に入れ又は包装した場合には、その容器又は包装)の表面の放射性物質の密度について表面汚染測定等により測定場所のバックグラウンド値を超えないようにする。

- 管理対象区域内においては、除染や遮へい、換気を実施することにより外部線量に係る線量、空気中放射性物質の濃度、及び放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質密度について、管理区域に係る値を超えるおそれのない場合は、人の出入管理及び物品の出入管理に必要な措置を講じた上で、管理対象区域として扱わないこととする。

(実施計画：Ⅲ-3-3-1-2-3~4)

具体的な設計及び措置

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強工事は、T.P. 約 26m の土捨て場南で実施され、外部放射線に係わる線量率は低減されており、放射線業務従事者が過度に被ばくする恐れはない。(図-1) また、作業エリアにおける線量を常に測定評価すること及び放射線のレベルに応じた保護衣類を着用させる。(表-1)

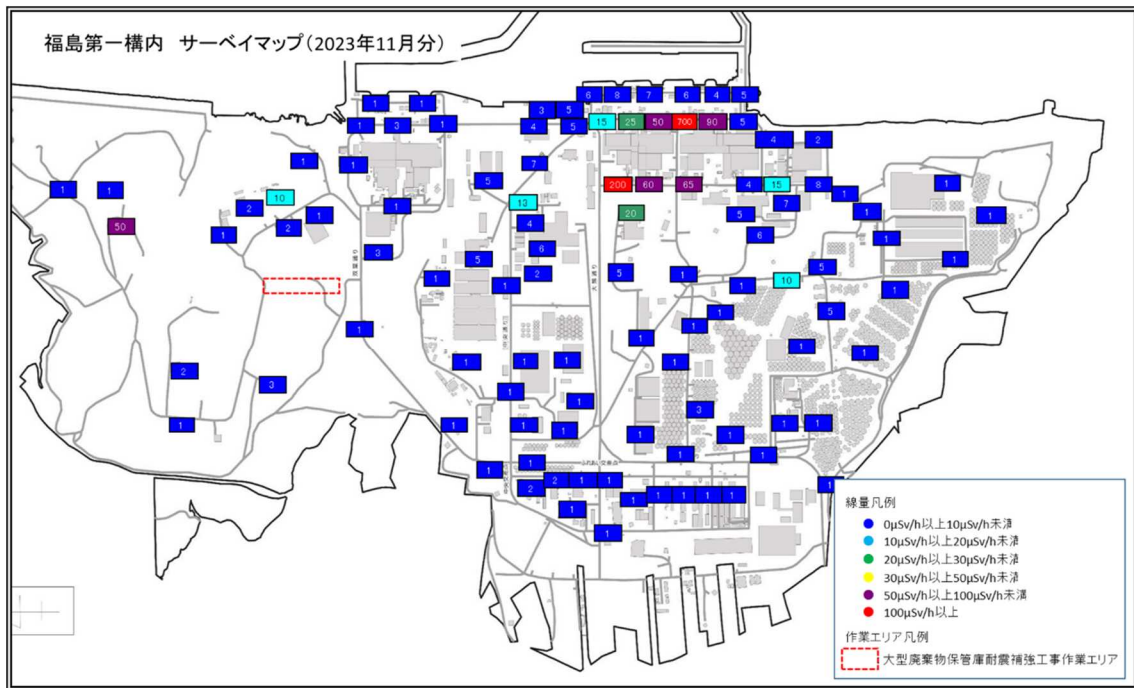


図-1 耐震補強工事の作業エリア及び外部放射線量に係る線量率 (2023 年 11 月)

表-1 耐震補強工事における作業内容とそれに伴う保護衣類

区域区分	作業内容	保護衣類
Gゾーン	土工事	G 装備
	基礎工事	
	鉄骨建て方工事	
	PCa 工事	

Ⅱ. 1 3 緊急時対策

措置を講ずべき事項

II. 設計, 設備について措置を講ずべき事項

1 3. 緊急時対策

- 緊急時対策所, 安全避難経路等事故時において必要な施設及び緊急時の資機材等を整備すること。
- 適切な警報系及び通信設備を備え, 事故時に特定原子力施設内に居るすべての人に対する確に指示ができるとともに, 特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備は, 多重性及び多様性を備えること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫は, 事故時において必要な安全避難通路等の他, 事故時に施設内に居るすべての人に対する確に指示ができる適切な警報系及び通信連絡設備を整備する設計とする。

対応方針

- 基本的な考え方

緊急時対策については、『福島第一原子力発電所事業者防災業務計画』（以下、『防災業務計画』という。）に従い実施する。

緊急時に実施すべき事項として, 通報の実施, 緊急時態勢の発令, 情報の収集と提供, 避難誘導, 応急復旧等がある。

これらを実施するために原子力防災組織の設置・運営, 原子力防災資機材の整備, 原子力災害対策滑動で使用する施設, 設備の整備等について防災業務計画で定められている。

- 緊急時において必要な施設及び資機材等の整備について

原子力防災管理者は, 緊急時において必要な施設及び緊急時の資機材等の整備について防災業務計画に従い以下の対応を実施する。

- ・ 緊急時対策所を平素から使用可能な状態に整備するとともに, 換気浄化設備を定期的に点検し, 地震等の自然災害が発生した場合においてもその機能が維持できる施設及び設備とする。また, 外部電源喪失時においても専用の非常用発電機により緊急時対策所へ給電可能である。
- ・ 退避場所又は避難集合場所を関係者に周知する。
- ・ 瓦礫撤去用の重機及び操作要員を準備し, 瓦礫が発生した場合の撤去対応が可能である。
- ・ 原子力防災資機材及びその他の原子力防災資機材について, 定期的に保守点検を行い, 平素から使用可能な状態に整備する。また, 資機材に不具合が認められた場合, 速やかに修理するか, 代替品を補充あるいは代替手段により必要数量又は必要な機

能を確保する。

施設内の安全避難経路については防災業務計画に明示されていないが、誘導灯により安全避難経路を示すことを基本としている。しかしながら、一部対応できていない事項があるため、それらについては以下のとおり対応する。

- ・ 震災の影響により使用できない誘導灯（1～4号機建屋内）
作業にあたっては、緊急時の避難を考慮した安全避難経路を定め、この経路で退出することとする。また、使用するエリアの誘導灯の復旧を進め、適切な状態に維持する。
- ・ 震災の影響により使用できない非常灯（1～4号機建屋内）
施設を使用するエリアの非常灯の復旧を進め、適切な状態に維持する。

○ 緊急時の避難指示

緊急時の避難指示については、防災業務計画では緊急放送等により施設内に周知することとなっているが、緊急放送等が聞こえないエリアが存在することを考慮し、以下の対応を実施することで、作業員等特定原子力施設内にいるすべての人に的確な指示を出す。

- ① 免震重要棟にて放射性物質の異常放出等のプラントの異常や地震・津波等の自然災害を検知。
- ② 原子力防災管理者は緊急放送装置により免震重要棟・高台等への避難を指示。
- ③ 緊急放送が聞こえないエリアで作業を実施している場合は、作業主管Gより携帯電話にて免震重要棟・高台等への避難を指示。
- ④ 緊急放送が聞こえないエリアでの作業員に対して上記③により連絡が付かない場合は、警備誘導班がスピーカー車により免震重要棟・高台等への避難を指示。

※ 建屋内等電波状況が悪く緊急放送等も入らないエリアにおいては、緊急放送が入るエリアに連絡要員を配置する、トランシーバ等による通信が可能な位置に連絡要員を配置する等通報連絡が可能となるような措置を実施する。

○ 通報、情報収集及び提供

緊急事態の発生及び応急措置の状況等の関係機関への通報連絡、事故状況の情報収集による応急復旧の実施のため、特定原子力施設内及び特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備として防災業務計画に定める以下を準備することで、多重性及び多様性を備える。

(1) 特定原子力施設内の通信連絡設備

- ・ 緊急放送（1台）
- ・ ページング
- ・ 電力保安通信用電話設備（60台）
- ・ 携帯電話（40台）

※ 緊急放送・ページングについては、聞こえないエリア・使用できない場所があるが、場所を移動しての連絡や電力保安通信用電話設備・携帯電話の使用、その他 トランシーバの使用等により対応する。

※ 電力保安通信用電話設備、携帯電話については防災業務計画に定める数量を示しているが、緊急時対応として必要により、防災業務計画に定める数量を超える通信連絡設備を使用する場合もある。

(2) 特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備

- ・ ファクシミリ装置（1台）
- ・ 電力保安通信用電話設備（60台；上記「特定原子力施設内の通信連絡設備」の再掲）
- ・ TV会議システム（1台）、IP電話（5台）、IPFAX（3台）
- ・ 携帯電話（40台；上記「特定原子力施設内の通信連絡設備」の再掲）
- ・ 衛星携帯電話（1台）

※ 電力保安通信用電話設備、携帯電話については防災業務計画に定める数量を示しているが、緊急時対応として必要により、防災業務計画に定める数量を超える通信連絡設備を使用する場合もある。

※ 防災業務計画ではこの他に緊急時用電話回線があるが使用できないため、電気通信事業者の有線電話、携帯電話、衛星携帯電話等の通信手段により通信連絡を行う。

※ 上記防災業務計画で定めるもの以外として、TV会議システム（社内用）についても通信連絡用に使用する。

○ 外部電源喪失時の通信手段・作業環境確保

外部電源喪失時に緊急時対策を実施するために、防災業務計画に明示されていないが、以下の対応を実施する。

必要箇所との連絡手段確保のため、ページングについては、小型発電機または電源車から、電力保安通信用電話設備については、小型発電機から給電可能とする（図-1参照）。また、夜間における復旧作業に緊急性を要する範囲の照明については、小型発電機から給電可能とする（図-2参照）。

(実施計画：II-1-13-1～5)

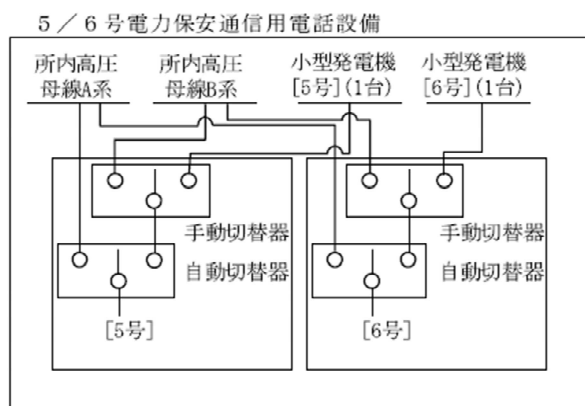
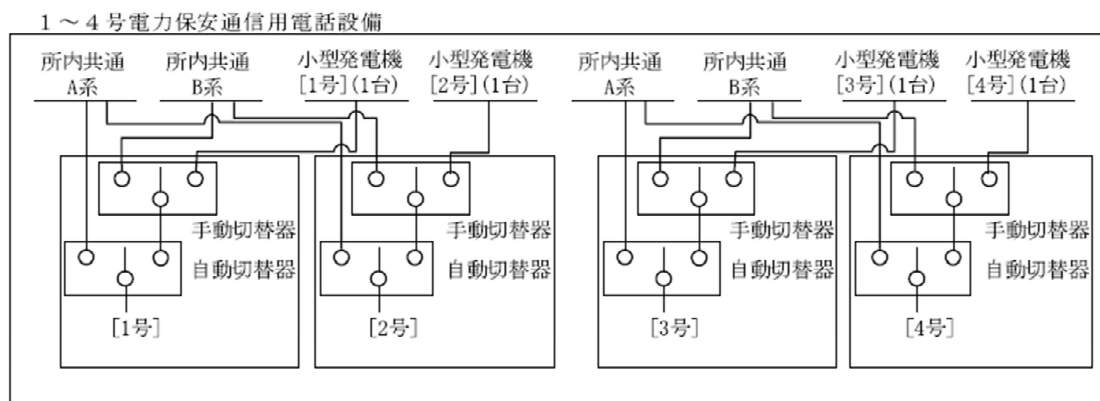
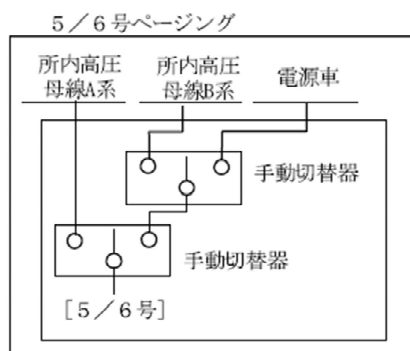
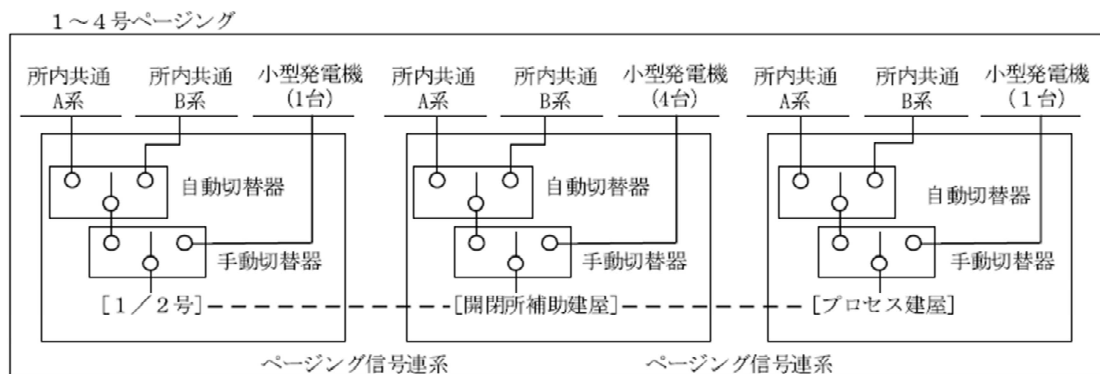


図-1 ページング・電力保安通信用電話設備 電源系統図

照明

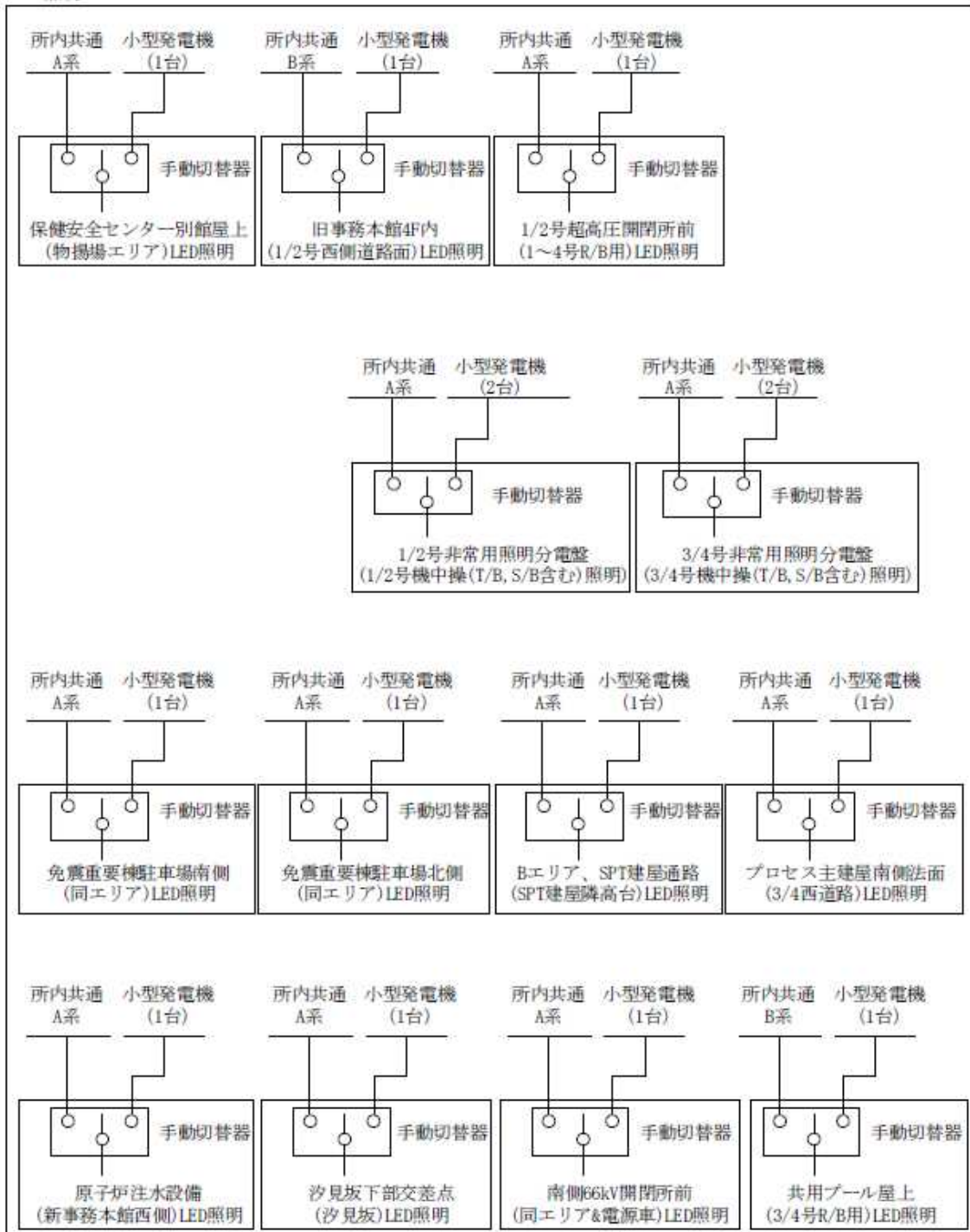


図-2 作業用照明 電源系統図

- 大型廃棄物保管庫は、事故時において必要な安全避難通路等の他、事故時に施設内に居るすべての人に対する確に指示ができる適切な警報系及び通信連絡設備を整備する設計とする。

(実施計画：Ⅱ-2-45-2)

- 大型廃棄物保管庫は、事故時において必要な安全避難通路等の他、事故時に施設内に居るすべての人に対する確に指示ができる適切な警報系（スピーカ等）及び通信連絡設備（PHS等）を整備する設計とする（添付資料-9）。

(実施計画：Ⅱ-2-45-添 3-2)

- 基本方針

大型廃棄物保管庫は、実施計画Ⅱ「1.13 緊急時対策」に従い、事故や大規模な自然災害等の緊急事態が発生した場合を想定し、安全避難経路や非常用照明灯等の資機材を整備する。また、事故時等において、作業員等に対する確に指示ができるよう適切な警報系（ページング、スピーカ等）及び通信連絡設備（PHS等）を配備する。

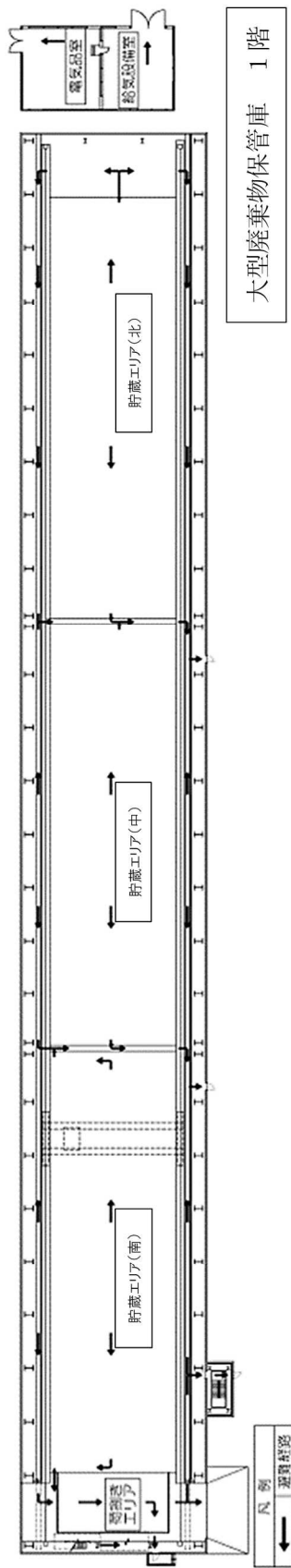
- 安全避難経路、非常用照明及び警報系・通信連絡設備の設置方針

大型廃棄物保管庫には、水処理二次廃棄物の点検、漏えい時の現場確認及び定期的な放射線測定、建物及び建物内の巡視点検のための出入りを行うことから、建築基準法及び関係法令に基づく安全避難経路、照明装置、並びに消防法及び関係法令に基づく誘導灯を設置する。

また、緊急時の通信手段として、PHSが使用可能であること及び建屋にスピーカを設置し、免震重要棟より建屋内にいる作業員等に指示・連絡ができるよう設計している。

安全避難経路を図-1、非常用照明の取付箇所を図-2に示す。

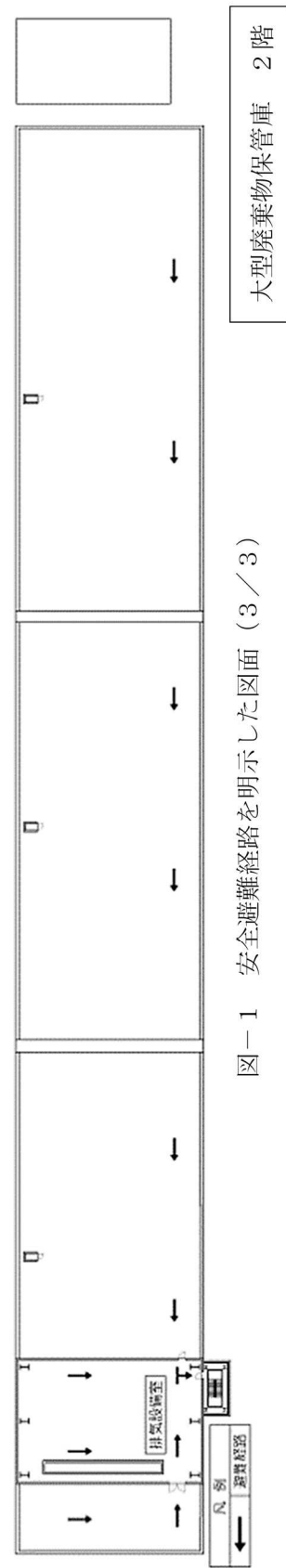
(実施計画：Ⅱ-2-45-添 9-1～3)



図一 1 安全避難経路を明示した図面 (1 / 3)



図一 1 安全避難経路を明示した図面 (2 / 3)



図一 1 安全避難経路を明示した図面 (3 / 3)

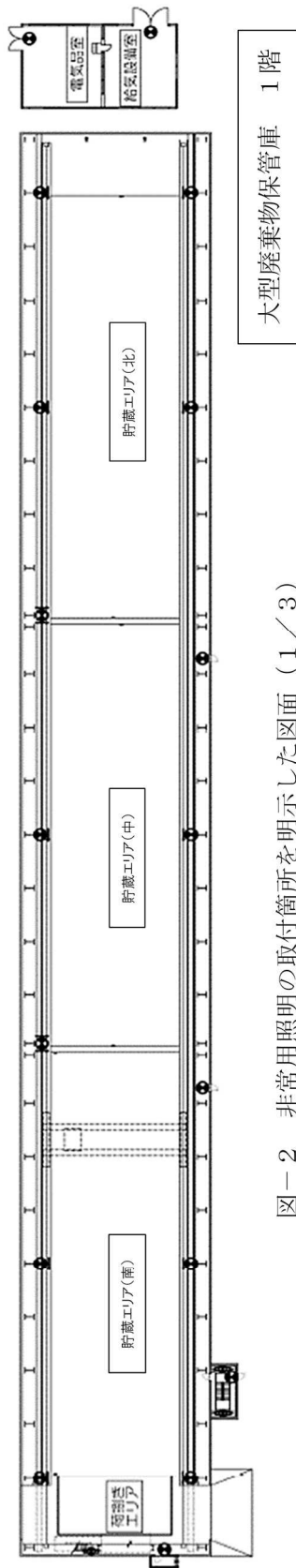


図-2 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (1 / 3)

- [凡例]
- : 避難口誘導灯 (電池内蔵型)
 - : 通路誘導灯 (電池内蔵型)
 - : 非常用照明器具 (電池内蔵型)
 - : 階段通路誘導灯 (電池内蔵型)

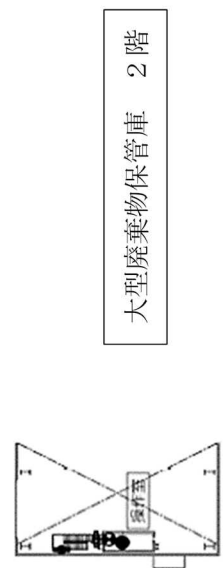


図-2 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (2 / 3)

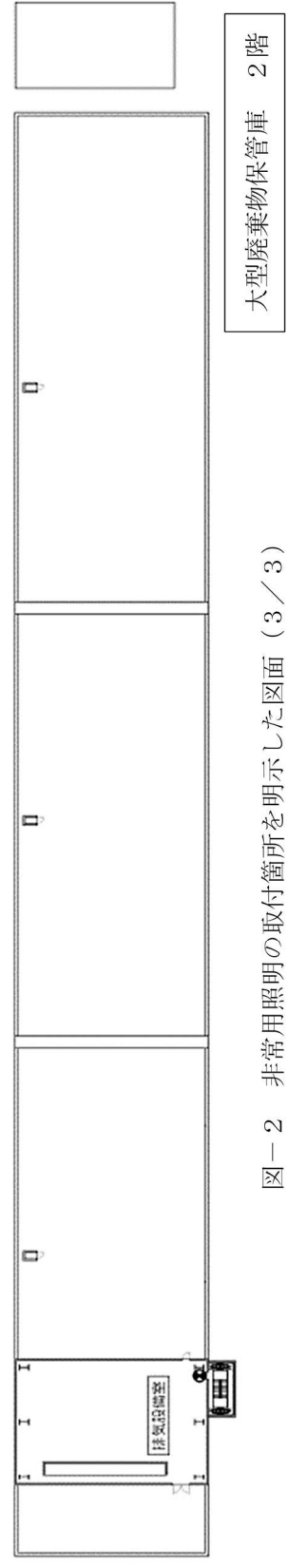


図-2 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (3 / 3)

Ⅱ. 1 4 設計上の考慮

Ⅱ. 1 4. 1 準拠規格及び基準

措置を講ずべき事項

II. 設計，設備について措置を講ずべき事項

1 4. 設計上の考慮

- 施設の設計については，安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。
 - ① 準拠規格及び基準
安全機能を有する構築物，系統及び機器は，設計，材料の選定，製作及び検査について，それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強は，設計，材料の選定，製作及び検査について，それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準に適合するものである。

対応方針

- 準拠規格及び基準
安全機能を有する構築物，系統及び機器は，設計，材料の選定，製作及び検査について，それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものとする。
(実施計画：II-1-14-1)

2. 45 大型廃棄物保管庫

2. 45. 1 基本設計

2. 45. 1. 1 設置の目的

大型廃棄物保管庫は，汚染水処理に伴って発生した水処理二次廃棄物を収納する使用済のセシウム吸着装置吸着塔，第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO濃縮水処理設備吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔等（以下，「使用済吸着塔等」という。）の形状が大きい重量物を屋内に保管することを目的として設置する。

2. 45. 1. 2 要求される機能

大型廃棄物保管庫に貯蔵する廃棄物の性状に応じて，遮へい等の適切な管理を行うことにより，敷地周辺の線量を適切に低減するとともに，漏えい及び汚染拡大しにくい構造物により，放射性物質が環境中に放出しないようにすること。

2.45.1.3 設計方針等

(中略)

2.45.1.3.2 大型廃棄物保管庫の基本設計方針

(中略)

(7) 設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は、その安全上の重要度を踏まえ、以下に掲げる事項を適切に考慮した設計とする。

① 準拠規格及び基準

大型廃棄物保管庫の設計、材料の選定、製作及び検査については、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(以下、「設計・建設規格」という。)に従うことを基本方針とし、必要に応じて日本産業規格 (JIS)、製品規格等の適切と認められる規格及び基準によるものとする。

(中略)

2.45.1.5 主要な構築物、系統及び機器

大型廃棄物保管庫には、主要な構築物、系統及び機器として、建屋、換気設備及びクレーンを設ける。

(1) 建屋

建屋は、建築基準法に準拠したものとして設置し、平面が約23m (東西方向) ×約186m (南北方向)、高さ約23m の鉄骨一プレキャスト版 (PCa 版) 造地上2 階建てであり、基礎・床版は鉄筋コンクリート造である。建屋内には貯蔵エリアを設定し、漏えいの拡大を防止するための堰の機能を持たせる。

(中略)

(実施計画：II-2-45-1～5)

○ 大型廃棄物保管庫の建屋の設計，材料の選定，製作及び検査は原則として下記の法規及び基規準類に準拠して行う。

- (1) 建築基準法・同施行令及び関連告示
- (2) 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，~~2005~~2013年）
- (3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，~~1999~~2010年）
- (4) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（日本建築学会，2005年）
- (5) 2015年版建築物の構造関係技術基準解説書(国土交通省住宅局建築指導課・国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所・日本建築行政会議，2015年)
- (6) 日本産業規格（JIS）
- (7) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984（（社）日本電気協会）
- (8) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- (9) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- (10) 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）
- (11) 改定版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針（日本建築センター，2018年）
- (12) 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（日本建築学会，2013年）（JASS 5N）

Ⅱ. 1 4. 2 自然現象に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項

II. 設計, 設備について措置を講ずべき事項

1 4. 設計上の考慮

- 施設の設計については、安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。
- ② 自然現象に対する設計上の考慮
 - ・安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して, 耐震設計上の区分がなされるとともに, 適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。
 - ・安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, 地震以外の想定される自然現象 (津波, 豪雨, 台風, 竜巻等) によって施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, 予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件, 又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること。

措置を講ずべき事項への適合方針

○ 地震に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫建屋は, その安全機能の重要度, 地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して耐震設計上の区分を行うとともに, 適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

○ 地震以外に想定される自然現象 (津波, 豪雨, 台風, 竜巻等) に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫建屋は, 地震以外の想定される自然現象 (津波, 豪雨, 台風, 竜巻等) によって施設の安全性が損なわれない設計とする。

対応方針

○ 自然現象に対する設計上の考慮

- ・安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, その安全機能の重要度, 地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響 (公衆被ばく影響) や廃炉活動への影響等を考慮した上で, 核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして耐震設計上の区分を行うとともに, 適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。また, 確保できない場合は必要に応じて多様性を考慮した設計とする。
- ・安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, 地震以外の想定される自然現象 (津波, 豪雨, 台風, 竜巻等) によって施設の安全性が損なわれないものとする。その際, 必要に応じて多様性も考慮する。重要度の特に高い安全機能を有する構築物, 系統及び機器は, 予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件, 又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮したものとする。

(実施計画: II-1-14-1)

○ 自然現象に対する設計上の考慮

a. 地震に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は、2021年9月8日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方（2022年11月16日及び2023年6月19日一部改訂）を踏まえ、その安全機能の重要度、地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で、耐震設計上の区分を行うとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計とする。

b. 地震以外に想定される自然現象(津波、豪雨、台風、竜巻等)に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は、地震以外の想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）によって施設の安全性が損なわれないよう設計する。

(実施計画：II-2-45-3)

○ 自然現象に対する設計上の考慮

① 地震に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は、2021年9月8日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方（2022年11月16日及び2023年6月19日一部改訂）を踏まえ、その安全機能の重要度、地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で、耐震設計上の区分の分類を行うとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計とする（添付資料-12）。

② 地震以外に想定される自然現象(津波、豪雨、台風、竜巻等)に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は、地震以外の想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）によって施設の安全性が損なわれないよう設計する。

大型廃棄物保管庫は、津波、豪雨、強風（台風等）に対しては、津波の到達が想定されない位置に設置すること、建築基準法及び関係法令等に基づく荷重に耐えられる設計とすること等により、施設の安全性が損なわれないよう設計する。

(実施計画：II-2-45-添3-3)

具体的な設計及び措置

大型廃棄物保管庫建屋の耐震クラスについては、大型廃棄物保管庫の安全機能が喪失した場合の敷地周辺の公衆被ばく線量影響を評価した結果、その実効線量は5mSv/事象を超過するが、現実的な緩和対策を考慮すると50 μ Sv/事象以下と評価されることから、耐震Cクラスと位置付けるとともに、当該クラスに適用される地震力に対して十分耐える設計とする。

また、施設・設備の特徴を踏まえた検討用地震動（最大加速度900gal。以下「Ss900」という。）による地震力を適用した地震応答解析を実施した結果、地震時において安全上重要な設備である使用済吸着塔等に対して間接支持機能維持と波及的影響を与えない。

○ 地震に対する建屋の設計上の考慮

大型廃棄物保管庫建屋は、2021年9月8日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方（2022年11月16日及び2023年6月19日一部改訂）を踏まえ、その安全機能が喪失した場合における公衆への放射線影響を評価した結果、直接線・スカイシャイン線による外部被ばくによる実効線量は5mSv/事象を超過するが、現実的な緩和対策を考慮すると50 μ Sv/事象以下と評価されることから、耐震Cクラスと位置付けるとともに、当該クラスに適用される設計用地震力（水平方向の静的地震力1.0Ci）に対して十分耐えられる設計とする。また、施設・設備の特徴を踏まえた~~検討用地震動（最大加速度900gal。以下Ss900」という。）~~に対する地震応答解析を実施し、Ss900に対する耐震性を確保することにより、地震時においても安全上重要な設備である使用済吸着塔等に対して建屋（基礎（堰））は間接支持機能の維持、建屋（屋根）、建屋（壁）及び建屋（柱、梁）については波及的影響を及ぼさない設計とする。

建屋の耐震クラス及び適用する地震動は、「耐震クラス分類と施設等の特徴に応じた地震動の設定及び必要な対策を判断する流れ」に従う。

○ 地震以外に想定される自然現象に対する建屋の設計上の考慮

建屋については、地震以外の想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）によって施設の安全性が損なわれないよう設計する。

具体的に、津波、強風（台風・豪雨）に対しては、津波の到達が想定されない位置に設置すること及び関係法令等に基づく荷重に耐えられる設計とすること等により、施設の安全性が損なわれないよう設計する。また、その他竜巻等の自然現象に対しては、施設の破損等を想定して、搬出入作業を中断し、計画を立てて速やかに復旧することにより、施設の安全性を確保する。

(1) 津波

大型廃棄物保管庫建屋は、津波が到達しないと考えられるT.P.約26mの場所に設置することにより、津波の影響を受けない設計とする。

(2) 強風（台風・豪雨）

大型廃棄物保管庫建屋は、建築基準法施行令に基づく風荷重に対して設計され、豪雨に対しては、構造設計上考慮することはないが、屋根面や樋による適切な排水を行う設計とする。



図1 雨水排水の経路（イメージ）

(3) 積雪

大型廃棄物保管庫建屋は、建築基準法施行令及び福島県建築基準法施行細則に基づく積雪荷重に対して設計とする。

(4) 落雷

大型廃棄物保管庫建屋は、建築基準法及び関連法令に従い避雷設備を設ける。

○ 別紙

別紙-1 大型廃棄物保管庫建屋の耐震クラス分類及び適用する地震力に関する補足説明

別紙-2 大型廃棄物保管庫建屋の構造強度及び耐震性についての計算書

別紙-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力時に用いる模擬地震波について

大型廃棄物保管庫建屋の耐震クラス分類及び適用する地震力に関する補足説明

1. 耐震性の基本方針

大型廃棄物保管庫建屋については、「耐震クラス分類と施設等の特徴に応じた地震動の設定及び必要な対策を判断する流れ」*1を踏まえ耐震クラス分類を検討した結果、「Cクラス (S s 9 0 0)」が適当と考えている。

*1：2021年9月8日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方（2022年11月16日及び2023年6月19日一部改訂）より

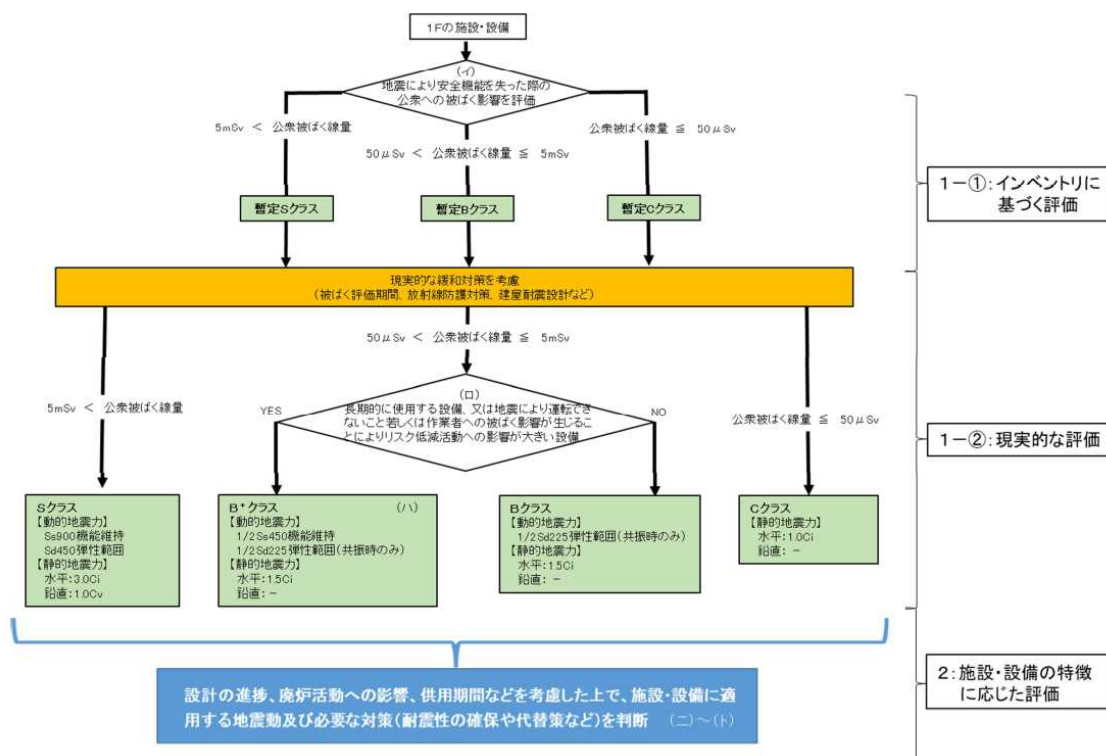


図-1 ~~第11回原子力規制委員会（2023年6月19日）資料4-3）抜粋~~
 実施計画進捗定例面談（令和6年1月31日）資料抜粋

【(イ) 地震により安全機能を失った際の公衆被ばく影響】

- 核燃料施設等の耐震クラス分類を参考にして、地震による安全機能喪失時の公衆被ばく線量により、S、B、Cを分類する。液体放射性物質を内包する施設・設備にあっては、液体の海洋への流出のおそれのない設計を前提とした線量評価によるものとする。

【(ロ) 通常のBクラスよりも高い耐震性が求められるB+クラスの対象設備の要件】

- 「運転できないこと若しくは作業員への被ばく影響が生じることによりリスク低減活動への影響が大きい設備」の具体例は以下の通り。
 - ・ 建屋滞留水・多核種除去設備などの水処理設備、使用済燃料をプールからより安定性の高い乾式キャスクへ移動させるために必要な燃料取出設備等。
 - ・ 閉じ込め・遮へい機能喪失時の復旧作業における従事者被ばく線量が1日当たりの計画線量限度を超える設備等。

【(ハ) B+クラスの1/2 S s 4 5 0機能維持】

- 1/2 S s 4 5 0に対して、運転の継続に必要な機能の維持や閉じ込め・遮へい機能の維持を求める。
- 令和4年3月16日の福島県沖地震の地震動が1/2 S s 4 5 0を上回った周期帯に固有振動数を有する施設・設備は、当該地震動による施設・設備の機能への影響を評価する。

■

【(ニ) 耐震性の確保】

- 地震力の算定に際しては、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせる。

【(ホ) 耐震性の確保に対する代替策】

- 耐震性の確保の代替策として、耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させるための対策を講ずるとしてもよい。具体例は以下のとおり。

例：中低濃度タンクや吸着塔一時保管施設等の耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させる対策として、耐震性の高い建屋やタンクへの移替え及び移管、スラリー安定化処理設備や海洋放出設備による処理等を早期に行うことを想定。

【(ヘ) 上位クラスへの波及的影響】

- 上位クラスへの波及的影響がある場合、原則上位クラスに応じた地震動を念頭に置くが、耐震クラス分類の考え方と同様に、下位クラスによる波及的影響を起因とする敷地周辺の公衆被ばく線量も勘案し、適切な地震動を設定する。

【(ト) 液体放射性物質を内包する設備】

- 多核種除去設備等で処理する前の液体等，放出による外部への影響が大きい液体を内包する設備については，S s 9 0 0 に対して，海洋に流出するおそれのない設計とすることを求める（滞留水が存在する建屋，ALPS処理前の水や濃縮廃液を貯留するタンクの堰等）。これ以外の液体を内包する設備については，上位クラスの地震動に対する閉じ込め機能の確保又は漏えい時の影響緩和対策を求める*。

※：設備自体を耐震CクラスからBクラスに格上げ，周囲の堰等に上位クラスの地震動に対して閉じ込め機能を維持する，漏えい時に仮設ホースによる排水等の機動的対応を講ずる等により，海洋への流出を緩和する措置を想定。

2. 公衆への被ばく影響を考慮した耐震クラス分類の整理

2.1 地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく影響

大型廃棄物保管庫について，地震により全ての安全機能を失った際の公衆への被ばく影響は，表－1 に示すとおり 5mSv/事象を超過することから，耐震クラスは暫定Sクラスとなる。

表－1 地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく影響

使用済吸着塔 1 体の放射能量*1 [Bq]	評価点*2 [-]	実効線量定数 [μ Sv・m ² /MBq/h]	敷地境界線量への影響 [mSv/事象]
1.0×10 ¹⁵	BP78	0.0779	1.0×10 ²

*1：実施計画Ⅲ章第3編 2.2.2 添付資料－1 「表3 第二セシウム吸着装置吸着塔の線量評価用線源条件」記載の S3 線源 (Cs-137) より

*2：大型廃棄物保管庫より最も近い評価点

2.2 現実的な緩和対策を考慮した公衆への被ばく影響

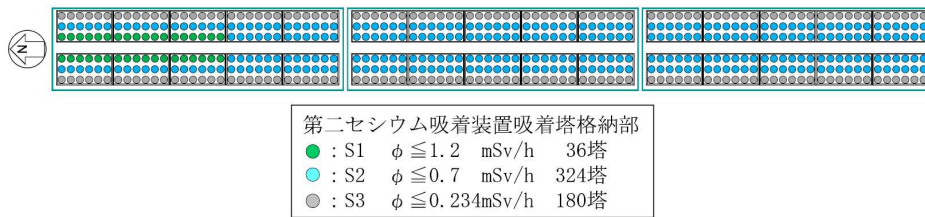
被ばく評価期間，放射線防護対策，建屋耐震設計等の現実的な緩和対策を考慮した場合の公衆への被ばく影響評価を実施した。

(1) 評価条件

- ・ S s 9 0 0 地震動においても，使用済吸着塔の耐震Sクラスとしての機能に期待し，クレーンによる使用済吸着塔等への波及的影響は無いものとする。
- ・ 保守的に建屋の外壁と天井は無いものとするが，基礎は間接支持に期待する。
- ・ 遮へいとなる建屋外壁及び屋根はモデル化しない。
- ・ その他構造物の遮へいは考慮しないが，使用済吸着塔，床の掘り下げは考慮する。
- ・ 線源は，大型廃棄物保管庫に保管する第二セシウム吸着装置吸着塔とする。
- ・ 線源強度及び線源配置は，図－2 及び表－3 に示す既認可の平常時における評価条件と

同様とする。

- ・評価期間については、安全機能の喪失を想定する期間として、7日間とする。なお、当該評価期間以降、遮へい機能については遮へい板あるいは土嚢により復旧するものとする。

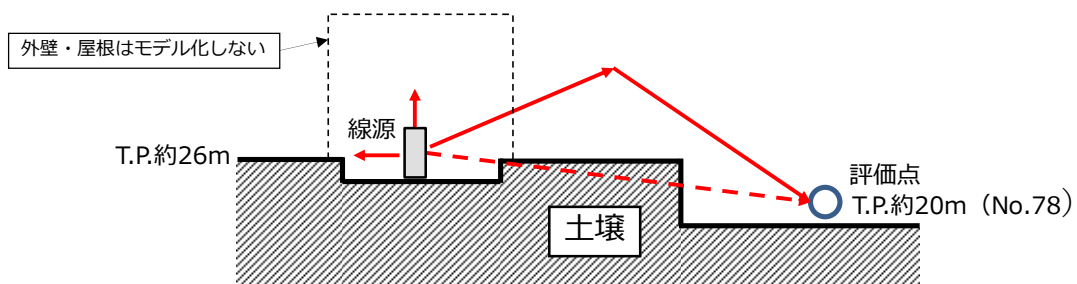


図－2 使用済吸着塔線源配置図
(実施計画：Ⅲ-3-2-2-2-添1-2)

表－2 第二セシウム吸着装置吸着塔の線量評価用線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
S1	5.1×10^{15}	5.1×10^{15}	1.2
S2	3.0×10^{15}	3.0×10^{15}	0.7
S3	1.0×10^{15}	1.0×10^{15}	0.234
S4	3.5×10^{13}	3.5×10^{13}	0.0082

(実施計画：Ⅲ-3-2-2-2-添1-4)



図－3 敷地境界への影響の考え方 (イメージ)

(2) 評価結果

(1)に示す評価条件にて被ばく評価期間，放射線防護対策，建屋耐震設計等の現実的な緩和対策を考慮した場合の公衆への被ばく影響を評価した結果，最寄りの評価地点（BP78）において，表－3に示すとおり $50 \mu\text{Sv}$ /事象未満となることから，大型廃棄物保管庫の耐震クラスは表－4の通り整理され，建屋は『耐震Cクラス』となる。

表－3 現実的な緩和対策を考慮した場合の公衆への被ばく影響

評価地点*1 [-]	敷地境界線量への影響 [μSv /事象]
No. 78	9.2

*1：大型廃棄物保管庫より最も近い評価点

表-4 大型廃棄物保管庫の耐震クラス分類^{注1}

機器区分	設備名称	耐震上の安全機能 ^{※1}	耐震クラス	直接支持構造物	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
				() 内は耐震クラス, 【 】 内は確認用地震動 ^{※2} を示す		
大型廃棄物保管庫	(使用済吸着塔等)	<ul style="list-style-type: none"> 閉じ込め機能 (液体, 固体) 遮へい機能 	S ^{注2}	—	建屋 (基礎) 【S s】	建屋 (屋根) 【S s】 建屋 (壁) 【S s】 建屋 (柱, 梁) 【S s】 クレーン 【S s】
	建屋 (屋根)	<ul style="list-style-type: none"> 遮へい機能 	C	—	—	—
	建屋 (壁)					
	建屋 (柱, 梁)					
	建屋 (基礎 (堰))	<ul style="list-style-type: none"> 漏えい拡大防止機能 使用済吸着塔等の間接支持 	—	—	—	
	クレーン	<ul style="list-style-type: none"> (運搬機能) 	C	機器の支持構造物 (C)	建屋 (基礎) 【S c】	—
	換気設備	<ul style="list-style-type: none"> (換気機能) 	C	機器の支持構造物 (C)	建屋 (柱, 梁) 【S c】	—
非常用ベントロ	<ul style="list-style-type: none"> 水素の排出機能 	C	—			
電源・計装設備	<ul style="list-style-type: none"> (電源供給機能, 計測機能) 	C	—			

※1：括弧内は設備の機能を示す。

※2：確認用地震動について、S sは基準地震動、S cはCクラスの施設に適用される静的震度を示す。

注)1：使用済吸着塔保管架台は別途申請予定であるため、本表には記載しない。

注)2：既設の使用済吸着塔はBクラスで認可済

4. 施設・設備の特徴に応じた適用する地震力の設定

大型廃棄物保管庫における施設・設備の特徴を表-5に示す。

表-5を踏まえた建屋に適用する地震力は表-6に示す通り、耐震Cクラスに適用する地震力の他、波及的影響評価や間接支持機能として動的地震力（ $S_s 900$ ）を適用する。

表-5 大型廃棄物保管庫における施設・設備の特徴

項目	大型廃棄物保管庫の状況	備考
廃炉活動への影響	<ul style="list-style-type: none"> 屋外の一時保管施設で保管している使用済吸着塔等を屋内保管することで、周辺環境への汚染拡大防止、放射線影響軽減を図り、長期間、安定に保管すること目的として設置する建屋 現状、第二/第三セシウム吸着塔の保管用架台は、第一/第四施設に十分数が確保できているため、使用済吸着塔等の保管容量の逼迫リスクは低い（最大の発生量を考慮しても4年程度は屋外保管可能）が、大型廃棄物保管庫の運用開始が大幅に遅延した場合は影響あり 	<ul style="list-style-type: none"> 大型廃棄物保管庫を新設する場合、屋外保管の逼迫リスクが高まる。一方、既設の補強を行うことにより工程短縮が可能である
上位クラスへの波及的影響	使用済吸着塔等への波及的影響が考えられるため、クレーンについて波及的影響を与えない耐震設計を実施	
供用期間	長期間（使用済吸着塔等の最終処分までの間）	
設計の進捗状況	・クレーンは $S_d 450$ を考慮した耐震設計を実施済み	
内包する液体の放射エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 第二/第三セシウム吸着塔には1基あたり最大$1.65m^3$の内包水があるものと仮定。放射能濃度は$10^7 Bq/L$オーダー 基礎（堰）は、Cクラスの地震力で漏えい拡大防止機能が失われない設計とする 基礎スラブは、$S_s 900$で使用済吸着塔等の間接支持機能が失われない設計とする 週1回のパトロールで使用済吸着塔等からの漏えいがないことを確認し、漏えいが確認された場合はふき取り等の対応を速やかに実施する 	
施設・設備の特徴	<ul style="list-style-type: none"> $S_s 900$にてクレーンが使用済吸着塔等へ波及的影響を及ぼさないことを確認するまでは、貯蔵エリア（南）は使用しない 使用済吸着塔等の格納作業でクレーンが動作する時間は、施設運用期間に比べ極めて短い クレーンの運搬ルートは、保管中の使用済吸着塔等の上を通過しないことを基本とし、通常停止位置（ホームポジション）が、保管中の使用済吸着塔等に干渉する位置ではない 貯蔵エリア（北）（中）での保管では、使用済吸着塔等とクレーン通常停止位置の離隔が十分確保されている 使用済吸着塔等を保管した後は、原則としてクレーンが通常停止位置（ホームポジション）から移動することはない 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済吸着塔等の運搬時間の計算例については、参考資料-1を参照

表-6 大型廃棄物保管庫に適用する地震力^{注1}

機器区分	設備名称	耐震クラス	耐震上の具体的な要求事項	静的地震力		動的地震力 [*]	
				弾性範囲	機能維持	弾性範囲	波及的影響
	(使用済吸着塔等)	S ^{注2}	・ S s 9 0 0 で使用済吸着塔等が損傷せず、遮へい機能が失われないこと	水平：3.6 C i 鉛直：1.2 C v	S s 9 0 0	S d 4 5 0	—
大型廃棄物保管庫	建屋（屋根）	C (S s：波及的影響)	・ Cクラスの地震力で遮へい機能が失われないこと	水平：1.0 C i 鉛直：—	—	—	S s 9 0 0
	建屋（壁）		・ S s 9 0 0 で倒壊等により、使用済吸着塔等を破損させないこと				
	建屋（柱、梁）		—				
	建屋（基礎（堰）） ^{注3}	C (S s：間接支持)	・ 基礎（堰）は、Cクラスの地震力で漏えい拡大防止機能が失われないこと ・ 基礎スラブは、S s 9 0 0 で使用済吸着塔等の間接支持機能が失われないこと	—	S s 9 0 0	—	—
	クレーン	C (S d：波及的影響)	・ Cクラスの地震力で運搬機能が失われないこと ・ S d 4 5 0 で倒壊等により、使用済吸着塔等を破損させないこと	水平：1.2 C i 鉛直：—	—	—	S d 4 5 0
	換気設備	C	・ Cクラスの地震力で換気機能が失われないこと	水平：1.2 C i 鉛直：—	—	—	—
	非常用ベントロ		・ Cクラスの地震力で水素の排出機能が失われないこと				
電源・計装設備	・ Cクラスの地震力で電源供給機能、計測機能が失われないこと						

※ 地震力の算定に際しては、水平2方向及び鉛直1方向の適切な組合せを行う。

注)1：使用済吸着塔保管架台は別途申請予定であるため、本表には記載しない。

注)2：既設の使用済吸着塔等はBクラスで認可済

注)3：自主的な取組として、S s 9 0 0においても、堰からの著しい漏えいはなく、系外に影響を及ぼす可能性が低い設計とする。当該内容については別途示す。

必要な対策（耐震性の確保の代替策）は以下の通り。

S d 4 5 0 に対してクレーンの倒壊や転倒，トロリの落下による上位クラスへの波及的影響がないことを確認済みのため，機動的対応などの運用上の対策は必要ない。

使用済吸着塔等の運搬時間の計算例

1. 運搬時間を計算する際の条件

- (1) クレーンの走行・横行・吊上げ・吊下げについては、通常は定格速度（高速）で行うが、使用済吸着塔等格納時の位置調整等による低速あるいはインchingでの操作時間を考慮し、平均速度として計算する。
- (2) 運搬時間は、貯蔵エリア（北）及び貯蔵エリア（中）に保管する使用済吸着塔等を最北東に保管する際の時間にて計算する。
- (3) 吊上げ高さは、保守的に主巻揚程の最大巻上げ高さとして計算する。
- (4) 1年間で貯蔵エリア（北）及び貯蔵エリア（中）に保管する使用済吸着塔等（360体）を(2)及び(3)の時間で運搬するものとする。
- (5) 使用済吸着塔等格納後は、速やか（最大速度：30m/min）にホームポジションに移動することとする。

2. 建屋寸法

計算に用いる建屋平面の寸法を図1、建屋断面の寸法を図2に示す。

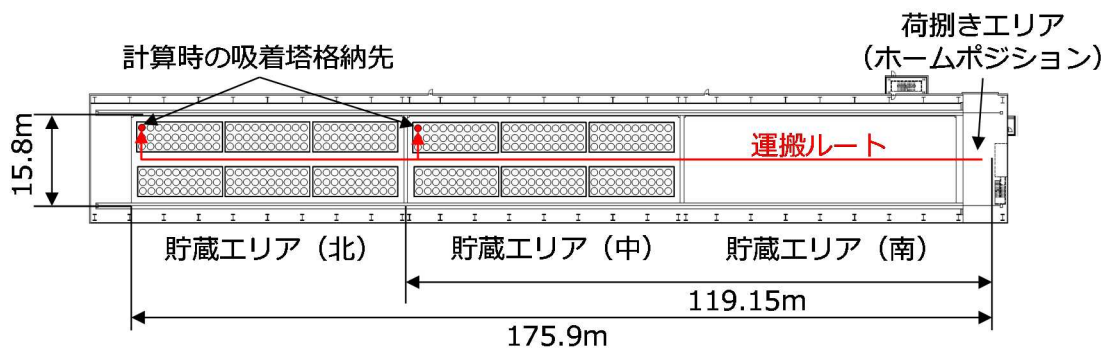


図1 建屋平面図

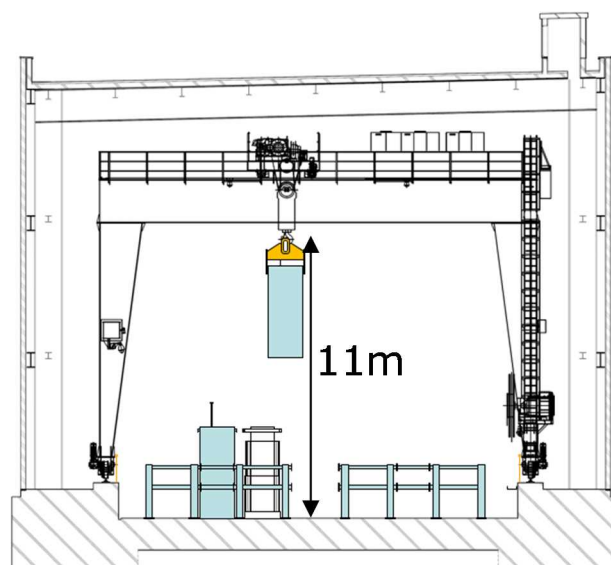


図2 建屋断面図

3. クレーン性能

- ・ 走行速度 : 3m/min (低速), 30m/min (高速)
- ・ 横行速度 : 1.5m/min (低速), 15m/min (高速)
- ・ 主巻上速度 : 0.33m/min (低速), 3.3m/min (高速)
- ・ 主巻揚程 : 11m

4. 使用済吸着塔等の運搬時間の計算例

- ・ 荷捌きエリア～貯蔵エリア（北）最北東まで移動させる時間
 - ① 走行方向（北）： $175.9\text{m} \div 16.5\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 11\text{min}$
 - ② 横行方向 : $7.9\text{m} \div 8.25\text{m} \approx \text{約} 1\text{min}$
- ・ 荷捌きエリア～貯蔵エリア（中）最北東まで移動させる時間
 - ①' 走行方向（中）： $119.15\text{m} \div 16.5\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 8\text{min}$
 - ②' 横行方向 : $7.9\text{m} \div 8.25\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 1\text{min}$

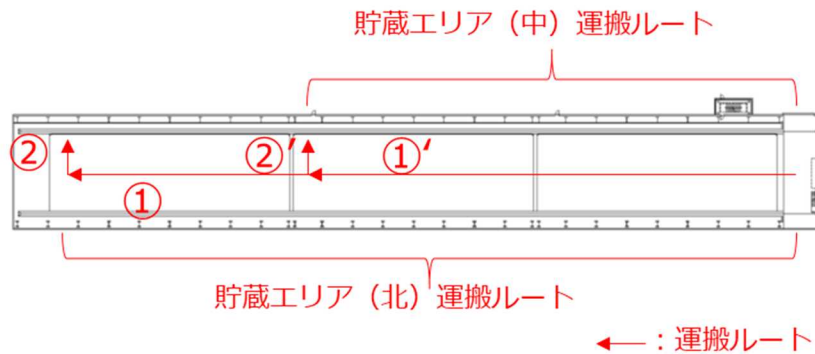


図3 貯蔵エリア（北）（中）運搬ルート図

- ・ 貯蔵エリア（北）最北東～荷捌きエリアまで移動させる時間
 - ③ 走行方向（北）： $175.9\text{m} \div 30\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 6\text{min}$
- ・ 貯蔵エリア（中）最北東～荷捌きエリアまで移動させる時間
 - ③' 走行方向（中）： $119.15\text{m} \div 30\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 4\text{min}$

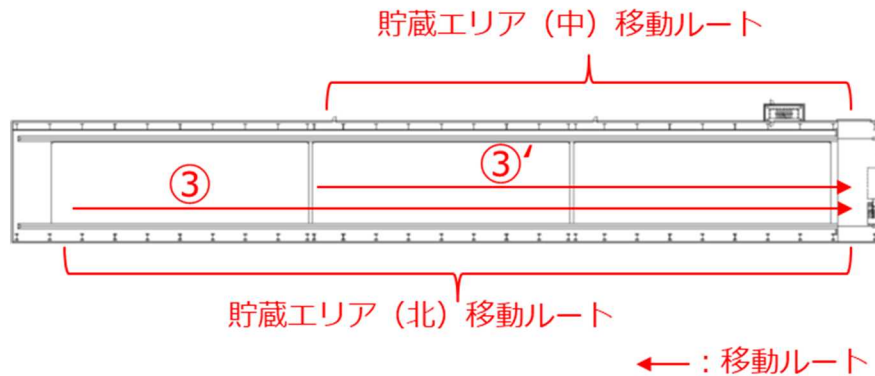


図4 貯蔵エリア（北）（中）移動ルート図

・ 吊上げ・吊下げ時間

- ④ 吊上げ時間（荷捌きエリア）： $9.4\text{m} \div 1.82\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 6\text{min}$
- ⑤ 吊り降ろし時間（堰内） : $11\text{m} \div 1.82\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 7\text{min}$
- ⑥ 巻上げ時間（堰内） : $11\text{m} \div 1.82\text{m}/\text{min} \approx \text{約} 7\text{min}$

➤ クレーンが使用済吸着塔等に波及的影響を与える可能性のある時間

貯蔵エリア（北）：約 38 分（約 0.64 時間）/本（①+②+③+④+⑤+⑥）

貯蔵エリア（中）：約 33 分（約 0.55 時間）/本（①' +②' +③' +④+⑤+⑥）

5. 1 年間でクレーンが使用済吸着塔等に波及的影響を与える可能性

運用開始後 1 年間で 360 本の使用済吸着塔等を保管したすると、クレーンが使用済吸着塔等に波及的影響を及ぼす可能性のある時間は、「180 本×約 0.64 時間+180 本×約 0.55 時間=215 時間」となり、1 年間でクレーンが使用済吸着塔等に波及的影響を与える場所に存在する頻度は、 $215 \text{ 時間} \div 8760 \text{ 時間} \times 100 = \text{約 } 2.5\%^{*1}$ となる。また、使用済吸着塔等を保管した後は、原則として移動することはない^{*2}。

なお、運用手順の工夫により、他の使用済吸着塔等の頭上を通過する時間を大幅に削減する余地がある。

※1 20 年間安定に保管すると仮定すると約 0.13%

※2 但し、使用済吸着塔等の腐食により内包水が漏洩した場合の対応等、一時的にクレーンを動かす可能性あり

大型廃棄物保管庫建屋の構造強度及び耐震性について

1. 概要

1. 1 一般事項

大型廃棄物保管庫建屋の構造強度と機能維持及び波及的影響防止について検討を行う。

大型廃棄物保管庫建屋は耐震クラス分類をBクラスとして2020年5月に認可（原規規発第2005271号）を受け、2023年3月に竣工している。後に、2022年11月16日の原子力規制委員会です承された「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」（以下、「新耐震方針」という）によって、建屋の耐震クラスが変更となる。

見直し後の耐震クラス分類は、新耐震方針を踏まえ、安全機能の重要度、地震によって機能の喪失を起こした場合における公衆への被ばく影響を評価した結果、Cクラスとなる。

大型廃棄物保管庫建屋の構造強度は、Cクラス設備に要求される静的地震力に対して許容応力度設計を実施し、耐震性のうち機能維持の検討は、基準地震動 S_s （最大加速度900gal、以下、「 S_s900 」という）に対する地震応答解析を実施し、使用済吸着塔等の間接支持機能が維持されることを確認する。

大型廃棄物保管庫建屋の耐震性のうち波及的影響の防止の検討は、 S_s900 に対する地震応答解析を実施し、大型廃棄物保管庫建屋の損傷が使用済吸着塔等に波及的影響を及ぼさないことを確認する。ここで、波及的影響は、大型廃棄物保管庫建屋が崩壊機構に至らないことを確認する。

大型廃棄物保管庫建屋の検討は原則として下記の法規及び基規準類に準拠して行う。

- (1) 建築基準法・同施行令及び関連告示
- (2) 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2013年）（以下，「RC-N規準」という。）
- (3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2010年）（以下，「RC規準」という。）
- (4) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（日本建築学会，2005年）（以下，「S規準」という。）
- (5) 2015年版建築物の構造関係技術基準解説書(国土交通省住宅局建築指導課・国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所・日本建築行政会議，2015年)
- (6) 日本産業規格（JIS）
- (7) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補-1984（(社)日本電気協会）
- (8) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987（(社)日本電気協会）
- (9) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版（(社)日本電気協会）
- (10) 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（(社)日本機械学会，2003）（以下「CCV規格」という。）
- (11) 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針（日本建築センター，2018年）

1. 2 構造概要

大型廃棄物保管庫建屋は、東西方向 23.35m、南北方向 186.2m、高さ 22.85m の建物であり、構造形式は鉄骨造である。大型廃棄物保管庫建屋の東側には、建屋の耐震性を向上するために、鉄骨によるフレームを設置している。

大型廃棄物保管庫建屋は、べた基礎構造となっており、改良地盤を介して設置する。

大型廃棄物保管庫建屋の配置図、平面図及び断面図を図 1.2-1 に示す。

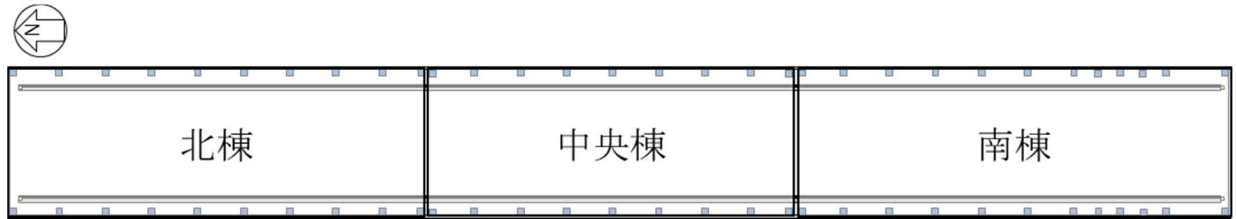


図 1.2-1 (1) 配置図

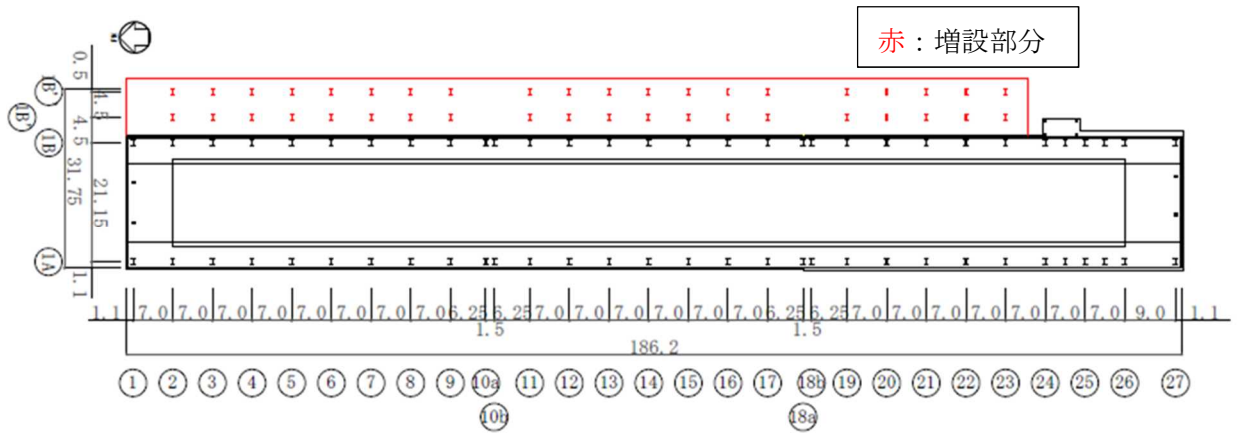


図 1.2-1 (2) 1 階平面図 (G. L. +0.635) (単位 : m)

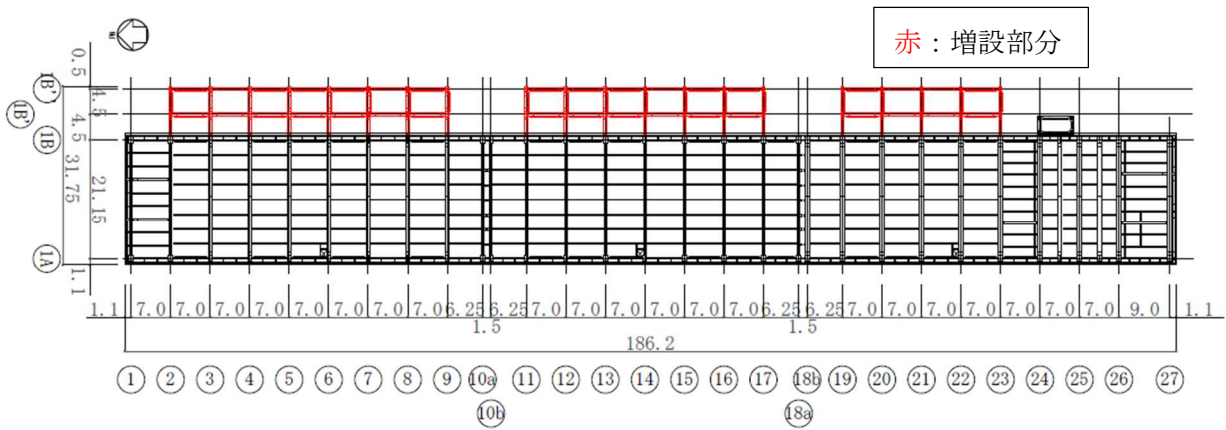


図 1.2-1 (3) 2 階平面図 (G. L. +16.650) (単位 : m)

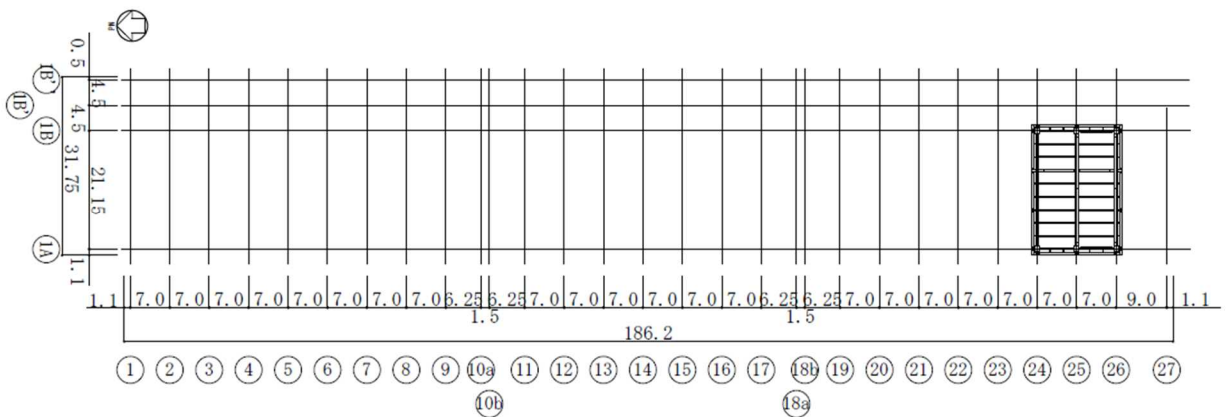


図 1.2-1 (4) 屋上階平面図 (G. L. +22.850) (単位 : m)

赤：増設部分

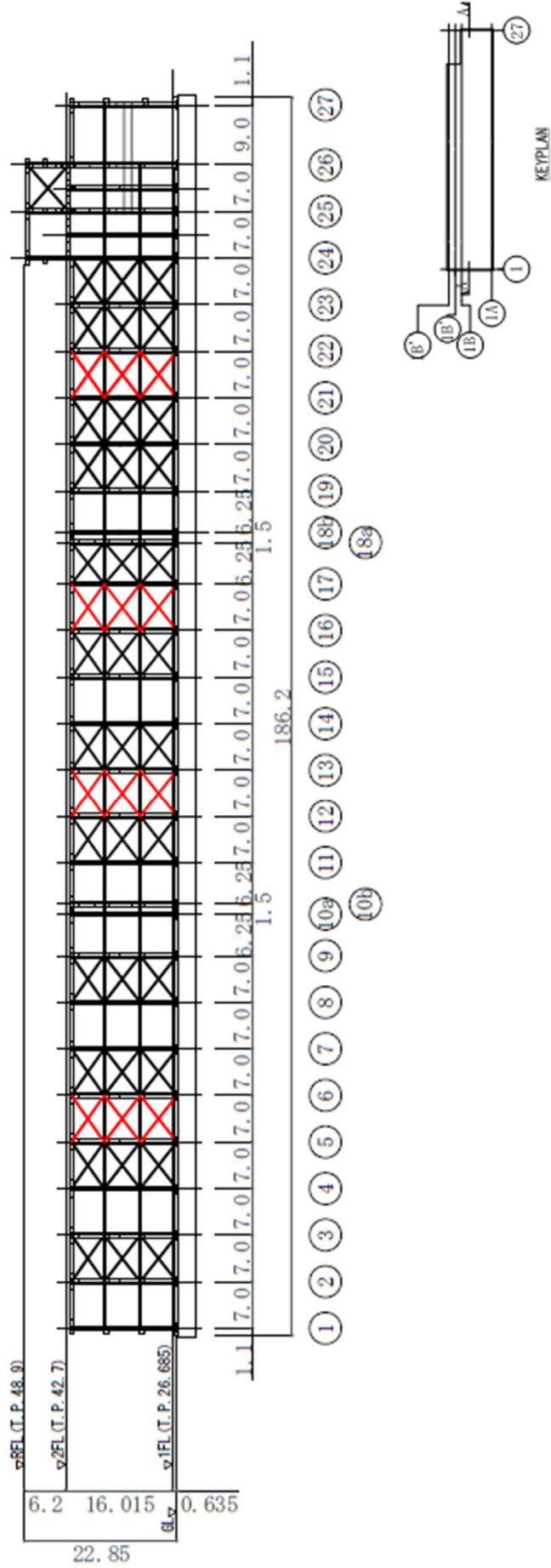


图 1.2-1 (5) A-A 断面图 (NS 方向) (单位 : m)

赤：増設部分

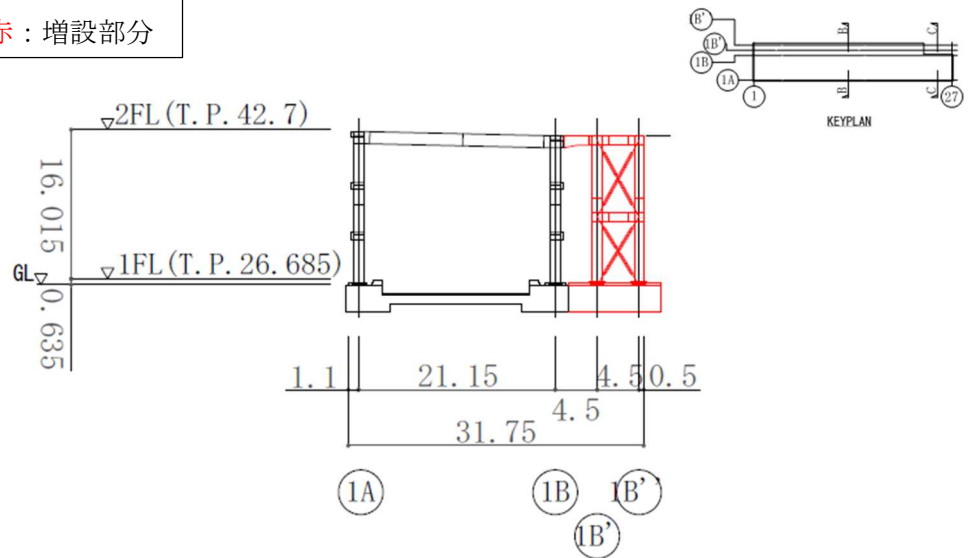


图 1.2-1 (6) B-B 断面图 (NS 方向) (单位：m)

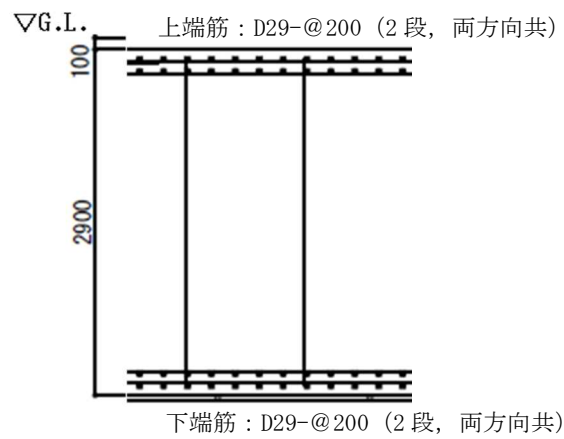


图 1.2-1 (7) 基础配筋图 (一般部) (单位：mm)

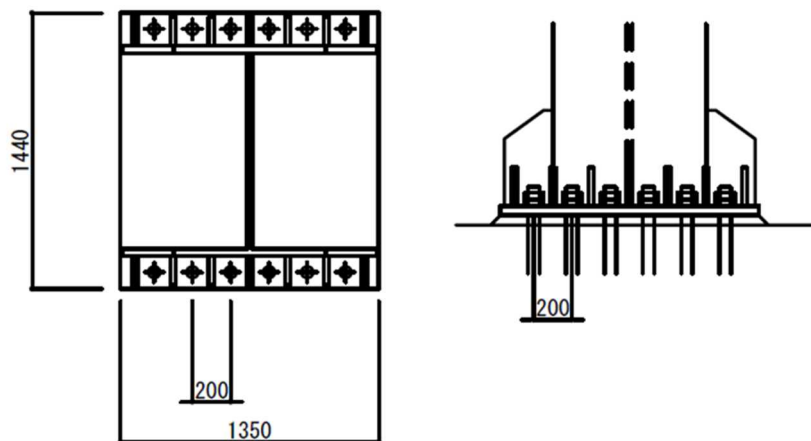


图 1.2-1 (8) 柱脚部断面图 (单位：mm)

1. 3 検討フロー

大型廃棄物保管庫建屋の構造強度及び耐震性の検討フローを図 1. 3-1 に示す。

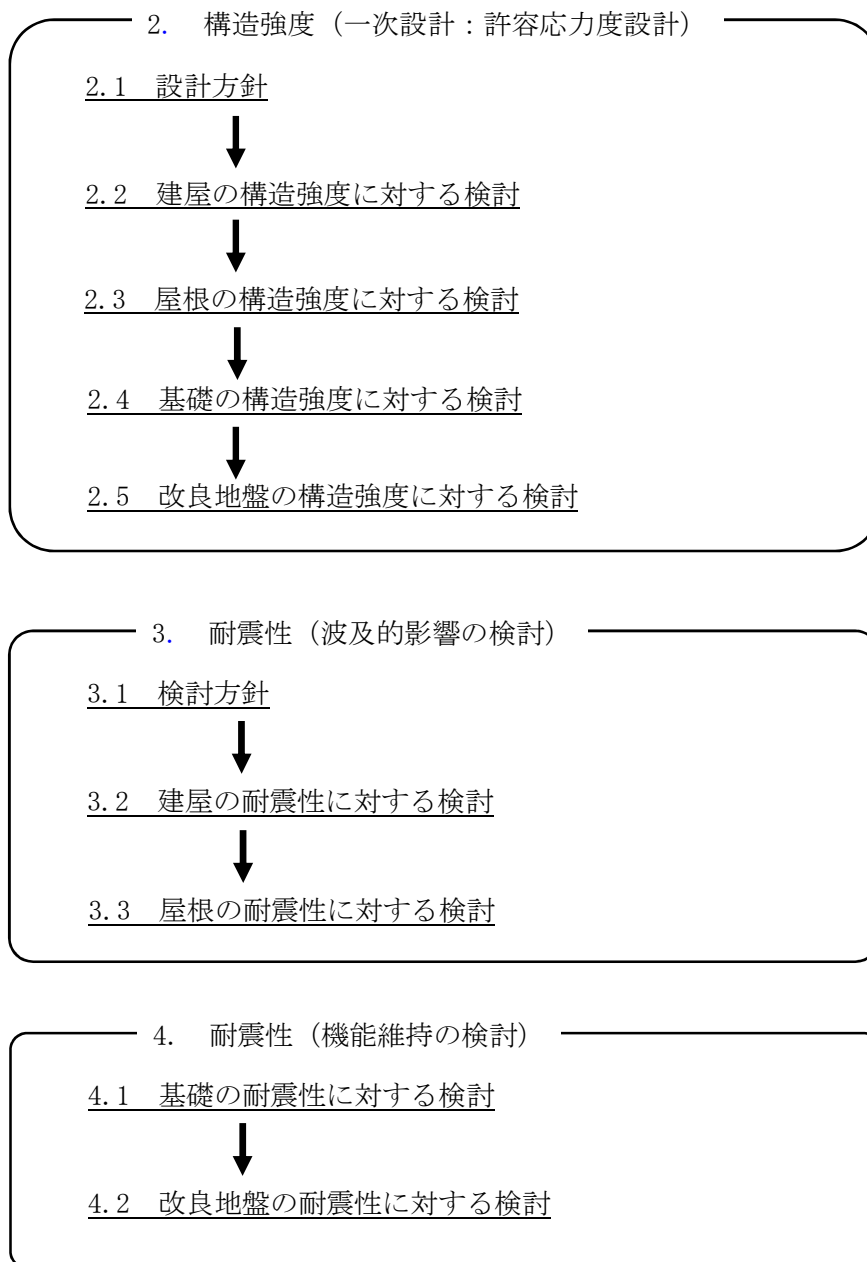


図 1. 3-1 大型廃棄物保管庫建屋の検討フロー

2. 構造強度（一次設計：許容応力度設計）

2. 1 設計方針

構造強度の検討は、大型廃棄物保管庫建屋、基礎及び改良地盤について許容応力度設計を実施する。

図 2. 1-1 に C クラス施設としての建屋の耐震安全性評価手順を示す。

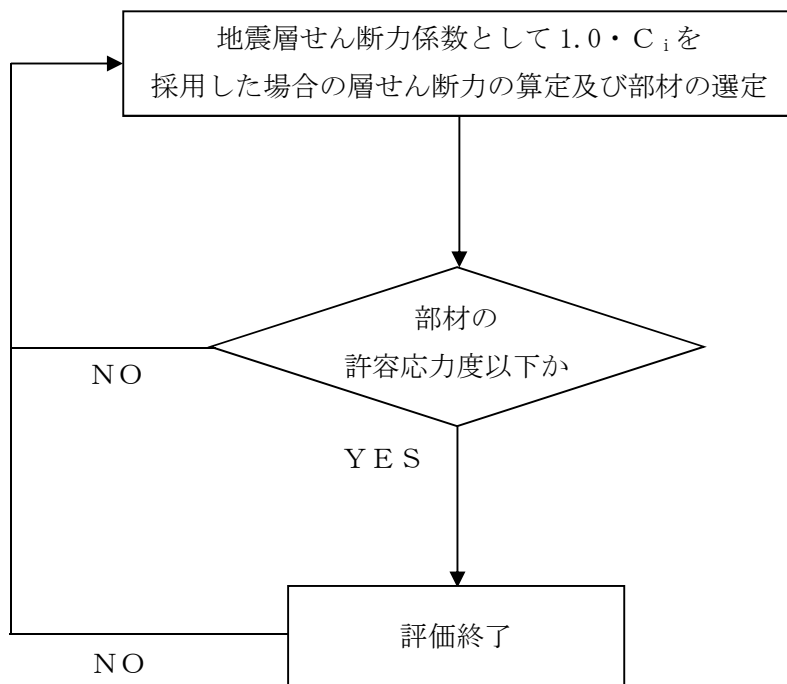


図 2. 1-1 C クラス施設としての建屋の耐震安全性評価手順

(1) 使用材料及び許容応力度

使用材料の物性値及び許容応力度を表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 (1) 使用材料の物性値及び許容応力度

材料定数

部位	材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (kN/m ³)
大型廃棄物保管庫 建屋	鉄骨	2.05×10 ⁵	0.3	77.0
	コンクリート	2.27×10 ⁴	0.2	24.0

コンクリートの許容応力度*

(単位：N/mm²)

設計基準強度	長期		短期	
	圧縮	せん断	圧縮	せん断
24	8	0.73	16	1.09

※：RC-N規準による。

鉄筋の許容応力度*

(単位：N/mm²)

記号	鉄筋径	長期		短期	
		引張及び圧縮	せん断補強	引張及び圧縮	せん断補強
SD295A		195	195	295	295
SD345	D25 以下	215	195	345	345
	D29 以上	195			
SD390	D25 以下	215	195	390	390
	D29 以上	195			

※：RC-N規準による。

表 2.1-1 (2) 使用材料の物性値及び許容応力度

構造用鋼材の許容応力度※

(単位：N/mm²)

板厚	F 値	長期		短期	
		引張・ 圧縮・曲げ	せん断	引張・ 圧縮・曲げ	せん断
SS400	235	156	90	235	135
SN400B SN400C	235	156	90	235	135
SN490B SN490C	325	216	125	325	187
TMCP325B TMCP325C	325	216	125	325	187

※：建築基準法施行令第90条及び平12建告第2464号第1による。

注記：曲げ座屈のおそれのある材は曲げ座屈を考慮した許容応力度とする。また、圧縮材は座屈を考慮した許容応力度とする。

アンカーボルトの許容応力度

(単位：N/mm²)

種類		長期		短期		備考
		引張	せん断	引張	せん断	
ABM400	M24	156	90	235	135	—
ABM490	M56	196	113	295	170	—
	M60					

(2) 解析モデル

大型廃棄物保管庫建屋上屋は北棟・中央棟・南棟がエキスパンションジョイントで構造的に分割されており，柱，梁及び鉛直ブレースを線材置換した立体フレームにより，一貫構造計算により算定している。

(3) 荷重及び荷重組合せ

設計で考慮する荷重を以下に示す。

1) 鉛直荷重 (VL)

鉛直荷重は，固定荷重，配管荷重，積載荷重及びクレーン荷重とする。

2) 積雪荷重 (SL)

積雪荷重は建築基準法施行令第 86 条及び福島県建築基準法施行規則細則に準拠し，以下の条件とする。

- ・積雪量 : 30cm
- ・単位荷重 : 20N/m²/cm

3) 風圧力 (WL)

風圧力は建築基準法施行令第 87 条および建設省告示第 1454 号に基づき，基準風速を 30m/s，地表面粗度区分Ⅱとして算定する。速度圧の算定結果を表 2.1-2 に示す。

表 2.1-2 速度圧の算定結果

建物高さ*	平均風速の鉛直分布係数	ガスト影響係数	建物高さと粗度区分による係数	基準風速	速度圧
H(m)	Er	Gf	E	Vo(m/s)	q(N/m ²)
23.27	1.132	2.111	2.71	30	1461.19

* : 建物高さは，軒高さ (22.65m) と最高高さ (23.89m) の平均値とする。

4) 地震荷重 (K)

大型廃棄物保管庫建屋に作用させる地震荷重は、地盤面を基準面とした水平地震力の算定結果より設定する。水平地震力は下式より算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

ここで、

Q_i : 層せん断力 (kN)

n : 施設の重要度に応じた係数

建築基準法で定める地震力の 1.0 倍を考慮する。

C_i : 地震層せん断力係数

W_i : 当該部分が支える重量 (kN)

Z : 地震地域係数 ($Z=1.0$)

R_t : 振動特性係数 ($R_t=1.0$)

A_i : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 ($C_0=0.2$)

算定結果を表 2.1-3 に示す。

表 2.1-3 水平地震力の算定結果 (南棟)

T. P. (m)	ΣW_i (kN)	A_i	$n \cdot C_i$	Q_i (kN)
+48.9~+42.7	3392.0	2.431	0.486	1648.6
+42.7~+26.05	36282.8	1.000	0.200	7256.6

5) 荷重組合せ

設計で考慮する荷重組合せを表 2.1-4 に示す。

表 2.1-4 荷重組合せ

想定する状態	荷重ケース	荷重組合せ内容	許容応力度
常時	C	VL	長期
積雪時*	S	VL+SL	短期
暴風時*	W	VL+WL	
地震時	E1	VL+K (W→E 方向)	
	E2	VL+K (E→W 方向)	
	E3	VL+K (S→N 方向)	
	E4	VL+K (N→S 方向)	

*: 短期事象では地震時が支配的であることから、積雪時及び暴風時の検討は省略する。

地震時と暴風時の大型廃棄物保管庫建屋の層せん断力について、風荷重の受圧面積が大きい EW 方向で比較した結果を図 2.1-2 に示す。図 2.1-2 より、地震時の層せん断力は暴風時の層せん断力を包絡しており、支配的な荷重である。

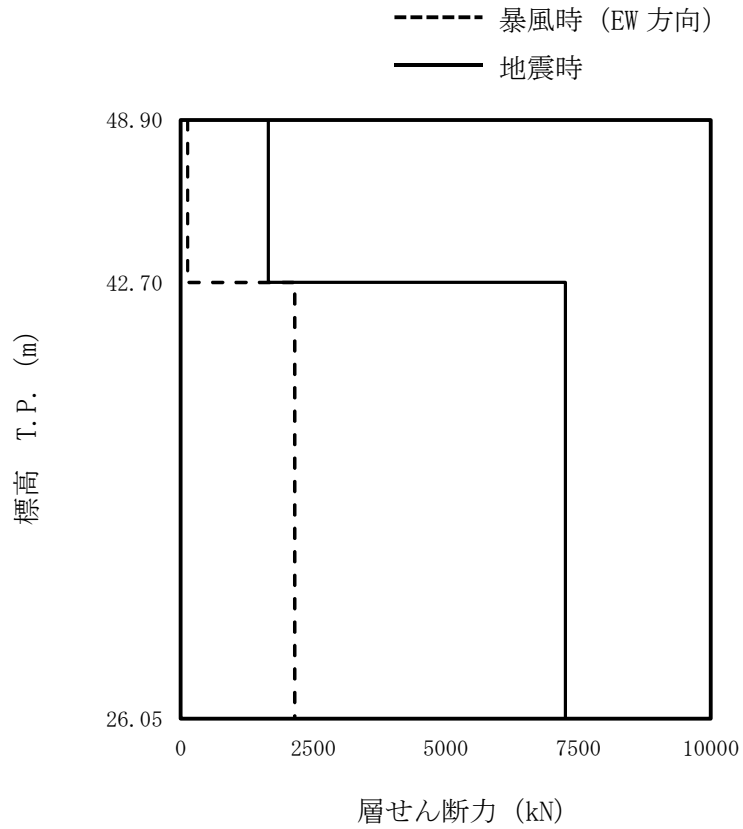


図 2.1-2 地震時と暴風時の層せん断力の比較 (南棟, EW 方向)

2. 2 建屋の構造強度に対する検討

(1) 断面検討

建屋の応力解析は柱、梁及び鉛直ブレースを線材置換した立体モデルにより行う。

解析により求められた部材に発生するに発生する応力と許容応力度を比較し、検定比が最大になる部位を表 2. 2-1 及び表 2. 2-2 に示す。

1) 柱の応力度検討

柱部材の応力度比は、S 規準に従い、下式にて検討を行う。

$$\cdot \text{軸力が圧縮の場合} \quad \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{bx}}{f_{bx}} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} \leq 1.0$$

$$\cdot \text{軸力が引張の場合} \quad \frac{\sigma_t + \sigma_{bx} + \sigma_{by}}{f_t} \leq 1.0$$

$$\frac{\tau}{f_s} \leq 1.0$$

ここで、 σ_c : 圧縮応力度 ($\sigma_c = \frac{N}{A}$) (N/mm²)

σ_t : 引張応力度 ($\sigma_t = \frac{T}{A}$) (N/mm²)

σ_b : 曲げ応力度 ($\sigma_b = \frac{M}{Z}$) (N/mm²)

τ : せん断応力度 ($\tau = \frac{Q}{A_w}$) (N/mm²)

N : 圧縮軸力 (N)

T : 引張軸力 (N)

A : 断面積 (mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

Z : 断面係数 (mm³)

Q : 設計用せん断力 (N)

A_w : ウェブ有効断面積 (mm²)

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm²)

f_t : 許容引張応力度 (N/mm²)

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm²)

f_s : 許容せん断応力度 (N/mm²)

2) 梁の応力度検討

梁部材の応力度比は、S規準に従い、下式にて検討を行う。

$$\frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1.0$$

$$\frac{\tau}{f_s} \leq 1.0$$

ここで、 σ_b : 曲げ応力度 ($\sigma_b = \frac{M}{Z}$) (N/mm²)

τ : せん断応力度 ($\tau = \frac{Q}{A_w}$) (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

Z : 断面係数 (mm³)

Q : 設計用せん断力 (N)

A_w : ウェブ有効断面積 (mm²)

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm²)

f_s : 許容せん断応力度 (N/mm²)

3) 鉛直ブレースの応力度検討

鉛直ブレース部材の応力度比は、S規準に従い、下式にて検討を行う。

$$\frac{\sigma_t}{f_t} \leq 1.0$$

ここで、 σ_t : 引張応力度 ($\sigma_t = \frac{T}{A}$) (N/mm²)

T : 引張軸力 (N)

A : 断面積 (mm²)

f_t : 許容引張応力度 (N/mm²)

表 2.2-1 断面検討結果（大型廃棄物保管庫建屋，常時）

検討部位	部材形状 (mm) 〈使用材料〉	荷重 ケース	応力	作用 応力	許容 応力	検定比	判定
柱	BH-1100×700 ×28×36	C	軸力及び 曲げ モーメント	N=1391 kN Mx=4 kN・m My=1346 kN・m	13669 kN 1270 kN・m 6410 kN・m	0.32	OK
			せん断力	Qy=84 kN	3353 kN	0.03	OK
大梁	BH-1000×500 ×19×32	C	曲げ モーメント	1539 kN	3239 kN・m	0.48	OK
			せん断力	447 kN	2057 kN	0.22	OK

表 2.2-2 断面検討結果（大型廃棄物保管庫建屋，地震時）

検討部位	部材形状 (mm) 〈使用材料〉	荷重 ケース	応力	作用 応力	許容 応力	検定比	判定
柱	BH-1000×500 ×28×40	E2	軸力及び 曲げ モーメント	N=2759 kN Mx=2 kN・m My=875 kN・m	13908 kN 1083 kN・m 6925 kN・m	0.33	OK
			せん断力	Qy=163 kN	4450 kN	0.04	OK
大梁	H-450×200 ×9×14	E4	曲げ モーメント	161 kN・m	278 kN・m	0.58	OK
			せん断力	73 kN	427 kN	0.18	OK
ブレース	2[-200×90 ×8×13.5	E4	軸力	948 kN	1651 kN	0.58	OK

2. 3 屋根の構造強度に対する検討

(1) 断面検討

屋根スラブの応力解析は大梁及び小梁で囲われた範囲とし、RC規準に従い、下式にて検討を行う。

検討により求められた作用応力を許容応力と比較し、検定比が最大になる部位を表 2.3-1 に示す。

1) 曲げモーメントに対する応力度検討

$$\frac{M}{M_a} \leq 1.0$$

ここで、 M : 曲げモーメント (N・mm)
 M_a : 許容曲げモーメント ($M_a = a_t f_t j$) (N・mm)
 a_t : 設計配筋量 (mm³)
 j : 応力中心間距離 ($j = 7/8 d$) (mm)
 d : 有効せい (mm)

表 2.3-1 断面検討結果 (大型廃棄物保管庫建屋, 屋根)

検討箇所	部材形状 (mm) 〈使用材料〉	荷重 ケース	応力	作用 応力	許容 応力	検定比	判定
2階 1A-1B間/ 26-27間	t=200	C	曲げ モーメント	4.8 kN・m	17.3 kN・m	0.28	OK

2. 4 基礎の構造強度に対する検討

(1) 検討方針

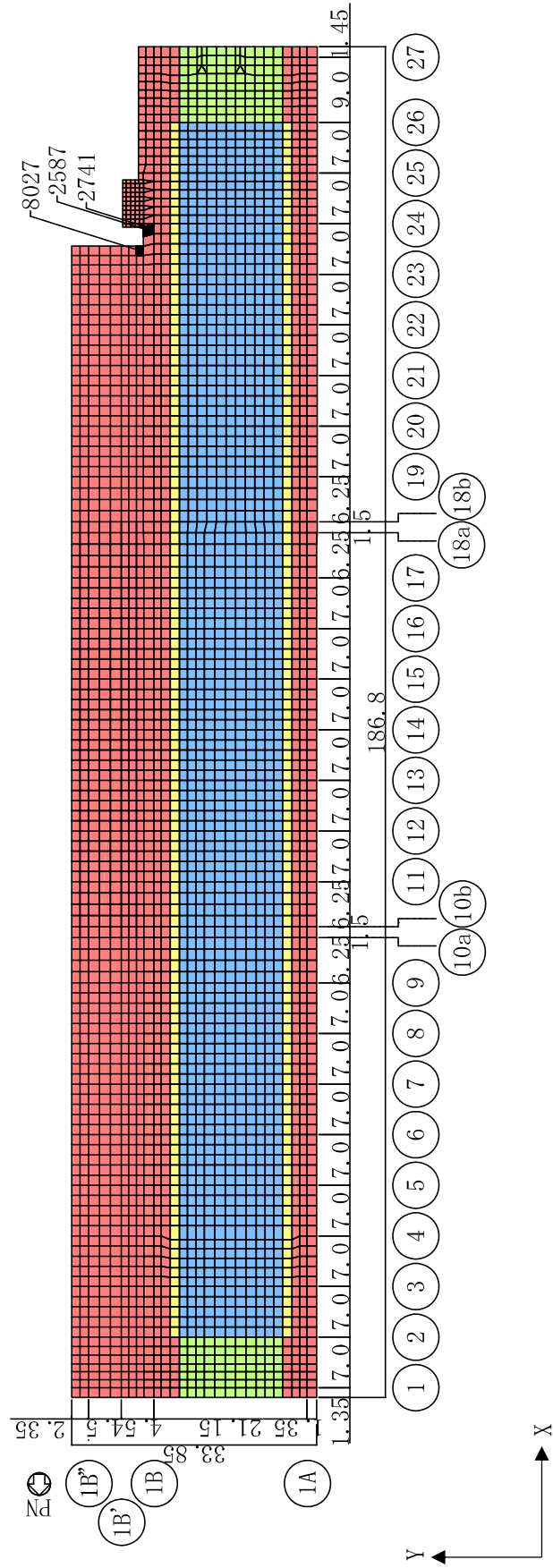
基礎の応力解析は、3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析を行う。

(2) 解析モデル

1) モデル化の基本方針

基礎スラブについては、平板としてモデル化する。基礎スラブのモデルを図 2.4-1 に示す。

- 凡例
- : t=2.9 [m]
 - : t=2.1 [m]
 - : t=1.8 [m]
 - : t=1.0 [m]



* : 数字は断面検討対象の要素番号を示す。

図 2.4-1 解析モデル図 (単位: m)

(3) 断面検討

設計配筋が必要鉄筋比を上回る事及び面外せん断力が許容せん断力以下であることを確認する。

必要鉄筋比が最大となる要素と設計面外せん断力と許容せん断力との比が最大になる要素の断面検討結果を表 2.4-1 及び表 2.4-2 に示す。

断面検討の結果、設計配筋は必要鉄筋比を上回り、面外せん断力は許容せん断力以下であることを確認した。

表 2.4-1 (1) 軸力及び曲げモーメントに対する検討結果 (常時)

荷重 ケース	要素 番号	軸力 (kN/m)	曲げモーメント (kN・m/m)	必要鉄筋比 (%)	設計鉄筋比 (%)	検定比

表 2.4-1 (2) 軸力及び曲げモーメントに対する検討結果 (地震時)

荷重 ケース	要素 番号	軸力 (kN/m)	曲げモーメント (kN・m/m)	必要鉄筋比 (%)	設計鉄筋比 (%)	検定比

表 2.4-2 (1) 面外せん断力に対する検討結果 (常時)

荷重 ケース	要素 番号	面外せん断力 (kN/m)	長期許容せん断力 (kN/m)	検定比

表 2.4-2 (2) 面外せん断力に対する検討結果 (地震時)

荷重 ケース	要素 番号	面外せん断力 (kN/m)	短期許容せん断力 (kN/m)	検定比

2. 5 改良地盤の構造強度に対する検討

(1) 設計方針

建屋を支持する改良地盤は、基礎直下の地盤を南北方向に 187.8m、東西方向に 35.2m、改良地盤厚さ 8.45m とし、G.L. -10.60m の泥岩に支持する。

検討は「改訂版 建築物のための改良地盤設計及び品質管理指針 日本建築センター」に準拠し、改良地盤の支持力に対して、常時及び地震時の改良地盤に生じる最大接地圧が許容支持力度以下であることを確認する。

(2) 改良地盤の検討

改良地盤に生じる最大応力と許容支持力度の比較を、検定比が最大となる位置について表 2.5-1 及び表 2.5-2 に示す。

これより、改良地盤に生じる最大応力が許容支持力度以下であることを確認した。

表 2.5-1 改良地盤の接地圧と許容支持力度の比較（常時）

検討位置	接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度 (kN/m ²)	検定比

表 2.5-2 改良地盤の接地圧と許容支持力度の比較（地震時）

検討位置	接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度 (kN/m ²)	検定比

3. 耐震性（波及的影響の検討）

3. 1 検討方針

耐震性のうち波及的影響の検討は、建屋、屋根について行い、S s 9 0 0 に対してこれらの応答性状を適切に表現できる地震応答解析を用いて評価する。

なお、地震応答解析は水平 2 方向及び鉛直方向の 3 方向の地震動を同時に入力する。

（1）解析に用いる入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動の概念図を図 3. 1-1 に示す。モデルに入力する地震動は一次元波動論に基づき、解放基盤表面で定義される S s 9 0 0 に対する地盤の応答として評価する。解放基盤表面位置（G. L. -206m（震災前 O. P. -196. 0m））における地震動 Ss900-1 及び Ss900-2 の加速度時刻歴波形を図 3. 1-2 に示す。

影響評価に当たっては、全く同じ地震動が同時に水平 2 方向に入力されることは現実的に考えにくいことから、Ss900-1 を作成した方法と同一の方法で、目標とする応答スペクトルに適合する位相の異なる模擬地震波を利用する。なお、Ss900-1 の水平方向の位相が、2011 年東北地方太平洋沖地震において福島第一原子力発電所敷地内の地震観測記録の NS 方向の位相を基に作成していることから、模擬地震波はそれと直交する EW 方向の位相を基に作成する。（図 3. 1-3）（別紙-1 参照）

NS 方向に Ss900-1、EW 方向に位相の異なる模擬地震波を入力する。

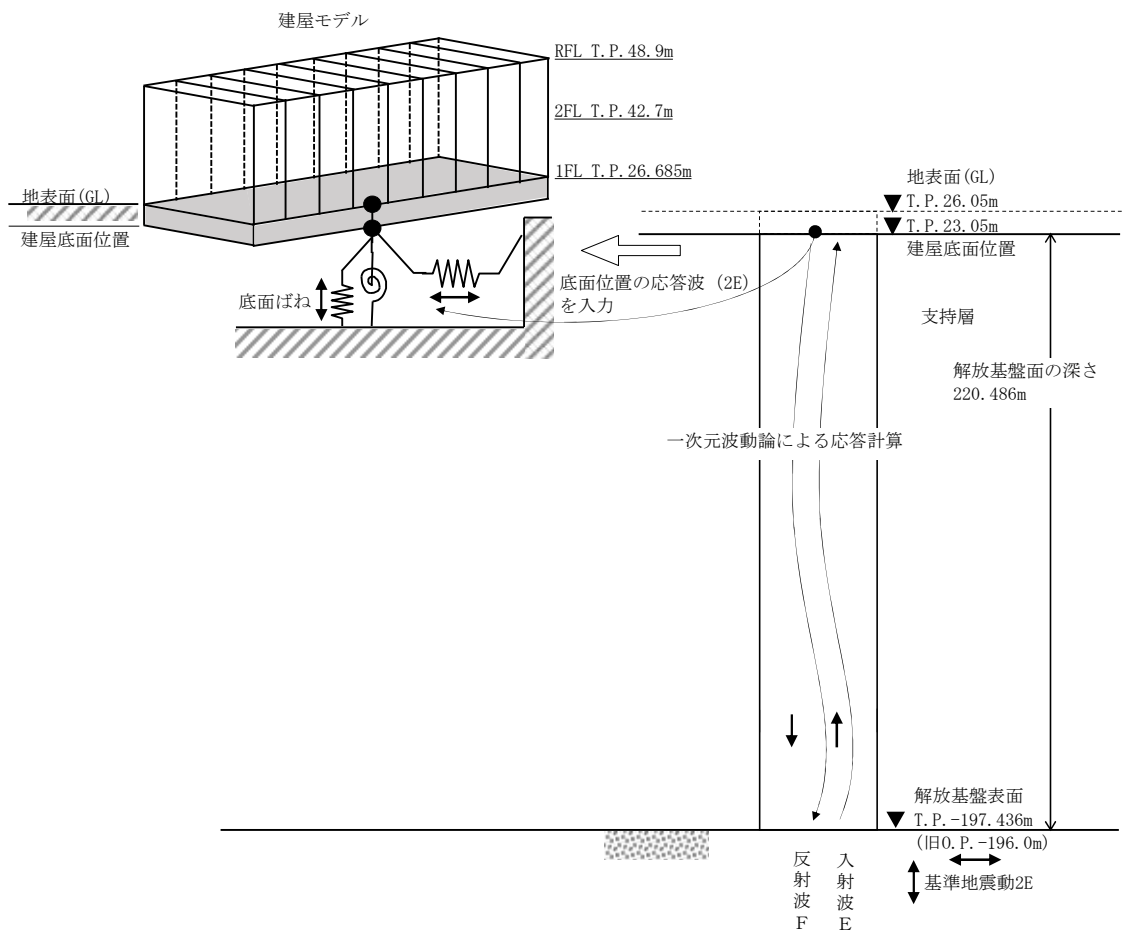


図 3.1-1 地震応答解析に用いる入力地震動の概念図

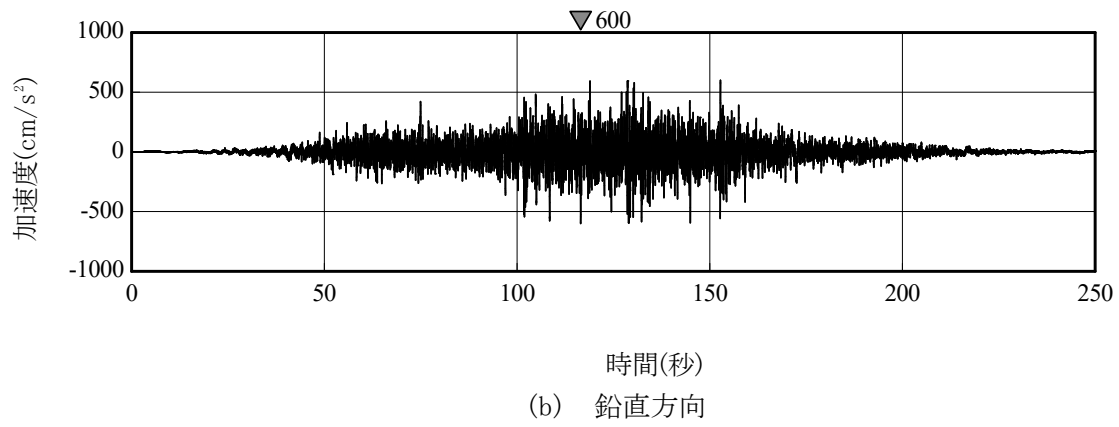
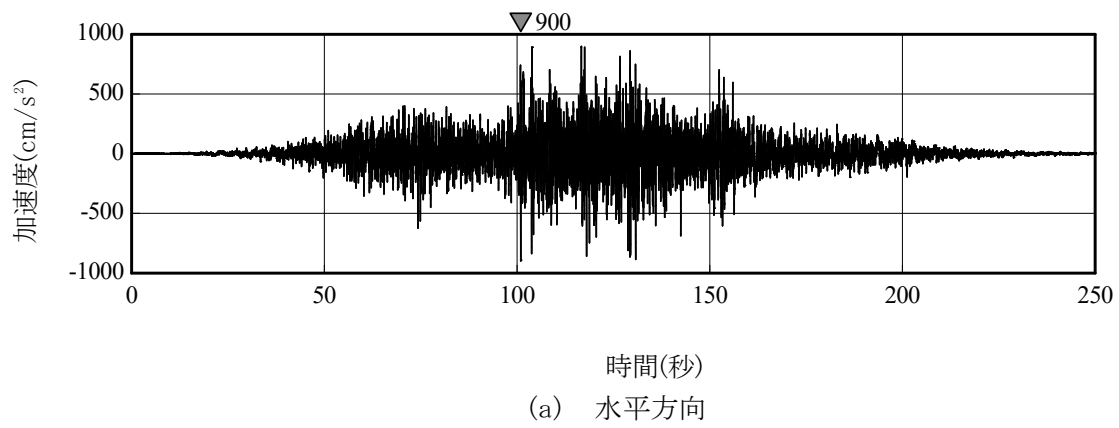


図 3. 1-2 (1) 解放基盤表面における地震動の加速度時刻歴波形 (Ss900-1)

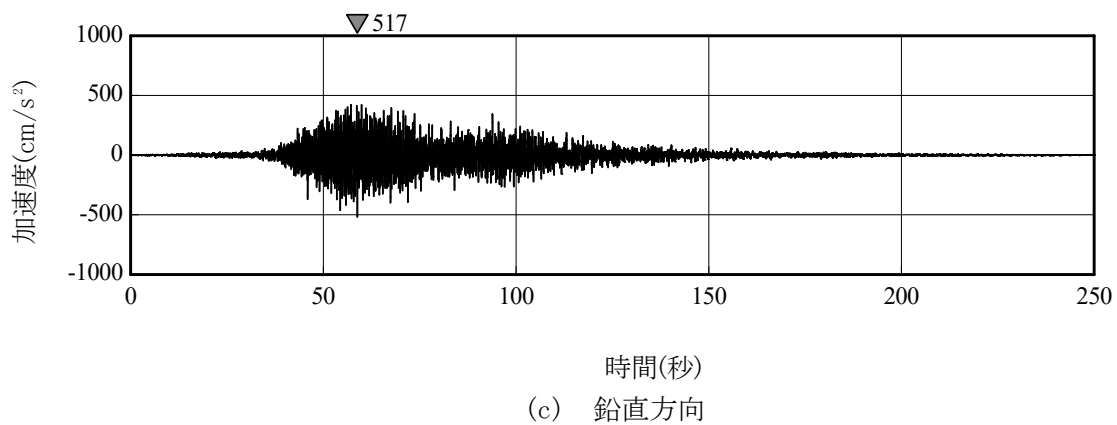
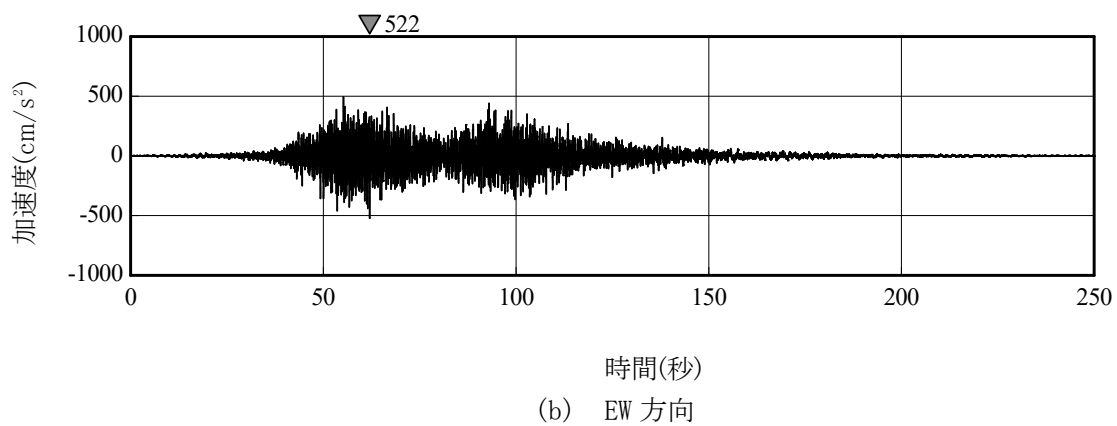
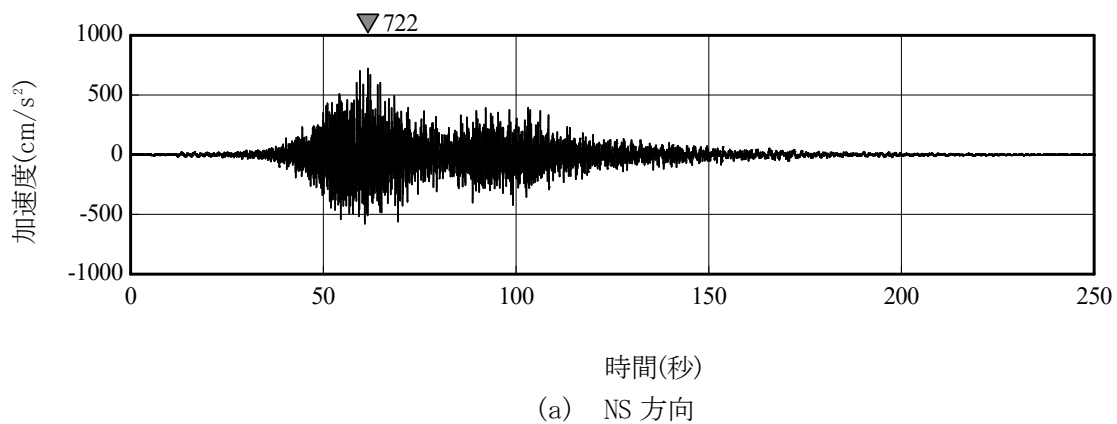


図 3. 1-2 (2) 解放基盤表面における地震動の加速度時刻歴波形 (Ss900-2)

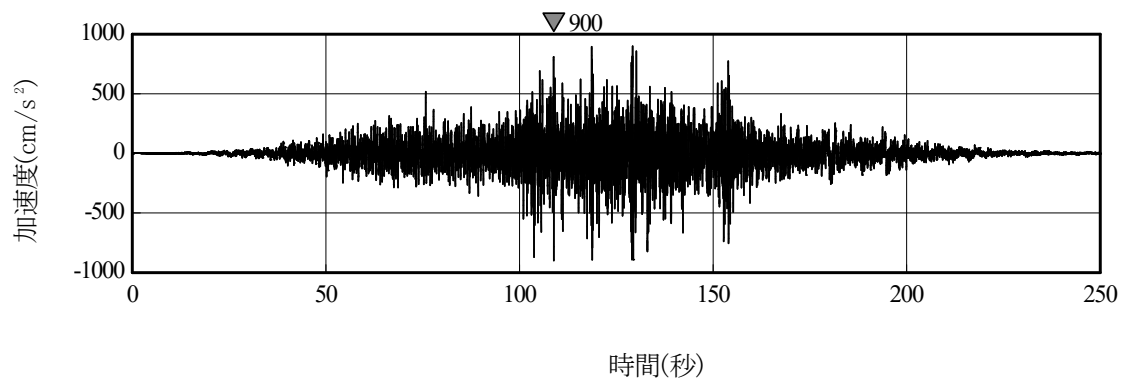


図 3.1-3 Ss900-1 (水平方向) と組み合わせる模擬地震波

(2) 地震応答解析モデル

1) 地盤モデルの設定

大型廃棄物保管庫建屋の地盤定数は、「福島第一原子力発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」(東京電力株式会社, 平成20年3月31日)と同様とし, 改良地盤の物性値は一軸圧縮強度試験に基づき設定する。ひずみ依存特性は1F4号燃料取り出し用カバーで採用したものをを用いる。その結果を表3.1-1に示す。

表 3.1-1 地盤定数の設定結果

(a) Ss900-1

T. P. (m)	層厚 (m)	地質	単位体積重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	初期せん断波速度 V_{s0} (m/s)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/G_0	せん断波速度 V_s (m/s)	縦波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h (%)
23.05~15.40	7.65	改良地盤	17.8	0.260	360	2.35	2.23	0.95	350	620	3
15.40~74.436	89.836	泥岩	17.0	0.459	470	3.83	2.53	0.66	380	1390	3
74.436~100.436	26.0		17.4	0.447	530	4.98	3.19	0.64	420	1370	4
100.436~182.436	82.0		17.4	0.443	580	5.97	4.06	0.68	480	1500	4
182.436~197.436	15.0		17.6	0.410	750	10.1	7.88	0.78	660	1700	3
197.436~	-	(解放基盤)	17.6	0.410	750	10.1	10.1	-	750	1920	-

(b) Ss900-2

T. P. (m)	層厚 (m)	地質	単位体積重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	初期せん断波速度 V_{s0} (m/s)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/G_0	せん断波速度 V_s (m/s)	縦波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h (%)
23.05~15.40	7.65	改良地盤	17.8	0.260	360	2.35	2.28	0.97	350	620	3
15.40~74.436	89.836	泥岩	17.0	0.459	470	3.83	3.14	0.82	430	1550	3
74.436~100.436	26.0		17.4	0.447	530	4.98	3.98	0.80	470	1530	3
100.436~182.436	82.0		17.4	0.443	580	5.97	4.78	0.80	520	1620	3
182.436~197.436	15.0		17.6	0.410	750	10.1	8.48	0.84	690	1760	3
197.436~	-	(解放基盤)	17.6	0.410	750	10.1	10.1	-	750	1920	-

大型廃棄物保管庫建屋の地盤ばねは、基礎スラブ形状が長辺 186.8m、短辺 32.38mであり、辺長比が大きいため、本検討では矩形基礎の地盤ばね算定式*により地盤ばね（水平方向はスウェイばね及びロッキングばね、上下方向は上下ばね）を設定する。

*：山原浩、「環境保全のための防振設計」，彰国社

2) 建屋モデルの設定

建屋の地震応答解析モデルは、3次元フレームモデルとして、柱、大梁、ブレース、小梁及び屋根スラブをモデル化する。

建屋の構成部材は非線形特性を考慮する。なお、柱脚部の非線形特性を考慮し、柱と露出柱脚（アンカーボルト）のM-N曲線を使用する。地震応答解析に用いる物性値及び構成部材のモデル概要を表3.1-2及び表3.1-3に示し、解析モデルの非線形特性を図3.1-4及び図3.1-5に示す。

屋根スラブは柱梁及び小梁の節点で囲われた範囲を平面薄肉シェルとする。

柱脚は露出柱脚とし、柱脚ばねを設定する。

基礎は質点系に集約し、地盤との動的層相互作用を考慮した地盤ばねを考慮する。

建屋重量は、外壁及び屋根の支配面積に応じて柱、梁の交点に集中質量として考慮する。

表 3.1-2 地震応答解析に用いる物性値

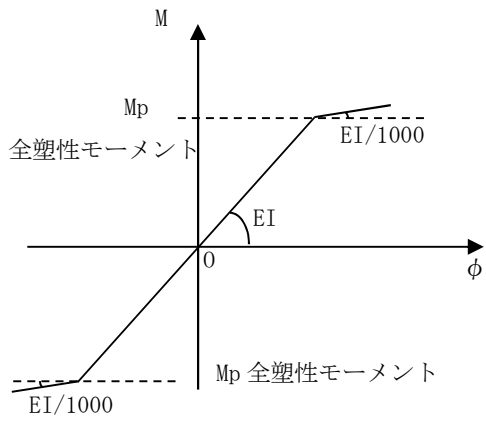
材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (kN/m ³)	減衰定数 h (%)
鉄骨	2.05×10^5	0.3	77	2
コンクリート	2.27×10^4	0.2	24	5

表 3.1-3 構成部材のモデル概要

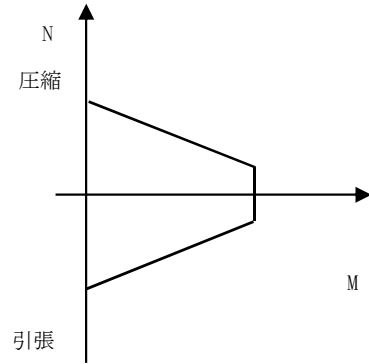
種別	構成部材	モデル要素	備考
鉄骨部	柱	ビーム要素*1	端部を剛塑性ばねとして、曲げ及び軸力変動を考慮した非線形要素（バイリニア型）
	大梁	ビーム要素	端部に剛塑性ばねを考慮した非線形要素（バイリニア型）
	小梁	ビーム要素	線形要素
	ブレース	ロッド要素*2	引張耐力及び座屈耐力低下を考慮した修正若林モデル

*1：ビーム要素：軸剛性、曲げ剛性、せん断剛性を持つ線材要素

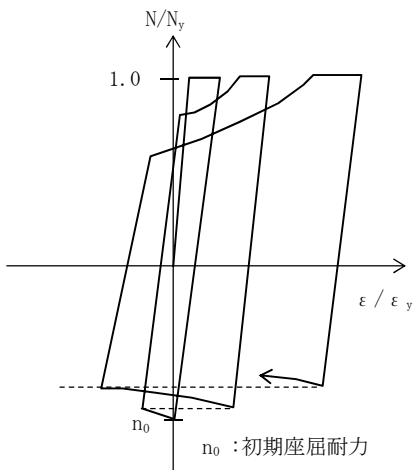
*2：ロッド要素：軸剛性のみを持つ線材要素



梁・柱の M-φ 特性



柱の M-N 曲線



ブレースの復元力特性
(修正若林モデル)

図 3.1-4 構成部材の非線形特性

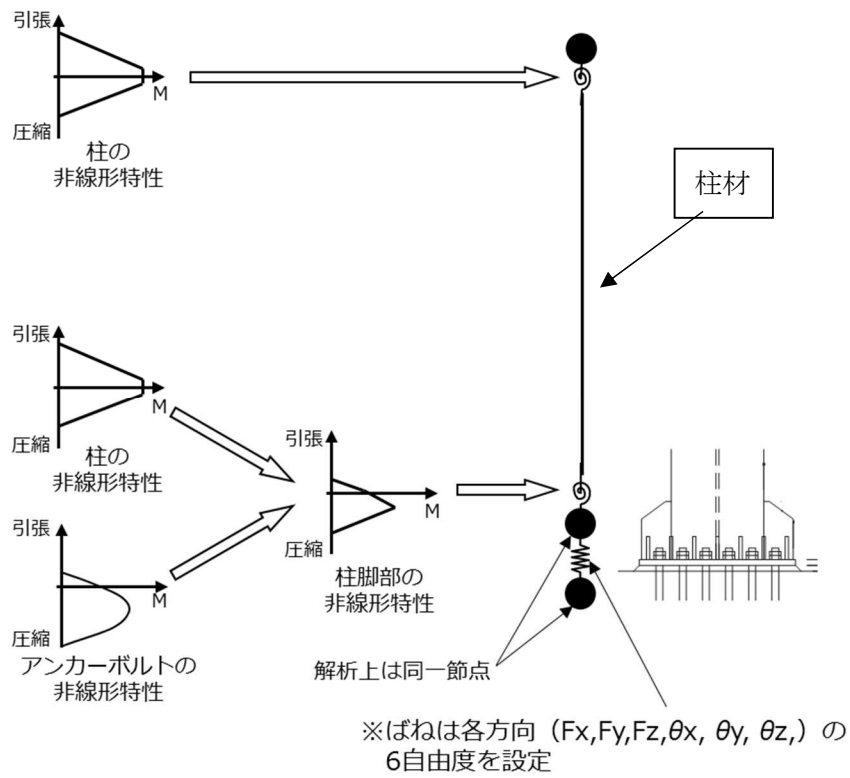
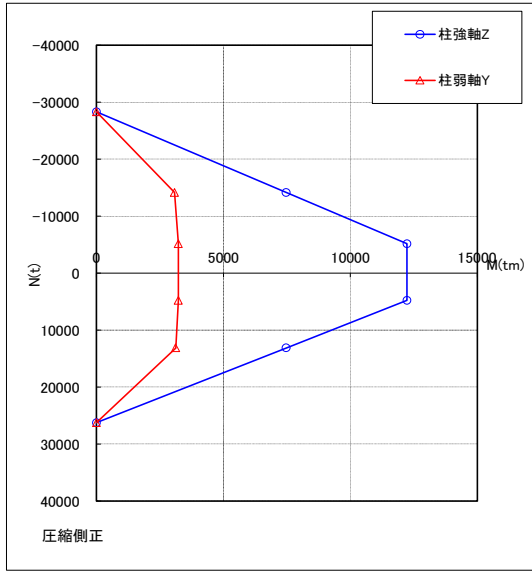
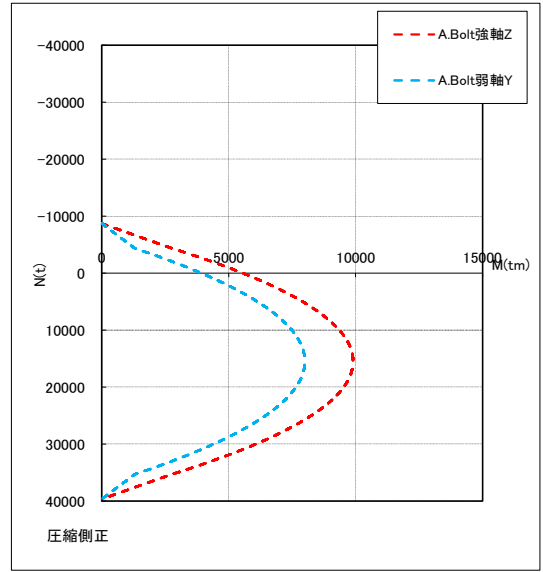


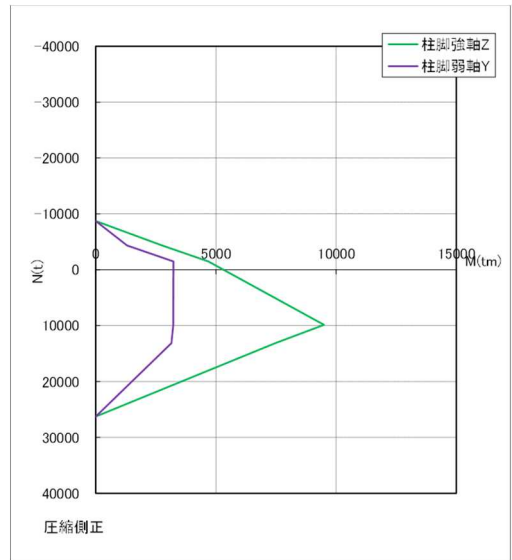
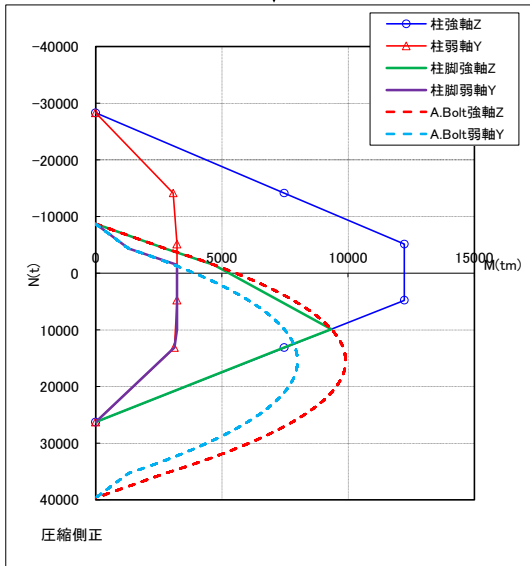
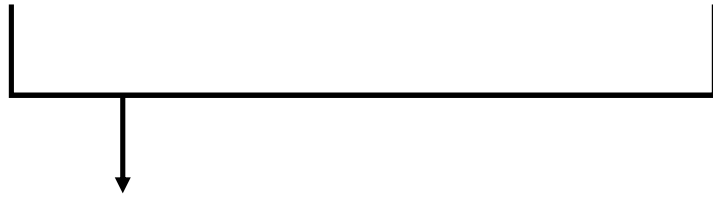
図 3.1-5 (1) 柱脚部の非線形特性に関する概念図



柱の M-N スケルトン曲線



露出柱脚の M-N スケルトン曲線



今回用いた M-N 曲線

図 3.1-5 (2) 柱脚部の非線形特性

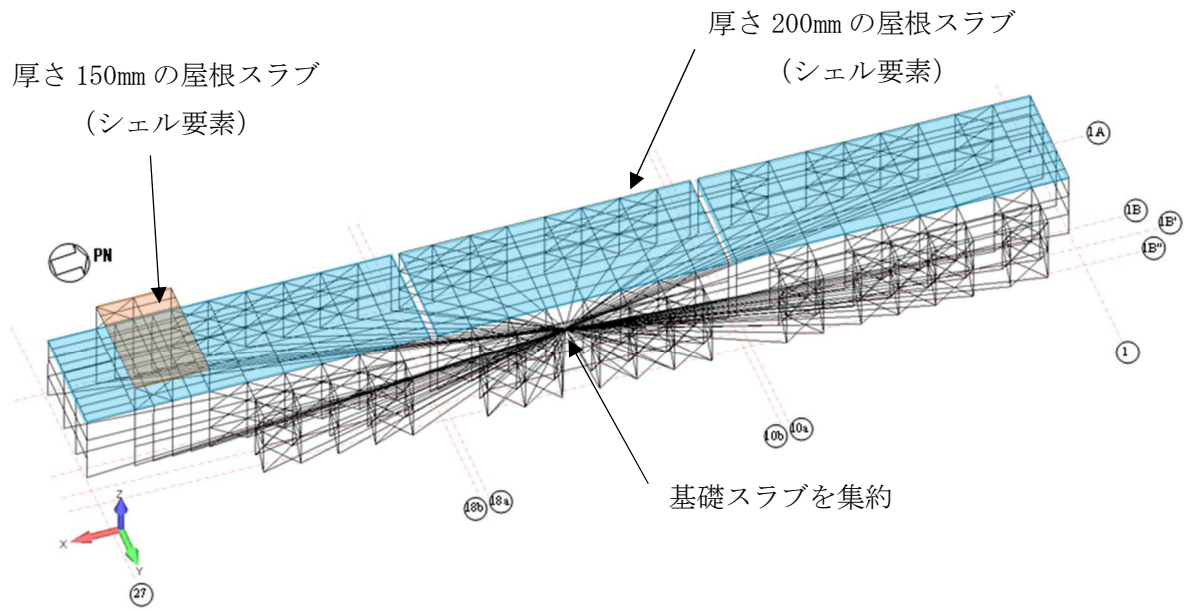


図 3.1-6 建屋の地震応答解析モデル

(3) 評価項目と耐震クライテリア

波及的影響の検討は、表 3.1-4 及び表 3.1-5 に示す項目について評価を行う。

表 3.1-4 建屋のクライテリア

評価項目	考え方	許容限界
層間変形角	最大層間変形角が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	層間変形角 ^{※1,2} 1/30
フレーム架構 (柱及び梁)	架構に崩壊機構が構成されていないことを確認	崩壊機構が構成されない
フレーム架構 (鉛直ブレース)	部材に生じる累積塑性変形倍率が許容限界を超えないことを確認、超える場合は応答による繰返し回数が許容限界に対して十分な裕度を有していることを確認	累積塑性変形倍率 25 または 破断寿命 1.0 ^{※3}

※1: 大型廃棄物保管庫建屋は使用済吸着塔を長期間保管する施設であることを考慮し、S s 9 0 0における層間変形角として 1/75 程度を目標とする。

※2: 「震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針（(財) 日本建築防災協会）」を参考に許容限界を設定している。なお、被災度区分判定基準においては、柱の残留傾斜角が 1/30 を超えた場合に大破と判定しているが、保守的に最大層間変形角を用いて評価を行う。

※3: 「中込他、繰返し力を受ける SM490 鋼の疲労性に関する研究、日本建築学会構造系論文集、第 469 号、127-136、1995 年 3 月」を参考に許容限界を設定している。

表 3.1-5 屋根のクライテリア

評価項目	考え方	許容限界 [※]
曲げ応力	部材に生じる部材応力が曲げ応力の許容限界を超えないことを確認	R C-N 規準に基づく 短期許容応力度
面内せん断力	面内せん断力が許容限界を超えないことを確認	R C-N 規準に基づく 短期許容応力度
面外せん断力	面外せん断力が許容限界を超えないことを確認	R C-N 規準に基づく 短期許容応力度

※許容限界は平 12 建告第 2464 号第 1 による。

3. 2 建屋の耐震性に対する検討

(1) 地震応答解析結果

建屋の最大応答加速度分布を図 3. 2-1～図 3. 2-4 に示す。

なお，最大応答加速度が最大となる南棟の結果を記載する。

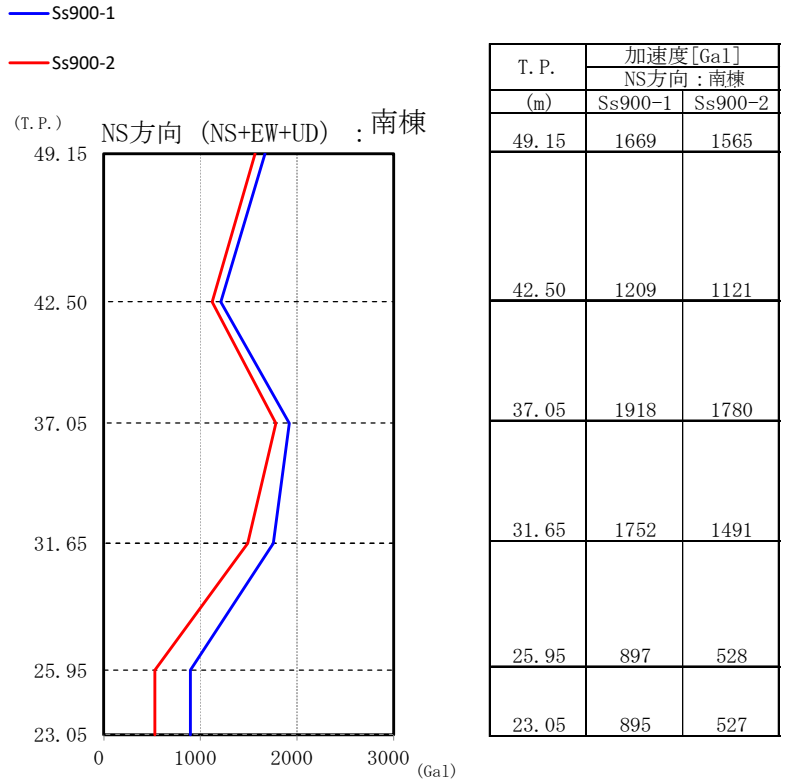


图 3.2-1 最大応答加速度分布 (南棟, NS 方向)

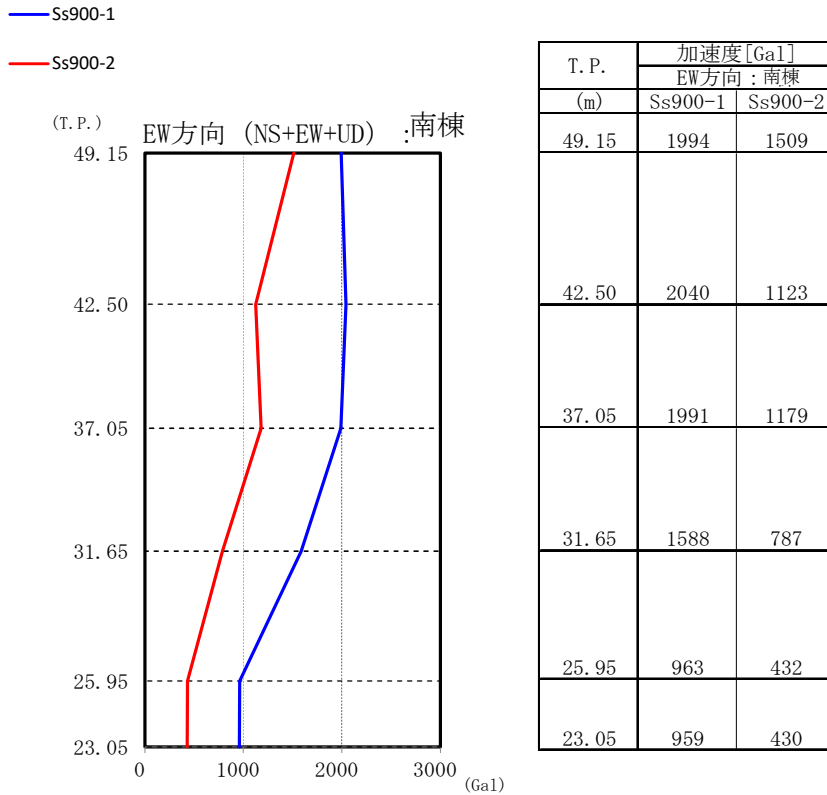


图 3.2-2 最大応答加速度分布 (南棟, EW 方向)

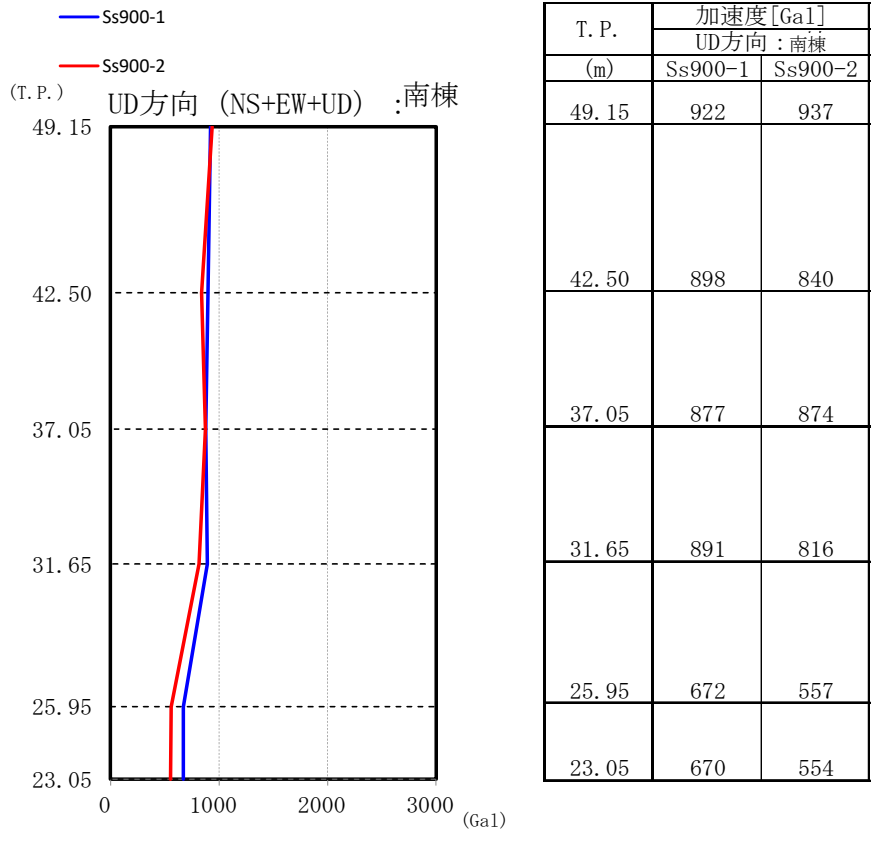
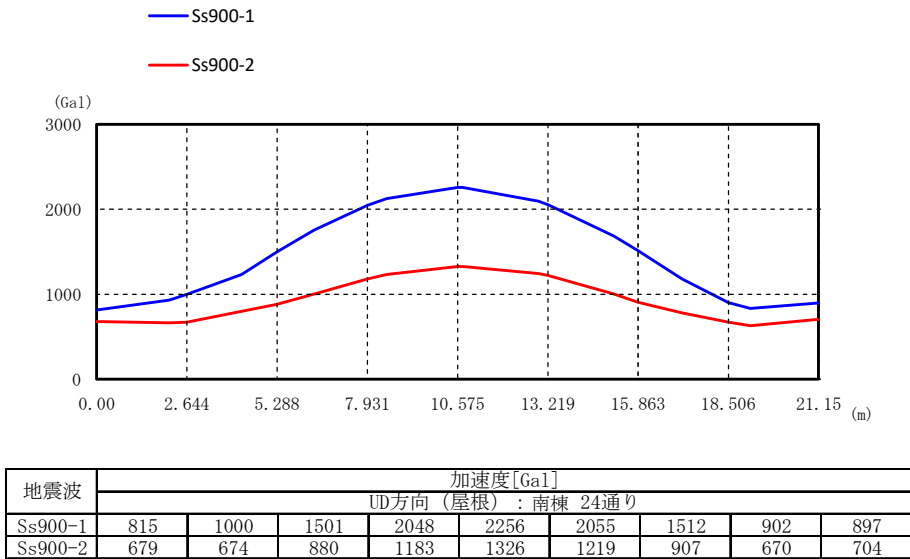


図 3.2-3 最大応答加速度分布（南棟，UD 方向）



南棟 24 通り屋根部

図 3.2-4 最大応答加速度分布（南棟，UD 方向（屋根部））

(2) 検討結果

地震応答解析結果が「震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針（(財)日本建築防災協会）」を参考に定めたクライテリア（「層間変形角が 1/30」以下）を満足することを確認し、崩壊機構を形成しないことも確認する。ただし、大型廃棄物保管庫建屋に収納する吸着塔の耐震クラスを考慮して、層間変形角が 1/75 以下（JSCA 性能設計説明書 2017 年版（社団法人日本建築構造技術者協会，2018 年版）を参考に定めるクライテリア*）であることを目安とする。

*：北村春幸，宮内洋二，浦本弥樹「性能設計における耐震性能判断基準値に関する研究」，日本建築学会構造系論文集，第 604 号，2006 年 6 月

1) 層間変形角の検討

最大応答層間変形角および崩壊機構の評価結果を表 3.2-1 に示す。

検討の結果，最大応答層間変形角は 1/74 となり，クライテリアを満足することを確認した。

層間変形角が最大となる南棟の部材塑性率図を図 3.2-5 に示す。

表 3.2-1 最大応答層間変形角および崩壊機構の検討結果

検討箇所		検討結果	許容限界	判定
北棟	層間変形角	NS 方向：1/107 EW 方向：1/101	1/30	OK
	崩壊機構	形成しない	崩壊機構が形成されないこと	
中央棟	層間変形角	NS 方向：1/133 EW 方向：1/117	1/30	OK
	崩壊機構	形成しない	崩壊機構が形成されないこと	
南棟	層間変形角	NS 方向：1/123 EW 方向：1/74	1/30	OK
	崩壊機構	形成しない	崩壊機構が形成されないこと	

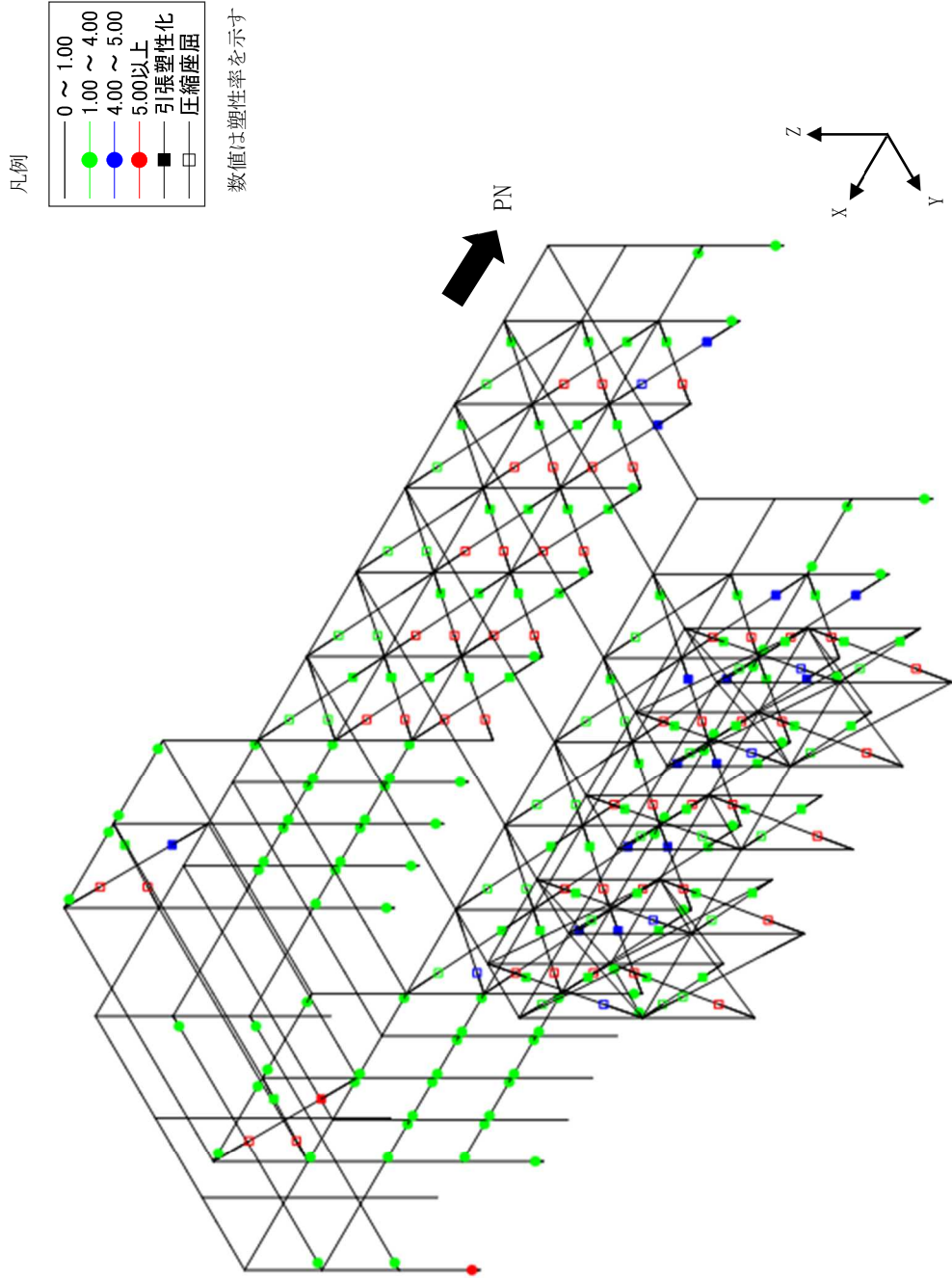


図 3. 2-5 部材塑性率図 (Ss900-1, 南棟)

3. 3 屋根の耐震性に対する検討

屋根スラブの波及的影響は、S s 9 0 0地震時に屋根のクライテリアを満足することを確認する。

(1) 断面検討

地震応答解析により得られる面外せん断応力度及び面内せん断応力度がコンクリートの短期許容応力度を超えないことを確認する。

面内せん断応力度がコンクリートの短期許容応力度を超えた場合は該当部材に対して鉄筋も考慮し、部材の精査を行う。

表 3. 3-1 に面外せん断力の断面算定結果を、表 3. 3-2 に面内せん断力の断面算定結果を示す。

表 3. 3-1 屋根スラブの断面算定結果（面外せん断力）

部位	地震波	せん断応力度 τ (N/mm ²)	許容応力度 f_s (N/mm ²)	検定比	判定
屋根スラブ	Ss900-1	0. 37	1. 09	0. 34	O. K.

表 3. 3-2 屋根スラブの断面算定結果（面内せん断力）

部位	地震波	単位長さあたりの必要鉄筋量 $req a_s$ (mm ²)	単位長さあたりの実際の鉄筋量 a_t (mm ²)	検定比	判定
屋根スラブ	Ss900-1	693	882	0. 79	O. K.

4. 耐震性（機能維持の検討）

4. 1 基礎の検討

（1）検討方針

基礎の応力解析は，解析コード「ABAQUS」による3次元FEMモデルを用いた弾塑性応力解析を行う。

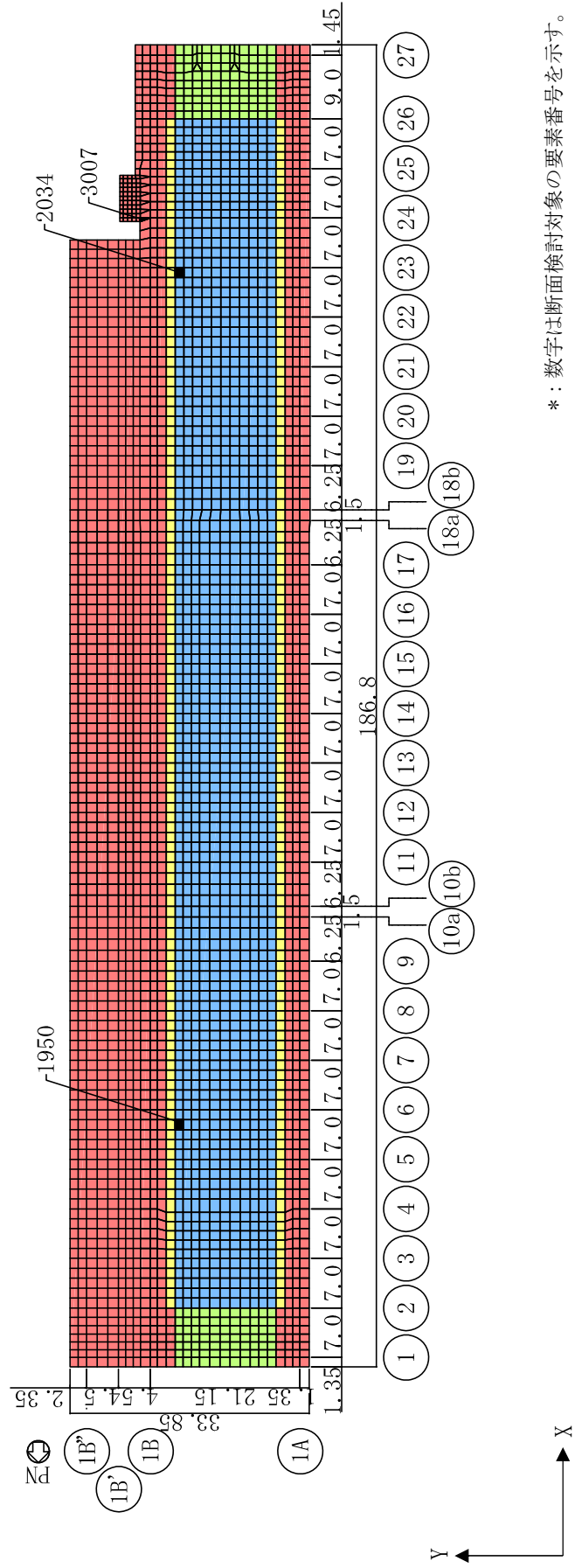
（2）応力解析モデル

1) 解析モデルの設定

解析モデルは図 4.1-1 に示すものとし，支持地盤は等価な弾性ばねとしてモデル化する。

基礎スラブについては，平板としてモデル化し，板厚は1.0～2.9mとする。

- 凡例
- : t=2.9 [m]
 - : t=2.1 [m]
 - : t=1.8 [m]
 - : t=1.0 [m]



* : 数字は断面検討対象の要素番号を示す。

図 4.1-1 解析モデル図

2) 使用要素

解析モデルに使用する FEM 要素は、積層シェル要素とする。使用する要素は四辺形及び三角形とし、これらの要素は鉄筋層をモデル化した異方性材料による積層シェル要素である。

各要素には、板の曲げと軸力を同時に考えるが、板の曲げには面外せん断変形の影響も考慮する。

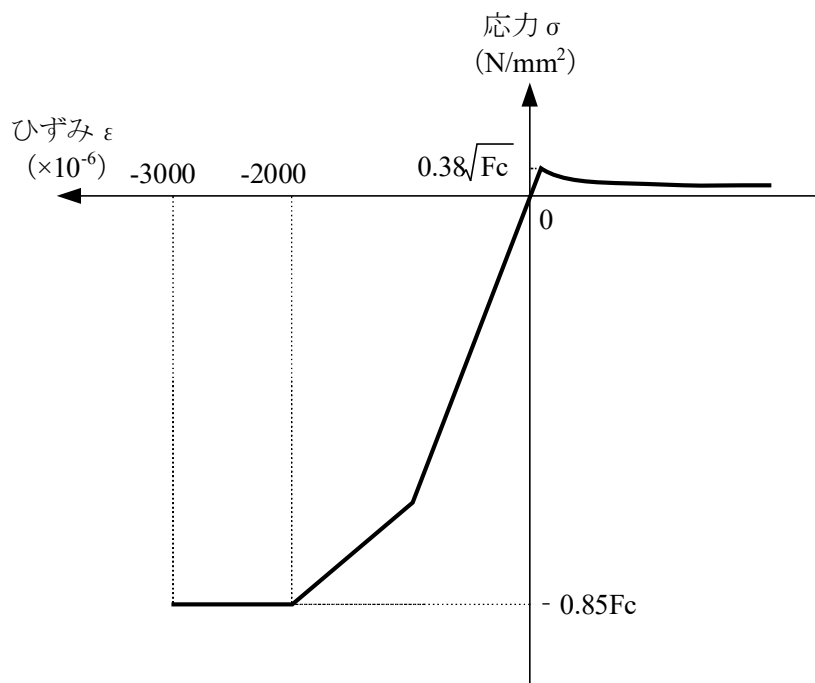
3) 境界条件

3次元 FEM モデルの基礎スラブ底面に、地震応答解析で用いた地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを設ける。3次元 FEM モデルの水平方向のばねについては、地震応答解析モデルのスウェイばねを、鉛直方向のばねについては、地震応答解析モデルのロッキングばねを基に設定を行う。なお、基礎スラブ底面の地盤ばねについては、引張力が発生したときに浮上りを考慮する。

4) 材料構成則

評価で用いる材料構成則を図 4.1-2 に示す。

なお、ヤング係数及びコンクリートの圧縮強度は設計基準強度に基づく値とする。



F_c : コンクリートの設計基準強度

項目	設定
圧縮強度	$-0.85 F_c$ (CCV規格)
終局圧縮ひずみ	-3000×10^{-6} (CCV規格)
圧縮側のコンクリート構成則	CEB-FIP Model code ^{*1} に基づき設定
ひび割れ発生後の引張軟化曲線	出雲ほか (1987) による式 ^{*2} ($c = 0.4$)
引張強度	$\sigma_t = 0.38 \sqrt{F_c}$ (RC規準)

注：引張方向の符号を正とする。

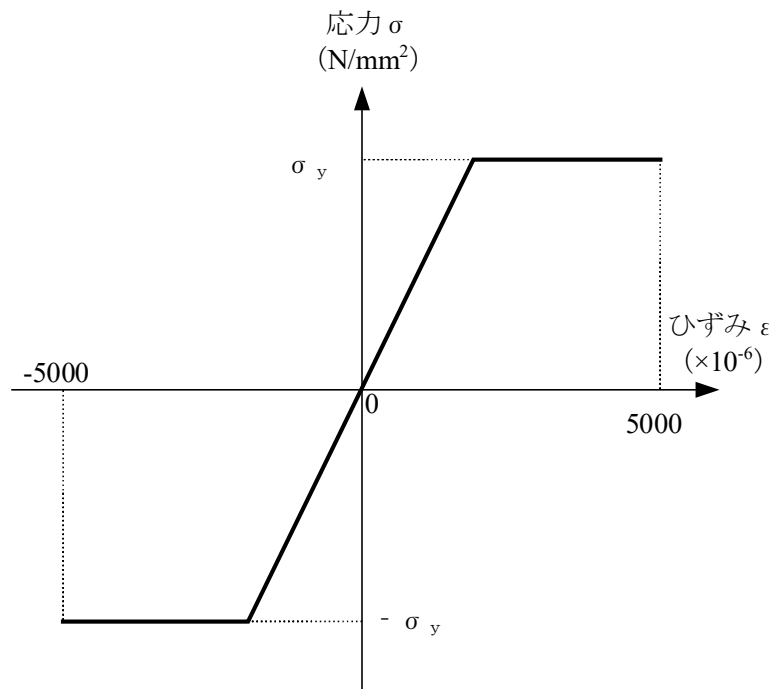
*1 : Comite Euro-International du Beton : CEB-FIP MODEL CODE 1990 (DESIGN CODE), 1993

*2 : 出雲淳一, 島弘, 岡村甫 : 面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル, コンクリート工学,
Vol. 25, No. 9, 1987. 9

(a) コンクリートの応力-ひずみ関係

図 4.1-2 (1) 材料構成則 (1/2)

- ・鉄筋の構成則：バイリニア型
- ・終局ひずみ： $\pm 5000 \times 10^{-6}$ （CCV規格）



σ_y : 鉄筋の降伏強度

注：引張方向の符号を正とする。

(b) 鉄筋の応力-ひずみ関係

図 4.1-2 (2) 材料構成則 (2/2)

(3) 応力解析方法

Ss900-1 及び Ss900-2 に対して 3 次元 FEM モデルを用いた弾塑性応力解析を実施する。

建屋上屋の柱脚反力が最大になる時刻における地震荷重を用いる。柱脚反力が最大になる時刻とは、柱脚反力の軸力 (N)、曲げモーメント (M) 及びせん断力 (Q) のそれぞれが最大となる時刻とする。

1) 荷重の入力方法

a) 地震荷重

基礎スラブに建屋上屋から作用する水平地震力及び鉛直地震力については、建屋上屋からの荷重を基礎スラブの当該位置の節点に節点荷重として入力する。

基礎スラブ内に作用する荷重については、地震時の建屋上屋からの入力荷重と基礎スラブ底面に発生する荷重の差を FEM モデルの各要素の大きさに応じて分配し、節点荷重として入力する。

クレーン、使用済吸着塔等から作用する荷重については、基礎スラブの当該位置の節点に節点荷重として入力する。

b) 地震荷重以外の荷重

地震荷重以外の荷重については、FEM モデルの各節点又は各要素に、集中荷重又は分布荷重として入力する。

(4) 評価項目とクライテリア

機能維持の検討は、表 4.1-1 に示す項目について評価を行う。

表 4.1-1 基礎スラブのクライテリア

部位	機能維持のための考え方	許容限界
基礎	部材に生じる応力及びひずみが間接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	・ひずみ*1 コンクリート 3.0×10^{-3} (圧縮) 鉄筋 5.0×10^{-3} ・面外せん断力*2 短期許容せん断力

*1 : C C V 規格に基づく。

*2 : R C - N 規準に基づく。

(5) 断面検討

各要素の軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力を算定し、CCV規格及びRC-N規準に基づき設定した各許容値以下であることを確認する。

a) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

各断面は、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算定する。

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみが、CCV規格のCVE-3521.2に基づき、表4.1-1に示す許容ひずみを超えないことを確認する。

b) 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、RC-N規準に基づき行う。

面外せん断力が、次式を基に算定した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w f_t (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力(N)

b : 断面の幅(mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの7/8倍の値(mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表2.1-1に示す値(N/mm²)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2を超える場合は2, 1未満の場合は1とする。また、引張軸力が2N/mm²を超える場合は1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)

$w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度で、表2.1-1に示す値(N/mm²)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002以上とする。*1)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積(mm²)

x : せん断補強筋の間隔(mm)

*1 : せん断補強筋がない領域については、第2項を0とする。

(6) 検討結果

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋のひずみが最大になる要素，軸力及び曲げモーメントによるコンクリートのひずみが最大になる要素，並びに設計面外せん断力と許容面外せん断力との比が最大となる要素の断面検討結果を表 4. 1-2 に示す。

断面検討の結果，軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が各許容値以下であることを確認した。

表 4. 1-2 断面検討結果

評価項目		要素番号	発生値	許容値	検定比
軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート 最大圧縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)	2034	457	3000	0.16
	鉄筋最大ひずみ ($\times 10^{-6}$)	1950	1235	5000	0.25
面外せん断力	面外せん断力 (kN/m)	3007	2631	5168	0.51

4. 2 改良地盤の耐震性に対する検討

(1) 検討方針

検討は「改訂版 建築物のための改良地盤設計及び品質管理指針 日本建築センター」に準拠し、S s 9 0 0地震時により発生する荷重に対して許容限界を満足することを確認する。改良地盤の許容限界は、改良指針に倣い、大地震時の許容支持力度を設計基準強度、大地震時の水平抵抗を許容せん断耐力とする。

(2) 評価項目とクライテリア

機能維持の検討は、表 4. 2-1 に示す項目について評価を行う。

表 4. 2-1 改良地盤のクライテリア

部位	機能維持のための考え方	許容限界
改良地盤	Ss900地震時に作用する鉛直応力及びせん断力が許容限界を超えないことを確認	改良指針に基づく終局強度

(3) 地震時に対する検討

改良地盤の評価に用いる検討用応力は、地震応答解析に基づく基礎底面反力を使用する。

1) 改良地盤に生じる圧縮応力度

改良地盤の接地圧に対する検討結果を表 4. 2-2 に示す。

表 4. 2-2 改良地盤の接地圧に対する検討結果

方向	地震波	接地圧 (kN/m ²)	終局強度 (kN/m ²)	検定比	判定
NS	Ss900-1	196	1000	0. 20	OK
EW	Ss900-1	281	1000	0. 29	OK

2) 支持地盤に生じる圧縮応力度

支持地盤の接地圧に対する検討結果を表 4. 2-3 に示す。

表 4. 2-3 支持地盤の接地圧に対する検討結果

方向	地震波	最大鉛直応力 σ_e (kN/m ²)	終局強度 (kN/m ²)	検定比	判定
NS	Ss900-1	180	6645	0. 03	OK
EW	Ss900-1	258	6645	0. 04	OK

3) 改良地盤の水平抵抗力

改良地盤のせん断力に対する検討結果を表 4.2-4 に示す。

表 4.2-4 改良地盤のせん断力に対する検討結果

方向	地震波	最大せん断力 (kN)	水平抵抗力 (kN)	検定比	判定
NS	Ss900-1	335000	769000	0.44	OK
EW	Ss900-1	526000	769000	0.69	OK

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力時に用いる模擬地震波について

1. はじめに

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による検討を行う際に、Ss900-1 を用いている。

この際、水平 1 方向には Ss900-1 を用いるが、その直交方向には Ss900-1 とは位相の異なる模擬地震波を用いる。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による検討において、全く同じ地震動が同時に水平 2 方向に入力されることは現実的に考えにくいことから、Ss900-1 を作成した方法と同一の方法で、目標とする応答スペクトルに適合する模擬地震波を利用する。

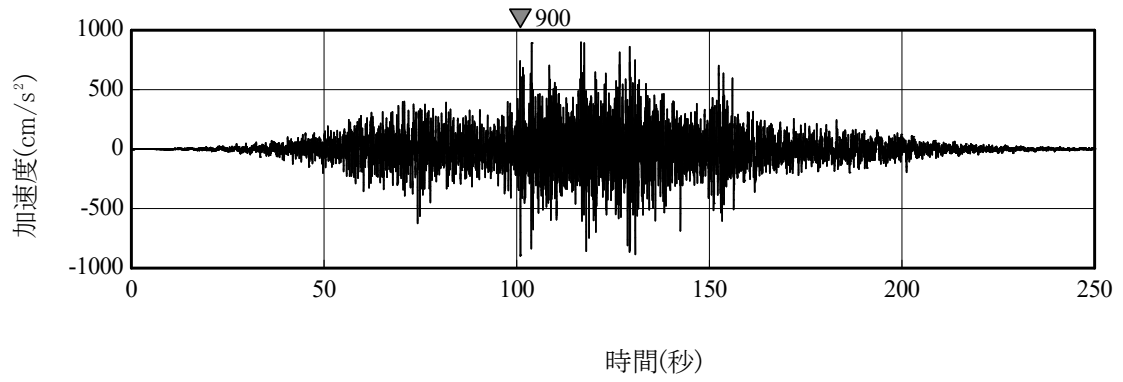
2. 模擬地震波の作成方針

応答スペクトル法に基づく手法による Ss900-1 については、水平方向の地震動に方向性がないことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による検討を行う場合、水平 2 方向のうち 1 方向について模擬地震波を作成し入力する方法が考えられる。

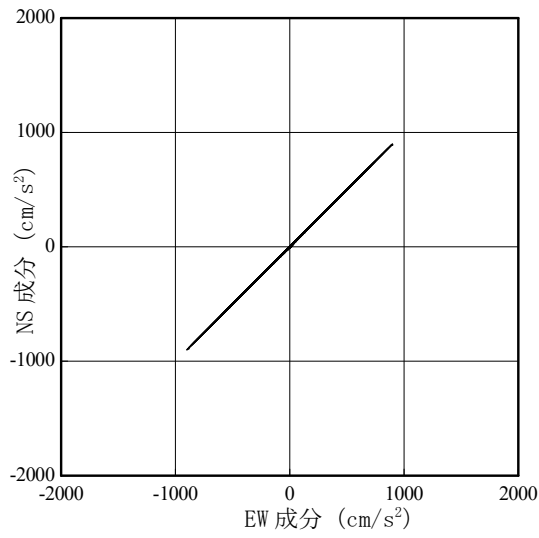
Ss900-1 の位相は、2011 年東北地方太平洋沖地震において福島第一原子力発電所内の地震観測記録の NS 方向の位相を基に模擬地震波を作成している。そこで組み合わせる地震動は、同一の方法で NS 方向と直交する EW 方向の位相を基に作成した模擬地震波とする。

2.1 敷地で得られた観測記録による確認

自由地盤観測点における、2011 年東北地方太平洋沖地震（以下、3.11 地震）、2021 年 2 月 13 日の福島県沖の地震（以下、2.13 地震）及び 2022 年 3 月 16 日の福島県沖の地震（以下、3.16 地震）の観測記録から、当該サイトにおいて、水平 2 方向の地震波で位相差が生じる傾向を確認した。確認の方法として、Ss900-1 を同時に水平 2 方向に入力したオービット（図 2.1-1）と、観測記録の水平 2 方向のオービット（図 2.1-2, 図 2.1-3, 図 2.1-4）との比較を行った。図 2.2-1 から、全く同じ地震動を同時に水平 2 方向に入力した場合、オービットは現実的に考えにくい 45° 方向に直線的な軌跡を示す。一方、図 2.1-2, 図 2.1-3 及び図 2.1-4 より観測記録ではオービットは位相差によって生じるランダムな軌跡を示すことを確認した。

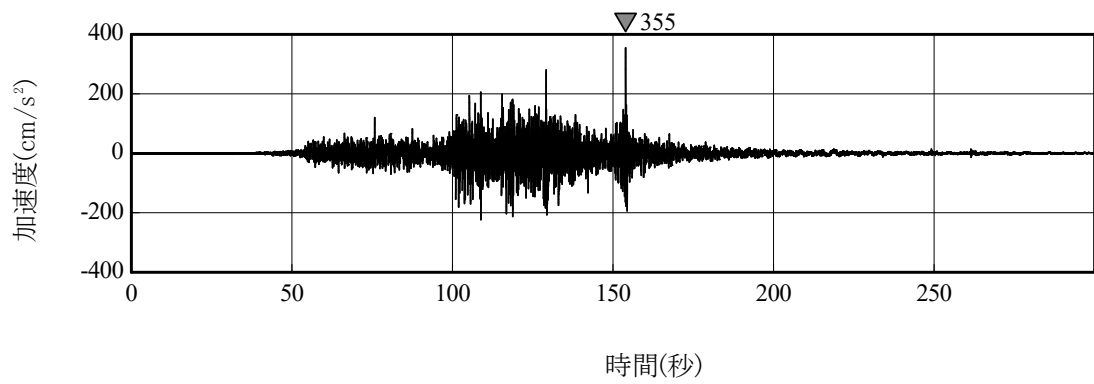
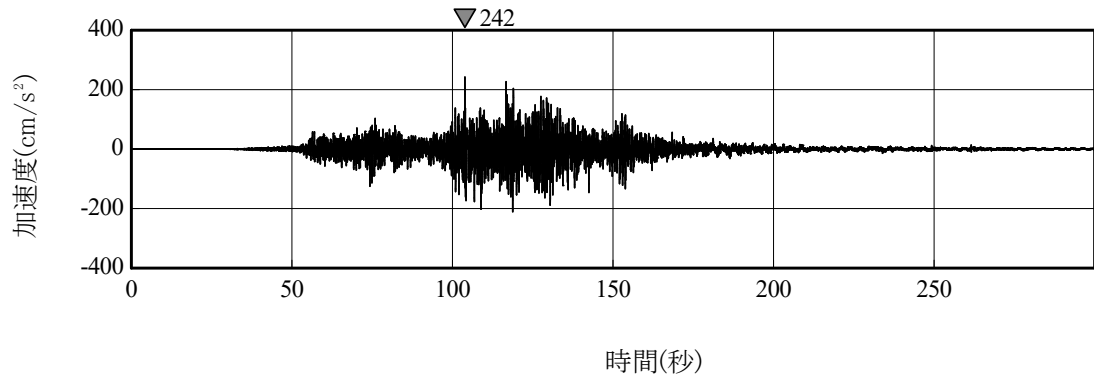


(a) 加速度時刻歴波形

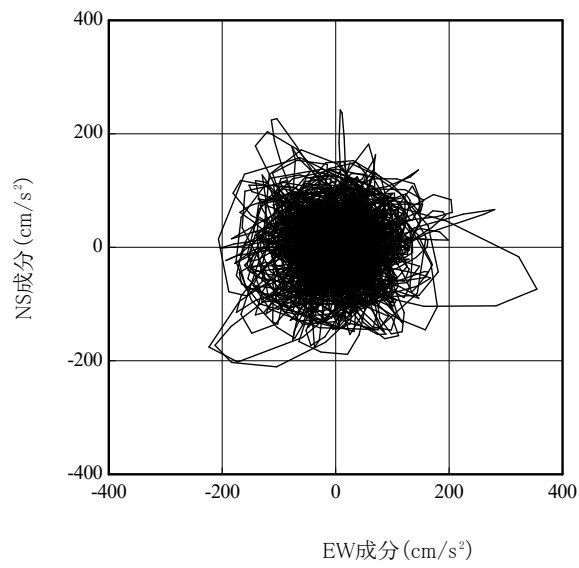


(b) 水平2方向の加速度成分のオービット

図 2.1-1 Ss900-1

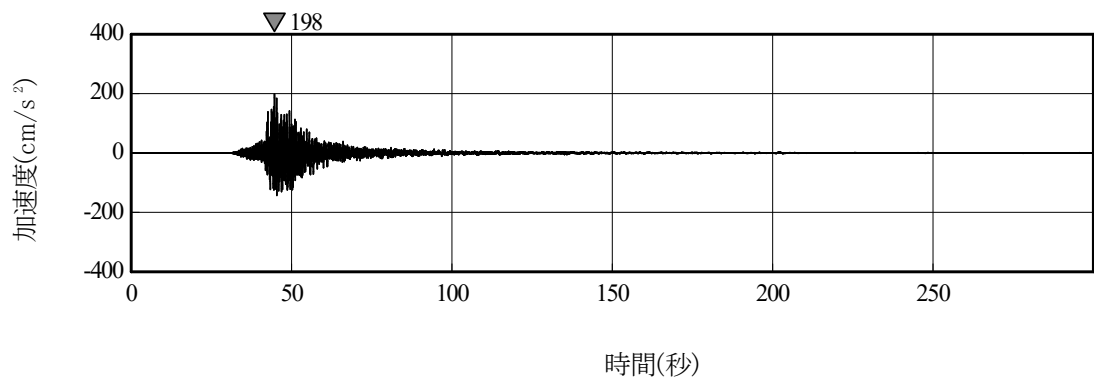
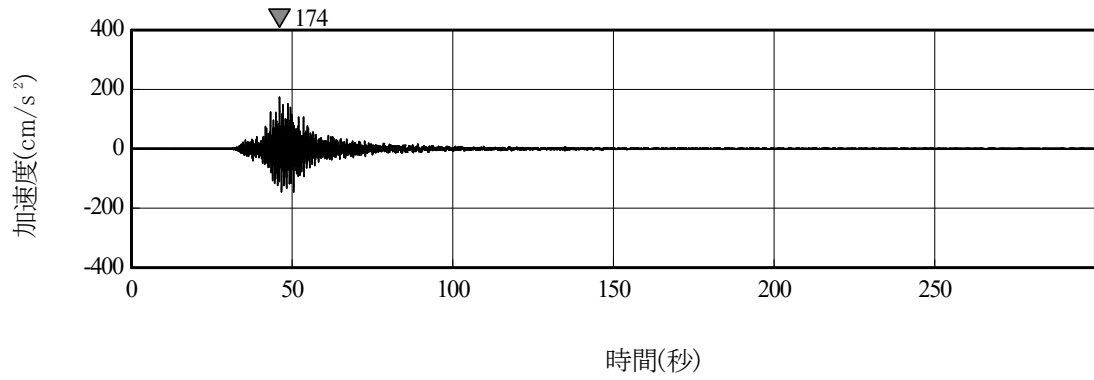


(a) 加速度時刻歴波形

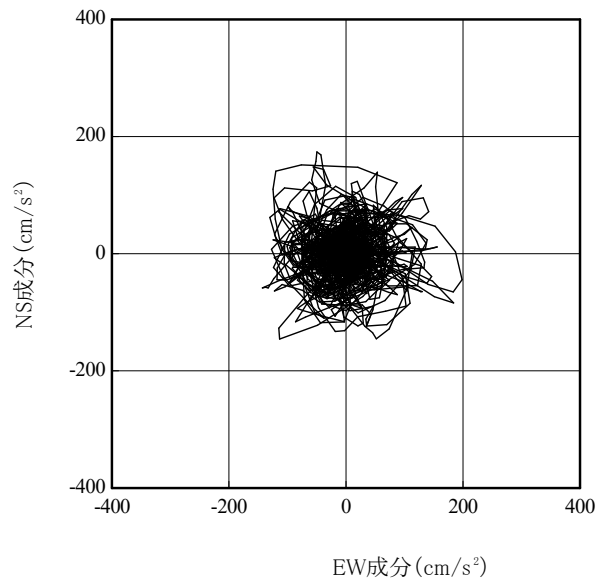


(b) 水平2方向の加速度成分のオービット

図 2.1-2 3.11 地震観測記録 (自由地盤観測点)

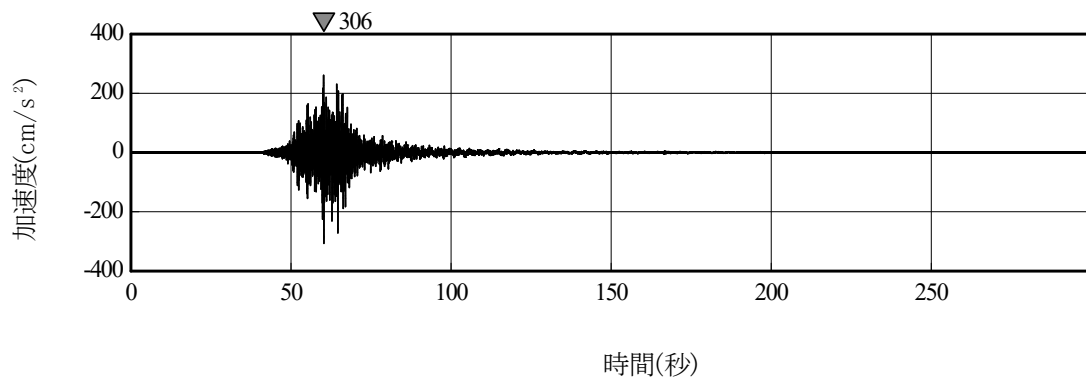
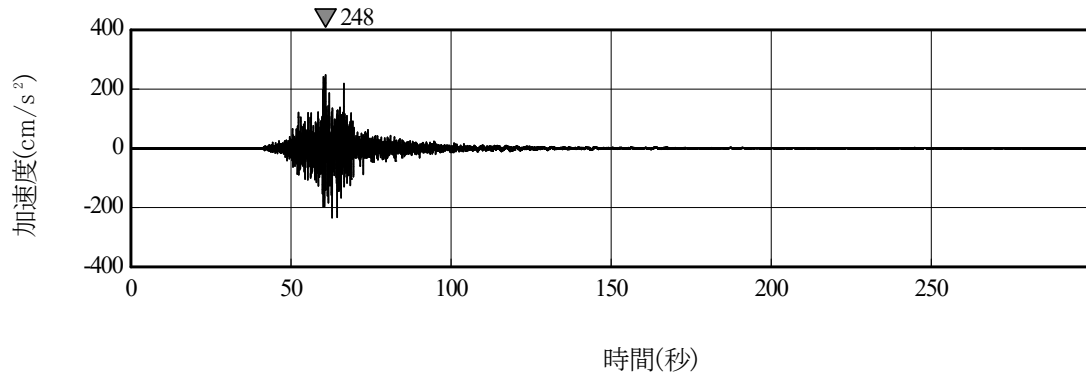


(a) 加速度時刻歴波形

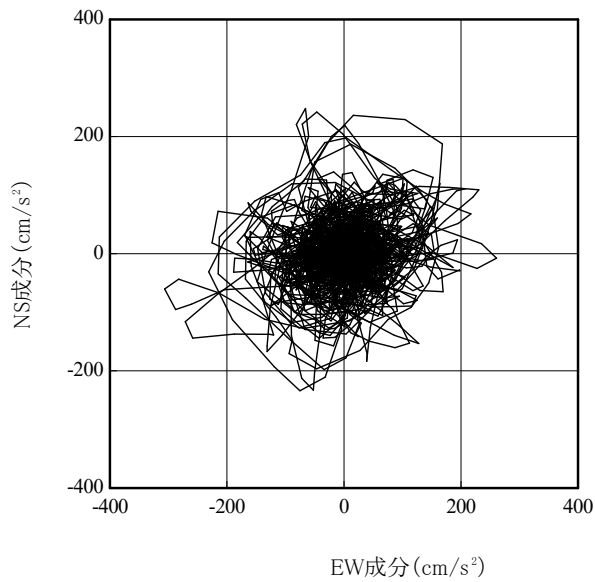


(b) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

図 2.1-3 2.13 地震観測記録 (自由地盤観測点)



(a) 加速度時刻歴波形

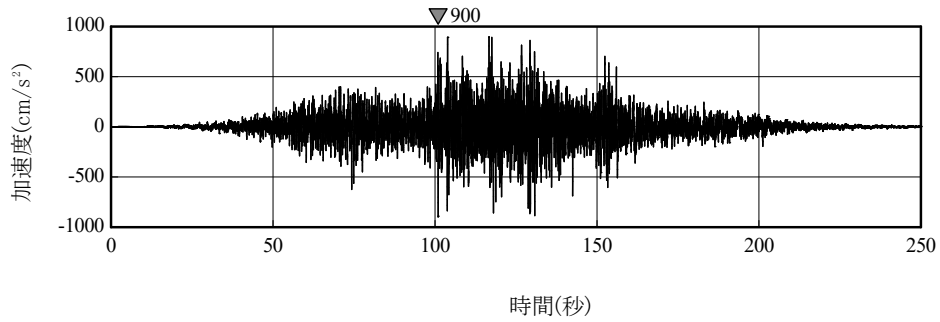


(b) 水平2方向の加速度成分のオービット

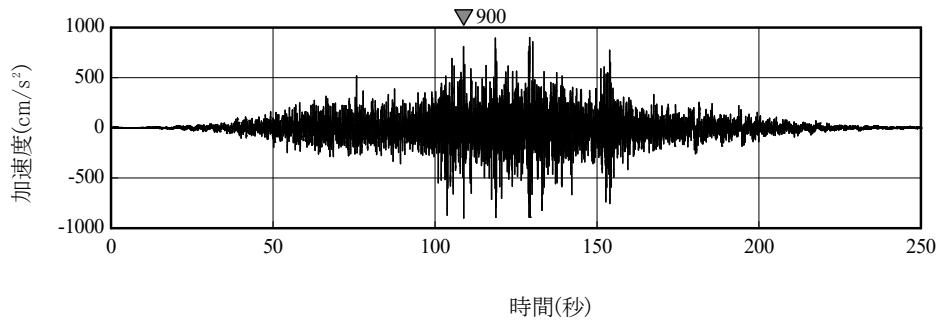
図 2.1-4 3.16 の福島県沖の地震観測記録 (自由地盤観測点)

3. 位相特性の異なる模擬地震波の作成結果

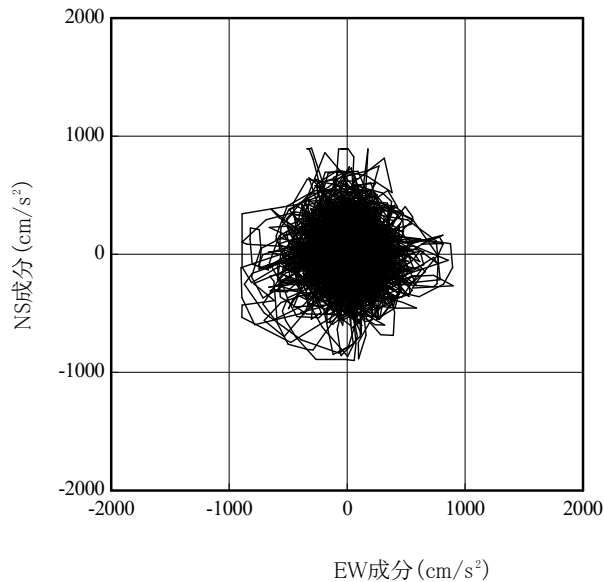
Ss900-1 及び Ss900-1 と組み合わせる模擬地震波の加速度時刻歴波形及びそれぞれの地震波を2方向入力した場合のオービット及び応答スペクトルを図 2.1-5 に示す。



(a) Ss900-1 の加速度時刻歴波形

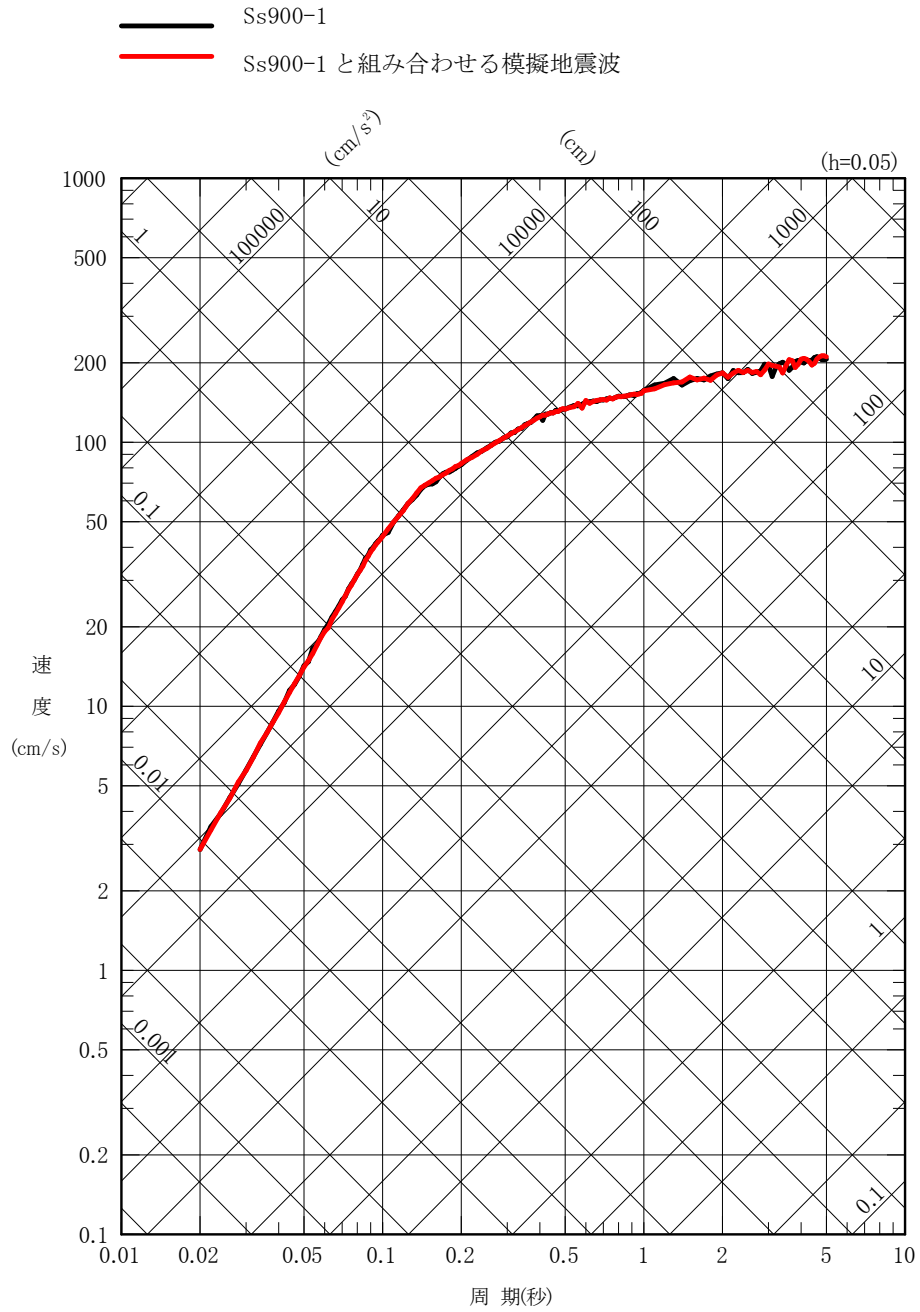


(b) Ss900-1 と組み合わせる模擬地震波の加速度時刻歴波形



(c) 水平2方向の加速度成分のオービット

図 2.1-5 Ss900-1 (1/2)



(d) 水平 2 方向の地震動の応答スペクトル
 図 2.1-5 Ss900-1 (2/2)

Ⅱ. 1 4. 4 火災に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項

Ⅱ. 設計，設備について措置を講ずべき事項

1 4. 設計上の考慮

- 施設の設計については，安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。
- ④ 火災に対する設計上の考慮
 - ・ 火災発生防止，火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせて，火災により施設の安全性を損なうことのない設計であること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋は，火災の発生を防止し，火災の検知及び消火を行い，並びに火災の影響を軽減するための対策を適切に組み合わせることにより，火災により施設の安全性を損なうことのない設計とする。

対応方針

- 火災により施設の安全性が損なわれることを防止するために火災発生防止 火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせた措置を講じる。
(実施計画：Ⅱ-1-14-2)
- 火災に対する設計上の考慮
大型廃棄物保管庫は，火災の発生を防止し，火災の検知及び消火を行い，並びに火災の影響を軽減するための対策を適切に組み合わせることにより，火災により施設の安全性を損なうことのない設計とする。
(実施計画：Ⅱ-2-45-3)
- 大型廃棄物保管庫は，火災の発生を防止し，火災の検知及び消火を行い，並びに火災の影響を軽減するための対策を適切に組み合わせることにより，火災により施設の安全性を損なうことのない設計とする（添付資料-10）。
(実施計画：Ⅱ-2-45-添 3-3~4)

1. 火災防護の基本方針

大型廃棄物保管庫は、火災により安全性が損なわれることを防止するために、火災の発生防止対策、火災の検知及び消火対策、火災の影響の軽減対策の3方策を適切に組み合わせた措置を講じる。

2. 火災の発生防止

2.1 不燃性材料、難燃性材料の使用

大型廃棄物保管庫の建屋の主要構造部である壁、柱、床、梁、屋根は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。また、間仕切り壁及び天井材についても、建築基準法及び関係法令に基づき、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。更に、建屋内の機器、配管、ダクト、トレイ、電線路、盤の筐体、及びこれらの支持構造物についても、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用し、幹線ケーブル及び動力ケーブルは難燃ケーブルを使用する他、消防設備用のケーブルは消防法に基づき、耐火ケーブルや耐熱ケーブルを使用する。

2.2 発火性、引火性材料の予防措置

通常運転時はもとより、異常状態においても火災の発生を防止するための予防措置を講じる。

発火性又は引火性液体を内包する設備については、溶接構造、シール構造とし、液面監視により、漏えいの早期発見を図る。また、その内蔵量を運転上の要求に見合う最低量に抑える設計とする。

2.3 自然現象による火災発生防止

大型廃棄物保管庫の構築物、系統及び機器は、落雷、地震等の自然現象により火災が生じることがないように防護した設計とし、建築基準法及び関係法令に基づき避雷設備を設置する。

大型廃棄物保管庫は「添付資料-12 大型廃棄物保管庫の耐震性に関する説明書」に従い設計を行い、破壊又は倒壊を防ぐことにより、火災発生を防止する設計とする。

3. 火災の検知及び消火

3.1 火災検出設備及び消火設備

火災検出設備及び消火設備は、大型廃棄物保管庫に対する火災の悪影響を限定し、早期消火を行える消防法及び関係法令に基づいた設計とする。

(1) 火災検出設備

放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して感知器の型式（熱・煙）を選定する。また、火災検出設備は外部電源喪失時に機

能を失わないよう電池を内蔵した設計とする。

(2) 消火設備

消火設備は、消火器のみで構成する。また、福島第一原子力発電所内の消防水利に消防車を連結することにより、大型廃棄物保管庫にて発生した火災の消火が可能である。

3.2 自然現象に対する消火装置の性能維持

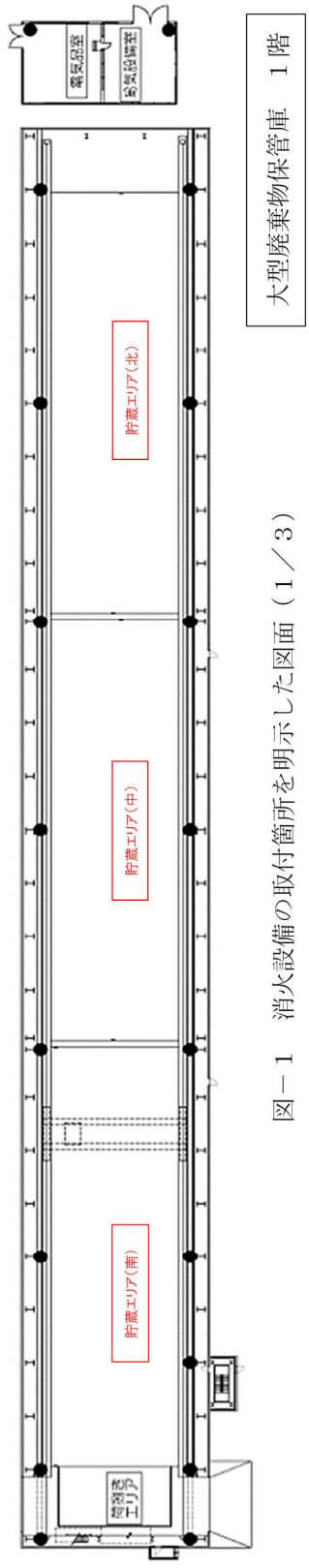
火災検出設備及び消火設備は地震等の自然現象によっても、その性能が著しく阻害されることがないように措置を講じる。消火設備は、消防法に基づいた設計とし、耐震設計は「添付資料-12 大型廃棄物保管庫の耐震性に関する説明書」に基づいて適切に行う。

4. 火災の影響の軽減

主要構造部の外壁は、建築基準法及び関係法令に基づき、必要な耐火性能を有する設計とする。

5. 消火設備の取付箇所を明示した図面

消火設備の取付箇所について、図-1に示す。



図一I 消火設備の取付箇所を明示した図面 (1 / 3)



図一I 消火設備の取付箇所を明示した図面 (2 / 3)



図一I 消火設備の取付箇所を明示した図面 (3 / 3)

(実施計画：II-2-45-添付10-1～3)

具体的な設計

- 大型廃棄物保管庫建屋を構成する部材には、鉄骨を使用することで火災の発生と延焼を防止する。
- 建屋耐震補強の構造部は鉄骨を使用するため、火災の発生と延焼を防止し、既設建物への影響を与えない設計とする。

表－1 大型廃棄物保管庫建屋の構成部材の整理

種別	部位	名称	分類	備考
大型廃棄物保管庫建屋	構造部	鉄骨	不燃	-

Ⅱ. 1 4. 5 環境条件に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項

II. 設計，設備について措置を講ずべき事項

1 4. 設計上の考慮

- 施設の設計については，安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。
- ⑤ 環境条件に対する設計上の考慮
安全機能を有する構築物，系統及び機器は，経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計であること。特に，事故や地震等により被災した構築物の健全性評価を十分に考慮した対策を講じること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋は，経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計とする。

対応方針

- 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，それぞれの場所に応じた圧力，温度，湿度，放射線等に関する環境条件を考慮し，必要に応じて換気空調系，保温，遮へい等で維持するとともに，そこに設置する安全機能を有する構築物，系統及び機器は，これらの環境条件下で期待されている安全機能が維持できるものとする。

(実施計画：II-1-14-2)

- 環境条件に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は，経年事象を含む想定されるすべての環境条件に適合できる設計とする。

(実施計画：II-2-45-3)

- 大型廃棄物保管庫は，経年事象を含む想定されるすべての環境条件に適合できる設計とする。特に，水分や崩壊熱を有する水処理二次廃棄物を収納した使用済吸着塔等を保管することを踏まえ，大型廃棄物保管庫は，設計上想定される圧力，温度，廃棄物からの吸収線量，可燃性気体（水素）等を踏まえて，適切な材料，機器等を選定するとともに，水素掃気や崩壊熱の除去が可能な設計とする（添付資料-4）。

(実施計画：II-2-45-添 3-4)

具体的な設計及び措置

大型廃棄物保管庫建屋の環境条件に対する設計上の考慮は以下の通り。

○ 大型廃棄物保管庫内の温度評価

(1) 大型廃棄物保管庫内の温度評価

温度評価条件としては、保管を想定している使用済吸着塔等のうち、最も発熱量が多い第二セシウム吸着装置吸着塔が貯蔵エリア（北）（中）（南）に貯蔵されているものとし、太陽光による入熱や外気温の時間変化を考慮した換気空調設備稼働中の温度条件としている。

温度評価の結果、最高気温 40°C の日が続いた場合、建屋内の平均気温は最も低くなる 8 時頃で約 40°C、最も高くなる 19 時頃で約 48°C となることを確認した。また、平均温度は建屋床面から 2m 上で約 36~42°C、3.5m 上で約 37°C~43°C、天井付近（天井面より 0.1m 下方）で約 43°C~54°C であることを確認した（図-1）。

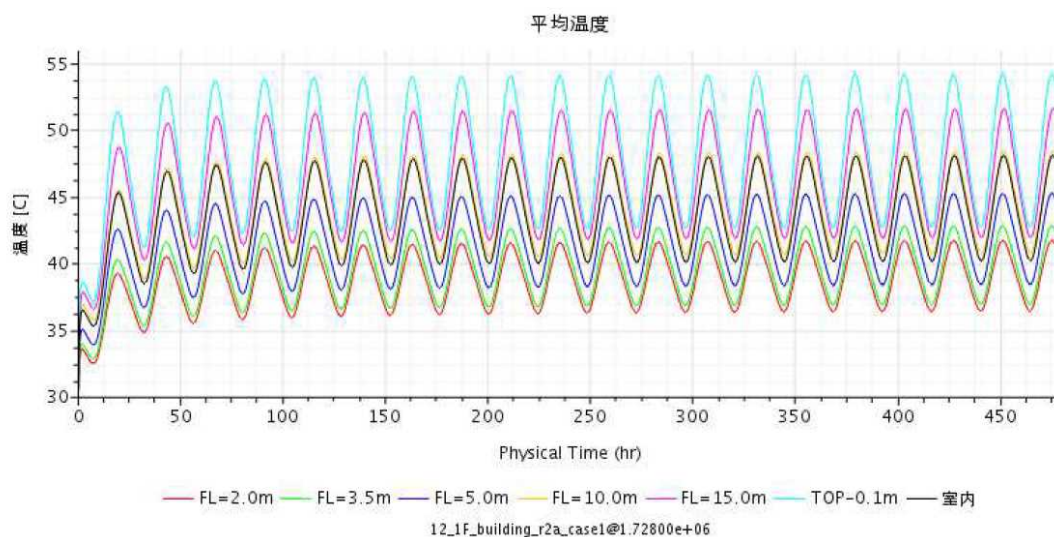


図-1 建屋内温度評価結果

Ⅱ. 1 4. 9 検査可能性に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項

Ⅱ. 設計，設備について措置を講ずべき事項

1 4. 設計上の考慮

- 施設の設計については，安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。
- ⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮
安全機能を有する構築物，系統及び機器は，それらの健全性及び能力を確認するために，適切な方法によりその機能を検査できる設計であること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強は，それらの健全性及び能力を確認するため，適切な方法によりその機能を検査できる設計とする。

対応方針

- 安全機能を有する構築物，系統及び機器は，それらの健全性及び能力を確認するため，その安全機能の重要度に応じ，必要性及び施設に与える影響を考慮して適切な方法により，検査が出来るものとする。

(実施計画：Ⅱ-1-14-2)

- 検査可能性に対する設計上の考慮

大型廃棄物保管庫は，その健全性及び能力を確認するために，適切な方法により，その機能を検査できる設計とする。

(実施計画：Ⅱ-2-45-3)

大型廃棄物保管庫は，その健全性及び能力を確認するために，適切な方法により，その機能を検査できる設計とする。大型廃棄物保管庫は，外観点検の他，漏えい検知器の警報作動試験やクレーンの荷重試験等を行える設計とする。

(実施計画：Ⅱ-2-45-添 3-4)

具体的な設計及び措置

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強は、その健全性及び能力を確認するために、~~適切な方法により、その機能を検査できる設計とする。~~外観目視点検の他 分解点検等が適切に行うことができる設計とする。

VIII 実施計画に係る検査の受検

VIII. 1 実施計画に係る検査の受検への
適合性

措置を講ずべき事項

VIII. 実施計画に係る検査の受検

- 実施計画における施設，保安のための措置及び特定核燃料物質の防護のための措置について，法第64条の3第7項に基づく検査を受けること。

措置を講ずべき事項への適合方針

- 大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強は，核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第64条の3第7項に基づく，原子力規制委員会が実施する検査を受検することができる設計とする。

対応方針

- 検査可能性に対する設計上の考慮
大型廃棄物保管庫は，その健全性及び能力を確認するために，適切な方法により，その機能を検査できる設計とする。
(実施計画：II-2-45-3)

大型廃棄物保管庫は，その健全性及び能力を確認するために，適切な方法により，その機能を検査できる設計とする。大型廃棄物保管庫は，外観点検の他，漏えい検知器の警報作動試験やクレーンの荷重試験等を行える設計とする。

(実施計画：II-2-45-添3-4)

具体的な設計及び措置

- 大型廃棄物保管庫の耐震補強は、「実施計画Ⅱ.2.45 大型廃棄物保管庫 添付資料－6 表－8」に記載の確認事項に基づき使用前検査を受検する。

表－8 大型廃棄物保管庫の建屋の耐震補強に係る確認事項

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度 および 耐震性	材料確認	コンクリートの圧縮強度を確認する。	コンクリートの強度が、実施計画に記載されている設計基準強度に対して、JASS 5N の基準を満足すること。
		鉄筋の材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
		鋼材の材質、強度、化学成分を確認する。	JIS G 3101, JIS G 3136 又は建築基準法第 37 条第二号に基づく国土交通大臣の認定に適合すること。
	据付確認	鉄筋の径、間隔を確認する。	鉄筋の径、間隔が JASS 5N の基準を満足すること。
	外観確認	大型廃棄物保管庫の耐震補強部分の外観を確認する。	有害な欠陥がないこと。

『特定原子力施設の指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項』 該当項目の整理表（案件：大型廃棄物保管庫建屋の耐震補強について）

目次	作成対象 項目	理由
I. 全体工程及びリスク評価について講ずべき措置	△	本変更申請は、リスク低減対策に関わる内容であるため
II. 設計、設備について措置を講ずべき事項		(各項目参照)
1. 原子炉等の監視	-	本変更申請は、RPV/PCV/SFP内の使用済燃料等に関連する内容ではないため
2. 残留熱の除去	-	本変更申請は、RPV/PCV内の燃料デブリ、SFP内の燃料体に関連する内容ではないため
3. 原子炉格納施設雰囲気監視等	-	本変更申請は、PCV内の気体に関する内容ではないため
4. 不活性雰囲気維持	-	本変更申請は、RPV/PCV内の可燃性ガスに関する内容ではないため
5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理	-	本変更申請は、SFPからの燃料取り出しに関する内容ではないため
6. 電源の確保	-	本変更申請は、特に高い安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器に該当しないため
7. 電源喪失に対する設計上の考慮	-	本変更申請は、全交流電源喪失時のRPV/PCV内やSFPへの冷却を確保し、かつ復旧するための手段ではないため
8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理	△	本変更申請の建屋の耐震補強工事によって、放射性固体廃棄物が発生するため
9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理	-	本変更申請の建屋の耐震補強工事によって、放射性液体廃棄物は発生しないため
10. 放射性気体廃棄物の処理・管理	-	本変更申請は、放射性気体廃棄物の処理・管理に関する内容ではないため
11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等	-	本変更申請の建屋の耐震補強は敷地境界における実効線量評価に影響しないため
12. 作業員の被ばく線量の管理等	△	本変更申請の建屋耐震補強工事における作業員の被ばく線量の管理等を実施するため
13. 緊急時対策	△	本変更申請の建屋は緊急時対策が必要な特定原子力施設に位置するため
14. 設計上の考慮		(各項目参照)
① 準拠規格及び基準	○	本変更申請は、果たすべき安全機能の重要度を考慮して、適切と認められる規格及び基準によるものである必要があるため
② 自然現象に対する設計上の考慮	○	本変更申請は、適切と考えられる設計用地震力に十分に耐えられる設計である必要があるため 本変更申請は、地震以外の想定される自然現象によって、安全性が損なわれない設計である必要があるため
③ 外部人為事象に対する設計上の考慮	-	本変更申請の建屋の耐震補強は、安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器に該当しないため
④ 火災に対する設計上の考慮	△	本変更申請の建屋は火災により施設の安全性が損なわれることを防止する必要があるため。
⑤ 環境条件に対する設計上の考慮	△	本変更申請の建屋は、経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計である必要があるため
⑥ 共用に対する設計上の考慮	-	本変更申請は、複数の施設間で共用をしないため
⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮	-	本変更申請の建屋の耐震補強は、運転員の誤操作を防止する適切な措置を講じる内容に該当しないため
⑧ 信頼性に対する設計上の考慮	-	本変更申請の建屋の耐震補強は、安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器に該当しないため
⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮	○	本変更申請の建屋の耐震補強は、それらの健全性及び能力を確認する検査ができる設計であるため
15. その他措置を講ずべき事項	-	その他措置を講ずべき事項はないため
III 特定原子力施設の保安	-	本変更申請の建屋の耐震補強は、保安上の措置を変更・追加するものではないため
IV 特定核燃料物質の防護	-	本変更申請によって、特定核燃料物質の防護に変更はないため
V 燃料デブリの取出し・廃炉	-	放射性固体廃棄物を取扱う設備であり、燃料デブリの取出しやそれに関連した措置に非該当であるため
VI 実施計画を策定するにあたり考慮すべき事項	-	本変更申請は、新規に実施計画の変更認可申請を行うことから、1～3に非該当であるため 1. 法第67条第1項の規定に基づく報告の徴収に従って報告している計画等 2. 原子力安全・保安院からの指示に従い、報告した計画等 3. 法の規定に基づき認可を受けている規定等
VII 実施計画の実施に関する理解促進	-	本変更申請によって、理解促進に関する取組みに変更はないため
VIII 実施計画に係る検査の受検	○	本変更申請の建屋の耐震補強は、検査受検する必要があるため

(○：措置を講ずべき事項に対して実施計画を変更するもの、△：措置を講ずべき事項に対して既認可の内容にて適合するもの、-：措置を講ずべき事項に対して該当しないもの)